

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

(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（平成16～18年度）

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

平成16～18年度合計予算額 11,673千円

※上記の合計予算額には、間接経費2,693千円を含む

[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情報通信技術（以下、ITと略す）の活用方法およびその効果を検討した。IT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・ライフ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IT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IT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IT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IT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1.25kg-CO₂/回とし、また購買目的自家用車利用由来のCO₂排出量を3.33kg-CO₂/回とした。IT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92.4kg-CO₂/月から導入後（実際の店舗：14.4回、IS：13.3回（移行率48%））の64.8kg-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1920万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

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、IT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・提案した。本研究では、その中でITを用いた移動のエコデザインを検討した。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IT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IT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、IT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。そして平成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した。またアジア主要都市を対象に“移動のエコデザイン”に関して調査を実施した。

2. 研究目的

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。

3. 研究方法

（1）移動のエコデザインの現状調査

ITS（高度道路交通システム）、分散・共同利用型オフィス（テレワーク）の現在における実施例、計画例、環境負荷削減効果の試算例をまとめ、移動のエコデザインのモデル作成の基礎データとした。

（2）移動のエコデザインのモデル提案および効果試算

平成15年度の予備的研究（FY2003）において提案したリアルタイム・セキュリティ交通システムに、分散・共同利用型オフィスを利用したテレワークを組み入れた「移動のエコデザイン」モデルを構築し、その効果について試算した。リアルタイム・セキュリティ交通システムにより、路線バスの利用およびカープーリング（相乗り）の促進を行った場合のCO₂削減効果について、自動車のハード面での各種対策（車種の変更〔普通→小型、軽自動車〕、低燃費化の推進、ハイブリッド車、電気自動車の導入促進）と比較した¹⁻⁶⁾。テレワーク推進によるCO₂削減量を、テレワーク導入後の移動手段・距離の調査事例、および総務省の2010年における普及目標から計算した⁷⁻¹⁰⁾。

（3）2050年における自家用車利用由来のCO₂排出量概算

国交省の交通需要に関する2050年までの超長期予測¹¹⁾を用いて、現状延長上での2050年における自家用車利用由来のCO₂排出量を概算し、提案モデルのCO₂排出削減効果を試算する際の基準とし

た。

(4) Webアンケート調査と移動のエコデザインのポテンシャル検討

自家用車利用、テレワーク、インターネットショッピングの現状を把握し、通勤または買い物を目的とする移動のITによる代替可能率を推定する目的で、Webアンケート調査を行った。対象地域として自家用車通勤者数および自家用車通勤者密度の高い首都圏郊外都市および北関東主要都市を選出した。2337人（うち従業者1737人）のモニターを選出し、2006年2月に実施した。アンケート結果から、ITによる移動代替可能率を推定し、そのCO₂排出削減効果について試算した。

(5) 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からデータを引用した。

(6) アジア主要都市における調査

IT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IT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IT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IT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) インターネット調査

自家用車通勤者の数および密度が高い関東圏の13地域（24都市）を調査対象として、インターネット調査を実施した（表1）。調査時期は2006年2月で、2,337件（うち従業者1737名）の回答を得た。設問は、「通勤手段・距離、就労場所（テレワーク実施の有無）の現状」、「（自家用車通勤者に対して）自家用車以外で通勤する場合の移動手段・距離」、「（事業所勤務者に対して）テレワークが可能な場合の就労場所・就労パターン」「提示したITサービスにより自家用車通勤からのモーダルシフト、およびテレワークを実施する意思」とした（図1）。

表1 調査対象地域

| エリア No. | 該当市町村名 | 首都圏 / 北関東 |
|---------|------------------|-----------|
| 1 | 相模原市 大和市 | 首都圏 郊外 |
| 2 | 川口市 草加市 越谷市 春日部市 | |
| 3 | 藤沢市 | |
| 4 | 松戸市 柏市 船橋市 | |
| 5 | 平塚市 厚木市 | |
| 6 | 川越市 上尾市 | |
| 7 | 横須賀市 | |
| 8 | 八王子市 | |
| 9 | 市原市 | |
| 10 | 高崎市 前橋市 伊勢崎市 太田市 | |
| 11 | 宇都宮市 | |
| 12 | 水戸市 | |
| 13 | 土浦市 | |

