

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

(5) 地域導入システムの総合評価と電気自動車の普及に資するモデル車輛の設計

研究代表者

国立環境研究所 清水 浩

環境庁国立環境研究所

地域環境研究グループ 交通公害研究チーム

清水 浩 田村正行

(委託) 仙台市環境局環境保全部 環境保全課

佐々木政光

東京大学 工学部 産業機械工学科

藤岡健彦

早稲田大学 理工学部 機械工学科

永田勝也

東京電気大学 電子工学科

藤中正治

横浜国立大学 工学部 電子情報工学科

河村篤男

平成3-5年度合計予算額

39,952千円

(平成5年度予算額

14,377千円)

[要旨] 中規模都市を想定し、ここに電気自動車を大量に普及させる場合のシステム設計と、ここに導入すべきモデル車輛を技術的観点から評価した。また、導入を容易にするための支援的手段についても検討した。普及に資するモデル車輛を技術的観点から評価するために、まず性能評価プログラムを開発した。本プログラムはパラメータとして電池系、駆動系、車体系の3要素を代入することによって、一充電走行距離、最高速度、加速度、エネルギー消費率をそれぞれ計算することが可能である。このプログラムを用いてプロトタイプ乗用車の性能の計算を行なった結果、5%以内の誤差で各性能を再現できた。電気自動車をより高性能化、高機能化するために、新しい駆動装置と新しいフレーム構造を提案し、基本的な特性を検討した。これらはいずれもその目的に合致することが確かめられた。経済性を考慮した電気自動車の検討結果では電気自動車は外形サイズに対して客室を広くして相乗制を認め、配送用トラックについては荷台を超低床化して荷役性を高めるとともに荷台容積を広げることにより、営業面での利益を拡大することが有効であることが確かめられた。このような新しい電気自動車を普及させるには個人タクシー、法人タクシー、物流業の順に行なうことによって効果が発揮できることも明らかになった。

[キーワード] モデル車輛、性能評価プログラム、駆動装置、フレーム構造、相乗制

1. 序

電気自動車の大量普及を図る一環として、モデル地域を設定し、ここに重点的に電気自動車を配置することが有効である。それにより、電気自動車が大量に普及する場合の問題点を把握することができるとともに、普及台数の確保も容易になる。モデル地域を設定する場合、そこに普及させることがふさわしい車輛の選択を機能的、性能的、経済的側面から十分に解析することが求められる。この解析は現在の性能の電気自動車を想定して行なうことも重要であるが、近未来に

実現可能なレベルの性能についても考慮することにより、一層の普及促進の可能性を追求することができる。また、モデル地域における普及を実現するためには、投入する車輛やインフラストラクチャー等ハードウェア的な配慮はもとより、利用法や費用負担体系等、ソフトウェアの整備も求められる。

2. 研究目的

このような事情を踏まえて、本研究では中規模都市を想定し、ここをモデルとして電気自動車を大量に普及させる場合のシステムを設計することを目的とする。このシステム設計においては普及に資するモデル車輛を技術的観点から評価するとともに、この区域に設定すべきインフラストラクチャーや各種システムの整備等も検討する。また、費用負担やその経済効果の検討も行う。

3. 研究方法

サブテーマ（2）で検討した普及阻害要因から導き出される技術的課題や経済的問題に対応するため、まず普及に資するモデル車輛を技術的観点から評価することが可能な性能評価プログラムの開発とこれを用いた各種分析を中心に研究した。

また、電気自動車の性能向上に資するために駆動系およびフレーム系について新しい技術を考案し、その実用の可能性とその効果について検討した。さらに、大量普及のために電気自動車を導入しても経済的な効果が生じることを目指した車体設計のあり方を検討した。

まず、性能評価プログラムに関しては、性能計算にかけることのできる車種を増やすために駆動用モーターの種類をブラシレスDCモーター及びインダクションモーターの双方を選べるようにしたこと、駆動系を各種選ぶことができるようにした。

