

第3章 ICTによるさらなるCO₂排出削減に向けた方策

ICTはその利活用によりCO₂排出削減に貢献できることが期待されているが、環境に配慮したICT運用方法の実施、新たなアプリケーションによる環境貢献への取組、企業や家庭におけるICTによる環境に配慮した取組等を今後強力に推進することにより、さらなるCO₂排出削減効果が期待される。本章では、環境に配慮したデータセンター、ASP・SaaSの利用、光ディスク等消費電力が少ない保存方法の活用について考察するとともに、今後導入されるNGN、ITS、モバイルブロードバンド等新たなICTシステムの利活用による環境貢献の可能性について検討する。また、ICTによる環境に配慮した取組を促進するための制度的・経済的インセンティブ付与、社会システム全体の変革等のあり方についても検討する。

3.1 データセンター、ASP・SaaSに関する環境配慮対策

情報システムの多様な高度化のニーズに対応するため、ブロードバンドの普及を背景として、現在、データセンターの利用やASP・SaaSの利用が進んできている。

データセンターやASP・SaaSの利用は、分散サーバの集約化や設備の共用化により環境面でも効率化が図られると考えられるところであるが、膨大な情報量の取り扱いに伴うサーバ等装置の増加などにより消費電力増大に関する懸念なども指摘されているところである。

このような背景からデータセンターやASP・SaaSに関する環境に配慮したCO₂削減効果について検討する。

3.1.1 EPAにおけるデータセンターの省エネ効果予測

米国環境保護庁（Environmental Protection Agency：EPA）は、議会からの要請（2006年12月）を受けて、サーバ及びデータセンターのエネルギー効率について調査を実施し、2007年8月、報告書「サーバ及びデータセンターのエネルギー効率に関する議会報告」を公表している³⁸。

【報告書概要】

- 2006年の米国におけるデータセンターの電力消費量は約600億kWhに上り（図3.1参照）、国内電力消費量の約1.5%を占める。
- サーバやデータセンターの電力消費量は過去5年間で倍増。今後5年間でさらに倍

³⁸ Report to Congress on Server and Data Center Energy Efficiency
http://www.energystar.gov/ia/partners/prod_development/downloads/EPA_Datacenter_Report_Congress_Final1.pdf

増し、1000億kWhを超え約74億ドルの電力料金がかかると推測される。

- 既存の技術や戦略を活用するだけでも、典型的なサーバの電力消費を約25%削減することができ、先端技術を活用すれば、一層の省エネが可能。

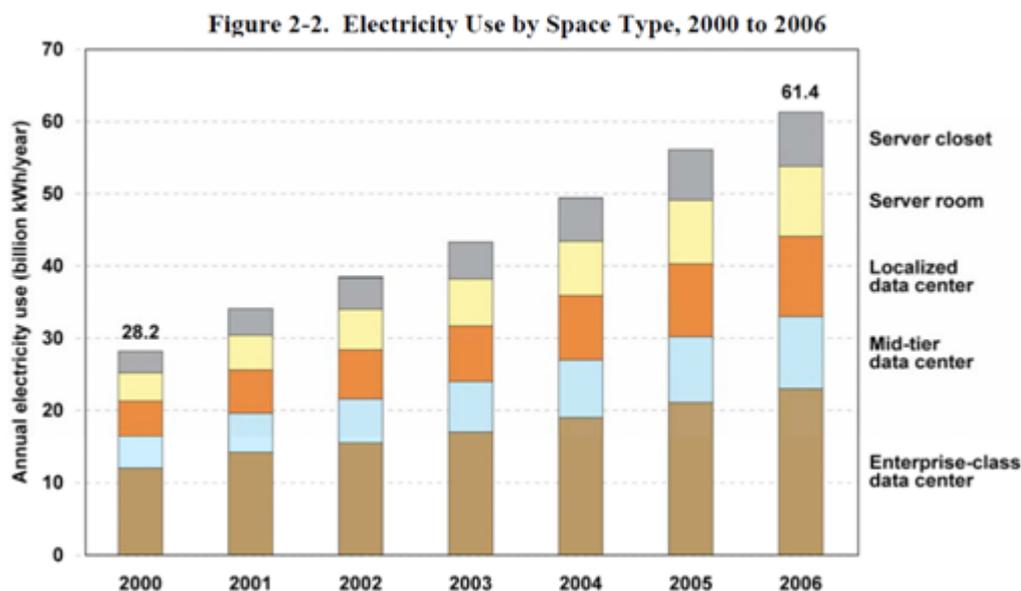


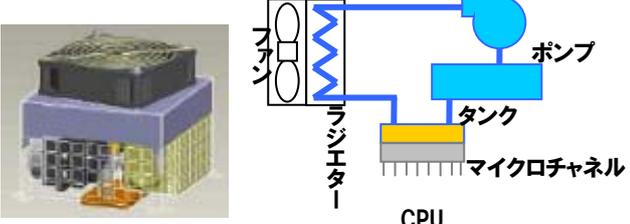
図3. 1 : 2000年から2006年のデータセンタタイプ別電力消費量

EPAでは2005年におけるデータセンタに係る総消費電力量（サーバ総数に主要サーバメーカー製標準機種の間年消費電力量を乗じて算出）を基に、現状のエネルギー利用効率状態がこのまま継続することを前提とした現状維持シナリオを設定するとともに、環境に配慮したエネルギー効率改善策の程度と項目を除々に追加する形で4つのシナリオを設定し、現状維持からの消費電力量の削減量を算定している（表3.1参照）。

表 3. 1 : EPA におけるシナリオ別消費電力量算定方法

シナリオ	算定方法
現状維持: ベースケース (省エネ対応無し)	現状のエネルギー効率状態のまま、2000 年から 2006 年における ICT 機器の消費電力量の増加を推計した。
1) 省エネ対応の適用	現状の省エネ技術が今後も継続することで、ベースケースに比べエネルギー効率改善の点で消費電力量が削減する。主な削減要因は、サーバの集約化、サーバ電力管理、PUE ³⁹ の改善等。
2) 運用改善の適用	シナリオ 1 の条件に追加する形で、新たな投資を想定せず、省エネ改善を図ることをシナリオ 2 とする。シナリオ 1 にて採用された削減項目の改善率が向上する。
3) 最善策の適用	シナリオ 2 の条件に追加する形で、現時点での最善策が広く普及することをシナリオ 3 とする。サーバの集約化が更に進むと共に、空調等設備項目において大きなエネルギー効率改善が実現する。
4) 先端技術の適用	シナリオ 3 の条件に追加する形で、最高レベルとなる省エネ先端技術が実施されることをシナリオ 4 とする。全ての項目において、シナリオ 3 までの改善率が向上する。また、空調設備の改善の他、データセンタ向けの電力としてクリーン電力が利用される。

表 3. 1 におけるシナリオの消費電力量を具体的に算定する際の詳細な条件をまとめたものが表 3. 2 である。表 3. 2 にあるように、4 つのシナリオは 13 の対象項目の組み合わせで構成されるが、これらは 2 つに大別できる。1 つは省エネルギー対応の機器を積極的にデータセンタに設置して活用することで効果が発現するもの。もう 1 つは、PUE や冷却機などデータセンタインフラの対応により改善を図ることが期待できるものである。それらの対応事例として、以下が挙げられる。

<p>高性能冷却</p> <p>高い冷却性能を持つ高性能冷却技術の利活用</p>	<p>事例: 2倍の冷却性能をもつ次世代液冷技術</p>  <p>研究開発中 マイクロチャネル液冷モジュール</p> <p>出典: NEC IT プラットフォームの省電力を実現する「REAL IT COOL PROJECT」について</p>
---	---

³⁹ PUE はデータセンタやサーバ室におけるエネルギー効率を数値化したもの。PUE = (データセンタ全体の消費電力) / (ICT 機器の消費電力)

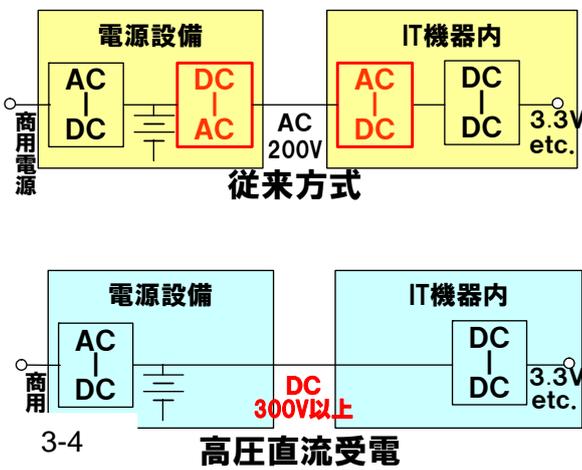
<p>高効率電源</p> <p>データセンタの電源運用の効率化及びサーバ用電源の変換効率の改善</p>	<p>事例：サーバの電源の変換効率の改善</p> <p>現状の PC/サーバ用電源の変換効率は 70～80%</p> <p>これを 92%まで向上させ、損失を約 70%削減</p>  <p>出典：NEC IT プラットフォームの省電力を実現する「REAL IT COOL PROJECT」について</p>
<p>高圧直流電源</p> <p>世界的に注目されている高圧直流電源技術を活用し、省電力型のデータセンタとする</p>	<p>電源設備・IT機器の消費電力について 10%程度削減可能</p>  <p>出典：NEC IT プラットフォームの省電力を実現する「REAL IT COOL PROJECT」について</p>

表 3. 2 : データセンターにおけるエネルギー利用効率化シナリオ^{注1)}

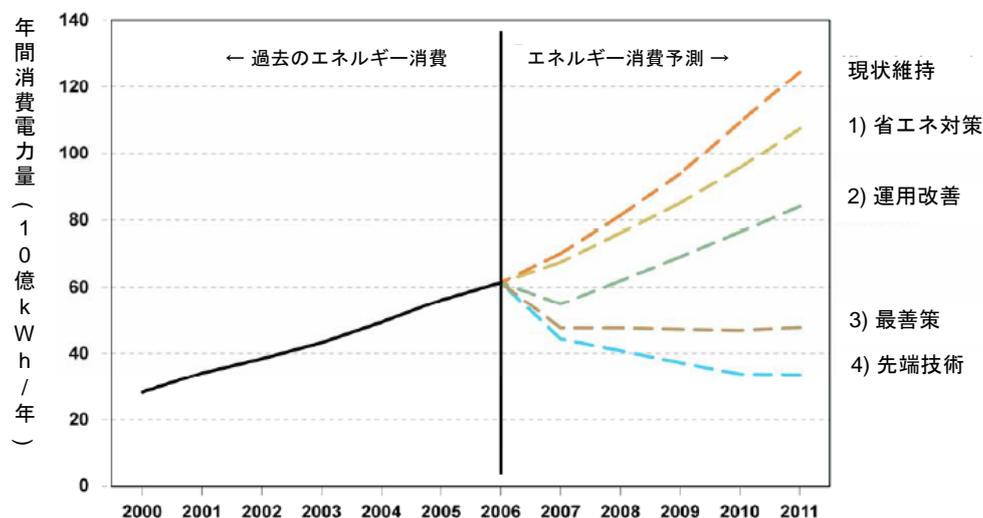
シナリオ	対象項目	1) 省エネ対応の適用： 現状の省エネ技術が今後も継続して実施される	2) 運用改善の適用： 新たな投資を想定せず、省エネ改善を図る	3) 最善策の適用： 現時点での最高効率技術（最善策）が広く普及する	4) 先端技術の適用： 最高レベルの省エネ先端技術が最高の状態で実施される
IT 機器	データセンター内サーバ集約化	サーバ集約化によりサーバクロゼット 1.04 : 1 に、スペースタイプで 1.08 : 1 に容量減少		サーバ集約化によりサーバクロゼットで 1.33 : 1、スペースタイプで 2.0 : 1 に容量減少	サーバ集約化によりサーバクロゼットで 1.66 : 1、スペースタイプで 5.0 : 1 に容量減少
	サーバ排除	---	集約化により排除されるサーバのうち、5%は取り替えない		
	省エネサーバ出荷割合	省エネサーバ出荷占有率が 15% (2007 年で 5%)		省エネサーバ出荷占有率が 100%	
	電力管理	サーバの 10% で電力管理可能	サーバに係る全電力が管理可能		
	ストレージ	企業向けストレージに係る消費電力が 7% 減少			
	記憶装置	---	適度に 1.5 : 1 に減少		適度に 2.4 : 1 に減少
データセンター インフラ	PUE	スペースタイプで 1.9 に減少	スペースタイプで 1.7 に減少	サーバクロゼット及びサーバラームで 1.7 に減少、又データセンターで 1.5 に減少	サーバクロゼット及びサーバラームで 1.7 に減少、データセンターで 1.5 に減少、又エンタープライズデータセンターで 1.4 に減少
	変圧器	---	効率 95%	効率 98%	
	UPS	---	効率 80%	効率 90%	効率 95%
	冷却機	---	空冷直接交換システム冷却機	可変速節冷冷却機、又は（温暖化地域に対し）側面水冷機	ラックに対する水冷機
	ファン	---	定速ファン	可変速ファン及びポンプ	
	空調設備	---	冗長 ^{注2)} 空気制御ユニット		---
	電源	--	---	---	コジェネレーション電源

