

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

平成 17 年 3 月

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

目次

はじめに.....	4
序章 概要.....	6
1 研究結果の概要.....	6
2 京都議定書との関係.....	7
3 CO ₂ 削減に資するユビキタスシステムの概要.....	8
(参考：環境負荷低減効果の試算方法の概要).....	9
4 ユビキタスネット社会のイメージ図.....	10
① 生産・流通分野.....	10
② 輸送分野.....	11
③ 事務所・店舗.....	12
④ 一般家庭.....	13
⑤ 環境計測.....	14
第1章 ユビキタスネット社会の進展と地球温暖化問題の概要.....	15
1 地球温暖化問題の概要.....	15
2 ユビキタスネット社会の進展が環境に与える効果の概要.....	19
3 本調査研究会の目的.....	21
第2章 ユビキタスシステムによるCO ₂ 削減.....	23
第1節 2010年のユビキタスネット社会.....	23
1 ユビキタスネット社会の国民生活・産業への影響.....	23
2 ユビキタスネット社会のCO ₂ 排出量への影響.....	25
第2節 CO ₂ 削減に寄与するユビキタスシステム.....	26
1 ユビキタスシステムのCO ₂ 削減効果の概要.....	26
2 CO ₂ 削減に寄与するユビキタスシステム.....	27
① ITS (VICSの普及による渋滞緩和効果).....	29
② エコドライブシステム (運行管理システム).....	29
③ 物流・配送管理支援システム.....	32
④ SCM.....	32
⑤ リユース支援システム.....	33
⑥ テレワーク/TV会議.....	33
⑦ ペーパーレス化.....	34
⑧ BEMS.....	37
⑨ HEMS (ECHONET).....	39

⑩ 電子出版.....	41
⑪ オンラインショッピング.....	41
第3章 ユビキタスシステムによるCO ₂ 削減効果の試算.....	42
第1節 経済モデル分析の概要.....	42
第2節 評価対象システムの選定.....	44
第3節 経済モデル分析.....	48
1 分析の流れ.....	48
2 現状経済モデルの作成.....	49
3 ユビキタスネット社会化シナリオの想定.....	50
4 ユビキタスネット社会化経済モデルの算出.....	57
5 CO ₂ 排出量の比較.....	58
第4節 分析結果.....	62
第4章 ユビキタスネット技術を活用した地球環境観測.....	66
1 人工衛星搭載センサー開発.....	66
2 地上からの環境観測.....	67
3 リモートセンシング技術活用の例 - 森林によるCO ₂ 吸収量把握.....	67
第5章 CO ₂ 削減に資するユビキタスネット社会の構築に向けた提言.....	71
1 研究開発の推進.....	71
2 ユビキタス関連投資の支援.....	72
3 政府自らの積極的な取り組み.....	73
4 制度改革の推進.....	73
5 国際貢献.....	73
6 その他.....	73
参考資料1 その他の事例 シンクライアントシステム.....	74
参考資料2 ICT機器・インフラの電力消費量の予測.....	75
参考資料3 ユビキタスシステムのCO ₂ 削減効果の評価.....	81
産業連関表上の変化設定の総括.....	94
参考文献.....	95
調査研究会の開催状況.....	97
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 構成員名簿.....	99

はじめに

地球温暖化、森林減少、生物多様性の減少、有害化学物質リスク、淡水資源の不足など、地球規模での環境問題が課題となっている。なかでも重要な課題となっているのが地球温暖化である。先進各国の温室効果ガス排出量について削減約束を定めた京都議定書が2005年2月に発効し、1990年レベルと比べて6%削減するという我が国の約束は法的拘束力のあるものとなった。我が国の温室効果ガスの排出量は依然として増加しており、京都議定書の約束を履行する中で、経済活性化や雇用創出などにもつながるように、技術革新や経済界の創意工夫を活かし、環境と経済の両立に資するような仕組みの整備・構築を図ることが必要となっている。

また、近年の地球環境問題への国際的な取り組みには地球観測サミットがある。これは、先進国首脳会議において、地球観測に関する国際協力を強化することを目的に合意されたものである。2004年4月の第2回地球観測サミットでは、喫緊に対応すべき5つのニーズの1つとして「地球温暖化に関わる現象解明・影響予測・抑制適応」が示された。

一方、世界各国では、2005年から2010年頃を目指して、あらゆる情報機器が広帯域ネットワークで結ばれ、誰もがいつでもどこでも安全に情報をやり取りできる「ユビキタスネット」をキーワードとした研究開発が進展している。このユビキタスネット技術を活用し、「いつでも」（昼でも夜でも24時間）、「どこでも」（職場でも家でも、都会でも地方でも、移動中でも）、「何でも」（家電も身の回り品も、車も食品も）、「誰でも簡単に」（大人も子供も、高齢者も障害者も）、ネットワークに簡単につながる社会＝ユビキタスネット社会の実現が切望されている。

ユビキタスネット社会の実現は、生産・物流・消費の経済活動の効率化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追求しながら、環境負荷の低減が実現できるものと注目されている。また、ユビキタスネット技術を活用することで、自然環境を総合的にカバーする観測システムが構築できると期待され、地球温暖化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。その一方で、ユビキタスネット社会では、端末やネットワークインフラにおける電力需要が増大し、CO₂排出量の増加につながる可能性も指摘されている。

総務省では、2004年12月より「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」を開催し、各種のユビキタスネット技術・システムが地球環境に与える影響と、地球環境観測システムでの活用について分析した。さらに、我が国経済への波及効果を、経済モデルを用いて明らかにした。また、ユビキタス技術の活用による環境負荷を低減するモデルシステム等の開発をはじめとした各種施策の提言等、ユビキタスネット社会の更なる進展のために今後進めるべき事項について本報告書にとりまとめた。

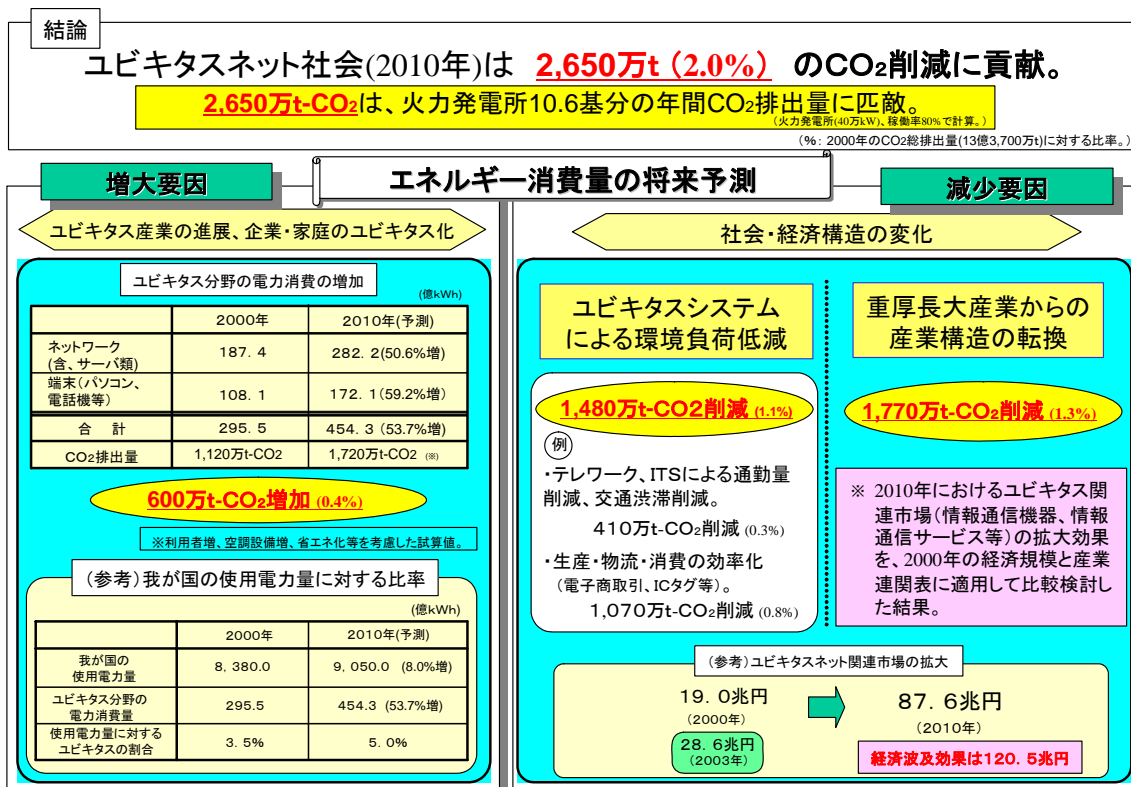
本報告書の第1章では、本調査研究会での検討の対象としたユビキタスネット社会の進展と地球環境問題の概要について述べた。第2章では、2010年のユビキタスネット社会像を概観し、ユビキタスネット社会における電力消費量について予測するとともに、各種のユビキタスネット技術・システムのCO₂削減効果について述べた。第3章では、ユビキタスネット技術を活用した地球環境観測システムについて述べた。第4章では、マクロ経済モデルを活用して、ユビキタスネット社会の進展による我が国のCO₂排出量への波及効果を検討した。第5章では、ユビキタスネット技術を活用した地球環境観測システムについて述べた。第5章では、ユビキタスネット社会の更なる進展のために今後進めるべき事項について述べた。

地球環境問題への対応が我が国にとって重要な課題として取り上げられている今、本調査研究会が本報告書を取りまとめたことは大変意義がある。本報告書が今後のユビキタスネット社会の早期実現と、地球環境問題に対応した持続的に発展可能な社会の建設とに資することを期待するものである。取りまとめにあたってご協力を頂いた本調査研究会の委員の方々、関係者の方々に感謝申し上げる。

平成 17 年 3 月
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
座長 深海 博明

序章 概要

1 研究結果の概要



本調査研究会では、ユビキタスネット社会（いつでも、どこでも、何でも、誰でも簡単にネットワークにつながる社会）が地球環境に与える影響について、産業連関表（2000年）を活用し、2010年時点での我が国の環境負荷低減効果（CO₂排出量削減効果）を分析した。

分析の結果、2010年を2000年と比較するとCO₂排出量は、

- ① インフラ・機器の使用増加等により600万t-CO₂増加。
- ② ユビキタスシステムの活用による環境負荷低減効果により1,480万t-CO₂の削減。
- ③ ユビキタス関連市場の拡大による産業構造の転換により1,770万t-CO₂の削減。

差し引きで2,650万t-CO₂の削減(2.0%)¹が実現されるとの結果が得られた。これは、火力発電所10.6基分²の年間CO₂排出量に匹敵するものである。

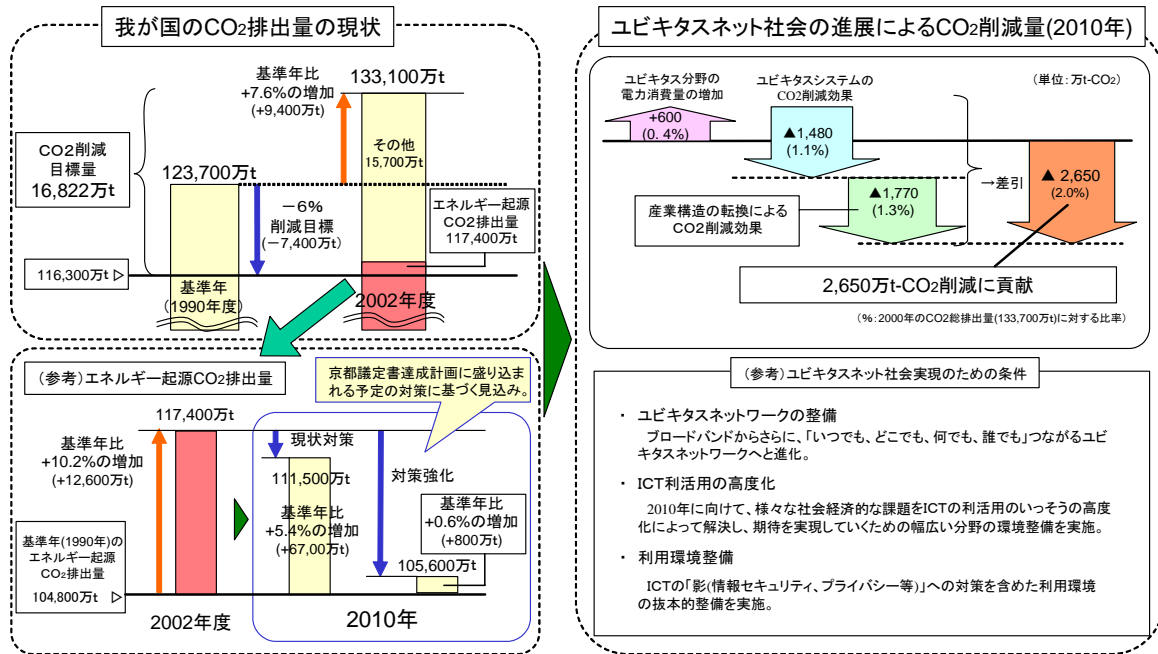
¹ 2000年の我が国の温室効果ガス総排出量(13億3,700万t-CO₂)に対する比率

² 出力40万kW、設備利用率80%で計算

2 京都議定書との関係

京都議定書の達成目標との関係

・2002年の日本のCO₂排出量133,100万tに対する削減目標量16,822万tの **15.8%に貢献。**
(2,650万tのCO₂削減量に対する割合。)



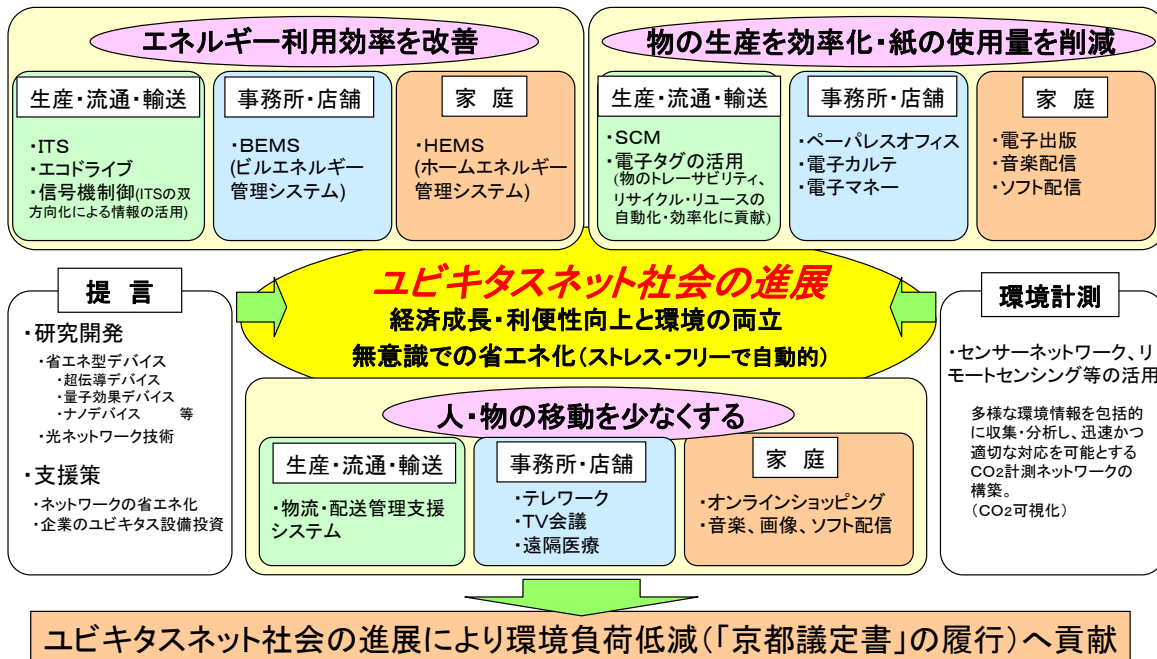
京都議定書の目標（CO₂等温室効果ガス排出量を1990年の排出量より6%削減すること）を履行する中で、2,650万t-CO₂の削減量は、2002年のCO₂排出削減目標量16,822万t-CO₂の15.8%に貢献する。

すなわち、ユビキタスネット社会の進展は、

- ① 環境と経済の両立を実現
- ② 環境と生活の利便性の向上の両立
- ③ 人が無意識（ストレスフリー）のままに環境対策を実現可能

なものとして、環境対策の観点からも非常に注目できる。

3 CO₂削減に資するユビキタスシステムの概要



「いつでも、どこでも、何でも、誰でも」ネットワークにつながるユビキタスネット社会によって、「エネルギー利用効率が改善」、「物の生産を効率化」、「人や物の移動削減」という効果が得られ、これによりCO₂排出量(エネルギー消費量)が削減される。

(参考：環境負荷低減効果の試算方法の概要)

評価対象システムの選定

○ 既存システムの評価により、今後CO₂削減効果が大
きいと期待される以下のシステムについて、2010年の
普及率及びCO₂削減効果を設定し、産業連関表を用
いて試算を実施。

システムの 利用主体	CO ₂ 削減効果		
	エネルギーの利 用効率を改善す る	物の生産や消費 が少なくとも済 むようになる	人や物の移動が 少なくとも済むよ うにする
生産・流通・ 輸送	エコドライブ システム ITS	SCM リユース支援 システム	物流・配送管理 支援システム
事務所・店舗	BEMS	ペーパーレス化 (電子政府・電子自 治体を含む。)	テレワーク/ TV会議
一般家庭	HEMS	電子出版 (音楽・画像配信等、 ユビキタスコンテンツ 流通を含む。)	オンライン ショッピング

試算結果の詳細

	CO ₂ 排出量の増減 (百万t-CO ₂)
ユビキタス分野の電力消費	+6.0
ユビキタスシステム合計	▲14.8
ITS	▲0.8
エコドライブ	▲0.8
物流・配送管理支援システム	▲0.2
SCM	▲0.8
リユース支援システム	▲0.9
テレワーク/TV会議	▲3.3
ペーパーレス化	▲0.2
BEMS	▲6.1
HEMS	▲1.2
電子出版	▲0.4
オンラインショッピング	▲0.1
産業構造の転換による追加削減量	▲17.7
全体の削減量	▲26.5

2010年におけるユビキタスシステムの環境負荷低減効果及び普及予測について、既存の評価事例を参考に、以下のとおりシナリオを設定。

○ ユビキタス分野における電力消費量の予測

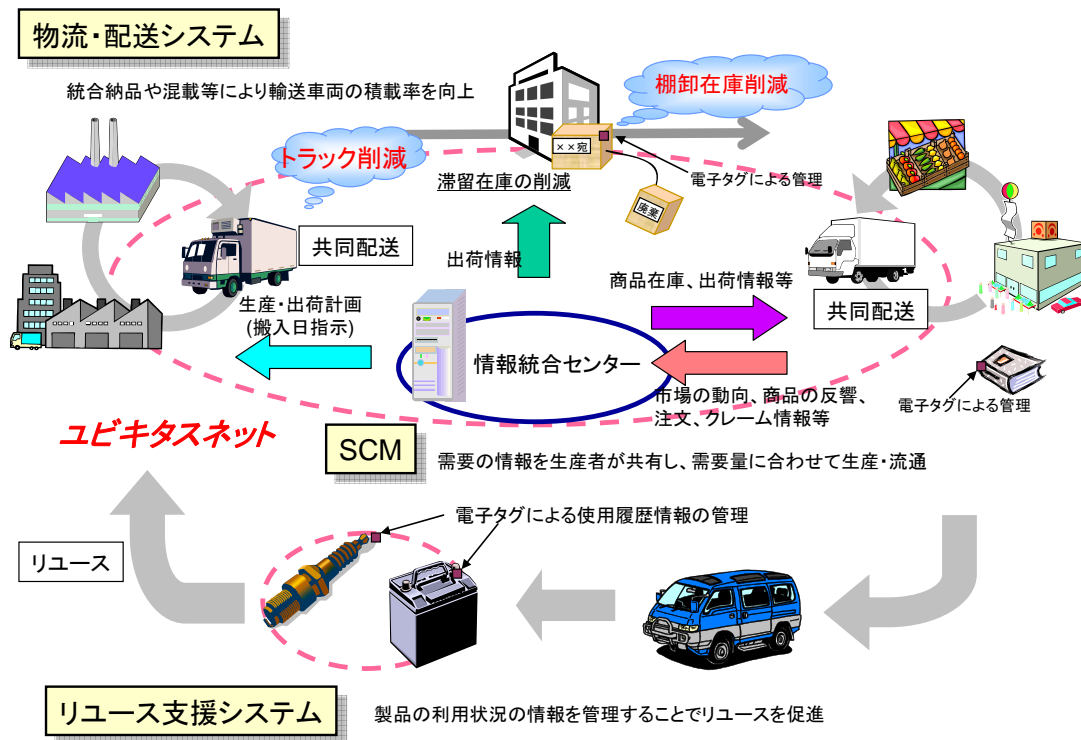
	2000年	2010年
電力消費の増加	295.5億kWh	454.3億kWh

○ 評価対象ユビキタスシステムのシナリオ設定

システム	環境負荷低減効果	普及予測(2010年)
高度交通システム(ITS)	燃費 2%改善	自動車の20%
エコドライブ	一般用 燃費5.8%改善、業務用 燃費10%改善	一般用 0.5%、業務用 12%
物流・配送システム	効率 6%向上	道路貨物輸送の 8%
サプライチェーンマネジメント(SCM)	返品率が現状の約3%から半減する	製造業の30%
リユース支援システム	機械製品生産の3.6%がリユース製品利用で代替	機械製造業の40%
テレワーク/TV会議	通勤移動の削減	就業者の25% 週平均2日(勤務日数の40%)のテレワークを想定
ペーパーレス化	コピー用紙の削減	コピー用紙の 28%
ビルエネルギー管理システム(BEMS)	ビルの省エネ率: 空調12.5%、照明33.0%、給湯7.5%。工場の省電力率:4%	業務部門(ビル)の30% 工場の 10%
家庭向けエネルギー管理システム(HEMS)	省エネ率: エアコン14%、その他家電機器10%	全世帯の 17%
電子出版	印刷用紙の削減	出版の 10%
オンラインショッピング	買物交通 普及分の50%削減 配送交通及び包装用紙 普及分だけ増加	小売の 5%

4 ユビキタスネット社会のイメージ図

① 生産・流通分野



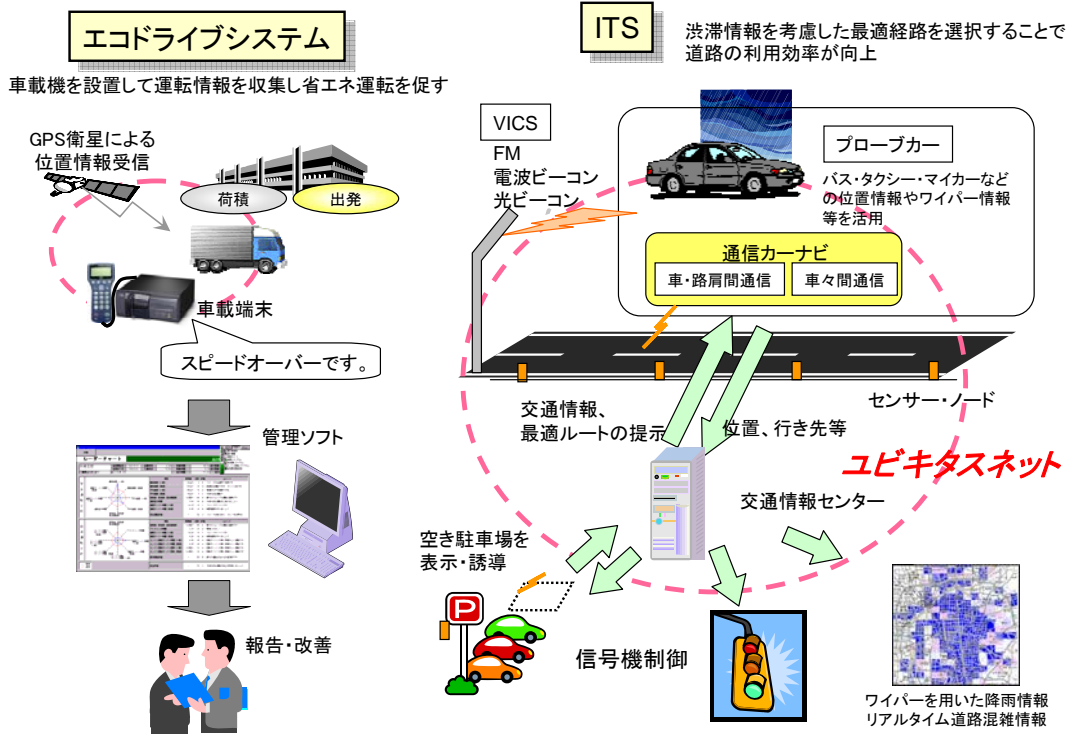
生産・流通分野における CO₂ 削減には、物流・配送管理支援システム、SCM（サプライチェーンマネジメント）、リユース支援システム（リサイクル・トレーサビリティを含む）が活用される。

物流・配送管理支援システムは、物流 EDI 標準の普及浸透により物流における情報流通が円滑化することで、積載率の向上や共同配送等が進展し、物流管理の高度化・効率化を実現する。

SCM は、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・流通が進展する。

リユース支援システムは、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。

② 輸送分野

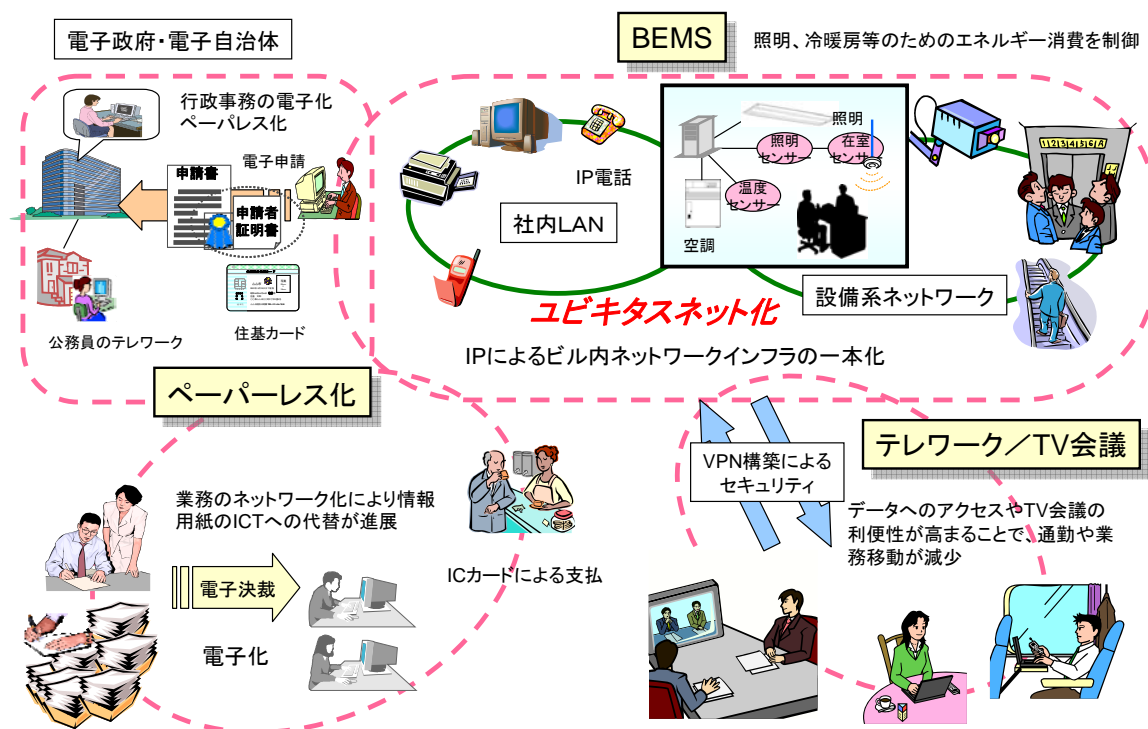


輸送分野における CO₂ 削減には、ITS（VICS の普及による渋滞緩和効果）、エコドライブシステムが活用される。

ITS は、VICS（道路交通情報通信システム）搭載のカーナビが渋滞情報を考慮した最適経路を選択するもので、時間短縮や平均速度向上等の効果が得られる。

エコドライブシステムは、車載機を設置して、急発進、急加速、急ブレーキ、アイドリングなどの運転情報を収集し、この情報をドライバーへ提示して、省エネ運転を促す。

③ 事務所・店舗



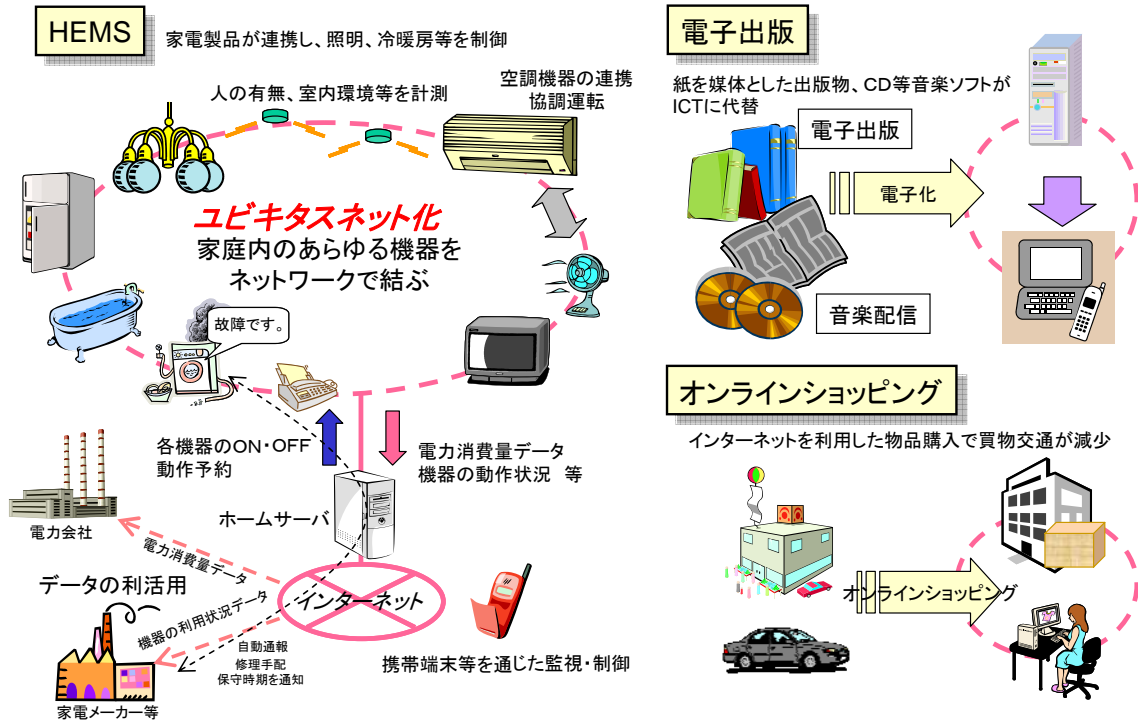
事務所・店舗における CO₂ 削減には、BEMS（ビルエネルギー管理システム）、ペーパーレス化（電子行政システム、電子カルテ等を含む）、テレワーク/TV 会議（遠隔医療、eラーニング等を含む）が活用される。

BEMS は、事務所ビルや工場等における照明、冷暖房、給湯等のためのエネルギー消費を制御して、必要な快適性を維持しつつ省エネを達成する。

ペーパーレス化は、行政機関や企業のバックオフィスにおいて、グループウェアなどの導入や業務のネットワーク化が進展し、情報用紙が ICT へ代替されるものである。

テレワーク/TV 会議は、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に代わって、テレワーク/TV 会議の利用が拡大するものである。

④ 一般家庭



一般家庭における CO₂ 削減には、HEMS（家庭用エネルギー管理システム）、電子出版（音楽・画像配信等、ユビキタスコンテンツ流通を含む）、オンラインショッピングが活用される。

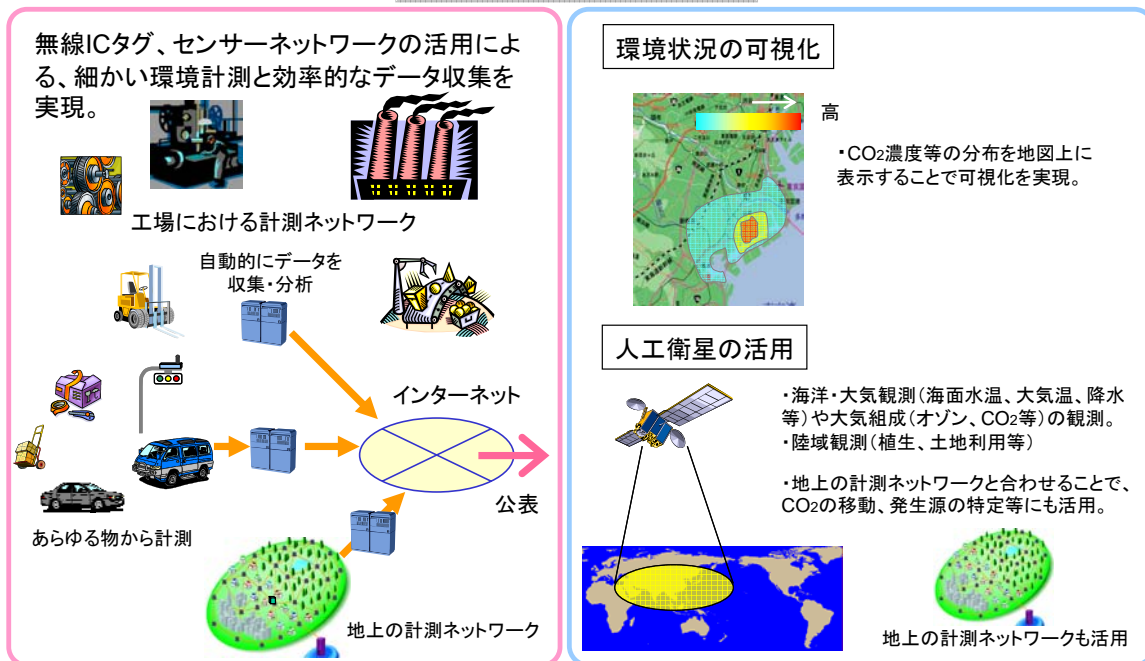
HEMS は、家電製品がネットワークを介して連携し、家庭における照明、冷暖房等のエネルギー消費を制御する。

