

# ITによるエネルギー消費の動向と IT利用によるエネルギー削減

Energy Consumption Trend of IT Facilities and Energy Reduction Achieved by IT Services

青木忠一

## Abstract

21世紀になり、インターネットやブロードバンドをはじめとするITが社会全体に急速に普及し、ITを利用するために必要となるルータ、サーバ、モデム、パソコンなどの情報通信関連装置の設置や利用が進んでいる。本稿では、情報通信関連装置による国内でのエネルギー消費量の動向について紹介し、エネルギー消費量を削減するための方法や課題について述べる。また、テレワークなどのITをうまく利用することにより、国内のエネルギー消費量を削減できることを紹介する。

キーワード：IT, エネルギー消費量, 情報通信装置, 直流給電, 二酸化炭素

## 1. はじめに

21世紀を迎え急速に普及したインターネットやブロードバンドサービスをはじめとして、ITを用いたシステムやサービスが社会の様々な分野、シーンで利用され、安全・安心で豊かな社会の実現に貢献している。また、IT社会への移行に伴い、ルータ、スイッチなどのネットワークを構成する装置やパソコン、モデム、携帯電話など、情報通信関連装置の設置・利用が加速しており、これらの装置が消費するエネルギー量が増加している。国内のエネルギー源は石油、石炭、天然ガスなどの化石燃料に依存していることから、エネルギー消費量の増加は二酸化炭素排出量の増加となる。国内では2005年2月に発行した京都議定書により、二酸化炭素をはじめとする温室効果ガスを低減していくことが求められており、情報通信関連装置のエネルギー消費量を削減することが必要である。

一方、ITの利用、例えばテレワークやe-ラーニングなどは人の移動を効率化することができ、またサプライチェーンマネジメント(SCM)は物流の効率化や無駄な生産の低減などに寄与できることから、エネルギー消

費量の削減に効果がある。

本稿では、ITを利用するために必要となる情報通信関連装置による国内のエネルギー消費量の動向について述べるとともに、エネルギー消費量の削減に関する方法や課題について述べる。更に、テレワークなどに代表されるITを利用することにより、社会全体のエネルギー消費量が削減可能であることを示す。

## 2. ITによるエネルギー消費量の動向

ITの基盤となるインターネットやブロードバンド回線は、図1、2に示すように2000年度から急速に国内に普及し<sup>(1)</sup>、インターネット利用者は、2005年度で8,529万人となり2000年度の2倍、日本全国の人口に対する普及率は66.8%で過去最高を記録している。また、ブロードバンド回線の契約数は2005年度は前年度に比べて約370万件増加し、2,330万件に達しており、高速大容量な通信を利用できる環境が整い始めている。このように、ITは国内で広く利用されるようになってきている。

ITを用いたシステム、サービスを行うには、交換機、伝送・無線装置、ルータ、サーバなどのネットワークの構成に必要な情報通信装置、及び電話、ファクシミリ、モデム、パソコン、携帯電話などの企業や家庭に設置される様々な情報通信関連装置が必要であり、導入が進んでいる。ITを用いたシステム、サービスに必要な情報

青木忠一 正員 日本電信電話株式会社環境エネルギー研究所  
E-mail aoki.tadahito@lab.ntt.co.jp  
Tadahito AOKI, Member (NTT Energy and Environment Systems Laboratories, NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION, Musashino-shi, 180-8585 Japan).  
電子情報通信学会誌 Vol.90 No.3 pp.170-175 2007年3月

