

審査の結果の要旨

氏名 工藤祐揮

本論文では、運輸部門における都市環境、地球環境問題解決策の1つとしてモーダルシフトの推進を念頭に置き、その中で旅客部門におけるモーダルシフト実施による乗用車需要からの代替輸送機関としてトロリーバス、特に走行の自由度が向上したハイブリッドトロリーバスに着目し、ハイブリッドトロリーバス導入による環境影響評価を行うことを目的としている。環境影響評価の指標としては、都市環境に影響を及ぼす排出物として、 NO_x 、PM（浮遊粒子状物質）を、地球環境に影響を与える物質として、ライフサイクルアセスメント（LCA）の観点から算出されるライフサイクル CO_2 （ LCCO_2 ）を取り上げている。またハイブリッドトロリーバス導入に必要不可欠ではあるが、技術的課題の1つであるトロリーポール自動昇降システムについて、既存の様々な要素技術の組み合わせにより構築可能であることに着目し、その一例として画像情報により電車線の位置を推定するシステムを提案し、実際のトロリーポール自動昇降システムへの適用可能性を基礎制御実験により検証を行っている。

まず第1章では、本論文の序論として、研究の背景と研究の目的が記されている。

第2章では、本論文で着目したトロリーバスについて、その歴史や公共輸送機関としてのシステム構造を解説している。また都市交通へトロリーバスを導入するにあたって想定される問題点とその解決策および、バス路線を巡る昨今の動向を示し、トロリーバスが今後の社会的要請を受容可能な公共輸送機関であることを説明している。

第3章では、トロリーバスの走行時に排出される LCCO_2 排出量を自動車走行シミュレーションモデルによって算出し、ディーゼルバスとの比較を行っている。ここでは、都市における道路状況の変化が LCCO_2 排出量に及ぼす影響を検証するために、東京都内における実走行データを用いて評価している。

第4章では、公共輸送機関のシステム全体の LCA を行うために用いた手法について、その概要を解説している。ここでは公共輸送機関システムはインフラ建設プロセス、車両製造プロセス、走行プロセスにより構成されるものとし、トロリーバスを含めた5つの公共輸送機関について、解説した手法により LCCO_2 排出量を算出し、トロリーバスの他の公共輸送機関に対する環境優位性について検討を行っている。

第5章では、トロリーポール自動昇降システム構築にあたって、本論文で提案する電車線位置推定システムの構成について、そのシステムの設計と、電車線位置の推定を行うために用いた各種手法が説明されている。提案するシステムは、トロリーポールの動作を模擬するロボットマニピュレータ、トロリーバスの走行を模擬するアクチュエータ、画像情報を取得するビデオカメラおよび、画像処理と数値解析を行うパーソナルコンピュータから構成されており、また電車線位置の推定にあたっては、制御系に含まれるノイズの影響を抑制しつつ精度の高い推定を行うために、最適制御理論の1つである Kalman filter が適用されている。

第6章では、第5章で説明した電車線位置推定システムを用いて様々な条件下で基礎制御実験を行うことにより、実際のトロリーポール自動昇降システムへの提案したシステムの適用可能性を検討している。

第7章では、トロリーポール自動昇降システム搭載により走行の自由度が向上し、電車線からの給電による走行に加え、電車線から給電せずにモータで自走可能なハイブリッドトロリーバスが、路線バスの代替として導入された場合の自動車交通システム全体での環境影響評価を、旅客部門におけるモーダルシフトが実施された場合とともにやっている。この評価には、実際の交通現象を再現可能な動的交通流モデルが用いられており、対象地域は東京23区とその周辺地域としている。

第8章では結びとして、本論文における成果をまとめ、本論文の課題および今後の発展性等について整理されている。

以上の論旨により、本論文では運輸部門における都市環境、地球環境問題解決のための1つのオプションとして着目したハイブリッドトロリーバスについて、その導入による環境改善を定量的に解析し、またハイブリッドトロリーバス導入にあたっての技術的課題である、トロリーポール自動昇降システム構築についてのシステム提案とその適用可能性について詳細に検討する等、一定の成果を挙げており、地球システム工学の発展に寄与するものと認められる。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。