駆動系については、一部公害健康補償予防協会の援助を得てこれまでのものに比べて著しく高性能なシステムを検討した。フレーム系については、フレームの内部に電池を収納するという全く新しい方式を検討した。導入すべき電気自動車としては、ここでは物流用トラックとタクシーを取り上げた。

4. 結果および考察

（1）性能シミュレーションプログラムの開発

コンピュータによるシミュレーションはあらゆる分野で行なわれている。コンピュータシミュレーションが有効に使えるためには、そこに導入すべきパラメータの値が正確に求められることが重要である。自動車用エンジンに比べてモーターは各種性能の定式化が容易で、かつそこに代入すべきパラメータも力学の基本的な公式から得ることができ、さらにそこに代入すべきデータも各構成要素ごとに求めることが可能である。従って、電気自動車はコンピュータシミュレーションが有効に利用可能な分野の1つであると言える。このような観点から、本研究では精度の良いシミュレーションモデルの開発を目指した。

電気自動車の性能を決める要素は、大きく分けて電池系、駆動系、車体系の3要素である。このうち、電池については貯えられる電力エネルギー量、内部抵抗、電圧が車の性能を決めるパラメータとなる。駆動系については、コントローラー関係、モーター関係、伝達系関係の各性能が

影響を与える。より詳細には、コントローラーについてはその最大電流と効率が要素となるが、効率を決める要因にはそこを流す電流に比例する部分と、電流の2乗に比例する部分とがある。前者はコントローラーの素子の電圧降下に依存し、後者はオーミックロスに由来する。モーターの性能を決める要因は最大トルク、最高回転数および効率である。このうち最大トルクは、モーターを流れる飽和磁束の大きさに依存する。最高回転数は、その機械的強度に依存する。モーターの効率は、銅損と鉄損によって決まる。銅損を決める主な要因は巻線の電気抵抗であり、鉄損は電機子のうず電流により発生する。伝達関係の損失は、トランスミッションやディファレンシャルギアの損失、あるいは等速ジョイント、ベアリング等の損失によって生じる。

車体系については重量、空気抵抗、転がり摩擦抵抗が車の性能を決める3要素である。このうち重量については車体重量、貨物や乗員も含めた総重量、および回転部分相当重量がある。回転部分相当重量はモーターのローター等の回転部分が加速の際に必要な運動エネルギーを重量に換算したものである。空気抵抗は車体の前面投影面積と空気抵抗係数に依存する。転がり摩擦は転がり摩擦係数と車体重量、あるいは総重量に依存する。転がり摩擦係数はタイヤの転がり摩擦、ベアリング、オイルシール、ホイールアライメントの各要素に依存するが、最も影響が大きいのがタイヤである。

電気自動車の性能要件のうち、重要なものは一充電走行距離、最高速度、加速性能であり、さらにエネルギー消費率も大事な項目である。一充電走行距離については定速走行における性能と、パターン走行における性能が要求される。加速性能についてはスタートからある速度に達するまでの時間と、ある距離に達するまでの時間の両者が比較の項目となる。エネルギー消費率については、維持費を考える際には走行に要するエネルギーの算出が重要であり、地球環境問題を考える際には一次エネルギー消費率が必要である。

以上の性能要件を求めるために、先に掲げた電気自動車の各パラメータを取り入れたシミュレーションプログラムを開発した。その構造図を図1に示す。本プログラムは電気自動車の性能を計算するサブルーチン、パラメータを入力するサブルーチン、コンポーネントの性能を計算するサブルーチン、データ管理のサブルーチン、データ出力のサブルーチンから成っている。このプログラムは各種の電気自動車の性能計算を可能とするための機能を用意してある。その1つはモーターの種類の違い、2つ目は駆動形式の違い、3つ目は電池の種類の違いである。計算の実行はこれらのコンポーネントの違いを指定し、かつパラメータの値を入力することにより行なわれる。

