

2009 年度
グリーン IT 推進協議会
調査分析委員会 報告書

～低炭素社会に向けたグリーン IT の貢献～

2010 年 6 月

グリーン IT 推進協議会
調査分析委員会

目次

はじめに.....	1
全体の要旨.....	9
第1部 調査の背景.....	27
1. グリーン IT のポテンシャル.....	27
2. グリーン IT 推進協議会の活動.....	29
3. グリーン IT 全体の効果の将来予測.....	31
第2部 IT 自身の省エネ効果計測・予測.....	33
1. 調査の背景.....	33
2. 対象機器のエネルギー効率指標.....	33
3. エネルギー削減効果予測方法.....	34
4. 製品別の予測の前提と結果.....	37
4.1 パーソナルコンピュータ (PC).....	37
4.2 サーバ.....	41
4.3 ストレージ.....	45
4.4 ルータ・スイッチ.....	49
4.5 ディスプレイ.....	53
4.6 テレビ.....	56
4.7 家庭用録画再生機器 (DVD 等).....	59
4.8 冷蔵庫.....	62
4.9 照明機器.....	65
4.10 エアコン.....	69
5. エネルギー削減効果予測まとめ.....	74
付録 (第2部).....	92
A.1 「IT 自身の省エネ効果計測・予測」「データセンターの省エネ効果計測・予測」 の前提条件.....	92
A.2 製品別の普及率予測曲線.....	95
第3部 データセンターの省エネ効果計測・予測.....	99
1. 調査の背景.....	99
2. エネルギー削減効果予測方法.....	100
3. エネルギー削減効果予測結果.....	102

4.	データセンタエネルギー効率指標開発	106
4.1	データセンタのモデル	106
4.2	データセンタにおけるエネルギー効率向上の取り組み	107
4.3	指標の構成	108
4.4	個々の指標の定義	109
4.5	指標の使い方	116
4.6	DPPE の利用場面	116
5.	グリーンなデータセンタのためのクライテリア開発	118
6.	DPPE 普及に向けた取り組み	120
6.1	グリーングリッドとの国際会議	120
6.2	日米欧国際ワークショップ	121
6.3	世界への普及の取り組み	125
6.4	今後の活動	126
	付録（第3部）	127
A.1	データセンタエネルギー効率指標に関する国際会議の概要	127
A.1.1	グリーン・グリッドとの国際会議	127
A.1.2	第2回日米欧国際ワークショップ	129
A.2	日米欧ワークショップ合意文章（英文・和文仮訳）	131
A.3	グリーンなデータセンタのためのクライテリア	135
	第4部 ITによる省エネ効果計測・予測	163
1.	調査の背景	163
2.	ITソリューションの分類	164
2.1	カテゴリーの説明	164
2.2	各カテゴリーにおけるITソリューションの分類	164
3.	ITソリューションによる省エネ（CO2削減）の考え方	167
3.1	基本的な計算方法	167
3.2	ITソリューションによる省エネ（CO2削減）の計算手順	169
3.2.1	構成要素の列挙	169
3.2.2	効果算定式の確定	171
3.2.3	ITソリューションの効果の計算例	177
3.3	計算式に入力する情報の収集	178
3.4	計算に用いる原単位	179
3.5	ITソリューション効果算定のための参考値	184
4.	ITソリューション事例	185
5.	ITソリューションのCO2削減効果の予測（事例を用いた予測）	224
5.1	予測の考え方	224

5.2	BEMS	225
5.3	ペーパーレスオフィス	226
5.4	TV 会議	227
5.5	SCM	228
5.6	HEMS	230
5.7	ITS	231
6.	IT ソリューションの CO2 削減効果の予測（詳細予測）	232
6.1	テレワーク	232
6.2	電子カルテ	240
7.	IT ソリューションの導入効果予測まとめ	246
	付録（第 4 部）	248
A.1	IT ソリューションにおける CO2 削減効果の構成要素	248
A.2	IT ソリューションによる効果算定式	260
A.3	参考事例	272
	第 5 部 企業貢献度評価手法検討	275
1.	調査の背景	275
2.	省エネ貢献度評価手法の考え方	278
2.1	of IT と by IT	278
2.1.1	of IT	278
2.1.2	by IT	279
2.2	配分手法の種類	280
2.3	of IT における評価手法の考え方	281
2.3.1	評価手法 I	281
2.3.2	評価手法 II	282
3.	具体的製品・サービスにおけるケーススタディ	284
3.1	電球形蛍光ランプ	284
3.1.1	省エネ量の定義	284
3.1.2	電球形蛍光ランプの技術開発の変遷	284
3.1.3	電球形蛍光ランプの構成部品	284
3.1.4	電球形蛍光ランプ開発における技術的要素	285
3.1.5	プレイヤーの定義	286
3.1.6	貢献度の配分フロー	287
3.1.7	ケーススタディ	289
3.2	液晶テレビ	297
3.2.1	省エネ量の定義	297
3.2.2	液晶テレビの構成部品	297

3.2.3	プレイヤーの定義	298
3.2.4	貢献度の配分フロー	298
3.2.5	ケーススタディ	300
3.3	電球形蛍光ランプと液晶テレビにおける貢献度の比較	308
3.3.1	全構成要素への貢献度配分比率	308
3.3.2	プレイヤーへの貢献度配分比率	309
3.4	データセンタ	310
3.4.1	省エネ量の定義	310
3.4.2	データセンタの構成要素	310
3.4.3	データセンタの省エネ項目	310
3.4.4	プレイヤーの定義	312
3.4.5	貢献度の配分フロー	316
3.4.6	ケーススタディ	317
3.5	サーバ	334
3.5.1	省エネ量の定義	334
3.5.2	省エネ対策の分類	335
3.5.3	消費電力量の算出	336
4.	企業貢献度評価手法検討のまとめ	337
第6部 海外のグリーン IT に関する取り組み調査		338
1.	調査の背景	338
2.	米国における取り組み	343
2.1	政府および政府系機関による取り組み	343
2.1.1	DOE	343
2.1.2	EPA	350
2.2	民間レベルでの取り組み	357
2.2.1	The Green Grid	357
2.2.2	Climate Savers Computing Initiatives	365
2.2.3	Digital Energy Solutions Campaign (DESC)	371
3.	EU における取り組み	374
3.1	政府および政府系機関による取り組み	374
3.1.1	EU Code of Conduct on Data Centres	377
3.1.2	Code of conduct on broadband equipments	384
3.1.3	Code of Conduct on Energy Efficiency of External Power Supplies	390
3.2	民間レベルの取り組み	393
3.2.1	ICT4EE フォーラム	393
3.2.2	Global e-Sustainability Initiative (GeSI)	394
3.2.3	BITKOM	399

3.2.4	Grid Computing Now KTN/ BCS/ Intellect	400
4.	シンガポールの取り組み	401
4.1	政府および政府系機関による取り組み	401
4.2	民間レベルでの取り組み	406
4.2.1	Singapore Infocomm Technology Federation (SiTF)	406
5.	韓国の取り組み	408
5.1	政府および政府系機関による取り組み	408
5.2	民間の取り組み	411
5.2.1	韓国グリーンビジネス IT 協議会	411
6.	その他アジア諸国における取り組み	412
7.	ITU における取り組み	415
8.	海外のグリーン IT に関する取り組み調査まとめ	418
	おわりに	420

はじめに

グリーン IT 推進協議会調査分析委員会の活動は、2008 年 2 月のスタートから 2010 年 4 月で約 2 年が経ちました。2008 年の 2 月に協議会が設立され、同時に具体的なグリーン IT の貢献量や省エネ評価の指標、さらに海外のグリーン IT 活動の調査を行うために、本委員会が設置されました。今日まで、グリーン IT に関する多くの方々、多くの関係団体の方々に支えられ、先進的な取り組みと研究成果を世に問うことができるところまで成長することができました。支えて頂いた皆様に感謝を申し上げます。

今回、2008 年度の成果をもとにさらに活動の内容を拡充させ、2009 年度に調査検討を進めてきました内容がまとまりましたので、2009 年度調査分析委員会報告書として提供いたします。

世界全体の温暖化防止の動きは、この 1 年で大きく進展をしたと考えています。2007 年に日本政府が提案した「2050 年までに世界全体の温暖化ガス排出量を現状から半減させる」という長期目標は、世界全体の目標となりました。また、2009 年 12 月にコペンハーゲンにおいて開催されました COP15 の会議では、ポスト京都議定書の枠組みの議論が行われました。残念ながら全体の枠組みの合意や新たな議定書の合意までは、到達できませんでしたが、世界の多くの国が温暖化ガス排出削減への取り組むべき目標を掲げるためのコペンハーゲン・アコードが提案され、日本、米国、EU などの先進国に加え、多くの新興国や途上国が自国の温暖化ガス排出に関する定量的な目標を宣言するところまで来ています。世界全体で経済活動を健全に保ちながら、温暖化ガスの削減を実現するという目標は大変に厳しいものですが、革新的・先進的な技術の開発、社会の新たな仕組みや制度の設計、さらには新しい市場メカニズムなど各種のイノベーションにより、実現可能であると考えています。そして、社会全体で、ライフスタイルやワークスタイル、移動のスタイル、資源の使い方、ものの作り方などを大きく変えていく必要があるとともに、社会の価値観を変えることが重要です。この価値観や社会の変革を実現するために、グリーン IT は大きく貢献することが期待されています。

グリーン IT 推進協議会調査分析委員会では、2008 年度の調査から、一貫して、このグリーン IT の貢献量の定量的な評価にスポットを当てて、検討を進めてきました。温暖化対策において、より重要になるのが『世界が、どのようにして具体的に温暖化ガスを削減していくのか』、『世界の技術・資金・人材をどこに投入して、この目標を達成していくのか』を明確にすることです。この議論を進める上で、IT がもたらす効果を抜きにしては、本質的な検討が進まないと考え、『このグリーン IT が低炭素社会の実現に向けて何ができるか』、『そしてその貢献はどのくらいか』というグリーン IT に関する施策の持つ貢献量、ポテンシャル量を定量的に調査研究してきました。

低炭素社会の実現に向けた IT 産業の貢献には、まず IT 企業自身の生産活動・事業活動に伴う排出削減が挙げられます。これは最も基盤となる活動ですので、継続的な削減努力が

必要ですが、日本全体の CO2 排出量に占める IT 産業の割合は 1.5%程度とその規模は限定的であるといわれています。一方、社会に広く普及するさまざまな IT・エレクトロニクス機器や家電製品の低消費電力化、さらに IT ソリューションの活用によって社会全般のエネルギー利用や資源の利用の効率化を促すことには非常に大きな波及力があると考えられます。この「IT 機器自身の省エネ (of IT)」と「IT による社会全体の省エネ (by IT)」の二つが、グリーン IT の貢献の大きな柱となっています。調査分析委員会では、各分野におけるグリーン IT の効果を定量的に計測する「ものさし (評価手法)」の策定と、そのものさしを使って『いつまでにどれだけの CO2 削減に貢献できるか』を明らかにすることが重要であるとの考えから、グリーン IT の貢献量の定量的検討を進めてきました。

2009 年度は、委員会の活動として課題別に 3 つのワーキンググループ (WG) を設置し、5 つのテーマにフォーカスし、検討を進めてきました。WG 1 は、2008 年度に複数の WG で検討してきた『IT 機器自身の省エネ』、『IT ソリューションの活用による社会全体の省エネ』さらに『海外のグリーン IT の調査・分析』の 3 つをテーマに、検討を進めました。現在、グリーン IT に関する活動は、全世界に広がりつつあります。米国では、グリーン・グリッド、米国エネルギー省 (DOE)、米国環境保護庁 (EPA) などが先進的な活動を行っています。また、欧州でもグリーン IT に関する活動が、EU 委員会などで活発化しています。そして、アジアでは、韓国、中国などを中心にグリーン IT が議論され始めています。このような、世界の活動の状況を調査分析し、日本の活動をより活性化するとともに、グローバルな連携の強化につなげていくことを考え、調査検討を進めました。

WG2 は、2008 年度にサブワーキンググループとして検討を進めてきた、『データセンタに関する省エネ』をさらに強化し、2008 年度に新規に提案した『DPPE (Datacenter Performance Per Energy)』を集中的に調査検討する WG として独立したグループとしました。

WG3 では、2008 年度に継続して『グリーン IT の機器やソリューションを開発・提供している企業の貢献量』に関する調査分析をテーマとしました。IT ベンダーなどの提供者がグリーン IT を社会に提供することで、IT 機器やデータセンタの使用時にエネルギー削減が実現し、また、IT ソリューションの導入により、社会のいろいろな領域でエネルギー削減が実現できると考えられます。このグリーン IT のサプライチェーン全体において、グリーン IT による省エネへの貢献者の寄与を可視化することは、グリーン IT の開発・製造・販売・消費といったサイクルが正のスパイラルとして健全に回るためには必要だと考えています。

グリーン IT 推進協議会の調査分析委員会は、グリーン IT をさまざまな視点で調査分析し、グリーン IT の効果を共通のものさしで評価できるようにし、そのものさしを使って、定量的に貢献量を明確にすることを目的に活動をしてきました。また、この貢献量については、将来の貢献量の予測を行ってきましたが、2008 年度に実施しました 2025 年および 2050 年における貢献量に続いて、重要な目標年度である 2020 年度についても、2025 年度及び 2050 年度のデータを元に、補間的に推定を行いました。今回の調査分析委員会 2009 年度報告書は、これらの検討結果を前記 5 つのテーマを中心にまとめたものですが、グリーン IT に関する全体の流れおよび評価手法に関する定義の理解を深めるために、グリーン IT に関する

多くの定義、評価手法、データ、評価事例、そして予測結果などの 2008 年度の検討結果および試算結果についても、各章に継続して掲載しています。2009 年度版の報告書のみをご覧になる方にも、グリーン IT に関する検討内容が、体系的にすぐに理解できるように配慮したものにいたしました。

2050 年の世界全体の温暖化ガスを現在の 50 %にするため、またそこに行き着くために 2020 年、2025 年までに、世界全体、社会全体、そして個々の企業や一人ひとりが何をすればよいか。そして、具体的に、何をすればどのくらいの効果が期待できるのかをより明確にするために、定量化に拘り、調査結果をまとめました。また、グリーン IT の貢献の実現には、IT 産業・IT 企業だけでなく、他の産業、他の分野の方々と一体となった施策の策定、運用が必要であることは言うまでもありません。2008 年度そして 2009 年度の検討結果は、社会のいろいろな分野の方に、『何をすればどのくらいのエネルギー削減や CO2 削減につながるか』、『何を実施するのがより効果的か』を理解していただくための 1 つの助けになると考えています。

調査分析委員会の活動を推進する上で、経済産業省商務情報局情報通信課、(社)電子情報技術産業協会 (JEITA) ならびにグリーン IT 推進協議会の会員企業・団体の方々には、2008 年度に引き続き、2009 年度も継続的なご支援を賜りました。また、調査分析委員会の委員の方々、3つのワーキンググループの主査およびメンバーの方々には、調査・検討のために多くの時間を捻出していただき、有益で、活発な議論を行っていただきました。また、定量的検討を進めるに当たり、グリーン IT に関する多くの先人の調査研究の成果を参照させていただくとともに、関係団体・関係機関の方々とは適宜意見交換をさせていただきました。特に、経済産業省資源エネルギー庁、電機・電子温暖化対策連絡会、国立環境研究所、産業環境管理協会の方々からは、直接的な知見を多く頂きました。あらためて、深く感謝いたします。

今後、本調査分析委員会は、グリーン IT のもつ大きなポテンシャルについて定量的な調査を継続するとともに、これらを現実の世界に提供・普及させるための仕組み作りにも貢献していきたいと思っております。本報告書の内容が、低炭素社会の実現に向けて各分野で日々努力されている多くの方々の活動に、少しでもお役に立てればと思います。

2010 年 6 月

グリーン IT 推進協議会調査分析委員長

朽網道徳

調査分析委員会 名簿

(敬称略・順不同)

委員長	朽網	道德	富士通 (株)
副委員長	菅野 上笠	伸和 健	パナソニック (株) (株) NTTデータ
委員	永田 田中 斉藤 白井 原田 村瀬 所 小黒 竹山 関 久利 中山 前川 小田切 端谷 波多野 太田 村田 村岡 吉識	一郎 靖夫 朝樹 規善 彩子 嘉史 寛 由貴子 典男 要司 建樹 憲幸 均 充 隆文 太郎 完治 謙一 元司 宗佳	アルプス電気 (株) アルプス電気 (株) インテル (株) (株) NTTデータ (株) NTTデータ 沖電気工業 (株) シャープ (株) (株) 大和総研 (株) 東芝 日本アイ・ビー・エム (株) 日本アイ・ビー・エム (株) 日本電気 (株) (株) 日立製作所 富士通 (株) 富士通 (株) (株) 村田製作所 三菱電機 (株) 三菱電機 (株) (株) NTTデータ経営研究所 (株) NTTデータ経営研究所

オブザーバー	椎野	孝雄	(社) 情報サービス産業協会 (J I S A)
			(株) 野村総合研究所
	鞆	和美	(社) 日本電気計測器工業会 (J E M I M A)
	若狭	裕	(社) 日本電気計測器工業会 (J E M I M A)
	伊藤	智	(独) 産業技術総合研究所 (A I S T)

経済産業省

事務局	井上	治	(社) 電子情報技術産業協会
	池田	敏昭	(社) 電子情報技術産業協会
	浦田	信一	(社) 電子情報技術産業協会
	吉川	景子	(社) 電子情報技術産業協会

調査分析委員会 ワーキンググループ1 名簿

(敬称略・順不同)

主 査	朽網	道徳	富士通 (株)
委 員	斉藤	朝樹	インテル (株)
	臼井	規善	(株) NTTデータ
	村瀬	憲史	沖電気 (株)
	小黒	由貴子	(株) 大和総研
	小林	由典	(株) 東芝
	吉田	稔	日本アイ・ビー・エム (株)
	高田	典子	日本電気 (株)
	中山	憲幸	日本電気 (株)
	小河	晴樹	パナソニック (株)
	前川	均	(株) 日立製作所
	藤田	誠一	(株) 日立製作所
	村田	英己	富士通 (株)
	成岡	剛	富士通 (株)
	小田切	充	富士通 (株)
	村田	謙一	三菱電機 (株)
	太田	完治	三菱電機 (株)
オブザーバー	椎野	孝雄	(社) 情報サービス産業協会 (J I S A)、 (株) 野村総合研究所
	若狭	裕	(社) 日本電気計測器工業会 (J E M I M A)
	村岡	元司	(株) NTTデータ経営研究所
	吉識	宗佳	(株) NTTデータ経営研究所

調査分析委員会 ワーキンググループ2 名簿

(敬称略・順不同)

主 査	上 笠	健	(株) NTTデータ
委 員	斉藤	朝樹	インテル (株)
	田口	栄治	インテル (株)
	小林	誠	(株) NTTデータ
	椎野	孝雄	(社) 情報サービス産業協会 (J I S A)
			(株) 野村総合研究所
	早川	勇	(株) 大和総研
	石橋	豊	(株) 大和総研
	成田	出	日本アイ・ビー・エム (株)
	中井	康博	日本電気 (株)
	伊藤	雅樹	(株) 日立製作所
	八木	悟	富士通 (株)
	朽網	道德	富士通 (株)
	永藺	宏	富士通 (株)
	小田切	充	富士通 (株)
	村岡	元司	(株) NTTデータ経営研究所
	吉識	宗佳	(株) NTTデータ経営研究所
	オブザーバー	内條	秀一
福田		次郎	日本データセンター協会 (J D C C)
伊藤		智	(独) 産業技術総合研究所 (A I S T)

調査分析委員会 ワーキンググループ3 名簿

(敬称略・順不同)

主 査	菅野	伸和	パナソニック (株)
委 員	竹山	典男	(株) 東芝
	前川	均	(株) 日立製作所
	徳永	良一	富士電機ホールディングス (株)
	永田	一郎	アルプス電気 (株)
	田中	靖夫	アルプス電気 (株)
	澤田	充弘	横河電機 (株)
	小黒	由貴子	(株) 大和総研
	胡	勝治	富士通 (株)
	所	寛	シャープ (株)
	染矢	哲宏	沖電気工業 (株)
	臼井	規善	(株) NTTデータ
	原田	彩子	(株) NTTデータ
	中山	憲幸	日本電気 (株)
	東	典弘	(株) 村田製作所
	小河	晴樹	パナソニック (株)
調査委託	小野田	弘士	早稲田大学
	中島	崇史	早稲田大学

全体の要旨

1. 調査の背景（第1部）

2050年までに世界全体の温暖化ガス排出量を現状から半減させるという日本から提案された目標を達成するためには、先進国は60～80%もの温室効果ガスの排出削減が必要とも言われている。そのために必要なイノベーションに、ITは大きく貢献すると期待されている。

IT産業に可能な貢献には、まず自社の生産活動に伴う排出削減が挙げられる。これはあらゆる産業領域で取り組まれているが、日本の総排出量に占めるIT産業の割合は1.5%程度であり、その規模は限定的ともいえる。一方、社会に広く普及するさまざまなIT・エレクトロニクス機器や家電製品の低消費電力化（「IT機器自体の省エネ（of IT）」）、さらにITソリューションの活用によって社会全般のエネルギー利用の効率化を促すこと（「ITによる（社会の）省エネ（by IT）」）は非常に大きな波及力がある。

日本では、21世紀型の「環境と経済が両立する社会」の構築に向けて、生産・社会・国民生活等広範な対象の変革を促進していくため、グリーンITイニシアティブが展開されている。その中で、特に産学官の連携の強化を図るため、グリーンIT推進協議会が設立された。

グリーンIT推進協議会では、2050年という長期的将来のあるべき姿を見据えた上で、2020～2025年までに何をなすべきかという中期の議論が特に重要との認識から活動を行っている。具体的には、グリーンITに関する普及啓発、国際連携、国際シンポジウムの開催、そしてグリーンIT技術の抽出・ロードマップの作成、さらにグリーンITの効果の定量的調査・分析、将来の貢献量の予測などを進めている。

2008～2009年度の調査分析委員会は、グリーンITの効果・貢献量を定量的に把握することで、CO₂削減に対してどのような施策が効果的かを明らかにし、現在行うべき取り組みを明確にすることをミッションとし、「グリーンITの評価手法（ものさし）の確立、グリーンIT効果（貢献量）の見える化、定量化」「グリーンIT効果（CO₂削減効果）の中長期的予測」をおこなってきた。具体的には、以下の5つの活動を進めてきた：

1. IT機器自身の省エネの定量化及び中長期予測
2. データセンタの省エネの定量化及び中長期予測
3. ITによる社会の省エネの定量化及び中長期予測
4. グリーンITを開発し、提供している企業の、他産業・部門への貢献量の可視化の検討
5. 世界におけるグリーンITへの取り組みについての情報収集

本報告書は、グリーンIT推進協議会調査分析委員会の2009年度の調査・研究結果を取りまとめたものである。

2. IT 自身の省エネ効果計測・予測（第2部）

これまで、家庭・業務部門のエネルギー使用量は継続的に増加トレンドを続けてきた。IT・エレクトロニクス機器はこれらの部門のエネルギー消費量の相当の割合を占めており、家庭・業務部門の省エネルギーを加速する上で、IT・エレクトロニクス機器の省エネ性能向上に向けた技術開発に対する期待は大きい。

第2部では、IT・エレクトロニクス機器のうち使用時のエネルギー消費量が多い10品目について、2050年までのエネルギー消費量の推移と技術革新によるエネルギー消費量の削減効果（以下、エネルギー削減効果）の定量的な予測を試みた。また、その前提として、これらの機器におけるエネルギー利用効率の考え方を整理した。対象となる10品目は、IT機器がPC、サーバ、ストレージ、ルータ・スイッチ、ディスプレイの5品目であり、エレクトロニクス機器がテレビ、家庭用録画再生機器（DVD等）、冷蔵庫、照明機器、エアコンの5品目である。

将来におけるIT・エレクトロニクス機器のエネルギー削減効果は、技術革新が進む場合（以下、技術革新時）と技術革新が進まない場合（以下、ベースライン）の電力消費量の差と定義することができる。但し、技術革新が進んだ場合と進まない場合の各機器の電力消費量を比較する際には、性能が同じ機器の差をとることに留意する必要がある。例えば、テレビであれば画面サイズ（性能の一つの指標）が同じテレビの比較を行う必要があるということである。現実には、機器の性能は様々な特性で表現されるが、そのうち最も重要な特性を選択し、それを揃えて削減効果を計算した（図0-1）。それ以外の特性のうち必要なものは、分類に用いるなどして追加で考慮した。ここで、機器の単位能力あたりの電力消費量がエネルギー効率と考えられることから、「性能」と消費電力の比をエネルギー効率指標として併せて示した。

	エネルギー効率指標	予測においてまず考慮する項目		追加して考慮する項目	
		性能	電力		
IT 機器	PC	消費電力	CPU処理能力	消費電力 年間電力消費量	ノート/デスクトップの分類
		CPU処理能力			
	サーバ	消費電力	CPU処理能力		ハイエンド/ミッドレンジ/ボリュームの分類
		CPU処理能力			
	ストレージ	消費電力	記憶容量		転送速度、サーバー用/PC用の分類
記憶容量					
ルータ	消費電力	スループット性能	企業向け(3+2分類)/家庭向けの分類		
ディスプレイ	消費電力 画面サイズ	画面サイズ	解像度		
エレクトロニクス 機器	テレビ	消費電力 画面サイズ	画面サイズ	解像度	
	家庭用録画再生機器	消費電力 記録時間	記録時間	記録情報量、解像度	
	冷蔵庫	消費電力	容積		
	照明機器	消費電力 照度	部屋の床面積、照度	ランプ種別	
	エアコン	消費電力 冷房能力	$\left(\begin{matrix} COP \\ AFP \end{matrix} \right)$ 冷房能力(床面積)	企業向け/家庭向けの分類	

図 0-1：対象機器とエネルギー効率指標

次に、対象 10 品目の機器について、ベースラインのエネルギー消費量（ここでは電力消費量）と技術革新によるエネルギー削減効果を予測した。

エネルギー消費量は、機器普及数と 1 台あたりの電力消費量の積から予測した。機器普及率は、GDP と機器普及率に正の相関があることを利用して予測した。一方、1 台あたりの電力消費量は、技術革新が進む場合については技術検討委員会の技術ロードマップなどを参考に設定し、技術革新が進まない場合については 2005 年時点の機器の電力消費量（IT 機器では、これまでの性能・消費電力のトレンドが今後も継続した場合の電力消費量）とした。

図 0-2 は 2005 年から 2050 年の 10 品目合計のエネルギー（電力）消費量とエネルギー削減効果の推移である。2020 年のエネルギー消費量は、2005 年・2025 年・2050 年のエネルギー消費量からの推定値である。業務用途が多いサーバ・ストレージ・ルータについては、ファシリティの寄与も考慮している¹。日本においては、10 品目の機器による 2005 年時点のエネルギー消費量は約 3,300 億 kWh/年だが、このままの状態では、2025 年には約 4,500～5,000 億 kWh/年（約 4,900 億 kWh/年）に増加する。それが、技術革新によって 2025 年時点で約 1,200～1,700 億 kWh/年（約 1,400 億 kWh/年）が削減されると予想される。世界全体ではエネルギー消費量の増加はさらに速く、2005 年時点で約 3.1～4.2 兆 kWh/年（約 3.7 兆 kWh/年）、2025 年時点では約 6.0～8.5 兆 kWh/年（約 7.1 兆 kWh/年）となる。これが、技術革新によって、2025 年時点で約 1.8～2.9 兆 kWh/年（約 2.4 兆 kWh/年）が抑制されると予想される。（不確実性による予測の幅を考慮し、シナリオ A～C の 3 つの結果を示した。各シナリオは、機器 1 台あたりのエネルギー消費量と普及率に大小の幅を考慮して作成した（表 0-1）。括弧内はシナリオ B。）

以上を CO₂ 排出量に換算²すると、日本では 2025 年時点で 0.9～2.0 億 t-CO₂ に増加するところ 0.2～0.7 億 t-CO₂ の削減が期待され、世界全体では 12.0～34.0 億 t-CO₂ のうち 3.6～11.6 億 t-CO₂ の排出抑制が期待される。

図 0-2 において日本のエネルギー消費量の増加速度が世界より遅いのは、普及が飽和に近いエアコン、照明などの比率が高いためである。しかし、IT 機器 5 品目とテレビに限定すると、エネルギー消費量の伸び率は高く、2025 年には 2005 年の約 3～5 倍となる（図 0-3）。さらに 2025 年時点でエネルギー消費量に占める IT 機器等 6 品目の割合は 38%であるのに対し、削減効果に占める 6 品目の割合は約 50%を占め、削減の余地も大きいことがわかる。

表 0-1：検討した 3 つのシナリオ（詳細は表 2.5-1 参照）

シナリオ A	普及率高・IT 機器の電力増加率高
シナリオ B	普及率中・IT 機器の電力増加率中
シナリオ C	普及率低・IT 機器の電力増加率低

¹ ファシリティの効果は、各年の標準的な Power Usage Effectiveness (PUE; 第 3 部 2 章参照)を用いて試算した。用いた PUE の値は、2005 年、2025 年、2050 年で、それぞれ 1.9、1.8、1.7 である。

² 将来の不確実性を考慮し、換算係数を 0.2～0.4 [kgCO₂/kWh] とした。0.4 は、現状の非化石電源比率・発電効率を据え置きした場合、0.2 は比率・効率が今後向上すると仮定した場合である。

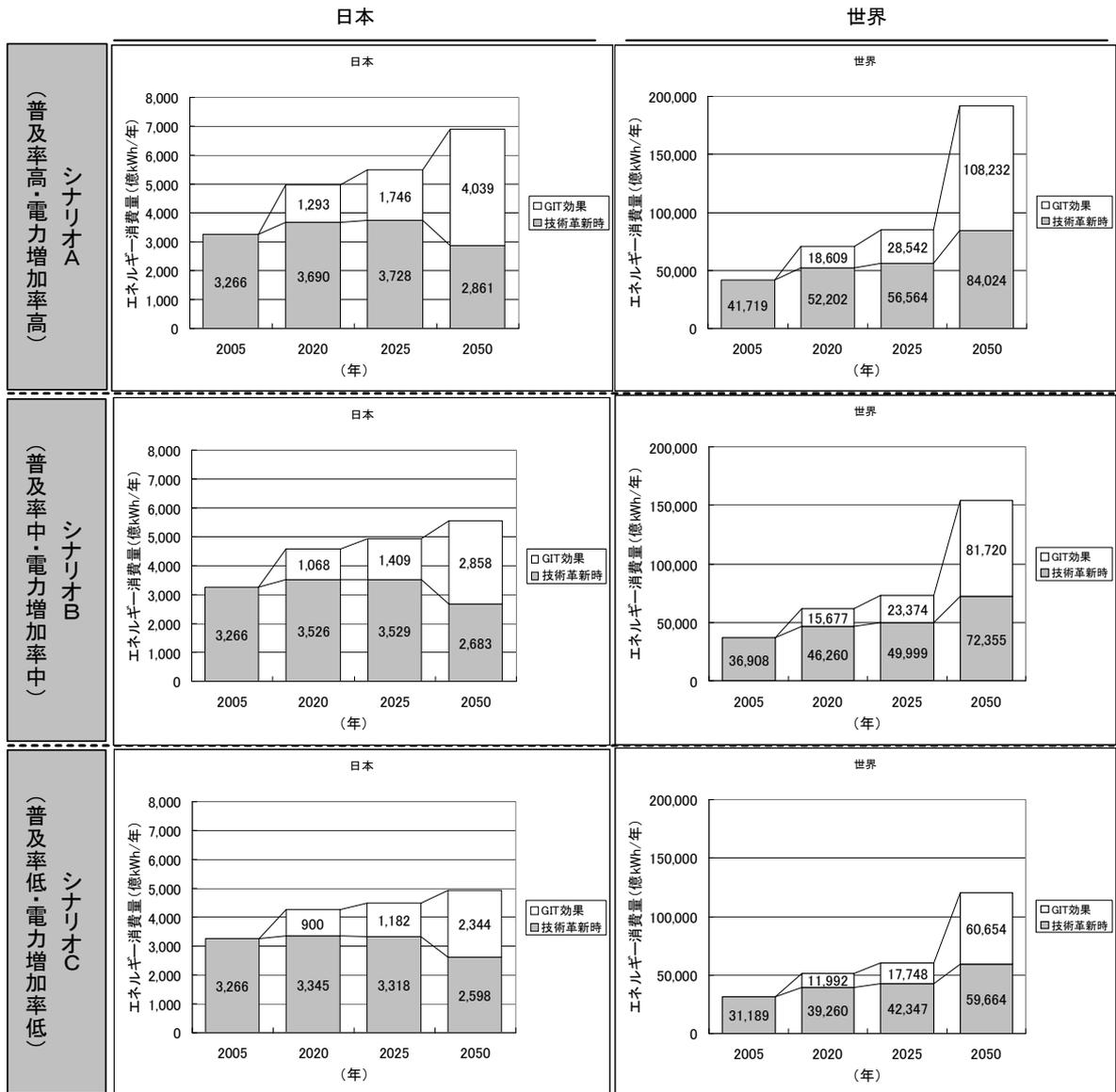


図 0-2 : 10 品目のエネルギー消費量とエネルギー削減効果推移予測³ (左 : 日本、右 : 世界)

³ 2005 年の世界の普及数は予測式を用いて推定しているため、エネルギー消費量がシナリオにより異なる。

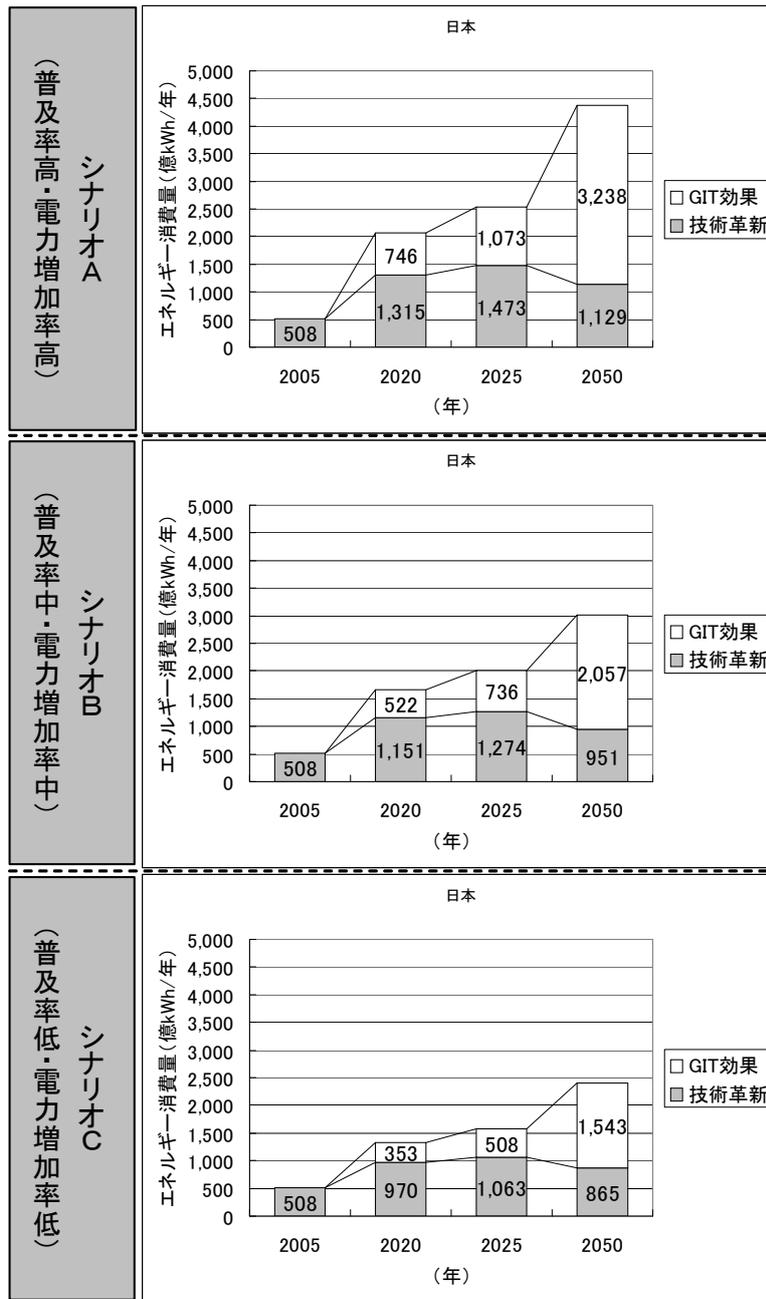


図 0-3 : 日本における IT 機器のエネルギー消費量とエネルギー削減効果予測

3. データセンタの省エネ効果計測・予測（第3部）

データセンタのエネルギー消費量は、情報爆発に伴い世界的に急速に増加しており、そのエネルギー効率向上は喫緊の課題である。ここでは、データセンタのエネルギー消費量とエネルギー削減効果について予測を試みた。また、本予測のグリーン IT 効果達成を促す指標として、独自のデータセンタエネルギー効率指標を検討してきた。ここでは、これまでの検討状況をとりまとめた。

データセンタのエネルギー消費量予測結果

データセンタの消費電力は、IT 機器によるものと建物などファシリティ部分によるものに分かれる。データセンタの予測にあたっては、ファシリティ部分については Power Usage Effectiveness (PUE)⁴を用い、IT 機器についてはサーバ、ストレージ、ネットワーク機器の消費電力と能力を考慮した。

IT 機器の電力消費量は、第2部で検討したサーバ、ストレージ、ネットワーク機器のうち、データセンタに含まれるものについて推定した。一方、ファシリティ部分の電力消費量予測には、PUE を用いた。ベースラインでは 2005 年時点で PUE を 1.9、2025 年と 2050 年にはそれぞれ約 1.8、1.7 とした。技術革新時には、2005 年時点で PUE=1.9 が、2025 年、2050 年にはそれぞれ約 1.28、1.14 となると想定した。2020 年の電力消費量は、2005 年・2025 年・2050 年の電力消費量から推定した。

図 0-4 は、データセンタのエネルギー消費量とエネルギー削減効果の推移である。データセンタのエネルギー消費量は、2025 年・2050 年に大きく増加するが、技術革新の効果によって伸びは相当抑えられる。日本では、2005 年時点のエネルギー消費量は約 150 億 kWh/年だが、このままの状態では 2025 年に約 600 億 kWh/年に増加する。それが、技術革新によって、2025 年には約 440 億 kWh/年削減されると期待される。技術革新の努力を進めた場合でも、IT 機器電力消費量は 2025 年に 2005 年の約 1.5 倍となるが、ファシリティ効率化により PUE の値が下がることで、全体のエネルギー消費量は微増にとどまっている。

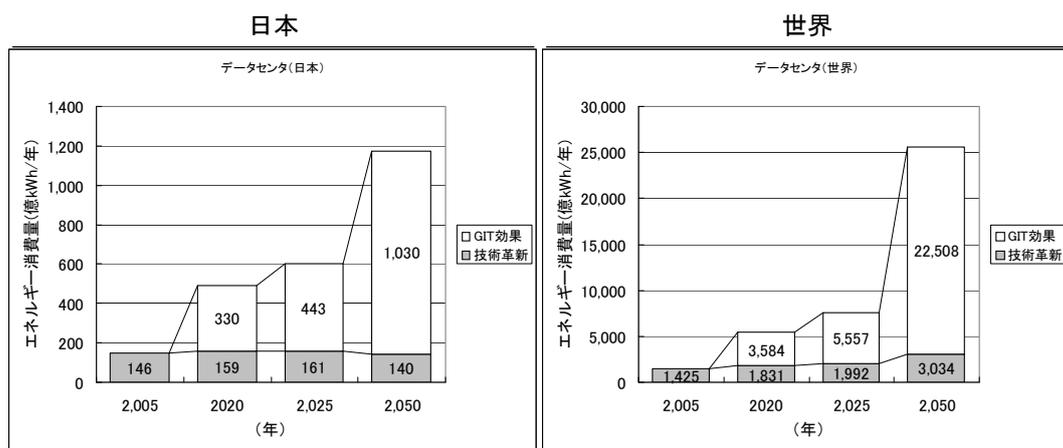


図 0-4 : データセンタのエネルギー消費量・エネルギー削減効果

⁴ PUE は米国グリーン・グリッドから提案されている指標で、(データセンタ全体の電力消費量) / (IT 機器の電力消費量) と定義され、データセンタのファシリティ部分のエネルギー効率を表す。

エネルギー効率指標についての検討状況

データセンタのエネルギー効率を表わす指標として、グリーングリッドが開発した Power Usage Effectiveness (PUE) が広く認知されつつある。しかし、データセンタのエネルギー消費量を改善するには、エネルギー消費量予測で示すとおりファシリティ電力の改善を促す PUE 指標のみでは不十分である。そこで、グリーン IT 推進協議会ではデータセンタ全体のエネルギー効率を表わす新しい指標として、データセンタ電力効率 (Datacenter Performance Per Energy; DPPE) を検討している。DPPE の計算方法を定義し、実際のデータセンタを事例に計算を行った。

新指標の基本的な考え方

基本的には、データセンタの消費電力あたりの生産性を表す指標を目指して検討を進めている。検討の出発点は、 $DPPE = (\text{データセンタの生産量}) / (\text{消費電力})$ である。DPPE を定義するにあたり、生産性の定義方法、消費電力の範囲等を決める必要があるが、これらは、データセンタの省エネ取り組み施策の効果と連動すべきである。そこで、データセンタの4つの省エネ取り組み施策に着目して、サブ指標を定義した。

サブ指標名	算出式	対応する取り組み
ITEU (IT Equipment Utilization)	=データセンタの IT 機器利用率	・ IT 機器の有効利用
ITEE (IT Equipment Energy Efficiency)	=IT 機器の総定格能力 /IT 機器の総定格消費電力	・省エネ型 IT 機器の導入
PUE (Power Usage Effectiveness)	=データセンタの総消費電力 /IT 機器の総消費電力	・ファシリティの電力削減
GEC (Green Energy Coefficient)	=グリーン (自然エネルギー) 電力/ データセンタの総消費電力	・グリーン電力利用

これらのサブ指標を使用して、DPPE は、

$$DPPE = f (ITEU, ITEE, PUE, GEC)$$

と表すことができる。今回定義したサブ指標を適用すると、

$$DPPE = ITEU \times ITEE \times 1/PUE \times 1/(1-GEC)$$

で表わすことができ、

$$DPPE = (\text{IT 機器利用率} \times \text{IT 機器の総能力}) / (\text{DC 総消費電力} - \text{グリーン電力})$$

となる。

新指標の計算例

実際のデータセンタ例で DPPE を計算した。ITEU=0.36、ITEE=3.9、PUE=1.6、GEC=0.062、DPPE の値は 0.936 となり、実際のデータセンタで計算可能な指標であることを示した。

世界への普及

DPPE の開発について、日米欧ワークショップで議論をおこない、データセンタのエネルギー効率指標検討の方向性について合意すると共に、今後も議論を続けていくことで合意した。また、欧州・アジア諸国での普及活動を実施した。2010 年 2 月には、ベルギー・ブリュッセルの ICT4EE 会合において、DPPE の紹介を行った。また、同じ 2 月にシンガポールとタイ・バンコクでおこなわれたグリーン IT セミナーにおいても DPPE の紹介を行った。

4. ITによる省エネ効果計測・予測（第4部）

ITを用いることで、社会における無駄やムラを排除し、エネルギー削減効果（CO2削減効果）を生み出すことが期待される。第4部では、「ITによる省エネ」ソリューションについて、その効果の見積り方法を検討すると共に、実際のソリューション事例を紹介する。

ITソリューションの分類

IT機器を利活用することで環境負荷を軽減するソリューションは、以下の通り、幅広い分野（カテゴリー）で普及が期待されている。

カテゴリー	サブカテゴリー	ITソリューション
産業	生産プロセス	FEMS、照明/空調/モーター/発電機の高効率化、生産プロセスの効率化
業務	建物、屋内	BEMS、電子タグ・物流システム、ペーパーレスオフィス、業務へのITの導入、テレワーク、TV会議、遠隔医療・電子カルテ、電子入札・電子申請
家庭	建物、屋内	HEMS、電子マネー、電子出版・電子ペーパー、音楽配信・ソフト配信、オンラインショッピング、
運輸	インフラ、アクティビティ	信号機のLED化、自動車の燃費改善、輸送手段（鉄道、航空、海運）の効率向上、ITS、エコドライブ、SCM

ITソリューションによるエネルギー消費削減効果の計算方法

ITソリューションの効果を推計する際、まず最初にどのような要素から効果が構成されているかを把握しなければならない。ITソリューションを導入することにより得られる効果は、主として以下の8つをあげることができる。

構成要素	構成要素の対象	要素の算定式
① 物の消費量	紙、CD、書籍など	(物の消費の削減量) × (物の消費の原単位)
② 人の移動量	航空機、自動車、電車など	(人の移動距離削減量) × (移動の原単位)
③ 物の移動量	トラック、鉄道、貨物等	(物の移動距離削減量) × (移動の原単位)
④ オフィススペース	人の占有スペース（作業効率含む）、IT機器等の占有スペースなど	(削減スペース量) × (スペース当りエネルギー消費原単位)
⑤ 倉庫スペース	倉庫、冷蔵倉庫など	(削減スペース量) × (スペース当りエネルギー消費原単位)
⑥ 電力・エネルギー消費量 (IT・ネットワーク (NW) 機器)	サーバ、PC等の電力消費量	(電力消費変化量) × (系統電力の原単位)
⑦ NWデータ通信量	NWデータ通信量	(データ通信変化量) × (通信に係る原単位)
⑧ その他	上記以外の活動	(活動による変化量) × (変化量に対する原単位)

注：上記要素では、即効性はないものの長期的に消費エネルギー削減が期待される分を含めたITソリューションの貢献（期待）量を考慮している。

また、ITソリューションの効果を計算する際、以下の点を考慮することが必要である。

- ・ 予め入力するデータとデータの収集可否を考慮して効果の算定式を構築する。
- ・ ITソリューションの効果を計算する際、エネルギー消費軽減が実現するプラス効果を検討するだけでなく、マイナスの効果として使用するIT機器や使用する情報通信インフラに係るエネルギー消費の増加等を考慮する。
- ・ ITソリューションの導入により、一般的にはIT機器の消費電力は増加する傾向にあるが、サーバーの統合化などによりIT機器の消費電力が減少する場合もある。

ITソリューションの効果を計算する際、収集が必要となる情報には、(a) 活動量算定のための情報 (ITソリューションを利用することで生じる変化量のこと)、及び (b) 原単位情報 (ITソリューションを利用することで生じる変化量をCO2排出量に換算するもの) の2種類がある。前者について、精緻なITソリューションの結果を求めるのであれば、入力情報はITソリューションから実際に収集できる実測データを利用することが望ましい。また、後者は社会状況や自然状況に従い、数値 (測定データ) が更新されることがあるため、計算結果の利用目的を勘案して、適切な原単位を選択することが望ましい。

ITソリューションによる将来予測結果

ITソリューションの導入効果については、いくつかの事例について導入時の効果を上記評価方法を用いて試算した。効果の大きさはそれぞれのITソリューションによって異なる。下表に示す将来の貢献量は、主として、今回試算した一部のソリューション事例を普及率を考慮して引き伸ばすことで見積もったものである⁵。対象としたソリューションが限定されるため、by ITによる貢献量の一部を表していることになる。

[単位：万 t-CO2/年]

ITソリューション	日本				世界			
	2005年	2020年	2025年	2050年	2005年	2020年	2025年	2050年
BEMS	57	546	650	630	549	6524	8,631	20,218
ペーパーレスオフィス	1	14	17	14	10	179	224	340
TV会議	140	250	270	220	1,357	4928	5,913	8,970
SCM (共同配送)	34	178	222	410	188	1060	1,400	3,555
HEMS	—	157	189	164	—	719	935	1,798
ITS (デジタコ)	200	730	842	821	1,102	7510	9,491	17,989
テレワーク	19	92	110	142	71	645	924	3,110
電子カルテ	22	27	28	28	124	392	457	556

※この表の値は、各社の事例を元に作成したものであるため、原単位は現在の値に近い

⁵ 2020年の貢献量値は、2005年・2025年・2050年の値からの推定値

5. 2020年におけるグリーンIT効果のまとめ

今回の報告は、2008年度にまとめたグリーンITの省エネ効果のものと2025年、2050年の予測の分析結果をもとに、2020年におけるグリーンITの定量的効果について新たにまとめたものである。2020年におけるグリーンITの効果に関する検討結果を以下に示す。

本検討は、電機電子業界の最新の検討データ、さらに調査分析委員会の各委員の知見、各企業の分析をもとに総合的に検討した。また、グリーンITに関しては、各製品の省エネ性能の推移と予測、普及率や社会行動変化の予測を一定のシナリオのもとに算出したものである。しかし、限られたデータからの試算の結果であり、より確かな予測にするためには、今後さらに詳細の検討が必要であることに注意いただきたい。また、今回のグリーンITがCO₂削減に貢献する部門については、以下の注意が必要である。

- ・ オフィスにおけるワークスタイルを変えるソリューションなどの効果では、その業務改善による電力消費の削減だけでなく、ペーパーレス化による紙の使用量の削減の効果があり、これが産業部門のCO₂削減に貢献すること、あるいは人の無駄な移動の削減による運輸部門のCO₂削減に貢献することなど、施策を実施する分野と直接CO₂削減の効果が発生する分野が異なる例がある。

今回の2020年におけるグリーンITのCO₂削減貢献量の試算の結果、日本ではof ITに関して、IT機器の省エネでは5.7～11.3百万t-CO₂/年の削減、そしてエレクトロニクス機器の省エネでは11.9～23.8百万t-CO₂/年の削減の可能性があると考えられる。一方、世界全体では、of ITに関して、IT機器の省エネでは機器単体では87～171百万t-CO₂/年の削減、そしてエレクトロニクス機器の省エネでは293～576百万t-CO₂/年の削減の可能性があると考えられる。

ITを活用し、社会のいろいろな分野で広くワークスタイル、ライフスタイル、ものの作り方や資源の利用のスタイルを変えることによって、さらにIT技術が様々な先端機器に組み込まれることによって直接・間接的にCO₂削減に貢献するby ITについては、2020年の日本においては全体で68～137百万t-CO₂/年の削減に貢献できるポテンシャルを持っている。この中で、産業は7～14百万t-CO₂/年、業務は9～18百万t-CO₂/年、家庭は16～32百万t-CO₂/年、運輸は36～73百万t-CO₂/年の削減ポテンシャルをもっている。一方、世界全体でみると、日本の約28倍の2041～4009百万t-CO₂/年の削減に貢献する。この中で、産業は140～276百万t-CO₂/年、業務は122～239百万t-CO₂/年、家庭は200～393百万t-CO₂/年、運輸は1578～3101百万t-CO₂/年の削減の可能性をもっている。削減に貢献するITソリューションは、業務部門では、BEMS、テレワーク、TV会議など、家庭部門では、HEMS、オンラインショッピングなど、運輸部門では、ITS、エコドライブ、サプライチェーンマネジメントなどが上げられる。

【試算結果】

(1) グリーン IT (of IT 関連) の貢献量の試算

グリーン IT の貢献量の予測 (IT 関連、日本) (百万 t-CO2/年)

	2020 年 BAU ⁶	2020 年 GIT 導入後	削減効果	備考
IT 機器関係 5 品目 (機器単体)	21.6～43.3	13.4～26.8	8.2～16.5	シナリオ A
	17.2～34.3	11.5～23.0	5.7～11.3	シナリオ B
	12.9～25.8	9.4～18.7	3.5～7.1	シナリオ C
(ファシリティへの 寄与分 ¹)	15.9～31.7	10.1～20.2	5.7～11.5	シナリオ A
	12.5～25.1	8.7～17.4	3.8～7.7	シナリオ B
	9.8～19.6	7.2～14.5	2.6～5.1	シナリオ C
合計	29.7～59.4	20.2～40.4	9.5～19.0	シナリオ B

- ・ 電力 CO2 排出係数を 0.2-0.4 kg-CO2/kWh と幅を持たせて、試算したもの。
- ・ IT 機器関係 5 品目：PC、サーバ、ストレージ、ネットワーク機器、ディスプレイ
- ・ ファシリティ：データセンタおよびサーバールームの空調、照明、電源装置等の電力

グリーン IT の貢献量の予測 (IT 関連、世界) (百万 t-CO2/年)

	2020 年 BAU	2020 年 GIT 導入後	削減効果	備考
IT 機器関係 5 品目 (機器単体)	373～733	257～505	116～228	シナリオ A
	308～604	221～434	87～171	シナリオ B
	243～477	182～357	61～120	シナリオ C
(ファシリティへの 寄与分 ¹)	273～36	194～381	79～155	シナリオ A
	226～443	167～328	59～115	シナリオ B
	185～363	141～276	44～87	シナリオ C
合計	533～1048	388～762	146～286	シナリオ B

- ・ 電力 CO2 排出係数を 0.28-0.55 kg-CO2/kWh と幅を持たせて、試算したもの。

⁶Business As Usual (BAU)は第2部の「ベースライン」と同義である。

グリーン IT の貢献量の予測 (エレクトロニクス関連、日本) (百万 t-CO2/年)

	2020 年 BAU	2020 年 GIT 導入後	削減効果
エレクトロニクス 5 品目	62.2~124.4 (家庭 : 24.5~49.1) (業務 : 37.7~75.3)	50.3~100.6 (家庭 : 20.2~40.3) (業務 : 30.1~60.3)	11.9~23.8 (家庭 : 4.4~8.9) (業務 : 7.5~14.9)

・エレクトロニクス 5 品目 : 民生家庭・業務のテレビ, DVD, 照明機器、冷蔵庫、空調

グリーン IT の貢献量の予測 (エレクトロニクス関連、世界) (百万 t-CO2/年)

	2020 年 BAU	2020 年 GIT 導入後	削減効果
エレクトロニクス 5 品目	1201~2359	907~1782	293~576

※データセンタの省エネにおいては、本来ファシリティの効率向上も重要である。ファシリティの効率向上効果も含めたデータセンタの省エネは、2020 年の日本で 13.2 百万 t-CO2/年トン、世界で 143.4 百万 t-CO2/年と予測される。

グリーン IT の貢献量の予測 (データセンタ、日本) (百万 t-CO2/年)

	2020 年 BAU	2020 年 GIT 導入後	削減効果
データセンタ (ファシリティの改善効果も含む)	9.8~19.6	3.2~6.4	6.6~13.2

グリーン IT の貢献量の予測 (データセンタ、世界) (百万 t-CO2/年)

	2020 年 BAU	2020 年 GIT 導入後	削減効果
データセンタ (ファシリティの改善効果も含む)	152~298	51~101	100~197

(2) グリーン IT (by IT) の貢献量の試算

グリーン IT の貢献量の予測 (by IT、日本および世界)

(百万 t-CO₂/年)

施策 対策部門	主なソリューション	2020 年 GIT 導入効果 (日本)	2020 年 GIT 導入効果 (世界)
産業部門	・高性能ボイラー、省エネ設備 ・エネルギー管理、省エネ事業など	7~14	140~276
業務部門	・BEMS (ビル・エネルギー管理システム) ・テレワーク、TV 会議、ペーパーレスオフィス	9~18 含む他部門	122~239
家庭部門	・HEMS (住宅のエネルギー管理システム、含むデ ジタル家電など) ・オンラインショッピング、コンテンツの電子化 ・再生可能エネルギーの導入、スマートグリッド	16~32 含む他部門	200~393
運輸部門	・自動車の燃費向上 ・ITS (ETC、VICS)、エコドライブ ・流通の効率化 (SCM・積載率の向上など)	36~73 含む他部門	1578~ 3101
合計		68~137	2041~ 4009

各ソリューションの普及による効果の試算

(万 t-CO₂/年)

	2020 年 GIT 導入効果 (日本)	2020 年 GIT 導入効果 (世界)
BEMS	546	6524
ペーパーレスオフィス	14	179
TV 会議	250	4928
SCM (共同配送・積載効率 の向上)	178	1060
HEMS	157	719
ITS (デジタコ)	730	7510
テレワーク	92	645
電子カルテ	27	392

・本表は、第 4 部の結果から 2020 年の値を抜粋したものである。

(3) 2020年におけるグリーンITによるCO2削減貢献の割合(日本)

グリーンITの貢献 (百万t-CO2/年)

	グリーンIT (of IT)	グリーンIT (BY IT)
産業部門		7~14
家庭部門	4.4~8.9	16~32 (含む産業部門)
業務部門	17.0~33.9*	9~18 (含む産業部門)
運輸部門		36~73 (含む産業部門)
合計	21.4~42.8	68~137

*IT用ファシリティの省エネ効果を含む

【試算に当たっての注意書き】

1. IT機器の省エネがファシリティの負荷削減につながり、結果としてファシリティのエネルギー消費量も削減される点を考慮した値。ファシリティ(空調)自体のエネルギー効率向上効果は含まない。
2. 削減量の幅は2020年の電力排出係数について0.2~0.4 kg-CO2/kWhの幅とする想定を仮定しおたものである。0.4は、現状の非化石電源比率・発電効率を据え置きした場合。0.2は比率・効率が2020年までに向上するものと仮定した場合。また、by ITの試算結果における下限値は、電力以外のby ITの試算に必要な原単位(紙、資源、移動、スペース、通信など)も2020年に電力CO2排出係数と同程度の改善が進むと仮定した場合に相当する。

6. 企業環境貢献度評価手法検討（第5部）

地球温暖化対策として、省エネ型製品・サービスの普及・促進がますます重要になる中、部品・素材メーカーを含め、それらを供給する企業の製造時のCO2排出量は増加する傾向にある。このような現状に対して、使用時の省エネ化に対する製造に係る企業の貢献度を定量的に評価する手法は、ほとんど検討されていない。ここでは、部品・素材メーカーを含めた製造に係る企業の、使用時の省エネ効果に対する貢献度を明らかにする手法の開発を行った。

省エネ貢献度定量評価手法の検討状況

省エネ効果には、of IT（製品・サービス自体の省エネ化）と by IT（製品・サービスの利用による省エネ化）の2種類が挙げられる。

ここでは、前者の of IT に関する企業の貢献度を定量的に評価する手法の開発を行った。本年度は、電球、液晶テレビ、データセンタ、サーバを例にケーススタディを行うことで、貢献度の推定を行った。

評価手法の考え方

新旧の製品・サービスを比較することで、省エネ効果を決定し、評価手法として、以下の2案を検討した。

（評価手法Ⅰ）

広義に低炭素社会への貢献を考えた場合

（評価手法Ⅱ）

狭義に直接的な省エネへの貢献を考えた場合

前者における省エネ効果に対する貢献度の配分の観点は、「方式開発」、「改善」、「全構成要素」であり、後者においては「方式開発」、「改善」と定義した。

用語	定義	評価手法Ⅰ	評価手法Ⅱ
方式開発	省エネ達成に方式の変更など大きな技術革新を伴う製品開発	○	○
改善	省エネ達成に係わる通常の製品改良	○	○
全構成要素	製品を形作るのに必要な全要素	○	×

なお、省エネ効果の算出方法が新旧比較により決定されることから、全構成要素、すなわち製品に係る全企業に対して貢献度を配分することは、理論的に矛盾した点も含んでいる。しかし、各社へアンケートやヒアリングを行った結果、使用時の省エネ効果に対する貢献は全企業にあるとの考えも少なからずあり、全企業に貢献度を配分する手法の検討が求められている。

ケーススタディの例

評価手法Ⅱで行った電球形蛍光ランプの例では、省エネ効果に対する貢献度はセットメーカー 40%、部品メーカー 21%、製造設備メーカー 14%、素材メーカー 13%、パテント保有者 12% という推定結果となり、本評価手法の一つの目的である「部品・素材メーカー等を含めた企業の貢献度を定量的に評価すること」を達成した。

今後への提言

本年度は評価手法として 2 手法の検討を行った。この背景としては、製造によって必ず排出される CO2 に対する説明責任が今後問われるといった意識が挙げられる。今後は、必ず排出される CO2 に対する考え方などを整理していくことが必要である。そのことにより、より関係主体の同意が得られる評価手法の確立が可能になると考える。

7. 海外のグリーン IT 関連政策等調査（第 6 部）

インターネットの爆発的な普及とそれを支える IT（情報技術）の進歩には目を見張るものがある。現在の社会生活においても、また企業活動においても IT の活用は不可欠のものとなっている。一方で、それらの IT 機器が消費する電力はうなぎ上りの増加を示している。

こうした中、世界各国において「グリーン IT」という言葉の元、IT 機器およびそれを大量に有するデータセンタの省電力化、省エネルギー化の取り組みが数多く報告されるようになってきている。

グリーン IT 推進協議会・調査分析委員会では、世界におけるグリーン IT への取り組みの調査のため、2008 年度の調査に引き続き、2009 年 9 月～11 月にかけて米国、EU、シンガポール、韓国等における政府、民間レベルのグリーン IT に関する取り組みの調査を行い、その方向性について検討、分析を行った。

調査を行ったのは以下の取り組みである。

(1) 米国における取り組み

- エネルギー省(DOE)
- 環境保護庁(EPA)
- The Green Grid
- Climate Savers Computing Initiative
- Digital Energy Solutions Campaign

(2) EU における取り組み

- Code of Conduct on Data Centres
- Code of Conduct on Broadband equipment
- Code of Conduct on External power supply
- Global e-Sustainability Initiative
- ICT4EE
- BITKOM
- Grid Computing Now KTN/BCS/INTELLECT

(3) シンガポールにおける取り組み

- Singapore Infocomm Technology Federation (SiTF)

(4) 韓国における取り組み

- 韓国グリーンビジネス IT 協議会

(5) その他アジア諸国の取り組み

(6) ITU における取り組み

第1部 調査の背景

1. グリーン IT のポテンシャル

先進国に温室効果ガスの排出削減義務を定めた京都議定書の第一約束期間は、2008～2012年までの5年間で対象となっている。そして、現在既に、それ以降の「ポスト京都議定書」に向けた議論が活発になってきている。2050年までに世界全体の温暖化ガス排出量を現状から半減させるという日本から提案された目標を達成するためには、先進国は60～80%もの温室効果ガスの排出削減が必要とも言われている。

ところが、日本の部門別CO₂排出量(図1.1-1)をみると、1990年から2006年の間に産業部門で排出量が約4.5%減少する一方で、業務その他部門と家庭部門のCO₂排出量の伸びは特に大きく、30%以上の増加となっている。また、経済産業省の予測⁷によると、今後2025年までにIT機器が消費する電力消費量はこのままでは2005年時点の約5倍になると予想されている。

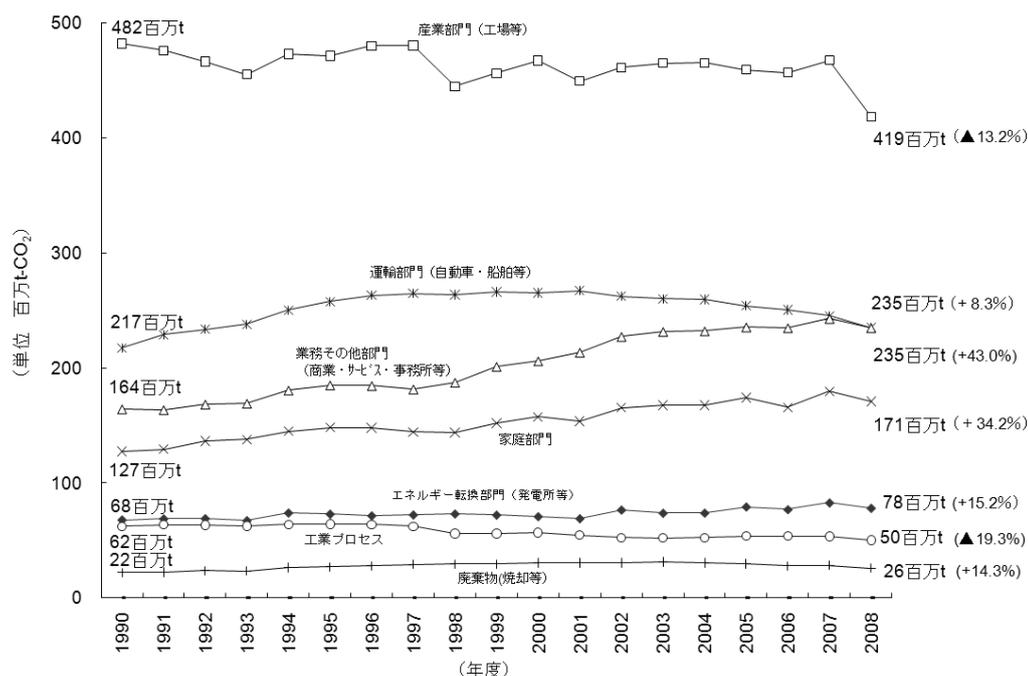
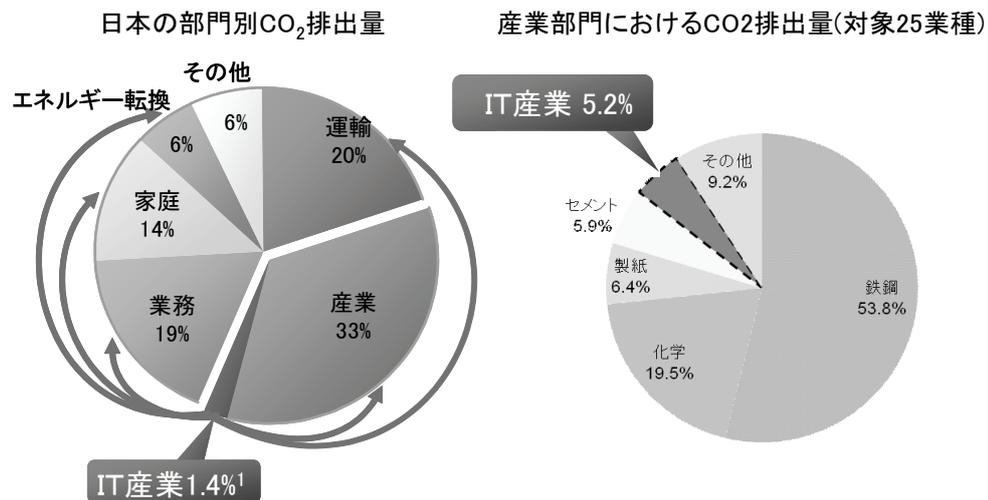


図 1.1-1 : 国内 CO₂ の部門別排出量の推移⁸

⁷ 経済産業省、2008：グリーン IT イニシアティブ (第2回)
<http://www.meti.go.jp/committee/materials/downloadfiles/g80520c03j.pdf>

⁸ 環境省 HP (<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg/index.html>)

このことから明らかなように、経済活動を健全に保ちながら 2050 年に温室効果ガス排出量を半減するという目標を達成することは大変に厳しい。従来の延長線上や一般的な改善努力だけでその目標に到達するのは難しく、革新的な技術開発や社会の新たな仕組みや制度、さらには新しい市場メカニズムなど各種のイノベーションが不可欠になる。このイノベーションに、IT は大きく貢献すると期待されている。



(出典)日本の温室効果ガス排出量データ(1990~2008年度) 確定値

(出典)産構審・中環審 自主行動計画フォローアップ専門委員会

2009年度自主行動計画評価・検証 結果及び今後の課題等(案)

1) 農林・水産・食糧品・他業種・中小製造業を除く産業部門(エネルギー起源)が全CO₂排出量に占める割合(26.5%)にIT産業が産業部門(右図。対象25業種)において占める割合(5.2%)をかけて算出。

図 1.1-2 : 社会の省エネに寄与する IT

地球温暖化対策として IT 産業に可能な貢献には、まず自社の生産活動に伴う排出削減が挙げられる。これはあらゆる産業領域で取り組まれているが、日本の総排出量に占める IT 産業の割合は 1.5%程度であり、その規模は限定的ともいえる。一方、社会に広く普及するさまざまな IT・エレクトロニクス機器の低消費電力化、さらに IT ソリューションの活用によって社会全般のエネルギー利用の効率化を促すことは非常に大きな波及力がある (図 1.1-2)。この「IT 機器自体の省エネ (of IT)」と「IT による (社会の) 省エネ (by IT)」の二つが、グリーン IT が担う役割である。すなわち、IT 産業は、残りの約 98%のエネルギーを使用している他の部門の温暖化ガス排出削減に貢献することに、幅広い期待が寄せられている。

2. グリーン IT 推進協議会の活動

日本では、21 世紀型の「環境と経済が両立する社会」の構築に向けて、我が国の強みである「ものづくり」と「環境・省エネ」の技術力をベースに生産・社会・国民生活等広範な対象の変革を促進していくため、グリーン IT イニシアティブが展開されている(図 1.2-1)。その中で、特に産学官の連携の強化を図るため、グリーン IT 推進協議会が設立された。

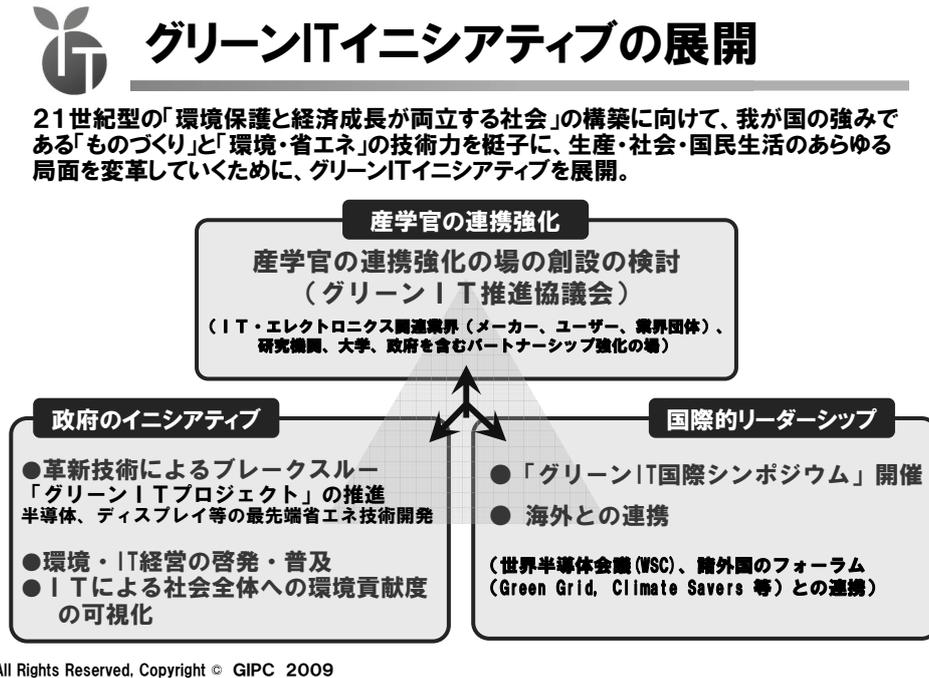


図 1.2-1 : グリーン IT イニシアティブの展開

グリーン IT 推進協議会では、2050 年という長期的将来のあるべき姿を見据えた上で、2020～2025 年までに何をなすべきかという中期の議論が特に重要との認識から活動を行っている。活動内容としては、グリーン IT に関する普及啓発、国際連携、国際シンポジウムの開催、そしてグリーン IT 技術の抽出・ロードマップの作成、さらにグリーン IT の効果の定量的調査・分析、将来の貢献量の予測などを進めている (図 1.2-2)。



協議会の活動内容

- ✓ 新技術、IT技術の環境貢献、環境・IT経営の普及啓発
- ✓ 海外のフォーラム等との国際連携、国際シンポジウム開催
- ✓ IT省エネ技術の抽出・ロードマップ作成
- ✓ 環境負荷低減(CO2排出量削減可能性等)の定量的調査・分析

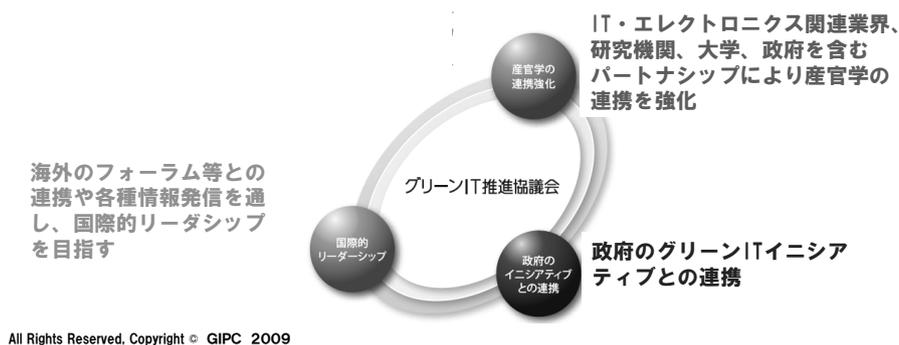


図 1.2-2 : 協議会の活動内容

その中で、2008～2009年度の調査分析委員会は、グリーンITの効果・貢献量を定量的に把握することでCO2削減に対してどのような施策が効果的かを明らかにし、現在行うべき取り組みを明確にすることをミッションとし、「グリーンITの評価手法(ものさし)の確立」、「グリーンIT効果(貢献量)の見える化、定量化」「グリーンIT効果(CO2削減効果)の中長期的予測」をおこなってきた。具体的には、以下の5つの活動を進めてきた：

1. IT機器自身の省エネの定量化及び中長期予測
2. データセンタの省エネの定量化及び中長期予測
3. ITによる社会の省エネの定量化及び中長期予測
4. グリーンITを開発し、提供している企業の、他産業・部門への貢献量の可視化の検討
5. 世界におけるグリーンITへの取り組みについての情報収集

2009年度の調査分析委員会は、ミッションに合わせて3つのワーキンググループ(WG)体制で活動を進めてきた。WG1では、IT機器自身の中長期の貢献量の予測、ITによる社会のフィールドでの貢献量の検討、海外のグリーンITに関する活動や政策の調査を検討した。また、データセンタの省エネ化は、グリーンITでも重要な課題であることから、WG2で検討をおこなった。そして、WG3では、企業の環境貢献度をいかに評価するか、という課題に取り組んだ。

本報告書は、2009年度のグリーンIT推進協議会調査分析委員会の調査・研究結果を取りまとめたものである。報告書は全体で6部構成となっている。第1部は、本項であり、調査の背景を紹介した。第2部では、IT機器・エレクトロニクス機器のうち、使用時のエネル

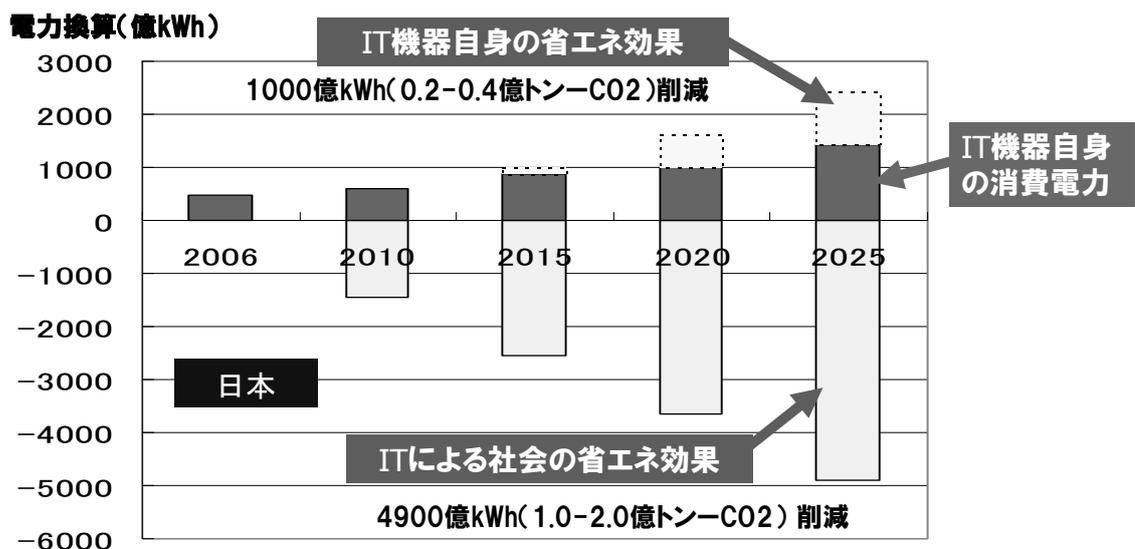
ギー消費量が多い10品目について、エネルギー効率指標の考え方の整理と技術革新によるエネルギー消費量削減効果の定量化をおこなった結果を取りまとめている。また、第3部ではデータセンタについて検討を行った結果を紹介した。第4部でも、ITを用いたエネルギー効率向上に貢献するソリューションのうち現在普及が始まっているものいくつかを抽出し、エネルギー削減効果等に関する検討をおこなった結果を取りまとめている。さらに、第5部では省エネルギー効果の貢献度配分に関する議論の内容を取りまとめた。最後に、第6部では、アメリカ、EU（ドイツ、イギリス）、シンガポール、韓国など海外における取り組みを中心に調査した結果を紹介した。

3. グリーン IT 全体の効果の将来予測

「IT機器自身の省エネ (of IT)」と「IT機器による省エネ (by IT)」の2025年までの全体像については、経済産業省「グリーンIT研究会」とグリーンIT推進協議会により、2008年4月にマクロ的な予測がおこなわれた（図 1.3-1 図 1.3-2）。

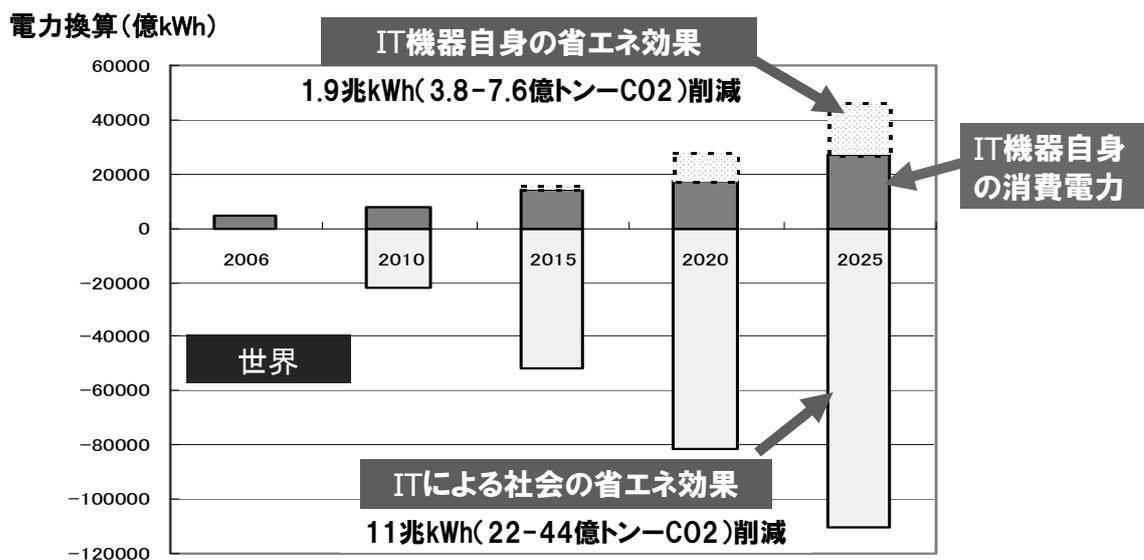
この結果では、2025年時点の日本において、「IT機器自身の省エネ (of IT)」効果が約1000億kWh/年、「IT機器による省エネ (by IT)」が約4900億kWh/年と予測されている。また、世界全体では、2025年時点で「IT機器自身の省エネ (of IT)」効果が約1.9兆kWh/年、「IT機器による省エネ (by IT)」が約11兆kWh/年と予測されている。

本報告書の第2部～第4部で示した予測結果は、全体から主要な機器・ソリューションを抽出したもので、ここで示された「IT機器自身の省エネ (of IT)」と「IT機器による省エネ (by IT)」の効果の一部である。



出典：経済産業省「グリーンIT研究会」/グリーンIT推進協議会（2008年4月）

図 1.3-1：グリーン IT の省エネ効果予測（日本）



出典：経済産業省「グリーンIT研究会」/グリーンIT推進協議会（2008年4月）

図 1.3-2：グリーンITの省エネ効果予測（世界）

第2部 IT自身の省エネ効果計測・予測

1. 調査の背景

これまで、家庭・業務部門のエネルギー使用量は継続的に増加トレンドを続けてきた。IT・エレクトロニクス機器はこれらの部門のエネルギー消費量の相当の割合を占めており、家庭・業務部門の省エネルギーを加速する上で、IT・エレクトロニクス機器の省エネ性能向上に向けた技術開発に対する期待は大きい。

第2部では、IT・エレクトロニクス機器のうち使用時のエネルギー消費量が多い10品目について、2050年までのエネルギー消費量の推移と技術革新によるエネルギー消費量の削減効果（以下、エネルギー削減効果）の定量的な予測を試みた。本年度は、2008年度に予測した2025年、2050年の試算をベースに2020年の予測を行った。また、その前提として、これらの機器におけるエネルギー利用効率の考え方を整理した。

今回予測を実施した機器は、IT機器がPC、サーバ、ストレージ、ルータ・スイッチ、ディスプレイの5品目であり、エレクトロニクス機器がテレビ、家庭用録画再生機器（DVD等）、冷蔵庫、照明機器、エアコンの5品目の合計10品目である。

2. 対象機器のエネルギー効率指標

はじめに、機器のエネルギー利用効率の考え方を整理した。

機器が使用時に消費するエネルギーの利用効率を比較する場合、機器の性能が同じものについてエネルギー消費量⁹を比較することが適切と考えられる。例えば、テレビの電力消費量を比較する場合、画面サイズが同じ2種類のテレビの電力消費量を比較することには意味があるが、画面サイズ20型のテレビの電力消費量が65型のテレビの電力消費量より小さいからといって20型テレビのエネルギー効率が高いとは言えない。このように、機器のエネルギー効率を考える場合、エネルギー消費量に加え、機器の性能を考慮する必要がある。

このような機器の性能を示す特性は機器によって異なっており、また、1つの機器で複数の特性が考えられることが普通である。例えば、テレビの性能としては画面サイズが重要だが、冷蔵庫の場合、その容量によって電力消費量が異なることから容量が重要な特性となる。また、テレビの性能としては、厳密には画面サイズだけではなく解像度等も性能を表現する特性の一つであり、本来であればそれを考慮する必要がある。

そこでまず、図2.2-1に、対象とした10品目の機器別に「性能」として重要な特性を抽出した。性能を示す特性が複数存在する機器については、最も重要と考えられるものを「性

⁹ 本章で扱うエネルギーは電力のみであるため、「電力消費量」と同じ。「電力消費量」はある期間に消費されるエネルギー(単位 kWh/年)、「消費電力」は仕事(同 W)を示す。

能を示す指標」、さらに加味するべき変数を「追加して考慮する項目」とした。

また、単位性能あたりのエネルギー消費量¹⁰を、エネルギー効率を示す指標として示した¹¹。

		エネルギー効率指標	予測においてまず考慮する項目		追加して考慮する項目
			性能	電力	
IT 機器	PC	消費電力 CPU処理能力	CPU処理能力	消費電力 年間電力 消費量	ノート/デスクトップの分類
	サーバ	消費電力 CPU処理能力	CPU処理能力		ハイエンド/ミッドレンジ/ボリュームの分類
	ストレージ	消費電力 記憶容量	記憶容量		転送速度、サーバー用/PC用の分類
	ルータ	消費電力 スループット性能	スループット性能		企業向け(3+2分類)/家庭向けの分類
	ディスプレイ	消費電力 画面サイズ	画面サイズ		解像度
エレクトロニクス 機器	テレビ	消費電力 画面サイズ	画面サイズ		解像度
	家庭用録画再生機器	消費電力 記録時間	記録時間		記録情報量、解像度
	冷蔵庫	消費電力 容積	容積		
	照明機器	消費電力 照度	部屋の床面積、照度		ランプ種別
	エアコン	消費電力 冷房能力	冷房能力(床面積)		企業向け/家庭向けの分類

図 2.2-1 : 機器別のエネルギー効率指標 (モノサシ)

エネルギー削減効果の将来予測にあたっては、図 2.2-1 の「性能」と「電力」のうち、「性能」を示す指標を揃えた上で、技術革新がある場合とない場合の電力消費量の比較を行った。これは、エネルギー利用効率の高い技術革新時の製品とエネルギー利用効率が現状のままの技術革新なしの製品の比較と言い換えることができる。

3. エネルギー削減効果予測方法

今回エネルギー削減効果の予測対象とした 10 品目は、家庭用機器と業務用機器の両方を含んでいる。10 品目のうち、テレビと家庭用録画再生機器 (DVD 等) は家庭向け製品、サーバは業務用製品のみである。その他の機器は家庭用機器と業務用機器の両方を対象とした。ただし、エアコンの業務用機器は、パッケージエアコン・マルチエアコンのみが対象でその他の方式の空調を含んでいないため、業務用空調全体の一部だけをカバーしている。

エネルギー消費量とエネルギー削減効果の予測は、次の手順でおこなった：

1. 対象となる機器を代表する「最も普及する製品」のシナリオを設定。

¹⁰ 図中で指標に「消費電力」が用いられているのは、データセンタのエネルギー効率指標との表記上の整合性を取るためであり、正確にはエネルギーを用いる方が望ましい。

¹¹ ただし、実際の製品に用いる指標を作成するためには、実際の機器のデータに基づいた詳細な検討が必要と考えられる。

2. 「最も普及する製品」について、技術革新が進まない場合（以下「ベースライン」）と進む場合（以下「技術革新時」）の電力消費量を試算。さらに、ベースラインの電力消費量と技術革新時の電力消費量の差として「エネルギー削減効果」を計算。

(1) 最も普及する製品のシナリオ設定

予測にあたっては、簡単のため、機器ごとに最も普及する製品のシナリオを設定し、製品全体を代表させた。例えば冷蔵庫の場合、市場には様々な容量の製品が存在する。しかし、それら全てを考慮するのではなく、最も市場で普及している製品（例えば容量400Lの冷蔵庫）を選択し、市場の冷蔵庫全てが同型と仮定して予測を行った。市場で普及する機器は、時代によって異なると考えられることから、2005年、2025年、2050年の各時点で最も普及していると考えられる機器のシナリオを設定した（図 2.3-1）。

分類・製品		検討する製品			予測に必要な項目
		2005年	2025年	2050年	
IT 機器	PC	ノート(14型)/デスクトップ(本体)	ノート(14型)/デスクトップ(本体)	ノート(14型)/デスクトップ(本体)	1台あたりの消費電力 処理能力
	サーバ	3レンジ (ボリューム、ミッド、ハイエンド)	3レンジ (ボリューム、ミッド、ハイエンド)	3レンジ (ボリューム、ミッド、ハイエンド)	1台あたりの消費電力 処理能力
	ストレージ	PC向け/データセンター(DC) 向けハイエンド	PC向け/DC向けハイエンド	PC向け/DC向けハイエンド	1台あたりの消費電力 処理能力(読み書き速度)
	ルータ	家庭向け/DC向け(3+2レンジ)	家庭向け/DC向け(3+2レンジ)	家庭向け/DC向け(3+2レンジ)	1台あたりの消費電力 最大スループット性能
	ディスプレイ	画面サイズ17インチ	画面サイズ24インチワイド	画面サイズ24インチワイド	1台あたりの消費電力 (解像度)
エレク トロ ニクス 機器	テレビ	ブラウン管25、液晶32インチ	画面サイズ32、42型	画面サイズ42型	1台あたりの消費電力 (解像度)
	家庭用録画再生機器	レコーダー/プレーヤー	レコーダー/プレーヤー	レコーダー/プレーヤー	1台あたりの消費電力 記録情報量
	冷蔵庫	容量200L、300L、400L	容量200L、300L、400L	容量200L、300L	1台あたりの消費電力
	照明機器 ¹⁾	点照明、面照明 家庭用、オフィス用、店舗用	点照明、面照明 家庭用、オフィス用、店舗用	点照明、面照明 家庭用、オフィス用、店舗用	1台あたりの消費電力 単位面積あたりの使用数
	エアコン ²⁾	ルームAC: 冷房2.8kW(6-8畳用) パッケージAC: 冷房12.5kW	ルームAC: 冷房2.8kW(6-8畳用) パッケージAC: 冷房12.5kW	ルームAC: 冷房2.8kW(6-8畳用) パッケージAC: 冷房12.5kW	1台あたりの消費電力

図 2.3-1：将来予測で用いた製品カテゴリー・主なシナリオ

ここで、シナリオにおいて、2005年時点で最も普及している機器は各種の市場データを用いて決定した。一方、2025年・2050年時点で最も普及している機器は、製品のトレンド、平均世帯人員の変化や高齢化の影響を考慮して設定した。

また、例えばPCのノート型とデスクトップ型のように、カテゴリーで機器の特性や消費電力が大きく異なる場合、各機器をさらに2~5分類し、それぞれの最も普及する製品のシナリオを作成した。さらに、国によって普及する製品が異なると考えられる場合も、それぞれ別々のシナリオを設定して検討を行った。

(2) 電力消費量とエネルギー削減効果の推定

次に、設定した「最も普及する製品」について、エネルギー消費量とエネルギー削減効果を推定した。2005年以降技術革新が進まない場合のエネルギー消費量を「ベースライン

のエネルギー消費量」、技術革新が進む場合を「技術革新時のエネルギー消費量」、両者の差を「エネルギー削減効果」と定義した（図 2.3-2）。

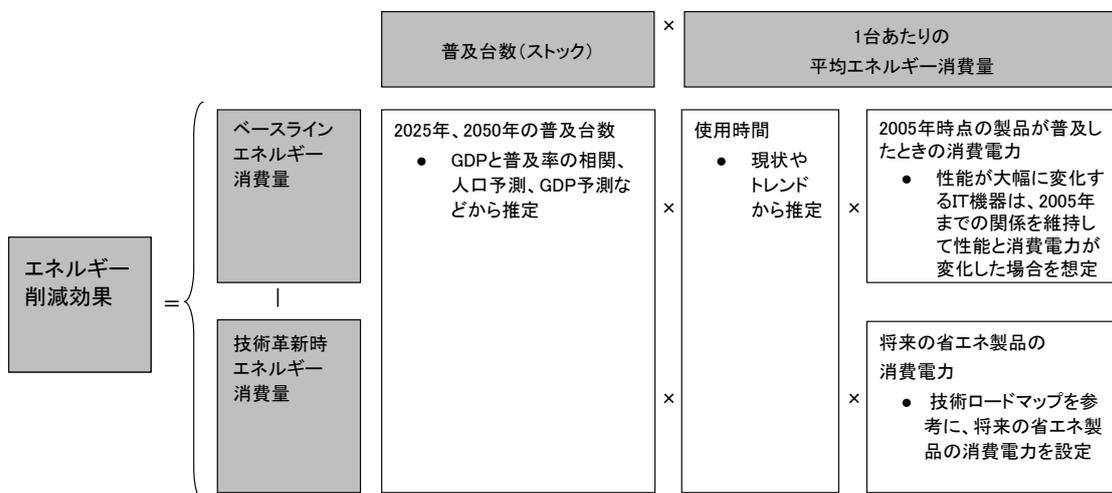


図 2.3-2 : エネルギー削減効果の計算ロジック

まず、ベースラインと技術革新時のエネルギー消費量は、どちらも普及台数と 1 台あたりの平均エネルギー消費量の積として求めた。また、1 台あたりの平均エネルギー消費量はさらに 1 台あたりの消費電力と使用時間に分解して試算した。

このうち、「技術革新時」の 1 台あたり消費電力は、グリーン IT 推進協議会技術検討委員会による技術ロードマップ¹²などを参考に、前節のシナリオの製品に対して設定した。また、「ベースライン」の 1 台あたり消費電力として、エレクトロニクス機器については 2005 年時点の製品が普及した場合の消費電力、IT 機器については性能と消費電力が 2005 年までのトレンドを維持して変化した場合の消費電力を用いた。IT 機器において性能と消費電力両方の変化を考慮したのは、PC などの IT 機器は性能が短期間で大きく変化し、異なる 2 つの時点の機器（例えば 2005 年の PC と 2025 年の PC）を直接比較することに意味がないと考えられたためである。さらに、現在の技術開発には既に省エネへの取り組みが含まれていると考えられることから、ベースラインには、最新のトレンドではなく、性能向上が優先されていた過去のトレンドを採用した。

次に、機器の使用時間は、統計から得られる現状の使用時間やそのトレンドを考慮して設定した。

最後に、普及台数は、機器の普及率と GDP の相関から推定した。多くの製品で、GDP と普及率の間には正の相関が見られる。例えば図 2.3-3 は、国ごとに見た一人あたりの GDP と一人あたりの PC の普及率を示したものである。1 人あたり GDP と PC の普及率には正の相関が見られ、一人あたり GDP が高いほど PC の普及率も高い。そこで、一人あたり GDP と PC 普及率の関係を直線でフィッティングを行うことにより、一人あたり GDP から PC 普及率を予測する式を作成することができる。この式を既存の GDP 予測結果に適用すること

¹² グリーン IT 推進協議会, 2009 : 平成 20 年度技術検討委員会報告書

で、普及台数データが存在しない国や将来の普及率を推定・予測した。さらに、人口や世帯数の既存予測結果を用い、各国・地域における製品の普及台数の予測を行った。

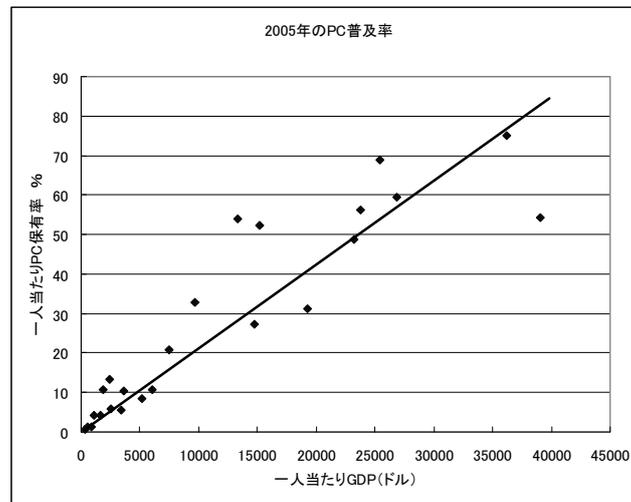


図 2.3-3 : 国別一人あたり GDP と PC 普及率

将来の人口や GDP の推移は、財団法人地球環境産業技術研究機構によるシナリオ¹³を用いた。このシナリオは、国連や IPCC などの予測シナリオをベースに構築されたもので、中国やインドなどの人口が多い新興国で今後経済が伸張すると予測されている。詳細は、付録 A1 に示した。

4. 製品別の予測の前提と結果

次に、エネルギー消費量とエネルギー削減効果の予測を実施した結果を機器別に示す。予測は不確実性を考慮して3つのシナリオで実施したが、以下ではシナリオB（普及率中・電力増加率中）¹⁴の結果を示す。また、本章では、ファシリティの寄与を含めない機器単体を対象とした結果を示した。

4.1 パーソナルコンピューター（PC）

(1) 予測の前提条件

パーソナルコンピューター（以下 PC）は、急速な性能の向上と並行して消費電力が増加してきた。この間、デジタル画像の編集などが増え扱うデータ量が増大しているが、主要な用途は「メール」「HP 閲覧、情報検索」「文章作成」が継続的に主流な位置を占めている¹⁵。

¹³ 地球環境産業技術研究機構 システム研究グループ, 2008 : DNE 21 +モデルの概要— 人口、GDP の想定 —,

(www.rite.or.jp/Japanese/lab0/sysken/about-global-warming/download-data/DNE21+_Population+GDP.pdf)

¹⁴ 表 2.5-1 参照

¹⁵ 日経パソコン 2007 年 8 月 27 日号 ; TIS, 2002 : 第 3 回 TIS パソコン活用度調査

また、性能向上の結果、現在ではデジタル画像編集などを行う場合でも CPU 稼働率が高くなる時間は短時間ですむ。実際、PC の動作時の消費電力や CPU 稼働率を調べると、通常の使用では CPU 稼働率が 100%に達する時間は短く、ほとんどの時間 OS アイドルに近い状態となっている¹⁶。また、特にデスクトップ PC の消費電力は既に 100W 程度に達しており、電源容量の制約を考えると、家庭ではこれ以上の消費電力増加の余地は小さいと考えられる。

これらの状況から、PC の 1 台あたりの消費電力は、ベースライン（これまでの延長での進化）の場合でも今後横ばいとし、かつほとんどの時間に OS アイドル時の消費電力となると想定した。一方、今後さらに技術革新が起こった場合の電力消費量は、技術検討委員会の検討内容¹⁷を参考に、2025 年にデスクトップ PC で 1 台あたり 5W、ノート PC はディスプレイの消費電力も含めて 15W とした。2050 年については、さらに PC の性能が向上する一方で、消費電力は変化しないと考えた。

一方、PC の使用時間は 2005 年に比べて 2025 年・2050 年には増加すると考えられる。総務省の調査¹⁸によると、PC の利用時間は、2004 年時点で 1 日あたり 0.4 時間、2008 年時点で 1.2 時間であり、この間約 3 倍になっている。家庭において 1 人が使える自由時間には上限があることも加味し、家庭でのパソコン使用時間は、2005 年時点で動作状態が 1 週間 4 時間、待機状態が 1 週間 5 時間、2025 年と 2050 年には動作状態が 1 週間 14 時間、待機状態はやはり 1 週間 5 時間になるとした。オフィスにおける PC の使用時間は、省エネルギーセンターの基準¹⁹から年間の稼働日数が 240 日、PC の動作状態が 1 日 3.5 時間、待機状態が 5.5 時間とした。家庭とオフィスの PC の台数比率は 4 : 6 とした²⁰。

また、現在世界的にデスクトップ PC からノート PC への移行が進んでいる。現時点では、ノート PC の比率は日本で高く約 60%、世界で約 25%である²¹。しかし、世界のノート PC の比率は増加傾向にあり、今後世界全体でノート PC の普及が進むと考えられる。そこで、現在のトレンドにロジスティック曲線をあてはめ、現在のペースでノート PC の比率が高まると、2025 年、2050 年時点のノート PC 比率は日本と世界の両方で 65%となるとした。

普及する製品のシナリオとして、デスクトップ PC は標準的な価格帯の PC 単体を想定している。また、ノート PC は、現在最も普及している A4 型²²が今後も主流と想定した。

さらに、PC の普及台数は普及率の予測式（図 2.3-3）から推定した。既存資料における GDP 予測値²³から将来の各国・地域の PC 普及率を予測し、人口の予測値²³とあわせて将来

(http://www.tis.co.jp/news/2002/pdf/020802_2.pdf)

¹⁶ 省エネルギーセンター「省エネライフスタイルチェック 25」の各種行動と省エネ効果に関する調査報告書（平成 16 年度）、(<http://www.eccj.or.jp/lifestyle/04/index.html>)

¹⁷ グリーン IT 推進協議会、2009：平成 20 年度技術検討委員会報告書

¹⁸ 総務省、情報通信白書 各年版

¹⁹ 省エネルギーセンター、2008：省エネ性能カタログ 2008 年冬版

²⁰ IDC、2008：プレスリリース

²¹ 電子情報技術産業協会：パーソナルコンピュータ国内出荷実績 各年版；日経マーケットアクセス、2008：デジタル家電市場総覧 2008、日経 BP コンサルティング。

²² 富士キメラ総研、2006：2006 最先端エレクトロニクスプロダクトロードマップ。

²³ 地球環境産業技術研究機構 システム研究グループ、2008：DNE 21+モデルの概要—人口、GDP の想定—、(www.rite.or.jp/Japanese/lab/sysken/about-global-warming/download-data/DNE21+_Population+GDP.pdf)

の PC の普及台数を推定した。ただし、PC を頻繁に使う年齢層は 15 歳～65 歳が中心である²⁴点と、PC はオフィスと家庭の両方で利用される点を考慮し、労働年齢人口の 2 倍を各国・地域における PC の最大普及数と仮定した。

以上の前提のうち、PC の 1 台あたり電力消費量に関する点を図 2.4-1 にまとめた。

分類	1台あたり年間 電力消費量		前提		
	デスクトップ (kWh/年)	ノート (kWh/年)	デスクトップ	ノート	
2005年	ベース ライン	50	19	本体とディスプレイ分離タイプの本体分 - 動作状態：80W、待機状態：3W - 家庭：208時間/年、会社840時間/年	A4サイズノートパソコンの代表的な消費電力 - 動作状態：30W、待機状態：1.6W - 家庭：208時間/年、会社840時間/年
2025年	ベース ライン	67	26	電力消費量は使用時間増加分増大と想定 - 動作状態：80W、待機状態：3W - 家庭：728時間/年、会社840時間/年	電力消費量は使用時間増加分増大と想定 - 動作状態：30W、待機状態：1.6W - 家庭：728時間/年、会社840時間/年
	技術革新	5	13	技術ロードマップ - 動作状態：5W、待機状態：1W	技術ロードマップ - 動作状態：15W、待機状態：1W
2050年	ベース ライン	67	26	電力消費量は使用時間増加分増大と想定 - 動作状態：80W、待機状態：3W - 家庭：728時間/年、会社840時間/年	電力消費量は使用時間増加分増大と想定 - 動作状態：30W、待機状態：1.6W - 家庭：728時間/年、会社840時間/年
	技術革新	5	13	技術ロードマップ(2025)と同じ - 動作状態：5W、待機状態：1W	技術ロードマップ(2025)と同じ - 動作状態：15W、待機状態：1W

図 2.4-1 : PC の製品シナリオと 1 台あたりの消費電力量

(2) 予測結果まとめ

以上の前提をもとに、PC の将来のエネルギー消費量とエネルギー削減効果を図 2.4-2 に示す。上図が日本、下図が世界の結果である。棒グラフ全体の高さが技術革新が進まない場合（ベースライン）、グレー部分が技術革新が進む場合（技術革新時）のエネルギー消費量を示し、差の白部分がエネルギー削減効果を示す。

²⁴ 総務省，2008：平成 19 年通信利用動向調査

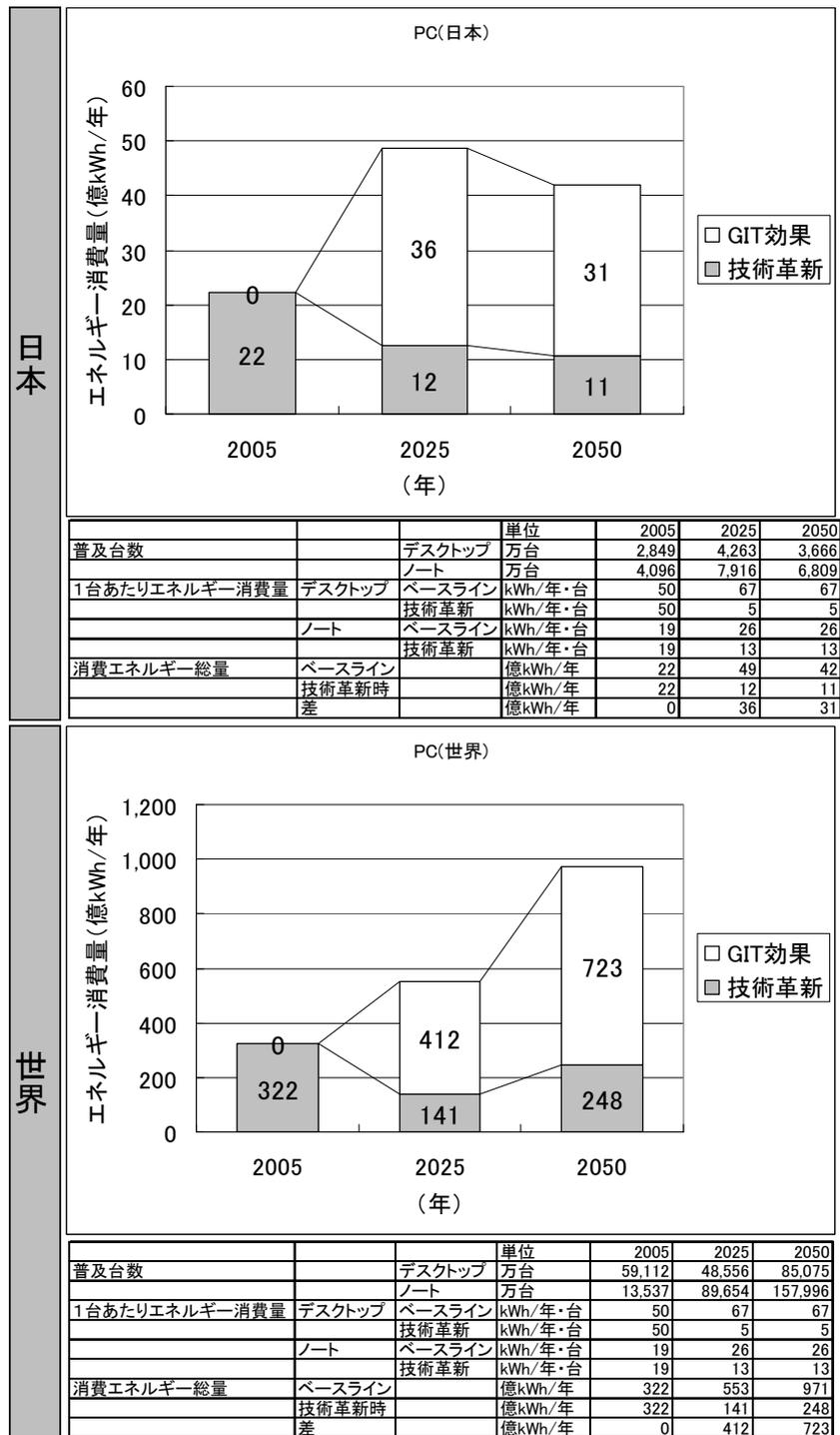


図 2.4-2 : PC のエネルギー消費量・エネルギー削減効果予測結果

日本では、現状のままでは 2025 年から 2050 年にかけてエネルギー消費量が 49 億 kWh/年から 42 億 kWh/年になるところ、エネルギー削減効果によって 2025 年に 74% (36 億 kWh/年)、2050 年に 74% (31 億 kWh/年) エネルギー消費量が抑制される。世界全体では、2050 年まで継続してエネルギー消費量が大きく伸び、2025 年に 553 億 kWh/年、2050 年に 971 億 kWh/年になるところ、エネルギー削減効果によって 2025 年と 2050 年の伸びが、それぞれ 75% (412 億 kWh/年) と 74% (723 億 kWh/年) 抑制されている。

このうち、2005 年から 2025 年にかけての日本のベースラインのエネルギー消費量の増加は、家庭における使用時間の伸びと普及台数の伸びに帰することができる。普及台数は 2005 年の約 7000 万台から 2025 年の約 1.2 億台に約 1.7 倍となっており。日本の国民 1 人にほぼ 1 台の PC が普及している状況に相当する。また、家庭での PC 利用時間がこの間約 3 倍となっている。

4.2 サーバ

(1) 予測の前提条件

サーバは価格帯により用途や信頼性が異なるため、ここでは 3 つの価格帯 (ボリューム、ミッドレンジ、ハイエンド) に分類を行った。分類は米国環境保護庁 (U.S. Environmental Protection Agency; EPA) のデータセンタに関するレポート²⁵に従い、それぞれ 1 台あたりの価格が 2.5 万米ドル未満、2.5 万米ドル～49 万米ドル、50 万米ドル以上と定義した。

ベースラインのサーバ 1 台あたりの消費電力は、世界のサーバ市場データ²⁶に今後のサーバ性能の動向予測²⁷を加味して設定した。ミッドレンジとハイエンドでは、性能の伸びの速度が落ちて消費電力の伸びの速度も低下すると考え、2005 年の消費電力量の 3% の幅で毎年等差級数的に増加するとした。一方、ボリューム型は、ミッドレンジ型やハイエンド型に比べ消費電力低減へのニーズが高くさらに消費電力の伸びの速度が遅いと考え、増加幅はミッドレンジ型・ハイエンド型の 1/2 (1.5%) とした。

技術革新時の 1 台あたりのエネルギー消費量は、ボリューム型については技術ロードマップ²⁷を参考に、2025 年には 2005 年比 67%、2050 年には 60% になるとした。ミッドレンジとハイエンドサーバについては、性能の向上が優先され、2025 年にはエネルギー消費量が 2005 年比で 80%、2050 年には 60% になるとした。

サーバの普及台数 (ストック数) は、情報処理へのニーズの増加速度がサーバの性能の向上速度よりも速いことから、現在増加トレンドにある²⁸。また、デジタル情報量は継続して増加傾向にあり、かつ個人が作成/使用するデータも企業のサーバを介在することが多い²⁹ことから、今後もサーバの普及台数は増加トレンドを続けると考えられる。一方で、今後

²⁵ U.S. Environmental Protection Agency, 2007 : Report to Congress on Server and Data Center Energy Efficiency Public Law 109-431.

²⁶ Koomey, J. G., 2007 : Estimating Regional Power Consumption by Servers: A Technical Note.

²⁷ グリーン IT 推進協議会, 2009 : 平成 20 年度技術検討委員会検討資料 (3 月末時点版) ; NEDO, 2008 : 技術戦略マップ 2008

²⁸ Koomey, J. G., 2007 : Estimating Total Power Consumption by Servers in the U.S. and the World.

²⁹ IDC, 2007 : 膨張するデジタルユニバース

サーバの仮想化が一般的になると、高性能のサーバで複数の仮想コンピュータが動作し、物理的なサーバ数が減少する方向に寄与する可能性も考えられる。

2005年時点の日本のサーバ数は、市場データ³⁰から、ストックベースで約256万台である(表2.4-1)。また、2005年時点の世界のサーバ数は、約2,700万台である。2025年と2050年のサーバ数は、市場データ³⁰の地域別サーバ数とGDP値から、サーバ数とGDPの予測式を作り、それをGDPの将来推計値にあてはめることで予測した。サーバは用途の制約が少ないことから、PCのような普及の最大数の仮定はおかなかった。

表 2.4-1 : 2005 年の世界のサーバ数と平均消費電力²⁶

		ボリューム	ミッドレンジ	ハイエンド	全体/平均
ストック数 (千台)	日本	2,361	185	12	2,558
	世界全体	25,959	1,264	59	27,282
平均電力 (W)	日本	224	598	8,378	258
	世界全体	222	607	8,106	257

サーバの3つの価格帯の比率は、現在ボリューム型が増加する傾向にある³¹。前述の仮想化の効果により大型サーバで複数のOSが実行されるシナリオも考えられるが、ここでは現在のトレンドが継続し、今後もボリュームサーバの比率が増加すると仮定した。

サーバの1台あたりの消費電力量の前提を図2.4-3にまとめた。

(<http://japan.emc.com/collateral/analyst-reports/expanding-digital-idc-whitepaper.pdf>)

³⁰ Koomey, J. G., 2007 : Estimating Regional Power Consumption by Servers: A Technical Note.

³¹ 電子情報技術産業協会, 2008 : 平成19年度サーバ・ワークステーションに関する市場調査報告書.

分類		1台あたり年間 電力消費量			前提		
		ボリューム (kWh/年)	ミッドレンジ (kWh/年)	ハイエンド (kWh/年)	ボリューム	ミッドレンジ	ハイエンド
2005年	ベース ライン	1,918	5,475	67,030	価格2.5万US\$未満 - 主にブレードサーバー 等	価格2.5万～49万US\$ - 主にUNIXサーバー等	価格50万US\$以上 - 主にメインフレーム系
	2025年	ベース ライン	2,493	8,760	107,237	価格2.5万US\$未満 - 1台の消費電力が2005 年の1.5%ずつ毎年増加	価格2.5万～49万US\$ - 1台の消費電力が2005 年の3%ずつ毎年増加
	技術革新	1,285	4,380	53,618	価格2.5万US\$未満 - 消費電力が2005年時 点の67%になると仮定	価格2.5万～49万US\$ - 消費電力が2005年時 点の80%になると仮定	価格50万US\$以上 - 消費電力が2005年時 点の80%になると仮定
2050年	ベース ライン	3,213	12,866	157,504	価格2.5万US\$未満 - 1台の消費電力が2005 年の1.5%ずつ毎年増加	価格2.5万～49万US\$ - 1台の消費電力が2005 年の3%ずつ毎年増加	価格50万US\$以上 - 1台の消費電力が2005 年の3%ずつ毎年増加
	技術革新	1,151	3,285	40,214	価格2.5万US\$未満 - 消費電力が2005年時 点の60%になると仮定	価格2.5万～49万US\$ - 消費電力が2005年時 点の60%になると仮定	価格50万US\$以上 - 消費電力が2005年時 点の60%になると仮定

図 2.4-3 : サーバの製品シナリオと 1 台あたりの消費電力量

(2) 予測結果まとめ

図 2.4-4 はサーバのエネルギー消費量とエネルギー削減効果の予測結果である。日本では、現状のままでは 2025 年から 2050 年にかけてエネルギー消費量が 149 億 kWh/年から 203 億 kWh/年になるところ、エネルギー削減効果によって 2025 年に 50% (73 億 kWh/年)、2050 年に 65% (133 億 kWh/年) エネルギー消費量が抑制される。世界全体では、2025 年に 1,808 億 kWh/年、2050 年に 4,199 億 kWh/年となること、エネルギー削減効果によって 2025 年と 2050 年の伸びが、それぞれ 50% (878 億 kWh/年) と 65% (2,705 億 kWh/年) 抑制されている。

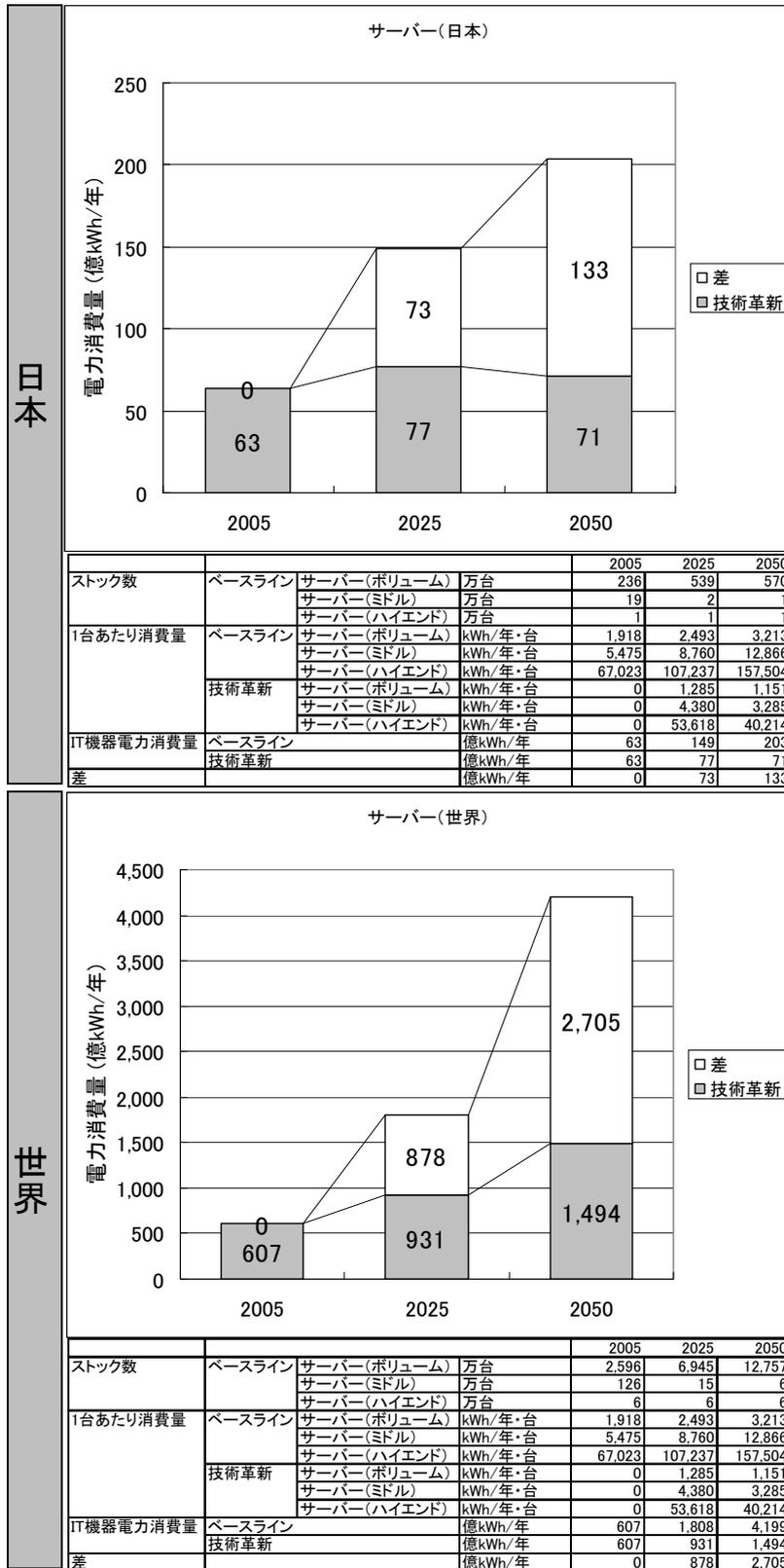


図 2.4-4 : サーバのエネルギー消費量・エネルギー削減効果予測結果

4.3 ストレージ

(1) 予測の前提条件

ストレージの用途は拡大しており、コンピュータ向けに加え、近年では民生用途（DVDレコーダー、カーナビ用などを意味する）の利用が増加しつつある³²。しかし、ここではコンピュータ向けのうち、PC やサーバに内蔵されているストレージを除いた³³外付けストレージを対象とした。外付けストレージは、サーバ向けと PC 向けの 2 つに分類した。

ストレージのうち現在主流となるのはハードディスク（以下 HDD）である。HDD の種類はインターフェースの違いにより、大きく Serial Attached SCSI (SAS) タイプと Serial ATA (SATA) タイプの 2 つに分かれる。2005 年時点では、サーバ向けのほとんどが SAS タイプ、PC 向けのほとんどが SATA タイプである。SAS タイプは読み書き速度が速く信頼性が高く、SATA タイプは低コストのため大容量のシステムを高いコストパフォーマンスで構築できる。

また、HDD は常時ディスクが回転するために電力を消費している。HDD の消費電力は、主としてディスクの回転数や大きさによって変化し、ディスク 1 枚の記憶容量が増加すると記憶容量あたりのエネルギー効率が向上する。一方、今後普及が進むと予想される Solid State Disk (SSD) は、HDD とは異なり、読み書き時のみ電力を消費する。

2005 年時点の消費電力は、サーバ向け HDD が、EPA のレポート³⁴から 1 台あたり 28W³⁵とした。また、PC 向け HDD の消費電力は、製品カタログから動作時に 11W とした。

また、ベースラインの消費電力は 2005 年の 3%の幅で等差級数的に増加するとした。これまでのデータセンタにおけるストレージの消費電力推移³⁶をみると、データセンタ単位面積あたりの消費電力は継続して増加傾向にある。これは、機器単体の消費電力の増加と単位面積あたりの HDD 数の増加の両方が原因であることから、ベースラインの消費電力は、HDD 数の密度増加分を割り引いて設定した。

一方、技術革新時の 1 台あたりの消費電力は次のように考えた：まず、2025 年のサーバ用ストレージは、現在 SATA 型の比率が増加しつつある³⁷こと、技術ロードマップ³⁸から 2.5 インチ 7200 回転の HDD と SSD の普及が期待されること、一方で、コスト面から全てのストレージが SSD に置き換わるとは考えにくいことから、2025 年には SAS (2.5 インチ 15000 回転):SSD:SATA (2.5 インチ 7200 回転)=1:1:2 の比率になると想定した。現状の 3.5 型 SATA、3.5 型 SAS、2.5 型 SAS の消費電力の比率³⁹から、2025 年における SAS、SATA の 1 台あたりの消費電力を推定し、1 台あたりの平均消費電力は 2005 年比 30%になると仮定した。SSD

³² 日経マーケットアクセス, 2008 : デジタル家電市場総覧 2008, 日経 BP コンサルティング.

³³ 他の機器で検討する電力消費量との重複を避けるため

³⁴ U.S. Environmental Protection Agency, 2007 : Report to Congress on Server and Data Center Energy Efficiency Public Law 109-431.

³⁵ HDD ドライブ本体とシステムの合計の消費電力を HDD ドライブ数で除した。

³⁶ ASHARE, 2005: Datacom Equipment Power Trends and Cooling Applications

³⁷ IDC Japan, 2009: 国内 ATA/SATA ディスクストレージシステム市場 2007 年の分析と 2008 年~2011 年の予測(<http://www.computerworld.jp/news/hw/100471.html>)

³⁸ グリーン IT 推進協議会, 2009 : 平成 20 年度技術検討委員会報告書

³⁹ IBM : HDD 選択ガイド(www-06.ibm.com/jp/servers/eserver/xseries/system/pdf/hdd_guide.pdf)

は、電力を消費するのが読み書き時のみであり、使い方の設計によって電力消費量は大きく異なる。そこで、既存資料の目標値⁴⁰を用い、SSD の電力消費量は 2005 年比 20%と仮定した。また、PC 向けストレージは SATA と SSD の混合で消費電力が 2005 年比 40%⁴¹になるとした。2050 年には SSD がさらに普及し、サーバ向けストレージの消費電力は 2005 年比 20%、PC 向けは 30%になると仮定した。

サーバ向けストレージの使用時間は 1 日 24 時間 365 日、PC 向けストレージの使用時間は PC と同じとした。

ここで、想定している「性能」（＝記憶容量）は、「ベースライン」と「技術革新時」では暗黙のうちに同じ量を考えている。「ベースライン」でも「技術革新時」でも 1 台あたりの記憶容量は今後同じ速度で増加するとし、同じ「性能」のストレージに対する比較を行っている想定している。

ストレージ全体の普及数は、PC やサーバの普及台数予測から推定した。PC 向け外付けストレージの普及台数は、PC に対する台数が現在と変わらない（PC1 台につき、PC 向け外付け HDD が 0.08 台⁴²）と仮定し推測した。サーバ向けストレージは、ストレージに保管されるデータ量が 1 台の記憶容量の増加より速い速度で増加していること、HDD の小型化、薄型化に伴い、サーバ 1 台に対するストレージ数が増加トレンドにある⁴³ことから、2005 年にサーバ 1 台につき HDD が 1.3 台であるのが、その後毎年 0.2 台ずつ増加していくと想定した。

以上の予測の前提を図 2.4-5 にまとめた。

⁴⁰ 経済産業省、2008：長期エネルギー需給見通し

⁴¹ 現在の 2.5 インチ HDD と 3.5 インチ HDD、7200rpmHDD と 15000rpmHDD の消費電力の比をベースに推定

⁴² 日経マーケットアクセス、2008：デジタル家電市場総覧 2008、日経 BP コンサルティング；富士キメラ総研、2008：2008 ストレージ関連市場総調査

⁴³ U.S. Environmental Protection Agency, 2007：Report to Congress on Server and Data Center Energy Efficiency Public Law 109-431；American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, 2005：Datacom Equipment Power Trends and Cooling Applications.

