

課題名 E-1003 次世代自動車等低炭素交通システムを実現する都市インフラと制度に関する研究

課題代表者名 森川 高行（名古屋大学環境学研究科都市環境学専攻 教授）

研究実施期間 平成22～24年度

累計予算額 95,176千円（うち24年度29,011千円）
予算額は、間接経費を含む。

本研究のキーワード（5～10個） 次世代自動車、都市インフラ、モビリティデザイン、温熱環境シミュレーション、政策受容性、制度設計、エネルギー評価、再生可能エネルギー、シナリオ、地域経済効果
以下程度）

研究体制

- (1)低炭素交通システムを実現するモビリティデザインの方向性に関する研究（(株)日建設計総合研究所）
- (2)ライフスタイル（生活・交通行動）を考慮したパッケージ施策に関する研究（名古屋大学）
- (3)低炭素交通システムにおけるエネルギーと都市環境の総合評価に関する研究（名古屋大学）
- (4)低炭素交通システムの実現に向けた制度設計と合意形成手法の開発（名古屋大学）

研究協力機関

名古屋大学、(株)日建設計総合研究所

研究概要

1. はじめに（研究背景等）

2020年にCO₂排出量を対90年比で25%削減するためには、わが国のCO₂排出の2割を占める交通部門でも徹底的な低炭素化が求められることとなる。このような背景のもと、交通部門の低炭素化を着実に誘導できる施策パッケージと実現化手法を提案することが本研究の目指すところである。

交通部門の低炭素化については、EV（電気自動車）等次世代自動車の普及やTDM（交通需要管理）、コンパクトシティ化等の提案がなされているが、2020年という中期目標を見据えると、実効性の高い効果的施策を厳選し、集中的に実施することが重要である。特に「低炭素社会づくり行動計画（平成20年7月）」で政府が掲げる“ハイブリッド自動車やEV等次世代自動車の普及目標を2020年までに2台に1台の割合で導入する”旨の極めて野心的目標を実現する手段を見出す必要もある。この点から現在の自動車関係政策には、以下の問題点があると考えられる。

1. 次世代自動車の普及策が税制面での優遇措置（通称：エコカー減税）に限定されていること
2. “高速道路千円均一”、“高速道路無料化”、“自動車諸税の暫定税率廃止”などの反環境的政策が実施されていること
3. 自動車の“電氣化”に対するインフラが未整備であること 等である。

本研究では、低炭素社会における低炭素交通システムを実現するため、EV等次世代自動車の普及促進を図ること、そしてTDMやITS（高度道路交通システム）、LRT（次世代型路面電車）、EVカーシェアリング、自転車専用レーン等低無公害車両へ優先的に都市空間を再配分する施策をパッケージ的に展開することが有効であると考えるところに、これを実現するには都市インフラや制度面からの支援が必要であるとの論点から研究を進める。また、本研究では現在の社会情勢を踏まえ、税制政策の混迷解消や低炭素化に向けた地方行政の着実な取組みに貢献できるなど、具体的な政策に直結する研究成果の導出を重視していく。

2. 研究開発目的

国民のライフスタイルに即した実現性と効果の高い低炭素交通システムの提案に向け、以下の研究を行う。

1) 次世代自動車の普及やTDMを実現するプライシングスキームの提案

次世代自動車と従来型自動車を対象とし、保有税と利用税の両視点から最適な課税手法を提案することで、次世代自動車への買い替え促進とTDMを効果的に実現する課税スキームを提案する。具体的には、現在欧米諸国が環境対策として注目しているロードプライシングに着目し、研究代表者が提案する受容性の高い、新しいロードプライシングスキームである「駐車デポジットシステム（PDS）」やCO₂排出量に着目した自動車税等の導入スキームを提案する。

2) 効果と実現性が高い低炭素交通システムとその実現化手法に関する提案

次世代自動車の普及をインフラ面から支援するため、充電施設の最適配置計画や再生エネルギー利用を

念頭に置いた充電施設への電力供給システム、及びこれら支援インフラの整備手法を提案する。またEVシェアリング、及び超小型車両や自転車等無公害車両の専用レーン等、低炭素社会における都市交通システムのパッケージ施策について、導入効果を踏まえながら実現手順を提案する。

3) 低炭素交通システムの構築に向けた環境・モビリティ教育やプロモーション等合意形成手法の開発

低炭素交通システムの構築にあたっては、従来型自動車とは異なった新しいモビリティ観念を醸成するとともに都市交通システムの再構築に向けた各種施策の実現に対する国民、行政機関、企業等の理解と協力が必要不可欠である。そこで、環境・モビリティ教育やプロモーション等の効果的な合意形成手法を開発する。

3. 研究開発の方法

(1) 低炭素交通システムを実現するモビリティデザインの方向性に関する研究

① モビリティデザインの定義

モビリティデザインとは、市民の日常のライフスタイルを注視し、それに適った形で無理のないモビリティスタイルを提案するものであり、これを実現するために都市空間の改築（例：サブテーマ2で提案されるEV tollレーン）や法規制の改正等を一体的に実施する三位一体の取り組みが必要である（右図参照）。

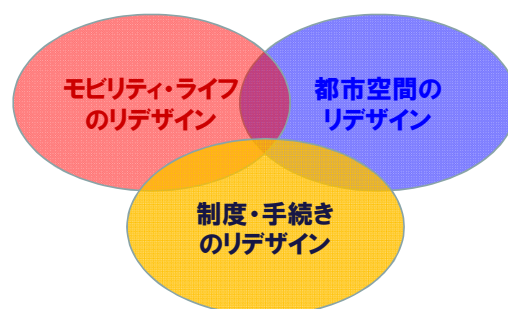


図1 モビリティデザインの定義

② 研究の開発方法

サブテーマ1では、サブテーマ2～4で提案される、交通・ライフスタイル、エネルギーマネジメント、制度設計の成果をとりまとめるとともに、サブテーマ1独自の視点で行う、以下の検討結果踏まえ、モビリティデザインの総合的な方向性を検討した。

- ・国内外の低炭素交通システム事例からみた政策パッケージの検討
- ・EU諸国で電気自動車（EV）を活用したカーシェアリング等の最新取組み動向の調査
- ・低炭素なモビリティ・ライフの提案
- ・都市温熱環境システムの開発とEV普及時の効果検証
- ・中国・天津市ウカホウ地区を対象とした低炭素交通システムの提案（日中共同セミナー向け）
- ・低炭素交通システム実現に向けた合意形成手法の提案

(2) ライフスタイル（生活・交通行動）を考慮したパッケージ施策に関する研究

1) 次世代自動車の保有形態等に関する研究

① エコカー減税・補助金施策の効果分析

2009年4月から実施されているエコカー減税「環境対応車普及促進税制」、2009年4月～2010年9月まで実施されたエコカー補助金「環境対応車普及促進対策費補助金」により、いわゆるエコカー購入が2009年は急増した。本研究では両普及促進策施行前後の、特にハイブリッドカー購入者の基礎的分析を行い、今後の次世代自動車の普及施策検討に役立てる。分析データは国土交通省が2010年2月に実施した「車両の保有と利用に関するWEBアンケート」である。このデータを用いて、ハイブリッドカー購入者に関する基礎集計、世帯の車両購入時の車種選択モデル構築を通じて、購入補助施策の効果を把握する。

② 都市圏レベルでみた電気自動車の性能や充電施設整備と需要量の分析

EV購入意向の把握を目的に、個人属性、世帯属性、自動車の保有状況、現在の自動車利用状況、EVの仮想的状況に関してWEBアンケート調査を愛知県、岐阜県、三重県の居住者に対して実施した。これらのアンケート調査データを用いて基礎集計とEV購入意向（買い足し、買い替え）モデル構築を行い、都市圏レベルでの電気自動車の需要量を把握する。さらに、中京都市圏パーソントリップ調査データを活用して、中京都市圏における普及量や普及地域の分析を行う。

