

## 技術分野の概況について（IT 機器等グリーン化技術）

## 1. 検討の概要

## 1.1. IT 機器等グリーン化の背景

- 本格的な IT 化に伴い、社会で扱う情報量は 2025 年には 2006 年比で約 200 倍になると見込まれている（経済産業省資料より）。これに伴い、情報を処理する IT 機器の台数が増加するとともに、各機器の情報処理量が増大し、IT 機器及び IT 機器関連設備による消費電力量が急増すると見られている。
- これを背景に、近年インターネット内の情報流通量の爆発的増加と、消費電力の増加を背景に「グリーン IT」をキーワードとした、IT 機器によるグリーン化（省エネ）および IT 機器等のグリーン化を推進する動きがある。
- 国内の取り組みとしては、経済産業省が 2008 年 2 月 1 日にグリーン IT 推進協議会<sup>1</sup>を設立し、国際シンポジウムの開催などの活動を進めている。

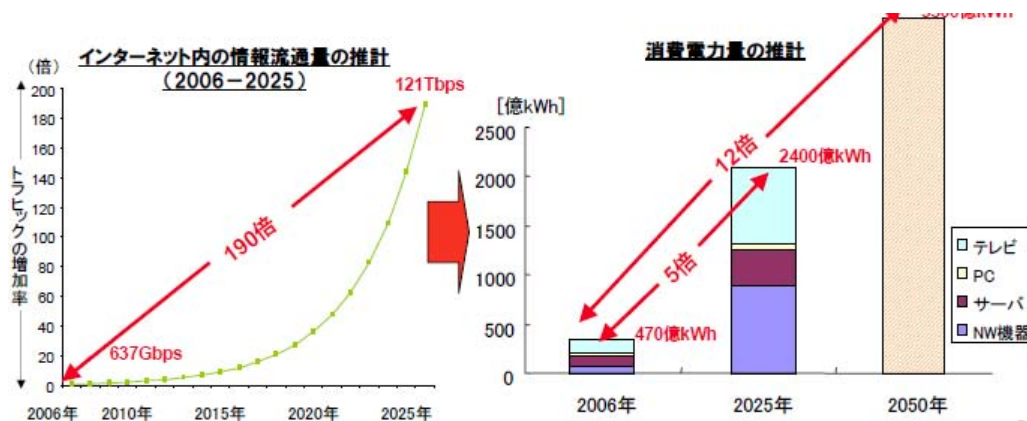


図 1 情報流通量と IT 機器消費電力の推移予測

経済産業省 グリーン IT イニシアティブ 会議資料

<sup>1</sup> <http://www.greenit-pc.jp/index.html>

## 1.2. 本実証事業の検討対象

- 「グリーン IT」の明確な定義は示されていないが、「IT 機器等グリーン化 (IT 機器およびネットワークシステム全体の省エネ)」および「IT 機器によるグリーン化 (IT を活用した高度な制御・管理による生産・流通・業務・稼動設備の効率化)」の二つの側面を指すと考えられる。

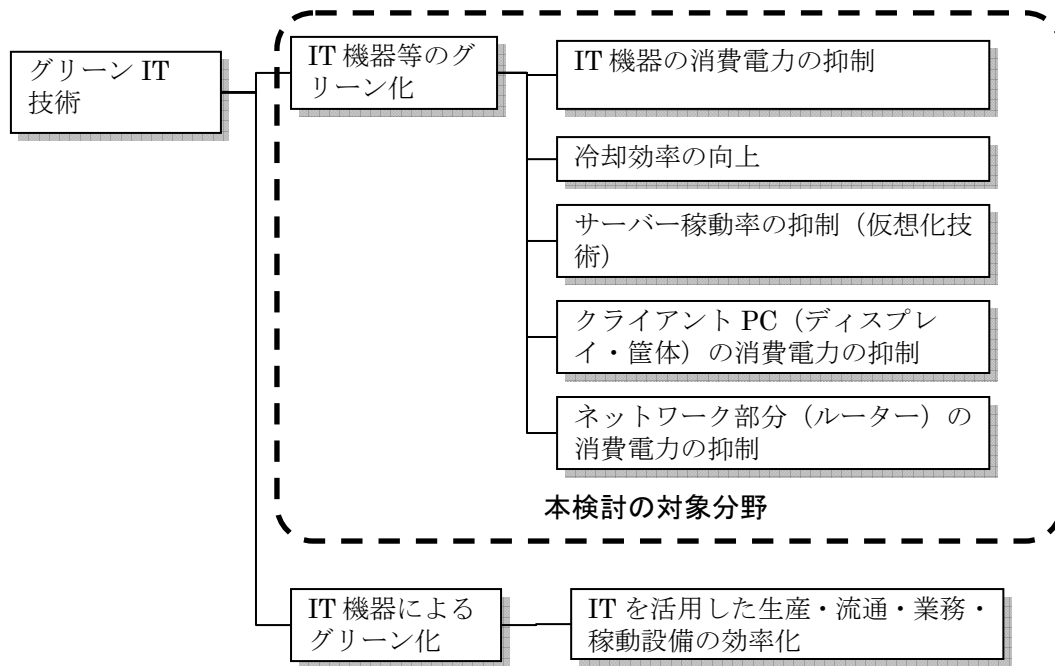


図 2 IT 機器等のグリーン化の概念整理

- 今回検討する技術対象分野は、IT 機器等グリーン化 (IT 機器及びネットワークシステムを含めた IT インフラ全体の省エネ・発熱量低減) 技術とする。

## 2. 既存の包括的取り組み

### 2.1. 省庁における関連事業

#### (1) グリーン IT 推進協議会

##### ① 概要

- 経済産業省が産学官連携による「グリーン IT イニシアティブ」の具体的な取り組みを推進するため、2008年2月1日に設立したパートナーシップ
- グリーン IT イニシアティブ推進の方向性としては以下について言及している
  - IT・エレクトロニクス技術により、高度な制御・管理による生産・流通・業務の効率化を通じて、経済・社会活動の生産性向上、エネルギー効率の向上を可能とし、環境負荷の低減に大きく寄与する。
  - 一方、本格的な IT 化に伴い、社会で扱う情報量は 2025 年には約 200 倍（06 年比）になると見込まれている。この情報爆発によって IT 機器の数が大幅に増加するため、IT 機器自身の省エネを推進する必要がある。

