

B-17 電気自動車の普及促進による二酸化炭素排出抑制交通システムへの転換に関する研究
(1) 電気自動車の導入分野別に要求される性能と機能の定量化

研究代表者 運輸省 交通安全公害研究所 阿部次雄

運輸省 交通安全公害研究所

交通公害部 原動機研究室

成澤和幸・佐藤辰二
林田守正

計測研究室

小高松男・小池章介
塚本雄次郎

燃費性能研究室

野田 明・阪本高志
佐藤由雄・山本敏朗

音響研究室

田中丈晴・村上孝行
坂本一朗

平成3-5年度合計予算額 28,493千円
(平成5年度予算額 10,181千円)

〔要旨〕

本研究では、電気自動車への転換が可能と考えられる自動車の利用分野別に、要求される車両性能ならびに機能を明確にするための手法を検討した。

このため、自動車の利用分野別に要求される車両性能を定量化するための解析アルゴリズムの検討をおこない、乗用及び貨物運送用の各代表車両を用いて各種道路条件のもとで走行実態調査を行なった。この結果から、道路条件別の走行実態を定量化する手法を検討し、次に車両走行時にエンジンが発生したエネルギー量を計算することにより、同一走行条件を電気自動車に置き換える場合の性能要件を探った。また、電気自動車の導入で重要となる、1充電あたり走行距離の見積もり予測に必要な走行距離あたりの発生仕事率を算出し、道路走行条件別にその数値を明らかにした。

さらに、これらのデータから車両の消費電力、回生電力、航続距離、損失エネルギー、電力回生効率等をシミュレートするプログラムを開発した。本プログラムを用いて、一般的な技術を応用した小型電気自動車通勤走行を行った場合の電力消費量をシミュレーションにより計算し、定速走行状態との差異や制動時の電力回生について考察し、航続性能を評価した。その結果、小型電気自動車は比較的短距離の通勤の用途に適合し、大気汚染の深刻な大都市圏の通勤用車両として活用できる見通しが得られた。

〔キーワード〕 電気自動車、走行モデル、シミュレーション、石油エネルギー代替

1. 序

自動車の石油エネルギー消費により放出されるCO₂等の温室効果ガスや、NO_xをはじめとする各種有害排出成分の大気環境中への放出を抑止するために、クリーンなエネルギー源である電気を用いた自動車を大量に導入し、輸送部門における石油エネルギー消費の一部を代替することが考えられる。しかしながら、電気自動車の大量普及による環境改善施策を促進するためには、ハードウェアの進歩にともなう技術レベルの各段階で、可能な利用分野から導入をはかるとともに、各利用分野に応じた電気自動車の性能目標を提示することにより、技術開発の効率化をはかる必要がある。

本研究は、以上の背景から、電気自動車への転換が可能と考えられる自動車の各利用分野別に要求される車両性能ならびに機能を明確にし、導入利用分野別、車種別の電気自動車に要求される性能要件を明らかにする手法を求めようとするものである。

2. 研究内容

平成3年度では、自動車の利用分野別に要求される車両性能を定量化するための解析アルゴリズムの検討と、走行データベースの構築を主体に研究を進めた。

自動車の走行実態については、排出ガス測定用走行モードの作成を目的とした調査・解析が過去において行われているが¹⁾ ²⁾ ³⁾、車両性能の把握を目的とした走行実態調査についてはその例がないので、まず、データ解析のアルゴリズムの検討を行い、その結果に基づいて走行実態の把握を行うための具体的手法を定めた。

平成4年度では、乗用及び貨物運送用の各代表車両を用いて各種道路条件のもとで走行実態調査を行い、走行データベースを構築するためのデータ収集を行った。

これらのデータから、最初に道路条件別の走行実態を定量化する手法を検討し、次に車両走行時にエンジンが発生したエネルギー量を計算することにより、同一走行条件を電気自動車に置き換える場合の性能要件を探った。一方、電気自動車の導入では1充電あたりの走行距離の見積もりも重要となるので、予測に必要となる走行距離あたりの発生仕事率を算出し、道路走行条件別にその数値を明らかにした。

平成5年度では、実走行車速パターンを電気自動車でトレース走行することを想定し、車両の消費電力、回生電力、航続距離、損失エネルギー、電力回生効率等をシミュレートするプログラムを開発し、前年度までに収集した実車走行試験データを用いて電気自動車の性能解析を行った。この際に利便性・快適性も考慮すべきなので、エアコン装置、パワステ装置などの機能や電気自動車において特に有利となる機能についても、実験的確認を行うこととし、高温・高日射地域である沖縄県下の各種道路において冷房作動状態での走行実験を行い、冷房装置の消費エネルギーを計測し、車両走行エネルギー全体に占める比率を把握した。この結果から、電気自動車で冷房装置を使用する際のバッテリー消費電力に及ぼす影響を推定した。

3. 研究結果

3.1 データ解析アルゴリズムの検討

自動車の運行とは、停止と走行が交互に出現する事象と考えられる。ここで停止時間については電気自動車の場合、基本的にアイドリングが存在しないので無視してよい。

したがって、記録されたデータの中から走行中のデータのみを抽出し、これについて解析を行えばよいことになる。そこで、発進から停止までの連続した車速データをショートトリップと定義し、これを走行の最小単位としてその構成要素を分析すると、図1に示したようになる。したがって、各ショートトリップについて図1に示したパラメータを求め、多数のショートトリップをこれをもちいて類似の特性を有するショートトリップ群に分類する。さらに、

