

総合エネルギー調査会
省エネルギー・新エネルギー分科会省エネルギー小委員会

電子計算機及び磁気ディスク装置判断基準 ワーキンググループ

取りまとめ

- ・電子計算機のエネルギー消費性能の向上に関するエネルギー消費機器等製造事業者等の判断基準等の改正について

総合エネルギー調査会省エネルギー・新エネルギー分科会省エネルギー小委員会電子計算機及び磁気ディスク装置判断基準ワーキンググループでは、2011年度に目標年度を迎えた電子計算機について、製造事業者又は輸入事業者（以下「製造事業者等」という。）の判断の基準等について審議を行い、以下のとおり取りまとめを行った。

I. 現行基準の評価

現行の電子計算機のエネルギー消費効率（消費電力（単位：ワット）を、性能指標（単位：ギガ演算、複合理論性能：CTP）で除した数値としている。

サーバ型電子計算機及びクライアント型電子計算機のエネルギー消費効率については、2011年度目標基準値を達成すると2007年度比で77.9%改善する見通しであったが、サーバ型電子計算機のエネルギー消費効率は85%改善、クライアント型電子計算機のエネルギー消費効率は84%改善、電子計算機全体のエネルギー消費効率は85%改善と、予想を上回ったことを確認した。このように電子計算機についてはエネルギー消費効率の改善が着実に進展している。

エネルギー消費効率の実績
(2007年度及び2011年度)

	2007年度実績	2011年度実績
電子計算機全体	1.87	0.28 (85%)
サーバ型電子計算機	15.9	2.3 (85%)
クライアント型電子計算機	1.37	0.23 (84%)

(出所) 経済産業省調べ

(説明) 単位はW/GTOPS、エネルギー消費効率は対象機器のエネルギー消費効率を出荷台数で加重平均した効率（括弧内は2007年度実績からの改善率）

II. 基準見直しにあたっての基本的な考え方

今回の電子計算機の基準見直しにあたっては、以下の周辺状況を踏まえつつ検討を行った。

- インターネットの普及、モバイル機器の普及により、ビジネスだけではなく広く社会全体のデジタル化・ネットワーク化が進展することで電子計算機の処理する通信量が増大することが見込まれ、電子計算機の処理能力向上が高まっている。その一方で、電子計算機の性能の向上に伴う消費電力の増大が懸念されるため、更なるエネルギー消費性能の向上が必要である。

- サーバ型電子計算機のエネルギー消費性能について、実際にテストプログラムを使用して負荷計算させて評価する測定方法のISO規格化が検討されている。また、クライアント型電子計算機については、国際規格であるIEC規格及びこれに準拠した日本工業規格JIS C 62623:2014「パーソナルコンピュータの消費電力測定方法」が策定されている。これらの国際動向を踏まえた新しい電子計算機のエネルギー消費効率の測定方法及び指標について検討する必要がある。

Ⅲ. 判断基準等

1. 対象とする範囲【別添1】

現行と同様にサーバ型電子計算機及びクライアント型電子計算機を対象とする。
ただし、以下のものについては、対象から除外する。

(1) 高度な処理能力を有するもの

- ①演算処理装置、主記憶装置、入出力用制御装置及び電源装置がいずれも多重化された構造のもの
- ②入出力用信号伝送路(最大データ転送速度が1秒につき10ギガビット以上のものに限る。)が512本以上のもの

(2) 測定方法、評価方法が確立しておらず目標基準値を定めること自体が困難なもの

- ①CPUソケット数が5以上のもの
- ②サーバ型電子計算機のうちx86、SPARC、Power以外のCPUを搭載したもの

(3) 総エネルギー消費量がすくないもの

- ①専ら内蔵された電池を用いて、電力線から電力供給を受けることなしに使用されるもの

2. エネルギー消費効率及びその測定方法

(1) サーバ型電子計算機(別添2参照)

Server Efficiency Rating Tool Ver.2.0(以降「SERT Ver.2.0」という。)¹に従い、サーバ型電子計算機の各構成要素(CPU、メモリ及びストレージ)について、一定の測定環境のもと、作業負荷(ワークレット)を与え、測定された各構成要素の性能を消費電力で除した値を幾何平均した値をエネルギー消費効率とする。

(2) クライアント型電子計算機(別添3参照)

JIS C 62623(2014)に従い、一定の測定環境のもと、オフモード、スリープモード、ショートアイドルモード及びロングアイドルモードにおける各消費電力を各モード比率(ノートブックコンピュータもしくはデスクトップコンピュータ別に設定)で加重平均した年間消費電力量(この値をTEC(typical energy consumption)値という)をエネルギー消費効率とする。

3. 製造事業者等の判断の基準となるべき事項等

(1) 目標年度(別添4参照)

サーバ型電子計算機:2021年度

クライアント型電子計算機:2022年度

(2) 目標達成のための区分と目標基準値(別添5、6参照)

①サーバ型電子計算機

各製造事業者等は、目標年度以降の各年度において国内向けに出荷するサーバ型電子計算機において、2.(1)②により測定したエネルギー消費効率を下表の区分毎に事業者毎に出荷台数により加重平均した値が同表の右欄に掲げる目標基準値(基準エネルギー消費効率)を下回らないようにすること。

ただし、目標年度以降の各年度における出荷台数が過去の1年度の最高出荷台数の10%以下であるサーバ型電子計算機については適用しない。

¹ 非営利団体であるSPEC(Standard Performance Evaluation Corporation)が定めているサーバ性能分析ツール。SERTver2.0では、実使用条件を模擬した様々な負荷条件下におけるエネルギー消費効率をSERT(Server Efficiency Rating Tool)値と定義し、測定方法を定めている。ISO/IECでは、ISO/IEC CD 21836、Information Technology - Data Centers - Server Energy Effectiveness Metricにおいて、サーバ型電子計算機のエネルギー消費効率指標(SEEM値)をSERT ver.2.0を用いて測定することが検討されている。

サーバ型電子計算機の目標基準値(基準エネルギー消費効率)

CPU の種別	CPU ソケット数	区分名	目標基準値 (単位:性能/消費電力)
x86	1	A	8.9
	2	B	11.9
	4	C	8.9
SPARC	1	D	6.3
	2	E	4.2
	4	F	3.5
Power	1	G	4.6
	2	H	4.9
	4	I	4.2

備考 1 「サーバ型電子計算機」とは、ネットワーク上でサービス等を提供する24時間稼動することを前提として設計された電子計算機であって、専らネットワークを介してアクセスされるものをいう。

2 「x86」とは、ビット数の異なる命令を実行できるように設計されたCPUのうち、電子計算機毎に設計されたCPU以外のCPU であり、32ビットアーキテクチャと互換性をもった64ビットアーキテクチャのものをいう。

3 「SPARC」とは、ビット数の異なる命令を実行できるように設計されていないCPUのうち、10進浮動小数点演算データ処理機構及びレジスタ制御機能の両方を備えたものをいう。レジスタ制御機能とは、レジスタの内容をCPU内に退避・復元する機構をもつことで、主プログラムで使用中のレジスタの内容をメモリに退避・復元することなくサブルーチンプログラムで該当レジスタを使用可能とする機能をいう。

4 「Power」とは、ビット数の異なる命令を実行できるように設計されていないCPUのうち、10進浮動小数点演算データ処理機構を備えるが、レジスタ制御機能は備えていないものをいう。

②クライアント型電子計算機

各製造事業者等は、目標年度以降の各年度において国内向けに出荷するクライアント型電子計算機について2.(2)②に定める方法により測定したエネルギー消費効率(年間電力消費量(TEC値))を下表の区分ごとに出荷台数により加重平均した数値が、同表の右欄に掲げる各電子計算機の目標基準値(基準エネルギー消費効率、同表の右欄に掲げる算定式により算定し、小数点以下第2位を四捨五入した数値をいう。)を下表の区分ごとに出荷台数により加重平均した数値を上回らないようにすること。

ただし、目標年度以降の各年度における出荷台数が過去の1年度の最高出荷台数の10%以下であるクライアント型電子計算機については適用しない。

クライアント型電子計算機の目標基準値(基準エネルギー消費効率)

製品形態	CPU性能 [Pスコア]	画面 サイズ	きょう (筐)体 容量	区分 名	基準エネルギー消費効率の算定式(kWh/年)
ノートブック コンピュータ	8未満	15型 未満	—	J	$E = 5.21 + TEC_{MEMORY} + TEC_{INT_DISPLAY} + TEC_{STORAGE} + TEC_{GRAPHIC}$

デスクトップコンピュータ			15 型以上	—	K	$E=7.75+TEC_{MEMORY}+TEC_{INT_DISPLAY}+TEC_{STORAGE}+TEC_{GRAPHIC}$
		8 以上	—	—	L	$E=11.34+TEC_{MEMORY}+TEC_{INT_DISPLAY}+TEC_{STORAGE}+TEC_{GRAPHIC}$
	一体形 分離型	8 未満	—	—	M	$E=39.87+TEC_{MEMORY}+TEC_{INT_DISPLAY}+TEC_{STORAGE}+TEC_{GRAPHIC}$
		8 以上	—	—	N	$E=53.32+TEC_{MEMORY}+TEC_{INT_DISPLAY}+TEC_{STORAGE}+TEC_{GRAPHIC}$
		—	—	5L 未満	O	$E=29.59+TEC_{MEMORY}+TEC_{STORAGE}+TEC_{GRAPHIC}$
		—	—	5L 以上 20L 未満	P	$E=31.33+TEC_{MEMORY}+TEC_{STORAGE}+TEC_{GRAPHIC}+TEC_{POWER}$
		—	—	20L 以上 35L 未満	Q	$E=28.45+TEC_{MEMORY}+TEC_{STORAGE}+TEC_{GRAPHIC}+TEC_{POWER}$
		—	—	35L 以上	R	$E=40.47+TEC_{MEMORY}+TEC_{STORAGE}+TEC_{GRAPHIC}+TEC_{POWER}$

- 備考 1 「Pスコア」とは、CPUコア数×CPUクロック周波数（GHz）を表す。コア数は物理的なCPUコア数、CPUクロック周波数はプロセッサ・ベース動作周波数を表す。なお、ベース動作周波数とは、TDP(熱設計消費電力)が定義される動作点の周波数である。
- 2 「画面サイズ」とは、表示画面の対角外径寸法をセンチメートル単位で表した数値を2.54 で除して小数点第2位以下を四捨五入した数値をいう。
- 3 「きょう(筐)体容量」とは、電子計算機においてハードウェアを構成する部品を収納する筐体の容量L(リットル)で表した値をいう。
- 4 Eは次の数値を表すものとする。
E: 基準エネルギー消費効率(kWh/年)
- 5 TEC補正值である、 TEC_{MEMORY} 、 $TEC_{INT_DISPLAY}$ 、 $TEC_{STORAGE}$ 、 $TEC_{GRAPHIC}$ 、 TEC_{POWER} は次の数値を表すものとする。
- TEC_{MEMORY} : 主記憶装置に関するTEC補正值(kWh/年)
 $TEC_{INT_DISPLAY}$: 画面に関するTEC補正值(kWh/年)
 $TEC_{STORAGE}$: 補助記憶装置に関するTEC補正值(kWh/年)
 $TEC_{GRAPHIC}$: 独立型GPUに関するTEC補正值(kWh/年)
 TEC_{POWER} : 電源容量に関するTEC補正值(kWh/年)

各区分のTEC補正值の値は、下表のとおり。

TEC補正值

(単位: kWh/年)

区分名	TEC 補正值							
	主記憶装置	画面		補助記憶装置			独立型 GPU	電源容量
		17.4 型未満	17.4 型以上	SSD	2.5 型 HDD	3.5 型 HDD		
J	最大記憶容量 [GB] × 0.186	(8.76 × 0.30) × (画面面積[平方センチメートル] ÷ 2.54 ² × 0.0300 + 画面解像度[M-pixel] × 0.244)		0	2.510	—	4.198	—
K								—
L								—
M	最大記憶容量 [GB] × 0.248	(8.76 × 0.35) × (画面面積[平方センチメートル] ÷ 2.54 ² × 0.0300 + 画面解像度[M-pixel] × 0.244)	(8.76 × 0.35) × (画面面積[平方センチメートル] ÷ 2.54 ² × 0.0393)		3.140	20.380	0.587 × フレームバッファ帯域幅 [GB/s] + 30.463 ※上限を 130 とする	—
N								—
O								—
P								—
Q								—
R	—	—	—	—	—	—	定格入力 × 0.0543[W]	