##### ② 主たる活動

- シンポジウム等を通して、グリーン IT に向けた、IT・エレクトロニクス関連業界、研究機関、大学、政府を含むパートナーシップにより産学官の連携強化を行っている
- 今年度は、グリーン IT 国際シンポジウムが 5 月に開催され、（独）産業技術総合研究所、（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構、半導体メーカー、ベンダーの代表者等による講演やパネルディスカッションが行われた。

## (2) NEDO における研究開発プログラム

### グリーンネットワーク・システム技術研究開発プロジェクト (グリーンITプロジェクト)

- 内容：以下2項目の研究開発
- 目標：データセンター及びネットワークの30%以上の年間消費電力量の低減

#### ① エネルギー利用最適化データセンター基盤技術の研究開発

- アーキテクチャの技術開発
- データサーバ：光コネクトによる最適構成
- キュービクル、ラック：最適抜熱方式、システム構成
- データセンター：モデル設計と総合評価
- データセンター電源：最適直流化、電気・熱フロー

#### ② 情報のダイナミックフロー測定と分析ツール及び省エネルギー型ルータ技術の開発






- 情報の流れと情報量の調査研究(IT 社会の遠望)
- 情報のダイナミックフロー測定と分析ツール
- 省エネルギー型ルータ技術の開発
- 社会インフラとしてのネットワークのモデル設計と総合評価

- ◆ 「研究開発」であり、製品ベースの普及促進を目的とした実証事業ではない

## 2.2. 企業の包括的取り組み

- 大手ITベンダーでは、グリーンITに関して、プロセッサ単位からデータセンター規模あるいはシステム運用レベルまでの包括的な製品開発及びサービスの提供を行なっている。
- グリーンITの取り組みの対象レベルは以下の4点に整理できる。
  - 部品レベル：省電力プロセッサ、HDD、ファン
  - 主力製品レベル：サーバーが主、他にストレージ
  - サーバー室、データセンター：温度制御、効率冷却
  - システムソリューションへの適用：機器の削減による効率運用、消費電力削減

### 2.3. 環境・省エネルギー性能の認証制度

ラベル	「ラベル名」 担当機関	対象となる IT 機器	ラベルの概要
	「PC グリーンラベル」 有限責任中間法人パ ソコン 3R 推進セン ター(JEITA から独 立)	PC(デスクトップ 型、ノート型、ディ スプレイ) PC ベースのシンク ライアント	<ul style="list-style-type: none"> <li>・循環型社会に向けた業界共通の自主的指針(目標)を満たしていることを表す</li> <li>・3R、環境配慮設計・製造、引き取り・リユース、リサイクル・適正処理、環境に関する情報開示</li> <li>・省エネルギー性の評価               <ul style="list-style-type: none"> <li>－日本の省エネ法、及び国際エネルギースタープログラムの基準に準拠</li> <li>－消費電力などの情報を説明書または製品本体に記載</li> </ul> </li> </ul>
	「国際エネルギー スタープログラム」 経済産業省が登録手 続き	PC、ディスプレ イ、ワークステー ション	<ul style="list-style-type: none"> <li>・以下 2 項目の性能が優れた上位 25%の製品が適合するよう基準設定               <ul style="list-style-type: none"> <li>－スリープモードへの移行時間</li> <li>－アイドル、スリープ、オフ時の消費電力量</li> </ul> </li> <li>・実施地域：日本、EU、アメリカ、カナダ、オーストラリア、ニュージーランド、台湾</li> </ul>
	「省エネルギーラ ベル」 JIS により規格化	PC のみ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・JIS 規格の表示制度で、主に以下の 2 点の性能を表す               <ul style="list-style-type: none"> <li>－省エネ基準達成率：省エネ法によるトップランナー基準の達成率</li> <li>－エネルギー消費効率：省エネ法によって製品区分ごとに定められた測定方法で得られた数値</li> </ul> </li> </ul>
	「エコマーク」 ISO、(財)日本環境協 会	PC：シンクライ アント、タブレット 型 PC、モニター、 キーボード、マウ スを含む	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ライフサイクル全体の環境負荷</li> <li>・PC では、以下の基準がある               <ul style="list-style-type: none"> <li>－省エネ法の基準消費エネルギー効率</li> <li>－オフ時の消費電力量</li> <li>－長期間コンセントから抜いていても機能障害が生じないこと</li> <li>－国際エネルギースターの基準の一部（モニター）</li> </ul> </li> </ul>
	「80PLUS」 米国の業界団体 80PLUS、環境系企業 ecos が運営	PC、サーバー用電 源	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンピューターやサーバーの電源が 20%～100%の負荷環境下において、電源の交流/直流の変換時の効率が 80%以上であることを表す</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ NEC 「エコシンボル」</li> <li>・ 日立製作所 「eco マーク」</li> <li>・ 富士通 「環境シンボルマーク」</li> </ul>		IT 機器全般	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 各社が独自の環境基準を設け、自社製品に対して表示している</li> </ul>

### 3. 技術調査

#### 調査方法

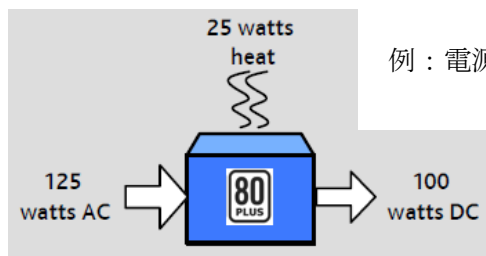
- Web サイトにて、グリーン IT 推進協議会の会員企業を中心に技術調査を行った

#### ① 関連技術の概要

##### 1) 対策方法の分類

- IT 機器等のグリーン化技術は、大きく以下の 3 パターンに分けられる。

**電力** 電力利用効率の向上：電源装置の高効率化、使用電力の制御・制御区分の細分化等



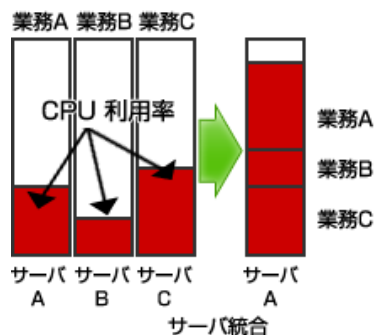
例：電源における直流/交流変換効率の向上  
80 PLUS Web ページより引用