2000年度（平成12年度）の国勢調査¹²⁾を元に、首都圏郊外都市および北関東主要都市における自家用車通勤者数、密度の高い地域を選択した。

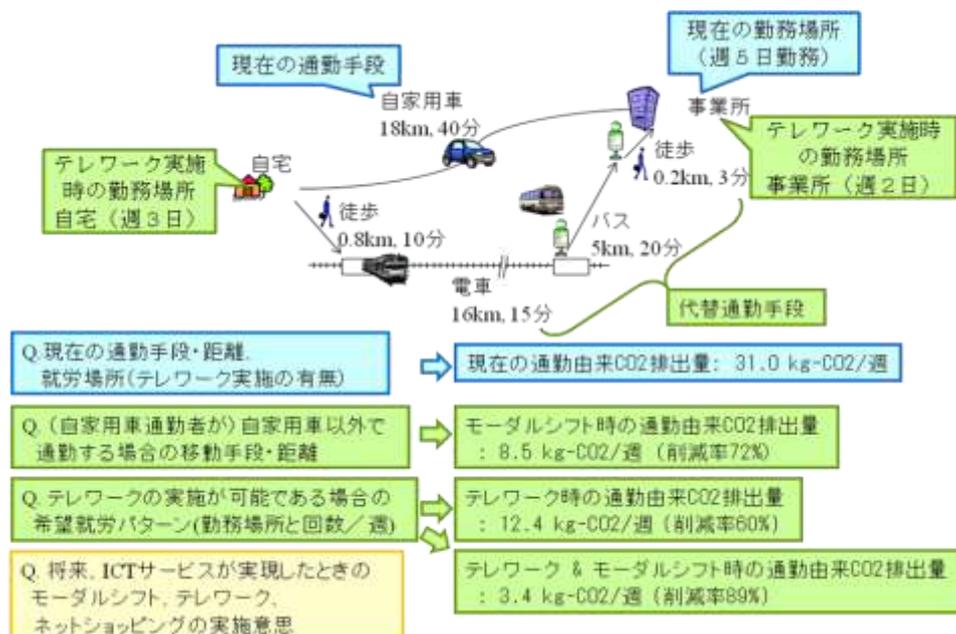


図1 主なアンケート内容（図中の数字は解答例）

回答者ごとに、現在および代替時の通勤手段、距離の割合からモーダルシフト実施時のCO₂削減量を、現在およびテレワーク実施時の就業パターンからテレワーク実施時のCO₂削減量をそれぞれ計算した。

(2) モーダルシフト

1) 通勤に利用する交通手段

今回調査対象とした地域において、現在の通勤に利用する交通手段は、「自家用車」が48.3%と最も高く、次いで「電車」（34.7%）、「徒歩」（26.9%）であった（図2）。

通勤に「自家用車」を利用している人が他の交通手段に切り替える場合、代替交通手段は、「路線バス」が41.0%と最も高く、次いで「自転車」(33.0%)、「電車」(32.8%)、「バイク」(24.4%)であった(図2)。



図2 現在の通勤手段および自家用車通勤者の代替交通手段

この図では回答者が複数交通手段を利用する場合、交通手段ごとにカウントした

自家用車通勤の理由(複数回答)としては、「家から勤務先まで直接行けるので便利」が68.3%と最も高く、次いで「公共交通機関を利用するより移動時間が早い」(45.1%)、「最寄の駅、またはバス停まで遠い。近くに路線がない」(41.8%)など、公共交通機関の利便性の悪さを指摘する回答や、「個人の空間が確保でき移動時も快適」「荷物も一緒に運べて便利」(ともに39.3%)と、自家用車の利便性・快適性に関する回答が続いている。

