

エコデザインによる情報技術の低炭素社会実現への貢献

藤本 淳^{1*}・松本 光崇²・折口 壮志³・西 史郎³・植田 秀文⁴・端谷 隆文⁴

(¹ 東京大学先端科学技術研究センター・² 産業技術総合研究所・³ NTT 情報流通基盤総合研究所⁴ 富士通(株))

* e-mail : junf@rcast.u-tokyo.ac.jp

摘 要

情報技術 (Information Technology : IT) の社会普及に環境配慮設計 (エコデザイン) の視点を入れることで、安全で豊かな低炭素社会を実現することを目的に研究を進めている。最初に、2020 年における IT 普及が CO₂ 排出に与える影響を考察した。2020 年には、高度 IT の普及が進み、環境対策、観光、流通管理、ショッピングなど様々な場面で活用されている可能性が高い。現在の延長でこのように IT 普及が進んだ場合でも、国内総排出量の約 5% の CO₂ 排出削減ポテンシャルをもつ。「IT によって新たな社会システムが創造される」といったダイナミックな変革が生じれば、さらに大きな削減効果が得られるであろう。そこで、2050 年低炭素社会を想定して、未来社会で実現して欲しい事象を市民 1,000 名へのアンケート、作家・映画監督・科学者など有識者インタビュー、および未来社会を題材とした SF (Science Fiction) 映画やアニメーションの調査により抽出した。これらキーワードをもとに、IT 普及がコミュニティや家族とのつながり、人間と自然との関係を回復させた結果、人々が目標達成に向けていきいきと生活している社会を、物語とイラストで描いた。このように描いた 2050 年社会の CO₂ 削減量を試算した。

キーワード：エコデザイン、情報技術 (IT)、地球温暖化防止、未来予測

1. はじめに

将来社会を想像する上で、現在から過去を振り返り、その間の変化を観察するのも一つの方法であろう。現在 (2007 年) から 43 年後の未来が 2050 年である。43 年前は、東京～新大阪間の新幹線が開通して東京オリンピックが開催された 1964 年となる。この期間で急速に発展し、われわれの生活を大きく変えたものの一つとして、情報技術 (IT) がある。

IT の発展は、産業界では、電子商取引によるグローバルな視点での原材料の調達やサプライチェーン・マネジメント、企業組織のアウトソーシング化など、産業構造に大きな変化をもたらしつつある。人々の生活では、携帯電話やパーソナルコンピュータ (PC) を使ったオンライン株取引や銀行振込み、ホテル／新幹線／航空券の予約、書籍などの物品購入、人との瞬時のコミュニケーション等、生活スタイルを大きく変えた。このような社会経済の変化は、NGN (Next Generation Network) による通信の大容量化、センサーとネットワークが融合して至る所に遍在するユビキタス・ネットワークの実現、マイクロプロセッサの処理能力のさらなる向上 (2020 年前後には PC の情報処理能力は、人間の脳のレベルに達する)¹⁾、

ロボット技術の進化と情報技術との融合等により、さらに加速する可能性がある (IT 革命)。人間並みの情報処理能力をもったロボットが、ユビキタス・ネットワークを介して大量な情報をやり取りしながら行動することで、今まで人間しかできないとされていた熟練した技やサービスをロボットが代替することも、21 世紀後半には夢物語ではない。

本稿では、IT の技術領域から見た低炭素社会について考察する。IT の影響は社会全体にわたるため、産業、運輸および民生の分野への影響を検討した。IT 革命により社会構造は大きく変わる (パラダイムシフト)²⁾。資源・エネルギーの消費形態は社会構造に立脚したものであることを考えると、IT 革命により資源・エネルギー消費の形態は大きく変化し、温室効果ガス排出にも少なからず影響を与えるであろう。IT 革命へ向けて動きつつある現在、IT 普及の方向を社会の環境負荷低減につながるように設計することで (IT 社会のエコデザイン)、低炭素社会実現に貢献できるのではないかと、というのがこの研究の視点である³⁾。

2. 情報技術と地球温暖化

2.1 既存の研究

ITの地球温暖化への影響については、プラス・マイナスの両面が考えられる。マイナス面(環境負荷の増大)は、IT機器の生産/運用/廃棄で消費される資源・エネルギーや廃製品の増加である。また、IT化により生み出された経済的・時間的余裕は新たな経済活動を生み、資源・エネルギー消費の増加をもたらすことも懸念されている(リバウンド効果)。一方、IT化がもたらすプラス効果では、人・モノの移動や生産における部材調達効率化等による資源・エネルギー消費の削減や、モノを売る産業から情報・コンテンツやサービスを売る産業への移行など産業構造の変化によるエネルギー消費低減の可能性があげられる。さらに、環境対策にITを活用することで対策の高度化や効率化が図られ、環境負荷削減が促進されことも期待される。このプラス効果を、マイナス影響よりも大きなものにするのがエコデザインの目的となる³⁾。

ITの環境問題への影響、特に温暖化問題への影響についての議論は、当初、IT機器の使用増加による電力需要の増加影響への懸念から議論されるようになった。特に議論の発端となったのは、1999年にアメリカのフォーブス誌に“Dig more coal - the PCs are coming”と題する記事が掲載され、ここで、インターネット関連のエネルギー消費がすでにアメリカの全電力の10%近くに達しており、今後この割合は数十パーセントに拡大していく恐れがあるという推計が示されたこと⁴⁾。この警告は大きく取り上げられ、ITの環境影響やエネルギー問題との関連が議論されるようになった。この後、アメリカではいくつかの機関によって推計がなされ、特にローレン