2) 充電施設の最適配置と充放電に関する研究

① 充電施設の最適配置に関する研究

EVは従来のガソリン車両と比べると走行時にCO₂やNO_xを排出しないことから、大きな環境改善効果が見込まれる一方で、EVの走行費用はガソリン代と比べて電気代が割安となるため、EV利用が誘発され、混雑・渋滞をもたらすとの指摘もある。そのため、本研究では開発済みの生活・交通行動モデル（活動選択を考慮した時間帯別・統合均衡モデル）を改良し、EVの利用状況（総走行距離/日、利用時間帯、出先駐車箇所など）を詳細にシミュレートする。また、EV保有者属性によって利用状況は異なるため、個人属性に関係なくランダム、男性就業者のみ、女性（就業者と主婦）のみ、に同数のEV保有者を割り当て、名古屋都市圏の都市交通状況、EV利用状況を比較する。さらに、シミュレーション結果から、EVの交通量や駐車台時等から潜在的な充電施設整備ニーズについて考察する。

②電気自動車の充放電が電力需要に及ぼす影響分析

電気自動車は走行時の環境汚染物質を排出しないことに加えて、蓄電機能を有することも大きな特長である。本研究では、電気自動車がある程度普及した際に充放電が電力需要に及ぼす影響を簡単に試算した。電力需要は、名古屋市内259ゾーンを対象に建物用途別延床面積と建物用途別・季節別・時間帯別電力需要パターンより算出し、電気自動車の走行時間帯、走行距離、駐車場所（自宅、勤務先他、その他）、駐車時間などは、生活・交通行動モデルより計算する。最終的には、自宅の充電器にて帰宅後に充電や自宅の充電器にて夜間に充電などのいくつかの充放電シナリオ別に、電力需要への影響分析を行った。

3)CO₂削減効果を踏まえたパッケージ施策の提案

①EV普及による環境改善効果分析

EVをはじめとする次世代自動車の普及は低炭素社会に向けた戦略でも謳われており、2020年で次世代自動車17%（内EV:3%）、2050年で次世代自動車53%（内EV:14%）と見積もられている。本研究ではこれらの予測値を参考にし、EV普及率を5%～50%まで段階的に設定した場合の通勤・通学交通のCO₂やNO_xの排出量削減効果を評価する。評価モデルは前述の生活・交通行動モデルを名古屋都市圏の朝ピーク時間帯に適用する。

②EV専用レーン・EV/Tollレーンの導入効果分析

EV普及施策としては購入時の補助制度が有効であるが、利用時のインセンティブ創出としてEV専用レーン導入を考える。また、専用レーン導入は低い普及率では自動車ネットワークを効率的に利用しているとは言えず、本研究ではEV以外の車両は通行料金を払うことでEV専用レーンを利用可能とする“EV/Tollレーン”を提案し、導入評価を行う。評価モデルは3)①と同様であり、EV普及率を10%とした場合の交通状況、環境改善、社会的便益、保有インセンティブを算出し、EV/Tollレーンの有効性を議論する。

③電気自動車シェアリングに関する導入評価

電気自動車の普及時の課題として、高い販売価格、短い航続距離などがあり、一般市民への購入・所有促進と同時に、カーシェアリングへの導入が望ましいと考えられている。そのため、本研究では名古屋市周辺で積極的にカーシェアリングのサービス展開をされている企業の会員を対象に、シェアリングの利用実態・利用意向に関するWEB調査を実施した。調査内容は、普段の移動状況、普段の環境配慮行動の参加度、カーシェアリングのイメージを会員/非会員ともに質問し、カーシェアリングの利用実態、仮想条件下（利用料金の割引・割増など）の利用意向を会員のみに質問している。このデータを用いて、基礎集計と利用意向モデルを構築し、現在の自動車利用依存度が高いといわれる名古屋都市圏におけるカーシェアリングのサービス拡充方策について検討する。

(3)低炭素交通システムにおけるエネルギーと都市環境の総合評価に関する研究

1)エネルギー評価に関する研究

①EVを活用した再生可能エネルギー普及促進シナリオ

配電変電所エリア内のEVのみならず、エリア外からのEV（物流配送、公共交通バスなど）のバッファを加えたときの再生可能エネルギー普及促進シナリオを構築した。

②EV導入状況と太陽光発電普及の関係

名古屋市の1つの配電変電所エリアを仮定し、太陽光発電量が電力消費量を上回る量（余剰電力量）をEVで吸収するというシナリオのもと、EVの導入状況が住宅地における太陽光発電の普及に及ぼす影響を検討した。

③EV充放電行動と電力需要の関係

EV所有者の充放電行動が名古屋市の電力需要に及ぼす影響について、業務用EVと自宅所有EVを対象に評価を行った。

2)都市環境評価に関する研究

①EV普及が現状および将来の都市温熱環境に及ぼす影響評価

現状2010年および将来2030年代の夏季を対象として、①ガソリン車利用時と②EV普及時（導入率100%）で名古屋都市圏の温熱環境がどのように変化するかをシミュレーションにより検討した。①と②の違いは、シミュレーションの入力条件として与える人工排熱量を変化させることで考慮した（ただし、人工排熱量の空間分布は考慮していない）。

②詳細な交通量分布とEV導入率が都市温熱環境に及ぼす影響評価

交通排熱量（交通量）ならびに他の人工排熱量の空間分布を考慮し、より詳細かつ正確な人工排熱量の条件下でのシミュレーションを実施した。現状2012年、将来2030年代および2050年代それぞれの夏季を対象とし、各年代に対して、EV導入率0%、50%、100%の3パターンを検討した。

(4) 低炭素交通システムの実現に向けた制度設計と合意形成手法の開発

1) EV普及に伴う「新しい社会像」の提案

市民向けワークショップ、および事業者・行政向けワークショップで得られた、EV等次世代自動車に対するイメージや期待等の意見等の成果に基づき、「新しい社会像」のシナリオ作成を行った。さらにそのシナリオに基づき、専門家に対しデルファイ法によるアンケート調査を行い、2020年、2030年、2050年の社会像を提示した。アンケートでは同時にシナリオを構成する要素(EV・PHVの充電、蓄電等)について質問した。

2) EV等の普及に向けた制度設計

事業者・行政向けワークショップや国内・海外の自治体および国内の関連事業者へのヒアリング調査の結果から、EV等の普及における阻害要因を明らかにした。さらにそれら阻害要因の解決および、上記1)で明らかになった「新しい社会像」の実現に向けた制度設計を内外の事例調査および資料分析により行った。

4. 結果及び考察

(1) 低炭素交通システムを実現するモビリティデザインの方向性に関する研究

1) 低炭素交通システムを実現する政策パッケージの検討

国内外の低炭素交通システムの取り組み事例等の調査を踏まえ、政策パッケージを、大きくアメの政策(LRTやトランジットモール等の公共交通を便利にする政策)とムチの政策(ロードプライシングや道路の通行規制等のクルマを抑制する政策)に大別されることを示した。この知見は、サブテーマ2で行う交通シミュレーションの対象施策選定、及び本サブテーマで検討する政策受容性の検討の際のメニュー選定として活用した。また、最近、EUでは、アメとムチの政策の中間領域として、EVを活用したカーシェアリングサービス(以降、EVシェアリングと称する)の動向があることを確認した。このような施策は、未だ国内での導入事例がなかったため、以下に示す詳細な調査研究を行った。