備考 1 「主記憶装置の最大記憶容量」とは、キャッシュメモリーを除いた最大記憶容量をギガバイト表示したも

のをいう。

- 2 「画面面積」とは、表示画面の縦寸法及び横寸法をセンチメートル単位で表した数値を乗じて小数点第2位以下を四捨五入した数値を平方センチメートルで表したものをいう。
- 3 「画面解像度」とは、画面に表示される総画素数をメガピクセル表示したものをいう。
- 4 「補助記憶装置」とは、電子計算機本体に記憶装置として組み込まれる2.5型HDDもしくは3.5型HDDをいう。
- 5 「独立型GPU(グラフィック・プロセッシング・ユニット)」とは、画像データ処理用のプロセッサのうち、専用のローカルメモリを有するものをいう。独立型GPUの性能は、FB_BW(フレームバッファ帯域幅)をギガバイト毎秒(GB/s)表示したもので表される。フレームバッファ帯域幅は、画面に表示する画像データを一時的に保管しておくメモリ領域である。
- 6 「電源容量」とは、内部電源装置の定格入力をワット表示したものをいう。

(3) 表示事項等

① 表示事項

電子計算機のエネルギー消費効率に関し、製造事業者等は、次の事項を表示すること。

イ) 品名又は形名

ロ) 区分名

ハ) エネルギー消費効率

ニ) 製造事業者等の氏名又は名称

ホ) エネルギー消費効率とは、サーバ型電子計算機の場合は、CPU、ストレージ及びメモリの消費電力あたりの性能を幾何平均して得られる数値、クライアント型電子計算機の場合は、JIS C 62623(2014)に規定する方法により測定した年間消費電力量。

② 遵守事項

イ) エネルギー消費効率は、小数点以下第1位まで(小数点以下第2位の四捨五入により得られる数値)表示すること。

ロ) ①に掲げる表示事項の表示は、性能に関する表示のあるカタログ及び機器の選定に当たり製造事業者等により提示される資料の見やすい箇所に容易に消えない方法で記載して行うこと。

③ 猶予期間

測定やカタログ等の切り替えに要する期間を考慮する必要があることから、1年間程度の猶予期間を設ける。

(4) その他

複合理論性能(CTP=Composite Theoretical Performance)とは、米国商務省が輸出管理のための中央処理装置(CPU)の性能尺度として定めた指標。2007年以降、輸出管理では複合理論性能は用いられておらず、CPUメーカーによる複合理論性の提供は行わなくなる方向にある。CPUメーカーによる複合理論性能の提供は行わなくなる

方向にあること、現行基準の目標基準年度（平成23年時点）での達成率は144%となっていることを踏まえ、新基準の施行と同時に、現行規制を廃止する。

V. 省エネルギーに向けた提言

(1) 使用者の取組

- ①エネルギー消費効率の良い電子計算機を選択に努めること。
- ②電子計算機の使用に当たっては、適切かつ効率的な使用により省エネルギーを図るよう努めること。

(2) 製造事業者等の取組

- ①電子計算機の省エネルギー化のための技術開発を推進し、エネルギー消費効率の良い電子計算機の普及に努めること。
- ②エネルギー消費効率の良い電子計算機の普及を図る観点から、省エネルギーラベルの速やかな導入を図り、使用者によるエネルギー消費効率の良い電子計算機を選択に資するよう適切な情報の提供に努めること。
- ③使用者に対して新しいエネルギー消費効率の表示や省エネルギーラベルについて理解の推進を図るように努めること。また、新しい表示の切り替えに使用者が混乱しないよう、表示の切り替えについて周知を行うこと。
- ④国際的な基準、測定方法等の改正動向について情報収集を行い、その妥当性について検討を行うこと。
- ⑤エネルギー消費効率の測定方法についてJIS規格化の検討を行うこと。

(3) 政府の取組

- ①エネルギー消費効率の良い電子計算機の普及を図る観点から、使用者及び製造事業者等の取組を促進すべく、必要な措置を講ずるよう努めること。
- ②製造事業者等の表示の実施状況を定期的・継続的に把握し、使用者に対してエネルギー消費効率等に関する正しく、分かり易い情報の提供がなされるよう適切な法運用に努めること。また、新しい表示への切り替えに使用者が混乱しないよう、周知を行うこと。
- ③国際的な動向を注視し、より実際の使用に近い測定方法等を採用するため、柔軟な対応を行うこと。
- ④電子計算機の開発動向やタブレット端末等の普及状況を注視し、必要に応じて規制の対象範囲の見直し等を検討すること。

対象とする電子計算機の範囲について

1. 「電子計算機」の範囲

サーバ型電子計算機及びクライアント型電子計算機を対象とする。

2. 除外品目

(1) 高度な処理能力を有する電子計算機

- ①演算処理装置、主記憶装置、入出力制御装置及び電源装置がいずれも多重化された構造のもの【現行政令から継続】

主に経済・社会を支える基幹システム(金融機関のシステム等)に用いられ、特別な高信頼性の確保が必要であるため適用除外とする。

※2015年度出荷台数 1,945台(出荷台数比率:1.51%)

- ②入出力用信号伝送路(最大データ転送速度が1秒につき10ギガビット以上のものに限る。)が512本以上のもの【現行省令を一部変更】

金融機関等で1台のサーバに支店の多数のプリンターが接続される等の極めて大規模な入出力制御用であり、用途が限定的であるため適用除外とする。現行判断基準では最大データ転送速度が1秒につき100メガビット以上として規定されているが、技術進展に伴い、閾値を変更することとする。

※2015年度出荷台数 9台(出荷台数比率:0.01%)

(2)測定方法、評価方法が確立しておらず、目標基準値を定めること自体が困難である電子計算機

- ①サーバ型電子計算機のCPUソケット数が5以上であるもの【現行省令を一部変更】

新基準の測定方法では、CPUソケット数が5以上のものは測定対象外となっている。

※2015年度出荷台数 265台(出荷台数比率:0.21%)

- ②サーバ型電子計算機のCPUの種別がx86、SPARC、Power以外のもの【新規】

サーバ型電子計算機の新基準の測定方法で測定可能なCPUであるx86、SPARC、Power以外のCPUを搭載したサーバ型電子計算機(例えば、メインフレームサーバ)は適用除外とする。

※2015年度出荷台数 348台(出荷台数比率:0.27%)

(3)総エネルギー消費量が少ないものとして除外する電子計算機

- ①携帯情報端末等(専ら内蔵された電池を用いて、電力線から電力供給を受けることなしに使用されるもの)【現行省令を一部変更】

消費電力量が少なく(数ワット程度)であり総エネルギー消費量でみても少ないため適用除外とする。現行規制では「専ら内蔵された電池を用いて、電力線から電力供給を受けることなしに使用されるものであつて、磁気ディスク装置を内蔵していないもの」と規定されているが、半導体ディスクの普及に伴い、条件を変更することとする。

※2015年度出荷台数

携帯情報端末 13,036台(市場割合 0.19%)

タブレット端末 約890万台(総エネルギー消費量が少ない)

3. 基準の達成判定において除外するもの【現行告示から継続】

社会インフラ等の情報システムを容易に更新できないシステム向けには、長期間同一機種を供給する必要があるため、次期目標基準の達成判定において、目標年度以降の各年度における出荷台数が過去の1年度の最高出荷台数の10%以下である既に販売ピークを過ぎた機種は対象外とすることとする。

※2015年度出荷台数 40,203台(市場割合 0.58%)

サーバ型電子計算機のエネルギー消費効率の測定方法について

1. サーバ型電子計算機の構成

サーバ型電子計算機の構成はSERT Ver.2.0に定められているとおりとする。

- ・ハードディスクドライブ(HDD)は2台とし、最も回転数が高く、容量が大きいものを搭載する。HDDが搭載されない場合は、半導体ディスクドライブ(SSD)を搭載する。
- ・CPUは、コア数、コアあたりのスレッド数及び周波数の積が最小のものとする。メモリ容量(ギガバイト)は、サーバシステムの総スレッド数以上とする(例:16スレッドならば16ギガバイト以上)。ただし、総スレッド数は、総スレッド数=コアあたりスレッド数×総コア数=コアあたりスレッド数×(CPUあたりコア数×総CPU数)とする。なお、複数のメモリチャネルがあるサーバの場合は、各チャネルに同一DIMM(複数のDRAMチップをプリント基板上に搭載したメモリモジュール)を同一数実装すること。ただし、マルチコア仕様のCPUが搭載されているサーバでは、複数のワークレットに対してそれぞれ使用するCPUコアを限定できるが、全コアを有効にすることとする。

2. 測定環境

測定環境は、SERT Ver.2.0に定められているとおりとする。

- ・周囲温度 20℃と装置仕様環境温度の上限の間とする。
- ・電源電圧 定格入力電圧の±5%以内とする。
- ・電源周波数 50Hz又は60Hzの±1%以内とする。

3. 作業負荷

SERT Ver.2.0では、サーバ型電子計算機の各構成要素に対する作業負荷(テストプログラムの一種)を「ワークロード」と呼んでいる。また、ワークロードには、複数の種類の異なる作業負荷が含まれており、この作業負荷を「ワークレット」と呼んでいる。ワークレットについては、更に複数の負荷水準を設定して実行することとしている。

CPUに対する7種類のワークレットをまとめてCPUワークロード、メモリに対する2種類のワークレットをまとめてメモリワークロード、ストレージに対する2種類のワークレットをまとめてストレージワークロードという。

なお、最先端のディープラーニング、人工知能をSERT Ver.2.0で評価することは困難であるが、現在の市場における大半のサーバの用途は「ERP(基幹業務システム)」「ファイル/プリント」「Webサービス」等であり、SERT Ver.2.0で実使用状態でのサーバのエネルギー消費性能を評価することは問題ないと考えられる。

具体的には、次の表のとおり。

各ワークレットの試験内容

構成要素 (ワークロード)	ワークレット	試験内容	負荷率	性能の定義
CPU	Compress	データを圧縮し、さらに解凍する。	25%, 50%, 75%, 100%	1秒あたりの実行回数 ※CPUが行うデータ加工処理を、実際の利用シーンから想定したパターン化しそれらの処理をどれだけ速く実行できるかを、単位時間あたりの実行回数で計測する。
	Crypto AES	データを暗号化および解読する。		
	LU	高密度行列のLU因数分解を計算する。		
	SHA256	SHA(Secure Hashing Algorithm)256という暗号学的ハッシング関数を実施する。		
	SOR	逐次加速緩和法と呼ばれる、例えば、2次元ラプラス方程式を解くときのような、有限差分法での典型的なアクセスパターンを実行する。		
	SORT	乱数化された64ビットの整数を並び替える。		
	SSJ	オンラインランザクションプロセッシングを模擬した以下の処理を行う。 ・新規注文の受付 ・顧客の支払いの記録 ・受付済み注文の状態の確認 ・配達注文の処理 ・配達 ・最近注文された品目で在庫が少ないものの発見 ・顧客に対する最近の行動の報告書作成	12.5%, 25%, 37.5%, 50%, 62.5%, 75%, 87.5%, 100%	
メモリ	Flood 3	単純なコピー動作、一定倍率を掛けたコピー動作、和を求めてコピーする動作、一定倍率を掛けた項との和を求めてコピーする動作、の4通りの処理を行う	50%, 100%	帯域幅 ※単位時間あたりに読み書き可能なデータ量を計測している。(単位はB(バイト)/秒))
	Capacity 3	XMLドキュメントの検証を実行する。	4GB(基本)、 物理的搭載可能な量の半分	1秒あたりの実行回数にメモリ容量の1/2を乗じたもの ※Web画面など