電子出版は、紙を媒体とした出版物が ICT に代替されるものである。特に一度しか読まれないものについては代替可能性が高いとされる。

オンラインショッピングは、消費者がインターネットを利用して物品を購入することで、買物へ出かける手間を省く。

⑤ 環境計測

ユビキタス環境モニタリング



地球温暖化をはじめ、環境問題は複雑化・広域化している。特にCO₂排出量のモニタリングは、京都議定書の発効とともにその重要性を増している。

複雑かつ広範囲な環境変動をとらえるためには、地球観測衛星、航空機、携帯電話、PDA、電子タグ、センサーネットワークなどを組み合わせて、いつでも、どこでも幅広い情報を包括的に収集できる包括的環境モニタリングシステムが不可欠である。

モニタリング結果のデータは、環境情報クリアリングハウス（情報の公開・交換の場）を整備して集約し、可視化等によりわかりやすく分析したうえで公開していく仕組みが必要である。

第1章 ユビキタスネット社会の進展と地球温暖化問題の概要

1 地球温暖化問題の概要

地球温暖化、森林減少、生物多様性の減少、有害化学物質リスク、資源循環、淡水資源の不足など、地球規模での環境問題が課題となっている。なかでも重要な課題となっているのが地球温暖化である。これは、CO₂（二酸化炭素）をはじめとする大気中の温室効果ガス³に、人間活動に伴って排出される温室効果ガスが加わることにより、地球全体の気温が上昇する問題である。2001年にまとめられた「気候変動に関する政府間パネル（IPCC）⁴第3次報告書⁵」の将来予測は、21世紀中に全球平均地上気温は1.4℃～5.8℃上昇し、異常気象の発生、生態系への影響、海面水位の上昇による浸水被害の増大等、人間社会に対する影響が引き起こされると指摘している。

(1) 京都議定書

国際社会では、地球温暖化に対処するため、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「気候変動に関する国際連合枠組条約（気候変動枠組条約）」が採択（発効は1994年3月）され、さらに1997年12月に京都で開催された同条約の第3回締約国会議（COP3）⁶において京都議定書が採択された。

京都議定書は、CO₂など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年レベルと比べ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、我が国の約束は6%削減である。2002年（平成14年）6月に我が国が、2004年11月にロシアが批准したことにより発効要件が満たされ、2005年2月16日、京都議定書は発効した。

(2) 我が国の状況

CO₂の大部分は、石炭や石油などの化石燃料を燃やしてエネルギーとして使うことで排出される。エネルギー消費量は経済活動の水準と直結しており、また我が国は石油危機以降、他の国と比べ少ない化石燃料の消費で多くのGDPを生み出す経済を実現しているため、我が

³ 京都議定書が対象とする温室効果ガスは6種類である。排出量はCO₂（二酸化炭素）がその中で最大であるが、CH₄（メタン）、N₂O（一酸化二窒素）、HFC（ハイドロフルオロカーボン）、PFC（パーフルオロカーボン）、SF₆（六フッ化硫黄）も議定書の対象となっている。なお温室効果ガスの排出量は一般的に、地球温暖化を引き起こす強さを基準としてCO₂換算で表現される。

⁴ 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。

⁵ IPCC, *Climate Change 2001-The Third Assessment Report of the IPCC*

⁶ COP3: The 3rd Session of the Conference of the Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change

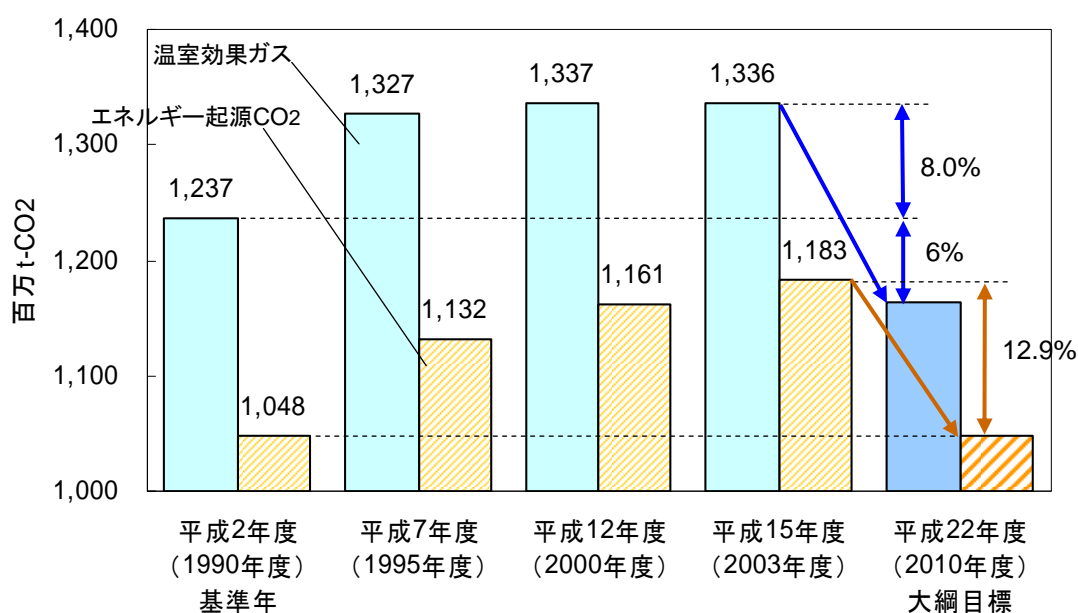


図1 我が国の温室効果ガス排出量 (CO₂換算) 及びエネルギー起源CO₂排出量の推移
(出典) 環境省データより作成

国が経済活動の水準を維持しながら一段のCO₂削減を進めることは非常に困難である。

我が国は1990年に「地球温暖化防止行動計画」を策定、1998年には内閣に設置された地球温暖化対策推進本部において「地球温暖化対策推進大綱」を決定、2002年には京都議定書の批准に合わせて同大綱を見直し、エネルギー起源のCO₂排出量を第1約束期間において1990年度と同水準に抑制すること、及びその他の温室効果ガスを削減することなどを目標として各種の対策を講じてきた。しかしながら温室効果ガス排出量は依然として増加しており、2003年度の排出量は13億3,600万t-CO₂ (CO₂換算、速報値)で、基準年(1990年度)⁷比で8.0%の増加となっている(図1)。また、現行の地球温暖化対策・施策だけでは、2010年の排出量は基準年を上回ると予測され、京都議定書を履行する中で、経済活性化や雇用創出などにもつながるように、「京都議定書目標達成計画」を定め、技術革新や経済界の創意工夫を活かし、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。

⁷ 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年を基準年を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。

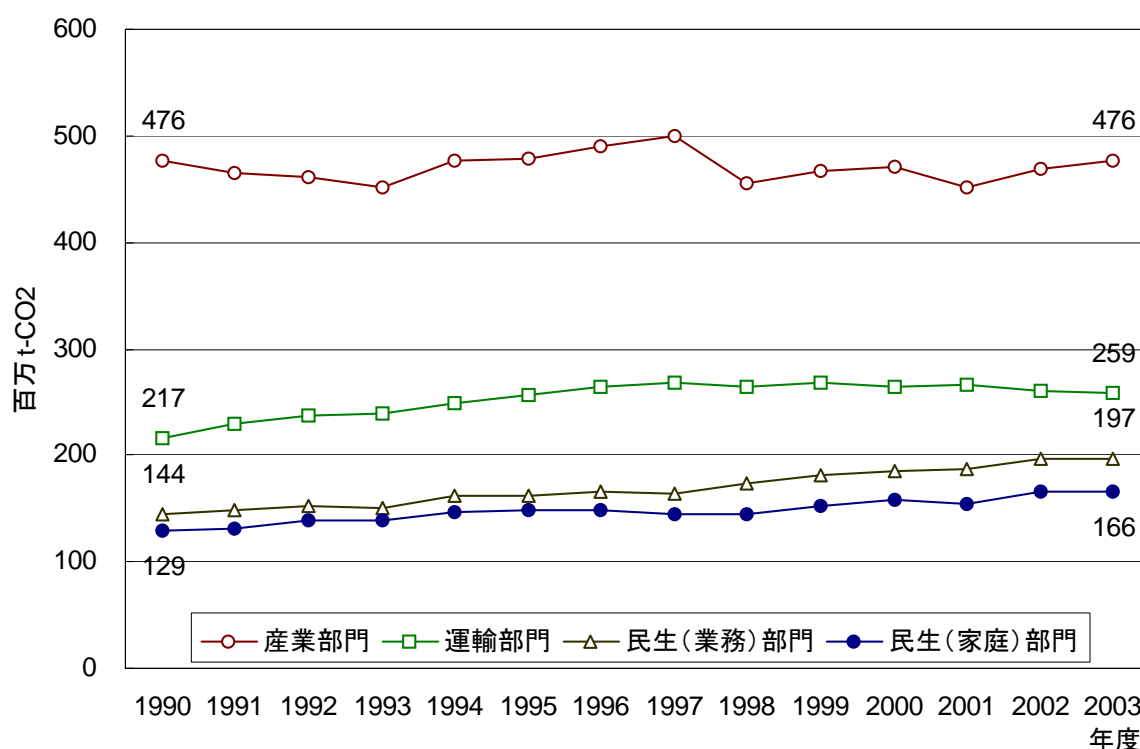


図2 我が国の部門別 CO₂ 排出量の推移

(出典) 環境省データより作成

(3) 各部門におけるエネルギー起源 CO₂ 排出量の現状⁸

我が国では、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、自家用乗用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、1990 年代までほぼ一貫して増加してきた。

① 産業部門

産業部門の CO₂ 排出量は、1973 年の第 1 次石油危機以降、産業界の省エネ努力等により一旦減少したが、1980 年代後半以降、多他品種少量生産、製品の高付加価値化等、市場ニーズへの対応等により再び増加傾向となった。1990 年代に入ってから、景気の調整局面を迎え、他部門に比べると相対的に小さな増加幅で推移してきた。2003 年度の CO₂ 排出量は 4 億 7,600 万 t-CO₂ (速報値) で、1990 年度とほぼ同水準となっている。

⁸ 資源エネルギー庁省エネルギー対策課，省エネルギー技術戦略検討会「省エネルギー技術戦略」(平成 14 年 6 月 12 日)

② 運輸部門

運輸部門のCO₂排出量は自動車が大半を占めている。特に旅客部門におけるCO₂排出量の増加の要因として、自家用乗用車の保有台数の増加と旅客輸送量の増加が挙げられている。これは、郊外への居住地域の拡大や商業施設の分散などにより自動車利用が増加したことなどが理由であると考えられる。また貨物部門では、個人の宅配便の利用増大に伴う輸送量の増加がみられた。2000年代に入り、自動車の燃費改善等により運輸部門のCO₂排出量は減少に転じたが、今後も乗用車保有台数や総走行距離の増加等は進むとみられている。2003年度のCO₂排出量は2億5,900万t-CO₂（速報値）で、1990年度比でプラス19.5%の増加である。

③ 民生家庭部門

民生家庭部門のCO₂排出量は増加傾向にある。この要因としては、人口の伸びが鈍化している中、家族構成人数が減少していることにより世帯数が増加していること、併せて生活時間の多様化や個室化等が挙げられる。特に、生活の質の向上に伴い、家庭電気機器や、暖房、給湯のエネルギー消費が増えている。2003年度のCO₂排出量は1億6,600万t-CO₂（速報値）で、1990年度比でプラス28.9%の増加である。

④ 民生業務部門

民生業務部門のCO₂排出量は各部門の中で一番の増加傾向で推移している。事業所等の延床面積が増加した上に、店舗などの営業時間の長時間化、各種サービスの24時間化などにより、延べ床面積あたりのエネルギー消費原単位は悪化する方向にある。さらにOA化の進展により、フロアの電力消費量や冷房需要が増加する傾向が顕著になっており、今後のICT機器における電力消費量も増加する可能性がある。2003年度のCO₂排出量は1億9,700万t-CO₂（速報値）で、1990年度比でプラス36.9%の増加である。

(4) 地球観測サミット

近年の地球環境問題への国際的な取り組みとして地球観測サミットが挙げられる。これは2003年6月にフランスのエビアンで開催された先進国首脳会議において、地球観測に関する国際協力を強化することを目的に合意されたものである。これを受けて、2003年7月31日に米国ワシントンにおいて第1回地球観測サミットが開催され、「地球観測に関する10年実施計画（以下「10年実施計画」という。）」の策定を盛り込んだ「地球観測サミット宣言」が採択され、国際協力による地球観測システムを構築することが提唱された。

2004年4月に東京で開催された第2回地球観測サミットでは、「10年実施計画」の「枠組み文書」が定められ、この中で気候変動を始めとする10項目の「社会から地球観測システムへの要求」が明確にされ、更に喫緊に対応すべき5つのニーズの1つとして「地球温暖化に関わる現象解明・影響予測・抑制適応」が示された。また、地球観測サミットに関する国内

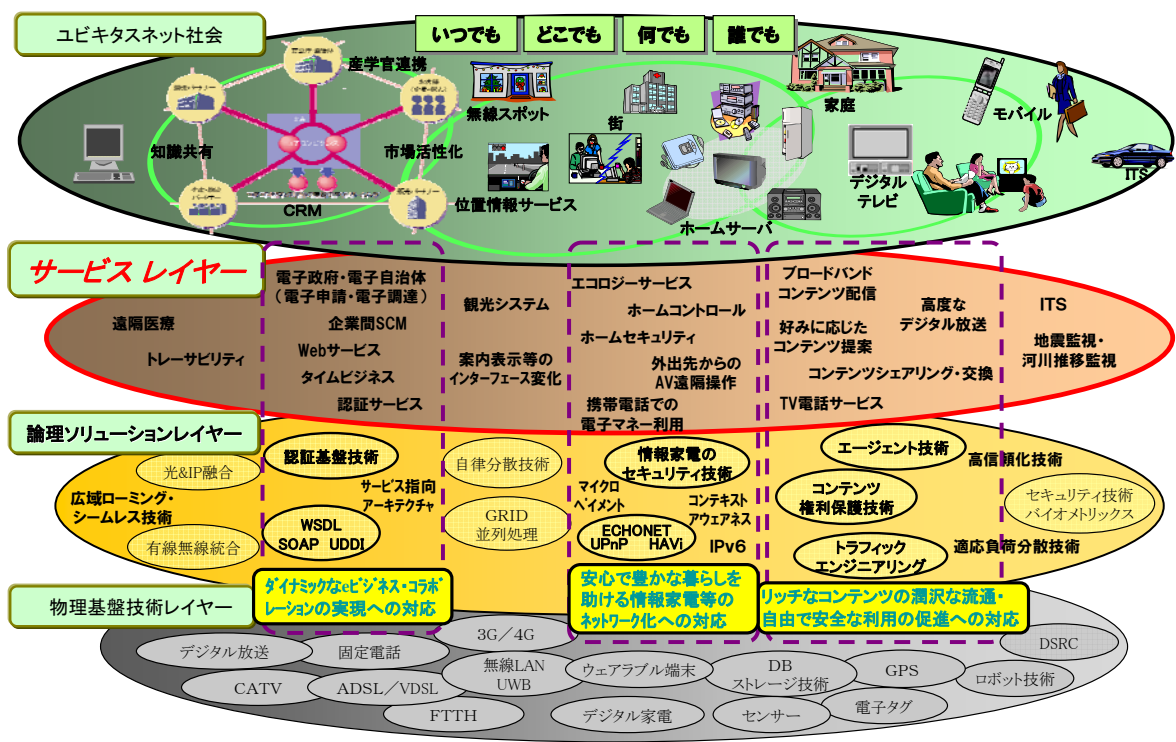


図3 ユビキタスネットワーク社会とそれを支えるICT産業のイメージ

(出典) 総務省

の取り組みとして、総合科学技術会議は2004年12月に「地球観測の推進戦略」を提出し意見具申した。

2005年2月には第3回地球観測サミット（ベルギー・ブリュッセル）が開催され、閣僚級会合において「10年実施計画」の国際合意がなされた。

2 ユビキタスネットワーク社会の進展が環境に与える効果の概要

(1) ユビキタスネットワーク社会とは

総務省では、2004年3月、「ユビキタスネットワーク社会の実現に向けた政策懇談会」を設置し、2010年のユビキタスネットワーク社会について検討を実施し、同年12月、報告書⁹が取りまとめられた。同報告書によるとユビキタスネットワークとは、「いつでも、どこでも、何でも、誰でもつながるネットワーク」と定義し、このような利活用環境を形成するICT（情報通信技術）がユビキタスネットワーク技術であり、この技術を活用することによって形成される「いつでも、どこ

⁹ 総務省，ユビキタスネットワーク社会の実現に向けた政策懇談会「u-Japan 政策～2010年ユビキタスネットワーク社会の実現に向けて～」(2004年12月)

でも、何でも、誰でも」つながる社会像を、「ユビキタスネット社会」と名付けた。

我が国では、1985年の電気通信市場の自由化以降、情報通信関連の市場は着実な成長を続けてきたが、1990年代後半からはインターネット等のICT技術が急速に普及し、携帯電話や電子メール、ウェブサイト、電子商取引等が企業や個人に広く利用されるようになってきた。また、インターネット等を活用した新たなベンチャーやサービスが次々に登場し、大きな活力が生まれたため、ICTによる社会経済や生活面での変革が「IT革命¹⁰」として認知されるようになった。

さらに世界各国では、2005年から2010年頃を目指して、あらゆる情報機器が広帯域ネットワークで結ばれ、誰もがいつでもどこでも安全に情報をやり取りできる「ユビキタスネット」をキーワードとした研究開発が進展している。これは、機器・通信メディアを問わずシームレスに送受利用できるコンテンツ（音声・動画等のリッチコンテンツを多様な機器、多様な通信メディアを使ってシームレスに送受可能）を、どこでもつながる情報機器（オフィス、歩行中、家庭、車中、コンビニ・スーパー等、様々な生活シーンでインターネットに接続可能）を使って、マルチモーダル（固定・移動、有線・無線の間で無理なく情報を受け渡し可能）に利用できることを目標とするものである。

このユビキタスネット技術を活用し、「いつでも」（昼でも夜でも24時間）、「どこでも」（職場でも家庭でも、都会でも田舎でも、移動中でも）、「何でも」（家電も身の回り品も、車も食品も）、「誰でも」（大人も子供も、高齢者も障害者も）、ネットワークに簡単につながる社会の実現が切望されている。

(2) ユビキタスネット技術が環境に与える効果

ユビキタスネット社会の実現は、様々なアプリケーションを生み出し人々の生活の利便性を高めると共に、その一方で人的移動の削減や物流の効率化といった効果をもたらす。これらの効果はユビキタスネットが活用される多様な社会分野において多層的に積み重なり、生産・物流・消費の経済活動の効率化を飛躍的に進展させるだけでなく、交通代替や渋滞緩和、オフィス・住宅機器（家電等）及び空調のきめ細かい管理等、経済成長と利便性の向上を追求しながら、エネルギー消費の削減や地球環境への負荷軽減に貢献すると期待される。

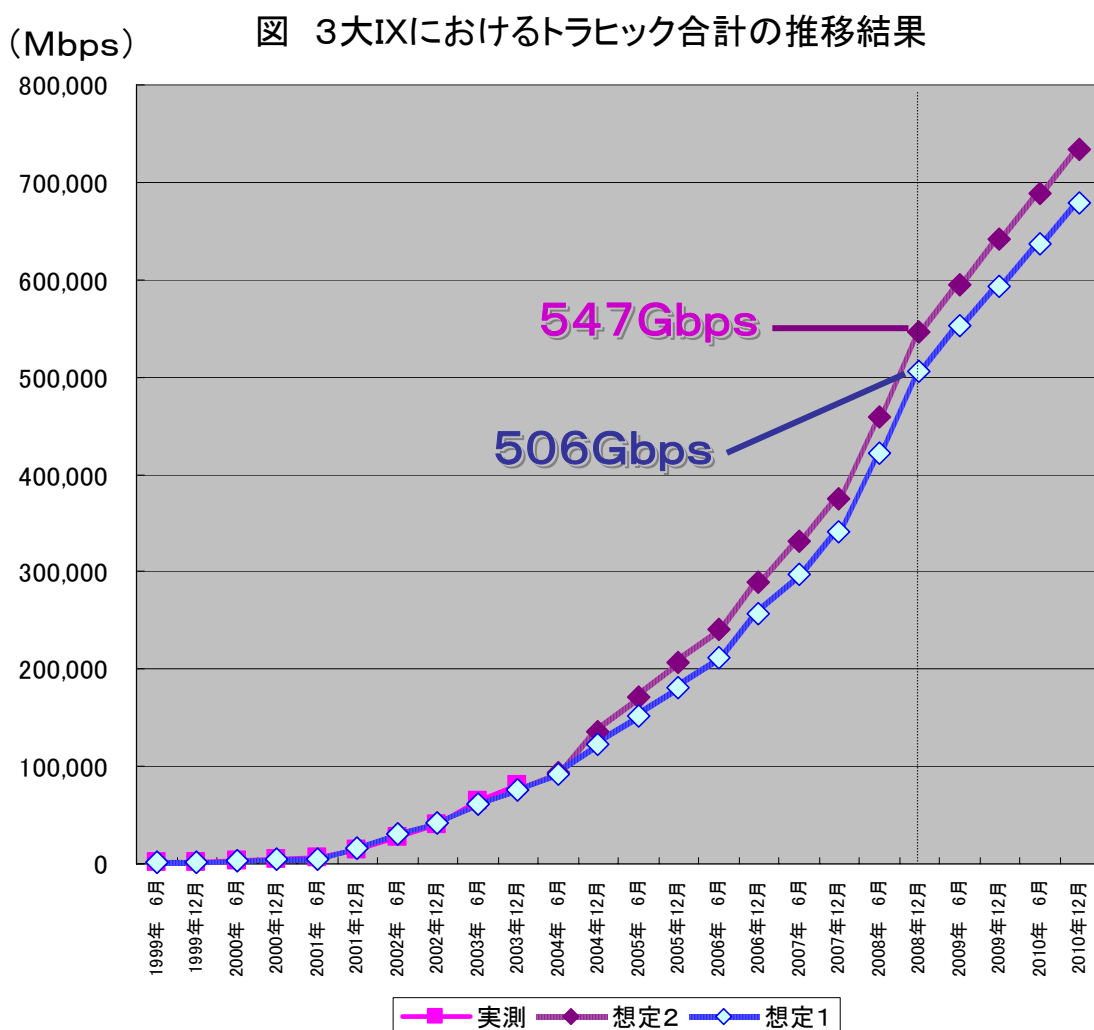
また、センサーネットワーク、リモートセンシング、GPSによる位置情報把握などのユビキタスネット技術を活用することで、自然環境を包括的にカバーする地球環境観測システム

¹⁰ インターネットや携帯電話等の「情報通信技術」をあらわす英語としては、ITとICTがある。国際的には欧州や中南米、アジアの各国及び国連をはじめとする各種国際機関において「ICT」の語が広く定着しており、これはInformation & Communication Technologyの略である。これからの社会では、豊かなコミュニケーションが実現するという点が最も重要な概念であることを踏まえ、情報通信におけるコミュニケーションの重要性をより一層明確化するため、本報告書では「ICT」の語を使用することとする。

が構築できると期待される。このシステムは温室効果ガス削減や吸収源¹¹対策、京都メカニズム¹²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。

その一方で、ユビキタスネット社会では、身の回りのあらゆる機器や端末がネットワークにつながり日常生活での利用が進むことで、ICT 機器の設置台数が増加し、また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可能性が指摘されている（

図 4)。これにより、ICT 機器・インフラの運用に伴う電力消費量が増大し、CO₂ 排出量が増加する可能性もある。



¹¹ 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・排出量に限り当該国の削減量・排出量に算入できることになった。

¹² 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

図4 3大IXにおけるトラフィック合計の将来予測

(前提条件)

我が国の3大IX(NSPIX、JPIX、JP NAP)の公開情報である5分間平均トラフィックのピーク値を基に、次の前提のもとで、将来のトラフィックを試算。①DSL及びCATVインターネットの利用者数については、合計値としてトラフィックを試算。②FTTHの利用者数については、DSLやCATVインターネットの利用者数とは独立させて試算。③利用者1人当たりの通信容量についてはCPUクロックを説明変数として使用。新聞等で10GHz、20GHzのCPUクロックが公表されていることから、それらを参考に、トラフィックを試算。④新しい利用方法が登場することは考慮しない。⑤ヒト対ヒトの通信のみならず、ヒト対モノ、モノ対モノの通信が普及することによる影響は考慮しない。

⑥利用者数について、次の2つの想定を用意。

想定1 DSL及びCATVインターネットの利用者数については、これまでの増加スピード(年間500万件増)が当面継続し、後にFTTH利用者数の増加速度がこれらを上回ると想定。また、両者を合わせたブロードバンドの世帯普及を3,800万世帯で頭打ちと想定(2010年の総世帯数4,914万と推計)。

想定2 e-Japan 評価専門調査会中間報告(2004年3月30日)に基づき、30Mbps以下(主としてDSL及びCATVインターネット)の利用者が4,000万、30Mbps超(主としてFTTH)の利用者が1,000万と想定。

上記の前提及び想定の下で3大IXにおけるトラフィック合計を試算すると、想定1の下で2008年末に506Gbps、想定2の下では547Gbpsとなった。これまでの3大IXにおけるトラフィックは90Gbpsであるので、その5~6倍の水準ということになる。

(出典)「次世代IPインフラ研究会第一次報告書 バックボーンの現状と課題」(2004年6月)

3 本調査研究会の目的

このような状況をふまえ、総務省では、2004年12月より「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」を開催し、ユビキタスネット社会の早期実現を通じて地球温暖化対策に資するため、各種のユビキタス技術・システムによるCO₂等温室効果ガス削減効果について、様々な分野における活用事例を検討するとともに、それらの効果を含めたユビキタスネット社会の進展が我が国経済全体へ及ぼすマクロ的な影響について、経済モデル手法を利用した定量的な分析を行った。また、ユビキタス技術・システムを活用した地球環境計測システムについて検討を行った。さらに、ユビキタスシステムの普及を促進するための施策の提言、研究開発の推進等、今後進めるべき事項について本報告書にとりまとめた。

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。

第2章 ユビキタスシステムによる CO₂ 削減

第1節 2010年のユビキタスネット社会

総務省では2004年3月から12月まで「ユビキタスネット社会の実現に向けた政策懇談会」を開催し、2010年のユビキタスネット社会のビジョン等を報告書に取りまとめた。同報告書によると、我が国で先駆的に実現される「ユビキタスネット社会」を「ユビキタスジャパン (u-Japan)」と呼び、この構想である「u-Japan 構想」を具体化したものが「2010年には世界最先端の ICT 国家として先導する」ことを大目標に掲げた「u-Japan 政策」であると記している。

1 ユビキタスネット社会の国民生活・産業への影響

u-Japan の基本理念¹³である、1つの「U」と3つの「U」に基づき u-Japan という社会現象が与える影響を、国民生活、産業について整理すると以下ようになる。

(1) 国民生活への影響

ユビキタスネット社会では、「あらゆる人やモノが『結』びつく」ことによって、ICTが日常生活の隅々にまで普及し、「いつでも、どこでも、何でも、誰でも」ネットワークに簡単につながる社会が実現される。「ユビキタス」が実現することによって、シームレスなネットワーク環境が整い、利用者は従来のネットワークが抱えていた以下のような様々な制約から解放されることとなる。

① 「ネットワーク」の制約からの解放

従来のネットワーク環境では、家庭内では ADSL、外出してホットスポットに行けば無線 LAN、移動中は携帯電話といったように、それぞれのエリアに応じてサービスを選択する必要がある。また、地理的なデジタル・ディバイドの存在により、そもそもサービスを利用することが困難な地域も存在する。「いつでも、どこでも、何でも、誰でも」のユビキタスネット社会が実現すれば、このような地理的・空間的な束縛は解消され、個別のネットワークが延伸・稠密化して、互いにシームレスに接続されることによって、利用者がどこにいても有線・無線の区別を意識することなく必要なネットワークを利用できる環境となる。

¹³ u-Japan の基本理念は、一つの「U」と三つの「U」から構成される。第一の「U」は、「ユビキタス (Ubiquitous)」を意味し、インフラとしての「基盤性」に着目した理念。残り三つの「U」は、「ユニバーサル (Universal)」、「ユーザ・オリエンテッド (User-oriented)」、「ユニーク (Unique)」を意味し、生活者ニーズから抽出された将来課題の三分類を踏まえ、ユビキタスネット社会が実現した際の「成果」に着目した理念。

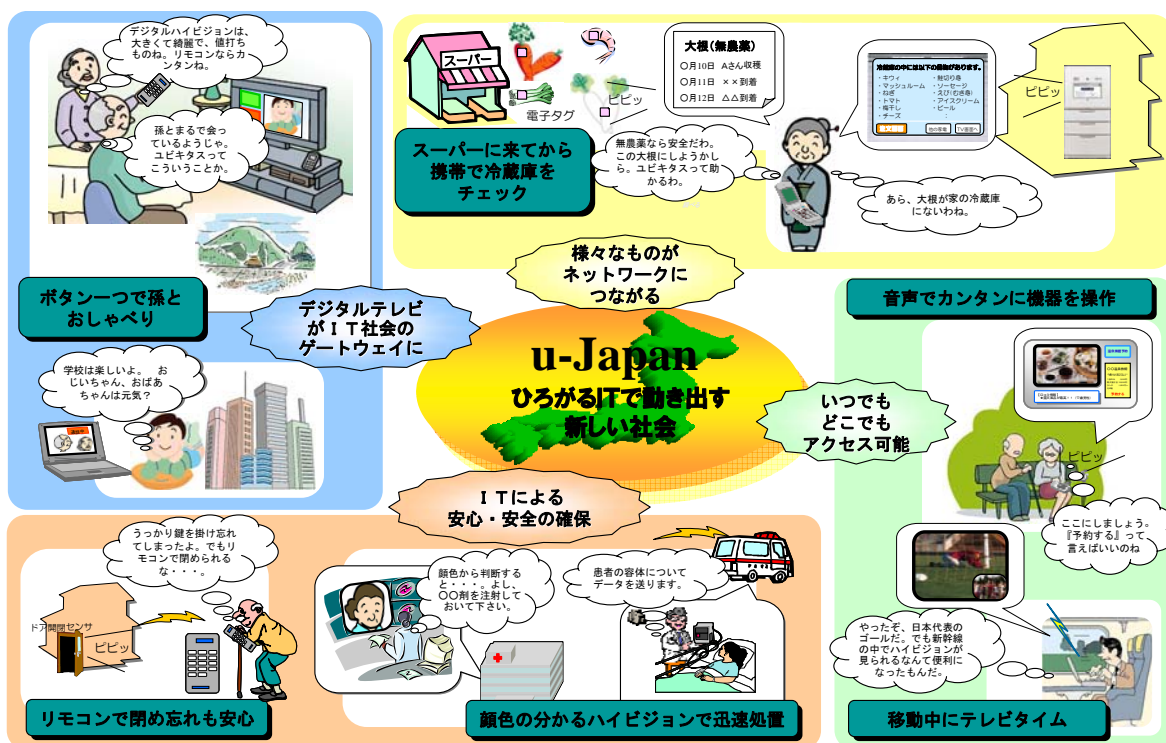


図5 2010年ユビキタスネット社会（u-Japan）

（出典）総務省

② 「端末」の制約からの解放

従来の端末では、情報通信サービスに利用できるのは通信や放送の機能を有したものに限られ、ネットワークごとに利用できる端末の種類も限られている。ユビキタスネット社会では、通信機能の搭載が容易となり、ネットワークに接続して情報をやりとりできる端末の範囲は飛躍的に拡大する。すなわち、これまでのPCやPDA、携帯電話等に限らず、デジタルテレビや情報家電等の家電製品、衣服やめがね等の日用品、自動車やロボット、さらには電子タグの活用により食品、書類、廃棄物等に至るまで、身の回りのあらゆるものがネットワークに接続し、情報をやりとりすることが可能となる。

③ 「サービス」や「コンテンツ」の制約からの解放

従来のサービスやコンテンツは、供給者側が決める仕様や条件によって、利用できる種類や形態が限定されているのが通常である。ユビキタスネット社会では、オープンな仕様のもとでシームレスな接続が前提となることから、利用者側の好みや置かれている状況等に応じて、多様なサービスやコンテンツの利用が可能となる。また、ネットワークを通じて利用者自身が供給者となることも可能となり、サービスやコンテンツの多様性は飛躍的

に拡大する。

(2) 企業・産業への影響

ユビキタスネット社会が実現すると、我々個人の生活のみならず、企業や産業に対しても大きなインパクトを与えることになるだろう。まず、企業レベルでは、電子タグやセンサーネットワーク技術が普及浸透することによって、受発注や在庫・配送等の生産管理プロセスにバーコードが登場したとき以上の大きな変化が生じるであろう。個々の部品や商品に電子タグ等が付与されることにより、すべての工程を厳密に常時把握することができ、品質改善や安全管理、在庫の効率化等を通じ、無駄なエネルギー消費を削減させるとともに、生産性を大幅に向上させることが可能となる。その結果、SCM（Supply Chain Management）等の経営管理手法が大幅に高度化する。

次に、産業レベルでは、企業間の電子商取引（B2B）がますます普及拡大し、課金・認証・決済や与信管理等の基盤となるプラットフォームの高度化等を通じて、企業間のネットワーク上での柔軟なコラボレーション（協働）が異業種間も含めてより行いやすくなり、調達や流通等の企業間関係にも大きな変革が生じることとなる。

2 ユビキタスネット社会のCO₂排出量への影響

(1) 電力消費量の増加

ユビキタスネット社会では、ICT 機器の設置台数の増加や、バックボーンにおけるトラヒックの増大が予測され、ICT 機器・インフラの運用に伴う電力消費量が増加する可能性がある。電力消費量とCO₂排出量との関係は、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。

