

ユビキタスネットワークによる 持続型社会の実現

椎野孝雄



CONTENTS

- I ユビキタスネットワークと地球環境問題
- II グリーン by ITの事例分析
- III グリーン by ITの定量化の取り組み
- IV 今後の取り組みに向けて

要約

- 1 近年の社会において、限りある地球環境を守りつつ発展する「持続型社会」の実現が重要視されてきている。筆者はこの問題の解決にも、ユビキタスネットワークが貢献できると確信している。
- 2 野村総合研究所（NRI）は、国際的な電子商取引推進団体であるGBDe（Global Business Dialogue on Electronic Commerce）に参加し、このなかの一つのグループであるユビキタスネットワーク社会イシューグループをリードし、ユビキタスネットワークが地球温暖化防止に貢献する事例を収集・分析した。
- 3 ユビキタスネットワークの特徴として、社会の仕組みを大きく変えずに比較的導入が容易で、短期的に効果が期待できる2つの機能、および社会の仕組みの変更が必要になるため、中期的な視点で導入され効果を発揮する2つの機能を持つことが明確になった。また、社会の価値観を長期的に変革させる「新価値の創造」機能があることも明らかになった。
- 4 社会へのユビキタスネットワークの環境貢献に関して、効果を定量的に推計する試みも、WWF（世界自然保護基金）、総務省、経済産業省などで始まった。
- 5 日本の国際競争力向上のためには、省エネルギーソリューションの開発と導入を進め、低炭素型社会（経済成長を遂げながらもCO₂〈二酸化炭素〉の排出が少ない社会）のリーダーとなることが不可欠である。このために、日本の産業界、政府、生活者が強い意志を持って、投資、開発、導入、改善のサイクルを回す必要がある。こうして、持続型社会が実現されよう。

I ユビキタスネットワークと地球環境問題

これまで、野村総合研究所（NRI）は「いつでも、どこでも、誰でも、何でも」がネットワークにつながり、センサーなどからの情報を得られ、それにより快適、安全な生活ができるという「ユビキタスネットワーク社会」を提唱し、その実現に向けた施策を提言してきた。現在の社会の問題として、この地球が持続可能かということが重要視されるようになってきているが、筆者はこの問題の解決にも、ユビキタスネットワークの技術が大きく貢献できると確信している。

2008年11月に環境省から報告された2007年度の日本の温室効果ガスの排出量は、13億7100万トン-CO₂（CO₂〈二酸化炭素〉換算の排出重量）と、前年度より2.3%増加して基準年度比8.7%増となり、京都議定書の約束水準（6%減）を大幅に超えている。部門別では、家庭部門で前年度比8.4%増、産業部門でも3.6%増、業務部門で1.2%増となっている。この、排出量が増え続ける家庭部門、業務部門に向けた対策として、ユビキタスネットワークの活用を考えたい。

この状況に対応するための、情報技術（IT）、あるいはユビキタスネットワークによる地球温暖化対策については、2008年の論文（「地球温暖化問題解決への情報サービス業界の貢献」『知的資産創造』2008年2月号）で、以下の3つの方法があることを示した。

- ①IT機器自体で消費するエネルギーを、省エネルギー（以下、省エネ）技術の開発・導入によって効率化し、CO₂排出を

削減する（グリーン of IT）

- ②ITの利活用により、産業活動、物流、オフィス活動の効率化が進み、各企業・家庭の使用エネルギーの削減、ひいてはCO₂排出の削減が進む（グリーン by IT）
- ③地球温暖化の現状をITによって知らしめることにより、人々のCO₂削減に対する関心を高めることで、行動を変えさせる（グリーンモニタリング）

1 グリーン of ITの意義

米国の調査会社ガートナーによると、2007年時点での全世界のIT産業のCO₂排出量は、地球規模での総排出量の2%に達するという。この排出量には、実際に使われているパソコン、サーバー、冷却機器、有線・無線の電話、オフィス内の情報通信機器やプリンター機器が消費するエネルギーに加え、パソコンや携帯電話といった市場に出回る数量の多い機器については、設計、製造から流通に至るまでのエネルギー消費についても合算されている。

ここで問題となるのは、この2%という数字の評価である。2007年度の日本におけるCO₂排出量の内訳は、産業部門が36.5%と圧倒的であり、運輸部門19.1%、民生業務部門17.8%、民生家庭部門13.8%と続く。こうした数字と比べると、2%は、IT機器の製造から利用まで広く捉えたものの、それほど大きなものではない。したがって、この部門でのCO₂排出量を削減したとしても、グローバルな規模での低炭素化に寄与できる部分は少ないのではないかという議論がある。

その一方で、実は2%という値は航空機業

界に並ぶ数字であり、また年々圧倒的な速度で増加する社会的需要に応えるために、IT機器の消費電力量は、他の部門と比べて大きく増加する傾向にあり、産業としての取り組みを望む声もある。まずは、ユビキタスネットワーク社会を実現するために、IT機器自身の消費エネルギーを極力増やさない努力が必要である。そのためには、IT機器自身の省電力化と、これを運用するデータセンターの省電力化が必要である。さらにこの省電力化の効果について、IT機器の製造、流通、利用、廃棄までのライフサイクルを通じて評

価することも必要となる。

2 グリーン by ITの意義

IT産業自体の低炭素化は業界を挙げて取り組むべき課題であるが、ITが他の産業と比べて特異な点は、それ自体が他の産業や社会の基盤としての役割を持つことである。その基盤となる部分にユビキタスネットワークを応用することによって、社会活動全般にわたる低炭素化を促進することができる。これが、IT産業以外の、残りの98%を相手にした、グリーン by ITである。

表1 ユビキタスネットワークによる環境貢献の分類とその事例

	ユビキタスネットワークの機能	事例の分類	事例名称
導入が比較的容易で短期的に効果が期待できる機能	① 既存手段の置き換え、非物質化	㊸ eビリング、電子決済	公共料金のデータ送信サービス 利用明細・請求書の電子化 航空券・乗車券・観覧券などのチケットレス化
		㊹ 電子ペーパー、電子帳票	カラー電子ペーパーを用いた広告 電子ブック 電子棚札 電子帳票システム
		㊺ ビジネスのIT（情報技術）利活用（電子決裁、電子帳票）	自治体向け内部共通事務支援システム 電子帳票システム
		㊻ テレビ会議、テレワーク（在宅勤務）	米国の遠隔共同開発支援システム
		㊼ 遠隔医療、遠隔教育、e町内会	無線通信を利用した遠隔医療システム ネットワークを介した遠隔アップデートシステム
		㊽ 知識、情報の共有、CGM（消費者生成メディア）、セルフレジ	米国の自動車走行情報共有による渋滞緩和 スイスの携帯型セルフレジシステム
	② 制御の高度化、自動化	㊸ 電力機器の自動スリープ、自動調整	米国の高速電力線通信を利用した調理機器、冷暖房空調、照明システム統合 米国のワイヤレス温度自動調節機 人体センサー温水洗浄便座 測距センサーによるパソコンの自動スリープ化
		㊹ 燃料噴射制御	エンジンの燃料消費最適化 ハイブリッド自動車の全体制御システム
		㊺ BEMS、HEMSなど	HEMS（Home Energy Management System） 台湾の知能型環境サービスネットワーク ビル空調の遠隔操作システム ビル空調の統合管理システム ファシリティ・ネットワーキング相互接続コンソーシアム スウェーデンの地域の天気予報による建築物HVAC（冷暖房空調設備）システムの制御 ICタグ（電子荷札）を利用した冷蔵庫在庫管理 BEMS（Building Energy Management System）
		㊻ ITによる再生可能エネルギー利用、サポートなど	ドイツの風力推進システム