ス・パークレー国立研究所等で継続的に調査がなされている^{5),6)}。それによると、IT関連の消費電力は最大でもアメリカの全電力需要の3%程度となっている。これらITの環境負荷影響の推計を皮切りに、ITの環境負荷低減への寄与の可能性も本格的に検討されるようになった。

ITの進展には環境負荷増加の要因がある一方で、環境負荷低減の可能性も持つ。各種媒体の電子情報への移行は紙の生産や書籍の輸送等のエネルギーを大きく節減する^{7),8)}。また、オンラインビジネスの展開は人の移動やモノの輸送を代替する可能性を持ち、移動や輸送のエネルギー消費を大きく低減することが期待される。わが国においては、1998年に電気通信審議会で先駆的にITが環境負荷低減に寄与する可能性について議論がなされた⁹⁾。その後、日本ではいくつかの機関が2010年時点でのITの環境負荷低減の可能性について定量的な分析を実施してきている。これらの成果を表1にまとめて示した。比較の対象や基準は分析ごとに異なるが、表より、おおよそでは2010年時点でITが日本のCO₂排出量を1%から3%程度低減する可能性が示唆されている。

2.2 将来のITによるCO₂削減効果の推定

2.2.1 2020年における削減効果

既存の研究を踏まえて、新たに将来社会におけるITのCO₂削減効果の可能性について検討を行った。図1は、既存の研究からCO₂削減に寄与する可能性を持つITシステムを抽出して、それらを分類した結果である。ITによる環境負荷低減要因の第一として「脱物質化」を挙げることができる。例えば、紙媒体の書籍や書類を電子媒体に置き換えることにより、紙の生産や書籍の輸送に必要なエネルギーが不用になる効果がある。第二は「移動代替」である¹⁵⁾⁻¹⁷⁾。TV会議やテレワーク、オンライン・ショッピングは

表1 IT進展が環境負荷に及ぼす影響に関する既存研究.

評価機関	対象地域/年	CO ₂ 増加影響	CO ₂ 低減効果	CO ₂ 影響合計
電気通信審議会(1998)	日本 2010	—	1.7%	—
NTT(2002) ¹⁰⁾	〃	+ 1.1% ^{*1}	3.6%	- 2.5% ^{*4}
湘南エコノメトリクス(2004) ¹¹⁾	〃	—	—	- 1.9%
NEC(2005) ¹²⁾	〃	+ 0.4% ^{*2}	0.7 ~ 3.2%	- 0.5 ~ - 2.8%
総務省(2005) ¹³⁾	〃	+ 0.4% ^{*3}	2.0%	- 1.6%
エネルギー総合推進委員会(2002)	日本 2020	—	—	- 0.9% ^{*4}
欧州委員会(2004) ¹⁴⁾	EU 2020	—	—	+ 2% ~ - 15% ^{*4}

※論文等がない場合は機関の発行する報告書等を参照した。

※1 2010年時のITのエネルギー消費量の、1999年の日本のCO₂総排出量に対する比率。

※2 2010年時のITのCO₂排出量の、2010年の基準ケースのCO₂総排出量に対する比率。

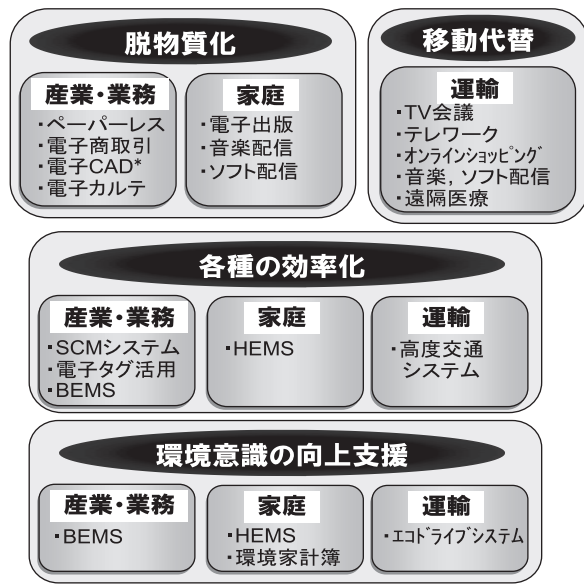
※3 2010年時のITのCO₂排出量の、2000年の日本のCO₂総排出量に対する比率。

※4 NTT, エネルギー総合推進委員会, 欧州委員会は, CO₂排出量でなくエネルギー需要量による評価である。

移動を代替する効果を持つ。第三は「各種の効率化」である。ITによる最適化や制御によって、使用の効率化を図るものである。サプライチェーン・マネジメント・システム(SCM(Supply Chain Management)システム)は、製品の生産において、需要と生産との適切な情報流通により、生産・販売段階で無駄になる素材、部品、および完成品を削減する^{17),18)}。第四は環境やエネルギー使用に関わる情報を消費者に提示することで消費者の「環