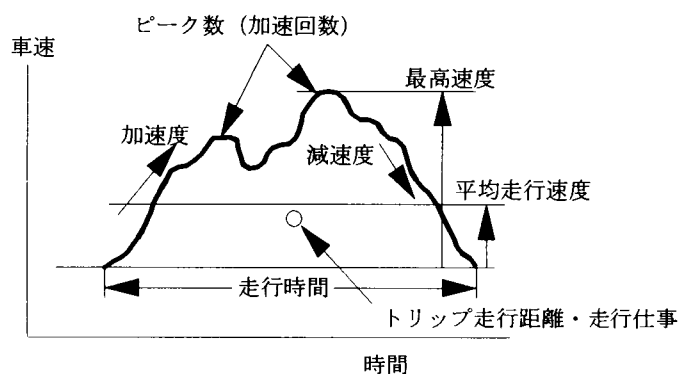


図1 ショートトリップの構成要素

各トリップ群の出現頻度を考慮して車両性能評価用の代表走行モデルをショートトリップの組み合わせにより抽出すれば良いことになる。一方、連続走行距離の評価については、減速時の回生効率を仮定し、上記走行モデルにより連続走行した場合に要求される全仕事量を求め、これを基準として等価な仕事量となる走行距離評価用のモデルを別途定めれば良いと考えられる。以上の考え方により、走行実態調査により得られたデータを解析するためのソフトウェアの開発を行った。

3.2 走行実態調査の方法

走行実態の把握にあたっては、停止時間を含めた全日の測定が可能であること、多種、多様な車両に容易に装着できることを条件に測定機器の選択を行った。車速の検出は、通常車両速度計の入力を分岐したり、駆動輪の回転パルスから求める方法がとられるが、今回の調査では、業務用を含めた不特定多数の車両を対象としていることから、車両パワートレイン系等に加工を必要としない方法を用いる必要があり、推進軸に接着した反射マーカとフォトダイオードにより推進軸の回転パルスを非接触で光学的に検出し、それをFV変換して車載用のデータレコーダに記録した。図2に走行データ計測システムの概念図を示す。

車速信号はA/D変換の後、記憶容量1MBのデータロガーに収納され、一日の計測終了後FDに転送される。A/D変換のサンプルレートは、データロガーの記憶容量と必要連続測定時間の関係から定まる。本調査では、一日の車両の使用時間を10時間と想定し、サンプルレートを0.1秒とすると、必要とする記憶容量は

$$1 \text{データ} (2 \text{ (bite)}) \times 10 \text{ (hour)} \times 3600 \text{ (sec)} / 0.1 = 720 \text{ (kbite)}$$

となり、前述のデータロガーの容量で十分に連続記録可能であるので、サンプルレートは0.1秒とした。本手法により、一日の走行を単位とする走行データベースの構築を行い、3.1で述べた統計処理を行った。

3.3 走行実態調査結果および解析例

ガソリン乗用車及び中型貨物トラック各1台づつを用いて、各種道路条件下で実車走行実験を行った。乗用車は排気量1998cc、電子制御燃料噴射方式の車両であり、実験時の車量総重量は1545kgであった。

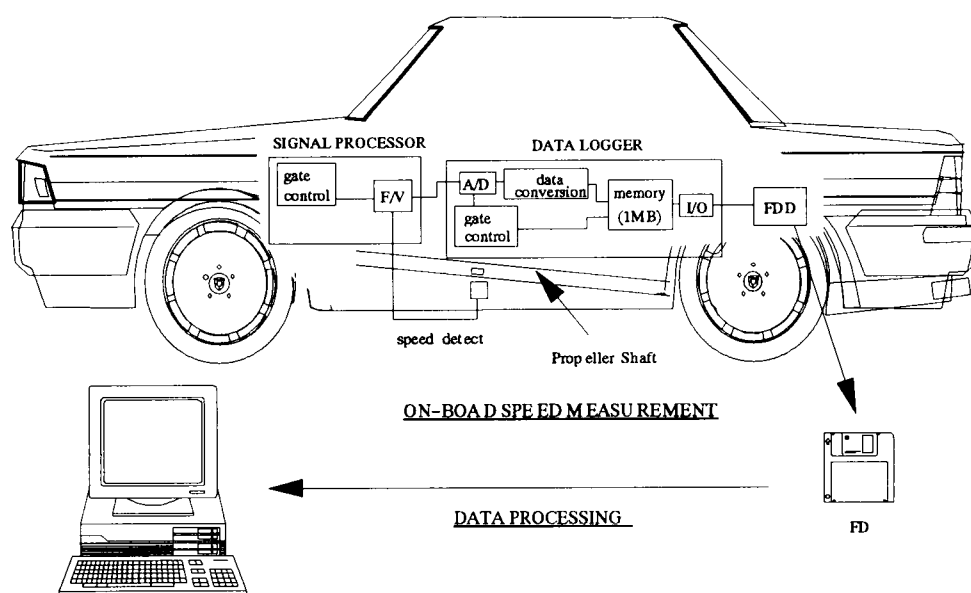


図2 走行データの計測システム概念図

中型トラックは排気量5410ccのディーゼルタイプであり、空車重量は3250kg、実験時の積載量は2510kgとした。

走行条件としては、都内における市街地走行、交通量の少ない道路での郊外型走行、および高速道路走行の3種とした。また乗用車の市街地走行では、合計7名の運転者に各々の通勤路を運転させ、データを収集した。図3に乗用車の各走行条件における車速変化の記録例を示す。

3.3.1 道路別、車種別の走行条件の定量化

乗用車及び中型トラックの車速変化のパターンに統計解析処理を加えて、道路別・車種別の特徴を明らかにした。解析の一例として、速度と加速度の出現頻度（停車時を除く）を求めた結果を図4に示す。発進・停止の多い市街地走行では郊外型走行より加速度の分布が広がっているが、乗用車とトラックとの違いは顕著ではない。しかし高速道路ではトラックの方が車速、加速度ともに分布が狭く、加減速が少ないことを示す。これは貨物の積載によって慣性重量が増加し高速道路走行ではエンジン出力が限界に達して乗用車並の高い加速度が発揮できないことによると考えられる。

