

E-0904 低炭素車両の導入によるCO<sub>2</sub>削減策に関する研究

## (2) 電動車両用充電設備の設置における問題とその解決策に関する研究

(独) 産業技術総合研究所

安全科学研究部門 素材エネルギー研究グループ 工藤祐揮

&lt;研究協力者&gt; (独) 産業技術総合研究所 安全科学研究部門 本瀬良子

山成素子 (平成21年度)

東京理科大学 理工学部 経営工学科 堂脇清志

伊藤匡亮 (平成21年度)

山成素子・中山英貴 (平成22年度)

平成21～22年度累計予算額 18,885千円 (うち、平成22年度予算額 8,948千円)

予算額は、間接経費を含む。

[要旨] 各地域の家庭における電力契約状況及び、冬季の電力機器使用実態を調査し、現在の家庭での電力契約・使用状況で電動車両を普通充電する場合、深夜は他の電力機器使用への影響はないが、午前中や夕方から深夜にかけてはアンペア契約制の場合にはブレーカーが落ちる可能性があり、家庭での電力マネジメントが必要であるとの示唆が得られた。自動車需要データの統計解析から、現在の自動車の使用実態を踏まえた実用的な電動車両の電池走行可能距離の目標値としては、軽乗用車では約60km、乗用車では約100kmが挙げられた。また同調査及び家庭での電力使用データの解析結果を用いて、現在の自動車需要の中で家庭での普通充電により電気自動車に代替可能な需要と、それにとまなうCO<sub>2</sub>削減効果を算出した。既存自動車に対する電気自動車のライフサイクル全体でのCO<sub>2</sub>排出量の優位性を検証するために、電気自動車のライフサイクルインベントリ分析を行い、搭載する電池容量がCO<sub>2</sub>排出量に与える影響に関する感度分析を行った。低価格ハイブリッド車・電気自動車・プラグインハイブリッド車の市販化と、いわゆる「エコカー補助金」「エコカー減税」の実施による消費者の電動車両に対する受容性の変化を、コンジョイント分析によって解析した。消費者の電動車両に対する受容性を踏まえ、電池性能の向上・電池量産効果による価格低下が達成された場合の2020年時点における電動車両の普及可能性の分析を行い、交付される補助金の額が電動車両の普及率とそれによるCO<sub>2</sub>排出削減量に大きな影響を与えることを確認した。

[キーワード] 電動車両、家庭充電、航続距離、普及可能性、消費者受容性

## 1. はじめに

運輸部門の省エネルギー (以下、省エネ) ・温暖化対策及び運輸エネルギーの石油依存度を低下させるため、自動車では従来のエンジン駆動に代わりモータ駆動するハイブリッド車 (HEV) 、電気自動車 (BEV) 、プラグインハイブリッド車 (PHEV) などの電動車両普及への期待が高まっている。電池走行可能な電動車両の大きな特徴の1つとして、ガソリンスタンドや商業施設などに設

置された充電設備だけでなく、家庭のコンセントからでも充電できることが挙げられるが、家庭での電力契約・使用状況や自家用乗用車の使用実態によっては、現在の電力設備では必ずしも充電できるとは限らない。また自動車用電力需要増加による系統電力への影響や、電動車両化による自動車構成部品に占める、資源制約がある希土類使用割合の増加による車両製造時の環境負荷の変化、さらには従来のエンジン自動車よりも価格が高い傾向にある電動車両に対する消費者の受容性の違いなどがあるため、自動車部門での今後の電動車両の大幅普及の可能性とそれに伴うCO<sub>2</sub>排出削減可能性を検討するためには、電動車両の環境性能だけでなく、電動車両を取り巻くその他の社会的要因を踏まえる必要がある。

## 2. 研究目的

本研究では、電動車両用充電シーンの中でも特に家庭でのコンセントからの普通充電の可能性に着目し、BEVやPHEVなど、車載された電池で走行可能な電動車両の導入と普及に向けた、電力インフラ側での問題点の抽出とその解決策の検討を行う。そのため、家庭における電力の契約・使用状況を調査し、電動車両の導入を想定する地域での自動車利用の実態を踏まえ、家庭での充電可能性を明らかにする。また電動車両普及時に想定される電力インフラ側からの技術的、制度的、社会的問題とその解決策の抽出と整理を行うとともに、電動系統への影響・電動車両に対する消費者の受容性を踏まえ、社会システム全体でのCO<sub>2</sub>排出量削減可能性を検討する。

## 3. 研究方法

各地域における家庭での電力契約及び、冬季の電力機器の使用実態を調査し、現在の家庭における電力契約・使用状況で追加的な設備投資なしでの電動車両充電可能性を把握した。自動車需要データの解析から、現在の自動車の使用実態を踏まえた実用的な電動車両の電池走行可能距離（航続距離）の目標値を検討するとともに、家庭での普通充電により現在の自動車需要の中でBEVに代替可能な需要を算出し、それにとまなうCO<sub>2</sub>削減効果の推計を行った。既存自動車に対する電気自動車のライフサイクル全体でのCO<sub>2</sub>排出量の優位性を検証するために、電気自動車のライフサイクルインベントリ分析を行い、搭載する電池容量がCO<sub>2</sub>排出量に与える影響に関する感度分析を行った。また、低価格HEV・BEV・乗用車型PHEVなどの相次ぐ市販化と、いわゆる「エコカー補助金」「エコカー減税」の実施による消費者の電動車両に対する受容性の変化を、コンジョイント分析によって解析した。さらに、消費者の電動車両に対する受容性を踏まえ、電池性能の向上・電池量産効果による価格低下が達成された場合の2020年時点における電動車両の普及可能性とCO<sub>2</sub>削減可能性の分析を行った。

## 4. 結果・考察

### (1) 家庭での電動車両普通充電可能性の検討

現在の家庭の電力契約・使用状況で追加的な設備投資なしでの電動車両の充電可能性を把握するため、各地域の冬季における家庭での電力機器の使用実態をインターネットより調査した。2010年2月18日～22日にかけて全国の20～69歳の男女を対象とした調査では、家庭での電力契約状況及び、家庭用電力機器の中で電力消費量が大きい暖房機器・洗濯乾燥機の使用・保有状況についてアンケートを実施し、有効回答数は2,949であった。全調査対象者のうち、東京電力管内居住者の

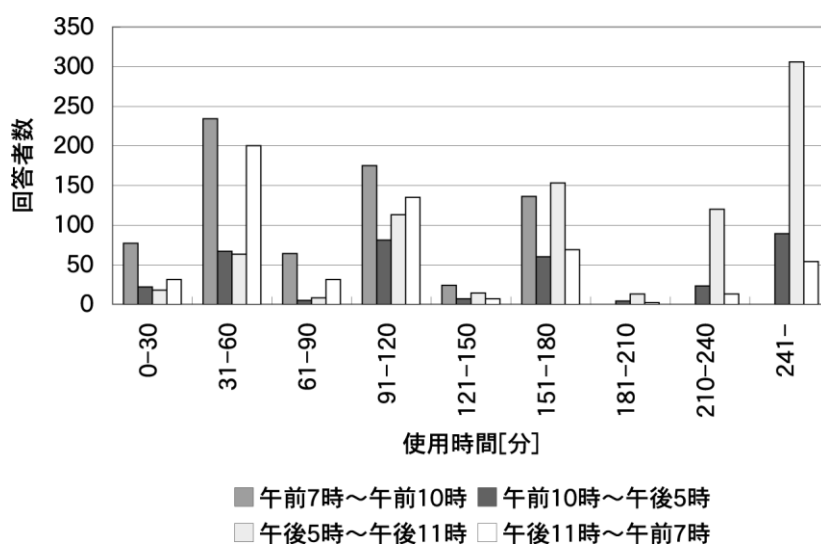


図-1 電気エアコン使用時間分布

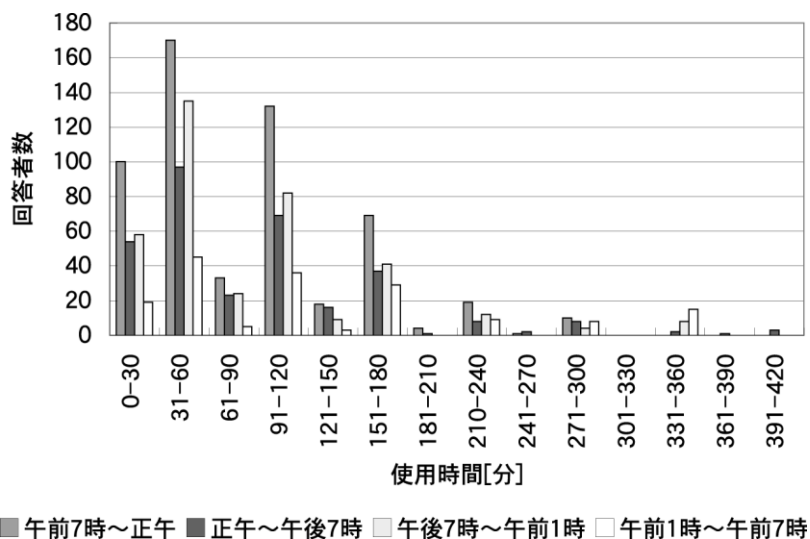


図-2 洗濯乾燥機使用時間分布

平均契約電力は34Aであった。一方で文献<sup>1)</sup>によると、平成19年度時点での東京電力管内一般家庭1軒あたりの平均アンペアは34.29Aであることから、調査対象者の母集団に対する代表性は保たれていると考えて、以下の解析を行った。

図-1、図-2に、時間帯別の電気エアコン使用時間及び洗濯乾燥機使用時間の分布を示す。電気エアコンは夕方から深夜にかけての長時間にわたって使用されている割合が高く、また洗濯乾燥機は午前中及び夕方から深夜にかけて使用される頻度が高いことが分かる。一方で、アンペア契約制を実施している電力会社管内居住者にブレーカーの落ちる家庭用電力機器の組み合わせについて質問したところ、エアコンと電子レンジ・炊飯器・電気ケトルなど、出力の高い調理器具を併用した場合にブレーカー落ちを経験した回答者の割合が高かった。このことから、現在の家庭での電力契約・使用状況で電動車両の充電を実施する場合、深夜は他の電力機器使用への影響はないが、午前中や夕方から深夜にかけては、アンペア契約制の場合にはブレーカーが落ちる可能

性があり、これらの時間帯に家庭でBEVの普通充電を行う場合には、電力マネジメントを行う必要があることが示唆される。

## (2) 電気自動車への代替可能性とそれによるCO<sub>2</sub>削減効果の検討

系統電力から充電した電力を自動車の走行エネルギーに使用するBEVやPHEVでモータ駆動をする場合、航続距離はエンジン駆動する自動車よりも短くなる傾向にある。したがって電動車両の普及可能性を検討するためには、電動車両・充電器の性能を踏まえると同時に、現在の自動車需要における走行距離や自動車使用時間などの自動車使用の実態を把握する必要がある。そこで本研究では、まず平成17年度道路交通センサス自動車起終点調査データ<sup>2)</sup>（以下、センサスOD調査）を解析し、乗用車・軽乗用車の1日の自動車使用の実態を把握した。また併せて家庭での電力使用データの解析を行い、自動車を使用していない時間帯に家庭で普通充電を行うことを想定した場合に、現在の自動車需要の中で電動車両の中でも特にBEVに代替可能な需要を試算し、それに伴うCO<sub>2</sub>削減効果の検討を行った。

