

地球温暖化問題への対応に向けた I C T 政策に関する研究会

報 告 書

平成 2 0 年 4 月

はじめに

地球温暖化問題はその影響が地球全体に及ぶことから、国際的な取組が必要な課題である。その問題は急速に深刻さを増しているが、本年は京都議定書の第1約束期間の開始年であり、また7月には地球温暖化問題を主要課題とする北海道洞爺湖サミットも開催されるなど、まさに環境が国際社会の重要課題となる年である。

こうした中で、日本のみならず世界に急速に浸透しつつあるＩＣＴ（情報通信技術）は安全・安心な社会の実現、個人の生活様式や企業の経営方法の変革による利便性向上や地域経済の発展に大きく寄与するとともに、業務の効率向上などを通じて地球温暖化問題への解決にも貢献できると期待されている。しかし一方、そのために高度なＩＣＴ機器の増加に伴う電力消費の増大が地球温暖化へ影響するという問題も考慮しなければならない。

以上のような背景を踏まえ、本研究会では、平成19年9月から平成20年4月までの間、ＩＣＴが地球温暖化にもたらす影響を明確にするとともに、地球温暖化問題への解決に資するＩＣＴ政策について議論を重ねてきた。

地球温暖化問題の解決への挑戦が人類の重要な課題となりつつある現在、本研究会報告書を取りまとめたことの重要性は非常に高いと確信する。本報告書が、「経済成長と利便性の向上を追求しつつ地球温暖化問題へ積極的に貢献できるＩＣＴ」のさらなる普及促進に向けて、今後の具体的な取り組みにおいて活用されることを期待する。

平成20年4月

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
座長 月尾 嘉男

目 次

はじめに

第 1 章	地球温暖化問題と I C T の進展	5
1. 1	地球温暖化問題の現状とその解決に向けた取組	5
1. 1. 1	地球温暖化問題の現状	5
1. 1. 2	京都議定書	6
1. 1. 3	京都議定書を受けた我が国の現状と取組	7
1. 1. 4	ポスト京都議定書に向けた動き	9
1. 2	地球温暖化問題と I C T の関係	10
1. 2. 1	I C T の進展	10
1. 2. 2	I C T の進展が地球温暖化問題に与える影響と効果	11
1. 2. 3	リモートセンシング技術による環境計測	13
1. 2. 4	地球シミュレータによる環境予測	15
第 2 章	I C T 分野における C O₂ 排出量及び C O₂ 排出削減効果	16
2. 1	I C T による環境負荷低減の評価方法	16
2. 1. 1	基本的な考え方	16
2. 1. 2	I C T の環境負荷低減評価で活用できる原単位	17
2. 2	I C T による環境負荷低減事例	19
2. 2. 1	I C T による環境負荷低減事例の評価算定方法	19
2. 2. 2	I C T による環境負荷低減事例募集の結果及び評価結果	21
2. 3	2012 年までの I C T 分野における電力消費量及び C O ₂ 排出削減効果	24
2. 3. 1	I C T 分野の電力消費量	24
2. 3. 1. 1	通信分野の電力消費量の推計方法	24
2. 3. 1. 2	通信分野の電力消費量	27
2. 3. 2. 1	放送分野の電力消費量の推計方法	29
2. 3. 2. 2	放送分野の電力消費量	29
2. 3. 3	I C T 分野における電力消費量	32
2. 3. 4. 1	I C T 利活用による C O ₂ 排出削減効果の評価	34
2. 3. 4. 1	評価対象 I C T 利活用シーンの設定	34
2. 3. 4. 2	2012 年までの I C T による C O ₂ 排出削減効果予測	38
2. 3. 5	2012 年までの I C T による C O ₂ 排出量及び削減効果予測	40
第 3 章	I C T によるさらなる C O₂ 排出削減に向けた方策	43
3. 1	データセンタ、A S P ・ S a a S に関する環境配慮対策	43
3. 1. 1	E P A におけるデータセンタの省エネ効果予測	43

3. 1. 2	我が国におけるデータセンタ消費電力の推計	49
3. 1. 3	省CO ₂ を迅速に実施するための具体的な方策	51
3. 1. 4	データセンタ事業者及びASP・SaaS事業者の省CO ₂ 評価指標	53
3. 1. 5	環境に配慮した支援方策の検討	57
3. 2	膨大な情報管理の省エネ化	58
3. 3	新たなICTシステムによる環境貢献	62
3. 3. 1	次世代ネットワーク（NGN）	62
3. 3. 2	高度道路交通システム（ITS）	65
3. 3. 3	モバイルブロードバンド	66
3. 3. 4	家庭用エネルギー管理システム（HEMS）	68
3. 4	ICTによる環境に配慮した取組の促進	73
3. 4. 1	企業に対するインセンティブ付与	73
3. 4. 2	家庭に対するインセンティブ付与	75
3. 4. 3	社会システムのICT化	75
3. 4. 4	ICTの利活用による低炭素都市モデルの構築社会システムのICT化	76
3. 4. 5	ICTによるCO ₂ 排出削減効果の構成で簡易な評価手法の確立	77
3. 4. 6	普及啓発の推進	77
第4章	CO₂排出削減に資するICT研究開発課題	79
4. 1	研究開発の現状	79
4. 2	研究開発課題抽出の進め方	82
4. 3	CO ₂ 排出削減が実現された2030年頃の社会イメージ	83
4. 4	2030年頃の社会イメージを実現するために求められるICTシステム	88
4. 5	研究開発の方向性	105
4. 6	ICTシステムにより期待されるCO ₂ 排出削減効果	108
4. 7	研究開発ロードマップ	110
4. 8	技術開発のあり方、推進方策等	112
第5章	地球温暖化問題への対応に向けた国際的な貢献方策	117
5. 1	地球温暖化問題とICTに関する国際的な動き	117
5. 2	地球温暖化問題とICTに関する国際的な連携	118
5. 2. 1	国際電気通信連合（ITU）における取組	119
5. 2. 2	国際標準化の推進	119
5. 2. 3	クリーン開発メカニズム（CDM）の活用	119
5. 2. 4	ICTによる気候変動適応策の推進	120
5. 2. 5	普及啓発活動の国際展開	121
第6章	提言	122

第1章 地球温暖化問題とICTの進展

1. 1 地球温暖化問題の現状とその対応に向けた取組

1. 1. 1 地球温暖化問題の現状

地球温暖化問題はその影響が地球規模に及ぶことから、国際的な取組が必要な人類共通の課題である。地球温暖化問題が年々深刻さを増している中、京都議定書の第1約束期間が2008年から開始となり、さらに世界全体で取り組むべき対応について国際的な議論が高まりつつある。また、2008年7月には北海道洞爺湖サミットで地球温暖化問題が主要な議題として取り上げられる予定になっている。現在、地球温暖化問題に対する関心がかつてないほど世界的に高まっているとともに、その深刻さが広く認識されつつあるといえる。

気候変動に関する政府間パネル（Intergovernmental Panel on Climate Change : IPCC）¹は、2007年11月に取りまとめた第4次評価報告書（統合報告書）²において、気候システムの温暖化には疑う余地がなく、20世紀半ば以降に観測された気温上昇のほとんどは、人為起源の二酸化炭素（CO₂）を始めとする温室効果ガスの増加によってもたらされた可能性がかなり高いと結論づけた。21世紀末の世界平均地上気温は、20世紀末と比較して、環境の保全と経済の発展が地球規模で両立する社会シナリオで約1.8℃（1.1～2.9℃）、化石エネルギー源を重視する社会シナリオで約4.0℃（2.4～6.4℃）上昇する可能性があるとの予測などを発表した。世界の気候システムに深刻な変化を及ぼす温室効果ガスの削減は、世界的にも喫緊の課題となっている。

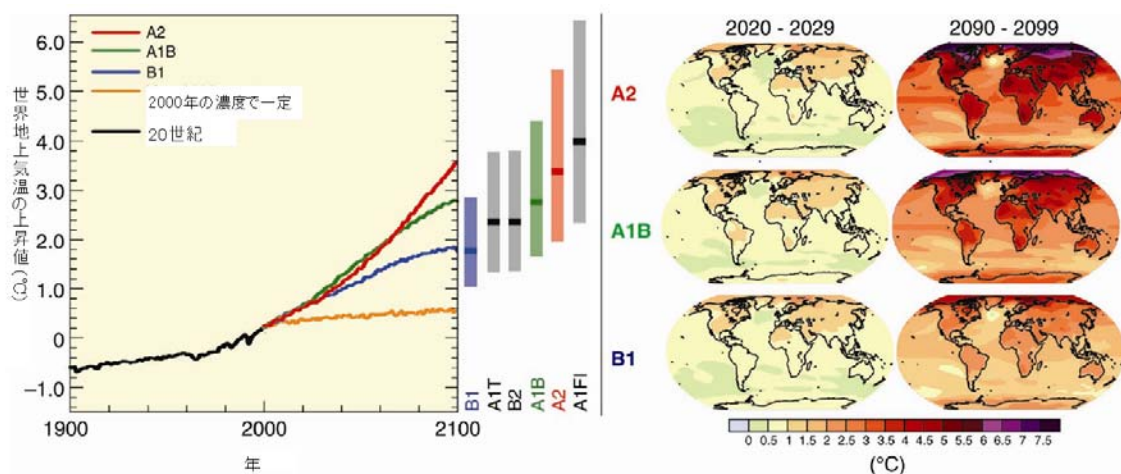


図1. 1：地上気温上昇及び21世紀の年平均気温の上昇（1980～1999年との比較）³

¹ IPCC（Intergovernmental Panel on Climate Change）：ジュネーブのWMO（World Meteorological Organization：世界気候機構）本部内にUNEP（United Nations Environment Program：国連環境計画）と共同で設置された政府間機構。気候変動に関する最新の科学的・技術的・社会経済的知見をとりまとめて評価し、各国政府へ助言することを目的としている。

² IPCC, *Climate Change 2007-The Fourth Assessment Report of the IPCC*

³ IPCC 第4次評価報告書（統合報告書）AR4 SYR Topic3 図3.2。図の予測シナリオの説明は以下のとおり。A1「高成長型社会シナリオ」（A1FI：化石エネルギー源を重視、A1T：非化石エネルギー

地球温暖化問題は世界の気候システムに多大な変化をもたらすと同時に、経済にも深刻な影響を及ぼすといわれている。気候変動と経済に関する包括的な報告書であるスターン・レビュー⁴によると、CO₂排出削減のための強固かつ早期の行動による便益は、行動を取らなかった場合のコストを大幅に上回るという。気候変動の問題に取り組まないコストは、世界全体のGDPの少なくとも5%に相当するが、気候変動による最悪の影響を避けるための行動を起こせば、その年間コストをGDPの約1%に抑えることができるとし、早急な行動を促している。

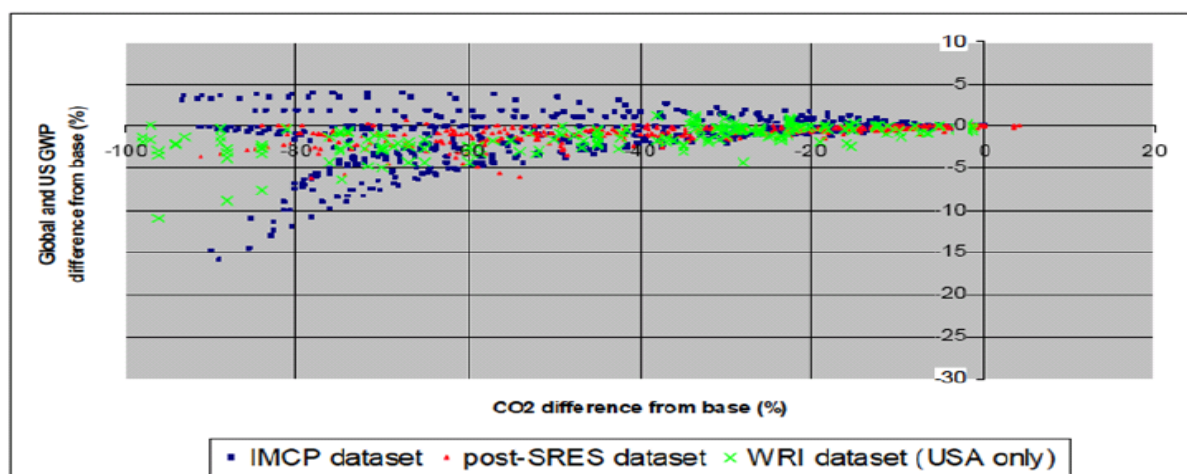


図1. 2：各種モデルによるCO₂削減率と世界GDPに占める削減費用の割合の比較

1. 1. 2 京都議定書

地球温暖化問題に関する国際社会の取組は、京都議定書の採択及び発効によりその成果として結実した。1992年5月にブラジルのリオデジャネイロで開催された地球サミットにおいて、地球温暖化問題に対処するため気候変動枠組条約が採択され、1994年3月に発効された。同条約の究極の目的である「気候系に対して危険な人為的干渉を及ぼすこととしない水準において大気中の温室効果ガスの濃度を安定化させること」を達成するための長期的・継続的な排出削減の第一歩として、1997年12月に京都で開催された気候変動枠組条約第3回締約国会議（COP3）⁵において京都議定書が採択された。

京都議定書は、CO₂を始めとする6種類の温室効果ガスの排出量を、2008年から2012年までの第1約束期間において、先進国全体で1990年を基準年として少なくとも

一源を重視（新エネルギーの大幅な技術革新）、A1B：各エネルギー源のバランスを重視）、A2「多
元化社会シナリオ」、B1「持続的発展型社会シナリオ」、B2「地域共存型社会シナリオ」。

⁴ Stern Review: 2006年10月に英国財務省の委託により作成されたスターン卿らによる気候変動問題に関する報告書

⁵ COP3: The 3rd Session of the Conference of the Parties to the UNICTed Nations Framework Convention on Climate Change

5%削減することを目指している。目標は各国ごとに法的拘束力のある数量化された約束として定められており、我が国の場合は6%削減である。我が国は2002年6月に京都議定書を締結した。2004年11月にロシアが締結したことにより、①55ヵ国以上の国が締結すること、②締結した条約附属書Ⅰ国（OECD諸国及び市場経済移行国）の1990年のCO₂排出量を合計した量が、全附属書Ⅰ国の総排出量の55%以上を占めること、という2つの発効要件を満たしたため、2005年2月に京都議定書は発効した。

1. 1. 3 京都議定書を受けた我が国の現状と取組

京都議定書の採択を受けて、我が国は1998年6月、内閣に設置された地球温暖化対策推進本部において、2010年に向けて緊急に推進すべき地球温暖化対策を取りまとめた「地球温暖化対策推進大綱」を決定した。また、地球温暖化対策の推進に関する法律（地球温暖化対策推進法）の制定、地球温暖化対策に関する基本方針の閣議決定などを通じて、地球温暖化対策推進の基本的な枠組みを構築するとともに、エネルギーの使用の合理化に関する法律（省エネルギー法）の改正等の国内対策を実施した。各種国内体制の整備を受けて、我が国は2002年6月に京都議定書を締結した。

2005年4月には、「地球温暖化対策推進法」に基づき、京都議定書の6%削減約束を確実に達成するために必要な措置を定める「京都議定書目標達成計画」を閣議決定した。同計画では、京都議定書の6%削減約束の達成への取組が我が国の経済活性化・雇用創出などにもつながるよう、技術革新や創意工夫を生かし、環境と経済の両立に資するような仕組みの整備・構築を図ることとなっている。現在、同計画に基づき様々な対策・施策が実施されているが、温室効果ガス排出量は近年その増加率は低下しているものの依然として増加しており、2006年度の我が国の排出量は13億4,100万t-CO₂で、基準年度（1990年度）⁶比で6.4%の増加となっている。

⁶ 京都議定書では、CO₂、CH₄、N₂Oについては1990年を基準年と定め、HFC、PFC、SF₆については1995年を基準年に選択することも可能としている。我が国は後者の基準年を1995年としている。

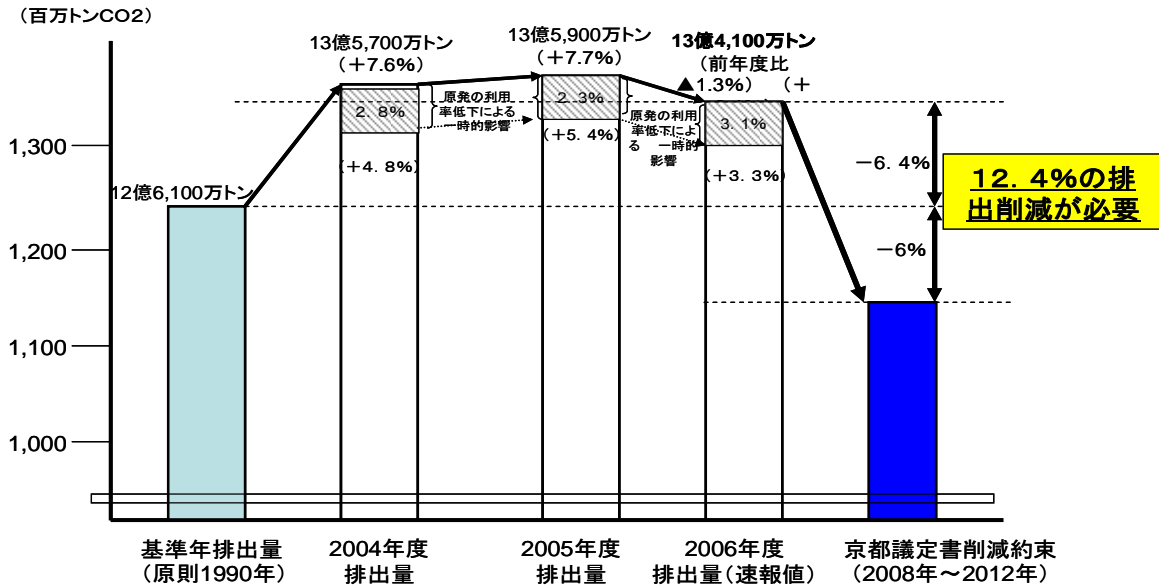


図 1. 3 : 我が国の温室効果ガス排出量の推移及び見通し

部門ごとに見ると（図 1. 4 参照）、製造業が石油危機を経て大幅な省エネを達成したのに対して、自家用自動車を含む一般家庭やサービス部門におけるCO₂排出量が、豊かさを求めるライフスタイルの進展等により増加してきた。産業部門の2006年度排出量は基準年度比－5.6%である一方、運輸部門の2006年度排出量は基準年度比＋17.0%であり、業務部門、家庭部門の2006年度排出量はそれぞれ基準年度比＋41.7%、＋30.4%となっている。2007年度に同計画に定める対策・施策の進捗状況・排出状況等を総合的に評価し、第1約束期間において必要な対策・施策を2008年度から講ずるため、2008年3月、同計画が改定された。

なお、「日本の温室効果ガス排出量データ」⁷によれば、業務部門のうち「通信放送」分野のCO₂排出量は、2005年度で697万t-CO₂であり、2005年度の我が国の総排出量13億5,900万t-CO₂の0.5%を占める。

⁷ 「日本の温室効果ガス排出量データ（1990～2005年度）」（温室効果ガスインベントリオフィス）<http://www.gio.nies.go.jp/aboutghg/nir/nir-j.html>

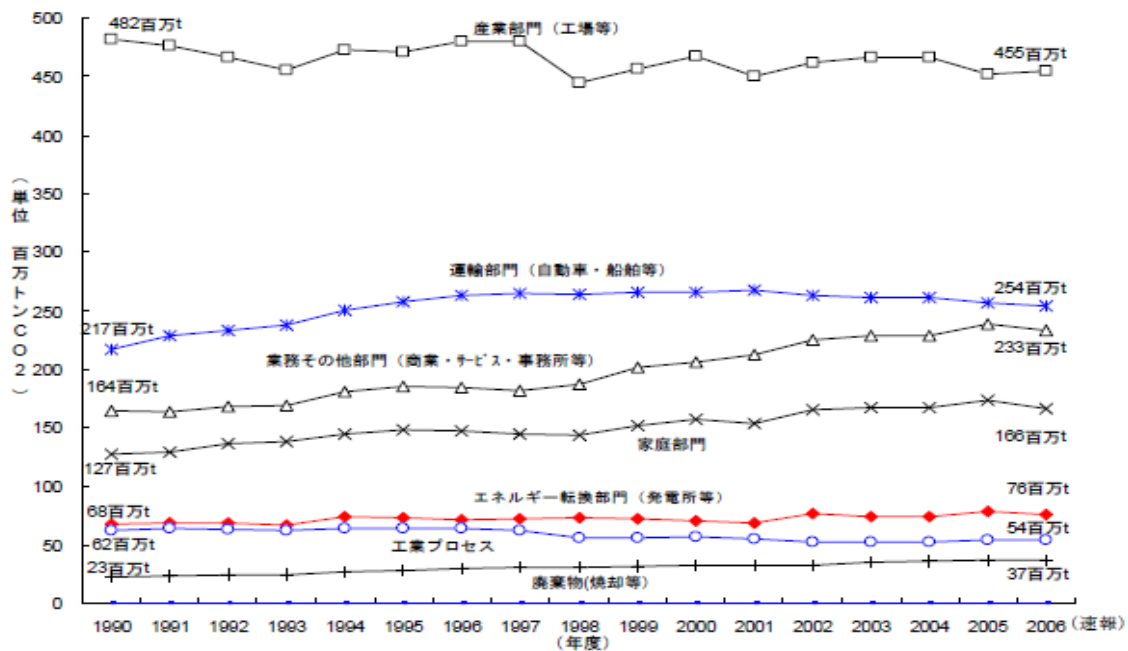


図 1. 4 : 部門別CO₂排出量の推移

1. 1. 4 ポスト京都議定書に向けた動き

近年、京都議定書第1約束期間後（2013年）の枠組みづくりに向けた動きが活発化している。2007年6月のハイリゲダムサミットでは、議長総括において、2013年以降の排出削減の地球規模での目標を定めるにあたり、全ての主要排出国を含むプロセスにおいて、2050年までに地球規模での排出を少なくとも半減させることを真剣に検討することとし、主要排出国による新たな枠組みを2008年までに立ち上げ、2009年までに国連気候変動会議のもとでのグローバルな合意作りに貢献することの重要性が合意された。また、2007年9月のアジア太平洋経済協力（APEC）首脳会議では、気候変動、エネルギー安全保障及びクリーン開発に関するシドニーAPEC首脳宣言において、2030年までに域内のエネルギー効率を少なくとも2005年比で25%以上向上させるなどの行動アジェンダを決定した。

2007年12月に開催された気候変動枠組条約第13回締約国会議（COP13）では、いわゆるポスト京都議定書の枠組みを2009年までに採択することが合意され、その際の議論において考慮される点として、排出削減に関するグローバルな長期目標の検討、全ての先進国による計測・報告・検証可能な緩和の約束または行動、途上国による計測・報告・検証可能な緩和の行動等が明記された。今後、実効性の高いポスト京都議定書の枠組みを策定するためには、京都議定書に参加していない最大の温室効果ガス排出国である米国や、急速に経済発展している中国、インドなどの積極的な参加が鍵となる。COP3の議長国であっ

た我が国には、環境先進国家として低炭素社会の実現に向けて世界を牽引する指導力・実行力が求められている。

1. 2 地球温暖化問題とICTの関係

1. 2. 1 ICTの進展

ICT（情報通信技術）は世界的に急速に進展しており、安全・安心な社会の実現、個人のライフスタイルや企業のビジネスモデルの変革による利便性向上・経済活性化に大きく寄与している。1990年代後半からインターネットが急速に普及し、特に近年は、ADSLや光ファイバ等によるブロードバンド化、携帯電話等によるモバイル化、放送のデジタル化、コンテンツのリッチ化が劇的に進展している。我が国では、世界最速かつ最も低廉な最先端のブロードバンド環境が実現しているとともに、IP化の進展に伴うICTサービスの高度化・多様化が急速に進んでいる。また、家電・センサ等がネットワークに接続するとともに端末の高機能化が進み、利便性の高いサービスやネットワークとの新たな連携形態が出現している。また、電話網とインターネットの長所を合わせ持つ新しい情報通信ネットワークである次世代ネットワーク(Next Generation Network：NGN)を社会インフラとして整備する取組が始まっているほか、ワイヤレス通信の高度化、テレビ放送デジタル化への完全移行に向けた取組等が盛んに行われている。

ICTを利活用するためのインフラであるネットワークは、社会活動・経済活動を支える重要な社会インフラとして国民生活に不可欠なものとなっており、2010年にはいつでも、どこでも、何でも、誰でもつながるユビキタスネットワークが進展したユビキタスネット社会が実現することが期待されている。

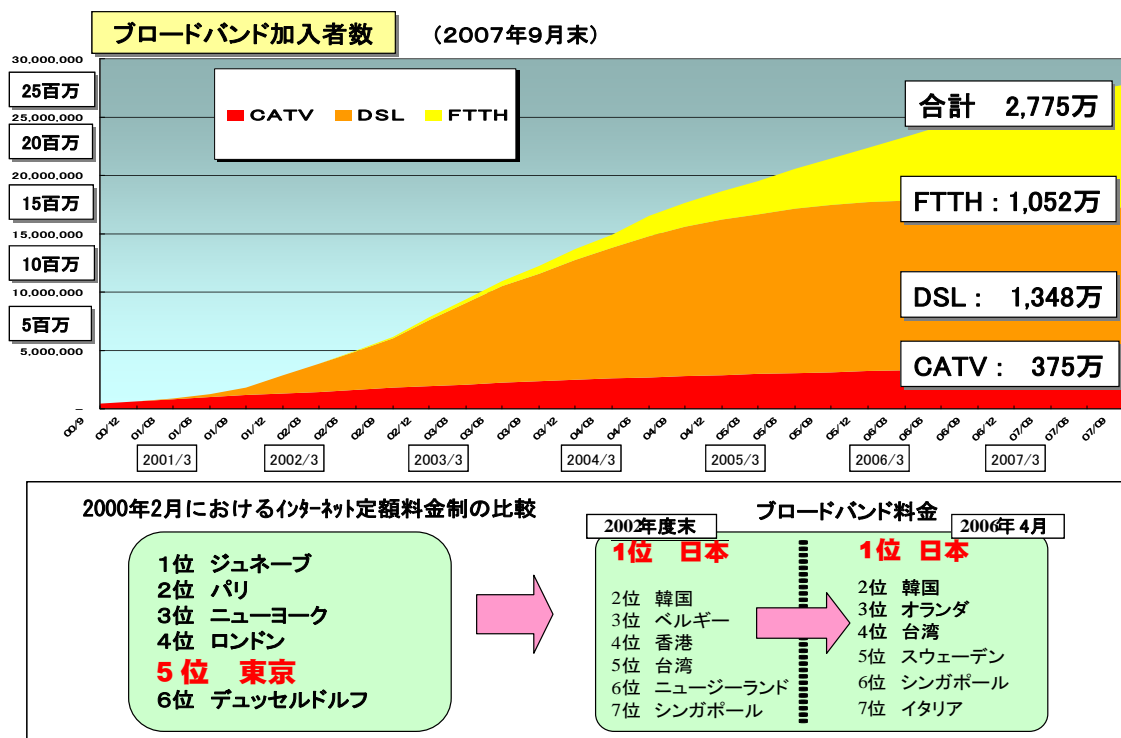


図1. 5 : ブロードバンド化の進展

1. 2. 2 ICTの進展が地球温暖化問題に与える影響と効果

ICTの進展は、経済成長や利便性の向上に寄与すると同時に、身の回りのあらゆる機器や端末がネットワークに接続されることにより、ICT機器が増加・高機能化し、ネットワークを流通するトラフィックも加速度的に拡大することにもつながる。このため、ICT機器・ネットワークの運用に伴う電力消費量が増加する結果、CO₂排出量が増加することが懸念されており、省エネ等の取組を通じた地球温暖化への配慮が強く求められている。なお、電力消費量とCO₂排出量の関係は、原子力発電の推進等の供給側の対策にも依存するが、今後の電力消費量の増加がCO₂排出原単位の改善のペースを上回って推移すれば、CO₂排出量は増加する。

ICT産業における省エネ等の取組は、CO₂排出削減のために不可欠な要素である。ICT分野が排出するCO₂は全体の約2%にすぎないという試算がある⁸が、蓄積データ量や通信データ量の増大に伴い、電力消費量の増加への対応は必須であり、ICT機器やデータセンタの省エネ化の取り組みが行なわれている。

一方、ICTを利活用することにより、ICTが活用されるあらゆる社会・産業分野において生産・物流・消費の経済活動の飛躍的な効率化、交通代替や渋滞緩和等を実現し、よりダイナミックにCO₂排出削減に貢献することが可能となる。

⁸ 米国 Gartner 社

I C Tは必ずしもC O₂排出量の削減を意図したものではなく、通常はサービス向上、業務効率化やコスト削減等を目的として導入されるが、結果としてC O₂排出削減に貢献することが可能である。I C TによるC O₂排出削減効果は、主に、

- ① エネルギー利用効率の改善
- ② 物の生産・消費の効率化・削減
- ③ 人・物の移動の削減

により実現する。

①は、例えば、ビルエネルギー管理システム（BEMS）や家庭用エネルギー管理システム（HEMS）により、ビルや住宅の照明や空調をきめ細かく制御して、必要な快適性を維持しながら省エネを達成することが可能である。また、高度道路交通システム（ITS）は、車内でリアルタイムに渋滞情報や規制情報などの道路交通情報を知ることができ、カーナビが渋滞を避けた迂回路を再検索したりすることで自動車の平均速度が向上し、その結果燃費が向上する。②では、例えば、サプライチェーンマネジメントにより需要量についての情報が生産者側にも共有されることで、需要量に合わせた生産・流通が可能となり生産に伴うC O₂排出量を減少させたり、レセプトのオンライン化による紙の消費の削減、音楽コンテンツダウンロードによるCDの削減などにより、物の生産・消費に係るC O₂排出量を削減することができる。また、③はテレワークにより自宅等で勤務する形態にすると、業務の効率化向上に資するとともに、通勤のための自家用自動車の利用等が減少する。同様に、TV会議を導入すると、不必要な出張移動が減少する。このため、交通機関の燃料消費が少なくなり、C O₂排出量が削減されと考えられる。

以上のように、I C Tは経済成長と利便性の向上を追求しつつ、地球温暖化問題へ積極的に貢献できるものと言える。

その他、I C Tによる地球温暖化関連情報の収集・分析等への貢献にも期待が高まっている。センサーネットワーク、リモートセンシング、GPSによる位置情報把握などの技術を活用することで、自然環境を包括的にカバーする地球環境観測システムの構築が可能である。このシステムは温室効果ガス削減や吸収源⁹対策、京都メカニズム¹⁰等の環境対策の効果を検証していく上でも重要な役割を果たすと考えられる。また、気温・湿度など環境情報の収集にセンサーネットワークの活用が期待される。

⁹ 温室効果ガスを吸収する森林等のこと。京都議定書では、土地利用の変化及び林業セクターにおける「1990年以降」の「直接的かつ人為的」な「植林・再植林・森林減少」といった活動から得られる吸収・排出量に限って当該国の削減量・排出量に算入できることになった。

¹⁰ 京都議定書では、各国の削減目標を達成するための仕組みとして、国内対策だけでなく、他国で削減した量を自国で削減したとカウントしたり（共同実施(JI)、クリーン開発メカニズム(CDM))、他国から削減量を買ったり（排出量取引）する制度を定めている。これらは京都メカニズムと総称される。

1. 2. 3 リモートセンシング技術による環境計測

地球環境の変化を監視する役割として、リモートセンシングに対する期待は大きい。リモートセンシングとは、遠隔測定の意味であり、一般に光や電波を含む電磁波を使った測定が行われる。リモートセンシング技術は、計測技術とデータ処理による情報抽出、さらに情報の配信等を含め、ICTの高度な利用と考えられる。リモートセンシングによる計測の結果は、地球環境の変化を把握するために利用されるとともに、地球温暖化対策の最適化を実現する上で活用される必要がある。

リモートセンシングによる環境監視は、ローカルなものから地球規模まで多様な対象に対して適用されている。地球規模の環境監視には、衛星観測が利用され、観測対象として、大気、地表面、海洋に分類され、雨、雲、水蒸気、気温等の気象要素、植生、土地利用、雪氷、海面高度、海上風等の多様な観測が継続的に行われている。また、地表面監視として災害の監視も重要な役割を果たしている。

衛星観測の成果の典型例として、1980年代に発見されたオゾンホール観測がある。米国 NIMBUS 衛星に搭載されたオゾン全量分光計は、南極上空のオゾンホールの広がりや時間変化を観測し、画像として示した。これにより、この問題を一般の人にも広く印象付けた。また、日本と米国で共同開発された TRMM(熱帯降雨観測)衛星は、わが国で開発された世界初の衛星搭載降雨レーダにより、世界の降雨分布を高精度に測定した。TRMM 降雨レーダの観測例として、米国で2005年に大きな被害をもたらしたハリケーン・カトリーナの降雨の3次元分布図を図1. 6に示す。

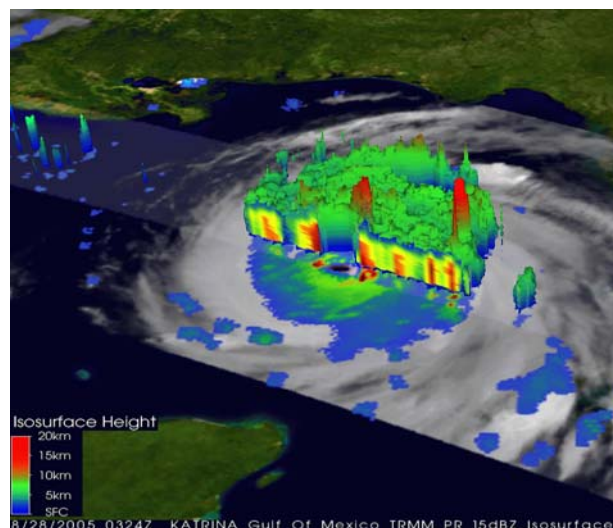
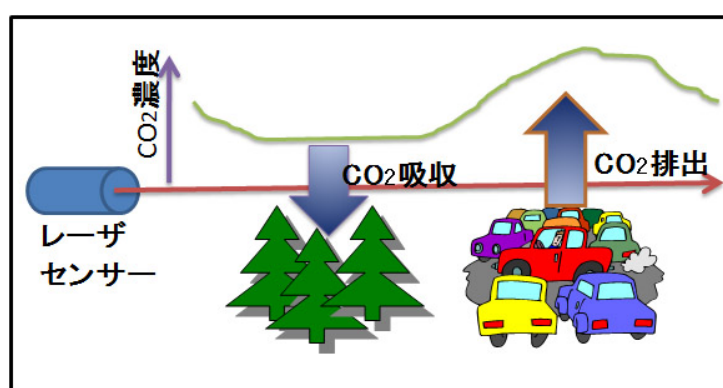