注 1) 全てのシナリオは 2011 年での記述とする。

注 2) 冷却システムであり、使用中のシステムのメンテナンスを可能にし、空調設備が故障した場合でも、データセンターが動作できることを保証すること。

出典 : US EPA, Report to Congress on Server and Data Center Energy Efficiency Public Law 109-431

図3. 2は、米国における2005年のデータセンタ利用に係る消費電力量を用いて、シナリオより将来の消費電力量を推定したものである。



出典：US EPA, Report to Congress on Server and Data Center Energy Efficiency Public Law 109-431

図3. 2：米国におけるデータセンタ消費電力予測

図3. 2における現状維持のシナリオが2011年まで継続した場合の消費電力量を100とした場合、シナリオ1（省エネ対策）では、省エネ効果により現状維持シナリオに対して10%の削減が実現することを示している。同様に現状維持シナリオに対して、シナリオ2（運用改善）、シナリオ3（最善策）、シナリオ4（先端技術）ではそれぞれ28%、51%、60%の削減となっている。これらをまとめたものが表3. 3となる。

表3. 3：2011年時点での各シナリオにおける電力消費量の比率

EPA シナリオ	2011年時点での電力消費量比率	2011年時点での電力消費量削減比率
現状維持	100	0
1) 省エネ対策	90	10
2) 運用改善	72	28
3) 最善策	49	51
4) 先端技術	40	60

出典：US EPA, Report to Congress on Server and Data Center Energy Efficiency Public Law 109-431

3. 1. 2 我が国におけるデータセンタ消費電力量の推計

データセンタにおける消費電力量が、省エネ対策等により削減してゆく傾向は米国に限らず、我が国においても同様の現象が起こりうると期待される。

そこで、我が国におけるデータセンタでのエネルギー効率化による電力消費の削減量を推計すべく、我が国のデータセンタでの電力消費量の現状を調査することとした。

データセンタの現状を把握するため、本調査では特定非営利活動法人ASP インダストリ・コンソーシアム・ジャパン（ASPIC ジャパン）会員企業などを中心とした国内データセンタ事業者約 60 社に対してアンケート調査を実施した。但し、データセンタにおける消費電力量はデータセンタ事業者における非公開情報として取り扱われていることもあり、アンケートに対する回答は 20 社からであった。

(1) アンケート調査概要

データセンタのアンケート調査概要は、次の通りである。

表 3. 4 : アンケート調査概要

調査実施時期	2008 年 2 月初旬
実施方法	データセンタ事業者に対する電話での協力依頼の後、アンケート実施に同意した事業者に対して、別途アンケート用紙を送付することで、情報を収集した
調査対象企業	国内データセンタ事業者 約 60 社
調査項目	会社名、連絡先、担当者、資本金、従業員数、回線総量、総床面積（場所は特定しない）、総ラック数、ラック当りの消費電力量、サーバ空調設備、サーバ仕様概略、省エネサーバ導入に係る質問 等

(2) データセンタ電力消費量の推計

アンケート回答より、ラック 1 台当りの運用に係る平均電力消費量 15,000kWh/年/ラックを算出。その後、我が国におけるデータセンタ事業者の保有するラック総数（推計値）を乗じることで、2007 年における我が国のデータセンタ利用に係る電力消費量 77.2 億 kWh/年を算出した。

表3. 5 : アンケート結果概要

アンケート依頼企業数	60 社
アンケート回答企業数	20 社
単位面積あたりラック数 ^{注1)}	0.30 ラック/m ²
我が国におけるデータセンタ総床面積 ^{注2)}	1,734,246 m ²
対象ラック数	514,352 ラック
ラック 1 台当りの運用に係る平均消費電力量 ^{注3)}	15,000 kWh / 年 / ラック
データセンタにおける消費電力量【推計】	7,715,277,579 kWh / 年 (= 77.2 億 kWh/y)

注 1) 利用可能なアンケート情報から平均値を算出。

注 2) インターネットデータセンタ完全ガイド 2007 秋号 Impress R&D 情報のうち、既知面積を基に 138 社分の総面積を比例算出。

注 3) 利用可能なアンケート情報から平均値を算出。平均消費電力量は、IT 機器だけでなく空調や電源などその他消費電力量を含む。

(3) 消費電力量/CO₂ 排出量の予測

EPA の報告書ではデータセンタに係る電力需要の伸び (12%) を用いて、2011 年までの「現状維持」の場合の電力消費量を推計している。上記において算出した我が国の 2007 年度の推計値を基に、12%で伸びていく場合を「現状維持」として、表 3. 5 における各シナリオの電力消費量の比率より下表を算出した。

表3. 6 : EPA のシナリオを適用した場合の、我が国のデータセンタにおける予測電力消費量

単位 : [億 kwh/y]

年度	2007	2011
現状維持	77.2	121.5
シナリオ 1 省エネ対策	69.5	109.3
シナリオ 2 運用改善	55.6	87.5
シナリオ 3 最善策	37.8	59.5
シナリオ 4 先端技術	30.9	48.6

CO₂ 排出量の算定に対して、CO₂ 排出係数は多くのデータセンタが首都圏に集中していることを考慮し、東京電力による CO₂ 排出係数 (0.000339 t-CO₂/kWh : 2007 年 10 月) を採用した。表 3. 6 の 2011 年の値に対して、CO₂ 排出係数を乗じたものが表 3. 7 である。

表 3. 7 : 2011 年時点での CO₂ 排出量

EPA シナリオ	2011 年時点での消費電力量比率 (消費電力量削減割合)	2011 年時点での消費電力量 [億 kWh]	CO ₂ 排出量 [tCO ₂ /year]
現状維持	100 (0)	121.5	4,118,026
1) 省エネ対策	90 (10)	109.3	3,706,223
2) 運用改善	72 (28)	87.5	2,964,979
3) 最善策	49 (51)	59.5	2,017,833
3) 先端技術	40 (60)	48.6	1,647,210

アンケート調査を基に推計した現在のデータセンタ事業に係る消費電力量及び EPA 調査による削減効果比率を組み合わせて作成した 2011 年時点でのデータセンタ運用に係る消費電力量予測を図 3. 3 示す。

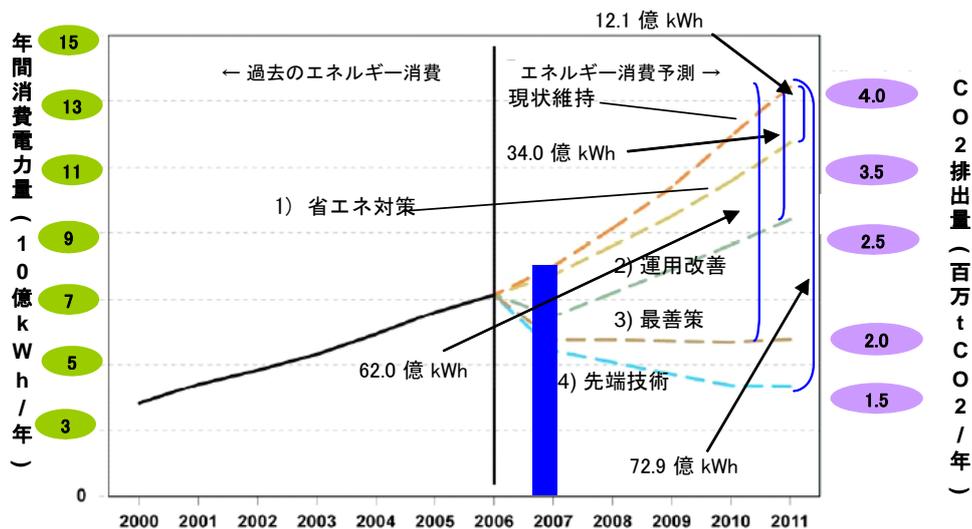


図 3. 3 : 我が国におけるデータセンタの電力消費量予測

3. 1. 3 省CO₂を迅速に実施するための具体的な方策

環境に配慮したデータセンタ運用を実施するため、表 3. 2 の EPA シナリオを我が国でも適用できるように整理し、データセンタ事業者において対応可能な方策から迅速に実施することが必要である。

一方、データセンタは、個人や企業等の一般ユーザにハウジングにより直接利用される以外に、ASP・SaaS 事業者によって間接的に一般ユーザが利用する形態も多い。

このようなデータセンタ事業者、ASP・SaaS 事業者及び一般ユーザの関係は、以下のよう

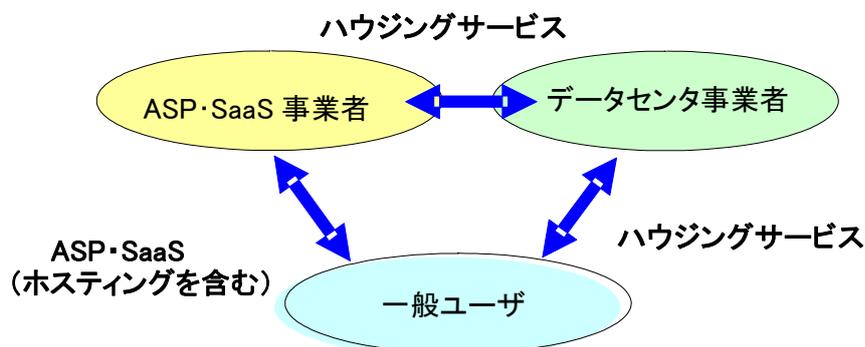


図3. 4 : データセンター事業者、ASP・SaaS 事業者及び一般ユーザの関係

このような関係から、近年の ASP・SaaS の急速な普及を背景として、データセンター事業者のみならず ASP・SaaS 事業者や一般ユーザも巻き込む形での、CO₂ 排出削減に対するモチベーションが上がるような施策が有効と考えられる。

省 CO₂ を迅速に実現するために、まずは、一般ユーザがこれまで個別に保有していたサーバを事業者管理のデータセンターへ移管、場合によっては仮想化によって同じ機能について同一サーバ上で共同利用することが、CO₂ 排出削減を促進することとなる。データセンター事業者は、より環境に配慮した設備の導入・運用により空調等のエネルギー浪費部分を改善する。また、ASP・SaaS 事業は、CO₂ 排出削減効果の高いデータセンター及び省エネサーバなどの機器を利用することで（後述参照 3.2.2）、一般ユーザに対して ASP・SaaS 事業者としての環境対応をアピールすることが可能となる。

省 CO₂ を迅速に実施するため、一般ユーザ、データセンター事業者、ASP・SaaS 事業者の各立場において、以下の方策が考えられる。

(A) データセンターの利用

(ASP・SaaS の利用によるデータセンターの利用を含む)

個人や企業が個々に保有するサーバでは、未利用データ領域・未利用時間が存在し、電力の消費に無駄がある場合が多い。それらをデータセンターにおける仮想化サーバへ集約することにより CO₂ 排出削減を実現することが可能となる。また、合わせてオフィスに分散したサーバを稼働させるための冷房に対するエネルギー消費の無駄もデータセンターへの集約運用により無駄の低減が期待でき、CO₂ 排出削減効果を発生させることが可能となる。

本方策の主たる対象者は、一般ユーザと ASP・SaaS 事業者である。



(B) データセンターの設計

高効率な冷却装置・効率的な冷却方法、クリーン電力の利用などを実施することで、サーバ冷却に伴う省エネを実現する。電源の効率的利用、電力損失の低減なども効果が期待できる。

本方策の主たる対象者は、データセンター事業者である。



(C) 省エネ機器利用・運用

省エネ型のサーバ、ストレージ、ネットワーク機器、省エネ効果のある機器搭載や配線の手法などを積極的に利用することで、省エネを実現する。一般ユーザが省エネ機器を持ち込む（ハウジング）以外に、ASP・SaaS事業者が設置する省エネ機器を利用する（ホスティング）タイプがある。

本方策の主たる対象者は、一般ユーザ及びASP・SaaS事業者である。



3. 1. 4 データセンター事業者及びASP・SaaS事業者の省CO₂評価指標

データセンター事業者やASP・SaaS事業者がCO₂排出削減に向けた取り組みを効果的に進めるモチベーションとなるような方策の一つとして、データセンター事業者やASP・SaaS事業者の環境配慮指標の設定が考えられる。