中期的な効果が期待できる機能	③ 見える化、業務連携	㊸ 配送計画、物流最適化	次世代路面電車（LRT） 物流情報プラットフォームサービス 配送時間と距離の最適化プログラム 集配方法を記述するプログラム言語 オンデマンド対応の電気バス 情報通信による最短経路探索カーナビゲーションシステム 送配電網（電力の送配電ネットワーク）の監視・分析システム 運転状況の収集・分析システム
		㊹ 生産計画シミュレーション	生産計画のスケジューリングシステム 米国の農業情報管理システム
		㊺ 最適資源利用（リサイクル、レアメタル〈希少金属〉管理など）	リサイクル情報の共有
		㊻ サプライチェーン最適化	電気・電子製品の含有化学物質の調査依頼・回答の支援システム リアルタイム・サプライチェーン・マネジメント・システム GPS（全地球測位システム）を利用した廃棄物管理システム
	④ 集約化、共同利用化	㊼ ITによる高度共同物流	コンビニエンスストアにおける共同配送システム 業界プラットフォームによる共同物流
		㊽ ITによる共同利用	自動車の共同利用（カーシェアリング） パリの自転車共同利用 ブロードバンドを利用したテレビ中継
		㊾ 機器機能の集約化、小型化	ポータブル機器への太陽電池搭載 OA機器の複合化、小型化 小型のA2対応インクジェットプリンター 太陽電池を利用した充電器
		㊿ データセンターの共同化	データセンターの省電力化プロジェクト 電力効率の良いコンテナ型データセンター データセンターの熱分布の可視化 環境に配慮したデータセンター データセンターの集約化
		㊽ 次世代ITシステム	クラウドコンピューティング シンククライアント ストレージ（外部記憶装置）の仮想化とデデュープ技術
	⑤ 新価値の創造		システム・ソフトウェア・サービス製品の環境影響評価手法（SI-LCA） サプライチェーンの炭素排出量管理・分析ツール 個人のCO ₂ 排出量取引 CO ₂ 排出量の計算ツール コンビニエンスストアでのCO ₂ 排出量購入 ITサービスへの移行による環境負荷低減 環境問題専門のブロードバンドチャンネル インターネットを利用した自然調査キャンペーン 木材輸送に関する指標 ブログを通じた環境保護活動 エコロジカルフットプリントを計算できるオンラインゲーム サービス型ビジネスへの移行 ビジネスオペレーションの標準化 ユーザー提案型の環境保全活動 資源・エネルギーのロスを考慮した会計手法 WMO（世界気象機関）の世界気象監視計画 「地球シミュレータ」次期システム グリーン電力証書システム 地球環境を地図・航空写真上で視覚化 広告収入の一部を環境への寄付に充てる検索エンジン 米国の自己省エネ診断サービス 環境負荷を測るための物差し

ユビキタスネットワークが持つ、データを処理し、蓄積し、共有する機能は、これまで人力に頼っていた無駄の多いプロセスに、新しい手段を提供することができる。また、ネットワークを介した通信により、地理的に広い範囲で、これまでよりはるかに多数の主体に対し、双方向のコミュニケーションを提供できるようになった。それまで物理的な媒体である紙や磁気媒体、光ディスクに記録して運ばざるをえなかった大容量情報が、ネットワークを介して簡単に伝送できるようになった。

さらに、仮想コミュニティや仮想空間という全く新しい情報体験の方法も出現し始めている。ビジネスの場においても、電子商取引による物流の効率化により、画期的なイノベーション（技術革新）が起きている。

このように、CO₂排出量全体の2%の割合を占めるにすぎないIT産業であるが、他のセクターに対して基盤的な機能を果たしていることから、ユビキタスネットワークを活用することにより、社会全体の排出量を低減できる効果がある。

II グリーン by ITの事例分析

1 ユビキタスネットワークの持つ環境貢献機能の分析

ユビキタスネットワークの可能性は多様であり、そのソリューションは、さまざまな方法で地球温暖化防止に貢献できる。野村総合研究所（NRI）は、国際的な電子商取引推進団体であるGBDe（Global Business Dialogue on Electronic Commerce）に参加し、このなかの一つのイシューグループ（分科会）で

あるユビキタスネットワーク社会イシューグループにおいて情報交換や調査を行い、グリーン by ITに関するケースを60近く収集・分析した。その結果、これらのケースはユビキタスネットワークの機能とそのタイムスパンから、10ページの表1に示すように5つに分類された。

収集したケースは幅広く地域也多岐にわたるが、「既存手段の置き換え、非物質化」「制御の高度化、自動化」など、社会の仕組みを大きく変えずにすむため導入が比較的容易で、短期的に効果が期待できる2つの機能がある。また、社会の仕組みの変更が必要になることから、中期的な視点で導入され効果を発揮する「見える化、業務連携」「集約化、共同利用化」といった2つの機能があることも明確になった。

また、社会の人々のマインドセット（心構え）に変革をもたらし、社会の価値観を長期的に変革させる「新価値の創造」機能があることも明らかになった。収集したケースはこれら5つの機能のいずれかに分類したが、必ずしも1つには限定されない。複数の機能を併せ持って、総体的に低炭素化が行われているケースがむしろ多いが、そのなかで最も強い特徴であると思われる機能に分類したケースを紹介する。

2 短期的に効果が期待できる機能

(1) 既存手段の置き換え、非物質化

基本的であるが、効果が最も直接的に実感しやすい機能が、ユビキタスネットワークによる既存手段の置き換えである。すなわち、実体を持つ「モノ」に依存していた活動を、電子化やネットワーク化によって置き換える

ことであり、海外では「非物質化 (dematerialization)」という言葉で表現されることもある。単なる手段の置き換えだけではなく、電子化によって、利便性、即時性がより高まるケースも多い。また、ネットワークの機能を用いて、人が移動することなく業務を効果的に行うことも含まれる。

①eビリング、電子決済、電子マネーの例

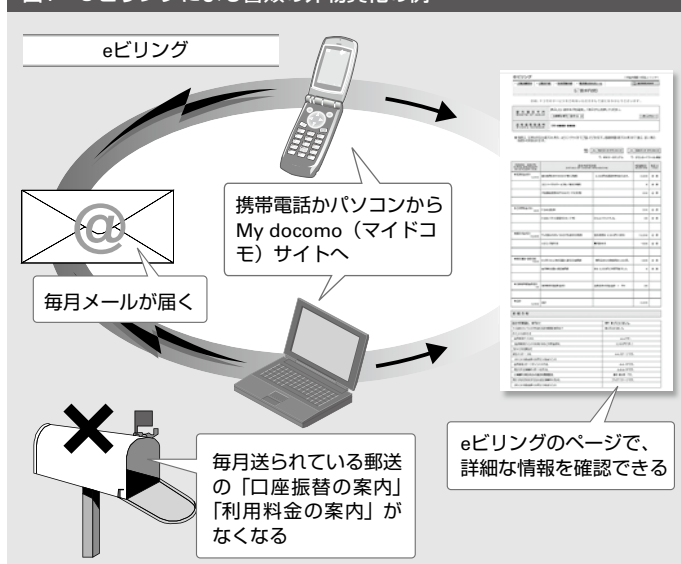
通信事業者や金融機関を中心に、紙での取引履歴などの報告を電子的な手段に置き換える事例が数多く見られた。図1に示すeビリングによる非物質化の例では、郵送による物流の環境負荷を削減し、モノの移動に関する効率化を図ると同時に、紙資源の節約も実現している。

たとえばNECビッグロープは、郵送していたダイレクトメールをインターネットメールに置き換えたことで、CO₂排出量を98.5%削減できたと報告している。また、電子決済や小額取引での電子マネーの利用も、モノの動きを抑制する効果があり、非物質化の成功例としてよい。これらに共通した特徴としては、利用者に対する利便性を訴えるだけでなく、場合によっては手数料の割引、ポイント還元など直接的な利益を提供するケースが多いことである。

②電子決裁、電子帳票、テレビ会議、テレワークの例

産業分野を問わず、共通したオフィス業務のなかで日常的に行われる決裁や帳票処理、会議や書類作成などの作業に関しても、電子化、非物質化は作業の効率化と資源節約を実現する。