電車、路線バスといった公共交通機関を通勤に利用する理由(複数回答)としては、「通勤所要時間がほぼ一定である公共交通機関が一番便利」が71.6%と最も高く、次いで「自宅、通勤先共に最寄り駅・バス停まで近く利用しやすい」(43.6%)など、時間の正確さ、利便性をあげる回答が高い。また、「移動時間に睡眠、読書など自由な時間ができる」(30.0%)といった回答も高い。

2) ITサービスによるモーダルシフト実施の可能性

近い将来に実現可能な交通に関連するITサービスが提供された場合の、それぞれのITによる公共交通機関の利用意向を表2に示す。自家用車通勤者にとって公共交通機関への利用意欲が最も高くなるITサービスは「現在地～目的地までの経路を自動的に提示するサービス」で33.7%である。次いで「最短の乗り換え経路を表示するサービス」(32.7%)「バスの運行時間が短縮されるサービス」(32.4%)、「運行情報を即時に反映した上で移動経路を作成・提示」(31.5%)、「各駅・各バス停に到着時乗継の電車やバスの時刻を表示」(30.4%)と続く。乗り換え経路や所要時間等に関する情報を提供するITサービスは、公共交通機関の利用意欲を高めることに役立つといえる。

表2 ITサービスの提供によるモーダルシフトの可能性（対象者：自家用車通勤者，N=839，MA）

| 提供されるICTサービス | 利用する [%] |
|---------------------------|-------------|
| 1つのカード等で交通機関の運賃支払が可能なシステム | 25.6 |
| 最寄バス停に定刻バスの接近を通知するメールサービス | 25.4 |
| 各駅・各バス停に到着時乗継の電車やバスの時刻を表示 | 30.4 |
| 現在地～目的地までの経路を自動的に提示するサービス | 33.7 |
| 個人スケジュールに基づいた経路を自動的に作成・提示 | 27.7 |
| 運行情報を即時に反映した上で移動経路を作成・提示 | 31.5 |
| 最短の乗換え経路を表示するサービス | 32.7 |
| カーシェアリング等を含む公共交通機関の情報サービス | 22.5 |
| バスの運行時間が短縮されるサービス | 32.4 |
| 上記いずれか一つでも「利用する」と答えた人 | 56.4 |

「ITサービスにより公共交通機関の利便性が高まることにより、あなたは公共交通機関を利用するようになりますか？」という質問に対する回答を纏めた。

3) 自家用車通勤のモーダルシフトの効果

ITにより、自家用車通勤から公共交通機関等の代替手段による通勤へ移行した場合の、移行前後のCO₂排出量変化を試算した。試算には、回答者各々の「現在の交通手段別通勤距離」、および、「自家用車通勤から代替交通手段に切り替えた場合の交通手段別通勤距離」を用い、表3に示す交通手段別CO₂原単位を乗じ、現在および代替時の1人当たりのCO₂排出量を推計した。

$$\text{通勤由来 CO}_2 \text{ 排出量} = (\text{自家用車利用距離}) \times (\text{自家用車原単位}) + (\text{路線バス利用距離}) \times (\text{路線バス原単位}) \\ + (\text{電車利用距離}) \times (\text{電車原単位}) + (\text{バイク利用時間}) \times (\text{バイク原単位})$$

表3 交通手段別 CO₂ 排出量原単位

| 自家用車 | 路線バス | 電車 | バイク |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|
| kg-CO ₂ /人・km | kg-CO ₂ /人・km | kg-CO ₂ /人・km | kg-CO ₂ /分 |
| 0.170 | 0.094 | 0.024 | 0.058 |

※ 国土交通省資料¹³⁾より作成した。自家用車は、「自家用乗用車」および「自家用軽乗用車」の平均、電車は「鉄道」「地下鉄」「路面電車」「新交通システム」の平均を用いた。

※ バイクの原単位は、(社)北海道開発技術センターの値を用いた¹⁴⁾。

結果を表4に示す。自家用車通勤者(839名)中、いずれかのITによる代替交通の利用意向者(473名)がモーダルシフトすると、現在の自家用車通勤者1人あたりのCO₂排出量の削減量は0.56 kg-CO₂/人・日(削減率:25.1%)となる。また、通勤時自家用車利用者(839名)全員が仮にモーダルシフトすると、1人あたりのCO₂排出量の削減量は1.01kg-CO₂/人・日(削減率:45.6%)となる。