2) EU型のEVカーシェアリングの有効性に関する研究

EU諸国では低炭素交通システムの取り組みが盛んであるが、このなかで特に注目すべきは、パリ市のautolib'やアムステルダム市のcar2goに代表される、路上乗捨て型のEVカーシェアリングに事業モデルである。わが国では未だ導入されたことのない、斬新な低炭素交通システムの事例といえる。この事業では、行政による道路空間のオープン化と充電インフラの民間開放、民間はそのノウハウを活用したシェアリング事業に専念等の特徴的な施策といえる。また、サブテーマ1では、パリ市のautolib'に着目し、このような斬新の事業の導入効果を確認するため、本格サービス開始時期(2011年12月)を挟む形で、2か年に亘るパネル調査をパリ市民を対象に実施した。その結果、本事業により、自動車交通の削減のみならず、市民のEV購入意向を高揚する効果があることが確認できた。

3) 低炭素なモビリティ・ライフの提案

サブテーマ1では、想定されるEV活用等低炭素交通施策のなかで、特にEVシェアリングシステムに着目し、市民生活のなかで当該システムが活用できる生活シーンの検討を行った。中京パーソントリップ調査データを用いて、市民のライフスタイルとモビリティの関連性を詳細分析したところ、特に地方部での高齢者と子育て世代主婦の交通行動に特徴的な動きがあることに着目し、これらの層が住宅地型EVカーシェアリングを利用した場合のCO₂削減効果を試算した。その結果、これらの層がEVシェアリングや超小型モビリティなどの電動車両を活用するだけで、都市圏のCO₂が1~2割程度削減できることが示された。

4) 都市温熱環境システムの開発とEV普及時の効果検証

自動車交通の集中が著しい名古屋市・名駅地区(都心部)を対象として、EV社会になることによるヒートアイランドの緩和効果を検討した。そのため、本サブテーマにおいて、都市温熱環境シミュレーションを開発した。また、サブテーマ2で得られる都市圏レベルでの温熱改善効果値を境界条件として、名駅地区でのシミュレーションを実施したところ、ビルの谷間等熱の溜まりやすい空間を中心に、EV化によるヒートアイランドの改善効果があることが示された。

5) 中国・天津市ウカホウ地区を対象とした低炭素交通システム提案

天津市で現在開発中の金融特区・ウカホウ地区をケーススタディとして、①で抽出された低炭素交通システムの導入効果を確認した。その結果、ロードプライシングやBRT(Bus Rapid Transit: バス高速輸送システム)によるCO₂削減効果が高いことが示された。また、本結果は2012年2月に開催した日中共同セミナーで報告し、清華大学や天津市担当者との意見交換を行った。

6) 低炭素交通システム実現に向けた合意形成手法の提案

名古屋圏の市民を対象としたアンケート調査によって、市民の求めるモビリティ社会像に関する分析を行うとともに、政策の実施手順、特にアメの政策とムチの政策を、どのような手順で実施することが望ましいかといった点に関する分析を行った。その結果、政策受容性を高めるには、首長の信頼性、政策のパッケージ化とロードマップを市民に明示すること、さらに効果発現のPRなどへの配慮が重要であることが示された。また、特に新

しい知見として、アメの政策とムチの政策の実施手順については、アメの政策から実施することが、パッケージ施策の最終ゴールに至るまでに手続きが楽になることが示された。

(2) ライフスタイル(生活・交通行動)を考慮したパッケージ施策に関する研究

1) 次世代自動車の保有形態等に関する研究

① エコカー減税・補助金施策の効果分析

アンケート調査の基礎的分析から、ハイブリッドカー購入世帯はエコカー減税・補助金施策の施行前は高年収、三大都市圏居住、持ち家居住者の割合が高かった。施行後は施行前よりも高収入世帯割合は低下したが、年収が高い程買いやすい傾向であることが分かった。また、買い替え前車両をみると、施行前は大排気量の車両が多く、施行後は中型～大型の排気量の車両の割合が高くなった。

構築した世帯の車両購入時の車種選択モデルを用いて、典型的な世帯の購入補助政策施行前後のハイブリッドカー選択確率をみると、都市部在住で高校生以下の子供がいる裕福な世帯の購入確率は平均的世帯よりも上昇するが、町・村の裕福な高齢者世帯（子供なし）は購入確率が低下するなど、世帯属性によって効果が異なる結果が示された。

② 都市圏レベルでみた電気自動車の性能や充電施設整備と需要量の分析

アンケート調査の基礎集計から、充電施設の整備についてショッピングモール、ガソリンスタンド、スーパー、飲食店、コインパーキングの整備水準は必要航続距離に影響を与えず、職場の駐車場が影響を与える傾向にあることが分かった。また、高速道路のSA・PAに充電施設が整備されると必要なEV航続距離は長くなり、高速道路上の充電施設が多いほどEVを長距離で利用する可能性が示唆された。

得られたデータを用いて電気自動車の購入モデル（3段階のネスティッドロジットモデル）を構築した。構築した購入意向モデルの感度分析では、販売価格が100万円上昇すると購入確率は約13ポイント減少、航続距離が100km上昇すると約8ポイント増加、ガソリンスタンドへの充電器の整備率が20%上昇すると約1ポイント増加などの結果を得た。一方、商業施設への充電器の整備は購入確率にほとんど影響しないとの結果が示された。購入形態については、乗車定員や航続距離が高いほど、買い足しよりも買い替えが行われることが示された。加えて、買い替えを行う場合は、車齢が古い保有車や提示されたEVと乗車定員が同程度の保有車を手放す傾向が強いことが示された。また、排気量の小さな車両ほど手放されることから、基本的には小型車との入れ替えが進むことが示された。

さらに、構築した電気自動車購入モデルを第4回中京都市圏パーソントリップデータ（2001年）における各世帯に適用した。その結果、モデルパラメータは統計的に有意であったガソリンスタンドへの充電施設の普及量の与える影響はそれほど大きくないこと、電気自動車の普及により都市圏内の車両台数は増加することなどが明らかとなった。

2) 充電施設の最適配置計画に関する研究

① 充電施設の最適配置に関する研究に関する研究

同じEV普及率でも誰が保有するかでEVの利用状況、都市交通への影響も異なるため、EV普及率を10%と固定し、①個人属性に関係なくランダムにEV保有者を設定、②男性就業者のみに設定、③女性（就業者と主婦）のみに設定の各ケース別に都市交通の変化、EV利用状況を比較した。EV普及率10%程度では都市圏レベルでの利用交通手段分担率に変化はみられなかったが、CO₂削減効果は②男性のみが4%程度と最も大きく、③女性のみが2%程度と最も小さくなった。これは自動車交通量が多く、走行速度が低くなるピーク時間帯のEV利用の差異による。②男性のみと③女性のみ時間帯別EV利用/駐車状況を見ると、昼間のEVの駐車先も異なり、充電に伴う電力需要等を分析する上で、EV利用の戦略的なコントロールが重要となる。また、どのケースでもEV交通量は国道など幹線道路で多く、EV駐車台時は相対的に都心部で長くなっており、充電施設整備はこれらのエリアで優先的に行うことが有効であることが確認された。

② 電気自動車の充放電が電力需要に及ぼす影響分析

2020年の名古屋都市圏で電気自動車普及率6%（約47万台）を仮定した場合、CO₂は名古屋市で3.4%削減される結果となった。また、多くの電気自動車は自宅や勤務先に駐車されている状態が続き、充電時間や放電によって電量需要をマネジメントできる可能性があることが分かった。ここで、充放電シナリオ別に名古屋市の電力需要の変動を集計した結果、名古屋市全体の需要変動は、自宅充電を行った場合は2.5%増加、勤務先で充電を行った場合は1.6%増加、自宅充電と勤務先放電を行った場合は0.6%増加となる。

