

2008 年度
グリーン IT 推進協議会
調査分析委員会 報告書

2009 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.....	11
第1部 調査の背景.....	22
1. グリーンITのポテンシャル.....	22
2. グリーンIT推進協議会の活動.....	24
3. グリーンIT全体の効果の将来予測.....	28
第2部 IT自身の省エネ効果計測・予測.....	30
1. 調査の背景.....	30
2. 対象機器のエネルギー効率指標.....	30
3. エネルギー削減効果予測方法.....	31
4. 製品別の予測の前提と結果.....	34
4. 1 パーソナルコンピューター (PC)	35
4. 2 サーバ.....	38
4. 3 ストレージ.....	42
4. 4 ルータ・スイッチ.....	46
4. 5 ディスプレイ.....	50
4. 6 テレビ.....	53
4. 7 家庭用録画再生機器 (DVD 等)	56
4. 8 冷蔵庫.....	59
4. 9 照明機器.....	62
4. 10 エアコン.....	66
5. エネルギー削減効果予測まとめ.....	71
第2部付録.....	85
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.....	85
A. 2 製品別の普及率予測曲線.....	88
第3部 データセンターの省エネ効果計測・予測.....	92
1. 調査の背景.....	92
2. エネルギー削減効果予測方法.....	93
3. エネルギー削減効果予測結果.....	95
4. データセンターのエネルギー効率指標.....	99

4. 1	データセンタのモデル	99
4. 2	指標の構成	100
4. 3	個々の指標の定義	101
4. 4	指標の使い方	103
第4部	ITによる省エネ効果計測・予測	105
1.	調査の背景	105
2.	ITソリューションの分類	106
2. 1	カテゴリーの説明	106
2. 2	各カテゴリーにおけるITソリューションの分類	106
3.	ITソリューションによる省エネ（CO2削減）の考え方	109
3. 1	基本的な計算方法	109
3. 2	ITソリューションによる省エネ（CO2削減）の計算手順	111
3. 2. 1	構成要素の列挙	111
3. 2. 2	効果算定式の確定	113
3. 2. 3	ITソリューションの効果の計算例	119
3. 3	計算式に入力する情報の収集	120
3. 4	計算に用いる原単位	121
3. 5	ITソリューション効果算定のための参考値	126
4.	ITソリューション事例	127
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）	155
5. 1	予測の考え方	155
5. 2	BEMS	156
5. 3	ペーパーレスオフィス	157
5. 4	TV会議	158
5. 5	SCM	159
5. 6	HEMS	161
5. 7	ITS	162
6.	ITソリューションのCO2削減効果の予測（詳細予測）	163
6. 1	テレワーク	163
6. 2	電子カルテ	171
7.	ITソリューションの導入効果予測まとめ	177
第4部付録	178
A. 1	ITソリューションにおけるCO2削減効果の構成要素	178
A. 2	ITソリューションによる効果算定式	190
A. 3	参考事例	202

第5部 企業環境貢献度評価手法検討の中間報告	205
1. 調査の背景	205
2. 企業環境貢献度評価手法の検討にあたって	206
3. 環境貢献度評価の対象	210
4. 「of IT」における貢献度評価手法	211
5. 「by IT」における貢献度評価手法	214
6. まとめ	215
第6部 海外のグリーン IT 関連政策等調査	216
1. 調査の背景	216
2. 米国における取り組み	217
2.1 政府および政府系機関による取り組み	217
2.1.1 DOE	217
2.1.2 EPA	223
2.2 民間レベルでの取り組み	229
2.2.1 The Green Grid	229
2.2.2 Climate Savers Computing Initiatives	238
3. EUにおける取り組み	246
3.1 政府および政府系機関による取り組み	246
3.1.1 EU Code of Conduct on Data Centres	246
3.1.2 Code of conduct on broadband equipments	253
3.1.3 Code of Conduct on Energy Efficiency of External Power Supplies	260
4. 調査のまとめ	263
おわりに	267

はじめに

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、今や世界でその認識が共有化されつつある。途上国を含めた世界全体で排出量を半減するためには、先進国は60～80%もの削減が必要ともいわれる。その達成を、経済活動を健全に保ちながら実現するという目標は大変に厳しいものである。これまでのやり方の延長上や、一般的な改善努力だけでは達成できない目標といわれている。この目標を達成するには、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が不可欠になる。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。このイノベーションや社会の変革を実現することに、ITは大きく貢献すると期待されている。

現在、先進国に温暖化ガスの排出削減義務を定めた京都議定書以降の「ポスト京都議定書」に向けた議論が活発になっている。地球温暖化対策には、新技術開発や社会のライフスタイルの変革、国際連携など一層の体系的な取り組みが求められていく。そして、より重要になるのが『人類・社会・世界は、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』、『人類・社会・世界の技術・お金・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ある。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られる。

温暖化ガスの排出を抑制し、持続可能な社会の実現に大きく貢献するものとしてITをとらえたのが「グリーンIT」である。グリーンIT推進協議会調査分析委員会では、『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』ということを明らかにすることを、ミッションとして調査分析活動を進めてきた。

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る。これはあらゆる産業領域で取り組まれているが、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。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ている。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る。IT産業は、残りの98%のエネルギーを使用している他の産業、他の分野の温暖化ガス排出削減に大きく貢献する可能性をもっている。

グリーンIT推進協議会の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た。

そして、本調査分析委員会では、2008年度の活動を5つのテーマにフォーカスした。1つ目は、『IT機器自身の省エネ』に関する調査分析である。インターネットの普及と利用拡大に伴い、パソコンやサーバ、ストレージ、ネットワーク機器などのIT機器による消費電力量が今後大きく増加すると予測されている。日本国内で2025年に現在の約5倍にあたる2400億キロワット時に達すると試算されている。このような背景から、IT分野では、IT機器自身の省エネを推進することが重要である。

2つ目は、『データセンタに関する省エネ』の調査分析である。社会全体で活用される情報の量が増大する中、その要求を満足させるために、国内、海外のいずれにおいても、データセンタの数と規模が増加し、使用する電力量は急激に増加している。このデータセンタの省エネを推進することが、社会にとっても急務である。

3つ目は、『ITソリューションの活用による社会全体の省エネ』である。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予測している。

4つ目は、『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』に関する調査分析である。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る。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貢献を見えるようにすることは、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る。

5つ目は、『海外におけるグリーンIT活動』の調査分析である。現在、グリーンITに関する活動は、全世界に広がりつつある。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る。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る。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る。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、調査検討を進めた。

グリーンIT推進協議会の調査分析委員会は、2008年2月に準備委員会を立ち上げ、2008

年4月に、グリーンIT推進協議会の活動を支える1つの正式な委員会として発足し、今年の3月で1年が経過したことになる。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た。また、この貢献量については、将来の貢献量の予測を行い2025年および2050年における貢献量についても推定を行った。今回の調査分析委員会2008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ある。

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。この答えの1つが、グリーンITの開発と普及であると考えている。平たく言い表すと『グリーンITは地球を救う』を明確にすることである。そして、より具体的に、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ない。その意味で、今回の結果は、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る。

この活動を推進する上で、経済産業省、(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、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、そして議論の中から生まれてきた5つのワーキンググループ(サブワーキンググループを含む)の主査およびメンバーの方々には、活動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。ここに深く感謝いたします。

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、電機・電子温暖化対策連絡会、国立環境研究所、産業環境管理協会からは、直接的な知見を多く頂きました。改めまして感謝の意を表します。

今後、本調査分析委員会は、残された課題、新たなテーマの調査分析に取り組んでいきますが、今回まとめました本報告書の内容が、低炭素社会の実現に向けて、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。

2009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	伸和	パナソニック (株)
	太田	完治	三菱電機 (株)
委員	森	泰成	アクセンチュア (株)
	坂口	和敏	アルプス電気 (株)
	田中	靖夫	アルプス電気 (株)
	斉藤	朝樹	インテル (株)
	徳永	貴士	インテル (株)
	上笠	健	(株) NTTデータ
	白井	規善	(株) NTTデータ
	原田	彩子	(株) NTTデータ
	山田	英二	(株) NTTデータ
	村瀬	嘉史	沖電気工業 (株)
	三宅	浩司	三洋電機 (株)
	所	寛	シャープ (株)
	弓場	清正	シャープ (株)
	小黒	由貴子	(株) 大和総研
	島田	秀樹	(株) 東芝
	竹山	典男	(株) 東芝
	関	要司	日本アイ・ビー・エム (株)
	久利	建樹	日本アイ・ビー・エム (株)
	中山	憲幸	日本電気 (株)
	水口	義治	日本ビクター (株)
	前川	均	(株) 日立製作所
	住田	望	富士通 (株)
	徳永	良一	富士電機ホールディングス (株)
西村	正人	(株) 村田製作所	
波多野	太郎	(株) 村田製作所	
澤田	充弘	横河電機 (株)	
前村	義明	ローム (株)	

オブザーバー	石田	尚之	(独) 産業技術総合研究所 (A I S T)
	鶴島	修夫	(独) 産業技術総合研究所 (A I S T)
	椎野	孝雄	(社) 情報サービス産業協会 (J I S A)
	相澤	浩一	(独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構
	酒井	清	(独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構
	佐藤	丈	(独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構
	藤崎	栄	(独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構
	畑中	賢二	(社) ビジネス機械・情報システム産業協会

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
	山崎	昌宏	(社) 電子情報技術産業協会
	一條	倫子	(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	太田	完治	三菱電機 (株)
委 員	斉藤	朝樹	インテル (株)
	徳永	貴士	インテル (株)
	小林	誠	(株) NTTデータ
	関	要司	日本アイ・ビー・エム (株)
	久利	建樹	日本アイ・ビー・エム (株)
	吉田	稔	日本アイ・ビー・エム (株)
	高田	典子	日本電気 (株)
	中井	康博	日本電気 (株)
	前川	均	(株) 日立製作所
	住田	望	富士通 (株)
	村田	英己	富士通 (株)
	徳永	良一	富士電機ホールディングス (株)
	オブザーバー	椎野	孝雄
石田		尚之	(独) 産業技術総合研究所 (A I S T)
竹村		文男	(独) 産業技術総合研究所 (A I S T)
鶴島		修夫	(独) 産業技術総合研究所 (A I S T)
調査委託	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1 データセンタサブワーキンググループ 名簿

(敬称略・順不同)

主 査	上 笠	健	(株) N T T 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) N T T データ
	早川	勇	(株) 大和総研
	関	要司	日本アイ・ビー・エム (株)
	成田	出	日本アイ・ビー・エム (株)
	吉田	稔	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
	朽網	道德	富士通 (株)
	八木	悟	富士通 (株)
	住田	望	富士通 (株)
	長谷川	幹夫	横河電機 (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)
	伊藤	智	(独) 産業技術総合研究所 (A I S T)
	相澤	浩一	(独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構
	酒井	清	(独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構
調査委託	村岡	元司	(株) N T T データ経営研究所
	吉識	宗佳	(株) N T T 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	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
	原田	彩子	(株) NTTデータ
	山田	英二	(株) NTTデータ
	村瀬	嘉史	沖電気工業 (株)
	小黒	由貴子	(株) 大和総研
	小林	由典	(株) 東芝
	久利	建樹	日本アイ・ビー・エム (株)
	吉田	稔	日本アイ・ビー・エム (株)
	駒形	佳幸	日本アイ・ビー・エム (株)
	金子	由美	日本アイ・ビー・エム (株)
	中山	憲幸	日本電気 (株)
	前川	均	(株) 日立製作所
	住田	望	富士通 (株)
	植田	秀文	富士通 (株)
	端谷	隆文	(株) 富士通研究所
	徳永	良一	富士電機ホールディングス (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)
	石田	尚之	(独) 産業技術総合研究所 (A I S T)
	竹村	文男	(独) 産業技術総合研究所 (A I S T)
	鶴島	修夫	(独) 産業技術総合研究所 (A I S T)
調査委託	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
	石川	賢	(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3 名簿

(敬称略・順不同)

主 査	菅野	伸和	パナソニック (株)
委 員	坂口	和敏	アルプス電気 (株)
	田中	靖夫	アルプス電気 (株)
	斉藤	朝樹	インテル (株)
	白井	規善	(株) NTTデータ
	原田	彩子	(株) NTTデータ
	山田	英二	(株) NTTデータ
	染矢	哲宏	沖電気工業 (株)
	三宅	浩司	三洋電機 (株)
	所	寛	シャープ (株)
	小黒	由貴子	(株) 大和総研
	竹山	典男	(株) 東芝
	前川	均	(株) 日立製作所
	中山	憲幸	日本電気 (株)
	水口	義治	日本ビクター (株)
	胡	勝治	(株) 富士通研究所
	徳永	良一	富士電機ホールディングス (株)
	西村	正人	(株) 村田製作所
波多野	太郎	(株) 村田製作所	
澤田	充弘	横河電機 (株)	
前村	義明	ローム (株)	

調査分析委員会 ワーキンググループ4 名簿

(敬称略・順不同)

主 査	関	要司	日本アイ・ビー・エム(株)
委 員	齊藤	朝樹	インテル (株)
	沖田	芳雄	沖電気工業 (株)
	飯田	慎一	パナソニック (株)
	藤田	誠一	(株) 日立製作所
	住田	望	富士通 (株)
	内田	淳也	富士通 (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)
	相澤	浩一	(独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構
	酒井	清	(独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構

全体の要旨

第1部 調査の背景

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2008年度の調査・研究結果を取りまとめたものである。

第2部 IT自身の省エネ効果計測・予測

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	
		消費電力	性能	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	消費電力	年間電力消費量	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	部屋の床面積、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	COP/AF	冷房能力(床面積)			冷房能力(床面積)

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。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 ton-CO2 に増加するところ 0.2～0.7 億 ton-CO2 の削減が期待され、世界全体では 12.0～34.0 億 ton-CO2 のうち 3.6～11.6 億 ton-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。

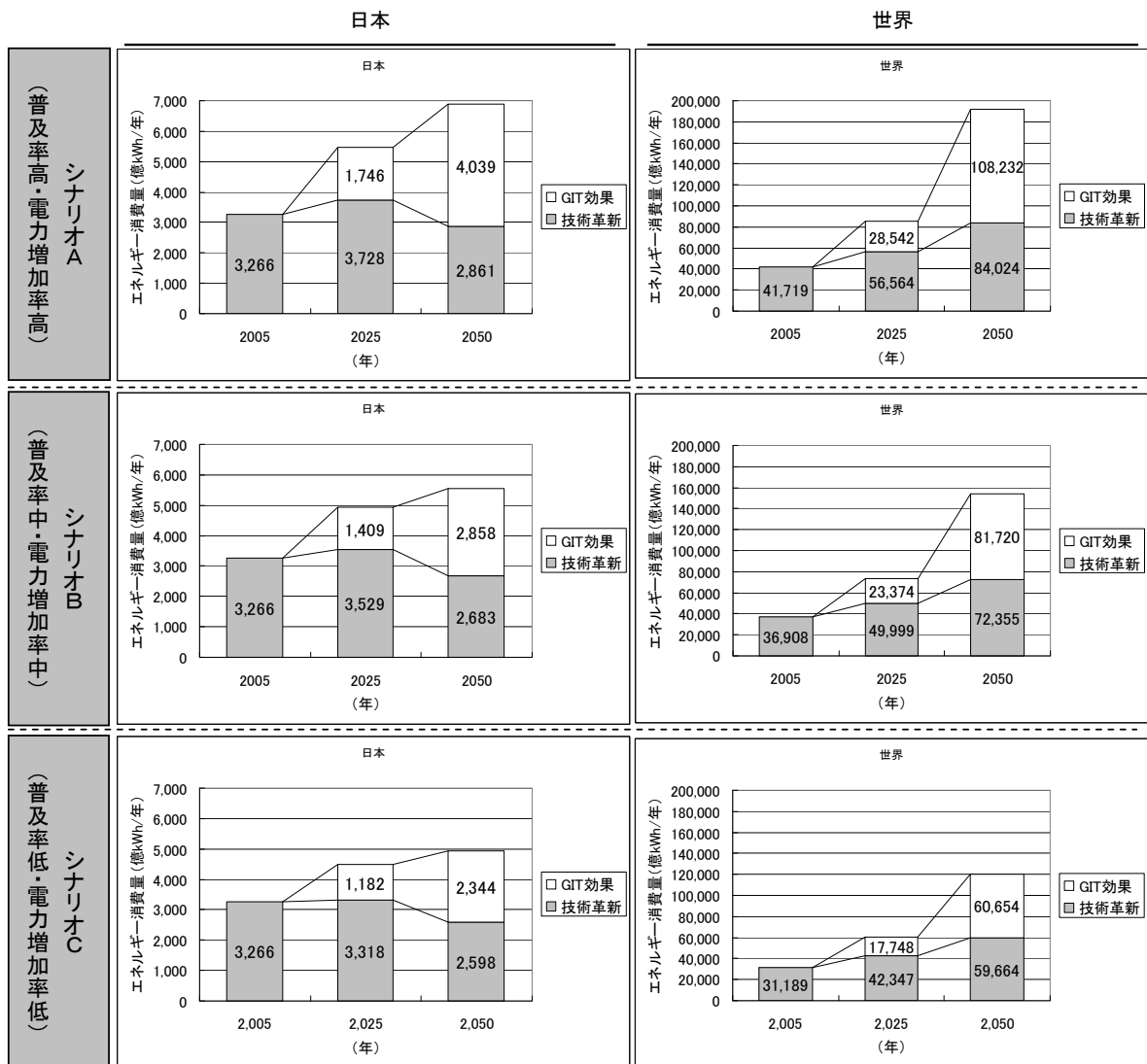


図 0-2 : 10 品目のエネルギー消費量とエネルギー削減効果推移予測³ (左 : 日本、右 : 世界)

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。

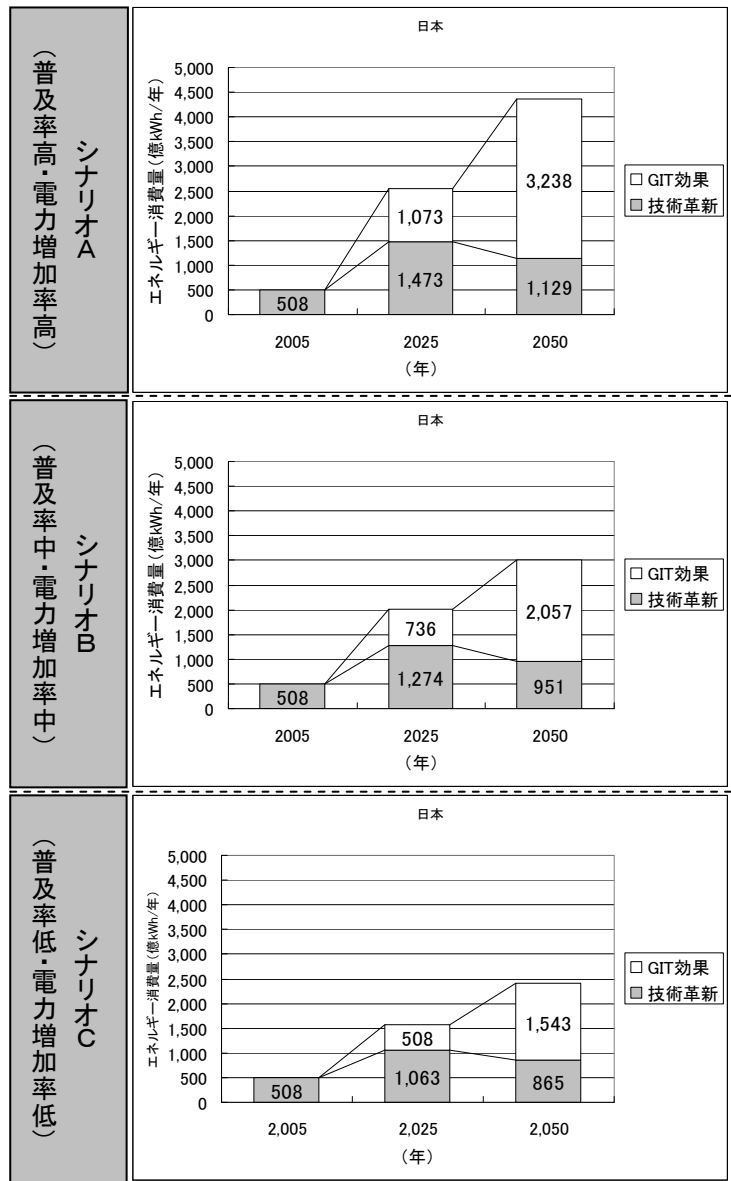


図 0-3：日本における IT 機器のエネルギー消費量とエネルギー削減効果予測

第3部 データセンタの省エネ効果計測・予測

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2025年、2050年の値の予測を試みた。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。今後さらに議論が必要であるが、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。

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。

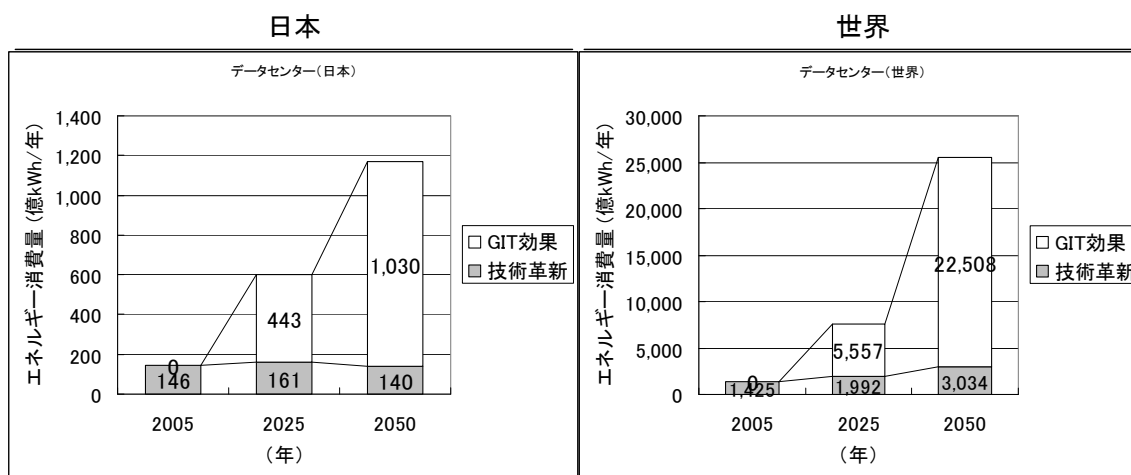


図 0-4 : データセンタのエネルギー消費量・エネルギー削減効果

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、電力消費量予測でも使用した 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、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。本報告段階では、まだ詳細な算出方法までは決定していないが、今後、国内外の関連機関/団体と調和を図りながら、具体化し、データセンタのエネルギー効率を測定し評価するのに有効な指標としていくことを考えている。

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、 $DPPE = (\text{データセンタの生産性}) / (\text{消費電力})$ 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。したがって、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	式	対応する 取り組み施策
DCU (Data Center Usage)	= 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)	= データセンタの定格能力 / IT 機器の消費 電力	省エネ型 IT 機 器の導入
FEE (Facility Energy Efficiency)	= IT 機器の消費電力 / データセンタの総消 費電力 = $1/PUE = DCiE$	ファシリティ 電力削減
GEC (Green Energy Coefficient)	= データセンタの総消費電力 / (データセンタの総消費電力 ーグリーン電力)	グリーン電力 利用

従って、これらのサブ指標を使用して、DPPE は、

$$DPPE = f (DCU, ITEE, FEE, GEC)$$

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、

$$DPPE = DCU \times ITEE \times FEE \times GEC$$

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。

第4部 ITによる省エネ効果計測・予測

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	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进行計算する際、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进行計算する際、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进行計算する際、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、数值 (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。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：万トン CO2/年]

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

第5部 企業環境貢献度評価手法検討の中間報告

「IT 機器自身の省エネ」および「IT による社会の省エネ」の加速とその効果の「見える化」をより積極的に進めるにあたって、この取り組みを推進するすべての企業の貢献が評価されるべきだが、現在のところその評価手法は確立されていない。そこで、省エネに貢献をした全ての企業の環境貢献度を可視化する仕組みを検討することを目的に、「企業環境貢献度評価手法 WG」を設置した。

初年度の 2008 年度は、環境貢献を全ての企業に配分することの是非、および貢献度とクレジット化を分離することの是非を含めて、基本的な議論を行ってきた(例えば図 0-5、図 0-6)。第 5 部では、これまでの検討内容を記し、2009 年度の活動の方向付けをするため、中間報告をまとめた。

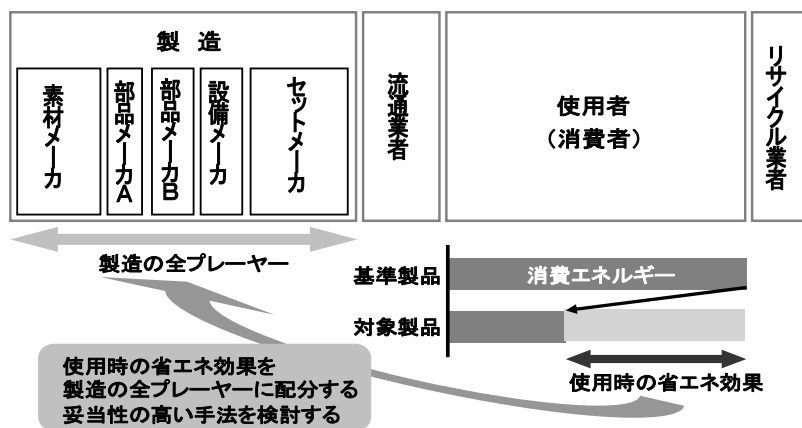
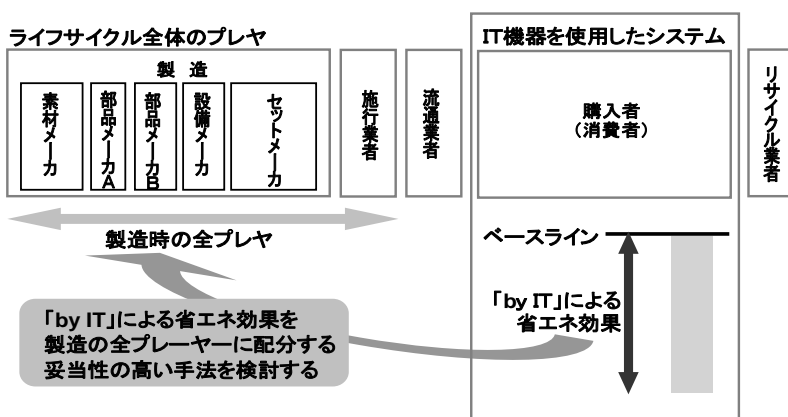


図 0-5 : 「of IT」における貢献度配分の構造例



HEMSなど比較的単純なシステムを想定

図 0-6 : 「by IT」における貢献度配分の構造例

第6部 海外のグリーンIT関連政策等調査

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 Working Group 4 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、分析を行い、今後の日本における同様の取り組みの参考として活用されることを目指した。

今回の調査では、対象地域を米国およびEUとし、これらの地域における政府主導、民間主導双方の代表的な取り組みについての調査を行った。

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

(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

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⁵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。

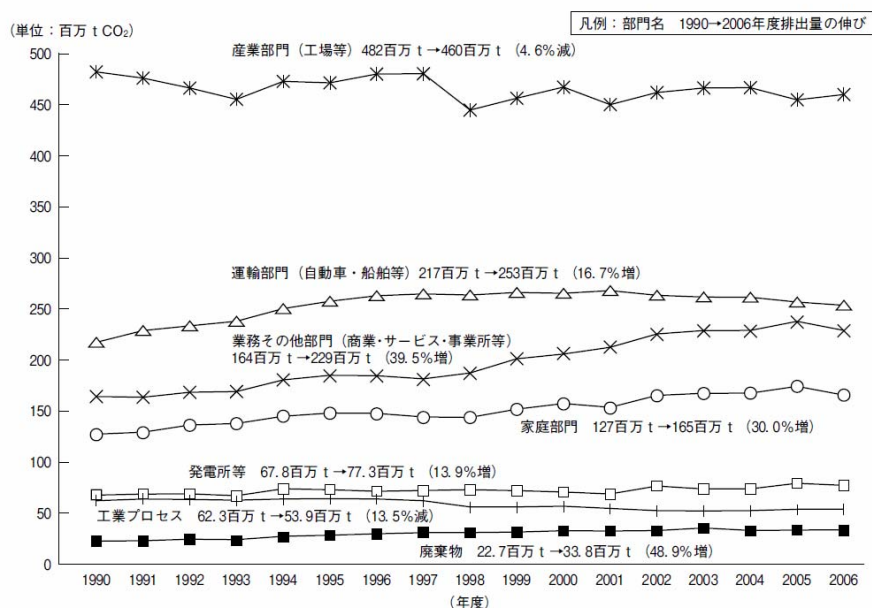


図 1.1-1 : 国内 CO₂ の部門別排出量の推移⁶

⁵ 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>)

⁶ 環境省、2009：平成21年度環境統計集 (<http://www.env.go.jp/doc/toukei/contents/data/graph.pdf>)

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。

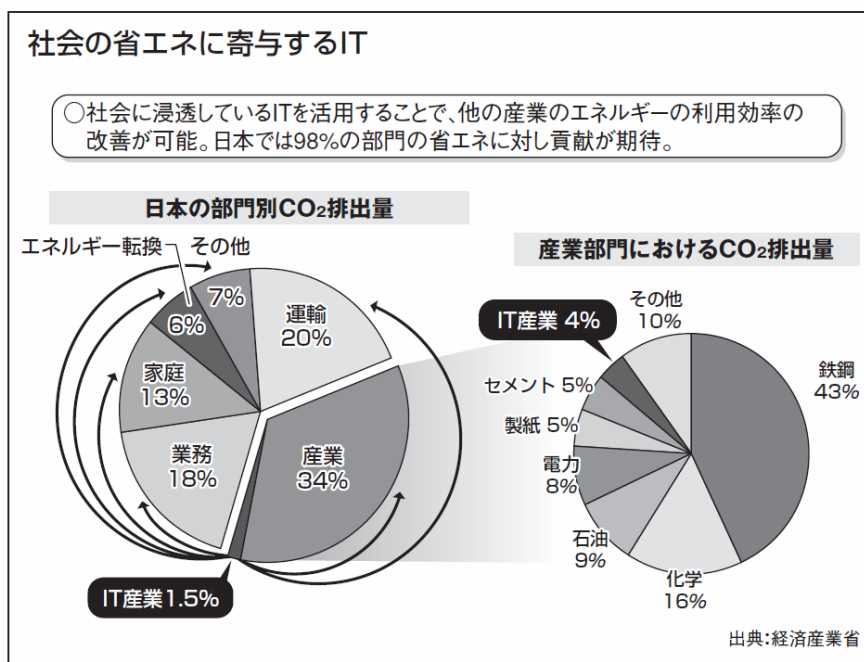


図 1.1-2 : 社会の省エネに寄与する IT

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。

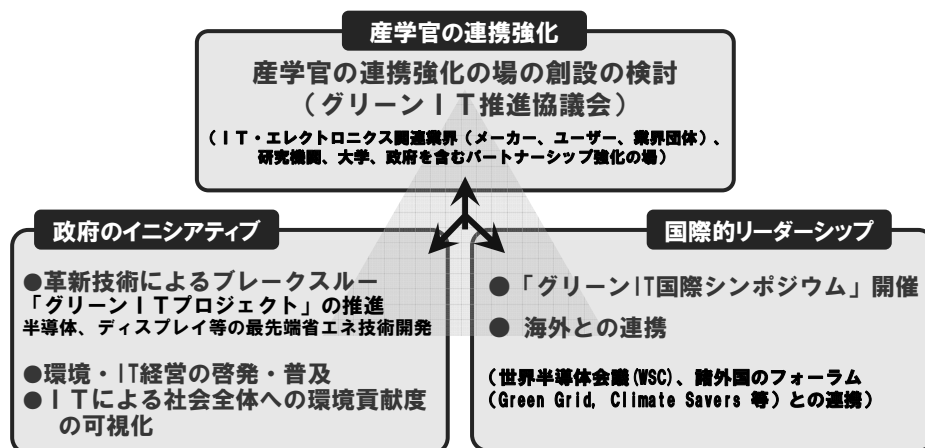
2. グリーン IT 推進協議会の活動

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。



グリーン IT イニシアティブの展開

21世紀型の「環境保護と経済成長が両立する社会」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」の技術力を礎に、生産・社会・国民生活のあらゆる局面を変革していくために、グリーン IT イニシアティブを展開。



All Rights Reserved, Copyright © GIPC 2009

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

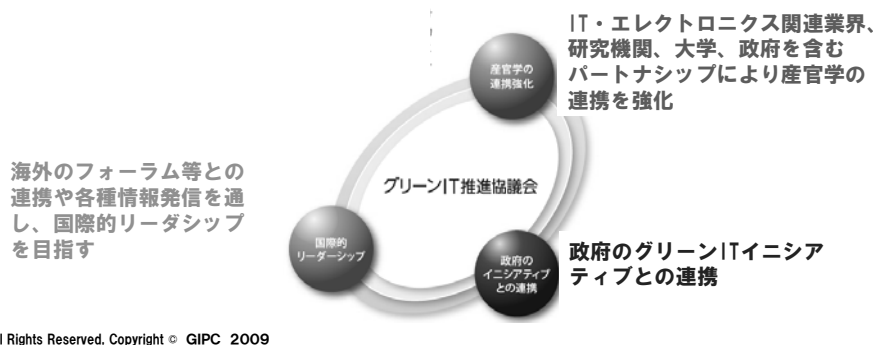


図 1.2-2 : 協議会の活動内容

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

また、調査分析委員会の体制は、ミッションに合わせて4つのワーキンググループ(WG)と1つのサブWGで活動を進めてきた。WG1では、IT機器自身の省エネに関するものさし、評価方法および中長期の貢献量の予測を検討した(図 1.2-3)。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、別にデータセンタSWGとして活動をおこなった(図 1.2-4)。WG2では、ITによる社会のフィールドでの省エネのものさしと貢献量の検討を行った(図 1.2-5)。そして、WG3では、企業の環境貢献度をいかに評価するか、という新しい課題に取り組んでいる(図 1.2-6)。最後に、WG4では、海外のグリーンITに関する活動や政策の調査を行ってきた(図 1.2-7)。



IT自身の省エネ：WG1の活動内容

目的	IT自身の省エネ効果測定のための標準指標（ものさし）の策定と指標を用いた省エネ効果の計測・予測
対象機器	IT機器： PC、サーバ、ストレージ、ルータ、ディスプレイ エレクトロニクス機器： テレビ、DVD、エアコン、冷蔵庫、照明
検討内容	<ul style="list-style-type: none">・省エネ効果測定のものさしの検討・基準年、省エネ性能、普及状況等の調査・市場ストック機器のエネルギー使用量の調査・将来のエネルギー使用量と省エネ効果の予測

図 1.2-3：WG1 の 2008 年度活動内容



データセンタSWGの活動内容

目的	<ul style="list-style-type: none">・TGGとの連携によるデータセンタの省エネ評価指標の提案・データセンタにおけるグリーンIT推進による省エネ効果の定量化と中長期予測
検討内容	<ul style="list-style-type: none">・現行PUE指標に対する課題・要望等を検討し、省エネデータセンタ評価指標を検討。・データセンタにおける省エネ効果中長期予測の実施。

図 1.2-4：データセンタ SWG の 2008 年度活動内容



ITによる省エネ：WG2の活動内容

目的	ITによる社会の省エネ効果測定のための標準指標（ものさし）の策定と指標を用いた省エネ効果の計測・予測
対象ソリューション	テレワーク・TV会議、ITS、オンラインショッピング、電子商取引、BEMS、HEMS、SCM、POS、電子自治体、eラーニング、生産活動の効率化 など
検討内容	<ul style="list-style-type: none">・対象ソリューション、分野の抽出・省エネ効果測定のものさしの検討・普及状況等および貢献量の評価と予測

図 1.2-5：WG2 の 2008 年度活動内容



企業の貢献度評価：WG3の活動内容

目的	IT・エレクトロニクス企業の環境貢献度を定量的に評価・測定する手法を検討する
企業の範囲	国内とグローバルの2本立て
環境貢献の領域	温暖化対策(省エネ、CO2削減)に特定
環境貢献の対象	IT自身の省エネ効果 定量化はWG1の成果を活用 ITによる省エネ効果 定量化はWG2の成果を活用

図 1.2-6：WG3 の 2008 年度活動内容



海外のグリーンIT調査：WG4の活動内容

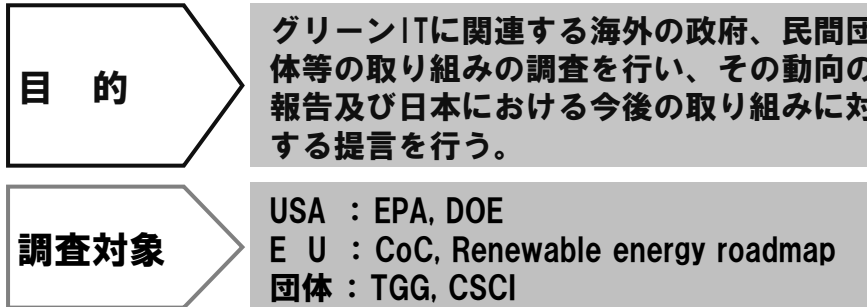


図 1.2-7 : WG4 の 2008 年度活動内容

本報告書は、2008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、海外のグリーンITの取り組みのうち、特にアメリカとEU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。

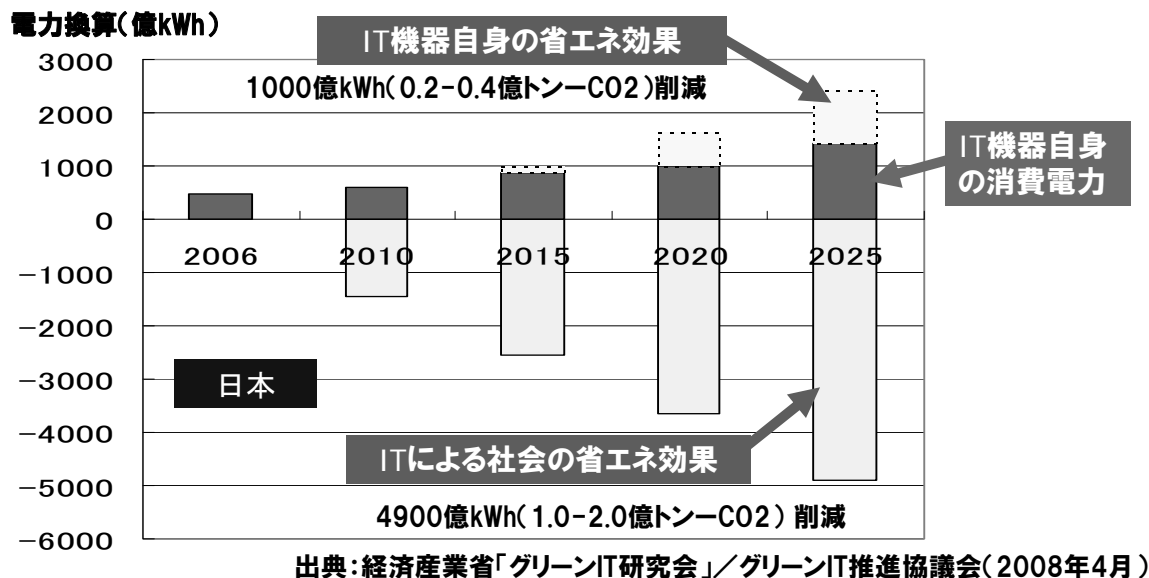


図 1.3-1 : グリーン IT の省エネ効果予測 (日本)