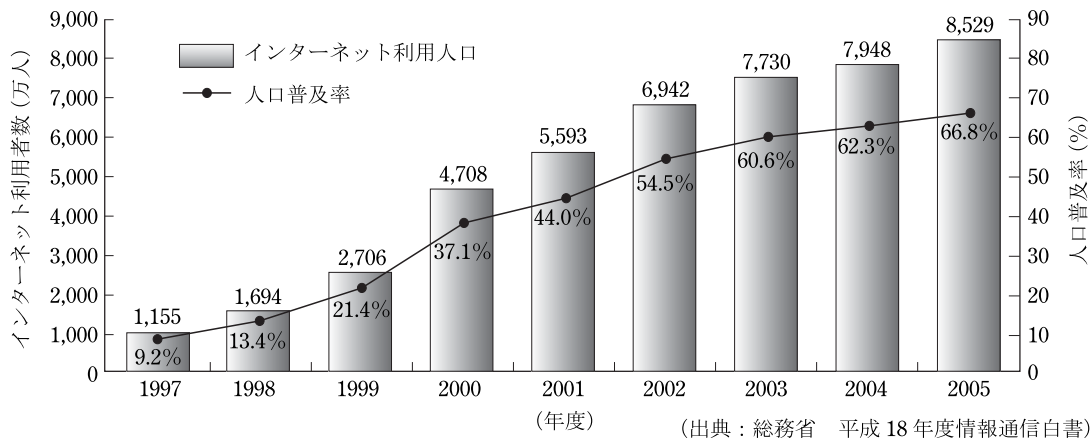


図1 インターネット利用者数と人口普及率の推移

文献(1)から引用したグラフであり、国内のインターネット利用者数と人口普及率の推移を示している。

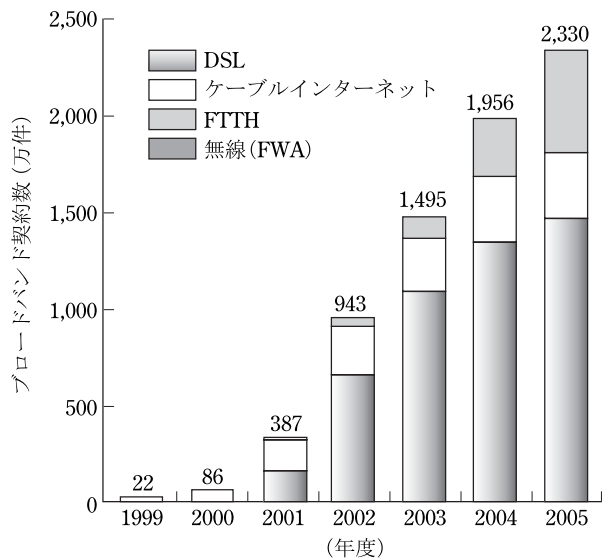


図2 ブロードバンド利用者の推移

文献(1)より引用したグラフであり、国内のブロードバンド契約数の推移を示している。

通信関連装置による国内のエネルギー消費量について算出した結果を表1に示す<sup>(2)</sup>。エネルギー消費量は2000年度に約325億kWh、2004年度に約415億kWhになっていると推定され、情報通信関連装置によるエネルギー消費量は過去4年間で90億kWh増加したことになる。これは、ブロードバンドネットワークの構築などに必要

### 用語解説

**トップランナー方式** 電気製品などの省エネ基準や自動車の燃費基準を、商品化されている機器の中で最高の効率レベルに設定すること。

**ライフサイクルアセスメント(LCA)評価** 製品を製造するために必要な材料の採掘から廃棄に至るまでのライフサイクル全体で、使用されるエネルギーなどにより環境影響を定量的に分析評価すること。

表1 情報通信関連装置による国内のエネルギー消費量

	2000年度	2004年度
情報通信関連装置のエネルギー消費量	325億kWh	415億kWh

となるルータの生産台数から推定されるルータの国内稼働数が、4年間で約3倍の1,600万台に増えていることから、ルータによるエネルギー消費量の増加が一番の要因であると考えられる。また、携帯電話の加入者数の増加とともに携帯電話の無線基地局数が増えているので、これによる影響も大きいと思われる。今後も、情報通信関連装置の導入は積極的に行われると考えられるので、エネルギー消費量も増加すると推定される。