分類		1台あたり年間 電力消費量		前提	
		サーバ向け (kWh/年)	PC向け (kWh/年)	サーバ向けHDD	PC向け
2005年	ベース ライン	247	9	データセンター向けHDD(3.5インチSAS) - EPAレポートから割り出した1台あたりの 平均年間消費電力量を使用 ... 1台あたり消費電力 28W	標準容量(約250GB)の外付けHDD - 動作時 11W、待機時 3W - 使用時間はPCと同じ(家庭/オフィス) - 3.5インチSATA
	2025年	ベース ライン	395	17	データセンター向け高信頼型HDD - 2005年の3%の幅で等差級数的に増加
	技術革新	74	5	SSD/HDD等? - SAS:SSD:SATA=1:1:2と想定し2005年の 30%と仮定	SSD/HDD等? - SSDとSATAの混合の平均で1台あたり 2005年の40%と仮定(3.5インチSASの25%)
2050年	ベース ライン	580	24	データセンター向け高信頼型HDD - 2005年の3%の幅で等差級数的に増加	外付けHDD - 動作時 26W、待機時 3W - 2005年の3%の幅で等差級数的に増加
	技術革新	49	3	SSD等? - 消費電力は2005年の20%と仮定	SSD等? - 消費電力は2005年の30%と仮定(3.5イン チSASの約20%)

図 2.4-5 : ストレージの製品シナリオと1台あたりの消費電力

(2) 予測結果まとめ

図 2.4-6 はストレージのエネルギー消費量およびエネルギー削減効果の予測結果である。

日本では、現状のままでは 2025 年から 2050 年にかけてエネルギー消費量が 125 億 kWh/年から 379 億 kWh/年になるところ、エネルギー削減効果によって 2025 年に 81% (101 億 kWh/年)、2050 年に 92% (347 億 kWh/年) エネルギー消費量が抑制される。世界全体では、2025 年に 1607 億 kWh/年、2050 年に 8470 億 kWh/年になるところ、エネルギー削減効果によって 2025 年と 2050 年の伸びが、それぞれ 81% (1304 億 kWh/年) と 92% (7746 億 kWh/年) 抑制されている。

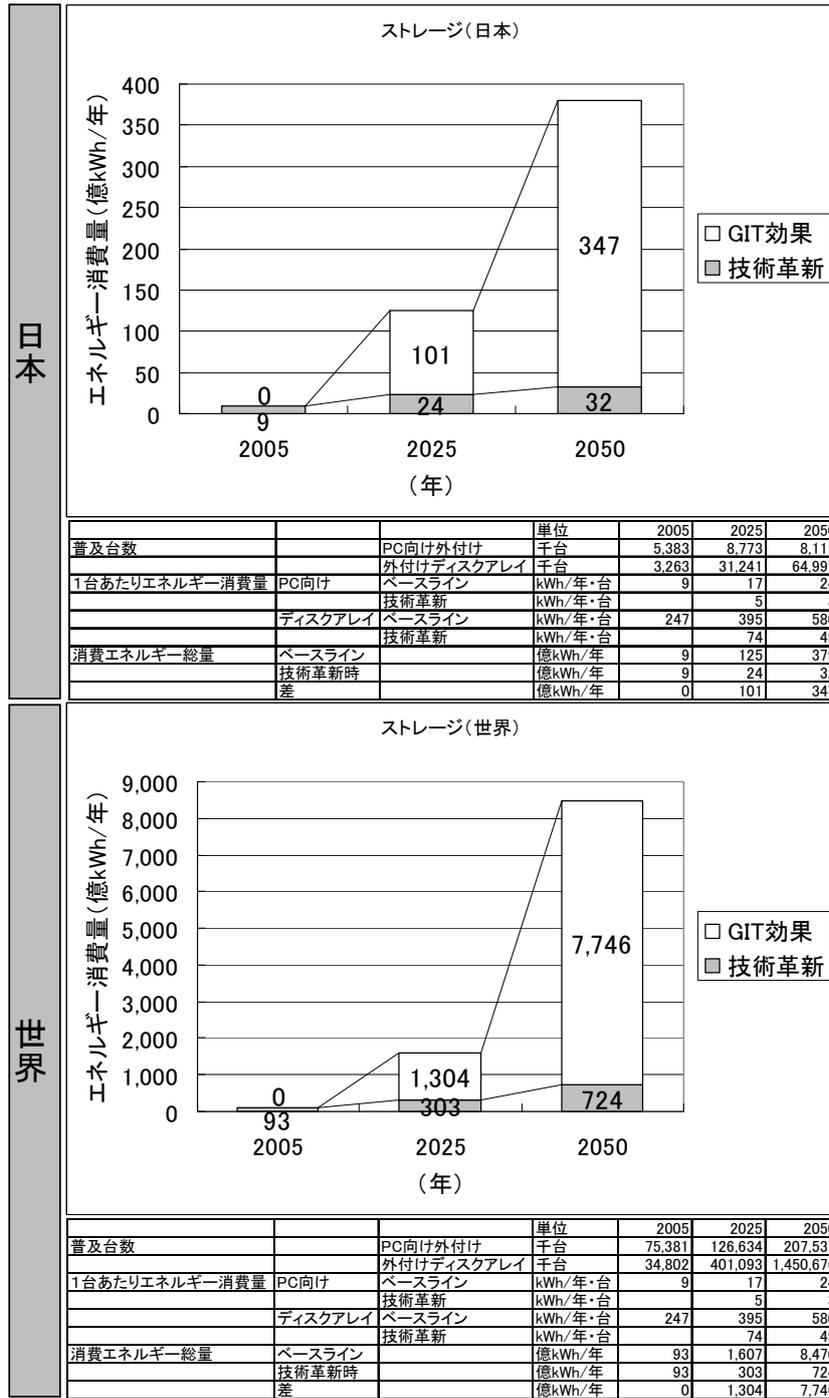


図 2.4-6 : ストレージのエネルギー消費量・エネルギー削減効果予測結果

4.4 ルータ・スイッチ

(1) 予測の前提条件

ネットワーク機器は、情報爆発に伴い今後のエネルギー消費量増大が予想されている。ネットワーク機器は多岐にわたるが、ここではルータ・スイッチを対象とした。

ルータ・スイッチは、価格帯により用途が異なる。そこで、業務用のルータを、通信キャリアが基幹系ネットワークに導入しているハイエンド装置（「クラスター型」）、電源・共通制御部・ファンが冗長構成可能な装置（「高信頼型」）、冗長化構成がない装置（「普及型」）の3つに分類し、さらに家庭用のブロードバンドルータ（無線 LAN ルータ）を加えた。一方スイッチはレイヤー3（L3）スイッチとレイヤー2（L2）スイッチの2つに分類した。

ルータ・スイッチに関連し、ネットワークは今後アーキテクチャが変化し、光パス網が普及していくと考えられている。既存の予測資料⁴⁴によると、今後インターネットのトラフィック増加に伴いネットワーク機器が消費する電力量も指数関数的に増加し、2035年には計算上は日本の総消費電力を上回る値となる。しかし、光パス網が次第に導入されていくことでこの消費電力の伸びは抑えられ、2025年に約800億kWh/年、2050年に約1,000億kWh/年と予測されている。さらに、プラスアルファの省エネ効果により、2025年に約600億kWh/年、2050年には約400億kWh/年になると試算されている。

機器単体で見ると、これまで転送容量あたりの消費電力が改善する一方で、ハイエンドルータの消費電力は10年間で約10倍に増加してきた⁴⁵。そこで、インターネットのトラフィック伸び率が今後若干低下すると予想されている⁴⁴点も考慮し、ハイエンドルータ・スイッチの1台あたりの消費電力は、2005年～2025年には2005年の消費電力の17%、2025年～2050年には半分の8.5%の幅で毎年等差級数的に増加するとした。また、普及型スイッチ・ルータの消費電力はサーバを参考に2005年～2025年には2005年の消費電力の3%、2025年以降は1.5%の幅で毎年増加するとした。家庭用のブロードバンドルータは消費電力が横ばいとした。

また、技術革新時の機器の消費電力は、既存の資料⁴⁴を参考に、2025年にはベースラインの75%、2050年には40%になるとした。

普及数の推定は、業務用のルータ・スイッチと家庭向けブロードバンドルータのそれぞれで、GDPと普及台数の相関から予測式を作成し、GDP予測値に適用して推定した。2005年時点のストック数は、ルータ・スイッチの平均的な使用期間が5.5年である⁴⁶ことから、過去5年の出荷台数⁴⁷を積算して推定した。

ルータ・スイッチの予測シナリオを図2.4-7にまとめた。

⁴⁴ 独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構, 2008: 「省エネルギー技術戦略における省エネ型生活情報空間創生技術及び次世代省エネデバイス技術の技術戦略」に係る調査研究 報告書

⁴⁵ アラクサラネットワーク, 2008: グリーン IT に向けた省電力技術への取り組み (http://www.alaxala.com/jp/solution/net/pdf/GreenIT_Interop08_booth_seminar.pdf)

⁴⁶ 情報通信ネットワーク協会, 2005: プレスリリース (<http://www.ciaj.or.jp/content/plessrelease05/050420.html>)

⁴⁷ 富士キメラ総研, 2005: 2005 情報機器マーケティング調査総覧 (上巻); 経済産業省 総合資源エネルギー調査会省エネルギー基準部会 ルータ等判断基準小委員会: 配布資料 (<http://www.enecho.meti.go.jp/info/committee/commIT04.htm>)

(2) 予測結果まとめ

ルータ・スイッチのエネルギー消費量とエネルギー削減効果の予測を図 2.4-8 に示す。

ルータ・スイッチは情報爆発に伴い機器数が増加しており、全体のエネルギー消費量も大きく伸びている。日本では、現状のままでは 2025 年から 2050 年にかけてエネルギー消費量が約 690 億 kWh/年から約 1,050 億 kWh/年になるところ、エネルギー削減効果によって 2025 年に 25% (約 170 億 kWh/年)、2050 年に 60% (約 630 億 kWh/年) 抑制される。世界全体では、2025 年に 1 兆 kWh/年、2050 年に 2.6 兆 kWh/年となるところ、エネルギー削減効果によって 2025 年と 2050 年の伸びが、それぞれ 25% (約 2,500 億 kWh/年) と 60% (約 1.6 兆 kWh/年) 抑制されている。

分類		1台あたり年間 電力消費量			前提		
		普及型 (kWh/年)	高信頼 (kWh/年)	クラスター型 (kWh/年)	普及型	高信頼型	クラスター型
2005年	ベース ライン	1,314	15,067	35,040	冗長化構成がない装置 - 消費電力 150W	電源、共通制御部、ファンが 冗長構成可能な装置 - 消費電力 1,720W	通信キャリアが基幹系ネット ワークに導入しているハイエ ンド装置 - 消費電力 4,000W
	2025年	ベース ライン	2,102	65,291	151,840	転送速度が現在のトレンドで 増加 - 消費電力が2005年の 3%ずつ増加	転送速度が現在のトレンドで 増加 - 消費電力が2005年の 17%ずつ増加
2025年	技術革新	1,577	48,968	113,880	転送速度が現在のトレンドで 増加 - 消費電力がベースライ ンの75%になると仮定	転送速度が現在のトレンドで 増加 - 消費電力がベースライ ンの75%になると仮定	転送速度が現在のトレンドで 増加 - 消費電力がベースライ ンの75%になると仮定
	2050年	ベース ライン	2,595	96,681	224,840	転送速度が現在のトレンドで 増加 - 消費電力が2005年の 3%ずつ増加	転送速度が現在のトレンドで 増加 - 消費電力が2005年の 17%ずつ増加
2050年	技術革新	1,038	38,672	89,936	転送速度が現在のトレンドで 増加 - 消費電力がベースライ ンの40%になると想定	転送速度が現在のトレンドで 増加 - 消費電力がベースライ ンの40%になると仮定	転送速度が現在のトレンドで 増加 - 消費電力がベースライ ンの40%になると仮定

分類		1台／1ポートあたり 年間電力消費量			前提		
		L3スイッチ (kWh/年・ポート)	L2スイッチ (kWh/年・ポート)	ブロードバンド (kWh/年・台)	L3スイッチ	L2スイッチ	ブロードバンドルータ
2005年	ベース ライン	171	9	35	有線レイヤー3スイッチ - ポートあたり消費電力 20W	有線レイヤー2スイッチ - ポートあたり消費電力1 W	家庭向け無線LANルータ - 消費電力 4W
	2025年	ベース ライン	741	14	35	有線レイヤー3スイッチ - 消費電力が2005年の 3%ずつ増加	有線レイヤー2スイッチ - 1台の消費電力が2005 年の17%ずつ増加
2025年	技術革新	556	11	26	有線レイヤー3スイッチ - 消費電力がベースライ ンの75%になると仮定	有線レイヤー2スイッチ - 消費電力がベースライ ンの75%になると仮定	家庭向け無線LANルータ - 消費電力がベースライ ンの75%になると仮定
	2050年	ベース ライン	1,098	17	35	有線レイヤー3スイッチ - 消費電力が2005年の 3%ずつ増加	有線レイヤー2スイッチ - 1台の消費電力が2005 年の17%ずつ増加
2050年	技術革新	439	7	14	有線レイヤー3スイッチ - 消費電力がベースライ ンの40%になると仮定	有線レイヤー2スイッチ - 消費電力がベースライ ンの40%になると仮定	家庭向け無線LANルータ - 消費電力がベースライ ンの40%になると仮定

図 2.4-7：ルータ・スイッチの製品シナリオと1台あたりのエネルギー消費量

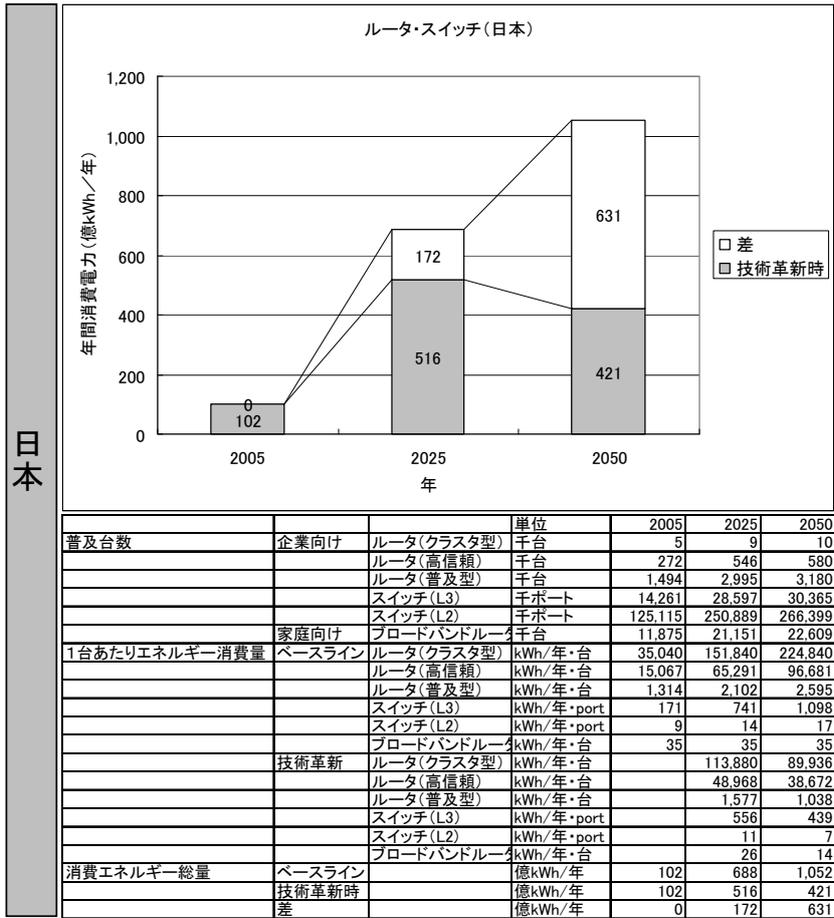


図 2.4-8 : ルータ・スイッチの将来予測結果
(次ページへ続く)

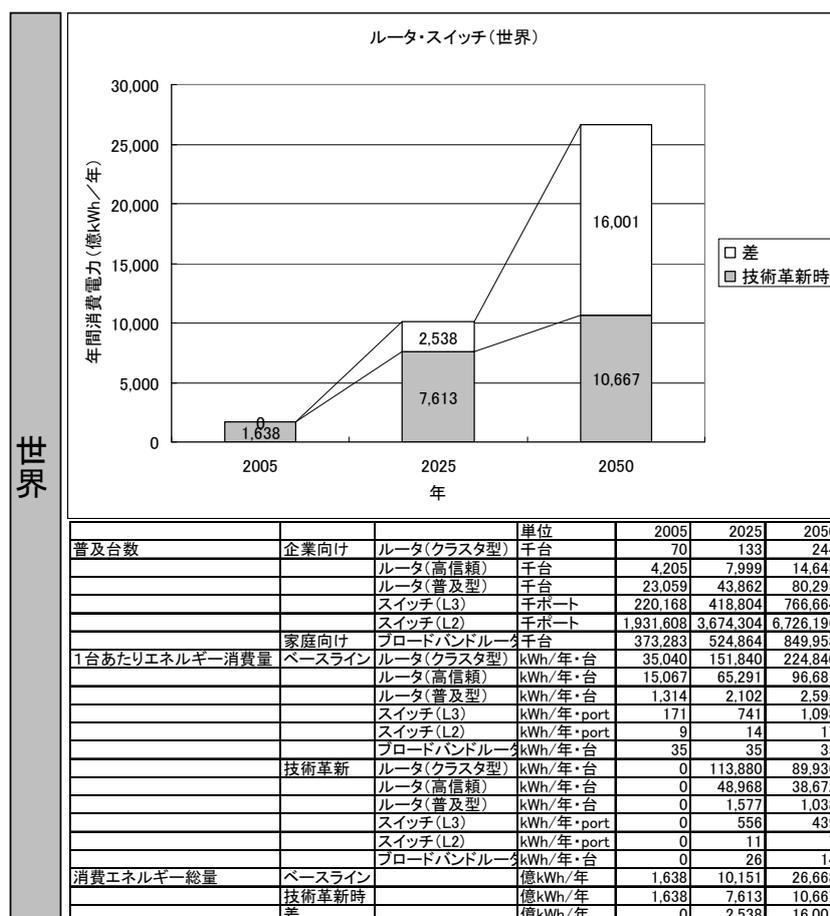


図 2.4-8 : 続き

4.5 ディスプレイ

(1) 予測の前提条件

現在ディスプレイは主としてデスクトップパソコンと共に用いられている。今後はデジタルサイネージ(ディスプレイを用いた屋外・店頭広告など)用途が伸びることが予想されるが予測の不確実性が高いため、今回は既存のパソコン向けディスプレイのみを定量的な予測の対象とした。

ディスプレイは 2005 年時点では液晶タイプとブラウン管タイプの両方が普及しており、主流の画面サイズはいずれも 17 インチであった⁴⁸。また、近年ディスプレイの液晶化と並行して画面サイズの大型化が進行する傾向が見られる。そこで、2025 年、2050 年には A4 サイズ 2 枚分が表示できる 24 インチワイド型が普及すると想定した。

現在パソコン向けディスプレイの出荷台数はデスクトップ PC の出荷台数とほぼ同程度である⁴⁹ことから、ディスプレイの普及台数はデスクトップパソコンの普及数と同じと仮定し

⁴⁸ 電子情報技術産業協会, 2008 : 情報端末装置に関する市場調査報告書。

⁴⁹ 電子情報技術産業協会, 各年版 : コンピュータおよび関連装置出荷統計 (<http://it.jeita.or.jp/statistics/index.html>)

た。今回の予測と異なる将来シナリオとしては、ノートパソコンに接続するデュアルディスプレイの用途が増加しディスプレイの普及台数が拡大する場合、逆に家庭で個人向けテレビとの共用化が進み普及台数が減少する場合、などが考えられる。

また、ディスプレイは現在普及が進んでいる液晶タイプに加え、今後有機 EL などの新しいデバイスが登場することが期待されている⁵⁰。出荷ベースの技術革新時の消費電力は、技術ロードマップ⁵⁰を参考に、2025年時点では有機 EL と液晶が混在して消費電力は2005年比29%、2050年にはさらに省エネが進んで消費電力は2005年比19%まで改善するとした。ただし、この消費電力は同型画面サイズの出荷ベースの数値であることから、それまでの消費電力の変化を考慮し、ストックベースの消費電力の平均を推定した。

以上の予測の前提条件を図 2.4-9 にまとめた。

分類		1台あたり年間 電力消費量		前提
		(kWh/年)		
2005年	ベース ライン	家庭:	9	ブラウン管(17インチ)と液晶(17インチ)が1:4の比率(どちらも平均的な製品) - 消費電力: ブラウン管(動作時 70W、待機時 5W)、液晶(動作時 31W、待機時 1W) - 使用時間: 家庭 208時間/年、オフィス840時間/年
		オフィス:	33	
2025年	ベース ライン	家庭:	81	液晶(24インチワイド) - 消費電力: 液晶(動作時 110W、待機時 2W) - 使用時間: 家庭 728時間/年、オフィス840時間/年
	技術革新	家庭:	43	
2050年	ベース ライン	家庭:	81	液晶(24インチワイド) - 消費電力: 液晶(動作時 110W、待機時 2W) - 使用時間: 家庭 728時間/年、オフィス840時間/年
	技術革新	家庭:	23	
		オフィス:	27	フラットディスプレイ(24インチワイド) 改善率は、17インチと同じと仮定 トップランナーからストックの平均値への変換を実施:

図 2.4-9 : ディスプレイの想定シナリオと 1 台あたりの電力消費量

(2) 予測結果まとめ

ディスプレイのエネルギー消費量とエネルギー削減効果の予測結果を図 2.4-10 に示す。

日本では、現状のままでは 2025 年から 2050 年にかけてエネルギー消費量が 35 億 kWh/年から 32 億 kWh/年になるところ、エネルギー削減効果によって 2025 年に 46% (16 億 kWh/年)、2050 年に 71% (23 億 kWh/年) 抑制される。世界全体では、2025 年に 503 億 kWh/年、2050 年に 822 億 kWh/年となるところ、エネルギー削減効果によって 2025 年と 2050 年の伸びが、それぞれ 46% (231 億 kWh/年) と 71% (584 億 kWh/年) 抑制されている。

⁵⁰ グリーン IT 推進協議会, 2009 : 平成 20 年度技術検討委員会報告書

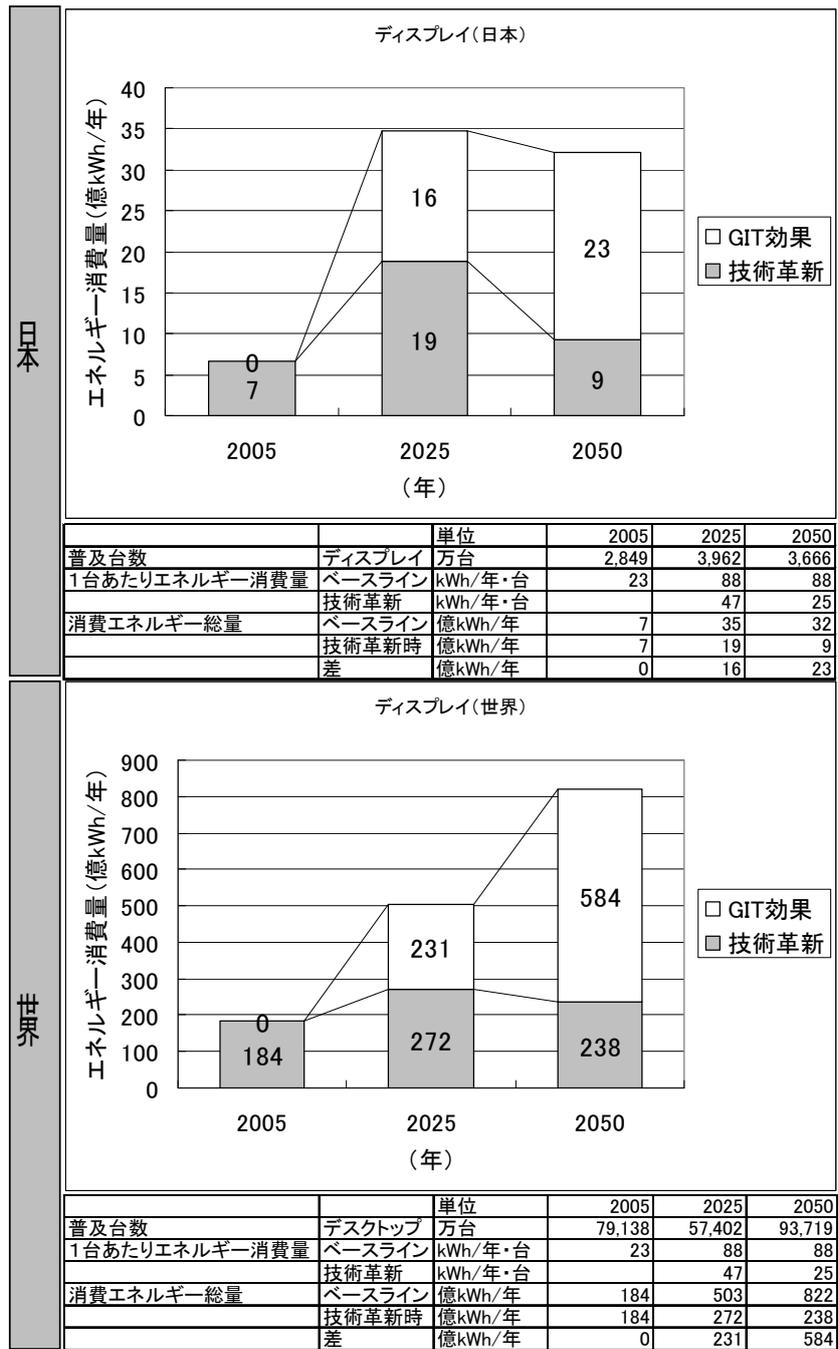


図 2.4-10 : ディスプレイの予測結果

4.6 テレビ

(1) 予測の前提条件

テレビは、出荷ベースで 2005 年までブラウン管と液晶が混在しており⁵¹、出荷数から 2005 年時点のストック数の比率を推定すると約 1 : 5 である。また、その後ブラウン管から液晶への置き換えが進行中である。今後技術革新が進まない場合でも 2025 年と 2050 年には液晶が普及していると想定するのが自然であることから、2025 年と 2050 年のベースラインで想定する製品は液晶ディスプレイとした。

一方、今後技術革新が進んだ場合、液晶に加え、有機 EL などの新しいデバイスが登場し、エネルギー効率が向上することが期待される。技術革新が進んだ場合のテレビの消費電力は、技術ロードマップ⁵²を参考に液晶テレビと有機 EL テレビが混在する場合を想定し、出荷ベースで 2025 年に 2005 年比 33%、2050 年に 2005 年比 15%まで改善すると想定した。

ただし、テレビの画面サイズは今後大型化が進み、その分電力消費量は増加すると考えられる。テレビの画面サイズは、2005 年時点ではブラウン管が 25 型、液晶は 32 型が主流である⁵³が、現在大型化のトレンドにある。一方で、日本では部屋の大きさが大型化の制約となる可能性があること、世帯の 2 台目以降のテレビは画面サイズが小さくなると予想されることも加味し、将来の平均的なテレビの画面サイズを 42 型と想定した。また、海外では、特に発展途上国において大型テレビより低コスト型が普及しやすいと考えられることから、日本より大型化の進行が遅く、2025 年の平均的サイズは 32 型、2050 年には 42 型が平均とした。

また、現在テレビの視聴時間は横ばいか微減傾向にある⁵⁴ことから、2005 年のテレビ視聴時間は 4.5 時間⁵⁵、2025 年と 2050 年のテレビ視聴時間は 4 時間とした。

テレビの普及台数は、2005 年については平均使用年数（約 10 年）⁵⁶分の出荷台数⁵⁷の累積、将来については一人あたりの普及率予測と将来の推計人口の積から求めた。一人あたりの普及率は、各国の GDP と普及率の関係を示す予測式から推定を行った。ただし、テレビの用途を考慮し、最大の普及数を 1 人一台とした。

以上のテレビの想定シナリオと 1 台あたりの年間電力消費量の仮定を図 2.4-11 にまとめた。

⁵¹ 電子情報技術産業協会、各年版：民生用電子機器国内出荷統計

⁵² グリーン IT 推進協議会、2009：平成 20 年度技術検討委員会報告書

⁵³ インターネットコム、2008：テレビに関する調査

⁵⁴ 総務省：各年版情報通信白書

⁵⁵ 資源エネルギー庁、2008：省エネ性能カタログ 2008 冬版

⁵⁶ 内閣府：消費動向調査

⁵⁷ 電子情報技術産業協会 HP

分類		1台あたり年間 電力消費量	前提
2005年	ベース ライン	(kWh/年) 130	ブラウン管(25インチ)と液晶(32インチ)が5:1の比率(どちらも平均的な製品) - ブラウン管: 127 kWh/年、液晶: 147 kWh/年 - 4.5時間/日使用
	2025年	日本:182 世界:131	日本は液晶(42インチ)、世界は液晶(32インチ)、4時間/日使用 - 液晶: 182 kWh/年(42インチ)、131 kWh/年(32インチ) - 世界のテレビ台数 先進国:発展途上国=1:3から画面サイズちいさめを想定
2050年	技術革新	日本:124 世界:89	フラットディスプレイ(日本は42インチ、世界は32インチ)。4時間/日使用 - トップランナーの有機EL(30kWh/年)と液晶(100kWh/年)の混在(有機ELと液晶が ¹ 1:1の場合)をイメージ … トップランナーからストックの平均値への変換を実施:
	ベース ライン	182	液晶(42インチ)、4時間/日使用 - 液晶: 182 kWh/年
2050年	技術革新	47	フラットディスプレイ(42インチ)。4時間/日使用 - 2050年に出荷・トップランナーで30kWh/年 … トップランナーからストックの平均値への変換を実施:

図 2.4-11 : テレビの想定シナリオと1台あたりの電力使用量

(2) 予測結果まとめ

図 2.4-12 にテレビの予測結果を示す。

日本では、現状のままでは2025年から2050年にかけてエネルギー消費量が194億kWh/年から154億kWh/年になるところ、エネルギー削減効果によって2025年に32%(62億kWh/年)、2050年に74%(114億kWh/年)抑制される。世界全体では、2025年に4302億kWh/年、2050年に8774億kWh/年になるところ、エネルギー削減効果によって2025年と2050年の伸びが、それぞれ32%(1371億kWh/年)と74%(6499億kWh/年)抑制されている。

日本では既にテレビの1人あたり普及率が100%に近いことから、今後2025年に向けては画面サイズの大型化により電力消費量が増える一方で、その先は人口の減少により電力消費量が減少に転じている。

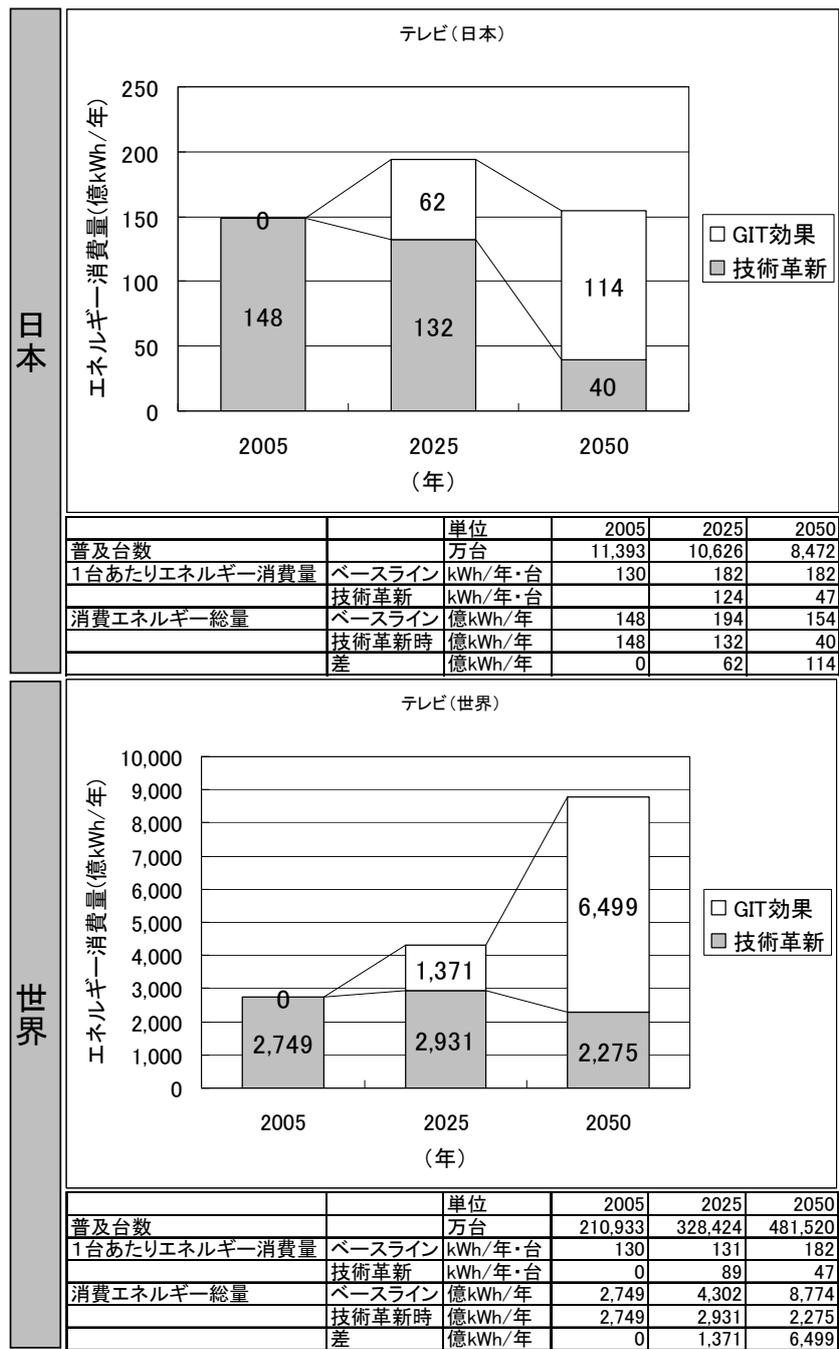


図 2.4-12 : テレビのエネルギー消費量・エネルギー削減効果予測結果

4.7 家庭用録画再生機器（DVD 等）

(1) 予測の前提条件

家庭用の動画の録画再生機は、現在の DVD や BD（ブルーレイディスク）再生機（以下、プレーヤー）、さらに、同時に HDD も内蔵している録画再生機（以下、レコーダー）の 2 つを対象として予測を行った。

録画再生機については、動画のソースのひとつである放送が将来どのような形態になっているか、光ディスクによるソフトのパッケージ販売がどの程度ネットワークに移行するのか、ネットワーク配信のうちストリーミングの役割がどの程度重要になっているか、などの要素により、将来の形態が左右される。ここでは、ローカルに動画を保存するニーズ、保存した動画を記録媒体に移して手渡しで移動させるニーズは将来も普遍と考え、家庭におけるホームサーバの役割を担っている機器を想定した⁵⁸。

動画の媒体のうち、光ディスクは現在 DVD から BD への移行が始まったところであるが、既に次世代の開発が進んでおり、2025 年に向けては次世代の光ディスクが登場すると予想される。その後 2050 年には、Solid State Disk (SSD) を用いた媒体によりデータの持ち運びが可能になると想定した。また、内臓の HDD も SSD への置き換えが進むほか、動画のデコード回路のエネルギー効率改善が進むことによるエネルギー効率向上が実現すると想定した。機器 1 台あたりのエネルギー消費量は、2025 年のレコーダーは技術ロードマップ⁵⁹から 25 kWh/年、プレーヤーは現在と同じで 6 kWh/年とした。2050 年にはさらに光ディスクが SSD に置き換わったと想定し、プレーヤーが 1 kWh/年、レコーダーが 23 kWh/年とした。

DVD プレーヤー・レコーダーの普及比率は、世界と日本で大きく異なる。日本ではプレーヤー・レコーダー全体のうち 80%をレコーダーが占めるのに対し、世界では DVD レコーダーの比率は 15%にとどまっている⁶⁰。これは、テレビや動画ソフトの視聴方法や入手方法が異なっているため今後とも同じ傾向が続くと考えられることから、プレーヤーとレコーダーの比率は、日本と世界のどちらでも今後とも変化しないと仮定した。

DVD プレーヤーと DVD レコーダーを合わせた録画再生機全体の世帯普及率は、現在約 60%であるが、VTR は 2003 年時点で世帯普及率が 80%を越えていた⁶¹。VTR の普及率が普及率 60%から約 10 年で 85%まで上昇したことを踏まえ、日本では 2025 年に世帯普及率が 100%に達すると仮定し、その後も（次世代機器への入れ替えはあるが）世帯普及率 100%の状態が維持されると仮定した。世界全体では今後世帯普及率が GDP に依存して増加していくとし、その上限は 1 世帯 1 台と仮定した。

さらに、録画再生機の使用時間は現在も将来も変わらず、省エネ法の基準で用いられている使用時間（1 日あたり平均 HDD 録画時間 2 時間、HDD 再生時間 1 時間、DVD 動作時

⁵⁸ グリーン IT 推進協議会, 2009 : 平成 20 年度技術検討委員会報告書

⁵⁹ グリーン IT 推進協議会, 2009 : 平成 20 年度技術検討委員会報告書

⁶⁰ 電子情報技術産業協会, 2008 : AV 主要品目世界需要予測～2012 年までの世界需要展望

⁶¹ 電子情報技術産業協会, 2008 : AV 主要品目世界需要予測～2012 年までの世界需要展望。内閣府, 各年版 : 消費動向調査

間 0.5 時間、待機時間 20.5 時間⁶²⁾ とした。

以上の予測にあたる前提のうち機器 1 台あたりの予測について、図 2.4-13 にまとめた。

(2) 予測結果まとめ

家庭用録画再生装置の将来予測結果を図 2.4-14 にまとめた。

日本では、現状のままでは 2025 年から 2050 年にかけてエネルギー消費量が 22 億 kWh/年から 19 億 kWh/年になるところ、エネルギー削減効果によって 2025 年に 59% (13 億 kWh/年)、2050 年に 68% (13 億 kWh/年) 抑制される。世界全体では、2025 年に 127 億 kWh/年、2050 年に 215 億 kWh/年となるところ、エネルギー削減効果によって 2025 年と 2050 年の伸びが、それぞれ 46% (59 億 kWh/年) と 70% (151 億 kWh/年) 抑制されている。

分類	1台あたり年間 電力消費量		前提		
	プレーヤー (kWh/年)	レコーダー (kWh/年)	プレーヤー	レコーダー	
2005年	ベース ライン	6	70	DVD - 消費電力:動作時10W、待機時0.1W - 週11時間再生	DVDとHDDの組み合わせ - 技術ロードマップ
				2025年	ベース ライン
2050年	技術革新	6	25	光ディスク - 消費電力:動作時10W、待機時0.1W - 週11時間再生	
	ベース ライン			6	70
2050年	技術革新	1	23		

図 2.4-13 : 家庭用録画再生機器の予測の前提

⁶²⁾ 省エネルギーセンター：省エネ性能カタログ 2008 年冬版

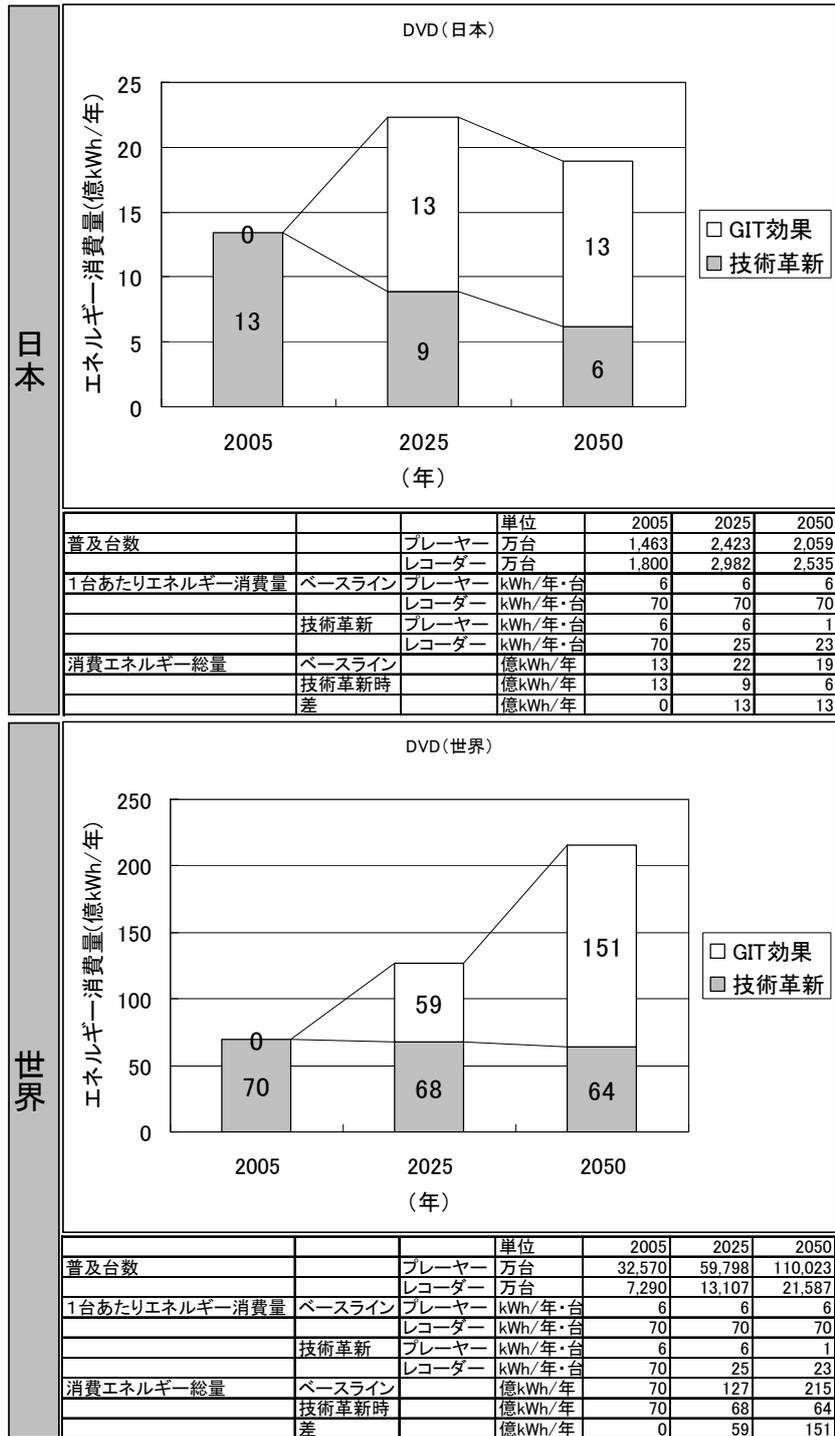


図 2.4-14 : 家庭用録画再生装置のエネルギー消費量・エネルギー削減効果予測結果

4.8 冷蔵庫

(1) 予測の前提条件

冷蔵庫はこれまでエネルギー効率が著しく向上しており、容量 1Lあたりの消費電力量は 2000 年から現在にかけておおよそ半減している⁶³。しかしその改善幅は近年縮小傾向にあり、理論的な限界のため今後の大幅なエネルギー効率向上は困難と認識されている。

冷蔵庫のエネルギー使用量に大きく影響するのはその容量である。現在日本では容量 300～400L の高付加価値型冷蔵庫が販売の中心となっている。海外では異なり、例えばヨーロッパでは容量が 200L 程度の中小型冷蔵庫、アメリカでは容量 500L 程度の大型冷蔵庫、東南アジアなどでは容量 100～200L 程度の小型冷蔵庫が主流となっている⁶⁴。

そこで、冷蔵庫の容量を次のとおり設定した：日本では 2005 年時点で容量 400L の冷蔵庫が主流であり、大型化のトレンドの一方で高齢化や世帯人員減少など小型化につながるトレンドも存在することから、平均的な容量は 2025 年に 400L、2050 年には 300L とした。日本以外の先進国では、同様の理由で 2005 年～2050 年の全ての期間で容量 300L が主流とした。一方、発展途上国では、2005 年時点で容量 200L の冷蔵庫が主流であるのに対し、2025 年・2050 年には大型化が進み容量 300L の冷蔵庫が主流となると仮定した。

また、2005 年の日本の冷蔵庫の普及数は、平均使用年数(10.4 年)⁶⁵分の出荷台数⁶⁶の累積から求めた。冷蔵庫の普及台数は世帯数との関連が深いと考えられるため、将来・世界の冷蔵庫普及率は GDP と冷蔵庫の世帯普及率の予測式から推定した。2005 年の日本の冷蔵庫普及台数は世帯数の約 1.3 倍であることから、日本・世界の両方で普及の上限は世帯数の 1.3 倍と仮定した。

冷蔵庫の将来の消費電力は、技術ロードマップ⁶⁷を参照した。2025 年には AFP が 2005 年比で約 60%になると予想されていること、その後理論的限界のためエネルギー効率向上が困難と考えられていることから、2005 年、2050 年のどちらも 2005 年比で 60%のエネルギー消費量とした。

以上の予測の前提を図 2.4-15 にまとめた。

⁶³ 資源エネルギー庁、省エネルギーセンター：2008 年冬版省エネ性能カタログ

⁶⁴ 省エネルギーセンター：省エネ法特定機器の国際競争力に関する調査報告書

⁶⁵ 内閣府、各年版：消費動向調査

⁶⁶ 日本電機工業会、2007：白物家電 7 品目の世界需要予測

⁶⁷ グリーン IT 推進協議会、2009：平成 20 年度技術検討委員会報告書

分類	1台あたり年間 電力消費量		前提		
	先進国 (kWh/年)	発展途上国 (kWh/年)	先進国(日本を含む)	発展途上国(主にアジア)	
2005年	ベース ライン	日本: 632 世界: 650	801	容量300L(日本のみ400L) - 過去11年の効率改善を考慮	容量200Lを仮定 - 特にアジア圏では冷蔵庫の用途が限定的で、小型が主流 - 過去11年の効率改善を考慮
		日本: 632 世界: 650	650	容量300Lを仮定(2005年時点の出荷品) - 日本は400L - 高齢化に伴う世帯人員により容積減少と想定	容量300Lを仮定(2005年時点の出荷品) - 用途・容量が変わらないと仮定した
2025年	ベース ライン	日本: 442 世界: 455	455	容量300Lを仮定 - 日本は400L - 消費電力が2005年時点の60%になると仮定	容量200Lを仮定 - 消費電力が2005年時点の60%になると仮定
	技術革新	日本: 442 世界: 455	455	容量300Lを仮定 - 日本は400L - 消費電力が2005年時点の60%になると仮定	容量200Lを仮定 - 消費電力が2005年時点の60%になると仮定
2050年	ベース ライン	650	650	容量300Lを仮定(2005年時点の出荷品) - 高齢化に伴う世帯人員により容積減少と想定	容量300Lを仮定(2005年時点の出荷品) - 用途・容量が変わらないと仮定した
	技術革新	390	390	容量300Lを仮定 - 消費電力が2005年時点の60%になると仮定	容量300Lを仮定 - 消費電力が2005年時点の60%になると仮定

図 2.4-15： 冷蔵庫の想定シナリオと1台あたりの消費電力量

(2) 予測結果まとめ

図 2.4-16 は、冷蔵庫の将来予測結果である。既述のとおり冷蔵庫は既に大幅なエネルギー効率向上を達成していることから、2005 年を起点とした結果に加え、2000 年を起点としたエネルギー削減効果を、参考のため併せて示した。

2005 年起点の結果においては、日本で 2005 年時点で 412 億 kWh/年の電力消費し、技術革新がない場合はほぼ横ばいから微減傾向であるのが、エネルギー削減効果によってさらに減少する結果となっている。日本では、現状のままでは 2025 年から 2050 年にかけてエネルギー消費量が 374 億 kWh/年から 327 億 kWh/年になるところ、エネルギー削減効果によって 2025 年に 30% (112 億 kWh/年)、2050 年に 40% (131 億 kWh/年) 抑制される。世界全体では、2025 年に 10620 億 kWh/年、2050 年に 17405 億 kWh/年となるところ、エネルギー削減効果によって 2025 年と 2050 年の伸びが、それぞれ 30% (3186 億 kWh/年) と 40% (6962 億 kWh/年)抑制されている。

なお、データの制約から詳細な検証は困難であるが、特に世界では現状エネルギー効率の悪い冷蔵庫の占める割合が高いと考えられることから、技術革新によるエネルギー使用量の削減量は予測値より上ぶれる可能性も考えられる。

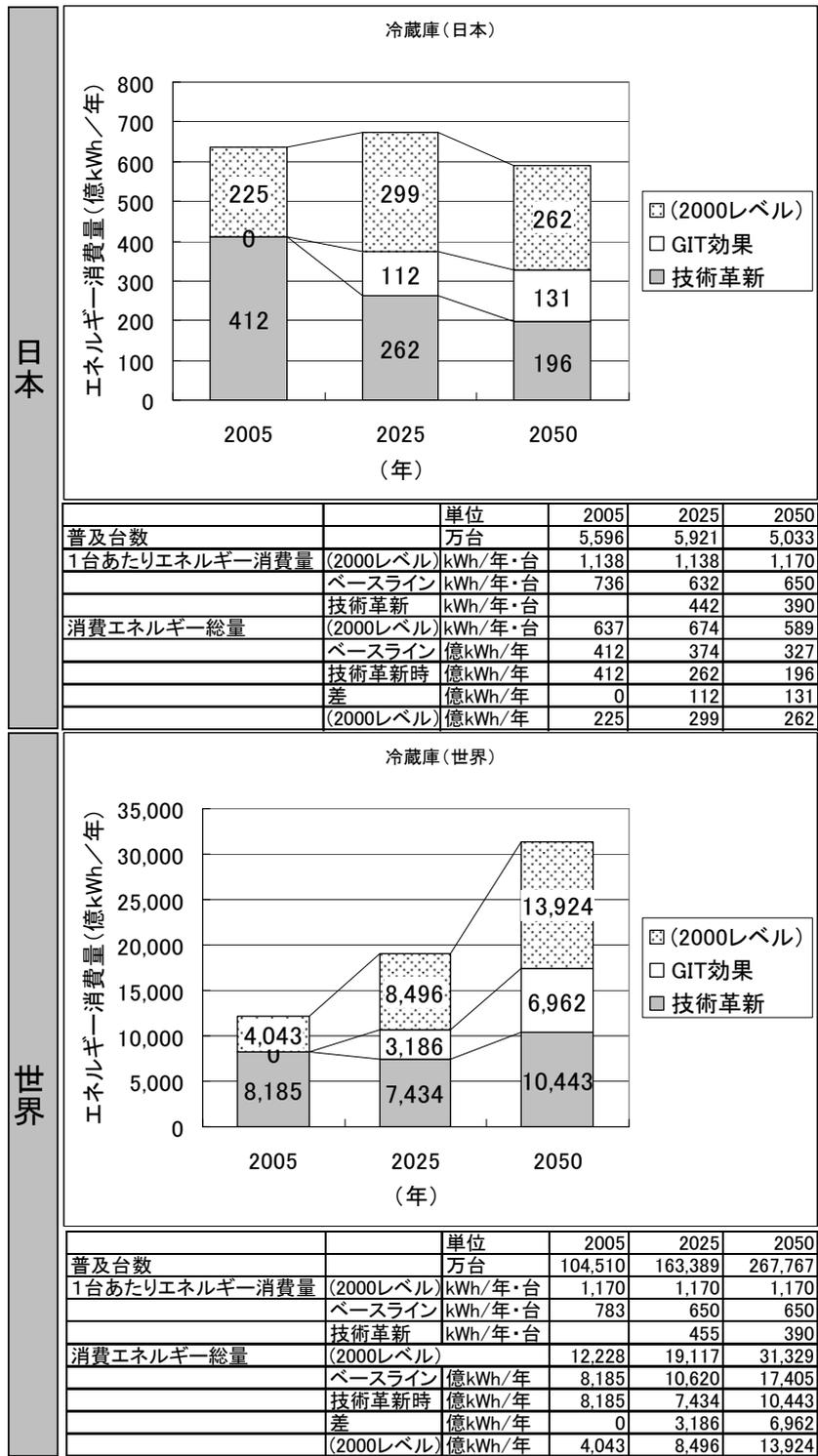


図 2.4-16 : 冷蔵庫のエネルギー消費量・エネルギー削減効果予測結果

4.9 照明機器

(1) 予測の前提条件

照明は国によって普及している光源や使用方法が大きく異なる。例えば日本ではエネルギー効率が高い蛍光灯の普及割合が高く、EU では白熱電球の比率が高い。また、日本と EU では一人あたりの光の量も異なっており、日本は EU よりも一人あたりの光束の量が約 40% 多いという特徴がある⁶⁸。

また、照明は、使用場所や用途によっても利用される器具や使用時間が異なる。家庭では、リビングで蛍光灯、廊下などで白熱電球と電球型蛍光灯 (CFL) が主に利用されている。オフィスでは主に蛍光灯と Hf 型蛍光灯が利用されており、一部点光源として白熱電球と CFL が使用されている。また店舗のうちスーパー等では蛍光灯と Hf 型蛍光灯、ブティックやデパートを中心に白熱電球、CFL、High Intensity Discharge (HID) ランプが利用されている。

今後、LED や有機 EL 照明の開発に伴い、将来的には照明の形態・用途が変化する可能性が考えられる。しかし、将来予測においては、それぞれの用途の割合は変わらず、新しい技術の光源への入れ替えが進むと仮定した。蛍光灯は通常のものから Hf 型蛍光灯への置き換えが進む。ただし、照明器具の置き換え工事が必要なため、入れ替えには建築物のリニューアル期間と同程度の時間 (約 30 年で一巡⁶⁹) がかかると考えられる。白熱電球は現在世界的に CFL への置き換えが進んでいることから、2025 年には全ての白熱電球が CFL へ置き換わると想定した。さらに、2050 年には LED の普及も始まり、CFL の半分が LED に置き換わると仮定した。HID ランプは今後も変わらず利用されるとした。

また、それぞれの機器の効率は、ロードマップ⁷⁰とエキスパートコメントから図 2.4-17 に示した消費電力の推移で改善されるとした。

あわせて、照明の制御による効率向上も考慮した。例えば、調光機能付きの照明器具を導入し照度をコントロールすれば、照明の電力使用量を抑えることが可能である。特に、照度センサーなどを用いた自動制御により、利便性を損なわずに照明の電力使用量を抑えることが可能になる。調光機能付きの照明機器導入により電力使用量が約 2 割削減されたとのアンケート結果⁷¹から、予測では、制御の効果により各機器で 2 割のエネルギー削減が実現するとした。

以上の前提を図 2.4-17 にまとめた。

⁶⁸ 日本電球工業会, 2008 : 照明における省エネ提案～地球温暖化防止のために～

⁶⁹ 環境省, 2003 : H16 年度地球温暖化対策技術検討会資料

⁷⁰ グリーン IT 推進協議会, 2009 : 平成 20 年度技術検討委員会報告書

⁷¹ 松下電器産業株式会社 システム創造研究所, 2008 : 家電省エネ効果推計報告書—冷蔵庫・エアコン・テレビ・照明—

使用場所	用途	使用される機器と消費電力(ノ削減効果)ノ普及割合(ストック)						
		2005年、ベースライン(2025、2050)		2025年(技術革新)		2050年(技術革新)		
器具	家庭	面光源(リビングなど)	蛍光灯(66W ¹⁾	80%	蛍光灯(66W)	50%	Hf型蛍光灯(53W)	100%
			Hf型蛍光灯(53W ²⁾	20%	Hf型蛍光灯(53W)	50%		
	(トイレ、階段、スタンドなど)	点光源	白熱電球(60W)	50%	CFL(12W)	100%	CFL(12W)	50%
			CFL(12W ³⁾	50%			LED(ダウンライト; 8W)	50%
	オフィス	面光源(執務スペース)	蛍光灯(40W)	50%	Hf型蛍光灯(32W)	100%	Hf型蛍光灯(32W)	100%
			Hf型蛍光灯(32W)	50%				
店舗	面光源(スーパーなど)	点光源(ダウンライトなど)	白熱電球(60W)	50%	CFL(12W)	100%	CFL(12W)	50%
			CFL(12W)	50%			LED(ダウンライト; 8W)	50%
制御	家庭	点光源(ブティック、デパートなど)	蛍光灯(40W)	50%	Hf型蛍光灯(32W)	100%	Hf型蛍光灯(32W)	100%
			Hf型蛍光灯(32W)	50%				
制御	オフィス・店舗	点光源(ブティック、デパートなど)	白熱電球(60W)	15%	CFL(60W) (日/世依存)		CFL(60W) (日/世依存)	
			CFL(12W)	80%	HID(70W) (日/世依存)		HID(70W) (日/世依存)	
			HID(70W)	5%				
			削減効果20%	0%	削減効果20%	30%	削減効果20%	30%
			削減効果20%	0%	削減効果20%	50%	削減効果20%	50%

図 2.4-17 : 照明の想定シナリオと普及割合

また、国別の照明方式の差異も考慮した。日本と EU の一人あたりの光源数を比較すると、日本では蛍光灯の比率が高いのに対し、EU では点光源（現在のところ白熱電球）の比率が高い。世界の照明の状況に関する十分な統計を入手するのが難しいことから、統計が利用可能な EU の光源の割合⁷²を 2005 年時点の世界の平均像とし、それぞれ家庭・オフィス・店舗での一人あたりの照明数を設定した（表 2.4-2）。

表 2.4-2 : 場所別・用途別の一人あたり照明数設定

場所	用途	日本 (台/人)	世界平均 (台/人)
家庭	リビング等	2.7	1.1
	廊下等	0.8	2.2
オフィス	執務スペース	21	8.7
	廊下等	3.6	9.7
店舗	スーパー等	11	4.5
	デパート等	1.9	5.1
	デパート等(HID)	0.99	1.4

照明の普及数は、表 2.4-2 の 1 人あたり照明数と、各国の人口・オフィス従業員数・店舗従業員数を用いて予測した。オフィスと店舗の従業員数は付録 A.1 の方法で予測をおこなった。また、国別の照明数推定においては、表 2.4-2 の照明数に係数をかけ、GDP と照明普

⁷² 日本電球工業会, 2008 : 照明における省エネ提案～地球温暖化防止のために～

及数の相関を考慮した。

照明の使用時間は使用場所、用途によって異なることから、各使用場所の照明の使用時間を図 2.4-18 のとおり設定した。

場面	照明器具	日本	世界
家庭	蛍光灯 Hf型蛍光灯	リビング等 365日/年 5.5h/日 ²	リビング等 365日/年 5.5h/日
	白熱電球 CFL、LED	廊下等 365日/年 1h/日	リビング/ 廊下等 365日/年 2.6h/日 ¹
オフィス	蛍光灯、Hf型 白熱電球、CFL、LED	就業時間 290日/年 12h/日	就業時間 290日/年 12h/日
店舗	蛍光灯、Hf型 白熱電球、CFL、LED HID	開店・ 準備中 290日/年 10h/日	開店・ 準備中 290日/年 10h/日

図 2.4-18 : 使用場所別照明使用時間

(2) 予測結果まとめ

以上の予測結果を図 2.4-19 に示した。

日本では、現状のままでは 2025 年から 2050 年にかけてエネルギー消費量が 1645 億 kWh/年から 1442 億 kWh/年になるところ、エネルギー削減効果によって 2025 年に 24% (413 億 kWh/年)、2050 年に 35% (508 億 kWh/年) エネルギー消費量が抑制される。世界全体では、2025 年に 17660 億 kWh/年、2050 年に 31409 億 kWh/年になるところ、エネルギー削減効果によって 2025 年と 2050 年の伸びが、それぞれ 42% (7342 億 kWh/年) と 52% (16311 億 kWh/年) 抑制されている。

蛍光灯が既に普及している日本では、照明器具の発光効率向上のみでは 2025 年に削減効果は小さく約 2 割程度、一方白熱電球の比率が高い世界では約 3 割程度の削減効果が期待できる。さらに、照明機器に調光などの制御機能を追加することで、エネルギー使用量の削減を期待することができる。制御機能は器具の入れ替えが必要なため、普及には一定の時間が必要と考えられるが、2050 年には広く普及しエネルギー効率向上に寄与すると考えられる。

また、今回の結果では直接考慮していないが、照明の IT による制御には更なる可能性も考えられる。例えば LED は光の利用効率を高めることが容易であることから、LED の普及に伴い、制御によるエネルギー削減効果が今回の予測より拡大する可能性が考えられている。

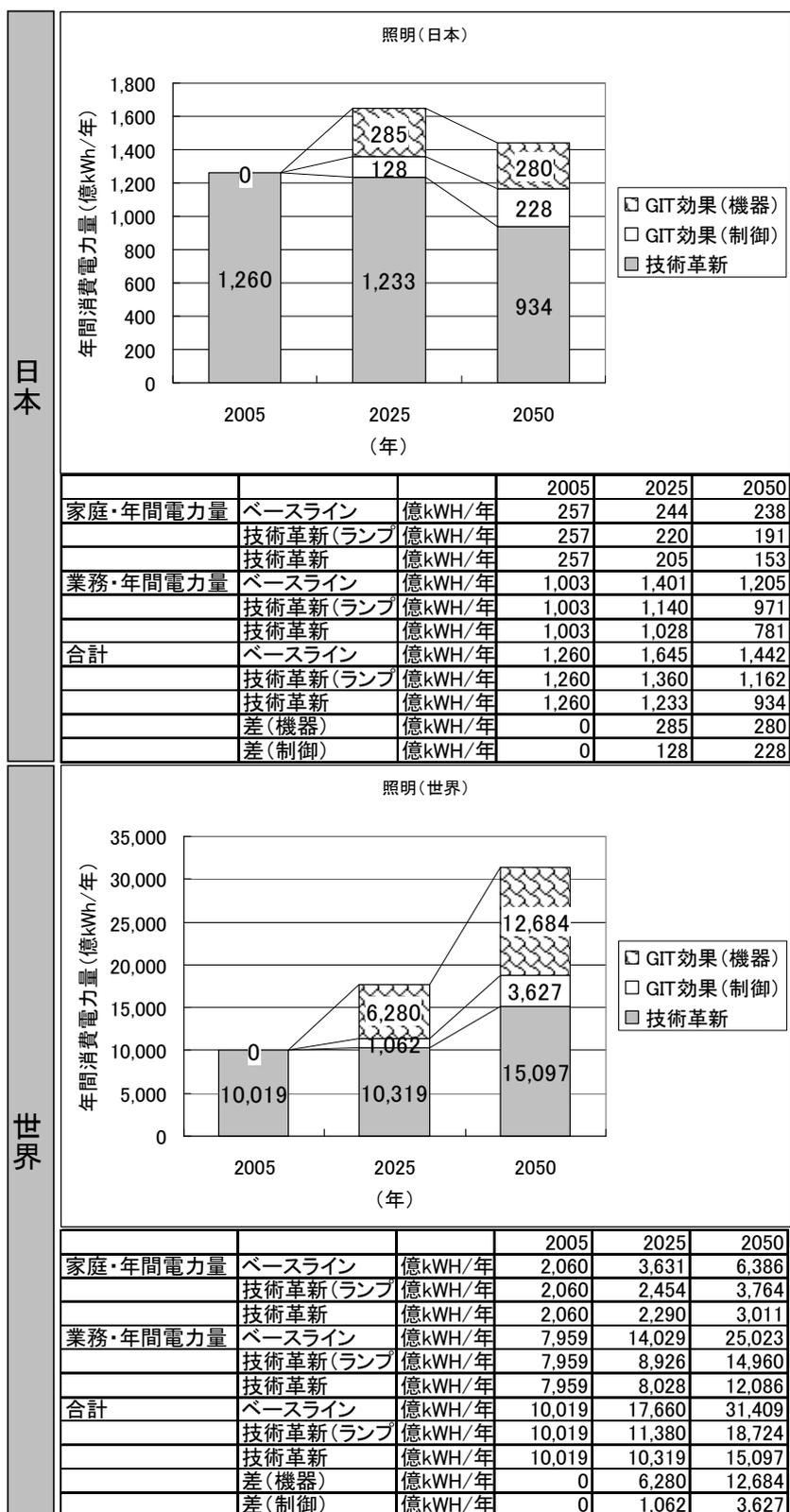


図 2.4-19 : 照明のエネルギー消費量・エネルギー削減効果予測結果

4.10 エアコン

(1) 予測の前提条件

エアコンに代表される空調は、電気を利用したもの、ガスを利用したものなど、家庭用も業務用も種類が多岐に分かれる。その全てを対象とすることは困難であるため、ここでは家庭用としてルームエアコン、業務用としてパッケージエアコンとマルチエアコンを対象とした。特に業務用においては、これら以外にも、チリングユニット式の空調、ターボ冷凍機、ガス式空調など多くの方式が存在しており、今回対象としているのは空調全体の一部である。

製品のシナリオとして、家庭向けルームエアコンは6~8畳を対象とする冷房能力2.8kWの機器、パッケージエアコンは冷房能力を12.5kWの機器を想定した⁷³。

冷蔵庫と同様、エアコンも、これまでエネルギー効率が改善されてきている一方で、理論的な限界から今後の大幅な機器の効率向上は基礎的な原理に大幅な革新がない限り難しいと考えられている。そこで、技術ロードマップ⁷⁴から、エアコン1台あたりの消費電力は、2025年2050年共に2005年比80%となるとした。ベースラインについては2005年時点の製品が市場に普及したときと考えた。

また、エアコンの普及数は、家庭用と業務用の合計について、GDPから普及率を予測する予測式を用いた。これは、家庭用と業務用の比率が国によって異なるためである。最大の普及数は1人1台としたが、北海道など普及率が低い地域がある日本では普及率90%を最大の普及率とした。また、世界の中にはエアコンの普及率が低い国が存在する。現状の出荷台数⁷⁵を参照し、ヨーロッパの北部やカナダでは一人あたり普及率が最大5%に限られると仮定した。

家庭用エアコンと業務用エアコンの比は、世界平均では4:1だが、国によって異なっている(例えば日本では9:1⁷⁶)。そこで、比率のデータが利用可能な国については将来も2005年と同じ比率と仮定し、データが利用できない国については世界平均の値を仮定した。

また、気候や文化の違いによってエアコンの使用期間は異なるため、1年のうちでの使用時期は国によって別々に設定した(図2.4-20)。

⁷³ 資源エネルギー庁、省エネルギーセンター、2008年冬版省エネ性能カタログ

⁷⁴ グリーンIT推進協議会、2009：平成20年度技術検討委員会報告書

⁷⁵ 日本冷凍空調工業会、2008：統計データ(http://www.jraia.or.jp/frameset_statistic.html)。日本電機工業会、2007：白物家電7品目の世界需要予測

⁷⁶ 日本冷凍空調工業会、2008：統計データ(http://www.jraia.or.jp/frameset_statistic.html)

	年間使用期間 (ヶ月/年)		該当地域・国
	冷房	暖房	
冷房+暖房 地域	3	3	日本、アメリカ、韓国、中国 など
高緯度/ 利用習慣なし	1	0	ヨーロッパ北部(フランス、イギリス、ドイツなど)、 カナダ など
中緯度	3	0	ヨーロッパ南部(スペイン、イタリアなど)、ロシア、 オーストラリア、アフリカ・南アメリカの中緯度地域 など
低緯度/ 高湿度	11	0	東南アジア、インド、中東、アフリカ・南アメリカの低 緯度地域 など

図 2.4-20 : 国別のエアコン使用期間設定

使用時期の1日あたり使用時間は、家庭では冷房が1日6.5時間、暖房が5.5時間とした。業務用エアコンの使用時間は、オフィス・学校・店舗などの平均的な値と考え、1日10時間で週5日稼働とした。さらに、家庭においてはエアコンの使用は平均世帯人員に依存すると考えられることから、平均世帯人員の関数であるエネルギー利用の効率係数を考慮した。

今回の予測では考慮していないが、家庭においては、今後家の断熱性能が向上することでエアコンの負荷が減少することが見込まれている。また、使用動向が変化し使用時間が増加する可能性も考えられるが、こちらも今回の予測では2005年と変わらないと仮定した。

エアコンの想定シナリオを図 2.4-21 にまとめた。

分類		消費電力		前提	
		ルーム (W)	パッケージ (W)	ルームエアコン	パッケージエアコン
2005年	ベース ライン	冷: 673 暖: 742	冷: 4484 暖: 4089	冷房能力2.8kWのルームエアコン - 過去10.5年のストック	冷房能力12.5kWのパッケージエアコン - 過去10.5年のストック
	2025年	冷: 459 暖: 540	冷: 3060 暖: 2975	冷房能力2.8kWのルームエアコン - 2005年時点の出荷品	冷房能力12.5kWのパッケージエアコン - 2005年時点の出荷品
2050年	技術革新	冷: 471 暖: 519	冷: 3139 暖: 2862	冷房能力2.8kWのルームエアコン - 電力消費量が2005年の20%削減 - 10.5年のストック	冷房能力12.5kWのパッケージエアコン - 電力消費量が2005年の20%削減 - 10.5年のストック
	ベース ライン	冷: 540 暖: 635	冷: 3600 暖: 3500	冷房能力2.8kWのルームエアコン - 2005年時点の出荷品	冷房能力12.5kWのパッケージエアコン - 2005年時点の出荷品
2050年	技術革新	冷: 432 暖: 508	冷: 2880 暖: 2800	冷房能力2.8kWのルームエアコン - 電力消費量が2005年の20%削減 - 10.5年のストック	冷房能力12.5kWのパッケージエアコン - 電力消費量が2005年の20%削減 - 10.5年のストック

図 2.4-21 : エアコンの予測の前提

(2) 予測結果まとめ

以上の結果得られた予測結果を図 2.4-22 に示す。

日本では、現状のままでは 2025 年から 2050 年にかけてエネルギー消費量が 876 億 kWh/年から 744 億 kWh/年になるところ、エネルギー削減効果によって 2025 年に 15% (131 億 kWh/年)、2050 年に 20% (149 億 kWh/年) 抑制される。世界全体では、2025 年に 15187 億 kWh/年、2050 年に 27607 億 kWh/年になるところ、エネルギー削減効果によって 2025 年と 2050 年の伸びが、それぞれ 15% (2278 億 kWh/年) と 20% (5521 億 kWh/年) 抑制されている。

今後海外（特に東南アジア）では爆発的にエアコンが普及していくと予想されており、高効率の機器を普及することが必要と考えられる。

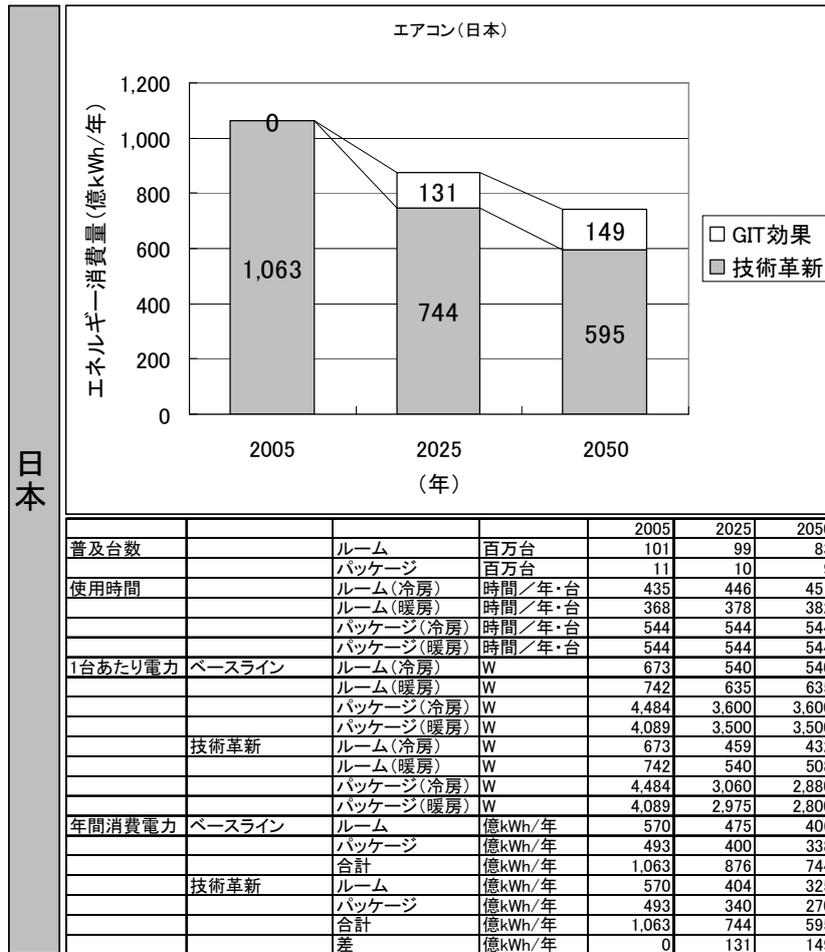


図 2.4-22 : エアコンのエネルギー消費量・削減効果予測 (次ページへ続く)

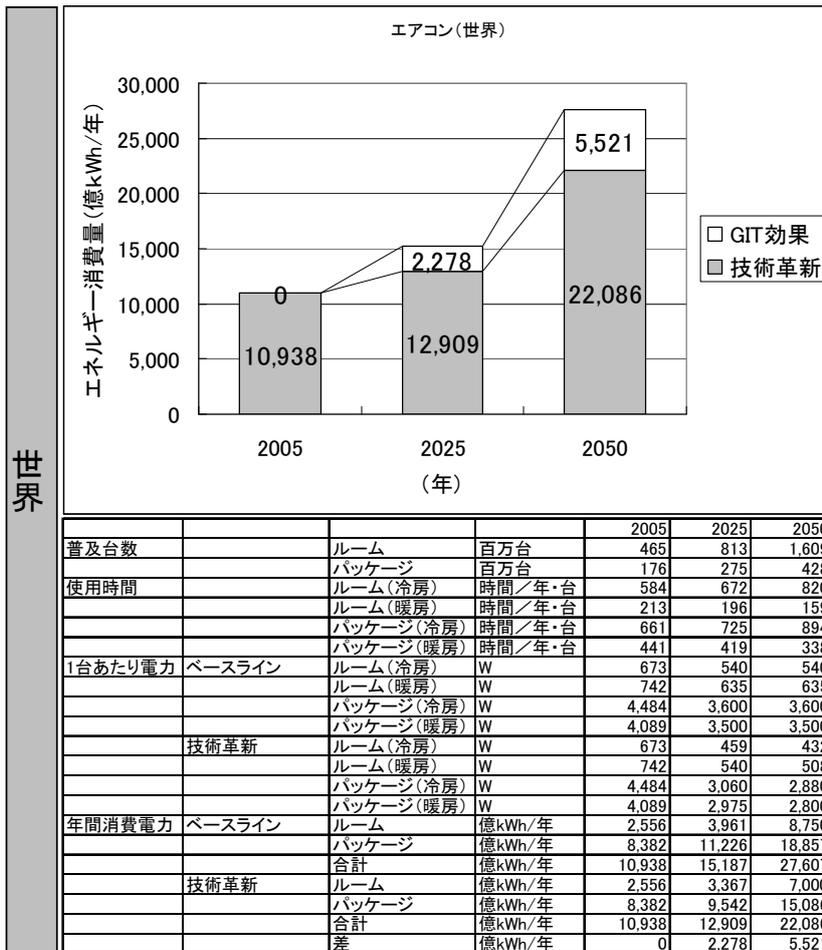


図 2.4-22 : 続き

5. エネルギー削減効果予測まとめ

ここでは、これまでに示した 10 品目の予測結果に対して、(1) 予測の不確実性と(2) 2020 年の電力消費量の 2 点を検討すると共に、全体の結果をとりまとめた。

(1) 予測の不確実性検討

まず、予測の不確実性を検討するため、普及台数と機器 1 台あたりの消費電力の増加率が異なる 3 つのシナリオ (A~C) の結果から、予測の幅を示した。

予測に用いる普及台数は、その推定値に誤差が生じうる。普及台数誤差をもたらす要因の 1 つとして、GDP から普及率を求める予測式の現実データに対するずれがある。例えば、PC の予測式 (図 2.3-3) では、現実の普及率データが予測式を示す直線の周りにばらついて分布しており、図に示した直線よりも、より傾きが大きい (または小さい) 直線の方が予測式として適している可能性が考えられる。そこで、現実データに対して最小二乗近似で求めた直線をシナリオ B、推定普及率が高い直線をシナリオ A、推定普及率が低い直線をシナリオ C で考慮した。他の機器についても、フィッティングから求められる予測式をシナリオ B、より普及率が高い予測式をシナリオ A、より普及率が低い予測式をシナリオ C で用いた (普及曲線は付録 A.2 参照)。同様に、オフィス就業者数についても推定曲線の幅を考えたほか、ストレージでは、サーバ 1 台あたりのストレージ数も変化させた (表 2.5-1)。

また、1 台あたりの消費電力の推定にも誤差が生じうる。将来の消費電力の伸び率推定に用いる過去のトレンドは、限られたサンプルから推定したものであるため、現実との誤差が生じうる。より消費電力の伸び率が高いシナリオ、中間的な伸び率のシナリオ、伸び率が低いシナリオを、それぞれシナリオ A、B、C で採用した。

(2) 2020 年の電力消費量予測

2020 年は、CO₂ 排出削減を検討するうえで、中期的に重要なマイルストーンである。そこで、2005 年・2025 年・2050 年の結果を用いて 2020 年の電力消費量とエネルギー削減効果を追加で推定した。推定は、両端の 2 次導関数をゼロとした 3 次スプライン補間を 2005 年、2025 年、2050 年の電力消費量予測値に適用することでおこなった。予測結果は図 2.5-1 ~2.5-8 に示すと共に、表 2.5-2 にとりまとめた。また、CO₂ 削減量に換算した結果を表 2.5-3 にまとめた。

表 2.5-1 : 不確実性検討のために設定した複数のシナリオ設定内容

		シナリオA	シナリオB	シナリオC
		普及率高 電力増加率高	普及率中 電力増加率中	普及率小 電力増加率小
PC	普及率 ⁷⁷	高	中	低
サーバ	普及率	高	中	低
	ボリュームサーバ の1台の消費電力 増加幅	2.5%	1.5%	0.75%
	ボリュームサーバ 以外の1台の消費 電力増加幅	6%	3%	1.5%
ストレージ	1台あたり消費電 力増加幅	6%	3%	1.5%
	普及数(PC・サー バ普及数)	高	中	低
	サーバ1台に対す るストレージ台数	2025年： 7.3台/サー バ1台 2050年： 15台/サー バ1台	2025年： 5.3台/サー バ1台 2050年： 10台/サー バ1台	2025年： 3.3台/サーバ1 台 2050年： 5.8台/サーバ1 台

・次頁に続く

⁷⁷ 詳細は付録 A.2 を参照

・前頁の続き

		シナリオA	シナリオB	シナリオC
ルータ	普及率	高	中	低
	普及型ルータの 1台あたり消費 量増加幅	2005年～2025年 5% 2025年～2050年 2.5%	2005年～2025年 3% 2025年～2050年 1.5%	2005年～2025年 1.5% 2025年～2050年 0.75%
	ハイエンドルー タの1台あたり 消費電力増加幅	2005年～2025年 30% 2025年～2050年 15%	2005年～2025年 25% 2025年～2050年 12.5%	2005年～2025年 20% 2025年～2050年 10%
ディスプ レイ	普及数 (=デス クトップ PC 普 及数)	高	中	低
テレビ	幅の設定なし			
家庭用録 画再生機 器 (DVD 等)	普及率	高	中	低
照明機器	普及率	高	高	低
冷蔵庫	幅の設定なし			
エアコン	普及率	高	中	低

図 2.5-1 は、対象 10 品目について合計したエネルギー消費量とエネルギー削減効果の合計値である。IT 機器の環境負荷には IT 機器を動作するために必要なファシリティ（電源・空調など）によるものも含むと考え、業務用途の多いサーバ・ストレージ・ルータについてはファシリティの寄与も考慮した。2005 年、2025 年、2050 年の Power Usage Effectiveness (PUE) をそれぞれ 1.9、1.8、1.7 とし、その分のエネルギー消費量とエネルギー削減効果を IT 機器単体の効果に追加した⁷⁸。

日本においては、10 品目の機器による 2005 年時点のエネルギー消費量は約 3,300 億 kWh/年だが、このままの状態では、2025 年には約 4,500~5,000 億 kWh/年（約 4,900 億 kWh/年）に増加する。それが、技術革新によって、2025 年時点でこのうち約 1,200~1,700 億 kWh/年（約 1,400 億 kWh/年）が削減されるという結果になる。世界全体ではエネルギー消費量の増加はさらに速く、2005 年時点で約 3.1~4.2 兆 kWh/年（約 3.7 兆 kWh/年）、2025 年時点では約 6.0~8.5 兆 kWh/年（約 7.1 兆 kWh/年）となる。これが、技術革新によって、2025 年時点でこのうち約 1.8~2.9 兆 kWh/年（約 2.4 兆 kWh/年）が抑制されるという結果になる。（括弧内はシナリオ B）

以上を CO₂ 排出量に換算⁷⁹すると、日本では 2025 年時点で 0.9~2.0 億 t-CO₂ に増加するところ 0.2~0.7 億 t-CO₂ の削減が期待され、世界全体では 12.0~34.0 億 t-CO₂ のうち 3.6~11.6 億 t-CO₂ の排出抑制が期待される。

⁷⁸ ファシリティの空調の寄与がエレクトロニクス機器の「エアコン」と一部重複するが、業務用エアコンがデータセンタで使用されている比率は小さいと考えた。

⁷⁹ 将来の不確実性を考慮し、換算係数を 0.2~0.4 [kgCO₂/kWh] とした。

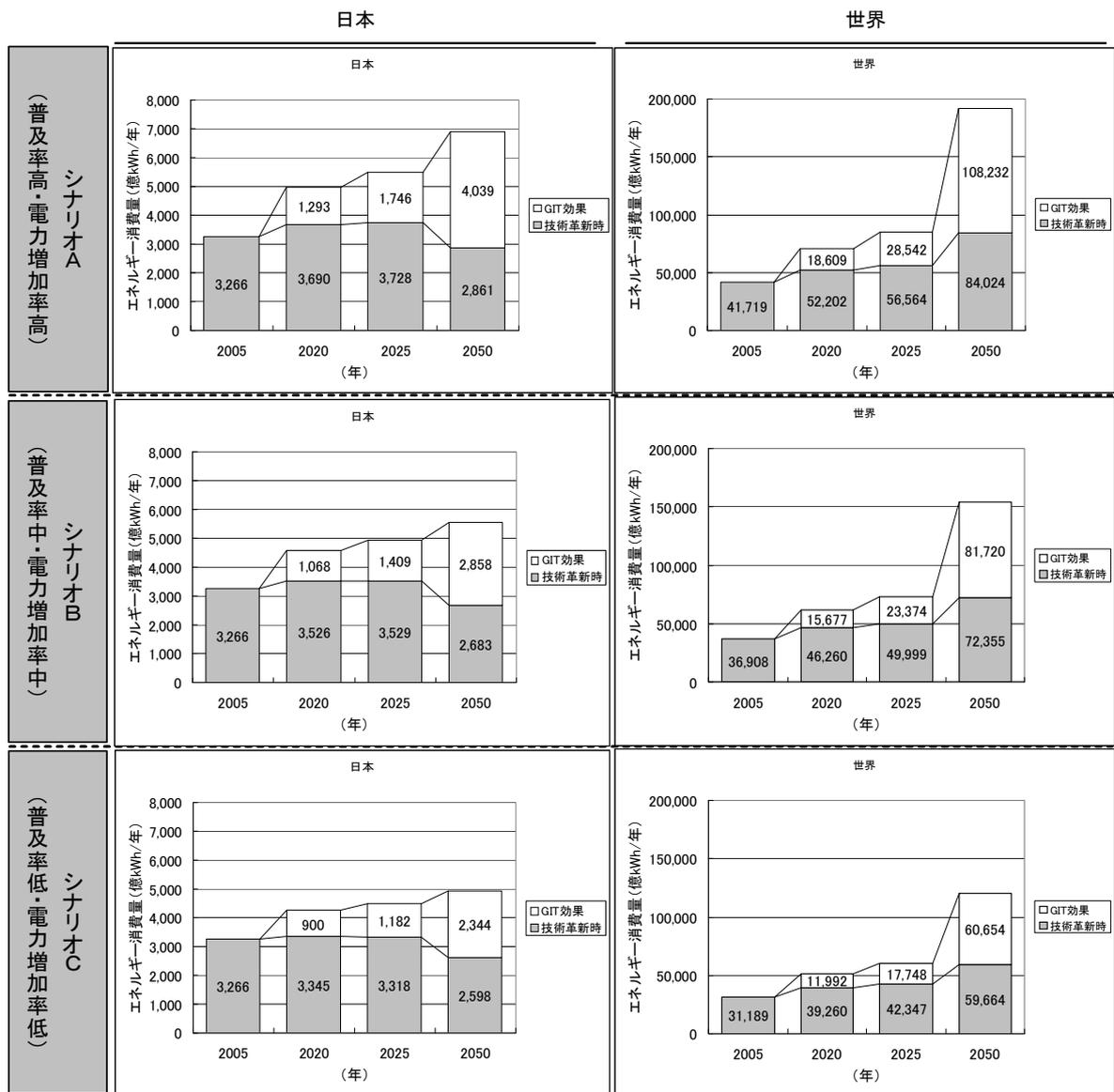


図 2.5-1 : 10 品目のエネルギー使用量とエネルギー削減効果
(ファシリティの寄与を含む。再掲)

さらに、10 品目のうちからエネルギー消費の伸び率が高いテレビと IT 機器 5 品目を抽出したのが図 2.5-2 (日本の結果) である。これらの製品は、合計の電力消費量が 2005 年の約 510 億 kWh/年から 2025 年の約 1,570~2,550 億 kWh/年 (約 2,000 億 kWh/年) へ約 4 倍になると予想されており、現在のエネルギー消費量は相対的に小さいが、今後技術開発の取り組みが進まない場合エネルギー消費量が急激に伸びることが懸念される、省エネルギーの技術開発に注力することで、そのエネルギー使用量の伸びを約 510~1,100 億 kWh/年 (約 740 億 kWh/年) 抑えることが可能になると考えられる。

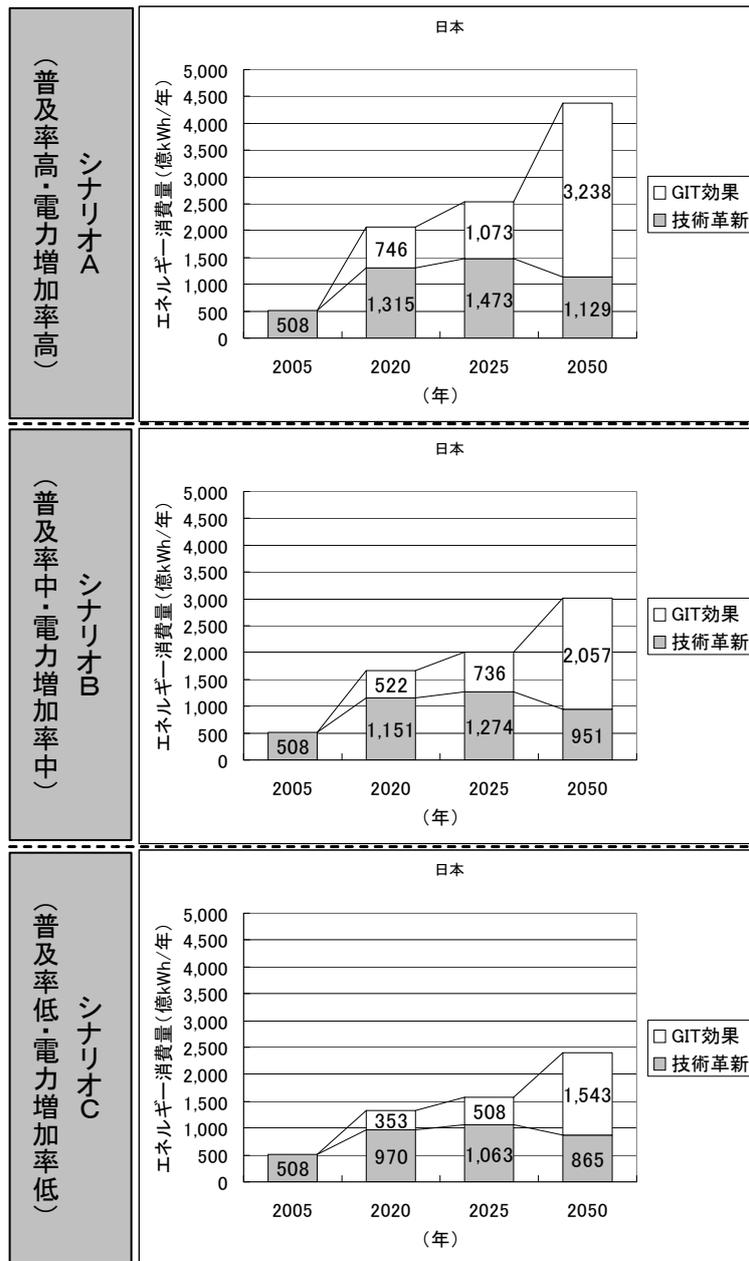


図 2.5-2 : テレビ・IT機器のエネルギー消費量、エネルギー削減効果予測
(ファシリティの寄与を含む。再掲)

次に、製品ごとの2005年～2050年の結果（ファシリティの寄与は含めない機器単体の結果）の比較を図2.5-3から図2.5-10に示した。

図2.5-3、図2.5-5、図2.5-7はIT機器、図2.5-4、図2.5-6、図2.5-8はエレクトロニクス機器の予測結果である。それぞれ、シナリオA、B、Cの結果を示した。各図の左に日本、右に世界の結果を示した。また、IT機器と合わせて、ファシリティ部分も含めたデータセンタの予測値（第3部からの引用）も併せて示した。製品別に見ると、IT機器では、特にルータ、ストレージのエネルギー消費量の伸び率が大きく、日本では2品目の合計が2005年の約110億kWh/年から2025年に約800億kWh/年となり、世界では2005年の約1,700億kWh/年から2025年には約1.2兆kWh/年となる。それに対し、技術革新が進んだ場合のエネルギー削減効果もやはり大きく、日本で約60%のエネルギー削減効果が期待される。

また、日本では、2005年時点で照明・冷蔵庫などのエレクトロニクス機器のエネルギー消費量が多いが、エネルギー削減量に注目すると、照明やエアコンでは既に省エネ性能向上が進んでいるため、エネルギー削減の余地は相対的に少ない。これらの機器で大幅なエネルギー効率化を実現するためには、それぞれの基礎的な原理の革新など、不連続な技術上のブレークスルーが必要というのがエキスパートの見方である。ただし、世界全体では照明の白熱電灯など効率の低い機器が用いられていることから、効率の高い機器の普及を図ることでエネルギー消費量を削減する余地は大きいと考えられる。

また、シナリオBにおいて、日本の結果を家庭部門と業務部門に配分したものが、図2.5-9と図2.5-10である（ファシリティの寄与をのぞく）。家庭部門と業務部門でエネルギー消費量の多い機器が異なり、家庭部門ではエレクトロニクス機器が重要であるのに対し、業務部門では照明、空調、IT機器のエネルギー消費量が重要である。2025年と2050年のエネルギー削減効果は、家庭部門で約300億kWh/年と約420億kWh/年、業務部門で約850億kWh/年と1,400億kWh/年と考えられる。

以上をまとめると、IT・エレクトロニクス機器全体で、2025年には約30%のエネルギー削減効果が期待できる中で、日本では特にIT機器のエネルギー消費量の伸びとエネルギー削減効果が大きい。また、世界全体では普及率上昇に伴うエネルギー消費量の増大はIT機器とエレクトロニクス機器の両方で重要であるといえる。

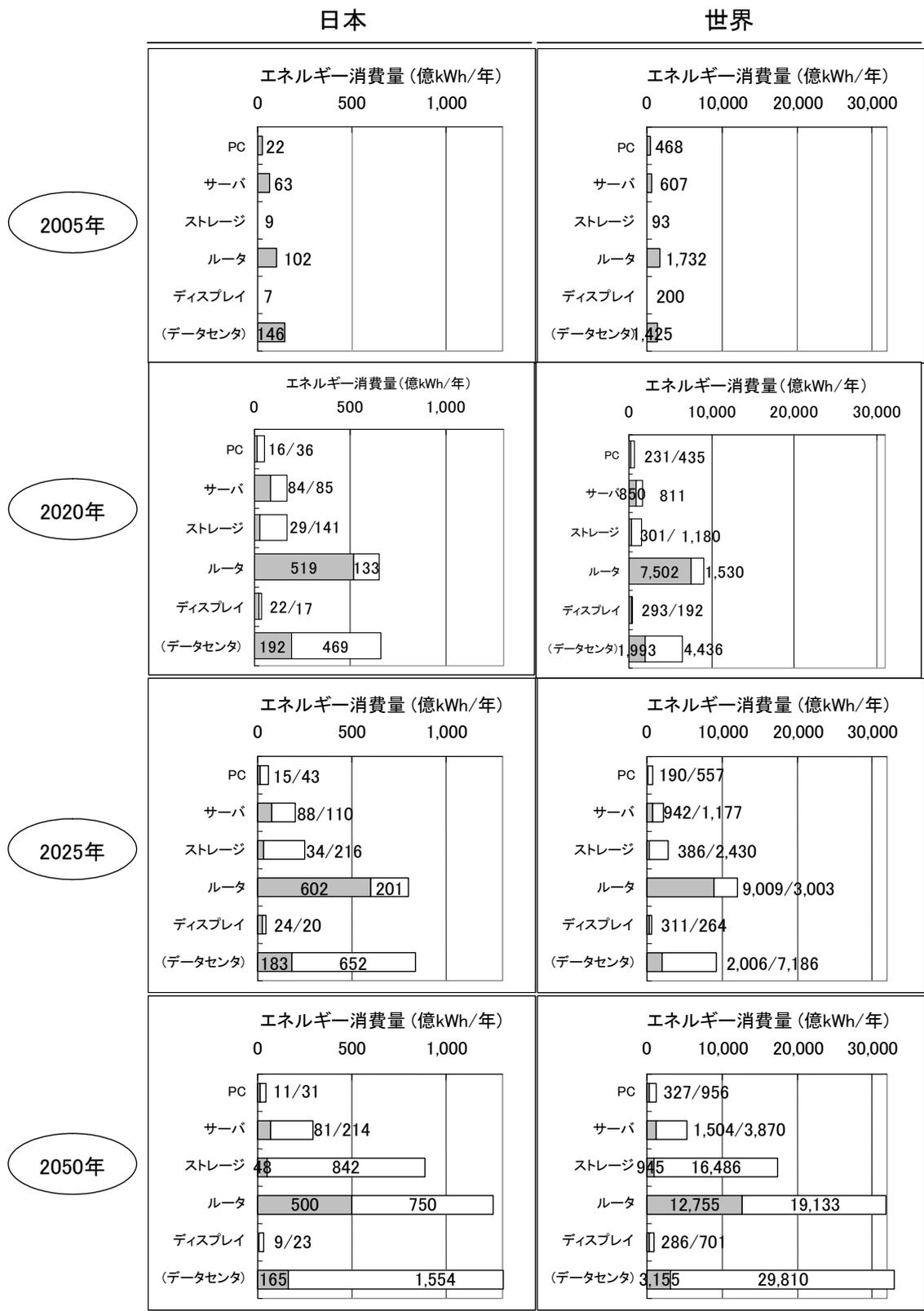


図 2.5-3 : IT 機器製品別のエネルギー消費量・エネルギー削減効果
(シナリオA ; 普及率高・電力増加率高)

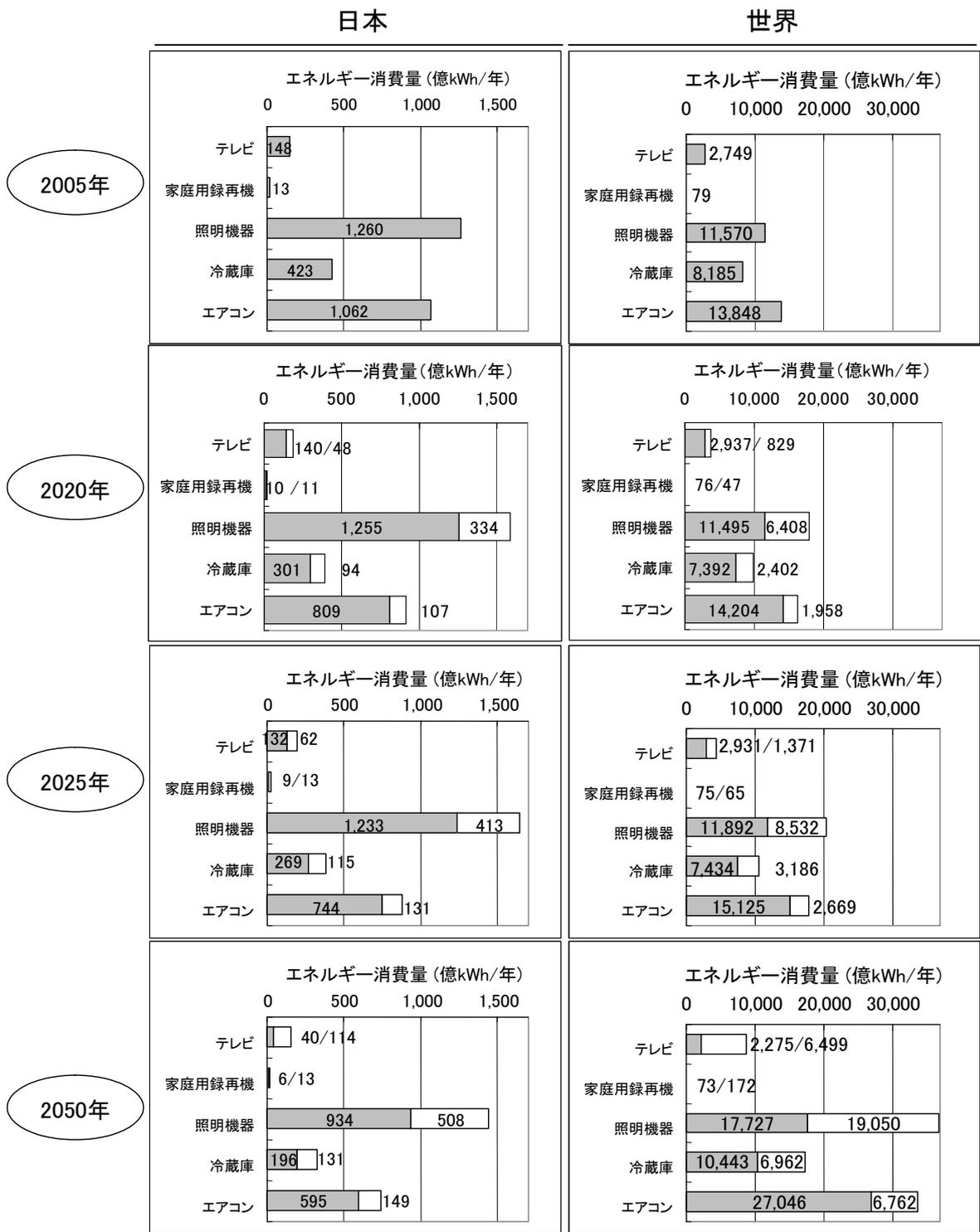


図 2.5-4 : エレクトロニクス機器製品別のエネルギー消費量・エネルギー削減効果
(シナリオA ; 普及率高・電力増加率高)

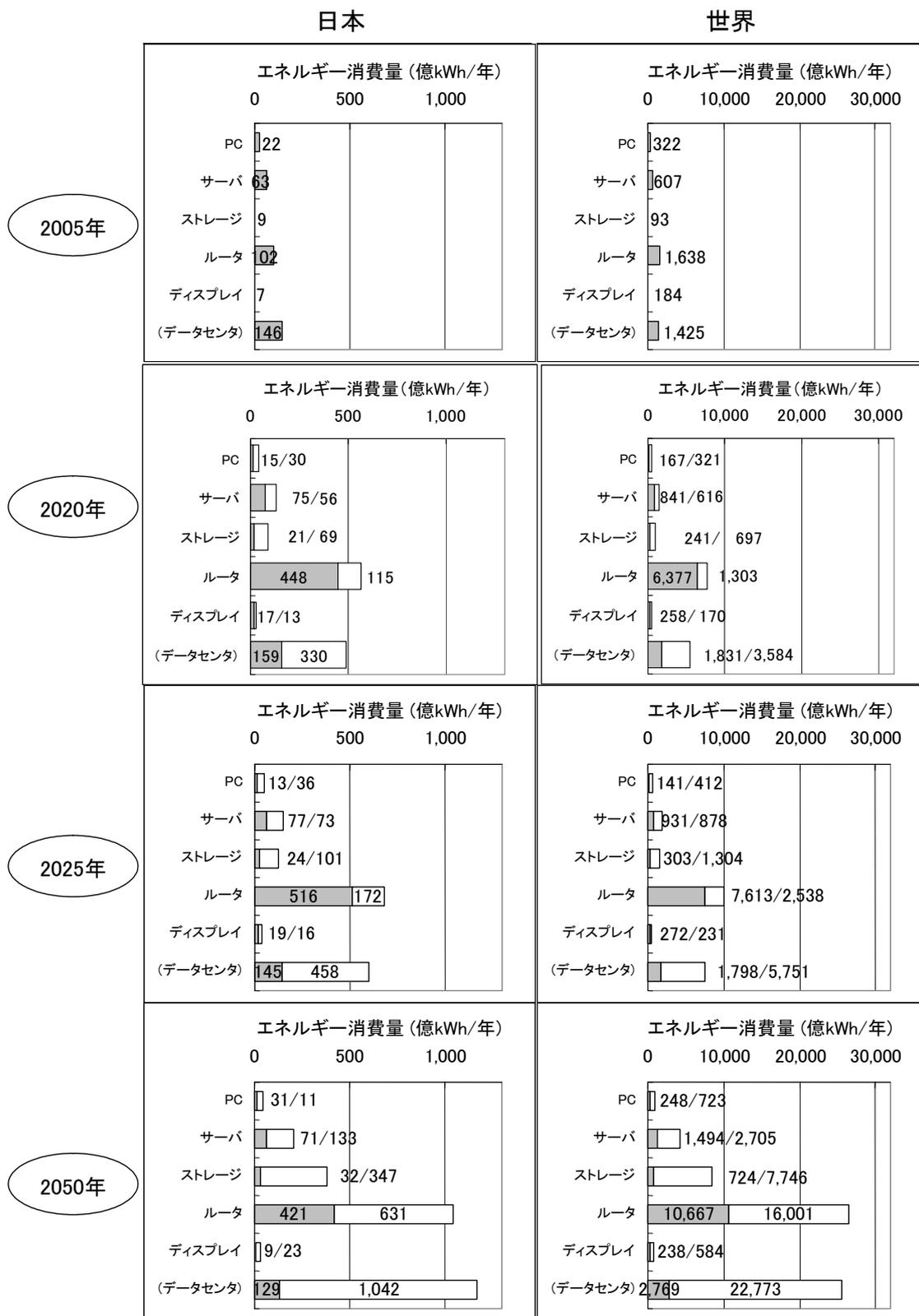


図 2.5-5 : IT 機器製品別のエネルギー消費量・エネルギー削減効果
(シナリオB ; 普及率中・電力増加率中)

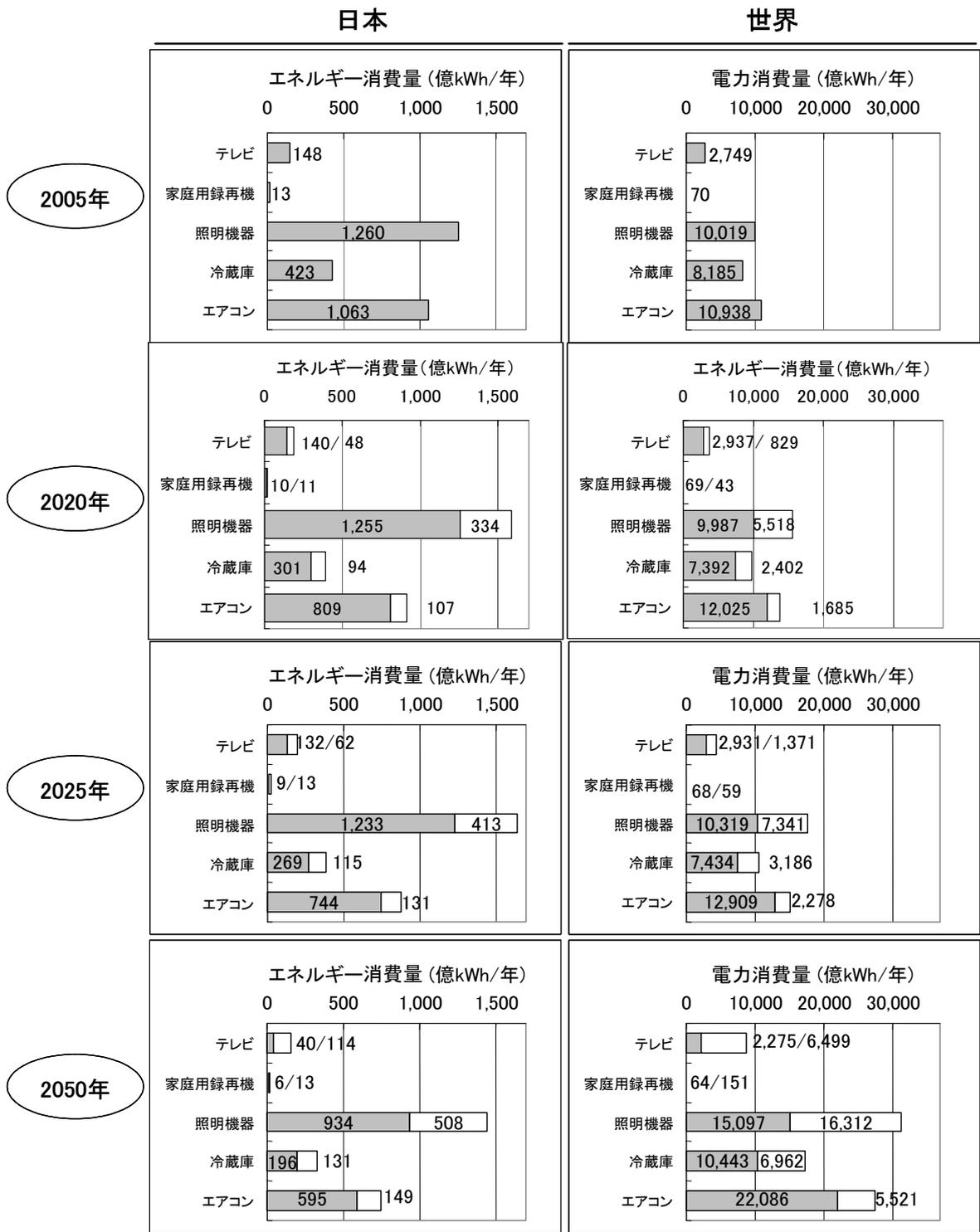


図 2.5-6 : エレクトロニクス機器製品別のエネルギー消費量・エネルギー削減効果 (シナリオB ; 普及率中・電力増加率中)

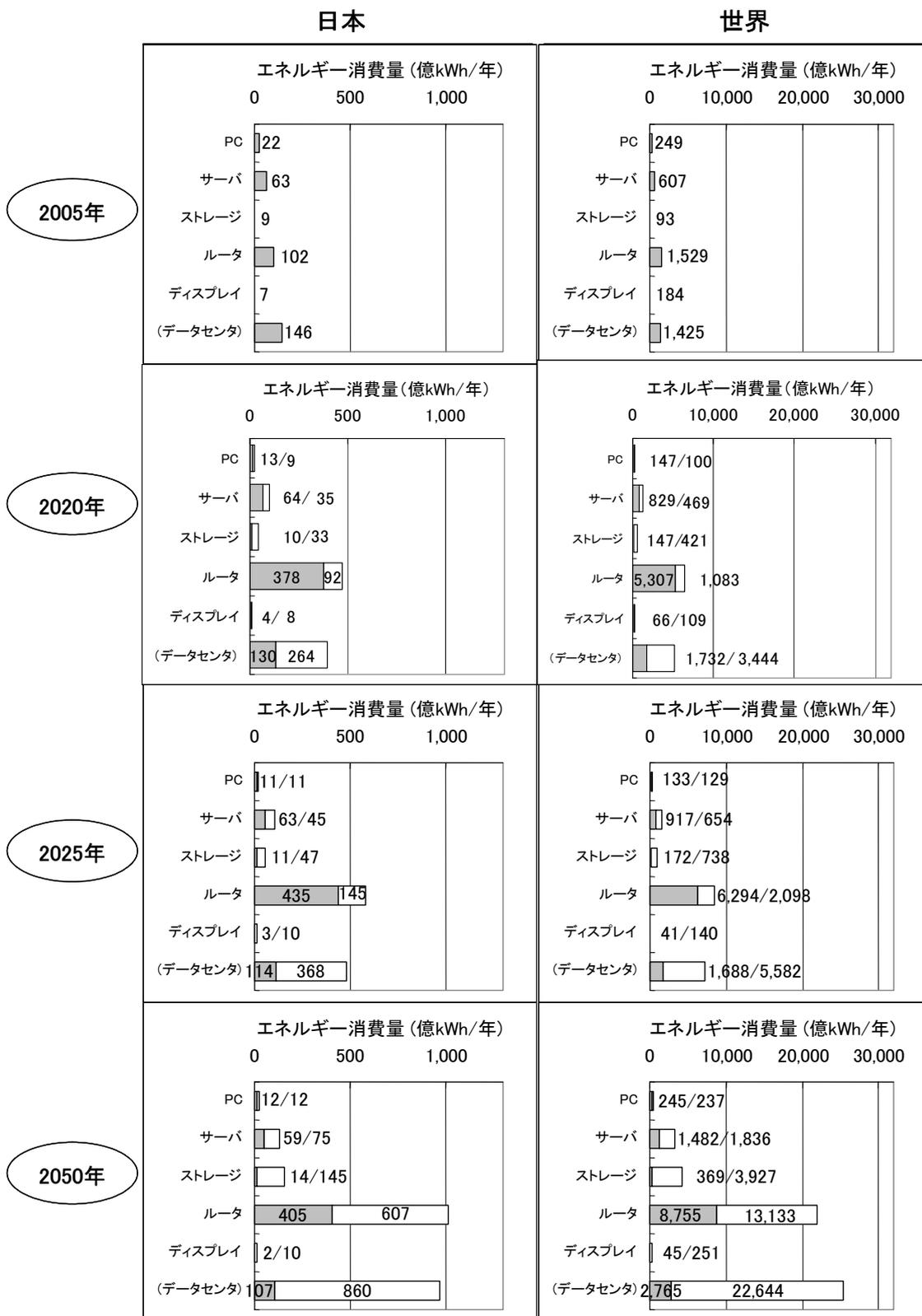


図 2.5-7 : IT 機器製品別のエネルギー消費量・エネルギー削減効果
(シナリオC ; 普及率低・電力増加率低)

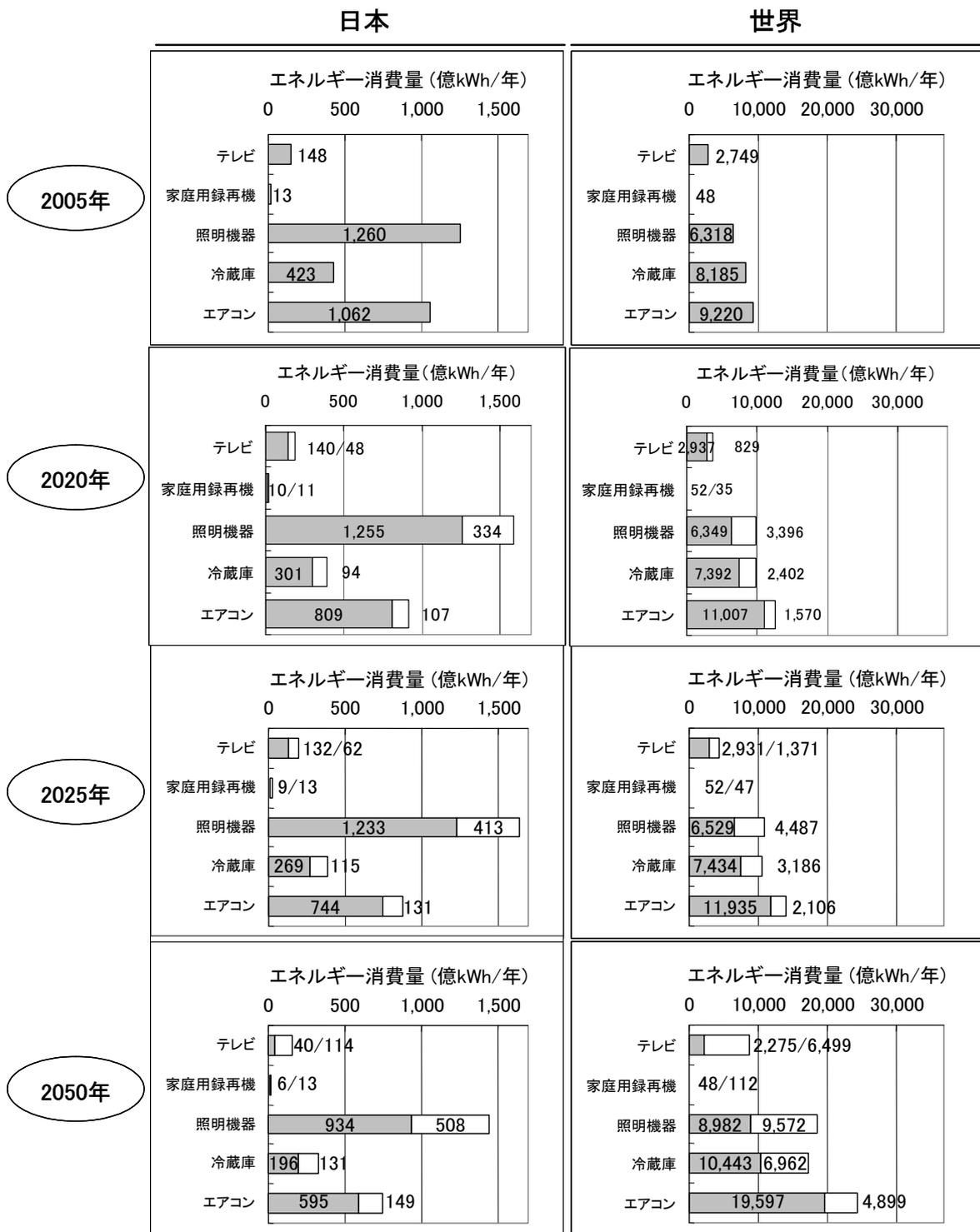


図 2.5-8 : エレクトロニクス機器製品別のエネルギー消費量・エネルギー削減効果
(シナリオC ; 普及率低・電力増加率低)

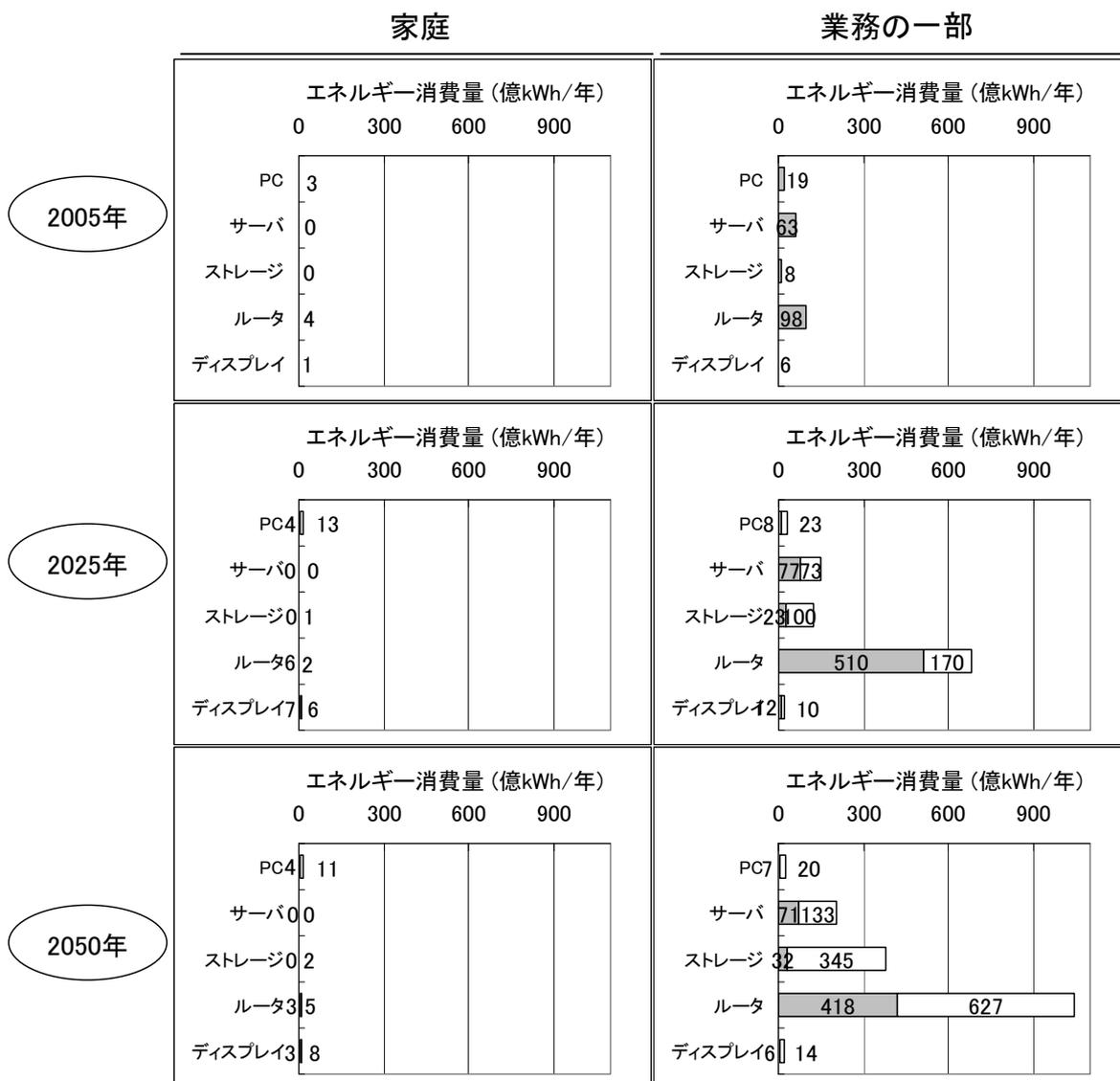


図 2.5-9 : IT 機器の製品別・家庭と業務のエネルギー消費量とエネルギー削減効果
(シナリオB ; 普及率中・電力増加率中)

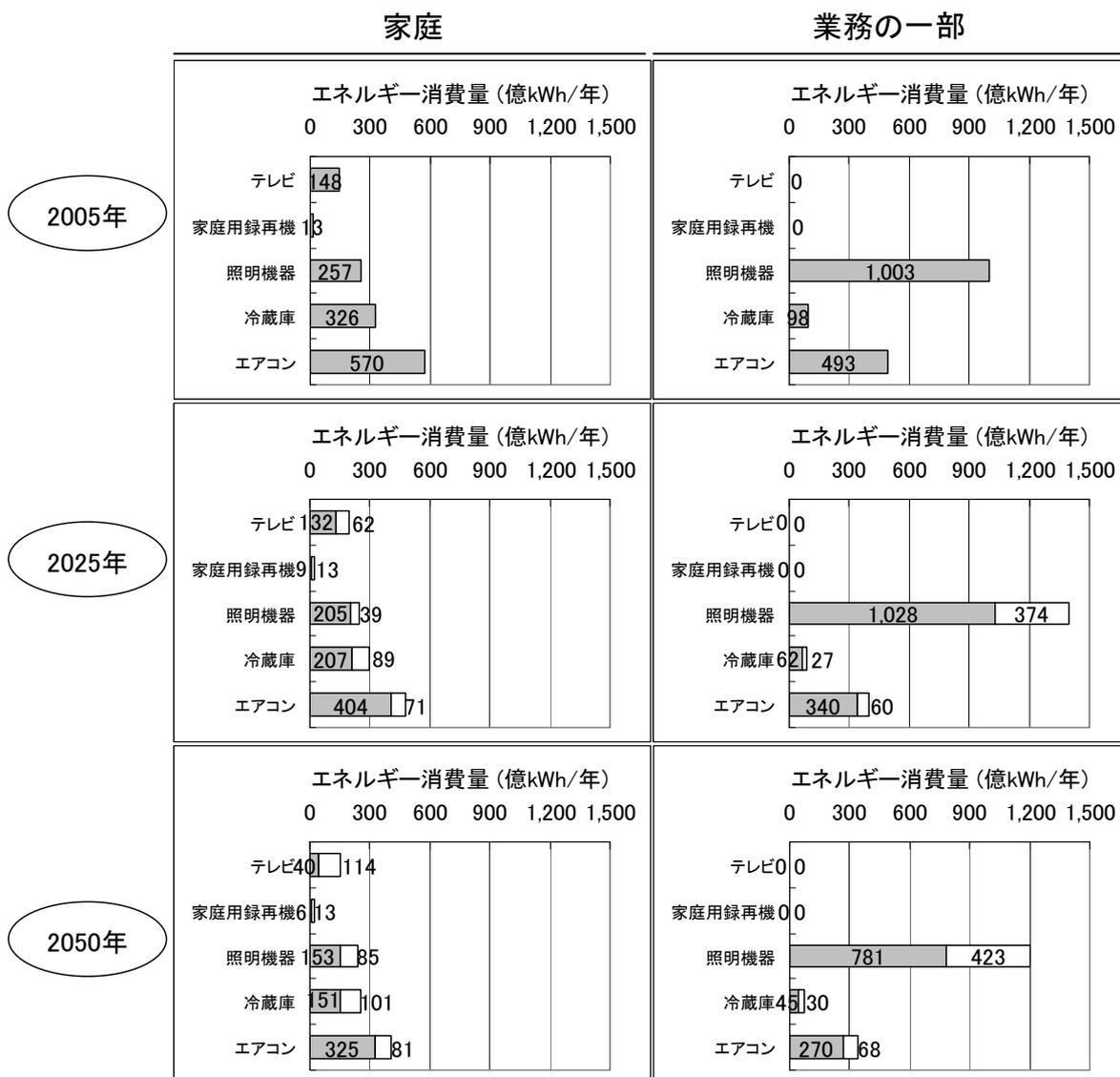


図 2.5-10 : エレクトロニクス機器の製品別・家庭と業務のエネルギー消費量とエネルギー削減効果 (シナリオB ; 普及率中・電力増加率中)

表 2.5-2 : 2020 年の機器別エネルギー消費量・エネルギー削減効果

A シナリオ

(億 kWh/年)	日本			世界		
	ベース ライン	技術革新	GIT 効果	ベース ライン	技術革新	GIT 効果
PC	52	16	36	666	231	435
サーバ	169	84	85	1,661	850	811
ストレージ	170	29	141	1,481	301	1,180
ルータ	652	519	133	9,032	7,502	1,530
ディスプレイ	38	22	17	485	293	192
テレビ	188	140	48	3,766	2,937	829
家庭用録再機	21	10	11	123	76	47
照明機器	1,589	1,255	334	17,903	11,495	6,408
冷蔵庫	395	301	94	9,793	7,392	2,402
エアコン	916	809	107	16,162	14,204	1,958

B シナリオ

(億 kWh/年)	日本			世界		
	ベース ライン	技術革新	GIT 効果	ベース ライン	技術革新	GIT 効果
PC	45	15	30	488	167	321
サーバ	131	75	56	1,456	841	616
ストレージ	90	21	69	938	241	697
ルータ	563	448	115	7,680	6,377	1,303
ディスプレイ	30	17	13	428	258	170
テレビ	188	140	48	3,766	2,937	829
家庭用録再機	21	10	11	112	69	43
照明機器	1,589	1,255	334	15,505	9,987	5,518
冷蔵庫	395	301	94	9,793	7,392	2,402
エアコン	916	809	107	13,710	12,025	1,685

(次頁へ続く)

(前頁からの続き)

C シナリオ

(億 kWh/年)	日本			世界		
	ベース ライン	技術革新	GIT 効果	ベース ライン	技術革新	GIT 効果
PC	21	13	9	247	147	100
サーバ	99	64	35	1,299	829	469
ストレージ	44	10	33	568	147	421
ルータ	470	378	92	6,390	5,307	1,083
ディスプレイ	12	4	8	175	66	109
テレビ	188	140	48	3,766	2,937	829
家庭用録再機	21	10	11	86	52	35
照明機器	1,589	1,255	334	9,745	6,349	3,396
冷蔵庫	395	301	94	9,793	7,392	2,402
エアコン	916	809	107	12,577	11,007	1,570

表 2.5-3 : 2020 年の機器別削減効果 (CO2 排出量換算、B シナリオ)¹

(百万 t-CO2)	日本			世界		
	ベース ライン	技術革新	GIT 効果	ベース ライン	技術革新	GIT 効果
PC	89-179	29-59	60-120	1,366- 2,682	467-917	899-1,765
サーバ	262-524	149-299	112-225	4,077- 8,008	2,354- 4,623	1,723- 3,385
ストレ ージ	179-358	42-83	138-275	2,627- 5,161	675-1,326	1,952- 3,835
ルータ	1126-2252	896-1793	229-459	21,505- 42,241	17,856- 35,074	3,649- 7,167
ディス プレイ	60-120	34-69	25-51	1,199- 2,355	723-1,421	476-934
テレビ	376-752	280-561	95-191	10,546- 20715	8,224- 16,154	2,322- 4,562
家庭用 録再機	42-84	20-39	22-44	313-615	192-377	121-238
照明 機器	3,178- 6,356	2,510- 5,019	669-1,337	43,414 -85,277	27,963- 54,927	15,451- 30,349
冷蔵庫	790-1,580	602-1,204	188-376	27,421- 53,863	20,696- 40,654	6,725- 13,209
エア コン	1,833- 3,666	1,619- 3,237	214-428	38,388- 75,405	33,669- 66,136	4,719- 9,270

¹ 将来の不確実性を考慮し、換算係数を 0.2~0.4 [kgCO2/kWh] とした。0.4 は、現状の非化石電源比率・発電効率を据え置きした場合、0.2 は比率・効率が今後向上すると仮定した場合である。

付録（第2部）

A.1 「IT自身の省エネ効果計測・予測」「データセンターの省エネ効果計測・予測」の前提条件

IT・エレクトロニクス機器の普及や使用状況は社会の状況によって変わってくることから、将来予測にあたっては、前提となる人口・世帯人員・GDPなどの将来シナリオを設定することが必要である。今回の予測において想定したシナリオを表 A.1-1 にまとめた。

表 A.1-1：予測において想定したシナリオのまとめ

変数	シナリオの詳細
人口・GDP	RITE システム研究グループのシナリオ ⁸⁰ を利用。さらに「日本の将来推計人口」 ⁸¹ を併用。
製品の残存率	「消費動向調査」 ⁸² をもとに、製品ごとに買い替え年数を仮定。
オフィス・店舗 ワーカー数	「世界の統計」 ⁸³ による各国の統計から、GDP とワーカー数の相関を示す予測式を作成。
平均世帯人員	「世界の統計」による各国の統計から、GDP と平均世帯人員の関係を示す予測式を作成。
ライフスタイル	人間のライフスタイルは大きくは変わらないと想定。（予測を技術革新の効果にフォーカスするため）

まず、人口と GDP の想定は、RITE のモデルに用いられているものと同じのシナリオ⁸⁰を採用した。これは、人口については国連の 2006 年推計をベースにして作成された資料である。また、GDP は、世界銀行推計と IPCC SRES B2 シナリオから各国・地域別の予測値が作成されている。予測された人口と GDP の推移は図 A.1-1、図 A.1-2 のとおりである。今後いわゆる BRICs と呼ばれる国（ブラジル、ロシア、インド、中国、南アフリカ）を中心に人口と一人あたり GDP が成長するシナリオとなっている。

⁸⁰地球環境産業技術研究機構 システム研究グループ, 2008: DNE 21+モデルの概要— 人口、GDP の想定 —, (www.rite.or.jp/Japanese/lab/sysken/about-global-warming/download-data/DNE21+_Population+GDP.pdf)

⁸¹ 国立社会保障・人口問題研究所 (<http://www.ipss.go.jp/>)

⁸²内閣府：消費動向調査 (<http://www.esri.cao.go.jp/jp/stat/shouhi/shouhi.html>)

⁸³ 総務省統計局：世界の統計 (<http://www.stat.go.jp/data/sekai/index.htm>)

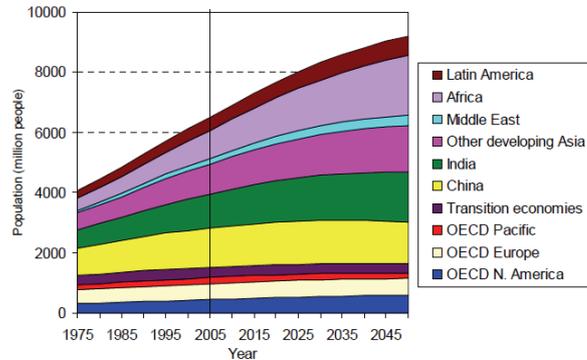


図 A.1-1：人口の推移想定（出所：RITE⁸⁰）

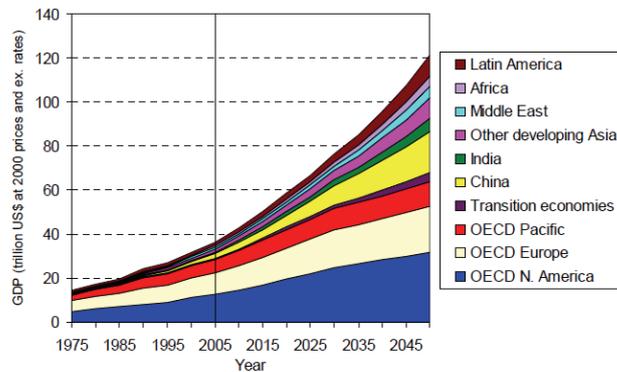


図 A.1-2：GDP の推移想定（出所：RITE⁸⁰）

また、製品の現在の普及台数は、商品別の買い替え期間に各製品の出荷台数（または販売台数）をかけるか、商品別の買い替え期間分の出荷台数を累積して推定した。買い替え期間は、冷蔵庫、テレビ、DVD 等については、消費動向調査の製品寿命を用いた。一方、エアコンについては、リサイクル法の廃棄時点で調べられた製品の寿命を参照した⁸⁴。ディスプレイなどの IT 機器については、アンケート結果から平均的な買い替え期間を設定した。照明の普及台数は、ストック数推定値⁸⁵を用いた。

照明やエアコンなど業務部門で用いられる機器では、オフィスや店舗の就業者数を予測に用いている。オフィスや店舗の就業者数は、国によるばらつきが大きいという制約はあるものの、GDP が大きい国ほどオフィス就業者・店舗就業者数の割合が高い傾向があることから、機器の普及率と同様、統計データから GDP に対する就業者数の予測式を作成し、推

⁸⁴松下電器産業株式会社 システム創造研究所, 2008：家電省エネ効果推計報告書—冷蔵庫・エアコン・テレビ・照明—

⁸⁵ 社団法人日本電球工業会, 2006：照明における省エネ提案～地球温暖化防止のために～.; (株) 富士経済, 2008：省 CO2 型建築設備 普及ロードマップ 2008

定した。

また、平均世帯人員数（平均的な 1 世帯の構成人員数）も機器の使用状況に影響を与える。やはり GDP が増大すると平均世帯人員数は減少する傾向があることから、ここでは一人あたり GDP と平均世帯人員の予測式を作成し、将来の平均世帯人員を予測した。予測に用いた現在の GDP と平均人員の分布を図 A.1-3 に示した。

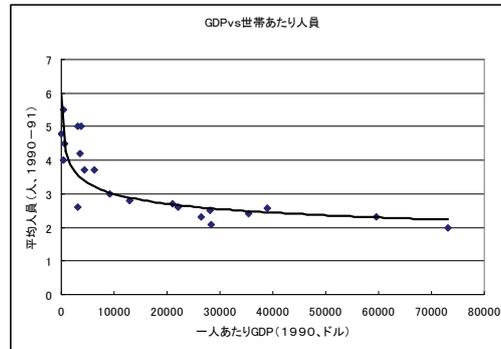


図 A.1-3：一人あたり GDP と平均世帯人員の分布

最後に、今回の予測では、技術革新による効果を定量化することが主要な目的であったことから、人のライフスタイル（エコロジー意識の変化など）が及ぼす影響については考慮していない。実際にはエコロジー意識が高まればエネルギー効率の高い製品の開発がすすむシナリオが考えられる、逆にエコロジー意識が高まらなければ、コストが低くエネルギー効率の低い製品に省エネ製品が駆逐されるなど、人のライフスタイルの動向が省エネ製品の普及を左右する可能性が考えられる。

A.2 製品別の普及率予測曲線

ここでは、第2部「IT自身の省エネ効果計測・予測」の将来予測において想定した、(1人あたり)GDPから(1人あたり)普及率または普及数を予測する予測式を示す。

図A.2-1～図A.2-8は、製品別の散布図と推定した予測式(普及率予測曲線)である。

シナリオBの予測式は、既存のGDPデータと製品普及率などの市場データの散布図に曲線をフィッティングすることで推定した。また、シナリオAとシナリオCの予測式は、散布図のデータから、その包絡線に近い曲線を選択した。

予測式は多くが直線であるがそれに限らず、散布データの分布から最もよくあてはまると考えられるものを用いた。これは、利用可能なデータの充実度や、製品の特性(必需品であるため普及が速いなど)により適切な曲線は異なると考えたためである。

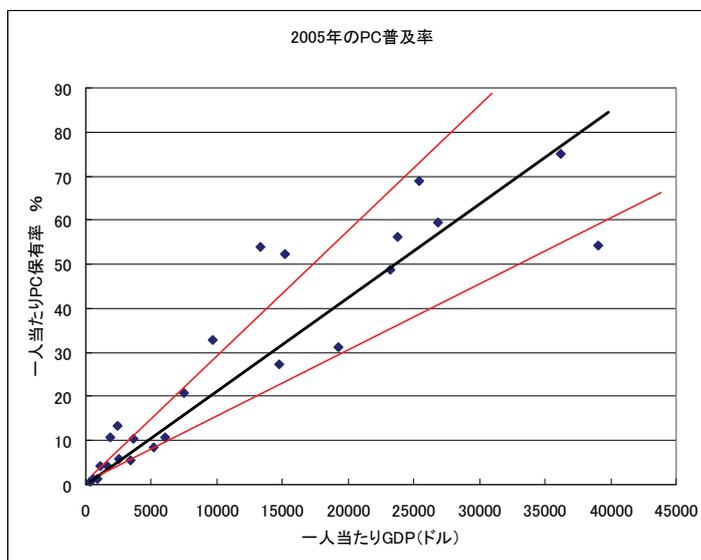


図 A.2-1 : PC の普及率予測曲線

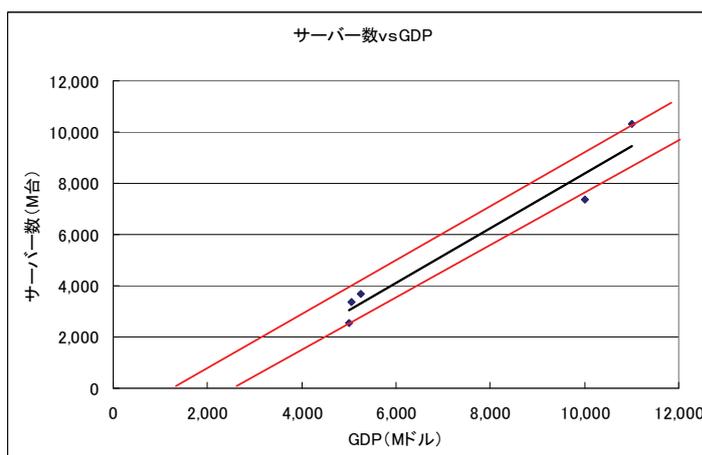


図 A.2-2 : サーバの普及率予測曲線

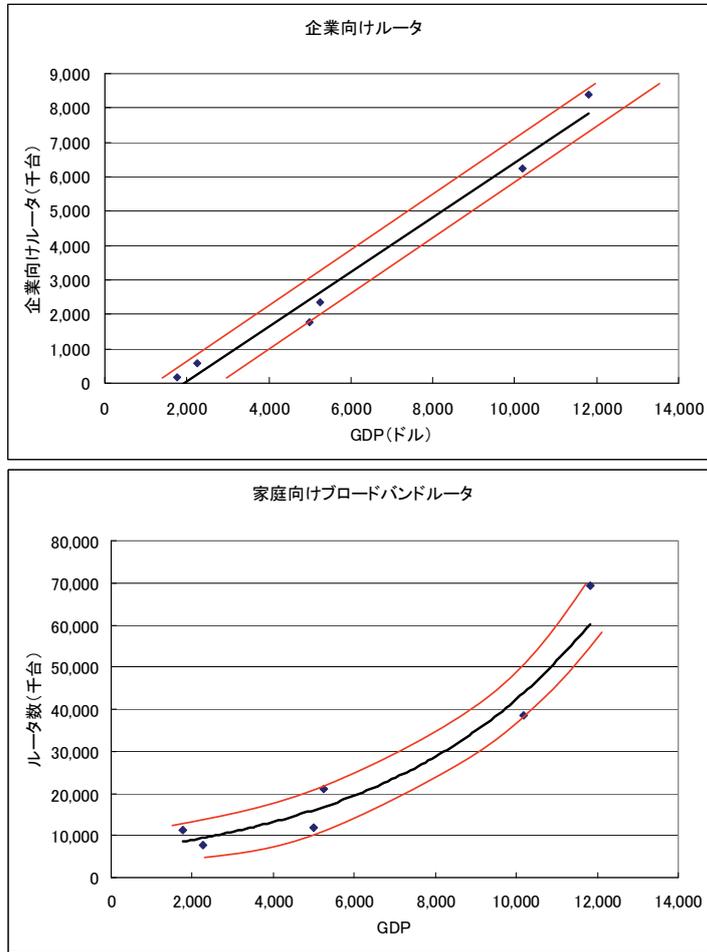


図 A.2-3 : ルータの普及率予測曲線

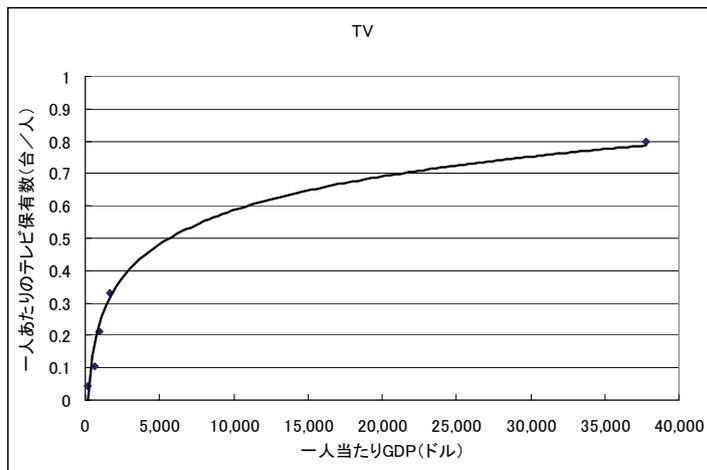


図 A.2-4 : テレビの普及率予測曲線

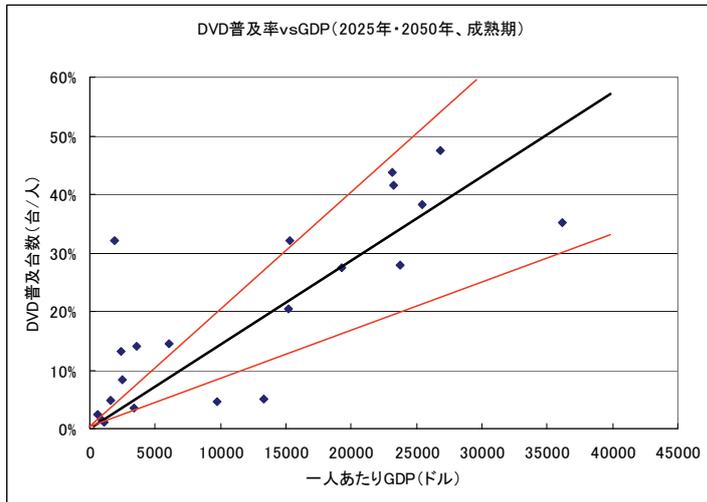
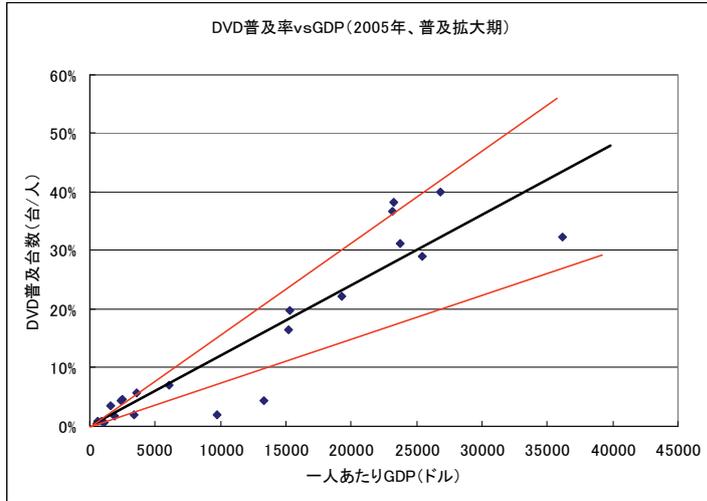


図 A.2-5 : 家庭用録画再生機器の普及率予測曲線
(普及拡大期と成熟期で異なる曲線を用いた)

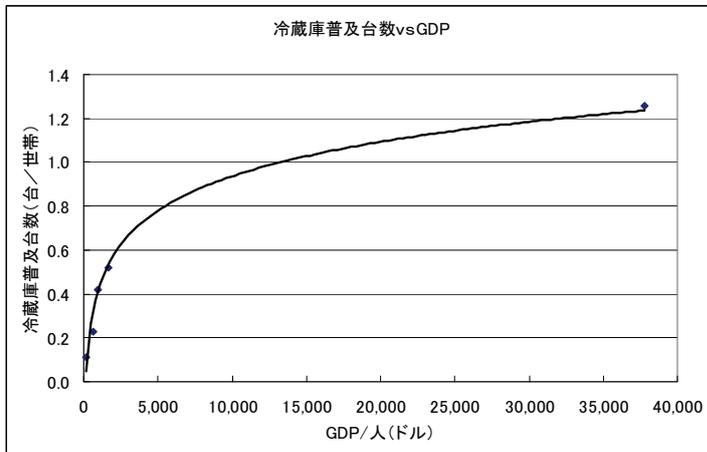


図 A.2-6 : 冷蔵庫の普及率予測曲線

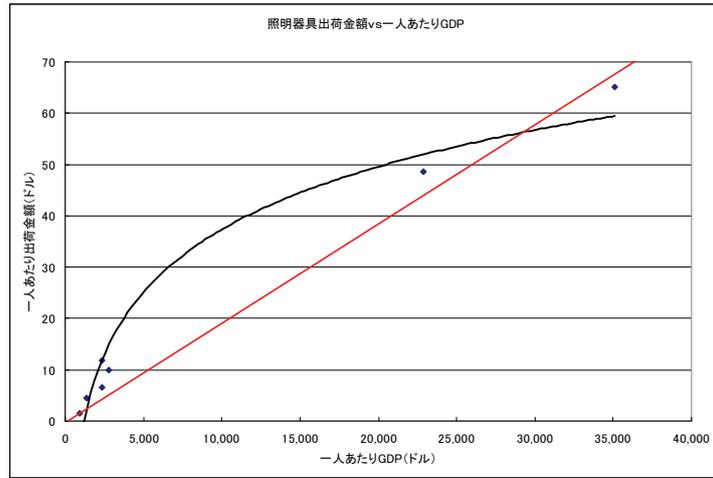


図 A.2-7 : 照明の普及率予測曲線

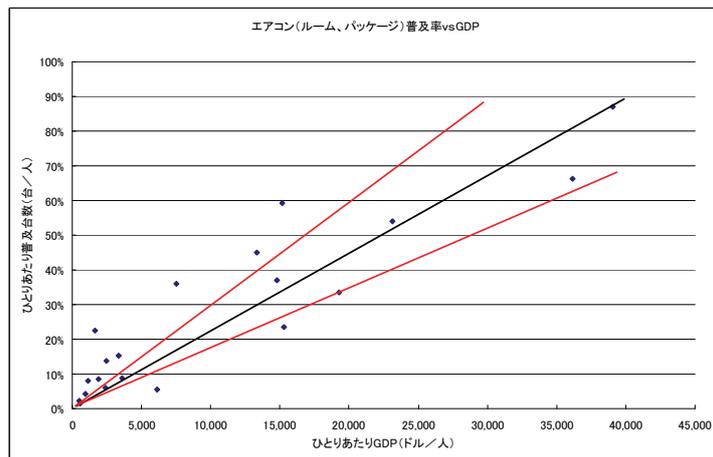


図 A.2-8 : エアコンの普及率予測曲線

第3部 データセンタの省エネ効果計測・予測

1. 調査の背景

情報爆発に伴う IT 機器のエネルギー消費増加が問題となっている。その中でも、IT 機器を大量に所有するデータセンタに対する省エネルギー化の取り組みは大変注目を浴びている。WG1 では、IT 機器・エレクトロニクス機器の省エネ効果・予測をおこなっているが、WG2 では、データセンタで使用する IT 機器および付帯ファシリティ設備に特化した角度から、省エネ効果予測に取り組んでいる。

平成 20 年度に行った、日本および世界の 2050 年までのエネルギー増加のベースラインおよび技術革新と最大限の削減努力を行った場合の予測に引き続き、平成 21 年度には、2020 年の値を予測した。これらの予測は、データセンタサービス事業者のみならず、サーバを有する広義でのデータセンタを対象としている。予測を立てることにより、今後の削減努力目標が明確になり、グリーン IT が促進されることを期待している。

また、WG2 では、データセンタの省エネルギー化を進める上で、データセンタのエネルギー効率を表現するための指標の開発・普及にも取り組んでいる。データセンタのエネルギー指標の一例としては、PUE が広く認知されている。しかし、この指標のみで評価するには様々な不満の声も聞こえている。グリーン・グリッド⁸⁶を含め、日米欧と意見交換を実施しながら、日本発のデータセンタエネルギー効率指標開発・普及を目指しているところである。

⁸⁶ The Green Grid (<http://www.thegreengrid.org/>): データセンタ等のエネルギー効率向上を促進するべく結成されたグローバルコンソーシアム。詳細は、第6部2.2.1節参照。

2. エネルギー削減効果予測方法

データセンタのエネルギー削減効果を検討するにあたっては、第2部のIT機器・エレクトロニクス機器と同様に、各機器のエネルギー効率指標を意識して予測を行った。

データセンタのエネルギー効率指標の詳細は4章で検討を行うが、指標を構成する「性能」と「消費電力」のうち「性能」は、基本的に「サーバの処理能力」「ストレージの記録容量」「ネットワーク機器の転送速度」から構成される。そこで、データセンタのエネルギー削減効果を定量化するにあたっては、サーバ、ストレージ、ネットワーク機器のそれぞれにおいて同じ処理能力、記憶容量、転送速度を想定した上で、技術革新が進んだ場合（「技術革新時」）のエネルギー消費量とこれまでの延長線上で技術革新が進んだ場合（「ベースライン」）のエネルギー消費量の差を技術革新の効果と定義した。

将来予測に用いた「性能」は予測のためのシンプルなレベルのもので、4章で検討する精緻な指標の「性能」と差異が存在する。しかし基本的には同様の考え方を基にしている。

「ベースライン」と「技術革新時」それぞれの電力消費量は、IT機器とファシリティ部分にわけて定量化をおこなった（図3.2-1）。IT機器部分については、サーバ数、付随するネットワーク機器数、ストレージ数を推定し、それぞれの平均的な電力使用量をかけてエネルギー使用量を推定した。一方、ファシリティ部分については、Power Usage Effectiveness (PUE)⁸⁷の予測を行うことでそのエネルギー消費量の推定を行った。

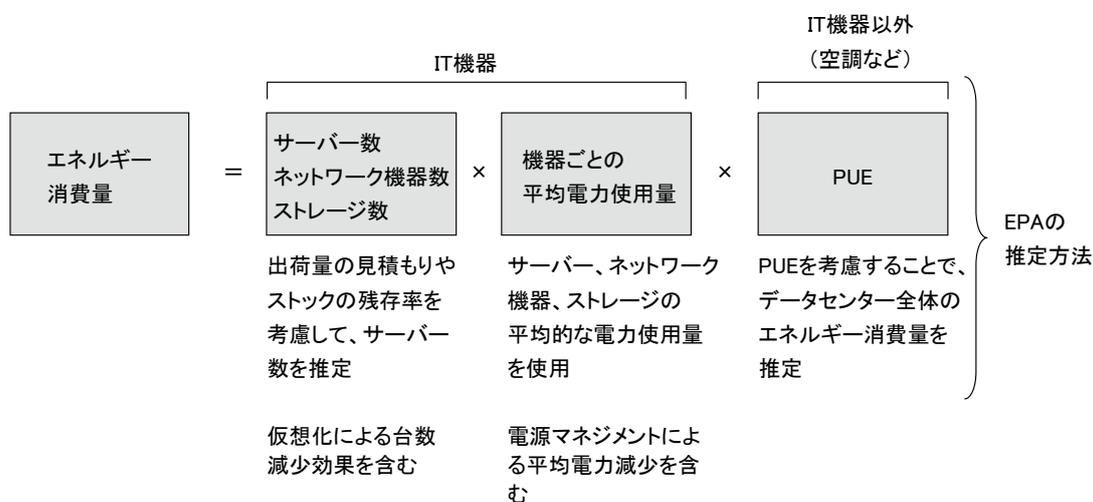


図 3.2-1 : データセンタのエネルギー消費量予測方法

データセンタの対象範囲は米国環境保護庁 (U.S. Environmental Protection Agency, EPA) のレポート⁸⁸にならい、市場に出回っている全てのサーバとした。したがって、対象は独立

⁸⁷ PUEは米国グリーン・グリッドから提案された指標で、(データセンター全体の電力消費量) / (IT機器の電力消費量) と定義され、データセンタのファシリティ部分のエネルギー効率を表す。

⁸⁸ U.S. Environmental Protection Agency, 2007 : Report to Congress on Server and Data Center Energy Efficiency Public Law 109-431.

