

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社会のエコデザイン-

(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

環境本部 環境技術推進センター

端谷隆文・植田秀文・中澤克仁

[要旨] 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96.2 kg-CO₂/月から導入後（実際の店舗：14.4回、IS：13.3回（移行率48%））の67.2 kg-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1,580万t-CO₂/年）と推定した。

[キーワード] 地球温暖化、情報通信技術、ITS（高度道路交通システム）、テレワーク、インターネットショッピング

1. はじめに

ICT（情報通信技術：Information and Communication Technology）の発展は社会構造に劇的な

変化をもたらし、地球温暖化に対して正負様々な影響を与えている¹⁾。このためICT化進展により誘発される社会変化を持続可能な方向に導くことが必要である。また地球温暖化対策は2005年2月に京都議定書が発効したことで喫緊の政治課題となったが、中長期的な対策の立案、早期着手についても認識が高まっている。主要な温室効果ガスであるCO₂の排出量のうち、運輸部門の占める割合は全体の20.7%に上り²⁾、その約5割は自家用車からの排出である³⁾。中長期的な視点で見た場合、運輸部門からの排出量の大幅な削減が必要であることは衆目の一致するところである。例えばOECD-ESTでは、2030年の交通機関による総排出量を、各国の状況に応じて1990年の総排出量の20%~50%を超えないこと（言い替えれば、50%~80%削減）という大胆な目標を掲げている⁴⁾。

2. 研究目的

脱温暖化2050プロジェクトのサブチームであるIT社会チームは、ICT化により誘発される社会変化を持続可能な方向に導くことを目的に、IT社会の環境調和設計（エコデザイン）と、ライフスタイルを環境調和的な方向へ誘導するIT活用方法を研究・提案する。

我々はチームの一員として、ICTを用いた移動のエコデザインを検討する。移動における環境負荷、特に自家用車利用由来のCO₂削減に関し、新たに個人・地域社会を中心とした未来社会における移動のエコデザインの提案とそのCO₂削減効果の試算を進め、これにより低カーボン社会へ向けての社会モデルの構築を行う。

平成16年度は、個人・地域社会を基盤とした未来社会における通勤・就業モデルの検討と同モデルにおけるICTのCO₂排出削減効果を試算した。平成17年度は、国土交通省の交通需要予測を元に2050年における自家用車利用由来のCO₂排出量を概算するとともに、Webアンケートにより推定したICTによる移動の代替可能率を用いて、通勤、勤務形態、購買行動に関して、ICTによる移動手段の代替可能性およびCO₂排出量削減効果（削減量、削減率）を求め、これらの代替可能性をもとに全国規模での自家用車利用由来CO₂排出量の削減効果について概算した。

平成18年度は前年度に報告した上記の概算結果を精査するとともに、消費者のインターネットショッピングの動向及び梱包状況等の現状データを収集し、自家用車を利用した店舗への買い物からインターネットショッピングへ移行することにより、商品の流通段階における環境負荷（梱包材および緩衝材の使用、宅配車の移動距離）がどれくらい新たに発生するかを検証する。またアジア主要都市を対象に移動のエコデザインに関する各種調査を実施する。

3. 研究方法

(1) 前年度Webアンケート結果の精査

昨年度実施したICTによる移動手段の代替・移動削減の可能性に関するWebアンケート調査の結果について計算方法を一部見直し、通勤目的、買い物目的での自家用車利用由来のCO₂排出に関して全国レベルでの削減規模を概算した。

(2) インターネットショッピングへの移行によるCO₂排出量変化

消費者のインターネットショッピングの動向及び商品梱包状況等の現状データを収集し、インターネットショッピングへの移行により、商品の流通段階における環境負荷（梱包材/緩衝材+宅配便配送車）がどれくらい新たに発生するのかを検証した。

事前調査によりアンケート期間にインターネットショッピングを利用する人を回答者として抽出した。実際の商品購入に際して、利用したインターネットショップ、購入した商品の種類、送付されてきた商品の荷姿、梱包材、緩衝材の使用状況（種類、量）などについて回答を得た。