境意識の向上支援(エコ・ライフスタイル・ナビゲーション)」を行うことの効果である。例えばHEMS(Home Energy Management System:家庭用エネルギー管理システム)は、居住者の不在時に自動的に家の照明や空調を消すなどしてエネルギー使用を効率化するとともに、生活者に電力の使用状況などを知らせることで環境意識の向上を支援する。HEMSは後者の生活者の環境意識向上による省エネルギー効果の方が、前者の効率化制御の効果よりも大きいという報告もある¹⁹⁾。

2020年時点でのITのCO₂排出への影響を推計した(表2)。この推計では、削減のポテンシャルを明らかにすることに重点を置いた。表1に示した従来の評価は、ITシステムのCO₂削減効果やシステムの今後の普及率についてある程度過去のトレンドも踏まえた推計であったのに対し、本推計は可能な最大の削減量、つまりポテンシャルを考察することに重点を置いた^{3),17)}。表2は、ITによるCO₂の増大影響とCO₂の削減効果を持つ各種のITシステムについて、その削減ポテンシャルである。この表の中では、まずIT化によるCO₂増加の影響について、2000年～2020年にかけての電力消費増加量を考えた。総務省の研究会の報告書での2000年～2010年にかけてIT機器増加が約600万t-CO₂のCO₂増加という推計値を参照して¹³⁾、2000年～2020年にかけては大きめに1,000万～2,000万t-CO₂の増加が見込まれ



* CAD: Computer Aided Design

図1 ITによる環境負荷低減効果の体系化。

表2 2020年のITのCO₂排出への影響の推計結果。

	対象部門			CO ₂ 削減ポテンシャル (万t-CO ₂)
	産業・業務	運輸	家庭	
環境負荷の増大				
IT機器増加による電力需要増	×	—	×	-1,000～-2,000
各種の効率化				
SCM(サプライ・チェーン・マネジメント)	◎	○	—	～4,800
オンライン・ショッピング	◎	×	—	～900
物流の効率化	—	◎	—	～1,000
通勤のモーダルシフト支援	—	○	—	～200
BEMS(Building and Energy Management System) (ビル用エネルギー管理システム)	◎	—	—	～1,600
移動の代替				
TV会議/テレワーク	—	◎	—	～1,000
脱物質化				
ペーパーレス化/電子出版	△	—	—	～100
音楽ソフト配信	△	△	—	～200
環境意識の向上支援				
HEMS(家庭用エネルギー管理システム)	—	—	○	～580
エコドライブシステム	—	○	—	～200

「◎」は削減ポテンシャルが1,000万t-CO₂以上、「○」は100～1,000万t-CO₂、「△」は100万t-CO₂以内、「×」はCO₂増加を表す。基準年:2000年,対象地域:日本。

表3 2050年のITのCO₂排出への影響の推計結果。

	2020年 CO ₂ 削減ポテンシャル(万tCO ₂)	2050年 CO ₂ 削減ポテンシャル(万tCO ₂)
各種の効率化		
SCM(サプライ・チェーン・マネジメント)	～4,800	～9,200
物流の効率化	～1,000	～1,900
移動の代替		
通勤のモーダルシフト支援	～200	～530
テレワーク	～700	～870
		上記二つの相乗効果～170
オンライン・ショッピング	～900	～3,200
環境意識の向上支援		
HEMS(家庭用エネルギー管理システム)	～580	～970
環境情報提示システム		HEMS効果にライフスタイル変革が加わったとき～1,300

基準年：2000年，対象地域：日本。(各項目の出典は^{20),21)}。)

ると予想した。今後、インターネット放送や動画配信の普及で通信量が大きく増加する可能性がある一方で、パソコン(家庭用と事業用)やサーバーの出荷台数の2000年以降、2006年までの推移を見る限りは微増(最も多いものでも3割増程度)であることから、2020年までの急速な機器の増加は無いと考え、直線外挿による概算値とした。

一方で、CO₂削減の効果を持つことが期待される各種ITシステムのCO₂削減効果を見積もった^{16)–19)}。ここでは、特に「各種の効率化」の効果の可能性が大きいことを読み取ることができる。例えば、SCMは産業部門でのCO₂削減の大きなポテンシャル(数千万トン)に加え、運輸部門のCO₂削減にもある程度のポテンシャル(数百万トン)を持つ^{17),18)}。「脱物質化」は、表2を見る限りCO₂削減効果は大きいとは言えないが、省資源化には大きな効果を持つ³⁾。2020年時点で、IT機器の増加による最大2,000万tCO₂程度の増加というマイナス面を考慮しても、トータルで約8,600万tCO₂の削減の可能性を期待することができる。ただし、SCMとオンライン・ショッピングの間などにダブルカウントが含まれる可能性がある。それらの不確実性を考慮して保守的に見積もり、2020年における削減ポテンシャルは、日本全体で2000年比約5%と考えた^{3),17)}(2000年の排出量は12億5,700万tCO₂²⁰⁾。

2.2.2 2050年のCO₂削減効果とパラダイムシフト

2050年のCO₂削減70%を視野に入れて、2050年時点のITによるCO₂削減ポテンシャルを検討した。表3に結果の概要を示す。表中の合計の削減量は最大1億8,000万tCO₂に上る^{21),22)}。IT機器の消費電力について、2020年推計と同様

に総務省の報告書¹³⁾を基に考えると、約3,000万tCO₂の増加となる。これら両面を考えると、2050年におけるITによるCO₂削減効果は、日本全体で2000年の総排出量の約10%となる。これは、「現状」のIT活用方法が連続延長的にそれぞれの各分野へ深く浸透した場合の数値である。しかし、ITは今後も進化を続け、2050年には大きく社会を変えている可能性が高い。よって、フォアキャスティング手法による予測はあまり意味を成さない。