構成要素 (ワークロード)	ワークレット	試験内容	負荷率	性能の定義
				で XML(Extensible Markup Language)という文章の見た目や構造を記述する言語が、メモリ上の一時的な作業領域(「キャッシュ」領域という)で、正しい文法で記述されているか検証する処理速度を測定する。
ストレンジ	Random	ランダムな読み書きを実行する。	50%, 100%	1秒あたりのIO動作回数 ※書き込みや読み込みの際に単位時間に何回の読み書きを行えるかを計測する。
	Sequential	シーケンシャルな読み書きを実行		

4. エネルギー消費効率の幾何平均の手順

(1) ワークレットのエネルギー消費効率

各ワークレットを所定の負荷率で動作させ、得られた性能を消費電力で除して得られた数値を各負荷率におけるエネルギー消費効率とする。得られた各負荷率におけるエネルギー消費効率を幾何平均し、各ワークレットのエネルギー消費効率とする。

各負荷率におけるエネルギー消費効率

=性能(単位:無次元数)/消費電力(単位:W)

ワークレットのエネルギー消費効率 =

$$\exp\left(\frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n \ln(\text{各負荷率におけるエネルギー消費効率})\right) \times 1000$$

n: ワークレットにおける各負荷率の数

(2) ワークロードのエネルギー消費効率

(1)のCPUのワークレットのエネルギー消費効率を幾何平均しCPUワークロードのエネルギー消費効率とし、メモリのワークレットのエネルギー消費効率を幾何平均しメモリワークロードのエネルギー消費効率とし、ストレージのワークレットのエネルギー消費効率を幾何平均しストレージワークロードのエネルギー消費効率とする。

ワークロードのエネルギー消費効率 =

$$\exp\left(\frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n \ln(\text{ワークレットのエネルギー消費効率})\right)$$

n: ワークロードにおけるワークレットの数

(3) サーバ型電子計算機のエネルギー消費効率

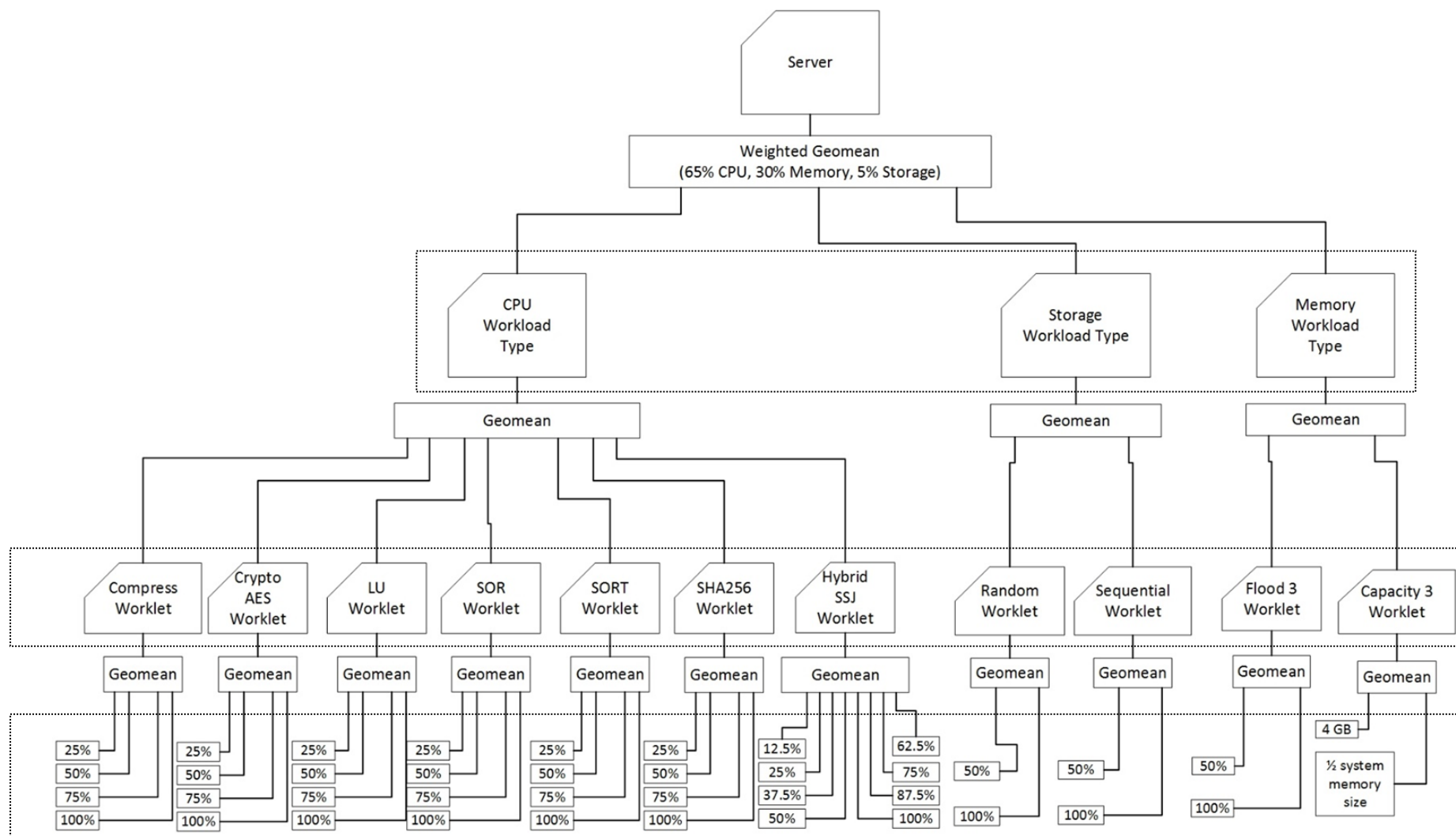
サーバ型電子計算機のエネルギー消費効率は、(2)のCPUワークロードのエネルギー消費効率に65%、メモリワークロードのエネルギー消費効率に30%及びストレージワークロードのエネルギー消費効率に5%のウェイトを乗じて幾何平均して得られた数値(SERT値)とする。

Eff_{CPU} : CPUワークロードのエネルギー消費効率

$\text{Eff}_{\text{メモリ}}$: メモリワークロードのエネルギー消費効率

$\text{Eff}_{\text{ストレージ}}$: ストレージワークロードのエネルギー消費効率

$$\text{SERT値} = \exp\left(0.65 \times \ln(\text{Eff}_{\text{CPU}}) + 0.3 \times \ln(\text{Eff}_{\text{メモリ}}) + 0.05 \times \ln(\text{Eff}_{\text{ストレージ}})\right)$$

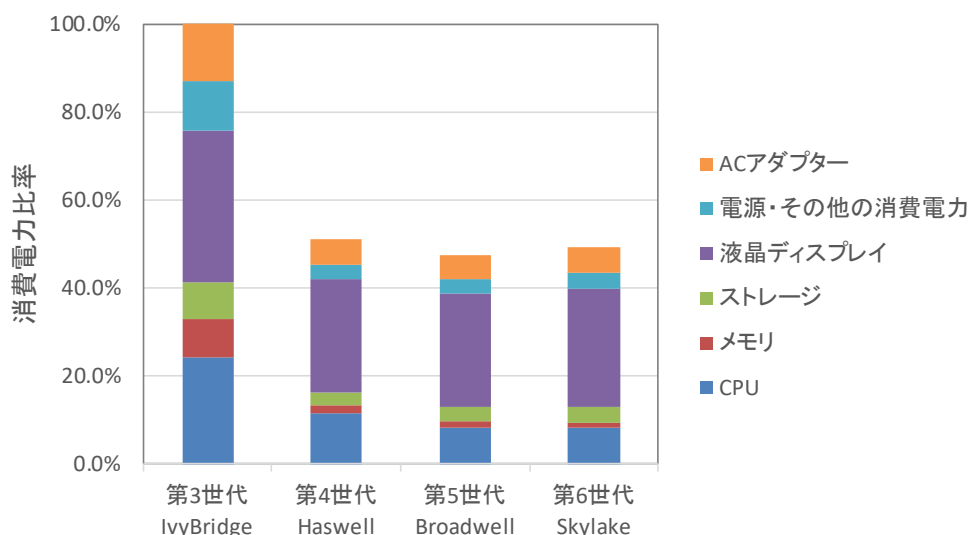


各作業負荷(ワークレット、ワークロード)と負荷率のイメージ

出所) Server Energy Efficiency Workshop(2017,the green grid)

クライアント型電子計算機のエネルギー消費効率の測定方法について

クライアント型電子計算機は、ディスプレイ等のCPU以外の構成要素の消費電力も大きい割合を占める。



クライアント型電子計算機におけるCPU世代別の各要素別消費電力推移の例

※縦軸は第3世代のショートアイドル時のシステム全体の消費電力を100%とする。
出所) JEITA

クライアント型電子計算機では、ISO/IEC 規格をもとに技術的内容を変更して作成した JIS C 62623(2014)「パーソナルコンピュータの消費電力測定方法」をエネルギー消費効率の測定において採用する。

1. クライアント型電子計算機の構成

JISでは、試験対象機器は初期設定によって出荷される全てのハードウェア附属品及びソフトウェアを含め、JISの手順において特に指定がない限り、製品とともに提供される指示によって構成することと規定されている。

しかしながら、市販のパーソナルコンピュータは、組み合わせる部品の種類、メモリ容量、付属装置構成等が多種多様であり、その全てについて測定し、目標基準値と比較することは困難である。

よって、試験対象のクライアント型電子計算機の機器構成を、下記のように設定する。

電子計算機の基本機能を損なうことなく電子計算機から着脱することができる入出力用制御装置、通信制御装置、磁気ディスク装置等を除外した範囲での最大の構成で測定する。CPUの数を拡張することが可能であるものについては、最小構成のCPU数で測定する。

2. 測定環境

測定環境は、JIS C 62623:2014において下記のとおり定められている。

- ・周囲温度 23℃の±5℃以内とする。
- ・電源電圧 100Vの±5Va.c.以内とする。
- ・電源周波数 50Hz又は60Hzの±1%以内とする。

クライアント型電子計算機のエネルギー消費効率、次式により算出した数値(年間消費電力量(kWh/年))で表すこととする。この値をTEC(typical energy consumption)値とする。

$$TEC_{estimated} = (8760/1000) \times [P_{off} \times T_{off} + P_{sleep} \times T_{sleep} + P_{idle} \times T_{idle} + P_{sidle} \times (T_{sidle} + T_{work})]$$

$$100\% = T_{off} + T_{sleep} + T_{idle} + T_{sidle} + T_{work}$$

T_{off} : 製品がオフモードに費やす時間の年間比率

T_{sleep} : 製品がスリープモードに費やす時間の年間比率

T_{idle} : 製品がオン状態でありロングアイドルモード(画面表示なし)である時間の年間比率

T_{sidle} : 製品がオン状態でありショートアイドルモード(画面表示あり)である時間の年間比率

T_{work} : 製品がオン状態でありアクティブモード(画面表示あり)である時間の年間比率

P_{off} : オフモードにおける平均消費電力測定値

P_{sleep} : スリープモードにおける平均消費電力測定値

P_{idle} : ロングアイドルモードにおける平均消費電力測定値

P_{sidle} : ショートアイドルモードにおける平均消費電力測定値

3. 各モードの年間比率

当該計算式に用いる各クライアント型電子計算機の各モードの年間比率は、JIS C 62623:2014 附属書Bに規定された負荷サイクル特性(各モードの年間使用時間比率)の比率を使用し、下記の算出式のとおり算定する。

JISにおいてはこの負荷サイクル特性を使用することが推奨とされ、ISO/IEC及び国際エネルギースタープログラム コンピュータ基準Ver.7.0においても当該比率が規定されている。

・デスクトップコンピュータのエネルギー消費効率

$$TEC_{estimated} = 8.76 \times (P_{off} \times 45\% + P_{sleep} \times 5\% + P_{idle} \times 15\% + P_{sidle} \times 35\%)$$

・ノートブックコンピュータのエネルギー消費効率

$$TEC_{estimated} = 8.76 \times (P_{off} \times 25\% + P_{sleep} \times 35\% + P_{idle} \times 10\% + P_{sidle} \times 30\%)$$