3) CO₂削減効果を踏まえたパッケージ施策の提案

① EV普及による環境改善効果分析

都市圏全体で通勤・通学交通手段構成を見たところ、走行費用減少による自動車利用増加は確認さ

れたが、EV普及率20%程度では1ポイントの変化であり、大勢に影響はないことが分かった。一方、環境改善効果等をみると、EV普及率が高くなるに連れて走行台キロや走行台時は増加し、CO₂とNO_xの排出量は普及率に比例して削減される結果となった。ただし、走行台時が増加しているため、社会全体としては効率性が低下しているとも解釈でき、適切な自動車利用を実現する道路課金政策や公共交通のサービスレベル改善などの交通施策の実施が必要であるといえる。

②EV専用レーン・EV/Tollレーンの導入効果分析

EV保有の利用時のインセンティブとしてEV以外の車両も通行料金を払うことでEV専用レーンを利用可能とするEV/Tollレーンの導入評価を行った。EV車両以外の通行料金は、利用者便益と通行料金収入の合計値からなる便益指標の最大化問題を解き、200円/回と算出された。この時のEV利用状況やEV保有インセンティブ（走行速度が相対的に速いEV専用レーンを無料で利用できることと、走行費用がガソリン代よりも安いこと）は、EV専用レーンのみの場合（環状+放射の列）ではEV保有インセンティブは474円/人であり、EV/Tollレーンでは448円/人と減少する。ただし、社会的便益はマイナス31百万円からプラス26百万円となり、効率性は大きく改善される。また、EV/Tollレーンでは通行料金収入をEV購入補助金等の新たな財源とすることが可能であり、EV普及施策や低炭素交通システムとしてはより有効であるといえる。

③カーシェアリングの利用意向調査とモデル感度分析

アンケート調査のうち、仮想状況下で料金変更（値上げ、値下げ）、乗り捨て可能方式、電気自動車導入などの新たなサービスに対する利用意向を尋ねた回答結果を用いて、各サービスに対する利用意向を把握できるモデルを構築し、感度分析として複合的なサービス展開への利用意向を試算した。推定されたパラメータから1. 乗り捨て方式+料金値上げ、2. EV導入+駐車場変更依頼+料金割引のサービス拡充に対する感度分析を行った。乗り捨て方式導入は「積極的に利用」、「利用したい」の合計が施策なしに比べ15%以上増加しており、カーシェアリングの普及に効果的であるといえる。また乗り捨て方式導入に伴う料金の値上げを行った場合でも200円/回までの値上げならば利用意向は増加することが示された。EVを導入した場合は「積極的に利用」、「利用したい」の合計が約70%であり、環境改善にも大きく貢献するEV導入は好意的に受け止められる可能性が高い。さらに充電時間確保のための目的地周辺の駐車場の変更依頼を割引と共に依頼した場合導入前よりも利用意向は高くなり、適切な駐車場管理、更には電力管理ができる可能性があることが示された。

(3)低炭素交通システムにおけるエネルギーと都市環境の総合評価に関する研究

1)エネルギー評価に関する研究

①EVを活用した再生可能エネルギー普及促進シナリオ

エクセルによる導入可能試算プログラムを作成した。また、需要量予測に必要な住宅、業務用建物などの電力消費量データを整理した。

②EV導入状況と太陽光発電普及の関係

EV保有率が上がることで、太陽光発電時にEVへの蓄電が可能となり、EV保有率100%時には太陽光発電普及率は69%まで上昇することが確認された。

③EV充放電行動と電力需要の関係

最大電力需要量に関して、冬期・夏期では、業務用EVのみで0.03GWh程度、自宅所有EVを合わせると0.13～0.15GWh程度の削減を確認できた。また、最大電力需要の削減により年負荷率は業務用EVのみで0.7%程度、自宅所有のEVと合わせると2.8%程度の削減となった。

2)都市環境評価に関する研究

①EV普及が現状および将来の都市温熱環境に及ぼす影響評価

現状2010年および将来2030年代の場合、ガソリン車からEV（導入率100%）への代替により、名古屋においてそれぞれ最大0.23℃（午前8時）、0.31℃（午前10時）の気温低下（それぞれ8月1ヶ月間の時刻別平均気温から求めた低下量）が見られた。

②詳細な交通量分布とEV導入率が都市温熱環境に及ぼす影響評価

現状解析、将来予測の全ての結果において、ガソリン車からEVへの代替により、交通量の多い幹線道路で気温低下が顕著に見られた。また、幹線道路付近にも気温低下する領域が広がっていることも確認された。

(4)低炭素交通システムの実現に向けた制度設計と合意形成手法の開発

1) EV普及に伴う「新しい社会像」の提案

①ワークショップ等からのEV等次世代自動車に対する意見

EV等次世代自動車に対するイメージや、その普及の際に障害となる点を明らかにするために、一般

生活者を対象とした試乗会やワークショップ、行政・事業者を対象としたワークショップを実施した。一般生活者の意見からは、次世代自動車のガソリン車との使い分けや車の新しい使い方、生活者の行動の変化など、新しいライフスタイルが創造される可能性が伺えた。

行政・事業者からは、EV・PHV等次世代自動車に対し、「エネルギー」、「ライフスタイル」、「社会システム」、ガソリン車とは違った使い方に着目した「機能」4つの観点からの意見を得た。また、EV普及の障壁は従来から問題とされている制度・仕組み・走行距離といった問題だけでなく、EVの購入へと誘導するインセンティブの不足であることが確認された。

②電気自動車の普及に伴う「新しい社会像」の提案

個別の阻害要因を解決しても社会全体として最適とは限らず、より良い社会とするためには目指す社会を提示し、その社会に向けた政策等をバックキャスト的に実施していくのが適切と考えたため、上記①のワークショップ等で得られた意見を基に将来シナリオ案を4つ作成した。

ワークショップやヒアリングで得られた意見から、論点の整理・明確化のためEV等の普及に関する特徴的な要素を抽出および集約し、シナリオの理解を容易にするため、シナリオを象限に配置することを目的に評価軸を設定した。評価軸は、縦軸を自動車の機能－付加価値、横軸を利用－所有とした。作成したシナリオに対して、より実現性の高い社会を調査することを目的とし、デルファイ法によるアンケートを行い、戦略的投票により2020年、2030年、2050年のシナリオを選択してもらった。

その結果、時を経るにつれて、EV等に対し「所有」することからカーシェアリングといったEV等の機能を「利用」することに関心に移り、また、走行機能といった「自動車の機能」からEV等の特徴ともいえる蓄電機能や、今までのガソリン車にはなかった新しい機能といった「付加的機能」への関心が増すことが示唆された。

2) EV等の普及に向けた制度設計

①日本における低炭素自動車への代替促進のための税制改革試案

現行(2009年)の自動車関係諸税を前提として、2020年に電気自動車が同規模のガソリン車に代替する場合の税収の変化を試算した。また、ドイツにおける自動車税・燃料税に関する税制改革等を参考とし、日本における低炭素自動車への代替促進のための税制改革試案として、1.自動車税(軽自動車税を統合)の課税標準をCO₂と車体重量に応じたものに変更する、2.自動車取得税、自動車重量税を廃止する、3.揮発油税・軽油引取税・石油ガス税の税率を引き上げる、を提案した。

②地域経済モデルを用いた次世代自動車普及による地域経済効果の検証

EV等が普及することで充電ステーションの建設など道路交通インフラの整備やそれに伴う副次的な需要が発生する。東海三県(愛知・岐阜・三重)を対象に、地域マクロ経済モデル及び地域産業連関モデル(県別表・三県統合表)を用いて地域経済効果を推計した。本推計においては、2020年の自動車保有台数とそれに占めるEVの普及台数を推計した上で、充電施設の建設やそのメンテナンス需要といったインフラ整備、EV販売等に伴う経済効果を推計した。対象とするEVは乗用車(軽自動車を含む)とした。