(2) 産業構造の転換の影響

ユビキタスネット社会では、コンテンツや情報サービスなどユビキタスネット産業が拡大し、我が国経済の産業構造のソフト化・サービス化が進展する。ユビキタスネット産業は、従来型の産業と比較すると生産高あたりのCO₂排出量が少ないので、このような産業構造の転換によって、GDPあたりのCO₂排出量は減少する¹⁴。

(3) ユビキタスシステムのCO₂削減効果

ユビキタスネット社会では、生産・物流・消費の経済活動の効率化、交通代替や渋滞緩和、住宅機器や空調のきめ細かい管理等を行うシステムが普及し、CO₂削減に寄与する。この効果について次節で詳述する。

¹⁴ ロム他著、若林訳「インターネット経済・エネルギー・環境」，流通経済大学出版社(2000)

第2節 CO₂削減に寄与するユビキタスシステム

1 ユビキタスシステムのCO₂削減効果の概要

ユビキタスシステムはCO₂削減に寄与すると考えられる。これは、システムの活用によって以下のような効果が生じるためである。

- ・ ICT 機器のエネルギー利用効率を改善する
- ・ ICT 機器以外（輸送機器、建物等）のエネルギー利用効率を改善する
- ・ 物の過剰な生産や消費を解消する
- ・ 人や物の移動が少なくても済むようにする

(1) ICT 機器のエネルギー利用効率の改善

ユビキタスネットの要素技術は、例えば、サーバの稼動状況の最適化、関連設備のサーバ同期運転など、システム全体の消費電力を削減する技術に活用される。

こうしたICT機器自体の省エネ技術は、「参考資料2 ICT機器・インフラの電力消費量の予測」で示したような電力消費量の予測値に織り込まれている。

(2) ICT 機器以外（輸送機器、建物等）のエネルギー利用効率の改善

ビルエネルギー管理システム（Building Energy Management System, BEMS）や家庭用エネルギー管理システム（Home Energy Management System, HEMS）は、住宅やビル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つつ省エネを達成するシステムであるが、これらのインフラとしてユビキタスネットが活用される。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想定される。

運輸部門においては、例えばITSは、車内にいながらリアルタイムに渋滞情報や規制情報といった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。

(3) 過剰な消費や移動の解消

ユビキタスシステムには、物の過剰な生産を解消したり、人や物の移動が少なくても済むようにしたりするために導入されるものがある。こうしたシステムは必ずしもCO₂の削減を意図して導入されるものではないが、結果として、物や人の移動が少なく済むことで運輸部門のCO₂が削減され、また、過剰に物を製造したり流通させたりしていたことで排出されていたCO₂を排出せずに済むことになる。

例えばオンラインショッピングでは、消費者がインターネットで商品の購入を申し込み、

倉庫から宅配便で商品が届けられる。中間流通が効率化され、店頭でも商品を陳列する必要がないので、在庫を圧縮でき、不良在庫が捨てられることも少なくなる。また、消費者も買い物のために交通機関を利用する必要がなくなる。しかし一方で、商品が宅配便で届けられると、小口配送に伴いトラックの運行が増加する。このように、CO₂ 排出量を増加させる効果と減少させる効果とが生じるが、それぞれの効果を足し合わせると、CO₂ は減少する可能性が高いと推計される。

テレワークや TV 会議は人の移動を減らす。テレワークにより自宅等で勤務する形態になると通勤のための交通機関の利用が減る。同様に、TV 会議により、遠隔地への出張移動が減る。これにより、交通機関の燃料消費などが少なくなり、運輸部門の CO₂ が削減されると考えられる。

2 CO₂ 削減に寄与するユビキタスシステム

「(ICT 機器以外の) エネルギーの利用効率を改善する」「物の過剰な生産や消費を解消する」「人や物の移動が少なくても済むようにする」という分類のもとに、CO₂ 削減効果を有するシステムをあげると、表 1 のシステムがあげられる。これらのシステムの概要と期待される CO₂ 削減効果は表 2 の通りである。

システムの利用主体	CO ₂ 削減効果		
	エネルギーの利用効率を改善する	物の過剰な生産や消費を解消する	人や物の移動が少なくても済むようにする
生産・流通・輸送	エコドライブシステム ITS (VICS の普及による渋滞緩和効果)	SCM (サプライチェーンマネジメント) リユース支援システム (リサイクル・トレーサビリティを含む)	物流・配送管理支援システム
事務所・店舗	BEMS (ビルエネルギー管理システム)	ペーパーレス化 (電子行政システム、電子カルテ等を含む)	テレワーク/TV 会議 (遠隔医療、e ラーニング等を含む)
一般家庭	HEMS (家庭用エネルギー管理システム)	電子出版 (音楽・画像配信等、ユビキタスコンテンツ流通を含む)	オンラインショッピング

表 1 CO₂ 削減効果を有するユビキタスシステムの分類

システム名	システムの概要	効果
ITS (VICS の普及による渋滞緩和効果)	VICS (道路交通情報通信システム) 搭載のカーナビが渋滞情報を考慮した最適経路を選択することで、自動車交通の時間短縮や平均速度向上等の効果が得られる。	平均速度向上による自動車燃費の改善。
エコドライブシステム	車載機を設置して、急発進、急加速、急ブレーキ、アイドリングなどの運転情報を収集し、この情報をドライバーへ提示して、省エネ運転を促す。	自動車燃費の改善。
物流・配送管理支援システム	物流 EDI 標準の普及浸透により物流における情報流通が円滑化することで、積載率の向上や共同配送等が進展し、物流管理が高度化・効率化する。	物流の効率向上。
SCM (サプライチェーンマネジメント)	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・流通が進展する。	返品率の低下。
リユース支援システム (リサイクル・トレーサビリティを含む)	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。	機械製品の生産の一部をリユース製品利用で代替。
テレワーク/TV 会議 (遠隔医療、e ラーニング等を含む)	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に代わって、テレワーク/TV 会議の利用が拡大する。	通勤移動と業務移動の削減。
ペーパーレス化 (電子行政システム、電子カルテ等を含む)	行政機関や企業のバックオフィスにおいて、グループウェアなどの導入や業務のネットワーク化が進展し、情報用紙が ICT へ代替される。	情報用紙の削減。
BEMS (ビルエネルギー管理システム)	事務所ビルや工場等における照明、冷暖房、給湯等のためのエネルギー消費を制御して、必要な快適性を維持しつつ省エネを達成する。	事務所ビル・工場における省エネ。
HEMS (家庭用エネルギー管理システム)	家電製品がネットワークを介して連携し、家庭における照明、冷暖房等のエネルギー消費を制御する。	エアコンその他家電製品の省エネ。
電子出版 (音楽・画像配信等、ユビキタスコンテンツ流通を含む)	紙を媒体とした出版物が ICT に代替される。特に一度しか読まれないものについては代替可能性が高いとされる。	印刷用紙の使用量削減。
オンラインショッピング	消費者がインターネットを利用して物品を購入することで、買物へ出かける手間を省く。	買物交通が減少する一方、配送交通と包装用紙は増加する。

表 2 主なユビキタスシステムに期待される CO₂ 削減効果

① ITS（VICSの普及による渋滞緩和効果）

ITSとは、人と道路と車両とを情報でネットワーク化することにより、交通事故、渋滞などといった道路交通問題の解決を目的に構築されるシステムである。ITSは、VICS（Vehicle Information and Communication System、道路交通情報通信システム）によるナビゲーションの高度化のほか、ETC（Electronic Toll Collection System、ノンストップ自動料金支払いシステム）による料金所での渋滞解消、路上駐車対策、信号制御の高度化などの施策から構成される複合的な施策である。なかでもユビキタスネットとの関連が深いのはVICSである。

VICSとは、カーナビに搭載される、車内にいながらリアルタイムに渋滞情報や規制情報といった道路交通情報を知ることができる機能である。目的地への経路検索機能を有するカーナビの場合、自動的に渋滞を考慮した目的地到達予想時刻を再計算したり渋滞を避けた迂回路を再検索したりすることができる。これにより時間短縮が図れるほか、道路網全体でも平均速度が向上し、燃費が改善される。

VICS対応車載機には「1メディア対応」のものと「3メディア対応」のものが市販されている。「1メディア対応」とはFM多重放送のみにより情報を受信するもので、これによって幹線道路の交通情報はほぼ把握できるが、FM多重放送に加えて電波ビーコンと光ビーコンにも対応した「3メディア対応」機種は、さらに精度の高い交通情報を受信することができる。

今後の展開としては、地上デジタル放送、狭域通信、電子タグ（Radio Frequency Identification, RFID）などの通信手段を使い、道路管理側と自動車（路車間）、自動車同士（車車間）などの情報流通を実現するユビキタスITSなどの技術も検討されている¹⁵。

2002年に見直された地球温暖化対策推進大綱（平成14年3月19日地球温暖化対策推進本部決定）では、ITSの推進により370万t-CO₂のCO₂削減効果を見込んでいる。うちVICSの推進の効果は220万t-CO₂とされている。VICSは2003年2月末までに全都道府県でサービス開始しており、2002年度のVICS普及率は10%と推定され、その効果は約95万t-CO₂と算出される¹⁶。

② エコドライブシステム（運行管理システム）

エコドライブシステムは、車載機を搭載して、急発進、急加速、急ブレーキ、アイドリング等の運転情報を収集し、この情報をドライバーへ提示して省エネ運転を促すものであ

¹⁵ 総務省東海総合通信局, ITSにおけるデジタル放送を含めた携帯電話、DSRC等無線システム活用策に関する調査研究会「ITSにおけるデジタル放送を含めた携帯電話、DSRC等無線システム活用策に関する調査研究報告書」（平成16年3月）

¹⁶ 社会資本整備審議会環境部会中間とりまとめ（平成16年6月）

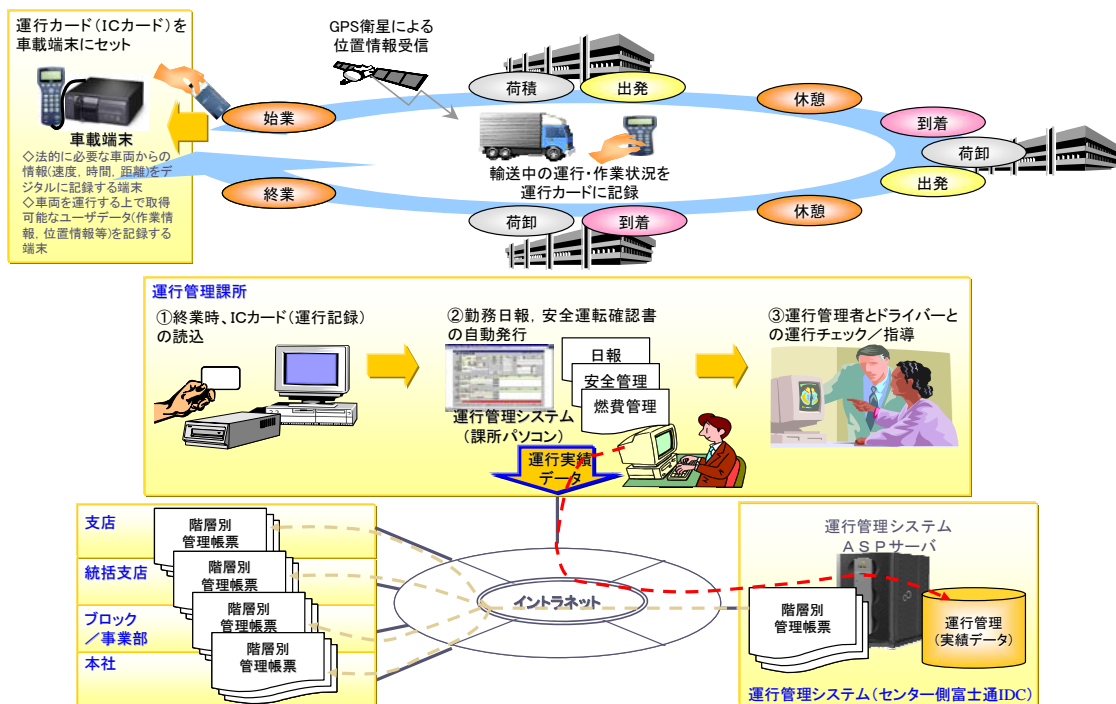


図6 運行管理システム

(出典) 日本通運

る。

・デジタルタコグラフ(運行記録計)

大型トラック、一部のバスおよびタクシー等にはタコグラフ(運行記録計)の装着が義務付けられている。従来一般的であったアナログ式タコグラフは、円形のチャート紙に時間・速度・距離の法定3要素を折れ線グラフで記録するものであるが、情報量に限界があり、管理にも手間を要していた。

近年、デジタル式タコグラフの普及が本格化している。デジタル式は、時間・速度・距離はもちろん、アイドリング時間、エンジン回転数、急発進や急ブレーキの回数、GPS信号の受信による位置情報など、運行データを細かく記録できる。また、運行状況に応じて車載端末から「急発進」「急加速」「急ブレーキ」「速度違反」の警告が音声で流れる機能を持っている機種もある。運行データはわかりやすく分析され、運行管理者やドライバーにとって、なにを改善すればいいかが把握しやすい。アイドリングや急発進が減らせることで、事例によれば約10%の燃料費削減が見込まれている。

地球温暖化対策推進大綱において、エコドライブについては、ICTを活用したシステムとしての効果は盛り込まれていない。ただし、「急発進、急加速をしない運転を心掛ける」等、

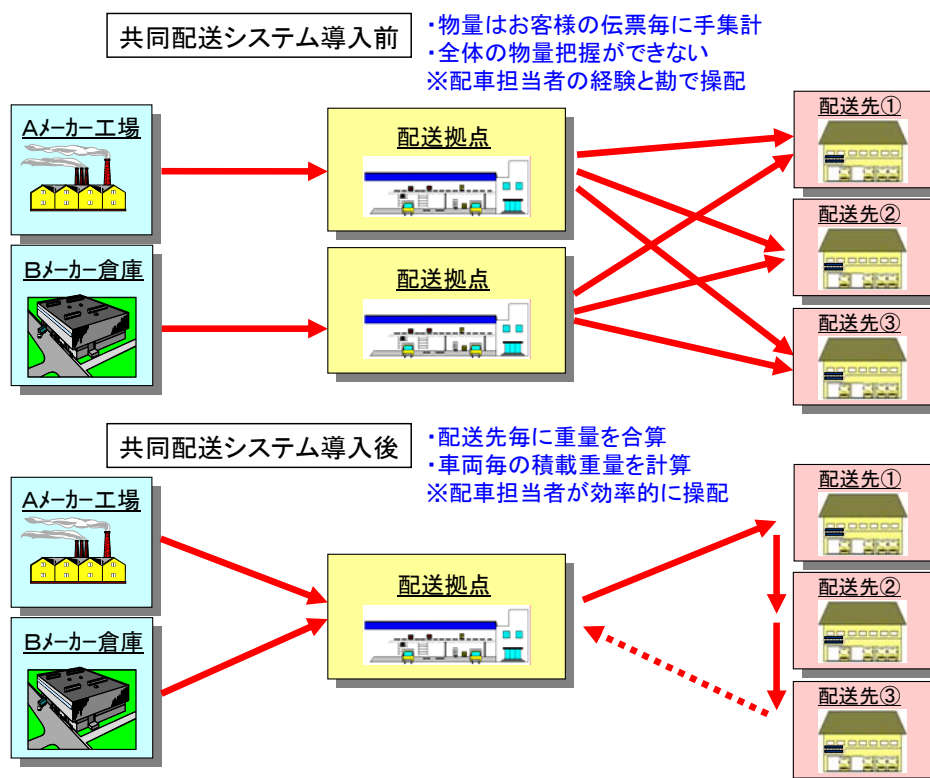


図7 共同配送システムによる運用改善

(出典) 日本通運

ライフスタイル・ワークスタイルに関する課題として記載されている。また、関連する施策として、アイドリングストップ装置搭載車両の普及によるCO₂削減効果 110万t-CO₂、大型トラックの走行速度の抑制による効果 80万t-CO₂が盛り込まれている。

・自家用車両への普及は課題

このように業務用車両でのエコドライブシステムの普及は今後期待ができる一方で、自家用車両での普及は難しいのが実情である。自家用車両はサイズが小さく走行距離も短いため装置のコストを上回るような燃費向上は実感しにくく、また業務用車両で実施されるような運行管理や報奨制度などによる徹底も期待できない。しかし、自家用車両は台数が多く、エコドライブシステムが普及すればCO₂削減効果は大きなものとなる。普及推進のためには、エコドライブシステムの自家用車への自主的な搭載や、普及啓発活動を通じた国民への後押しが重要である。

③ 物流・配送管理支援システム

物流・配送の分野では、共同配送システムなど ICT による物流管理の高度化と、電子タグなどユビキタスネットの要素技術の活用が期待される。

ICTは物流EDI標準の普及浸透を基盤として物流管理の多くの場面で活用されているが、例として共同配送システムについて説明する（図7）。共同配送システム導入前は、伝票を方面別に分け、手作業で重量を集計し、車両を決定していた。このため積載効率に限界があり、また突発的な需要変動に対応できず臨時便が増加するなどの問題もあった。共同配送システムの導入後は、配送先ごとのオーダーの名寄せ、配送先別、車両別の積載重量の自動計算等により積載効率が改善され、またオーダーの事前入手等により需要変動にもより柔軟に対応できるようになった。本調査研究会において報告された事例によれば、10台から25台の4t配送車両を保有する全国25箇所の配送拠点において、共同配送システムの導入により、拠点あたり平均1.5台の配送車両が削減された。

ユビキタスネットの要素技術としては電子タグの活用が見込まれる。物流センターにおける検品の際、これまでのようなバーコード読み取りでは作業の効率性や正確性に限界があったが、電子タグを活用した読み取りでは、開梱せずに品目確認や数量検品が可能となり、また同時に多量の電子タグを読み取るなど、作業時間の短縮と作業精度の改善が期待される。さらに、物流・配送業務における履歴情報を効率的に収集して ICT で活用することが可能となり、長距離輸送用のトレーラーと都市内輸送用のトラックとの使い分けといった、物流管理の高度化がより一層進展する。

地球温暖化対策推進大綱では、トラック輸送の効率化による CO₂ 削減効果を 290 万 t-CO₂ としている。これは主に長距離輸送におけるトレーラー及び 25 t 車の導入による効果であり、ICT を活用した共同配送等の配送効率化の効果は明示的には想定されていない。

④ SCM

SCM（サプライチェーンマネジメント）とは、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し、在庫削減と品切れの防止という、相反する課題を同時に解決することを目指すものである。SCMにおいては、全体の計画立案にサプライチェーン計画（SCP）ソフトが使用され、また需要動向の把握、在庫状況の把握等においても ICT の活用は不可欠である。

SCM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・流通が進展し、返品率の低下や在庫の圧縮につながると期待される。生産量が少なくて済むため、その分製造時の CO₂ が削減される。

⑤ リユース支援システム

リユース支援システムは、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ものである。

リユースは、循環型社会形成推進基本法において、リサイクル（再生利用）より優先されるべき取り組みとして位置付けられているが、現実には取り組みが進んでいない。この要因として、リユース品の残存価値を適正に把握する方法が確立されていないため、リユース市場が形成されにくいという点がある。リユースの促進のためには、リユース品の残存価値を把握するため、電子タグ等のユビキタスネット技術・システムを活用して、使用頻度や劣化状態などの情報を管理し、二次利用者に適切に提供することが必要である。

⑥ テレワーク／TV 会議

テレワークとは、「情報通信手段を週 8 時間以上活用して時間や場所に制約されない働き方」と定義されている。つまり勤労者が、通常のオフィスだけではなく、自宅、サテライトオフィス、モバイル環境など、ICT を活用して同僚や顧客と連絡を取り合いながら仕事を進めていくような働き方などのことである。これにより、育児、介護、体力的な問題などでフルタイムやパートタイムで働くことが困難な勤労者にとって適した働き方であるとともに、さらには、勤務形態の枠を広げることにより、緊急時の対応能力や、勤務者の能力発揮、集中力向上を促すものである。

従来から、電話と FAX で連絡を取り合うようなテレワーカーは存在していたが、PC の普及などオフィスのデジタル化、ブロードバンドアクセス、モバイルアクセスの拡充による他、e ミーティング、e ラーニングなどユビキタス技術・システムの普及拡大によって、必要なデータへのアクセスや TV 会議の利便性が高まり、テレワークの有効活用が可能となる勤労者の層が今後ますます拡大していくと考えられる（図 8）。

テレワークはオフィス機能の最適配置を可能とすることで、都市内だけにオフィスを集中的に立地する場合と比較して、オフィススペース、通勤・移動等を相対的に削減することが可能となる。これにより通勤や業務のための移動が減少し、交通機関のエネルギー消費が削減される。本調査研究会において報告された事例によれば、1,000 人の社員が 1 年間、企業ポータルを活用したテレワークスタイルを導入することによって、年間約 2 億円のコスト削減効果と年間約 80 t-CO₂ の CO₂ 削減効果が得られたと試算されている。地球温暖化対策推進大綱では、テレワーク等の ICT を活用した交通機関の代替による CO₂ 削減効果を 340 万 t-CO₂ としている。

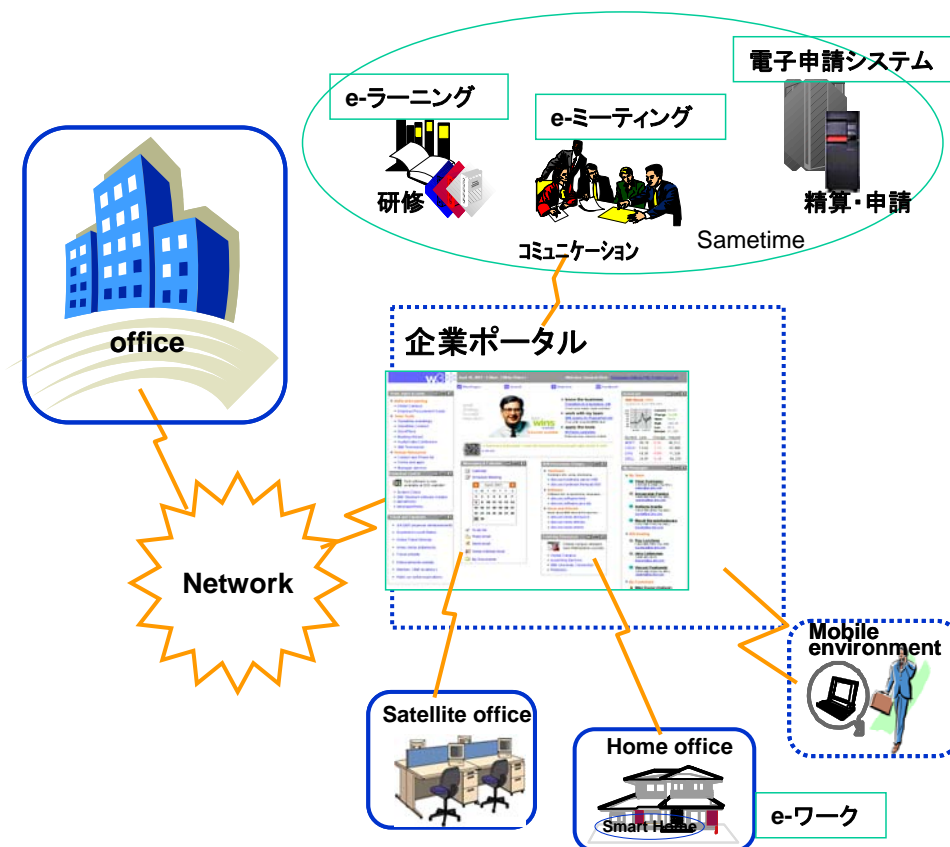


図8 テレワークシステム

(出典) 日本アイ・ビー・エム

⑦ ペーパーレス化

PC・企業内 LAN の普及に伴い、電子メールによる連絡、各種書類の電子化、データ・ファイルの共有等、オフィスにおけるペーパーレス化は着実に進んでいる。

ペーパーレス化の代表例としては、企業間の受発注・決済業務の電子化に活用されている CALS/EDI (Commerce At Light Speed/Electronic Data Interchange, 電子データ交換) が挙げられる。CALS/EDI は、設計—購買—製造—物流—運用の各部門間で、情報の電子化と標準化および共有化を行うことにより、迅速に部門間や企業間での効率的な商取引の実現を通じ、企業の経営コストの削減のために導入が進められてきたが、物(紙)の消費や物(伝票等)の移動(物流)量の減少によるエネルギー使用の削減から、CO₂の削減にも貢献できるものとして期待されている。

ア ペーパーレス化による CO₂ 削減効果

CALS/EDI 等、ペーパーレス化による CO₂ 削減効果には 3 つの側面がある。第一は紙(伝

票等)の使用量の削減(狭義のペーパーレス化)、第二は紙の削減に伴う輸送量や保管スペースの削減、第三は業務効率化による工数削減である。第二、第三の効果は個別のケースによって大きく異なり、また間接的な効果であることから明確な評価が難しい。このため、以下に示す個別事例では第二、第三の効果も考慮してCO₂削減効果を評価しているが、「第3章 ユビキタスシステムによるCO₂削減効果の試算」でのマクロ的な評価では、第一の効果のみを考慮した。

- ・ペーパーレス化による増減要因

ペーパーレス化によって、物の消費量、人の移動量、物の移動量、オフィススペース、倉庫スペース、ICT・ネットワーク機器電力消費量、ネットワークデータ通信量の7要因が増減すると考える。CO₂削減量への換算は、システム導入前後において、要因毎に調査項目のデータを積み上げ、各項目に応じた原単位を乗じることで算出できる。調査項目は物の消費量の場合、システム導入に伴う紙、書籍、CD媒体などの増減であり、人や物の移動量では自動車、鉄道など利用による人や物の移動総量、オフィススペースはワークスペース面積、書類保管、サーバ設置面積の合計、倉庫スペースは物流在庫面積、ICTネットワーク電力消費量はICT機器の電力、ネットワークデータ通信量はネットワークを介したデータ量が対象となる。

業務の効率化によるCO₂削減量

ペーパーレス化により、業務効率の向上が図られ、オフィス業務の工数削減(業務の効率化)が期待される。この、効率化によるCO₂削減量への換算は、関連する業務の占有面積(オフィススペース)が削減されると考えられ、以下のようにして算出する。

- (1) オフィスビルで消費されるエネルギーに由来するCO₂排出量 87.7 kg-CO₂/(m²・年)
- (2) 1人当たりのワークスペース 13.1 m²/人

(1)×(2)=1,149 kg-CO₂/(人・年)となる。つまり業務の効率化により1人・年の工数が削減されると仮定すると、1,149 kg-CO₂のCO₂削減に相当する。なお、「第3章 ユビキタスシステムによるCO₂削減効果の試算」では、ペーパーレス化のCO₂削減効果として業務の効率化を算入していない。

イ ペーパーレス化による具体的事例

本調査研究会では委員より以下の2システムについて紹介があった。

- ・事例1 電子調達(資材調達ネットワークサービス)

資材調達ネットワークサービス(図9)は、発注企業(バイヤー)と受注企業(サプライヤー)間の見積、注文から検収までの製品部材の取引を支援するネット調達ASPサービスである。導入前は資材購買部門における注文書の事務処理、取引企業への伝票の郵送作

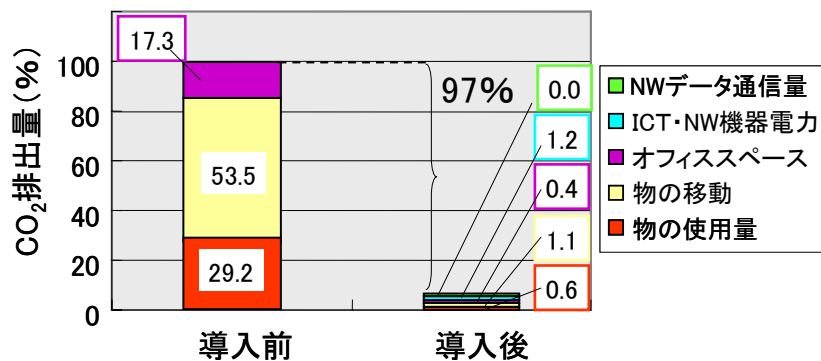
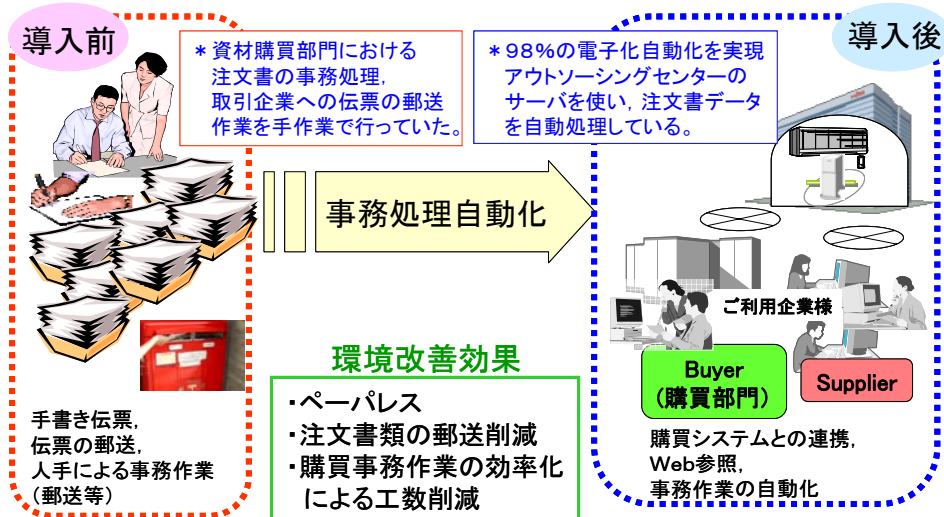


図9 資材調達ネットワークサービスのCO₂削減効果

(出典) 富士通研究所

業を手作業で行っていたものが、導入後は事務処理の自動化を図り、注文書を電子化し、アウトソーシングセンターのサーバを利用し、注文書データを自動処理することが可能になる。導入により、主にペーパーレス、注文書類の郵送削減、購買事務作業の効率化による工数削減を図ることができ、CO₂排出量を97%削減することが可能と試算されている。

・事例2 電子行政（内部共通事務支援システム）

内部共通事務支援システム（図10）は、自治体の財務会計、人事給与、庶務事務などにおいて、文書や伝票の電子決済を実現するサービスで、電子自治体の中核となるシステムである。導入前はすべての伝票処理を紙で決済していたものが、導入後は電子決済による省力化を図り、法定文書など一部を除き、電子データによる決済で処理することが可能になる。導入により、主にペーパーレス、文書作成および回送業務の効率化による工数削減を図ることができ、CO₂排出量を44%削減することが可能と試算されている。

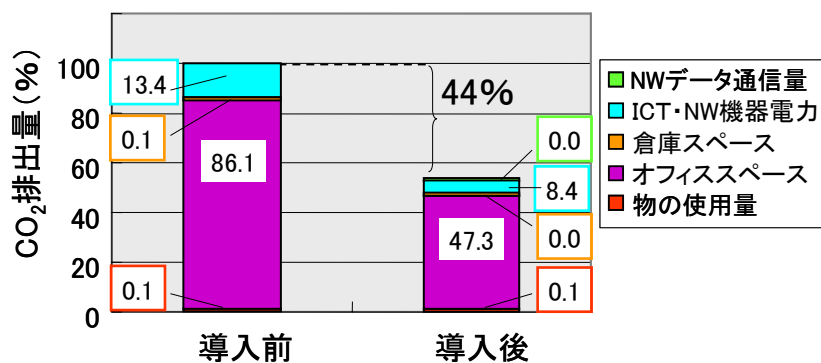
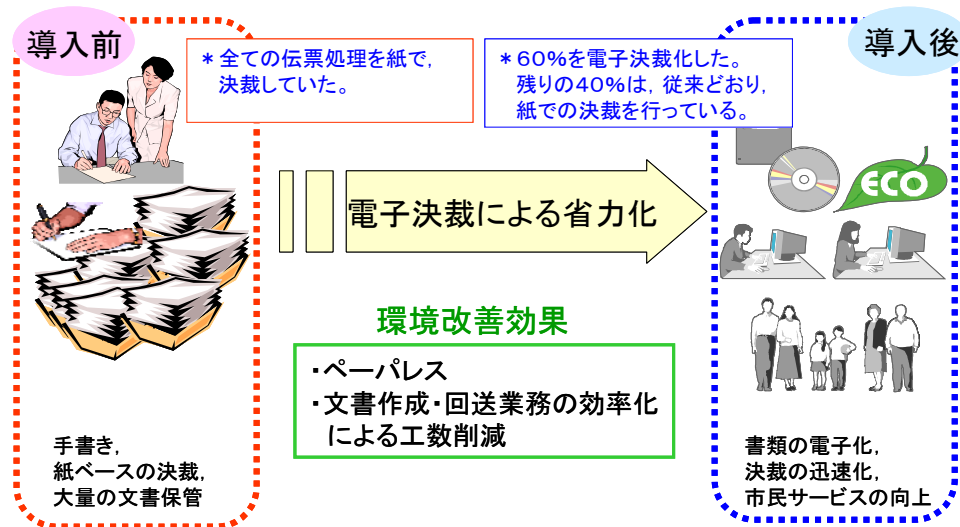


図 10 内部共通事務支援システムの CO₂ 削減効果

(出典) 富士通研究所

⑧ BEMS

BEMS とは、事務所ビルや工場等における照明、冷暖房、給湯等のためのエネルギー消費を制御して、必要な快適性を維持しつつ省エネを達成するシステムである (図 11)。現在導入されている一般的な BEMS は、LONWORKS¹⁷などの専用プロトコルによる空調、照明、防災・防犯などの統合管理インフラと、スケジュール制御、ゾーン単位の運転制御、中央監視などの制御機能からなる。

