

S-3 脱温暖化社会に向けた中長期的政策オプションの多面的かつ総合的な評価・予測・立案
手法の確立に関する総合研究プロジェクト

4. 温暖化対策のための、技術、ライフスタイル、社会システムの統合的対策の研究

－IT社会のエコデザイナー（ITの産業構造に与える影響に関する研究）

(1) 環境調和型IT社会の設計（平成16～18年度）

2050年サービス・ビジネスの概要に関する研究（平成19～20年度）

東京大学 先端科学技術研究センター 藤本 淳

平成16～20年度合計予算額 37,967千円

(うち、平成20年度予算額 5,795千円)

※上記の合計予算額には、間接経費8,762千円を含む

[要旨] 情報通信技術 (Information Technology: IT) の社会普及に環境配慮設計 (エコデザイナー) 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技術の普及が進み、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] 情報通信技術 (IT)、低カーボン社会、2050年社会像、エコデザイン、産業

1. はじめに

将来社会を想像するうえで、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 (2009年) から41年後の未来が2050年である。41年前は、日本万国博覧会 (大阪万博) が開催される2年前の1968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、情報通信技術 (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原材料の調達やサプライチェーン・マネジメント構築、企業組織のアウトソーシング化などその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、書籍など物品購入、人との瞬時のコミュニケーションなど、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、通信の高速・大容量化、ユビキタス・ネットワークの普及、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: Ray Kurzweil)¹⁾、高度ロボット技術とIT技術との融合等により、さらに

加速する可能性がある。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、2050年には夢物語ではない。

本研究では、ITの社会普及が地球温暖化へ与える影響を俯瞰的に検討した。ITはどのように進展していくのか、またエネルギー消費にどのような影響を与えるのかを検討した。次に、ITの2020年の二酸化炭素排出量への影響を、SCM（サプライチェーンマネジメント）などITアプリケーション普及の各領域への影響を積み上げて試算した。そして2050年の低カーボンIT社会像を、ITの普及により社会のパラダイムシフトが生じることを想定し、人々の生活シーンを通して叙述した。最後に、マクロ経済モデルを活用し、IT普及が世界経済およびエネルギー消費に与える影響を俯瞰した。

一般生活者約1,000名からの、繕う、食す、住まう、働く、遊ぶ、買う等、生活に係わる11項目での意見・アイデアの収集、SF映画やアニメからの未来ライフスタイルの抽出、10数名の有識者からの未来社会イメージのヒアリングにより、ブレインストーミングの素材とした。これらの素材をもとに、ITを活用した“望ましい社会像”を描き、マクロ環境負荷評価ツールを用いて、CO₂排出削減量を見積もった。

2. 研究目的

ITの普及・進展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、今後の温室効果ガス排出に少なからぬ影響を与える。IT革命へ向けて動きつつある現在、その変革の方向を社会の環境負荷低減につながるよう設計することで（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、というのがこの研究の視点である³⁾。なお、この研究での環境負荷低減に関しては、“技術的視点”だけでなく、技術の社会や人々の“こころ”へ与える影響も考慮した。

「バックキャスト手法」は、マクロな条件をもとに複数の未来の中から理想的な「あるべき未来」を定め、そこから現在を振り返る（バックキャスト）手法である。このバックキャストのベースになるのが将来の社会像で、これを具体的に検討することで、多くの人々の間で目標を共有し、それに至る実現性の高い計画を立てることが可能になる。本研究では、市民の生活を中心に、2050年脱温暖化IT社会像を描き、その社会像を広くアピールすることで、市民の脱温暖化社会の形成への参加を促すことを目的とする。社会像の描画においては、“人々の願望”という発想レベルで描いた社会像と、サブサブテーマ②～④でフォーキャストで進めている、“産業/移動/市民の環境意識”の領域でのIT普及の予測とを最終的に融合する。

3. 研究方法

(1) IT普及の社会的影響に関する文献を収集し、ITの普及の生活・福祉、教育・労働、産業、交通の各分野への影響の整理・体系化。

1) 国内の技術予測調査 第1回(1971)、第2回(1977)、第3回(1982)、第4回(1987)、第5回(1992)、第6回(概要)(1997)、第7回(2001) (文部科学省 科学技術政策研究所) を用いて、IT 関連項目の技術予測の実現年度の変化を分析

2) 新聞、書籍、郵便、フィルム写真等では、IT化の進展により、ネットワーク上での情報流通が主体となるため、記録媒体（CD や紙）が不要なものとなる（脱物質化）。現状のビジネス状況のデータより、脱物質化進展のエネルギー消費に与える影響を試算した。

3) 2020年におけるITの環境影響評価

前(1)～(2)までの検討と、サブサブテーマ②～④の成果より、2020年時点でのIT普及のCO₂排出に与える影響を評価した。

(2) 2050年低カーボンIT社会像（ライフスタイル）の叙述

市民、各分野の専門家、SF映画等から未来社会に関する意見・素材を収集し、それをもとに未来のIT社会の4つのシナリオを作成した。この4つのシナリオをベースに、現在の社会の課題解決（望ましい社会）という視点を加え、ブレインストーミングにより、一つのIT社会像を構築した

1) 意見公募（WEBによる定性調査、意見募集）

高齢者、若者を含む広い層（性、年代、職業など）からアイデア素材を収集する。一般生活者20～50代、全国男女個人約1,000名を対象。選択回答を1問、自由回答を9問で合計10問を設定した。

2) 洞察力のある個人のヒアリング

突出したビジョンを取得するため、作家、SF作家/アニメーター/映画監督、科学者、音楽家/冒険家、社会学者、クリエイター/デザイナー、建築家、未来学者、および実業家・NPOの9分野から各1～2名ずつ、合計15名のヒアリングを実施した。

3) ネット世代を対象にグループ・インタビュー

大学院生、大学生、若手ビジネス・パーソンを対象にインタビューを実施した。

4) SF映画、アニメから未来ライフスタイル抽出

未来予測の方法論として、SF映画、アニメ、ゲームは、直感的手法である。これらの資料からコンテンツデータおよびシナリオ材料となるライフスタイルを抽出し、内容をテキスト化した。

5) 創造性開発手法（ブレインストーミング及びオブザベーション）

2050年の生活シーンを創造性開発手法によって描き出し、さらに研究成果を実感できるビジュアル素材を作成した。

(3) 2050年低カーボンIT社会像（ワークスタイル）の叙述

1) 文献調査による産業構造の展望

わが国の将来の産業構造を展望した文献を収集し、今後主力となる産業を抽出した。文献より得られた知見を基に、2050年産業における主力産業を“社会ニーズ（少子高齢化など）に対応した高度なサービスや製品の創出”、“科学イノベーション（燃料電池、ロボット、先端医療機器等）による新しい産業”、および“今後とも競争力を持ち続ける産業（フロントランナー）”の3つのカテゴリーに分類し、各カテゴリーの代表的な産業について、ITの活用法や、必要となるIT技術を抽出した。

2) 有識者インタビュー

前記カテゴリーの代表的な産業について、専門家に対するヒアリングを行った。実施したヒアリングは、ロボット研究分野：「2050年におけるロボット研究の展望およびライフスタイルへの

影響」、ロボット産業分野：「2050年におけるロボット産業の展望およびライフスタイルへの影響」、産業モジュール化：「2050年におけるモジュール化と摺り合わせの展望およびライフスタイルへの影響」、次世代エネルギー産業：「2050年におけるエネルギー産業の展望およびライフスタイルへの影響」、農業/バイオ：「2050年における農業/バイオ産業の展望およびライフスタイルへの影響」、サービス産業：「2050年におけるサービス産業の展望およびライフスタイルへの影響」、環境調和型未来都市：「2050年における未来都市の展望およびライフスタイルへの影響」であった。

3)創造性開発手法（ブレインストーミング）

ヒアリングで抽出されたキーワードを肉付けし、2050年における主力産業の姿を具体化するとともに、市民生活からみた新産業のイメージを、ライフスタイルと同様、“2050年生活シーン”として表現した。

（4）ITの産業構造変革に与える影響の定量的把握

1)我が国の2050年産業像の定量化（サービス産業）

マクロ経済の実績データにはエコノメイト・データベース、エネルギー需要の実績データは、経済産業省の総合エネルギー統計をそれぞれ用いた。また、総務省の産業連関表（1990、1995年、2000年）を利用して（産業部門：52部門）、EU法⁴⁾を用いて2050年までの産業連関表を推定した。IT部門の変化を見るため、IT機器関連（半導体製造装置、パソコン・電子計算機、通信機械、電子部品など）とIT関連サービス（電気通信、その他の通信サービス、放送、調査情報サービスなど）、およびIT革新の影響が強く出るサービス部門（広告、その他の対事業所サービスなど）を細かく分類し試算した。世界貿易は2005-2030年で年率3.1%の伸び、2030-2050年で年率2.8%の伸びと推定した。原油価格は徐々に上昇と仮定し、2030年で83.8ドル/バレル、2050年で102.2ドル/バレルとした。人口は国立社会保障・人口問題の研究所（2006年12月推定）の中位値を用いた。

2)米国・中国・インドの2050年産業像の定量化

マクロ経済の実績データは、米国ではエコノメイト・データベース、中国とインドでは世界銀行のWDI (World Development Indicators) を用いた。産業連関表にはGTAP 6 (Global Trade Analysis Project) を（産業部門：31部門）、エネルギー需給モデルの実績データは、IEA (International Energy Agency) のエネルギー・バランス表を利用した。世界貿易と原油価格は、前項と同じ数値を用いた。

4. 結果・考察

（1）IT普及の社会的影響の整理・体系化

1)文献調査

IT社会に関する文献を収集し、IT活用シーンを、生活・福祉、教育・労働、産業、交通の各分野に分類し、整理した。結果の例を表1に示す。各分野でITの活用が考えられているが、この中で特に生活・福祉分野での活用が多い。これらの技術は、2020年時点で普及している可能性が高いことを考えると、ITの普及により、2020年社会は民生・家庭を中心に大きく変わっている。

表1 文献調査の結果（一部）

作成	イメージ	生活・福祉	教育・労働	産業	交通
KDDI	-	電子タグとインターネット連携による製品タグ	モバイルによるLAN環境構築	通信と広帯域とのメディア連携	ボイスエージェントとカーナビの連携
		ケータイの決済機能による商品購入	通信モジュールによるライブカメラソリューション		
		ボイスエージェントによる検索予約	モバイルとブロードバンド連携による「eラーニング」		
		ボイスエージェントとケータイナビの連携			
		電子タグによる商品情報の入手			
		IPv6とUDDIによる外出先からのホームネットワーク接続			
		ボイスエージェントによる情報検索			
		定点カメラを利用したリッチ映像コンテンツ			
		通信・放送・決済の連携サービス			
		ケータイによる家電コントロール			
インターネットよでのビデオデータ管理					
日立製作所	-	地盤・自治体の防災支援（遠隔モニタリングシステム）	遠隔研修システム	生産情報表示システム	運行情報表示
		ショッピングモールの情報提供サービス	会議のIT化（会議システム/劇場会議）	店舗モニタリングソリューション	
		ホーム・インスターネットサービス（ホテル）		AutoLocation（携帯LAN設置検知システム）	
		モバイル端末による看護研究支援システム			
JEMAI	-	オンラインショッピング	文章管理電子化システム	エネルギー需給管理システム	井筒掘削システム
		オンライン予約	TV会議、Web会議	インターネットによる資料調達	VICS
		オンライン様式、バンキング	E-ラーニング	データセンタ利用によるアウトソーシング	信号制御
		甲冑部品マーケット	テレワーク		ETC
		IS期記録電子化システム	遠隔教育・在宅教育		
		電子窓口			
		パスポート申請の電子化			
		輸入・輸出の電子申請			
		四書録電子化システム			
		電子申請システム			
		ネットワーク音楽配信			
		電子請求書授受システム			
		電子おたがヒ			
		FGソフト電子配信			
電子ブック					
電子マネー					