### 1) センサスOD調査分析方法

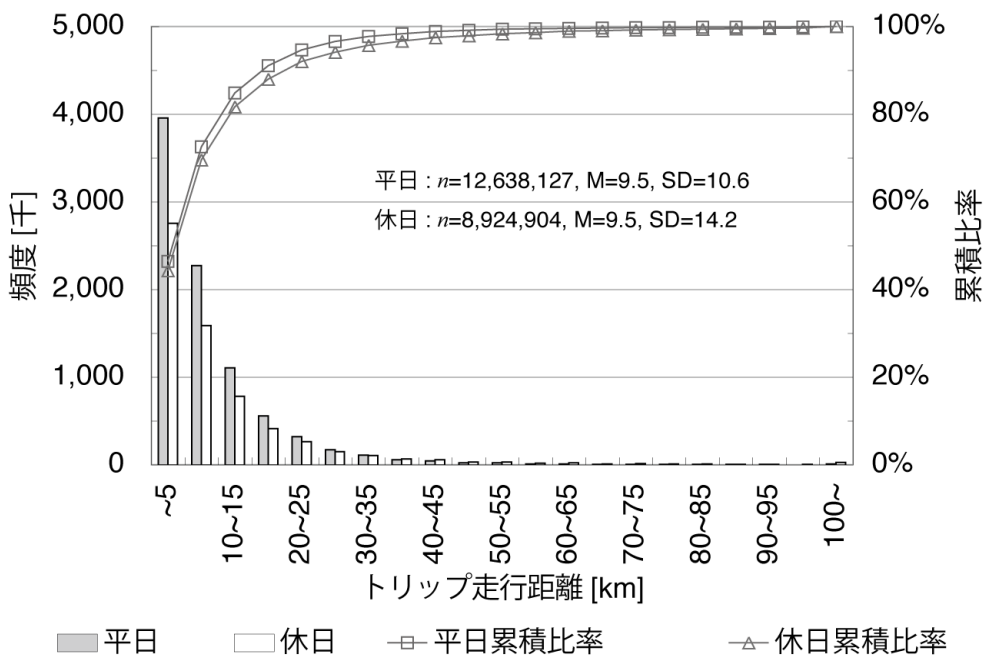
本研究では、平成17年度センサスOD調査のオーナーインタビューOD調査のうち、自家用車類調査（自家用乗用車（個人使用車）流動実態調査及び自家用乗用車（法人使用車）流動実態調査）の解析を行った。この調査は無作為に選ばれた自動車保有者へのアンケート調査に基づくものであり、平休日別に自動車ユーザの1日の個々のトリップ（純流動）及びトリップチェーン（総流動、複数のトリップから構成される）が与えられている。解析結果の統計的信頼性を高めるため、自家用車類調査に含まれる不備があるデータを除外した上で、トリップ及びトリップチェーンの傾向を分析した。

また本研究では、自動車を使用していない時間帯におけるBEVでの普通充電の可能性を検討するため、以下に示す「トリップチェーン停止時間」を定義して計算を行った。センサスOD調査はある1日の流動を対象としているため、トリップチェーン間の停止時間は計算することはできない。そこで調査対象者は毎平日・休日に同じ流動を繰り返すことを想定し、トリップチェーンを構成する第1トリップの出発時刻(A)と最終トリップの到着時刻(B)からトリップチェーン停止時間を計算した。例えば(A)が10月19日10時5分、(B)が10月19日16時55分の場合、トリップチェーン停止時間は(A)+1日-(B)=1030分（17時間10分）と計算される。

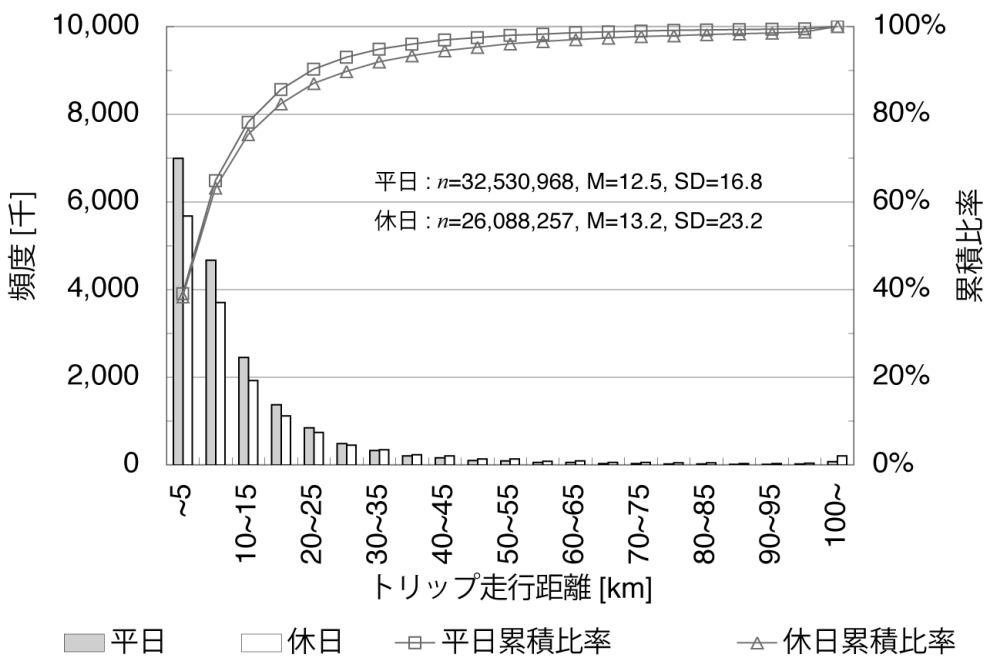
### 2) センサスOD調査分析結果

#### a トリップ走行距離

図-3に、軽乗用車・乗用車平休日別のトリップ走行距離を解析した結果を示す。いずれも指数分布様になっており、自家用・業務用、3大都市圏・それ以外の地域別にみても、全体のトリップの約60%がトリップ走行距離10km以下で構成されている。都市形態によって異なるが、全国のガソリンスタンド・コンビニエンスストアの平均存在密度はそれぞれ約0.1件/km<sup>2</sup>である。このことから、家庭での普通充電に加えガソリンスタンドやコンビニエンスストアに急速充電設備が設置されれば、BEVやPHEVを使用した場合でも、全体の約60%のトリップが充電設備に遭遇する可能性があるとの示唆が得られる。



(a) 軽乗用車



(b) 乗用車

図-3 トリップ走行距離分布 (n: サンプル数、M: 平均、SD: 標準偏差)

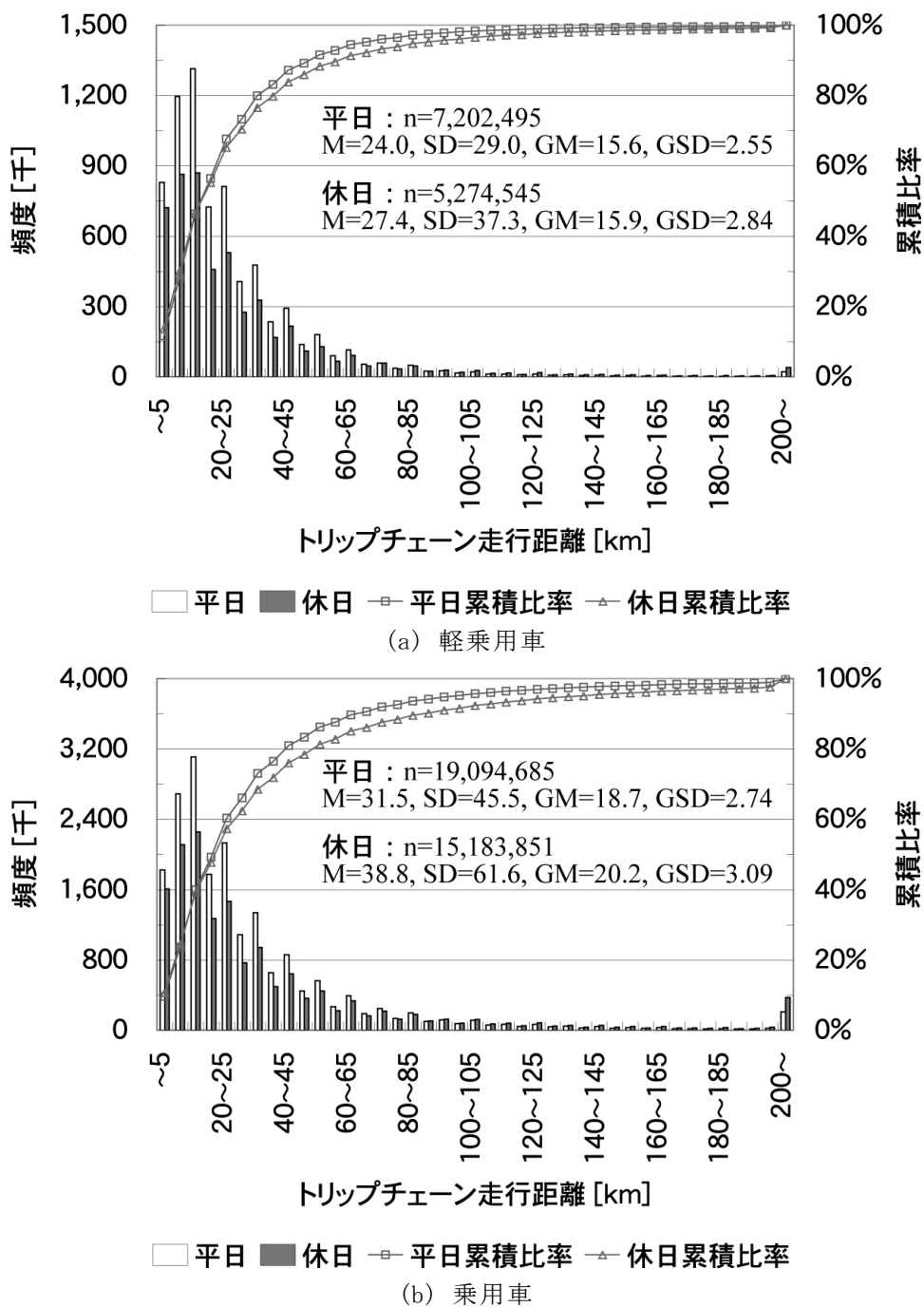


図-4 トリップチェーン走行距離分布

( $n$  : サンプル数、 $M$  : 平均、 $SD$  : 標準偏差、 $GM$  : 幾何平均、 $GSD$  : 幾何標準偏差)

#### b トリップチェーン走行距離

図-4に、軽乗用車・乗用車のトリップチェーン走行距離分布を平休日別に示す。短距離の自家用車類使用頻度が高く、いずれの分布も対数正規分布様であるため、図-4にはサンプル数( $n$ )、平均( $M$ )、標準偏差( $SD$ )に加え、幾何平均( $GM$ )、幾何標準偏差( $GSD$ )も示した。図-4から、軽乗用車

