

論文の内容の要旨

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–）

道路交通部門において燃料消費量を削減することは、温室効果ガスの削減を進める上で必要不可欠である。特に渋滞の激しい都市においては、環境に配慮した自動車の普及や交通渋滞の改善などの道路交通政策により燃料消費量の削減が期待される。燃料消費量を推定するためには、それに影響する自動車の走行状態を考慮する必要があるが、種々の要因により大きく変動し、不安定であるために容易ではない。

都市における走行状態を広範囲かつ動的に把握できる手段として、近年プローブデータを活用できるようになってきた。プローブカーから収集された速度データに基づいて、自動車の走行状態を停止、加速、巡航、減速を含む走行モードに区別できれば、変動する走行状態を簡便に把握できると考えられる。そこで、本研究では、各走行モードにおける累積時間の割合を「走行モードの時間割合」と定義し、これを用いて燃料消費量の推定を行うこととする。

ただし、停止、加速、巡航、減速からなる基本的な走行モードだけでは、渋滞時に頻繁に発生するのろのろ走行状態を考慮できないため、燃料消費量削減に与える影響を十分には説明できない。この走行状態における燃料消費の特性は、加速状態、停止状態や巡航状態と大きく異なると考えられる。のろのろ走行の状態を走行モードとして考慮できれば、環境に配慮した自動車の普及のように、走行状態によって燃料消費が大きく変化する政策の評価が可能となる。

そこで、本研究では、開発途上都市の例としてタイのバンコク都市圏（以下、BMR）を取り上げ、ここで収集されているプローブデータに基づいて、既存の走行モードに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定し、実際の走行状態を反映した燃料消費量とその削減量を推定する方法を構築することを目的とする。そして、環境に配慮した自動車の例としてハイブリッドカーの普及による燃料消費量削減への影響を把握することを目的とする。

本論文は、以下の通り7章から構成されている。

「第1章 序論」では、本研究の背景と目的、本論文の構成を述べた。

「第2章 既存研究の整理」では、走行モードを利用した燃料消費量の推定およびハイブリッドカーの普及による燃料消費削減量の推定を含む既存研究に関して整理を行ない、本研究の位置づけを明確にした。

燃料消費量の推定に関する研究において、都市圏全体での自動車の走行状態を反映するデータを用いた研究は少ない。自動車走行キロ（以下、VKT）を用いると、都市圏全体を対象とすることができるが、VKTでは燃料消費量に直接的に影響する走行状態を反映することができない。また、ハイブリッドカーの普及の影響を把握するために、燃料消費量の推定にプローブデータを用いているが、これらの研究でも限られた台数の試験車両による調査結果を用いており走行状態を十分に反映しているとは言えない。これらの方法に対して、この研究で提案する都市圏を走行する多数のプローブカーから得られる走行モードの時間割合による燃料消費量推定方法は、より実際の交通状況を反映可能な方法であることを述べた。

新たに提案するのろのろ走行状態に関しては、幾つかの先行研究がある。これらの研究では、短時間に発生するのろのろ走行状態での自動車の停止と発進をストップアンドゴーと呼んで区別している場合がある。本研究で用いるプローブデータではその時間分解能からこれらを明確に区別することができないため、ストップアンドゴーを含むのろのろ走行をのろのろ走行モードとして定義し、渋滞状態における自動車の走行状態を表現することを述べている。なお、ガソリン車をハイブリッドカーに置き換えた場合の燃料消費削減量の推定にのろのろ走行モードを用いた先行研究はなく、これを加え

ることが本研究の大きな特徴の一つであることを述べた。

「第3章 研究の方法」では、本研究における燃料消費削減量の推定の基本となる走行モード別時間割合の定義とプローブデータと燃料消費データの収集方法について述べた。

はじめに、5秒毎の速度データであるプローブデータから停止、加速、巡航、減速を含む基本走行モードを定義した。その上で、速度の変化が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/時を割り込む場合は、のろのろ走行モードと定義し、加速、巡航そして減速モードの一部をのろのろ走行モードと置き換えることとした。