すなわち、何らかの形で、データセンターやASP・SaaSを利用する場合のエネルギー効率を比較する指標がユーザに示され、ユーザがこれまでのようなサービス面のみならずエネルギー効率面からもデータセンター事業者やASP・SaaS事業者を選択することが可能となれば、データセンター事業者やASP・SaaS事業者が自ずとエネルギー効率に向けた取り組みを進めることになるというものである。

また、エネルギー効率の改善に積極的に取り組む事業者にとっては、自社の環境配慮経営をアピールする良い機会となる。さらに指標化することは、データセンターやASP・SaaSにおける環境配慮経営を定性的なものから定量的なものとし、公的な機関による利用や各種環境配慮の支援においても効果的に活用することも期待できる。

(1) データセンター事業者の場合

データセンター事業者においては、データセンター内に設置する機器自体が消費する電力に対

して、設置する機器の安定動作を確保するために必要となる空調等で使用せざるを得ない消費電力の割合を示す指標である PUE と、データセンタの電力の利用に関する CO₂ 排出係数が指標となりうる。

(A) PUE (Power Usage Effectiveness : 電力利用効率)

近年、ICT インフラとして急激な普及を果たしつつあるデータセンタ事業であるが、データセンタ事業者の環境配慮やデータセンタ事業に伴うエネルギー利用効率を比較することは難しい。これまで、米国ではデータセンタの環境配慮のレベルを比較する指標として、DCD (Data Center Density : データセンタ密度)が広く利用されていた。

$$DCD = \frac{\text{(フリーアクセスフロア上の全データセンタ機器の消費電力量)}}{\text{(フリーアクセスフロア面積)}}$$

DCD は全データセンタ機器による消費電力量を、データセンタ事業で使用している総床面積 (フリーアクセスフロア面積) で除すものである。データセンタ事業のパフォーマンス量を消費電力量にて確認するというものであり、フロア面積や消費電力量といった規模の大きさが DCD 値を左右することとなる。このため、DCD は個別の ICT 機器の CO₂ 排出削減効果は配慮しているが、空調などの設備も含んだデータセンタ全体の効率については配慮していない。

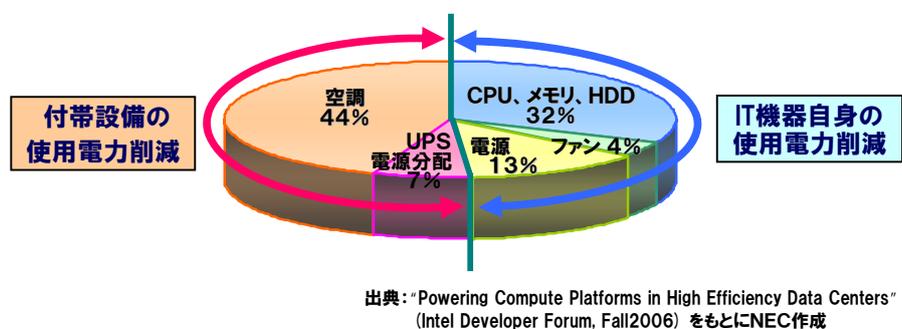


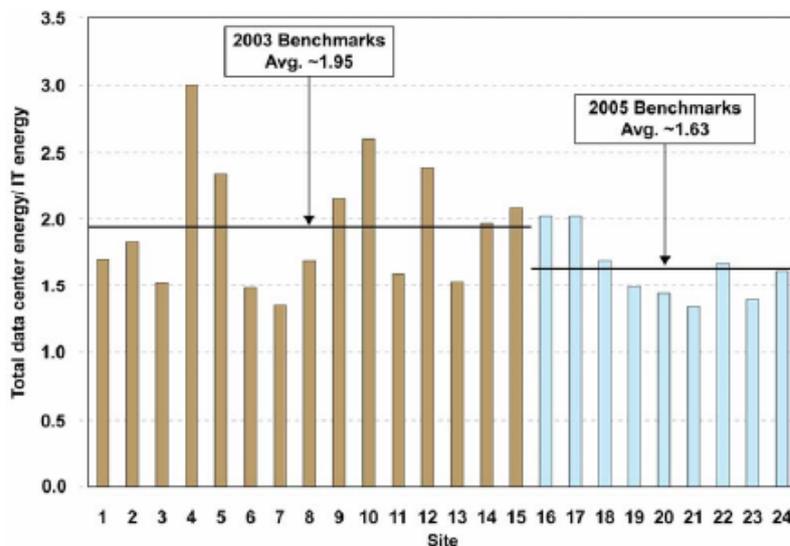
図3. 5 : データセンタにおける消費電力

データセンタが必要な電力は、一般的には図 3. 5 のような構成となっており、CPU やメモリのような ICT 機器自身の消費電力とは別に、付帯設備の空調などが大きな割合を占めている。よって、DCD だけでは指標として適切ではなく、付帯設備を含めた指標として下記の計算式である PUE (Power Usage Effectiveness : 電力利用効率) が効果的と考えられる。ちなみに、上図における PUE は 2.04 (=100/49 : 49 とは CPU やメモリの 32%並びにファン 4%、電源 13%の合計) である。

$$\text{PUE} = \frac{\text{(データセンタ全体の消費電力)}}{\text{(ICT 機器の消費電力)}}$$

PUE の利点は、上述 DCD では表現し切れなかった、データセンタにおける ICT 機器自身が消費する電力と、ICT 機器の安定動作を確保するために必要となる空調等で使用せざるを得ない消費電力量の割合を示す指標となりえることである。

一般的なデータセンタ事業者のPUEは 2.3 から 2.5 程度であり、PUEが 2.0 以下であると電力利用効率が良いと言われているが⁴⁰、EPAでは図 3.6 のような調査結果を報告している。



Source: (Greenberg et al. 2006, LBNL 2006)

出典：US EPA, Report to Congress on Server and Data Center Energy Efficiency
Public Law 109-431

図 3. 6 : データセンタによる PUE 比較

停電時に必要な電力を臨時供給する UPS はデータセンタにおいて必要不可欠であるが、UPS を利用するために行う交流－直流－交流変換の際にエネルギーの損失を伴う。電力が交流で供給される以上、この UPS 電源分配のためのエネルギー損失分はゼロにすることは不可能であるものの、サーバ等の機器の直流給電化により変換の回数を減じることは可能である。

空調については、データセンタ内の機器配置の適正化や温度センサー監視による高温スポットの解消、液冷などによる冷却の効率化あるいは自然空冷の利用などの方策があるが、冷却のための電力消費量を可能な限りゼロに近づけることが理想であることは言うまでもない。

一方、PUE の逆数を用いた指標として DCE (Data Center Efficiency : データセンタ効率) というものがある。米国のデータセンタに係る業界団体であるグリーングリッド(The Green Grid)が推奨している指標である。指標の性格は PUE と同じであるが、比率よりもパーセンテージの方がイメージし易いという点で利用を好む者も多い。

⁴⁰ NEDO 海外レポート No.1013, 2007 年 12 月 12 日

$$\text{DCE} = \frac{\text{(ICT 機器の消費電力)}}{\text{(データセンタ全体の消費電力)}}$$

PUE 及び DCE は、データセンタの規模に関わらず数値を算出できるため、容易に他のデータセンタとの比較が可能であるだけでなく、時系列で PUE や DCE を記録することで、省エネサーバ導入や空調設備の改善といったデータセンタ事業者の省エネ対策を定量的に評価することが可能となる。

なお、データセンタは、一般的に信頼性向上のための冗長構成等、エネルギー使用の増加を伴う機能を有しているため、これらデータセンタの提供するサービスや安全信頼性に関する指標と合わせて定量的に評価できる仕組みが期待される。

一方、データセンタに機器を持ち込むハウジングの場合、ラックへの機器の搭載や配線はユーザ側が実施するところであるが、その機器搭載や配線の手法が適切でないと、高温スポットの出現や非効率な冷却風流などにつながる可能性がある。従って、データセンタ利用者が実施可能な省エネ対策を利用者に参照しやすい形で公開することや、データセンタ利用者による省エネ対策の実施状況をデータセンタ事業者が評価できるようにすることは、データセンタ全体としての省エネ対策に資すると考えられる。

(B) CO₂ 排出係数

一般的に環境に配慮した電源と言え、水力発電や風力発電などのクリーン電力が考えられる。これらの電力は化石燃料に依存したのではなく、CO₂ 排出がないため、地球温暖化の観点からは理想的な電源である。

CO₂ 排出係数は、電力使用量から CO₂ 排出量を換算する際に用いられる係数である。この CO₂ 排出係数による指標は、データセンタ事業に限定されるものでなく、電力を利用してユーザにサービスを提供するあらゆるサービス事業者において利用可能で的確な指標である。消費電力量の相対的な取組みを検証する PUE とは異なり、データセンタを利用するユーザにおいて CO₂ 排出の絶対量の算定が可能となる効果的な評価指標である。

(2) ASP・SaaS 事業者の場合

ASP・SaaS に限らず、一般に、ユーザがあるサービスを利用する際、料金や提供内容あるいは信頼性・保証などと言った、通常のサービス内容に関する項目だけでサービス事業者を評価・選択するのではなく、そのサービスを利用する場合の電力消費量や CO₂ 排出量などの地球温暖化に関係するパラメータにより、サービス事業者を評価・選択することが可能となれば、ユーザにとって事業者の環境への取り組みを評価できるとともに、サービス事業者にとっても効果的に環境への配慮を PR することも可能となり、双方にとって有効に機能すると言える。そのような地球温暖化に関するパラメータとしては、2. 1. 2 でも言及し

た、サービス 1 単位あたりの電力消費量あるいは CO₂ 排出量を示す環境負荷原単位が有効である。

従って、ASP・SaaS サービスにおいても、サービス 1 単位あたりの CO₂ 排出量（または電力消費量）を定量的に、分かり易い形で表現・提示することが可能となれば ASP・SaaS 事業者の環境面での評価・選択の際に有効な指標として用いられると考えられる。

ASP・SaaS サービスの環境負荷原単位
＝ ASP・SaaS サービス 1 単位あたりの CO ₂ 排出量(or 電力消費量)
＝ $\frac{\text{(対象サービスの年間 CO}_2\text{ 排出量 (or 電力消費量))}}{\text{(年間サービス提供量)}}$

ASP・SaaS のサービスは多種・多様であるが、全ての区々のサービス毎にこのような環境負荷原単位を示す必要性はなく、いくつかの典型的な ASP・SaaS サービスにおける標準的な利用環境の場合の環境負荷原単位を示すことができれば、十分その目的を果たせるものと考えられる。

一般に、上記の算出式は、ASP・SaaS 事業者において、自身の機器等がある利用環境で利用した際の年間の電力消費量をその利用環境時のサービス総量で除す形で理論的に推計されそうにも見えるが、実際には、前節でも示したような、ASP・SaaS 事業者が機器を設置するデータセンタの PUE や CO₂ 排出係数も関係するなど、ある一定期間内の実績値に基づき算出・評価する必要がある。

従って、このような一定期間内での実際の環境下での算出・評価のためのプロセスをルール化し、場合によっては第三者による信用度の高い確認を実施する仕組みを設けるなど、その効果的な環境負荷原単位の提示・確認方法を検討することが適当と考えられる。

今後、ASP・SaaS サービスの環境負荷原単位の設定及び確認方法の確立に向けて、ASP・SaaS 協議会等の場において ASPIC や専門家により詳細検討を実施することが期待される。

3. 1. 5 環境に配慮した支援方策の検討

地球温暖化というグローバルな課題への対応が求められる現在の社会において、環境に配慮したビジネススタイル・ワークスタイル・ライフスタイルの変革を求めるためには、ICT の利活用が重要である。その ICT の利活用においては、データセンタや ASP・SaaS の領域に自ずとエネルギー消費が集中化していくことが予想され、この領域における環境配慮への取り組みは非常に重要である。

今後、ICT 分野の重要な機能を果たすデータセンタ事業及び ASP・SaaS 事業では、民間企業による積極的な事業拡大が期待される場所であるが、データセンタ事業者や ASP・SaaS 事業者では、エネルギー対策を電力コスト削減という点から配慮するものの、CO₂ 排出削減という点では具体的なインセンティブがわきにくいためその取り組みは限られたものとなることが予想される。

従って、何らかの公的な支援が効果的である場所であり、以下のような支援策を検討することが適当である。

・データセンタ、ASP・SaaS 事業に対する支援

環境に配慮したデータセンタ事業者や ASP・SaaS 事業者が、環境に配慮した事業投資を実施した場合に、その関連投資部分に対して、税制優遇等による支援を検討する。