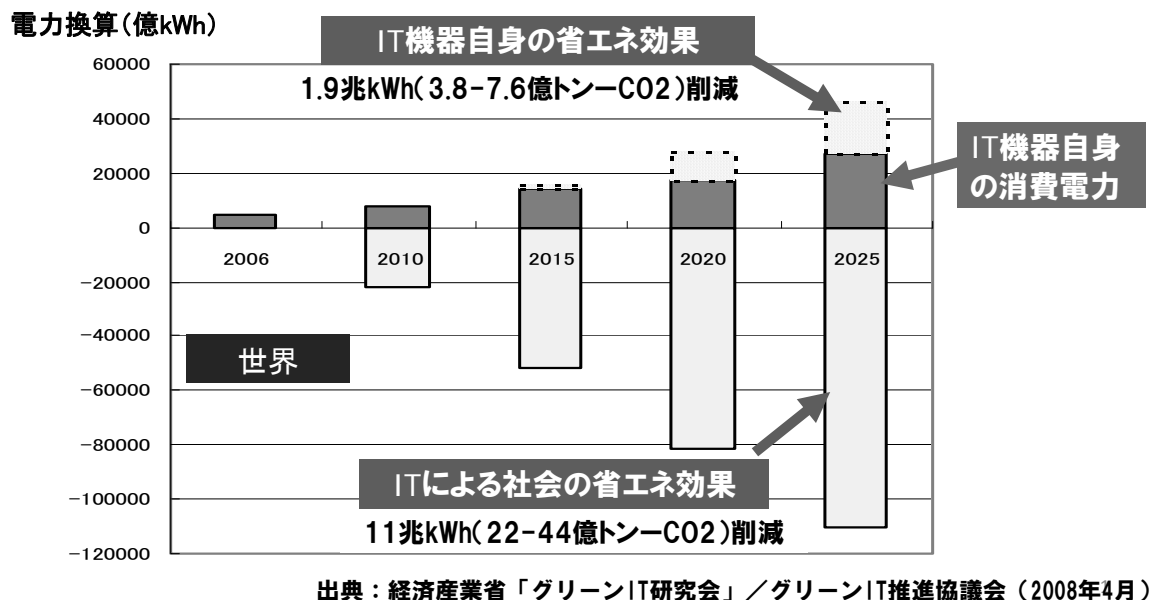


図 1.3-2 : グリーン IT の省エネ効果予測 (世界)

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。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⁷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

⁷ 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⁸を、エネルギー効率を示す指標として示した⁹。

		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。
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」）

⁸ 図中で指標に「消費電力」が用いられているのは、データセンター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。

⁹ 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。

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）。

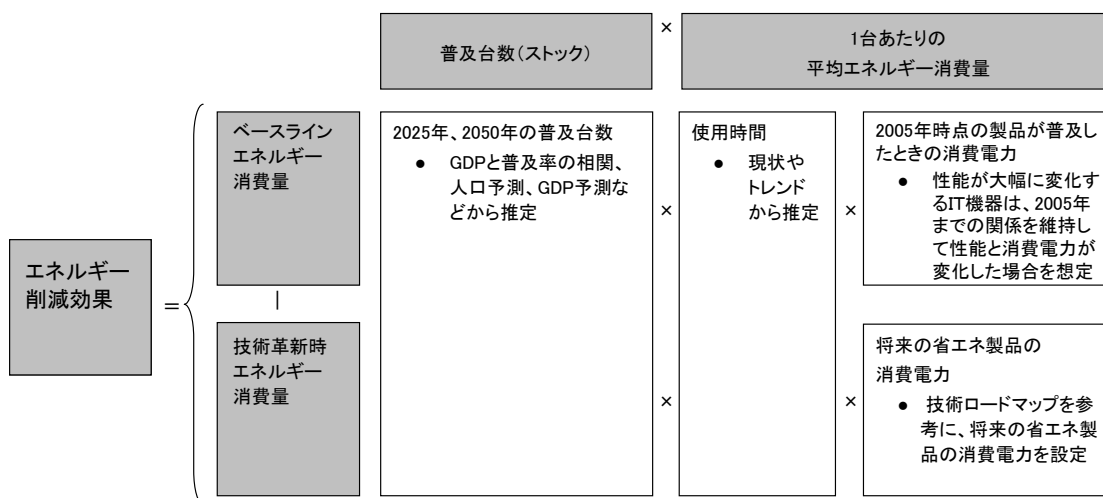


図 2.3-2 : エネルギー削減効果の計算ロジック

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¹⁰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

¹⁰ 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

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。

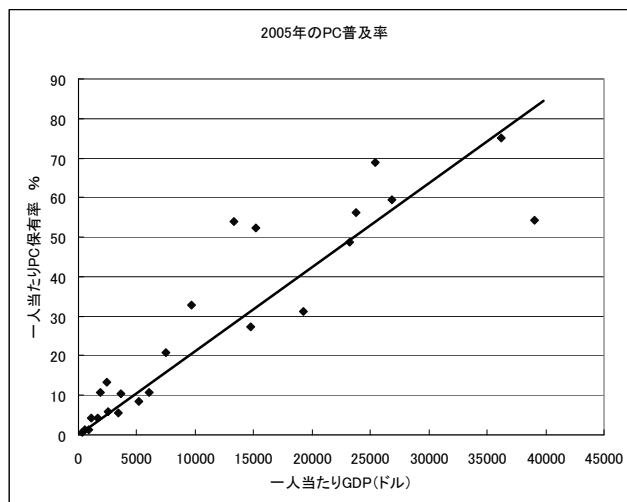


図 2.3-3 : 国別一人あたり GDP と PC 普及率

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¹¹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A 1 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）¹²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。

¹¹ 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/labo/sysken/about-global-warming/download-data/DNE21+_Population+GDP.pdf)

¹² 表 2.5-1 参照

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¹³。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¹⁴。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¹⁵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¹⁶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¹⁷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¹⁸。

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¹⁹。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、

¹³ 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 (http://www.tis.co.jp/news/2002/pdf/020802_2.pdf)

¹⁴ 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>)

¹⁵ 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

¹⁶ 総務省、情報通信白書 各年版

¹⁷ 省エネルギーセンター、2008 : 省エネ性能カタログ 2008 年冬版

¹⁸ IDC, 2008 : プレスリリース

¹⁹ 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。

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²⁰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²¹から将来の各国・地域の PC 普及率を予測し、人口の予測値²¹とあわせて将来の 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²²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
	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

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。

²⁰ 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。

²¹ 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)

²² 総務省, 2008 : 平成 19 年通信利用動向調査

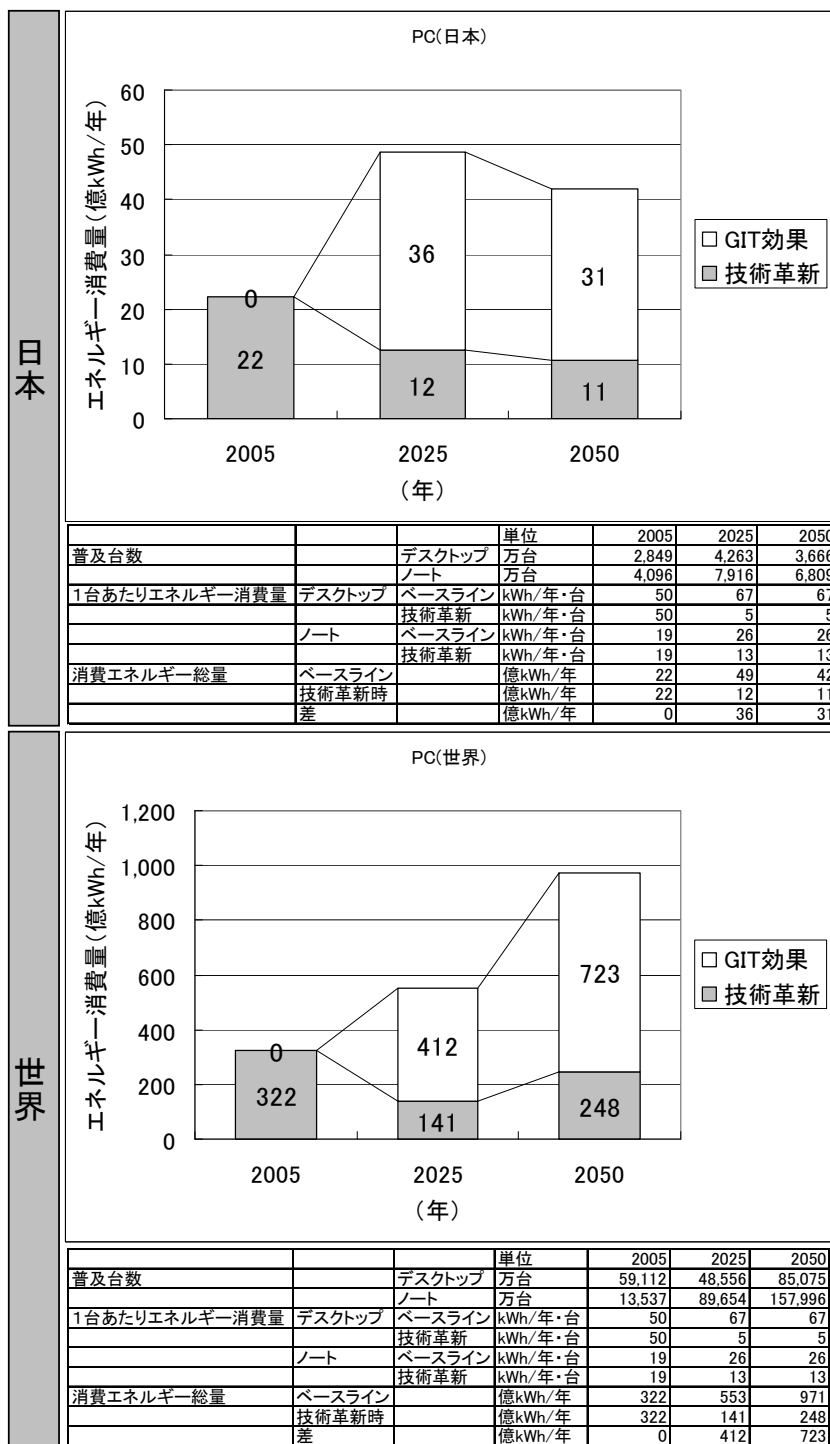


図 2.4-2 : PC のエネルギー消費量・エネルギー削減効果予測結果

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 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²³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²⁴に今後のサーバ性能の動向予測²⁵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²⁵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²⁶。また、デジタル情報量は継続し

²³ U.S. Environmental Protection Agency, 2007 : Report to Congress on Server and Data Center Energy Efficiency Public Law 109-431.

²⁴ Koomey, J. G., 2007 : Estimating Regional Power Consumption by Servers: A Technical Note.

²⁵ 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

²⁶ Koomey, J. G., 2007 : Estimating Total Power Consumption by Servers in the U.S. and the World.

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²⁷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²⁸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²⁸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²⁹。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。

²⁷ IDC, 2007 : 膨張するデジタルユニバース

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

²⁸ Koomey, J. G., 2007 : Estimating Regional Power Consumption by Servers: A Technical Note.

²⁹ 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			
	ポリューム (kWh/年)	ミッドレンジ (kWh/年)	ハイエンド (kWh/年)	ポリューム	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	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	1,285	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。

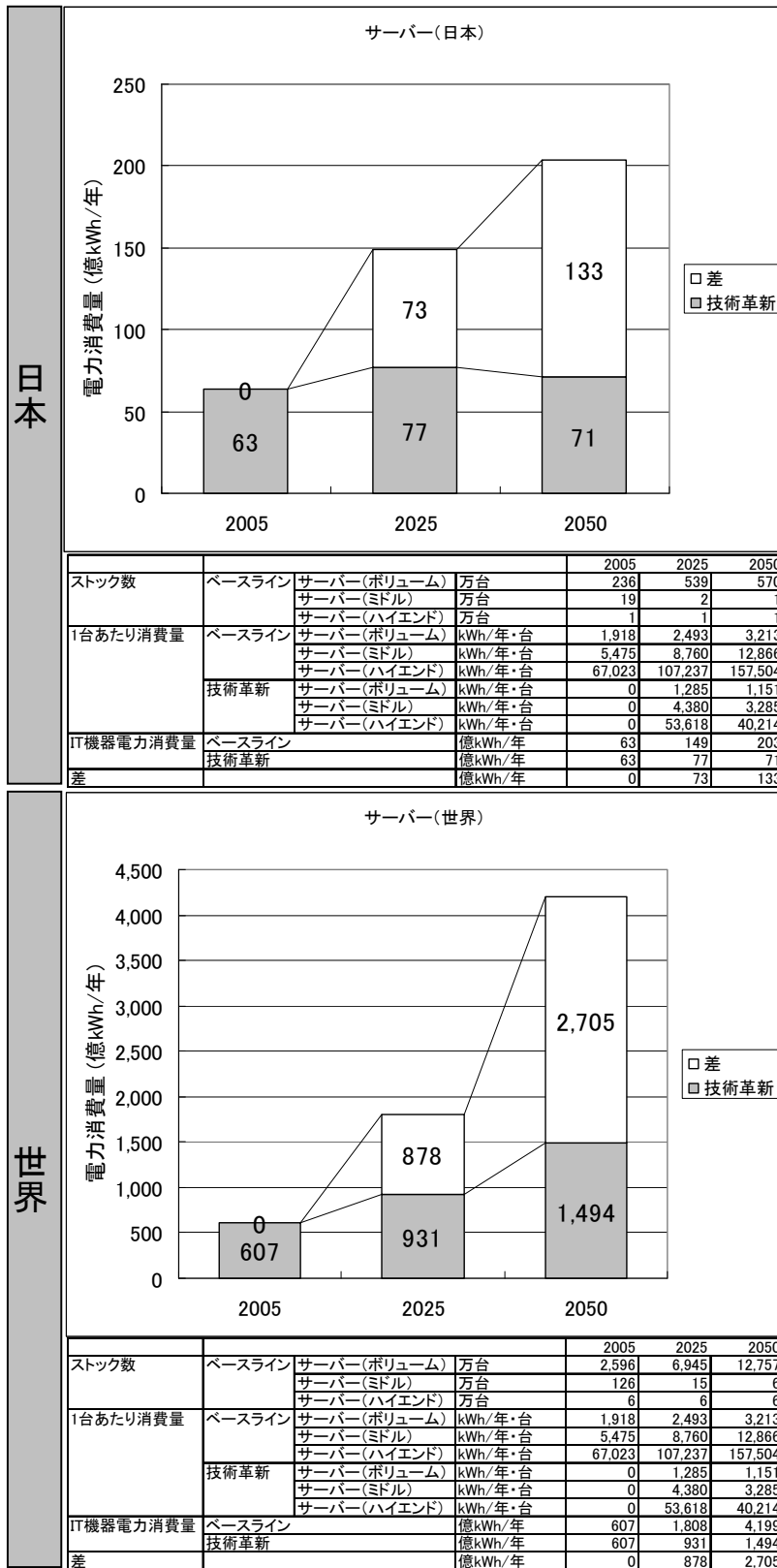


図 2.4-4 : サーバのエネルギー消費量・エネルギー削減効果予測結果

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³⁰。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³¹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³²から 1 台あたり 28W³³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³⁴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³⁵こと、技術ロードマップ³⁶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³⁷から、2025 年における SAS、SATA の 1 台あた

³⁰ 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.

³¹ 他の機器で検討する電力消費量との重複を避けるため

³² U.S. Environmental Protection Agency, 2007 : Report to Congress on Server and Data Center Energy Efficiency Public Law 109-431.

³³ 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。

³⁴ ASHARE, 2005: Datacom Equipment Power Trends and Cooling Applications

³⁵ 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>)

³⁶ 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

³⁷ IBM : HDD 選択ガイド(www-06.ibm.com/jp/servers/eserver/xseries/system/pdf/hdd_guide.pdf)

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³⁸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%³⁹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⁴⁰)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⁴¹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。

³⁸ 経済産業省、2008：長期エネルギー需給見通し

³⁹ 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

⁴⁰ 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

⁴¹ 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
2025年	技術革新	74	5		
				2050年	ベース ライン
2050年	技術革新	49	3		

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。

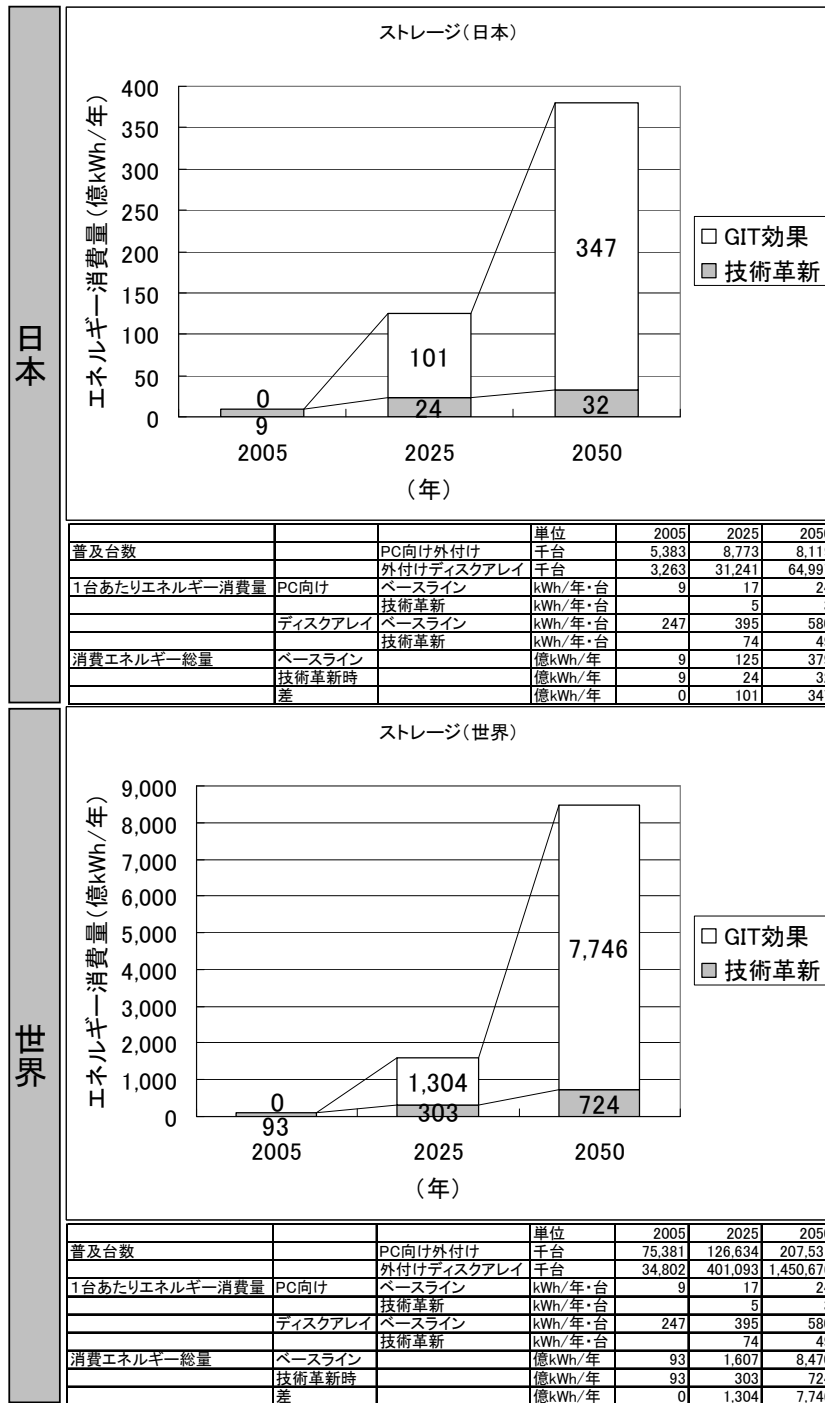


図 2.4-6 : ストレージのエネルギー消費量・エネルギー削減効果予測結果

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⁴²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⁴³。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⁴²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⁴²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⁴⁴ことから、過去5年の出荷台数⁴⁵を積算して推定した。

⁴² 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

⁴³ 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)

⁴⁴ 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>)

⁴⁵ 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>)

ルータ・スイッチの予測シナリオを図 2.4-7 にまとめた。

(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 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	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	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2005年時 点の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2005年時 点の75%になると仮定
	2050年	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	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2005年時 点の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2005年時 点の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2005年時 点の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	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	家庭向け無線LANブロード バンドルータ - 消費電力 4W
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	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	家庭向け無線LANブロード バンドルータ - 消費電力 4W
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2005年時 点の40%になると仮定	家庭向け無線LANルータ - 消費電力が2005年時 点の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

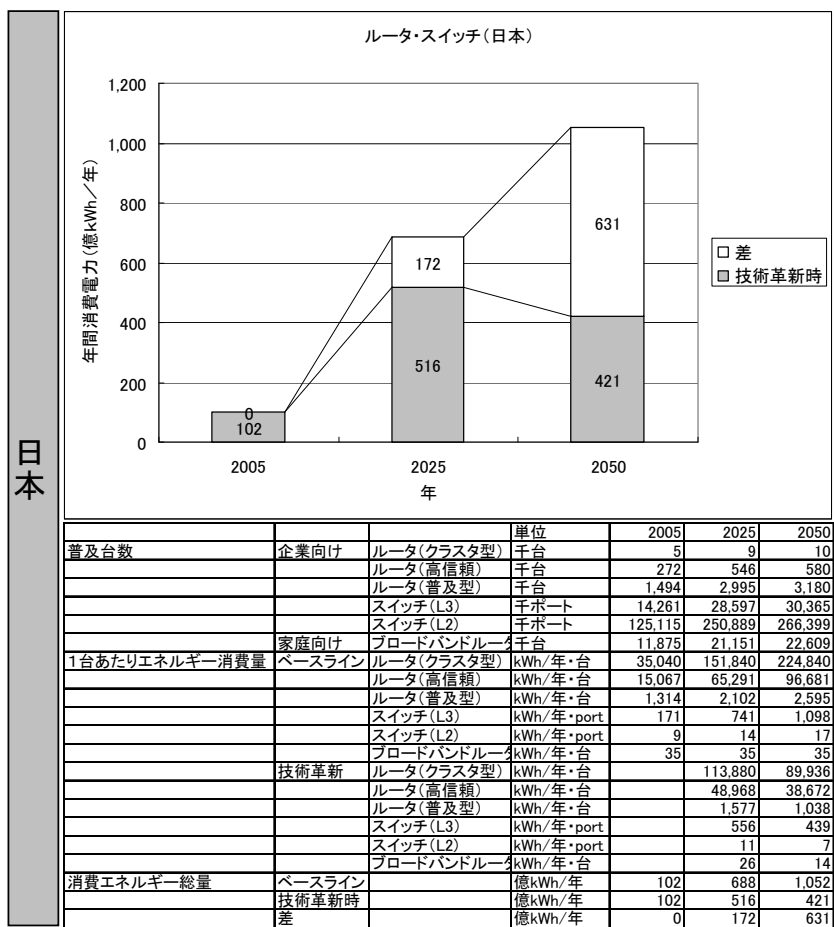


図 2.4-8 : ルータ・スイッチの将来予測結果
(次ページへ続く)

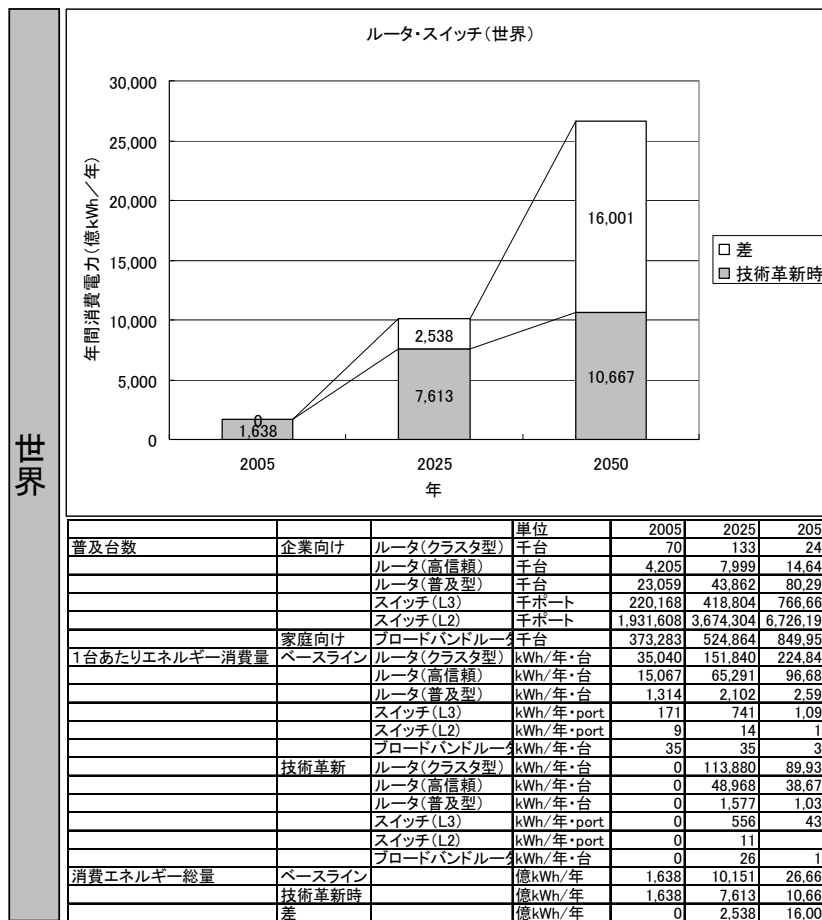


図 2.4-8 : 続き

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⁴⁶。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 A 4 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⁴⁷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

⁴⁶ 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.

⁴⁷ 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⁴⁸。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⁴⁸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
		オフィス:	92	
	技術革新	家庭:	43	フラットディスプレイ(24インチワイド) - 有機ELと液晶の混在をイメージ - 改善率は、17インチ(有機ELと液晶が1:1の場合)と同じと仮定
		オフィス:	50	
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
		オフィス:	92	
	技術革新	家庭:	23	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:
		オフィス:	27	

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。

⁴⁸ 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

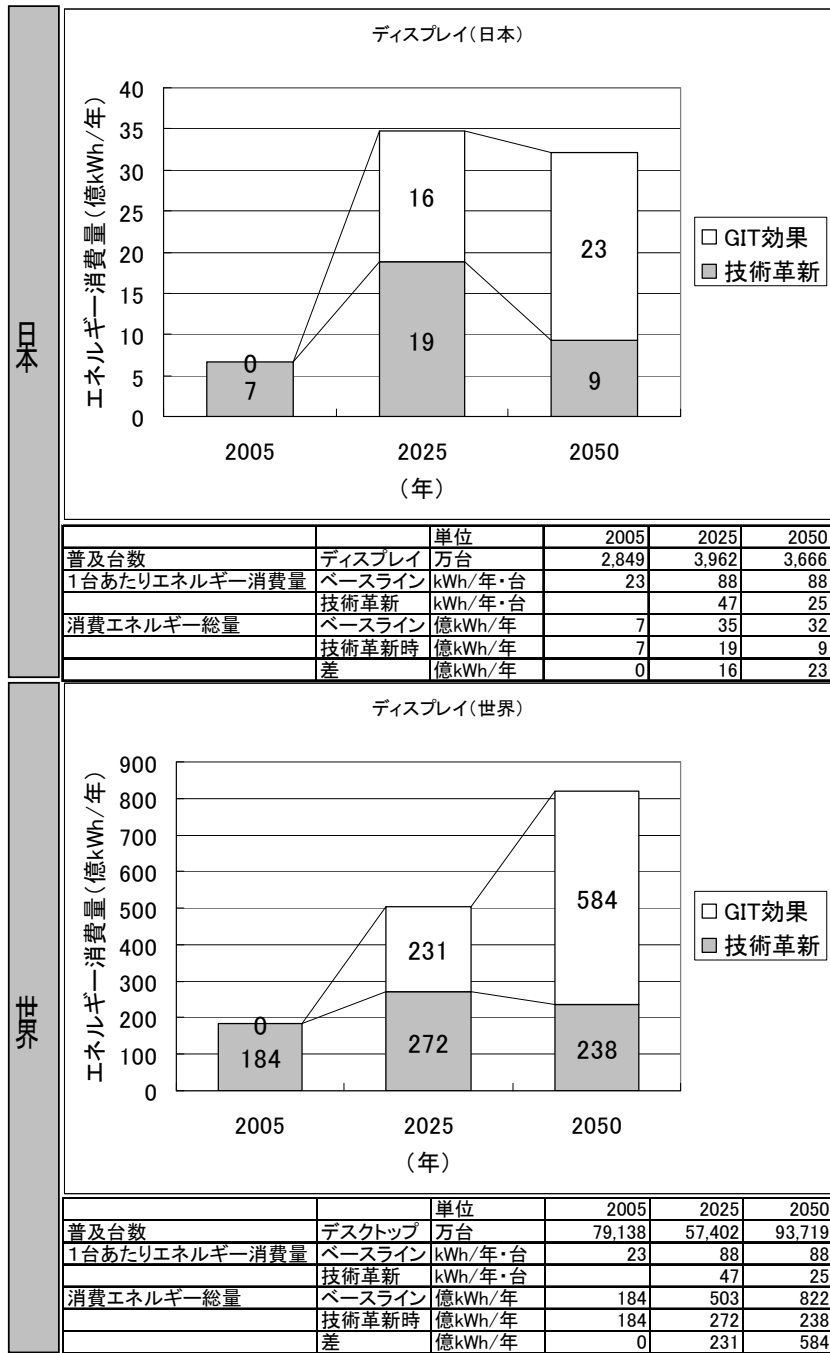


図 2.4-10 : ディスプレイの予測結果

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⁴⁹、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⁵⁰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⁵¹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⁵²ことから、2005 年のテレビ視聴時間は 4.5 時間⁵³、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）⁵⁴分の出荷台数⁵⁵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。

⁴⁹ 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

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

⁵¹ インターネットコム、2008：テレビに関する調査

⁵² 総務省：各年版情報通信白書

⁵³ 資源エネルギー庁、2008：省エネ性能カタログ 2008 冬版

⁵⁴ 内閣府：消費動向調査

⁵⁵ 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さを想定
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。

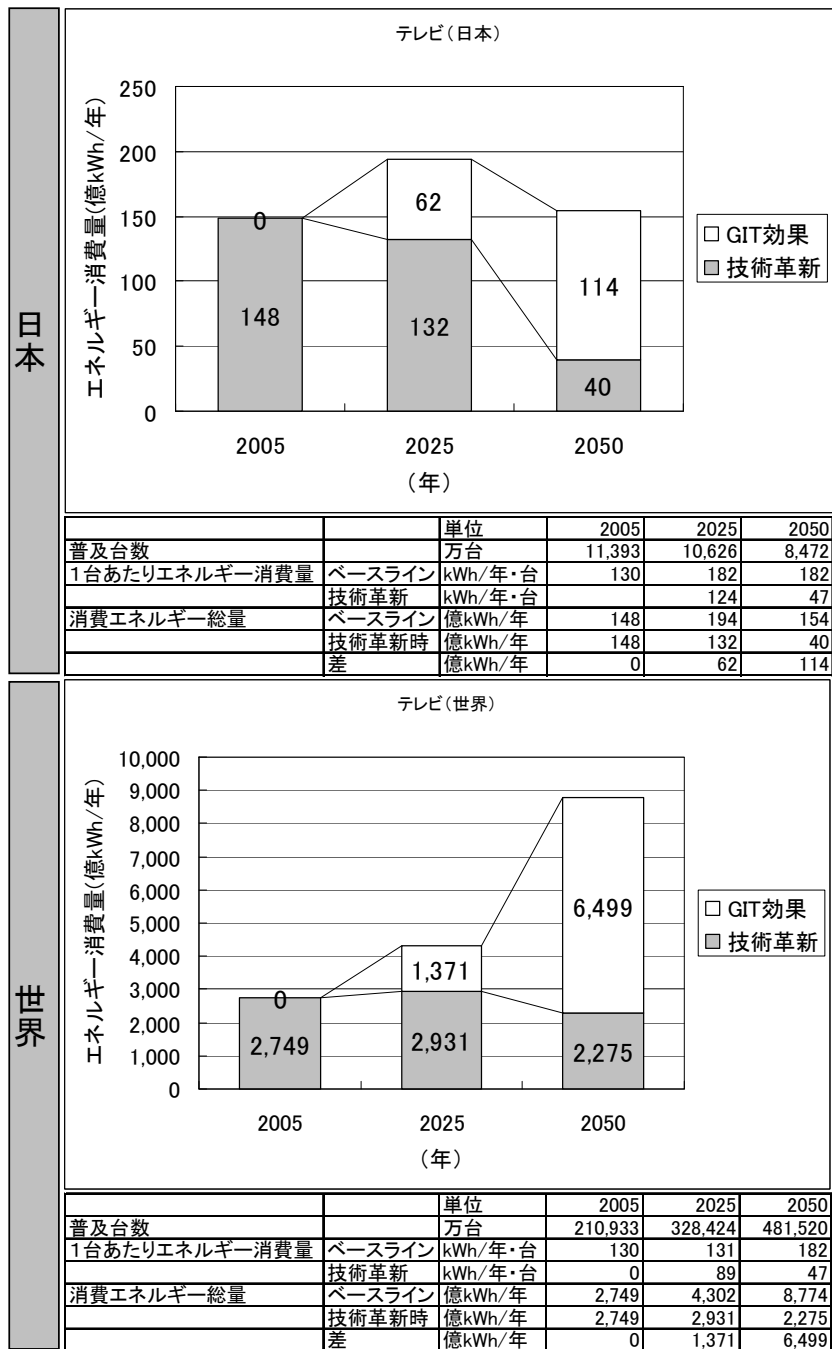


図 2.4-12 : テレビのエネルギー消費量・エネルギー削減効果予測結果

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⁵⁶。

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⁵⁷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⁵⁸。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⁵⁹。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

⁵⁶ 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

⁵⁷ 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

⁵⁸ 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

⁵⁹ 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⁶⁰⁾ 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	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
	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	光ディスク+HDD? - 技術ロードマップ(BD)
2050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(BD)
	技術革新	1	23	SSD等を利用した録画・再生装置? - 消費電力:動作時2W、待機時0.1W	SSD等を利用した録画・再生装置? - DVD再生がSSDになったと仮定

図 2.4-13： 家庭用録画再生機器の予測の前提

⁶⁰⁾ 省エネルギーセンター：省エネ性能カタログ 2008 年冬版

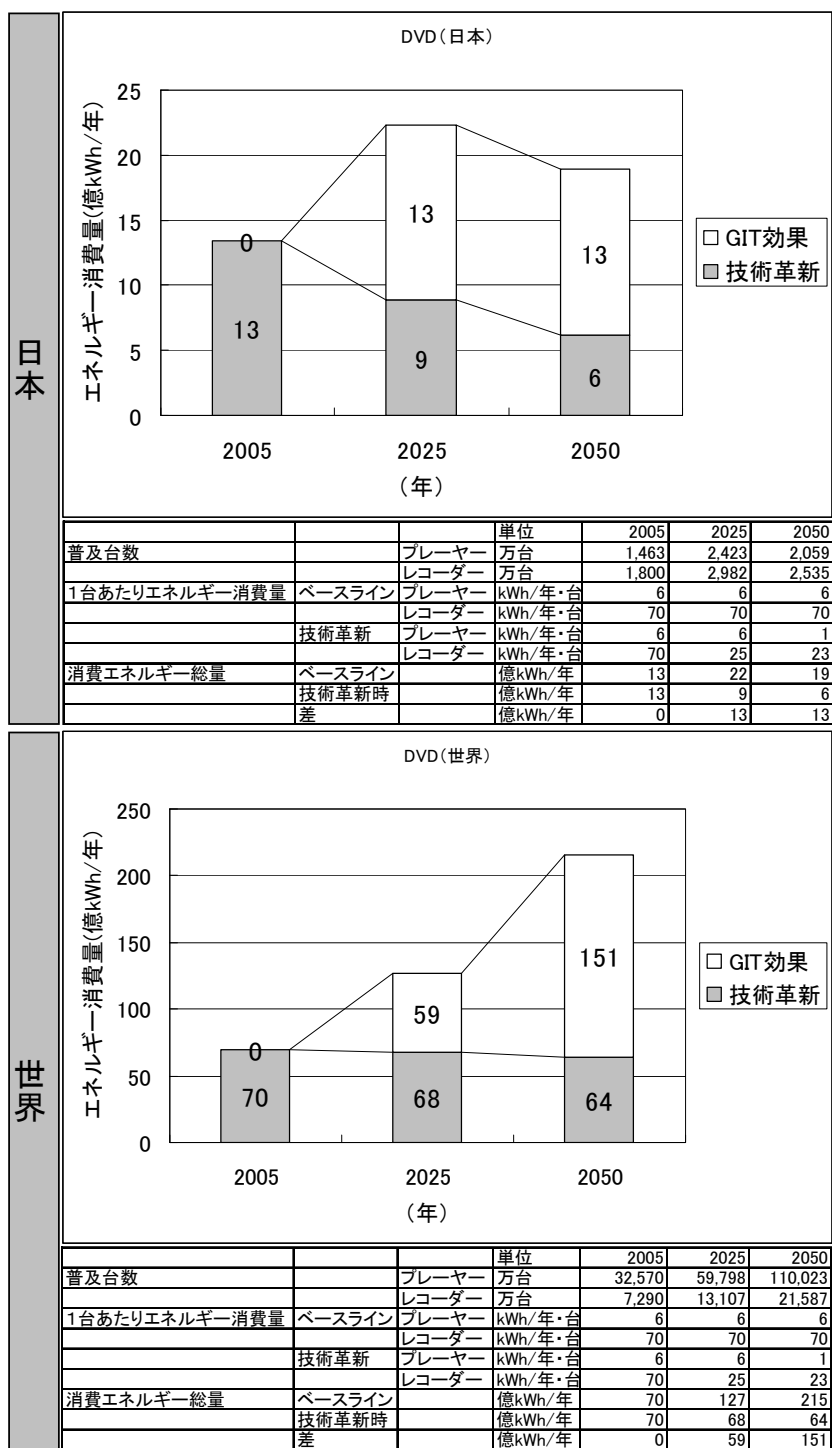


図 2.4-14 : 家庭用録画再生装置のエネルギー消費量・エネルギー削減効果予測結果

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 1 L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⁶¹。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 300～400 L 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 200 L 程度の中小型冷蔵庫、アメリカでは容量 500 L 程度の大型冷蔵庫、東南アジアなどでは容量 100～200 L 程度の小型冷蔵庫が主流となっている⁶²。

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 400 L 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 400 L、2050 年には 300 L 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 300 L が主流とした。一方、発展途上国では、2005 年時点で容量 200 L 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 300 L 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)⁶³分の出荷台数⁶⁴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⁶⁵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。