表-1 集計区分によるトリップチェーン走行距離記述統計と1シグマ範囲の違い

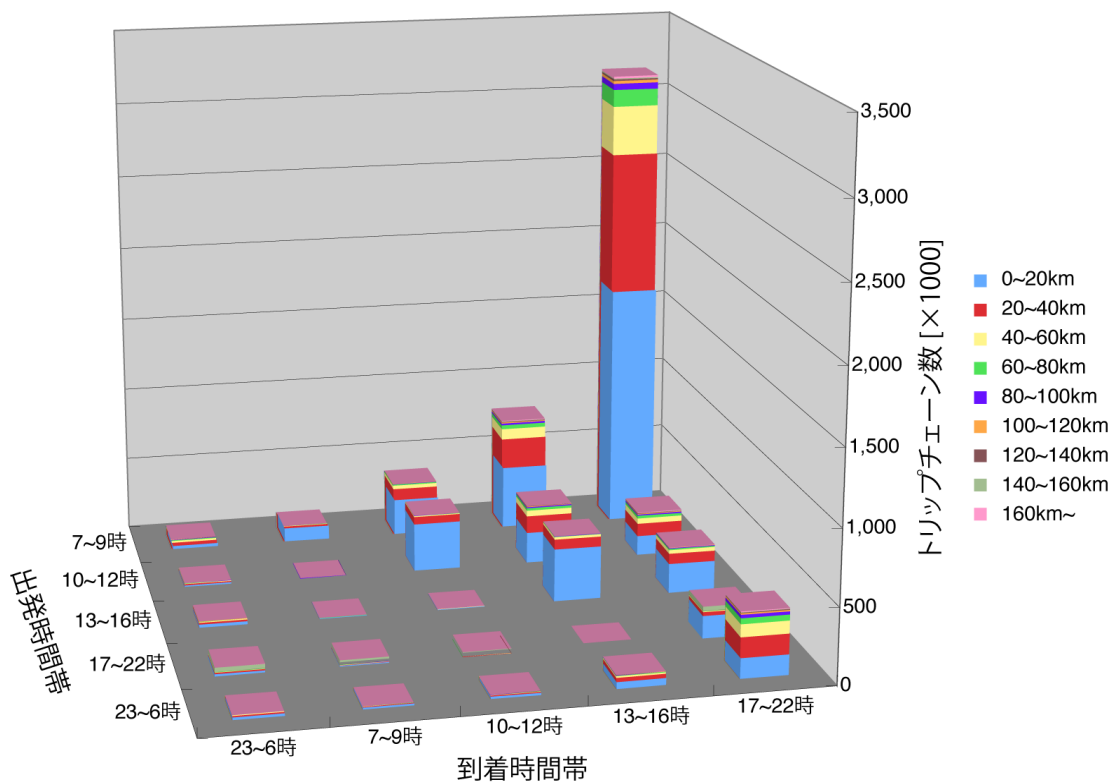
車種	平休日	使用形態	使用の本拠	n	M [km]	SD [km]	GM [km]	GSD [km]	1シグマ 範囲 [km]
軽 乗用車	平日	個人	都市	1,847,034	21.9	28.4	14.3	2.5	6 - 36
			地方	5,015,729	24.1	28.2	15.8	2.5	6 - 40
		法人	都市	119,100	32.5	39.7	20.1	2.7	7 - 55
			地方	220,632	33.5	39.6	19.8	2.9	7 - 58
	休日	個人	都市	1,460,610	24.1	34.1	14.3	2.7	5 - 39
			地方	3,698,524	28.6	38.4	16.6	2.9	6 - 48
		法人	都市	43,389	29.4	34.2	17.3	2.9	6 - 50
			地方	72,022	30.0	39.5	16.3	3.2	5 - 52
乗用車	平日	個人	都市	6,515,248	27.4	39.8	16.7	2.7	6 - 45
			地方	10,739,548	30.2	41.1	18.8	2.6	7 - 50
		法人	都市	797,910	48.8	64.6	26.9	3.1	9 - 83
			地方	1,041,979	57.9	80.5	29.3	3.4	9 - 99
	休日	個人	都市	5,801,097	34.4	57.2	18.1	3.0	6 - 54
			地方	8,664,235	41.0	63.4	21.5	3.1	7 - 67
		法人	都市	300,380	43.8	65.1	22.5	3.2	7 - 73
			地方	418,139	48.9	76.5	23.8	3.4	7 - 80

よりも乗用車の方が、また平日よりも休日の方が、トリップチェーン走行距離が長い傾向が確認できる。

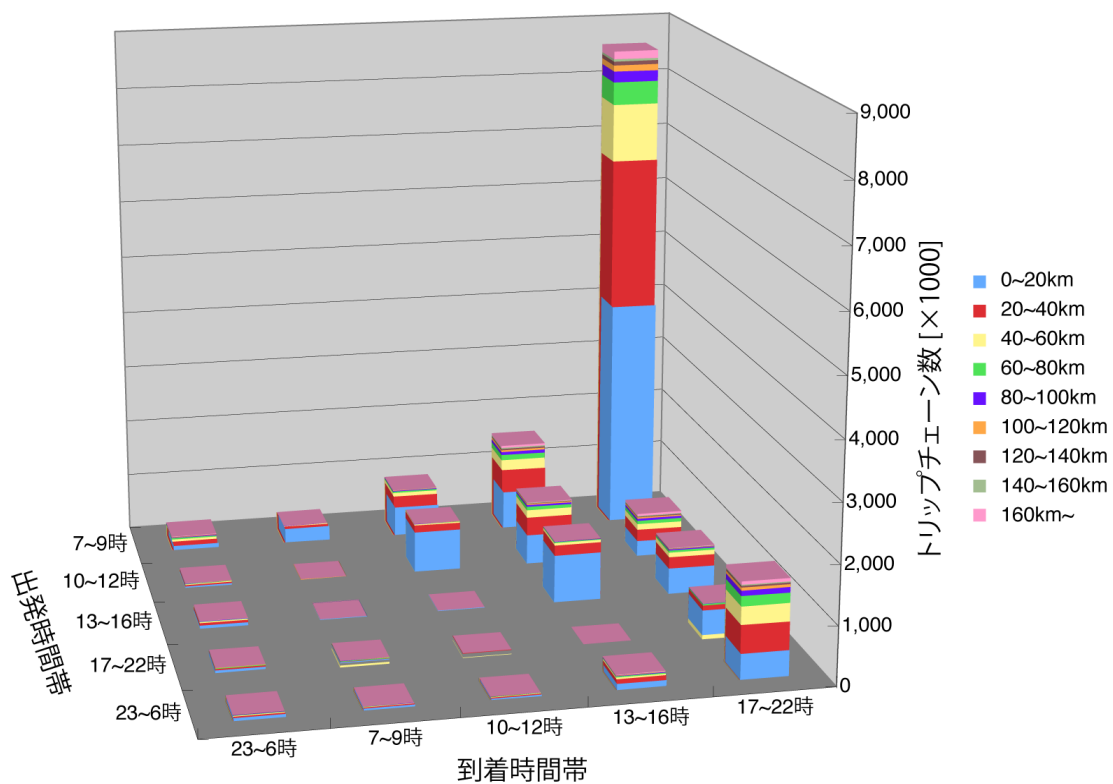
トリップチェーン走行距離分布特性をより詳細に把握するため、自家用車類の使用の本拠と、個人・法人使用による記述統計の違いを表-1に示した。ここで、使用の本拠の「都市」は東京都市圏、中京都市圏、京阪神都市圏それぞれで実施された第4回パーソントリップ調査の調査対象区域に含まれる市区町村とし、「地方」はその他としている。またそれぞれの分布が表-1に示した記述統計の対数正規分布に従うと仮定した場合の、トリップチェーンの1シグマ範囲（分布全体の68%が存在する範囲）も表-1に示した。使用地域・用途により分布が異なるために1シグマ範囲上限値は異なるが、集計区分による1シグマ範囲上限値が最も長くなる、表-1の灰色に着色した部分に着目すると、BEVの航続距離目標値を60km（軽乗用車）、100km（乗用車）とし、自動車非使用時にBEVの電池をフル充電できれば、現在の軽乗用車・乗用車需要全体の最低でも84%が、トリップチェーン途中で充電することなくBEVに代替できる可能性があることが示唆される。

### c 時間帯別・トリップチェーン走行距離別交通需要の特性

図-5、図-6に、トリップチェーンの開始・終了時刻とトリップチェーン走行距離の関係を平休日別にそれぞれ示した。軽乗用車・乗用車ともに、平日は朝に出発地を出て夕方から夜間にかけて終了する、主に通勤を目的とするトリップチェーンが大多数を占め、休日にはこれに加え、買い物やレジャーなど昼間に開始・終了するトリップチェーンが増えるなどの、現在の自動車使用の実態を、これらの図から把握することができる。