生産増の効果については、愛知県が83.22億円、岐阜県は34.03億円三重県が22.83億円の増加となった。また雇用所得増については、愛知県が17.67億円、岐阜県が8.34億円、三重県が5.11億円である。結果として、三県全体で生産増(一次・高次増)効果が140.06億円、労働所得増が31.12億円の増加となった。

また、東海三県を一つの経済圏としてとらえたときのEV普及による経済波及効果は、生産一次増が182.05億円、二次以上の波及効果も含めた生産増が234.20億円、雇用所得増が54.33億円となっている。

③EV・PHVの普及に向けた制度設計

EV等次世代自動車の普及に向け先進的な取り組みを行っている国内および海外における自治体、関連事業者へのヒアリングや各国における事例調査を行い、それらを参考にして、日本におけるEVの普及促進のための制度改革試案を作成した。具体的には、1.CO₂排出量に応じた自動車課税、EV等次世代自動車の高速道路料金や駐車場等の優遇といった、ガソリン車からの乗り換えの促進策、2.公共調達業務向け車両へのEV導入の義務づけ等、事業者への導入促進策、3.EVの走行距離の短さを補うため、公営・私営駐車場等への充電施設設置義務づけ、4.太陽光発電用の蓄電池としてEV利用による再生可能エネルギーの促進、である。

5. 本研究により得られた主な成果

(1)科学的意義

サブテーマ(1)では、EVを活用した新しい交通サービス(コミュニティ事業)の有効性を、フランスでのアンケート

調査と、その解析結果から示すことができ、一般性のある政策提言ができたと考えられる。また、EVがヒートアイランド現象に及ぼす効果を定量的に試算する温熱環境シミュレーションでは、サブテーマ(2)の交通量とサブテーマ(3)の境界条件を用いた予測を行っており、科学的整合性が図られた結果を示していると考えられる。さらに、政策受容性を高める実施手順についても、一般市民を対象としたアンケートデータを用いて、科学的分析により一般性のある結論が導出できたといえる。

サブテーマ(2)で実施した研究成果は、一般的な仮定を置き、統計的手法にてモデル構築・実行をしているため、一定の信頼性を有する。エコカー減税・補助金施策の事後的な効果検証、実都市圏を対象とした利用者均衡モデルによる現実的なEV普及率10%での環境改善効果分析、EV専用レーンやEV/Tollレーンの導入評価は特に新規性が高く、今後の次世代交通システム構築に向けた有益な科学的知見である。さらに、電気自動車をバッテリーとして利用することによる電力需要マネジメントに関する研究については、交通分野や建築設備分野と連携する横断的に研究しており、科学的な意義は大きい。

サブテーマ(3)では、エネルギー評価に関する研究については、既存インフラのキャパシティ制限からこれまで普及の上限があった再生可能エネルギー(太陽光発電)の利用をEVの普及により拡張を目指した点、EV所有者の適切な充放電行動により電力需要の削減を推進できる可能性を示した点で科学的意義が高い。都市環境評価に関する研究については、統計値として十分に信頼しうる長期解析に基づいてEVの普及による都市スケールの気温低減効果を定量的に評価した点、想定しうる将来シナリオ(将来の地球温暖化の影響をバックグラウンドとして考慮)に基づいて将来予測を行っている点で科学的意義が高い。

これまでのEVの普及に関しては、技術や個別の政策の観点からEVの導入について検討されていた、EV導入に伴うライフスタイルや街づくりなどの社会像については不明であった。サブテーマ(4)の研究によりEVが普及した「新しい社会像」の一端を提示するとともに、それを実現のための制度改革の試案を作成し、今後のEV普及を前提とした社会の姿を提示できた。

(2)環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

現在、松山市等多くの自治体で、EVや超小型モビリティを活用したモビリティシェアリングの検討を進めている。本研究は、このような自治体のほか、カーシェアリング事業者にとっても新しい知見を示すものである考える。

サブテーマ(4)において、日本における低炭素自動車への代替促進のための税制改革試案として、①自動車税(軽自動車税を統合)の課税標準をCO₂と車体重量に応じたものに変更する、②自動車取得税、自動車重量税を廃止する、③揮発油税・軽油引取税・石油ガス税の税率を引き上げる、を提案したが、このうち、②の自動車取得税の廃止の方針が決まった。

<行政が活用することが見込まれる成果>

サブテーマ(1)では、EVシェアリングにより市民のEV購入意向が高まることを示すとともに、市民のモビリティスタイルを踏まえコミュニティEV事業とあわせた送迎サービス等EV活用ビジネスを提案した。その結果、当該事業だけでも、都市圏のCO₂とエネルギーが10%から最大20%程度削減できることが示された。一方、都市温熱環境シミュレーションでは、EV社会のヒートアイランド緩和効果を定量的に試算でき、EV100%の社会では、自動車(現在の内燃機関自動車)排熱をほぼクリアする緩和効果によって、ビルの谷間等熱のたまりやすい場所で概ね2-3℃の緩和効果があることが示された。また、受容性研究では、交通分野での低炭素効果が高いものの市民受容性が極めて低いムチの政策を実現するための政策実施手順の一般化を示すことができた。EV活用の路上乗捨て型カーシェアリングは、現在幾つかの自治体で導入可能性を検討している。そのなかで、本調査の知見が有効活用されると思われる(都市計画学会やその他誌上での発表済)。また、政策手順の実施方法についても、今後、ムチの政策の実施を想定する自治体にとって、有効な知見になるものと考えている。

サブテーマ(2)では、次世代自動車が普及すればするほど環境改善効果は高くなることを実都市圏を対象に定量的に示し、目標値の早期実現には“購入時”と“利用時”の両面からインセンティブ創出が有効であることを示した。特に新たな環境政策の選択肢として“EV/Tollレーン”を提案し、利用時のインセンティブ創出効果、通行料金収入により社会的便益は向上し、かつ購入時の補助金の原資として再分配できることを示した。さらに、電気自動車をバッテリー代わりに使用し電力需要マネジメントを行うとした場合、普及率が6%では名古屋市のCO₂排出量が3.4%削減可能であることなど結果が得られている。これらの研究成果は今後次世代自動車普及や利用に向けた環境政策を検討する際に有用な知見であると考えられる。また、既に施行されている購入時の補助制度の事後的な効果検証は、今後の環境政策検討に寄与するものとする。

サブテーマ(3)で行ったエネルギー評価に関する研究では、EVが再生可能エネルギーの普及に及ぼす影響や、EV所有者の充放電行動が電力需要に及ぼす影響を定量的に評価した。これらの研究成果は、EVと再生可能エネルギーの普及政策や低炭素社会の実現に向けた環境政策の策定に大きく貢献することが見込まれる。都

市環境評価に関する研究では、EVの普及が現状および将来の都市温熱環境に及ぼす影響を定量的に評価できるシミュレーションモデルを構築した。そのような評価が可能となることは、他のヒートアイランド対策・政策の費用対効果との比較を行う上で大変有益となる。

サブテーマ(4)では、EV導入に伴うライフスタイル、街づくりなどの「新しい社会像」、また、EV導入促進のための制度改革の試案を提示しており、これらは国、地方におけるビジョンづくり、具体的制度づくりなどに大きく貢献するものと考えられる。