2) 情報技術に関する技術予測レビュー

国内技術予測の結果は、1970年代より5年置きに実施されているが、調査を重ねるほどに実現時期が遅くなる傾向にあった⁵⁾（表2）。これから類推するに、現在、予測されているIT技術の実現時期も、予測よりも若干遅くなる可能性がある。

一方、国内技術予測で取り上げられた技術の実現率は6割程度であることが明らかとなった（表3）。現在開発されている（想定されている）IT関連技術のほとんどが、2020年頃までに実現すると予測されている（表4）。中長期的には、AI（人工知能）関連の研究成果の実用化・普及等が注目されている。

表2 国内の技術予測におけるIT技術の実現時期

調査回数	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回	第6回	第7回
技術テーマ	1971	1977	1982	1987	1992	1997	2001
ソフトウェア検証技術が進み、誤りのない大規模ソフトウェアの短期開発が可能となる。			1996	2002	2009	2012	2019
家庭または病院等において介護を支援するロボットが実用化される。			1997	2000	2000	2010	
人間の創造のメカニズムが、計算機科学に応用できる程度に解明される。				2004	2010	2023	2028
言語のリアルタイム翻訳機能が付加された家庭用のテレビが開発される	1996			2003	2008	2013	2016

表3 国内の技術予測におけるIT技術の実現率

	情報分野		全分野	
	実現率	一部実現率	実現率	一部実現率
第1回調査(1971年)	36%	31%	30%	36%
第2回調査(1976年)	44%	23%	25%	40%
第3回調査(1981年)	37%	36%	20%	51%

注) 実現率は、2000年までに課題内容の全てが実現した項目数の比率。一部実現率は、2000年までに課題内容の一部が実現した項目数の比率

表4 2020年までの技術予測

2005	2010	2015	2020
	* 本の購入の多くは、本屋に行かずに書店からオンラインショッピングシステムで行われるようになる		
	* バックリレー型ワイヤレスカードが自動改札や物流システムで普及する		
	* 個人の関心ごとに合わせて編集され、提供される電子新聞、電子雑誌、電子博物館が普及する		
	* 主な店舗はショールーム化し、人々はカタログやネットワークを介した検索・注文で宅配やコンビニ等でいつでも商品を受け取れる		
	* 在宅勤務社員を1000名以上抱え、会社組織の構築と運営はすべてインターネットで行う、本社ビルを持たない年間1000億円規模のバーチャルカンパニーが出現する		
	* 電線線のみで家庭内ネットワークを構築する集線機器が普及する		
	* オフィスの仕事の大部分が電子化ネットワークされ、企業規模に関わらず大部分の企業において、ペーパーレスに加えて業務効率の向上が実現する		
	* 100Mbps以上の広帯域のサービスがオフィス等の屋内に限らず携帯端末や移動体からも利用できるシームレスな広帯域接続が実用化される		
	* 紙と同様な柔軟性をもつポータブルノートが開発される		
	* 臨場感あふれる立体映像装置による立体映像会議が普及する		
	* ITS化が進み、高速道路等での限定された場所で自動車の自動運転が普及する		
	* SOHOを利用して業務を行うサラリーマンが半数を超える		

図1は、IT関連技術が、世帯普及率が10%に到達するまでの時間である⁶⁾。電話機が発明され、世帯普及率10%に達するのに76年かかったのに比べ、最近のパソコンやインターネットでは、10年前後と大幅に短くなっている。これらのことは、今後実用化されるIT技術でも、2020年時点で社会に幅広く普及している可能性を示唆している。

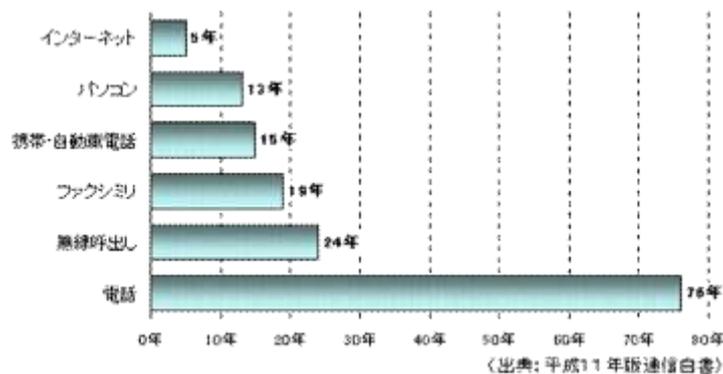


図1 情報通信メディアの世帯普及率10%までの所要時間

2020年では、紙と同様な柔軟性をもつディスプレイ、立体映像会議システムなど高度IT技術の普及を大胆に予測することが可能である。IT技術は生活環境に溶け込み、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は高い。2050年になると、人工知能技術を活用した様々な技術が実用化されていると予想されるが、その具体像について、現状、予測は難しい。ただ、人間の願望や欲望を実現する方向で、高度なIT技術が開発・活用されることは、想像できる。

2050年に向けて、IT（ユビキタス）社会で鍵となる要素技術、およびその社会影響について、4人の専門家より情報収集を行った。それらは、「環境配慮の意志決定、リスクコミュニケーション等へのIT利用の先端：福井 弘道（慶應義塾大学総合政策学部教授）」、「ネットワーク・コミュニティの動向と可能性：小暮 潔（株式会社国際電気通信基礎技術研究所）」、「高度情報技術を活用した生活・産業のパラダイムシフトのコンセプト：竹村 真一（京都造形芸術大学教授）」、および「ポスト情報化社会の光と影（ITのガバナンス）：林 敏彦（大阪大学国際公共政策研究所教授）」であった。これらから抽出された、重要な2050年社会キーワードは、環境関連分野における情報の「脱ブラックボックス化」であった。農作物では、生産者、流通経路、ごみの形態や運搬経路、さらに地球環境への影響について、または飲料水では、自分が飲んでいる水が、どの水源から、どの経路を通り蛇口から供給されるかといった、日常生活における消費行動が、地球環境や社会とどのように関わっているのかといった「関わりの実感値」を得られるような情報システムや、携帯電話のような属人的なツールの活用により、日常生活で自分を取り囲む社会環境や地球との関わりを実感できるような情報インフラの構築により、市民が環境問題を自分の問題として感じる事が可能となり、これにより環境配慮行動を促進できる。

3) ITによる脱物質化の影響試算^{7) ~10)}

ITによる代替により、2050年時点で、完全に消失している可能性が高いものとしては、新聞、レコードショップ、映画館、旅行チケット販売窓口、銀行・証券の窓口業務があげられる。これらの環境に関する影響を簡単に試算した。

a. 書籍

書籍・雑誌の販売額は減少傾向にあり、2003年も前年比3.6%減で7年連続のマイナス成長となっている。全国出版協会・出版科学研究所の『出版月報』2004年1月号によると、2003年の書籍の推定販売部数は、前年比3.1%減の7億1585万冊である。推定販売額は9056億円で前年比4.6%減となり、前年の微増から一転大幅減である。一方、雑誌の推定販売部数は30億7612万冊で、前年比で4.4%の減少である。月刊誌は2.6%減の19億4898冊で、20億冊の大台を割っている。週刊誌は前年比7.3%減の11億2714万冊である。雑誌全体の販売金額は前年比2.9%減の1兆3222億円で、その内訳は月刊誌が2.1%減の9983億円で、週刊誌は5.3%減の3239億円となった。書籍と雑誌の合計では、前年比3.6%減の2兆2278億円で、1997年以降7年連続で前年比割れになっている。

* 電子書籍により、従来の書籍は半減するものと想定定した。

・新刊書籍： 2003年；約7億1585万部→2030年～2050年；約3億5792万部

平均的な書籍1冊へのエネルギー投入量は、5403 kcalであり、その多くは紙の生産に使われるエネルギーである。

・雑誌：約30億7612部→約15億3806万部（50%減少）

雑誌のエネルギー投入量は、書籍1冊の70% (3782 kcal) と想定して計算を行った。

- ・書店 : 約2万8千店→1万店 (平均床面積: 37坪→50坪)

書店の数は減少するが、1店あたりの広さは37坪 (122m²) から50坪 (166m²) へ拡大する。小売店の1m²あたりの年間のエネルギー消費は、252.8x10³ kcal/m²である (2002年) ので、これを利用して計算する。
(340-165) 万m² x 252.8 x 10³ kcal/m² = 442.4x10⁹ kcal

b. 新聞

日本新聞協会は毎年10月1日現在の日刊紙の都道府県別発行部数を公表している。2004年に、全国で発行される日刊紙は、53,021,564部で、1世帯当たり1.06部の割合で読まれている。

電子新聞により従来の新聞はなくなると想定した。

- ・新聞 : 5302万部 (2004年) → 0部 (2030年～2050年)

朝夕刊の新聞1部の製造エネルギーは、2231 kcal/部であり、削減されるエネルギーは、
5302万部 x 2231 kcal x 360日 = 42,583 x 10⁹ kcal になる。

c. 映画

インターネット映画配信+ホームシアターにより映画館が半減する。

- ・映画館 : 1800館→1000館 (2030年～2050年)
- ・レンタルビデオ店: 1万店→0店 (2030年～2050年)

d. レコード (CD)

日本レコード協会の日本のレコード・CDの総生産数量のデータを用いた。インターネットによる楽曲ダウンロードにより音楽CDは消滅すると想定した。

- ・CD : 3億1268万枚 (2004年) → 0枚 (2030年～2050年)

CD1枚あたりはケースを含めて80gであり、プラスチックの製造エネルギー10,000 kcal/kgより、1枚あたりの投入エネルギーは、800kcalである。

削減されるエネルギー 31268 x 10⁴ x 800 kcal/枚 = 250 x 10⁹ kcal

- ・レコード店: 8500店 (レンタル店約4300店含む) → 0店 (2030年～2050年)

レコード店の店舗面積を150m²とし、小売店の1m²あたりのエネルギー消費が252.8 x 10³ kcalであることから、削減されるエネルギー消費は、

8500 x 150 x 252.8 x 10³ kcal = 322 x 10⁹ kcal

e. ゲームソフト

ビデオゲームのネット化によりゲームソフト小売店が半減

- ・ゲームソフト小売店: 約3万店→1万店 (平均売り場面積18坪)

f. 郵便

平成15年度の内国通常郵便物の引受物数は248億0千万通となっている。これを種類別にみると、第一種郵便物が全体の約5割、第二種郵便物で全体の約3割を占めている。

電子メールにより、手紙、ハガキ、電報が半減するものと想定した。

- ・通常郵便物: 255.8億通 (2003年) → 半減すると仮定 (2030年～2050年)