それでは、パラダイムシフトの影響をどのように考えるのか。2050年のIT社会の姿を描くことは他の技術分野とは異なり、ドッグイヤー(犬の1年は、人間の7年に相当する)とよばれるほど急速に進化するITでは難しい。そこで1つの解は、人の「ニーズ」にあると考えた。ITの技術進展と普及は、われわれの「願望(こんな暮らしがしたい、こんなことが出来ればいい)」を満たす形で進む傾向がある。われわれが望む未来社会を明らかにすれば、そこで使われるITの活用方法を推測でき、2050年低炭素化IT社会を描くことができる。その姿を描いた後に、再度、2050年におけるITのCO₂削減効果を再び算出することを試みた。

3. ITによるパラダイムシフトの負の側面

IT革命が社会構造の変化をもたらすのであれば、人間の精神的面にも少なからず影響を与えるであろう。“Cybernetics”を提唱したWiener²³⁾は、「ITは正負両面の影響を、人の基本的価値、すなわち生活や健康、仕事や富、知識や能力、創造性や幸福感、平和や安全等に与える」と指摘してい

る。技術発展は我われに大きな便益をもたらすが、それがもつ負の側面も考えておく必要がある。ITの進展による社会的変化は大きく、過去の産業革命と同様な影響をもたらす可能性がある。産業革命では、田舎から都市への移住を促進し、労働形態を大きく変えた。これにより、産業革命以前にはあった、祖父母も含めた家族の中での伝統的価値や道徳の子供への継承や、収穫時などでの周りの人々とのコミュニケーションが失われることになった。また、大量生産・大量消費社会を生み出し、急速な化石燃料や天然資源の消費増加とそれに伴う様々な環境問題を引き起こす原因となった。

よってIT革命においても、前述までの正の影響だけでなく負の側面も合わせて考えておく必要がある。図2は、技術中心のアプローチが、人の精神やこころ(人間性)に与える影響メカニズムを示した仮説(モデル)である。このようなアプローチでは、「技術」が第一とされ、それが人間性を含む社会に与える影響に対する配慮が欠けている。前章では、ITは社会の多様化を生み、CO₂削減に貢献できる可能性について述べた。しかし、その一方で人間性に影響を与えている可能性もある。

近代の社会構造は、国家・地域・家庭など、従来重要であった伝統的価値を喪失させる方向に働いた。これにより、人々は空虚感を抱え(退屈さ、孤独感、生きる意味)それを紛らわすために、商品の購買や身の回りの快適性の追求によって自己の欲望をただ充足することに価値をおくようになったと考えられる²⁴⁾。いくらモノを買っても、快適性を追求しても、一時的な満足感は得られるが、

こころの空虚感を十分満たすことはできない。結局、欲望の追求を際限なく繰り返すことになる。このような欲求充足型社会は、資源エネルギーの過度な消費にもつながる。ここで、IT進展に関連した2つの項目が、人々の精神やこころに与える可能性があると考えた。

i) 軽便なライフスタイルの増長

例えば、インターネットショッピングは、家の中で快適なソファに座り、世界中のモノを簡便に買うことを可能にした。このような簡便さはモノを買う満足感や充足感を希薄にし、また、簡便さにより生み出される自由時間は退屈で無気力な気持ちを増長させ、余分なエネルギー消費を生む。2.1節で述べた、IT普及の負の影響であるリバウンド効果と呼ばれるものもこのようにして発生している可能性が高い。

ii) 表面的コミュニケーションの増加

ITは、グローバルなコミュニケーションを確かに容易にした。しかし、e-mailやインターネットのチャットルームを介して、深く人と触れ合うことができるのであろうか。快適な家で、インターネットを介して仕事やショッピングをして、物理的に人と会わずに1日を過ごすことも可能である。物理的な人との接触の減少は、「自己の確立」や「他者の感情を思いやるこころ」の欠如を招くばかりではなく、空虚感を増す可能性がある。これも、結果として資源・エネルギーの余分な消費を導くことになる。

これらは、ともに現代社会が抱えている人々の空虚感を増加させる働きがあり、資源・エネルギーの「過食症」とも言える²²⁾。過食症はこころの「病」であり、これを治癒しない限り過食は止ま

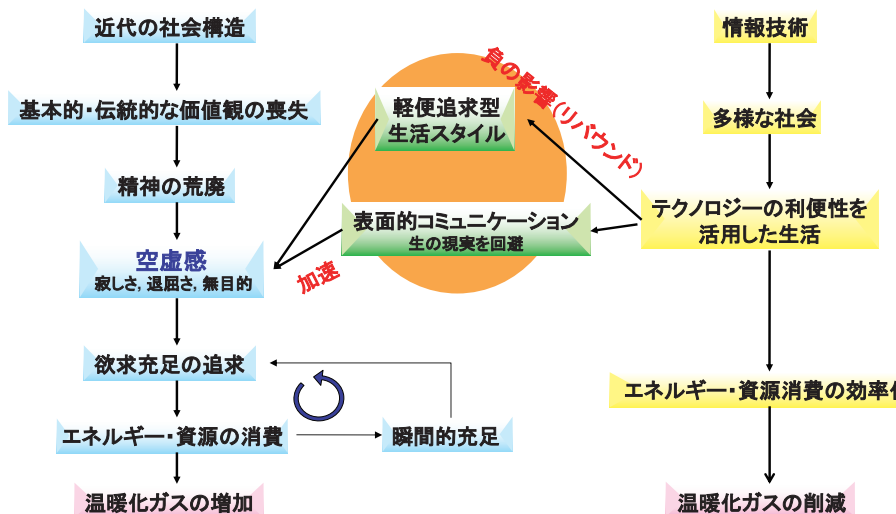


図2 技術と社会問題(筆者らの仮説に基づくITの負の側面の概念図).