各種資料より収集、計算した梱包材、緩衝材のCO₂原単位を元に、個当たりの梱包材および緩衝材由来CO₂排出量を計算した。

宅配便による配送によるCO₂排出量は宅配業者の既発表資料⁵⁾からデータを引用した。

(3) アジア主要都市における調査

ICTによる移動のエコデザインモデルの検討材料収集や将来的なアジア主要都市への拡大を主眼として、2007年2月にシンガポール、ホーチミン、北京を訪問し、交通施策、環境問題およびICTとの関わりについて現地有識者（8名）へのヒアリングを実施した。上記3都市について(1)現在の交通状況または環境問題、(2)10年～50年後の交通戦略、環境問題への対応、(3)交通システムへのICT活用の可能性、(4)公共交通機関へのモーダルシフトの可能性、(5)モーダルシフトを促進するためのICT導入の可能性、について有識者の意見を収集した。

4. 結果・考察

(1) 前年度Webアンケート結果の精査

ICTサービスの提供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した場合、自家用車通勤者1人あたりのCO₂排出量の削減率は25.1%（全国での削減ポテンシャル521万t-CO₂/年）と推定した。同じく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、事業所勤務者1人あたりのCO₂排出量の削減率は43.9%（同866万t-CO₂/年）と推定した。ICTサービスの提供により日常の購買行動がインターネットショッピングに移行したとした場合、購買目的の自家用車利用由来CO₂排出量の削減率は48.0%（同3120万t-CO₂/年）と推定した。

(2) インターネットショッピングへの移行によるCO₂排出量変化

自家用車を利用した店舗への買い物からインターネットショッピングへ移行した場合のCO₂排出量の変化を表1に示す。

インターネットショッピング利用時の個当たりの梱包材/緩衝材のCO₂排出量は0.86 kg-CO₂/個、配送車からのCO₂排出量は0.43 kg-CO₂/個となり、1回あたりのインターネットショッピングによる購買で発生する環境負荷（梱包材/緩衝材+宅配便配送車）は1.29kg-CO₂/回であった。

一方、実際の店舗に自家用車で買い物に出かけた場合、1回あたりの購買での自家用車からのCO₂排出量は3.44kg-CO₂/回となった。これはのべ利用人数=のべ購入回数と仮定して、国交省推計データ⁶⁾の買い物目的乗用車のべ利用人数推計値152.6億人/年・全国（1999年）を買い物目的乗用車CO₂排出量推計結果0.56億t-CO₂/年・全国（1999年）で除した値である。この値にレジ袋（10g, 15L）由来CO₂排出量0.03kg-CO₂/枚を、1回の買い物で1レジ袋を使用すると仮定して足し合わせて、1回あたりの自家用車を利用した実際の店舗への買い物からのCO₂排出量を3.47kg-CO₂/回とした。

前年度報告したWebアンケート結果において、ICTサービスの導入によるインターネットショッピングへの移行により、現在の自家用車で購入回数27.76回/月が14.44回/月に減少することを明らかにしている（移行率48%）。この値を用いて自家用車を利用した買い物からインターネット

ショッピングに移行したときのCO₂排出量変化を計算すると、ICT導入前（実際の店舗：27.76回）の96.2 kg-CO₂/月から導入後（実際の店舗：14.44回、ネットショッピング：13.32回）の67.2 kg-CO₂/月に減少することになった。

以上の結果からインターネットショッピングへの移行による自家用車利用購買行動に由来するCO₂排出量の削減率は、移行率が48%の場合、30%（日本全国レベルで概算すると1,580万t-CO₂/年）となった。