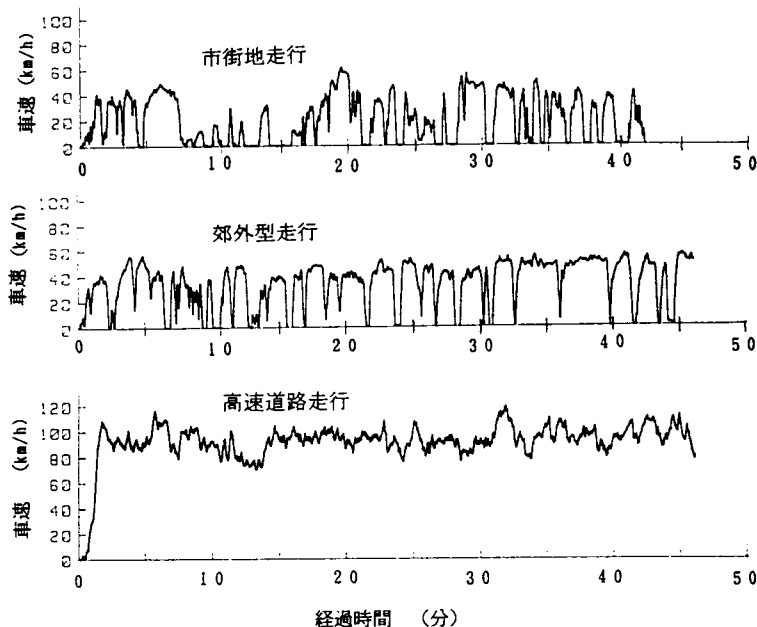


図3 道路条件別の車速変化の記録例

このように走行実態を定量化して比較することにより、利用分野別の車種の特徴が明確になった。

3.3.2 車種別の走行エネルギー量の解析

車速変化のデータから、各瞬間の走行エネルギー量を算出し、車両の駆動装置に要求される性能を把握することにした。

計算では、最小自乗法により前後4点の車速を2次式で近似し、中心点の微分係数から加速度を求めて慣性力を算出し、これに路上走行での低速走行抵抗（車速の2次式）を加算する。この値に車速を乗じて走行エネルギーを求めた。

図5に市街地走行における乗用車とトラックの走行エネルギーの例を示す。乗用車は30KWのような高い値は瞬間的であるのに対して、トラックはピーク値が高いだけでなく持続的なパワーが要求されている。図6は走行エネルギーの出現頻度（停車時、減速時を除く）を道路条件別に比較した結果である。

この図から、平均的に大きな走行エネルギーが必要となるのは、高速道路であり、市街地では低い。図4の加速度分布との対比から、高速道路走行でエネルギーが増加した原因は、負荷よりも車速の上昇に起因すると思われる。