表4 モーダルシフト実施のCO₂排出量削減効果 (対象：自家用車通勤者、N=839)

| | モーダルシフトを実施する人数 [人] | 通勤由来 CO ₂ 排出量 [kg-CO ₂ /人・日 (片道)] | | | 削減率 [%] |
|-----------------------------------|-------------------------|--|------|------|--------------|
| | | 現在 | シフト後 | 削減量 | |
| IT サービスにより モーダルシフトの 意向を示した人 | 473 (56.4 %) | 2.22 | 1.66 | 0.56 | 25.1 |
| 全ての自家用車通勤者 | 839 | 2.22 | 1.21 | 1.01 | 45.6 |

現在およびシフト後の通勤由来 CO₂ 排出量は自家用車 839 名の平均値を示す。473 名がモーダルシフトした場合、シフト後の CO₂ 排出量はモーダルシフトを実施しない残りの自家用車通勤者の CO₂ 排出量も含めて平均値を計算した。

(3) テレワーク

1) 就労形態の状況

現在の勤務地は、「事業所勤務」が86%と、大半の就労者はほとんどテレワークを利用していない(図3)。現在テレワークを実施している人の形態として、「在宅勤務と事業所勤務を併用している」が3.2%、「在宅勤務をしている」が2.1%あり、在宅勤務が大勢を占めている。

テレワークを利用していない(できない)理由として、「会社としてテレワークの制度がない」(72.9%)が最も高く、次いで「業務の内容がテレワークに合わない」(37.3%)となり、この2つが大きな理由を占めている。

利用できない理由が解消された場合のテレワーク実施意向を事業所勤務者に質問したところ、「在宅勤務を行いたい」(23.8%)が最も高く、次いで「在宅勤務と事業所勤務を併用したい」(22.0%)、「在宅・サテライトオフィス・事業所の勤務を併用したい」(8.1%) 続いており、在宅勤務への意向が高い。一方、割合としては「事業所へ勤務したい(テレワークを利用しない)」が32.5%と最も高かった。



図3 現在の勤務地および(テレワークが可能な場合の)希望する勤務地

図中、希望する勤務地が事業所/自宅の場合、週何日かを事業所で勤務し、残りを自宅で勤務する就労パターンを示す。

2) ITサービスによるテレワーク実施の可能性

テレワークに関連する、近い将来に実現する可能性の高いITサービス別にテレワークの実施意向を尋ねた結果を表5に示す。事業所勤務者にとってテレワーク実施意向の最も高いITは、「全てのシステムが利用可能なモバイルワーク環境」で57.6%と、テレワークの実施意向を高めるには、今回提示した全てのITサービスの導入を求める意見が高かった。個別のサービスでは、「就業管理を全てWEB上で行うシステム」が55.6%と高く、次いで「インフラが会社と遜色ないサテライトオフィス」（52.9%）、「ビジュアルコミュニケーションシステム」（48.5%）となった。

表5 ITサービスの提供によるテレワーク実施の可能性（対象：事業所勤務者，N=1494，MA）

「ITサービスによりテレワーク利用の可能性が高まり、あなたはテレワークを実施できるようになると感じますか？」という質問に対する回答を纏めた。

| 提供されるICTサービス | 利用する [%] |
|-------------------------|----------|
| ビジュアルコミュニケーションシステム | 48.5 |
| 就業管理を全てWEB上で行うシステム | 55.6 |
| ロボットなどを用いた自宅からの遠隔業務システム | 29.7 |
| インフラが会社と遜色ないサテライトオフィス | 52.9 |
| 全てのシステムが利用可能なモバイルワーク環境 | 57.6 |
| 上記いずれか一つでも「利用する」と答えた人 | 71.9 |