⁶¹ 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

⁶² 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

⁶³ 内閣府、各年版：消費動向調査

⁶⁴ 日本電機工業会、2007：白物家電 7 品目の世界需要予測

⁶⁵ 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	発展途上国	先進国(日本を含む)	発展途上国(主にアジア)
		(kWh/年)	(kWh/年)		
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
	2025年	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
	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する可能性も考えられる。

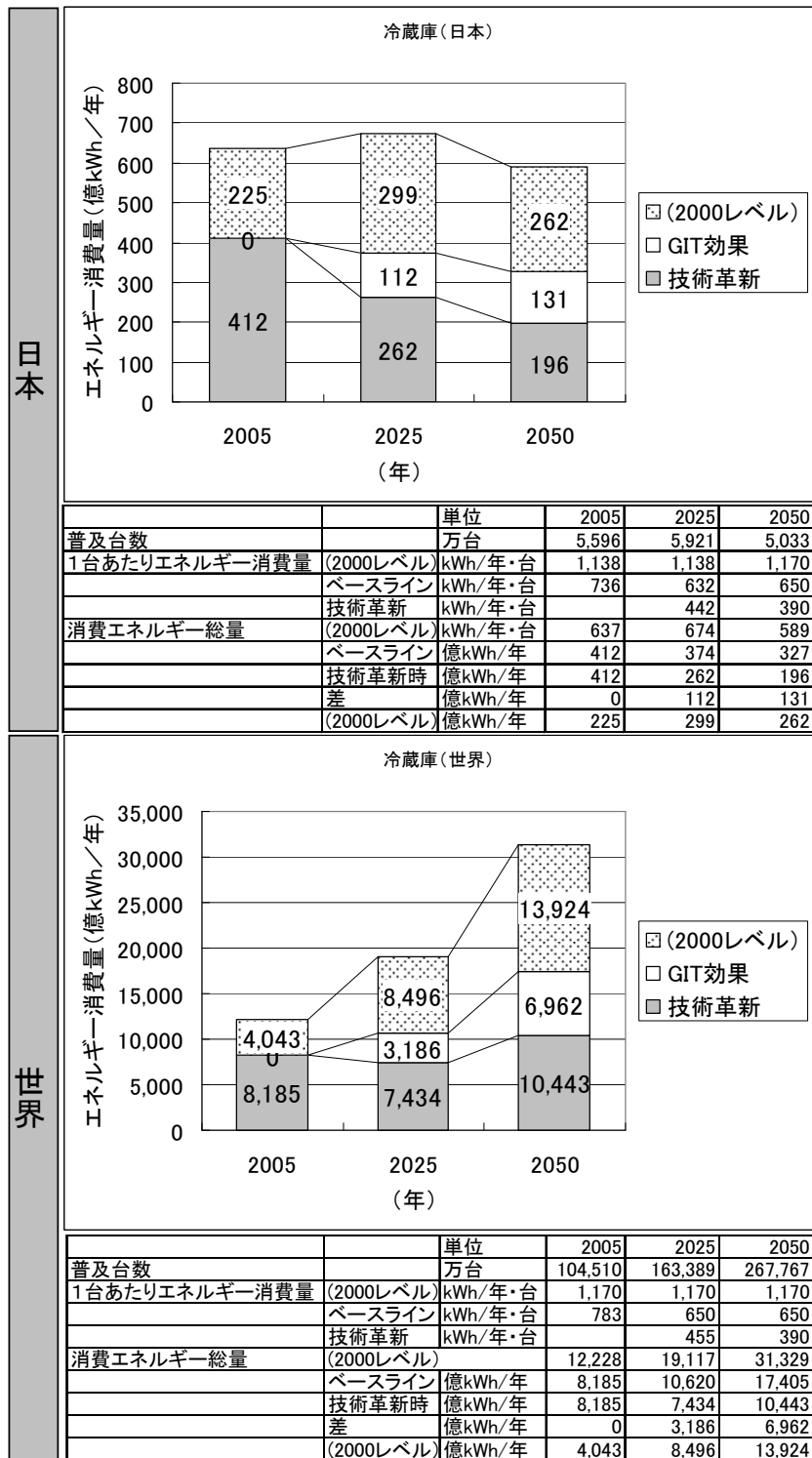


図 2.4-16 : 冷蔵庫のエネルギー消費量・エネルギー削減効果予測結果

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⁶⁶。

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⁶⁷) が掛かると考えられる。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⁶⁸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⁶⁹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。

⁶⁶ 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～

⁶⁷ 環境省, 2003 : H16 年度地球温暖化対策技術検討会資料

⁶⁸ 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

⁶⁹ 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) 100%			
		点光源(トイレ、階段、スタンドなど)	Hf型蛍光灯(53W ²) 20%	Hf型蛍光灯(53W) 50%	CFL(12W) 100%	CFL(12W) 50% LED(ダウンライト; 8W) 50%			
	オフィス	面光源(執務スペース)	白熱電球(60W) 50%	蛍光灯(40W) 50%	Hf型蛍光灯(32W) 100%	Hf型蛍光灯(32W) 100%			
		点光源(ダウンライトなど)	CFL(12W ³) 50%	Hf型蛍光灯(32W) 50%	CFL(12W) 100%	CFL(12W) 50% LED(ダウンライト; 8W) 50%			
	店舗	面光源(スーパーなど)	白熱電球(60W) 15%	蛍光灯(40W) 50%	Hf型蛍光灯(32W) 100%	Hf型蛍光灯(32W) 100%			
		点光源(ブティック、デパートなど)	CFL(12W) 80%	Hf型蛍光灯(32W) 50%	CFL(60W) (日/世依存) HID(70W) (日/世依存)	CFL(60W) (日/世依存) HID(70W) (日/世依存)			
	制御	家庭	HID(70W) 5%	削減効果20%	0%	削減効果20%	30%	削減効果20%	30%
		オフィス・店舗	削減効果20%	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⁷⁰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

⁷⁰ 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～

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 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。

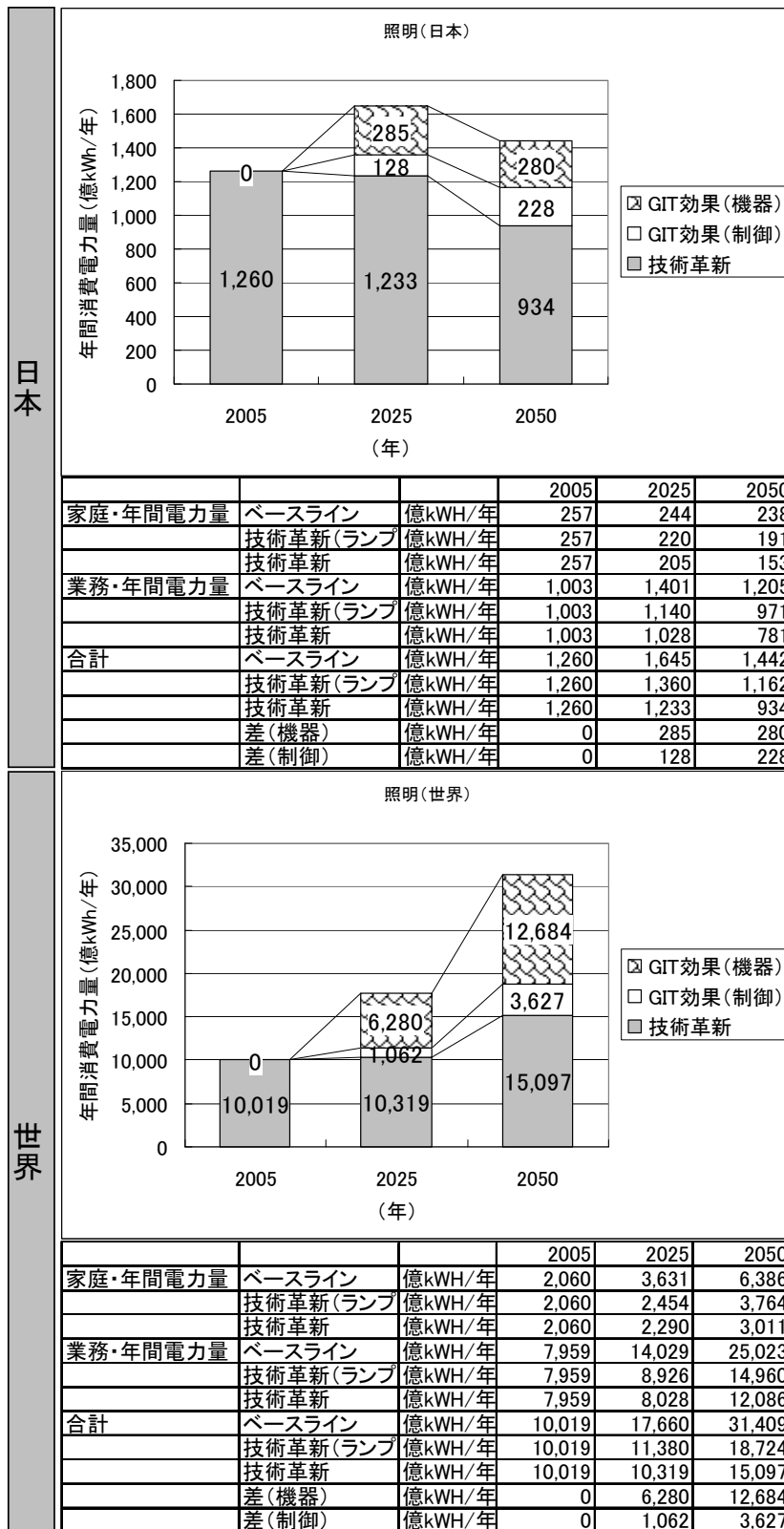


図 2.4-19 : 照明のエネルギー消費量・エネルギー削減効果予測結果

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⁷¹。

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⁷²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⁷³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9:1⁷⁴）。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）。

⁷¹ 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

⁷² 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

⁷³ 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

⁷⁴ 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	パッケージ	ルームエアコン	パッケージエアコン
2005年	ベース ライン	(W)	(W)	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
		冷: 673 暖: 742	冷: 4484 暖: 4089		
2025年	ベース ライン	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
	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
2050年	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
	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。

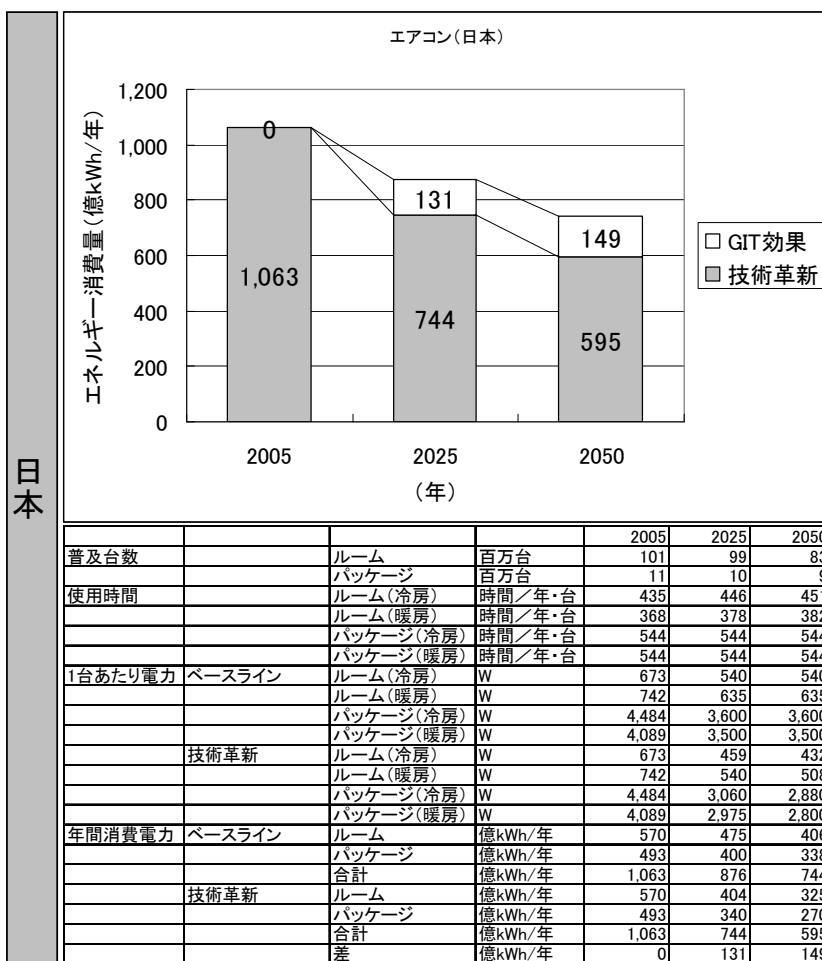
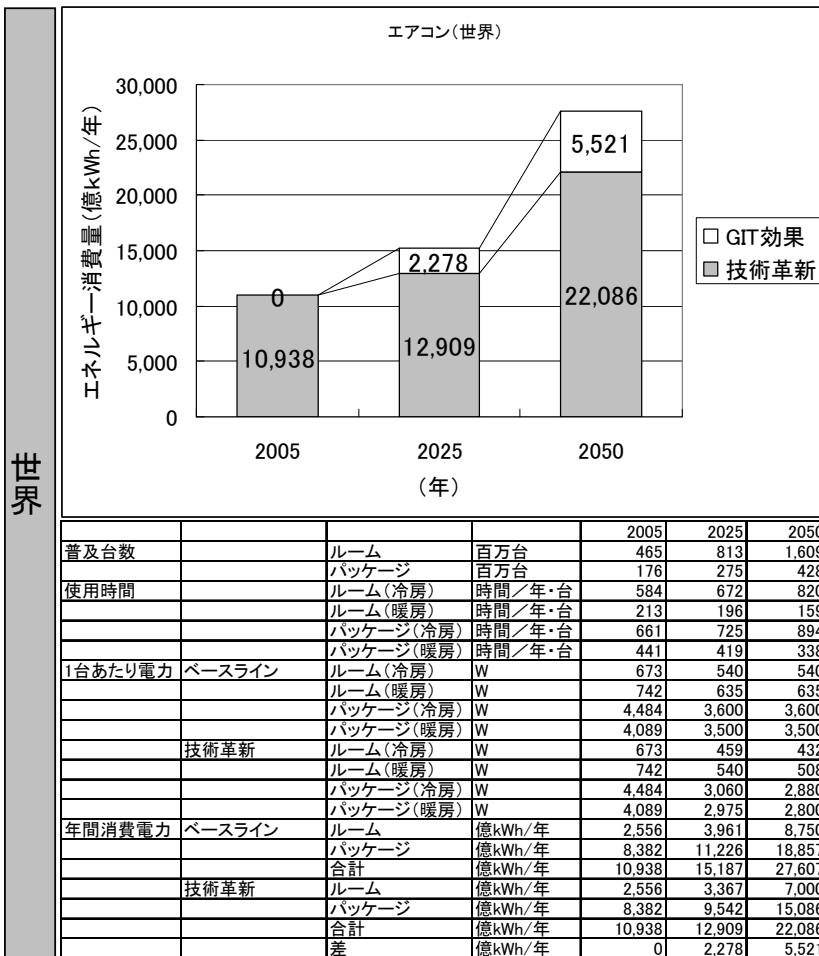


図 2.4-22 : エアコンのエネルギー消費量・削減効果予測 (次ページへ続く)



世界

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 品目の予測結果への検討・整理をおこなう。

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。

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⁷⁵。

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)

⁷⁵ 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ーで使用されている比率は小さいと考えた。

以上を CO2 排出量に換算⁷⁶すると、日本では 2025 年時点で 0.9～2.0 億 ton-CO2 に増加するところ 0.2～0.7 億 ton-CO2 の削減が期待され、世界全体では 12.0～34.0 億 ton-CO2 のうち 3.6～11.6 億 ton-CO2 の排出抑制が期待される。

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

⁷⁶ 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。

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)	低	中	高
テレビ	幅の設定なし			
家庭用録 画再生機 器 (DVD 等)	普及率	低	中	高
照明機器	普及率	低	高	高
冷蔵庫	幅の設定なし			
エアコン	普及率	低	中	高

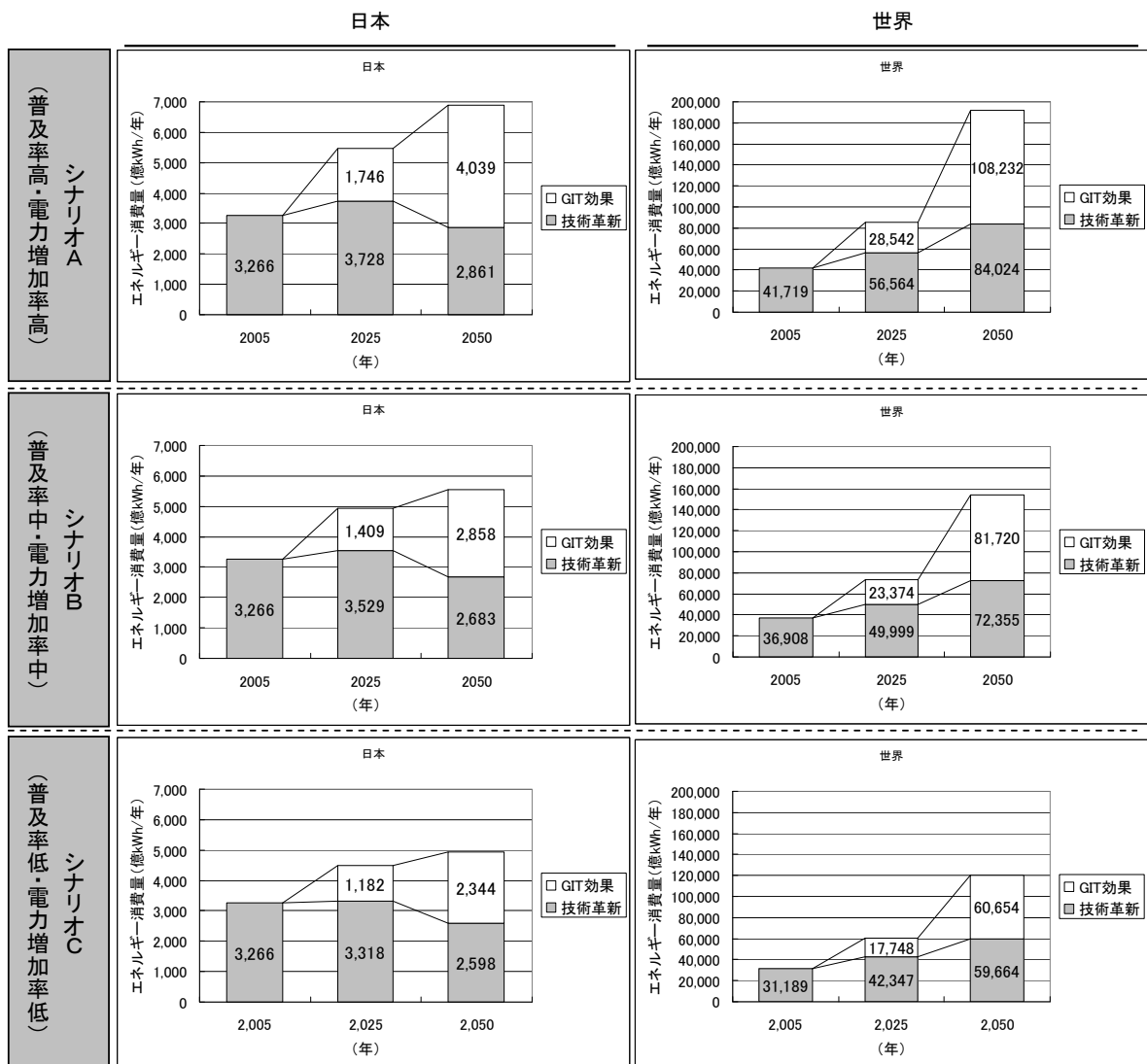


図 2.5-1 : 2025 年と 2050 年のエネルギー使用量とエネルギー削減効果
(ファシリティの寄与を含む。再掲)

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。

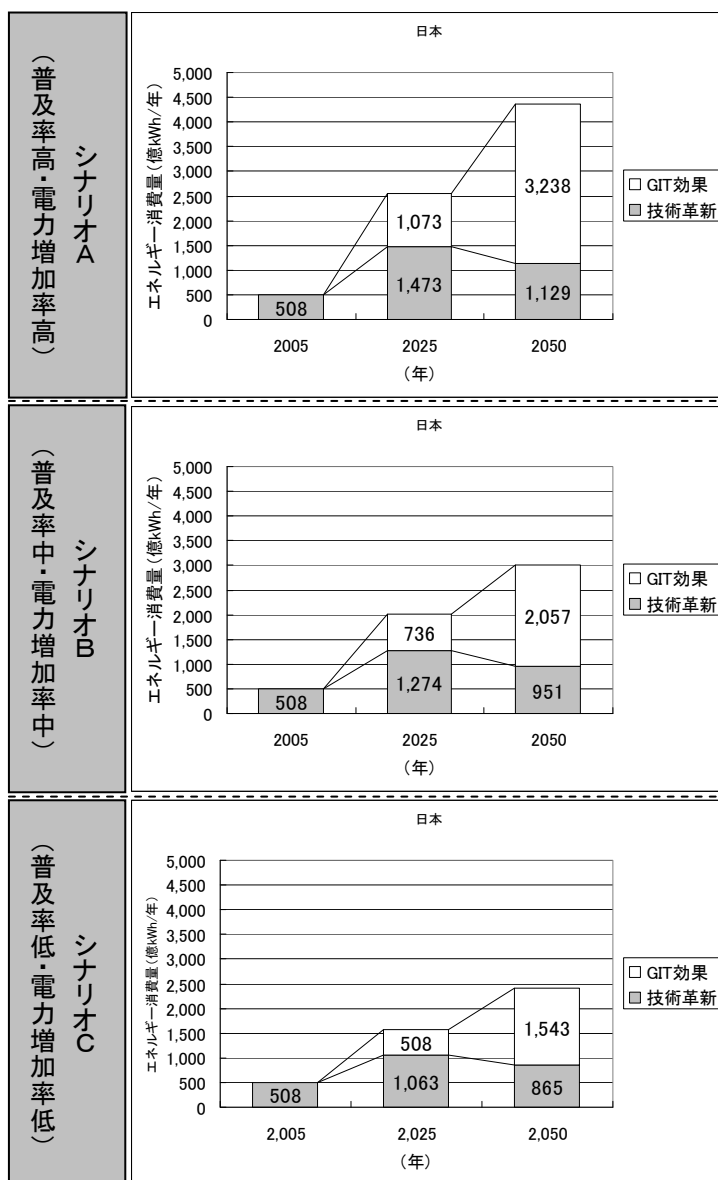


図 2.5-2 : テレビ・IT機器のエネルギー消費量、エネルギー削減効果予測
(ファシリティの寄与を含む。再掲)

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。

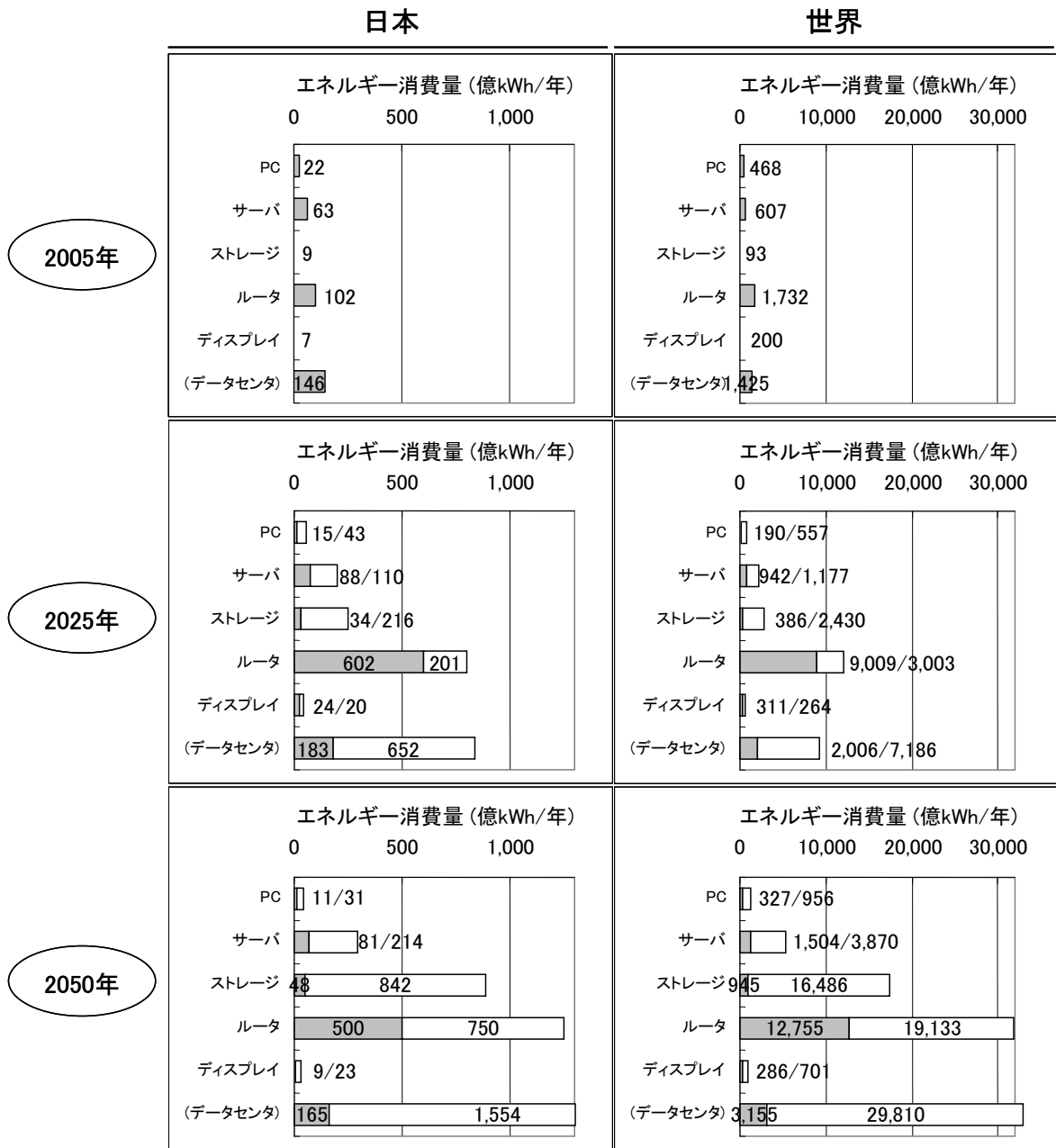


図 2.5-3 : IT 機器製品別のエネルギー消費量・エネルギー削減効果
(シナリオ A ; 普及率高・電力増加率高)

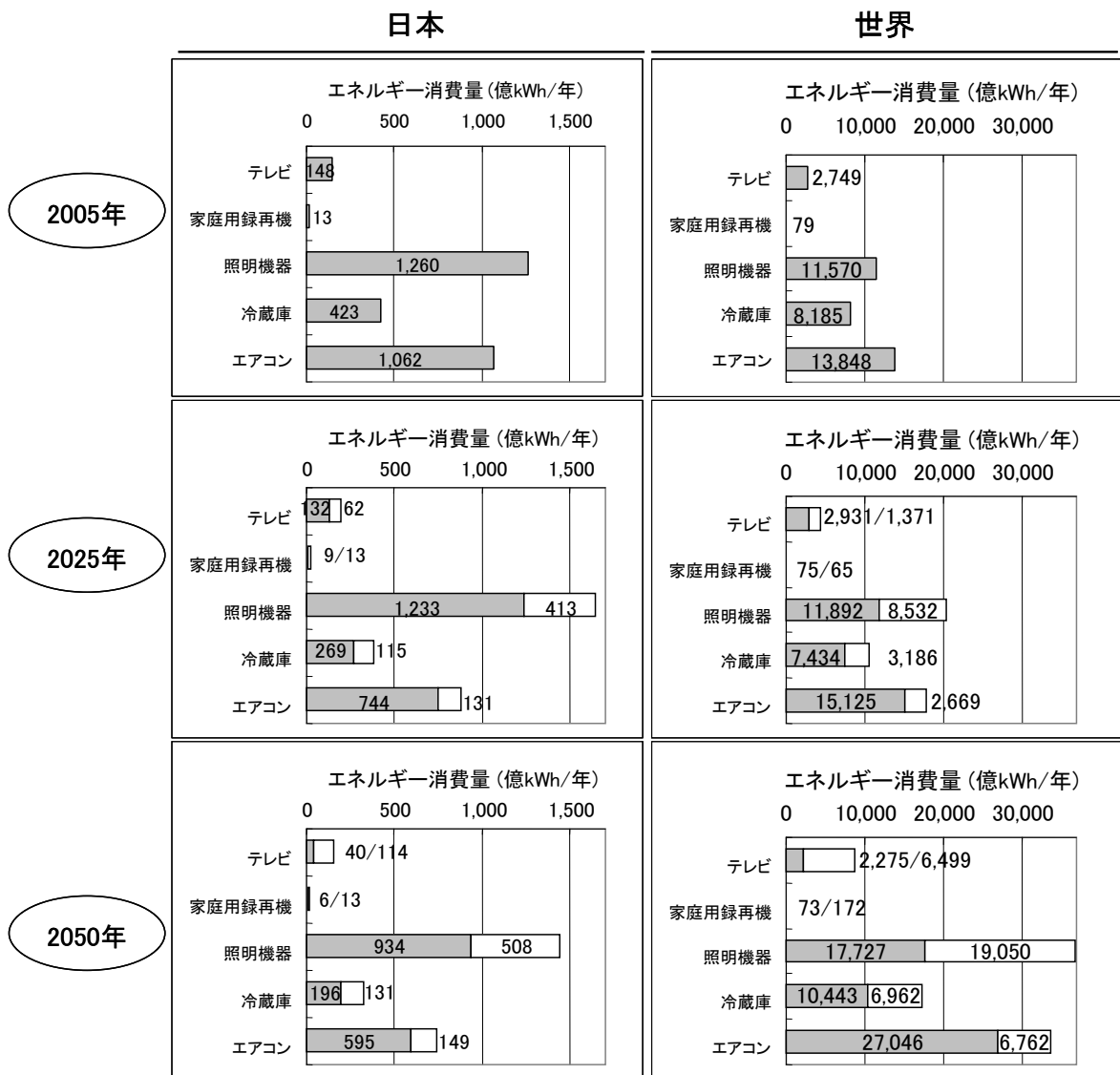


図 2.5-4 : エレクトロニクス機器製品別のエネルギー消費量・エネルギー削減効果 (シナリオA ; 普及率高・電力増加率高)

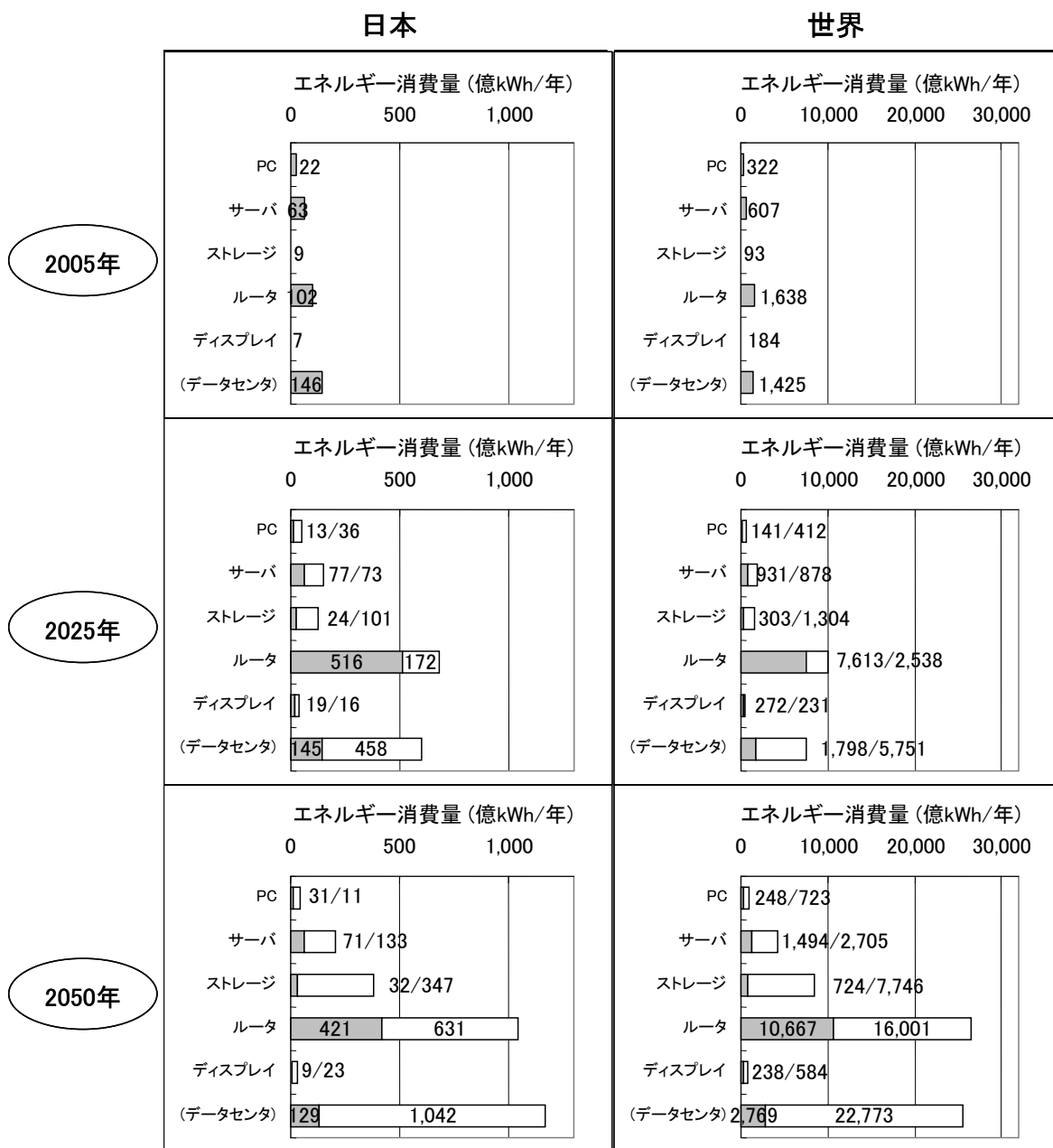


図 2.5-5 : IT 機器製品別のエネルギー消費量・エネルギー削減効果
(シナリオB ; 普及率中・電力増加率中)

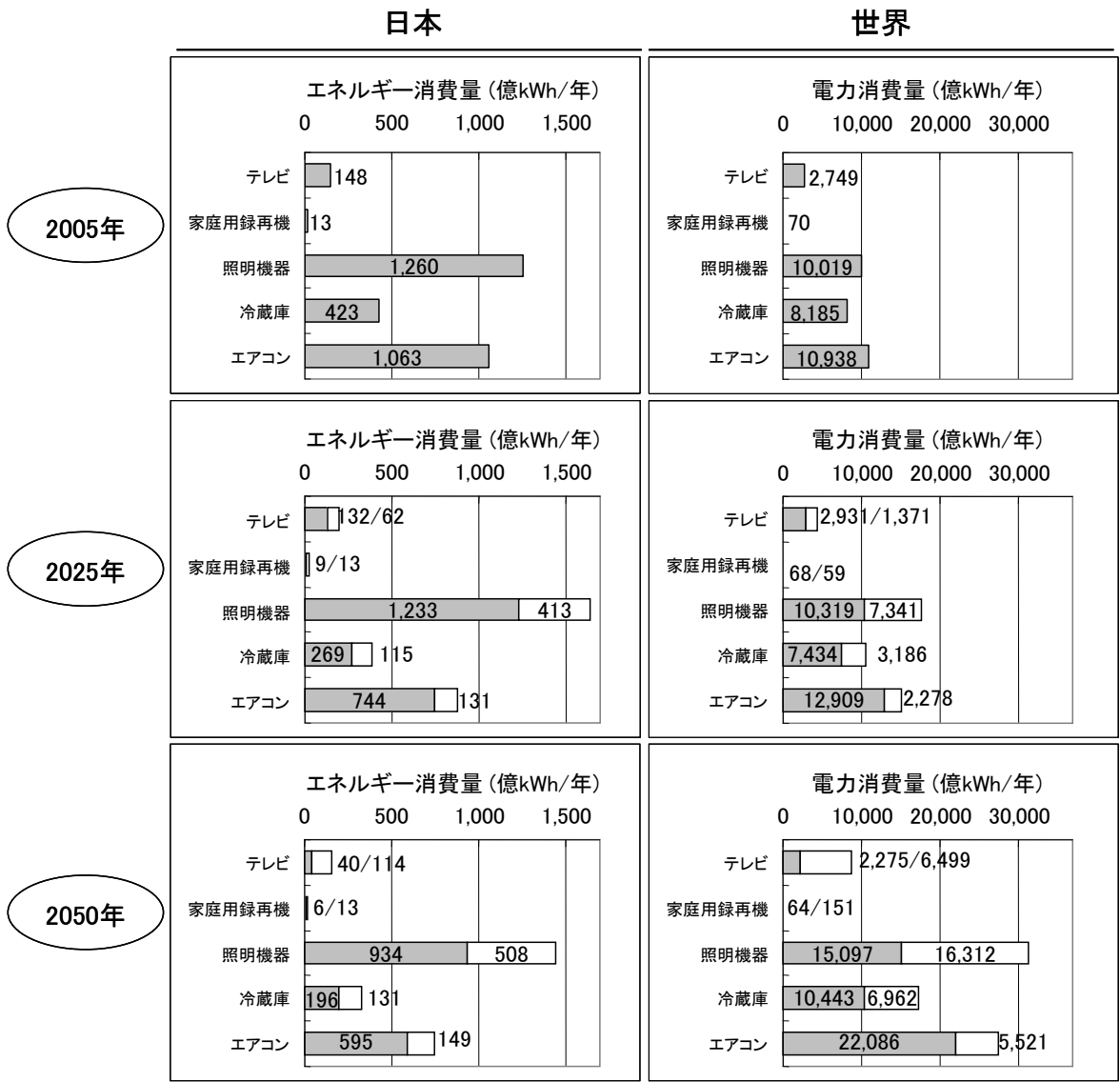


図 2.5-6：エレクトロニクス機器製品別のエネルギー消費量・エネルギー削減効果
(シナリオB；普及率中・電力増加率中)