らない。2050年の「望ましい社会像」を描く上で、配慮すべき点である。

4. 将来の望ましい社会像の描写の方法論

2050年には、ITによるパラダイムシフトが生じている可能性が高い。その2050年社会を、人々がもつ夢や欲求を満たす形で高度に発達したITが活用されていると想定した。

2050年の社会描写においては、「直観的手法」で将来社会像のキーワードを抽出し、それをもとにシナリオ・プランニングおよびブレイン・ストーミング手法を活用して、望ましい将来社会像を描いた。

4.1 直観的手法

直観的手法とは、直観的アイデアに基づく未来予測である。本研究では、以下の3つの方法で将来社会のキーワードを取得し、その内容を、衣服、食事、住居、コンピュータ、コミュニケーション機器、交通手段、医療、買い物、レジャーなど、生活や仕事での各行動の視点より整理してまとめた。

i) 一般人(約1,000名)に対するアンケート調査

人々が望む将来の生活像(あるいは未来)を探るための調査である。ライフスタイル/ワーキングスタイルにおいて起こってほしい事象(精神的/文化的豊かさや高尚な内容、あるいは世俗的/物質的内容)、起こってほしくない事象などについて、幅広い層(性、年代、職業、家族形態など)からアイデアを思いつくまに出してもらった。アンケートは2種類からなる。第一は、40の項目について2050年に起こりそうかどうか問う“Yes、No”の選択質問と、10問の自由記述である²²⁾。

ii) SF(空想科学小説)、SFX(Special Effects)映画(未来特撮映画)、およびアニメなどのコンテンツ

これらの作品は、人間社会の変化に関する予測において的確に見通すことが多いと言われている²⁵⁾。今回、SF映画では「マイノリティ・レポート」(2054年の社会を想定)(2002年公開)など5作品、アニメーションでは、「ほしのこえ」(2046年の社会を想定)(2002年公開)など9作品を調査した²²⁾。

iii) 有識者および研究グループへのインタビュー

作家、デザイナー、建築家など幅広い分野の専門家18名(含む2研究グループ)に前述のアンケート用紙を渡し、インタビューを行い、将来社会のキーワードを抽出した。

直観的手法により抽出した内容は、約30の断

片的な将来生活シーンと、約50の将来のIT社会を特徴づけるキーワードに整理した。キーワードの一例を以下に示す。

纏(まとう)

- ・セカンドスキン: 体温、汗が自動調節される服で体内環境が快適に保たれる。どこにいてもオールシーズン1着で順応できる。紫外線保持や健康保持に応用できる。
- ・メディア埋め込みの演劇型衣装: 生地の色、デザインなどが自動調整可能で、動画広告がディスプレイされる。
- ・パワー・スーツ: 着用することで筋力が数倍パワーアップする体力支援スーツ。介護などの力仕事、高齢者、身障者に活用される。

4.2 シナリオ・プランニングとブレイン・ストーミング

シナリオ・プランニング手法とは、未来の不確定要素から注目すべきものをいくつか選択し、そのインパクトの大きさと組み合わせ方でできる複数のシナリオを描く分析手法である²⁶⁾。世の中の変化動向には、社会、経済、政治、技術、環境など多様な要素がある。これらの要素のうち、どちらの方向に進行するかが不確定な要素(予測不能、選択の余地がある)に着目し、その中から大きな影響を与えそうな注目すべき重要な要素を、2つまたは3つ抽出し、それらをドライビング・フォース(推進力)とする。本研究では、不確定要素として、「個人の生活形態の度合い(最低限のニーズで満足⇔ウォンツの肥大化)」と、「社会の形態(管理重視社会⇔自主性重視社会)」をとりあげた(図3)。この二点をとりあげたのは、筆者らのブレイン・ストーミングでも、前記の一般人へのアンケート調査や有識者等へのインタビューでも、未来社会について最も見解が分かれた点であったためである。つまり、未来社会では個々人が足るを知り、欲求を抑制する社会であるか、それとも欲求を肯定しつつエネルギー・資源の消費を伴わない方向にコントロールしていくことを構想するか、そして社会形態は管理が強化されたものであるか、それとも自主性が重視されたものであるか、について見解が分かれた。この2つの軸で形成される象限に直観的手法で取得したコンテンツデータを整理しあてはめ、それらをもとにブレイン・ストーミングを繰り返し、2050年IT社会像をスケッチした。4つの社会像の概要を以下に示す。いずれの社会も情報技術ITが高度に発達することを前提としたものである²²⁾。

