

課題名	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-
課題代表者名	藤本 淳 (東京大学先端科学技術研究センター)

- 研究体制
- (1) 環境調和型IT社会の設計 (IT社会のエコデザイン) (東京大学)
 - (2) ITを媒介とした技術とライフスタイルの統合的対策 (エコ・ライフスタイル・ナビゲーション) の具体化と実証的効果検証 (日本電気株式会社)
 - (3) 低カーボン社会を実現する移動のエコデザインの検討 (富士通株式会社)
 - (4) IT活用による産業の効率化に関する環境影響調査 (日本電信電話株式会社)
 - (5) 2050年IT社会におけるIT社会システムの環境負荷低減に関する研究 (独立行政法人産業技術総合研究所)

研究概要

1. はじめに (研究背景等)

低カーボン社会の実現においては、技術開発だけでなく、社会システムやライフスタイルの変革が不可欠であり、さらに社会全体でこれらの調和を図ることが必要である。このような中、技術進展が著しい情報技術は、社会システムやライフスタイルを低エネルギー消費型に導き、さらに地球温暖化防止に有効な技術の適切な普及・活用に寄与する可能性がある。初年度は、2020年を対象に、代表的な情報技術 (IT) システムの各産業分野でのエネルギー消費に与える影響を体系化し、CO2排出削減効果を見積もった。昨年度は、バック・キャスト手法における望ましい未来社会像 (脱温暖化) を、市民および各分野の専門家の意見アイディア、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、“生活シーン”を中心に、文章とイラストで描いた。本年度は、昨年度の成果を書籍として出版するとともに、2050年わが国の主力になっている推定される産業を抽出・体系化し、専門家へのヒアリングにより、その内容を具体化した。ヒアリングにより得られたキーワードを肉付けし、2050年における産業の姿を大まかに描写した。さらに、市民生活の視点より新しい産業のイメージを明らかにするため、2050年の生活を「物語」として記述した。これと並行して、IT普及のCO2排出量に与える影響を、産業、移動 (運輸)、および生活 (民生) の各部門で検討している。2050年までのCO2排出削減効果を、精緻化した。

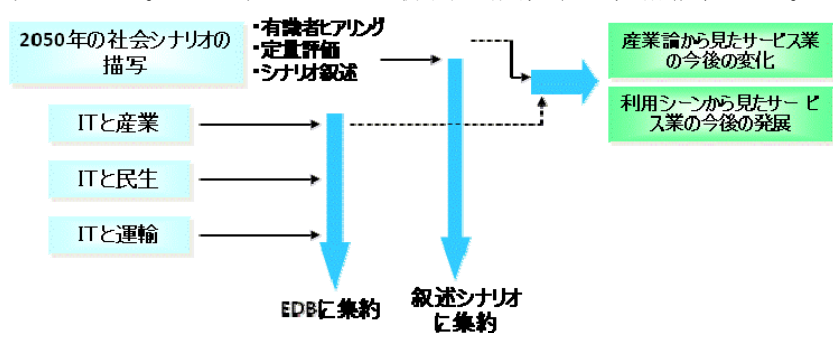


図1 本サブテーマのスキーム

2. 研究目的

低カーボン社会実現での鍵となる「人の環境意識と行動」、「生活スタイル (移動のエコデザイナー)」、「および「産業活動」の領域に関して、実態的な調査によるITの環境影響評価を基に、情報

技術の進展を考慮して、低カーボン社会へ移行するためのITの活用方法と期待される効果を明らかにする。さらに、これら知見を総合して、低カーボン社会を支えるIT基盤のあり方を提示し、実現における技術および普及面での課題を示す。また、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、発想レベルで描いた社会像に、サブサブテーマ2)～5)で、フォーキャスティングの手法で進めている“産業/移動/市民の環境意識”の領域でのIT普及による削減効果の予測結果を反映する。

3. 研究の方法と結果

(1) 環境調和型IT社会の設計

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。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、ロボット産業分野、産業モジュール化、次世代エネルギー産業、農業/バイオ、サービス産業、および環境調和型未来都市の7分野である。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、昨年度と同様、“物語”として表現した。物語は、以下の3つの章からなる(分量は、A4で27ページ)。

