

IT は地球環境に貢献できるか？



IT, 環境負荷, 脱物質化, 環境モニタリング, 環境教育



山田 一郎

1. はじめに—IT と地球環境とのかかわり—

地球環境保護といえば地球温暖化防止 (CO₂ 排出量の削減) であるが, CO₂ 排出量はエネルギー消費量とほぼ一対一の関係にあるので, 一般には, 地球環境保護と経済発展の二者択一と考えられている。アメリカが COP-3 (気候変動枠組条約第 3 回締約国会議) で採択された京都議定書から離脱したのも, 経済発展を優先したからにほかならない。このように地球環境保護と経済発展を両立させることは至難の技と考えられるが, IT にはその期待がある。IT 社会の進展によって個人のライフスタイルや産業構造が大きく変化し, これによってエネルギー消費が大幅に削減できるという期待である。

さらに, 地球環境問題の原因究明を行う環境モニタリングや, これを予防する環境教育などの分野でも, IT の活用に期待が高まっている (図 1)。

本稿では, IT 社会の進展によって環境負荷がどうなるかを考察するとともに, 環境モニタリングや IT を活用した環境教育の現状を紹介し, IT が地球環境にどのように

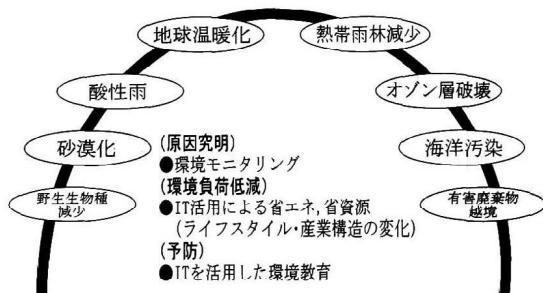


図 1 IT の地球環境保護への貢献分野

やまだ・いちろう 1974 年東京大学大学院工学系研究科修士課程 (機械工学) 修了。同年日本電信電話公社電気通信研究所に入社。2000 年 7 月 NTT 生活環境研究所所長。2002 年 7 月から東京大学大学院工学系研究科産業機械工学専攻・教授として, 生活環境 IT, 情報通信エネルギーなどの研究に従事。

貢献できるかを考えてみたい。

2. 情報通信サービス提供のための環境負荷

まず, 情報通信にかかわるエネルギー消費について考察してみる。

NTT では, IT 化が最も急速に進展する場合と徐々に進展する場合を想定して, 情報通信にかかわる日本全体のエネルギー消費量の予測を行っている⁽¹⁾。前者では 2010 年において 6,000 万の全世帯が光化されており, 携帯電話もペットや自販機にまで利用されて 2 億台が普及しているなどの想定である。一方, 後者では ADSL や CATV などの従来型の高速度インターネットが健闘して 3,500 万加入に達しているなどの想定である。両者の中間をとることで, 情報通信にかかわるエネルギー消費量を予測している。

まず, NTT グループにおける 2010 年の電力消費量は, 省エネ対策を行ったとしても, 1990 年の 3 倍の 100 億 kWh になると予測される。携帯電話や高速インターネットの普及, 光化の進展, データセンター事業の拡大などが主な要因である。これに, シェアから逆算した NCC などの NTT 以外の通信事業者の電力消費量, さらに, 民生系の通信関連機器の電力消費量を加えれば, 日本全体の情報通信にかかわる電力消費量を予測できる。

この結果, 省エネ対策を行ったとしても, 2010 年における情報通信にかかわる電力消費量は約 450 億 kWh になると予測されている。これは 2000 年の 1.5 倍であり, 日本全体のエネルギー消費量の 1.1% に相当する。

3. IT 活用によるライフスタイルの変化と環境負荷

前述したように, 情報通信にかかわるエネルギー消費は今後も増加する可能性が強いが, 一方では, IT 活用によるライフスタイルの変化 (社会システムや産業構造の変化も含めて) が環境負荷 (エネルギー消費量や CO₂ 排出量) を低減する効果も大きいと考えられる。ここでは, 個別事例によってその具体的なイメージを示すとともに, 日本全体の環境負荷に及ぼす影響を考えてみる。