このプログラムの計算精度の良さを確かめるために行なった計算の例を表1に示す。この例で

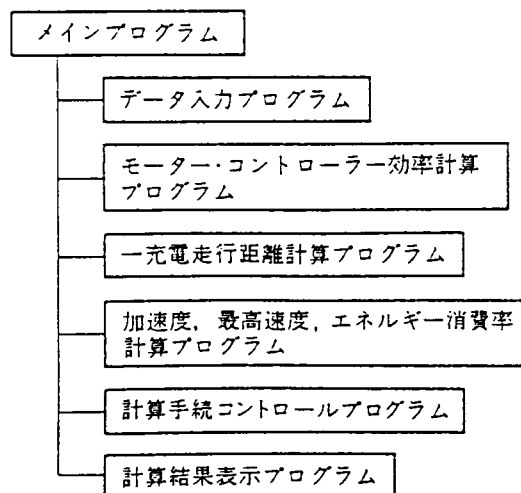


図1 電気自動車の動力性能の計算プログラムの構成

は、プロトタイプ
の電気乗用車の性
能シミュレーショ
ンと実際に得られ
た性能の比較を行
なったものである。
同表にはシミュレ
ーションの結果と
して設計時のパラ
メータを用いた場
合と、製作時の設
計変更によって変
わった完成時のパ
ラメータを用いた

表1 開発したプログラムを用いた性能のシミュレーションと実現値の比較

	シミュレーション結果		実現値
	設計値	完成時再計算値	
一充電走行距離 (k m)			
40 k m/h	544	556	548
100 k m/h	266	272	270
0-400 m加速性能 (sec)	17.5	17.92	18.05
最高速度 (k m/h)	177.4	183	176

場合を示してあり、かつ実際に得られた性能を示しているが、完成時のシミュレーションの結果と実際に得られた性能の間には極めて良い一致が見られている。このことから本シミュレーションプログラムの正確さが証明されていることが明らかである。また、シミュレーションの結果と実際に得られた性能が良く一致するということは、新たな開発においても同様の計算を行えば期待される性能値が事前の計算によりかなり高精度で得られるということを意味している。このことは、電気自動車の開発に於て試行錯誤を繰り返すことを最小限度に止めることを可能とし、その結果として、開発の期間や費用を圧縮することができる。

(2) 電気自動車用の新技術の検討

本研究開発以前に電気自動車に新しい技術を導入し、かつ駆動系に工夫を凝らし、さらに電気自動車をオリジナルボディとして設計することにより、電気自動車は大幅な高性能化が図れることを本研究代表者らは示した。この基礎的な結果の上に立って電気自動車をさらに高性能化するための技術の可能性について検討した。

その1つは駆動系に関するものである。電気自動車の駆動系は多くの種類が考えられる。従来、最も多く用いられて来たのは、エンジン自動車のエンジンを取り除いて代わりにモーターを取り付けた方式である。次に多く用いられて来たのは、エンジン自動車の駆動系からトランスミッションを取り除いた方式である。さらに、差動装置を取り除き、モーターを駆動輪の数だけ取り付けた方式も試作車において試みられている。また、これらのモーターを車体上に置かず車輪の中に組み込んだ方式も考えられた。この方式をここではダイレクトドライブと呼ぶことにする。これらの方式のうちどれが電気自動車用の駆動装置としてふさわしいかについては一長一短がある。ダイレクトドライブについて言えば、モーターの回転が直接車輪に伝わるために損失が少ないことや車室空間が広くできることなどの利点がある。

一方では、いわゆるバネ下重量が重くなり乗り心地に影響があるとの批判もある。但し、これについてはテストの結果、実用上の問題はほとんどないとの結論が得られている。しかし、もう1つの欠点として低速で高トルクの状態、すなわち、加速の際の効率が余り高くなく、市街地走