図1. 6: TRMM 搭載降雨レーダで観測されたハリケーン・カトリーナの降雨の3次元分布

地球温暖化問題への対処を目的とした地球観測衛星計画例としては、以下の計画が進行中である。2008年度打ち上げ予定のわが国の衛星である GOSAT は、世界で始めて地球全体の大気中の CO₂ 濃度を観測することを目的としている。観測センサは、太陽光の散乱光を受動型の赤外分光器で観測し、CO₂ の高度方向の積算量を測定する。アジア大陸スケールでの CO₂ 排出量の測定・評価が期待されている。

日欧の国際共同プロジェクトとして進められてきた EarthCARE 計画(2013 年打上予定)は、地球温暖化予測において最大の誤差要因である、雲・エアロゾル(大気中の微粒子)の影響を評価し、温暖化予測精度の改善に寄与することを目的としている。エアロゾルが太陽光を反射したり、雲の性質を変化させると、地球を冷却すると指摘されているが、現状ではその影響力の推定精度が低く、温暖化予測における最大の誤差要因となっている。この問題の改善のために、EarthCARE 衛星には、雲とエアロゾルの 3 次元観測を行うミリ波雲レーダとエアロゾル測定用のライダー等のセンサを搭載する。この中で、わが国では、NICT と JAXA の協力により 94 GHz の雲レーダの開発が行われる。

衛星リモートセンシングとともに、地上あるいは航空機搭載用リモートセンサに関しても種々の技術開発が行われている。最近、独立行政法人情報通信研究機構（NICT）で新たに開発に成功したセンサ技術として、CO₂ 濃度測定用のレーザがある。これは、最近試験観測が可能になったもので、地上観測において、将来的には 10 km 程度の領域の CO₂ 濃度の空間分布の測定の可能性がある。これにより、これまで十分知られていない CO₂ のローカルな循環についても、新たな知見をもたらすものと期待される。本技術は、将来的には衛星搭載による地球規模の観測への応用も検討されている。本レーザセンサの測定概念図及び試作システムを図 1. 7 及び図 1. 8 に示す。



レーザーセンサによりCO₂の空間分布を連続して測定

図 1. 7: CO₂ レーザセンサ観測概念図

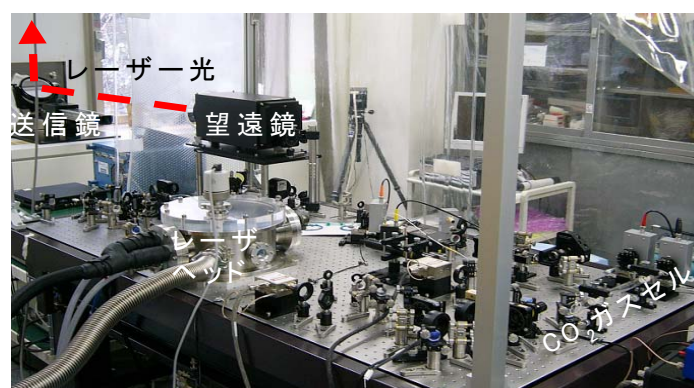


図 1. 8: CO₂ レーザセンサ試作システム

このようなりモートセンシング技術の研究は、地球温暖化の現状把握や温暖化予測の改善に不可欠なものである。さらに、モニタリングの結果を温暖化対策に反映させることにより、温暖化対策の最適化を実現することが可能になろう。NICT の関連研究開発については、概要を参考資料 2 に示す。

1. 2. 4 地球シミュレータによる環境予測

地球温暖化問題への対応を具体的に検討するためには、気候変動を現実的に再現し、今後の見通しを予測することも不可欠である。国際的な取り決めにも大きな影響を及ぼすことから、正確で最先端の地球温暖化予測が求められる。東京大学気候システム研究センター、海洋研究開発機構地球環境フロンティア研究センター、国立環境研究所など我が国の研究機関は、地球シミュレータなどのスーパーコンピュータを用いて 20 世紀において観測された地球の平均地上気温の上昇傾向を再現すると同時に、2100 年までの地球温暖化の見通し計算を行うなどの成果を上げている（参考資料 3 参照）。これまでは、地球温暖化が進行したときの気温上昇量の分布は、大陸規模程度の大まかな特徴しか予測することができなかったが、現在ではより詳細な予測を行うことが可能となっており、より具体的な影響評価を行うことが可能になっている。もっとも、地球温暖化対策の必要性の根拠は、莫大な情報の収集と解析システムの上に成立しており、なお残る不確実性や対応策策定のためには、ICT の進展が不可欠となっている。

第2章 ICT分野におけるCO₂排出量及びCO₂排出削減効果

ICTの進展によりICT機器・インフラが普及拡大し、それらの使用に伴う電力消費量が増加する可能性がある一方で、「エネルギーの利用効率を改善する」「物の生産・消費を効率化・削減する」「人・物の移動を削減する」というICTの利活用によるCO₂削減効果が期待されている。そこで、ICTを利活用して環境負荷低減に貢献している事例を収集し、実際のCO₂排出削減量を評価する試みを実施した。また、こうしたICT利活用によるCO₂排出の削減とICT使用によるCO₂排出の増加を総合して、2012年までにICTの進展が我が国全体に及ぼすマクロ的な影響を評価するために定量的な分析を行った。

2. 1 ICTによる環境負荷低減の評価方法

2. 1. 1 基本的考え方

ICTによる環境負荷低減を評価するためには、ICTシステム及びネットワークの使用によるCO₂排出と、ICTの利活用により業務の効率化や人の移動、物の消費等が適正化されることによるCO₂排出の削減効果の両方を考慮する必要がある。この両者の差分によって、ICTによる環境負荷低減の具体的なCO₂排出削減量を算定することが可能になる。

$$\boxed{\text{CO}_2\text{排出削減量}} = \boxed{\text{ICT利活用によるCO}_2\text{排出削減効果量}} - \boxed{\text{ICT使用によるCO}_2\text{排出量}}$$

① ICT利活用によるCO₂排出削減効果量

ICTを利活用することにより、業務効率が改善されたり、人や物の移動を削減することによりCO₂排出量が削減できる。このようなICT利活用によるCO₂排出削減の効果としては、一般に、以下の8つの効果が挙げられる¹¹。

¹¹ 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 2. 1 : I C T利活用によるCO₂排出削減の効果

項目	内容
物の消費	物の消費量（紙の消費量など）を削減することにより、物の生産・廃棄にかかるCO ₂ 排出量や廃棄物排出量の削減を図ることができる
電力消費・エネルギー消費	電力やエネルギーの利用を効率化して消費量を削減することにより、発電・送電等にかかるCO ₂ 排出量を削減できる
人の移動	人の移動を削減することにより、輸送の交通手段に要するエネルギー消費量を削減し、CO ₂ 排出量を削減できる
物の移動	物の移動を削減することにより、輸送の交通手段に要するエネルギー消費量を削減し、CO ₂ 排出量を削減できる
オフィススペースの効率化	オフィススペースを効率的に利用することにより、照明や空調等の電力消費量を削減し、CO ₂ 排出量を削減できる
物の保管	物の保管スペースを削減することにより、照明や空調等にかかる電力消費量を削減し、CO ₂ 排出量を削減できる
業務効率化	業務効率化により、資源・エネルギー消費量を削減し、CO ₂ 排出量削減等を図ることができる
廃棄物	廃棄物の排出量を削減することにより、環境保全と同時に廃棄物の処分等に要するエネルギー消費量等を削減し、CO ₂ 排出量を削減できる

② I C T使用によるCO₂排出量

I C Tシステムの使用に伴うCO₂排出量としては、I C T機器やネットワークの製造・設置等の過程での資源・エネルギー消費やそれに伴うCO₂排出、使用段階における電力消費、廃棄・リサイクルされる過程で発生するCO₂排出が挙げられる¹²。

2. 1. 2 I C Tの環境負荷低減評価で活用できる原単位

I C Tの環境負荷低減評価において、原単位をどのように設定してどのような数値を利用するかは、最終的な結果を判断する上で重要な条件となる。一般に、I C T利用による各環境負荷要因は、それぞれの財・サービスの消費量が分かれば、次式により算出できる。

$$\text{環境負荷} = \left(\frac{\text{環境に影響を与える}}{\text{財・サービスの消費量}} \right) \times \left(\frac{\text{財・サービスを1単位消費}}{\text{した時の環境負荷量}} \right) \quad \dots \text{式 1}$$

原単位とは、財・サービスを1単位消費したときの環境負荷量であり、大きく分けて積上

¹² ICTによるCO₂排出削減量を求めるには、理想的には上記の定義に従い、機器の製造・廃棄に伴うCO₂排出量を考慮することが重要であるが、この場合、ICT利活用により代替される側の機器等の製造・廃棄に伴うCO₂排出量についても考慮することが妥当である。このような機器等の製造・廃棄に伴うCO₂排出量を算出すべきデータが未整備のものもあることから、本報告書の試算（事例の応募を含む）では、使用段階に限定した範囲で試算されたものもある。

げ法と産業連関法によるものがある。このような原単位をあらかじめ準備することで、環境に影響を与える財・サービスの消費量より、環境負荷が計算可能となる。

全ての製品に使用される原料や投入されるエネルギーは、鉱山から採掘される鉱石や油田から採掘される原油に由来している。したがって、原料の採掘から製品製造までの全てのプロセスをひとつひとつ辿って資源の投入量と環境への負荷量を積算することで原単位を求めることが可能である。これが積み上げ法による原単位の作成方法であるが、客観的なプロセスデータ（投入、排出量）に基づく詳細な調査が必要であり、高度な専門知識と膨大な調査を必要とすることから、データベース化の試みは一部の製品・素材にとどまっている。

それに対して、日本国内における生産部門間の製品やサービスの取引金額と、様々な生産部門に直接投入されるエネルギー量を推計することにより、原単位を求める方法が産業連関法である。基本的に、生産部門間の製品・サービスの取引金額と、様々な生産部門に直接投入されるエネルギー量は、総務省が中心になって５年ごとに集計される産業連関表の基本取引表と物量表から求めることができる。これは行列計算により算出されるが、基本分類約４００項目の原単位に加えて、部門別品目別国内生産額表を用いることで、２，０００種類以上の原単位が得られることが特徴である。

産業連関表を用いたCO₂原単位としては、国立環境研究所が２０００年版産業連関表を用いて基本分類約４００項目の製品・サービス部門について１００万円当たりの財・サービスを生産するためのCO₂原単位を公表している¹³。

この原単位を用いると、以下の計算により、ICTの評価に必要な製品やサービスを１単位生産する際のCO₂原単位が得られる。

$$\left(\begin{array}{c} \text{製品・サービス1単位} \\ \text{当たりのCO}_2\text{原単位} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} \text{製品・サービス1単位} \\ \text{当たりの単価} \end{array} \right) \times \left(\begin{array}{c} \text{100万円当たりの製品・サービスを} \\ \text{生産するためのCO}_2\text{原単位} \end{array} \right) \quad \dots \text{式2}$$

上記換算式から、同時に生産額当たりの原単位を物量単位の原単位に変換することができ、これによりICTの評価を実施する際に利用しやすい原単位となる。

なお、原単位は、製品の製造工程や発電効率等によって変わりうるものである。

¹³ <http://www-cger.nies.go.jp/publication/D031/index.html>

表 2. 2 : ICT の環境負荷低減評価で利用する主な CO₂ 原単位 (参考)¹⁴

環境負荷要因		CO ₂ 原単位	備考 (出典など)
物の消費	紙	1.28 kg-CO ₂ /kg	
	重量換算係数	0.004 kg/枚	紙パルプハンドブック(1998)
	CD	0.250 kg-CO ₂ /枚	機械統計年報(2001)
	書換型	0.460 kg-CO ₂ /枚	機械統計年報(2001)
	追記型	0.169 kg-CO ₂ /枚	機械統計年報(2001)
人の移動	普通・小型乗用車	0.0839 kg-CO ₂ /人・km	日本統計年鑑(2005)
	バス	0.0615 kg-CO ₂ /人・km	〃
	鉄道	0.0329 kg-CO ₂ /人・km	〃
	航空機	0.186 kg-CO ₂ /人・km	〃
物の移動	トラック	0.205 kg-CO ₂ /t・km	〃
	鉄道貨物	0.0315 kg-CO ₂ /t・km	〃
	航空貨物	1.410 kg-CO ₂ /t・km	〃
	貨物船	0.027 kg-CO ₂ /t・km	〃
オフィススペース	オフィススペース	76.0 kg-CO ₂ /m ² ・年	民生部門エネルギー消費実態調査(NEDO)、環境負荷原単位データブック(国立環境研究所)
	1人あたりのワークスペース	13.1 m ² /人	日本ビルディング協会 http://www.birukyo.or.jp/
倉庫スペース	普通倉庫	46.4 kg-CO ₂ /m ² ・年	日本統計年鑑(2005)
IT・ネットワーク機器電力消費	電力	0.363 kg-CO ₂ /kWh	
データ通信	ネットワーク通信	0.0025 kg-CO ₂ /Mbyte	ICTサービスの環境効率に関する報告書(産業環境管理協会, 2004)
	FAX通信	0.14 kg-CO ₂ /h	環境効率研究WG3資料(2003)
	郵便(封書)	0.0973 kg-CO ₂ /通	
燃料	ガソリン	2.75 kg-CO ₂ /L	環境負荷原単位データブック(国立環境研究所)
	灯油	2.65 kg-CO ₂ /L	〃
	軽油	2.95 kg-CO ₂ /L	〃
	重油	2.81 kg-CO ₂ /L	〃
	都市ガス	2.22 kg-CO ₂ /m ³	〃

2. 2 ICTによる環境負荷低減事例

総務省では2007年10月26日に「ICTによる環境負荷低減事例の募集」の報道発表を行い¹⁵、これに対して寄せられた実際のICT利用者からの事例について、本研究会において環境負荷低減効果を算定することとした。

2. 2. 1 ICTによる環境負荷低減事例の評価算定方法

① 基本方針

¹⁴ 環境負荷原単位データブック(国立環境研究所)から得られる金額あたりCO₂原単位を、産業連関表部門別品目別国内生産額表(品目表)から得られる単位を用いて物量あたりに換算した。品目表から単位の得られないものは、備考欄に記した資料から単位を得た(「ICT社会を環境で測る」記載の原単位表に、普通・小型乗用車の原単位を追記)。

¹⁵ http://www.soumu.go.jp/s-news/2007/071026_12.html

評価算定に当たっては、以下の基本方針により行った。

- ◆機能単位¹⁶をICT導入前後で合わせ、評価期間は1年間とする。
- ◆評価するライフサイクルステージは原則として使用段階とする。
- ◆他サービスと共用されているICT機器は、可能なものについては按分を行なう。按分データが得られないものは専用として算定する。

② ICT利活用によるCO₂排出削減効果量

ICT導入前後における表2. 2 ICTの環境負荷低減評価で利用する主なCO₂原単位(参考)に示した環境負荷要因の各項目の物量データを応募者へのヒアリングにより収集した。ICT導入前後のそれぞれの物量把握が困難な場合は、その導入によって物量がどのように変化したか、変化量のデータをヒアリングした。このようにして得られた物量又はその変化量に原単位を掛け合わせるにより、CO₂排出量を算出した。

ICT利活用によるCO ₂ 排出削減効果量	=	原単位	×	物量
----------------------------------	---	-----	---	----

なお、表2. 2にない原単位については、環境負荷原単位データブック（国立環境研究所）から得られる金額当りCO₂原単位を、産業連関表部門別品目別国内生産額表（品目表）から得られる単価を用いて物量当りに換算した原単位を用いることとした。

③ ICT使用によるCO₂排出量

ICT機器使用によるCO₂排出量と、ネットワーク利用によるCO₂排出量により算出する。ICT導入前後の機器台数やネットワーク回線数などの物量データを事例応募者へのヒアリングにより収集した。ICT導入前後のそれぞれの物量把握が困難な場合は、その導入によって物量がどのように変化したか、変化量のデータのみをヒアリングした。このようにして得られた物量又はその変化量に原単位を掛け合わせるにより、CO₂排出量を算出した。なお、他サービスと共用されているICT機器のCO₂排出量については、基本方針に沿って可能なものについては按分を行なった。

ICT使用によるCO ₂ 排出量	=	原単位	×	物量(回線数)	×	按分値
-----------------------------	---	-----	---	---------	---	-----

算定に使用する原単位は、「ICTが地球環境に与える影響の評価に関する調査結果」（2002年総務省）¹⁷や文献より、表2. 3の値を用いた。上記に無い原単位については、エコリーフ、文献等の公表値を用いることとした。

¹⁶ 評価する製品やサービスの機能や性能を一定の数量単位で表現して設定する。

自動車の例：2万kmの走行

¹⁷ http://www.soumu.go.jp/s-news/2002/pdf/020806_2.pdf

表 2. 3:算定に使用した原単位

I C T 機器	原単位 (kg-CO ₂ /年/台または回線)
デスクトップ P C	71.4
ノート P C	27.8
C R Tディスプレイ	67.5
液晶ディスプレイ	21.9
プリンタ	74.7
サーバ (ミッドレンジ)	1066
サーバ (WS)	793
移動通信機器	1.4
固定電話	14.2
ファクシミリ	12.2
ブロードバンド回線	106 ¹⁸

2. 2. 2 I C Tによる環境負荷低減事例募集の結果及び評価結果

表 2. 4に応募事例 4 4 件中、評価に必要なデータの収集ができ評価可能であった 3 9 事例のサービス概要及び評価結果のまとめ (I C T導入前後の C O₂排出量、削減量、削減率)を示す。事例毎の詳しい評価結果は、本報告書の参考資料 4にまとめて示す。

¹⁸由比藤光宏、澤田孝、折口壮志、西史郎：ブロードバンドネットワークの CO2 排出量の試算，電子情報通信学会 2008 総合大会講演論文集,B-16-9

表2. 4:評価結果

サービス分類	NO	提案企業名	サービス概要	適用分野	導入後—導入前		導入前	導入後
					削減率 (%)	削減量 (t-CO ₂ /年)	総量 (t-CO ₂ /年)	総量 (t-CO ₂ /年)
ペーパーレス	P-1	NECビッグロブ(株)	ダイレクトメールをインターネットを通じて配信	汎用	98.5%	147,732.30	149,935.00	2,202.70
	P-2	(株)日立システムアンドサービス	ペーパーレス就業管理システム	汎用	94.1%	5.92	6.29	0.37
	P-3	東日本電信電話(株)	レセプトオンライン請求	医療	93.2%	4.04	4.34	0.30
	P-4	香川県庁	行政情報を提供するシステム	自治体	89.6%	17.71	19.77	2.06
	P-5	日立ソフトウェアエンジニアリング(株)	紙ベースの帳票類を、電子化してサーバに保存して閲覧	流通・小売	82.5%	471.12	571.20	100.08
	P-6	(株)NTT-ME	会議資料の電子化によるペーパーレス会議支援システム	汎用	79.1%	13.15	16.62	3.47
	P-7	西日本電信電話(株)	郵送していた料金明細書を電子化しインターネット配信	汎用	77.9%	380.23	488.03	107.80
	P-8	(株)NTTデータ	口座自動引き落としと明細事前通知サービス	汎用	75.0%	1,454.61	1,939.22	484.61
	P-9	日立ソフトウェアエンジニアリング(株)	紙ベースだった給与明細を電子化・暗号化して配信	汎用	65.8%	1.09	1.66	0.57
	P-10	東海ビジネスサービス(株)	携帯電話とPCによる勤怠管理システム	汎用	59.2%	2.96	5.00	2.04
	P-11	ハウス食品(株)	eラーニングを活用した効率的な教育システムの導入	汎用	56.4%	4.78	8.48	3.70
	P-12	(株)三越	伝票レス化、及び電子ジャーナル化によるPOSシステムへの更新	流通・小売	54.7%	1,307.00	2,388.00	1,081.00
	P-13	(財)栗山農業振興公社	地理情報システム(GIS)による農地管理	農業	49.9%	0.66	1.32	0.66
	P-14	NTTアドバンステクノロジー(株)	スケジュール管理、電子会議等の社内グループウェア	汎用	48.0%	12.35	25.72	13.37
	P-15	中野区役所	区役所における文書や伝票電子化、及び電子決済	自治体	45.4%	68.02	149.66	81.65
	P-16	日立ソフトウェアエンジニアリング(株)	ネットワークへのPC等の接続情報を自動収集する総合監視ソリューション	汎用	45.4%	0.53	1.17	0.64
	P-17	富士通ワイヤレスシステムズ(株)	試験成績書等のペーパーストックレスシステム	汎用	38.8%	2.19	5.65	3.45
	P-18	日本ユニシス(株)	EMSドキュメントの電子承認システム、及び文書管理システム	汎用	26.1%	1.15	4.40	3.25
	P-19	(株)NTTデータ	次世代オフィス(シンククライアント、フリーアドレス等)	汎用	22.2%	34.58	155.67	121.08
	P-20	(財)リモート・センシング技術センター	webシステムを用いてユーザが直接注文するシステム	汎用	18.5%	1.56	8.44	6.88
	P-21	札幌医科大学	印刷枚数削減支援ソフト	汎用	13.4%	0.64	4.77	4.13
	P-22	東芝ファイナンス(株)	複写式帳票型の各種申込書を電子化	汎用	8.6%	1,047.41	12,124.64	11,077.23
	P-23	東芝ファイナンス(株)	FAXや郵送等で行われていた業務をセキュアな環境下ペーパーレスで実現	汎用	算出不可	4.40	算出不可	算出不可
TV会議	T-1	総合警備保障(株)	web会議システム	汎用	98.9%	82.68	83.63	0.94
	T-2	(株)富士通四国システムズ	TV会議システム	汎用	98.4%	271.50	275.80	4.30
	T-3	NTTビズリンク(株)	TV会議多地点接続サービス(ASP)	汎用	96.6%	119,312.76	123,525.67	4,212.91
	T-4	日立ソフトウェアエンジニアリング(株)	社内会議システム	汎用	61.7%	6.54	10.60	4.05
	T-5	(株)インターワーク	インターネット越しに顧客のPCを遠隔で操作しサポート	汎用	35.1%	1.56	4.44	2.88
物流・配送システム	L-1	(株)日立物流	業界プラットフォームによる共同物流	物流	7.5%	67.60	896.76	829.16
	L-2	サンデン(株)	自動販売機の在庫情報を無線で収集	小売・流通	3.8%	0.09	2.23	2.15
	L-3	企業名公表せず	ICタグによる輸送警備品授受システム	汎用	算出不可	1.94	算出不可	算出不可
BEMS HEMS	B-1	(株)NTTファシリティーズ	オフィスビルの電力モニタリングシステム	汎用	1.8%	1.57	85.14	83.57
その他	O-1	ながめま農業組合	人工衛星を利用したリモートセンシングによる農地情報の収集・解析システム	農業	94.7%	1.93	2.03	0.11
	O-2	(株)中国放送	光ブロードバンド回線によるTV中継システム: マイクロ波vsBフレツツ	放送	66.9%	3.72	5.56	1.84
			光ブロードバンド回線によるTV中継システム: マイクロ波vsBフレツツスポット	放送	64.1%	3.57	5.56	2.00
	O-3	三菱スペース・ソフトウェア(株)	監視映像蓄積システム	セキュリティ	53.4%	82.99	155.37	72.38
	O-4	日立ソフトウェアエンジニアリング(株)	衛生画像を利用した小麦の生育予測による刈り取り時期の適正化	農業	29.7%	10.09	34.00	23.91
	O-5	三井デザインテック(株)	携帯電話を内線にも利用するシステム	汎用	9.6%	2.75	28.83	26.07
	O-6	企業名公表せず	現場急行連絡の自動化システム	セキュリティ	3.7%	64.14	1,714.26	1,650.11
	O-7	三菱商事(株)	PCの電源管理ソリューション	汎用	-135.0%	-0.24	0.18	0.42

- ① 今回の応募事例全体で削減されるCO₂排出量は約27万t-CO₂/年、削減率は約93%であった。
- ② 最も削減率が高いのはWeb会議システム（T-1）の98.9%で、約9億通のダイレクトメールのインターネット配信（P-1）の98.5%、TV会議システム（T-2）の98.4%がこれに続く。
- ③ なお、CO₂排出削減効果は利用規模に依存するものであり、例えばO-7は削減効果がマイナスの結果となっているが、これは応募時点では試行段階や導入計画途中段階であったからであり、導入計画完了後に十分な利用規模となった際には削減効果がプラスになることが試算される。図2.1にはO-7の試行段階（実績）での評価結果とともに導入計画完了を想定した場合の試算結果（見込み）もあわせて示す。

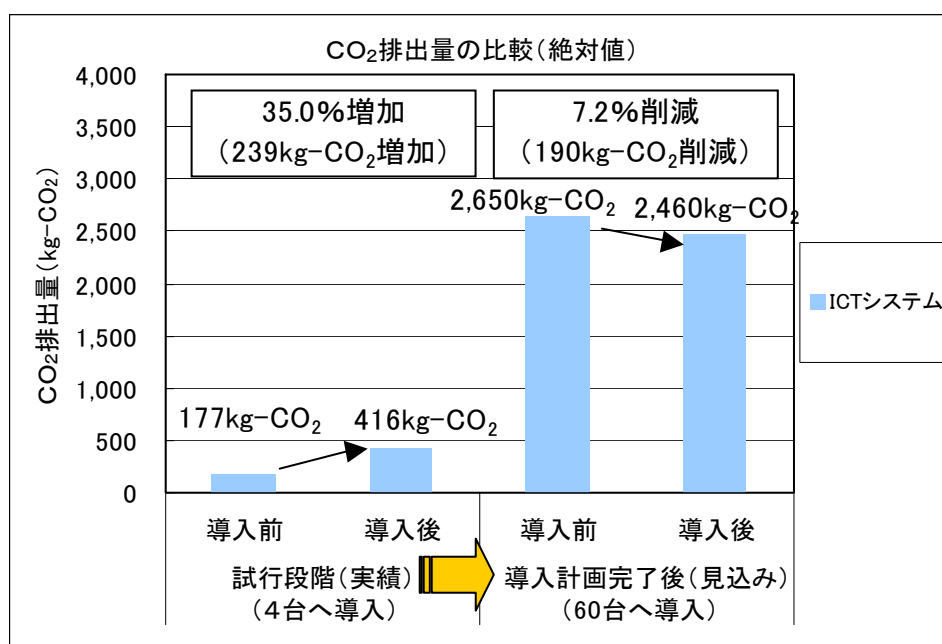


図2.1：導入計画完了後の試算例（O-7）

一般にICTサービスでは利用者や利用頻度が増えるに伴い、削減量・削減率ともに増加する傾向がある。これはそのサービスに用いられるサーバ等のICT機器の負荷が、利用者数や利用頻度あるいは他のサービスとの共用度合いで按分されるため、相対的に小さくなるためである。

この傾向は、常時接続のブロードバンド環境を利用するような場合に特に顕著に現れ、ユーザが導入・整備したブロードバンド環境を、より多くのICT利活用に用いれば、それだけCO₂排出削減につながることになる。

今回評価に必要なデータが十分収集できず、定量的評価に至らなかった応募事例の概要を表2.5に示す。

表 2. 5:その他の応募事例

サービス	NO	提案企業名	サービス概要	適用分野	環境負荷削減効果の分野
ペーパーレス	P-24	ラクラス㈱	複数企業の1業務を1つのサーバで代行	汎用	①物の消費、②電力・エネルギー消費、③人の移動、④物の移動、⑤オフィススペース効率化、⑥物の保管、⑦業務効率化、⑧廃棄物
	P-25	日本フォームサービス㈱	情報資産や鍵のネットワーク対応型管理システム	汎用	②電力・エネルギー消費、③人の移動、④物の移動、⑥物の保管、⑦業務効率化
TV会議	T-6	インターワイズ㈱	企業向けにデザインされた自由自在なWeb会議システム	汎用	①物の消費、③人の移動、⑤オフィススペース効率化、⑦業務効率化
その他	O-8	企業名公表せず	省電力・省スペースサーバへの更新	汎用	②電力・エネルギー消費、⑥物の保管
	O-9	日本フォームサービス㈱	データセンターに冷房効果のあるラックを導入	データセンター	②電力・エネルギー消費、③人の移動

2. 3 2012年までのICT分野における電力消費量及びCO₂排出削減効果

ICT分野は益々進展を続けているが、その地球温暖化との関係を定量的に把握するため、我が国における2012年までのICT使用によるCO₂排出（主に電力消費量の伸び）とICT利活用によるCO₂排出削減効果について推計を行うこととする。

2. 3. 1 ICT分野の電力消費量

ICT分野を通信分野と放送分野の2つに分けて、それぞれの電力消費量を推計することとした。

2. 3. 1. 1 通信分野の電力消費量の推計方法

最新の統計情報に基づき2012年度までの電力消費量を推計した。由比藤¹⁹らの報告をベースに見直した電力消費量の推計方法の概要を以下に示す。電力消費量からCO₂排出量への換算においては、電気事業連合会が公表している各年度の使用端CO₂排出原単位の実績値を用いた。2007年度から2012年度においては2006年度実績値である0.410kg-CO₂/kWh²⁰を用いた。

1) 推計の対象

ICT関連の機器を、固定通信、移動体通信とインターネットに分類し、さらに、ユーザで使用する機器と事業者がサービス提供のために使用する装置に分類して算出した。図2. 2に対象機器を示す。

¹⁹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，電子情報通信学会 2006 年総合大会講演論文集 p308, (2006).

²⁰ 電気事業連合会 電気事業における環境行動計画 2007 年度版（2007 年 9 月）
p3 <http://www.fepec.or.jp/env/report/2007.pdf>.

	ユーザ	事業者
固定通信	<div>電話機</div> <div>FAX</div> <div>モデム類(ONU等)</div>	<div>交換機、空調</div>
移動体通信	<div>携帯端末</div>	<div>基地局、交換機、空調</div>
インターネット	<div>ルータ、LANスイッチ</div> <div>PC、サーバ</div> <div>ストレージ</div> <div>プリンタ</div>	<div>データセンター 空調</div>

図 2. 2 : 電力消費量の算出対象

2) 通信事業者系の電力消費量

固定通信及び移動体通信の通信事業者の電力消費量の予測では、サービス毎の1加入（契約）当りの消費電力と加入（契約）数の積を用いた。また、インターネットサービスの提供事業者の電力消費はデータセンタの空調のみとし、データセンタの単位面積当りの電力消費量とデータセンタの延べ床面積の積により求めた。ルータ、LAN スイッチ、サーバ、ストレージ等については、ユーザ側通信関連機器としてカウントすることとした。2012年度の各サービスへの加入（契約）数及びデータセンタの延べ床面積は下記のように設定した。

2-1) 加入（契約）数

ブロードバンドサービス及び携帯電話の加入数は、現状のトレンドに即した情報通信ネットワーク産業協会（CIAJ）の需要予測²¹を用いた。ISDNの加入数は、現状のトレンドを延長して推計した。また、2012年度の加入電話の加入数は、電話系サービスの合計が現状とほぼ同等になる、3,000万加入とした。推計に使用した2012年度の加入者（契約）数一覧を表2.6に示す。

²¹ 情報通信ネットワーク産業協会（CIAJ）：2007 年度通信機器中期需要予測 p21

表 2. 6 : 加入者（契約）数の想定（2012 年）

単位: 万加入

加入電話	3,000
ISDN	400
光(FTTH)	3,000
ADSL	750
CATV	500
移動系3G	12,000
移動系2G	0
移動系PHS	550
移動系WiMAX	400

2-2) データセンタの延べ床面積

床面積の予測²²を市場規模予測²³の伸び率で延長推計し、2012年のデータセンタの延べ床面積を約310万㎡に設定した。

3) ユーザ側通信関連機器の電力消費量

通信モデム類（TA、ONU）、サーバ、ルータ、LAN スイッチ（通信事業者分を含む）、通信関連機器などユーザ側機器は、稼働台数の推計値に1台当りの消費電力及び年間の稼働時間を乗じて算出した。稼働台数の推計は下記のように行った。

- ・通信モデム類：各サービスの加入数と同じとした。
- ・通信モデム類以外：社団法人電子情報技術産業協会（JEITA）や CIAJ の統計データ等の出荷台数の実績及び予測値を基に、残存モデルから稼働数を推計した。

残存モデルは、ルータ、LANスイッチの更新が平均5.4年程度であることから²⁴、サーバ、ルータ、LANスイッチ、事業所用PC、ストレージ、プリンタについては、平均寿命が5.5年になるモデルとした。家庭用PC、メインフレーム、PBX、FAXについては、利用実態に合わせ利用期間の長いモデルとした。各機器の2012年度の稼働数を下記に示す。

²² 矢野経済研究所：YzBiz commIT 05 年 10 月号, iDC（インターネットデータセンタ）市場の動向
<http://www.yano.co.jp/commit/menu/opentrendwatch/0510/>

²³ IDC Japan 株式会社：国内通信事業者のインターネットデータセンタ市場規模予測を発表, 2007 年 7 月 25 日, <http://www.idcjapan.co.jp/Press/Current/20070725Apr.html>

²⁴ CIAJ：ルータ・LAN スイッチ利用実態調査結果, 2005 年 4 月 20 日
<http://www.ciaj.or.jp/content/plessrelease05/050420.html>

「固定通信ユーザ側装置」	【10,400 万台】：単体電話、FAX、TA、モデム等
「移動体通信ユーザ側装置」	【13,000 万台】：携帯電話、PHS、WiMAX
「PC（家庭用）」	【3,300 万台】：家庭用パソコン、
「PC（業務用）」	【3,400 万台】：業務用パソコン
「プリンタ」	【4,500 万台】：インクジェットプリンタ、 ページプリンタ
「サーバ」	【400 万台】：サーバ
「ストレージ」	【3,400,000 TB】：ネットワークストレージ
「メインフレーム」	【5,800 台】：メインフレーム
「ルータ」	【3,100 万台】：ルータ（無線 LAN 機能を含む）
「LAN スイッチ」	【900 万台】：LAN スイッチ
「金融端末等」	【23 万台】：CD、ATM、デジタルキオスク端末
「家庭用マルチメディア端末」	【8,000 万台】：PDA、ゲーム機、車載端末
「RFID リーダ／ライタ」	【1,500 万台】：RFID リーダ／ライタ

稼動時間については、電話機、FAX、モデム類、サーバ、ルータ、LAN スイッチ、ストレージについては、24 時間 365 日電源 ON とした。その他の機器については、統計資料に基づき設定した。

4) 前提とした省エネ対策

電力消費量の推計において前提とした省エネ対策を下記に示す。

① データセンタ空調

データセンタ直流給電による省エネ効果を機器給電で 2 割減²⁵、空調で 1 割減²⁶になるとした。

② ユーザ装置

トップランナーによる省エネ対策モデルを、下記の 2 つとした。

- ・性能向上の大きい機器（計算機）：トップランナー適用により、消費電力が従来比 3 割減の機器が導入されるとした²⁷。
- ・性能向上の少ない機器（上記以外）：トップランナー適用により、消費電力が従来比 4 割減の機器が導入されるとした。