表1 インターネットショッピングに移行したときのCO₂排出量変化

インターネットショッピング利用による環境負荷		
梱包材/緩衝材のCO ₂ 排出量	0.86	kg-CO ₂ /個
配送車からのCO ₂ 排出量	0.43	kg-CO ₂ /個
1回あたりのネットショッピングからのCO ₂ 排出量	1.29	kg-CO ₂ /回
リアル店舗への買い物に自家用車を利用した場合の環境負荷		
目的別乗用車のべ利用人数推計結果（1999年）	152.6	億人/年・全国
目的別乗用車CO ₂ 排出量推計結果（1999年）	0.52	億t-CO ₂ /年・全国
購買での自家用車からのCO ₂ 排出量	3.44	kg-CO ₂ /回
レジ袋（10g、15L程度）のCO ₂ 排出量（製造のみ）	0.03	kg-CO ₂ /枚
1回あたりのリアル店舗への買い物からのCO ₂ 排出量	3.47	kg-CO ₂ /回
ICTサービス導入による効果		
現在の自家用車での購入回数	27.76	回/月
ICT削減可能回数	13.32	回/月
削減後の自家用車での購入回数	14.44	回/月
ICTサービス導入前のCO ₂ 排出量 （リアル店舗への買い物回数：27.76回）	96.2	kg-CO ₂ /月
ICTサービス導入後のCO ₂ 排出量 （リアル店舗：14.44回、ネットショッピング：13.32回）	67.2	kg-CO ₂ /月
CO ₂ 削減率	30%	
CO ₂ 削減量	0.158	億t-CO ₂ /年・全国

(3) ICTによる移動のエコデザイン

我々はこれまでに、ICTを活用した移動のエコデザインとして、リアルタイム・セキュリティ交通システムにより、個人情報および交通状況に基づいた各種交通手段のナビゲーションを行うこと、分散・共同利用型オフィスにより、テレワークなどの個人の生活スタイルにあった自由な就労形態を可能とすることを提案してきた（図1）。提案モデルにより、生活圏を地域コミュニティに集約して日常生活における移動距離を短縮し、地域内での交通需要増加により公共交通機関のインフラ整備、カーシェアリング・カープーリングといった自動車の共同利用などを促進させることが可能である。3年間の研究結果から、提案モデルの要素技術である各ICTの実現により、人々の移動に由来するCO₂排出の削減が可能であることを確認できた。