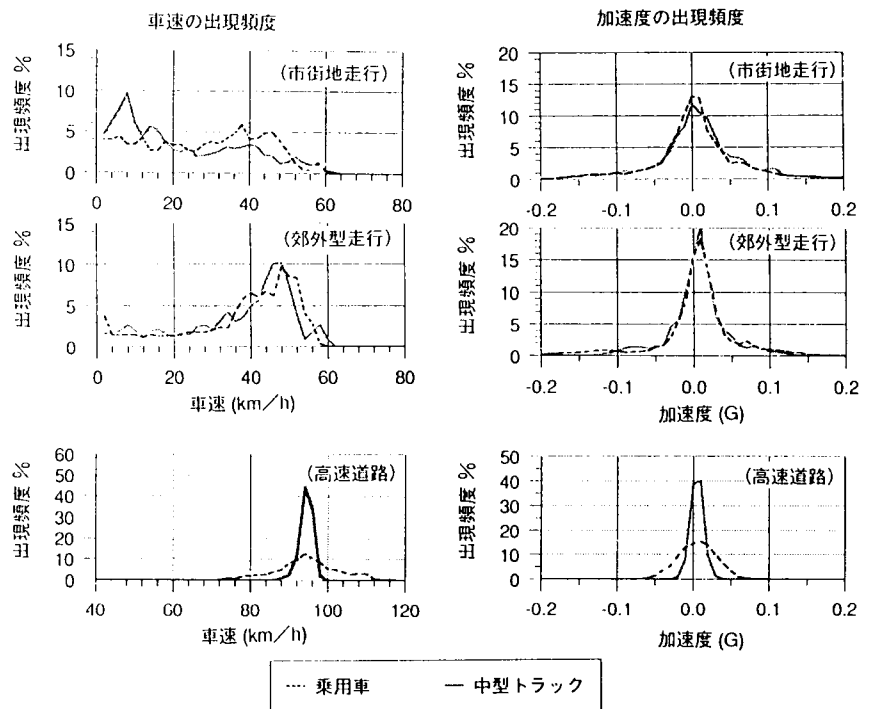


図4 車速と加速度の道路条件別出現頻度

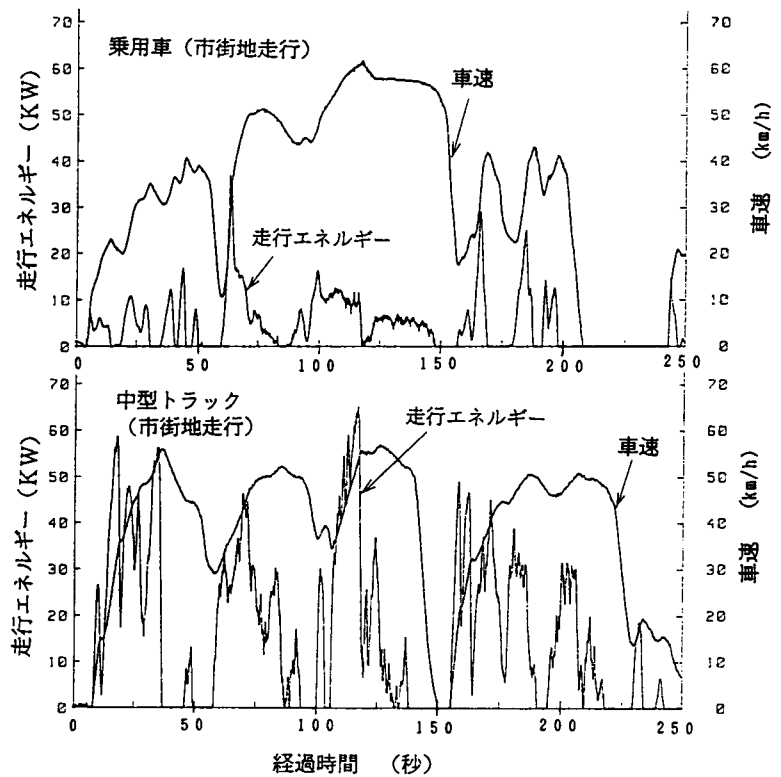


図5 走行エネルギー計算結果の例

3.4 距離当たり走行仕事率の比較

電気自動車では1充電あたりの走行距離の見積もりが重要となるので、上記の瞬時走行エネルギーと車速を積和して距離あたりの走行仕事率を算出し、車種別・道路別の違いを解析した。なお今回の計算では、減速時に走行エネルギーがマイナスの値となっても、回生量としては扱わずゼロと置いた。また電気自動車の一充電走行距離の表示は40km/h走行状態で示すことが多いので、40km/h走行時の走行仕事率との比(R)で無次元化して表すこととした。

図7は乗用車とトラックに関する計算結果を道路条件ごとに比較したものである。Rが最も大きいのは高速道路走行で

あり、郊外型走行が最も低い。また市街地と高速道路では、乗用車よりもトラックのほうがRが高くなる。

図8は、乗用車の市街地走行におけるRを平均車速との関係で示したものである。平均車速が向上するとRが低下しているが、この傾向は従来の車の燃費特性と合致するものである。

このRを計算の指標に用いることにより、走行条件ごとの1充電あたりに走行可能な距離の見積予測が可能になると思われる。

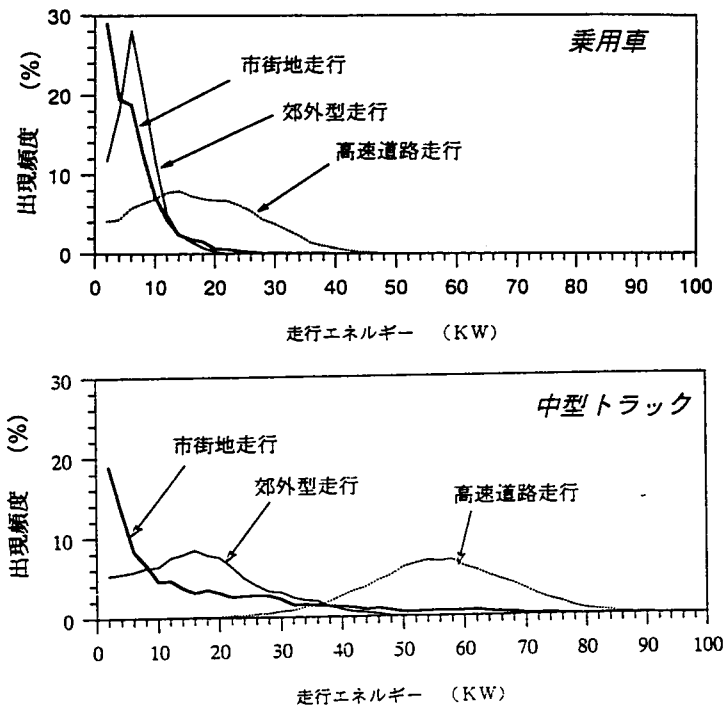


図6 走行エネルギーの道路条件別出現頻度

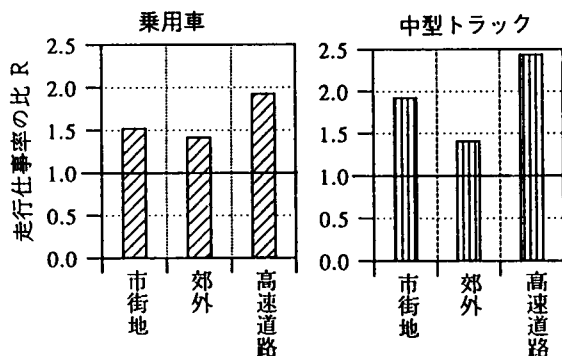


図7 走行距離あたり仕事率の
40km/h走行に対する比(R)

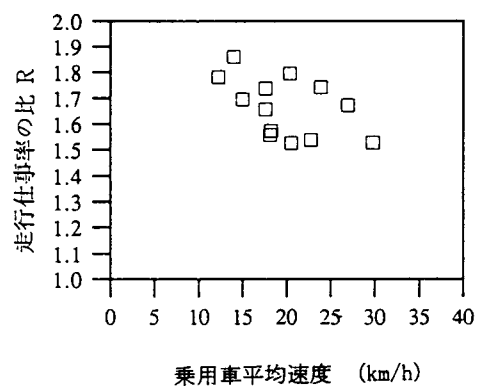


図8 市街地走行における
平均車速とRの関係

3.5 エアコン使用に伴う消費エネルギー量の推計

電気自動車にエアコン装置を搭載する場合は、専用モーターでの駆動が前提となるので、それだけバッテリー電力を多く消費し、航続距離が低下する。しかしエアコンは、夏期や冬季に乗員の快適性を保つ上で不可欠の装備となるため、本章では、エアコンの使用がエネルギー消費に及ぼす影響を解析した。

3.5.1 実験・解析方法

ガソリン乗用車の燃料消費量を、エアコンの使用／非使用で比較することにより、エアコンの消費エネルギー特性を推計した。実験では、最初に排気量1600ccと2000ccの2種類のガソリン乗用車をシャシダイナモメータ上に設置して、決められた試験モード（10.15モード、LA4モードPhaseII）を、エアコンの有・無の条件で運転し、各々の燃料消費量をカーボンバランス法で測定した。この実験は、同じパターンを運転し走行エネルギーが同一となる条件で、エアコン使用に伴う消費エネルギー量を見積もるのが目的である。

