

新データセンターエネルギー効率評価指標
DPPE(Datacenter Performance per Energy)
測定ガイドライン

(Ver2.05)

2012年3月3日

グリーンIT推進協議会

目次

1. ガイドラインの基本的な考え方	1
1.1. 新データセンターエネルギー効率評価指標(DPPE)の必要性.....	1
1.2. ガイドラインの目的	1
2. 新データセンターエネルギー効率指標(DPPE)の概要	2
2.1. DPPEとサブ指標.....	2
2.2. ITEU(IT Equipment Utilization)の概要	4
2.3. ITEE(IT Equipment Energy Efficiency)の概要	5
2.4. PUE(Power Usage Effectiveness)の概要	8
2.5. GEC(Green Energy Coefficient)の概要	18
2.6. DPPE(Data Center Performance per Energy)の概要	20
3. 測定ガイドライン	22
3.1. データセンターの定義	22
3.1.1 データセンターの建物.....	22
3.1.2 データセンター機能の定義	24
3.2. データセンタープロフィールの記録	24
3.2.1 データセンタープロフィールの記録の必要性	24
3.2.2 IT機器の構成管理および設備機器の構成管理の記録の必要性.....	24
3.3. ITEU(IT Equipment Utilization)の測定	25
3.3.1 ITEUの定義.....	25
3.3.2 ITEUの測定方法	25
3.3.3 ITEUの測定期間と測定頻度.....	27
3.4. ITEE(IT Equipment Energy Efficiency)の測定	29
3.4.1 ITEEの定義.....	29
3.4.2 ITEEの測定方法	29
3.4.3 ITEEの測定期間と測定頻度	30
3.5. PUE(Power Usage Effectiveness)の測定	32
3.5.1 PUEの定義.....	32
3.5.2 PUEの測定方法	32
3.5.3 PUEの測定期間と測定頻度.....	48
3.6. GEC(Green Energy Coefficient)の測定	49
3.6.1 GECの定義.....	49
3.6.2 GECの測定方法.....	49
3.6.3 GECの測定期間と測定頻度.....	49
3.7. DPPE(Data Center Performance per Energy)の測定	51
3.7.1 DPPEの定義.....	51
3.7.2 DPPEの計算方法	51
3.7.3 DPPEの測定期間と測定頻度.....	51
4. レポートニング	52
4.1. 測定値の記録と保存	52

4.1.1 測定機器に関する基本的な考え方.....	52
(別表1)エネルギーの換算表.....	53
(別図2)データセンターの定義.....	58
(別表2)複合施設におけるエネルギーの案分方法.....	59
(別表3) ファシリティスタンダード・レベル(データセンタープロフィール記入時の参照用).....	60

1. ガイドラインの基本的な考え方

1.1. 新データセンターエネルギー効率評価指標(DPPE)の必要性

ICT(Information and communication technology)は経済活動の無駄を省き、輸送の効率化もしくは代替を実現し、エネルギーの有効利用や節減による CO2 排出量削減に大きな貢献をしている。しかし、一方で ICT による電力消費は逆に増えており、特に、大量のサーバを保有するデータセンターは、多大な電力を消費し、なおかつ消費量が年々増加しており、地球温暖化防止の観点から、データセンターのエネルギー効率性を高め CO2 排出量の削減することが急務となっている。

データセンターの効率性を高めるためには、データセンターの効率性を定量的に評価する必要がある。こうした、データセンターのエネルギー効率を表わす指標として、Power Usage Effectiveness (PUE) が広く認知されている。しかし、データセンターのエネルギー消費効率の改善には、ファシリティの効率化とデータセンター内の IT 機器の効率化の両方を実現することが必要であり、ファシリティのエネルギー効率を測る PUE 指標のみでは不十分である。

そこで、グリーンIT推進協議会(Green IT Promotion Council (GIPC))では、データセンター全体のエネルギー効率を表わす新しい指標として、Datacenter Performance Per Energy (DPPE)を検討・提案している。DPPE は、ファシリティのエネルギー効率を表す PUE を包含しているほか、IT 機器の効率化を表す指標も含まれており、データセンターによるコンピューティングサービス全体の効率を表す総合指標となっている。また、太陽光発電や風力発電などのグリーンエネルギーの利用率も反映されるようになっている。DPPE を用いることで、データセンター事業者およびその利用者は、データセンターの設備および IT 機器も含めたデータセンター全体の効率性を客観的に評価することができ、設備や機器の改善、効率的な運用の結果を可視化して、持続的な効率化努力をすることが期待されている。

GIPCでは現在、米国 The Green Grid など国内外の関連団体と調和を図りながら、データセンターのエネルギー効率を測定し評価するのに有効な指標とするために、DPPE の具体化を進めている。

1.2. ガイドラインの目的

本ガイドラインの目的は、DPPE について理解を深め、実際のデータセンターにおいて測定を行うのに必要な、DPPE の測定方法および報告の方法を示すことである。

DPPE は新たに策定された指標であり、今後、課題等が出てくる可能性がある。このため、現時点では、以下の2点を目標にしている。

(1) 実効性のある指標の確立

データセンターの効率性を評価できる実効性のある指標として確立する。

(2) 現実的な測定方法の提案

データセンターの実態に合わせた現実的な測定方法を提案する。このため、可能な限り、既存設備を活用して測定できる方式を目指す。また、2010 年度に実施した測定実証事業を通じて抽出された課題に基づき必要な修正を行ったが、その後 PUE の定義や測定法の検討が進んでいることもあり、2011 年度の測定実証事業においても引き続き課題の抽出とそれに基づく修正を行う。

2. 新データセンターエネルギー効率指標(DPPE の概要)

2.1. DPPE とサブ指標

DPPE(Datacenter Performance Per Energy)は、データセンターの消費エネルギーあたりの生産性を表す指標である。すなわち、 $DPPE = (\text{データセンターの生産量}) / (\text{消費エネルギー})$ である。データセンターの生産量および消費エネルギーの範囲等を定義する必要があるが、これらは、IT 機器の選択や施設の改善など、データセンターの各レベルにおけるエネルギー効率化の活動と連動すべきである。そこで、データセンターの4つの種類のサブ指標を定義した。

表 1 DPPE を構成するサブ指標

サブ指標名	式	対応する 取り組み活動
ITEU (IT Equipment Utilization)	= IT 機器の総消費エネルギー(実測電力量) / IT 機器の総定格消費エネルギー(定格電力量)	IT 機器の効率的運用: コンソリデーション、仮想化等により稼働率向上と稼働機器台数削減に努める。
ITEE (IT Equipment Energy Efficiency)	= IT 機器の総定格能力(定格) / IT 機器の総定格仕事率(定格電力)	より省エネルギー性能の高いIT 機器の導入に努める。
PUE (Power Usage Effectiveness)	= データセンターの総消費エネルギー(実測) / IT 機器の総消費エネルギー(実測)	空調機器の効率化、電源変換設備の効率化、自然環境を利用した様々な工夫などによるファシリティのエネルギー削減に努める。
GEC (Green Energy Coefficient)	= グリーンエネルギー(太陽光・風力など自然エネルギー)によるエネルギーの発生量(実測) / データセンターの総消費エネルギー(実測)	太陽光発電、風力発電、水力発電等のグリーンエネルギーの発生装置の設置と利用に努める。

4つの指標(ITEU, ITEE, PUE, GEC)は、4種の独立した省エネ努力を反映したものであり、1つの種類の省エネ努力が、他の指標に影響を及ぼすことがないように設計している。このため、それぞれの要素は指標として独立した使い方も可能である。

DPPE はこれらのサブ指標の関数、すなわち、 $DPPE = f(ITEU, ITEE, PUE, GEC)$ と表すことができる。具体的には、

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

で表す。

ITEU は、データセンターの IT 機器の効率的運用の指標である。IT 機器が全く稼働していないデータセンターでは ITEU=0 となり、IT 機器が 100%フル稼働しているデータセンターでは、ITEU=1 となる。

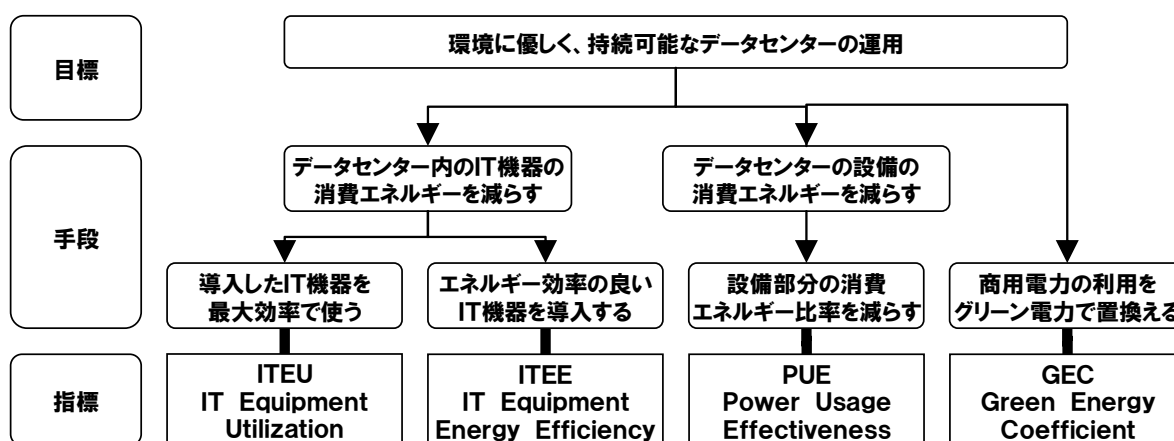
ITEE は、データセンターの IT 機器の潜在能力と消費エネルギーの関係を表す指標である。省エネルギーエネタイプの IT 機器を導入すればするほど、大きな値となる。

PUE は、ファシリティのエネルギー効率を表す指標である。ファシリティにおける消費エネルギーの割合を削減するほど 1 に近づき小さい値となる。

GEC は太陽光発電や風力発電等に代表される、データセンター内で発電された CO2 を発生しないグリーンエネルギーの利用を増やすと大きな値となる。

これらの4つの指標(PUE のみ逆数)が大きくなると、それに見合っ DPPE も大きくなるように定義されている。DPPE は、データセンターにおける非グリーンエネルギーあたりの生産量と定義される。

図 1 DPPE の意味



$$DPPE = IT \text{ 機器の稼働率}(ITEU) \times IT \text{ 機器の能力}(ITEE) \times \text{データセンター効率}(1/PUE) \times \text{非グリーンエネルギー}(1/(1-GEC))$$

2.2. ITEU(IT Equipment Utilization)の概要

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

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

ITEU=IT機器の総消費エネルギー(実測)[kWh]／IT機器の総定格消費エネルギー(定格)[kWh]

ITEUの計算対象は、サーバ、ストレージ、ネットワーク機器、その他機器からなる全てのIT機器である。常時稼働状態で冗長化されているIT機器は、ITEUの計算時に全て計上する。一方で、電源停止状態のスタンバイ機器は、アイドル時の電力消費が生じないため、計上しないものとする。実測電力量の測定期間、測定ポイントは、PUEの測定方法に準ずる。

[計算例]

IT機器の実測電力量は、測定期間(30日)中396,000 kWhであった。一方、総定格電力量は、1500 kW × 24 時間 × 30 日=1,080,000 kWhであった。このとき、

$$\text{ITEU} = 396,000[\text{kWh}] / 1,080,000[\text{kWh}] = 0.367 = 36.7 [\%]$$
 となる。

2.3. ITEE (IT Equipment Energy Efficiency) の概要

ITEE は、IT 機器の総定格能力を IT 機器の総定格電力(仕事率)で割った値と定義する。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。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、IT 機器のカタログ上の省エネ性能のスペック値を用いて、単純に計算する方法を採用する。

$$\text{ITEE} = \text{IT 機器の総定格能力[Work]} \div \text{IT 機器の総定格電力[W]}$$

ただし、

$$\text{IT 機器の総定格能力[Work]} = \alpha \times \Sigma (\text{サーバ能力[GTOPS]}) + \beta \times \Sigma (\text{ストレージ能力[Gbyte]}) + \gamma \times \Sigma (\text{ネットワーク能力[Gbps]})$$

$$\alpha = 7.72[\text{W/GTOPS}], \beta = 0.0933[\text{W/Gbyte}], \gamma = 7.14[\text{W/Gbps}]$$

現時点では、IT 機器の総定格能力を計算するために必要な、IT 機器(サーバ、ストレージ、ネットワーク機器(NW))の能力またはエネルギー消費効率を比較できる国際的に統一された方法が存在しない。しかし、日本では、省エネ法で規定されているエネルギー消費効率の数値がカタログに記載されており、これを ITEE の計算に用いる。

なお、2007 年版のサーバ能力は W/MTOPS で表示されており、2010 年版より W/GTOPS に改訂されている。このため、2007 年版のエネルギー消費効率の数値を用いる場合には、以下の式で換算する必要がある。

$$\text{2010 年版のエネルギー消費効率相当 [W/GTOPS]}$$

$$= \text{2007 年版のエネルギー消費効率[W/MTOPS]} \times 1,000$$

α 、 β 、 γ は、サーバ、ストレージ、ネットワーク機器の能力を統合するための係数である。 α は、2005 年の標準的なサーバのエネルギー消費効率の逆数と定義する。 β 、 γ も同様に、2005 年の標準的なストレージ、ネットワーク機器のエネルギー消費効率の逆数である。したがって、「IT 機器の総定格能力」は、2005 年の平均的なサーバ、ストレージ、ネットワーク機器のエネルギー消費効率の逆数を重みとした能力の加重平均である。サーバのみ、ストレージのみ、ネットワーク機器のみを対象として ITEE を計算した場合、ITEE は 2005 年の標準的なサーバ・ストレージ・ネットワーク機器の「単位エネルギーあたり処理能力」(総定格能力/総定格電力)に対する比となる。 α 、 β 、 γ の値は、対象データセンターや計算時期が異なっても共通して用いるものとする。

[係数 α 、 β 、 γ の計算]

係数 α 、 β 、 γ は以下のように求められた。

各機器の能力は省エネ法のエネルギー消費効率で定義されている以下を使用した。

表 2 省エネ法で用いられている機器能力

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

グリーンIT推進協議会の調査結果¹により、サーバ、ストレージ、ネットワーク機器の2005年時点における標準的な能力と消費電力を下表とした。

表 3 2005年時点の標準的機器想定

	能力 (a)	消費電力 (b)	単位エネルギーあたり処理能力(a / b)
サーバ	36 GTOPS/台	278 W/台	0.129 GTOPS/W
ストレージ	300 Gbyte/台	28 W/台	10.7 Gbyte/W
ネットワーク機器	4.2 Gbps/port	30 W/port	0.14 Gbps/W

係数 α 、 β 、 γ は、標準的な機器の、「単位エネルギーあたり処理能力」の逆数であることから、

$$\text{サーバ機器係数 } \alpha = 1/0.129 = 7.72 \quad [\text{W/GTOPS}]$$

$$\text{ストレージ機器係数 } \beta = 1/10.7 = 0.0933[\text{W/Gbyte}]$$

$$\text{ネットワーク機器係数 } \gamma = 1/0.14 = 7.14 \quad [\text{W/Gbps}]$$

ITEEの計算では、データセンターを構成するIT機器は、全てサーバ、ストレージ、ネットワーク機器の3種類に分類する。ITEEの計算に用いられる定格能力と定格電力(またはエネルギー消費効率と定格電力)は全て各機器のカタログから抽出し計算する。機器によっては、記載義務化前の古い機器である、義務化の対象外である、などの理由でカタログ値が利用できない場合が考えられる。また、サーバ、ストレージ、ネットワークに分類不可能な機器もある。このような場合には、総定格能力の計算対象から除く。同時に、総定格電力は、上記総定格能力の算定に使用したIT機器のみの定格電力の合計を求める。

[計算例]

省エネ法に基づきカタログに記載されているのは、IT機器の能力自体ではなく、エネルギー消費効率であることから、まず定格電力とエネルギー消費効率を用いてサーバとストレージの能力を求める。

$$\text{サーバ} \quad 420[\text{台}], \text{最大消費電力 } 209[\text{W}], \text{エネルギー消費効率 } 0.0016[\text{d 区分}]$$

$$209[\text{W}]/(0.0016[\text{W/MTOPS}] \times 1000) = 131[\text{GTOPS}]/\text{台}$$

$$\text{ストレージ} \quad 42[\text{台}], \text{最大消費電力 } 4620[\text{W}], \text{エネルギー消費効率 } 0.025[\text{AAA}]$$

$$4,620[\text{W}]/0.025[\text{W/Gbyte}] = 184,800[\text{Gbyte}]/\text{台}$$

ネットワーク機器の能力は省エネ法で現在定義が検討中である。そこで、ネットワーク機器の能力は、ポート単位での設定可能速度(ワイヤースピードでは無い)で計算をおこなう。

¹ 平成20年度グリーンIT推進協議会調査分析委員会報告書

ネットワーク 84[台]、最大消費電力 145[W]、最高通信速度 1[Gbps]、1 台あたりのポート数 24
 (うち全ポートは 10/100Mbps 設定可能、うち 14 ポートは 1Gbps 設定可能)
 $10 \times 0.1[\text{Gbps}] + 14 \times 1[\text{Gbps}] = 15[\text{Gbps}]/\text{台}$

これらの IT 機器の能力に各台数を掛け合わせた合計を用いて ITEE を計算することができる。

$$\begin{aligned} \text{ITEE} &= (7.72[\text{W/GTOPS}] \times 130[\text{GTOPS}] \times 420[\text{台}] \\ &\quad + 0.00933[\text{W/Gbyte}] \times 184,800[\text{Gbyte}] \times 42[\text{台}] \\ &\quad + 7.14[\text{W/Gbps}] \times 15[\text{Gbps}] \times 84[\text{台}]) \\ &\quad / (209[\text{W}] \times 420[\text{台}] + 4,620[\text{W}] \times 42[\text{台}] + 145[\text{w}] \times 84[\text{台}]) \\ &= 3.98 \end{aligned}$$

2.4. PUE(Power Usage Effectiveness)の概要

PUE は 2007 年に米国の団体である The Green Grid(TGG)が最初に提案したデータセンターの電力効率性を測る指標である。データセンターのエネルギー効率を簡易に実測・推定することができ、エネルギー効率改善の必要性の判断を可能にする。

PUE/DCiE の考え方は、TGG が定めるホワイトペーパー及び2011年2月開催の国際会議(データセンターのエネルギー効率に関する指標の世界協調)の合意事項に準拠する。計測に関する条件等を日本データセンター協会(JDCC)の標準として定めるものである。

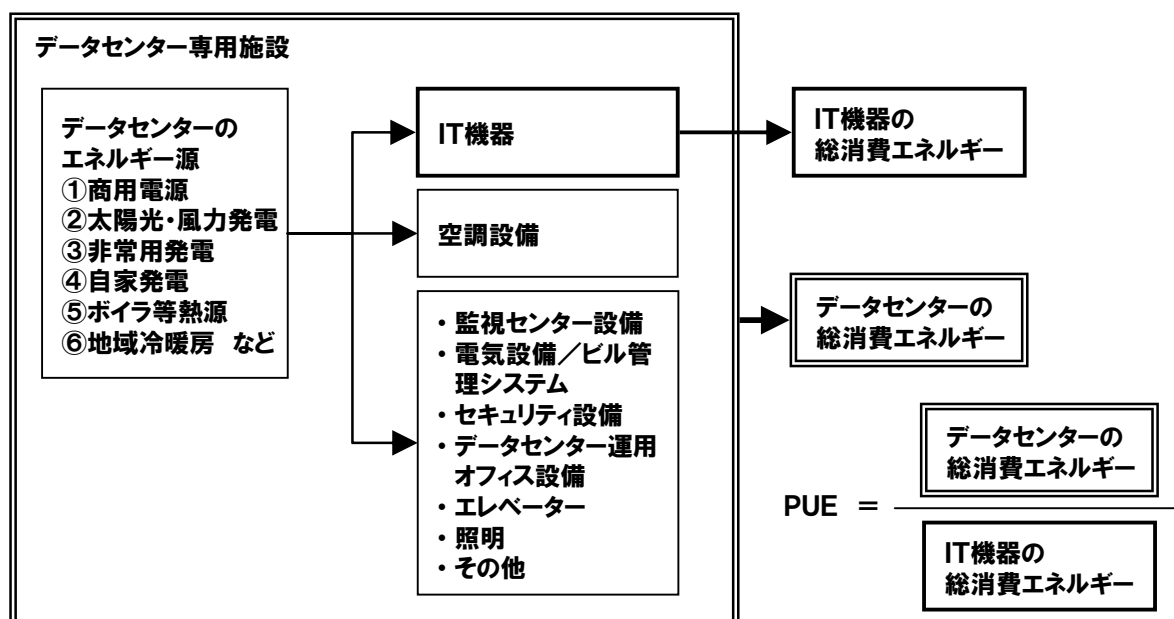
PUE は、データセンター(総施設)の全消費エネルギーを IT 機器の消費エネルギー(電力量)で割ったものである。データセンター(総施設)がIT機器の何倍の消費エネルギーで稼動しているかをみる指標である。

$$PUE = \text{データセンターの総消費エネルギー[kWh]} / \text{IT 機器の総消費エネルギー[kWh]}$$

PUE は値が小さいほどエネルギー効率が良いことを示す。

必ず 1.0 以上の数値となる。数値が 1.0 に近いほどデータセンターのエネルギー効率は良い。

図 2 専用施設型データセンターでの PUE のイメージ



(1) データセンターのエネルギー源の種類と総消費エネルギーの測定ポイント

データセンター総施設の全消費エネルギーとは、IT機器の消費エネルギーに加え空調や照明、他のインフラの消費エネルギーを基本的に全て含むものである。

データセンター総施設における全消費エネルギーは、データセンター総施設と外部の境界(ユーティリティの責任転換箇所:Utility handoff)部分で計測し、全てのエネルギー源(商用電力、重油、ガス等)を含めて行う必要がある。