・クリーンエネルギー等を活用したデータセンタ構築に対する支援

電力消費が大きなデータセンタにおいて、環境に配慮したエネルギーの利用は重要なテーマであり、できるだけ CO₂ 排出を伴わないクリーンエネルギーの活用等が望まれる。クリーンエネルギーとしては、非化石燃料エネルギー（水力・風力電源）の活用があり、その他フリークーリングによる空調の電力消費の削減も有効である。フリークーリングは、地下の低温環境の活用や、低温地域のデータセンタでの外気温の活用が考えられる。

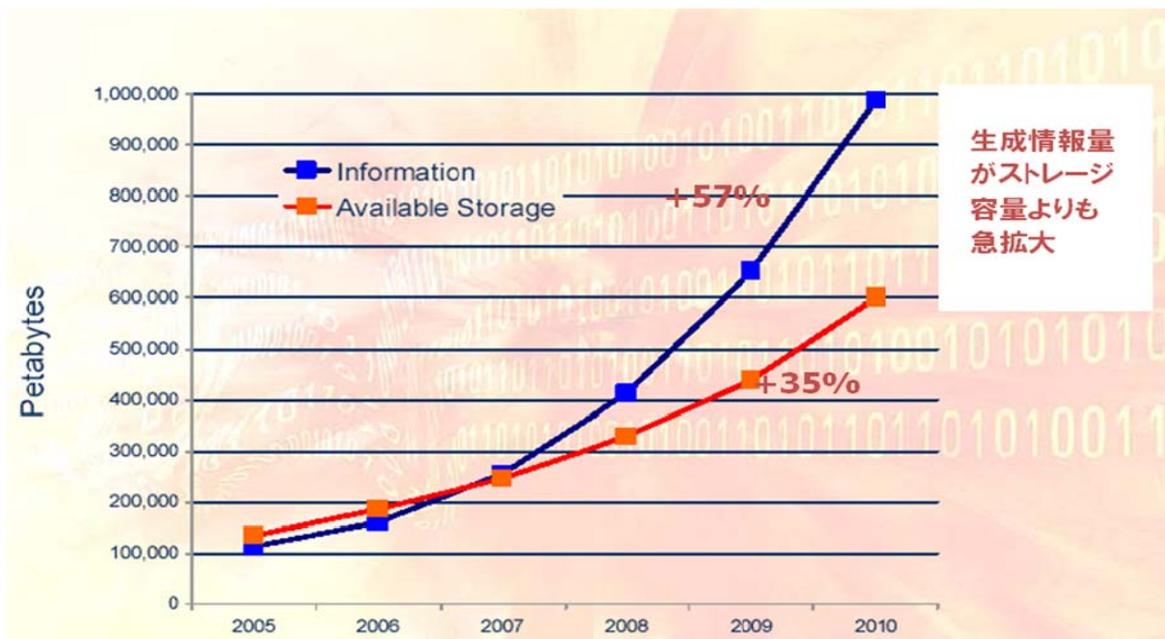
クリーンエネルギーの活用やフリークーリングによる空調方法を活用しているデータセンタについて、その設備投資についての税制優遇策を実施することや、クリーンエネルギーやフリークーリングを活用可能な地域の自治体によるデータセンタ構築支援・誘致施策等が有効と考えられる。

3. 2 膨大な情報管理の省エネ化

今後さらに加速する情報量の増大に伴う CO₂ 排出量の増加に対応するためには、環境に配慮した効率的なデータセンタ等の運用を推進すると同時に、利用頻度が著しく低いデータについては、光ディスク等消費電力が少ない保存方法に移行するなど、情報の管理方法そのものの最適化を検討する必要がある。

(1) 加速する情報量の増大と固定化されたコンテンツ

ICT の進展と情報のデジタル化の加速に伴い、社会で生み出される情報量は著しく増大している。中でも写真、映像、画像、音声等のデジタル化、高精細度化及びそれらの情報の複製化、ミラー化、あるいは e メールに添付されるデータなど非構造化データの急膨張によって、生成されるデータ量は年々急増している。



Source: IDC, 2007, "The Expanding Digital Universe, Can we Contain it?" - Dave Riesel 出典: IDC Japan

図3. 7: 急膨張する生成データ量

ストレージ内に蓄積された情報に目を向けてみると、日々更新・活用される「活データ」と、過去に生成され更新される事のない「固定化したデータ」が存在する。活データは日常生成され活用されるものであり日々の仕事量に比例するが、保存目的で蓄積された固定化したデータは時間経過と共に日々増大するため、その総容量は幾何級数的に増え続ける。

情報の増大と固定化したコンテンツ

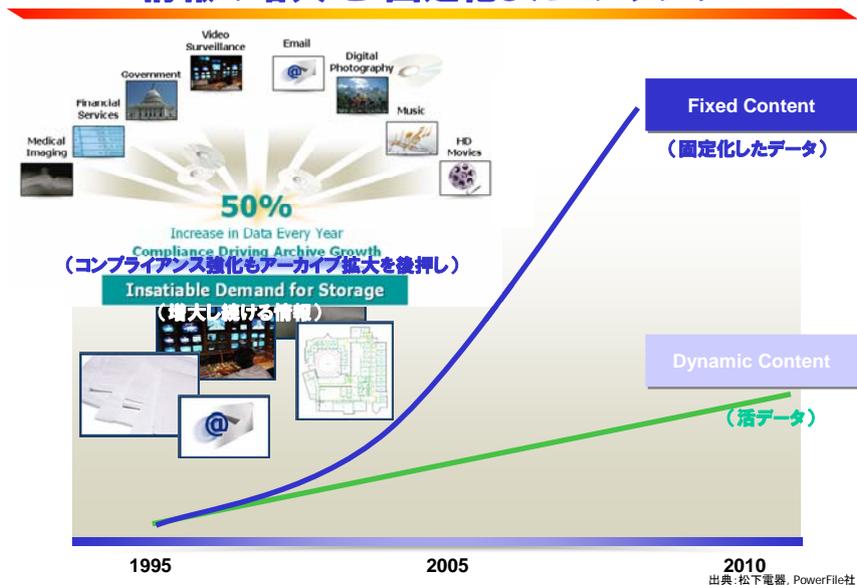


図3. 8: 情報の増大と固定化したコンテンツ

(2) データの性質に応じたストレージの階層

これらのデータを蓄えるストレージには扱うデータの性質によって、プライマリストレージ、セカンダリストレージ、アーカイブストレージに分類され、用途、ニーズ、コスト等を鑑みて適切なデバイス・システム機器が利用される。

- ① プライマリストレージ：オンラインストレージとも呼ばれ、データ処理に供されるストレージであり、特に高速高性能が求められる。
- ② セカンダリストレージ：ニアラインストレージとも呼ばれ、バックアップやミラー化されたデータを蓄積し、プライマリストレージほど高速でないが容量が大きいことが求められる。
- ③ アーカイブストレージ：中長期のデータ保存のためのストレージで、アクセス性能、高速性能はそれ程必要ではないが、中長期保存を前提にしているため、大容量、人件費を含む低運用コスト、低消費電力、環境負荷が小さい事が求められる。

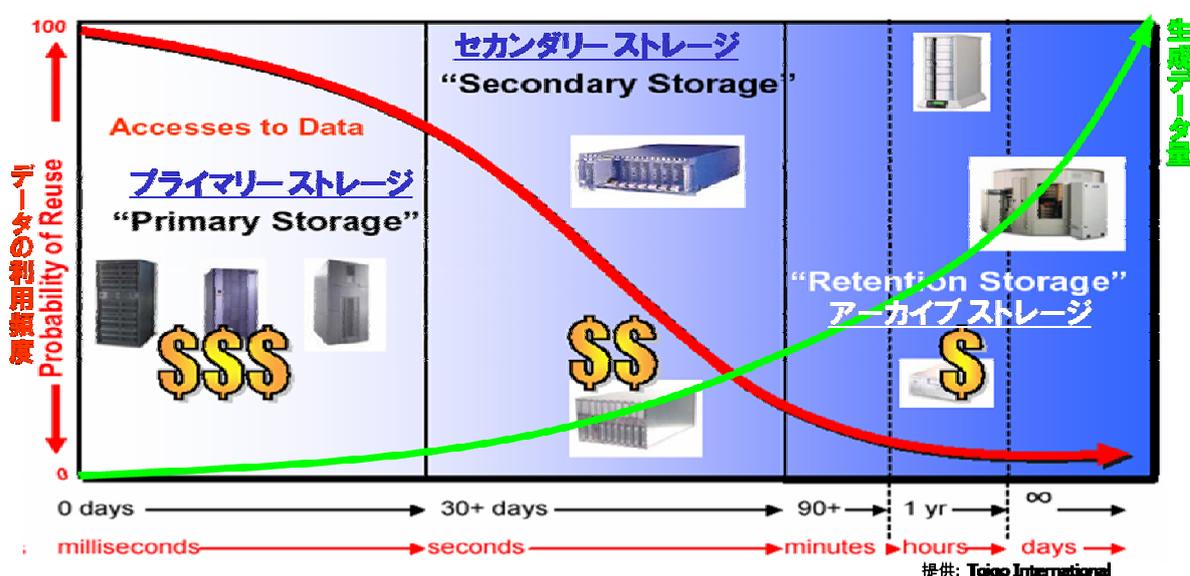


図3. 9 : 利用頻度が著しく低いデータとストレージ

(3) アーカイブストレージに求められる要件

アーカイブストレージに求められる基礎要件は、下記3点である。

- ① データの長期保存性
- ② 大容量、低運用コスト
- ③ 低消費電力、すなわち低CO₂排出量で地球環境に対し負荷が小さいこと

利用頻度が著しく低いデータの保存は、従来から磁気テープや光ディスクなどが使われてきたが、近年、HDDのデバイスコストが急激に低下したことによりこれまでプライマリ／セカンダリストレージとして利用されていたRAID⁴¹システムやHDDをアーカイブストレ

⁴¹ RAID:(Redundant Arrays of Inexpensive Disks) 複数台の安価なHDDを組み合わせることで、

ージとしても使用するようになってきている。

しかし、サーバ用の HDD や RAID システムはデータへのアクセスのために常時通電、常時回転し、かつ冷却のための空調設備も必要であり、それらの消費電力をまかなうために生み出される CO₂ の排出による地球温暖化への影響等が指摘されるようになってきた。またデータセンタの増加や規模拡大に伴う電力供給の逼迫問題も大きな社会問題となってきている。

(4) 光ディスク等によるアーカイブデータの保存の推進

上記の問題を踏まえて、近年再び磁気テープや光ディスク等の常時通電回転させる必要のないリムーバブルメディア（光ディスク等）を用いたストレージシステムが、低炭素社会に貢献するとして評価注目されている。

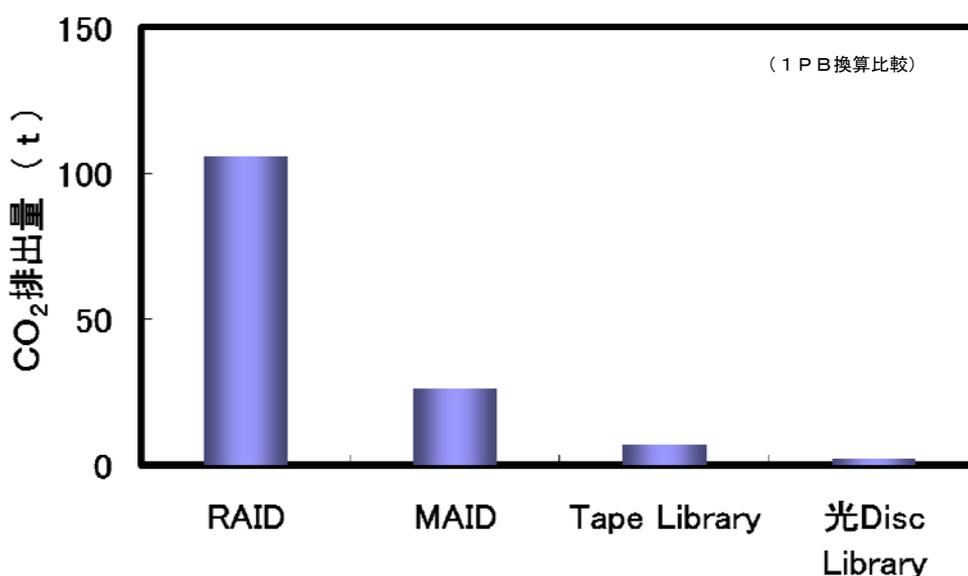


図3. 10 : 各種ストレージと CO₂ 排出量比較 (出典 : 松下電器産業)