BEMS による省エネ効果は条件によっても異なるが、一般的には 10 %程度と考えられる¹⁸。地球温暖化対策推進大綱では、「業務用需要におけるエネルギーマネジメントの推進」

¹⁷ 米国 Echelon 社が開発した監視・制御のためのネットワーク技術体系。

¹⁸ 岡垣晃「改正省エネ法と BEMS 導入支援事業の概要」建築設備総合協会「BE 建築設備」2003 年 10 月号

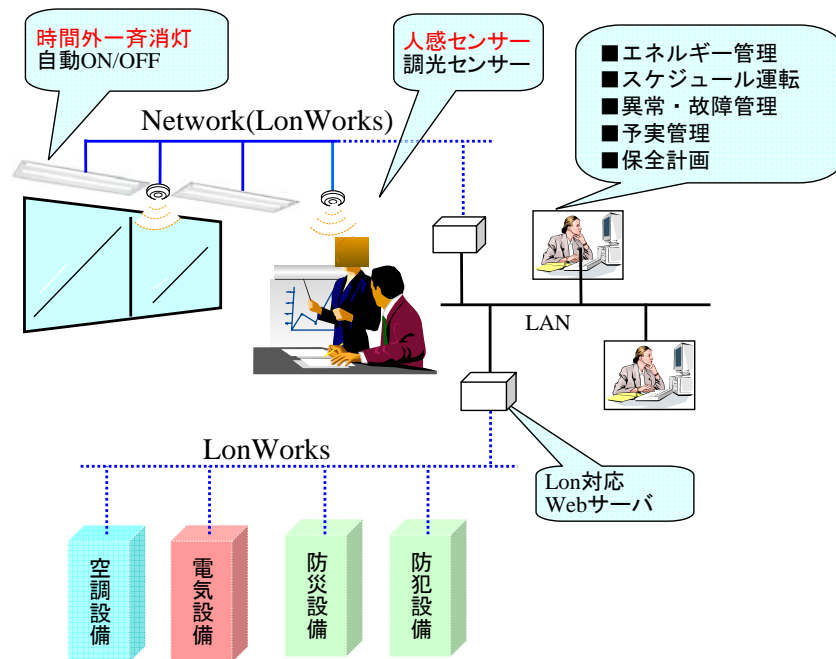


図 11 BEMS

(出典) 日本アイ・ビー・エム

として、BEMSのほか、省エネ法の改正やESCO（Energy Service Company）の活用など制度的な改正の効果を含めたCO₂削減効果を770万t-CO₂としている。

・ユビキタスネット技術の活用による機能の向上

これまでのような専用プロトコルによるBEMSでは、きめ細かな調整は専門のオペレーターが操作し、また、設備・機器ひとつひとつの制御にはそれぞれ煩雑な設定が必要となっていた。また、専用プロトコルのインフラとLANや電話のインフラとは別々に配線・構築することが必要であった。

IPv6を利用したBEMSでは、ビル館内の設備や機器にIPアドレスを割り当てることで、インターネット経由の管理、制御が可能となる。IPv6の高いセキュリティー性能を生かし、専用端末だけでなくPCやPDAからも制御が可能となるほか、ビル外部からの制御も可能となる。インフラでもLANやVoIP（Voice over Internet Protocol：IP電話）との共有が可能となり、資材が削減されるだけでなく、設備間の有機的連携を図ることができる。

電子タグ等を利用した位置情報把握も有効である。ビル内の在館者が電子タグ等を所持し、ゾーン単位に設置したアンテナにより在室状況、人数等を把握する。これにより、在館状況に応じた外気取り入れ、不在箇所の消灯、空調停止等を行うことができるようになる。一方、病院、大規模店舗等、不特定多数の人々の出入りがある建物等では、電子タグ

に代え、センサーネットワークの活用も必要である。

⑨ HEMS (ECHONET)

HEMS とは、家電製品がネットワークを介して連携し、家庭における照明、冷暖房等のエネルギー消費を制御するものである。このためのネットワーク技術としてエコーネット・コンソーシアムが提唱している ECHONET は、主に白物家電等の監視・制御を行うための設備系ホームネットワークの規格である。

ホームネットワークの分野では、映像や音声のコンテンツ配信のために用いられる AVCC¹⁹系ホームネットワークも存在する。設備系では、一般的な用途においては 10 kbps 以下の通信速度で十分である。AVCC 系は設備系に比べ、技術の進歩が急速であり、製品のライフサイクルも短いため、設備系とは切り離して標準化が進んでいる。ただし、AVCC 系は人にやさしいマンマシンインターフェースとしての活用が期待できるため、ECHONET ではゲートウェイを介して AVCC 系と接続して連携することにより、より高度な連携アプリケーションが提供できるよう配慮している。

ECHONET の開発の方針としては、まず、マルチベンダーでシステム構築可能なことである。これは、ECHONET のネットワーク関連機器・システムが共存する環境の構築とともに ECHONET 上で運用されるサービスの提供業者についても、たくさんの事業者が共存出来る環境の構築を目指すものである。また、ECHONET 対応機器の開発を容易にするための開発支援ツールの提供等の開発環境の整備にも力を入れている。

加えて、物理層に依存しない通信ミドルウェアの開発により、さまざまな通信媒体の使用を可能とし、また 8 ビットのマイコンクラスからワークステーション等まで用途にあったプラットフォームの選択を可能とするマルチプラットフォームを前提としている。他のネットワークとの共存や関係によるより高度なアプリケーション提供を実現するための仕掛けも設けていく。

図 12 は ECHONET による省エネ制御システムと住環境管理制御システムの構成例である。外部ネットワークとの接続のためのゲートウェイ、換気扇、CO₂ センサー、異種伝送媒体を接続するルータ、コントローラー、照明、エアコン、機器アダプター、ファンヒーターから構成されている。これにより、例えばエアコンの起動操作があったとき、まず室温を計測し、室温が 30℃を超えていたら換気扇を起動、10 分後に換気扇を停止しエアコンを起動、といった運転を機器が協調して行うことにより、自動的に省エネを図ることができる。

ECHONET を使用した HEMS フィールド実験の例としては、2002 年 2 月から 2004 年 3 月の期間で阪神地区 300 軒を対象とした新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)

¹⁹ AVCC : オーディオ、ビジュアル、コンピュータ、通信

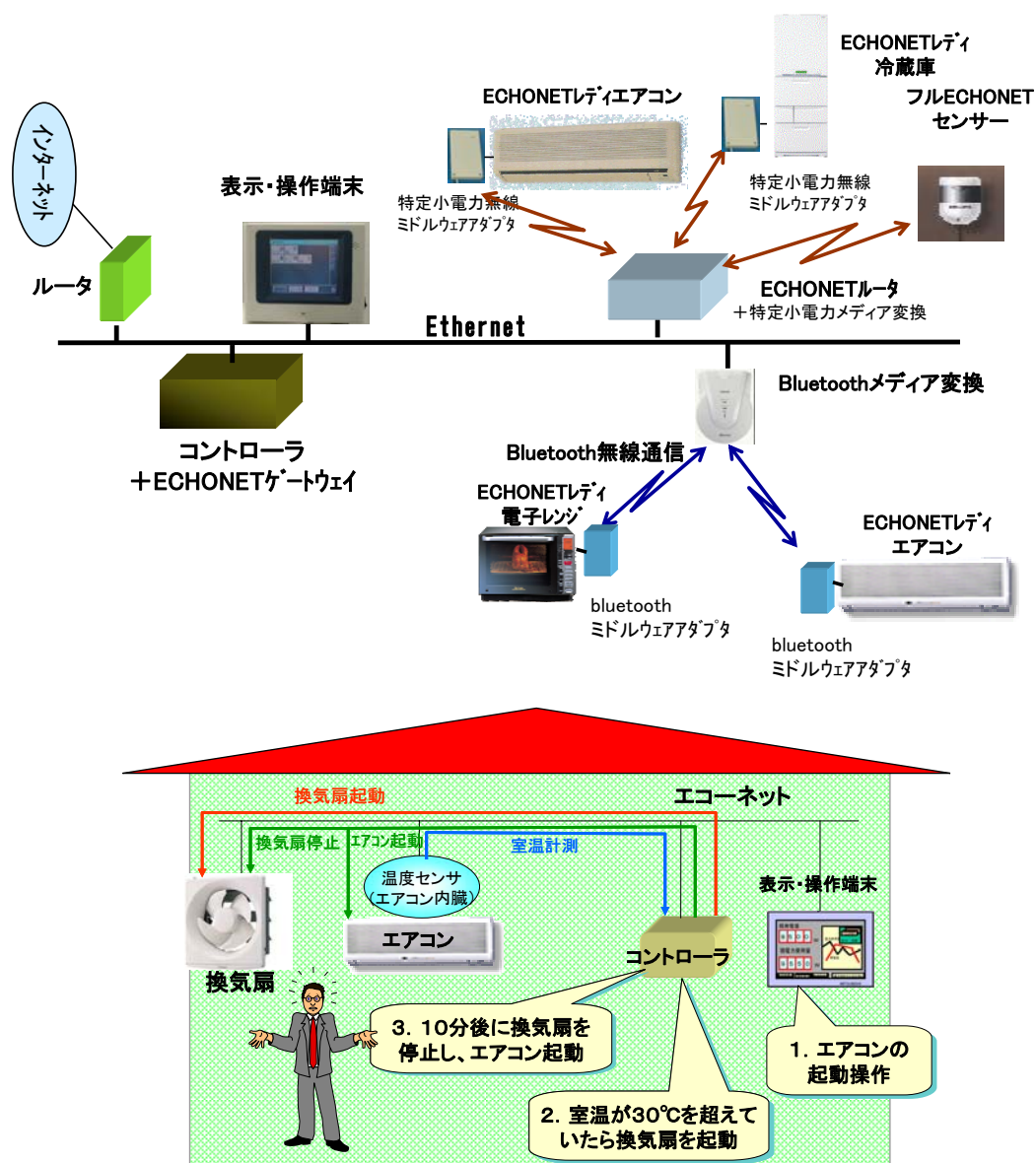


図 12 ECHONET

(出典) 東芝、エコネット・コンソーシアム

の補助事業が実施されている。実験結果によれば、年平均 8% の CO₂ 削減効果があり、特に暖房、給湯の抑制の効果が大きかった。ただし、省エネ効果はユーザーの生活形態に強く依存し、必ずしも CO₂ が減少しない場合もある。

地球温暖化対策推進大綱では、HEMS の普及率を全世帯の 30% と見込み、CO₂ 削減効果を 290 万 t-CO₂ としていた。しかし総合エネ調²⁰ 及び中環審²¹ による最新の普及見通しでは、

²⁰ 総合資源エネルギー調査会需給部会第 11 回会合資料「2030 年のエネルギー需給展望（最終取りま

これまでの普及実績からみてより実現性の高い普及率として全世帯の 17%を見込み、CO₂削減効果も下方修正している。

⑩ 電子出版

電子出版とは、従来紙媒体で出版されていた出版物を電子媒体によって出版したり、ネットワークを通じて直接消費者へ配信したりするシステムをいう。これにより紙の使用量や流通時のエネルギーが削減される。さらに現在、新聞、雑誌、書籍等だけでなく、カタログやパンフレット等の印刷物についても電子出版化が進んでいる。また、需要に応じて必要な部数だけを印刷するオンデマンド出版のような事業形態についても、完全な電子出版化ではないが、在庫を削減できるため紙の使用量削減等の効果がある。しかし、地球温暖化対策推進大綱には電子出版の効果は盛り込まれていない。

⑪ オンラインショッピング

オンラインショッピングは、消費者がインターネットを利用して物品を購入するものである。狭義のオンラインショッピングのほか、オンライン航空券発行、コンビニでの受け渡しなども広義のオンラインショッピングに含まれる。

オンラインショッピングの効果について書籍を例にとり説明する。書籍のオンラインショッピングの多くは、消費者がインターネットのサイト上で欲しい書籍を申し込み、在庫がある場合には 2~3 日で自宅に宅配便で書籍が送付されてくる。これにより、従来のように需要がわからない状態で印刷することが減り、需要量に合った印刷や、在庫の圧縮を可能とする。書籍は返品率が高く、約 40%の書籍が返本・廃棄されているのが現状であるが、これらの一部を減らすことにより、出版印刷にかかるエネルギー消費、あるいは返本のための輸送にかかわるエネルギー消費量の削減につながる。

さらに、消費者も書店に行く必要がなくなる。例えば自動車で買い物に行くことによるエネルギー消費量を減らすことが可能となる。一方で、書籍が宅配便で家庭まで届けられるようになると、小口の輸送に伴うトラックのエネルギー消費が増加する。さらに、包装用紙も丈夫なものが必要となる。これらプラス・マイナスの効果を合算すると、全体としては CO₂削減の効果を有すると考えられる。

なお、地球温暖化対策推進大綱にはオンラインショッピングの効果は盛り込まれていない。

とめ(案))」(平成 17 年 2 月)

²¹ 中央環境審議会地球環境部会第 27 回会合資料「対策の裏付けとなる施策についての技術的検討<中間段階の報告>」(平成 17 年 2 月)

第3章 ユビキタスシステムによる我が国のエネルギー起源 CO₂ 排出量への削減効果の試算

第1節 経済モデル分析の概要

ユビキタスネット社会では、ICT 機器・インフラの普及拡大によりそれらの運用に伴う電力消費量が増加する可能性がある。一方で、ユビキタスシステムにより、「(ICT 機器以外の)エネルギーの利用効率を改善する」「物の過剰な生産や消費を解消する」「人や物の移動が少なくても済むようにする」という CO₂ 削減効果や、ユビキタスネット産業の拡大によって我が国経済の産業構造のソフト化・サービス化が進展し、GDP あたりの CO₂ 排出量が減少する効果が生じると考えられる。このような環境へのプラス・マイナスの影響を総合して、ユビキタスネット社会の進展が我が国経済全体へ及ぼすマクロ的な影響をトータルで評価するために、経済モデル手法を利用した定量的な分析を行った。

・ 応用一般均衡モデル分析の特徴

地球温暖化対策の効果を分析した既存の研究²²では、産業連関分析をベースとした LCA²³ 分析や、マクロ計量分析、応用一般均衡モデル分析等の経済モデル分析手法が用いられてきた(図 13)。

- ・ 産業連関分析は、製品の LCA 評価に産業連関表のデータを適用して分析を精緻化する手法である。
- ・ マクロ計量分析は、GDP や雇用統計など各種マクロ統計指標の間関係に着目して環境影響を評価する手法である。
- ・ 応用一般均衡モデル分析は、産業連関表上で価格変化や技術革新の影響を与えてその波及効果の影響を見るもので、技術革新や経済政策等の一国経済全体への波及効果を捉えることに適しており、公共政策の経済効果の評価等に応用する試みが行われている。

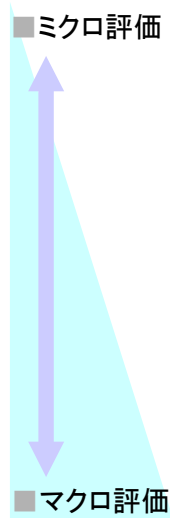
²² 産業連関分析等をベースに、各種 ICT システムの環境影響評価を行い、影響量を足し合わせて我が国のエネルギー需要に与える影響を評価した事例としては以下が挙げられる。

地球環境戦略研究機関「IT の地球環境問題に対する影響に関する調査研究 報告書」(2001 年 3 月)
エネルギー総合推進委員会「IT 化の進展にともなうエネルギー消費形態への影響評価 調査研究報告書」(2002 年 3 月)

マクロ計量分析に基づく評価事例としては以下が挙げられる。

湘南エコノメトリクス・地球産業文化研究所「『産業連関表などを用いた、IT 革命が地球環境問題に及ぼす影響』に関する調査研究報告書」(2002 年)

²³ LCA (Life Cycle Assessment) : 工業製品、建築物その他の製造・使用・廃棄に係わるすべての工程における資源の消費や廃棄物の量を計算し、環境への影響を評価する方法。



評価方法	評価レベル	主な評価モデル例
積上げ計算によるLCA評価	製品	各種LCA評価
技術選択モデル	各産業部門	■AIMエンドユースモデル (国立環境研究所)
産業連関分析	製品～産業部門	LCA等と併せて広く利用される
応用一般均衡モデル	国全体 (波及効果を含めて評価)	■KEOモデル (慶応大学、産構審で利用) ■AIMマテリアルモデル (国立環境研究所)
マクロ計量分析	国全体 (GDPの短期予測等 が対象)	■湘南エコノメトリクス
動学的最適化モデル	世界全体	■DICEモデル

図 13 経済モデル分析手法の比較

る²⁴。

地球温暖化対策推進大綱等で検討されている一般的なCO₂削減対策が、燃料や電力の使用を直接的に削減するものであるのとは対照的に、ユビキタスシステムのCO₂削減効果は、紙使用の抑制や生産の効率化による原材料利用の削減など、間接的・波及的にCO₂を削減するものであることが多い。こうした間接影響や波及効果を捉えるためには応用一般均衡モデル分析が最も適していると考えられ、本試算ではこの分析手法を採用した。

従来、CO₂削減効果の評価手法の多くは、個別の対策によって削減される燃料や電力の量にCO₂排出原単位を乗じてCO₂削減量とし、これを足し合わせる方法であるため、間接的・波及的な効果を捉えることは困難である。そのため、応用一般均衡モデル分析における評価結果とは、同じ条件で評価しても結果に差異が生じる可能性がある。

・ 応用一般均衡モデル分析の概要

応用一般均衡モデルを用いた分析手法の概要について例を挙げて説明する(図14)。

産業連関表では、例えば産業Aで生産された製品が、生産に必要な原材料として産業A自身、産業B、産業Cでどれだけ使用され、また消費や輸出にどれだけ振り向けられたかが示されている。応用一般均衡モデル分析では、産業連関表のデータをもとに、各産業部門の生産活動と家計の需要を方程式で記述する。

²⁴ 土木学会土木計画学研究委員会編『応用一般均衡モデルの公共投資評価への適用』(1998年)

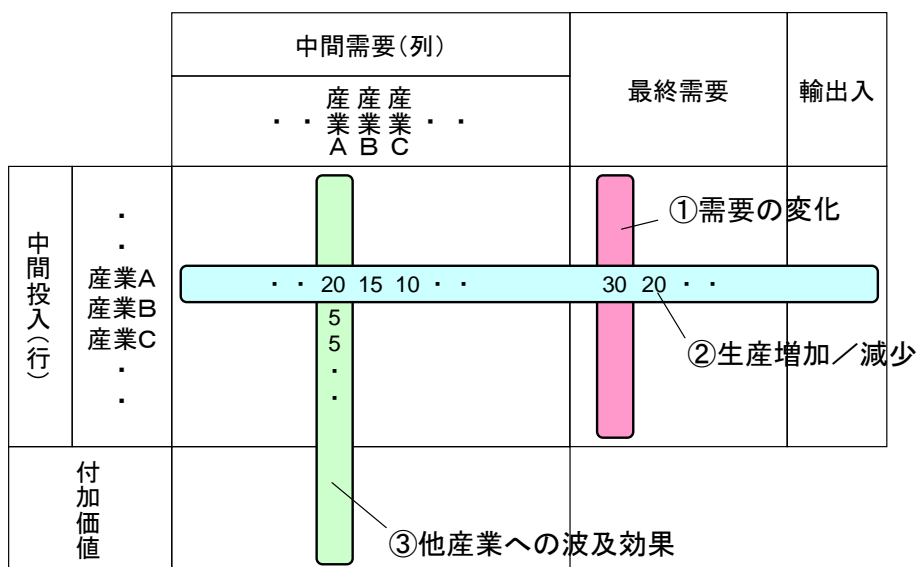


図 14 応用一般均衡モデルを用いた分析の例

ユビキタスシステムの効果によって需要量が増加したとすると(①)、それに対応して産業Aの生産量が増加する(②)。産業Aは産業Bや産業Cの製品を生産活動で使用しているため(③)、産業Bや産業Cへも波及効果が及ぶ。すると再び、産業Bや産業Cでも同様な変化が生じ、波及効果が経済全体に広がってゆく。このように個々の変化を出発点として、経済全体への影響を分析できるのが応用一般均衡モデルの特徴である。

ユビキタスシステムのCO₂排出量への影響は、産業連関表に変化を与える前と与えた後との化石燃料の需要量を比較することで求められる。

第2節 評価対象システムの選定

CO₂削減効果の評価対象となるユビキタスシステムを以下の手順により選定した。

・システムの列挙

まず、電気通信審議会答申(平成10年5月)²⁵及び地球温暖化対策推進大綱(平成14年3月)に記載されているユビキタス技術を活用したシステムや、本調査研究会の会合において委員から紹介のあったユビキタスシステムの活用によるCO₂削減の事例等を参照し、CO₂

²⁵ 電気通信審議会答申「情報通信を活用した地球環境問題への対応」(平成10年5月)

削減効果を有すると考えられるシステムを列挙した。

本調査研究会には、個別技術やシステムを提供するベンダー企業、システムを個別の実際の事業に適用するユーザー企業など、多様な立場からの参加が得られたことから、視点の客観性は確保されたと考えられる。

列挙されたシステムは次の2軸により整理した。

- ・ システムの利用主体：地球温暖化対策推進大綱等における産業、運輸、民生業務、民生家庭の区分を参考として、「生産・流通・輸送」「事務所・店舗」「一般家庭」に区分した。
- ・ システムのCO₂削減効果：「ICT 機器以外（輸送機器、建物等）のエネルギー利用効率を改善する」「物の過剰な生産や消費を解消する」「人や物の移動が少なくても済むようにする」に区分した。

他に、ICT 機器自体のエネルギー利用効率を改善することによってCO₂削減に資するようなシステムもあげられたが、こうした効果はICT 機器・インフラの電力消費量の将来予測に織り込まれていることから、評価対象から除いた。また、環境情報のモニタリングによってCO₂削減に資するようなシステムについても、システム単独による効果ではないことから、評価対象から除いた。システムを整理した結果は表3の通りである。

システムの利用主体	CO ₂ 削減効果		
	エネルギーの利用効率を改善する	物の過剰な生産や消費を解消する	人や物の移動が少なくても済むようにする
生産・流通・輸送	輸送機器のエネルギー利用効率を改善する エコドライブシステム VICS 信号制御の高度化 路上駐車対策 ETC	生産・流通における廃棄を減らす SCM トレーサビリティシステム リサイクル管理システム リユースシステム 動脈・静脈物流	物流のための移動を減らす 物流・配送管理支援システム 求車求貨システム
事務所・店舗	事務所・店舗のエネルギー利用効率を改善する BEMS	業務における紙の消費を減らす ペーパーレスオフィス ビリングサービス 電子カルテ 電子行政システム 資材調達ネットワーク 電子マネー	通勤や業務のための移動を減らす テレワーク TV会議 ネット会議 eラーニング・リアルタイムeラーニング デジタルテストング 電子入札 コミュニティ・コラボレーション 自動販売機オンラインシステム 電子投票 遠隔医療
一般家庭	家屋のエネルギー利用効率を改善する HEMS	家庭における紙の消費を減らす 電子出版 電子カタログ ソフト販売サービス 音楽配信 映画配信 コンテンツ流通	買い物のための移動を減らす オンラインショッピング 旅券購入システム

ICT 機器自体のエネルギー利用効率を改善する	サーバの省電力化、Data Center Hosting Service、ユーティリティコンピューティング、シンククライアントシステム
環境情報をモニタリングする	センサーネットワーク、監視・計測のユビキタス化

表3 会合等により列挙されたユビキタスシステム

・システムの整理統合

表 3 のシステムには、一方が他方に包含されているものが混在している。また、産業連関表によるマクロレベルでの評価であるために CO₂ 削減効果を別個に評価することが困難な場合もある。そこで、既存の評価事例等を参考にして、表 3 のシステムを表 4 の通り整理統合したうえで、CO₂ 削減効果の評価対象とした。

表 4 のシステムを、CO₂ 削減効果が帰属する部門を基準として再分類すると表 5 の通りとなる。

システムの利用主体	CO ₂ 削減効果		
	エネルギーの利用効率を改善する	物の過剰な生産や消費を解消する	人や物の移動が少なくても済むようにする
生産・流通・輸送	エコドライブシステム ITS (VICS の普及による渋滞緩和効果)	SCM (サプライチェーンマネジメント) リユース支援システム (リサイクル・トレーサビリティを含む)	物流・配送管理支援システム
事務所・店舗	BEMS (ビルエネルギー管理システム)	ペーパーレス化 (電子行政システム、電子カルテ等を含む)	テレワーク/TV 会議 (遠隔医療、e ラーニング等を含む)
一般家庭	HEMS (家庭用エネルギー管理システム)	電子出版 (音楽・画像配信等、ユビキタスコンテンツ流通を含む)	オンラインショッピング

表 4 評価対象として選定したユビキタスシステム

CO ₂ 削減効果が帰属する部門	システム
産業部門	SCM、リユース支援システム、ペーパーレス化、電子出版
運輸部門	エコドライブシステム、ITS (VICS)、物流・配送管理支援システム、テレワーク/TV 会議、オンラインショッピング
民生業務部門	BEMS
民生家庭部門	HEMS

表 5 ユビキタスシステムの CO₂ 削減効果の部門分類

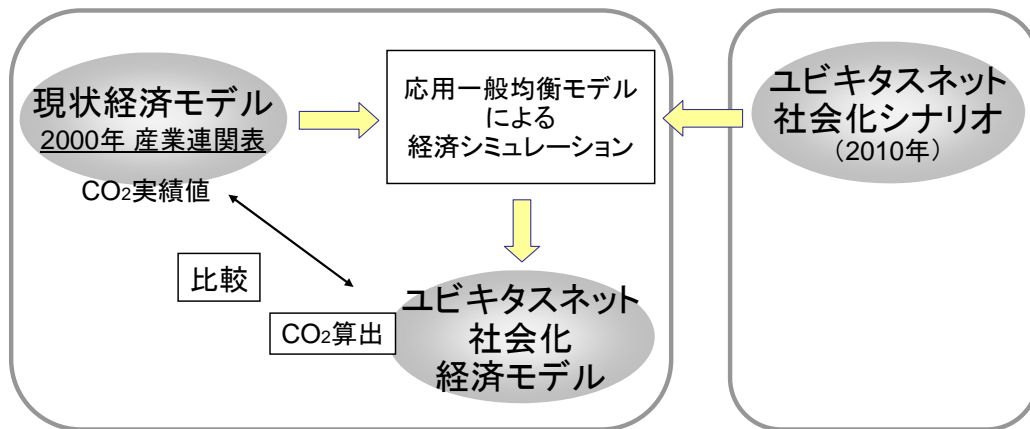


図 15 本試算の分析の流れ

第3節 経済モデル分析

1 分析の流れ

応用一般均衡モデル分析の枠組みを用いた本試算の分析の流れを図 15 に示す。

1. 現状経済モデルの作成
 - ・ 現在公表されている最新の産業関連表である 2000 年産業関連表²⁶をもとにして、2000 年の我が国の経済に対応する経済モデルを作成した。この経済モデルを「現状経済モデル」と呼び、本試算における基準の経済モデルとした。
2. ユビキタスネット社会化シナリオの想定
 - ・ 2010 年におけるユビキタスシステムの普及予測、各システムによる CO₂ 削減効果及びユビキタスネット関連市場の拡大を想定した。この想定を「ユビキタスネット社会化シナリオ」と呼ぶ。
 - ・ 本試算では、ユビキタスシステムの普及拡大による CO₂ 削減効果に着目するため、マクロフレーム（経済規模（GDP）やエネルギー原単位等）を 2000 年レベルで一定（GDP を固定）とした。
3. ユビキタスネット社会化経済モデルの算出
 - ・ 現状経済モデルにユビキタスネット社会化シナリオを組み込んで新たな経済モデルを算出する。これを「ユビキタスネット社会化経済モデル」と呼ぶ。
4. CO₂ 排出量の比較

²⁶ 総務省統計局「平成 12 年（2000 年）産業関連表」基本取引表（平成 16 年 3 月）

- ・ 現状（2000年）のエネルギー起源 CO₂ 排出量の実績値と、ユビキタスネット社会化経済モデルから計算される CO₂ 排出量とを比較することで、ユビキタスネット社会化シナリオが我が国の温室効果ガス排出量に及ぼす影響を算出した。

2 現状経済モデルの作成

まず、現在公表されている最新の産業連関表である 2000 年産業連関表をもとにして、2000 年の我が国の経済に対応する経済モデルを作成した。この経済モデルを「現状経済モデル」と呼び、本試算における基準の経済モデルとした。

現状経済モデルの作成のためには 2 つの設定が必要となる。第一は産業連関表の部門と財の統合である。第二は生産関数と需要関数の設定である。現状経済モデルは、応用一般均衡モデルの枠組みにより、統合された産業連関表を、設定された関数を用いて、方程式体系で記述したものである。

(1) 産業連関表の部門と財の統合

応用一般均衡モデル分析では、計算負荷を軽減するために部門統合を行うことが一般的である。本試算では 405 部門 517 財で構成される 2000 年産業連関表をもとに、部門や財をまとめ、39 部門 40 財の産業連関表とした。本試算で設定した 39 部門は表 6 の通りである。40 の財については、部門の中で「原油」部門が、「原油」財と「天然ガス」財の 2 財に分割した以外は、部門と財は一対一に対応している。

(2) 生産関数と需要関数の設定²⁷

応用一般均衡モデル分析では、各部門の生産活動を生産関数でモデル化する。生産関数は一般的に用いられる CES（Constant Elasticity of Substitution）型関数を採用した。CES 型関数ではパラメータとして代替弾力性を設定する。生産関数は全ての生産部門で共通であるとして、以下のように代替弾力性を設定した。エネルギー財以外の中間投入財の間の代替弾力性を 0 とし、エネルギー関連財については、石油、石炭等の 6 つの化石燃料財の間の代替弾力性を 1、6 つの化石燃料財と電力の間の代替弾力性を 0.3 とした。生産要素（労働力、資本）の間の代替弾力性を 1 とした。

需要部門は最終消費部門と投資部門の 2 部門として、需要関数でモデル化した。両者の間の代替弾力性を 0 とし、消費部門の代替弾力性を 1（コブダグラスの需要関数）、投資部門の代替弾力性を 0 とした。

²⁷ 増井利彦，松岡謙，森田恒幸「環境と経済を統合した応用一般均衡モデルによる環境政策の効果分析」，土木学会環境システム研究論文集，Vol.28，pp.467-475（2000）

<ul style="list-style-type: none"> ・農林水産業 ・鉱業 ・石炭 ・原油 ・軽工業 ・紙 ・新聞 ・印刷・出版 ・化学製品 ・石油製品 ・石炭製品 ・窯業・土石製品 ・鉄鋼・非鉄金属・金属製品 	<ul style="list-style-type: none"> ・電子計算機・同付属装置 ・通信機械 ・機械（その他） ・情報記録物 ・建設 ・非住宅建築 ・電気通信施設建設 ・電力 ・都市ガス ・熱供給業 ・水道 ・廃棄物処理 ・卸売 	<ul style="list-style-type: none"> ・小売 ・金融・保険 ・不動産 ・バス・タクシー ・自家用道路旅客輸送 ・道路貨物輸送 ・その他輸送 ・倉庫 ・国内電気通信（除移動通信） ・郵便・放送・その他通信サービス ・移動通信 ・情報サービス ・サービス（その他）
--	--	---

表6 本試算で用いた産業連関表の部門分類

3 ユビキタスネット社会化シナリオの想定

次に、ユビキタスネット社会化シナリオを想定した。これは、2010年のユビキタスシステムの普及予測、各システムによるCO₂削減効果及びユビキタスネット関連市場の拡大を想定し、その直接的な影響によって産業連関表のどの部分にどの程度の変化がもたらされるかという形で数値により表現したものである。

シナリオの想定では以下の3つの項目を考慮した。

1. ICT 機器・インフラの拡大に伴う電力消費量増加
2. ユビキタスシステムの導入効果と普及率
3. ユビキタスネット産業の拡大による産業構造の転換

(1) ICT 機器・インフラの拡大に伴う電力消費量増加

本試算では、ユビキタスシステム等のICT機器、通信ネットワーク等のインフラにおける電力消費量について、「参考資料2 ICT 機器・インフラの電力消費量の予測」で示した各種調査研究事例及び本調査研究会における委員からの意見等を基に、以下のとおり設定した。

試算に当たっては、個々のユビキタスシステムの電力消費量を検討・予測するのではなく、ユビキタスネット社会を構成するパソコン、サーバ等のICT機器の普及数、加入電話・ブロードバンド等のネットワーク利用者数の予測等に基づき、ICT機器・インフラ全体の電力消費量として、ひとくくりにして検討した。

	2000 年	2010 年（予測）
加入電話	5,170	500
ISDN	989	0
DSL	10	1,000
FTTH	10	4,000
CATV	28	500
FWA	0	200
従来型移動体携帯（PDC）	6,292	1,100
第3世代移動体携帯（次世代）	0	7,000
サーバ（ハイエンド）	4	20
サーバ（ミドルエンド）	13	80
ルータ	160	1,492

表7 加入者数（利用者増）の予測について（単位：万加入、サーバ・ルータは万台）

① ネットワーク利用者数を予測

加入電話、携帯電話、ブロードバンド（DSL、FTTH等）の加入者数について設定した（表7）。

② SI系機器の数を予測

サーバ・ルータ等、ブロードバンドネットワークを構成するSI（System Integrator）系機器の数を設定した（表7）。

③ 端末等の数を予測

PC、情報端末等、端末について、2000年及び2010年の普及数を予測した（表9）。

①～③の予測数及び「参考資料2 ICT機器・インフラの電力消費量の予測」のとおりICT機器・インフラの電力消費量を設定した。現状（2000年）の電力消費量は2000年度推計値の296億kWh、ユビキタスネット社会化シナリオの電力消費量は2010年度予測値の454億kWhとした。この値は、端末・サーバーの増加やインターネット利用の増加、及び機器の省電力化の効果を含めた予測値である。また、ネットワーク関連の電力消費量については、機器を冷却するための空調設備の電力消費量についても各実績値等を参照し、ネットワーク機器の電力消費量の約43%が消費されると設定し、当該数値を加えて試算している。

