

論文審査の結果の要旨

氏名：Napon Srisakda

博士の専攻分野の名称：博士（工学）

論文題名：Development of Method to Estimate Fuel Consumption Reduction Based on Time Sharing of Driving Modes –Case of Promotion of Hybrid Cars in Bangkok–（走行モードの時間割合に基づく燃料消費削減量推定方法の開発 –バンコクにおけるハイブリッドカー普及の例–）

審査委員：（主査） 教授 福田 敦

（副査） 教授 下川 澄雄 准教授 石坂 哲宏

チュラロンコン大学准教授 Sorawit Narpiti

道路交通分野において化石燃料の消費量を削減することは、地球温暖化対策の観点から必要不可欠であり、削減に向けた様々な対策を実施した場合の削減量を明確にした上で、有効な対策を選定する必要がある。現在、大きな燃料消費量の削減が期待できる有効な施策の一つとしてハイブリッドカーの普及がある。ハイブリッドカーの燃料消費量は、エンジンの稼働の有無や低速走行時に加減速を繰り返す際にモータによる補助によって大きく変化するため、渋滞・非渋滞などの交通状態に依存する。そのため、ハイブリッドカーを利用した場合の燃料消費量の推計には、このような交通状態の変動を考慮する必要があるが、都市圏全体で変動する交通状態を把握することは容易ではない。

申請者は、この点に関して、近年利用が進んでいるプローブカーから得られる都市圏全体での動的な交通情報を解析することで、変動する交通状態の特性を把握することに着目し、タイのバンコク首都圏で得られた30日間のプローブデータを解析し、対象地区、道路区分、時間帯別の自動車の走行特性を、走行モードの時間割合として把握することとし、これに基づいて燃料消費量を推定する方法を提案した。また、走行モードの時間割合の把握においては、現実の走行状況における特徴的な走行パターンであるのろのろ運転を明示的に表すことが必要であるとし、これまで広く使われている加速、巡行、減速、停止からなる4走行モードに加え、新たに“のろのろ運転”モードを加えた5走行モードの時間割合を適用することを提案した。さらに、この走行モードの時間割合とモード別・速度帯別燃料消費量のデータを用いることで、都市圏全域で交通状態の変動をある程度考慮した上で、自動車からの燃料消費量を推計する方法を提案し、ハイブリッドカーを普及させた場合の燃料消費削減量を推計した。

これらの内容を7章からなる本論文で構成しており、各々の内容と評価は次の通りである。

「第1章 序論」では、本論文の背景を的確に整理し、本研究の社会的な意義を明確にしている。加えて、研究の目的を明確にするとともに論文の構成が述べられている。

「第2章 既存研究の整理」では、本論文における提案の基礎となる走行モードを利用して燃料消費量を推計する既存研究、ハイブリッドカーの普及による燃料消費削減量を推計する既存研究を整理している。この中では、走行モードを作成する研究は多くあるが、プローブデータを使って広範囲での交通状態の変動を考慮して走行モードを作成した研究は殆どなく、したがってプローブデータを使って燃料消費量の推計を行っている研究も殆どないことを示している。同様に、ハイブリッドカーの普及による燃料消費量を推計する研究も試験車両による狭域なエリアでの研究が多く、都市圏全体での推計を行った研究が殆どないことを述べている。

そして、本研究で提案するプローブデータを用いて走行モードの時間割合を推定し、これに基づいて都市圏全体で自動車からの燃料消費量を推計する方法は、これまで提案されていない新しい方法であると位置づけられる。

「第3章 研究の方法」では、本論文で提案する燃料消費量推計方法の基礎となる走行モード別時間割合の定義、推計に用いるプローブデータと燃料消費データの収集方法、そして得られた走行モードの時間割合と燃料消費率から燃料消費量とその削減量を推計する方法について述べている。

走行モード別時間割合に関しては、プローブデータから得られる5秒毎の速度データに基づいて、

走行状態を一般的に用いられている停止、加速、巡航、減速を含む基本モードに分割するものとし、各走行モードの定義を示している。その上で、渋滞時の特有の走行状態であるのろのろ運転状態をビデオ撮影画像などから判断し、速度変化が0Km/時から10Km/時の速度帯にある場合、もしくは10Km/時を超過した直後に再度10Km/時を割り込む場合を、のろのろ運転モードと定義し、走行モードを5モードに分割する新たな方法を提案している。

推計に用いたプローブデータは、バンコク首都圏で運用されている10,000台のタクシーに搭載されたGPSから得られた30日間のデータであり、交通状態の変動の特性を表すために、このデータをバンコク首都圏の都心部・郊外部、平日・休日別、朝ピーク・昼オフピーク・夕ピークの時間帯別、高速道路・幹線道路・非幹線道路の道路区分別に分割して集計することを述べている。一方、燃料消費量データは、一般ガソリン車とハイブリッドカーの違いを明確に把握する必要があることから、プローブデータの集計に用いた区分を考慮して設定したルート上で、一般のガソリン車とハイブリッドカーを同時に走行させて、1秒毎の燃料消費量を消費割合と定義して計測している。