i) バーチャル化進展社会

概要: 超高度に進化したVR(Virtual Reality, 仮

想現実)は現実社会との境界があいまいである。その中で、人々は欲求と欲望のおもむくままに活動し、VRであるネット社会に埋没(ジャックイン)する人々が多くなる。

ii) 完全管理による誘導社会

概要：人々は欲求を際限なく追求し続けている。そのような中、テロ犯罪や環境問題、自然災害などのリスクが増大してゆとりがなくなった日本は、その存続のために人々をITで徹底的に管理する社会となった。徹底的な管理をすることで、人々の環境行動が誘導され、社会が維持されている。

iii) 多元的な生活美学実践社会

概要：ITなどの先端技術の利便性、物質的欲望のあくなき追求よりも、シンプルな生活、ローカルな文化や精神性が尊重される。文化創造が先で、それを追うように経済が発生する「文化経済社会」である。そうしたシンプルな生活態度の中で、人々は誰からも縛られることなく、自由な人間らしい生活を謳歌している。

iv) 持続可能なためのスローエコノミー社会

概要：持続可能な最低限の文明的生活を維持するために、コンパクトシティを舞台に、環境に配慮した新しい経済社会が確立している。高度なITとロボット技術のお陰で、人々の労働が最小限になり、生じた余暇をクリエイティブに過ごしている。

4.3 「望ましい社会」の描写における課題

前述の4つの社会像をスケッチする際、2つの本質的な課題が明らかとなった。第一は、「望ましい社会」をどのように定義すべきかという問題である。2.2.2節に記したように、筆者らは人々の「ニーズ」や「願望」を手がかりに未来社会を展望することとした。第二は、4つの社会像にはそれぞれ良い点があり、どれが良いか1つに決められないという課題である。

第一の課題に対しては、前章でITの負の側面に関連して記載した、従来の偏った「技術中心のアプローチ」を、「技術と、その社会的影響(人のこころを含む)までを考慮したアプローチ」に修正する必要があると考えた。すなわち、コミュニティや家族とのつながりを大切にし、人々が目標達成に向けていきいきと生活している「資源・エネルギー脱過食症社会」をイメージし、これを本研究での「望ましい社会」と定義した。

第二の課題に対しては、各生活シーン(衣、食、住など)で望ましい形態(図3のどの象限か)を考え、その集合体として一つの社会を描くこととした。例えば、労働では、国に管理されたセーフテ

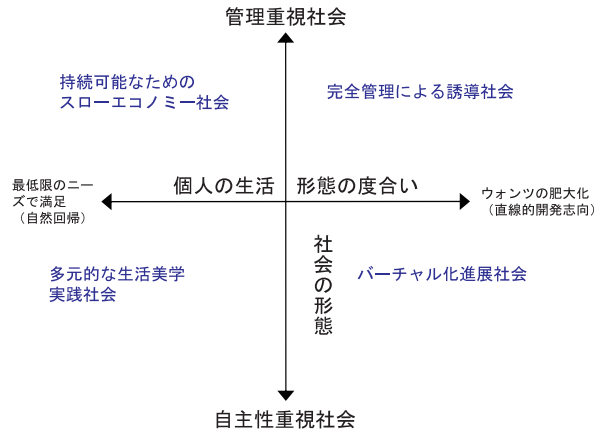


図3 シナリオプランニング法による4つの社会像。

インターネットが必要であるが、一方で個性にあった仕事につきたい場合は複数の場所に位置することになる。これら課題の解決を念頭に置き、再度ブレイン・ストーミングを行い、2050年低炭素IT社会とその中での生活を文章およびイラストで記述した。

5. 2050年低炭素IT社会の生活シーンの概要

5.1 低炭素化IT社会の概要²²⁾

低炭素化社会、本稿においてはコミュニティや家族とのつながりを大切にし、人々が目標達成に向けていきいきと生活している「資源・エネルギー脱過食症社会」を実現する上で、都市構造の变革は重要である。今後、目指すべき都市構造を明確にした後、その中での生活シーンを描写した。

2050年低炭素化社会では、「シティ」と「カントリー地域」からなるアーバンビレッジが、大都市(ビックシティ)の間に適切に配置されている。アーバンビレッジでは地産地消を基本とし、外部からの資源依存を最小にするように、例えば、エネルギー開発、食品・海産物開発、リサイクル地域などが整備されている。その中核となるシティは、鎮守の森を中心に20階建て程度のビル群が環状にコンパクトに整備されているため、シティ内での移動はLRT(Light Rail Transit: 低床式路面電車)、バス、自転車で20分ほどしかかからない。シティ間に点在するカントリー地域には、シティへの公共交通の拠点が設けてあり、情報網も、農地・緑地などの屋外でも自由に通信手段を利用できるように完備されている。

図4は、アーバンビレッジの概念図である。

5.2 低炭素化IT社会での生活シーン²²⁾

2050年には、最近(2007年)生まれた子が40代に達する。その40代の夫婦(五十嵐家: 4人家

族)を登場させ、低炭素社会の生活シーンを7つの視点から、日常会話を含めて具体的に記述した。夫と息子はカントリー地域で、娘はシティの学生寮、妻はビッグシティのコンドミニウムに居住している。

シーン1.『離れていても家族は一緒!』

娘が中学校から「シティ」にある寮に帰ってきた。「カントリー地域」に住む父親と弟との、高度ITを活用したリアルなコミュニケーション手段「バーチャルドア」を使った会話が始まる。そこに、「ビッグシティ」で仕事をしている母親が「帰って(仮想)」きた。家族そろっての食事が始まる。バーチャルドア・システムは仕事や勉強で離れて暮らさなければならないときでさえ、家族間の活発な、そして豊かなコミュニケーションを可能にする(図5)。