エネルギー消費効率の算定に使用する負荷サイクル特性

各モードの年間比率	デスクトップコンピュータ	ノートブックコンピュータ
T _{off}	45%	25%
T _{sleep}	5%	35%
T _{idle}	15%	10%
T _{sidle}	35%	30%
T _{work}	0%	0%

4. モードの概要

JIS においてはオフモード、スリープモード、ロングアイドルモード、ショートアイドルモードの4つのモードの消費電力を測定することが規定されている。

ただし、スリープモードを有さず代替として低電力モードを搭載する製品も存在する。よって、スリープモードが存在しない製品については、初期設定により有効にされる最短待ち時間または使用者起動のモードを代替のスリープモードとして消費電力を測定することとする。

(1) オフモード

オフモードとは、被試験機器を交流電源に接続し、製造業者の指示に従い使用するとき、使用者が解除することができず不定時間保たれる可能性のある最低消費電力モードとし、シャットダウン、完全な電源オフ又は電源投入に必要な電流だけ通電する状態をいう。

(2) スリープモード

スリープモードとは、被試験機器が一定の非アクティブ時間後に自動的に、又は手動選択によって移行することが可能な最低消費電力モードとし、メモリへの通電及び再起動に必要な電流だけ通電する状態をいう。

(3) ショートアイドルモード

ショートアイドルモードとは、次の条件を満たす状態をいう。

- ①被試験機器はアイドル²状態にある。
- ②画面はウォームアップのために30分間以上はオン状態にあって、JISで規定する輝度に設定されている。
- ③ロングアイドル電力管理機能は動作していない。

² アイドルモードは、オペレーティングシステム及び他のソフトウェアの読み込みが完了し、製品はスリープモードではなく、また、そのシステムが初期設定によって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をいう。

(4) ロングアイドルモード

ロングアイドルモードとは、次の要件を満たしている状態をいう。

- ①被試験機器はアイドル状態にある。
- ②主要ディスプレイの画面は無表示であるが、被試験機器は作業状態を維持している状態。
- ③電力管理機能は、出荷時に設定している場合において動作しているが、被試験機器はスリープモードに移行することを抑制している。

電子計算機の目標年度

1. サーバ型電子計算機

サーバ型電子計算機の目標年度については、CPUアーキテクチャの変更等を踏まえたエネルギー消費効率の優れた製品の普及期間等を考慮し、2015年度を基準年度として、6年後の2021年度とする。

2. クライアント型電子計算機

クライアント型電子計算機のエネルギー消費効率(年間消費電力量)は、基準年度である2015年度から新基準の施行年度である2019年まで、CPUの世代別で見ても消費電力量は、ほぼ低減していない。

年間消費電力量の低減には、CPU以外の構成要素の効率向上が必要となり、その開発には電子計算機の設計や開発等に期間が3年必要になる。以上を勘案し、目標年度については、新しい基準エネルギー消費効率が適用される2019年度から3年後の2022年度とする。

電子計算機の目標設定のための区分について

1. 基本的な考え方

現行基準の区分設定と同様に、消費者ニーズの代表性を有する要素である製品形態及び性能の特性を踏まえ、区分を設定する。

2. 製品形態の特性に基づく区分

(1) サーバ型電子計算機とクライアント型電子計算機の区分

電子計算機は、使用形態や必要性能の面で大別すると、「サーバ型電子計算機」と「クライアント型電子計算機」に分類される。これらは電子計算機の市場、用途に違いにより、処理性能といった機器の基本的な製品仕様が異なるため、区分することとする。

なお、サーバ型電子計算機とクライアント型電子計算機の区分は、現行規則の考え方を継続し、以下のとおりとする。

- ・「サーバ型電子計算機」とは、ネットワーク上でサービス等を提供する24時間稼動することを前提として設計された電子計算機であって、専らネットワークを介してアクセスされるものをいう。
- ・「クライアント型電子計算機」とは、「サーバ型電子計算機」以外の電子計算機をいう。

(2) サーバ型電子計算機の区分

サーバ型電子計算機の区分については、エネルギー消費効率に関係の深い機能及び物理量の指標であるCPUの種別及びCPUソケット数を使用し、測定方法における区分を参考に区分を設定した。

(3) クライアント型電子計算機の区分（ノートブックコンピュータ、デスクトップコンピュータ、一体形デスクトップコンピュータ）

特に多様性を求められているクライアント型電子計算機は、現行基準の「ノートブックコンピュータ」及び「デスクトップコンピュータ」による区分のほか、ノートブックコンピュータとデスクトップコンピュータの中間的な製品である一体形デスクトップコンピュータを追加することとする。

3. 性能特性に基づく区分

サーバ型電子計算機とクライアント型電子計算機について、それぞれのエネルギー消

費効率との関連を踏まえ区分を設定する。

(1) サーバ型電子計算機

現行規制と同様に用途等の観点からx86、SPARC、Powerの3つのCPUにおいてそれぞれのCPUソケット数に応じて、AからIまでの9区分を設定する。

製品特性及び性能特性に基づく区分

区分名	CPU の種別	CPU ソケット数
A	x86	1
B		2
C		4
D	SPARC	1
E		2
F		4
G	Power	1
H		2
I		4

①CPUの種別

測定方法における区分と同様にするため、区分をCPUの種別であるx86、SPARC及びPowerの3種類とする。SPARCについては、主としてデータベース用のサーバに使用され、Powerについては、主として科学技術分野の演算用サーバとして使用されている。

②CPUソケット数による区分

CPUソケットとは、CPUを電子回路基板に装着するための部品であり、CPUソケット数毎にCPUアーキテクチャが異なることからCPUソケット数により消費電力は大きく変動するため、CPUソケット数を基本指標として区分を設定することとする。

(2) クライアント型電子計算機

消費者ニーズの代表性を有する要素を踏まえ、製品形態及び性能特性であるCPU性能、画面サイズ、きょう(筐)体容量に基づき、区分を設定する。

区分名	製品形態		CPU 性能 [P スコア]	画面サイズ	きょう(筐)体容量
J	ノートブックコンピュータ		8 未満	15 型未満	—
K				15 型以上	—
L			8 以上	—	—
M	デスクトップコンピュータ	一体形	8 未満	—	—
N			8 以上	—	—
O		分離型	—	—	5L 未満
P			—	—	5L 以上 20L 未満
Q			—	—	20L 以上 35L 未満
R			—	—	35L 以上

備考 1 「Pスコア」とは、CPUコア数×CPUクロック周波数(GHz)をいう。コア数は物理的なCPUコア数、CPUクロック周波数はプロセッサ・ベース動作周波数をいう。なお、ベース動作周波数とは、TDP(熱設計消費電力)が定義される動作点の周波数である。

2 「画面サイズ」とは、表示画面の対角外径寸法をセンチメートル単位で表した数値を2.54 で除して小数点第2位以下を四捨五入した数値をいう。

3 「筐体容量」とは、電子計算機においてハードウェアを構成する部品を収納する筐体の容量をL(リットル)で表される数値をいう。

①製品形態に基づく区分

設計思想や構造の差異に由来するエネルギー消費効率の違いから、クライアント型電子計算機をノートブックコンピュータとデスクトップコンピュータに大別する。デスクトップコンピュータはさらに、コンピュータとディスプレイ(画面)が一体となった「一体形デスクトップコンピュータ」と、ディスプレイを有さない「分離型デスクトップコンピュータ」に分類する。

②CPU 性能による区分

CPUの演算性能は、理論的にはコア数やクロック周波数に比例し、CPUの演算性能はPスコア(CPUコア数×クロック周波数(GHz))という指標で示すことができる。コア数は物理的なCPUコア数、CPUクロック周波数はプロセッサ・ベース動作周波数を表す。なお、ベース動作周波数とは、TDP(熱設計消費電力)が定義される動作点の周波数である。

CPUコア数とは演算装置そのものの数であり、コア数が2倍になるとCPUの演算回路の回路規模も2倍になる。回路規模が大きくなると、回路動作時の消費電力も概ね回路規模に比例して大きくなる。複数コアを同時に動作する状態の最大動作電力に耐えられる電源回路を搭載するため、CPUがほぼ動作していないアイドル状態での電力ロスはCPUコア数に応じて増えることになる。クロック周波数が高くなると、スイッチングの回数が増え、回路中の電流の量が増加する。このため、クロック周波数の増加に応じて消費電力も増加する。

Pスコアに関わらず同一区分において、同一の目標基準値を設定した場合、Pスコア8以上の製品は目標基準値の達成が困難となり、Pスコア8以上の製品を出荷することが難しくなれば、消費者の多様なニーズに対応できなくなることが懸念される。したがって、ノートブックコンピュータと一体形デスクトップコンピュータについてはPスコア8未満、8以上で区分を設定する。

③画面サイズによる区分

画面サイズ15型未満のノートブックコンピュータは、持ち運びでの利用を想定した設計であり、一方画面サイズ15型以上のノートブックコンピュータは、主に据え置きでの利用を想定した設計で、性能や拡張性を重視する特徴がある。具体的には、画面サイズ15型以上のノートブックコンピュータでは、高性能なCPUや多くのメモリを搭載した高性能かつ高機能な機種、光学ドライブを搭載した機種、多くの外部ポートを搭載した機種等が存在する。このため、画面サイズ15型以上のノートブックコンピュータは、最大動作時の消費電力が大きくなり、それに伴って電源回路も大型化する必要があり、15型未満のノートブックコンピュータと比較すると、アイドル時の電力ロスが大きくなる。15型未満の画面サイズの消費電力量補正值では、画面サイズ15型以上の消費電力量の差分を補うことができないため、区分を設ける。

なお、Pスコアが8以上の製品については、2015年度に出荷された製品が少なく、測定データによる十分な検証ができないため、画面サイズによる区分は設定しない。

④拡張性能に基づく区分

分離型デスクトップコンピュータの特徴は、用途に応じた機能拡張が可能なことであり、製品の拡張性能に応じて市場やエネルギー消費効率も異なる。拡張性向上のためには、それを機能させるための部品数が増え、マザーボードの面積(規格)や内部電源の容量、ファンの大きさ等の仕様に影響し、結果としてきょう(筐)体容量が大きくなるため、拡張性能ときょう(筐)体容量には関連がある。分離型デスクトップコンピュータを大別すると、きょう(筐)体容量5L未満、5L以上20L未満、20L以上35L未満、35L以上で主な用途が異なり、エネルギー消費効率に影響を与える技術的、構造的な差異が存在する。このため分離型デスクトップコンピュータについてはきょう(筐)体容量に応じた区分を設定する。

分離型デスクトップコンピュータのきょう(筐)体容量別の主な用途等

きょう(筐)体容量	呼称	内部電源	マザーボード規格	ポート数/ PCI スロット数	主な用途	求められる機能・仕様
5L 未満	コンパクト	50～ 230W	各社独自規格 6.7"×7.1"	USB 5～8 PCI 0	一般 OA 用途 特殊・特定用途(機器・装置制御用、サイネージ用等)	省スペース・設置自由度 静音性 AC アダプタ 長期安定稼働
5L 以上 20L 未満	スリムタワー	100～ 900W	各社独自規格 6.8"×7.6"	USB 6～9 PCI 0～22	一般 OA 用途(オフィス系マルチタスク) 特殊・特定用途(機器・装置制御用、組み込み)	省スペース BTO(CPU、独立型 GPU などデバイス) 内蔵 ODD
20L 以上 35L 未満	マイクロタワー	300～ 1300 W	microATX ～ATX	USB 9～12 PCI 22	CAD/CAM/CAE クリエイティブ(コンテンツ作製、プログラミング) 特殊・特定用途(産業装置制御、画像診断) ゲーミング	高性能 BTO(CPU、独立型 GPU などデバイス) 拡張性(デバイス搭載可能数) 大容量電源
35L 以上	タワー	500～ 1800 w	microATX ～ATX	USB 9～12 PCI 39～81	各種計算・高度シミュレーション ゲーム・ソフト開発 高負荷状態を長時間維持	最高性能 BTO(CPU、独立型 GPU フルレンジなどデバイス) 拡張性(デバイス搭載可能数) 大容量電源