	2000年	2010年(予測)
PC(家庭)	2,096	4,865
PC(業務)	2,411	9,762
ミドルレンジコンピュータ	100	200
メインフレーム	1.63	1.38
ハブ	189	1,728
携帯情報端末	4,968	21,100
TVを活用したインターネット接続システム等	70	6,300
通信機能付きTVゲーム機等	645	6,100
車載用端末(VICS等)	174	1,090
電話	4,600	4,600
FAX	1,300	2,200

表8 端末の予測(単位:万台)

電力消費量のCO₂排出量への換算については、現状(2000年)とユビキタスネット社会化シナリオの双方とも、電気事業連合会(以下、電事連という。)が公表した2000年度の使用端CO₂排出原単位(0.379 kg-CO₂/kWh)を採用した²⁸。なお電事連は、「2010年度における使用端CO₂排出原単位を1990年度から20%程度低減(0.34 kg-CO₂/kWh程度にまで低減)するよう努める」との目標を掲げている²⁹。以上を表9にまとめる。

	現状(2000年)	ユビキタスネット社会化シナリオ
ICT機器・インフラの電力消費量	296億 kWh	454億 kWh
使用端CO ₂ 排出原単位	0.378 kg-CO ₂ /kWh	0.378 kg-CO ₂ /kWh
CO ₂ 排出量	1,120万 t-CO ₂	1,720万 t-CO ₂
CO ₂ 排出量の増加量	—	+600万 t-CO ₂

表9 ICT機器・インフラの電力消費によるCO₂排出量

²⁸ 電気事業連合会「電気事業における環境行動計画」(2003年9月19日)

²⁹ この原単位にはIPP(独立発電事業者)、自家発などからの購入電力分を含む。なお総合資源エネルギー調査会「今後のエネルギー政策について」(2001年7月)では、電気事業者(IPP及び自家発電を含まない)の発電端CO₂排出原単位について、1990年度実績の0.374 kg-CO₂/kWhに対して、2010年度には現行対策ケースで0.301 kg-CO₂/kWh、目標ケースで0.270 kg-CO₂/kWhになるとの見通しを示している。

(2) ユビキタスシステムの導入効果と普及率

ユビキタスシステムによるCO₂削減効果は、第一にシステムの導入効果、第二にシステムの普及率によって左右される。ユビキタスシステムの導入効果は、「第3章第2節 評価対象システムの選定」で選定したシステムについて、本調査研究会において報告された事例や、既存の評価を参照して想定した。導入効果の想定過程の概要を表10に示す。

システムの導入によって、各種の間接的・波及的なCO₂削減効果や、逆に、例えば交通の効率が向上することによって交通が快適となり交通需要が増加するといった「リバウンド効果」が生じると考えられるが、本試算では、システム導入と効果との因果連関が明確な範囲のみを考慮した。

なお、ペーパーレス化と電子出版など、一見、導入効果が類似しているケースもあるが、効果が複数のシステムで重複計上されているケースはない。これについては表11で補足する。

ユビキタスシステムの現状（2000年）の普及率については各種資料を参照した。2010年時点の普及率については、本調査研究会委員からの意見を基に、既存の評価事例があるもの（ITS、エコドライブシステム（一般車用）、SCM、テレワーク／TV会議、BEMS、HEMS、電子出版、オンラインショッピング）は既存評価事例における普及予測を参照し、既存の評価事例が見られないもの（エコドライブシステム（業務用）、物流・配送管理支援システム、ペーパーレス化）は過去数年の普及率の推移に基づく他、当該システムを実際に運用している委員からの事例を参照して想定した。

導入効果と普及率の想定過程の詳細は「参考資料3 ユビキタスシステムのCO₂削減効果の評価」で示す。表12に導入効果と普及率の想定を総括を示す。これをもとに各システムの影響を産業連関表上の変化分として設定した。

ITS (VICS)	自動車交通の平均速度の向上率想定値をもとに燃費の改善率に換算した。
エコドライブシステム	一般用（個人乗用車等）については、環境省モデル事業の結果である燃費改善率を用いた。業務用については、本調査研究会において報告のあった運行管理システムの事例を参照した。
物流・配送管理支援システム	物流 EDI 標準化の成果の一例が共同配送の進展であるにとらえ、本調査研究会において報告のあった共同配送の導入事例を参照した。
SCM	SCM によって返品率が削減されるという効果を想定し、化学、機械、繊維等の製造業部門の返品率をベースとした評価を行った。
リユース支援システム	リース製品の一部が ICT 活用によって使用後にリユース市場に回り、新規生産を一部代替する効果が得られると想定して、リース市場の市場規模をベースにした評価を行った。
テレワーク/TV 会議	通勤交通用と業務交通用のガソリン・軽油の需要が減少するとした。
ペーパーレス化	情報用紙の需要が削減されるとした。情報用紙の国内生産量は 1990 年代後半以降減少に転じている。この傾向が継続するとした。
BEMS	ビルにおける導入効果は地球温暖化対策推進大綱で想定されている省エネ率を引用した。工場については NEDO の実証実験に基づく試算を参照した。
HEMS	地球温暖化対策推進大綱で想定されている省エネ率を引用した。
電子出版	電子化により印刷用紙の使用量が削減されるとした。
オンラインショッピング	買物交通、宅配輸送、包装の影響を想定した。

表 10 導入効果の想定過程の概要

SCM と 物流・配送管理支援システム	前者の効果には無駄な生産が削減されることによる輸送の減少も含まれる。後者はある量の物流ニーズがあるときにその物流が効率化される効果である。前者は物流需要の減少で、後者は物流効率化であるため両者に重複はない。
テレワーク/TV 会議と オンラインショッピング	前者には通勤・業務用の交通が削減される効果があり、後者には買物のための交通が削減される効果がある。利用した統計 ³⁰ では、通勤と買物を兼ねた交通が通勤と買物の双方に含まれることはないため、交通削減の効果を重複して計上していることはない。
ペーパーレス化と電子出版	前者は情報用紙の削減であり、後者は出版部門における印刷用紙の削減である。したがって両者の重複はない。

表 11 導入効果の重複計上について

³⁰ 国土交通省「平成 11 年度道路交通センサス」

	効果	普及率 現状(2000年)	普及率 2010年
ITS (VICS)	燃費 2%改善	自動車交通の 4% (VICS 搭載率)	自動車交通の 20% (VICS 搭載率)
エコドライブシステム	一般用 燃費 5.8%改善 業務用 燃費 10%改善	なし	一般用 0.5% 業務用 12%
物流・配送管理支援システム	効率 6%向上	道路貨物輸送の 3%	道路貨物輸送の 8%
SCM	返品率が現状の約 3%から半減する	製造業の 19% (効果も異なる)	製造業の 30%
リユース支援システム	機械製品生産の 3.6%がリユース製品利用で代替	機械製造業の 5%	機械製造業の 40%
テレワーク/TV会議	通勤移動と業務移動の削減	就業者の 3.8% 週平均 2 日 (勤務日数の 40%) のテレワーク	就業者の 25% 週平均 2 日 (勤務日数の 40%) のテレワーク
ペーパーレス化	情報用紙の削減	情報用紙の 6%	情報用紙の 28%
BEMS	ビルにおける省エネ率 空調 12.5%、照明 33.0%、給湯 7.5% 工場における省電力率 4%	なし	業務部門(ビル)の 30% 工場の 10%
HEMS	省エネ率 エアコン 14%、その他家電機器 10%	なし	全世帯の 17%
電子出版	印刷用紙 100%減	出版の 0%	出版の 10%
オンラインショッピング	買物交通 普及分の 50%削減 配送交通 普及分だけ増加 包装用紙 普及分だけ増加	小売の 0.5%	小売の 5%

表 12 導入効果と普及率の想定 の 総括

(3) ユビキタスネット産業の拡大による産業構造の転換

ユビキタスネット社会では、コンテンツや情報サービスなどユビキタスネット産業が拡大し、我が国経済の産業構造もソフト化・サービス化が進展する。ユビキタスネット産業は、従来型の産業と比較すると生産高あたりの CO₂ 排出量が少ない (図 16)。従って、このような産業構造の転換によって、GDP あたりの CO₂ 排出量は減少する。

ユビキタスネット産業の拡大は、我が国の経済規模 (GDP) を拡大させる効果と、経済資源をシフトして産業構造を転換させる効果の双方を生じさせる。本試算では、ユビキタスシステムの普及拡大による CO₂ 削減効果に着目するため、マクロフレーム (経済規模 (GDP) やエネルギー原単位等) を 2000 年レベルで一定 (GDP を固定) とし、産業構造を転換させる効果のみが生じると仮定した場合に、経済全体の CO₂ 排出量がどの程度増減するかを算出

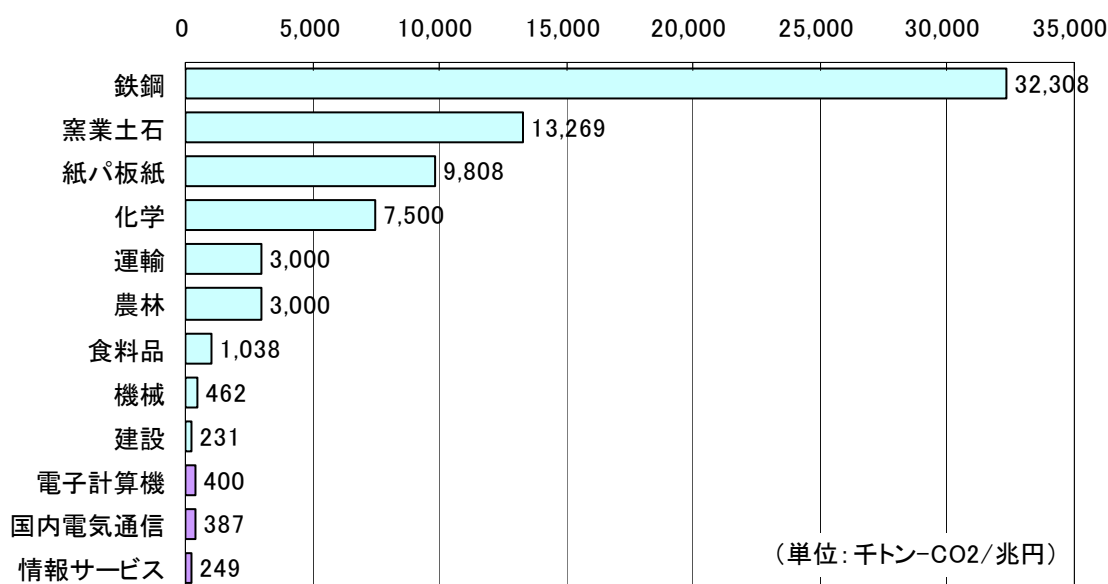


図 16 主要産業の GDP あたり CO₂ 排出量

(出典) 各産業の GDP は産業連関表 (2000 年)。CO₂ 排出量は温室効果ガスインベントリ報告書 (2001 年度)。ただし電子計算機、国内電気通信、情報サービスの CO₂ 排出量は産業連関表から概算した。

した。

ユビキタスネット関連市場の定義を表 14 に示す。市場規模は 2003 年の 28.7 兆円から 2010 年には 87.6 兆円に拡大すると予測されている (表 15)³¹。2000 年の市場規模は、2003 年から 2010 年までの推移推定を指数関数により外挿して 19.0 兆円と推定し、2000 年から 2010 年の間の拡大幅を 68.7 兆円と想定した。

ユビキタスネット関連市場は、試算で用いた産業連関表では、電子計算機、通信機器、機械 (その他)、電気通信施設建設、国内電気通信、移動通信、情報サービスの 7 財が関連する。試算では全産業部門および最終消費部門で、これらの 7 財の投入および消費が増加することを設定して、その影響評価を行った。7 財の合計の国内需要額は「現状経済モデル (2000 年産業連関表)」では約 135 兆円である。この需要が 68.7 兆円増加することで、全産業部門および最終消費部門でこれら 7 財の投入と需要が 51% (=68.7 兆円/135 兆円) 増加すると設定した。産業構造の転換に関連する産業連関表上の変化設定は表 13 のとおりである。

³¹ 総務省「IT の経済分析に関する調査 報告書」(平成 16 年 3 月)

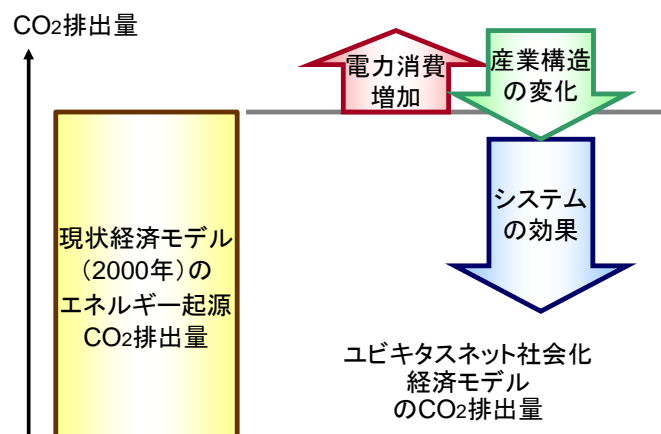


図 17 試算結果のイメージ図

部門	財	変化率
全産業部門 および最終需要	電子計算機、通信機器、機械（その他）、電気通信施設建設、国内電気通信、移動通信、情報サービス	+ 51% (=68.7 兆円/135 兆円)
最終需要	全財 合計	一定 (=GDP 固定)

表 13 産業構造の転換に関連する産業連関表上の変化設定

図 17 に試算結果のイメージを示す。左の棒グラフは現状経済モデル（2000 年）のエネルギー起源 CO₂ 排出量、上向きの矢印は ICT 機器・インフラの電力消費量増加による CO₂ 増加、下向きの矢印は産業構造の転換の影響（後述）と、システムによる CO₂ 削減効果を表す。

4 ユビキタスネット社会化経済モデルの算出

次に、ユビキタスネット社会化シナリオを現状経済モデルに組み込んだ。ただし機械的に両者を足し合わせて組み込むだけでは、整合的でない産業連関表が導出される。すなわち一般均衡が成立しない経済モデルとなる。そこで応用一般均衡モデルの計算によって均衡後の産業連関表を算出した。このようにして求められた経済モデルがユビキタスネット社会化経済モデルである。

ユビキタスネット社会化経済モデルは、2010 年レベルのユビキタスネット社会化の影響を含んでいるものの、マクロフレーム（経済規模（GDP）やエネルギー原単位等）については

2000年の経済モデルと同一となっている。

5 CO₂排出量の比較

最後に、ユビキタスネット社会化経済モデルのCO₂排出量を算出し、現状（2000年）のエネルギー起源CO₂排出量と比較して、ユビキタスネット社会化シナリオが我が国の温室効果ガス排出量に及ぼす影響を算出した。

現状（2000年）のCO₂排出量は2000年度の実績値を用いた。ユビキタスネット社会化経済モデルのCO₂排出量は、2000年産業連関表と2000年度のCO₂排出量の統計データ³²から求めた原油、石油製品、石炭、石炭製品、天然ガス、都市ガスの排出原単位（取引金額あたりのCO₂排出量）を、ユビキタスネット社会化経済モデルでの各財の取引額に掛け合わせることで算出した。ただし、ICT機器・インフラの電力消費によるCO₂排出量については、電事連が公表した2000年度の使用端CO₂排出原単位を用いて換算した。

³² 国立環境研究所 温室効果ガスインベントリオフィス

市場	財・サービス	算入部分
①ネットワーク ⇒広帯域有線・無線通信、IP 利用による先進的ネットワークサービス	<ul style="list-style-type: none"> ・固定ネットワーク系（DSL、FTTH、CATV インターネット） ・無線ネットワーク系（3G 以上の携帯電話、公衆無線 LAN） ・IP 電話系（対個人、対企業） ・企業ネットワーク系（広域イーサネット、IP-VPN、専用回線） 	利用料 〃 〃 〃
②アプライアンス ⇒高度情報通信ネットワーク環境を活用するにあたり基盤となる機器・端末	<ul style="list-style-type: none"> ・PC 系（電子計算機本体、表示装置、外部記憶装置） ・ネットワーク・インフラ系（ネットワーク接続機器、交換機、放送装置） ・ネットワーク固定端末系（その他の入出力装置） ・ネットワーク・モバイル端末系（3G 以上の携帯電話、ネットワーク対応電気音響機器） ・ホームネットワーク系（地上デジタル放送対応テレビジョン受信機、ゲーム機器、DVD ビデオ、デジタルカメラ、ビデオカメラ、ネットワーク対応冷蔵庫、洗濯機、エアコンディショナ（除カーエアコン）、電子レンジ） ・車載系（ETC 車載機、カーナビゲーションシステム） ・IC カード・IC タグ（IC カード、IC タグ） 	購入者価格 〃 〃 〃 〃 〃
③プラットフォーム ⇒高度情報通信ネットワーク環境を活用するにあたり、共通基盤的に提供されるサービス	<ul style="list-style-type: none"> ・電子認証（個人認証、法人認証、サーバ認証、クライアント認証） ・電子公証（文書作成時刻証明を基本とした電子公証サービス） ・マーケットプレイス（マーケットプレイスをネット上に設置し、出店舗を支援するサービス） ・電子決済（電子マネー、クレジットカード、ネットバンキング、ISP などによる BtoC の決済、非接触型 IC カードを介した電子マネーによる実店舗による決済） ・iDC（ハウジング、コロケーション、付加サービス） ・ASP（ネットによるアプリケーション利用サービス） ・セキュリティ関連（不正アクセス／ウィルス監視、FW 運用代行、トラフィック監視、データバックアップ、システム運用監視、セキュア IDC 提供、セキュリティ保険、IDS 関連ログ解析サービス等、ソフトウェア） ・CDN（効率的コンテンツ配信支援サービス） ・インターネット広告（インターネット広告、モバイル広告） ・インターネット金融（ネットワークバンキング（上記の電子決済分は除く）、株式取引・投資信託） 	利用料 手数料 利用料 手数料 利用料 利用料 利用料金、購入者価格 手数料 作成費、媒体費 手数料
④サービス・コンテンツ ⇒高度情報通信ネットワーク環境を活用して利用されるサービス・コンテンツ	<ul style="list-style-type: none"> ・デジタルコンテンツ（パッケージ系、ネットワーク系、携帯電話系） ・デジタル放送（地上デジタル放送、BS デジタル放送、CS デジタル放送、CATV デジタル放送、ブロードバンド放送） ・遠隔健康管理サービス（遠隔健康管理、在宅医療支援サービス） ・高齢者向け遠隔モニタリング（要介護者・高齢者の遠隔安否確認・緊急通報サービス） ・位置情報サービス（徘徊高齢者捜索、盗難車位置検索、子供・ペット、モノ等の位置確認、その場情報の提供） ・ホームセキュリティサービス ・e-ラーニング（初等中等教育、高等教育、企業内教育、生涯教育） 	購入者価格 利用料 利用料 〃 〃 〃 〃

	<ul style="list-style-type: none"> ・センシング・コントロール（IP 通信技術を利用したオフィスビル、集合住宅などの日常機器監視・制御サービス） ・ネットワークを介した公営競技・宝くじ等（競馬、競輪、競艇、オートレース、宝くじ、TOTO） 	<p>”</p> <p>”</p>
<p>コマース</p> <p>⇒消費者向け電子商取引及び電子タグや非接触型 IC カードを用いてキャッシュレス決済される商取引市場</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・オンライン（BtoC）、非接触型 IC カード・電子タグを利用した実店舗における決済、非接触型 IC カードを活用した交通機関・有料道路の決済 	販売額
<p>インフラ</p> <p>⇒高度情報通信ネットワークを活用したサービスを提供・活用するに当たっての、企業等の設備投資額（ソフト・ハード（機器・端末市場を除く））</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ネットワーク関連：通信・放送業の設備投資で、上表のアプライアンスで計上した機器以外のデジタル化関連の設備投資。 ・アプライアンス関連：各種アプライアンス製造のための設備投資（リースを含む）及びソフトウェア支出。 ・プラットフォーム関連：プラットフォーム形成のためのソフトウェア支出。 ・サービス・コンテンツ関連：サービス及びコンテンツの生産のためのソフトウェア支出。 ・コマース関連：BtoC あるいは非接触型 IC カードなどで実店舗で販売するための設備投資（リースを含む）及びソフトウェア支出。 ・ITS 関連：ITS 関連施設整備や ITS の推進に関する国の予算。 ・その他：上記以外のソフトウェア支出。 	<p>設備投資額（土地代を除く）</p> <p>”</p> <p>”</p> <p>”</p> <p>”</p> <p>”</p> <p>外注費、購入費</p>

表 14 ユビキタスネット関連市場の範囲

（出典）総務省「IT の経済分析に関する調査 報告書」（平成 16 年 3 月）

(単位：10 億円)		2003 年	2005 年	2007 年	2010 年
I	コア市場	17,758	24,116	31,479	39,836
1	ネットワーク	2,929	5,770	8,466	9,693
	①固定ネットワーク系	533	1,146	1,441	1,695
	②無線ネットワーク	1,281	3,398	5,515	5,930
	③IP 電話系	96	307	626	1,069
	④企業ネットワーク系	1,019	919	883	999
2	アプライアンス	10,720	12,569	15,338	18,056
	①PC 系	6,916	6,729	6,462	6,061
	②ネットワーク・インフラ系	807	718	705	711
	③ネットワーク固定端末系	185	193	206	236
	④ネットワーク・モバイル端末系	397	1,240	2,360	3,288
	⑤ホームネットワーク系	2,003	3,189	5,010	7,001
	⑥車載系	361	440	521	621
	⑦IC カード・IC タグ	51	60	75	137
3	プラットフォーム	1,212	1,814	2,481	3,590
	①電子認証、電子公証（タイムスタンプ）	16	33	66	106
	②iDC、ASP	297	378	458	634
	③セキュリティ関連	425	535	638	944
	④ネット金融	300	583	882	1,130
	⑤その他のプラットフォーム市場	173	285	436	776
4	サービス・コンテンツ	2,898	3,963	5,195	8,498
	①デジタルコンテンツ	2,135	2,426	2,625	2,867
	②デジタル放送	225	433	1,028	3,453
	③その他サービス市場	538	1,104	1,542	2,177
II	関連市場	10,918	17,028	27,837	47,807
1	コマース	5,133	9,317	15,104	28,070
2	インフラ	5,785	7,711	12,733	19,738
市場合計（I+II）		28,675	41,144	59,316	87,644

表 15 ユビキタスネット関連市場の市場規模

(出典) 総務省「IT の経済分析に関する調査 報告書」(平成 16 年 3 月)

第4節 分析結果

経済モデル分析の結果を以下に示す。表 16 は分析結果の一覧、図 18 は分析結果の図示である。

- ・ 現状（2000 年）では ICT 機器・インフラの電力消費によって 1,120 万 t-CO₂ の CO₂ が排出されている。
- ・ また、ユビキタスシステムの CO₂ 削減効果によって、現状（2000 年）でも -110 万 t-CO₂ の CO₂ 削減が生じている。

	現状 (2000 年)	ユビキタスネット社会化経済モデル	
	CO ₂ 排出量 (百万 t-CO ₂)	CO ₂ 排出量の増 減(百万 t-CO ₂)	基準年（1990 年） の温室効果ガス 総排出量に占め る割合
ICT 機器・インフラの電力消費量増加 による CO ₂ 増加 (下段は電事連目標（2010 年）を用 いた参考値)	11.2	+6.0 +4.2	+0.49 % +0.34 %
ITS (VICS)	-0.2	-0.8	
エコドライブシステム	0	-0.8	
物流・配送管理支援システム	-0.1	-0.2	
SCM	-0.1	-0.8	
リユース支援システム	-0.1	-0.9	
テレワーク/TV 会議	-0.6	-3.3	
ペーパーレス化	-0.0	-0.2	
BEMS	0	-6.1	
HEMS	0	-1.2	
電子出版	0	-0.4	
オンラインショッピング	-0.0	-0.1	
ユビキタスシステムの CO ₂ 削減効果	-1.1	-14.8	-1.20 %
産業構造の転換による影響		-17.7	-1.43 %
CO ₂ 排出量の増減の合計		-26.5	-2.14 %

表 16 経済モデル分析結果

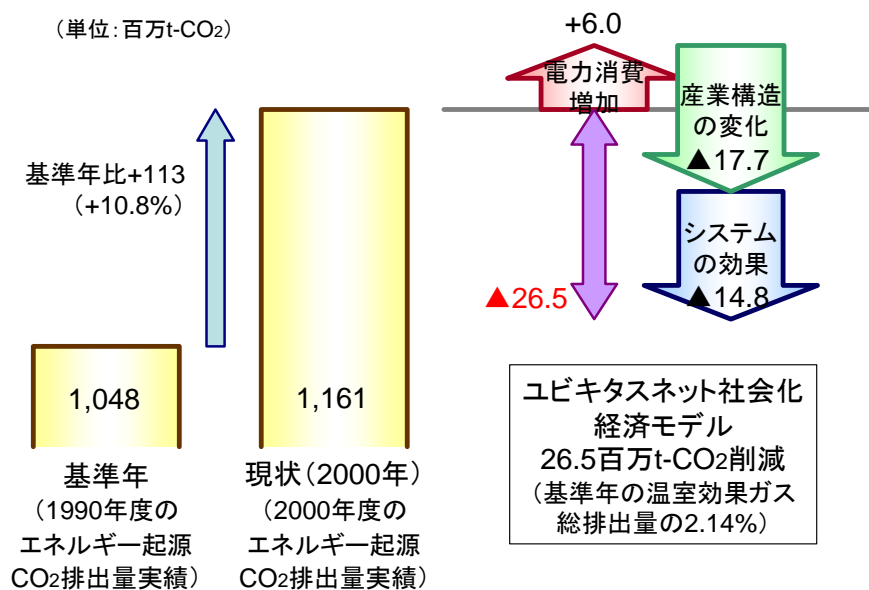


図 18 経済モデル分析結果

- ・ ユビキタスネット社会化経済モデルでは、ICT 機器・インフラの電力消費量の増加に伴って、現状（2000年）と比べて+600万 t-CO₂の CO₂増加がもたらされる。
- ・ 一方、ユビキタスシステムの CO₂削減効果によって、現状（2000年）と比べて-1,480万 t-CO₂の CO₂削減が得られる。
- ・ また、産業構造の転換の影響によって、電子計算機等の7部門の生産が増加して、これらの部門で CO₂は増加するが、ユビキタスネット社会化経済モデルを2000年の経済規模（GDP 固定）としたことから、これら以外の産業の生産は減少することとなり、わが国経済全体の CO₂は減少する。この影響で CO₂排出量は-1,770万 t-CO₂減少すると試算する。
- ・ 以上を合計すると、ユビキタスシステムによる CO₂排出量は-2,650万 t-CO₂の削減となり、2002年の我が国の温室効果ガス排出量 133,100万 t に対する削減目標量 16,822万 t の 15.8%を占め、本研究会における現状とした2000年の温室効果ガス排出量 133,700万 t に対しては、2.0%の量を占める。
- ・ この2,650万 t-CO₂を、京都議定書の基準年（1990年度）における我が国の温室効果ガス排出量 104,800万 t と比較すると-2.14%の削減となる。

(1) 部門別の CO₂削減効果

ユビキタスシステムの CO₂削減効果を、表5の分類に従って帰属する部門でみると、CO₂削減効果はそれぞれ、産業部門で-230万 t-CO₂、運輸部門で-520万 t-CO₂、民生業務部門

で-610万 t-CO₂、民生家庭部門で-120万 t-CO₂となる。このように、ユビキタスシステムは目下 CO₂ 排出量が増加傾向にある民生・運輸部門を中心に CO₂ 削減効果を発揮すると期待される。

(2) 地球温暖化対策推進大綱を前提とした追加対策としての評価

地球温暖化対策推進大綱（平成 14 年 3 月 19 日地球温暖化対策推進本部決定）では、表 16 のユビキタスシステムのうち ITS、テレワーク／TV 会議、BEMS、HEMS の CO₂ 削減効果と、エネルギー供給側の対策として電力の CO₂ 排出原単位の改善が想定されている。一方、ICT 機器・インフラの電力消費量増加と、上記以外のシステム（エコドライブシステム、物流・配送管理支援システム、SCM、リユース支援システム、ペーパーレス化、電子出版、オンラインショッピング）の効果については、明示的には想定されていない。

これら、これまで大綱等で想定されてこなかった効果は、大綱での前提を踏まえた上での追加対策としてとらえられる。大綱を前提とした場合、ICT 機器・インフラの電力消費量増加による CO₂ の増加は原単位の改善により+420万 t-CO₂に抑制されるものの、一部のシステムの CO₂ 削減効果が想定済みであるため追加対策には算入されないため、CO₂ 排出量は-1,690万 t-CO₂の削減となる。

(3) 「産業構造の転換」の解釈

本試算で示した「産業構造の転換」とは、ユビキタスシステムの普及拡大による CO₂ 削減効果に着目するため、2010 年想定 of 技術水準およびユビキタスネット関連市場（情報通信機器、情報通信サービス等）の拡大を、2000 年の経済規模と産業連関表に適用して比較試算した結果である。

現実には、経済規模は年によって変化するが、試算結果は我が国産業が今後目指すべき方向を示していると解釈できる。すなわち、CO₂ 排出量の相対的に少ないユビキタスネット産業が成長することによって、京都議定書を履行しつつ経済を活性化するという環境と経済の両立がより容易に達成できる。

(4) 相乗効果への期待

ユビキタスシステムの CO₂ 削減効果は使い方や導入の仕方に依存する。使い方が適切でなければ CO₂ 排出量が増加する恐れがある。例えば HEMS の実証試験では、導入効果にはばらつきがあり、エネルギー使用量が増加したケースも報告された。また本試算では想定しなかったリバウンド効果（効率が向上しても需要自体が増加する効果）の可能性も、特に民生家庭部門のエネルギー使用や自家用車の利用では指摘されることが多い。

しかし使い方によっては相乗効果が発揮される可能性もある。一つの例として、VICS 対応車載機とエコドライブシステムの双方が装着されている場合に、VICS 対応車載機が道路交通

情報を受信し、エコドライブシステムがこの情報をもとにした運転指示を行えば、両者が連携しない場合よりも燃費向上の効果が大きくなる可能性がある。また、SCM の CO₂ 削減効果は、オンラインショッピングが普及して生産者と販売者の情報共有が容易になればさらに高まると考えられる。

本試算ではユビキタスシステム間の相乗効果を想定していないが、相乗効果を引き出す形でシステムや制度を設計していくことも必要である。

(5) ユビキタスネット社会への期待

ユビキタスネット社会には、一方で、ICT の利活用の高度化に伴う電力消費量の増大が懸念されるが、以上の分析結果から、活用の方法次第では環境負荷の低減に資することが明確化された。また、ユビキタスネット関連市場の拡大といった経済の持続的発展の実現に資することから、ユビキタスネット社会の早期実現に向け、各種施策を推進することが期待される。

今回は、11 のユビキタスシステムに限定して CO₂ 削減効果を試算したため、遠隔医療、遠隔教育（e-ラーニング）等、他にも環境負荷低減に資するユビキタスシステムが存在すること、普及率についても 2010 年の現実的な値を用いたことから、普及推進策の実施による普及加速化と、環境負荷低減効果を有するユビキタス技術の開発を通じ、更なる環境負荷低減効果が期待される。

第4章 ユビキタスネット技術を活用した地球環境観測

平成 16 年 12 月に開催された第 42 回総合科学技術会議において、「地球観測の推進戦略」が意見具申された。この中で喫緊に対応すべき 5 つのニーズとして、①地球温暖化に関わる現象解明、②水循環の把握と水管理、③対流圏大気変化の把握、④風水害被害の軽減、⑤地震・津波被害の軽減が挙げられている。これらのニーズに対してリモートセンシング技術が提供できるソリューションについて述べていく。

1 人工衛星搭載センサー開発

人工衛星からの観測では、陸地のみならず海洋も含む広範囲の領域のモニタリングが可能である。特に温暖化気体排出は今後排出権取引なども関連して国家間の監視が重要となることから、衛星観測により全地球的な観測を定期的に行う必要があり、人工衛星を用いた観測が強く求められる。

これまでわが国で行われてきた衛星による地球観測のなかで、主に地球温暖化に関係するものを紹介する。総合的な地球変動に関する観測を目的とした、みどり (ADEOS)³³、みどり 2 (ADEOS-II) はそれぞれ 1996 年および 2002 年に打ち上げられたが、いずれも衛星故障により観測は短命に終わった。みどり 2 においては、水蒸気、降水量、土壌水分などがマイクロ波放射計により観測され、海洋、陸域バイオマスや雲、エアロゾル等の観測が光学センサーにより行われた。このほかに、極域のオゾンや成層圏微量ガス観測が赤外分光観測により行われた。この中で赤外分光観測技術は、その延長として、CO₂ の観測を目的とする GOSAT³⁴衛星に搭載される予定であり、2007 年打上げをめざして開発が進められている。宇宙から、地球規模の CO₂ 排出量を観測する試みは、京都議定書の発効とともにその重要性を増している。計画では森林や海洋による吸収量（あるいは放出量）を調べるとともに、将来的には国毎の排出量を測定することを目的としている。以降「3 リモートセンシング技術活用の例」では、光学センサーを用いた森林による CO₂ 吸収量把握の試みについて示す。

降水や雲の分布は、みどり 2 などに搭載された受動センサーを用いた二次元的な観測により行われてきたが、三次元分布を観測するレーダー観測への要求が強い。わが国では世界に先駆けて、マイクロ波帯の衛星搭載降雨レーダーを開発し、1997 年に日米協力による TRMM³⁵衛星として観測を開始した。この観測は、降雨の三次元構造解明による熱の輸送の解明やエル・ニーニョ等の異常気象による地球規模降雨分布の変化を初めて測定し大きな成果を上げた。TRMM の後継機として GPM³⁶計画が同じく日米協力により進められている。

³³ ADEOS : Advanced Earth Observing Satellite (地球観測プラットフォーム技術衛星「みどり」)