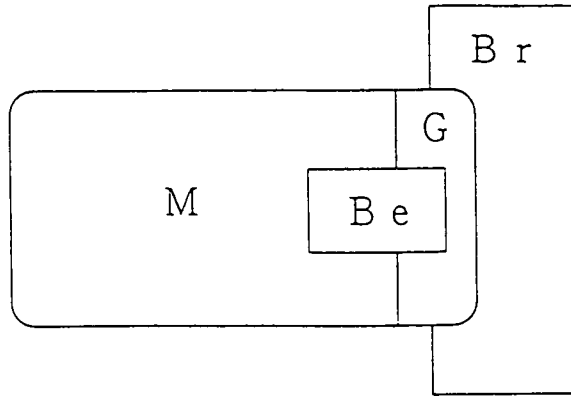


図2 新型駆動装置の原理図

行における一充電走行距離が余り伸びないという欠点がある。このような欠点を解決するためにモーターと車輛の間に歯車を一段入れ、かつブレーキ系統と一体型で駆動系を形成する方式を考案し、その技術的可能性を定量的に示した。この駆動方式の原理図を図2に示す。同図でMはモーターであり、高速回転を特徴とする。モーターの形式としては、インダクションモーターやパーマネントマグネットモーターが考え得るが、より小型で高効率を目指す場合には、後者のモーターを利用するのが望ましい。同図ではベアリング

であり、これは車輪の荷重を支える働きをする。Gは減速ギアであり、ここではサンギア、プランタリーギア、リングギアからなる減速系を想定する。Brはブレーキである。ブレーキにはドラム式とディスク式が一般的に用いられているが、電気自動車においてはブレーキ力のかなりは回生ブレーキによって吸収されるために、機械ブレーキでの発熱はそれ程大きくはない。一方で、軽量でかつエマージェンシーを考慮して強力に効くものが要求される。このような理由から、ここではドラム式を利用することを想定する。

このような構成とする場合の本ドライブシステムのダイレクトドライブ方式と比較した効果を第一次近似的に示すために次式の銅損のみを考慮したモーターの効率の式を導入する。

$$\eta_c = \frac{1}{1 + \frac{2\pi R T}{(\phi Z)^2 n i^2}} \quad (1)$$

同式で η_c は効率、 ϕ はモーターの総磁束、 Z は巻線数、 R は抵抗値、 n は回転数、 T はトルク、 i はギア比である。この式より車を駆動するために必要なモーターの回転数とトルクが決まると、その効率はモーターの特性とギア比に依存する。そして、モーターの回転数が十分高ければ効率はギア比が大きい程良くなる。(1)式より i が1の条件がダイレクトドライブに相当する。また $i=2$ と設定し、かつ、ダイレクトドライブと同様の効率を得る場合、 $R/(\phi Z)^2$ の値は4分の1と設定することと同じ意味を持つ。これはモーターのサイズとして約1/2のものを用いても同様の効果を持つことを意味する。但し、現実にはギアが挿入されることによる伝達効率の低下と、モーターが高速回転することにもなう鉄損の増加を見込む必要があるため、その効果は幾分割引される。

では、この新しいドライブ形式とダイレクトドライブについて実際の効果を比較した例を示す。

ここでは、先に触れたプロトタイプ電気乗用車に両形式を適用した場合の性能を比較している。前提として、ダイレクトドライブの場合には42kgmの最大トルクを持つパーマネントマグネットモーターを4個用いるとし、新ドライブ形式においては20kgmの最大トルクのモーターに4倍のギア比の減速装置を取り付け、かつ2個のモーターをそれぞれの駆動輪に組み込むものとしている。モーターのトルクを半分としたことによって減速装置を取り付けたにも拘らず、駆動輪1個当りの重量はほぼ同一となる。

表2にその性能の比較結果を示す。同表により明らかなように、定速走行時の一充電走行距離はわずかながらダイレクトドライブが勝っている。その理由は定速走行時には必要トルクが小さく、銅損があまり大きくないが、新ドライブ方式では減速装置の影響がでるためである。しかし、パターン走行においてはその差は顕著になる。その理由は(1)式から明らかなように低速で高トルク時、すなわち加速時における効率が大きくなることによる。