(参照:図3 データセンター総施設と外部の境界:Utility handoff)

また、計測エネルギーは、ソースエネルギー量(後述:エネルギーを作る初期エネルギー量:石油量やガス量等)で計測し、電力量換算(kWh)して合算する。

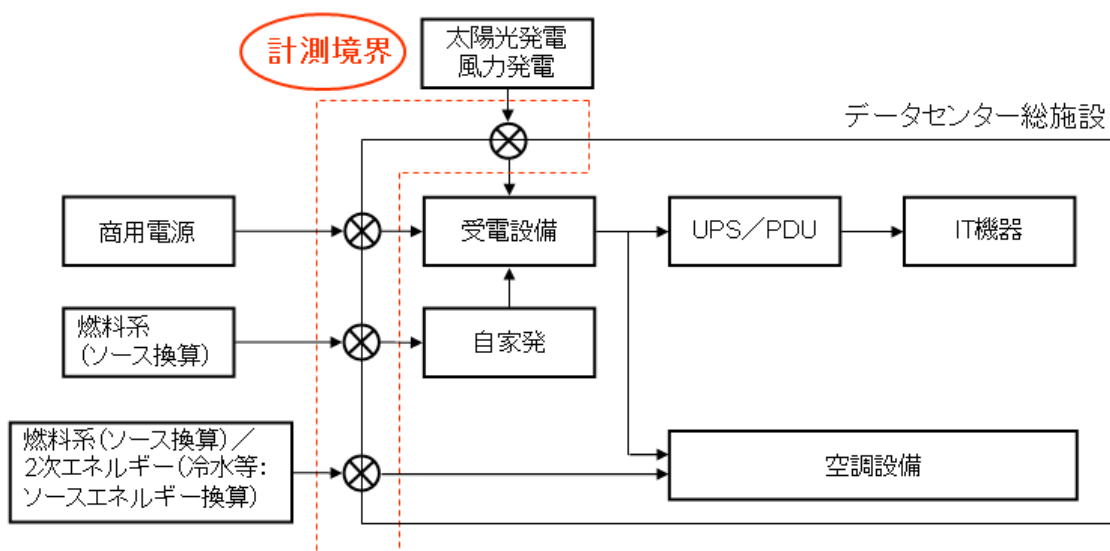
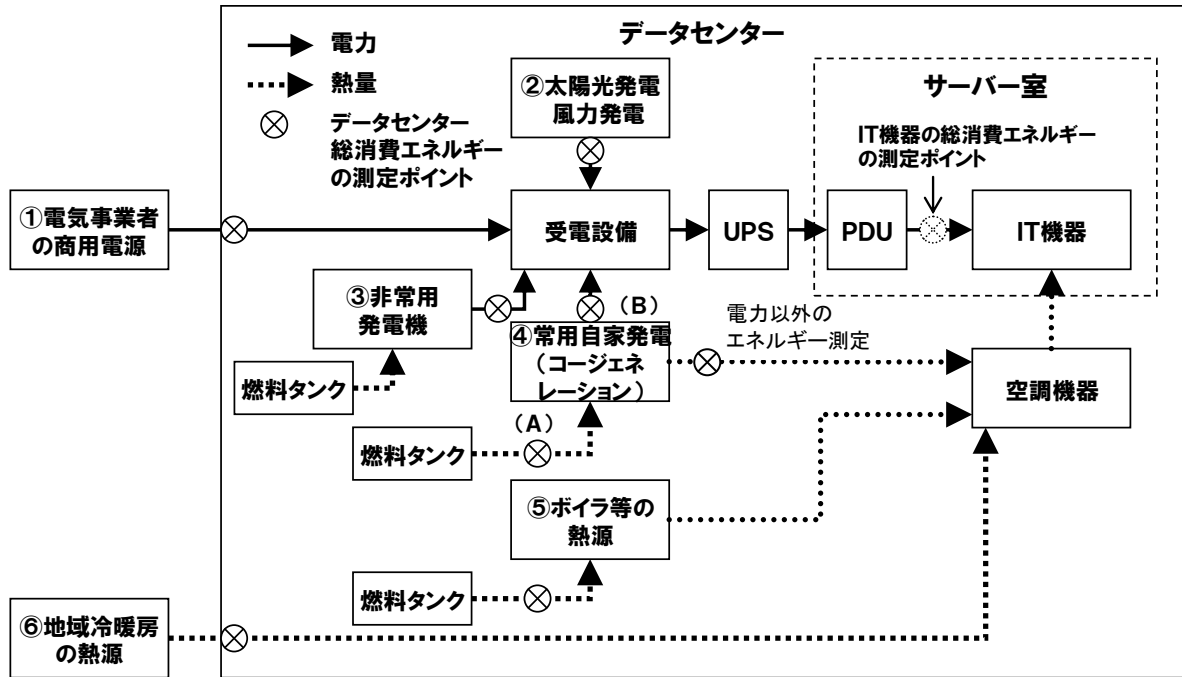


図3 データセンター総施設と外部の境界:Utility handoff

データセンターが使用する総消費エネルギーには①電気事業者からの受電や②太陽光発電や風力発電、③非常用発電機、④コージェネレーション等の自家発電からの電力量以外に、空調の熱源としての⑤ガス、重油等を燃料としたボイラや、自家発電用のコージェネレーションからの熱供給、⑥地域冷暖房からの熱供給など電力以外のエネルギー利用が想定される。

図 4 データセンターのエネルギー源の種類



PUE の計算は、これら全てのエネルギーの合計が必要である。電力とそれ以外のエネルギーと単位を統一して合計する必要があるため、エネルギーの原単位は[kWh]を使用する。

電力以外のエネルギー源の[kWh]換算には、省エネ法施行規則別表第1(第4条関係)に示されるエネルギー種別発熱量を kWh に換算したものをを用いる。(別表1参照)

データセンターの総消費エネルギーを測定するポイントは、基本的にデータセンターの電源入力(受電設備の入り口、太陽光・風力発電の出力、非常用発電機や常用自家発電(コージェネレーション)の出力)時点での電力量とし、発電や送電によるロスを考慮しない。

ボイラ等、電力以外のエネルギーについては、その燃料消費量等からエネルギーを計算する。

消費される対象エネルギーの種別とエネルギー合算の考え方について

消費されるエネルギーは、電力、燃料系(重油、ガス等)及び2次エネルギー系(地域冷暖房の冷水等)を全て対象とする。

特に冷却設備や発電設備には重油やガス等を活用する設備がある。

(ソースエネルギー量の考え方)

本ガイドラインで扱うエネルギーは全て電力量換算して合算することを基本的な考え方としている。

商用電力(a)の1kWh を作成するのに、発電所の発電効率や発電所からデータセンターまでの送電ロス等を考慮すると、約3倍(ソース換算係数 δ)のエネルギー量を要している。この約3倍のエネルギー量のことをソースエネルギー量という。

データセンターのエネルギー量はこのソースエネルギー量で評価することを基本的な考え方として、2011年2月の国際会議(前述)で合意されている。

一方、燃料系のエネルギーはデータセンターで消費したものがソースエネルギー量となる。重油等の量を電力量換算した kWh (b) が該当する。

また地域冷暖房の冷水等の二次エネルギー (c) はその冷水を作るのに要したエネルギーの量 (ソース換算係数 ε) を電力量換算した kWh が該当する。

(ソースエネルギー量での合算方法について)

ソースエネルギーで合算するというのは上記の考え方より、以下の計算式で表現される。

$$\text{総消費エネルギー} = \delta \times (a) + (b) + \varepsilon \times (c)$$

一方、このまま、合算すると、商用電力分が約3倍で表現されるため、商用電力がほとんどを占めるセンターでは、総施設のみかけの電力量が約3倍になり、従前のTGGのPUEよりもPUEが大きな値を表現することになる。

この表現を従来のPUEとスケールをあわせるために、従来の商用電力の値(電力計の値)を基本に、全体がソース換算できるような以下のような工夫をすることとした。

$$\text{総消費エネルギー量} = (a) + (1/\delta) \times (b) + (\varepsilon/\delta) \times (c)$$

2011年2月の国際会議(前述)では、ソースエネルギー換算係数として以下の値をグローバルに共通で使うことを合意している。

*商用電力のソースエネルギー換算係数: $\Rightarrow 1.0$

*燃料系のソースエネルギー換算係数: $1/\delta \Rightarrow 0.35$

*二次エネルギー系のソースエネルギー換算係数: $\varepsilon/\delta \Rightarrow 0.40$

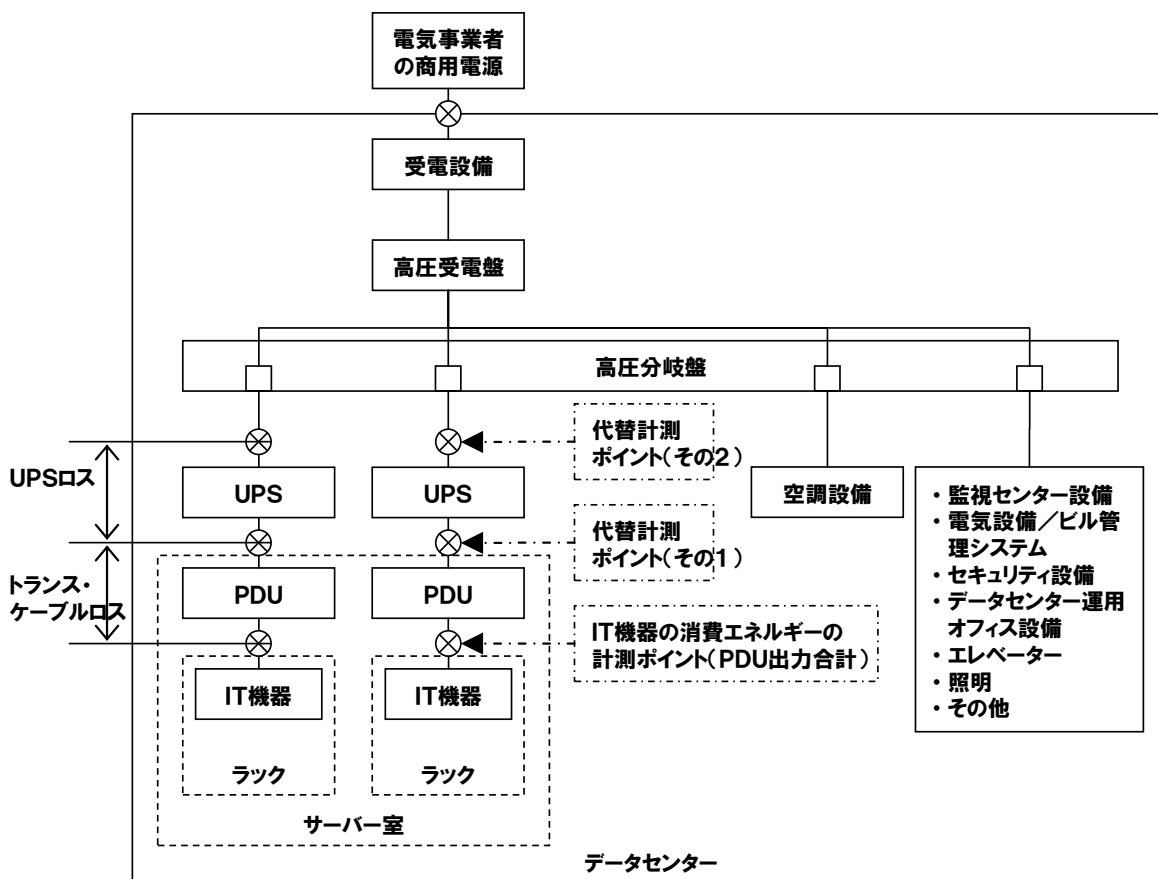
表4 エネルギー別ソースエネルギー換算係数

エネルギー種別	ソースエネルギー換算係数
商用電力	1.0
ガス(天然ガス、都市ガス等)	0.35
A 集油、軽油等	0.35
その他燃料系	0.35
冷水等(地域冷暖房)	0.40

(2) IT 機器の総消費エネルギー量の測定ポイント

・IT 機器の消費エネルギー量(電力量)を計測するポイントは、PDU(分電盤)出力(UPS 出力で計測する場合は、UPS とIT機器の間の電力ロスを考慮する。)で計測する。IT 機器と測定ポイントの間に複数のダウントランスが存在する場合、ダウントランス、ケーブル等のロス分を考慮する。PDU 出力で計測できない場合の対応は、3.5.2(3)の「IT機器の総消費エネルギーの測定」に従う。

図 5 IT 機器の消費エネルギーの計測ポイント



※力率の測定

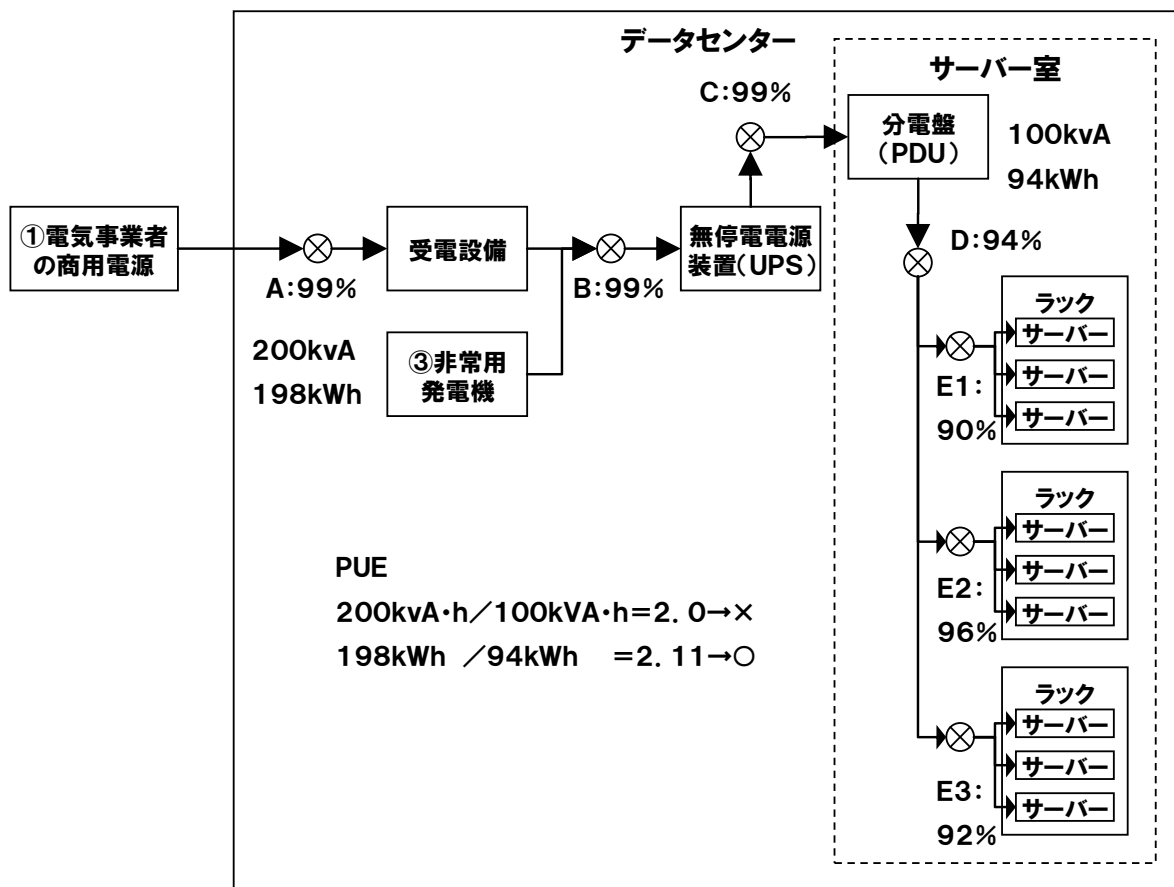
IT 機器の実際の総消費電力(kW)は、電圧(V) × 電流(A) × 力率(%)で算出され、KVA = 電圧(V) × 電流(A)とは異なる。したがって、PUE を算出するにあたっては、力率も考慮することが望ましい。

サンプルの実測データから、IT 機器の力率が種類や負荷によって数%(場合によっては数十%)の違いがあることが明らかとなっている。

力率を考慮しないで、IT 機器の総消費エネルギー(電力量[kVAh])を求めた場合、IT 機器の総消費エネルギーが実際より大きくなり、PUE の計算で大きく有利になる可能性がある。

このため、IT 機器の総消費エネルギー(電力量[kWh])を測定するためには、電流[A] × 電圧[V]から計算するのではなく、力率も考慮した計測が必要である。

図 6 データセンターにおける力率測定のイメージ



例： データセンターの電力 200kVA、IT 機器の皮相電力 100kVA

力率 100%の場合(力率を考慮しない) $PUE=200[\text{kVA}] / (100[\text{kVA}] * 100\%) = 2.00$

力率 96%の場合 $PUE=200[\text{kVA}] / (100[\text{kVA}] * 96\%) = 2.08$

力率 90%の場合 $PUE=200[\text{kVA}] / (100[\text{kVA}] * 90\%) = 2.22$

IT機器の総消費エネルギー(電力量)は連続した積算値で計測することが望ましく、このため、電流・電圧と同時に力率を考慮した電力量が計測されていることが望ましい。しかし、力率を計測可能な測定器がまだ少ないため、データセンターで力率を考慮した電力量を連続的に計測していないことが想定される。

力率は PDU 以降の IT 機器のシステム構成によって異なるが、時系列による変化は小さい事がサンプルの実測データで知られている。このため、連続的に電流・電圧によって計測した電力量に、過去にハンディターミナル等で一時的に計測した力率の平均値等を掛け合わせて、IT 機器の総消費エネルギー量を求めても良い。力率が不明・計測不能な場合は、推奨値として 95%を用いる。

表 5 サンプル実測データによる力率の例

Ave	Var	Max	Min
95.8%	46.6%	100%	64%

(3) 複合施設型データセンターでのデータセンター総消費エネルギーの求め方

数多くのデータセンターは、データセンター機能(フロア)と、データセンターとはまったく無関係な一般オフィス等の非データセンター機能(フロア)が混在する複合施設型データセンターである。この場合、データセンター間で比較可能な PUE を算出するためには、建物の総消費エネルギー(非データセンター機能の消費エネルギーも含まれる)から、データセンター機能に使われた総消費エネルギーを求める必要がある。

複合施設型データセンターでは、建物内の機能(フロア)を、データセンター機能、非データセンター機能と、共用機能の3種類に分類することができる。共用機能とは、双方の機能を管理、維持、運営するために使われ、建物内で共用して使う設備およびフロアである。建物全体のビル管理システム、セキュリティ設備、共用フロアの空調設備、エレベーター、照明などがある。建物内の範囲としては、ホール、廊下、トイレ、共用の会議室などが相当する。

複合施設の共有部分の定義

複合施設の共有部分とは、複合施設を管理、維持、運営するために使われ、データセンター等の複合施設全体の中で共有して使う共有空調等の設備機器である。エリアはホール、廊下、トイレ、共有の会議室などを共有部分と定義する。

複合施設型データセンターにおいても、データセンター機能専用部分での消費エネルギーをできるだけ正確に測定して、その測定値を使用する。

共用機能で消費したエネルギーについては、データセンター機能での消費相当分と非データセンター機能(一般オフィス等)での消費相当分に案分して、データセンター機能での消費相当分を測定済みのデータセンター機能専用部分での消費エネルギーに加えて、データセンターの総消費エネルギーを算定する。

複合施設の案分(参照:図7 複合施設データセンターの構成図)

データセンター部分としてのエネルギー量が計測できている場合は、下記で案分する必要は無く、その計測値を使用する。

a. 専有部分の案分方法

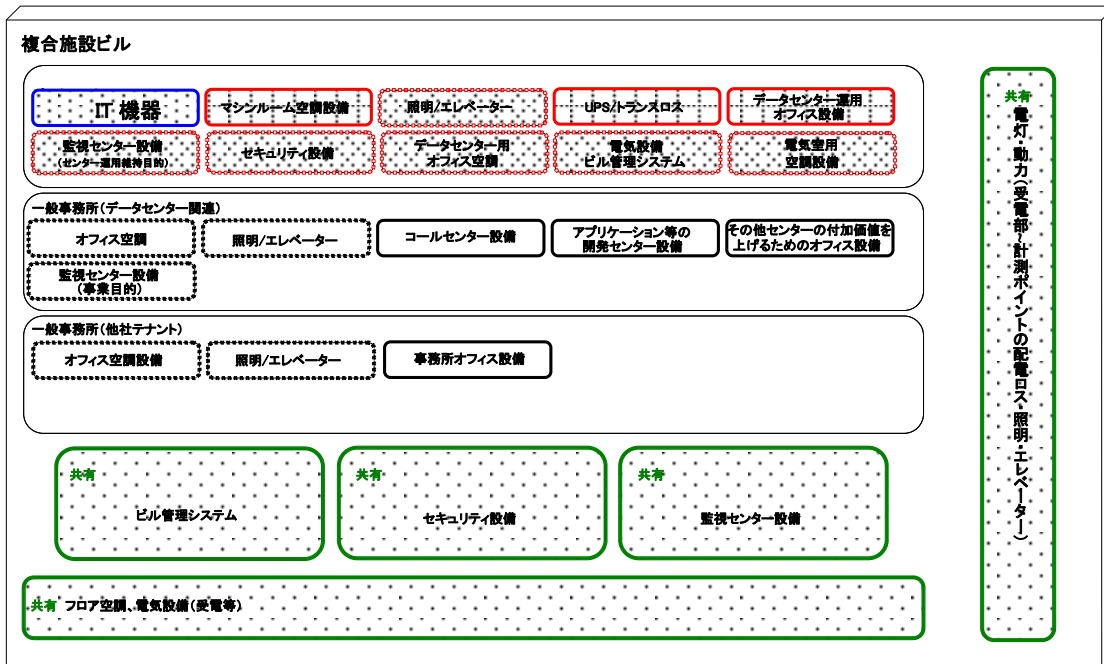
- ・データセンター部分の空調エネルギー量は、TGG のホワイトペーパー#14 に準拠し、データセンター部分の IT 機器の消費エネルギー量(電力量)とそれ以外(オフィス部分等)の消費 OA エネルギー量(電力量)との比率で案分とする。(※但し、この方法は空調負荷や空調システムの違いにより大きな誤差が生じることを考慮する必要がある。)
- ・照明は、データセンター部分とそれ以外(共有部分を除く)の面積比率で案分とする。

b. 共有部分の案分方法

- ・電気室等の空調エネルギー量は、専有部分の IT 機器の消費エネルギー量(電力量)とそれ以外(オフィス部分等)の消費 OA エネルギー量(電力量)との比率で案分とする。
- ・廊下の照明、昇降機等の共有部分は、専有部分とそれ以外(オフィス部分等)の面積比率で案分とする。

