

論文の内容の要旨

論文題目 持続可能な社会の構築に向けた ICT サービスの環境影響評価に関する研究

氏 名 折口 壮志

ICT (Information and Communication Technology) 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、多岐の部門や様々な業界に横断的である。本研究では、ICT の進展による環境影響に関して、ICT 活用によるビジネス変化と経営手法の変革に着目し、日本全体のマクロ的な視点で、ICT 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論述する。

ICT が地球環境に与える影響は、マイナスの要因とプラスの要因がある。マイナスの要因には「ICT 自身の環境負荷」で、インターネット常時接続などによる ICT 機器やネットワーク (NW) の電力消費などのエネルギー消費や、ICT 機器の生産や設備を構築することによる資源の利用、ICT 機器の廃棄や設備撤去に伴う廃棄物の発生がある。一方、プラスの要因は「ICT サービスによる環境負荷の低減」であり、例えば音楽配信や画像配信などの ICT サービスでは、情報を電子化して配信することにより CD やビデオの生産を抑制させるという脱物質化がある。また TV 会議や ITS (Intelligent Transport Systems : 高度道路交通システム) による移動の削減や効率化や、SCM (Supply Chain Management) や情報家電などによる産業・生活の効率化などがある。

ICT は、社会に大きな影響を与える技術であるため、ICT を持続可能な社会の構築に貢献させる必要がある。前述のように、ICT が地球環境に与える影響は二つの側面を有するため、プラスの要因を、マイナスの要因よりも大きなものにする必要がある。そのためにも、まずは ICT の環境影響評価を実施し、評価結果を分析し、その分析をもとに意志決定を行い、行動に移すという PDCA (Plan- Do- Check- Action) を、社会全体でまわす必要がある。それは ICT 関連企業だけでなく、政府や ICT を利用している企業ならびに個人レベルの ICT ユーザーなどを含めた、ICT 社会の構成員で PDCA をまわす必要がある。そのためにもまず ICT 社会が地球環境に与えるこの二つの要因を、定量的に評価することにより、環境影響量を「見える化」し、ICT による環境影響量を認知する社会システムを構築することが、第一に重要である。しかしながら、ICT の環境影響評価方法はまだ確立していない。そこで本研究の目的は、ICT 社会が地球環境に与えるこの二つの要因を、定量的に評価する方法論を確立し、可視化することである。

ICT に関する環境影響評価には、評価する範囲 (システム境界) の広さから、①国 (ICT 社会) レベル、②各種 ICT サービスレベル、③ICT 機器やシステム等の製品・システムレベル、に大別することができる。③の環境影響評価は、製品の LCA (life cycle assessment) と

して、ICT 製造業や大学を中心としてよく検討されている。本研究では、①、②を対象とし、それぞれのレベルに応じた定量的な評価方法を確立した。さらに本研究の目的である「定量的に評価して可視化する」ために、ICT サービスの環境影響評価に関する専門家以外の、例えば営業担当者や ICT ユーザなどでも、迅速かつ精度の高い環境影響評価ができるようした「情報通信サービス環境影響評価システム」の構築を検討した。

①に関する本研究では、SCM (Supply Chain Management) などの ICT の進展により企業連携が進展することにより、サプライチェーンが最適化され、将来にわたって、環境負荷にどのような影響をもたらすのか、その可能性について、統計データや企業公開データ、企業事例から現状分析を行い、現状の産業が効率化されることによる環境影響量の算出方法の提案と産業の効率化により CO₂ 排出が削減できるポテンシャルを検討した。

統計データや企業公開データ、企業事例から現状分析では、全ての業種において、SCM システム等の生産・物流・在庫管理に取り組んでいる年間事業収入規模が 10 億円未満の企業はほとんどなく、SCM システム等は中小企業になかなか普及していないことが分かった。さらに製造業、卸売業、小売業の在庫量を分析により、在庫という観点から大型小売店や大手製造（アセンブリ）メーカーが SCM に取り組んで自社の在庫を少なくした結果、卸売りなどの川下側や中小企業に在庫が増えており、現状でのサプライチェーンは最適化されていないことが判明した。

上記の現状分析で得られた知見を基に、特定の製造業における SCM 活用による CO₂ 排出量削減効果の推計方法を検討した。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）に焦点を絞り、在庫削減による不必要生産の抑制による CO₂ 削減量の推計方法を確立すると共に、これらの業界では SCM 活用により間接効果も含めて、約 390 万 t-CO₂ の排出量削減効果があることが分かった。