出所) JEITA

電子計算機の目標基準値について

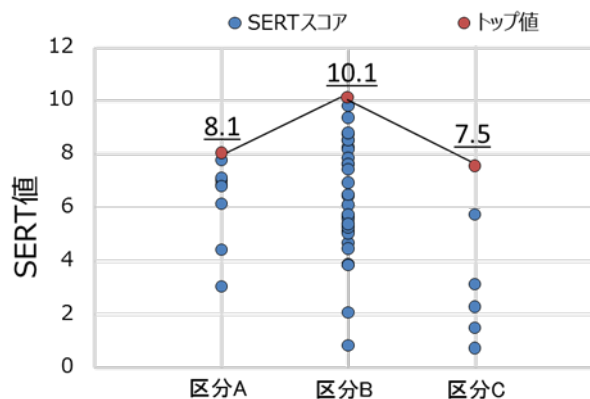
1. サーバ型電子計算機

(1) トップランナー値の選定及び改善率の見通し

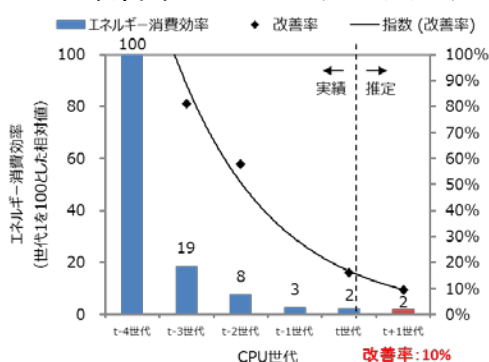
① x86 (区分 A、B、C)

2015 年度に出荷された電子計算機について、エネルギー消費効率の実測値 (SERT 値) からトップランナー値 (最も値が大きい電子計算機) を選定し、x86 サーバに使用される CPU における世代間のエネルギー消費効率の改善率のトレンドを踏まえ、x86 の 1 ソケットと 2、4 ソケットについてそれぞれ 10%、18% と見込んだ。

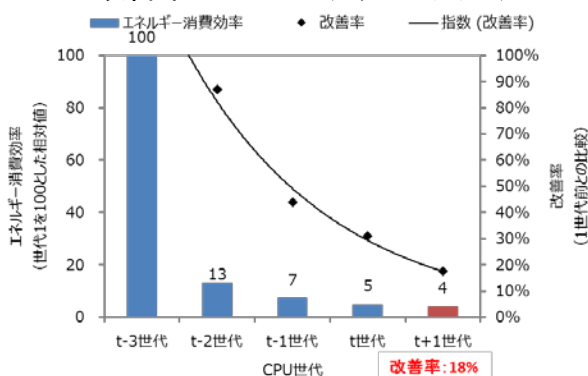
トップランナー値の選定 (x86)



改善率のトレンド (1ソケット)



改善率のトレンド (2、4ソケット)



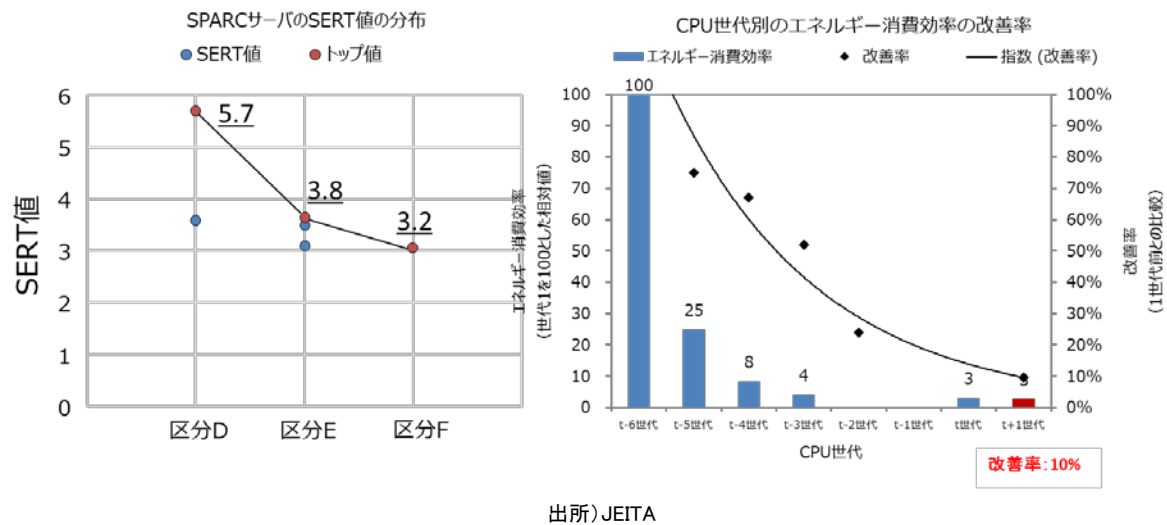
出所) JEITA

② SPARC (区分 D、E、F)

2015 年度に出荷された電子計算機について、エネルギー消費効率の実測値 (SERT 値) からトップランナー値を選定し、SPARC サーバに使用される CPU における

世代間のエネルギー消費効率の改善率のトレンドを踏まえ、10%の改善率を見込んだ。

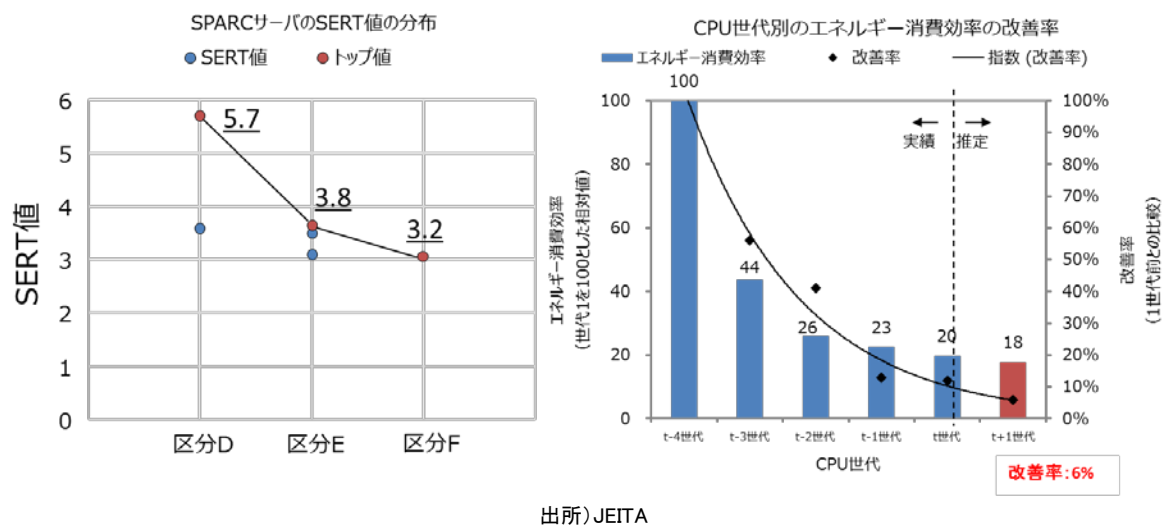
トップランナー値の選定及び改善率のトレンド(SPARC)



③Power(区分 G、H、I)

2015 年度に出荷された電子計算機について、エネルギー消費効率の実測値からトップランナー値を選定し、Power サーバに使用される CPU における世代間のエネルギー消費効率の改善率のトレンドを踏まえ、6%の改善率を見込んだ。

トップランナー値の選定及び改善率のトレンド(Power)



(2) 目標基準値

基準年度におけるトップランナー値のエネルギー消費効率を基準に、目標年度までの技術開発による改善率見込みを勘案した値を、各区分における目標基準値とする。

具体的な目標基準値(基準エネルギー消費効率)

(単位: 性能/消費電力)

区分名	CPUの種類	CPUソケット数	2015年度のトップランナー値	改善率見込み		目標基準値 (基準エネルギー消費効率、SERT値)
				世代あたりの改善見通し	改善世代数	
A	x86	1	8.1	10%	1世代	8.9
B		2	10.1	18%	1世代	11.9
C		4	7.5			8.9
D	SPARC	1	5.7	10%	1世代	6.3
E		2	3.8			4.2
F		4	3.2			3.5
G	Power	1	4.3	6%	1世代	4.6
H		2	4.6			4.9
I		4	4.0			4.2

備考 SERT 値は、SERT Ver.2.0 で定められた方法により測定した CPU、ストレージ及びメモリの各消費電力あたりの性能を、SERT Ver.2.0 で定められた手順で幾何平均した値である。

2. クライアント型電子計算機

(1) 目標基準値の補正

クライアント型電子計算機については消費者の多様なニーズにより求められる機能・特性によって搭載する部品（主記憶装置、ディスプレイ、補助記憶装置、独立型GPU及び電源容量）の種類組み合わせが非常に多い。このため、例えば搭載する部品が少ない等の製品の年間消費電力量を目標基準値として設定すると、搭載する部品が多い製品がその年間消費電力量を実現することは、技術的に困難となる可能性が考えられる。

JIS C 62623(2014)では、電子計算機に機能を追加または設定した場合、その機器のTEC値を一定量増加させる補正值を設けることができると規定されている。このため、製品形態に応じて、主記憶装置、ディスプレイ（画面面積及び画面解像度）、補助記憶装置、独立型GPU、電源容量の仕様や有無がTEC値に影響を与えることから、新基準では、これらに係るTEC補正值を与える。

形態	主記憶装置 [GB]	画面面積 [平方センチメートル] 画面解像度 [M-pixel]	補助記憶装置 (2.5型HDD、3.5 型HDDの有無)	独立型GPUの有無 及びフレームバッファ 帯域幅[FB_BW]	電源容量 [定格入力]
ノートブックコンピュータ	○	○	○	○	—
一体形 デスクトップコンピュータ					
分離型 デスクトップコンピュータ		—			○

備考 1 「主記憶装置」は、キャッシュメモリを除いた容量をギガバイト表示したものをいう。

2 「画面面積」とは、表示画面の縦寸法及び横寸法をセンチメートル単位で表した数値を乗じて小数点第2位以下を四捨五入した数値を平方センチメートルで表したものをいう。

3 「画面解像度」とは、画面に表示される総画素数をメガピクセル表示したものをいう。

4 「補助記憶装置」とは、電子計算機本体に記憶装置として組み込まれるSSD、2.5型HDDもしくは3.5型HDDをいう。

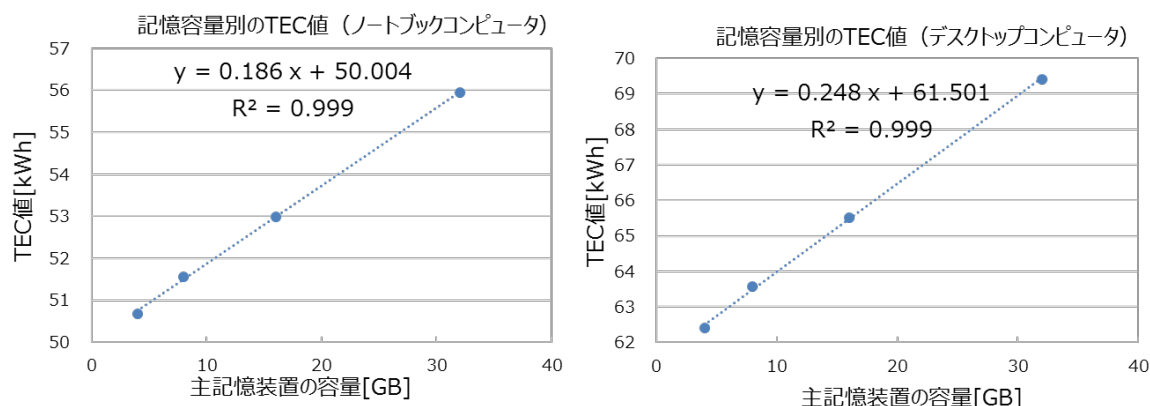
5 フレームバッファ帯域幅は、画面に表示する画像データを一時的に保管しておくメモリ領域である。

6 「電源容量」とは、内部電源装置の定格入力をワット表示したものをいう。

(2) 具体的な補正值の設定

①主記憶装置

主記憶装置は、容量に応じて保持のための電圧印加が必要となるため、主記憶装置の容量に応じたTEC補正值を設定する。ノートブックコンピュータ1台に対して、主記憶装置の容量を変化させて(4GB、8GB、16GB及び32GB)得られたTEC値に基づき、主記憶装置の容量に係るTEC補正值を設定した。