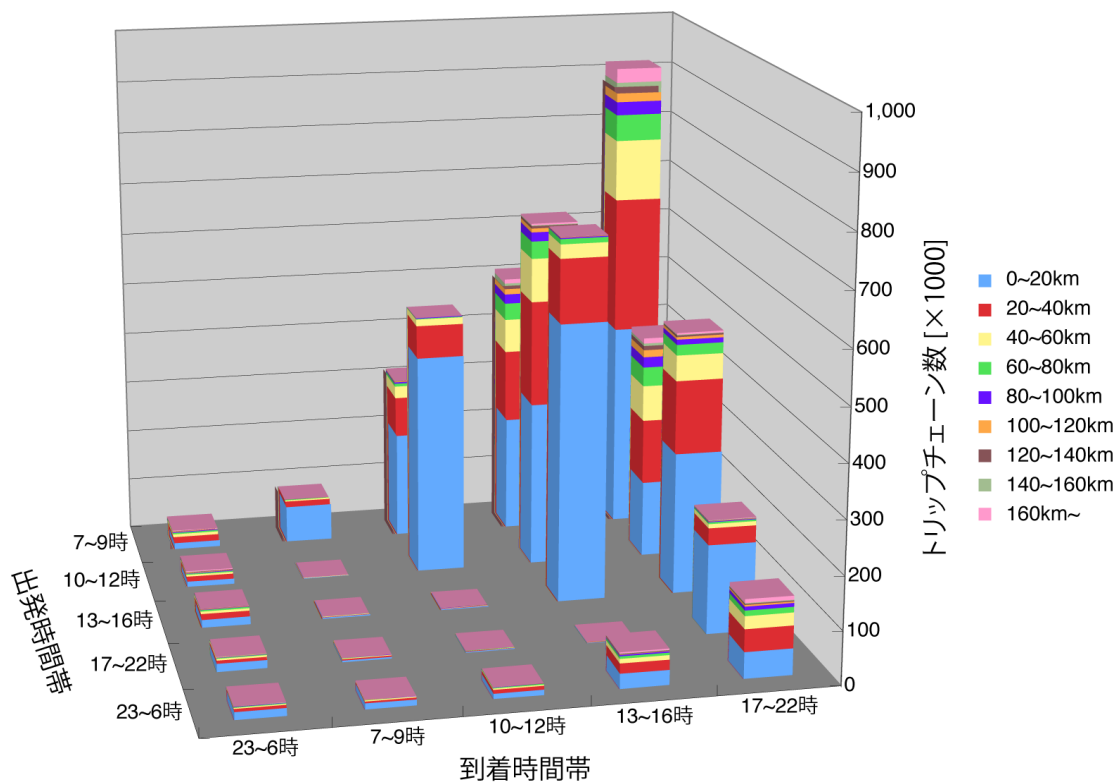
(a) 軽乗用車



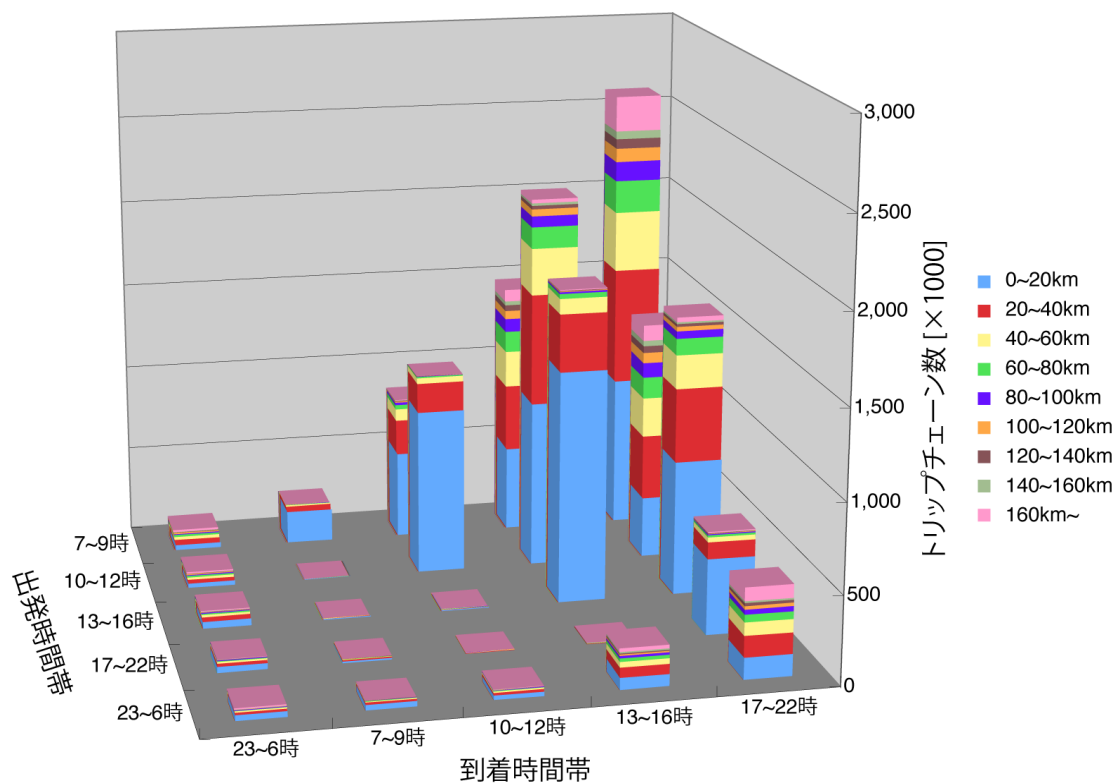
(b) 乗用車

図-5 平日の時間帯別・走行距離別交通需要





(a) 軽乗用車



(b) 乗用車

図-6 休日の時間帯別・走行距離別交通需要

## d トリップチェーン停止時間と走行距離

センサスOD調査では、トリップチェーンを構成するそれぞれのトリップの運行目的が与えられている。本研究ではトリップ運行目的を表-2の通りに整理し、トリップチェーンを構成する第1トリップ・最終トリップの組み合わせに基づいて運行目的別の交通需要の特性を把握した。

図-7に、平日軽乗用車のトリップチェーン停止時間と走行距離の関係を示した。トリップチェ

表-2 トリップ運行目的分類

本研究の分類	センサスOD調査の分類
出勤	出勤
私用	家事・買い物，食事・社交・娯楽（日常生活圏内），観光・行楽・レジャー（日常生活圏外），観光（名所・旧跡，催し物等を見る），保養（温泉，家族・知人との交流等），スポーツ，体験型レジャー（遊園地・ドライブ・釣り写真等），その他，その他私用（通院，習い事など），送迎
業務	荷物／貨物の運搬を伴わない業務、荷物／貨物の運搬を伴う業務、荷物は積んだが降ろさなかった、貨物を降ろした、貨物を降ろした際に他の付帯業務を行った
帰社	帰社
帰宅	帰宅
その他	登校，不明

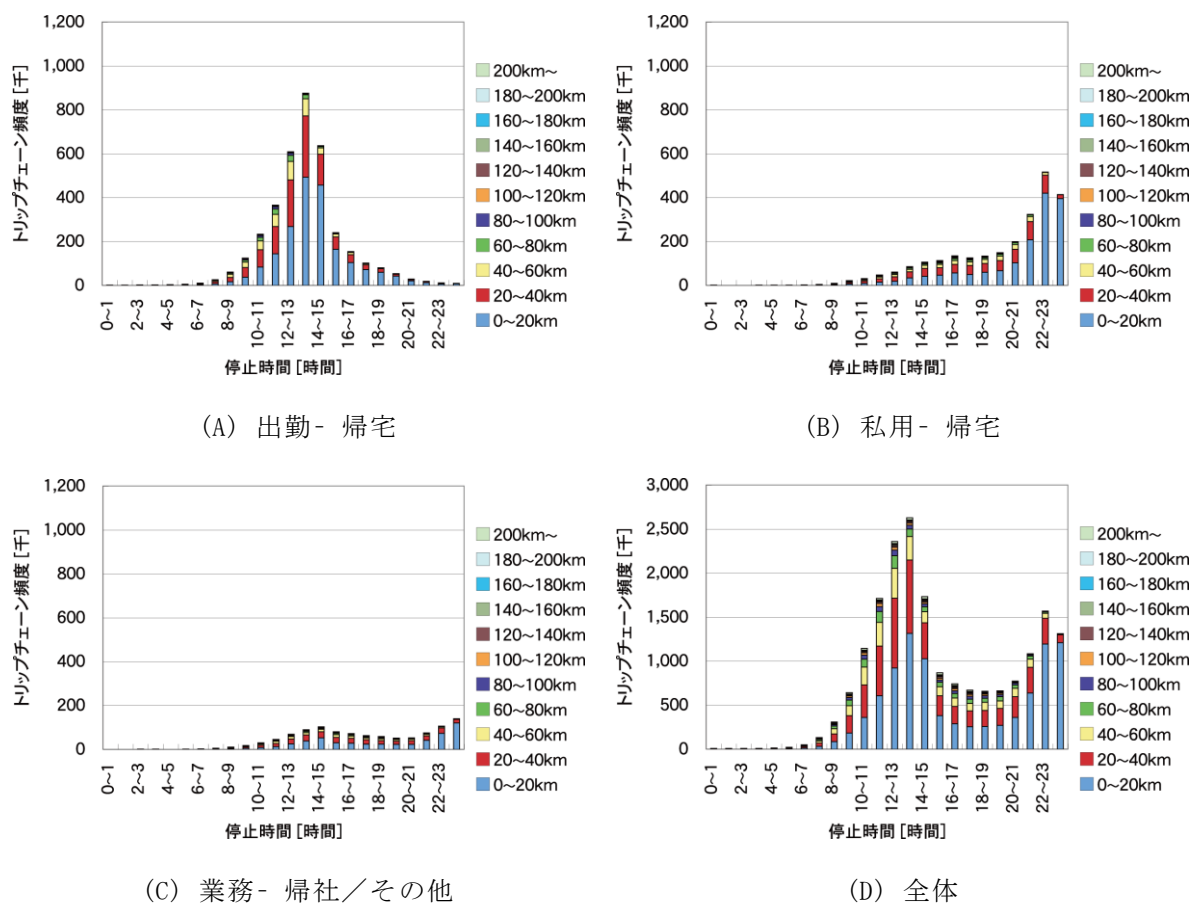


図-7 平日軽乗用車の運行目的別トリップチェーン停止時間と走行距離

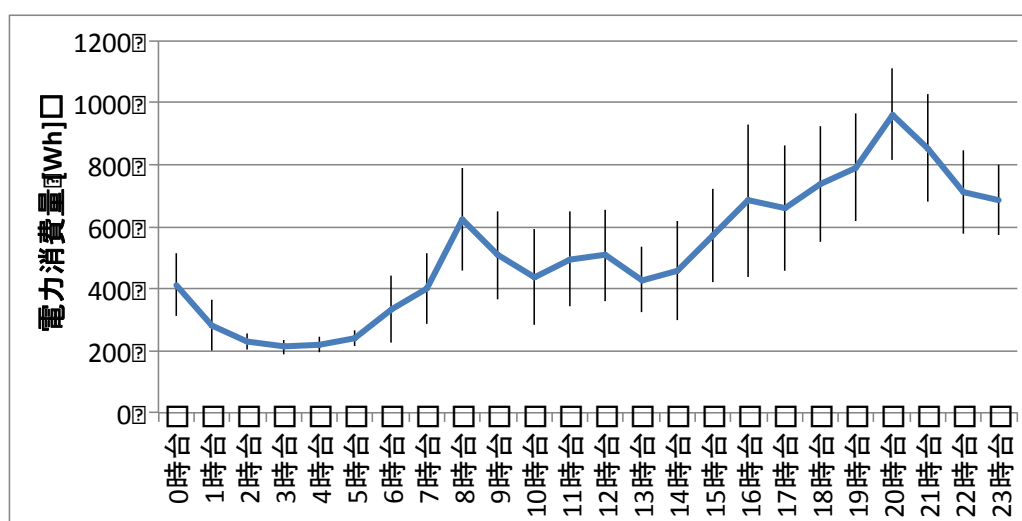


図-8 ある家庭における時間帯別電力需要とその95%信頼区間

ーン運行目的別にその特徴を捉えると、「出勤-帰宅」(図-7 (A))はほぼ正規分布様になっているのに対し、「私用-帰宅」(図-7 (B))、「業務-帰社/その他」(図-7 (C))はトリップチェーン停止時間が長い傾向にあることが確認できる。休日軽乗用車・平日乗用車・休日乗用車の分布についても、図-7と同様の分布形を示しており、また軽乗用車と乗用車とでもほぼ同じ傾向が現れている。

### 3) 家庭における時間帯別電力需要の概要

2) の分析から、時間帯別の自動車需要の特徴を把握することが可能となった。自動車を使用していない時間帯に家庭でBEVを普通充電する場合、家庭で使用している様々な電気機器による電力使用に影響を与えることなく充電できることが望ましい。この可能性を検討するためには家庭における時間帯別電力需要を把握する必要がある。様々な研究や実証試験で家庭での電力消費量実測データの取得が行われているが、信頼できるデータを入手することができなかった。利用可能な実測データを探索していたところ、ある実証実験のモデル住宅居住者の好意により、同世帯で取得している時間帯別電力使用データの一部を提供していただいた。提供いただいたデータは、近畿地方の戸建て住宅に住む3人世帯のものであり、契約電力100V、毎月1日の24時間のデータを12ヶ月分から構成されている。このデータに基づき、年間平均の時間帯別電力需要とその95%信頼区間を算出した(図-8)。

### 4) 普通充電により電気自動車に代替可能な自動車需要とCO<sub>2</sub>削減効果の推計

センサスOD調査及び家庭における時間帯別電力需要データに基づき、家庭での普通充電によりBEVに代替可能な自動車需要とCO<sub>2</sub>削減効果の推計を行った。家庭における時間帯別電力需要は、電力会社との契約形態、居住地、世帯構成や戸建て・集合住宅の別により大きく異なるが、入手可能なデータの制約から図-8に示した需要に基づいて推計した。

ここでは、センサスOD調査データに含まれる自動車需要のうち、家庭を発着とし、かつ家庭で

表-3 想定した電気自動車の性能

電池容量	軽乗用車：16kWh 乗用車：24kWh
フル充電時間	軽乗用車：14時間（100V）、7時間（200V） 乗用車：28/16時間（100V）、8時間（200V）
充電器定格電力	15A（100V、200V）
航続距離	軽乗用車：60km、100km 乗用車：100km、200km