### 3. エネルギー削減に向けた方法・課題

国内のエネルギーは主に石油、石炭、天然ガスなどの化石燃料を燃焼させることにより得ているので、エネルギー消費量は二酸化炭素排出量と密接な関係がある。国内の二酸化炭素をはじめとする温室効果ガスの排出量は、地球温暖化防止のため、2005年2月に発行した京都議定書により、2008年から2012年の平均値で1990年の排出量よりも6%削減することが求められている。

しかし、2003年度の温室効果ガス排出量は、1990年度の温室効果ガス排出量に比べて12.3%増加している。温室効果ガス排出量の90%以上を占めている二酸化炭素の部門別排出量の推移を図3に示す<sup>(3)</sup>。ITの利用に関係が深い情報通信産業を含んでいる業務その他部門では1990年度比で37.9%、家庭部門では31.5%と排出量が大幅に増加していることが分かる。ITの進展による情報通信関連装置のエネルギー消費量の増加が、二つの部門の二酸化炭素排出量増加の一要因であると考えられる。

ここでは、情報通信関連装置やこれに付随する給電シ

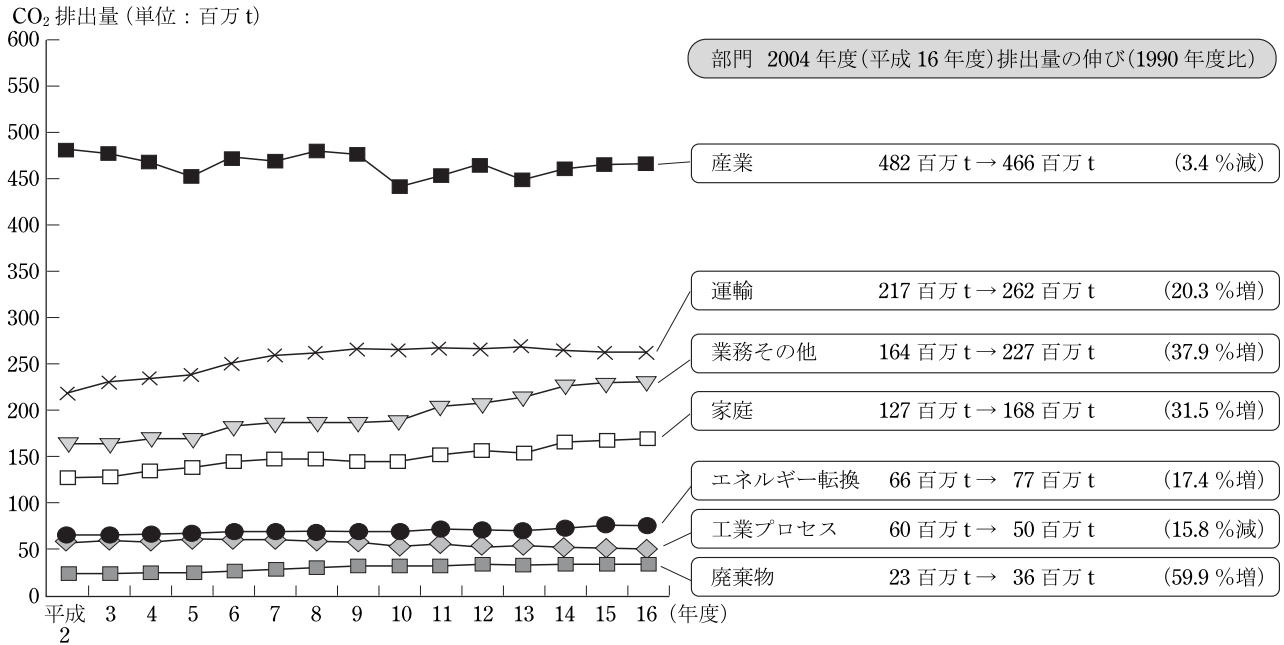


図3 国内二酸化炭素の排出量の推移 文献(3)により引用したグラフであり、国内の各部門別の二酸化炭素排出量の推移を示している。また、2003年度の排出量については、1990年度との増減率を示している。(出典：環境省 平成18年度環境白書)