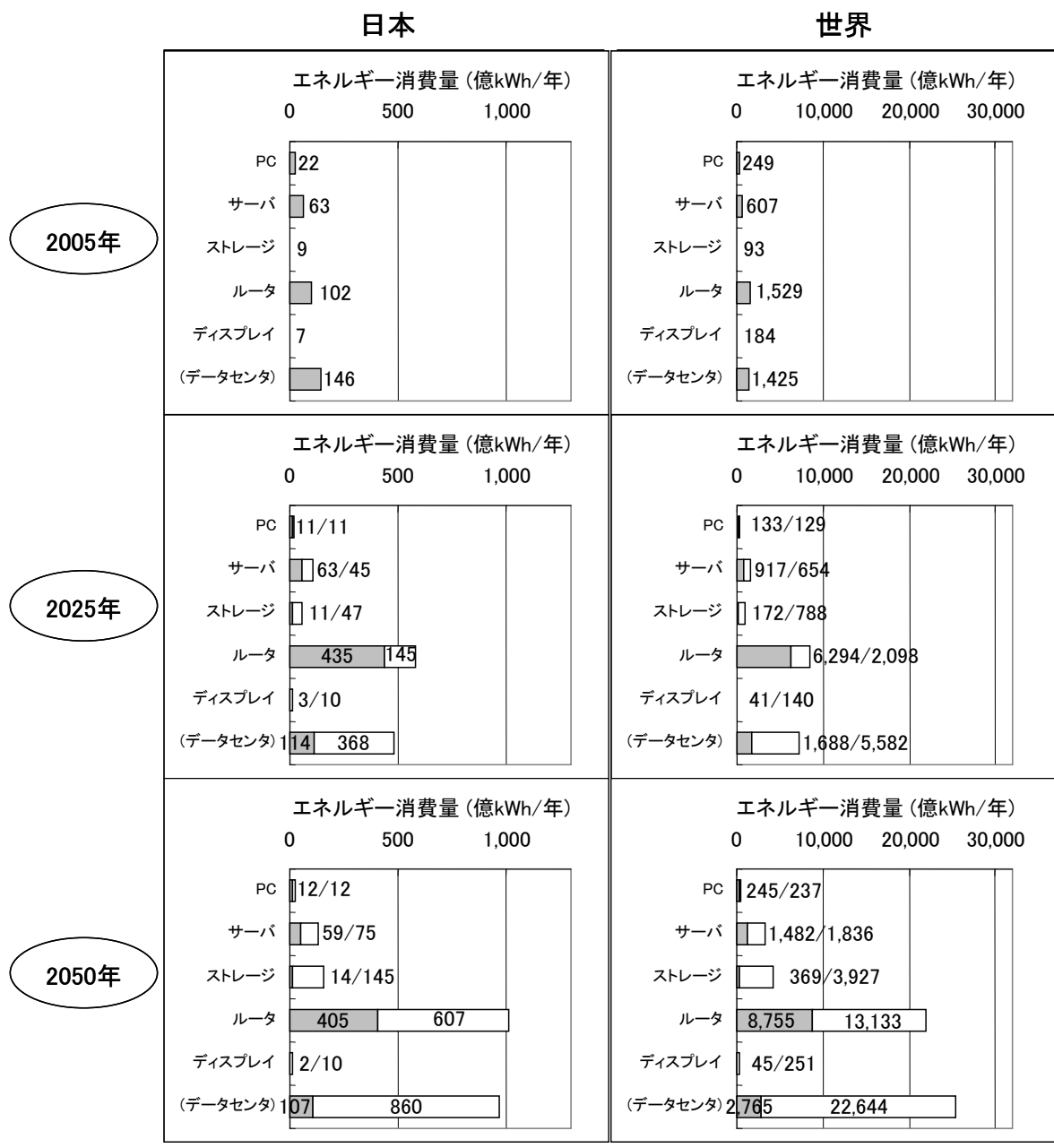


図 2.5-7 : IT 機器製品別のエネルギー消費量・エネルギー削減効果
(シナリオC ; 普及率低・電力増加率低)

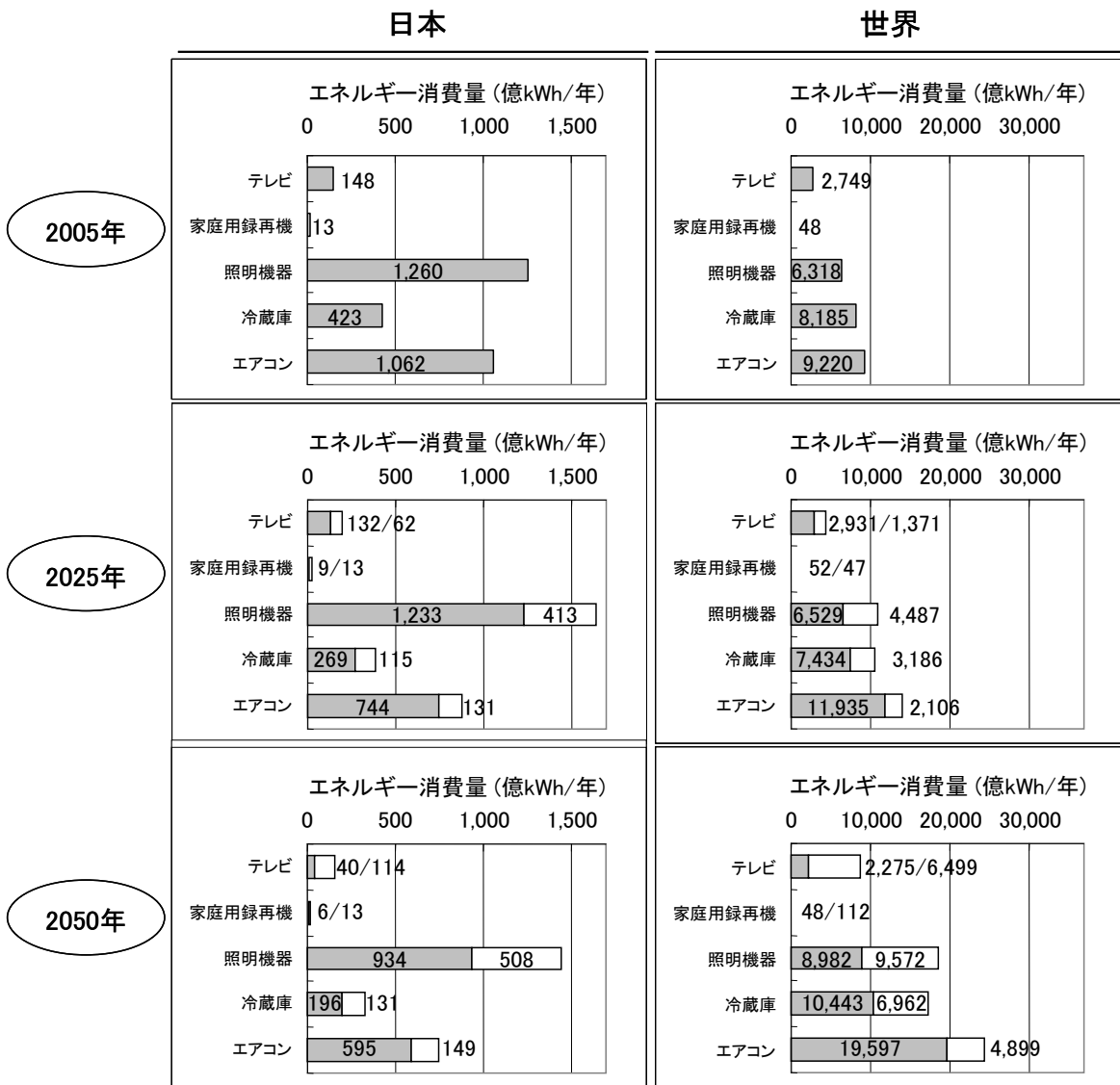


図 2.5-8 : エレクトロニクス機器製品別のエネルギー消費量・エネルギー削減効果
(シナリオC ; 普及率低・電力増加率低)

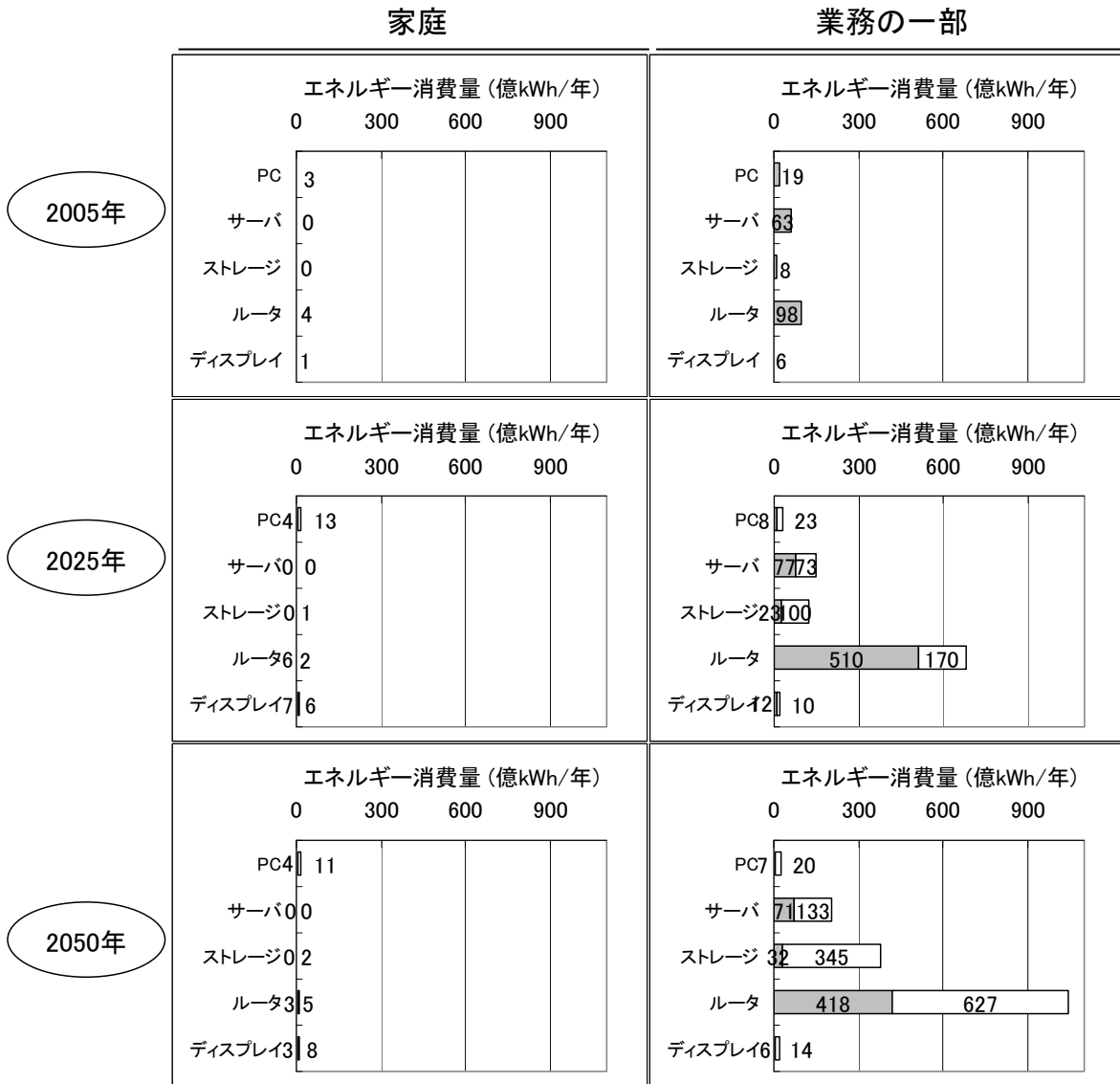


図 2.5-9 : IT 機器の製品別・家庭と業務のエネルギー消費量とエネルギー削減効果 (シナリオ B ; 普及率中・電力増加率中)

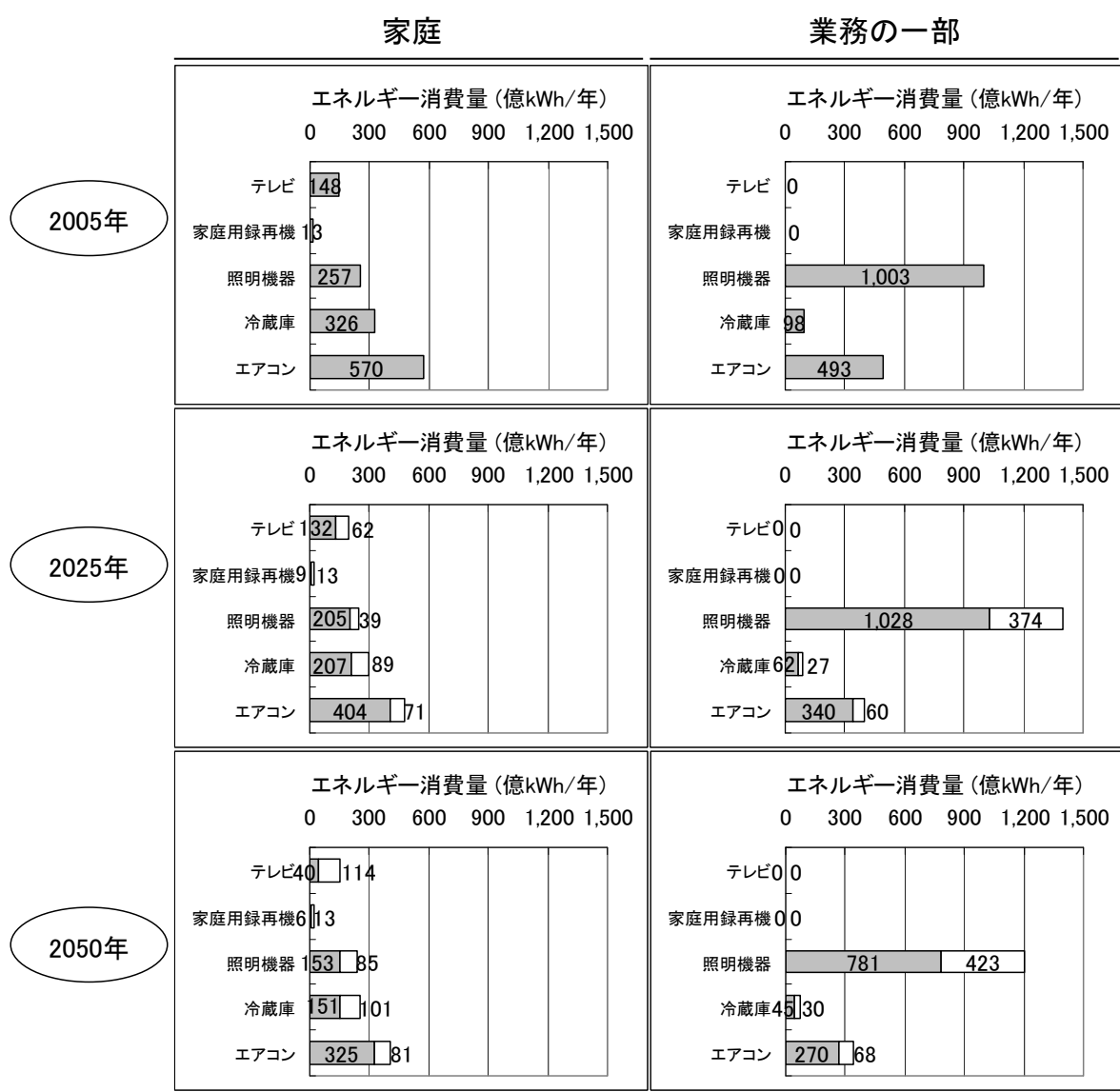


図 2.5-10 : エレクトロニクス機器の製品別・家庭と業務のエネルギー消費量とエネルギー削減効果 (シナリオB ; 普及率中・電力増加率中)

第2部付録

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 ⁷⁸ を利用。さらに「日本の将来推計人口」 ⁷⁹ を併用。
製品の残存率	「消費動向調査」 ⁸⁰ 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」 ⁸¹ 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⁷⁸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。

⁷⁸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)

⁷⁹ 国立社会保障・人口問題研究所 (<http://www.ipss.go.jp/>)

⁸⁰内閣府：消費動向調査 (<http://www.esri.cao.go.jp/jp/stat/shouhi/shouhi.html>)

⁸¹ 総務省統計局：世界の統計 (<http://www.stat.go.jp/data/sekai/index.htm>)

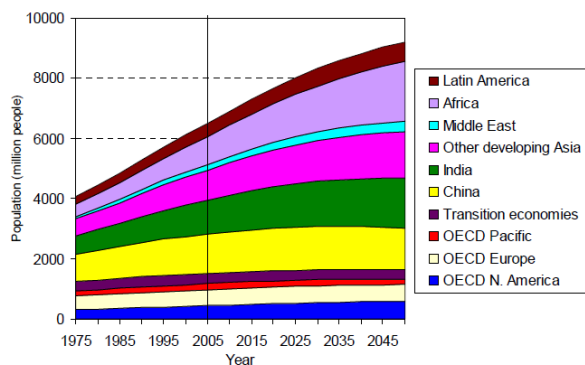


図 A.1-1：人口の推移想定（出所：RITE⁷⁸）

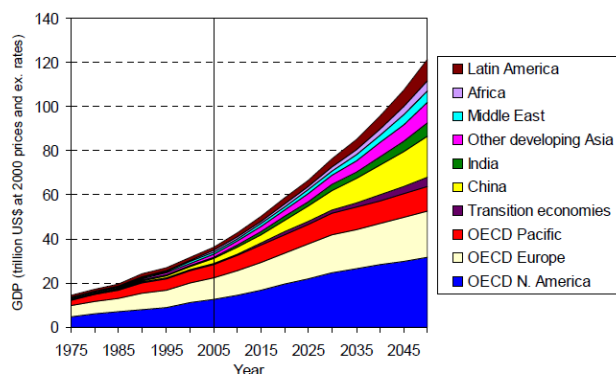


図 A.1-2：GDPの推移想定（出所：RITE⁷⁸）

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⁸²。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⁸³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

⁸²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—

⁸³ 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

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。

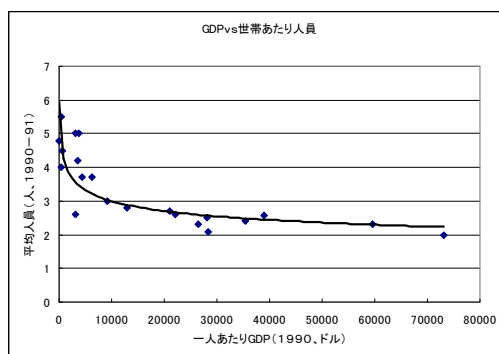


図 A.1-3：一人あたり GDP と平均世帯人員の分布

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。

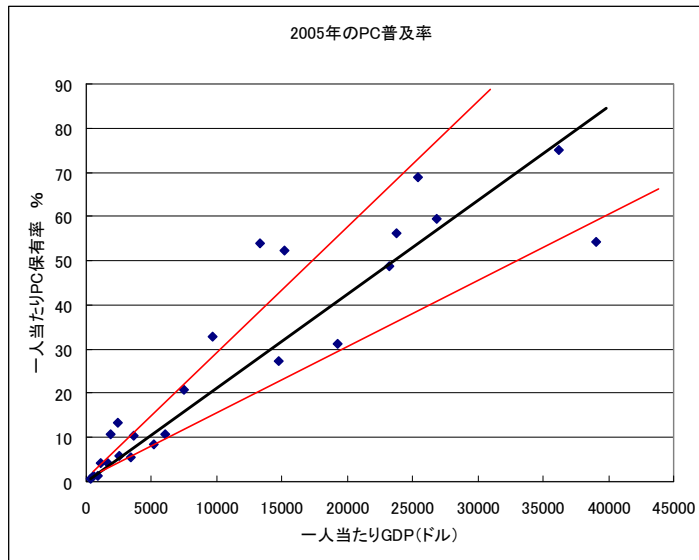


図 A.2-1 : PC の普及率予測曲線

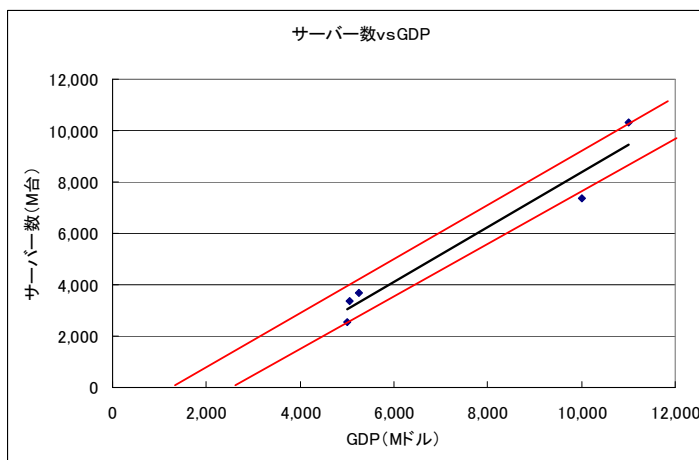


図 A.2-2 : サーバの普及率予測曲線

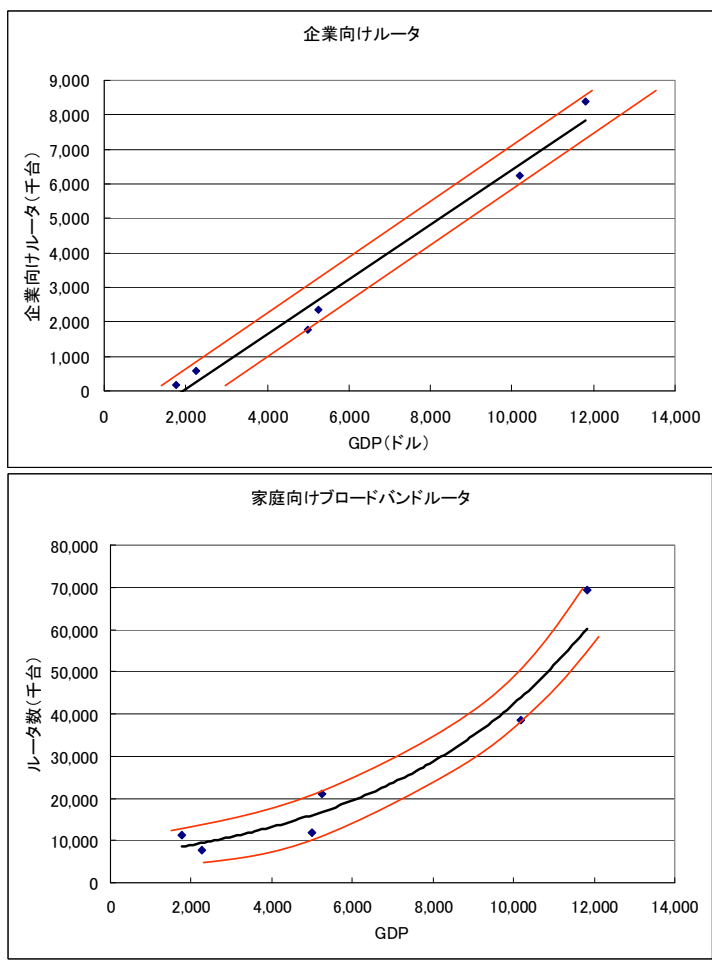


図 A.2-3 : ルータの普及率予測曲線

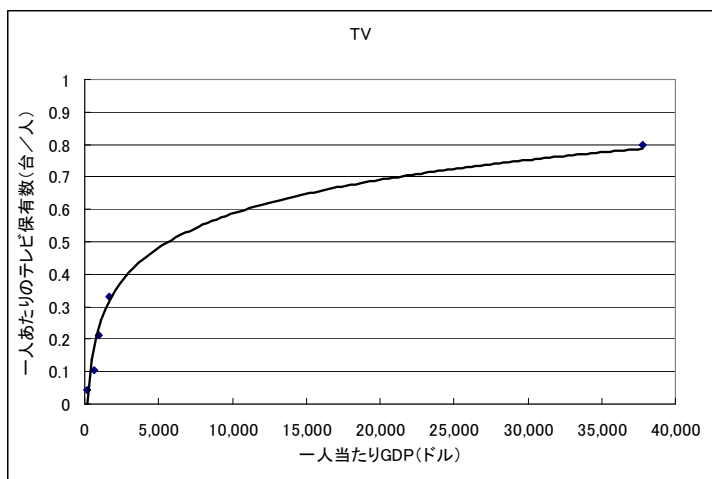


図 A.2-4 : テレビの普及率予測曲線

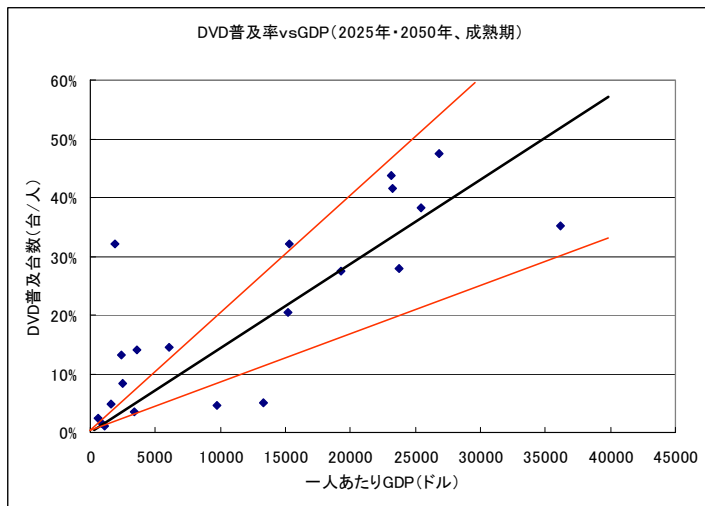
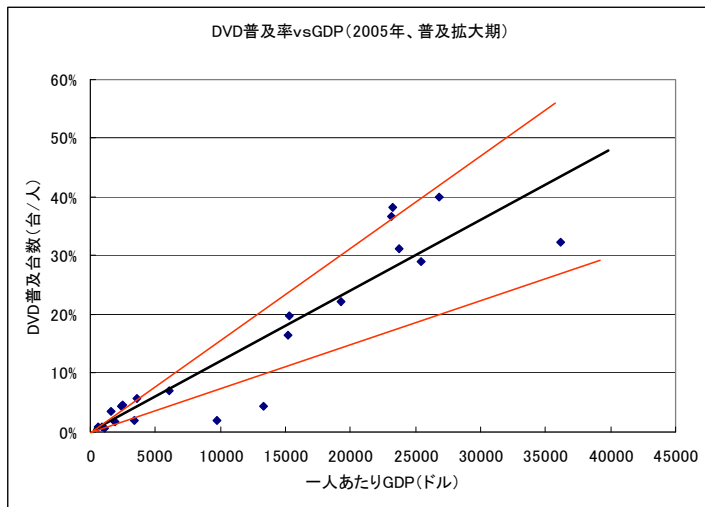


図 A.2-5：家庭用録画再生機器の普及率予測曲線（普及拡大期と成熟期で異なる曲線を用いた）

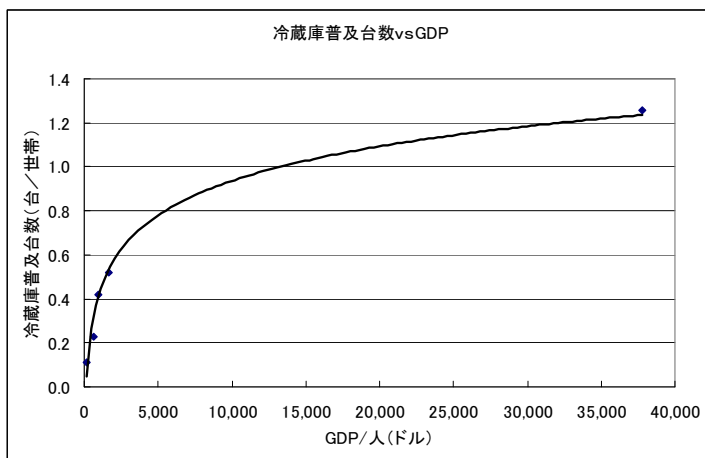


図 A.2-6：冷蔵庫の普及率予測曲線

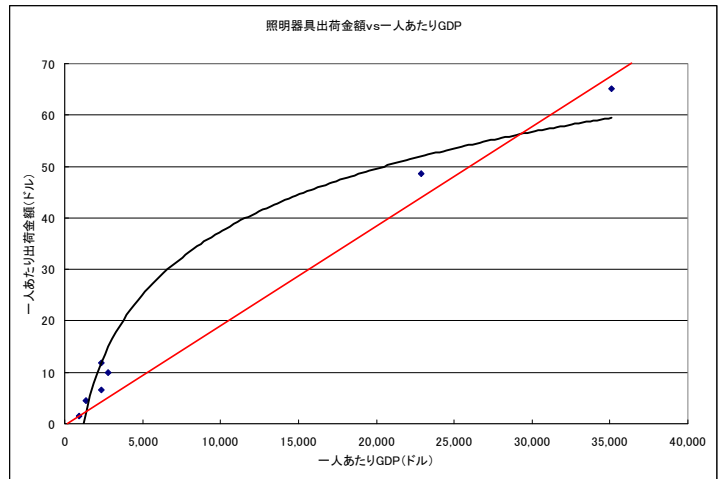


図 A.2-7：照明の普及率予測曲線

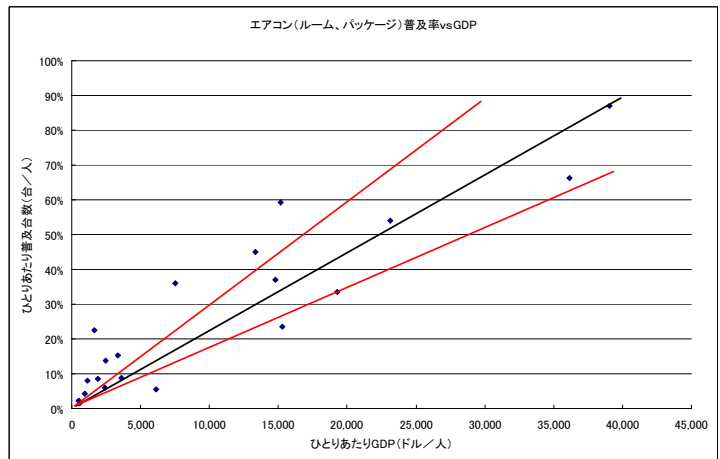


図 A.2-8：エアコンの普及率予測曲線

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、本データセンタ SWG 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ついて特化した角度から、省エネ効果予測に取り組んでいる。

平成 20 年度は、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を実施した。本予測は、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の予測を実施することとしている。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、本 SWG 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⁸⁴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。

⁸⁴ 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)⁸⁵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。

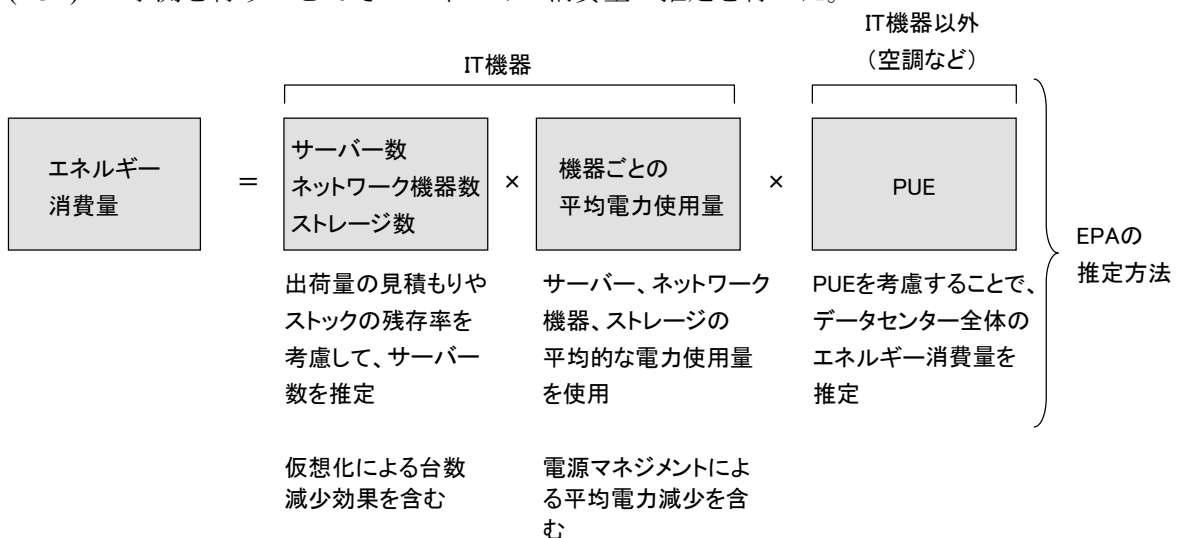


図 3.2-1 : データセンタのエネルギー消費量予測方法

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⁸⁶にならう、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

⁸⁵ 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。

⁸⁶ U.S. Environmental Protection Agency, 2007 : Report to Congress on Server and Data Center Energy Efficiency

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に近づく変化）を考慮に入れている点が、第2部における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⁸⁶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。

シナリオの仮定	歴史トレンド	2005年と想定	運用改善	2025年と想定	2050年と想定
	PUE=2.0と仮定	現状高効率 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)		ベストプラクティス	最先端の省エネ
IT機器	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
変圧器損失	0.05		0.05	0.03	0.03
UPS損失	0.17		0.20	0.10	0.05
冷却(冷水)	0.54		0.30	0.10	
ファン	0.16		0.13	0.03	0.04
照明	0.08		0.02	0.02	0.02
PUE	2.00	1.90	1.70	1.28	1.14

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）。

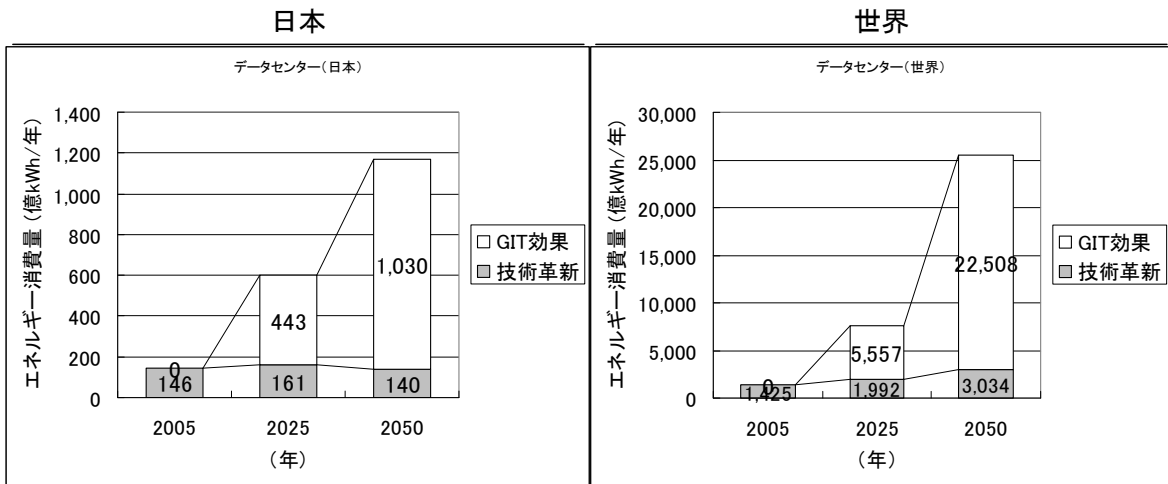


図 3.3-1 : データセンタのエネルギー消費量・エネルギー削減効果 (再掲)

				2005	2025	2050	
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	
	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		
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	
	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		
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)

	ベースライン	2025年のエネルギー削減効果(倍率)		技術革新時
	(億kWh/年)	IT機器	ファシリティ	(億kWh/年)
日本	603	$\times 0.4$ IT機器消費電力 ベースライン: 335 億kWh/年 技術革新時: 125 億kWh/年	$\times 0.7$ PUE ベースライン: 1.8 技術革新時: 1.28	161
世界	7,549	$\times 0.4$ IT機器消費電力 ベースライン: 5,194 億kWh/年 技術革新時: 1,556 億kWh/年	$\times 0.7$ PUE ベースライン: 1.8 技術革新時: 1.28	1,992

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。

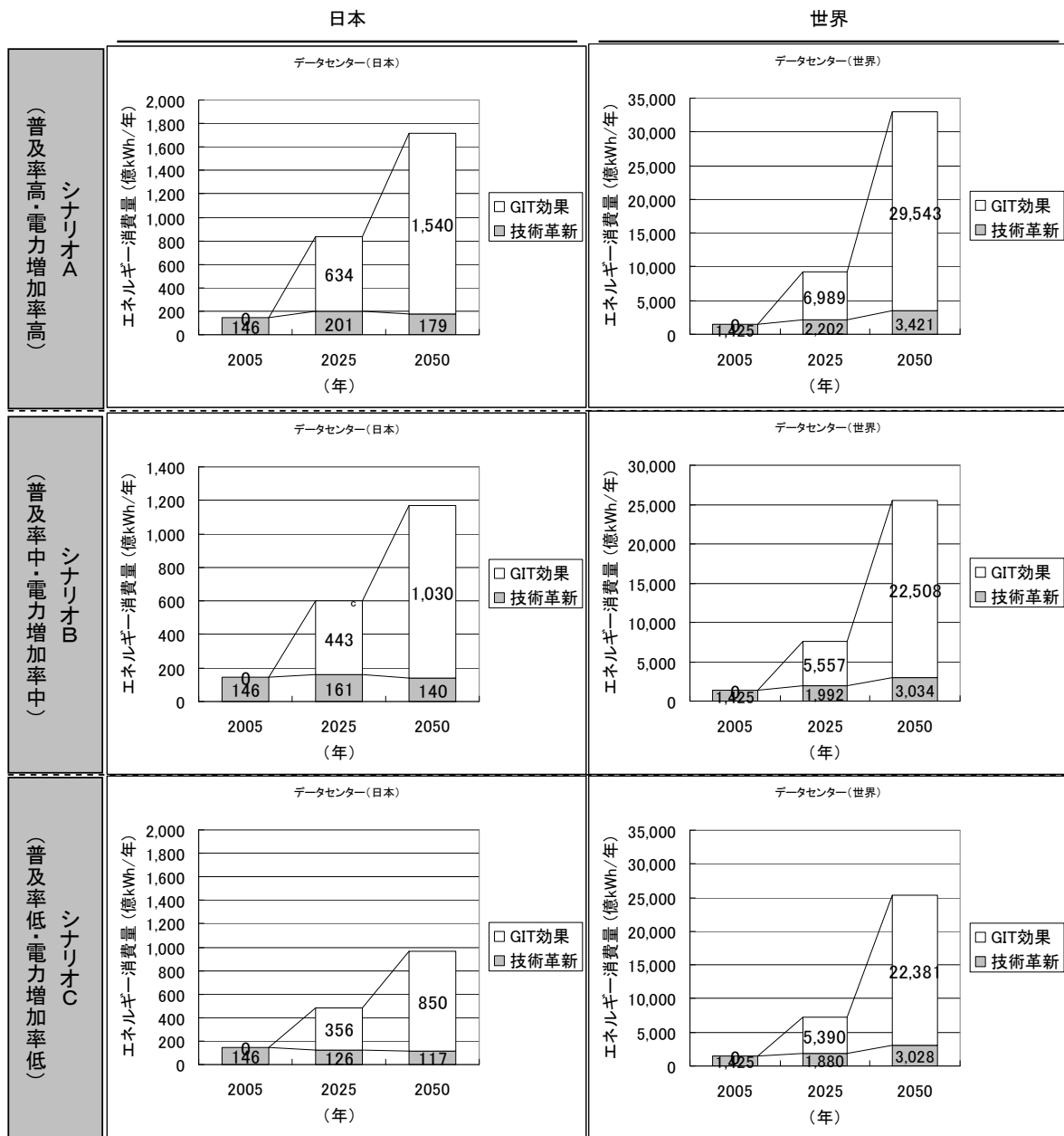


図 3.3-4 : データセンタのエネルギー消費量とエネルギー削減効果 (3シナリオ)