一方、夏期の高日射条件のもとで使われるエアコンの実質消費エネルギーを推定するため、路上走行実験も実施した。この実験は、夏期の晴天の日を選んで、東京都内の道路および日射量が全国的に最も多い沖縄地方において行った。前述と同様な方法で燃料消費量を測定することにより、エアコン作動時の燃料消費特性を非作動時と比較した。

3.5.2 実験、解析結果

図9は、2種類のガソリン車で、エアコン作動時と停止時のモード運転時の燃料消費量を測定した結果である。いずれの車ともエアコンの使用で燃料消費量が15%以上増加し、明らかにエネルギー消費量の増加を招くことが認められた。

同一の試験モードの中では、燃料の総消費量と走行エネルギーの総量が比例すると仮定して、エアコン作動時の燃料消費量増加分を走行エネルギー量に換算した結果を図10に示す。エンジンが発生するエネルギーは、図のように「転がり+風損」抵抗と加速抵抗に対抗する回転で使われ

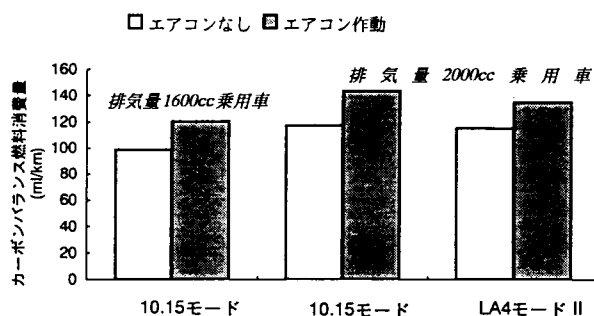


図9 モード運転時におけるエアコンの有無による燃料消費率の違い

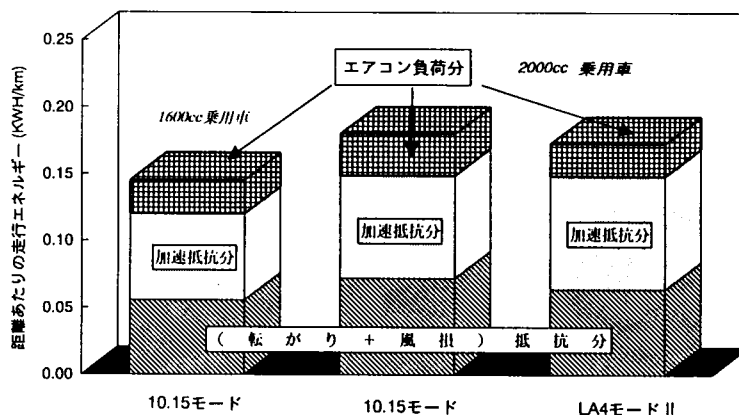


図10 モード運転時のエアコン消費エネルギー量の計算結果

るが、エアコン作動時は冷房用コンプレッサーのベルト駆動と送風ファンの電力負荷が加わる。この図から、オートエアコン使用によるおよそのエネルギー消費量が推計できる。

一方、実使用時は外気温度、日射量等の環境条件が室内実験とは大幅に異なるので、夏期・晴天時の実走行運転でエアコンを作動させた時の消費エネルギーを推定した。実路走行では、運転状態に応じて走行エネ

ルギーが変わるので、単純に燃料消費量の違いからエアコンの消費エネルギー量を導くことができない。そこで、燃料消費量（実測値）と走行エネルギー（車速変化に基づく計算値）の関係を調べて、エアコン作動の影響度を把握した。

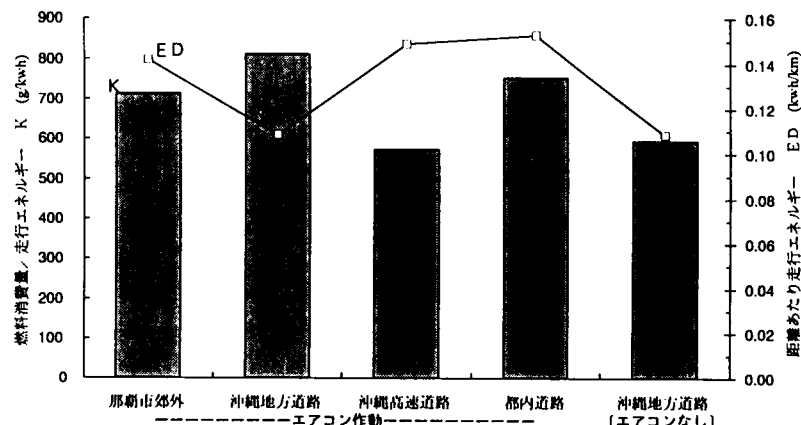


図 1 1 各種道路走行時のKとEDの計算結果

図 1 1 に、夏期に沖縄地方の各道路並びに東京都内で行った走行実験におけるK及び距離あたり走行エネルギーEDの計算結果を示す。道路条件によって走行エネルギーが異なるため、燃料消費量／走行エネルギーの比Kを求めて、エアコンの影響を把握した。EDが道路走行条件によって異なり、またそのことがエンジンの熱効率にも影響するため、台上運転のような単純な見積もりはできないが、EDがほぼ等しい条件（地方道走行）におけるエアコンの作動、非作動時のK値を比較することにより、エアコンの作動に要するエネルギーが推定できる。

