Green IT

大西 佑奈，冨島 千歳
Yuna OHNISHI，Chitose TOMISHIMA

1　はじめに

IT 技術は，業務の効率化や産業構造の転換を推進する働きがあり，環境負荷の低減に役立つ．しかし，近年 IT 技術の普及による電力量や廃熱量の増加が地球温暖化の深刻な問題として受け止められるようになってきている．例えば，データセンタでは巨大なサーバ群を 24 時間運用するために，サーバ自体を動かす電力の他，冷却装置および電力の安定化装置などを常時稼働させる電力が必要である．また，設備・施設の大型化も進んでいる．このため，使用する電力量および廃熱量が増えている．このようなことから，米国を中心に「Green IT」をキーワードとした電力節約の姿勢が注目されるようになってきている．

本報告では，Green IT の概要を述べたあと，Green IT の 3 つの取り組みの内容について説明し，Green IT の活動について述べる．

2　Green IT

Green IT とは，地球環境保護へ配慮された IT 製品やサービス，IT 企業の取り組みなどの総称である．

Green IT には 3 つの取り組みがある．1 つ目は，サーバやストレージ，データセンタなどの設備における二酸化炭素排出量の削減を狙いとする, 情報システムのグリーン化で，これを「Green of IT（IT におけるグリーン化）」と呼ぶ．2 つ目は，IT の導入を進めることにより事業活動における二酸化炭素排出量を削減する施策で，「Green by IT（IT によるグリーン化）」と呼ぶ．3 つ目は，IT 機器の 3R（Reduce, Reuse, Recycle）を進めること，つまり IT 機器の製造・廃棄段階におけるグリーン化である．

3　Green of IT(IT におけるグリーン化)

Green of IT とは IT 機器の利用段階における環境への配慮，つまり消費電力を可能な限り削減すること，あるいは IT 機器が発生する熱量を下げることである．IT 業界では，これらの取り組みが多く行われている．IT 機器の利用段階における消費電力および熱量の削減は，データセンタ環境（サーバ側）とオフィス環境（クライアント側）に分けて考えることができる．

3.1　データセンタ環境におけるグリーン化

データセンタとは，サーバ，ストレージ，ルータ，およびネットワーク・スイッチなどのコンピューティング機器を集約して設置し，稼働させるための施設である．データセンタの電力消費量は世界の総消費量の 0.5 %近くを占めており，2000 年から 2006 年までの間にほぼ倍増している．また，データセンタの二酸化炭素（CO_2）排出量は，世界総排出量の 0.3 %であり，国と比較するとアルゼンチンやオランダより多い．また，日本国内では，2008 年 5 月に発表された「データセンタ市場の消費電力とグリーン IT 化の実態調査 2008 年度版」によると，データセンタの総床面積は 2007 年度から 2009 年度で平均 13 %ずつ増加していくと予測されている．このため，データセンタ総消費電力量は 2007 年度において 57 億 kwh であったが，現状の省エネ対策を継続した場合 2012 年度には 2 倍近くまで増加すると考えられている．2006 年度から 2012 年度における電力消費量の実績および予測の推移を Fig. 1 に示す．

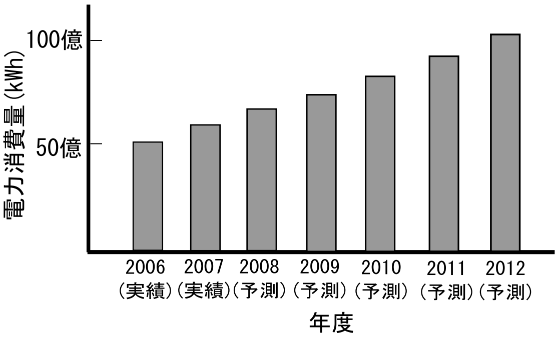

Fig.1　電力消費量の実績および予測の推移（参考文献 [1]）より参照）

このように，データセンタにおける消費電力の問題は深刻であり，データセンタにおけるグリーン化は緊急の課題となっている．

データセンタ内の消費電力の内訳を Fig. 2 に示す．

Fig. 2 より，消費電力のうち，冷却および IT 機器における消費電力が大きな割合を占めていることがわかる．このため，これらの電力の削減に重点を置く必要がある．IT 機器の消費電力には，サーバおよびストレージなどの消費電力が挙げられる．

3.1.1　冷却

冷却における消費電力を削減するには，機器から排出される熱気を効率的に室外に排出することが重要である．このためには，空調の効率を高める必要がある．空調の効率向上には，ホットアイルとコールドアイルによる手法が用いられている．IT 機器では，前面から冷気が吸収され，背面から熱が排出される．このため，IT 機器の効率的な冷却には、前面に冷気を供給し，背面から排出される熱を他の IT 機器に吸収させない必要がある．ホットアイルとコールドアイルを用いた手法では，IT 機器が並