上記データが示す様に、磁気テープや光ディスクは、HDDを利用したRAIDなどに比べその CO₂ 排出量は格段に少なく環境負荷の小さいストレージソリューションである。今後の低炭素社会の要請に応えるためには、RAIDやMAID⁴²型ストレージとともに、磁気テープや光ディスクを適材適所で活用することによって、効率がよく環境にもやさしいストレージシステムを提供していくことが必要である。

なお、これは日本の国際競争力強化の観点からも機を得ている。磁気テープの生産は、現

仮想的な1台のHDDとして運用する技術。データの分散冗長度を持って記録することによって特定のHDDが読めなくなってもデータの信頼性を確保したストレージ方式。

⁴² MAID:(Massive Arrays of Inactive Disks)少量のHDDからなる RAID グループを多数構成し、この RAID グループ単位で HDD のスピンドル回転を制御することによって、ドーマント状態(停止状態)のHDDに対してアクセスが発生した時のみHDDが回転し、起動に多少の時間は要する(10秒ほど)が、テープライブラリー等よりは早い特徴がある。

状80%以上が日本生産であり、また光ディスクにおいてはドライブ、メディア共に日本発の技術であり、多数のIP知的財産権を所有、製品も各社で多数生産されているからである。

3.3 新たなICTシステムによる環境貢献

情報通信分野においては、システムレベルあるいはアプリケーションレベルで様々な進展が続いているところであるが、今後、これまでの情報通信とはインフラレベルにおいて異なる、幅広い利用者を対象とした新たなシステムが導入されていく予定である。例えば、これまでのインターネットでは不十分なサービス機能をも兼ね備えた次世代ネットワーク（NGN）、2011年7月24日で終了するアナログテレビが使用していたVHF帯・UHF帯の周波数を利用して開始される、車々間通信も可能な安全・安心ITS、ブロードバンド携帯などである。

このような新たなICTシステムがもたらすこれまでにないアプリケーションやサービスにより環境へどのような貢献が可能かを検討することとする。

3.3.1 次世代ネットワーク（NGN）

「NGN」は、「next generation network」の略で、国際標準に準拠した最先端の技術を駆使し、従来の電話網が持つ信頼性、安定性を確保しながら、IPネットワークの柔軟性・経済性を備えた新しい情報通信ネットワークである。日本では、通信事業者が中心となり、各種業界と協力し、既に検討を開始している。NGNの特徴は、品質保証「QoS」、セキュリティ、信頼性、オープンなインタフェースであり、詳しくは下記の通りである。

- ・ NGNの特徴（提供される機能等は一例）

- 1：品質保証「QoS」

利用するサービスに応じ、4つの品質クラス（最優先、高優先、優先、ベストエフォート）から適切なクラスを選択できる。クリアな音声やハイビジョンの高精細な映像を高い品質クラスで伝達するのに必要な帯域を確保できるため、ネットワークを通じ問題なく伝達することが可能である。

- 2：セキュリティ

回線ごとに個人認証を行い、成りすましの防止が可能である。

- 3：信頼性

特定のエリアに通信が集中した際のトラフィックコントロール、重要通信の確保、異常トラフィックのブロックなどが可能である。

- 4：オープンなインタフェース

今までに通信と直接は関係が無かった他業界を交えた多彩なサービス・アプリケーションに対応できるよう、インタラクティブ機能、ユニキャスト/マルチキャスト機能、インターネット接続機能、次世代イーサ機能などのネットワークのインタフェース仕様を公開している。

通信事業者の取り組みの一例として2006年12月より一年間実施されたトライアルサービスについて述べる。

・ トライアルサービスの内容⁴³

NGNで予定している各種一般サービスや事業者間との連携サービスを実際に利用することで、本格的な商用開始に向けた技術確認及び技術ノウハウの蓄積と顧客要望の把握を行う。

＜トライアルでの主要確認技術＞

- (1) 音声からハイビジョンクラスの高精細映像通信までの動的制御による end-to-end 品質制御機能
- (2) 大規模高精細映像配信を実現する IP マルチキャスト機能
- (3) 安心・安全・便利なサービスを実現する不正アクセス防止等セキュリティ機能
- (4) 多様なサービスを経済的・効率的に統合しサービス統合を実現する多重統合化技術
- (5) 固定・移動連携機能
- (6) アプリケーション連携等オープンなコネクティビリティ機能など

トライアルでの具体的なサービスは下記の3つの分野に分類されている。⁴⁴

- 1：安全で高品質なビジネス環境の実現
- 2：安心・安全な社会環境の実現
- 3：手軽に楽しく便利なホームライフの実現

NGNで提供されるサービスの環境側面を定性的に評価した。トライアルで提供されたサービスから20のサービスを抽出し、期待される環境負荷低減要素（物の消費、電力・エネルギー消費、人の移動、物の移動、オフィススペース効率化、物の保管、業務効率化、廃棄物）⁴⁵の有無を検討した。結果を表3. 8に示す。検討した20サービスの全てにおいて環境負荷低減が期待できることがわかる。また、QoSや認証等の高度な機能をネットワークインフラが具備することにより、現在ICTの利用が進んでいない領域においても利用が可能になり、新たな環境負荷低減効果が期待される。

従来には無い、新たな機能を有する通信インフラが普及・活用されることにより、これまでのエネルギーを消費するライフスタイル・ビジネススタイル・ワークスタイルを変革するような多種多様なサービスの普及が期待される。

⁴³ NTT 中期経営戦略[2005. 11. 9 発表]より抜粋

⁴⁴ ガイドブックNOTEより http://www.ngn-note.jp/pdfdl_otemachi.html (大手町編)

⁴⁵ 総務省ガイドブック「ICTを環境にやさしく活用するために」 環境チェックリスト (p11)
http://www.soumu.go.jp/s-news/2007/pdf/070406_1_1.pdf

表38 NGNTで提供されたサービスの環境側面の定性評価結果

サービス内容	物の消費削減	電力・エネルギー消費削減	人の移動削減	物の移動削減	省スペース化	保管スペース削減	廃棄物削減	業務効率化	特徴
1	① 準身大映像やステレオ音声を利用した臨場感の高いTV会議 ② QoSを利用した高品質電話会議 ③ 家庭用ビデオカメラ、PC等を用い、鮮明なハイビジョン映像を交えたTV会議 ④ セキュアで簡単なオンデマンドVPN接続を生かした次世代テレワーク ⑤ NGND発信者IDを活用した強固なマルチファクター認証システム ⑥ QoSによるNGND広域イーサ、暗号形通信を組み合わせたセントラント型VPN ⑦ 電子文書の存在日時の正当性を保障するタイムスタンプ ⑧ 大規模セキュアファイル流通システム ⑨ 広帯域を活用したHD映像配信システムへも既存システムをアップグレードするサポートサービス ⑩ 家庭やオフィスなどの屋内ネットワークを含めたトータルの高品位データ通信を実現可能にするFEC(パケットロス回復) ⑪ 既存アプリケーションに変更を加えずともNGNDのQoSメトリックが受けられるSIP7タフタージョン機能	-	-	○	-	-	-	-	遠距離でも移動せずに際にいる感覚で意思疎通が可能 電話会議の性能が上がることで対面型会議の減少が可能 会議場所をとらず、資料共有も画面上で図れる。 通勤時間がなくなり、事務所も小規模で済む 重要情報を電子媒体で安心して送れる 重要情報を電子媒体で安心して送れ、本社、支店の距離感が無くなる。 今まで紙でなければならなかった重要書類も電子化できる ハイク便などで紙でしか送れなかった情報が電子媒体で送れる。 既存システムで高品質サービスが利用できる 既存システムで高品質サービスが利用できる 既存システムで高品質サービスが利用できる 病院から離れていても的確な処置が受けられる 迅速・確実な情報で被災地のパンク状態を防ぐ 災害時の家族の安否を確認し、異なる疲労を防ぐ 心配な人の無事を常に確認できる
2	① QoSによる安定したハイビジョン映像通信を利用した遠隔地間/手術中の顕微鏡遠隔操作等を可能にする遠隔病理診断支援システム ② 迅速・確実な緊急地震速報の送信を行う緊急地震速報サービス ③ 災害時に手持ちの写真で家族の安否確認が可能になる災害時安否情報共有サービス ④ QoSと発信者IDを使い、ICタグの検出をネットワークカメラに連携させ、子供や高齢者など見守り対象者の状況を把握できる「エビキタス見守り」	-	-	○	-	-	-	-	迅速・確実な緊急地震速報の送信を行う緊急地震速報サービス 災害時に手持ちの写真で家族の安否確認が可能になる災害時安否情報共有サービス QoSと発信者IDを使い、ICタグの検出をネットワークカメラに連携させ、子供や高齢者など見守り対象者の状況を把握できる「エビキタス見守り」
3	① 音質が飛躍的に向上した高品質IP電話機 ② 高精細映像とステレオ音声による臨場感あるハイビジョンIPテレビ電話 ③ 高品質音源を生かした高品位オーディオ通信サービス ④ テレビをホームポータルにした多目的AV家電連携端末 ⑤ ハイビジョン映像配信サービス	-	-	○	-	○	-	-	音質が飛躍的に向上した高品質IP電話機 高精細映像とステレオ音声による臨場感あるハイビジョンIPテレビ電話 高品質音源を生かした高品位オーディオ通信サービス テレビをホームポータルにした多目的AV家電連携端末 見たいときに好きなハイビジョン放送を見られるため、レンタルや購入が不要

3. 3. 2 高度道路交通システム（ITS）

我が国においては、現在、FM 多重放送等を使用した道路交通情報通信システム(VICS)や、5.8GHz 帯を使用した高速道路料金収受システム（ETC）などのITSが、世界にも例をみないほどの高度なレベルで、かつ広く普及してきている。

このようなITSは、例えば、VICS搭載のカーナビにより、ドライバーは渋滞情報を考慮した最適経路選択が可能となり自動車交通の時間短縮や平均速度向上が図られたり、ETCでは料金所における自動車のノンストップ化や渋滞解消が図られることなどから、地球温暖化にも貢献するものであり、第2章でも記載したように我が国の京都議定書目標達成計画でも対策の一つとして取り上げられているところである。

これまでのITSは、どちらかと言えば快適なドライブに資するものという側面が大きかったが、やはり自動車交通の一番の重要課題である安全・安心な交通社会に向けた利用という観点が社会的にも要請されてきているところである。

このような中、地上テレビジョン放送のデジタル化により2011年7月以降に空周波数となることが予定されるVHF帯(90-108MHz及び170-222MHz)及びUHF帯(710MHz-770MHz帯)の電波の有効利用に関して審議を行ってきた情報通信審議会は、2007年6月に「VHF/UHF帯における電波の有効利用のための技術的条件」として一部答申を行い、715MHzから725MHzを車車間通信システム等の実現のための安全・安心なITSに利用すべきとした。

総務省においては、わが国のICTの国際競争力強化に向けたプロジェクトを推進するためにユビキタス特区事業を実施するところであるが、そのプロジェクトの中で、この700MHz帯の周波数や5.8GHz帯DSRC⁴⁶を用いた車車間・路車間通信によるインフラ協調安全運転支援システム等のプロジェクトの実施を予定している。

このようなアナログテレビ終了後の700MHz帯の周波数を使うITSや、多様な既存の電波メディアも活用した新たなITSの実現に向けた取り組みが進められているところであるが、これらは、下記のような環境にも貢献可能なシステムとして期待されるところである。

- ・ 路車間並びに車車間通信システム等を活用し、安全性を優先しながら路面状態や周辺環境に応じて、適切な走行ガイダンスを行い、ドライバーの走行を支援するシステム
- ・ 電波等を利用して、自動車等からプローブ情報を収集、公共的なデータベース化を行い、ドライバーに安全や渋滞等の交通情報をフィードバックするとともに最適経路案内を行

⁴⁶ DSRC:Dedicated Short Range Communications（専用狭域通信）の略。我が国においては5.8GHz帯においてDSRC用に7つの上り・下りの周波数チャンネルが用意されており、ETCではその内の2つのチャンネルセットを利用している。これら周波数チャンネルを利用することにより、詳細な道路交通情報の提供や、民間レベルでの駐車場案内・情報提供など多様なサービスでの利用が可能となる。

う、リアルタイムプローブシステム

- ・ ICTを簡単・平易に利用することにより、各種パーソナルモビリティを共同利用できるリソースシェアリングシステム
- ・ 複数人で長距離移動する際に、安くて移動エネルギーの少ない交通手段をインターネット等で検索・予約することで自動車・公共交通のモーダルミックスを図り、エネルギー消費を削減する統合交通システム