	主記憶装置のTEC補正值[kWh/年]
ノートブックコンピュータ	$0.186 \times \text{最大記憶容量[GB]}$
デスクトップコンピュータ	$0.248 \times \text{最大記憶容量[GB]}$

②ディスプレイ

ディスプレイは、画面面積の増加に伴い発光量が増加し、画素数の増加に伴い電圧も大きくなるため、画面の面積及び解像度に応じたTEC補正值を設定する。設定にあたっては、2015年度出荷製品に対して、画面の面積と解像度を変数として、ショートアイドル時とロングアイドル時との消費電力の差分を画面の消費電力について、出荷ウェイトを考慮し、重回帰分析した。年間点灯時間を勘案し、画面の面積及び解像度に係るTEC補正值を設定した。

	画面のTEC補正值 [kWh/年]
ノートブックコンピュータ	$(8760 \times 30\%) \times (\text{画面面積[平方センチメートル]} \div 2.54^2 \times 0.0300 + \text{画面解像度[M-pixel]} \times 0.244) \times 10^{-3}$ ※30%：ノートブックコンピュータにおけるショートアイドルモードの年間発生時間の割合
一体形デスクトップコンピュータ (17.4型未満)	$(8760 \times 35\%) \times (\text{画面面積[平方センチメートル]} \div 2.54^2 \times 0.0300 + \text{画面解像度[M-pixel]} \times 0.244) \times 10^{-3}$ ※35%：デスクトップコンピュータにおけるショートアイドルモードの年間発生時間の割合

17.4型以上の画面は発色性や視認性が重視され、輝度が高く設定されるため、消費電力は大きくなる傾向にある。画面サイズ17.4型未満と17.4型以上で要求性能が異なるため、TEC補正值を別途設定した。一体形デスクトップコンピュータは、解像度のTEC補正值は設定せず、画面面積のTEC補正值のみを設定する。具体的な設定にあたって、17.4型未満のTEC補正值の設定と同様に、画面の面積を変数として、ショートアイドル時とロングアイドル時との消費電力の差分を画面の消費電力とし出荷ウェイトを考慮し、回帰分析をおこなった。

	画面のTEC補正值 [kWh/年]
一体形デスクトップコンピュータ (17.4型以上)	$(8760 \times 35\%) \times (\text{画面面積[平方センチメートル]} \div 2.54^2 \times 0.0393) \times 10^{-3}$ ※35%：デスクトップコンピュータにおけるショートアイドルモードの年間発生時間の割合

③補助記憶装置

補助記憶装置の種別に応じた用途の違いを考慮してTEC補正值を設定することとする。さらにハードディスクドライブ(HDD)は回転体の駆動を要するため、半導体素子メモリのSSDよりも消費電力が大きく、HDDは2.5型よりも3.5型の方が回転体を駆動するモータの電力差に起因して消費電力が大きくなるため、2.5型と3.5型の有無に応じてTEC補正值を設定する。

分離型デスクトップコンピュータ1台に対して、補助記憶装置(SSD、2.5型HDD、3.5型HDD)の種類を入れ替えて得られた消費電力に基づき、補助記憶装置別のTEC補正值を設定。ノートブックコンピュータについては、デスクトップコンピュータの消費電力に対して、ロングアイドルモードとショートアイドルモードの負荷サイクル特性比率を加算した数値の比率を乗じて、2.5型HDDのTEC補正值を設定する。

各補助記憶装置のTEC補正值

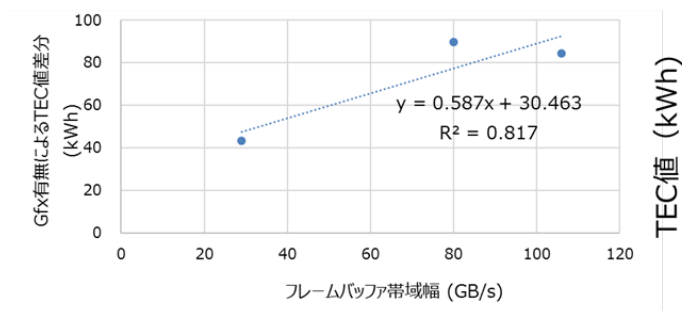
補助記憶装置の 種別	デスクトップコンピュータ		ノートブックコンピュータ
	TEC値 (kWh)	TEC値補正值 (kWh) (対SSDの実測TEC値比)	TEC値補正值 (kWh)
SSD	175.07	0	0
2.5型HDD	178.21	3.140	2.510
3.5型HDD	195.45	20.380	

④グラフィック

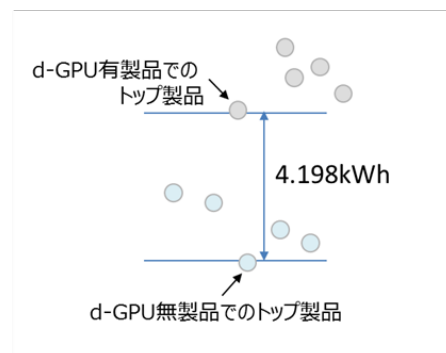
高度な画像処理のため、グラフィックスプロセッサである独立型GPUを付加する場合、追加の消費電力が発生するため、独立型GPUの性能に応じたTEC補正值を設定する。

デスクトップコンピュータについては、分離型デスクトップコンピュータ1台に対して、独立型GPUの画像処理性能を示すフレームバッファ帯域幅を変化させて(29GB/s、80GB/s、106GB/s)得られたTEC値に基づき、独立型GPUの性能に係るTEC補正值を設定する。ノートブックコンピュータについては、独立型GPUは基板上に直接接続されており着脱して測定することが不可能であるため、独立型GPUの搭載有無別のトップランナー値(性能や機能が類似している機器)の差分に基づき、グラフィックに係るTEC補正值を設定する。

デスクトップコンピュータのTEC補正值算定



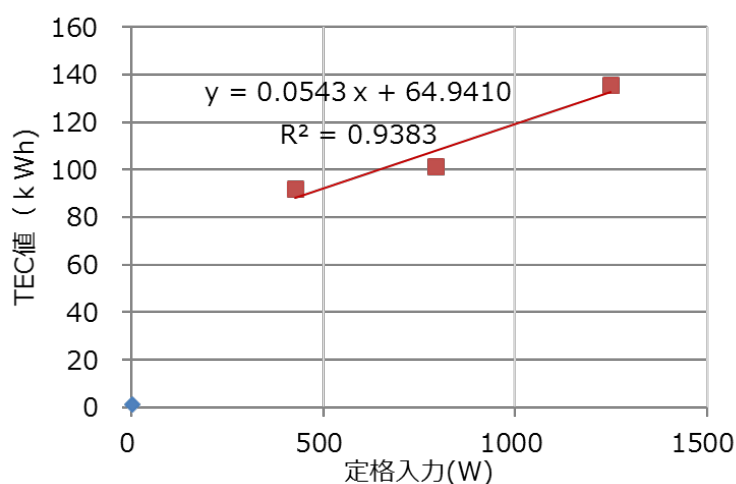
ノートコンピュータのTEC補正值算定



	独立型GPUのTEC補正值 [kWh/年]
分離型デスクトップ・ 一体形デスクトップ コンピュータ	$0.587 \times \text{フレームバッファ帯域幅}[\text{GB/s}] + 30.463$ ただし、上限は130kWh
	独立型GPUのTEC補正值 [kWh/年]
ノートブック コンピュータ	4.198

⑤電源容量

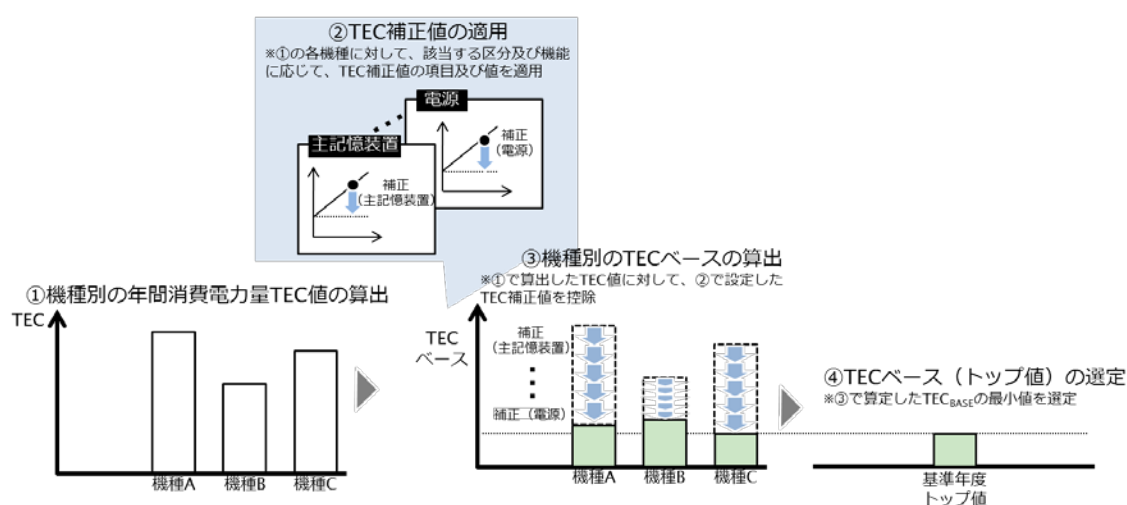
拡張性の高い分離型デスクトップコンピュータでは、電源容量の大型化に伴い、性能測定時(アイドル状態)の負荷率低下により電源の変換効率が低下する。特に電源容量幅の大きい筐体容量5L以上の分離型デスクトップコンピュータについて、定格入力に応じたTEC補正值を設定する。分離型デスクトップコンピュータに対して、定格電力の異なる内部電源装置(IPS)を付け替え、得られたTEC値に基づき、電源容量に係るTEC補正值を設定する。



	電源容量のTEC補正值 [kWh/年]
分離型デスクトップコンピュータ のうち筐体容量5L以上のもの	$0.0543 \times \text{定格電力[W]}$

3. 具体的な目標基準値

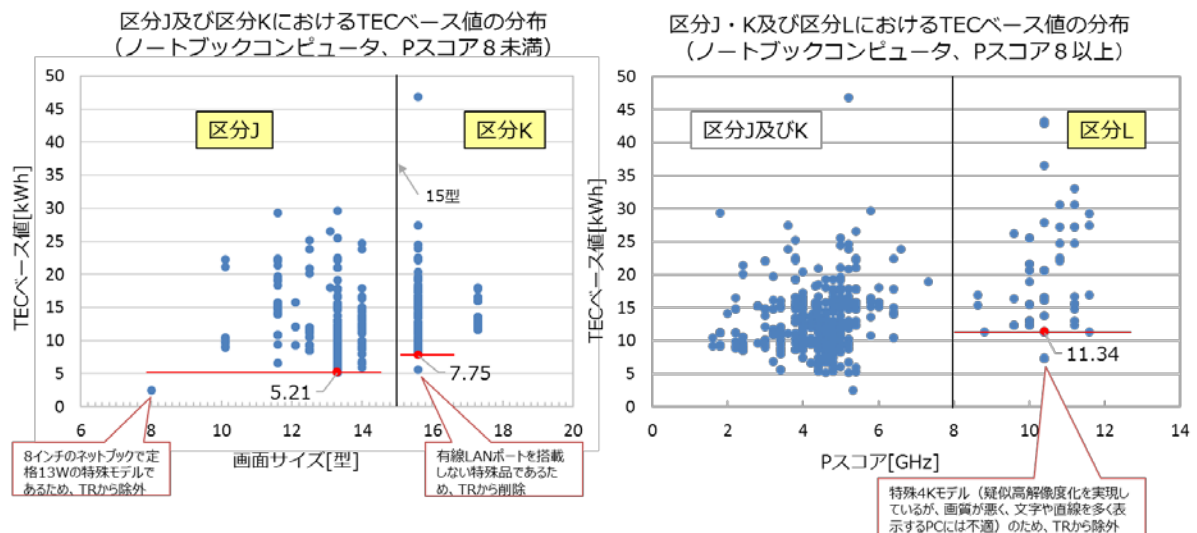
機能等の差を除外した状態で目指すべきエネルギー消費効率の水準として、消費電力量(TEC値)に大きな影響を与える要素に応じて消費電力量(TEC補正值)を控除した値(TECベース値)の最小値であるトップランナー値を選定する。