シーン2.『畑でもIT!』

2050年脱温暖化社会では、知能をもったロボットが時間管理、情報分析の労働を肩代わりしてくれるため、長時間の労働や単純作業から解放され、ゆとりをもって働いている。仕事において、個性に応じて思考力・感性・創造性を最大限に発揮するのが当たり前になっている。高度に発達したITは、ビジネス会話や情報収集をどこにいても可能にしている。このシーンでは、五十嵐氏が

ロボットタイプの機械を使って畑を耕し、同時にインターネットで別の仕事をしている。側で息子が父親の手伝いをしながら、IT虫眼鏡を使って、珍しい昆虫の観察とそれに関連した情報を収集している。

シーン3.『ビッグシティのSOHOから世界会議に出席!』

母親は昨夜、父親と息子が住むカントリー地域から娘がいる「シティ」に寄って、最終のリニアモーターで「ビッグシティ」のコンドミニウムに到着。今日は、ワールド食品シンポジウムに参加する。

シーン4.『エコマネーでショッピング!』

母親が一日の疲れをとるために蕪型のバスに入って、環境計でエコポイントを確認している。欲しいものを買うために、日々の生活を工夫してエコポイントを貯めることが日常化している。

シーン5.『世界中からHappy Birthday!』

今日は息子の9歳の誕生日。娘もシティの寮から戻ってきて、家族そろっての誕生日パーティが開かれる。祖父母や海外の友人もバーチャルドア・システムを使って、パーティに参加している。

シーン6.『仕事場から授業参観!』

息子の参観日。205X年の教育現場では、バーチャルとリアルを両方取り入れた、さまざまな体



図4 アーバンビレッジの俯瞰図。



図5 生活シーンの例(離れていても家族は一緒)。

験ができる教育システムが実現されている。

シーン7.『お手軽バーチャル世界旅行へ!』

週末、家族そろって1泊2日でマルチイベントスペースへ旅行に行く。そこは、リニアモーターカーで「シティ」から一時間足らずのところを位置しており、高度なITにより世界各国の観光名所をリアルに体験できるようになっている。

5.3 パラダイムシフト後のCO₂削減効果²²⁾

2050年の低炭素IT社会を、「生活」シーンを中心に描いた。これらの生活シーンを描く中で、エネルギー消費に関連する項目についてもブレイン・ストーミングを行い、イメージを作成した。生活に由来するCO₂を、i)家庭内エネルギー消費、ii)移動のエネルギー消費、iii)購入物の生産エネルギー、の3種類に分類し、それぞれを描写した。例えば、移動についてであれば、人々が生活の中でどのような移動手段を使って、どの程度の距離の移動を買い物や通勤、通学、旅行等に対して行っているかをイメージし、それをもとにCO₂排出量の推算を行った。われわれのイメージに基づく推算である。結果を図6に示す。結果は、都市における集合住宅では世帯当たり2000年の13.5tに対して、2050年シナリオでは8.8tと35%の低減、地方における戸建住宅では、世帯当たり2000年の15.2tに対して、9.1tと40%の低減であった。これにわが国の世帯数をかけて、国全体での削減量を概算した。世帯数は国立社会保障・人口問題研究所の推計では、2015年にピークを迎え、その後減少に向かうとされている²⁷⁾。この推計は2025年までの推計であるため、脱温暖化2050研究プロジェクトのシナリオチームが推計した2050年のわが国の世帯

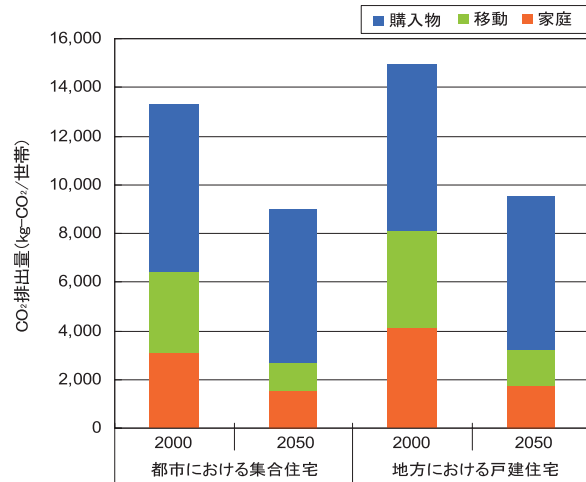


図6 新しい社会での生活由来のCO₂排出量。(作成した生活シーンのイメージをもとにした推算)

数、約4,270万を参照し、この値を乗じた(2つのシナリオでそれぞれ約4,320万と約4,210万と推計されており、その中間値を用いた)。概算の結果、2000年の国内総排出量の20%~30%が削減される計算であった。

6. 結論

本稿では、ITの地球温暖化に与える影響を2つの視点より検討した。第一は、現状延長的にITが普及した場合の影響評価である。これに関して、既存の評価(2010年)と、産業/交通/家庭生活でのITの影響を詳細に検討した結果をベースに、2020年および2050年のCO₂削減効果の評価を行った。現状延長で考えた場合、2050年でのITによるCO₂削減ポテンシャルは、2000年総排出量の約10%であった。