郵便1通あたりのエネルギー消費は、269 kcalであることから、

削減されるエネルギーは 255.8億x0.5 x 269 kcal = 3440x10⁹ kcal

- ・郵便局数 : 2万4715局 (2003年) → 半減とした (2030年～2050年)

オフィスのエネルギー消費は、190.3x10⁹ kcal/m²であり、郵便局の平均面積を150m²とすると、

これより削減されるエネルギーは、

$$24715 \times 0.5 \times 150 \text{m}^2 \times 190.3 \times 10^9 \text{ kcal/m}^2 = 352.7 \times 10^9 \text{ kcal}$$

g. 写真

デジタルカメラの普及により；

- ・写真フィルムは消滅し、すべてデジタル映像に切り替わる

写真フィルムは 436,216 $\times 10^3$ 本（1997年）であり、ケースを含めて各30gのプラスチックが使用されているとすると、フィルム材料のエネルギー投入量は、22,000Kcal/kgであり、削減されるエネルギーは、

$$22,000 \text{ kcal} \times 0.030 \times 436,216 \times 10^3 \text{本} = 288 \times 10^9 \text{ kcal}$$

- ・DPEサービス店は消滅（DPE取り扱いはコンビニ、ランドリー店等なので販売店の減少はない）
 - ・ミニラボ店：22,954店（1997）→0店（2030年～2050年）

h. 通信販売

インターネット通信販売によりカタログ雑誌、通販チラシが減少する。

- ・通販カタログ：1.7億部→半減8.5億部（2030年～2050年）

高齢化により通販が増加し、デパート、スーパー、小売店が減少する。カタログ製造のエネルギー投入量は、雑誌と同程度として、

$$\text{削減されるエネルギーは、} 85000 \text{万部} \times 3782 \text{ kcal/部} = 3215 \times 10^9 \text{ kcal}$$

- ・デパート・スーパー延べ床面積：2.1百万 m^2 →1.5百万 m^2 （2030年～2050年）

i. 事務所

インターネットにより、在宅勤務（オフィス）が可能となる。

- ・事務所ビル延べ床面積：440百万 m^2 →400百万 m^2 （2030年～2050年）

上記の計算の一部について、エネルギー消費を一覧表（2030年から2050年ころの普及予測）にまとめたのが、表5である。これでエネルギー消費の削減量は、 $58.690 \times 10^9 \text{ kcal}$ であり、これは2002年の一次エネルギー供給（ $544 \times 10^{13} \text{ kcal}$ ）の1.08%に相当する量になっている。

表5 脱物質化によるエネルギー消費の削減

2030～2050年におけるITの影響

	最近の消費規模	2030～50年における規模の割合	2030～50年における消費規模	資材原単位	エネルギー原単位	年間エネルギー消費の減少(10 ⁹ Kcal)
新刊書籍	7億1586万冊(2003)	50%	3億5792万冊	用紙308g/冊	5408kcal/冊	1,934
雑誌	30億7612部(2000)	50%	15億3806万部	書籍の70%	3782kcal/部	5,817
書店	28000店	50%	10000店	小売店面積340万m ² →165万m ²	店の工事消費252.8×10 ⁹ kcal/m ²	442
新聞	5302万部×360日(2004)	0	0	用紙247.8g/部	2231kcal/部	42,583
CD	3億1268万枚(2004)	0	0	プラスチック80g(ケースを含む)	800kcal/枚	250
レコード店/レンタル店	8500店(1998)	0	0	小売店の面積150m ² /店	店の工事消費252.8×10 ⁹ kcal/m ²	368
郵便	2558億通(2003)	50%	127.9億通/年		郵便工事269kcal/通	3,440
郵便局数	24715局(2003)	50%	12357局	局の面積150m ² /店	190.3×10 ⁹ kcal/m ²	353
写真フィルム	43621万本(1997)	0	0	35枚巻30g(フィルムとケースを含む)	660kcal/本	298
通信販売カタログ	17億部	50%	8億5000万部	書籍の70%	3782kcal/部	3,215
合計						58,690

4) 2020年におけるITの環境影響評価

総務省の「IT経済分析に関する調査報告書」¹¹⁾では、わが国の情報通信産業の規模と、2010年でのユビキタス産業規模を推計している。それによると、情報通信産業の2002年度実質GDPは、61.1兆円でわが国GDPの11.5%を占め、95年度の37.8兆円(7.6%)から大きく増加している。反対に、エネルギー多消費型産業である建設や鉄鋼では、95年度から2002年度までに、鉄鋼で6→5.3兆円、建設で40.5→35.9兆円と減少している。また、ユビキタス関連市場は、2010年度において市場規模87.6兆円に達すると予想されており、2003年度(28.7兆円)に比較して、大幅な伸びが期待されている。これらの結果より、情報通信産業は、今後とも成長が続き、わが国の産業構造は、大きく変化することが考えられる。情報通信産業GDPの95年度から2002年度までの変化から、2020年での規模を大まかに推定すると、わが国GDPの15～25%を占めることになる。この変化は、二酸化炭素排出量に少なくない影響を与える。

サブサブテーマ②～④では、民生、運輸、産業においてエネルギー消費に大きく影響する情報システムについて検討を行い、その削減量を見積もっている。民生および運輸を対象としたエコライフナビゲーションシステムでは、2020年のCO₂削減効果を運輸で約300万トン(エコドライブシステム)、家庭で約600万トン(HEMS)と試算している。オフィスビルを対象としたHEMSも、家庭での削減と同等以上の効果があると仮定すると、1,500～2,000万トンの削減量が期待できる。人移動の削減を対象とした高度交通利用システム(リアルタイムセキュリティ交通システム)と分散・共同利用型オフィス(テレワーク)は、運輸部門のエネルギー削減に貢献する。後者のテレワークシステムでは、2000年から2010年に1344万人がテレワークに移行した場合のCO₂削減効果を210万トンと試算している。2010年と2020年も同様に推移したと仮定すると削減量は、約420万トンとなる。高度交通利用システムは、ITを活用して、公共交通(バスを想定)やカープーリング(相乗り)の利便性を高めこれらの利用を促進するが、自動車からそれぞれへ15%の転換が図られ

た場合、合わせて約1000万トンの削減が見込まれる。2010年、転換率15%の実現は、容易ではないため、2020年でこの削減量と考えた。産業部門では、SCM（サプライチェーン・マネジメント）システムの効果を検討した。食料品/繊維製品/医薬品・化粧品業界の状況を調査した結果、2020年までにSCMシステムが100%導入された場合、これら業界のCO₂総排出量の10%以上である約390万トン削減可能である。この削減効果を全産業部門で達成できた場合、約4700万トンの削減となる。以上の結果を表6にまとめた。影響の大きさは、2000年のCO₂排出量に対する割合で示してある。今回の検討していない情報システムについては、増減の方向を（+）（-）で示し、数値は入っていない。これらの数値としては、高々1%程度と考えている。この表より明らかなように、2020年でのITのCO₂排出量に与える影響は、トータルで-5%程度、今回試算を行っていない産業構造の変革による影響を加味しても最大-10%と予測する。

表6 2020年ITによる二酸化炭素削減効果

	産業	貨物	交通(人)	オフィス	家庭	新エネルギー	リサイクル	影響の大きさ
情報機器・システムの普及	資源消費 増加			電力増加	電力増加		廃棄物の 増加	+2~3%
サプライチェーンマネジメント	資源消費 削減	輸送削減						-3~4%
オンラインショッピング		輸送 +/-		店舗削減				(+/-)不明
テレワーク・電子会議			交通量の 減少	オフィス削 減	電力増加			-1%
高圧交通利用システム		輸送 +/-		エネルギー 削減(公共 交通利用)				-1%
脱物質化(電子新聞・雑誌・CD)	資源消費 削減	輸送削減		店舗削減			廃棄物の 削減	-1%
新しいエネルギー供給における情報の活用						システム の普及、 供給増加		(-)不明
環境行動誘導システム (HEMS/BEMSを含む)			エネルギー 削減	電力削減	電力削減			-1~2%
プロダクト・製造マネジメント	資源消費 削減							(-)不明
リサイクル情報システム							リサイク ルの促進	(-)不明
電子政府・自治体			交通量の 減少				廃棄物の 削減	(-)不明

最近の総務省（平成17年3月）の調査報告¹²⁾では、ユビキタス社会の環境への貢献として、2010年で2000年比、ユビキタスシステムの効果で1480万トン（ITSによる交通渋滞の削減：410万トン、生産・物流・消費の効率化：1070万トン）、産業構造の転換で1770万トンの削減が予想されている。一方、ユビキタス分野の電力消費の増加分は、500万トンであり、トータルで2,650万トンの削減としている（2000年度排出量の2%）。IT分野の2010年予測は、現状のIT技術の進展および普及スピードから言って、他分野での長期予測に相当するため予測が難しいが、他の研究機関でも同様な試算結果（3%前後）が得られていることを考慮すると、2010年時点でのITのCO₂削減効果は、3000万トン前後（2~3%）であろう。2020年には、各ITアプリケーション普及や産業構造の転換が進み削減効果はさらに大きくなると考えるのが妥当であろう。2000年から2010年までの推移から考えて、5%前後の（2000年比）削減ポテンシャルが期待される。この数値は、本研究の試算とも一致する。このITによる削減効果を阻害する要因として、“リバウンド効果”があげられる。リバウンド効果の抑制するためには、様々な行動に伴う環境関連情報を、適切に行動主体へ提供できるシステム、すなわち環境関連分野における情報の「脱ブラックボックス化」が不可欠となる。

以上の議論は、2020年のIT社会を「現状の社会システムの効率化」、すなわち「ITが従来の社

会システムをサポート」する形態を想定した場合の結果であり、「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を想定していない。2050年のIT社会の予測では、このような変革を想定する必要があるだろう。

(2) 2050年低カーボンIT社会像（ライフスタイル）の叙述

1) 未来社会像

バックキャストイングの手法においては、環境、産業や生活において望ましい未来社会像を具体的に描画することが重要となる。これには、大きく2通りの方法がある。一つは、温室効果ガス排出量の目標値を主体に社会像を描画する方法である。例えば、2050年に温室効果ガス80%削減（90年比）を目標にするのであれば、目標値を達成できるように、エネルギー供給、産業、運輸、および民生部門での排出量を見積もり、その排出量をもとに各シーンを描画する方法である。目標値をベースに未来社会を描写しているため、実現に向けたロードマップや具体的対策を考えやすいことが利点である。逆に、市民に提示される社会像は、あくまで目標値達成を意識したものであるため、無味乾燥なものに陥り易い。もう一つは、目標値を念頭におきつつ、現在の社会生活での課題を解決した“望ましい社会（こんな社会であつたら良い）”を考え描写する方法である。この方法は、市民の願望をもとにした社会像であるため、市民の賛同を得やすいという利点をもつが、実現へ向けた具体的な対策に結びつけ難く、“絵に描いた餅”に陥りやすい。

2050年に脱温暖化社会を実現するためには、官民一体となった取り組みが必然である。それには、2つの方法の利点を合わせもつ、すなわち、具体的施策をイメージできて、かつ市民の賛同を得やすい社会像を提示しなければならない。