次に、推定に必要なプローブデータと燃料消費データを収集する方法を述べた。プローブデータは、BMRを走行する10,000台のタクシーから得たもので、速度帯毎における走行モードの時間割合を計算するために用いた。使用したデータは、30日間のデータで、BMRの都心部・郊外部別、平日・休日別、朝ピーク・昼オフピーク・タピークの時間帯別、高速道路・幹線道路・非幹線街路の道路区分別に分け集計した。一方、燃料消費量データは、走行モード別、速度帯別にガソリン車とハイブリッドカー各1台当たりの燃料消費率(cc/秒)を計測した。最終的に、プローブカーと一般のガソリン車をハイブリッドカーに置き換えた場合の両方に対して、燃料消費量を推定し、燃料消費削減量を求めることを述べた。最後に、燃料消費量の推定結果とその削減量に関する信頼性の確認を行うことを述べた。

「第4章 走行モードの時間割合の推定」では、それぞれの走行モードと速度帯におけるプローブデータに基づく走行モードの時間割合の推定結果を示した。

走行モードの時間割合を推定した結果、全ての地域、時間帯、道路区分において減速モードが25～35%と最も多く、次に巡航モードが20～30%と多い結果となった。停止モードとのろのろ走行モードについては、全ての場合において、都心部での割合が郊外部での割合よりも大きい結果となった。また平日の場合、夕方のピークが停止モードとのろのろ走行モードの割合が最も高く、幹線道路および都心部の非幹線街路でも多い傾向にあることを示した。一方、休日の場合、朝ピークの停止モードとのろのろ走行モードの割合が昼オフピークとタピークより低い傾向にあることを示した。さらに、得られた走行モードの時間割合を、ビデオ撮影した結果から得た観測データと比較し十分信頼性があることを示した。このように、プローブデータに基づくのろのろ走行モードを含めた走行モードの時間割合を、燃料消費量の推定に利用できることを示した。

「第5章 走行実験による燃料消費量の計測」では、ガソリン車とハイブリッドカーを使って計測した燃料消費量の結果を示した。走行実験は、BMRで高速道路、幹線道路、非幹線街路を含む経路を設定し、平日、休日各2日ずつ、朝ピーク、昼オフピーク、タピークに実施した。走行速度、燃料消費量およびガソリンエンジンの稼働時間などを、車載の計測器で記録した。計測の結果、のろのろ走行モードを加えることでガソリン車の燃料消費量のうち加速モードの燃料消費量が、加えない場合の加速モードより大きくなることを確認することができた。また、各走行モードにおける2台の車の比較から求めた燃料消費削減量を見ると、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しないため、燃料消費削減量が大きいことを確認した。

「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、二つの異なるシナリオの下で燃料削減量を推定した。すなわち、一つは全てのプローブカーをハイブリッドカーに置き換える場合、もう一つはBMRにおける乗用車をハイブリッドカーに置き換える場合である。一つ目のシナリオの目的は、異なる状況の下での燃料消費削減量への影響を把握することであり、二つ目のシナリオは、BMRにおいてハイブリッドカーを普及させた場合の影響を把握することである。このシナリオは、タイ政府天然資源・環境省が策定した計画である「2031年に乗用車販売の25%がハイブリッドカーとなる」という想定にしたがっている。BMRにおける2011年の道路ネットワーク上の交通量(8車種別、燃料種別)を基準に、成長率を掛けて2016年から2031年までの燃料消費量を推定した。

一つ目のシナリオでは、平日に都心内部を走行するガソリン車による燃料消費量が最も高いという結果となった。道路区分別では、平日の幹線道路で最も高い結果となった。燃料消費量の削減率では、平日の都心部の幹線道路において最も大きい結果となった。一方、二つ目のシナリオでは、2026年における削減量ももっと大きく474ktoeで、削減率は全ての車両からの消費量の4.47%、全ての乗用車の8.52%と推定された。

推定結果の信頼性を確認するために、本研究で推定した燃料消費量とタイ政府環境省が推定した2011年から2015年の交通分野における燃料消費量と比較した。2011年時点では25%の差が見られた

が2015年で13%の差となっており、ほぼ信頼できる範囲にあることを確認した。

「第7章 結論」では、本研究の主要な成果を含めた結論を述べた。

本研究では、交通渋滞時の自動車の走行挙動に着目し、走行モードの時間割合に、のろのろ走行モードの時間割合を新たに加えることで、より実情を反映した燃料消費量の推定が可能であることを示した。本研究で用いたプローブ情報の提供は多くの都市で始まっており、このようなデータに本研究で提案した方法を適用することで、ハイブリッドカーのような環境に配慮した自動車を普及した場合の燃料消費削減量を推定することが可能となることを示した。