

論文審査の要旨および担当者

報告番号	甲 第 号	氏 名	Kamila Romejko	
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学教授	博士（工学）	中野 冠
	副査	慶應義塾大学教授	博士（工学）	春山真一郎
		慶應義塾大学教授	博士（工学）	日比谷孟俊
		青山学院大学理工学部教授	博士（工学）	水山 元

(論文審査の要旨)

ロメイコ君提出の学位請求論文は「Sustainability Analysis of Alternative Fuel Vehicles by using Life Cycle Assessment and Optimisation」(ライフサイクル分析とシステム最適化を用いた代替燃料自動車の持続可能性分析)と題し、本文8章からなる。

近年、地球温暖化防止の有望な選択肢として、電気自動車 (EV)、燃料電池車 (FCV)、圧縮天然ガス車 (CNG) などの代替燃料車 (AFV) への関心が高まっており、これまで将来どのタイプの自動車を普及させるべきかという政策のためのポートフォリオの研究がなされてきた。しかし、従来研究では、自動車タイプは電気自動車を中心に考慮し、排気ガスは CO₂ に特化し、また使用段階だけの CO₂ に焦点を当てることが多い。これに対して本研究では、最近市販された燃料電池車 (FCV) を考慮するとともに、慢性喘息や死亡などの重大な健康問題を引き起こす NO₂, SO₂, PM という排ガスも考慮して、また使用段階だけでなく製造段階を含めたライフサイクル分析 (LCA) を行うことによって、持続可能な社会のための最適なポートフォリオを議論している。また、日本、中国、英国、ポーランドについて、具体的なデータで評価している。ポーランドは請求者の母国、中国は世界最大の市場を持ち、環境問題では現在多くの課題を抱えており今後の貢献が期待される国である。日本は自動車技術を牽引する国であり、英国は再生可能エネルギーの割合が高い国である。

第1章では、先行研究を概観し、従来の研究では、天然ガスのエネルギーセキュリティ、大気汚染の健康被害があまり考慮されて来なかったことを述べている。

第2章では、ポートフォリオ最適化とライフサイクル分析の必要性、データ収集の方法について説明している。

第3章では、ポーランドにおいて、政策立案者とメーカーへのインタビューによる定性分析を行ない、メーカーへのインセンティブ (関税を下げるなど) と環境問題に関する国民教育の重要性を指摘している。

第4章では、車両ポートフォリオ分析の最適化モデル、制約、変数、およびポーランドにおける数値実験結果について説明している。この結果は、経済的およびエネルギー安全保障目標を達成するために、電気自動車だけでなくFCVを含めてすべてのタイプを導入することが重要であることを示している。

第5章では、シェールガス革命が、ポーランドの車両ポートフォリオにどのように影響する可能性があるかを分析している。この研究の結果は、シェールガスの革命によるガス価格の低下により、AFVのポートフォリオが変かすることを示唆している。さらに、結果は、シェールガスの使用の増加が水の高い消費を生じることを示している。水のリサイクル、再利用、処分などの水安全対策を考慮してシェールガスへの投資することが重要であることを述べている。

第6章では、LCAを用いた分析方法、複数のシナリオ、およびデータについて説明している。

第7章では、日本、英国、中国を対象としてLCAシミュレーションの結果を述べている。その結果、非GHG排出量は、EVが必ずしも汚染物質排出量を減少させるとは限らないことを示している。その理由は、バッテリー製造に起因しており、EVでは使用段階でCO₂が少なくなるが製造時の排出量が高い。健康への影響について、船舶はディーゼル油を使用するため、海上輸送は健康被害につながる総排出量のかなりの部分を占めている。だからこそ、ディーゼルオイルフェリーからLNG船に切り替えることが推奨される。

第8章では、本研究の成果および得られた知見をまとめ、今後の展望について述べている。

本論文では、ライフサイクルアセスメントとシステム最適化手法を用いて、代替燃料自動車のポートフォリオを議論している。健康被害に関係する排気ガスについてこれまで議論されておらず、新しい視点である。再生可能エネルギーを豊富に有する国で自動車生産を行い、その近隣国で使用することが望ましいことを示している。また、燃料電池車とシェールガスについて、最近のデータを取り入れた研究になっている。インタビューを用いた定性的研究、ライフサイクル分析、システム最適化という複数の手法を用いる学際研究であって、またシステム問題として分析かつデザインしようとする研究である。従って、本論文の著者は博士 (システムデザイン・マネジメント学) の学位を受ける資格があるものと認める。