1) 匠の技術継承と情報付加食品で、豊かな生活を創造

<テーマ産業>

■ 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)

■ 食品産業 (食品加工及び農業・畜産・水産・林業など)

2) 豊かなライフスタイルを支えるトップランナー産業

<テーマ産業>

■ 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

3) 快適な環境と効率的な移動をサポートする産業

<テーマ産業>

■ 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)

(2) ITを媒介とした技術とライフスタイルの統合的対策の概念整理と実証的効果検証に関する研究

生活者が関わる家庭部門を対象として、人の環境意識と行動変革を支援する環境調和型ITシステムである「エコ・ライフスタイル・ナビゲーション(以下「エコ・ナビ」と略称)」のCO2削減効果の可能性評価と、その実効性を確保するための課題抽出を目的とし、情報提供と環境配慮意識・行動変化との関連性に関する調査研究およびCO2家計簿運動を利用した情報の影響に関する模擬実証実験を実施した。調査研究では、消費者行動理論をもとに環境配慮行動を規定する要因や環境配慮行動を促進するためのモデルについて整理するとともに、実際の取組についても事例収集を行った。環境に対する意識の高まりが見られる中、誤った理解をしている可能性が指摘されている。このことは、意識の高まりが環境負荷削減に繋がらない可能性をも指摘しているものであり、意識を高める取組だけでなく正しい理解を進める取組も必要であることを示唆している。また、意識の高まりがそのまま行動へと繋がっていないという課題に対し、実行意図を形成させる必要性も指摘されている。日常生活の中での環境配慮の取組について「できることがあれば取り組む」と考えている人が大多数を占めていることから、具体的な行動を実践させるための仕組みづくりが急務といえる。模擬実証試験では、CO2家計簿Webサイト上で参加者に居住形態や世帯人数別のCO2排出量データを提供し、さらに、省エネ行動をアドバイスする情報を発信した。そして、その効果をCO2排出量の入力値とアンケート調査を利用して評価した。解析の結果、「省エネ行動の効果についての知識」が高いほど、「電気・ガス排出量の削減量」が多いことが明らかになった。また、この結果から、日本

全体の省エネ効果知識が最高水準まで向上すると仮定した場合、世帯あたり18%、2,300万t-CO2の電気・ガスCO2削減ポテンシャルが予想された。

(3) 低カーボン社会を実現する移動のエコデザインに関する研究

人々の移動の際に生じる環境負荷、特に自家用車利用に由来するCO2排出の削減について、2050年頃の社会を想定して低カーボン社会が実現可能な移動のエコデザインを提案し、通勤、就業、購買といった生活シーンにおけるICT(情報通信技術)の活用方法およびその効果を検討した。ICTを活用した移動のエコデザインとして、個人情報および交通状況に基づいた複数交通手段の統合ナビゲーションを行って公共交通機関の利便性を向上させる「リアルタイム・セキュリティ交通システム」、個人の属性・生活スタイルに応じてテレワークなどの勤務地の制約が無い自由な就労形態を可能とする「分散・共同利用型オフィス」を提案した。提案モデルのCO2排出削減効果を検討するため、消費者意向調査を実施して同モデルで想定した各種ICTサービスによる自家用車利用低減の可能性を予測し、CO2排出削減ポテンシャルを概算した。その結果、交通関連ICTサービスにより自家用車通勤者が代替交通手段へモーダルシフトする場合、自家用車通勤者の56%がモーダルシフトの実施を表明し、自家用車通勤者1人あたりのCO2排出量の削減率は25.1%と推定した(全国での削減ポテンシャルを概算すると521万t-CO2/年)。また、テレワーク関連ICTサービスにより事業所勤務者が希望する形態でテレワークを実施すると、テレワーク実施希望者は72%となり、事業所勤務者1人あたりのCO2排出量の削減率は43.9%と推定した(同866万t-CO2/年)。さらに、インターネットショッピング(以下IS)に関連したICTサービスによる購買目的自家用車利用由来のCO2排出削減量を推定した。アンケートによる実態調査から、梱包材・緩衝材の使用、および宅配便利用で発生する環境負荷は1.29kg-CO2/回とし、また購買目的自家用車利用由来のCO2排出量を3.47kg-CO2/回とした。ICTサービス導入前後のCO2排出量変化は、導入前(実際の店舗への買い物:27.8回)の96.2kg-CO2/月から導入後(実際の店舗:14.4回、IS:13.3回(移行率48%))の67.2kg-CO2/月となった。これらの結果からCO2排出量の削減率は30%(同1580万t-CO2/年)と推定した。