3.1 個別事例による考察

(1) TV会議⁽²⁾⁽³⁾

TV会議によって出張会議が代替できれば、移動の削減によって、環境負荷が大幅に減少するとされている。

これを検証するため、NTTでは1,600回以上のTV会議の利用データを用いて定量的な解析を行っている⁽²⁾。TV会議については、機器および通信回線の電力消費量からエネルギー消費量を算出している。一方、出張会議については、各地点から2人が参加し、移動時間が最も短い交通手段（飛行機、電車、バス）を用いると仮定する。そして、交通手段の単位料金あたりのエネルギー消費量を用いて、交通料金からエネルギー消費量を算出している。その結果、TV会議を利用することによって、エネルギー消費量は74%が、CO₂排出量は85%が削減できるという結果が得られている。

さらに最近では、使用段階のみの評価ではなく、製造・廃棄段階を含めたライフサイクル評価が行われている⁽³⁾。NTT東日本における2001年度の3か月間の利用データによれば、TV会議の利用頻度や参加人数が少ない場合（会議室あたり13回/年、2人）には、TV会議システムの製造段階での環境負荷の割合が大きく、CO₂排出量の削減効果はほとんどない。しかしながら、利用頻度や参加人数が多くなると、90%以上の削減効果も得られることが明らかにされている（図2）。

(2) インターネット電話帳

電子情報化によって脱物質化を図ることが、環境負荷を低減する上では最も効果的である。電話番号検索については、紙の電話帳に加えて、現在では、電話番号検索用CD-ROMが市販されており、インターネット電話帳（インターネットによる電話番号案内サービス）も提供されて

いる。これらの電話番号検索のIT化についてもエネルギー消費量の比較が行われている。

紙とCD-ROMの製造エネルギーは10 kcal/gとすれば大きな違いはないので、これから1加入あたりの電話帳（3 kg）やCD-ROM（100 g）の製造エネルギーが算出される。さらに、電話番号案内の利用時間を、現在は1加入あたり年間30分（15回）であるが、年間1時間になると仮定して、CD-ROM、インターネット使用時のパソコン、通信ネットワークの使用エネルギーを算出して、全体のエネルギー消費量を求めている。その結果、紙の電話帳を止めて、CD-ROMによる電話番号案内を利用するとエネルギー消費量は約1/25となり、インターネット電話帳では約1/170となることが明らかにされている。エネルギー消費量を削減するという目的からみれば、脱物質化の効果は極めて大きい。

(3) 電子自治体⁽⁴⁾

富士通は、転入・転出届をインターネットによる電子申請にした場合の環境効果をライフサイクル評価によって試算した。

転入・転出手続きは、県内移動では1回（転居）、県外移動では2回（転出および転入）が必要となるが、これを電子申請化することで、住民が役所まで移動する交通機関の使用回避（エネルギー消費の削減）や、各種届出書の削減（資源消費の削減）といった環境負荷の低減効果が得られる。一方で、全国3,300の市町村にサーバが導入されて電力消費量が増加するなどの新たな環境負荷も発生する。これらを総計すると、CO₂排出量の削減効果は約30%になる。

(4) eラーニングおよび各種ITソリューション⁽⁵⁾

NECはeラーニングをはじめとして、各種ITソリューションの環境効果をライフサイクル評価によって試算した。

eラーニングについては、受講生が教室まで平均60 kmを移動し、紙の資料やOHPを使用して3時間の講義を受ける従来教育と比較して、環境効果を算出している。従来教育では受講者の移動と、資料として用いる紙の製造にかかわる環境負荷がほとんどを占めるのに対して、eラーニングではネットワークやパソコンの使用にかかわる環境負荷がほとんどであり、1か月のシステム運用で約87%のCO₂排出量の削減効果がみられた。