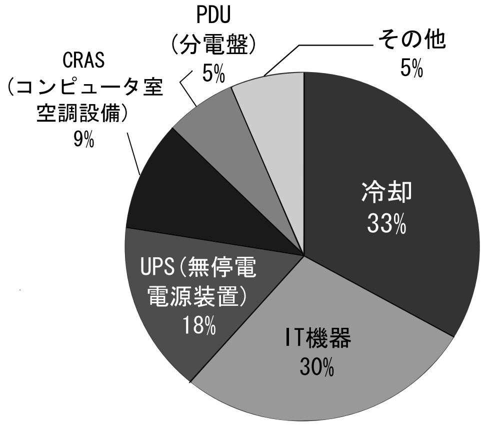

Fig.2　データセンタの消費電力の内訳（参考文献 2) より引用）

ぶラックの背面を揃えることで暖かい空気（ホットアイル）と冷たい空気（コールドアイル）を分離する．(Fig. 3) 更に，暖かい空気（ホットアイル）を囲うことで効率的に冷却できる．これより，室内全体を強力に冷却する必要がなくなり，消費電力を削減できる．

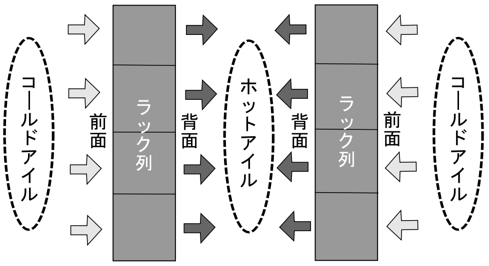

Fig.3　ホットアイルとコールドアイル（参考文献 3) より参照）

3.1.2　サーバ

サーバでは，プロセッサの消費電力を削減するため，リーク電流の削減，低電圧化，およびマルチコアの導入が行われている．また，サーバ自体をブレード・サーバにすることで，スペースとケーブル数の削減および冷却ファンや電源ユニットの複数共有が行われ，消費電力を削減できる．更に，サーバの台数を減らして，大型サーバ上にアプリケーションをまとめる，サーバ仮想化によるサーバ統合が進められている．サーバ仮想化によるサーバ統合を Fig. 4 に示す．サーバ統合により，サーバ内部の部品が共有されるため，電力効率が向上する．また，プロセッサの使用率が低いサーバを，1 台のサーバに統合することにより，プロセッサの処理能力を無駄なく使用できる．Fig. 4 では，統合前は消費電力が 500W のサーバを 3 台使っていたとする．同じ数の仮想マシンを動かすために，処理性能の高いサーバを導入することで，1 台あたりの消費電力は増加するが，総合では消費電力を削減できることがわかる．

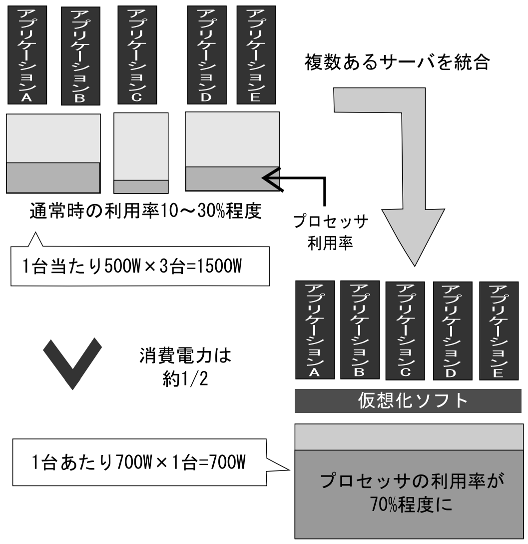

Fig.4　サーバ仮想化によるサーバ統合（参考文献 4) より引用）

3.1.3　ストレージ

ストレージとは，データを保存するための機器のことである．ハードディスクドライブではデータを記録するための磁気媒体本体（プラッタ）が常にモータによって回転しているため，定常消費電力が大きい．電源が投入されていれば，有効なデータが保存されていない場合でも，有効なデータが保存されている場合とほぼ同等の電力が消費される．このため，必要な時のみ稼働させることにより，大きく消費電力を抑えることが可能である．また，ストレージの利用率を上げることで消費電力を削減できる．ストレージの物理的統合，つまり外部記憶装置間および記憶装置とコンピュータの間を結ぶ高速型ネットワークを用いたストレージである統合型ストレージ（ネットワーク・ストレージ）を用いることで，ストレージの利用率を上げることができる．所要ディスク容量を減らすことも消費電力の削減につながる．所要ディスク容量の削減には，仮想ストレージの「仮想プロビジョニング（シン・プロビジョニング）」機能が用いられている．ストレージの容量はデータの増加率などを考慮して決定する必要がある．このため，運用初期において，使用されない無駄な領域が多く発生する．仮想プロビジョニングでは，サーバに仮想ストレージを割り当て，必要に応じて割り当て量を増やすことができる．このため，無駄な領域の割り当てを減らすことができ，全体のディスク容量が抑制できる．また，物理容量が不足した場合でも，サーバを停止することなく増設することができる．