2. 3. 1. 2 通信分野の電力消費量

上述の推計方法により 2012 年までの通信分野の電力消費量を推計した結果を図 2. 3

²⁵ 山下隆司：エネルギービジネスの取組み、NTT 技術ジャーナル 2004.2

²⁶ ヒアリングによる

²⁷ 性能が同じ場合は、消費電力は 4 割減であるが、性能が向上しているため性能向上分の消費電力が加わり、3 割減になるとした。

に示す。

ICTの普及に伴い、機器の稼働数が増加することで電力消費量は増加し、2012年に570億kWhとなる。この値は、日本の2006年度の総使用電力量8,890億kWh²⁸の6.4%に相当し、電気事業連合会の2006年度のCO₂排出原単位0.410kg-CO₂/kWh²⁹を用いると2,340万t-CO₂となる。この値は、2005年度の温室効果ガス総排出量の1.7%である。また、省エネ対策を実施した場合は、2012年度に440億kWhとなる。この値は、日本の2006年度の総使用電力量の4.9%に相当し、CO₂排出原単位0.410kg-CO₂/kWhを用いると1,800万t-CO₂となる。この値は、2005年度の温室効果ガス総排出量の1.3%である。

2012年の非対策ケースの電力消費量の内訳を図2.4に示す。非対策ケースにおける電力消費量（570億kWh）に占める内訳はルータ及びLANスイッチが合わせて21%、サーバがメインフレームも含めて20%、PCが業務用と家庭用を合わせて13%となっている。

図2.4より、サーバ、ルータの電力消費量の割合が大きく、省電力化の効果が大きいと考えられる。省電力施策として、トップランナー制度があり、サーバには既に適用されている³⁰

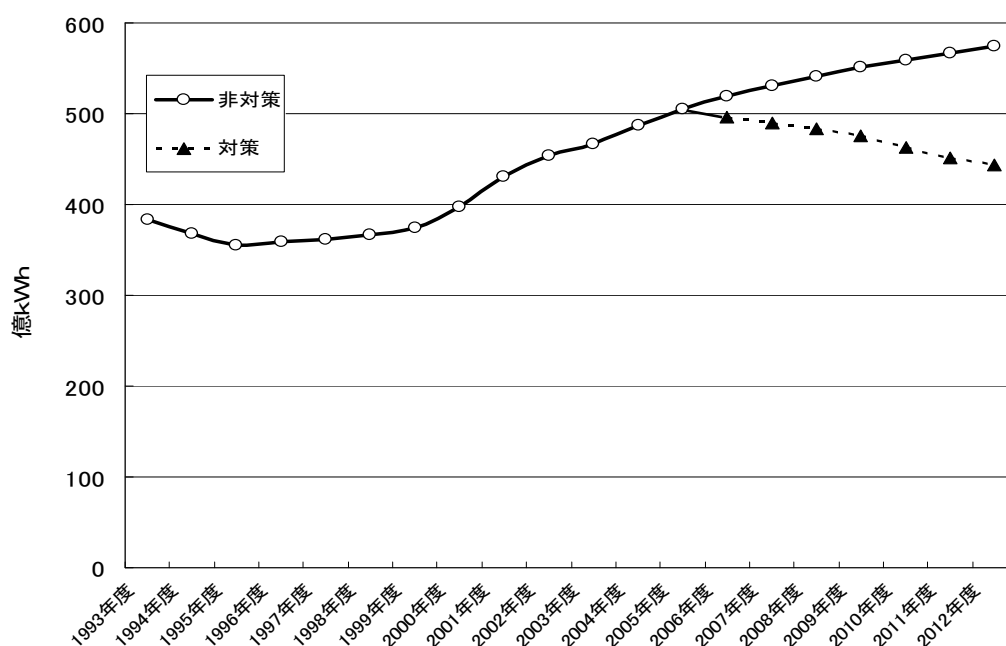


図2.3：通信分野の電力消費量

²⁸ 電気事業連合会 電気事業における環境行動計画 2007年度版（2007年9月）

p3 <http://www.fepc.or.jp/env/report/2007.pdf>

²⁹ 電気事業連合会 電気事業における環境行動計画 2007年度版（2007年9月）

p3 <http://www.fepc.or.jp/env/report/2007.pdf>

³⁰ 総合資源エネルギー調査会省エネルギー基準部会ルーター等判断基準小委員会:ルーター等判断基準小委員会の今後の開催スケジュールについて

て <http://www.meti.go.jp/committee/materials/downloadfiles/g70806a05j.pdf>

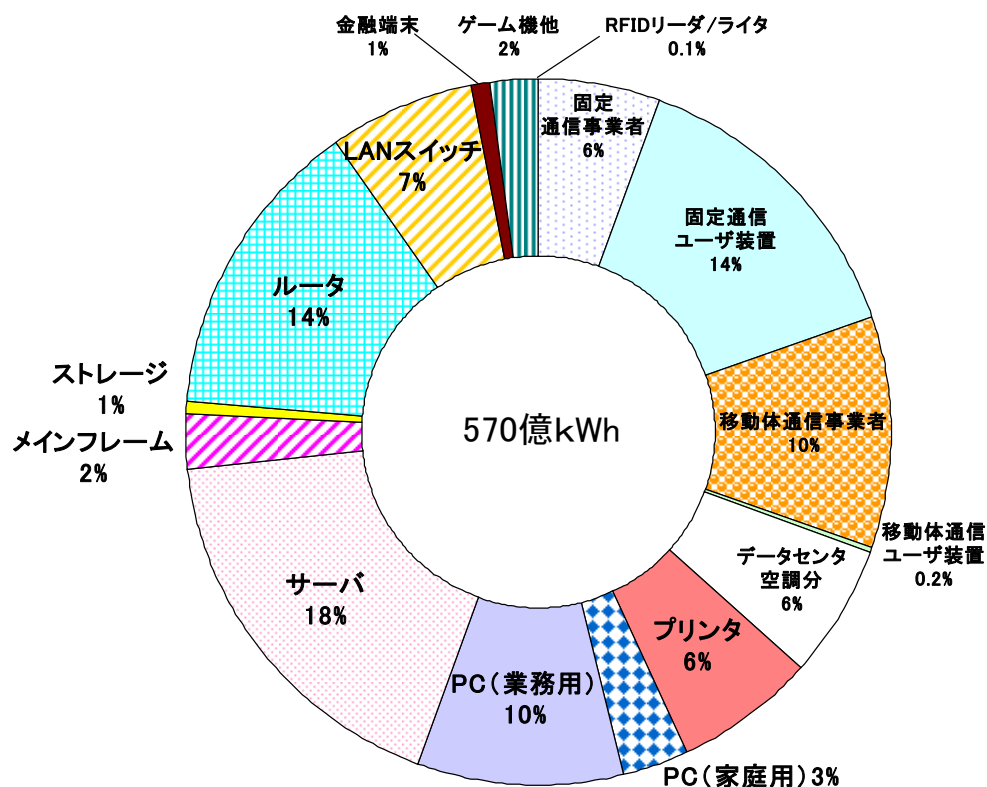


図2. 4 : 2012年の通信分野の電力消費量の内訳（非対策ケース）

2. 3. 2. 1 放送分野の電力消費量の推計方法

放送分野では、テレビジョン放送を行う放送局及びテレビ受信機に分けて電力消費量を推計する。

放送局の電力消費量については、日本放送協会及び社団法人日本民間放送連盟が2008年1月に策定した環境自主行動計画及び研究会構成員へのヒアリング結果に基づいて算定した。

テレビ受信機による電力消費量は、研究会におけるJ E I T Aからのテレビ受信機の電力消費量の推計に関する報告結果を用いた。テレビの使用年数は10年と仮定している。2005年度までが出荷実績にもとづく試算となっており、パソコンのテレビは除外している。

2. 3. 2. 2 放送分野の電力消費量

上記の方法に従って放送局の電力消費量を推計した結果を図2. 5に示す。放送局による電力消費量は2004年に9.9億kwhであるが、2012年には減少し9.2億kwhになる。CO₂排出量では2004年に41万t-CO₂、2012年に38万t-CO₂となる。主な増減要因は下記となっている。

【送信設備】

増加要因

- ・ テレビ送信所のデジタルとアナログのサイマル放送（2003年から2011年）

- ・デジタル送信設備は、放送機用の冷却機の大型化や、遅延装置等新たに設置する機器があるため、消費電力がアナログよりやや増加

減少要因

- ・アナログテレビ放送の終了（２０１１年７月）
- ・ラジオ大電力放送所の送信機の高効率化

【送出設備】

増加要因

- ・テレビのデジタル化に伴うサービス数増加（マルチ２ｃｈ、３ｃｈ＋ワンセグ）、ＥＰＧ・データ放送等機器増加、ＨＤＴＶ、符号化・多重化等圧縮・多重設備の増加

減少要因

- ・アナログテレビ終了に伴うアナログテレビスーパープロセス部分、アナログテレビネット送出機能、文字多重化設備等の削減

【その他】（番組制作のテープレス化（ビデオテープによる編集からノンリニア編集へ））

増加要因

- ・サーバの運用

減少要因

- ・ＶＴＲ、編集機の撤去

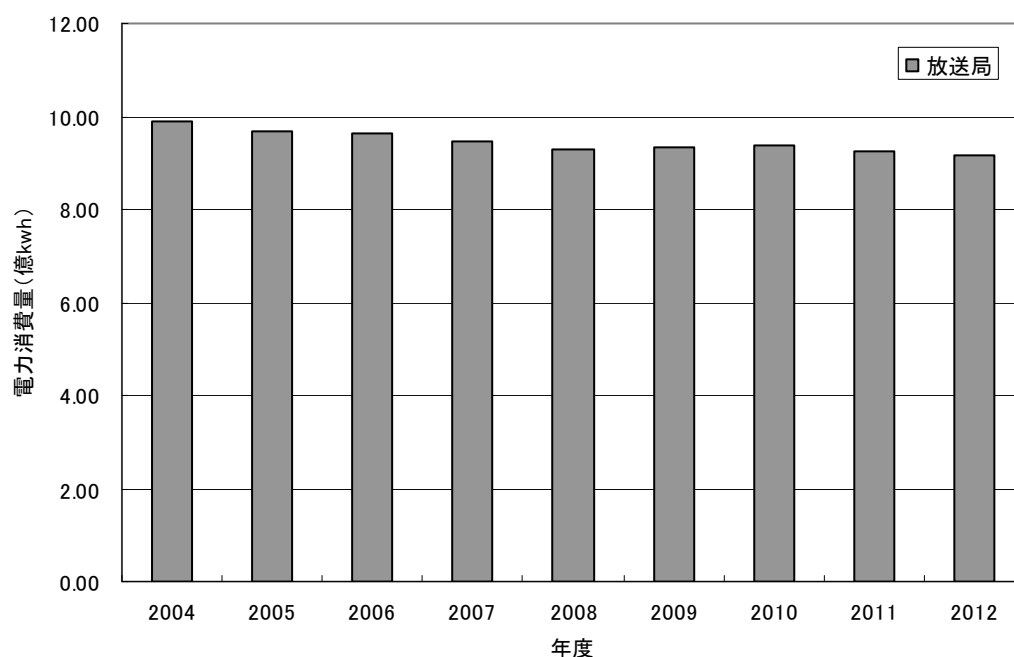


図２．５：放送局における電力消費量

図２．６にテレビ受信機の電力消費量の推計結果を示す。ブラウン管テレビの電力消費量は低下したものの、２００４年以降、薄型テレビの普及と大型化に伴い全体の電力消費量は

増加傾向にある。ただし、液晶パネルの透過率の向上、バックライト蛍光管の低消費電力化、プラズマパネル構造の改善等の省エネ技術により、液晶テレビ・プラズマテレビの同一サイズの年間消費電力量は3割から4割削減されている³¹。2009年以降、普及台数は暫増傾向を示すこと及び消費電力の低減効果と大型化が横ばいとなることから、2012年に約140億kwhと推計された。

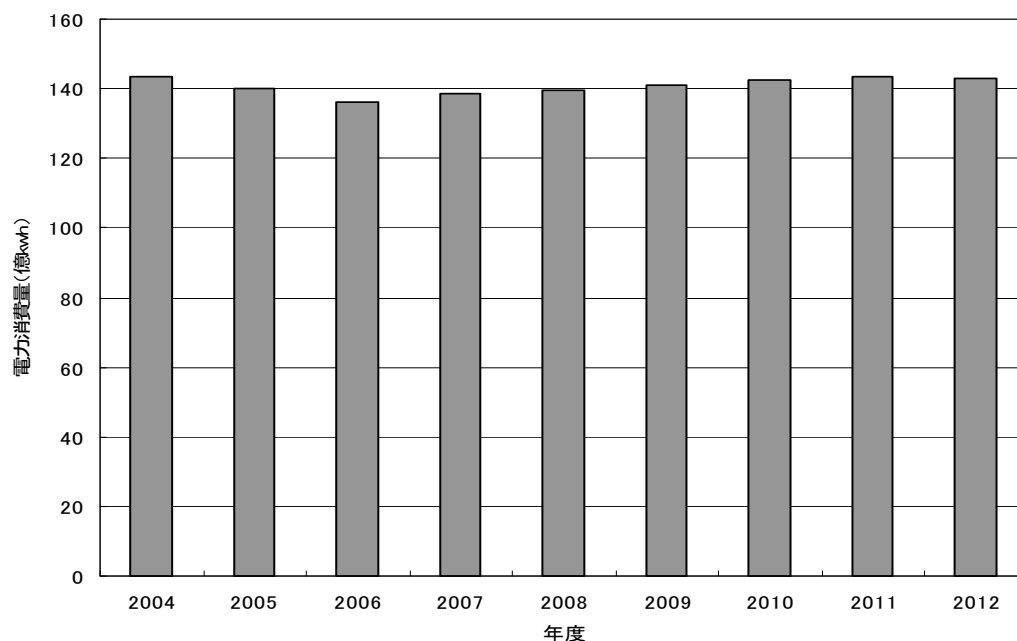


図2. 6：テレビ受信機による電力消費量

放送分野における電力消費量を図2. 7に示す。放送分野全体で2012年には約152億kwhになる。このうち、放送局の占める割合は6%である。

³¹ 社団法人電子情報技術産業協会（2004年度と2006年度同型製品の比較より）

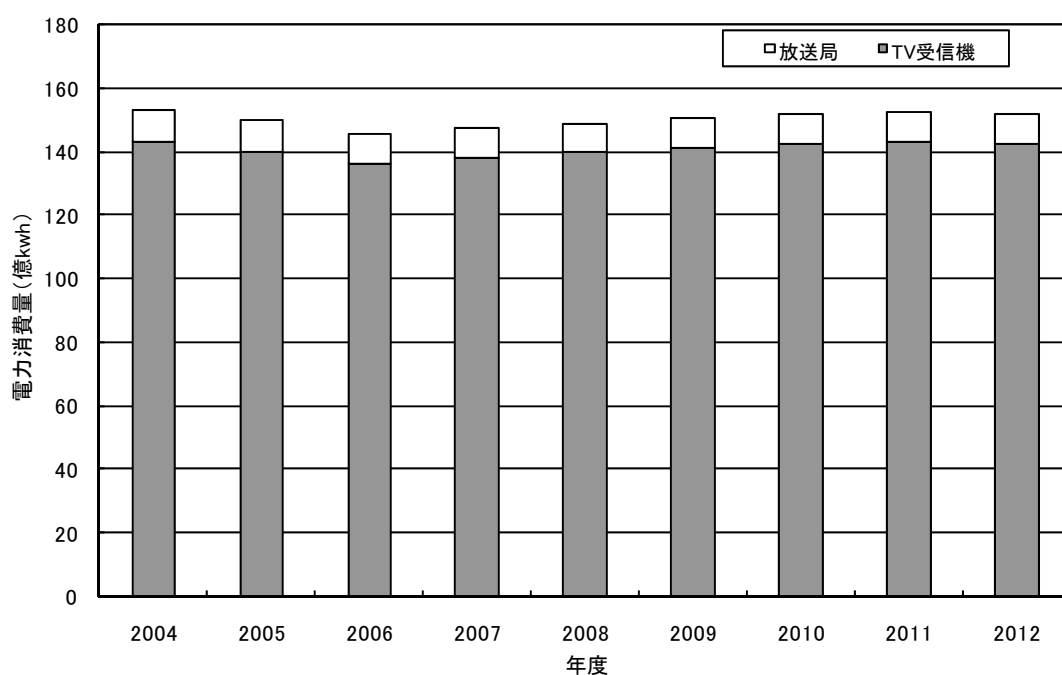


図2. 7：放送分野における電力消費量

2. 3. 3 ICT分野における電力消費量

通信分野並びに放送分野における電力消費量の推計結果を足し合わせた、ICT分野全体の電力消費量及びCO₂排出量を図2. 8及び図2. 9に示す。なお、通信分野の電力消費量及びCO₂排出量は非対策ケースの値を用いている。

ICT分野全体の電力消費量及びCO₂排出量は、今後増加し、2012年には、各々、約730億kWh、約3,000万tになる。

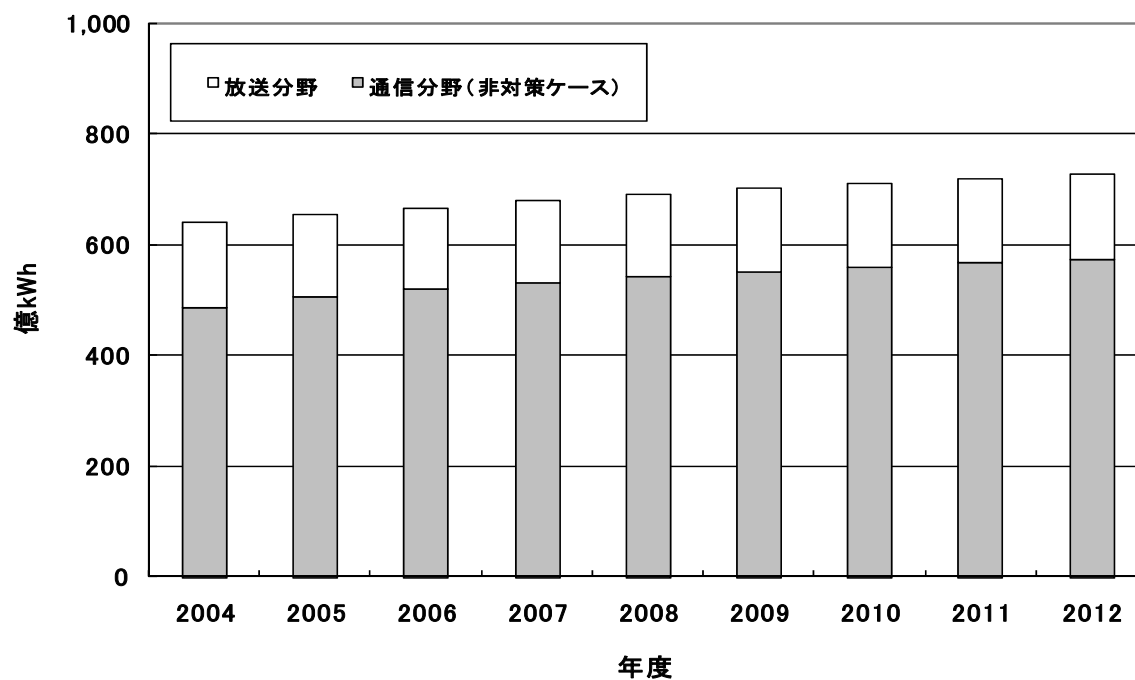


図2. 8 : ICT分野全体の電力消費量

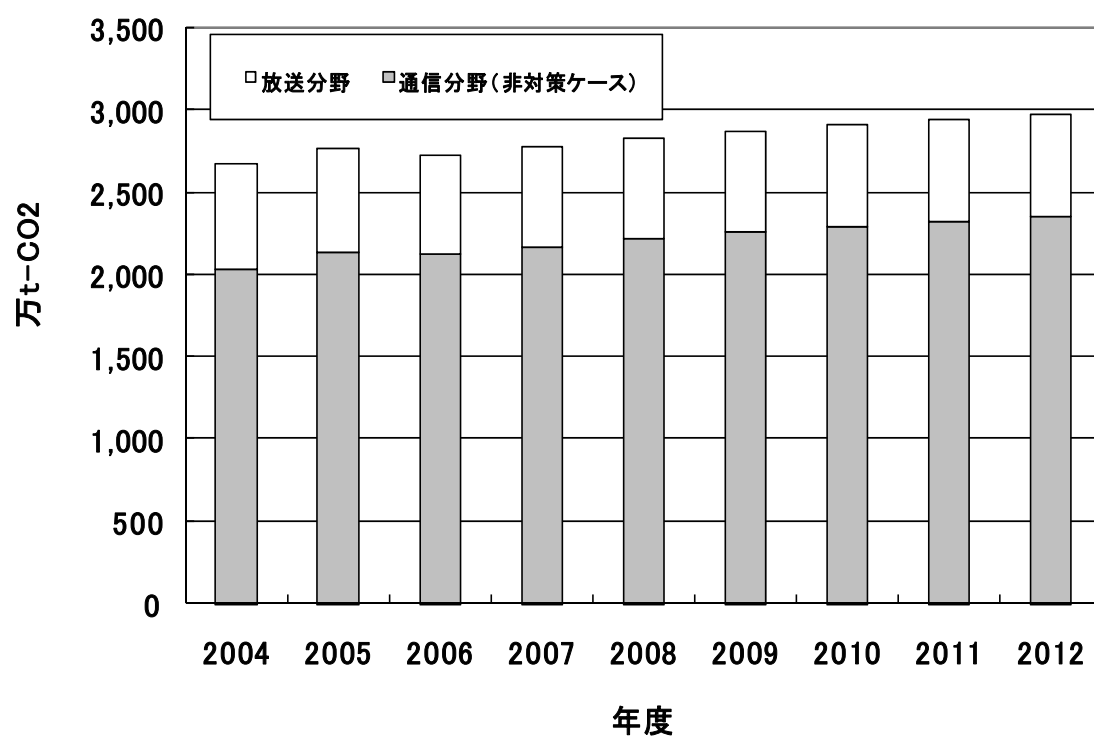


図2. 9 : ICT分野全体のCO₂排出量

2. 3. 4 ICT利活用によるCO₂排出削減効果の評価

2. 3. 4. 1 評価対象ICT利活用シーンの設定

ICTの利活用によるCO₂削減効果を評価するために、対象となる利活用シーンを設定し、従来手段との比較を行うことでCO₂排出量の削減効果が評価可能となる。中村らは算出モデルを設定し、統計値を基に2010年における日本全体のエネルギー消費量の削減量を試算している³²。この試算方法は中村らによって以下のように改良されている³³。

- ・ 利用シーンを分類して重複を回避
- ・ 入手可能な統計値、公開情報を用いて推量値を低減
- ・ 通信の普及度をもとに経年評価が可能

本研究会では、この方法をベースに変更を加えて2012年のCO₂削減効果を試算した。主な変更点を下記に示す。

- ・ ICTの利活用シーンを追加した。追加した利活用シーンは、電子申請（税申告）、電子申請（オンラインレセプト）、BEMS³⁴・HEMS³⁵の3つである。
- ・ 最近のトレンドを考慮した最新の統計値や公開情報に変更した。
- ・ 京都議定書目標達成計画に対策が記載されている利活用シーンについては、そのCO₂削減見込み量を用いることとした。具体的には、テレワーク、ITS（ETC・VICS・信号の集中制御化）、BEMS・HEMSである。

電子申請、オンラインレセプトは、IT新改革戦略において具体的な数値目標を掲げて記載されている重点分野であり、非常に多くの国民や企業、関係機関等が関与することから今回利活用シーンに加えることとした。これらのサービス概要と算出方法については参考資料5で述べる。

表2. 7 に、評価対象としたICT利活用シーン及びその概要を示す。

ICTによるCO₂削減効果は、ICTの利活用によって、従来から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・ワークスタイルが代替されることによって生じるた

³² 中村公雄、西史郎、青木忠一、矢野裕児、瀬戸口泰史、吉田雅哉、紀伊智顕、ICT進展とエネルギー消費に関する分析、第18回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス論文集16-1、391（2002）

³³ Jiro Nakamura, Katsuhiko Honjo, Hidetoshi Tatemichi, Toru Tanaka, Yasuhiro Ibata, Shiro Nishi, Evaluation of Environmental Impact of the Spread of the Information Communications Services in Japan, Joint SETAC Europe, ISIE meeting and LCA Forum Extended Abstracts, 73(2003)

³⁴ Building Energy Management Systemの略

³⁵ Home Energy Management System の略

め、ICTが普及することでその効果は増大する。表2.8には、各利活用シーンにおけるCO₂削減効果の概要及び試算に用いた主な普及度等を示した。効果の算出年度は、2006年（実績）、2010年（予測）、2012年（予測）である。普及度は、統計値や公開情報により2006年までの実績から求めたトレンドを算出年度まで延伸することにより求めた。尚、京都議定書目標達成計画に対策が考慮されている利用シーン（テレワーク、ITS（VICS・ETC・信号の集中制御化）、BEMS・HEMS）については、そのCO₂削減見込み量を2010年及び2012年の効果とした。

表2.7 評価対象のICT利活用シーンとその概要

評価分野	利活用シーン	概要
個人向け電子商取引	オンラインショッピング	消費者がネットワークを利用して物品を購入することで、出かける時間を省く。
	オンライン航空券発行	
	コンビニでのチケット購入	
	現金自動支払機の設定	
法人向け電子商取引	オンライン取引	現金利用者がお金をおろすために銀行窓口へ出向く時間を省く。
	サプライチェーンマネジメント	商取引等で本来発生していた移動がなくなり、その場で商談を進めることが可能になるとともに、「業務効率化」や「コスト削減」も期待できる。
	リユース市場	原材料や部品の調達から最終顧客までの、複数企業にまたがる製造・流通の業務プロセス全体を一つの供給の連鎖として統合管理する。需要量についての情報が生産者側にも共有されることで、需要量に合わせた生産・流通が可能になる。
	音楽系コンテンツ	製品や部品の使用履歴情報を、電子タグ等を活用して管理することで、製品・部品のリユースを促進する。
物質の電子情報化	映像系コンテンツ	音楽・映像・PCソフトが電子配信されることにより、メディア媒体の削減や購入および返品物流に伴う移動の時間を省く。
	パソコンソフト	
	新聞・書籍	
	テレワーク	
人の移動	TV会議	ICTの高度化により、必要なデータへのアクセスやTV会議の利便性が高まることで、通勤や業務のための移動が削減される。
	遠隔管理	
	ITS (ETC、VICS、信号機の集中制御化)	
	電子入札	
電子政府・電子自治体	電子申請(税申告)	官公庁の入札担当部局と各入札参加業者とをネットワークで結び、一連の入札事務をそのネットワーク経由で行うことで、入札業者の移動削減、事務の効率化等の効果が得られる。
	電子申請(オンラインレセプト)	
	電子申請(税申告)	
	電子申請(税申告)	
エネルギー制御	BEAMS/HEMS	確定申告などの税申告や、診療報酬等の請求をネットワークを介して手続きすることにより、ペーパーレス化や書類の保管スペースの削減、移動や郵送の削減や、電子的処理による業務効率化の効果が得られる。
	BEAMS/HEMS	
	BEAMS/HEMS	
	BEAMS/HEMS	

表2.8 各利活用シーンにおけるCO2削減効果と試算に用いた主な普及率等

評価分野	利活用シーン	CO2削減効果	普及率等	
			2006年	2012年
個人向け電子商取引	オンラインショッピング	買物交通、宅配輸送、包装用紙の削減	小売の2%	小売の7%
	オンライン航空券発行	窓口購入の交通エネルギー削減	ネット予約率の33%	ネット予約率の83%
	コンビニでのチケット購入	窓口購入の交通エネルギー削減	ネットサービス利用割合の9%	ネットサービス利用割合の15%
	現金自動支払機の設置	銀行窓口までの交通エネルギー削減	CD・ATM設置台数 66600台 店舗削減数 950店舗	CD・ATM設置台数 81100台 店舗削減数 2000店舗
法人向け電子商取引	オンライン取引	商談等業務移動に伴うエネルギー削減	B to B割合 20%	B to B割合 40%
	サプライチェーンマネジメント	生産流通管理による不必要生産等の抑制によるエネルギー削減	生産流通管理進展度 50%	生産流通管理進展度 80%
	リユース市場	機械製品生産をリユース製品で代替	リユース割合 0.83%	リユース割合 1.87%
	音楽系コンテンツ	レコード・CD等のメディア輸送によるエネルギー削減	レコード電子配信割合 7%	電子配信割合 27%
物質の電子情報化	映像系コンテンツ	ビデオ・DVD等のメディア輸送によるエネルギー削減	ビデオ電子配信割合 10%	ビデオ電子配信割合 26%
	パソコンソフト	PCソフト用のメディア輸送によるエネルギー削減	ASP進展度 7%(2005年)	ASP進展度 30%
	新聞・書籍	印刷用紙の削減	電子書籍割合 0.4%	電子書籍割合 1.5%
	テレワーク	通勤移動の削減	テレワーク人口780万人	テレワーク人口1630万人
人の移動	TV会議	業務移動の削減	TV会議市場 230億円	TV会議市場 660億円
	遠隔管理	業務移動の削減	自動販売機台数 264万台	自動販売機台数 267万台
	ITS	走行速度の向上、ノンストップ化と渋滞解消、商用時間の短縮	ETC利用率68%、VICS普及率18% 信号機の集中制御化約28,800基	ETC利用率85%、VICS普及率21% 信号機の集中制御化約47,000基
電子政府・電子自治体	電子入札	事務の効率化、入札者の移動の削減	1自治体あたりの電子入札実施件数(ヒアリング)	1自治体あたりの電子入札実施件数(ヒアリング)
	電子申請(税申告)	ペーパーレス化、保管スペースの削減、事務の効率化、申請者の移動の削減	利用率 2.89%(e-Tax), 0.8%(eLTAx)	利用率 50%
	電子申請(オンラインレセプト)	ペーパーレス化、保管スペースの削減、申請者の移動の削減	利用率 26.4%(レセプト電算処理システム)	利用率 100%
	BEMS・HEMS	ビルにおける省エネ効果、空調・家電機器の省エネ効果	BEMS納入額630億円	BEMS納入額1047億円

注)テレワーク、高度道路交通システム、BEMS・HEMSについては、京都議定書目標達成計画に記載されているCO2削減量を効果とした。2012年の削減量がない場合は2010年と等しいとした。

注)電子申請については「IT新改革戦略 平成18年1月19日」(IT戦略本部)より目標値を普及率とした。

2. 3. 4. 2 2012年までのICTによるCO₂排出削減効果予測

2. 3. 4. 1の利活用シーンから試算したICTによるCO₂削減効果を表2. 9に示す。ICTの普及に伴って、2006年、2010年、2012年にはそれぞれ約3, 100万t、約6, 300万t、約6, 800万tの削減効果が得られることがわる。また、これらのCO₂削減量は、2005年における日本の温室効果ガス総排出量の約2. 3%（2006年）、4. 6%（2010年）、5. 0%（2012年）である。特に、大きな削減効果の期待できる利用シーンとしては、オンラインショッピング、サプライチェーンマネジメント、オンライン取引、リユース、BEMS・HEMSとなっており、法人向け電子商取引の効果が大きい（全体の5割強）。2006年、2010年、2012年の評価利活用シーンごとのCO₂削減量を図2. 10に示す。

表2.9 ICTによるCO₂削減効果

評価分野	利用シーン	2006年度		2010年度		2012年度	
		万t-CO ₂	割合 (%)	万t-CO ₂	割合 (%)	万t-CO ₂	割合 (%)
個人向け電子商取引	オンラインショッピング	198	0.1%	542	0.4%	712	0.5%
	オンライン航空券発行	2	0.0%	5	0.0%	6	0.0%
	コンビニでのチケット購入	31	0.0%	60	0.0%	64	0.0%
	現金自動支払機の設置	261	0.2%	291	0.2%	319	0.2%
法人向け電子商取引	オンライン取引	527	0.4%	767	0.6%	836	0.6%
	サプライチェーンマネジメント	532	0.4%	1,839	1.4%	1,839	1.4%
	リユース市場	577	0.4%	1,154	0.8%	1,197	0.9%
	音楽系コンテンツ	35	0.0%	114	0.1%	133	0.1%
物質の電子情報化	映像系コンテンツ	15	0.0%	21	0.0%	25	0.0%
	パソコンソフト	11	0.0%	53	0.0%	61	0.0%
	新聞・書籍	4	0.0%	91	0.1%	95	0.1%
	テレワーク	30	0.0%	50	0.0%	63	0.0%
人の移動	TV会議	106	0.1%	195	0.1%	307	0.2%
	遠隔管理	5	0.0%	5	0.0%	5	0.0%
	ITS	308	0.2%	370	0.3%	401	0.3%
	電子入札	0	0.0%	2	0.0%	2	0.0%
電子政府・電子自治体	電子申請(税申告)	0	0.0%	8	0.0%	8	0.0%
	電子申請(オンラインレセプト)	0	0.0%	1	0.0%	1	0.0%
エネルギー制御	BEMS・HEMS	468	0.3%	730	0.5%	730	0.5%
合計		3,111	2.3%	6,298	4.6%	6,804	5.0%

注) 割合は2005年度における日本国の温室効果ガス総排出量に対する割合を示している。

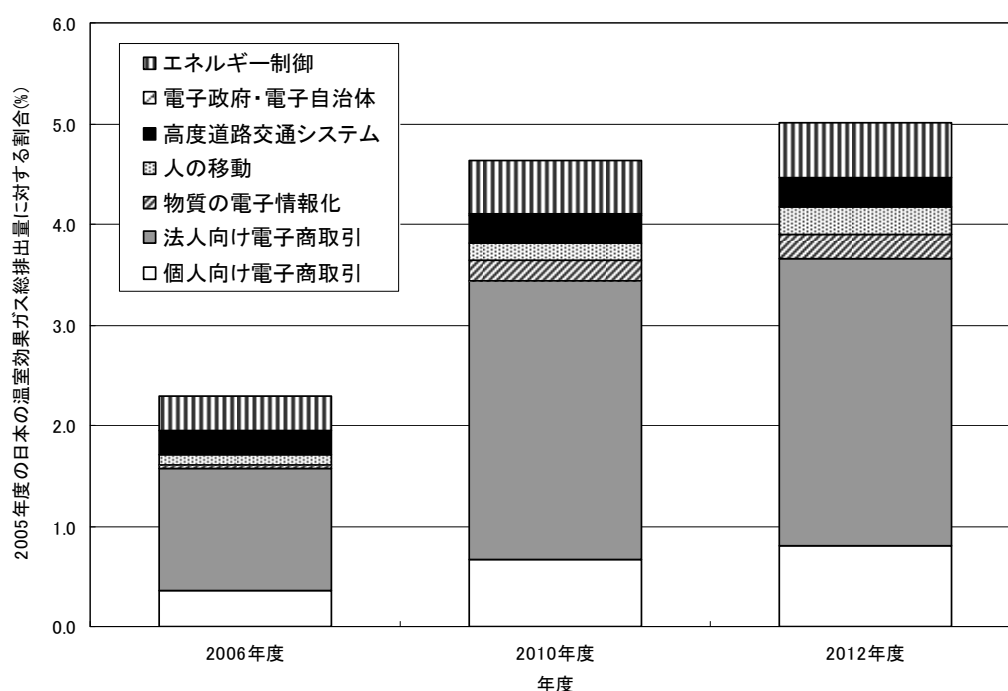


図2. 10: ICTによるCO₂削減効果

2. 3. 5 2012年までのICTによるCO₂排出量及び削減効果予測

ICT分野全体のCO₂排出量及びCO₂削減効果を図2. 11及び図2. 12に示す。図2. 11では、排出量と削減効果を2005年度の日本の温室効果ガス総排出量に対する割合で示している。また、図2. 12では、京都議定書の基準年である1990年度の日本の温室効果ガス総排出量に対する割合で示している。通信分野のCO₂排出量は非対策ケースの値としている。