した建物のデータセンタだけではなく、サーバールームも含まれる。データセンタに含まれるサーバは、第2部で検討したサーバ全体と同じ範囲である。ストレージは、第2部におけるストレージのうち、「サーバ向けストレージ」全体と一致する。一方、ネットワーク機器はサーバ1台に対し3ポートのネットワーク機器が存在すると仮定してポート数の予測を行った。したがって、第2部で検討した単体のサーバ、ストレージ、ネットワーク機器のエネルギー削減効果と本章で検討を行ったデータセンタのエネルギー削減効果は重複する部分が存在する。逆に、エネルギー削減効果においてファシリティの効率向上（PUEが1に近く変化）を考慮に入れている点が、第2部でのIT機器の検討と本章の試算の違いである。

また、1台あたりのエネルギー消費量の設定は、第2部に沿っている。サーバとストレージは第2部で用いたのと同じ技術ロードマップを用いた。ネットワーク機器については、1ポートあたりの消費電力が2005年時点で8Wとし、その後第2部のネットワーク機器と同様の比率（各カテゴリーの加重平均）で変化すると仮定した。

一方、ファシリティ部分のエネルギー消費量は、PUEを推定することで考慮した。EPAのレポート⁸⁸において、採用されたエネルギー効率化の取り組み別にPUEが想定されている。そのうち最先端に近いPUEの値が、技術革新の努力の結果、2025年・2050年には平均的に実現されていると仮定した。採用したPUEの値は、2005年、2025年、2050年でそれぞれ1.9、1.28、1.14である(図3.2-2)。ここで、2005年のPUEとして1.9という値は実際の平均的な値よりも若干良い値との指摘もあるが、十分なサンプル数の日本のPUEの値はないため、ここではEPAのシナリオの値を用いた。また、技術革新のない場合（ベースライン）のPUEは、2025年に1.8、2050年に1.7にとどまると仮定した。

最後に、2020年は温室効果ガス排出削減において重要なマイルストーンとなる。そこで第2部と同様に、2020年のエネルギー削減効果も、2005～2050年の電力消費量予測値を補間して追加推定した。

		2005年と想定	2025年と想定	2050年と想定
歴史トレンド		現状高効率	運用改善	最先端の省エネ
シナリオの仮定	歴史トレンド			
	PUE=2.0と仮定			
エネルギー消費量	IT機器	ファシリティのエネルギー使用量が毎年1%ずつ改善(最後の年にPUE=1.9)	本質的には現在の高効率トレンドと同じファシリティだが、以下の機器を含む ● 95%効率の変換器 ● 80%効率のUPS ● 回転数一定のファン ● 湿度コントロール ● 冗長な空調ユニット	最近のベンチマーク研究で最もエネルギー効率の良い施設と同じ効率 ● 98%効率の変換器 ● 90%効率のUPS ● 冷媒(水)を大気で冷却 ● 可変速ファン ● 冗長な空調ユニット
	変圧器損失			開発中の技術(水冷、DC給電、コージュネ、冷却塔等)を持つ ● 98%の変換器 ● 95%効率のUPS ● 水冷式ラック ● 冷却塔 ● 可変速ファン ● コージュネレーション
	UPS損失			
	冷却(冷水)			
	ファン			
	照明			
	PUE			

図 3.2-2 : EPA レポートにおけるシナリオ別 PUE 推定値

3. エネルギー削減効果予測結果

図 3.3-1 は、日本と世界におけるデータセンタのエネルギー消費量とエネルギー削減効果の推移（第 2 部のシナリオ B に対応する結果）である。グラフ全体が技術革新のない場合のエネルギー消費量の推移で、現状のままではエネルギー消費量が大幅に増加するところ、技術革新の効果により「技術革新」で示したエネルギー推移まで消費量が抑制される状況を予測している。

2005 年時点のデータセンタによるエネルギー消費量は約 150 億 kWh/年で、日本全体の電力消費量（約 9,200 億 kWh）に占める割合は約 1.5% である。今後技術革新による抑制効果がない場合、エネルギー消費量は 2025 年時点で 600 億 kWh/年まで増加するが、技術革新効果により 160 億 kWh/年まで抑制される。2025 年の日本におけるデータセンタのエネルギー削減効果は約 440 億 kWh/年と予想されている。2050 年にはさらにデータセンタへのニーズが強くなりエネルギー消費量が約 1,170 億 kWh/年まで増加するところ、技術革新効果によって約 1,030 億 kWh/年のエネルギー削減効果が期待される。

日本の技術革新が進んだ場合に注目すると、エネルギー消費量は 2005 年の約 150 億 kWh/年から 2025 年には約 160 億 kWh/年になっている。この間、技術革新の努力が進むとはいえ、IT 機器のエネルギー消費量は約 77 億 kWh/年から約 130 億 kWh/年と約 1.5 倍になっているが、ファシリティが効率化し PUE が 1.9 から 1.28 に改善することで、全体のエネルギー消費量が微増にとどまっている（図 3.3-2）。

また、世界全体では、技術革新がない場合のエネルギー消費量の伸び率はさらに高くなる。技術革新がない場合のエネルギー消費量が 2025 年に約 7,500 億 kWh/年、技術革新によるエネルギー削減効果は約 5,600 億 kWh/年と予想される。

データセンタにおけるエネルギー削減は IT 機器のエネルギー削減効果とファシリティのエネルギー削減効果に分かれる。このうち、ファシリティのエネルギー削減効果には、IT 機器のエネルギー削減によりファシリティの負荷が減少する効果も含まれる。予測結果の詳細を見ると、2025 年には IT 機器のエネルギー効率向上によりエネルギー使用量が約 40% に減少し、さらにファシリティの効率向上によりエネルギー使用量がその 70% に減少している（図 3.3-3）。

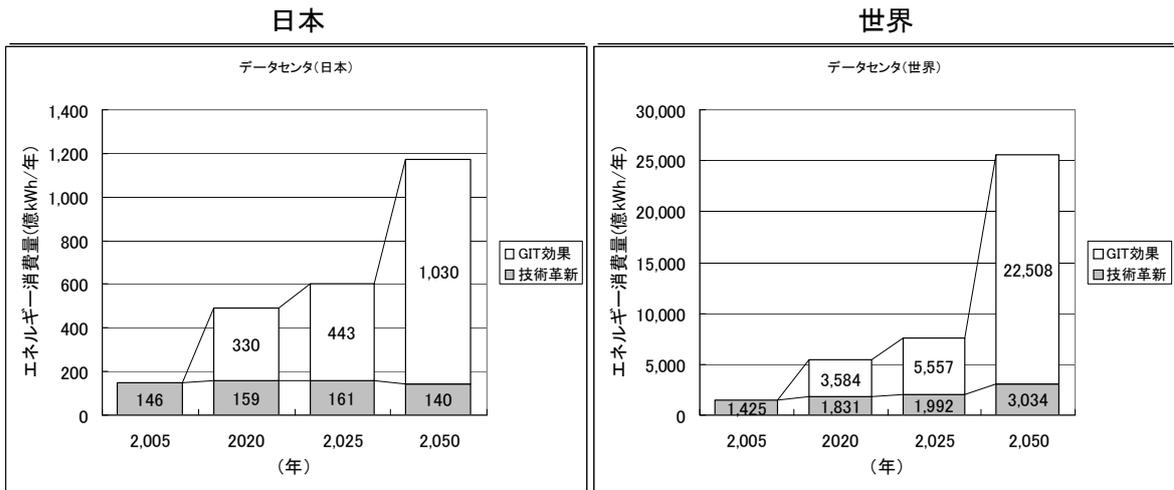


図 3.3-1 : データセンタのエネルギー消費量・エネルギー削減効果 (再掲)

				2005	2025	2050	
				2005	2025	2050	
日本	ストック数	ベースライン	サーバー(ボリューム)	万台	236	583	615
			サーバー(ミドル)	万台	19	2	1
			サーバー(ハイエンド)	万台	1	1	1
			ストレージ	万台	326	3,374	7,020
			ネットワーク	万ポート	767	1,758	1,854
		技術革新	サーバー(ボリューム)	万台	236	539	570
			サーバー(ミドル)	万台	19	2	1
			サーバー(ハイエンド)	万台	1	1	1
			ストレージ	万台	326	3,124	6,500
			ネットワーク	万ポート	767	1,628	1,716
	1台あたり消費量	ベースライン	サーバー(ボリューム)	kWh/年・台	1,918	2,493	3,213
			サーバー(ミドル)	kWh/年・台	5,475	8,760	12,866
			サーバー(ハイエンド)	kWh/年・台	67,023	107,237	157,504
			ストレージ	kWh/年・台	247	394	579
ネットワーク			kWh/年・ポート	70	238	343	
技術革新		サーバー(ボリューム)	kWh/年・台		1,221	1,093	
		サーバー(ミドル)	kWh/年・台		4,292	3,219	
		サーバー(ハイエンド)	kWh/年・台		53,618	40,214	
		ストレージ	kWh/年・台		74	49	
		ネットワーク	kWh/年・ポート		179	137	
IT機器電力消費量	ベースライン	億kWh/年	77	335	689		
	技術革新	億kWh/年	77	125	123		
PUE	ベースライン		1.9	1.8	1.7		
	技術革新		1.9	1.3	1.1		
電力消費量	ベースライン	億kWh/年	146	603	1,170		
	技術革新	億kWh/年	146	161	140		
GIT効果		億kWh/年	0	443	1,030		
世界	ストック数	ベースライン	サーバー(ボリューム)	万台	2,596	7,502	13,779
			サーバー(ミドル)	万台	126	15	6
			サーバー(ハイエンド)	万台	6	6	6
			ストレージ	万台	3,480	43,318	156,673
			ネットワーク	万ポート	8,185	22,570	41,373
		技術革新	サーバー(ボリューム)	万台	2,596	6,945	12,757
			サーバー(ミドル)	万台	126	15	6
			サーバー(ハイエンド)	万台	6	6	6
			ストレージ	万台	3,480	40,109	145,068
			ネットワーク	万ポート	8,185	20,898	38,308
	1台あたり消費量	ベースライン	サーバー(ボリューム)	kWh/年・台	1,918	2,493	3,213
			サーバー(ミドル)	kWh/年・台	5,475	8,760	12,866
			サーバー(ハイエンド)	kWh/年・台	67,023	107,237	157,504
			ストレージ	kWh/年・台	247	394	579
ネットワーク			kWh/年・ポート	70	238	343	
技術革新		サーバー(ボリューム)	kWh/年・台		1,221	1,093	
		サーバー(ミドル)	kWh/年・台		4,292	3,219	
		サーバー(ハイエンド)	kWh/年・台		53,618	40,214	
		ストレージ	kWh/年・台		74	49	
		ネットワーク	kWh/年・ポート		179	137	
IT機器電力消費量	ベースライン	億kWh/年	750	4,194	15,025		
	技術革新	億kWh/年	750	1,556	2,662		
PUE	ベースライン		1.9	1.8	1.7		
	技術革新		1.9	1.3	1.1		
電力消費量	ベースライン	億kWh/年	1,425	7,549	25,542		
	技術革新	億kWh/年	1,425	1,992	3,034		
GIT効果		億kWh/年	0	5,557	22,508		

図 3.3-2 : データセンタのエネルギー消費量・エネルギー削減効果 (詳細)

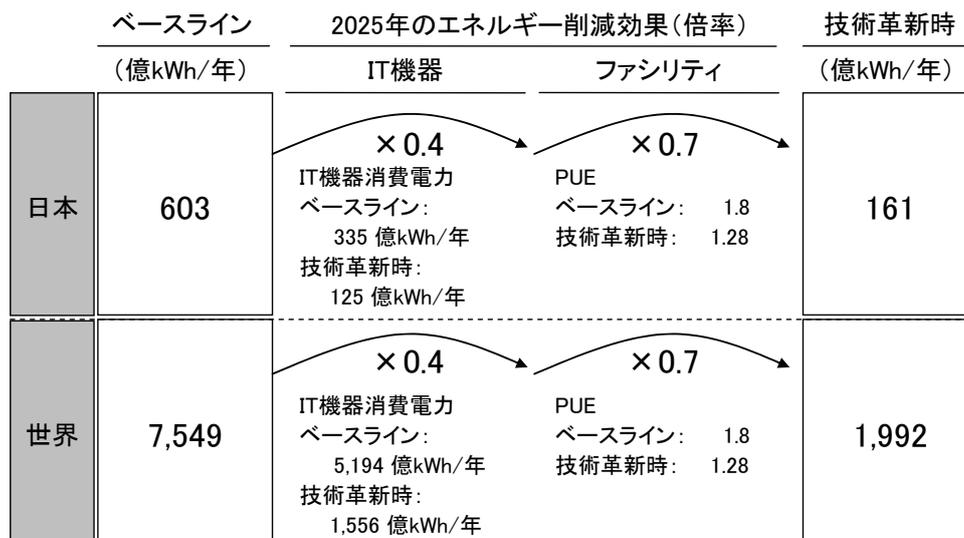


図 3.3-3 : データセンターのエネルギー削減効果 (IT 機器/ファシリティ別、2025 年)

さらに、第 2 部と同様にシナリオ A～C の 3 つについて予測を行い、予測の不確実性を検討した。PUE は異なるシナリオを設定することが困難なため全シナリオで共通の値を用い、IT 機器について、第 2 部と同様のシナリオ (表 2.5-1) を設定することで予測の幅を計算した。

図 3.3-4 は、3 つのシナリオのエネルギー消費量とエネルギー削減効果である。データセンターのエネルギー消費量は、日本では現状のままでは 2025 年に約 480～840 億 kWh/年、2050 年に 970～1,720 億 kWh/年になるところ、エネルギー削減効果によって 2025 年に 360～630 億 kWh/年、2050 年に 850～1,540 億 kWh/年のエネルギー消費量が抑制される。世界全体では、2025 年に約 7,300～9,200 億 kWh/年、2050 年に 2.5～3.3 兆 kWh/年となるところ、エネルギー削減効果によって 2025 年と 2050 年のそれぞれで 5,400～7,000 億 kWh/年と 2.2～3.0 兆 kWh/年抑制されている。

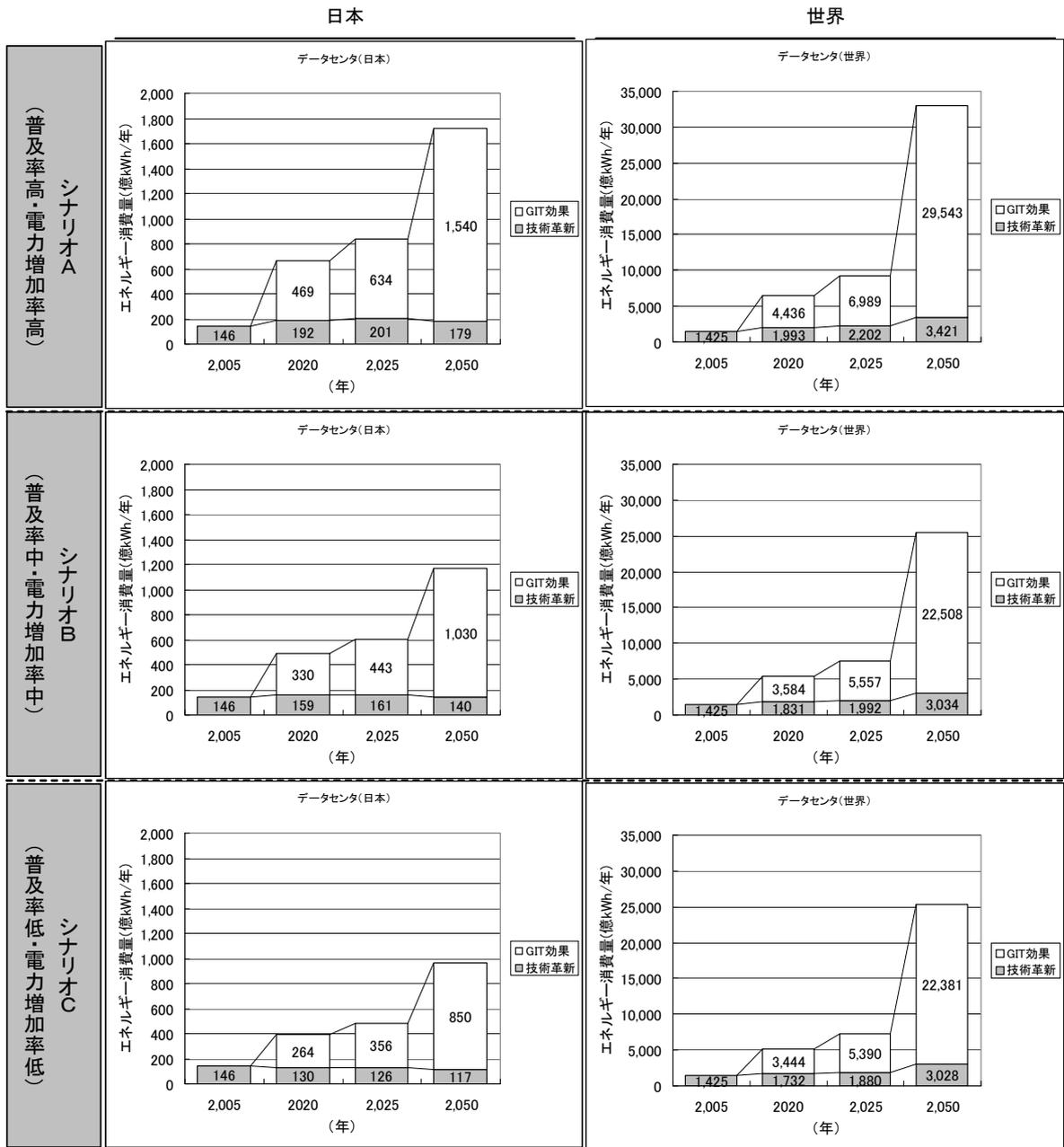


図 3.3.4 : データセンタのエネルギー消費量とエネルギー削減効果 (3シナリオ)

4. データセンターエネルギー効率指標開発

グリーンIT推進協議会では、これまで独自のデータセンターエネルギー効率指標の検討をすすめてきた。指標開発にあたっては、

- ・ 計算方法または測定方法が簡単であること
- ・ データセンターを横並びにして、比較ができること
- ・ 継続して通年の省エネ状況の比較が可能であること

を重視するアプローチをとっている。

以下、検討結果をもとに、指標のコンセプトや現時点の定義を紹介する。

4.1 データセンターのモデル

図 3.4-1 は、今回スコープとしたデータセンターのモデルである。

世界中で、様々な機関、団体がデータセンターのモデル化を実施している。それは、データセンター内のファシリティの一部であったり、ファシリティのみであったり、より大きな範囲であったりする。今回想定したモデルは、データセンターを開発、運営する立場から、コントロール可能な範囲に着目している。

データセンター内は、サーバ等のIT機器、空調・電源設備等のファシリティ機器、及びそれらの運用に分類される。また、データセンターにデータをINPUTし、OUTPUTを得るには、電力が必要である。電力は、商用電力と、自社内で発電するグリーン電力の2種類に分類した。また、OUTPUTには廃熱を伴う。入力としての自然環境（たとえば寒冷地への立地）や廃熱の再利用も大きなファクターとなるため、今回廃熱もモデルに取り込んだ。

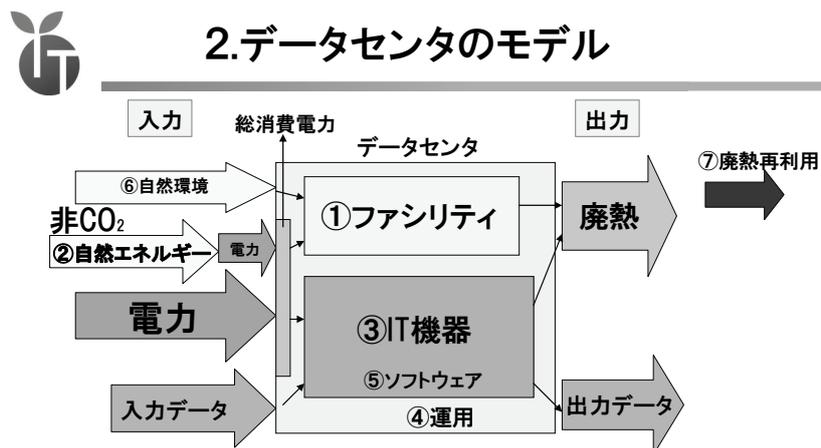


図 3.4-1 : データセンターのモデル

4.2 データセンターにおけるエネルギー効率向上の取り組み

図 3.4-1 で示したモデルから、データセンターにおけるエネルギー効率向上は、IT 機器における効率向上とファシリティにおける効率向上に分類することができる。さらに、IT 機器のエネルギー効率を向上するためには、導入された IT 機器を効率的に運用する方法と、エネルギー効率の高い IT 機器を導入する方法が考えられる。また、これら以外に、グリーン電力を導入し商用電力の利用を置き換えることも、エネルギー効率向上と同等の効果があると言える。

したがって、データセンターのエネルギー効率向上の取り組みは、次の 4 つに分類することができる。

1. IT 機器の効率的運用による省エネ
 コンソリデーション、仮想化等により稼働率向上と稼働機器台数削減に努める。
2. IT 機器類の省エネ
 より省エネ性能の高い IT 機器の導入に努める。
 日本では省エネ法により、省エネ機器提供側の基準が設定されている。
3. ファシリティの省エネ
 空調機器の効率化、電源変換設備の効率化、自然環境を利用した様々な工夫などによるファシリティの消費電力削減に努める。
4. 再生可能エネルギーの使用の更なる推進
 データセンター側の努力によって作られた、太陽光発電、風力発電、水力発電等のグリーン電力の利用に努める。

データセンターのエネルギー効率指標は、上記の 4 つの取り組みに応じて、それぞれの指標および総合的な指標を策定する必要があると考えられる（図 3.4-2）。

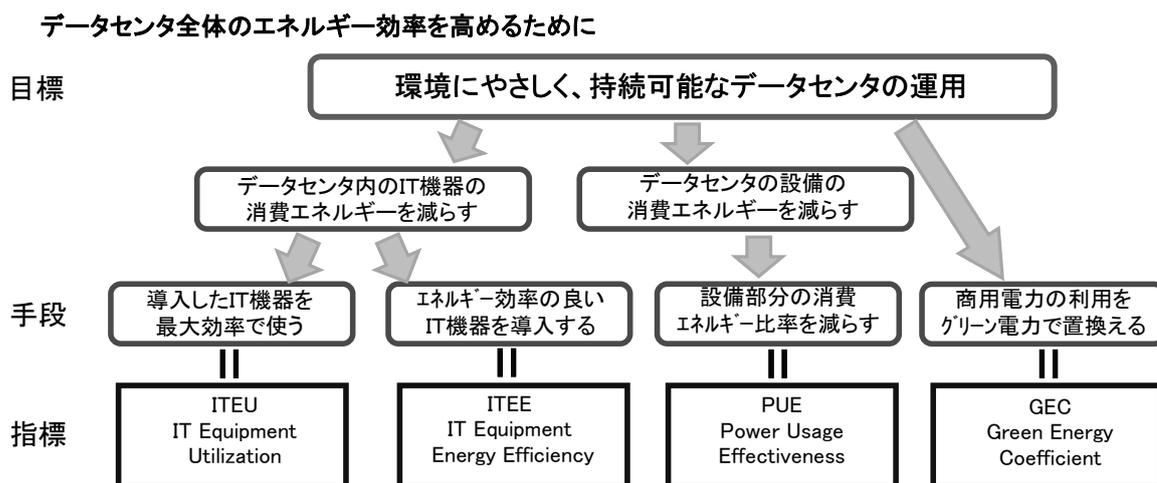


図 3.4 -2 : データセンターのエネルギー効率向上手法と DPPE サブ指標の対応関係

現在グリーン・グリッドによって、ファシリティに関する指標である Power Usage Effectiveness (PUE) が提唱され、認知が進んでいる。PUE の認知と可視化により、ファシリ

ティに関する省エネ化は加速を見せている。しかし、PUE はデータセンタのファシリティの効率に特化した指標であり、データセンタの省エネ化の努力全体を表現するには充分ではない。

グリーン・グリッドでは、次の段階の指標として、Data Center Energy Productivity (DCeP) を提案しているが、現段階では複数のデータセンタ間の比較が難しい。また、日本のデータセンタではハウジングも多数を占めるため、作業量（単位時間完了タスク数）の測定も困難である。

4.3 指標の構成

今回検討した指標は、先ほどの 4 つの省エネ化取り組みを基にしている。それぞれの省エネ施策に対応した指標 (IT Equipment Utilization (ITEU)、IT Equipment Energy Efficiency (ITEE)、Power Usage Effectiveness (PUE)、Green Energy Coefficient (GEC)) を作る、または採用する (図 3.4-2) と共に、それらを総合化した Data Center Performance Per Energy (DPPE) を定義する (図 3.4-3)。4 つの指標(ITEU, ITEE, PUE, GEC)は、4 種の独立した省エネ努力を反映したものであり、1 つの種類の省エネ努力が、他の指標に影響を及ぼすことがないように設計している。このため、それぞれの要素は指標として独立した使い方も可能である。DPPE は、4 つの指標を取り込み、関数で表したものである。

データセンタ電力効率(DPPE)を4つの省エネ指標の関数で表現する。
また、4つのそれぞれ単独の指標で用いることも有効である。

$$\begin{aligned}
 \text{データセンタ電力効率} &= F \left(\begin{array}{cccc} \text{1} & \text{2} & \text{3} & \text{4} \\ \text{有効活用} & \text{IT機器} & \text{ファシリティ} & \text{グリーン} \\ \text{電力効率} & \text{電力効率} & \text{電力効率} & \text{電力効率} \end{array} \right) \\
 &= \text{DPPE (Datacenter Performance Per Energy)}
 \end{aligned}$$

図 3.4-3 : データセンタ電力効率の構成

ここで、IT Equipment Utilization (ITEU) は、データセンタの IT 機器の効率的運用による省エネの指標である。全く使われていないデータセンタは、ITEU=0%、最善の効率的運用を行っているデータセンタでは、ITEU が目標値に近づくように定義することが考えられる。また、IT Equipment Energy Efficiency (ITEE) は、データセンタの IT 機器の潜在能力と消費電力の関係を表す指標である。省エネタイプの IT 機器を導入すればするほど、大きな値とする。Power Usage Effectiveness (PUE) は、ファシリティの省電力化を表す指標である。ファシリティ電力の割合を削減するほど小さい値となる。最後に、Green Energy Coefficient (GEC) は太陽光発電等に代表される自社内での非 CO2 エネルギー生産を増やすと大きな値とする。これらの 4 つの指標(PUE のみ逆数)が大きくなると、それに見合っ Data Center Performance Per Energy (DPPE) も大きくなるように定義する。

DPPE がこれらの 4 つの指標から算出されることは、図 3.4-2 で示した分類に加え、数学的にも導出可能である。総合的な指標である DPPE は、データセンターにおける非グリーンエネルギーあたりの生産量と定義される。DPPE を因数分解すると、近似的に 4 つの指標(各指標は 2.4 節で定義)に対応する項の積となる (図 3.4-4)。

DPPEは、データセンターにおける非グリーンエネルギーあたりの生産量を示します。
基本指標の内、4つを用いて算出することが可能です。

ベースとしている考え方は：

$$\begin{aligned}
 \text{DPPE} &= \frac{\text{DC生産量}}{\text{DCエネルギー}-\text{グリーンエネルギー}} = \frac{\text{IT機器稼働率} \times \text{IT機器能力}}{\text{DCエネルギー}-\text{グリーンエネルギー}} \\
 &= \boxed{\text{IT機器稼働率}} \times \boxed{\frac{\text{IT機器能力}}{\cancel{\text{IT機器エネルギー}}}} \times \boxed{\frac{\cancel{\text{IT機器エネルギー}}}{\text{DCエネルギー}}} \times \boxed{\frac{\cancel{\text{DCエネルギー}}}{\text{DCエネルギー}-\text{グリーンエネルギー}}}
 \end{aligned}$$

図 3.4-4 : DPPE の意味

4.4 個々の指標の定義

次に、個々の指標の定義について、現時点での検討結果を整理する。

ITEU

(1) 指標の考え方と定義

まず、IT Equipment Utilization (ITEU) は、潜在的な IT 機器の能力を無駄なく利用する仮想化技術、オペレーション技術による省エネの度合いを示す。必要とされる IT 能力に見合った数の機器を無駄なく利用することにより、設置する機器の削減を促す。

ITEU は、本来 IT 機器の性能をどれだけ有効に使っているかを表現するものである。このため、サーバの稼働率のような実性能と定格性能の比を、サーバ、ストレージ、ネットワーク機器など全ての IT 機器について求めて平均することが望ましい。しかし、全ての IT 機器について稼働率を測定することは困難である。そこで、代替指標として「IT 機器の総実測電力と総定格電力の比」を使用する (図 3.4-5)。なぜなら、機器の稼働率が高いほど実測電力は定格電力に近づくと考えられるからである。

$$\text{ITEU} = \frac{\text{IT 機器の総実測電力}}{\text{IT 機器の総定格電力}}$$

図 3.4-5 : ITEU の定義式

(2) 指標計算時の補足

ITEU の算出対象は、サーバ、ストレージ、ネットワーク機器からなる IT 機器である。常

稼働状態で冗長化されている IT 機器は、ITEU の算出時に全て計上する。一方で、電源停止状態のスタンバイ機器は、アイドル時の電力消費が生じないため、計上しないものとする。

実測電力の測定期間、測定ポイントは、PUE の測定方法に準ずる。データセンタのサーバ形態がハウジングの場合、ITEU の算出は、IT 機器の所有者が実施する。

(3) 計算例

実在するデータセンタ（図 3.4-6）において、ITEU の値を計算した。

IT 機器の実測電力は、13200 kWh であった。一方、総定格電力が 1500 kW とすると、1500 kW×24 時間=36000 kWh から、

$$\text{ITEU} = \frac{13,200\text{kWh}}{36,000\text{kWh}} = 0.36 \quad (36\%)$$

となる。

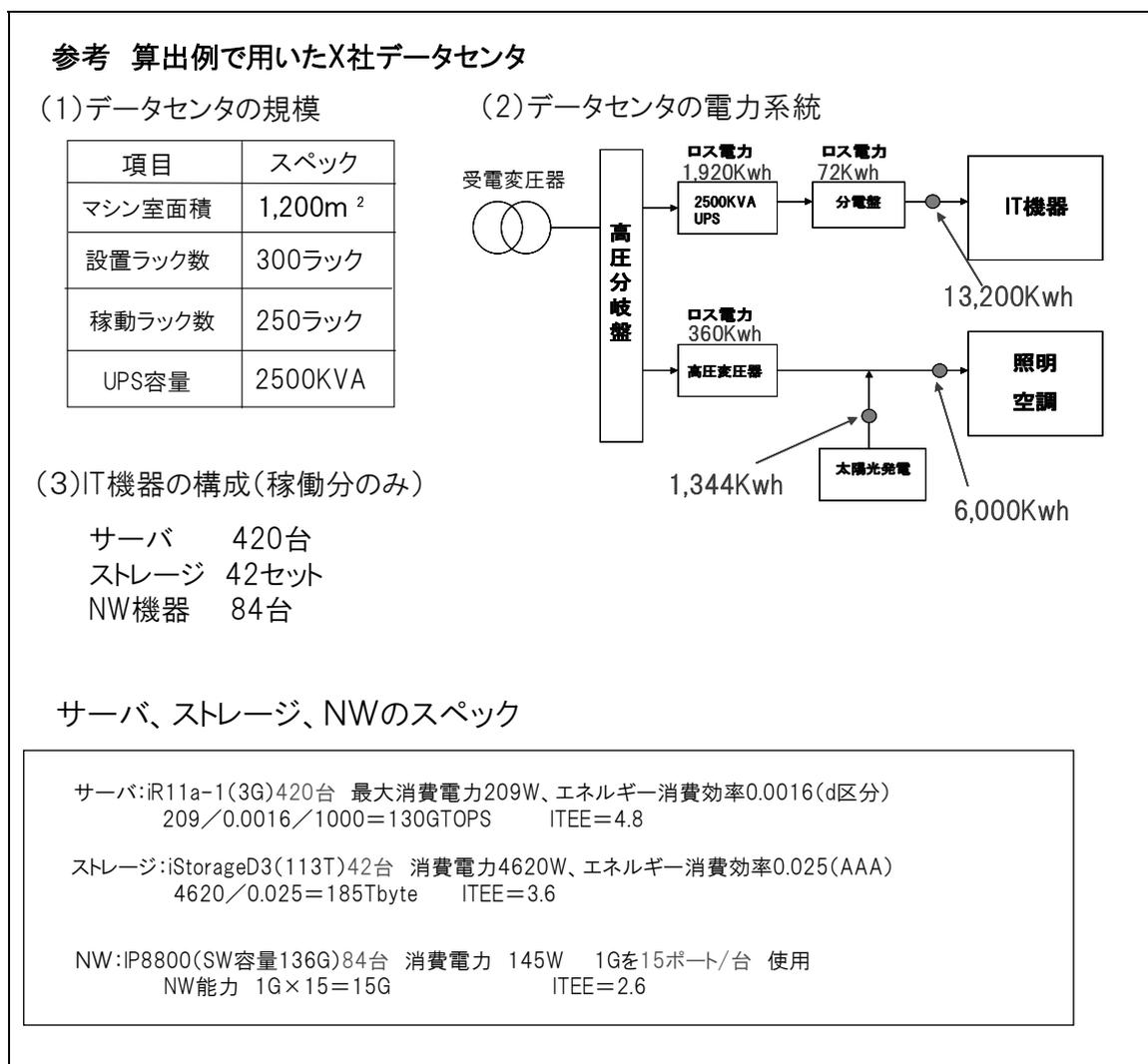


図 3.4-6 : 算出例で用いたデータセンタの構成

ITEE

(1) 指標の考え方と定義

IT Equipment Energy Efficiency (ITEE) は、IT 機器の総定格能力を IT 機器の総定格電力で割った値と定義する（図 3.4-7）。この指標では、単位電力あたりの処理能力の高い機器の導入を促すことにより、省エネを推進することを目指している。考え方はグリーン・グリッドの DCeP と似ているが、データセンタの中には、様々な機器、様々なサービスが混在し、実測することは困難と考えられることから、データシートのスペック値を用いて、単純に計算する方法を採用する。そのため、ITEE は、データセンタ内の IT 機器のカタログ上の省エネ性能の加重平均値に相当する。

$$\text{ITEE} = \frac{\text{IT 機器の総定格能力}}{\text{IT 機器の総定格電力}}$$

ただし、

$$\text{IT 機器の総定格能力} = \alpha \cdot \sum \text{サーバ能力} + \beta \cdot \sum \text{ストレージ能力} + \gamma \cdot \sum \text{NW 能力}$$

図 3.4-7 : ITEE の定義式

ただし、現時点では、IT 機器の総定格能力を計算するために必要な、IT 機器（サーバ、ストレージ、ネットワーク機器(NW)）の能力またはエネルギー効率を比較できる国際的に統一された方法は存在しない。しかし、日本では、省エネ法で規定されているエネルギー消費効率の数値がカタログに記載されており、ITEE の算出に用いることができる。また、米国でも、サーバについては SPEC あるいは SERT が活用され、ストレージ、ネットワーク機器についても環境保護庁（EPA）で検討が進んでいる。統一された IT 機器のエネルギー効率指標確立には時間がかかると考えられることから、国際標準が決定されるのを待つのではなく、各国で独自に能力を定義して ITEE の利用をスタートし、環境が整った段階で、採用する能力を統一するのが現実的に有意義と考えられる。

α 、 β 、 γ は、サーバ、ストレージ、ネットワーク機器の単位を揃えるための係数である。 α は、2005 年の標準的なサーバのエネルギー効率の逆数と定義する。 β 、 γ も同様に、2005 年の標準的なストレージ、ネットワーク機器のエネルギー効率の逆数である。したがって、「IT 機器の総定格能力」は、2005 年の平均的なサーバ、ストレージ、ネットワーク機器のエネルギー効率の逆数を重みとした能力の加重平均である。また、 α 、 β 、 γ の値は、用いる能力を定義した際に決定し、能力の定義が変わらない限り、対象データセンタや算出時期が異なっても共通して用いるものとする。

サーバのみ、ストレージのみ、ネットワーク機器のみを対象として ITEE を計算した場合、ITEE は 2005 年の標準的なエネルギー効率に対する（総定格能力）／（総定格電力）の比となる。

(2) 指標計算時の補足

ITEE の計算に用いられる定格能力と定格電力（またはエネルギー効率と定格電力）は全て各機器のカタログから抽出し計算する。機器によっては、記載義務化前の古い機器である、義務化の対象外である、などの理由でカタログ値が利用できない場合が考えられる。このような場合には、算出対象から除くなどの考慮をすることを検討している。

また、データセンタを構成する IT 機器は、全てサーバ、ストレージ、ネットワーク機器の3種類に分類する。このうち、ネットワーク機器の能力は、ポート単位での設定能力（ワイヤースピードでは無い）で算出をおこなう。

(3) 計算例

日本の省エネ法の定義を使用した例で、ITEE の具体的な算出例を示す。

まず、省エネ法のエネルギー消費効率で定義されている機器の能力を表 3.4-1 に示した。

表 3.4-1 : 省エネ法で用いられている機器能力

	能力	備考
サーバ	複合理論性能	—
ストレージ	記憶容量	—
ネットワーク機器	転送能力（スループット）	現在検討中

・係数 α 、 β 、 γ の計算

次に、表 2.2-1 で定義された能力に対して、係数 α 、 β 、 γ を計算した。

グリーン IT 推進協議会の調査結果⁸⁹及び WG の仮設定として、サーバ、ストレージ、ネットワーク機器の 2005 年時点における標準的な能力と消費電力を表 3.4-2 とした。

表 3.4 -2 : 2005 年時点の標準的機器想定

	能力 (a)	消費電力 (b)	エネルギー効率 (a / b)
サーバ	36 GTOPS/台	278 W/台	0.129 GTOPS/W
ストレージ	300 Gbyte/台	28 W/台	0.009 Gbyte/W
ネットワーク機器	0.3 Gbps/port	8 W/port	0.0375 Gbps/W

係数 α 、 β 、 γ は、標準的な機器のエネルギー効率の逆数であることから、

$$\text{サーバ係数} \quad \alpha = 1/0.129 = 7.75$$

$$\text{ストレージ係数} \quad \beta = 1/10.7 = 0.09$$

$$\text{ネットワーク係数} \quad \gamma = 1/0.0375 = 26$$

⁸⁹ 平成 20 年度グリーン IT 推進協議会調査分析委員会報告書

・ ITEE の算出

さらに、図 3.4-6 のデータセンタを想定し、ITEE の計算を行った。

省エネ法に基づきカタログに記載されているのは、IT 機器の能力自体ではなく、エネルギー消費効率であることから、まず定格電力とエネルギー消費効率を用いてサーバとストレージの能力を求める（図 3.4-6 下部の計算式）。その結果、サーバは 130GTOPS、ストレージは 185Tbyte である。ネットワーク機器の能力は省エネ法で現在定義が検討中である。そこで、ここではネットワーク機器の設定速度を用いると、能力は 15G となる。

これらの IT 機器の能力を用いると ITEE を計算することができ、

$$\begin{aligned} \text{ITEE} &= \frac{7.75 \times (130 \times 420) + 0.09 \times (185 \times 1000 \times 42) + 26 \times (1 \times 15 \times 84)}{209 \times 420 + 4620 \times 42 + 145 \times 84} \\ &= 3.9 \end{aligned}$$

PUE

(1) 指標の考え方と定義

次に、Power Usage Effectiveness (PUE)は、グリーン・グリッドが提唱する指標である（図 3.4-8）。

$$\text{PUE} = \frac{\text{データセンタのエネルギー消費量}}{\text{IT 機器のエネルギー消費量}}$$

図 3.4-8 : PUE の定義式

(2) 指標計算時の補足

PUE の測定のための標準化やガイドラインを望む声が多いため、グリーン・グリッドと協調してコンシステントな測定ガイドラインの整備を進めている。

まず、PUE を算出するための測定量としては、電気以外のエネルギー源を使用するデータセンタに対応するためにエネルギーを採用する。

次に、PUE の測定は、1 年間の積算値で算出することを推奨する。空調に必要なエネルギー量は、日々、季節によって変化するためである。

また、PUE 測定の目的が、公的な規制・公表である場合、測定箇所を標準化することも重要である。原則 IT 機器の入り口（PDU の出力）を測定箇所とし、実際の測定が困難で、UPS の出力等を採用する場合は、変換係数等で補正をおこなう。変換係数の数値については今後検討する。

(3) 計算例

図 3.4-6 のデータセンタを想定し、PUE を計算⁹⁰すると、

$$\text{PUE} = \frac{13,200 + 360 + 1,920 + 72 + 6,000}{13,200} = 1.6$$

GEC

(1) 指標の考え方と定義

最後に Green Energy Coefficient (GEC) は、データセンタ内で生産・利用されたグリーン電力量を総電力消費量で割った値である (図 3.4-9)。グリーン電力の使用促進のために取り入れたため、消費電力削減の観点から定義された他の 3 つの指標とは位置づけが異なっている。

$$\text{GEC} = \frac{\text{グリーン電力 (エネルギー)}}{\text{DC 総消費電力}}$$

図 3.4-9 : GEC の定義式

(2) 指標計算時の補足

GEC で対象とするグリーン電力 (エネルギー) は、データセンタ内で生成し、データセンタ内で利用するものに限定する。GEC は、データセンタ事業者等の再生可能エネルギー利用を促す指標であるため、他社からのグリーン電力購入分は指標に含めない。一方、データセンタ内で発生した排熱を利用して発電した場合は、グリーンエネルギーに含めることにする。

(3) 計算例

図 3.4-6 のデータセンタを想定し、GEC を計算すると、

$$\begin{aligned} \text{GEC} &= \frac{1,344}{13,200 + 360 + 1,920 + 72 + 6,000} \\ &= 0.062 \quad (6.2\%) \end{aligned}$$

⁹⁰ 想定したデータセンタは電力のみをエネルギー源として使用しているため、電力量から直接計算した。異なるエネルギー源を併用するデータセンタでは、原油換算などを用いてエネルギー量を計算する。

DPPE

総合的な指標である Data Center Performance per Energy (DPPE) は、データセンタにおける非グリーンエネルギーあたりの生産量と定義される。これまでに定義した4つの指標を用いると、DPPEは図3.4-10の式で表される。ただし、実際に数値化する上では、各指標の触れ幅と省エネ努力の容易性の関係を、データを元に補正する必要があると考えられる。

$$DPPE = ITEU \times ITEE \times \frac{1}{PUE} \times \frac{1}{1 - GEC}$$

図 3.4-10 : DPPE と各指標の関係

図 2.2-10 の関数で DPPE を計算すると、DPPE は近似的にデータセンタにおける非グリーンエネルギーあたりの生産量を示す。ただし、GEC=1 の場合 DPPE は無限大となるため、例えば GEC の最大値は 0.8 までと制限を加えるなどの考慮が必要である。

これまで計算したサブ指標の値を用いると、

$$DPPE = 0.36 \times 3.9 \times \frac{1}{1.6} \times \frac{1}{1 - 0.062} = 0.935$$

となる。また、2009 年における DPPE の数値幅は 0.1~3.7 程度になると考えられる (図 3.4-11)。

2009年におけるサブ指標の数値幅(想定値)		2009年におけるDPPEの数値幅試算	
	Worst	Best	
ITEU	20 (%)	70(%)	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>0.1</p> <p>$\left[\begin{array}{l} 0.2 \times 1.00 \\ \times 1/2 \\ \times 1/(1-0) \end{array} \right]$</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>3.68</p> <p>$\left[\begin{array}{l} 0.7 \times 4.42 \\ \times 1/1.2 \\ \times 1/(1-0.3) \end{array} \right]$</p> </div> </div>
ITEE	1.00*	4.42**	
PUE	2.0	1.2	
GEC	0 (%)	30(%)	

* the mean value of ITEE in 2005 is assumed. ** the mean value of ITEE in 2009 (CAGR of 45 % is assumed.)

図 3.4-11 : 2009 年における DPPE の予想数値幅

4.5 指標の使い方

定義した指標を使う上では、個別指標の使い方、データセンタのタイプ分けの 2 点を検討する必要がある。

指標の使い方では、4 つの個別指標を並列して示す方法が考えられる。DPPE は 4 つの指標から計算した総合指標であり、1 つで全体の効率を表現するが、図 3.4-12 のようなレーダーチャートによる可視化を行うことで、データセンタにおける省エネの取り組み別にレベルを把握することが可能となる。この際、データセンタのタイプ分けを考慮するため、グレードや規模などの情報をプロフィールとして併せて表示することが必要と考えられる。

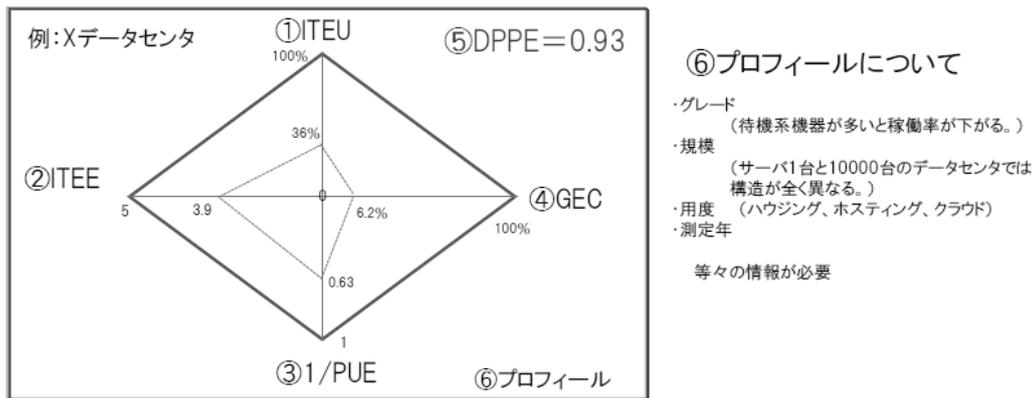


図 3.4-12 : レーダーチャートによる指標の可視化例

4.6 DPPE の利用場面

例えば、企業の CIO が、COO から次のように言われた場合を想定する。

「今後、君は当社のデータセンタの消費電力を増やしてはならない。ただし、情報処理量は、6 年ごとに倍増する。これをのみこんだ上で、消費電力又は CO2 排出量を横ばいで止めなくてはならない。」

CIO がデータセンタの消費電力量又は CO2 排出量をコントロールするために必要なのは、下記の特性を持つ指標である。

- ① 6 年後に情報処理量が 2 倍になっても、消費電力量が横ばいであることを確認できる指標
- ② または、6 年後に情報処理量が 2 倍になっても、CO2 排出量が横ばいであることを確認できる指標
- ③ 上記の横ばいに向けて、自分の下の各担当マネージャーに目標を割り振り、毎年その施策が達成に寄与していることを確認できる指標

DPPE は①と②のためにあり、4 つの各サブ指標は③のためにある。

①では、情報処理量が2倍になってもよいように、データセンタ全体のエネルギー効率を2倍にするという目標が必要である。すなわち、

$$\frac{\text{情報処理量}}{\text{DCの全エネルギー}}$$

を現在の2倍にするという目標が必要となる。このためには、DPPEのはじめの3つの項(ITEU, ITEE, PUE)をかけたものを用いればよい。

②のためには

$$\frac{\text{情報処理量}}{\text{DCのCO2排出量}}$$

を現在の2倍にするという目標が必要となる。日本では、データセンタで商用電力を使った場合、CO2排出量が電力会社の換算係数を使って計算され、利用企業の責任となる。そのため、自らグリーン電力を発電しデータセンタで使用すれば、CO2排出を減らせる。このために用いる指標が(GECを含む)DPPE全体である。

以上から、企業のCIOは、COOの上記の指示に対して「DPPEを6年間で2倍にします」と答えればよいことになる。また、政府であれば、例えば「全国のデータセンタの平均DPPEを、6年後に現在の2倍にする」という目標を発表すればよい。

次に、③のため、すなわちDPPE2倍をどのように実現するかをCIO配下の各担当マネージャーに割りふる場合に、4つのサブ指標が必要となる。DPPEは4つのサブ指標の掛け算で計算されるので、ITEUは1.2倍、ITEEは1.4倍、DCiEは1.2倍、GECの項は1.1倍という目標にすれば、 $1.2 \times 1.4 \times 1.2 \times 1.1 = 2.22$ で、2倍という目標を分担できることになる。

そうならば、システムオペレーション担当にITEU1.2倍を命じ、ハードウェア調達担当にITEE1.4倍を命じ、設備担当にDCiE1.2倍(PUEなら20%改善)を命じ、またGECの項は1.1倍(GECそのものでは0%を10%に改善)を命じればよいことになる(この割合は企業によって異なると考えられる)。

その後は毎年、4つのサブ指標改善について、計画を提出させ、その効果が出たか、計測していくことになる。改善が進まない指標があれば、改善度の組み合わせを変えて、結果的にDPPEが2倍になることを求めざればよい。国レベルでも同様に、全体のDPPE平均を2倍にするとして、各指標の改善度を見ながら、改善の遅れている指標については、進捗を促進するためのインセンティブ政策を提供することが考えられる。

5. グリーンなデータセンターのためのクライテリア開発

前章で紹介した DPPE は、データセンターのエネルギー効率を表現するための指標である。一方で、どのような対策がエネルギー効率向上に有効かを示すことも、エネルギー効率の高いデータセンター実現にとって大変重要である。そこで、グリーン IT 推進協議会では、「グリーンなデータセンターのためのクライテリア」として、エネルギー効率向上に向けた改善策を分野別にとりまとめた（図 3.5-1 に目次を示した。また第 3 部 A.3 に全文を示した。）。対策のとりまとめにあたっては、グリーングリッドのホワイトペーパー等の文献を参考にすると共に WG メンバーの知見を集約した。

クライテリアは、DPPE とその 4 つの取り組みに関連付けられた形で改善策がまとめられている（図 3.5-2）。まずエネルギー効率指標の概要が述べられ、この中で DPPE が示されている。続いてエネルギー効率向上に向けた改善策が、DPPE のサブ指標に習い、IT 機器、ファシリティ、運用、再生可能エネルギー利用に分類されてとりまとめられている。

また、クライテリアでは、冒頭に改善策全体がチェックリストとして示され、後ろの章にそれらの詳細説明が掲載されている。まずチェックリストでデータセンターの改善策採用度を確認し、その後必要な改善策について詳細を参照することができる構成となっている（図 3.5-3）。

目次

1. 背景・目的	4
2. クライテリア概要	6
3. チェックリスト	8
3.1. 指標	8
3.2. IT 機器	8
3.3. ファシリティ(冷却システム)	9
3.4. ファシリティ(給電システム、照明)	9
3.5. オペレーション(運用)	10
3.6. 再生可能エネルギー利用、廃熱再利用、コジェネレーション	11
4. 各項目の詳細説明	11
4.1. 指標	11
4.2. IT 機器	14
4.3. ファシリティ(省エネ冷却システム)	16
4.4. ファシリティ(給電装置、照明)	17
4.5. オペレーション(運用)	18
4.6. 再生可能エネルギー使用、廃熱再利用、コジェネレーション	25
5. 本クライテリア利用に関する注意事項	27
6. まとめ	27
参考文献	28

図 3.5-1 : 「グリーンなデータセンターのためのクライテリア」目次

<指標>

- DPPE(GIPCで策定中) / DCiE(=1/PUE)

<IT機器>

- サーバ/ストレージ/ルーター(省エネ法基準、Verizon基準)

<ファシリティ>

冷却システム

- 冷気と暖気の分離
- エアフローの最適化
- 近接冷却の採用
- 高効率空調機の採用
- 外気環境の利用

給電システム・照明

- 高効率受電装置の採用
- 高効率配電システムの採用(高電圧化・直流化等)
- 最適なUPSの採用
- 高効率照明機器の採用

<オペレーション(運用)>

- システム設計/データセンタ設計の最適化
- モニタリングと管理の導入
- IT機器の統合
- IT機器の運用管理の採用
- サーバハードウェア/ソフトウェア構成の構成化
- データセンタのグリーン化を推進する組織と体制

<再生可能エネルギー利用、廃熱再利用、コジェネレーション>

- 再生可能エネルギー(太陽光/風力/水力)の利用
- 廃熱再利用
- 地域冷暖房・コジェネレーション

図 3.5-2 : クライテリアに取り上げられた主要な改善策

チェックリスト(抜粋)

詳細説明(抜粋)

1.1. 指標

番号	大分類	中分類	重要	選択	備考
1		DPPE(GIPC-DC 等省エネ対策動向調査委員会報告書)	X		
		<ul style="list-style-type: none"> • DPPE(データセンタエネルギー効率)の測定 • ITEU(有効活用電力効率)の測定 • ITEE(IT機器電力効率)の測定 • DCIE(ファシリティ電力効率)の測定(詳細は2項) • GEC(グリーン電力効率)の測定 • 上記指標のレーダーチャート化 			
2		DCiE(=1/PUE)(TGG-WP#)	X		
		<ul style="list-style-type: none"> • 設備全体の消費電力の実績測定(TGG-WP#6) • IT機器の消費電力の実績測定(TGG-WP#6) • 測定レベル(レベル1、2、3)の特定(TGG-WP#14) • データセンタの種類など(主要目的、物理特性、省エネ機器の利用、代替エネルギー利用など)の検討(TGG-WP#14) • データセンタの気候と場所の検討(TGG-WP#14) 			

1.1. 指標

1.1.1. DPPE(GIPC-DC 等省エネ対策動向調査委員会報告書)

- 目的: データセンタの設備以外にも含む、下記のような全ての改善要素を考慮した指標を用いることで、データセンタ関係者全体のCO2削減努力を「見える化」する。
 - ① データセンタのファシリティに関する省エネ推進
 - ② 自然エネルギー活用の推進
 - ③ データセンタで用いるIT機器の省エネ推進
 - ④ IT機器の効率的活用による省エネの推進
- 内容: 総合的指標DPPE(データセンタ・エネルギー効率)及びその要素となる4つの指標の測定し評価する。
 - ITEU(IT機器の有効活用電力効率)
 - ITEE(IT機器電力効率)
 - DCIE(ファシリティ電力効率)(DCiE(=1/PUE)はTGGにて定義)
 - GEC(グリーン電力効率)
- 実現方法:

注) 詳細については、別途 GIPC 調査分析委員会 WG2 発行資料(予定)を参照。

 - ITEU(IT機器有効活用電力効率)の測定
 - データセンタ内のIT機器が如何に有効に利用されているかを評価する。IT機器の稼働率、実消費電力率とカタログ値の比などにより計測する
 - ITEE(IT機器電力効率)の測定
 - データセンタ内のIT機器について、如何に省エネ性能の優れた機器が導入されているかを評価する。IT機器の省エネ度、基準達成度などをカタログ値から判断し、これを総合する
 - DCIE(ファシリティ電力効率)の測定
 - データセンタの設備(電源、空調など)について、如何に省エネ性能が高いものが導入され、省エネ性能が高いように運用されているかを評価する。

図 3.5-3 : チェックリストと詳細説明の関係(抜粋例)

6. DPPE 普及に向けた取り組み

6.1 グリーングリッドとの国際会議

2009年10月10日に、米国グリーン・グリッド (以下 TGG) とグリーン IT 推進協議会 (以下 GIPC)により、データセンタのエネルギー効率指標に関する検討会が行われた。

日時： 2009年10月10日(土) 13:00~16:00

場所： 幕張メッセ国際会議場 (301号室)

出席者： (順不同敬称略)

【日本】中沢 潔 (経済産業省)、上笠 健、朽網 道徳、成田 出、石橋 豊、椎野孝雄、村岡 元司、吉識 宗佳 (グリーン IT 推進協議会)、田口 栄治、斉藤 朝樹、高木 一 (グリーン IT 推進協議会、グリーン・グリッド)、三崎 友雄、藤江 義啓、重村 ゆう子 (グリーン・グリッド)、福田 次郎 (日本データセンタ協会)、長谷川 英一、井上 治、池田 敏昭 ((社) 電子情報技術産業協会)

【米国】 Jon Hass、Dan Azevedo、Larry Vertal (グリーン・グリッド)

検討会では3月の日米欧官民ワークショップで GIPC から提案した指標案(DPPE)に対する TGG のフィードバックと EPA の現在の動向が示された。逆に GIPC からは、3月のワークショップにおける指摘事項への回答、その後の議論を踏まえた指標の定義案及び計算例が示された。

- ・ TGG からは、EPA がデータセンタのエネルギー効率指標策定へのプレッシャーを強めていることを意識し、自己ベンチマークから法規制での指標の利用を視野に入れる立場に変化しつつあるとの発言があった。目的別に指標が乱立する事態は、業界が混乱するので避けるべきである。法規制で利用する指標とするためには、指標が“アップル・トゥ・アップル”な比較ができるものであることが重視される。
- ・ TGG から、DPPE の3月時点案に対するフィードバックが示された：
 - ITEU に対して、「自己ベンチマーク」に用いる場合の推奨定義案が示された。ただし、基準データがはっきりしないため推奨定義案は「法規制」での使用には適さないのではないかとのことであった。
 - ITEE については、省エネ法では利用可能な地域が日本に限定されるため、グローバルに使える指標を定義する必要があるとの指摘があった。
 - GEC については、データセンタオペレータの自由度を高めるため「グリーンエネルギー購入」も考慮するほうがよいとの提案がなされた。
- ・ GIPC からは、「3月のワークショップにおける指摘事項への回答 (名称、DCiE の扱いなど)」「4つのサブ指標の定義」「4つのサブ指標の計算例」について報告した。実際にサブ指標を定義し、値を代入した指標・サブ指標の計算例を示した。
- ・ また、JDCC の検討内容をベースに、指標 (特に DCiE) の測定方法ガイドラインにつ

いて議論された。TGG/EPA でも、同様の検討がされている旨返答があった。
TGG から法規制を視野に入れた指標のフレームワークについて提案があった。GIPC から
は、今後の新指標 DPPE 共通化に向けた提案を行った。

- ・ TGG は、生産性指標の直接の計算が困難なため、エネルギー効率指標の代用変数 (Proxy) セットを作成し、それをベースに法規制 (レーティング) で利用可能な指標群を作成することを提案した。それに対して GIPC は、DPPE をベースに不足する指標を補足指標として追加する形が良いのではないかと提案した。
- ・ GIPC から、データセンタのエネルギー効率を 4 つのサブ指標で記述する基本コンセプトについて今回合意し、次回ワークショップにおける DPPE 定義の合意に向けて課題について引き続き議論を進めていくことを提案した。
- ・ TGG から、次回官民ワークショップでは成果物に近いレベルの指標案がでてくることが望ましい、また、実測データによる計算事例を集めることを考えて欲しいとのコメントがあった。

次に、GIPC から、指標の数値向上を促進するためにエネルギー効率向上のプロセスをチェックする「グリーンなデータセンタクライテリア」の第 1 版が紹介された。

TGG と GIPC は、2 月にデータセンタエネルギー効率指標に関する第 2 回官民ワークショップを開催することを働きかけていくこと、2 月に向けて継続して議論を続けていくことで合意した。

6.2 日米欧国際ワークショップ

2010 年 2 月 2 日、日米欧の関係者の参加のもと、データセンタのエネルギー効率指標 (特に、エネルギー効率指標とその計測方法の世界的な標準化・共通化) に関する意見交換会が開催された。出席者は日米欧から 20 名を超え、エネルギー効率指標とその計測方法に関する議論を中心に、欧米における関連取組状況の紹介も行われた。

日時：2010 年 2 月 2 日 9:00～17:00

場所：サンノゼ マリオットホテル 会議室

出席者：(順不同敬称略)

【日本】吉本 豊、中沢 潔 (経済産業省)、上笠 健、伊藤 雅樹、朽網 道德、小林誠、斉藤 朝樹、椎野 孝雄、村岡 元司 (グリーン IT 推進協議会)、田口 栄治、中井康博 (グリーン IT 推進協議会、グリーン・グリッド)、三崎 友雄、藤江 義啓 (グリーン・グリッド)、井上 治、池田 敏昭 ((社) 電子情報技術産業協会 (JEITA))

【米国】Alexandra Sullivan (米国環境保護庁 (US EPA)), Bill Tschudi、Paul Scheihing、Paul Scheihing (米国エネルギー省 (US DOE)), John Tuccillo、Dan Azevedo、Jon Haas、Vertal Larry、John Pheuger (グリーン・グリッド)

【欧州】Paolo Bertoldi (EC)、Zahl Limbuwala (BCS The Chartered Institute for IT)、Victor Smith (グリーン・グリッド)

以下に、プレゼン・議論内容を示す。

(1) プレゼンテーション

a. U.S. DOE Save Energy Now

- DOE の進めるデータセンタ (DC) 向けプログラム ITP の使命 (ミッション) は、DC の効率向上と CO2 の排出削減。ゴールは、2009 年比で 2030 年までに CO2 排出量を半減し、米国を世界のリーダーにすること。
- 指標の意味は、測定手法を確立すること。
- Save Energy Now は、企業の自主的な行動プログラムで継続的な改善を目指している。12 月に開始したばかりであるが、既に 41 社が参加。DC 事業者も参加している。エネルギーマネージャーを指名し、マネジメントプランを作成すること (トップ層の参加) を求めている。ISO50001 が共通フレームとなっている。
- US DC Energy Use 2011 年までに 10%削減を図る。
- Common Industry Metrics & Measurement Protocol (CIMMP) として、4 つの施策を展開中。一つ目は PUE をベースに DC Pro Software Tool Suite を推進。二つ目は、最終使用者に気づきを与えること。三つ目は、Certified Practitioner Program を推進すること。このプログラムでは来年までに 200 人の認定を目指している。四つ目は、R&D プログラムを推進すること。R&D プログラムでは 14 プロジェクトを選定している。
- まとめとして、生産性の向上と持続可能性向上が重要。C レベル (CEO、CIO、CFO 等) の巻き込み、IT オペレータのトレーニング、ファシリティオペレータのトレーニング、調達等が重要。

b. U.S. EPA Energy Star Rating System for Data Centers

- 個別の機器 (サーバ、ストレージ等) に関する製品ラベル、ビル全体に関する製品ラベル相当に対してデータセンタ向けに追加するレーティング、指標等の検討状況を説明。
- 個別の機器について、ICT 機器、データセンタ関連機器については、
サーバ : Tier1 を 2009/05 に開始、Tier2 を 2010/3Q 目標で開発中、アクティブ電力、サーバクラスの拡大等追加
ストレージ : 2010/02 に案を公開予定
UPS、ネットワーク機器 : 検討中
- どの組織でもデータセンタは必要であり、従来ビルディングでのラベリングに DC にフォーカスした拡張を行う。
- DC については、PUE を指標として、Portfolio Manager (オンラインで入手可能なツール) を使用しレーティングを行う。本年 6 月には PUE による DC レーティングのリリースする予定。これからもどんどん追加変更を行っていく予定で、IT の生産性指標も検討中。

c) European Union Code-of-Conduct (CoC)

- CoC は任意プログラム。欧州委員会の Joint Research Centre が策定したが、柔軟なメカニズムとしている。産業界、専門家、政府に対するフォーラム。鍵となる Issue を抽出し、標準化を目指した活動を実施している。

- 2002 年以降、ブロードバンド、UPS、外部電源、デジタル TV サービス等の個別 IT 機器に関する検討を行った。
- データセンタについては複数要因の組み合わせで検討を進めている。他のイニシアチブとの国際的調和を重視。いきなり規制に用いるのは難しいとの認識。何故データセンタか、というと、IT への要求が大きくなっていること、データセンタの電力が増大していることが動機。
- 米国を中心に同様の動きがあるが、欧州の気候や規制に適した EU 独自のイニシアチブが必要だった。欧州の関係者の議論の場を提供し、自発的行動を促した。
- ねらいは、認知度向上、オープンなフォーラムとしての場の提供、ベストプラクティスの実施、評価指標の定義、測定法の確立、国際協調のための共通原理の確立、調達のサポートなど。
- スコープは、あらゆるサイズのデータセンタ(サーバ室、専用の建物)、既存/新規を問わない、IT からファシリティまで含み、その調達やシステム設計も対象。
- 参加の仕方は二通り。一つは Participant で、データセンタのオーナーやオペレータが対象。他方は Endorser で、ベンダやコンサルタント、業界団体が対象。
- 四つの基本シナリオを持ち、日々のオペレーション、サーバの通常の置換/導入、レトロフィット、新データセンタの設計。
- WG として、Metrics & Measurements、Best Practice、Data Collection & Analysis がある。
- 参加のルールは、既存データセンタではまずエネルギーの計測と監査。行動計画の立案と提出。提出された計画は、委員会が 30 日以内に審査。合格すれば Participant 資格が保証される。消費エネルギーは定期的に測定・報告しなければならない。
- レトロフィットと新築では、2010 以降適用現在の Participant は 15 社。
- 指標は一つが望ましい。その策定は Green Grid にリードして欲しい。

d. METI Green IT initiative in Japan

- グリーン IT は、グリーン of IT が日本で 0.2 億 t-CO₂、グリーン by IT が 1.1 億 t-CO₂、合計で 1.3 億 t-CO₂ の CO₂ 削減ポテンシャルがある。
- 日本では、グリーン IT を促進するため、グリーン IT イニシアチブを設立した。グリーン IT に関する開発を促進する「グリーン IT プロジェクト」の他、高効率機器普及を促進する「トップランナー制度」「省エネラベル制度」がある。また、企業の取り組みを促進するために、「グリーン IT アワード」が設けられたほか、「エコポイント」によっても高効率機器普及が計られている。エコポイント制度により、省エネ型のテレビの販売は活発化した。
- 経済産業省では、アジアの国々との協力を促進するアジア経済イニシアチブの中でもグリーン IT をとりあげている。昨年 10 月には、アジアの国々とアジアグリーン IT フォーラムを開催した。
- グリーン IT に関しては、論点が 3 つあると考えている。1 つは、グリーン IT に貢献した企業の評価方法である。CO₂ 削減に貢献した企業に有利な仕組みをつくる必要がある。2 つめはライフサイクル全体を考慮した評価方法の確立である。最後に、特に業務分野

と住宅分野において、需要のコントロールが重要となってくると考えているが、貢献の配分などが課題となってくると認識している。

e. TGG/GIPC Working Session Status

- 昨年3月のワークショップからの進捗を報告する。指標の標準化について、様々な方の関心が高まっている。アクションアイテムについても、後ほど追加で議論していくが、これまでグリーン・グリッドではフィードバックを行ってきた。GIPCでもワークショップで指摘された課題に対して議論をしてきた。
- 我々のミッションは非常にシンプルで、世界的に標準となる指標を制定し、多くの参加者が採用できるようにすることである。そのために、指標の定義をしていく。
- 3月以降、4つのワーキングセッションを実施してきた。10月には東京でセッションを実施したほか、電話会議で行ったセッションもある。これらのワーキングセッションはどなたでも参加できるようにしている。関心を有する方々の参加を募っていきたい。
- これまでの議論の進捗のレビューを行う。ここで示した指標 (PUE, DCIU, ITEE, GEC, ITEU, RER)のグローバルハーモニゼーションを考えていきたいと思う。
- PUEにはエネルギーを用いる。測定期間は通年である。詳細はTGGホワイトペーパーを参照。エネルギーに変換する方法が論点として残っている。
- ファシリティに関して、DCIUはトータルの測定されるエネルギーをトータルのカタログ値のエネルギーで割ったものである。あまり正確な数字ではないが、改善のプロセスを経ていけば、製造元が対応して、自社で測定でき、一貫性のあるデータが取れるようなものになっていくだろう。エネルギーが測定単位となる。エネルギー効率、頻度等については細かく定義されていないので、これから討議をして定義をきめていくことになる。
- ITEEは非常に難しい。要求されている尺度に関しては業界全体で定義されていない。これらに関しては、グリーン・グリッドもGIPCの方でもこれからもグローバルなハーモニゼーションを目指して統一化を進めていきたい。
- ITEEについて、まずは、日本の省エネ法に照らし合わせて利用して、適用していき、グローバルな測定基準ができてきたところでそれにあわせて、測定期間、その他頻度、精度に関しても定義していくということをGIPCは考えている。
- ITEUは、データセンタのIT機器機材で使われているエネルギーをトータルの定格値で割ったものである。現状で非常に効率の良いデータセンタは10%程度と言える。この割合については基準によって相対的に動く数値であるといえる。
- GECの定義に関しては、ファシリティのエネルギーが母数になる。
- ERFとRERに関してはGECと似ている。RERは、実際にリユースされるエネルギーをトータルのファシリティのエネルギーで割ったもの。ここで示されているものはデータセンタ以外での再利用されているエネルギーだということになる。
- DPPEはGIPCの方で提唱している指標で、掛け算 ($ITEU \times ITEE \times PUE \times GEC$) をする。残りのメトリックに関してはサポートデータ (データセンタの場所、種類) のようなものとするべきというのがGIPCの主張である。

- ・ グリーン・グリッドのほうでは、掛け算ではなく、一連の指標を定義し、TGG Productivity Indicator Chart で表示することを薦めている。

f. GIPC Index for Data Center Energy Efficiency

第6部2章で示した内容に沿って、DPPEの紹介を行った。

(2) 議論

議論では、データセンタのエネルギー効率指標に関する考え方や基本方針について、今回のワークショップ参加者の合意を文章としてとりまとめる作業が行われた。その過程で、今後の検討方法に関する議論も行われ、今後日米欧の3者から構成されるワーキングセッションを設置し、議論を継続していくことで合意した。

6.3 世界への普及の取り組み

DPPEの世界への普及を促進するため、2010年2月に開催されたICT4EE⁹¹（ベルギー・ブリュッセル）やグリーンITセミナー（シンガポール、タイ・バンコク）でDPPEの紹介をおこなった。また、シンガポールでのセミナー前には日本側とシンガポール政府 Info-communications Development Authority (IDA)の打ち合わせをおこない、DPPEの定義などについて議論を行った。シンガポール政府はデータセンタの測定を近日中に実施する予定であるが、その際に用いる指標としてDPPEを視野に入れているようであった。IDAから積極的な質問がなされ、今後も引き続き情報交換をすることで合意した。

⁹¹ <http://webcast.ec.europa.eu/eutv/portal/archive.html?viewConference=8511&catId=8508>

6.4 今後の活動

本年度は、データセンタのエネルギー効率を示す新指標 DPPE の定義の詳細化に取り組んできた。今後、DPPE の普及に向け、「実際のデータセンタでのデータ取得」「国際的な標準化・普及に向けた活動の強化」の2点の取り組みが必要と考えられる。

まず、「実際のデータセンタでのデータ取得」であるが、目的は DPPE 普及に向けたツールの開発、定義の検証、有効性の検証である。

本年度 DPPE の定義を詳細化したが、実際のデータセンタで測定を実施するためには、測定者に測定方法を知らせるガイドライン策定が必要である。また、測定をサポートするツールを開発する必要性も高い。例えば、ITEE や ITEU の計算にあたっては、IT 機器の型番から機器のスペック（当面は省エネ法のエネルギー効率）を調べる必要があるが、この作業は特に大型データセンタでは負担が大きいと考えられる。そこで、IT 機器の型番から機器のスペックを検索するためのデータベースなどを開発する必要がある。

さらに、DPPE の測定上の課題を抽出し指標を改善するために、実測を推進し、取得したデータの分析を行うことが重要である。DPPE の値がデータセンタのエネルギー効率の違いをきちんと反映しているか、季節変化や機器の入れ替えに対しどのような変化を示すか、有効性を検証していく必要がある。

次に、「国際的な標準化・普及に向けた活動の強化」という点では、国際的な場での DPPE の提案と、海外での DPPE 実測支援が具体的活動として挙げられる。

本年度も日米欧ワークショップの場で指標を提案すると共に、欧州やアジア地域で DPPE の普及活動に取り組んだ。今後 DPPE を世界的な指標としていくために、日米欧ワークショップや標準化機関でこれらの活動を継続し、合意を形成していく必要がある。

付録（第3部）

A.1 データセンタエネルギー効率指標に関する国際会議の概要

A.1.1 グリーン・グリッドとの国際会議

(1) 開催概要

日時： 2009年10月10日（土） 13:00～16:00

場所： 幕張メッセ国際会議場（301号室）

出席者：（順不同敬称略）

【日本】

- ・ 中沢 潔 経済産業省
- ・ 上笠 健 グリーンIT推進協議会、NTTデータ
- ・ 朽網 道徳 グリーンIT推進協議会、富士通
- ・ 田口 栄治 グリーンIT推進協議会、グリーン・グリッド、インテル
- ・ 斉藤 朝樹 グリーンIT推進協議会、グリーン・グリッド、インテル
- ・ 高木 一 グリーンIT推進協議会、グリーン・グリッド、日本電気
- ・ 成田 出 グリーンIT推進協議会、日本アイ・ビー・エム
- ・ 石橋 豊 グリーンIT推進協議会、大和総研
- ・ 椎野 孝雄 グリーンIT推進協議会、(社)情報サービス産業協会、
野村総合研究所
- ・ 三崎 友雄 グリーン・グリッド、野村総合研究所
- ・ 藤江 義啓 グリーン・グリッド、日本アイ・ビー・エム
- ・ 重村 ゆう子 グリーン・グリッド、インテル
- ・ 福田 次郎 日本データセンタ協会、三菱総合研究所
- ・ 長谷川 英一 (社)電子情報技術産業協会
- ・ 井上 治 (社)電子情報技術産業協会
- ・ 池田 敏昭 (社)電子情報技術産業協会
- ・ 村岡 元司 グリーンIT推進協議会、NTTデータ経営研究所
- ・ 吉識 宗佳 グリーンIT推進協議会、NTTデータ経営研究所

【米国】

- ・ Jon Hass The Green Grid
- ・ Dan Azevedo The Green Grid
- ・ Larry Vertal The Green Grid

(2) 議事次第

1. Welcome and Introductions (10 min.)

Opening Remarks

Introduction of participants

Meeting objectives and plans

2. The Green Grid (60 min.)

Presentation

Discussion

3. GIPC “Details of new metrics” (60 min.)

Review of the 1st workshop in Washington D.C.

Detailed definition and calculations of metrics

3.1 DCU (Data Center Usage)

3.2 ITEE (IT Equipment Energy Efficiency)

3.3 FEE (Facility Energy Efficiency) (DCiE)

3.4 GEC (Green Energy Coefficient)

3.5 DPPE (Data Center Performance Per Energy)

Discussion

4. Introduction to “Criteria for Green Datacenter” (40 min.)

Objective & overview

Details such as “check lists for Green Datacenters”

5. Closing Remarks (10 min.)

Confirmation of our consensus and next step

Plan of next workshop

A.1.2 第2回日米欧国際ワークショップ

～Global Harmonization of Data Center Energy Efficiency Measurements and Metrics～

(1) 開催概要

日時：2010年2月2日 9:00～17:00

場所：サンノゼ マリオットホテル 会議室

出席者：(順不同敬称略)

【日本】

吉本 豊	経済産業省
中沢 潔	経済産業省
上笠 健	グリーンIT推進協議会、(株)NTTデータ
伊藤 雅樹	グリーンIT推進協議会、(株)日立製作所
朽網 道德	グリーンIT推進協議会、富士通(株)
小林 誠	グリーンIT推進協議会、(株)NTTデータ
斉藤 朝樹	グリーンIT推進協議会、インテル(株)
椎野 孝雄	(社)情報サービス産業協会(JISA)、(株)野村総合研究所
田口 栄治	グリーンIT推進協議会、インテル(株)
中井 康博	グリーンIT推進協議会、NEC
藤江 義啓	グリーン・グリッド、日本アイ・ビー・エム
三崎 友雄	グリーン・グリッド、(株)野村総合研究所
井上 治	(社)電子情報技術産業協会(JEITA)
池田 敏昭	(社)電子情報技術産業協会(JEITA)
村岡 元司	グリーンIT推進協議会、(株)NTTデータ経営研究所

【米国】

Alexandra Sullivan	U.S. Environmental Protection Agency
Bill Tschudi	U.S. Department of Energy
Paul Scheihing	U.S. Department of Energy
John Tuccillo	The Green Grid, APC
Dan Azevedo	The Green Grid, Symantec
Jon Haas	The Green Grid, Intel
Vertal Larry	The Green Grid
John Pheuger	The Green Grid, Dell, Inc.

【欧州】

Paolo Bertoldi	European Commission
Zahl Limbuwala	BCS The Chartered Institute for IT
Victor Smith	The Green Grid, Dell, Inc.

(2) 議事次第

- 1) Welcome and Introductions
 - a. METI and GIPC
 - b. The Green Grid
 - c. DOE
 - d. EPA
 - e. European Union Commission
- 2) Meeting Objectives
 - a. Facility Logistics
- 3) Brief Review of Program Progress (since March '09 session)
 - a. U.S. DOE Save Energy Now
Paul Scheihing
 - b. U.S. EPA Energy Star Rating System for Data Centers
Alexandra Sullivan
- 4) Break
- 5) Brief Review of Program Progress (since March '09 session) – Continued
 - a. European Union Code-of-Conduct
Paolo Bertoldi
 - b. METI Green IT initiative in Japan
Yutaka Yoshimoto
- 6) Lunch Break
- 7) Brief Review of Program Progress (since March '09 session) – Continued
 - a. TGG/GIPC Working Session Status
Dan Azevedo
 - b. GIPC Index for Data Center Energy Efficiency
Takao Shiino
- 8) Break
- 9) Measurement and Metrics Discussion
- 10) Action Items & Next Steps

A.2 日米欧ワークショップ合意文章（英文・和文仮訳）

Harmonizing Global Metrics for Data Center Energy Efficiency データセンタエネルギー効率に関する世界指標の協調について

The United States of America, European Union and Japan Reach Agreement on Guiding Principles for
Data Center Energy Efficiency Metrics

February 2, 2010

アメリカ・EU・日本はデータセンタのエネルギー効率指標のガイドライン
について合意に達した。

2010年2月2日

As business demands and energy costs for data centers rise, owners and operators have focused on the energy efficiency of the data center as a whole, frequently using energy efficiency metrics. However, the metrics are not always applied clearly and consistently at a global level. To address these inconsistencies, a group of global leaders met on February 2, 2010 to agree on data center energy efficiency measurements, metrics, and reporting conventions. Organizations represented were the U.S. Department of Energy's Save Now and Federal Energy Management Programs, U.S. Environmental Protection Agency's ENERGY STAR Program, European Commission JRC Code of Conduct, Japan's Ministry of Economy, Trade and Industry, Japan's Green IT Promotion Council, and The Green Grid.

データセンタの普及に伴うビジネス需要とエネルギーコストについて、データセンタ所有者と管理者は、総じてデータセンタのエネルギー効率に関心を持ち、しばしばエネルギー効率指標を用いてきた。

しかし、世界レベルでは、その指標は必ずしも明確に、かつ一貫した形で適用されているわけではない。この一貫性がない状況に対して、2010年2月2日、データセンタ業界における世界的なリーダーが、データセンタのエネルギー効率に関する測定方法・指標・報告方法についての合意を目指し、会議を開催した。

参加者は、米国エネルギー庁におけるセーブ・ナウと連邦エネルギー管理プログラム代表者、米国環境保護庁・エナジー・スター・プログラム代表者、そして欧州委員会共同研究センター・コードオブコンダクト、日本の経済産業省とグリーンIT推進協議会、そしてグリーングリッドであった。

Goal:

Share global lessons and practices with an objective of arriving at a set of metrics, indices, and measurement protocols which can be formally endorsed or adopted by each participant organization to improve data center energy efficiency globally. This includes the following specific goals:

1. Identify an initial set of metrics
2. Define each metric

3. Define the process for measurement of each metric
4. Establish on-going dialog for development of additional metrics

目標：

データセンタのエネルギー効率を世界規模にて改善するため、これまでの経験と取り組みを共有し、各参加団体で承認・採択可能な指標と測定基準を確立することを目標とする。特に、以下の具体的な目標を含むこととする。

1. (これまでに使用されてきた) 初期段階とも言うべき指標の確認
2. 各指標の定義
3. 各指標の測定プロセスの定義
4. 追加指標の開発に向けた意見交換の場を設置

Desired Outcomes:

Effective energy efficiency metrics that:

1. Measure the actual IT work output of the data center compared to actual energy consumption. It is of note that in the process to define IT work output, the following interim measurements are being defined and / or validated:

a. IT – Measure the potential IT work output compared to expected energy consumption; and measure operational utilization of IT equipment

b. Data center facility and infrastructure – Measure the data center infrastructure efficiency (PUE)

2. Measure renewable energy technologies and re-use of energy to reduce carbon

望ましい成果：

以下のような効果的なエネルギー効率指標：

1. 実際のエネルギー消費量を比較対象とした、実際のデータセンタの IT 機器の仕事量を測定すること。IT 機器の仕事量を定義する際、以下の中間測定方法が定義される、かつ、または有効である。

a. IT 機器について – IT 機器の定格エネルギー消費量に対する仕事能力を測定する。また、IT 機器利用率を測定する。

b. データセンタのファシリティとインフラについて – データセンタ・インフラストラクチャ・効率 (PUE) を測定する。

2. CO2 排出量削減のため、再生可能エネルギー技術とエネルギーの再利用量を測定する。

Guiding Principles

The collective groups are in agreement on the following guiding principles, as an interim step toward the desired outcomes (1. b.). It is recommended that data centers begin to measure PUE according to these principles:

- Power Usage Effectiveness (PUE) using source energy is the preferred energy efficiency metric. PUE is a measurement of the total energy of the data center divided by the IT energy consumption
- The industry should improve the IT measurement capabilities to ultimately enable taking the

measurement directly at the IT load (e.g. servers). At a minimum IT energy measurements should be measured at the output of the UPS

- For a dedicated data center, total energy measurement should include all energy sources at the point of utility handoff. For data centers in larger buildings, total energy should include all cooling, lighting, and support infrastructure, in addition to IT load

ガイドライン：

本会議参加団体は、望ましい成果（1.b.）に向けた中間段階として、以下のガイドラインに対して合意した。データセンタでは、以下の原則に従い、PUE を測定するよう推奨する。

- ソースエネルギーを用いた PUE が、エネルギー効率を測る指標として望ましい。なお、PUE はデータセンタの全消費エネルギーを IT 機器の消費エネルギーで割ったものである。

- 最終的に IT 機器（サーバ等）の負荷を直接測定可能にするため、業界は IT 機器のエネルギー測定能力を改善すべきである。少なくとも、IT 機器の消費エネルギーの測定は UPS 出力にて行うべきである。

- 専用データセンタに対して、全消費エネルギーの測定は utility handoff（ユーティリティの責任転換箇所；施設と外部の境界）において全エネルギー源を含めて行うべきである。大規模ビルに設置されたデータセンタに対して、全消費エネルギーは、IT 機器の消費エネルギーに加え、空調や照明、他のインフラの消費エネルギーを含むべきである。

In addition to PUE, the bodies recognize the necessity of other metrics expressed in the desired outcomes (1.a. and 2.)

「望ましい成果(1.a. and 2.)」で述べたように、参加団体は PUE に加え、他の指標の必要性を認識している。

This guidance is meant to help drive a common understanding of energy efficiency metrics. With continued dialog and additional input by a variety of stakeholders, this guidance can be refined and expanded to maximize its impact on both energy consumption and operational efficiency

このガイダンスはエネルギー効率指標の共通認識の推進を意図している。継続的な議論と様々な利害関係者からの追加インプットにより、本ガイダンスは改善されると共に、エネルギー消費と運用効率における効果を最大にすることができる。

There is significant interest and work among the bodies represented to proceed with globally accepted metrics and measurement protocols, from minimum allowable to aspirational on the topic of data center efficiency.

データセンタの効率化において、最小限に許容されているレベルから、世界的に受け入れられる指標や測定のレベルにまで手続きを進めてゆくことは、参加各国代表者にとって、とても関心があると同時に重要な業務である。

A taskforce has been formed with representatives from each participating body. The entire group of participants will reconvene once the task force feels the time is appropriate based on progress.

タスクフォースは各参加団体の代表により構成される。タスクフォースの進捗状況を考慮し、適切な時期に、再度参加グループ全てが招集される。

For further details please contact:

- ・ The Green Grid: gdcmetrics@lists.thegreengrid.org
- ・ U.S. Department of Energy Save Energy Now Program
: <http://www1.eere.energy.gov/industry/datacenters/contacts.html>
- ・ U.S. Environmental Protection Agency's ENERGY STAR Program:
ENERGYSTARdatacenters@icfi.com
- ・ European Commission – Joint Research Centre:
- ・ Ministry of Economy, Trade, and Industry:
- ・ Green IT Promotion Council: <http://www.greenit-pc.jp>

詳細は以下の団体にご連絡ください。

- ・ グリーングリッド: gdcmetrics@lists.thegreengrid.org
- ・ 米国エネルギー庁 セーブ・エナジー・ナウ
<http://www1.eere.energy.gov/industry/datacenters/contacts.html>
- ・ 米国環境保護庁 エナジー・スター: ENERGYSTARdatacenters@icfi.com
- ・ 欧州委員会共同研究センター
- ・ 経済産業省
- ・ グリーン IT 推進協議会: <http://www.greenit-pc.jp>

A.3 グリーンなデータセンターのためのクライテリア

グリーンなデータセンターのためのクライテリア(第1版)
2009年10月

グリーンなデータセンターのためのクライテリア

第1版

(2009年10月5日版、version 1.0)

2009年10月

グリーンIT推進協議会 調査分析委員会 ワーキンググループ 2

[データセンター評価指標 サブワーキンググループ (JEITA)]

グリーン IT 推進協議会 調査分析委員会 WG2
[データセンター評価指標サブワーキンググループ(JEITA)]

委員名簿
(敬称略・五十音順)

<主査>

上 苙 健 (NTTデータ)

<委員>

石橋 豊 (大和総研)
伊藤 雅樹 (日立製作所)
小田切 充 (富士通)
朽網 道德 (富士通)
小林 誠 (NTTデータ)
斉藤 朝樹 (インテル) (サブリーダー: とりまとめ)
椎野 孝雄 (情報サービス産業協会)
田口 栄治 (インテル)
中井 康博 (日本電気)
成田 出 (日本 IBM)
早川 勇 (大和総研)
八木 悟 (富士通)

<オブザーバー>

伊藤 智 (産業技術総合研究所)
高橋 衛 (日本データセンター協会)
内條 秀一 (新エネルギー産業技術総合開発機構)
福田 次郎 (日本データセンター協会)
村岡 元司 (NTTデータ経営研究所)
吉識 宗佳 (NTTデータ経営研究所)

<事務局>

池田 敏昭 (電子情報技術産業協会)
井上 治 (電子情報技術産業協会)

目次

1. 背景・目的	4
2. クライテリア概要	6
3. チェックリスト	8
3.1. 指標	8
3.2. IT 機器	8
3.3. ファシリティ(冷却システム)	9
3.4. ファシリティ(給電システム、照明)	9
3.5. オペレーション(運用)	10
3.6. 再生可能エネルギー利用、廃熱再利用、コジェネレーション	11
4. 各項目の詳細説明	11
4.1. 指標	11
4.2. IT 機器	14
4.3. ファシリティ(省エネ冷却システム)	16
4.4. ファシリティ(給電装置、照明)	17
4.5. オペレーション(運用)	18
4.6. 再生可能エネルギー使用、廃熱再利用、コジェネレーション	25
5. 本クライテリア利用に関する注意事項	27
6. まとめ	27
参考文献	28

1. 背景・目的

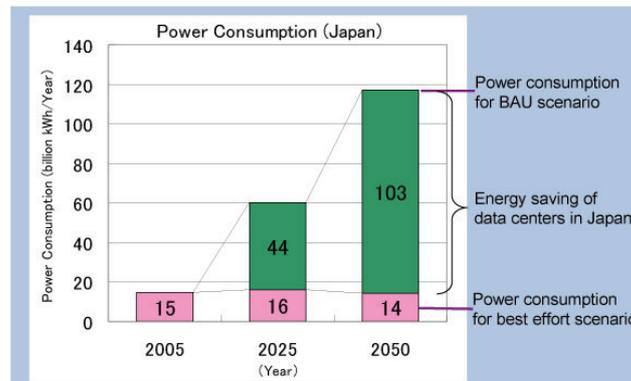
近年のインターネットトラフィックは指数関数的に伸びている。それに伴い、データ処理量およびデータセンターそのものが増加し、データセンターが消費する電力量の増大が大きな問題になりつつある。

図1は、グリーンIT推進協議会・調査分析委員会が行った日本国内におけるデータセンターによる消費電力の予測である。今後特別なグリーン化の施策を行わない場合、消費電力は、2005年に対して、2025年時点で4倍、2050年時点で約8倍に達すると予想している。一方で、最も適切なグリーン化の施策を施すことができれば、今後永続的に全データセンターの消費電力を、2005年時点での消費電力に押さえる事ができると考えている。

もう一つの試算として、図2に米国環境保護庁の予測を示す。米国内のデータセンターにおいて、今後特にグリーン化の施策を行わずにした場合、2006年から2011年の5年間でその電力使用量は約2倍にも達し、米国全体の消費電力の2%にも達する。図には、グリーン化による消費電力削減の余地を複数の場合について予測しているが、まさにその施策が早急かつ適切に求められている。



Projected Electricity Use of Data Centers in Japan



Source: GIPC analysis (2008)
Copyright 2009, Green IT Promotion Council

図1 データセンターの効率化の機会(日本)

出展) グリーンIT推進協議会・2008年度調査分析委員会報告書(2009年6月発行)

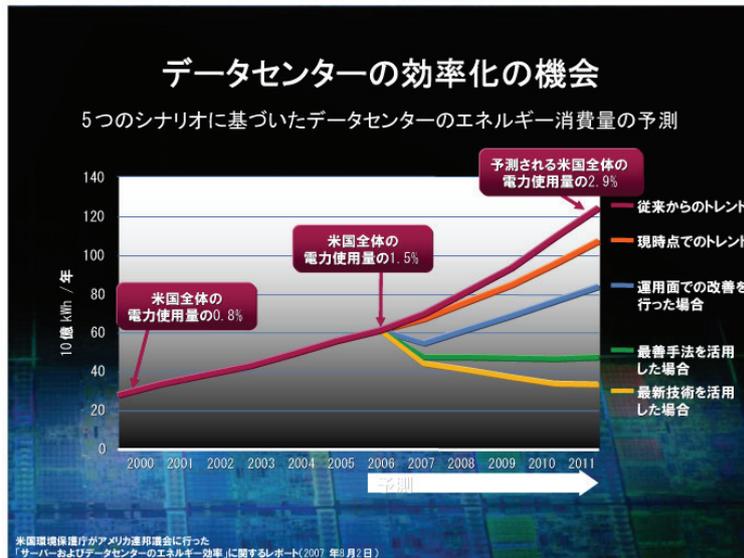


図2 データセンターの効率化の機会(米国)

出展) 米国環境保護庁がアメリカ連邦議会に行った「サーバおよびデータセンターのエネルギー効率」に関するレポート(2007年8月2日)

しかしながら、その一方で、データセンターの電力効率は、電力や空調システムがどの程度効率的に運用されているか、正確に把握するには難しい状況でもあった。また、データセンターを運営する事業者内において、IT部門と設備部門と組織的な面で分かれていて、使用エネルギーの効率化という面で必ずしも円滑な連携がとられていないという課題がある。

グリーンIT推進協議会でも、データセンターの省エネ化は、グリーンITを進める上で、もっとも重要かつ緊急な課題であると認識し、2008年度から、米国政府や欧州機関、そしてThe Green Grid(TGG)等の業界団体との連携・協力を得ながら、データセンターのエネルギー効率の見える化の基準となる「指標」の策定を進めてきた。

指標として、既にTGGで定められたPUEが広く知られており、一つの重要なエネルギー効率を示すものとなっている。また、グリーンIT推進協議会においても、データセンターのエネルギー効率に関わる様々な要素を包括的に示す新しい指標(DPPE: Datacenter Performance Per Energy、データセンター・エネルギー効率)の策定を進めている。

指標は、データセンターのエネルギー効率を示し、改善の施策を進める上で非常に有効に働く一つの目安であることは事実である。しかしながら、一つの指標だけで、データセンターのエネルギー効率の良し悪しを全て言い尽くせるわけではない。例えば、極端に広い部屋にIT機器1台だけのデータセンターがあれば、PUEは非常に良い値を示すかもしれないが、こんな非効率なデータセンターがグリーンとは到底言えない。このように、指標の検討を進める中で、指標の数値だけで、データセンターのエネルギー効率の全てを表現するには限界があることも事実である。

以上から、下記に示す内容を、本クライテリアの目的としている。

- ① 指標だけでは表現し切れないグリーン施策をまとめたクライテリアを満たした上で、良い指標値を得ることにより、真のエネルギー効率に優れたデータセンターとみなす事。
- ② データセンター事業者やデータセンターに必要な要素を提供者に対して、データセンターのグリーン化のために何をすべきかのレファレンスを提供し、実際のグリーン施策として活用されること。
- ③ 対象となるデータセンターが、グリーン化のクライテリアをどの程度満足しているかのチェックリストを設け、実務レベルで使用可能な形としている。
- ④ 政府や地方自治体に対して、データセンターのグリーン化の一層の促進のため、このクライテリアを全てあるいはある一定以上満たすデータセンターに対してインセンティブを与える等の政策立案に役立てること。

2. クライテリア概要

グリーン IT 推進協議会では、図 3 に示すように、データセンターに出入りするエネルギーおよびデータのモデルを考えている。本クライテリアでは、データセンターのグリーン化を進めるために必要なクライテリアを、大きく5つのカテゴリーに分けて考えている。1) 指標、2) IT 機器、3) ファシリティ、4) オペレーション、5) 再生可能エネルギー等の利用、である。図 3 中に、各カテゴリーに対応する記述箇所を示している。(例) ファシリティ: 3.2 節/4.2 節と 3.3 節/4.3 節)

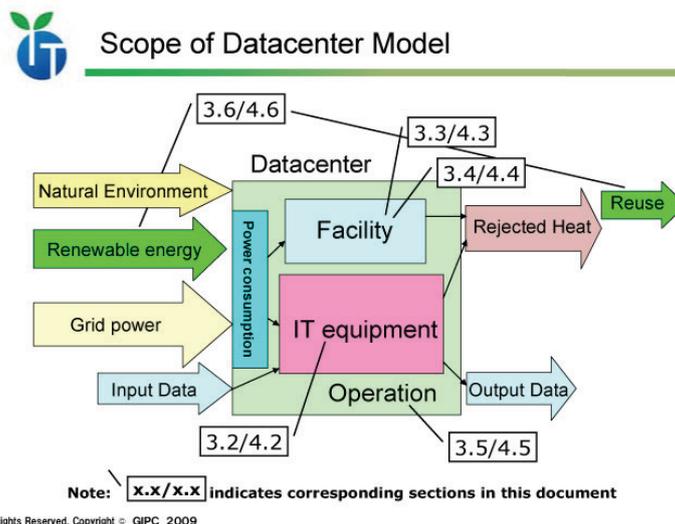


図 3 グリーン IT 推進協議会が考える
データセンターのエネルギーおよびデータ入出力モデル

図4に、本クライテリアの概要を示す。5つのカテゴリーに、それぞれ基本要素や特徴となるグリーン化のための施策項目を挙げている。本クライテリアをまとめるに当たり、TGGのホワイトペーパーを活用した。具体的には、本文中(特に4章)に、参照したTGGのホワイトペーパー番号を示している。

「指標」のカテゴリーでは、グリーンIT推進協議会が策定を進めている新しい指標(DPPE)を軸に、DPPEが包含しかつ既に業界内において一つの共通の指標として広く普及しているDCiE(=1/PUE)を併記する形をとった。

「IT機器」、「ファシリティ」のカテゴリーでは、より省エネ性能に優れたIT機器やファシリティ設備(空調設備・電源設備、およびそのアーキテクチャ)の導入の普及・促進を狙っている。

「オペレーション」のカテゴリーでは、設置されたIT機器を効率的に運用するための施策について記載している。

また、現状の化石燃料によるエネルギーの利用だけでなく、太陽光発電や風力、水力等の再生可能エネルギーの利用、データセンターから排出される熱の効率的再利用等、今後、積極的に推進すべき施策についてもクライテリアに含めた。

各カテゴリーの項目は、次章に記載されているチェックリストの中で、「重要」・「選択」という形で、省エネ効果が高く、早期導入が可能な項目(必須)と、より一層のグリーン化のためにとった方が良いと項目(選択)に分けた。実際の施策の適用においては、重要項目全て満足した上で、ある一定量の選択項目を達成することを想定している。

- <指標>
 - DPPE(GIPCで策定中) / DCiE(=1/PUE)
- <IT機器>
 - サーバ/ストレージ/ルーター(省エネ法基準、Verizon基準)
- <ファシリティ>
 - 冷却システム
 - 冷気と暖気の分離
 - エアフローの最適化
 - 近接冷却の採用
 - 高効率空調機の採用
 - 外気環境の利用
 - 給電システム・照明
 - 高効率受電装置の採用
 - 高効率配電システムの採用(高電圧化・直流化等)
 - 最適なUPSの採用
 - 高効率照明機器の採用
- <オペレーション(運用)>
 - システム設計/データセンター設計の最適化
 - モニタリングと管理の導入
 - IT機器の統合
 - IT機器の運用管理の採用
 - サーバハードウェア/ソフトウェア構成の構成化
 - データセンターのグリーン化を推進する組織と体制
- <再生可能エネルギー利用、廃熱再利用、コジェネレーション>
 - 再生可能エネルギー(太陽光/風力/水力)の利用
 - 廃熱再利用
 - 地域冷暖房・コジェネレーション

図4 「グリーンなデータセンターのためのクライテリア」の概要

3. チェックリスト

以下に、グリーンなデータセンタのためのクライテリアのチェックリストをまとめる。5つのカテゴリー毎に、グリーン化のための施策項目をまとめ、必要に応じて、各項目を大分類・中分類に分けられている。各項目は、グリーン化のための重要項目か選択項目かを示すために、「重要」・「選択」欄にチェックが入っている。重要項目および選択項目の定義は下記の通りとする。

「重要」：省エネ効果が大きく、早期の導入が可能な項目

「選択」：十分な省エネ効果は期待されるが、適用が制限される、あるいは導入に時間を必要とする項目

利用法としては、新規データセンタの構築、既存データセンタの改良において、グリーン化を進めるに当たり、各項目が満足する形で計画を立て、実施されることを想定している。

3.1. 指標

番号	大分類	中分類	重要	選択	備考
1		DPPE(GIPC-DC 等省エネ対策動向調査委員会報告書)	X		
		<ul style="list-style-type: none"> • DPPE(データセンタエネルギー効率)の測定 • ITEU(有効活用電力効率)の測定 • ITEE(IT 機器電力効率)の測定 • DCiE(ファシリティ電力効率)の測定 (詳細は2項) • GEC(グリーン電力効率)の測定 • 上記指標のレーダーチャート化 			
2		DCiE (= 1/PUE) (TGG-WP#)	X		
		<ul style="list-style-type: none"> • 設備全体の消費電力の実績測定(TGG-WP#6) • IT 機器の消費電力の実績測定(TGG-WP#6) • 測定レベル(レベル1, 2, 3)の特定(TGG-WP#14) • データセンタの種類など(主要目的、物理特性、省エネ機器の利用、代替エネルギー利用など)の検討(TGG-WP#14) • データセンタの気候と場所の検討(TGG-WP#14) 			

3.2. IT 機器

番号	大分類	中分類	重要	選択	備考
		サーバ・エネルギー効率基準			
1		省エネ法(トプランナー)	X		

		基準値：最新の省エネ法区分及び基準値 http://www.eccj.or.jp/law06/machine/pc.html			
2		Verizon Server 基準値：TEEER > 6.53 http://www.verizonnebs.com/TPRs/VZ-TPR-9205.pdf		X	
ネットワーク機器・エネルギー効率基準					
3		省エネ法(トップランナー) 基準値：最新の省エネ法区分及び基準値 ルーティング機器 http://www.eccj.or.jp/law06/pdf/226_090701.pdf スイッチング機器 http://www.eccj.or.jp/law06/pdf/227_090701.pdf	X		
4		Verizon Switch/Router 基準値：TEEER > 7.67 http://www.verizonnebs.com/TPRs/VZ-TPR-9205.pdf		X	
ストレージ・エネルギー効率基準					
5		省エネ法(トップランナー) 基準値：最新の省エネ法区分及び基準値 http://www.eccj.or.jp/law06/machine/disk.html	X		

3.3. ファシリティ(冷却システム)

番号	分類	重要	選択	備考
1	冷気と暖気の分離(TGG-WP#2)	X		
2	エア・フローの最適化(TGG-WP#2)	X		
3	近接冷却の採用(TGG-WP#2)		X	
4	高効率空調機の採用(TGG-WP#2)	X		
5	外的環境の利用(TGG-WP#11)		X	

3.4. ファシリティ(給電システム、照明)

番号	大分類	中分類	重要	選択	備考
1		高効率受電設備の採用	X		
2		高効率配電方式の採用(TGG-WP#2/#4/#16)	X		
		[採用例] • 効率の良い配電設備の配置(配線損失および遮断回路)			

		損失の削減) <ul style="list-style-type: none"> 高電圧(交流 200-220V)給電方式の採用 自然冷却方式の採用 			
3		直流高電圧給電方式の採用(TGG-WP#4/#16)		X	
4		最適なUPSの採用(TGG-WP#2)	X		
		[採用例] <ul style="list-style-type: none"> 適切な容量の決定(TGG-WP#2) 高効率UPSの採用(軽負荷状態でも効率の良いUPS) 信頼性と効率を考慮した冗長化方式の検討 			
5		高効率照明機器の採用(TGG-WP#2)	X		
		[採用例] <ul style="list-style-type: none"> エネルギー効率の良い照明の設置(LED、HFインバーター照明等)(TGG-WP2) 人感センサー、タイマーによる照明器具の制御 昼光利用、初期照度補正の実施 			

3.5. オペレーション(運用)

番号	大分類	中分類	重要	選択	備考
1		システム設計/データセンター設計の最適化(TGG-WP#2)	X		
2		モニタリングと管理の導入	X		
3		IT機器(サーバ/ストレージ/ネットワーク機器)の統合(TGG-WP#2/#19)	X		
		<ul style="list-style-type: none"> 仮想化の活用 適切なサイジングおよびサービスレベル(TGG-WP#7) 			
4		IT機器の運用管理の採用(TGG-WP#7)		X	
5		サーバハードウェア構成の適切化(TGG-WP#2)	X		
6		サーバソフトウェア構成の適切化(TGG-WP#2)	X		
7		データセンターのグリーン化を推進する組織と体制(TGG-WP#2/#9)		X	
		経営層によるターゲットの明確化 <ul style="list-style-type: none"> 目標と戦略 各部門のミッションへのブレークダウンと設定 データセンター省エネ責任者(責任部門)の設定 			

3.6. 再生可能エネルギー利用、廃熱再利用、コジェネレーション

番号	大分類	中分類	重要	選択	備考
1		再生可能エネルギーの利用		X	
2		データセンターの廃熱の再利用		X	
3		地域冷暖房・コジェネレーションの採用		X	
4		その他の事例		X	
		[想定事例] ・ データセンターの外壁、屋上の緑化(CO2吸収相当分を電力換算) ・ ビル内での野菜等の栽培(廃熱とCO2吸収分) ・ グリーンエネルギー関連のファンドへの出資(金額を電力換算)			

4. 各項目の詳細説明

4.1. 指標

4.1.1. DPPE(GIPC-DC 等省エネ対策動向調査委員会報告書)

- 目的: データセンターの設備以外も含む、下記のような全ての改善要素を考慮した指標を用いることで、データセンター関係者全体のCO2削減努力を「見える化」する。
 - ① データセンターのファシリティに関する省エネ推進
 - ② 自然エネルギー活用の推進
 - ③ データセンターで用いるIT機器の省エネ推進
 - ④ IT機器の効率的活用による省エネの推進
- 内容: 総合的指標 DPPE(データセンター・エネルギー効率)及びその要素となる4つの指標の測定し評価する。
 - ITEU(IT機器の有効活用電力効率)
 - ITEE(IT機器電力効率)
 - DCiE(ファシリティ電力効率) (DCiE(=1/PUE)は TGG にて定義)
 - GEC(グリーン電力効率)
- 実現方法:

注) 詳細については、別途 GIPC 調査分析委員会 WG2 発行資料(予定)を参照。

 - ITEU(IT機器有効活用電力効率)の測定
 - データセンター内のIT機器が如何に有効に利用されているかを評価する。IT機器の稼働率、実消費電力率とカタログ値の比などにより計測する

- ITEE(IT 機器電力効率)の測定
 - データセンター内の IT 機器について、如何に省エネ性能の優れた機器が導入されているかを評価する。IT 機器の省エネ度、基準達成度などをカタログ値から判断し、これを総合する
- DCiE(ファシリティ電力効率)の測定
 - データセンターの設備(電源、空調など)について、如何に省エネ性能が高いものが導入され、省エネ性能が高いように運用されているかを評価する。
 - TGG で定義される DCiE(= 1/PUE)と同じ測定を行う。
- GEC(グリーン電力効率)の測定
 - データセンターにおいて、CO₂排出を伴う商用電力の利用を減らすべく、自身でCO₂排出を伴わない電力をいかに生成し利用しているかを評価する。自然電力の範囲の定義が必要であり、検討中。
- 上記指標のレーダーチャート化
 - 指標のランク化の定義(4段階、5段階のランク化方法、重み付けなど)が必要。

4.1.2. DCiE (=1/PUE) (TGG のホワイトペーパーより引用)

- 目的: データセンターの設備のエネルギー効率を測定し、自身の改善の効果を確認すると共に、世界における類似のデータセンターの指標と比較して、自身の改善余地を把握する。
- 内容: IT 設備の消費電力とデータセンター全体の消費電力の比率を指標とする。
- 実現方法:
 - 1) 設備全体の消費電力の実績測定(TGG-WP#6)

データセンター全体の消費電力の実績を測定する。下記2)に挙げた全 IT 設備電力に加え、あらゆる要素で構成される。例えば、

 - a. 電源供給要素: UPS、開閉装置、発電機、PDU、バッテリー、IT 設備外部の供給損失
 - b. 冷却システム要素: 冷却装置、コンピュータ室の冷暖房装置(CRAC)、温湿度調整用(DX)装置、ポンプ、冷却塔
 - c. その他、データセンターの照明など様々な負荷要素、測定箇所、頻度は、下記の3)のように3レベルある。

注) DCiE、PUE は、電力(ワット計)またはエネルギー(キロワット時またはジュール)のどちらでも測定されます。電力で計算した場合、瞬間的な DCiE または PUE を表します。エネルギーで計算した場合、測定時間での平均 DCiE または PUE を表します。(TGG-WP#14 より)
 - 2) IT機器の消費電力の実績測定(TGG-WP#6)

データセンター内の IT 設備の全機器、すなわち、コンピュータ、ストレージ機器、ネットワ

ーク機器や、補助機器(KVM スイッチ、モニターなど)、データセンター監視またはその他の制御に使用されるワークステーション/ノート PC に関連した消費電力の実績を測定する。測定箇所、頻度は、下記の3)のように3レベルある。

3) 測定レベル(レベル1、2、3)の特定(TGG-WP#14)

測定レベルには、下記の3つがある。

「基礎」および「中級」レベルの測定では、ほぼ同時刻で、かつデータセンター内の負荷が以前の測定とできる限り同一のタイミングで測定する。週単位で比較する際は、測定値を比較できるように曜日も一定にする。

レベル1(基礎): 少なくとも月1回、電力測定値を収集。データセンター内のUPS設備(IT負荷)、ならびにデータセンターの冷却、空調のための機械設備に電力を供給する主配電盤が対象。

レベル2(中級): 少なくとも1日に1度、測定値を収集。データセンター内のPDUから取得した測定値、および「施設」の各設備機器への電力供給に使用されている配電システムが対象。

レベル3(上級): データの連続的な収集。データセンター内の個々のIT設備機器および施設の設備機器が対象。

4) 測定期間(通年、1ヶ月、連続)の特定(TGG-WP#14)

DCiEの登録に備えて、測定期間(年、月、週、日、連続)を明確にしておく。

5) 測定点(UPS、PDU、サーバ)の特定(TGG-WP#14)

DCiEの登録に備えて、測定点(UPS、PDU、ラック、サーバ)を明確にしておく。

6) データセンターの種類など(主要目的、物理特性、省エネ機器の利用、代替エネルギー利用など)の検討(TGG-WP#14)

データセンターで行われる処理の種類が、DCiE指標に大きく影響するため、データセンターの種類などを明確にしておく必要がある。これは、この指標の認定のためにも必要となっている。データセンターの主要目的は何か(テスト、生産、内部処理、ネットワーク接続)。どのような業務分野(金融、医療、通信など)をサポートするのか。その業務分野のサポートに必要な信頼性レベルは何か。また、データセンター運用体制に災害復旧を含むかどうか。

同様に、データセンターの物理特性もDCiEに影響する。データセンターで維持する標準的な温湿度はどの程度か、また、どのような種類の冷却システムを使用し、それにはフリークーリングが含まれているのか、あるいは、データセンターとその設備機器の使用年数はどれぐらいか。ビルは当初からデータセンターとしての使用が意図されたものか、あるいは改造したものか、データセンターから電源までの距離はどれぐらいかなど。

7) データセンターの気候と場所の検討(TGG-WP#14)

データセンターの所在場所も、エネルギー効率に大きな影響を持つ。同じ機械システムでも、稼働している場所の気候によって効率が大きく変わる。データセンターが位置する場所やその気候は、使用可能なフリークーリング時間にも影響する。同様に、気候や場所によって一部の機械システムを十分に使用できないこともある。場所は、エネルギー料金やエネルギーの可用性に大きく影響する要素のため、明確にしておく必要がある。

4.2. IT 機器

4.2.1. サーバ用省エネ基準

- **省エネ法(トップランナー)**

最新の省エネ法要件・基準値を満たすこと。ただし、最新基準を満たしていなくても IT 機器購入時に前回の基準を満たしていた場合には、IT 機器の運用期間を考慮して、新基準が発効されてから3年間は基準を満たしているものとみなす。

法律要件なので、対象製品は、カタログや性能に関する表示がある資料にエネルギー消費効率を要掲載。製品区分ごとに基準値がある。

$$\text{エネルギー消費効率(W/GTOPS)} = \frac{\text{アイドル時の消費電力(W)}}{\text{CTP 値(GTOPS)}}$$

注 1) 参考情報: <http://www.eccj.or.jp/law06/machine/pc.html>

- **Verizon Server**

最新の Verizon Server の要件・基準値を満たすこと。ただし、最新基準を満たしていなくても IT 機器購入時に前回の基準を満たしていた場合には、IT 機器の運用期間を考慮して、新基準が発効されてから3年間は基準を満たしているものとみなす。

なお、Verizon Server は SPECpower_ssj2008 に対して、以下の基準値を設けたものである。

$$\text{TEEER} = (\text{SPECpower_ssj2008TM}) / 100 > 6.53$$

注 1) TEEER : Telecommunications Equipment Energy Efficiency Rating

注 2) SPECpower_ssj2008 の測定方法

サーバにかかる負荷(ssj_ops)を100%から0%まで10%ずつ変化させて、各負荷に対するサーバの消費電力を測定し、以下の式より算出。測定は、自動測定。

$$\text{Overall ssj_ops/watt} = \sum \text{ssj_ops} / \sum \text{power}$$

注 3) 参考情報

http://www.spec.org/power_ssj2008/

<http://www.verizonnebs.com/TPRs/VZ-TPR-9205.pdf>

4.2.2. ネットワーク用省エネ基準

● 省エネ法(トップランナー)

最新の省エネ法要件・基準値を満たすこと。ただし、最新基準を満たしていなくても IT 機器購入時に前回の基準を満たしていた場合には、IT 機器の運用期間を考慮して、新基準が発効されてから3年間は基準を満たしているものとみなす。

法律要件なので、対象製品は、カタログや性能に関する表示がある資料にエネルギー消費効率を要掲載。製品区分ごとに基準値がある。

◇ 小型ルーター(目標年度: 2010年度)

$$E=P_{1500}$$

E: エネルギー消費効率(単位 W)

P₁₅₀₀: 測定パケット長が 1500 バイト時最大実効伝送速度における消費電力

◇ L2 スイッチ(目標年度: 2011年度)

$$E=P_{1518}/T_{1518}$$

E: エネルギー消費効率(単位 W/(bit/s))

P₁₅₁₈: 測定フレーム長が 1518 バイト時最大実効伝送速度における消費電力

T₁₅₁₈: 測定フレーム長が 1518 バイト時の最大実効伝送速度

注 1) 参考情報:

ルーティング機器: http://www.eccj.or.jp/law06/pdf/226_090701.pdf

スイッチング機器: http://www.eccj.or.jp/law06/pdf/227_090701.pdf

● Verizon Switch/Router

最新の Verizon Switch/Router の要件・基準値を満たすこと。ただし、最新基準を満たしていなくても IT 機器購入時に前回の基準を満たしていた場合には、IT 機器の運用期間を考慮して、新基準が発効されてから3年間は基準を満たしているものとみなす。

$$TEEER = -\log(P_{total}/Fowarding Capacity) > 7.67$$

注 1) TEEER : Telecommunications Equipment Energy Efficiency Rating

注 2) PTotal = (0.35 x Pmax) + (0.4 x P50) + (0.25 x Psleep)

Fowarding Capacity : 単位は Gbps

注 3) 参考情報: <http://www.verizonnebs.com/TPRs/VZ-TPR-9205.pdf>

4.2.3. ストレージ用省エネ基準

● 省エネ法(トップランナー)

最新の省エネ法用件・基準値を満たすこと。ただし、最新基準を満たしていなくても IT 機器購入時に前回の基準を満たしていた場合には、IT 機器の運用期間考慮して、新基準が発効されてから3年間は基準を満たしているものとみなす。

法律要件なので、対象製品は、カタログや性能に関する表示がある資料にエネルギー消費効率を要掲載。製品区分ごとに基準値がある。

$$\text{エネルギー消費効率(W/GB)} = \frac{\text{アイドル時の消費電力(W)}}{\text{ディスク容量(GB)}}$$

注1) 参考情報: <http://www.eccj.or.jp/law06/machine/disk.html>

4.3. ファシリティ(省エネ冷却システム)

4.3.1. 冷気と暖気の分離(TGG-WP#2)

- 目的: 冷気利用効率の最適化。
- 内容: 冷気を効率良く無駄なく機器の冷却に利用する。
- 実現方法:
 - アイル・キャッピング(冷気通路・暖気通路の閉じ込め)の採用。
 - 目隠しパネルの設置。
 - 暖気プレナムの設置。

4.3.2. エア・フローの最適化(TGG-WP#2)