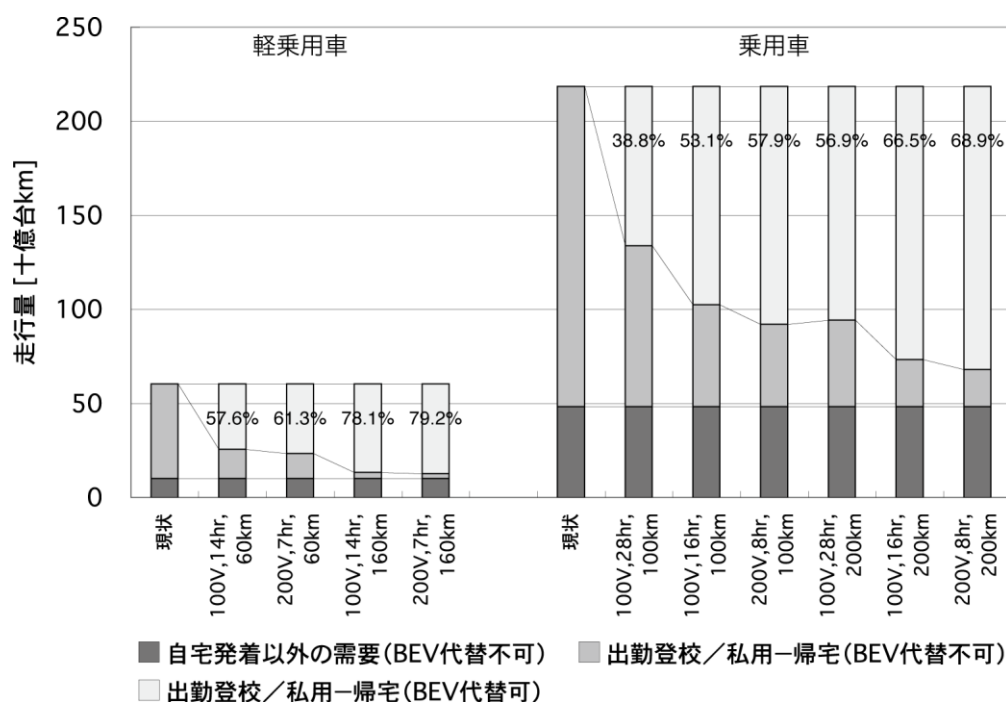


図-9 電気自動車に代替可能な自動車需要

停車中にトリップチェーン走行距離を走行するために必要となる電力量を充電可能な需要が、BEVに代替可能であるとした。想定したBEVの電池容量・フル充電時間・航続距離は、現在市販中のBEVの性能、文献<sup>3)</sup>及び図-4の結果を参考に、表-3の通り設定した。

家庭用普通充電装置の定格電流は15Aであるが、図-8に基づく1日を通じて家庭（電源電圧100V）での使用電流の95%信頼区間上限値は12Aを上回ることはない。電力会社との電力契約形態としてはアンペア契約制と最低料金制があり、アンペア契約制の場合にはBEV充電電力と使用している家庭用電力機器の使用電力の和（27A）が契約アンペア数を上回ることが懸念される。しかし、（1）で示したように東京電力を例にとると、平成19年度時点では一般家庭1軒あたり平均アンペアは34.29Aであり、27Aを上回っている。このことから、平均的な家庭での電力契約の状況と図-8から判断すると、1日を通じてBEVを家庭で普通充電行うことができるものと考えられる。

図-9に、現在の軽乗用車・乗用車需要のうち、設定したフル充電時間・航続距離の組み合わせによるBEVに代替可能な走行量の割合を示す。充電時間が長く航続距離が短い場合（軽乗用車：フル充電14時間、航続距離60km、乗用車：フル充電28時間、航続距離100km）、軽乗用車・乗用車ではそれぞれ走行量全体の58%、39%がBEVに代替可能であり、充電時間が短く航続距離が延伸した場

合には（軽乗用車：フル充電7時間、航続距離160km、乗用車：フル充電8時間、航続距離200km）、軽乗用車・乗用車ではそれぞれ走行量全体の79%、69%がBEVに代替可能であると推計された。またこれに伴うCO<sub>2</sub>削減効果は、電力のCO<sub>2</sub>排出係数として日本全国の全日平均の値を用いると、充電時間が長く航続距離が短い場合には軽乗用車は58%、乗用車は39%であり、また充電時間が短く航続距離が延伸した場合には軽乗用車は79%、乗用車は69%と計算された。

市販中のBEVの充電電圧は、より充電時間を短くし、かつ家庭で使用されている既存の電気機器の電力消費量への影響を極力減らすために200Vが推奨されている。しかし現在の自動車使用では停止時間が長い需要が多いため、充電時間短縮によるBEVへの代替効果は大きな変化がない。その一方で航続距離の延伸によってBEVに代替可能な自動車需要が多く、BEVの大幅普及には航続距離の延伸が必要不可欠であると示唆される。

なお、本研究で行った分析は家庭での普通充電だけを想定しているため、急速充電スタンドが街中に整備された場合には、BEVに代替可能な自動車需要はより増加することに留意されたい。また家庭での電力使用状況は、入手可能なデータの制約からある特定の家庭におけるデータ及び平均的な電力契約の統計値に基づいているため、家庭での充電可能性をより詳細に検討するためには、戸建て・集合住宅や居住地域による電力使用の違いが反映できるデータを入手して解析をする必要があることを付記する。

### （3）電気自動車のライフサイクルCO<sub>2</sub>排出量の推計

電動車両は走行時のCO<sub>2</sub>排出量は既存のエンジン自動車を下回るが、二次電池やモータ・インバータなどの電気走行するために必要な装置が必要となるため、製造段階のCO<sub>2</sub>排出量はエンジン自動車よりも多くなる。従って、電動車両のエンジン自動車に対するCO<sub>2</sub>排出面での優位性は、自動車の製造から走行・維持・自動車用燃料製造までを含む、ライフサイクル全体で評価する必要がある。

そこで本研究では電動車両の中でもBEVに着目し、BEVを構成する部品データ及び産業連関表を用いてBEV製造時のライフサイクルインベントリ分析を行うとともに、燃料供給・走行段階のCO<sub>2</sub>排出量をシミュレーションモデルなどを用いて解析し、BEVの実走行時のライフサイクルCO<sub>2</sub>排出量を算出し、この結果をガソリン自動車と比較した。本分析方法の基本的な枠組は文献<sup>4)</sup>で構築したモデルに基づいており、ライフサイクル評価の機能単位は、ガソリン自動車・BEVともに11年使用・総走行距離11万kmとした。

BEVのライフサイクルCO<sub>2</sub>排出量を左右するのは、BEV部品データ、特にBEVの性能を左右する二次電池のインベントリデータである。本研究で入手できたリチウムイオン電池のインベントリデータは、1997年当時の技術水準に基づくもの<sup>5)</sup>である。その当時と比べて現在ではリチウムイオン電池技術は飛躍的な向上を遂げているが、特許の問題等もあるために現在の技術水準を反映したデータを入手することはできなかった。そこで、入手可能なデータに基づき、BEVに搭載するリチウムイオン電池容量を変化させた場合のライフサイクルCO<sub>2</sub>排出量の感度分析を実施した。想定した電池容量は、45kWh（文献<sup>4)</sup>で想定されている容量）、24kWh（現在市販中の乗用車型BEVの容量）、15kWh（現在市販中の軽乗用車型BEVの容量16kWhとほぼ同じ）の3種類である。

図-10に、ガソリン自動車及びBEVのライフサイクルCO<sub>2</sub>排出量を示す。ガソリン自動車と比較したBEV製造時のCO<sub>2</sub>排出量増加分を、どれだけ燃料製造・走行段階で相殺できるかが課題となる。搭

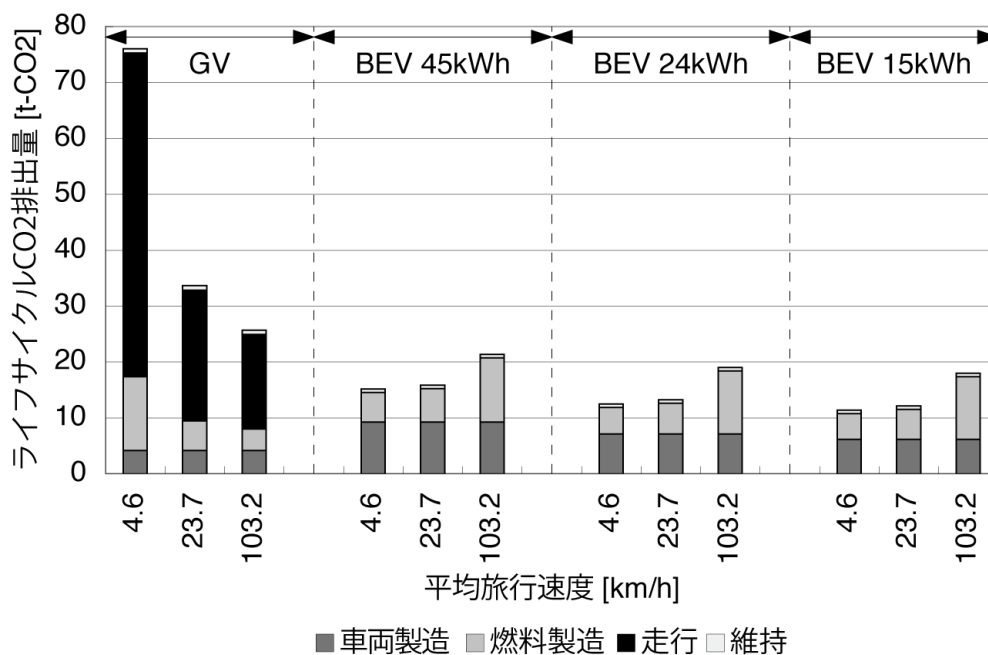


図-10 ガソリン自動車・電気自動車のライフサイクルCO<sub>2</sub>排出量

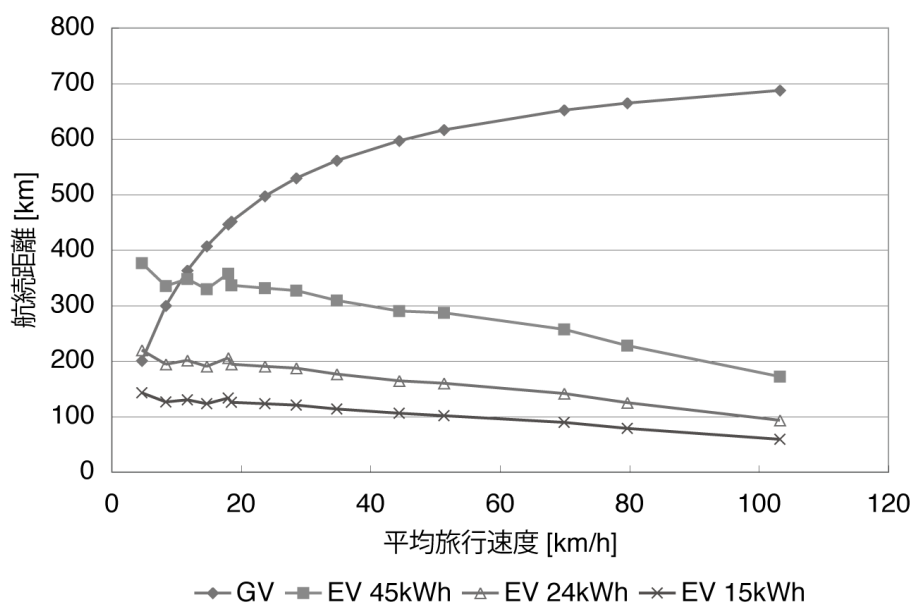


図-11 ガソリン車・電気自動車の航続距離の変化

載する電池容量を小さくした場合にはライフサイクルCO<sub>2</sub>排出量は減少するが、その一方で図-11に示すように平均旅行速度が高くなると航続距離も減少するため、BEVの使用方法によってはより頻度高く充電する必要がある。BEVの環境性能と、(2)に結果を示したセンサスOD調査分析結果などから示唆される自動車としての利便性の両方のバランスを考えた上で、BEVの仕様を決定する必要があると考えられる。