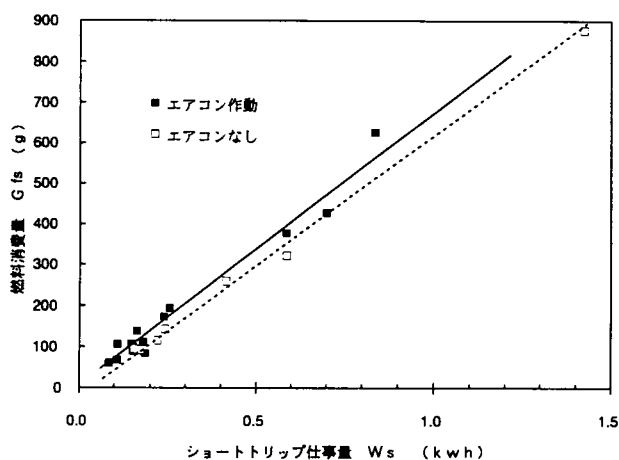


図 1 2 実路走行時のエアコンの有無による走行仕事量Wsと燃料消費量Gfsの関係

図 1 2 は沖縄地方において、エアコン作動の有／無の条件で別々に行った走行で、発進から停止までの各ショートトリップにおける走行仕事量Wsとその間の燃料消費量Gfsの関係をプロットしたものである。この図から、WsとGfsがほぼ比例関係にあることがわかる。また、2直線間の燃料消費量が主にエアコン消費エネルギーに起因する値とみなすことができる。

以上の結果から、エアコン作動時における要求エネルギーの見積りが可能となった。

3.6 電気自動車の性能予測に関するシミュレーション

実走行車速パターンを電気自動車にトレース走行することを想定し、車両の消費電力、回生電力、航続距離、損失エネルギー、電力回生効率等をシミュレートするプログラムを開発し、前年度までに収集した実車走行試験データを用いて電気自動車の性能解析を行った。

3.6.1 シミュレーションの方法ならびに計算条件

実車走行パターンより求められる車両駆動力を基本とし、駆動モータのトルク、電流を求め、電流と回転数の関数としてモータ損失（電気抵抗による損失、機械損失等）やインバータ制御損失を計算する⁴⁾⁵⁾。損失の係数は市販の汎用小型モータやインバータ制御器の特性値を参考とした。

制動時は電力回生制動の使用を試みた。この場合、発生した電力は先ず補機類で使用され、余剰電力の一部が電池内部に回収されると仮定して、その割合を電池回収率と定義した。また電池に回収できない電力は熱として捨てられることとした。

回生制動は低速域まで減速したら解除して機械的制動に切換える機構とし、その下限の車速をカットオフ車速と定義した⁶⁾。

補機類や空調（冷暖房）の所要電力は時間変化の無い定常値とし、ガソリン乗用車の数値を参考にして設定した。モータ仕事量と各種損失、補機類、空調の使用電力量の和を車両の要求電力量、回生制動による発生電力量を回生電力量とし、回生電力量のうち有効利用された分を有効回生電力量と定義した。また要求電力量から有効回生電力量を差引いた値を車両の消費電力量と定義した。電池は鉛蓄電池とし、有効エネルギーは走行中の平均放電率の関数として求めた。特記無い限り時間帯は日中で、空調は使用しないこととした。

3.6.2 解析結果

現在の一般的な技術を応用した小型電気自動車（以下、EVと略記する）を想定し、この車両に2名が乗車し、ガソリン乗用車による通勤時の実走行車速パターンを忠実にトレースした場合の電力消費、および制動時の回生電力等をシミュレーションにより計算した。想定した車両の諸元を表1に示す。基となる通勤走行データは、3.3節で述べた、東京都内で合計7名の運転者が各々の通勤経路を運転して連続記録し電算処理を施したものである。1回の通勤走行を1通勤と定義した。

(1) 実走行時に要求される電力量：図13に、通勤走行における1通勤毎の走行距離と、車両要

表1 想定した電気自動車の諸元

項 目		諸 元
車両重量（電池除く）		750 kgf
電 池	種 別	鉛蓄電池
	搭載重量	300 kgf
モータ	種 別	三相交流・誘導
	定格出力	30 kW
	制御方式	インバータ
減 速 比		5.6（固定）

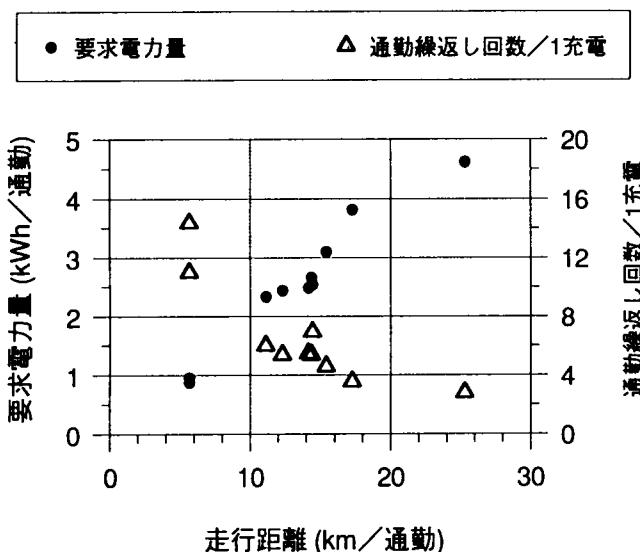


図13 通勤走行における走行距離と要求電力量

求電力量、その通勤走行距離の1充電で可能な繰返し回数の関係を示す。概ね1通勤の走行距離は20km以下、要求電力量は4kWh以下である。この場合は電力回生制動の使用を一切考慮していないが、可能な通勤繰返し回数は、ほとんどの通勤で4回以上で、最も長距離の通勤でも3回であり、搭載電池の1充電当たりのエネルギーで1～2往復（2～4通勤）することが十分可能と考えられる。これを航続距離に換算すると1充電当たり60～80kmとなる。

図14に、3.3節で定義したEVの距離当たり走行仕事量Rと、同様に40km/h定速走行時の値との比で無次元化して表示した、距離当たり要求電力量REの関係を示す。REの基準値は日中、空調無しとした。走行仕事量は加減速の多い運転を反映してRは2前後の値であり、Rと要求電力量のREはほぼ比例しているが、REはRを10～20%上回っており、特にRが大きい通勤ほど