2005年度の温室効果ガス総排出量を基準にした場合、2006年度から2012年度までにICTの普及に伴い、CO₂排出量は2.0%から2.2%に増加する一方で、CO₂削減量も2.3%から5.0%に増加する。CO₂削減効果は排出量を上回っており、ICTの普及により社会全体のCO₂削減が期待できる。なお、この2.3%のCO₂排出量には、利用シーンとして考慮されていないインフラとしての電話網等も含まれている。そこで、2006年度から2012年度までのICT普及による効果を試算すると、0.2%のCO₂排出量の増加によって2.7%のCO₂削減量を得ることになる。

京都議定書の基準年である1990年の温室効果ガス総排出量を基準にした場合では、2006年度から2012年度までにICTの普及に伴い、CO₂排出量は2.2%から2.4%に増加する一方で、CO₂削減量も2.5%から5.4%に増加する。この5.4%は19の利用シーンによるものであるが、このうち、京都議定書目標達成計画に対策として既に盛り

込まれているテレワーク、ITS、BEMS・HEMSの3つの利活用シーンによるCO₂削減量は2012年で0.9%になり、残りの16シーンによるCO₂削減量は4.5%となっている。

京都議定書に基づく我が国の削減義務は、2008年から2012年までの平均値が1990年比6%削減である。2006年度の温室効果ガス総排出量（速報値）が既に1990年比で6.4%増になっていることから、平均値で1990年比で12.4%の削減が必要な状況となっている。京都議定書目標達成計画に既に対策として組み込まれている3つの利活用シーンによる削減量は2012年で0.9%であり、12.4%の約7%に相当している。他の16シーンまで考慮すると更に4.5%（12.4%の36%）まで削減される可能性が示唆されることから³⁶、ICTの利活用を推進していくことが重要である。特に、4.5%には、公共交通機関、オフィススペース、倉庫の削減等、その効果が即時的には現れない「削減ポテンシャル」³⁷も含まれており、この削減ポテンシャルを現実のものとするための取り組みが必要である。

³⁶ 本試算結果は、ICTの利活用という点で産業部門、運輸部門、業務部門、家庭部門を見渡してICTの利活用が進んでいるシーンを抽出している。京都議定書目標達成計画においては、産業界における自主行動計画の推進・強化が大きなウェイトを占めるが、これには、ICTを利活用した効果が含まれている可能性もあり、目標達成計画にそのまま本試算結果を上乗せすることはダブルカウントを起す可能性があることから注意が必要である。

³⁷ TV会議やe-ラーニング等ICTの利用によって、公共交通機関や飛行機による移動を減らした場合、直ちにそれらの運行に影響が出るわけではないため即時的にCO₂排出量が削減できるわけではない。しかしながら、多くの人々がICTを利活用し、ライフスタイルやビジネススタイルが変革することで運行の変化が生じ、実質的にCO₂排出量が削減される可能性がある。このような、即時的ではないが、やがてはCO₂排出量の削減に結びつく効果を「削減ポテンシャル」という。公共交通機関や飛行機による人の移動の他にも、オフィススペース効率化や物の保管、業務効率化にも同様なことが言える場合がある。

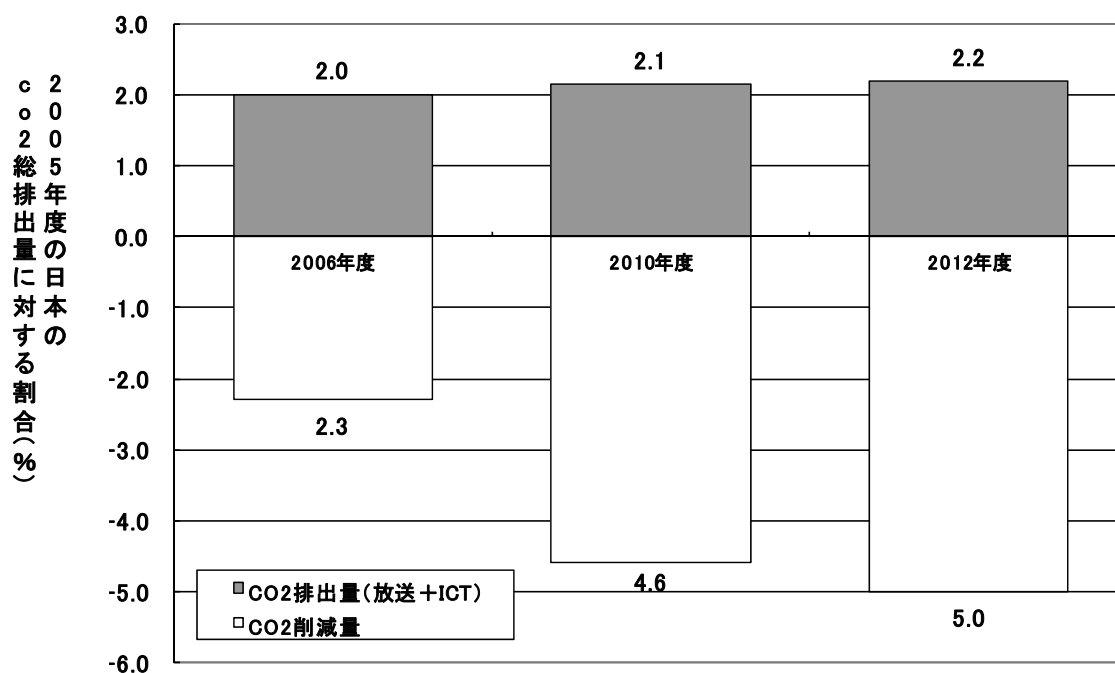


図2. 11：ICT分野全体のCO₂排出量とCO₂削減効果
(2005年度の日本のCO₂総排出量に対する割合)

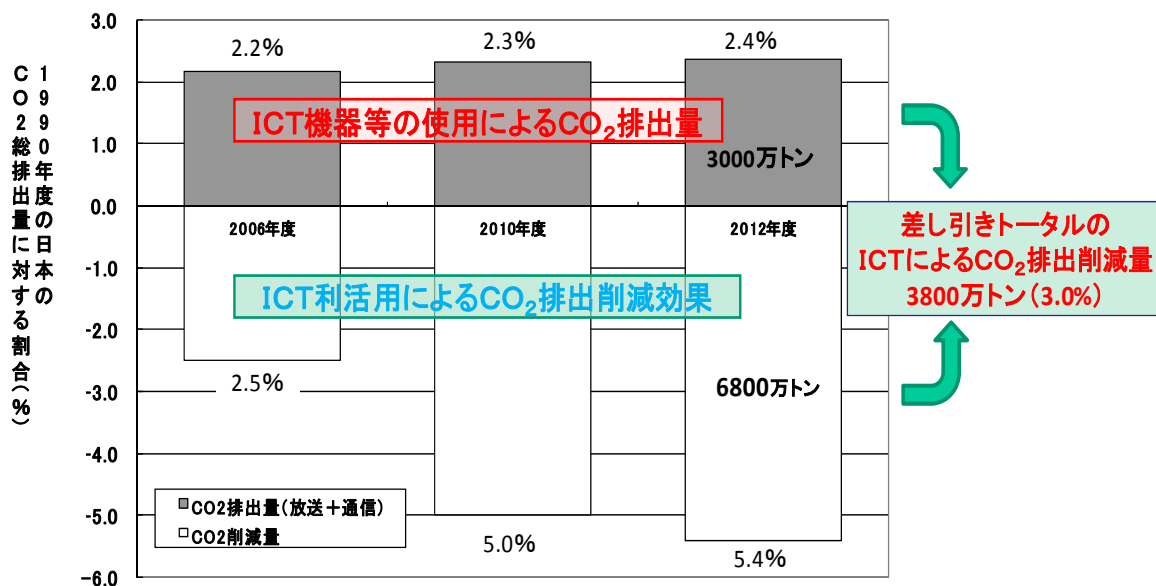


図2. 12：ICT分野全体のCO₂排出量とCO₂削減効果
(1990年度の日本のCO₂総排出量に対する割合)

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、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、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、データセンタの利用やASP・SaaSの利用が進んできている。

データセンタや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。

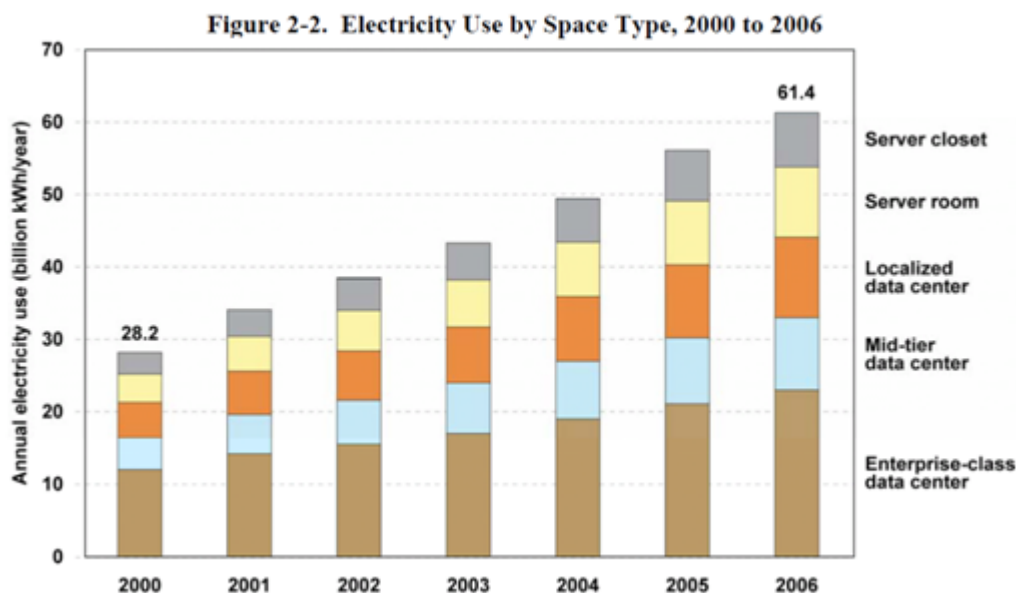


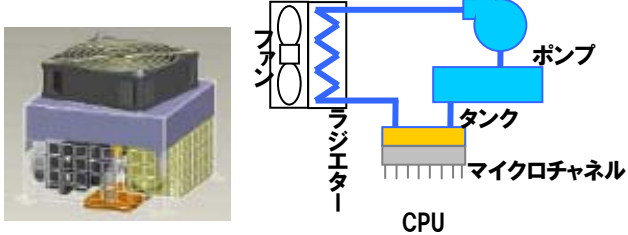
図3. 1 : 2000 年から 2006 年のデータセンタタイプ別電力消費量

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)

高効率電源

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

事例：サーバの電源の変換効率の改善

現状の PC/サーバ用電源の変換効率は 70～80%

これを 92%まで向上させ、損失を約 70%削減

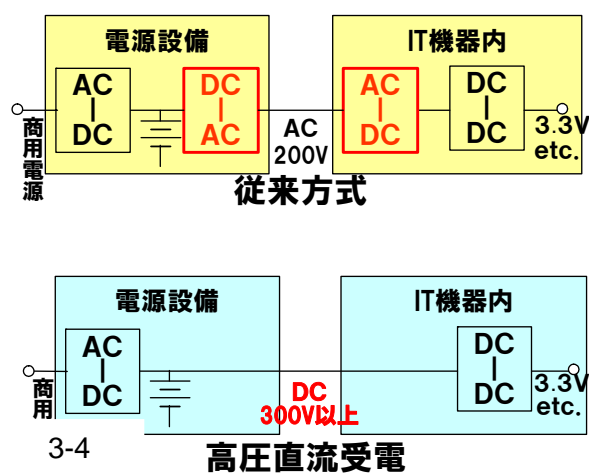


出典：NEC IT プラットフォームの省電力を実現する「REAL IT COOL PROJECT」について

高圧直流電源

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

電源設備・IT機器の消費電力について 10%程度削減可能



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

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

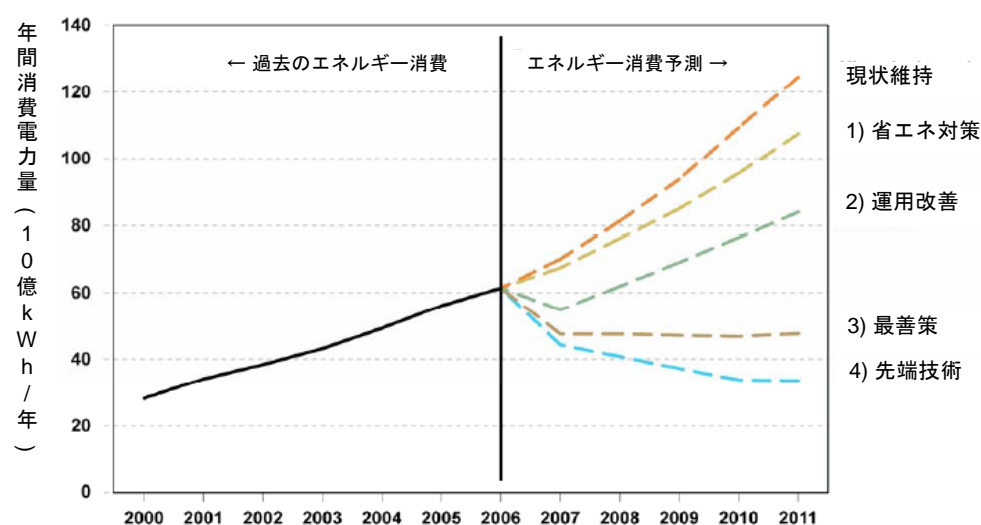
シナリオ	対象項目	1) 省エネ対応の適用： 現状の省エネ技術が今後も継続して実施される	2) 運用改善の適用： 新たな投資を想定せず、省エネ改善を図る	3) 最善策の適用： 現時点での最高効率技術（最善策）が広く普及する	4) 先端技術の適用： 最高レベルの省エネ先端技術が最高の状態で実施される
IT 機器	データセンタ内サーバ集約化	サーバ集約化によりサーバクロゼット 1.04：1 に、スペースタイプで 1.08：1 に容量減少		サーバ集約化によりサーバクロゼットで 1.33：1、スペースタイプで 2.0：1 に容量減少	サーバ集約化によりサーバクロゼットで 1.66：1、スペースタイプで 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ルームで 1.7 に減少、又データセンタで 1.5 に減少	サーバクロゼット及びサーバルームで 1.7 に減少、データセンタで 1.5 に減少、又エンタープライズデータセンタで 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。

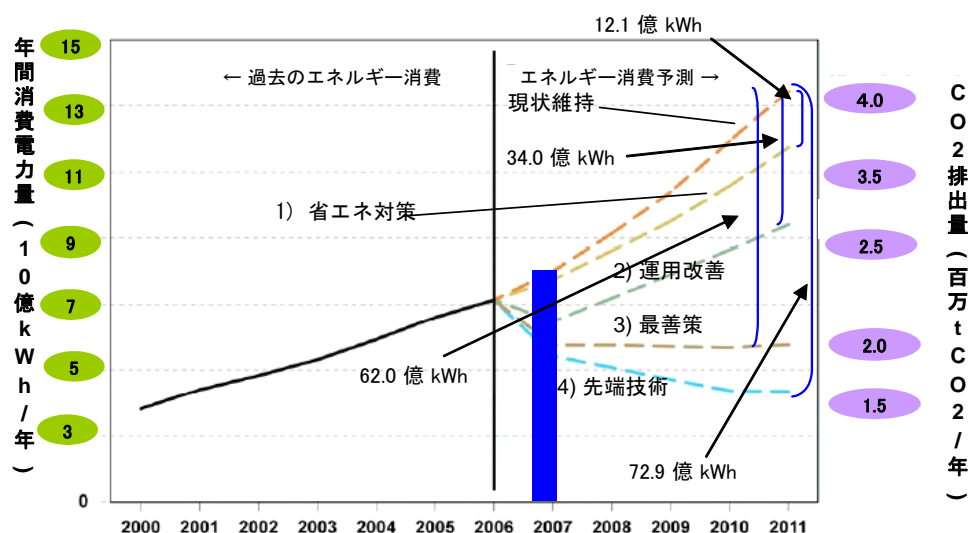


図 3. 3 : 我が国におけるデータセンタの電力消費量予測

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 事業者に利用され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

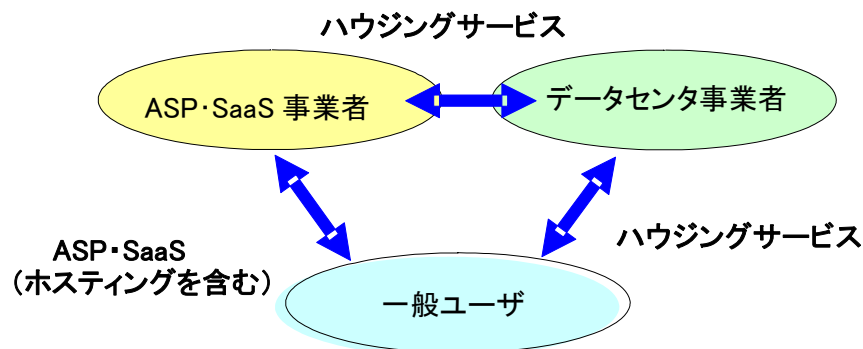


図3. 4：データセンタ事業者、ASP・SaaS事業者及び一般ユーザの関係

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。

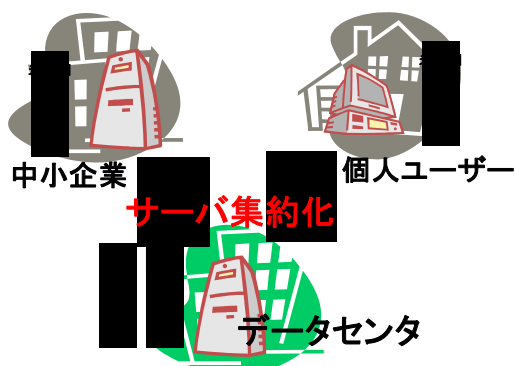
省CO₂を迅速に実施するため、一般ユーザ、データセンタ事業者、ASP・SaaS事業者の各立場において、以下の方策が考えられる。

(A) データセンタの利用

（ASP・SaaSの利用によるデータセンタの利用を含む）

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。

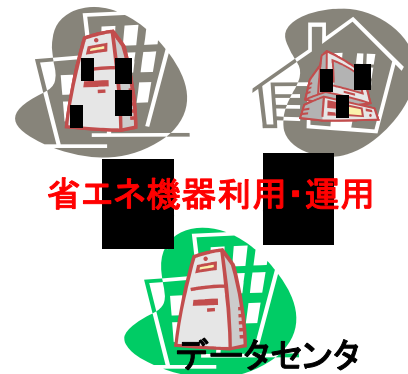
本方策の主たる対象者は、データセンタ事業者である。



(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 データセンタ事業者及びASP・SaaS事業者の省CO₂評価指標

データセンタ事業者や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) データセンタ事業者の場合

データセンタ事業者においては、データセンタ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。

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

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小が 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。

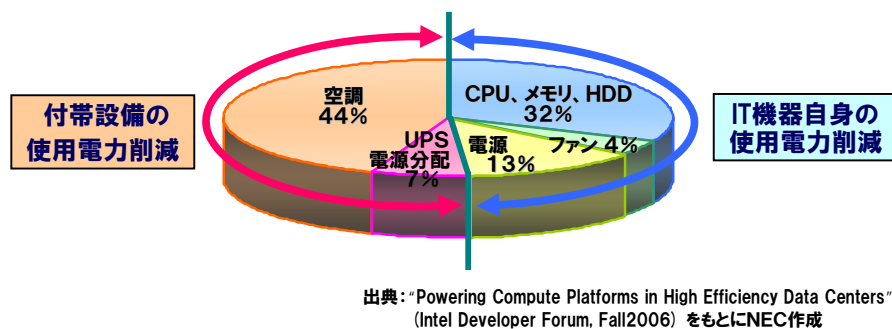


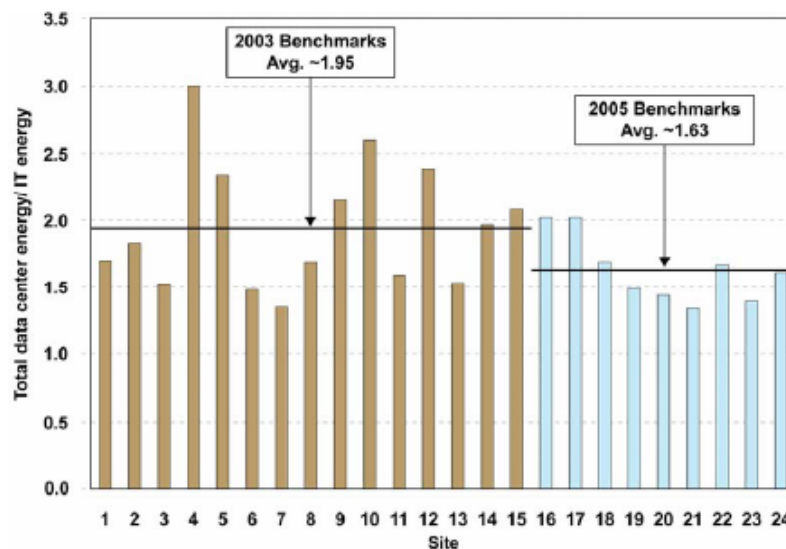
図 3. 5 : データセンタにおける消費電力

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が可能である。

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ものではなく、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

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

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ところであるが、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ところであり、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。

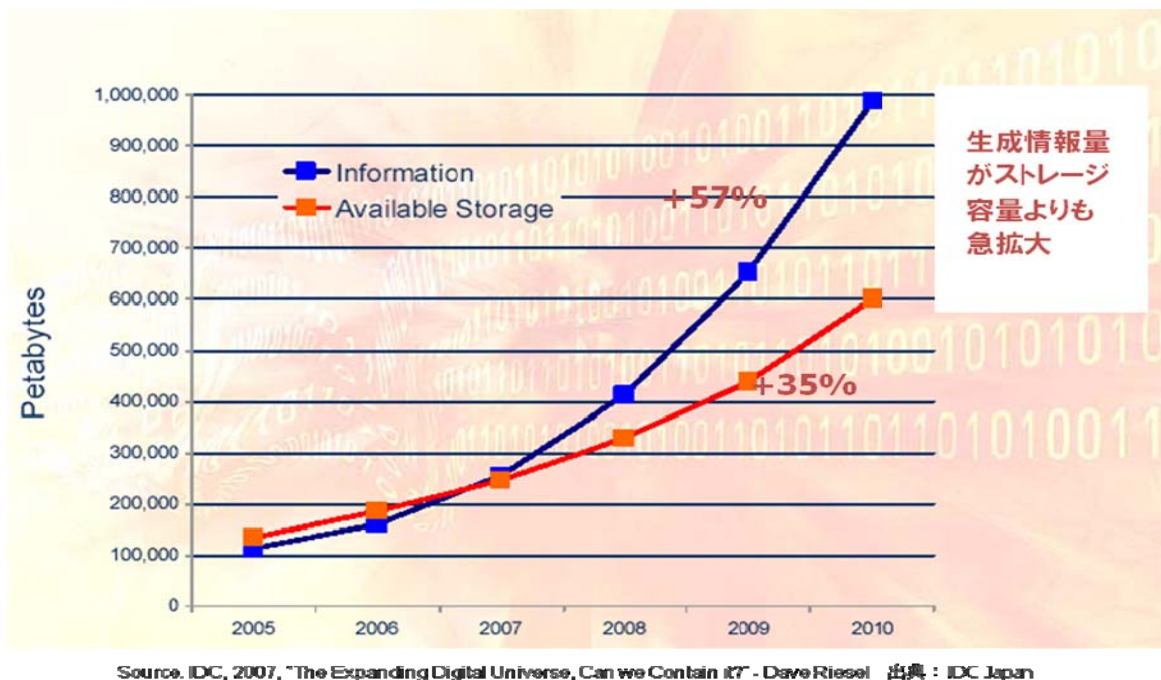


図3. 7 : 急膨張する生成データ量

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

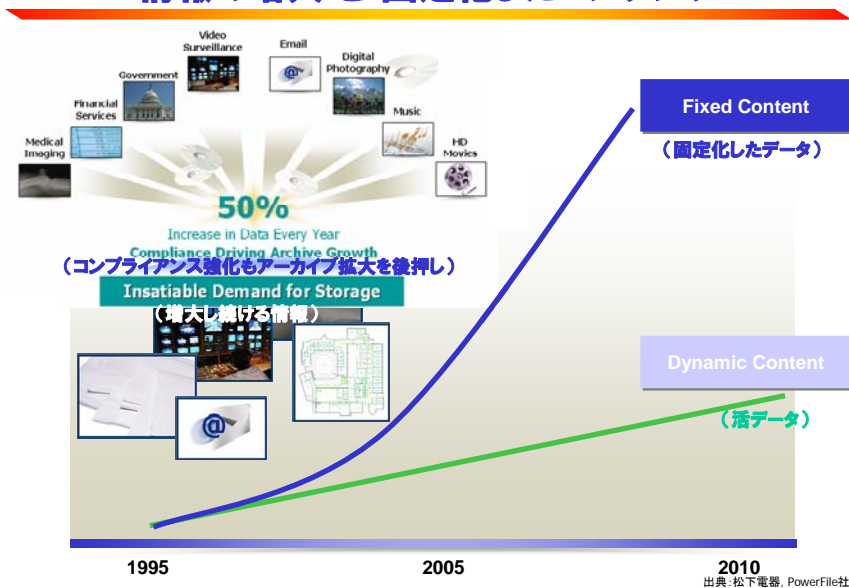


図3. 8 : 情報の増大と固定化したコンテンツ

(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。

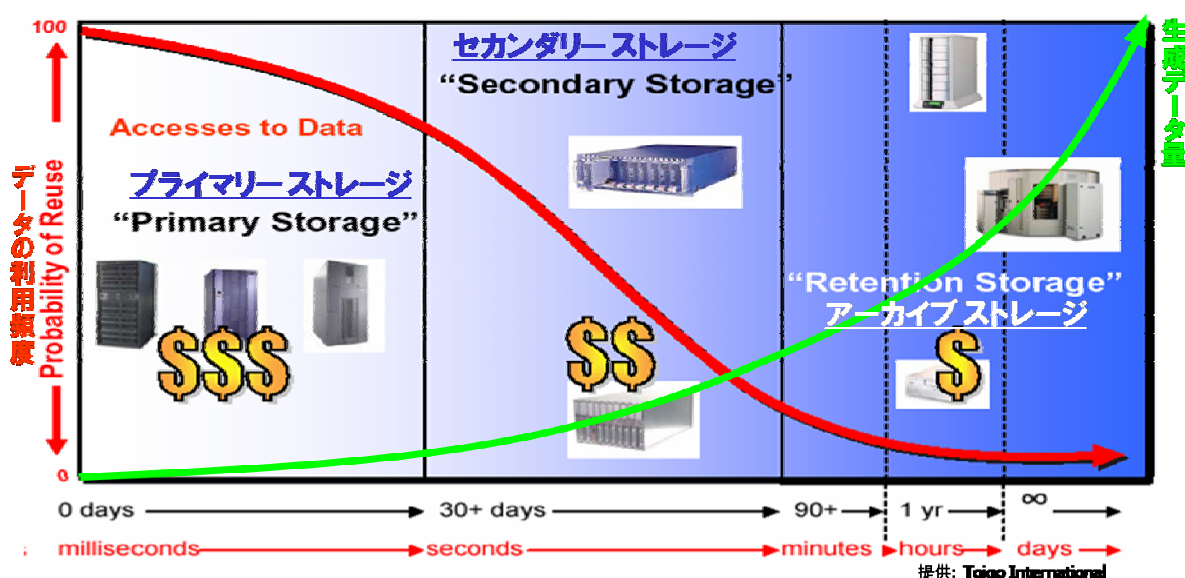


図3. 9：利用頻度が著しく低いデータとストレージ

(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。

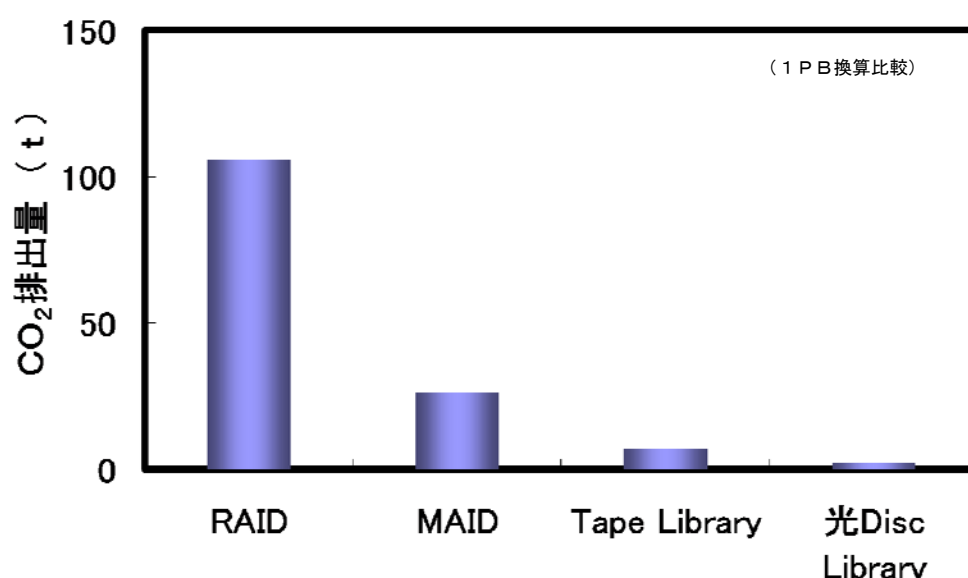


図3. 10：各種ストレージと CO₂ 排出量比較（出典：松下電器産業）

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/pdf/dl_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 NGN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 等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	-	-	-	○	-	-	-	-	遠距離でも移動せずに隣にいる感覚で意思疎通が可能
	② QoSを利用した高品質な電話会議	-	-	-	○	-	-	-	-	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
	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	-	-	-	○	-	-	-	-	会議場所をとらず、資料共有も画面上で図れる。
	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	-	-	-	○	○	-	-	-	通勤時間がなくなり、事務所も小規模で済む
	⑤ NGNの発信者IDを活用した強固なマルチファクター認証システム	○	-	-	-	○	-	-	○	重要情報を電子媒体で安心して送れる
	⑥ QoSによるNGN広域イーサ、暗号形通信を組み合わせたセンタエンタイプVPN	○	-	-	-	○	-	-	○	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。
	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	○	-	-	-	○	-	-	○	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
	⑧ 大規模セキュアファイル流通システム	○	-	-	-	○	-	-	○	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。
	⑨ 広帯域を活用したHD映像配信システムへと既存システムをアップグレードするサポートデバイス	-	-	-	-	-	-	○	-	既存システムで高品質サービスが利用できる
	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)	-	-	-	-	-	-	○	○	既存システムで高品質サービスが利用できる
2	⑪ 既存アプリケーションに変更を加えなくてもNGNのQoSメトリックが受けられるSIP7タフタージョン機能	-	-	-	-	-	-	○	○	既存システムで高品質サービスが利用できる
	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	-	-	-	○	-	-	-	○	病院から離れていても的確な処置が受けられる
	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	-	-	-	-	-	-	-	○	迅速・確実な情報で被災地のパニック状態を防ぐ
	③ 災害時に手持ちの写真で家族の安全確認が可能になる災害時安全情報共有サービス	-	-	-	○	-	-	-	○	災害時の家族の安全を確認し、更なる疲労を防ぐ
	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」	-	-	-	○	-	-	-	○	心配な人の無事を常に確認できる
3	① 音質が飛躍的に向上した高品質IP電話機	-	-	-	○	-	-	-	○	スムーズに会話でき、電話だけで用を済ませられるケースが増える
	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	-	-	-	○	-	-	-	-	遠距離でも隣にいる感覚で意思疎通が可能
	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	○	-	-	○	○	○	-	-	ネットで高品質な音楽や学習教材が聴けるため、物品購入が不要
	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	-	-	-	○	-	-	-	-	複数の人とテレビ電話を楽しんだり、家の外から自宅のAVを操作可能
	⑤ ハイビジョン映像配信サービス	○	-	-	○	○	○	-	-	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。

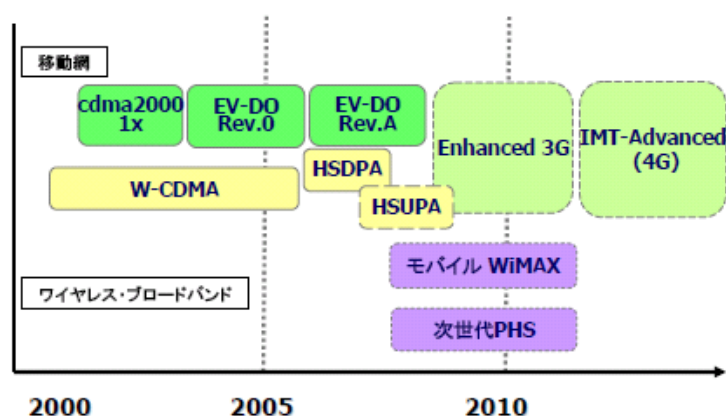


図3. 11: 日本のモバイルブロードバンドサービスの発展動向

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

The diagram illustrates a central **IP統合網** (IP Integrated Network) cloud connecting various locations and devices. The connections are as follows:

- Home (家庭):** Connected via **ADSL**. A callout bubble states: "ホームサーバにデータ、コンテンツを蓄積" (Accumulate data and content on the home server).
- Branch Office (支社):** Connected via **FTTH**. A callout bubble states: "業務遂行のための情報はオフィスに蓄積されている。" (Information for business execution is accumulated in the office).
- Business Meeting (商談中):** Represented by an icon of people in a meeting.
- Headquarters (本社):** Connected via **FTTH**. A callout bubble states: "会議中" (In meeting).
- Mobile Office (モバイルオフィス):** Represented by an icon of a person with a laptop. A callout bubble states: "業務遂行上オフィスに戻る必要なし (モバイルオフィス)" (No need to return to the office for business execution (mobile office)).
- Wireless LAN (無線LAN):** Represented by an icon of a laptop with signal waves.
- Mobile WiMAX (モバイルWiMAX等):** Represented by an icon of a person with a mobile device.
- 3rd Generation Mobile Communications (第3世代ケータイ):** Represented by an icon of a mobile phone.
- Event Venue (イベント会場):** Represented by an icon of a person at a computer.
- Train (電車内):** Represented by an icon of a train. A callout bubble states: "ホームサーバの映像、音楽、本をReal Time再生 (モバイルリビング)" (Real-time playback of home server video, music, books (mobile living)).
- Business Office (外出先):** Represented by an icon of a person with a laptop. A callout bubble states: "業務遂行上オフィスに戻る必要なし (モバイルオフィス)" (No need to return to the office for business execution (mobile office)).