今後、ユビキタス特区等のプロジェクトにおいて、安全運転支援システムの開発・実証が行われ、2011年のアナログテレビ終了後に実用化が実現されれば、安心・安全な社会の実現のみならず、交通流の円滑化による環境への貢献という点でも相乗効果が期待できるものである。

3. 3. 3 モバイルブロードバンド

現在我が国において利用されている携帯電話は、いわゆる第3世代携帯電話であり、下り最大3.1~7.2Mbpsのデータ通信サービスの利用が可能となっている。また、モバイルWiMAXや次世代PHSの新たな通信方式への周波数割り当ても決定し、今後、モバイルの分野においてさらにブロードバンド化が進展することが予定されている。さらに、第3世代携帯電話の更なるデータ通信の高速化に向けた検討や第4世代となるIMT-Advancedの仕様策定も進められており、モバイル環境での100Mbpsクラスの高速度通信の実現が期待されている。このようなモバイル・ブロードバンドの実現に向けては、新たな周波数帯域の確保も求められるところであり、2011年のアナログテレビ終了に伴う空き周波数である700MHz帯並びに周波数再編を進めている900MHz帯の利用や、さらに広帯域な周波数が確保可能な3GHz帯の利用に向けた取り組みなどが行われているところである。

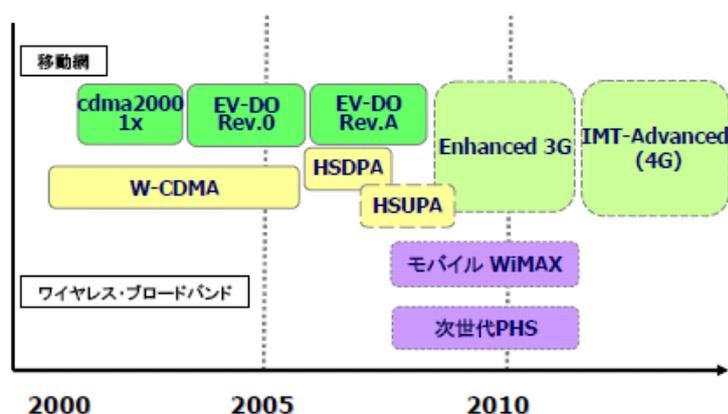


図3. 11 : 日本のモバイルブロードバンドサービスの発展動向

モバイルブロードバンド環境を実現することで、いつでも、どこでも利便性の高いサービスや大容量のデータにストレスなくアクセスできることから、今後は、社会におけるユビキ

タスライフが本格化し、さまざまな利用シーンにおいて、人・モノの移動の削減、効率的なエネルギー消費ならびにモノの消費の抑制を実現し、CO₂削減に貢献することが期待できる。

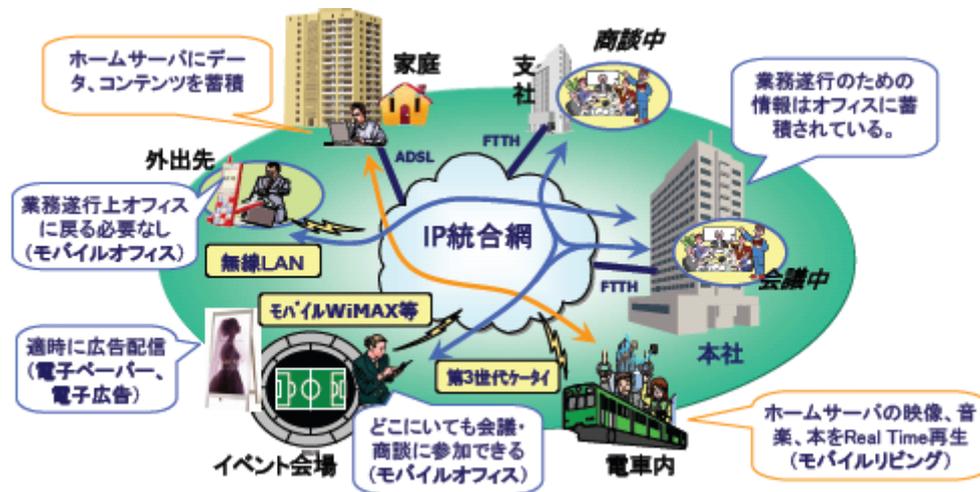


図3. 12 : モバイルブロードバンドの利用イメージ

(1) モバイルブロードバンドの利用イメージ

①電子ペーパー

電子新聞、電子Book、電子広告といった、従来、紙を利用していたコンテンツをストレスなく配信することが可能になりいつでも・どこでも購読できるようになる。このような利用により環境面でも、ペーパーレス化によるモノの移動及び消費は減少しCO₂排出削減に貢献できると期待される。

②モバイルリビング

従来、家庭内のDVDで楽しんできた映像等の大容量コンテンツを移動先でストレスなく視聴することが可能になる。このような利用により環境面でも、モノの移動及び消費が減少しCO₂排出削減に貢献できると期待される。

③モバイルオフィス

外出先あるいは移動中にシンクライアント端末等を利用してデータセンタや社内サーバにストレスなくアクセスできるようになり、「どこでもオフィス」環境が実現可能となる。このような利用により環境面でも、オフィススペースの効率化や、無駄な移動の減少による業務効率化に繋がりCO₂排出削減に貢献できると期待される。

(2) モバイルブロードバンドによる更なる環境貢献領域

携帯電話の多機能・高機能化により、電話機本来の機能である「通話」以外にもさまざまな利用シーンが出現し、生活における利便性と効率性を向上させているが、同時にこれらの機能はビジネスにおいても活用され、業務の効率化やコスト低減等に利用されることで、移

動の抑制・エネルギー効率・消費の抑制を通してCO₂排出削減に貢献することが可能となっている。

今後、モバイルブロードバンドの普及により各種高性能デバイスやメディアとの連携がより強化されることで、テレワーク、TV会議、映像監視、電子ペーパー等の機能強化を実現し、ICTの利活用を更に推進することが可能となり、利便性の拡大と同時に環境貢献度の拡大も大いに期待できるところである。

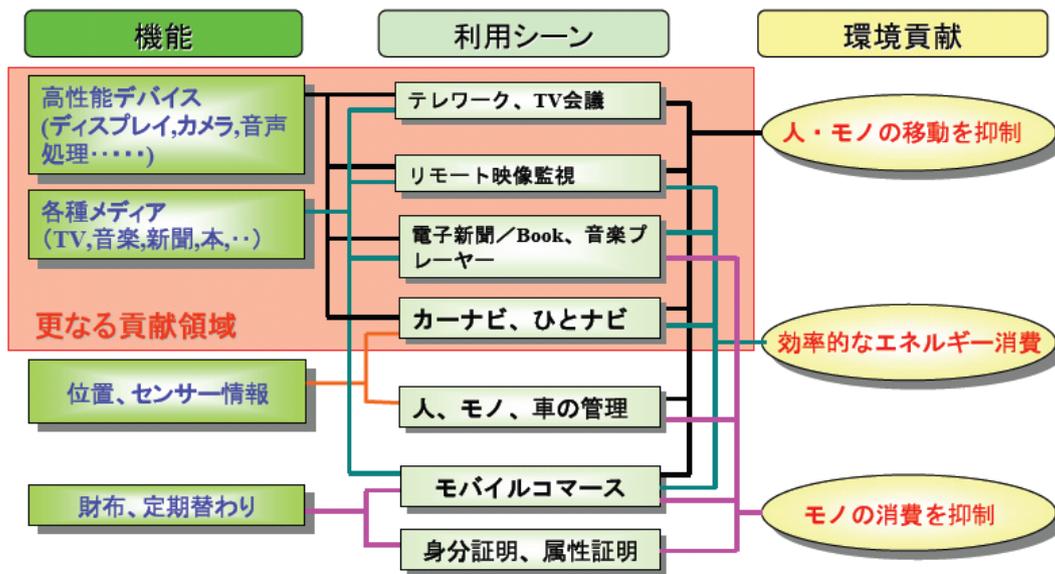


図3. 13 : モバイルブロードバンドによる環境貢献領域

3. 3. 4 家庭用エネルギー管理システム (HEMS)

(1) 家庭でのエネルギー消費の現状

部門別のエネルギー起源CO₂排出量を1990年比増減率で見ると、業務部門、家庭部門のCO₂排出量が増大している。(表3. 9)

表 3. 9 : 部門別エネルギー起源 CO₂ 排出量 (1990 比増減率)

	1990 年度	2006 年度	1990 年比増減率	2010 年目標 (06 年比削減率)
産業 (工場)	482	455	▲5.6%	435 (▲4.4%)
業務 (オフィス等)	164	233	+41.7%	165 (▲29.1%)
家庭	127	166	+30.4%	137 (▲17.5%)
運輸	217	254	+17.0%	250 (▲1.6%)
エネルギー転換部門 (エネルギー供給)	67.9	75.5	+11.3%	69 (▲8.6%)

(環境省報道資料「2006 年度 (平成 18 年度) の温室効果ガス排出量速報値について」(平成 19 年 11 月 5 日) を元に作成)

このうち、家庭におけるエネルギー消費については、図 3. 14 に示すとおり、電力消費による CO₂ 排出が最も多く、電力消費の内訳としてはエアコン、冷蔵庫、照明器具、テレビが上位を占めている。

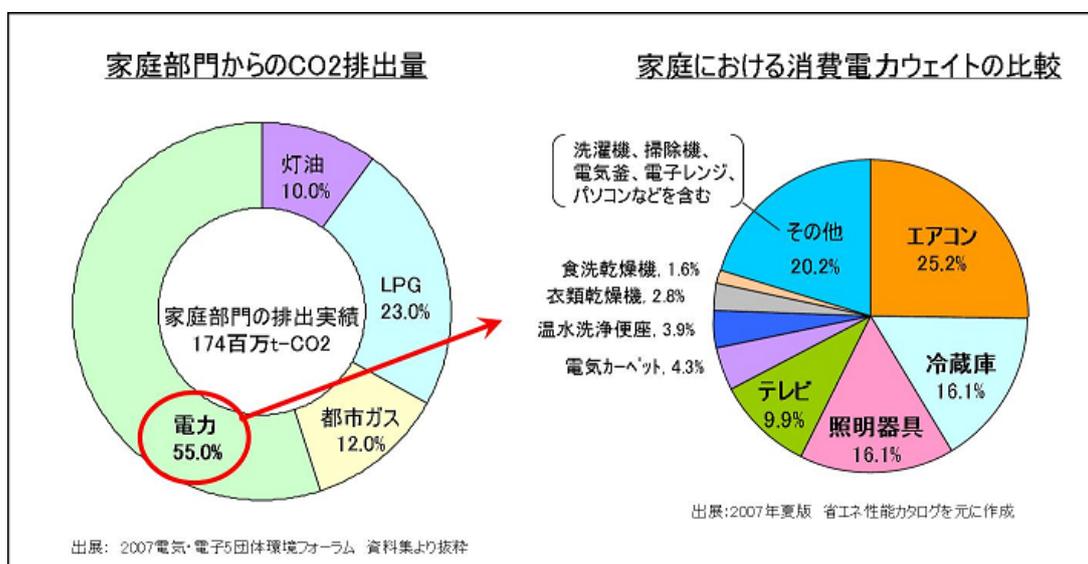


図 3. 14 : 家庭における CO₂ 排出量及び消費電力ウェイトの比較

(2) 家庭における消費電力の“見える化”の必要性

家庭におけるCO₂ 排出抑制方策としては、省エネ効果の高いいわゆる「省エネ家電」への買い替え促進や、燃料電池・太陽光発電等の新エネルギー機器の導入等も挙げられるが、ICTシステムを活用した方策としては、HEMS (Home Energy Management System)

の導入が挙げられる。H E M Sとは、家電製品がネットワークを介して連携し、照明、冷暖房等のエネルギー消費を制御するシステムであり、平成13～17年度に行われた「エネルギー需要最適マネジメント推進事業」⁴⁷では年平均約10%程度のCO₂削減効果が報告されている。

上記事業の成果報告書⁴⁸によれば、エアコン等の家電機器を自動制御することによる省エネ効果もさることながら、表示装置を用いた情報提供の結果としての省エネ行動が省エネに貢献しており、消費電力に関する情報訴求力が重要であり、そのためには「見やすさ」、「分かりやすさ」、「ゲーム性」、「コミュニケーション」等の機能がポイントであるとの指摘もされている。

このようなH E M Sを実現するためのホームネットワークの通信規格⁴⁹も策定されており、対応した家電製品も発売されているものの、H E M Sの普及はまだこれからの段階であり、今後拡大が望まれるところである。しかしながら、今後の普及拡大に資する新しい取組も出てきており、以下でいくつか紹介する。