【概説】

下図は複合施設型のデータセンターの構成を表している。データセンターを包含する複合施設内のエネルギーを消費する各設備機器を、IT 機器、データセンター専用設備、複合施設の共有設備に分類している。複合施設の共有設備を、データセンターに含める案分が必要な共有設備、データセンターに含めない案分が必要な共有設備に分ける。下図は下記分類方法に従い、分類をし、複合施設に内包されているデータセンターの構成を示した例である。



◆分類方法

- IT 機器 : IT 機器
- データセンター専用設備 : データセンター専用設備
- データセンターに含める案分が必要な共有設備 (部分 を案分して算出)
- 複合施設の共有設備
- データセンターに含めない案分が必要な共有設備 (部分 を案分して算出)
- データセンターに含めない独立設備

- ◆共有部分の空調設備、電力ロス等は、消費エネルギーで案分する。
- ◆その他の共有部分(エレベーター、照明電力、ビル管理システム等)は、フロア面積で案分する。

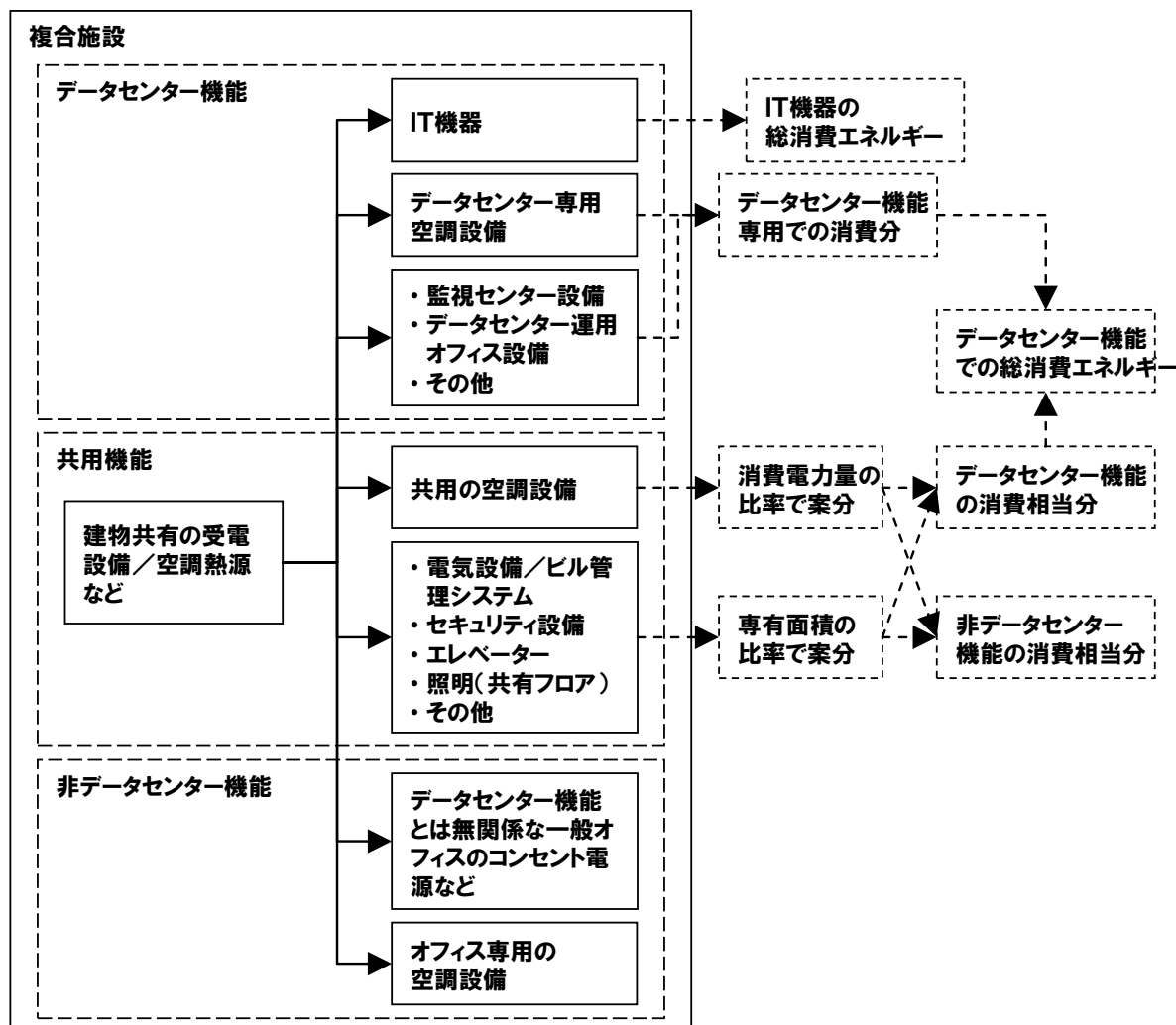
図7 複合施設データセンター構成図
(共有部分と専用部分の関係)

データセンターには、専用施設(建物)を持つケースと、共用のエネルギー設備を利用しているケース以外にも、共用のエネルギー設備とデータセンター機能専用のエネルギー設備が両方あってそれぞれ電力や熱源を融通しているケース、データセンター機能・共用機能・非データセンター機能でそれぞれエネルギー設備を持つケースが知られている。データセンターの総消費エネルギーの計算により、PUE の値は大きく異なることが確かめられており、こうした形態の異なるデータセンター間での PUE 比較のためには、これらに共通して利用できる、エネルギーの積算および共用機能のエネルギーの案分についての計算ルールが必要となっている。

別図のエネルギーブロックチャートでは、上記の原則に従ってそうした積算および案分の計算ルールを記載している。

複合施設型データセンターの場合、計算を簡略化するために、共用機能で消費されるエネルギーを全てデータセンター機能の消費エネルギーに含めて算出しても良い。ただし、その場合、PUE は実態より悪い値となる。

図 8 複合施設型データセンターのイメージと総消費エネルギーの求め方



共用機能部分の照明、昇降機等の消費エネルギーは、データセンター機能部分と非データセンター機能部分(オフィス部分等(ホール、廊下、トイレ、会議室などの共用部分を除く))の面積比率で案分とする。

共用機能部分のビル管理システム、ビル監視センター、電気室等の空調などの消費エネルギーは、データセンター部分のIT機器および関連設備の電力量と、非データセンター機能(オフィス部分のOA電力量等)の電力量との比率で案分とする。

なお、複合施設型データセンターで共有部分の空調エネルギーの把握が難しい場合は以下のようなツールも公開されているため、参考にされたい。

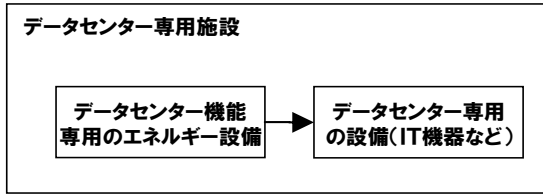
ーテナント空調エネルギー推計ツール(年間版)

URL: <http://www.eccj.or.jp/bldg-actool/index.html>

(財団法人 省エネルギーセンター診断指導部)

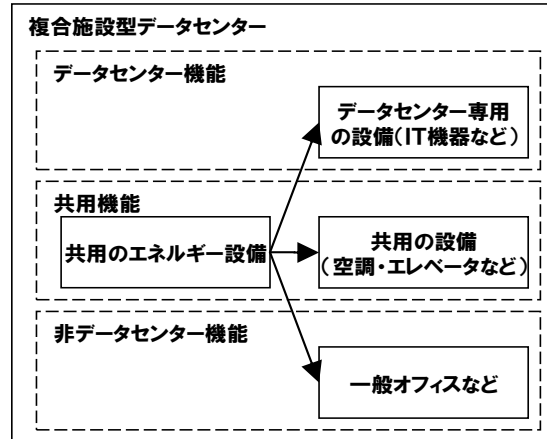
図 9 エネルギー設備の共用によるデータセンターのケース分類

①データセンター専用施設(建物)のケース

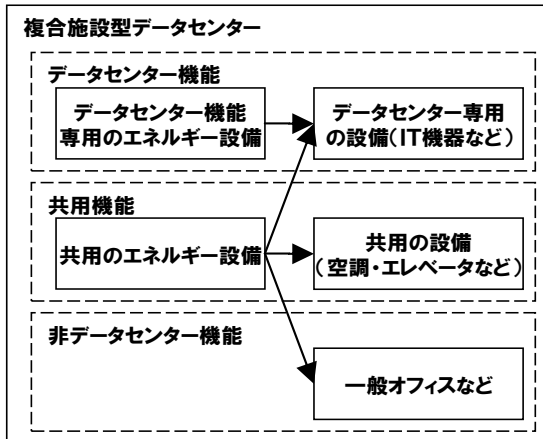


エネルギー設備:商用電力の受電設備、太陽光・風力発電等、非常用発電機、自家発電(コージェネレーション)、ボイラ等熱源、地域冷暖房等

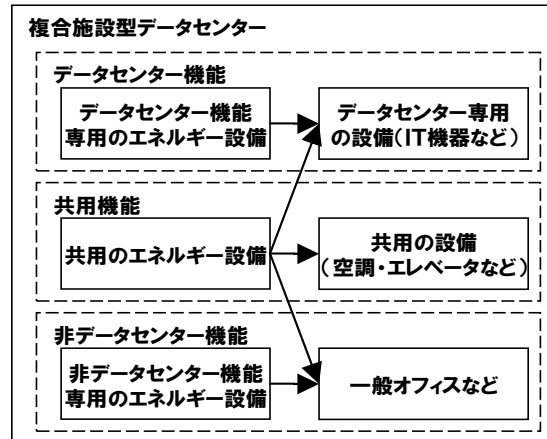
②共用のエネルギー設備を利用しているケース



③共用のエネルギー設備とデータセンター機能専用のエネルギー設備があるケース



④データセンター機能、共用機能、非データセンター機能でそれぞれエネルギー設備があるケース



[計算例]

データセンターの受電電力量 350,000[kWh]、太陽光発電による発電量 40,000[kWh]、空調のためのボイラの燃料(A 重油)消費を 20.3[kl](キロリットル)、IT 機器の消費電力量を、30,000[kWh]とすると

$$\begin{aligned} \text{PUE} &= (350,000[\text{kWh}] + 40,000[\text{kWh}] + 20.3[\text{kl}] \times 10,861[\text{kWh/kl}]) \div 30,000[\text{kWh}] \\ &= 2.03 \end{aligned}$$

[参考]DCiE(DataCenter infrastructure Efficiency)

PUE と同等な指標として、DCiE がある。DCiE は PUE の逆数である。

$$\text{DCiE} = \text{IT 機器の総消費エネルギー}[\text{kWh}] \div \text{データセンターの総消費エネルギー}[\text{kWh}] \quad [\%]$$

DCiE はパーセンテージで指標を表す。必ず 100%以下の数値となり、数値が 100%に近いほどデータセンターのエネルギー効率が良い。DPPE の計算には PUE の逆数を用いるため、DCiE を測定する方が DPPE の計算が簡易となるが、PUE の方が一般化しているため、サブ指標としては PUE を採用する。

2.5. GEC(Green Energy Coefficient)の概要

GEC は、太陽光発電や風力発電などデータセンターの敷地内で生産されたグリーンエネルギーをデータセンターの総消費エネルギーで割った値である。

$$\text{GEC} = \frac{\text{データセンターの敷地内で生成されかつ使用されたグリーンエネルギー[kWh]}}{\text{データセンターの総消費エネルギー[kWh]}}$$

※グリーンエネルギー:太陽光発電や風力発電など自然エネルギー等から生成されたエネルギー

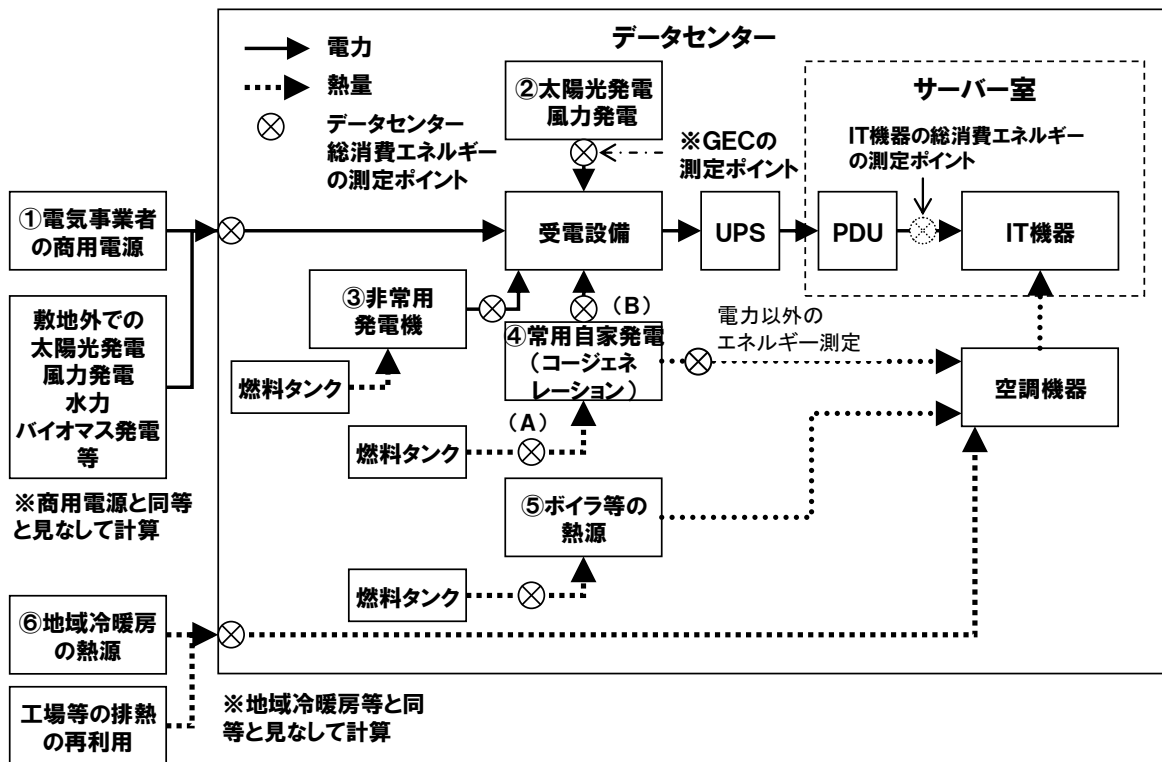
データセンターの総消費エネルギーと合わせるため、エネルギーの原単位は[kWh]を使用する。

GEC で対象とするグリーンエネルギー(電力量等)は、データセンターの敷地内で生成し、データセンター内で利用するものに限定する。GEC は、データセンター事業者における自然エネルギーを利用した発電装置等の設置とその利用を促す指標であるため、商業電力系統を経由するデータセンターの敷地外で発電されたグリーン電力の購入分は指標に含めない。

一方、データセンターの設備から発生した排熱を利用して発電した場合は、グリーンエネルギーに含めることにする。

敷地内であっても他の利用目的(例:製造用のボイラなど)から発生した排熱を利用したものは、ボイラ等熱源や地域冷暖房等と同等とみなしグリーンエネルギーに含めない。また、そうして得られたエネルギーは、データセンターの総消費エネルギーの計算に含めるものとする。

図 10 GEC の測定ポイントとグリーン電力・排熱利用の取り扱い



[計算例]

データセンターの受電電力量 350,000[kWh]、太陽光発電による発電量 40,000[kWh]、空調のためのボイラの燃料(A 重油)消費を 20.0[kl](キロリットル)とすると

$$\begin{aligned} \text{GEC} &= 40,000[\text{kWh}] / (350,000[\text{kWh}] + 40,000[\text{kWh}] + 20.3[\text{kl}] \times 10,861[\text{kWh/kl}]) \\ &= 0.0655 = 6.6\% \end{aligned}$$

2.6. DPPE(Data Center Performance per Energy)の概要

DPPE は、データセンターにおける非グリーンエネルギーあたりの生産量と定義される。これまでに定義した4つの指標を用いて以下の式で表される。

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

[計算例]

これまで計算したサブ指標の値から、

$$ITEU = 0.367$$

$$ITEE = 4.02$$

$$PUE = 2.03$$

$$GEC = 0.0655$$

$$DPPE = 0.367 \times 4.02 \times (1/2.03) \times (1/(1-0.0655))$$

$$= 0.78$$

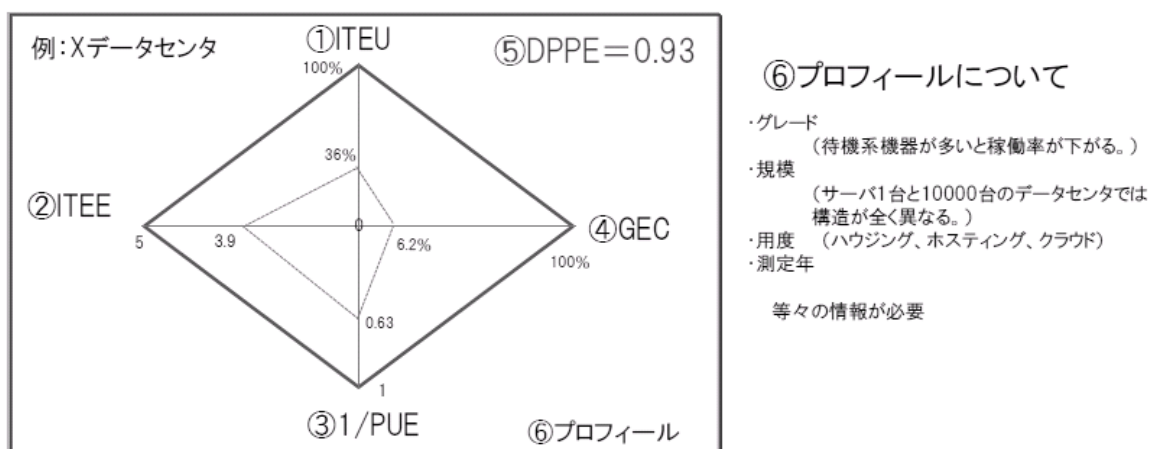
となる。

なお、DPPE、ITEU、ITEE、PUE、GEC については、有効数字2桁以上の表記を推奨する。計算における端数の処理は、四捨五入とする。

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、レーダーチャート等を用いて4つのサブ指標を並列して示す方法が考えられる。こうすることで、データセンターにおける省エネルギー活動の状況を、取り組みの対象別に把握することが可能となる。

また、DPPE やサブ指標の表示の場合、データセンターのタイプやグレードや規模などの情報をプロフィール情報として併せて表記することが必要と考えられる。

図 11 DPPE およびサブ指標の表示例

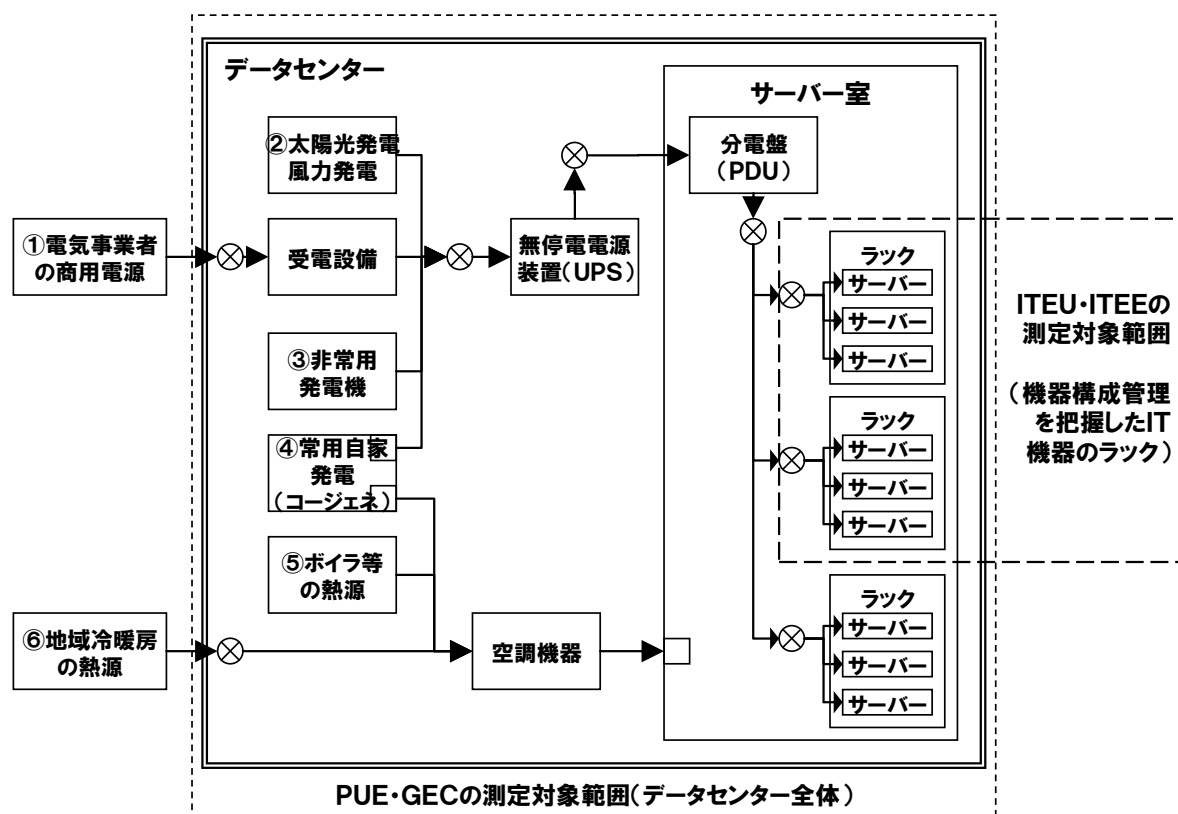


なお、現状では、データセンターの機器構成情報の管理が不十分であることから、データセンター内の全てのIT機器について定格電力や消費エネルギー効率を把握することは難しく、データセンター全体のITEUおよびITEEについて、測定できない可能性がある。