図1 eビリングによる書類の非物質化の例



テレビ会議は人の移動を低減し、エネルギー消費を直接的に削減させる効果を持つ。これまで、必ずしも利用が進んでいない背景には、場の雰囲気、人の表情や言葉のニュアンスが伝わりにくいなどの課題があるからとされていた。近年、通信事業者やIT企業は、高解像度、大画面のテレビ会議システムを提供し、テレビ会議を違和感なく開催できるようにしている。ここでも、省資源、低炭素化の動きと、利便性の向上や本質的な価値観の変化がセットになって機能している。

テレワーク（在宅勤務）については、ブロードバンドを利用することで自宅の端末で業務が可能になり、日本でも一層の推進が期待されている。自動車通勤の多い米国では、約390万人が在宅勤務をすることによって、約1000～1400万トンのCO₂排出削減が図られていると報告されている。

(2) 制御の高度化、自動化

ユビキタスネットワークの持つ機能として

は、データに基づき知的な判断をリアルタイムで行える点もある。人間が判断する制御や管理に比べて、圧倒的にミスが少なくきめ細かな制御が可能である。24時間体制で大量の制御が正確にできる機能は、社会全体の省資源化に大きく貢献する。

①センサー機能による消費電力の自動調整の例

電力エネルギーを利用することの利点は、エネルギー制御が比較的簡単な点にある。そこで、ユビキタスネットワークでつながれたセンサーと組み合わせることにより、温度制御など、連続した量の制御が自動的にできる。実際は利用していないのに電源が入りっぱなしというよくある無駄は、解決可能である。

たとえば公衆トイレなどで、赤外線による人感センサーを利用し照明を点灯・消灯する仕組みなどは徐々に普及してきている。いくつかの外出産業では、厨房にネットワークを配して電力の利用状況をモニターし、調理機器と冷暖房の空調や照明システムを統合管理することで電力消費を抑制する試みをしている。調理設備を必要な分だけ動かすことで、10%程度の省電力化が見込めるという。また、センサー側の高度化も次々と事例が出てきており、シャープが開発している人間とパソコンとの距離を数値化できる測距センサー技術なども、デスクトップパソコンなどの省エネモードを確実に作動させる仕組みとして注目される。

この機能に関しても、単純で単独の要素の制御から、次第にネットワークでつながれたさまざまな機器が連携した、システム全体の制御が指向されている。情報家電や「スマー

トホーム」「デジタルホーム」と呼ばれる次世代住環境に対する一連の取り組みによる、一層の効率化が図られている。

②BEMS、HEMSの例

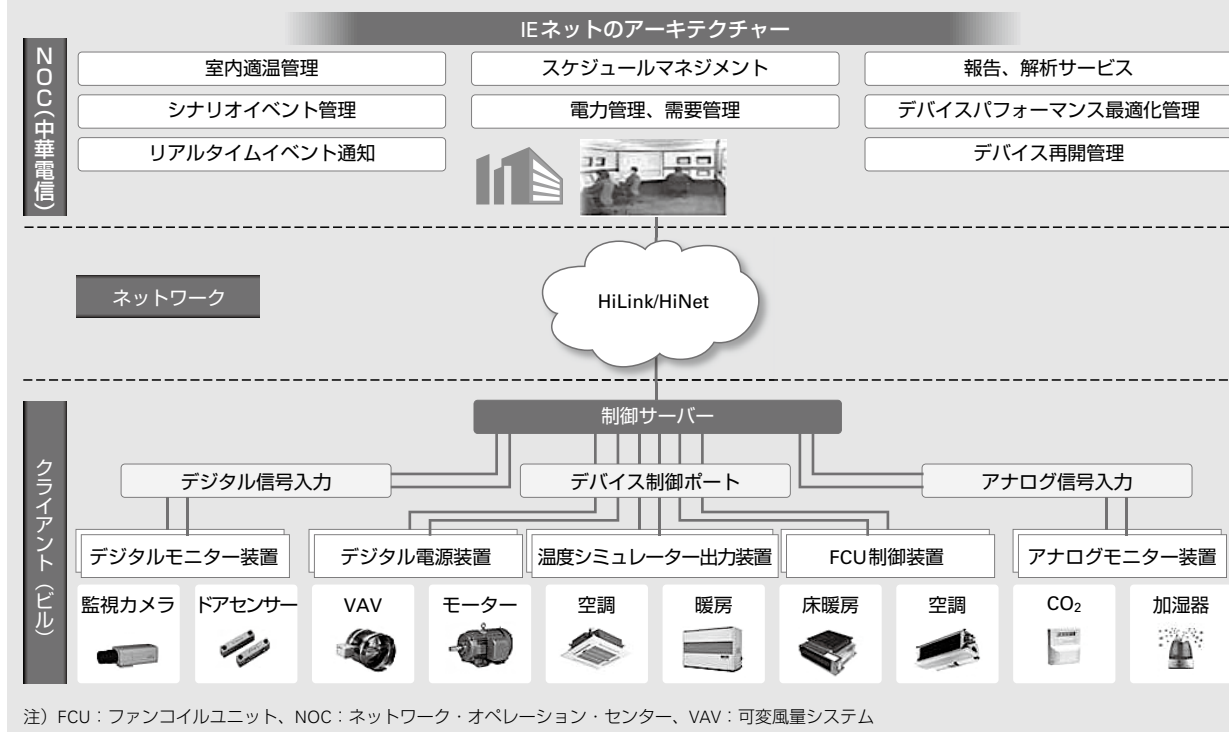
全世界的には、今後、新興国、途上国で空調設備の導入がますます進むため、空調のためのエネルギーの削減が重要となっている。

建物におけるエネルギー消費を全体として制御する仕組みを、ビルではBEMS (Building Energy Management System: ビルエネルギー管理システム)、住宅ではHEMS (Home Energy Management System: 住宅エネルギー管理システム) と呼ぶ。いずれもユビキタスネットワークを利用して、センサー、情報処理機器、制御機器、空調機器などをつなぎ、よりきめ細かなコントロールを行うことで、エネルギー消費量を抑える仕組みである。

図2に示すように、台湾最大の通信会社である中華電信は、新しいサービスとして、ビルの環境管理サービス「IEネット (Intelligent Environment service Network)」を提供しており、BEMSはその総合的なサービス体系のうちの一つとして位置づけられている。さまざまなセンサーにより温度や光量、CO₂濃度、人間の動きなどの物理量をモニターし、空調や照明などの設備を総合的にコントロールする。中華電信のネットワーク・オペレーション・センターでは、そうしたセンサーからの情報が統合的に処理され、制御サーバーと呼ばれるビル側の機器が、設置された空調機器などの制御をしている。

HEMSは、家庭内に設置されたセンサーや制御機器により、居住者が意識しなくても自

図2 通信会社によるビル環境管理サービスの例



動的に省エネを制御しようとするものである。日本のNEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）の実験では、11%の消費エネルギー削減が確認されている。