もう一つ2050年のIT社会を考える上で考慮しなければならない点は、ITの活用領域の広さと技術進展のスピードである。ITの活用領域は、産業・運輸・民生のすべての領域にわたり、その普及は社会を現在からは想像できない形に変化させるポテンシャルをもつ。さらに、技術進展のスピードは、他の技術領域とは異なり、ドックイヤー（犬の1年は、人間の7年に相当）と呼ばれるほど早い。このため、2050年にどのようなIT技術が出現し、どのように活用されているかを予測することは難しい。以上の理由により、現状視野にあるIT技術の高度普及という形で将来のIT社会を描画しても、大きな意味をなさない。ITの領域では、ニーズ主導で新しい技術が開発される側面があるので、市民の願望（こんな暮らしがしたい、こんなことが出来ればいい）を満たす形態でIT技術が開発・活用されていると考えた。

本研究では、2050年の低カーボンIT社会像を、目標値ではなく、市民の願望を満たす“望ましい社会”という観点より叙述した。

2) 人の内的課題（精神性）

大量生産・消費・廃棄社会の根底にあるのは、自分の欲望を満たすことに価値をおく“自己愛社会”であるとの指摘がある¹³⁾。「神、国家、会社、家族」これらは、かつて永続的価値として人々の生きる上での指針であった。これらが永続的価値を失った現代、人々は自己に価値を見いだそうとしている。自己の欲求を即座に、最大限に満たすことに価値を置き、快適さと利便性の追求を至上命題とする社会である。しかし、欲求充足型社会は、その維持と拡大のために、資源・エネルギーの大量消費を促し、人々の精神的荒廃を生み出した。現在の温暖化問題が生じた背景には、内的なこころの空虚さを欲求充足で紛らわすという構造があったことは否定できない。脱

温暖化社会を議論する上で、技術や制度面での対策だけでなく、内的問題の解決も合わせて考慮する必要があるのではないか。本研究の2050年の低カーボン社会像では、“自己愛的な欲求充足”から、“他者とのつながりと体験に喜びと価値を見いだす”社会の形成を意識した。

3) 社会描写のための素材の収集

a. 市民からのアイデア抽出

一般生活者（20-50代、全国男女個人約1000名）を対象にWEBアンケートを実施した。質問は、ライフスタイル（2050年のライフスタイルはどうあってほしいか）、ワーキングスタイルを中心に、選択回答を1問、自由回答を9問の合計10問を設定した。結果の一例を表7に示す。

b. 洞察力のある個人のヒアリング/ネット世代を対象にグループ・インタビュー

各分野15名へのヒアリングと2つのグループにヒアリングして抽出したキーワードの一部を表8に示す。

c. SF映画、アニメから未来ライフスタイル抽出

約20編のSF映画およびアニメからライフスタイルを抽出し、内容を、衣服、食事、住居、コンピューター、コミュニケーション機器、交通手段、医療、買い物、レジャーなどのライフスタイル、ワーキングスタイル、都市状況、価値観、家庭、地域社会という視点で整理してワークシートにまとめた。さらに、SF映画、アニメの各ライフスタイル画面の静止デジタル画像を記録して整理した。

表7 市民へのアンケート結果（例）

自動車	高連化が進む。自動運転されたオートドライブで安全で無事故となる。セグウェイのような1人乗りや無人カー、折りたたみ可能な自動車が普及。空甲飛行の自動車がスタンダードとなり、空甲飛行の路線バスやポット運転タクシーも多くなる。空、海、地中を自由に走行でき、渋滞が解消されている。クアリーエールカーが普及され、無公害となる。
交通システム	旅行者と全く別ルートで、空、海上、地上、地中の自動運転が自律的に管理され、移動コストが安い。大量移動でも渋滞が起こらなく、移動時間は短くなる。高連化で日曜日の海外出張が一般化。地上の信号無し空港でもスムーズに運行でき、事故は無い。カーシェアリングが高連化され一般化。観光用にスロースピードで走行する車も自律的に運行している。また、貴族タクシーを走るリニアモーターカーが普及。
コンピューター	キーボードがなくなり、音声や顔認識の動きで認識される。多機能化・小型化が進み、身に付けられ、ほとんどの物（自動車、携帯電話、通信機器、玩具など）に埋込まれる。画面は空中に浮かび上がる。その空間画面でネットを通して世界中の人とゲームで対戦できる。 量子コンピューターの普及で高連処理が可能となり、超-コンピューターインターフェイスの高連化によって、言語や文字に頼らないコミュニケーションが実現する。顔認証のデータもコンピューターに蓄積される。
都市	高層ビルと巨大地下施設によるコンパクトシティ。高層ビル群の周り層下を移動車や自由に移動。職場、学校、病院などが車庫から接近し、高層ビルの上にも学校、劇場、スタジオがある。ヘッドマウントディスプレイで地層層の生態に合わせた自然オアシスが豊かな環境。仕事場兼住居の意識で、オフィスと家はなくなり、オフィス跡地がテーマパーク/アミューズメント/ショッピング施設などとなっている。
教育	ネットのオンラインを通して世界中のプログラムから好きなものを選び、年額、国、言語に関係なく安く受ける。鉛筆/ノートは小型パソコンに置き換わりほぼ消滅。通年は月に18日程度でマンブーマン授業が増加。学習社会による差別概念が廃滅化し、多様な個性が認められ、生涯学習で目標や夢を自由に育てる。大幅に増えたデジタル記録を代替するので、詰め込み教育はなくなり、IT機器を通じて野外教育が高連化。想像飛躍力を育てる教育がなされ、人と違う部分が評価される。
家庭	新薬で、140年を超える長寿命。顔取り、特徴髪などの形態変更（結合・分離）が自由。キッズが普及して、必要に応じてほめたい場所に移動できる。壁などに埋め込まれた10チップで部屋の状況や予言者が判明。稼働性能が高連化し、IT管理されたエネルギー使用で無駄がなくなり、エネルギー効率は高い。自家発電でエネルギー自給。生体認証によるセキュリティが高連化。多くの方は、顧客マシソンと接客の両面で専ら。多言語自動通訳機で生活コミュニケーションに困らないので海外移住も増える。
転職/転職	就業中から就業種別の業務内容もオンラインで自律的にスキルやコンピテンシーを習得でき、いつでも別分野で働ける転職制度が確立する。年給制、リストウ、終身雇用、年功序列はほぼ無くなる。個人能力と仕事のマッチングは大容量データベースから科学的に実施される。長期休暇で労働環境の再考ができ、転職が一般化している。人々の寿命が延びることで、定年退職が70-80歳くらいになる。女性のマルチタスク処理能力が評価され、年を取っても働く女性や女性の役員/専業主婦/リニアが増える。
観光を治める職業	新しい生き方を提案して、クリエイティブな発想する職業および農業/漁業のIT管理。園遊、ロボット、医療の研究者が観光を治める。自富家が増え、ホリイトカウ、公務員は減少する。

表8 各分野の専門家ヒアリングより抽出されたキーワード例

<p>VR上（ソーシャルネットワークサービス）：理解や感情などの心理的な距離が近い人々と形成するVR上の会員制のコミュニティ。入室には会員の紹介が必要である。</p> <p>VR上（PUBBLIC）：VRコミュニティで世論を形成する人々のグループ。意思決定のための多様な意見を提出し、選択の幅が広げられる考えも出てくる。リアルの社会のあり方にも大きな影響を与える。</p> <p>没入（ジャックイン）：バーチャル・リアリティ（仮想現実）の臨場感が強くなったため、現実と区別がつかない状態を持つ。</p> <p>VR味覚：触覚、聴覚がVRで実現可能となり、健康食を食べながら美食、飽食が楽しめる。</p> <p>軍事関連情報のマネジメント：生活する上で必要な知識と行動の優先順位をITで管理して、軍事の効率を高める支援システム。</p> <p>デジタルマイスター：熟練技能や匠の技の合理的活用や共有化を図るため、それらをデジタル化した知識に変換した内容を習得した技術者。</p> <p>生物製造工学（バイオマニファクチャリング）：自然生態系のカイロシムを学び、そこで構築された理論を人工物生産に応用するために開発する技術。</p> <p>有機工業：常温、常圧、地上資源によるものづくり。これまでの工業は、高温、高温、地下資源の採掘によるものづくりであった。</p> <p>テクノノール：ビジネスエリートや技術エリートの田舎回帰、地方分散移住</p> <p>クラウドワーク：公共パートナーシップによりコミュニティの自然再生、文化再生を図る実践運動。</p> <p>分散型デジタルシステム：環境への配慮、高齢化などから、1人乗り自動車、循環型カーシェア、大型デジタル物流車、自転車、空中浮遊スリッパ着脱機などが開発して進行している。地下、空中も活用してこれら各種の乗り物をITを駆使して遠隔に制御するシステム。</p> <p>メディアリテラシー：各個人が自分メディアと捉え、表現活動のメディア。ネットホームページ、テレビの視聴率も活用して自分の価値を伝え、存在をアピールする能力。</p> <p>パブリック・アクセス：地域住民が取材、編集、アナウンスをこなして、地域密着型のデジタルコンテンツとして発信する権利。個人の意見を迅速で伝える個人発信も意思している。</p> <p>VRニブル：VRショッピングセンター：若者の消費やお祭りさかきを体験しながら買い物できる大規模のホール。VRショッピングに対するVRワールド効果として、消費者にリアルの刺激が誘発される。</p>
--

4) 2050年IT社会の素描

収集した素材に基づきシステム思考の手法で4つの未来シナリオを作成した。不確定要素として、社会形態が管理重視か自主性重視か、個人の生活形態が欲望肥大化（直線的開発志向）か最低限のニーズで満足か（自然回帰）を取り上げ、各象限での社会像を考えた（図2）。

4つの社会シナリオの概要を以下に示す。

a. バーチャル化進展社会

超高度に進化したVR（バーチャル・リアリティ、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没入（ジャックイン）する人々が多くなる。

b. 完全管理による誘導社会

人々はウオント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。

c. 多元的な生活美学実践社会

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。

d. 持続可能なためのスローエコノミー社会

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。

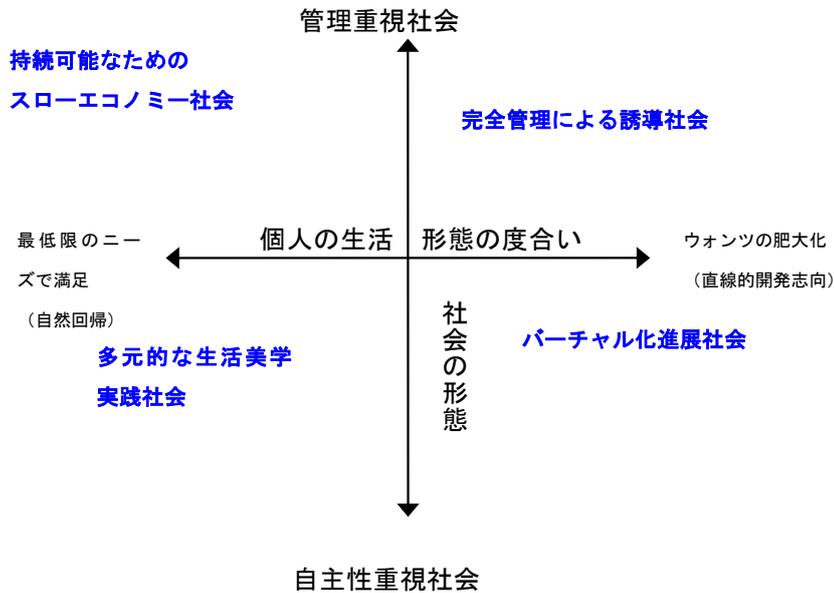


図2. IT社会の4つのシナリオ

5) 2050年脱温暖化社会の叙述

前述の4つのシナリオの作成では、社会形態と個人の生活形態の2軸、4つの象限で2050年のIT社会を考えた。ここで問題となったのが、生活の各シーン、すなわち娯楽・レジャー、住居、仕事・教育、食料などで望ましい位置（象限）が異なり、一つの象限で“望ましい社会”全体を表現できないのではないか、という点であった。そこで、再度ブレインストーミングを実施し、分類軸を整理し直し、“望ましい社会”として“一つ”の社会像を描いた。