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。

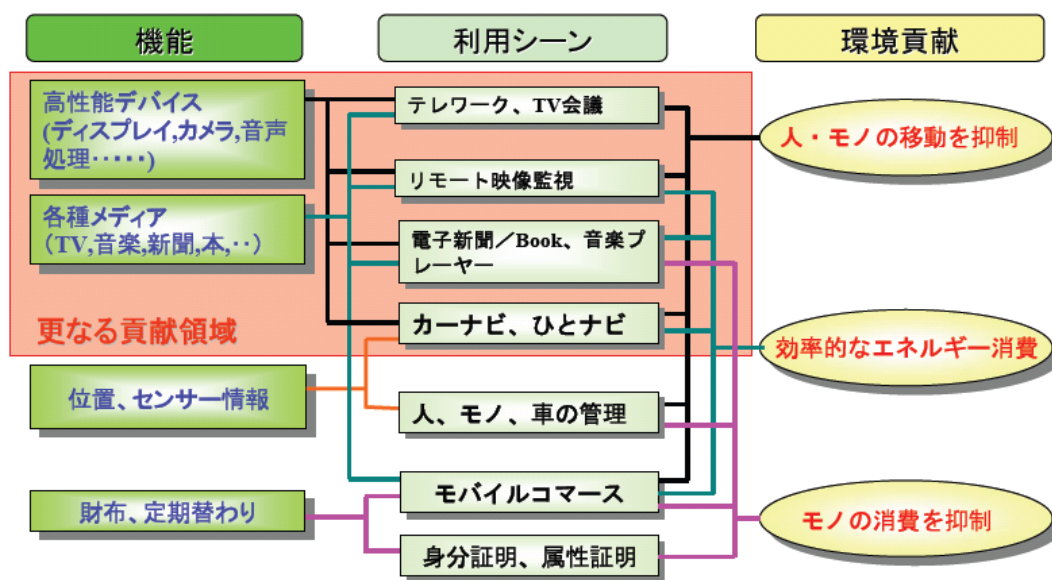


図3. 13 : モバイルブロードバンドによる環境貢献領域

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 (オフィスビル等)	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。

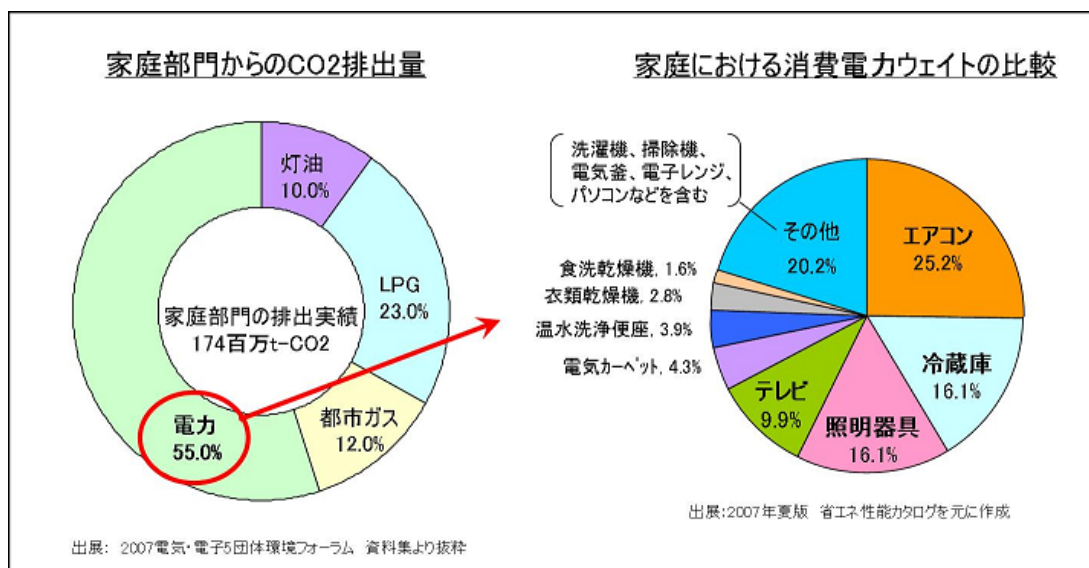


図 3. 14 : 家庭における CO₂ 排出量及び消費電力ウェイトの比較

(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 HEMS 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/>

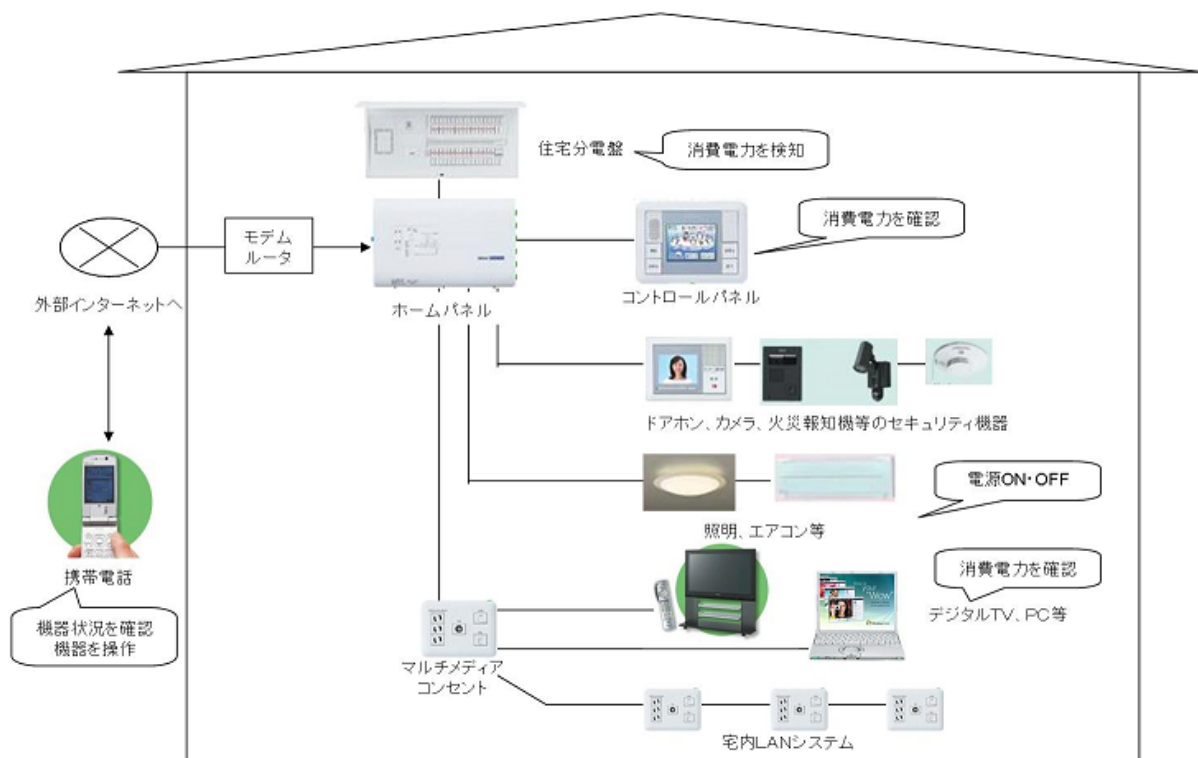


図3. 15：新築家庭における消費電力“見える化”システムの概要（例）

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ス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>

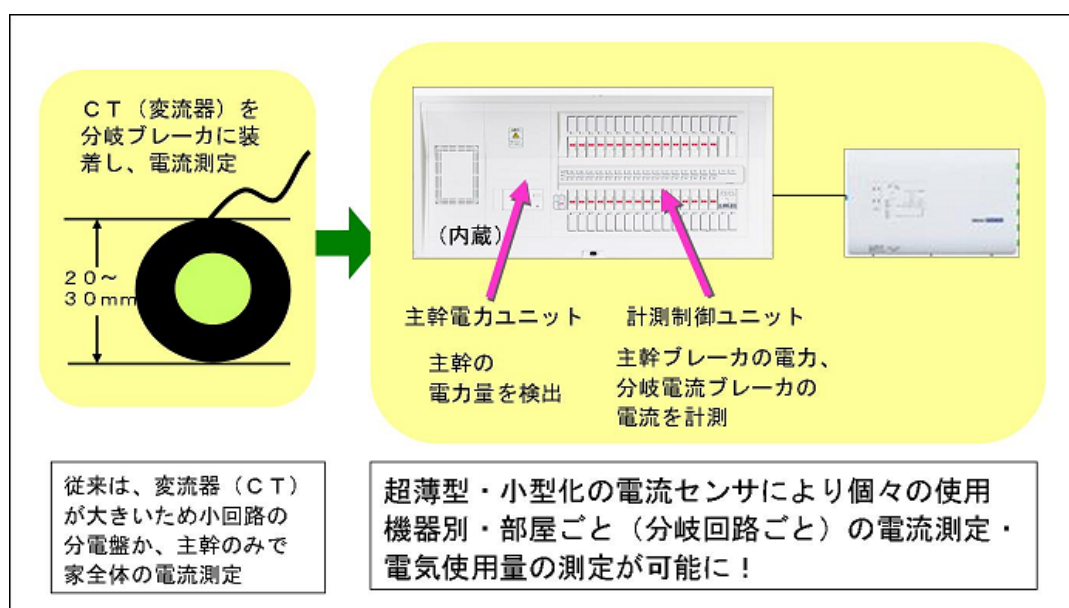


図3. 16：使用機器別（分岐ブレーカ毎）の使用電力測定を可能にする小型電力センサ

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

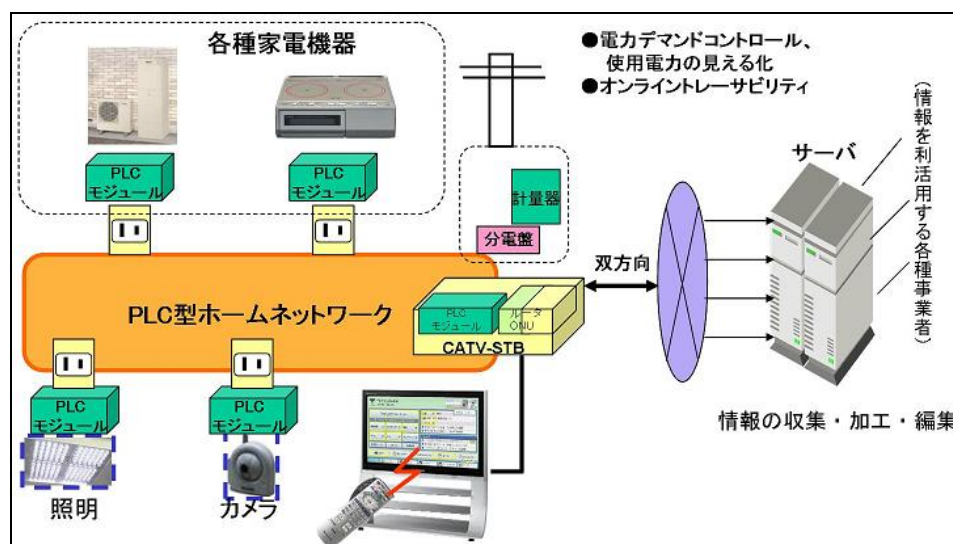


図3. 17「ユビキタス環境立国プロジェクト」のシステム概要図

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。

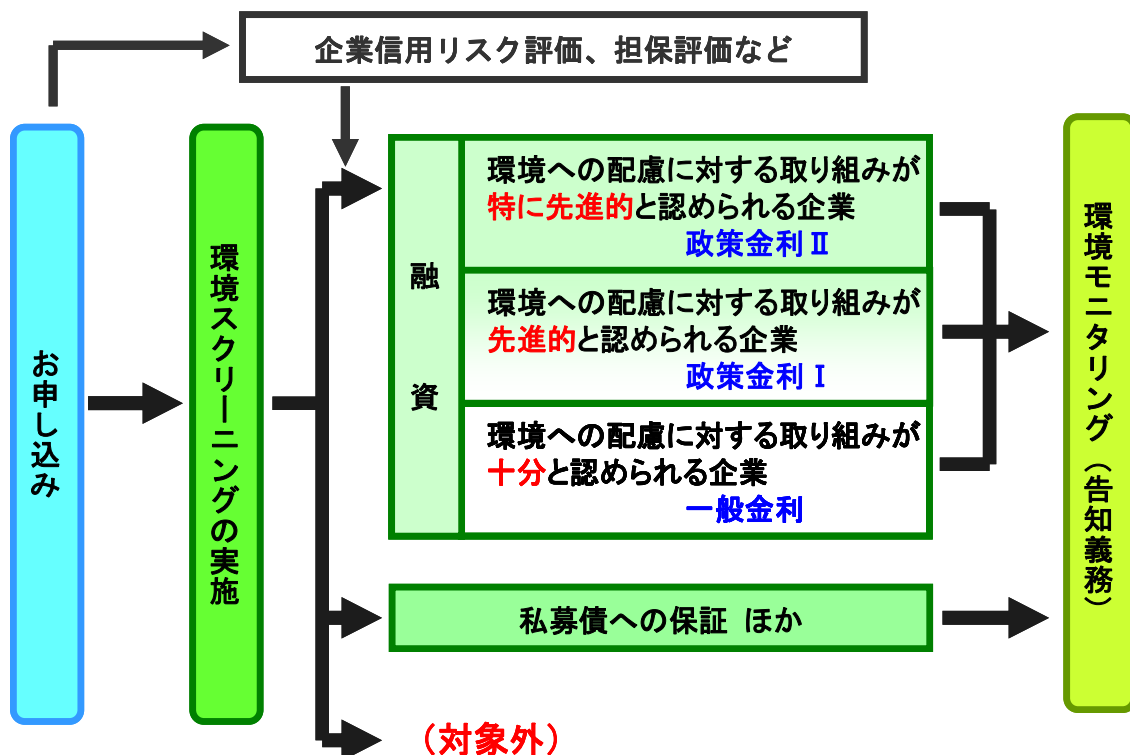


図3. 18：日本政策投資銀行「環境配慮型経営促進事業（環境格付融資）」の概要

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) 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

H E M S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、I C T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 I C TによるC O₂排出削減効果の評価手法の確立

I C TによるC O₂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、I C T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C O₂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C O₂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、I C TによるC O₂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、I C T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I C TによるC O₂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I C T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

I C T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、I C T利活用によるC O₂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「I C T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、I C T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C O₂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、利活用シーン

⁵² 総務省ガイドブック「I C Tを環境にやさしく活用するために」
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）

第4章 CO₂排出削減に資するICTの研究開発

前章までは、現在あるいは近い将来のICTがいかにCO₂排出削減に資することができるかを中心にとりまとめてきた。本章では、CO₂排出削減を図る観点より今後取り組むべきICTの研究開発課題についてとりまとめる。

4. 1 研究開発の現状

平成17年7月29日に情報通信審議会より発表された「ユビキタスネット社会に向けた研究開発の在り方について ～UNS戦略プログラム～」(以下、「平成17年UNS戦略プログラム」とする。)では、今後、我が国が取り組むべきICT研究開発の方向性として、「国際競争力の維持・強化」、「安心・安全な社会の確立」及び「知的活力の発現」の「3つの方向」が示されている(図4. 1参照)。そして、この3つの方向に基づいて、今後我が国が重点的に取り組むべき研究開発領域として、「新世代ネットワーク技術」、「ICT安心・安全技術」及び「ユニバーサル・コミュニケーション技術」の「3つの重点領域」が設定されている。

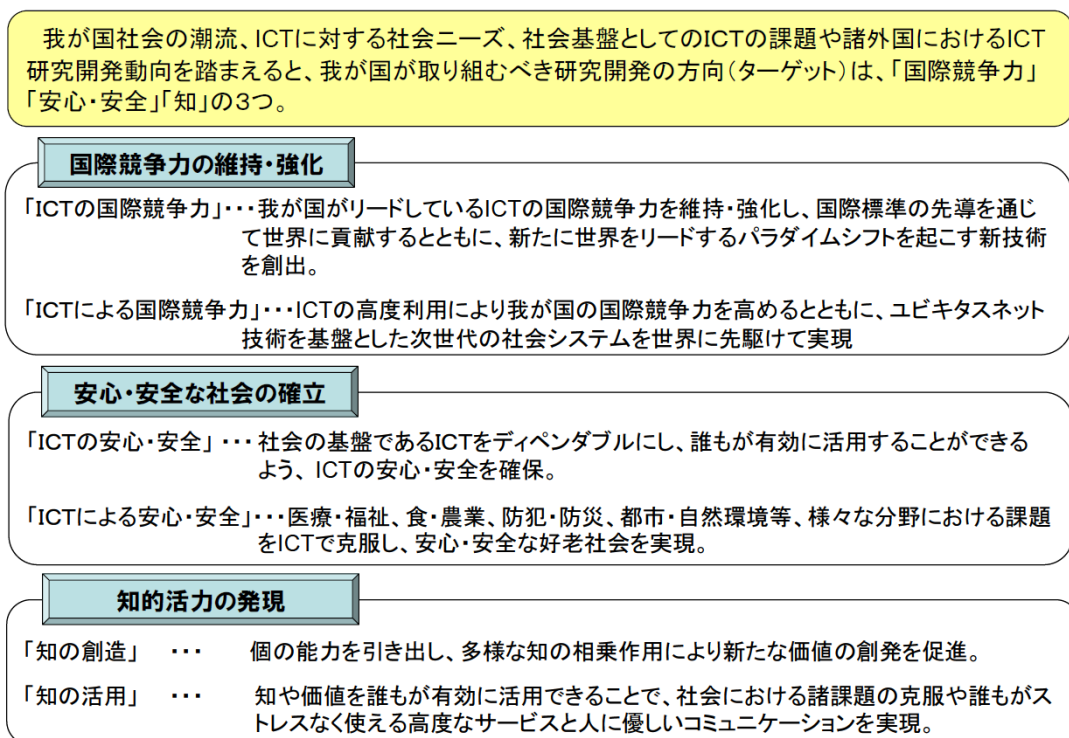


図4. 1 UNS戦略プログラムに示された研究開発の方向性

その上で、平成17年UNS戦略プログラムでは、3つの重点領域（「新世代ネットワーク技術」、「ICT安心・安全技術」及び「ユニバーサル・コミュニケーション技術」）における研究開発を戦略的に推進するため、次のとおり、3つの戦略プログラムと10の研究開発プロジェクトが提言されている（図4. 2参照）。

① 国際先導プログラム

世界有数のブロードバンド環境を実現した我が国の持つ技術的優位性を今後も維持・強化させるため、「新世代ネットワーク（New Generation Networks）技術」の重点的な研究開発を推進することにより、フロントランナーとして国際社会の中でアイデンティティを発揮し、今後も国際社会を先導していく。このプログラムの下、「新世代ネットワークアーキテクチャ」、「ユビキタスマビリティ」、「新世代ICTパラダイム創出」及び「ユビキタスプラットフォーム」の研究開発プロジェクトが推進されている。

② 安心・安全プログラム

ユビキタスネット社会に潜む影から生活を守り、確固たる社会基盤としてICTを根付かせるとともに、犯罪や災害、医療・福祉、環境などに対する国民の不安を軽減させ、少子高齢化でも明るい未来を切り拓く活力のある好老社会を構築するため、「ICT安心・安全（Security and Safety）技術」の重点的な研究開発を推進し、安全で安心な社会を構築する。本プログラムの下、「セキユアネットワーク」、「センシング・ユビキタス時空基盤」及び「ユビキタス&ユニバーサルタウン」の研究開発プロジェクトが推進されている。

③ 知的創発プログラム

人に優しいICTにより、すべての人と人とが、時間や場所など置かれた条件を問わずに交流でき、新たな「知」や「価値」を生み出すことで夢に向かってフレキシブルに対応できる社会の実現を目指すため、「ユニバーサル・コミュニケーション（Universal Communications）技術」の重点的な研究開発を推進し、知の創造と活用を促す。本プログラムの下、「高度コンテンツ創造流通」、「スーパーコミュニケーション」及び「超臨場感コミュニケーション」の研究開発プロジェクトが推進されている。

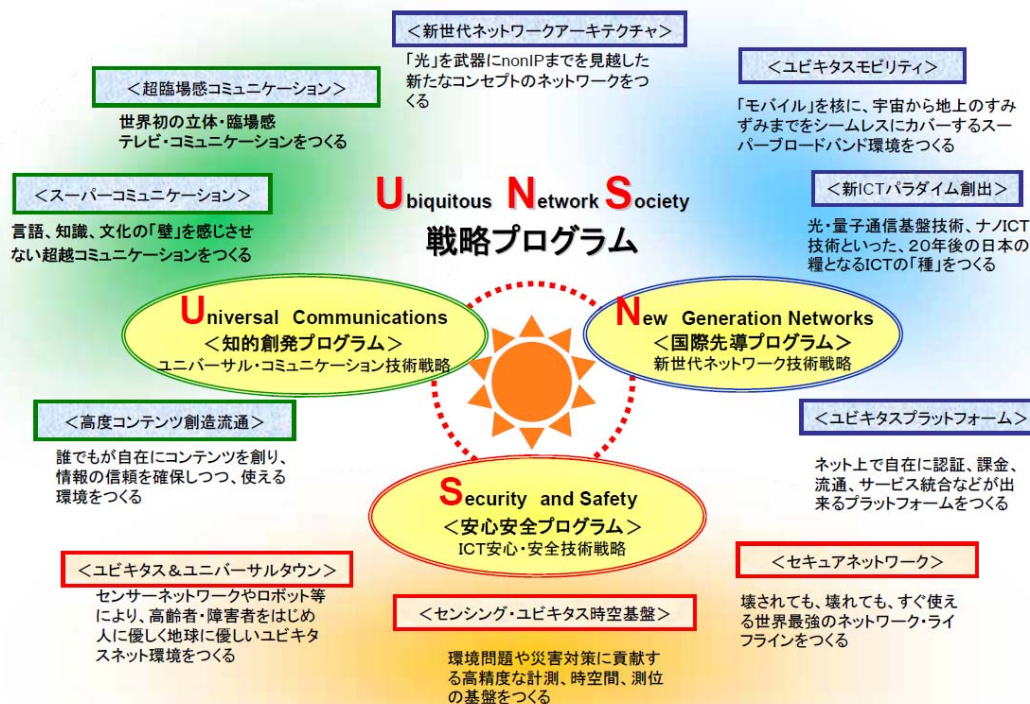


図4. 2 UNS 戦略プログラム

以上のとおり、これまでの研究開発では、国際競争力の強化、知的活力の発現等を主たる目的として実施されてきており、CO₂排出削減や環境への配慮については、災害・環境変動等に関するセンサ技術やそれから得られたデータのリアルタイムシミュレーション技術を開発している安全安心プログラム、省待機電力・高効率光通信のフォトニックノード技術を開発している国際先導プログラム等の一部として取り上げられているものの、必ずしも研究開発の主要なテーマではなかった。一方で、ICTの利活用は生産・物流・消費の経済活動の効率を飛躍的に進展させるといった効果をもたらし、経済成長と利便性の向上を果たしながら、環境負荷の低減の実現にも資するものとして注目を集めている。事実、これまでの研究開発により、既にCO₂排出削減に向けてICTは重要な役割を果たしつつある。

4. 2 研究開発課題抽出の進め方

前節に示したとおり、もともとサービスの向上や業務の効率化、あるいは、コストの削減を目指して行ってきたICTの研究開発によっても、結果的にCO₂排出削減に貢献できる効果が生み出されている。ただし、これまでのICTによる温暖化抑制効果はどちらかといえど副次的に生まれたものであり、必ずしも温暖化問題への対応を真正面から捉えた結果ではなかったことも事実である。

今般、地球温暖化問題への対応を正面から捉え、温暖化抑制に貢献できる研究開発課題を抽出するに当たり、どのような方法で課題抽出を行うべきかを検討した。研究開発の目標時期は、2007年9月にシドニーで開催されたアジア太平洋経済協力（APEC）首脳会議において、深刻化する地球温暖化問題への対応策として、域内でエネルギー利用効率を2030年までに05年比で25%以上改善する等の目標が掲げられたこと、また、2007年にゴア前米国副大統領とともにノーベル平和賞を受賞したIPCC（気候変動に関する政府間パネル）の第4次報告書において今後、20～30年間の対応が温暖化抑制の鍵を握るとされていること等を踏まえ、現在から20年以上の時間を経過した2030年に設定する。技術開発のスピードが速い昨今、10年以上先の将来像を現在の延長線上で描くことは難しい。すなわち、現在の研究開発の延長線上にある研究開発課題を抽出整理していく方法では、2030年に向けての課題を抽出することは容易ではない。そこで、CO₂排出削減が進んだ2030年の社会イメージを検討し、同社会を実現するために必要な研究開発課題の方向性や内容等を検討するバックキャスティング的な手法により、研究開発課題の抽出を行うこととした。

具体的な研究開発課題抽出のステップは次のとおりである。

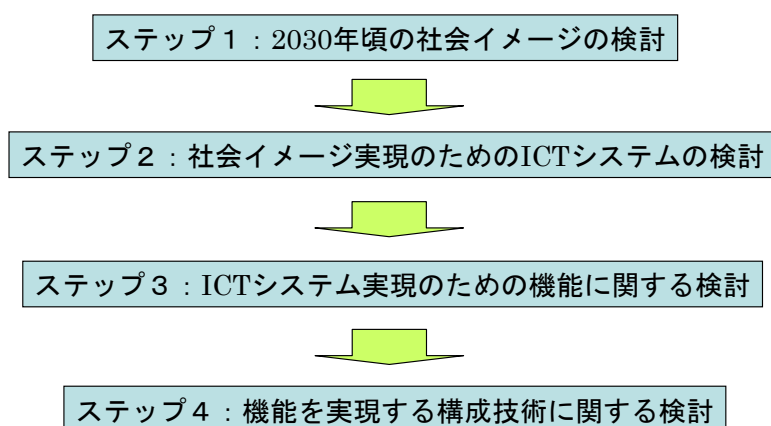


図4. 3 研究開発課題の抽出ステップ

4. 3 CO₂排出削減が実現された 2030 年の社会イメージ

前節に示した考え方にのっとり、CO₂排出削減が実現された2030年の社会イメージを検討した。検討を具体化するために、人々の生活シーンを次の4つに分類して、それぞれのシーン毎にイメージの検討を行った。

- (1) 生産・流通・輸送シーン
- (2) 事務所・店舗シーン
- (3) 一般家庭シーン
- (4) 共通的なICT利活用等

「生産・流通・輸送シーン」、「事務所・店舗シーン」及び「一般家庭シーン」は、それぞれ、平成17年3月に公表された「ユビキタスネット社会の進展と環境に関する調査研究会報告書（ユビキタスネット社会の進展と環境に関する調査研究会）」においても取り上げられたシーンであり、ICTと人々とのかかわりを表現し易いシーンとして取り上げた。また、「共通的なICT利活用等」とは、主として各シーンに共通して利用するICTを取り上げている。

シーン毎に検討したCO₂排出削減が実現された2030年の社会イメージは以下のとおりである。

(1) 生産・流通・輸送シーン

2030年、人々が衣料品や雑貨等の購入に際してもわざわざ店舗に行く必要はなくなり、試着・肌触りの確認まで含めてすべて遠隔のままでショッピングが可能である。事前に試着・肌触りの確認まで行えることから、返品はほとんど生じない。

購入情報はすぐに生産工場に連絡され、無駄のない製品生産が行われる。最終製品の製造を行う工場からは、素材工場、部品工場等に消費者からの購入情報が連絡され、各工場においても無駄のない生産が行われる。もちろん、リサイクル材料やリユース品が徹底利用され、工場における生産工程では、生産品目が単品管理され、消費者から問い合わせがあった場合には、迅速に生産履歴・生産に用いた材料情報等が検索できる。

生産された製品の輸送は、行き先・輸送の際の荷姿・輸送先への到着時間等により最適化され、他の製品と共同で輸送される。輸送に利用される交通手段も、電気で動くトラック、電車、船舶、飛行機等の組み合わせの中で最適なものが選択され、可能な限りCO₂の排出が抑制される。

実際の輸送が始まると、例えばトラックの場合、交通渋滞情報や事故情報をリアルタイムにキャッチし、渋滞を避けた運転が可能となる。さらに、トラックとトラックの間、トラックと人との間でリアルタイムの迅速な情報交換が行われ、事故を起こさない安全を確保した上で、複数のトラックが隊列を組んで自動走行することも行われる。隊列走行することにより、空気抵抗によるエネルギーロスが最小化され、電力消費量も大幅に削減される。トラックの電力が不足した場合には、駐車場の充電器で充電したり、駐車場が近くにない場合には、離れた場所から非接触型の充電も行われる。輸送途上で時々刻々と変化する周囲の情報はす

べて把握され、必要な情報がトラックの運転手に届けられる。運転手が疲れた時には、疲れを癒す休憩所がどこにあるのか、また、空腹の場合には好みのレストランがどの辺にあるのかななどの情報を簡単に入手でき、快適性も十分確保される。また、自分が発送した荷物が今、どの辺にあるのかを知りたい荷主は、簡単にその位置を把握することができる（図4.4参照）。

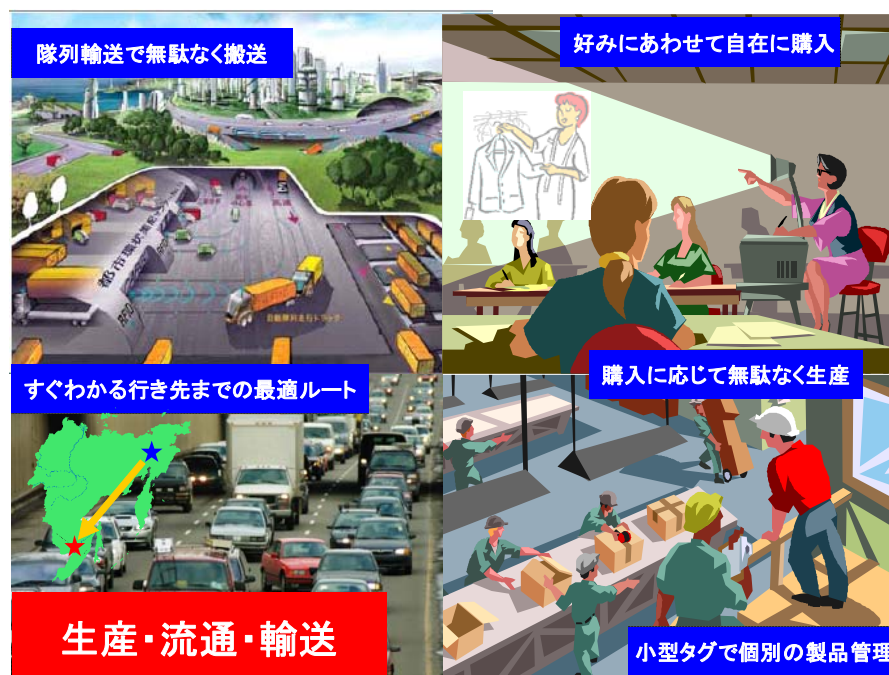


図4.4 CO₂排出削減が実現された2030年の社会イメージ
(生産・流通・輸送シーン)

(2) 事務所・店舗シーン

2030年、冷暖房はオフィス全体を暖めたり冷やしたりするのではなく、個々人の周囲だけ、その人の快適性に応じて冷暖房できる。例えば、机や椅子がそこで活動する人の体温や心理状態を把握・予想し、適宜、温度調節を行うことができる。湿度や照明も同様に、働いている人の状況に応じた無駄のない設定を行うことができる。オフィスは、小規模な発電施設と蓄電施設を保有し、消費状況に応じて制御が行われ、オフィスのエネルギー需要は一定量内に最適に管理されている。

オフィス周辺には、公園に設置された太陽光発電装置をはじめとする発電施設や発生した電力を蓄電する蓄電施設が整備されている。オフィス周辺の地域の消費電力はリアルタイムにモニタリングされており、消費状況に応じて、発電施設や蓄電施設の制御が行われ、可能な限り地域の電力負荷の平準化が実現されている。

一方、オフィスに通う人々は少なくなっており、たくさんの人が自宅で仕事をしている。必要な資料はパソコンや携帯で簡単に取り寄せ、作業結果も簡単に必要な人に送信すること

ができる。また、遠隔会議が普通に行われ、以前のようにオフィスに出かけたり、海外出張して顔を付き合わせる必要はなくなり、自宅とオフィスの会議や東京とニューヨークの会議は、離れたままで顔を合わせているような感覚で会議ができる。物を指し示したり、白版に文字を書き込みながらのディスカッションも離れていることを意識しないでできる。匂いや手触りも離れたままで相手に伝えることができ、離れていることのデメリットはほとんどない。

さらに、オフィスでは会議に使われる紙はすべて電子ペーパーになっている。必要な時に必要な情報が即座に送られ、紙を見ているのと同じ感覚で扱える。もちろん、必要な情報は記録保存され、必要な時に簡単に取り出すこともできる。紙の資料の保管に必要なスペースは不要になり、オフィスは広く利用できる。紙の使用量は大幅に低減している（図4.5参照）。



図4. 5 CO₂排出削減が実現された2030年の社会イメージ(事務所・店舗シーン)

(3) 一般家庭シーン

2030年、冷暖房は部屋全体を暖めたり冷やしたりするのではなく、個々人の周囲だけ、その人の快適性に応じて冷暖房できる。例えば、ソファで寝転ぶ子供には、その子の体温や心理状態に応じて、その子供の周辺空間のみの温度調節が行われている。湿度や照明も同様に、無駄のない設定を行うことができる。現在の電力消費量は常に知ることができ、日頃から家庭で省エネを意識できる。電気自動車を保有する家庭では、電気自動車を利用されていない間は蓄電器として活用されるなど、家庭内の小規模な発電施設と蓄電施設は消費状況に