ところで、テレワークのできない理由が解消された場合でも「通常の事業所へ勤務したい（テレワークを利用しない）」と1,494名中486名（32.5%）が回答している。この486名を対象に、提示したITサービスが実現した場合のテレワーク実施意向を整理したところ、実施意向の最も高いITは、「就業管理を全てWEB上で行うシステム」が24.3%と高く、次いで「全てのシステムが利用可能なモバイルワーク環境」（22.6%）、「ビジュアルコミュニケーションシステム」（19.3%）であった。この結果から、現状ではテレワークの実施意向がない人でも、ITサービスの実現によって実施意向を持つようになる人が、最大で25%近く存在するといえる。

3) テレワーク移行の効果

ITにより事業所通勤からテレワークへ移行した場合の、通勤由来CO₂排出量の削減量を試算した。試算において、各回答者の「通勤時のCO₂排出量」を、サテライトオフィス勤務を実施する場合は事業所勤務時の通勤由来CO₂排出量の50%と仮定し、在宅勤務を実施する場合はCO₂排出量を0として、「テレワーク実施のテレワーク形態別通勤回数（1週間あたり）」を乗じることで試算した。

$$\begin{aligned} \text{事業所勤務時 CO}_2 \text{ 排出量 (週)} &= \text{現在通勤時 CO}_2 \text{ 排出量 (日・片道)} \times \text{通勤回数 (1週間あたり)} \\ \text{テレワーク実施時 CO}_2 \text{ 排出量 (週)} &= \Sigma (\text{現在通勤時 CO}_2 \text{ 排出量 (日・片道)} \times \text{事業所通勤回数 (1週間あたり)}) \\ &+ \text{現在通勤時 CO}_2 \text{ 排出量 (日・片道)} \times 0.5 \times \text{サテライトオフィス通勤回数 (1週間あたり)} \end{aligned}$$

結果を表6に示す。事業所勤務者（1,494名）のうち、提示したITの実現によりテレワークを実

施してもよいとする者（1,074名）が、それぞれが希望する形態のテレワークを実施すると、平均して1人当たりCO₂排出量の削減量は3.06kg-CO₂/人・週（43.9%）であった。

表6 テレワーク実施による通勤時のCO₂排出量削減効果の試算結果（対象：事業所勤務者、N=1494）

| | テレワークを実施する人数 | 通勤由来CO ₂ 排出量 [kg-CO ₂ /人・週（片道）] | | | 削減率 % |
|----------------------------------|-------------------|--|------|------|----------|
| | | 現在 | シフト後 | 削減量 | |
| ITサービスにより テレワーク実施の 意向を示した人 | 1,074 (71.9 %) | 6.96 | 3.90 | 3.06 | 43.9 |

4) モーダルシフトとテレワークの相乗効果

事業所勤務をしている対象者（1,494名）のうち、いずれかのICTによりモーダルシフトを導入しても良い自家用車通勤者（473名）について、テレワークとモーダルシフトを併用した場合の削減効果を試算すると、平均して1人当たりCO₂排出量の削減量は5.28kg-CO₂（削減率75.9%）であり、テレワークとモーダルシフトの併用による効果は非常に大きいといえる。

（4）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7に示す。

インターネットショッピング利用時の一回（一梱包単位）当たりの梱包材/緩衝材のCO₂排出量は0.86 kg-CO₂/回、配送車からのCO₂排出量は0.39 kg-CO₂/回となり、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1.25kg-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3.33kg-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193.7億人/年・全国（2050年）を買い物目的乗用車CO₂排出量推計結果0.64億t-CO₂/年・全国（2050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3.33kg-CO₂/回とした。

平成17年度報告したWebアンケート結果において、IT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92.4 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64.8 kg-CO₂/月に減少することになった（今回の試算では1回当たりの買い物における平均購入品数を実際の店舗での購入した場合とインターネットショッピングで購入した場合で同じと仮定して計算し