2つ目の技術はシャシー構造に関するものである。電気自動車における最大の技術的課題は電池であるとされている。これまで、電池の性能で問題にされてきたのはその重さであるが、現実には容積の大きさも問題である。電気自動車用電池は、通常比重が約2であるため、400kgの重さの電池を積むとするとその容積は200ℓになる。この電池をこれまではボンネットの中、あるいは客室空間を一部犠牲にして収容してきた。そのため、荷物スペースや居住空間が少ないなどの問題があった。また、クラッシュ時の安全性、排熱の難しさ等の問題を抱えてきた。この問題を解決するためにバッテリービルトイン式フレームというものを考案した。これまでのエンジン自動車では床下にマフラー等を収容するために約10cmのデッドスペースがあった。この空間を利用して、梁構造を作り、空いたスペースに薄型の電池を挿入するというのが、その基本的考え方である。しかも、その製作法としては、アルミニウムの押し出し成形を使うということ

表2 プロトタイプ乗用車に新ドライブ型式を適用する場合の性能シミュレーション結果

	ダイレクトドライブ	新ドライブ
40km/h定速走行時の一充電走行距離	557km	566km
100km/h定速走行時の一充電走行距離	272km	264km
4モードパターン走行時の一充電走行距離	232km	349km
10モードパターン走行時の一充電走行距離	198km	306km
0→50km加速時間	4.65s	4.75s
0→400m加速時間	17.9s	17.4s
最高速度	166km/h	188km/h

表3 自動車運送事業財務指標（平成元年）

業種 原価構成比率	タクシー	一般区域トラック
減価償却費	3. 1 4	5. 7 7
燃料費	4. 9 4	5. 8 4
車輛修繕費	2. 3 3	3. 6 2
人件費	7 8. 2	4 5. 3
その他	1 1. 4	3 9. 4 7

陸運統計要覧より (単位%)

にすると、より軽量化と工程の簡略化を図ることができる。このような構造を取ることにより、電池の収容のための問題が解決できると同時に、車体の軽量化も可能となる。

ここで述べた新しいドライブシステムとシャシー構造を同時に採用することにより、電気自動車の動力性能がより向上す

ることに加えて、車体内部の空間の大幅な拡大や低床化、低重心化などの新たな特徴を得ることができる。

(3) 経済性を考慮した電気自動車普及の方向性

電気自動車は価格が高いことも普及上の問題点の1つとなっている。その主な理由は、大量生産がなされていないことによる。大量生産がなされないために価格が高く、それ故に大量生産に結びつかないという、いわば悪循環が続いている。

この問題の解決のためには、車輛の初期価格がある程度高くても経済性の成立する条件を見出すことが必要とされる。

ここではこの条件について検討する。

表3にそれぞれ乗用車及びトラックの代表的な営業目的のタクシーと運送業について営業支出の内訳を示してある。

かつて車が高価だった時代には、営業支出に占める減価償却費の割合は相当なものだったが、相対的に車が安価となり、替わりに人件費が上昇した現在ではその割合が大幅に変わっている。この表から明らかなのは、一人の運転手が一台の車で得ることができる収益が増えれば、車体価格が多少高くても経済的にプラスになる条件が成立するということである。従って、電気自動車の普及を考える場合、収益の向上につながるという方向で車体開発を行なうのは重要な課題であると言える。

この考え方をタクシーに適用する場合には、相乗制ということが有り得る。日本ではタクシーの相乗りが認められていないが、東京での実車率は60%である。韓国ではこれが認められており、そのため実車率が85%と高い。日本でこれを認めようとする場合、乗客は他人と同じ車室内に乗り込むのを嫌う。そのために相乗用のタクシーとして客室を2つ設けた車を考える。これにより、実車率の大幅な向上が期待される。これをエンジン自動車で実現しようとする、エンジンの設置場所の確保の必要性からどうしても1ボックスワゴン車の形状にしない。この場合、エンジンが床下に来るため床の高さが高くなり、乗り降りの迅速性が要求されるタクシーには向かない。一方、電気自動車においては駆動部、電池部とも車室にせり出さない形にできるためにこれまでの乗用車と同一の床高さを想定しても十分に広い床面積を確保できる。