応じて制御が行われ、各家庭のエネルギー需要は一定量内に最適に管理されている。

住宅周辺には、公園に設置された太陽光発電装置をはじめとする発電施設や発生した電力を蓄電する蓄電施設が整備されている。周辺地域の消費電力はリアルタイムにモニタリングされており、消費状況に応じて、発電施設や蓄電施設の制御が行われ、可能な限り地域の電力負荷の平準化が実現されている。

一方、オフィスに通うことの少なくなった人々は、ショッピングも自宅ですべて終わらせることができる。食品や台所用品等の日用品も家具や家電等の耐久品も、見た目だけでなく、触った感触や匂い等も遠隔で把握でき、遠隔から希望に沿ったものを最初から購入することが可能となり、購入品の返品の必要もほとんどない。もちろん、ショッピングの支払いは現金を用いずに電子的に終了できる。また、自宅に居ながら図書館の本を借りて読み、必要であれば友達と議論しながら勉強することもでき、学習も効率的に進められる。個人の健康管理サービスや医療関係サービスは自宅で受けられる。

さらに、新聞は、すべて電子ペーパー化されており、毎朝、朝刊を昔と同じように読むことができる。以前の記事を読みたいときは、その電子ペーパーに記事を簡単に取り寄せることができる。その他、冷蔵庫の中の食品の賞味期限を冷蔵庫が教えてくれるようになり、無駄に食品を廃棄することもない（図4. 6参照）。



図4. 6 CO₂排出削減が実現された2030年の社会イメージ(一般家庭シーン)

(4) 共通的なICT利活用等

2030年、基幹系やアクセス系等の有線ネットワークを構成する機器を流れる情報はすべて光信号で流通している。そもそも、ネットワークのすべてを光信号で処理することは、流通する情報の速度が超高速化することへの対応が発端であった。しかし、電気信号を用いていた旧方式のネットワークを使った場合、通信速度の高速化によりネットワーク機器が消費する電力が莫大となり、結果として大量のCO₂を排出することへつながることから、ネットワークがすべて光信号での処理に置き換わったことは、実は、地球温暖化問題を解決する社会的要請に沿ったものであった。現在、CO₂排出の極めて少なく、かつ超高速のネットワークを使って快適な生活を送っている。

一方、国別や地域別のCO₂排出量の概況や予報は、かつての天気予報のように、普段の生活においてよく耳にする。また、その結果は社会へもフィードバックされ、様々な活動の地球温暖化への影響が評価されている。これらは、地球全体規模から都市規模までのあらゆる規模で実施されているCO₂計測の結果が基となっている。衛星に搭載されたCO₂計測センサにより、地球全体のCO₂が常に計測されている一方、地域毎に配置されたCO₂計測センサにより、昼夜を問わず大気中のCO₂が計測されている。これらの計測が実施されているおかげで、CO₂排出削減のためのマネジメントが効果的に実施され、従来にも増して快適な生活を送っている。

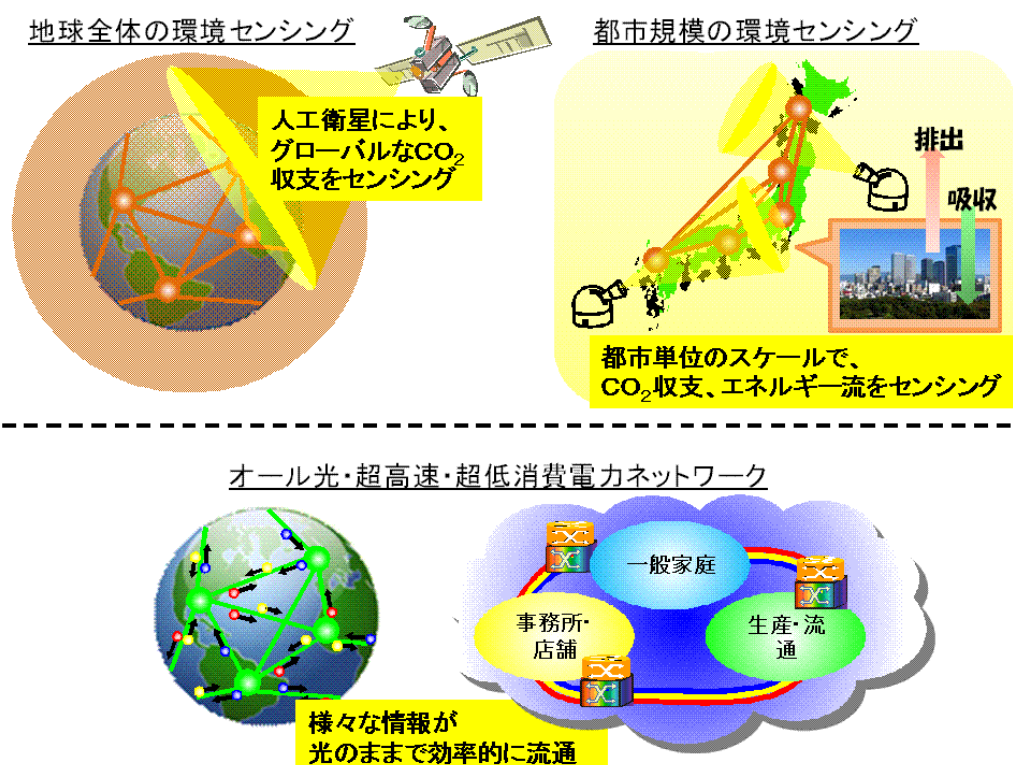


図4. 7 CO₂排出削減が実現された2030年の社会イメージ
(共通的なICT利活用等)

4. 4 2030年の社会イメージを実現するために求められるICTシステム

CO₂排出削減が実現した2030年の社会イメージを踏まえ、本節では、同社会を実現するために必要なICTシステムについて検討を行った。検討結果を図4. 8に示す。以下、各システムの詳細を述べる。なお、各システムを構成する技術要素の詳細については、参考資料9に示す。

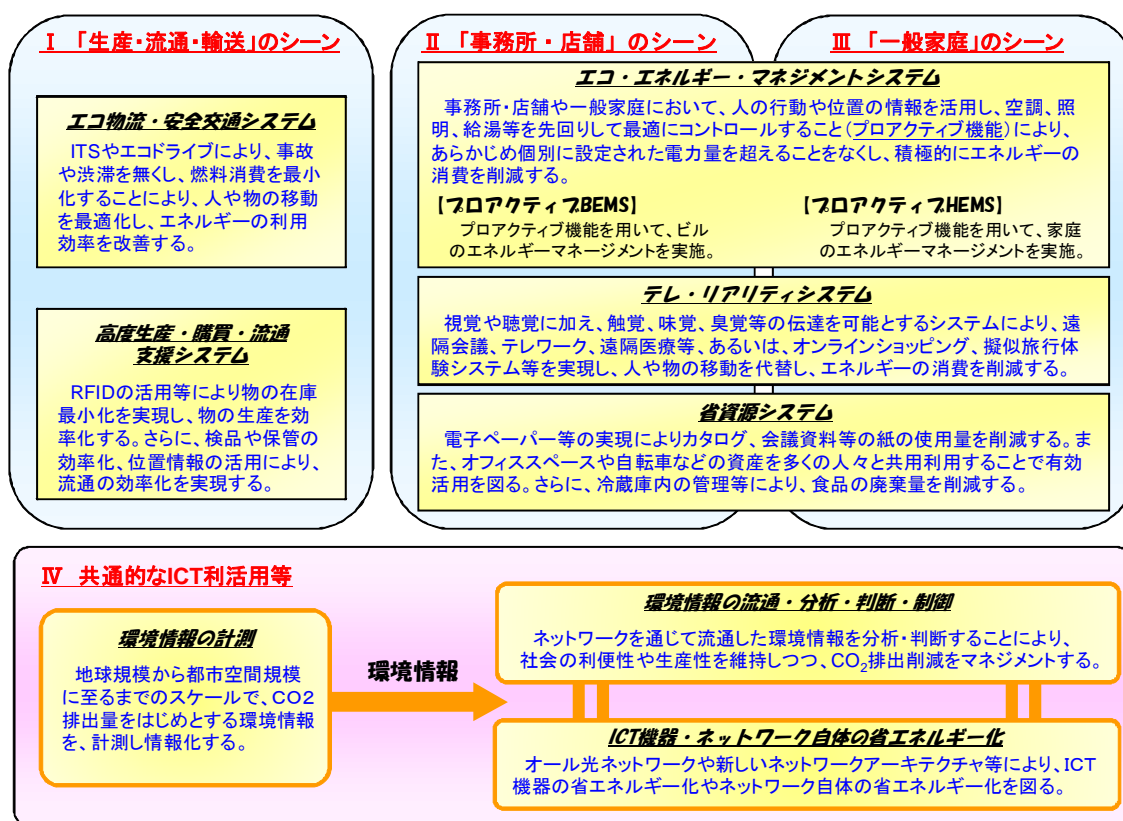


図4. 8 2030年の社会システムを実現するために求められるICTシステム

4. 4. 1 生産・流通・輸送シーン

2030年の生産・流通・輸送シーンを実現するために求められるICTシステムは、「エコ物流・安全交通システム」及び「高度生産・購買・流通支援システム」である。

(1) エコ物流・安全交通システム

本システムは、ITS（Intelligent Transport Systems）とエコドライブを一体化することにより、事故や渋滞を無くし、燃料消費を最小化することにより、人や物の移動を最適化し、エネルギーの利用効率を改善するものである。トラック等による物品の輸送において、交通渋滞情報や事故情報をリアルタイムにキャッチし、渋滞を避けることが必要となる。そのため、信号等の交通インフラや他車両からの交通渋滞情報や各種道路交通データをリアルタイムに通信する「路車間・車車間通信機能」により、必要な情報をリアルタイムにトラッ

ク等に届けることが必要になる。また、燃費向上に大きな効果の期待される複数のトラックの隊列自動走行のためには、車両の走行データを車内でリアルタイムに処理する「車両状況認識機能」や、いかなる状況下でも環境・安全に配慮して個々又は群として最適に車両走行を制御する「エコドライブ機能」も必要となる。その際に求められる路車間・車車間の通信は安定かつ高品質なものでなくてはならないため、あらゆる通信方式を利用して、いかなる状況の車両等に対してもリアルタイムかつ高品質・高信頼な通信伝達を実現する「高品質高信頼通信機能」が求められる。また、トラック等の運転者や運転補助者に対して、リアルタイムな状況認知、適切な判断及び正確な操作を安全かつ分かり易く確実にを行うための高度な処理機能である「HMI（Human Machine Interface）機能」も必要となる。さらに、輸送途上で時々刻々と変化する周囲の情報をすべて把握してエコドライブへ反映するためには、リアルタイムに他車両や各種交通インフラ等から情報を取得して分析を行い、自分の車両状況に最適な情報を高速、高精度かつセキュアに配信する「次世代VICS（Vehicle Information and Communication System）機能」や、走行する車両の位置をセンチメートル単位でリアルタイムに計測し、分析、配信する「位置管理アルゴリズム／移動体管理／追跡機能」、映像を含む車両の大量の走行環境データを高度に蓄積処理する「高度ドライブレコーダー機能」、取得した動画をリアルタイムで分析して車両制御したり車両状況を遠隔から確認できる「リアルタイム動画像解析／リモートカメラ制御機能」も必要となる。一方、運転の疲れを癒す等のために、利用者の場所や目的、年齢、性別、趣味等に応じて高度なコンシェルジェ機能を提供する「嗜好型情報選択配信機能」や、決済システム等も有する「次世代ETC（Electronic Toll Collection System）機能」も必要となる。

（２）高度生産・購買・流通支援システム

本システムは、高度化されたRFID（Radio Frequency IDentification）を用いた個別商品管理により在庫を最小化するなどの最適生産を実現し、検品や保管業務の効率化を図るとともに、従来GPS（Global Positioning System）が届かなかったエリアも含めて位置情報を提供して流通の効率化を実現するものである。このシステムの実現には、生産された製品の流通や保管に際して、行き先や配達到着時間等の情報を踏まえた検品や保管を実施する等、位置情報等の活用により流通の効率化を図る「流通支援機能」や、サプライチェーンを構成する企業間の高度な情報共有化を実現して物の生産を最大限に効率化する「高度SCM（Supply Chain Management）機能」、「リユース支援機能」が必要である。また、サプライチェーンを構成する企業間で消費関連情報を共有化するためには、消費者の商品購買情報の把握と共有化が重要である。その際、生産側と消費側が空間を超越し、外見のみならず、製品素材の触感や製品の香り等を含む五感を生かした仮想的な購買を実現する「超臨場感情報取得・提示機能」も必要である。

生産・流通・輸送シーンの実現に求められるＩＣＴシステム及びそれらを構成する機能を表４．１に示す。

表 4. 1 生産・流通・輸送シーンの実現に求められる ICT システム
及びそれらを構築する機能

(1) エコ物流・安全交通システム ITS とエコドライブを一体化することにより、アクシデントフリー（無事故）で、渋滞もなく、効率の高い隊列輸送等を実現	
①路車間・車車間通信機能	<p>信号等の交通インフラや他車両からの交通渋滞情報や各種道路交通データを車両等にリアルタイムに通信伝達する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・電波資源開発技術 ・ITS(高度道路交通システム)技術 ・次世代移動通信システム技術 ・異種ネットワークシームレス接続技術 ・ユビキタスプラットフォーム統合化技術 ・ネットワーク網管理技術 ・認証成りすまし等の防止技術 ・災害対策・危機管理情報通信基盤
②車両状況認識機能	<p>様々な状況の車両走行データを車内でリアルタイムに処理する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ユビキタスプラットフォーム統合化技術
③エコドライブ機能（自動運転を含む機能）	<p>環境・安全に配慮して、いかなる状況下でも個々又は群として最適に車両走行を制御する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・エコドライブ技術
④高品質高信頼通信機能	<p>高速移動中/停止中、都市/山間部等いかなる状況や場所の車両等に対して、リアルタイムかつ高品質・高信頼な通信伝達を実現するため、3G, 4G, WiMAX, WiFi 等のあらゆる通信方式を利用可能とする機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・電波資源開発技術 ・ITS(高度道路交通システム)技術 ・次世代移動通信システム技術 ・異種ネットワークシームレス接続技術
⑤HMI (Human Machine Interface) 機能	<p>車両等を運転/操作する運転者や同乗者に対して、リアルタイムな状況認知・適切な判断・正確な操作を、安全かつ分かり易く、より確実に行うための高度な人間-機械系の処理機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ユビキタスプラットフォーム統合化技術 ・ネットワークロボット技術 ・ホームネットワーク技術 ・音声言語処理技術
⑥物流最適化機能	<p>車両運行状況や乗客/荷データ(位置や数など)に基づき、最適な輸配送をリアルタイムに決定する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ユビキタスアプライアンスによる個人認証・課金システム基盤技術 ・ユビキタスプラットフォーム統合化技術 ・ユビキタス端末技術 ・ナレッジクラスタ技術 ・コンテンツ収集/利活用技術 ・情報信頼性分析技術 ・映像情報分析合成技術

<p>⑦次世代 VICS (Vehicle Information and Communication System) 機能 (高速車両認識、リアルタイムプローブ情報処理技術を含む)</p>	<p>時々刻々と変化する交通情報をリアルタイムに車両や各種交通インフラ等から取得し、分析を行い、受信車両の状況にマッチした的確な情報を高速・高精度かつセキュアに配信する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ITS(高度道路交通システム) 技術 ・ 次世代移動通信システム技術 ・ 異種ネットワークシームレス接続技術 ・ ユビキタスプラットフォーム統合化技術 ・ ユビキタス端末技術 ・ ネットワーク構築技術 ・ ネットワーク網管理技術 ・ 悪意ある通信の遮断技術 ・ 認証成りすまし等の防止技術 ・ 災害対策・危機管理情報通信基盤 ・ ナレッジクラスタ形成技術 ・ 情報信頼性分析技術 ・ 映像情報分析合成技術
<p>⑧ 次 世 代 ETC (Electronic Toll Collection System) 機能</p>	<p>車両運行管理や決済システムを有する ETC 機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 次世代移動通信システム技術 ・ ユビキタスアプライアンスによる個人認証・課金システム基盤技術 ・ ユビキタス端末技術 ・ 悪意ある通信の遮断技術
<p>⑨位置管理アルゴリズム／移動体管理／追跡機能</p>	<p>走行する車両の位置をより高精度 (cm 単位)、リアルタイムに計測、分析、配信する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ITS(高度道路交通システム) 技術 ・ ユビキタスプラットフォーム統合化技術 ・ 計測・センサ・宇宙システム技術
<p>⑩嗜好型情報選択配信機能</p>	<p>交通システムや車両等の利用者の要求情報 (場所や目的等) に対して、その利用者の属性 (年齢、性別、趣味等) により、高度な情報処理、配信を行うコンシェルジェ機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ネットワークロボット技術 ・ ナレッジクラスタ形成技術 ・ コンテンツ収集/利活用技術 ・ コミュニケーションエンハンスメント技術
<p>⑪高度ドライブレコーダ機能</p>	<p>車両の大量の走行環境データ (映像を含む) を高度に蓄積処理する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 高度ドライブレコーダ技術
<p>⑫リアルタイム動画像解析／リモートカメラ制御機能</p>	<p>車両制御をリアルタイムに補完する動画処理/分析機能。また、リモートでカメラを制御し、車両状況を遠隔で確認できる機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 計測・センサ・宇宙システム技術 ・ ホームネットワーク技術 ・ 超高精細映像技術

<p>(2) 高度生産・購買・流通支援システム</p> <p>高度化された RFID による個別商品管理による最適生産（在庫最小化）の実現、検品・保管業務の効率化に加え、従来 GPS が届かなかったエリアも含めた位置情報確認による流通の効率化を実現</p>	
①流通支援機能	<p>生産された製品の流通・保管に際し、行き先や配達到着時間等の情報を踏まえ、検品・保管の効率化、位置情報活用等による最適効率輸送のシミュレーションを行い極限まで流通の効率化を図る機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・新世代ネットワークアーキテクチャ ・情報合成技術
②超臨場感情報取得・提示機能	<p>超高精細映像、立体映像・音響に加え、五感情報を伝達する機能であり、以下の技術要素により構成（事務所・店舗シーン及び一般家庭シーンと同じ機能）。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・超高精細映像技術 ・立体映像技術 ・立体音響技術 ・五感情報伝達技術 ・感性情報認知・伝達技術
③高度 SCM (Supply Chain Management) 機能	<p>物品の管理・在庫最小化・サプライチェーンを構成する企業間の高度な情報共有化を実現し物の生産を最大限に効率化する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ユビキタスアプライアンスによる個人認証・課金システム基盤技術 ・ユビキタスプラットフォーム統合化技術 ・ユビキタス端末技術
④リユース支援機能	<p>生産された製品の流通・保管に際し、行き先や配達到着時間等の情報を踏まえ、検品・保管の効率化、位置情報活用等による最適効率輸送のシミュレーションを行い極限まで流通の効率化を図る機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・新世代ネットワークアーキテクチャ ・情報合成技術

4. 4. 2 事務所・店舗シーン及び一般家庭シーン

2030年の事務所・店舗シーン及び一般家庭シーンを実現するために求められるICTシステムは、両システムともに「エコ・エネルギー・マネジメントシステム」、「テレ・リアリティシステム」及び「省資源システム」である。

(1) エコ・エネルギー・マネジメントシステム

本システムは、人の行動や位置の情報を活用し、空調、照明、給湯等で使用される電力量のコントロールを最適にマネジメントすることにより、消費される電力を削減するものである。

現在、特に一般家庭においては、環境負荷の提示や省エネ意識の喚起がなされていないため、消費される電力量は増加の一途をたどっており、このまま放置しておくことは世界的な問題に発展しかねない。一方で、現在主に実施している省エネの方法では、こまめに照明を消すことを強いられて生活の利便性が損なわれるものであったり、あるいは、人の不在を検知して自動的に照明を消灯するといった結果的に電力量の削減がなされる（あるいは、なされるであろう）という消極的なアプローチにとどまっている。積極的に電力削減を実施するには、トータルの電力消費量が設定されていることが重要である。

本システムで提案するエネルギーマネジメントにおいては、トータルの電力消費量があらかじめ設定されている。その結果、電力消費量の削減が必ず保証される。設定されているトータルの電力消費量を超えないように、電力量のコントロールを最適にマネジメントする。消費電力が供給量より多くなった場合、ビル内に設置した小型蓄電装置、あるいは、家庭においては、所有する電気自動車（又はハイブリッド車）のバッテリーから自動的に供給される。これらの蓄電装置への充電は、消費電力が供給量に満たない時に自動的に行われる。また、本システムでは、人の位置や行動、心理状態や健康状態等を感じ・予測したり、環境にかかる負荷を具体的に提示して省エネ意識を喚起させる等を行う。ここでは、これらの機能を「プロアクティブ機能」と呼ぶこととする。以下、事務所・店舗及び一般家庭におけるプロアクティブなエネルギーマネジメントシステムを提案する。

事務所・店舗では、人の行動や位置情報を感じ取るセンサ技術の高度化や、感知したセンサ情報に基づく機器等の高度な制御、各種情報を柔軟にやり取りできるネットワークにより局所的な空調・多量多種情報の共有等を行うなど、極めて高度なマネジメントを行う「プロアクティブBEMS」の実現が求められる。そのためには、ビル内の様々な機器やセンサ等が極めて省電力かつ高度に大量のデータを通信する「省電力・高度通信機能」や、ビル内の人の位置や行動、心理状態や健康状態等を感じ・予測する「人間状態把握・予測機能」、環境にかかる負荷を具体的かつ分かりやすく提示することにより、職員等に省エネ意識を喚起させる「環境負荷・省エネ意識喚起機能」、行政区域等の広域エリア毎の電力制御を最適化する「広域制御通信機能」が必要である。

一方、一般家庭では、人の行動や心理などの各種情報を感じ・予測する技術の高度化や、各種情報を柔軟にやり取りできるネットワークの高度化、集約された情報に基づく柔軟な制御を実現する家電等によって局所的な空調・省エネ意識の喚起等を行うなど、極めて高度な

マネジメントを行う「プロアクティブHEMS」の実現が求められる。さらに、家庭向けの電力のパワーコントロールの実現も求められる。そのためには、家庭内の様々な機器やセンサ等が極めて省電力かつ高度に大量のデータを通信する「省電力・高度通信機能」や、家庭内の人の位置や行動、心理状態や健康状態等を感知・予測する「人間状態把握・予測機能」、環境にかかる負荷を具体的かつ分かりやすく提示ことにより、生活者に省エネ意識を喚起させる「環境負荷・省エネ意識喚起機能」、生活者に関する各種情報やエネルギー消費状況をセンサネットワークにより検知する「家庭内状況センシング機能」、各生活者が示した快適・不快等の記録や利用状況ログなど、個人に関係する情報を管理する「パーソナル情報管理機能」、家庭内のエネルギー需給の効率化のためにネットワークを用いて機器を制御する「機器制御機能」、地域内のエネルギー需給の効率のためにネットワークを用いて機器を制御する「広域制御通信機能」が必要である。

（２）テレ・リアリティシステム

本システムは、超高精細映像や立体映像・音響の伝送、さらには触覚、味覚、臭覚等の伝送により、遠隔会議やテレワーク、遠隔医療、オンラインショッピング、疑似旅行が実現し、人や物の移動が減ってエネルギーの消費を削減するものである。本システムの実現のためには、超高精細映像や立体映像・音響に加え、五感情報を伝達できる「超臨場感情報取得・提示機能」、超臨場感情報を高品質で伝送する「大容量情報伝達・共有機能」、伝達するコンテンツのリアリティや信頼性を高める「高度コンテンツ分析機能」、世界中のあらゆるコンテンツを快適に利用するために言語の障壁を取り除き、個人の多様な要求を理解する「高度言語処理機能」、安全・容易かつ柔軟な高度インタフェースを提供する「高度マンマシン・インタフェース機能」、個人情報やコンテンツの著作権等を守り、間違いのない商取引を支援する「ユビキタス個人認証・課金機能」が必要である。

（３）省資源システム

本システムは、現在の紙を代替する電子ペーパー等の実現によりカタログ、会議資料等の紙の使用量を削減し、電子出版の促進により雑誌、新聞等の紙の製造、印刷、輸送、廃棄を軽減するものである。オフィススペースやパソコン、自家用車や自転車など資産を多くの人々と共用することで資源の有効活用を促進したり、冷蔵庫内の食品を自動的に細かく管理して食品の廃棄量を削減するものである。

事務所・店舗においては、文書や会議資料等のコンテンツをネットワークを通じて電子ペーパーに配信する技術や、サーバーに蓄積された文書等を必要に応じて関係者間で共有し、場所に依存しないオフィス環境が実現する技術が求められる。そのためには、コンテンツの情報量や取得形態に応じて、的確・最適・確実に情報を伝送する「コンテンツ流通機能」や、発信元から発信先到着までコンテンツを確実に守る「コンテンツ等保護・管理機能」、いつでもどこでも情報をやり取りできる「コンテンツ取得機能」が必要である。

一方、一般家庭においては、新聞・雑誌等を定期的（毎朝・毎週等）に電子ペーパーに配信する技術や、食品等の賞味期限情報等を自動的に管理する技術が求められる。そのために

は、新聞・雑誌等の情報を電子的に配信する「個人適応同報配信機能」や、いつでもどこからでもどんな端末からでも必要な情報を取得できる「ユニバーサル情報アクセス機能」、いつでもどこからでもどんな端末からでも必要なコンピュータリソースを利用できる「ユーティリティコンピューティング機能」、食品や生活製品の情報を管理して無駄な廃棄を削減する「食品・生活製品情報管理機能」、自動車や自転車等、社会的なリソースを共有できる「リソースシェアリング機能」が必要である。

事務所・店舗シーンに求められるＩＣＴシステム及びそれらを構成する機能を表４．２に、また一般家庭シーンに求められるＩＣＴシステム及びそれらを構成する機能を表４．３に示す。

表４．２ 事務所・店舗シーンにおけるＩＣＴシステム
及びそれらを構築する機能

(１) エコ・エネルギー・マネジメントシステム（プロアクティブＢＥＭＳ） 人の行動や位置情報を感知するセンサ技術の高度化、感知したセンサ情報に基づく機器等の高度な制御、各種情報を柔軟にやり取りできるネットワークの高度化等により、局所的な空調・多量多種情報の共有など、最適にコントロールするＢＥＭＳを実現	
①省電力・高度通信機能	建物内の高度な省エネを行うために、様々な大量のデータを確実、高速にかつ省電力で通信する機能であり、以下の技術要素により構成。 <ul style="list-style-type: none"> ・異種ネットワークシームレス接続技術 ・ユビキタスプラットフォーム統合化技術 ・ユビキタス端末技術 ・可視光通信技術 ・省電力近距離無線通信高度化技術 ・直流電源融合高速通信技術
②人間状態把握・予測機能	建物内の人々の行動や心理状態を感知・予測する機能であり、以下の技術要素により構成。 <ul style="list-style-type: none"> ・脳情報通信技術 ・ユビキタスプラットフォーム統合化技術 ・悪意ある通信の遮断技術 ・認証成りすまし等の防止技術 ・ネットワークロボット技術 ・情報信頼性分析技術 ・映像情報分析合成技術
③環境負荷・省エネ意識喚起機能	環境にかかる負荷を示すことにより人々に省エネ意識を喚起させる機能であり、以下の技術要素により構成。 <ul style="list-style-type: none"> ・ユビキタス端末技術 ・ネットワークロボット技術 ・ホームネットワーク技術 ・情報信頼性分析技術 ・映像情報分析合成技術 ・音声言語処理技術
④広域制御通信機能	単一の建物単位ではなく、行政区域毎等の広域エリア内での電力制御を最適化するための機能であり、以下の技術要素により構成。 <ul style="list-style-type: none"> ・新世代ネットワークアーキテクチャ ・最先端のフォトニックノード

	<ul style="list-style-type: none"> ・次世代 IP ネットワーク技術 ・ユビキタスプラットフォーム統合化技術 ・ネットワーク網管理技術 ・認証成りすまし等の防止技術 ・暗号基盤技術 ・地域内電力制御技術
--	--

<p>(2) テレ・リアリティシステム（事務所・店舗向け）</p> <p>超高精細映像技術、立体映像・音響技術、触覚・味覚・嗅覚を含んだ五感情報伝達技術等の進展により、超臨場感システムが実用化され、オンラインショッピング、擬似体感システム、テレワーク・ネット会議システム、遠隔医療、eラーニングなどの高度コミュニケーションシステムが普及し、人や物の移動の軽減を実現</p>	
①超臨場感情報取得・提示機能	<p>超高精細映像、立体映像・音響に加え、五感情報を伝達する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・超高精細映像技術 ・立体映像技術 ・立体音響技術 ・五感情報伝達技術 ・感知情報認知・伝達技術
②大容量情報伝達・共有機能	<p>超臨場感情報を高品質で伝送する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・最先端のフォトニックノード ・次世代 IP ネットワーク技術 ・ホームネットワーク技術
③高度コンテンツ分析機能	<p>伝達するコンテンツのリアリティや信頼性を高める機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コンテンツ収集／利活用技術 ・情報信頼性分析技術 ・映像情報分析合成技術
④高度言語処理機能	<p>世界中のコンテンツを利用するために言語の障壁を取り除き、個人の多様な要求を理解する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・テキスト言語処理技術 ・音声言語処理技術 ・コミュニケーションエンハンスメント技術
⑤高度マンマシン・インタフェース機能	<p>人とシステムの間で安全・容易かつ柔軟な高度インタフェースを提供する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ネットワークロボット技術 ・ホームネットワーク技術
⑥ユビキタス個人認証・課金機能	<p>個人情報やコンテンツの著作権等を守り、間違いのない商取引を支援する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ユビキタスアプライアンスによる個人認証・課金システム基盤技術 ・デジタルコンテンツの著作権管理（DRM）基盤技術 ・ユビキタスプラットフォーム統合化技術 ・悪意ある通信の遮断技術 ・認証成りすまし等の防止技術 ・暗号基盤技術 ・高度情報流通管理技術

<p>(3) 省資源システム（事務所・店舗向け）</p> <p>現在の紙を代替する電子ペーパー等の実現により、業務で用いる紙の大部分は電子ペーパーに置き換わる。業務上の作業等で用いる文書や会議資料等のコンテンツはネットワークを通じて電子ペーパーに配信され、またサーバーに蓄積された文書等を必要に応じて関係者間で共有することでペーパレスなオフィス環境が実現し、事務所・店舗の紙は不要となり CO2 排出削減に大きく貢献</p>	
①コンテンツ流通機能	<p>国内外問わず、また、コンテンツの情報量に左右されず、更には、PC、テレビ、携帯情報端末等の取得形態に応じて、的確・最適・確実に情報を伝送する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・次世代 IP ネットワーク技術 ・次世代移動通信システム技術 ・異種ネットワークシームレス接続技術 ・ユビキタスプラットフォーム統合化技術 ・ネットワーク網管理技術
②コンテンツ等保護・管理機能	<p>発信元から発信先到着まで、他の人やシステムからの改竄や視聴等からコンテンツを確実に守るための機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ユビキタスコンプライアンスによる個人認証・課金システム基盤技術 ・デジタルコンテンツの著作権管理（DRM）基盤技術 ・悪意ある通信の遮断技術 ・認証成りすまし等の防止技術 ・暗号基盤技術 ・コンテンツ管理基盤技術 ・高度情報流通管理技術
③コンテンツ取得機能	<p>いつでも、どこでも、情報をやり取りできる機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ユビキタス端末技術

表 4. 3 一般家庭シーンにおける ICT システム
及びそれらを構築する機能

(1) エコ・エネルギー・マネジメントシステム (プロアクティブ HEMS)	
<p>行動や心理など人に関する各種情報を感知・予測するセンサ技術・予測技術の高度化、各種情報を柔軟にやり取りできるネットワークの高度化、集約された情報に基づく柔軟な制御を実現する家電等により、局所的な空調・省エネ意識の喚起など、最適にコントロールする HEMS を実現。あわせて、家庭向けの電力のパワーコントロールを実現</p>	
①省電力・高度通信機能	<p>家庭内の様々な機器やセンサ等を接続し、極めて省電力かつ高度に大量のデータを通信する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・異種ネットワークシームレス接続技術 ・ユビキタスプラットフォーム統合化技術 ・ユビキタス端末技術 ・ホームネットワーク技術 ・可視光通信技術 ・省電力近距離無線通信高度化技術 ・直流電源融合高速通信技術
②人間状態把握・予測機能	<p>人の位置・行動や心理・健康状態等を感知・予測する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・脳情報通信技術 ・ユビキタスプラットフォーム統合化技術 ・悪意ある通信の遮断技術 ・認証成りすまし等の防止技術 ・ネットワークロボット技術 ・情報信頼性分析技術 ・映像情報分析合成技術
③環境負荷・省エネ意識喚起機能	<p>環境にかかる負荷や必要な省エネ行動等を示すことにより人に省エネ意識を喚起させる機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ユビキタス端末技術 ・ネットワークロボット技術 ・ホームネットワーク技術 ・情報信頼性分析技術 ・映像情報分析合成技術 ・音声言語処理技術
④家庭内状況センシング機能	<p>家庭における人に関する各種情報やエネルギー消費状況をセンサネットワークにより検知する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ユビキタスプラットフォーム統合化技術 ・ユビキタス端末技術 ・ネットワークロボット技術 ・ホームネットワーク技術 ・パワーセンシング・分析技術
⑤パーソナル情報管理機能	<p>快適性や過去の利用ログなどの個人に関する情報を管理する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ユビキタスアプライアンスによる個人認証・課金システム基盤技術 ・悪意ある通信の遮断技術 ・認証成りすまし等の防止技術 ・ネットワークロボット技術 ・ホームネットワーク技術

⑥機器制御機能	<p>家庭内のエネルギー需給の効率化を行うためにネットワークを用いて機器を制御する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ユビキタスプラットフォーム統合化技術 ・ホームネットワーク技術 ・パワーセンシング・分析技術
⑦広域制御通信機能	<p>地域内のエネルギー需給の効率化を行うためにネットワークを用いて機器を制御する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・新世代ネットワークアーキテクチャ ・次世代 IP ネットワーク技術 ・ユビキタスプラットフォーム統合化技術 ・ネットワーク構築技術 ・ネットワーク網管理技術 ・認証成りすまし等の防止技術 ・暗号基盤技術 ・地域内電力制御技術