図3は、生活各シーンがどの象限にあるのが望ましいかをプロットした結果である。横軸は、社会管理方式で強制か自主か、縦軸はライフスタイルで、個性的か均一かで分類した。より自由であることが好ましい生活シーンと、均一で国に管理された方が良いものに別れた。この結果に基づきモデル家族（4人）を想定し、その生活シーンをイラストと文章で描いた。そこでは、“他者とのつながりと体験に喜びと価値を見いだす”ことを念頭に、ITを活用した家族との密なコミュニケーションに重点を置いた。結果の一例を図4に示す。

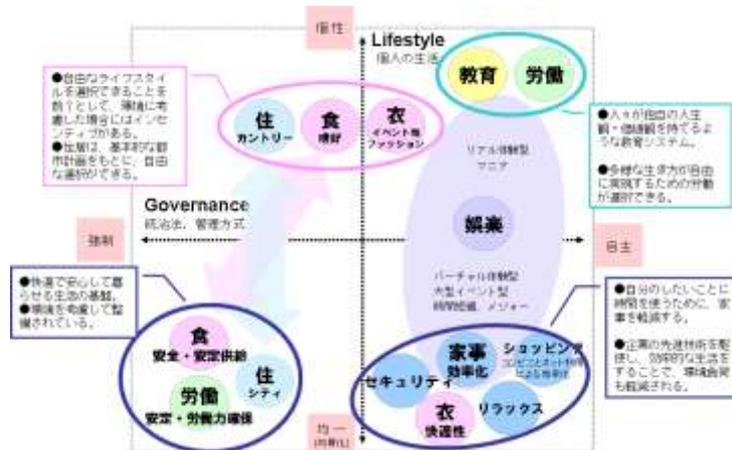


図3 2050年ユーザの生活シーン要素



図4 2050年脱温暖化社会での生活（例）

6) 削減効果の推定

2050年脱温暖化社会像（生活シーン）から、家庭生活起源のCO₂排出量を、本プロジェクトのシナリオチーム（S-3-1）で開発したsnap-shotツール¹⁴⁾を活用し試算した。

間接分を含めた2000年における家庭起源のCO₂排出量は、年間、都市の集合住宅において3,698kg-C/世帯、地方の戸建て住宅において4,149 kg-C/世帯であり、日本の総排出量の6割を占める。2050年の脱温暖化シナリオにおける家庭起源のCO₂排出量は、都市の集合住宅において2,389kg-C/世帯、地方の戸建て住宅において2,484kg-C/世帯であり、2000年に比較して、それぞれ約35%と40%の削減となった（技術進歩による削減効果を含む）。

（3）2050年低カーボンIT社会像（ワークスタイル）の叙述

1) 2050年主力産業の抽出と体系化

社会経済状況が激変するなか、今後ビジネスにどのように変化が生じるのか、既存の文献を調査した。未来予測レポート（2006-2020）では¹⁵⁾、20世紀型産業は、国内需要の低下と、国際競争での供給過剰で縮小するとしている。既存企業は、合併や再編で競争力を強化し、残存者として生き残りをかける。既存産業の縮小を補う、新しい産業の創造が求められる。新しい産業としては、今、新たに生まれつつある社会ニーズに対応したものが有望である。人口減少・高齢化、健康・安全への関心の高まり、グローバル化、個人主義の台頭、所得二極化、環境・エネルギー問題の深刻化、世界人口の増加（食料不足）等が主なニーズとなる。例えば、労働人口減少に関連した人材やアクティブシニア産業、所得二極化でのコンシェルジュ産業、個人主義台頭に関連したライフデザイン産業などである。2020年までに、これらの新規産業が400兆円の規模になれば、既存産業の減少分を差し引いても、年間3～4%の成長が可能であるとしている。

日本21世紀ビジョン（内閣府編）¹⁶⁾では、2030年の産業構造として、生活・文化創造産業（コンテンツ、ファッション、食、教育）や、高齢化に関連した、ライフサイエンス・介護・高齢者向けサービス等の産業の拡大、製造業では、現在のフロントランナー（情報通信機器、半導体製

造装置等)に加え、科学技術のイノベーションによる新たな産業群(燃料電池、ロボット、先端医療機器等)が活躍する姿を描いている。

技術戦略のマップ(経済産業省)¹⁷⁾では、情報通信、ライフサイエンス、環境・エネルギー、製造産業の4分野で、2010～2030年までの各技術の戦略がまとめられている。そして、各技術によって実現される将来社会のイメージの一例が示されている。その内、工場とものづくり技術では、「やわらかい作業も全自動でこなすロボットによる製造ライン。小さな技術と小さな装置が、マルチ生産する多彩な製品。未来のゼロエミッション工場が(リサイクル素材が原料)、クリーンなものづくりを形にする。」と描かれている。

(財)電力中央研究所では、2025年の産業構造を展望している。2025年におけるリーディング産業(成長が著しく、また雇用や他産業の生産活動への幅広い波及効果を持ち、それによって日本経済を牽引する力を有する)は、電子・通信機器、通信・放送、対事業所サービス、医療・保健衛生であるとしている¹⁸⁾。このうち、医療・保健衛生は高齢化対応型産業、それ以外の3業種はいわゆるIT型情報関連産業として特徴づけられる。

これらの予測・ビジョンから読み取れる産業構造の変化は、大量生産・価格重視の20世紀型産業が縮小し、今後の社会ニーズに対応した高度なサービスや製品、科学イノベーション(燃料電池、ロボット、先端医療機器等)による新しい産業と、現在の競争力を今後も持ち続けることが期待される産業(フロントランナー)が、わが国の経済を支えることである。2050年に主力産業を、社会ニーズ、科学イノベーション、フロントランナーの3つのカテゴリーに分類し、各カテゴリーで想定される産業を抽出し、さらに各産業での「IT技術の使われ方/必要となるIT技術」を検討した(表9)この中で特に、社会ニーズに対応した高度なサービスが、2050年の主力産業の一つとして注目される。

表9 2050年サービス産業の体系化

	産業	IT視点(ITの使われ方/必要なIT技術など)			
		ソフトウェア/ ソリューション	バーチャル	トレーサビリティ	都市計画
社会ニーズ	官業民営化				
	観光立国産業 エンターテインメント・レジャー				
	アクティブシニア産業 健康長寿命化産業				
	新エネルギー産業				
	農業 食品・食品加工産業				
	高付加価値サービス産業 (教育・コンシェルジュ・生活文化創造・医療)				
シーズ ・技術による イノベーション ・次世代テクノロジー の実用化	ロボット・次世代家電				
	新エネルギー 水素エネルギー・バイオマス・太陽 光・燃料電池				
	ブロードバンド・コンバージェンス				
	次世代モビリティ				
フロントランナー					

2) 各分野の専門家へのインタビューに基づいた2050年の産業像

インタビューで抽出したキーワードを基に、IT技術、環境・エネルギーの視点を織り込み、肉

付けした。

a. 資源制約

長期間にわたって使用可能な良質のストックが重要となり、それを提供する企業がビジネスでも成功を収めるようになった。特に住宅や社会インフラは、100年もつことは常識で、200年以上も活用し続けることができるものが競争力を持つストック型社会へと転換したのである。

b. 街区の再整備

長期的な都市計画の下、新しい街が再建され、また一部の地域は近くのより大きな地区に統合されるなどの整理が行われた。新たに再建築された街は、ストック型社会として機能するように、少なくとも200年先を見越した設計になっている。街区をスケルトンとバッファーに分けて整備し直すことである。200年以上の長きにわたって使われる社会インフラなどは、安全な部分にスペース的な余裕をもたせてスケルトン（骨組）として頑健なものを作り上げる。また、災害時の中継基地にもなるような都市防衛システムもスケルトンとして整備された。一方、海面上昇により将来は沈んでしまうかもしれない土地は、バッファーとして商業・産業用に使われる。建物は、すべてを200年住宅にする必要はない。人口減少の影響を受けやすい郊外の住宅地は耐用年数の比較的短い住宅を当座のバッファーとして設け、中心部の便利な地区に、適当な密度で超長寿命住宅が整備された。逆に、農業や林業などの一次産業は、都市から少し離れた郊外に新しくできた田園都市において行われるようになった。

c. 少人口社会

21世紀初頭の段階では、日本の急速な少子高齢化が心配されていたが、実は資源の面から見れば、これはむしろ歓迎すべき傾向であった。なぜなら、資源自立型の国家になるためには、日本の人口が1億2千万人というはあまりに多過ぎたからである。自然な人口減で2050年の日本の人口は8000万人まで減少したが、これでようやくほぼ自給自足ができるような規模まで縮小したと言える。

d. エネルギーの分散化

2010年以降、これまでの化石燃料から再生可能なエネルギーへのエネルギー転換が急速に進んだ。もう一つ、エネルギーに関して大きな変化が2020年前後に起きた。再生可能エネルギーへの転換の過程で、分散型のオンサイト発電へのシフトが生じたのである。日本の住宅の1/3はこのようなゼロエネルギーハウスになっており、大規模発電はバックアップ用になり、地域分散型で電力を融通するようになる。

e. サービス産業の発達

日本の製造業は長寿命型の環境性能のすぐれた製品に特化するようになった。しかし、長寿命型の製品は大量に売れ続けるものではなく、基本的には製造業よりもリース業やサービス業などのサービス産業が中心となっている。これは、サービスは決して飽和状態に陥らず、拡大するからである。しかし、そのサービスの提供方法は現在とは大きく変化している。一般人に対するサービスはどんどんとロボットで肩代わりされるようになった。しかし、人間型ロボット（ヒューマノイド）も急速に発展したため、ロボットにサービスを提供された場合でも、それほど違和感を覚えないという人が増えている。一方、農業・林業など都会で行う必用がない産業は地方で行われるように地域分化が進んだが、それでもその場所でサービスを中心とした商業集積が起きやすいように田園都市が発達したのである。

f. ロボットの普及

2050年のロボットには、大きく分けて2つある。一つは人間の形をして、しかも悲しいなどの感情を持つようになり、形而上的な面でのインタラクションすら行えるようになったヒューマノイドである。もちろん人間型以外の、あまりロボットには見えないようなロボットも大幅に増加している。こうしたものはアンコンシャス型ロボット、あるいはバーチャル型ロボットと呼ばれるもので、我々があまり意識はしないし、ロボットのような形には見えないけれども、人間がしてきたさまざまな仕事を代替してくれるものである。

g. 空間の知能化（ITの高度な普遍化）

2050年のITの特徴を一言で言えば、あらゆるところにコンピューティングが入り込んでいるということである。あらゆるモノにICチップが埋め込まれるのはもちろん、たとえば子供の服の中にはGPSまで埋め込まれている。地球上で人間がいる場所にはすべてセンサがばらまかれており、情報はリアルタイムにセンシングと通信によって補足され、時間と空間の制約がなくなっているのだ。コンピューティングとコミュニケーションの能力は飛躍的に高速化、高度化しているのだ。あらゆるモジュールが自発的に情報をやりとりすることができるようになってきているのだ。また、オープンソース化が進んでいるため、個人や企業が開発したモジュールが、どんどんと自立的にネットワーク化され、加速度的に情報が自由にやりとりされるようになったのだ。こうして大量の情報をリアルタイムで自由自在にやりとりすることが可能になったため、物質的な無駄は極限まで最小化することが可能になった。