3 中期的な効果が期待できる機能

(1) 見える化、業務連携

各主体の動きや状況が見える化し、互いに連携することで、動きを少なくし、リスクを最小化し、エネルギー利用を減らすことができる。

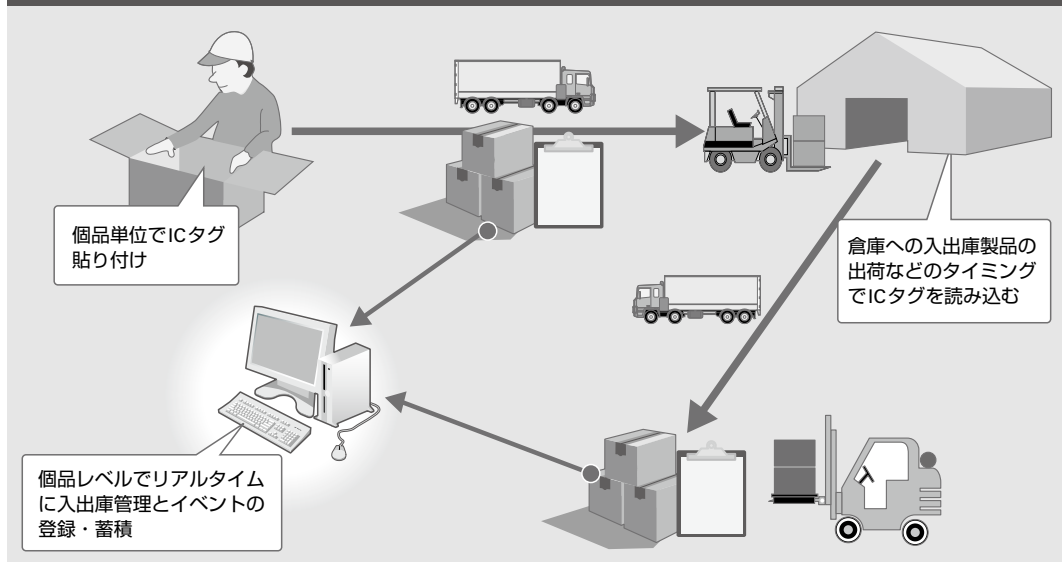
① 物流最適化の例

集約された情報をもとに、ユビキタスネットワークの機能によって配送経路の最適化に代表される配送計画を実現することは、以前から行われており、それに従った配送拠点の

設置計画や共同化なども進んでいる。この最適化は、社内から川上・川下の取引先へと連携先の範囲を広げることによって複雑さがより増すが、成功すると大きな資源の節約をもたらすことができる。

狭い範囲の単純な最適化を、さらに一歩進める試みが随所に現れ始めている。三井物産と日本ユニシスの開発した物流情報プラットフォーム・サービスである「UNITRA（ユニトラ）」は、見える化とコラボレーション（協働）の機能を物流に応用した例である。ここでは、次ページの図3に示すように、物流現場において「モノ」に振られた固体識別番号を、ICタグ（電子荷札）やバーコードなどの自動認識技術を利用して識別し、ネットワークを介してモノの移動情報を収集・蓄積するサービスを提供している。

図3 ICタグ（電子荷札）による倉庫内の物流管理の効率化の例



②リサイクル、レアメタル管理の例

資源の有効利用、特にリサイクル可能な素材や希少資源、あるいはそのまま排出すると環境に大きな影響を与える物質などを回収・再利用するといった動きから見ると、IT機器は多くの希少資源を利用している。リサイクルにより新たな循環が生まれる対象分野として期待されているものの一つである。

資源の最適利用を図る試みは、化学物質、レアメタル（希少金属）、大量消費材料（空缶、古紙、PET〈ペット〉）など盛んに行われているが、ITに関連する産業は、その当事者としても重要な役割を負っていると同時に、そうした資源管理自体を効率的に行うためのインフラを提供する役割も持っている。リサイクルの流れにおいてRFID（無線ICタグ）やデータベースによる管理など、手段としてユビキタスネットワークを利用することで、リサイクルのコストやその過程でのエネルギー消費、温室効果ガスの排出量を低減できる。

(2) 集約化と共同利用化

ユビキタスネットワークが設備や資源を集約化して、それらを異なる主体間で共同利用する事例がある。ネットワークを通じて情報が共有されることによってはじめて、効果の高い集約化と共同利用化が行える。

①パリの自転車共同利用システムの例

非常に成功している例が、パリ市内で2007年7月から正式運用されている自転車共同利用システム「Velib（ペリブ）」である（図4）。利用者は貸し出し登録することでICカードが発給され、市内随所に設置されている無人の駐輪場（ステーション）から、画面の指示に従って自転車を1台借り出して利用する。返却もまた、目的地近くの駐輪場の空いているラックに自転車をセットすることで完了する。料金はあらかじめ登録しておいたクレジットカードで支払われるが、一定時間以内であれば無料で利用できる。また、あいにく駐輪場が塞がっていて返却が不能なときには、

ネットワーク化された案内機能により、空きがある最寄りの駐輪場を探し出すこともできる。

パリ市が運営するこのシステムは、ユビキタスネットワークの機能を適用することで、利便性を損なうことなく資源の利用効率を高めている。また、市内の移動手段として自動車でなく自転車を利用する機運を高め、エネルギー消費量やCO₂排出量を直接的に抑える効果もある。

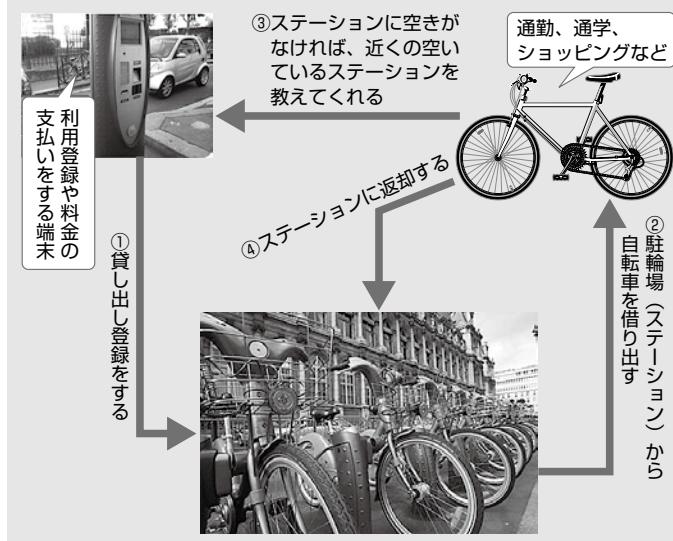
この事例により、資財を個別に所有して利用するというこれまでの社会常識が変わり、共同で利用できる資財の範囲がユビキタスネットワークによって広がる可能性が示された。しかもこの事例が注目されるのは、複数の側面から意味の認められる事例だからである。特に評価されているのが、社会の意識変革もあり長期的な効果が期待されることである。市民がこのシステムを利用しようとするきっかけは、環境に対する配慮もあるが、単純に便利だからという理由も無視できない。しかもこうしたシステムの利用が一般化することで、生活のほかの部分における低炭素型社会のライフスタイルへの理解と、参加意識がさらに醸成される。筆者が注目するのは、こうした意識変革の効果が期待できるためである。