実際には、PUEとGECはデータセンター全体で測定されるのに対し、ITEUとITEEはデータセンター内の測定可能な一部のIT機器について測定され、測定範囲に違いが生じる恐れがある。

こうした結果から計算されるDPPEは、データセンター全体のコンピューティングサービスのエネルギー効率を表すものではないが、ITEU・ITEEを計測したIT機器によるコンピューティングサービスのエネルギー効率を表していると考えられる。

図 12 ITEU・ITEEとPUE・GECの測定範囲の違い



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

機器構成を把握したIT機器で計測
データセンター全体で計測

当該IT機器によるコンピューティングサービスのDPPE

3. 測定ガイドライン

3.1. データセンターの定義

3.1.1 データセンターの建物

データセンターとは、サーバ、ストレージ、ネットワーク機器などの ICT 機器を専用に収容して運用する空間とそれらの機器と運用を支援する設備機器を収容する空間を指す。

データセンターは、データセンター専用の建物として建設され建物内に「データセンター機能」のみを有する専用施設型と、データセンター以外の用途の建物内に収容され建物内に「非データセンター機能」も有する複合施設型がある。

本ガイドラインが対象とするデータセンターは、専用施設型と複合施設型の双方とする。

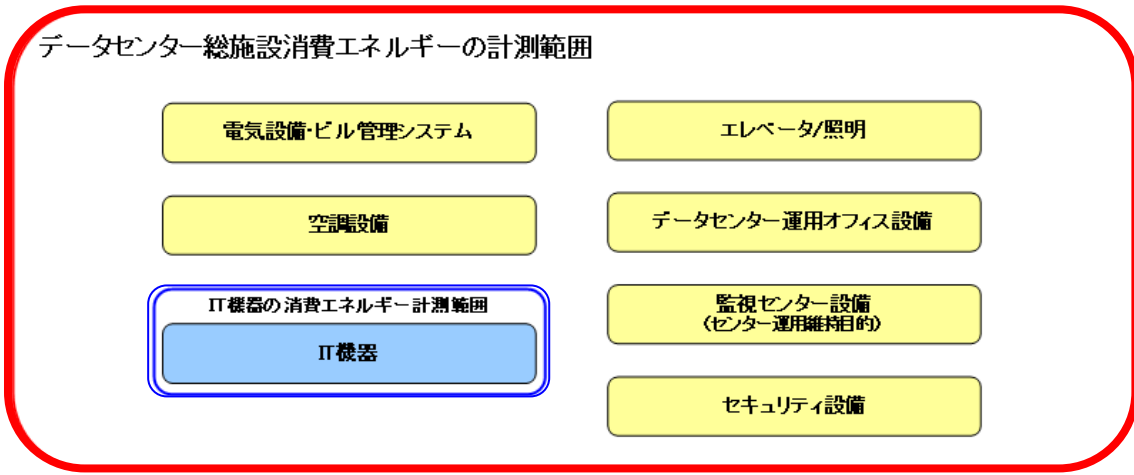
【概説】

下図は、専用施設型および複合施設型データセンターの定義を表したものである。
 専用施設型データセンターおよびデータセンターを含む複合施設内のエネルギーを消費する機器設備の各要素を IT 機器の消費エネルギー計測範囲、データセンター総施設の消費エネルギーの計測範囲および計測範囲対象外の 3 つに分類した。
 本ガイドラインでは、IT 機器の消費エネルギーの計測範囲およびデータセンターの総施設の消費エネルギーの計測範囲をデータセンターとして定義し、下図の通り示す。

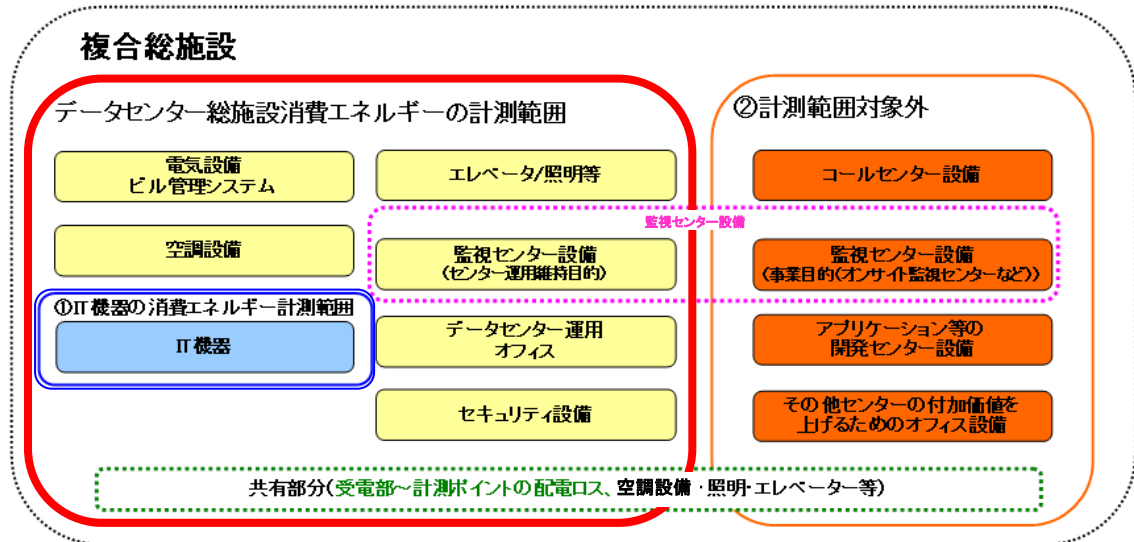
【図の見方】

- ・青枠(二重枠):IT 機器の消費エネルギーの計測範囲を示す。
- ・赤枠(太枠):データセンター総施設消費エネルギーの計測範囲を示す。
- ・オレンジ枠(実線):計測範囲対象外を示す。
- ・点線枠:共有部分で案分対象の設備機器を示す。
- ※ 青枠(二重枠)および赤枠(太枠)を本ガイドラインでは「データセンター」と見なす。

パターン1:専用施設型データセンター



パターン2:複合施設型データセンター



【共有部分のエネルギー案分方法】

- 空調設備・電力ロス等は、データセンターIT 機器の消費エネルギー(①)とデータセンター総施設対象外設備(オレンジ)(②)とのエネルギー案分とする。
- 照明/エレベーター等は、①と②の面積案分とする。

図 13 データセンターの定義

3.1.2 データセンター機能の定義

「データセンター機能」とは、データセンターのサービスを維持する上で、必要不可欠な機能部分を指す。システムの運行監視を行うための監視センター等はデータセンター機能に含めるが、オンサイト監視サービス等、データセンターの運用とは別に独立したサービスを提供している監視センター機能等は除く。したがって、データセンターの機能に付随しない独立したコールセンター等は含まない。

「非データセンター機能」とは、データセンターのサービスとは関係のないオフィス、商業フロア等を指す。データセンター事業者であっても、その営業部門や総務部門等、アプリケーションの開発環境等の施設(例:プログラム開発室内のスタンドアロンのコンピュータ等)など、データセンターの付加価値を高めるためのオフィス機能は非データセンター機能とする。

このとき、データセンター機能および非データセンター機能で共通して利用している機能(例:共用の受電設備、共用の空調設備、共用のエレベーター等)を「共用機能」とする。

複合施設型においても、データセンター専用の電気室、UPS 室、空調機械室等および専用の関連設備はデータセンター機能に含める。

但し、データセンターの機能に付随しない独立したコールセンター等は含まない。

システムの運行監視を行う諸室(監視センター)は当該データセンターに付随し、機能を維持するためのものは含めるが、オンサイト監視サービス等事業として独立している監視センターは除く。

データセンターの付加価値を高めるためのオフィス部分は除く。(例:営業部門、総務部門等)

アプリケーションの開発環境等の施設は含まない。

「図 13 データセンターの定義」のデータセンターとして計測範囲内にある複合施設のデータセンター用の電気室、UPS 室、空調機械室等及び、その設備は含める。

3.2. データセンタープロファイルの記録

3.2.1 データセンタープロファイルの記録の必要性

DPPE とそのサブ指標は、同一な仕様のデータセンターであっても、データセンターを取り巻く環境やその運用目的によって大きく異なることが予想される。また、同一の環境や利用状況にあっても、設備や運用管理によって、大きく異なることが予想される。

データセンターの比較のためには、こうしたプロファイル情報が重要であり、DPPE とそのサブ指標の測定と同時に記録を行い、必要に応じて指標と同時に提示する必要がある。

データセンタープロファイルの項目については、別表に定める。

3.2.2 IT 機器の構成管理および設備機器の構成管理の記録の必要性

新しい IT 機器の導入など、IT 機器の構成の変更は、明らかに ITEU、ITEE に影響を与える。また、負荷の変動は PUE および GEC に影響を与える場合がある。このため、IT 機器の構成管理を常に行い、記録する必要がある。

また、電力供給アーキテクチャ、クーリングアーキテクチャ、冗長レベル、設備配置などのデータセンターの設備機器についても、全てがデータセンターの効率に大きく影響するため、これらの運用の変更について構成管理と記録が必要である。

3.3. ITEU (IT Equipment Utilization) の測定

3.3.1 ITEU の定義

$$\text{ITEU} = \frac{\text{IT 機器の総消費エネルギー(実測)}[\text{kWh}]}{\text{IT 機器の総定格消費エネルギー(定格)}[\text{kWh}]}$$

$$\text{ITEU} = \frac{\sum (\text{IT-EPE}_n)}{\sum (\text{IT-EPEspec}_n)}$$

IT-EPE_n [kWh]: IT 機器の実測消費電力量

$\sum (\text{IT-EPE}_n)$ [kWh]: 測定対象範囲の全ての IT 機器の実測消費電力量の合計

IT-EPEspec_n [kWh]: IT 機器の定格電力に測定期間をかけたもの(定格電力量)

$\sum (\text{IT-EPEspec}_n)$ [kWh]: 測定対象範囲の全ての IT 機器の定格電力量の合計

3.3.2 ITEU の測定方法

(1) 測定対象範囲の IT 機器の選定

フロアごと、PDU ごと、ラックごとなど、IT 機器構成管理による定格電力および実測消費電力の実測が可能な単位で対象区画を決める。

(2) IT-EPE_n の測定

IT 機器の接続されている PDU の電力量計にて、測定期間中の IT 機器の実測消費電力量 IT-EPE_n[kWh]を測定する。

電力量の測定にあたっては、同時に力率を測定し、有効電力による電力量を測定する。

有効電力 (VA) = 電流 (A) × 電圧 (V) × 力率 (%)

対象区画について、全ての IT-EPE_n を合計して、 $\sum (\text{IT-EPE}_n)$ [kWh] を求める。

電流および電圧のみの測定で、力率を測定することができず、正確な電力量が測定できない場合、仮定の力率として 95% を掛けて有効電力量を求める。また、仮定の力率を用いた旨をエビデンスとして記す。電源停止中の IT 機器については、定格消費電力量の計算対象に含めない。

(3) IT-EPEspec_n の測定

機器構成管理台帳から対象区画に設置された全ての IT 機器の最大定格電力を調べる。台帳がない場合は、機器の名盤、カタログ等で調べる

最大定格電力に測定期間中の時間をかけて定格電力による電力量 IT-EPEspec_n[kWh] を求める。

IT-EPEspec [kWh] = 定格電力 [kW] × 測定期間 [h]

対象区画について、全ての IT-EPEspec_n を合計して、 $\sum (\text{IT-EPEspec}_n)$ [kWh] を求める。

なお、ベンダーによって定格電力値の扱いが異なることに留意する必要がある。

(4) ITEU の計算

$\sum (\text{IT-EPE}_n)$ 、 $\sum (\text{IT-EPEspec}_n)$ から ITEU を計算する。

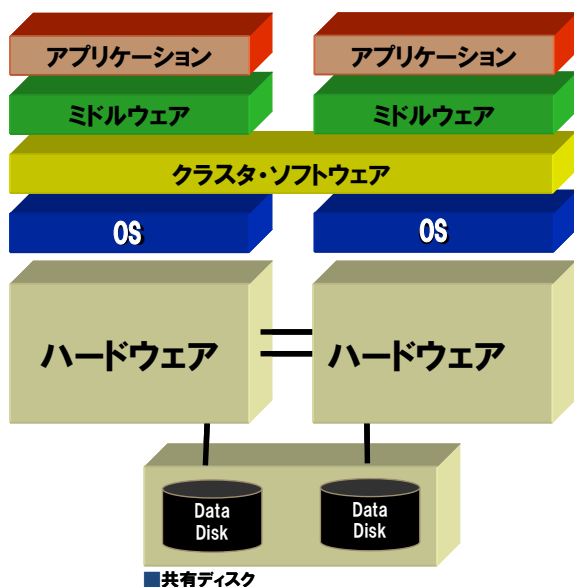
$\text{ITEU} = \frac{\sum (\text{IT-EPE}_n)}{\sum (\text{IT-EPEspec}_n)}$

このとき、実測電力量 $\sum (\text{IT-EPE}_n)$ と定格電力量 $\sum (\text{IT-EPEspec}_n)$ が対象とする IT 機器は一致して

いなければならない。

ただし、IT機器が冗長構成の場合、アクティブ・スタンバイ型(コールド・スタンバイ)は、アクティブ側(通電されている側)の IT 機器のみの定格電力量を計算する。フルタイム・デュアル型(ホット・スタンバイ)は全ての定格電力量を計算する。

**サーバ冗長構成
(フルタイム・デュアル クラスタリング)**



**ネットワーク冗長構成
(フルタイム・デュアル)**

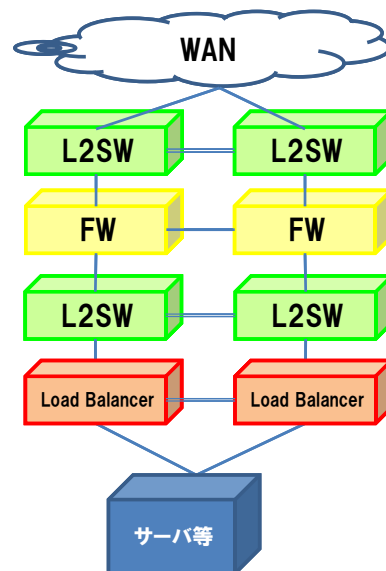
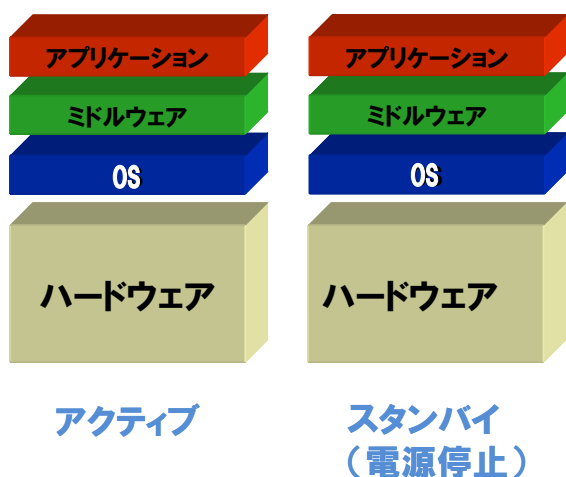


図 14 フルタイム・デュアルの冗長構成

**サーバ冗長構成
(アクティブ・スタンバイ型)**



**ネットワーク冗長構成
(アクティブ・スタンバイ型)**

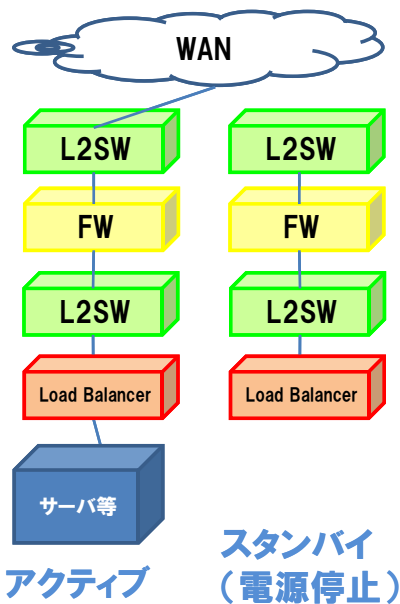


図 15 アクティブ・スタンバイ型の冗長構成

3.3.3 ITEU の測定期間と測定頻度

(1) 測定期間

ITEU の測定・計算は月単位(月の最初の日の午前0時からその月の末日の午後24時まで)で行う。

公表・比較のための ITEU の値は、原則、一年間の積算電力量による算定値とする。一年間に満たない場合は、測定期間を明示する。

(2) 測定頻度

IT 機器の総消費エネルギー(総消費電力量[kWh])は、原則、連続した積算量(積算電力量)で測定する。

なお、IT 機器の力率を考慮した、有効電力による電力量を測定すること。連続した力率を反映した正確な電力量[kWh]が測定できない場合(連続した電圧[V]および電流量[A]しか測定できない場合)、過去に一時的に測定した力率等(もしくは計算上想定される力率)を用いて電圧[V]および電流量[A]から電力量[kWh]を算定してもよい。力率が不明・計測不能な場合は、推奨値として 95%を用いる。

積算型の測定器(例:積算電力計)が無いなど、測定期間を通じた積算量が測定できない場合、下記のいずれかの方法により積算量を決定する。

- ① 測定対象月のうち1日、瞬時値(例:瞬間電力計)を1日連続して測定記録して1日分の積算量を測定し、その値に当該月の日数を掛けた値をその月の積算量とし、その値を使用する。
- ② 測定対象月のうち1日1回、瞬時値(例:瞬間電力計)を測定し、24時間分に換算した値を1日の積算量とし、さらにその値に当該月の日数を掛けた値をその月の積算量とし、その値を使用する。

上記①および②のいずれの方法によって測定した場合も、その旨を測定値に併記する。また、積算計と同様に、力率を考慮する。

IT 機器の総定格消費エネルギー[kWh]は、当該月の末日の機器構成管理における定格電力から、24時間分に換算した値を1日の積算量とし、さらにその値に当該月の日数を掛けた値をその月の積算量とし、その値を使用する。

<省エネを目的としたサーバーの停止の計算除外>

省エネルギーその他の目的でサーバーを停止した場合、その停止時間分の定格消費エネルギーをITEUの計算(IT 機器の総定格消費エネルギー(定格)[kWh])から除く。

電源が使われていない状態とは、PC/AT 互換機の電源管理等に関する統一規格であるACPIにおいて、いわゆる休止状態(ハイバネーション)＝S4、およびシャットダウン状態＝S5 を指すこととする。

いわゆるスリープ状態においては、サーバー内の各部分が電源を消費している状態のため、除外の対象とはならない。

参考までに ACPI での定義を抄出しておく。

なお、Linux 機や Unix 機における定義はないが、ACPIの考え方を準用するものとする。

S0 : 通常の稼働状態

S1 : メモリ・デバイス・レジスタコンテキストおよびキャッシュコンテキストをCPUが保持したまま、割り込み等を止め、低消費電力状態に移行する。いわゆるスタンバイ状態。タイマの復帰などを電源管理イベントとして扱い処理する程度で矛盾なく復帰できる。

- S2 : CPU とシステムのキャッシュコンテキストが失われる以外は S1 と同じ。
- S3 : いわゆるスリープ状態。または Suspend to RAM と呼ばれる。システムメモリは保持されているが、それ以外、レジスタコンテキスト等は失われる。OS はサスペンドに入る前にレジスタコンテキストをメモリに書き出し、復帰ベクタを FACS の然るべき場所を書いておく。復帰はリセット状態から復帰し、最終的にレジスタを書き戻して運用状態に復帰する。
- S4 : いわゆる休止状態またはハイバネーション。Suspend to Disk と呼ばれる。メモリ内容も失われ、メモリをディスクに書き出し、電源断状態にするのと同じ。ハイバネーション内容が存在することをブートローダや OS が検出して、メモリ内容を書き戻す。
- S5 : Soft Off と呼ばれる状態。最低限の通電がされているが、シャットダウンと同じ状態。復帰はリブートから行われる。なお、完全な電源断は「G3: Mechanical Off」と呼ばれる。

ITEU のシートへの記入においては、期間中の機器ごとの「電源が使われていない状態」の時間を集計し、これを機種ごとの延べ時間に積み上げ、シートの「延べ停止時間」に記入する。

(例)