また、eラーニング以外のITソリューションの中でCO₂削減率の高いのは、コンテンツのオンライン配信86%、インターネットショッピング（ソフトウェアのオンライン購入）84%、ウェブ電子データ交換（EDI）80%、電子政府70%などとなっており（図3）、コンテンツを電

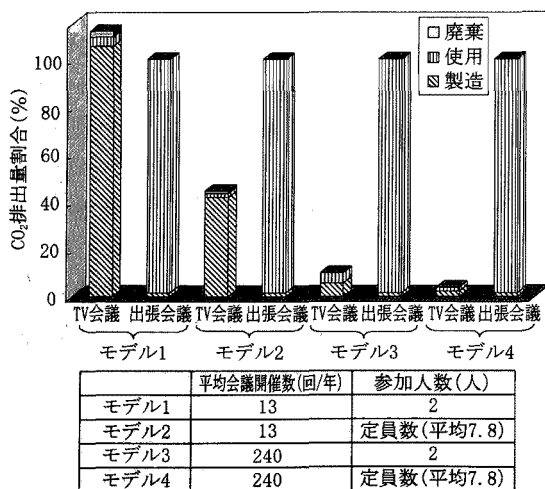


図2 TV会議による環境負荷（CO₂排出量）の削減効果

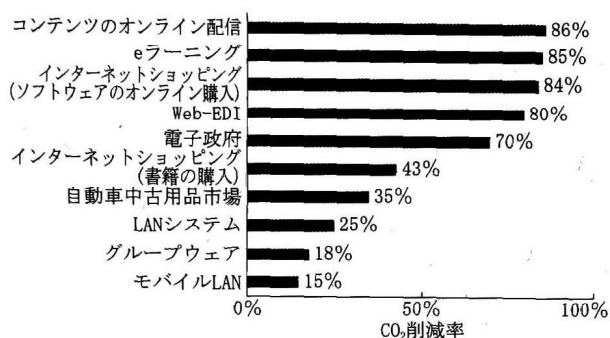


図3 各種ITソリューションのCO₂削減率

子情報化して、人や物の移動をなくす脱物質化システムの効果が高いことが定量的に示されている。

3.2 IT活用によるライフスタイルの変化が社会全体の環境負荷に及ぼす影響

アメリカのシンクタンク CECS (The Center for Energy and Climate Solution) は、1999年に報告した「インターネットと地球温暖化」というレポート⁽⁶⁾の中で、GDPあたりのエネルギー消費量でみると、IT活用によって、年率0.5%の削減を達成する可能性があるとしている。影響の大きい分野として、①個人向けEC (B to C)、②法人向けEC (B to B)、③物資の電子情報化、④生産流通の管理、⑤テレワーク・遠隔会議・遠隔管理の5分野を挙げているが、いずれも、ライフスタイルの変化と大きな関係がある。

IT活用が日本全体のエネルギー消費量に及ぼす影響を明らかにするため、アメリカのシンクタンク CECSが影響の大きい分野として挙げた五つの分野に、日本での効果が期待される⑥リサイクルにおける情報通信技術の活用、⑦高度道路交通システム (ITS: Intelligent Transportation Systems) を加えた七つの分野を対象とした検討が行われている⁽¹⁾⁽⁷⁾。

例えば、本やソフトなどの物品販売にITを活用する個人向けEC (B to C) では、従来のような消費者需要が分からない状態で見込み生産することがなくなるため、不必要生産の抑制や在庫の圧縮が図られる。このため、不必要生産や返品物流にかかわるエネルギー消費の削減につながる。卸販売や小売販売が不要あるいは縮小されるため、店舗運営のためのエネルギー消費が削減される。また、小売店に出向くための自動車交通のエネルギー消費が削減される。一方で、商品の多くが宅配便で届けられるため、貨物車交通のエネルギー消費が増加する。また、店舗に代わって倉庫の需要が大きくなり、倉庫運営のためのエネルギー消費が増加することとなる。その結果、2010年に小売販売の5%が個人向けECになると仮定すると、2010年にお