クライアント型電子計算機ではCPUの半導体プロセスの改善等により消費電力が低減しているものの、拡張性の増大による消費電力の増加により製品全体としては消費電力量が横ばい状態である。目標年度(2022年度)においてトップランナー製品に導入されている以外の省エネ技術の導入は見込めないため、改善率は見込まないこととし、各区分の最小値のTECベース値(トップランナー値)を目標基準値とする。

(1) ノートブックコンピュータ(区分 J、K、L)

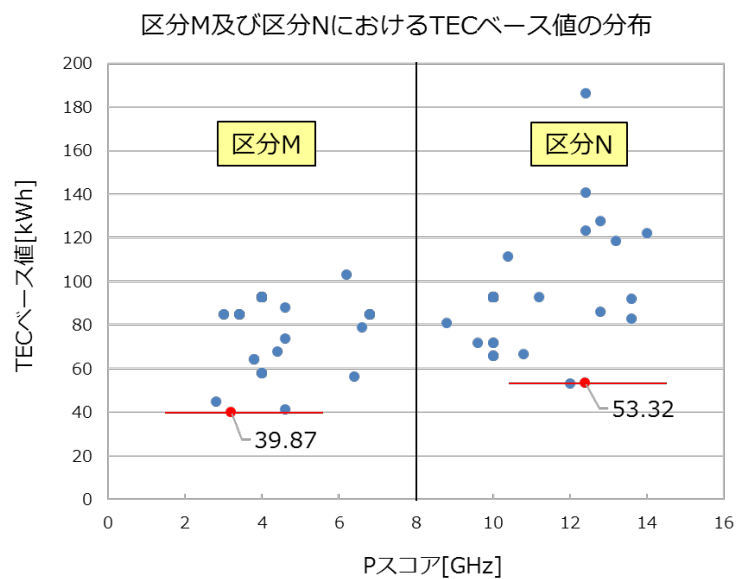
2015年度に出荷された電子計算機について、年間消費電力量の実測値からトップランナー値を選定した。一部に消費者ニーズを捨象している機器があり、トップランナーの対象から除いている。



出所) JEITA

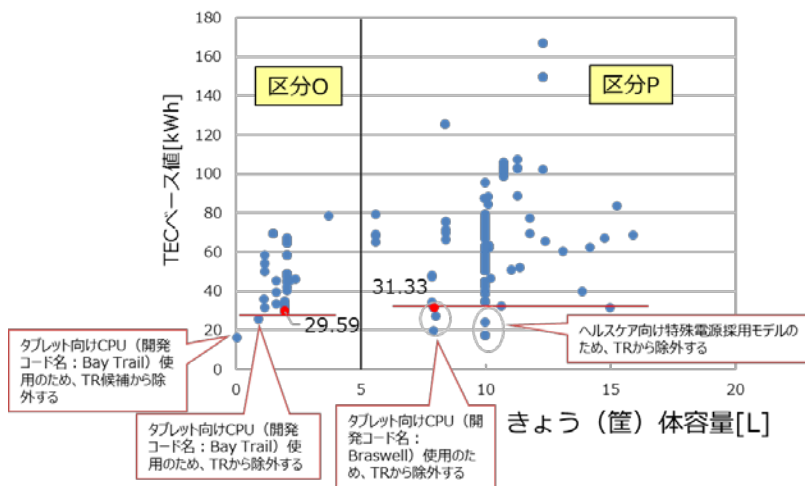
(2) デスクトップコンピュータ(区分 M、N、O、P、Q、R)

2015年度に出荷された電子計算機について、年間消費電力量の実測値からトップランナー値を選定する。一部に消費者ニーズを捨象している機器があり、トップランナーの対象から除いている。

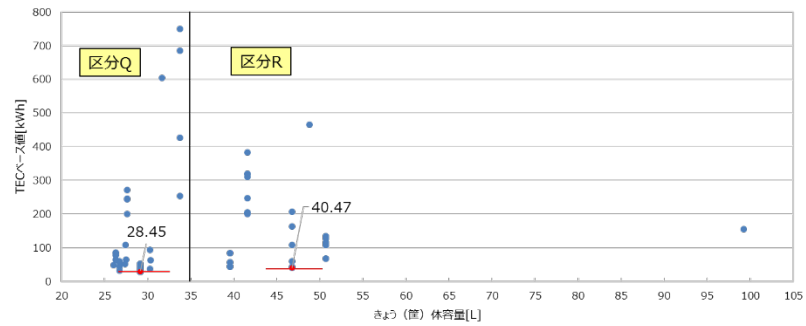


出所) JEITA

きょう（筐）体容量別の分離型デスクトップコンピュータにおけるTECベース値



きょう（筐）体容量別の分離型デスクトップコンピュータにおけるTECベース値



出所) JEITA

(3) 目標基準値

各区分のトップランナー及びTEC補正値を踏まえ目標基準値は以下のとおり。

クライアント型電子計算機の目標基準値(基準エネルギー消費効率)

製品形態		CPU性能 [Pスコア]	画面 サイズ*	きょう(筐) 体 容量	区 分 名	基準エネルギー消費効率の算定式(kWh/年)
ノートブック コンピュータ		8未満	15型未満	—	J	$E=5.21+TEC_{MEMORY}+TEC_{INT_DISPLAY}+TEC_{STORAGE}+TEC_{GRAPHIC}$
			15型以上	—	K	$E=7.75+TEC_{MEMORY}+TEC_{INT_DISPLAY}+TEC_{STORAGE}+TEC_{GRAPHIC}$
		8以上	—	—	L	$E=11.34+TEC_{MEMORY}+TEC_{INT_DISPLAY}+TEC_{STORAGE}+TEC_{GRAPHIC}$
デスク トップ コンピ ュータ	一体 形	8未満	—	—	M	$E=39.87+TEC_{MEMORY}+TEC_{INT_DISPLAY}+TEC_{STORAGE}+TEC_{GRAPHIC}$
		8以上	—	—	N	$E=53.32+TEC_{MEMORY}+TEC_{INT_DISPLAY}+TEC_{STORAGE}+TEC_{GRAPHIC}$
	分離 型	—	—	5L未満	O	$E=29.59+TEC_{MEMORY}+TEC_{STORAGE}+TEC_{GRAPHIC}$
		—	—	5L以上 20L未満	P	$E=31.33+TEC_{MEMORY}+TEC_{STORAGE}+TEC_{GRAPHIC}+TEC_{POWER}$
		—	—	20L以上 35L未満	Q	$E=28.45+TEC_{MEMORY}+TEC_{STORAGE}+TEC_{GRAPHIC}+TEC_{POWER}$
		—	—	35L以上	R	$E=40.47+TEC_{MEMORY}+TEC_{STORAGE}+TEC_{GRAPHIC}+TEC_{POWER}$

備考 1 「Pスコア」とは、CPUコア数×CPUクロック周波数(GHz)を表す。コア数は物理的なCPUコア数、CPUクロック周波数はプロセッサ・ベース動作周波数を表す。なお、ベース動作周波数とは、TDP(熱設計消費電力)が定義される動作点の周波数である。

2 「画面サイズ」とは、表示画面の対角外径寸法をセンチメートル単位で表した数値を2.54で除して小数点第2位以下を四捨五入した数値をいう。

3 「きょう(筐)体容量」とは、電子計算機においてハードウェアを構成する部品をまとめて収納しておくケースの容量をいう。

4 Eは次の数値を表すものとする。

E: 基準年間消費電力量(kWh/年)

5 TEC_{MEMORY} 、 $TEC_{INT_DISPLAY}$ 、 $TEC_{STORAGE}$ 、 $TEC_{GRAPHIC}$ 、 TEC_{POWER} とは以下を表す。

TEC_{MEMORY} : 主記憶装置に関するTEC補正値(kWh)
 $TEC_{INT_DISPLAY}$: 画面に関するTEC補正値(kWh)
 $TEC_{STORAGE}$: 補助記憶装置に関するTEC補正値(kWh)
 $TEC_{GRAPHIC}$: 独立型GPUに関するTEC補正値(kWh)
 TEC_{POWER} : 電源容量に関するTEC補正値(kWh)

各製品の機能に応じて加算するTEC補正値の値は、下表のとおり。

TEC補正値

(単位: kWh/年)

区分名	TEC 補正值							
	主記憶装置	画面		補助記憶装置			独立型 GPU	電源容量
		17.4 型未満	17.4 型以上	SSD	2.5 型 HDD	3.5 型 HDD		
J	最大記憶容量 [GB] × 0.186	$(8.76 \times 0.30) \times (\text{画面面積}[\text{平方センチメートル}] \div 2.54^2 \times 0.0300 + \text{画面解像度}[\text{M-pixel}] \times 0.244)$		0	2.510	—	4.198	—
K								—
L								—
M	最大記憶容量 [GB] × 0.248	$(8.76 \times 0.35) \times (\text{画面面積}[\text{平方センチメートル}] \div 2.54^2 \times 0.0300 + \text{画面解像度}[\text{M-pixel}] \times 0.244)$	$(8.76 \times 0.35) \times (\text{画面面積}[\text{平方センチメートル}] \div 2.54^2 \times 0.0393)$		3.140	20.380	0.587 × フレームバッファ帯域幅 [GB/s] + 30.463 ※上限を 130 とする	—
N								—
O								—
P								—
Q								—

R		—	—					定格入力 × 0.0543[W]
---	--	---	---	--	--	--	--	------------------------

- 備考 1 「主記憶装置の最大記憶容量」は、キャッシュメモリーを除いた最大記憶容量をギガバイト表示したものをいう。
- 2 「画面面積」とは、表示画面の縦寸法及び横寸法をセンチメートル単位で表した数値を乗じて小数点第2位以下を四捨五入した数値平方センチメートルで表した数値をいう。
- 3 「画面解像度」とは、画面に表示される総画素数をメガピクセル表示したものをいう。
- 4 「補助記憶装置」とは、電子計算機本体に記憶装置として組み込まれるSSD、2.5型HDDもしくは3.5型HDDをいう。
- 5 「独立型GPU(グラフィック・プロセッシング・ユニット)」とは、画像データ処理用のプロセッサのうち、専用のローカルメモリーを有するものをいう。独立型GPUの性能は、FB_BW(フレームバッファ帯域幅)をギガバイト毎秒(GB/ s)表示したもので表される。フレームバッファ帯域幅は、画面に表示する画像データを一時的に保管しておくメモリー領域である。
- 6 「電源容量」とは、内部電源装置の定格入力をワット表示したものをいう。

総合エネルギー調査会
省エネルギー・新エネルギー分科会省エネルギー小委員会
電子計算機及び磁気ディスク装置判断基準ワーキンググループ

開催経緯

第1回WG(平成30年11月26日)

- ・議事の取扱い等について
- ・電子計算機の現状について
- ・電子計算機のエネルギー消費効率及びその測定方法について
- ・電子計算機の対象範囲について

第2回WG(平成30年12月25日)

- ・第1回WGにおける指摘事項について
- ・目標年度について
- ・目標基準値について
- ・表示事項について
- ・取りまとめ案について

総合エネルギー調査会
省エネルギー・新エネルギー分科会省エネルギー小委員会
電子計算機及び磁気ディスク装置判断基準ワーキンググループ

委員名簿

(座長)

金山 敏彦 国立研究開発法人産業技術総合研究所 特別顧問

(委員)