機種Aのサーバ5台中、以下のように停止した場合、

1号機:毎週末(土)23時～(日)18時に停止

2号機・3号機:停止なし

4号機・5号機:毎日0時～7時に停止

月間での延べ停止時間は、 $(19 \times 4 + 0 \times 2 + 7 \times 30 \times 2) = 496$ 時間 となる。

なお、1台ごとに運転時間が大きく異なり手元での集計に手間取る場合は、シートの行を増やして1台ごとの記入をしてもよいこととする。

<機器のカタログ等がない場合の扱い>

機器のカタログがない場合は、必要な数値等の情報が収集できないため、ITEEの算出対象から除外してよいこととする。

<ブレードサーバの扱い>

シャーシとブレードの双方の定格電力がある場合は、最大定格電力すなわちシャーシの定格電力を記載する。

同一シャーシに異なる CPU のブレードが搭載される場合、ブレードを1台とみなして各CPUのエネルギー消費効率ごとに計算する。

<ストレージの扱い>

ディスクドライブごとにエネルギー消費効率が異なるものが混在している場合、モジュールの最大構成で計算する。

3.4. ITEE (IT Equipment Energy Efficiency) の測定

3.4.1 ITEE の定義

$$\text{ITEE} = \text{IT 機器の総定格能力[W]} / \text{IT 機器の総定格電力[W]}$$

$$\text{ITEE} = \frac{\sum (\alpha \times Xn_server + \beta \times Xn_storage + \gamma \times Xn_nw)}{\sum (EPn_server + EPn_storage + EPn_nw)}$$

Xn_server [GTOPS]: サーバの定格能力

$Xn_storage$ [Gbyte]: ストレージの定格能力

Xn_nw [Gbps]: ネットワーク機器の定格能力

EPn_server [W]: Xn_server サーバの定格電力

$EPn_storage$ [W]: $Xn_storage$ ストレージの定格電力

EPn_nw [W]: Xn_nw ネットワーク機器の定格電力

$$\alpha = 7.72[\text{W/GTOPS}]$$

$$\beta = 0.0933[\text{W/Gbyte}]$$

$$\gamma = 7.14[\text{W/Gbps}]$$

3.4.2 ITEE の測定方法

(1) 測定対象範囲の IT 機器の選定

フロアごと、PDUごと、ラックごとなど、IT 機器構成管理による定格電力および消費電力の実測が可能な単位で対象区画を決める。

IT 機器をサーバ、ストレージ、ネットワーク機器の3種に分類する。サーバ、ストレージ、ネットワーク機器に分類できない IT 機器はその他 IT 機器とする。

(2) IT 機器の定格能力 Xn_server 、 $Xn_storage$ 、 Xn_nw の計算

省エネルギー法によって定められ IT 機器のカタログ等に掲載された「エネルギー消費効率」と最大定格電力から定格能力を計算する。

$$Xn_server \text{ [GTOPS]} = EPn_server[\text{W}] / Xn_server \text{ のエネルギー消費効率 } [\text{W/Gtops}]$$

$$Xn_storage \text{ [Gbyte]} = EPn_storage[\text{W}] / Xn_storage \text{ のエネルギー消費効率 } [\text{W/Gbyte}]$$

$$Xn_nw \text{ [Gbps]} = Xn_nw \text{ のスループット合計(各ポート数} \times \text{最大速度の合計)} [\text{Gbps}]$$

なお、2007年版のサーバ能力は W/MTOPS で表示されており、2010年版より W/GTOPS に改訂されている。このため、2007年版のエネルギー消費効率の数値を用いる場合には、以下の式で換算する必要がある。

$$\text{2010年版のエネルギー消費効率相当 } [\text{W/GTOPS}]$$

$$= \text{2007年版のエネルギー消費効率} [\text{W/MTOPS}] \times 1,000$$

ネットワーク機器のエネルギー消費効率、暫定的に機器のスループット合計をそのまま利用する。サーバ、ストレージ、ネットワーク機器ごとに、 α 、 β 、 γ をかけて、対象区画の全てのサーバ、ストレージ、ネットワーク機器の定格能力 X_n の合計を求める。

$$\text{定格能力の合計 } \Sigma (X_n)[W] = \Sigma (\alpha \times X_{n_server} + \beta \times X_{n_storage} + \gamma \times X_{n_nw})$$

その他 IT 機器については定格能力の計算から除外する。

(3) IT 機器の定格電力の計算

機器構成管理台帳から対象区画に設置された全てのサーバ、ストレージ、ネットワーク機器の最大定格電力を調べる。台帳がない場合は、機器の名盤、カタログ等で調べる。

その他 IT 機器については定格電力の計算から除外する。

対象区画の全てのサーバ、ストレージ、ネットワーク機器の定格電力 EP_n の合計を求める。

$$\text{定格電力の合計 } \Sigma (EP_n) = \Sigma (EP_{n_server} + EP_{n_storage} + EP_{n_nw})$$

(4) ITEE の計算

定格能力の合計 $\Sigma (X_n)$ と、定格電力の合計 $\Sigma (EP_n)$ から ITEE を計算する。

$$\text{ITEE} = \Sigma (X_n) / \Sigma (EP_n)$$

このとき、定格能力の合計 $\Sigma (X_n)$ と定格電力の合計 $\Sigma (EP_n)$ が対象とする IT 機器は一致していなければならない。

IT機器が冗長構成の場合、アクティブ・スタンバイ型(コールド・スタンバイ型)は、アクティブ側(通電されている側)の IT 機器のみの定格能力および定格電力を計算する。フルタイム・デュアル型(ホット・スタンバイ型)は全ての定格能力および定格電力を計算する。

3.4.3 ITEE の測定期間と測定頻度

(1) 測定期間

ITEE の測定・計算は月単位(月の最初の日からその月の末日の午後24時まで)で行う。

公表・比較のための ITEE の値は、原則、一年間の各月の ITEE 値の平均値とする。一年間に満たない場合は、測定期間を明示する。

(2) 測定頻度

IT 機器の総定格能力および IT 機器の総定格電力[W]は、当該月の末日の機器構成管理から計算した値をその月の ITEE 値として使用する。

<機器のカタログ等がない場合の扱い>

機器のカタログがない場合は、必要な数値等の情報が収集できないため、ITEEの算出対象から除外してよいこととする。

<ブレードサーバの扱い>

シャーシとブレードの双方の定格電力がある場合は、最大定格電力すなわちシャーシの定格電力を記載する。

同一シャーシに異なる CPU のブレードが搭載される場合、ブレードを 1 台とみなして各CPUのエネルギー消費効率ごとに計算する。

<ストレージの扱い>

ディスクドライブごとにエネルギー消費効率が異なるものが混在している場合、モジュールの最大構成で計算する。

<ネットワーク機器>

実際の搭載ポート数が不明な場合、カタログ等にある最大ポート数を記載してよい。

3.5. PUE(Power Usage Effectiveness)の測定

3.5.1 PUE の定義

$$PUE = \text{データセンターの総消費エネルギー[kWh]} / \text{IT 機器の総消費エネルギー[kWh]}$$

$$PUE = D_T_E / IT_T_EPE$$

D_T_E [kWh]: データセンターの総消費エネルギー

IT_T_EPE [kWh]: IT 機器の総消費エネルギー

3.5.2 PUE の測定方法

(1) データセンター機能範囲の選定

(別表2参照)

- ① IT 機器の消費エネルギー(参照:別表 2 複合施設におけるエネルギーの案分方法)
 - 以下の負荷をIT機器の消費エネルギー(電力量)と定義する。
 - サーバー、ストレージ機器、ネットワーク機器などの IT 設備の全機器
 - KVM スイッチ、モニタ、ワークステーション/ノートパソコンのような補助的機器
- ② 総施設の消費エネルギー(参照:別表 2 複合施設におけるエネルギーの案分方法)
 - 前項の IT 機器の消費エネルギー(電力量)に加え、IT 設備機器をサポートする様々な機器の負荷を総施設の消費エネルギーと定義する。
 - IT 設備機器をサポートする要素:
 - UPS、スイッチ部品、発電機、PDU、バッテリーなどの電力供給コンポーネントおよび送電ロス等
 - 冷凍機、コンピュータ室空調装置(CRAC)、直膨ユニット、ポンプ、冷却塔などの冷却システム・コンポーネント
 - データセンターの照明などのその他のコンポーネント負荷等
 - OA 機器用の用途として、パソコン、コピー機、プリンター、ファクシミリ等の機器がオフィスエリア等に設置されている場合、総施設のエネルギーに含むものとする。
 - データセンターの電源入力および電力以外のエネルギー機器で計測された数値 の合算を総施設の消費エネルギーとする。ただし、合算に向けてはソースエネルギー換算(後述)してから電力量(kWh)で合算する。

(2) データセンターの総消費エネルギー:D_T_E の測定

① 計測メジャーに関する基本的な考え方

1) 電力のみをエネルギー源とするデータセンター

- 電力のみを利用するデータセンターでは、電力量(a)を kWh で計測し合算する。
(基本的には特高受電設備で計測した積算電力量を総施設電力量とする。
なお、太陽光発電や風力発電を利用した場合は発電電力をそのまま合算する)

(a) [kWh]

- 常用自家発電機(常用自家発)を利用した場合は、その発電機の燃料消費を電力量(kWh)換算し(b)、ソースエネルギー換算係数を掛けて合算する。

(a) + (b) × 0.35 [kWh]

(注意)

試験運転に消費した非常用自家発のエネルギーは合算しない。非常用自家発電機(非常用自家発)を非常時に利用した場合は発電電力量(kWh)を合算する。

非常用自家発の発電量がメーター等でわかる場合は停電前後の商用電力量を参考に停電時の電力量を想定して合算する。

2) 複数エネルギー種を消費するデータセンター

- 電力とその他のエネルギーを使用するデータセンターでは、計測したエネルギー量を「エネルギーの換算表」を用いて、各々のエネルギーを電力量(kWh)換算しソースエネルギー換算係数を掛けて合算する。

(参照:表 4 エネルギー別ソースエネルギー換算係数)

(参照:別表 1 エネルギーの換算表)

(例) 商用電力(a:kWh) と A 重油(B:kL)の混合センターの場合

$$(a)[\text{kWh}] + B[\text{kL}] \times 39.1[\text{GJ} / \text{kL}] \times 278[\text{kWh} / \text{GJ}] \times 0.35 : [\text{kWh}]$$

② 公表時のエネルギー量の換算単位

データセンターで消費される全てのエネルギー量の公表は、電力量[kWh]換算された数値で表す。

③ エネルギー計測方法とエネルギー合算

1) 計測機器に関する基本的な考え方

- 計測器は TGG の考え方に準拠する。現行の計測機器の精度による誤差範囲を明示する。
- 市販されている計測器であれば、計測誤差は数%であると考えられるため、既存の計測器を使用する。

2) 積算計による計測

- 積算計による計測を推奨する。

3) 積算型計測器が無い場合の消費電力の計測方法

- 積算型の計測器が PDU 出力口あるいは UPS 出力口に設置されていない場合、上流側の計測メーターの中で一番近い積算型計測メーターで計測し、その値から、各設備の損失分を差し引いた値を使用する。(参照:図 16 上流の計測メーターの利用)
- その計測値が使用できない場合は、瞬時値(最低限月 1 回は計測する)より 1 年間の積算電力量を換算し、その値を使用する。(参照:図 17 瞬間値による積算電力換算方法)
- クランプ型の計測・計量メーターを 24 時間 365 日設置する場合は、計測機器を常時設置して

いる場合と見なす。

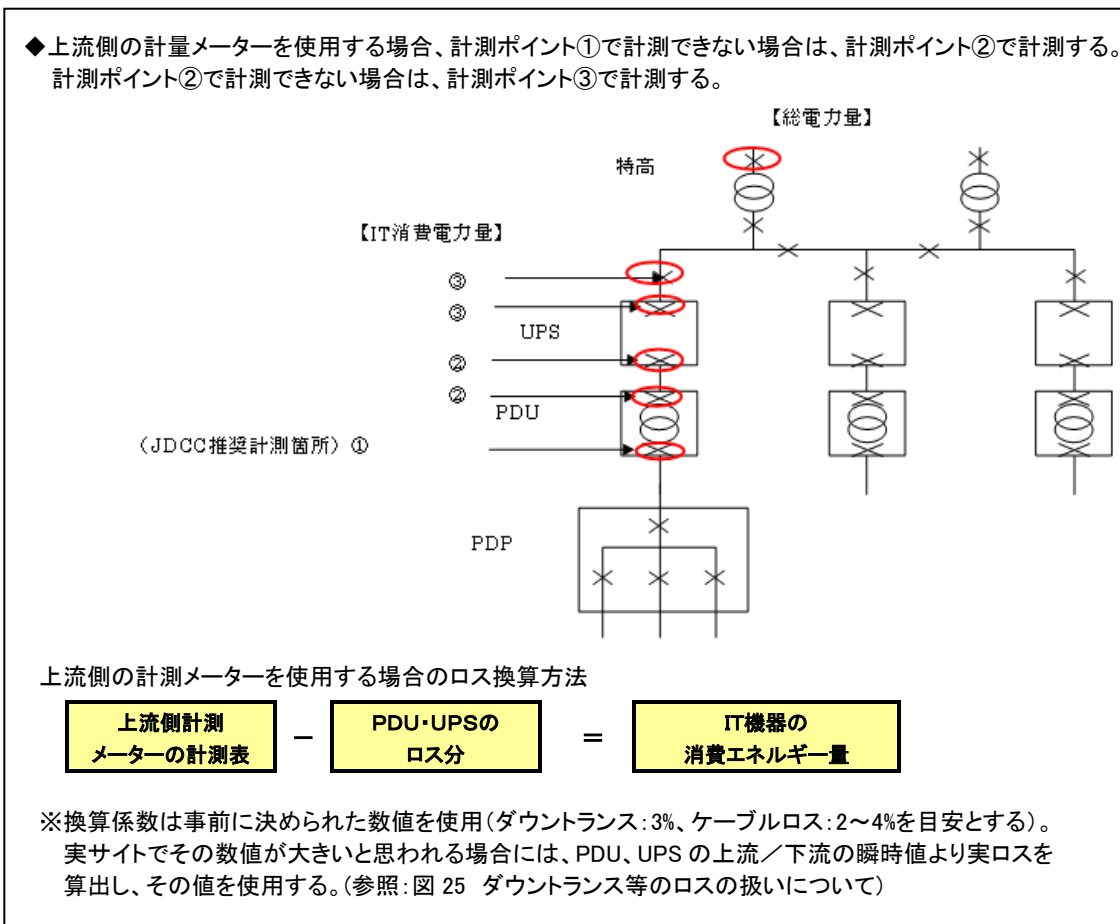


図16 上流の計測メーターの利用

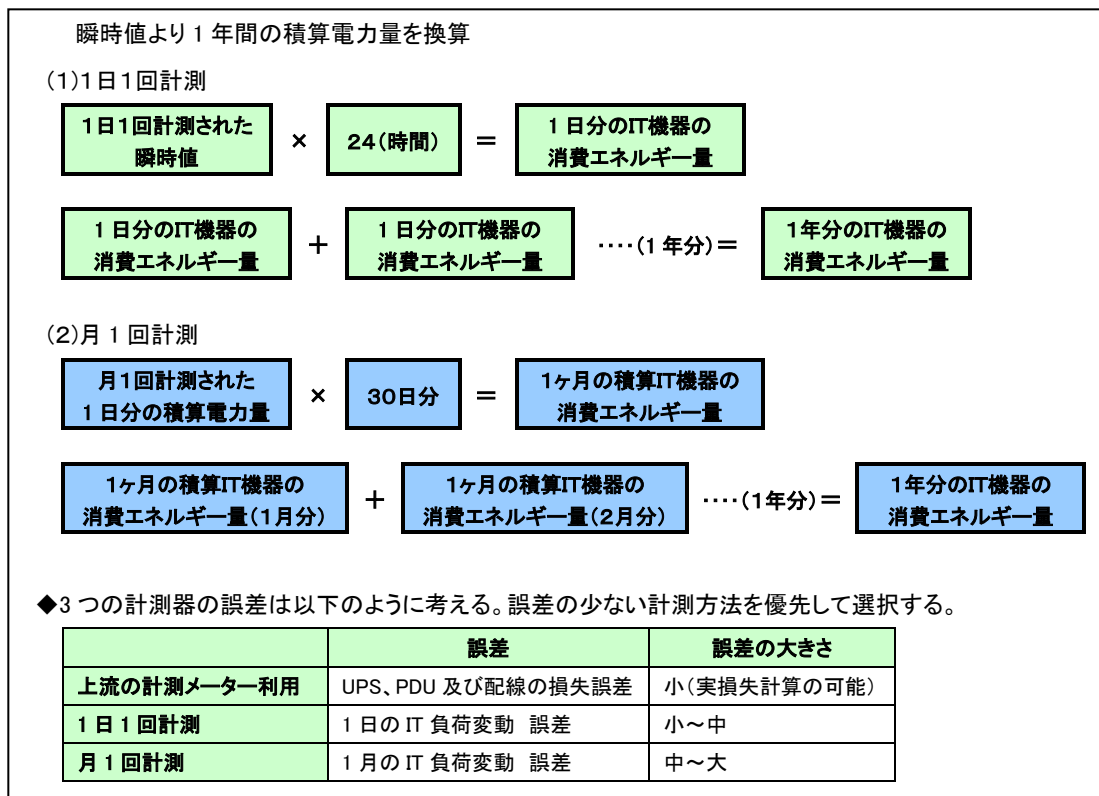


図17 瞬間値による積算電力換算方法

④ 積算換算方法

1) 流側の積算計測機器の値より積算電力量を換算する場合

(参照:図 16 上流の計測メーターの利用)

- 本ガイドラインが推奨する PDU 出力口より上流側の計測機器を使用する場合は、計測機器から PDU 出力間のロス分(変圧ロス等)を換算し、差し引くものとする。
- 換算係数は事前に決められた値を使用する。
(ダウントランス:3%、ケーブルロス:2~4%を目安とする。)
(参照:図25 ダウントランス等のロスの扱いについて)
- 実サイトで換算して出された数値が大きいと思われる場合には、PDU、UPS の上流/下流の瞬時値より実ロスを算出し、その値を使用する。(その場合はエビデンスを残す。)

2) 瞬時値より1年間の積算電力量を換算する場合

(参照:図 17 瞬間値による積算電力換算方法)

- 1日1回以上瞬時値を計測(目視による検針または計測)し、その値を24時間分積み上げ1日分の消費電力量とする。その換算消費電力量を1年分足し、1年間の消費電力量の値とする。
- 1日分の積算電力量を月1回計量し、一ヶ月に換算した値をその月の積算電力量とする。各月の換算電力量を足して1年間の消費電力量とする。

3) 瞬時値より積算電力を換算する場合の力率測定

(参照:図 18 力率について)

- 瞬時値より積算電力を換算する場合の総消費電力量は、電圧(V)×電流(A)×力率(%)で算出されるため、併せて力率を測定する。力率測定ができない場合は、推奨値 95%を利用する。

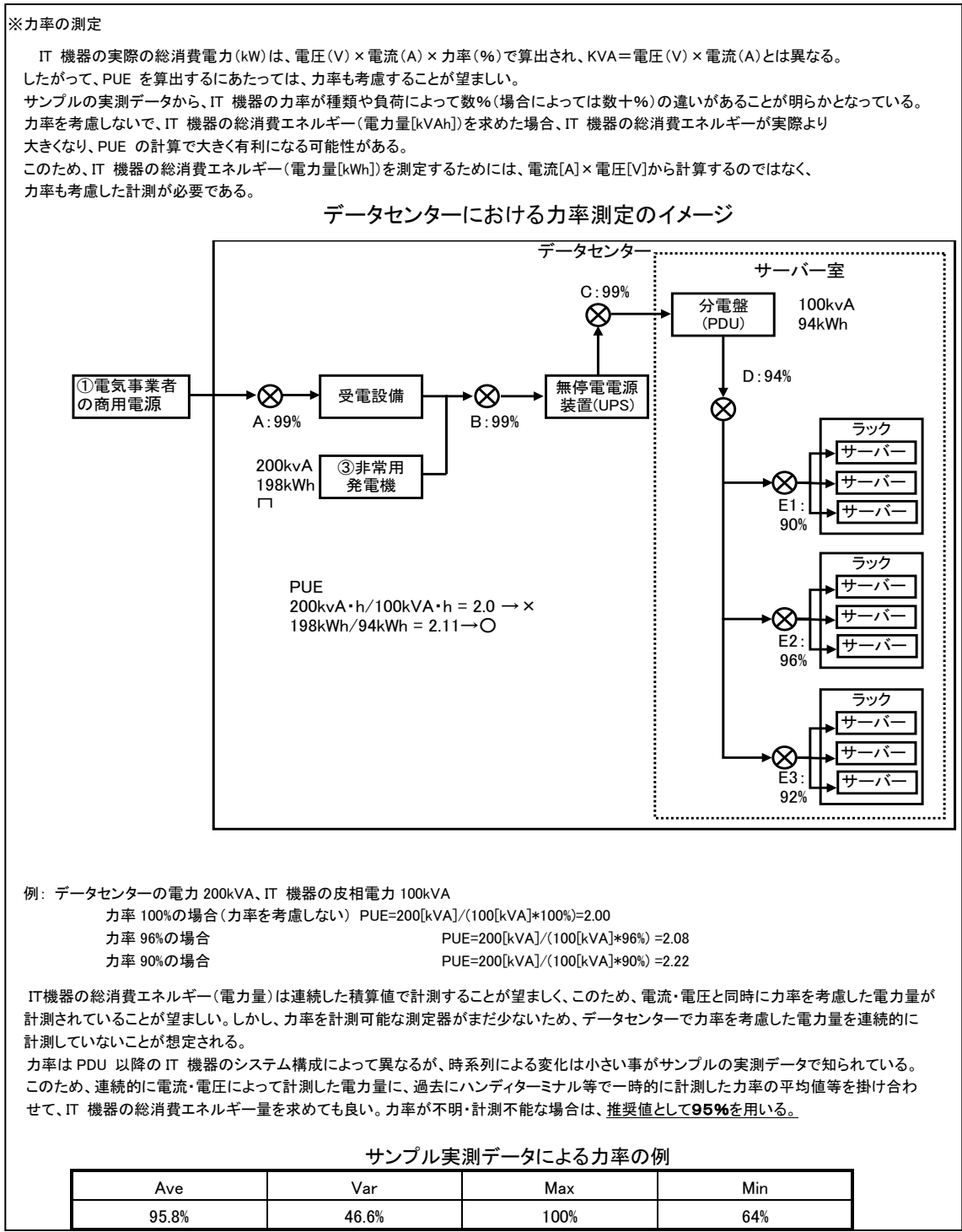


図18 力率について

⑤ 電力以外のエネルギー計測方法と換算

(参照: 別表1 エネルギーの換算表)