表-4 設定した属性と水準

属性	水準
動力装置	ハイブリッド車 (HEV)、プラグインハイブリッド車 (PHEV)、電気自動車 (BEV)
車両価格[万円]	80, 130, 180, 230, 280 (軽乗用車)、 150, 200, 250, 300, 400 (乗用車)
航続距離[km]	80, 200, 400, 600, 800 (軽乗用車)、 100, 250, 250, 700, 1000 (乗用車)
走行コスト[円/km]	1, 2, 3, 5, 8 (軽乗用車) 1, 3, 5, 8, 12 (乗用車)
乗車定員[人]	1, 2, 4 (軽乗用車) 2, 4, 5, 8 (乗用車)
基準車	GV、120万円、500km、6円/km、4人 (軽乗用車) GV、180万円、650km、7円/km、5人 (乗用車)

#### (4) 消費者の電動車両に対する選好の変化

わが国の自動車市場では、従来よりも低価格なHEVの相次ぐ市販化（2008年以降）、軽乗用車型BEVの法人向け（2009年7月）・個人向け（2010年4月）販売開始、乗用車型BEVの販売開始（2010年12月）、PHEVの法人向け販売開始（2009年12月）など、電動車両の大幅普及に向けた兆しが見られる。また経済刺激策の一環として2008年4月から2009年9月まで実施されたいわゆる「エコカー補助金制度」の効果も相まって、特にHEVの保有台数は大幅に増加し、2010年3月末現在では98万台を数えた。これらの電動車両市場を巡る動きによって、消費者の電動車両に対する選好も変化したものと予想される。

本研究では、H20年度の先行研究<sup>6)</sup>及び本研究課題でH21年度に消費者に対して実施したインターネットアンケート調査の中で、電動車両を含む様々な車両に対する選択実験を実施してきた。この選択実験を再度H22年度も実施し、H20年度（2008年度）からH22年度（2010年度）にかけての消費者の電動車両に対する選好の変化を、コンジョイント分析により解析した。コンジョイント分析は、環境経済学や計量心理学・マーケティングの分野で発展した手法であり、選択実験によって得られた消費者の製品やサービスに対する選好順位データから、各製品・サービスを構成する属性が持つ部分効用と選択対象の全体効用を同時に求めることができる手法である。

調査の実施時期及び有効回答数は、2008年度は2009年2月13日～17日、有効回答数5,208（回収率24.2%）、2009年度は2010年2月12日～18日、有効回答数7,254（回収率23.4%）、2010年度は2011年1月20日～26日、有効回答数8,256（回収率16.5%）であった。調査では、3年以内に被験者が現在保有している自動車を新車に買い換えることを想定し、乗用車に対して設定した属性と水準（表-4参照）を組み合わせた代替案を4つずつ、8回にわたって被験者に示すことにより、消費者の表明選好に関するデータを収集した。ここで、対象とする乗用車の全体効用  $V$  は、表-4の属性及び基準車に対して式(1)で表されるものとした。

$$V = \beta_1 HEV + \beta_2 BEV + \beta_3 PHEV + \beta_4 (VR - VR_b) + \beta_5 (DC - DC_b) + \beta_6 (RC - RC_b) + \beta_0 (VP - VP_b) \quad (1)$$

ただし、 $\beta$ ：係数、 $HEV$ 、 $BEV$ 、 $PHEV$ ：動力装置に対するダミー変数、 $VR$ ：航続距離、 $DC$ ：走行コスト、 $RC$ ：乗車定員、 $VP$ ：車両価格、添字 $b$ ：基準車、である。

表-5 軽乗用車コンジョイント分析結果

基準車：ガソリン車、120万円、500km、6円/km、4人

	FY2008			FY2009			FY2010		
	部分効用 (*:5% 有意)	標準誤差	限界支払 意志額 [万円]	部分効用 (*:5% 有意)	標準誤差	限界支払 意志額 [万円]	部分効用 (*:5% 有意)	標準誤差	限界支払 意志額 [万円]
車両価格 [百万円]	-0.0166*	2.54 $\times 10^{-4}$		-0.0169*	2.69 $\times 10^{-4}$		-0.0166*	2.74 $\times 10^{-4}$	
HEV	0.581*	3.92 $\times 10^{-2}$	35.1	0.437*	4.04 $\times 10^{-2}$	25.9	0.396*	4.17 $\times 10^{-2}$	23.9
PHEV	-0.585*	5.08 $\times 10^{-2}$	-35.3	-0.657*	5.31 $\times 10^{-2}$	-39.0	-0.729*	5.50 $\times 10^{-2}$	-43.9
BEV	0.188*	2.46 $\times 10^{-2}$	11.4	0.0928*	2.57 $\times 10^{-2}$	5.51	0.0422	2.67 $\times 10^{-2}$	2.54
航続距離 [100km]	0.238*	7.73 $\times 10^{-3}$	14.3	0.256*	8.07 $\times 10^{-3}$	15.2	0.257*	8.22 $\times 10^{-3}$	15.5
燃料費 [円/km]	-0.264*	5.99 $\times 10^{-3}$	-15.9	-0.249*	6.37 $\times 10^{-3}$	-14.8	-0.238*	6.55 $\times 10^{-3}$	-14.3
乗車定員 [人]	0.746*	1.19 $\times 10^{-2}$	45.0	0.728*	1.24 $\times 10^{-2}$	43.2	0.700*	1.28 $\times 10^{-2}$	42.2
サンプル数	2,044x8 = 16,352			1,947x8 = 15,576			1,829x8 = 14,632		
尤度比指数	0.338			0.349			0.345		

表-6 乗用車コンジョイント分析結果

基準車：ガソリン車、180万円、650km、7円/km、5人

	FY2008			FY2009			FY2010		
	部分効用 (*:5% 有意)	標準誤差	限界支払 意志額 [万円]	部分効用 (*:5% 有意)	標準誤差	限界支払 意志額 [万円]	部分効用 (*:5% 有意)	標準誤差	限界支払 意志額 [万円]
車両価格 [百万円]	-0.0105*	1.38 $\times 10^{-4}$		-0.0109*	1.09 $\times 10^{-4}$		-0.0105*	9.80 $\times 10^{-5}$	
HEV	0.307*	2.42 $\times 10^{-2}$	29.3	0.246*	1.92 $\times 10^{-2}$	22.6	0.169*	1.75 $\times 10^{-2}$	16.1
PHEV	-0.0146	1.87 $\times 10^{-2}$	-1.39	0.00202	1.46 $\times 10^{-2}$	0.186	-0.0623*	1.33 $\times 10^{-2}$	-5.96
BEV	-0.172*	2.38 $\times 10^{-2}$	-16.4	-0.190*	1.83 $\times 10^{-2}$	-17.4	-0.296*	1.67 $\times 10^{-2}$	-28.3
航続距離 [100km]	0.150*	3.63 $\times 10^{-3}$	14.4	0.173*	2.89 $\times 10^{-3}$	15.9	0.183*	2.64 $\times 10^{-3}$	17.5
燃料費 [円/km]	-0.185*	2.97 $\times 10^{-3}$	-17.7	-0.185*	2.31 $\times 10^{-3}$	-17.0	-0.173*	2.09 $\times 10^{-3}$	-16.5
乗車定員 [人]	0.314*	6.05 $\times 10^{-3}$	30.0	0.322*	4.72 $\times 10^{-3}$	29.6	0.315*	4.30 $\times 10^{-3}$	30.1
サンプル数	3,164x8 = 25,312			5,307x8 = 42,456			6,427x8 = 51,416		
尤度比指数	0.156			0.165			0.166		

軽乗用車及び乗用車のコンジョイント分析の結果を、それぞれ表-5、表-6に示す。軽乗用車・乗用車ともに、乗車定員に対する部分効用が最も高くなった。電動車両化により乗車定員が犠牲



となるような仕様の電動車両は消費者に受容されない可能性があるとの示唆が得られる。また走行コストに対する部分効用が負の値を示していることから、消費者は乗用車を購入するにあたって燃費や燃料価格を重視していることがわかる。航続距離に対する部分効用は、たとえば2010年度軽乗用車では0.257と小さく見えるが、現在市販中の軽乗用車型BEVを例にとると航続距離は160kmであり、これを表-4に示した基準車の航続距離及び式(1)、表-5から計算すると、部分効用は0.874下がることとなり、特に航続距離が短くなる傾向にあるBEVに対しては他の車種と比較して消費者受容性が低くなることが予想される。

ここでは3ヶ年の結果のうち、動力装置の部分効用の変化に着目する。動力装置の部分効用は、基準のガソリン車に対する環境イメージを示している。動力装置全体としては、部分効用は毎年下がってきている。HEVについては、相次ぐ市販化とエコカー補助金実施によってより身近な存在になってきているものと考えられる。その一方で、乗用車型BEV・軽乗用車型PHEVに対する部分効用はマイナスであり、乗用車型PHEVについては有意な推計結果が得られなかった(有意水準5%)。

CO<sub>2</sub>排出量が少ないBEV・PHEVは自動車部門のエネルギー・環境問題解決の鍵と考えられているが、HEVが身近なものとなりつつある状況で、価格が高く、また航続距離の制約もあるBEV・PHEVに対する消費者の現在の評価は必ずしも高くない。価格低下や航続距離の延伸だけでなく、充電設備の整備やBEV・PHEVの電池に蓄えられた電力を家庭用電源としても使用するVehicle to Gridの実施による高付加価値化といったインフラ側での対策、現在の補助金や減税などの優遇策に類似する、あるいは代わる施策の実施など、BEV・PHEVに対する受容性を高め、社会に幅広く普及させていくための方策が必要であると考えられる。

#### (5) 軽乗用車代替電気自動車の普及可能性分析

電動車両の政府の国内普及目標値として、例えば次世代自動車戦略2010<sup>7)</sup>では、BEV・PHEVの割合を2020年時点において新車販売台数の15~20%にする目標を掲げており、また次世代自動車普及戦略<sup>8)</sup>ではBEVに関して、2020年時点で軽乗用車・乗用車合計で販売台数20万台(BEVのシェア10%)、保有台数209万台(BEVのシェア3%)の販売・普及見通しを立てている。これらの電動車両普及目標では、今後の電池性能の向上による航続距離の延伸と電池の量産効果による車体価格の低下が見込まれているが、これを換言すると、電動車両の性能向上と価格低下が進んだ場合に普及が進むという前提に立っている。電動車両は従来のエンジン駆動する自動車の代替手段であるが、その性能や車両価格は従来車と異なるため、実際の普及可能性を検討するにあたっては、消費者の電動車両に対する選好を踏まえる必要がある。そこで、電池の性能向上と量産効果による価格低下及び電動車両に対する消費者選好調査の結果を踏まえ、2020年までを対象として軽自動車代替BEVの普及可能性分析を行った。

##### 1) 前提条件

本研究では、2010年4月から個人向けに販売開始された軽乗用車代替BEVをベース車両とした(表-7)。現在市販中・市販予定のBEVについては、車体価格に占める電池の割合の高さが指摘されているが、本研究では株式会社富士経済の推計値<sup>9)</sup>に基づき、16kWhリチウムイオン電池の価格が200万円であるとして分析を行った。また軽乗用車代替BEVに搭載される電池容量・重量及びBEVの電力消費率は、現在から将来にわたって表-7の通り一定であるとして分析を行った。