3) 市民生活からみた新産業イメージの提示

2050年の日々の生活を通して、新産業のイメージを叙述した。シナリオは、以下の3つの章から構成される。

a. 匠の技術継承と情報付加食品で、豊かな生活を創造

- 高付加価値サービス産業（教育・コンシェルジュ・生活文化創造・医療）
- 食品産業（食品加工及び農業・畜産・水産・林業など）

b. 豊かなライフスタイルを支えるトップランナー産業

- アクティブシニア産業／健康長寿命化産業
- ロボット・次世代家電産業
- 高付加価値サービス産業（教育・コンシェルジュ・生活文化創造・医療）
- ブロードバンド・コンバージェンス産業

c. 快適な環境と効率的な移動をサポートする産業

- 次世代モビリティ産業
- 新エネルギー産業
- 高付加価値サービス産業（教育・コンシェルジュ・生活文化創造・医療）

（4）ITの産業構造変革に与える影響の定量的把握

1) サービス産業

現状の経済活動ベースで、第3次産業（政府サービス生産者・対家計民間非営利サービス生産者を含む）を広義のサービス産業と考えると、我が国のGDPの72.2%を占める（2005年度）。狭義の

サービス業（公共サービス、対事業所サービス、対個人サービス）で見ると、20.7%である。いずれも、増加傾向にあるのに対して、第1次産業および2次産業は減少傾向にある¹⁹⁾。今後もサービス産業は成長を続け、2050年の低炭素化社会は、経済的にはサービス産業で支えられていることは容易に想像できる。社会科学的なアプローチでは、サービスとは「人や組織に何らかの価値（効用）をもたらす活動のプロセス（無形）そのもので、市場取引の対象となるもの」と定義されている²⁰⁾。ラブロックは、サービスを、その対象と活動の性質により表10のように分類している²¹⁾。この内、対象が「人」のサービスでは、人の知識・経験および行為が欠かせないと言われている。一方、工学的アプローチでは、富山らの研究がある²²⁾。サービスを、「提供者がチャンネルを介してコンテンツをサービス受容者に届け、受容者の状態変化をもたらす」と定義している。いずれのアプローチにおいても、サービスとは、“人の感じる価値（状態変化）”で計られる“無形なプロセス（コンテンツ）”と、抽象的な要素から構成されるので、未だ製品開発のような科学的検証方法は確立していない。今後“サービス生産性を高める”研究が活発になると考える。

表10 サービスの分類（ラブロック）

		サービスの対象	
		人	所有物
サービス活動の性質		People processing (人の身体に対するサービス)	Possession processing (所有物に対するサービス)
		物理的働きかけ	交通機関 医療 介護 宿泊 レストラン・バー エステティック スポーツクラブ 理・美容 葬儀
		Mental stimulus processing (人の心に向けられたサービス)	Information processing (無形資産に対するサービス)
		無形の働きかけ	広告・宣伝 エンターテインメント 放送 コンサルティング 教育 コンサート 情報提供サービス 宗教

ITの進展は、サービス生産活動に少なからず影響を与えている。インターネットショッピングなど提供側と受け手の関係（チャンネル）、コンビニエンス・ストア等におけるサービスのデリバリーシステム、バーチャル・ユニバーシティや医療サービスなど情報提供型サービスを大きく変えている。

2) 我が国の2050年産業像の定量化（サービス産業）

a. 2050年社会全体像

GDPの平均成長率は、2000-2010年で1.5%、2010-2030年で1.0%、2030-2050年で0.2%(1985-2000年の平均成長率が2.4%)となった。ちなみに2050年の実質GDPは737兆円（2000年価格）、しかしGNPは830兆円(同)となり、約100兆円の海外投資収益が得られる（これによって消費はかさ上げされる）。成長会計の評価では、労働投入のマイナスを資本投入の増加と技術進歩で補っているとの結果が得られた。一人当たり所得は、2000年で36,000ドル/人が2030年で46,000ドル/人、2050年で46,800ドル/人程度となる(GNPベース)。円安のため（2050年188円/ドルと想定）、ドル表示

では、伸びが低下する。物価の推移をGDPデフレーターでみると、2000-2010年の平均伸び率は-0.9%、2010-2030年が0.9%、2030-2050年が1.0%(1985-2000年の伸び率が0.6%)であった。2010年以降、デフレから脱却する傾向にある。

b. 産業構造の推定結果

マクロモデルから求めた最終需要を利用して、2050年までの産業構造の推移を求めた。試算結果を見やすくするため、業種を11部門に集約した形で示したのが、表11である(部門対応表は表12)。2050年の最終需要に2000年の投入係数を乗じて求めた生産額と、2050年の投入係数を用いて得られた生産額の差を表13に示す。これを見ると、2050年の生産構造は、同じ最終需要でも、全体として生産額は若干低下すること(サービス化)、個別に見ると、IT機器やITサービス部門の拡大が大きく、逆にその他サービス、建設、その他製造業の縮小が目立っている。ちなみにその他サービスの中では、卸小売と飲食店が縮小する。ITサービス、医療保険社会保障、およびその他サービスを“サービス産業”と定義して求めたサービス産業の生産額変化を図5に示す。

就業者の推移を表14に示す。2000年に5,155万人だった就業者数は、2050年には3,440万人に縮小する。これは人口の高齢化の影響である。なお15-64歳人口に占める就業人口の割合は、2000年で約6割が2050年で約7割となる。これは高齢者の労働参加が増えることを想定しているからである。図6はサービス産業での就業者人口の推移である。2050年には約8割がサービス産業に従事していることになる。以上の本分析では、IT革新によるアウトソース化の影響を考慮に入れている。アウトソース化の想定率を表15のように置いた。これはMcKinsey Global Institute²³⁾を参考にしている。

表11 生産額の集約表

	10億円、2000年価格				90/00	00/10	10/30	30/50	
	1990	2000	2010	2030					2050
一次産業	18,824	15,748	14,697	12,134	8,440	-1.77	-0.69	-0.95	-1.80
エネ多消費	61,198	60,353	61,176	61,205	60,872	-0.14	0.14	0.00	-0.03
エネ関連産業	23,356	32,272	35,558	39,849	37,750	3.29	0.97	0.57	-0.27
IT機器	23,185	41,205	64,835	131,941	212,202	5.92	4.64	3.62	2.40
自動車	38,029	37,276	39,390	40,194	38,339	-0.20	0.55	0.10	-0.24
その他機械	55,471	50,115	52,324	49,922	39,994	-1.01	0.43	-0.23	-1.10
その他製造業	116,450	102,823	100,361	90,032	68,421	-1.24	-0.24	-0.54	-1.36
建設	92,849	77,311	72,310	67,746	46,708	-1.81	-0.67	-0.33	-1.84
ITサービス	18,608	39,755	52,304	91,505	124,119	7.89	2.78	2.84	1.54
医療・保健・社会保障	32,527	48,239	55,476	76,650	99,818	4.02	1.41	1.63	1.33
その他サービス	372,416	442,767	484,509	532,910	498,072	1.75	0.91	0.48	-0.34
合計	852,914	947,862	1,032,939	1,194,087	1,234,735	1.06	0.86	0.73	0.17

表12 日本部門の集約

1 一次	1 農林水産	2 鉱業				
2 エネ多消費	5 紙・パルプ	7 石油化学等	8 医薬品・化粧品等	9 その他化学	12 セメント・同製品	13 ガラス等
	14 粗鋼・鉄鉄	15 鋼材・鉄鋼製品				
3 エネ関連産業	10 石油製品	11 石炭製品	33 電力	34 ガス		
4 IT機器	18 産業用ロボット	19 半導体製造装置	20 民生用電子機械	22 パソコン・電子計算機	23 通信機械	24 電子部品
	25 その他の電子通信機器					
5 自動車	27 自動車					
6 その他機械	17 一般機械・事務サービス機器	21 民生用電気機械	26 重電機等	28 その他の輸送機械	29 精密機械	
7 その他製造業	3 食料品	4 繊維製品	6 印刷・出版	16 非鉄金属・金属製品		30 その他の製造業
8 建設	31 建築	32 土木				
9 ITサービス	40 電気通信	41 その他の通信サービス	42 放送	46 調査・情報・会計サービスなど		
10 医療・保健・社会保障	44 医療・保険・社会保障など					
11 その他サービス	35 水道・廃棄物処理	36 卸・小売	37 金融・保険・不動産	38 陸上輸送	39 その他輸送	43 公務・教育・研究
	45 広告	47 その他の対事業所サービス	48 娯楽サービス	49 飲食店	50 旅館など	51 その他個人サービス
	52 事務用品など					

表13 投入係数変化の効果

10億円、2000年価格

一次産業	-8,973
エネルギー消費	-14,400
エネルギー関連産業	-3,232
IT機器	194,353
自動車	-16,720
その他機械	-33,441
その他製造業	-58,223
建設	-55,674
ITサービス	72,672
医療・保健・社会保障	37,169
その他サービス	-126,418
合計	-12,888

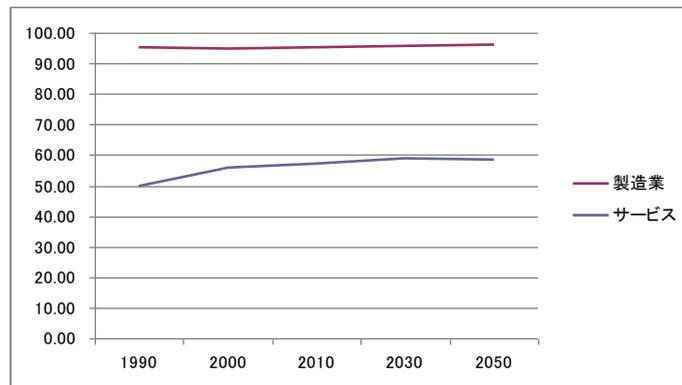


図5 生産額の推移(縦軸は%)