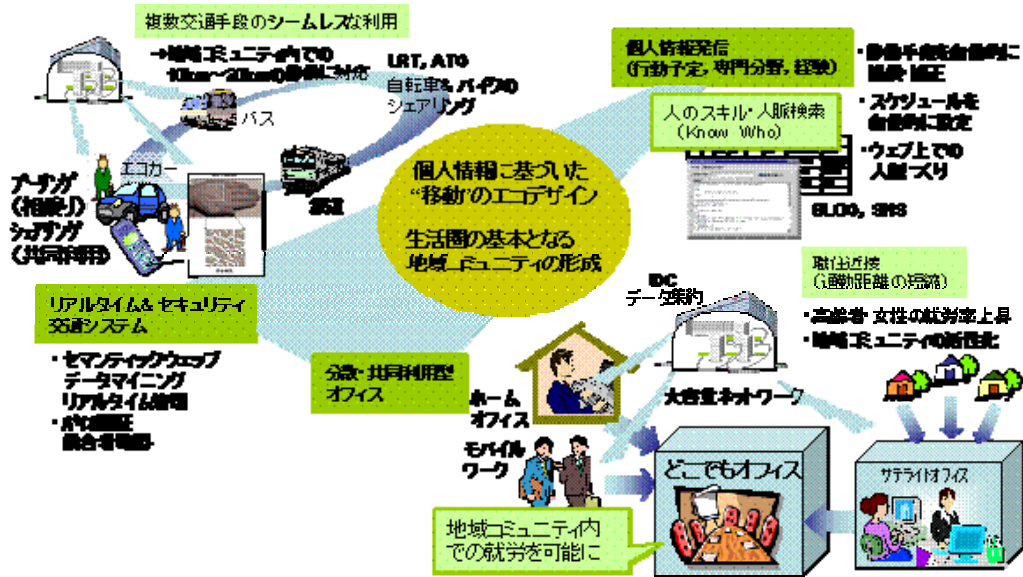


図2. ICTによる移動のエコデザイン

(4) ITによる産業の効率化における環境影響評価に関する研究

既存研究に「IT活用によるエネルギー消費削減量」についてのマクロ評価がある。この研究では、2010年でITの活用により2000年の日本の全エネルギー消費量の3.9%の削減効果があること試算した。その中でも法人向け電子商取引によるエネルギー消費削減効果が全エネルギー消費量の2.5%であり、その約半分がSCM(Supply Chain Management)を中心とした生産流通管理システムである。本研究では、エネルギー消費削減効果の大きいと考えられるSCMに着眼し、実証的な調査をベースに産業部門において大きな削減効果を得るためのITの活用方法や、その実現のための課題について検討している。平成16年度ではSCM等を導入する企業の実態調査や、消費期限や季節的な制約条件により不良在庫が廃棄につながる4業界(食料品、繊維製品、医薬品、化粧品)の、SCM等のITシステムを活用することによるCO2排出削減効果を試算した。その知見を活かして平成17年度では、製造業の棚卸資産(在庫)に着目し、製造業の各業界において棚卸資産が少なく効率化された企業のレベルに推移していくというベンチマーク的な考え方で、SCM等のITシステムを活用することにより不良在庫を圧縮(削減)させ、不必要な生産を抑制させることによるCO2排出削減効果の推計方法を設計し

た。今年度（平成18年度）では、平成17年度に設計したSCM等のITシステム等の活用による製造業におけるCO₂削減量推計方法をもとに、平成17年度の評価対象である製造業16業種から25業種に拡大し、製造業だけでなく流通業に関しても在庫圧縮による影響を検討した。またデルモデルを代表とする製造直販化やBTO（Build To Order）による影響や、物流の情報化による影響の検討ならびにCO₂削減効果の推計方法の設計と試算を行った。評価項目は以下のとおりである。