**冷却** 冷却効率の向上：ラック冷却の局所化、データセンター等の温度監視・空調の最適化等



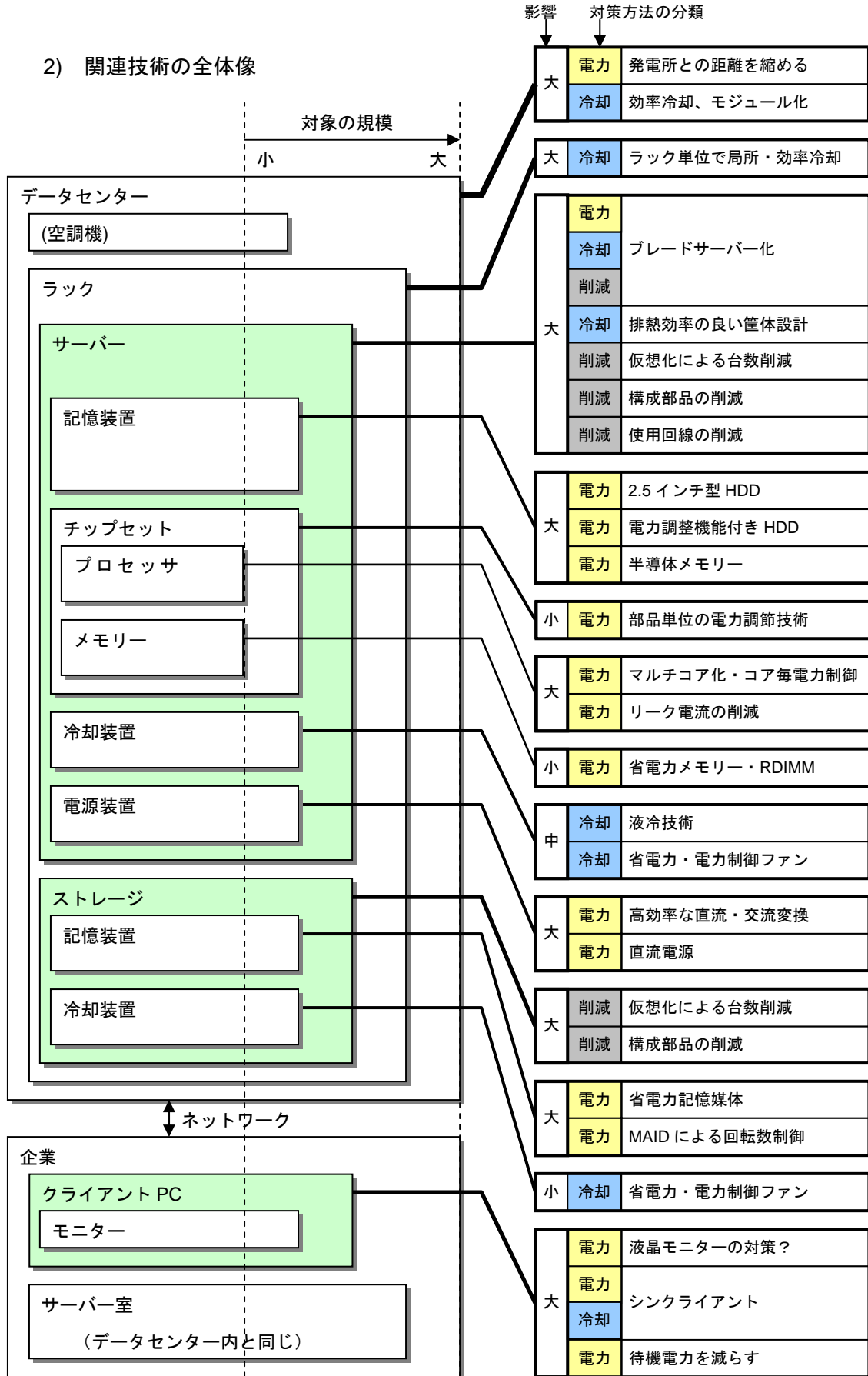
例：ラックの排熱効率の向上  
APC Web ページより引用

**削減** 機器や部品の削減：仮想化技術によるサーバー・ストレージの台数削減、サーバー構成部品自体の削減等

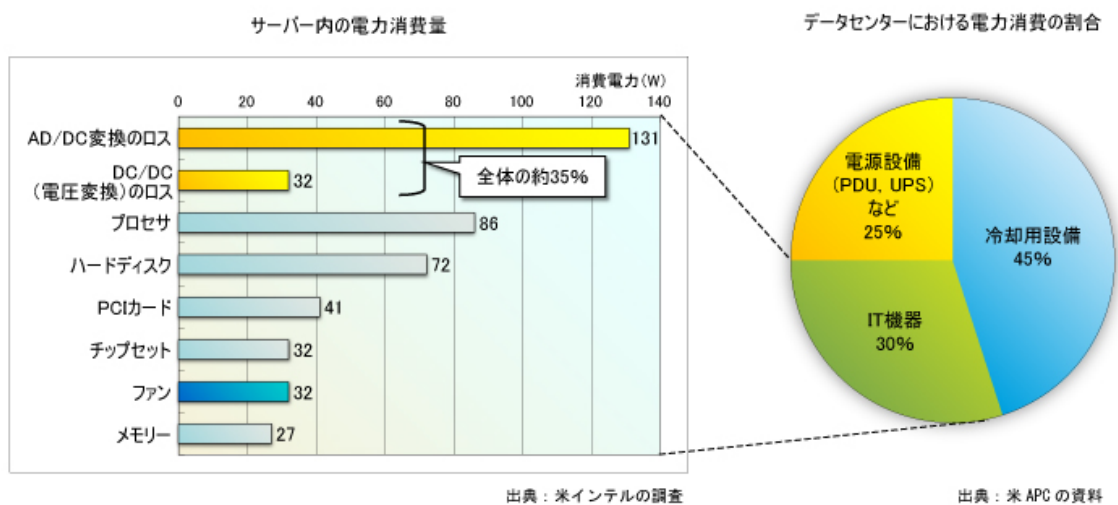


例：仮想化による稼動サーバーの削減  
日立 Web ページより引用

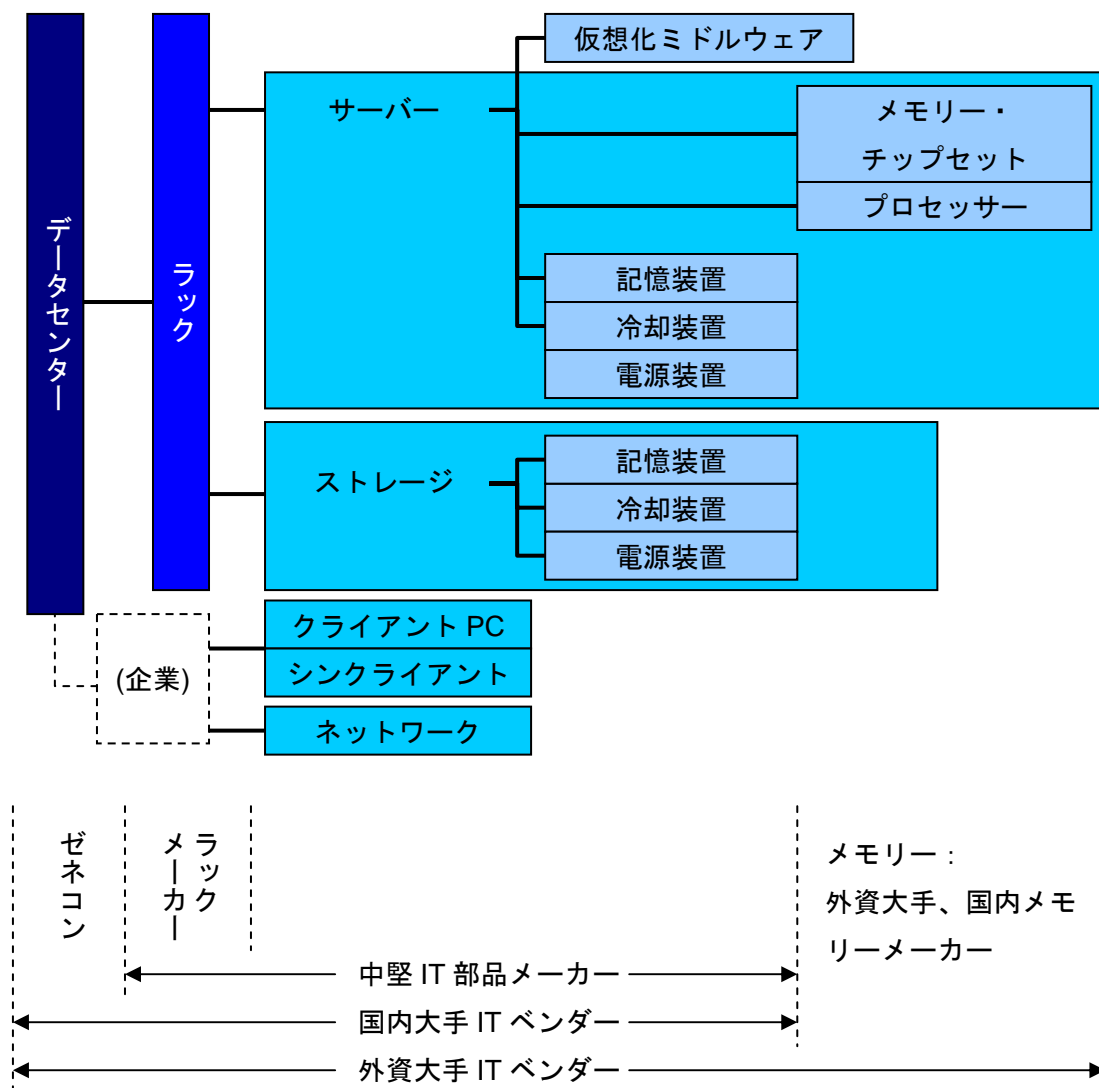
## 2) 関連技術の全体像



### 3) 各機器の電力消費量



### 4) 当該分野の関連企業





- データセンター
  - 大手 IT ベンダー、SIer（システムインテグレーター）
    - ・ データセンターの全体設計から、データセンターのモジュール化、空調方式の設計、ラックの配置等に関わる。
  - ゼネコン
    - ・ データセンターの全体設計、ラックの配置等に関して、空調の視点から設計・施工を行う。
- ラック
  - 大手 IT ベンダー、大手ラック製造・販売会社
    - ・ ファンによる通風・排熱だけでなく、冷媒を用いた低温冷却等、各企業で独自の冷却方式を提案している。また、低温冷却を行う場合はグループ内の空調を扱う企業と提携する場合も見られる。
  - 中堅 IT 部品メーカー
    - ・ 中小企業用の小型ラックを製造・販売する。冷却性能は高くなく、常温ファン冷却が主流。