- ガス、重油で冷水を作るデータセンターの場合や熱供給事業者から冷水等の供給を受ける場合の該当計測器と熱量換算方法については、以下の方法で換算する。
- 電力以外のエネルギーを利用する設備は、設備ごとにエネルギーを測定し、電力量換算した上でソースエネルギー換算係数をかけて、電気で動作する設備の電力量と合算する。
- 設備ごとの測定方法例を以下に示す。

<測定方法例>

1) ガスの場合(LPGの例)

- 計測器: 流量計(積算メーター)
- 計測ポイント: 冷凍機の入口
- 熱量換算方法: 流量計(積算メーター)で計測された積算使用量より、使用量を求めたい月の前月までの積算使用量を引き算し、1ヶ月分の使用量を求める。
- 求めた数値を電力量換算[kWh]してからソースエネルギー換算係数をかける。

$$B[\text{t}] \times 50.2[\text{GJ/t}] \times 278[\text{kWh/GJ}] \times 0.35: [\text{kWh}]$$

2) 重油の場合(A重油の例)

- 計測器: 重油(積算メーター)もしくは重油取引量
- 計測ポイント: オイルタンクからの受入系統
- 熱量換算方法: 流量計(積算メーター)で計測された積算使用量より、使用量を求めたい月の前月までの積算使用量を引き算し、1ヶ月分の使用量を求める。
- 求めた数値を電力量換算[kWh]してからソースエネルギー換算係数をかける。

$$B[\text{kL}] \times 39.1[\text{GJ/kL}] \times 278[\text{kWh/GJ}] \times 0.35: [\text{kWh}]$$

3) 熱供給事業者の場合(都市型)

- 計測器: 熱量計(冷水・温水)、蒸気流量計もしくは還水流量計(蒸気)
- 計測ポイント: 需要家側受入施設
- 熱量換算方法: 冷水、温水は熱量計の値を、蒸気は圧力・温度に応じた蒸気のエンタルピーから還水のエンタルピーを差し引いた値に蒸気量を掛けて熱量を算出する。また、蒸気量と還水量が同等(直接蒸気が無い)の場合には、還水量を使用しても良い。(参照: 蒸気熱量計算式)
- 求めた数値を電力量換算[kWh]してからソースエネルギー換算係数をかける。

$$C[\text{GJ}] \times 278[\text{kWh/GJ}] \times 0.4: [\text{kWh}]$$

なお、熱供給事業者から電気エネルギーへの換算係数が示されている場合はその値を用いることができる。

国際会議ではPUEの国際比較の場合は同じ換算係数を使うことをルールとしている。ただし、日本国内での比較や自社のデータセンターの時系列変化をトラッキングする等の目的で使う場合は自社の判断で熱供給事業者から提示された実績として換算係数を使うことも可能とする。

蒸気熱量[kJ]

$$= \text{蒸気量}[\text{kg}] \times (\text{蒸気のエンタルピー}[\text{kJ}/\text{kg}] - \text{還水のエンタルピー}[\text{kJ}/\text{kg}])$$

$$= \text{還水量}[\text{m}^3] \times \text{還水温度の比重量}[\text{kg}/\text{m}^3] \times (\text{蒸気エンタルピー}[\text{kJ}/\text{kg}] - \text{還水のエンタルピー}[\text{kJ}/\text{kg}])$$

(参考)

蒸気圧: 8k-G(886kPa)、還水温度60°Cの場合

・蒸気のエンタルピー	2772kJ/kg
・還水のエンタルピー	251.15kJ/kg
・還水温度(60°C)の比重量	983kg/m ³

参考に『水の飽和表－温度基準』を表6に、『水の飽和表－圧力基準』を表7に示す。

(空気調和・衛生工学便覧 13 版より抜粋)

なお実際は、冷水／温水／蒸気の熱量は熱供給事業者との取引熱量を使用すること。

図19 蒸気熱量計算式

表6 水の飽和表—温度基準

表 3-1 水の飽和表—温度基準 [日本冷凍空調学会, 平 10]^①

温度 [°C]	温度 [K]	圧力 [kPa]	比体積 [m ³ /kg]		比エンタルピー [kJ/kg]			比エントロピー [kJ/(kg·K)]	
			v^*	v_g^*	h^*	h_g^*	r	s^*	s_g^*
0	273.15	0.611 2	0.001 000 2	206.14	-0.04	2 500.89	2 500.93	-0.000 2	9.155 8
0.01	273.16	0.611 7	0.001 000 2	206.00	0.00	2 500.91	2 500.91	0.000 0	9.155 5
5	278.15	0.872 6	0.001 000 1	147.02	21.02	2 510.07	2 489.05	0.076 3	9.024 9
10	283.15	1.228 2	0.001 000 3	106.31	42.02	2 519.23	2 477.21	0.151 1	8.899 8
15	288.15	1.705 7	0.001 000 9	77.881	62.98	2 528.36	2 465.38	0.224 5	8.780 4
20	293.15	2.339 2	0.001 001 8	57.761	83.92	2 537.47	2 453.55	0.296 5	8.666 1
25	298.15	3.169 7	0.001 003 0	43.341	104.84	2 546.54	2 441.70	0.367 3	8.556 8
30	303.15	4.246 7	0.001 004 4	32.882	125.75	2 555.58	2 429.83	0.436 8	8.452 1
35	308.15	5.628 6	0.001 006 0	25.208	146.64	2 564.58	2 417.94	0.505 2	8.351 8
40	313.15	7.384 4	0.001 007 9	19.517	167.57	2 573.54	2 406.00	0.572 4	8.255 7
45	318.15	9.594 4	0.001 009 9	15.253	188.44	2 582.45	2 394.01	0.638 6	8.163 4
50	323.15	12.351	0.001 012 1	12.028	209.34	2 591.31	2 381.97	0.703 8	8.074 9
55	328.15	15.761	0.001 014 5	9.564 9	230.24	2 600.11	2 369.87	0.768 0	7.989 9
60	333.15	19.946	0.001 017 1	7.667 7	251.15	2 608.85	2 357.70	0.831 2	7.908 2
65	338.15	25.041	0.001 019 9	6.193 8	272.08	2 617.51	2 345.43	0.893 5	7.829 6
70	343.15	31.201	0.001 022 8	5.039 7	293.02	2 626.10	2 333.08	0.955 0	7.754 0
75	348.15	38.595	0.001 025 8	4.129 1	313.97	2 634.60	2 320.63	1.015 6	7.681 2
80	353.15	47.415	0.001 029 0	3.405 3	334.95	2 643.01	2 308.06	1.075 4	7.611 0
85	358.15	57.867	0.001 032 4	2.825 9	355.95	2 651.33	2 295.38	1.134 4	7.543 4
90	363.15	70.182	0.001 035 9	2.359 1	376.97	2 659.53	2 282.56	1.192 7	7.478 1
95	368.15	84.609	0.001 039 6	1.980 6	398.02	2 667.61	2 269.59	1.250 2	7.415 0
100	373.15	101.42	0.001 043 5	1.671 9	419.10	2 675.57	2 256.47	1.307 0	7.354 1
110	383.15	143.38	0.001 051 6	1.209 4	461.36	2 691.07	2 229.71	1.418 7	7.238 0
120	393.15	198.67	0.001 060 3	0.891 30	503.78	2 705.93	2 202.15	1.527 8	7.129 1
130	403.15	270.26	0.001 069 7	0.668 08	546.39	2 720.09	2 173.70	1.634 6	7.026 4
140	413.15	361.50	0.001 079 8	0.508 52	589.20	2 733.44	2 144.24	1.739 3	6.929 3
150	423.15	476.10	0.001 090 5	0.392 50	632.25	2 745.92	2 113.67	1.842 0	6.837 0
160	433.15	618.14	0.001 102 0	0.306 82	675.57	2 757.43	2 081.86	1.942 8	6.749 1
170	443.15	792.05	0.001 114 3	0.242 62	719.21	2 767.89	2 048.68	2.041 9	6.664 9
180	453.15	1 002.6	0.001 127 4	0.193 86	763.19	2 777.22	2 014.03	2.139 5	6.584 1
190	463.15	1 255.0	0.001 141 4	0.156 38	807.57	2 785.31	1 977.74	2.235 8	6.506 0
200	473.15	1 554.7	0.001 156 5	0.127 22	852.39	2 792.06	1 939.67	2.330 8	6.430 3
210	483.15	1 907.4	0.001 172 7	0.104 30	897.73	2 797.35	1 899.62	2.424 8	6.356 5
220	493.15	2 319.3	0.001 190 2	0.086 101	943.64	2 801.05	1 857.41	2.517 8	6.284 2
230	503.15	2 796.8	0.001 209 0	0.071 510	990.21	2 803.01	1 812.80	2.610 2	6.213 1
240	513.15	3 346.7	0.001 229 5	0.059 710	1 037.52	2 803.06	1 765.54	2.701 9	6.142 5
250	523.15	3 975.9	0.001 251 7	0.050 087	1 085.69	2 801.01	1 715.32	2.793 4	6.072 2
260	533.15	4 692.1	0.001 276 1	0.042 175	1 134.83	2 796.64	1 661.81	2.884 7	6.001 7
270	543.15	5 502.8	0.001 303 0	0.035 622	1 185.09	2 789.69	1 604.60	2.976 2	5.930 4
280	553.15	6 416.5	0.001 332 8	0.030 154	1 236.67	2 779.82	1 543.15	3.068 1	5.857 8
290	563.15	7 441.6	0.001 366 3	0.025 557	1 289.80	2 766.63	1 476.83	3.160 8	5.783 2
300	573.15	8 587.7	0.001 404 2	0.021 663	1 344.77	2 749.57	1 404.80	3.254 7	5.705 8
310	583.15	9 864.7	0.001 447 9	0.018 339	1 402.00	2 727.92	1 325.92	3.350 6	5.624 3
320	593.15	11 284	0.001 499 1	0.015 476	1 462.05	2 700.67	1 238.62	3.449 1	5.537 3
330	603.15	12 858	0.001 560 6	0.012 984	1 525.74	2 666.25	1 140.51	3.551 6	5.442 5
340	613.15	14 600	0.001 637 5	0.010 784	1 594.45	2 622.07	1 027.62	3.659 9	5.335 9
350	623.15	16 529	0.001 740 1	0.008 800 9	1 670.86	2 563.59	892.73	3.778 3	5.210 9
360	633.15	18 666	0.001 894 5	0.006 944 9	1 761.49	2 480.99	719.50	3.916 4	5.052 7
370	643.15	21 043	0.002 232 1	0.004 946 2	1 892.64	2 333.50	440.86	4.114 2	4.799 6
373.946	647.096	22 064	0.003 105 59	0.003 105 59	2 087.55	2 087.55	0.00	4.412 0	4.412 0

注 0°Cにおける状態は準安定な状態であり、安定な状態は同体である。

(空調調和・衛生工学便覧 13 版より抜粋)

表7 水の飽和表—圧力基準

表 3-2 水の飽和表—圧力基準(日本冷凍空調学会, 平 10)^①

圧力 [kPa] <i>P</i>	温度 [°C] <i>t</i>	比体積 [m ³ /kg]		比エンタルピー [kJ/kg]			比エントロピー [kJ/(kg·K)]	
		<i>v</i> [*]	<i>v</i> ^{**}	<i>h</i> [*]	<i>h</i> ^{**}	<i>r</i>	<i>s</i> [*]	<i>s</i> ^{**}
1	6.970	0.001 000 1	129.18	29.30	2 513.68	2 484.38	0.105 9	8.974 9
2	17.495	0.001 001 4	66.960	73.43	2 532.91	2 459.48	0.260 6	8.722 7
3	24.080	0.001 002 8	45.655	100.99	2 544.88	2 443.89	0.354 3	8.576 6
4	28.962	0.001 004 1	34.792	121.40	2 553.71	2 432.31	0.422 4	8.473 5
5	32.875	0.001 005 3	28.186	137.77	2 560.77	2 423.00	0.476 3	8.393 9
6	36.160	0.001 006 4	23.734	151.49	2 566.67	2 415.18	0.520 9	8.329 1
7	39.001	0.001 007 5	20.525	163.37	2 571.76	2 408.39	0.559 1	8.274 6
8	41.510	0.001 008 5	18.089	173.85	2 576.24	2 402.39	0.592 5	8.227 4
9	43.762	0.001 009 4	16.200	183.26	2 580.25	2 396.99	0.622 3	8.185 9
10	45.808	0.001 010 3	14.671	191.81	2 583.89	2 392.08	0.649 2	8.148 9
20	60.059	0.001 017 1	7.648 2	251.40	2 608.195	2 357.55	0.832 0	7.907 2
30	69.095	0.001 022 2	5.228 6	289.23	2 624.55	2 335.32	0.943 9	7.767 5
50	81.317	0.001 029 9	3.240 1	340.48	2 645.21	2 304.73	1.091 0	7.593 0
70	89.932	0.001 035 9	2.364 9	376.68	2 659.42	2 282.74	1.191 9	7.479 0
100	99.606	0.001 043 1	1.694 0	417.44	2 674.95	2 257.51	1.302 6	7.358 8
150	111.350	0.001 052 7	1.159 4	467.08	2 693.11	2 226.03	1.433 5	7.222 9
200	120.212	0.001 060 5	0.885 74	504.68	2 706.24	2 201.56	1.530 1	7.126 9
300	133.525	0.001 073 2	0.605 79	561.46	2 724.89	2 163.43	1.671 8	6.991 6
400	143.613	0.001 083 6	0.462 39	604.72	2 738.06	2 133.34	1.776 6	6.895 4
500	151.836	0.001 092 6	0.374 80	640.19	2 748.11	2 107.92	1.860 6	6.820 6
600	158.832	0.001 100 6	0.315 58	670.50	2 756.14	2 085.64	1.931 1	6.759 2
700	164.953	0.001 108 0	0.272 76	697.14	2 762.75	2 065.61	1.992 1	6.707 0
800	170.414	0.001 114 8	0.240 33	721.02	2 768.30	2 047.28	2.046 0	6.661 5
900	175.358	0.001 121 2	0.214 87	742.72	2 773.04	2 030.32	2.094 4	6.621 2
1 000	179.886	0.001 127 2	0.194 35	762.68	2 777.12	2 014.44	2.138 4	6.585 0
1 200	187.965	0.001 138 5	0.163 25	798.50	2 783.77	1 985.27	2.216 3	6.521 7
1 400	195.047	0.001 148 9	0.140 77	830.13	2 788.89	1 968.76	2.283 9	6.467 5
1 600	201.378	0.001 158 7	0.123 73	858.61	2 792.88	1 934.27	2.343 8	6.420 0
1 800	207.120	0.001 167 9	0.110 36	884.61	2 795.99	1 911.38	2.397 8	6.377 6
2 000	212.385	0.001 176 8	0.099 581	908.62	2 798.38	1 889.76	2.447 0	6.339 2
2 200	217.256	0.001 185 2	0.090 695	930.98	2 800.20	1 869.22	2.492 4	6.304 0
2 400	221.795	0.001 193 4	0.083 242	951.95	2 801.54	1 849.59	2.534 4	6.271 4
2 600	226.052	0.001 201 4	0.076 897	971.74	2 802.45	1 830.71	2.573 8	6.241 1
2 800	230.063	0.001 209 1	0.071 428	990.50	2 803.02	1 812.52	2.610 7	6.212 6
3 000	233.858	0.001 216 7	0.066 664	1 008.37	2 803.26	1 794.89	2.645 6	6.185 8
3 500	242.562	0.001 235 0	0.057 058	1 049.78	2 802.74	1 752.96	2.725 4	6.124 5
4 000	250.358	0.001 252 6	0.049 777	1 087.43	2 800.90	1 713.47	2.796 7	6.069 7
5 000	263.943	0.001 286 4	0.039 446	1 154.50	2 794.23	1 639.73	2.920 7	5.973 7
6 000	275.586	0.001 319 3	0.032 449	1 213.73	2 784.56	1 570.83	3.027 4	5.890 1
7 000	285.830	0.001 351 9	0.027 380	1 267.44	2 772.57	1 506.13	3.122 0	5.814 6
8 000	295.009	0.001 384 7	0.023 528	1 317.08	2 758.61	1 441.53	3.207 7	5.744 8
9 000	303.347	0.001 418 1	0.020 493	1 363.65	2 742.88	1 379.23	3.286 6	5.679 0
10 000	310.989	0.001 452 6	0.018 034	1 407.87	2 725.47	1 317.60	3.360 3	5.615 9
12 000	324.678	0.001 526 3	0.014 269	1 491.33	2 685.58	1 194.25	3.496 5	5.494 1
14 000	336.669	0.001 609 7	0.011 489	1 570.88	2 638.09	1 067.21	3.623 0	5.373 0
16 000	347.357	0.001 709 5	0.009 308 1	1 649.67	2 589.80	931.13	3.745 7	5.246 3
18 000	356.992	0.001 839 5	0.007 498 7	1 732.02	2 509.53	777.51	3.871 7	5.105 5
20 000	365.746	0.002 038 6	0.005 858 3	1 827.10	2 411.39	584.29	4.015 4	4.929 9
22 000	373.707	0.002 250 4	0.003 576 6	2 021.92	2 164.18	142.26	4.310 9	4.530 8
22 064	373.946	0.003 105 59	0.003 105 59	2 087.55	2 087.55	0.00	4.412 0	4.412 0

(空調調和・衛生工学便覧 13 版より抜粋)

⑥ エネルギー量の合算方法について

1) データセンターのエネルギー源の種類

- データセンターに投入されるエネルギーは、電気事業者の商用電力、太陽光発電等の自然発電・電力、燃料系(石油、ガス等)エネルギー、地域冷暖房業者により供給される冷水などの2次エネルギー(熱源)がある。
- 電力エネルギーはデータセンターのほぼ全設備に投入され、燃料系エネルギーは主に空調設備や自家発(非常用、常用)に投入される。また、地域冷暖房業者の冷水は空調設備に投入される。
- (参照:図20 データセンターのエネルギー源モデル)

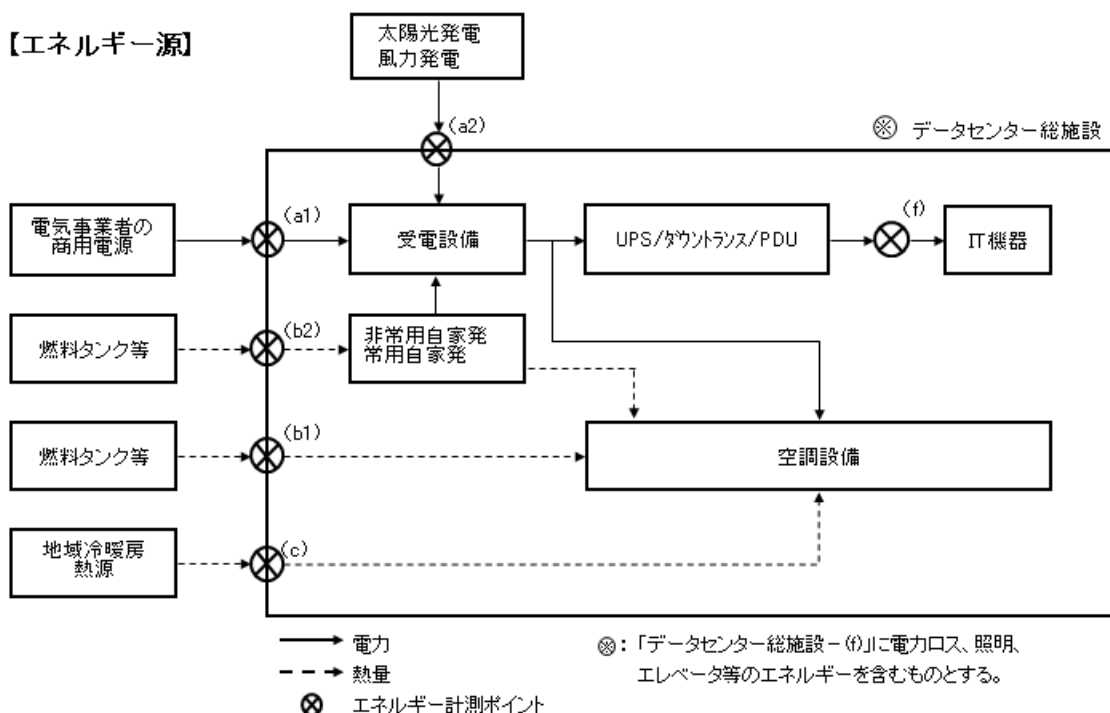


図20 データセンターのエネルギー源モデル

2) データセンター総施設のエネルギー合算について

- データセンター総施設のエネルギー量を算出するためには、これらの投入エネルギーをソースエネルギー換算して合算する。(参照:表4 エネルギー別ソースエネルギー換算係数)
- データセンターの代表的なエネルギー構成パターンを例に合算方法を図 21～図 23 に示す。
- 商用電力のソースエネルギー換算係数は1. 0、燃料系エネルギーのソースエネルギー換算係数は0. 35、地域冷暖房業者から供給される冷水等の熱源は0. 40を乗じて合算する。