- 目的: 冷気利用効率の最適化
- 内容: データセンタフロア内の効率の良い空気の流れを実現
- 実現方法:
 - 数値流体力学(CFD)シミュレーションによるフロア内機材最適配置(TGG-WP#2)
 - ラック(IT 機器、PDU)の配置
 - 冷却装置の配置
 - 穴空きタイルの形状と配置
 - 排気口の配置
 - シミュレーション結果の反映と検証(PDCA サイクルの実施)
 - 床上げ構造の採用(TGG-WP#11)
 - エア・フロー阻害要因の排除。つまり、床下抵抗物の排除(ケーブル整理・不要ケーブル撤去)

4.3.3. 近接冷却の採用(TGG-WP#2)

- 目的: ホットスポットの効率的な冷却
- 内容: フロア全体冷却でカバーし切れないホットスポットを効率よく冷却する。ホットスポット

のために、全体を冷やす無駄を省く。

- 実現方法:
 - 近接冷却装置の採用
 - 近接冷却のための効率的な配管の配置

4.3.4. 高効率空調機の採用(TGG-WP#2)

- 目的: 冷却効率の最適化
- 内容: 最適な空調機を使用することにより、冷却効率の最適化
- 実現方法:
 - 負荷に応じた自動調整運転の採用
 - 節電モードの利用(TGG-WP#2)
 - 複数の空調機間での協調動作の採用(TGG-WP#2)
 - 適切な定期点検・部品交換の実施(サイクル、点検項目)
 - ターボ冷凍機またはチラーのモジュール化による適切な供給
 - ファン回転数の制御(TGG-WP#11)
 - ポンプ類のインバーター化
 - 定格冷却能力の範囲で、高動作温度を維持する制御(TGG-WP#11)
 - 最新の空調設備の導入(高効率モーター、可変速度、加湿器等)(TGG-WP#11)

4.3.5. 外的環境の利用(TGG-WP#11)

- 目的: 電気エネルギーの使用の最小化
- 内容: 外気等の外的環境を利用した冷却の効率化。
- 実現方法:
 - 外気導入による空調設備の採用(TGG-WP#11)
 - 水冷(海水等)による空調設備の採用(TGG-WP#11)
 - 排熱再利用設備の採用
 - コジェネレーションの廃熱利用
 - 冷媒自然循環方式の採用(熱搬送の効率化)
 - 氷蓄熱の採用
 - 蓄熱タンクの採用

4.4. ファシリティ(給電装置、照明)

4.4.1. 高効率受電設備の採用

- 目的: 電力損失の少ない受電設備の採用
- 内容: 内部損失(鉄損・銅損)の少ないトランス、開閉器、コンデンサーの採用
- 実現方法
 - 負荷率の変動に対応した高効率トランス(トップランナ変圧器等)の採用

- 力率の改善を図る。

4.4.2. 高効率配電方式の採用

- 目的: 配電線での電力損失の低減を図る為、電圧の昇圧及び直流配電方式の採用
- 内容: 電圧の昇圧及び直流配電方式による配電線路内の損失の低減を図る。
- 実現方法
 - 効率の良い配電設備の配置(配線損失および遮断回路損失の削減)(TGG-WP#2)
 - 中間変圧器数の削減
 - 低電圧から高電圧(200~220V)への昇圧による電流の減少
 - 交流 200V 統一給電方式の採用
 - 高電圧直流給電(300~400V)の採用(TGG-WP#4/#16)
 - 特殊トランス採用による高調波の損失現象
 - 電力モニター(配電盤・PDU 用)の設置
 - 自然冷却方式の採用

4.4.3. 最適な UPS の採用

- 目的: 適切な容量の選定及び制御方法により電力ロスの少ない UPS の採用
- 内容: 負荷増加に応じて、拡張性のある UPS システムとする。
- 実現方法
 - 適切な容量の決定(TGG-WP#2)
 - 高効率 UPS の採用(軽負荷状態でも効率の良い UPS)
 - 信頼性・安定性・効率を考慮した冗長化方式の検討

4.4.4. 高効率照明機器の採用

- 目的: 高効率照明の採用
- 内容: 高効率照明の採用、配置、運用により電力損失の低減を図る
- 実現方法
 - エネルギー効率の良い照明の設置(LED、HF インバーター照明等)(TGG-WP#2)
 - 効率的運用を考慮した照明機器の配置及び点灯計画
 - 人感センサー、タイマーによる照明器具の制御
 - 昼光利用、初期照度補正の実施

4.5. オペレーション(運用)

4.5.1. システム設計/データセンター設計の最適化(TGG-WP#2)

- 目的: 電気エネルギーの使用の最小化
- 内容: 負荷に応じた物理的なシステムのサイズを決め、効率的な物理的機器を使い、エネルギー効率のよいシステムを設計

- 実現方法:
 - IT 利用予測と需要計画の策定(中長期)
 - IT 設備計画・ファシリティ設備計画・運用費用計画の策定
 - 適切な増設サイジングの設定
 - サーバ、ストレージ、ネットワーク、ラック、CRAC、UPS。
 - 増設・置換のポリシー設定と定期的な見直し。
 - 例 1) 2つの古いサーバ → 2way or 2コアサーバ。
 - 例 2) 100Mbps Switch → 1Gbps Switch。

4.5.2. モニタリングと管理の導入

- 目的: 電力エネルギー・冷却エネルギーの最小化
- 内容: 電力エネルギー・冷却エネルギーを最小化するためには、効率的な機器を導入したり設計するだけでなく、それらが予定通り効率化されているか、実際の使用状況・環境を常にモニタリングして確認を行い、実際の稼働状況や環境に合わせた再設定、不具合点・課題点の早期発見などの管理が必要です。
- 実現方法:
 - ファシリティ消費電力(電流)のモニタリング
 - サーバ室内消費電力(電流)のモニタリング
 - サーバ室内温度(複数点)のモニタリング
 - 温度計・サーモグラフィ等によるサーバ室内温度分布のモニタリング
 - 各ラックの消費電力(電流)の測定・記録
 - 各ラックの吸い込み温度・ラック背面排出温度の測定・記録
 - サーバ室内空調機の吸い込み温度・送出温度の測定・記録
 - 上記に基づく空調システム設定温度の再調整
 - ラック配置、各室内空調機の温度設定、吹き出し方向の再調整

4.5.3. IT 機器の統合(TGG-WP#2)

1) 仮想化の活用

- 目的: 電気エネルギーの使用の最小化。
- 内容: 仮想化を用いて IT 機器を統合し、物理的台数を削減して IT インフラを単純化、冷却負荷を削減するとともに、統合された機器の稼働率を向上。
- 実現方法:
 - (1) サーバ仮想化の実装(TGG-WP#19 から引用、編集)
 - Step1. サーバ利用状況の特定: 企業・組織内の全サーバを特定し、これらのコンピューティングリソースの目録を、関連するアプリケーション作業負荷と合わせて作成。目録の項目としては下記が最低限必要。
 - メーカー
 - モデル

- プロセッサ(ソケット、コア、スレッド、速度、キャッシュ、フロントサイドバス)
- メモリのサイズと速度
- ネットワーク(ポートの数、各ポートの速度)
- ローカルストレージ(ディスクドライブの数、容量、RAID 構成)
- オペレーティングシステムとパッチレベル
- インストールされているアプリケーション
- 実行しているサービス

Step2. 共存可能な作業負荷別にリソースを下記 5 項目に基づいてグループ分けし、コンピューティングリソースの全体的なグループ要件を決定。

- サーバの所有者
- サーバの目的
- サービスレベル要件
- サーバの設置位置
- 当該の作業負荷が専用の物理リソース上に存在する必要性

サーバの用途の分類には下記が参考になる。

- (a) イノベーション環境: 新製品の開発、既存の製品の改良、プロセスの開発や強化などに使用されるサーバで、使用率が低く、使用スケジュールが未定のサーバが多い。作業負荷には非常に大きな変動性があるため、サーバ統合と仮想化によって最も大きなエネルギー削減を達成できる。
- (b) プロダクション環境: ソリューションを実行するサーバで、1 日の業務の開始時点で使用率が増加し、事業日業務の終了時点で減少する傾向があり、一般的に通常の営業時間における使用率は 5%以内。
- (c) ミッションクリティカル環境: 非常に重要なソリューションを実行するサーバで、高いサービスレベルを保証するため、エネルギー消費量を重視せずに、ソリューションがオーバーエンジニアリングされていることから、典型的なプロセッサ使用率も 30%を下回る。しかしながら、仮想化や統合の候補としての優先順位は下げるべき。

Step3. 必要なコンピューティングリソースの特定: 通常のアプリケーション作業負荷で必要なプロセッサリソースを試算(例えば、プロセッサ使用率)を、合計プロセッサ容量(最大プロセッサ周波数×プロセッサ数×コア数)で乗算)。

Step4. キャパシティ要件の見積り: サーバのアプリケーション作業負荷の特性(時間、日、週、月、または事業サイクルなど)を把握し、組み合わせ可能な作業負荷を特定。そして、グループごとに目標使用率を設定(目安としてはイノベーション用途 50%、プロダクション用途 25~50%、ミッションクリティカル用途は統合しない)。ただし、初期段階では、下記のようなものは組み合わせ対象から除外すべき。

- 仮想化の対象とすることができない特定のハードウェアや周辺機器を持つもの、ソフトウェアベンダーによって仮想化または共有環境での実行が保

証されていないアプリケーションを持つもの

- 標準的な使用率を上回るサーバ
- 変動率が高い(負荷量の予測が困難な)作業負荷
- 非常に重要なデータを扱うもの(セキュリティの観点で)
- 政府機関の規制対象となっているもの
- ミッションクリティカル用途のサーバ

Step5: 統合効果の評価: 評価項目は下記のようなもの。

- プロセッサ使用率
- エネルギー消費の削減量
- サーバ数の削減
- 周辺機器数の削減
- 使用床面積の削減
- 冷却要件の低減
- ビジネスサービスデリバリーへの削減
- サービスレベル

Step6: 優先順位付けと実行: 計画の初期段階では、サービスレベル目標が低く、高い統合比が期待できる作業負荷を持つサーバから統合を実施。

(2) ストレージ仮想化の実装

ストレージの仮想化機能としては、以下のような機能があります。格納されるデータが要求される信頼性・可用性のレベルに合わせてこれらの機能を活用することで、ストレージの電気エネルギーの使用の最小化を行います。

• デデュプリケーション

ブロック、サブファイル等の何らかのデータ格納単位のレベルで、データの重複を見つけて、それを単一の共有コピーへのポインタに置き換える機能。複製に近い、差分の少ないファイルがたくさんあればあるほどディスク容量が節約できる機能

• スナップショット

ある時点でのデータを保管するのに丸ごとコピーをしないで、デデュプリケーションと同様に書き込みが行われるまで、ライブデータとスナップショットデータを共有することでディスク容量を節約する機能。

• シンプロビジョニング

ディスクのボリュームサイズは将来需要を見越して確保されるが、ボリューム確保時点では、名目上のボリュームサイズを確保するが、実際のボリュームサイズ分の物理ディスクの確保をしない機能。

(3) ネットワーク仮想化の実装

サーバの仮想化、ストレージの仮想化の機能を活用して統合を行い電気エネルギー使用の最適化を実現するには、サーバとストレージを接続するネットワーク機器においても、サーバ、ストレージの仮想化によるリソースの変動や物理的なサーバ間、ストレ

ージ間の移動に対応できるネットワーク仮想化の機能が必要になります。また、これまで個別のネットワークであったLANとSANの統合機能もネットワークを統合して電気エネルギーの最適化を図るには有効な機能と言えます。

2) 適切なサイジングおよびサービスレベル

- 目的: 電気エネルギーの使用の最小化
- 内容: 負荷量に応じて適切な処理能力を持つIT機器の利用
- 実現方法:
 - (1) サーバ(TGG-WP#7から引用、編集)
 - データセンター内で稼働中の全てのサーバを確認し、それらの使用目的と電力消費量を文書化
 - サーバプロセッサの省電力機能の利用
 - サーバファームの適切なサイジング: 全サーバの使用データを収集し、必要なサーバ台数を判断、余分な機器の電源を切る。
 - 不使用時のサーバ電源切断、処分/リサイクル
 - 業務を行っていないサーバの処分。
 - (2) ストレージ
 - データセンター内で稼働中の全てのストレージを確認し、それらの使用目的と電力消費量を文書化
 - ストレージの省電力機能の利用
 - ストレージシステムの適切なサイジング: 全ストレージの使用データを収集し、必要なストレージ台数・ディスク台数を判断、余分な機器の電源を切る。
 - 不使用時のストレージ電源切断、処分/リサイクル
 - 業務を行っていないストレージの処分。
 - (3) ネットワーク
 - データセンター内で稼働中の全てのネットワーク機器を確認し、それらの使用目的と電力消費量を文書化
 - ネットワーク機器の省電力機能の利用
 - ネットワークの適切なサイジング: 全ネットワークのトラフィックデータを収集し、必要なネットワーク機器台数を判断、余分な機器の電源を切る。
 - 不使用時のネットワーク機器電源切断、処分/リサイクル
 - 業務を行っていないネットワーク機器の処分。

4.5.4. IT機器の運用管理の採用(TGG-WP#7から引用、編集、追補)

- 目的: 電気エネルギーの使用の最小化
- 内容: サーバとその使用目的に応じて適切な稼働計画によるIT機器の利用
- 実現方法:
 - サーバ、ストレージ、ネットワーク等のIT機器の運用状態を常に管理しておくことは、

IT機器稼働のムダを発見し削減する事に繋がります。

4.5.2. 効率的なIT機器の統合と同様、保有するIT機器について、

- サーバの所有者
- サーバの目的
- サービスレベル要件
- インストールされているアプリケーション
- 実行しているサービス

をリストアップして文書化して、定期的に見直して行く必要があります。

- 不使用プロセス・サービス・アプリケーションの停止

サーバ上で不要なプロセス・サービス・アプリケーションを稼働させておくと、それだけで無駄な電力消費に繋がります。

夜間使用されない業務サービスを停止する、通常は使用されない業務サービスは必要時のみ稼働させる。

VPCシステムは、稼働率の低いPCを整理・統合して消費電力を削減する有効な手段ですが、ログオフしないとサーバ上の仮想PCは稼働し続け無駄な電力を消費し続けます。

使用者に対して啓蒙活動を行い改善を進めることも重要ですが、OSの持つスケジュール機能、運用ミドルウェアによるその自動化の検討も必要です。

また、部門サーバ等複合的なサービスを提供するサーバでは、社内全体のサーバサービスが見直され部門サーバから全社サーバにサービスが移行されたにも関わらず、部門サーバのサービスが停止されないこともあります。

- IT機器使用統計の採取と定期的な評価

多くのIT機器は、IT機器自身の負荷状況、使用状況等のデータを報告することができます。適当な運用管理ミドルウェアを使用することで、それらの負荷状況、使用状況を定期的に採取し整理する事が可能です。その情報を定期的に確認し、時間軸で比較することで、使用されなくなっているIT機器を発見することが可能です。

- 常時使用されていないIT機器の電源切断

定期的に適切なIT機器の稼働状況管理を行うことで、常時使用されていないIT機器を発見し、電源を切断します。

- 旧式IT機器の処分

定期的に適切なIT機器の稼働状況管理を行うことで、旧式のIT機器を発見し、処分します。

4.5.5. サーバハードウェア構成の適切化(TGG-WP#2から引用)

- 目的: 電気エネルギーの使用の最小化
- 内容: 使用目的に適切な処理構成を持つIT機器の利用
- 実現方法:

実際に使用されているサーバは、購入時に想定したシステム構成とは異なるシステム構成で使用されている場合、また、購入時とは異なる用途で使用されている場合もあります。IT 機器の運用状態を常に管理して、システム構成上の必要性を判断して、サーバの使用されないメモリ、ディスク、HBA、NIC の削除することで、消費電力は削減できます。

4.5.6. サーバソフトウェア構成の適切化(TGG-WP#2 から引用)

- 目的: 電気エネルギーの使用の最小化
- 内容: ソフトウェア構成時、消費電力節約モードの設定
- 実現方法:
 - サーバのソフトウェア構成、セットアップを行う場合、消費電力に関するソフトウェアをどのように構成するかは、あまり関心が払われません。また運用を開始してからそのような構成変更を行うことは運用上のリスクが伴います。まずは、最初のソフトウェア構成、セットアップ時に消費電力節約モードを設定しておくべきです。

4.5.7. データセンターのグリーン化を推進できる組織と体制(TGG-WP#2,#9 から引用、編集、追補)

- 目的: データセンターのグリーン化を推進するにあたって、企業が持つべき戦略・目標・体制等を把握する。
- 内容: これまで多くの企業において、データセンターに関わるIT部門とファシリティ部門は異なる組織の独立した部門として存在して、部門間の連携がないかまたは少ない企業が一般的である。そのような企業の組織においてIT部門とファシリティ部門が連携してデータセンターのグリーン化を推進するために必要となる戦略・目標・体制を明らかにする。
- 実現方法:
 - 1) 経営層によるターゲットの明確化
 - IT部門とファシリティ部門の両方を統括している経営層が、データセンターのグリーン化を経営戦略の一つとして明確に設定し、IT部門とファシリティ部門の共通の目標を設定できるようにすることが、まず第一に必要である。
 - (ア) 目標と戦略
 - 経営戦略が部門間で共有できたら、部門間で分担・共有できる目標を設定します。目標は、3. 1 指標にあるようなデータセンター指標、TCOコストや最終的には直接的なエネルギーコストが目標になります。各部門のメンバーにとって判りやすい目標であることが重要です。次にその目標を実現するための課題とそれを解決していく戦略を明確にします。
 - (イ) 各部門のミッションへのブレークダウンと設定
 - 管理指標の設定、その共有
 - 設定された目標、課題、戦略から各部門のミッションへのブレークダウンを行います。ブレークダウンにあたっては、全体目標に対して各部門が改善を進めた結果としての貢献が明らかになるよう、各部門が分担・共有

する目標を明確にする事が重要です。

- データセンターの電気料金明細の入手

直接的なエネルギーコストである電気料金は、非常に判りやすい目標になります。しかしながら、電力会社からの電気料金の請求は、電気を使用してから請求までに時間がかかる、データセンターの電気料金は、企業全体の電気料金に包含されていて明確にならない等の問題があります。

4.5.2 モニタリングと管理に示すように、実際の使用状況・環境を常にモニタリングして確認を行い、データセンターの設備増設、負荷の増大や改善の活動の結果と電気料金が増加・減少を結びつけて明確化できるようにすることが必要です。

- (ウ) データセンター省エネ責任者(責任部門)の設定

組織としてデータセンターのグリーン化を推進していくためには、部門間の連携を調整し橋渡しをするリーダーが必要になります。企業、組織の状況に合わせて、IT部門、ファシリティ部門いずれかをリーダーとする、または、経理計数部門等両部門と連携を持つ部門とする方法もあります。しかしながら、IT部門、ファシリティ部門は、これまで別の組織で運用されてきていることが多く、別の文化・言語を持つといった差支えない場合もあります。このような両部門の橋渡しを行い、迅速な改善を進めるためには、両部門の両方を理解しているリーダーを選任することが重要です。

- データセンターのスタッフの適切な配置(TGG-WP#2)

迅速な改善活動を進めるために、新たにグループを設定、配置する方法もあります。このグループは、IT設備のハードウェア計画、電気設備、熱の除去、物理的なデータセンターの監視などデータセンター特有に事項に取り組む、従来の建物設備部門、グループとは別のIT設備グループになります。このようなIT設備グループをIT部門内に配置することでデータセンターのグリーン化の活動を迅速に行うことが可能になります。

4.6. 再生可能エネルギー使用、廃熱再利用、コジェネレーション

4.6.1. 再生可能エネルギーの利用

- 目的: 再生可能エネルギーの積極的な利用
- 内容: データセンターで消費する電力源のグリーン化
- 実現方法:

下記に示す電力利用の事例等を想定。

- 自社内で自然エネルギーを利用して発電した電力
- グリーン電力証書購入分に相当する仮想電力
- 自然エネルギー発電専門の会社から購入した電力
- 隣接地の他社の水力発電所から購入した電力

- 隣接地の自社の水力発電所の電力
- 他社からフロアを借り、そこに供給される電力に他社の太陽光発電分が含まれ、それが証明できる電力

4.6.2. データセンターの廃熱の再利用

- 目的: 発生する熱の効率的な再利用
- 内容: データセンター内で発生する熱の再利用
- 実現方法:
 - 下記に示す廃熱再利用の事例等を想定。
 - 廃熱を取り出し、データセンター内で発電し再利用。
 - 廃熱を取り出し、データセンター内で再利用した分を電力に換算(再利用により再生不可エネルギーを削減できた場合に限る)
 - 廃熱を取り出し、データセンター以外で再利用した分を電力に換算(廃熱をプール、温室に利用し、その分を石油消費等を減らした場合)

4.6.3. 地域冷暖房・コジェネレーションの採用

- 目的: 地域冷暖房、コジェネレーションなど効率的なエネルギーシステムの利用
- 内容: 地域全体で冷暖房システムを導入する地域冷暖房は、熱源としてのエネルギー効率が高く、冷却システムに採用することで、データセンターや隣接地を含む地域全体が排出するCO₂量を削減することができます。また、コジェネレーションは、ガスタービンエンジン・ガスエンジン・燃料電池などによってデータセンターに必要な電力を発電するとともに、発生した熱エネルギーを利用してデータセンターの冷却に利用できるほか、隣接地への熱供給も行うことができ、総合的なエネルギー効率が高いシステムです。
- 実現方法:
 - 下記に示す事例等を想定。
 - 地域冷暖房による、冷房の利用
 - コジェネレーションによる発電電力、冷房の利用、周辺地域への暖房熱源供給

4.6.4. その他の事例

- 目的: あらゆるエネルギーの有効利用
- 内容: 間接的エネルギーの利用、の再利用
- 実現方法:
 - 下記に示す事例等を想定。
 - データセンターの外壁、屋上の緑化(CO₂吸収相当分を電力換算)
 - ビル内での野菜等の栽培(廃熱とCO₂吸収分)
 - グリーンエネルギー関連のファンドへの出資(金額を電力換算)

5. 本クライテリア利用に関しての注意事項

- 本クライテリアは、データセンターのエネルギー効率を改善するために役立つと思われる施策について、チェックリストおよびそれを構成する項目という形でまとめた。このクライテリアに記載されている項目を推進することにより、エネルギー効率の改善に大いに貢献することが期待される。ただし、実際の施工においては、様々な複合要因が関わり合うため、個別の施策だけでなく、データセンター全体の設計を考慮に入れ、施策を進めることが必要となる。
- クライテリアの各項目は、指標とIT機器の基準以外は、厳密な定量的な内容で制限することは難しく、定性的な表現に留めざるを得ない。本クライテリアを参照する際には、導入設備や運用方法の詳細内容を検討した上で、実際の施工の判断を決定することが必要となる。
- クライテリアの項目および詳細説明では、今現在すぐに導入可能な技術だけでなく、近い将来利用可能と期待される技術を含んでいる。これは、先進的なデータセンター事業者等に活用してほしいという考えと、業界全体がより効率的な先進技術の積極的導入を進めることを目的とした。(例えば、高電圧直流配電、再生可能エネルギーの利用等)

6. まとめ

今後益々需要が高まるデータセンターのエネルギー効率化は緊急かつ重要な課題である。現在、データセンターのエネルギー効率を示す指標が開発され採用され始めている。指標はある一定の目安になる一方、指標だけではデータセンターのエネルギー効率を必ずしも正確に表現できない場合もあるのも事実である。

本クライテリアは、データセンターのエネルギー効率化を、指標だけでは表現できない必要な施策について、実務レベルで活用しやすいように、チェックリストという形でまとめた。

データセンターの新設や改善において、本クライテリアに記載されている項目を実施することがデータセンターのエネルギー効率改善につながり、必然的にDPPE(およびPUE)の指標の改善にもつながる。

データセンター事業者、データセンターを構成する様々な機器や設備の提供者だけでなく、エネルギー効率を推し進める政府や地方自治体の方々も活用されることを期待する。

参考文献

- **The Green Grid (TGG) ホワイトペーパー**
 - ◇ #はホワイトペーパー番号
 - ◇ 原文は英文。日本語タイトルの記載があるホワイトペーパーは、日本語訳版)
<http://www.thegreengrid.org/> (英語)
<http://members.thegreengrid.org/japanese/home> (日本語)

データセンター全体

#10 - Framework for Establishing a Rating System

指標(PUE)

- #1 - TGG Metrics: Describing Data Center Power Efficiency
「グリーン・グリッドの指標: データセンターの電力効率の解説」
- #6 - TGG Data Center Power Efficiency Metrics: PUE and DCiE
「グリーン・グリッドのデータセンター電力効率指標: PUEとDCiE」
- #14 - DCiE Detailed Analysis
「グリーン・グリッドの指標: DCiE (データセンタインフラ効率)の詳細解説」
- #22 - PUE/DCiE Usage Guidelines
「PUE/DCiEの使用・公開報告に関するガイドライン」

IT 機器、ファシリティ、運用

- #2 - Guidelines for Energy Efficient Data Centers
「エネルギー効率のよいデータセンターのガイドライン」
- #7 - Five Ways to Reduce Data Center Server Power Consumption
「データセンターのサーバ電力消費量を削減する5つの方法」

ファシリティ(全体)

- #3 - The Green Grid Opportunity - Decreasing Data Center and Other IT Energy Usage Patterns
「Green Grid の取り組み: データセンターとその他の IT エネルギー使用形態の削減」
- #21 - Fundamentals of Data Center Power and Cooling
「データセンターの電力と冷却の基礎」

省エネ冷却システム

#11 - Seven Strategies to Improve Data Center Cooling Efficiency

給電装置の高効率化(高電圧直流給電・既存 AC 給電の高効率化)

- #4 - Qualitative Analysis of Power Distribution Configurations for Data Centers
「データセンターの配電構成に関する定性的分析」
- #16 - Quantitative Efficiency Analysis
「データセンターの配電構成に関する定量的効率分析」

オペレーション(運用)

仮想化による IT 機器の利用効率向上

- #19 - Using Virtualization to Improve Data Center Efficiency
「仮想化によるデータセンター効率の改善」

省エネ推進組織体制

- #9 - Addressing Organizational Behavior Issues in IT
「IT・施設のエネルギー効率最適化のための企業行動問題への取り組み」

第4部 ITによる省エネ効果計測・予測

1. 調査の背景

第4部では、『ITソリューションの活用による社会全体の省エネ』について検討した結果をまとめた。

日本におけるCO₂排出量を見てみると、産業分野排出量は、1990年以来各産業界の省エネおよびCO₂削減の努力により、増加が抑えられてきている。一方、運輸部門、民生の業務部門、家庭部門のCO₂排出量は、年々増加の傾向があり、この領域のCO₂排出量を削減することが、日本全体のCO₂排出量を削減していくために、重要となっている。

ITの本質は、各種のプロセスを効率化でき、ものを小さく、軽く、薄く作ることができ、さらに大きな機械仕掛けを電子化・ソフトウェア化できるということである。例えば道路網全体で車の移動をコントロールする高度道路交通システム（ITS）などは、ITの活用によって広範な運輸分野での省エネ化を図ることができる。さらにテレビ会議システム、音楽の電子配信やeラーニングなどの普及も、人の移動や資源の無駄な消費を減らしてエネルギー消費量を抑制する効果がある。また、建物のエネルギー使用状況を把握して最適に管理・調整するビル・エネルギー・マネジメント・システム（BEMS）やホーム・エネルギー・マネジメント・システム（HEMS）、さらに工場・エネルギー・マネジメント・システム（FEMS）なども、エネルギー消費の削減に大きく貢献することができるものである。こうしたソフト・サービスを含む各種ITソリューションを社会のさまざまなフィールドで積極的に活用することで、大きな削減効果があると考えている。

ITを用いることで、これまでの私達の生活における無駄やムラを排除し、エネルギー削減効果を生み出すことが期待される。これらの効果は、鉄鋼、電力、化学、自動車など各種の産業分野、さらに業務分野、家庭分野、運輸分野におけるCO₂排出量の削減に大きく貢献できるポテンシャルを持っている。

第4部では、「ITによる社会全体の省エネ」をもたらすITソリューションについて、そのCO₂削減効果を評価する方法を整理すると共に、実際のITソリューションの事例を紹介する。また、ITソリューションの導入による各分野での削減貢献量について、2008年度にまとめた2025年および2050年の貢献量の予測結果を基に、本年度は2020年の貢献量についても予測を行った。

2. IT ソリューションの分類

2.1 カテゴリーの説明

IT による地球温暖化対応、特に省エネルギーは、第 2 部で取り上げた IT 機器自身が消費するエネルギーの削減にとどまらない。IT を用いることで、これまでの私達の生活における無駄やムラを排除し、エネルギー削減効果を生み出すことが期待されている。例えば、オフィスビルにセンサーを設置し、エネルギー管理を適切に行うことでオフィスのエネルギー消費量を削減することができる。

このように、産業部門の生産活動、民生業務部門のオフィス内活動、家庭の中の生活者の活動、ものや人の移動を支える運輸業などに IT を利用した新たな仕組み等（IT ソリューション）を導入することで、大きな省エネ効果を生み出すことができる。

こうした IT ソリューションがどのような場面で利用されるかという点から、簡単な分類を行った結果を表 4.2-1 に示す。尚、下表に示した部門は、京都議定書目標達成計画等でも利用されている分類とほぼ同じものである。

表 4.2-1：IT ソリューションにおけるカテゴリー

カテゴリー	サブカテゴリー
産業	工場
	生産プロセス
業務	建物
	屋内
家庭	建物
	屋内
運輸	インフラ
	アクティビティ
エネルギー	発電の効率化
	送電の効率化

2.2 各カテゴリーにおける IT ソリューションの分類

IT ソリューションは、IT 機器の発展と共に、産業から家庭、エネルギーと活躍の場を広げつつある。どのような IT ソリューションが、前節に示したカテゴリーにおいてどのように利活用されつつあるのか、各カテゴリー毎の IT ソリューションを整理した結果を表 4.2-2 に示す。

表 4.2-2 : IT ソリューションの分類

カテゴリー		IT ソリューション	概要
産業	工場	FEMS (Factory Energy Management System)	工場における機器や設備等の運転管理によって、エネルギー消費の削減を図るシステム
	生産プロセス	照明/空調/モーター/発電機の効率化	照明や空調といった生産プロセスにおける機器を従来よりも効率的な機器に交換・修理すること。
		生産プロセスの効率化	工場等の生産プロセスにおける無駄を省くことにより、生産性の向上を図ること。
業務	建物	BEMS (Building Energy Management System)	ビルにおける機器や設備等の運転管理によって、エネルギー消費の削減を図るシステム。
	屋内	電子タグ・物流システム	物流システムにおける在庫管理や送付物追跡等の効率改善。
		ペーパーレスオフィス	オフィスにおける紙媒体を電子化することによって、紙消費を軽減すること。
		業務の IT 導入	オフィスにおける従来業務に対して、IT 機器を導入することで、業務効率化や省エネを図ること。
		テレワーク	通常の作業場所と異なる場所（自宅や出張先等）において、業務を実施すること。
		TV 会議	インターネット等を利用して、遠隔地にいる相手と TV にてリアルタイムで会議を行うこと。
		遠隔医療・電子カルテ	遠隔地にいる患者に対して問診や治療を行うこと、また従来紙媒体であったカルテを電子化すること。
		電子入札・電子申請	インターネットによる入札の実施や、行政機関等における各種申請の電子化。

* 次頁につづく

* 前頁のつづき

カテゴリー		IT ソリューション	概要
家庭	建物	HEMS (Home Energy Management System)	家庭における機器や設備等の運転管理によって、エネルギー消費の削減を図るシステム。
	屋内	電子マネー	貨幣価値をデジタルデータで表現したものや、電子商取引の決済手段。
		電子出版・電子申請	紙媒体の出版物や資料を電子媒体で置き換えること。
		音楽配信・ソフト配信	インターネット等を介して配信される音楽データやソフトウェアデータ。
		オンラインショッピング	インターネットを介して購入申し込み等を行う、ショッピングサービス。
運輸	インフラ	信号機の LED 化	従来型である電球式信号機をエネルギー消費の少ない LED 信号機へ交換すること。
	アクティビティ	ITS (Intelligent Transport System)	道路と車両を ICT で管理しネットワークでつなぐことで、道路交通問題を改善するシステム。
		自動車の燃費改善	電気自動車やハイブリッド車等を導入することにより、従来燃費の改善を図ること。
		輸送手段の効率向上	輸送手段（陸送、舟運等）における効率改善を行うこと。
		エコドライブ	急減速・急加速に伴う無駄なエネルギー消費を回避した運転を自動車の各種制御技術により実施すること。

注：エネルギー部門は、電気の発電・送電を主たる活動内容としているため、IT ソリューションが活躍する電力エネルギー利用の削減等という点では検討の対象に当てはまらないため。

尚、上表に取り上げている IT ソリューションは、「グリーン IT 推進協議会 調査分析委員会 WG1（以下、WG1）」にて議論したものであり、考える全てのソリューションを網羅しているわけではない。今後検討を進めることにより、さらに多種多様の IT ソリューションが定義されていくものと考えられる。

3. IT ソリューションによる省エネ（CO2 削減）の考え方

3.1 基本的な計算方法

IT ソリューションの省エネルギー効果は幾つかの要素の組み合わせとして整理することができる。評価は、IT ソリューション導入前後のあるフィールドにおける CO2 排出量の変化量で評価することができる。

一例として、テレワークであれば、オフィススタッフ（人）の移動量が軽減すると人の移動のために消費されていたエネルギーを削減することができる。更に、テレワークを導入すると、オフィスにおける作業スタッフ数の減少によるオフィススペースの縮小等の効果も期待することができる。

軽減されるエネルギー量は、人の移動の軽減による効果（要素1）にオフィススペースの縮小による効果（要素2）等を加えたものとなる。逆に、テレワークを実施することで、自宅での作業に伴う家電製品や IT 機器、ネットワーク利用等に伴う電力消費の増加（要素3）が懸念される。よって、テレワークによる総合エネルギー削減効果は、（要素1）+（要素2）-（要素3）により算出することができる。

このように、IT ソリューションを導入することによる効果は、それを構成する要素の合算により算出ことができ、以下の8つに整理することができる。

表 4.3-1：IT ソリューションによる効果を構成する要素とその算定式

構成要素	構成要素の対象	要素の算定式
① 物の消費量	紙、CD、書籍など	物の消費の削減量 × 物の消費の原単位
② 人の移動量	航空機、自動車、電車など	人の移動距離削減量 × 移動の原単位
③ 物の移動量	トラック、鉄道、貨物など	物の移動距離削減量 × 移動の原単位
④ オフィススペース	人の占有スペース（作業効率含む）、IT 機器等の占有スペースなど	削減スペース量 × スペース当りエネルギー消費原単位 * 削減スペースは、削減人数×1人当り占有スペース、又は削減機器台数×1台当り占有スペース
⑤ 倉庫スペース	倉庫、冷蔵倉庫など	削減スペース × スペース当りエネルギー消費原単位
⑥ 電力・エネルギー消費量 (IT・NW 機器)	サーバ、PC 等の電力消費量	電力消費変化量 × 系統電力の原単位 * 電力を CO2 換算する場合 * IT 機器の使用に伴うエネルギー消費を表しており、IT 機器の製造や廃棄に係るエネルギー消費を含めていない。
⑦ NW データ通信量	NW データ通信量	データ通信変化量 × 通信に係る原単位 * ネットワーク通信は、イントラネットを含まないインターネットによる通信に係るエネルギー消費としている。
⑧ その他	上記以外の活動	活動による変化量 × 変化量に対する原単位

IT ソリューションを導入（又は利用）することで作業効率が向上する場合、従来の方法に比べ、オフィス等でのエネルギー消費（照明や空調エネルギー等）を軽減することが期待される。表 4.3-1 ④ オフィススペースでは、そうした作業効率の向上による効果（作業効率の向上による人や機器の作業量の軽減効果）を、作業に関わる人や機器が不要・軽減できることから、人や機器の占有スペースが軽減するものと見なし、効果の一つとして取り扱うこととしている。

IT ソリューションによる効果は、人の移動、物の移動や消費、空間（オフィスや倉庫）に係るエネルギー消費、そして IT 機器やネットワーク通信利用に係るエネルギー消費の組み合わせにて表現することができ、その効果は活動量（移動削減量や消費削減量など）に、単位量当りの二酸化炭素（CO₂）排出原単位を乗じることで求めることができる。尚、原単位の一覧は、後述する 3.4 節に取りまとめている。

参考までに、表 4.3-1 に挙げた構成要素を基にテレワークの効果を整理した結果を下表（表 4.3-2）に示す。

表 4.3-2：テレワークを構成する要素

構成要素	構成要素の対象	構成要素の解説
② 人の移動量	A：通勤に係るエネルギー消費（個別移動手段の場合）	テレワークを実施することで、自家用車などの利用が回避され、それに伴うエネルギー消費が軽減する。
	B：通勤に係るエネルギー消費（公共交通輸送の場合）	テレワークを実施することで、鉄道やバスといった公共交通機関の利用が回避され、それに伴うエネルギー消費が軽減する。
④ オフィススペース	C：オフィス活動に伴うエネルギー消費	テレワークを実施することで、通常利用しているオフィスでのエネルギー消費が軽減する。
⑥ 電力・エネルギー消費量	D：IT 機器を利用する際のエネルギー消費	テレワークを実施する際に使用する IT 機器の消費エネルギー
	E：自宅での活動に伴うエネルギー消費	テレワークを実施する際に消費する IT 機器以外の消費エネルギー 例えば、自宅空調や照明など。
⑦ NW データ通信量	F：情報通信に伴うエネルギー消費	テレワークを導入することで、情報通信に係る消費エネルギーが増加する。

IT ソリューションによる効果を構成する要素の詳細については、次章にまとめる。また、WG1 にて収集した実際の IT ソリューション実施事例を 4 章にまとめる。

3.2 ITソリューションによる省エネ（CO2削減）の計算手順

ITソリューションによる効果は、日々の生活の利便性を向上させるばかりでなく、目に見える形でエネルギー消費量の低減を達成している。しかしながら、一部のITソリューションにおいては、利便性の効果が具体的に把握しづらいものもある。

本節では、ITソリューションの効果を定量的に把握するための効果の計算方法について、具体的な事例としてテレワークを取り上げて、解説する。

通常、ITソリューションによるエネルギー消費削減効果を計算する場合、以下の流れに従い計算を行う。

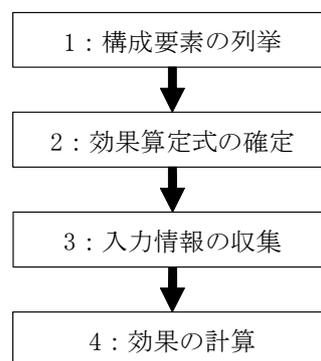


図 4.3-1 : ITソリューションのエネルギー消費削減効果計算フロー

3.2.1 構成要素の列挙

ITソリューションの効果を推計する際、まず最初にどのような要素にて効果が構築されているかを把握しなければならない。

各要素については、上述表 4.3-1 に示した ITソリューションによる効果を構成する要素を参考として、ITソリューションの実施・導入に伴い、考え得る全てのエネルギー増加・減少事項を列挙する必要がある。

テレワークの効果を計測する際、以下の6つの要素が考えられる。

表 4.3-3 : テレワークを構成する要素【再掲 : 表 4.3-2】

構成要素	構成要素の対象	構成要素の解説
② 人の移動量	A 通勤に係るエネルギー消費（個別移動手段の場合）	テレワークを実施することで、自家用車などの利用が回避され、それに伴うエネルギー消費が軽減する。
	B 通勤に係るエネルギー消費（公共交通輸送の場合）	テレワークを実施することで、鉄道やバスといった公共交通機関の利用が回避され、それに伴うエネルギー消費が軽減する。
④ オフィススペース	C オフィス活動に伴うエネルギー消費	テレワークを実施することで、通常利用しているオフィスでのエネルギー消費が軽減する。
⑥ 電力・エネルギー消費量	D IT 機器を利用する際のエネルギー消費	テレワークを実施する際に利用する IT 機器の消費エネルギー
	E 自宅での活動に伴うエネルギー消費	テレワークを実施する際に消費する IT 機器以外の消費エネルギー 例えば、自宅空調や照明など。
⑦ NW データ通信量	F 情報通信に伴うエネルギー消費	テレワークを導入することで、情報通信に係る消費エネルギーが増加する。

効果を構成する要素を列挙した後、対象とする IT ソリューションの効果や各要素が存在する前提条件を明確にする必要がある。前提条件を確認することは IT ソリューションの導入前の状態（ベースライン）を確認することでもあり、IT ソリューション導入後の消費エネルギーとベースライン状態での消費エネルギーを比較することにより、消費エネルギーの削減効果を定量的に把握することが可能となる。

テレワークの場合、各構成要素の前提条件は、下表のようにまとめることができる。

表 4.3-4 : テレワークの構成要素の前提条件

#	構成要素	前提条件
A	通勤に係るエネルギー消費（個別移動手段の場合）	自家用車等のような個別移動手段を利用している。
B	通勤に係るエネルギー消費（公共交通輸送の場合）	鉄道やバスといった、公共交通輸送を利用している。
C	オフィス活動に伴うエネルギー消費	テレワーク実施者が常時作業を行っているオフィスが存在する。また、そのオフィスでは日常的に電気エネルギー等を消費している。
D	IT 機器を利用する際のエネルギー消費	テレワークを実施時に利用される IT 機器が存在する。
E	自宅での活動に伴うエネルギー消費	テレワークを実施することにより、IT 機器以外で消費するエネルギーが存在する。
F	情報通信に伴うエネルギー消費	テレワークの実施の際、インターネット等の情報通信の利用が追加的に発生する。

3.2.2 効果算定式の確定

続いて、列挙した構成要素がどのようなプラスの要素又はマイナスの要素を伴うのかを考慮した上で、関連する数値を用いて二酸化炭素の排出量（kgCO₂ 等）として把握するための効果算定式を確定する。その際、既述の表 4.3-1 に示す要素の算定式を参考として、一般的には1年間（算定対象期間）当りのCO₂排出量が求められるよう、計算式を構築する。

テレワークによるエネルギー削減効果の算定を以下の事例を基に、算定時における注意点等に触れながら解説する。

【事例】

週1日（年52日間）の頻度でテレワークを実施する際の効果を算定する。当該テレワーカーは、通常、自家用車（往復6km）、および鉄道（往復40km）にて通勤するものと仮定する。また、自宅では1日当たり8時間の作業を行うこととする。

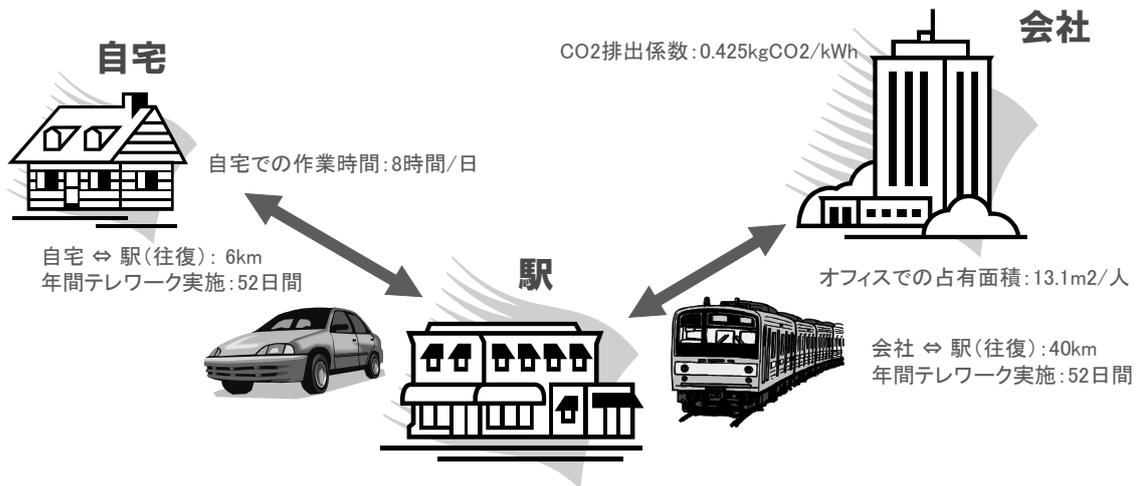


図 4.3-2 : テレワーク事例（概要図）

尚、繰り返しになるが、効果算定式の確定に際し、列挙した各構成要素がITソリューションの実施・導入により、エネルギー消費削減という観点においてプラス効果をもたらすかマイナス効果をもたらすかを確認する必要がある。

ここでプラスの効果とは、ITソリューションを実施又は導入することで、エネルギー消費の削減が図れるものをさす。他方、プラス効果を導くため、必然的にエネルギー消費が必要になること（IT機器の利用等）がある。これをマイナスの効果と定義する。

A：通勤に係るエネルギー消費（個別移動手段の場合）

構成要素 A は、通勤の際に自家用車等の個別移動手段を利用しているオフィススタッフが、テレワーク実施により、通勤に係るエネルギーを消費しなくなるというものである。

エネルギー消費削減に寄与することから、プラスの要素であり、以下のように求めることができる。

$$\begin{aligned} A &= (A1：人の移動距離削減量) \times (A2：人の個別移動に係る原単位) \\ &= (A1：テレワーク実施により軽減する個別移動手段に係る累積移動距離) \\ &\quad \times (A2：人の個別移動に係る原単位) \end{aligned}$$

A1 はテレワークを実施することで自家用車利用者が回避する自家用車による累積移動距離であり、A2 は自家用車利用に伴い、利用者 1 人が 1km 移動する際の CO2 排出量（原単位）である。また、構成要素の算定式を確定する際、原単位やその他の入力情報の収集可否により、算定式を多少変更しなければならなくなることを想定しておく必要がある。

一例として、テレワークに係る統計資料では、1 週間当りのテレワーク実施時間というのが公表されているが、テレワーク実施日数というものは公表されていないことが多い。構成要素 A では、自家用車通勤者による通勤回数が主たる入力情報であるため、テレワーク実施時間から実施日数（通勤回数）を求める必要がある。そのため、テレワーク実施日数が記録されていない場合は、1 日当りの平均的な作業時間を想定して、テレワーク実施時間から除する対応等が必要となる。

通勤に係るエネルギー消費（個別移動手段の場合）について、利用し易い原単位は 1 人が自家用車等で 1km 移動する際の原単位を用いることが望ましい。但し、当該原単位が入手不可能である場合、乗用車の燃費等から算出するといった対応が必要となる。

このように、予め入力するデータを考慮して、算定式を構築しておく必要がある。

テレワーク事例（図 4.3-2）に従い、1 日当り往復 6km の道のりを自家用車で通勤するオフィススタッフ（1 人）が、テレワークを年間 52 日実施した際の効果を算定する式は、以下の通りとなる。原単位（1 人、1km 乗用車で移動する際の原単位：0.047 [kgCO₂/人・km]⁹²）に係る詳細な説明については、後述 3.4 節を参照のこと。

$$\begin{aligned} A &= (A1：テレワーク実施により軽減する個別移動手段に係る累積移動距離) \\ &\quad \times (A2：人の個別移動に係る原単位) \\ &= (A1：(テレワーク実施頻度) \times (テレワーク 1 回当たりの自家用車移動距離)) \\ &\quad \times (A2：自家用車移動に伴う原単位) \\ &= (52 [日/年] \times 6 [km/日]) \times (0.047 [kgCO_2/(人 \cdot km)]) \\ &= 14.7 [kgCO_2/(人 \cdot 年)] \end{aligned}$$

⁹² 国土交通省 交通関係エネルギー要覧 2001-2002 年度版（自家用車より）

B：通勤に係るエネルギー消費（公共交通輸送の場合）

構成要素 B は、上述した構成要素 A と同様の算定式を鉄道やバスといった、公共交通輸送に対して適用するものであり、エネルギー消費軽減に寄与することからプラスの要素と分類できる。

構成要素 B について考慮すべき点として、テレワークにより公共交通を利用する一般の通勤者が 1 人減少したからといって、鉄道などの公共交通が運行便数を減少させたり、運行を中止したりすることはなく、通常の公共交通輸送の運行に何ら影響を与えることは無いという点である。しかしながら、テレワーカーが増加すれば、運行数の減少といった事態も生じる可能性はある。こうした潜在能力を IT ソリューションは保有していると言うことができる。

このように、即効性はないものの、IT ソリューションにより省エネルギーの効果（ここではテレワークの普及により、通勤者が減少し、鉄道の運行便数が減少する等の現象が生じた場合の効果）が期待されるものも、ここでは「効果」（IT ソリューションの貢献量）として含めると定義する。

以上より、通勤に係るエネルギー消費（公共交通輸送の場合）の削減効果（あるいは削減貢献量）は、以下のように求めることができる。尚、構成要素 A と同様、使用できる原単位により、算定式を微修正することもある。

オフィススタッフ（1 人）が 1km の距離を鉄道で移動する際の原単位（0.005 [kgCO₂/人・km]⁹³）が利用可能な場合、1 日当り往復 40km の距離を鉄道通勤するテレワーカー（年間テレワーク実施日数 52 日）の見なし効果（貢献量）を算定する。

$$\begin{aligned} B &= (\text{人の移動距離削減量}) \times (\text{人の公共輸送移動に係る原単位}) \\ &= (B1 : \text{テレワークにより軽減する公共交通輸送に係る累積移動距離}) \\ &\quad \times (B2 : \text{公共交通輸送利用に伴う原単位}) \\ &= (B1 : (\text{テレワーク実施頻度}) \times (\text{テレワーク 1 回当たりの鉄道通勤距離})) \\ &\quad \times (B2 : \text{公共交通輸送利用に伴う原単位}) \\ &= (52 [\text{日/年}] \times 40 [\text{km/日}]) \times (0.005 [\text{kgCO}_2/(\text{人} \cdot \text{km})]) \\ &= 10.4 [\text{kgCO}_2/(\text{人} \cdot \text{年})] \end{aligned}$$

ここで使用する原単位（B2）は、通常の公共交通輸送（鉄道）の運行便数が減少したことにより、消費軽減する鉄道運行に係るエネルギー消費を利用者 1 人が 1km 利用するとした時の単位エネルギー消費量である。

⁹³ 国土交通省 交通関係エネルギー要覧 2001-2002 年度版（鉄道より）

C：オフィス活動に伴うエネルギー消費

テレワークが実施されることで、これまでオフィスにおいてエネルギーを消費していたスタッフの数が減り、オフィスインフラ（空調や照明等）のエネルギー消費の軽減が期待される。このようなエネルギー消費の変化を考慮したものが、構成要素 C である。この要素はテレワーク実施により従来エネルギー消費が軽減するため、プラスの要素と分類できる。

通常、テレワークの実施効果は実際にテレワークを実施したオフィスワーカー数や全オフィスワーカーにおけるテレワーカーの割合等にて評価される。

例えば、オフィススタッフの半数がテレワークを実施した場合、理論上、オフィスでのエネルギー消費は半分になることが期待される。しかしながら、多くのオフィスにおいて一部のスタッフが不在や外出中であっても、その都度、スタッフ数に応じてエネルギー消費を調整している（照明使用を半減する等）オフィスは少なく、単純に消費エネルギーが半減する訳ではない。

構成要素 C のように、テレワーカー数が実際のオフィスにおけるエネルギー消費量の低減に即座に結びつくというものではないが、テレワーカーの増加はオフィスにおけるエネルギー消費軽減のポテンシャルを増加させるものであるとすることができる。これもまた、構成要素 B 同様、IT ソリューションの貢献量と定義する。

以上の考え方を踏まえた上で、テレワーカー1人によるエネルギー消費量削減の貢献量は、以下のように求めることができる。ここで当該オフィスの年間作業日数を 260 日間（週 5 日間で 52 週）とした。

$$\begin{aligned} C &= (\text{スタッフ 1 人当りのオフィス占有面積}) \times (\text{テレワーク実施頻度}) \\ &\quad \times (\text{単位面積当りのエネルギー消費原単位}) \\ &= (C1: \text{オフィススタッフ 1 人当りの占有面積}^{94}) \times (\text{テレワーク実施頻度}) \\ &\quad \times (C2: \text{オフィスでの単位面積当りのエネルギー消費原単位}^{95}) \\ &= 13.1 [\text{m}^2/\text{人}] \times (52/260) \times 76.0 [\text{kgCO}_2/(\text{m}^2 \cdot \text{年})] \\ &= 199.1 [\text{kgCO}_2/(\text{人} \cdot \text{年})] \end{aligned}$$

オフィスにおける IT ソリューションの貢献量として、ある IT ソリューションを導入したことで、従来の作業時間が 30%短縮したとする。これもまた効果の一つであり、30%の時間短縮は「予定していた作業に対して、投入する作業量のうち 30%分を削減することができる」→「30%分のスタッフの作業量を削減することができる可能性がある」→「30%に相当するスタッフが消費するであろう、オフィスにおける空調や照明等のオフィスインフラエネルギーを削減できる可能性がある」という効果が期待される。ここで、30%のスタッフの削

⁹⁴ 地球温暖化問題への対応に向けた ICT 政策に関する研究会報告書 2008 年 4 月

⁹⁵ 同上

減とは、実際にオフィススタッフを解雇等するのではなく、30%に相当するオフィススタッフの作業量の減少が見なし効果として、IT ソリューションの導入により期待できることを意味している。また、これは、設計の工夫により、従来に比べ 30%エネルギーを削減したオフィスを実現するということも意味している。

D：IT 機器を利用する際のエネルギー消費

構成要素 D は、IT 機器が実際に消費するエネルギーである。近年では、IT 機器の省エネルギー化は進行し、当該要素の負荷も減少しつつある。しかしながら、実際にテレワークを実施する際、IT 機器の使用は必要不可欠であり、このような要素はテレワーク実施に伴い発生・増加するエネルギー消費であることから、マイナス要素として考慮する必要がある。

テレワーク実施時における一般的な自宅作業内容として、オフィスでの (PC 利用による) 作業を自宅にて (自宅 PC 又は会社ノート PC を持ち帰り) 実施することが考えられる。

テレワーカーが自宅にてノートパソコン (年間消費電力量 18,734[Wh/年・台]⁹⁶) にて作業を行ったものとする。(8 時間当りの消費エネルギーは 192.1 [Wh/日]=0.192 [kWh/日]) ここで、テレワーカーの自宅は首都圏に位置し、使用する電力は東京電力から供給されているものとする。(CO2 排出係数：0.425 [kgCO2/kWh]⁹⁷)

$$\begin{aligned}
 D &= (\text{IT 機器 1 台当りの消費電力量}) \times (\text{系統電力の消費に対する原単位}) \\
 &= (\text{D1：ノート PC の使用に係る電力消費量}) \\
 &\quad \times (\text{D2：系統電力の消費に対する原単位}) \\
 &= (\text{D1：IT 機器台数} \times \text{IT 機器 1 台当りの消費電力} \times \text{IT 機器消費時間}) \\
 &\quad \times (\text{D2：系統電力の消費に対する原単位}) \\
 &= (1 [\text{台}] \times 0.192 [\text{kWh}/(\text{回} \cdot \text{台})] \times 52 [\text{回}/\text{年}]) \times (0.425 [\text{kgCO}_2/\text{kWh}]) \\
 &= 4.2 [\text{kgCO}_2/\text{年}]
 \end{aligned}$$

⁹⁶ 省エネルギーセンター：タイプ別平均消費電力量 LCD14 型以上：省エネモード設定済み。年間消費電力量は週 15 時間、52 週使用時のもの。

⁹⁷ 東京電力：平成 19 年度値

E：自宅での活動に伴うエネルギー消費

既述の通り、多くの場合、テレワーカーは自宅において、PC等にて会社の残務作業を行うことが考えられる。その際、オフィスと同等の環境で作業するものとして、夏場であれば冷房、冬場であれば暖房を利用することが考えられる。

このように、自宅作業での活動時に消費するエネルギーはテレワークの導入によりエネルギー消費が増加したものであり、マイナスの要因であり、これを構成要素Eとする。

家電製品のうち、エアコン等の消費電力量の多くは、オフィスにおけるエネルギー消費量のように単位面積当りの値というものが計測又は推計されていないことが多い。そのため、自宅作業環境にて使用する家電製品の利用時間から消費電力量を求めた後、系統電力におけるCO₂排出係数を乗じて、CO₂排出量を算定する。

自宅作業時に利用が想定される一般的な家電製品として、空調（冷房能力 2.2kW：6～9畳）および蛍光灯器具（6～8畳）⁹⁸を利用するものとした。消費電力量は、以下の通りとなる。

$$\begin{aligned} E &= (\text{自宅作業に伴い消費する電力量}) \times (\text{系統電力の消費に対する原単位}) \\ &= \{ (E1 : (\text{消費電力} : \text{空調}) + (\text{消費電力} : \text{照明}) \times (\text{テレワーク実施日数}) \} \\ &\quad \times (E2 : \text{系統電力の消費に対する原単位}) \\ &= \{ (1.15 \text{ kWh/回} + 0.54 \text{ kWh/回}) \times 52 [\text{回/年}] \} \times (0.425 [\text{kgCO}_2/\text{kWh}]) \\ &= 37.3 [\text{kgCO}_2/\text{年}] \end{aligned}$$

F：情報通信に伴うエネルギー消費

ITソリューションは、必要に応じてインターネットを利用することにより、従来のオフィス業務や家庭での生活を飛躍的に利便性の良いものに改善しつつある。このように、インターネットへのアクセスを含むITソリューションは、インフラ側におけるインターネット関連機器のエネルギー消費を促すため、マイナスの要素（構成要素F）となる。

情報通信に伴うエネルギー消費は、当然のことながら情報通信量の増減により決まるものであるため、インターネットにおける単位情報通信量(1Mbyte 当り)に係る原単位(0.0025 [kgCO₂/Mbyte]⁹⁹)を利用する。

ここで、IT機器の省エネ化の発展スピードや通信インフラの高度化等により、本来ならばこの原単位は最新の数値を使用することが望ましいが、上記数値よりも新しい値は公表されていないため、本件では上記数値を使用する。

⁹⁸ 省エネルギーセンター 省エネ性能カタログ 2008 より

⁹⁹ 産業環境管理協会：ICTサービスの環境効率事例収集及び算定基準に関する検討成果報告書：2004年3月

自宅におけるテレワーク作業にて年間 10,000 [Mbyte]の情報通信を実施した場合、情報通信量増加に伴うエネルギー消費は、以下のように求められる。

$$\begin{aligned}
 F &= (\text{情報通信量}) \times (\text{情報通信に係る原単位}) \\
 &= (F1 : \text{情報通信量}) \times (F2 : \text{情報通信に係る原単位}) \\
 &= 10,000 [\text{Mbyte}] \times 0.0025 [\text{kgCO}_2/\text{Mbyte}] \\
 &= 2.5 [\text{kgCO}_2/\text{年}]
 \end{aligned}$$

日進月歩を遂げている情報通信分野では、単位情報通信量 (1 Mbyte) 当りの CO2 排出係数は、これまであまり調査、公表されておらず、原単位情報が限定されている。近年、情報通信インフラの省エネ化は進んでいる一方、ネットワーク通信量は年々増加しているため、そのエネルギー消費量は IT ソリューションの効果算定の際、大きな影響となる可能性が高い。

3.2.3 IT ソリューションの効果の計算例

IT ソリューションの導入・実施によって得られる効果を把握するため、前節において列挙、計算した各要素をプラス・マイナスの要素に分類した後、効果の計算を行う。

具体例として取り上げた、テレワーク (図 4.3-2) の実施による各構成要素の算定結果を下表 (表 4.3-5) にまとめる。

表 4.3-5 : テレワークにおける各構成要素の CO2 排出削減量

[kgCO ₂ /年・人]		
#	構成要素	CO2 排出削減量
プラスの効果		
A	通勤に係るエネルギー消費 (個別移動手段の場合)	14.7
B	通勤に係るエネルギー消費 (公共交通輸送の場合)	10.4
C	オフィス活動に伴うエネルギー消費	199.1
マイナスの効果		
D	IT 機器を利用する際のエネルギー消費	4.2
E	自宅での活動に伴うエネルギー消費	37.3
F	情報通信に伴うエネルギー消費	2.5
合計 (A+B+C-D-E-F)		180.2

3.3 計算式に入力する情報の収集

構成要素の算定式を確定した後は、各式に入力する情報を適切に収集することが重要である。一般に、IT ソリューション導入時の省エネ効果を評価する場合に必要な情報は、以下の2種類がある。

(1) 活動量算定のための情報

IT ソリューションを活用することで生じる、そのフィールドにおけるエネルギー使用量や資源使用量の変化量のこと。

テレワークでは、通勤回避により軽減した自家用車の燃料消費量、ペーパーレスオフィスでは、消費軽減した紙量等となる。

(2) 原単位情報

IT ソリューションを利用することで生じるエネルギー変化量を CO2 排出量に換算するもの。

テレワークにて通勤回避され、軽減した自家用車の燃料消費に係る CO2 排出量、ペーパーレスオフィス実施にて消費しなかった紙を生産する際に排出する単位重量当りの CO2 排出量等となる。

上記 (1) および (2) に平均的な数値や代表的な数値（参考値のこと）を用いることで、おおよその IT ソリューションの効果を把握することができる。

参考値の使用については、実際に測定できない IT ソリューションの効果を推計する時などに有効である。参考として、IT ソリューションにおける参考値を 3.5 節（IT ソリューション効果算定のための参考値）に示す。

IT ソリューションの効果（CO2 排出削減量の推計）は、計算に用いる原単位（CO2 排出係数）の大小が計算結果となる CO2 排出削減量の大小を決めてしまうことも少なくない。そのため、IT ソリューションの効果が使用する原単位の大きさに依存しないように、省エネ効果を比較する際、共通の原単位（又はある程度の範囲に含まれている原単位）を使用することが望ましい。

また、同じ原単位であっても、社会状況や自然状況に従い、その数値が更新されることがある。一例として、石油価格の高騰や貯水池水量の枯渇・原子力発電所の稼働状況等により、電力を構成する電源（水力発電、原子力発電、火力発電など）の割合が変化することから、系統電力の CO2 排出係数は、頻繁にその値を変化させている。そのため、系統電力における CO2 排出係数は、毎年、電力事業者毎により見直しが行われている。

このように、定期的に更新される原単位については、いつの効果を算出するかを考慮し、かつ算出結果の利用目的を勘案して、適切な原単位を選択することが望ましい。

これにより、異なる2箇所（地点）のITソリューションによるエネルギー消費削減効果を比較する場合、共通の原単位を用いることで、両者の差異を明確に把握することができる。

一方、同一ソリューションの時間変化による効果を比較する場合には、2つの時期それぞれの原単位を用いる等の工夫が必要である。

更に、ITソリューションの効果を計算する際、精緻な結果を求めるのであれば、入力情報はITソリューションを導入、又は実施した後、実際に収集できる実測データを利用することが望ましい。

3.4 計算に用いる原単位

以下に、ITソリューションによるエネルギー消費削減効果の計算に際して、用いられることの多い原単位一覧（図4.3-3から図4.3-8）を示す。これら一覧表は、現時点で公表されている、入手可能なものを収集、整理したものである。また、今後、ITソリューションの利用によるCO2排出削減の算定が容易になるように、参考値を示しているが、原単位の設定時期や組織などにより、参考値にも若干の変化が生じているため、複数の原単位が存在するものについては、「原単位の幅」を示している。

原単位	生産消費	消費のみ	不明	参考値	原単位の幅	データ更新	出典
エネルギー消費量	ガソリン	○		2.75 (kgCO2/liter)	---	---	国環研 環境負荷原単位・・・2002年12月 ^{※1}
			○	2.30 (kgCO2/liter)	---	---	地球温暖化対策の推進に関する法律
	灯油	○		2.65 (kgCO2/liter)	---	---	国環研 環境負荷原単位・・・2002年12月 ^{※1}
			○	2.50 (kgCO2/liter)	---	---	地球温暖化対策の推進に関する法律
	軽油	○		2.95 (kgCO2/liter)	---	---	国環研 環境負荷原単位・・・2002年12月 ^{※1}
			○	2.60 (kgCO2/liter)	---	---	地球温暖化対策の推進に関する法律
	重油	○		2.81 (kgCO2/liter)	---	---	国環研 環境負荷原単位・・・2002年12月 ^{※1}
			○	2.22 (kgCO2-liter)	---	---	
	都市ガス		○	2.10 (kgCO2-liter)	---	---	地球温暖化対策の推進に関する法律
			○	3.00 (kgCO2/kg)	---	---	
	LPG		○	6.50 (kgCO2/m3)	---	---	
			○	0.363 (kgCO2/kWh)	---	---	総務省 地球温暖化問題・・・2008年4月 ^{※2}
電力		○	0.425 (kgCO2/kWh) 東京電力	0.289 - 0.550	毎年 ^{注1}	*各電力会社報告を環境省がまとめて公表	
		○	0.555 (kgCO2/kWh)	---	---	改正された地球温暖化対策の推進に関する法律 （温対法）デフォルト値 ^{※2}	
		○	0.386 (kgCO2/kWh)	0.354 - 0.403	---	東京都地球温暖化対策計画書2007年指針	

注1：電気事業者別CO2排出係数公表値として、最新値である2007年度（平成19年度）のうち東京電力の値を記載。原単位の幅には他の電気事業者の値の幅を記載。

注2：温室効果ガスを多量に排出する者（特定排出者）が、電気使用に伴うCO2排出量を算定する場合、電気事業者によるCO2排出係数の他、『特定排出者の事業活動に伴う温室効果ガスの排出量の算定に関する省令』に基づきデフォルト値（0.555 [kgCO2/kWh]）を用いることができる。

図 4.3-3：原単位一覧（エネルギー消費量 その1）

原単位	生産消費	消費のみ	不明	参考値	原単位の幅	データ更新	出典
【参考】 発電方法	石油火力	○		0.975 (kgCO ₂ /kWh)	---	---	(財) 電力中央研究所 電中研ニュース No.338 2000年10月
	石炭火力	○		0.742 (kgCO ₂ /kWh)	---	---	
	LNG火力	○		0.608 (kgCO ₂ /kWh)	---	---	
	太陽光		○注3	0.053 (kgCO ₂ /kWh)	---	---	
	風力		○注3	0.029 (kgCO ₂ /kWh)	---	---	
	地熱		○注3	0.015 (kgCO ₂ /kWh)	---	---	
	水力		○注3	0.011 (kgCO ₂ /kWh)	---	---	
原子力		○注3	0.022 (kgCO ₂ /kWh)	---	---		
【電力】 エネルギー消費量 海外注1	電力 米国	○		0.679 (kgCO ₂ /kWh)	---	注2	(社) 日本電気工業会 (JEMA) 各国における発電部門CO ₂ 排出原単位の 推計調査報告書 Ver 3 2006年 6月
	電力 ドイツ	○		0.660 (kgCO ₂ /kWh)	---	注2	
	電力 英国	○		0.566 (kgCO ₂ /kWh)	---	注2	
	電力 中国	○		1.020 (kgCO ₂ /kWh)	---	注2	
	電力 韓国	○		0.535 (kgCO ₂ /kWh)	---	注2	
	電力 タイ	○		0.595 (kgCO ₂ /kWh)	---	注2	
	電力 フィリピン	○		0.566 (kgCO ₂ /kWh)	---	注2	
	電力 ベトナム	○		0.455 (kgCO ₂ /kWh)	---	注2	
	電力 インド	○		1.437 (kgCO ₂ /kWh)	---	注2	
	電力 世界平均		○注4	0.500 (kgCO ₂ /kWh)	---	---	

注1 : CO₂排出原単位は、熱電供給システムによる発電量を含まない受電端値の最新年データ(2003年)を掲載。
注2 : (社) 日本電気工業会 (JEMA) 各国における発電部門CO₂排出原単位の推計調査報告書 Ver 3は、これまで2年毎に作成されているが最新版は2006年版。
注3 : 再生可能エネルギー(太陽光、地熱、風力等)は、生産(又は建設)時のCO₂排出量を示している。
注4 : 生産時のみの値

図 4.3-4 : 原単位一覧 (エネルギー消費量 その2)

原単位	生産消費	消費のみ	不明	参考値	原単位の幅	データ更新	出典
モノの消費	紙	○		1.28 (kgCO ₂ /kg)	---	---	総務省 地球温暖化問題、2008年4月 文庫2
	CD 複製	○		0.25 (kgCO ₂ /枚)	---	---	機構統計年報 2001年
	CD 複製	○		0.46 (kgCO ₂ /枚)	---	---	機構統計年報 2001年
	オフィス	○		76.0 (kgCO ₂ /m ²)	---	---	国環研 環境負荷原単位... 等 文庫3
	資源倉庫	○		46.2 (kgCO ₂ /m ²)	---	---	日本統計年報 2005年
	データセンター		○	2.113 (kWh/m ²)	---	---	東京都 省エネカルテ 2005年
	事務所ビル		○	657 (kWh/m ²)	---	---	東京都 省エネカルテ 2005年
	NW通信	○		0.0025 (kgCO ₂ /Mbyte) 注1	---	---	産環協 ICTサービスの... 2004年 文庫4
FAX通信	○		0.14 (kgCO ₂ /hour)	---	---	環境効率研究WG3資料 2003年	
IT機器の消費	デスクトップPC		○	71.4 (kgCO ₂ /台)	---	---	総務省 ITが地球環境に与える影響 の評価に関する調査結果 2002年等
	ノートPC		○	27.8 (kgCO ₂ /台)	---	---	
	CRTディスプレイ		○	67.5 (kgCO ₂ /台)	---	---	
	液晶ディスプレイ		○	21.9 (kgCO ₂ /台)	---	---	
	プリンター		○	74.7 (kgCO ₂ /台)	---	---	
	サーバ(ミッド)		○	1,066.0 (kgCO ₂ /台)	---	---	
	サーバ(WS)		○	793.0 (kgCO ₂ /台)	---	---	
	移動通信機器		○	1.4 (kgCO ₂ /台)	移動通信機器	---	
	固定電話		○	14.2 (kgCO ₂ /回線)	---	---	
ファクシミリ		○	12.2 (kgCO ₂ /回線)	---	---		
ブロードバンド回線		○	106.0 (kgCO ₂ /回線)	---	---	ブロードバンドNWのCO ₂ 排出量の試算 文庫5	

注1 : NW通信に対する原単位(2004年)について、通信インフラの高度化等により最新の数値に更新することが望ましいが、上記数値よりも新しい値は公表されていない。

図 4.3-5 : 原単位一覧 (物の消費及び IT 機器の消費)

原単位		生産消費	消費のみ	不明	参考値	原単位の幅	データ更新	出典
ヒトの移動	自家用車	○			0.0839 (kgCO ₂ /人・km)	---	---	日本統計年鑑 2005年
	バス	○			0.0615 (kgCO ₂ /人・km)	---	---	日本統計年鑑 2005年
	航空機	○			0.1860 (kgCO ₂ /人・km)	---	---	日本統計年鑑 2005年
	鉄道	○			0.0329 (kgCO ₂ /人・km)	---	---	日本統計年鑑 2005年
【参考】 ヒトの移動	自家用自動車			○	0.047 (kgCO ₂ /人・km)	---	注1	国土交通省 交通関係エネルギー要覧 2001-2002年度版
	自家用軽自動車			○	0.023 (kgCO ₂ /人・km)	---	注1	
	営業用乗用車			○	0.093 (kgCO ₂ /人・km)	---	注1	
	営業用乗合バス			○	0.027 (kgCO ₂ /人・km)	---	注1	
	営業用貸切バス			○	0.009 (kgCO ₂ /人・km)	---	注1	
	航空			○	0.030 (kgCO ₂ /人・km)	---	注1	
	鉄道			○	0.005 (kgCO ₂ /人・km)	---	注1	
	地下鉄			○	0.004 (kgCO ₂ /人・km)	---	注1	
	路面電車			○	0.008 (kgCO ₂ /人・km)	---	注1	
	新交通システム			○	0.007 (kgCO ₂ /人・km)	---	注1	

注1：国土交通省による「交通関係エネルギー要覧」は2000年から2006年まで毎年発行されていたが、ヒトの移動に係る記述は2001-2002年度版を最後に掲載されていない。自家用自動車及び自家用軽自動車には、乗用車及び貨物車が含まれている。

図 4.3-6：原単位一覧（人の移動）

原単位		生産消費	消費のみ	不明	参考値	原単位の幅	データ更新	出典
モノの移動	トラック	○			0.205 (kgCO ₂ /ton・km)	---	---	日本統計年鑑 2005年
	鉄道貨物	○			0.0315 (kgCO ₂ /ton・km)	---	---	日本統計年鑑 2005年
	航空貨物	○			1.410 (kgCO ₂ /ton・km)	---	---	日本統計年鑑 2005年
	貨物船	○			0.027 (kgCO ₂ /ton・km)	---	---	日本統計年鑑 2005年
	郵便(封書)	○			0.0973 (kgCO ₂ /通)	---	---	日本統計年鑑 2005年
【参考】 モノの移動	営業用普通トラック			○	0.049 (kgCO ₂ /ton・km)	---	注1	国土交通省 交通関係エネルギー要覧 2001-2002年度版
	営業用小型トラック			○	0.226 (kgCO ₂ /ton・km)	---	注1	
	自家用普通トラック			○	0.098 (kgCO ₂ /ton・km)	---	注1	
	自家用小型トラック			○	0.776 (kgCO ₂ /ton・km)	---	注1	
	鉄道			○	0.006 (kgCO ₂ /ton・km)	---	注1	
	内航船舶			○	0.011 (kgCO ₂ /ton・km)	---	注1	
	航空			○	0.398 (kgCO ₂ /ton・km)	---	注1	

注1：国土交通省による「交通関係エネルギー要覧」は2000年から2006年まで毎年発行されていたが、モノの移動に係る記述は2001-2002年度版を最後に掲載されていない。普通車は積載量2,000kg以下とする。

図 4.3-7：原単位一覧（物の移動）

原単位	生産消費のみ	消費のみ	不明	参考値	原単位の幅	データ更新	出典
【参考】 車両燃費 日本	ガソリン車	○		15.5 (km/liter) ガソリン車平均	6.4 - 26.0	毎年	国交省 自動車燃費一覧 2008年版
	ディーゼル車	○		0.193 (kgCO2/km)	---	---	(財) 日本自動車研究所 JHFC総合効率検討結果報告書 2006年3月 * 上記調査は定期的を実施されているものではない。
	ガソリンハイブリッド	○		0.146 (kgCO2/km)	---	---	
	ディーゼルハイブリッド	○		0.123 (kgCO2/km)	---	---	
	燃料電池車	○		0.089 (kgCO2/km)	---	---	
	圧縮天然ガス車	○		0.087 (kgCO2/km)	---	---	
	電気自動車	○		0.148 (kgCO2/km)	---	---	
【事例】注 車両燃費	ガソリン車		○	0.274 (kgCO2/km)	---	---	承認CDM Prj. ボゴトランスミレニオ PDD
	ディーゼル車		○	0.290 (kgCO2/km)	---	---	

【交通分野(世界)のCO2排出係数の算定】
 車両燃費について世界共通で使用されている数値は存在しないが、広く利用されている温室効果ガス排出算定方法として、IPCC Guideline for National Greenhouse Gas Inventory (最新版:2006年)がある。同ガイドラインでは、通分野におけるCO2排出量を燃料消費量[TJ]×排出係数[kgCO2/TJ]として算出している。また排出係数にはデフォルト値として燃料毎に以下のような数値が設定されている。
 Motor Gasoline : 69,300 [kgCO2/TJ]、Gas/Diesel Oil : 74,100 [kgCO2/TJ]、Compressed Natural Gas : 56,100 [kgCO2/TJ] 等

【文献】正式名称を省略している文献は以下の通り
 文献1 国環研 環境負荷原単位… 02年12月 ⇒ 国立環境研究所:環境負荷原単位データ(2002年)、
 文献2 総務省 地球温暖化問題… 2008年4月 ⇒ 総務省:地球温暖化問題への対応に向けたICT政策に関する研究会報告書(2008年4月)
 文献3 国環研 環境負荷原単位… 等 ⇒ 国立環境研究所:環境負荷原単位データ(2002年)、及びNEDO:民生部門エネルギー消費実態調査
 文献4 産環協 ICTサービスの… 2004年 ⇒ 産業環境管理協会:ICTサービスの環境効率事例収集及び算定基準に関する検討成果報告書(2004年3月)
 文献5 ブロードバンドNWのCO2排出量の試算 ⇒ 情報通信学会2008 総合大会講演論文集 ブロードバンドネットワークのCO2排出量の試算(2008年)

図 4.3-8 : 原単位一覧 (その他)

図 4.3-3 から図 4.3-8 に列挙した原単位は、(a) 生産と消費過程を対象としたもの、及び(b) 消費過程のみを対象としたものに分類できる。

前者はある原単位に係る CO2 排出量を算定する際、生産段階の負荷 (CO2 排出量) から消費過程に至るまでの全ての負荷を合わせた値である。一方、後者は消費過程における負荷のみを対象としたものである。

本報告書において使用する原単位は、主に我が国における数値を中心に収集しているが、予測の対象が世界である場合においては、世界規模の原単位を使用する必要がある場合もある。参考として、表 4.3-6 に各国における系統電力の CO2 排出係数を示す。

表 4.3-6 : 各国における系統電力の CO2 排出係数

[単位 : kgCO2/kWh]			
国名	発電原単位	国名	発電原単位
米国	0.679	タイ	0.595
ドイツ	0.660	フィリピン	0.566
英国	0.566	ベトナム	0.455
中国	1.020	インド	1.437
韓国	0.535	日本	0.425

出所 : 社) 日本電気工業会 (JEMA) が監修した「各国における発電部門 CO2 排出原単位の推計調査報告書 ver. 3 (2006年6月)」

注 : 日本の値は平成 20 年度東京電力公表値を採用。

また、日本国内のデータとして、環境省が定期的に公表している電力事業者のCO2排出係数がある。これは、電気事業者が電力線から供給する電力がどの程度の化石燃料の排出負荷を伴っているかを示すものであり、電気事業者各社の発電構成により、その値には差異が生じており、原単位には一定の幅が生じている。

このため、系統電力の原単位を利用する場合、原単位の幅を考慮に入れた上で、適切な数値を選択することが必要である。

表 4.3-7：電気事業者別 CO2 排出係数

平成 19 年度

[単位：kgCO2/kWh]

事業者名	発電原単位	事業者名	発電原単位
北海道電力(株)	0.517	関西電力(株)	0.366
東北電力(株)	0.473	四国電力(株)	0.392
東京電力(株)	0.425	九州電力(株)	0.387
中部電力(株)	0.470	環境省デフォルト値	0.555

出所：環境省「平成 19 年度の電気事業者別二酸化炭素排出係数の公表」

平成 20 年度

[単位：kgCO2/kWh]

事業者名	発電原単位	事業者名	発電原単位
北海道電力(株)	0.588	関西電力(株)	0.355
東北電力(株)	0.469	四国電力(株)	0.378
東京電力(株)	0.418	九州電力(株)	0.374
中部電力(株)	0.455	環境省デフォルト値	0.561

出所：環境省「平成 20 年度の電気事業者別二酸化炭素排出係数の公表」

3.5 ITソリューション効果算定のための参考値

ITソリューションの効果を計算する際、3.2節で示したように、活動量の情報を入力することが必要である。

活動量としては、実測値を使用することが望ましいが、計画段階やデータ取得が困難な場合等、実測値を取得することが困難な場合も存在する。

そこで、参考情報として活動量算定のための目安となる値を以下に示す。

項目	参考値例	出所等
1人が占めるオフィススペース	13.1m ² /人	地球温暖化問題への対応に向けたICT政策に関する研究会報告書2008年4月
家庭でのノートパソコン(LCD14型以上)の消費電力量	18,734 [kWh/年・台] 等	省エネセンター：タイプ別平均消費電力量 LCD14型以上、低電流状態への自動移行設定
オフィスでのノートパソコン(LCD14型以上)の消費電力量	33,876 [kWh/年・台] 等	省エネセンター：タイプ別平均消費電力量 LCD14型以上、低電流状態への自動移行設定
家庭でのデスクトップパソコン(LCD込み)の消費電力量	62,508 [kWh/年・台] 等	省エネセンター：タイプ別平均消費電力量、低電流状態への自動移行設定
オフィスでのデスクトップパソコン(LCD込み)の消費電力量	113,568 [kWh/年・台] 等	省エネセンター：タイプ別平均消費電力量、低電流状態への自動移行設定
オフィス用紙の重量換算係数	0.004 kg/枚 (A4サイズ)	地球温暖化問題への対応に向けたICT政策に関する研究会報告書2008年4月
照明(蛍光灯)の消費電力量	25.88 kWh (年間375時間利用)	省エネセンター：H20年省エネ性能ランキング一覧(平均値より)
エアコンの消費電力量	56.25 kWh (年間375時間利用)	省エネセンター：H20年省エネ性能ランキング一覧(平均値より)
一般的なカルテの仕様	紙カルテ2号(縦270mm×横384mm)、厚さ：厚紙220g/m ² 2.5枚/1カルテ(0.25m ² /1カルテ)	医療用カルテ仕様より(博愛社)
医療カルテ保管スペース	300カルテを収納するのに必要なキャビネットの面積：0.288m ²	医療用カルテ仕様より(コクヨ)
入札書類の重量換算係数	0.004 kg/枚 (A4サイズ)	地球温暖化問題への対応に向けたICT政策に関する研究会報告書2008年4月
オフィス用紙の重量換算係数	0.004 kg/枚 (A4サイズ)	地球温暖化問題への対応に向けたICT政策に関する研究会報告書2008年4月

4. IT ソリューション事例

以下では、ワーキンググループで検討された「ITによる社会の省エネ」に貢献するITソリューションを紹介する。

今年度は、これまで事例がなかった分野を中心に事例を追加した。

ソリューション一覧

◆生産プロセスの効率化

EMI 抑制設計支援システム DEMITASNX (デミタス)	日本電気株式会社
---------------------------------	----------

◆BEMS

生活者の行動を優先した快適空調制御システム	株式会社東芝
流通店舗向け省エネシステム	沖電気工業株式会社
施設総合管理システム「Futuric」	富士通株式会社

◆ペーパーレスオフィス

ダイレクトメール広告をインターネット配信するICTサービス	NEC ビッグロブ株式会社
就業管理システム	株式会社日立システムアンドサービス
行政情報提供システム	富士通株式会社
電子帳票システム	日立ソフトウェアエンジニアリング株式会社
公共料金等の口座自動引落としと明細事前通知サービス	株式会社 NTT データ
給与明細の電子配信システム	日立ソフトウェアエンジニアリング株式会社
eラーニングシステム「Internet Navigware」	富士通株式会社
百貨店向け POS システム	富士通株式会社
農地向け地理情報システム (GIS)	富士通株式会社
自治体内部情報業務の電子化	富士通株式会社
情報漏洩対策・PC 管理	日立ソフトウェアエンジニアリング株式会社
書類の電子化によるペーパーストックレス	株式会社 PFU
次世代オフィス	株式会社 NTT データ
地球観測衛星画像オンラインサービス	富士通株式会社
印刷枚数削減支援ソフト	株式会社富士通アドバンストエンジニアリング
金融機関向け債権流動化・売掛債権一括信託ビジネス支援 ASP サービス	株式会社 NTT データ
電子帳票システムによる環境負荷低減 (A.お客さま向けのシステム、B.社内システム)	大和証券株式会社 (株式会社大和総研)
大学向け統合業務パッケージ「Compusmate-J」	富士通株式会社
健康保険組合向け Web システム「KOSMO Communication Web」	大和総研ビジネス・イノベーション

◆業務の IT 導入

証明書自動交付システム	富士通株式会社
人事総務向けワークフローシステム「ExchangeUSE」	富士通株式会社
SaaS 型簡単電子申込システム	株式会社 NTT データ

◆テレワーク

在宅勤務（最大週 3 日）による社内テレワークの実施	株式会社富士通ワイエフシー
在宅勤務可能サービスによる移動による負荷低減とワーク・ライフバランスの確保	日立ソフトウェアエンジニアリング株式会社

◆TV 会議

社内会議システム	日立ソフトウェアエンジニアリング株式会社
----------	----------------------

◆リモートセンシング・遠隔管理

小麦の生育予測による刈り取り時期の適正化	日立ソフトウェアエンジニアリング株式会社
水産海洋情報提供サービス「トレダス」	富士通株式会社

◆HEMS

ホームネットワークを活用した家庭内省エネ技術	株式会社東芝
ホームエネルギーマネジメントシステムライフニティ ECO マネシステム	パナソニック電工株式会社
省電力効果 見える化サービス (みんなでカーボンダイエット)	日本電気株式会社

◆オンラインショッピング

インターネットショッピングシステム「i-market」	富士通株式会社
-----------------------------	---------

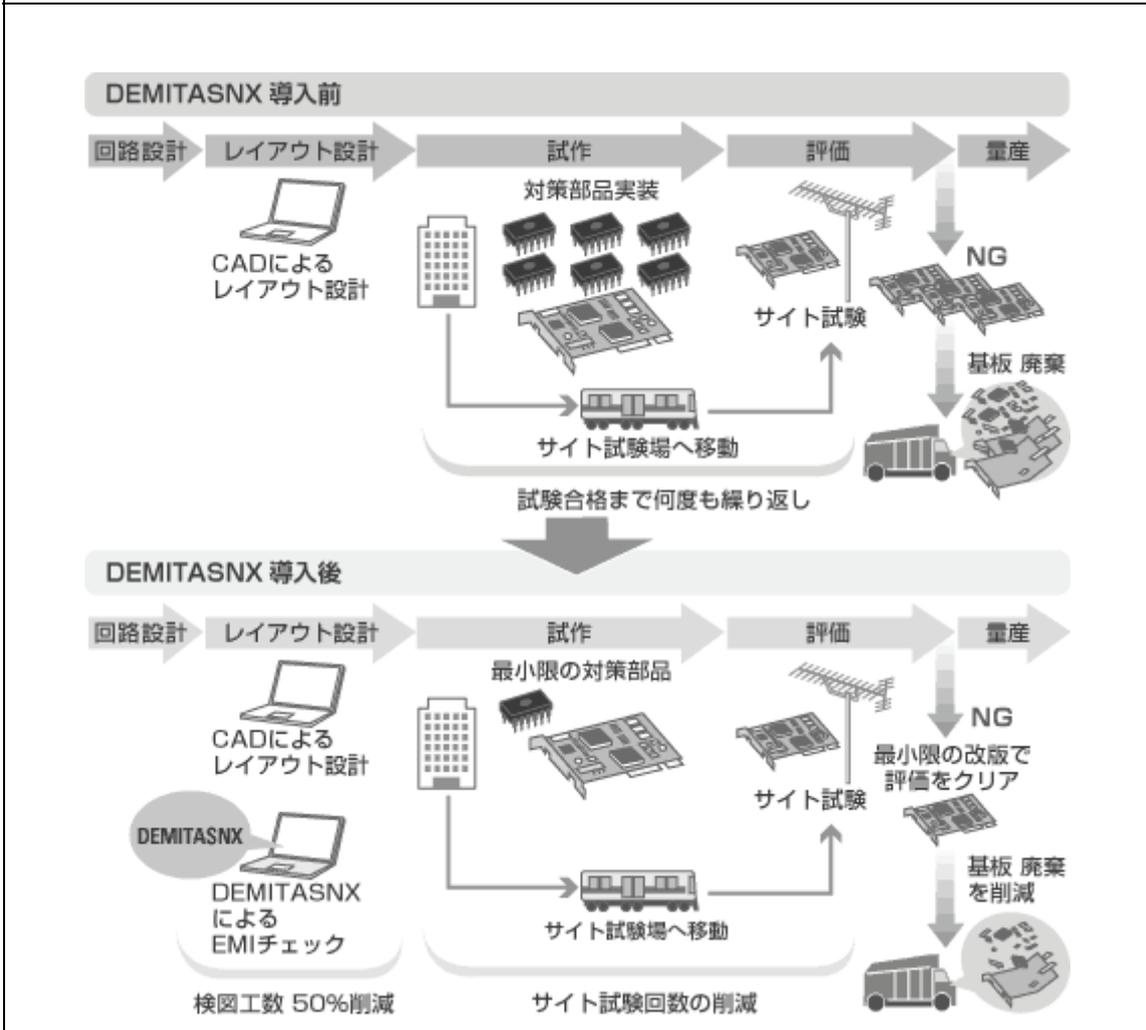
◆輸送手段（鉄道、航空、海運）の効率向上

ストックホルムの渋滞解決策	日本 IBM 株式会社
運行支援ソリューション	富士通株式会社

◆ 生産プロセスの効率化

企業名：日本電気株式会社	タイトル：EMI 抑制設計支援システム DEMITASNX（デミタス）
--------------	-------------------------------------

概要：CADデータを用いて設計の上流工程（試作基板製造前）でEMIシミュレーションを行うことで、プリント基板から発生される不要電磁波を抑制する部品配置、配線を検討できるソフトウェア。NEC 中央研究所で実験、検証した最適な閾値・チェック項目・チェック方法を利用し、シミュレーションを行うことで、より効果的な解析が可能。



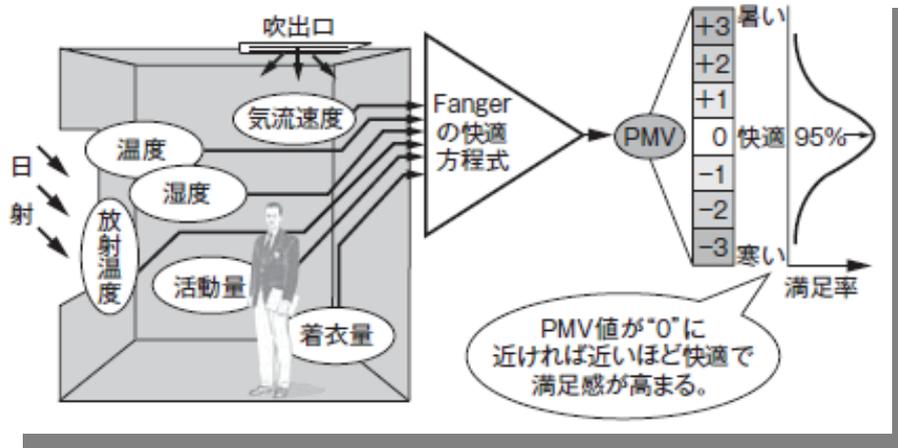
評価条件 実事例を基に CO2 排出量を算定	プラス 電力消費削減量：196kWh (0.1 t-CO2/年) 基板使用削減量：1.8m2 (44.7 t-CO2/年) 基板試験削減による移動削減量：1,500 回 (34.7 t-CO2/年)	マイナス 基板使用量：0.9 m2 (22.3 t-CO2/年) 基板試験のための移動：300 回 (6.9 t-CO2/年)
---------------------------	--	---

出所等：http://www.nec.co.jp/eco/ja/product/soft/2009_06.html

◆ BEMS

企業名：株式会社東芝 タイトル：生活者の行動を優先した快適空調制御システム

概要：空調向けに、リアルタイム演算によって、過剰冷房や過剰暖房を防止し、快適なビル生活空間と省エネを両立



システム概念図

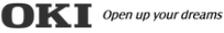
環境条件を計測し、快適な条件を維持するよう空調を制御することで、過剰な冷房や暖房を防ぎ、省エネルギーを実現する。

評価条件	プラス	マイナス
大規模事務所ビルにおける 1日あたりの平均	電力消費：102.4 kgCO ₂ /年 冷水熱量：15.3MJ (エネルギー6.2% 削減)	IT 機器： 0.2 kgCO ₂ /年

出所等：http://www.toshiba.co.jp/tech/review/2007/06/62_06pdf/a07.pdf

企業名：沖電気工業株式会社	タイトル：流通店舗向け省エネシステム
---------------	--------------------

概要：無線センサネットワークを利用し、店舗内外の環境情報と電力使用量を収集するとともに、コンテキストウェアネス技術の活用により、店舗内の快適度を維持しながらの省エネ制御を実現。



Network-style Eco Management

グリーンITアワード2008審査員特別賞受賞

流通店舗向け省エネシステム

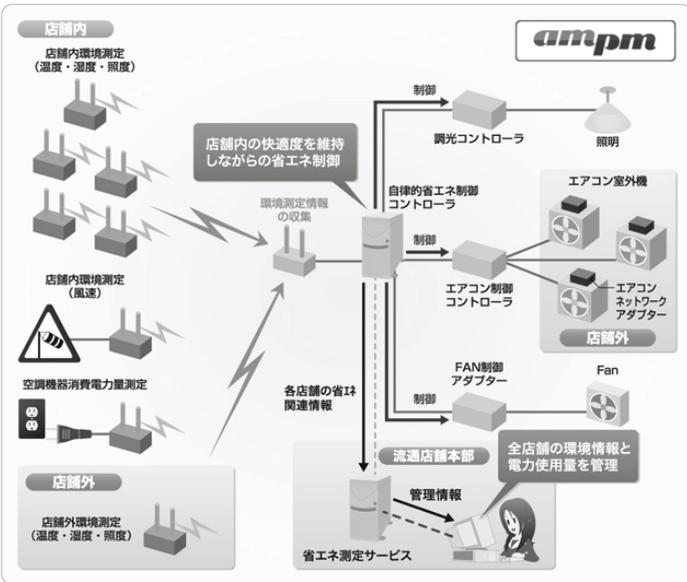
OKIは無線センサネットワーク技術と情報通信技術を活用し、CO2削減に貢献します。

▶▶ 省エネ制御コントローラ

- ・無線センサネットワークを利用し、店舗内外の環境情報と電力使用量を収集。
- ・コンテキストウェアネス技術の活用により、店舗内の快適度を維持しながらの省エネ制御を実現。
- ・流通店舗全体の電力使用量の5%の削減効果。

▶▶ 省エネ測定サービス

- ・全店舗における環境情報・電力使用量の「見える化」と「管理」機能を提供。
- ・2009年施行の改正省エネ法対策を支援。



*本システムは NEDO の委託事業の成果を活用しています。

ソリューション説明資料

評価条件 大規模事務所ビルにおける 1日あたりの平均	プラス 電力使用量：5%削減	マイナス —
----------------------------------	-------------------	-----------

出所等：沖電気工業株式会社資料

企業名：富士通株式会社	タイトル：施設総合管理システム「Futuric」																
概要：ビル管理システムを、省エネ最新機器とシステムによる稼働設備の効率的な運用を行う。																	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%; border: 1px dashed gray; padding: 5px;"> <p>導入前</p> <p>*ビル管理のシステムは、約20年おきに見直されるため、ミニコンベースの古いシステムを使っていた。</p> <p>*最新機器構成による省電力化、新システムの機能アップによる作業効率アップを大幅に図った。</p> <p>手書き、老朽化した機器、古いシステム</p> </div> <div style="width: 35%; text-align: center;"> <p>省エネ・作業効率化</p> <p>稼働設備の効率的な活用 災害時の安全確保 省エネルギー対策 + 環境改善</p> </div> <div style="width: 30%; border: 1px dashed gray; padding: 5px;"> <p>導入後</p> <p>コスト削減</p> </div> </div> <div style="text-align: center;"> <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <caption>CO2排出量比較 (kg-CO2)</caption> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>導入前 (%)</th> <th>導入後 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>オフィススペース</td> <td>61.1</td> <td>39.8</td> </tr> <tr> <td>IT・NW機器電力</td> <td>38.8</td> <td>13.3</td> </tr> <tr> <td>NWデータ通信量</td> <td>0.1</td> <td>0.02</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>38,117</td> <td>20,293</td> </tr> </tbody> </table> <p>CO₂削減量 -17,824 kg (-46.8%)</p> </div>			項目	導入前 (%)	導入後 (%)	オフィススペース	61.1	39.8	IT・NW機器電力	38.8	13.3	NWデータ通信量	0.1	0.02	合計	38,117	20,293
項目	導入前 (%)	導入後 (%)															
オフィススペース	61.1	39.8															
IT・NW機器電力	38.8	13.3															
NWデータ通信量	0.1	0.02															
合計	38,117	20,293															
評価条件 3,000名規模のオフィスビル。1年間の試算	プラス [kg-CO2] オフィススペース：8,095 IT・NW機器電力：9,714	マイナス [kg-CO2] なし															
出所等： http://img.jp.fujitsu.com/downloads/jp/jecos/contribution/list/11-futuric.pdf http://fenics.fujitsu.com/products/futuric/																	

◆ ペーパーレスオフィス

企業名：NEC ビッグロープ株式会社	タイトル：ダイレクトメール広告をインターネット配信する ICT サービス	
概要：ICT によるダイレクトメールの送信により、紙資源の削減、配送に係る燃料資源を削減。		
<div style="text-align: center;"> <p>インターネットDM配信サービス フロー</p> <p>ダイレクトメール広告をインターネットを通して配信できるサービス</p> <p>サービス概念図</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ インターネットの DM と郵便の DM の環境負荷評価を行い比較している。 ・ その範囲は、従来の郵送による郵便局からの DM 配信から受け取る場所までを、インターネットによる DM と比較している。 </div>		
評価条件 1 年間 9.4 億通のダイレクトメール発行業務	プラス 紙の消費：137,241 t-CO2 物の移動：12,694 t-CO2	マイナス ICT システム：2,203 t-CO2
出所等：NEC ビッグロープ株式会社		

企業名：株式会社日立システムアンドサービス	タイトル：就業管理システム
概要： Web で入力する就業管理システムの導入により、チェック・集計にかかる作業工数を大幅に削減、またペーパーレス化も実現。	

就業管理システム

(株式会社 日立システムアンドサービス)

導入のメリット

- 本システムにより、迅速かつ正確な就業情報の収集と集計が可能(作業時間を94%削減(弊社モデルの場合)、ペーパーレスを実現)。
- Web利用のインフラ環境があれば、就業人員の増加・事業拠点の分散、様々な業種・雇用形態・勤務形態に対応。

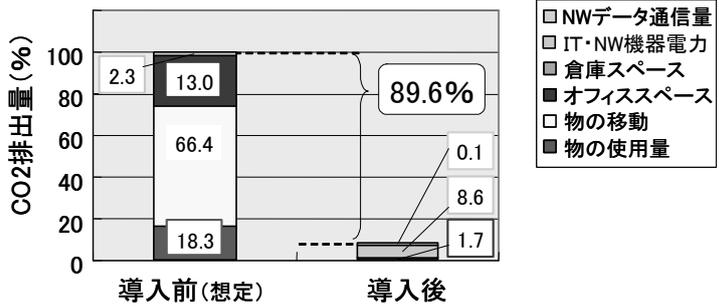
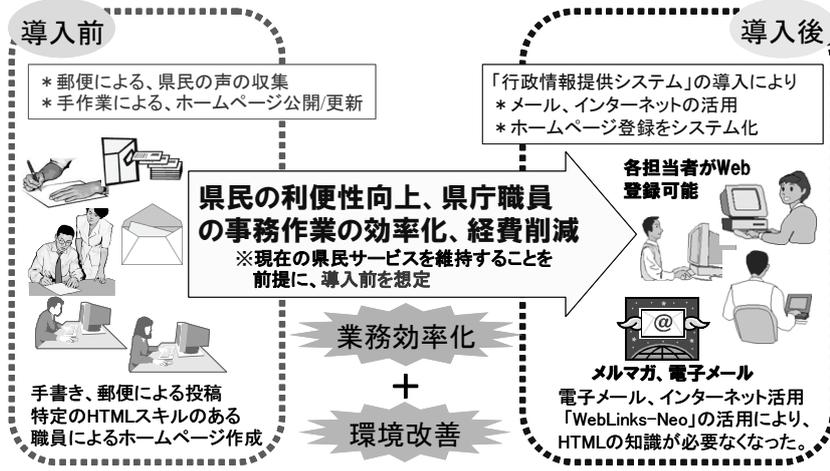
導入効果概念図

評価条件 毎月の従業員 4,250 人の就業情報の 1 年間の提出・収集・チェック・集計業務	プラス 紙の消費：2,390kgCO2 削減 業務効率化：3,588 kgCO2 削減	マイナス ICT システム：58kgCO2 増加
---	---	-----------------------------

出所等：製品紹介 <http://www.hitachi-system.co.jp/lysithea/>
ICT 地域活性化ポータル <http://www.applic.or.jp/tkportal/contents.php?jno=138>

企業名：富士通株式会社 タイトル：行政情報提供システム

概要：行政情報提供システムの導入により、従来の紙による情報授受（広報、手紙）からHPやメールマガジン、汎用申請受付、電子相談等によるペーパーレス化、作業効率化を可能とする。



CMS（コンテンツ・マネジメント・システム）「WebLinks-Neo」の環境改善効果
 CMSは、ホームページ、メールマガジン等のコンテンツを簡単に登録・作成できるシステムであり、一連の作業がペーパーレスで運用可能となっている。システム化により、紙の保管スペースの削減、コンテンツ作成作業の効率化が図られている。

評価条件	プラス	マイナス
ある自治体における 1 年間の情報収集・情報提供業務	物の消費：3,627kg CO2 物の移動：13,119kg CO2 オフィススペース：2,221kg CO2	IT・NW 電力消費量：1,244kg CO2 NW データ通信量：19kg CO2

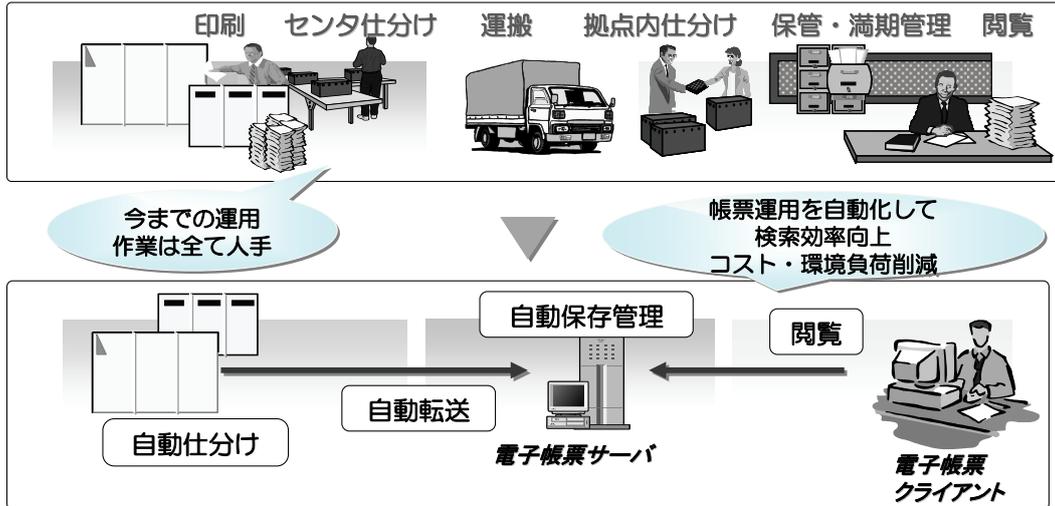
出所等：富士通株式会社 環境貢献ソリューション導入事例
<http://jp.fujitsu.com/about/csr/eco/solutions/envsolutions/casestudies/kagawaken.html>

企業名：日立ソフトウェアエンジニアリング株式会社

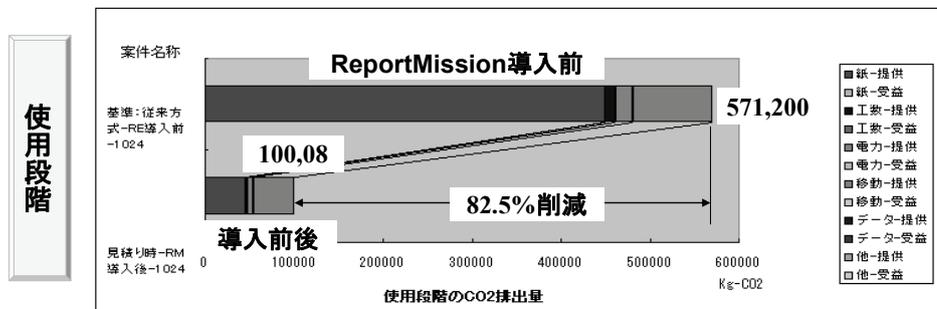
タイトル：電子帳票システム

概要：電子帳票システムの導入により紙印刷の 10%を削減、残り 90%の帳票は電子化しサーバに保存・閲覧する方法にし稼働負荷を低減。

大量の帳票を扱う業務を電子化するシステムで、印刷枚数削減により、仕分け作業・配送・検索・保管作業の効率化を実現。



導入効果概念図



紙消費削減

移動削減

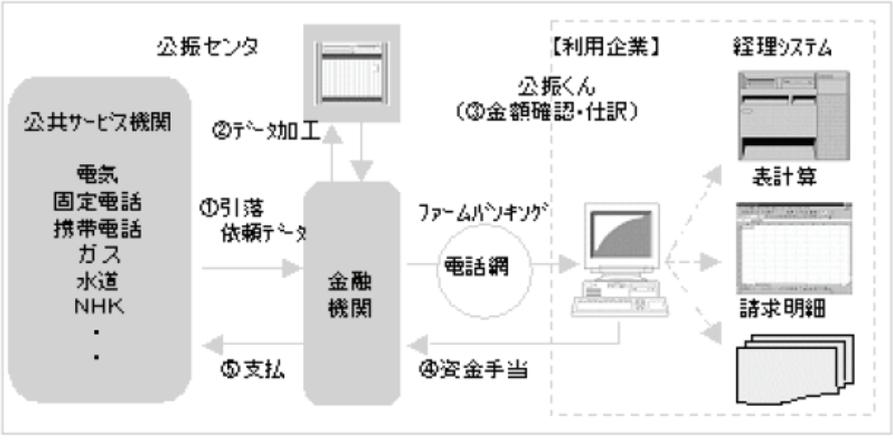
作業削減

評価条件
年間 4,800 万枚の帳票類を 10 拠点・100 部署に配布する作業の帳票を 10 分の 1 に削減

プラス
紙の消費：404,100kgCO2
物の移動：45,100kgCO2
業務効率化：10,200kgCO2
既存 ICT システム：11,719kgCO2

マイナス
なし

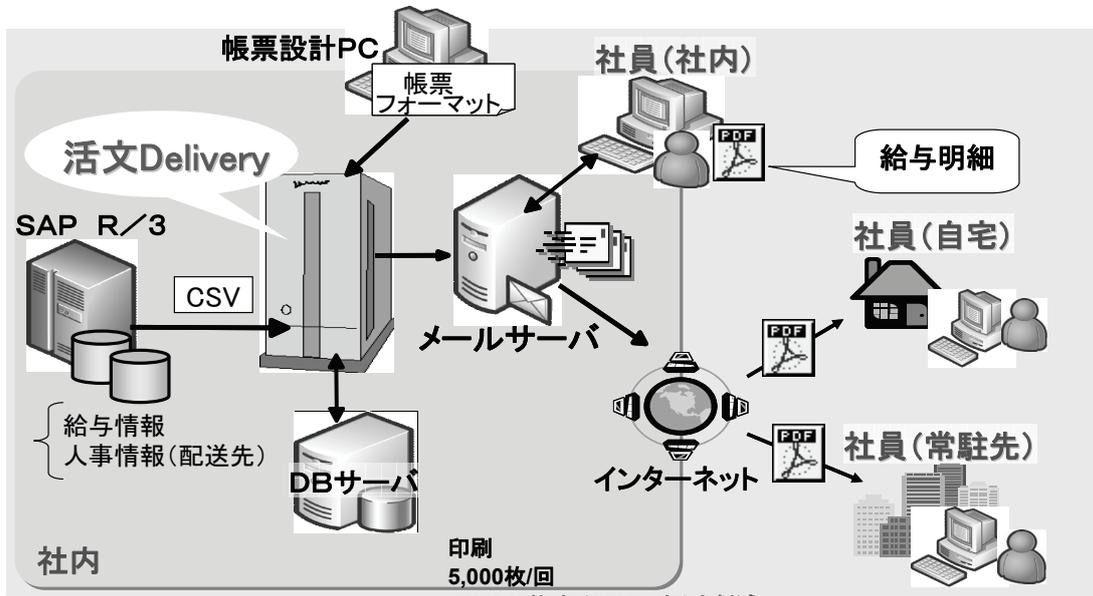
出所等：<http://www.hitachi-sk.co.jp/products/reportmission/index.html>

企業名：株式会社NTTデータ	タイトル：公共料金等の口座自動引落としと明細事前通知サービス	
概要：口座自動引き落としと明細事前通知サービスにより、納付書による支払の手間、伝票作成作業の撤廃。また、システム導入による CO2 排出量の削減。		
<div style="text-align: center;">  <p>The diagram illustrates the system concept. On the left, 'Public Service Providers' (電気, 固定電話, 携帯電話, ガス, 水道, NHK, ...) send 'Withdrawal/Dependency Data' (引落依頼データ) to the 'Financial Institution' (金融機関). The Financial Institution sends 'Payment' (支払) back to the providers. Simultaneously, the Financial Institution sends 'Data Processing' (データ加工) to the 'Public Center' (公振センタ). The Public Center sends 'Confirmation/Assignment' (金額確認・仕訳) to the 'Public Person' (公振くん). The Public Person sends 'Form Processing' (フォーム加工) to the 'Telephone Network' (電話網). The Telephone Network connects to the 'Utility Company' (利用企業), which sends 'Funds' (資金手当) back to the Financial Institution. The Utility Company also sends data to its 'Management System' (経理システム), which includes 'Table Calculation' (表計算) and 'Request Details' (請求明細).</p> </div> <p style="text-align: center;">システム概念図</p>		
評価条件 1年間の公共料金の支払関連業務	プラス 紙の消費：15,897kgCO2 物の移動：12,949kgCO2 業務効率化： 1,498,275kgCO2	マイナス ICTシステム： 72,511kgCO2
出所等： http://www.nttdatabs.co.jp/service/index.html		

企業名:日立ソフトウェアエンジニアリング株式会社

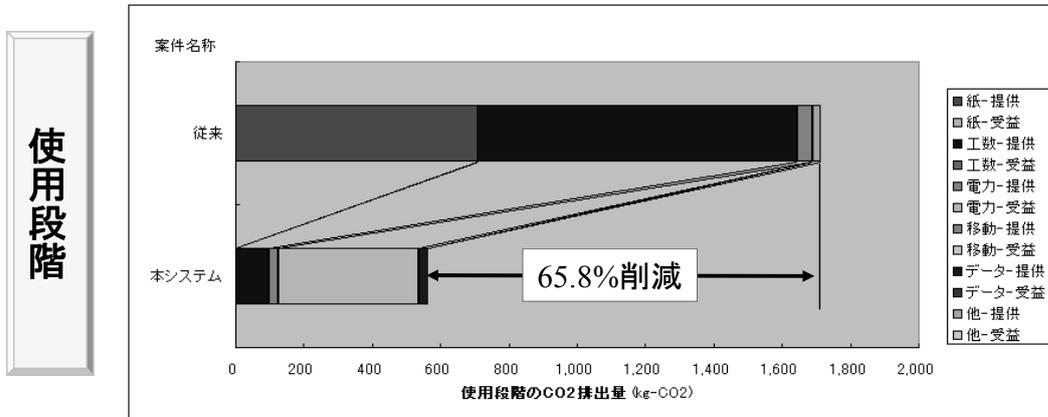
タイトル: 給与明細の電子配信システム

概要: 給与明細書の電子配信により、紙の消費と仕分け作業工数を削減。



※) 社員数: 5,400人

導入効果概念図



紙消費削減

作業削減

評価条件
10 拠点 5,000 人の社員の給与明細書を1年間(1回/月)届ける作業

プラス
紙の消費: 707kgCO2
業務効率化 806kgCO2

マイナス
ICT システム:
422kgCO2/年

出所等: <http://hitachisoft.jp/products/hitachi-middle/solution/katsubundelivery/>

企業名：富士通株式会社

タイトル：eラーニングシステム「Internet Navigware」

概要： 集合教育で行っていた社内研修を、Web で受講可能な eラーニングシステムに変更。「人（講師・受講者）の移動」や「紙（資料）」「オフィススペース」を削減する。

導入前

* 交通手段を利用し、全国各地から、東京での集合教育を受講していた。



集合教育、テキストによる授業、限られた受講日程

* インターネットを利用し、各自が、自席で、自由な時間に遠隔教育を受講出来るようになった。



導入後

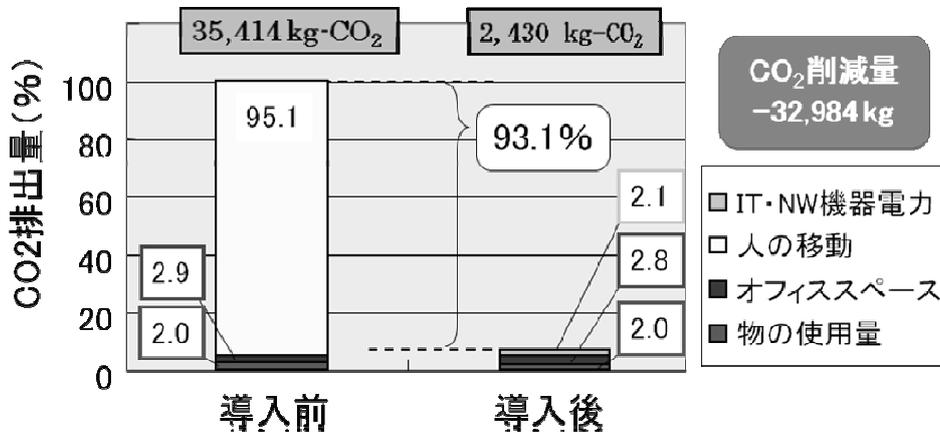
従業員の効率的
スキルアップ

時間・距離の
有効活用

コストダウン

+

環境改善



評価条件	プラス [kg-CO2]	マイナス [kg-CO2]
1,500 名規模の社内研修。	物の使用量： 14	IT・NW 機器電力： 732
1 年間の試算。	人の移動： 33,664	データ通信： 2
	オフィススペース： 39	

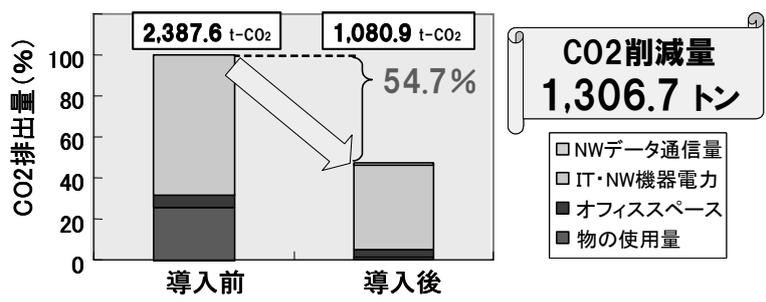
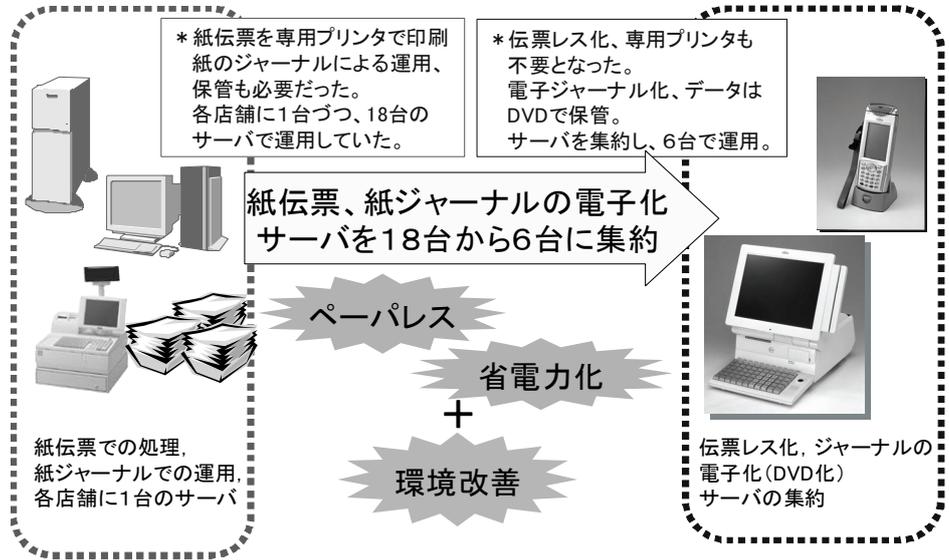
出所等：

<http://img.jp.fujitsu.com/downloads/jp/jecos/contribution/list/01-el.pdf>

<http://jp.fujitsu.com/solutions/elearning/>

企業名：富士通株式会社 タイトル：百貨店向け POS システム

概要：伝票・ジャーナルの電子化によりお客様の待ち時間を短縮すると同時に、紙使用の削減、またサーバの集約による使用電力の削減を実現した。



百貨店向け POS システム「B-STOREPOWER」の環境改善効果

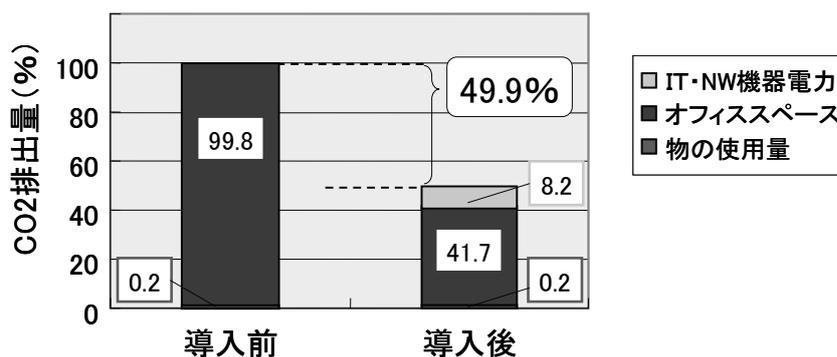
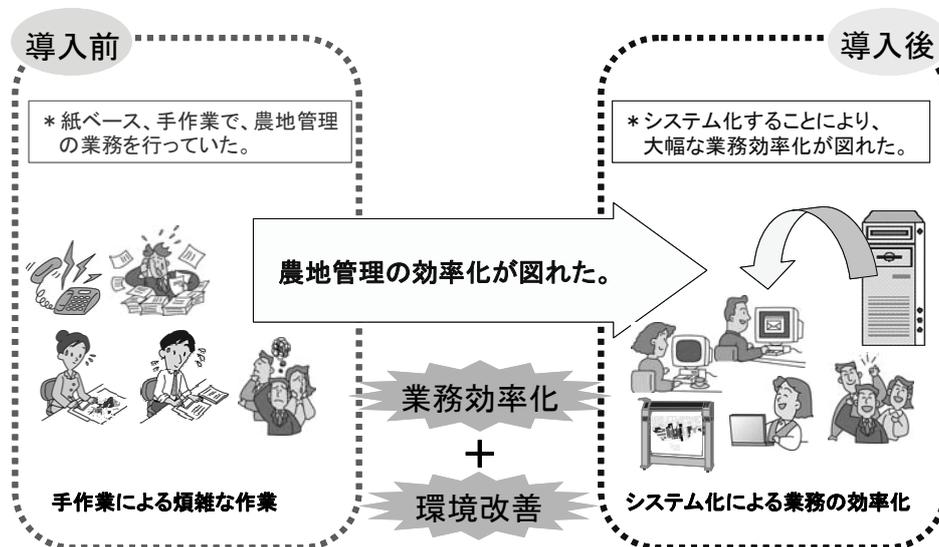
「お客様に親切 POS」をコンセプトに開発、導入したが、商品の注文伝票や取引記録の電子化により、年間で180万枚の伝票用紙、140万ロールのジャーナル用紙の削減とサーバ集約による電力消費の削減など環境負荷軽減の面でも大きな成果が得られた。

評価条件	プラス	マイナス
ある百貨店における1年間の売上传票、および取引記録の管理業務	物の消費：591.6 t-CO ₂ オフィススペース：153.8 t-CO ₂ IT・NW機器電力消費量：565.3 t-CO ₂	NWデータ通信量：4.0 t-CO ₂

出所等：<http://jp.fujitsu.com/about/csr/eco/feature/highlight2006/high1-reduction/index.html>

企業名：富士通株式会社 タイトル：農地向け地理情報システム(GIS)

概要：農地管理を行うにあたり、GISを導入して情報を電子化し、職員作業の大幅な効率化と紙の使用の削減を実現した。



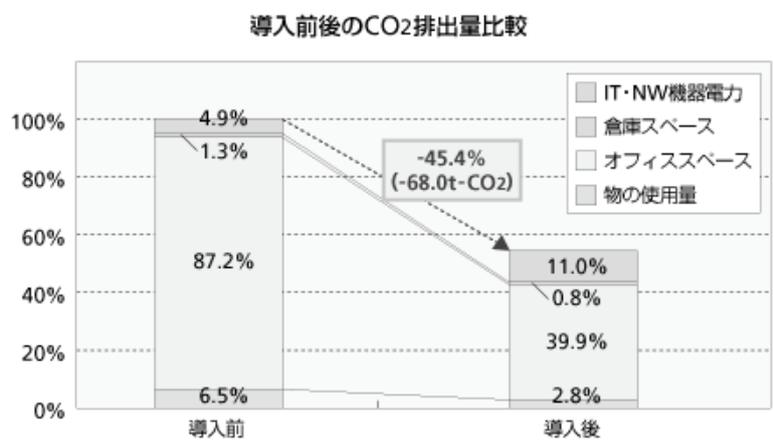
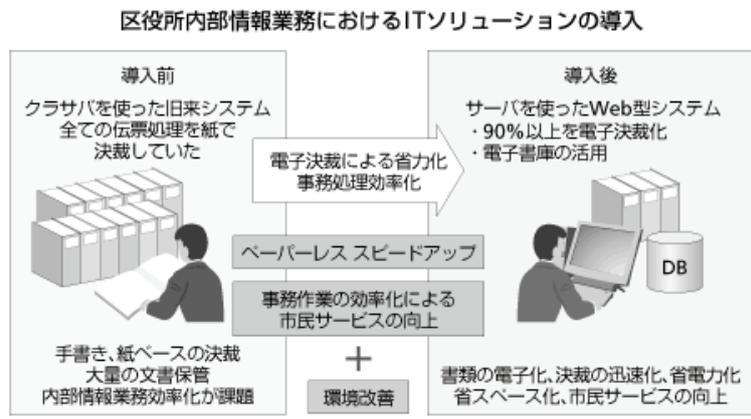
農業向け地理情報ソリューション「農地管理 GIS」の環境改善効果
 導入前は紙ベース、手作業で地図・台帳の管理、共済耕地図面（帳票）、分布図の作成を行っていた。導入後は、システム化することにより、職員の作業（地図、台帳の更新／検索／印刷作成）を大幅に効率化した。

評価条件 ある市町村における 1 年間の地図・台帳の作成・運用・管理業務	プラス オフィススペース： 765 kg-CO2 (物の使用量は導入前後で変化なし)	マイナス IT・NW 機器電力消費量： 108 kg-CO2
---	---	--------------------------------------

出所等：富士通株式会社 環境貢献ソリューション 認定商品一覧
<http://jp.fujitsu.com/about/csr/eco/solutions/envsolutions/list.html>
<http://img.jp.fujitsu.com/downloads/jp/jeco/solutions/73-farm-gis.pdf>

企業名：富士通株式会社	タイトル：自治体内部情報業務の電子化
-------------	--------------------

概要：紙での伝票処理（印刷～決裁～保管）を電子決裁化し、事務処理の効率化、ペーパーレス化などを実現。



自治体内部情報ソリューション「IPKNOWLEDGE」の環境改善効果

- ・ 90%以上の電子決裁化率による大幅な業務効率向上、ペーパーレス化
- ・ 紙使用量は100万枚、文書保管スペースは約3分の1、作業時間は約14万時間削減
- ・ 環境負荷試算の結果、IT活用でCO2排出量を約45%削減（約6万8千t）

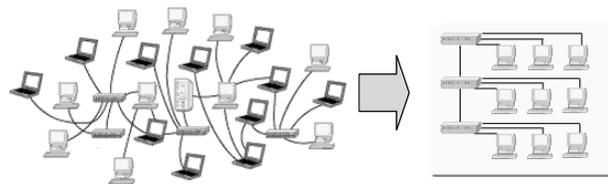
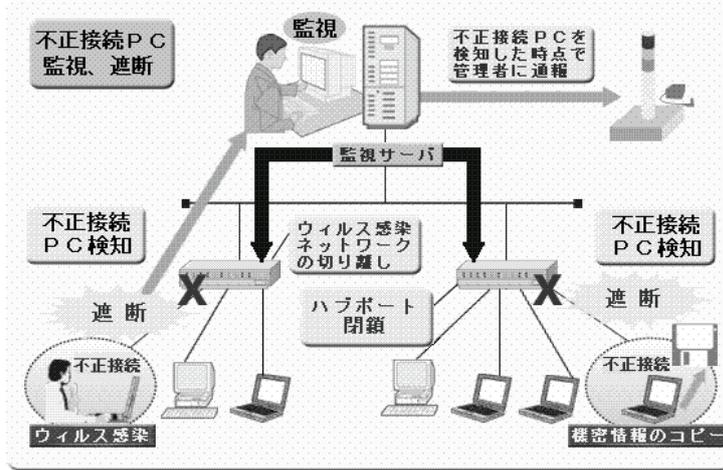
評価条件 ある自治体における1年間の伝票処理業務（財務・契約、庶務事務、文書管理）。	プラス 物の使用量：5,472 kg-CO2 オフィススペース： 70,892 kg-CO2 倉庫スペース：813 kg-CO2	マイナス IT・NW電力消費量： 9,161 kg-CO2
---	--	-------------------------------------

出所等：富士通株式会社 HP 中野区様導入事例
<http://jp.fujitsu.com/solutions/localgovernment/casestudies/nakano.html>

企業名 :日立ソフトウェアエンジニアリング株式会社

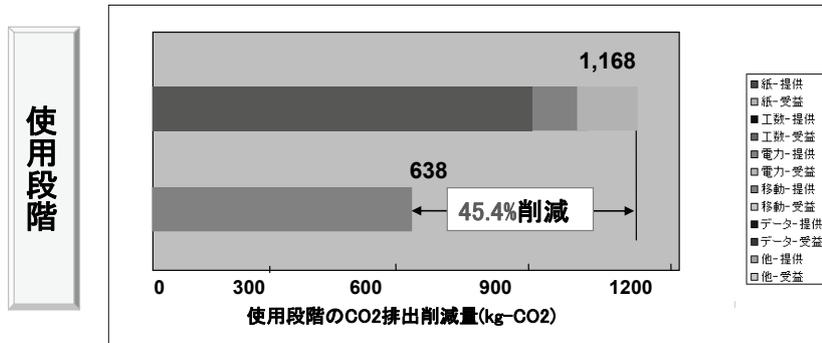
タイトル : 情報漏洩対策・PC 管理

概要 : ICT システムの導入による調査作業の削減と調査精度の向上。



接続状況の情報を自動収集

導入効果概念図



作業削減

評価条件
7,000 台の機器のネットワークへの接続情報の調査・収集作業 (年 2 回)

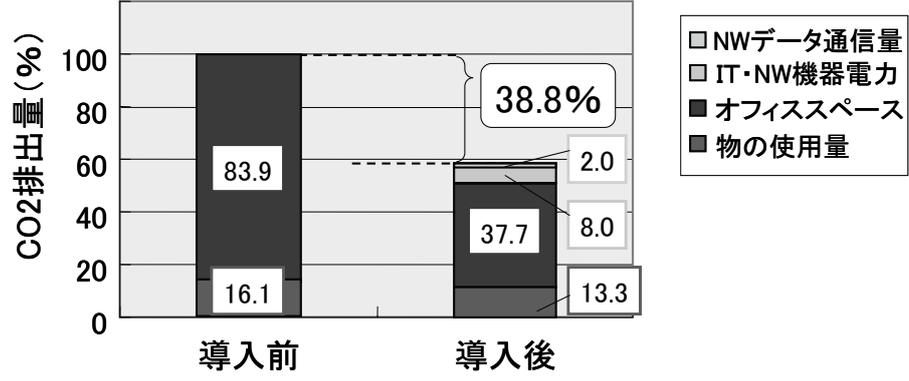
プラス
業務効率化 : 1088kgCO2

マイナス
ICT システム (ICT 機器電力) : 558kgCO2

出所等 : <http://hitachisoft.jp/products/netinsight/product/pd.html>

企業名：株式会社 PFU タイトル：書類の電子化によるペーパーストックレス

概要：従来、試験成績書などの情報を紙で保管していたが、紙やパソコンの電子データを電子バインダに綴じて、電子キャビネットに保管・閲覧するペーパーストックレスシステムを導入し、以下のような効果を得ることが出来た。



- ドキュメントファイリングソフトウェア「楽2ライブラリ」の環境改善効果
- 紙資源の有効活用：約 30 万枚(57,363MB)のドキュメントを電子化
 - 書類保管スペースの有効利用：従来の書類保管用キャビネットの大半が削減
 - 業務の効率化：スキャナでの読み取り時間・検索時間の短縮、業務の効率化

評価条件	プラス	マイナス
300 人規模の製造業における 1 年間のドキュメントファイリング	物の使用量：155kgCO2 オフィススペース：2,607 kgCO2	IT・NW 電力消費量：453 kg-CO2 NW データ通信量：116 kg-CO2

出所等：<http://www.pfu.fujitsu.com/raku2library/>
<http://img.jp.fujitsu.com/downloads/jp/jeco/solutions/63-raku2library.pdf>

企業名:株式会社NTTデータ	タイトル:次世代オフィス
----------------	--------------

概要:シンクライアント&ペーパーレスな打ち合わせ、ノート PC・携帯電話を使ったオフィス環境、座席のフリーアドレス化、IC カードを使った入退室管理、生態認証による高度なセキュリティ、印刷時の情報漏洩およびミスプリントを防止するセキュアプリンティング等