表-7 ベースとした軽乗用車代替BEVの諸元

車両本体価格	379万円（税抜）（電池200万円、その他179万円）
車両重量	1,100kg
乗車定員	4人
搭載電池	リチウムイオン電池（容量16kWh、重量200kg）
航続距離	160km
電力消費率	0.125kWh/km（充電効率含む）

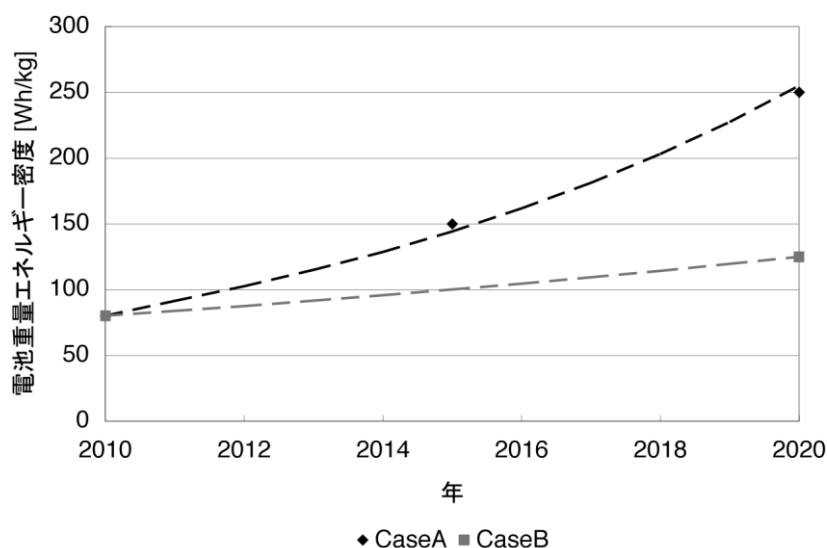


図-12 電池重量エネルギー密度の推移

表-7から計算される現在市販中の軽乗用車代替BEVのリチウムイオン電池重量エネルギー密度は80Wh/kgであるが、今後の電動車両の大幅普及に向けて電池性能も大幅に向上することが予想される。本研究ではNEDO次世代自動車用蓄電池技術開発ロードマップ2008<sup>10)</sup>に基づき、図-12に示すように電池の重量エネルギー密度が向上する2つのケース（CaseA：文献<sup>10)</sup>の通りに推移する場合、CaseB：2020年における性能が文献<sup>10)</sup>の半分にとどまる場合）を想定した。

また表-7から計算される現在市販中の軽乗用車代替BEVの電池価格は、125,000円/kWhである。今後のリチウムイオン電池価格の推移に関しては様々な予想があるが、本研究では図-13に示す3つのケース（Case1：文献<sup>9)</sup>の推計値、Case2：株式会社ハイエッジの推計値（USD/kWh）<sup>11)</sup>を、2010年4月15日を替レート終値で円換算したもの、Case3：文献<sup>10)</sup>の推計値）を想定した。

モータやインバータなど、BEVを構成する部品も量産効果によって低下することが予想されるが、本研究ではこれらの価格低下は想定せず、軽乗用車代替BEVの車両価格は、リチウムイオン電池の価格と、表-4に示した電池を除いたその他の部分の価格（179万円）との和で決まるものとした。

BEVを購入する場合に交付される補助金は、いわゆる「エコカー補助金」に加え、経産省クリーンエネルギー自動車等導入促進対策（電気自動車導入費補助事業）に基づくもの、またさらに自治体独自に交付されるものがある。電気自動車導入費補助事業では、ベース車両と補助対象車との差額を基に設定された基準額の半額を上限として補助金が交付される。また東京都や神奈川県で購入する場合は、この額に加えて経産省補助金の半額が交付される。補助金交付の基準額は「車種ごとにベース車両との差額を基に公平性を考慮して設定」されており、今後のBEVの開発・普及

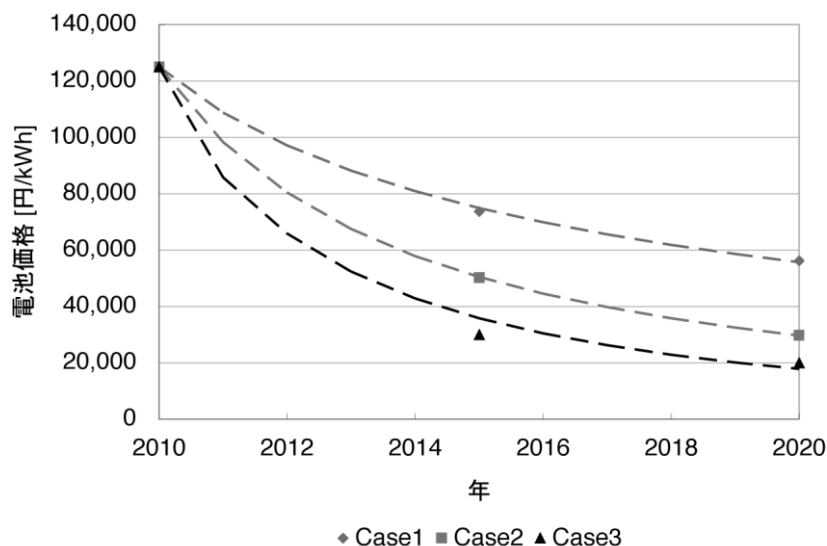


図-13 リチウムイオン電池価格の推移

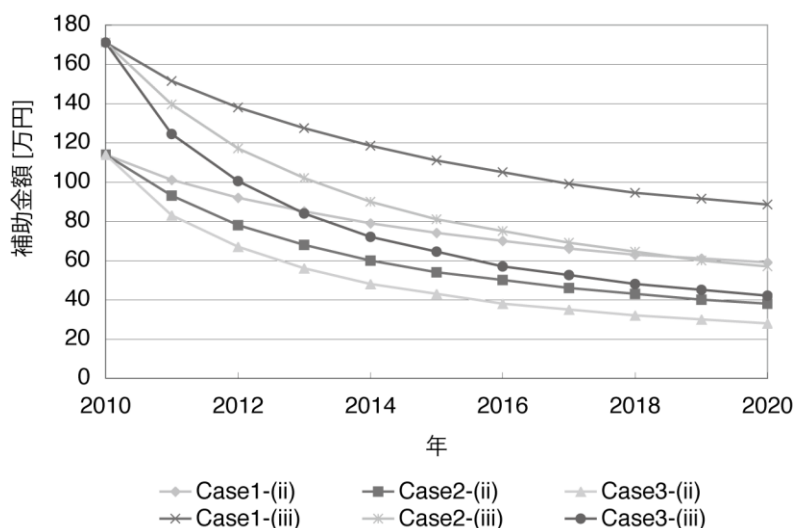


図-14 BEV購入補助金の推移

動向によって基準額は変わる可能性があるが、2009年7月に法人向けに販売が開始されたものと、表-7に示した個人向け軽乗用車代替BEVとともに、税抜き車体本体価格と補助金基準額の差は150万円である。そこで本研究では、BEV補助金基準額は今後とも税抜き本体価格-150万円で決まり、2020年に向けてBEV購入補助金が車体価格の低下によって漸減することを想定し、図-14に示す3つの補助金交付ケース（Case(i)：BEV補助金がない場合、Case(ii)：BEV補助金基準額の半額が交付される場合、Case(iii)：Case(ii)に加え、自治体からBEV補助金基準額の1/4が交付される場合。図-13に示したCase1～3によって交付される補助金額は異なる）を設定した。

軽乗用車代替BEVに対する消費者選好  $WTP_{BEV}$  は、表-5の2008年度の結果及び式(1)の支払意志額を用いて式(2)のとおり算出する。

$$WTP_{BEV} = 120 + 11.2 + 0.143*(500-DR) - 15.9*(6-DC) + 45.0*(4-RC) \quad (2)$$

また文献<sup>6)</sup>で実施したインターネット調査では、現在保有している乗用車の購入時の価格（税・オプション抜き）に関する設問も設けた。軽乗用車を新車で購入した被験者を対象として分析したところ、平均116万円（表-7で設定した基準軽乗用車の車体価格120万円とほぼ同じ）、標準偏差24.5万円の正規分布様であった。今後のBEVを含めた電動車両に対する支払意志額は、その普及によって変わることが予想されるが、本研究では消費者のBEVに対する選好は、表-5の2008年度結果及び式(2)で将来にわたって表されるものとした。軽乗用車代替BEVの諸元が与えられたときの消費者の新車BEVを購入する確率は、図-15のように考えた。表-7に示した市販中の軽乗用車代替BEVに対する支払意志額は、式(2)から134万円と計算される（電力価格は22円/kWhとした）。このとき、消費者のBEV購入率は、平均134万円、標準偏差24.5万円の正規分布にしたがうものとし、車両価格180万円のBEVが販売されたときの購入率は、図-15の斜線部分の累積確率密度にしたがうものとした。

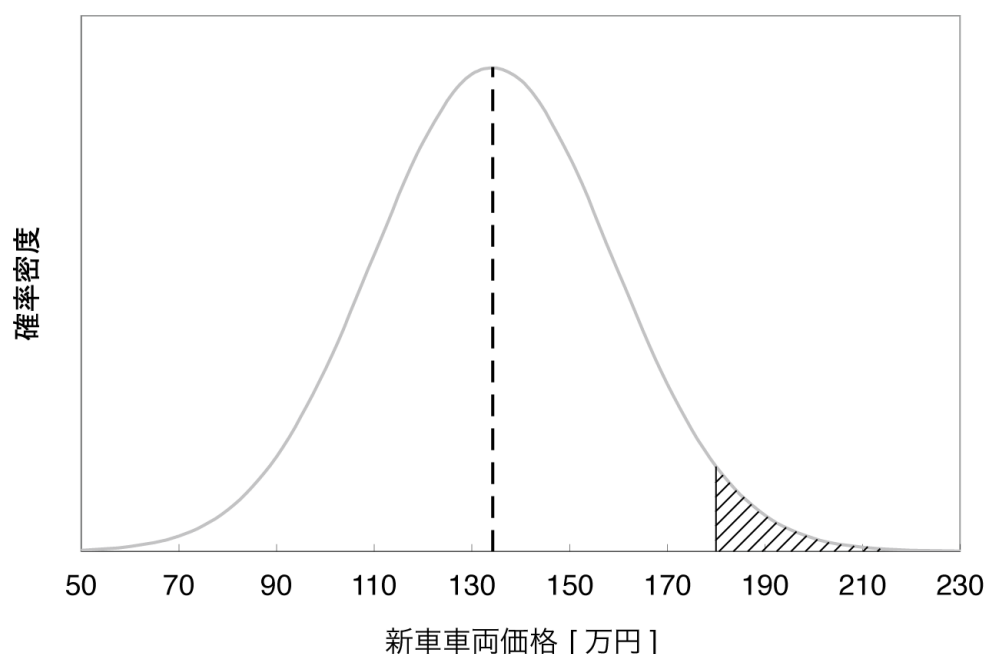


図-15 軽乗用車代替BEV新車購入率の考え方

軽乗用車新車登録台数の推移は文献<sup>8)</sup>に倣い、わが国の50歳以上人口推計値に比例するものとした。また保有台数についても文献<sup>8)</sup>と同様に、抹消登録車と入れ替わる形で新車登録が加わるものとし、式(3)の通りに算出する。

$$VS_{t+1} = VS_t - VS_t/y\_ave_{t+1} + VN_{t+1} \quad (3)$$

ただし、 $t$ ：年、 $VS$ ：保有台数、 $y\_ave$ ：平均使用年数、 $VN$ ：新車登録台数である。

## 2) 推計結果

表-8に、2010年及び2020年時点における軽乗用車保有台数及びBEV普及台数と、2020年時点にお

ける2010年比 CO<sub>2</sub>排出量削減比率を示す。ここで、2010年時点における軽乗用車の新車平均燃費・保有平均燃費はエネルギー・経済統計要覧<sup>12)</sup>から推計した2008年度値を用い、また2010年から2020年にかけて（ガソリン）軽乗用車の新車平均燃費は15%向上することを想定している。また軽乗用車の年間平均走行距離は、自動車輸送統計年報及び軽乗用車保有台数から推計された平成20年度値7,186km/台が将来にわたって一定であると仮定している。