天野 英晴 慶應義塾大学理工学部 教授

新 誠一 電気通信大学情報理工学研究科機械知能システム学専攻 教授

中田 登志之 東京大学大学院情報理工学系研究科ソーシャルICT研究センター
教授

中野 幸夫 関東学院大学理工学部 教授

早井 佳世 財団法人省エネルギーセンター 省エネ支援サービス本部広報部
主幹

村上 千里 公益社団法人日本消費生活アドバイザー・コンサルタント・
相談員協会 理事 環境委員会委員長

電子計算機の現状について

1. トップランナー制度の概要

近年の内外におけるエネルギー消費量の著しい増加、国際的な地球環境問題への関心の高まり等の状況の下、エネルギー消費と密接に関連する地球温暖化問題等の解決に向け、エネルギー需要の伸びを抑えていくことが喫緊の課題となっている。このような状況の中、エネルギーの使用の合理化等に関する法律（以下「省エネ法」という。）で規定している機械器具等に係る措置、いわゆる「トップランナー制度」では、機械器具等に係る省エネ対策として、エネルギーを消費する機械器具のうち、特にエネルギー消費の大きい製品を指定して、エネルギー消費効率の改善を図ることとされている。

具体的に、トップランナー制度では、目標基準値策定時点において、市場に存在する最もエネルギー効率が優れた製品のエネルギー消費性能の値や、技術開発の将来見通しを考慮して基準値とすることとしている。当該機器の製造事業者及び輸入事業者は、目標の達成判定においては、目標年度の出荷製品について出荷台数による加重平均したエネルギー消費性能の値と目標基準値と比較することで評価される。トップランナー制度の対象となっている機器は29機器であり、これまで多くの機器で複数回の基準等の見直しを実施し、その結果、エネルギー消費効率が大幅に改善されてきている。

電子計算機（サーバ型電子計算機、クライアント型電子計算機）については、2005 年度目標基準、2007 年度目標基準、さらに 2011 年度目標基準が策定され、各改正に伴い、適用範囲の拡大、区分定義の見直し、測定方法の見直し等が行われた。

2. 現行規制における電子計算機の範囲

現行のトップランナー制度での電子計算機は、次のものを除いている。

- ・ 演算処理装置、主記憶装置、入出力制御装置及び電源装置がいずれも多重化された構造のもの
- ・ 複合理論性能が一秒につき 20 万メガ演算以上のもの
- ・ 256 を超えるプロセッサからなる演算処理装置を用いて演算を実行することができるもの
- ・ 入出力用信号伝送路（最大データ転送速度が一秒につき百メガビット以上のものに限る。）が 512 本以上のもの
- ・ 複合理論性能が一秒につき 100 メガ演算未満のもの
- ・ 専ら内蔵された電池を用いて、電力線から電力供給を受けることなしに使用されるものであって、磁気ディスク装置を内蔵していないもの

その上で、使用形態や必要な性能の観点から、ネットワークを介してサービス等を提供するために設計された電子計算機をサーバ型電子計算機とし、それ以外をクライアント型電子計算機としている。サーバ型電子計算機は、主に大規模システム管理、金融業務等に用いられている。クライアント型電子計算機は、サーバ型電子計算機以外の電子計算機であり、企業、家庭、学校等でパーソナルコンピュータとして用いられている。

また、達成判定においては出荷台数が過去の一年度の最高出荷台数の10%以下である機種については適用除外とされている。



現行トップランナー制度の対象範囲

3. 2011年度目標基準達成の状況

現行の電子計算機のエネルギー消費効率¹は、消費電力(単位:ワット)を、性能指標(単位:ギガ演算、複合理論性能 :CTP)で除した数値としている。

電子計算機については、これまで半導体製造プロセスの微細化、マルチコア化等により、エネルギー消費効率の改善が図られてきた。サーバ型電子計算機及びクライアント型電子計算機の2007年度の出荷構成に加重平均したエネルギー消費効率は、2011年度目標基準は2007年度比で77.9%改善する見通しであったが、2007年度実績に対する2011年度時点の実績では、サーバ型電子計算機のエネルギー消費効率は85%改善、クライアント型電子計算機のエネルギー消費効率は84%改善、電子計算機全体のエネルギー消費効率は85%改善、となったことを確認した。

エネルギー消費効率の実績
(2007年度及び2011年度)

	2007年度実績	2011年度実績
電子計算機全体	1.87	0.28 (85%)
サーバ型電子計算機	15.9	2.3 (85%)
クライアント型電子計算機	1.37	0.23 (84%)

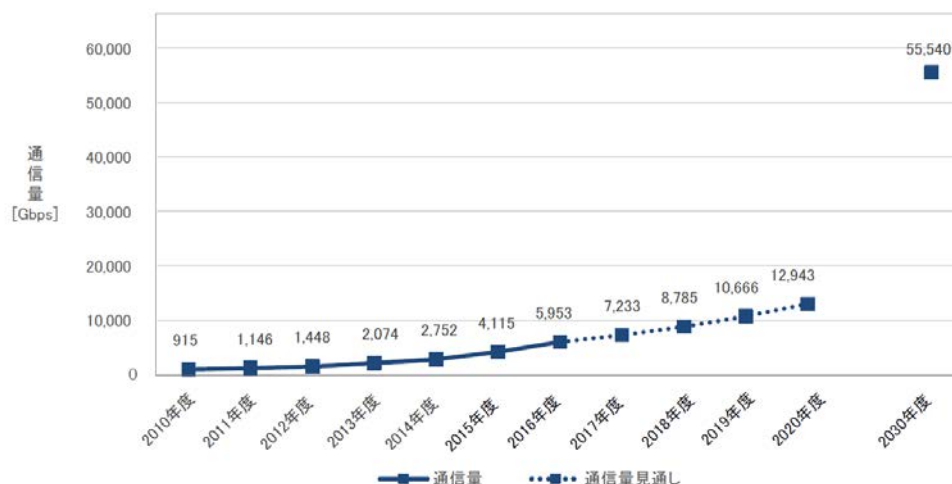
(出所) 経済産業省調べ

(説明) 単位はW/GTOPS、括弧内は2007年度実績からの改善率、エネルギー消費効率は対象機器のエネルギー消費効率を出荷台数で加重平均した効率

製造事業者等の省エネルギーに対する取り組みの結果、電子計算機における省エネルギーは進展している。

4. トップランナー制度における電子計算機の位置づけ

インターネットの普及、モバイル機器の普及により、ビジネスだけではなく広く社会全体のデジタル化・ネットワーク化が進展することで電子計算機の処理する通信量が増大することが見込まれ、電子計算機の処理能力向上や磁気ディスク等の記録の需要が高まっている。その一方で、電子計算機等の性能の向上に伴う消費電力の増大が懸念されるため、これらの機器の更なるエネルギー消費性能の向上が重要となる。

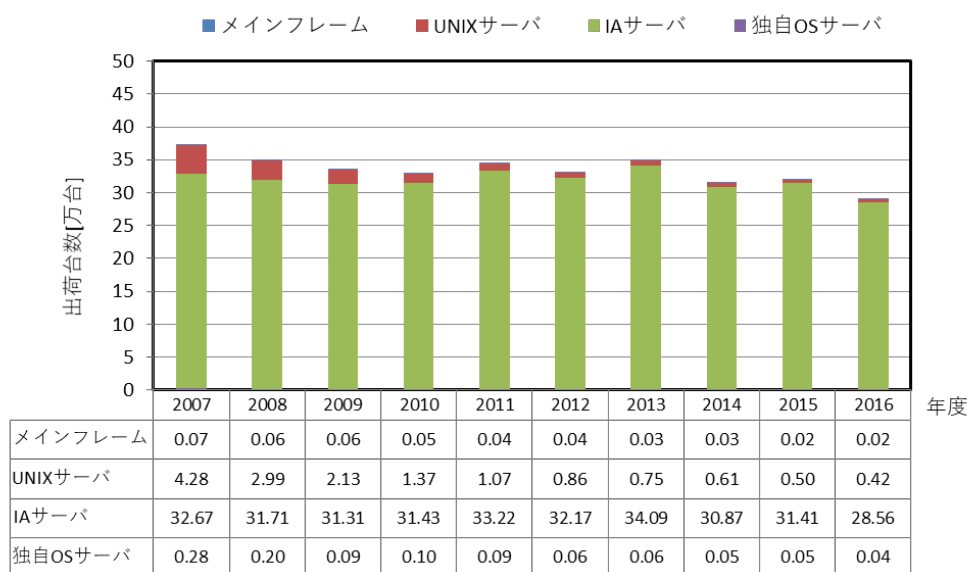


我が国の通信量の推移

出所)『電気通信業における地球温暖化対策の取組み 低炭素社会実行計画フェーズⅡ』
(2017年9月11日 一般社団法人電気通信事業者協会)

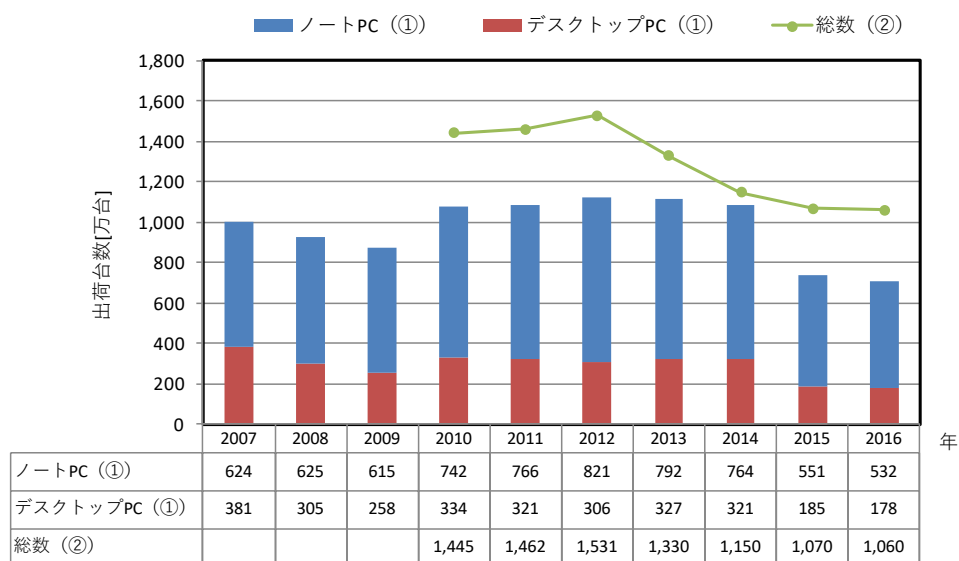
5. 電子計算機の国内出荷台数等の推移

2015年度の国内出荷台数は、サーバ型電子計算機は32万台、クライアント型電子計算機は1,070万台である。



サーバ型電子計算機の国内出荷台数の推移

出所)JEITA(※JEITA会員企業のみ)の台数)



クライアント型電子計算機の国内出荷台数の推移

出所) JEITA (※①: JEITA会員企業のみ、②: JEITA非会員企業も含む市場全体)

6. エネルギー消費量

電子計算機の我が国全体のエネルギー消費量について、出荷台数1台あたりの1年間の消費電力量及び出荷量から推計した。

2015年度時点で、サーバ型電子計算機全体の年間消費電力量は7184百万kWh/年、クライアント型電子計算機全体の年間消費電力量は4413百万kWh/年と推計される。

7. 省エネルギー技術の現状

サーバ型電子計算機及びクライアント型電子計算機は、演算装置・制御装置であるCPU、主記憶装置であるメモリ、補助記憶装置であるストレージ、電源及び筐体から構成される。また、さらにクライアント型電子計算機には、入力装置としてのキーボードや出力装置としてのディスプレイが追加され、これらの構成要素ごとに各種省エネ技術が開発されている。

各構成要素における省エネ技術

構成要素	サーバ型	クライアント型
CPU	半導体製造プロセスの微細化、薄膜化による低電圧化	
メモリ	半導体製造プロセスの微細化、薄膜化による低電圧化	
ストレージ	半導体ディスクの高速・高容量化	
電源	交流入力から直流入力への変換効率の向上（例えば80Plus規格のプラチナランクの採用）	電源効率の改善（交流入力から直流入力への変換効率の向上、例えば80Plus規格のゴールドランクの採用）
	窒化ガリウム（GaN）や炭化ケイ素（SiC）等の次世代スイッチング素子の採用	-
ディスプレイ	-	バックライト効率改善等による低消費電力化
独立型GPU	-	半導体製造プロセスの微細化、薄膜化による低電圧化