システムのエネルギー消費量を削減するための方法や課題、また利用者によるエネルギー消費量削減方法について述べる。

### 3.1 情報通信関連装置のエネルギー消費量削減

情報通信関連装置のエネルギー消費量を削減するには、装置を構成するCPUやICなどの半導体部品のエネルギー消費量を削減することや回路の簡素化・最適化が有効である。CPUなどの大部分のLSIはCMOS回路により構成され、図4に示すようにトランジスタをスイッ

チとして用いて容量を充放電することにより動作し、充電状態がデジタル信号の1、放電状態が0に対応している<sup>(4)</sup>。CMOS回路において、容量Cを電圧Vの電源に接続して充電し、その後放電するときのエネルギー消費量は $CV^2$ となる。これは、一つのCMOS回路が $0 \rightarrow 1 \rightarrow 0$ と状態を2回変化させるときのエネルギー消費量であるので、CMOS回路をn個、平均して毎秒f回の状態変化があるLSIのエネルギー消費量は $1/2nfcV^2$ で示される。この式からLSIのエネルギー消費量を削減するには、動作電圧Vを低くする、半導体プロセスの微

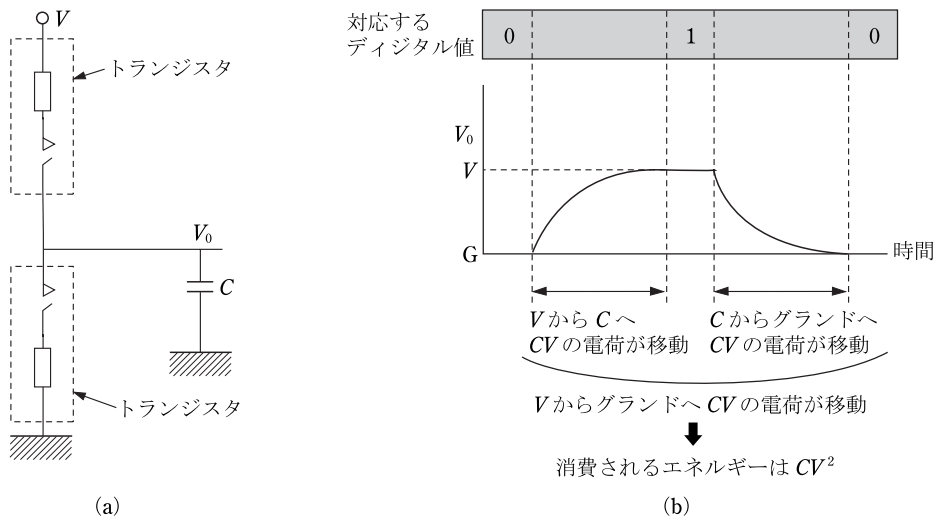


図4 CMOS回路の消費電力 CMOS回路の基本構成、及びコンデンサCの電圧変化とそれに対応するデジタル値の0, 1変化を示した図。デジタル値が $0 \rightarrow 1 \rightarrow 0$ と変化する過程でエネルギーを $CV^2$ 消費している。(出典：NTT技術ジャーナル誌 Vol.10, No.6, P.21, 図3)

細加工などにより容量  $C$  を小さくする、動作周波数を下げて状態変化  $f$  を少なくすることが有効であることが分かる。動作周波数は回路の処理能力向上のため、低くすることは難しいが、ほかの二つの方法は可能であり、実際に実施されている。特に動作電圧は二乗の効果があるので、動作電圧を例えば 2V から 1V にすることにより、理論上はエネルギー消費量を 1/4 に低減することができ、動作電圧の低い LSI の開発とそれを装置に適用することがエネルギー消費量の削減において有効である。