表14 就業者数：集約表

	千人					90/00	00/10	10/30	30/50
	1990	2000	2010	2030	2050				
一次産業	556	506	434	266	139	-0.94	-1.53	-2.42	-3.18
エネルギー消費	1,636	1,303	1,104	744	476	-2.25	-1.64	-1.96	-2.21
エネルギー関連産業	242	253	249	206	154	0.45	-0.18	-0.95	-1.45
IT機器	1,160	1,163	1,407	1,714	1,765	0.03	1.92	0.99	0.15
自動車	1,026	873	796	596	424	-1.60	-0.92	-1.44	-1.68
その他機械	2,118	1,770	1,601	1,189	793	-1.78	-1.00	-1.48	-2.00
その他製造業	5,804	4,214	3,471	2,134	1,157	-3.15	-1.92	-2.40	-3.01
建設	4,538	4,619	4,111	3,412	2,371	0.18	-1.16	-0.93	-1.80
ITサービス	1,309	1,893	2,123	2,786	2,948	3.76	1.15	1.37	0.28
医療・保健・社会保障	2,711	4,455	4,878	5,647	6,320	5.09	0.91	0.74	0.56
その他サービス	26,909	30,504	29,587	24,240	17,885	1.26	-0.30	-0.99	-1.51
合計	48,009	51,553	49,760	42,933	34,433	0.71	-0.35	-0.74	-1.10

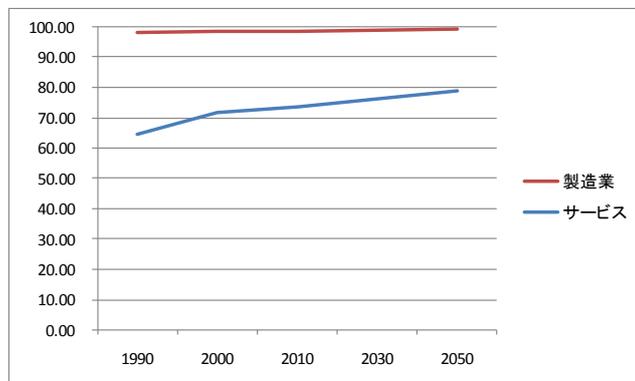


図6 就業者の割合(縦軸は%)

表15 アウトソース化の比率（生産額に対する比率）

	2010	2030	2050
36卸・小売	0.01	0.03	0.05
37金融・保険・不動産	0.05	0.15	0.25
44医療・保険・社会保障など	0.01	0.03	0.05
40電気通信	0.1	0.2	0.3
47その他の対事業所サービス	0.03	0.06	0.1

マクロモデルより、GDP、消費、住宅建築戸数、一般物価などを求め、また産業連関表よりエネルギー消費産業（鉄鋼、エチレン、セメントなど）の生産量を求める。さらに原油価格や為替レートなどの想定を置いて、部門別最終需要を求め（産業、家庭、業務、運輸）、さらに転換部門（発電、石油精製など）を考慮したうえで一次エネルギー需要を求め、それから各種エネルギーの輸入量やCO₂排出量（エネルギー起源）を求めた。今回のモデル分析では、とくに最終需要部門に関して、各種の構造分析を、マイクロデータを利用することにより行っている。試算結果を表16にまとめる。2050年のエネルギー最終需要は13,376PJで2000年の15,982PJより2割弱低下する。ちなみに総合エネルギー調のレファレンスケース（2030年、2005年3月発表）では425百万kLである。当方の試算では2030年の値は406百万kLであった。産業部門と運輸部門で、総合エネルギー調よりやや値が低目となっている。2050年の部門別シェアを見ると、産業の低下（2000年47%が2050年に41%）、家庭部門の上昇（2000年13%が2050年に15%）、業務部門の上昇（2000年15%が2050年に22%）、運輸部門の低下（2000年24%が2050年に22%）となる。家庭、業務、運輸での構造変化の要因導入が利いているものと思われる。

表16 日本エネルギー需給の試算結果

		1990	2000	2010	2020	2030	2050
最終需要計	TLFDX	13,323	15,982	16,008	15,987	15,706	13,376
産業エネルギー合計	TLINX	6,678	7,534	7,302	6,929	6,562	5,467
家庭計	TLHSX	1,657	2,113	2,287	2,389	2,359	2,003
業務計	TLCMX	1,775	2,421	2,617	2,878	3,153	2,985
運輸計	TLTNX	3,212	3,913	3,802	3,791	3,631	2,920

c. 2050年の産業構造に与えるITの影響

2050年の産業では、生産額、および就業人口の両面で、サービス産業（特にIT機器、ITサービス、医療・保険サービス）がより大きな割合を占めることになる。産業のサービス化に伴い、産業でのエネルギー消費が占める割合は2000年に比較して6%を程度低下する。IT進展が産業構造へ与えるインパクトは、我が国だけを考えると、エネルギー消費の側面ではプラスの影響であると言える。尚、今回の試算には、ITとロボット技術との融合による、サービス形態の大きな変革は考慮していない。このような変化を考慮すると、さらに大きな生産額の増加と、エネルギー消費の削減が得られる可能性がある。

3) 米国・中国・インドの2050年産業像の定量化

a. 各国の産業状況

人口推定には、国連のWorld Population Prospectsの推定を用いた（図7）。2050年の中国の人口は13.9億人となる。これは、2050年のインドの人口15.9億人を下回る。つまり中国の人口は今後急激に伸び悩むことになる。アメリカの2050年人口は4億人弱で、中国やインドの1/3から1/4にとどまる。

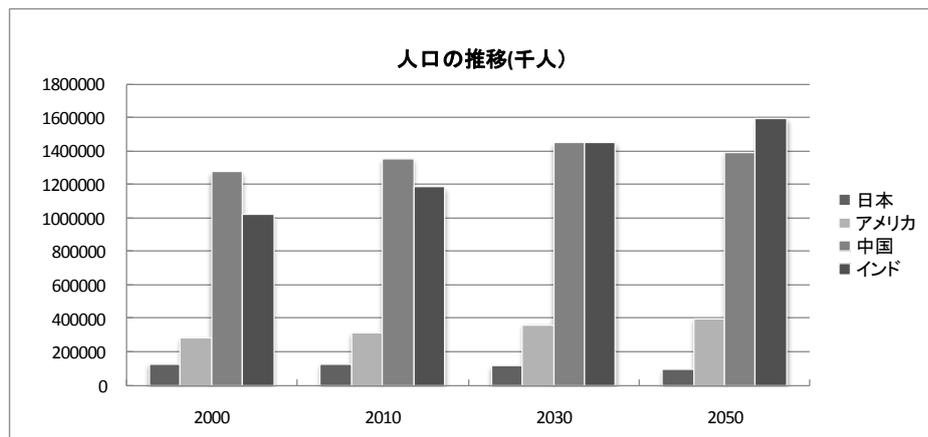


図7 4ヶ国の人口の推移

ITが、産業構造の変化に与える影響を図8のようにモデル化した。ITの急速な普及・進展は、アメリカ経済の生産性を高めるとともに、企業活動のグローバル化（アウトソース化やオフショア化）を加速している。これによりBRICs（ブラジル、ロシア、インド、および中国）、特に中国やインドの経済は、今後も急速に発展する。これらの国が先進国並みの経済規模となった際のエネルギーおよび資源消費の増加により、地球温暖化の加速、環境汚染、エネルギーや資源価格の高騰など、地球の持続可能性を脅かす様々な弊害を与えることは想像に難くない。

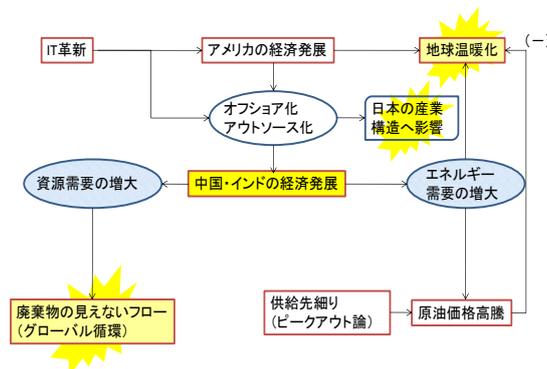


図8 各国経済の連関モデル

世界経済が波乱のない相似的な拡大を今後半世紀にわたって続けた場合（為替レート、石油価格の高騰、環境政策など急激な変化がない）、中国のGDPは、2010年代に米国に肩を並べ、2050年には米国の2倍以上となる。一方、インドも拡大を続け、2050年には米国のGDPに匹敵する規模となる（図9）。

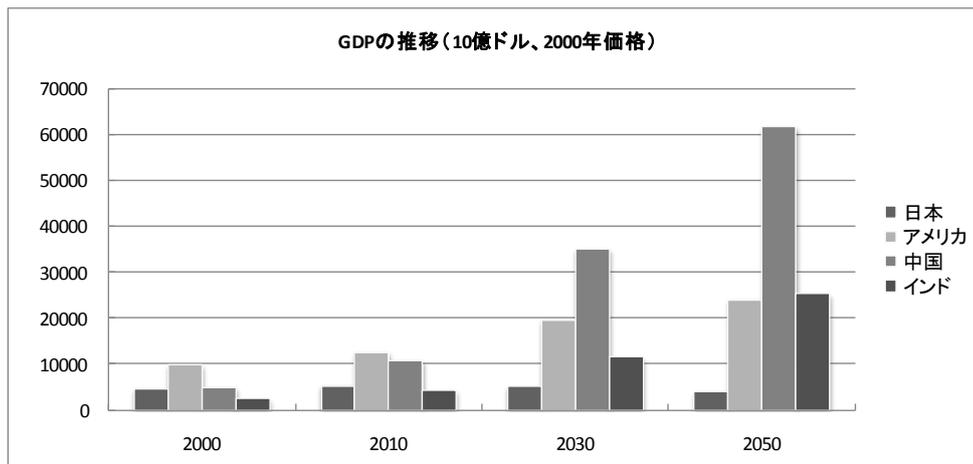
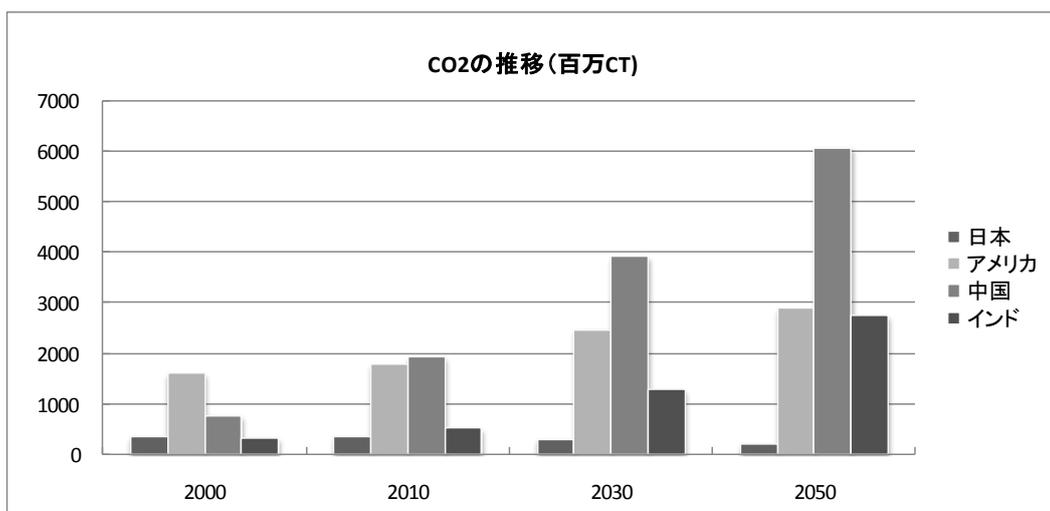