<p>(2) テレ・リアリティシステム（一般家庭向け）</p> <p>超高精細映像技術、立体映像・音響技術、触覚・味覚・嗅覚を含んだ五感情報伝達技術等の進展により、超臨場感システムが実用化され、オンラインショッピング、擬似体感システム、遠隔医療、e ラーニングなどの高度コミュニケーションシステムが普及し、人や物の移動の軽減を実現</p>	
①超臨場感情報取得・提示機能	<p>超高精細映像、立体映像・音響に加え、五感情報を伝達する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・超高精細映像技術 ・立体映像技術 ・立体音響技術 ・五感情報伝達技術 ・感性情報認知・伝達技術
②大容量情報伝達・共有機能	<p>超臨場感情報を高品質で伝送する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・最先端のフォトニックノード ・次世代 IP ネットワーク技術 ・ホームネットワーク技術
③高度コンテンツ分析機能	<p>伝達するコンテンツのリアリティや信頼性を高める機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コンテンツ収集／利活用技術 ・情報信頼性分析技術 ・映像情報分析合成技術
④高度言語処理機能	<p>世界中のコンテンツを利用するために言語の障壁を取り除き、個人の多様な要求を理解する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・テキスト言語処理技術 ・音声言語処理技術 ・コミュニケーションエンハンスメント技術
⑤高度マンマシン・インタフェース機能	<p>人とシステムの間で安全・容易かつ柔軟な高度インタフェースを提供する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ネットワークロボット技術 ・ホームネットワーク技術

⑥ユビキタス個人認証・課金機能	<p>個人情報やコンテンツの著作権等を守り、間違いのない商取引を支援する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ユビキタスアプライアンスによる個人認証・課金システム基盤技術 ・デジタルコンテンツの著作権管理（DRM）基盤技術 ・ユビキタスプラットフォーム統合化技術 ・悪意ある通信の遮断技術 ・認証成りすまし等の防止技術 ・暗号基盤技術 ・高度情報流通管理技術
-----------------	---

（３）省資源化システム（一般家庭向け）

現在の紙を代替する電子ペーパー等の実現により、新聞・雑誌等は定期的（毎朝・毎週等）に電子ペーパーに配信され、生活者は従来と同様に新聞・雑誌等に目を通す。また、食品等の賞味期限情報等も管理され、廃棄量は劇的に低減される。新聞・雑誌等のコンテンツが電子ペーパーに配信されるようになることで、新聞・雑誌等の配達は不要となり CO2 排出削減に大きく貢献

①食品・生活製品情報管理機能	<p>食品や生活製品の情報を管理し、無駄な廃棄を削減する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・異種ネットワークシームレス接続技術 ・ユビキタスアプライアンスによる個人認証・課金システム基盤技術 ・ユビキタス端末技術
②個人適応同報配信機能	<p>新聞・雑誌等の情報を電子的に配信する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ユビキタスアプライアンスによる個人認証・課金システム基盤技術 ・ユビキタス端末技術 ・ホームネットワーク技術
③ユニバーサル情報アクセス機能	<p>いつでも、どこからでも、どんな端末からでも、必要な情報を取得する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・異種ネットワークシームレス接続技術 ・ユビキタス端末技術 ・ホームネットワーク技術
④ユーティリティコンピューティング機能	<p>いつでも、どこからでも、どんな端末からでも、必要なコンピュータリソースを利用する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・異種ネットワークシームレス接続技術 ・ユビキタスアプライアンスによる個人認証・課金システム基盤技術 ・ユビキタスプラットフォーム統合化技術
⑤リソースシェアリング機能	<p>社会的な共有リソースとして自動車等を共有する機能であり、以下の技術要素により構成。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ユビキタスアプライアンスによる個人認証・課金システム基盤技術 ・ユビキタスプラットフォーム統合化技術 ・ユビキタス端末技術 ・ホームネットワーク技術

4. 4. 3 共通的なICT利活用等

2030年におけるCO₂排出削減が実現された社会を支えるために要求されるICTは、「ICT機器・ネットワーク自体の省エネルギー化」、「環境情報の流通・分析・判断・制御」、「環境情報の計測」である。

(1) ICT機器・ネットワーク自体の省エネルギー化

現状の光ネットワークにおけるルータでは、光信号を一旦電気信号に変換し、宛先を検索し経路を切り替え再び光信号に変換して送り出す方式が用いられている。しかし、電気信号を高速に処理することに伴う消費電力が著しく、今後さらに増大するトラヒックにより、地球温暖化問題への影響が懸念される。このためには、「低消費電力・超高速オール光ネットワーク」、「新機能ICTネットワーク」、「省電力通信機能」及び「コンピューティングリソース最適化機能」の実現が求められる。

「低消費電力・超高速オール光ネットワーク」は、大容量・高効率光伝送・交換技術、高効率ネットワークアーキテクチャ技術によってネットワーク自身の高速化、低消費電力化を目指すものである。大容量・高効率光伝送・交換技術ではオール光ネットワークノード技術を導入することにより、無駄な光―電気変換及び電気―光変換を減らすことで、トラヒック増大に伴う処理遅延時間の圧縮を図ると共に消費電力の増大を抑制することが期待できる。またノード間を結ぶ光伝送においても光パルスにより多くの情報信号を効率的に伝送することが可能な多値光伝送技術を導入することで、新たな光ファイバ線路の敷設をせずに既存の光伝送路を有効に活用することが可能となり、電力、資源の節約が期待できる。さらに現状の無駄が多いインターネットの仕組みを抜本的に変える新世代の高効率ネットワークアーキテクチャ技術では、冗長なレイヤ構成を単純化することでネットワークノード内の無駄な処理の低減が可能となり電力効率の改善が期待できる。この低消費電力・超高速オール光ネットワークにより、2030年代に到来が予想されるペタビット級の光ネットワークにおいて、既存の技術のみで対処した場合に比べて電力消費量の増大を抑圧することが期待できる。

「新機能ICTネットワーク」は、量子技術、ナノ技術、分子技術による新しいICTパラダイムを創出し、未来の低消費電力で超大容量の通信を実現するためのブレークスルーを達成するための技術である。

「省電力通信機能」は、個々のデバイス、ハードウェアが利用するエネルギー消費を削減し、なおかつエネルギー生成機能を多様化することでネットワークの省エネ化・自給化を図るシステムで、これを実現することで、低消費電力の可視光通信や通信機器・利用者端末や、多様化した自然エネルギー活用も進め、交流電源や充電の必要がなくなり、人が生活する環境では、電源の心配なしにいつでもどこでも情報通信が使える社会を実現する。

「コンピューティングリソース最適化機能」は、ネットワークによりICT機器が結合された環境下で、サーバー・利用者端末によらずシステム全体としてのリソースの最適化が動的に行われることで、環境負荷軽減を実現するもので、利用環境の高度化・平易化も同時に進むことにより、利用者のアクセシビリティ・セキュリティも向上する。

（２）環境情報の流通・分析・判断・制御

社会活動を脱温暖化型に制御するためには、時間・空間スケールに応じたモニタリングデータをマネジメントのための情報ネットワーク上に流通させ、最適解を得るための分析・判断を行い、それらを制御に活用するためのＩＣＴが必要である。このためには、「意味情報ネットワーク機能」、「エネルギー予測制御機能」及び「電力・通信統合ネットワーク機能」の実現が求められる。

「意味情報ネットワーク機能」は、多様なスケール・粒度・機能・目的を持つ生産・流通・輸送・事務所・店舗・一般家庭などのあらゆるシステム群、更には人同士もがネットワークで相互に接続された環境下で、省エネ・省資源を実現するための様々な情報が、機械も人も相互にその意味を理解可能な形で横断的に流通させることにより、多様かつ総合的な観点に基づく評価・意思決定・資源配分を個人や人間社会もシステムに関わりつつ実現する情報ネットワークシステムである。これにより、多分野にわたる多様な情報と観点に基づく分析と人間も含めたその相互理解に基づく判断が必要とされるＣＯ₂排出削減問題について、その課題と改善による効果を明らかにし、対策や制御を行うことができる。

「エネルギー予測制御機能」は、再生可能エネルギーを最大限に活用するためのエネルギーマネジメント機能で、太陽光や風力などのような再生可能エネルギー利用と従来型の火力や原子力のようなエネルギー利用をうまくマネジメントすることで、社会の電力利用に伴うＣＯ₂排出を抑制するための技術である。再生可能エネルギーは、間欠性（天候依存、昼夜依存）、希薄性（エネルギー密度が低い）など安定に電力を供給するためには多くの問題を抱えている。再生エネルギーの比率を高め、さらなる低ＣＯ₂排出削減を図るためには、その設置規模（台数）の増加が必要であるとともに、従来エネルギーとのベストミックスを実現しなければならない。このため、再生可能エネルギーによる発電サイトにおける発電ポテンシャルを、大規模、精密かつリアルタイムに把握し、需要家及び従来発電サイトへフィードバックすることが必要不可欠となる。このため、２次元的に大きな広がりを持つ再生可能エネルギーによる個々の発電サイト近傍の気象データ等をリアルタイムで収集し、数時間～数日先の発電ポテンシャルを予測し、需要家及び従来型発電サイトにフィードバックする計測・通信・制御システム系を構築するために環境センシング技術との連携が必要である。また、発電した電力を損失なく機器に届けるための高効率な給電システム技術の開発の必要性も高い。さらに、エネルギー伝送効率の高い直流により電力を供給するとともに、直流の電力線を用いて通信する「電力・通信統合ネットワーク機能」も必要である。

（３）環境情報の計測

IPCCの第４次報告でも指摘されているように、地球温暖化の主要因が人為的排出によるＣＯ₂の温室効果であることが間違いない事実として認識されている。また、大気汚染による微粒子分布の多様化により地球規模の雲の場や性質が変調されていることも指摘されており、IPCCの報告の中でも最も温暖化への効果の見積もりが困難な要素として残されている微粒子・雲の大気の粒子系による温室効果の評価技術の確立が重要視されている。環境情報の計

測では、「地球環境センシング機能」及び「環境センサネットワーク機能」の実現が求められる。

「地球環境センシング機能」は、CO₂や雲・微粒子等を地球規模から都市規模までの様々なスケールで精密に計測するための技術である。これらにより、温室効果要因を実測し、温暖化の正確な評価を行うことが可能になる。また、これらの技術がもたらす評価結果を社会のマネジメントに的確にフィードバックさせることができれば、社会をより確実に脱温暖化型に設計することが可能になる。そのためには前述の環境情報の流通・分析・判断・制御システムとの連携が必要である。

「環境センサネットワーク機能」はエネルギー予測制御に利用するための気象データや、社会の各階層の様々なシーンで流通するエネルギーの流れ等、より高度な温暖化抑制型社会のマネジメントを実現するためのデータを収集する技術である。これらはユビキタスセンサネットワーク技術を基盤とするもので、ユビキタスプラットフォーム統合化技術やパワーセンシング・分析技術等によって構成される。これらによる情報は、前述の意味情報ネットワーク上で、環境センシングによる情報や社会の諸要素の情報等と統合的に利用されることで、マネジメント最適化への効果を発揮する。また、これらを構成するユビキタスネットワーク技術は、前述の低消費電力・超高速オール光ネットワークや省電力通信機能、コンピューティングリソース最適化機能等の基盤の上に成り立つものである。

共通的なICT利活用等に求められるICTシステム及びそれらを構成する機能を表4.4に示す。

なお、すべてのICTシステムにおける各機能の実現には、リアルタイム性を有する組み込みソフトウェアを中心とした高度なソフトウェアが必須であり、これらソフトウェア技術の開発も重要である。

表4.4 共通的なICT利活用等における機能

(1) ICT 機器・ネットワーク自体の省エネルギー化 ○ 低消費電力・超高速オール光ネットワークシステムの導入によりネットワーク自体の省エネルギー化を図る技術。 ○ 量子技術、ナノ技術、分子情報通信技術による高機能・低消費電力ネットワーク素子の実現を図る技術。	
①低消費電力・超高速オール光ネットワーク	現状のネットワークアーキテクチャの無駄を省く新世代ネットワークアーキテクチャ、及びノード内の処理速度を高速化、処理に伴う電力効率、ノード間の情報転送効率を改善する機能であり、以下の技術要素により構成。 ・新世代ネットワークアーキテクチャ ・最先端のフォトニックノード
②新機能ICTネットワーク	量子技術、ナノ技術、分子技術を用いた超大容量通信を実現するための機能であり、以下の技術要素により構成。 ・光・量子情報通信技術 ・ナノ・分子・バイオICTネットワーク技術

③省電力通信機能	ネットワークノードの電力を動作環境から得られるエネルギーで自給化する機能であり、以下の技術要素により構成。 <ul style="list-style-type: none"> ・省電力近距離無線通信高度化技術 ・電波資源開発技術 ・可視光通信技術
④コンピューティングリソース最適化機能	サーバとクライアントの機能分担を動的に調節し情報システムの全体としての電力消費を最適化する機能であり、以下の技術要素により構成。 <ul style="list-style-type: none"> ・パワーセンシング・分析技術

(2) 環境情報の流通・分析・判断・制御 <ul style="list-style-type: none"> ○ 省エネ・省資源を実現するための様々な情報が、機械も人も相互にその意味を理解可能な形で横断的に流通することにより、多様かつ総合的な観点に基づく評価・意思決定・資源配分が実現される情報ネットワークを実現。 ○ センサネットワークによる環境情報をリアルタイムに活用したきめ細かな給電制御を実現するための総合的なICTを開発。 ○ 電力線に情報を重畳するICTを開発し、インフラレベルにおける情報通信とエネルギーの融合を図る。 	
①意味情報ネットワーク機能	多様な情報システムや人の間で流通する情報の相互理解を可能とし、CO2削減のための分析・制御を横断的に実現する機能であり、以下の技術要素により構成。 <ul style="list-style-type: none"> ・情報信頼性分析技術 ・映像情報分析合成技術 ・ナレッジクラスタ形成技術 ・コンテンツ収集/利活用技術
②エネルギー予測制御機能	再生可能エネルギーを最大限に活用するためのエネルギーマネジメント機能であり、以下の技術要素により構成。 <ul style="list-style-type: none"> ・パワーセンシング・分析技術
③電力・通信統合ネットワーク機能	エネルギー伝送効率の高い直流により電力を供給するとともに、電力関連制御情報を通信する機能であり、以下の要素技術により構成。 <ul style="list-style-type: none"> ・パワーセンシング・分析技術 ・直流電源融合高速通信技術

(3) 環境情報の計測 <ul style="list-style-type: none"> ○ CO2、雲、大気化学成分等、温室効果のキーパラメータのグローバル空間分布を精密にセンシング（モニタリング）する技術、及びそれらのデータを地球規模から都市空間規模までの様々なシーンにおける温暖化制御に利用するためのデータシステムを構築する技術。 	
①地球環境センシング機能	地球全体から都市規模までの大気中温暖化物質の量を空間的に精密計測し解析する機能であり、以下の技術要素により構成。 <ul style="list-style-type: none"> ・計測・センサ・宇宙システム技術
②環境センサネットワーク機能	大気やエネルギー利用等の環境情報をユビキタスセンサネットワークによって計測し解析する機能であり、以下の技術要素により構成。 <ul style="list-style-type: none"> ・ユビキタスプラットフォーム統合化技術 ・ユビキタス端末技術 ・パワーセンシング・分析技術

4. 5 研究開発の方向性

（実世界とネットワーク世界）

本節では、前節のICTシステムの実現に向けての、今後の研究開発の方向性を検討する。ICTの進展により情報化が進展し、人々が物理的な活動を行う実世界と、実世界における各種活動が情報化されたネットワーク世界の2つの世界が生まれている。この2つの世界は相互に影響を与え合いながら相互に進化を遂げていく関係にある。実世界とネットワーク世界が相互進化を遂げた社会は、ICTの利活用による環境への配慮が行き届き、快適で人にも地球にも優しい社会であると考えたい。ここで検討するICTの研究開発の方向性は、正に、そのような地球にも人にも優しい社会を実現するためのものである。

（「金の流れ」の情報化）

4. 1節に記載したとおり、これまでのICTの研究開発は、国際競争力の強化・知的活力の発現等を主たる目的として進められてきた。ところが、ICTの利活用は生産や物流、消費等の経済活動の効率を飛躍的に進展させてきたが、経済成長と利便性の向上に寄与するだけでなく、結果として環境負荷の低減にも貢献してきた。例えば、実世界における貨幣・証券が情報化されることにより電子経済が発展してきた。紙をベースにした貨幣取引や証券取引は情報通信ネットワーク上の電子取引で代替されるようになり、電子マネーも広く利用されるようになってきている。これらは「金（かね）の流れ」を情報化し、情報の流れで代替したものである。これらにより紙資源の消費量は低減され、紙をベースとする貨幣や証券の取引にかかわる人的負荷等も大幅に軽減されてきた。これらはCO₂排出量の削減にも大きく貢献している。

（「人の流れ」「物の流れ」の情報化）

電子経済に象徴される「金の流れ」の情報化だけでなく、現在では、ITSの進展やテレワーク・TV会議システムの発達等により「人の流れ」や「物の流れ」の情報化も進展している。テレワークにより通勤のための移動が不要となり、TV会議により出張の必要を無くすることができる。音楽や文字も情報化され情報通信ネットワークで情報が配信されるようになり、コンパクトディスクや書籍の移動は不要となる。また、情報通信ネットワークを活用し「物の流れ」を管理することにより、過剰生産や過剰在庫を削減することも可能となる。道路交通情報システム（VICS）により、渋滞を減らすことができる。このように、人や物の移動を情報の移動で代替することにより、人や物の移動、物の生産や保管に必要なエネルギー等を削減し、CO₂の排出量を削減することができる。

（ICT機器によるエネルギーの消費）

一方、「金の流れ」、「人の流れ」、「物の流れ」を情報化し情報の流れに置き換えていくことは、それを支える情報通信ネットワークや情報通信システムによる電力消費の増大をもたらしている。しかしながら、この地球温暖化に対するマイナスの影響以上に、「金の流れ」、「人の流れ」、「物の流れ」を情報の流れに置き換えることによるプラスの効果は大きく、全体と

してICTの発展は、地球温暖化の防止に貢献しているといえる。

（「エネルギーの流れ」の情報化）

これまで、「金の流れ」、「人の流れ」、「物の流れ」の情報化を進め、エネルギー消費量の削減が図られてきているが、今後、さらなるエネルギー消費量の削減のためは、「エネルギーの流れ」そのものを情報化することが考えられる。

前節で示された「エコ・エネルギー・マネジメントシステム」では、事務所・店舗や一般家庭における空調や照明、給湯等の電気機器の消費電力のモニタリングを行うことにより電力の流れの情報化を行っている。この電力の流れの情報と、人の位置や行動等の情報とを併せて活用することにより、電気機器を最適に制御し消費電力の低減を図ろうとするものである。この電力の流れの情報化は、事務所・店舗や一般家庭といった需要側の電力の制御にとどまらず、需要側の情報を電力発電施設等の供給側において活用することにより、電力系全体の総合的な管理を行える可能性を持っている。

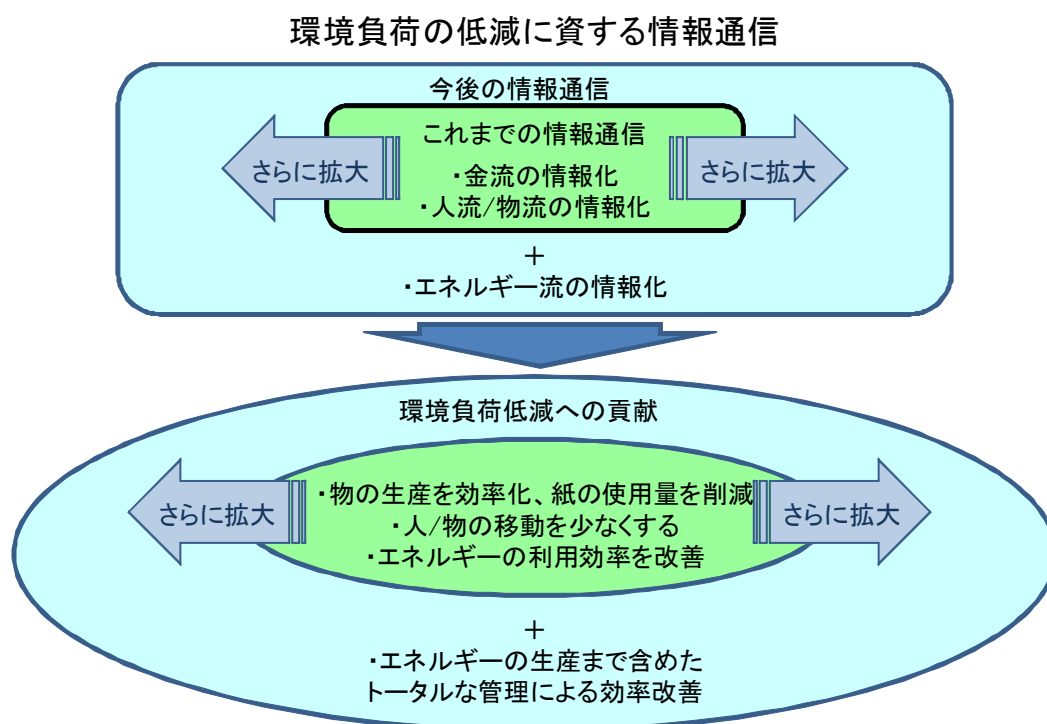


図4. 9 CO₂排出削減に資する研究開発の方向性

コンピュータの発展が、集中型から分散型に転換してきたように、今後のエネルギー供給の仕組みも、集中型から分散型への転換が進んでいくものと考えられる。「金の流れ」、「人の流れ」、「物の流れ」の情報化の特徴は、情報化することにより情報がメモリーに記憶されるバッファ機能（入出力と処理との間に時間的な差がある場合に、それを吸収する機能）にあると言える。「エネルギー流」の情報化を進めるにあたっても、このバッファ機能を作り出すことが重要であり、その一つが蓄電機能である。今後、分散型のエネルギー供給機能と共に、分散型の蓄電機能が普及すれば、エネルギー流に関する情報の処理を行うことが可能となる。これにより、エネルギーの需要側の情報と供給側の情報をリアルタイムに把握し、バッファ機能を活用することによるトータルな管理により、電力負荷の平準化やCO₂排出の少ない発電施設の最大化、さらなる消費電力の最小化に大きく貢献することができるものと考えられる。

（研究開発の方向性）

「エネルギーの流れ」の情報化は、エネルギーを直接管理することにより省エネルギーの効果を発揮するものであり、これまで以上のエネルギー消費量の削減、特に消費電力の削減に大きく貢献する可能性を持っている。これまでの「金の流れ」、「人の流れ」、「物の流れ」の情報化に、「エネルギーの流れ」の情報化という新たな視点を加え、CO₂排出削減に資するICTシステムの実現に向けての研究開発に取り組むことが求められる。

4. 6 ICTシステムにより期待されるCO₂排出削減効果

本節では、ネットワーク上で流通する情報化の対象に着目して、省エネ効果を試算すると共に、ICT機器・ネットワークの消費電力を検討する。

4. 6. 1 CO₂排出量削減効果試算

CO₂排出削減が実現した2030年の社会イメージは4. 3節に記したが、エネルギーの流れを情報化し、制御するシステムとしては、エコ・エネルギー・マネジメントシステムを挙げることが出来る。エネルギー以外の人・物・金の流れを情報化し、エネルギーを削減するシステムとして、エコ・物流・安全交通システム等、4つのシステムを挙げることができる。

表4. 5 情報化対象とICTシステムとの関係

情報化対象	2030年の社会システムを実現するICTシステム
エネルギーの流れ	エコ・エネルギー・マネジメントシステム
エネルギー以外の流れ (人・物・金の流れ)	エコ・物流・安全交通システム
	高度生産・購買・流通支援システム
	テレ・リアリティシステム
	省資源システム

そこで、エネルギーの流れを情報化し、制御するシステムの試算例として、従来のHEMS、BEMS以上に大きな省エネ効果が期待できるプロアクティブHEMS、プロアクティブBEMSを取り上げた。エネルギー以外の人・物・金の流れを情報化し、エネルギーを削減するシステムの試算例として、家庭向けに配達されている新聞が電子ペーパーに置き換わる事例と、テレビ会議システムが進展した超臨場感コミュニケーションシステムによってビジネスとしての出張が遠隔会議に代替されている2つの事例を取り上げた。

表4. 6 CO₂排出削減ポテンシャルの試算例

情報化対象	2030年の特徴的な想定シーン	CO ₂ 削減ポテンシャル
エネルギーの流れ	エコ・エネルギー・マネジメントシステム	3,150万t-CO ₂ /年
	プロアクティブHEMS	850万t-CO ₂ /年
	プロアクティブBEMS	2,300万t-CO ₂ /年
エネルギー以外の流れ (人・物・金の流れ)	新聞の電子ペーパー化	500万t-CO ₂ /年
	超臨場感システムによる海外出張の軽減	170万t-CO ₂ /年

これらの算出根拠は参考資料8に記すが、新聞の電子ペーパー化の例では、用紙の削減効果のみを算出している。超臨場感コミュニケーションシステムによるビジネス出張の場合では、飛行機を利用したビジネス海外出張が半減したケースを試算した。

これらケースでは、ICT機器の運用等に係るCO₂排出量の増加分を算定することが必要であるが、そのCO₂排出量は利活用によるCO₂排出量に比して少なくなると見込まれるこ

とから、ここでは試算に含めなかった。

4. 6. 2 ICT機器・ネットワークの消費電力

ここでは、ICT機器・ネットワークの消費電力として、電気ルータが光ルータに置き換わった場合の消費電力を比較検討した。

ネットワークの最近のトラフィックが前年比数十%ペースで爆発的に増加する状況から、ICT機器の電力消費量も急増すると指摘されている。その指摘を基にすると、2030年には、ルータを中心とするネットワーク機器の消費電力は1,300億kWhになると推定される。通信事業者用大型ルータの消費電力は430億kWhであり、事業所や家庭で使用される小型ルータの消費電力は870億kWhである。

今後の研究開発により、オール光ネットワークノード技術が確立すれば、事業用大型ルータについては光化され、消費電力は現在の50分の1程度まで低減することが期待される。一般家庭用ルータについても、消費電力を2分の1程度まで低減することが期待される。これらが実現することにより、2030年のネットワーク機器の消費電力は、450億kWh程度まで抑えることが可能と考えられる。

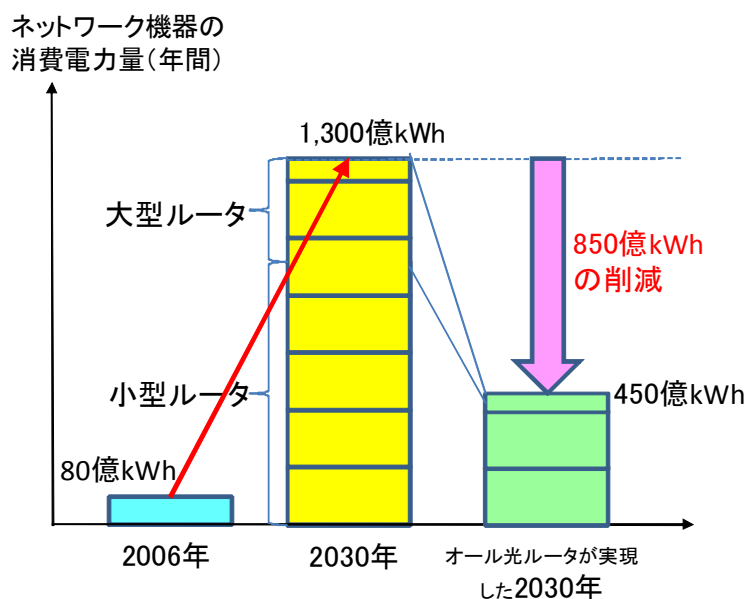


図4. 10 ネットワーク機器の消費電力量

4. 7 研究開発ロードマップ

4. 4節で抽出したICTシステム及び同システムを実現するための機能の構成技術について、各技術に関する諸外国の研究開発の状況、研究開発の難易度、推進主体や推進方策等を構成技術毎にまとめた「CO₂排出削減に資するICT研究開発課題」を、参考資料9に示す。

同資料を参考に、各ICTシステムを実現するための機能等に関するロードマップを図4. 11から図4. 14に示す。表中の太い矢印は、各システムが完成するまでの期間を示している。また、細い矢印は、各機能について開発から実用化までの期間を表している。

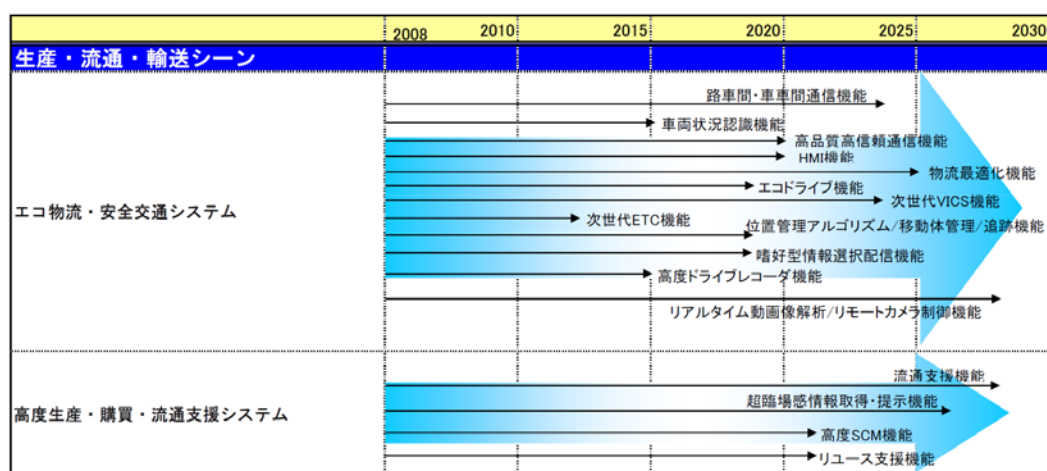


図4. 11 「生産・流通・輸送」における研究開発ロードマップ

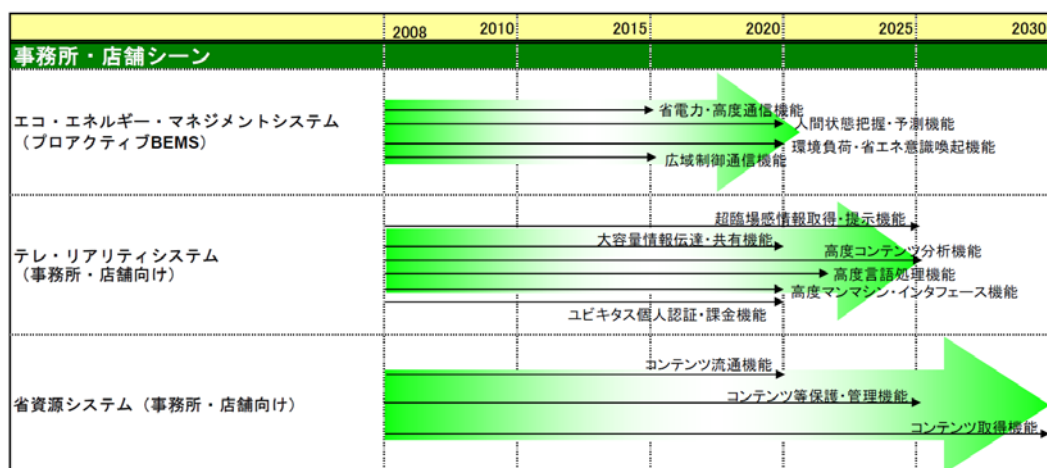


図4. 12 「事務所・店舗」における研究開発ロードマップ

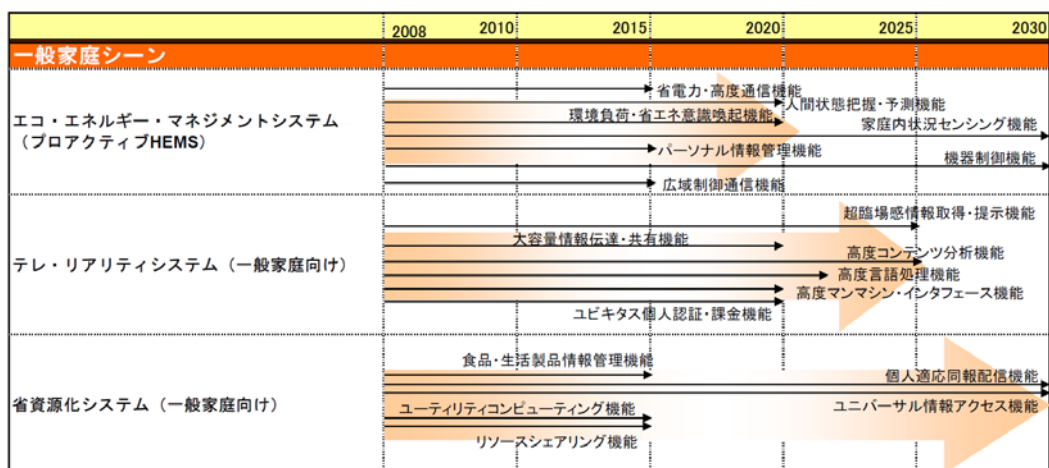


図 4. 13 「一般家庭」における研究開発ロードマップ



図 4. 14 「共通的な ICT 利活用等」における研究開発ロードマップ

4. 8 研究開発の実施にあたって

4. 8. 1 重点化すべき研究開発

4. 4 節において、CO₂排出削減のために必要な以下の5つのICTシステムを提案した。

- エコ物流・安全交通システム
- 高度生産・購買・流通・支援システム
- エコ・エネルギー・マネジメントシステム
- テレ・リアリティシステム
- 省資源システム

CO₂排出削減がなされた社会を実現するためには、上記5つのシステムの実現が必要である。したがって、今後は、これら5つのシステムの実現に向けて研究開発を推進していく必要がある。

特に「エコ・エネルギー・マネジメントシステム」は、エネルギーの流れの情報化により電力の消費と供給をマネジメントするシステムであり、4. 5 節で述べた考え方を実現するシステムである。エコ・エネルギー・マネジメントシステムは、事務所・店舗においては「プロアクティブBEMS」、一般家庭においては「プロアクティブHEMS」として実現される。これらは、4. 6 節において「プロアクティブHEMS」及び「プロアクティブBEMS」としてCO₂を削減できるポテンシャルを試算しており、その結果、大きなCO₂削減効果が期待できる。

さらに、ネットワークのオール光化やICT機器の省エネルギー化等の「ICT機器・ネットワーク自体の省エネルギー化」や、CO₂排出量等の計測を可能とする「環境情報の計測」の研究開発についても推進していく必要がある。

4. 8. 2 個別技術要素の研究開発

(1) 共通性の高い技術要素

4. 4 節で提案した「共通的なICT利活用等」に含まれる個別の技術要素は、3つの利用シーン（「生産・流通・輸送」、「事務所・店舗」及び「一般家庭」）に共通して活用する技術要素であることから、CO₂排出削減に特に有効な技術要素である。また、同節で提案した5つのICTシステムを構築する個別の技術要素のうち、3つの利用シーンのすべてで用いられる技術要素についても、すべてのシーンで活用する技術要素であることから、CO₂排出削減に特に有効な技術要素である。具体的な技術要素及びその概要、地球温暖化問題に対する効果について、表4. 7に示す。これらの技術要素については、共通性が高い技術であることから、今後の施策においては積極的に推進すべきである。