また、回路の簡素化や最適化は必要とするトランジスタなどの素子の個数を極力低減できること、配線による損失が低減できることから、エネルギー消費量の削減に効果がある。例えば、個別の半導体部品によりプリント基板上に回路を構成するのではなく、回路を集積化して一つの LSI としての ASIC を用いることなどで展開されている。その他の方法としては、装置のエネルギー消費量を適切に管理するパワーマネジメントを取り入れ、動作していない部品などに電力供給をストップし、装置のエネルギー消費量を低減することも有効であると考えられる。

以上の内容を推進するには、半導体部品や装置製造メーカーが率先してエネルギー消費量を削減するように取り組むことが必要であり、エネルギーの使用の合理化に関する法律の中で導入したトップランナー方式<sup>(4)(5)</sup>は有効である。今後は、その対象範囲を電子計算機や磁気ディスク装置以外の情報通信関連装置へ拡大することを期待したい。また、購入者もエネルギー消費量の少ない装置を積極的に購入するなどの活動を行う必要があると考える。

### 3.2 給電システムのエネルギー消費量削減

ブロードバンドサービスなどの情報通信サービスを停電時でも継続して行うため、ルータ、スイッチ、サーバなどの通信事業者には設置される情報通信装置は、蓄電池を含む給電システムとともに設置されており、給電システムの損失を低減することがエネルギー消費量の削減に有効である。給電システムには、図5に示すように整流装置を用いた直流給電と、無停電電源装置 (UPS) を用いた交流給電の二つの方式があり、多くのルータやサーバなどの情報通信装置は交流により給電されている。交流給電のメイン装置である UPS では、商用電源の交流電圧を整流部で直流電圧に変換、蓄電池を充電するとともにインバータ部で直流電圧を交流電圧に変換し、情報通信装置に給電する。情報通信装置内部では、整流回路と DC-DC 変換器からなる搭載電源により交流電圧が直流電圧に変換され、CPU や IC などで消費されるため、交流給電では電力変換段数が多く、損失が大きい。

一方、図5に示すように整流装置による直流給電を用いた場合は、交流電圧を直流電圧に変換することが一度しかないので変換段数が少なくなり、交流給電と比較してエネルギー効率を約 20% 改善できる<sup>(5),(6)</sup>。また、信頼性の観点で比較すると、変換段数が少ない分、直流給電は交流給電に比べて高信頼な給電システムといえる。

よって、停電時でも運用される情報通信装置への給電は、直流給電とした方がエネルギー消費量を削減できる。なお、ルータやサーバにおいては、交流しか入力できない装置があるので、これら装置の直流化に期待したい。