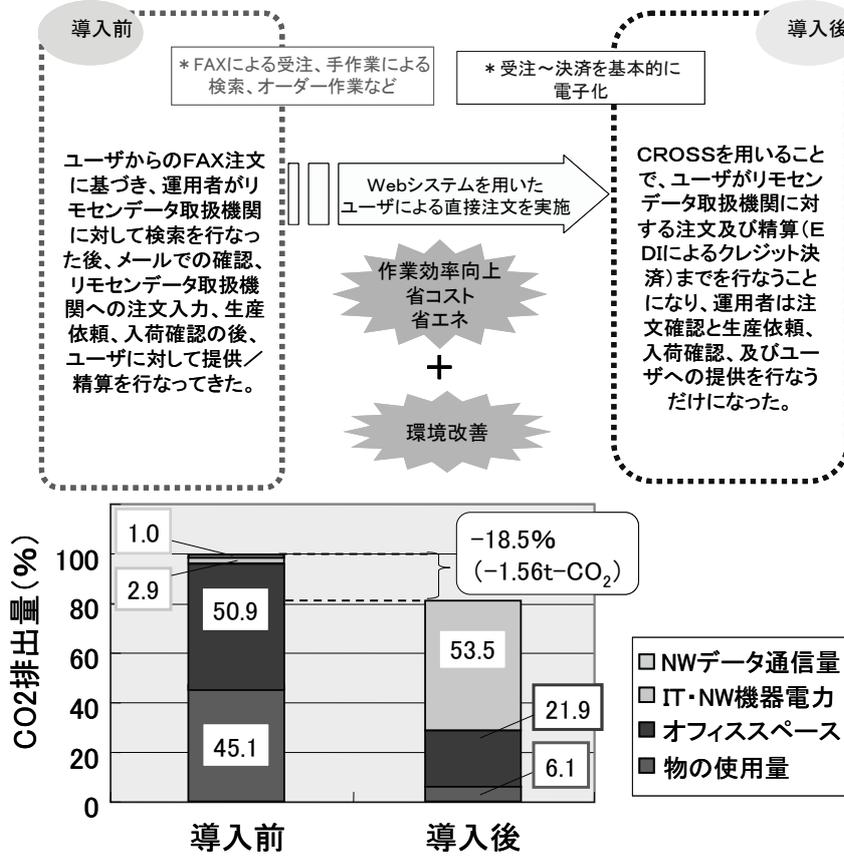


評価条件 オフィスにおける 1 年間の 資料作成及び情報共有・管理	プラス 紙の消費 : 39,877kgCO2	マイナス ICT システム : 5,293kgCO2
---	---------------------------	-------------------------------

出所等 : <http://www.nttdata.co.jp/vanadis/office.html>

企業名：富士通株式会社 タイトル：地球観測衛星画像オンラインサービス

概要：ユーザの直接注文及び清算を行うことでの運用者の作業の効率化と紙の削減。



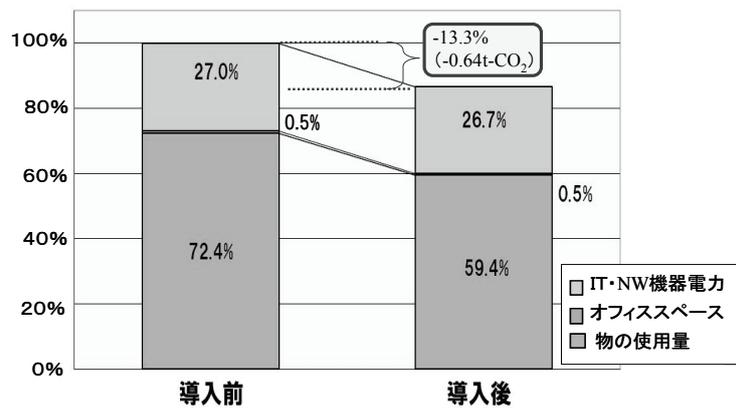
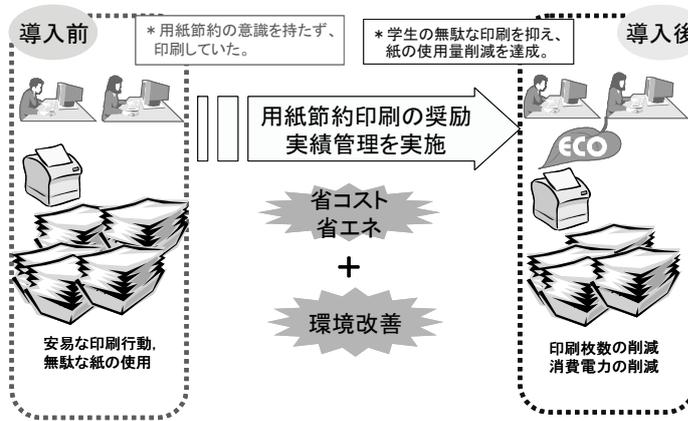
「地球観測衛星画像オンラインサービスシステム(CROSS)」の環境改善効果
Webシステムを用いた画像入手ユーザによる直接注文を実現し、ユーザがリモセンデータ取扱機関に対する注文及び精算(EDIによるクレジット決済)までを行なうことになり、運用者は注文確認と生産依頼、入荷確認、及びユーザへの提供を行なうだけになった。

評価条件	プラス	マイナス
あるセンターにおける1年間の地球観測衛星画像の販売業務	物の使用量：3,290 kg-CO ₂	IT・NW電力消費量：
	オフィススペース：2,451 kg-CO ₂	4,266 kg-CO ₂
	NWデータ通信量：15 kg-CO ₂	

出所等：富士通株式会社

企業名:株式会社富士通アド バンストエンジニアリング	タイトル:印刷枚数削減支援ソフト
-------------------------------	------------------

概要:印刷枚数削減ソフトの導入による用紙節約の奨励及び印刷枚数実績管理



印刷枚数削減ソフト「PrintBarrier」の環境改善効果

印刷実績の管理、およびコストの削減により、無駄な印刷を抑え、紙の使用量削減を達成した。同じく印刷回数の低下に伴い、電力消費も削減できた。

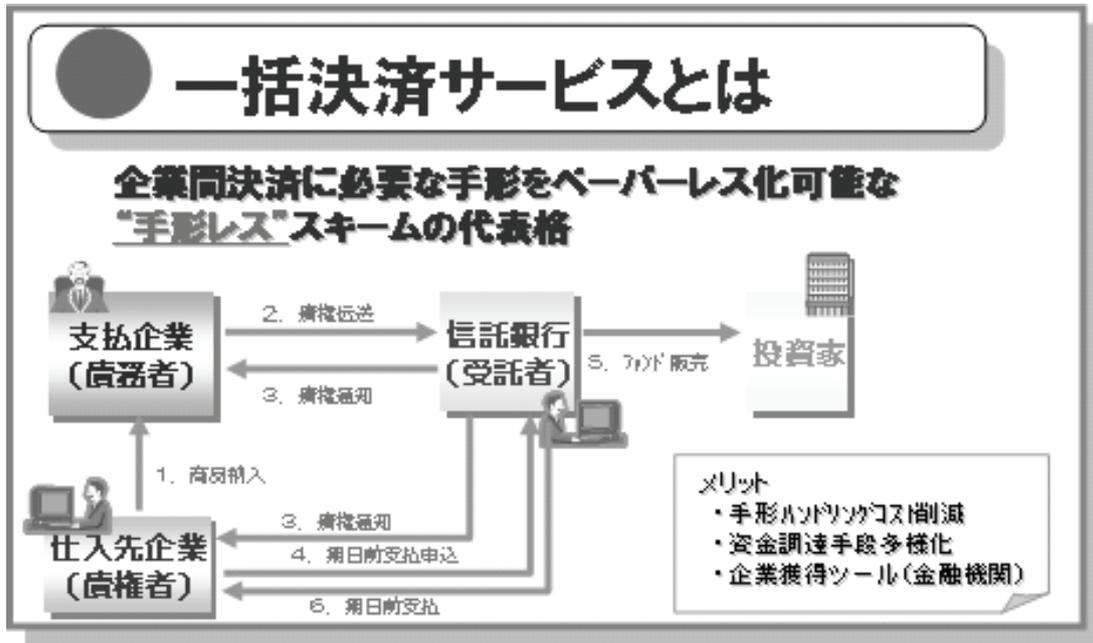
評価条件 ある大学のパソコン 124 台 における 1 年間の印刷	プラス 物の使用量: 621 kg-CO ₂ IT・NW 電力消費量: 15 kg-CO ₂	マイナス なし ※オフィススペース: 導入前後で変化なし
---	---	---------------------------------------

出所等: 富士通株式会社

企業名：株式会社NTTデータ

タイトル：金融機関向け債権流動化・売掛債権一括信託ビジネス支援ASPサービス

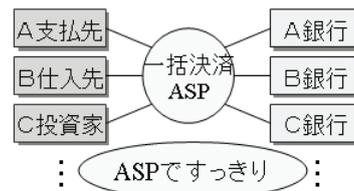
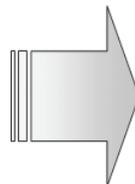
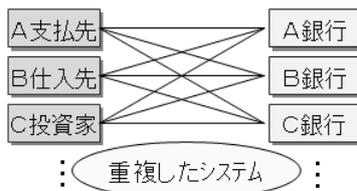
概要：企業間決済で重要な役割を占める「手形決済」を電子化。関連事務で必要となる帳票の印刷や、郵送、輸送作業が減少。ASPサービスのため、自前のサーバが不要。



金融機関における「一括決済ビジネス」基盤を提供

- 各社における決済関連事務処理が煩雑
- 各社毎に個別システム開発・展開が困難

「一括決済」ASP利用による
早期サービス展開が必須！



評価条件

某金融機関における導入事例（1年間）

プラス

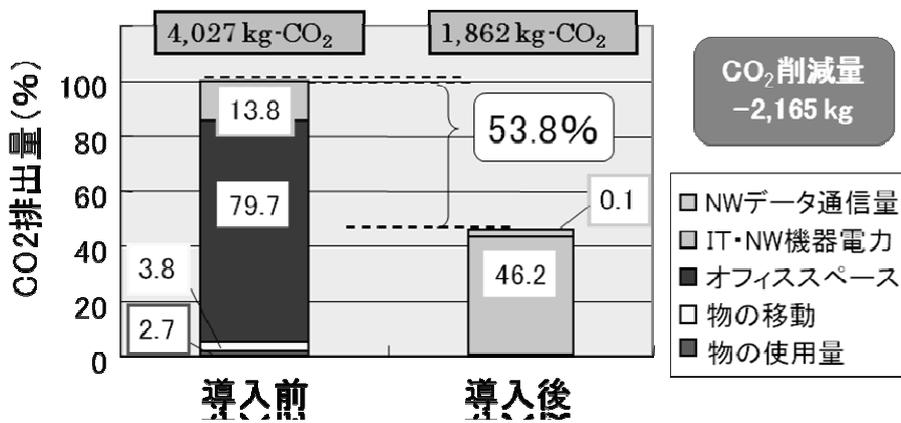
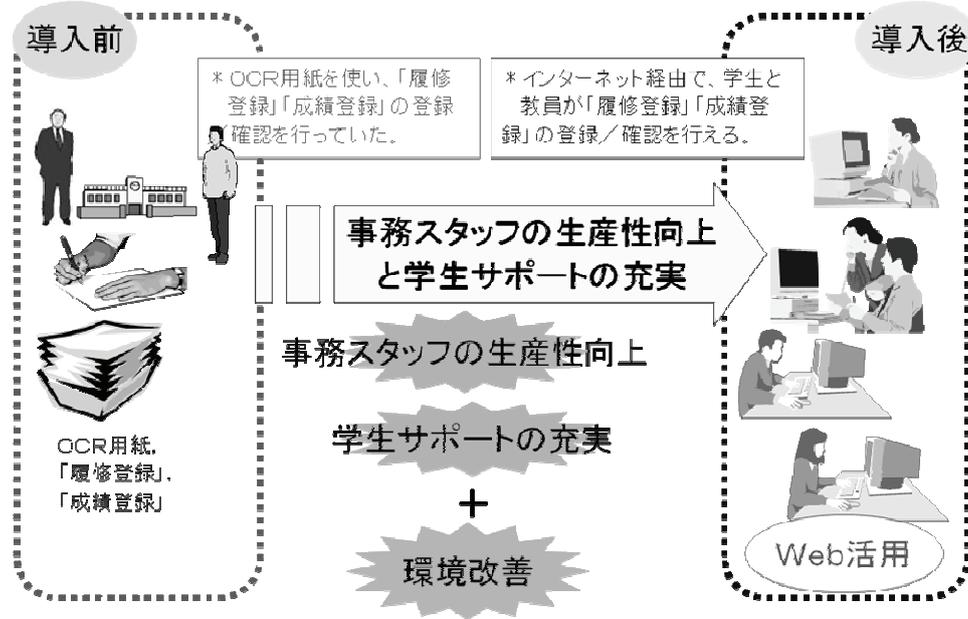
紙の消費：2,518kgCO₂
 郵送：7,481kgCO₂
 自動車輸送：1,834kgCO₂
 CO₂換算で36%削減

マイナス

出所等：株式会社NTTデータ

企業名：富士通株式会社 タイトル：大学向け統合業務パッケージ「Campusmate-J」

概要：事務スタッフの生産性向上と学生サポートの充実を図る。OCR用紙による「履修登録」「成績登録」の登録・確認をインターネット経由で行える。



評価条件	プラス [kg-CO ₂]	マイナス [kg-CO ₂]
学生数：3,000人	物の使用量：109	IT・NW機器電力：1,301
1年間の試算	物の移動：153	
	オフィススペース：3,208	

出所等：
<http://img.jp.fujitsu.com/downloads/jp/jecos/contribution/list/13-campusmate-j.pdf>
<http://jp.fujitsu.com/solutions/education/products/campusmate/>

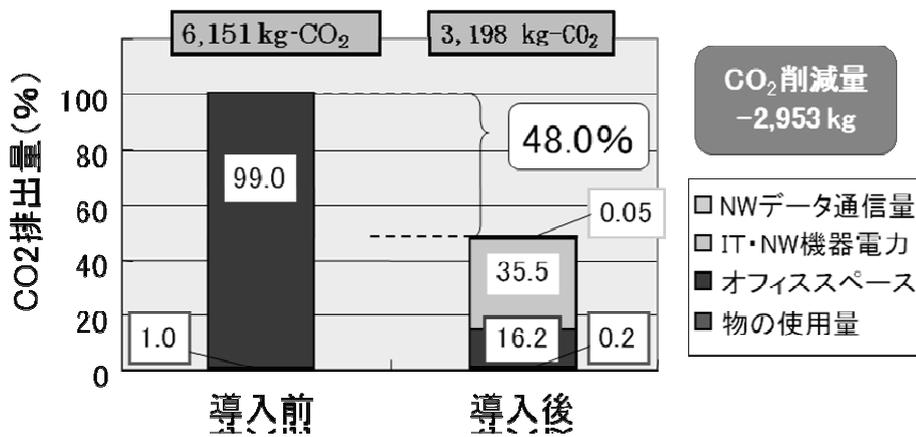
企業名: 大和総研ビジネス・イノベーション	タイトル: 健康保険組合向け Web システム「KOSMO Communication Web」																						
概要: 健康保険組合が従来、紙(帳票)で事業主や加入者とやりとりしていた情報を電子化し、Web システムを通じて閲覧が行えるサービス																							
<p>CO₂排出量</p> <p>(kgCO₂)</p> <p>■ 紙配送 ■ 紙消費 ■ IT機器 ■ web閲覧 ■ メール</p> <p>約73% (約4.4t-CO₂)を削減</p> <table border="1"> <caption>CO₂排出量比較 (kgCO₂)</caption> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>従来</th> <th>導入後</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>紙配送</td> <td>4,700</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>紙消費</td> <td>1,300</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>IT機器</td> <td>0</td> <td>1,506</td> </tr> <tr> <td>web閲覧</td> <td>0</td> <td>138</td> </tr> <tr> <td>メール</td> <td>0</td> <td>138</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>6,000</td> <td>1,606</td> </tr> </tbody> </table>			項目	従来	導入後	紙配送	4,700	0	紙消費	1,300	0	IT機器	0	1,506	web閲覧	0	138	メール	0	138	合計	6,000	1,606
項目	従来	導入後																					
紙配送	4,700	0																					
紙消費	1,300	0																					
IT機器	0	1,506																					
web閲覧	0	138																					
メール	0	138																					
合計	6,000	1,606																					
評価条件 想定: 総合健保組合の1年間分の帳票配送 ・事業主数 300 カ所 ・被保険者数 2 万人	プラス 物の消費: 1,335 kgCO ₂ 物の移動: 4,674 kgCO ₂	マイナス IT 機器消費電力: 1,506 kgCO ₂ NW 通信量: 138 kgCO ₂																					
出所等: 大和総研ビジネス・イノベーション																							

◆業務の IT 導入

企業名：富士通株式会社		タイトル：証明書自動交付システム																		
概要：証明書の自動交付システム導入により、職員の事務効率が向上																				
<div style="text-align: center;"> <p>導入前</p> <ul style="list-style-type: none"> * 住民は、平日、昼間に、本庁舎へ出向き、証明書の発行申請が必要だった。 * 職員が、証明書の発行業務を行っていた。 <p>導入後</p> <ul style="list-style-type: none"> * 夜間、休日も、本庁舎に向くことなく、近隣施設などで、証明書の入手が可能となった。 * 職員は、証明書の発行業務から、より住民サービスの向上につながる業務に時間を割くことが可能となった。 <p>住民の利便性向上 ※夜間、休日の利用が可能に！ 職員の事務効率化</p> <p>業務効率化 + 環境改善</p> <ul style="list-style-type: none"> 職員が証明書を手動で発行。 平日の昼間以外は、発行不可。 住民が「Conbrio-J」にて、証明書を自動で発行。 夜間、休日も発行可能。 </div>																				
<div style="text-align: center;"> <table border="1"> <caption>CO2排出量 (%)</caption> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>導入前 (%)</th> <th>導入後 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>物の使用量</td> <td>15.6</td> <td>6.6</td> </tr> <tr> <td>オフィスペース</td> <td>65.9</td> <td>2.7</td> </tr> <tr> <td>IT・NW機器電力</td> <td>18.5</td> <td>2.7</td> </tr> <tr> <td>NWデータ通信量</td> <td>0.2</td> <td>0.2</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>100.0</td> <td>33.9</td> </tr> </tbody> </table> <p>66.1% (削減率)</p> </div> <p>証明書自動交付システム「Conbrio-J」の環境改善効果</p>			項目	導入前 (%)	導入後 (%)	物の使用量	15.6	6.6	オフィスペース	65.9	2.7	IT・NW機器電力	18.5	2.7	NWデータ通信量	0.2	0.2	合計	100.0	33.9
項目	導入前 (%)	導入後 (%)																		
物の使用量	15.6	6.6																		
オフィスペース	65.9	2.7																		
IT・NW機器電力	18.5	2.7																		
NWデータ通信量	0.2	0.2																		
合計	100.0	33.9																		
評価条件	プラス	マイナス																		
住民 80 万人規模のある自治体の証明書交付業務	物の使用量：5,522 kg-CO2 オフィスペース：38,728 kg-CO2	IT・NW 電力消費量：3,580 kg-CO2 NW データ通信量：153 kg-CO2																		
出所等： http://jp.fujitsu.com/about/csr/eco/solutions/envsolutions/list.html http://img.jp.fujitsu.com/downloads/jp/jeco/solutions/56-conbrio-j.pdf																				

企業名：富士通株式会社	タイトル：人事総務向けワークフローシステム 「ExchangeUSE」
-------------	--

概要：紙ベース、手作業で行っていた人事総務関連の申請・承認処理をパソコンベースでの処理とし、自動計算や他システムとの連携などにより、大幅な業務効率化を可能とする。



評価条件	プラス [kg-CO ₂]	マイナス [kg-CO ₂]
総務伝票処理：12,000 件/年。1年間の試算	物の使用量： 50 オフィススペース： 5,094	IT・NW 機器電力： 2,187 データ通信： 3

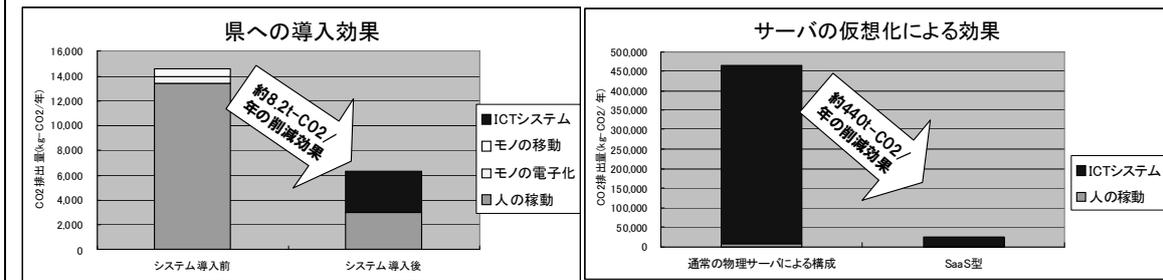
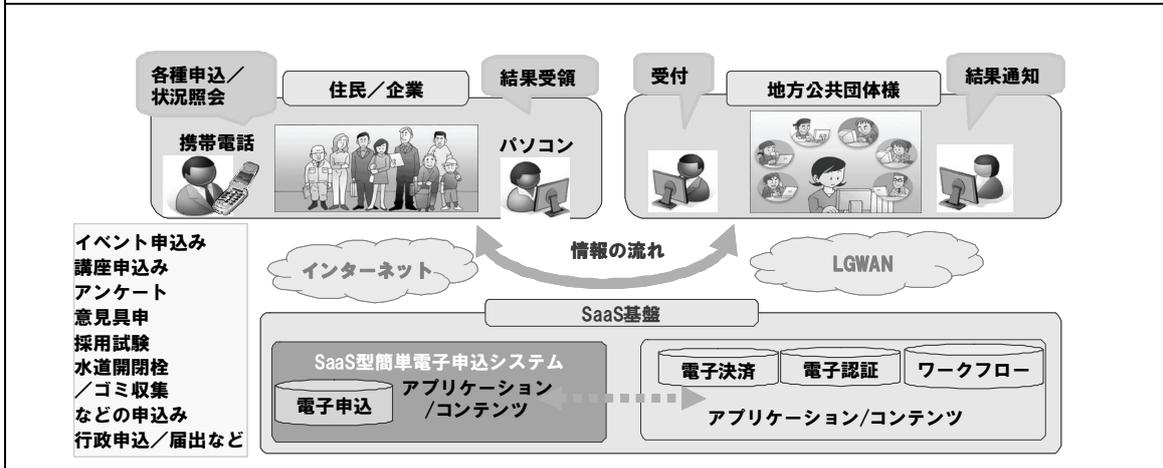
出所等：

<http://img.jp.fujitsu.com/downloads/jp/jecos/contribution/list/83-exchangeuse.pdf>

<http://glovia.fujitsu.com/jp/products/exchangeuse/>

企業名：株式会社 NTT データ	タイトル：SaaS 型簡単電子申込システム
------------------	-----------------------

概要： 電子署名を必要としない、あるいは省略できる手続きを対象に、住民／企業に対し、電子的手段を用いた各種申込／予約をパソコンや携帯電話からの簡単な操作で利用できる地方公共団体様向け SaaS 型情報システム



評価条件 想定：地方公共団体（県） の 1 ヶ月の各種申込／予 約の平均	プラス モノの移動：666KgCO ₂ モノの電子化：508KgCO ₂ 人の稼働：10,423KgCO ₂	マイナス システム電力：3,363KgCO ₂
---	--	---------------------------------------

出所等：NTT データ関西

◆ テレワーク

企業名：株式会社富士通ワイエフシー	タイトル：在宅勤務（最大週 3 日）による社内テレワークの実施
-------------------	---------------------------------

概要：社員 23 名が週 1 日の自宅作業を実施する。

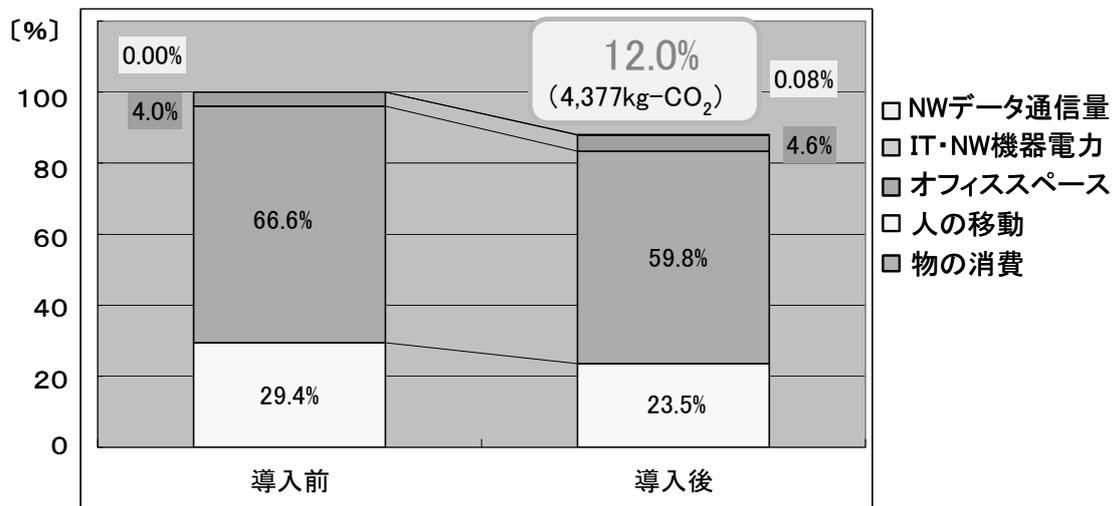
<導入前>

- ・週5日事務所に通勤
- ・事務所ではPCを1台専有。



<導入後>

- ・週1日在宅勤務を実施。週4日は事務所に通勤。
- ・在宅勤務時は、自宅から社給ノートPCを使用し、社内リモートアクセスサービスを通じて、Windowsリモートデスクトップ機能により事務所PCを操作（常時2台のPCが稼動）。



富士通ワイエフシーにおけるテレワークの環境改善効果

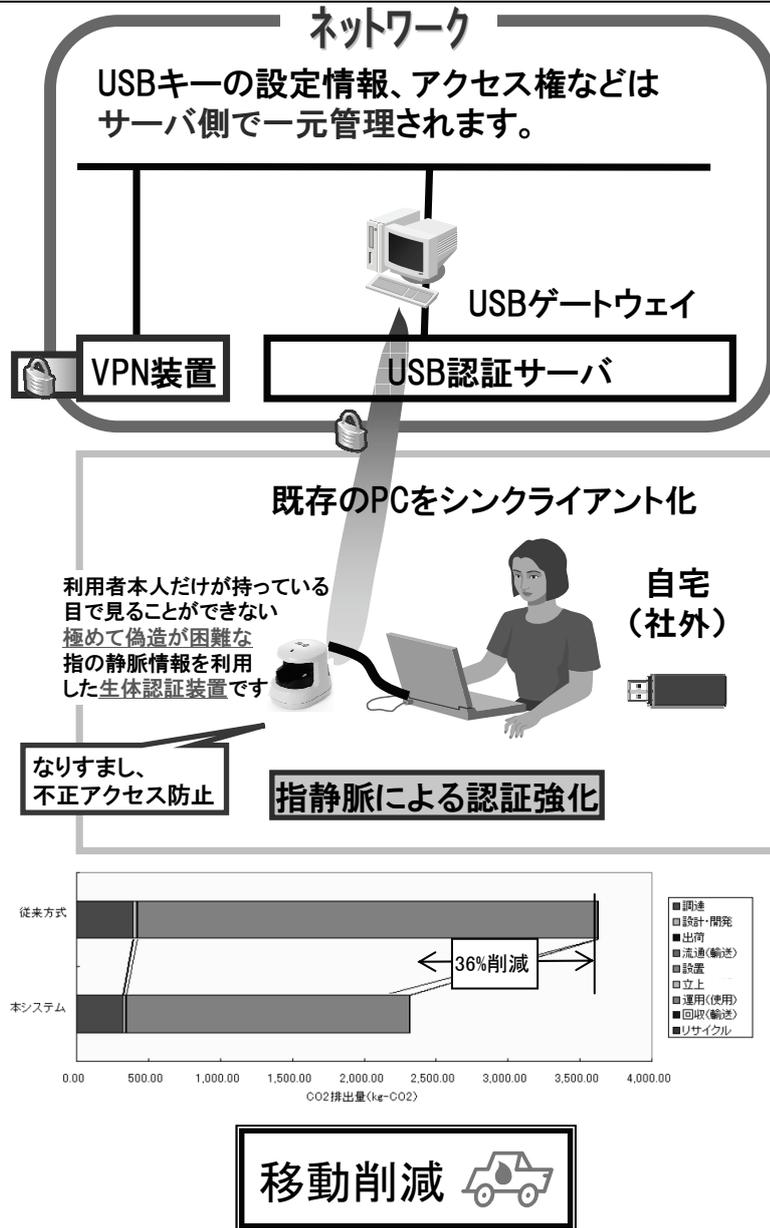
評価条件	プラス	マイナス
評価期間：2007年度の1年間（在宅勤務者数 23 名）	オフィススペース： 2,461 kg-CO ₂	IT・NW 電力消費量： 200 kg-CO ₂
・事務所への通勤手段は全員電車を利用	人の移動：2,153 kg-CO ₂	NW データ通信量： 36 kg-CO ₂

出所等：クールアース・デー記念テレワークセミナー 富士通発表資料

企業名:日立ソフトウェアエンジニアリング株式会社	タイトル:在宅勤務可能サービスによる移動による負荷低減とワーク・ライフバランスの確保
--------------------------	--

概要:インターネットに接続されているユーザ PC を、USB キー1本でセキュア環境のシンクライアントとして起動することが可能です。在宅勤務環境の整備は、ワークライフバランスの推進のみならず、移動抑制による環境負荷削減にも大きく貢献します。

提出資料



評価条件	プラス	マイナス
移動によるエネルギー消費削減	移動などの負荷低減: 14,009kgCO2	ICT システム初期導入: 143kgCO2

出所等:サーバ・グリーンハンドブック資料、<http://hitachisoft.jp/products/so/ws.html>

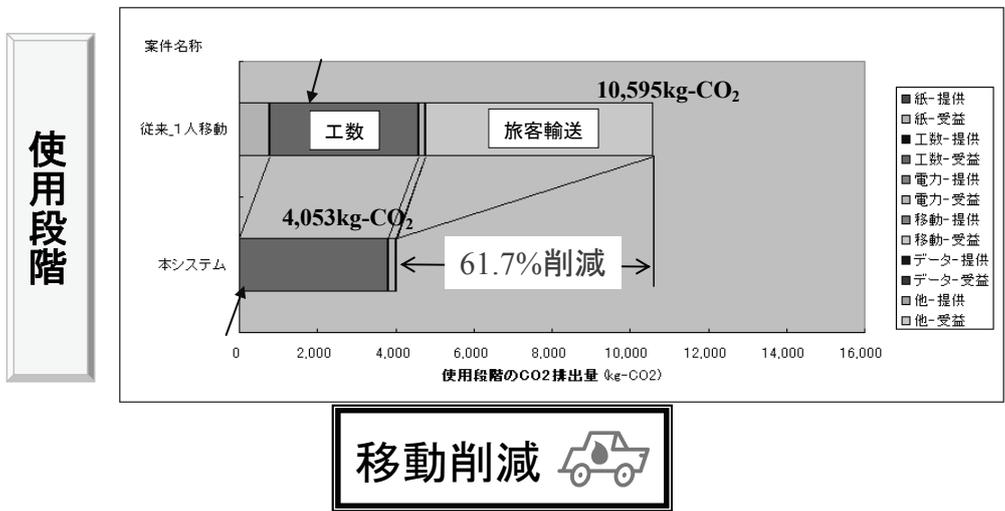
◆TV 会議

企業名：日立ソフトウェアエンジニアリング株式会社	タイトル：社内会議システム
--------------------------	---------------

概要：TV 会議システムを用いて、移動せずに会議に参加が可能となり日米間の移動の削減に。また、会議資料を PC や電子ボードで閲覧・書き込みできるシステムを導入。



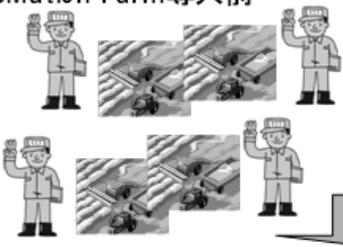
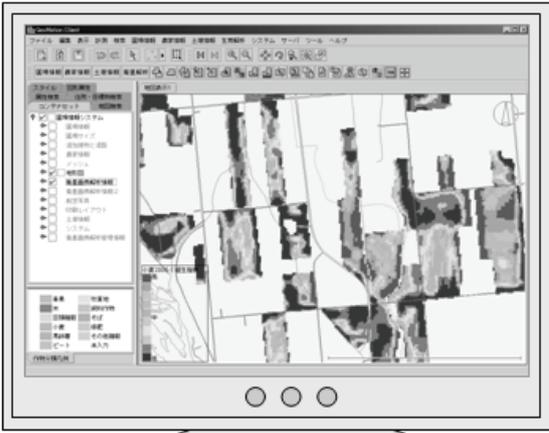
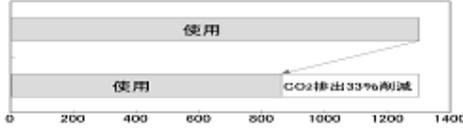
導入効果概念図



評価条件 米国勤務社員 1 人と 1 年間に 3 回会議を実施	プラス 紙の消費：784kgCO ₂ 人の移動：5,837kgCO ₂	マイナス ICT システム：79kgCO ₂
------------------------------------	---	--------------------------------------

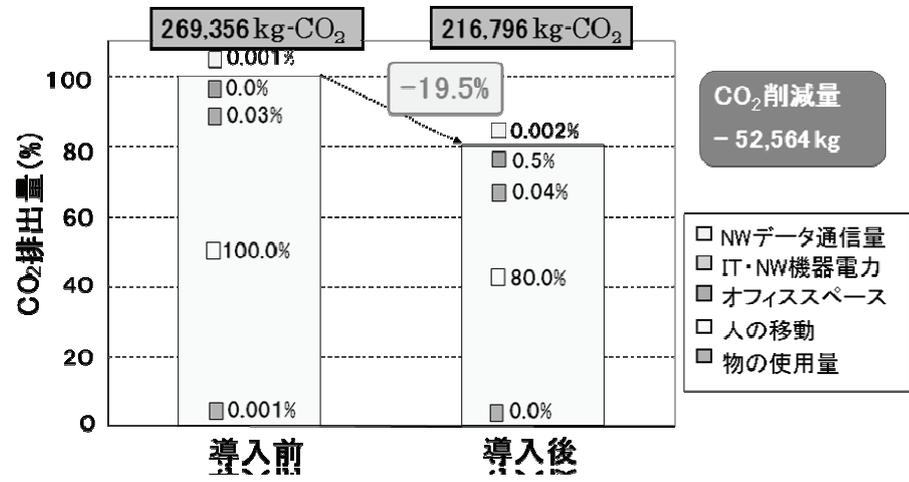
出所等：<http://hitachisoft.jp/products/starboard/solution/enterprise.html>

◆リモートセンシング・遠隔管理

<p>企業名：日立ソフトウェアエンジニアリング株式会社</p>	<p>タイトル：小麦の生育予測による刈り取り時期の適正化</p>	
<p>概要：衛星画像を利用して小麦の生育状況を解析、この情報を基に乾燥エネルギーの削減や刈り取り作業効率の向上を図る</p>		
<p>提出資料</p>		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>GeoMation Farm導入前</p>  <ul style="list-style-type: none"> ・ 経験と勘で小麦の乾燥度を判断 ・ 推測に基づき収穫実施 ・ 小麦乾燥度のばらつき大 <p style="text-align: center;">最適化</p> <p>GeoMation Farm導入後</p>  <p style="text-align: center;">生育予測・食味解析システム画面</p> </div> <div style="width: 45%;"> <ul style="list-style-type: none"> ・ 衛星画像を利用して生育状況を解析し結果を可視化 ・ 刈り取り計画を最適化 ・ 乾燥作業が効率化し事例で導入前より33%CO₂排出量削減 <p>小麦圃場の生育度表示例</p> <ul style="list-style-type: none"> ■：生育が進んでいる位置 ■：生育が遅れている位置 </div> </div>		
<p>圃場面積：53km²、小麦収穫量：24,872 tの収穫・乾燥作業を評価 1,300t-CO₂→ 869t-CO₂へ削減</p>		
<p style="text-align: center;">導入前後の全ライフサイクルでのCO₂排出量の比較</p>  <p style="text-align: center;">使用段階のCO₂削減量 (t-CO₂)</p>		
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>燃料削減</p>  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>作業削減</p>  </div> </div>		
<p>評価条件 一定面積圃場の刈り取り後の小麦乾燥</p>	<p>プラス エネルギーの消費： 430,926kgCO₂</p>	<p>マイナス ICTシステム：569kgCO₂</p>
<p>出所等：グリーンITアワード2008応募資料、http://hitachisoft.jp/eco/ecoproducts/silca.html</p>		

企業名：富士通株式会社 タイトル：水産海洋情報提供サービス「トレダス」

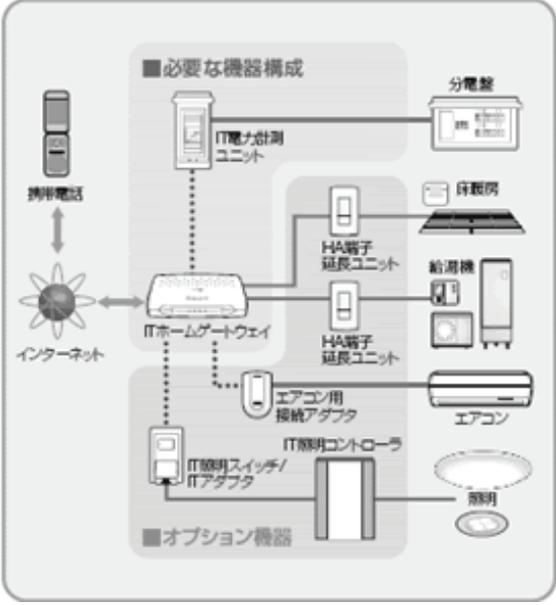
概要： 衛星データの解析によって得た海洋情報（画像）をインターネットや各種衛星通信を通じて配信し、GIS で必要な漁業情報に加工して提供する。



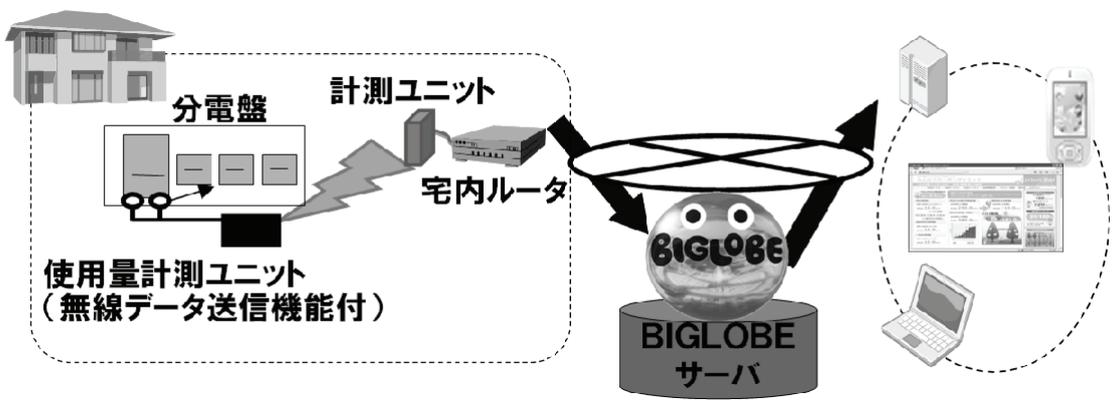
評価条件	プラス [kg-CO ₂]	マイナス [kg-CO ₂]
9.9 t 級イカ釣り漁船 1 隻。	人の消費量： 2	オフィススペース： 26
日帰り漁、操業日数 180 日。	人の移動： 53,851	IT・NW 機器電力： 1,239
漁船燃料 20%削減の場合		

出所等：<http://pr.fujitsu.com/jp/news/2006/08/31.html>
<http://jp.fujitsu.com/group/hokkaido/services/agriculture/>

◆ HEMS

<p>企業名：株式会社東芝</p>	<p>タイトル：ホームネットワークを活用した家庭内省エネ技術</p>	
<p>概要： ネットワークに対応した生活家電と IT ゲートウェイを設置してホームネットワークを組み、家庭内の電力使用量を見える化するとともに、生活家電を連携させることで、むだな電力の削減を行う</p>		
<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;">  <p style="text-align: center;">■必要な機器構成</p> <p style="text-align: center;">■オプション機器</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">システム概念図</p>		
<p>評価条件</p>	<p>プラス オフィス： 99kgCO₂</p>	<p>マイナス ICTシステム： 0.3kgCO₂</p>
<p>出所等： http://feminity.toshiba.co.jp/feminity/plan/index.html#denryoku</p>		

企業名：パナソニック電工株式会社	タイトル：ホームエネルギーマネジメントシステムライフユニティ ECO マネシステム	
概要：一般戸建住宅向けの、部屋別や電気設備別など分岐回路ごとの電気使用量を計測・表示することを可能とした住宅設備システム		
見える化などの機能により、家庭の電力消費を 10%削減		
①電気の「見える化」		
<ul style="list-style-type: none"> ・現在の電気使用量を個々の部屋別・電気設備別（ブレーカ回路別）にモニタリングし、電気の無駄遣いや省エネ行動の効果をお知らせ。昨日/先月/去年の結果とも比較可能。 ・全回路の分岐が見える化可能で分電盤の寸法も同じ。 ・TV、PC、携帯電話、コントロールパネルで確認可能。 ・太陽光発電連携で発電状況のモニタリング。 		
②電気の「ダイエット」		
電気の使用状況をチェックして、個別或いは一括での OFF 制御が宅内は勿論、携帯電話による外出先からでも可能。		
③「楽しい省エネ」		
可愛いペンギンのアニメーションで目標の達成状況や、省エネアドバイスを画面に表示。		
④リモコン機器は後付け可能なワイヤレス型も選択可能。		
評価条件 一般戸建住宅	プラス 電力の 10%削減	マイナス
出所等： http://denko.panasonic.biz/Ebox/kahs_eco/		

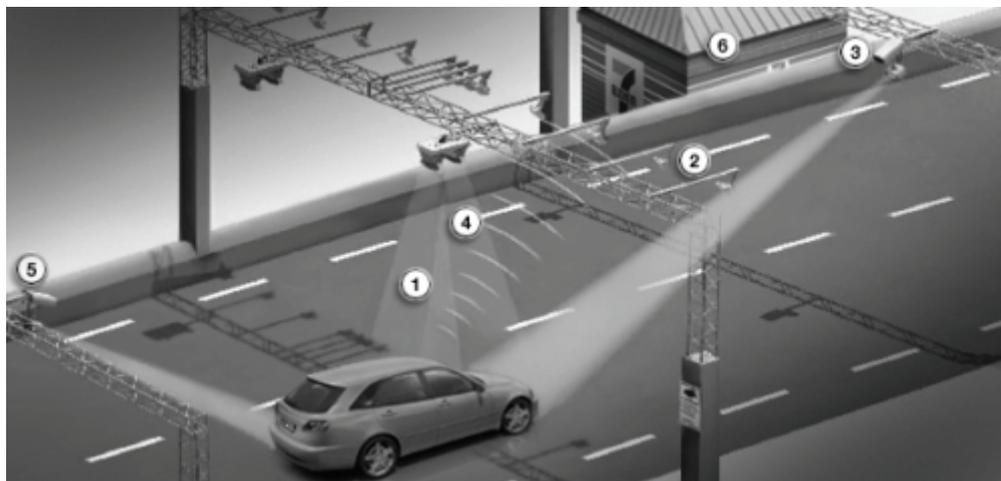
<p>企業名：日本電気株式会社</p>	<p>タイトル：省電力効果 見える化サービス (みんなでカーボンダイエット)</p>	
<p>概要： 以下のような特徴を持ち、家庭で楽しく省エネができる。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.消費電力が簡単に計測でき、Web上に自動的に記録 <ul style="list-style-type: none"> －計測したデータを無線経由で、自動的にBIGLOBEのサーバへ送信 2.省エネ効果がWeb上でひと目でわかる <ul style="list-style-type: none"> －CO2削減分をエコポイント化 3.参加者同士で楽しく競いながら続けられる <ul style="list-style-type: none"> －ゲームやレースを通じ、飽きずに継続できる 		
		
<p>評価条件 3ヶ月、100世帯を対象に実証実験を実施。</p>	<p>プラス 9,131kWh (約3 t-CO2) の省エネ効果、電気使用量前年同月比9.5%の省エネ、を確認</p>	<p>マイナス 電流測定器について未確認</p>
<p>出所等： http://www.nec.co.jp/press/ja/0904/0103.html</p>		

◆オンラインショッピング

<p>企業名：富士通株式会社</p>	<p>タイトル：インターネットショッピングシステム 「i-market」</p>			
<p>概要：お客様（会員）からの注文、店舗での受注確認、各種伝票・帳票発行、決済、情報発信／収集等、インターネットショップのビジネスシーンに必要な機能を保有したインターネットショッピングシステム</p>				
<div style="text-align: center;"> <p><システム概要></p> <p>The diagram illustrates the system architecture. On the left, the 'Customer' (お客様) interacts via a 'Webブラウザ' (Web browser) for functions like '情報閲覧' (information viewing), '商品一覧表示/購入' (product list display/purchase), '会員登録' (member registration), and '購買履歴表示' (purchase history display). The 'Main System' (本部/社IDC) contains '各種マスタ' (various masters), '受注データ' (order data), and '会員データ' (member data). The 'Internet' (インターネット) layer connects to '店舗/配送拠点' (stores/delivery points) which handle '発注電話' (order phone calls), '情報発信' (information transmission), 'ピッキングリスト' (picking lists), '納品書' (delivery notes), '送り状データ' (shipping label data), and '管理結果' (management results). The 'Credit Company' (クレジット会社) handles 'クレジットオンライン承認通知' (credit online approval notification). A 'Data Link' (データ連携) connects the main system to a '基幹系' (core system). '宅配' (home delivery) is shown as a service from the store to the customer.</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>The bar chart compares CO2 emissions before and after system implementation. The Y-axis is 'CO2排出量 (%)' (CO2 emissions (%)) from 0 to 100. The X-axis shows '導入前' (Before) and '導入後' (After). The total emissions are 6,618 kg-CO2 before and 4,957 kg-CO2 after, a 25.1% reduction. The components are: Office Space (85.9% before, 68.0% after), IT/NW Equipment Power (8.3% before, 1.2% after), NW Data Communication (5.1% before, 0.0% after), and Material Usage (0.8% before, 0.0% after). A callout box indicates a total CO2 reduction of -1,660 kg.</p> <table border="1"> <caption>CO2削減量</caption> <tr> <td>削減量</td> <td>-1,660 kg</td> </tr> </table> </div>			削減量	-1,660 kg
削減量	-1,660 kg			
<p>評価条件 処理件数：平均 180 件/日 (64,800 件/年) 1 年間での試算。</p>	<p>プラス [kg-CO2] 物の使用量： 334 オフィススペース： 1,183 IT・NW 機器電力： 173</p>	<p>マイナス [kg-CO2] データ通信： 31</p>		
<p>出所等： http://www.hokkaido.fujitsu.com/service/package/type/index.html</p>				

◆ 輸送手段（鉄道、航空、海運）の効率向上

企業名：日本 IBM 株式会社	タイトル：ストックホルムの渋滞解決策
概要：ストックホルム市中心部に出入りする車がコントロールポイントを通過するたびに車を認識して課金し、支払いを受領するシステム	



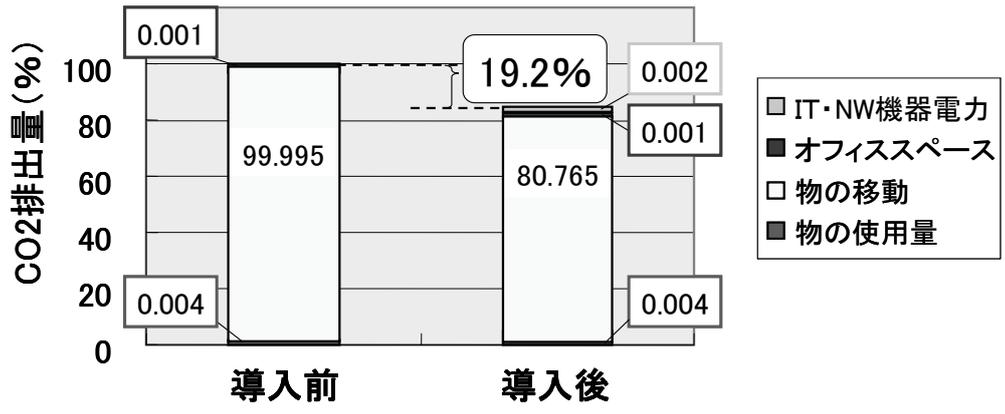
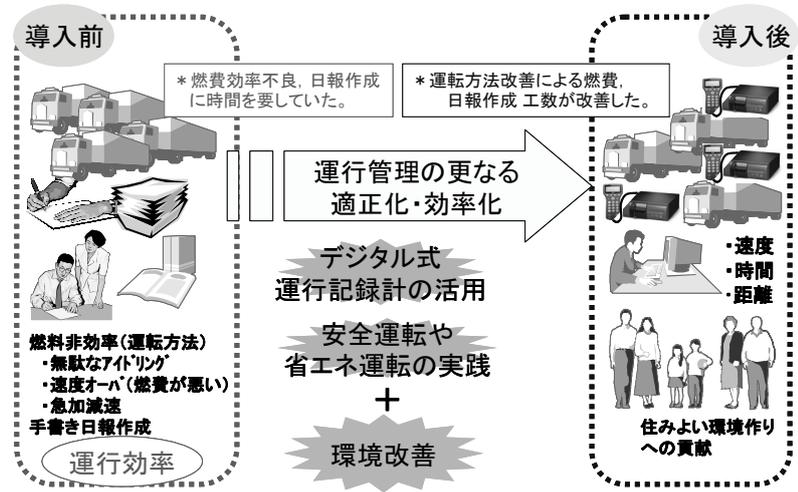
1. 車が第 1 のレーザー・ビームを遮ると、ステップ 2 で示されるように、トランシーバーのアンテナが始動する。
2. 車に搭載されているトランスポンダーに、トランシーバーから信号が送られ、時間、日付、課税額が記録される。
3. トランシーバーの通信と同時に、カメラが車の前面の ナンバー・プレートを撮影する。
4. 車が第 2 のレーザー・ビームを遮ると、ステップ 5 で示されるように、第 2 のカメラが始動する。
5. 第 2 のカメラが後部のナンバー・プレートを撮影する。この間、車は 減速しない。
6. 支払いは口座引き落とし、またはインターネット決済、銀行振替、セブン-イレブンや Pressbyran（スウェーデン全国にあるコンビニ）の店頭での支払いなど。

評価条件	プラス	マイナス
2006 年 1 月～7 月の施行期間。ストックホルム市中心部に出入りする車（平日で 50 万台以上）	25%の交通量削減	

出所等：<http://www-06.ibm.com/jp/lead/ideasfromibm/stockholm/index1.html>

企業名：富士通株式会社 タイトル：運行支援ソリューション

概要：本システムは車輛の運行状況を把握し、燃費が悪いアイドリング・スピードの出しすぎ等を管理・防止するシステムです。



運行支援ソリューション「車載ステーション (デジ知)」の環境改善効果

評価条件	プラス	マイナス
ある配送業者のトラック 2000台規模の配送業務	1.2万 t-CO2 (19%の削減)	

出所等：<http://jp.fujitsu.com/about/csr/eco/solutions/envsolutions/list.html>
<http://img.jp.fujitsu.com/downloads/jp/jeco/solutions/14-its.pdf>

5. IT ソリューションの CO2 削減効果の予測（事例を用いた予測）

5.1 予測の考え方

省エネルギーに貢献する IT ソリューションは、種類が多岐にわたる。例えばペーパーレスオフィスの中には、給与明細をターゲットにするソリューション、稟議書類をターゲットとするソリューションなど、様々なソリューションが存在し、対象も効果も異なっている。また、IT ソリューションは、現在開発中または普及が始まったばかりのものが多く、ソリューションの内容が今後大きく変化する可能性もある。

そこで、ここでは、各社の実在する事例（4 章）をもとにした貢献量予測を行った。各社の事例を導入した場合のエネルギー削減貢献量に、ソリューションの導入数（普及数）の予測値をかけることで、日本全体、世界全体のエネルギー削減貢献量を予測した。

IT ソリューションの普及数は、政策的な導入促進策の影響が大きいと考えられる。例えば HEMS への投資意向を調査したアンケート¹⁰⁰では、HEMS の導入費用が 10 万円の場合でも導入意向率が 20%程度にとどまっている。したがって、市場メカニズムだけでは HEMS の普及には相当の時間が必要であり、このようなソリューションにおいては、何らかの政策の存在が普及数を左右すると考えられる。そこで、IT ソリューションの普及率は、政策目標などを参考に将来の値を設定した。

一方で、IT ソリューション普及には、国の経済力が必要条件となると考えられる。導入促進政策をとるためにはインフラへの投資余力が必要と考えられるためである。そこで、経済力によってソリューションの普及開始時期をずらし、各国の一人あたり GDP が 13,000 U.S. ドルに到達してはじめて IT ソリューションの普及が始まるとした（表 4.5-1）。

表 4.5-1：国別の IT ソリューション普及開始時期

分類	基準	国名
2005 年から普及する国	2005 年に 1 人あたり GDP が 13,000US ドルを超える国	日本、米国、英国、ドイツ、オーストラリア、スペイン、韓国、台湾 等
2025 年から普及する国	2025 年に 1 人あたり GDP が 13,000US ドルを超える国とインドを除く BRICS 諸国	マレーシア、シンガポール、サウジアラビア、ブラジル、ロシア、南アフリカ 等
2050 年から普及する国	2050 年に 1 人あたり GDP が 13,000US ドルを超える国	タイ、アラブ首長国連邦、トルコ、アルゼンチン、カザフスタン 等

また、試算したのは IT ソリューションによる CO2 削減貢献量であり、短期的な CO2 削減量よりも広い範囲である。また、貢献量で考慮しているのは、ソリューション導入者の環境負荷に対する貢献だけではなく、社会全体の環境負荷に対する貢献である。異なるソリューション間で貢献量の重複カウントが生じうる点にも留意が必要である。

¹⁰⁰ 「意識調査にもとづく HEMS の普及可能性評価」（電力中央研究所報告）

5.2 BEMS

Building and Energy Management System (BEMS) は、IT を用いた管理により、ビルのエネルギー効率を向上させるシステムの総称である。各社の事例から、BEMS を導入した場合の平均的なエネルギー削減効果は導入したビルのエネルギー使用量の約 6%とした（ただし、事例によっては削減効果がさらに大きい場合もある）。

BEMS 適用対象となるビルのエネルギー消費量は、以下のとおり推定した。2005 年の日本については統計値（業務部門のエネルギー消費量 46500×10^{10} kcal）を用いた。さらに、オフィス就業者数一人あたりの消費エネルギーが変わらないと仮定し、オフィス就業者数の予測値をかけて、世界全体のエネルギー消費量、将来のエネルギー消費量を推定した。

また、BEMS の普及率は、超長期エネルギー技術ロードマップ¹⁰¹に示された見通しを参考に、2025 年の日本では 60%、2050 年には 70%とした（表 4.5-2）。

表 4.5-2 : BEMS 普及率の設定

	2005 年	2025 年	2050 年
2005 年から普及する国	5%	60%	70%
2025 年から普及する国	0%	5%	60%
2050 年から普及する国	0%	0%	5%

図 4.5-1 は BEMS の貢献量の予測結果である。日本では、普及率が 2025 年の 60%から 2050 年の 70%に達し、IT ソリューションの貢献量は 2025 年に 650 万 t-CO₂、2050 年に 630 万 t-CO₂ となる。世界全体では、2025 年に IT 貢献量が約 8600 万 t-CO₂、2050 年には 2 億 t-CO₂ と予想される。

¹⁰¹ 経済産業省, 2006 : 超長期エネルギー技術ロードマップ報告書 (<http://www.iae.or.jp/research/result/cho06.html>)

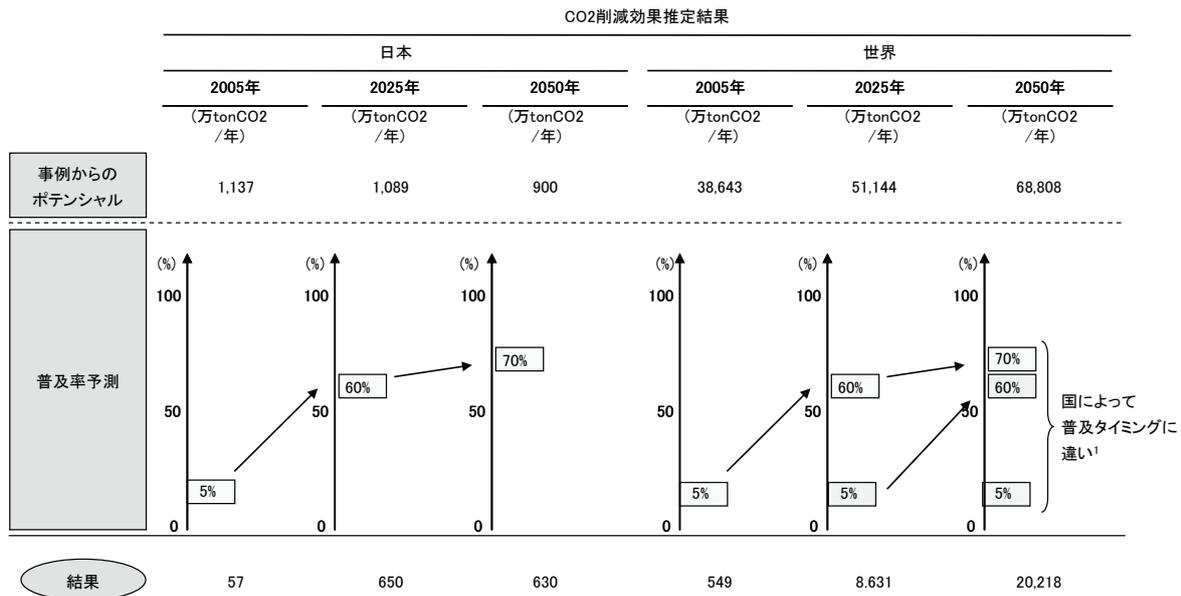


図 4.5-1 : BEMS のエネルギー削減効果試算結果

5.3 ペーパーレスオフィス

ペーパーレスオフィスは家庭・業務部門で用いられる紙の使用量を減らすソリューションである。使用する紙の量を減らすことで、その製造や運搬に要する CO2 排出量を削減することができる。

各社の事例からもわかるとおりソリューションは多岐にわたる。必ずしもオフィスの紙使用の全体をカバーしているソリューションばかりではなく、ダイレクトメール、就業管理など特化した対象に対するソリューションも含まれている。

そこでここでは、対象が最も広い事例を元に削減貢献量を推定した。事例の中で対象が広いと考えられるものの削減貢献量から、オフィス就業者一人あたりの CO2 削減量は IT 機器使用の増加分を考慮に入れた上で約 7.3 kg-CO2/年とした。

ソリューションの貢献量は、そこにオフィス就業者数と普及率をかけて推定した。普及率は、総務省の報告書¹⁰²に示された紙の削減量を事例のソリューションで実現するために必要な値を求め、日本では 2025 年、2050 年のどちらも 100%とした (表 4.5-3)。ここで、普及率 100%は、オフィスにおける紙の使用量を約 30%削減するソリューションが 2025 年、2050 年には全てのオフィスに導入されている状況を仮想的に考えている。言い換えると、日本全体のオフィスで使用される紙が約 30%削減された状況を想定している。

¹⁰² 総務省：ユビキタスネット社会の進展と環境に関する調査研究会報告書

表 4.5-3 : ペーパーレスオフィス普及率の設定

	2005 年	2025 年	2050 年
2005 年から普及する国	6%	100%	100%
2025 年から普及する国	0%	55% ¹⁰³	100%
2050 年から普及する国	0%	0%	55% ⁸⁴

図 4.5-2 はペーパーレスオフィスの貢献量の予測結果である。日本では、IT ソリューションの貢献量は 2025 年に 17 万 t-CO₂、2050 年に 14 万 t-CO₂ となる。世界全体では、2025 年に IT 貢献量が約 224 万 t-CO₂、2050 年には 340 万 t-CO₂ と予想される。

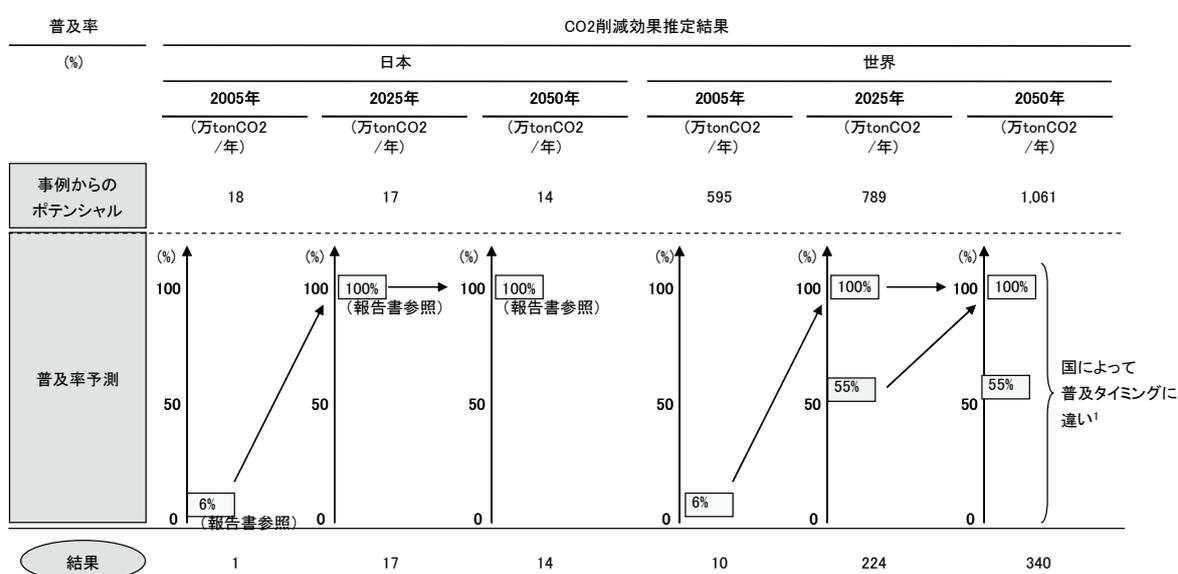


図 4.5-2 : ペーパーレスオフィスのエネルギー削減効果試算結果

5.4 TV 会議

TV 会議は PC やテレビ会議システムを用いて遠隔地間の打ち合わせを行うソリューションである。直接対面して打ち合わせを行うために必要な人の移動による CO₂ 排出量を削減することができる。

事例を用い、従業員一人あたりの IT 貢献量を計算すると、約 190 kg-CO₂/年となる。この結果にオフィス就業者数予測と普及率の予想値をかけ、日本・世界全体の IT 貢献量を推定した。

普及率は、アンケート結果¹⁰⁴を参考に、現時点で TV 会議を導入している割合を 2005 年

¹⁰³ ペーパーレスオフィス、TV 会議などのソリューションはいったん普及が始まれば普及速度は速いと考えられる。そこで、将来のボトルネックはむしろインターネットであると考え、GDP13000 ドルにおける平均的なインターネット普及率 (=55%) を普及開始時期のソリューション普及率として用いた。

の普及率、今後 TV 会議の導入意向を示している割合を 2025 年、2050 年の普及率とした。用いた普及率を表 4.5-4 に示した。

表 4.5-4 : TV 会議普及率の設定

	2005 年	2025 年	2050 年
2005 年から普及する国	30%	60%	60%
2025 年から普及する国	0%	55%	60%
2050 年から普及する国	0%	0%	55%

図 4.5-3 は TV 会議の貢献量の予測結果である。日本では、IT ソリューションの貢献量は 2025 年に 270 万 t-CO₂、2050 年に 220 万 t-CO₂ となる。世界全体では、2025 年に IT 貢献量が約 5,900 万 t-CO₂、2050 年には 9,000 万 t-CO₂ と予想される。

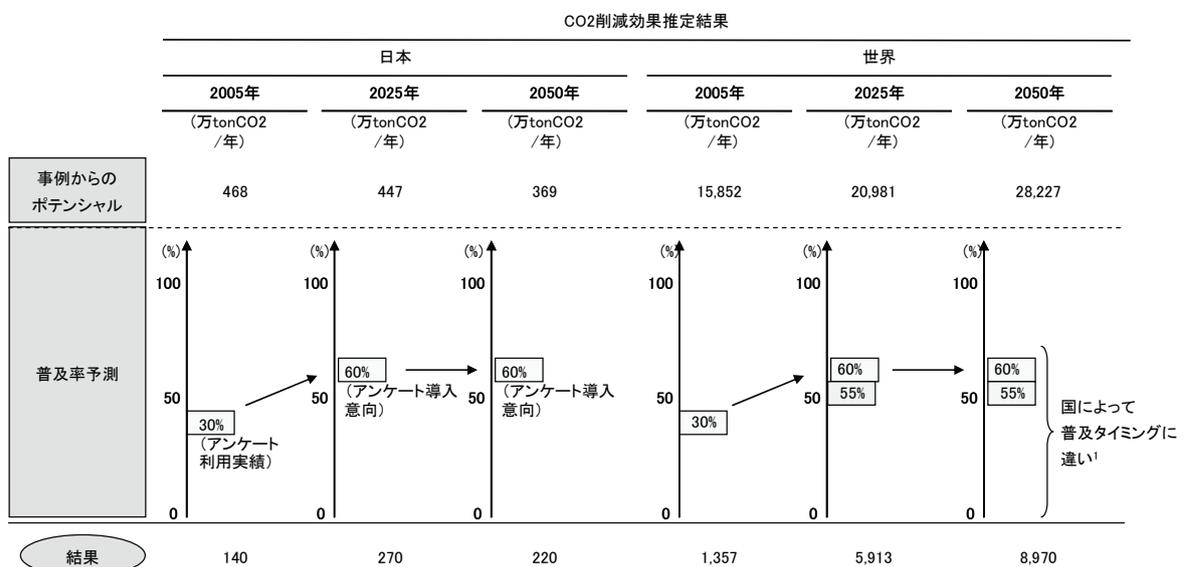


図 4.5-3 : TV 会議のエネルギー削減効果試算結果

5.5 SCM

サプライチェーンマネジメント(SCM) は、物流の無駄を排除する取り組みで、コスト削減に加え、CO₂ の排出量も削減することができる。

SCM も企業内の最適物流の設計、在庫も含めた物流の適切な管理などソリューションは多岐にわたる。ここでは企業間の共同物流による CO₂ の削減効果を考える。事例によると、共同物流により、モノの移動に伴うエネルギー消費量は 7.5%削減される。

モノの移動による CO₂ 排出量は、2006 年度の日本における営業用貨物自動車による CO₂

¹⁰⁴矢野経済研究所, 2008 : 業務上「コミュニケーションツール」導入に関する調査結果 2008 プレスリリース (ただし、2008 年時点の結果であることから、2005 年の導入数は 2008 年実績値を参考に 30%に設定)

排出量（約 4500 万 t-CO₂¹⁰⁵）を用いた。モノの移動による CO₂ 排出量は GDP に比例すると仮定して、GDP の予測値から世界の値と将来の値を推測した。

また、SCM の普及率は既存予測¹⁰⁶を参考に、表 4.5-5 のとおり設定した。

表 4.5-5 : SCM 普及率の設定

	2005 年	2025 年	2050 年
2005 年から普及する国	10%	45%	80%
2025 年から普及する国	0%	10%	45%
2050 年から普及する国	0%	0%	10%

図 4.5-4 は SCM の貢献量の予測結果である。日本では、IT ソリューションの貢献量は 2025 年に 220 万 t-CO₂、2050 年に 410 万 t-CO₂ となる。世界全体では、2025 年に IT 貢献量が約 1,400 万 t-CO₂、2050 年には 3,600 万 t-CO₂ と予想される。

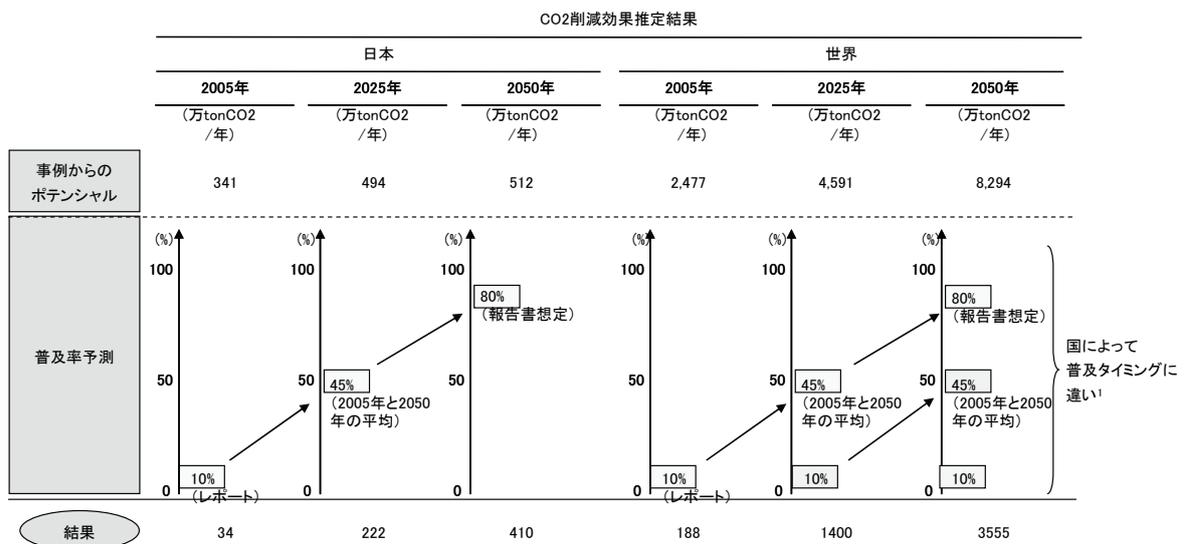


図 4.5-4 : SCM のエネルギー削減効果試算結果

¹⁰⁵ 民生部門のエネルギー実態調査について（日本エネルギー経済研究所）

¹⁰⁶ 総務省 HP

(http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/policyreports/chousa/yubi_pande/pdf/041216_2_06.pdf)

5.6 HEMS

Home Energy Management System (HEMS) は家庭において IT を用いたエネルギー管理やエネルギー消費の見える化により CO2 排出削減に貢献する。

事例の平均的な効果から、HEMS 導入時の 1 世帯あたり貢献量は、125 kgCO₂/年 (7.5%) とした。これに世帯数の予測と普及率の予測をかけることで、日本・世界全体の HEMS による貢献量を試算した。

普及率は、既存資料の目標¹⁰⁷を参考に表 4.5-6 のように設定した。

表 4.5-6 : HEMS の設定

	2005 年	2025 年	2050 年
2005 年から普及する国	— ¹⁰⁸	30%	30%
2025 年から普及する国	0%	1%	30%
2050 年から普及する国	0%	0%	1%

図 4.5-5 は HEMS の貢献量の予測結果である。IT ソリューションの貢献量は、日本では 2025 年に 190 万 t-CO₂、2050 年に 164 万 t-CO₂ となる。世界全体では、2025 年に IT 貢献量が約 940 万 t-CO₂、2050 年には 1,800 万 t-CO₂ と予想される。

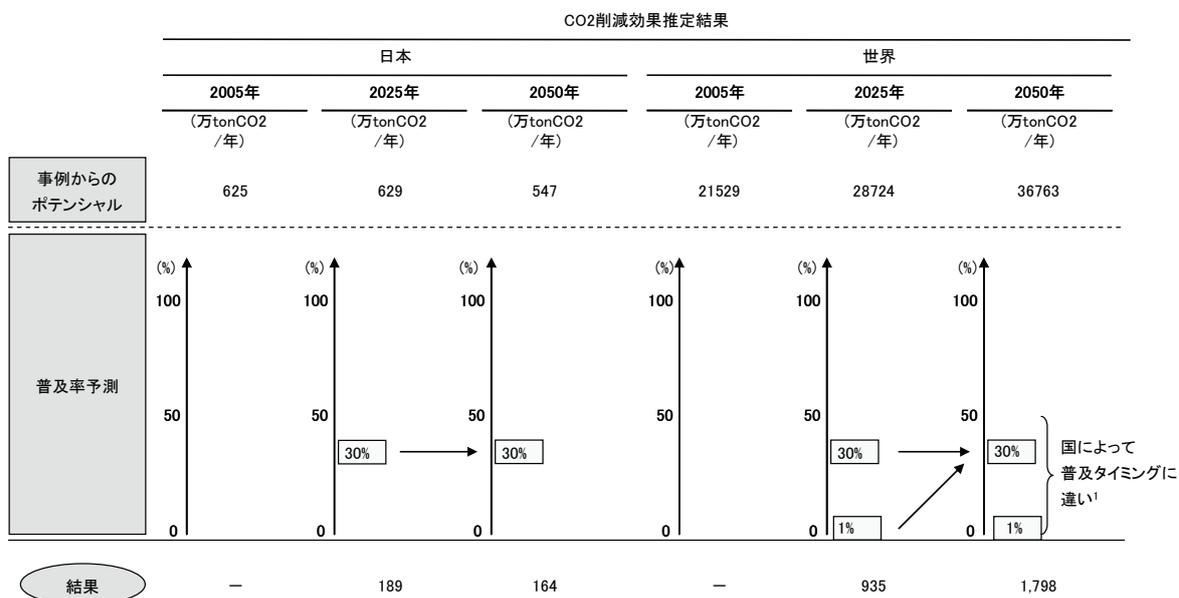


図 4.5-5 : HEMS のエネルギー削減効果試算結果

¹⁰⁷ 「今後の省エネルギー対策のあり方について」

¹⁰⁸ HEMS は 2005 年時点では市場が立ち上がっていないため、算出を行わなかった。

5.7 ITS

高度道路交通システム (Intelligent Transport System; ITS) は、ETC/VICS など交通インフラと車両の通信を伴うものから車両の最適制御まで多岐にわたるソリューションを含んでいるが、ここでは事例としてデジタルタコメータの導入効果について試算を行う。

デジタルタコメータを導入した貨物車の IT 貢献量は、事例を参考に約 19% とした。貨物車による CO₂ 排出量全体は、2005 年の日本は統計結果¹⁰⁹を用い、世界の値と将来の値は、CO₂ 排出量とトラック数が比例すると仮定して推測した。世界のトラック数は GDP と比例すると仮定して推定したが、日本のトラック数は「自動車の交通需要予測について」¹¹⁰における保有台数の推計結果を用いた。

ITS の普及率は、デジタコの効果予測した記事¹¹¹を参考に、表 4.5-7 のように設定した。

表 4.5-7 : ITS の設定

	2005 年	2025 年	2050 年
2005 年から普及する国	10%	50%	50%
2025 年から普及する国	0%	10%	50%
2050 年から普及する国	0%	0%	10%

図 4.5-6 は ITS の貢献量の予測結果である。IT ソリューションの貢献量は、日本では 2025 年に 840 万 t-CO₂、2050 年に 820 万 t-CO₂ となる。世界全体では、2025 年に IT 貢献量が約 9,500 万 t-CO₂、2050 年には 1.8 億万 t-CO₂ と予想される。

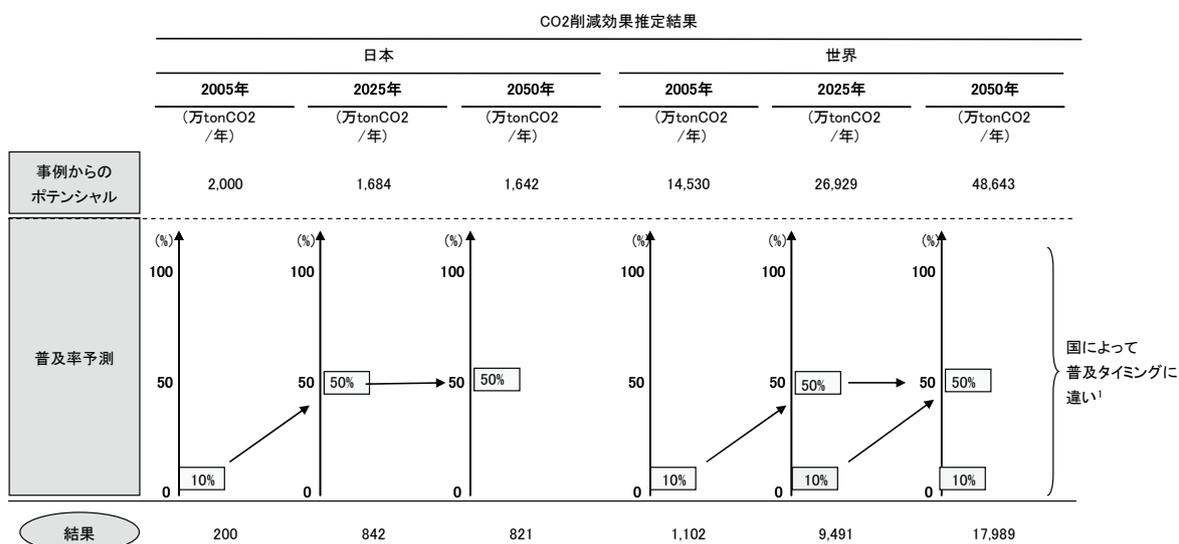


図 4.5-6 : ITS のエネルギー削減効果試算結果

¹⁰⁹国土交通省 HP (<http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/kankyuu/ondanka1.htm>)

¹¹⁰ 経済産業省 HP (<http://www.mlit.go.jp/road/current/4kou/020724/yosoku.html>)

¹¹¹ JAMAGAZINE2006 年 8 月号 (<http://www.jama.or.jp/lib/jamagazine/200608/02.html>)

6. IT ソリューションの CO2 削減効果の予測（詳細予測）

6.1 テレワーク

(1) 予測の前提条件

テレワークは、IT 機器等を活用し、時間や場所に制約されず、柔軟に仕事する新しい勤労形態である。これにより通勤に係るエネルギー消費が軽減するだけでなく、通勤ラッシュ時のストレスを回避できることやワークライフバランスにも貢献することが期待されている。特に、自家用車通勤を実施しているオフィスや工場においてテレワークを導入することで、通勤やオフィスインフラに係るエネルギー消費を軽減することが期待される。

テレワーク導入に係るエネルギー削減効果の予測に際して、以下の構成要素が考えられる。

表 4.6-1：テレワークに係るエネルギー効果を構成する要素

構成要素	構成要素の対象	構成要素の解説
② 人の移動量	A 個別移動手段利用軽減効果	テレワークを実施することで、自家用車などの利用が回避され、それに伴うエネルギー消費が軽減する。
	B 公共移動手段利用軽減効果	テレワークを実施することで、鉄道やバスといった公共交通機関の利用が回避され、それに伴うエネルギー消費が軽減する。
④ オフィススペース	C オフィスエネルギー消費軽減効果	テレワークを実施することで、通常利用しているオフィスでのエネルギー消費が軽減する。
⑥ 電力・エネルギー消費量	D IT 機器の使用時の消費エネルギー	テレワークを実施する際に利用する IT 機器の消費エネルギー。
	E オフィスの代わりに消費されるエネルギー	テレワークを実施する際に消費する IT 機器以外の消費エネルギー。 例えば、自宅空調や照明など。

注：2025年及び2050年における情報通信に係る原単位が現状の値（0.0025 [kgCO₂/Mbyte]）と大きく異なることが予測されること、及びその影響が IT ソリューションの効果判定にも反映されてしまうことから、“情報通信に伴うエネルギー消費”要素は本詳細予測において割愛している。

上表に列挙した構成要素を用いて、日本および世界における、2005年、2025年、2050年のテレワーク導入の効果を推計する。

(2) 将来予測 日本

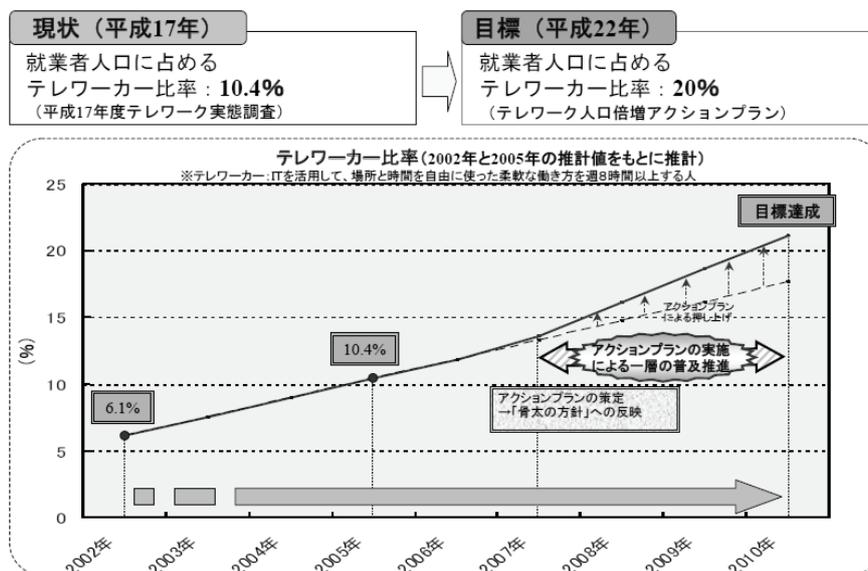
我が国では、これまで2002年、2005年、2008年とテレワーク実態調査を実施している。

表 4.6-2 : テレワーク比率

	2002年	2005年	2008年
雇用型テレワーク	5.7%	9.5%	14.3%
自営型テレワーク	8.2%	16.5%	21.0%
全体	6.1%	10.4%	15.2%

出所 : 国土交通省 テレワーク実態調査、及びテレワーク推進フォーラムセミナー「テレワーク推進フォーラム これまでの4年間と今後の展望」(大西 隆) 2009年3月より
 雇用型テレワーク : 主として会社に勤める勤務者がテレワークを行う場合
 自営型テレワーク : 主として自宅等のような会社勤務者でない自営の者がテレワークを行う場合
 テレワーク比率 : 就業人口におけるテレワーク人口の割合

上記結果を基に、国土交通省は2005年(平成17年)のテレワーク比率:10.4%(674万人)を2010年には20%(1,300万人)まで引き上げるアクションプラン(IT新改革戦略)を策定し、その目標達成を目指している。



出所 : 国土交通省「国土交通省におけるテレワーク関係事業の取組」2008年3月より

図 4.6-1 : テレワーク比率の推移

本件においては、主としてオフィスで作業する雇用型テレワーカーが自宅にて作業する際のテレワークの効果を算定することに限定して、テレワークを実施した際のエネルギー削減効果の推定を行う。

表 4.6-2 を基に、これまでのテレワークの普及傾向が 2025 年および 2050 年まで継続されるものと仮定し、各年における雇用型テレワーク人口を推計した。

ここで、雇用型テレワーカーには、移動中や顧客先にてテレワークを実施する「モバイル利用者」、および残業等を自宅で行うテレワークも含まれている。そのため、雇用型テレワーカーのうち在宅勤務人口を、本件で想定するオフィスでの作業を回避して、自宅にて作業するテレワーカーとした。

表 4.6-3：雇用型テレワーク比率・人口の推計

	2005 年	2025 年	2050 年
1. 総人口	12,790 万人 ^{注1}	12,100 万人	10,250 万人
2. 雇用者人口	5,393 万人 ^{注1}	5,102 万人 ^{注2}	4,322 万人 ^{注2}
3. 雇用型テレワーク比率 ^{注3}	9.5 %	38.7 %	74.5 %
4. 雇用型テレワーク人口 (=2×3)	512 万人	1,965 万人	3,207 万人
5. オフィスワーク人口 ^{注1}	2,400 万人	2,300 万人	1,900 万人
6. 雇用型オフィステレワーク人口 ^{注3}	512 万人	1,965 万人	1,900 万人
7. 雇用型テレワーク（在宅勤務）人口 ^{注4}	102 万人	393 万人	380 万人

注1：総務省 労働統計等

注2：2005年の比率は国土交通省 テレワーク実態調査2005の結果を基にしており、2025年、2050年はテレワーク比率の実績を基にして、同様の伸び率（42%）とした場合の比率を推定している。

注3：雇用型テレワーク人口はオフィスワーク人口を超えないものとし、上記4.及び5.のうち小さい方の値を雇用型オフィステレワーク人口とする。

注4：テレワーク白書2008より、EU等諸外国におけるテレワーカー比率(A)における在宅勤務者比率(B)は5分の1程度(=B/A)となっている。

続いて、実施頻度について、テレワークが普及しても、オフィスにおける対面での作業は必要不可欠である。現在、テレワークを奨励する企業でも、テレワークの実施頻度は週 1 日程度と言われている。そして、2025 年、2050 年において、テレワークが更に普及したとしても、オフィスによる打合せ等を回避することは困難であり、テレワークの頻度は多くても、週 2 日程度であると考えられている（テレワーク専門家私信）。以上より、テレワークの実施頻度は 2005 年を週 1 日、2050 年を週 2 日とし、2025 年は両者の平均として週 1.5 日とした。

日本における 2005 年、2025 年、2050 年のテレワーク人口、テレワーク比率、テレワーク実施頻度は以下の通りとなる。

表 4.6-4：日本におけるテレワーク人口及び実施頻度の推移

	2005 年	2025 年	2050 年
オフィスワーク人口	2,400 万人	2,300 万人	1,900 万人
雇用型テレワーク（在宅勤務）人口	102 万人	393 万人	380 万人
雇用型テレワーク比率	4 %	17 %	20 %
テレワーク実施頻度 ^{注1}	週 1 日	週 1.5 日	週 2 日

出所：国土交通省「国土交通省におけるテレワーク関係事業の取組」を参考に策定

注 1：週 5 日間の勤務（月から金）とする。

また、2005 年、2025 年、2050 年における日本のテレワークの導入効果を予測する際、以下の条件を設定する。

表 4.6-5：日本におけるテレワーク実施に伴う効果の算定条件

効果要素	入力情報	出所等
A：個別移動手段利用軽減効果	<ul style="list-style-type: none"> 平均通勤移動距離：乗用車：312 km（1 回の往復距離：6km、年間 52 週） テレワーク実施頻度：週 1 日(2005 年)、週 1.5 日(2025 年)、週 2 日（2050 年） 交通手段当りの CO2 排出原単位： 0.047 [kgCO2/人・km] 	<ul style="list-style-type: none"> →民間企業実績より →専門家情報より →原単位一覧より
B：公共移動手段利用軽減効果	<ul style="list-style-type: none"> 平均通勤移動距離：鉄道：2,080 km（1 回の往復距離：40km、年間 52 週） テレワーク実施頻度：週 1 日(2005 年)、週 1.5 日(2025 年)、週 2 日（2050 年） 交通手段当りの CO2 排出原単位： 鉄道：0.005 [kgCO2/人・km] 	<ul style="list-style-type: none"> →民間企業実績より →専門家情報より →原単位一覧より
C：オフィスエネルギー消費軽減効果	<ul style="list-style-type: none"> テレワーク実施頻度：週 1 日(2005 年)、週 1.5 日(2025 年)、週 2 日（2050 年） 1 人が占めるオフィススペース：13.1m2/人 単位面積当り年間オフィス消費エネルギーCO2 排出原単位：76.0 [kgCO2/m2・年] 	<ul style="list-style-type: none"> →専門家情報より →原単位一覧より →原単位一覧より
D：IT 機器の使用時の消費エネルギー	<p>オフィス以外の場所で消費するエネルギーとして、パソコンはテレワーク時以外でも利用するため、対象外とする。また、空調や照明について、テレワーク作業者の有無に関わらず、消費されていると考えられる。以上より、本項目における消費エネルギーは無い。</p>	---
E：オフィスの代わりに消費されるエネルギー	<ul style="list-style-type: none"> 空調 冷房能力 2.2kW：1.15 [kWh/8 時間] 蛍光灯照明 6～8 畳用：0.54 [kWh/8 時間] 	<ul style="list-style-type: none"> →省エネルギーセンター 省エネ性能カタログ 2008 より →省エネルギーセンター 省エネ性能カタログ 2008 より

注：移動手段利用比率、及び各交通手段における平均通勤移動距離は民間企業の事例を基に作成。

(3) 将来予測 世界

続いて、世界におけるテレワークの普及予測について、2002年にEUにて実施されたテレワークに係る調査¹¹²では、週に1日以上テレワーク実施者はEU15カ国で2.1%と報告されている。そして、今後、テレワークは日本における傾向と同様に普及するものと仮定し、2005年、2025年、2050年のテレワーク比率を4.1%、17.1%、33.5%と設定した。

一方、2025年及び2050年における世界レベルでのテレワーク人口の予測は、ITインフラが充実し、国としてもある程度の経済発展が伴っていなければ、テレワークを日常的に実施することは難しい。そのため、第4部5.1節における予測の考え方と同様に、1人当りのGDPが13,000USD（韓国）を超えていることを普及の目安とし、以下に示す3グループで段階的にテレワークの普及が実現されるものとした。但し、インドを除くBIRCS諸国については、2050年時点で1人当りのGDPが13,000USDを超えることになっているが、これまで、そして今後のBRICS諸国の経済成長を考慮し、2025年時点でGDP13,000USDを超えるグループに含めることとした。しかしながら、インドにおいてはBRICS諸国の一角を担っているものの、2050年時点で3,763USD¹¹³と、他のBRICS諸国よりも飛び抜けて低いGDPを示していた。よって、インドについてはBRICS諸国であるものの、2025年時点でGDP13,000USDを超えるグループに含めていない。

表 4.6-6：世界における段階的なテレワーク普及シナリオ

	2005年	2025年	2050年
A：2005年から13,000USDを超えている国のテレワーカー数	381万人 [4.1%]	3,194万人 [17.1%]	7,391万人 [33.5%]
B：2025年に13,000USDを超える国のテレワーカー数	---	108万人 [4.1%]	731万人 [17.1%]
C：2050年に13,000USDを超える国のテレワーカー数	---	---	209万人 [4.1%]
合計	381万人	3,301万人	8,330万人

注1：テレワーカー数は表A.1-1における「オフィス・店舗ワーカー数」を参考に推計している。

注2：カッコ内の数字は、雇用型テレワーク比率。例えば、2005年のAのテレワーカー数381万人は2005年時点で1人当りのGDP13,000USDを超えている国の総テレワーカー数(23,500万人)に対して4.1%の雇用型テレワーク比率があること、テレワーカーのうち在宅勤務者がほぼ5分の1を占めていること（EU統計より：2002年）、及び雇用者におけるオフィスワーカーが2分の1程度であること（総務省統計：2005年）から、381万人のテレワーカー数を求めている。

¹¹² SIBIS (Statistical Indicators Benchmarking the Information Society) Pocket Book 2002/03

¹¹³ 因みに、2050年の1人当りのGDPはブラジル：15,020USD、南アフリカ：14,326USD、中国：13,493USD、ロシア：19,006USDとなっている。

尚、インターネットの普及により、TV 会議は関連機材を調達することで簡単に実施することができる IT ソリューションであると評価でき、TV 会議は普及が急激に伸びるものと期待される。一方、テレワークは、機材調達に限らず、ワークスタイルやテレワークを導入する企業の就業規則等を整備することも求められ、TV 会議とは異なり、急速な普及を期待するには解決しなければならない課題が比較的多い。

以上より、テレワークの普及は、TV 会議のように一般化間もなく高い普及を達成することなく、段階的な普及を果たすものとしている。

世界レベルにおける雇用型テレワーク比率、及びテレワーク人口は、下表の通りとなる。ここではテレワーク実施頻度は、日本同様、2005 年、2025 年、2050 年それぞれ、週 1 日、週 1.5 日、週 2 日としている。

表 4.6-7：世界におけるテレワーク比率及び実施頻度の推移

	2005 年	2025 年	2050 年
オフィスワーク人口 ^{注1}	81,559 万人	108,025 万人	145,341 万人
雇用型テレワーク（在宅勤務）人口	381 万人	3,301 万人	8,330 万人
雇用型テレワーク比率	0.5 %	3.1 %	5.7 %
テレワーク実施頻度 ^{注2}	週 1 日	週 1.5 日	週 2 日

注 1：オフィスワーク人口は表 A.1-1 における「オフィス・店舗ワーカー数」を参考に推計している。

注 2：週 5 日間の勤務（月から金）とする。

尚、2005 年、2025 年、2050 年における世界のテレワークの導入効果を予測する際、以下の前提条件を設定する。

表 4.6-8 : 世界におけるテレワーク実施に伴う効果の算定条件

効果要素	入力情報	出所等
A: 個別移動手段利用軽減効果	<ul style="list-style-type: none"> 平均通勤移動距離：乗用車：312 km (1 回の往復距離：6km、年間 52 週) テレワーク実施頻度：週 1 日(2005 年)、週 1.5 日 (2025 年)、週 2 日 (2050 年) 交通手段当りの CO2 排出原単位： 0.047 [kgCO₂/人・km] 	<ul style="list-style-type: none"> →民間企業実績より →専門家情報より →原単位一覧より
B: 公共移動手段利用軽減効果	<ul style="list-style-type: none"> 平均通勤移動距離：鉄道：2,080 km (1 回の往復距離：40km、年間 52 週) テレワーク実施頻度：週 1 日(2005 年)、週 1.5 日 (2025 年)、週 2 日 (2050 年) 交通手段当りの CO2 排出原単位： 鉄道：0.005 [kgCO₂/人・km] 	<ul style="list-style-type: none"> →民間企業実績より →専門家情報より →原単位一覧より
C: オフィスエネルギー消費軽減効果	<ul style="list-style-type: none"> テレワーク実施頻度：週 1 日(2005 年)、週 1.5 日 (2025 年)、週 2 日 (2050 年) 1 人が占めるオフィススペース：13.1m²/人 オフィス消費エネルギーCO₂ 排出原単位：76.0 [kgCO₂/m²・年] 	<ul style="list-style-type: none"> →IT 新革新戦略、及びテレワーク人口倍増 A/P より →原単位一覧より →原単位一覧より
D: IT 機器の使用時の消費エネルギー	<p>オフィス以外の場所で消費するエネルギーとして、パソコンはテレワーク時以外でも利用するため、対象外とする。また、空調や照明について、テレワーク作業者の有無に関わらず、消費されていると考えられる。</p> <p>以上より、本項目における消費エネルギーは無い。</p>	---
E: オフィスの代わりに消費されるエネルギー	<ul style="list-style-type: none"> 空調 冷房能力 2.2kW：1.15 [kWh/8 時間] 蛍光灯照明 6~8 畳用：0.54 [kWh/8 時間] 	<ul style="list-style-type: none"> →省エネルギーセンター 省エネ性能カタログ 2008 より →省エネルギーセンター 省エネ性能カタログ 2008 より

注：移動手段利用比率、及び各交通手段における平均通勤移動距離は民間企業の事例を基に作成。

(4) 予測結果のまとめ

日本全体のオフィスにテレワークを導入すると、以下のような結果となる。

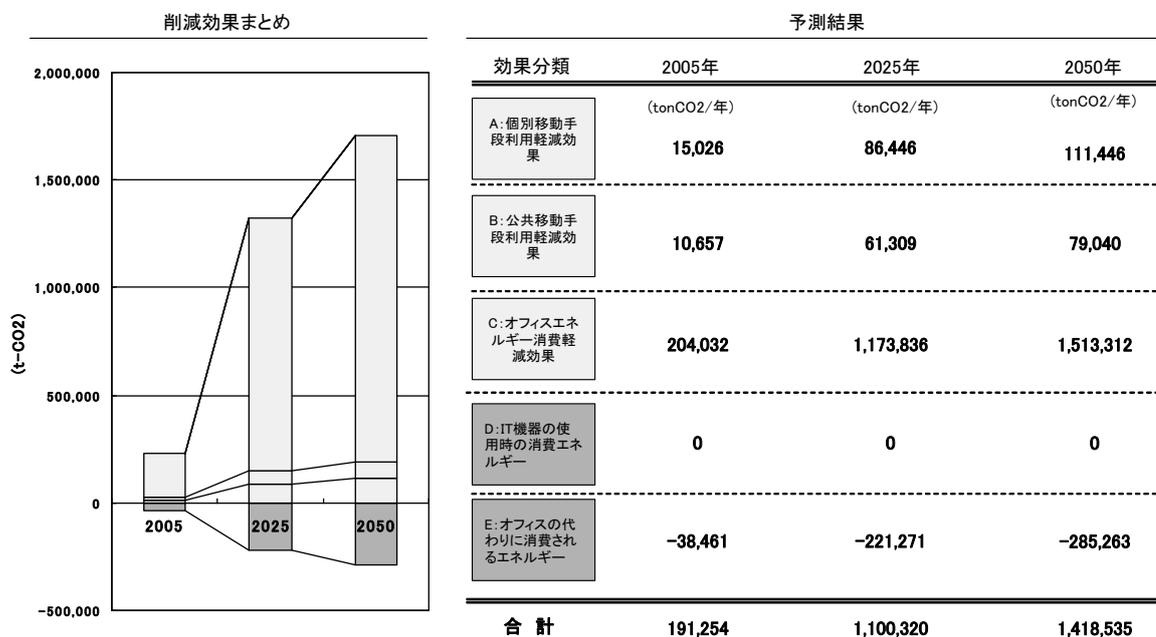


図 4.6-2 : テレワークによるエネルギー削減効果 (日本)

世界全体のオフィスにテレワークを導入すると、以下のような結果となる。

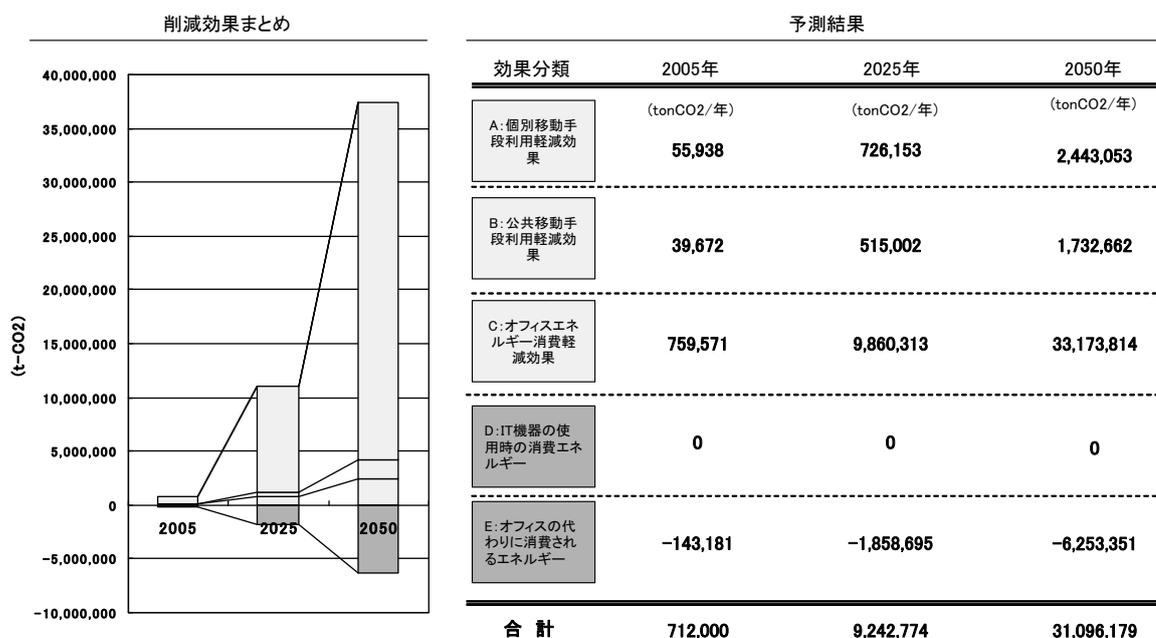


図 4.6-3 : テレワークによるエネルギー削減効果 (世界)

6.2 電子カルテ

(1) 予測の前提条件

電子カルテは、従来の医療事務業務における、紙の消費、保管スペース等を軽減するだけでなく、カルテ情報を電子化することで事務業務の効率を向上することが期待できる IT ソリューションである。そのため、医療事務において電子カルテシステムを導入することで、同業務のエネルギー消費を軽減し、CO2 排出を軽減することが期待される。

電子カルテ導入に際して、以下の構成要素が考えられる。

表 4.6-9：電子カルテを構成する要素

構成要素	構成要素の対象	構成要素の解説
① 物の消費量	A 代替される紙カルテの製造時消費エネルギー	電子カルテを導入することで、これまで使用していた紙カルテの利用が回避され、紙の消費が軽減する。
	B 電子カルテを再度印刷する時の消費エネルギー	電子化されたカルテが印刷されることで、紙の消費量が増加する。
④ オフィススペース	C 電子カルテ導入による業務効率化	電子カルテを導入することで、紙カルテを探すことや運ぶといった作業が改善される。これにより、病院スタッフの作業量を軽減することができる。
⑤ 倉庫スペース	D 紙カルテを保管する際に消費するエネルギー	電子カルテを導入することで、これまで紙カルテを保管していたキャビネット等のスペースが軽減する。
⑥ 電力・エネルギー消費量	E 電子カルテに用いる IT 機器の使用時消費エネルギー	電子カルテを導入することで、カルテ保存用サーバに係る消費エネルギーが追加される。

注：2025年及び2050年における情報通信に係る原単位が現状の値（0.0025 [kgCO2/Mbyte]）と大きく異なることが予測されること、及びその影響が IT ソリューションの効果判定にも反映されてしまうことから、“情報通信に伴うエネルギー消費”要素は本詳細予測において割愛している。

上表に列挙した計算要素を用いて、日本、及び世界における、2005年、2025年、2050年の電子カルテ導入の効果を推計する。

(2) 将来予測 日本

日本における電子カルテの効果を把握するために構成要素を求めるが、まず2005年、2025年及び2050年における電子カルテの導入率予測をまとめた結果は、以下の通り。

表 4.6-10：電子カルテ導入率の予測

	2005年	2025年	2050年
病院	16%	38%	60%
診療所	6%	33%	60%

注：厚生労働省「保健医療分野の情報化にむけてのグランドデザイン（2001年12月）及びエキスパートドジャジメントを参考に目標値を作成

電子カルテ実施率の推計は、厚生労働省 医療施設調査における実績値を2005年値として採用した。

また、我が国の電子カルテ導入目標として、病院、診療所に対する電子カルテの実施目標を2006年（目標年）に各60%まで上昇させるというデザイン¹¹⁴が計画されていた。しかしながら、病院経営や社会保障制度等の問題により、当該目標を容易に達成することが困難であり、現時点でも目標値の半分にも満たない導入率であると言われている（専門家談）。

以上より、本来ならば2006年に達成が見込まれていた60%の目標値を、本件では専門家情報等を参考に、2050年の達成目標に改めている。

続いて、電子カルテを利用する患者（入院者、外来患者）の予測を行う。

表 4.6-11：電子カルテを利用する患者数の予測

	2005年		2025年		2050年
病院 入院	1,382,190 人	⇒	1,311,061 人	⇒	1,088,723 人
	221,150 人		498,203 人		653,234 人
外来	576,568,450 人	⇒	546,897,577 人	⇒	454,151,268 人
	92,250,952 人		207,821,079 人		272,490,761 人
診療所	1,851,398 人	⇒	1,756,123 人	⇒	1,458,309 人
	111,084 人		5,79,521 人		874,985 人

注：厚生労働省「平成18年病院報告」及び「人口統計」より作成

* 病院及び診療所における数字は、日本全国における1日当りの患者数を表している。これに対し、イタリックの値は電子カルテを実施している病院、診療所における入院・外来患者数を表している。

以上より、日本における電子カルテの普及は、以下のように予測される。

¹¹⁴ 厚生労働省：保健医療分野の情報化にむけてのグランドデザイン：2001年12月

表 4.6-12：入院・外来患者数と電子カルテの普及の予測

	2005 年	2025 年	2050 年
実施病院	16%	38%	60%
実施診療所	6%	33%	60%
1 日入院患者数	221,150 人	498,203 人	653,234 人
年間外来延人数：病院	92,250,952 人	207,821,079 人	272,490,761 人
1 日外来患者数：診療所	34,991,422 人	182,548,979 人	275,620,332 人

注：厚生労働省「平成 18 年病院報告」および「人口統計」等より

以上より、2005 年、2025 年、2050 年における日本の電子カルテの導入効果を予測する際、以下の前提条件を設定する。

表 4.6-13：日本における電子カルテ実施に伴う効果の算定条件

効果要素	入力情報	出所等
A：代替される紙カルテの製造時消費エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> 年間入院期間：28 日間/年 外来者平均通院回数：15 回/年 診療所：日平均外来患者数：19 人 診療所開業日：315 日/年（週休 1 日） 紙カルテ仕様：2 号サイズ 初診カルテ枚数：2 枚 入院用記入量：1 ページ/日 外来用記入量：0.5 ページ/回 カルテ 1 枚（A4）重量：0.005 kg/枚 紙製造に伴う CO2 排出原単位：1.28kgCO2/kg 	<ul style="list-style-type: none"> →厚労省 H18 年病院報告 →厚労省 H18 年病院報告 →厚労省 H18 年病院報告 →専門家インタビューより →専門家インタビューより →専門家インタビューより →専門家インタビューより →専門家インタビューより →原単位一覧より →原単位一覧より
B：電子カルテを再度印刷する時の消費エネルギー	<p>病院内において、個人情報保護、及び業務効率化の追求の徹底のため、電子カルテを印刷する機会はない。よって、電子カルテデータを再印刷する際のエネルギー消費はゼロとなる。</p>	---
C：電子カルテ導入による業務効率化	<ul style="list-style-type: none"> 1 病院当りの従業員数 2005 年：113 人 1 診療所当りの従業員数 2005 年：13 人 電子カルテ導入による業務効率改善：10% 1 人当りのオフィススペース：13.1 m² オフィススペース CO2 原単位：76.0 kgCO2/m² 	<ul style="list-style-type: none"> →厚労省 H18 年病院報告 →厚労省 H18 年病院報告 →専門家インタビューより →原単位一覧より →原単位一覧より
D：紙カルテを保管する際に消費するエネルギー	<ul style="list-style-type: none"> キャビネット：0.90m×0.32m(=0.288m²) 保管可能カルテ数：500 カルテ保管 周囲作業スペース：1m²/1 キャビネット オフィススペース CO2 原単位：76.0 kgCO2/m² 	<ul style="list-style-type: none"> →コクヨキャビネット仕様より →コクヨキャビネット仕様より →コクヨキャビネット仕様より →原単位一覧より
E：電子カルテに用いる IT 機器の使用時消費エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> 400 床以上：841 病院 100 以上 400 未満：4,620 病院 100 床以下：100,924 病院 WS の年間消費電力量：96.5 [kgCO2/台・年]、デスクトップ PC の年間消費電力量：48.3 [kgCO2/台・年] 	<ul style="list-style-type: none"> →厚労省 H18 年病院報告 →厚労省 H18 年病院報告 →厚労省 H18 年病院報告 →省エネセンター 省エネ性能カタログ 2008 より

注：病院での単位面積当りのエネルギー消費量はオフィスに比べ、若干高いことが予想されるが、適切な原単位が公表されていないため、オフィススペースにおける CO2 排出原単位を暫定的に使用する。

(3) 将来予測 世界

世界における 2025 年及び 2050 年の患者数、電子カルテの導入率の予測は、5.1 節におけるエネルギー削減効果の予測の考え方と同様とする。

通常、電子カルテは、社会保障制度や IT 技術等といった国としての経済発展が伴っていないと、普及しづらいシステムであり、現時点で電子カルテが普及している国の 1 人当り GDP (閾値 13,000 USD) を一つの目安とする。但し、インドを除く BRICS 諸国については、2050 年時点ではじめて 1 人当りの GDP が 13,000 USD を超えることになっているが、これまで、そして今後の BRICS 諸国の経済成長を考慮し、2025 年時点で GDP13,000 USD を超えるグループに含めている。しかしながら、インドにおいては BRICS 諸国の一角をなしているものの、2050 年時点で 3,763 USD¹¹⁵と、他の BRICS 諸国よりも低い GDP を示していた。よって、インドについては BRICS 諸国であるものの、2025 年時点で GDP13,000 USD を超えるグループに含めていない。

尚、世界における電子カルテの普及等について、便宜上、同じ普及率を使用しているが、実際は国によって電子カルテ普及率は異なっている。

表 4.6-14 : 世界における電子カルテ普及率の予測

	2005年	2025年	2050年
日本、米国、英国、ドイツ、オーストラリア、スペイン、韓国、台湾 等	病院 : 16% 診療所 : 6%	病院 : 38% 診療所 : 33%	病院 : 60% 診療所 : 60%
マレーシア、シンガポール、サウジアラビア、中国、南アフリカ、ブラジル、ロシア 等	病院 : — 診療所 : —	病院 : 16% 診療所 : 6%	病院 : 38% 診療所 : 33%
インド、タイ、アラブ首長国連邦、トルコ、アルゼンチン、カザフスタン 等	病院 : — 診療所 : —	病院 : — 診療所 : —	病院 : 16% 診療所 : 6%

以上より、世界における電子カルテの普及は、以下のように予測される。

表 4.6-15 : 入院・外来患者数の予測

	2005年	2025年	2050年
1 日入院患者数	1,551,344 人	7,975,194 人	14,372,224 人
年間外来延人数 : 病院	647,129,431 人	3,155,582,401 人	4,722,334,795 人
1 日外来患者数 : 診療所	266,357,972 人	2,110,584,754 人	3,696,077,256 人

注 : 世界人口推計を基に、日本における 10 万人当りの病院数・診療所数等に乗じることで推計。

以上より、2005 年、2025 年、2050 年における世界の電子カルテの導入効果を予測する際、

¹¹⁵ 因みに、2050 年の 1 人当りの GDP はブラジル:15,020 USD、南アフリカ:14,326 USD、中国:13,493 USD、ロシア:19,006 USD となっている。

以下の前提条件を設定する。

表 4.6-16：世界における電子カルテ実施に伴う効果の算定条件

効果要素	入力情報	出所等																
A: 代替される紙カルテの製造時消費エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> 年間入院期間：28 日間/年 外来者平均通院回数：15 回/年 診療所：日平均外来患者数：19 人 診療所開業日数：315 日/年（週休 1 日） 紙カルテ仕様：2 号サイズ 初診カルテ枚数：2 枚 入院用記入量：1 ページ/日 外来用記入量：0.5 ページ/回 カルテ 1 枚（A4）当たりの重量：0.005 kg/枚 紙製造に伴う CO2 排出原単位：1.28 kgCO2/kg 	<ul style="list-style-type: none"> →厚労省 H18 年病院報告 →厚労省 H18 年病院報告 →厚労省 H18 年病院報告 →専門家インタビューより →専門家インタビューより →専門家インタビューより →専門家インタビューより →専門家インタビューより →原単位一覧より →原単位一覧より 																
B: 電子カルテを再度印刷する時の消費エネルギー	<p>院内において、個人情報保護、及び業務効率化の追求の徹底のため、電子カルテを印刷する機会はない。</p> <p>よって、電子化されたカルテデータを再印刷される際のエネルギー消費はゼロとなる。</p>	---																
C: 電子カルテ導入による業務効率化	<p>日本と同様に、1 病院当りの従業員数を 113 人、1 診療所当りの従業員数を 13 人として、2005 年時の従業員数を推計。その後、病院・診療所の 2025 年及び 2050 年の従業員数は人口予測値に比例して推計した。</p> <ul style="list-style-type: none"> 電子カルテ導入による業務効率改善：10% 1 人当りのオフィススペース：13.1 m² オフィススペースにおける CO2 排出原単位：76.0 kgCO2/m² 	<ul style="list-style-type: none"> →厚労省 H18 年病院報告 →専門家インタビューより →原単位一覧より →原単位一覧より 																
D: 紙カルテを保管する際に消費するエネルギー	<ul style="list-style-type: none"> キャビネット：0.90m×0.32m(=0.288m²) 保管可能カルテ数：500 カルテ保管 周囲作業スペース・1m²/1 キャビネット オフィススペース CO2 排出原単位：76.0 kgCO2/m² 	<ul style="list-style-type: none"> →コクヨキャビネット仕様より →コクヨキャビネット仕様より →コクヨキャビネット仕様より →原単位一覧より 																
E: 電子カルテに用いる IT 機器の使用時消費エネルギー	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>2005 年</th> <th>2025 年</th> <th>2050 年</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>・400 床以上：</td> <td>5,646</td> <td>7,004</td> <td>2,373</td> </tr> <tr> <td>・100～400 未満：</td> <td>57,088</td> <td>70,822</td> <td>26,211</td> </tr> <tr> <td>・100 床以下：</td> <td>741,738</td> <td>858,310</td> <td>2,741,526</td> </tr> </tbody> </table> <p>* 2025 年及び 2050 年の値は人口予測値に比例</p> <ul style="list-style-type: none"> WS の年間消費電力量：96.5 [kgCO2/台・年]、デスクトップ PC の年間消費電力量：48.3 [kgCO2/台・年] 		2005 年	2025 年	2050 年	・400 床以上：	5,646	7,004	2,373	・100～400 未満：	57,088	70,822	26,211	・100 床以下：	741,738	858,310	2,741,526	<ul style="list-style-type: none"> →厚労省 H18 年病院報告 →省エネセンター 省エネ性能カタログ 2008 より
	2005 年	2025 年	2050 年															
・400 床以上：	5,646	7,004	2,373															
・100～400 未満：	57,088	70,822	26,211															
・100 床以下：	741,738	858,310	2,741,526															

注：病院での単位面積当りのエネルギー消費量はオフィスに比べ、若干高いことが予想されるが、適切な原単位が公表されていないため、オフィススペースにおける CO2 排出原単位を暫定的に使用する。

(4) 予測結果

日本全体の病院に電子カルテを導入すると、以下のような結果となる。

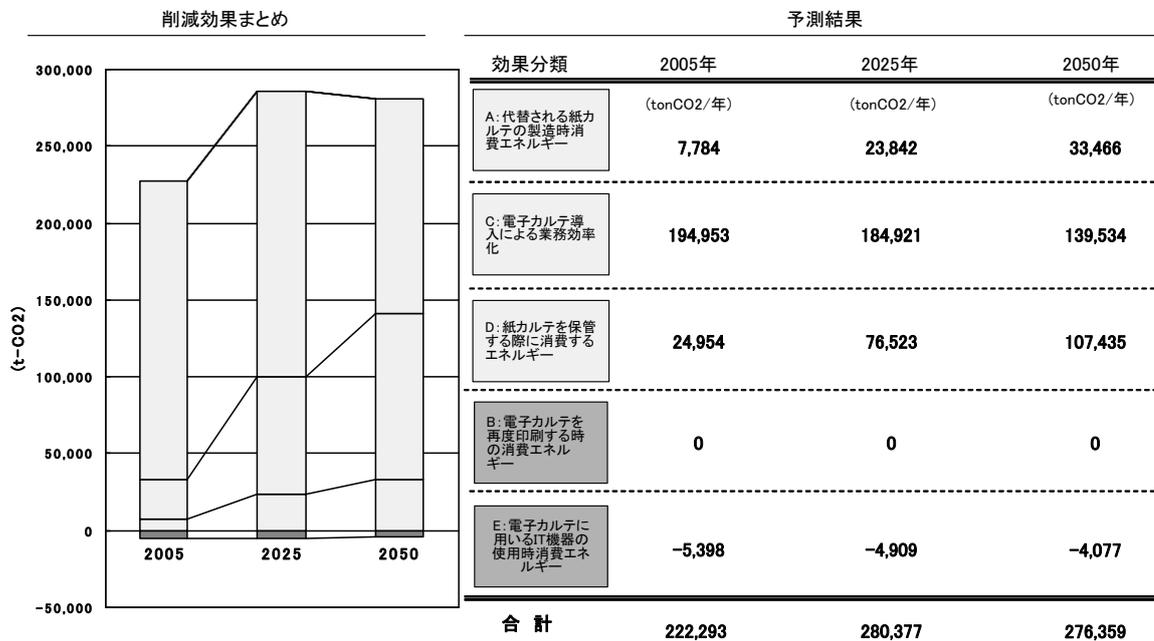


図 4.6-4：電子カルテによるエネルギー削減効果（日本）

世界全体の病院に電子カルテを導入すると、以下のような結果となる。

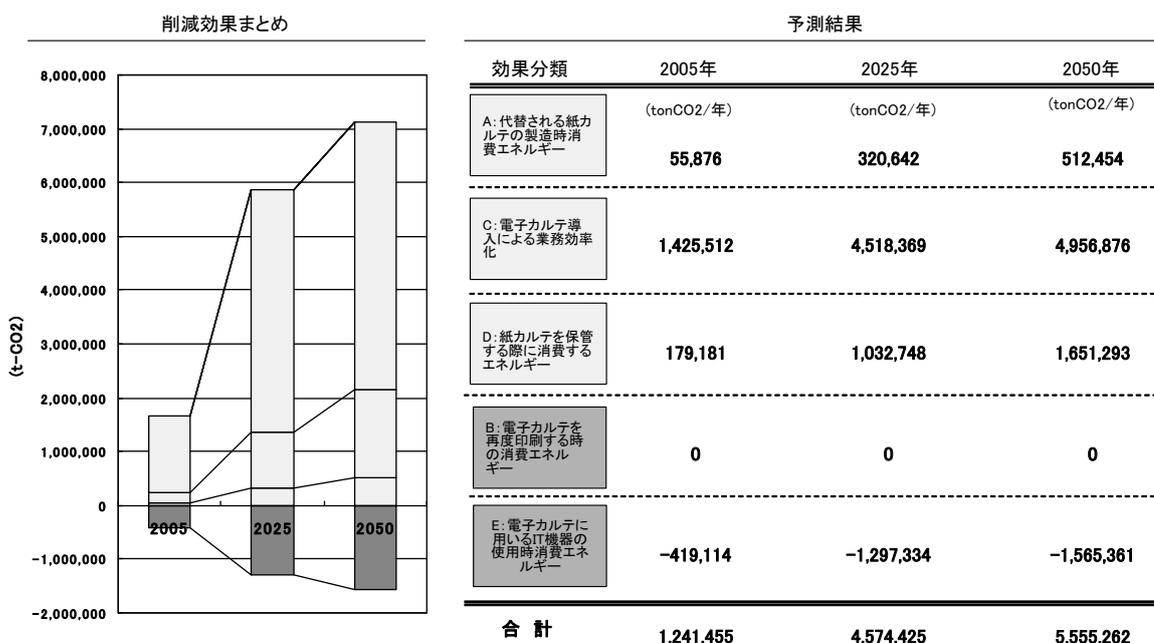


図 4.6-5：電子カルテによるエネルギー削減効果（世界）

7. IT ソリューションの導入効果予測まとめ

これまでに試算した IT 貢献量を表 4.7-1 にまとめた。2005 年・2025 年・2050 年の予測値から試算した 2020 年の貢献量も併せて示した。下表は本委員会において議論された IT ソリューションに対する導入効果予測推定値をまとめたものであるため、IT ソリューションの全体効果を求めたものではない。また、ここで計算した貢献量は主として現在のソリューション事例を引き伸ばすことで見積もった値であり、ソリューションも限定されるため、by IT による貢献量全体の一部に限定されている。さらに、5.1 節でも触れたように、今回の試算は各種政策の目標数値等をベースに予測した数値である。言い換えると、政策等の後押しにより温室効果ガス排出削減に貢献する IT ソリューションが順調に普及した場合を想定している。

表 4.7-1 : IT ソリューションによる CO2 削減効果試算

[単位：万 t-CO2/年]

IT ソリューション	日本				世界			
	2005 年	2020 年	2025 年	2050 年	2005 年	2020 年	2025 年	2050 年
BEMS	57	546	650	630	549	6524	8,631	20,218
ペーパーレスオフィス	1	14	17	14	10	179	224	340
TV 会議	140	250	270	220	1,357	4928	5,913	8,970
SCM(共同配送)	34	178	222	410	188	1060	1,400	3,555
HEMS	—	157	189	164	—	719	935	1,798
ITS (デジタコ)	200	730	842	821	1,102	7510	9,491	17,989
テレワーク	19	92	110	142	71	645	924	3,110
電子カルテ	22	27	28	28	124	392	457	556

また、第一部 3 章に示した予測結果と今回の予測結果を基に、2020 年のグリーン by IT の部門別貢献量を表 4.7-2 に示した。

表 4.7-2 : グリーン by IT の部門別貢献量

2020 年のグリーン byIT 貢献量予測 (日本および世界) ¹¹⁶		(百万 t-CO2)	
施策 対策部門	主なソリューション	2020 年 GIT 導入効果 (日本)	2020 年 GIT 導入効果 (世界)
産業部門	<ul style="list-style-type: none"> ・高性能ボイラー、給湯器などの省エネ ・エネルギー管理、省エネ事業など 	7~14	140~276
業務部門	<ul style="list-style-type: none"> ・BEMS (ビル・エネルギー管理システム) ・テレワーク、TV 会議、ペーパーレスオフィス 	9~18	122~264
家庭部門	<ul style="list-style-type: none"> ・HEMS (住宅のエネルギー管理システム) ・オンラインショッピング、コンテンツの電子化 ・再生可能エネルギーの導入、スマートグリッド 	16~32	200~416
運輸部門	<ul style="list-style-type: none"> ・自動車の燃費向上 ・ITS (ETC、VICS)、エコドライブ ・流通の効率化 (SCM など) 	36~73	1578~3117
合計		68~137	2041~4009

¹¹⁶削減量の幅は2020年の電力排出係数について0.2-0.4 kg-CO2/kWhの幅とする想定を仮定しおたものである。0.4は、現状の非化石電源比率・発電効率を据え置きした場合。0.2は比率・効率が2020年までに向上するものと仮定した場合。また、by ITの試算において、幅の下限値は、電力以外の原単位(紙、資源、移動、スペース、通信など)も2020年に電力CO2排出係数の改善割合と同程度の改善が進むと仮定した場合に相当する。

付録（第 4 部）

A.1 IT ソリューションにおける CO2 削減効果の構成要素

第 4 部にて取り上げた IT ソリューションの構成要素とその概要を以下にソリューション毎にまとめた。

照明/空調/モーター/発電機の高効率化		
構成要素	構成要素の対象	概要説明
④ オフィススペース	A : 機器の高効率化に伴う業務効率化	照明、空調などを高効率の機器に変更することで、これまでの業務が効率的に実施され、オフィスビル等でのエネルギー消費が軽減する
⑥ 電力・エネルギー消費量	B : 機器の高効率化により消費軽減するエネルギー	照明、空調などを高効率の機器に変更することで、これまでのエネルギー消費量をより軽減する
	C : 機器の高効率化に用いる IT 機器の使用時の消費エネルギー	効率運転が可能な照明、空調などを利用する際に用いる IT 機器の消費エネルギー

生産プロセスの効率化		
構成要素	構成要素の対象	概要説明
① 物の消費量	A 効率的な生産プロセス管理により消費軽減するエネルギー	生産プロセスを効率的にすることにより、不良品などの発生が軽減する等が実現することで消費が軽減するエネルギー。
③ 物の移動量	B 専用便による消費エネルギー	生産プロセスを効率化することにより、専用便による輸送が軽減し、車両等の運転に係るエネルギー消費が軽減する。
	C 混載便による消費エネルギー	生産プロセスを効率化することにより、混載便による輸送利用が軽減し、車両等の運転に係るエネルギー消費が軽減する。
④ オフィススペース	D 生産プロセスの効率改善に伴う業務効率化	生産プロセスの効率化を実施することで、これまでの業務が効率的に実施され、工場等でのエネルギー消費が軽減する
⑤ 倉庫スペース	E 倉庫スペースの軽減によるエネルギー消費軽減	生産プロセスの実施により、余剰な商品の備蓄等が軽減することで、必要とされる倉庫スペースが軽減する。これにより、倉庫スペースにおけるエネルギー消費が軽減する
⑥ 電力・エネルギー消費量	F 生産プロセスの効率化により消費軽減するエネルギー	生産プロセスを効率化することで、これまで消費されていた工場等でのエネルギー消費が軽減する
	G 生産プロセス効率化に用いる IT 機器の使用時の消費エネルギー	生産プロセスを効率的にする際に利用する IT 機器の消費エネルギー
⑦ NW データ通信	H 情報通信量増加に伴う消費エネルギー	生産プロセスの効率化に伴い、情報通信に係る消費エネルギーが増加する。

BEMS		
構成要素	構成要素の対象	概要説明
④ オフィススペース	A BEMS 導入に伴う業務効率化	BEMS を実施することで、これまでの業務が効率的に実施され、オフィスビルでのエネルギー消費が軽減する。
⑥ 電力・エネルギー消費量	B BEMS 実施により消費軽減するエネルギー	BEMS を実施することで、これまで消費されていたオフィスビルでの無駄なエネルギー消費が軽減する。
	C BEMS に用いる IT 機器の使用時の消費エネルギー	BEMS を実施する際に利用する IT 機器の消費エネルギー。

電子タグ・物流システム(SCM)		
構成要素	構成要素の対象	概要説明
① 物の消費量	A 効率的な物流により消費軽減するエネルギー	SCMの実施により、効率的な生産管理等が実現することで消費が軽減するエネルギー。
③ 物の移動量	B 専用便による消費エネルギー	SCMの導入により、専用便による物流のエネルギー消費が軽減する。
	C 混載便による消費エネルギー	SCMの導入により、混載便による物流のエネルギー消費が軽減する。
④ オフィススペース	D 業務効率化によるエネルギー消費軽減	SCMを導入することで、生産システム等に係るスタッフの作業量を軽減することができる。(→スタッフ数を見なしにて削減)
⑤ 倉庫スペース	E 倉庫スペースの軽減によるエネルギー消費軽減	SCMの実施により、余剰な商品の備蓄等が軽減することで、必要とされる倉庫スペースが軽減する。これにより、倉庫スペースにおけるエネルギー消費が軽減する。
⑥ 電力・エネルギー消費量	F IT機器の使用時の消費エネルギー	SCMを実施する際に利用するIT機器の消費エネルギー
⑦ NWデータ通信	G 情報通信量増加に伴う消費エネルギー	SCMを導入することで、情報通信に係る消費エネルギーが増加する。

ペーパーレスオフィス		
構成要素	構成要素の対象	概要説明
① 物の消費量	A 代替される紙製造に伴う消費エネルギー	オフィスがペーパーレス化することで、代替される紙の製造に伴うエネルギー消費が軽減する。
	B 電子データを再度印刷する際の消費エネルギー	電子化された紙媒体が再び紙媒体へ印刷される時に消費するエネルギー。
③ 物の移動量	C 専用便による消費エネルギー	オフィス間で送受信されている紙輸送(専用便)のためのエネルギー消費が軽減する。
	D 混載便による消費エネルギー	オフィス間で送受信されている紙輸送(混載便)のためのエネルギー消費が軽減する。
④ オフィススペース	E ペーパーレスオフィス導入による業務効率化	ペーパーレスオフィス導入により、従来業務が効率化されることで、エネルギー消費が軽減する。
⑤ 倉庫スペース	F 紙保管の際に消費するエネルギー	オフィスがペーパーレス化することで、これまで使用していた紙(書類等)を保管するためのスペースが軽減し、紙保管のためのオフィスエネルギーの消費が軽減する。
⑥ 電力・エネルギー消費量	G IT機器の使用時の消費エネルギー	ペーパーレスオフィスを実施する際に利用するIT機器の消費エネルギー。
⑦ NWデータ通信量	H 情報通信量増加に伴うエネルギー	ペーパーレス化によりデータ化された紙情報がインターネット等を介して、オフィス外部等と送受信される際に消費が増加する情報通信に係るエネルギー。

業務への IT の導入		
構成要素	構成要素の対象	概要説明
④ オフィススペース	A 業務への IT 導入に伴う業務効率化	IT 機器を導入することで、業務効率が向上したことで軽減するオフィスインフラ等のエネルギー消費量。
⑥ 電力・エネルギー消費量	B IT 機器により消費軽減したエネルギー	IT 機器を導入することで消費が軽減するエネルギー。
	C IT 機器の使用時の消費エネルギー	IT 機器の導入に伴い、利用される IT 機器の消費エネルギー。
⑦ NW データ通信量	D 情報通信量増加に伴うエネルギー消費	IT 機器の導入に伴い、増加する情報通信量に係るエネルギー消費。

テレワーク		
構成要素	構成要素の対象	概要説明
② 人の移動量	A 個別移動手段利用軽減効果	テレワークを実施することで、自家用車などの利用が回避され、それに伴うエネルギー消費が軽減する。
	B 公共移動手段利用軽減効果	テレワークを実施することで、鉄道やバスといった公共交通機関の利用が回避され、それに伴うエネルギー消費が軽減する。
④ オフィススペース	C オフィスエネルギー消費軽減効果	テレワークを実施することで、通常利用しているオフィスでのエネルギー消費が軽減する。
⑥ 電力・エネルギー消費量	D IT 機器の使用時の消費エネルギー	テレワークを実施する際に利用する IT 機器の消費エネルギー
⑥ 電力・エネルギー消費量	E オフィスの代わりに消費されるエネルギー	テレワークを実施する際に消費する IT 機器以外の消費エネルギー 例えば、自宅空調や照明など。
⑦ NW データ通信量	F 情報通信量増加に伴うエネルギー消費	IT 機器の導入に伴い、増加する情報通信量に係るエネルギー消費。