(3) 新築住宅での消費電力“見える化”システム

最近の新築住宅においては、ブロードバンドの普及に伴い、最初から家庭内LANが敷設され、各コンセントにイーサネットポートを備えた住宅も増えてきている。これらの家庭内LANを用いて、各種の家電機器や住宅設備機器の状態等をテレビや外出先の携帯電話等でモニターし、さらには外出先から来客確認や施錠するなどのホームセキュリティ機能を提供する機器・サービスが普及しつつある。

これらの機能に加えて、前述したような「家庭内の消費電力情報を提供（“見える化”）することにより省エネ行動を促す」ことに主眼を置き、特に「見やすさ」、「分かりやすさ」、「ゲーム性」、「コミュニケーション」等に配慮したシステムも登場してきている。例えばエアコン、照明、床暖房等の主要な家電・設備機器の消費電力を、家庭内LAN経由でテレビでも確認することができるシステムなどがある。以下にそのシステム例を図示する（図3.15）。

⁴⁷ 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）による実証実験

⁴⁸ 平成18年度 一般家庭におけるH E M S導入実証試験による省エネルギー効果の評価解析成果報告書

⁴⁹ エコネットコンソーシアムによるエコネット規格 <http://www.echonet.gr.jp/>

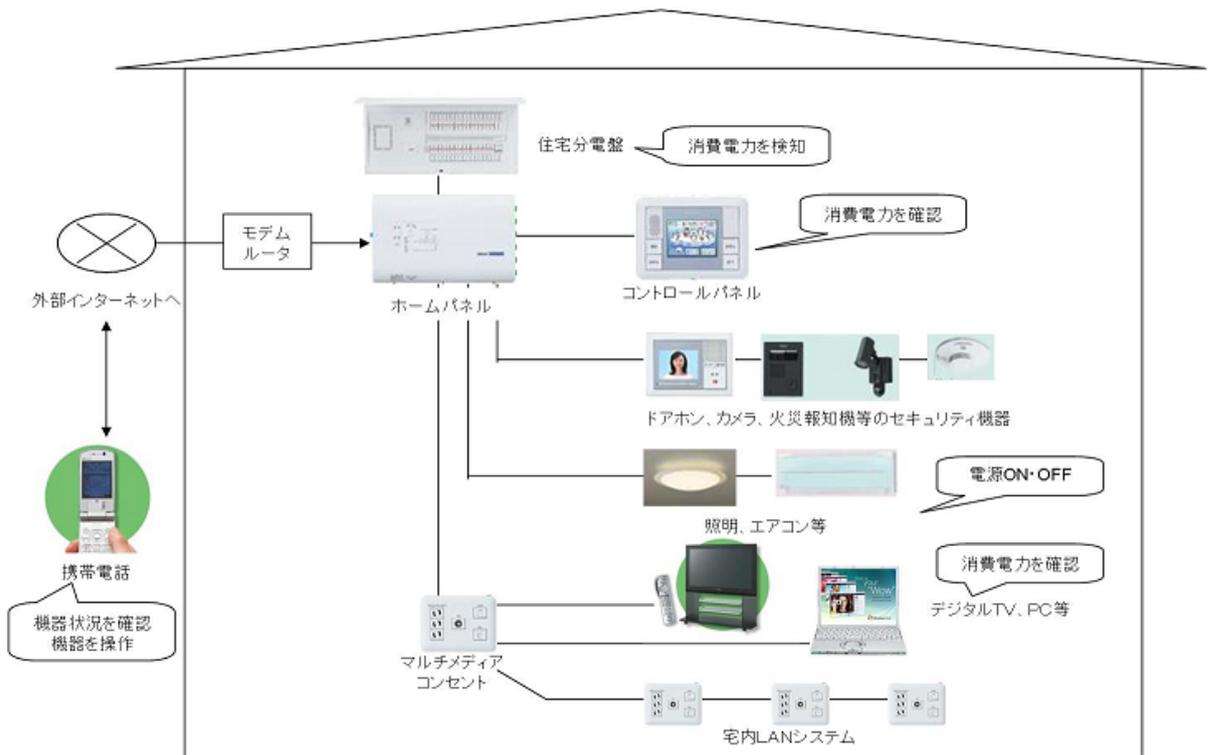


図3. 15 : 新築家庭における消費電力“見える化”システムの概要(例)

このような家庭内消費電力“見える化”システムでは、ユーザの省エネ意識の向上に向けて、以下の要素が重要なポイントとなっている。

①消費電力の計測・提示

家庭内の消費電力を計測・提示する機器としては、「省エネナビ」の名称で呼ばれており、財団法人省エネルギーセンターのHPでも紹介されている⁵⁰が、これまでの家庭内消費電力を一括で計測するタイプに加えて、例えばエアコン、照明、床暖房等の電源回路ごとに計測できるものも開発されている(図3. 16)。

②継続的な省エネ行動へ導く工夫(分かりやすいUI、省エネアドバイス機能等)

消費電力の提示(“見える化”)によってユーザの省エネ意識を喚起し、省エネ行動に導くとともに、さらに省エネ意識・省エネ行動を持続させるためには、単に消費電力を提示するのではなく、いかにユーザに楽しみながら省エネ行動をしてもらえるかが重要である。そのためには、一目で分かる直感的なユーザーインターフェース(親しみやすい画面構成、デザイン等)及び次にとるべき行動を示す省エネアドバイ機能の充実などが求められる。また、ユーザが使いやすいという観点から、家庭内LAN経由でデジタルテレビやPCなどの身近な端末で消費電力等をモニターすることも有効と思われる。

⁵⁰ <http://www.eccj.or.jp/navi/index.html>

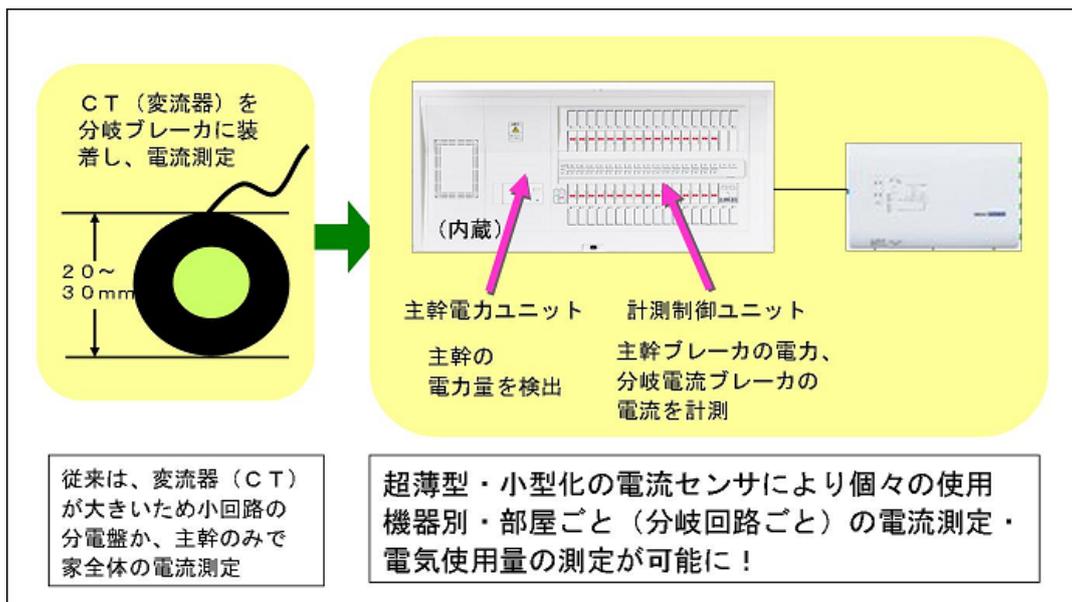


図3. 16：使用機器別（分岐ブレーカ毎）の使用電力測定を可能にする小型電力センサ

以上のように、新築住宅においては、家庭内LANを活用した家庭内消費電力“見える化”システムの普及・拡大が今後に向けて有効な方策として期待される。

（4）既存住宅での消費電力低減に向けた取組

新築住宅における取組については前述にて説明したが、既存住宅についても検討しておく必要がある。既存住宅においては、家庭内LANや消費電力計測機能付きの住宅分電盤などが設置されていない場合がほとんどである。その条件下で、各機器の消費電力計測や結果表示機能、さらには機器制御機能をいかに簡単な方法で実現するかが重要になってくる。

その実現に向けて技術的には様々な方法が考えられるが、総務省では平成20年度に「ユビキタス特区」⁵¹を創設し、その中の「ユビキタス環境立国プロジェクト」においてその一方策を実証していく予定である。

ユビキタス環境立国プロジェクトでは、電力線通信（PLC）を活用した家電状況モニタリング、具体的にはCATV網とPLCホームネットワークを活用し、デマンドコントロールやトレーサビリティなどのアプリケーションを実現する家電状況モニタリングの開発・実証を行うことを予定している。想定されるシステム構成図を図3. 17に示す。

今後、このように既存住宅においても様々なホームネットワーク技術を活用した消費電力の“見える化”が進められ、それに伴いユーザの省エネ行動が促進されることが期待される。

⁵¹ 総務省報道発表『「ユビキタス特区」の創設について』（2008年1月25日）http://www.soumu.go.jp/s-news/2008/080125_5.html

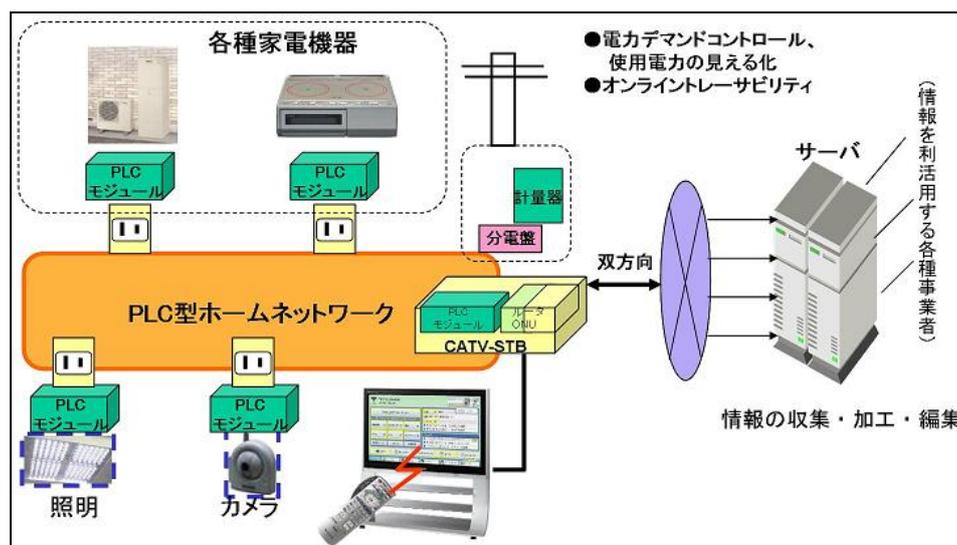


図3. 17 「ユビキタス環境立国プロジェクト」のシステム概要図

3. 4 ICTによる環境に配慮した取組の促進

3. 4. 1 企業に対するインセンティブ付与

環境に配慮したICT機器やシステムは、高機能であることから従来型のものに比較してコスト高になることも多い。また、従来型のICT機器の環境に配慮した高機能型への転換を加速させるためには、何らかの形で環境に配慮したICT機器やシステムあるいはそれを利用したサービスに対するインセンティブが不可欠である。

(1) 金融支援

欧米では、地球環境への貢献などの積極的取組を考慮して投資を行う社会的責任投資(SRI)が急速に増大している。我が国では、その規模はまだ小さいのが現状である。民間企業等のICTによる環境に配慮した取組を促進するためには、インセンティブとなるような支援制度を検討する必要がある。例えば、一部の金融機関においては、環境に配慮した経営に取り組む企業の資金調達を支援するため、エネルギー消費量やCO₂排出量に関する地球温暖化対策を含む経営・事業・パフォーマンス事項について詳細な環境スクリーニングを実施し、その評価結果に応じた融資制度を実施している。企業がこうした制度を活用すれば、環境に配慮した経営の可視化によりCSRの観点からメリットとなるだけでなく、金利優遇により経営的にも直接的なメリットとなる。