表 4. 7 共通性の高い技術要素

技術要素	当該技術の概要	CO2 排出削減に対する効果
(a) 新世代ネットワークアーキテクチャ	現状のネットワークにおける品質やセキュリティ等の諸問題を、既存技術の延長ではない新たなアプローチで解決するためのネットワークの基本設計を行う技術。	○新たなアプローチによるネットワークの基本設計を構築し、現状のアーキテクチャにおける無駄な処理をなくすことにより、処理に伴う電力を削減できる。
(b) 最先端のフォトニックノード	相手先との通信条件(速度・品質等)をユーザが主体的に選択しながら高速大容量通信できる、新世代の超高速フォトニックネットワークを実現するためのノード技術、伝送技術及びアクセス網に関する技術。	○すべてが光化されたネットワークの構築により、ネットワーク全体の低消費電力化が図られる。 ○周波数利用効率の高い多値光通信等の構築により、伝送系における中継増幅器の低消費電力化が図られる。
(c) 異種ネットワークシームレス接続技術	固定 IP ネットワークと多様なワイヤレス／モバイルネットワークを統合し、シームレスでスケーラブルな接続環境を実現するための技術。	○路車間・車車間通信等を構築し、無事故で渋滞のない効率的な輸送等を実現できる。 ○建物内や家庭内のデータ通信を構築し、局所的な空調や多量多種情報の共有等、最適にコントロールする BEMS・HEMS を実現できる。 ○電子ペーパー等への最適な情報伝送を構築し、紙の使用や輸送等を最小限とする社会を実現できる。
(d) ユビキタスアブライアンスによる個人認証・課金システム基盤技術	IC カード、電子タグ、情報家電など様々なユビキタスアブライアンス(端末)間の相互接続性・相互運用性の確保、決済インフラ間における相互運用性の確立、個人認証技術、デジタルコンテンツの DRM 基盤技術など、セキュアな国際間決済サービス等の課金システムを構築するために必要不可欠な基盤技術。	○最適な輸配送管理システムや決済システムの構築により、効率的な輸送等を実現できる。 ○サプライチェーンを構成する企業間の高度な情報共有化を実現し、在庫最小化等、物の生産を最大限に効率化できる。 ○個人認証や個人情報の管理が図られ、局所的な空調や多量多種情報の共有等、最適にコントロールする BEMS・HEMS を実現できる。 ○食品や生活製品の情報管理が図られ、無駄な廃棄が劇的に低減される。 ○情報の電子ペーパー等への配信における個人認証や個人情報の管理が図られ、紙の使用や輸送等を最小限とする社会を実現できる。
(e) ユビキタスプラットフォーム統合化技術	センサやネットワーク機器、端末などからの情報を収集・統合し、いつでもどこでも誰でも、その場の状況に応じた必要な情報通信サービスを簡単に利用可能とするための端末技術及びネットワーク技術。	○必要な交通状況データが車両等においてリアルタイムに利用できることにより、無事故で渋滞のない効率的な輸送等を実現。 ○個別商品管理による最適生産(在庫最小化)を実現し、在庫最小化等、物の生産を最大限に効率化できる。 ○建物内や家庭内の各種センサや端末などからの情報を収集・統合することで、局所的な空調や多量多種情報の共有等、最適にコントロールする BEMS・HEMS を実現できる。 ○その場の状況に応じた必要な情報を電子ペーパー等へ配信し、紙の使用や輸送等を最小限とする社会を実現できる。

(f) ユビキタス端末技術	タグやセンサ等の広範囲な情報を収集したり、ネットワークが提供する様々なサービスと連携することのできる端末技術	<p>○時々刻々と変化する交通情報をリアルタイムに取得して車両運行管理や輸配送へ反映することにより、無事故で渋滞のない効率的な輸送等を実現できる。</p> <p>○個別商品管理による最適生産（在庫最小化）を実現し、在庫最小化等、物の生産を最大限に効率化できる。</p> <p>○建物内や家庭内におけるセンサ情報に基づいた機器等の高度な制御や環境にかかる負荷の提示等により、局所的な空調や多量多種情報の共有等、最適にコントロールする BEMS・HEMS を実現できる。</p> <p>○その場の状況に応じた必要な情報を電子ペーパー等へ配信し、紙の使用や輸送等を最小限とする社会を実現できる。</p> <p>○電子タグ等の活用により食品や生活製品の情報管理が図られ、無駄な廃棄が劇的に低減される。</p>
(g) ネットワーク網管理技術	ネットワークの安定的かつ信頼性の高い利用を実現するため、ネットワーク管理技術としての悪意のある通信を検知・防衛・回復・予防する技術及びネットワークを構成する機能・機器の安全性を高める技術。	<p>○時々刻々と変化する交通情報をセキュアに取得して車両運行管理や輸配送へ反映することにより、無事故で渋滞のない効率的な輸送等が実現できる。</p> <p>○広域エリア内や地域内のエネルギー需給の効率化をセキュアに実施することにより、最適にコントロールする BEMS・HEMS を実現できる。</p> <p>○電子ペーパー等への情報配信における安全性の管理が図られ、紙の使用や輸送等を最小限とする社会を実現できる。</p>
(h) 悪意ある通信の遮断技術	悪意をもった通信による被害を最小化するために、悪意を持った通信を実行しているボットプログラムを感染したコンピュータから駆除する技術、ならびにネットワークを介して流出してしまった情報を検知・削除する技術。	<p>○車両運行管理や決済システムにおける通信をセキュアに保ち、無事故で渋滞のない効率的な輸送等が実現できる。</p> <p>○建物内や家庭内における人々の行動や心理状態の感知、個人ログ等の管理をセキュアに行うことにより、局所的な空調や多量多種情報の共有等、最適にコントロールする BEMS・HEMS を実現できる。</p> <p>○個人情報やコンテンツの管理をセキュアに行うことにより、超臨場感コミュニケーションを用いた間違いのない商取引が成立し、人や物の移動の軽減が実現する。</p>
(i) 認証成りすまし等の防止技術	情報が発信元から正しく送信され改ざん等されていないことや、個人が正しくその本人であること等を確認・証明するための高度暗号化や生体認証などの技術。	<p>○車両等に提供される交通情報が発信元から正しく送信され改ざん等されていないことを確定し、情報を車両運行管理や輸配送へ反映することにより、無事故で渋滞のない効率的な輸送等が実現できる。</p> <p>○建物内や家庭内における人々の行動や心理状態の情報が発信元から正しく送信され改ざん等されていないことを確定することにより、局所的な空調や多量多種情</p>

		<p>報の共有等、最適にコントロールする BEMS・HEMS を実現できる。</p> <p>○コンテンツの発信元から到着まで改ざん等からコンテンツを確実に守ることにより、電子ペーパー等への情報配信におけるコンテンツ管理が図られ、紙の使用や輸送等を最小限とする社会を実現できる。</p> <p>○コンテンツの著作権等が確実に守られることにより、超臨場感コミュニケーションを用いた商取引が成立し、人や物の移動の軽減が実現する。</p>
(j) 計測・センサ・宇宙システム技術	原子・分子レベルから宇宙空間までの環境情報をトータルにカバーする世界最高精度の計測・センサ技術、宇宙システム技術。	○CO2 をはじめとする温室効果パラメータにおける地球規模の分布を精密に計測する技術を確立することにより、それらのデータを社会へフィードバックすることが実現する。
(k) ネットワークロボット技術	ユビキタスネットワーク技術とロボット技術を融合し、様々なタイプのロボットをネットワークを通じて協調・連携させることにより、単体のロボットではできなかったサービスを実現するための技術。	<p>○車両等の運転者に対して状況認知や判断を確実に行う機能や、運転者等の属性に応じたコンシェルジェ機能等により、無事故で渋滞のない効率的な輸送等が実現できる。</p> <p>○建物内や家庭内において、人の行動や心理・健康状態等を感知・予測したり、環境にかかる負荷を示すことにより省エネ意識を喚起させることにより、最適にコントロールする BEMS・HEMS を実現できる。</p> <p>○建物内や家庭内において、人とシステムの間で安全・容易かつ柔軟な高度インタフェースを提供することにより、最適にコントロールする BEMS・HEMS を実現できる。</p>
(l) 情報信頼性分析技術	情報の発信者や評判情報などを分析することで、その情報の信頼性や有用性を判断するための技術。	<p>○提供される交通情報の信頼性や有用性を確定することにより最適な輸配送が決定でき、無事故で渋滞のない効率的な輸送等が実現できる。</p> <p>○建物内や家庭内における人の行動や心理・健康状態等を感知等において、情報の信頼性や有用性を確定することにより局所的な空調・省エネ意識の喚起などが確実となり、最適にコントロールする BEMS・HEMS を実現できる。</p> <p>○コンテンツの信頼性が確定することにより、超臨場感コミュニケーションを用いた商取引が成立し、人や物の移動の軽減が実現する。</p>
(m) 音声言語処理技術	異なる言語によるリアルタイムで自然な対話を可能にするための技術。	<p>○車両等の運転者に対する判断や正確な操作を確実に行うために、システムとの自然な対話をリアルタイムで可能とすることにより、無事故で渋滞のない効率的な輸送等が実現できる。</p> <p>○建物内や家庭内において、省エネ意識を喚起させるためにシステムとの自然な対話をリアルタイムで可能とすることにより、無事故で渋滞のない効率的な輸送等が実現できる。</p>

		より、最適にコントロールする BEMS・HEMS を実現できる。 ○言語の障壁を取り除いて個人の多様な要求を理解できる ICT を用いた会議等が積極的に行われることにより、海外出張等による人の移動の軽減が実現する。
--	--	--

(2) 新たに研究開発すべき技術要素

4. 4 節で提案した 5 つの ICT システムを構築する個別の技術要素において、CO₂ 排出削減の観点から、ICT 分野として今後新たに研究開発すべき技術要素について、具体的な技術要素及びその概要、CO₂ 排出削減に対する効果を表 4. 8 に示す。

表 4. 8 新たに研究開発に取り組むべき技術要素

技術要素	当該技術の概要	CO2 排出削減に対する効果
(a) エコドライブ技術	自動運転等により、目的地を入力すると最少のエネルギーで目的地に到達できる技術。	○いかなる状況下でも個々又は群として最適に車両走行を制御することにより、無事故で渋滞のない効率的な輸送等が実現できる。
(b) 高度ドライブレコーダー技術	車両等の運転における高精度・広範囲な映像データを収集する技術。	○車両の大量の走行環境データを高度に蓄積し処理することにより、無事故で渋滞のない効率的な輸送等が実現できる。
(c) 可視光通信技術	低消費電力な LED/有機 EL 照明を活用して低消費電力ワイヤレスアクセスを提供する技術。	○建物内や家庭内において確実、高速かつ省電力で通信することにより、最適にコントロールする BEMS・HEMS を実現できる。
(d) 直流電源融合高速通信技術	直流電力線を利用して高速大容量通信を可能とする通信技術	○建物内や家庭内における様々な機器やセンサ等の結線を削減し、高速に大量のデータを通信することにより、最適にコントロールする BEMS・HEMS を実現できる。
(e) 省電力近距離無線通信高度化技術	近距離にあるセンサ及び家庭内機器情報等を極めて低消費電力で通信するための通信技術	○建物内や家庭内における様々な機器やセンサ等の結線を削減し、極めて省電力にデータを通信することにより、最適にコントロールする BEMS・HEMS を実現できる。
(f) パワーセンシング・分析技術	ホームやオフィスの生活環境において、様々な機器の電力消費をネットワーク経由で計測・収集し、生活者の行動分析を行う技術。	○建物内や家庭内におけるエネルギー消費状況をセンサネットワークにより検知することにより、最適にコントロールする BEMS・HEMS を実現できる。
(g) 地域内電力制御技術	地域内の複数のビル間や家庭間で電力の生成・蓄積・消費の情報をやり取りし、高効率な電力管理を実現する技術。	○広域エリア内や地域内のエネルギー需給の効率化を行うためにネットワークを用いて機器を制御することにより、最適にコントロールする BEMS・HEMS を実現できる。

第5章 地球温暖化問題への対応に向けた国際的な貢献方策

地球温暖化問題は、その影響が世界規模に及ぶことから、国際的に連携して対応することが不可欠である。しかも早急に十分な対策を講じたとしてもすぐに効果が生じるものではなく、長期的視点に立った取組が必要な問題である。

最大の温室効果ガス排出国である米国や、急速に経済発展している中国・インドなどを取り込んだ地球全体として実効性のある温暖化対策の確立に向けて、現在いわゆるポスト京都議定書の検討が活発化している。このポスト京都議定書の議論においては、IPCCの報告などから2050年においてCO₂排出量を半減するという高い目標設定を行うことが我が国やEUなどから提案されているところである。

ICTの世界的なレベルでの発展や、このようなポスト京都議定書の議論を背景として、現在、世界的な動向として、地球温暖化問題とICTに関する議論が高まりつつある。我が国としても、地球温暖化問題に対する国際的な貢献を視野に入れて、ICT先進国としての施策を検討していくことが求められる。

5. 1 地球温暖化問題とICTに関する国際的な動き

欧米における地球温暖化問題とICTに関する官主導の取組としては、以下のような例が挙げられる。例えばEUでは、革新的な技術を普及させ標準化された通商基盤を構築することを目的として、国際的な共同活動による調査研究と技術開発を推進するために、1980年代からEC（欧州委員会）が枠組計画（FP）に基づいた研究を実施しているが、2007年～2013年の第7次研究枠組計画（FP7）においては、「環境マネジメント及びエネルギー効率のためのICT」といった環境に資するICTに関するプロジェクトが実施されている。

また米国では、第3章で記したように、議会からの要請を受けた環境保護庁（EPA）が、サーバ及びデータセンタのエネルギー効率について調査を実施し、2007年8月に報告書を公表した。報告書では、2006年の米国におけるデータセンタの電力消費量は約600億kWhに上り、国内電力消費量の約1.5%を占めるが、サーバやデータセンタの電力消費量は過去5年間で倍増、今後5年間でさらに倍増し、1000億kWhを超え約74億ドルの年間コストがかかると推測されると結論づけた。ただし、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であるとし、サーバ及びデータセンタのエネルギー効率向上の重要性を指摘している。

また、民間における取組としては、以下のような例が挙げられる。2007年2月に米国

ベンダーの主導により結成されたコンソーシアム Green Grid は、データセンタの省エネ化を促進するため、データセンタの電力消費と効率のリアルタイム計測、データセンタ企業に対するデータセンタの設計手法・運用方式の提供、データセンタの省エネ化に貢献する技術ロードマップの策定といった活動を実施している。

また、2007年6月に米国ベンダーの主導により構築された Climate Savers Computing Initiative は、電力効率に優れたコンピュータやサーバの利用による環境保全プログラムであり、2010年までに全世界のコンピュータの電力効率を50%向上させることで、全世界の消費エネルギーを合計で55億ドル分節約させ、CO₂排出量を年間5,400万トン削減させるという目標を掲げている。

さらに、世界最大の自然保護NGOである世界自然保護基金（WWF）と欧州の電気通信事業者協会（ETNO）が2004年11月に開始した共同プロジェクト「Saving the climate @ the speed of light」では、ICTの利活用によるCO₂排出削減について検討を行い、EUレベルでの政策を求める活動の一環として、2006年10月に「EU等におけるCO₂排出削減の第1ロードマップ」を作成・公表している⁵³。そのロードマップに挙げられているEU域内におけるICT利活用によるCO₂削減事例を抜粋して表5.1に記す。

表5.1：ICT利活用によるCO₂削減事例
“Saving the climate @ the speed of light”

テレワーク	EU25 カ国の就業者の10%がテレワークを実施することにより、年2200万トンのCO ₂ 削減
電話会議	EU25 カ国の就業者が年間1回の会議を電話会議におきかえることにより、年212.8万トンのCO ₂ 削減
TV会議	EU25カ国の出張の20%をTV会議に置き換えることにより、年2235万トンのCO ₂ 削減
オンライン電話料金請求	EU15 カ国の全てのインターネットアクセス世帯、EU25 カ国の全ての携帯電話加入者の料金請求をオンラインにすることにより、年103万トンのCO ₂ 削減
Web税申告	EU25 カ国の全就業者（1億9300万人）がインターネットにより税還付申告を行うことにより、年19万5790トンのCO ₂ 削減

5.2 地球温暖化問題とICTに関する国際的な連携

今後は、こうした欧米の動向を踏まえながら、OECDやITU（国際電気通信連合）などの国際機関等とも連携しながら可能な限り多くの国を巻き込んだ形でICTによる低炭素社会への実現に向けた取組を進めることが重要である。

5.2.1 国際電気通信連合（ITU）における取組

⁵³ First roadmap for reduced CO2 emissions in the EU and beyond
<http://www.etno.be/Portals/34/ETNO%20Documents/Sustainability/Climate%20Change%20Road%20Map.pdf>

5. 2. 1 国際電気通信連合（ITU）における取組

ITUでは、2007年11月に、「ICTと気候変動」と題した技術解説レポートを発行した。このレポートでは、気候変動とICTの関わりについて概説するとともに、今後のITU-T（ITUの標準化セクター）における国際標準化を始めとする具体的な取組例の提案を行っている。

これを受けて、同年12月に開催されたTSAG（電気通信標準化アドバイザリーグループ）会合において、2008年10月に南アフリカにて開催されるWTSA⁵⁴までの活動スケジュール等が決定され、具体的な活動の皮切りとして、2008年4月に日本（京都）並びに6月に英国（ロンドン）において国際シンポジウムを開催することが決定した。今後、ITUにおいて、ICTによるCO₂排出削減効果の評価方法やICT機器の省エネに関する国際標準化、ICTシステムによる環境貢献目標の設定など、我が国からも積極的な貢献が求められるところである。

5. 2. 2 国際標準化の推進

ICTによるCO₂排出削減効果进行评估するためには、削減量を算定するための前提となる評価基準やCO₂原単位等が必要となるが、共通化された考え方や指標は確立されていないのが現状である。ICTの利活用によるCO₂排出削減効果に関する評価基準や原単位の設定の考え方が世界で統一化されれば、ICTの利活用による環境への貢献が世界的にも推進されることが期待できるとともに、ICTの環境貢献方策に関わるビジネスの国際展開も活発化し、我が国の国際競争力の強化にも資することが期待される。したがって、ITUにおいては、ICTの利活用によるCO₂排出削減効果に関する評価基準や原単位の設定の考え方等について国際標準化を進めることが期待される。また、今後ITUにおけるICTのシステムやアプリケーションの国際標準化にあたっては、環境への貢献という観点も加味して検討することが期待される。我が国としても、産官学が連携する形でITUにおけるこのような国際標準化活動へ積極的に貢献することが重要である。

5. 2. 3 クリーン開発メカニズム（CDM）の活用

地球温暖化問題に対処するためには、京都議定書の枠組みに加わっていない発展途上国の意識を向上させ、世界全体で取り組むことが不可欠である。我が国としては、長年の政府開発援助（ODA）の経験等を生かし、戦略的な経済支援により地球温暖化問題に途上国を巻き込み、さらにICTの高度化による発展途上国への恩恵と地球温暖化問題への対応を両立させていくことにより低炭素社会の実現を目指すことが重要となる。このため、発展途上国

⁵⁴ World Telecommunications Standardization Assembly（世界電気通信標準化総会）。ITU-Tにおける決議・勧告の承認や、標準化研究体制・スケジュール等を決定する3年に1回開催される会議。

におけるブロードバンド敷設などＩＣＴインフラ整備支援によるＣＯ₂排出削減効果を、ＣＤＭのクレジットとして支援国に算入できるような仕組みを構築すべきである。なお、こうした仕組みを実現するためには、ＣＯ₂排出削減量を国際的に統一化された基準で算定することが前提となるため、前述したＩＴＵでの国際標準化が早期に実現されることが望まれる。

５．２．４ ＩＣＴによる気候変動適応策の推進

これまで述べてきたとおり、気候変動が生態系等の自然システム及び人間の社会システムに与える深刻な影響を避けるためには、全ての国がＣＯ₂排出削減に向けて真剣に取り組む必要がある。一方で、今後避けられない干ばつ、洪水、台風等の気象災害の増加及び拡大等、温暖化の影響のリスクに対処していくことも重要である。

ＣＤＭをはじめとする温室効果ガスの排出削減や植林など吸収源による温室効果ガスの吸収削減により、大気中の温室効果ガスを安定化させ、地球全体での温暖化の影響を小さくすることを“緩和策”という。これに対し、既に生じている、もしくは予測・観測されている気候変動の影響に対応するために、生態系、社会・経済システムを調整し、気候変動に適合させることを“適応策”という。緩和策については、国際的にも国内的にも様々な枠組を通じた実績が蓄積されつつあり、今後より一層効果的な推進が求められているが、適応策については、その国際的な実施のあり方についての方向性がＣＯＰ１３においてようやく定まった段階にある。

気候変動に適応するためには、様々な社会基盤の整備が必要であるが、特に開発途上国においては現在も気象災害に対して十分な対応ができておらず、今後の対応も不安視されている。

我が国としては、これまで培ってきた豊富な開発途上国支援の経験を生かし、本分野においても積極的に指導力を発揮して国際的な支援体制に協力していくべきである。気象災害の増加及び拡大等、温暖化による影響に対処する適応策として、リモートセンシングなどの観測技術や非常災害時における早期警報・情報伝達システムなど、ＩＣＴが果たす役割は非常に大きい。

我が国は災害が多い国であり、従来より通信・放送各分野において様々な世界的にも例をみないレベルの災害対応システムが導入、運用されてきている。防災行政無線システムの整備もその一つであるが、ITU-R 勧告 F.1105「災害救援活動のための可搬型固定無線機器」は我が国の防災行政無線システムを基に２００６年５月に改定勧告化されたものである。

このような我が国が有する世界的にもトップレベルにある観測・災害対応のＩＣＴシステムにより、特に途上国の地球温暖化適応策へ貢献することが期待される。

5. 2. 5 普及啓発活動の国際展開

我が国が率先して発展途上国を含む幅広い関係者を交えたシンポジウム等を国際機関と共催で開催することにより、地球温暖化問題とＩＣＴに関する国際的な認知向上を図るとともに、国際的な連携体制を整備することが必要である。

また、放送事業者としては、地球温暖化問題について、国際共同制作による特集番組などを通して、海外メディアと連携して普及啓発を推進することが期待される。

第6章 提言

1. ICTは、その利活用により様々なCO₂排出削減効果も期待できることから、「経済成長と利便性の向上を追求しつつ地球温暖化問題へ積極的に貢献できるICT」というコンセプトを国内外に積極的に発信し、その認知度の向上を目指すべきである。
2. ICTの利活用による低炭素社会の実現という観点から、様々な分野の社会システムについてICT化を推進するとともに、電子政府・電子自治体など既にICT化している社会システムのより一層の普及促進を図るべきである。また、ICTの利活用による低炭素型都市モデルの構築を進めるべきである。
3. ICTによるCO₂排出削減効果の評価手法を国際的なレベルで確立し、標準化を進めるべきである。
4. 企業等が積極的にICTによるCO₂排出削減の取組を進めるよう、自主行動計画等の取組にその排出削減量を算入することを可能とする仕組みを導入すべきである。また、発展途上国支援のCDMへの活用に向けた取組も検討すべきである。
5. 今後利用の拡大が予想されるデータセンタ、ASP・SaaSにおける環境配慮対策を推進すべきである。また、利用頻度が著しく低いアーカイブデータについては、光ディスク等消費電力が少ない保存方法への移行を促進するなど、情報の管理におけるCO₂排出削減対策を進めるべきである。
6. 企業におけるICTによる環境に配慮した取組や、家庭における消費電力の「見える化」等を推進するための支援措置について検討すべきである。
7. 個々のユーザが主体的にICTによる環境負荷低減を進めることを促す観点から、ICTによる環境負荷低減事例をベストプラクティスとして周知したり、表彰制度を設けるなど、社会全体への普及を推進することが望ましい。
8. 研究開発に当たっては、エネルギーの流れの情報化により電力の消費と供給をマネジメントする「エコ・エネルギー・マネジメントシステム」をはじめ、「省資源システム」、「エコ物流・安全交通システム」、「高度生産・購買・流通支援システム」、「テレ・リアリティシステム」のICTシステムの研究開発を推進する必要がある。また、ネットワークのオール光化やICT機器の省エネルギー化等の「ICT機器・ネットワーク自体の省エネルギー化」、CO₂排出量等の計測を可能とする「環境情報の計測」、「環境情報の流通・分析・判断・制御」の研究開発についても推進していく必要がある。
9. ICTシステムを構成する技術要素レベルでは、これら5つのICTシステムに共通する新世代ネットワークアーキテクチャ等の技術要素の研究開発を進めると共に、CO₂排出削減の観点からICT分野として新たに研究開発すべきとされた技術要素についても、今後推進していく必要がある。

「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」

開催要綱

1. 目 的

地球温暖化問題はその影響が地球規模に及ぶことから、国際的な取組が必要な課題である。地球温暖化問題が年々深刻さを増している中、京都議定書の第１約束期間が２００８年から開始となり、さらに世界全体で取り組むべき対応について、２００８年７月に開催される北海道洞爺湖サミットを始めとして議論が行われることになっている。

こうした中で、ＩＣＴ（情報通信技術）は我が国のみならず世界的に急速に進展しており、安全・安心な社会の実現、個人のライフスタイルや企業のビジネスモデルの変革による利便性向上・地域経済の活性化に大きく寄与しているところであり、さらに、業務の効率化等を通じて地球温暖化問題への取組にも貢献できると期待されている。他方において、ＩＣＴ機器の増加・高機能化等による電力消費量の増加に伴う地球温暖化への影響にも配慮が求められているところである。

以上を踏まえ、ＩＣＴが地球温暖化に与える影響をプラス面、マイナス面の双方から具体化するとともに、「環境立国・日本」の創造に向けた施策の展開及び国際的なレベルでの地球温暖化問題への対応に資するＩＣＴ政策について検討することを目的として、本研究会を開催する。

2. 名 称

本会は、「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」と称する。

3. 検討内容

- (１) ＩＣＴ分野における電力消費量、ＣＯ₂排出削減効果の予測
- (２) ＣＯ₂排出削減に資するＩＣＴ研究開発課題
- (３) ＩＣＴによるさらなるＣＯ₂排出削減に向けた方策
- (４) ＩＣＴ分野における地球温暖化問題への対応に向けた国際的な貢献方策

4. 構成及び運営

- (1) 本会は、政策統括官（情報通信担当）及び大臣官房技術総括審議官の研究会として開催する。
- (2) 本会の構成員は、別紙のとおりとする。
- (3) 本会には、座長及び座長代理を置く。
- (4) 座長は、構成員の互選により定め、座長代理は座長が指名する。
- (5) 座長は、本会を招集し、主宰する。また、座長代理は、座長を補佐し、座長不在のときは、座長に代わって本会を招集し、主宰する。
- (6) 座長は、上記の他、本会の運営に必要な事項を定める。

5. 開催期間

平成 19 年 9 月から平成 20 年 4 月を目途とし、計 4 回程度開催する。

6. 庶務

本研究会の庶務は、情報通信政策局情報流通振興課情報流通高度化推進室及び技術政策課が、関係課室の協力を得て行う。

「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」 開催状況

○ 第１回会合（平成１９年９月２６日）

- ・ 検討の進め方
- ・ 構成員からのコメント・ディスカッション

○ 第２回会合（平成１９年１２月１２日）

- ・ ＷＧの検討状況
- ・ 構成員からの発表

○ 第３回会合（平成２０年３月１７日）

- ・ 報告書（案）

○ 第４回会合（平成２０年４月１０日）

- ・ 報告書（決定）

【評価対応ＷＧ】

○ 第１回会合（平成１９年１０月３日）

- ・ ＷＧの進め方
- ・ ＩＣＴによる環境負荷低減事例の募集

○ 第２回会合（平成１９年１０月１９日）

- ・ I C Tによる環境負荷低減事例の募集
- ・ 通信分野の電力消費量、C O 2排出削減効果

○ 第3回会合（平成19年11月2日）

- ・ I C TによるさらなるC O 2排出削減に向けた方策

○ 第4回会合（平成19年11月30日）

- ・ 放送分野の電力消費量、C O 2排出削減効果
- ・ I C TによるさらなるC O 2排出削減に向けた方策
- ・ I C Tによる環境負荷低減事例の応募状況
- ・ 海外の動向

○ 第5回会合（平成19年12月25日）

- ・ I C TによるさらなるC O 2排出削減に向けた方策
- ・ 報告書の策定に向けて

○ 第6回会合（平成20年1月18日）

- ・ I C Tによる環境負荷低減事例の評価結果
- ・ I C TによるさらなるC O 2排出削減に向けた方策
- ・ 報告書の策定に向けて

○ 第7回会合（平成20年2月1日）

- ・ I C TによるさらなるC O 2排出削減に向けた方策
- ・ I C Tと気候変動に関するI T Uシンポジウム
- ・ 報告書の策定に向けて

○ 第8回会合（平成20年2月15日）

- ・ 報告書の策定に向けて

○ 第9回会合（平成20年2月26日）

- ・ 構成員からの発表
- ・ 報告書の策定に向けて

○ 第10回会合（平成20年3月4日）

- ・ 報告書の策定に向けて

【技術開発WG】

○ 第1回会合（平成19年10月18日）

- ・ WGの進め方
- ・ CO₂排出削減に資するICT研究開発課題の募集

○ 第2回会合（平成19年12月7日）

- ・ CO₂排出削減に資するICT研究開発課題の募集の結果
- ・ CO₂排出削減に資するICT研究開発課題のとりまとめ（案）

○ 第3回会合（平成20年2月4日）

- ・ 報告書骨子（案）
- ・ CO₂排出削減に資するICT研究開発課題のとりまとめ（案）

○ 第4回会合（平成20年3月5日）

- ・ 報告書（案）

「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」構成員

(五十音順、敬称略)

座長	伊東 晋	東京理科大学 理工学部 教授
	太田 英昭	株式会社フジテレビジョン 専務
	大野 直志	日本政策投資銀行 公共ソリューション部長
	斎田 正之	日本電気株式会社 環境推進部 部長
	酒井 善則	東京工業大学大学院 理工学研究科 教授
	高橋 淳久	富士通株式会社 環境本部 本部長
	竹村 哲夫	株式会社日立製作所 理事
	月尾 嘉男	東京大学 名誉教授
	土井 美和子	株式会社東芝 研究開発センター 技監
	永井 研二	日本放送協会 理事
	西川 幸男	トヨタ自動車株式会社 常務役員
	花澤 隆	日本電信電話株式会社 取締役 研究企画部門長
	藤沢 久美	シンクタンク・ソフィアバンク 副代表
	松島 裕一	独立行政法人情報通信研究機構 理事
座長代理	松山 隆司	京都大学大学院 情報学研究科 教授
	三輪 真	松下電器産業株式会社 理事 パナソニックシステム ソリューションズ社 技術総括
	室田 泰弘	有限会社 湘南エコノメトリクス 代表取締役
	森 俊介	東京理科大学 理工学部 教授
	安田 豊	KDDI株式会社 執行役員 コア技術統括本部長
	山田 伸一	株式会社NTTデータ 常務執行役員 技術開発本部長
	和気 洋子	慶應義塾大学 商学部 教授
	(オブザーバ)	
	徳田 博保	環境省 地球環境局 地球温暖化対策課長

「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」

ＷＧ構成員

(五十音順、敬称略)

1. 評価対応WG

あんどう 安藤	とおる 亨	KDDI株式会社 総務・人事本部 総務部 環境推進グループリーダー
いしい 石井	あきら 晃	日本放送協会 技術局計画部 統括担当部長
いのうえ 井上	ひろゆき 浩之	社団法人電子情報技術産業協会 テレビネットワーク事業委員会／テレビ省エネ専門委員会 主査 ソニー株式会社 テレビ事業本部 品質保証部門 環境技術課 統括課長
いわさき 岩崎	さとし 哲	松下電器産業株式会社 パナソニックシステムソリューションズ社 首都圏本部 ソリューション第5グループ 課長
かんざき 神崎	ひろし 洋	トヨタ自動車株式会社 IT・ITS企画部 調査渉外室 担当部長
こばやし 小林	ひでき 英樹	株式会社東芝 研究開発センター エコテクノロジー推進室 室長
たかはし 高橋	まさと 正登	社団法人日本民間放送連盟 総務委員会 環境対策検討部会 委員 株式会社東京放送 総務局 施設管理部長
たむら 田村	じゅんぞう 潤三	社団法人情報通信技術委員会 企画戦略部長（国際担当）
つだ 津田	くにかず 邦和	特定非営利活動法人 ASP・SaaSインダストリー・コンソーシアム 常務理事 兼 技術部会長
なかがやま 中山	のりゆき 憲幸	日本電気株式会社 環境推進部 エキスパート
にし 西	たかゆき 隆之	株式会社日立製作所 情報・通信グループ 環境推進センタ 主任技師
にし 西	しろう 史郎	日本電信電話株式会社 情報流通基盤総合研究所 環境経営推進プロジェクトマネージャ
のだ 野田	けんたろう 健太郎	日本政策投資銀行 公共ソリューション部 CSR支援室長
はしちに 端谷	たかふみ 隆文	富士通株式会社 環境本部 環境技術推進統括部 統括部長付
もり 森	しゅんすけ 俊介	東京理科大学 理工学部 教授
やまだ 山田	えいじ 英二	株式会社NTTデータ 技術開発本部 副主任研究員

2. 技術開発WG

主査	大江 秀和	トヨタ自動車株式会社 I T ・ I T S 企画部 調査渉外室 担当部長
	川野 順一郎	日本放送協会 技術局 計画部 統括担当部長
	坂本 忠昭	三菱電機株式会社 先端技術総合研究所
		エネルギーソリューション開発プロジェクトグループ
		エネルギーマネジメントグループ マネージャー
	鈴木 修司	日本電気株式会社 システムプラットフォーム研究所
		シニアエキスパート
	須藤 茂男	東京電力株式会社 電子通信部 通信技術企画グループ
		グループマネージャー
	武井 文雄	富士通株式会社 環境本部 環境技術推進統括部 統括部長付
	田中 寛	K D D I 株式会社 ネットワーク技術本部 技術戦略部 企画調査
		グループリーダー
	辻岡 重夫	株式会社日立製作所 情報・通信グループ 環境推進センタ 担当部長
	坂東 吉人	清水建設株式会社 技術研究所 所長補佐
	藤田 光樹	日本通運株式会社 eーロジスティクス部 部長
	松山 隆司	京都大学大学院 情報学研究科 教授
	丸野 透	日本電信電話株式会社 環境エネルギー研究所 所長
	港 和行	イオン株式会社 情報システム部 システムインフラグループ M G R
	宮崎 哲弥	独立行政法人情報通信研究機構
		超高速フォトニックネットワークグループ グループリーダー
	村岡 元司	株式会社 N T T データ経営研究所
		社会・環境戦略コンサルティング本部 パートナー
	山中 寛幸	松下電器産業株式会社 パナソニックシステムソリューションズ社
		ユビキタス事業推進グループ チームリーダー