³⁴ GOSAT : Greenhouse gases Observing Satellite (温室効果ガス観測技術衛星)

³⁵ TRMM : Tropical Rainfall Measuring Mission (熱帯降雨観測衛星)

³⁶ GPM : Global Precipitation Measurement (全球降水観測計画)

同じくレーダー技術を用いて、雲の三次元分布を測定する雲レーダーの開発が進められている。現在雲は地球温暖化の予測モデルの中で最も大きな誤差要因と考えられ、温暖化予測精度向上のために、地球規模の雲観測が強く求められている。特に雲の高さ構造は、大気加熱、冷却を左右する重要な要素であるため、雲のレーダー観測が必要である。雲を観測するためには、降雨を観測するマイクロ波ではなくミリ波（94 GHz 帯）を使ったレーダーが必要であり、このための技術開発が情報通信研究機構で行われている。

2 地上からの環境観測

人工衛星を用いた観測では地球全体の観測が可能となるが、一つの現象の時間的な変化を連続的に観測するには向いていない。地上からのリモートセンシングでは観測範囲が比較的小さくなる反面、固定点での連続観測が可能になる、電力やセンサーの大きさなどに制限が少ないなどの利点がある。

地上からのリモートセンシングによる地球環境計測は現業および研究目的で様々な機関が行っているため、ここでは一例を挙げるに留める。情報通信研究機構では、米国アラスカ大学地球物理学研究所と協力し、高度 10-100 km の中層大気と呼ばれる領域を対象としたリモートセンシング技術の開発を進めている。アラスカ州フェアバンクス郊外を中心に 9 種類の装置を展開し、観測を続けている。この中には、大気微量成分を計測するフーリエ変換型赤外分光器など、越境汚染大気計測などで実績をあげている機器もある。これらの機器は人工衛星等飛翔体に搭載される前段階の開発との位置付けも可能である。この観測で得られたデータは APAN³⁷、TransPAC³⁸といった高速実験回線によって自動的に転送され、東京の情報通信研究機構小金井本部にて収集・解析・公開がほぼ自動で行われる。

3 リモートセンシング技術活用の例 — 森林による CO₂ 吸収量把握³⁹

CO₂ の各種計測手法については前述の通りであるが、ここでは、リモートセンシング技術の活用例として、NTT データと岐阜大学にて先進的に取り組まれている森林による CO₂ 吸収量把握の例を説明する。

京都議定書において森林は CO₂ の吸収源として位置づけられている。森林による CO₂ 吸収量を把握するためには、1990 年以降の新規植林、再植林、森林減少の 3 つの活動（ARD⁴⁰活動）や、京都メカニズムで取り組まれた植林等の活動による吸収源の増減量をモニタリングする必要がある。具体的には、対象エリアの面積やエリア内の樹木本数、樹種や樹木の占有面積等、及びその変化量を把握する必要がある。

³⁷ APAN : Asia-Pacific Advanced Network (アジア太平洋高度研究情報ネットワーク)

³⁸ TransPAC : Trans Pacific (太平洋横断日米回線)

³⁹ 小阪尚子、宮崎早苗、新井啓之、桑田喜隆：商用高分解能衛星による森林域の状況把握、NTT 技術ジャーナル 17(3), pp.93-96(2005)

⁴⁰ Afforestation, Reforestation, Deforestation の頭文字をとったもの。

・ 商用高分解能衛星画像を利用した情報抽出技術

我が国の森林は主に山岳地に存在するため、地上での森林調査では、斜面に生育している木々を調査員が一本一本調べている。これは膨大な作業時間を要し、全国規模で全ての森林域を同じように調査することは事実上不可能であった。

我が国の森林調査では古くから航空写真を使用していた。航空写真は、分解能（1画素の観測サイズ）が15 cm程度で樹木構造の微細な部分まで撮影できるが（図19(a)）、撮影面積は限られていた。

1970年代に最初の地球観測衛星ランドサットが打ち上げられてからは衛星画像の利用が進んできた。しかし、中分解能衛星により撮影された衛星画像は、撮影面積は広いが、分解能が30 m程度であったため、地表の詳細な状況を把握することはできなかった（図19(b)）。

1999年以降にSPOT衛星、OrbView衛星など商用の高分解能衛星が打ち上げられ、画像分解能はカラーで2.44 m、白黒で0.61 mで衛星画像が取得できるようになった（図19(c)）。これにより広域の森林を詳細に観測できることから、森林観測への利用に対する期待が高まっている。

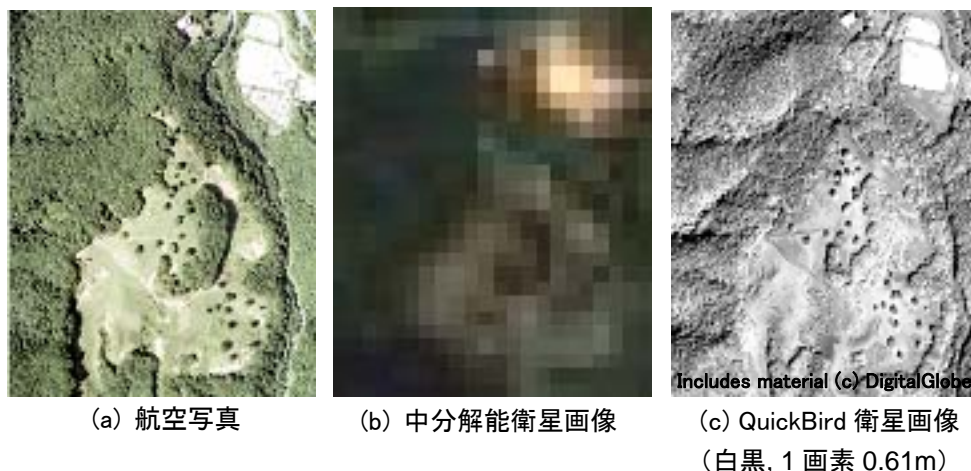
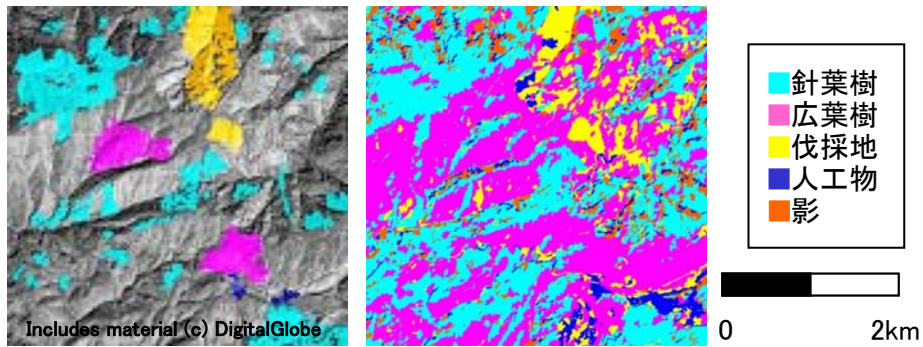


図19 航空写真と中分解能衛星画像

・ 樹種（針葉樹・広葉樹）の分類

樹木の構造により、画像上での模様には差が生じ、樹木の種類（針葉樹、広葉樹）を見分けることができる。例えば、針葉樹の場合は、木の形が天に向かって鋭角的であるため、濃淡の差が大きい細かな模様で表される。一方、広葉樹の場合は、木の形が水平方向に広がっているため、濃淡の差が小さい粗い模様で表される。図20(a)は人間が高分解能の航空写真から判読した結果、図20(b)は衛星画像解析により樹種を分類した結果を示している。



(a) 人間が判読した結果 (b) 衛星画像による解析結果

図 20 樹種分類結果

・ 樹木占有面積と樹木本数の推定

樹の梢の部分は日が当たり画像上でも明るく表示され、樹の間の部分は日が当たりにくく影になるので画像上でも暗く表示される。この特徴を利用して、ある値以上の明るさを有する画素を樹の部分として抽出する。図 21 (a)は、解析対象の衛星画像の一部、図 21 (b)は同領域内の樹木の占有面積を抽出した結果を赤色で示している。

樹の梢の部分は最も日が当たりやすく影ができてにくいので、画像上では樹の内部で最も明るく表示される。従って、3×3の画素の中で中心の画素が最も明るい場合、そこを梢の候補とする。図 21 (b)の樹木占有エリア内のみ抽出した梢の位置は、図 21 (c)の赤色の点である。この点を数えることで樹木の本数を把握することが可能である。

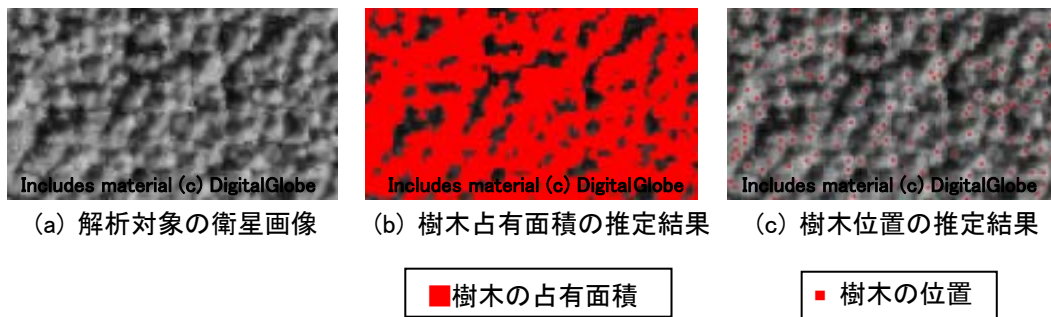


図 21 樹木占有面積推定結果と樹木位置の推定結果

・ 地上調査でのユビキタスネットワーク技術の活用

用途によってはより制度の高いデータが必要になる場合もある。衛星画像から得られたデータと地上でのピンポイントでの観測とを組み合わせることで、精度の高いデータを効率よ

く収集することができる。地上調査においては、GPSによる位置情報把握、PDAによる情報共有などモバイル技術の活用が検討されている。

この技術はもちろん、森林だけではなく、都市部でのヒートアイランドの把握、河川・湖沼・海洋の水質把握などにも活用できるため、一度構築すれば自然環境を総合的にカバーする観測システムとして機能する。また、風水害、森林火災などの状況把握などリスクマネジメントへの活用も考えられる。

第5章 CO₂削減に資するユビキタスネット社会の構築に向けた提言

前章までに、ユビキタスシステムによるCO₂削減効果について、各専門分野からの意見を基に幅広く検討し、ユビキタスネット社会の進展が環境負荷低減に資することが明らかになったところである。

今回の検討では、既存の普及予測と本調査研究会での議論を踏まえ、技術革新の要素や普及の加速化を考慮しない、基本的な普及率を設定の上、評価を行ったが、ITSを構成する機器であるVICSとETCについて、普及促進策（購入支援事業、通行料金割引等）が講じられたETCは、VICSの倍の速度で普及が拡大している。そのため、ユビキタスシステムについても各種施策を講じる事により普及が加速され、それに比例する形で環境負荷低減効果も進むことが期待される。

CO₂排出量を更に削減し、「京都議定書」の義務を早期に履行するためにも、ユビキタスネット社会の進展に向けた具体的な施策を以下のとおり提言する。

1 研究開発の推進

ユビキタスネット社会の基盤となる情報通信技術は、研究開発段階からシステム全体の省エネルギー化を前提に、研究開発を進めることが望まれる。

(1) 基盤技術関連

- ① センサーネットワーク、電子タグによる情報の処理・管理技術等、ユビキタスネット社会の基盤となる技術の研究開発を引き続き推進する。
- ② 超伝導デバイス、量子効果デバイス、ナノデバイス

省電力エネルギー効果が期待できるデバイスの研究開発を推進するとともに、ユビキタスシステムの設計には省エネ型デバイスを積極的に使用することで環境負荷低減効果を高める必要がある。

③ 光ネットワーク技術

光信号を電気信号に変換することなく、光信号のまま伝送することにより、光/電気変換時のエネルギーロスを削減し、省エネルギー化を実現するための光ルータ、光スイッチ等、全光型（フォトリック）ネットワーク技術の研究開発の推進を通じ、情報通信ネットワークの省エネ化を促進する。

(2) モデルシステムの開発

・電子タグ、センサーネットワーク等により構成される、環境計測ネットワーク上において、リアルタイムに情報を収集・解析・発信する大気環境計測モデルシステム等を開発し、環境対策等に迅速で適切な行政の対応等を可能にするシステムを構築する。

・環境負荷低減に資するユビキタス技術を開発するとともに、各分野に適用したモデルシステムの在り方を検討する。

2 ユビキタス関連投資の支援

ユビキタスネット社会の早期実現に向け、民間企業等におけるユビキタスシステムの導入を支援する制度の創設を検討する。

(1) ネットワークの省エネ化

ユビキタスネット化により流通する情報量の増加が予測されている。そのため、情報通信ネットワーク全体の消費電力を抑制するため、省エネ効果の高い設備への更改や、ネットワークの省エネルギー化に資する設備投資を促進するためのネットワーク関連設備の投資を支援する税制及び金融支援措置を検討する。

(具体例)

- ① IP系ネットワーク設備（サーバ、ルータ）等への直流による給電により、無停電電源装置を経由することに伴う直流・交流変換ロスを削減することで、ネットワーク設備関係の省エネルギー化を促進する。
- ② 先進の省エネルギー設備（トップランナー機器）への更改・交換を前倒しして実施することで、省エネルギー化を促進する。

(2) 企業の設備投資

センサーネットワーク（空調、照明、制御）等により無意識（ストレスフリーで自動的に）で省エネルギー化を実現するユビキタスシステムの導入を促進させるため、民間企業のユビキタス設備投資に対する税制及び金融支援措置を検討する。

(3) 研究開発投資

環境負荷低減効果を高めるユビキタス技術に関する民間企業の研究開発を積極的に促進するため、研究開発を支援する仕組みを充実化する。

3 政府自らの積極的な取り組み

(1) 電子政府・電子自治体

電子申請に係る手数料の低減、24 時間 365 日ノンストップサービス等、オンライン利用の促進に向けた取り組みを推進する。

(2) テレワーク

国家公務員のテレワークの全省庁における導入を進める等、国が率先してテレワークの普及拡大を推進する。

4 制度改革の推進

ユビキタスネット社会の構築を推進するための制度改革を実施する。具体的にはユビキタスネット社会の進展の阻害要因となっている制度・慣習等を洗い出すとともに、電子カルテの普及促進、医療事故防止のためのユビキタス健康医療の実現や学校 LAN の構築による教育の情報化推進等、ユビキタスネット社会の進展に向けた制度改革の推進を図る。

5 国際貢献

ユビキタスネット社会の進展による環境負荷低減に関する国際的連携を促進する。具体的には国際会議等において、ユビキタスネット社会の進展による環境負荷低減に関する議論が行われるよう、各方面への働きかけを実施する。

6 その他

(1) 情報セキュリティ対策

ユビキタスネット社会の構築の「影」と言われる、情報セキュリティ、プライバシー等の対策についても引き続き研究開発や、人的・制度的な対応を進め、安心・安全なユビキタス利用環境の整備を推進する。

(2) 啓発活動

センサーネットワーク等のユビキタス技術の活用により、照明の自動消灯といった省エネルギー行動が無意識のうちに実現されるが、個人レベルでは環境負荷低減効果の実感が湧かないといった点が指摘されている。そこで、ユビキタスシステムによる環境負荷低減効果をモデル事業等を通じて実証し、その効果を企業・国民に対して広く周知することで、ユビキタスシステムの有効性と普及促進への理解を図る。また、エコドライブシステムの自家用車への標準装備化、新築家屋への HEMS の標準装備化等、ユビキタスシステムの普及に向けた体制づくりと、環境配慮に関する教育など、環境負荷低減に向けた啓発活動を推進する。

参考資料 1 その他の事例 シンククライアントシステム

シンククライアントとは、仕様により若干異なるが、メモリ・ハードディスクを持たず、それらの機能をサーバにおいて受け持つ端末である。シンククライアントはCO₂削減の観点からも優れた点を持っている。

シンククライアントの消費電力を PC と比較すると、仕様にもよるが、サーバの分を含めても約 2 分の 1 から約 4 分の 1 となる。また、端末自体が発熱せず、冷暖房等空調設備の省エネ効果も見込める。

シンククライアントは、端末自体のインテリジェンス機能が限定されているため、バージョンアップ等による買い替え頻度が減少する。このため廃棄物の問題が軽減される。さらに、OS を持たない仕様のシンククライアントの場合は、すべてのバージョンアップはサーバで行なわれるため、物理的な故障がない限り使用し続けることが可能であり、シンククライアント端末は 10 年を超える使用にも耐えられるため、短期間での設備更改が不要な点でも環境負荷低減に貢献するものと言える。

シンククライアントは、端末個体に個人の設定を持たないため、複数人での共有が可能である。この機能を生かし、固定席を持たないフレキシブルオフィスの構築が可能となる。これまでの導入事例によれば、フレキシブルオフィスでは端末の共有により、PC のような個人専用端末を保有する場合と比較して端末の台数を 30 % 程度削減できる。従って、台数削減による省エネ効果がさらに加わる。



図 22 シンククライアントの例

(出典) サン・マイクロシステムズ

参考資料 2 ICT 機器・インフラの電力消費量の予測

2010年のユビキタスネット社会では、端末とネットワークインフラにおける電力消費量が増加する可能性が指摘されている。2010年におけるICT機器・インフラの電力消費量を予測した調査研究の事例には、(A) NTT(2002)⁴¹、(B) 三井情報開発(2002)⁴²、(C) 国際超電導産業技術研究センター(2000)⁴³がある。表17に3者の予測値を比較する。

出典	シナリオ	電力消費量 (2000年→2010年)	消費量の増加
(A) NTT	基本シナリオ対策ケース	296億 kWh → 454億 kWh	+158億 kWh
(B) 三井情報	省エネ考慮	349億 kWh → 539億 kWh	+190億 kWh
	省エネ考慮なし	349億 kWh → 799億 kWh	+450億 kWh
(C) 超電導	中位ケース	418億 kWh → 3,268億 kWh	+2,850億 kWh

表17 ICT機器・インフラの電力消費量の予測事例

(C)は、例えばミッドレンジコンピュータ⁴⁴の2010年時点の普及台数について、2000年比で約20倍と予測しているが、予測が発表された2000年以降今日までそのような増加傾向は見られず、過大な予測となっている。

(A)と(B)では、機器の省エネ効果を織り込んだ予測値で、(A)が+158億 kWhの増加、(B)が+190億 kWhの増加であり、(B)がやや大きいものの大きな差はない。しかし(B)では、電力消費量の予測の前提となっている一部のICT機器の出荷台数予測が現実の水準とかけ離れて推移している。例えば、(B)では2003年のPCの国内出荷台数を2,000万台以上と予測しているが、現実には1,078万台⁴⁵にとどまっている。

⁴¹ 中村, 西, 青木, 矢野, 瀬戸口, 吉田, 紀伊「IT 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講演論文集, pp.391-396, (2002)

⁴² 三井情報開発株式会社総合研究所「ITが地球環境に与える影響の評価に関する調査」(平成14年3月)

⁴³ 国際超電導産業技術研究センター「超電導応用技術の省エネルギー効果に関する調査 平成12年度調査報告書」

⁴⁴ ミッドレンジコンピュータとは、メインフレームとワークステーション・パーソナルコンピュータの間に位置するコンピュータ全てを指す。主としてマルチユーザ、マルチタスク環境下で利用されるコンピュータであり、ネットワークをベースにしたクライアント/サーバシステムのサーバ機として使用されることを前提としたコンピュータを指す。これらを使用するOSによって、UNIX系サーバ、NOSサーバ、独自OSサーバに分類する。ただし、パーソナルコンピュータサーバは除く。

⁴⁵ 電子情報技術産業協会

(A)にはこのような明白な問題点はなく、3者の中で最も妥当な予測であると判断した。本試算では2010年のICT機器・インフラの電力消費量の予測値として(A)を採用した。

以下にNTT(2002)の詳細を示す。

・電力消費量予測に関わるシナリオ設定

2010年の我が国のICT機器・インフラの電力消費量について、3つのシナリオを設定して検討している。

- a. ブロードバンド躍進シナリオ: ICT社会への進展が著しい。超高速アクセス(光)6,000万、第3世代移動体7,000万、従来型移動体13,000万、SI系サーバ130万台など
- b. 基本シナリオ: aとcの中間的シナリオ。超高速アクセス(光など)4,000万、ADSL1,000万、CATV500万、第3世代移動体7,000万、従来型移動体1,100万、SI系サーバ100万台など
- c. 従来型健闘シナリオ: ICT社会への進展が緩やかな場合。超高速アクセス(光など)2,000万、ADSL2,000万、CATV1,500万、第3世代移動体4,050万、従来型移動体4,050万、SI系サーバ70万台など

以下では、最も実現可能性が高いとみられる「b. 基本シナリオ」の「対策ケース」の結果を示す。

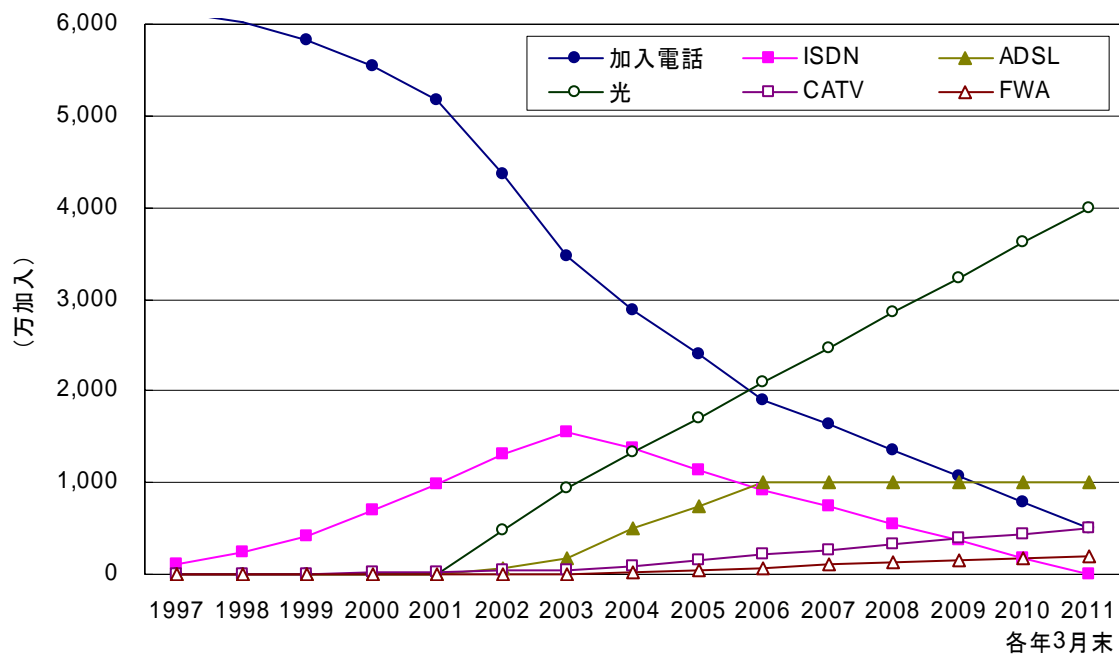


図 23 固定系の「基本シナリオ」の想定

(出典) NTT

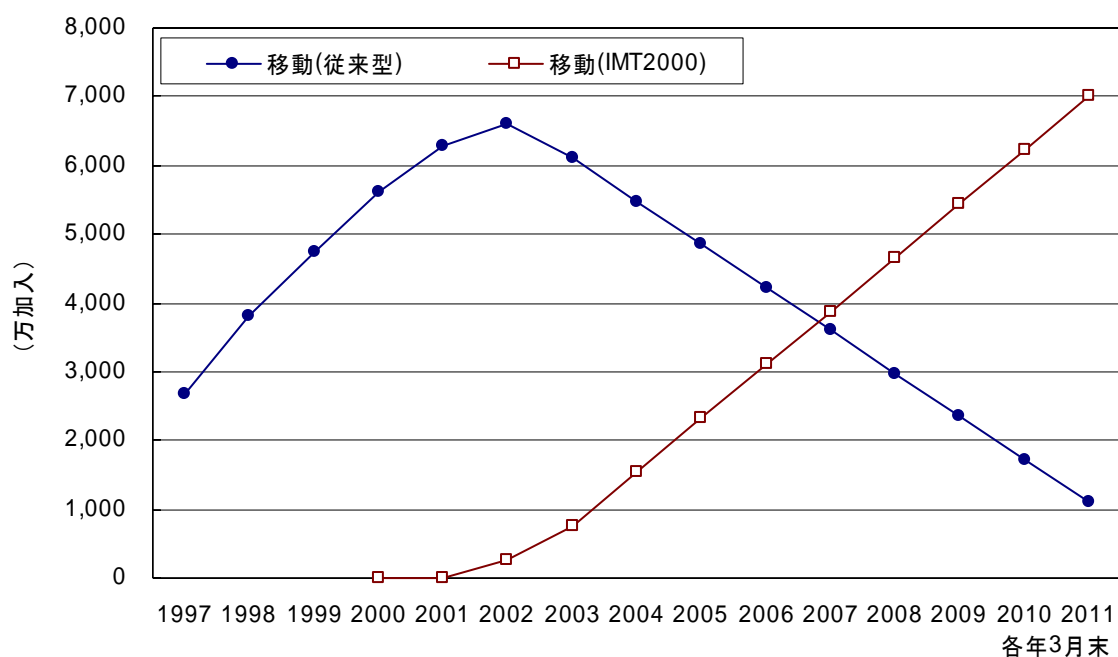


図 24 移動系の「基本シナリオ」の想定

(出典) NTT

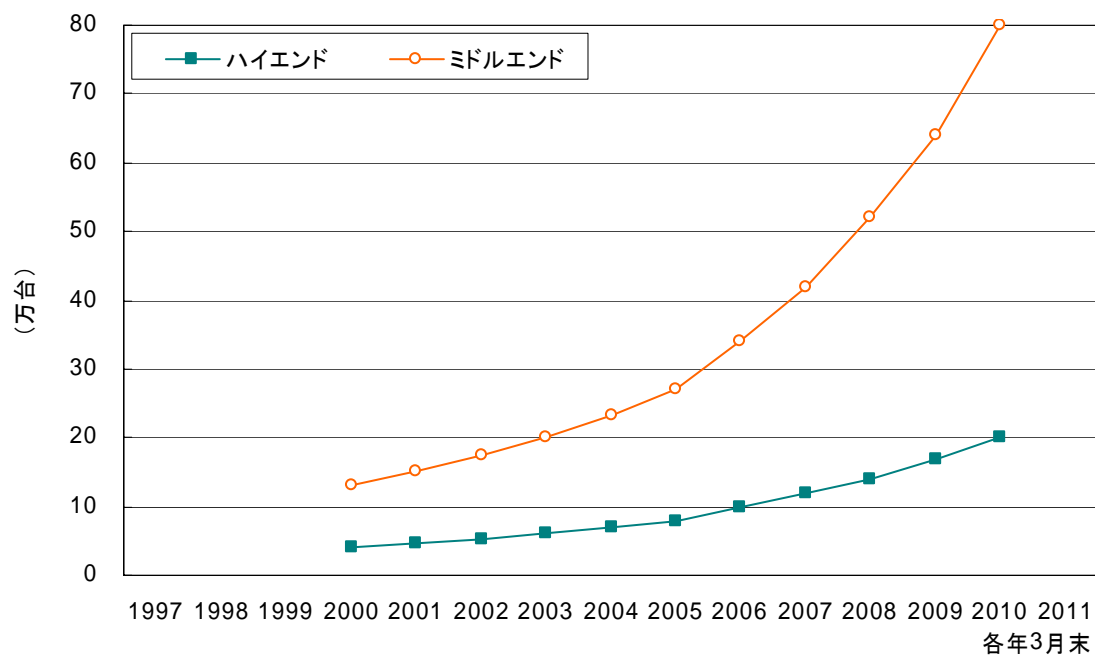


図 25 SI系の「基本シナリオ」の想定（我が国全体のサーバ稼働数）

(出典) NTT

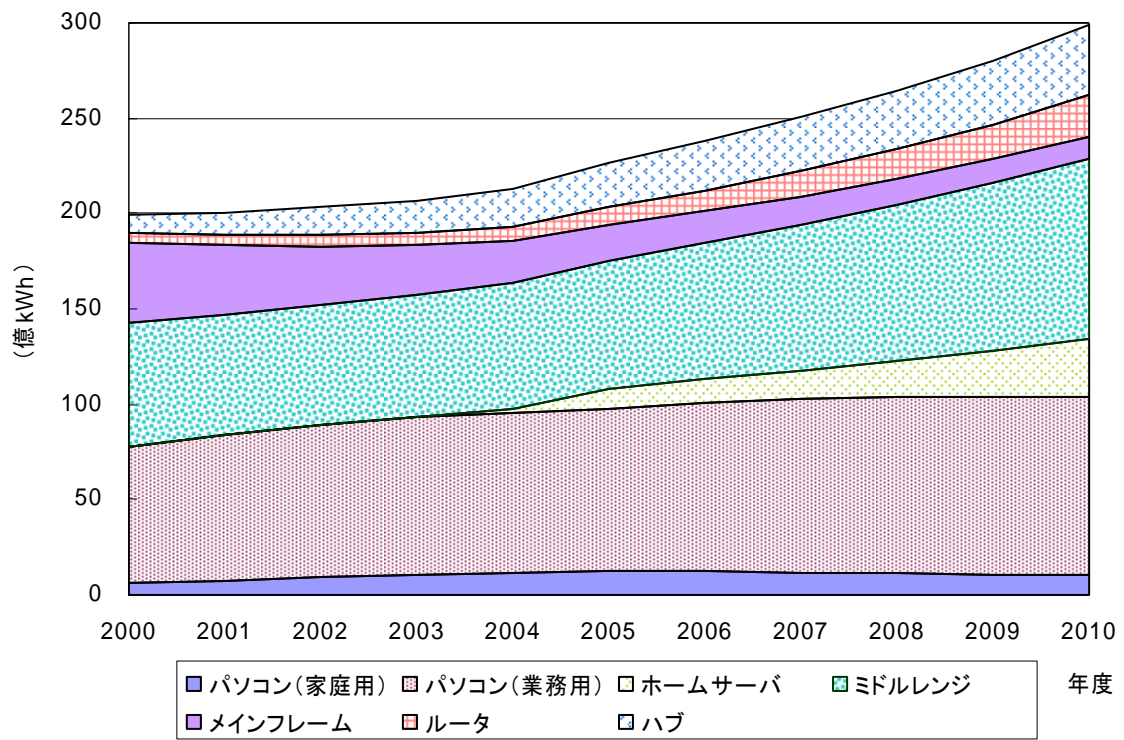


図 26 電子計算機等の電力消費量予測 (対策ケース)

(出典) NTT

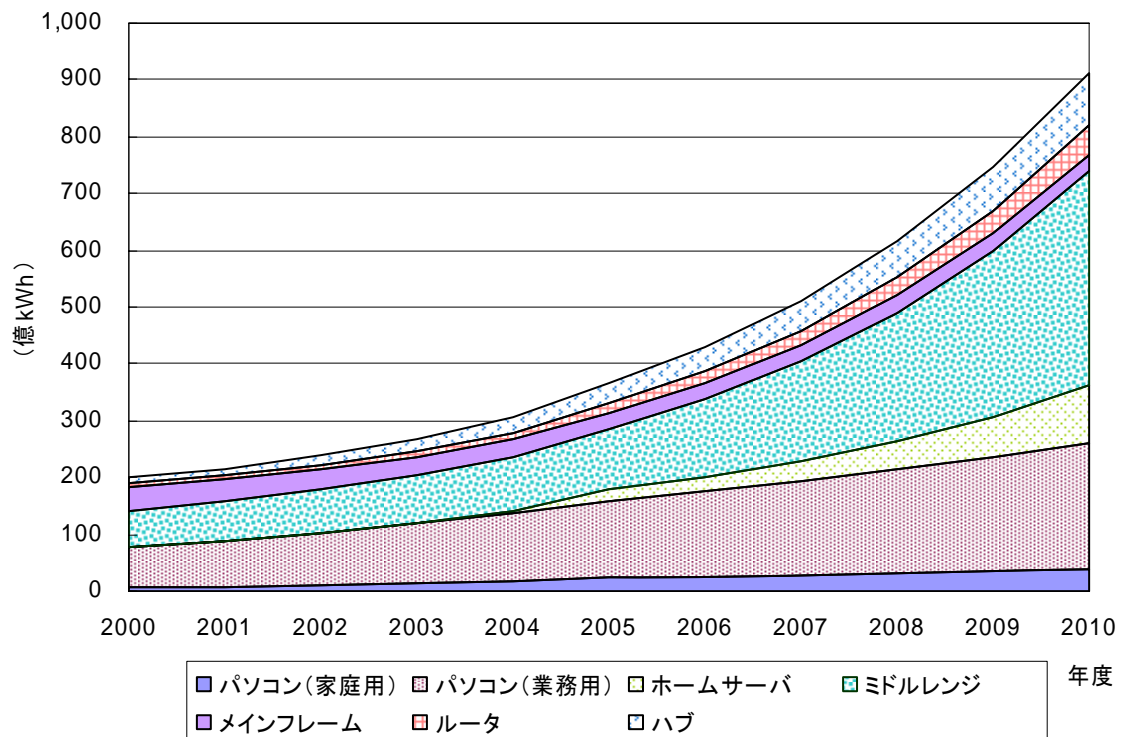


図 27 1台当り消費電力の改善無し (技術一定ケース)