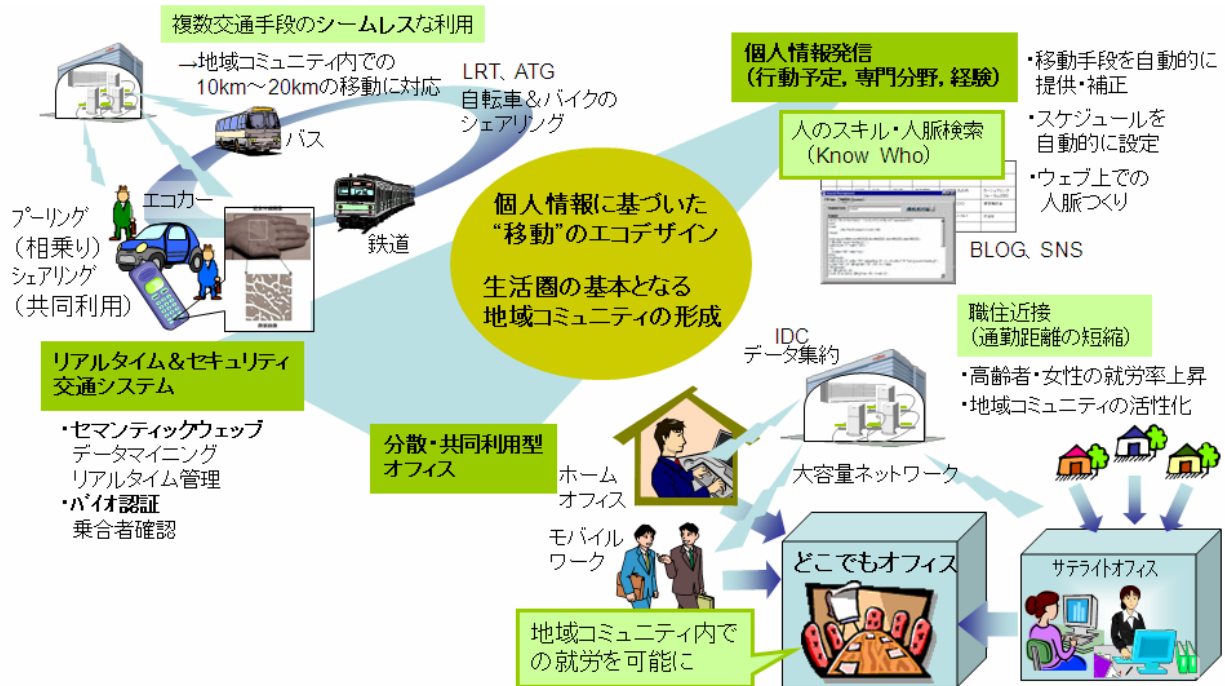


図1 ICTによる移動のエコデザイン

(4) アジア主要都市における調査

シンガポールでは公共交通機関の利便性向上と自家用車利用への規制を施策の中でバランスをとることで交通システムの円滑化を図っている点が参考になった。一方、北京では、道路交通サービスや公共交通機関のインフラ整備、またホーチミンでは、道路交通インフラの基本的な整備が当面の課題であるが、携帯電話やインターネットなどのICTの普及が同時進行しており、今後のICTを活用した公共交通機関の利便性を向上させるサービスの普及および各都市の状況に適した独自サービスの創出に期待が持てる。

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

ICTによる移動のエコデザインとして、リアルタイム・セキュリティ交通システムおよび分散・共同利用型オフィスにより、生活圏の基本となる地域コミュニティを形成し、地域コミュニティ内での交通需要増加により、公共交通機関のインフラ整備、カーシェアリング・カープーリングといった自動車の共同利用を促進させることを提案した。

Webアンケートを実施して生活シーンごとにICT活用による移動代替可能率を推定し、2050年におけるCO₂排出削減ポテンシャルを試算した。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)。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

減率は43.9%と推定した(同866万t-CO₂/年)。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。

(2) 地球環境政策への貢献

環境省の脱温暖化2050プロジェクト(平成16年~18年)のCO₂排出削減シナリオ作成において、ITチームの一員として、CO₂の大幅な排出削減を可能とする移動システムの予測とICTの果たす役割、効果を提言し、中長期的な地球温暖化防止対策の立案に寄与した。また学会発表等を通じて、本研究結果の広報・普及に努める。

6. 引用文献

- 1) L. Erdmann, L. Hilty, J. Goodman, and P. Arnfalk, "The Future Impact of ICTs on Environmental Sustainability", IPTS Publications, 2004
- 2) 環境省:「温室効果ガス排出量について」
<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg/2003pp.pdf>
- 3) 国土交通省:「平成16年度版国土交通白書」, 2004
- 4) OECD, "Environmentally Sustainable Transport (EST), Phase 3, Volume 2", 2001
- 5) ヤマト運輸株式会社:「CSR報告書2005」, 2006
- 6) 国土交通省:「交通需要推計検討資料」
<http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/ir-data.html>

7. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない。

8. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文(査読あり)>

なし

<査読付論文に準ずる成果発表>

なし

<その他誌上発表>

なし

(2) 口頭発表(学会)

- 1) H. Ueda, K. Nakazawa, and T. Hashitani, "Feasibility of Reducing CO₂ emissions by Modal Shift in Commuting", The 6th International Conference on EcoBalance, 2004

- 2) H. Ueda, K. Nakazawa, and T. Hashitani, "Reducing the Environmental Load by Encouraging a Modal Shift in Commuting", AGS Technical Meeting, 2004
 - 3) H. Ueda, K. Nakazawa, and T. Hashitani, "Reducing the Environmental Load by Encouraging a Modal Shift in Commuting", IASTED International Conference on Environmental Modelling and Simulation, 2004
 - 4) K. Nakazawa, H. Ueda, T. Hashitani, "Reduction Effect of Environmental Load Caused by Modal Shift in Commuting", 4th SETAC World Congress, 2004
 - 5) 植田秀文、中澤克仁、端谷隆文：「ITを活用したモーダルシフトによるCO2排出量の削減」，エコデザイン2004ジャパン・シンポジウム，2004
 - 6) 植田秀文、中澤克仁、端谷隆文：「ICTによる移動のエコデザイン」，第1回日本LCA学会研究発表会講演要旨集，2005
 - 7) H. Ueda, K. Nakazawa, T. Hashitani, "Case study about the substitutability of movement by ICT to achieve a sustainable society", International Conference on Urban Planning and Environment: Strategies and Challenges, 2007
 - 8) 植田秀文、中澤克仁、端谷隆文：「ICTによる移動のエコデザインII」，第2回日本LCA学会研究発表会講演要旨集，2007
- (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）
なし
- (5) マスコミ等への公表・報道等
なし
- (6) その他
なし