表1 IT活用によるエネルギー消費の削減効果

項目	エネルギー消費削減量 (×10 ¹⁰ kcal)	エネルギー消費削減率 (%)
1 個人向けEC (B to C など)	2,355	0.6
2 法人向けEC (B to B など)	1,368	0.4
3 物質の電子情報化	771	0.2
4 生産流通の管理	4,783	1.3
5 テレワーク・遠隔会議・遠隔管理	1,051	0.3
6 リサイクルにおける情報通信技術の活用	2,648	0.7
7 高度道路交通システム (ITS)	455	0.1
合計	13,431	3.6

(注) 経済成長や誘発効果は見込んでいない

けるエネルギー消費削減率は0.6%になるという。

詳細はNTTグループ環境報告書2001ほかに譲るが、7分野のエネルギー消費の削減効果は、日本全体のエネルギー消費の3.6% (13,250×10¹⁰ kcal) になるとの結果が得られている (表1)。

第2章の考察によれば、2010年における情報通信にかかわるエネルギー消費は日本全体の1.1%である。したがって、ITの活用によるエネルギー消費の削減効果の方が圧倒的に大きく、IT社会の進展によって、差し引き、日本全体のエネルギー消費を2.5%削減できる可能性がある。

4. ITを活用した環境保全活動

4.1 環境モニタリング⁽⁸⁾⁽⁹⁾

環境保全の第一歩は、自然環境や生活環境をきめ細かく測定し、現状を正確に把握することであり、環境モニタリングやシミュレーションへの期待は極めて大きい。

二酸化窒素 (NO₂) や浮遊粒子状物質 (SPM: Suspended Particulate Matters) など、自動車の排気ガスに起因する大気汚染が問題となっているが、大気汚染の状況をきめ細かく測定するために、センサの小型化とネットワーク化が必要となっている。このため、ナノテクノロジーを用いて小型で超高感度なNO₂センサを開発するとともに、これを通信ネットワークに接続可能として、多点モニタリングができるNO₂センシングシステムが開発されている⁽⁶⁾。これによって、局所的なNO₂濃度分布をリアルタイムで測定することが可能となったが、さらに、NO₂だけでなく、SPMなどを同時に測定できる大気環境モニタリングシステムの開発が進められている。

また、自動車の排気ガスに含まれるベンゼンなどの揮発性有機化合物 (VOC: Volatile Organic Compounds) も大きな問題となっており、ガス濃縮と光検出による新しい小型・高感度VOCセンサの研究開発が進められている。マイクロマシニング技術で試作されたVOCセンサでは、

濃度 50 ppb のトルエンが検出されており、大幅な高感度化の可能性が示されている。

さらに、大気環境のアセスメントを行うためには、モニタリングとならんでシミュレーションも重要であり、GIS (Geographical Information System: 地理情報システム) を利用した大気環境シミュレーションシステムの開発が進められている。工場などの固定発生源からの NO₂ と自動車からの NO₂ の拡散シミュレーションを行って、両者に起因する NO₂ 濃度分布を求めるものであるが、誤差 20~30% で濃度分布を予測できる。GIS の利用によって、環境基準を満たさない地域やその人口などを容易に知ることができるのも利点である。

現在では、天気予報 (短期) の的中率は 80% を超えているが、将来的には、天気予報並みの環境予報が実現できると思われる。

4.2 IT を活用した環境教育⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾

岩手県、国連大学、NTT の三者による環境情報ネットワーク共同プロジェクトは、生活環境情報ネットワークのプロトタイプ作りを目指したもので、環境モニタリングに加えて、IT を活用した環境教育が進められた。具体的には「身近な環境調査」「疑似体験」などが行われた。