- サーバー、ブレードサーバー、ストレージ
  - 大手 IT ベンダー
    - ・ 部品から製品全体までを一貫して製造する企業はほとんどなく、ベンダーの多くは部品メーカーから集めた部品を組み合わせて販売する。
    - ・ ブレードサーバーの場合、自社製品に適合した部品を自ら製造する場合も多い。
  - SIer
    - ・ 大手 IT ベンダーのサーバーを、システム構築等を通して販売する企業も見られる。製造するわけではない。
- プロセッサ
  - 外資大手 IT ベンダー・プロセッサメーカー
    - ・ 米国の 4 社のみ。
- メモリー
  - 企業数は少なく、外資・国内の大手メモリーメーカーが製造する。
- 記憶装置
  - 大手 IT ベンダー
    - ・ HDD は、2.5 インチ以下は国内大手 IT ベンダーの 3 社寡占状態。3.5 インチでも外資大手 3 社を含めた 6 社寡占。

- 冷却装置
  - 大手ベンダーや中堅の IT 機器部品メーカーなどが製造している。海外では台湾や韓国のメーカーも多い。
- 電源装置
  - 中堅の IT 機器部品メーカーが多く、台湾、韓国の企業も多い。
- クライアント PC
  - 大手・中堅 IT ベンダー
    - ・ サーバーと同様、ベンダーは他の部品メーカーから集めた部品を組み合わせ販売する。
- シンクライアント
  - シンクライアント用 OS : 外資シンクライアント専門企業、国内大手 IT ベンダーの一部
  - 端末 : 大手 IT ベンダー、中堅 IT 機器ベンダー