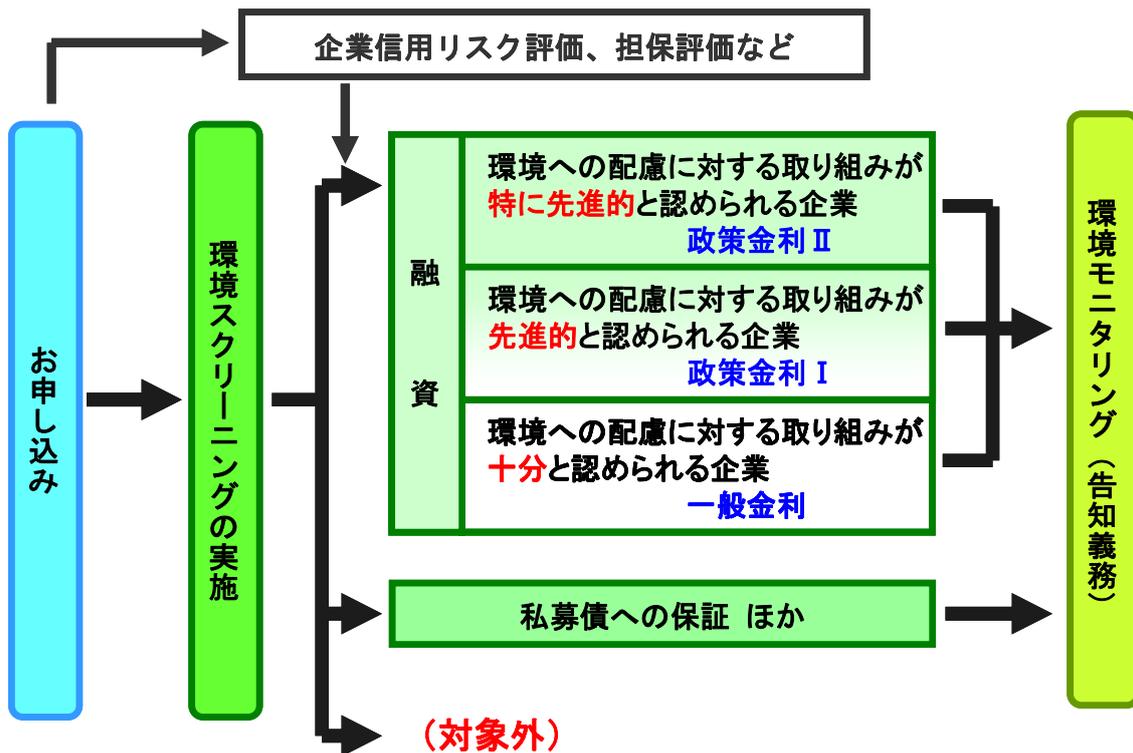


図3. 18：日本政策投資銀行「環境配慮型経営促進事業（環境格付融資）」の概要

その代表例である環境配慮型経営促進事業（環境格付融資）は、日本政策投資銀行が開発したスクリーニングシステム（格付システム）により企業の環境経営度を評点化、優れた企業を選定し、得点に応じて3段階の適用金利を設定するという手法を導入した融資制度である（図3. 18）。

今後、金融を活用することによってICTによる環境配慮を推進する観点から、環境に配慮した経営を実現するためにICTを積極的に活用する民間企業等を支援するため、ICTを活用したCO₂排出削減のための投資・費用に対して行われている融資制度に利子補給によって一層の優遇を図るための予算制度を創設する等、様々な支援措置を検討すべきである。

（2）税制支援

政府一体となって普及を推進しているテレワークは（参考資料6参照）、就業者の仕事と生活の調和を図りつつ、業務効率の向上を実現する柔軟な就業形態であるが、通勤や業務のための移動が減少し、自家用自動車等によるエネルギー消費が削減される効果もあり、環境保全にも寄与する。テレワーク等のICTを活用した交通代替によるCO₂排出削減効果は、京都議定書目標達成計画においては2010年に50万t-CO₂と見積もられている。ただし、この値は自動車通勤の減少に伴うCO₂排出削減量のみであり、電車、バス等による通勤量の削減やフリーアドレスやペーパーレス化などのオフィスでのCO₂排出削減などが盛り込まれたものではない。今後テレワークの普及が進めば、CO₂排出削減効果も増加する

ことが期待される。現在、企業におけるテレワーク環境整備を促進し、テレワークの一層の普及を図るために、総務省はテレワーク設備投資に対する税制支援を実施している（テレワーク環境整備税制）。現在の制度は、シンククライアントサーバやVPN装置等を取得した際に、地方税である固定資産税について5年度分の課税標準を2/3に軽減するものであるが、企業がテレワークによる交通代替の推進、シンククライアントシステム採用によるオフィス内PCの省エネ化等を進める際のより大きなインセンティブとなるように、対象設備の拡大、軽減措置の拡充などを検討すべきである。

3. 4. 2 家庭に対するインセンティブ付与

地球温暖化問題にICTが貢献するという認識は徐々に広まりつつあるものの、それは主にICT提供側によるものであり、必ずしもICT利用側が受け入れられているとはいえないのが現状である。今後は、生活者の視点からもICTが地球温暖化問題に貢献できることが目に見えて理解できるよう、生活のあらゆるシーンの行動によるCO₂排出量の可視化の仕組みの導入が求められる。具体的には、センサーネットワーク等の活用により、照明の自動消灯といった省エネ行動が無意識のうちに実現できる仕組みを浸透させるだけでなく、個人レベルでCO₂排出削減効果の実感が湧くように、省エネナビを含むHEMSの新築家屋への普及、エコドライブシステムの自家用自動車への普及等をさらに促進する仕組みが必要である。

例えば、HEMSの普及促進については、3. 3. 4 家庭用エネルギー管理システム（HEMS）で紹介したような「家庭内消費電力の“見える化”システム」を対象とした補助金制度あるいは税制優遇などによるインセンティブ付与が有効と考えられる。その場合には、それらのシステムを取り扱う販売事業者を対象とした制度として普及・拡販へのインセンティブを付与するのか、あるいは直接的に一般ユーザを対象として導入インセンティブを付与するのか、十分検討する必要がある。例えば、一般ユーザ対象の制度とする場合には、制度認知や手続き簡素化等の面を十分考慮しなければ、実際の制度利用が進まない可能性があるため注意が必要であろう。また、前述したように、家屋単位で消費電力を“見える化”するシステムをはじめ、最近では個別回路毎に消費電力を“見える化”するシステムや、さらにはそれに基づき省エネアドバイス等も行う機能も備えたシステムも出てきており、省エネに貢献する効果も違ってくることが想定される。従って、そのシステムが提供する機能によって段階的にインセンティブ付与する手段も考えられる。そのためには、まずこれらシステムの省エネ貢献効果を詳細に実証・検証するとともに、広く世間にアピールすることも有効と思われる。

3. 4. 3 社会システムのICT化

2. 3. 4. 1の事例のように、電子申請、例えばe-Tax（国税電子申告・納税システム

ム) や eLTAX (地方税電子申告・納税システム)、電子入札やオンラインレセプトなどは、ペーパーレス化や業務効率化等によりCO₂排出削減に貢献するものであり、またその普及率が上がれば上がるほど、社会全体での削減効果も増加することが見込まれる。

このように、既存の社会システムのICT化への移行を加速させることにより、サービスの質、業務の効率が向上するだけでなく、低炭素社会の実現にも貢献することが期待される。また、既にICT化が実現している社会システムについても、CO₂排出削減効果がより大きくなるように改善したり、利用率を増加させたりする取組が望まれる。

従って、一義的には国民の利便性の確保や行政事務の効率化等の観点から進められる電子政府・電子自治体であるが、今後は低炭素社会の実現という視点も加味して、より一層の普及促進が図られることが望ましい。また、電子政府・電子自治体に限らずその他の生活・ビジネス・教育・医療等の様々な分野における社会的なシステムについても、低炭素社会の実現という観点から捉えなおしてより一層のICT化が図られることが期待される。

なお、社会全体で環境負荷を低減していくためには、例えば、全国の都道府県や市区町村が同様のシステムを構築するような場合には、共同でシステムを構築したり、共同して外部委託を行う共同アウトソーシング事業といった共同化の取組が有効である。こうした、多くの組織が連携することで社会全体の効率化、ひいては環境負荷低減効果が期待できる取組を、官民連携で普及推進していくことが重要であろう。

3. 4. 4 ICTの利活用による低炭素都市モデルの構築

現在、政府においては、ライフスタイル、都市や交通のあり方など社会の仕組みを低炭素に根本から転換する端緒となるモデルを示すため、「環境モデル都市」の推進を図ろうとしている。

「環境モデル都市」においては、

- (1) 生産活動と生活・暮らしの両面で地域の活力と多様性を引き出し、地域の持続可能な成長を実現するとともに、
- (2) 高度な環境技術を都市において実践し、
- (3) 低炭素社会に対応した都市モデルの普及を図ることとしている。

ICTはまさに、地域の持続可能な成長を実現しつつ、低炭素社会を実現することが可能であるところであり、「環境モデル都市」においてはICTを積極的に利活用する仕組みが有効と考えられる。

例えば、車車・路車間通信のインフラ協調型ITSを用いて安全走行支援とともに各種情報提供やロードプライシングによる環境負荷低減が可能なシステムの整備や、テレワークにおけるサテライトオフィス、臨場感ある会議が可能なTV会議スペースの提供、BEMSや

HEMSの利用を念頭においた低炭素ビル・住宅の供給、あるいは、ネットワークを利用した効率的なエコポイントシステムの構築など、ICTの利活用による低炭素都市モデルの構築について検討し、その実現に向けた取り組みを推進することが望ましい。

3. 4. 5 ICTによるCO₂排出削減効果の評価手法の確立

ICTによるCO₂排出削減効果は、生産・物流・消費活動の効率化、交通代替や渋滞緩和等を通じて、ICT分野自らの領域ではなく他の分野において発現する。

例えば、テレワークでは、通勤の減少により運輸部門における自動車交通のCO₂排出量が削減されるという状況である。従って、環境自主行動計画を策定してCO₂排出の削減に取り組もうとする企業がテレワークを導入して従業員の通勤量減少により環境に貢献したとしても、その削減分を、その企業の工場やビルにおける電力消費量のような容易に測定可能なデータとしてはカウントすることができない状況にある。

従って、ICTによるCO₂排出削減効果を公正にかつ簡易に算定する評価手法が確立され、その評価手法による削減効果量を例えば企業の自主行動計画での削減量にカウントすることが認められれば、これまでのような一つの企業や家庭に閉じた省エネ型の温暖化対策だけでなく、ICTを活用したワークスタイル、ビジネススタイル、ライフスタイルの変革による社会全体のレベルでの温暖化への対応につながる可能性がある。

従って、今後、このようなICTによるCO₂排出削減効果の評価方法の確立に向けた取り組みが重要である。またこの場合、地球温暖化問題のグローバル性あるいはICTがそもそも有するグローバル性にも鑑み、国際的なレベルでの認識の醸成並びに国際的なレベルでのルールづくりなど、グローバルなレベルでの取り組みとすることが重要である。

3. 4. 6 普及啓発の推進

ICTによる環境に配慮した取組を幅広く浸透させるためには、シンポジウム・セミナー開催等による意識の向上、ICT利活用によるCO₂排出削減成功モデルの表彰・周知等による具体的取組方法の提示が必要である。その際、総務省が一般ユーザ向けに作成した、ガイドブック「ICTを環境にやさしく活用するために」⁵²や本研究会報告書を活用すれば、理解が深まるものと期待される。また、ICTと環境に関するポータルサイトを構築し、我が国における取組やCO₂排出削減効果の評価手法等の有益な情報を国内外に発信、社会全体で共有していくべきである。例えば、本報告書第2章で試算した、我が国におけるICTによるCO₂排出量及びCO₂削減量については、毎年発表される統計情報や公開情報、利活用シー

⁵² 総務省ガイドブック「ICTを環境にやさしく活用するために」
に」http://www.soumu.go.jp/s-news/2007/070406_1.html

の普及度等を更新することによって経年評価が可能である。毎年の統計事業としてICTによる環境影響を算出することにより、国民の環境への意識を高揚させ、ICTの更なる活用に資することができる。

その他にも、ICTによる環境効果を評価できる人材の育成、環境配慮に関する教育などが重要である。また、国民に身近なメディアであるテレビ放送等を通じた地球温暖化問題に関する啓発活動の積極的な実施を促す必要がある。

放送事業者の取り組みとして、国民・視聴者の地球温暖化問題への関心を高めることを目的に、年間を通じて特集番組や定時番組、キャンペーン・スポット等を積極的に放送するとともに、生活に密着したメディアである放送の特質を活かして、地球規模の気候異変、極地での氷の減少などのマクロな視点や分析に加え、日常生活の中でどのようにしたらCO₂排出を削減できるかなど、具体的で身近な情報を継続的に提供していくことが求められる。



月周回衛星「かぐや」のハイビジョカメラがとらえた地球

かけがえのない地球（提供 JAXA/NHK）