省資源化、低炭素化を決して後ろ向きの動きとして捉えるのではなく、むしろ新たな変革のためのきっかけと位置づけるエコ・イノベーションの格好の事例である。

②コンビニエンスストアの共同配送の例

日本におけるコンビニエンスストアの先駆者のセブン-イレブン・ジャパン（以下、セ

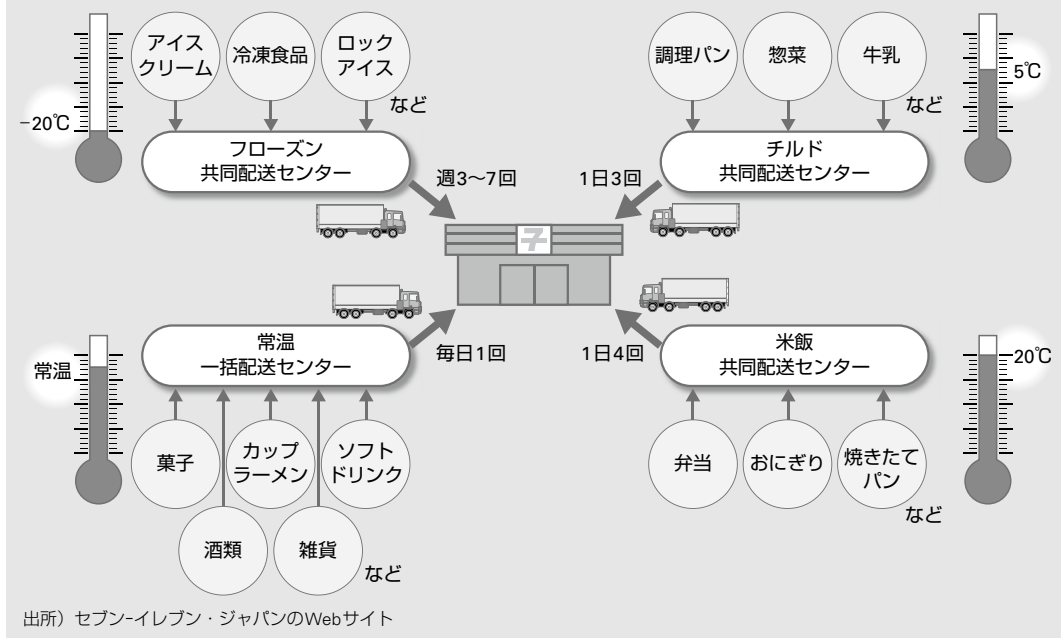
図4 パリのICカードによる自転車共同利用システムの例



ブン-イレブン）は、次ページの図5に示すような共同配送の仕組みを取り入れ、店舗への商品配送の大きな効率化と省エネ化を実現している。1974年には1店舗当たり1日70回、配送車が商品を届けていた回数が、2006年には8.8回と約8分の1に集約することに成功した。これは、取引先のさまざまな商品をいったんセブン-イレブンの温度帯別の共同配送センターに集荷し、店舗別に商品を仕分けたくえてエリア内の各店舗へ配送する物流としたからである。この仕組みは、各店舗からの発注情報を迅速に処理して取引先に伝送するとともに、共同配送センターにも伝送し、最適な仕分けと配送の指示を作成するという、ITシステム抜きには実現しなかった。

この仕組みを実現するに際しては、それまで、同じトラックに異なる取引先の商品を混載するという前例がなかったため取引先からは反対もあったが、セブン-イレブンの説得と効果的で精度の高い物流の仕組みを実証してみせたことで、共同配送に移行する取引先

図5 コンビニエンスストアの共同配送による効率化の例



が次第に増えていった。このように、異なる企業が共同の仕組みに参加するためには、前例を崩す必要があり、そのための改革を実行する経営判断が必要になる。

③ デジタル機器の集約化の例

一般に、アナログの機器がデジタル化することで起こる最もわかりやすい外見上の変化は、小さくなるということである。ほとんどの場合、小型化は消費電力や費やされる資源の削減に結びついている。それは、デジタルカメラ、ビデオカメラ、録音機、音楽プレーヤー、各種センサー類などの民生分野から、産業用の各種機器や制御機器、医療機器まで、社会のほぼすべての場面で容易に見出すことができる。

ITが持つ集約化の対象は実体を持つものだけではなく、関連する機能も対象とし、それらを集約して無駄のない利用形態を提供す

ることもある。たとえば、携帯電話機はもはや通話のためだけのものではなく、デジタルカメラとしての高い機能を持ち、簡単なネットアクセス端末としても利用できる。さらには音楽プレーヤー、テレビ受信機、GPS（全地球測位システム）によるナビゲーションなど、1台の携帯電話機に集約される機能の数は年々増加する一方である。これらの機能が別々の機器上にあったとすると、電源やハードウェアの重複があり、より多くの資源とエネルギーが消費されたはずである。

オフィスに必ず備えつけられているコピー機、ファクシミリ、プリンターも、機能の集約化が進んでいる。これらの機器の給排紙や印刷の機構は本質的に共通であり、そうした機能を1つのプラットフォーム上に集約して複合機とすることで、今までオフィスで別々に導入され、それぞれエネルギーを消費していた機器のエネルギーや資源を節約すること

ができる。

これらはITの基本的な要素であるデジタル化によって実現した機能であり、日常生活のなかで多くの類似事例を見出すことができる。

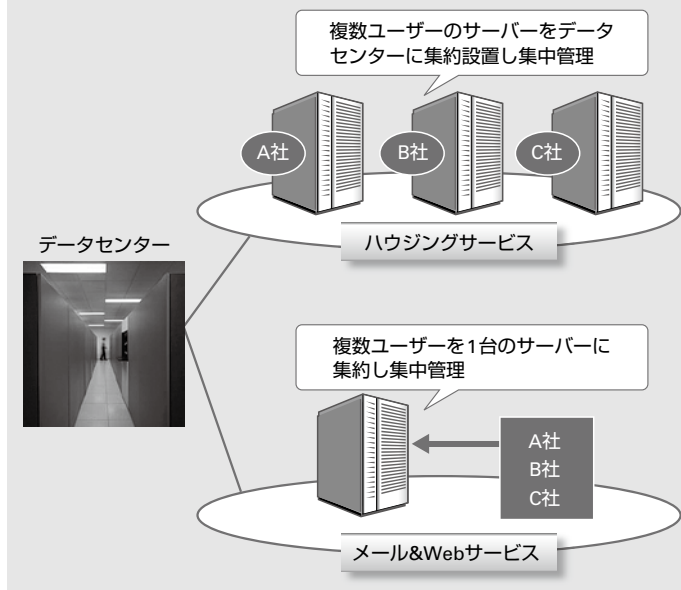
④データセンターの共同利用の例

ユビキタスネットワークを支える産業である情報サービス産業や、他の大規模な産業の事業者では、情報サービスに用いられるサーバーなどのIT機器を集約して、図6のようにデータセンターと呼ばれる独立した施設に設置することが多い。データセンターは独立した建物として管理されることもあれば、オフィスビルの一部で運用されることもある。いずれの場合もユビキタスネットワークの運用を支えるとともに、今後も増加する需要に対応するため、省エネ化が必要である。

データセンターの機能を効率的に利用するための仕組みもまた、一面ではユビキタスネットワークを利用しようとしている。企業が個別に、あるいは部門や事業ごとに専用のデータセンターを構築、運用していると、どうしても余裕を見込んだ容量の設計をすることになり、ピーク時以外では余剰資源を許容しなければならない。また、空調設備や電力供給でも、必ずしもサーバーの運用に最適化されているわけではなく、その面での非効率も許容することになる。

データセンターの環境負荷を低減させる試みは、サーバーを統合化して、より電力効率の高いCPU（中央演算処理装置）、電源システム、周辺機器を用い、仮想化などの手段を用いて負荷変動に対して柔軟に資源を割り当てられるようにすることである。しかし、共

図6 データセンターの共同利用の例



同利用による効率化の効果はさらに大きい。たとえば、他の工夫を一切せずに、ある企業が部門ごとのサーバールームで運営していた複数のサーバーを1カ所に移設して運用するようにしただけでも、利用効率を大幅に高めることができるなど、付随設備機能の共同利用がもたらす効果はそれほど大きい。

ここから一歩進むとサーバーの共同利用になり、これにより、エネルギー効率をさらに改善させることができる（図6の右下）。これにはソフトウェアアーキテクチャー上の変更が必要となる可能性があるが、各業務に応じたセキュリティや信頼性、メンテナンス設計など、異なる要求に応えつつ共同利用を可能にする仕組みとしての各種の仮想化や、サーバーの負荷に応じて論理サーバーやアプリケーションソフトウェアを動的に割り当てるプロビジョニング、サービス指向型アーキテクチャー（SOA）を取り入れることで、負荷変動を吸収できることになる。

4 長期的な変革に寄与する機能

ここまで述べてきたように、ユビキタスネットワークが、低炭素型社会（経済成長を遂げながらもCO₂の排出が少ない社会）の実現に貢献するに当たっては、短期的・中期的な効果を期待できるさまざまな手段が数多く提案され、かつ実践されていた。これらの短・中期的機能は、今ある社会の仕組みと価値観のなかで評価されるものである。しかし、さらに大きく普遍的な効果を上げるためには、社会を構成する企業、家庭、個人など、さまざまな主体の低炭素化に対する価値観の変革が必要であり、そのための貢献を始めているユビキタスネットワークの事例もあった。これを「長期的な変革に寄与する機能」とする（10ページの表1）。

低炭素化に対する社会の価値観の変革には、まず「低炭素化に対する新価値の創造、価値の見える化とその流通」が重要であり、その裏づけとしての「低炭素化という価値観の評価方法、評価結果に対する合意」も必要である。ユビキタスネットワークは、これを実現するためにも利用されている。