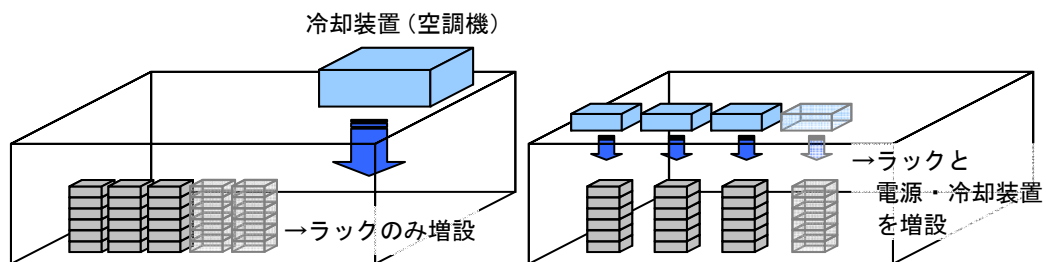
## ② 技術の分類

### 1) ファシリティレベルの取り組み

- グリーン化の手法は、データセンターの消費電力効率化と、データセンター内冷却の効率化に二分される。

#### ➤ データセンターの消費電力効率化

- ・ データセンターを発電所の近くに建設する
- ・ データセンターをモジュール化し、使用領域のみ電力供給を行う



モジュール化されていない従来型

モジュール化された高効率型

ー技術例：コンテナ型モジュール（サン・マイクロシステムズ社）

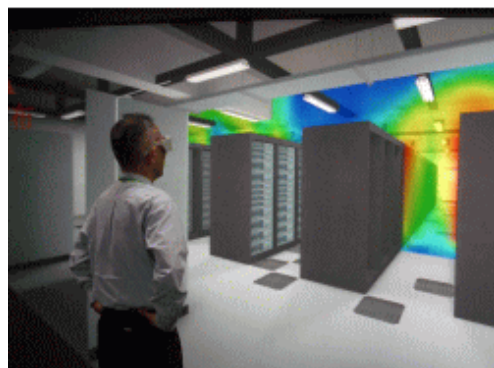


サン・マイクロシステムズ Web サイトより

#### ➤ データセンター内冷却の効率化

- ・ レイアウトの工夫により排熱位置をコントロールし、効率的に冷却する
- ・ データセンター内の温度分布測定と空調制御

ー技術例：温度分布測定とシミュレーション（大成建設）

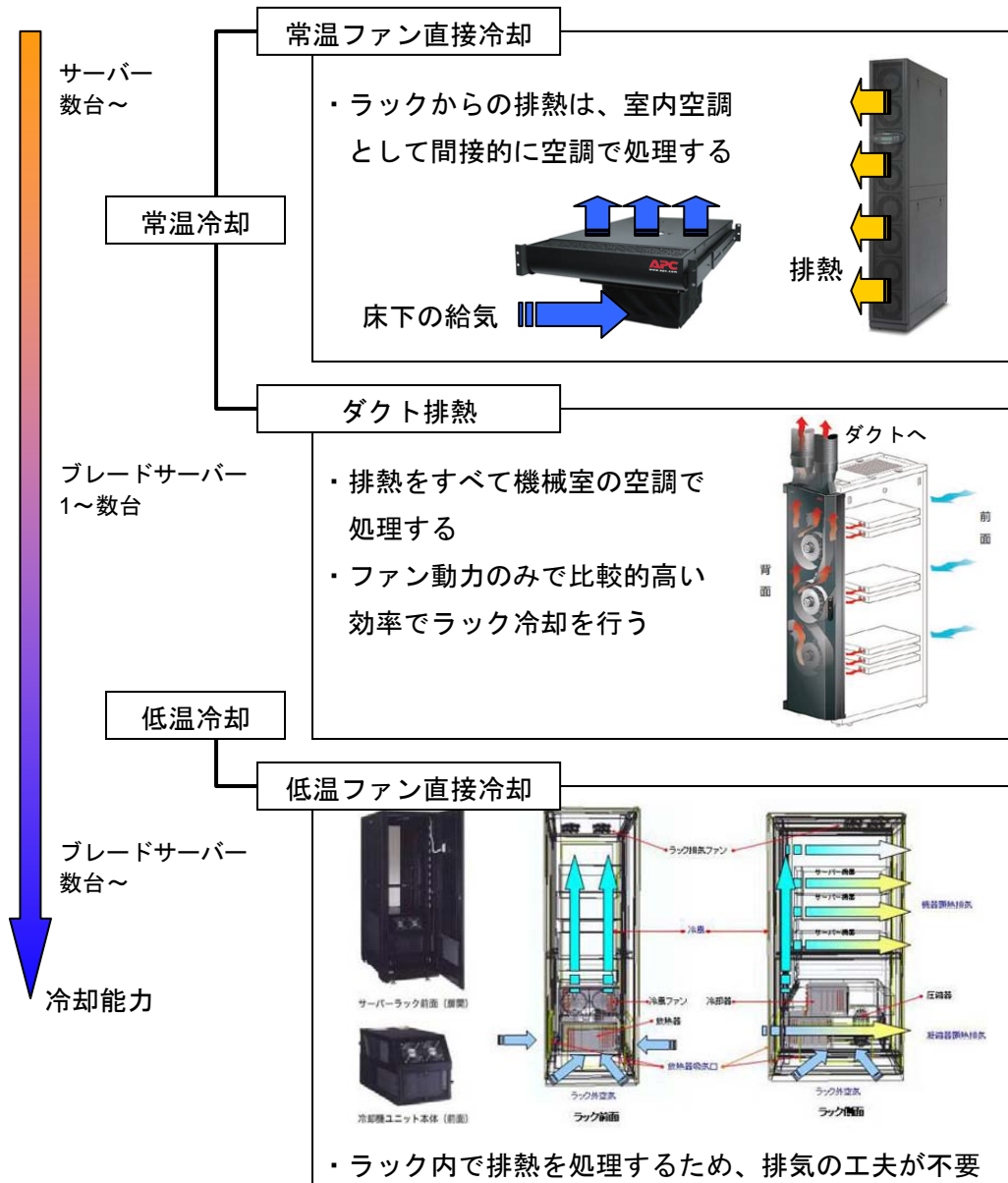


大成建設 Web サイトより

## 2) ラック冷却

### ■ 技術の概要

- ・ラック内に設置されたダクト、ファン、冷凍機によって、サーバー等の熱を効率的に排除もしくは冷却する。サーバーの排熱量自体が削減されるわけではないが、効率的に冷却することによる冷却電力・空調負荷の削減効果やサーバーの運転効率向上効果が期待できる。
- ・技術の分類と概要