4. データセンターのエネルギー効率指標

サブワーキンググループでは、数回の定例会において、独自のデータセンターエネルギー効率指標の検討を実施した。指標開発に当たっては、

- ・ 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た。以下、検討された新指標の内容について紹介する。

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設備の一部であったり、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した。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。

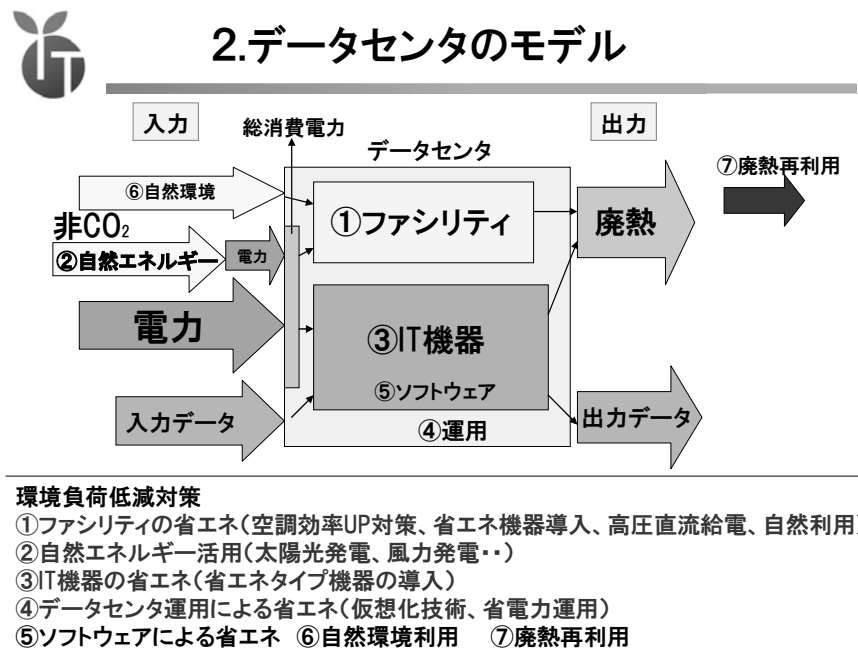


図 3.4-1 : データセンターのモデル

データセンタのエネルギー効率向上の取り組みは、4つに分類することができる。

1. ファシリティの省エネ

空調機器の効率化、電源変換の効率化、自然環境を利用した様々な工夫の推進を促す。

2. IT 機器類の省エネ

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。より省エネな機器の導入を促す。

3. データセンタの効率的運用による省エネ

コンソリゼーション、バーチャライゼーション等により物理機器削減を促す。

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、水力発電等の推進を促す。

データセンタのエネルギー効率指標は、代表的な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。

また、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 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、データセンタエネルギー生産性 (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. 2 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 (有効活用電力効率 (Data Center Usage; DCU)、IT 機器電量効率 (IT Equipment Energy Efficiency; ITEE)、ファシリティ電力効率 (Facility Energy Efficiency; FEE)、グリーン電力効率 (Green Energy Coefficient; GEC)) を作ると共に、それらを総合化したデータセンタ電力効率 (Data Center Performance Par Energy; DPPE) を定義する (図 3.4-2)。DPPE は、4つの指標(DCU, ITEE, FEE, GEC)を取り込み、関数で表したものである。また、それぞれの要素は指標として独立した使い方も可能とする。

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。

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

図 3.4-2 : データセンタ電力効率の構成

ここで、有効活用電力効率 (DCU) は、データセンタ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、DCU=0%、最善の効率的運用を行っているデータセンタは、DCU=100%となるように定義することが考えられる。また、IT 機器電量効率 (ITEE) は、データセンタの潜在能力と消費電力の関係を表す指標である。省エネタイプの機器を導入すればするほど、大きな値とする。ファシリティ電力効率 (FEE) は、ファシリティの省電力化を表す指標である。ファシリティ電力を削減するほど大きな値とする。最後に、グリーン電力効率 (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つの指標が大きくなると、それに見合っ

4. 3 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。

まず、有効活用電力効率 (DCU) は、潜在的なデータセンタ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。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。

具体的な DCU の算出方法としては、「サーバ、ネットワーク機器等の CPU 使用率の平均を使用する方法」、「IT 機器の総実測電力と総定格電力の比を使用する方法」の2つの案が現在検討されている (図 3.4-3)。

DCUの算出例

- (1) DCU = サーバ、NW機器等のCPU使用率の平均
- (2) $DCU = \frac{\text{IT機器の総実測電力}}{\text{IT機器の総定格電力}}$

図 3.4-3 : DCU の算出例

IT 機器電力効率 (ITEE) は、IT 機器の総能力を IT 機器の総電力で割った値と定義する。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、データセンターの中には、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検討する。

・データセンターを構成するIT機器は、サーバー、ストレージ、NW機器の3つで構成されると定義する。

$$\text{ITEE} = \frac{\text{総サーバ能力} + \text{総ストレージ能力} + \text{総NW機器能力}}{\text{IT機器の消費電力}}$$

図 3.4-4 : ITEE の定義式

ここで、「IT 機器の総能力」は、サーバ、ストレージ、NW 機器の各能力を合計したものと定義する (図 3.4-4)。3 種類の機器は目的が異なるため、それぞれの能力を足すことは非常に困難であるが、現在 3 つの案を検討している。

最初の案は、日本の省エネ法であるトップランナー制度で採用している「エネルギー消費効率」を使用する考え方である。日本では、各機器の単位能力あたりの電力がデータシートに必ず記載されている。NW 機器については、今後の記載を待つ必要があるため、ここでは、仮にスループットしている。2 つめは、ベンチマークを利用する案である。いずれも IT 機器の総能力を算出するには、各機器のスペック値に変換が必要となるため、現在検討をおこなっている。

最後に、独自の提案としてビット/エネルギーを計算する方法が提案されている。これはデータセンターの仕事量として、データセンターが処理するビット/秒を採用した指標である。

次に、ファシリティ電力効率 (FEE) は、グリーン・グリッドが提唱する DCiE を採用するのが最適と考えている (図 3.4-5)。ただし、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、今後の整備が必要と考えられる。

$$\text{ファシリティ電力効率} = \frac{\text{IT機器の消費電力}}{\text{DC総消費電力}} = \text{DCiE} = \frac{1}{\text{PUE}} = \text{FEE}$$

(Facility Energy Efficiency)

図 3.4-5 : FEE の定義式

最後にグリーン電力効率（GEC）は、データセンタの総電力消費量を総電力消費量からグリーンエネルギー分を引いたもので割った値である（図 3.4-6）。グリーンエネルギー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。

$$\text{グリーン電力効率} = \frac{\text{DC総消費電力}}{\text{DC総消費電力} - \text{グリーン電力}} = \text{GEC}$$

(Green Energy Coefficient)

図 3.4-6 : GEC の定義式

以上の4つの指標の定義から考えると、データセンタ電力効率 (DPPE) はそれぞれの指標の積で表すことが可能である（図 3.4-7）。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の算出基本式

$$\text{DPPE} = \text{DCU} \times \text{ITEE} \times \text{FEE} \times \text{GEC}$$

図 3.4-7 : DPPE と各指標の関係

4. 4 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。

このうち、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 3.4-8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。

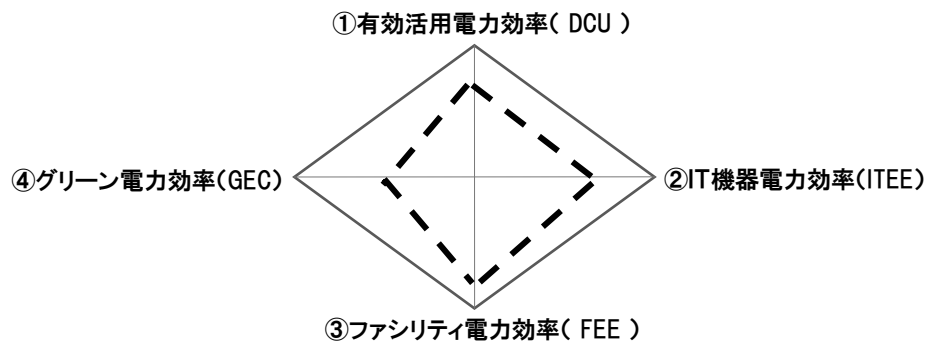


図 3.4-8 : レーダーチャートによる指標の可視化例

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・マネージメント・システム(BEMS)やホーム・エネルギー・マネージメント・システム(HEMS)、さらに工場・エネルギー・マネージメント・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まとめ、2025年および2050年における削減貢献量の予測を行った。

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た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 WG2（以下、WG2）」にて議論したものであり、考えう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

省エネルギーの観点から、IT ソリューションを考慮した場合、その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。

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、WG2 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。

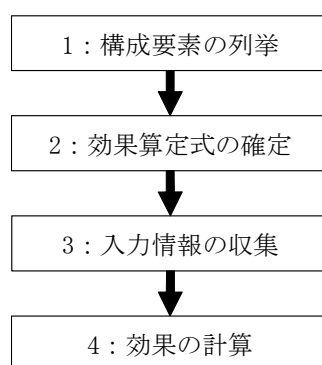


図 4.3-1 : ITソリューションのエネルギー消費削減効果計算フロー

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。

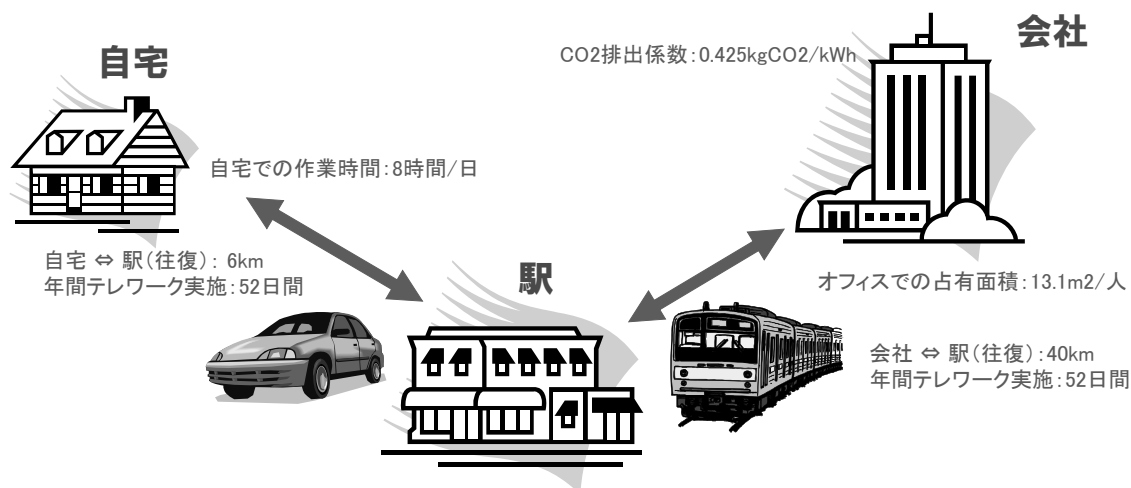


図 4.3-2 : テレワーク事例（概要図）

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]⁸⁷）に係る詳細な説明については、後述 3.4 節を参照のこと。

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

⁸⁷ 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）

$$= (52 [\text{日/人} \cdot \text{年間}] \times 6 [\text{km}]) \times (0.047 [\text{kgCO}_2/\text{人} \cdot \text{km}])$$

$$= 14.7 [\text{kgCO}_2/\text{年}]$$

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えることができる。

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]⁸⁸）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。

$$B = (\text{人の移動距離削減量}) \times (\text{人の公共輸送移動に係る原単位})$$

$$= (B1 : \text{テレワークにより軽減する公共交通輸送に係る累積移動距離})$$

$$\quad \times (B2 : \text{公共交通輸送利用に伴う原単位})$$

$$= (B1 : (\text{テレワーク実施頻度}) \times (\text{テレワーク 1 回当たりの鉄道通勤距離}))$$

$$\quad \times (B2 : \text{公共交通輸送利用に伴う原単位})$$

$$= (52 [\text{日/人} \cdot \text{年間}] \times 40 [\text{km}]) \times (0.005 [\text{kgCO}_2/\text{人} \cdot \text{km}])$$

$$= 10.4 [\text{kgCO}_2/\text{年}]$$

⁸⁸ 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）

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。

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。

$$\begin{aligned} C &= (\text{スタッフ 1 人当りのオフィス占有面積}) \times (\text{テレワーク実施頻度}) \\ &\quad \times (\text{単位面積当りのエネルギー消費原単位}) \\ &= (C1 : \text{オフィススタッフ 1 人当りの占有面積}^{89}) \times (\text{テレワーク実施頻度}) \\ &\quad \times (C2 : \text{オフィスでの単位面積当りのエネルギー消費原単位}^{90}) \\ &= 13.1 [\text{m}^2/\text{人}] \times (52/260) \times 76.0 [\text{kgCO}_2/\text{m}^2/\text{年}] \\ &= 199.1 [\text{kgCO}_2/\text{年}] \end{aligned}$$

⁸⁹ 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

⁹⁰ 同上

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]⁹¹) 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/8 時間] = 0.192 [kWh/8 時間]) 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]⁹²)

$$\begin{aligned}
 D &= (\text{IT 機器 1 台当りの消費電力量}) \times (\text{系統電力の消費に対する原単位}) \\
 &= (D1 : \text{ノート PC の使用に係る電力消費量}) \\
 &\quad \times (D2 : \text{系統電力の消費に対する原単位}) \\
 &= (D1 : \text{IT 機器台数} \times \text{IT 機器 1 台当りの消費電力} \times \text{IT 機器消費時間}) \\
 &\quad \times (D2 : \text{系統電力の消費に対する原単位}) \\
 &= (1 [\text{台}] \times 0.192 [\text{kWh}/8 \text{ 時間} \cdot \text{台}] \times 52 [\text{日間}]) \times (0.425 [\text{kgCO}_2/\text{kWh}]) \\
 &= 4.2 [\text{kgCO}_2/\text{年}]
 \end{aligned}$$

⁹¹ 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。

⁹² 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）⁹³を利用するものとした。消費電力量は、以下の通りとなる。

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

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]⁹⁴）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。

⁹³ 省エネルギーセンター 省エネ性能カタログ 2008 より

⁹⁴ 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を算定する際、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 4.3 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には、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 <small>文庫1</small>
			○	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 <small>文庫1</small>
			○	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 <small>文庫1</small>
			○	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 <small>文庫1</small>
			○	2.22 (kgCO2-liter)	---	---	
	都市ガス		○	2.10 (kgCO2-liter)	---	---	
			○	3.00 (kgCO2/kg)	---	---	地球温暖化対策の推進に関する法律
LPG		○	6.50 (kgCO2/m3)	---	---		
		○	0.363 (kgCO2/kWh)	---	---	総務省 地球温暖化問題・・・2008年4月 <small>文庫2</small>	
電力		○	0.425 (kgCO2/kWh) 東京電力	0.289 - 0.550	毎年 <small>注1</small>	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 <small>注2</small>	
		○	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、熱電併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 注2
	QR:書機型	○			0.25 (kgCO ₂ /枚)	---	---	機械統計年報 2001年
	QR:筆記型	○			0.46 (kgCO ₂ /枚)	---	---	機械統計年報 2001年
	オフィス	○			76.0 (kgCO ₂ /m ²)	---	---	環境研「環境負荷原単位」等 注2
	会議会場	○			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 省エネルギー庁 2005年
	事務所ビル			○	657 (kWh/m ²)	---	---	東京都 省エネルギー庁 2005年
	NW通信	○			0.0025 (kgCO ₂ /Mbyte) 注1	---	---	産環協「ICTサービスの...」2004年 注2
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)	---	---	
	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 注2	

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	○	0.615 (kgCO ₂ /人・km)	---	---	日本統計年鑑 2005年
	航空機	○	1.860 (kgCO ₂ /人・km)	---	---	日本統計年鑑 2005年
	鉄道	○	0.329 (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 /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
	営業用小型トラック	○	0.226 (kgCO ₂ /人・km)	---	注1	
	自家用普通トラック	○	0.098 (kgCO ₂ /人・km)	---	注1	
	自家用小型トラック	○	0.776 (kgCO ₂ /人・km)	---	注1	
	鉄道	○	0.006 (kgCO ₂ /人・km)	---	注1	
	内航船舶	○	0.011 (kgCO ₂ /人・km)	---	注1	
航空	○	0.398 (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、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	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 (kgCO ₂ /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 (kgCO ₂ /km)	---	---	
	ディーゼルハイブリッド	○	0.123 (kgCO ₂ /km)	---	---	
	燃料電池車	○	0.089 (kgCO ₂ /km)	---	---	
	圧縮天然ガス車	○	0.087 (kgCO ₂ /km)	---	---	
電気自動車	○	0.148 (kgCO ₂ /km)	---	---		
【事例】 車両燃費	ガソリン車	○	0.274 (kgCO ₂ /km)	---	---	承認CDM Prj. ボゴタラントスミレニオ PDD
	ディーゼル車	○	0.290 (kgCO ₂ /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生じる場合もある。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 : kgCO ₂ /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 19 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」

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ガー覧(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ガー覧(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。

◆ 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		
<p style="text-align: center;">システム概念図</p>		
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 大規模事務所ビルにおける 1日あたりの平均	プラス 電力消費：102.4 kgCO ₂ /年 冷水熱量：15.3MJ (エネルギー6.2% 削減)	マイナス 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。

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

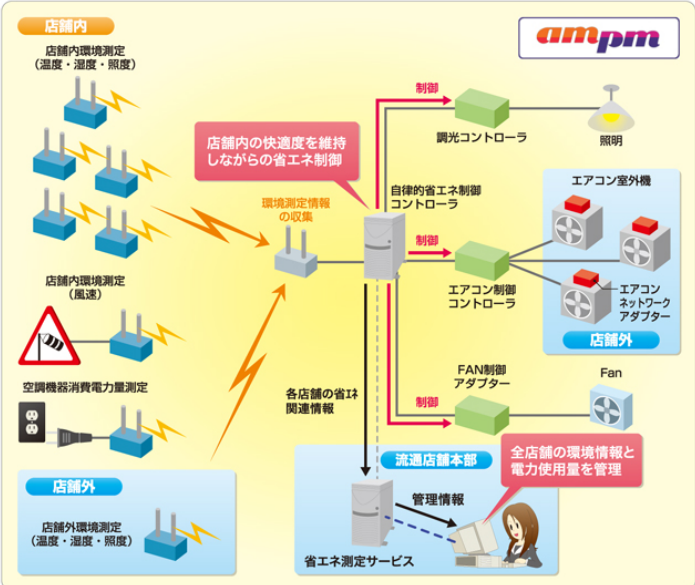
OKIは無線センサネットワーク技術と情報通信技術を活用し、CO2削減に貢献します。

▶▶ 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

<p>評価条件 大規模事務所ビルにおける 1日あたりの平均</p>	<p>プラス 電力使用量：5%削減</p>	<p>マイナス —</p>
---	---------------------------	-------------------

出所等：沖電気工業株式会社資料

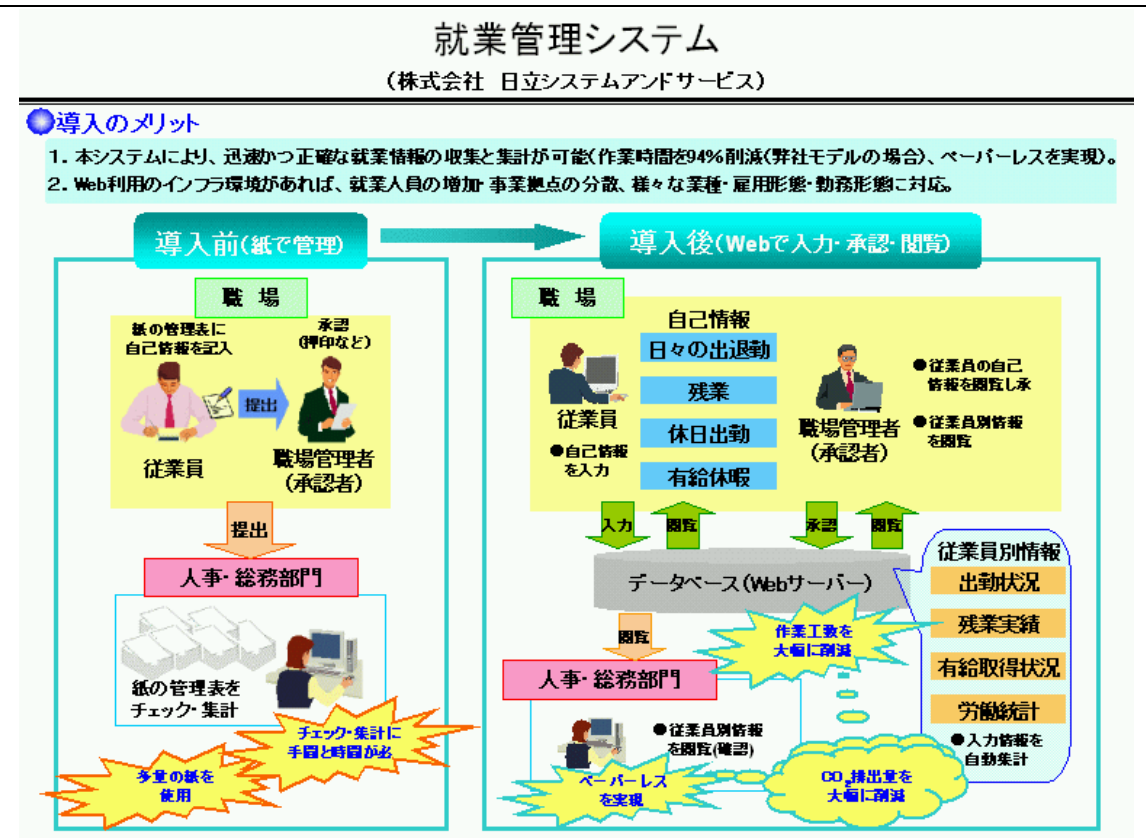
◆ ペーパーレスオフィス

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> </div>		
<p style="text-align: center;">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。 		
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：137,241tonCO2 物の移動：12,694 tonCO2	マイナス ICT システム：2,203tonCO2
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。



導入効果概念図

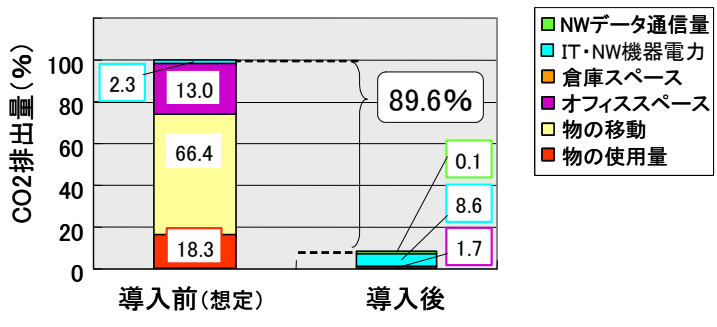
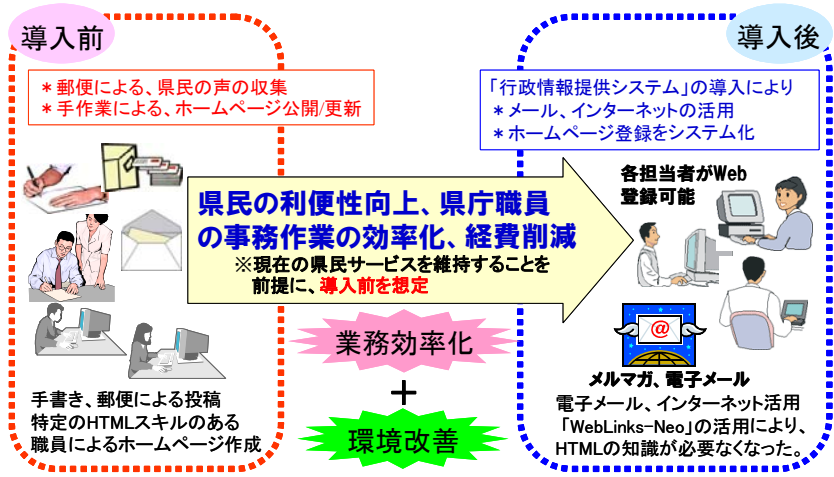
評価条件 毎月の従業員 4,250 人の就業情報の 1 年間の提出・収集・チェック・集計業務	プラス 紙の消費：2,390kgCO ₂ 削減 業務効率化：3,588 kgCO ₂ 削減	マイナス ICT システム：58kgCO ₂ 増加
---	---	---

出所等：製品紹介 <http://www.hitachi-system.co.jp/lysihea/>

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。

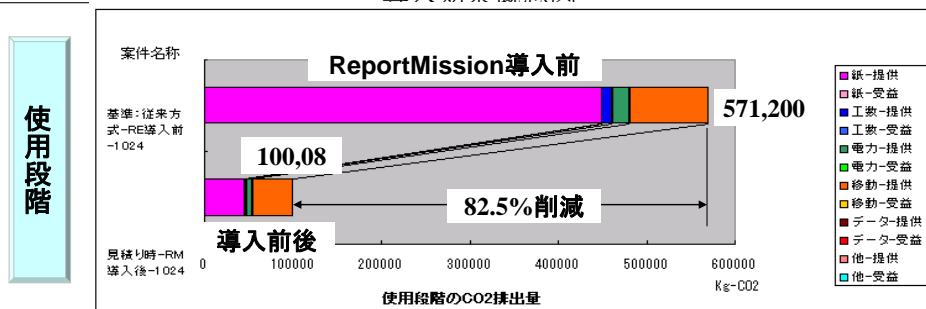
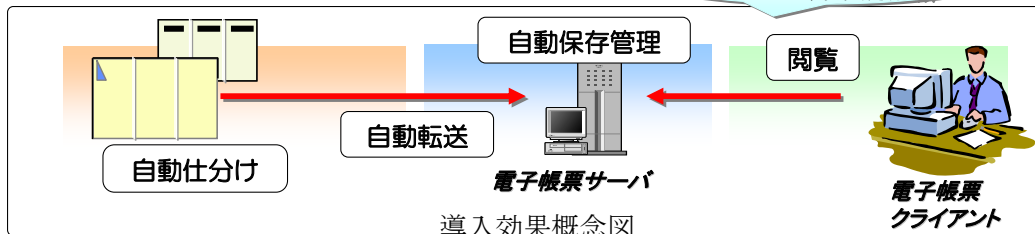
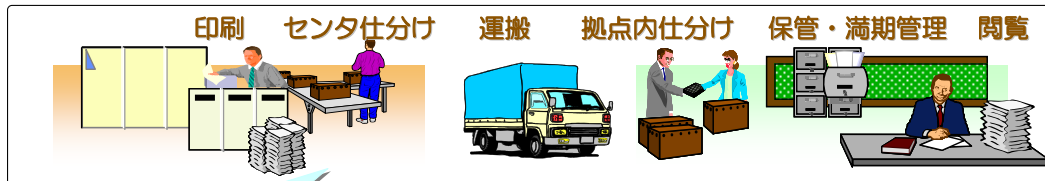
評価条件 ある自治体における1年間の情報収集・情報提供業務	プラス 物の消費：3,627kgCO ₂ 物の移動：13,119kgCO ₂ オフィススペース： 2,221kgCO ₂	マイナス IT・NW電力消費量： 1,244kgCO ₂ NWデータ通信量：19kgCO ₂
----------------------------------	---	---

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る紙印刷の 10%に削減、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。



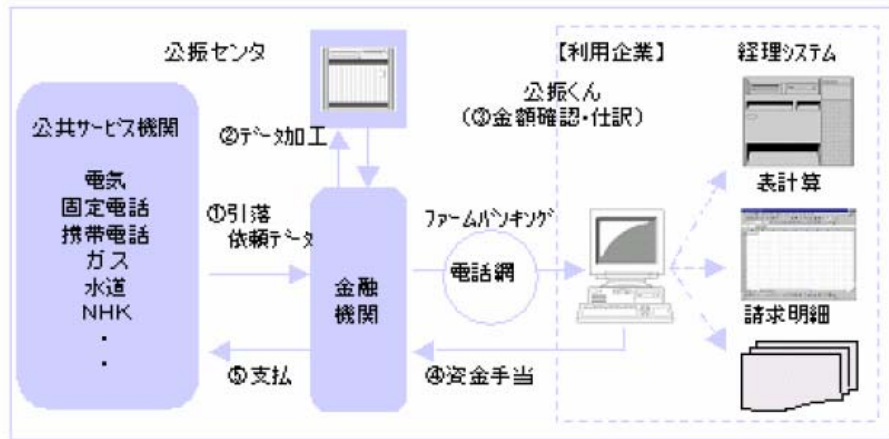
紙消費削減	移動削減	作業削減
--------------	-------------	-------------

<p>評価条件</p> <p>年間 4,800 万枚の帳票類を 10 拠点・100 部署に配布する作業を帳票を 10 分の 1 に削減</p>	<p>プラス</p> <p>紙の消費：404,100kgCO2</p> <p>物の移動：45,100kgCO2</p> <p>業務効率化：10,200kgCO2</p> <p>既存 ICT システム：11,719kgCO2</p>	<p>マイナス</p> <p>なし</p>
---	---	-----------------------

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。



システム概念図

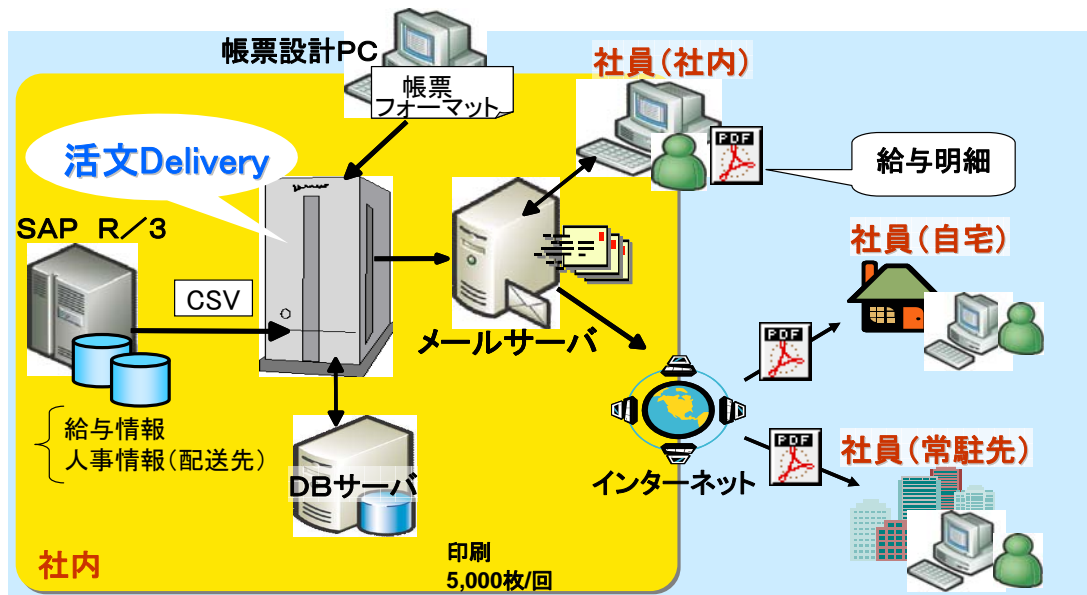
評価条件 1年間の公共料金の支払関連業務	プラス 紙の消費：15,897kgCO2 物の移動：12,949kgCO2 業務効率化： 1,498,275kgCO2	マイナス ICTシステム： 72,511kgCO2
-------------------------	---	---------------------------------

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

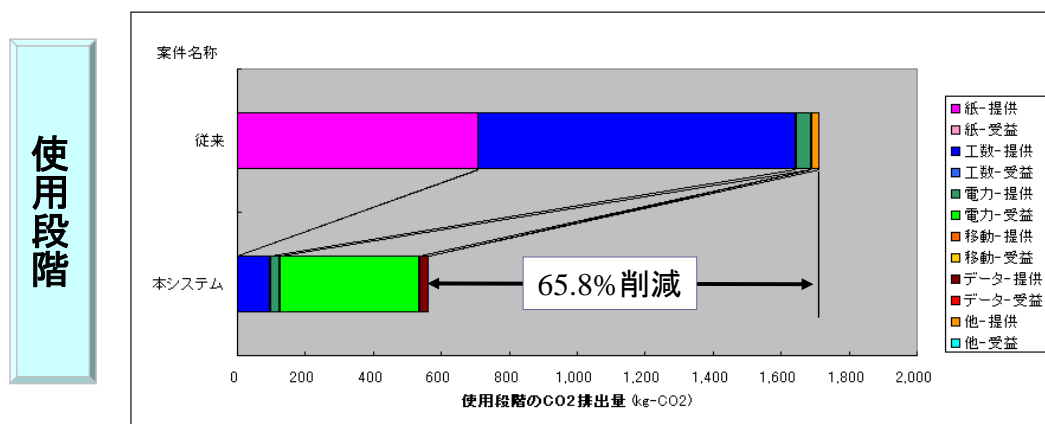
タイトル：給与明細の電子配信システム

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。



印刷 5,000枚/回
10,000枚/月(従来)を削減

※) 社員数: 5,400人



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

概要：集合研修におけるインターネットを使用した研修システムによる、テキスト等の紙の削減と受講者・講師の移動の削減、業務の効率化。

導入前

* 交通手段を利用し、全国の各拠点で、集合教育を受講していた。

eラーニングシステムによる環境負荷低減

- テキスト等の紙使用量：約5万枚を削減
- 受講者や講師の移動：約7万kmの移動
- 業務の効率化
 - ・受講者の平均受講時間 約4時間⇒約2.5時間
 - ・講師/事務局の作業 約2.2人月⇒約0.1人月

導入後

* インターネットを利用し、各自が自席で、自由な時間に教育を受講出来るようになった。

CO₂排出量の比較(絶対値)

項目	導入前 (kg-CO ₂ /年)	導入後 (kg-CO ₂ /年)
物の消費	~1,000	~1,109
人の移動	~4,014	0
オフィススペースの効率化	~1,635	0
業務効率化	~1,831	~2,590
ITシステム	0	~12
合計	8,480	3,699

eラーニングソリューション「Internet Navigware」の環境改善効果

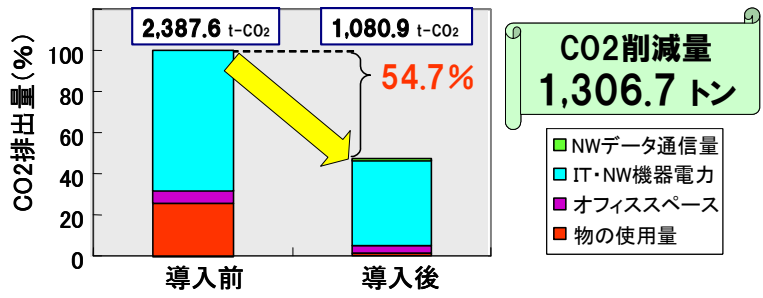
導入前の集合研修では、紙テキストの配布、テストの実施、結果の回収に対し、稼働と莫大な費用がかかっていた。導入後は、インターネットを使用して、時間や場所に拘束されず、自席にて学習できるようになった。また、システム化により、テキストの紙使用と受講者講師の移動の削減され、業務も効率化された。

評価条件 社員約 1,900 人を対象としたある eラーニングによる 1 年間の研修の実施	プラス 物の使用量：253kgCO ₂ 人の移動：4,014kgCO ₂ オフィススペース：1,635kgCO ₂	マイナス IT・NW 電力消費量：1,109kgCO ₂ NW データ通信量：12kgCO ₂
---	--	--

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/solutions/elearning/casestudies/housefoods/#house02>
<http://img.jp.fujitsu.com/downloads/jp/jeco/solutions/51-interledge.pdf>

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

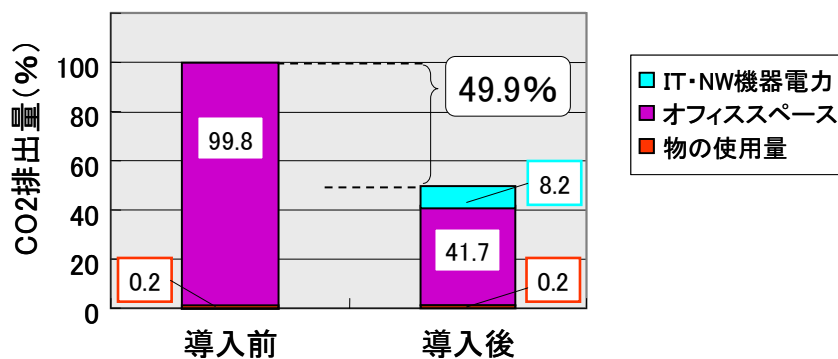
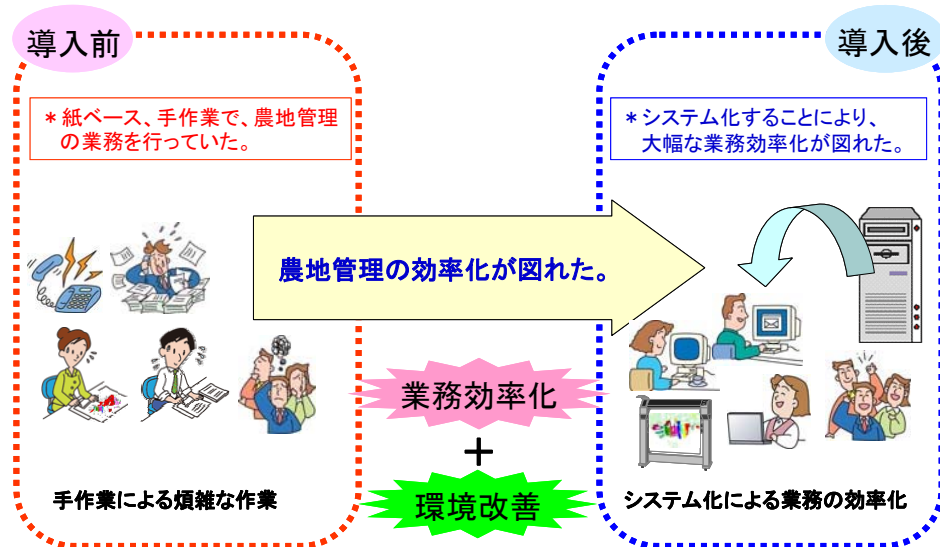
「お客様に親切 POS」をコンセプトに開発、導入したが、商品の注文伝票や取引記録の電子化により、年間で 180 万枚の伝票用紙、140 万ロールのジャーナル用紙の削減とサーバ集約による電力消費の削減など環境負荷軽減の面でも大きな成果が得られた。