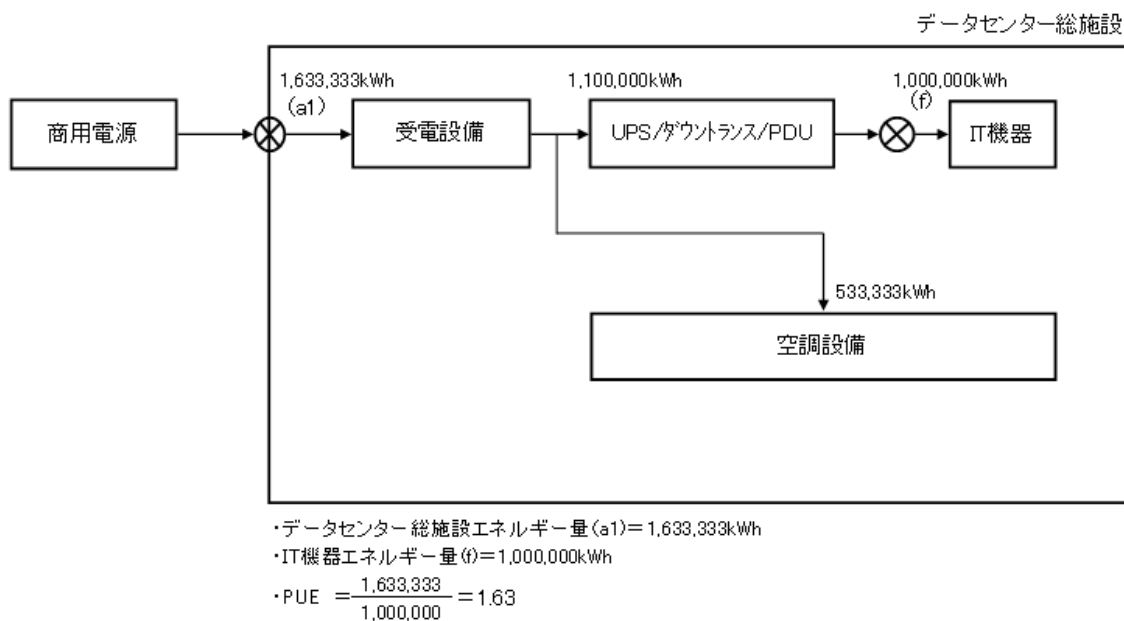


図21 データセンターのエネルギー合算(商用電源のみ)

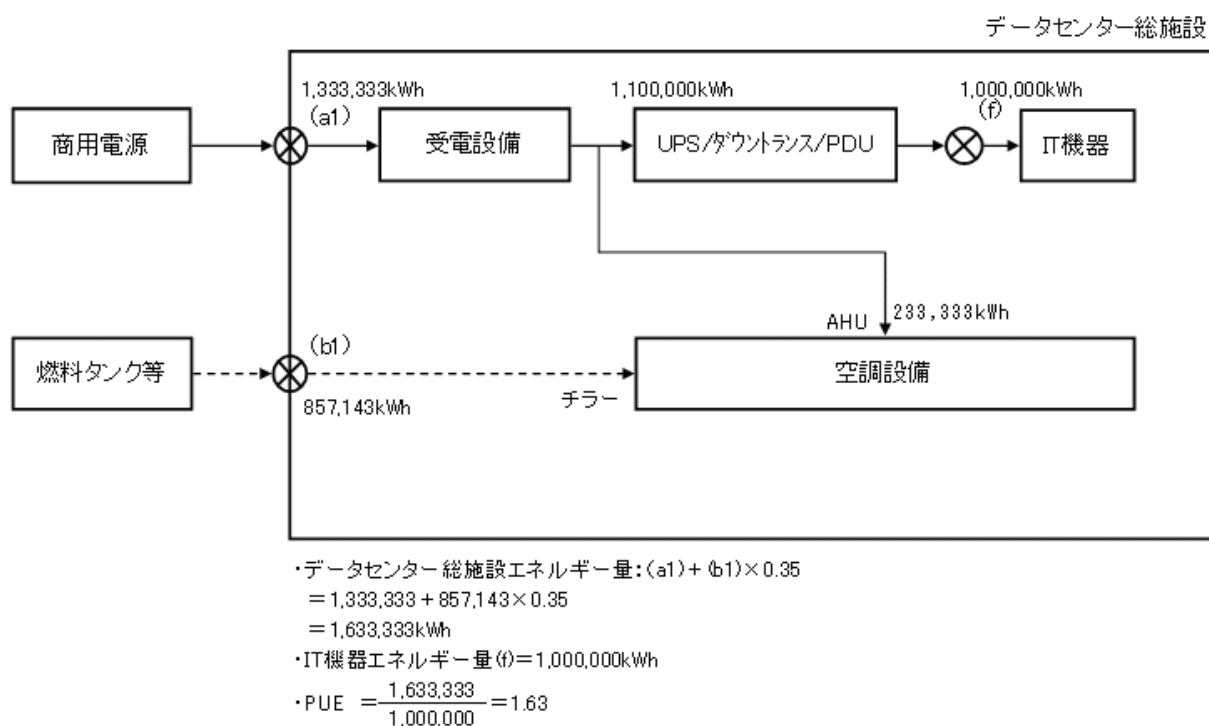


図22 データセンターのエネルギー合算(商用電源+チラー燃料)

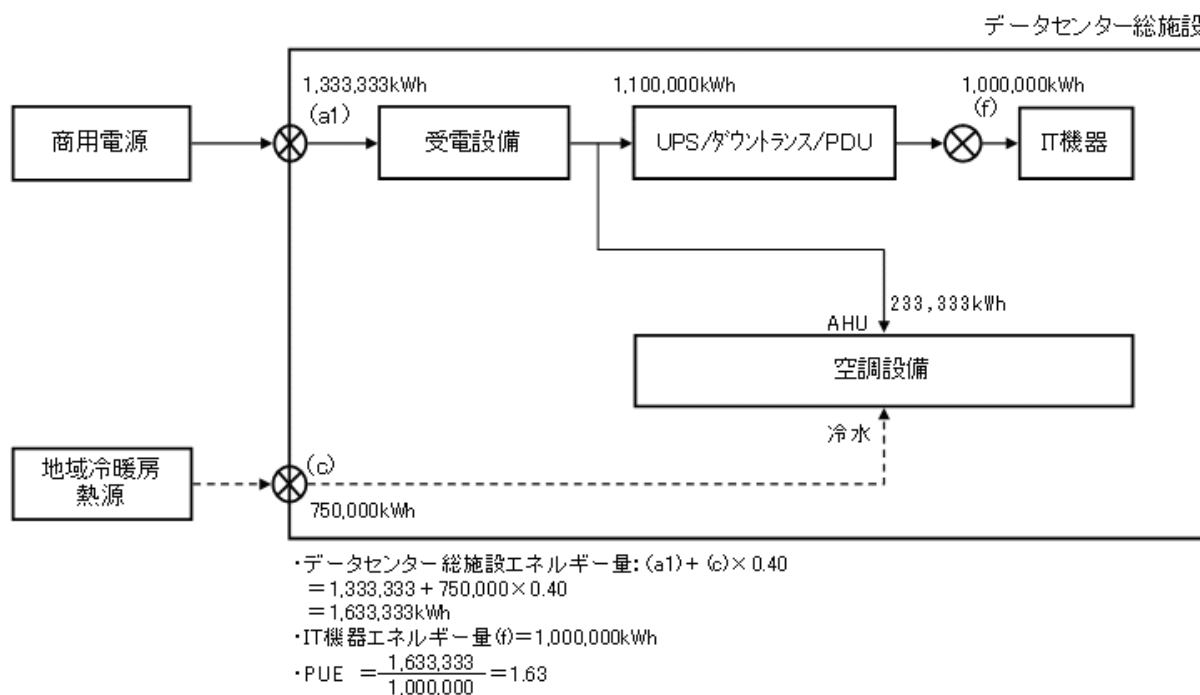


図23 データセンターのエネルギー合算
(商用電源+地域冷暖房:冷水)

3) データセンター内で発電した電力エネルギーの合算方法

- データセンター内(サイト内)で発電した電力(自家発、太陽光発電等)を合算する方法を参照: 図24に示す。
- エネルギー合算方法のポイントは以下の通り。
 - 商用電力/太陽光発電等はソース換算係数1.0を乗じて合算。
 - 常用自家発はソースエネルギー換算係数0.35を乗じて合算。

(注意)

試験運転に消費した自家発のエネルギーは合算しない。非常用自家発電機(非常用自家発)を非常時に利用した場合は発電電力量(kWh)を合算する。

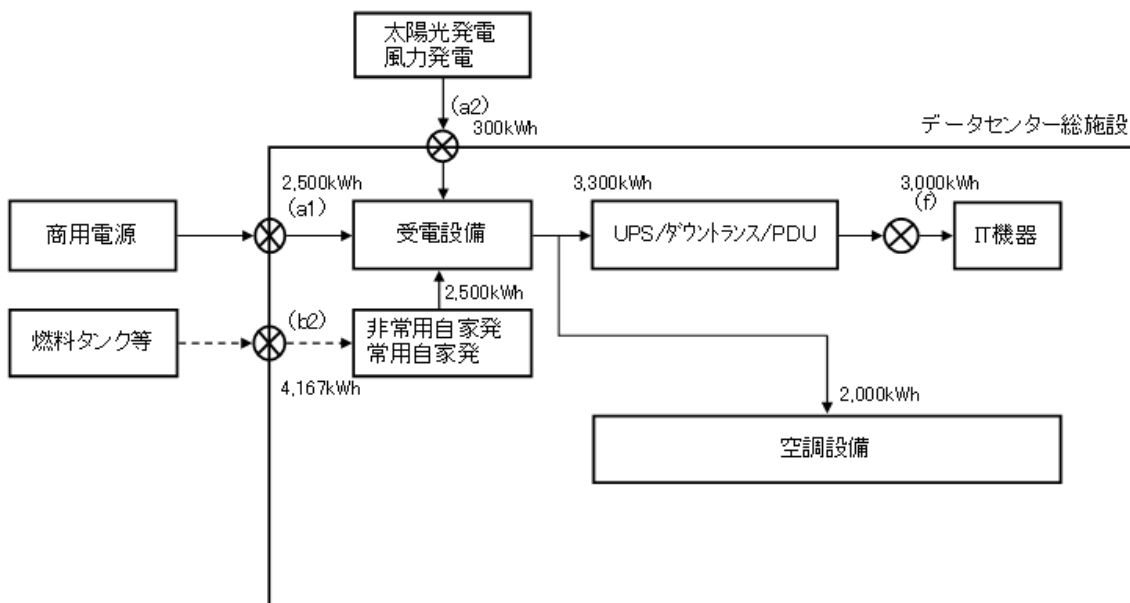
非常用自家発の発電量がメーター等でわかる場合はその値を、または計測できない場合は停電前後の商用電力量を参考に停電時の電力量を想定して、合算する。

- PUE算出にはデータセンター全体(サイト)の発電効率を考慮する。
発電効率を考慮して、IT 機器消費エネルギーをソースエネルギー換算する。

(IT 電力ソース換算係数: SCR)

$$\text{データセンター全体のソース換算係数} = \frac{\text{サイトに投入した電力系ソース換算エネルギー量}}{\text{サイト内に発生した電力エネルギー量}} = \text{IT電力ソース換算係数(SCR)}$$

$$\text{* PUE} = \frac{\text{データセンター総施設エネルギー量}}{\text{IT機器エネルギー量} \times \text{SCR}}$$



・データセンター総施設エネルギー量: $(a1) + (a2) + (b2) \times 0.35$
 $= 2,500 + 300 + 4,167 \times 0.35$
 $= 4,258 \text{kWh}$

・IT電力ソース換算係数 SCR

$$\text{SCR} = \frac{\text{サイトに投入した電力系ソース換算エネルギー量}}{\text{サイト内で発生した電力エネルギー}}$$

$$= \frac{4,167 \times 0.35 + 2,500 \times 1.0 + 300 \times 1.0}{2,500 + 300 + 2,500} = 0.80$$

・IT機器エネルギー量(f) = 3,000kWh

・PUE = $\frac{\text{データセンター総施設エネルギー量}}{\text{IT機器エネルギー量} \times \text{SCR}}$

$$= \frac{4,258}{3,000 \times 0.8} = 1.77$$

図24 データセンターのエネルギー合算
 (商用電源+太陽光発電+自家発)

⑦ 計測器で測ったデータの誤差の扱いについて

- 全体的な電力使用傾向を判定するには最大誤差率が+/-2%の計測機器を推奨する。
- 誤差が含まれていることを前提にしていることを表記する。
- 計測器の誤差とPUE全体に与える誤差の関係は、「表8 計測器で測ったデータの誤差の扱いについて」を参照する。

表8 計測器で測ったデータの誤差の扱いについて
(電力専用センターの場合)

◆施設総電力を「100」、IT機器電力を「50」とし、PUE=2.0を真値とする。
PUE値の変動幅は、計測器の同一精度(誤差)間で以下の通りである。

計器用途	精度		施設総電力	IT機器電力	PUE	誤差	備考
—	0.0%		100	50	2.00	0%	組合せ計器の検定公差 (力率1、定格電流)
kWh 超精密計器	0.2%	+0.2% -0.2%	100.2 99.8	49.9 50.1	2.01 1.99	1%	±0.6%
kWh 特別精密計器	0.5%	+0.5% -0.5%	100.5 99.5	49.75 50.25	2.02 1.98	2%	±1.2%
kWh,MM,CT 精密計器	1.0%	+1.0% -1.0%	101.0 99.0	49.5 50.5	2.04 1.96	4%	±2.0%
kWh,MM,CT 普通計器	2.0%	+2.0% -2.0%	102.0 98.0	49.0 51.0	2.08 1.92	8%	±2.0%

⑧ 複合施設

複合施設型の場合、共用機能で消費されるエネルギーの中に、データセンター機能で消費されるエネルギーが混同しているため、別図で定義された案分方法に従って案分し、データセンター機能の総消費エネルギーを求める必要がある。

複合施設型の場合、算出を簡略化するために、共用機能で消費されるエネルギーを全てデータセンター機能の消費エネルギーに含めて算出しても良い。ただし、その場合、PUEは実態より悪い値になる。

(3) IT 機器の総消費エネルギー:IT_T_E の測定

原則、PDU 出力口を計測ポイントとして、IT 機器の接続されている PDU(分電盤)の電力量計にて消費電力量[kWh]を測定する。

PDU 出力で計測が難しい場合、PDU 入力で計測し、PDU 内にダウントランスが含まれない場合は、PDU 出力相当とする。

PDU 内にダウントランスが含まれる場合は、ダウントランスのロス分を換算する。

PDU 入出力で計測が難しい場合は、UPS 出力で計測し、PDU 出力までのダウントランス、ケーブル等のロスを換算し、PDU 出力相当とする。

UPS 出力口で計測できない場合は、積算電力計で計測できるポイントから PDU 出力までの経路にある UPS、トランス、ケーブル等のロス値を示して換算する。

UPS 出力で計測した場合の変換ロスについては、見積もることが難しい場合は、変圧器のロス値は 3%とする。同じく、ケーブルの配線ロス値は配線長 60m 以下の場合、配線ロス 2%。配線長 120m 以下の場合、配線ロス 3%。配線長 120m 超過の場合、配線ロス 4%とする。

但し、ロス値は、各メーカーや種別、亘長により異なるが、効率の低い方(ロスの大きい方)に合わせる。(各メーカー調査、条件の整理をすること。)

カタログ値や実測値などで換算ロス効率を見積もることができる場合は、換算値はこちらを優先する。

効率の高低に関係なく、実態に近い数値を使う。但し、ロス換算のエビデンスは残す。

各事業者独自の計算方法を利用したロス換算については、それを利用した旨をエビデンスとして示すことで、事業者独自の計算方法を認める。

同様の条件で、UPS およびダウントランス等の仕様値についても認める。

UPS より受電側で計測した場合、UPS 出力口までにある UPS・高圧トランスなどのロスは IT 機器の負荷により変動するため、UPS 等のメーカーより実際に負荷に見合うロス率を入手し、換算に使用する。

電力量の測定にあたっては、同時に力率を測定し、有効電力による電力量を測定する。

$$\text{有効電力量(W)} = \text{電流(A)} \times \text{電圧(V)} \times \text{力率(\%)}$$

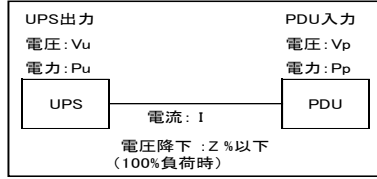
データセンター内の全ての IT 機器について合計する。

消費電力量にエネルギー換算係数をかけてエネルギー量(kWh 換算)を求める。

電流および電圧のみの測定で、リアルタイムに力率を測定することができず、正確な電力量が測定できない場合、定期的に測定して得た過去の力率の測定値か、仮想の力率として 95%を掛けて有効電力量を求める。また、その旨をエビデンスとして記録する。

■ 配線ロスについて

UPSからPDUまでの配線ロスには配線種別・配線長・電流値により大きく異なり、データセンターにおいてUPS及びPDUの設置条件・仕様はさまざまであり、配線ロスを一律に決めることは困難であるが、本書においてはPUEの算出を容易に行えるよう配線ロスを決定した要旨を下記に示す。



上記において

$$\text{電圧降下 } Z\% \text{ 以下より} \quad V_u - V_p \leq \frac{Z}{100} * V_u \rightarrow \frac{V_u}{V_p} \leq \frac{100}{100-Z}$$

配線ロスを $P' = P_u - P_p$ とした場合

$$\begin{aligned} \text{PDU入力に対する配線ロス} \quad \frac{P'}{P_p} &= \frac{P_u - P_p}{P_p} = \frac{1.73 * I * (V_u - V_p)}{1.73 * I * V_p} = \frac{V_u - V_p}{V_p} \\ &\leq \frac{100}{100-Z} - 1 \end{aligned}$$

UPSからPDUまでの低圧配線中の電圧降下は内線規定1301-1に「低圧配線中の電圧降下は、幹線及び分岐回路において、それぞれ標準電圧の2%以下とすること。ただし、電気使用場所内の変圧器により供給される場合の幹線の電圧降下は、3%以下とすることができる」と記載されており、100%負荷時の電圧降下を $Z = 3\%$ とすると

$$\text{配線ロス} \quad \frac{P'}{P_p} \leq \frac{100}{97} - 1 = 3.1\%$$

電圧降下と電流値は比例するため50%負荷時は、電圧降下が1.5%となる。この場合の配線ロス率は、上記同様に計算を行うと

$$\text{配線ロス} \quad \frac{P'}{P_p} \leq \frac{100}{98.5} - 1 = 1.6\%$$

以上より100%負荷時の配線ロスは3.1%以下であり、50%負荷時においては1.6%以下となる。このためデータセンターの平均的な負荷率を50%程度と想定し、配線ロスはPDUに設置している変圧器容量の2%を見込むこととする。

また、配線長が60mを越える場合の電圧降下は内線規定1301-1表に記載されている。

こう長が60mを超える場合の電圧降下

配線長	電圧降下
120m以下	5%以下
200m以下	6%以下
200m超過	7%以下

これより、50%負荷時の配線ロスは、2.6%(120m以内)、3.1%(200m以下)、3.7%(200m超過)となるため、UPS～PDU間配線ロス換算値を下記表とする。

PUE算出時のUPS～PDU間配線ロス換算値

配線長	配線ロス
60m以下	2%
120m以下	3%
120m超過	4%

■ 低圧変圧器の変換ロスについて

PDUに使用されている変圧器は、基本的に低圧変圧器である。低圧変圧器の変換ロスはメーカー・変圧器種別等によりさまざまであり、一律に変換ロスを決めることは困難であるが、本書においてはPUEの算出を容易に行えるよう変圧器ロスを3%とし、その要旨を下記に示す。

低圧変圧器の変換ロスの代表例を示す。

変圧器変換効率表

変圧器仕様	容量	A社		B社		C社	
		100kVA		100kVA		250kVA	
		入力電圧	出力電圧	入力電圧	出力電圧	入力電圧	出力電圧
		3φ 210V	1φ 210-105V	3φ 210V	1φ 210-105V	3φ 415V	3φ 182-105V
変圧器効率 (%)	負荷率	10%	95.07	95.5	-	-	-
		20%	97.22	97.4	-	-	-
		30%	97.84	98	-	-	-
		40%	98.68	98.2	98.18	98.02	-
		50%	98.13	98.3	98.09	97.9	-
		60%	98.12	98.3	97.95	97.72	-
		70%	98.06	98.2	97.77	97.51	-
		80%	97.97	98.1	97.59	97.28	-
		90%	97.86	98.1	97.38	97.05	-
		100%	97.74	98	97.17	96.8	-
備考		モールド変圧器	モールド変圧器	K-ファクター変圧器	K=13での変圧器効率		

※変圧器の設置、仕様条件により異なります。

これより負荷率20%以上であれば変換効率は97%を超えており、負荷率50%では98%前後となる。このため、低圧変圧器の変換ロスとして3%見込むこととする。

図25 ダウントランス等のロスの扱いについて

(4) PUE の計算

データセンターの総消費エネルギーD_T_E、および IT 機器の総消費エネルギーIT_T_EPE から PUE を計算する。

3.5.3 PUE の測定期間と測定頻度

(1) 測定期間

PUE の測定・計算は月単位(月の最初の日の前0時からその月の末日の午後24時まで)で行う。

公表・比較のための PUE の値は、原則、一年間の積算エネルギーによる算定値とする。一年間に満たない場合は、測定期間を明示する。

(2) 測定頻度

最低限月単位とする。(月単位での積算値を求める)

年間の積算エネルギー量(電力量)の計測ができない場合は以下のようにする。

・積算型の計測器が PDU 出力口あるいは UPS 出力口に設置されていない場合、

上流側の計測メーターの中で一番近い積算型計測メーターで計測し、その値から、各設備の損失分を差し引いた値を使用する。その計測値が使用できない場合は、下記に示す方法により瞬時値、または1日分の積算電力量を一年間の積算電力量に換算し、その値を使用する。

・上流側の積算計測機器の値より積算電力量を換算する場合、計測頻度は上記の計測頻度に準拠する。

・瞬時値を1年間の積算電力量に換算する場合1日1回瞬時値を計測し、24時間分に換算した値をその日の積算電力量とし、1年間分の積み上げ(合算値)を1年間の消費電力量とする。