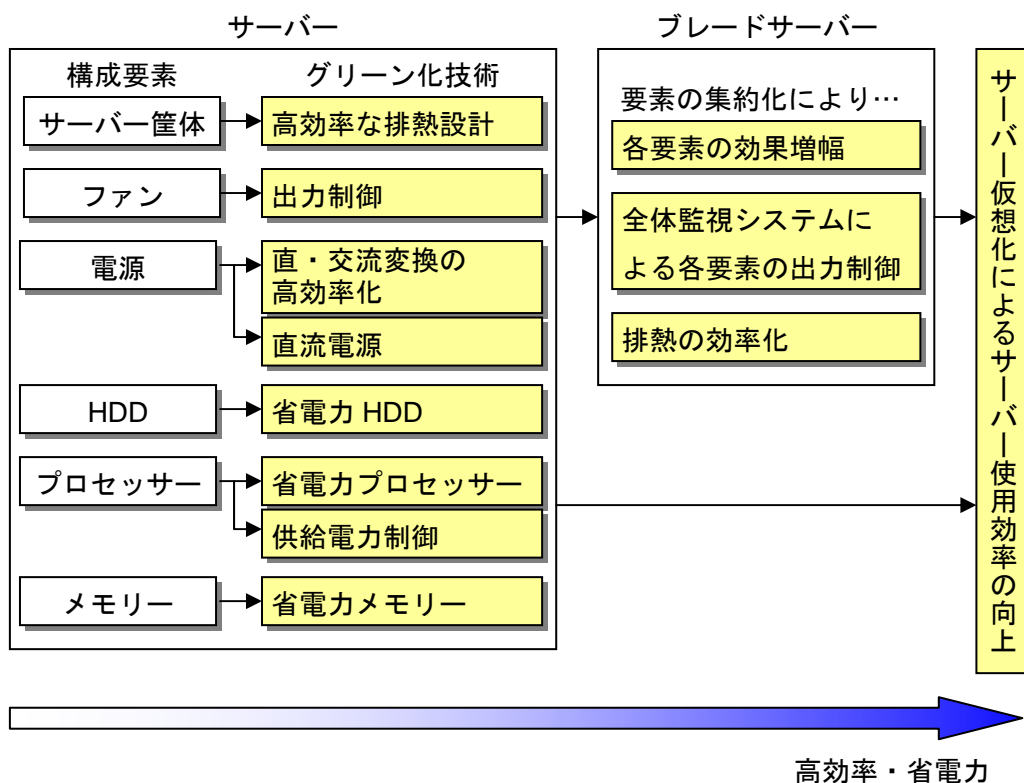
APC Web ページ、S&I Web ページより

### 3) サーバー

#### ■ 技術の概要

サーバーに関するグリーン化技術は、サーバー自体を構成する各要素の省電力・高効率化、サーバー機能を集約化したブレードサーバー、サーバーの使用効率を向上するサーバー仮想化の3点が挙げられる。

- ・サーバー構成要素のグリーン化
  - －各要素にメーカーが独自の技術を採用し、少しずつ省電力化・高効率化することによって全体のグリーン化を図る。その内訳は下図に示す。
- ・ブレードサーバー
  - －通常のサーバー機能を集約化したもので、各要素にグリーン化技術が適用されていることが多い。また、サーバー全体の統合的な制御・監視システムを搭載したものが多く、使用電力の効率化が期待できる。さらに、排熱の集約によって高効率な冷却が期待できる。
- ・サーバー仮想化
  - －稼働率の低いサーバーのCPUパワーを、別のサーバーのタスクに割り当てることができる。使用サーバーを一部に集約することで、全体の消費電力を削減できる。



### 3-1) プロセッサ

#### ■ 技術の概要

省電力化技術は以下の3点に分けられる。

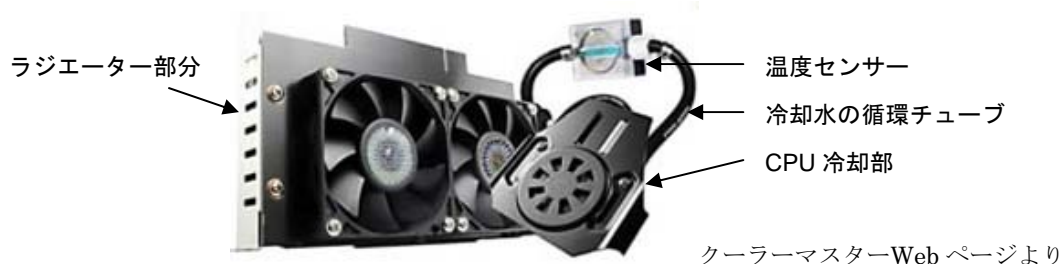
- マルチコア化、コア毎の電力制御
  - ープロセッサを増やすことなく、またクロック数を高めることなく処理性能を高める。
  - ーマルチコア化により、コア毎に必要な電力だけを供給するコア別電力制御が可能となる。
- 新素材の絶縁体によるリーク電流の削減
  - ー絶縁体に新素材を採用することにより、トランジスタ「オフ」時に流れる無駄な電流を削減する。

### 3-2) 冷却装置

#### ■ 技術の概要

サーバー、ストレージに適用される冷却技術は以下の2点である。

- ファン
  - ・温度に応じてファンの回転数を調節する
  - ・省電力ファン
- CPUクーラー
  - ・主流の技術：冷却ファンによって熱を拡散させる冷却装置自体と、CPUから冷却装置へと熱を移動させる伝導部によって構成される。熱伝導部は、金属（銅やアルミ）の場合と水の場合があり、水の場合はラジエーターと同じ原理である。
  - ー技術例：水冷式CPUクーラー（クーラーマスター社 AQUAGATE VIVA）