（1）低炭素化に対する新価値の創造、見える化とその流通

低炭素化に対する新価値の創造と流通の先駆的な取り組みとなっているのが、排出量取引市場、CDM（クリーン開発メカニズム）、環境通貨、環境ポイントなどの事例である。また、世界のあらゆる場所で起きている環境問題に関するさまざまな成功体験や失敗体験が見える化し、「いつでもどこでも誰にでも」流通させる機能がユビキタスネットワークに期待されている。教育コンテンツや評価

のためのデータベース、NGO（非政府組織）を含むさまざまな意見の交換の場である「Climate Savers Computing Initiative（クライメート・セイバーズ・コンピューティング・イニシアティブ）」のような行動に指標を与えるサービスなどの例も、新価値の流通に役立っている。

排出量取引や環境税といった厳密な数値化を国家レベル、企業レベルで行う試みのほかにも、GBDeのケースとして挙げられたなかには、エコポイントや環境通貨など、生活レベルでの価値が見える化にする動きが始まっている。また、レジ袋を使わない、資源回収などへの協力といった身の回りの行為が見える化し、価値を認識してもらう試みも始まっている。

（2）低炭素化という価値観の評価方法、評価結果に対する合意

また、いくつかのケースにおいては、「本当にそれで環境に対して良い影響を与えるのだろうか」と感想を持つ場合もあるかもしれない。環境問題は複雑であるために、正当性を客観的に証明するのは必ずしも容易でないということもある。

現状を変えようとする、多くの場合、ある側面で考えればエネルギー消費量は低下するが、別の側面では逆に消費量が増加することも想定される。このように、相反する状況のなかでは、仮定や条件を設けて有効性を明らかにする必要がある。

この点からも、多くの人が納得できる価値観の評価方法が必要である。日立製作所が提供している評価方法である「SI-LCA（シルカ）」は、そのような意味で、ユビキタスネ

ットワークを利用したソリューションによる、低炭素化の価値を客観的に評価する方法として有効である。

また、超高速コンピュータを利用した地球環境シミュレーションなどの大規模な実験による効果の検証と表示も、評価結果の合意化に役割を果たしている。

Ⅲ グリーン by ITの定量化の取り組み

このようなグリーン by ITの事例について全体の効果を定量化し、規模を把握する試みもなされている。

1 WWFによるグリーン by ITの報告

世界的な規模としては、WWF（世界自然保護基金）が「Becoming a winner in a low-

carbon economy—IT solutions that help business and the planet」というレポートを出している。前述したように、ITの消費するエネルギーは全体のエネルギー消費の2%だが、このIT以外の部分の98%のエネルギー消費に対して、WWFのレポートは、グリーン by ITがどれだけ貢献できるかを試算している。ただし、一つのキラーアプリケーション（CO₂排出削減を決定づける方策）があるわけではなく、同レポートは、ITのいろいろなアプリケーションの組み合わせがCO₂排出削減に貢献できるとしている。

具体的には、2030年までにEU（欧州連合）域内でのビルの省エネコントロールで最低1億2100万トン-CO₂、自動車の省エネとITS（高度交通情報システム）で5億8100万トン-CO₂、電子商取引と非物質化で1億9800万トン-CO₂などが計算されている。

仮にEU域内で10億トンのCO₂削減を目標

表2 2020年までにITを使ってCO₂を10億トン削減する方法

手法	具体的行動	CO ₂ の1億トン削減に向けてのそれぞれの目標
1 都市計画のIT化	都市計画でのIT利用シミュレーションと分析でエネルギー効率を最適化	ビルとインフラからのCO ₂ 排出を2.3%減
2 ビルの省エネ化	センサーと制御システムによりビルのエネルギー効率アップ	今後10年で作られるビルのエネルギー効率を4.5%改善
3 省エネ家電	家電製品に内蔵するLSI（大規模集積回路）による制御で省エネ効率向上	既存建築内の家電製品のエネルギー効率を1%改善
4 サービスの非物質化	モノを運ばずにITでサービスを提供する	既存の紙の利用を13%削減
5 ITによる運用最適化	ITによる知識集約と制御で生産効率アップ	産業でのCO ₂ 排出を1%削減
6 ITによるプロセス最適化	生産プロセスの設計にITを使い、シミュレーション分析をし、エネルギー効率を最適化	産業でのCO ₂ 排出を1%削減
7 給配電最適化	スマートメーターと通信回線により、電力の給配電を最適化	10年以内にビルの電力消費を1.25%削減
8 再生可能エネルギーの組み入れ	再生可能エネルギーを受け入れ、提供しやすい電力システムを構築	世界で75GW（ギガワット）の再生可能エネルギー受け入れ能力を向上
9 テレワーク	ネットワークを利用して、通勤・出張を減少	自動車通勤者の5%、航空機利用出張の15%を置き換える
10 ITS（高度交通情報システム）	センサーと制御ネットワークによる輸送機関の省エネ化	少人数での自動車利用の6%を公共交通に置き換える

出所) WWF “Becoming a winner in a low-carbon economy—IT solutions that help business and the planet”

とした場合、前ページの表2に挙げる10の方策を実行することで、2020年までには目標が達成できるだろうとして、それぞれの手法ごとにCO₂を1億トン削減するための目標が示されている。このなかには、省エネ家電のようにIT機器の省エネ化も含まれているが、他は、ITを利用してビルなどのエネルギー利用を効率化する、既存手段の代替をする、非物質化、テレワークなどを進めるとしている。

計画どおり合計で10億トンのCO₂削減ができれば、EU域内のCO₂の25%以上の削減ができることになる。

2 総務省による試算

総務省は、「地球温暖化問題への対応に向けたICT政策に関する研究会」を開催し、日本におけるグリーンITの効果について中期的な予測をしている。

2008年4月に公表された報告書によると、12年における通信・放送分野の消費電力は730億kWhとなり、3000万トンのCO₂排出になる。一方、ITを利用した電子商取引、非物質化、人の移動の削減などにより、社会全体のCO₂は、同じく2012年では、6800万トン削減されると述べられている。このように、ITによる社会のCO₂削減効果は、IT自身に

図7 グリーン of IT：IT機器自体の省エネ効果推計

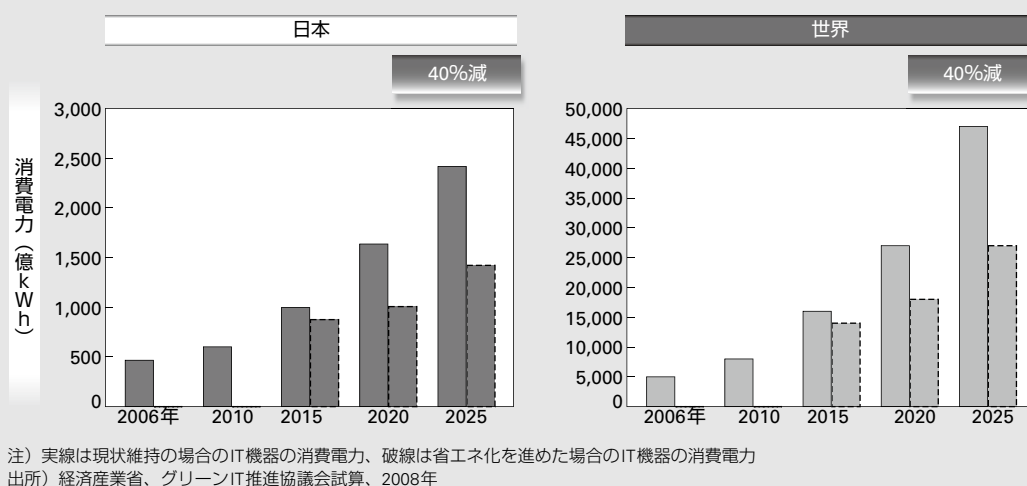
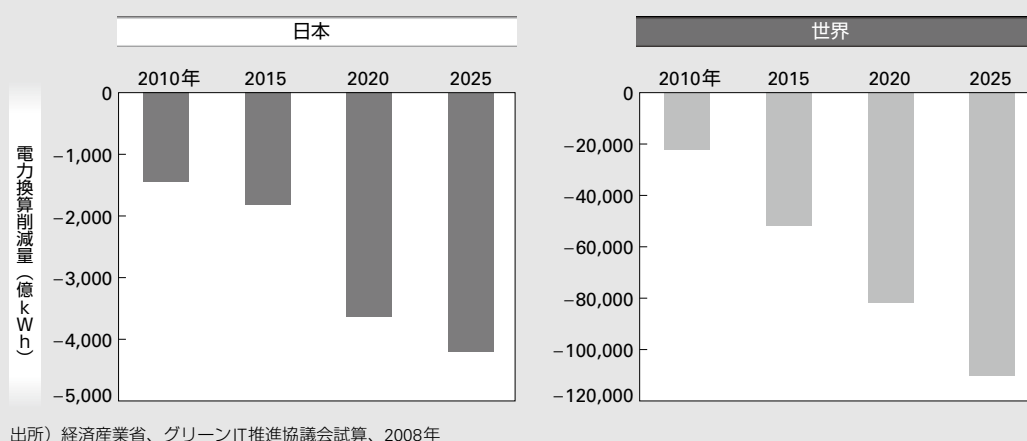


