

## 審査の結果の要旨

氏名 河島 清貴

本論文は、「**Research on Advanced Motion Control for Electric Vehicles**（電気自動車の先進的運動制御技術に関する研究）」と題し、電気モータの高度な制御性を利用し、車両運動に関する状態変数の推定と高性能制御法を提案して、シミュレーションと実験的な検証によってそれらを実証した結果をまとめたもので、英文で記述された7章より成る。

第1章「**Introduction**」は序論である。研究の背景と目的について述べ、電気モータの制御性のよさを利用したロバストな車体運動制御法の概要について述べている。提案する車体運動制御法は状態推定機構および、運動制御機構から構成されており、これらは第5,6章で詳しく述べている。

第2章「**Active Safety Technology for Automobile**」では、本研究の位置づけを明確にするために、これまでの研究概要を説明している。電気自動車とハイブリッド車や燃料電池車との構造上の違いなどを説明し、車両運動制御の研究動向を解説しながら、次に本研究の位置づけを明確にしている。

第3章「**Vehicle Dynamics**」では車両モデルについて説明している。まずタイヤが発生する前後力および横力が、タイヤのスリップ率と横滑り角の非線形関数になることを述べ、次に車両の横方向運動とヨー運動を解析して、二次元平面での車両運動方程式を記述している。さらにロールに関する運動方程式を示し、ロールオーバーのメカニズムを説明している。さらに、本研究では外乱に対するロバスト性に注目しているため、外力に対する車両運動の記述も行っている。

第4章「**Identification of Vehicle Parameters**」では車両パラメータの決定法および同定法について述べている。状態推定や運動制御には車両のモデルパラメータが必要となるが、その中でも非線形性が強いコーナリングスティフネスの適応同定手法や、ダンパとスプリングで構成されるサスペンションモデルの同定に関して詳述し、実際に試験車両で行った結果を示している。

第5章「**Vehicle and Environmental State Estimation**」では状態推定機構を述べている。すなわち、センサでは直接計測できない車両状態および環境状態の、ロバストな推定法を提案している。とくにバンク角度を考慮したヨーとロールの

運動方程式にもとづき、車両の各状態変数とバンク角度を同時に逐次推定する方法を示している。また、非線形性を持つコーナリングスティフネスについても、前章で述べた適応同定手法を用いた、モデル変動にロバストな状態推定法を提案し、その効果をシミュレーションによって示している。

第6章「Vehicle Motion Control」では、車両運動制御機構について述べている。まず、タイヤのスリップ/スキッド制御について、実験結果を交えて説明している。次に、指令値追従性能と外乱抑圧性能を独立に設計できる二自由度制御をロール安定化制御に適用し、その効果を確認している。さらに、ヨー安定化との協調制御の必要性を述べ、これを実現する方法を提案し、それぞれについて実験とシミュレーションによって検証した結果を述べている。

第7章「Conclusion」は結論であり、本研究の成果をまとめ将来展望について述べている。

以上これを要するに、本論文は、電気モータの制御性の良さを活用した電気自動車ならではの高性能運動制御の追求において、特に、車両運動に重要な状態変数や外乱の推定情報を活かして、モデル変動や外乱にロバストな車両運動制御法の構築を行い、シミュレーションと自ら製作した電気自動車を用いた走行実験によってその有効性を実証したもので、電気工学、自動車工学、制御工学に貢献するところが少なくない。

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。