※ただしCPUクーラーに関してグリーンITを謳ったものは見受けられない

ー開発段階の技術：特殊な液体を霧状に噴射し、プロセッサを冷却する技術。しかしこの技術はまだ実用段階ではない。

### 3-3) 電源

電源装置に適用される技術は以下の 2 点である。

- 直流・交流変換による変換ロスを抑えた電源
- 直流電源：直流・交流変換そのものをなくした直流電源で、サーバー自体を直流対応型とする必要がある

### 3-4) サーバー筐体

サーバー筐体に適用される技術は、主に以下のように二分される。

- サーバースペース内に通風用の間隙を設け、高効率な冷却を可能とする
- アルミ筐体を採用し、放熱性を高める

### 3-5) 記憶装置

冷却装置に適用される技術は以下の 3 点である。

- 2.5 インチ HDD：従来の 3.5 インチ HDD よりも消費電力量が少ない
- ソリッド・ステート・ドライブ：駆動部が少なく省電力な半導体・メモリーを使用する

ー技術例：2.5 インチ SSD(PQ1 社)



Engadget Web ページより

- テープドライブ：アクセス数の少ないデータを、消費電力の少ない磁気テープドライブによって記憶する。ただし、これはアクセス数の少ないデータを保管するストレージにのみ採用されると思われる。

### 3-6) メモリー

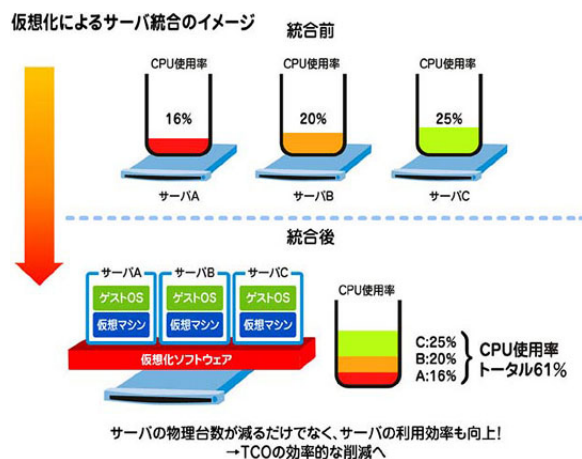
現在主流のメモリーは以下の 2 種類がある。

- DDR2 SDRAM：現在主流のメモリーではあるが、充放電電流等を低減することで消費電力、発熱量を削減する。
- DDR3 SDRAM：次世代のメモリーで、DDR2 の 2 倍の速度によるデータ転送が可能である。さらに、DDR2 SDRAM が 1.8V 動作なのに対し、1.5V 動作が可能となる。

※現状では、DDR3 SDRAM を使用することが省エネルギーであり、その他のグリーン IT 対策は見受けられない。

#### 4) 仮想化技術

- 仮想化ソフトウェアをネットワーク上で実行することによって、複数台のサーバーで行っていた処理を、一台の高性能なサーバーをいろいろな OS を載せた多数のサーバーがあるかのように「仮想」して利用することができる。
- 稼働率の低いサーバーの CPU パワーを、別のサーバーのタスクに割り当てることで、全体の消費電力を削減する。



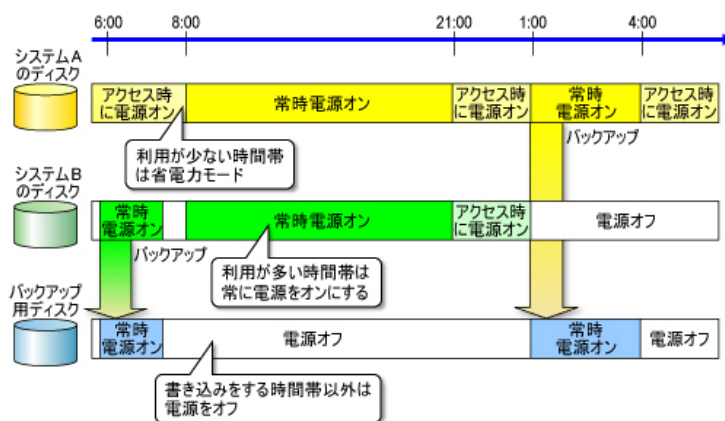
Wisdom Web サイトより

#### 5) ストレージ

ストレージの省電力化は、MAID、仮想化技術による消費電力最適化が最も主流で、他には電力消費量の少ないテープ・ドライブ装置の活用、部品レベルの改良がある。

- MAID (Massive Array of Inactive Disks)

ーアクセス数の少ない HDD の回転を止め、電力消費量を最適化する



『日経 BP 社 ITpro』 Web ページ 2008 年 1 月 16 日掲載より

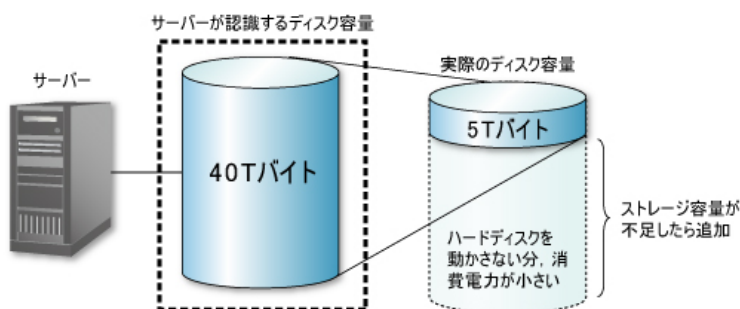
<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20071128/288179/>



➤ 仮想化技術

ー仮想化によるストレージの統合、台数削減

ーシン・プロビジョニング: いわばストレージ容量の仮想化技術で、米 3PAR、イコールロジック、日立等が採用している。システム上必要でも当面は使わないストレージ領域の消費電力量を削減する。



『日経 BP 社 ITpro』Web ページ 2008 年 1 月 16 日掲載記事より  
<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20071128/288179/?ST=gree>

➤ 部品単位

ーテープ・ドライブ装置: テープ装置はアクセス時だけモーターを駆動させるため電力消費効率がよい。最新のバックアップ・データのみハードディスクに保存し、旧世代のバックアップ・データはテープに保存する。