3.2　オフィス環境におけるグリーン化

オフィスで利用しているクライアント PC の省電力化も IT 業界が今後取り組むべき重要な課題である．クライアント・パソコンにおける最も基本的な省電力対策は，アイドル（操作待ち）状態の消費電力を抑えることであ

る． 例えば，モニターや HDD が数分間アイドル状態になった場合電源を切る．また，消費電力が低下するスタンバイ状態や休止状態を設定することにより，消費電力を削減できる．このような省電力対策を企業のポリシーとして掲げることによって，グリーン化が進めることができる．

4 Green by IT(IT によるグリーン化)

IT は，物の物理的なやり取りをデジタルの情報に置き換えて実現すること，つまり「アトムの世界」から「ビットの世界」にシフトすることである．これにより，物理的なエネルギーが削減されるため，IT は環境にやさしいと考えられる．

一般的に企業などが Green IT を考える際には,「Green of IT（IT におけるグリーン化)」が議論の中心になる．しかし，アトムをビットにおきかえることによる環境への貢献度の方が，IT を用いることによる環境負荷と比べて大きい．このため,「Green by IT（IT によるグリーン化)」の議論も重要である．

以下に Green by IT における取り組みを示す．

- エネルギー利用効率の改善
  - エネルギー管理システムにより，ビルや家庭の照明や空調をきめ細かくすることで, 快適さを維持しながら，電力消費や燃料の燃焼を削減する．
  - ITS（高度交通システム）により，IT の活用により人と車両と道路の情報をネットワーク化し，道路交通を効率化する．
- 物の生産の効率化と消費の削減
  - SCM（サプライ・チェーン・マネジメント）により，精度の高い需要予測データを生産者に提供することで，効率的な生産が可能となる．また，過剰生産を防止することができる．このため，在庫を最小化できる．
  - ペーパレス化（紙の撤廃）またはレスペーパ化（紙の削減）などにより，消費量を削減できる．
- 人および物流の移動における環境負荷の削減
  - 電子会議による出張の削減やテレワーク（テレコミーティング）による在宅勤務の推進により，人の移動を削減し，交通機関による電力や燃料の消費を削減する．
  - コンテンツを書籍，CD，および DVD などの物理的パッケージではなく，ダウンロードによって販売することで，流通における環境負荷を削減できる．

5 IT 機器の製造・廃棄段階におけるグリーン化

IT に限らず，一般に環境問題を考える上で重要な概念に 3R（Reduce，Reuse，Recycle）がある．例えば，スーパーマーケットのレジ袋では，リデュースとは，エコバッグなどを使うことによってレジ袋の使用量を削減することである．また，リユースとは，レジ袋を家庭用ゴミ袋として使うなど，別の目的で再利用すること，リサイクルとは，プラスチックごみを加工して新たな資源として活用することである．

IT 機器は鉛などの有害な金属を含む場合があり，またパソコンは生産量が多く製品寿命が短いため，適切な回収およびリサイクルを行わなかった場合，環境に与える影響が大きい．そのため，IT 機器における 3R は重要である．また，IT 機器の製造段階では，省エネを行うだけでなく，3R を前提とした製品の設計が求められる．例えば，ネジの数や種類を減らす，プラスチックと金属を一体成形した部品の採用を控える，また，製造工程あるいは最終的な製品において，有害な物質が含まれないようにすることなどが必要となる．

6 Green IT の活動

近年，IT ベンダー各社による，製品の消費電力削減に向けた取り組みが急速に高まっている．以下の Table 1 に，米国で設立された 2 つの業界団体の詳細を示す．

Table1 IT 関連のグリーン IT を推進する業界団体（参考文献 [2]) より参照）

団体名	The Green Grid	Climate Savers Computing Initiative（CSCI）
設立日	2007 年 2 月	2007 年 6 月
参加企業数*	180 社超	240 社超
米国の主な参加企業	AMD，APC，Dell，HP（ヒューレット・パッカード)，IBM など	Dell，EDS，Google，HP，intel など
日本の主な参加企業	伊藤忠テクノソリューションズ（CTC）など	NEC，日立製作所，富士通など