6. 研究成果の主な発表状況

(1) 主な誌上発表

<査読付き論文>

- 1) 金森 亮、森川高行:都市計画論文集、46、3、841-846(2011).
「地域メッシュデータに基づく住宅地の遷移過程を考慮した将来人口予測手法の提案」
- 2) 金森 亮、森川高行、山本俊行:第10回ITSシンポジウム2011 Peer-Review Proceedings、85-90(2011).
「電気自動車の保有者属性の違いによる利用/駐車状況と環境改善に関する研究」
- 3) R. Kanamori and T. Morikawa: Proceedings of the 16th International Conference of Hong Kong Society for Transportation (2011).
“Evaluation of electric vehicle lanes and electric vehicle/toll lanes with multi-class combined equilibrium model”
- 4) 金森 亮、新井秀幸、山本俊行、森川高行:土木学会論文集D3、67、5、I_673-I_681(2011).
「道路課金政策における課金収入再分配に関する研究」
- 5) J. Yang, T. Miwa, T. Morikawa and T. Yamamoto: Proceedings of the International Symposium on Urban Planning、11(2012)
“Examining the preference of electric vehicles purchasing behavior using stated preference data”
- 6) 金森 亮、森川高行、奥宮正哉、山本俊行、伊藤孝行:土木学会論文集D3、68、5、I_1243-I_1252 (2012)
「電気自動車の普及による都市交通と電力需要への影響分析」
- 7) 安藤章、山本俊行、森川高行:都市計画学会論文集、47、3、757-762(2012)
「EU諸国のEVカーシェアリングの最新動向と市民の利用意向に関する分析」
- 8) R. Kanamori, T. Morikawa and T. Ito: Agent Based Simulation for a Sustainable Society and Multi-agent Smart Computing (Lecture Notes in Computer Science), 7580, 78-89(2012)
“Evaluation of special lanes as incentive policies for promoting electric vehicles”

<査読付論文に準ずる成果発表> (「持続可能な社会・政策研究分野」の課題のみ記載可)

- 1) 竹内恒夫:グリーン革命のコンセプト・ノートー環境構造改革ー14、分散型エネルギー新聞(3頁)、2010年12月5日、「『走る家電』の環境インパクト」
- 2) 渡邊聡、中山典子、竹内恒夫:日本経済政策学会中部支部オンラインワーキングペーパー、3(2012)
「電気自動車(EV)普及に伴う地域経済効果の推計と普及施策の検討」
- 3) スマートエネルギーネットワーク最前線～新エネルギー促進、制御技術からシステム構築、企業戦略、自治体実証試験まで～、エヌ・ティー・エス出版、(2012)
「第2篇第1章3節 新しい交通システム(安藤章)」
- 4) 安藤章:月刊道路2012年8月号、道路協会、56-61(2012)
「先進的モビリティ～車・自転車のシェアリングおよび公共交通の先進動向」

(2) 主な口頭発表(学会等)

- 1) 黒木美早衣、飯塚悟、金原和矢、伊藤奨:日本建築学会大会(2011)
「WRFによる名古屋都市圏温熱環境・風環境シミュレーション(その6)EV普及が都市温熱環境に及ぼす影響評価」
- 2) 金森 亮、森川高行:第43回土木計画学研究発表会(2011)
「マルチクラス統合均衡モデルによるEV専用レーン及びEV/Tollレーンの導入評価」
- 3) 酒井大輔、三輪富生、森川高行、山本俊行:第44回土木計画学研究発表会(2011)
「電気自動車普及要因に関する基礎的研究」
- 4) 金森 亮、森川高行、奥宮正哉、山本俊行、伊藤孝行:第44回土木計画学研究発表会(2011)
「電気自動車の普及下における都市交通と電力需要に関する研究」

- 5) 金森 亮、安江勇弥、森川高行: CSIS-DAYS(2011)
「国勢調査のメッシュ時系列データを用いた居住地形成過程に関する研究」
- 6) 黒木美早衣、飯塚悟、N. Jacques、伊藤奨、近藤由美: 日本流体力学会年会2011(2011)
「EV普及による都市温熱環境の影響評価シミュレーション」
- 7) 渡邊聡、中山典子、竹内恒夫: 日本経済政策学会第45回中部地方大会(2011)
「電気自動車(EV)普及に伴う地域経済効果の推計と普及施策の検討」
- 8) R. Kanamori and T. Morikawa: The 8th China/Japan Joint Seminar on Urban and Transport Development & Sustainable Urban Transportation Development(2012)
“Evaluation of electric vehicle/toll lanes as incentive policies for promoting electric vehicles”
- 9) J. Yang, T. Miwa, T. Morikawa and T. Yamamoto: The 8th China/Japan Joint Seminar on Urban and Transport Development & Sustainable Urban Transportation Development(2012)
“Forecasting the Demand of Electric Vehicles in Chukyo Region in Japan”
- 10) H. Liu, H. Sato and T. Morikawa: The 8th China/Japan Joint Seminar on Urban and Transport Development & Sustainable Urban Transportation Development(2012)
- 11) 金森 亮、森川高行、伊藤孝行: 第22回インテリジェント・システム・シンポジウム(FAN2012)、2012
「アクティビティ・シミュレーションによる電気自動車普及下の都市交通と電力需要への影響」
- 12) 安江勇弥、金森 亮、森川高行: 第46回土木計画学研究発表会(2012)
「名古屋地域におけるカーシェアリング会員特性と利用意向に関する分析」
- 13) 劉歆、佐藤仁美、森川高行: 第46回土木計画学研究発表会(2012)
“The Influences of Environmental Consciousness and Transportation Attitude on Electric Vehicle Purchase Intentions”
- 14) 飯塚悟: 中部の環境を考える会「環境調和型のまちづくりー都市計画の最先端ー」(招待講演)(2012)
「ヒートアイランドと自動車交通」
- 15) R. Mu, and T. Yamamoto: 92nd Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington D.C., January. 2013.
“Analysis of the safety and environmental effects of introducing microcars into traffic flows”
- 16) 柴田章吾、飯塚悟、近藤由美: 日本建築学会大会(2013)
「WRFによる名古屋都市圏温熱環境・風環境シミュレーション(その12)EV普及による暑熱環境緩和効果の検討」(梗概提出済)
- 17) 芹澤裕子、奥宮正哉: 日本建築学会大会(2013)
「EV車の普及による民生用エネルギー消費パターンへの影響と省エネルギー効果ー個人所有のEV車での充放電の民生用電力需要への影響の基礎検討ー」(梗概提出済)

7. 研究者略歴

課題代表者: 森川 高行

マサチューセッツ工科大学修了、Ph.D、現在、名古屋大学環境学研究科 教授

研究参画者

- (1): 安藤 章
名古屋大学大学院環境学研究科博士後期課程修了、博士(工学)、
現在、(株)日建設計総合研究所主任研究員
- (2): 森川 高行 (同上)
- (3): 奥宮 正哉
名古屋大学大学院工学研究科博士後期課程修了、工学博士、
現在、名古屋大学大学院環境学研究科教授
- (4): 竹内 恒夫
名古屋大学経済学部経済学科卒業、現在、名古屋大学大学院環境学研究科教授

E-1003 次世代自動車等低炭素交通システムを実現する都市インフラと制度に関する研究**(1) 低炭素交通システムを実現するモビリティデザインの方向性に関する研究**

(株) 日建設計総合研究所

安藤章・山村真司・寛文彦

平成22～24年度累計予算額：38,159千円

(うち、平成24年度予算額：11,705千円)

予算額は、間接経費を含む。

【要旨】

本サブテーマは、サブテーマ2～4で提案される施策とサブテーマ1の独自の検討内容を統合し、電気自動車（以下、EVと称す）を中心とした、次世代のモビリティ社会像を示すことを目的としている。サブテーマ1の具体的な成果は以下のものである。

- ①国内外の低炭素交通システムの施策事例を収集・分析し、わが国での展開が考えられる低炭素交通政策パッケージの洗い出し
- ②EU諸国で近年注目されている、EVを活用した路上乗り捨てのワンウェイ型カーシェアリングの導入モデルの調査、及び導入効果の分析
- ③市民の生活スタイルに着目した、低炭素社会に向けたモビリティデザインと都市への展開イメージの検討
- ④都市温熱環境システムの開発、及びEV普及社会における都市温熱環境の評価分析
- ⑤中国・天津市ウカホウ地区を対象とした低炭素交通システムの提案（日中共同セミナー対応）
- ⑥低炭素交通システム実現に向けた合意形成手法の提案