ーコントローラーの 1 チップ化、ファン回転制御等

6) クライアント PC の省電力化

省電力化への取り組み方は、以下の 2 点が挙げられる

➤ 省電力プロセッサを積む

➤ 使用時以外の時間帯の消費電力を削減する

ーアイドル、スリープ、オフ時の消費電力量削減

ースリープモードへの移行時間短縮

※ただし、PC の省電力化では前掲の国際エナジースタープログラム等の認証制度において認証済みであることが多い

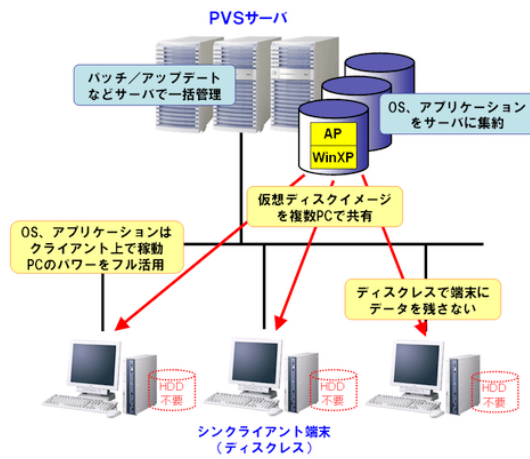
## 7) シンクライアント

### ■ 技術の概要

- ・サーバーにデータや OS、アプリケーションなどが集約され、クライアント端末がネットワークを通じてそれらを利用する技術であり、クライアント側では、機能が大幅に縮小されるため消費電力が少ない。
- ・アプリケーションの処理をクライアント端末で行うネットワークブート型と、あらゆる処理をサーバー上で行い、クライアント端末が遠隔操作機能のみを担う画面転送型がある。

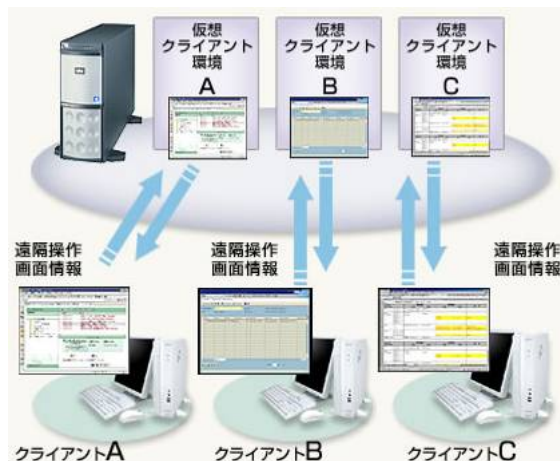
### ■ 技術の代表例

- ネットワークブート型 (Citrix 社 Citrix Provisioning Server)



NEC Web ページより

- 画面転送型 (Citrix 社 Citrix Presentation Server)



富士通 Web ページより

## ■ 技術の構成要素

大きくサーバーとクライアント端末に分けられ、シンククライアントを実現する技術の大半がサーバー側に集約される。シンククライアントを実行するシンククライアント OS とサーバーがパッケージ化され、クライアント端末の販売会社やソリューション会社が代理店として総合的なシンククライアントサービスを提供する。

### ➤ サーバー

ー海外の数社が多くを扱う。米 Citrix 社、米 Microsoft 社、米 GraphOn 社等。

### ➤ シンククライアント OS

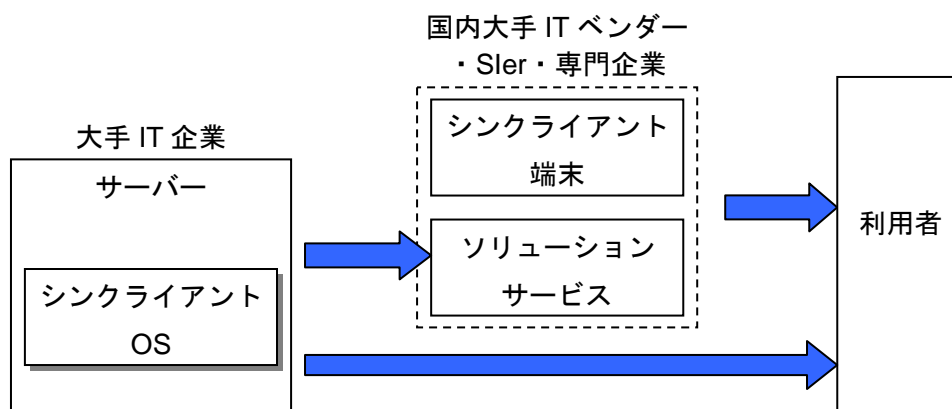
ー仮想ディスクイメージ上で起動することのできる OS。

ー国内企業でも参入あり。(株)ミントウェーブ等。

### ➤ クライアント端末

ーサーバアクセスの機能があるのみで、特に抜本的な技術は含まれない。

ー国内でも多くの企業が端末を販売しているが、サーバーの提供を行う企業におけるシンククライアントサービスの代理店となる。



## 8) ネットワーク機器（検討中）

### ■ 技術の概要

・企業内においてデータの伝送を行なうネットワークシステムを構成する機器として、以下の5点が上げられる。

#### ➤ ルーター

ー異なるネットワーク間を相互接続する通信機器で、送られてきたデータを最適な転送経路を判断して伝送する。



NEC Web サイトより

#### ➤ リピータ

ー電気信号を長距離まで届けるため、受信した電気信号を増幅して送出する。データの中身を解釈することはない。

#### ➤ スイッチ

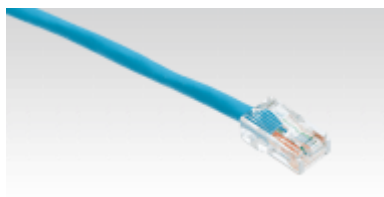
ーブリッジとして働き、端末から送られてきたデータを解析して伝送先を検出し、伝送先の端末にしかデータを送信しない。

#### ➤ ハブ

ーネットワークにおいて中心に位置する集線装置であり、伝送過程で劣化した電気信号を復元する機能をもつ。伝送先を選択する機能はもたない。

#### ➤ 回線

ーカテゴリ5 ケーブル、IEEE 802.11 等の無線、光ファイバー等



カテゴリ5 ケーブル  
アライドテレシス Web サイトより

■ 消費電力の課題（検討中）

- ・現時点までの調査で上がった課題は以下の2点である。
  - 使用時間外の電力消費
    - ーネットワークが使用されていない業務時間外においても、ネットワークに関する機器は稼動している。
  - 回線の性能と電気信号の増幅
    - ー回線内をデータ伝送中に電気信号が劣化するため、リピータ等による信号増幅に電力を消費している。また、伝送過程における発熱もあると考えられる。