さらに特定業界の CO₂ 削減効果の推計方法を全製造業へと展開し、推計方法を確立した。全ての企業が財務諸表上で把握している棚卸資産に着目し、製造業 18 業種 1,108 社の有価証券報告書から棚卸資産回転期間を算出し、現在在庫額（棚卸資産）が少ない企業のレベルに各業界全体が推移していくというベンチマーク的な考え方で、不良在庫をなくして不必要生産を抑制することによる CO₂ 削減量を推計方法である。この推計方法を活用し、製造業 18 業種では、直接効果で約 1,100 万 t-CO₂、間接効果も含めて約 3,700 万 t-CO₂ の削減効果があると推計とした。

これらの検討した知見を踏まえ、SCM 活用による製造業における CO₂ 削減量推計方法を発展させ、評価対象を製造業 18 業種から 25 業種に拡大し、製造業だけでなく卸売業や小売業などの流通業に関しても CO₂ 削減量推計方法を確立した。また Dell 社を代表とする製造直販化や BTO (Build To Order) による、B2B (Business to Business) から B2C (Business to Consumer) e-commerce への産業構造の変化を伴う ICT の進展の影響や、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を設計した。SCM、製造直販化や BTO、物流の情報化によって、間接効果も含めて約 11,700 万 t-CO₂ の削減効果があると試算した。結

果として、最も CO₂ 排出削減効果の大きい要素は、SCM の活用による製造業における在庫圧縮に伴う不必要生産の抑制である。製造業を直接効率化させることが CO₂ 排出削減に大きく影響することが判明した。次に大きいのが、SCM の活用による中間流通における在庫圧縮に伴うバックスペースの削減である。中間流通（卸売業）は、その性格上在庫がたまりやすく、ここの在庫の圧縮が CO₂ 排出削減に効果的であることが判明した。

①に関する本研究で得られた知見は、ICT を活用した持続可能な社会を構築するために、ICT を産業で活用した際の ICT の環境負荷低減量をモニタリングや、ICT を企業等で導入する時の意志決定のために環境負荷低減量を計測するときに有効である。

②に関する本研究では、ICT サービスの環境影響評価として、今後普及展開していく IP 系通信サービスの環境効率評価と、急速に普及している移動体通信（携帯電話）サービスの LCA と環境効率評価を検討した。特に、移動体通信サービスは、端末と基地局の間が無線であるため、有線系情報通信とは異なる機能のため、この機能による環境負荷量の配分方法について明らかにした。

さらに、これらの知見を踏まえ、本研究の目的でもある「定量的に評価して可視化する」ことを普及促進するために、ICT の環境影響評価に関する専門家でない ICT ユーザなどでも、迅速かつ精度の高い環境影響評価できるツール「情報通信サービス環境影響評価システム」を構築した。本システムは、情報通信サービスおよび従来手段の環境負荷要因を設備の利用による環境負荷、人の移動による環境負荷などのように体系化し、要因毎に環境影響評価のアルゴリズムを定式化し、上記で検討した ICT サービスのライフサイクルインベントリー分析 (LCI) 結果や従来手段の LCI データをデータベースに搭載し、多種多様の ICT サービスに対応した環境影響評価システムとなっている。また、もうひとつの大きな特徴として、業務効率化ソリューションによる環境効果量の算出機能がある。業務効率化ソリューションは、ERP (Enterprise Resource Planning) パッケージなどのように社内の統合システムの一部として機能するため、業務効率化ソリューションの環境効果分だけを抽出することが困難で、またシステム導入前後の環境負荷の絶対量が把握が困難という問題点もあり、これまで、業務効率化ソリューションによる環境効果の算出はできなかった。そこで本システムでは新規システムの導入に伴い、システム導入前後の変化量が把握できる場合において、システムの導入による環境効果を評価する方法を採用して算出可能とした。

以上のように本研究では、情報通信サービスの環境影響に関して、国レベル、各種 ICT サービスレベルの評価方法を確立した。そして専門家でなくても情報通信サービスの環境影響評価が実施し、「見える化」となるようにシステム化した。本研究成果を活かし、今後は様々な ICT サービスの環境影響評価を実施し、環境配慮型の ICT サービスの技術開発、そして ICT 社会のエコデザインを設計して、持続可能な社会の構築のために ICT が大きく貢献できることが期待される。