差が開く傾向が見られる。これはモータやインバータの損失の大半がモータ電流の二乗に比例して増加することが主な原因と考えられる。この結果より、走行仕事量のRと定速走行時のデータからEVの実走行時を推定すると、要求電力量を小さめに、航続距離は長めに見積もるため、Rに1.1～1.2程度の修正係数を乗じて指標とすることが適切と考えられる。

図15に、車両要求電力量の内訳の一例を示す。電力量の約70%が駆動モータ出力仕事量で、約25%が損失分（モータ、インバータ）である。この場合のモータ自体の平均効率は約82%となるが、前述のようにRが大きくなると損失分も増加すると考えられる。補機類に必要な電力は約6%であるが、空調を使用する際は全体の要求電力量が大幅に増加すると共に、空調器による消費電力が比較的大きな割合を占めると考えられる。

(2) 要求電力と回生電力の関係：

図16に、無次元化した走行仕事量Rと、回生電力量の車両要求電力量に対する比率（以下、回生率と略記する）の関係を示す。回生制動のカットオフ車速は10km/hとした。回生率の値は制動時の電力回生によって、車両の消費電力量低減、航続距離延伸が図れる可能性の指標とする

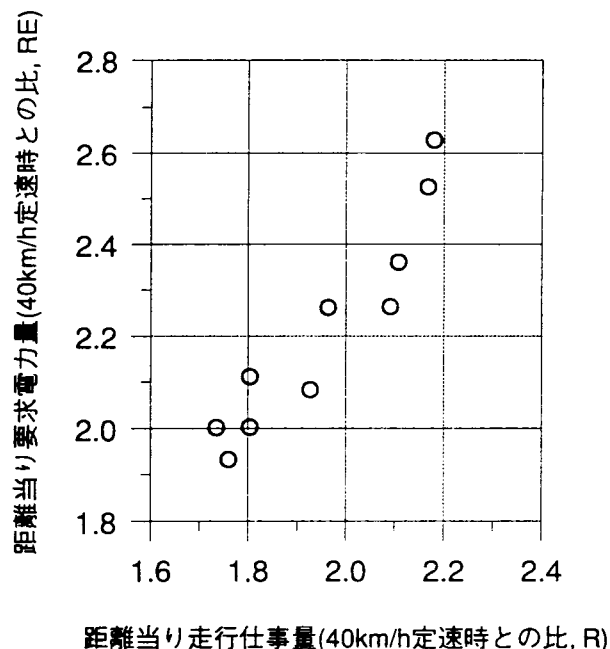


図14 通勤毎の走行仕事量と要求電力量

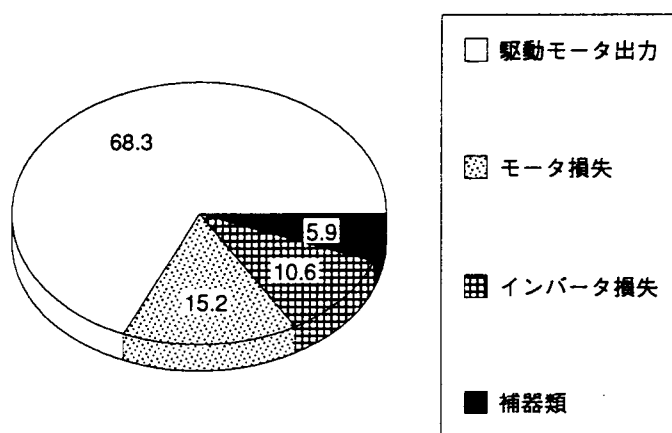


図15 1通勤における要求電力量内訳の1例

ものである。回生率は概ね25～30%程度で、Rが大きいほど増える傾向が見られる。これはRが大きい走行は加減速がより頻繁で、制動時に車両の運動エネルギーを電力として回収できる機会が多いためと考えられる。したがって回生電力を有効に活用できれば、Rの増加に伴って要求電力量が増加しても消費電力量の増加を抑制することが可能と考えられる。

しかし低速時の回生制動は発生電力が小さく、一方制動力が不足し、しかもモータの発熱を招くので、適切なカットオフ車速を設定することが望ましいとされる⁶⁾。

図17に、電池回収率をパラメータとして、カットオフ車速と、有効回生電力量の車両要求電力量に対する比率（以下、有効回生率と略記する）の関係を示す。充電効率は電池の状態により大幅に変化し⁷⁾、電池回収率の特定は困難なので本報では5段階の値を仮定した。電池回収率を100%とすると有効回生率は30%近くに上るが、実際の省電力効果はこれを下回ることは確実である。いずれの場合もカットオフ車速10km/hの場合はカットオフ車速0（停止まで解除しない）より有効回生率が若干減少するが、その差は数%程度である。しかし、カットオフ車速を20km/h、30km/hと高くすると有効回生率は大幅に減少する。したがって本報のEVではカットオフ車速は10km/h程度と設定するのが適切と考える。

(3) 各種使用条件下における消費電力量の推定：図18に、電池回収率をパラメータとして、様々な補機、空調使用条件下での車両電力消費量を前述の無次元化した値REで示す。夜間の灯火使用によるREの増加は小さいが、冷暖房使用時のREは大幅に増大し、不使用時を30～40%も上回るため航続距離が大幅に減少すると考えられる。これに対し、回生制動を行い電池回収率50%と仮定すると、15%程度の消費電力量低減が期待できる。空調使用時は、電池回収率がゼロでも回生電力が直接冷暖房に使用されるので、回生制動の効果が明確に表れる。図13の最長距離の通勤で冷暖房を使用して1充電で1往復する場合、回生無しでは搭載電池エネルギーの余裕が乏しい