・1日分の積算電力量を1年間の積算電力量に換算する場合月1回1日分の積算電力量を測定し、1ヶ月分に換算した値(日数倍)をその月の積算電力量とし、1年分の積み上げを1年間の消費電力量とする。

上記いずれの方法によって測定した場合も、その旨を測定値に併記する。

3.6. GEC(Green Energy Coefficient)の測定

3.6.1 GEC の定義

$$\text{GEC} = \frac{\text{データセンターの敷地内で生成されかつ使用されたグリーンエネルギー[kWh]}}{\text{データセンターの総消費エネルギー[kWh]}}$$

※グリーンエネルギー:太陽光発電や風力発電など自然エネルギー等から生成されたエネルギー

$$\text{GEC} = \text{D_G2_EPE} / \text{D_T_E}$$

D_G2_EPE [kWh]:データセンター内で生成されかつ使用されたグリーン(自然エネルギー)エネルギーの使用量

D_T_E [kWh]:データセンターの総消費エネルギー(PUE の D_T_E と同じ)

3.6.2 GEC の測定方法

(1) グリーンエネルギー:D_G2_E の測定

太陽光発電装置・風力発電装置などの電力量計にて、測定期間中の発電した電力量[kWh]を測定する。

(2) データセンターの総消費エネルギーD_T_E の測定

PUE に同じ

データセンターの受電設備における電力量計にて消費電力量を[kWh]を測定する。

電力以外の燃料などのエネルギー量については、燃料計など別途消費量を測定する。

消費電力量または燃料消費量等に別表のエネルギー換算係数をかけてエネルギー量(kWh 換算)を求める。

(3) GEC の計算

D_G2_EPE および D_T_E から GEC を計算する。

3.6.3 GEC の測定期間と測定頻度

(1) 測定期間

GEC の測定・計算は月単位(月の最初の日からその月の末日の午後24時まで)で行う。

公表・比較のための GEC の値は、原則、一年間の積算エネルギーによる算定値とする。一年間に満たない場合は、測定期間を明示する。

(2) 測定頻度

グリーンエネルギー(例:太陽光発電による発電電力量等)およびデータセンターの総消費エネルギー(電力量等)およびとも、原則、連続した積算量(積算電力量等)で測定する。

積算型の測定器(例:積算電力計)が無いなど、測定期間を通じた積算量が測定できない場合、下記のいずれかの方法により積算量を決定する。

① 測定対象月のうち1日、瞬時値(例:瞬間電力計)を1日連続して測定記録して1日分の積算量を

測定し、その値に当該月の日数を掛けた値をその月の積算量とし、その値を使用する。

- ② 測定対象月のうち1日1回、瞬時値(例:瞬間電力計)を測定し、24時間分に換算した値を1日の積算量とし、さらにその値に当該月の日数を掛けた値をその月の積算量とし、その値を使用する。

上記①および②のいずれの方法によって測定した場合も、その旨を測定値に併記する。

3.7. DPPE(Data Center Performance per Energy)の測定

3.7.1 DPPE の定義

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

3.7.2 DPPE の計算方法

(1) 測定対象範囲の選定

フロアごと、PDU ごと、ラックごとなど、IT 機器構成管理による ITEU および ITEE の測定および計算が可能な単位で対象区画を決める。

(2) ITEU および ITEE の測定

ITEU および ITEE を測定、計算する。

このとき、ITEU および ITEE が対象とする IT 機器はほぼ一致していることが望ましい。

(3) PUE および GEC の測定

PUE および GEC を測定、計算する。

このとき、PUE および GEC はデータセンター全体の測定値であることが望ましい。

(4) DPPE の計算

ITEU、ITEE、PUE、GEC から、データセンター全体またはもしくは測定した対象システムの DPPE を計算する。

ITEU、ITEE、PUE、GEC の測定期間は一致していなければならない。

3.7.3 DPPE の測定期間と測定頻度

(1) 測定期間

DPPE の測定・計算は月単位(月の最初の日(日の午前0時からその月の末日の午後24時まで)で行う。

公表・比較のための DPPE の値は、原則、一年間の累計値とする。一年間に満たない場合は、測定期間を明示する。

(2) 測定頻度

各月の DPPE の計算は、当該月のサブ指標から算定する。一年間の DPPE の計算は、各サブ指標の一年間累計値で計算する。各サブ指標の測定頻度は前述の方法に従う。

4. レポーティング

4.1. 測定値の記録と保存

ITEU、ITEE、PUE、GEC、DPPE の測定値と、計算に使用した各測定値や係数は、毎月ごとに記録し保存する。

また、別表に定めるデータセンターの識別情報、測定期間、外部環境、データセンタープロファイル情報、IT 機器のプロファイル情報(機器構成管理)も同時に記録し保存する。

データは、後日分析できるよう、電子的に記録されていることが望ましい。

4.1.1 測定機器に関する基本的な考え方

測定器は TGG の考え方に準拠する。

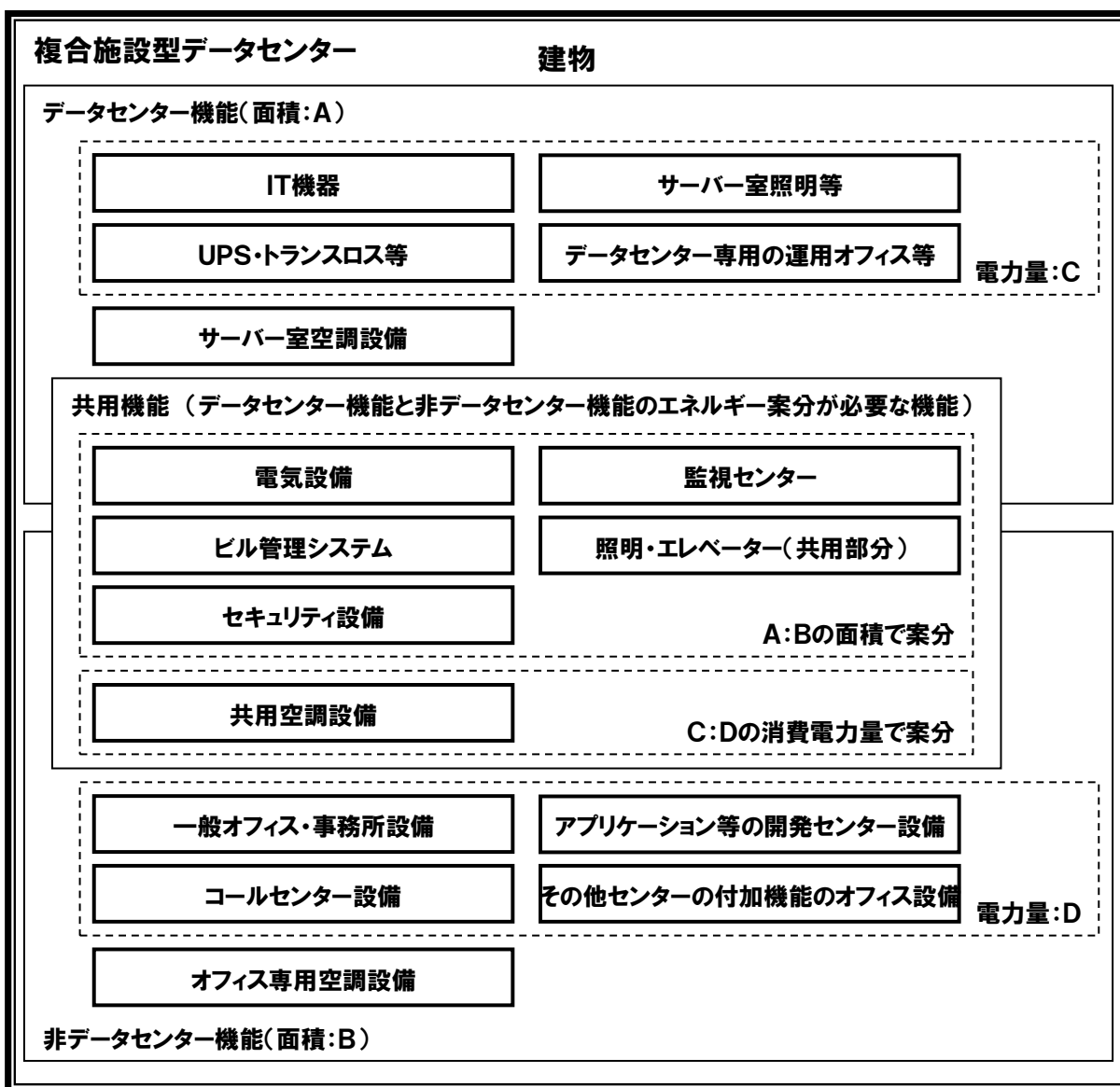
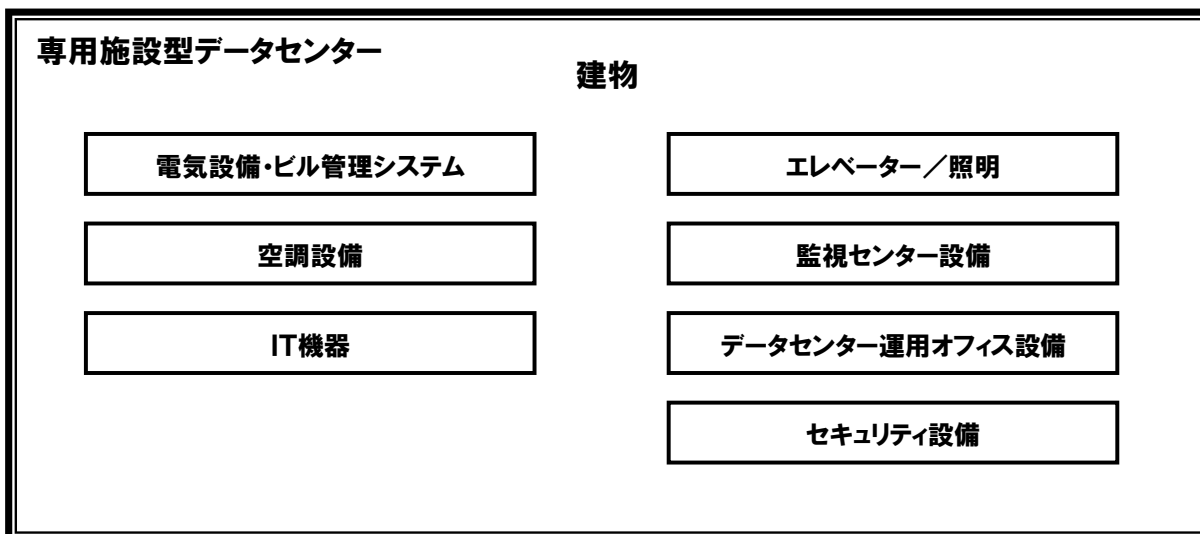
現行の測定機器の精度による誤差範囲を明示する。

市販されている測定器であれば、測定誤差は数%であると考えられるため、既存の測定器を使用する。

(別表1)エネルギーの換算表

エネルギーの種類		使用量			換算係数 (KWH 換算)		備考	
			単位		数値	単位		
燃料 及 び 熱	原油	1	kl	=	10,611	kWh		
	原油のうちコンデンセート(NGL)	1	kl	=	9,806	kWh		
	揮発油(ガソリン)	1	kl	=	9,611	kWh		
	ナフサ	1	kl	=	9,472	kWh		
	灯油	1	kl	=	10,194	kWh		
	軽油	1	kl	=	10,611	kWh		
	A重油	1	kl	=	10,861	kWh		
	B・C重油	1	kl	=	11,583	kWh		
	石油アスファルト	1	t	=	11,639	kWh		
	石油コークス	1	t	=	9,889	kWh		
	石油ガス	液化石油ガス(LPG)	1	t	=	13,944	kWh	
		石油系炭化水素ガス	1	千m3	=	12,472	kWh	
	可燃性 天然ガス	液化天然ガス(LNG)	1	t	=	15,139	kWh	
		その他可燃性天然ガス	1	千m3	=	11,361	kWh	
	石炭	原料炭	1	t	=	8,028	kWh	
		一般炭	1	t	=	7,389	kWh	
		無煙炭	1	t	=	7,556	kWh	
	石炭コークス	1	t	=	8,361	kWh		
	コールタール	1	t	=	10,361	kWh		
	コークス炉ガス	1	千m3	=	5,861	kWh		
	高炉ガス	1	千m3	=	947	kWh		
	転炉ガス	1	千m3	=	2,336	kWh		
	都市ガス	1	千m3	=	12,500	kWh	ガス会社により発熱量が異なる	
	産業用蒸気	1	GJ	=	278	kWh	左記または実測値を用いる	
	産業用以外の蒸気	1	GJ	=	278			
	温水	1	GJ	=	278			
冷水	1	GJ	=	278				
電気 電気エネルギー	1	kWh	=	1	kWh			

(別図2)データセンターの定義



(別表2) 複合施設におけるエネルギーの案分方法

下表は、専用施設および複合施設のエネルギー要素を詳細に列挙し、「データセンターに含む要素」、「面積・設備比率等で案分する要素」、「要素に含まない」の3つに分類している。分類は、下記分類記号に従って行われ、専用施設型および複合施設型のデータセンターとして消費されるエネルギー要素を明らかにする。

構成要素	総施設電力				検討事項
	専用施設	DC部分	DC関連	DC以外	
1 施設 電力					
2 受電設備(自動制御によるVCBの組合せなど含む)	○	—	—	—	
3 自家発電機	○	□	□	■	常用は該当の期間に使用したエネルギーを換算する。非常用は点検時等で使用したエネルギーを除いて、使用した分を換算する算す
4 電灯・動力用変圧器、分電盤、ケーブル	○	□	□	■	対象設備のエネルギー比率(冷暖房空調のb.による)で按分する
5 空調動力用変圧器、分電盤、ケーブル	○	□	□	■	DC専用の設備として設置している場合はその全てを含む
6 照明、OA他コンセントなどの電灯回路	○	□	□	■	対象設備の占有面積比率で按分する
7 蓄電池、直流電源装置	○	—	□	■	対象設備のエネルギー比率(冷暖房空調のb.による)で按分する DC専用の設備として設置している場合はその全てを含む
8 IT用変圧器(高圧)	○	○	—	—	PDU出力で計測が難しい場合は、ダウントランス・ケーブル等のロスで換算する (換算ルールは、本文第2章3節4項の「計測ポイント」に記載)
9 UPS(IT用)	○	○	—	—	
10 変圧器(ダウントランス)	○	○	—	—	
11 配電装置(PDU)	○	○	—	—	
12 ラック配電装置(RDU)、ブレーカー盤	○	○	—	—	
13 電力ケーブル	○	○	—	—	
14 冷暖房空調(HVAC)					
15 冷却塔、冷却水ポンプ					複合施設の按分について a. 専有部分の按分方法 ・データセンター部分の空調エネルギー量は、TGGのホワイトペーパー#14に準拠し、データセンター部分のIT機器の電力量とそれ以外(オフィス部分等)のOA電力量との比率で按分する b. 共有部分の按分方法 ・電気室等の空調エネルギー量は、専有部分のIT機器の電力量とそれ以外(オフィス部分等)のOA電力量との比率で按分する ※サーバ室・データセンターオフィス等空調のエネルギー要素は全てデータセンター部分に含む
16 冷却装置、冷水ポンプ					
17 サーバ室の空調装置(CRAC)					
18 サーバ室の湿度調整装置(GRAH)					
19 乾式冷却装置	○	□	□	■	
20 給気ファン、換気(還気)ファン					
21 エアエコノマイザ、側水エコノマイザ					
22 加湿器					
23 冷却システム(列、ラック、シャーシ式)					
24 セキュリティ等の設備					
25 入退管理システム、ITV等監視システム					共用で設置している設備は占有面積比率で按分する
26 消火設備、漏水検出センサ	○	□	□	■	
27 保安用サーバ/装置					
28 ビル管理システム					
29 データセンター管理制御用サーバ/装置	○	□	□	■	共用で設置している設備は占有面積比率で按分する
30 プロンプ/センサ					
31 その他共用エリア					
32 エレベータ					複合施設の場合は占有面積比率で按分する
33 ロビー、共用の会議室、廊下、トイレ等 共有部の照明等の消費電力	○	□	□	■	
34 事務所エリア他の消費電力					
35 データセンター運用オフィス設備	○	—	□	■	*按分方法は各電力要素による
36 アプリケーション等の開発センサ設備	○	—	□	■	
37 データセンターの付加価値を高めるためのオフィス部分(総務部門・営業部門等)	○	—	□	■	
38 ヘルプデスク/コールセンター等の設備(データセンターの機能に付随せず独立したもの)	○	—	□	■	
39 一般事務所オフィス設備	○	—	□	■	
40 監視センター設備(データセンターの機能を維持を目的とするもの)	○	—	□	■	
41 監視センター設備(オンサイト監視サービスなど事業として独立しているもの)	○	—	□	■	
43 IT 設備					
44 コンピュータ機器					
45 サーバ	○	○	—	—	
46 ネットワーク機器					
47 スイッチ、ルータ	○	○	—	—	
48 IT サポートシステム					
49 プリンタ	○	○	—	—	
50 PC/ワークステーション	○	○	—	—	
51 リモート管理(KVM、コンソールなど)	○	○	—	—	
52 その他機器					
53 セキュリティ暗号化、ストレージ暗号化、アプライアンスなど	○	○	—	—	
54 ストレージ					
55 ストレージ機器 - スイッチ、ストレージレイ	○	○	—	—	
56 バックアップ機器 - ティア・仮想メディアライブラリ	○	○	—	—	
57 通信					
あらゆる通信機器	○	○	—	—	

【分類記号】

○	データセンターに含む要素
□	面積・設備比率等による按分でDC部分に含む要素
■	DC部分に含まない要素
—	要素に含まない

本文2.3.4 (2)より
データセンターに含める複合施設設備の共有部分のエネルギー算出を簡略化するために、共有部分(一般事務所エリア等)のエネルギーをデータセンター総施設消費エネルギーに含めて算出する方法もある。
その場合、PUE/DCiEは実態より悪い値となる。

【複合施設】の区分

DC部分	サーバ室、IT機器専用のUPS、空調機械室などデータセンター部分
DC関連	データセンター運用オフィス等のデータセンター関連部分
DC以外	総務・営業、他社等の一般事務所でデータセンターに含まない部分

【按分方法】

エネルギー按分	データセンター部分のIT機器の電力量とそれ以外(オフィス部分等)のOA電力量との比率で按分する
占有面積按分	データセンター部分とそれ以外のオフィス部分等(ホール、廊下、トイレ、共有の会議室などの共有部分を除く)の面積比率で按分する

(別表3) ファシリティスタンダード・レベル(データセンタープロファイル記入時の参照用)

日本データセンター協会制定 データセンター ファシリティ スタンダード 概要版 2010.10.18

基準項目一覧表

分類	No.	評価項目	ティア 1	ティア 2	ティア 3	ティア 4	備考
建物 (B)	1	建物用途 (建物としてDC専用であるか否か)	複数用途 複数テナント可	複数用途 複数テナント可	複数用途 単一テナント	DC専用 DC関連複数テナント	
	2	地震リスクに対する安全性 1) PMLによる評価の場合 2) 建築基準法による評価の場合 ※1: 官庁施設の総合耐震計画基準及び同解説(建設大臣官房官庁営繕部監修、平成8年版)高さ60mを超える高層建築物、免震建物はI類 ※2: 今後50年間に10%の確率で発生する可能性のある予測震度(文部科学省 全国地震動予測地図)	PML 25~30%未満	PML 20~25%未満	PML 10~20%未満	PML 10%未満	震度*2 6弱以下
セキュリティ (S)	1	セキュリティ管理レベル	サーバ室	サーバ室	建物、サーバ室	敷地、建物 サーバ室、ラック	
電気設備 (E)	1	受電回線の冗長性	単一回線		複数回線(SNW、本線予備線、ループ)		
	2	電源経路の冗長性 (受電設備~UPS入力)	単一経路	単一経路	複数経路	複数経路	
	3	電源経路の冗長性 (UPS~サーバ室PDU)	単一経路	単一経路	複数経路	複数経路	
	4	自家発電設備の冗長性	規定無し	N	N	N+1	
	5	UPS設備の冗長性	N	N	N+1	N+2	
空調設備 (H)	1	熱源機器・空調機器の冗長性	N	N	N+1	N+2	
	2	熱源機器・空調機用 電源経路の冗長性	単一経路	単一経路	複数経路	複数経路	
通信設備 (T)	1	引き込み経路 キャリアの冗長性	単一経路 単一キャリア	複数経路 単一キャリア	複数経路 複数キャリア	複数経路 複数キャリア	
	2	建物内ネットワーク経路 の冗長性	単一経路	複数経路	複数経路	複数経路	
設備運用 (M)	1	常駐管理体制	規定無し	規定無し	8時間/日以上の 常駐管理	24時間×365日の 常駐管理	
	2	運用マネジメントの仕組みと運用 (運用要員の育成プログラムなど含む)	運用体制有り	運用要員育成プログラム を含む規定された運用 体制有り	ISO27001又はFISC運用 基準において、設備運用 に関する項目に準拠	ISO27001の認証又は FISC運用基準に準拠	

※ データセンタープロファイル(PUE/GEC 記入算定シート No23)の記入時に参照。

※ 本ファシリティスタンダードは、日本データセンター協会で検討されたものであり、今後予告無く変更されることがある。

本ガイドラインについてのお問い合わせ先

グリーンIT推進協議会 事務局
(社団法人電子情報技術産業協会 グリーン IT 推進室)
〒100-0004 千代田区大手町 1-1-3 大手センタービル
Tel:03-5218-1055 fax:03-5218-1074
Web:<http://www.greenit-pc.jp>

※ 本ガイドラインはグリーンIT推進協議会 データセンタ評価指標WGにて検討中であり、今後、予告無く内容を変更することがあります。