### 3.3 利用者によるエネルギー消費量削減

FTTH の契約者当りのエネルギー消費量について、ラ

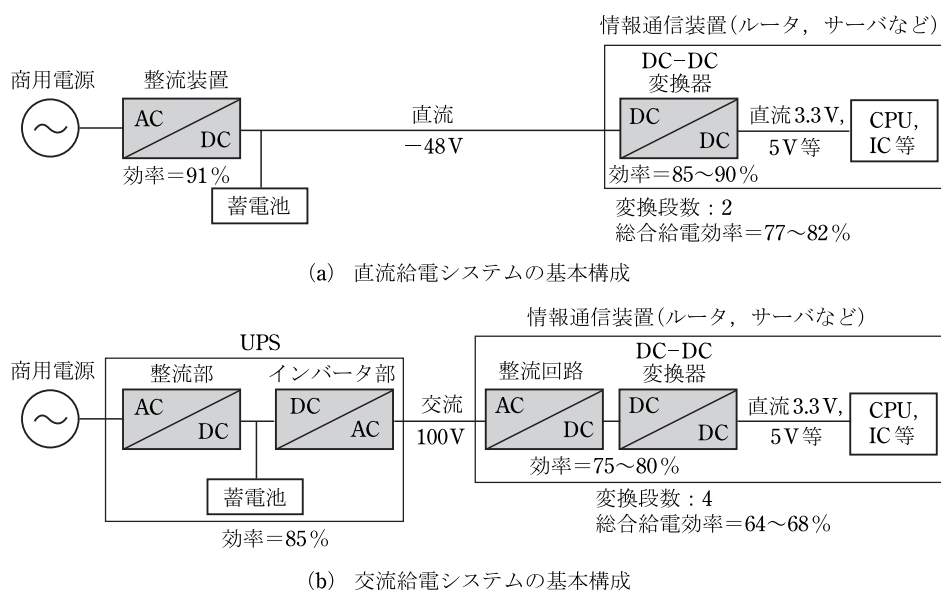
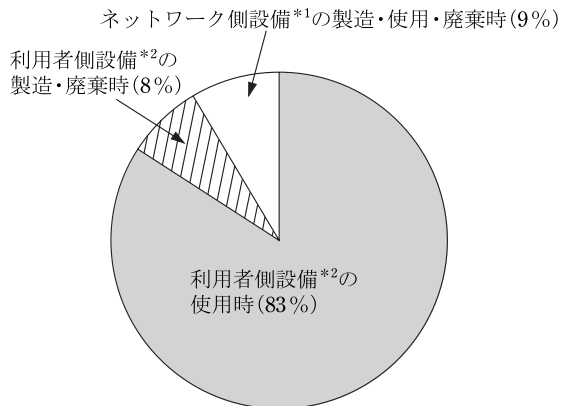


図5 直流給電と交流給電の比較 直流給電システムと交流給電システムの構成比較。直流給電システムの方が変換段数が少なく、総合効率が低い。



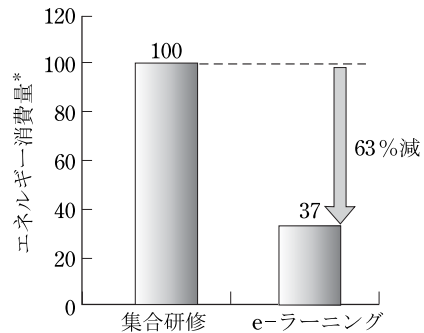
- \*1: ルータ、スイッチ、サーバなどのネットワークを構成する情報通信装置と光ファイバなどの設備
- \*2: 利用者側に設置されるパソコン、ONU。パソコンは1日12時間、ONUは24時間電源をオンとして算出

図6 FTTH 関連設備のエネルギー消費量の内訳 FTTH 関連設備を利用者側設備とネットワーク側設備に分け、1契約者当りのエネルギー消費量をLCA評価し、全エネルギー消費量に対する各設備の消費量の割合を示した図。利用者側設備のエネルギー消費量が大きい。

ライフサイクルアセスメント (LCA) 評価<sup>(用語)</sup>を実施した例を図6に示す。ルータやスイッチなどのネットワーク側の情報通信装置のエネルギー消費量よりも、利用者側に設置されるパソコンや光加入者線網装置 (ONU) のエネルギー消費量が非常に大きいことが分かる。よって、パソコンや ONU などのエネルギー消費量削減がブロードバンド進展によるエネルギー消費量の低減に効果があると考えられ、利用していないときに利用者が電源をオフすることが大切であることが分かる。装置そのもののエネルギー消費量の削減も重要であるが、利用者が使用時以外に確実に電源をオフする地道な努力もエネルギー消費量削減には有効であり、利用者が率先して実施することが必要である。

#### 4. IT の利用によるエネルギー削減

IT の進展によりエネルギー消費量は増加しているが、IT をうまく利用することにより社会の様々な分野・シーンで使用しているエネルギー消費量を削減することが可能である。例えば、テレワークを実施することにより、自宅から会社までの通勤に伴う自家用車や公共交通機関などのエネルギー消費量を少なくすることができる。また、e-ラーニングを利用することにより、出張して研修のある会場まで移動する必要がなくなるので、エネルギー消費量の削減になる。e-ラーニングを利用した場合と一箇所に集まって研修を行った場合のエネルギー消費量の例を図7に示す。この図は、ある企業が年間95クラス、受講者数3,104名に対してe-ラーニングを実施したデータに基づき、その効果を計算した結果である。人の移動に伴う交通機関によるエネルギー消費量