この場合に考えられる座席の配置の例を図3に示す。同図では運転席の左側とその後部に1つずつ、および最高部と運転席の後ろに計3席を設けるものとしてある。

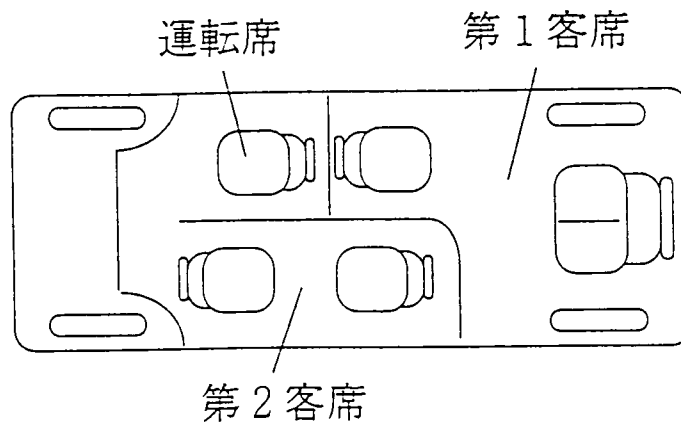


図3 客室を2つ設けた電動タクシーのレイアウト案

このように、タクシーにおいて相乗り制を認めるものとした時にその実車率は東京とソ

ウルのちょうど中間の値にまで向上するものと仮定する。また、実車の状態での相乗りの割合を20%とする。さらに、運転席の左側の車室は定員が2名なので料金を通常料金の80%に割り引くものとする。この条件で収入の増を求めると、現行に対して40%の増加となる。もし、その増加分の半分を経営側が受け取り、残りの半分を減価償却費に当てるとし、車体の寿命を5年とすると、車体価格は1600万円まで見込むことができるという計算になる。

つぎに、上記と同様の考え方を配送用トラックに適用する場合について検討する。配送用トラックには通常いわゆる2トン車が使われている。その大きさは幅1,700mm、長さ4,700mm、高さ2,500mm程度が一般的である。配送用の車に2トン車が使われる理由は荷台の大きさが適当であることが主であり、荷物の重さからの必要性で使われているわけでは必ずしもない。ある物流企業において配送用の荷物を積載した状態でのその重量を調べてみると、12台のトラックについてその最大の重さは1100kgであり、平均値はわずか870kgであった。このことから、配送用トラックにおいて効率を高めるには荷台の容積を増やすことが有効であることが明らかである。

もう1つ配送用トラックの利用のされ方として特徴的なことは、集配のために運転手が荷物を荷台から取り出す回数の多さである。宅配便においては1回に配送する荷物の個数が平均で100個、多い時で130個程度になると言う。2トン車の荷台の高さは通常80cm程度である。ということは、1個の荷物を届けるために運転手は運転台を降りて荷台に上がって荷物を取り出し、再び運転台に上るといった動作を繰り返すことによって1.6mの階段を上ることと同じ労働をしていることになる。これを1日に直すと160mの高さということになる。これはかなり大きな労働量である。

配送用トラックを電気自動車で実現する場合、新しい駆動系とバッテリービルトイン式フレームを採用するものとする、床の高さが乗用車並に低くでき、かつ床の上に置かなくてはならない運行用のパーツとしてはステアリングのみとなる。従って、荷台の高さを著しく低くできる。また、これまでのトラックと全高を同じとすると荷台の高さが低くなった分だけ容積を増やすことができる。例えば、荷台の高さがこれまでの80cmから30cmにまで下げられたとすると20%の容積増ということになる。これと荷台の上り下りの労働軽減によって一人の運転手が配送することができる荷物の量は容積の増加量にはほぼ近い分だけ増加すると見てもよいと考えられ

表4 電気タクシーに予測される仕様

項目	仕様
仕様	
全長	4700mm
全幅	1700mm
全高	1400mm
乗車定員	5名
総重量	1860kg
電池重量	530kg
空気抵抗係数	0.25
性能	
一充電走行距離 (10モード)	275km
最高速度	170km/時
加速性能 (0→400m)	18.5秒