図9 GDPの推移

この変化は歴史的にみると、世界の経済中心が欧米から中国・インドに移ることを意味する。これは、世界の政治・経済バランスを大きく変える。経済史家マディソンの推定を利用すると⁸⁾ 紀元1000年頃ごろには中国とインドの経済規模は欧米を凌駕していたが、18世紀の産業革命を契機として、両者の位置は逆転した。今回のIT革命がその地位の再逆転のきっかけになる可能性がある。

図10は、CO₂排出量の比較である。中国のCO₂排出量は2050年に61億トン(炭素換算)となる。2006年実績が7.6億トンだから、格段の対策が採られなければ、中国のCO₂排出量は約8倍に増えることになる。エネルギー需要に比べてCO₂排出量の伸びが高いのは、民生分門における再生不能エネルギーへの転換、発電における石炭火力の比重上昇などによる。ちなみに世銀の予測値は2050年に36億トンであり、当方の数字の約6割の水準にとどまる。インドのCO₂排出量は2050年に27億トン(炭素換算)となる。アメリカの2050年値が29億トンだから、インドの排出量は2050年にアメリカと肩を並べることになる。世銀のインドの2050年値は16億トンである。これは政策込みの数字だと考える。

図10 CO₂排出量の比較

主要産業の生産量では、例えば自動車生産台数は、中国において、現在の米国の生産台数(2006

年：1120万台)の2030年で2倍弱、2050年で約3倍、インドでは2050年に2006年の米国並みになる。この結果から明らかなように、これらの国の資源消費量が今後急増することを示唆している。

b. グローバル視点から見たITの産業構造への影響

IT進展が産業構造へ与える影響に関して、国内に限定すれば、サービス産業の拡大（エネルギー多消費産業や製造業の飽和や減少）により、産業のエネルギー消費量が減少する可能性が高い。しかしグローバルな視点で考えると、アウトソーシングやオフショア化を加速し、これにより中国やインドなどのBRICs諸国の経済が拡大し、結果としてこれらの国のエネルギー消費は増加する。ITが産業構造に与える影響は、国内のみとグローバル視点から考えた場合、異なる可能性がある。

4) IT革新の転換効果の導入

IT革新の転換効果を、ここでは基幹インフラ部門における通信のエネルギーと輸送に対する代替ととらえた。すなわち、電力・ガス、石油石炭製品、輸送部門が、通信・放送部門によって代替されていくものとした。両者の投入係数の合計値の配分が2010年以降、2030年、2050年と徐々に変化していくものとした（変化の割合は、2010年が全体の10%、2030年が20%、2050年が50%としている）。BAUの場合、4カ国で2050年の二酸化炭素排出量は120億トンC-Tになったのに対して、IT転換効果を含めた場合は、2050年に61億トンC-Tへ半減する。

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

1)バックキャスト手法における望ましい未来社会像を、目標値ベースではなく、人々の願望から描く手法を検討した。市民および各分野の専門家の意見、映画やアニメに描かれている社会像を幅広く収集、整理し、創造性開発手法を用いて、2050年低カーボン社会像を、その生活シーンを文章とイラストで描いた。そして、2050年の脱温暖化シナリオにおける家庭起源のCO₂排出量を、間接排出を含めて、2000年に比較して4割程度削減可能であることを示した。大幅な温室ガス削減と快適な生活を両立できることを示唆した点で、価値は高いと考える。

今回の検討で明らかになったことは、低カーボン社会の実現には、技術や制度だけでなく、社会システムや、人々のこころの問題も合わせて考えることの必要性である。技術普及において、技術の社会や人に与える影響を考慮し（Techno-Ontology）、負の効果を抑制することで、精神的に豊かで、かつ環境負荷の少ない“望ましい社会”を実現できる。

2)ITの産業構造変化に与える影響を長期的にグローバルな視点で定量的に検討した例を他に知らない。

(2) 地球環境政策への貢献

1)近年、低カーボン社会実現のための重要要素として、環境省を含む各省（経済産業省、総務省、国交省）でITが取り上げられるようになった。これに対して、本研究で“ITの二酸化炭素削減ポテンシャル”の大きさについて5年間アピールし続けたことの貢献は少なくない。

2)ITU-T国際電気通信連合 電気通信標準化部門（*International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector*）で“ITの地球温暖化へ与える影響”の評価手法の標準化の検討が昨年度より開始された。それらの中心となっているのは、本IT社会チームである。

3)地球温暖化問題への対応に向けたICT政策に関する研究会報告書（平成20年4月、総務省）の

作成に貢献した（本調査の試算結果が、参考資料の1に採用されている）。

6. 引用文献

- 1) www.kurzweilai.net
- 2) Thomas Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions*, Univ of Chicago Pr (T), 3rd edition, 1996
- 3) 藤本淳、IT社会のエコデザイン、電子情報通信学会誌、Vol. 89, No. 3, pp261-266, 2006
- 4) 良永康平、「EU全体の産業連関表とその経済構造」、産業連関、Vol. 7, No. 4、1997
- 5) 技術調査予測、第1回（1971）～第7回（2001）、文部科学省 科学技術政策研究所
- 6) 21世紀の情報通信ビジョンーIT Japan for Allー、総務省、2000年3月
- 7) 情報メディア白書、1999年版、電通総研
- 8) 家庭生活のライフサイクルエネルギー、資源協会、平成6年
- 9) 大都市生活のライフサイクルエネルギー、資源協会、平成11年
- 10) 槌屋、身のまわりの資源・エネルギー分析、省エネルギー、VOL. 46、No. 5、1994
- 11) ITの経済分析に関する調査報告書、総務省、平成16年3月
- 12) ユビキタスネットワーク社会の進展と環境に関する調査研究会、総務省、平成17年3月
- 13) 岡田尊司、人格障害の時代、平凡社新書（2004）
- 14) Booklet by National Institute for Environmental Studies, "Aligning climate change & sustainability: Asia-Pacific Integrated Model", <http://www.-iam.nies.go.jp/aim/>
- 15) 未来予測レポート2006-2020、根本昌彦、2006年3月
- 16) 日本21世紀ビジョン、内閣府編、2005年5月
- 17) 技術戦略のマップ、経済産業省、2006年3月
- 18) <http://criepi.denken.or.jp/jp/serc/topics/chouki08.html>
- 19) 「2007サービス産業白書」、矢野経済研究所、2007
- 20) 近藤隆雄：「サービスマネジメント入門」、生産性出版、2004
- 21) ラブロック：「サービス・マーケティング」、白桃書房、2002
- 22) 「インバースマニュファクチャリングハンドブック」、丸善、2004
- 23) McKinsey Global Institute, "The Emerging Global Labor Market", June, p22, 2005

7. 国際共同研究等の状況

なし

8. 研究成果の発表状況

（1）誌上発表

<論文（査読あり）>

- 1) 藤本淳、IT社会のエコデザイン、電子情報学会誌、Vol. 89, No. 3, 2006
- 2) 藤本淳、松本光崇、折口壮士、西史郎、植田秀文、端谷隆文、地球環境、Vol. 12, No. 2、209-218 (2007)、「エコデザインによる情報技術の低炭素化実現への貢献」
- 3) J. Fujimoto, Dean Poland, M. Matsumoto, "Low-Carbon Society Scenario: ICT and Ecodesign,

The Information Society, 25:139-151, 2009

<査読付論文に準ずる成果発表> (社会科学系の課題のみ記載可)

- 1) 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 — IT社会のエコデザイン、株式会社電通, (2007.1)
- 2) 室田泰弘、藤本淳: 「中国2020年代には成長率1.4%に、急速な高齢化、元高、原油高騰で急ブレーキ」、エコノミスト、2007年10月8日号、88-94、2007

<その他誌上発表(査読なし)>

- 1) Jun Fujimoto, Mitsutaka Matsumoto, “Design for a Sustainable Society Utilizing Information & Communication Technologies (IT) -Proposal: a New EcoDesign Method and ITs Application-“, Proceedings of the Joint International Congress and Exhibition, Electronics Goes Green 2004+, pp.577-581, 2004
- 2) 藤本 淳、”ITの環境問題に与えるインパクト”、計測と制御、第43巻、第5号、pp.415-420、2004
- 3) 藤本 淳、”IT社会のエコデザイン”、廃棄物学会誌、Vol.15, No3, pp107-114、2004
- 4) J.Fujimoto, D.Poland and M.Matsumoto, “Low-carbon society scenario toward 2050 — Ecodesign of IT (Information andCommunication Technology) society”, 6th International Symposium on Going Green Care Innovation, Vienna. Austria, 3.8.6. (2006.11)

(2) 口頭発表(学会)

- 1) 藤本 淳、”IT社会のエコデザイン”、エコデザイン2004ジャパンシンポジウム、pp26-27、2004
- 2) 日比野剛、宮下真穂、藤本淳、”地球温暖化に対するITイノベーションの定量的解析”、エコデザイン2004ジャパンシンポジウム、pp34-37、2004
- 3) 榎本忠保、桑谷雅之、藤本淳、松本光崇、”生活者の環境配慮行動を促進するエコライフスタイル誘導支援システムの提案”、エコデザイン2004ジャパンシンポジウム、pp158-161、2004
- 4) 藤本 淳、”IT社会のエコデザイン”、平成17年度地球環境総合推進費一般公開シンポジウム、2005
- 5) M. Matsumoto, T. Tamura, J. Fujimoto, “Prospects for an Environmentally Sustainable IT Society”, EcoDesign2005 (2005)
- 6) T. Origuchi, A. Ishikawa, S. Nishi, and J. Fujimoto, “Environmental Impact of using ICT in Industrial Sector”, EcoDesign2005, 2A-2-3S(2005)
- 7) 室田泰弘、藤本淳、”IT革新と中国、インド、アメリカの温暖化問題”、エネルギー資源学会第24回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス発表論文、2008
- 8) M. Matsumoto and J. Fujimoto, “A study on the potential of ICT on realizing environmentally sustainable society”, The 4th Asialics International Conference, Kuala Lumpur. Malaysia, 2007
- 9) 藤本 淳、”IT社会のエコデザイン”、エコデザイン2008ジャパンシンポジウム、A21-1、2008

(3) 出願特許

なし

(4) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの）

- 1) 東京大学のAGSテクニカルミーティング（11月15日、16日）、東京大学先端研フォーラム（11月22日）において、研究成果の普及を行った
- 2) エコデザイン2004ジャパンシンポジウムでオーガナイズドセッション（科学未来館）
- 3) エコデザイン2008ジャパンシンポジウムでオーガナイズドセッション（東京ビッグト）

(5) マスコミ等への公表・報道等

- 1) KANSAITIME OUT (No. 364, June2007, pp44-45)
“Heaven on earth”
- 2) Eye-Ai (September2007, pp40-43)
“Low Carbon Japanese Lifestyle in 2050”
- 3) 朝日新聞（2007年10月28日、全国版、3頁参照）
- 4) 小学一年生（2009年一月号）

(6) その他

なし