(出典) NTT

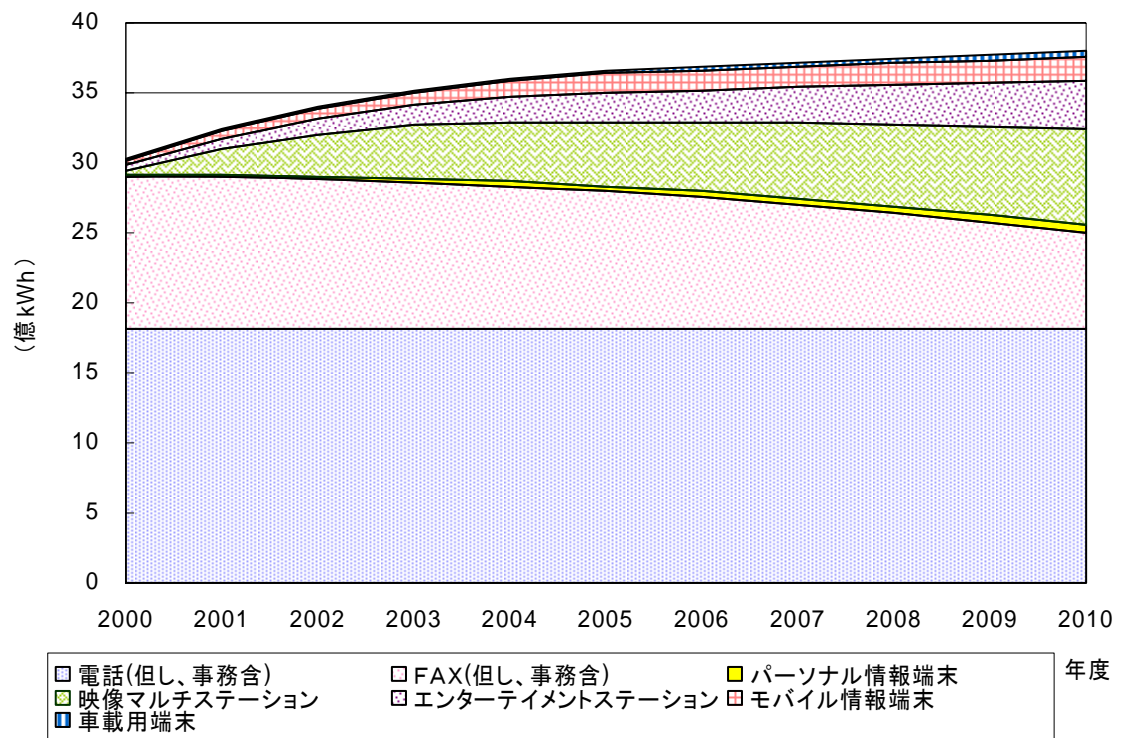


図 28 家庭用マルチメディア機器の電力消費量予測

(出典) NTT

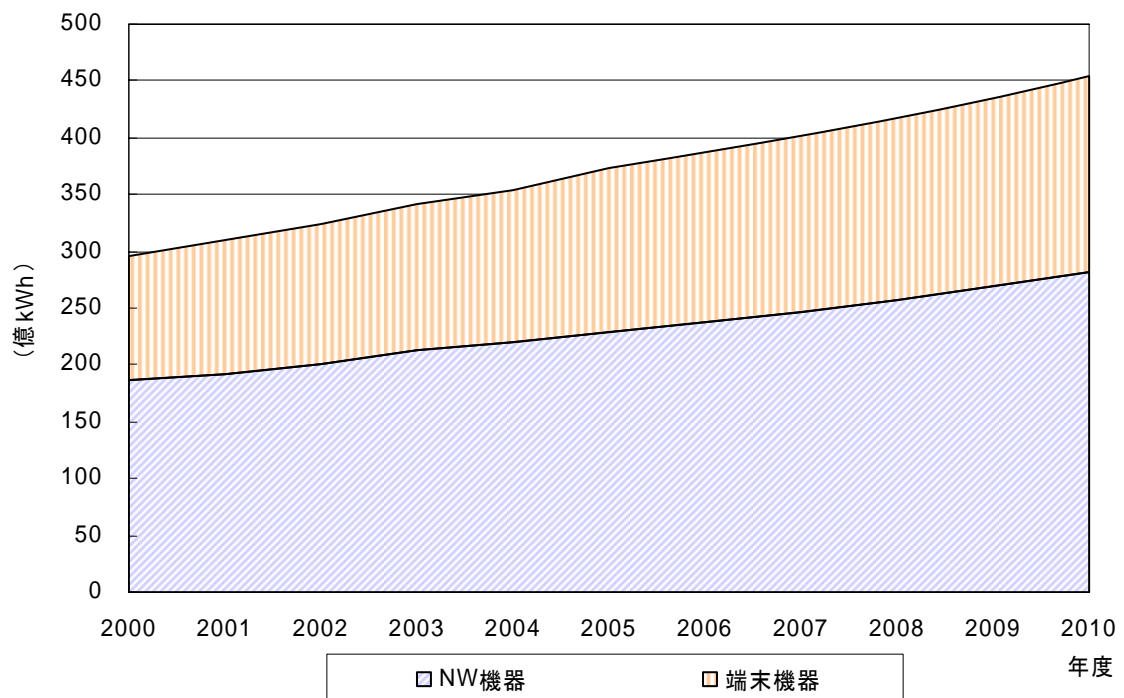


図 29 通信関連事業及び民生系関連機器の電力消費量（基本シナリオ、対策ケース）

(出典) NTT

固定系サービスでは、サービス加入の合計が2010年に6,200万ユーザーとして設定した(図23)。移動系では、2010年に8,100万ユーザーまで漸増していくと仮定した(図24)。SI系では、ミッドレンジ以上のコンピュータの稼働予測数を電力消費量予測に関わる主要な要素として、シナリオ設定を行った。なお、データセンターの増加等に配慮し、延べ床面積の増加シナリオの設定を行っている(図25)。

・ 通信事業者関連の電力消費量予測

シナリオ策定を行ったおのこのサービスユーザーの見通しに、ユーザーあたり電力消費量に乗じることで電力消費量の積算をした。「技術一定ケース」は、現状技術のままエネルギー消費効率の改善が進まないケースであり、「対策ケース」では、ICT機器でのトップランナー相当の効率改善を想定している。なお、ユーザー側装置として、TA、EWA、ONU、ADSL、CATV モデムを想定し、算定する。また、電話、FAX に関しては、民生系通信関連機器の電力消費量として別途算定する。

ATM、中継施設などのネットワーク設備の消費電力については、サービス種別ユーザー当りの電力消費量を原単位として積算した。移動系の関するネットワークの設備の消費電力についても、同様にサービス種別ユーザー当りの電力消費量を原単位として積算した。ミッドレンジ以上のサーバ導入数想定にデータセンターの延べ床面積の増加を加味して算定した。一般業務部門については、エネルギー中長期需給見通しの民生部門での対策を参考に想定した。

- ・ 2010年度の通信事業者の電力消費量は、基本シナリオで2000年度の約1.5倍となる。
- ・ 光やADSLなどの新サービスによる電力消費量増加は、ユーザー側装置の電力消費量増加にシフトする構図が認められた。

・ 民生系通信関連機器の電力消費量予測

通信に関連した電子計算機や家庭用マルチメディア機器など、民生系通信関連機器の電力消費量予測を行った。日本電子機械工業会資料を参考に稼働数設定を行い、トップランナー相当の省エネ効果から対策ケースを積算した(図26, 図27, 図28)。

・ 2010年度におけるICT機器・インフラの電力消費量

これらの予測結果を加算し、2010年度における我が国のICT機器・インフラの電力消費量を予測した(図29)。

- ・ 計算機の稼働・消費電力見通しにより、最大2倍程度のレンジで予測される。
- ・ 2010年度年における我が国のICT機器・インフラの電力消費量は、約454億kWhとなり、総発電計画量の4%程度になる。

参考資料3 ユビキタスシステムのCO₂削減効果の評価

「第3章第2節 評価対象システムの選定」で選定したユビキタスシステムのCO₂削減効果の評価した。

ユビキタスシステムによるCO₂削減効果は、第一にシステムの導入による効果、第二にシステムの普及率によって左右される。導入効果及び普及率について、既存の調査研究、本調査研究会における事例紹介およびアンケートにより紹介のあった事例等をもとにして想定した。さらに、導入効果と普及率の想定をもとに、本試算で用いた39部門40財の産業連関表における具体的な数値の変化として表現した。

なお下記の文中で「大綱」とは、2002年に見直された地球温暖化対策推進大綱（平成14年3月19日地球温暖化対策推進本部決定）を指す。

システム名	ITS（VICSの普及による渋滞緩和効果）
システムの概要	VICS（道路交通情報通信システム）搭載のカーナビが渋滞情報を考慮した最適経路を選択することで、自動車交通の時間短縮や平均速度向上等の効果が得られる。
効果	平均速度向上による自動車燃費の改善。
大綱等での記載	<p>大綱に位置づけられた排出削減見込み量（約370万t-CO₂）のうち社会資本整備部門関係分として、ノンストップ自動料金支払いシステム（ETC）の利用促進（約10万t-CO₂）とVICS（道路交通情報通信システム）の推進（約220万t-CO₂）による効果が見込まれている。ETCについては、現在までに全国の基本的に全ての料金所（約1,300箇所）にサービスを拡大しており、ETC利用率も伸長し、その効果は2002年度までに約0.5万t-CO₂であったと算定される。また、VICSについては、2003年2月末までに全都道府県でサービス開始しており、2002年度のVICS普及率は10%と推定され、その効果は約95万t-CO₂と算出される。現在までの整備状況や今後の整備見通しなどをもとに2010年の排出削減量を計算すると、ETCの利用促進による排出削減見込み量は約20万t-CO₂、VICSの推進による排出削減見込み量は約240万t-CO₂と算出される（出典1）。</p> <p>〔出典1〕社会資本整備審議会環境部会中間とりまとめ（平成16年6月）</p>
シナリオ設定の考え方	<p>導入効果については、自動車交通の平均走行速度の向上率想定値をもとに燃費の改善率に換算した。</p> <p>平均走行速度の向上率は、旧電通審（出典2）による平均走行速度が2%から6%向上するという想定値の中間値である4%の平均走行速度向上を想定した。</p> <p>次に「混雑時走行速度」からの速度変化による燃費への影響を見た（出典3）。平均走行速度向上の効果を、走行速度と単位距離あたりのCO₂排出量との関係をもとに（図1）、燃費効率の変化率に換算すると、2%の燃費改善となる。</p> <p>普及率については、社整審（出典4）の普及率想定を採用した。これは、1996年から2003年までのVICS普及率の推移をもとに、2010年のVICS普及率を20%と想定したものである（図2）。</p> <p>なお社整審では、試算の方法について、VICSによる走行速度向上効果をシミュレーション等により算出し、これを燃費の向上に換算したとしている（出典5）。</p>

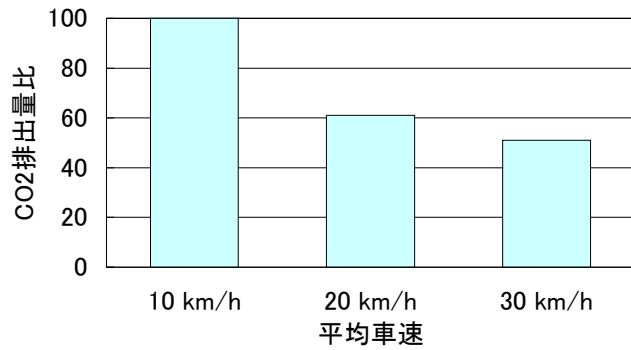


図1 CO₂ 排出量と走行速度の関係

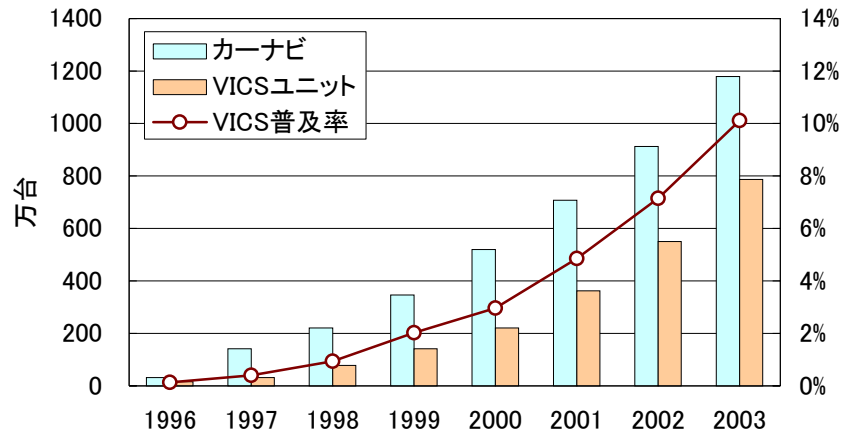


図2 VICS とカーナビの累積出荷数および VICS 普及率の推移

〔出典2〕 電気通信審議会答申「情報通信を活用した地球環境問題への対応」（平成10年5月）

〔出典3〕 (社) 日本自動車工業会・(財) 日本自動車研究所

〔出典4〕 社会資本整備審議会環境部会中間とりまとめ（平成16年6月）

〔出典5〕 社会資本整備審議会環境部会第2回会合資料「運輸部門（交通流対策等）における対策について」（平成16年4月19日）

シナリオ設定	導入効果	燃費 2%改善
	普及率（2000年）	自動車交通の 4%（VICS 搭載率）
	普及率（2010年）	自動車交通の 20%（VICS 搭載率）

産業連関表上の
変化設定の考え方

燃費改善効果が2%で、普及率が自動車交通の20%であることから、ガソリンと軽油の需要が0.4% (=2%×20%) 低減されると設定した。ガソリンと軽油は本試算の部門分類では石油製品に含まれる。石油製品の中でガソリンと軽油が占める割合は、中間投入部分では合計50%（金額ベース）である。従ってガソリンと軽油の需要の0.4%低減は、石油製品の0.20% (=0.4%×50%) 低減に相当する。同様に消費部門では、石油製品の中でガソリンと軽油が占める割合は合計83%であることから、石油製品が0.33% (=0.4%×83%) 低減されるとした。

産業連関表上の 変化設定	部門：全産業部門	財：石油製品	変化率：-0.20%
	部門：消費	財：石油製品	変化率：-0.33%

システム名	エコドライブシステム
システムの概要	車載機を設置して、急発進、急加速、急ブレーキ、アイドリングなどの運転情報を収集し、この情報をドライバーへ提示して、省エネ運転を促す。
効果	自動車燃費の改善。
大綱等での記載	<p>エコドライブは、ICTにより推進される対策としてではなく、「国民各界各層による更なる地球温暖化防止活動の推進」として、ライフスタイル・ワークスタイルの課題として記載されている。「カーエアコン設定温度の一度アップ」「ガソリンを満タンにしない」「急発進、急加速をしない運転を心掛ける」「自動車に不要な荷物を載せない」「計画的なドライブをする」「タイヤ空気圧の適正な管理」等のエコドライブの実践により、約81万t-CO₂～162万t-CO₂の排出削減を見込んでいる。</p> <p>関連する施策として、「アイドリングストップ装置搭載車両の普及」および「大型トラックの走行速度の抑制」の記載がある。</p> <p>アイドリングストップ装置搭載車両の普及は約110万t-CO₂の削減を見込む。削減見込み量は、エコドライブ等の普及促進、グリーン経営の推進を通じて、バス・トラックの更新車両の約30%にアイドリングストップ装置が搭載されると想定し、同装置によるエネルギー消費効率改善効果（約7%）から算定されている。アイドリングストップ装置を搭載したバス及びトラックは徐々に増加しているが、これまでのところ、この対策を通じたCO₂削減効果は顕在化までは至っていない（出典1）。</p> <p>大型トラックの走行速度の抑制は約80万t-CO₂の削減を見込む。排出削減見込み量は、大型トラックへの速度抑制装置の義務づけにより、これまでの速度超過車両が90km/h走行に抑制された場合の現在の走行速度ごとの燃費向上率から算定されている。大型トラックに対する速度抑制装置の義務付けは2003年9月に開始された。このため、この対策を通じたCO₂削減効果が表れるのはそれ以降となる（出典1）。</p> <p>〔出典1〕 交通政策審議会環境部会中間とりまとめ（平成16年5月）</p>
シナリオ設定の考え方	<p>導入効果は、一般用（個人乗用車等）については、一般車を対象に実証実験を行った環境省モデル事業の結果である平均5.8%の燃費改善率（出典2）を用いた。業務用については、本調査研究会において日本通運から報告のあった、「デジタル式運行記録計 運行管理システム」の導入による約10%の燃費改善という事例を参照し、燃費改善率として10%を想定した。</p> <p>2000年時点の普及率はほぼゼロである。2010年時点の普及率は、一般用については、中環審の評価想定である「2010年のエコドライブ診断システムの普及は、2006年以降のカーナビ新規購入車のうち1割に搭載される」（出典3）を参照した。2006年から2010年までの期間のカーナビ普及率の増加は5%（2005年末の普及率は約15%、2010年の普及率は20%）であると見込まれることから、増加分の1割にあたる0.5%の普及率を想定した。</p> <p>業務用については、中環審によるアイドリングストップ装置搭載車の普及想定を参照して（出典4：更新トラックと更新バスの30%に搭載されるとする想定）、2006年以降の更新トラックの30%に搭載されると想定した。トラックの更新は年間約8%で（出典5：トラック普通車の保有台数は約250万台、年間新規登録台数は約20万台である）、2006年以降2010年までにはトラックの約40%が更新される。これより12%（=40%×30%）の普及率とした。</p> <p>〔出典2〕 日本電気株式会社「平成14年度IT技術利用エコドライブ診断モデル事業支援業務 報告書」（平成15年3月）</p>

	<p>〔出典3〕 中央環境審議会地球環境部会第21回会合資料「2008～2012年度の温室効果ガス排出量の環境省推計（現状対策ケース、対策強化ケース）」（平成16年7月）p.50</p> <p>〔出典4〕 中央環境審議会地球環境部会第19回会合資料「運輸部門の対策・施策の見直しについて」（平成16年7月）p.11</p> <p>〔出典5〕 日本自動車工業会「自動車統計月報」</p>						
シナリオ設定	<p>導入効果 一般用 燃費 5.8%改善 業務用 燃費 10%改善</p> <p>普及率（2000年） なし</p> <p>普及率（2010年） 一般用 0.5% 業務用 12%</p>						
産業連関表上の 変化設定の考え方	<p>一般車用のエコドライブシステムは、燃費改善効果が5.8%で、普及率が0.5%であることから、消費部門でガソリンと軽油の需要が0.029%（=5.8%×0.5%）低減されると設定した。ガソリンと軽油は本試算の部門分類では石油製品に含まれる。消費部門で消費される石油製品の中で、ガソリンと軽油が占める割合は合計83%（金額ベース）であることから、ガソリンと軽油の需要の0.029%低減は、石油製品の0.024%（=0.029%×83%）低減に相当する。</p> <p>業務用のエコドライブシステムは、燃費改善効果が10%で、普及率が12%であることから、道路貨物輸送部門でガソリンと軽油の需要が1.2%（=10%×12%）低減されると設定した。道路貨物輸送部門に投入される石油製品の中でガソリンと軽油が占める割合は合計97%であることから、石油製品の投入が1.2%（=1.2%×97%）低減されるとした。</p>						
産業連関表上の 変化設定	<table border="0"> <tr> <td>部門：消費</td> <td>財：石油製品</td> <td>変化率：-0.024%</td> </tr> <tr> <td>部門：道路貨物輸送</td> <td>財：石油製品</td> <td>変化率：-1.2%</td> </tr> </table>	部門：消費	財：石油製品	変化率：-0.024%	部門：道路貨物輸送	財：石油製品	変化率：-1.2%
部門：消費	財：石油製品	変化率：-0.024%					
部門：道路貨物輸送	財：石油製品	変化率：-1.2%					

システム名	物流・配送管理支援システム
システムの概要	物流 EDI 標準の普及浸透により物流における情報流通が円滑化することで、積載率の向上や共同配送等が進展し、物流管理が高度化・効率化する。
効果	物流の効率向上。
大綱等での記載	<p>物流・配送管理支援システムの記載はないが、「トラックの輸送の効率化」の記載がある。削減見込み量は約290万t-CO₂である。これは、規制の緩和による営業用貨物輸送の活性化を通じて、1996年度から2010年度までにトレーラーの保有台数が1.5万台増加、25t車の保有台数が約7万台増加すると想定し、トレーラー及び25t車の1台あたり燃料削減効果から算定されたものである。2001年度までにトレーラーは1.27万台、25t車は5.44万台増加している。このことから、この対策を通じた2001年度までのCO₂削減効果は、約206万t-CO₂と推計される（出典1）。</p> <p>〔出典1〕 交通政策審議会環境部会中間とりまとめ（平成16年5月）</p>
シナリオ設定の 考え方	<p>物流 EDI 標準化が物流効率化を推進する一つの鍵であると言われる（出典2）。物流 EDI 標準化の成果の一例が共同配送の進展であるにとらえ、導入効果については、本調査研究会において報告された日本通運の「共配ネット」の導入事例を参照した。事例では、25台から10台程度の配送車両を保有する配送拠点において、システムの導入により1拠点あたり平均1.5台の配送車両が削減された。本事例は主に地域内物流における効率化の事例であるが、長距離幹線輸送も含めた道路貨物輸送全体としての効率化の程度は、25台の配送車両を保有する大規模拠点において1.5台削減された程度が平均的であると想定し、6%（=1.5/25）とした。</p> <p>普及率については、物流 EDI 標準のこれまでの普及推移に基づき想定した。経産省調査によると物流 EDI 標準の2002年時点の普及率は荷主企業等の3.6%である（出典3：物流 EDI の普及率が33%。そのうち11%が標準化された EDI）。物流 EDI は</p>

	<p>1995年に標準化が開始されたことから、この普及拡大推移を2010年に線形外延すると約8%の普及率となる。</p> <p>出典4には、「センサーネットワークの萌芽事例」としてサントリー社の最適物流経路選択システムによる物流コスト10%削減の事例が記載されているが、削減された物流コストには燃料コスト以外も含まれる可能性がある。</p> <p>出典5では、システムの導入により積載率が75%から90%に向上し、2010年普及率を30%と想定しているが、これは2010年の企業間電子商取引化率の予測値が30%であることをもとに想定したものである。</p> <p>〔出典2〕 中小企業庁「中小企業のための物流効率化の進め方～企業連携による物流効率化に向けて～」（平成14年3月）</p> <p>〔出典3〕 （社）日本物流団体連合会「物流EDIの今後のあり方に関する検討委員会報告書」（平成15年3月）より再引用</p> <p>〔出典4〕 総務省、ユビキタスセンサーネットワーク技術に関する調査研究会「ユビキタスセンサーネットワークの実現に向けて 最終報告」（平成16年7月）</p> <p>〔出典5〕 産業環境管理協会「情報通信技術（ICT）サービスの環境効率事例収集及び算定基準に関する検討成果報告書」（平成16年3月）</p>
シナリオ設定	<p>導入効果 効率 6%向上（トラック運行台数の6%削減）</p> <p>普及率（2000年） 道路貨物輸送の3%</p> <p>普及率（2010年） 道路貨物輸送の8%</p>
産業連関表上の 変化設定の考え方	<p>配送車両の台数の削減効果は6%、普及率は道路貨物輸送の8%であることから、道路貨物輸送部門でガソリンと軽油の需要が0.48%（=6%×8%）低減されると設定した。道路貨物輸送部門で消費される石油製品の中で、ガソリンと軽油が占める割合は合計97%（金額ベース）であることから、ガソリンと軽油の需要の0.48%低減は、石油製品の0.47%（=0.48%×97%）低減に相当する。</p>
産業連関表上の 変化設定	<p>部門：道路貨物輸送 財：石油製品 変化率：-0.47%</p>

システム名	SCM（サプライチェーンマネジメント）
システムの概要	<p>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・流通が進展する。</p>
効果	返品率の低下。
大綱等での記載	なし。
シナリオ設定の 考え方	<p>導入効果については、導入企業の経営に直結するものであるためデータが得られにくく、体系的な評価事例は少ない。数少ない評価事例であるNTTによる評価（出典1）を参照して、SCMによって返品率が削減されるという効果を想定し、導入効果として化学、機械、繊維等の製造業部門の返品率をベースとした評価を行った。</p> <p>日本ロジスティクスシステム協会が公表している返品・返送物流費（出典2）をもとに計算すると、製造業における平均の返品率は2000年時点で約3%であると推算される。導入効果としてそれぞれの産業部門の返品率が半減すると想定した。</p> <p>日本電気によるSCMの評価事例でも棚卸在庫が51%削減されたことが報告されていることから（出典3）、返品率が半減するという想定は妥当性を持つと考える。</p> <p>2000年時点の普及率は製造業の約19%である（出典1）。NTTでは、企業間電子商取引化率が2010年に約30%になることから、SCMの普及率も30%になるとして</p>

	<p>いる。これを参照し、2010年時点の普及率を製造業の30%と想定した。</p> <p>〔出典1〕 産業環境管理協会「情報通信技術（ICT）サービスの環境効率事例収集及び算定基準に関する検討成果報告書」（平成16年3月）</p> <p>〔出典2〕 日本ロジスティクスシステム協会「2004年度物流コスト調査報告書（速報版）」</p> <p>〔出典3〕 日本電気株式会社「環境アニュアルレポート2004」</p>																					
シナリオ設定	<p>導入効果 返品率が現状の約3%から半減する</p> <p>普及率（2000年） 製造業の19%（効果も異なる）</p> <p>普及率（2010年） 製造業の30%</p>																					
産業連関表上の 変化設定の考え方	<p>SCMでは返品率が半減し、対象部門の30%に普及すると想定した。各部門で返品 の減少分に相当する中間投入が削減されるとした。各部門の返品率は、日本ロジス ティクスシステム協会資料のリバース物流コスト割合（出典4）を参照した。</p> <p>軽工業部門では、食料品、繊維製品の返品率がそれぞれ3.8%から1.9%、3.1%から 1.55%に低減する（出典4）。軽工業部門の中で、食料品と繊維製品が占める割 合はそれぞれ48%、9.2%（金額ベース）であることから、軽工業部門では全中間 投入が0.32%（$1.9\% \times 48\% \times 30\% + 1.55\% \times 9.2\% \times 30\%$）低減されると設定した。</p> <p>他部門も同様に出典4の返品率データをもとに、中間投入の低減率を設定した。</p> <p>〔出典4〕 日本ロジスティクスシステム協会資料。（社）産業環境管理協会「情報通 信技術（ICT）サービスの環境効率事例収集及び算定基準に関する検討成果報告書」 （平成16年3月）p.112より再引用</p>																					
産業連関表上の 変化設定	<table border="0"> <tr> <td>部門：軽工業</td> <td>財：全中間投入</td> <td>変化率：-0.32%</td> </tr> <tr> <td>部門：紙</td> <td>財：全中間投入</td> <td>変化率：-0.075%</td> </tr> <tr> <td>部門：化学製品</td> <td>財：全中間投入</td> <td>変化率：-0.41%</td> </tr> <tr> <td>部門：窯業・土石製品</td> <td>財：全中間投入</td> <td>変化率：-0.41%</td> </tr> <tr> <td>部門：鉄鋼・非鉄金属・金属製品</td> <td>財：全中間投入</td> <td>変化率：-0.17%</td> </tr> <tr> <td>部門：電子計算機・同付属装置</td> <td>財：全中間投入</td> <td>変化率：-0.81%</td> </tr> <tr> <td>部門：機械（その他）</td> <td>財：全中間投入</td> <td>変化率：-0.32%</td> </tr> </table>	部門：軽工業	財：全中間投入	変化率：-0.32%	部門：紙	財：全中間投入	変化率：-0.075%	部門：化学製品	財：全中間投入	変化率：-0.41%	部門：窯業・土石製品	財：全中間投入	変化率：-0.41%	部門：鉄鋼・非鉄金属・金属製品	財：全中間投入	変化率：-0.17%	部門：電子計算機・同付属装置	財：全中間投入	変化率：-0.81%	部門：機械（その他）	財：全中間投入	変化率：-0.32%
部門：軽工業	財：全中間投入	変化率：-0.32%																				
部門：紙	財：全中間投入	変化率：-0.075%																				
部門：化学製品	財：全中間投入	変化率：-0.41%																				
部門：窯業・土石製品	財：全中間投入	変化率：-0.41%																				
部門：鉄鋼・非鉄金属・金属製品	財：全中間投入	変化率：-0.17%																				
部門：電子計算機・同付属装置	財：全中間投入	変化率：-0.81%																				
部門：機械（その他）	財：全中間投入	変化率：-0.32%																				

システム名	リユース支援システム（リサイクル・トレーサビリティを含む）
システムの概要	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。
効果	機械製品の生産の一部をリユース製品利用で代替。
大綱等での記載	なし。
シナリオ設定の 考え方	<p>導入効果については、NTTによる評価（出典1）を参照して、リース製品の一部分が ICT活用によって使用後にリユース市場に回り、新規生産を一部代替する効果が得 られると想定して、リース市場の市場規模をベースにした評価を行った。</p> <p>電子計算機や産業機械、医療機械等、機械製品のリース市場は日本の機械製品生産 額の約6%に相当する（出典2：2000年のリース取扱高は7.7兆円）。PCの事例を もとに、リース使用後の製品の60%がリユース可能であるとして、機械製品生産の 3.6%（$=6\% \times 60\%$）がリース使用後品によって代替されると想定した。</p> <p>リース製品のリユース利用は、企業間の製品情報共有によって促進されることか ら、普及率は、機械製造業の企業間電子商取引化率と同一であるとした。機械製造 業の企業間電子商取引化率は2000年時点で5%、2010年の推定が40%であること</p>

	<p>から（出典 1）、2000 年時点の普及率を機械製造業の 5%、2010 年時点の普及率を機械製造業の 40%とした。</p> <p>〔出典 1〕 産業環境管理協会「情報通信技術（ICT）サービスの環境効率事例収集及び算定基準に関する検討成果報告書」（平成 16 年 3 月）</p> <p>〔出典 2〕 リース事業協会「リース統計」</p>
シナリオ設定	<p>導入効果 機械製品生産の 3.6%がリユース製品利用で代替</p> <p>普及率（2000 年） 機械製造業の 5%</p> <p>普及率（2010 年） 機械製造業の 40%</p>
産業連関表上の 変化設定の考え方	<p>リユース支援システムによる機械製品生産の削減効果は 3.6%、普及率は機械製造業の 40%であることから、電子計算機、通信機械、機械（その他）の部門で全中間投入が 1.4%（=3.6%×40%）低減されると設定した。</p>
産業連関表上の 変化設定	<p>部門：電子計算機、通信機械、機械（その他） 財：全中間投入 変化率：-1.4%</p>

システム名	テレワーク／TV 会議（遠隔医療、e ラーニング等を含む）
システムの概要	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に代わって、テレワーク／TV 会議の利用が拡大する。
効果	通勤移動と業務移動の削減。
大綱等での記載	<p>大綱では、テレワーク等情報通信を活用した交通代替の推進により約 340 万 t-CO₂ の排出削減を見込む。2010 年のテレワーク総人口を就業者数の 25%程度（1,630 万人程度）と想定している。</p> <p>大綱の数値の根拠となった旧電通審答申（出典 1）では、2010 年におけるテレワークによる CO₂ 削減量（削減要素と増加要素の相殺後の値）を約 473 万 t-CO₂、効果のうち運輸部門に係る部分（交通代替による削減効果）を約 403 万 t-CO₂ としている。</p> <p>〔出典 1〕 電気通信審議会答申「情報通信を活用した地球環境問題への対応」（平成 10 年 5 月）</p>
シナリオ設定の 考え方	<p>導入効果については、通勤交通用と業務交通用のガソリン・軽油の需要が減少するとした。</p> <p>2000 年時点のテレワーク総人口は就業者数の 3.8%で、テレワークの実施回数は平均で週に約 2 回である（出典 2）。</p> <p>2010 年時点の普及率については、大綱で想定されている就業者数の 25%を想定する。この想定は、欧州の IT 先進国（デンマーク、フィンランド、オランダ、スウェーデン等）でテレワーク総人口が就業者数に占める割合が 2005 年には 25%前後になるとする推測（出典 3）や、米国のテレワーカーが就業者数に占める割合が 2010 年時点で約 27%とする推計（出典 4）をもとに推算されたものである。</p> <p>テレワークの実施回数については、大綱で想定されている週平均 2 日（勤務日数の 40%）（出典 2）を参照した。</p> <p>〔出典 2〕 日本テレワーク協会「日本のテレワーク実態調査研究報告書」（平成 12 年 5 月）に基づく設定</p> <p>〔出典 3〕 ECaTT（Electronic Commerce and Telework Trends）, 2000 「Share of Teleworkers Will Rise to 11 Percent of the Labour Force by 2005」</p> <p>〔出典 4〕 1994 年米国エネルギー省推計・予測</p>

シナリオ設定	導入効果 通勤移動、業務移動の削減 普及率（2000年） 就業者の3.8%、週平均2日（勤務日数の40%）のテレワーク 普及率（2010年） 就業者の25%、週平均2日（勤務日数の40%）のテレワーク
産業連関表上の 変化設定の考え方	通勤用と業務用の交通のガソリン・軽油が10%（=25%（テレワーカー比率）×40%（実施日数率））減少すると設定した。通勤と業務用の交通が自動車交通に占める割合は32%（出典5）で、また消費部門で消費される石油製品の中でガソリンと軽油が占める割合は合計83%（金額ベース）であることから、消費部門の石油製品が2.7%（=32%×83%×10%）低減されると設定した。 〔出典5〕 国土交通省「平成11年度道路交通センサス」。「旅客目的別構成比の推移」の平成11年度データをもとに、出勤・登校と業務の交通割合を算出した。帰宅分の交通は32%の割合の中に含まれていないが、他の目的からの帰宅交通分との重複計算を避けるために、含めずに計算を行った。
産業連関表上の 変化設定	部門：消費 財：石油製品 変化率： -2.7%