電気自動車を用いるためには一回の走行距離が400kmは必要で、この性能のままでは実用的に利用はできない。

一日の走行距離を伸ばすには急速充電、性能の高い電池の利用、ハイブリッド化が有り得る。例えば、一充電で400km走行を可能にするには電池として80Wh/kgのエネルギー密度のものを利用すればよい。これは、ニッケル水素電池で実現されているレベルである。また、ハイブリッド化する場合にはわずか400Wの電力供給能力があれば間に合う。

つぎに、配送用トラックについて検討する。表5に想定される車輛の仕様を示す。車のサイズはエンジン式の2トン車の標準的車体と同一とする。また、使用するモーターはタクシーで想定したものと同一とする。この条件で計算した電池重量に対する一充電走行距離を図4に示す。同図で示されるように600kgの電池を積みれば10モード走行で100kmの走行が可能である。また、配送用トラックに必要と目される一充電で150kmの走行を可能にするには1200kgの電池で間に合う。この重量の電池をこのクラスの車輛に搭載することは十分に可能であり、配送トラッ

る。タクシーの場合と同様それによる収入増の半分を車体の減価償却費に当てるものとする、車体価格は2.7倍に増すことが可能である。

(4) 新しい利用形態に適合する車輛の基本性能
前節のような方向での電気自動車の普及を考えるとした場合の電気自動車の性能について検討する。

まず、タクシー用車輛についてみる。表4に想定される車輛の仕様を示す。同表のようにこの車輛の全体の大きさは5ナンバークラスの車と変わりない。ここでは同表に示されるような特性のモーターを用い、使用する電池は鉛とする。その重量は530kgとする。この条件に対して、本研究で開発されたシミュレーションプログラムを用いてその性能を計算した結果も表4に示してある。同表で示されているように加速性能と最高速度は実用上全く問題はないが、一充電走行距離が10モード走行で275kmである。タクシー用に電

表5 電動配送用トラックに予測される仕様

項目	仕様
全長	4700mm
全幅	1700mm
全高	2200mm
前面投影面積	3.4m ²
空気抵抗係数	0.4
車体重量(除電池)	2000kg
転がり摩擦係数	0.008
電池のエネルギー密度	38Wh/kg