軽乗用車全体の保有台数は2010年時点では1,700万台であるが、50歳以上人口の増加に伴い2020年時点では9.8%増の1,868万台まで増加する。2010年時点では軽乗用車保有台数全体に占めるBEV普及率はほとんど変わらず、また2020年時点でもBEV購入に対する補助金が支給されないケースではBEVの普及はほとんど進まない（CaseA-1-(i)、CaseB-2-(i)）。しかし、リチウムイオン電池の重量エネルギー密度が大幅に向上するCaseAでは、電池価格下落率が低いが補助金支給額が多い場合（CaseA-1-(iii)）には14.3%、また電池価格下落率が大きく、補助金支給額も多い場合（CaseA-3-(iii)）には24.6%のBEV普及率が期待できる。

また2010年に対する2020年時点でのCO<sub>2</sub>排出量削減率は、保有台数自体が9.8%増加する中、軽乗用車新車燃費の向上により0.9%の削減が見込める。それに加え、BEV普及率が進むCaseA-1-(iii)及びCaseA-3-(iii)では、削減率はそれぞれ5.5%、9.1%となる。一方で、電池重量エネルギー密度の向上が見込めない場合でも、電池価格下落率と交付される補助金の額によっては最大で8.2%のBEV普及率が見込め、また3.6%のCO<sub>2</sub>排出量削減が見込まれる（CaseB-3-(iii)）。

表-8 軽乗用車代替BEV普及率とCO<sub>2</sub>排出量の推移

	2010年	2020年	2020年CO <sub>2</sub> 削減率 (2010年比) [%]
軽乗用車保有台数 [万台]	1,701	1,868	
Case	BEV普及率[%]		
A-1-(i)	0.0	0.0	0.9
A-1-(ii)	0.0	2.5	1.7
A-1-(iii)	0.0	14.3	5.5
A-2-(i)	0.0	0.5	1.0
A-2-(ii)	0.0	8.8	3.7
A-2-(iii)	0.0	21.0	7.8
A-3-(i)	0.0	2.6	1.7
A-3-(ii)	0.0	13.6	5.3
A-3-(iii)	0.0	24.6	9.1
B-1-(i)	0.0	0.0	0.9
B-1-(ii)	0.0	0.1	0.9
B-1-(iii)	0.0	2.8	1.8
B-2-(i)	0.0	0.0	0.9
B-2-(ii)	0.0	1.1	1.2
B-2-(iii)	0.0	6.0	2.9
B-3-(i)	0.0	0.1	0.9
B-3-(ii)	0.0	2.5	1.7
B-3-(iii)	0.0	8.2	3.6

## 5. 本研究により得られた成果

### (1) 科学的意義

- 1) 地域別の電力契約・冬季における電力機器使用状況に関する調査から、電動車両を充電する時間帯によっては家庭における電力マネジメントの必要性があることを示した。
- 2) 自動車の使用実態を踏まえたトリップチェーンの解析から得られた軽乗用車・乗用車の航続距離の目標値は、今後の自動車代替電動車両開発の1つの指針となることが期待できる。
- 3) また自動車の使用及び家庭での電力使用の実態を踏まえた、現在の自動車需要におけるBEVへの代替可能性の検討は、既往の研究では考慮されてこなかったトリップチェーンの発着時間・停止時間と走行距離の関係、さらには自動車非使用時間帯における家庭での普通充電の可能性を踏まえた点で新規性がある。
- 4) 電動車両の相次ぐ市販化やいわゆる「エコカー補助金」「エコカー減税」の実施により、2010年3月末には保有台数が98万台を数えるなど、電動車両の中でも特にHEVはいわゆる「エコカー」として消費者の強い支持を得た。本研究でコンジョイント分析によって得られた電動車両に対する消費者の選好結果から、HEVだけでなく、CO<sub>2</sub>排出の面ではより効果が高いものの、現状では価格・航続距離の面で制約が高いPHEV・BEVも含めた電動車両の大幅普及に向けた課題を抽出した。
- 5) 電池の性能向上・価格低下と消費者の選好を踏まえた、軽乗用車代替BEVの普及可能性分析から、BEV購入時に交付される補助金の額が普及率向上・CO<sub>2</sub>排出量削減に大きな影響を与える可能性が示唆された。

### (2) 環境政策への貢献

電動車両の普及に向けて、経済産業省が平成21年度電気自動車普及環境整備実証事業で急速充電器の整備とそのビジネスモデル化に関して実証試験を行っており、また平成22年度からは次世代送電網の実証実験として「次世代エネルギー・社会システム実証」が開始された。わが国では低炭素社会の実現に向けて、優位技術である太陽光発電・グリッド監視制御技術・省エネ技術・蓄電池技術・ヒートポンプ技術・電気自動車技術などを軸としたスマートグリッド導入への期待が高まっている。これらハード面での開発状況に本研究で実施している需要面での評価を組み合わせることにより、電動車両の大幅普及・スマートグリッド導入による温室効果ガス削減効果の検討が期待できる。

## 6. 引用文献

- 1) 東京電力株式会社 (2008) 数表でみる東京電力平成20年度
- 2) 国土交通省道路局 (2007) 平成17年度道路交通センサス- 自動車起終点調査-
- 3) 経済産業省・国土交通省 (2010) 電気自動車・プラグインハイブリッド自動車のための充電設備設置にあたってのガイドブック
- 4) Yuki Kudoh, Keisuke Nansai, Yoshinori Kondo and Kiyotaka Tahara (2007) Life Cycle CO<sub>2</sub> Emissions of FCEV, BEV and GV in Actual Use, Proceedings of the 23rd International Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Symposium & Exposition, CD-ROM
- 5) 産業技術審議会 (1997) リチウム電池を対象にしたライフサイクルアセスメントの実施

- 6) Yuki Kudoh, Keisuke Matsushashi, Yoshinori Kondo, Shinji Kobayashi and Yuichi Moriguchi (2009) Japanese Consumers' Acceptability for Electric Vehicles, Proceedings of the 24th International Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Symposium & Exposition, CD-ROM
- 7) 経済産業省 (2010) 次世代自動車戦略2010
- 8) 環境省 (2009) 次世代自動車普及戦略
- 9) 株式会社富士経済 (2010) 電気自動車関連市場の全貌2010 上巻<自動車・インフラ・サービス市場編>
- 10) NEDO (2009) 次世代自動車用蓄電池技術開発ロードマップ2008
- 11) 株式会社ハイエッジ (2009) HEV/EV Battery 2009-2020
- 12) 財団法人日本エネルギー経済研究所 (2010) EDMC/エネルギー・経済統計要覧 (2010年度版)

## 7. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない

## 8. 研究成果の発表状況

### (1) 誌上発表

<論文 (査読あり) >

- 1) Yuki Kudoh and Ryoko Motose (2010) Analysis of Vehicle Range for Practical Plug-in Electric Vehicles in Japan, Proceedings of the 5th International Conference and Exhibition on Ecological Vehicles and Renewable Energies, CD-ROM
- 2) Yuki Kudoh, Ryoko Motose, Motoko Yamanari and Kiyoshi Dowaki (2010) Changes of Japanese Consumers' Preference for Electric Vehicles, Proceedings of the 25th International Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Symposium & Exhibition, CD-ROM

<その他誌上発表 (査読なし) >

- 1) 工藤祐揮、本瀬良子、伊藤匡亮、山成素子、堂脇清志 (2010) 車両価格低下と消費者選好を考慮した軽乗用車代替電気自動車の普及可能性分析、第29回エネルギー・資源学会研究発表会講演要旨集、39-42
- 2) 工藤祐揮、本瀬良子、松橋啓介 (2010) 航続距離・充電時間を踏まえた電気自動車の普及可能性分析、第38回環境システム研究論文集、127-132
- 3) Yuki Kudoh and Ryoko Motose (2010) Required Specifications of Plug-in Electric Vehicles for CO<sub>2</sub> Mitigation in Life Cycle Perspective, Proceedings of the 9th International Conference on EcoBalance、CD-ROM
- 4) 中山英貴、堂脇清志、山成素子、本瀬良子、工藤祐揮 (2011) 自動車の走行実態と充電時間に基づく電気自動車の代替可能性の評価、第27回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス講演要旨集、355-358
- 5) 工藤祐揮 (2011) ライフサイクルの観点から見た乗用車部門の省エネルギー・温暖化対策、第6回日本LCA学会研究発表会講演要旨集 (第2回日本LCA学会奨励賞受賞講演)、440-441

(2) 口頭発表 (学会等)

- 1) Yuki Kudoh and Ryoko Motose (2010) Analysis of Vehicle Range for Practical Plug-in Electric Vehicles in Japan, The 5th International Conference and Exhibition on Ecological Vehicles and Renewable Energies, Monaco
- 2) 工藤祐揮、本瀬良子、伊藤匡亮、山成素子、堂脇清志 (2010) 車両価格低下と消費者選好を考慮した軽乗用車代替電気自動車の普及可能性分析、第29回エネルギー・資源学会研究発表会、大阪
- 3) 工藤祐揮、本瀬良子、松橋啓介 (2010) 航続距離・充電時間を踏まえた電気自動車の普及可能性分析、第38回環境システム研究論文発表会、広島
- 4) Yuki Kudoh, Ryoko Motose, Motoko Yamanari and Kiyoshi Dowaki (2010) Changes of Japanese Consumers' Preference for Electric Vehicles, The 25th International Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Symposium & Exhibition, Shenzhen, China
- 5) Yuki Kudoh and Ryoko Motose (2010) Required Specifications of Plug-in Electric Vehicles for CO<sub>2</sub> Mitigation in Life Cycle Perspective, The 9th International Conference on EcoBalance, Tokyo
- 6) 中山英貴、堂脇清志、山成素子、本瀬良子、工藤祐揮 (2011) 自動車の走行実態と充電時間に基づく電気自動車の代替可能性の評価、第27回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス、東京
- 7) 工藤祐揮 (2011) ライフサイクルの観点から見た乗用車部門の省エネルギー・温暖化対策、第6回日本LCA学会研究発表会 (第2回日本LCA学会奨励賞受賞講演)、仙台

(3) 出願特許

特に記載すべき事項はない

(4) シンポジウム、セミナーの開催 (主催のもの)

特に記載すべき事項はない

(5) マスコミ等への公表・報道等

- 1) Newton (2010年4月号、ニュートンプレス、『決定版！よくわかるCO<sub>2</sub>のすべて／ほんとうに削減できるのか？』)
- 2) Newton別冊 (2010年11月15日発行、ニュートンプレス、『この真実を知るために 地球温暖化 改訂版 何が起きるのか？ どう克服するのか？』)

(6) その他

工藤祐揮：日本LCA学会第2回奨励賞受賞、「電気自動車、ガソリン自動車など各種自動車のLCAに関する一連の研究」、2011年3月