- a. SCMの活用による影響
 - 製造業における在庫圧縮による不必要生産の抑制
 - 製造業における不必要生産抑制による工場建物の削減
 - 中間流通における在庫圧縮によるバックスペースの削減
 - 中間流通における在庫圧縮による不必要生産の抑制
 - メーカーと小売販売の直接取引による中間流通の中抜き
 - 小売業における在庫圧縮によるバックスペースの削減
 - 小売業における在庫圧縮による不必要生産の抑制
 - 在庫圧縮による倉庫建物の削減
 - 返品削減による物流の削減
 - 会計事務の効率化
- b. 製造直販化やBTOによる影響
 - 製造直販化による中間流通の不要化
 - 製造直販化による小売販売の不要化
 - ネット販売業者関連の在庫スペースの増加
 - 不必要生産の抑制
 - 宅配物流の増加
 - 返品物流の削減
 - 店舗への移動不要化による人流の削減
- c. 物流の情報化による影響
 - 走行管理システムによるエコドライブ化
 - 求車求荷システムによる積載率の向上

本評価結果を表1に示す。SCM、製造直販化やBTO、物流の情報化によって、2050年で間接効果を含めて約11,600万t-CO₂の削減効果があると試算した。これは1990年における日本全体のCO₂排出量の約10%に相当する。（各項目を合計しての数値であり、それぞれの効果に重なりが多少あることに留意が必要である。）

表1 ITの活用によるCO₂削減効果の推計結果

(千t-CO₂)

		2010	2020	2030	2050	
a. SCM	製造業	不必要生産抑制	16,221	16,221	35,960	41,461
		工場建物削減	84	124	178	202
	中間流通	バックスペース	7,777	11,497	16,140	17,875
		不必要生産抑制	443	660	943	1,065
		卸売中抜き	2,274	4,724	6,477	8,630
	小売販売	バックスペース	3,326	4,830	6,848	7,382
		不必要生産抑制	329	480	692	755
		倉庫建物削減	2,275	3,308	4,496	4,933
		返品物流削減	1,943	2,819	3,541	4,600
		会計事務の効率化	1,429	2,382	3,334	4,763
	小計	36,100	47,044	78,609	91,665	
b. 製造直販化・BTO	中間流通の不要化	2,722	4,084	5,445	8,167	
	小売販売の不要化	2,380	3,571	4,761	7,141	
	在庫スペースの増加	▲ 1,328	▲ 1,992	▲ 2,657	▲ 3,985	
	不必要生産抑制	215	323	431	646	
	販売物流の増加	▲ 808	▲ 1,211	▲ 1,615	▲ 2,423	
	返品物流の削減	28	42	56	84	
	購買者店舗移動の不要化	426	639	852	1,278	
	小計	3,636	5,455	7,273	10,909	
c. 物流のICT活用	走行管理システム	1,588	3,970	6,352	7,940	
	求車求荷システム	1,295	3,238	5,181	6,476	
	小計	2,883	7,208	11,533	14,416	
	合計	42,619	59,707	97,415	116,991	

4. 考察

ITは、われわれの社会や世界に大きな変革をもたらすと言われる。「IT革命」という言葉は、2000年代初頭の経営的・経済的なITバブルの崩壊で一時的には聞かれなくなったものの、IT化が、社会に本格的な影響をもたらすのはこれから数十年かけてのことである。技術革新が社会や経済にもたらす大きな変革は「イノベーション」と呼ばれる。ITは、例えば19世紀の蒸気機関や電気の発明の影響（産業革命）に喩えられるイノベーションであることが昨今あらためて認識されるようになってきた。例えば蒸気機関は鉄道を生んだが、鉄道は物流と人の流れを革新的に変えた。それまで運ぶことができなかつた量の物資をそれまで運ぶことができなかつた地域まで運ぶことができるようになったことにより各国の国内の分業が深化した。それによって生産構造、産業の立地、都市構造が変化し、人々の労働環境や組織も変化した。その結果、富の大きさと配分も変化した。大きなイノベーションの例である。2050年の社会は、IT革命により、同様に大きく変化していることであろう。ITの地球温暖化に与える影響を2つの視点より検討してきた。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削減効果は、10～15%程度であった。