第二の視点では、パラダイムシフトを想定した。直観的手法で、意見公募(約1,000名)、各分野の専門家へのヒアリング、およびアニメ・SF映画のコンテンツデータから将来社会のアイデア素材を収集し、シナリオ・プランニングやブレイン・ストーミング手法を用いて、2050年IT社会の生活シーンを文章およびイラストで描写した。想定した社会では、2000年総排出量の20%~30%の削減効果が可能であることが明らかとなった。今回検討していない産業構造の変革を加えれば、この数値はさらに大きなものとなる可能性がある。産業構造への影響に関しては、現在検討を行っている。

高度に発展したIT(およびロボット技術)は、低炭素社会の切り札となるポテンシャルは十分にある。ただし、変革に伴う「人間への負の影響」

を抑えることが必要となろう。低炭素社会、すなわち、資源・エネルギー消費を大幅に抑制して経済的にもデメリットの少ない社会を実現するためには、IT分野等での技術革新とともに「人のこころ」という内的側面への考慮を忘れてはならない²²⁾。

引用文献

- 1) Kurzweil,R. (<http://www.kurzweilai.net>)
- 2) Kuhn Thomas (1996) *The Structure of Scientific Revolutions*. Univ of Chicago Pr (T), 3rd edition.
- 3) 藤本 淳(2006)IT社会のエコデザイン. 電子情報通信学会誌, 89, 261-266.
- 4) Huber, P.W. and M.P. Mills(1999) Dig more coal – the PCs are coming. *Forbes*, 163, 70-72.
- 5) Roth,K.W., F. Goldstein and J. Kleinman (2002)Energy consumption by office and telecommunications equipment in commercial buildings. *Energy Consumption Baseline*, Vol. I. Arthur D. Little, Inc. (<http://www.tiaxllc.com/aboutus/pdfs/officeequipvol1.pdf>)
- 6) Roth, K.W. (2005) *The Potential to Reduce Information and Communication Technology (ICT) Energy Consumption*.
- 7) 榎屋治紀(1998)情報化による省エネルギー. 電気学会誌, 118, 226-229.
- 8) Leadbeater, C.W. (2000) *The Weightless Society: Living in the New Economy Bubble*, Texere.
- 9) 電気通信審議会(1998)情報通信を活用した地球環境問題への対応(答申).
- 10) 中村公雄・西 史郎(2002)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, 391-396.
- 11) K.Takase and Y. Murota(2004)The impact of IT investment on energy: Japan and US comparison in 2010. *Energy Policy*, 32, 1291-1301.
- 12) 松本光崇・浜野絢子・田村徹也・井口浩人(2005)ユビキタス化が日本のエネルギー需要にもたらす影響の分析. 電気学会論文誌 C, 125, 1544-1551.
- 13) 総務省(2005)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.
- 14) Rodriguez, C., C. Wunnik, L. Sancho, J. Burgelman and P. Desruell(eds.) (2004)The future impact of ICTs on environmental sustainability. *European Commission Technical Report*, EUR 21384 EN.
- 15) Ueda, H., K. Nakazawa and T. Hashitani (2004) Reducing the environmental load by encouraging a modal shift in Commuting. IASTED Int. Conf. EMS2004, 60-63.
- 16) Ueda, H., K. Nakazawa and T. Hashitani (2007) Case study about the substitutability of movement by ICT to achieve a sustainable society. Int. Conf. Urban Planning and Environment, Strategies and Challenges, 3-11.
- 17) 国立環境研究所 (2005) ディスカッションペーパー. (http://2050.nies.go.jp/material/H16-S-3/H16_S-3_abstract_j.pdf)
- 18) Origuchi, T., A., Ishikawa S. Nishi and J. Fujimoto (2006)Environmental impact of using ICT in industrial sector — effect of environmental load reduction by using SCM techniques. Proceedings of EcoDesign 2006 Asia Pacific Symposium, SJ-3, Tokyo, Japan, Dec, 269-272.
- 19) 上野 剛・稲田 亮・佐伯 修・辻毅一郎(2005)住宅用エネルギー消費情報提供システムによる省エネルギー, 世帯全体のエネルギー消費に対する効果. エネルギー・資源, 26, 139-145.
- 20) 国立環境研究所 温室効果ガスインベントリオフイス. (<http://www-gio.neis.go.jp/>)
- 21) 国立環境研究所 (2006) ディスカッションペーパー. (http://2050.nies.go.jp/material/H17-S-3/H17_S-3_abstract_j.pdf)
- 22) 東京大学 RCAST 脱温暖化 IT 社会チーム・電通消費者研究センター(編)(2007)2050 年脱温暖化社会のライフスタイルー IT 社会のエコデザイン.
- 23) Wiener,N. (1954) *The Human Use of Human Being: Cybernetics and Society*, Hughton Mifflin.
- 24) 岡田尊司(2004)人格障害の時代, 平凡社新書.
- 25) Alsford,M. (2000) *What IF?* Darton Longman and Todd Ltd.
- 26) キース ヴァン・デル・ハイデン(1998)シナリオ・プランニング「戦略的思考と意思決定」. Kees van der Heiden (原著), 西村 行功(翻訳), ダイヤモンド社.
- 27) 国立社会保障・人口問題研究所(2003)日本の世帯数の将来推計(全国推計).

(受付 2007 年 9 月 18 日, 受理 2007 年 10 月 23 日)