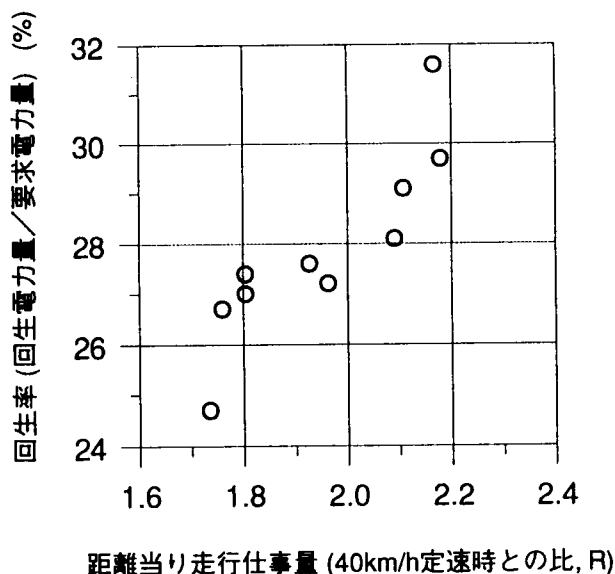


図16 通勤走行毎の走行仕事量と回生率

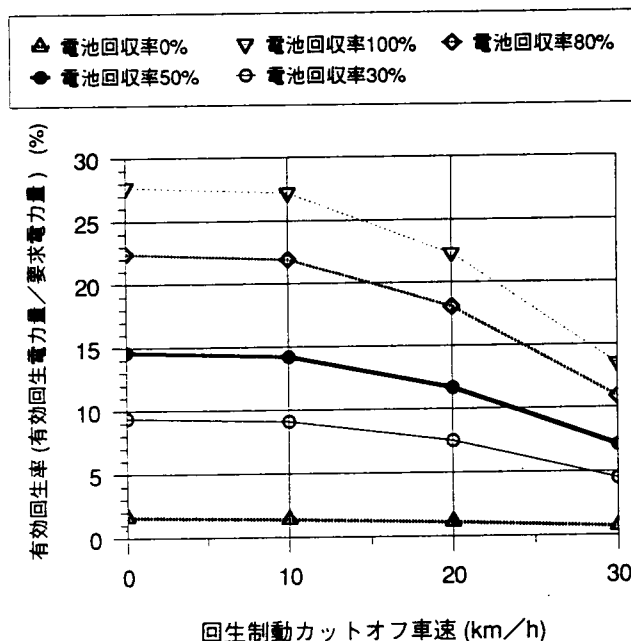


図17 回生制動カットオフ車速と有効回生率

回生により消費電力量を抑制すれば十分可能となると考えられる。

通勤走行は通常1日に朝晩2回の運転であり、1回の走行距離は比較的短い。本報の解析により、小型EVでガソリン乗用車と同等の走行を行っても1通勤当たりの車両消費電力量は搭載電池エネルギーの数分の一程度であるとの結果を得た。したがって長い駐車時間を利用して1～3日毎に1回程度の充電を行えば、小型EVは通勤車両として支障なく使用できると考えられる。

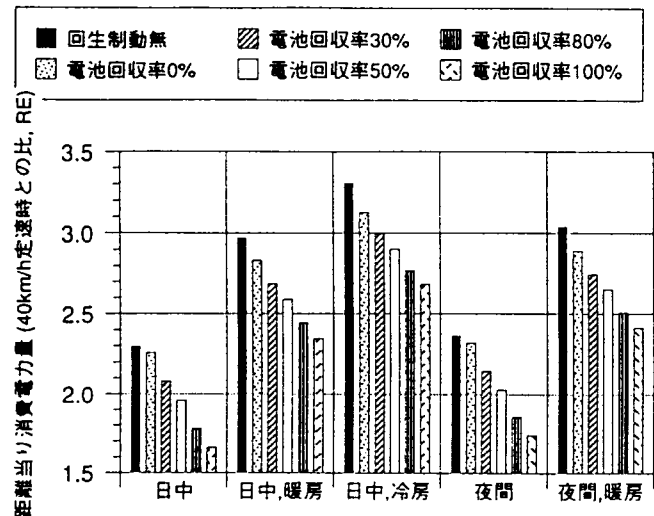


図18 各種条件下における消費電力量

4. 本研究により得られた成果

電気自動車の利用分野別に要求される車両性能を定量化するため、解析アルゴリズムの検討をおこない、乗用車と中型トラックの実走行データを収集して解析した。その結果、車種別、道路別の走行形態の特徴や車の駆動装置に要求される性能要件（出力性能）をある程度明らかにすることができた。また、電気自動車の一充電あたり走行距離を予測する際の参考とするため、車速データから走行仕事率を算出する手法を示した。

また、一般的な技術を応用した小型電気自動車通勤走行を行った場合の電力消費量をシミュレーションにより計算し、定速走行状態との差異や制動時の電力回生について考察し、航続性能を評価した。その結果、小型電気自動車は比較的短距離の通勤の用途に適合し、大気汚染の深刻な大都市圏の通勤用車両として活用できる見通しが得られた。

5. 研究発表の状況

なし

（参考文献）

- (1) H. C. Watson; 'Influence of Vehicle Driving Patterns on Localized Urban Emissions Sources' SAE 730556
- (2) R. E. Kruse, T. A. Hulls; 'Development of the Federal Urban Driving Schedule' SAE 730553
- (3) M. Kuhler et al; 'Improved Driving Cycle for Testing Automobile Exhaust Emissions' SAE 780650
- (4) 清水、他、電気自動車の基本設計のための性能評価用シミュレーションプログラムの開発、シミュレーション第10巻第3号、P. 63、1991年9月
- (5) 飯倉、電気自動車の走行シミュレーションモデルについて、自動車技術会第8回電気動力専門委員会資料、1993年11月
- (6) 石谷、他、シミュレーションにより実走行モードを考慮した電気自動車の開発評価システム、シミュレーション第10巻第1号、P. 76、1991年3月
- (7) 清水、他、充電システムをめぐる技術的課題、自動車技術会シンポジウムNo. 9405 資料、P. 37、1994年2月