\*: 集合研修のエネルギー消費量を100とした場合

図7 e-ラーニングによる効果 集合研修とe-ラーニングを実施するためのエネルギー消費量の比較。集合研修を100とすると、e-ラーニングは37となる。

を削減できる効果が、パソコンなどの情報通信関連装置のエネルギー消費量に比べて大きいことから、エネルギー消費量を63%削減できたとしている。このほかにも、サプライチェーンマネジメント (SCM) による物流の効率化や無駄な生産の低減、映像や音楽などの配信サービスによるメディアの電子情報化など、社会の様々な分野でITを利用することによりエネルギー消費量の削減が可能である。

ITの利用によるエネルギー消費量削減効果を算出した結果、国内のエネルギー消費総量に対して2004年度1.4%、2010年度3.9%削減効果があると推定され<sup>(7)</sup>、エネルギー消費量削減効果はITの利用拡大につれて増加するものと予想される。2010年度の効果は東京、神奈川、千葉、埼玉の全世帯で消費される1年間のエネルギー量に匹敵する値であり、その効果は非常に大きいと考えられる。なお、詳細内容は本小特集の「2. 情報通信サービスの環境影響評価手法と評価システム」や「3. 省エネルギー化へのIT技術の応用」の中で示されている。

このようにITをうまく利用することにより、社会の様々な分野やシーンでのエネルギー消費量を削減することが可能であり、その効果は非常に大きなものであると期待されている。

#### 5. おわりに

ITの進展により様々な情報通信関連装置の導入が進み、これら装置による国内のエネルギー消費量が増加している。エネルギー消費量の増加は、地球温暖化をもたらす二酸化炭素排出量の増加の要因となっており、情報通信関連装置個々のエネルギー消費量削減が求められている。エネルギー消費量を削減するには、LSIなどの半導体部品の動作電圧を低減することなどが有効な方法であり、これらの方法を含めた今後のエネルギー消費量削減対策の実施が期待される。一方、ITの進展はエネルギー



ギー消費量を増加させるだけではなく、ITの上手な利用は人やモノの移動の効率化などによるエネルギー消費量削減に効果があるので、ITを積極的に利用することも重要である。

## 文 献

- (1) 総務省(編), 平成18年版情報通信白書, pp.17-18, 2006.
- (2) 由比藤光宏, 澤田 孝, 西 史郎, 吉田雅哉, “ICT社会におけるエネルギー消費に関する分析,” 2006 信学総大, no.B-9-1, p.308, 2006.
- (3) 環境省(編), 平成18年版環境白書, p.56, 2006.
- (4) 武谷 健, “マルチメディア端末の低消費電力化,” NTT技術ジャーナル, vol.10, no.6, pp.20-21, 1998.
- (5) T. Aoki, M. Yamasaki, T. Takeda, T. Tanaka, H. Harada, and K. Nakamura, “Guidelines for power-supply systems for data-com equipment in NTT,” INTELEC '02, Proc., pp.134-139, 2002.

- (6) 二宮裕一郎, 青木忠一, “NTTグループにおけるエネルギー・環境問題への取り組み,” 電学誌, vol.126, no.4, pp.231-234, 2006.
- (7) NTTグループCSR報告書, p.32, 2006.

(平成18年9月27日受付 平成18年10月16日最終受付)



あおき ただひと  
青木 忠一 (正員)

昭60信州大大学院工学研究科修士課程了。同年日本電信電話(株)武蔵野電気通信研究所入所。以来、整流器、UPSなどの電力変換装置や通信用給電システムの研究開発に従事。現在、同社環境エネルギー研究所第一推進プロジェクト・マネージャ。工博。平2年度本会篠原記念学術奨励賞受賞。IEEE、電気学会各会員。