このうち、①で収集した国内外の低炭素交通システムの先進事例については、次のホームページで閲覧できる環境をつくり、関係機関の意識啓発や施策展開のためのデータベースとして活用した。（<http://www.trans.civil.nagoya-u.ac.jp/kankyo/>）

【キーワード】

モビリティデザイン、EVシェアリング、都市温熱環境シミュレーション、政策の受容性

1. はじめに

本サブテーマが掲げるモビリティデザインとは、サブテーマ1～4で提案する各施策を都市空間上に具体的に配置し、実現性の高い施策パッケージとしてとりまとめること、実現に必要な「合意形成手法」や「法制度のあり方」等も含んだ幅広いパッケージ化を目指すことを意味している。

本報告書では、紙面の都合上、サブテーマ1独自の検討成果、及びサブテーマ1～4をとりまとめた都市空間の展開イメージ図について詳述する。

2. 研究開発目的

本サブテーマでは以下の項目を検討し、国内での低炭素交通システムの実現の方策を示す。

- (1) 国内外の先進的な低炭素交通システム手法に関する知見の収集

EV関連施策、ロードプライシング、道路空間の再配分による自動車交通の抑制等に関する欧米諸国の先進事例を収集・分析し、本研究で検討対象とする低炭素交通のための施策メニュー群を整理する。この施策メニュー群は、サブテーマ2の検討対象に供するとともに、本サブテーマで独自に行う施策検討にも活用する。

また、施策メニュー群のうち、わが国では未だ導入事例がなく、世界的にも目新しい取組である、EU諸都市で実施中のEV共同利用システムを取り上げ、政策理念や計画・事業手法等について詳細調査を行い、わが国への導入に係る知見を検討する。

（２）国民が抱く低炭素社会のモビリティ像に関する研究

次世代自動車の技術動向と展望を踏まえ、国民が抱く低炭素社会のモビリティニーズやインフラ・社会制度の整備条件、次世代自動車の購入意向等について、アンケート調査等によって把握する。このアンケートデータは、サブテーマ2の検討材料としても活用する。

（３）モデル都市におけるモビリティデザインと実現手法の検討

サブテーマ1独自の検討として、市民のライフスタイルに着目した交通行動分析を行い、①～②の検討で示される施策メニュー群を踏まえ、具体的な地域での施策展開イメージと効果を検討する。また、EV普及のための充電ステーションの整備方針等を検討する。

また、サブテーマ1～3 の研究成果を踏まえ、低炭素社会のモビリティデザインのイメージを示す。

さらに、EV社会による都市内温熱環境の改善効果について、サブテーマ3と協働で検討する。

最後に低炭素交通社会の実現に向け、特に市民受容性の観点から進め方の着眼点を検討する。

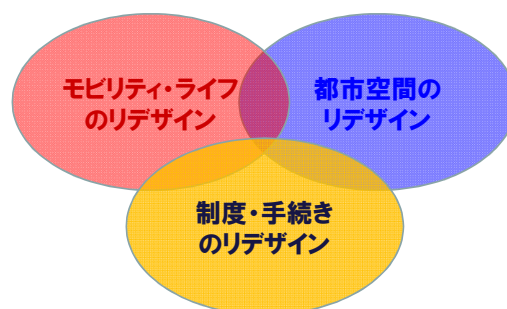
（４）海外研究者との共同ワークショップ等の開催

中国の交通系の大学研究室と共同でワークショップ（日中共同セミナー）を開催し、低炭素交通システムの実現に向けた情報交換と中国での展開方策について討議検討するが、ここに諮る提案内容についても検討する。

3．研究開発方法

（１）モビリティデザインの定義

モビリティデザインとは、市民の日常のライフスタイルを注視し、それに適った形で無理のないモビリティスタイルを提案するものであり、これを実現するためには、都市空間の改築（例：サブテーマ2で提案されるEV/Tollレーン）や市民のライフスタイルの変更、政策を押し進める法規制の改正等を一体的に実施する三位一体の取り組みが必要である（図(1)-1参照）。



図(1)-1 モビリティデザイン概念

（２）研究の開発方法

サブテーマ2の交通・ライフスタイルの研究とあわせ、サブテーマ1でも独自の提言検討を行う。またサブテーマ3のエネルギーマネジメント、サブテーマ4の制度設計の成果を、低炭素社会のモビリティデザインとしてとりまとめる。

1）低炭素交通システムを実現する政策パッケージの検討

電気自動車等次世代自動車の普及手法、ロードプライシング等自動車抑制手法、LRT（Light Rail

Transi：輸送力が軽量級の都市旅客鉄道）等の代替交通手段の導入等をキーワードとし、国内外の先進事例を文献・WEBで収集する。このなかでは、パリ市等で導入予定（2011年）のEVの共同利用システムであるフランスのautolib'やオランダのcar2go、さらにはストラスブール市のpHV（プラグインハイブリット車）の大規模実証実験等、EU諸国の新しい取組みについても詳細に調査し、わが国への適用可能性を検討する。

2）EU型のEVカーシェアリングの有効性に関する研究

EU型カーシェアリングともいえる、EV活用+路上乗捨て+oneway型の効果を検証するため、autolib'を対象として、パリ市民へのアンケート調査を実施し分析する。

本アンケートの主な目的は、autolib'が市民ドライバーの交通意識と交通行動に及ぼす影響を実証的に把握することにあるため、サービス開始前（2011年秋）と開始1年後（2012年秋）のパネル形式で実施する。

【2011年アンケートの概要】

アンケートは、autolib'サービス開始直前の2011年11月末にパリ市民を対象に実施している。対象者は、調査時点で免許を保有し、月1回以上クルマを利用しているドライバーである（アンケートの詳細は右表参照、結果として558サンプルの回収を得ることができた）。

【2012年アンケートの概要】

先述の通り、autolib'の本格運用開始を挟む形で、開始後1年を経た2013年1月に、パリ市在住の同一人物を対象とするパネル形式のアンケート調査を実施した。なお、本調査では、前回から1年を経ての再調査となるため、回収率（協力率）が大幅に低下することが懸念される。また、この協力者のうち、どれだけの人がautolib'を利用しているかも不明であるため、安全を期する意味で、前回協力者（558名）のほか、前回と同様の条件で市民から無作為に抽出された新規の200名を加えて（合計758名）、アンケート調査を実施する。また、アンケートは前回同様、web調査で実施する。

表(1)-1 2011年パリ市民へのアンケート概要

■アンケート対象者

- ・パリ市民（サービスエリア内の20-65歳の男・女）
- ・免許保有者、かつ月1回以上クルマを運転（クルマ非保有者でも可、但しペーパードライバーは不可）
- ・WEBアンケートで実施。

■主な質問内容

分 類	質 問 項 目
個人属性	性，年齢，職業，年収，居住地等
日常の移動特性	交通手段別/目的別移動頻度・距離
自動車利用特性	利用目的/頻度/距離，保有台数等
autolib'について	認知度，利用意向
autolib'利用意向	利用目的/頻度/距離 等
意識データ	・環境と交通に関する重要性認識度合（5件法で選択） ・autolib'導入後のクルマ保有意向

表(1)-2 2013年パリ市民へのアンケート調査概要

■主な質問内容

分 類	質 問 項 目
個人属性	性，年齢，職業，年収，居住地等
autolib'について	認知度，利用実績，利用目的，利用時間・距離・同乗者数等利用実態，今後の利用意向 等
autolib'の評価	利用者は満足度，非利用者は理由，周囲の人の反応と評価 等
車保有等意識	車保有意識，公共交通利用意識 等
EVの購入意向	EV購入意向，EVに関する評価，自宅での充電の可否 等
意識データ	・環境と交通に関する重要性認識度合（5件法で選択） ・autolib'導入後のクルマ保有意向