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。



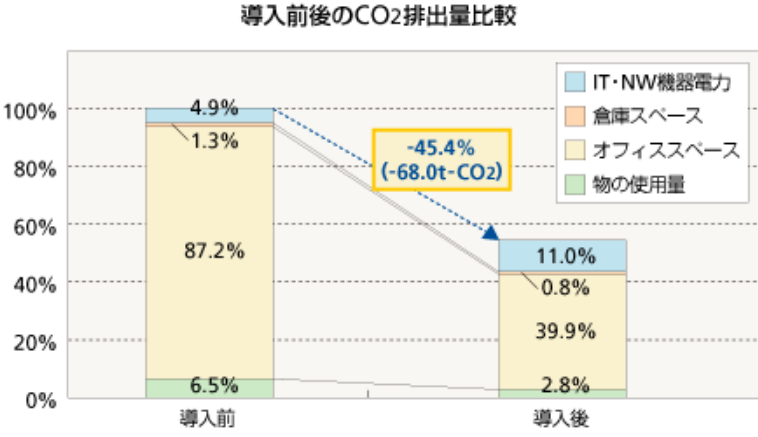
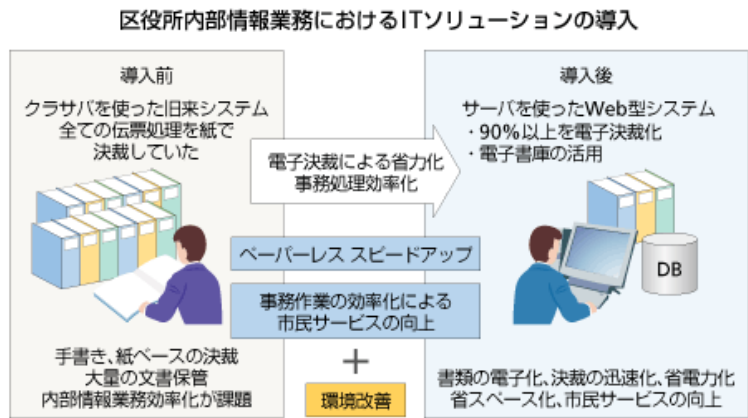
農業向け地理情報ソリューション「農地管理 GIS」の環境改善効果
 導入前は紙ベース、手作業で地図・台帳の管理、共済耕地図面（帳票）、分布図の作成を行っていた。導入後は、システム化することにより、職員の作業（地図、台帳の更新／検索／印刷作成）を大幅に効率化した。

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-CO ₂ (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-CO ₂
---	---	--

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 4 5%削減（約 6 万 8 千トン）

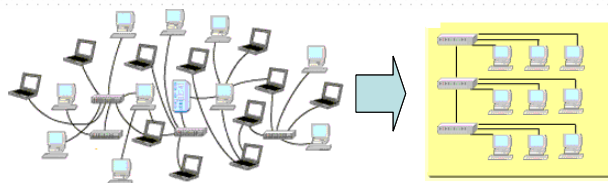
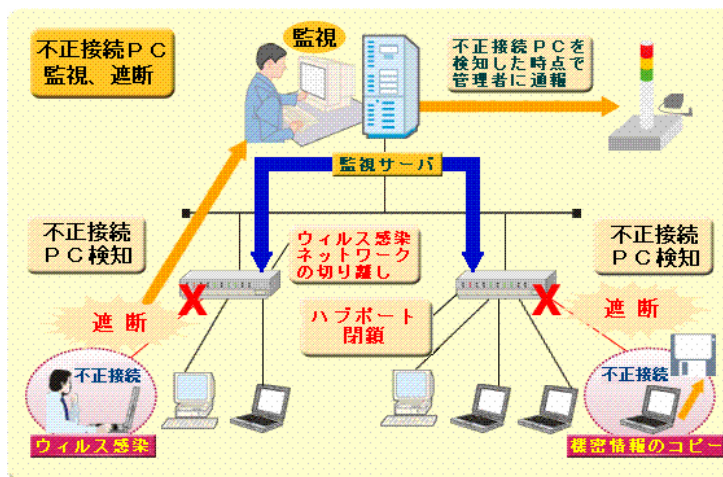
評価条件 ある自治体における 1 年間の伝票処理業務（財務・契約、庶務事務、文書管理）。	プラス 物の使用量：5,472 kg-CO ₂ オフィススペース： 70,892 kg-CO ₂ 倉庫スペース：813 kg-CO ₂	マイナス IT・NW 電力消費量： 9,161 kg-CO ₂
---	--	--

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

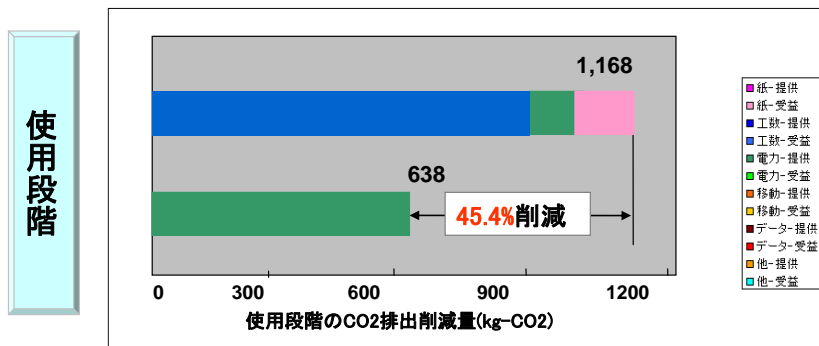
タイトル : 情報漏洩対策・PC 管理

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

概念図



使用段階

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

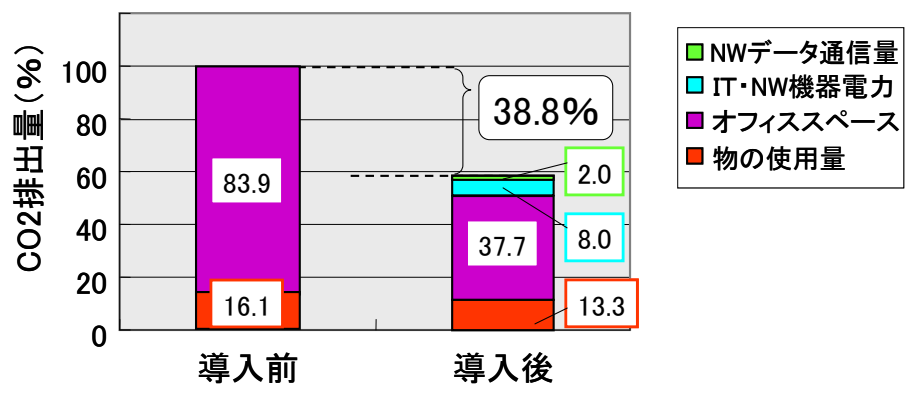
マイナス

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

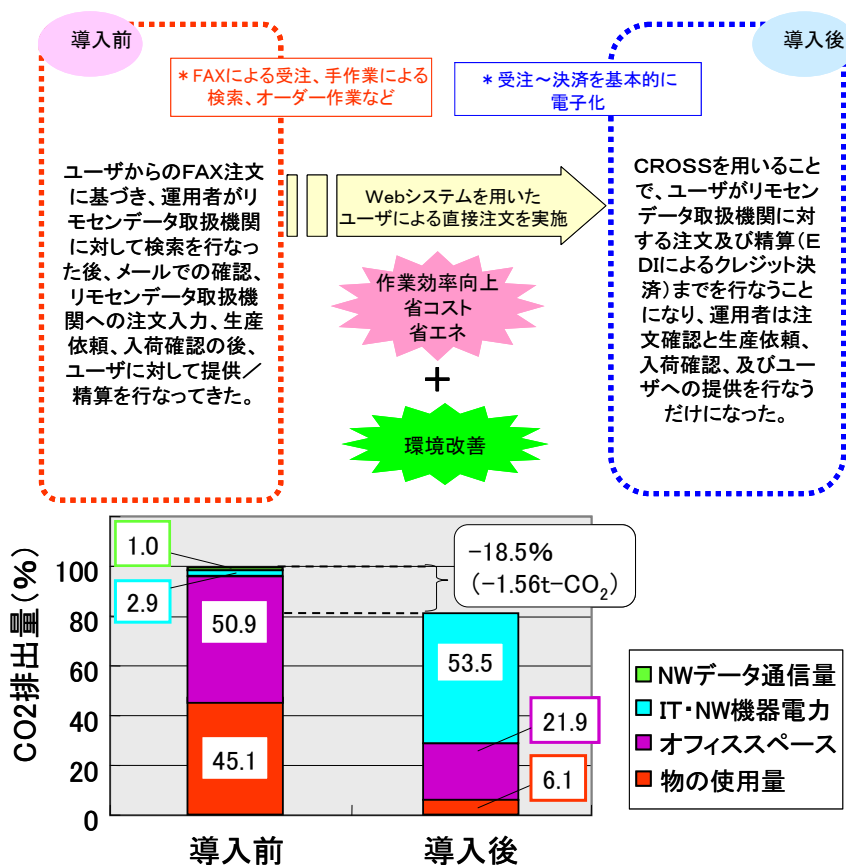


評価条件 オフィスにおける 1 年間の 資料作成及び情報共有・管理	プラス 紙の消費：39,877kgCO2	マイナス ICT システム：5,293kgCO2
---	-------------------------	-----------------------------

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：ユーザー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ーによる直接注文を実現し、ユーザー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、及びユーザーへの提供を行なうだけになった。

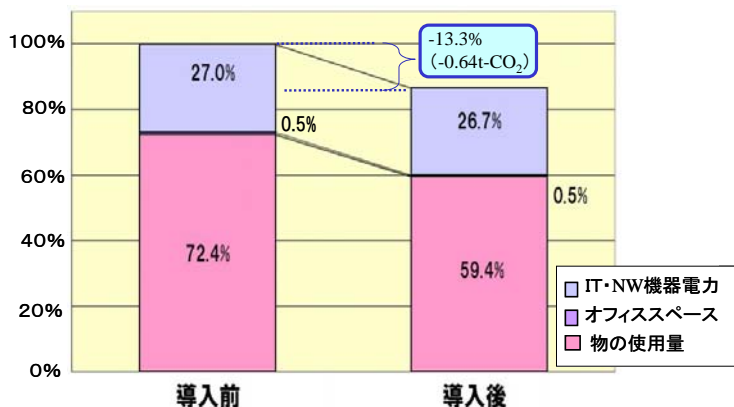
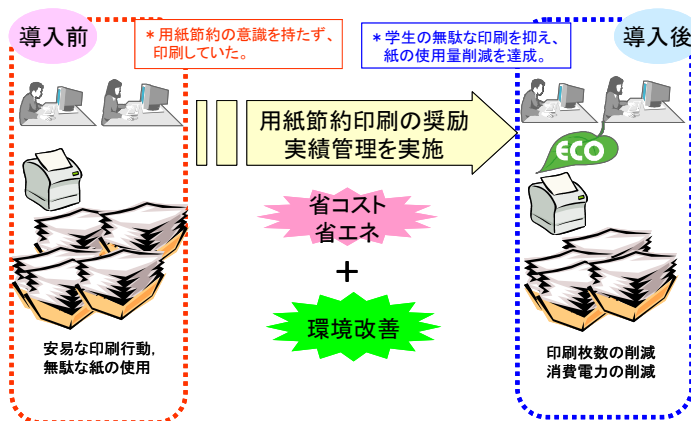
評価条件	プラス	マイナス
あるセンターにおける1年間の地球観測衛星画像の販売業務	物の使用量：3,290 kg-CO ₂	IT・NW 電力消費量：
	オフィススペース： 2,451 kg-CO ₂	4,266 kg-CO ₂
	NW データ通信量： 15 kg-CO ₂	

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。

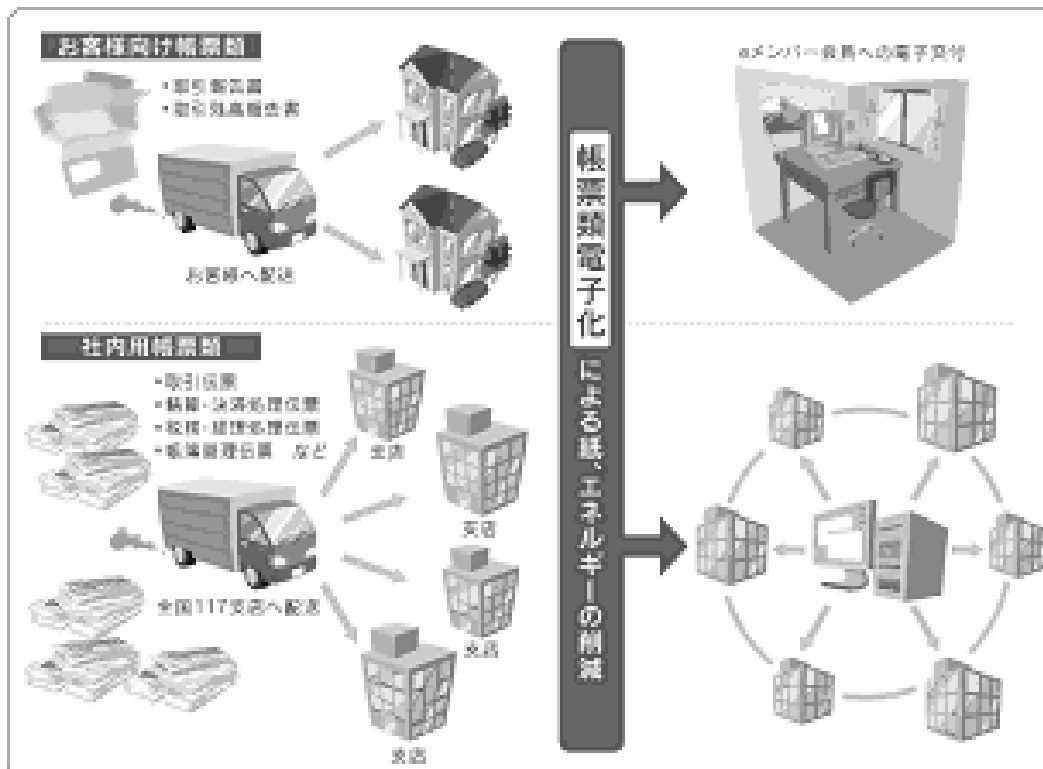
評価条件 ある大学のパソコン 124 台 における 1 年間の印刷	プラス 物の使用量：621 kg-CO ₂ IT・NW 電力消費量： 15 kg-CO ₂	マイナス なし ※オフィスのスペース： 導入前後で変化なし
---	--	--

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。		
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <h2 style="margin: 0;">一括決済サービスとは</h2> <p style="margin: 5px 0;">企業間決済に必要な手形をペーパーレス化可能な “手形レス”スキームの代表格</p> </div> <p>金融機関における「一括決済ビジネス」基盤を提供</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>： 重複したシステム 。</p> </div> <div style="font-size: 2em; color: blue;">➔</div> <div style="text-align: center;"> <p>： ASPですっきり 。</p> </div> </div> <p style="text-align: center; background-color: yellow; border-radius: 50%; padding: 5px;">「一括決済」ASP利用による 早期サービス展開が必須！</p> </div>		
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：2,518kgCO ₂ 郵送：7,481kgCO ₂ 自動車輸送：1,834kgCO ₂ CO ₂ 換算で36%削減	マイナス
出所等：株式会社NTTデータ		

企業名：大和証券株式会社 (株式会社大和総研)	タイトル：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)
----------------------------	---

概要：紙ベースで行っていた情報伝達を電子帳票システムにより電子データ化



システム概念図

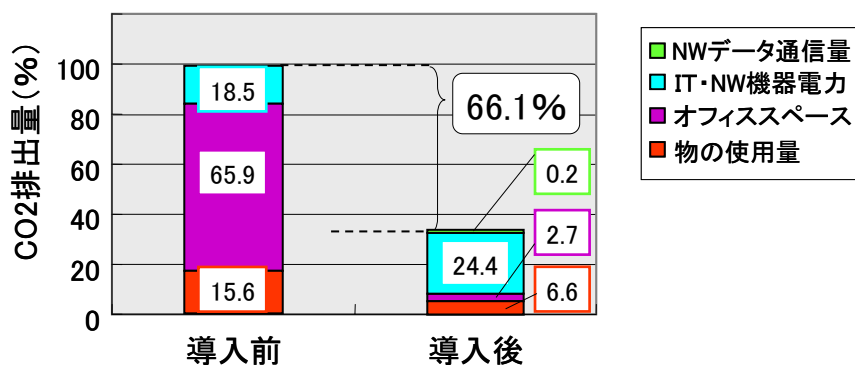
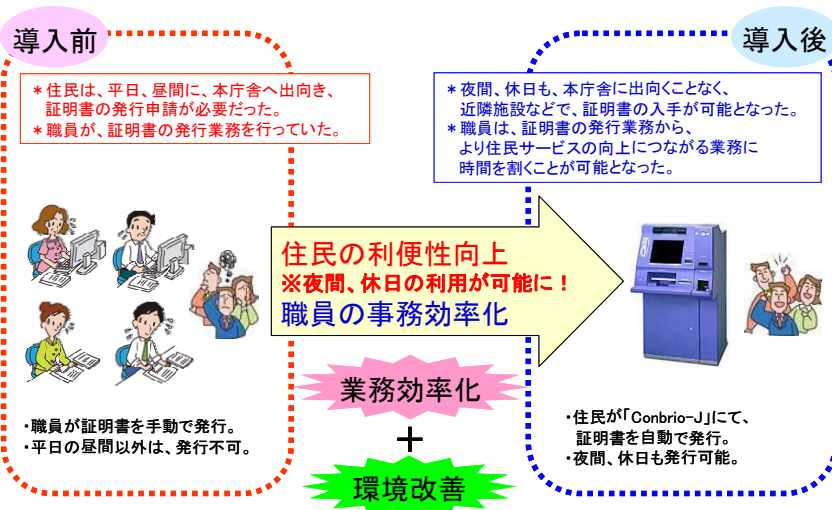
評価条件	プラス	マイナス
A.お客さま向け帳票類(取引報告書、取引残高報告書、各種案内書など)の電子化	紙の使用量削減 A. 累計 約 6,400 万枚 (2009/2 時点)	
B.社内用帳票類(取引伝票、精算・決済処理伝票など)の電子化	B.97% (2年間で4080万ページから83万ページへ)	

出所等：http://www.daiwa-grp.jp/branding/report/2008/im_globalenvironment.html

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



証明書自動交付システム「Conbrio-J」の環境改善効果

評価条件

住民 80 万人規模のある自治体の証明書交付業務

プラス

物の使用量：5,522 kg-CO₂

オフィススペース：

38,728 kg-CO₂

マイナス

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>

◆ 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。

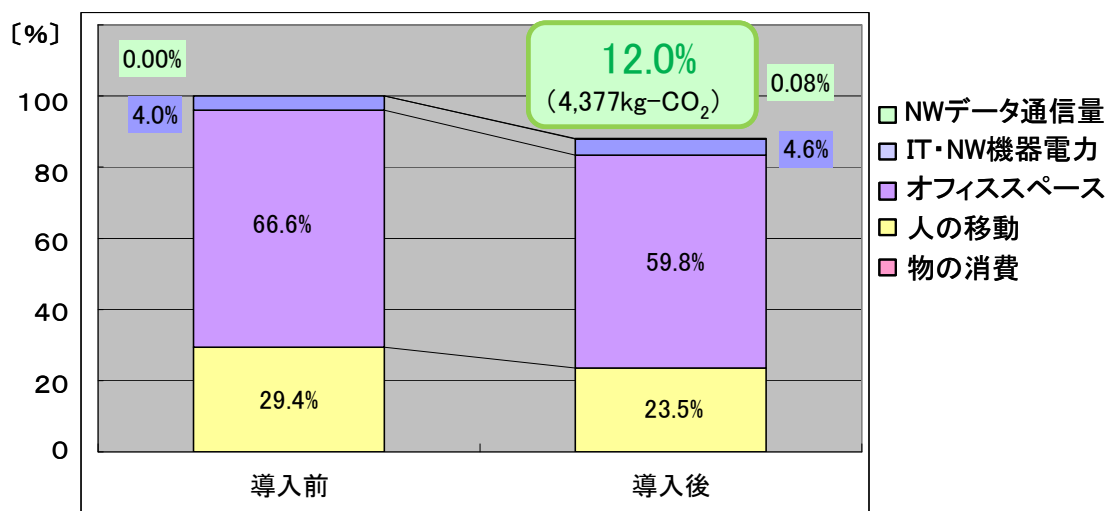
<導入前>

- ・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介して、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）。



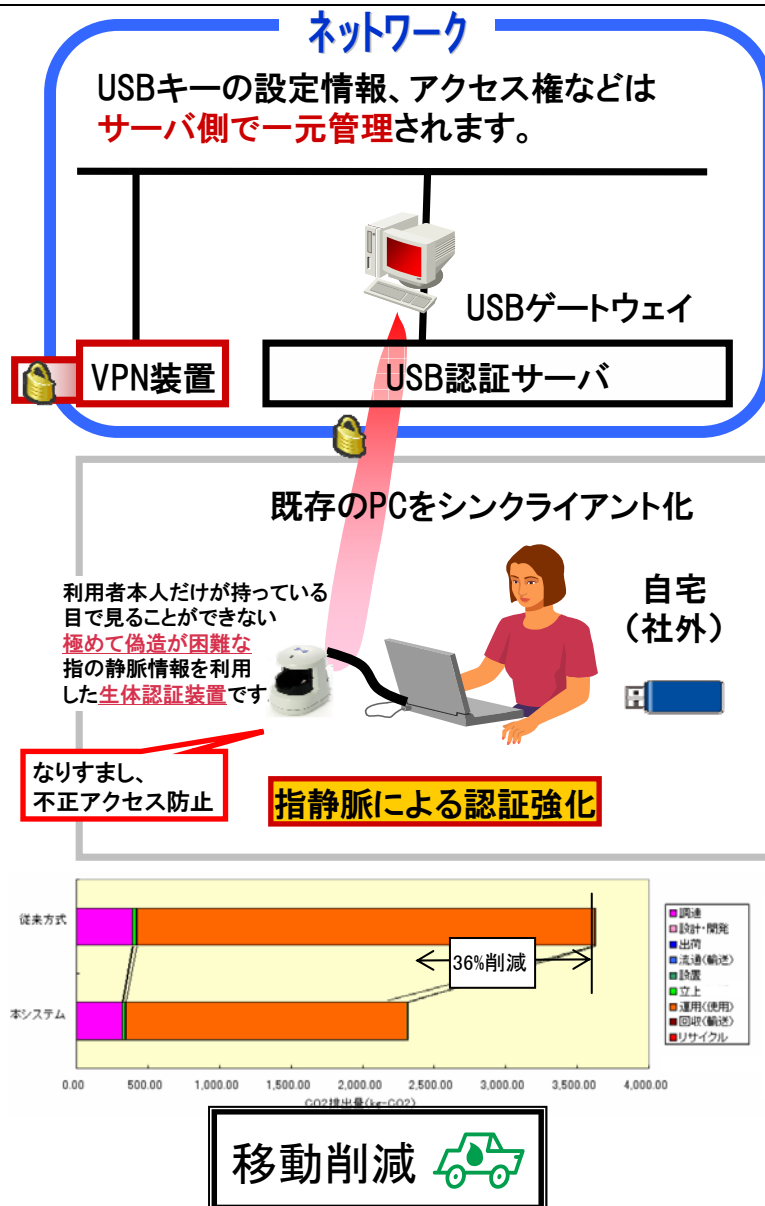
富士通ワイエフシーにおけるテレワークの環境改善効果

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） ・事務所への通勤手段は全員電車を利用	オフィススペース： 2,461 kg-CO ₂ 人の移動：2,153 kg-CO ₂	IT・NW 電力消費量： 200 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



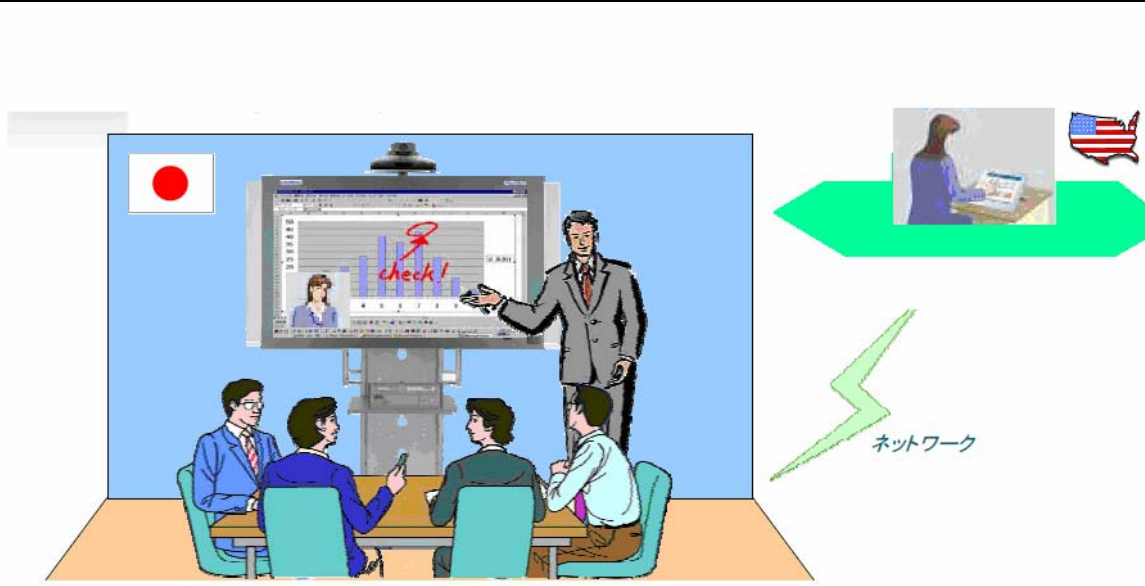
評価条件	プラス	マイナス
移動によるエネルギー消費削減	移動などの負荷低減 : 14,009kgCO2	ICT システム初期導入 : 143kgCO2

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>

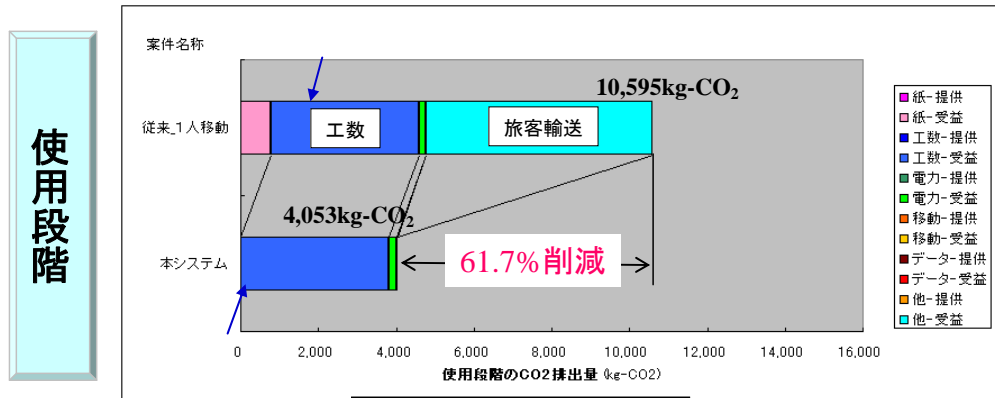
◆TV 会議

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


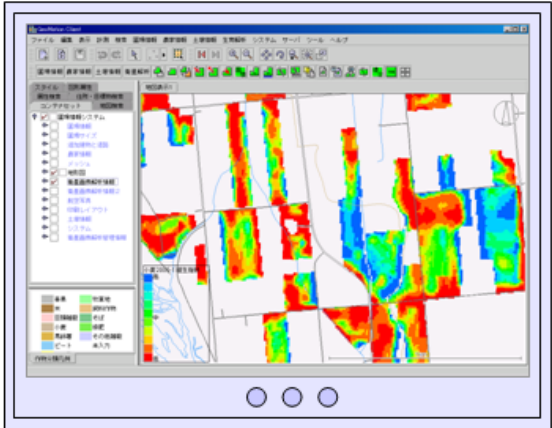
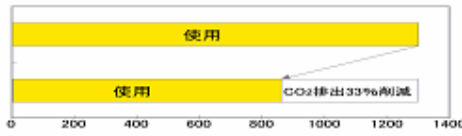




移動削減

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：784kgCO2 人の移動：5,837kgCO2	マイナス ICT システム：79kgCO2
------------------------------------	---	--------------------------

出所等：<http://hitachisoft.jp/products/starboard/solution/enterprise.html>

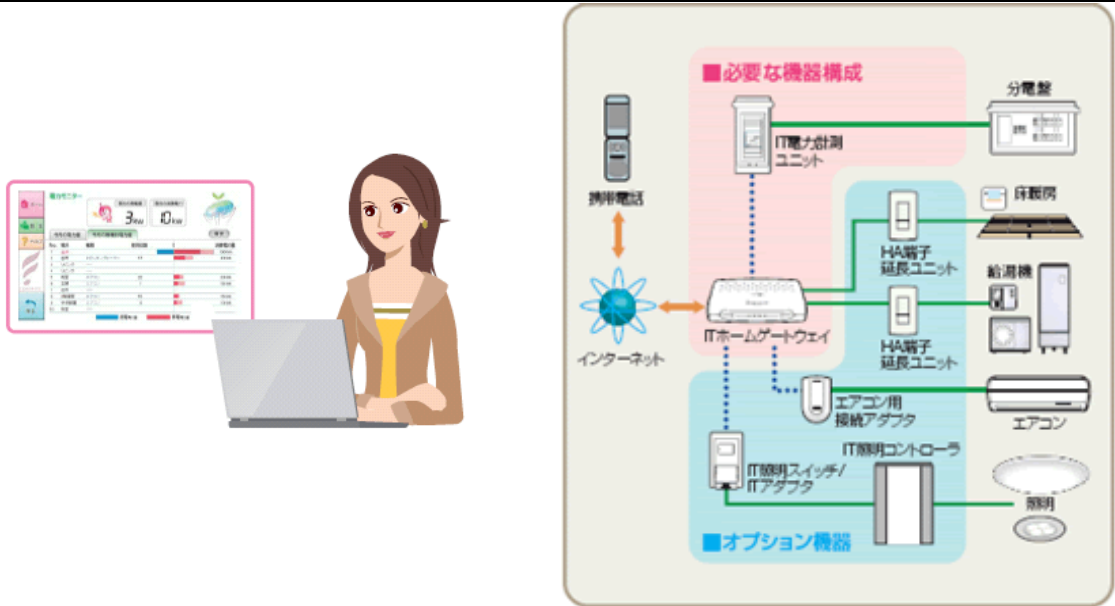
◆リモートセンシング・遠隔管理

<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 </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> <div style="margin-top: 20px;"> <p>GeoMation Farm導入後</p>  <p>生育予測・食味解析システム画面</p> </div> <p>圃場面積：53km²、小麦収穫量：24,872 トンの収穫・乾燥作業を評価 1,300t-CO₂→ 869t-CO₂ へ削減</p> <p>導入前・後の全ライフサイクルでのCO₂排出量の比較</p>  <p>使用段階のCO₂削減量 (t-CO₂)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <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>		

◆ HEMS

企業名：株式会社東芝	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
------------	-----------------------------

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



システム概念図

評価条件	プラス オフィス： 99kgCO2	マイナス ICTシステム： 0.3kgCO2
出所等： http://feminity.toshiba.co.jp/feminity/plan/index.html#denryoku		

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イニティ 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」

- ・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。

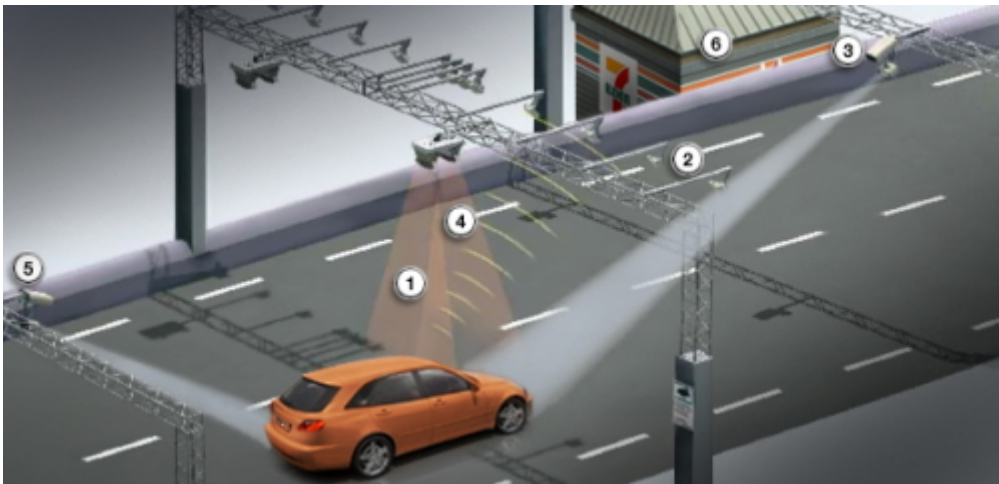
④リモコン機器は後付け可能なワイヤレス型も選択可能。

評価条件	プラス	マイナス
一般戸建住宅	電力の 10%削減	

出所等：http://denko.panasonic.biz/Ebox/kahs_eco/

◆ 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	



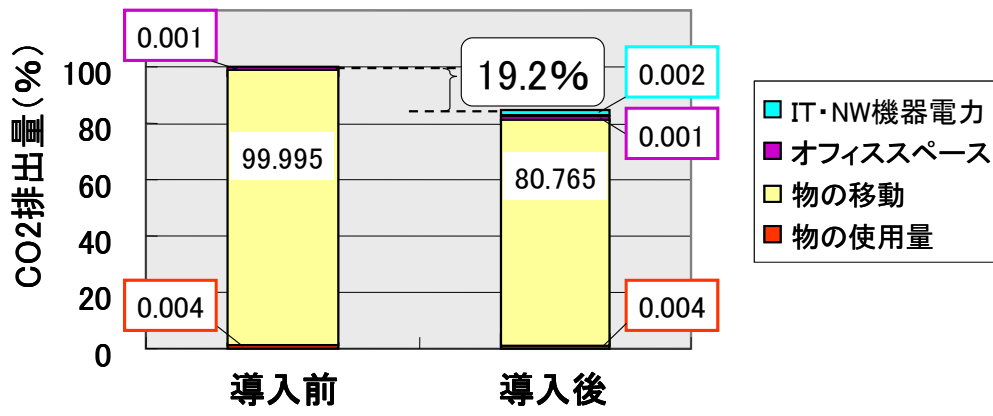
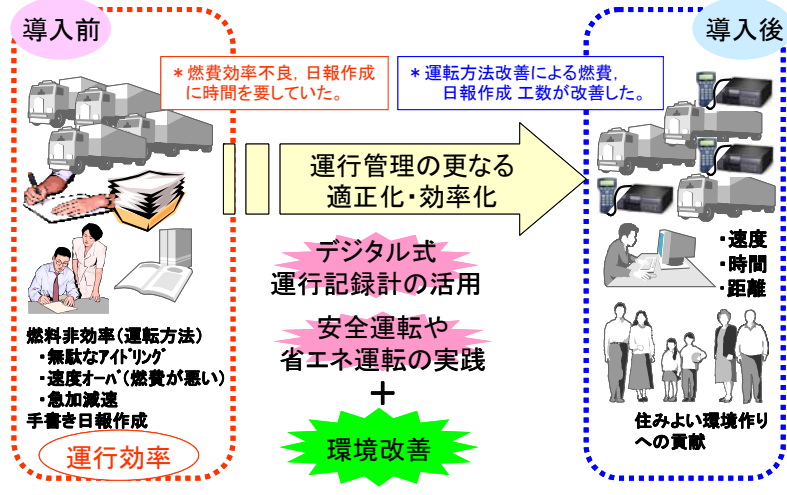
1. 車が第 1 のレーザー・ビームを遮ると、ステップ 2 で示されるように、トランシーバーのアンテナが始動する。
2. 車に搭載されているトランスポンダーに、トランシーバーから信号が送られ、時間、日付、課税額が記録される。
3. トランシーバーの通信と同時に、カメラが車の前面のナンバー・プレートを撮影する。
4. 車が第 2 のレーザー・ビームを遮ると、ステップ 5 で示されるように、第 2 のカメラが始動する。
5. 第 2 のカメラが後部のナンバー・プレートを撮影する。この間、車は減速しない。
6. 支払いは口座引き落とし、またはインターネット決済、銀行振替、セブン-イレブンや Pressbyran（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 (デジタル)」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	1.2万トン CO2	
2000台規模の配送業務	(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⁹⁵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

⁹⁵ 「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）

ソリューション間で貢献量の重複カウントが生じる点にも留意が必要である。

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。

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⁹⁶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 tonCO₂、2050 年に 630 万 tonCO₂ となる。世界全体では、2025 年に IT 貢献量が約 8600 万 tonCO₂、2050 年には 2 億 tonCO₂ と予想される。

⁹⁶ 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>)

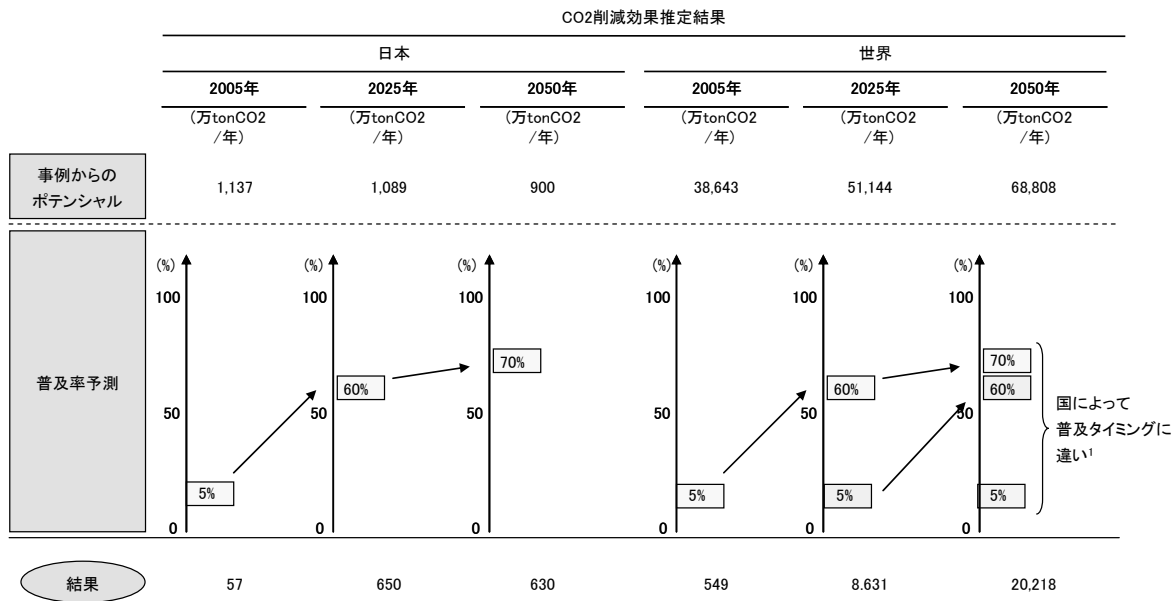


図 4.5-1 : BEMS のエネルギー削減効果試算結果

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⁹⁷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。

⁹⁷ 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% ⁹⁸	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 tonCO₂、2050 年に 14 万 tonCO₂ となる。世界全体では、2025 年に IT 貢献量が約 224 万 tonCO₂、2050 年には 340 万 tonCO₂ と予想される。