システム名	ペーパーレス化（電子行政システム、電子カルテ等を含む）																														
システムの概要	行政機関や企業のバックオフィスにおいて、グループウェアなどの導入や業務のネットワーク化が進展し、情報用紙がICTへ代替される。																														
効果	情報用紙の削減。																														
大綱等での記載	なし。																														
シナリオ設定の 考え方	<p>導入効果については、情報用紙の需要が削減されるとした。</p> <p>2010年時点の普及率は、情報用紙使用の28%に対して電子代替が浸透すると想定した。情報用紙の国内生産量は1990年代後半以降減少に転じている（図1）。2000年の情報用紙の国内生産量は、ピーク時の1997年と比較すると6%減少した。情報用紙の生産量減少の傾向が2010年まで継続すると考えると、情報用紙の国内生産量は1997年比で28%減少する。</p> <p>旧電通審答申（出典1）でも、「LANによる紙の削減」の効果として、伝票・帳票、プリンタ用紙等の50%削減を想定していることから、本試算の普及加速化ケースの想定である50%の削減率は妥当であると判断した。</p> <table border="1"> <caption>図1 情報用紙の国内生産量の実績推移（90年～02年）及び予測推移（出典2,3）</caption> <thead> <tr> <th>年</th> <th>情報用紙国内生産量(百万t)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1990</td><td>1.52</td></tr> <tr><td>1991</td><td>1.55</td></tr> <tr><td>1992</td><td>1.53</td></tr> <tr><td>1993</td><td>1.56</td></tr> <tr><td>1994</td><td>1.59</td></tr> <tr><td>1995</td><td>1.73</td></tr> <tr><td>1996</td><td>1.78</td></tr> <tr><td>1997</td><td>1.84</td></tr> <tr><td>1998</td><td>1.76</td></tr> <tr><td>1999</td><td>1.75</td></tr> <tr><td>2000</td><td>1.73</td></tr> <tr><td>2001</td><td>1.67</td></tr> <tr><td>2002</td><td>1.63</td></tr> <tr><td>2010</td><td>1.32</td></tr> </tbody> </table>	年	情報用紙国内生産量(百万t)	1990	1.52	1991	1.55	1992	1.53	1993	1.56	1994	1.59	1995	1.73	1996	1.78	1997	1.84	1998	1.76	1999	1.75	2000	1.73	2001	1.67	2002	1.63	2010	1.32
年	情報用紙国内生産量(百万t)																														
1990	1.52																														
1991	1.55																														
1992	1.53																														
1993	1.56																														
1994	1.59																														
1995	1.73																														
1996	1.78																														
1997	1.84																														
1998	1.76																														
1999	1.75																														
2000	1.73																														
2001	1.67																														
2002	1.63																														
2010	1.32																														

	<p>ペーパーレス化により、紙の輸送や保管スペースの削減といった間接的な効果も生じるが、本試算では算入しなかった。</p> <p>〔出典1〕 電気通信審議会答申「情報通信を活用した地球環境問題への対応」（平成10年5月）</p> <p>〔出典2〕 経済産業省「紙・パルプ統計年報」（～2001年）</p> <p>〔出典3〕 経済産業省「紙・パルプ・プラスチック・ゴム製品統計年報」（2002年）</p>
シナリオ設定	<p>導入効果 情報用紙の削減</p> <p>普及率（2000年） 情報用紙の6%</p> <p>普及率（2010年） 情報用紙の28%</p>
産業連関表上の 変化設定の考え方	<p>全産業部門の情報用紙の需要が28%低減されると想定した。情報用紙が紙全体に占める割合は9.1%（重量ベース：出典2）である。よって、全産業部門において紙の投入が2.5%（28%×9.1%）低減すると設定した。</p>
産業連関表上の 変化設定	<p>部門：全産業部門 財：紙 変化率： -2.5%</p>

システム名	BEMS（ビルエネルギー管理システム）
システムの概要	事務所ビルや工場等における照明、冷暖房、給湯等のためのエネルギー消費を制御して、必要な快適性を維持しつつ省エネを達成する。
効果	事務所ビル・工場における省エネ。
大綱等での記載	<p>目標 約770万t-CO₂</p> <p>エネルギー消費量の大きな業務用事業場におけるエネルギー需要マネジメント対策の強化を図るため、省エネルギー法の改正を提案し、エネルギー消費量の大きな大規模オフィスビルや大規模商業施設等について、業務用需要の実態を踏まえつつ、既に大規模工場に導入されているエネルギー管理のための措置に準じた仕組みの導入を図る。</p> <p>また、近年のIT技術の活用により、業務ビル等においてエネルギーを無理なく適切に管理することができるよう、業務用ビルエネルギー管理システム（BEMS）に対する補助制度等の支援措置等を講じることにより、普及促進を図る。</p> <p>さらに、設備の設置者に代わってビジネスとして省エネルギーを包括的に進めるESCO（Energy Service Company）事業の積極的活用が図られる環境の整備を図る（大綱）。</p>
シナリオ設定の 考え方	<p>業務部門建物（ビル）における導入効果は大綱で想定されている、空調12.5%、照明33.0%、給湯7.5%の省エネ率を引用した。工場については、NEDOの実証実験に基づく試算（電力消費量の50%を占める機器群に対して8%の省エネ率）を参照して、省電力率4%（=50%×8%）を想定した（出典1）。</p> <p>2000年時点の普及率はほぼゼロである。2010年時点の普及率は、業務部門では地球温暖化対策推進大綱で想定されている業務部門の30%を想定した。工場についてはNEDOの試算想定に準じて10%を想定した（出典2,3）。</p> <p>本調査研究会において、清水建設より、高い省エネ効果を持った導入事例として、ビルで46%の省エネが実現された事例が報告されたが、一般的な省エネ率としては約10%とする既存研究が引用されていたことから、地球温暖化対策推進大綱で想定された省エネ率を採用することが妥当であると判断した。</p> <p>〔出典1〕 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）「稼働時電気損失削減</p>

	<p>最適制御技術開発 IT 型省エネナビシステム及び小型・高効率省エネ装置の開発 成果報告書」(平成 15 年 3 月) p.556</p> <p>〔出典 2〕 中央環境審議会地球環境部会第 13 回会合資料「現大綱における業務部門の対策の概要」(平成 16 年 2 月)</p> <p>〔出典 3〕 中央環境審議会地球環境部会第 21 回会合資料「2008 年～2012 年度の温室効果ガス排出量の推計」(平成 16 年 7 月) p.69,70</p>																																																	
シナリオ設定	<p>導入効果 ビルにおける省エネ率 空調 12.5% 照明 33.0% 給湯 7.5% 工場における省電力率 4%</p> <p>普及率 (2000 年) なし</p> <p>普及率 (2010 年) 業務部門 (ビル) の 30% 工場の 10%</p>																																																	
産業連関表上の 変化設定の考え方	<p>業務部門で、空調で 12.5%、照明で 33.0%の省エネルギーが図られることを、以下の表に示す業務部門の「用途別エネルギー源別のエネルギー消費量」をもとに換算すると、業務部門の電力は 19.1%削減される計算となる。</p> <p>産業連関表の産業部分における業務部門 (ビル) 用の電力消費量と工場用の電力消費量の割合は、産業部門の電力按分 CO₂ 排出量と民生業務部門の電力按分 CO₂ 排出量の比率 (出典 3 : p.40) から 35 : 65 と見積もった。</p> <p>業務部門への普及率が 30%、工場での省電力率が 4%、工場への普及率が 10%であることから、BEMS によって、産業連関表の産業部分の電力消費量が 2.3% (=19.1%×30%×35% +4%×10%×65%) 削減されるとした。同様にして都市ガス、石油製品、石炭製品の削減率を算定し、変化率をそれぞれ-0.9%、-0.3%、-0.5%とした。</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>空調</th> <th>給湯用</th> <th>厨房用</th> <th>照明</th> <th>その他</th> <th>合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>電力</td> <td>19.5</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>68.4</td> <td>43.2</td> <td>131.1</td> </tr> <tr> <td>ガス</td> <td>11.9</td> <td>20.5</td> <td>21.2</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>53.6</td> </tr> <tr> <td>石油</td> <td>49.9</td> <td>31.7</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>81.6</td> </tr> <tr> <td>石炭</td> <td>0.9</td> <td>3.6</td> <td>1.3</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>5.8</td> </tr> <tr> <td>太陽熱</td> <td>0.0</td> <td>3.9</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>3.9</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>82.2</td> <td>59.7</td> <td>22.5</td> <td>68.4</td> <td>43.2</td> <td>276.0</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">表 1 業務部門床面積当たり用途別エネルギー源別 エネルギー消費量 (千 kcal/m²)</p> <p>出典 3 (p.105) をもとに作成。出典 3 では「照明」が「動力他」に包含されていたため、出典 4 (p.35) における照明用電力の割合データを参照して、「動力他」を「照明」と「その他」に分離した。</p> <p>〔出典 3〕 日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧 2003」</p> <p>〔出典 4〕 日本ビルエネルギー総合管理技術協会「ビル省エネルギー総合管理手法」(平成 12 年 7 月)</p>		空調	給湯用	厨房用	照明	その他	合計	電力	19.5	0.0	0.0	68.4	43.2	131.1	ガス	11.9	20.5	21.2	0.0	0.0	53.6	石油	49.9	31.7	0.0	0.0	0.0	81.6	石炭	0.9	3.6	1.3	0.0	0.0	5.8	太陽熱	0.0	3.9	0.0	0.0	0.0	3.9	合計	82.2	59.7	22.5	68.4	43.2	276.0
	空調	給湯用	厨房用	照明	その他	合計																																												
電力	19.5	0.0	0.0	68.4	43.2	131.1																																												
ガス	11.9	20.5	21.2	0.0	0.0	53.6																																												
石油	49.9	31.7	0.0	0.0	0.0	81.6																																												
石炭	0.9	3.6	1.3	0.0	0.0	5.8																																												
太陽熱	0.0	3.9	0.0	0.0	0.0	3.9																																												
合計	82.2	59.7	22.5	68.4	43.2	276.0																																												
産業連関表上の 変化設定	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">部門：全産業部門</td> <td style="width: 33%;">財：電力</td> <td style="width: 33%;">変化率： -2.3%</td> </tr> <tr> <td>部門：全産業部門</td> <td>財：都市ガス</td> <td>変化率： -0.89%</td> </tr> <tr> <td>部門：全産業部門</td> <td>財：石油製品</td> <td>変化率： -0.34%</td> </tr> <tr> <td>部門：全産業部門</td> <td>財：石炭製品</td> <td>変化率： -0.45%</td> </tr> </table>	部門：全産業部門	財：電力	変化率： -2.3%	部門：全産業部門	財：都市ガス	変化率： -0.89%	部門：全産業部門	財：石油製品	変化率： -0.34%	部門：全産業部門	財：石炭製品	変化率： -0.45%																																					
部門：全産業部門	財：電力	変化率： -2.3%																																																
部門：全産業部門	財：都市ガス	変化率： -0.89%																																																
部門：全産業部門	財：石油製品	変化率： -0.34%																																																
部門：全産業部門	財：石炭製品	変化率： -0.45%																																																

システム名	HEMS (家庭用エネルギー管理システム)
システムの概要	家電製品がネットワークを介して連携し、家庭における照明、冷暖房等のエネルギー消費を制御する。

効果	エアコンその他家電製品の省エネ。																																										
大綱等での記載	<p>目標 約 290 万 t-CO₂</p> <p>家庭におけるエネルギーを無理なく適切に管理するため、IT 技術の活用によりエネルギーの使用量をコストとして表示し、リアルタイムで視覚化することにより、国民のエネルギーに対するコスト意識を高めたり、家庭内の主要機器を最適制御することができる、家庭用エネルギーマネジメントシステム（HEMS）の開発・普及を図る（大綱）。</p> <p>実証試験の段階であり、仮に、直ちに商品化されたとしても毎年 200 万戸以上という急速な導入が必要となるため、大綱の目標達成については不確実性が大きい。現時点では本格的な普及は進んでいないものの、2006 年度以降導入が進展し、2010 年には約 17%の普及となることが見込まれる（出典 1）。</p> <p>〔出典 1〕 中央環境審議会地球環境部会第 27 回会合資料「対策の裏付けとなる施策についての技術的検討<中間段階の報告>」（平成 17 年 2 月）</p>																																										
シナリオ設定の考え方	<p>導入効果は、大綱で想定されている、エアコンに対して 14%、その他家電機器に対して 10%という省エネ率を引用した（出典 2）。</p> <p>2000 年時点の普及率はほぼゼロである。2010 年時点の普及率は、総合エネ調（出典 3）及び中環審（出典 1）で想定されている、全世帯の 17%とした。大綱では HEMS の普及率を全世帯の 30%と見込んでいたが、総合エネ調及び中環審による最新の普及見通しでは、これまでの普及実績からみてより実現性の高い普及率として全世帯の 17%を見込んでいる。</p> <p>〔出典 2〕 中央環境審議会地球環境部会第 15 回会合資料「現大綱におけるエネルギー起源 CO₂ に関する家庭部門の対策の概要」（平成 16 年 3 月）、中央環境審議会地球環境部会第 21 回会合資料「2008 年～2012 年度の温室効果ガス排出量の推計」（平成 16 年 7 月）</p> <p>〔出典 3〕 総合資源エネルギー調査会需給部会第 11 回会合資料「2030 年のエネルギー需給展望（最終取りまとめ（案）」（平成 17 年 2 月）</p>																																										
シナリオ設定	<p>導入効果 省エネ率 エアコン 14% その他家電機器 10%</p> <p>普及率（2000 年） なし</p> <p>普及率（2010 年） 全世帯の 17%</p>																																										
産業連関表上の変化設定の考え方	<p>家庭で、エアコン（空調）で 14%、その他家電製品（動力他）で 10%の省エネルギーが図られることを、以下の表に示す家庭部門の「用途別エネルギー源別のエネルギー消費量」をもとに換算すると、家庭用の電力は 10.4%削減される計算となる。</p> <p>普及率を 17%としたことから、HEMS によって消費部門の電力消費量が 1.8%（=10.4%×17%）削減されるとした。同様にして都市ガス、石油製品、石炭製品の削減率を算定し、変化率をそれぞれ-0.5%、-0.2%、-0.6%とした。</p> <table border="1" data-bbox="630 1585 1185 1805"> <thead> <tr> <th></th> <th>空調用</th> <th>給湯用</th> <th>厨房用</th> <th>動力他</th> <th>合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>電力</td> <td>427</td> <td>188</td> <td>161</td> <td>3962</td> <td>4739</td> </tr> <tr> <td>都市ガス・LPG</td> <td>729</td> <td>2031</td> <td>516</td> <td>0</td> <td>3275</td> </tr> <tr> <td>灯油</td> <td>1884</td> <td>777</td> <td>31</td> <td>0</td> <td>2692</td> </tr> <tr> <td>石炭・他</td> <td>5</td> <td>13</td> <td>3</td> <td>0</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>太陽熱</td> <td>0</td> <td>149</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>149</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>3045</td> <td>3158</td> <td>712</td> <td>3962</td> <td>10876</td> </tr> </tbody> </table> <p>表 1 家庭部門床世帯当たり用途別エネルギー源別エネルギー消費量（千 kcal/世帯）（出典 4）</p> <p>〔出典 4〕 日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧 2003」p.83</p>		空調用	給湯用	厨房用	動力他	合計	電力	427	188	161	3962	4739	都市ガス・LPG	729	2031	516	0	3275	灯油	1884	777	31	0	2692	石炭・他	5	13	3	0	21	太陽熱	0	149	0	0	149	合計	3045	3158	712	3962	10876
	空調用	給湯用	厨房用	動力他	合計																																						
電力	427	188	161	3962	4739																																						
都市ガス・LPG	729	2031	516	0	3275																																						
灯油	1884	777	31	0	2692																																						
石炭・他	5	13	3	0	21																																						
太陽熱	0	149	0	0	149																																						
合計	3045	3158	712	3962	10876																																						
産業連関表上の	<p>部門：消費 財：電力 変化率： -1.8%</p>																																										

変化設定	部門：消費	財：都市ガス	変化率：-0.53%
	部門：消費	財：石油製品	変化率：-0.17%
	部門：消費	財：石炭製品	変化率：-0.56%

システム名	電子出版（音楽・画像配信等、ユビキタスコンテンツ流通を含む）
システムの概要	紙を媒体とした出版物が ICT に代替される。特に一度しか読まれないものについては代替可能性が高いとされる。
効果	印刷用紙の使用量削減。
大綱等での記載	なし。
シナリオ設定の考え方	<p>電子化により印刷用紙の使用量が削減される。電子書籍等を閲覧するための電力消費については、ICT 機器・インフラ全体の電力消費量予測に含まれるため、印刷用紙の削減の影響のみを評価した。</p> <p>2000 年時点の普及率はほぼゼロである。2010 年時点の普及率は、旧電通審答申（出典 1）で出版の 10%の電子化を想定していることを参照して、10%の電子化率とした。</p> <p>出版で利用される印刷用紙は、オフィス等で使用される情報用紙とは別分類である。そのためペーパーレス化との重複はない。</p> <p>米国では科学技術関連書籍の売上が 1995 年から 1998 年にかけて 8,000 万冊から 7,400 万冊に減少した。この原因は電子書籍に置き換えられたことであると分析されている（出典 2）。分野を限定した一事例ではあるが、3 年間で 7.5%電子化されている計算であり、2010 年に出版の 10%が電子化されるという普及想定は妥当であると判断した。</p> <p>〔出典 1〕 電気通信審議会答申「情報通信を活用した地球環境問題への対応」（平成 10 年 5 月）</p> <p>〔出典 2〕 ロム他著、若林訳「インターネット経済・エネルギー・環境」、流通経済大学出版社(2000), p.94</p>
シナリオ設定	<p>導入効果 印刷用紙削減</p> <p>普及率（2000 年） 出版の 0%</p> <p>普及率（2010 年） 出版の 10%</p>
産業連関表上の変化設定の考え方	印刷・出版部門で紙の投入が 10%低減されると設定した。
産業連関表上の変化設定	<p>部門：印刷・出版 財：紙 変化率：-10.0%</p>

システム名	オンラインショッピング
システムの概要	消費者がインターネットを利用して物品を購入することで、買物へ出かける手間を省く。
効果	買物交通が減少する一方、配送交通と包装用紙は増加する。
大綱等での記載	なし。
シナリオ設定の	我が国における書籍オンラインショッピングの影響を分析した評価事例（出典 1）

<p>考え方</p>	<p>を参照し、同評価で買物交通の削減効果と宅配輸送および包装材の増加影響が主要要因であるとする結果が示されていることから、買物交通、宅配輸送、包装の影響を想定した。</p> <p>導入効果は、同論文で「人口密度の低い地域では買物交通の削減効果が表れる」としていることを参照して、買い物のための交通がオンラインショッピングの普及分の50%が削減されると想定した。宅配輸送はオンラインショッピングの普及分だけ増加すると想定した。</p> <p>消費者向けの電子商取引市場推移（2000年～2004年）（出典2）を線形外延すると、2010年には小売市場（約120兆円）の約5%を占めると見込まれることから、2010年時点で小売の5%がオンラインショッピングに移行すると想定した。</p> <p>NTTの試算でも、2010年の消費者向け小売市場電子商取引の割合を5%と推定していることから、この予測は妥当であると判断した。</p> <p>テレワークとの間での効果の重複計上はないと考えられる。自動車の目的別利用内訳のデータ（出典3）では、利用目的は通勤、買物、帰宅等に分類されているが、テレワークは通勤交通を削減し、オンラインショッピングは買物交通を削減すると想定した。帰宅等は多目的（例えば通勤と買物を兼ねる）であると予想されるので、交通削減分には含めていない。したがって重複はなく、むしろ保守的な評価となっている。</p> <p>〔出典1〕 E.Williams and T.Tagami, "Energy efficiency of B2C e-commerce in Japan", Proceedings of the 2002 IEEE International Symposium on Electronics and the Environment (2002)</p> <p>〔出典2〕 総務省「ITの経済分析に関する調査報告書」（平成16年3月）</p> <p>〔出典3〕 国土交通省「平成11年度道路交通センサス」。「旅客目的別構成比の推移」の平成11年度データをもとに買物の交通割合を算出した。</p>									
<p>シナリオ設定</p>	<p>導入効果 買物交通 普及分の50%削減 配送交通 普及分だけ増加 包装用紙 普及分だけ増加</p> <p>普及率（2000年） 小売の0.5%</p> <p>普及率（2010年） 小売の5%</p>									
<p>産業連関表上の 変化設定の考え方</p>	<p>買物交通が自動車交通に占める割合は24%とされる（出典3）。オンラインショッピングによる買物交通の削減効果が普及率の50%、普及率が小売の5%であることから、買物交通の低減により消費部門でガソリンと軽油の需要が0.6%（$=24\% \times 50\% \times 5\%$）低減されると設定した。消費部門で消費される石油製品の中で、ガソリンと軽油が占める割合は合計83%（金額ベース）であることから、ガソリンと軽油の需要の0.6%低減は、石油製品の0.5%（$=0.6\% \times 83\%$）低減に相当する。</p> <p>道路貨物輸送で小売卸売の輸送が占める割合は約20%である（重量ベース：出典4）。オンラインショッピングの普及率が小売の5%であることから、配送交通増加によって道路貨物輸送部門でガソリンと軽油の需要が1.0%（$=20\% \times 5\%$）増加すると設定した。道路貨物輸送部門で消費される石油製品の中で、ガソリンと軽油が占める割合は合計97%（金額ベース）であることから、ガソリンと軽油の需要の1.0%増加は、石油製品の1.0%（$=1.0\% \times 97\%$）増加に相当する。輸送量と同率で、道路貨物輸送部門の紙使用の20%が小売卸売の輸送の包装用であると想定して、道路貨物輸送部門の紙が1.0%（$=20\% \times 5\%$）増加すると設定した。</p> <p>〔出典4〕 国土交通省「第7回全国貨物純流動調査（物流センサス）」（平成14年6月20日）</p>									
<p>産業連関表上の 変化設定</p>	<table border="0"> <tr> <td>部門：消費</td> <td>財：石油製品</td> <td>変化率：-0.52%</td> </tr> <tr> <td>部門：道路貨物輸送</td> <td>財：石油製品</td> <td>変化率：+0.97%</td> </tr> <tr> <td>部門：道路貨物輸送</td> <td>財：紙</td> <td>変化率：+1.0%</td> </tr> </table>	部門：消費	財：石油製品	変化率：-0.52%	部門：道路貨物輸送	財：石油製品	変化率：+0.97%	部門：道路貨物輸送	財：紙	変化率：+1.0%
部門：消費	財：石油製品	変化率：-0.52%								
部門：道路貨物輸送	財：石油製品	変化率：+0.97%								
部門：道路貨物輸送	財：紙	変化率：+1.0%								

産業関連表上の変化設定の総括

システム名	部門	財	変化率
ITS (VICS)	全産業部門	石油製品	- 0.20 %
	消費	石油製品	- 0.33 %
エコドライブ	消費	石油製品	- 0.024 %
	道路貨物輸送	石油製品	- 1.2 %
物流・配送管理支援システム	道路貨物輸送	全中間投入	- 0.48 %
SCM	軽工業	全中間投入	- 0.32 %
	紙	全中間投入	- 0.075 %
	化学製品	全中間投入	- 0.41 %
	窯業・土石製品	全中間投入	- 0.41 %
	鉄鋼・非鉄金属・金属製品	全中間投入	- 0.17 %
	機械（その他）	全中間投入	- 0.32 %
	電子計算機	全中間投入	- 0.81 %
リユース支援	電子計算機、通信機器、機械（その他）	全中間投入	- 1.4 %
テレワーク/TV 会議	消費	石油製品	- 2.7 %
ペーパーレス化	全産業部門	紙	- 2.5 %
BEMS	全産業部門	電力	- 2.3 %
	全産業部門	都市ガス	- 0.89 %
	全産業部門	石油製品	- 0.34 %
	全産業部門	石炭製品	- 0.45 %
HEMS	消費	電力	- 1.8 %
	消費	都市ガス	- 0.53 %
	消費	石油製品	- 0.17 %
	消費	石炭製品	- 0.56 %
電子出版	印刷・出版	紙	- 10 %
オンラインショッピング	消費	石油製品	- 0.52 %
	道路貨物輸送	石油製品	+ 0.97 %
	道路貨物輸送	紙	+ 1.0 %

参考文献

IPCC, Climate Change 2001-The Third Assessment Report of the IPCC

E.Williams and T.Tagami, "Energy efficiency of B2C e-commerce in Japan", Proceedings of the 2002 IEEE International Symposium on Electronics and the Environment (2002)

エネルギー総合推進委員会「IT 化の進展にともなうエネルギー消費形態への影響評価 調査研究報告書」(2002年3月)

岡垣晃「改正省エネ法と BEMS 導入支援事業の概要」建築設備総合協会「BE 建築設備」2003年10月号

経済産業省「紙・パルプ統計年報」(~2001年)

経済産業省「紙・パルプ・プラスチック・ゴム製品統計年報」(2002年)

交通政策審議会環境部会中間とりまとめ(平成16年5月)

国際超電導産業技術研究センター「超電導応用技術の省エネルギー効果に関する調査 平成12年度調査報告書」

国土交通省「第7回全国貨物純流動調査(物流センサス)」(平成14年6月20日)

国土交通省「平成11年度道路交通センサス」

国立環境研究所 温室効果ガスインベントリオフィス

産業環境管理協会「情報通信技術(ICT)サービスの環境効率事例収集及び算定基準に関する検討成果報告書」(平成16年3月)

資源エネルギー庁省エネルギー対策課, 省エネルギー技術戦略検討会「省エネルギー技術戦略」(平成14年6月12日)

社会資本整備審議会環境部会第2回会合資料「運輸部門(交通流対策等)における対策について」(平成16年4月19日)

社会資本整備審議会環境部会中間とりまとめ(平成16年6月)

湘南エコノメトリクス・地球産業文化研究所「『産業連関表などを用いた、IT革命が地球環境問題に及ぼす影響』に関する調査研究報告書」(2002年)

新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)「稼働時電気損失削減最適制御技術開発 IT型省エネナビシステム及び小型・高効率省エネ装置の開発 成果報告書」(平成15年3月)

総合資源エネルギー調査会「今後のエネルギー政策について」(2001年7月)

総合資源エネルギー調査会需給部会第11回会合資料「2030年のエネルギー需給展望(最終とりまとめ(案))」(平成17年2月)

総務省「ITの経済分析に関する調査報告書」(平成16年3月)

総務省, 次世代IPインフラ研究会「次世代IPインフラ研究会第一次報告書 バックボーンの現状と課題」(2004年6月7日)

総務省, ユビキタスセンサーネットワーク技術に関する調査研究会「ユビキタスセンサーネットワークの実現に向けて 最終報告」(平成16年7月)

総務省, ユビキタスネット社会の実現に向けた政策懇談会「u-Japan政策~2010年ユビキタスネット社会の実現に向けて~」(2004年12月)

総務省東海総合通信局, ITSにおけるデジタル放送を含めた携帯電話、DSRC等無線システム活用策に関する調査研究会「ITSにおけるデジタル放送を含めた携帯電話、DSRC等無線システム活用策に関する調査研究報告書」(平成16年3月)

総務省統計局「平成12年(2000年)産業連関表」基本取引表(平成16年3月)

地球温暖化対策推進本部決定「地球温暖化対策推進大綱」(平成14年3月19日)

地球環境戦略研究機関「ITの地球環境問題に対する影響に関する調査研究 報告書」(2001年3月)

中央環境審議会地球環境部会第13回会合資料「現大綱における業務部門の対策の概要」(平成16年2月)

中央環境審議会地球環境部会第15回会合資料「現大綱におけるエネルギー起源CO₂に関する家庭部門の対策の概要」(平成16年3月)

中央環境審議会地球環境部会第19回会合資料「運輸部門の対策・施策の見直しについて」(平成16年7月)

中央環境審議会地球環境部会第21回会合資料「2008年～2012年度の温室効果ガス排出量の推計」(平成16年7月)

中央環境審議会地球環境部会第27回会合資料「対策の裏付けとなる施策についての技術的検討<中間段階の報告>」(平成17年2月)

中小企業庁「中小企業のための物流効率化の進め方～企業連携による物流効率化に向けて～」(平成14年3月)

電気事業連合会「電気事業における環境行動計画」(2003年9月19日)

電気通信審議会答申「情報通信を活用した地球環境問題への対応」(平成10年5月)

土木学会土木計画学研究委員会編『応用一般均衡モデルの公共投資評価への適用』(1998年)

中村, 西, 青木, 矢野, 瀬戸口, 吉田, 紀伊「IT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講演論文集, pp.391-396, (2002)

日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧 2003」

日本自動車工業会「自動車統計月報」

日本テレワーク協会「日本のテレワーク実態調査研究報告書」(平成12年5月)

日本電気株式会社「環境アニュアルレポート 2004」

日本電気株式会社「平成14年度 IT技術利用エコドライブ診断モデル事業支援業務 報告書」(平成15年3月)

日本ビルエネルギー総合管理技術協会「ビル省エネルギー総合管理手法」(平成12年7月)

日本物流団体連合会「物流EDIの今後のあり方に関する検討委員会報告書」(平成15年3月)

日本ロジスティクスシステム協会「2004年度物流コスト調査報告書(速報版)」

増井利彦, 松岡譲, 森田恒幸「環境と経済を統合した応用一般均衡モデルによる環境政策の効果分析」, 土木学会環境システム研究論文集, Vol.28, pp.467-475 (2000)

三井情報開発株式会社総合研究所「ITが地球環境に与える影響の評価に関する調査」(平成14年3月)

リース事業協会「リース統計」

ロム他著, 若林訳「インターネット経済・エネルギー・環境」, 流通経済大学出版社(2000)

調査研究会の開催状況

1 検討体制

本調査は、深海博明氏を座長とする「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」を設置し、検討を行った。

2 調査研究会の構成

別添のとおり。

3 検討経緯

(1) 第1回会合 平成16年12月16日

- ① 研究会の運営方針について(案)
- ② 現状説明
- ③ 全体モデル(案)
- ④ 委員発表

・「通信の進展とエネルギー消費量の増加予測」

株式会社インターネットイニシアティブ 取締役戦略企画部長 三膳 孝通 氏

・「ICTによる環境影響予測」

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ー 西 史郎 氏

(2) 第2回会合 平成17年1月24日

- ① 委員発表

・「ユビキタスの進展と環境負荷の低減～CALS/EDI等～」

株式会社富士通研究所 環境材料ステーション長 朽網 道德 氏

・「IT活用によりCO₂削減効果が期待される物流業での取組事例」

日本通運株式会社 情報システム部 専任部長 立花 智輝 氏

・「ユビキタスネット社会と建築分野での環境負荷予測」

清水建設株式会社 技術研究所 設備技術グループ長 川島 実 氏

・「ICTを使ったオフィス環境の最適化」

日本アイ・ビー・エム株式会社

TS事業部 ファシリティ・マネジメント・サービス事業開発部 部長 國井 孝昭 氏

・「リモートセンシングによる環境モニタリング技術」

株式会社NTT データ ユビキタスプラットフォームグループ 部長 桑田 喜隆 氏

- ② 報告書目次案等について

(3) 第3回会合 平成17年2月21日

① 委員発表

- ・「道路・交通分野におけるICT利活用」

日本自動車工業会 大野 栄嗣 氏

- ・「家庭からのCO₂排出抑制に向けた取り組みの紹介」

株式会社東芝 研究開発センター 主任研究員 経営変革エキスパート 小林 英樹 氏

② ゲスト発表

- ・「サン・マイクロシステムズが考えるIT環境改革」

サン・マイクロシステムズ株式会社 e-Japan 営業開発本部 本部長 中村 彰二郎 氏

③ 評価シナリオ(案)等について

(4) 第4回会合 平成17年3月16日

① 委員発表

- ・「環境負荷ミニマムの取り組み～物流予測システム～」

イオン株式会社 執行役 SCM担当 朝長 哲 氏

- ・「今後の地球環境計測の方向性とNICTの役割」

独立行政法人情報通信研究機構 理事 加藤 邦紘 氏

② 報告書骨子(案)について

4 有識者からのヒアリング

報告書作成の参考とするため、研究会構成員以外の有識者から、経済モデルの設定、引用データ等について助言を受けた。

- ・室田 泰弘 氏 ((有) 湘南エコノメトリクス 代表取締役)

応用一般均衡モデルの設定について。

- ・エリック・ウィリアムズ 氏 (国連大学)

オンラインショッピングに関する環境負荷評価手法等について

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 構成員名簿

(敬称略 50音順)

氏 名	主 要 現 職
(座長) ふかみ ひろあき 深海 博明	慶應義塾大学 名誉教授 東洋学園大学 現代経営学部 教授
(座長代理) もり しゅんすけ 森 俊介	東京理科大学 理工学部 教授
(構成員) あがた あつのぶ 縣 厚伸	イオン株式会社 常務 IT担当
いぐち ひろと 井口 浩人	日本電気株式会社 中央研究所 基礎・環境研究所 エコデザインTG 研究部長
おおの えいし 大野 栄嗣	トヨタ自動車株式会社 環境部 担当部長 社団法人日本自動車工業会 地球環境部会 副部会長
かとう くにはろ 加藤 邦紘	独立行政法人情報通信研究機構 理事
かわしま みのる 川島 実	清水建設株式会社 技術研究所 施設基盤技術センター 設備技術グループ グループ長
くわた よしたか 桑田 喜隆	株式会社NTTデータ 技術開発本部 ユビキタスプラットフォームグループ 部長
こばやし ひでき 小林 英樹	株式会社東芝 研究開発センター環境技術ラボラトリー 主任研究員 経営変革エキスパート
たちばな ともてる 立花 智輝	日本通運株式会社 情報システム部 専任部長
てらお いさむ 寺尾 勇	日本アイ・ビー・エム株式会社 公共事業・政策推進部長
にし しろう 西 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 プロジェクトマネージャ
はしたに たかふみ 端谷 隆文	株式会社富士通研究所 材料・環境技術研究所 環境材料ステーション 主任研究員
みよし たかみち 三膳 孝通	株式会社インターネットイニシアティブ 取締役 戦略企画部 部長
(オブザーバー) いとう ひとし 伊藤 仁	経済産業省 産業技術環境局 環境政策課長
しみず やすひろ 清水 康弘	環境省 地球環境局 地球温暖化対策課長
のじり ゆきひろ 野尻 幸宏	内閣府 政策統括官(科学技術政策担当) 付参事官