

(続紙 1)

京都大学	博士 (エネルギー科学)	氏名	Ndumiso Goodwill Dlamini
論文題目	The Influence of Agent Choice Mechanisms on Environmental Impact in Technology-Based Systems (技術システムの選択メカニズムとその環境影響)		
(論文内容の要旨)			
本論文は、自動車の燃料タンクと電車の乗車券を例にライフサイクル環境影響評価を行い、会社や消費者がものやサービスを選択する過程と環境影響の関係について考察した結果をまとめたもので、8章からなっている。 第1章は序論で、これまでになされた関連研究について概観し、本研究の目的、構成について述べている。 第2章では、本研究の背景が述べられている。まず、二種類のライフサイクル評価法の歴史的な流れを述べ、ライフサイクル評価の目的、方法、限界について述べている。次に、環境影響評価と関連して、いくつかの選択理論について述べている。製品価格に基づく選択、選択の結果生ずるリバウンド効果、選択肢の多さと満足度の関係、消費を通じて幸福を追求する人間の性向についてレビューした後、本研究で適応した選択理論の四つの側面、個人の利益最大化、選択支配、不完全情報、将来の期待される不完全な予想について紹介している。 第3章では、研究方法について詳細に述べている。まず、自動車の燃料タンクのライフサイクル評価について、システム境界の設定、各種パラメータの設定方法、データ源と精度、限界について述べている。次に、日本における乗車券のライフサイクル評価について同様にシステム境界とデータ源について述べている。最後に、日本における乗車券の消費者と鉄道会社の選択行動と環境影響評価の関係に関する調査法について述べている。 第4章は、自動車の燃料タンクについて鉄鋼製と高密度ポリエチレン (HDPE) 製を比較検討した結果について述べている。双方のタンクについて環境影響インベントリを求め、更に世界の各種統合環境影響評価指標、LIME, ECO Indicator95, エコポイント、EPS法を用いて評価した。その結果、現在の製造方法、自動車燃費、リサイクル法をとっている限りにおいては両者の環境影響に殆ど差はないが、現在知られている各種環境技術を適応した場合においては、EPSを除いて各指標とも鉄鋼製タンクが有利であることを示した。EPS指標については、大気汚染よりも資源枯渇性を重視しているため、環境技術の適応では殆ど変化しない結果となった。 第5章は各種鉄道の乗車券について環境影響評価を行った結果について述べている。考慮した乗車券は、紙の乗車券、再使用可能なプラスチック券、ICカード券である。それぞれの環境影響はICカードが圧倒的に少なく、紙券が最も環境影響が大きい(約4倍)という結果となった。その差は切符の材質と改札口および券売機、精算機の待機電力が大きな要因であることが判った。さらに、ICカードは何度も繰り返し利用可能であるが、紙製、プラスチック製の乗車券は使用、回収、廃棄といった過程での環境負荷が大きいことが判った。 第6章は日本における三種類の乗車券の選択についての調査結果について述べてい			

る。その結果、使用頻度の高い乗客はICカードを利用するが、使用頻度が少ないと紙券を利用している。ICカードの利用客は使用理由について券売機で乗車券を購入しないですむ、乗車券の金額を気にしなくても良い、小銭を持たなくても良い等の便利さを挙げている。一方、あまり鉄道を利用しない乗客は券売機で簡単に乗車券を買えるが、ICカードの購入は一定の金額が必要であり、ICカードを買うメリットはないと考えている。特に、PiTaPaは後払いのため手続きが複雑であり敬遠される傾向にあるが、所有している乗客は最も満足していることも判明した。また、PiTaPaに付属している鉄道利用還元サービスは、乗車券以外の利用を促進でき関連会社の利益に繋がることが判った。

第7章は、第6章までの結果を整理して総合的に分析を行っている。まず、燃料タンク、乗車券それぞれの環境影響の特徴について述べている。統合環境影響指標による評価は燃料タンクについては有効であるが、乗車券の場合は駅システムの電力消費の環境負荷が高く、それほど有効ではない。技術的改善において、燃料タンクの環境影響は材料の製造過程に大きなウェイトがあり地域の汚染物質を効果的に取り除くことにより改善される。一方、乗車券の場合は改札機の待機電力が大きく、改札機の始動には約5分かかるがその期間を短くする等の技術改善が重要である。さらに、低回数利用者に対してICカード発券、回収自動化によるICカードの利用促進などがあげられる。行動変容という観点では自動会社が燃料タンクの選択をするのと最終消費者が決定する乗車券とでは大きく異なる。乗車券の場合、鉄道会社においてはオフピーク時の改札機の一部停止、PiTaPaカードのサービス周知による普及などがあげられる。さらに、乗客と鉄道会社の両者において、ICカードのメリット、デメリットについて半定量的に評価しゲーム理論を用いて分析を行っている。その結果、社会の利益と乗客の利益を一致させるような政策が重要であると指摘している。

第8章は結論であり、第1章から第7章までについて要約した後、結論を述べている。さらに、今後の展望として、環境影響を少なくするために技術開発による方法だけでなく、行動変化を促すような政策も効果的であり両者を常に勘案させ最適化を図る必要があることを述べている。これまで、消費者行動として市場行動は多く研究されてきたが、これからは個人の満足と技術改善や社会科学と用いた環境影響とをいかに両立させるかということが重要であることを指摘している。

(論文審査の結果の要旨)

現代社会においては、同等の機能を持ちながら異なるシステムが多数存在する。それぞれのシステムの環境影響は異なっているが、関係者がシステムを選択する際に必ずしも環境影響評価結果が活かされていない。本研究では、そのようなシステムの例として、自動車の燃料タンク（鉄鋼製とプラスチック製）および鉄道乗車券（紙切符、プラスチック製回数券、ICカード）を取り上げて分析した。得られた主な結果は以下の通りである。

1、自動車の燃料タンクの統合環境影響指標を用いたライフサイクル分析によると、現状のシステムに置いては鉄鋼製、プラスチック製に環境負荷に大きな差はないが、リサイクルや環境対策により鉄鋼製には更なる改善の余地があり、その部分を考慮すると鉄鋼製のガソリントankの方が優る余地があることを示した。

2、鉄道乗車券においては切符の素材と改札機や販売、精算機が動作しているスタンバイ時の電力消費の環境負荷が支配的であり、紙切符よりプラスチック製回数券の方が環境影響が小さく、さらにICカードは非常に小さいことをライフサイクル分析により示した。

3、以上を関係者の選択問題に発展させ、社会選択調査に基づき分析を行った。ガソリントankの場合は一般消費者が選ぶことは少なく、また自動車を選択する際の条件としてガソリントankの環境負荷を気にする消費者は殆どいない。一方、鉄道切符の場合は、鉄道事業者にとってICカードは魅力的であり積極的に推進する希望は持っているが、頻繁に鉄道を利用しない消費者はICカードを利用せず、紙切符を利用している。この対立についてゲーム理論を用いて分析を行い、ICカード取得の際の手間を出来るだけ少なくすることにより、社会全体の環境負荷の低下、鉄道会社のコスト削減、利用者の便宜上昇を同時に実現できることを示した。

4、消費者選択理論とライフサイクル環境影響評価を組み合わせることにより、環境影響を削減できる最も効果的な方法を見出すことができ、様々な場面で応用することが可能であることを示した。

以上の研究は、社会システムの選択メカニズムをライフサイクル環境影響評価からみたユニークなものであり、今後の発展が期待される。よって、本論文は博士（エネルギー科学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成23年12月22日実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。

論文内容の要旨及び審査の結果の要旨は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。特許申請、雑誌掲載等の関係により、学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降