TV 会議		
構成要素	構成要素の対象	概要説明
② 人の移動量	A 個別移動手段利用 軽減効果	TV 会議を実施することで、自家用車などの利用が回避され、それに伴うエネルギー消費が軽減する。
	B 公共移動手段利用 軽減効果	TV 会議を実施することで、鉄道やバスといった公共交通機関の利用が回避され、それに伴うエネルギー消費が軽減する。
⑥ 電力・エネルギー 消費量	C オフィスの代わりに消費されるエネルギー	TV 会議を実施する際に消費する IT 機器以外の消費エネルギー 例えば、自宅空調や照明など。
⑥ 電力・エネルギー 消費量	D IT 機器の使用時の消費エネルギー	TV 会議を実施する際に利用する IT 機器の消費エネルギー
⑦ NW データ通信量	E 情報通信量増加に伴うエネルギー消費	TV 会議の導入に伴い消費が増加する情報通信量に係るエネルギー消費。

遠隔医療		
構成要素	構成要素の対象	概要説明
② 人の移動量	A 個別移動手段利用 軽減効果	遠隔医療を実施することで、医師や患者による自家用車などの利用が回避され、それに伴うエネルギー消費が軽減する。
	B 公共移動手段利用 軽減効果	遠隔医療を実施することで、医師や患者による鉄道やバスといった公共交通機関の利用が回避され、それに伴うエネルギー消費が軽減する。
④ オフィススペース	C 遠隔医療導入による業務効率化	遠隔医療を導入することで、医師等の病院スタッフによる病院業務での作業効率が改善される。これにより、病院スタッフの作業量を軽減することができる。(→病院スタッフ数を見なしにて削減できる)
⑥ 電力・エネルギー 消費量	D 遠隔医療に用いる IT 機器の使用時消費エネルギー	遠隔医療を導入することで、遠隔医療実施システム (サーバー、大容量通信設備等を運用するための消費エネルギーが追加する。
⑦ NW データ通信量	E 情報通信量増加に伴うエネルギー消費	遠隔医療の導入に伴い消費が増加する情報通信量に係るエネルギー消費。

電子カルテ		
構成要素	構成要素の対象	概要説明
① 物の消費量	A 代替される紙カルテの製造時消費エネルギー	電子カルテを導入することで、これまで使用していた紙カルテの利用が回避され、紙の消費が軽減する。
	B 電子カルテを再度印刷する時の消費エネルギー	電子化されたカルテが印刷されることで、紙の消費量が増加する。
④ オフィススペース	C 電子カルテ導入による業務効率化	電子カルテを導入することで、紙カルテを探すことや運ぶといった作業が改善される。これにより、病院スタッフの作業量を軽減することができる。(→病院スタッフ数を見なしにて削減できる)
⑤ 倉庫スペース	D 紙カルテを保管する際に消費するエネルギー	電子カルテを導入することで、これまで紙カルテを保管していたキャビネット等のスペースが軽減する。
⑥ 電力・エネルギー消費量	E 電子カルテに用いる IT 機器の使用時消費エネルギー	電子カルテを導入することで、カルテ保存用サーバーに係る消費エネルギーが追加する。

電子入札		
構成要素	構成要素の対象	概要説明
① 物の消費量	A 代替される入札資料等の製造時消費エネルギー	電子入札を導入することで、これまで使用していた入札書類の利用が回避され、紙の消費が軽減する。
	B 電子入札資料を再度印刷する時の消費エネルギー	電子化された入札書類が印刷されることで、紙の消費量が増加する。
④ オフィススペース	C 電子入札導入による業務効率化	電子入札を導入することで、紙の入札書類を探すことや運ぶといった作業が改善される。これにより、入札実施スタッフの作業量を軽減することができる。(→入札関係者を見なしにて削減できる)
⑤ 倉庫スペース	D 入札資料を保管する際に消費するエネルギー	電子入札を導入することで、これまで紙の入札書類を保管していたキャビネット等のスペースが軽減する。
⑥ 電力・エネルギー消費量	E 電子入札に用いる IT 機器の使用時消費エネルギー	電子入札を導入することで、入札書類保存用サーバーに係る消費エネルギーが追加する。
⑦ NW データ通信量	F 情報通信量増加に伴う消費エネルギー	電子入札の実施に伴い消費が増加する情報通信量に係るエネルギー消費。

電子申請		
構成要素	構成要素の対象	概要説明
① 物の消費量	A 代替される各種申請用紙等の製造時消費エネルギー	電子申請を導入することで、これまで使用していた各種申請資料の利用が回避され、紙の消費が軽減する。
	B 電子申請用紙等を再度印刷する時の消費エネルギー	電子化された各種申請書類が印刷されることで、紙の消費量が増加する。
④ オフィススペース	C 電子申請導入による業務効率化	電子申請を導入することで、紙の申請書類を探すことや運ぶといった作業が改善される。これにより、担当スタッフの作業量を軽減することができる。(→担当スタッフを見なしにて削減できる)
⑤ 倉庫スペース	D 各種申請資料を保管する際に消費するエネルギー	電子申請を導入することで、これまで各種申請資料を保管していたキャビネット等のスペースが軽減する。
⑥ 電力・エネルギー消費量	E 電子申請に用いるIT機器の使用時消費エネルギー	電子申請を導入することで、各種申請書類保存用サーバーに係る消費エネルギーが追加する。
⑦ NW データ通信量	F 情報通信量増加に伴う消費エネルギー	電子入札の実施に伴い消費が増加する情報通信量に係るエネルギー消費。

HEMS		
構成要素	構成要素の対象	概要説明
④ オフィススペース	A HEMS 導入に伴う業務効率化	HEMS を実施することで、これまでの業務が効率的に実施され、家庭でのエネルギー消費が軽減する。
⑥ 電力・エネルギー消費量	B HEMS 実施により消費軽減するエネルギー	HEMS を実施することで、これまで消費されていた家庭での無駄なエネルギー消費が軽減する。
	C HEMS に用いるIT機器の使用時の消費エネルギー	HEMS を実施する際に利用するIT機器の消費エネルギー。

電子マネー		
構成要素	構成要素の対象	概要説明
① 物の消費量	A 代替される紙幣・貨幣の製造時消費エネルギー	電子入札を導入することで、これまで使用していた入札書類の利用が回避され、紙の消費が軽減する。
③ 物の移動量	B 専用便による消費エネルギー	専用便による紙幣・貨幣の輸送に係るエネルギー消費が軽減する。
	C 混載便による消費エネルギー	混載便による紙幣・貨幣の輸送に係るエネルギー消費が軽減する。
④ オフィススペース	D 電子マネー導入による業務効率化	電子入札を導入することで、紙の入札書類を探すことや運ぶといった作業が改善される。これにより、入札実施スタッフの作業量を軽減することができる。(→入札関係者を見なしにて削減できる)
⑤ 倉庫スペース	E 紙幣・貨幣を保管する際に消費するエネルギー	電子入札を導入することで、これまで紙の入札書類を保管していたキャビネット等のスペースが軽減する。
⑥ 電力・エネルギー消費量	F 電子マネーに係るIT機器の消費エネルギー	電子入札を導入することで、入札書類保存用サーバーに係る消費エネルギーが追加する。
⑦ NW データ通信量	G 情報通信量増加に伴うエネルギー消費	電子マネーの導入に伴い消費が増加する情報通信量に係るエネルギー消費。

電子出版・電子ペーパー		
構成要素	構成要素の対象	概要説明
① 物の消費量	A 代替される紙製造に伴う消費エネルギー	書籍等の電子ペーパー化により、代替される紙の製造に伴うエネルギー消費が軽減する。
	B 電子データを再度印刷する際の消費エネルギー	電子化された書籍が再び紙媒体へ印刷される時に消費するエネルギー。
③ 物の移動量	C 専用便による消費エネルギー	書籍購読者と販売元の間で送受信されている書籍輸送（専用便）のためのエネルギー消費が軽減する。
	D 混載便による消費エネルギー	書籍購読者と販売元の間で送受信されている書籍輸送（混載便）のためのエネルギー消費が軽減する。
⑤ 倉庫スペース	E 紙保管の際に消費するエネルギー	書籍等のペーパーレス化により、これまでの書籍等を保管するためのスペースが軽減し、オフィス等のエネルギーの消費が軽減する。
⑥ 電力・エネルギー消費量	F IT機器の使用時消費エネルギー	電子出版・電子ペーパーを実施する際に利用するIT機器の消費エネルギー。
⑦ NW データ通信量	G 情報通信量増加に伴うエネルギー	電子ペーパー化された情報がインターネット等を介し、オフィス外部等と送受信される際に消費増加する情報通信に係るエネルギー。

音楽配信		
構成要素	構成要素の対象	概要説明
① 物の消費量	A 代替される CD の製造時の消費エネルギー	音楽配信が実施されることで、これまで使用していた CD の利用が減少し、CD 製造に係るエネルギーが軽減する。
③ 物の移動量	B 専用便による CD 輸送時に消費されるエネルギー	音楽配信を実施することで、これまで CD を輸送していた専用便に係るエネルギーが軽減する。
	C 混載便による CD 輸送時に消費されるエネルギー	音楽配信を実施することで、これまで CD を輸送していた混載便に係るエネルギーが軽減する。
⑤ 倉庫スペース	D CD を保管する際に消費するエネルギー	音楽配信が実施されることで、これまで CD を保管していたキャビネットや店舗等のスペースが軽減する。
⑥ 電力・エネルギー消費量	E 音楽配信に用いる IT 機器の使用時消費エネルギー	音楽配信が実施されることで、音楽配信用サーバー等といった追加的に使用される IT 機器に係るエネルギーが増加する。
⑦ NW データ通信量	F 情報通信量増加に伴う消費エネルギー	音楽配信の実施に伴い消費が増加する情報通信量に係るエネルギー消費。

ソフト配信		
構成要素	構成要素の対象	概要説明
① 物の消費量	A 代替されるソフトの製造時の消費エネルギー	ソフト配信が実施されることで、これまで使用していた CD 等の媒体の利用が減少し、その製造に係るエネルギーが軽減する。
③ 物の移動量	B 専用便によるソフト輸送時に消費されるエネルギー	ソフト配信を実施することで、これまでソフトを輸送していた専用便に係るエネルギーが軽減する。
	C 混載便によるソフト輸送時に消費されるエネルギー	ソフト配信を実施することで、これまでソフトを輸送していた混載便に係るエネルギーが軽減する。
⑤ 倉庫スペース	D ソフトを保管する際に消費するエネルギー	ソフト配信が実施されることで、これまでソフトを保管していたキャビネットや店舗等のスペースが軽減する。
⑥ 電力・エネルギー消費量	E ソフト配信に用いる IT 機器の使用時消費エネルギー	ソフト配信が実施されることで、ソフト配信用サーバー等といった追加的に使用される IT 機器に係るエネルギーが増加する。
⑦ NW データ通信量	F 情報通信量増加に伴う消費エネルギー	ソフト配信の実施に伴い消費が増加する情報通信量に係るエネルギー消費。

オンラインショッピング		
構成要素	構成要素の対象	概要説明
① 物の消費量	A 商品製造に伴う消費エネルギー	オンラインショッピングが導入されることで、余剰な商品製造が減り、商品製造に伴うエネルギー消費が軽減する。
② 人の移動量	B 個別移動手段利用軽減効果	オンラインショッピングを実施することで、顧客による店舗への自家用車などの利用が回避され、それに伴うエネルギー消費が軽減する。
	C 公共移動手段利用軽減効果	オンラインショッピングを実施することで、顧客による鉄道やバスといった公共交通機関の利用が回避され、それに伴うエネルギー消費が軽減する。
③ 物の移動量	D 専用便による消費エネルギー	オンラインショッピングによる商品配送の際に利用される輸送（専用便）のためのエネルギー消費。
	E 混載便による消費エネルギー	オンラインショッピングによる商品配送の際に利用される輸送（混載便）のためのエネルギー消費。
⑤ 倉庫スペース	F 商品保管の際に消費するエネルギー	オンラインショッピング導入により、これまで使用していた商品保管スペースが軽減することで、保管のためのエネルギー消費が軽減する。
⑥ 電力・エネルギー消費量	G IT 機器の使用時の消費エネルギー	オンラインショッピングを実施する際に利用する IT 機器の消費エネルギー。
⑦ NW データ通信量	H 情報通信量増加に伴うエネルギー	オンラインショッピングにおける情報通信の増加に伴うエネルギー消費の増加。

信号機の LED 化		
構成要素	構成要素の対象	概要説明
① 物の消費量	A LED 化により消費軽減する信号機運営に係る消費エネルギー	信号機の LED 化を実施することで、これまで消費されていた信号機での無駄なエネルギー消費が軽減する。
⑥ 電力・エネルギー消費量	B 信号機の LED 化に用いる IT 機器の使用時の消費エネルギー	BEMS を実施する際に利用する IT 機器の消費エネルギー。

自動車（電気自動車を含む）の燃費改善		
構成要素	構成要素の対象	概要説明
⑥ 電力・エネルギー消費量	A 燃費改善により消費軽減するエネルギー	自動車の燃費を改善することで、車両の運行に伴うエネルギー消費が軽減する。
	B IT 機器の使用時の消費エネルギー	自動車の燃費改善を実施する際に利用する IT 機器の消費エネルギー

輸送手段（鉄道、航空、海運）の効率向上		
構成要素	構成要素の対象	概要説明
③ 物の移動量	A 専用便による消費エネルギー	輸送手段の効率向上策を実施することで、これまでの専用便による輸送が効率的となり、エネルギーが軽減する。
	B 混載便による消費エネルギー	輸送手段の効率向上策を実施することで、これまでの混載便による輸送が効率的となり、エネルギーが軽減する。
⑥ 電力・エネルギー消費量	C 輸送手段の効率向上により消費軽減するエネルギー	輸送手段の効率向上を実施することで、輸送実施に伴うエネルギー消費が軽減する。
	D IT 機器の使用時の消費エネルギー	輸送手段の効率向上を実施する際に利用する IT 機器の消費エネルギー

ITS（ETC/VICS/信号機の集中制御）		
構成要素	構成要素の対象	概要説明
② 人の移動量	A ITS による車両運行効率化効果	ITS を実施することで、自家用車などの利用が回避され、それに伴うエネルギー消費が軽減する。
④ オフィススペース	B ITS 導入に伴う業務効率化	ITS を導入することで、これまでの交通システムの負荷が軽減することで、関係スタッフの作業量を軽減することができる。（→関係者を見なしにて削減できる）
⑥ 電力・エネルギー消費量	C IT 機器の使用時の消費エネルギー	ITS を実施する際に利用する IT 機器の消費エネルギー
⑦ NW データ通信量	D 情報通信量増加に伴う消費エネルギー	ITS の導入に伴い消費が増加する情報通信量に係るエネルギー消費。

エコドライブ（自動車運転機器等含む）		
構成要素	構成要素の対象	概要説明
⑥ 電力・エネルギー消費量	A エコドライブにより消費軽減するエネルギー	エコドライブを実施することで、車両の運行に伴うエネルギー消費が軽減する。
	B IT 機器の使用時の消費エネルギー	エコドライブを実施する際に利用するIT機器の消費エネルギー

A.2 IT ソリューションによる効果算定式

第4部にて取り上げたITソリューションの効果算定式(詳細)を参考として、以下にITソリューションの効果の簡易算定式を掲載する。

照明、空調、モーター、発電機の高効率化

従来の照明、空調、モーター、発電機を高効率なものに置き換えることによって、エネルギー消費を削減する。

効果分類	効果の簡易計算式					参考原単位					
電力消費量 ギ-エネルギー	A: 機器の高効率化により消費軽減するエネルギー	=	高効率機器の導入台数	×	高効率機器導入による消費電力改善効率	×	高効率機器導入前の消費電力量	×	系統電力におけるCO2排出原単位	0.425 [kgCO2/kWh]	
オフィススペース	B: 機器の高効率化に伴う業務効率化	=	高効率機器による業務効率化により縮小するオフィススペース	×	単位面積当り消費エネルギーCO2排出原単位						76.0 [kgCO2/m2・年]
電力消費量 ギ-エネルギー	C: 機器の高効率化に用いるIT機器の使用時の消費エネルギー	=	高効率機器導入に用いるIT機器の導入台数	×	IT機器の消費電力量	×	系統電力におけるCO2排出原単位	0.425 [kgCO2/kWh]			

生産プロセスの効率化

従来の工場等の生産プロセスを無駄のないものにするによって、エネルギー消費を削減する。

効果分類	効果の簡易計算式					参考原単位				
消費物の	A: 物の製造に伴う消費エネルギー	=	物の消費量	×	物の製造に係るCO2排出原単位	---				
物の移動	B: 専用便による消費エネルギー	=	輸送される物の重量	×	1回の輸送に係る平均的な距離	×	輸送手段(自動車等)当りのCO2排出原単位	小型トラック: 0.226 [kgCO2/km]		
	C: 混載便による消費エネルギー	=	輸送される物の重量	×	1回の輸送に係る平均的な距離	×	輸送手段(トラック等)当りのCO2排出原単位	トラック: 0.049 [kgCO2/km] 鉄道: 0.006 [kgCO2/ton・km] 航空: 0.398 [kgCO2/ton・km]		
オフィススペース	D: 生産プロセスの効率改善に伴う業務効率化	=	生産プロセスによる業務効率化により縮小するオフィススペース	×	単位面積当りのCO2排出原単位	76.0 [kgCO2/m2・年]				
倉庫スペース	E: 倉庫スペースの軽減によるエネルギー消費軽減	=	生産プロセスにより縮小する倉庫スペース	×	単位面積当りのCO2排出原単位	46.2 [kgCO2/m2・年]				
電力消費量 ギ-エネルギー	F: 生産プロセスの効率化により消費軽減するエネルギー	=	生産プロセス管理・制御機器の台数	×	生産プロセスの効率改善率	×	改善前の消費電力量	×	系統電力におけるCO2排出原単位	0.425 [kgCO2/kWh]
	G: 生産プロセス効率化に用いるIT機器の使用時の消費エネルギー	=	プロセス改善に用いるIT機器の台数	×	プロセス改善実施時のIT機器の消費電力量	×	系統電力におけるCO2排出原単位	0.425 [kgCO2/kWh]		
通信量 通信量	H: 情報通信量増加に伴うエネルギー	=	情報通信量	×	情報通信に係るCO2排出原単位	0.0025 [kgCO2/Mbyte]				

BEMS

BEMSを実施することによって、オフィスビルにおけるエネルギー消費を削減する。

効果分類	効果の簡易計算式						参考原単位						
電力消費エネルギー	A: BEMS実施により消費軽減するエネルギー	=	BEMSのための管理・制御機器の普及台数	×	BEMS実施による省エネ効率	×	BEMS実施前の消費電力量	×	平均的な使用時間	×	系統電力におけるCO2排出原単位	0.425 [kgCO2/kWh]	
オフィススペース	B: BEMS導入に伴う業務効率化	=	縮小するオフィススペース	×	単位面積当り消費エネルギーCO2排出原単位							76.0 [kgCO2/m2・年]	
電力消費エネルギー	C: BEMSに用いるIT機器の使用時の消費エネルギー	=	BEMSに用いるIT機器の普及台数	×	BEMS実施時のIT機器の消費電力量	×	系統電力におけるCO2排出原単位						0.425 [kgCO2/kWh]

電子タグ・物流システム(SCM)

電子タグ・物流システムを導入することにより、物流事業の効率化が図られエネルギー消費が削減する。

効果分類	効果の簡易計算式						参考原単位						
消費の	A: 効率的な物流により消費軽減するエネルギー	=	物流量	×	返品等改善率	×	物に製造に係るCO2排出原単位						—
移動の	B: 専用便による消費エネルギー	=	輸送される荷物の重量	×	1回の輸送に係る平均的な距離	×	輸送手段(自動車等)当りのCO2排出原単位						トラック: 0.049 [kgCO2/ton・km] 鉄道: 0.006 [kgCO2/ton・km] 航空: 0.398 [kgCO2/ton・km]
オフィススペース	C: 混載便による消費エネルギー	=	輸送される荷物の重量	×	1回の輸送に係る平均的な距離	×	輸送手段(トラック等)当りのCO2排出原単位						トラック: 0.049 [kgCO2/ton・km] 鉄道: 0.006 [kgCO2/ton・km] 航空: 0.398 [kgCO2/ton・km]
	D: 業務効率化によるエネルギー消費軽減	=	SCMによる業務効率化により縮小するオフィススペース	×	単位面積当り消費エネルギーCO2排出原単位							76.0 [kgCO2/m2・年]	
倉庫スペース	E: 倉庫スペースの軽減によるエネルギー消費軽減	=	SCMによる業務効率化により縮小するオフィススペース	×	単位面積当り消費エネルギーCO2排出原単位							46.2 [kgCO2/m2・年]	
電力消費エネルギー	F: IT機器の使用時の消費エネルギー	=	IT機器台数	×	IT機器1台当りの消費電力量	×	系統電力におけるCO2排出原単位						0.425 [kgCO2/kWh]
データ通信量	G: 情報通信量増加に伴う消費エネルギー	=	情報通信量	×	情報通信に係るCO2排出原単位							0.0025 [kgCO2/Mbyte]	

ペーパーレスオフィス

ペーパーレスオフィスを導入することによって、紙製造や書籍輸送に伴うエネルギー消費等を削減する。

効果 分類	効果の簡易計算式				参考原単位			
消費の 物の移動	A: 代替される紙製造に伴う消費エネルギー	=	紙の消費量	×	紙製造に係るCO2排出原単位	1.28 [kgCO2/kg]		
物の移動	B: 専用便による消費エネルギー	=	輸送される紙重量	×	1回の輸送に係る平均的な距離	×	輸送手段(自動車等)当りのCO2排出原単位	小型トラック: 0.226 [kgCO2/km]
	C: 混載便による消費エネルギー	=	輸送される紙重量	×	1回の輸送に係る平均的な距離	×	輸送手段(トラック等)当りのCO2排出原単位	トラック: 0.049 [kgCO2/ton・km] 鉄道: 0.006 [kgCO2/ton・km] 航空: 0.398 [kgCO2/ton・km]
オフィス スペース	D: ペーパーレスオフィス導入による業務効率化	=	業務効率化により縮小するオフィススペース	×	単位面積当りのCO2排出原単位	76.0 [kgCO2/m2・年]		
倉庫 スペース	E: 紙保管の際に消費するエネルギー	=	紙保管のためのオフィススペース	×	単位面積当りのCO2排出原単位	46.2 [kgCO2/m2・年]		
消費の 物の移動	F: 電子データを再度印刷する際の消費エネルギー	=	再度印刷される紙枚数	×	印刷頻度	×	紙製造に係るCO2排出原単位	1.28 [kgCO2/kg]
消費の 電力	G: 情報通信量増加に伴うエネルギー	=	ペーパーレスオフィスIT機器普及量	×	IT機器の消費電力量	×	系統電力におけるCO2排出原単位	0.425 [kgCO2/kWh]
通信 データ	H: IT機器の使用時の消費エネルギー	=	情報通信量	×	情報通信に係るCO2排出原単位	0.0025 [kgCO2/Mbyte]		

業務へのITの導入

オフィス業務に対してIT機器を導入することに伴うエネルギー消費等を削減する。

効果 分類	効果の簡易計算式				参考原単位					
オフィス スペース	A: 業務へのIT導入に伴う業務効率化	=	業務へのIT導入による業務効率化により縮小するオフィススペース	×	単位面積当り消費エネルギーCO2排出原単位	76.0 [kgCO2/m2・年]				
電力 消費量	B: IT機器により消費軽減したエネルギー	=	IT機器の台数	×	省エネ効率	×	IT機器1台当りの消費電力量	×	系統電力におけるCO2排出原単位	0.425 [kgCO2/kWh]
電力 消費量	C: IT機器の使用時の消費エネルギー	=	IT機器台数	×	IT機器1台当りの消費電力量	×	系統電力におけるCO2排出原単位	0.4253 [kgCO2/kWh]		
通信 データ	D: 情報通信量増加に伴うエネルギー消費	=	情報通信量	×	情報通信に係るCO2排出原単位	0.0025 [kgCO2/Mbyte]				

テレワーク

家庭でオフィスワークを行うことによって、通勤時の移動に伴うエネルギー消費等を削減する。

効果 分類	効果の簡易計算式						参考原単位						
人の移動	A: 個別移動手段利用軽減効果	=	テレワーク実施者数	×	移動手段利用比率	×	テレワーク実施頻度	×	平均通勤距離	×	交通手段当りのCO2排出原単位	乗用車 : 0.047 [kgCO2/人・km]	
	B: 公共移動手段利用軽減効果	=	テレワーク実施者数	×	移動手段利用比率	×	テレワーク実施頻度	×	平均通勤距離	×	公共交通当りのCO2排出原単位	鉄道 : 0.005 [kgCO2/人・km] バス : 0.027 [kgCO2/人・km]	
オフィススペース	C: オフィスエネルギー消費軽減効果	=	テレワークにより不使用となるオフィス面積	×	単位面積当り消費エネルギーCO2排出原単位							76.0 [kgCO2/m2・年]	
電力・エネルギー消費量	D: IT機器の使用時の消費エネルギー	=	IT機器の台数	×	IT機器1台当りの消費電力量	×	系統電力におけるCO2排出原単位						0.425 [kgCO2/kWh]
	E: オフィスの代わりに消費されるエネルギー	=	テレワーク実施者数	×	テレワーク実施頻度	×	家電等の消費電力量	×	系統電力におけるCO2排出原単位				0.425 [kgCO2/kWh]
通信量	F: 情報通信量増加に伴うエネルギー消費	=	情報通信量	×	情報通信に係るCO2排出原単位							0.0025 [kgCO2/Mbyte]	

TV会議

TV会議を実施することによる、人の移動に伴うエネルギー消費等を削減する。

効果 分類	効果の簡易計算式						参考原単位						
人の移動	A: 個別移動手段利用軽減効果	=	TV会議参加者数	×	TV会議実施頻度	×	平均移動距離	×	交通手段当りのCO2排出原単位				乗用車 : 0.047 [kgCO2/人・km]
	B: 公共移動手段利用軽減効果	=	TV会議参加者数	×	TV会議実施頻度	×	平均移動距離	×	交通手段当りのCO2排出原単位				鉄道 : 0.005 [kgCO2/人・km] バス : 0.027 [kgCO2/人・km]
電力・エネルギー消費量	C: オフィスの代わりに消費されるエネルギー	=	TV会議実施者数	×	TV会議実施頻度	×	家電等の消費電力量	×	系統電力におけるCO2排出原単位				0.425 [kgCO2/kWh]
	D: IT機器の使用時の消費エネルギー	=	IT機器の台数	×	IT機器1台当りの消費電力量	×	系統電力におけるCO2排出原単位						0.425 [kgCO2/kWh]
通信量	E: 情報通信量増加に伴うエネルギー消費	=	情報通信量	×	情報通信に係るCO2排出原単位							0.0025 [kgCO2/Mbyte]	

遠隔医療

遠隔医療により、これまでの医師や患者の医療行為に対する移動等のエネルギー消費を削減する。

効果分類	効果の簡易計算式					参考原単位				
人の移動	A: 個別移動手段利用軽減効果	=	遠隔医療実施医師(患者)数	×	遠隔医療実施頻度	×	平均通勤距離	×	交通手段当りのCO2排出原単位	乗用車 : 0.047 [kgCO2/人・km]
	B: 公共移動手段利用軽減効果	=	遠隔医療実施医師(患者)数	×	遠隔医療実施頻度	×	平均通勤距離	×	交通手段当りのCO2排出原単位	鉄道 : 0.005 [kgCO2/人・km] バス : 0.0027 [kgCO2/人・km]
オフィス	C: 遠隔医療による業務効率化	=	業務効率化により縮小するオフィススペース	×	単位面積当りのCO2排出原単位					76.0 [kgCO2/m2・年]
電力消費エネルギー	D: 遠隔医療に用いるIT機器の使用時消費エネルギー	=	遠隔医療用IT機器の台数	×	遠隔医療用IT機器の消費電力量	×	系統電力におけるCO2排出原単位	0.425[kgCO2/kWh]		
通信量	E: 情報通信量増加に伴うエネルギー消費	=	情報通信量	×	情報通信に係るCO2排出原単位					0.0025 [kgCO2/Mbyte]

電子カルテ

電子カルテを行うことによって、紙の消費や紙の配送等に係るエネルギー消費を削減する。

効果分類	効果の簡易計算式					参考原単位				
物の消費	A: 代替される紙カルテの製造時消費エネルギー	=	患者1人当り紙消費量	×	患者数	×	紙製造に係るCO2排出原単位	1.28 [kgCO2/kg]		
スペース	B: 紙カルテを保管する際に消費するエネルギー	=	紙カルテの保管スペース	×	単位面積当り消費エネルギーCO2排出原単位	×	46.2 [kgCO2/m2・年]			
オフィス	C: 電子カルテ導入による業務効率化	=	電子カルテにより不使用となるオフィス面積	×	単位面積当り消費エネルギーCO2排出原単位	×	76.0 [kgCO2/m2・年]			
電力消費エネルギー	D: 電子カルテに用いるIT機器の使用時消費エネルギー	=	電子カルテ用IT機器の台数	×	電子カルテ用IT機器の消費電力量	×	系統電力におけるCO2排出原単位	0.425[kgCO2/kWh]		
物の消費	E: 電子カルテを再度印刷する時の消費エネルギー	=	再度印刷される枚数	×	紙製造に係るCO2排出原単位	×	1.28 [kgCO2/kg]			

電子入札

電子入札を行うことによって、紙の消費や紙の配送等に係るエネルギー消費を削減する。

効果分類	効果の簡易計算式				参考原単位			
物の消費	A: 代替される入札資料等の製造時消費エネルギー	=	入札書類1回当り紙消費量	×	入札実施回数	×	紙製造に係るCO2排出原単位	1.28 [kgCO2/kg]
オフィススペース	B: 電子入札導入による業務効率化	=	電子入札により不使用となるオフィス面積	×	単位面積当り消費エネルギーCO2排出原単位	76.0 [kgCO2/m2・年]		
倉庫スペース	C: 入札資料を保管する際に消費するエネルギー	=	入札書類の保管スペース	×	単位面積当り消費エネルギーCO2排出原単位	46.2 [kgCO2/m2・年]		
物の消費	D: 電子入札資料を再度印刷する時の消費エネルギー	=	再度印刷される入札書類枚数	×	紙製造に係るCO2排出原単位	1.28 [kgCO2/kg]		
電力エネルギー消費量	E: 電子入札に用いるIT機器の使用時消費エネルギー	=	電子入札用IT機器の台数	×	電子入札用IT機器の消費電力量	×	系統電力におけるCO2排出原単位	0.425[kgCO2/kWh]
通信量	F: 情報通信量増加に伴う消費エネルギー	=	情報通信量	×	情報通信に係るCO2排出原単位	0.0025 [kgCO2/Mbyte]		

電子申請

電子申請を行うことによって、紙の消費や紙の配送等に係るエネルギー消費を削減する。

効果分類	効果の簡易計算式				参考原単位			
物の消費	A: 代替される申請資料等の製造時消費エネルギー	=	申請書類1回当り紙消費量	×	申請回数	×	紙製造に係るCO2排出原単位	1.28 [kgCO2/kg]
倉庫スペース	B: 申請資料を保管する際に消費するエネルギー	=	申請書類の保管スペース	×	単位面積当り消費エネルギーCO2排出原単位	46.2 [kgCO2/m2・年]		
オフィススペース	C: 電子申請導入による業務効率化	=	電子申請により不使用となるオフィス面積	×	単位面積当り消費エネルギーCO2排出原単位	76.0 [kgCO2/m2・年]		
物の消費	D: 電子申請資料を再度印刷する時の消費エネルギー	=	再度印刷される入札書類枚数	×	紙製造に係るCO2排出原単位	1.28 [kgCO2/kg]		
電力エネルギー消費量	E: 電子申請に用いるIT機器の使用時消費エネルギー	=	電子入札用IT機器の台数	×	電子入札用IT機器の消費電力量	×	系統電力におけるCO2排出原単位	0.425 [kgCO2/kWh]
通信量	F: 情報通信量増加に伴う消費エネルギー	=	情報通信量	×	情報通信に係るCO2排出原単位	0.0025 [kgCO2/Mbyte]		

HEMS

HEMSを実施することによって、家庭におけるエネルギー消費を削減する。

効果分類	効果の簡易計算式					参考原単位				
電力消費量	A: HEMS実施により消費軽減するエネルギー	=	HEMSのための管理・制御機器の普及台数	×	HEMS実施による省エネ効率	×	HEMS実施前の1台当り消費電力量	×	系統電力におけるCO2排出原単位	0.363 [kgCO2/kWh]
オフィススペース	B: HEMS導入に伴う業務効率化	=	縮小するオフィススペース	×	単位面積当り消費エネルギー-CO2排出原単位					
電力消費量	C: HEMSに用いるIT機器の使用時の消費エネルギー	=	HEMSに用いるIT機器の台数	×	HEMS実施時のIT機器の消費電力量	×	系統電力におけるCO2排出原単位	0.425 [kgCO2/kWh]		

電子マネー

電子マネーを行うことによって、紙幣・貨幣製造に係るエネルギー消費を削減する。

効果分類	効果の簡易計算式					参考原単位				
物の消費	A: 紙幣・貨幣等の製造時消費エネルギー	=	紙幣・貨幣発行量	×	紙幣・貨幣製造に係るCO2排出原単位	---				
物の移動	B: 専用便による消費エネルギー	=	輸送される紙重量	×	1回の輸送に係る平均的な距離	×	輸送手段(自動車等)当りのCO2排出原単位	小型トラック: 0.226 [kgCO2/km]		
	C: 混載便による消費エネルギー	=	輸送される紙重量	×	1回の輸送に係る平均的な距離	×	輸送手段(トラック等)当りのCO2排出原単位	トラック: 0.049 [kgCO2/ton・km] 鉄道: 0.006 [kgCO2/ton・km] 航空: 0.398 [kgCO2/ton・km]		
倉庫スペース	D: 紙幣・貨幣を保管する際に消費するエネルギー	=	紙幣・貨幣の保管スペース	×	単位面積当り消費エネルギー-CO2排出原単位	46.2 [kgCO2/m2・年]				
オフィススペース	E: 電子マネー導入による業務効率化	=	電子マネーにより不使用となるオフィス面積	×	単位面積当り消費エネルギー-CO2排出原単位	76.0 [kgCO2/m2・年]				
電力消費量	F: 電子マネーに用いるIT機器の使用時消費エネルギー	=	電子マネー用IT機器の台数	×	電子マネー用IT機器の消費電力量	×	系統電力におけるCO2排出原単位	0.425 [kgCO2/kWh]		
データ通信量	G: 情報通信量増加に伴う消費エネルギー	=	電子マネーシステムに係る情報通信量	×	情報通信に係るCO2排出原単位	0.0025 [kgCO2/Mbyte]				

電子出版・電子ペーパー

電子出版・電子ペーパーを導入することによって、紙製造や書籍輸送に伴うエネルギー消費等を削減する。

効果分類	効果の簡易計算式				参考原単位		
消費の	A: 代替される紙製造に伴う消費エネルギー	= 紙の消費量	×	紙製造に係るCO2排出原単位	1.28 [kgCO2/kg]		
物の移動	B: 専用便による消費エネルギー	= 輸送される紙重量	×	1回の輸送に係る平均的な距離	×	輸送手段(自動車等)当りのCO2排出原単位	小型トラック: 0.226 [kgCO2/km]
	C: 混載便による消費エネルギー	= 輸送される紙重量	×	1回の輸送に係る平均的な距離	×	輸送手段(トラック等)当りのCO2排出原単位	トラック: 0.049 [kgCO2/ton・km] 鉄道: 0.006 [kgCO2/ton・km] 航空: 0.398 [kgCO2/ton・km]
スペース	D: 紙保管の際に消費するエネルギー	= 紙保管のためのオフィススペース	×	単位面積当りのCO2排出原単位		46.2 [kgCO2/m2・年]	
消費の	E: 電子データを再度印刷する際の消費エネルギー	= 再度印刷される紙枚数	×	印刷頻度	×	紙製造に係るCO2排出原単位	1.28 [kgCO2/kg]
IT機器消費	F: IT機器の使用時の消費エネルギー	= IT機器の台数	×	IT機器1台当りの消費電力量	×	系統電力におけるCO2排出原単位	0.425 [kgCO2/kWh]
通信データ	G: 情報通信量増加に伴うエネルギー	= 情報通信量	×	情報通信に係るCO2排出原単位		0.0025 [kgCO2/Mbyte]	

音楽配信

音楽配信を行うことによって、紙の消費や紙の配送等に係るエネルギー消費を削減する。

効果分類	効果の簡易計算式				参考原単位		
物の消費	A: 代替されるCDの製造時の消費エネルギー	= 音楽CDの普及量	×	CD製造に係るCO2排出原単位		0.25 [kgCO2/枚]	
物の移動量	B: 専用便によるCD輸送時に消費されるエネルギー	= 音楽CDに係る平均輸送距離	×	配送される音楽CDの量	×	専用便によるCO2排出原単位	小型トラック: 0.226 [kgCO2/km]
	C: 混載便によるCD輸送時に消費されるエネルギー	= 音楽CDに係る平均輸送距離	×	配送される音楽CDの量	×	混載便によるCO2排出原単位	トラック: 0.049 [kgCO2/ton・km] 鉄道: 0.005 [kgCO2/ton・km] 航空: 0.398 [kgCO2/ton・km]
スペース	D: CDを保管する際に消費するエネルギー	= 音楽CDに係る保管スペース	×	単位面積当り消費エネルギー		CO2排出原単位	46.2 [kgCO2/m2・年]
電力消費	E: 音楽配信に用いるIT機器の使用時の消費エネルギー	= 音楽配信用IT機器の台数	×	音楽配信用IT機器の消費電力量	×	系統電力におけるCO2排出原単位	0.425 [kgCO2/kWh]
通信データ	F: 情報通信量増加に伴う消費エネルギー	= 音楽配信に係る情報通信量	×	情報通信に係るCO2排出原単位		0.0025 [kgCO2/Mbyte]	

ソフト配信

ソフト配信を行うことによって、ソフト媒体や紙等の消費・配送等に係るエネルギー消費を削減する。

効果分類	効果の簡易計算式				参考原単位			
物の消費	A: 代替されるソフトの製造時の消費エネルギー	=	ソフト媒体の普及量	×	CD製造に係るCO2排出原単位	0.25 [kgCO2/枚]		
スペース	B: ソフトを保管する際に消費するエネルギー	=	ソフト媒体に係る保管スペース	×	単位面積当たり消費エネルギーCO2排出原単位	46.2 [kgCO2/m ² ・年]		
物の移動量	C: 専用便によるソフト輸送時に消費されるエネルギー	=	ソフト媒体に係る平均輸送距離	×	配送されるソフトCDの量	×	専用便によるCO2排出原単位	小型トラック: 0.226 [kgCO2/km]
	D: 混載便によるソフト輸送時に消費されるエネルギー	=	ソフト媒体に係る平均輸送距離	×	配送されるソフトCDの量	×	混載便によるCO2排出原単位	トラック: 0.049 [kgCO2/ton・km] 鉄道: 0.006 [kgCO2/ton・km] 航空: 0.398 [kgCO2/ton・km]
電力・エネルギー消費量	E: ソフト配信に用いるIT機器の使用時消費エネルギー	=	ソフト配信用IT機器の台数	×	ソフト配信用IT機器の消費電力量	×	系統電力におけるCO2排出原単位	0.425 [kgCO2/kWh]
通信データ	F: 情報通信量増加に伴う消費エネルギー	=	ソフト配信に係る情報通信量	×	情報通信に係るCO2排出原単位		0.0025 [kgCO2/Mbyte]	

オンラインショッピング

オンラインショッピングを導入することによって、商品配送等に伴うエネルギー消費等を削減する。

効果分類	効果の簡易計算式				参考原単位					
消費の	A: 商品製造に伴う消費エネルギー	=	商品製造に係る消費エネルギー	×	商品製造に係るCO2排出原単位	1.28 [kgCO2/kg]				
スペース	B: 商品保管の際に消費するエネルギー	=	商品保管のためのオフィススペース	×	単位面積当たりのCO2排出原単位	46.2 [kgCO2/m ² ・年]				
人の移動	C: 個別移動手段利用軽減効果	=	オンラインショッピング参加者数	×	実施頻度	×	ショッピング時の平均移動距離(乗用車)	×	交通手段当りのCO2排出原単位	乗用車: 0.047 [kgCO2/人・km]
	D: 公共移動手段利用軽減効果	=	オンラインショッピング参加者数	×	実施頻度	×	ショッピング時の平均通勤距離(公共機関)	×	交通手段当りのCO2排出原単位	鉄道: 0.005 [kgCO2/人・km] バス: 0.027 [kgCO2/人・km]
物の移動	E: 専用便による消費エネルギー	=	専用便にて輸送される商品重量	×	1回の輸送に係る平均的な距離	×	輸送手段(自動車等)当りのCO2排出原単位		トラック: 0.049 [kgCO2/ton・km] 鉄道: 0.006 [kgCO2/ton・km] 航空: 0.398 [kgCO2/ton・km]	
	F: 混載便による消費エネルギー	=	混載便にて輸送される商品重量	×	1回の輸送に係る平均的な距離	×	輸送手段(トラック等)当りのCO2排出原単位		トラック: 0.049 [kgCO2/ton・km] 鉄道: 0.006 [kgCO2/ton・km] 航空: 0.398 [kgCO2/ton・km]	
電力・エネルギー消費量	G: IT機器の使用時の消費エネルギー	=	オンラインショッピング用IT機器普及量	×	IT機器の消費電力量	×	系統電力におけるCO2排出原単位	0.425 [kgCO2/kWh]		
通信データ	H: 情報通信量増加に伴うエネルギー	=	情報通信量	×	情報通信に係るCO2排出原単位		0.0025 [kgCO2/Mbyte]			

信号機のLED化

信号機をLEDにすることで、従来の信号運営に係るエネルギー消費を削減する。

効果 分類	効果の簡易計算式					参考原単位				
モノの消費	A: LED化により消費軽減する信号機運営に係る消費エネルギー	=	LED化される信号機の台数	×	LED化によるエネルギー軽減率	×	LED化実施前の消費電力量	×	系統電力におけるCO2排出原単位	0.425 [kgCO2/kWh]
電力消費エネルギー	B: 信号機のLED化に用いるIT機器の使用時の消費エネルギー	=	信号機LED化に伴い追加用いるIT機器の導入台数	×	IT機器の消費電力量	×	系統電力におけるCO2排出原単位			0.425 [kgCO2/kWh]

自動車(電気自動車を含む)の燃費改善

自動車の燃費を改善することで、従来の自動車利用に係るエネルギー消費等を削減する。

効果 分類	効果の簡易計算式					参考原単位				
電力消費エネルギー	A: 燃費改善により消費軽減するエネルギー	=	燃費改善機能搭載車両台数	×	改善効率	×	平均走行距離	×	交通手段当りのCO2排出原単位	乗用車 : 0.047 [kgCO2/人・km] バス : 0.027 (kgCO2/人・km)
電力消費エネルギー	B: IT機器の使用時の消費エネルギー	=	IT機器の台数	×	IT機器1台当りの消費電力量	×	系統電力におけるCO2排出原単位			0.425 [kgCO2/kWh]

輸送手段(鉄道、航空、海運)の効率向上

輸送手段(鉄道、航空、海運)を効率的にすることで、従来運行に伴うエネルギー消費等を削減する。

効果分類	効果の簡易計算式					参考原単位				
電力消費エネルギー	A: 輸送手段の効率向上により消費軽減するエネルギー	=	効率改善実施車両台数	×	改善効率	×	平均走行距離	×	交通手段当りのCO2排出原単位	乗用車 : 0.047 [kgCO2/人・km] バス : 0.027 [kgCO2/人・km]
物の移動	B: 専用便による消費エネルギー	=	輸送される荷物の重量	×	1回の輸送に係る平均的な距離	×	輸送手段(自動車等)当りのCO2排出原単位		小型トラック : 0.226 [kgCO2/km]	
	C: 混載便による消費エネルギー	=	輸送される荷物の重量	×	1回の輸送に係る平均的な距離	×	輸送手段(トラック等)当りのCO2排出原単位		トラック : 0.049 [kgCO2/ton・km] 鉄道 : 0.006 [kgCO2/ton・km] 航空 : 0.398 [kgCO2/ton・km]	
電力消費エネルギー	D: IT機器の使用時の消費エネルギー	=	IT機器の台数	×	IT機器1台当りの消費電力量	×	系統電力におけるCO2排出原単位		0.425 [kgCO2/kWh]	

ITS(ETC、VICS、信号機の集中制御)

ITSを実施することによって、交通分野における多くのエネルギー消費が軽減する。

効果分類	効果の簡易計算式					参考原単位			
人の移動	A: ITSによる車両運行効率化効果	=	車両台数	×	ITSにより軽減する走行距離	×	交通手段当りのCO2排出原単位		乗用車 : 0.047 [kgCO2/人・km] バス : 0.027 [kgCO2/人・km]
オフィススペース	B: ITS導入に伴う業務効率化	=	ITS導入に伴う業務効率	×	単位面積当り消費エネルギーCO2排出原単位				76.0 [kgCO2/m2・年]
電力消費エネルギー	C: IT機器の使用時の消費エネルギー	=	IT機器の台数	×	IT機器1台当りの消費電力量	×	系統電力におけるCO2排出原単位		0.425 [kgCO2/kWh]
通信量	D: 情報通信量増加に伴う消費エネルギー	=	ITSに係る情報通信量	×	情報通信に係るCO2排出原単位				0.0025 [kgCO2/Mbyte]

エコドライブ

エコドライブの導入により、従来の自動車運行によるエネルギー消費等を削減する。

効果 分類	効果の簡易計算式					参考原単位				
電力消費エネルギー	A:エコドライブにより消費軽減するエネルギー	=	エコドライブ機能搭載車両台数	×	エコドライブ効率	×	平均走行距離	×	交通手段当りのCO2排出原単位	乗用車 : 0.047 [kgCO2/人・km] バス : 0.027 (kgCO2/人・km)
電力消費エネルギー	B:IT機器の使用時の消費エネルギー	=	IT機器の台数	×	IT機器1台当りの消費電力量	×	系統電力におけるCO2排出原単位			0.425 [kgCO2/kWh]

A.3 参考事例

by IT の効果全体を予測した例としては、第 1 部 3 章で示した経済産業省「グリーン IT 研究会」とグリーン IT 推進協議会による 2008 年 4 月の試算に加え、全米における温室効果ガス排出削減効果試算として、Smart 2020 による報告がある。

企業名： Smart 2020	タイトル： Smart Building										
概要：2020 年のアメリカにおける、エネルギー消費効率が高いビルを実現するデザインとテクノロジーの効果予測											
<div style="text-align: center;"> <h2>Summary of Smart Building opportunity</h2> <h3>What ICT can do</h3> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">U.S. reduction potential in 2020</th> <th style="width: 35%;">Description</th> <th style="width: 35%;">Example</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> MMT of CO₂ 2.7-3.6¹ 50% Smart Building design </td> <td> - Design buildings that have minimal, or even negative, energy consumption </td> <td> - Simulation and modeling design software: building size, lighting, choice of material, air flow and HVAC sizing - Building Information Modeling (BIM) </td> </tr> <tr> <td> 50% Smart Building technology </td> <td> - Optimize energy consumption of an entire building in real-time based on inputs from occupants, local utilities and outdoor weather </td> <td> - Smart appliances - Smart sensors and controls - Building Management Systems (BMS) - Smart meters - Decision making software </td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Breakdown of ICT-enabled CO₂ reduction potential</p> <h3>2020 年の CO₂ 削減効果</h3> <p>エネルギー効率の高い建築物の実現による、2020 年の温室効果ガス排出削減効果を予測。</p> <ul style="list-style-type: none"> 「スマート・ビルディング・デザイン」：エネルギー消費を最小限に抑える建築物のデザイン 「スマート・ビルディング・テクノロジー」：建物全体のエネルギー消費をリアルタイムで最適化する技術 </div>			U.S. reduction potential in 2020	Description	Example	MMT of CO₂ 2.7-3.6 ¹ 50% Smart Building design	- Design buildings that have minimal, or even negative, energy consumption	- Simulation and modeling design software: building size, lighting, choice of material, air flow and HVAC sizing - Building Information Modeling (BIM)	50% Smart Building technology	- Optimize energy consumption of an entire building in real-time based on inputs from occupants, local utilities and outdoor weather	- Smart appliances - Smart sensors and controls - Building Management Systems (BMS) - Smart meters - Decision making software
U.S. reduction potential in 2020	Description	Example									
MMT of CO₂ 2.7-3.6 ¹ 50% Smart Building design	- Design buildings that have minimal, or even negative, energy consumption	- Simulation and modeling design software: building size, lighting, choice of material, air flow and HVAC sizing - Building Information Modeling (BIM)									
50% Smart Building technology	- Optimize energy consumption of an entire building in real-time based on inputs from occupants, local utilities and outdoor weather	- Smart appliances - Smart sensors and controls - Building Management Systems (BMS) - Smart meters - Decision making software									
評価条件	プラス	マイナス									
2020 年のアメリカ全体の効果	2.7～3.6 億 t-CO ₂ の削減を予測										
出所等： http://www.smart2020.org/											

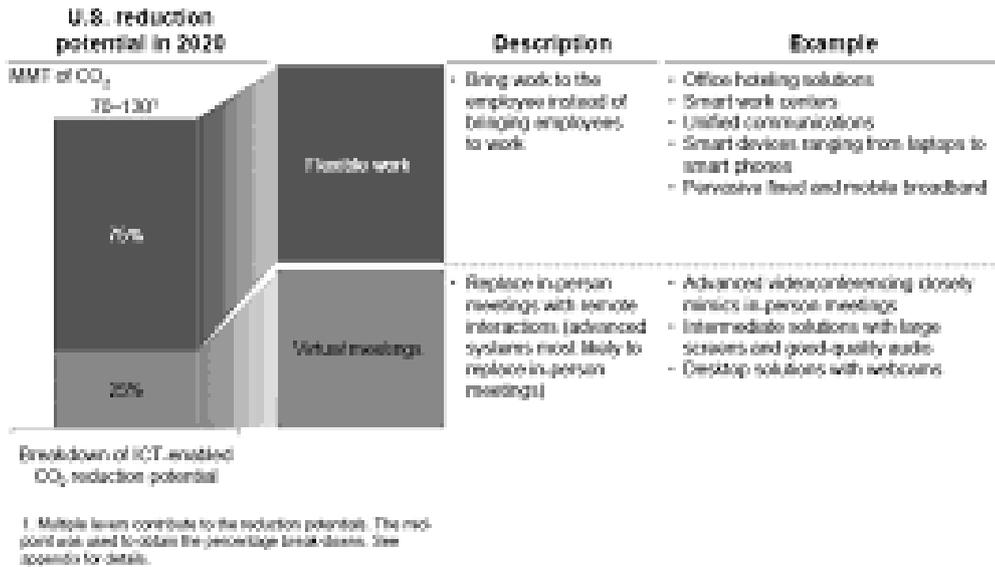
企業名： Smart 2020

タイトル： Travel Substitution

概要： 2020年時点のアメリカにおけるテレワーク・TV会議効果予測

Summary of Travel Substitution opportunity

What ICT can do



導入効果予測

- 「フレキシブル・ワーク」：従業員が出勤する代わりに自宅等で作業
- 「バーチャル・ミーティング」：遠隔地間会議

評価条件	プラス	マイナス
2020年時のアメリカ全体の効果	7000万～1.3億 t-CO ₂ /年の削減効果を予測	
出所等： http://www.smart2020.org/		

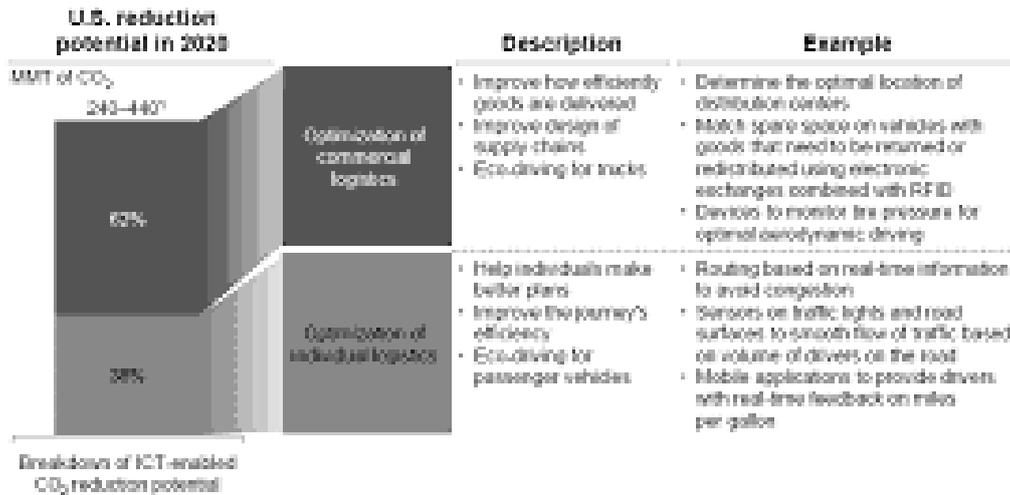
企業名： Smart 2020

タイトル： Road Transportation

概要： 2020 年のアメリカにおける物流最適化の効果予測

Summary of Road Transportation opportunity

What ICT can do



1. Multiple levers contribute to the reduction potentials. The mid-point was used to obtain the percentage break-downs. See appendix for details.

導入効果予測

商業物流全体と個人の移動全体の最適化により、240～440 MMT-CO2 削減ポテンシャル。サプライチェーンのデザインなどを含む。

評価条件

2020 年のアメリカ全体の物流における効果

プラス

2.4～4.4 億 t-CO2 の削減効果を予測

マイナス

出所等： <http://www.smart2020.org/>

第5部 企業貢献度評価手法検討

1. 調査の背景

わが国の温室効果ガス排出量の推移を図 5.1-1 に示す。平成 19 年度（2007 年度）時点では、京都議定書で定められた基準年度と比べ温室効果ガス排出量は増加しており、平成 18 年度（2006 年度）比較でも増加している。具体的には平成 19 年度の温室効果ガス排出量は 13 億 7430 万 t-CO₂、基準年度は 12 億 6130 万 t-CO₂、平成 18 年度は 13 億 4210 万 t-CO₂ である。つまり、平成 19 年度時点で基準年度よりも 9.0%増加、前年度よりも 2.4%増加している。

次に部門別のエネルギー起源 CO₂ 排出量の推移を図 5.1-2 に示す。総排出量では基準年度比 14.0%増加している。部門別では、産業部門、工業プロセスにおいて基準年度と比較しそれぞれ 2.3%、13.8%減少している一方、運輸部門、業務その他部門（以下、民生部門と呼ぶこととする。）家庭部門、廃棄物部門で増加している。特に、民生部門、家庭部門ではそれぞれ 43.9%、41.7%と大幅に増加している。京都議定書で定められた日本の削減率である 6%に鑑みれば、全ての部門で現状から大幅な CO₂ 排出量の削減が求められることは明らかである。製品・サービスにおいて発生する CO₂ の大半を占める製造時および使用時に着目すると、増加が著しい民生・家庭部門においては使用時の省エネ化が求められ、産業部門には製造時の省エネ化が求められることになる。産業部門には当然のことながらセットメーカー以外の部品メーカーや素材メーカーも含まれていることから、製造時の省エネには組立てにおける省エネ化だけでなく、部品や素材の製造における省エネ化も含んでいることを補足しておく。

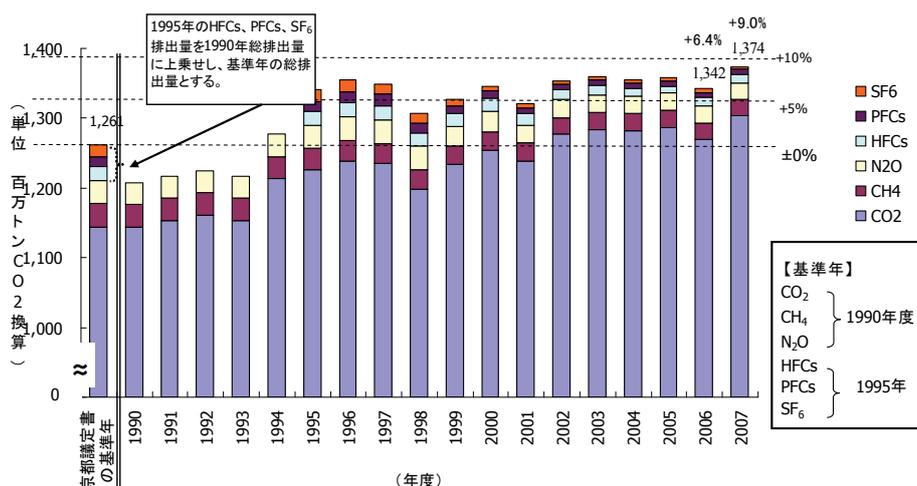


図 5.1-1：わが国の温室効果ガス排出量の推移¹¹⁷

¹¹⁷出典：温室効果ガス排出・吸収目録

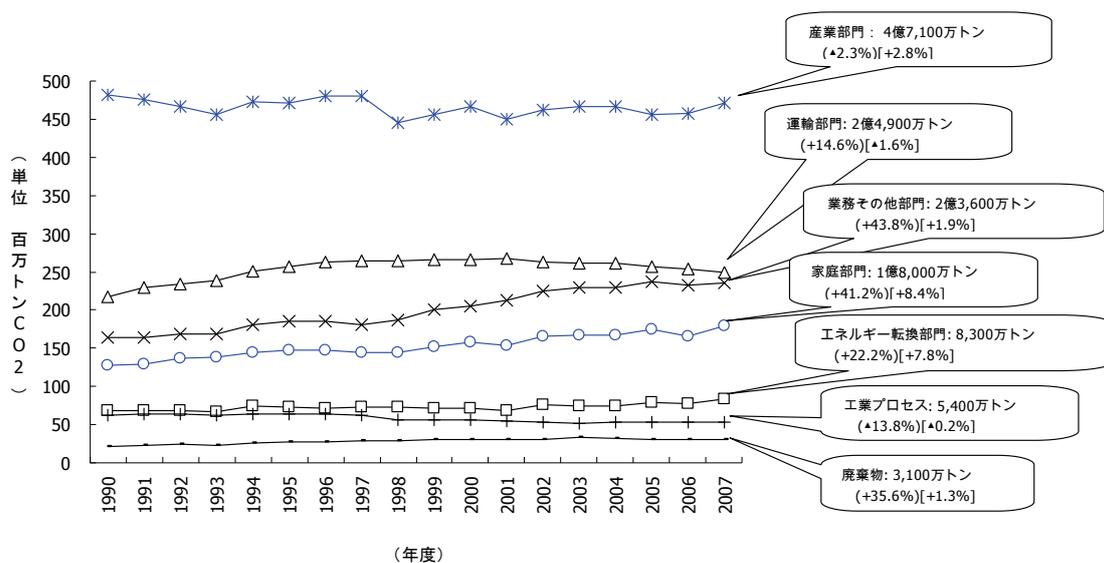


図 5.1-2 : 部門別 CO2 排出量の推移¹¹⁸

図 5.1-3 は電気・電子業界における製造時の CO2 排出量の推移である。先に示した通り、産業部門全体では基準年度と比べ、CO2 排出量は減少しているが、電子デバイス部門の CO2 排出量は大幅な増加傾向にある。一方、組立分野の CO2 排出量はほぼ横ばいである。近年普及が進む省エネ型製品・サービスの増産により特に電子デバイス部門の CO2 排出量が増加していると考えられる。つまり、民生・家庭部門における省エネ対策の一つである省エネ型製品の普及に伴い、その製造に係わる一部の部門において CO2 排出量が増加するといったトレードオフが生じているといえる。

¹¹⁸ 出典：温室効果ガス排出・吸収目録

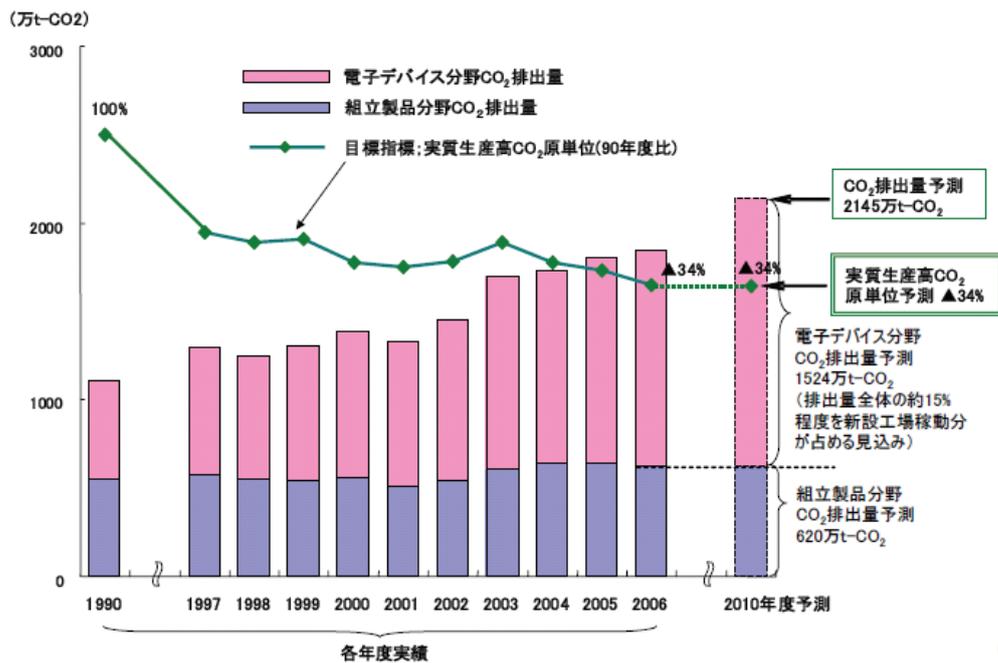


図 5.1-3: 電機・電子業界の実質生産高 CO₂ 原単位(1990 年度比)と分野別 CO₂ 排出量

以上から、わが国の今後の温暖化対策を推進する上で重要となる省エネ型製品・サービスの普及・促進に向けては、使用時の省エネ効果に対する部品・素材メーカ等を含めた製造に係わるプレイヤーの貢献度を明らかにする手法が必要であると考えます。その手法が、省エネ型製品・サービスの普及促進に向けたインセンティブとなることを目的とする。

2. 省エネ貢献度評価手法の考え方

以上のような背景の基に、省エネ貢献度評価手法の開発を行った。以下、省エネ貢献度評価手法の考え方について述べる。

2.1 of IT と by IT

ここまで述べてきた通り、CO₂ 排出量が増加の一途を辿る民生・家庭部門における温暖化対策の一つとして、省エネ型製品・サービスの普及促進や製品・サービスの利用による使用時の省エネ効果が求められる。これらの省エネ効果は製品・サービスの省エネ化である of IT と製品・サービスの利用による省エネ化である by IT に分類できる。以下、それぞれについて述べることとする。

2.1.1 of IT

製品・サービスの使用や利用により、使用段階において環境負荷が生じる。この使用段階における製品・サービス自身の省エネを of IT と呼ぶ。

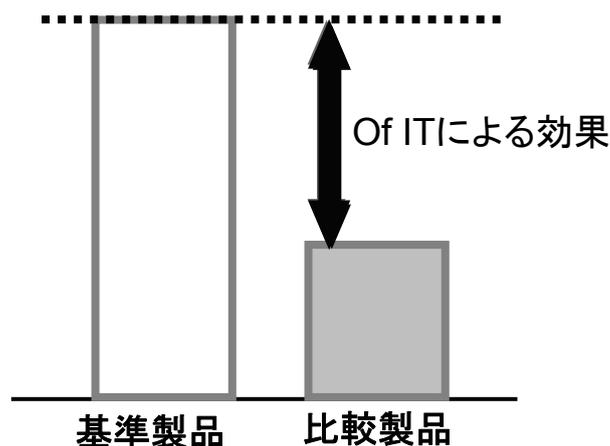


図 5.2-1 : of IT による省エネ効果のイメージ

of IT の事例として、具体的に以下に記す。

①電球の省エネ化

電球形蛍光ランプにより白熱電球と比べ使用時の消費電力量が削減される。

②液晶テレビの省エネ化

新型の液晶テレビにおいて、バックライトの LED 化や輝度合制御などにより液晶テレビの使用時の消費電力量が削減される。

③データセンタの省エネ化

データセンタはサーバ等の IT 機器や空調等のファシリティから構成される。省エネ型の IT 機器や空調の導入、さらにはそれらの配置の工夫により省エネが達成される。

このように、「従来製品・サービスそのものの改良により、使用時の環境負荷が削減されること」が of IT による省エネ効果である。なお、全ての製品・サービスにおいて、何らかの比較対象を設定すれば、of IT の省エネ効果は生じることとなる。

2.1.2 by IT

製品・サービスの使用や利用により、ライフサイクル全体において環境負荷が生じる。新たな製品・サービスにより既存の製品・サービスが不要になり、そのことで環境負荷が削減される。このように、製品・サービスの利用による省エネを by IT と呼ぶ。なお、ここでいう「使用時の環境負荷が削減される」とは、削減される従来の製品・サービスの環境負荷と、一方新たな製品・サービスの利用により増加する使用時の環境負荷の差分で表される。

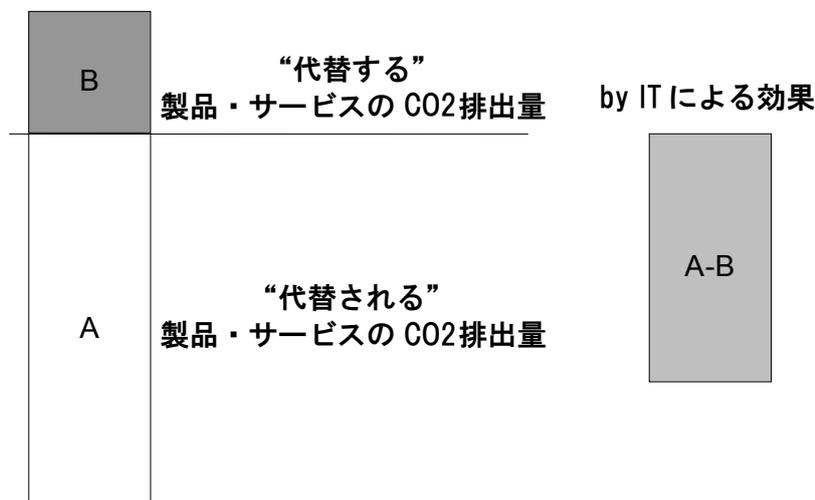


図 5.2-2 : by IT による省エネ効果のイメージ

by IT の事例として、具体的に以下に記す。

①ペーパーレス会議

従来の紙媒体を用いた会議において、IT 機器を導入することにより紙媒体の使用を中止する。これにより、紙の製造時の環境負荷および印刷機の製造・使用時の環境負荷が削減される。一方で IT 機器の利用による環境負荷が生じる。これらの差分だけ使用時の環境負荷が削減される。

②音楽配信

従来の CD を記憶媒体とした場合と比べ、CD の製造時の環境負荷や、販売店等への輸送による環境負荷が減少する。一方、音楽情報の配信に伴い、IT 機器や NW の利用による環境負荷が生じる。これらの差分だけ使用時の環境負荷が削減される。

③太陽光発電

従来の火力発電等と比べ、発電用燃料による環境負荷や発電施設の建設による環境負荷などが削減される。一方、太陽光発電システムの制御等による環境負荷が生じる。この差分だ

け使用時の環境負荷が削減される。

2.2 配分手法の種類

省エネ量への貢献度として、以下に示す3手法を検討した（表 5.2-1）。

表 5.2-1: 配分手法の種類

配分方法			メリット	デメリット
案1	パネル法配分	専門化へのアンケートにより配分割合を決定	・製品の省エネ技術に精通した専門家によるアンケートにより、省エネ量への貢献度を反映しやすい。	・回答者により、ばらつきがでる。 ・アンケート方法により回答結果が変わる。
案2	付加価値配分	製品の付加価値の比率により配分割合を決定	・定量的なデータによる配分であるため、客観性が高い。	・製品の付加価値と省エネとの相関性がない。
案3	LCA 配分	製造時の CO2 排出量により配分割合を決定	・定量的なデータによる配分であるため、客観性が高い。 ・製品、サービスの提供により発生する CO2 排出量は、製品の存在に対する貢献を表す一つの指標となり得る。	・of IT において、製造時の CO2 排出量と使用時の省エネ量の相関性が低い。 ・データ収集の正確性が求められる。

(1) パネル法配分

専門家へのアンケートにより省エネ量への貢献度の配分比率を決定する方法である。省エネに精通した専門家へのアンケートであるため、どの技術、プレイヤーが省エネに貢献したのかを、省エネ量の配分比率に反映しやすいメリットがある。一方、回答者の主観が入ること、配分比率が回答者によって異なるといったデメリットがある。

(2) 付加価値配分

製品の付加価値により省エネ量への貢献度の配分比率を決定する方法である。定量的なデータによる配分手法であるため、客観性が高い。一方、データ入手が困難である点や付加価値と省エネとの関連性がない点がデメリットである。

(3) LCA 配分

製造時の環境負荷により省エネ量への貢献度の配分比率を決定する方法である。定量的なデータによる配分であるため、客観性が高い。また製品、サービスの提供により発生する CO2 排出量は、製品の存在に対する貢献を表す一つの指標となり得ると考える。一方、LCA データの収集の正確性により貢献度が大きく異なることが予想される点や、of IT において、製造時の CO2 排出量と使用時の省エネ量の相関性が低いといったデメリットがある。

今回は、以上のメリット、デメリットを考慮し、省エネ量との相関性が高い、パネル法を採用し、ケーススタディを行うことにした。

2.3 of IT における評価手法の考え方

of IT における貢献度評価手法の考え方は、委員会で多くの議論を交わしたが一つの結論に至ることはできなかった。そのため、ここでは検討した評価手法を2案提示することとする。評価手法Ⅰは、広義に低炭素社会への貢献を考えた場合、評価手法Ⅱは、狭義に直接的な省エネへの貢献を考えた場合である。

2.3.1 評価手法Ⅰ

省エネ効果に対する貢献度の配分対象を「方式開発」、「改善」、「全構成要素」とするものである。

(1) 各用語の定義

各用語の定義は表 5.2-2 に示す通りである。

表 5.2-2: 方式開発、改善、全構成要素

用語	定義
方式開発	省エネ達成に方式の変更など大きな技術革新を伴う製品開発
改善	省エネ達成に係わる通常の製品改良
全構成要素	製品を形作るのに必要な全要素

①方式開発

省エネ達成に、方式の変更など大きな技術革新を伴う製品開発のことを意味する。具体的事例を以下に示す。

・電球形蛍光灯

白熱電球と比較した場合、発光方式が異なっており、大きな技術革新が伴う。

・液晶テレビ

ブラウン管テレビと比較した場合、発光方式（表示方法）が異なっており、大きな技術革新が伴う。

②改善

省エネ達成に係わる通常の製品改良を意味する。具体的事例を以下に示す。

・電球形蛍光灯

先に述べた方式開発の後にも、製品改善は行われており、それにより省エネが達成される。

・液晶テレビ

液晶テレビの光学フィルムの改善やバックライト制御等により、省エネが達成される。

③全構成要素

製品がその機能を発揮するためには、製品を構成する全ての要素が必要であり、製品を形作るのに必要な全構成要素を意味する。

(2) 貢献度の配分イメージ

評価手法Ⅰの貢献度イメージを図 5.2-3 に示す。省エネ量はまず「方式開発」「改善」「全構成要素」へと配分され、それぞれに対するプレイヤーの貢献度を決定することにより、最終的なプレイヤーの貢献度が算出される。

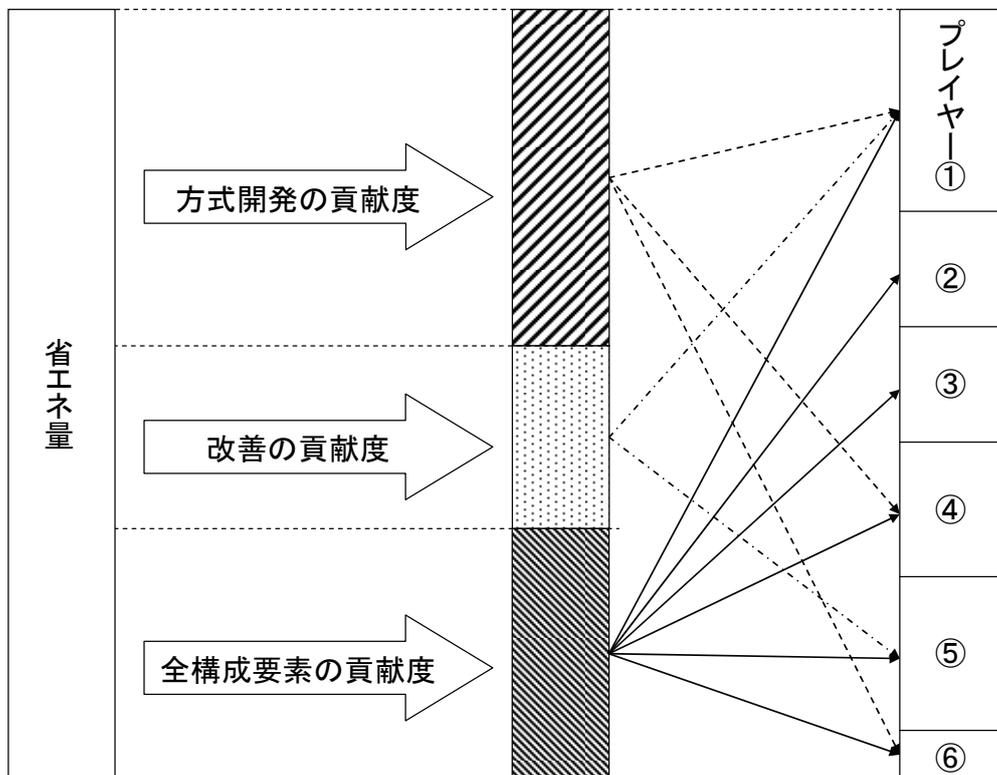


図 5.2-3: 評価手法Ⅰにおける貢献度配分イメージ

(3) メリットとデメリット

① メリット

- ・省エネに直接寄与したプレイヤー以外に、製品を構成する全プレイヤーへ貢献度が配分される。

② デメリット

- ・省エネ量は「基準」と「比較」の差分により表されるが、配分対象となるプレイヤーは差分で考えられていない。例えば、電球における「口金」は白熱電球にも電球形蛍光灯にも用いられており、差分で考えればキャンセルされてしまうが、省エネ量への貢献度は配分される。

- ・省エネ量を直接的に生み出さないプレイヤーへも貢献度が配分される点への論理的説明が困難。

2.3.2 評価手法Ⅱ

省エネ効果に対する貢献度の配分対象を「方式開発」、「改善」とするものである。

(1) 各用語の定義

用語の定義は表 5.2-2 に示した通りである。

(2) 貢献度の配分イメージ

評価手法Ⅱの貢献度配分イメージを図 5.2-4 に示す。図 5.2-4 は図 5.2-3 において全構成要素への配分と考えるか否かの違いである。省エネ量はまず「方式開発」「改善」へと配分され、それぞれに対するプレイヤーの貢献度を決定することにより、最終的なプレイヤーの貢献度が算出される。

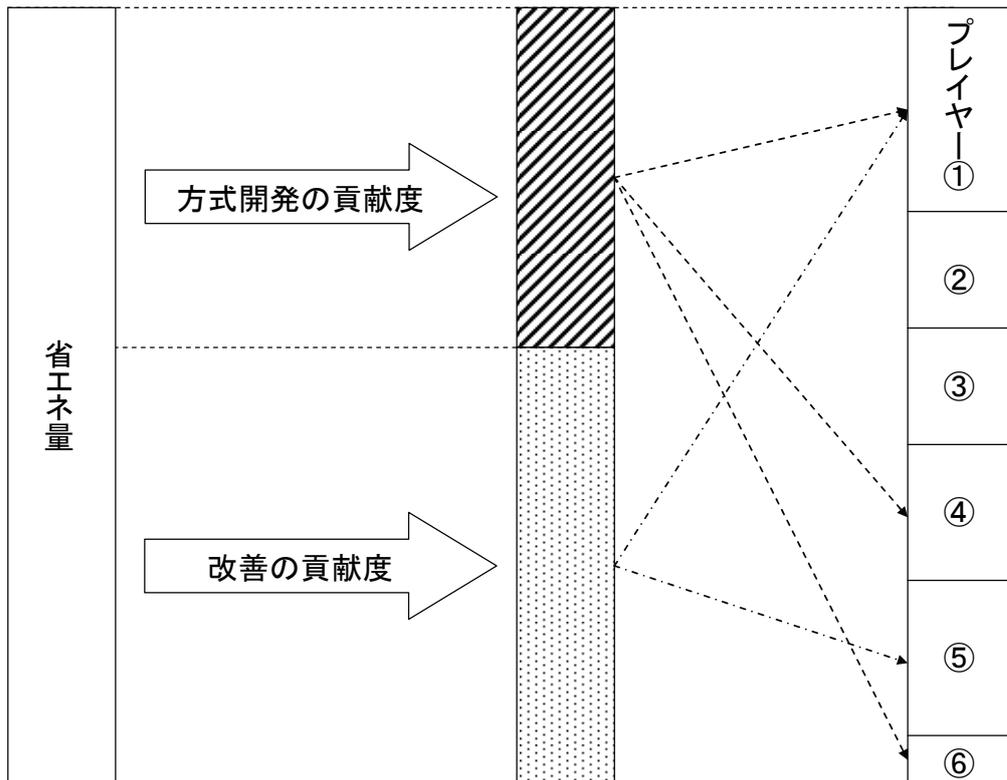


図 5.2-4: 評価手法Ⅱにおける貢献度配分イメージ

(3) メリットとデメリット

① メリット

・省エネ量が「基準」と「比較」の差分により表されることを踏まえ、貢献度の配分対象も差分で考える。そのため、論理的な説明が可能であり、評価手法Ⅰにおける問題点が解決する。

② デメリット

・製品を構成する全プレイヤーへ貢献度が配分されないため、省エネに貢献する製品を製造する際に排出される CO2 に対する説明責任が、一部の省エネに直接寄与したプレイヤーのみ可能である。

3. 具体的製品・サービスにおけるケーススタディ

本年度は対象製品・サービスとして、電球形蛍光ランプ、液晶テレビ、データセンタ、サーバについて検討を行った。以下、個別製品における貢献度配分手法のケーススタディについて述べる。

3.1 電球形蛍光ランプ

3.1.1 省エネ量の定義

基準製品として白熱電球を取り上げ、その消費電力量との差分を省エネ量として定義した。なお、白熱電球、電球形蛍光ランプともに使用時間に違いは無いと考え、消費電力量を消費電力に置き換えて考えた。つまり、消費電力量は製品の消費電力と線形の関係にあるということである。

3.1.2 電球形蛍光ランプの技術開発の変遷

電球形蛍光ランプの開発をどのように考えるべきか、社団法人日本電球工業会や各社へのヒアリングを行った。その結果、図 5.3-1 に示す通り、電球形蛍光ランプは、直管型電球形蛍光ランプを出発点としそれを電球形に形状変化させることにより開発されたことがわかった。ここではこれを方式開発と呼ぶことにする。開発時点は現在発売されているような従来の白熱電球と見た目や形状が同等の製品ではなく、サイズが非常に大きいものであった。そのため、実際には置き換えが進まなかった。しかし、これをさらに改善し、小型化、長寿命化、低価格化、省エネ化することにより、現在の電球形蛍光ランプにいたる。ここではこの製品改良を改善と呼ぶこととする。

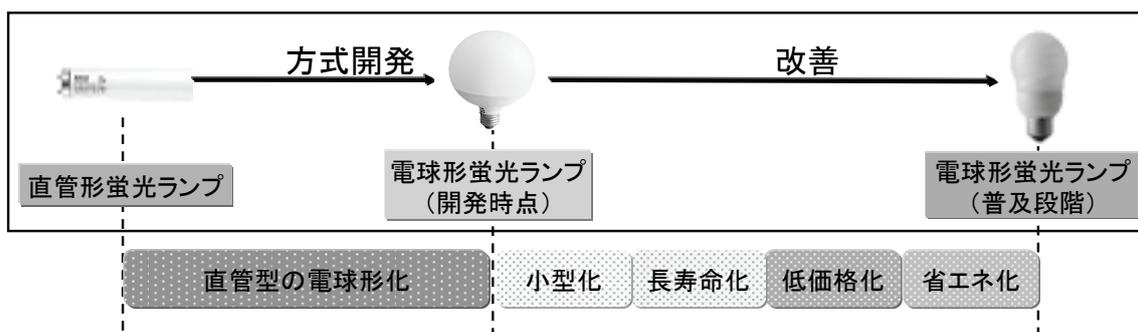


図 5.3-1: 電球形蛍光ランプ開発の考え方とその要素

3.1.3 電球形蛍光ランプの構成部品

電球形蛍光ランプの主な構成部品を図 5.3-2 に示す。

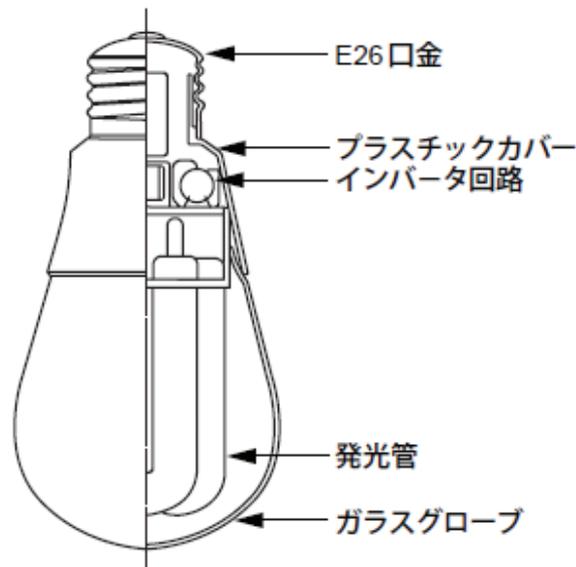


図 5.3-2: 電球形蛍光ランプの構成部品

主に発光管、安定器、樹脂部品、外管グローブ、樹脂部品、口金などで構成されている。

3.1.4 電球形蛍光ランプ開発における技術的要素

先に、電球形蛍光ランプは直管型蛍光ランプを形状変化させることにより開発されたことを述べた。実際にはこの技術開発においてつまり方式開発においては、解決すべき技術的要素が多くあった。実際どのような事柄が挙げられるのかを、メーカへアンケート調査を行い、2社より回答を得た。アンケート結果を表 5.3-1 に示す。

表 5.3-1: 方式開発において解決が必要であった技術的要素

カテゴリ	要素	解決が必要であった技術要素
安定器	電源回路	高温使用時の信頼性向上
		温度低減
		発光管寿命末期の回路安全設計
		Pch/Nch 相補型 FET 採用による駆動回路の簡略化
トランジスタ		小形化
		損失低減
		使用温度低減
		小形化
コンデンサ		耐熱性能の向上
		高温使用時の信頼性向上
		温度低減
		小形化
チョークコイル		アルミ電界コンデンサの長寿命化
		損失低減
		使用温度低減
		小形化
その他		低損失・部品点数の少ない駆動回路の開発

	製造技術	部品を立体的に配置することによる回路容積低減
		耐熱性の高い部品を発光管側、低い部品を他側に配置する基板パターン
		電解コンデンサーを口金内部に配置
発光管	蛍光体	高温使用時の発光効率の低下防止
		光束劣化改善
	電極	ガラス管の細径化に伴うフィラメントの小形化
		小形トリプルコイルの開発
		小形フィラメントでも寿命を確保できるよう、Oxide(電子放射性物質)の開発
	水銀	最冷点温度に合わせたアマルガム組成・水銀量の最適化
		水銀蒸気圧適正化のためのアマルガム開発
		動作中に劣化しない補助アマルガム
	封入ガス	発光効率と寿命を両立するためのガス組成および封入圧の最適化
	その他	光束立上がり改善のための補助アマルガムの組成・形状を最適化
		最冷点温度を低減するための構造変更
		ライフ中に光束低下を抑える保護膜技術
		黒化抑制のためのガラス管保護膜形成
	製造技術	小形化
		ガラス管の接合・曲げ
		細径の排気管からの排気
		メインチューブ細径化に対応した曲成、接合加工
		細径の排気管への水銀・アマルガム封入
樹脂部品	樹脂ケース	耐熱性向上
		脆化防止
		紫外線および熱による変色の低減
		変色防止
	樹脂ホルダ	耐熱性向上
		脆化防止
外管グローブ		ガラスグローブの応力に対する信頼性
		ガラスグローブの拡散膜形成

また、同様にアンケート結果から、改善における要素としては省エネ化、小型化、長寿命化、低価格化が挙げられるとわかった。

3.1.5 プレイヤーの定義

本評価手法では、部品メーカ等を含めた製造に係わるプレイヤーの省エネ効果に対する貢献度を見える化することが目的である。そのため、プレイヤーとして何を考えるかを定義する必要がある。本年度は、ケーススタディを行う上で、表 5.3-2 に示すプレイヤーを考慮した。なお、表に示したプレイヤーは、ケーススタディを行う上で設定したものであり、今後は製品に係わるプレイヤーの洗い出しを行い、各用語の定義や企業側から見て自分たちがどこに属するのかを決定する必要がある。

表 5.3-2: ケーススタディで考慮したプレイヤー

セットメーカ	ソフトメーカ
部品メーカ	製造設備メーカ
素材メーカ	パテント保有者

3.1.6 貢献度の配分フロー

以上をもとに貢献度の配分フローを決定した。

(1) 評価手法 I

評価手法 I における貢献度配分フローを図 5.3-3 に示す。

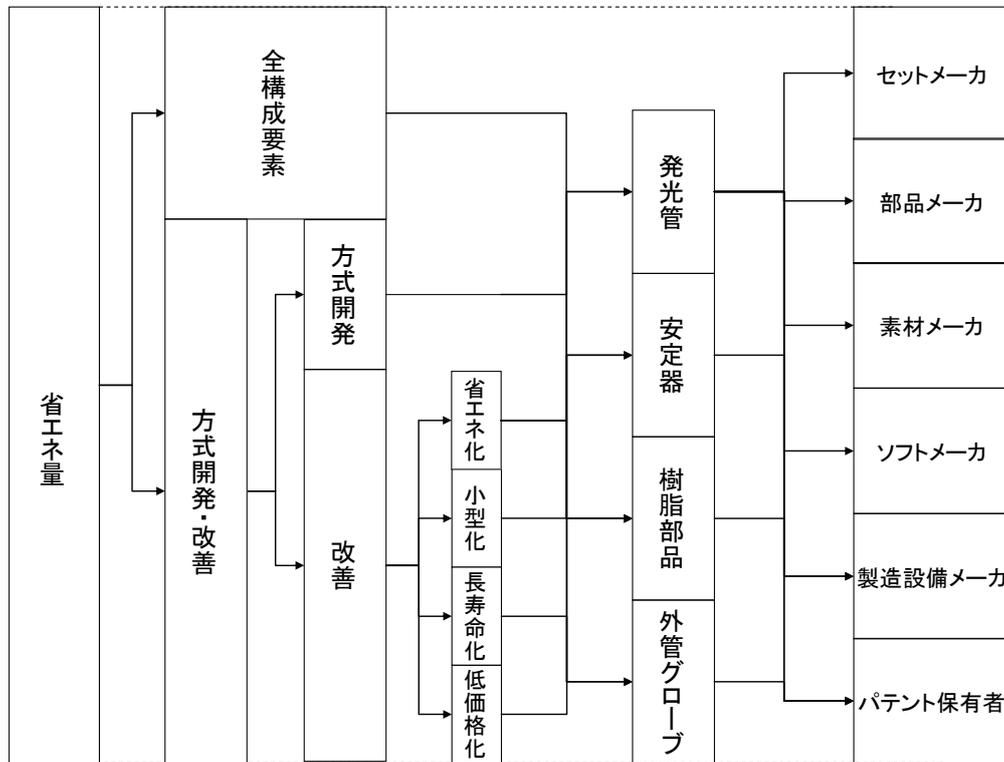


図 5.3-3: 評価手法 I における貢献度配分フロー

①方式開発・改善と全構成要素への配分

まず、省エネ量を方式開発・改善と全構成要素へ配分する。この際の重み付けは、概念として前者と後者のどちらが重要であるかを問うものであり、パネル法を用いる。

②方式開発と改善への配分

方式開発・改善に配分された貢献度を方式開発と改善へ配分する。この際の重み付けはとしては以下の方法を採用した。

- ・方式開発と改善におけるそれぞれの省エネ量と出荷個数の積の比率により重み付けを行う。

理由として、省エネ量に関しては方式開発が大きく一方で改善は小さい。実際に省エネが達成されるには、消費者がその製品を利用可能な状態にすることも必要である。その「利用可能な状態」は製品の出荷個数に反映されると考え、出荷個数を考慮することとした。積を採る理由は、社会全体の省エネ量は製品単体の省エネ量とその普及量で表されるからである。

③方式開発における各構成部品への配分

方式開発に配分された貢献度を各構成部品へ配分する。この際の重み付けは、先に表 5.3-1 に示した、解決が必要であった技術要素に基づき、パネル法により行う。

④方式開発における各プレイヤーへの配分

各構成部品に配分された貢献度を各プレイヤーへ配分する。この際の重み付けは、各構成部品におけるプレイヤーの重要度をパネル法により行う。

⑤改善における各改善要素への配分

改善に配分された貢献度を各改善要素へ配分する。この際の重み付けは、開発初期の電球形蛍光灯の改善により現在の電球形蛍光灯が開発されたときの各要素の重要度をパネル法により行う。

⑥改善における各構成部品への配分

各構成要素に配分された貢献度を各構成部品へ配分する。この際の重み付けは、各構成部品の各改善要素に対する寄与度により行う。寄与度とは、例えば小型化においては、各構成部品が製品全体の小型化においてどの程度占めるかということである。なお、寄与度はアンケートにより決定した。

⑦改善におけるプレイヤーへの配分

方式開発と同様に、各構成部品に配分された貢献度を各プレイヤーへ配分する。この際の重み付けは、各構成部品におけるプレイヤーの重要度をパネル法により行う。

⑧全構成要素におけるプレイヤーへの配分

全構成要素に配分された貢献度をプレイヤーに配分する。本年度は、考え方の議論をしたのみであり、実際に配分は行っていない。考え方としては、各構成部品価格が製品の原価に占める割合により貢献度を配分し、プレイヤーへ配分することが可能である。ただし、原価構成比の情報が得られない可能性は高いと考える。

(2) 評価手法Ⅱ

評価手法Ⅱにおける貢献度配分フローを図 5.3-4 に示す。

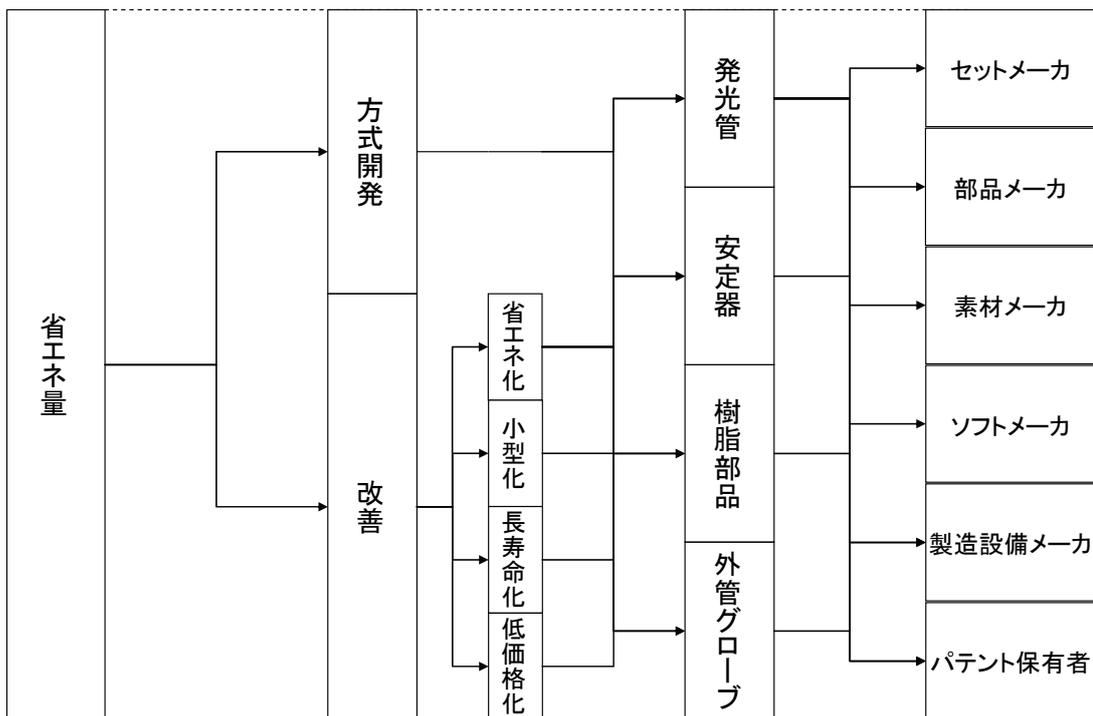


図 5.3-4: 評価手法Ⅱにおける貢献度配分フロー

評価手法Ⅰにおいて、全構成要素へ貢献度を配分しない評価手法である。そのため、貢献度の配分方法に関しては、評価手法Ⅰにおける②～⑦と同じである。

3.1.7 ケーススタディ

配分フローに基づき、実際に各プレイヤーへと貢献度を配分した。なお、アンケートは配点法、順位法、階層法の3種類の方法で行ったが、回答が最も正確になされていた配点法を採用する。他の2手法においては、記入がされていない点が多かったため、採用していない。回答数は一社より得た。

以下、方式開発、改善におけるプレイヤーの貢献度を別々に配分し、各手法における最終的なプレイヤーへの貢献度を算出することとする。なお、先に述べたとおり、全構成要素におけるプレイヤーへの配分は行っていない。

(1) 方式開発

①式開発における各構成部品への配分

表 5.3-1 をもとに、アンケート調査を行った。図 5.3-5 に示す通り、発光管が40%、安定器が35%、樹脂部品15%、外管グローブ10%という結果を得た。

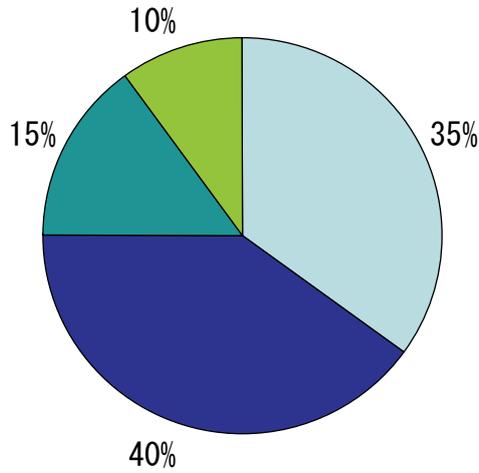


図 5.3-5: 方式開発における構成部品の貢献度

②方式開発における各プレイヤーへの配分

次に各構成部品において、製造に係わるプレイヤーの貢献度に関するアンケート調査を行った。図 5.3-6～図 5.3-9 に示す。

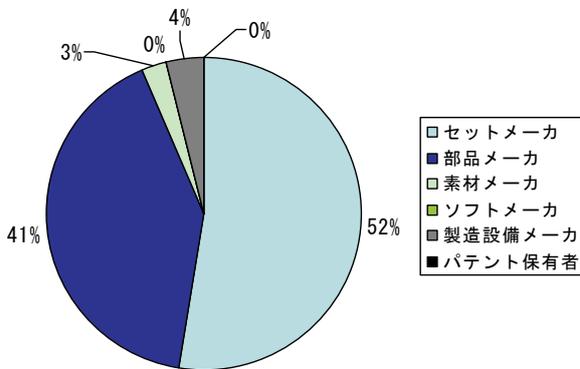


図 5.3-6: 安定器のプレイヤー貢献度

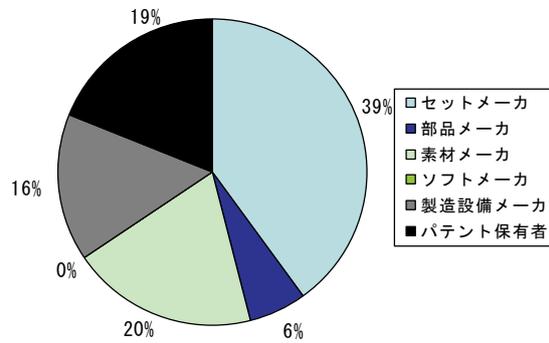


図 5.3-7: 発光管のプレイヤー貢献度

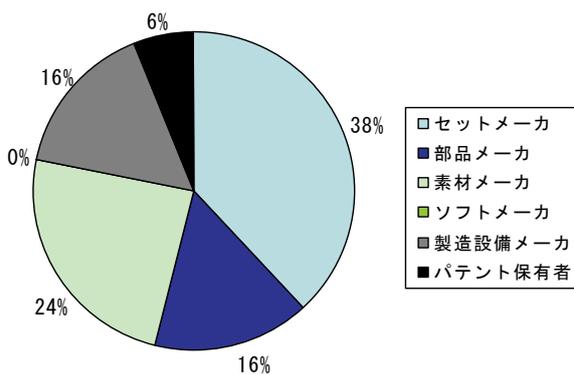


図 5.3-8:樹脂部品のプレイヤーの貢献度

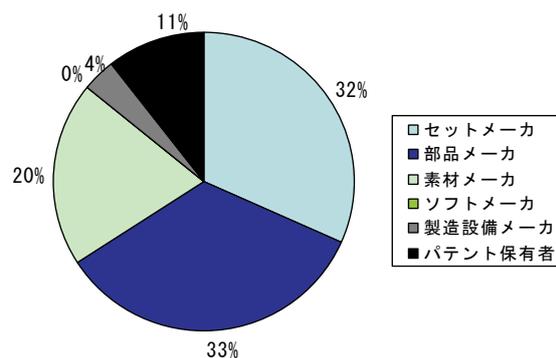


図 5.3-9:外管グローブのプレイヤー貢献度

これらの結果に、図 5.3-5 に示した各構成部品の貢献度を掛け合わせることで、方式開発における各プレイヤーの貢献度を算出する。算出結果を図 5.3-10 に示す。

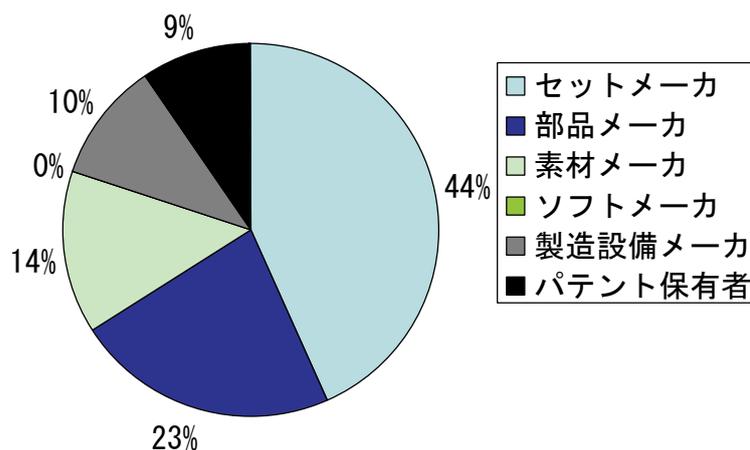


図 5.3-10:方式開発におけるプレイヤーの貢献度

これより、セットメーカー 44%、部品メーカー 23%、素材メーカー 14%、製造設備メーカー 10%、パテント保有者 9%という結果となった。

(2) 改善

①改善における各改善要素への配分

改善において考慮する各要素に関して、貢献度を決定するためにアンケート調査を行った。アンケートは、電球形蛍光ランプの改良により現在の電球形蛍光ランプが開発される際、どの要素が重要であったかを問うものである。算出結果を図 5.3-11 に示す。

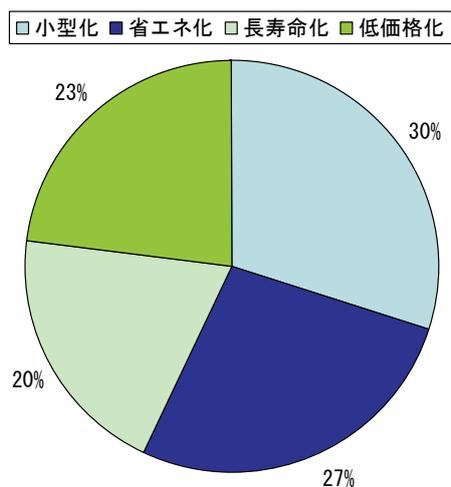


図 5.3-11 : 各要素への配分結果

これより、小型化 30%、省エネ化 27%、コスト削減 23%、長寿命化 20%という結果となった。

②改善における各構成部品への配分

各要素における各構成部品の貢献度に関してアンケート調査を行った。各改善要素の重み付けを考慮した算出結果を図 5.3-12 に示す。

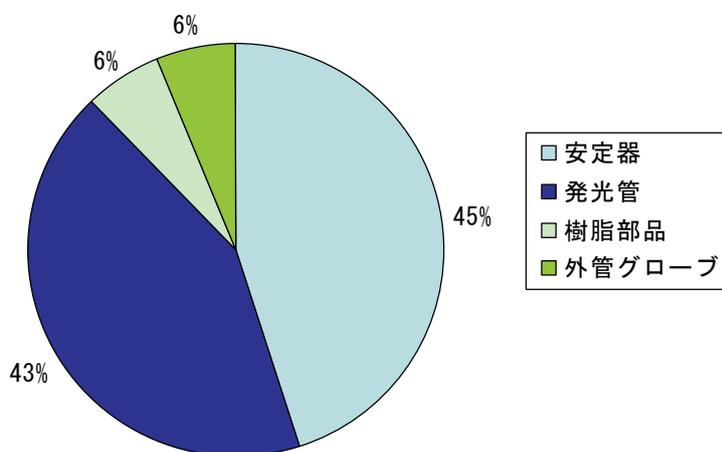


図 5.3-12 : 各改善要素における各構成部品の貢献度算出結果

③改善におけるプレイヤーへの配分

次に各構成部品において、製造に係わるプレイヤーの貢献度に関するアンケート調査を行った。アンケート結果を図 5.3-13～図 5.3-16 に示す。パネル法で算出を行った。

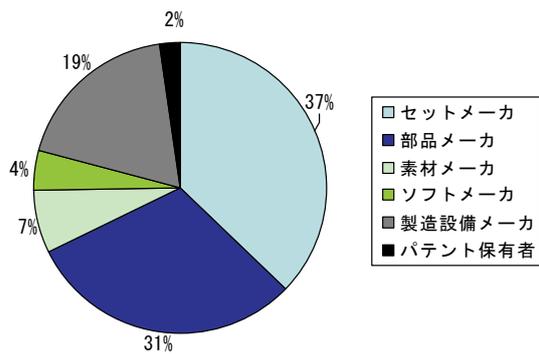


図 5.3-13: 安定器のプレイヤー貢献度

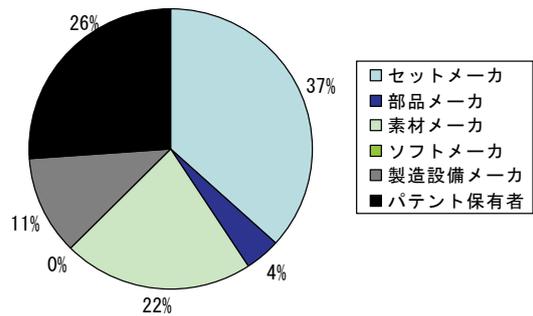


図 5.3-14: 発光管のプレイヤー貢献度

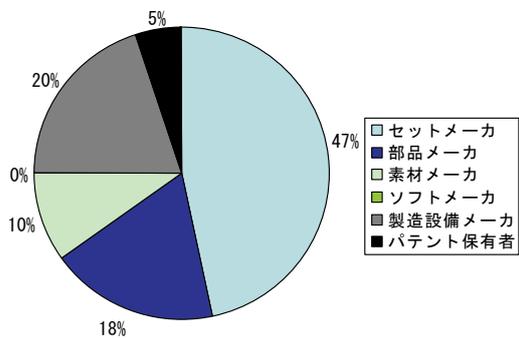


図 5.3-15: 樹脂部品のプレイヤーの貢献度

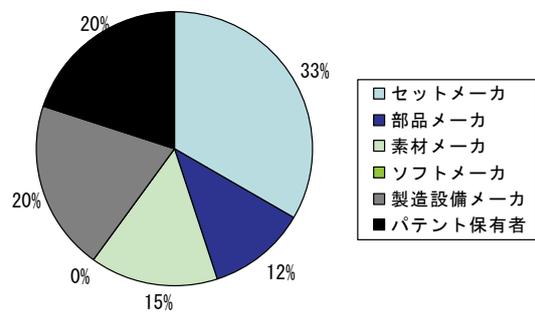


図 5.3-16: 外管グローブのプレイヤー貢献度

これらの結果に、図 5.3-12 に示した各構成部品の貢献度を掛け合わせることで、改善における各プレイヤーの貢献度を算出する。算出結果を図 5.3-17 に示す。

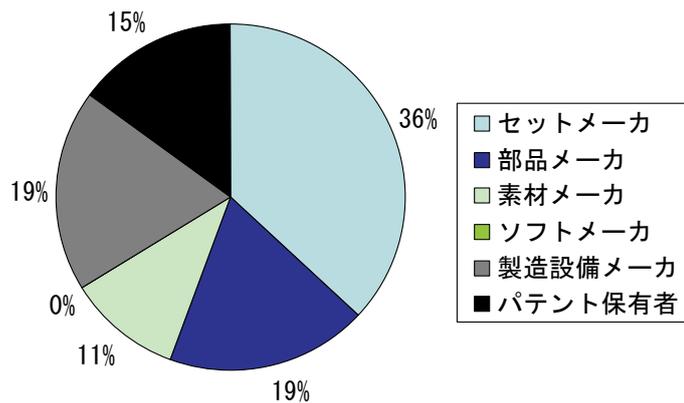


図 5.3-17: 改善におけるプレイヤーの貢献度

これより、セットメーカー 36%、部品メーカー 19%、素材メーカー 11%、製造設備メーカー 19%、パテント保有者 15%という結果となった。

(3) 評価手法 I におけるプレイヤーの貢献度

評価手法 I においては、全構成要素におけるプレイヤーへの配分を行っていないため、最終的なプレイヤーの貢献度を算出することはできないが、アンケートにより方式開発・改善への配分比率等は得ているので、算出可能な部分まで示す。

①方式開発・改善と全構成要素への配分

評価手法 I では省エネ量をまず、方式開発・改善と全構成要素へ貢献度を配分する。この配分比率に関して、どちらが重要かを問うアンケートを実施した。図 5.3-18 に算出結果を示す。

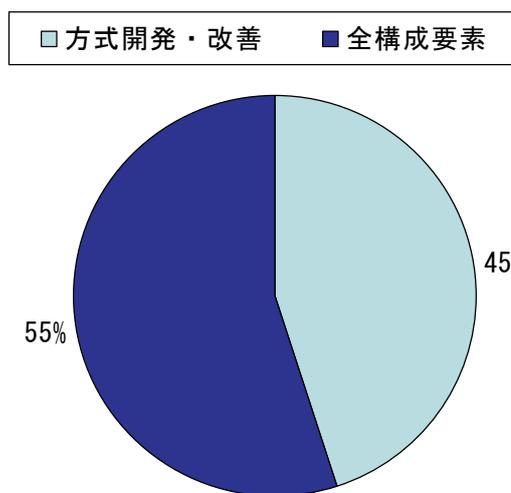


図 5.3-18:方式開発・改良と全構成要素への配分結果

これより、全構成要素へ全体の省エネ量の内 55%を配分する結果を得た。

②方式開発と改善への配分

次に方式開発・改善に配分された貢献度を方式開発と改善へ配分する。

アンケートにより得た電球型蛍光ランプおよび白熱電球の仕様は表 5.3-3 に示すとおりである。

表 5.3-3:電球型蛍光ランプおよび白熱電球の仕様

製品名	白熱電球	電球型蛍光ランプ(開発時点)	電球型蛍光ランプ(現在)
発売年度	1995 年	1993	2007
バルブ径 mm	60	90	55
長さ mm	110	155	109
定格消費電力 W	54	15	12
全光束 lm	810	890	810
発光効率 lm/W	15	59	68
定格寿命 h	1000	6000	6000

また、電球型蛍光ランプ（開発時点）と電球型蛍光ランプ（現在）の出荷個数は表 5.3-4 に示すとおりである。

表 5.3-4: 出荷個数

製品名	電球型蛍光ランプ(開発時点)	電球型蛍光ランプ(現在)
出荷個数 個/年	50,000	440,000

これより、方式開発と改善への配分比率を算出した。表 5.3-5 に算出結果を示す。方式開発、改善への配分比率は約 6 : 4 となった。

表 5.3-5: 貢献度の配分比率

項目	方式開発	改善
出荷個数 個	50,000	440,000
省エネ W	39	3
省エネ×出荷個数	1,950,000	1,320,000
配分比率 %	59.63	40.37

③方式開発、改善、全構成要素への配分

以上から、方式開発、改善、全構成要素の貢献度が決定する。算出した貢献度を図 5.3-19 に示す。

これより、全構成要素 55%、方式開発 27%、改善 18%という結果となった。

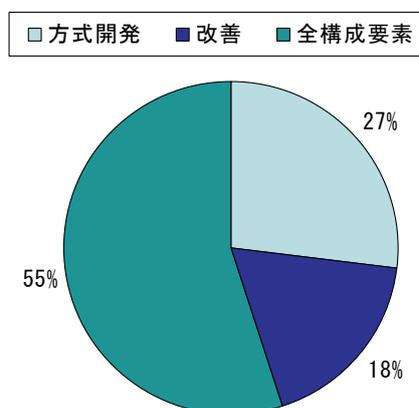


図 5.3-19: 方式開発、改善、全構成要素への配分結果

これらそれぞれにおける各プレイヤーの貢献度の配分比率に、今示した配分比率を掛け合わせ、プレイヤーごとに足し合わせていくことにより、最終的なプレイヤーの貢献度が決定することになる。

(4) 評価手法Ⅱにおけるプレイヤーの貢献度

表 5.3-5 示したとおり、方式開発と改善の配分比率はそれぞれ 59.63%、40.37%となる。評価手法Ⅱにおいては、全構成要素への配分を考えないため、その比率が全体の省エネ量に対する方式開発と改善の貢献度なる。先に評価を行った方式開発、改善におけるプレイヤーの貢献度にこの比率を掛け合わせ、プレイヤーごとに足し合わせることで、各プレイヤーの貢献度が算出できる。図 5.3-20、21 に方式開発、改善における各プレイヤーの貢献度を再掲する。

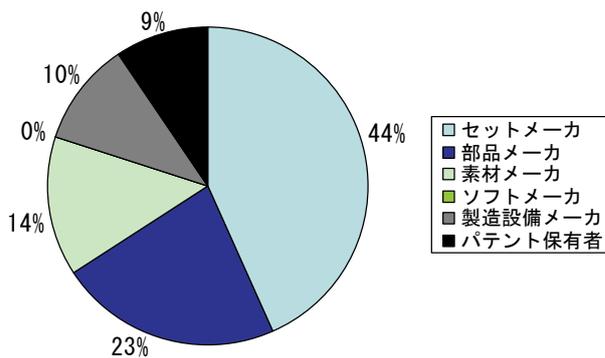


図 5.3-20: 方式開発におけるプレイヤーの貢献度

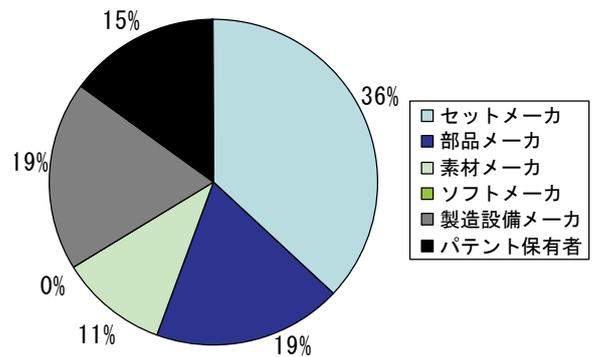


図 5.3-21: 改善におけるプレイヤーの貢献度

算出した最終的なプレイヤーの貢献度を図 5.22 に示す。

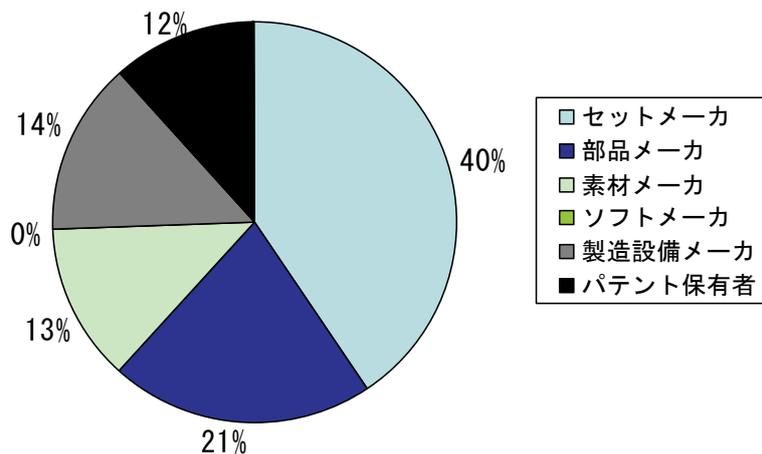


図 5.3-22: 最終的なプレイヤーの貢献度

これより、セットメーカー 40%、部品メーカー 21%、製造設備メーカー 14%、素材メーカー 13%、パテント保有者 12%という結果となった。なお、ソフトメーカーの貢献度は 0%となった。このように、今回の評価結果では、セットメーカー以外の貢献度が見える化されている。

3.2 液晶テレビ

3.2.1 省エネ量の定義

基準製品として旧型の液晶テレビを取り上げ、その消費電力量との差分を省エネ量として定義した。

3.2.2 液晶テレビの構成部品

表 5.3-6: 液晶テレビの構成部品

大分類	中分類	部品・素材
パネル	パネルモジュール	カラーフィルター基板
		偏光板
		アレイ基板
		液晶
	駆動回路	LSI(ハード)
		LSI(ソフト)
		プリント基板
		回路部品
バックライト	光源	
	光学フィルム	プリズムシート
		反射フィルム
		拡散シート
	導光板	
	リフレクタ	
	遮光シート	
	駆動回路 輝度制御回路	LSI(ハード)
		LSI(ソフト)
		プリント基板
		回路部品
電源	主電源回路 待機電源回路	パワートランジスタ
		IC(ハード)
		IC(ソフト)
		プリント基板
		トランス
		回路部品
信号処理	チューナ回路	LSI(ハード)
	音声回路	LSI(ソフト)
	映像処理回路	プリント基板
	倍速処理回路	回路部品
	システム制御回路	

3.2.3 プレイヤーの定義

電球形蛍光ランプと同様にプレイヤーを表 5.3-7 に示す通り決定した。

表 5.3-7: ケーススタディで考慮したプレイヤー

セットメーカー	ソフトメーカー
部品メーカー	製造設備メーカー
素材メーカー	パテント保有者

3.2.4 貢献度の配分フロー

評価手法 I、II における貢献度配分フローを示す。なお、電球形蛍光ランプと違い、方式開発は考慮しない。この理由は下記の通りである。

- ・ 基準製品と比較製品がともに液晶テレビであり、大きな技術革新を伴う技術開発ではない。
- ・ 大きな技術革新とはブラウン管テレビと液晶テレビを比較した場合に発生すると考える。

(1) 評価手法 I

評価手法 I における貢献度配分フローを図 5.3-23 に示す。

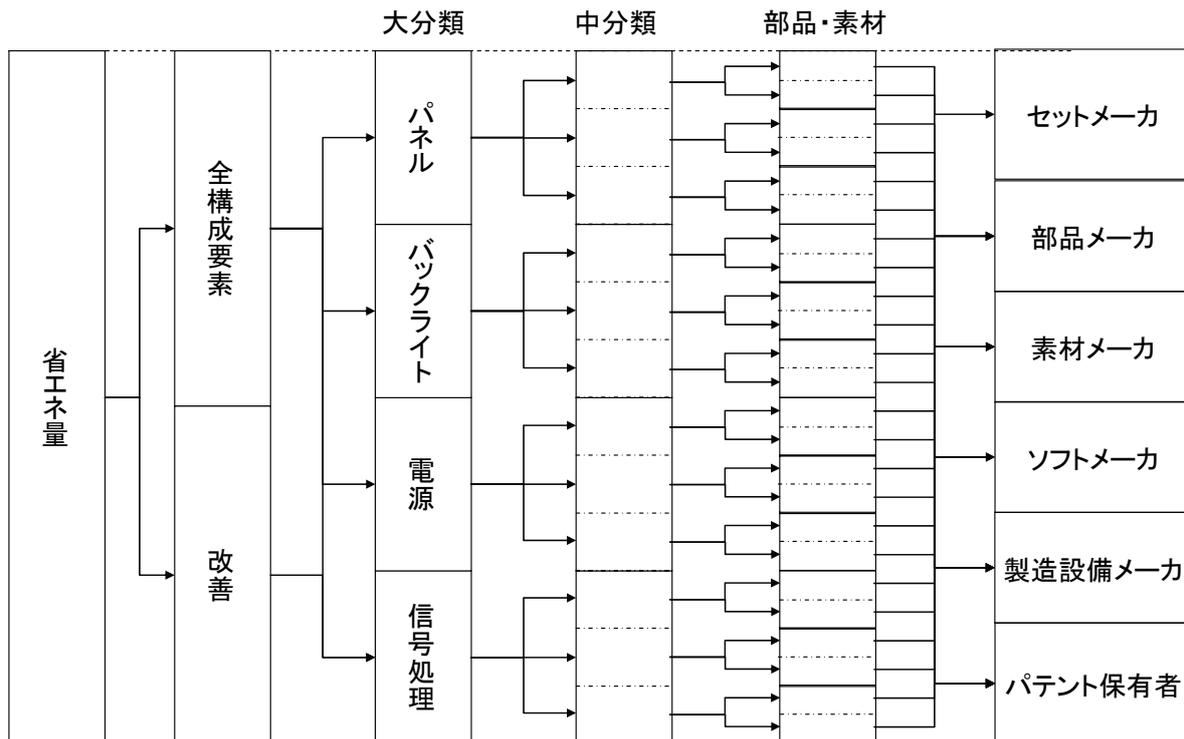


図 5.3-23: 評価手法 I における貢献度配分フロー

① 改善と全構成要素への配分

まず、省エネ量を改善と全構成要素へ配分する。この際の重み付けは、概念として前者と後者のどちらが重要であるかを問うものであり、パネル法を用いる。

②改善における各大分類への配分

改善に配分された貢献度を各大分類へ配分する。この際の重み付けは、各大分類の省エネ量により行う。この際、各構成部品の消費電力削減量ではなく、全体の省エネ量における削減量であることに注意願いたい。例えば、光学シートは電力を消費しないが、全体に消費電力には影響を及ぼす。

③改善における中分類への配分

各大分類に配分された貢献度を各中分類へ配分する。この際の重み付けは、各大分類における省エネ量への寄与度により行う。なお、寄与度はアンケートにより決定した。

④改善における部品・素材への配分

各中分類に配分された貢献度を各部品・素材へ配分する。この際の重み付けは、各中分類における部品・素材の重要度をパネル法により行う。

⑤改善におけるプレイヤーへの配分

各部品・素材に配分された貢献度を各プレイヤーへ配分する。この際の重み付けは、各部品・素材におけるプレイヤーの重要度をパネル法により行う。

⑥全構成要素におけるプレイヤーへの配分

全構成要素に配分された貢献度をプレイヤーに配分する。本年度は、考え方の議論をしたのみであり、実際に配分は行っていない。考え方としては、各構成部品・素材価格が製品の原価に占める割合により貢献度を配分し、プレイヤーへ配分することが可能である。ただし、原価構成比の情報が得られない可能性は高いと考える。

(2) 評価手法Ⅱ

評価手法Ⅱにおける貢献度配分フローを図 5.3-24 に示す。

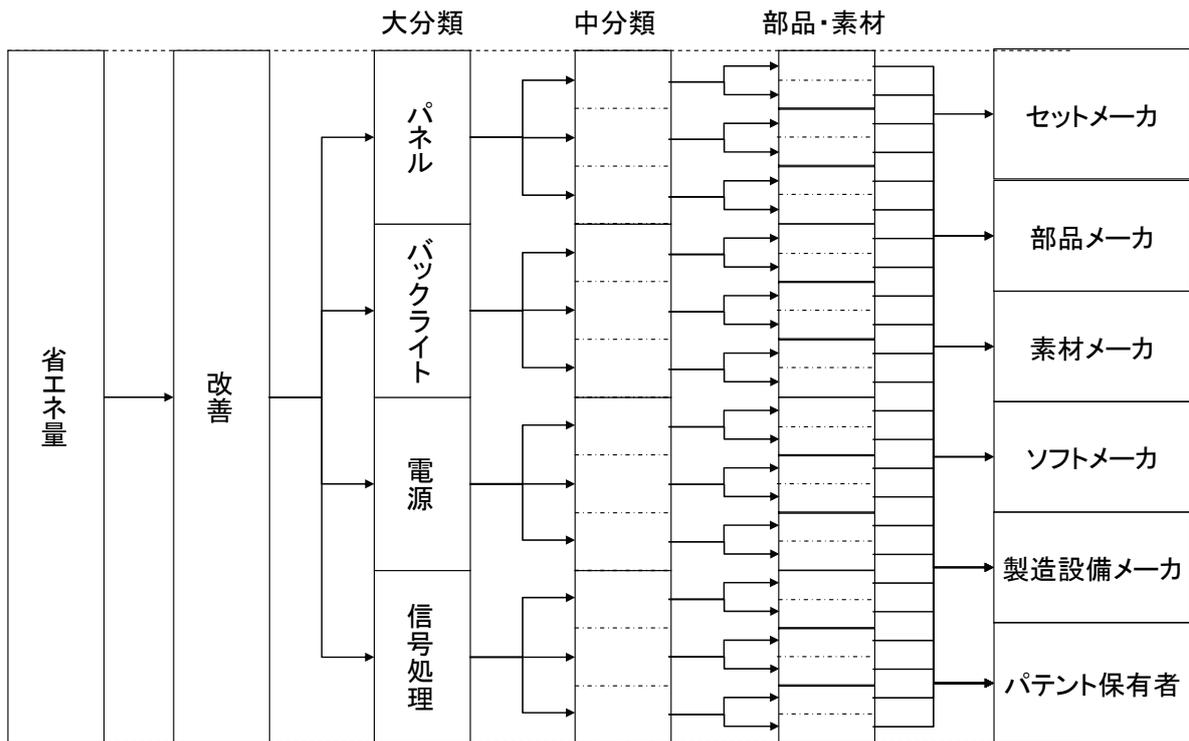


図 5.3-24: 評価手法Ⅱにおける貢献度配分フロー

評価手法Ⅰにおいて、全構成要素へ貢献度を配分しない評価手法である。そのため、貢献度の配分方法に関しては、評価手法Ⅰにおける②～⑤と同じである。

3.2.5 ケーススタディ

配分フローに基づき、実際に各プレイヤーへと貢献度を配分した。アンケート回答数は3社より得たが、使用できるデータは1社のみであったため、そのデータを用いた。なお、アンケートは配点法、順位法、階層法の3種類の方法で行ったが、回答が最も正確になされていた配点法を採用する。他の2手法においては、記入がされていない点が多かったため、採用していない。

また、先に述べたとおり、全構成要素におけるプレイヤーへの配分は行っていない。以下、改善におけるプレイヤーの貢献度を明らかにし、各手法における最終的なプレイヤーへの貢献度を算出することとする。

(1) 評価対象とした製品

アンケートにより得た基準製品、比較製品の使用は表 5.3-8 に示す通りである。

表 5.3-8: 評価対象製品の仕様

項目	液晶 TV(旧)	液晶 TV(新)
発売年度	2007 年 5 月	2009 年 5 月
画面サイズ	32 インチ	32 インチ
年間消費電力量 kWh/年	155	125

これより省エネ量は 30kWh/年となる。

(2) 改善

①改善における各大分類への配分

改善における大分類への配分は、全省エネ量に対する各大分類の省エネ量の比率により行う。アンケートにより得た、各大分類の省エネ量は表 5.3-9 に示す。なお、消費電力が静的なものではないため、省エネ量は幅を持った数値でご回答頂いた。

表 5.3-9: 各大分類の省エネ量

大分類	単位	最小	最大	平均
パネル	kWh/年	3	9	6
バックライト	kWh/年	10	15	12.5
電源	kWh/年	2	6	4
信号処理	kWh/年	10	15	12.5

その最大・最小の平均をとり、その比率により、貢献度の配分を行った。図 5.3-25 に算出結果を示す。

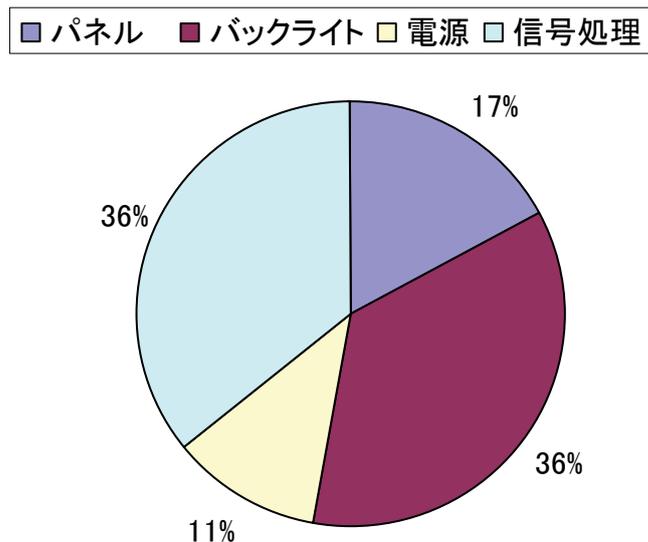


図 5.3-25: 評価手法Ⅱにおける貢献度配分フロー

これより、バックライト 36%、信号処理 36%、パネル 17%、電源 11%という結果となった。

②大分類における各中分類への配分

改善における中分類への配分は、各大分類の省エネ量における各中分類の省エネ量の比率により行う。アンケートにより得た、各大分類の省エネ量は表 5.3-10 に示す。なお、消費電力が静的なものではないため、省エネ量は幅を持った数値でご回答頂いた。

表 5.3-10:各中分類の省エネ量

大分類	小分類	単位	最小	最大	平均
パネル	パネルモジュール	kWh/年	2	6	4
	駆動回路	kWh/年	1 未満	4	2.5
バックライト	光源	kWh/年	6	13	9.5
	駆動回路	kWh/年	2	4	3
	光学フィルム	kWh/年	1 未満	1 未満	1
	輝度制御回路	kWh/年	1 未満	1 未満	1
	導光版	kWh/年	1 未満	1 未満	1
	リフレクタ	kWh/年	1 未満	1 未満	1
	遮光シート	kWh/年	1 未満	1 未満	1
電源回路	主電源回路	kWh/年	1	5	3
	待機電源回路	kWh/年	1 未満	1 未満	1
信号処理回路	チューナ回路	kWh/年	1 未満	1 未満	1
	音声回路	kWh/年	1 未満	1 未満	1
	映像処理回路	kWh/年	5	7	6
	倍速処理回路	kWh/年	2	4	3
	システム制御回路	kWh/年	2	4	3

その最大・最小の平均をとり、その比率により、貢献度の配分を行った。図 5.3-26～3.3.29 に算出結果を示す。なお、表 5.3-10 において 1 未満との回答を得たものに関しては、1 と考え算出を行った。