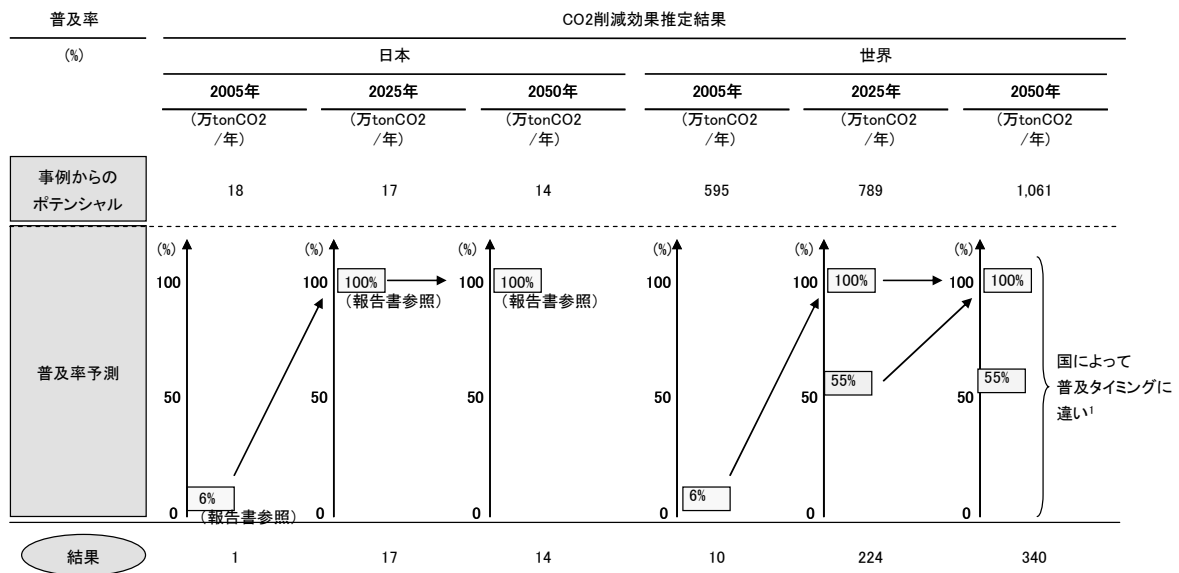


図 4.5-2 : ペーパーレスオフィスのエネルギー削減効果試算結果

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

⁹⁸ 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。

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⁹⁹を参考に、現時点で TV 会議を導入している割合を 2005 年の普及率、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 tonCO₂、2050 年に 220 万 tonCO₂ となる。世界全体では、2025 年に IT 貢献量が約 5,900 万 tonCO₂、2050 年には 9,000 万 tonCO₂ と予想される。

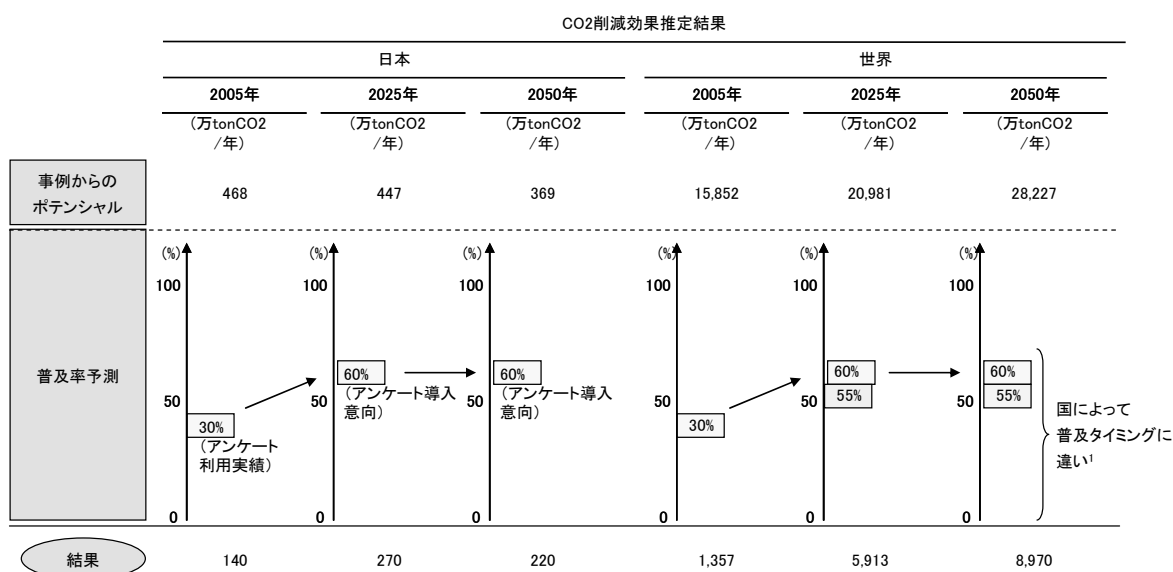


図 4.5-3 : TV 会議のエネルギー削減効果試算結果

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。

⁹⁹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)

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 排出量（約 4500 万 ton-CO2¹⁰⁰）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¹⁰¹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 tonCO2、2050 年に 410 万 tonCO2 となる。世界全体では、2025 年に IT 貢献量が約 1,400 万 tonCO2、2050 年には 3,600 万 tonCO2 と予想される。

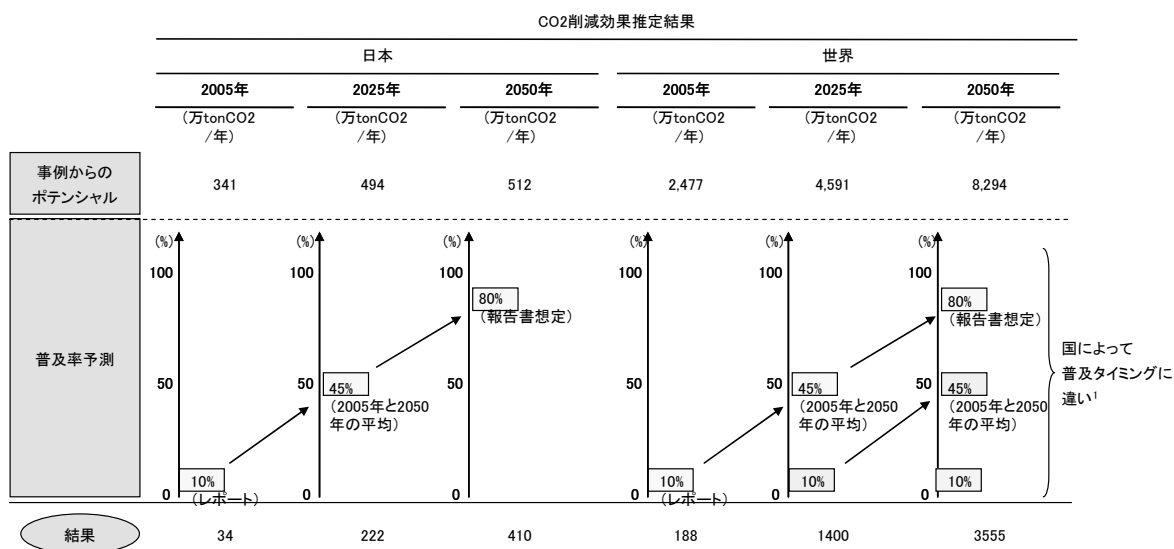


図 4.5-4 : SCM のエネルギー削減効果試算結果

¹⁰⁰ 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）

¹⁰¹ 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¹⁰²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	— ¹⁰³	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 tonCO₂、2050 年に 164 万 tonCO₂ となる。世界全体では、2025 年に IT 貢献量が約 940 万 tonCO₂、2050 年には 1,800 万 tonCO₂ と予想される。

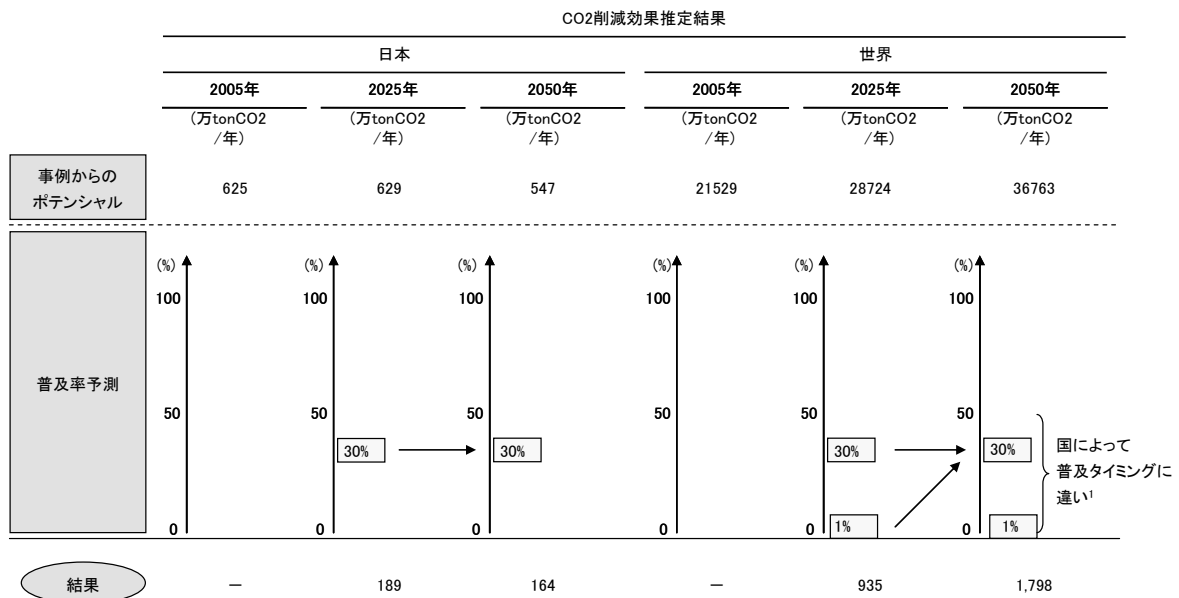


図 4.5-5 : HEMS のエネルギー削減効果試算結果

¹⁰² 「今後の省エネルギー対策のあり方について」

¹⁰³ 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¹⁰⁴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」¹⁰⁵における保有台数の推計結果を用いた。

ITS の普及率は、デジタコの効果を予測した記事¹⁰⁶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 tonCO₂、2050 年に 820 万 tonCO₂ となる。世界全体では、2025 年に IT 貢献量が約 9,500 万 tonCO₂、2050 年には 1.8 億万 tonCO₂ と予想される。

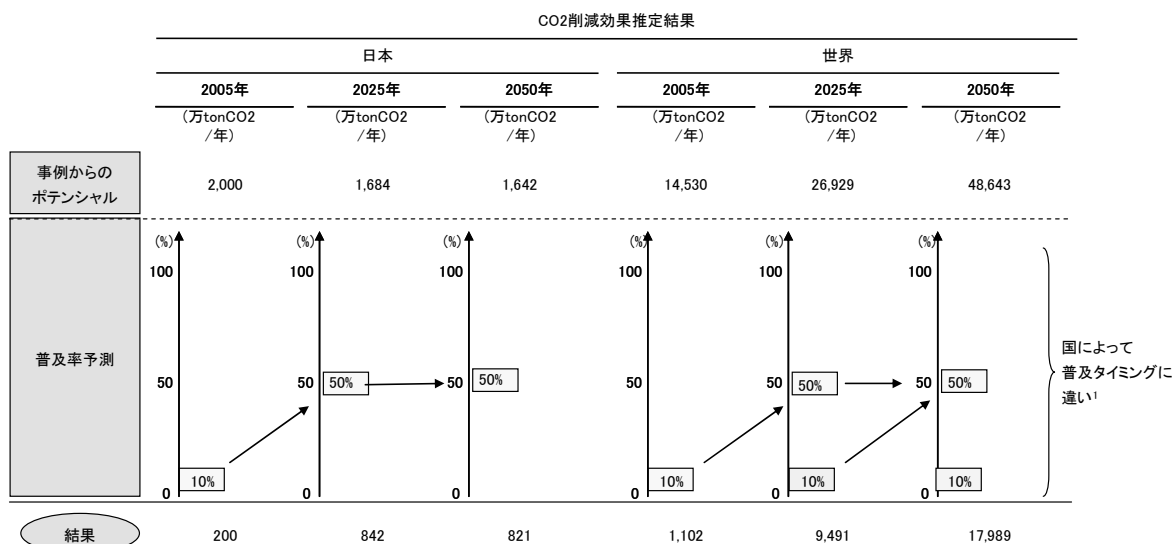


図 4.5-6 : ITS のエネルギー削減効果試算結果

¹⁰⁴国土交通省 HP (<http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/kankyuu/ondanka1.htm>)

¹⁰⁵ 経済産業省 HP (<http://www.mlit.go.jp/road/current/4kou/020724/yosoku.html>)

¹⁰⁶ 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

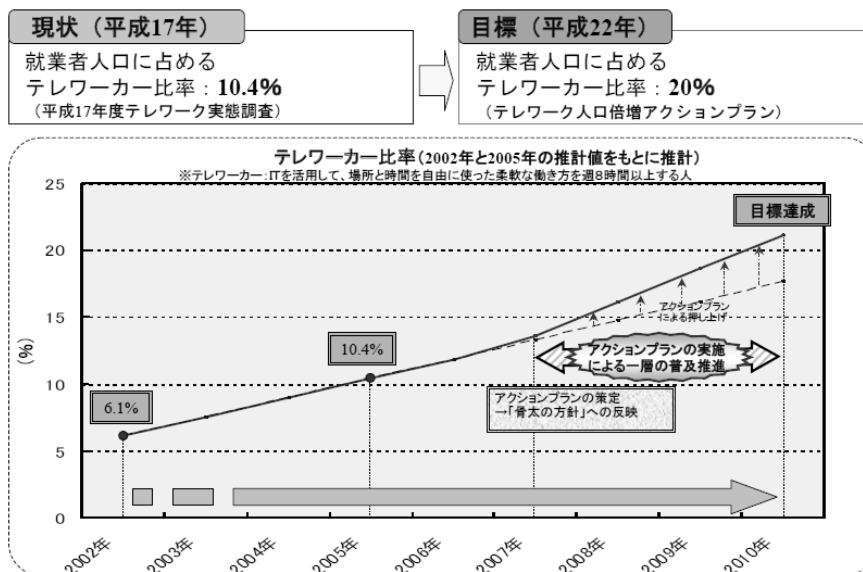
我が国では、これまで2002年、2005年、2008年とテレワーク実態調査を実施している。

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¹⁰⁷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BRICS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3,763USD¹⁰⁸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。

¹⁰⁷ SIBIS (Statistical Indicators Benchmarking the Information Society) Pocket Book 2002/03

¹⁰⁸ 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。

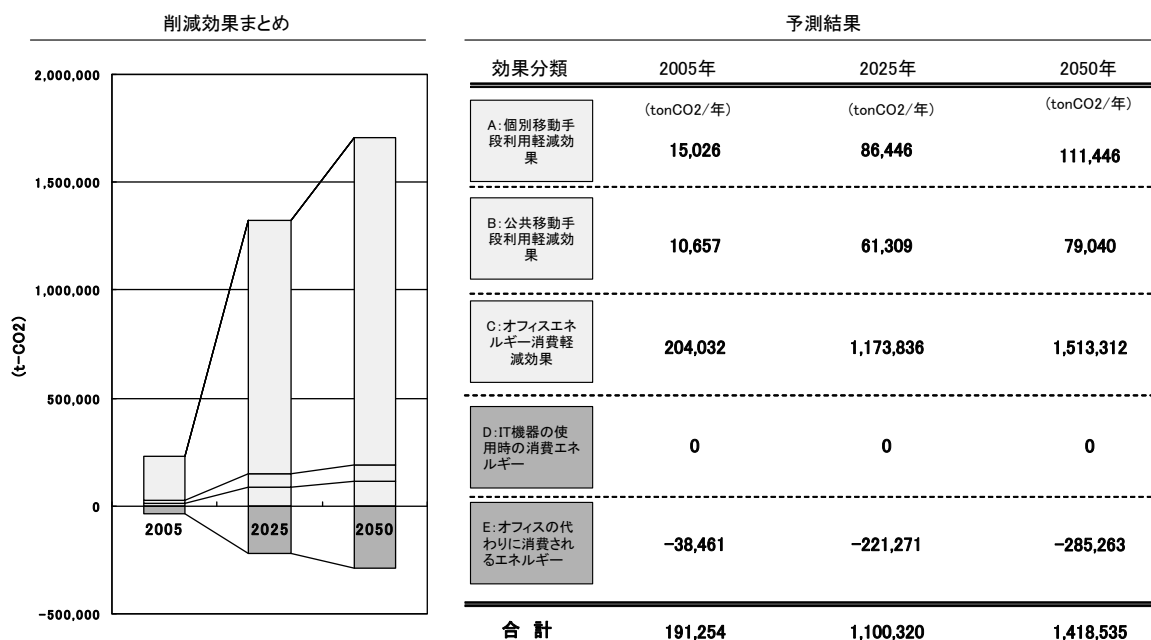


図 4.6-2 : テレワークによるエネルギー削減効果 (日本)

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。

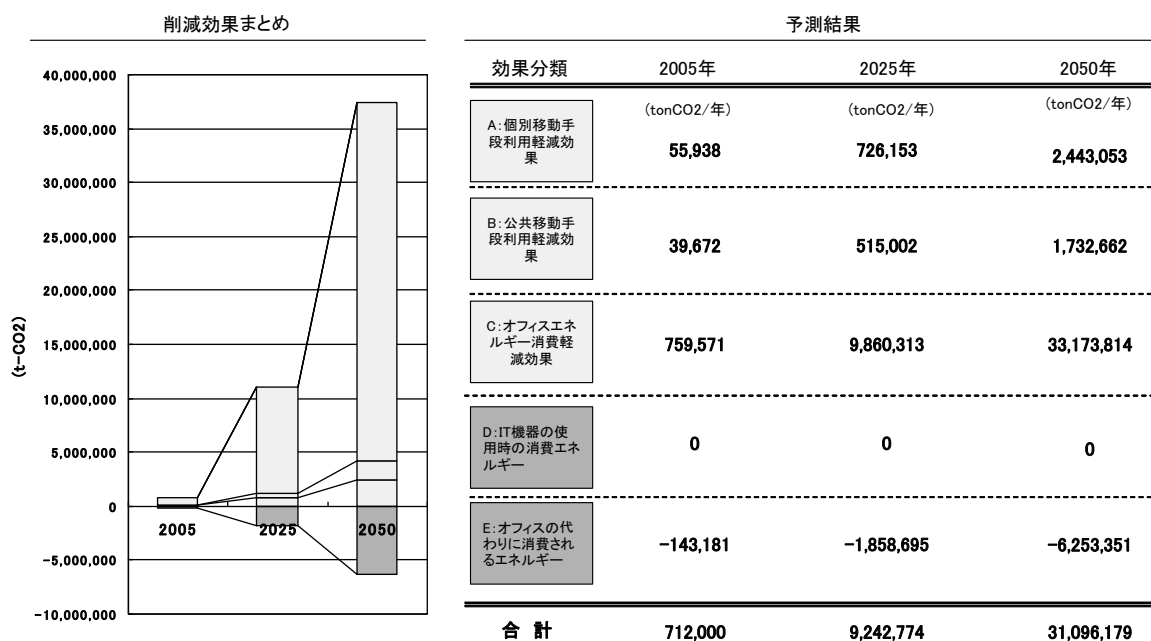


図 4.6-3 : テレワークによるエネルギー削減効果 (世界)

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）及びエキスパートジャッ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¹⁰⁹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。

¹⁰⁹ 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

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。

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 BIRCS 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 USD¹¹⁰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。

¹¹⁰ 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、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：0.005kg/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>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：13.1m² オフィススペースにおけるCO2排出原単位：76.0kgCO2/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：76.0kgCO2/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。

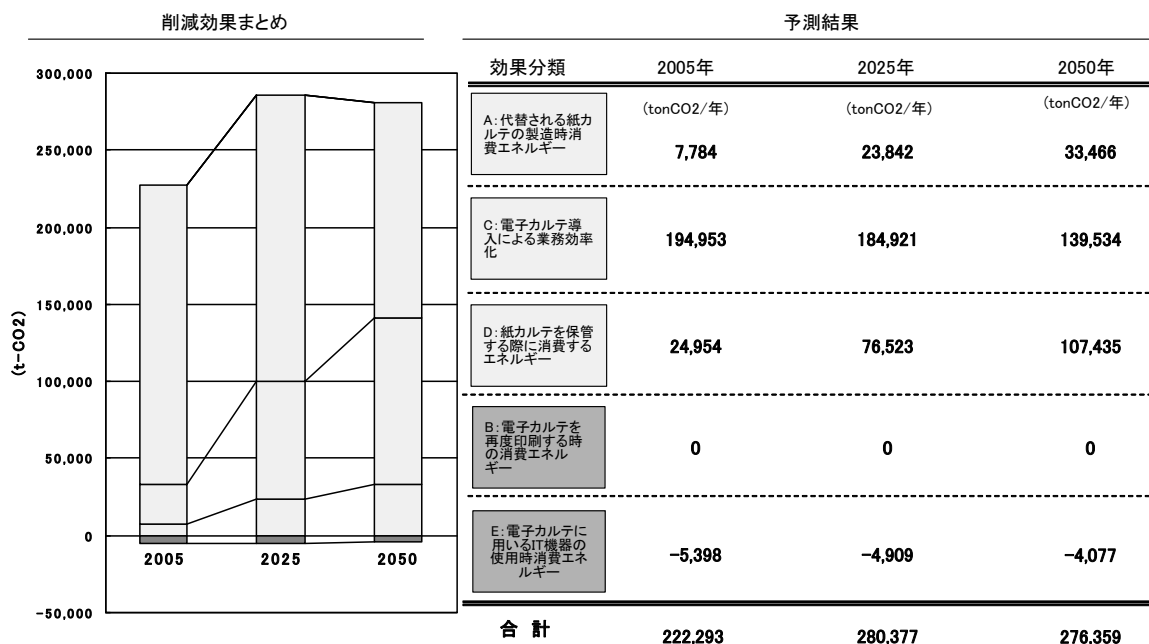


図 4.6-4 : 電子カルテによるエネルギー削減効果 (日本)

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。

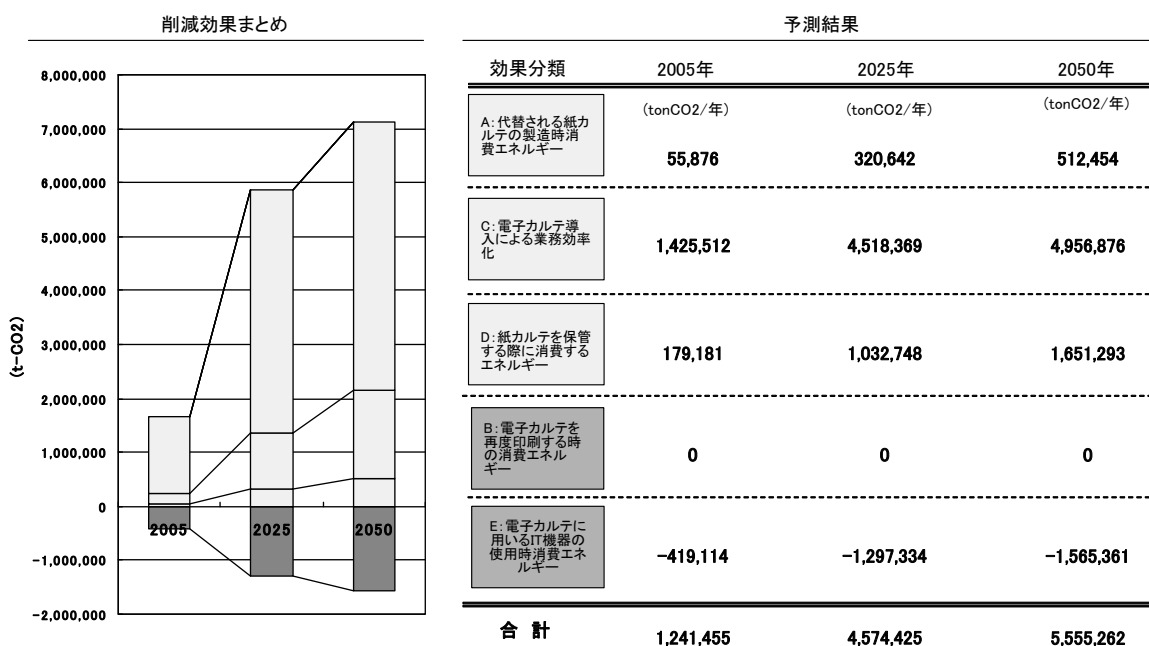


図 4.6-5 : 電子カルテによるエネルギー削減効果 (世界)

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。下表は本委員会 WG2 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：万トン CO2/年]

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

第4部付録

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	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					
電力消費量	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	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	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]
倉庫スペース	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]
オフィス	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]
消費費の	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]
エネルギー消費量	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]
データ通信量	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	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]
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]
エネルギー消費量	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	0.425 [kgCO2/kWh]
データ通信量	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]	
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]
オフィススペース	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	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				
電力消費エネルギー	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 [kgCO ₂ /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					
電力消費エネルギー	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 [kgCO ₂ /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 [kgCO ₂ /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 [kgCO ₂ /ton・km] 鉄道: 0.006 [kgCO ₂ /ton・km] 航空: 0.398 [kgCO ₂ /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 [kgCO ₂ /m ² ・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 [kgCO ₂ /m ² ・年]				
電力消費エネルギー	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 [kgCO ₂ /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 [kgCO ₂ /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	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		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]
通信量	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	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;"> <h3>Summary of Smart Building opportunity</h3> <h4>What ICT can do</h4> </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">U.S. reduction potential in 2020 MMT of CO₂</th> <th style="width: 30%;">Description</th> <th style="width: 40%;">Example</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"> 270-360¹ 50% Smart Building Design </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> - Design buildings that have minimal, or even negative, energy consumption </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> - Simulation and modeling design software: building size, lighting, choice of material, air flow and HVAC usage - Building Information Modeling (BIM) </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> 270-360¹ 50% Smart Building Technology </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> - Optimize energy consumption of an entire building in real-time based on inputs from occupants, local utilities and outdoor weather </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> - Smart appliances - Smart sensors and controls - Building Management Systems (BMS) - Smart meters - Decision-making software </td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">2020 年の CO2 削減効果</p> <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 			U.S. reduction potential in 2020 MMT of CO ₂	Description	Example	270-360 ¹ 50% Smart Building Design	<ul style="list-style-type: none"> - Design buildings that have minimal, or even negative, energy consumption 	<ul style="list-style-type: none"> - Simulation and modeling design software: building size, lighting, choice of material, air flow and HVAC usage - Building Information Modeling (BIM) 	270-360 ¹ 50% Smart Building Technology	<ul style="list-style-type: none"> - Optimize energy consumption of an entire building in real-time based on inputs from occupants, local utilities and outdoor weather 	<ul style="list-style-type: none"> - Smart appliances - Smart sensors and controls - Building Management Systems (BMS) - Smart meters - Decision-making software
U.S. reduction potential in 2020 MMT of CO ₂	Description	Example									
270-360 ¹ 50% Smart Building Design	<ul style="list-style-type: none"> - Design buildings that have minimal, or even negative, energy consumption 	<ul style="list-style-type: none"> - Simulation and modeling design software: building size, lighting, choice of material, air flow and HVAC usage - Building Information Modeling (BIM) 									
270-360 ¹ 50% Smart Building Technology	<ul style="list-style-type: none"> - Optimize energy consumption of an entire building in real-time based on inputs from occupants, local utilities and outdoor weather 	<ul style="list-style-type: none"> - 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 億トン CO2 の削減を予測										
出所等： http://www.smart2020.org/											

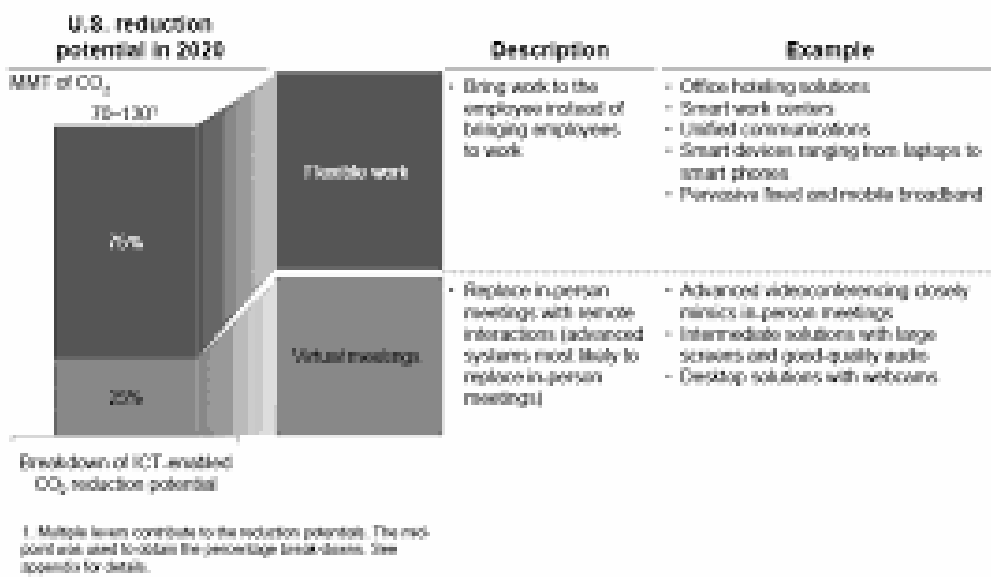
企業名： Smart 2020

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

2020年時のアメリカ全体の効果

プラス

7000万～1.3億 tonCO₂/年の削減効果を予測

マイナス

出所等：<http://www.smart2020.org/>

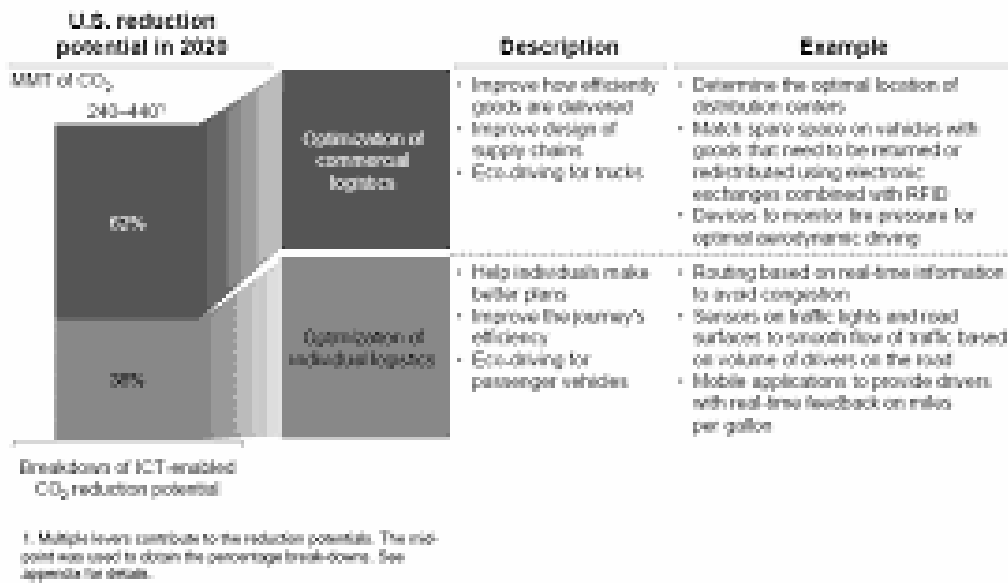
企業名： Smart 2020

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



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	プラス	マイナス
2020 年のアメリカ全体の物流における効果	2.4～4.4 億 ton CO ₂ の削減効果を予測	

出所等： <http://www.smart2020.org/>

第5部 企業環境貢献度評価手法検討の中間報告

1. 調査の背景

IT・エレクトロニクス技術は、地球環境と経済・社会活動の調和を実現させる革新的技術として、大きく貢献することが期待されている。一方、本格的なIT化に伴い、社会で扱う情報量は飛躍的に増大し、この情報爆発によってIT機器の数が大幅に増加するため、IT機器による消費電力も大幅な増加が危惧されている。また、この情報化社会を支えるIT・エレクトロニクス機器を製造する企業やデータセンタなどが使用するエネルギー量も増加している。

これらのエネルギー消費の増加に対処するため、「IT機器自身の省エネ」および「ITによる社会の省エネ」の加速とその効果の「見える化」をより積極的に進めなければならない。また、この取組を推進する全ての企業の貢献は、評価されるべきだが、現在のところその評価手法は確立されていない。我々は、まず、省エネに貢献をした全ての企業の環境貢献度を可視化するしきみを検討することを目的に、「企業環境貢献度評価手法検討WG」を設置した。

初年度の2008年度は、環境貢献を省エネに貢献をした全ての企業に配分することについて基本的な論議を行ってきた。まだ報告をする段階ではないが、これまでの検討内容を記し、2009年度の活動の方向付けをするため、中間報告書を作成することとした。

2. 企業環境貢献度評価手法の検討にあたって

(1) 評価手法作成の目的

IT・エレクトロニクス機器を生産している電機・電子業界のCO₂排出量は、図 5.2-1 に示すように1990年と比較をして、実質生産高CO₂原単位では各企業の省エネ努力により順調に削減しているが、CO₂排出量は2010年には約2倍になると予測している。これはIT・エレクトロニクス機器の需要増大の影響が大きいと思われる。

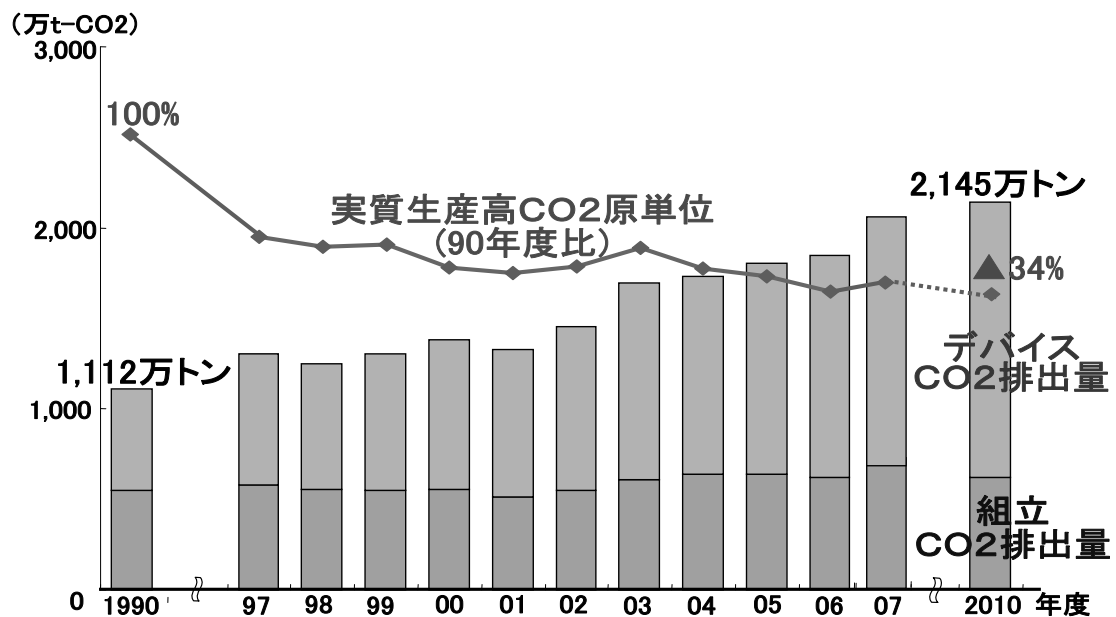


図 5.2-1 : 電機・電子業界の CO₂ 排出量の実績と将来予測¹¹¹

「組立 CO₂ 排出量」はアッセンブリー系の事業、「デバイス CO₂ 排出量」は半導体・電子部品・ディスプレイデバイスなどデバイス系の事業から製造時に排出される CO₂ 量を示す

しかし、一方では IT・エレクトロニクス技術は、地球環境と経済・社会活動の調和を実現させる革新的技術として、大きく貢献することが期待されている。具体的には、図 5.2-2 に示すように「IT機器自身(of IT)の省エネ」が進むと同時に、「ITによる(by IT)社会の省エネ」も非常に大きい省エネが見込まれている。

本評価手法は、省エネに貢献をした全ての企業の環境貢献度を可視化するしくみを確立することでこれらの取組を加速させることを目標にしている。

¹¹¹ 電機・電子温暖化対策連絡会資料

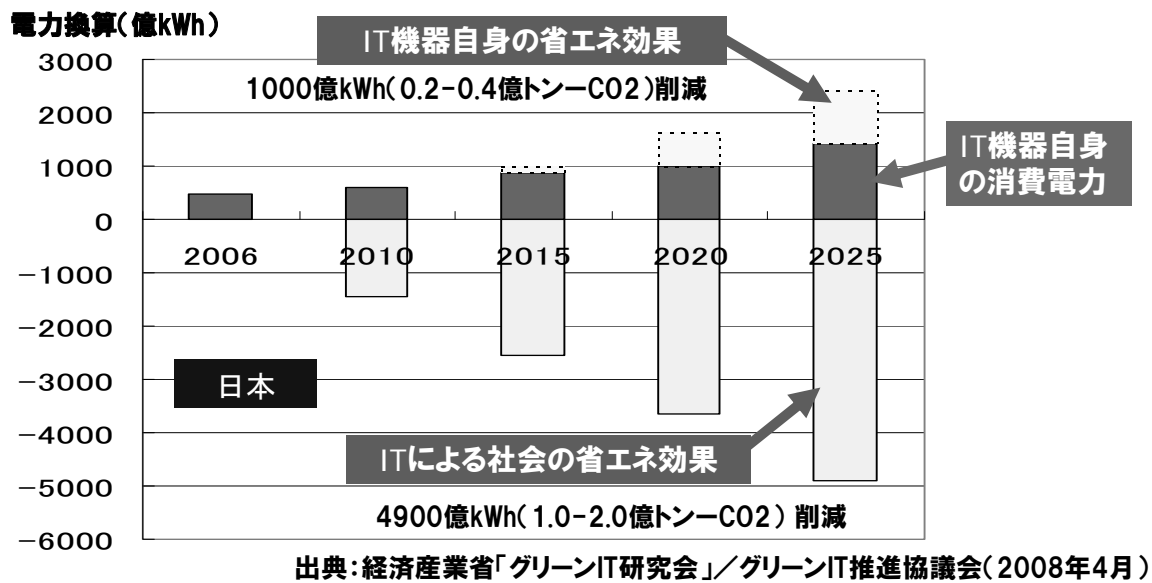


図 5.2-2 : 「IT 機器自身の省エネ」、「IT による社会の省エネ」(再掲)

(2) 企業貢献度についての基本的な考え方

企業の製品における省エネ努力は、例えばテレビにおける「of IT」の比較的単純なモデルにおいても、ライフサイクル全体を見ると図 5.2-3 に示すように、多くのプレイヤーが関わっている。