「身近な環境調査」では、桜の開花とか酸性雨などの身近なテーマについて共同調査を行い、それを通して地域全体の環境を理解することをねらいとしている。例えば、桜開花一斉調査については、岩手県内の小中学校 100 校以上の参加を得て実施している。具体的には、各学校から「何月何日、桜が開花した」とか「何月何日、桜が満開になった」という情報をインターネットなどで送ってもらい、それを岩手県の地図上にマッピングして、ホームページで公開した。これによって、桜前線が 1 か月かかって岩手県を北上していく様子や、沿岸部と山間部で桜の開花時期が違ふことなどを知ることができ、岩手県全体の環境を理解するのに役立つと言われている。このような桜の開花や酸性雨の一斉調査では、一校一校では点の情報でしかないものが、地図上にマッピングすることで面の情報となり、新たな知見が得られるのも大きな特徴と考えられる (図 4)。

一方、「疑似体験」では、普段体験できないような場所から音声とか映像を中継して、臨場感あふれる学習を体験することをねらいとしている。三陸海岸で行った海中授業では、水中カメラを持ったダイバーと一緒に教師が海中に潜って、インターネットを使って映像を教室に生中継するとともに、海中の生物などを紹介した。この海中授業はインターネットによって一般にも公開され、約 200 件のアクセスがあった。インターネットを使えば広域授業ができることも大きな特徴である。

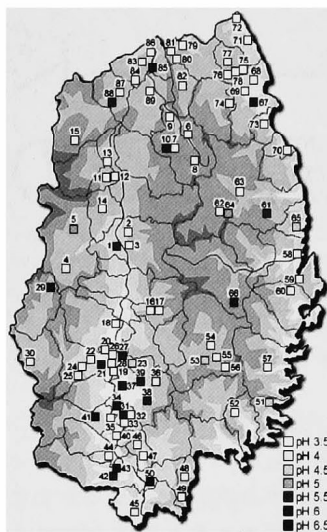


図 4 酸性雨一斉調査の結果

5. おわりに

IT 社会の進展によって、情報通信にかかわるエネルギー消費は増加する傾向にあるが、IT を活用した新しいライフスタイルによって大幅な削減が期待でき、差し引きのエネルギー消費は減少する可能性がある。さらに、環境モニタリングや IT を活用した環境教育によって、IT は環境負荷低減だけでなく、原因解明や予防などの分野でも地球環境保護に大きく貢献できる。

IT の活用が、あるいは IT 社会の進展そのものが、真に豊かな循環型社会につながっていくことを期待したい。

(平成 15 年 1 月 30 日受付)

文 献

- (1) NTT グループ環境保護活動報告書 (2001)
- (2) M. Nakamura, et al.: "Lifecycle Inventory Study of Teleconferrence System", 4th Int. Conf. on Ecobalance, Tsukuba, Japan, E 2-15, pp. 529-532 (2000)
- (3) 高橋・中村・西: 「TV 会議システムのライフサイクルインベントリ分析」, 環境科学会講演要旨集, pp. 7-8 (2002)
- (4) 富士通環境報告書 (2002)
- (5) S. Miyamoto, et al.: "Approach to Ecodesign for Information Technology Systems", 5th Int. Conf. on Ecobalance, pp. 483-486 (2002)
- (6) J. Romm, et al.: "The Internet Economy and Global Warming", The Center for Energy and Climate Solutions (1999)
- (7) 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)
- (8) Y. Maruo, et al.: "A nitrogen dioxide monitoring system with an irreversible sensor", Tech. Digest of the 18th sensor symposium 2001, Kawasaki, Japan, pp. 181-184 (2001)
- (9) 本庄: 「環境情報流通技術の研究開発」, NTTR & D, 51-5, pp. 5-9 (2002)
- (10) 山田: 「IT を活用した環境教育の実践」, NTT 技術ジャーナル, 13-5, pp. 12-14 (2001)
- (11) B. Barrett and I. Yamada: "Exploring the Global-Local Axis: Telecommunications and Environmental Sustainability in Japan", The Ecology of the New Economy, Greenleaf Publishing Ltd., pp. 150-164 (2002)