■ パネルモジュール ■ 駆動回路

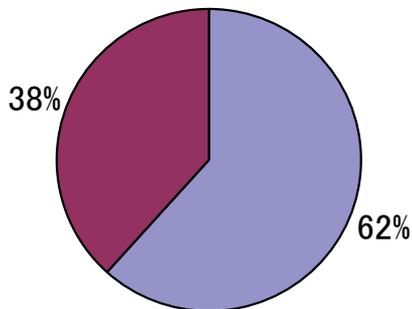


図 5.3-26:パネルにおける配分比率

■ 光源 ■ 駆動回路
■ 光学フィルム ■ 輝度制御回路
■ 導光版 ■ リフレクタ
■ 遮光シート

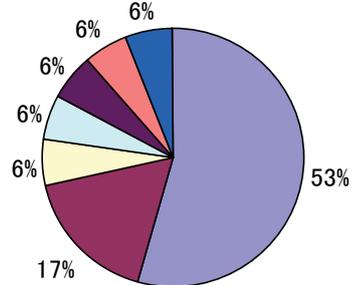


図 5.3-27:バックライトにおける配分比率

■ 主電源回路 ■ 待機電源回路

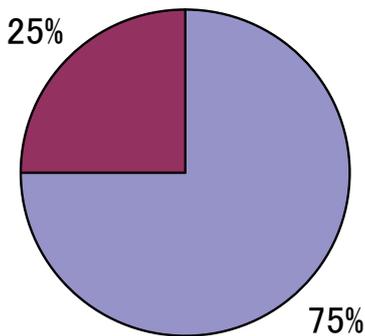


図 5.3-28: 電源回路における配分比率

■ チューナ回路 ■ 音声回路
■ 映像処理回路 ■ 倍速処理回路
■ システム制御回路

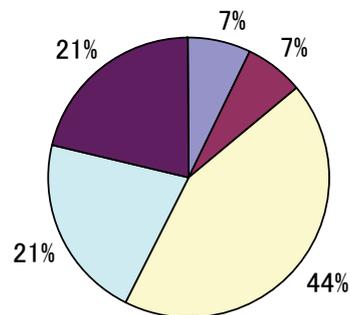


図 5.3-29: 信号処理回路における配分比率

これらに、各大分類への配分比率を掛け合わせることで、全体の省エネ量に対する各中分類の配分比率を算出した。図 5.3-30 に算出結果を示す。

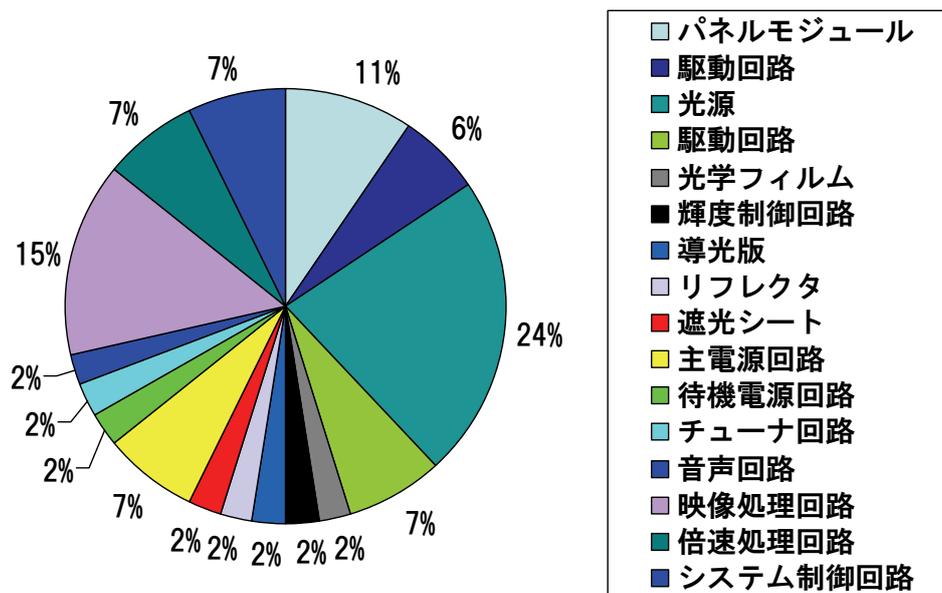


図 5.3-30: 全省エネ量における各中分類の貢献度算出結果

これより光源の貢献度が 24%と全体の 1/4 を占める結果となっている。

③改善における部品・素材への配分

光源、導光板、リフレクタ、遮光シート以外の中分類はさらに部品・素材レベルまで分類している。各中分類における各部品・素材の重要度をアンケート調査することによりその比率を決定した。中分類までと違いパネル法を用いた理由として、ヒアリングにより、細かい部品・素材レベルまで消費電力量に与える影響は把握できないとの結果を得たからである。

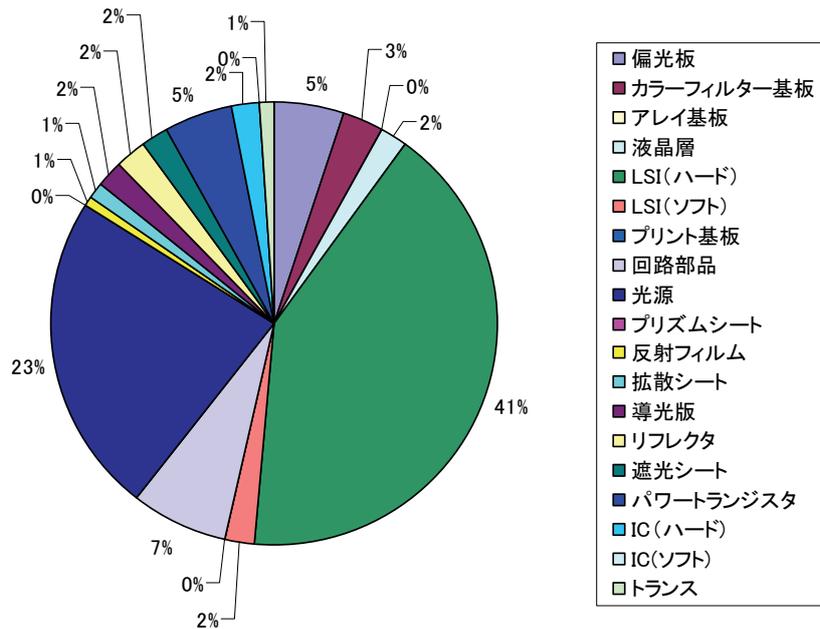


図 5.3-31: 全省エネ量における各中分類の貢献度算出結果

これより、LSI（ハード）が41%と全体の省エネ量に占める割合が他に比べて高いことがわかった。次いで光源が23%である。

④改善におけるプレイヤーへの配分

各部品・素材において、製造に係わるプレイヤーの貢献度に関するアンケート調査を行った。アンケート結果を図 5.3-32 に示す。パネル法で算出を行った。

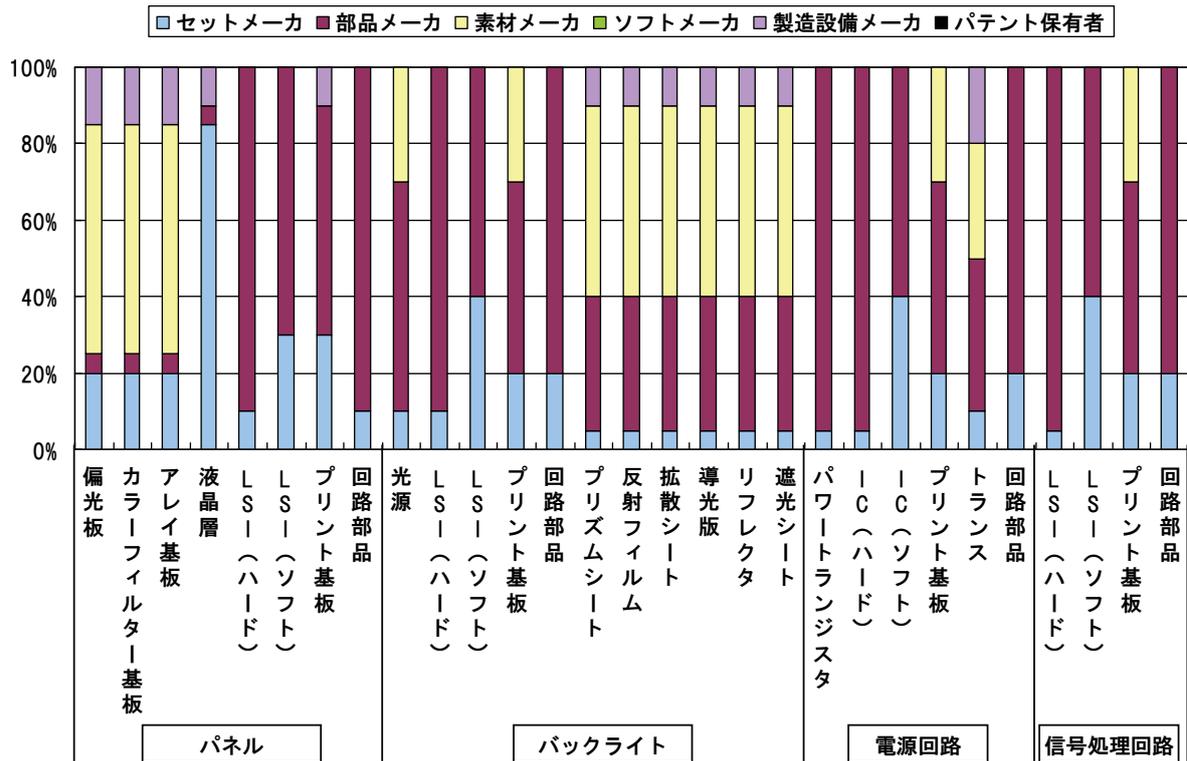


図 5.3-32: 各部品・素材レベルでのプレイヤーの貢献度

LSI 等の回路に係わる部品においては部品メーカーの貢献度が高く、光学フィルムやパネルモジュールにおいては素材メーカーの貢献度が高くなっている。また液晶層を除き全体としてセットメーカーの貢献度は低くなる傾向にある。

この結果に対して、全省エネ量における部品・素材レベルの貢献度を掛け合わせることで、改善におけるプレイヤーの貢献度を算出した。算出結果を図 5.3-33 に示す。

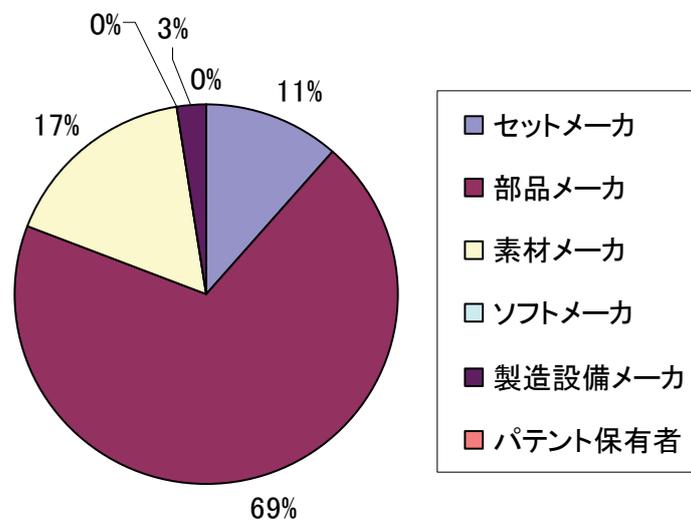


図 5.3-33: 改善におけるプレイヤーの貢献度

これより部品メーカーの貢献度が全体の69%と大半を占める結果となり、次いで素材メーカー17%、セットメーカー11%である。なお、ソフトメーカー、パテント保有者の貢献度は0%である。

(3) 評価手法Ⅰにおけるプレイヤーの貢献度

①改善と全構成要素への配分

評価手法Ⅰでは省エネ量をまず、改善と全構成要素へ貢献度を配分する。この配分比率に関して、どちらが重要かを問うアンケートを実施した。図 5.3-34 に算出結果を示す。

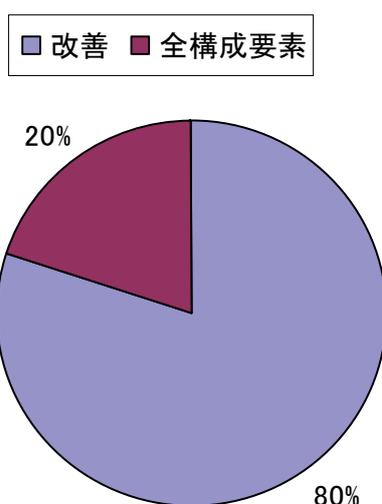


図 5.3-34: 改善と全構成要素への配分結果

これより、全構成要素へ全体の省エネ量の内20%を配分する結果を得た。

これらの配分比率に全構成要素、改善それぞれにおける各プレイヤーの貢献度の配分比率を掛け合わせ、プレイヤーごとに足し合わせていくことにより、最終的なプレイヤーの貢献度が決定することになる。

(4) 評価手法Ⅱにおけるプレイヤーの貢献度

評価手法Ⅱにおいては、全構成要素への配分を考えないため、図 5.3-33 に示したプレイヤーの貢献度が、評価手法Ⅱにおけるプレイヤーの貢献度となる。図 5.3-35 に再掲する通り、部品メーカーが全体の69%を占め、次いで素材メーカー17%、セットメーカー11%、製造設備メーカー3%の貢献度となった。なお、ソフトメーカー、パテント保有者の貢献度は0%である。

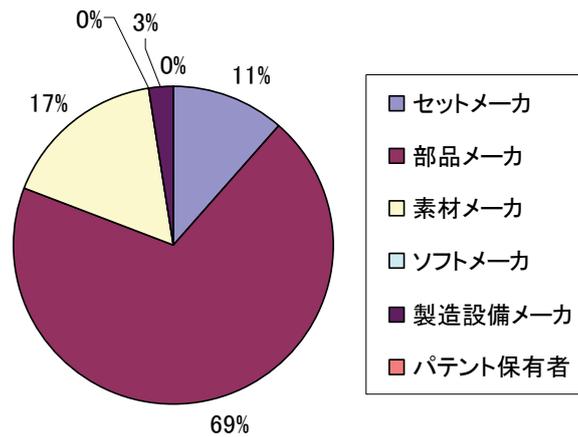


図 5.3-35:最終的なプレイヤーの貢献度

3.3 電球形蛍光ランプと液晶テレビにおける貢献度の比較

ここまで電球形蛍光ランプと液晶テレビにおける省エネ量に対する貢献度を算出した。これらに関して比較可能な部分に対して考察を加える。

3.3.1 全構成要素への貢献度配分比率

図 5.3-36、37 に電球形蛍光ランプ、液晶テレビにおける全構成への配分比率を示す。

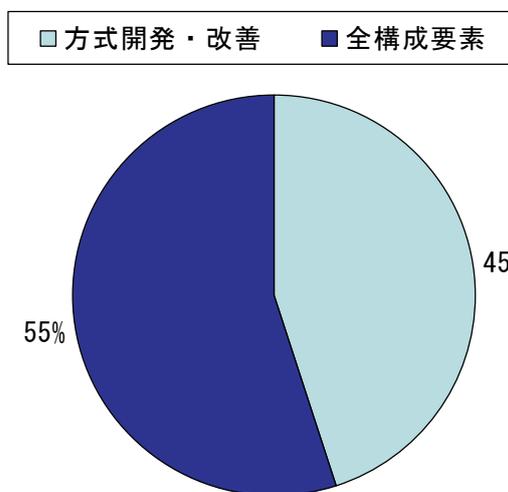


図 5.3-36:全構成要素への配分(電球形蛍光ランプ)

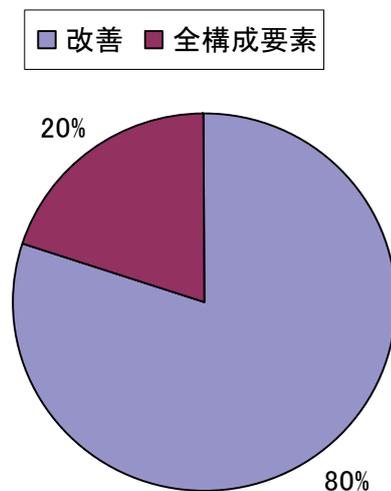


図 5.3-37:全構成要素への配分(液晶テレビ)

このように、回答する担当者により大きく比率が異なっている。この理由としては以下が考えられる。

- ・回答者による主観
- ・電球形蛍光ランプと液晶テレビの製品特性の違い
- ・省エネ量を決定するために設定されている比較対象

回答者による主観が入る点はパネル法の欠点であるが、一方で開発者等の意思を反映することが利点である。今回はメーカー側へのアンケートによりこの比率を調査した。消費者へ企業努力を訴えかけるという指標の使い方をするのであれば、消費者へ同様のアンケート調査を行うことが必要である。そうすることで、消費者の意思を反映させることが可能である。

また、今回の結果から、ばらつきはあるものの全構成要素の貢献もゼロではない結果となっており、全構成要素への配分を含めた配分手法の検討が必要であることが示唆される。ただし、先にも述べた通り、今回検討した評価手法においては全構成要素への配分が論理的に難しいのが現状であることをあわせて述べておく。

3.3.2 プレイヤーへの貢献度配分比率

図 5.3-38、3.3-39 に電球形蛍光ランプ、液晶テレビにおける最終的なプレイヤーへの貢献度を示す。

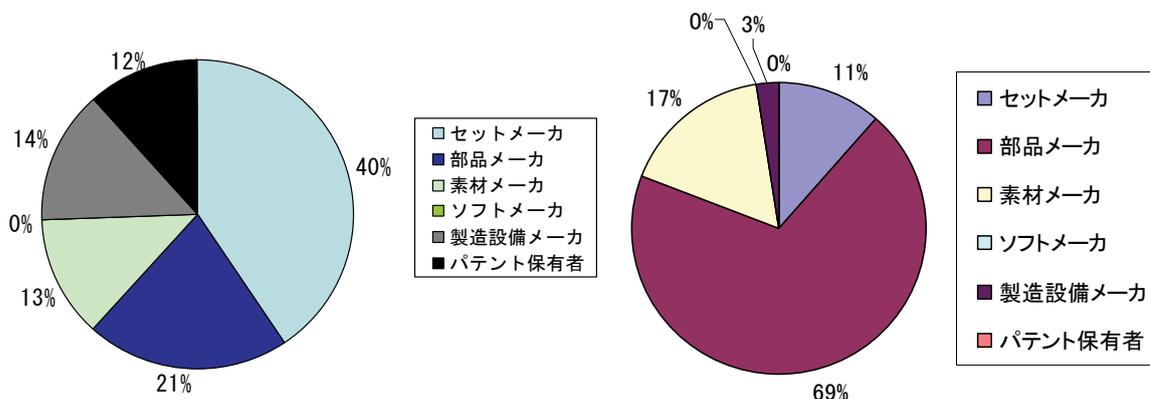


図 5.3-38: プレイヤーの貢献度(電球形蛍光ランプ) 図 5.3-39: プレイヤーの貢献度(液晶テレビ)

これより、電球形蛍光ランプ、液晶テレビともにセットメーカー以外の貢献度も見える化されており、本評価手法の一つの目的である「製造に係わるプレイヤーの貢献度を明らかにすること」は手法の課題点はあるものの明らかにされている。

電球形蛍光ランプと液晶テレビではセットメーカーの貢献度に大きな乖離が表れているが、製品の基幹部品に対するセットメーカーの係り方などが影響していると考えられる。例えば、液晶テレビにおいては、全貢献量のうち LSI が全体の 49% を占めており、その LSI におけるセットメーカーへの配分比率は 10% である。製品や各企業の事業範囲を考慮した評価手法の開発が必要であるといえる。

3.4 データセンタ

3.4.1 省エネ量の定義

基準として、省エネ対策をしていないデータセンタを取り上げ、その消費電力量との差分を省エネ量と定義した。つまり、ある省エネ対策を講じた場合の、各プレイヤーの貢献度を明らかにしようということである。

3.4.2 データセンタの構成要素

WG の中で議論を重ねたが、まずデータセンタ全体を構成要素として捉え、貢献度の配分を考えることとした。なお、省エネ量として消費電力量に着目していることから、データセンタに入力される電力源は考慮していない。つまり、再生可能エネルギーは考慮していない。ただし、他の WG において、再生可能なエネルギーの導入促進を目的とした指標作成が進められており、今後はそれに対する貢献も考える必要がある。

3.4.3 データセンタの省エネ項目

他の WG で検討されていた、「Data Center Criteria」より、貢献度の配分を考える省エネ対策をハード対策とソフト対策にわけ表 5.3-11、表 5.3-12 にリストアップした。

(1) ハード対策

表 5.3-11: データセンターにおける省エネ対策(ハード)

対策 NO	項目		ハード	具体例		
H-1	ファシリティ	空調	高効率空調機の採用			
H-2			近接冷却の採用	近接冷却装置の採用→(空冷)		
H-3				近接冷却のための効率的な配管の配置(水冷)		
H-4		受電	高効率受電設備の採用	負荷率の変動に対応した高効率トランス(トップランナ変圧器等)の採用		
H-5				力率の改善		
H-6			高効率配電方式の採用	効率の良い配電設備の配置(配線損失および遮断回路損失の削減)		
H-7				中間変圧器数の削減		
H-8				低電圧から高電圧(200~220V)への昇圧による電流の減少		
H-9				交流 200V 統一給電方式の採用		
H-10				高電圧直流給電(300~400V)の採用		
H-11				特殊トランス採用による高調波の損失現象		
H-12				UPS	高効率 UPS の採用	
H-13				照明	誘導灯に省エネ型器具の採用	
H-14		インバータ、LED、省エネ型照明器具の利用				
H-15		効率的な照明機器の配置				
H-16		人感センサーの利用				
H-17	IT 機器	サーバ	省エネ機器導入			
H-18		ストレージ	省エネ機器導入			
H-19		NW 機器	省エネ機器導入			

(2) ソフト対策

表 5.3-12: データセンターにおける省エネ対策(ソフト)

対策 NO	項目		ハード	具体例	
S-1	ファシリティ	空調	高効率空調機の採用	負荷に応じた自動調整運転の採用	
S-2				複数の空調機間での協調動作の採用	
S-3		その他	エア・フローの最適化	ラック(IT 機器、PDU)の配置	
S-4				冷却装置の配置	
S-5				穴空きタイルの形状と配置	
S-6				排気口の配置	
S-7				床上げ構造の採用	
S-8				ケーブル整理・不要ケーブル撤去	
S-9				冷気と暖気の分離	アイル・キャッピング(冷気通路・暖気通路の閉じ込め)の採用
S-10					目隠しパネルの設置
S-11		暖気プレナムの設置			
S-12		UPS	適切な容量の決定		
S-13		照明	照度の適正化、不必要な照明の OFF		
S-14	IT 機器	サーバ	仮想化(台数削減)		
S-15			最適配置		
S-16		ストレージ	仮想化(台数削減)		
S-17			最適配置		
S-18		NW 機器	仮想化(台数削減)		
S-19			最適配置		

3.4.4 プレイヤーの定義

データセンターはその性質上、一義的に定義できない。WG で議論を重ね、データセンターのタイプを表 5.3-13 に示す 4 つに分類した。なお、クライアントとの関係や事業戦略により表に示した以外の形態も存在するが、今回はその分類を行うことが目的ではなく、省エネ量に対する貢献度明らかにすることが目的であるため、以下の 4 分類で検討を行った。

表 5.3-13: データセンター事業者の分類

DC 事業者 A	ホスティング	自社で建屋を保有しホスティングサービスを行う DC 事業者
	ハウジング	自社で建屋を保有しハウジングサービスを行う DC 事業者
DC 事業者 B	ホスティング	建屋全部を借り、ホスティングサービスを行う DC 事業者
	ハウジング	建屋全部を借り、ハウジングサービスを行う DC 事業者

プレイヤーはアンケートを繰り返し行い、表 5.3-14 の通り決定した。

表 5.3-14: データセンタに係わるプレイヤーの定義

カテゴリ	プレイヤー	定義
DC 事業者	DC 事業者 A	自社で建屋を保有し DC を運営している事業者
	DC 事業者 B	建屋全部を借り、DC を運営している事業者
	DC 事業者 C	DC 事業者 A・B が運営する DC のフロアを借り、DC をしている事業者(ハウジング)
不動産保有関連業者	建屋オーナー会社	建屋を保有する会社
	建屋管理会社	空調等の設備を管理する会社
建屋設計関連会社	建屋設計事務所	建屋を設計する事業者
ファシリティ設計関連会社	電気設備設計会社	電気設備の設計を行う会社
	ファシリティ設備設計会社	空調機の配置などを行う会社
ファシリティ機器製造関連会社	空調機メーカー	空調機を実際に製造しているメーカー
	UPS メーカー	UPS を実際に製造しているメーカー
	照明機器メーカー	照明機器を実際に製造しているメーカー
	設備機器メーカー	設備機器を実際に製造しているメーカー
	重電メーカー	重電機器を実際に製造しているメーカー
IT システム設計関連会社	IT システム設計会社	IT システムの設計を行う会社 (SI 事業を想定)
IT 機器製造関連会社	サーバメーカー	サーバを実際に製造しているメーカー
	ストレージメーカー	ストレージを実際に製造しているメーカー
	NW 機器メーカー	NW 機器を実際に製造しているメーカー

データセンタの事業形態により、プレイヤーに係わる範囲が異なる。そこでデータセンタを建屋、ファシリティ、IT 機器に分類し、先に分類した事業形態ごとにプレイヤーに係わる範囲を図 5.3-40～43 に示す通りとした。

カテゴリ	プレイヤー	建屋	ファシリティ		IT機器	
		設計	設計	メーカ	設計	メーカ
DC事業者	DC事業者A	←→				
建屋設計関連会社	建屋設計事務所	←→				
ファシリティ設計関連会社	電気設備設計会社		←→			
	ファシリティ設備設計会社			←→		
ファシリティ機器製造関連会社	空調機メーカ			←→		
	UPSメーカ			←→		
	照明機器メーカ			←→		
	設備機器メーカ			←→		
ITシステム設計関連会社	ITシステム設計会社				←→	
	IT機器製造関連会社					←→
IT機器製造関連会社	サーバメーカ					←→
	ストレージメーカ					←→
	NW機器メーカ					←→

←→ は「建屋」「ファシリティ」「IT機器」の省エネ施策に関してどこに関与するかを表している。

←→ は各プレイヤーが各省エネ施策においてどこ属するかを表している。

図 5.3-40:DC 事業者 A:ホスティングにおける各プレイヤー

カテゴリ	プレイヤー	建屋	ファシリティ		IT機器	
		設計	設計	メーカ	設計	メーカ
DC事業者	DC事業者A	←→				
	DC事業者C				←→	
建屋設計関連会社	建屋設計事務所	←→				
ファシリティ設計関連会社	電気設備設計会社		←→			
	ファシリティ設備設計会社			←→		
ファシリティ機器製造関連会社	空調機メーカ			←→		
	UPSメーカ			←→		
	照明機器メーカ			←→		
	設備機器メーカ			←→		
ITシステム設計関連会社	ITシステム設計会社				←→	
IT機器製造関連会社	サーバメーカ					←→
	ストレージメーカ					←→
	NW機器メーカ					←→

←→ は「建屋」「ファシリティ」「IT機器」の省エネ施策に関してどこに関与するかを表している。

←→ は各プレイヤーが各省エネ施策においてどこ属するかを表している。

図 5.3-41:DC 事業者 A:ハウジングにおける各プレイヤー

カテゴリ	プレイヤー	建屋	ファシリティ		IT機器	
		設計	設計	メーカ	設計	メーカ
DC事業者	DC事業者B		←→			
不動産保有関連業者 (DC事業者B、Cの場合考える)	建屋オーナー会社	↔				
	建屋管理会社	↔				
建屋設計関連会社	建屋設計事務所	↔				
ファシリティ設計関連会社	電気設備設計会社		↔			
	ファシリティ設備設計会社		↔			
ファシリティ機器製造関連会社	空調機メーカ			↔		
	UPSメーカ			↔		
	照明機器メーカ			↔		
	設備機器メーカ			↔		
	重電メーカ			↔		
ITシステム設計関連会社	ITシステム設計会社				↔	
IT機器製造関連会社	サーバメーカ					↔
	ストレージメーカ					↔
	NW機器メーカ					↔

←→ は「建屋」「ファシリティ」「IT機器」の省エネ施策に関してどこに関与するかを表している。

↔ は各プレイヤーが各省エネ施策においてどこ属するかを表している。

図 5.3-42: DC 事業者 B: ホスティングにおける各プレイヤー

カテゴリ	プレイヤー	建屋	ファシリティ		IT機器	
		設計	設計	メーカ	設計	メーカ
DC事業者	DC事業者A		←→			
	DC事業者C				←→	
建屋設計関連会社	建屋設計事務所	↔				
ファシリティ設計関連会社	電気設備設計会社		↔			
	ファシリティ設備設計会社		↔			
ファシリティ機器製造関連会社	空調機メーカ			↔		
	UPSメーカ			↔		
	照明機器メーカ			↔		
	設備機器メーカ			↔		
	重電メーカ			↔		
ITシステム設計関連会社	ITシステム設計会社				↔	
IT機器製造関連会社	サーバメーカ					↔
	ストレージメーカ					↔
	NW機器メーカ					↔

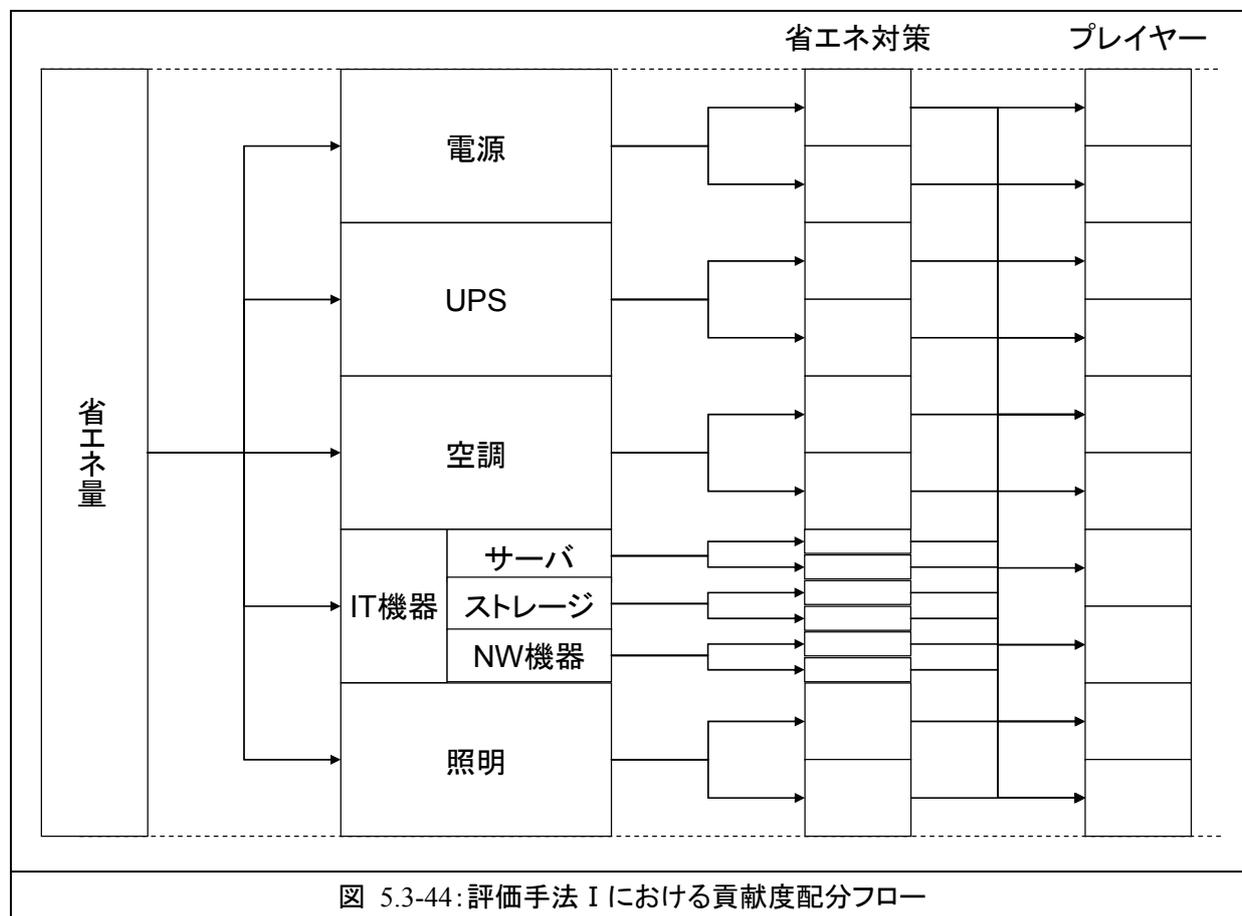
←→ は「建屋」「ファシリティ」「IT機器」の省エネ施策に関してどこに関与するかを表している。

↔ は各プレイヤーが各省エネ施策においてどこ属するかを表している。

図 5.3-43: DC 事業者 B: ハウジングにおける各プレイヤー

3.4.5 貢献度の配分フロー

データセンタでは、その定義やプレイヤーの考え方に時間を要したため、まずは各省エネ対策に係わるプレイヤーの貢献度を明らかにすることを優先した。そのため、評価手法Ⅱのみを検討し、全構成要素への配分は考慮していない。データセンタの貢献度配分フローを図 5.3-44 に示す。



①データセンタの構成要素への配分

まず、省エネ対策を導入した場合の効果を把握する必要がある。アンケートや議論から可能と考えられる計測ポイントにおいて、省エネ対策導入前後の消費電力量を測定し、その差分の比率により構成要素への配分比率を決定する。

②各省エネ対策への配分

さらに貢献度を配分するためには、各省エネ対策の効果を把握する必要がある。同時に複数の対策を導入した場合、構成要素の効果がわかっても各省エネ対策の効果はわからない。なんらかの効果測定を行い、各省エネ対策の効果を決定しておくなど、その効果を決定しておく必要がある。

③各省エネ対策におけるプレイヤーへの配分

各省エネ対策に配分された貢献度をプレイヤーへ配分する。この際の重み付けは、各省エネ対策におけるプレイヤーの重要度をパネル法により行う。

3.4.6 ケーススタディ

(1) 各構成要素への配分

各社にアンケート調査を行った結果、データセンタの消費電力量は表 5.3-15 に示す通りである。

表 5.3-15: データセンタの消費電力量の内訳 %

構成要素	A 社	B 社	C 社	D 社
電源(給電)	0	13	10	18
UPS	5.4	0	10	0
空調	37	40	30	30
IT 機器	54.6	45	40	45
照明	3	2	7	7
その他	0	0	3	0

今回のアンケートでは、IT 機器の消費電力量の内訳を得ることはできなかった。そこで、新聞記事や文献を調査することで、IT 機器の消費電力量の内訳を表 5.3-16 の通りとした（日経 BP 記事より）。

表 5.3-16: IT 機器の消費電力量の内訳

項目	内訳 %
サーバー	50
ストレージ	35
NW 機器	15
合計	100

以上から、各社において 0%の回答は無視して平均し、さらに合計 100%になるように按分して、データセンタの消費電力量の内訳を表 5.3-17 の通りとした。なお、その他の項目は照明として処理した。

表 5.3-17: データセンタの消費電力量の推計結果

構成要素		内訳 %
電源(給電)		12.8
UPS		7.2
空調		32.2
IT 機器	サーバー	21.7
	ストレージ	15.2
	NW 機器	6.5
照明		4.5

このデータをもとに各構成要素への配分比率を決定することとした。今回は、各省エネ対策による効果が不明なため、先に示した省エネ対策を同時に導入した場合、データセンタの各構成要素の消費電力量の比率は変わらないと仮定し、表 5.3-17 に示す比率により重み付けを行った（図 5.3-45）。

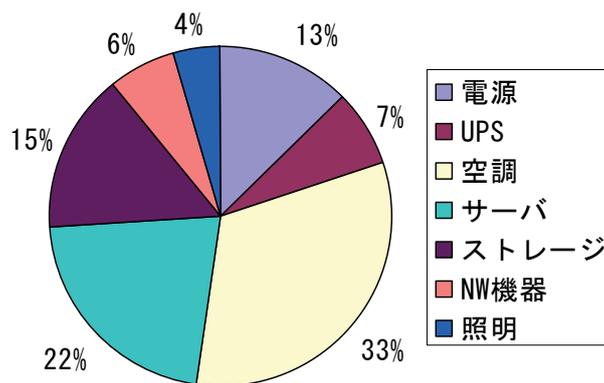


図 5.3-45: 各構成要素への配分結果

(2) 各省エネ対策への配分

先に述べた通り、各省エネ対策の効果を現時点では定量的に把握できていない。そのため、各省エネ対策を同時に導入した場合、それぞれデータセンタの消費電力量の比率に影響を与えない範囲で効果があると仮定した。

(3) プレイヤーへの配分

①DC 事業者 A: ホスティング

各省エネ対策におけるプレイヤーへの配分比率をアンケートにより図 5.3-46、47 の通り決定した。回答は 5 社未満より得た。

(i) ソフト対策

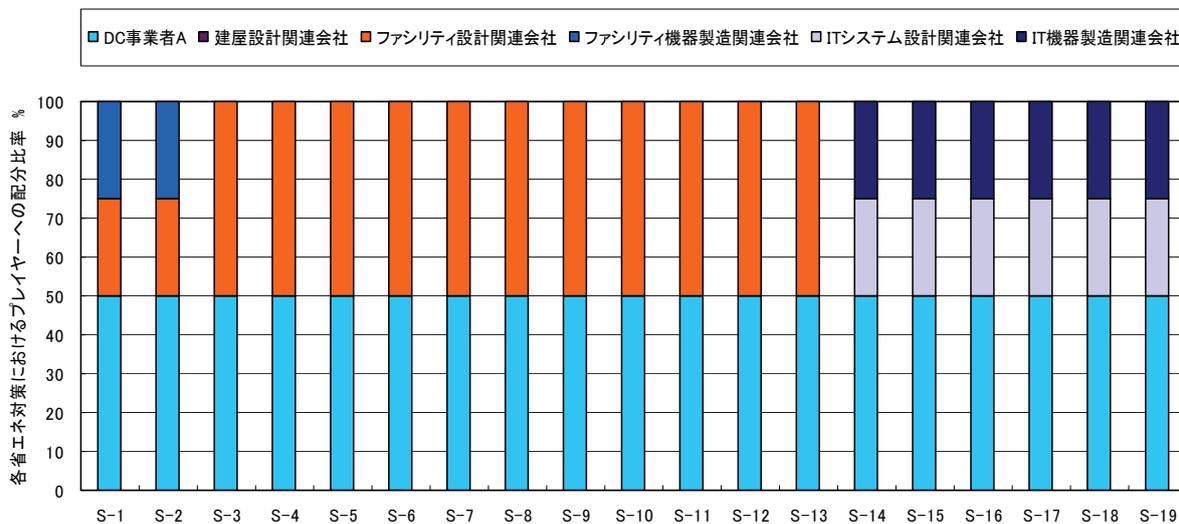


図 5.3-46:DC 事業者 A:ホスティングの各ソフト対策における各プレイヤーへの配分比率

(ii) ハード対策

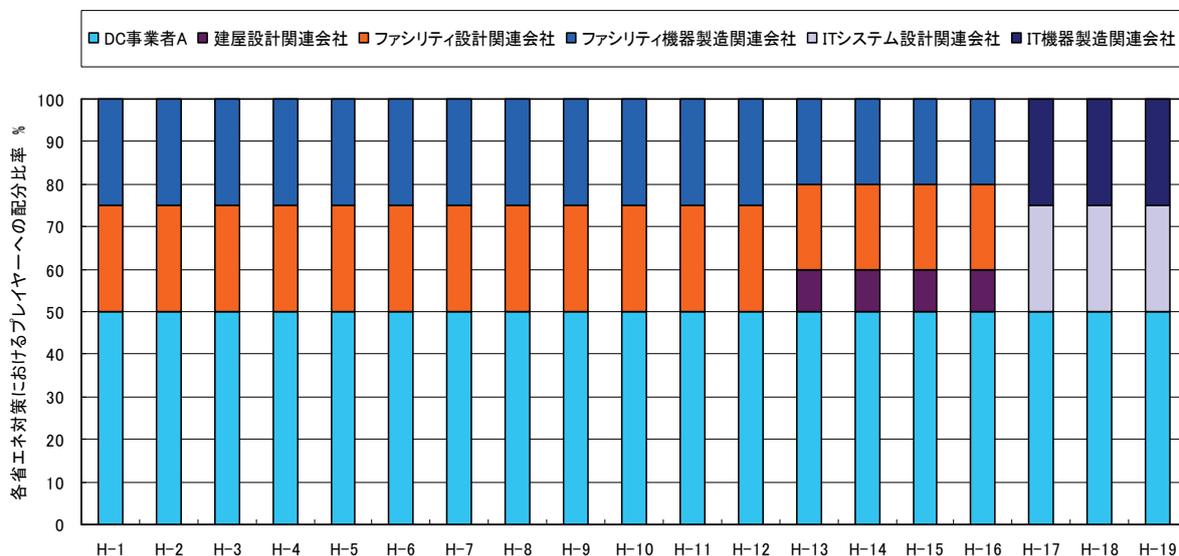


図 5.3-47:DC 事業者 A:ホスティングの各ハード対策における各プレイヤーへの配分比率

(iii) 最終的なプレイヤーの貢献度

先にも述べた通り、各対策の効果は把握できていない。そこで、消費電力量の内訳で挙げた各項目に効果のある対策について、それぞれプレイヤーの貢献度の平均値を算出した。図 5.3-48～

55 に算出結果を示す。

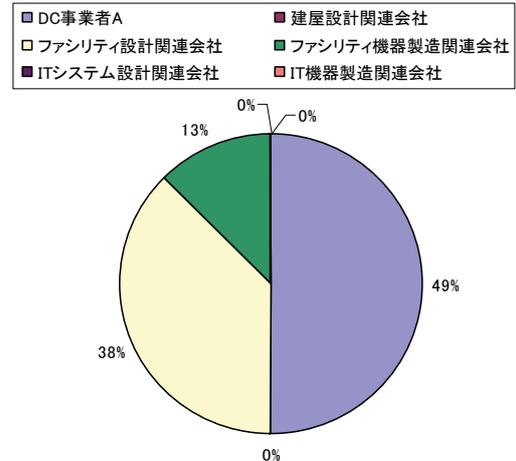
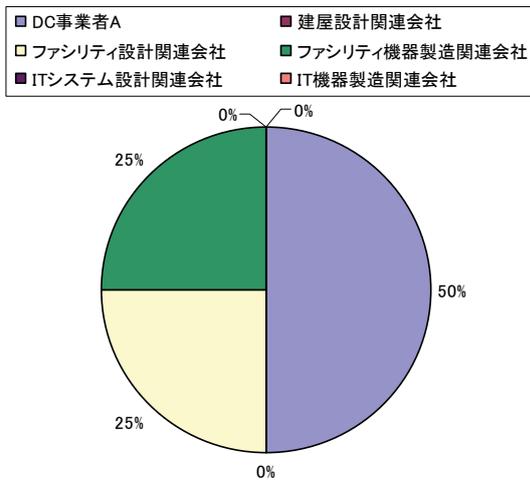


図 5.3-48 :電源におけるプレイヤーへの配分比率

図 5.3-49:UPS におけるプレイヤーへの配分比率

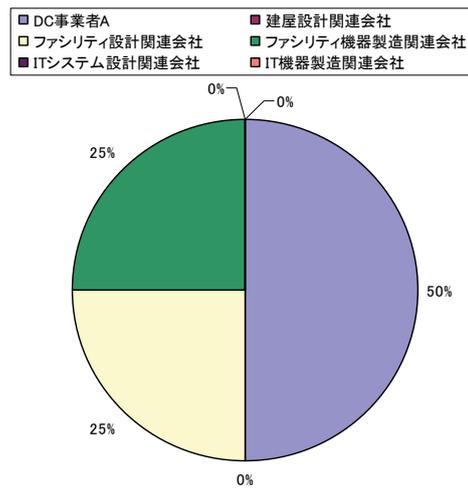
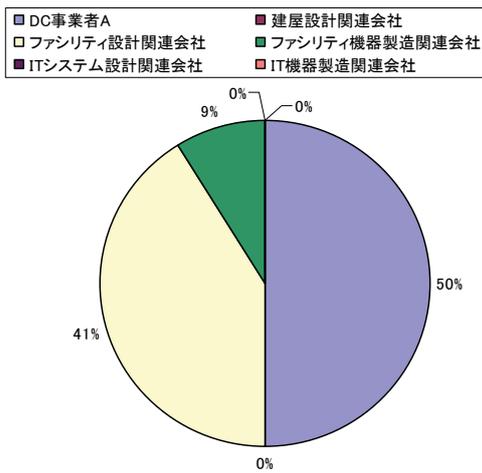


図 5.3-50:空調におけるプレイヤーへの配分比率

図 5.3-51:サーバにおけるプレイヤーへの配分比率

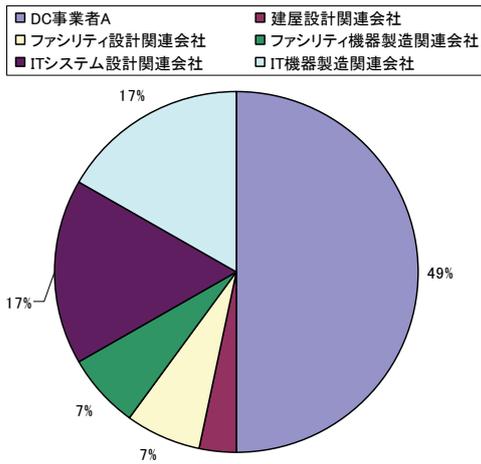


図 5.3-52: ストレージにおけるプレイヤーへの配分比率

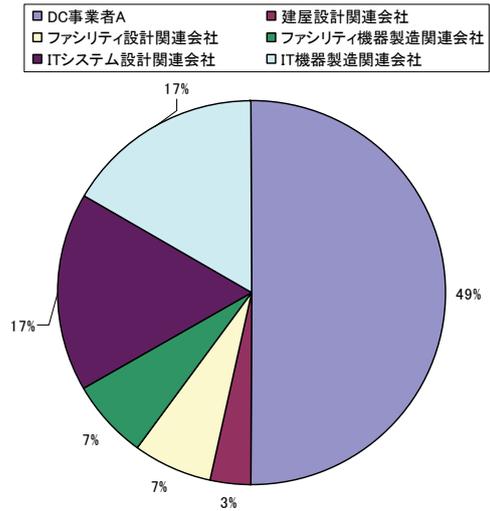


図 5.3-53: NW 機器におけるプレイヤーへの配分比率

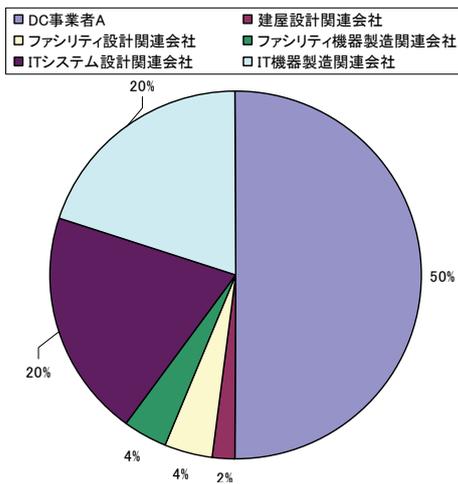


図 5.3-54: 照明におけるプレイヤーへの配分比率

これらに各構成要素への配分比率をそれぞれ掛け合わせることで、最終的なプレイヤーの貢献度を算出した。図 5.3-55 に算出結果を示す。

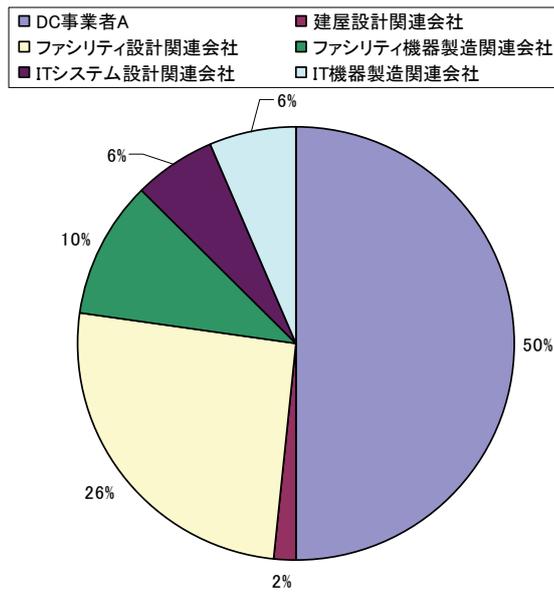


図 5.3-55:最終的なプレイヤーの貢献度

②DC 事業者 A : ハウジング

各省エネ対策におけるプレイヤーへの配分比率をアンケートにより図 5.3-56、57 の通り決定した。回答は 5 社未満より得た。

(i) ソフト対策

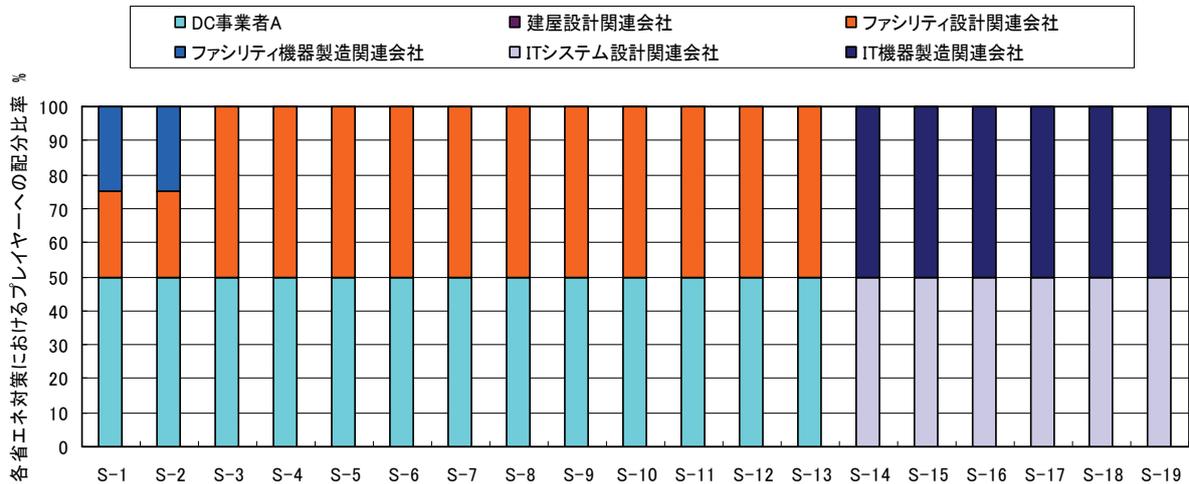


図 5.3-56:DC 事業者 A:ハウジングの各ソフト対策における各プレイヤーへの配分比率

(ii) ハード対策

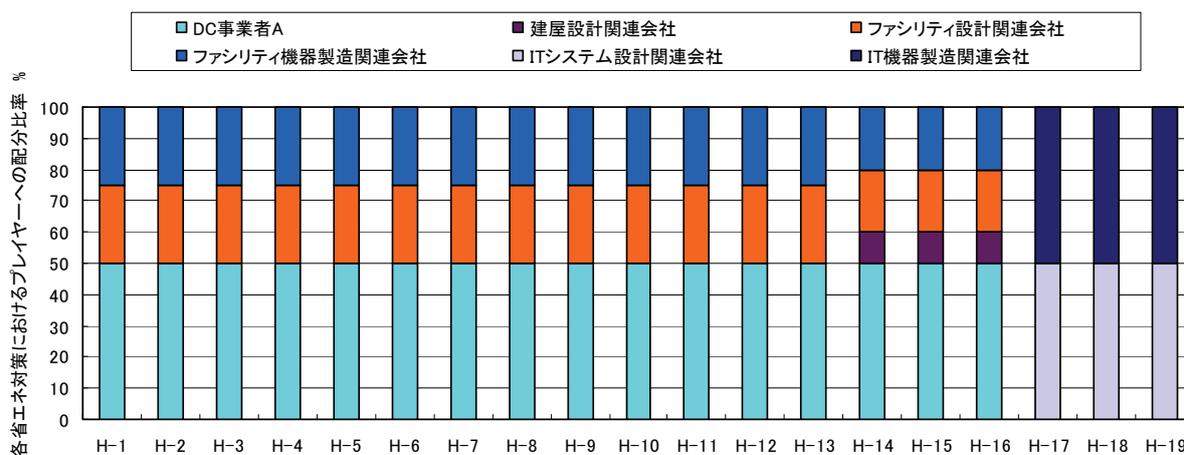


図 5.3-57:DC 事業者 A:ハウジングの各ハード対策における各プレイヤーへの配分比率

(iii) 最終的なプレイヤーの貢献度

先にも述べた通り、各対策の効果は把握できていない。そこで、消費電力量の内訳で挙げた各項目に効果のある対策について、それぞれプレイヤーの貢献度の平均値を算出した。図 5.3-58～64 に算出結果を示す。

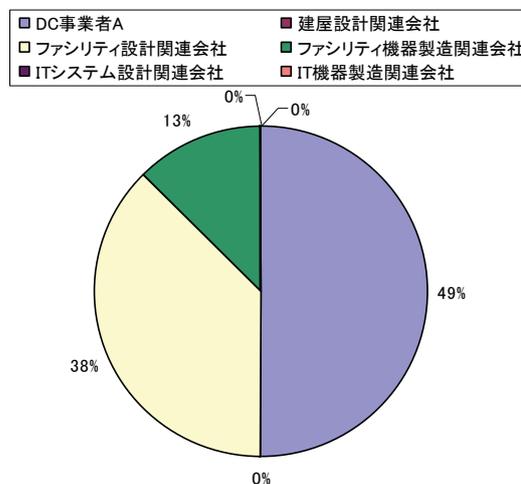
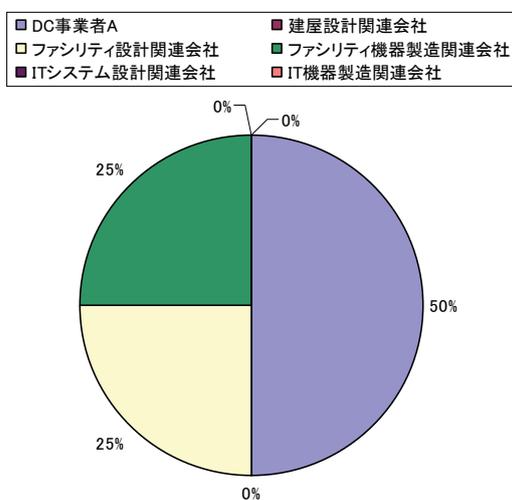


図 5.3-58: 電源におけるプレイヤーへの配分比率

図 5.3-59: UPS におけるプレイヤーへの配分比率

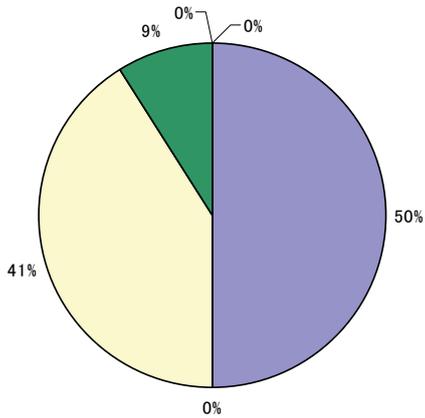


図 5.3-60: 空調におけるプレイヤーへの配分比率

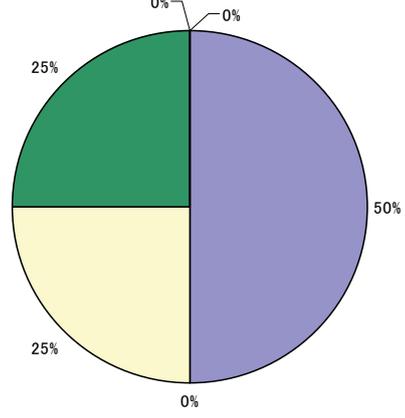


図 5.3-61: サーバにおけるプレイヤーへの配分比率

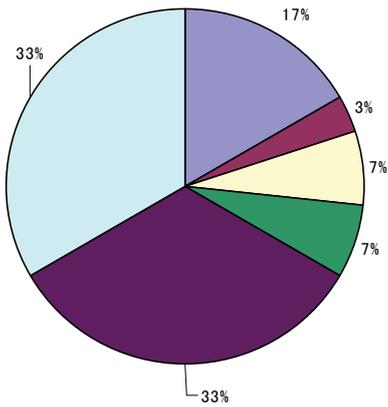


図 5.3-62: ストレージにおけるプレイヤーへの配分比率

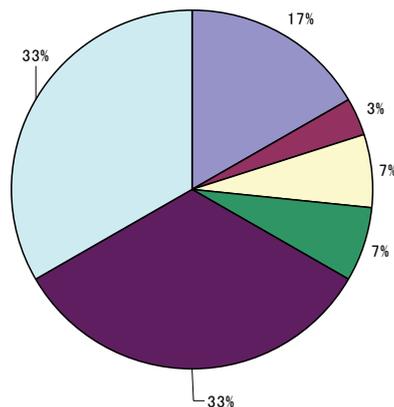


図 5.3-63: NW 機器におけるプレイヤーへの配分比率

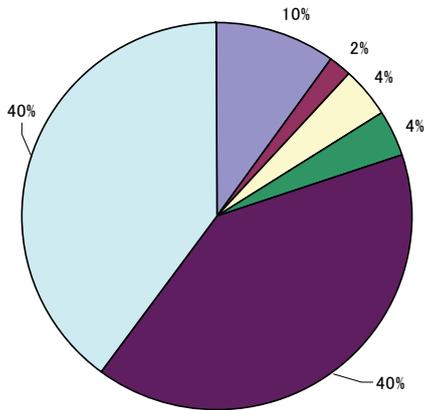


図 5.3-64:照明におけるプレイヤーへの配分比率

これらに各構成要素への配分比率をそれぞれ掛け合わせることで、最終的なプレイヤーの貢献度を算出した。図 5.3-65 に算出結果を示す。

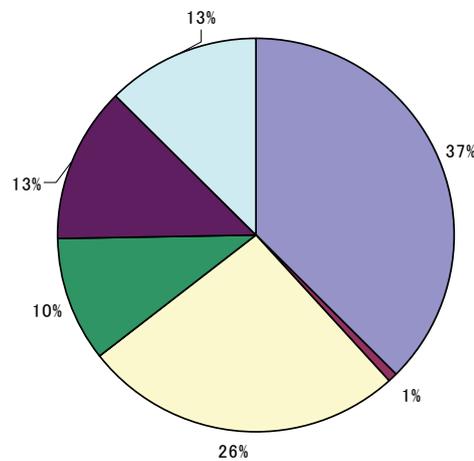
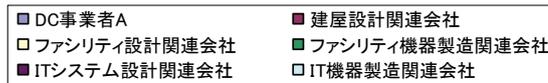


図 5.3-65:最終的なプレイヤーの貢献度

③DC 事業者 B : ホスティング

各省エネ対策におけるプレイヤーへの配分比率をアンケートにより図 5.3-66.67、の通り決定した。回答は 5 社未満より得た。

(i) ソフト対策

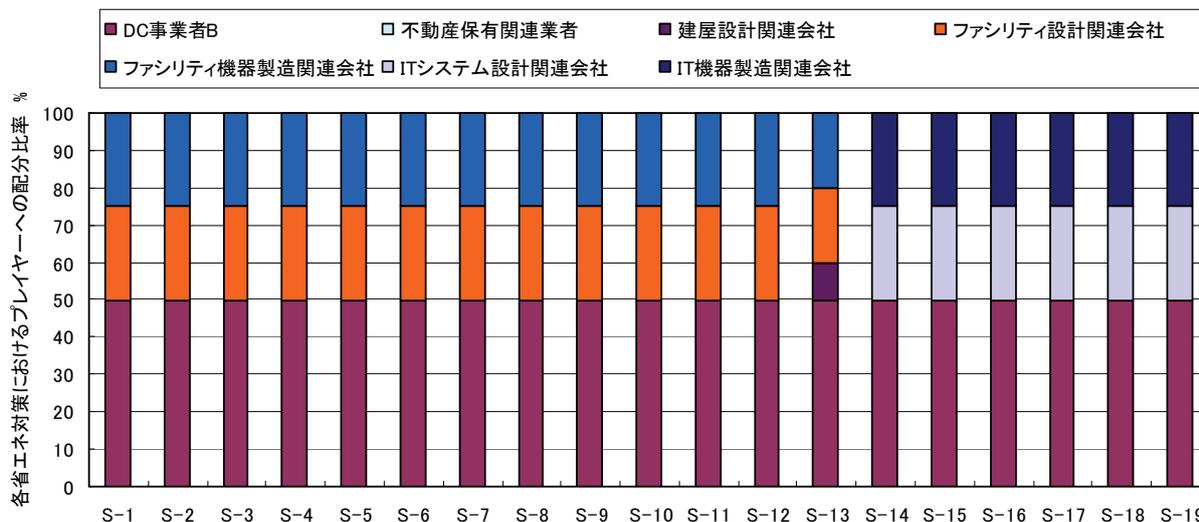


図 5.3-66:DC 事業者 B:ホスティングの各ソフト対策における各プレイヤーへの配分比率

(ii) ハード対策

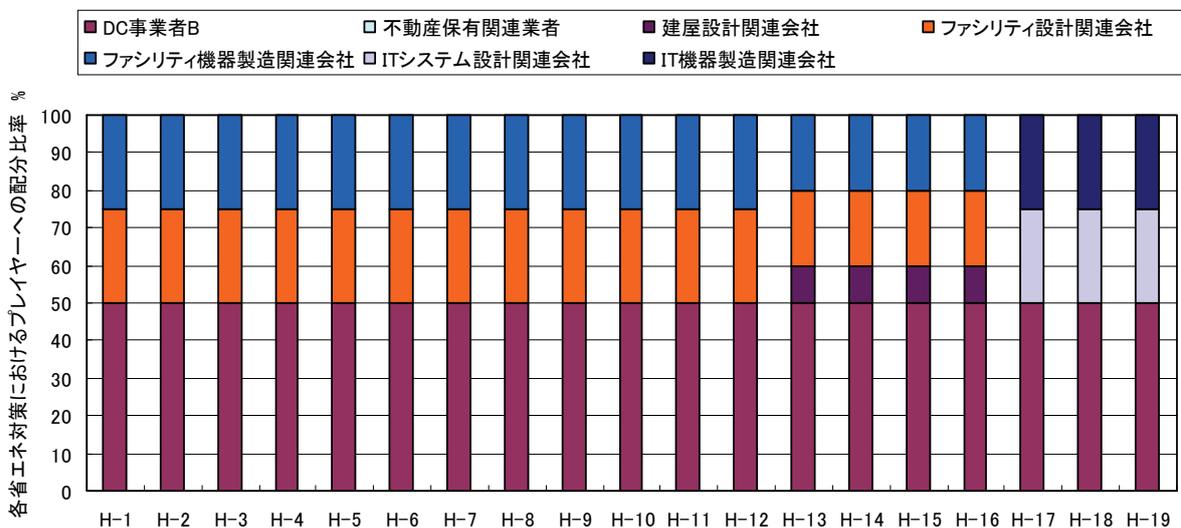


図 5.3-67:DC 事業者 B:ホスティングの各ハード対策における各プレイヤーへの配分比率

(iii) 最終的なプレイヤーの貢献度

先にも述べた通り、各対策の効果は把握できていない。そこで、消費電力量の内訳で挙げた各項目に効果のある対策について、それぞれプレイヤーの貢献度の平均値を算出した。図 5.3-68～74 に算出結果を示す。

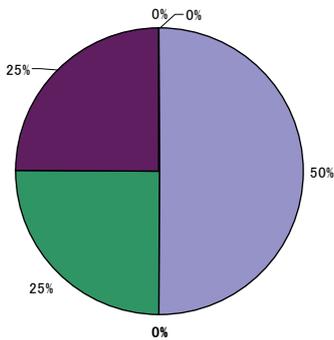


図 5.3-68: 電源におけるプレイヤーへの配分比率

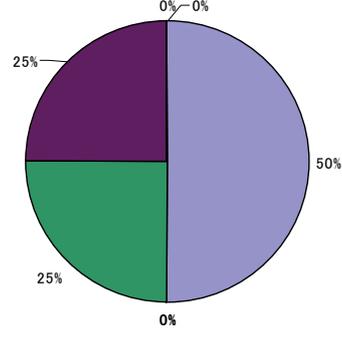


図 5.3-69: UPS におけるプレイヤーへの配分比率

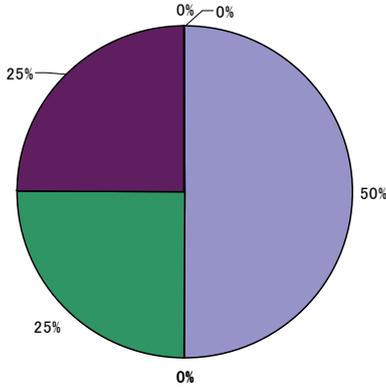


図 5.3-70: 空調におけるプレイヤーへの配分比率

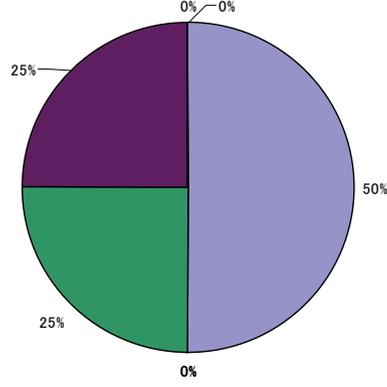


図 5.3-71: サーバにおけるプレイヤーへの配分比率

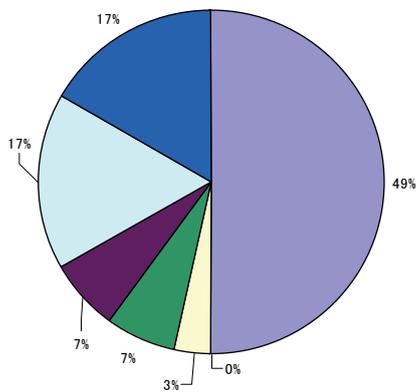


図 5.3-72: ストレージにおけるプレイヤーへの配分比率

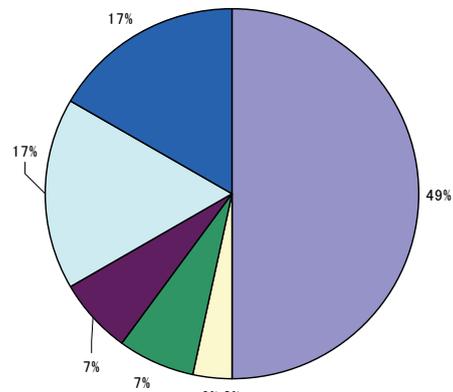


図 5.3-73: NW 機器におけるプレイヤーへの配分比率

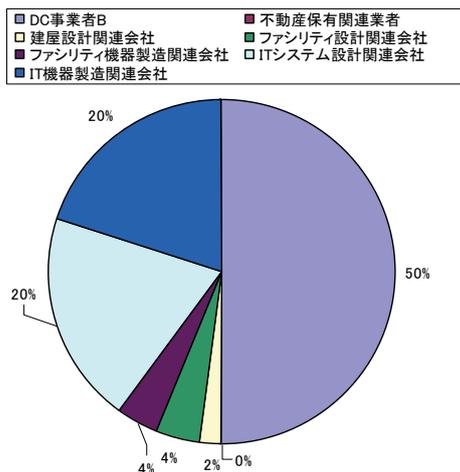


図 5.3-74: 照明におけるプレイヤーへの配分比率

これらに各構成要素への配分比率をそれぞれ掛け合わせることで、最終的なプレイヤーの貢献度を算出した。図 5.3-75 に算出結果を示す。

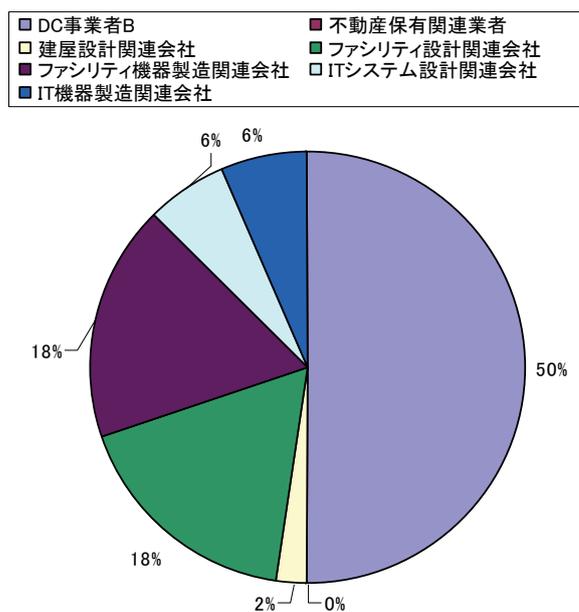


図 5.3-75 最終的なプレイヤーの貢献度

⑤DC 事業者 B : ハウジング

DC 事業者 B:ハウジングにおいては、回答としてハウジングユーザも加えるべきとの意見から、ハウジングユーザをプレイヤーに追加し評価した。なお、この意見は一社からでたものであり、ハウジングユーザに配分したのは一社のみである（他の企業からはこの意見はアンケート段階では出ておらず、アンケートを行った際、プレイヤーとしてハウジングユーザは追加していない）。

(i) ソフト対策

各省エネ対策におけるプレイヤーへの配分比率をアンケートにより図 5.3-76 の通り決定した。回答は5社未満より得た。

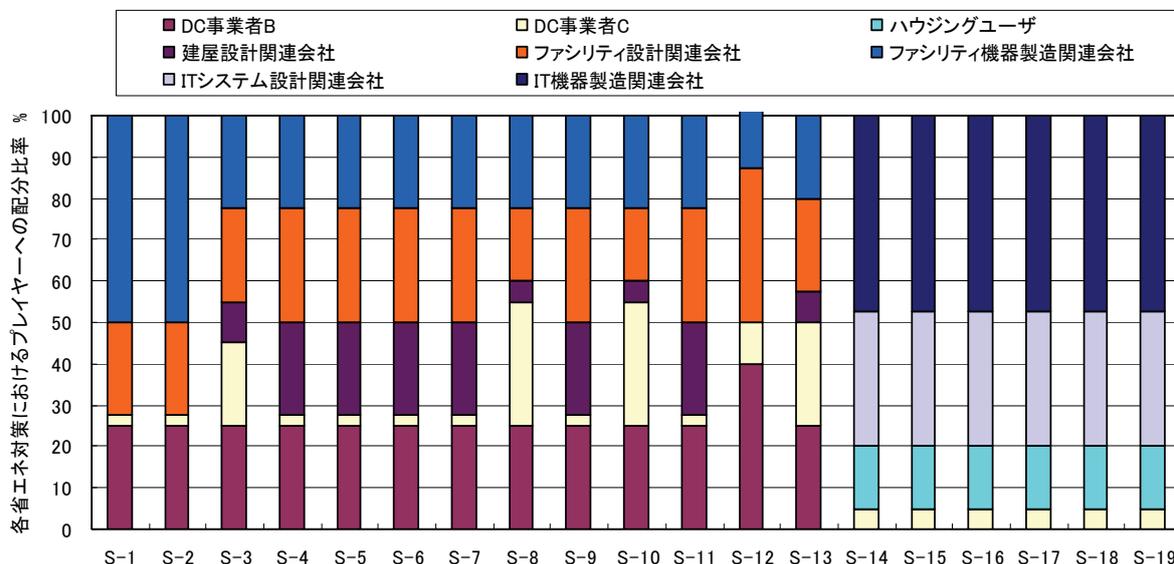


図 5.3-76:DC 事業者 B:ハウジングの各ソフト対策における各プレイヤーへの配分比率

(ii) ハード対策

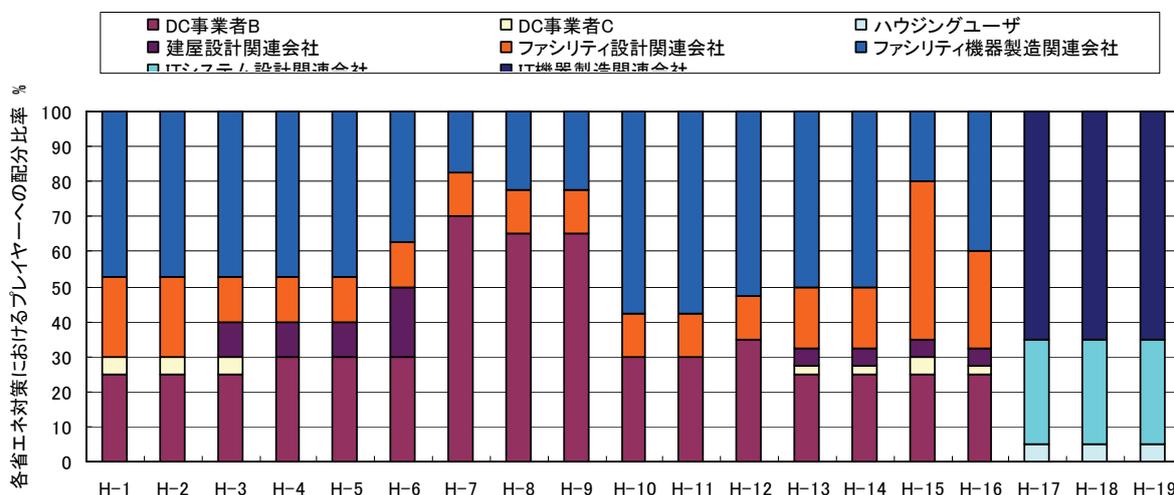


図 5.3-77:DC 事業者 B:ハウジングの各ハード対策における各プレイヤーへの配分比率

(iii) 最終的なプレイヤーの貢献度

先にも述べた通り、各対策の効果は把握できていない。そこで、消費電力量の内訳で挙げた各項目に効果のある対策について、それぞれプレイヤーの貢献度の平均値を算出した。図 5.3-78～

84 に算出結果を示す。

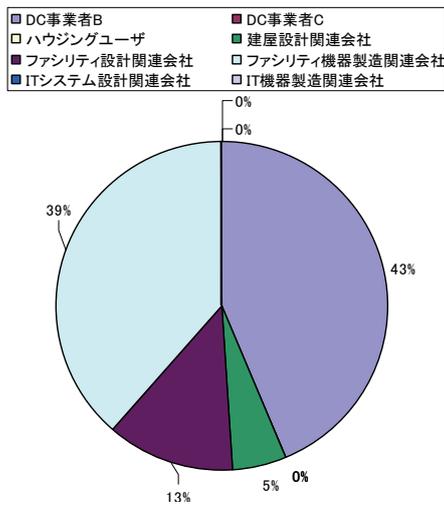


図 5.3-78: 電源におけるプレイヤーへの配分比率

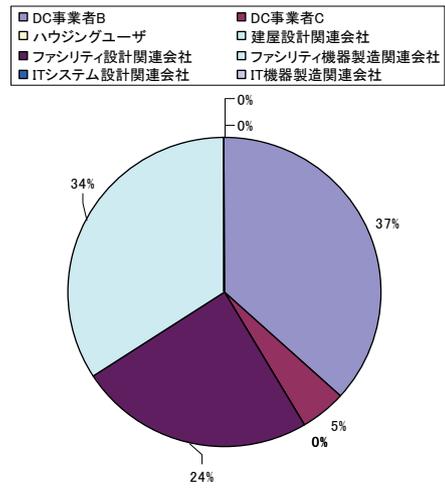


図 5.3-79: UPS におけるプレイヤーへの配分比率

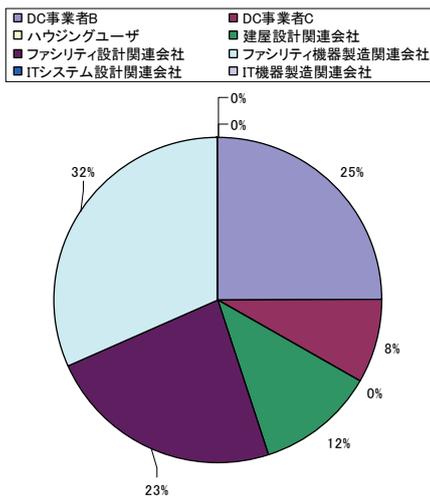


図 5.3-80: 空調におけるプレイヤーへの配分比率

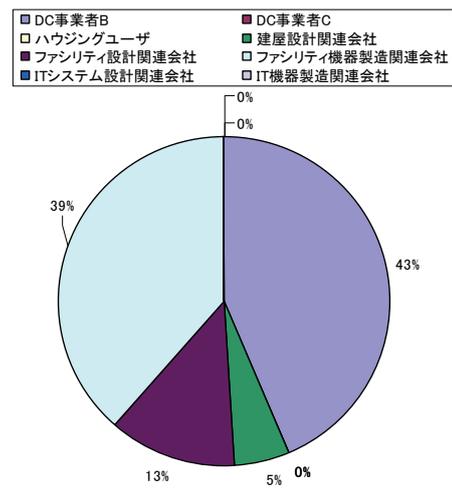


図 5.3-81: サーバにおけるプレイヤーへの配分比率

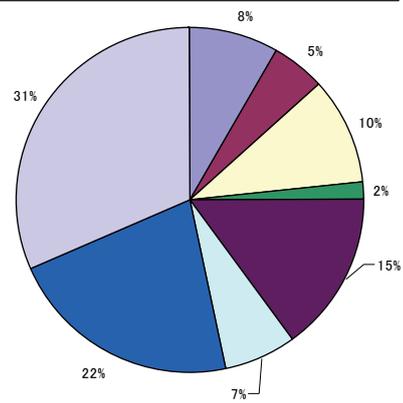
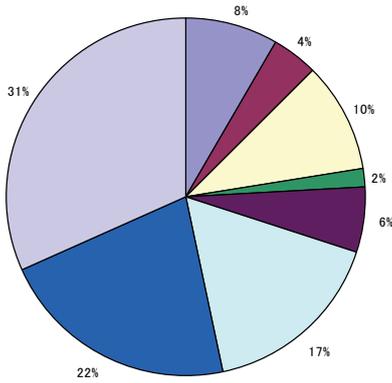


図 5.3-82:ストレージにおけるプレイヤーへの配分比率

図 5.3-83:NW 機器におけるプレイヤーへの配分比率

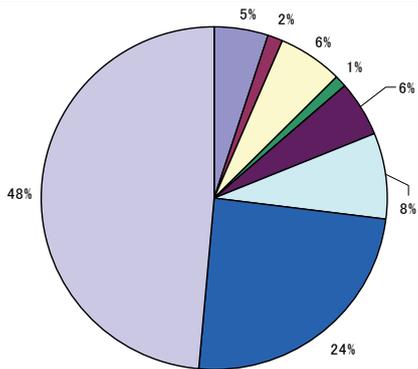


図 5.3-84:照明におけるプレイヤーへの配分比率

これらに各構成要素への配分比率をそれぞれ掛け合わせることで、最終的なプレイヤーの貢献度を算出した。図 5.3-85 に算出結果を示す。

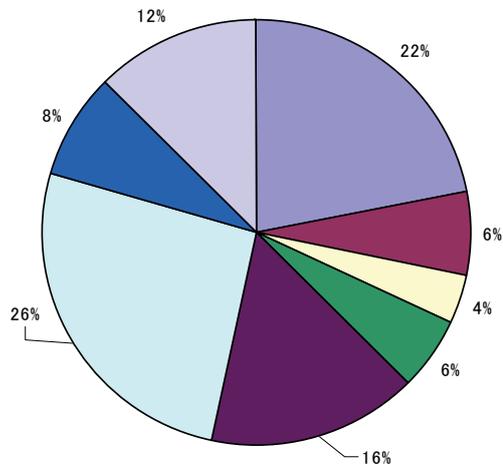


図 5.3-85: 最終的なプレイヤーの貢献度

(4) 貢献度の比較結果

ここまで算出したプレイヤーの貢献度を図 5.3-86～89 に再掲する。

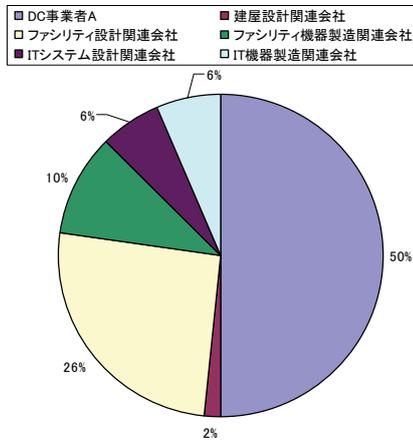


図 5.3-86:DC 事業者 A:ホスティング

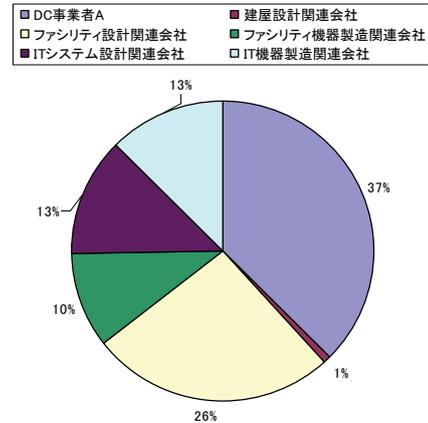


図 5.3-87:DC 事業者 A:ハウジング

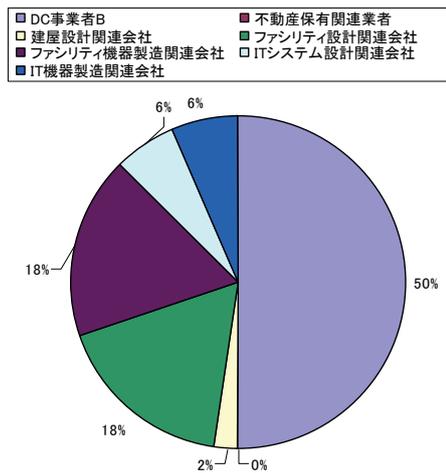


図 5.3-88:DC 事業者 B:ホスティング

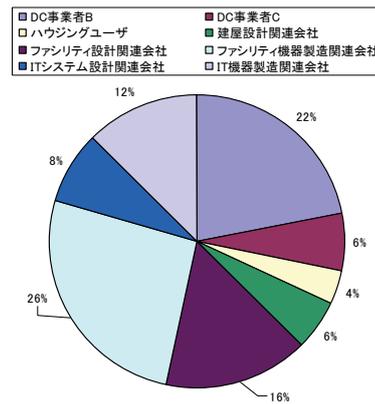


図 5.3-89:DC 事業者 B:ハウジング

DC 事業者への配分比率は事業形態や回答者により大きく異なっていることがわかる。そこで、貢献度の配分比率に大きく変動が出ないと WG で予想された IT 機器、ファシリティについてその比率を考察する。図 5.3-90 は各事業形態におけるファシリティ、IT 機器の貢献度を 100%で表示したものである。なお、ファシリティはファシリティ設計関連会社とファシリティ機器製造関連会社、IT 機器は IT システム設計関連会社と IT 機器製造関連会社の貢献度を合算したものである。

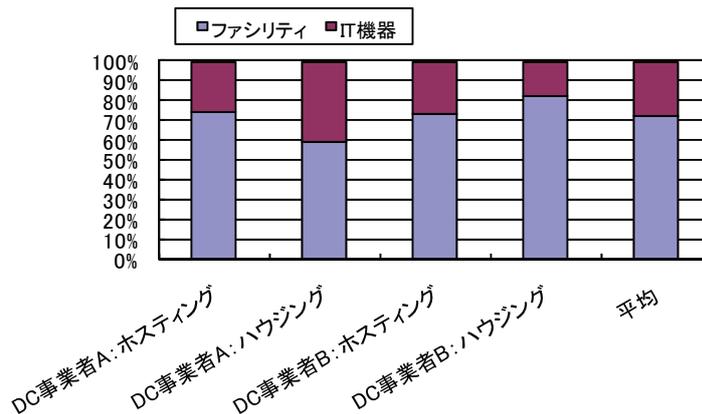


図 5.3-90: ファシリティと IT 機器に係わるプレイヤーの貢献度の比較

ファシリティと IT 機器の消費電力量の比率は 55 : 45 であり、今回の評価ではこの比率をファシリティと IT 機器の貢献度としている。一方プレイヤーの貢献度からみたファシリティと IT 機器に係わるプレイヤーの貢献度は、ファシリティの貢献度が 59～82%、IT 機器の貢献度が 18～41%となっており、平均するとそれぞれ 71%、29%であり、55%、45%と比較すると乖離が大きい。これは、各省エネ対策における DC 事業者への配分比率が異なっていることが要因の一つである。

3.5 サーバ

サーバの貢献度評価は、現時点で評価手法案を提示するに至っていない。ここでは、現時点で調査が終わっている範囲に限り述べる。

3.5.1 省エネ量の定義

省エネ量を定義するために、各社 HP を調査した。表 5.3-28 に調査結果を示す。

表 5.3-28:各社 HP の調査結果

メーカー	NEC		Hitachi		Fujitsu	
製品名	評価対象	比較対象	評価対象	比較対象	評価対象	比較対象
	Express5800	Express5800	HA8000-es	HA8000	PRIMERSY	PRIMERSY
	ECO CENTER	i120Rg-1	RS220	RS220	BX900	RX200S3
発売年度	2008年5月	2007年8月	2009年6月	2009年4月	2009年5月	2007年2月
最大消費電力	350W	600W	622W	731W	253W	630W
省エネ割合	55%(待機時)、28%(高負荷時)		23%(不明)		40%(不明)	
タイプ	ラックマウント	ラックマウント	ラックマウント	ラックマウント	ブレード	ラックマウント
CPU	Xeon L5420	Xeon L5310	Xeon L5520	Xeon X5570	Xeon L5530	Xeon 5050
参考	http://www.nec.co.jp/press/ja/0805/2601.html		http://www.hitachi.co.jp/New/News/month/2007/10/1025.html		http://pr.fujitsu.com/jp/news/2009/05/12.html	

これより、旧製品と比較した場合の省エネ事例が示されており、液晶 TV のように、旧型との比較により省エネ量を定義するのが妥当であるといえる。

3.5.2 省エネ対策の分類

先の調査から、省エネ対策は表 5.3-29 に示す通りに分類できる。大きく、電源における電力損失の低減、冷却ファンにおけるエアフローの最適化や負荷に応じた制御、ハードディスクや CPU 等における省電力型の採用である。

表 5.3-29:各社 HP の調査結果

省エネ対策		NEC	Hitachi	Fujitsu
電源	電力損失の低減	●		●
冷却ファン	エアフローの最適化	●		
	負荷に応じた制御		●	●
ハードディスク	省電力型の採用		●	
チップセット		●	●	
CPU		●		
メモリー		●		

このような省エネ対策をリストアップし、各省エネ対策に対するプレイヤーの貢献度を決定することで、省エネ量に対する各プレイヤーの貢献度を算出することが可能である。

3.5.3 消費電力量の算出

省エネ量の算出には製品の消費電力量を算出する必要がある。調査を行った結果、SPECpower_ssj2008 に基づいた消費電力が WEB 上で開示されていた。図 5.3-91 は NEC 社製の事例である。

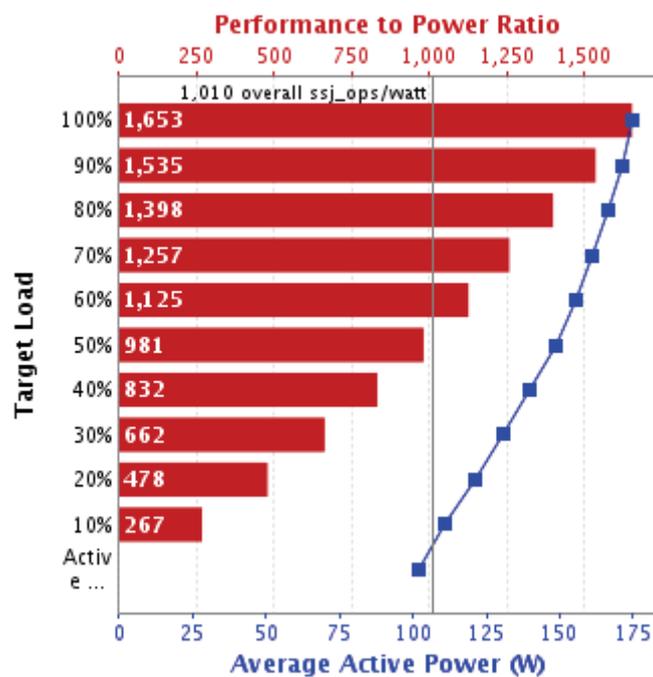


図 5.3-91: サーバの消費電力

ここから消費電力量を算出するには、どの程度の CPU 稼働率でどのくらいの時間稼働するのかを把握する必要があるが、現時点の調査では、その情報は得られていない。

4. 企業貢献度評価手法検討のまとめ

第1章では、本評価手法の必要性を述べた。今後予想される二酸化炭素排出量への規制やそれに対する説明責任を考えたとき、製品が削減する環境負荷に対する企業の貢献度を見える化することは重要であり、われわれが検討しているような使用時の省エネ効果に対する製造に係わるプレイヤーの貢献度評価手法はこれまで検討されてきていない。一層の省エネ型製品・技術やCT技術等の利用を普及・促進を行うためには、規制的インセンティブと社会的・経済的インセンティブといった政策をつなぐポリシーミックス的な政策が必要であり、本評価手法はその一歩となり得る。

第2章では、of IT と by IT の定義や貢献度配分方法に関して述べた。今回の評価ではパネル法を採用したが、よりコンセンサスが得られる評価手法とするためには、その他の定量的データとの比較を行うことが必要になると考える。加えて、どのような母集団に対してどのような規模でアンケートを行うのかといったことも、合わせて検討しておくことが必要である。また、複数案検討している評価手法を一本化することも必要である。企業に対する二酸化炭素排出量の規制やそれに対する説明責任は、省エネ量を直接的に生み出す企業だけでなく、全企業に求められるものである。その観点から言えば、本評価手法やそれ以外の方法も含め、なんらかの方法で全企業に貢献度を配分する手法を検討することも必要であるといえる。今回検討した評価手法においては、全構成要素への配分は論理的に説明が困難である問題点もあるが、今後は省エネとは違った、製品への貢献や消費者の利用への貢献といった観点を加え検討することが必要といえる。

第3章では電球形蛍光ランプ、液晶テレビ、データセンタ、サーバを例にケーススタディを実施した。電球形蛍光ランプにおいては、技術革新まで含めた評価を行い、省エネ量を生み出す要素以外の貢献度も明らかにした。データセンタにおいては事業形態を考慮した配分手法の考え方を提案し、サービスも含めた評価手法であることを示した。本年度は評価の考え方を中心に据えた為、厳密なプレイヤーや製品構成の定義が不十分であるが、貢献度の配分結果としては、セットメーカー以外のプレイヤーの貢献度も明らかになり、本評価手法の一つの目的でもある、「部品メーカー等への配分」を達成できたといえる。

本年度は of IT を取り扱ったが、by IT の貢献度評価手法も今後検討していく必要がある。とりわけ DC 等の ICT サービスにおいては of IT の効果よりも by IT の効果が大きく、近年サービス提供時の消費電力量が増大傾向にあることから、手法の重要性は高いといえる。より多くの製品・サービスに出来るだけ汎用的に使用できる手法を開発することが、今後の温暖化対策に向け重要であると考えられる。

第6部 海外のグリーンITに関する取り組み調査

1. 調査の背景

本格的なIT化に伴い、社会で扱う情報量は2025年には約200倍になると見込まれている。この情報爆発に対応して、IT機器の台数と各種機器ごとの情報処理量は大幅に増加している一方で、IT・エレクトロニクス技術の有効活用は、生産・流通業務の効率化による経済・社会活動の生産性向上、エネルギー効率向上に貢献している。

グリーンIT推進協議会・調査分析委員会では、2008年度、7月から12月にかけて米国、EUにおける政府、民間レベルのグリーンITに関する取り組みの調査を行い、その方向性について検討、分析を行ってきた。

2009年度は、2009年9月から11月にかけて、さらに対象国、対象組織を追加し、グリーンITへの取り組みの調査を行った。今回の調査では、対象地域を米国、EU(特にイギリス、ドイツ)、シンガポール、韓国とし、これらの地域における以下の政府主導、民間主導双方の取り組みについて調査を行った。

(1) 米国における取り組み

- エネルギー省(DOE)
- 環境保護庁(EPA)
- The Green Grid
- Climate Savers Computing Initiative
- Digital Energy Solutions Campaign

(2) EUにおける取り組み

- Code of Conduct on Data Centres
- Code of Conduct on Broadband equipment
- Code of Conduct on External power supply
- Global e-Sustainability Initiative
- ICT4EE
- BITKOM
- Grid Computing Now KTN/BCS/INTELLECT

(3) シンガポールにおける取り組み

- Singapore Infocomm Technology Federation (SiTF)

(4) 韓国における取り組み

- 韓国グリーンビジネスIT協議会

(5) その他アジア諸国における取り組み

(6) ITUにおける取り組み

ここで、世界の主要国におけるグリーン IT の取り組みを調査した先行例として、OECD レポート¹¹⁹が存在する。このレポートでは、グリーン IT の取り組みに関して、主要国における取り組みを概観し、政府系プログラムと民間団体によるプログラムのそれぞれに組み分け分野の特徴を示している。

まず、政府系のグリーン IT プログラムとしては、日本のグリーン IT プロジェクト、米国の U.S. American Recovery and Reinvestment Act、Energy Star などがあげられている。政府系プログラムの取り扱うテーマとしては、「R&D」と「イノベーション支援」、「普及啓発の支援」が多くなっている。領域別のプログラム例を表 6.1-1 にまとめた。

一方、民間団体系プログラムを見ると、政府系プログラムと同様に「R&D」や「イノベーション」に関わるプログラムが多いが、内容は若干異なり、企業間協力促進やネットワークの形成となる。また、「標準やエコラベルの策定」に関するプログラムも多い(表 6.1-2)。民間団体主導で標準やエコラベルに取り組む団体の例としては、例えばクライメートセイバーズや 80 Plus などがあげられる。

¹¹⁹ “Towards Green ICT Strategies: Assessing Policies and Programmers on ICT and the Environment” (OECD, 2009)

表 6.1-1 : OECD 諸国における政府系グリーン IT プログラム例

領域	内容
R & D プログラム	グリーン IT 技術開発への投資 <ul style="list-style-type: none"> ● U.S. American Recovery and Reinvestment Act ● 日本 グリーン IT プロジェクト ● 韓国 Comprehensive Program for Green ICT in the Communication Sector
グリーン調達	政府によるグリーン調達 <ul style="list-style-type: none"> ● 英国 Green ICT Strategy
イノベーション支援	企業間協力促進。イノベーションネットワーク形成 <ul style="list-style-type: none"> ● Intelligent Energy-Europe (IEE) ● “Germany: Green IT Pioneer”
ビジネスへの活用	ビジネスでのグリーン IT 活用推進 <ul style="list-style-type: none"> ● ベストプラクティス提供 ● 測定ツール開発(DOE の DC Pro など) ● 法規制、行動規範の策定(Code of Conduct など)
標準&ラベル	エコラベル設定 <ul style="list-style-type: none"> ● 米国 Energy Star
家庭への普及	家庭へのグリーン IT の普及

表 6.1-2 : OECD 諸国における民間団体系グリーン IT プログラム例

領域	内容
イノベーション支援	企業間協力促進。イノベーションネットワーク形成。政府への提言・情報交換。 <ul style="list-style-type: none"> ● 英国 Intellect Consumer Electronics Energy Efficiency Group
製品デザイン	高高率な IT 機器の製品デザイン促進 <ul style="list-style-type: none"> ● クライメートセイバーズ ● EICTA
標準&ラベル	標準、エコラベルの策定 <ul style="list-style-type: none"> ● IT 機器の効率表示 (80 Plus)

また、グリーン IT への取り組みには、産業競争力強化の面と環境問題への対処面の両面がある。そこで、IT 産業競争力と CO2 排出削減の必要性で各国の分類を試みた(図 6.1-1)。図 6.1-1 では、縦軸に各国の IT 産業競争力、横軸に CO2 排出削減の必要性をとり、グリーン IT に取り組む各国を 4 つにグループ分けした。

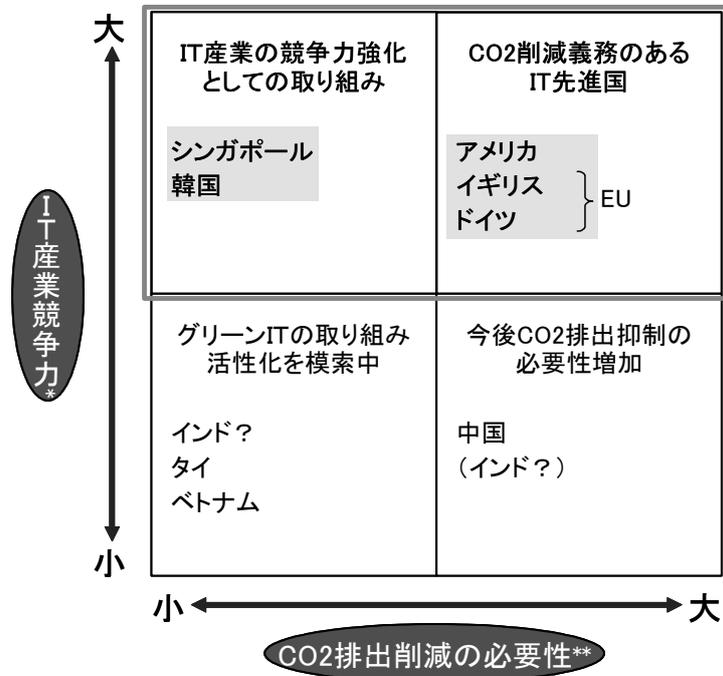


図 6.1-1 : IT 競争力と CO2 排出の必要性による各国の分類¹²⁰

まず、右上のグループは、CO2 削減義務のある IT 先進国である。アメリカ、ヨーロッパなどに加え、日本も所属する。IT 産業の競争力が強く、グリーン IT を産業面としてもとらえる一方で、CO2 削減手段としてもグリーン IT の必要性が高い。

次に、左上のグループが、国としての CO2 排出削減必要の緊急性は現時点では相対的に低い、IT 産業の競争力が高い国である。グリーン IT の取り組みを積極的に進めると共に、将来排出削減への必要性が高まった場合に備えようとしていると考えられる。例えば現時点ではシンガポールや韓国があげられる。

さらに、右下は、現在のところ、国の IT 産業競争力は相対的に高くはないが、CO2 排出量が今後急増することが予測され、排出抑制の取り組みが活発化すると予測される国である。中国が典型例と考えられる。

¹²⁰ “Benchmarking IT industry competitiveness 2009” (BSA) における IT 産業競争力ランキング 20 位以上と以下で IT 産業競争力を分類。一方、CO2 排出削減の必要性は、京都議定書における削減義務国と排出量が世界第 2 位となっている中国を必要性大とした。

最後に、現時点では相対的に IT 産業競争力と CO2 排出削減の要求が高くない左下のグループである。しかし、例えば 2010 年 10 月に開催されたアジアグリーン IT フォーラム¹²¹ (東京) では、このグループに属すると考えられるタイやベトナムなどの国々でも、それぞれグリーン IT の取り組みに対する関心の高さが伺えた。

今回の調査では、右上、左上のグループに属するアメリカ、ドイツ、イギリス、韓国、シンガポールの 5 カ国を中心に調査を実施した。加えて補足的に EU における取り組みを調べた。各国・地域においては、CO2 排出削減への目標や取り組みと、グリーン IT への取り組みの大きく 2 つの点を調べた。今回の主要な調査対象を図 6.1-2 にまとめた。

		米国	EU	(イギリス)	(ドイツ)	韓国	シンガポール
二酸化炭素排出削減への取り組み	中期目標	2020年までに05年比で17%削減 ● 地球温暖化対策法案を検討中	2020年までに1990年比20%削減「20 by 2020」	2020年までに26%以上削減？(EUエネルギーパッケージの割当は-16%)	2020年までに1990年比で40%削減？(EUエネルギーパッケージの割当は-14%)	2020年向け、3つのシナリオを検討 ● 05年比で8%増、横ばい、4%減	GDP単位当たりのエネルギー消費量を05年比で約35%削減
	主要施策	「グリーンニューディール」	「気候変動エネルギー政策パッケージ」	Carbon Reduction Commitment	「統合エネルギー及び気候プログラム要綱」	「温室効果ガス中期(20年)削減目標設定推進計画」 「グリーン成長委員会」	「持続可能なシンガポールのためのブループリント」+ 推進イニシアチブ
グリーンITの取り組み	政府	スマートグリッド ●DOE ●EPA	EC勧告 "Mobilising ICT to facilitate the transition to an energy-efficient, low-carbon economy"	データセンタ	"IT Goes Green" ● 技術革新と活用の促進 "e-energy"	「グリーンIT国家戦略」 9つの革新課題	新エネルギー データセンタ
	民間	●DESC ●TGG ●クライメートセイパーズ ●GeSI	ICT4EE フォーラム	●BCS ●グリッドコンピューティングNow KTN ●INTELLECT	●BITKOM	●韓国グリーンビジネスIT協会	●SiTF

注：各国の目標は2009年秋時点

図 6.1-2：国（地域）別のグリーン IT の調査対象詳細

¹²¹ <http://www.greenit-pc.jp/activity/asia/asia.html>

2. 米国における取り組み

2.1 政府および政府系機関による取り組み

2.1.1 DOE

(1) 概要

米国エネルギー省（DOE：Department of Energy）は、現在グリーン IT 関連の主要な施策として、Save Energy Now と連邦エネルギー管理プログラム（FEMP：Federal Energy Management Program）を主導している。

Save Energy Now では、工業部門のエネルギー消費削減のため、連邦政府の他機関、州政府、公共施設、大学、NPO 等との連携を促進するとともに、エネルギー・アセスメントのためのソフトウェアの提供、エネルギー・アセスメントの実施、情報提供、教育・訓練などを実施している。特に、データセンタをエネルギー効率向上のための重要なセクターと捉え、データセンタのオペレーターが省エネのための行動をより効果的に実施するのを支援するために、エネルギー効率ツール、トレーニング、その他の手段を提供している。

連邦エネルギー管理プログラム（FEMP：Federal Energy Management Program）では、米国で最大のエネルギー消費主体である連邦政府におけるエネルギー管理関連政策の開発、普及および改良を通じて、環境への影響削減に努めている。主な実施内容は、①エネルギー効率の向上、②水質管理の向上、③分散型、再生可能エネルギー使用の促進、④連邦レベルでの公共施設管理の改善などである。

(2) 目標

Save Energy Now は、今後 10 年間で工業部門でのエネルギー消費を 25%削減する目標を掲げており、目標実現のため他機関との連携を促進している。

連邦エネルギー管理プログラムにおいては、米国で最大のエネルギー消費主体である連邦政府におけるエネルギー管理関連政策の開発、普及および改良を通じて、環境への影響削減に努めている。

(3) 推進組織

米国エネルギー省（DOE：Department of Energy）は、1946年に設立された原子力委員会（AEC）を前身とする。1973年の石油ショック後に再編され、1977年8月4日に設立された。

関連機関として、電力及びガス事業に対する規制・監督を実施する連邦エネルギー規制委員会（FERC：Federal Energy Regulatory Commission）、軍の核兵器、原子炉の開発・管理を担当する国家核安全保障局（NNSA：National nuclear Security Administration）の他、アルゴンヌ国立研究所、エイムズ国立研究所、再生可能エネルギー研究所、ネバダ核実験場など多くの機関を所管している。

米国エネルギー省のミッションは、米国の科学技術のイノベーションを促進するためのエネルギー安全保障の推進であり、戦略テーマとして、エネルギー安全保障、原子力の安全、科学的発見とイノベーション、原子力の環境負荷低減による環境保護、ミッション実現のための健全経営の5つを掲げている。

米国エネルギー省が現在主導しているグリーンIT関連の主要な施策として、Save Energy Now と連邦エネルギー管理プログラム（FEMP：Federal Energy Management Program）がある。

(4) 活動内容

①Save Energy Now の概要

米国エネルギー省は、Save Energy Now と呼ばれる産業技術プログラムを主導している。Save Energy Now は、今後10年間で工業部門でのエネルギー消費を25%削減する目標を掲げており、目標実現のため他機関との連携を促進するとともに、エネルギー・アセスメントのためのソフトウェアの提供、エネルギー・アセスメントの実施、情報提供、教育・訓練などを実施している。

(a) 他機関との連携

- ・連邦政府の他機関、州政府、公共施設、大学、NPO等と連携し、産業分野のエネルギーマネジメントの改善に取り組んでいる。

(b) エネルギー・アセスメントのソフトウェア提供

- ・企業に対して、エネルギー・アセスメントのためのソフトウェアを無料で提供しており、インターネットのHPからダウンロード可能となっている。
- ・このソフトウェアによりアセスメントを実施した企業では、平均して1年間に10%エネルギー消費が減少したとの結果が出ている。
- ・本アセスメントでは、空調、ポンプなどエネルギー消費の多い設備を主な対象としている。

(c) エネルギー・アセスメントの実施

- ・米国エネルギー省のエネルギー専門スタッフが、企業のエネルギー効率についてアセスメントを実施している。
- ・アセスメントには、大規模工場向け（3日間）、中小規模工場向け（1日間）があり、エネルギー効率改善のための具体策を提示する他、社員に対してアセスメントの利用法を教授している。

(d) 情報提供

- ・エネルギー効率向上施策の事例（ベストプラクティス）、エネルギー効率改善技術などについて情報提供を行っている。

(e) 教育・訓練

- ・エネルギー管理技術、エネルギー・アセスメントのソフトウェアについての教育・訓

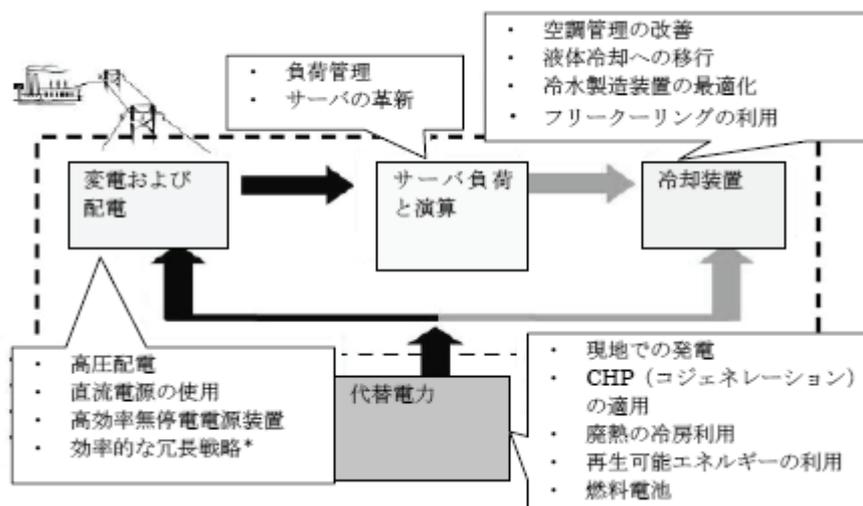
練プログラムを実施している。

②Save Energy Now におけるデータセンタのエネルギー効率向上施策

Save Energy Now では、特にデータセンタのエネルギー効率向上のための施策を実施している。

データセンタをエネルギー効率向上のための重要なセクターと捉え、データセンタのオペレーターが省エネのための行動をより効果的に実施するのを支援するために、エネルギー効率ツール、トレーニング、その他の手段を提供している。

企業がデータセンタの4つの領域（サーバ負荷・演算、変電・配電、冷却装置、代替電力）の省エネに取り組む際に必要な能力を短期間に養成することを目的としている。



資料：「NEDO 海外レポート NO.1024,2008.6.18」

図 6.2-1：データセンタにおいてエネルギー効率を図る領域

③Save Energy Now の 2008 年度の主な施策

2008 年度には、データセンタ関連の下記の施策に着手することとなっている。

(a)ソフトウェアの開発

- ・エネルギー効率の改善方法を特定するための支援ツールである”DC Pro”ソフトウェアツールの開発
- ・データセンタ全体のシステム、サブシステムレベルでの共通基盤の開発

(b)ガイドライン作成

- ・各種クラスにおける Best-in-Class のデータセンタと技術に対するガイドラインの作成
(分散型発電技術を組み入れる戦略を含む)

(c)ケーススタディの公表

- ・試験的なエネルギー評価の実施を通じたケーススタディの開発と公表

(d)教育認定制度

- ・データセンタのオペレーターに対する最優良事例情報周知とトレーニングカリキュラムの創設

(e)認定制度

- ・データセンタのエネルギー効率専門家を認定するための Qualified Specialists（資格のある専門家）プログラムの開発
- ・新築または既存のデータセンタ向けのエネルギー原単位改善及び Best-in-Class の実績を認定するための第三者認定プロセスの支援の検討
- ・ Save Energy Now を通じた製造工場認証と同様の、一定レベルの省エネを達成したデータに対する認証

④連邦エネルギー管理プログラム（FEMP : Federal Energy Management Program）の概要

米国エネルギー省（DOE）は、連邦エネルギー管理プログラム（FEMP : Federal Energy Management Program）を連邦省庁と協力して実施している。連邦省庁だけでなく、更に、ホワイトハウス内の行政管理予算局（Office of Management and Budget）や、連邦環境行政局（Office of the Federal Environmental Executive）とも緊密に連携することにより実施している。

連邦エネルギー管理プログラムにおいて、米国で最大のエネルギー消費主体である連邦政府におけるエネルギー管理関連政策の開発、普及および改良を通じて、環境への影響削減に努めている。

連邦エネルギー管理プログラムの主な実施内容は、①エネルギー効率の向上、②水質管理の向上、③分散型、再生可能エネルギー使用の促進、④連邦レベルでの公共施設管理の改善などとなっている。

⑤連邦エネルギー管理プログラムの支援施策

連邦エネルギー管理プログラムは、ワークショップ・フォーラムの開催、省エネ支援ツールの普及、データベースの提供、ガイドラインの策定・公表、施設調査、表彰、専門用語集の提供、技術情報の提供など下記の施策により、連邦政府機関のデータセンタにおけるエネルギー効率向上を支援している。

(a)ワークショップ・フォーラムの開催

- ・連邦一般調達局（GSA : General Services Administration）とのワークショップや技術セッション、GovEnergy（連邦機関内のエネルギー利用問題に取り組むために毎年開催される会議）、Labs21 会議（Laboratories for the 21st Century、施設設計者、エンジニア、施設管理者などと専門家との情報交換のためにエネルギー省、環境保護省が主催する会議）およびその他のフォーラムを適宜開催することにより、データセンタのエネルギー効率向上への認識を向上させている。

(b)省エネ支援ツールの普及

- ・連邦政府のデータセンタにおいて、Save Energy Now で開発されている DC Pro ツー

ル（エネルギー効率の改善方法を特定するための支援ツール）の試験的利用を促進している。

- ・連邦政府のデータセンタの活動を調整し、DC Pro ツールを普及させるために、他の連邦機関との戦略的協力関係を構築している。
- ・連邦部門でのエネルギー効率プロジェクト実施されるよう、省エネ企業や公益事業会社における DC Pro ツール一式に対する認識を向上させ、こうした企業への提供を促進している。

(c)データベースの提供

- ・エネルギー消費量、水消費量のデータベースを提供している。

(d)ガイドラインの策定・公表

- ・連邦政府機関のエネルギー・マネジメント、エネルギー安全保障のためのガイドラインを策定し公表している。

(e)施設調査

- ・連邦政府のデータセンタ施設について、エネルギー効率などに関する調査を実施している。

(f)表彰

- ・連邦エネルギー管理プログラム授賞式で、Best-in-Class データセンタの表彰を行っている。

(g)専門用語集の提供

- ・連邦政府におけるエネルギー・マネジメント関連の専門用語集を作成し、提供している。

(h)技術情報の提供

- ・エネルギー効率、環境負荷、費用対効果を考慮した意思決定を行うのに必要となる最先端のエネルギー技術(新エネルギー技術、コジェネ技術など)、水資源技術に関する情報を提供している。

⑥2009年の主な取り組み

- Save Energy Now として、システムにおける省エネ・省コストに向けたアセスメントを実施。ただし、DOE の手続の変更に伴い 2010 年 1 月以降の実施となる¹²²。
- データセンタ関連では、4 月に DOE と Uptime Institute が高効率データセンターの認定を行なった。また、7 月には、\$262,000 のコスト削減となったカリフォルニアの Sybase Data Center におけるケーススタディを実施した。
- さらに、8 月には、Industrial Technologies Program (ITP) が、データセンターにおけるエネルギーの高効率化に向けたウェブサイトの立ち上げを行なった¹²³。このサイトでは、データセンタでの省エネ診断を可能にする DC Pro ソフトウェアツール、データセンタの省エネ診断を行う専門化を認定する The Data Center Certified Energy Practitioner Program、企業が省エネ・省コストを実現するためのケーススタディやトレーニングなどが提供されている。

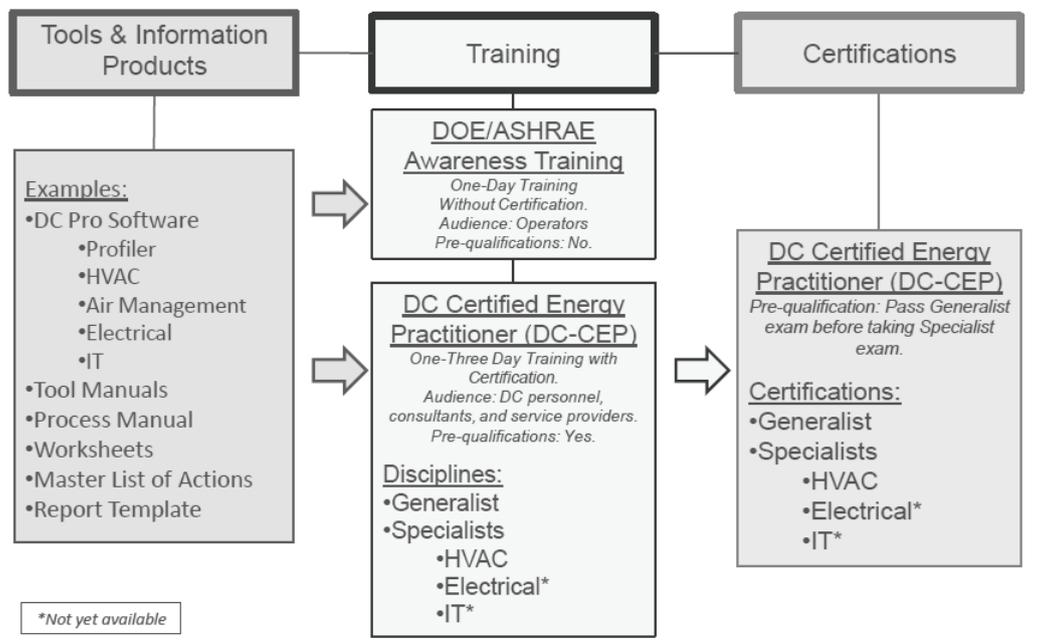


図 6.2-2 : データセンタに関する Save Energy Now の全体像¹²⁴

- 引き続き再生可能エネルギーの導入に向けた提言や環境対策政策の公表をおこなっている¹²⁵。

¹²² <http://www1.eere.energy.gov/industry/saveenergynow/assessments.html>

¹²³ <http://www1.eere.energy.gov/industry/datacenters/>

¹²⁴ DOE 資料 (データセンタ指標国債ワークショップにおける発表資料)

¹²⁵ <http://www1.eere.energy.gov/femp/news/news.html>

【参考資料】

1. 米国エネルギー省 HP <http://www.doe.gov/>
2. 米国エネルギー省 Save Energy Now HP
<http://www1.eere.energy.gov/industry/saveenergynow/>
3. 米国エネルギー省 連邦エネルギー管理プログラム HP
http://www1.eere.energy.gov/femp/printable_versions/index.html
4. 「NEDO 海外レポート NO.1024,2008.6.18」
<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1024/1024-04.pdf>

2.1.2 EPA

(1) 米国 EPA の概要

米国 EPA (アメリカ合衆国環境保護庁、EPA: Environmental Protection Agency) は、市民の健康と自然環境の保護を目的とするアメリカ合衆国連邦政府の行政機関である。リチャード・ニクソン大統領により設立され、1970 年に活動を開始した。長官はアメリカ合衆国大統領により任命され、正規の職員数は約 18,000 人。本部はワシントン D.C.。

1992 年から、エネルギー効率の高い製品の普及促進を通じて温室効果ガス排出量削減をめざす「エネルギースター (Energy Star) プログラム」を推進している。

(2) エネルギースタープログラム

①概要 (主体者、目的、主な活動内容)

エネルギースタープログラムは、米国 EPA と米国 DOE (エネルギー省) が共同で推進するプログラムで、基準を満たすエネルギー効率の高い製品に対し“Energy Star”のロゴマークを付けること等を通じてその普及促進を図っている。プログラムへの参加は、企業・団体の自主的判断によって行われる。

同プログラムのスタート時はコンピュータとモニターを対象としていたが、現在では、50 カテゴリーを越える家庭用及びオフィス用電子機器に拡大している。また、電気製品単体だけではなく、住宅やビル全体の省エネルギーにまで対象を広げている。

省エネ製品の普及促進は、主に Web を用いて、エネルギースター製品への買い替えによる CO2 削減や費用節約効果を訴求する各種キャンペーン活動を中心に展開している。また、Web では、販売価格の割引などのお買い得情報を掲載するなど、省エネ製品の普及促進に対して実効的な取り組みを実施している。

同プログラムに登録している企業や団体は 12,000 以上に及び、“Energy Star”のロゴを付けた製品は 40,000 機種以上となっている。米国 EPA の試算によると、同プログラムにより、2007 年だけで約 160 億ドルのコスト節約効果を生み出したとしている。また、EPA は、これまでの取り組みを通じ、エネルギースタープログラムの全米での認知度は 70%と高いレベルに達していると発表している。

なお、米国で始まった同プログラムは、1995 年以降、世界の他地域の政府と連携し、“国際エネルギースタープログラム”として推進されており、現在では、日本、EU を含む世界 7 カ国・地域に拡大している。

グリーン IT に関連する取り組みとしては、コンピュータ等の IT 機器の省エネ化の他に、2008 年 4 月より “Low Carbon IT Campaign” という名称で、コンピュータやモニターのスリープモード設定により使用段階での省エネを推進するキャンペーンを展開している。

②エネルギースタープログラムの主な経緯

1992 年 エネルギースタープログラムがスタート。パソコンとモニターが対象

- 1993 - 1999 年 住宅、オフィスビルを対象に加える
 米国エネルギー省と共同で、出口標識、断熱材、ボイラーを対象に加える
 エアコン、冷蔵庫、テレビ、ビデオ、照明機器、洗濯機、食洗機、事務機器(プリンター、FAX、スキャナー、複合機など)を対象に加える
- 2000 - 2002 年 全米でエネルギースター製品が累計 10 億台の販売を突破
 照明ランプ買い替え促進プロモーションを初めて実施
 省エネ製品へ買替による環境保護をテーマとした意識啓発キャンペーン開始
 空調機器の買い替え促進プロモーションを実施
 家庭やビルでの省エネ診断ツールを提供
 各種製品(テレビ、ビデオ、照明など)の基準を改定
- 2003 - 2006 年 18 ヶ月のキャンペーンで、1,700 万ドルに相当する広告効果を生み出す
 エネルギースターの認知度が全米で 60%を超える
 カーメーカーと共同で工場のエネルギーパフォーマンス指標を開発、提供
 約 2,000 のビルがエネルギースターラベルを取得
 全米で約半数の住宅建築会社がエネルギースターに参加
 コンピュータの基準を改定
- 2007 - 2008 年 サーバーとデータセンタのエネルギー効率に関するレポートを議会に提出
 コンピュータの省エネを進めるため”Low Carbon IT” キャンペーンを立ち上げ
 エネルギースタープログラムの認知度が全米で 70%に達する
 全米でエネルギースター製品が累計 25 億台の販売を突破
 2007 年 1 年間で、160 億ドルのコスト節約効果を生み出す

③制度

エネルギースタープログラムは、米国 EPA が定めた省エネルギー基準に対する任意登録制度である。参加を希望する事業者は、まず、製造事業者や販売事業者等、該当する事業者タイプにて事前登録を行う。その後、対象製品が基準を満たした製品であることを自社または第三者機関にて確認し、届出を行うことにより、エネルギースタープログラムのロゴ(図 6.2-2)を製品等に表示することができる。

また、米国 EPA と米国 DOE(エネルギー省)は毎年、参加事業者の中で、省エネルギー活動に顕著な取り組みを行った事業者を募集、審査を行い、表彰をしている。



図 6.2-3: エネルギースタープログラムのロゴ

④ グリーン IT に関連する対象製品

エネルギースタープログラムが対象とする製品カテゴリーの中で、グリーン IT に関連するものとしては、コンピュータ、ノートブックコンピューター、ワークステーション、モニター、外部電源などがあげられる。

⑤ コンピュータの認定基準

コンピュータの認定基準は 1992 年に設定されて以来、技術の進展等に応じて、より厳しくなる方向で改訂が行われ、現在はバージョン 4.0 が 2007 年 7 月より有効となっている。

現在の認定基準の主な内容は以下の通り。

(a) 電源装置効率要件

・内部電源装置

内部電源を使用するコンピュータについては、定格出力の 20%、50%、100%において、内部電源の効率を 80%以上とする。また、100%の定格出力における力率は 0.9 以上とする。

・外部電源装置

外部電源装置を使用するコンピュータにおいて、その外部電源装置は、米国エネルギースター適合または、コンピュータがエネルギースター適合となる時点で有効なエネルギースターの単一電圧外部電源装置基準に従い測定した場合に、規定された無負荷および稼働モードの効率基準を満たすものでなければならない。

(b) 動作モード効率要件

動作モードにおける消費電力は、以下の表 6.2-1 に示す基準を満たさなければならない。

表 6.2-1:コンピュータの消費電力基準

製品分類	動作モード及び区分	基準	
デスクトップ類	オフモード/スタンバイ*注 ¹	≦2.0W	
	スリープモード*注 ²	≦4.0W	
	アイドル*注 ³	区分A*注 ⁴	≦50.0W
		区分B*注 ⁵	≦65.0W
区分C*注 ⁶		≦95.0W	
ノートブック類	オフモード/スタンバイ	≦1.0W	
	スリープモード	≦1.7W	
	アイドル	区分A*注 ⁷	≦14.0W
		区分B*注 ⁸	≦22.0W

注 1: オフモード/スタンバイとは、主電源に接続され、製造事業者の規定内容にしたがって使用されている電気製品において、使用者により設定の解除ができない状態にあり(影響を受けず)、不定時間保たれる最低消費電力モードにおける消費電力状態である。

注 2: スリープモードとは、コンピュータが、一定時間の無動作後自動的に入る又は手動選択により入る低電力状態である。

注 3: アイドルとは、本基準気における測定及びコンピュータの適合において、オペレーティングシステムやその他のソフトウェアの読み込みが終了し、機器がスリープ状態ではなく、初期設定によってそのコンピュータが開始する基本アプリケーションに動作が限定されている状態である。

注 4: 区分Aとは、デスクトップ類に属するコンピュータで、区分B、Cに該当しないもの

注 5: 区分Bとは、デスクトップ類に属するコンピュータで、以下の構成要素を全て有するもの

- ・1つまたは複数のマルチコアプロセッサ、又は2つ以上の単独のプロセッサ
- ・1ギガバイト以上のシステムメモリ

注 6: 区分Cとは、デスクトップ類に属するコンピュータで、以下の構成要素を全て有するもの

- ・1つまたは複数のマルチコアプロセッサ、又は2つ以上の単独のプロセッサ
- ・128メガバイトを超える専用で、かつ非共有のメモリを有するGPU

さらに、区分Cは、以下の3つの構成要素のうち最低2つを有する

- ・2ギガバイト以上のシステムメモリ
- ・高解像度(High Definition)対応のTVチューナーおよび/またはビデオキャプチャ機能
- ・2つ以上のハードディスクドライブ

注 7: 区分Aとは、ノートブック類に属するコンピュータで、区分Bに該当しないもの

注 8: 区分Bとは、ノートブック類に属するコンピュータで、以下の構成要素を有するもの

- ・128メガバイト以上の専用で、かつ非共有のメモリを有するGPU

(c) 電力管理要件

使用者が長時間使用しない場合の電力管理要件として、以下の基準を満たさなければならない。

- ・使用者が長時間使用しない場合に、ディスプレイが 15 分以内にスリープモードに移行する設定で出荷すること
- ・デスクトップ型サーバーを除き、使用者が長時間使用しない場合に、30 分以内にスリープモードに移行する設定で出荷すること

⑥国際エネルギースタープログラム

国際エネルギースタープログラムは、OA 機器の省エネルギーのための国際的な環境ラベル制度。1992 年に米国 EPA が定めた OA 機器の省エネルギーのための規格が元となっている。日本はアメリカからの呼びかけに応じて、1995 年より経済産業省と米国 EPA との相互承認の元で運営している。現在では、EU、カナダ、オーストラリア、ニュージーランド、台湾においても実施されており、国際的に認知度を高めている。

日本における国際エネルギースタープログラムの対象商品は、パーソナルコンピュータ、ディスプレイ、プリンター、ファクシミリ、複写機、スキャナー、複合機に限定されている。オフィス機器の製造事業者は、経済産業省(事務局は財団法人省エネルギーセンター)に登録を行うことにより、基準をクリアしたオフィス機器に自己宣言することによりエネルギースターロゴを使用できる。また、日本で申請すれば、他国でもマークの使用ができるようになる(その反対も可能)。

⑦”Low Carbon IT Campaign” の展開

2008 年 4 月に開始したキャンペーンで、コンピュータやモニターのスリープモード設定により使用段階での省エネの推進を図ることを目的としている。米国 EPA によると、スリープモードの設定をすることで、コンピュータ 1 台あたり年間約 50 ドルまでの節約効果の可能性があるにもかかわらず、現時点では 5-10% 程度の普及にとどまっているという。全米で全てのオフィス用コンピュータ及びモニターがスリープモードの設定をすることで、電力消費量で約 440 億 kWh、電気代にして約 40 億ドルもの節約効果があると試算している。

同キャンペーンは、Climate Savers Computing Initiative と連携を図っており、両者共、エネルギー効率の良い IT 機器の普及促進、スリープモード設定による使用段階での電力消費の削減に力を入れている。設立時の主な参加メンバーには、Microsoft、Dell Inc、HP などのコンピュータのソフト及びハードメーカーも名前を連ねている。

同キャンペーンへの参加登録は、ENERGY STAR のホームページ上で提供されるオンラインサービスを活用して行う。具体的には、”Online savings calculator” というエクセルファイルを用いて、参加事業者・団体の所有するコンピュータやモニターの数量申告、ENERGY STAR 認定製品への買替えやスリープモード設定によりどれだけの電気代が節約できる見込みかの試算をしたうえで、所定フォーマットにて、こうした機器の買い替えとスリープモード設定をいつまでに実施するかの宣誓を行い、登録をする。ENERGY STAR のホームページ上で公表している登録状況(2009 年 2 月現在)によると、スリープモード設定を行うと宣誓されたコンピュータが約 63 万

台、これによる CO2 削減効果は約 15 万 t-CO2 となっている。

⑧2009 年の取り組み

2009 年には、IT 機器・エレクトロニクス機器関連で新たに、コンピューターモニター・ディスプレイ、サーバ、TV、オーディオ・ビデオ機器に関するエネルギースターが検討・発表されている(規程の更新も含む)¹²⁶。この他、ゲーム機、セットトップボックス、小規模ネットワーク機器に関するエネルギースターが開発中で、プロジェクター、家庭向けUPS、個人向けデータストレージ等がレビュープロセスにある。

(a) サーバに関するエネルギースター¹²⁷

サーバに関するエネルギースターは、2009 年 5 月に V1.0 (Tier 1) の策定過程が終了し、現在 V2.0 (Tier 2)の開発が進んでいる。

V1.0 (Tier 1)では、主として電源部分のエネルギー効率や力率に加え、アイドル時の消費電力について評価基準が定義されている。プロセッサ数が 3 又は 4 のサーバについては、プロセッサのパワー管理機能を実装していることも基準とされている。

一方で、V2.0 は、2010 年第 3 四半期の策定完了を目指している。対象機器はブレードサーバに拡大され、実行時のエネルギーベンチマーク測定ツールの開発が SPEC との協力により、進められている。

(b) データセンタ向けストレージに関するエネルギースター¹²⁸

データセンタ向けストレージに関するエネルギースターも現在検討が進められている。

基準として考慮が検討されているのは、アイドル時とアクティブ時の消費電力、エネルギー生産性であり、現在データ収集が進められている。

(c) データセンタに関するエネルギースター¹²⁹

2007 年 8 月に、EPA はサーバーとデータセンタのエネルギー効率に関するレポートを議会に提出。その概要は以下の通り。

- ・米国におけるデータセンタの総電力消費量は約 600 億 kWh(2006 年)に達し、米国全体の約 1.5%を占める
- ・5 年前と比較して約 2 倍と急増しており、また 5 年後には現在の約 2 倍、1,000 億 kWh 以上、電力コストで年間 74 億ドル以上になると見込まれる
- ・連邦政府のサーバー及びデータセンタだけで約 60 億 kWh(米国の 10%に相当)を消費しており、電力コストでは年間約 450 百万ドルに達している

¹²⁶ http://www.energystar.gov/index.cfm?c=products.pr_find_es_products

¹²⁷ http://www.energystar.gov/index.cfm?c=revisions.computer_servers

¹²⁸ http://www.energystar.gov/index.cfm?c=new_specs.enterprise_storage

¹²⁹ http://www.energystar.gov/index.cfm?c=prod_development.server_efficiency

- ・既存の技術で約 25%の削減が可能。より先進的な技術を採用することで、さらに大きな削減も期待できる

このレポートをふまえ、EPA では、データセンターのためのエネルギースタープログラム策定作業が進められている。2010 年 6 月のリリースが予定されている。

データセンターのエネルギー・スターでは指標として PUE が採用される。データセンターのエネルギー・スターでは、PUEを予測する回帰モデルを開発し、実測されたPUEと比較することでエネルギー効率を定量化する予定である。

【参考資料】

- ・ ENERGY STAR ホームページ :

<http://www.energystar.gov/>

- ・ 省エネルギーセンター・国際エネルギースタープログラムホームページ :