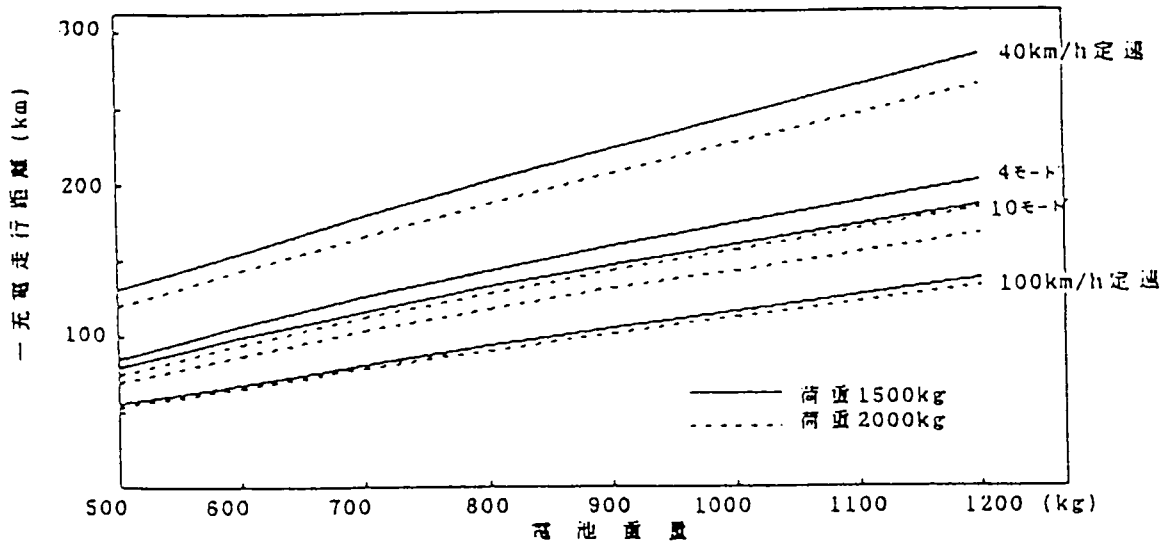


図4 配送用電気トラックの電池重量の変化に伴う一充電走行距離の変化の計算値

クの場合には純電気自動車で実用性を維持することが可能である。

(5) 地域導入システムの検討

前節の検討からタクシーや小口物流等に利用を目的とした電気自動車は新しい技術を導入し、かつ、新しい機能を加えることによって実用的となり、かつ経済的な有意性を得る可能性のあることが示された。このような電気自動車が普及するには、ある地域を限って導入を始めることが一つの重要な手段となると考えられる。ここでは中規模都市を想定してその可能性を検討する。

ここで想定している2種類の電気自動車は駆動系、シャシー、電池ともはほぼ同じものを使うことができる。このため、一方の車体開発に用いた技術は他車にも適用可能である。また、車の価格は2種類の車を同時に作るよりは1車種を大量に作る方が安くできる。これらのことから、その普及においてはまず1車種を選んで適用を図り、次いで他の車種に移る方が容易に普及が図れると考えられる。どちらの車種を先に選ぶかについてはタクシー、それも個人タクシーを初めとし、ついで法人タクシーに普及を図り、さらに物流トラックに移ることが容易であると考えらる。その理由は、個人タクシーは1日に走れる距離が170kmまでと定められており、法人タクシーに比べればかなり短い。このため、投入する電気自動車に必要な1日当りの走行可能距離も短く設定できる。また、タクシーを先に普及させること理由は中規模都市においては1つの繁華街、とくに鉄道駅を中心に車の運用が行なわれているが、駅を拠点とすることにより、大きなインセンティブが与えられるためである。それは、電動タクシーは屋根のある場所の下で客を拾うことを可能にできるということである。エンジンのタクシーは排ガスの関係でそれを行なうのは無理であるが、電動タクシーであればそれが可能である。すると、このようなタクシーは駅のホームのより近くで客を拾うことが可能となるし、時には空調の効いた待合室まで入り込むことができる。これによって客へのサービス向上につながるとともに電動タクシーがより頻繁に利用されることにつながる。

これを現実に可能にするためには、まず、現実にここで利用できる車輛を開発した上で、個人タクシーに対してはリース制度を利用して初期投資への負担をかけずに車輛が使えるようにすることが重要である。

また、駅の構内に電気自動車専用のタクシー乗り場を作るために公的な負担をすることが必要とされる。

このようにして、タクシーに電気自動車がある程度の台数投入されれば、その価格は比較的落ち着いたものになる。その上で配送用トラックに同様の技術を適用することによってより容易に導入が図られることになる。

6. まとめ

ここでは電気自動車を実際に普及させるための新しい車輛の技術的な検討と機能的な検討を行った。その結果、新しい車輛技術の導入により電気自動車の普及阻害の要因であった動力性能については大幅な向上が見られ、かつ、運用の方法の工夫によって初期価格に注意を払わずとも利用者が十分に経済的利益を得る方法を提案した。さらに、新しい技術の導入により機能の強化の面でも大きく向上し、これが経済的有意性を与える上で貢献できることも明かとなった。

研究発表の状況

1. 清水 浩 等 低公害車の開発と都市交通の将来；都市問題 83(11) 89-101
2. 清水 浩 等 地球温暖化と電気自動車の可能性；Journal of JSES Vol.18, No.6
3. H.Shimuzu et al. The concept and simulation of a high performance EV “IZA” ;11th International Electric Vehicle Symposium
4. Y.Baba, H.Shimuzu et al. Evaluation of Dynamic Performance of On-Road Test of IZA, A High Performance EV Developed by TEPCO ; 26th International Symposium on Automotive Technology and Automation