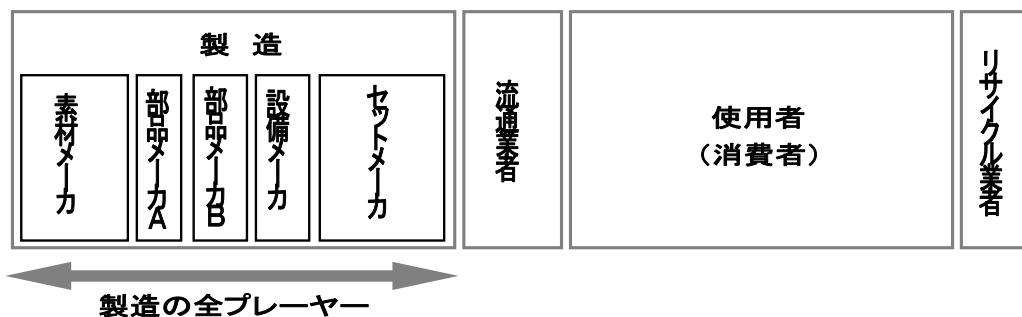


図 5.2-3 : ライフサイクルにおける全プレイヤー

製造者と使用者では貢献の次元が異なる。従って、本評価手法では省エネに対する貢献は、製造に係わる全プレーヤーの貢献と考えることにする。(使用者の貢献を考える場合は、製造者の貢献とは別次元の貢献と考え、結果としてダブルカウントになることも止むを得ないと考え、製造者と使用者の中間に位置する流通業者の扱いについては、当面、ペンディングとする。)

現在、機器の省エネについては、セットメーカーの貢献として訴求されていることが多いが、本評価手法では、省エネに貢献している素材メーカーや部品メーカーを含む全ての製造者に、省エネの貢献を配分する手法を検討する。ただし、本評価手法は、現在行われている各社の企業環境貢献の訴求を制限するものではない。

(3) 企業環境貢献度とクレジットとの整理

企業環境貢献度とは、取引可能な排出量クレジットとは別次元のものとして扱う。

表 5.2-1：環境貢献度評価手法の活用方法

	ベースライン	貢献の表現
「of IT」	2005年度 or 各社独自設定年度の 自社製品	調査分析委員会で算出した省エネ、およびその他の省エネに対して、今回の評価手法を用いて算出した、自社貢献分の電力量の削減量や、それをCO ₂ 排出量に換算した削減量を訴求 <ul style="list-style-type: none"> ■ 機器単体 ■ 機器群 = Σ機器単体 ■ 事業領域 = Σ機器群 ■ 企業全体 = Σ事業領域
「by IT」	IT・エレクトロニクス技術 を活用しなかった場合	調査分析委員会で算出した省エネ、およびその他の省エネに対して、今回の評価手法を用いて算出した、自社貢献分の電力量の削減量や、それをCO ₂ 排出量に換算した削減量を訴求 <ul style="list-style-type: none"> ■ 「byIT」によるCO₂削減総量 ■ IT・エレクトロニクス機器が排出したCO₂総量と、byITによるCO₂削減総量を比較 「of IT」と同様に、下記のように使用する <ul style="list-style-type: none"> ■ システム・サービス単体 ■ システム・サービス群 = Σシステム・サービス単体 ■ 事業領域 = Σシステム・サービス群 ■ 企業全体 = Σ事業領域

(4) 活用方法

今回検討する評価手法の序盤の活用策には、表 5.2-1 に示すようにグリーンIT推進協議会の調査分析委員会で試算した省エネ(「IT機器自身(of IT)の省エネ」と「ITによる(by IT)社会の省エネ」)を、貢献した企業の努力に見合う評価(例えば電力量の削減量や、それをCO₂排出量に換算した削減量)を訴求することに活用できる仕組みを目指す。さらに最終的な活用策としては、本評価手法を汎用性ある評価手法にまで仕上げた上で、一般的な「of IT」や「by IT」の省エネ定量についても、企業の環境貢献度の評価として活用できることを目指す。その際、「of IT」の評価対象とは機器単体から企業全体まで、幅広く活用できる事を前提にする。

3. 環境貢献度評価の対象

(1) 対象とする環境負荷と単位

企業における環境貢献の対象領域は現在、地球温暖化対策、化学物質管理、資源循環など多岐に亘っている。この内本評価手法の対象領域は、地球温暖化対策に限定する。また、地球温暖化対策の対象としては、エネルギー起源のCO₂と、5ガスおよび非エネルギー起源のCO₂とある。本評価手法の対象は、「of IT」と「by IT」に絞るため(3(2)参照)、エネルギー起源のCO₂のみを対象とする。

また、例えば海外を評価する場合や未来を評価する場合など、電力のCO₂排出係数は評価結果に大きな影響を及ぼす。従って、省エネの貢献の単位はkWhを優先的に使用し、必要に応じてCO₂に換算することにする。

(2) 対象とする省エネ（「of IT」、「by IT」）と企業

先述の地球温暖化対策及びLCA(ライフ・サイクル・アセスメント)の観点から、自らの企業を含む製造時の省エネと製品・サービスの使用時における省エネの両方を対象に検討を始めたが、今後は製品・サービスの使用における省エネ(「of IT」と「by IT」)に検討を優先、特化させることになった。

なお、評価対象の企業は、その企業の内、ITとエレクトロニクスの事業領域を優先して評価を試みる。また、企業を評価する場合は、本評価手法により配分された貢献を、機器単体から機器群、機器群から事業領域、事業領域から企業と、段階を追って総和をして求める。

(3) ベースライン

表 5.2-1 の整理の通り、原則として調査分析委員会の他の取組みと合わせる(「of IT」:2005年度を基準、「by IT」:システム・サービス等を導入しない場合)。ただし、それと異なる設定も許容し(例えば各社独自設定年度の自社製品等)、その場合はベースラインを常に明記する。

(4) 対象とする地域

地域は「国内」と「世界」とを対象とし、「世界」には日本も含める。

4. 「of IT」における貢献度評価手法

(1) 貢献度配分の構造

「of IT」の貢献度配分の構造を図 5.4-1 に示す。本評価手法は、評価したい製品とその基準となる製品(ベースライン)の使用時における各消費電力量をそれぞれ試算し、差分を環境貢献とする。この貢献を、合理的に製造に携わる全プレイヤーに配分する手法を今後検討する。

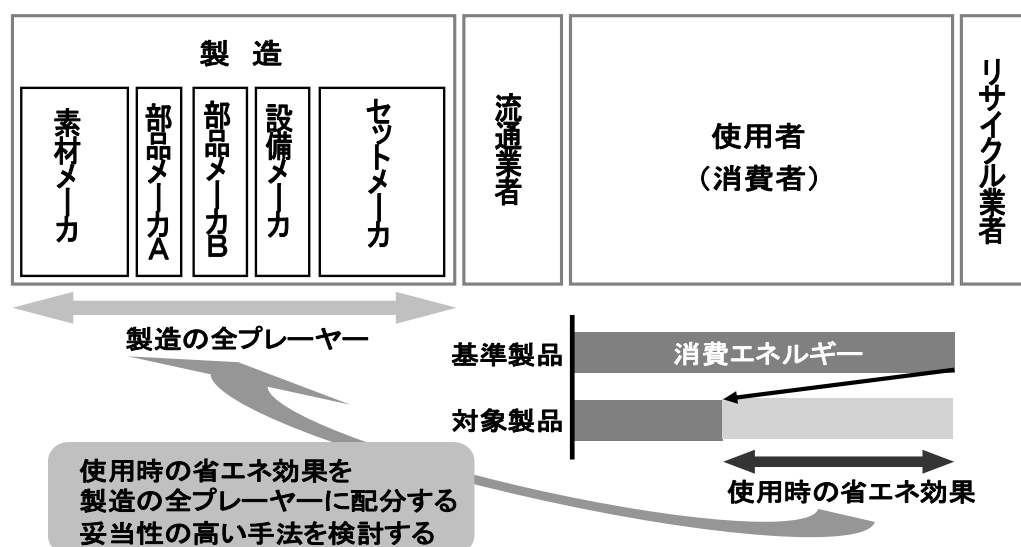


図 5.4-1 : 「of IT」における貢献度配分の構造例

(2) 貢献度配分についての3つのアプローチ(検討過程の整理)

配分の基準についての論議経過を表 5.4-1 に示す。まず始めに、LCA の観点から製造時のCO₂排出量に比例して配分する考えが提示された(表 5.4-1 の1案:LCA 配分)。その後の検討では「of IT」の省エネは、技術革新が主な要因であり、製造時のCO₂排出量との相関は低いと整理している。

次に、長期的な視点での「of IT」の省エネは、材料費、加工費、設計費などの付加価値に比例するという考え方が提示された(表 5.4-1 の2案:付加価値配分)。しかし、その後の検討で「省エネに係る技術革新」と「付加価値」の相関は必ずしも高くないと整理している。ただし、製品に組み込まれている素材や部品に係る複数のプレイヤーが複雑に介在する場面での配分には、有用な手段となる可能性がある。

表 5.4-1:貢献度配分の基準検討

		配分の基準	課題
1案	LCA配分	製造時のCO2排出量に比例して配分	CO2排出量の多さと省エネ貢献に相関は低い
2案	付加価値配分	材料費、加工費、設計費など付加価値に比例して配分	客観性は高いが付加価値の高さと省エネ貢献に相関は低い
3案	技術貢献配分	技術的貢献度を当事者間で協議して配分率を決める	省エネ貢献との相関は高いが定量化には主観が入る

最後に、「省エネに係る技術革新」に携わるプレーヤー間でその配分率を協議して決める考え方が提示された(表 5.4-1 の3案:技術貢献配分)。この考え方は、省エネ貢献との相関は高いが、主観が入る恐れがある。現時点までの検討では、一番有力な案として2009年度の活動につなげることにした。

(3) 技術貢献配分の検討事例

技術貢献配分について、検討段階で用いた事例(図 5.4-2)を基に説明する。図 5.4-2 は、評価対象の省エネに貢献手段を縦軸に、貢献したプレーヤー(素材、部品、設計など)を横軸にしたマトリックスである。このマトリックスを用いて以下の手順で配分する考え方である。(図 5.4-3 参照)

①評価対象製品の「省エネ手段」査定を行う。;図 5.4-2 の「手段への貢献配分」列を合計で100%になるよう、有識者および関係者の協議の上で、重み付け数値化する。

②各「省エネ手段」についてプレーヤーごとに査定を行う。;図 5.4-2 の「手段」の各行が合計1になるよう、有識者および関係者の協議の上で重み付け数値化する。

③各プレーヤーの「省エネ手段」別貢献配分を算出する。;図 5.4-3「省エネ手段」の査定結果(上述①)とプレーヤーごとの「省エネ手段」の査定結果(上述②)の乗数。(プレーヤー列で値を合計すると、ある評価対象製品における企業「of IT」の環境貢献度と同義)

以上の具体的な手法(マトリックスの縦軸や横軸を含む)は、2009年度に検討をする。

	手段への 貢献配分	プレーヤー											
		素材 メーカー		部品 メーカー		機器 メーカー		ソフト メーカー		設備 メーカー		パテント等 所有者	
省エネ手段	素材メーカーが開発した 新素材を採用	5%	0.7	3.5%			0.3	1.5%					
	機器メーカーが提案した 新素材を採用	10%	0.3	3%			0.7	7%					
	部品メーカーが開発した 新部品を採用	5%			0.8	4%	0.2	1%					
	機器メーカーが開発した 新部品を採用	10%			0.2	2%	0.8	8%					
	機器メーカーが開発した 新規設計(メカ)を採用	30%	0.1	3%	0.1	3%	0.7	21%		0.1	3%		
	機器メーカーが開発した 新規設計(制御)を採用	30%			0.1	3%	0.8	24%	0.1	3%			
	機器メーカーが開発した 新規設計(ソフト)を採用	5%					0.7	3.5%	0.3	1.5%			
	製造に不可欠な設備	5%					0.5	2.5%			0.5	2.5%	
	新規設計に寄与した 外部のパテント等	0%											
	計	100%	9.5%		12%		68.5%		4.5%		5.5%		0%

図 5.4-2:技術貢献配分の検討事例

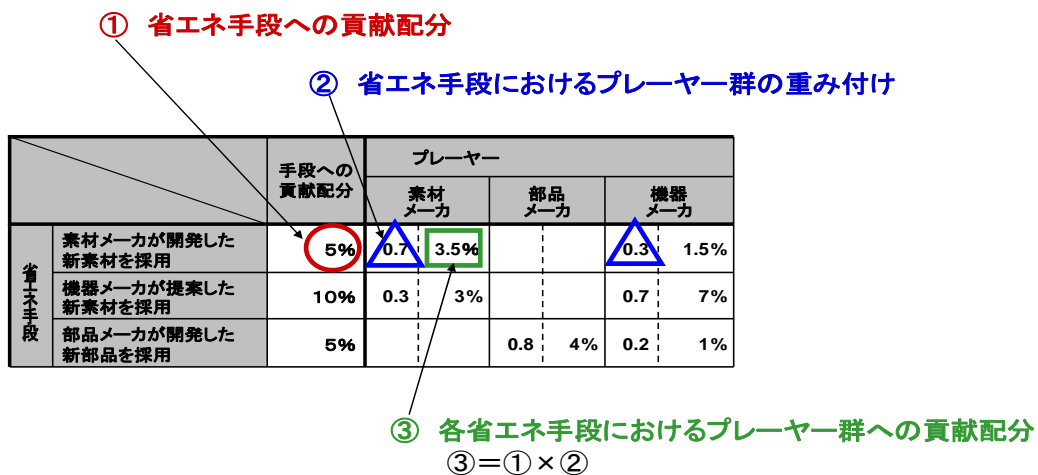


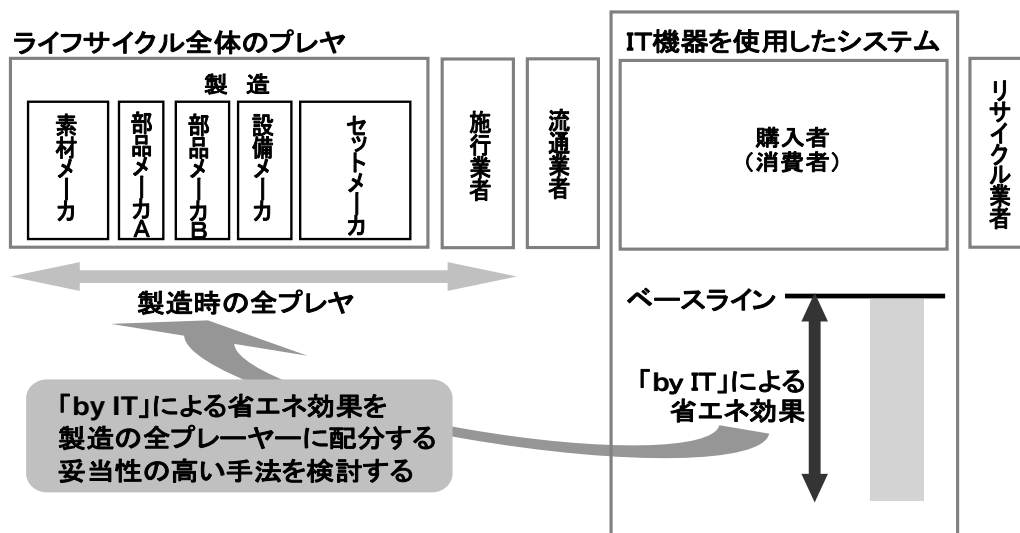
図 5.4-3:技術貢献配分の検討事例の解説

5. 「by IT」における貢献度評価手法

(1) 貢献度配分の構造

図 5.5-1 は HEMS など比較的単純なシステムを想定した「by IT」における貢献度配分の構造を示す。データセンタなどが関係する複雑なシステムの場合は、さらに研究が必要である。

「by IT」とはあるシステムを対象に、それが無かった場合をベースライン(基準)として、システムによる省エネ効果を環境貢献して定量化する考え方である。システム構成に係るプレーヤーにこの貢献を配分する合理的な手法を検討することが課せられている。一般的には「by IT」では、施行業者など製造時のプレーヤーの数が増え、より複雑になることが予想される。2009年度はこの検討よりも「of IT」における手法の開発を優先する。



HEMSなど比較的単純なシステムを想定

図 5.5-1: 「by IT」における貢献度配分の構造例

6. まとめ

本評価手法の目的は、「of IT」や「by IT」における企業環境貢献度の定量化である。今後、本評価手法にて、ある機器(ソリューション・サービス)のCO₂排出量削減について、製品(ソリューション・サービス)に係る、どのプレーヤーにどのくらい起因するのかを分析し試算及び配分されることが国から期待されている。但し、この取組みの成果は、現在行われている各社の企業環境貢献の訴求を制約するものではない。

2009年度の活動では、これら条件に適う成果に繋がる取組みの具体的検討を、テレビ・サーバ・データセンター・電球を対象例として進めていく予定である。

第6部 海外のグリーンIT関連政策等調査

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。

IT機器自身の省エネとIT・エレクトロニクス技術による経済・社会活動の変革と、これを通じた地球温暖化対策の具体化を目的として2008年2月1日に産業界が主体となり、IT関連7団体に加え、自動車、建設、流通関連団体の参加も得て発足した「グリーンIT推進協議会」は、①新技術、IT技術の環境貢献、環境・IT経営の啓発普及、②IT省エネ技術の抽出・ロードマップ作成などを主な取り組み内容としているが、協議会の構成組織の一つである調査分析委員会においては主として以下のような活動を行っている。

- ① IT自身の省エネ、ITによる省エネの定量化および中長期予測
- ② 企業における環境貢献度の評価手法の検討
- ③ 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

上記の世界におけるグリーンITへの取り組みの調査のため、グリーンIT推進協議会・調査分析委員会 Working Group 4では、2008年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。

今回の調査では、対象地域を米国およびEUとし、これらの地域における政府主導、民間主導双方の代表的な取り組みについての調査を行った。

今回調査を行った以下の取り組みについて、次章以降で報告を行う。

(3) 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

(4) 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

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

① Save 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

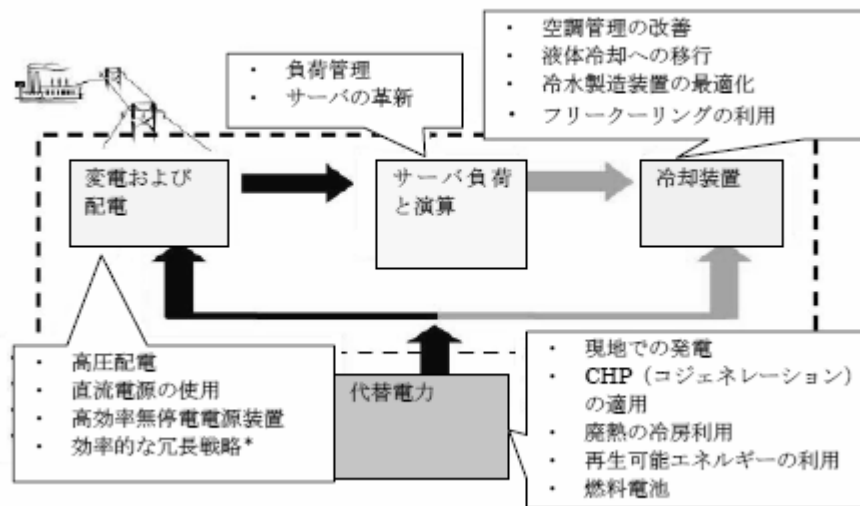
- ・エネルギー管理技術、エネルギー・アセスメントのソフトウェアについての教育・訓練プログラムを実施している。

② Save 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

③ Save 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orkshop・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。

【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 6.2-2: 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動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リング制度。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も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を宣誓を行い、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15万トンとなっている。

(3) 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

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
- ・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

【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方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に広げることにつながると思われる。

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。

- “Japan Communications Work Group”：日本メンバーの活動連絡と外部との連絡用の部会。

- “Japan Data Collection and Analysis Work Group”：2008年7月に発足し、国内のデータセンタの状況を調査し解析を行なう事がその活動目標。

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。

国内のワークグループに参加しているメンバーは、集めた情報とデータを米国のグリーン・グリッド本体の **Technical Committee** と国内部会の **Japan Data Collection and Analysis Work Group** に報告し、それらを同ワークグループにて分析する予定で、その結果を確実にするために、国内向けのニーズを考慮して、米国へのレコメンデーションを作成するとしている。

同会のもう一つの国内部会である **Japan Communications Work Group** は、**Japan Data Collection and Analysis Work Group** から出されるアウトプット（成果）を、国内のデータセンタオーナーと運営者、米国グリーン・グリッド本体、及び IT エネルギー効率化に取り組んでいる他の日本の組織と日本の IT 専門家に、調査結果として提供する予定である。

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

シンポジウムの場合にて締結した。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、産業会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、Rackable Systems、Sun Microsystems 及び VMware 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
 - 「Tradeshow 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、下記の別特典が受けられる。

- 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

② グリーン・グリッド事務局への連絡先情報

The Green Grid
 3855 SW 153rd Drive
 Beaverton, Oregon 97006
 USA
 Tel: 503. 619. 0653
 Fax: 503. 644. 6708
 E-mail: admin@lists.thegreengrid.org
www.thegreengrid.org

(4) 活動内容、実績

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。詳細版は、<http://www.thegreengrid.org/japanese/home>にてアクセス、ダウンロード可能である。

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ー効率性（DCE）指標の使用を提案している。これらの指標は、データセンター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ー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ー・インフラ効率性（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「データセンター並びに 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、データセンター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ー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「データセンターの配電構成に関する定性分析」

データセンター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ーの運用、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、及びデータセンターが、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ーのガイドライン」

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ーのエネ

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。効率向上の可能性のある分野として、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

エ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

(参考) グリーン・グリッドの参加企業

参加企業総数： 208 社
ボードメンバー数：10 名 (米国系のみ)
ボードメンバー会社：10 社 2008年11月現在(創始メンバーは4社)
コントリビューター会社：42 社 (国内6社) 2008年11月現在
ジェネラルメンバー会社：150 社 (国内11社) 2008年11月現在

グリーン・グリッド参加メンバー リスト

<グリーン・グリッド ボードメンバー名>10名 2008年11月現在

Mr. Lawrence E. Vertal, AMD
Mr. John Tuccillo, APC - American Power Conversion Corp.
Dr. John Pflueger, Ph.D., Dell
Mr. Roger Tipley, HP - Hewlett-Packard
Mr. Tom Brey, IBM
Mr. Jim Pappas, Intel
Mr. Tony Pierce, Microsoft
Mr. Geoffrey Noer, Rackable Systems
Mr. Mark Monroe, Sun Microsystems
Mr. Winston Bumpus, VMware

<運営メンバー (ボード) >10社 2008年7月現在 (創始メンバーは4社)

AMD (創始メンバー)
APC "American Power Conversion Corp."
Dell
HP "Hewlett-Packard" (創始メンバー)
IBM (創始メンバー)
Intel
Microsoft
Rackable Systems
Sun Microsystems (創始メンバー)
VMware

<コントリビューター メンバー> 世界 42 社 (国内 6 社) 2008 年 11 月現在

AT&T

ADP

Avocent

BT - British Telecom

CPI - Chatsworth Product, Inc.

CISCO Systems

Deloitte

Digital Realty Trust

Eaton

EMC

EMERSON

Enterprise

Fujitsu 富士通

Fujitsu Siemens 富士通シーメンス

Hitachi, Ltd. 日立製作所

Interxion

IXIA

Nationwide

NEC 日本電気

NRI 野村総合研究所

NTT Facilities, Inc NTT ファシリティーズ

PG&E

Rackspace Managed Hosting

Saft Power Systems

SATCON Power Systems

STRATO

SUNGARD

TI - TEXAS INSTRUMENTS

Uptime Institute

Tokyo Electronic Power Company 東京電力

TRANE

Verari Systems

Verdiem

Verizon Business Network Services

Vette

Western Digital

ZT Systems

<ジェネラルメンバー>世界 150 社以上 (国内系 11 社) 2008 年 11 月現在

Fujitsu FIP Corp. 富士通 F I P

GMO Hosting & Security, Inc

Internet Initiative Japan, Inc (IIJ)

ITOCHU Techno-Solutions Corp 伊藤忠テクノ

KDDI Corporation

Net One Systems ネットワンシステムズ

SAKURA Internet Inc サクラインターネット

SOFTBANK IDC Corp. ソフトバンク IDC.

NTT COMWARE CORPORATION NTT コムウェア

NTT DATA CORPORATION NTT データ

WiT JAPAN

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（パワーマネージメント）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5,400万トン削減
（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6.2-2に示す。

表 6.2-2. 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

CSCI 参加のボードメンバー、スポンサー詳細組織名は以下のとおりである。

ボード：

- Dell Inc.,
- Electronic Data Systems Corporation,
- Google Inc.,
- HP ,
- Intel Corporation,
- Lenovo,
- Microsoft Corporation,
- World Wildlife Fund

スポンサー：

- Acer Inc.,
- Advanced Micro Devices Inc.
- Delta Electronics Inc.,
- Fujitsu Limited,
- Hitachi Ltd.,
- Intuit,
- Lite-On Technology Corp,
- Marvell Semiconductor,
- NEC Corporation,
- Sun Microsystems Inc.,

・ Super Micro Computer Inc.

・ 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 6.2-3 と表 6.2-4 がその具体的な基準である。CSCI では、登録メンバーが実際に下記基準を満足するコンピューターを購入したかどうか、毎年 1 回、登録メンバーに対して購入実績の調査を行うこととしている。しかし、2008 年度調査の結果については未だ公表されていない (2008 年 11 月現在)。

表 6.2-3. 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
	パワーマネージメント設定	100%	100%	100%	100%

表 6.2-4. 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 が設立されて約1年、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 6.2-5 と表 6.2-6 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 6.2-5. 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
電源負荷	20% 負荷	80%	82%	85%	87%
	50% 負荷	80%	85%	88%	90%
	100% 負荷	80%	82%	85%	87%

表 6.2-6. 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も休会している。

・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。昨年1年で世界中の900のメディアで1200もの記事が掲載された。

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が2007年に参加したイベント

- ・ 7*24Exchange
- ・ CeBIT
- ・ Computex
- ・ Consumer Electronic Show
- ・ Design Automation Conference
- ・ Green Drinks (Austin and Portland)
- ・ Green Expo (Australia)
- ・ Greener Gadgets
- ・ Green IT Symposium (Tokyo)
- ・ iExpo

- Dubai Woman.s College Woman IT Conference
- Interop (Tokyo and Las Vegas)
- National Governor's Association Energy Summit
- Oracle Open World
- Intel Developer Forum (US and Asia)
- SAPPHIRE
- Virtual Energy Forum
- WWF's 2008 Climate Savers Tokyo Summit

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。結果、約200の国々から約16万人が閲覧に訪れている（2007年10月から2008年6月時点）。発足時には40団体ほどの参加メンバーであったが、現在では8倍に増えて300を超えている。このなかにはGlobal 2000 companiesに属する29企業が含まれている。

2009年からはホームページや報告書を以下の5つの観点から重点的に強化し、更なる参加企業・参加団体の増加を推進する。

- 二酸化炭素使用量精査、目標設定及びそのフィードバックのためのツール作成
- インターネットからアクセスしやすい資料、募集要項づくり
- ハウツーやQ&A項目の充実
- CSCIの活動状況の定期的な情報更新
- 新製品のアラームによる通知、より詳細な製品情報発信

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能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。また、2009年初期には大学をターゲットとし“Challenge Competition”という取り組みを行っていく。このようにして2009年以降は目標である「コンピューターの利用によって発生するCO2排出量の削減」に向けて産学官で連携し活動を推進していく予定である。

CSCI と協働関係にある団体及び内容詳細は表 6.2-7 のとおりである

表 6.2-7 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、サーバをもとに普及させる

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/>

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

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。

以下の章においてこの内容を紹介する。

(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。

② CoC on Data Centre Energy Efficiency の対象範囲

データセンター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ー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。

$$\text{DCiE} = \text{IT 機器のエネルギー消費量} / \text{データセンターの総エネルギー消費量} \times 100\%$$

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ーは新規、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ー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

データセンター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ー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ーを 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ーを対象とする。企業レベルで申請する場合は所有するデータセンターの 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。

⑦ Best 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 Conduct on 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。

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 Resilience level 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 of 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	New	3,4,5

実消費電力による電源設計への変更			
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 geographic location		
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ことなく削減すること。

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>

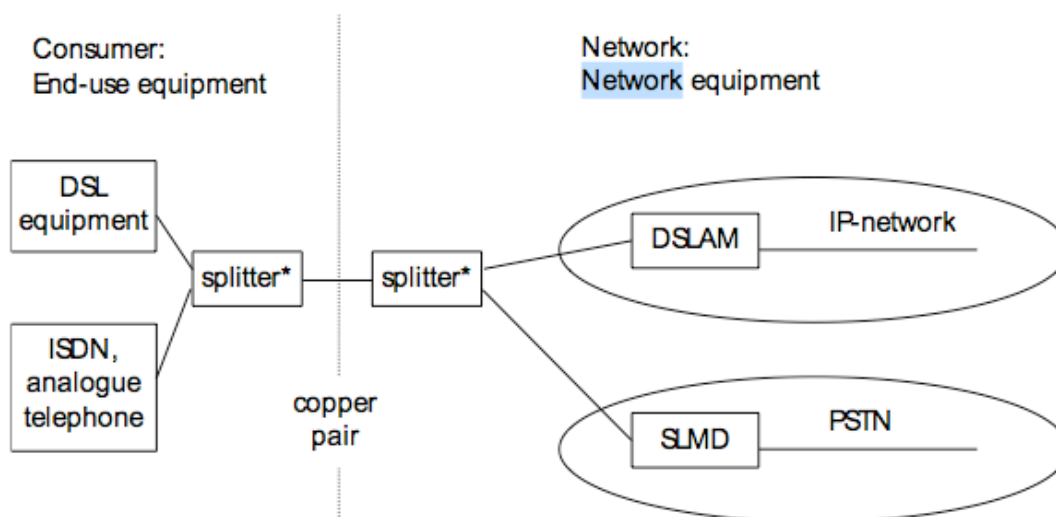
Reporting form

[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 を例にとって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 maximum 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 L₂¹⁰

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 L₃¹²

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

別紙

Participant list of the Meeting of the working group on Energy Consumption of Broadband Communication Equipment and Networks, 3 July 2007, IEA Paris

1. Paolo Bertoldi, European Commission
2. Hans Paul Siderius, Senternovem NL
3. Jan Viegand, EST, DK
4. Robert Harrison, MTP, UK
5. Matthias Meier, Motorola GmbH, DE
6. Stone Christopher, Motorola, US
7. Angus Berry, BT, UK
8. Res Witschi, Swisscom, CH
9. Roland Brueniger, SFOE, CH
10. Carole LeGoff, THOMSON, FR

11. Florian Tremblay, Sagem, FR
12. Sylvain Saint-Ange, Sagem, FR
13. Francois Bernard, Philips, FR
14. Cucchietti Flavio, Telecomitalia, IT
15. Klaus Verschuere, CISCO, BE
16. Heinz Rüterbusch, Vodafone Group Services GmbH, DE
17. Luo Shudong, Huawei Technologies Deutschland GmbH, DE
18. Jürgen Brieskorn, Siemens Enterprise Communications GmbH & Co. KG, DE
19. Koen Hooghe, Alcatel-Lucent, BE
20. Matthew Armishaw, MTP, UK
21. Bob Bissell, BT, UK
22. David Thorne, BT, UK
23. Boris Harle, Conexant, FR
24. David Holliday, BSkyB, UK
25. Marc Aubree, France Telecom, FR
26. Kristian Carpenter, Thomson, BE
27. Dominique Roche, France Telecom, FR
28. Keith Jones, AGO, AU
29. Anthony Raucole, Philips, FR
30. Jean-Luc Bisson, Philips, FR
31. Theo J.M. Schoenmakers, Philips Consumer Electronics, NL
32. Iain Anderson, Fujitsu Telecom Europe, UK
33. Tom Bolioli, representing US EPA, US

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
≥ 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
	$0 < W \leq 1$
$1 < W \leq 36$	$\geq [0.08 * \ln(P_{no})] + 0.585$
$36 < W \leq 250$	≥ 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#
	$0 < W \leq 1$
$1 < W \leq 8$	$\geq [0.095 * \ln(P_{no})] + 0.529$

4. 調査のまとめ

以下の表に今回の調査結果をまとめる。

団体/プログラム名称	Save Energy Now、 Federal Energy Management Program	Energy Star	The Green Grid	CSCI
活動主体/形態	米国エネルギー省	米国環境保護庁	AMD、APC 等民間 企業主体のグロー バルコンソーシアム	Google、Intel 主導に よる一般消費者、企 業、環境保護団体が 参加する非営利団体
参加企業数等	政府主導	政府主導	208 社	288 社/団体
開始時期	2005 年	1992 年	2006 年	2007 年
目的	米国の工業部門お よび連邦政府機関 におけるエネルギー 消費量と環境への 影響の削減。	エネルギー効率の 高い製品の普及促 進を通じての温室効 果ガスの排出量の 削減。	データセンタのエネ ルギー効率向上の ための新しい技術の 開発と普及促進。	PC、量産型サーバの 電源効率改善および 非動作時の消費電力 削減(パワーマネー ジメント)による、コンピ ュータ利用によって発 生する CO2 排出量の 削減。
具体的な数値目標	10 年で工業部門の エネルギー消費を 25%削減。	なし。	なし。	2010 年までにコンピ ュータの消費電力を 50%削減。
活動概要	エネルギーアッセメ ントのためのソフトウ エア提供、アッセメ ント実施、情報提 供、教育・訓練など。	エネルギー効率基 準の作成と適合製 品へのロゴマークの 表示など。	データセンタのエネ ルギー効率向上の ためのリサーチ、標 準の開発、事例の公 開など。	PC、サーバーに対す るエネルギー効率に よる購入基準の策定 と推進。
他機関との連携	連邦政府諸機関と の連携による施策の 推進等。	世界各国政府との 連携による国際エネ ルギースターの推 進。 CSCI への技術的支 援。	米国 DOE、EPA との 連携。 グリーン IT 推進協議 会との連携によるデ ータセンタのエネ ルギー効率指標の検 討など	EPA からの技術的支 援。 グリーン IT 推進協議 会との連携による啓 発活動。 経済産業 省、資源エネルギー 庁との情報交換等。

団体/プログラム名称	CoC on Data Centres Energy Efficiency	CoC on Broadband equipment	CoC on Energy Efficiency of External power supply
活動主体/形態	European Committee	European Committee	European Committee
参加企業数等	政府主導	政府主導	政府主導
開始時期	2008 年	2006 年	2000 年
目的	データセンターのエネルギー効率化の推進。	ブロードバンド通信機器の電力消費量の削減。	0.3W から 250W の外部電源の電力損失量の削減。
具体的な数値目標	なし	2015 年の EU における年間電力消費量を 25TWh に抑える。	2010 年以降 EU における年間電力損失量の 5TWh の削減。
活動概要	データセンターのエネルギー効率化手法の開発と、事業者の効率化プログラムへの自主的参加の推進。	ブロードバンド通信機器の電力効率基準の策定と普及促進。	外部電源の電力効率基準の策定と普及促進。
他機関との連携	The Green Grid、EPA との連携(効率基準の共通化)など。	なし。	なし。

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

で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。

以上見たように IT 機器、データセンタの省エネルギー化に対する取り組みは世界的な傾向として行われているが、米国においては政府主導、民間主導双方が行われており、エネルギースター、The Green Grid のように米国だけでなくグローバルな展開になっているものもある。一方、EU においては政府系機関主導により行動規範という形での制定方法が採られている。

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。

EU における Code of Conduct on Data Centres Energy Efficiency はまだ施行されたばかりであり、達成目標についても自己申告制となっているためエネルギー削減効果についてはまだ不透明な部分がある。また、今後行動規範から EU 指令に格上げされる可能性もあるため、今後の進展には注目する必要がある。

さらに、今回の調査で対象とされた取り組み以外にもいくつかの新たな取り組みが始まっており(米国における The Digital Energy Solutions Campaign、韓国におけるグリーンビジネス/IT 協議会の設立など)、今後も継続して各国の動向を調査していく必要がある。これらの新しい取り組みに関しては次年度に調査を行うこととする。

おわりに

今回の報告書では、調査分析委員会の平成 20 年度の成果についてとりまとめました。分野横断的に俯瞰すると、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分けられます。また、検討したテーマは、IT 自身の省エネ、データセンタの省エネ、IT による社会の省エネ、グリーン IT 企業の貢献、海外のグリーン IT に関する調査というように、多岐にわたりました。

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 品目を選択し調査しました。その結果、省エネに関する評価方法は、IT 機器の消費電力に各機器の特徴的な機能や性能を考慮して評価する方法が適していることが明らかとなりました。また、省エネによる貢献量に関しては、日本においては、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ました。世界全体では、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ます。これを CO₂ 排出量に換算¹¹²すると、日本では 2025 年時点で 0.2~0.7 億 ton-CO₂ の削減が、そして世界全体では 3.6~11.6 億 ton-CO₂ の排出抑制が期待されることがわかりました。

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 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。日本においては、2025 年時点で約 440 億 kWh/年が削減され、世界全体では、2025 年時点で約 5,600 億 kWh/年が抑制されると予想されます。これを CO₂ 排出量に換算¹¹³すると、日本では 2025 年時点で 880~1760 万 ton-CO₂ の削減が期待され、世界全体では 1.1~2.2 億 ton-CO₂ の排出抑制が期待されることがわかりました。このうち、ファシリティの寄与が約半分、IT 機器の効率向上による削減が残りの部分を占めると考えられます。また、新たな省エネ指標として、データセンタ電力効率 (Datacenter Performance Per Energy; DPPE) を提案しました。

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』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予測しました。IT ソリューションによる効果の評価については、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をまとめました。この評価方法と対象とする IT ソリューションの普及率により、将来の CO₂ 削減貢献量を求めた結果、日本において、2025 年時点で BEMS で 630 万 ton-CO₂、TV 会議で 270 万 ton-CO₂、SCM (共同配送事例) で 220 万 ton-CO₂、ITS (デジタコグラフ事例) で 840 万 ton-CO₂

¹¹² 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。

¹¹³ 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。

などの削減ポテンシャルをもっていることが推測されました。また、世界における効果は、各 IT ソリューションにより貢献量が異なりますが、日本の 5～20 倍の貢献量が予測されました。

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、今年度は基礎的な検討を進めました。今回は、中間報告にさせていただきましたが、次年度、重点テーマの 1 つとして調査分析を継続いたします。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、今年度特に、米国、欧州の政府、民間の活動を調査し、米国では米国エネルギー省、環境保護庁、グリーン・グリッド、欧州では、Code of Conduct の活動内容を紹介しました。今後は、アジア、中国など、対象範囲を拡大して調査分析を進めていく予定です。

グリーン IT は、日本で進化し、of IT と by IT の 2 つを柱に生まれ変わり、現在、ヨーロッパ、アメリカそしてアジアへと広がっています。日本の先進的な環境技術の主要な分野の 1 つとして、日本のグリーン 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おり、それを推進することが、グリーン IT 推進協議会のミッションであると考えています。低炭素社会の実現に向け、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といわれています。グリーン IT 推進協議会の活動は、この一翼を担うことを目的にしています。調査分析委員会は、このようなグリーン IT 推進協議会の活動がより具体的で、実りのある活動になるよう、実行レベルの委員会の 1 つとして、今後も経済産業省、グリーン IT 推進協議会の会員各位など、関係団体、関係部門のご支援、ご指導のもと、努力と活発な活動を継続していきます。

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幸いです。

— 禁 無 断 転 載 —

**2008 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 2009 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)
〒101-0065 東京都千代田区西神田 3 丁目 2 番地 1 号
千代田ファーストビル南館

TEL: (03) 5275-7267
<http://www.greenit-pc.jp>