図8 グリーン by IT：ITを活用した社会全体の省エネ効果推計



よるCO₂排出量を、2倍以上上回ることが予想される。

総務省はその後、京都でITU（国際電気通信連合）との共同のシンポジウムを開催し、さらにそれをロンドンでのシンポジウムに発展させるなど、世界に向けた動きを進めており、現在、グリーン by ITの効果の測定方法についての標準化の議論が、ITUの場で行われるようになった。

3 経済産業省による世界の省エネ効果の推計

経済産業省でも、グリーンIT研究会を開催し、日本だけでなく、世界におけるIT機器の省エネの効果と、IT機器を利用したソリューションによる社会全体の省エネの効果について中長期の推計をしている。

その結果、図7のように、2006年の時点で、日本のIT機器の消費電力は約500億kWhだが、このままだと、2025年には約5.2倍の2500億kWhになると予想された。一方、世界全体では、IT機器の普及率が日本より低いところからスタートするために伸び率が大きく、消費電力は2006年の約4900億kWhが、4兆7000億kWhと約9.4倍に達する可能性がある。ここに、グリーン of ITであるIT機器の省エネ技術を導入することで、この消費電力の約40%が削減され、日本では約1000億kWh、世界全体では約2兆kWhの消費電力削減が実現すると予想された。

また、IT機器を利用したソリューションによる社会全体の省エネは、電子商取引、自動車、空調の各分野などで効果が大きく、図8に示すように、日本では2025年において電力換算で約5000億kWh、世界では11兆

kWhとなり、IT機器自身の省エネの5倍以上の効果をもたらすと推計された。

このように、グリーン by ITの大きな効果が推計され、実現に向けての活動が重要となっている。

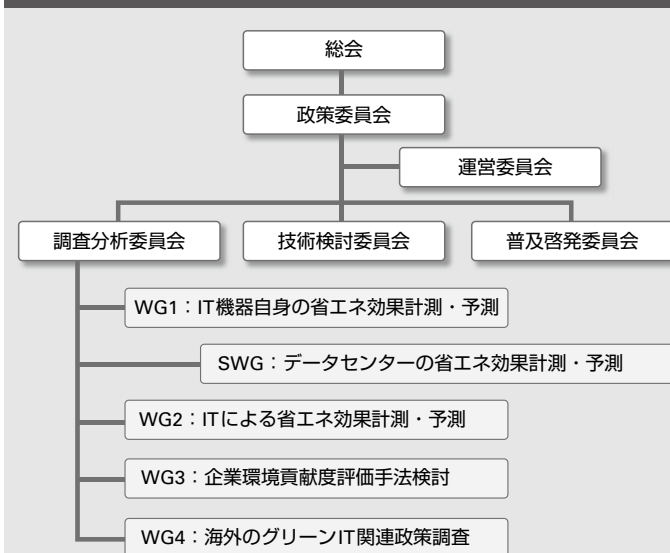
IV 今後の取り組みに向けて

1 グリーンIT推進協議会の設立

これらの施策を確実に実現するために、日本ではIT、エレクトロニクス関連の7つの業界団体が発起人となり、2008年2月に「グリーンIT推進協議会」が設立された。

JEITA（電子情報技術産業協会）、JISA（情報サービス産業協会）、JEMA（日本電機工業会）、JEMIMA（日本電気計測器工業会）、CIAJ（情報通信ネットワーク産業協会）、JBMIA（ビジネス機械・情報システム産業協会）、JUAS（日本情報システム・ユーザー協会）と別々の業界団体が、地球環境問題解決への貢献という1つのゴールのために手を結び、参加249社・団体を集めている

図9 グリーンIT推進協議会の体制



注）SWG：サブワーキンググループ、WG：ワーキンググループ

(2008年12月2日時点)。

この協議会には政策委員会のもとに3つの委員会が設置されている(前ページの図9)。技術検討委員会では、省エネ技術に関する2025年までのロードマップ作成に取り組んでおり、将来に向けた技術開発テーマとその省エネ効果が明らかになる。普及啓発委員会では、2008年7月のG8北海道洞爺湖サミットにおいて環境ショーケースを展示するなど、日本のグリーンITの情報を世界に向けて発信している。

調査分析委員会には4つのワーキンググループ(WG)がつくられ、IT機器自身の省エネ効果計測・予測、ITによる省エネ効果計測・予測、IT機器の省エネ効果をライフサイクルで測った場合の企業環境貢献度評価手法検討、海外のグリーンIT関連政策調査などが行われている。

また、2008年8月には、特にデータセンターの省エネ化を扱うサブワーキンググループ(SWG)が設置され、専門の取り組みが始まった。このSWGでは、米国のグリーングリッドと連携することで、国をまたいだデータセンターの省エネ技術情報の交流と、データセンターの省エネ基準づくりを行うこととしている。

2 日本の国際的地位向上のための グリーンIT

金融危機から始まった世界不況のなか、实体经济の縮小も始まり、工場建設の延期など、企業の投資が消極的になり始めている。しかし、日本企業の国際競争力向上、日本の産業の地位向上のためには、省エネ技術の開発と導入を進め、低炭素型社会のリーダーと

なることが不可欠であり、このための投資、開発、導入、改善のサイクルを回すことを止めてはいけない。

グリーンIT関連技術の開発、導入を推進するために企業がなすべきことには次の3つがある。

(1) メーカーが開発するグリーンIT機器の 導入(ハードウェアのグリーン of IT)

日本のメーカーなどが得意とする省エネ技術を使って開発するサーバーやパソコン、ネットワーク機器などのIT機器、こうした機器の冷却に使われる高効率の空調設備、またこれらの制御に使われるセンサー機器などを積極的に導入し、ハードウェアでの省エネの効果をまず上げることが重要である。こうした機器を導入すればエネルギーコストの低減にもなり、コスト削減という時代背景にも適合している。さらに、国内でこれらの導入が進み、効果が上がれば実績となり、海外にも展開ができればよい。

(2) IT機器の運用の仕組み、制御の仕組み による省エネ(ソフトウェアのグリーン of IT)

IT機器の消費電力削減では、待機時の消費電力も問題になっている。サーバーなどを省電力型の機器にしても、低稼働時においてもフル稼働時の60~70%程度の電力を消費しており、このため、機器を統合して台数を減らし、稼働を平準化させ、待機状態になる機器をいかに減らすかといった、運用時の適切な制御システムの導入が重要である。また、オフィスのパソコンも、電源オンの状態のまま、待機時に省電力になるスリープモード