第二の視点では、パラダイムシフト、すなわち現状とは大きく異なる社会を想定した。直感的手法で、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”や“産業”を、文章およびイラストで描写した。これらの結果より、ITは、低炭素化の切り札となるポテンシャルは十分にあると考える。低炭素化社会、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のではないかと考える。

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

ITは、近年の携帯電話の爆発的な普及に代表されるように人々のライフスタイルの変革だけでなく、ビジネスにおいても生産・流通・販売など全てのバリューチェーンで活用され、その環境影響は、多岐の部門や様々な業界に横断的であり、定量的に評価することが困難である。またITの普及や発展のスピードは凄まじく、ITの未来像を予測することは難しい。本研究では、これらの困難さを伴うIT普及による環境影響に関して、産業、運輸、および民生部門での、ITを活用することによる二酸化炭素排出削減のポテンシャルを定量的に明確にした。本研究で得られた知見は、脱温暖化社会を構築するために、ITを有効的に活用するための政策を立案に有用であると考えられる。

さらに、直感的手法による将来ビジョン作成の方法論を構築した。この構築を通して、技術の経済性や単なる利便性だけではなく、技術が社会へもたらす“意味”や人への影響を十分考慮するアプローチ（Techno-Ontology）が、低炭素社会を実現する上で不可欠であることを明らかにした。

(2) 地球環境政策への貢献

書籍「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ー」（電通）の出版を通じて本研究課題の成果の社会普及に貢献した。

本研究を通して、ITによる二酸化炭素排出削減効果を有効的に引き出すためのITの活用方法に関する知見を深めてきた。今後は、脱温暖化社会のためにITが果たす役割や効果を提言し、中長期的な脱温暖化政策の立案に寄与する。また今後、学会発表や政策検討フォーラム等を通じ、成果の広報・普及に努める。

6. 研究者略歴

課題代表者：藤本 淳

1955年生まれ、広島大学大学院環境科学研究科修了、工学博士、現在、東京大学先端科学技術研究センター 特任教授

主要参画研究者

(1)：藤本 淳（同上）

(2) 1)：五藤 智久

1964年生まれ、中央大学大学院理工学研究科修了、現在、日本電気株式会社

基礎・環境研究所 主任研究員

2) : 長谷川聖洋

1975年生まれ、立命館大学大学院理工学研究科修士課程修了、現在、日本電気株式会社サービスプラットフォーム研究所 研究員

(3) 1) : 端谷隆文

1961年生まれ、金沢大学大学院 修士課程 教育学研究科 (理科教育専攻)、現在、富士通株式会社 環境本部 環境技術推進センター センター長付

2) : 植田秀文

1966年生まれ、姫路工業大学大学院 (現兵庫県立大学) 修士課程 応用化学科卒業、現在、富士通株式会社 環境本部 環境技術推進センター

3) : 中澤克仁

1973年生まれ、東海大学大学院工学研究科 博士課程後期修了 博士 (工学)、現在、富士通株式会社 環境本部 環境技術推進センター

(4) 1) : 西 史郎

1957年生まれ、大阪大学理学部卒業、現在、日本電信電話株式会社 NTT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

2) : 中村 二郎

1964年生まれ、大阪大学大学院工学研究科修士課程修了、現在、日本電信電話株式会社 NTT情報流通基盤総合研究所 環境エネルギー研究所 環境アセスメントシステムグループ グループリーダー、工学博士

3) : 折口 壮志

1971年生まれ、東京大学大学院総合文化研究科修士課程修了、現在、日本電信電話株式会社 NTT情報流通基盤総合研究所 環境経営推進プロジェクト 研究主任

4) : 津田 昌幸

1974年生まれ、東京工業大学機械工学専攻修士課程修了、現在、日本電信電話株式会社 NTT情報流通基盤総合研究所 環境エネルギー研究所勤務、工学博士

(5) 1) : 松本 光崇

1972年生まれ、京都大学工学部卒業、東京工業大学博士課程修了、学術博士、現在、独立行政法人産業技術総合研究所先進製造プロセス研究部門研究員

7. 成果発表状況

(1) 査読付き論文

なし

(2) 査読付論文に準ずる成果発表

- 1) 東京大学RCAST 脱温暖化IT社会チーム：「2050年脱温暖化社会のライフスタイル —IT社会のエコデザイナー—」, 電通消費者研究センター編, 株式会社電通, 2007