最後に、得られた走行モードの時間割合と走行モード別燃料消費率を用いて一般ガソリン車およびハイブリッドカーの燃料消費量を求める方法を説明し、ハイブリッドカーが普及する二つのシナリオの下で、ハイブリッドカーがない場合とある場合の燃料消費量を推計し、その差として燃料消費削減量を推計する方法を述べている。

「第4章 走行モードの時間割合の推定」では、バンコク都市圏のプローブデータに提案した推定方法を適用して得られた、走行モードの時間割合の推定結果を示している。

推計結果からは、全ての地域、曜日、時間帯、道路区分において減速モードが25～35%、巡航モードが20～30%と大きな割合を占めていることを示した。また、平日では、停止モードとのろのろ運転モードの割合が、全ての状況で都心部より郊外部で高いこと、夕ピークにおいて高くなること、幹線道路および都心部の非幹線道路において高くなること、休日の場合、朝ピークでの割合は低く、昼オフピークで高くなることを示した。さらに、推計した結果を、ビデオ撮影した画像から得られた観測データと比較し、十分な信頼性があることを示した。本研究では、プローブデータを用いることで広範囲における走行モードの時間割合を推計でき、交通状態の変動特性を、地域や時間などの要因と関連づけて表現できることを示しており評価できる。

「第5章 走行実験による燃料消費量の計測」では、一般ガソリン車とハイブリッドカーを使った走行試験によって得られた燃料消費量の結果を示している。

走行実験はバンコク都市圏内で高速道路、幹線道路、非幹線道路を含む経路を設定し、平日・休日各2日、朝ピーク・昼オフピーク・夕ピーク別に燃料消費計を搭載した一般ガソリン車とハイブリッドカーを同時に走行させて、走行速度、燃料消費量、ガソリンエンジンの稼働時間などを計測したことを述べている。得られた結果は、車種別に、モード別・速度帯別の燃料消費割合(cc/秒)およびガソリンエンジンの稼働時間として整理している。燃料消費量を比較した結果、ハイブリッドカーの場合、のろのろ走行モードではエンジンが稼働する時間が減少するため、燃料消費削減量が大きくなることを述べている。また、のろのろ運転モードを加えることによる影響を把握するために、提案した5走行モードの結果を4走行モードの場合と比較し、本研究で提案した5走行モードを用いた方がより現実に即した燃料消費量の推計が可能であることを示しており評価できる。

「第6章 ハイブリッドカー普及による燃料消費削減量の推定」では、ハイブリッドカー導入に向けて、二つのシナリオを設定し、それぞれのシナリオの下での燃料消費削減量を推計している。一つ目のシナリオは、全てのプローブカーをハイブリッドカーに置き換えた場合を想定したものであることを説明し、二つ目のシナリオは、タイで策定されている2031年までの乗用車販売台数の成長率に基づいてバンコク首都圏における2011年度の道路ネットワーク上の8車種別、燃料種別別の交通量を拡大し、2016年から2031年までの交通量とし、その間のハイブリッドカーの普及率を考慮して燃料消費削減量を推計するものであることを述べている。一つ目のシナリオの結果では、平日の都心部の幹線道路において燃料消費削減量が最も大きくなることを示した。また、二つ目のシナリオでは、2026年における燃料消費削減量が474ktoeと最も大きく、削減率は全車両による燃料消費量の4.47%、全乗用車による燃料消費量の8.52%と推定されることを示している。本研究で推計した結果は、実際の自動車保有市場においてハイブリッドカーを普及させた場合の効果を示しており、学術的観点だけではなく実務的観点からも有用な情報を提供しており高く評価できる。

「第7章 結論」では、大規模な情報が得られるプローブデータを使って、のろのろ走行モードを加えた走行モードの時間割合を推計する方法を提案し、この方法を使うことで、より実際の交通状況の変動を反映し、ハイブリッドカーを普及させた場合の燃料消費削減量の推計が行えることを示したとの結論が述べられている。

以上の結果、本論文はバンコク都市圏においてハイブリッドカーを導入した場合の燃料消費削減量を、プローブデータを活用することで交通状態の変動を考慮して推計することが十分に可能であることを示している。この結果は、バンコク都市圏に留まらず、自動車利用の増加が問題となっている都市において、ハイブリッドカーを含めた自動車対策を実施した場合の効果を推計し検討する上で、必要不可欠な情報を提供しており、今後の自動車政策に大きく寄与するものと認められる。

このことは、本論文の提出者が自立して研究活動を行い、又はその他の高度な専門的業務に従事するに必要な能力及びその基礎となる豊かな学識を有していることを示すものである。

よって本論文は、博士（工学）の学位を授与されるに値するものと認められる。

以 上

平成29年2月16日