に設定するとでは、消費電力に大きな差が生じるため、集中管理センターからの省エネ設定の管理が有効である。

また、同じ目的のプログラムでも、効率的に処理をするプログラムとそうでないプログラムでは、処理時間に2倍以上の差が生じることはよくあり、プログラムを効率化することでもサーバーの省電力化が実現できる。また、同じサーバー上に、現在は使わないプログラムが稼働していることで、不必要に負荷がかかっているケースもある。

このように、サーバー、パソコンなどの運用上の工夫、プログラムなどの棚卸しによる消費電力の削減の余地が大きくあり、このソフトウェアのグリーン of ITの実施と横展開は、IT機器のユーザー企業でコスト削減と効率化の両面での効果を生むことになる。

(3) 業務の効率化へのITの利用と周囲への普及（グリーン by my Company）

日本企業がなすべきことは、ITを有効に活用して、最も得意とする省エネ型、省資源型のビジネス活動を進めることである。人、モノ（資材、エネルギー）、金といった資源をできるだけ使わずに生産、物流、販売、サービスができる仕組みを開発・導入することは、将来、海外でも強みを発揮するビジネスモデルを実現できることになる。このときに、自社の取引先、消費者も巻き込んだ省エネ化ができれば、さらに大きな成果となる。

以上のように、ITの提供側、利用側が力を合わせてグリーンITソリューションを開発し、低炭素型社会の仕組み、「エコユビキタスネットワーク社会」をつくることにより、日本は国力を向上させ、世界の模範とな

る先進国になることができる。

3 各主体に向けての提言

このようなエコユビキタスネットワーク社会をつくるために、産業、政府、生活者がなすべき具体的行動には次のものがある。

(1) 産業界がなすべきこと

① 産業界をまたいだ効率化ソリューションの導入

産業界が進めるべきこととして、前述の短期的効果が期待できる機能は、単一企業の努力で実現できる場合が多いが、より重要な、中期的効果を期待する機能には、複数企業にまたがる業務連携、共同利用が必要となる場合が多い。そのため、企業を横断した協力・協調が必要である。立場の違い、利害の違いを理解したうえで、全体最適化を目指して、川上から川下までの多くの企業が参加できるように努力を払うべきである。そして、サプライチェーン全体で省エネ、省資源を実現できるような環境をつくり上げる必要がある。

サプライチェーンでの最適化は、そのまま流通プロセスの最適化につながるため、コストダウンになる。環境への配慮と企業の収益力向上は、ほとんどの場合矛盾しない。

最終消費者に近く、リーダーシップを取れる大規模な企業が主導権を握って、企業をまたいだサプライチェーンの仕組みを構築することが、事例に挙げたような抜本的な効率化を図る一番の近道かもしれない。あるいは中小規模の企業体や地域を主体とした比較的小規模なサプライチェーンでは、共通して使えるパッケージソフトウェアなどを、ASP（アプリケーション・サービス・プロバイダー）

やSaaS（ソフトウェア・アズ・ア・サービス：ソース）などの新しい技術を通じて、共同利用サービスとして提供することも考えられる。このように企業規模の大小にかかわらず、業界としてできることは幅広く存在すると思われる。

②業界内の効率化ソリューションの共同導入

実際にエネルギー消費量の削減や環境問題への対応を考えるうえでは、まず、同一の体験をしていることの多い、同一業種内での取り組みを参考にするのが近道である。類似のビジネスモデルを持つ企業同士の横の連携に当たっても、成功体験を公開して、できるかぎり多くの取り組みを共有し取り入れることが求められる。

最も端的な例が、事例のなかでも述べたデータセンターの共同利用の動きである。NRIのデータセンターでは、証券共同システム、銀行共同システムとして、同じ業界のなかでの共通した業務を対象としたシステムをサービスとして運営している。個別のシステムを独自に開発し、サーバーを別に運営するための施設を設置する場合に比べて、コスト的にも資源消費の面でも、また開発費用、運用費用の面においても大きな節約が期待できる。競争関係にある同業者のなかでこうした仕組みを進めるに当たっては、これが相互の利益になり、競争の結果には直接的な影響を与えないということへの理解が必要である。

こうした取り組みを推進するには、単独の企業だけではなく、業界団体などを通じたリーダーシップの発揮が必要であると思われる。すでにGBDeに関係する企業間でも、既

存の業界団体やそれらを横串連携させる形で協議会、フォーラムなど多くの活動を開始している。

(2) 政府の役割

①企業の省エネ投資、家庭の省エネ機器導入への支援

日本企業の省エネ技術・サービスの開発・導入・改善のサイクルを加速させるためには、政府による税制などの支援が必要である。これにより、ハードウェアの省エネ技術が進むだけでなく、これを使うソフトウェアやサービスでの省エネも進み、海外に提供できるものができよう。

また、環境価値と実体経済とを結びつけ継続的な動きとするためにも、政府の役割は重要である。低炭素という価値の経済化は、公的な資金による価値の裏づけがあれば、より明確になろう。

②アジアに広げる仕組みづくり

民間の動きのみに依存しては進めにくいもう一つの分野は、国際間の取引や価値の流通の場における環境的価値の普及である。アジア地域のなかで京都議定書に参加しているのは日本だけであり、それだけでも日本の地球温暖化対策の経験はアジアをリードすべきものがある。そのうえユビキタスネットワークを利用した地球温暖化対策の仕組みで効果を上げ、これを拡大することは、アジア各国への日本の責務である。しかし、社会の仕組みの改革を必要とする中期、長期的機能の導入については、各国の既存の仕組みの変革が必要になる。

たとえば、自社のCO₂排出量を他国を含む

他の主体の削減で相殺するというカーボンオフセット運動に関する取り決め、物流の効率化のための通関業務の適正化、国際流通に関する電子申請の積極的な採用などがある。グローバル活動が前提となるビジネスでは、規制や評価の方法、政策的な誘導に整合性がないと、企業にとっては障害となることが多い。環境に関する民間の活動においてそうした障害を生じさせることを避け、政策主体同士の整合性を高めることが望まれる。

(3) 消費者、ユーザーに理解を求めること

①企業の努力への正当な評価

企業の取り組みは、最終的にはその企業の製品やサービスを選択するという消費者の購買行動によって評価される。したがって消費者側にも、低炭素型社会に向けた正当な取り組みを正しく認識する努力が求められる。企業側は、消費者が判断に必要となる情報を継続的に発信しなければならない。カーボンフットプリントとして、食品などで、原料の生産・物流を経て、加工食品として店頭に並び、廃棄されるまでに消費したCO₂量を表示する試みもこの一つである。こうした正しい情報の公開に関しても、ユビキタスネットワークが果たす役割は大きい。

消費者がその判断を行うには、教育の持つ役割が大切となる。製品やサービスを構成する要素それぞれについて、環境負荷の程度を理解する知識がないと、正しい選択には結びつかない。企業側の正当な努力が競争力に結びつき、その活動が継続発展するために必要な社会的枠組みとして、消費者やユーザーに

必要な知識が備わっていることが必要である。

②生活分野の低炭素化

セクター別のCO₂排出量では、家庭部門もきわめて大きな割合を占めている。そのため、生活のなかで低炭素化に向けて改善できることを取り入れるマインドの醸成が必要である。

まずは集約化、共同利用の機能を用いることで、重複した資源をコミュニティのなかで別個に持つことが削減できれば、低炭素化に関して大きな効果を持つ可能性がある。日本でもカーシェアリングサービスの導入が始まっているが、このような資財の共同利用についても抵抗感がなくなることで、低炭素化が進む。

可視化（見える化）の機能を用いて、自分たちの努力がどの程度低炭素型社会の実現に向けて寄与できたのかを感じることができれば、持続可能な取り組みにすることが可能である。また、生活のなかに高度な制御機能を持つ製品を取り入れることが社会的なムーブメント（動き）となると、大きな潮流が定着すると考えられる。

このように、日本の産業、政府、生活者がそれぞれの役割を果たすことで、低炭素社会のリーダーシップを取りながら、持続型社会の実現を目指したい。

著者

椎野孝雄（しいのたかお）
理事
専門は経営戦略、IT戦略