*2008 年 5 月時点

The Green Grid は，データセンタにおける電力利用の効率化に向けた調査や研究，規約作りを主に取り組んでいる．また，CSCI は，IT 機器の二酸化炭素（CO_2）排出量削減に向け，電力利用率が高い製品の開発推進や利用ガイドラインの作成を主に取り組んでいる．

日本でも「グリーン IT 推進協議会」が 2008 年 2 月に設立された．「グリーン IT 推進協議会」とは，日本の主要 IT 関連業界団体を発起人とし，経済産業省をオブザーバとして発足した地球温暖化対策の推進団体である．現在，会員企業・団体数は 250 社であり，日本の大手 IT 関連メーカのほとんどが参加している．また，各企業においても共同開発など様々な取り組みが行われている．以下に，2 つの企業の取り組みについて述べる．

- 三洋電機と日本 IBM の共同開発：局所冷却システム
  三洋電機と日本 IBM は，サーバラックの背面ドアを冷却用熱交換器として使用する局所冷却システムを共同開発した．これは，サーバラックの背面ドアに直接熱交換器を取り付けるという IBM の特許技術と，三洋電機が開発した「enegreen 冷媒式マルチ

サーバクーラ」を組み合わせたものである．このシステムは，ラック内部の異なる温度のサーバ負荷に対応するため, 専用に開発した低圧損型熱交換器を上下 2 段に分割搭載し，冷媒流量をそれぞれ独立制御している．専用に開発した低圧損型熱交換器は，冷却性能の低い冷媒式の性能を高めるため，メッシュ状になっており，サーバからの排気がメッシュの隙間を通り抜けるときに冷却され，熱量が半減される仕組みである．また，複数の温度センサをラックの前面と背面の両方に搭載し，室温と熱交換器の温度を細かく制御運転することで，サーバクーラ背面ドアに組み込まれた熱交換器の結露を防止． これにより，室内全体を冷却する方法に比べ，同じ熱負荷を冷却するのに約 50 %が消費電力を削減できる．また，この方法を用いることで，データセンタ全体においては，25 %以上の消費電力削減が予測される．[5)]

- ホンダ：サーバ統合とサーバ仮想化

  ホンダは 2008 年 4 月，グリーン IT を推進するプロジェクトを開始した．具体的には，データセンタ内のサーバを仮想化技術の利用により統合する取り組みを行っている．約 1000 台あるデータセンタ内のサーバ機を，2010 年度末までに半分の 500 台前後に削減することを目標にしている．統合の主な対象は，オープン系のサーバである．ホンダは，人事システムや購買システムなどをオープン系サーバ上で動かしている．しかし，プロセッサの使用率が低いため，サーバを集約させることによりプロセッサ利用率の向上を図っている．また，システムごとに障害に備えたバックアップ・サーバを用意しているが，サーバを統合することで共有でき，更なる台数削減になる．オープン系サーバは，Windows, AIX, Linux など，搭載している OS は数種類あり，すべてを単一の手法ですることは難しい．そのため，Windows 系のサーバから仮想化ソフトを使い統合し，次に AIX と順に OS ごとの方法で集約していく取り組みが進んでいる．[2)]

7 今後の展望

近年，Green IT は急速に注目されてきた．また，地球温暖化の問題は今後更に世界全体で取り組んでいかなくてはならない問題である．Green IT では，まだ結果が出ていない取り組みもたくさんあるが，今後，現在の取り組みによる結果も踏まえた Green IT に関する動きが増えてくると考えられる．また，Google は波力発電などの電源を利用し，海水を用いた冷却システムを備える海に浮かぶデータセンタを考案している．このように，新しい Green IT の取り組みも考案されていくと考えられる．

参考文献

1) 国内データセンターの総消費電力量、2007 年度は 57 億 Kwh に：データセンター - Computerworld.jp, http://www.computerworld.jp/topics/datac/106849.html
2) 林 哲史，グリーン IT 完全理解！ - 熱と省電力に挑む - ，日経 BP 社，2008.6.23
3) Part3 冷却設備の最新動向 効率のよい冷却のために — データセンター完全ガイド http://www.impressrd.jp/idc/story/2009/02/03/707?page=0%2C1
4) 第 10 回 仮想化がグリーン IT に寄与する場面とは：ITpro, http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20071128/288193/
5) IBM データセンターの省電力化ソリューション - japan, http://www-06.ibm.com/jp/press/20071023001.html
6) グーグルが描く「究極のグリーン・データセンター構想」, http://www.computerworld.jp/topics/google/131689-1.html.
7) 栗原 潔，グリーン IT，ソフトバンク クリエイティブ株式会社，2008.7.4