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1920万t-CO₂/年）となった。

表7 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

■ 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 ① | 193.7 | 億人/年・全国 |
| 目的別乗用車CO ₂ 排出量推計結果 ② | 0.64 | 億t-CO ₂ /年・全国 |
| 購買での自家用車からのCO ₂ 排出量 ③=②÷① | 3.32 | kg-CO ₂ /回 |
| レジ袋(9g)のCO ₂ 排出量 ④ | 0.014 | kg-CO ₂ /枚 |
| リアル店舗への買い物からのCO ₂ 排出量 ⑤=③+④ | 3.33 | kg-CO ₂ /回 |

- ① 国土交通省：“交通需要推計検討資料”の2050年における値を参照した。
 ② 国土交通省推計データより計算、帰宅目的の負担を包含した。
 ③ のべ利用人数=のべ購入回数と仮定して計算した。
 ④ 1回の買い物で1枚のレジ袋(HDPE製、9g)を使用すると仮定した。
 (プラスチック処理促進協会：樹脂加工におけるインベントリーデータ 調査報告書、2000)

■ 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 ⑥ | 0.86 | kg-CO ₂ /回 |
| 宅配便利用からのCO ₂ 排出量 ⑦ | 0.39 | kg-CO ₂ /回 |
| 1回あたりのネットショッピングからのCO ₂ 排出量 ⑧=⑥+⑦ | 1.25 | kg-CO ₂ /回 |

- ⑥ アンケートデータ1167事例の平均値
 ⑦ ISの配送方法は、宅配便84.1%、郵送10.9%、その他5.0%であった。
 宅配便のデータはヤマトグループCSR報告書2007(ヤマトホールディングス株式会社)を参照した

■ ITサービス導入による効果

| | | |
|---|-------|--------------------------|
| 現在の自家用車での購入回数 ⑨ | 27.8 | 回/月 |
| IT削減可能回数 ⑩ | 13.3 | 回/月 |
| 削減後の自家用車での購入回数 ⑪=⑨-⑩ | 14.4 | 回/月 |
| ITサービス導入前のCO ₂ 排出量 ⑫=⑤×⑨ (リアル店舗への買い物回数⑨:27.76回) | 92.4 | kg-CO ₂ /月 |
| ITサービス導入後のCO ₂ 排出量 ⑬=⑤×⑪+⑧×⑩ (リアル店舗⑪:14.44回、IS⑩:13.32回) | 64.8 | kg-CO ₂ /月 |
| CO ₂ 削減率 ⑭=(⑫-⑬)/⑫ | 30% | |
| 全国規模でのCO ₂ 削減量 ⑮=②×⑭ | 0.192 | 億t-CO ₂ /年・全国 |

(5) ITによる移動のエコデザイン

我々はこれまでに、IT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4)。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IT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^{15, 16)}。

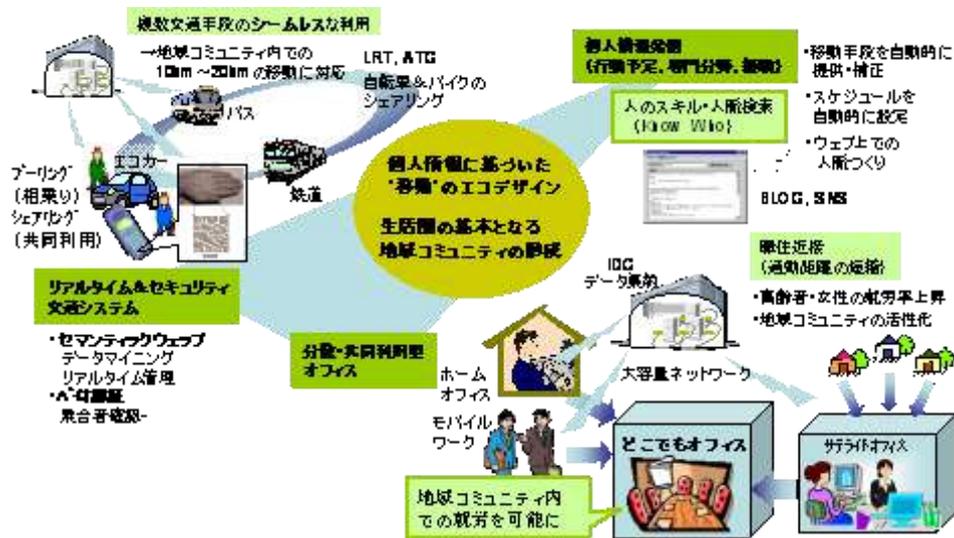


図4 ITによる移動のエコデザイン

(6) 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ITの普及が同時進行しており、今後のIT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