<http://www.eccj.or.jp/ene-star/index.html>

2.2 民間レベルでの取り組み

2.2.1 The Green Grid

(1) 概要

“The Green Grid”（日本名称：グリーン・グリッド）は、2006年4月に、データセンタ及びコンピューティング・エコシステムのエネルギー効率を向上すべく結成されたグローバルコンソーシアムで、同会は、米国政府のEPA、DOEなどとも連携を密に行っている。発足当初は、米国主体のコンソーシアムであった。その後、ヨーロッパ地区部会とアジア地区部会が発足し、アジア地区部会では、日本分科会が2008年7月に正式に発足した。

同会は、その活動目的を、エンドユーザーを中心としたエネルギー効率化のための実践方法と指標の明確化、定義された指標に対するデータセンタパフォーマンスの向上のための標準、測定方法、プロセス及び新しい技術の導入と促進に取り組む事としている。

また、同会はデータセンタの効率を取り巻いている、現在の最も効果的な実践方法の共有と向上を目的とした企業メンバーで構成されており、世界のエンドユーザーと政府機関とのコラボレーションを行い、各ワーキンググループの目的が開発者及びデータセンタテクノロジーの両者で共通していることを活動領域とうたっている。同会に参加出来る企業は、データセンタの効率化に興味のある企業となっている。

(2) 目標

グリーン・グリッドは業界のステークホルダーと協力することにより、データセンタのエネルギー効率を向上させるためのキーとなる役割を果たすことを活動目標としている。主な活動目的に、リサーチ、標準化の開発、事例の公開及び継続的な研究などがあげられている。同会への参加メンバーが増えれば、データセンタテクノロジーの開発者及びエンドユーザーに影響を広げることにつながると考えられる。

①日本国内の活動目的

日本メンバーは、アジア部会に属しており、その中に2つの個別のワークグループがある¹³⁰。

- 日本コミュニケーション委員会：日本メンバーの活動連絡と外部との連絡用の部会。活動の認知度向上、資料の日本語化、政府機関・業界団体との協働、他地域との連携などを実施。

¹³⁰ 「日本地域における活動報告」(TGG フォーラム資料、2009年7月)

● 日本技術委員会：データ調査解析 SWG から、技術全般の WG へ格上げ。日本データセンタデザインガイド分科会を新たに追加。調査・市場解析、技術者向けエバンジェリスト活動、ワークショップなどを実施。

国内におけるグリーン・グリッド活動は、米国のグリーン・グリッド本体の働きかけにより新たな日本対応のためにスタートした。国内では、省エネに対して、特に強い産業側からの要件と政策面からの方針が有り、これに応じて国内における活動が始まっている。同会の計画では、発足した日本でのワークグループの仕組みをアジア全域の部会に広げるようにとしている。

同会は、国内での活動を、エネルギー効率化問題の解決をアジアの主要な地域に広げるべき重要な機会としており、新しい日本のワークグループが、まず国内事例の解析を行い、省エネの目的に合わせた最も良い環境事例、測定基準、およびユニークな技術を検証することとしている。

国内では、長く確立されたデータセンタ運用の歴史があり、それを尊重したエネルギー効率化の対策に応じることも必要とされている。また、国内のワークグループの活動目的は、エネルギー効率化での国と企業に対する戦略提言、そして国内の事情にあった戦略を推薦しその手法を促進する活動も行なうこととしている。

②グリーン IT 推進協議会との連携について

グリーン・グリッドは、日本で、本グリーン IT 推進協議会と連携をとり、この関係にて広まる相互の情報交換とそれらが総合的にデータセンタにおける IT エネルギー効率を改良する統合活動に繋がるように協力を行うとし、この協力関係を可能とする **Memorandum of Understanding(MOU)**を、平成 20 年 5 月に開催された本会の国際シンポジウムにて締結した。この MOU により、同会と本会のメンバー間の関連情報の交換と情報共有を行うことが約束された。

同会との関係にて IT エネルギー効率を改良するために低エネルギー IT 方針を促進し、それらを採用することができる方法論をユーザに広め本会と共に活動し、産業界のパートナーによる活動を広げ、共同で、日本の IT 業界に合わせる最も良い習慣と測定基準と、既定方針を学んで、推奨が行えると考えられる。

(3) 組織

同会は、ボードメンバー加盟会社により運営され、現在のボードは、**AMD、APC、Dell、HP、IBM、Intel、Microsoft、EMC** 及び **ORACLE** の各社より選出されている。

同会のメンバーシップステータスは、下記の2種類が有る。

- 「ジェネラルメンバー」
- 「コントリビューター」

①メンバー会員特典

同会の全メンバーは、下記の特典を受けられる。

- 同会主催の「ジェネラルメンバー」会員対象の会議への参加
- 同会発行の技術関係の提案書と仕様書の開発及び制作への参加
- 同会起案の導入前の仕様のレビュー及びコメント作業への参加
- 同会のメンバー専用WEBサイトから
 - 公開前のドキュメントへのアクセス
 - 同会推奨の仕様、テストスイート及びIPライセンス関係の補足資料等へのアクセス
- 同会のヨーロッパとアジアのメンバー用プログラムなどを含む同会主催のグローバルプログラムへの参加
- 同会の技術委員会代表によるレビューや議論する技術白書や市場調査、ロードマップなどの複数の資料へのアクセス、及び同メンバー対象とした Webcast 会議への参加
- 同会の公式WEBサイトへのメンバー名の掲載
- 同会メンバー促進活動への参加
 - グリーン・グリッドのメンバー専用ロゴマークの使用が許諾される
 - 「Tradeshaw in a Box プログラム」の活用が出来る
 - 希望に応じたメディア活動への参加

上記特典の他、同会の「コントリビューター」会員は、下記の別特典を受けられる。

- 同会で参加・活動している委員会やワークグループ（分科会）への参加と、議長や副議長への立候補及び投票権限
- 同会の技術委員会、リエゾン委員会、コミュニケーション・ワーキンググループ及びアソシエイト・ワーキンググループなどへの投票権限
- 同会の運営委員会よりエンドユーザー・アドバイザー委員会への招待が有る

現在のコントリビューター会員、一般会員の会員リストについては、
<http://www.thegreengrid.org/about-the-green-grid/member-list.aspx>
 を参照のこと。

(4) 活動内容、実績

グリーングリッドの現在の取り組みは、大きく4つの分野に分かれる¹³¹。

分野	詳細
指標	<ul style="list-style-type: none"> - PUE&DCiE 利用とレポーティングのガイドラインの策定 - DCP プロキシの開発
ツール	<ul style="list-style-type: none"> - データセンタデザインガイドの開発 - データセンタの消費電力算出 - フリー・クーリングマップの開発 - PUE 算出システムの開発
トレーニング	<ul style="list-style-type: none"> - グリーン・グリッドアカデミー
協力関係	<ul style="list-style-type: none"> - 業界、エンドユーザ、政府機関、大学との協力 - グローバルな展開

これらの取り組みのアウトプットとして、ホワイトペーパーが発行されると共に、各種のツール等がウェブサイトで公開されている。グリーン・グリッドの日本支部の活動により、下記のようなホワイトペーパーが、日本語化されて、一般にダウンロード可能となっている (<http://www.thegreengrid.org/>)

①「グリーン・グリッドのデータセンタ電力効率指標：PUE と DCiE」

グリーン・グリッドはIT 専門家で構成された組織であり、データセンタのエネルギー効率の大幅向上を目指し一連の短期・長期の提案を行なっている。このアウトプットは、同会が2007年2月に発行した、最初のホワイトペーパー『グリーン・グリッドの指標：データセンタの電力効率の解説』の用語および意図に工夫を凝らした改訂版で、このホワイトペーパーの中で、電力効率性（PUE）と、その逆数にあたるデータセンタ効率性（DCE）指標の使用を提案している。これらの指標は、データセンタの運用者がセンターのエネルギー効率を迅速に見積もって他のセンターの結果と比較し、エネルギー効率改善の必要性の判断を可能にする目的で制定されている。その後、PUE 数値は業界に幅広く受け入れられた。その反面 DCE 数値はデータセンタ効率の意味が誤解されたこともあり、その成果は限定的なものにとどまっている。こうした状況を踏まえ、このホワイトペーパーでは PUE 数値に関しては引き続き使用を推奨しているが、その逆数にあたるデータセンタ・インフラ効率性

¹³¹ “The State of The Green Grid” (TGG フォーラム資料、2009年7月)

(DCiE) 数値にて再定義を試みている。この改善により DCE 数値をめぐる混乱は今後解消されると思われる。同会では、その後 DCE 数値の代わりに、「DCiE」という数値を用いることになった。

②「データセンタ並びに IT エネルギー効率に関する既存の指標、ガイドラインおよびプログラム」

グリーン・グリッドはこのホワイトペーパーにて、データセンタの電力およびエネルギー効率を取り巻く問題の調査にあたっている各種団体を概観し、各団体について、その目的と範囲の概略、当該団体が管理するデータセンタのエネルギー効率に関する指標やプログラムの一覧を概説している。さらに当該団体または指標に対する同会の見解を適宜示しており、同会が将来に継続したホワイトペーパーを発行し、新しいテクノロジー、指標、ベストプラクティスの提案または承認により最先端技術の拡大を図ることも今後の活動目的としており、本文献はその基礎となっている。

③「データセンタの配電構成に関する定性分析」

データセンタへの配電に使用可能な配電構成はさまざまなタイプが混在し、これらの構成の長所短所を調べ、それが施設に与えている色々な面での大きな影響についてこのレポートは述べており、米国やカナダで参考として使用されている。また、将来使用される可能性のある 7 種類の配電構成を選び、その質的相違点についても述べている。

④「グリーン・グリッドの取り組み」

グリーン・グリッドはデータセンタの運用、建設、設計において最高のエネルギー効率を求める方法を定義し、促進することをその活動目的としており、このペーパーでは、なぜこのステップが重要なのか、及びデータセンタが、最初にとるべきステップは何であるべきかを述べている。

⑤「エネルギー効率のよいデータセンタのガイドライン」

このガイドラインでは、グリーン・グリッドが、新設及び既存のデータセンタのエネルギー効率を向上するためのフレームワークとして提供されている。データセンタのエネルギー消費状況をレビューし、運用効率に大きな影響を与える最も効果的で効率的な実践方法を述べている。

⑥「グリーン・グリッドの指標： データセンタの電力効率の解説」

グリーン・グリッドの基本路線は、メンバーによる継続した短期、長期の調査と提案を通してデータセンタのエネルギー効率を劇的に向上することを追求し、IT プロフェッショナルとして活動する団体であるとうたわれている。この路線を基に、

短期的観点よりデータセンタの運用者が素早くエネルギー効率を見積もり、その結果を他のデータセンタと比較し、エネルギー効率の向上を行えるように考えおり、それを算出するための PUE (Power Usage Effectiveness) 数値 と DCE (Datacenter Efficiency) 数値の二つの指標の使用を提案している。このペーパーでは、これらの指標に関する定義を行なっている。

⑦グリーン・グリッドの指標：DCiE (データセンタインフラ効率) の詳細解説)

本ホワイトペーパーは『The Green Grid Metrics: Describing Data Center Power Efficiency (グリーン・グリッドの指標：データセンタの電力効率の解説)』の次号版として発表された。世界中のデータセンタ効率を表す明確な指標の必要性について解説している。また、「データセンタインフラ効率 (Data Center infrastructure Efficiency:DCiE)」指標の概要を紹介している。

⑧データセンタのサーバー電力消費量を削減する 5 つの方法

本ペーパーでは、サーバーレベルで実施できる改善策をとりあげている。サーバー以外の、電力、冷却、気流、統合、仮想化、およびその他の多くの面からのデータセンタ効率化のしくみについては、グリーン・グリッドのその他のホワイトペーパーで解説している。サーバー使用を減らすことによるエネルギー使用量の削減がもたらすメリットは、あらゆるレベルに波及する。電力/冷却設備の負荷を低減させることは、これらの設備自体のエネルギー使用量の削減になる。

⑨ローレンス・バークレイ国立研究所「DC 電源によるデータセンタ効率の改善」に関するグリーン・グリッドの評価

データセンターへの要求が増大し、経費や電力使用量が上昇する中、業界はデータセンタの効率性を高め、運用コストを削減する方法を模索しています。効率向上の可能性がある分野として、データセンタおよびその IT 機器の電力供給形態が挙げられます。2007 年の前半、ローレンス・バークレイ国立研究所 (Lawrence Berkeley National Laboratory : LBNL) は、2006 年 6～8 月に実施した直流 (DC) デモプロジェクトの結果を発表した。本ペーパーは、LBNL の実施したこの研究の技術的評価を行い、内容を深く掘り下げて紹介しながら、結果を細かく分析し、DC およびその他の電力供給技術の評価における次のステップを検討している

2010 年 3 月時点で利用可能な日本語ホワイトペーパーは次の通りである¹³²。

132

<http://www.thegreengrid.org/~media/WhitePapers/Japanese/TGG%20WhitepaperList.ashx?lang=ja-JP>

表 6.2-2 : 日本語版ホワイトペーパー一覧

#	ホワイトペーパータイトル
1	グリーン・グリッドの指標：データセンタの電力効率の解説 The Green Grid Metrics: Describing Data Center Power Efficiency
2	エネルギー効率のよいデータセンタのガイドライン Guidelines for Energy Efficient Data Centers
3	Green Grid の取り組み：データセンタとその他の IT エネルギー使用形態の削減 The Green Grid Opportunity - Decreasing Data Center and Other IT Energy Usage Patterns
4	データセンタの配電構成に関する定性的分 Qualitative Analysis of Power Distribution Configurations for Data Centers
5	データセンタ並びに IT エネルギー効率に関係する既存の指標、ガイドラインおよびプログラム Existing Metrics, Guidelines and Programs Affecting Data Center and IT Energy Efficiency
6	グリーン・グリッドのデータセンタ電力効率指標： PUE と DCiE TGG Data Center Power Efficiency Metrics: PUE and DCiE
7	データセンターのサーバ電力消費量を削減する 5 つの方法 Five Ways to Reduce Data Center Server Power Consumption
8	データセンターベースライン調査レポート Data Center Baseline Study Report
9	IT・施設のエネルギー効率最適化のための企業行動問題への取り組み Addressing Organizational Behavior Issues in IT
11	データセンター冷却効率改善のための 7 つの戦略 Seven Strategies to Improve Data Center Cooling Efficiency
12	ローレンス・バークレイ国立研究所「DC 電源によるデータセンター効率の改善 (DC Power for Improved Data Center Efficiency)」に関するグリーン・グリッドの評価 TGG Peer Review of "DC Power for Improved Data Center Efficiency" by LBNL
13	データセンターのエネルギー生産性のためのフレームワーク A Framework For Data Center Energy Productivity
14	グリーン・グリッドの指標：DCiE（データセンターインフラ効率）の詳細解説 DCiE Detailed Analysis
15	グリーン・グリッドの生産性指標 The Green Grid Productivity Indicators
16	データセンターの配電構成に関する定量的効率分析 Quantitative Efficiency Analysis
17	データセンター生産性測定のためのプロキシ案

	Proxy Proposals for Measuring Data Center Efficiency
19	仮想化によるデータセンター効率の改善 Using Virtualization to Improve Data Center Efficiency
20	PUE 拡張性指標 PUE Scalability Metric and Statistical Analyses
21	データセンターの電力と冷却の基礎 Fundamentals of Data Center Power and Cooling
22	PUE/DCiE の使用・公開報告に関するガイドライン PUE/DCiE Usage Guidelines
23	IT の電力負荷および冷却負荷の適切なサイジング Proper Sizing of IT Power and Cooling Loads

2.2.2 Climate Savers Computing Initiatives

(1) 概要

クライメート・セイバーズ・コンピューティング・イニシアティブ（以下、CSCI）は、エコロジー意識の高い一般消費者、企業、環境保護団体が参加する非営利団体である。当該イニシアティブは、WWF（世界自然保護基金）のクライメート・セイバーズ・プログラムの精神を受け継いで開始され、コンピューターの電力効率改善、非動作時のコンピューターの消費電力削減を実現するスマートなテクノロジーの開発、導入、利用を推進していくことでCO₂排出量を削減することを目標としている。

(2) 目標

PC、量産型サーバの電源効率改善及び非動作時の消費電力削減（パワーマネジメント）により、コンピューターの利用によって発生するCO₂排出量を削減する。

- ・ 数値目標：2010年までにCO₂排出量を年間5,400万t-CO₂削減
（コンピューター電力消費量を2010年までに50%削減）

(3) 推進組織

2007年6月にGoogle, Intelの主導により非営利団体として発足。メンバークラスはボードメンバー、スポンサー、アソシエイト、アフィリエイトの4種類であり、ボードメンバーにて組織を運営している。また、ボード、およびスポンサー、メンバーにて電源効率改善などの技術検討、さらに広報、他機関との連携などのマーケティングを検討するワーキンググループを結成して活動している。

現在、スポンサーに、株式会社日立製作所、日本電気株式会社、富士通株式会社の日本企業3社を含む11団体が参加。アソシエイトにはシステム/コンポーネント製品のメーカー及びソフトウェア・メーカーの32団体が参加、日本企業としては株式会社オービックビジネスコンサルタント、クオリティ株式会社が参加している。アフィリエイトには、オラクルやシアトル市など237団体が参加し、日本からも株式会社ホンダエンジニアリング、株式会社クリエイティブ・バンク、平田機工株式会社、ディスコ株式会社、株式会社日立国際電気、金松総合研究所、株式会社ニコンなどが名を連ねる。

メンバーに参加する際は、CSCIのホームページなどから登録（宣言）し、登録メンバーは同ホームページで公開される。これらのメンバーと推進する活動について、表6.2-3に示す。

表 6.2-3 : メンバーと具体的に推進している活動 : (2008年9月12日現在)

メンバーの種類 プログラムの種類	Board of Directors	Sponsors	Associates	Affiliates
電力効率の優れた PC、サーバの購入のコミットメント	○	○	○	○
社内でパワーマネジメント機能を広く導入推進	○	○	○	○
電力効率基準を満たした製品、省電力ソフトウェアの供給推進	該当する場合	該当する場合	○	
技術・マーケティンググループへの参加	○	○		
参加組織数	8	11	32	237
参加年間費	\$100,000	\$50,000	\$2,500	なし

・他カテゴリの詳細組織名は以下の CSCI のホームページにて参照できる。

URL : <http://www.climatesaverscomputing.org/japan/about/member-directory/>

特に、CSCI の全ての登録メンバーで対応する、電源効率の優れた PC、サーバの購入のコミットメントについては、具体的な電源効率と購入比率が CSCI より提示されている。以下、表 6.2-4 と表 6.2-5 がその具体的な基準である。

表 6.2-4 : PC 購入基準の詳細

		購入割合			
		July'07 – June'08	July'08 – June'09	July'09 – June'10	July'10 – June'11
エネルギー効率	最新のエナジースター適合製品	100%	100%	100%	100%
	85% PSU (ブロンズ)		20%以上	80%以上	100%以上
	88% PSU (シルバー)			20%以上	80%以上
	90% PSU (ゴールド)				20%以上
	パワーマネジメント設定	100%	100%	100%	100%

表 6.2-5 : 量産型サーバ購入基準の詳細

		購入割合			
		July'07 – June'08	July'08 – June'09	July'09 – June'10	July'10 – June'11
エネルギー 効率	85% PSU	20%以上	80%以上	80%以上	100%
	89% PSU		20%以上	40%以上	100%
	92% PSU				20%以上

*PSU : パワーサプライユニット

活動実績及び今後の活動 :

CSCI が設立されて、様々な活動を行ってきた。主に環境貢献型機器の利用増加及び環境負荷軽減の意識向上に向けた「技術」「広報」「協働」の 3 つの側面から活動内容を説明する。

・技術面

・AC-DC 電源 :

デスクトップ、スモールサーバに用いられるマルチアウトプットパワーサプライや、データセンタにおけるシングルパワーサプライの両方に必要とされる電力供給効率性の要件を改善した。この要件は、エナジースター及び 80PLUS*と連携しており両規格と同様の仕様となっている。

ユーザ及びメーカーには設立当初から基準値を示しており、2011 年の中長期目標まで提示されている。電源負荷別に電源効率を定義しており、具体的な基準値は下記表表 6.2-6 と表 6.2-7 のとおりである。

また将来、ブレードサーバやストレージにおいても同様に目標を設定する予定である。

*80PLUS: エネルギー効率のよい電気機器の普及を目的としたインセンティブプログラム。独自の認証基準を持っており、電源装置の変換効率 80%以上の基準を満たした電源装置に対して認証

表 6.2-6 : PC 電源 (PSU) 効率基準の詳細

		電源効率			
		July'07 – June'08	July'08 – June'09	July'09 – June'10	July'10 – June'11
負電 荷源	20% 負荷	80%	82%	85%	87%
	50% 負荷	80%	85%	88%	90%

	100% 負荷	80%	82%	85%	87%
--	---------	-----	-----	-----	-----

表 6.2-7：量産型サーバ電源（PSU）効率基準の詳細

		電源効率			
		July'07 – June'08	July'08 – June'09	July'09 – June'10	July'10 – June'11
電源 負荷	20% 負荷	81%	85%	88%	-
	50% 負荷	85%	89%	92%	-
	100% 負荷	81%	85%	88%	-

これらの基準を満足した機器においては、CSCI のホームページに登録されており、具体的な製品を特定できるようになっている。2008 年 10 月 30 日現在、約 300 台の機器が登録されている。

URL：<http://www.climatesaverscomputing.org/tools/smarter-computing-catalog/>

・マザーボード：

IT 機器のマザーボードにおけるエネルギー効率のリファレンスとなる測定方法策定のための WG を立ち上げた。電源効率の測定方法や基準策定にむけ協議を繰り返したが、一定の考え方を示しただけで、AC-DC 電源のように具体的な基準等は策定できず、WG も休止している。

・パワーマネジメント：

ハードウェア及びソフトウェアだけでなくエンドユーザによる使用時のコンピューターパワーマネジメントの改善を行うことを目標として、2008 年 10 月に WG が結成された。今後、具体的な効果の測定・試算、最適なパワーマネジメント設定方法などについて対応する。

・広報

CSCI 発足以来、The New York Times、abc NEWS、BBC といったテレビ、新聞、雑誌など多くのメディア活動を通じて CSCI の活動を広く伝えるとともに、エネルギー効率性への注意を喚起している。

イベント活動では Green Drinks のような参加者 50 名程度の小規模なものから CeBIT のような大企業が多数出展する大規模なものまで、世界中で行われた多くのイベントに参加した。

デジタル IT 及びテレコミュニケーションの世界最大のトレードフェアである CeBIT では、グリーン IT が大きなテーマであった。CSCI はこのイベントにてグリーン IT を実現する手

段の一つとしてエネルギー効率のよい機器の普及、及び技術の革新が重要とのスピーチを行った。このように、他のイベントでも団体の紹介及び取り組みを紹介することによりイベント参加者へ行動を喚起し、CSCIの参加メンバーを増やしてきた。

CSCIはこれから参加しようとしている団体及び企業向けに、エネルギー効率のよい機器利用促進のための教育ツールやメンバーの活動状況を報告するための資料を充実させた。

また、ホームページを7言語に対応させ、ブログや300以上のエネルギー効率のよい機器を紹介するページを設けるなど大幅に変更し使いやすいものとした。

活動概要及びイベント情報詳細についてはホームページに記載されており、ブログ及び参加メンバーの活動状況報告など多くの情報が即時に手に入る。

URL：<http://www.climatesaverscomputing.org/news/latest-news/>

・協働

エナジースター認定製品への買い替えや、スリープモード設定の推進を目的として2008年4月に米国EPAが開始したLow Carbon IT Campaignに賛同することで、エネルギー効率のよいIT機器普及及びCO₂排出量削減に貢献している。また、CSCIは電源装置WGの研究結果をEPAに提示するなど、エナジースター規格の改善に技術的に貢献している。一方EPAからは電源管理のためのツールや技術的な支援を受けている。

日本においては2008年5月にグリーンIT推進協議会とMOUを交わし、環境負荷低減のための啓発活動、革新技术の提案、国境を越えたCO₂排出量削減推進に貢献している。

また米国エナジースター規格と日本トップランナー基準との親和性を計る一助となるため、資源エネルギー庁との情報交換を定期的に行っている。さらにITによる効率化を通じたCO₂削減並びにIT機器そのもののCO₂削減対策の情報交換を経済産業省と定期的に行っている。

中国では中国電子学会節電工作推進委員会と協働関係にあり、規格の統一やエネルギー効率の優れた製品の開発に向けて提携している。

加えて、米国知事会と協力することでトップダウン型によるコンピューター機器の省エネモード設定などエネルギーの効率的利用技術の普及に貢献している。

このように以前から協力関係の強い団体、地域及び中央政府や企業との関係をより強化し、規格における協働を推進すると共に、ソーシャルネットワークとの連携を強化し事業活動の見える化を図っていく。

CSCIと協働関係にある団体及び内容詳細は表6.2-8のとおりである

表 6.2-8 : 協働関係にある団体及びその内容 (2008年6月現在)

協働団体	協働内容
米国環境保護庁 (EPA)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 産業界及び政府におけるエネルギー削減技術及びその実践方法の取り組みを加速させる ・ 今後のエナジースター規格に対し技術的な助言・意見交換を実施 ・ 電源管理のためのツールや必要な助力および技術的な支援を実施
中国電子学会節能工作推進委員会 (CEESC)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 規格の統一、エネルギー効率の優れた製品の開発に向けて提携
グリーン IT 推進協議会 (GIPC)	<ul style="list-style-type: none"> ・ エネルギー効率向上のため情報を交換 ・ 普及啓発において協力し合い、電源管理の仕様検討を推進 ・ 両者はそれぞれの会員に対して相互の入会を促進
米国知事会 (NGA)	<ul style="list-style-type: none"> ・ エネルギーの効率的利用技術の普及を推進
The Climate Group	<ul style="list-style-type: none"> ・ 消費者に対し簡単に気候変動問題対策が行えることを伝える共同のキャンペーンを行う
Software Association of Oregon (SOA)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 電力管理のソフトウェアの開発、使用の促進 ・ オレゴンの産業界においてエネルギー効率のよい PC、サーバをともに普及させる

Climate Savers Computing Initiative に関する最新情報は、下記の参考文献中のウェブサイト (<http://www.climatesaverscomputing.org/japan/>)などを参照。

参考文献 :

- 1."Climate Savers Computing Initiative 2007-2008 Annual Report", 2008, Climate Savers Computing Initiative
http://www.climatesaverscomputing.org/docs/Climate_Savers_Computing_2008_Annual_%20Report.pdf
- 2."Motherboard power efficiency measurement process", May 6, 2008, Climate Savers Computing Initiative
http://www.climatesaverscomputing.org/media/CSCI_Efficiency_measurement_process.pdf
- 3.Climate Savers Computing Initiative Homepage :
<http://www.climatesaverscomputing.org/>
- 4."Climate Savers Computing Initiative White Paper", 2007, Climate Savers Computing Initiative
http://www.climatesaverscomputing.org/media/CSCI_White_Paper_07-22-2008.pdf
- 5.グリーン IT 推進協議会ホームページ :
<http://www.greenit-pc.jp/>

6.グリーン IT 推進協議会の活動について, 2008, グリーン IT 推進協議会

<http://www.meti.go.jp/committee/materials/downloadfiles/g80619b07j.pdf>

7.CSCI 講演資料”Driving IT Sustainability through Innovations in Energy-Efficient Computing”,
2008, Alison Klein, Intel Corporation

8.80Plus ホームページ :

<http://www.80plus.org/>

2.2.3 Digital Energy Solutions Campaign (DESC)

(1) 概要

Digital Energy Solutions Campaign (DESC) は、社会活動のエネルギー改善に、IT が果たす役割の重要性を政府・企業・NGO 間で、理解し、共有し、協力することを推進するとする、米国の団体である。

(2) 目標

「Green by IT」が、広く社会にエネルギー効率改善と温暖化防止に大きな貢献を及ぼすことを促進するために、全世界の政策立案者への理解を求め、実行的な公共政策の実現を推進することを目的に、2008 年 11 月に正式発足した。

(3) 組織構成

2009 年 5 月時点のメンバーは、AT&T, Dell, EMC, HP, Infineon Technologies, Intel, Microsoft, National Semiconductor, Nokia, Philips, Sony, Sun Microsystems, Technology CEO Council, Texas Instruments, Verizon, The Telework Coalition, Information Technology Industry Council, American Council for an Energy-Efficient Economy, Semiconductor Industry Association, Texas Instruments, Energy Future Coalition, Alliance to Save Energy, The Climate Group, Tech Net である。(順不同)

(4) 活動内容

DESC の具体的な取り組みは、次の通りである :

- IT による省エネ技術の研究を推進する政策の推進
- IT 技術とブロードバンド通信技術がもたらすエネルギー効率改善効果の調査分析と普及啓発
- 政府、産業界、学会、NGO 間でのベストプラクティスの共有
- IT の適用により大きな省エネ効果を生むある特定の政策・法律の策定
- グリーン by IT がもたらす効果と協調する気候変動・エネルギー政策への展開
- より省エネ効果の大きい政策への展開

DESC による米国での政策提言の主な主張は、IT ソリューションによる省エネ促進である。SMART2020 レポート (3.2.2 節参照) で示された巨大なポテンシャルを持つ省エネに IT ソリューションが貢献可能であることから、「取り組むべきことは、2% (IT 分野のエネル

ギー消費) を用いて残りの 98% のエネルギー削減を最大化することである」としている。

具体的なグリーン by IT の取り組み対象としては、「スマート・グリッド」、「スマートビルディング」、「スマートな輸送」、「生産技術のスマート化」、「テレワークの活用などによる輸送の代替」などをあげている。

また、IT によるエネルギー効率化を進めるための原則として、次のような原則を提案している。

1. IT ソリューションの開発と利用を妨げる、規制障壁を取り除き市場の失敗を修正する政策
2. 必要な公共 IT インフラと基礎研究への投資の強化
3. 「勝者」の技術やソリューションを選ぶのではなく、イノベーションを促進する広範囲なインセンティブの創造
4. 連邦政府や州政府で省エネ IT ソリューションを適用することによる事例提示
5. 消費者や中小企業に公共情報の普及と技術サポートを提供することにより、役に立つものにスポットライトをあてる
6. 普及した、オープンで相互運用可能な標準に基づくソリューションの利用を奨励

具体的には、DESC では、次の 9 分野にわたる政策提言を行っている (図 6.2-4)。

<p style="text-align: center;">国家戦略の策定</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ITによる省エネに関する国家戦略を策定する ● 連邦政府の関連プログラムをコーディネートするスタッフをホワイトハウスに設置する 	<p style="text-align: center;">エネルギー効率リソース標準(EERS)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 機器が満たすべきエネルギー効率を要求する命令(Energy Efficiency Resource Standard¹⁾)を全国で策定する
<p style="text-align: center;">インフラの整備</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ブロードバンドインフラを整備する ● スマートグリッド投資を行う発電・送配電関連会社へ連邦政府の補助金を提供する 	<p style="text-align: center;">資金の提供</p> <ul style="list-style-type: none"> ● オークションがエネルギー効率向上に寄与するプロジェクトを支援するように、キャップアンドトレードの割り当てから除外する ● 2007EISAによって認定されたスマートグリッドの実証プロジェクトに完全に資金提供する ● 太陽光の導入、風力、バイオマス、燃料電池、スマートグリッド、スマートメーターのプログラムに対し、分割払い(?)ファンドを設置する ● スマートグリッドインフラファンドを設置する ● 全国からグリーンインフラプロジェクトに投資する公債プログラムを設置する ● スマートグリッドのインフラに投資するファンドを設置するため、卸レベルで課金を実施する など(他に6項目)
<p style="text-align: center;">税によるインセンティブ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● スマートグリッドに関連する企業にinvestment tax credit (ITC)を提供する ● スマートグリッド技術への投資を加速可能にする ● 検証可能な需要の削減プロジェクトに対して、クレジット(Reduction Tax Credit)を支給する ● エネルギー効率を改善する住宅・業務用建築改修への税控除等 ● HEMS導入への税控除等 ● テレワーク、テレビ会議などにつながるブロードバンドやIT技術への投資に対する税控除等 	<p style="text-align: center;">情報と技術的サポートの提供</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 政府内にエネルギー効率に関するCOEを設立 ● 商務省の製造業者拡張パートナーシップ(MEP)へのファンドを強化して、全米の製造業者にグリーンテクノロジーを使いエネルギー効率とコスト競争力を高める方法を理解させる ● DOEの工業検査センターのプログラムへのファンドを強化し、省エネ診断プログラムの中小企業への提供を強化させる ● 建築分野の学生にITによる効率向上に関するトレーニングを提供 ● 製造業者がグリーンテクノロジーの理解を促進するプログラムを提供
<p style="text-align: center;">事例の先行</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 政府の建築物におけるエネルギーマネジメント技術の実証 ● 政府による発電、送電、消費においてスマートグリッド投資を優先 ● ITを用いた先進的な建築物モデルを策定すると共に、政府の新規建築物に対してモデルを適用 ● テレワーク・テレビ会議を政府が活用 	<p style="text-align: center;">測定と検証の向上</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 家庭や商用建築物のエネルギー消費測定技術の向上プログラムを策定
<p style="text-align: center;">ベースライン標準の策定</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 全米で Energy Efficiency Resource Standard (EERS)を策定 ● 建築、輸送分野の広範囲な製品にエネルギー効率を要求 ● 住宅や商用建築が売られるときに、エネルギー検査を実施し、その結果を公表。 ● 抵当流れになった住宅に対して、エネルギー検査を実施し、結果を公表 など 	

図 6.2-4 : DESC の提言する政策一覧¹³³

¹³³ “DESC US Policy Recommendations” をもとに、WG でとりまとめた

3. EUにおける取り組み

3.1 政府および政府系機関による取り組み

(1) 20/20/20 by 2020

2009年4月に、欧州連合(EU)加盟27カ国は気候変動と新エネルギー利用に関する政策パッケージについて合意した。2020年までに、「①温室効果ガス排出量を1990年レベルから20%削減する、②最終エネルギー消費量に占める再生可能エネルギーの割合を20%まで引き上げる、③エネルギー効率を向上させることで一次エネルギー消費を20%削減する」ことなどを目標としている。

政策パッケージは、欧州排出量取引指令(EU-ETS)の改正、排出量取引制度の対象外の部門からの排出について拘束力のある国別目標を設定する決定、再生可能エネルギーのシェア拡大に向けて拘束力のある国別目標を設定する指令、炭素回収・貯留技術に関する法的枠組を設定する指令という4本の法令で構成されている。

(2) グリーンITに関する勧告

欧州委員会(EC)では、上記の目標に向け、グリーンITの活用に関する勧告を2009年に発表した¹³⁴。加盟国とIT業界に向けて、スマートメーターやスマートグリッドの推進、削減効果の定量化、他の業界との協力や利用促進などを促している(表6.3-1)。

表 6.3-1 : グリーンITの活用に関する勧告の内容

対象	内容
加盟国	スマートメータ - 2010年末までにスマートメータの最低限の共通仕様で合意 - 2012年末までにスマートメータのロールアウト計画設定 - スマートグリッド等に備えたネットワーク環境の整備検討 - スマートグリッドについてコンセンサス その他 - 「情報による物質代替」・電子政府を促進するグリーン購入 - 専門家のエネルギー教育 - プラットフォームのオープン化
IT業界	全プロセスにおける温室効果ガス排出削減 EC主催の会議に参加

¹³⁴ EUにおけるグリーンICTの取り組み(ジェトロ)

	<ul style="list-style-type: none"> - エネルギー・環境効率測定方法開発（業界はベースラインデータ提出） - 2011年までに共通の測定方法採用 - EUの2020年目標を超えられる企業・業界レベルのエネルギー削減目標設定 <p>ビル・建築、交通・物流部門との連携</p> <ul style="list-style-type: none"> - 新築・既存ビルのエネルギー効率を改善するITソリューション特定 - ビル・建築部門とモデリング・シミュレーションツール普及の障害克服 - ITSなど効率向上ソリューション特定 - 交通・物流分野における信頼性の高いデータを提供するフレームワークの立案
--	---

この勧告を受け、2009年10月には、Digital Europe と Tech America Europe、GeSI は「ICT4EE フォーラム」の設置を発表した（3.2.1 節参照）。これらの組織が中心になる ICT4EE フォーラムは、エネルギー効率や削減効果の測定方法確立に備え、地球温暖化対策や2020年の目標を達成するための世界的なソリューションの開発に取り組んでいくとしている¹³⁵。

(3) グリーン IT に関する取り組み

EU では、EU 企業、特に中小企業の競争力向上を狙い、イノベーションサポートプログラムが実施されている。ICT の活用・再生利用可能エネルギーの利用活用促進、財務支援、ビジネスサポートサービスの提供、公共建築物に関する実証プロジェクト、スマートグリッドに関するプロジェクト、Social housing におけるエネルギー効率向上に関するプロジェクトから構成される。また、スマートグリッドなど、グリーン IT に関する研究プロジェクトも進行している。10 のプロジェクトが実施中で、かつ現在も新規テーマが募集されている（表 6.3-2、表 6.3-3）。

¹³⁵ EU におけるグリーン ICT の取り組み（ジェットロ）

表 6.3-2 : グリーン IT に関する研究プロジェクト (実施中分)

	プロジェクト	概要
実施中	AIM	家電製品のエネルギー消費のモデリング・管理等に関し、新しい IT アーキテクチャを開発 - 白物家電、通信機器、AV機器が対象
	AmI-MoSES	中小規模製造業向けインテリジェントなエネルギー消費管理システムの開発
	Be Aware	ユビキタス環境を利用し、消費者のエネルギー効率向上への関心を喚起 ワイヤレスで家電のエネルギー消費を監視し、消費者に情報提供するシステムの開発
	Beywatch	超省電力家電製品開発 スマート・ホーム/地域でのエレクトロニクス機器コントロール 再生可能エネルギーによる発電
	DEHEMS	家庭向け “Digital Energy Home Energy Management System” (DEHEMS) の開発
	E4U	パワーエレクトロニクスの戦略的研究ロードマップの策定
	GENESYS	エネルギーマネジメントシステムに関する研究開発結果の広範な周知を支援
	IntUBE	ユーザーが使いやすいビルのエネルギー使用状況測定・解析ツールの開発
	REEB	建設、ICT、エネルギーの専門家の協働により、ICTによる効率的な建設実現の研究開発
SmartHouse/ SmartGrids	Smart House と Smart Grids の相互作用により、次世代のエネルギー効率を達成	

表 6.3-3 : グリーン IT に関する研究プロジェクト (審査中・募集中)

審査中	「エネルギー効率化のための ICT」	—
	「スマートグリッド」	—
募集中	「公共建築・空間のエネルギー効率」	公共空間で使用される LED、空調などのサブシステムを全て管理するマネージメント・コントロールシステムの統合・検証
	「高効率建築のための ICT フォーラム」	<p>全てのステークホルダーを集め、研究とシステム統合のニーズを特定。</p> <p>研究のロードマップ作成。</p> <p>標準化・法規制への貢献も必要</p> <p>ソリューションのオープン化への貢献</p> <p>ICT、ビル、建築部門の協力フレームワーク作成</p> <p>エネルギー消費の劇的な削減</p>

3.1.1 EU Code of Conduct on Data Centres

(1) 概要

Code of Conduct(行動規範、以下 CoC)は現在 EU においてさまざまな分野で域内における自主的な取り組みによって企業活動を規定・制限するものとして機能している。あくまでも自主的な参加であり強制力の点では EU 指令に及ばないが、将来的に EU 指令に格上げされる可能性もあり、その影響力は大きい。

エネルギーの効率化に関連する CoC もこれまでにデジタルテレビ用サービスシステム、外部電源装置、UPS(無停電電源装置)、ブロードバンド機器の 4 つの領域において策定され、運用されている。

ICT 機器の消費電力の爆発的増加を背景に、データセンタにおける電力消費の削減を目的とした Code of Conduct on Data Centre Energy Efficiency は 2007 年 10 月にその素案が公表された後検討が続けられてきたが、2008 年 10 月に Version 1.0 として公表された。その後引き続き検討が進められ、2010 年 1 月に Version 2.0 が公表されている¹³⁶。

以下の章においてこの内容を紹介する。

¹³⁶ http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/html/standby_initiative_data_centers.htm

(2) 目標

CoCは主としてデータセンタの所有者と管理者が既存、新規を問わずデータセンタのエネルギー効率化のためのさまざまな方策を採用、適用するための指針を提供し、以下の狙いをもって策定された。

- 効率の現状把握と改善を目的とするわかりやすい指標の開発と普及。
- ヨーロッパにおける関係者すべてに対して開かれた手順と議論の場の提供。
- 他の国際的な取り組みとの関わりに関する共通原則の策定。
- 管理者、所有者、投資家の間での効率改善の可能性に関する情報と手段の共有。
- データセンタ業界に対するコスト効率の高い省エネの方策の提供。
- 自主的に実施可能なエネルギー効率改善策の開発。
- エネルギー効率化を可能にする技術の選定と導入の促進。
- エネルギー効率の高い購買を推進するツールの開発促進。
- 機器の選定基準の策定 (Energy Star、他の CoC などを基準とする) による購買サポート。
- エネルギー効率改善の進捗監視と評価。
- データセンタのエネルギー効率目標の策定。
- 他の参加者への参考基準の提供。

(3) 組織

CoC on Data Centre energy Efficiency は European Commission によって策定され、Joint Research Center 内に事務局、および 3 つの Working Group を持つ。

- 事務局は EC DG JRC の代表、および各ワーキンググループの議長により構成される。
- Best Practice ワーキンググループはデータセンタにおける省エネを目指す方策の調査・開発を行う。
- Energy efficiency metrics and measurement ワーキンググループはデータセンタにおける電力消費の測定とエネルギー効率の算定方法の開発を行う。
- Data collection and analysis ワーキンググループはエネルギー消費の測定と効率の算定、パフォーマンスベンチマークの方法の確立を行う。

(4) CoC on Data Centre energy Efficiency の詳細

①策定の背景

データセンタにおける電力消費はサーバー、ストレージ、通信機器などの ICT 機器のみならず冷却装置、電源機器などによるものまで含めると非常に大きな伸びを示しており、2007 年において年間 56TWhであったものが 2020 年には 104TWh まで増加すると予測されている。

こうした予測は EU におけるエネルギー、および環境政策にも影響を及ぼしデータセンタでのエネルギー効率化、二酸化炭素の排出量削減が喫緊の課題となっている。

これまでのデータセンタは運用、負荷変動、将来的な拡張などを考えた上で電源には大きな余

裕度を持たせて設計されることが多かった。また、信頼性向上のために冷却システム自体も冗長構成をとることも多かった。こうした余裕度をもたせた設計はビジネス上のリスクを低減するためのコストとしてこれまでは許容されてきたが、近年のように電力料金が高騰し、企業の環境責任が注目される中であっては省エネルギーの追求が不可決のものとなっている。

米国における DOE, EPA など政府系の取り組み、The Green Grid, CSCI 等の民間の取り組みが報告されている中、EU においてはそれらとは独立した形でヨーロッパの気候、エネルギー市場の特性等の条件を考慮した上で最も適した取り組みが求められていた。

CoC on Data Centre Energy Efficiency は European Commission の Joint Research Centre を中心として策定され、データセンタの運営に関わるすべての企業、組織、団体に対して、信頼性と事業の継続性を損なうことなく効率的で経済的なエネルギーの使用を可能にする指針を示すことを目的としている。そしてこのプログラムには CoC という自主的な枠組みの中でデータセンタの所有者、運用者、そして ICT 機器の供給者、コンサルタント、エネルギー供給者などすべての関連するものがそれぞれの立場で参加可能になっている。

②CoC on Data Centre Energy Efficiency の対象範囲

データセンタにおけるエネルギー効率の指標として CoC では IT 機器自体、およびデータセンタ施設の電力消費効率指標として Asset Efficiency、Facility Efficiency を規定している。

Facility Efficiency は IT 機器をサポートする設備のエネルギー効率として規定されるが、The Green Gridと同様に設備のエネルギー効率指標としては IT 機器の消費電力に対する設備 (UPS、空調、照明等)の消費電力の比率 (DCiE: Data Centre infrastructure Efficiency)を用いている。

$$\text{DCiE} = \text{IT 機器のエネルギー消費量} / \text{データセンタの総エネルギー消費量} \times 100\%$$

CoC ではこれと共に IT 機器自身の電力の効率指標として Asset Efficiency を規定しているが詳細は今後の開発による。対象とするデータセンタは新規、既存両方であり、サーバー、ネットワーク機器、ストレージから空調機、配電設備、さらには温度設定、気流管理までも改善の対象とすることによりデータセンタ全体のエネルギー消費の最適化を目指している。

③プログラムへの参加

データセンタの所有者と運営者はエネルギー効率改善の目標設定と対応を表明することによりプログラムへの参加者 (Participant) となることができる。この場合、行動計画をスケジュール (改善活動期間は 3 年以内) とともに提出し、JRC 事務局の審査を受ける必要がある。また、定期的に進捗報告をおこなう義務も発生する。これには法的な規制は伴わないが、CoC の目標達成のため、義務の履行が強く求められる。

参加者はまず対象とするデータセンタとそこでの改善活動計画を策定し、表明する必要がある。CoC では対象データセンタを Coverage, 改善活動内容を Nature と呼んでいる。

Coverage	改善を行う個々のデータセンタを対象とする。企業レベルで申請する場合は所有するデータセンタの 40%以上 (サーバー数またはフロア面積) を対象とする。
Nature	簡単な管理手法の改善から施設の更新までさまざまなレベルを含むが、参加者はなんらかの改善活動の実施を約束する必要がある。適用する改善の内容はこの CoC と同時に策定された Best Practice Guide の中から選定する。

CoC 事務局は申請に対して 45 日以内に評価と承認を行う。申請された計画が承認されると EC DG JRC により申請者は参加者として正式に認可され、付随する恩典を受けることが可能になると共に行動計画の実施と定期的な進捗報告の義務を負う。進捗報告は DG JRC によって審査され、不適切な場合は改善が求められる。

このプログラムでは参加者のほかに Endoser を規定している。Endoser はデータセンタでのエネルギー効率化に貢献する製品お呼びサービスの提供者であり、対象としては

- 機器、空調機、配電設備、建物等のベンダー
- コンサルタント
- 電気、水道等の供給者
- 政府
- 業界団体
- 教育

などがあり、これらの企業・組織・団体が CoC を活用してデータセンタのエネルギー効率改善を支援する製品開発、ソリューション開発、ベストプラクティスの適用に関するガイドラインの策定などを行うことにより Endoser としてこのプログラムに参加することができる。

④進捗のモニタリングと報告

参加者は継続的な測定と定期的な進捗報告を行う必要がある。以下のデータを毎月測定し、1年に1度報告を行う(1年間のデータを翌年の2月28日までに報告)。

- IT機器のエネルギー消費量(UPSのOutputレベル)。
- データセンタの総エネルギー消費量(さらに詳細なレベルでのエネルギー消費量が測定可能であればより望ましい)。
- IT機器の定格消費電力量。
- 電力対象データセンタの構成情報と運営管理情報(初回の報告のみ)。

このデータを確認することによりエネルギー消費、および効率の改善が予定通りに進捗しているかどうかを判断、評価される。また、Data Collection Work Groupによる解析、比較検討も行われる。報告内容はすべて機密情報として扱われる。

⑤参加申請(宣言)の方法

(a) 既存のデータセンタ

- 申請に先立ち、最低1ヶ月間の電力測定を行い、改善の可能性を判断する。
- 申請書と共に Best Practice から選定された改善項目のリストを提出する。

(b) 既存のデータセンタ(2005年以降に改修または新築された場合)

- 現状の電力効率値とすでに実装済みの Best Practice 項目のリストを提出する。
- 申請書と共に Best Practice から選定された改善項目のリストを提出する。

(c) 新規のデータセンタ

すでに実装済みの Best Practice 項目のリストを提出する。

- 申請書と共に Best Practice から選定された改善項目のリストを提出する。

これらの申請が承認された段階で参加者は計画を実行に移すことになる。

⑥Best Practice の内容

Participantとして参加申請する場合に選定する Best Practice は組織、IT機器の選定、気流管理の改善など、多岐にわたる。それぞれの項目に対して期待される適用のタイミングと共に効果の目安が1から5の範囲で規定されている。この Best Practice 自体は”Best Practices for the EU Code of Conduction Data Centres Version 1.0.0 First Release”に詳述されているが、以下の表にその内容をまとめたものを示す。(以下は Version 1.0 の内容であるが、最新版は 2010 年 1 月の”2010 Best Practices for the EU Code of Conduct on Data Centres”である¹³⁷。)

137

<http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/pdf/CoC%20DC%20new%20rep%20form%20and%20gui>

Best Practice の内容	適用時期	効果
1. Data center Utilization, Management		
1.1 Involvement of organizational group		
ソフトウェア、IT、施設などの組織代表を含む監査組織	Yes	3
1.2 General practices		
現有機器のエネルギー最適使用のための再確認	Yes	2
1.3 Resiliencelevel and provisioning		
冗長構成と拡張に備えた Provisioning の再確認	Retrofit	3
2. IT equipment and services		
2.1 Selection and deployment od new IT equipment		
エネルギー効率の高い IT 機器の選定 パワーマネジメント機能の活用 実消費電力による電源設計への変更	New	3,4,5
2.2 Deployment of new services		
仮想化の活用 待機機器の削減 冗長構成の最適化	New	4,5
2.3 Management of existing IT equipment and services		
2.3.1 Data management		
不要なデータ保存の削減	Yes	3
3. Cooling		
3.1 Air flow management and design		
暖気と冷気の混交防止のための気流管理	Yes	2, 3, 5
3.2 Cooling management		
IT 機器の負荷変動に合わせた冷却システムの設計	Yes	2, 3
3.3 Temperature and Humidity setting		
空調機の温度・湿度設定の最適化	Yes	3
3.4 Cooling plant		
3.4.1 Free and economised cooling		
フリークーリングの活用	No	5
3.4.2 High efficiency cooling plant		
高効率の冷却システムの活用	Retrofit	3
3.5 Computer Room Air Conditioner		

	風量可変型 CRAC の採用 給気温度管理の最適化	Retrofit	4
3.6 Reuse of Data center waste heat			
	排熱の再利用	No	3,4
4. Data center power equipment			
	高効率 UPS、モジュラーUPS の活用	Retrofit	2,3
5. Other Data center equipment			
5.1 Office and storage space			
	照明、ビル空調の電力削減	Retrofit Yes	2,3
6. Data center building			
6.1 Building physical layout			
	天井高の確保、電源設備・空調設備の適正配置	No	2,3
6.2 Building geographiclocation			
	温度、電力供給などの点での適正立地	No	2,3
7. Monitoring			
7.1 Energy use and environmental measurement			
	消費電力の計測	Yes	2
7.2 Energy use and environmental collection and logging			
	消費電力情報の収集と蓄積	Yes	2
7.3 Energy use and environmental reporting			
	消費電力情報のマネージメントへの報告	Yes	2
7.4 IT reporting			
	IT 機器の稼働率の管理	No	3
8. Items under consideration			
	直流電源、ソフトウェアの効率定義などの検討		

適用時期	No	オプション
	Yes	即時適用が望まれる
	Retrofit	設備の改修時
	New	機器、ソフトウェアの更新時

【参考資料】

Anson Wu: The new European Policy for Data Centres: The Code of Conduct (2/2008, The Green Grid Technoical Forum)

Code of Conduct on Data Centres Energy Efficiency – Version 1.0 (Dated Oct/30/2008)

Best Practices for the EU Code of Conduct on Data Centres (Version 1.0.0 First Release)

3.1.2 Code of conduct on broadband equipments

(1) 概要

近い将来、EC の家庭における消費電力の相当量がブロードバンド通信機器によるものと予測されている。機器の普及率やサービスプロバイダーの機材要求仕様に依存するものの、2015 年のヨーロッパにおける総消費電力量は 50TWh/年と推定されるが、本行動規範を推進することにより、一般的な指針と行動規範の制定に付随する効果として、最大消費電力量を 25TWh/年までに停めることが期待されている。これは、等価原油換算で 5.5Milion ton、すなわち年間 7.5B ユーロの節約に相当する。

これらブロードバンド通信機器の潜在的な電力負荷は、欧州連合のエネルギーと環境方針によって新たに表明されるべきであり、ブロードバンド通信機器の電氣的効率が最も重要であると考えられている。

このため、本行動規範は、サービスプロバイダーやネットワーク経営者、機器や部品の製造業者等によって署名されることが期待されており、EC におけるブロードバンド通信機器およびこれを運用する全ての関係者が従うべき基本原則として、機器のエネルギー効率の点から設定されている。

目的：ブロードバンド通信機器の電力消費を、技術的進歩および提供されるサービスを妨げる事無く削減すること。

設立年：2003 年頃から議論が開始され、最初の CoC は 2006 年 7 月 19 日に発行された。

署名済み企業：Swisscom, TDC Services, Thomson

(<http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/index.htm> より)

ワークグループ参加企業：Senternovem NL, EST DK, Motorola, BT, Swisscomm, Sagem, Philips, Vodafone Group Services, France Telecom, Thomson 等 (別紙参照)

活動内容：Energy Consumption of Broadband Communication Equipment and Networks ワークグループによる CoC on Energy Consumption of Broadband Equipment の制定。

主な Output：Code of Conduct on Energy Consumption of Broadband Equipment (v2-July 2007)

<http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/pdf/CoC%20Broadband%20Equipment%20Final%20version%202%20-%20July%2017.pdf>

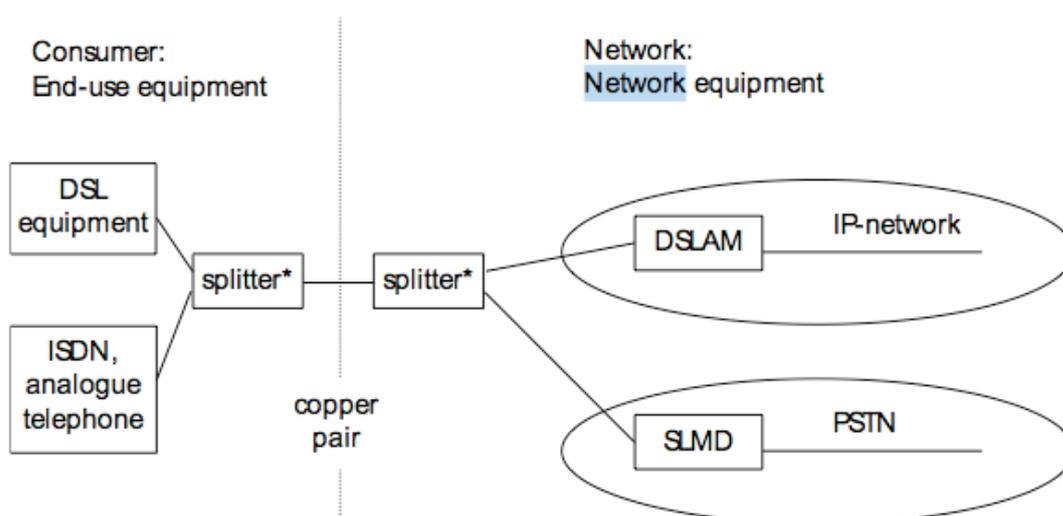
Reporting form

[http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/xls/Reporting%20sheet%20CoC%20BB%20equipment%20\(2\).xls](http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/xls/Reporting%20sheet%20CoC%20BB%20equipment%20(2).xls)

(2) 対象機器

表 1 で表されるデータレート 144kb/s 以上の双方向サービスに関わる機器であり、消費者側（エンドユーザ機器）およびネットワーク業者装置（ネットワーク機器）から構成される。下図は CoC が対象とするエンドユーザ機器とネットワーク機器の別を、DSL を例にとり説明したものである。

Figure 1. Example of DSL configuration



なお、独立機器であるコンピュータやセットトップボックスに対する消費電力要求は、それぞれ Energy Star プログラムおよび CoC for Digital TV に含まれており、対象外となっている。

Table 1. Broadband equipment covered

End-user equipment ¹ associated with broadband distribution for residential customers and SOHO	Network equipment
<ul style="list-style-type: none"> • DSL modem • Cable modem • PLC modem • (DSL) router with/without WLAN up to 5 ports (1WAN port and 4LAN ports) up to 1000 Mbits/s • Small hubs and switches up to 8 ports 	<ul style="list-style-type: none"> • DSL port (example: ADSL, ADSL2, ADSL2+, VDSL2) • Combined port (example: MSAN, POTS/ISDN + ADSL2+ etc) • NTBA (ISDN terminator at customer)

<p>(10/100/1000 Mbits/s)</p> <ul style="list-style-type: none"> • WLAN access points • WiMAX² • Small printer server (connected to broadband) • Home gateway² • Telephone devices for VoIP (ATA or VoIP-Handset) • Optical network termination (ONT) <p>Equipment that is a combination of one or more of the equipment above</p>	<p>premises)²</p> <ul style="list-style-type: none"> • WiMAX Base Stations² • PLC & Cable service provider equipment² • Optical line termination (OLT)²
---	--

(3) 電力レベルの目標とスケジュール

CoC に署名する者は、スケジュールに示された日程以降に市場に導入またはネットワークにインストールされる新規ブロードバンド通信機器数の少なくとも 90%について、以下の電力消費目標を達成するよう努力することが要求されている。

①エンドユーザ機器の電力消費目標

Equipment	Tier 1: 1.1.2007- 31.12.2008		Tier 2: 1.1.- 31.12.2009		
	<i>Off</i>	<i>On</i>	<i>Off</i>	<i>Low power state</i> ⁵	<i>On</i>
ADSL / VDSL-modem powered by USB	0 W	1,5 W	0 W	0,8 W	1,5 W
ADSL-modem ⁶ (maximum ports or functionalities: 1 DSL, 1 port Ethernet 10/100, 1 USB device 1.1/2.0, Router, NAT,firewall)	0,3 W	6,0 W	0,3 W	2,0 W	4,0 W
VDSL-modem (maximum ports or functionalities: 1 DSL, 1 port Ethernet 10/100/1000, 1 USB device 1.1/2.0, Router, NAT,firewall) ⁴	0,3 W	8,0 W	0,3 W	2,0 W	6.0 W
Simple Cable Modem (maximum ports or functionalities: 1 WAN, 1 port Ethernet 10/100, 1 USB device 1.1/2.0, Router, NAT,firewall)	0,3 W	7,0 W	0,3 W	2,0 W	7,0W
Optical Network Termination (maximum ports or functionalities: 1 optical interface, 1 port Ethernet 10/100/1000, 1 USB device			0,3 W	TBD	12,0W

1.1/2.0, Router, NAT, firewall)					
WLAN access points with 802.11a/b/g/n standard ⁷	0,3 W	6,0 W	0,3 W	2,0 W	6,0 W
VoIP-Device (ATA or VoIP handset)	0,3 W	5,0 W	0,3 W	2,0 W	5,0 W
Additional Colour Display (typically found in VoIP devices) TFT QVGA and VGA	-	+ 3,5 W ⁸	-	+ 0,7 W	+ 2,5 W ⁸
Small printer server	0,3 W	5,0 W	0,3 W	2,0 W	5,0 W
Small hubs and switches (up to 8 Ethernet 10/100/1000 ports)	0,3 W	5,0 W	0,3 W	2,0 W	5,0 W
Routers up to 9 (1 WAN and 8 LAN) Ethernet 10/100/1000 ports	0,3 W	10,0 W	0,3 W	2,0 W	8,0 W
Each additional function of the following: WLAN 802.11a/b/g, FXO, FXS/VoIP, hub/switch for up to 4 ports, DECT, Bluetooth,		+ 2,0 W			+ 2,0 W
An additional WLAN 802.11n function		+ 3,0 W			+ 3,0 W

②ネットワーク機器の電力消費目標

以下の目標は、ポート当たりの電力消費量である。

Table 3: **BroadBand ports - Full Power Mode L₀**

Equipment	Tier 1 (01.01.07)	Tier 2 (01.01.08)	Tier 3 (01.01.2009)
ADSL 2+ (including ADSL and ADSL2 and with transmission power of 19,8 dBm)	1,5 W	1,4W	1,2 W
VDSL2 ⁹	2,75 W	2,0W	1,6 W

The above values are for fully equipped with maxium configuration for DSLAMs with more than 100 ports. For equipment up to 100 ports (and with maximum configuration) 0,5 W per line is added to the above values, with a minimum value of 10 W.

Table 4: BroadBand ports - Low Power State L₂ ¹⁰

Equipment	Tier 1 (01.01.07)	Tier 2 (01.01.08)	Tier 3 (01.01.09)
ADSL 2+ (including ADSL and ADSL2)	--	1,1 W	0,8 W
Start-up/Wake up Time from L2 to L0	--	<= 1 sec is acceptable	<= 1 sec is acceptable
VDSL2 ¹¹	--	--	1,2 W

Table 5: BroadBand ports - Standby state L₃ ¹²

Equipment	Tier 1 (01.01.07)	Tier 2 (01.01.08)	Tier 3 (01.01.09)
ADSL 2+ (including ADSL and ADSL2)	--	0,8 W	0,4 W
Start-up/Wake up Time from L3 to L0	--	Not Specified	<= 3 sec
VDSL2	--	1,0 W	0,8 W

The above values for L₂ and L₃ are for fully equipped with maximum configuration for DSLAMs with more than 100 ports. For equipment up to 100 ports (and with maximum configuration) 0,3W per line is added to the above values, with a minimum value of 10W

3.1.3 Code of Conduct on Energy Efficiency of External Power Supplies

(1) 概要

欧州家庭の電力消費に占める電源装置の割合は顕著であり、無負荷時損失を含む待機電流損失の増加により、消費電力は1996年の約8TWhから2006年の14TWhに達している。本行動規範を推進することにより、2010年から最大5TWh/年の節電効果（年間500M EUROに相当。）が期待されている。さらにパワー変換効率を増加させることによる電力損失の減少によって、同程度の節電効果（1から5TWh/年）も期待されている。

電源装置の効率化に対処する場合、電源品質にも注意すべきであり、効率を向上させ、無負荷時損失を減少させたとしても、電源品質に影響を与えてはならないと規定している。

目的：出力範囲0.3Wから250Wまで外部電源装置において、無負荷および負荷時のエネルギー消費量を減少させること。

設立年：1999年頃から議論が開始され、最初のCoCが2000年6月に発行された。

署名済み企業：25社

(http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/html/s_b-ParticipantsCoC.htm より)

Alcatel (mobile telephones)

Motorola (mobile telephones)

Panasonic (mobile telephones, TVs, VCRs, DVD recorders)

Sony (mobile telephones)

Nokia (mobile telephones)

Salcomp Oy (AC adapter and battery chargers for mobile telephone and IT equipment)

Elpac Electronic Inc (AC adapter)

Ault Inc (power supplies)

Lenovo Group Ltd. (power supplies)

NEC Computer International B.V. (mobile computers)

HP (mobile computers)

Compaq (mobile computers)

Epson (scanners, digital camera and interface cards, printers for point of sales systems)

Astec Power (power supplies)

Canon (mobile printers, digital compact camera's and digital camcorders)

LG Electronics (mobile phones)

Apple

Easybrick Power ApS

Bias Technology

Phihong USA Corporation

Sirtec International Co. Ltd.

Samsung (mobile telephones)

Jerome Industries

Extron Electronics

ARTCOM Limited

ワークグループ参加企業： **Microsoft, TI, Cambridge Semiconductor Ltd THOMSO, Cisco Systems, Sony VAIO of Europe** 等

活動内容： **on Energy Consumption of Power Supplies** ワークグループによる **CoC on Energy Efficiency of External Power Supplies** の制定。

主なOutput： **Code of Conduct on Energy Efficiency of External Power Supplies (Version 3 - valid from 1.01.2009)**

<http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/pdf/CoC%20PowerSupply%20Version3-28112007.pdf>

Summary of the 2006 annual report for Code of Conduct on Power Supplies

<http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/pdf/070516%20CoC%20Power%20Supplies%20-%20results%202006.pdf>

- ・ **Code of Conduct on Energy Efficiency of External Power Supplies (Version 3 - valid from 1.01.2009)**

(2) 対象機器

単一電圧の電気・電子機器用外部電源装置（AC-DC, AC-AC）であって、移動電話や室内機器、電気道具向けの充電用 AC アダプタ等を含み、出力電力が 0.3W～250W で電力を供給している機材とは別筐体の物。製品の内部で使用される DC-DC 電源すなわち、内部電源装置は対象外である。

(3) 電力レベルの目標とスケジュール

CoC に署名する者は、スケジュールに示された日程までに市場に導入される新モデルまた、同日程以降に入札/調達指定された製品の少なくとも 90%において、以下に示す無負荷時消費電力と、使用時の電力効率の両方を満たすることが要求されている。

①無負荷時消費電力目標

Table 1.1: No-load Power Consumption (excluding external power supplies up to 8 W for mobile handheld battery driven applications)

Rated Output Power (P_{no})	No-load power consumption
	from 1.1.2009
≥ 0.3 W and < 50 W	0.30 W
≥ 50 W and < 250 W	0.50 W

Table 1.2: No-load Power Consumption for external power supplies up to 8 W for mobile handheld battery driven applications

Rated Output Power (P_{no})	No-load power consumption
≥ 0.3 W and ≤ 8.0 W	0.25 W from 1.1.2009 to 31.12.2010
≥ 0.3 W and ≤ 8.0 W	0.15 W from 1.1.2011

②使用時の電力効率目標

Table 2.1: Energy-Efficiency Criteria for Active Mode (excluding external power supplies up to 8 W for mobile handheld battery driven applications)

Rated Output Power (P_{no})	Minimum Four Point Average Efficiency in Active Mode (expressed as a decimal) ²
	from 1.1.2009
$0 < W \leq 1$	$\geq 0.44 * P_{no} + 0.145$
$1 < W \leq 36$	$\geq [0.08 * \ln(P_{no})] + 0.585$
$36 < W \leq 250$	≥ 0.870

Table 2.1: Energy-Efficiency Criteria for Active Mode for external power supplies up to 8 W for mobile handheld battery driven applications

Rated Output Power (P_{no})	Minimum Four Point Average Efficiency in Active Mode (expressed as a decimal) ³
	from 1.1.2009 to 31.12.2010#
$0 < W \leq 1$	$\geq 0.50 * P_{no} + 0.029$
$1 < W \leq 8$	$\geq [0.095 * \ln(P_{no})] + 0.529$

3.2 民間レベルの取り組み

3.2.1 ICT4EE フォーラム

(1) 概要

ICT4EE は、2009年10月のEC勧告を受け、Digital Europe、Tech America Europe、GeSI、JBCEを中心として2010年2月23日に設立された。

(2) 目標

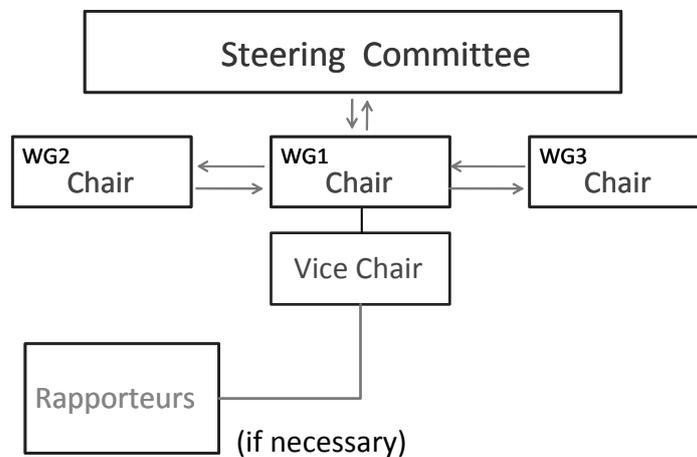
フォーラムの目的は次の通りである：

- 2010年までに、ICT業界・グリーンICTの環境効率とエネルギーにおける貢献を測定するフレームワークを開発する
- 2011年の終わりまでに共通の方法論を採用・実行する
- 2011年までにエネルギー効率の目標を特定する

(3) 組織

ICT4EE フォーラムは、ステアリング・コミッティー、ワーキング・グループ、ステークホルダー会議から構成される予定である。

ICT4EE 組織図（現時点）¹



¹ ICT4EE 資料

- ・ステアリング・コミッティー
 - フォーラムの意思決定機関
- ・ワーキング・グループ
 - WG1：ICT 業界における製造過程等のエネルギー効率の測定
 - 方法論と目標、報告、認証のフレームワークの開発
 - WG2：他の部門のエネルギー効率の促進
 - ICT 技術を用いて、他の分野のエネルギー効率を向上。全てのセクターをシステムティックにみるために、都市の全体像を踏まえた上で、輸送・物流、ビル・建築、エネルギー供給分野を検討。
 - WG3：将来の政策と技術の検討
- ・ステークホルダー会議
 - フォーラムの業務にステークホルダーからのインプットを受け取る
 - フォーラムの活動の普及促進

グリーン IT 推進協議会とも MOU を結び、フレームワーク開発にあたって協力をしていく予定である。

(4) 活動内容

・WG1 のロードマップ

WG1 では、2010 年 12 月にエネルギー効率測定方法に関する報告書にとりまとめることを目指して、次のようなマイルストーンを念頭に検討を進める計画である。

- 第 2 回会合を 5～6 月に開催し、既存の測定・定量化方法論の共有。ICT 分野に適用するための修正・拡張方法を議論する予定。
- 第 3 回会合を 7 月に開催し、既存の測定・定量化方法論を検証し、ICT4EE における開発方法について議論する予定。
- 11 月までに既存のフレームワークと必要なもののギャップを解析し、測定・定量化の方法論のフレームワークを開発

3.2.2 Global e-Sustainability Initiative (GeSI)

(1) 概要

Global e-Sustainability Initiative (GeSI) は、ICT におけるイノベーションを通じて国際的にサステナブルな発展を推進していくことを目的とした NPO 団体である。

(2) 目標

GeSI では、ビジョンとして次の点をあげている。

- 人の持続可能な発展に貢献する製品、サービス ICT へのアクセスの向上と普及を目指したグローバルフォーラム設立
- ICT 分野の国際協力やステークホルダー間の協力促進
- 持続可能性管理の継続的向上の奨励とベストプラクティス共有
- 発展途上国企業の参加の奨励

- パートナーのローカルなイニシアティブの促進と支援
- 意識の向上、説明責任や透明性の向上

(3) 組織

2009年6月時点では、通信事業者、IT機器メーカー、業界団体、NGOなど26団体から構成されている(表8)。ヨーロッパ・米国系の企業が多く加盟している。

表 6.3-4 : GeSI のメンバー企業

Alcatel-Lucent	Ericsson	Microsoft	Telecom Italia
At&t	ETNO	Nokia	Telefonica
Belgacom	France Telecom	Nokia Siemens Networks	Verison
Bell	HP	Nortel	Vodafone
BT	HUAWEI	RIM	Carbon Disclosure Project
Cisco	KPN	Sprint	WWF
Deutsche Telekom	Motorola	Sun	

GeSIは2001年にUNCEPとITUのボランティアなイニシアチブとして設立され、2008年にNPO化された。この際(2008年6月)にボードメンバーが選ばれている。事務局はブリュッセルにある。2009年6月時点のボードメンバーを表6.3-5に示した。

表 6.3- 5 : GeSI ボードメンバー (2009 年 6 月時点)

氏名	所属企業	役職
Luis Neves	Deutsche Telekom	Chair
Michael Loch	Motorola	Vice Chair
Danilo Riva	ETNO	Treasurer
Joaquim Croa	Vodafone	Communications stakeholder engagement
Markus Terho	Nokia	Working groups
Paul Dickinson	CDP	Working groups
Joan Krajewski	Microsoft	Polici and standards
Monique Meche	Cisco	Polici and standards
Silvia Guzman Arana	Telefonica Spain	Climate change
Katrina Destree	GeSI Exective Director	Secretary

(4) 活動

GeSI では、キーエリアとして、気候変動、サプライチェーン、E-廃棄物、標準化、公共政策、コミュニケーションをあげており、テーマ別にワーキンググループを設置している。また、GeSI は政策当局やステークホルダーとのコミュニケーションを通じて、ICT が持続可能な開発を支援する役割を説明し、それを可能ならしめる政策を促進している。

省エネ (グリーン IT) ・気候変動分野の取り組みとしては、GeSI では、2008 年に ICT の効果を予測したレポート「SMART2020¹³⁸」を発表した。SMART 2020 では、2020 年におけるグリーン IT の温室効果ガス削減ポテンシャルが、温室効果ガス削減ポテンシャル全体の 35%を占めると予測している。また、Smart Grid、Smart Building、Smart logistics、Smart motors などの分野の削減ポテンシャルが大きいと試算している(図 6.3-1)。

¹³⁸ <http://www.smart2020.org/>

グリーンITのポテンシャル(SMART2020)

グリーンITの効果のうち大きいのは、“Smart Grid”、“Smart Building”、“Smart Logistics”、“Smart motors”と予測

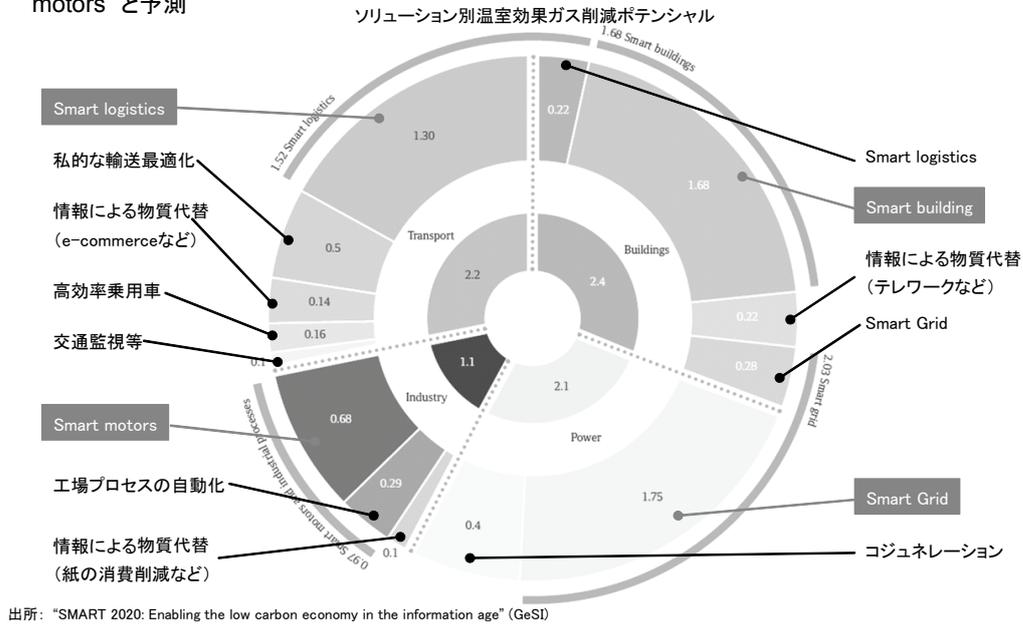


図 6.3-1 : SMART2020 で示された Green by IT の省エネポテンシャル

SMART2020の結果は、インターネットで公表されるだけでなく、その内容はECなどでもプレゼンテーションされ、それを契機としてGeSIはThe EU Ad-Hoc Advisory Group for Energy Efficiency、The ICT Policy Support Programme、Sustainable Energy Europe campaignなどのEUのいくつかのイニシアチブに参加している。また、SMART2020は、グローバルバージョンだけでなく、米国に特化したものも作成され、米国の政策担当者とコミュニケーションをとる際のツールとしても用いられている。

さらに、SMART2020は各国語に翻訳されると共に、2009年～2010年にかけて、中国版、インド版、ヨーロッパ版、南アメリカ版などの各国・地域版の作成が計画されている。また、削減の実現方法についても検討予定とのことである。

また、SMART2020のサイトでは、特にビル・オフィス、輸送・物流、電力網の分野におけるエネルギー効率化のケーススタディの紹介も行っている(表 6.3-6)。

表 6.3- 6 : 紹介されているグリーン IT のケーススタディ

分野	紹介されているプロジェクト
スマートグリッド	PowerMeter
	Smart Grid: Electric Distribution Grid System Optimization
スマートビルディング	AlertMe
	Digital Home Energy Management System (DEHEMS)
	Empire State Building Retrofit
	Greenspaces Design
	One Market Street, San Francisco LEED Building Certification
	State of Missouri Building Energy Retrofit
	Waltham, MA LEED Building Construction
	Wipro Campus in Greater Noida - LEED
輸送・物流	Connected Bus: Connected and Sustainable Mobility
	Logistics network optimisation
	Personal Travel Assistant (PTA)
	Shiply.com
	Smart Transportation Pricing (STP)
	Stockholm Congestion Tax System
グリーン ICT	A Blueprint for Data Center Efficiency
	Capitol Goes Green
	Climate Savers Computing Initiative
	Google's Efficient Data Centers
その他	BT Agile Worker Energy & Carbon Study
	Connected Urban Development
	E-health Croatia
	LED Lighting Solutions for the National Theatre, London
	Smart Grid, Smart Water
	Smart Work Center
	Sun Microsystems' employee Open Work telecommuting program

3.2.3 BITKOM¹³⁹

(1) 概要

ドイツ BITKOM は、約 1000 社程度が加入する IT 分野の業界団体で、教育、環境、セキュリティ、ブロードバンド、電子政府、イノベーション、科学技術政策に関わっている。100 以上のワーキンググループを持ち、年間 30 以上のプレスカンファレンスを開催、グリーン IT、セキュリティ、ナレッジマネジメントなどに関するカンファレンスも開催すると共に、グリーン IT、ブロードバンド、IT セキュリティに関する展示会を開催している。

(2) 組織

組織は、全会員からなる Member's meeting により、100 メンバーから構成される Main board が選出され、さらに Main board において Presiding Committee¹⁵ メンバーが選出される。Presiding Committee には、President (代表)、Vice President (副代表)、Treasurer (財務担当者) が置かれる。

(3) 活動内容

2008～2009 年における BITKOM の主要なトピックは、教育と人材確保、環境問題、セキュリティ、通信とメディアの構造である。さらに、E-Health、著作権、E-Government、イノベーション・科学技術政策等の取り組みも行っている。

グリーン IT に関しては、"Green in IT"、"Green through IT"の両方の分野における取り組みを進めるとしている。製品やサービスのライフサイクル全体における資源やエネルギーの効率をスコープとしている¹⁴⁰。

具体的な取り組み例

- データセンタ分野では、エネルギー効率化に向けたガイドラインの作成などを行っている。
- 政府と共同でグリーン調達にも取り組んでいる。対象製品は、PC、サーバ等。
- また、ユーザに対し、グリーン IT コンサルティングを実施している。技術、ベストプラクティス、経済面の支援の可能性など、無料でサポート。2009 年 3 月の CeBIT で発表、6 月にコンサルティング開始。
- 製造業者、ユーザー、研究者、政策担当者のプラットフォームとして、グリーン IT アライアンスを設置した。
- 展示会 CeBIT において、グリーン of IT、グリーン by IT の展示をおこなっている。政策担当者や企業による講演、グリーン IT に関する講演会、イベントなどを実施。

¹³⁹ About BITKOM (JEITA/BITKOM ミーティング資料)

¹⁴⁰ Green IT-Activities in Germany - (JEITA/BITKOM ミーティング資料)

3.2.4 Grid Computing Now KTN/ BCS/ Intellect

Grid Computing Now KTN は、グリッド技術の価値を社会に理解してもらうための普及活動を実施するために構成され、英国の情報通信産業団体である イギリスの IT 業界団体である Intellect が先導している。グリーン IT が主要なテーマのひとつで、ケーススタディ、イベント、会議、ウェブセミナーなどを実施している。一方 British Computer Society (BCS)は、世界 100 カ国以上から 6 万人の情報科学・情報システムの専門家がメンバーに加わる学会である。データセンタ・スペシャリスト・グループにおいてデータセンタに関する検討を進めると共に、「データセンタ・シミュレータ」(図 6.3-2) の開発をおこなっている。

データセンタ・シミュレータは、データセンタの特性を入力すると、データセンタの DCiE のモデル計算値を出力するプログラムであり、DCiE の IT 機器負荷・気温依存性を計算する。統計データベースによる計算ではなく、理論値を組み立てて計算を実行している。

「データセンタシミュレータ」画面イメージ

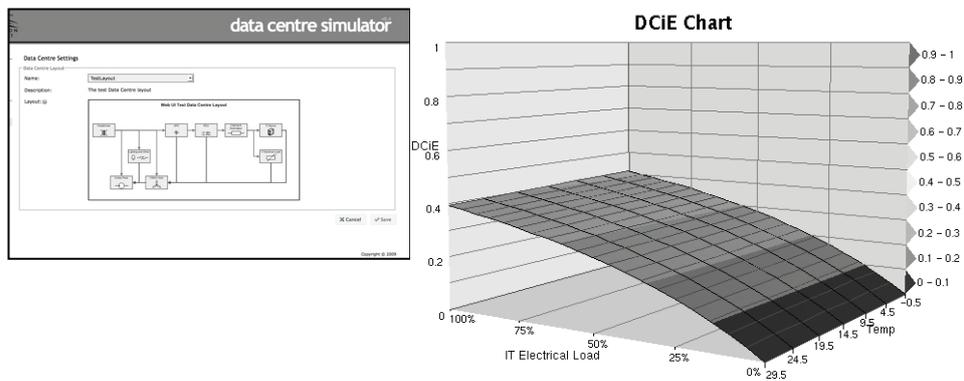


図 6.3-2 : データセンタシミュレータ画面イメージ¹⁴¹

また、BCS では、データセンタのエネルギー消費効率について検討を進め、ホワイトペーパーをとりまとめている¹⁴²。

¹⁴¹ BCS セミナー資料

¹⁴² Data center energy efficiency metrics (BCS Data Centre Specialist Group)

4. シンガポールの取り組み

シンガポールでは、太陽電池を中心に海外企業との提携・誘致により、単位 GDP あたり温室効果ガス排出削減、グリーン IT の国際競争力向上を目指している。目標を達成すると共に、産業競争力を高めるため、グリーン IT に対して積極的な取り組みを行っている。概要を図 6.4-1 にまとめた。

CO2削減目標		グリーンITの取り組み
中期目標	主要施策	
2030年までに単位GDPあたりで35%(2005年比)のエネルギー消費量削減 ●「持続可能なシンガポールのためのブループリント」	<p>目標を達成するための政府のイニシアチブを提示</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 特に普及促進策について言及 <p>水再生技術・太陽電池等の分野における海外企業誘致・研究開発</p> <p>2009年度予算の中に、今後5年間の予算として10億Sドルを計上</p>	<p>海外企業の誘致、研究開発を推進</p> <ul style="list-style-type: none"> ● スマートグリッド、LEDで企業誘致 ● 国家研究基金で次世代交通システム、BEMSなどを開発テーマに選定 <p>国内での省エネ推進に向けて、ラベル制度などを整備</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 建造物のグリーンマーク ● 家電製品のエネルギー効率表示 <p>データセンタのエネルギー消費効率向上</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ベストプラクティス推進 ● 能力開発 ● インセンティブ

図 6.4-1 : シンガポールの取り組み (まとめ)

4.1 政府および政府系機関による取り組み

(1) 温暖化に関する目標

シンガポールでは、温室効果ガス排出削減に向け、「持続可能なシンガポールのためのブループリント」が制定されている。「持続可能なシンガポールのためのブループリント」は、シンガポール政府省庁間会議 (Inter-Ministerial Committee on Sustainable Development (IMCSD))において、2009年4月に決定された。

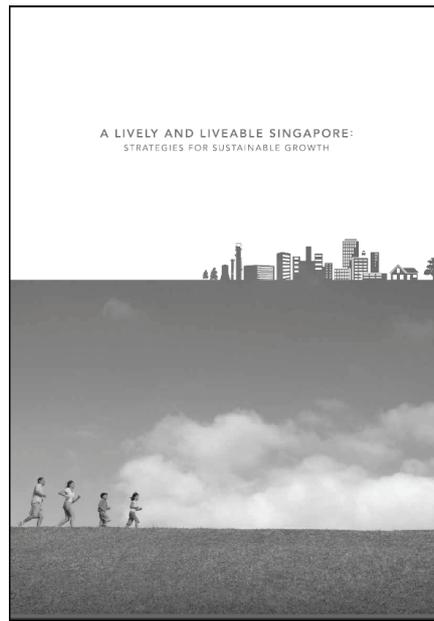


図 6.4-2 : 「持続可能なシンガポールのためのブループリント」表紙イメージ

「持続可能なシンガポールのためのブループリント」では、2030年に向けた10の環境目標を設定している。このうち、温室効果ガス排出削減、省エネに関して、「単位 GDP あたりのエネルギー消費量を2005年比で35%削減」することをあげている他、シンガポールの役割として、「持続可能な技術開発の国際的な知識拠点化」をあげている。

表 6.4-1 : 「持続可能なシンガポールのためのブループリント」中の環境目標例

#	環境目標
1	単位 GDP 当たりのエネルギー消費量を 05 年比で 35%削減
2	1 人 1 日当たりの水消費量を 156 リットルから 140 リットルに削減。
3	リサイクル率を 70%に引き上げ。
4	鉄道網を 2 倍に拡張し、公共輸送機関の乗り換えの利便性を高めることで、公共輸送の利用率を 70%に引き上げ。
5	大気中の微小粒子状物質 (PM2.5) の質量濃度を年間平均で 1 立方メートル当たり 12 マイクログラムに、二酸化硫黄の質量濃度を同 15 マイクログラムに、それぞれ引き下げ。
6	1,000 人当たりの公園面積を 0.8 ヘクタールに拡大するとともに、屋上庭園を 50 ヘクタール拡大。公園を結ぶ遊歩道も全長 100 キロから 360 キロに延長。
7	貯水池のうち最大 900 ヘクタール、水路の最大 100 キロを、レクリエーション

	目的に開放。
8	屋根付きの歩道、サイクリング道の整備拡大。
9	持続可能な技術開発の国際的な知識拠点化。
10	環境への責任を、日常生活やビジネス活動の一部とすることを旨とする。

(2) CO2 排出削減に向けた政府の取り組み概要

環境目標達成に向けたイニシアチブの中では、特に普及促進策に重点を置いて言及されている。2009年度予算で、今後5年間の予算として10億シンガポールドルを手配している。取り組みの具体策を「R&D、イノベーション」「普及促進」「啓蒙」「その他」に分類して紹介する。

①R&D、イノベーション

まず、経済を牽引する新たな分野として、「クリーン・テクノロジー」と「都市ソリューション」の両分野の育成を促進する計画がある。具体的には、クリーン・テクノロジーの研究・開発（R&D）と、実証実験を行う専門の国内初の工業団地として、「ジャラン・バハール・クリーンテック・パーク」を今後20年かけて開発する。また、環境に優しい自動車・交通の普及促進のため、ディーゼル・ハイブリッド・バス、電気自動車などの実証実験を実施している。

②普及促進

普及促進に向けた施策は、特に多様なものが検討されている。

- グリーンマークの推進として、建物のエネルギー効率向上を目指し、既存のビルに、省エネ・ビルの認証制度「グリーン・マーク」の取得を奨励する総額1億Sドルの「グリーン・マーク奨励制度」がある。都心部マリーナ・ベイや中央ビジネス地区、ジュロンやカランなど重要な開発地区で建設される新しいビルに対しては、高レベルのグリーン・マーク取得が義務付けられる。
- 30の公共住宅区域で、太陽電池の実証実験が実施されている。公共住宅の住民共有スペースのエネルギー利用を20～30%削減する。北東部ポンゴール地区を皮切りに、環境に配慮した公共団地の建設を促進する予定である。
- 2011年までに、一般世帯向けエアコン、冷蔵庫について、エネルギー効率の最低基準を導入する予定である。
- 環境に優しい自動車・交通の普及促進のため、公共住宅区域にサイクリング道を整備するため、向こう5年で4,300万Sドルを投じる計画である。
- ビルの屋上緑化を促進するためのインセンティブ策が検討されている。
- 都心部マリーナ・ベイ含むダウンタウン地区、カラン河岸、西部ジュロン・ゲートウエーで、新たに建設されるビルには、ビル開発用地と同じ面積の屋上庭園、または地上の庭園の設置を義務付けられる計画である。

- 都心部のマリーナ・ベイと、西部ジュロン湖の両区域を、環境に配慮した、持続可能な集中開発区とする。
- 公共分野で環境に配慮したビルの建設、リサイクルの促進
- 新しい中・大型公共ビルについてはグリーン・マークの「プラチナム」、既存の大型公共ビル（エアコン付き）についてはグリーン・マークの「ゴールドプラス」を、20年までに取得。すべての政府省庁は 09 年までにリサイクル・プログラムを実施するとともに、10 年までにすべての公共ビルは、公共事業庁（PUB）の水の低消費ビルのラベル取得が必要となる。

③啓蒙

- 地区ごとに、持続可能な成長に対する住民の意識啓蒙プログラムの実施。

④その他

- 自然、野生動物を保護することを目的とした向こう 10～15 年の行動計画の策定。

シンガポールでは、これまで水再生、太陽電池等の分野で、自国への技術導入や研究開発を経て自国の実力を蓄え、国内での実証や普及拡大に取り組んだ後、海外に向けてそれらのノウハウを展開してきた（図 6.4-3）。

例えば水再生処理の分野では、技術導入・研究開発段階として、国家研究基金（NRF）の重点分野としてきた。その技術をシンガポール国内で活用するために、高度濾過技術により下水を再生処理し、飲用水にも利用可能とする「ニューウォーター」計画を開始している。さらに、国内で蓄積した造水や水再生技術をインドや中東などに輸出を始めている。

同様に、太陽電池分野でも、国内に欧州を中心とした企業の研究拠点や工場を誘致している。国内での普及を促すため、公的部門・民間部門・公団住宅における太陽光発電の試験的設置支援（約 44 億円）などを行うほか、2015 年までに公共住宅にも設置する予定である。最近では、中国（天津・南京）において、太陽電池等環境関連の工業団地と大規模住宅開発に取り組んでいる。

同様の取り組みは、グリーン IT の分野でも活発である。グリーン IT の分野でも技術導入や研究開発、国内実証や普及に積極的に取り組んでおり、今後海外展開を目指していくことも考えられる。実際、シンガポール国際企業庁では、グリーン IT 分野でのパートナーシップ構築やソリューション開発を模索している。グリーン IT の分野としては、データセンタやグリーン byIT のソリューションの両方を視野に入れているようである。

現在のところ、スマートグリッドや LED など次世代照明の強みを持つ企業の投資を募ると共に、輸送効率の高い次世代交通システムやビルや商業施設等の省エネ対策分散型電源システム等に対する研究開発も行っている。

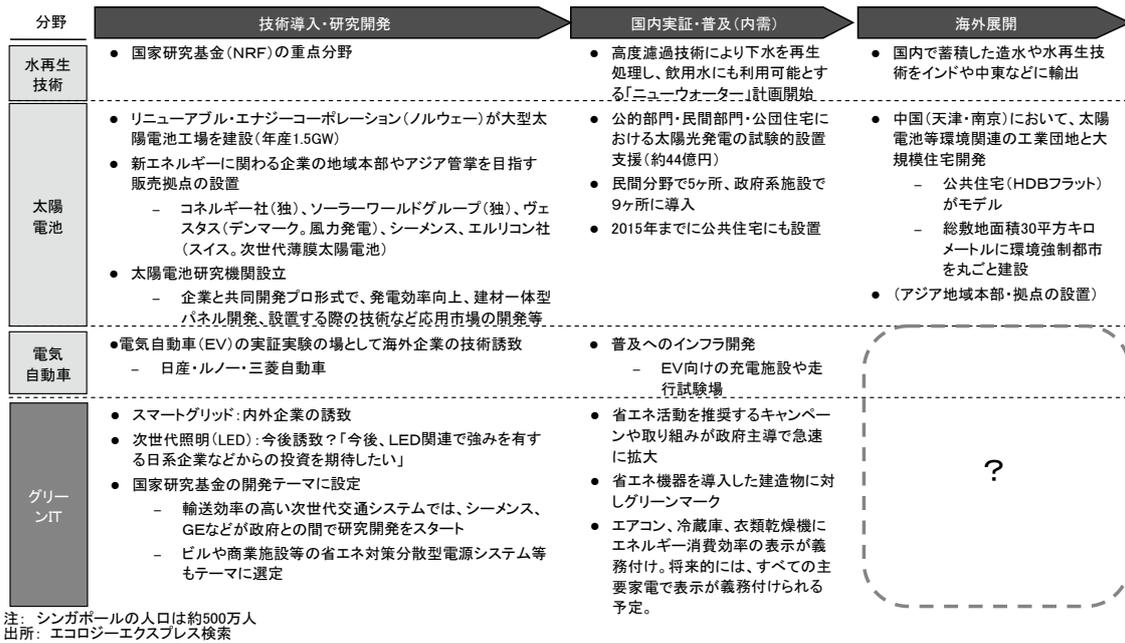


図 6.4-3 : シンガポールの分野別取り組み

(3) データセンタに関する取り組み

シンガポールのグリーン IT 分野の取り組みの中で、特に主眼を置かれているのがデータセンタである。グリーンなデータセンタ実現、エネルギー消費量 20%削減のゴールに向けて、ベストプラクティス、能力開発、インセンティブ付与などを推進している。

具体的な取り組みとしては、まずベストプラクティスを推進するためのエネルギー効率指標の標準化である。ここでいう指標は、PUE や DPPE のような指標に加え、プロセスマネジメントやベストプラクティスを含んでいる。ISO14000 のようなプロセス標準が考えられている。2008 年の 11 月から検討を開始し、2010 年の 1 月には完成・実施予定である。

また、データセンタに関わる人の能力開発も重要な取り組みと位置づけられている。プロフェッショナルなエンジニア向けには Singapore Certified Energy Manager (SCEM) プログラムが用意され、エネルギーマネジメントに関する資格認定が行われると共に、IT のプロフェッショナルに対するアプローチとして、データセンタのグリーン化事例がデータセンタに関するトレーニングプログラムに追加されている。

さらに、対策を促進するためのインセンティブとして、省エネ診断をした企業への補助やワークショップ実施への補助、産業施設の省エネへの補助などの予算が準備されている。専門家や海外の講師による啓発セミナー等も実施・計画されている。

主要戦略		取り組み内容	検討プロセス・実績	
			フェーズ	(予定)時期
ベストプラクティス推進	指標等標準化	iTSCとIDAで開発中 検討対象は、プロセスマネジメント、ベストプラクティス、効率指標などから構成される。 主要な標準はISO14000やISO50000のようなプロセス標準?	検討開始 イニシャル・ドラフト作成 公表 実施	2008年11月 2010年 4月 2010年10月 2010年11月
		能力開発	プロフェッショナルエンジニア向け - Singapore Certified Energy Manager (SCEM) プログラム - エネルギーマネジメント分野の公式トレーニングと資格認定 (SCEM取得により米国AEEの資格取得可能) - 建築/産業部門のエネルギー論点に関する徹底的な理解 ITプロフェッショナル向け - データセンターのグリーン化事例を既存のデータセンタートレーニングプログラムに追加	実施中 ?
対策促進	インセンティブ	NEAによるインセンティブスキームの導入 - Energy Efficiency Improvement Assistance Scheme (EASe): 省エネ診断をした企業に50%を補助 - Design for Efficiency Scheme (DfE): 大口エネルギーユーザーによる効率的な施設をデザインするワークショップ実施に補助 - Grant for Energy Efficient Technologies (GREET): 産業施設のオーナー等が省エネ機器や技術に投資する場合に補助	EASe全体(データセンター以外も含む)で、100社以上・計322万ドル(約2億円)の支援金拠出	実施中
	啓発	専門家・海外講師によるセミナー グリーンデータセンターに関する情報データベースを計画中		実施/計画中

注: iTSC = information Technology Standards Committee, NEA = National Environmental Agency, AEE = US-Association of Energy Engineers
出所: アジアグリーンITフォーラム・シンガポールプレゼン資料

図 6.4-4 : シンガポールにおけるデータセンターのグリーン IT の取り組み

4.2 民間レベルでの取り組み

4.2.1 Singapore Infocomm Technology Federation (SiTF)

(1) 概要

Singapore Infocomm Technology Federation (SiTF) は、シンガポールの IT 企業から構成される業界団体である¹⁴³。

(2) 組織

企業会員数は約 400 社であり、8 つの分科会で活動を実施している。Best Sourcing, Digital Media, eGovernment, eLearning, Security & Governance, Singapore Enterprise, Service-Oriented Architecture、そして Wireless である。政府機関や海外の団体との緊密な連携に加え、SiTF は World Information Technology and Services Alliance (WITSA)、Asian-Oceanian Computing Industry Organization (ASOCIO)、Asia Pacific ICT Alliance (APICTA)等のメンバー団体でもある。また、SiTF は中国へのシンガポール企業の足がかりとなるため、中国に Infocomm Solutions Centre (ISC)を設置している。

(3) 活動内容

SiTF では、2008 年に Green Pro-Tem committee を設立してグリーン IT 分科会設立の方向性を議論し、Green IT Pro-tem Interest Groups を設置してグリーン IT についてテーマ別に検討している。3 つのグループが設置されている。

¹⁴³ www.sitf.org.sg/

表 6.4-2 : SiTF 内に設置されたグリーン IT に関する Pro-tem Interest Group

名称	取り組み内容
Green CIO	グリーン IT 戦略策定と適用に関する CIO のニーズを検討 「グリーン」ビジネスの事例構築 グリーン IT ソリューションの評価
Green Solution Innovations	メンバー企業がグリーンソリューションによるビジネスを 展開する上での協力促進 貿易展示会他のイベントの参加や開催
Education for Sustainability	メンバー企業の啓蒙 炭素経済、気候変動、グリーン IT の役割など

5. 韓国の取り組み

韓国では、CO₂の排出削減目標について2009年に大統領直属機関で検討を進めてきた。あわせて削減の主要な手段についても検討をしてきた。検討される削減手段の中でもグリーンITに関しては、「グリーンIT国家戦略」を策定し、地球環境にやさしいIT製品やサービスをさす「グリーンIT」分野育成のため、2012～2013年までに12兆ウォンを投資するとした。対象となるのは9つのチャレンジ分野と27の主要技術分野である（図6.5-1）。

韓国における取り組み(まとめ)

韓国は、CO₂排出削減とグリーン技術競争力強化に向け、グリーンIT・クリーンテック分野に12兆ウォンを投資予定

CO ₂ 削減目標		グリーンITの取り組み
中期目標	主要施策	
2020年に向け、3つの削減シナリオを検討 <ul style="list-style-type: none"> ● 05年比で8%増、横ばい、4%減 	<ul style="list-style-type: none"> ● グリーンホーム、グリーンビル普及拡大 ● LEDなど高効率製品の普及 ● 低炭素、高効率の交通体系整備 ● 産業界のプロセス革新 ● 再生エネルギー、原子力発電の拡大。スマートグリッドの一部導入 	「グリーンIT国家戦略」 地球環境に優しいIT製品やサービスを指す「グリーンIT」分野育成のため、2012～13年まで12兆ウォンを投資 <ul style="list-style-type: none"> ● 9つのチャレンジ分野に13年まで4.2兆ウォンを投資 ● 27の主要技術に12年まで8.4兆ウォンを投資
大統領直属機関「グリーン成長委員会」による策定		9つの革新課題
主要削減手段も提示 <ul style="list-style-type: none"> ● グリーン成長戦略と計画の有効性を担保 ● 企業に透明な政策目標と成長機会を提供 		of IT <ol style="list-style-type: none"> 1. 世界最高のグリーンIT製品の開発 2. グリーンITサービスの開発加速 3. 10倍高速で安全なネットワークの構築
		by IT <ol style="list-style-type: none"> 4. ITを使って、低カーボンな職場を実現 5. ITを基盤とした、グリーン・ライフスタイル革命 6. ITを用いた集約により、グリーン産業を構築 7. グリーン交通・ロジスティックシステムへの移行促進 8. スマートグリッドのインフラ構築 9. インテリジェント・リアルタイム環境モニタリング&防災システム開発

図 6.5-1：韓国のグリーンITに関する取り組み

5.1 政府および政府系機関による取り組み

(1) 韓国政府の取り組み概要

このような目標に向けて、韓国ではR&D、イノベーションと普及促進の両面で政策的な取り組みが始まっている。

まずR&D分野では、総額107兆ウォンを環境関連に投資する5カ年計画を発表した。うち12兆ウォンを今後4年間で主にグリーンITを含む環境技術開発に投資する予定である。対象は、グリーンIT製品などである。

また、普及促進面の取り組みとして、温室効果ガス排出キャップ制の導入が検討されている。早ければ2013年にキャップ制と排出権取引制度が導入される見通しである。国際総

理室がキャップ制と排出権取引制度を骨子とした気候変化基本法を立法予告すると明らかにしている。また、標準化戦略も検討されている。グリーン技術・産業発展の基盤を強化し、企業を支援する目的である。「グリーンスタンダード標準特許支援班」の構成・運営し、スマートグリッド、LED照明、RFID、ユビキタスセンサーネットワーク、などの分野の戦略が検討されている。

また、普及に向けて高効率製品の優遇も行われている。IT機器のグリーンラベル認証として、韓国環境相関係団体の韓国エコプロダクツ協会は製品がライフサイクルを通じて排出する温室効果ガスの総量を消費者に示す環境ラベルプログラムを創設する。グリーン製品の開発促進と消費者への情報提供が目的である。

韓国政府はグリーンIT分野育成のため、9つの革新課題と27の重点グリーン技術に12兆ウォンを投資予定である(図6.5-2)。

	9つのグリーンIT革新課題	27大重点グリーン技術
投資額 (兆ウォン)	4.2	8.4
期待効果	7.5兆ウォンの生産誘発 1800万トンのCO2排出量削減	2012年に4700万トン、 2020年に1.3億トンのCO2削減
投資対象	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> of IT 1. 世界最高のグリーンIT製品開発 2. グリーンITサービスの開発加速 3. 10倍高速で安全なネットワーク構築 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;"> by IT 4. ITを使って、低カーボンな職場を実現 5. ITを基盤とした、グリーン・ライフスタイル革命 6. ITを用いた集約により、グリーン産業を構築 7. グリーン交通・物流への移行促進 8. スマートグリッドのインフラ構築 9. 環境モニタリング&防災システム開発 </div>	短期集中投資 - 高効率シリコン太陽電池、液化石油ガス(LPG)ハイブリッド自動車、高効率薄型発光ダイオード(LED)など 2020年までの投資対象 - 燃料電池、電気自動車、石炭ガス複合発電(IGCC)プラント、原子力水素システム開発など

図 6.5-2 : 韓国のグリーン IT 投資重点分野

また、グリーンIT分野では、2013年、2020年をマイルストーンとした目標を設定している。対象はグリーン of IT とグリーン by IT の両分野で、グリーンIT製品の開発、グリーン by IT ソリューションによるエネルギー消費削減などが目標の対象となっている(図6.5-3)。

分野別目標

Green of IT分野に加えGreen by IT分野でも、2013年・2020年をマイルストーンとした(主に定量的な)目標を設定

	9つのチャレンジ	方向性	目標	
			2013年	2020年
of IT	世界最高のグリーンIT製品の開発	TV、PC、サーバーに注力 グローバル市場で先行者となる	NA	エネルギー消費量20%削減、 世界シェア10%
	グリーンITサービスの開発 加速	グリーンDC、グリーンネットワーク、グリーン コンピューティング	DCの電力効率を40%向上。 クラウドコンピューティングの 導入。	グリーンDCモデルを開発・ 輸出
	10倍高速で安全なネットワー クの構築	各種ネットワークを Ultra Broadband convergence Network (UBcN)に集約	UBcNのコアテクノロジー開 発	NA
by IT	ITを使って、低カーボンな職 場を実現(業務)	BEMS、テレワークなどの導入	BEMSにより20%エネルギー 消費削減等	NA
	ITを基盤とした、グリーン・ラ イフスタイル革命(家庭)	E-learning、遠隔医療などの導入	家庭のエネルギー効率を 20%向上	病院通院を30%削減等
	ITを用いた集約により、グ リーン産業を構築(生産)	生産プロセスの省エネへのIT導入 中小規模ビジネスのグリーンマネジメントサ ポート	グリーン生産/マネジメント 支援により7Mt-CO2削減	NA
	グリーン交通・物流への移行 促進(運輸)	交通システムのスマート化	2.8Mt-CO2削減	NA
	スマートグリッドのインフラ構 築(エネルギー転換)	分散化電源によるオープンなインフラ構築 各種ネットワークの接続 グローバル市場で先行者となる	NA	全国のエネルギー消費を6% 削減
	環境モニタリング開発	インテリジェント・リアルタイム環境モニタリング &防災システム開発	森林火災防止により年 3500t-CO2削減	先進国レベルの技術力確保

出所: アジアグリーンITフォーラム韓国発表資料

図 6.5-3 : 分野別の目標

(2) 韓国のスマートグリッド実証

韓国では、米国とのパートナーシップをベースとして、スマートグリッドの実証研究が進んでいる。具体的には、2009年9月から韓国電力がスマートグリッドポータルサイトの運営を開始すると共に、済州特別自治道で実証団地が建設されている。実証団地では、スマートメータに加え、電気自動車の充電や電力融通などの実験が計画されている。

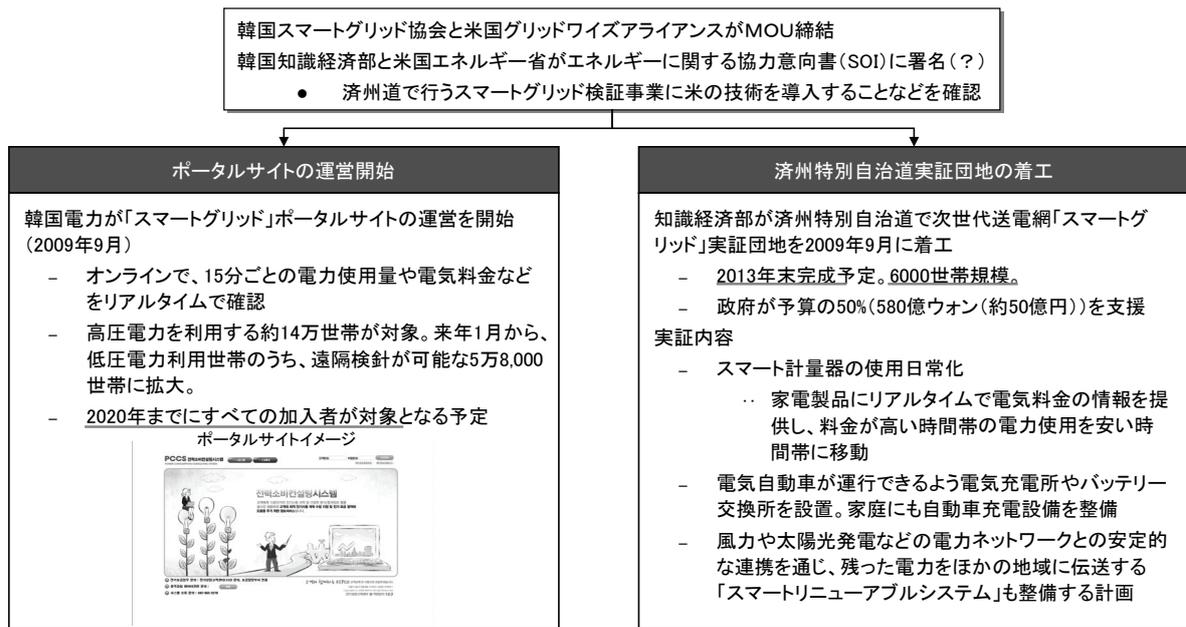


図 6.5-4 : 韓国のスマートグリッドの取り組み例

5.2 民間の取り組み

5.2.1 韓国グリーンビジネス IT 協議会

韓国グリーンビジネス IT 協議会は、低炭素グリーン成長のため、2009年1月に設立された。協議会はグリーン of IT とグリーン by IT の両分野においてグリーン IT を推進するため、韓国グリーンビジネス IT 協議会では、普及啓発、会員向けサービスの提供、政府とのネットワークなどの活動を実施している。

具体的には、まず①グリーン IT 導入支援として、韓国内外事例の紹介や、教育プログラム、R&D レポートの提供、業界別にグリーン IT の紹介、戦略のベンチマーキングなどをおこなっている。また、②ビジネス・政府・NGO・海外組織との協力として、政府の政策分析、政府との協力関係構築、協力関係の発掘などをおこなっている。さらに、③グリーン企業へ啓発として、グリーンマーケティング、最優秀グリーン IT 企業の選出、国際会議・展示会の組織などにも取り組んでいる。最後に、④環境政策のサポートのため、ビジネス・政府ネットワークの強化や環境ビジネス政策強化のためのソリューション提供などにも取り組んでいる。



図 6.5-5 : 韓国グリーンビジネス IT 協議会ホームページ¹⁴⁴イメージ

6. その他アジア諸国における取り組み

2009年10月に、日本を含むアジア8カ国（日本、中国、インド、韓国、シンガポール、マレーシア、タイ、ベトナム）により、アジアグリーンITフォーラムが開催された¹⁴⁵。フォーラムでは、各国のグリーンITに関する取り組みについて情報が共有された。ここでは、これまでに取り上げた韓国、シンガポールを除く国について、その発表内容を取りまとめた。（中国の発表は有害廃棄物に関する内容だったため、省略した）

6.1 インド

インドは、グリーンITに関する取り組みのフレームワークをSMARTという頭文字で説明した。

- Standardize（標準化）：ICTはエネルギー消費や排出量に関する情報を部門横断的に標準的な形で提供できる。
- Monitor（監視）：ICTは監視情報をデザインと制御に統合することができる。
- Account（説明）：ICTは、エネルギーと炭素排出に関する説明能力を向上させる能力とプラットフォームを提供することができる。
- Rethink（再考）：ICTは、エネルギー効率向上の機会を捉えるイノベーションを提供することができる。分野としては、建物、家庭、輸送、電力、製造、その他インフラが考えられる。また、現在の運用方法、学習方法、生活の方法、働き方、移動

¹⁴⁴ <http://www.greenbusiness.or.kr/index.html>

¹⁴⁵ 詳細は <http://www.greenit-pc.jp/activity/asia/asia.html> 参照

のしかたなどに新しい手段を提供することができる。

- Transform (変換) : ICT はエネルギー管理にスマートで統合されたアプローチを提供することができる。また、炭素排出量の多い活動に対して代替策を提供することができる。

インドでは、IT 関連の政府調達グリーン化、データセンタのエネルギー効率やPCのエネルギースターについて検討を行っている。また、IT 業界でも、グリーンな製品の開発に注力している。

6.2 マレーシア

マレーシアのグリーン技術の4つの柱は、エネルギー、環境、経済、社会である。また、エネルギー、建築、水・廃棄物管理、輸送の4つの分野に注力している。

また、5つの取り組みの推進をしている。

1. 研究フレームワークの強化
2. グリーン技術開発の推進環境の提供
3. グリーン技術開発向け人的資本の強化
4. グリーン技術研究・イノベーションの強化
5. 公共への普及啓発

Pusat Tenaga Malaysia (PTM)¹⁴⁶があげた取り組みとしては、高効率照明や高効率オフィス機器・ネットワーク機器、建物の管理システムなどがある。

6.3 タイ

グリーン製品に関する主要な取り組みは次の通り。

- ・IT 機器や製造部門でのIT 利用におけるグリーン標準とグリーンラベルの適用
- ・グリーン調達の促進と普及。

省エネの普及として、タイ電力供給局 (Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT)) が、Thailand Promotion of Electricity Energy Efficiency (TPEEE) Project を1992年から推進している。目標は、国のエネルギー消費量、需要ピーク、CO₂ 排出量の削減である。TPEEE プロジェクトでは、エアコン、冷蔵庫、照明といった家庭向け電化製品の転換を進めてきた。

また、タイのグリーンラベル製品の対象製品として、次のような機器があげられる：コンピュータ、テレビ、携帯電話、ファックス、コピー機、プリンター、トナーカートリッジ、ビデオプレーヤー/レコーダー。これは、タイ環境庁 (Thailand Environment Institute (TEI)) とタイ工業省標準局 (Thai Industrial Standard Institute (TISI), Ministry of Industry.) の協力による取り組みである。

¹⁴⁶ <http://www.ptm.org.my/>

6.4 ベトナム

ベトナムでは2009年6月に Electrical Energy Efficiency (EEE) Workshop がホーチミンで開催され、特に建築部門、製造部門におけるエネルギー効率向上が提案された。グリーン IT イニシアチブに向けた政策やインセンティブが創設された。具体的には、エコ製品の製造の奨励、普及である。エネルギー消費量の削減を達成するためには、新しい技術のイノベーションが必要とされることから、2007年に工業貿易省では省エネを担当する Energy Conservation & Efficiency Office (ECEO)を設置した。

7. ITU における取り組み

International Telecommunication Union (ITU)のうち、電気通信標準化部門(ITU-T)に「ICT と気候変動フォーカスグループ」が 2008 年 7 月に設置され、気候変動と ICT に関する検討が行われてきた。フォーカスグループは 2009 年 3 月に最後のミーティングを持ち、結果を取りまとめた¹⁴⁷。

フォーカスグループが検討したテーマは、気候変動と ICT に関する、①（用語などの）定義、②既存の取り組みなどと必要な取り組みとのギャップの分析、③気候変動への ICT のインパクトを評価する方法論、④利活用可能な ICT 技術のとりまとめである。

①定義

必要なエネルギーやエネルギー効率の単位の用語の定義が行われた。関連する既存の定義に関する標準化団体として、ITU、Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)、International Organization for Standardization (ISO)が考慮された。対象としたトピックは次の通りである。

- IT 機器が気候変動に与えるマイナスの効果（資源の利用、製造、利用、廃棄フェーズ）の理解と軽減
- ICT が気候変動に与えるポジティブな効果（旅行の代替や生産の代替、スマートビルなど）。温室効果ガスの排出削減の理解と促進
- 気候変動へのインパクトの理解と測定の促進

②ギャップの分析

ICT と気候変動に関する既存の取り組みと必要な取り組みのギャップを把握・特定する。

- 関連する分野の団体の取り組みのレビュー
 - APEC, ATIS, CEA, など
- 他の団体等の取り組みをレビューした結果、特定されたギャップを明確化
- ITU により可能な取り組みの優先順位付け
 - ITU は ICT を用いたサービス代替による一次エネルギーの削減を定量化し、それを現実的なケーススタディに適用する必要がある。
 - ITU は短期的、長期的に異なる通信ネットワークやシステムが示す利点を比較できる計算方法を開発する必要がある。
 - 新しい省エネチェックリストを開発することも選択肢の一つである。

③方法論

¹⁴⁷ “ICT and Climate Change: Conclusions of ITU-T Focus Group” (ITU)

国際的に合意可能な CO2 削減効果の評価方法を提供する：

- ICT のライフサイクル全体におけるエネルギー利用と炭素排出へのインパクト
- ICT サービスや機器により可能な温室効果ガス削減効果(他業界における効果も含む)

ICT 業界が CO2 排出削減量を公表しステークホルダーに提供するために、次のような情報を収集する必要がある。

- 製造時の温室効果ガス排出量
- 使用時の電力消費量
- 廃棄時の温室効果ガス排出量
- 機器のライフサイクル全体の CO2 排出量と電力消費が収集対象として含まれる必要がある。また、明確さを担保するため、結果は CO2 排出量の比率やその他の推定値だけではなく、削減の絶対値が示される必要がある。

デバイス、ネットワーク、サービス、企業、業界などの温室効果ガス排出への影響を見積もることを提案する。見積もりは ISO14040, 14044 の方法を基とし、オペレータ、製造業者、関連するステークホルダーにより値が証明される必要がある。

- ライフサイクルにおける CO2 排出量は、ライフサイクルのステージごとに示されるべきである。
- サービス、企業、業界について報告する場合は、供給者、アウトソーサー、ユーザーそれぞれのインパクトを含むべきである。
- 製造・使用段階では、報告は温室効果ガス排出量と電力消費量の情報を含むべきである。
- データセンタや通信事業者ビルのエネルギー効率計算方法が必要である。

方法論の対象は、測定方法、定量化方法、報告方法、検証方法、認証方法を含む。

④ICT 技術と ITU-T 標準が直接的・間接的に気候変動に与えるインパクト

CO2 削減に貢献する ICT 技術をとりまとめるとともに、取り組みを促進するためのチェックリストを作成する。対象例は次の通り：

- ネットワークとシステム
- データセンター
- テレカンファレンスシステム
- ホームネットワークシステム
- NGN
- ユビキタスセンサーネットワーク
- ITS
- Tag-based identification applications and services
- Coordination with other ITU sectors

これらの検討から、フォーカスグループでは、今後必要な取り組みとして次のようなものがあげられるとしている。

- ICT を用いた他分野における潜在的な削減量の特定に取り組むべきである。正確な指標を定義する必要がある。この点は、ケーススタディにより潜在的効果を示すことで取り組んでいくべきである。
- 機器の効率評価表がネットワークへの設置状況などを考慮していない点を検討する。
- Key Performance Indicators (KPI)のデータベースを作成する必要がある。
- 他の業界では、ライフサイクル全体を考慮してエネルギー効率を測定する取り組みが行われている。ITU も他の業界でのベストプラクティスに学ぶ必要がある。
- ICT を用いたエネルギー削減に家庭向け機器が貢献しうる。

ITU では、環境問題と気候変動を扱う新しいワーキンググループを設立する。具体的には、SG5 が「環境と気候変動」になり、気候変動に関する検討を進める。SG5 が扱う検討内容は次の通りである：

- ICT からの温室効果ガス排出量と ICT を用いた他の分野の温室効果ガス排出削減量を計算する方法を研究する。
- ICT 分野でのエネルギー効率のフレームワークを策定する。
- 電力消費とリソースの利用を減らす給電方法を研究する。

8. 海外のグリーン IT に関する取り組み調査まとめ

1992年に米国環境保護庁(EPA)により開始されたエネルギースタープログラムは当初パソコンとモニターを対象とした製品レベルでのエネルギー効率化を目指すものであり、消費電力基準を制定し、適合製品にはロゴマークの使用を認めていた。その後、家電製品、事務機器、および建物などに対象品目を増やすと共に、買い替え促進プロモーション、省エネ診断ツールの提供などさまざまな施策を実施することにより認知度を向上と普及の促進が進められると共に、広い範囲での省エネへの貢献を続けており、2007年1年間のエネルギーコスト削減効果は160億ドルと見積もられている。

また、この基準は国際エネルギースタープログラムとして米国以外の多くの地域においても採用されエネルギーコスト削減への貢献を行っている。

同様にEUにおいてもCode of Conduct(行動規範)という形で、Broadband Equipment,

External Power Supply などに対して消費電力削減基準を設け、機器の省エネを達成するための取り組みが2000年以降行われており、機器レベルでの省エネに貢献している。

また、CSCIに見られるように環境保護の観点からWWFの精神に基づいて設立された団体もあり、2010年までにコンピューターの電力消費量(二酸化炭素排出量)の50%削減を目標に掲げ、電力効率の高いPC、サーバーの提供と購入をメーカー、消費者双方に対して薦めている。効率基準としては上記エネルギースターの電力効率基準に加えて電源の効率も適合のための基準に採用している。

これに対し、近年はSave Energy Now、The Green Grid、EU Code of Conduct on Data Centresなどの取り組みに見られるように、サーバー、およびデータセンタでの電力消費の効率化に注目した取り組みが多く見られる。これは、サーバー、ストレージ、ルーターなどIT機器の集積度の高まりに伴う機器自身の消費電力、および設置台数の増加による総消費電力の増加に加えて、それらを収容するデータセンタにおける配電ロスや機器の冷却のために消費する電力についても大きな関心が寄せられるようになってきているためである。実際、データセンタで消費される電力のうち、IT機器が消費する電力は30%から50%程度といわれており、IT機器以外の消費電力をいかに削減し効率の良いデータセンタ運営を行うかがデータセンタにおけるコスト削減、および二酸化炭素の排出削減双方の観点から重要性を増している。

米国エネルギー省が主導するSave Energy Nowプログラムでは工業部門でのエネルギー消費量を10年で25%削減することを目標として、DC Proなどの評価ツールと共に診断サポート、担当者に対する教育、トレーニングなどを提供しており政府主導プログラムとして成果を上げている。また、連邦エネルギー管理プログラムを関連する諸機関との連携により実施し、米国最大のエネルギー消費主体である連邦政府機関におけるエネルギー消費の削減に貢献している。

一方、民間においても The Green Grid の取り組みにおいて、PUE、DCiE などの指標が提唱され、データセンタのエネルギー効率に関する共通の指標として米国のみならず世界で普及が進んでいる。また、同時にさまざまな白書の出版、技術フォーラムの開催などによりデータセンタにおけるエネルギー効率改善手法の啓蒙活動、ヒアリングなどによる現状のデータセンタのエネルギー効率調査なども進められている。

データセンタのエネルギー消費効率向上への注目が高まっているのは EU においても同様であり、2008 年 10 月には Code of Conduct on Data Centres の第 1 版が策定された。これはデータセンタのエネルギー消費の効率化を目標に、効率測定やベストプラクティスの適用などを推進し、同時に IT 機器/設備機器提供者に対してはエネルギー効率の高い機器の提供を求めるものであり、すでにいくつかのデータセンタ事業者、機関が参加を表明している。

世界各国におけるこうした取り組みと同様、日本においても省エネ法に基づくトップランナー基準が 1998 年に導入され、現在対象となっているコンピュータ、磁気ディスク装置などさまざまな機器の省エネルギー性能の向上に寄与してきた。特にコンピュータに対しては PC だけでなくサーバーも含めて対象とし、スタンバイ電力ではなく機器の動作時電力(アイドルモードでの消費電力)を基準として規定しており、この点で海外における取り組みに先行していたといえる。また、IT 機器自身の省エネに加えて現在グリーン IT 推進協議会において IT の活用による省エネへの貢献が調査・検討されておりこの点においても先進的な取り組みといえる。

昨年度の調査では、グリーン IT に関する取り組みが単体の機器レベルから、データセンタ全体のシステムの評価へと拡大しつつある点を指摘した。

本年度の調査から、グリーン IT への取り組みはさらに 2 つの方向への広がりが見られる。1 つは green of IT から greenn by IT へのひろがりである。IT 機器単体のエネルギー効率向上、データセンタ等のシステム全体のエネルギー効率向上など、IT 部門のエネルギー効率向上にとどまらず、昨今では IT を用いて他の分野のエネルギー消費量削減を目指す取り組みが増加している。例えば民間団体では DESC や GeSI などの団体が代表例であり、政府の取り組みとしては、EU の勧告で IT の他の分野における活用が取り組まれている。

もう一点は、日米欧に限らない、他の国々における活動の活発化である。グリーン IT 推進協議会と MOU を締結する団体も、当初は米国だけであったが、その後韓国、EU、ドイツなど、広範囲になっており、グリーン IT への取り組みのグローバルな活発化の結果と考えられる。

おわりに

今回の報告書では、調査分析委員会の 2009 年度の研究成果を中心にとりまとめました。今年度の活動はグリーン IT の評価手法の検討と評価手法を用いた中長期的な動向予測について、2008 年度の検討結果を基盤に、3 つの WG において分担して、さらに検討を進めたものです。検討したテーマは、IT 自身の省エネ (of IT)、データセンタの新しい省エネ指標、IT による社会の省エネ (by IT)、グリーン IT 企業の貢献、海外のグリーン IT に関する活動という 5 つのテーマを調査の柱としました。

IT 自身の省エネでは、調査対象として、使用時の電力消費量の大きな 10 品目を選択し、2025 年及び 2050 年の予測を元に、2020 年の of IT の貢献量を調査しました。今回、2020 年におけるグリーン IT の CO₂ 削減貢献量の試算を行った結果、日本では of IT に関して、IT 機器の省エネでは 5.7~11.3 百万 t-CO₂/年の削減 (数字のはシナリオ B における試算値、数字の幅は電力 CO₂ 排出係数を 0.2-0.4 kg-CO₂/kWh と幅を持たせて、試算したもの)、そしてエレクトロニクス機器の省エネでは 11.9~23.8 百万 t-CO₂/年の削減の可能性があると考えられます。一方、世界全体では、of IT に関して、IT 機器の省エネでは機器単体では 87~171 百万 t-CO₂/年の削減、そしてエレクトロニクス機器の省エネでは 293~576 百万 t-CO₂/年の削減の可能性があると考えられます。

データセンタの省エネでは、データセンタの省エネによる貢献量とデータセンタ全体の省エネ努力を表すことができる新たな省エネ指標の検討を進めました。その結果、データセンタによるエネルギー消費量は 2020 年、2025 年、2050 年には大きく増加するが、技術革新の効果によって、その伸びは相当抑えられることがわかりました。データセンタの省エネにおいては、ファシリティの効率向上も重要になります。ファシリティの効率向上効果も含めたデータセンタ全体の省エネは、2020 年の日本で 13.2 百万 t-CO₂/年、世界で 143.4 百万 t-CO₂/年と予測されます。

また、新たな省エネ指標として、2008 年度から引き続き検討を進めましたデータセンタ電力効率 (Datacenter Performance Per Energy; DPPE) につきましても、4 つの要素である、ITEU, ITEE, PUE, GEC について詳細の検討を進めました。この DPPE につきましても、日米欧の官民によるワークショップなどで、世界へ提案し、日米欧の主要な団体である DOE、EPA、Green Grid、Code of Conduct、METI グリーン IT イニシアチブ及び GIPC の 6 者間で『新しいデータセンタの省エネ指標の関する指針』と言う形で合意にこぎつけました。

また、IT 自身の省エネ効果に比べて、社会全体において大きな CO₂ 削減の貢献が期待できる『IT による省エネ (by IT)』については、IT ソリューションの活用による CO₂ 削減効果の評価方法の検討、さらにその評価方法を用いて 2025 年および 2050 年における貢献量をもとに 2020 年の貢献量の予測をしました。IT ソリューションによる効果の評価については、2008 年度にまとめた物の消費量、人・物の移動量、スペース、IT 機器の電力などの変化量で CO₂ 削減量を評価する方法に基づき、新たな IT ソリューションの事例についても追加的に試算を行いました。

IT を活用し、社会のいろいろな分野で広くワークスタイル、ライフスタイル、ものの作り方や資源の利用のスタイルを変えることによって、さらに IT 技術が様々な先端機器に組み込まれることによって直接・間接的に CO2 削減に貢献する by IT については、2020 年の日本では全体で 68~137 百万 t-CO2/年の削減に貢献できるポテンシャルを持っていると予測されます。この中で、産業は 7~14 百万 t-CO2/年、業務は 9~18 百万 t-CO2/年、家庭は 16~32 百万 t-CO2/年、運輸は 36~73 百万 t-CO2/年の削減ポテンシャルをもっていると評価できます。一方、世界全体でみると、日本の約 28 倍の 2041~4009 百万 t-CO2/年の削減に貢献すると予測されます。この中で、産業は 140~276 百万 t-CO2/年、業務は 122~264 百万 t-CO2/年、家庭は 200~416 百万 t-CO2/年、運輸は 1578~3117 百万 t-CO2/年の削減の可能性をもっています。削減に貢献する IT ソリューションは、業務部門では、BEMS、テレワーク、TV 会議など、家庭部門では、HEMS、オンラインショッピングなど、運輸部門では、ITS、エコドライブ、サプライチェーンマネジメントなどが上げられます。

グリーン IT 企業の『IT による省エネの効果に対する寄与度』を可視化するテーマについては、今年度は基本的な寄与度の考え方をまとめることができました。特に of IT では、4 つの具体的な対象製品（照明、液晶テレビ、サーバ、データセンター）について、製品の素材、部品、装置、さらにソフトウェアまでサプライチェーン全体における寄与度を評価するための評価方法を明らかにしました。

また、海外のグリーン IT 関連政策等の調査分析につきましては、2008 年度に調査しました米国の米国エネルギー省、環境保護庁、グリーン・グリッド、Climate Savers Computing Initiative、欧州の Code of Conduct の活動内容に加えて、今年度は、米国 Digital Energy Solutions Campaign、韓国グリーンビジネス IT 協議会、ドイツ BITKOM、欧州 Global e-Sustainability Initiative、ICT4EE、シンガポール SiTF などの活動を調査・紹介しました。

グリーン IT は、日本で進化し、of IT と by IT の 2 つの柱を中心に、現在、世界全体で低炭素社会を実現するための重要な施策として、具体的な検討および実施が広がっています。また、日本国内でも、2020 年に温室効果ガスを 25%削減するという日本全体の目標を達成するための重要な施策の 1 つとして検討が進んでいます。このような施策を検討する上で、グリーン IT の具体的な評価指標を明らかにし、またそれを用いて定量的な貢献量を明らかにすることが重要です。その意味で、調査分析委員会の役割および取り組んでいる各テーマは、今後ますます重要になってくると思います。

グリーン IT は、世界全体の CO2 削減に大きく貢献するポテンシャルをもっていることは、社会全体の共通の認識になっていますが、グリーン IT の効果を着実に現実のものにしていくためには、産・官・学を中心とした社会全体の連携が必要であり、また、日本、アジア、EU/米国を中心とする世界全体の連携が必要になります。グリーン IT 推進協議会調査分析委員会は、このような活動がより具体的で、実りのある活動になるよう、今後も経済産業省、グリーン IT 推進協議会の会員各位、関係団体、関係部門のご支援、ご指導のもと、継続した努力と活発な活動を進めていきます。今後とも、グリーン IT 推進協議会調査分析委員会の活動に、ご理解、ご支援をいただければと思います。

— 禁 無 断 転 載 —

**2009 年度 グリーン IT 推進協議会
調査分析委員会 報告書**

発行日 2010 年 6 月

編集・発行 **グリーン IT 推進協議会 調査分析委員会**
事務局(社団法人電子情報技術産業協会 グリーン IT 推進室)
〒100-0004 東京都千代田区大手町 1 丁目 1 番 3 号
大手センタービル

TEL: (03) 5218-1055

<http://www.greenit-pc.jp>