移動によるCO₂排出をITにより削減できる可能性を、アンケート調査および統計データより詳細に試算した例はないと考える。

(2) 地球環境政策への貢献

環境省の脱温暖化プロジェクトにおける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—の検討において、本研究成果であるリアルタイム&セキュリティ交通システムの精査を行うとともに、学会発表を通じ、成果の広報・普及に努める。さらに脱温暖化2050プロジェクト（平成16年～21年）の中長期的な地球温暖化防止対策の立案において、移動のエコデザインというキーワードの元、温室効果ガスの大幅な排出削減を可能とする移動システムの予測とITの果たす役割を提言し、その効果を試算する。

また、総務省における「ITの環境影響」に関する政策に深く関わっている。

6. 引用文献

- 1) 日本自動車工業会：自動車月報（2004.9）
- 2) 地球環境部会目標達成シナリオ小委員会「目標達成シナリオ小委員会」中間とりまとめ（2001）
- 3) トヨタ自動車HP：<http://www.toyota.jp/>
- 4) 産業技術審議会議エネルギー・環境技術開発部会：リチウム電池を対象にしたLCAの実施（1997）
- 5) 総合資源エネルギー調査会2010年度クリーンエネルギー車普及目標
- 6) 富士通：平成15年度環境省地球環境研究総合推進費報告書〔FY2003〕（2003）
- 7) 日本テレワーク協会：テレワーク人口等に関する調査研究報告書（2002.3）
- 8) 環境省：地球温暖化対策推進大綱（2002.3）
- 9) 中野ほか：「テレワークの進展による環境負荷の削減効果に関する研究（首都圏において）」、
エコデザイン2002
- 10) 国土交通白書：旅客輸送機関の二酸化炭素排出原単位（平成12年度）（2002）
- 11) 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>
- 12) 平成12年度国勢調査
- 13) 国土交通省：“平成16年度版国土交通白書”、2004
- 14) 金沢市交通政策課、エコ交通運動の推進、入手先
<<http://www.city.kanazawa.ishikawa.jp/koutsuu/taisaku/eco/susume.htm>>、
（参照2007.1.11）
- 15) Ueda, H., Nakazawa, K., Hashitani, T., Reducing the Environmental Load by Encouraging a Modal Shift in Commuting, IASTED Int. Conf. EMS2004, pp 60-63., 2004
- 16) Ueda, H., Nakazawa, K., Hashitani, T., Case Study about the Substitutability of Movement by ICT to Achieve a Sustainable Society, Int. Conf. URBAN PLANNING AND ENVIRONMENT: Strategies and Challenges, pp 3-11., 2007

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>（社会科学系の課題のみ記載可）

なし

<その他誌上発表（査読なし）>

- 1) H.Ueda, K.Nakazawa, T.Hashitani, “Feasibility of Reducing CO₂ emissions by Modal Shift in Commuting”, The 6th International Conference on EcoBalance (2004), p705-p706
- 2) H.Ueda, K.Nakazawa, T.Hashitani, “Reducing the Environmental Load by Encouraging a Modal Shift in Commuting”, AGS Technical Meeting 2004 (2004)

- 3) H.Ueda, K.Nakazawa, T.Hashitani, "Reducing the Environmental Load by Encouraging a Modal Shift in Commuting", IASTED International Conference on Environmental Modelling and Simulation (EMS 2004), pp30-35, 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), p30-p33
- 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), pp128-129, 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), pp3-11, 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, pp292-293, 2007

(2) 口頭発表 (学会)

なし

(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