3) 低炭素なモビリティライフの提案

市民の生活行動と交通行動の関係を深堀りするため、

- ①属性別にフォーカスグループ・インタビュー調査を実施し、生活行動と交通行動の関連性について仮説を立案する
- ②上記を踏まえ、中京都市圏パーソントリップ調査を用いた属性別分析を行い、交通行動の定式化と環境負荷量の定量試算を行う

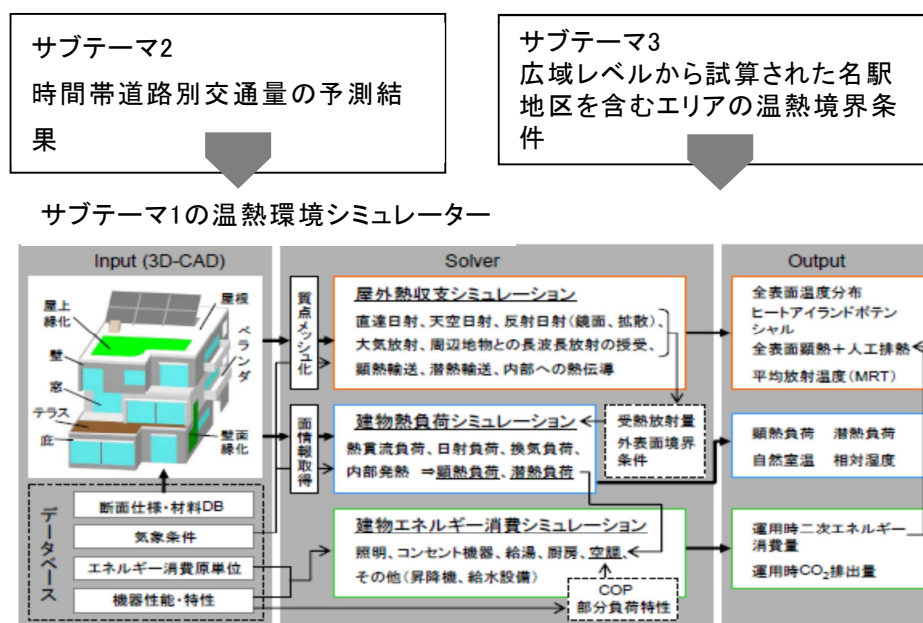
また、上記検討の対象属性を、居住地（大都市と郊外部）やライフステージ属性（高齢者、子育て世代女性、ビジネスマン）に着目して構造化する。

このなかで、高炭素なモビリティスタイル化を助長する、市民の属性と生活様式を特定化するとともに、これを改善する観点から、EVを活用した新しい交通サービスの提案を検討し、その効果を分析する。

4) 都市温熱環境システムの開発とEV普及時の効果検証

EVには、CO₂やエネルギー消費の削減効果だけでなく、ヒートアイランドの改善効果も期待できる。そのため、都市温熱環境シミュレーターを開発し、EV社会におけるヒートアイランド緩和効果を試算検討する。

また、この試算検討にあたっては、サブテーマ2で算出された自動車交通量の削減効果、（電気自動車の普及台数は別途想定）、及びサブテーマ3で算出された広域レベルでの温熱環境予測結果を、検討対象地区の境界条件として活用する。なお、検討対象地区は、自動車交通の集中が高く、また高層ビル等も多い、名古屋市の名古屋駅前地区を対象とする。



図(1)-2 シミュレーションの考え方

5) 中国・天津市于家堡（ウカハウ）地区を対象とした低炭素交通システム提案

日中共同セミナーの討議テーマを準備するため、中国・天津市で金融特区としてわが国政府からの注目と支援を集める于家堡地区の開発計画をケーススタディとして、低炭素交通システムの

可能性を検討する。また、本成果は、日中共同セミナーの際に、清華大学、天津市への提案としてプレゼンテーションを行う。

また、施策メニューとしては、1) で提案された施策群のなかから、当地区の特性を踏まえ、適切なものを抽出する。

表(1)-3 モビリティデザイン検討のモデル都市

国内外のモデル都市	選定理由
天津市・于家堡地区	当地区は、アジア最大の金融市場の整備を目指しており、今後世界的に注目される地区である。現在、天津市がマスタープランを検討中であるが、一方で、過度な商業・業務土地利用の集積計画によって、昼間人口比率が夜間事項比率の10倍、多くの従業者が天津市旧市街地から自動車でアクセスする等の課題を有している。これらの課題解決をテーマとした取組みは、国際貢献の観点からも有意義である。本検討結果は、後述の日中共同セミナーの討議テーマとして活用した。

6) 低炭素交通システム実現に向けた合意形成手法の提案

a. 次世代モビリティ社会に関する意識分析

一般市民が抱くモビリティ社会像を把握するため、2011年1月に愛知県尾張地方(名古屋市地域、尾張地域、海部地域、知多地域)

表(1)-4 アンケートで示した2つのシナリオ社会像

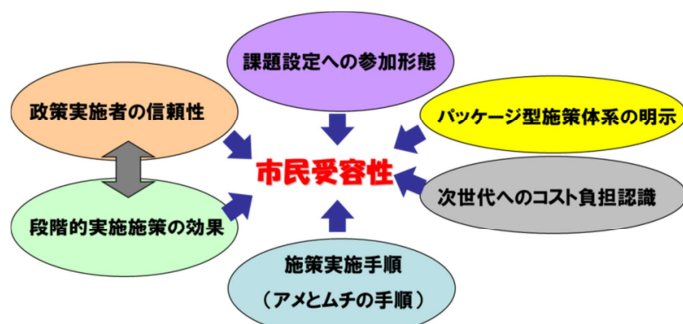
の居住者に対し、WEBアンケート調査を実施する(1,642票を回収した)。本アンケートでは、市民が普段どのような評価基準で交通手段を選択しているかを把握するため、①交通システム本来のサービス性能(速い、安い、快適、いつでも移動できる機動性)、②高齢者の移動支援性能、③安全性能、④地

	シナリオ1	シナリオ2
社会の概要	世界屈指の 高い経済成長率 を誇る国、 自己責任型社会 。	現在同様、 安定的な低成長率 の国、 政府が国民の暮らしを保障 する社会。
経済成長	世界屈指の 高い経済成長率 (自動車産業が成長を牽引)。	現在同様 安定的な低成長率 。
税金	税金安い 。	税金高い 。
社会保障	自己責任 の社会 (国はあなたの生活を 保障しない)。	社会保障が充実 (国があなたの生活を 保障する)。
外国人就労者	労働力確保のため、 積極的に 受け入れ 。	治安を重視し、 現在同様、 閉鎖的 。
治安	今より 悪化 。	現在程度。
文化と暮らし	外国人が増え、文化が融合。	日本の伝統的暮らしを大切に。
交通との係わり	国内でも 自動車 が売れる。	税金を活用し、 公共交通 が元気になる。

球温暖化対策への影響認識、⑤居住地等ライフスタイルと交通の関連性 等の複雑なモビリティ社会要因と交通の利用実態の関連性を把握する。さらに、現在の評価基準だけでなく、20～30年後の将来社会における評価基準を把握するため、①高齢化や環境問題が深刻化した20～30年後の世の中、②①に加えモビリティに関する技術革新(電気自動車やITS(Intelligent Transport Systems; 高度道路交通システム)の普及)が進行した世の中、③①と②に加え表-1の経済社会情勢の世の中を被験者に対し、段階的に提示・イメージしてもらい、各段階でのモビリティの評価基準と予想される日常交通行動を回答してもらおう。表(1)-4のシナリオ社会の設定は、「高い税負担+行政が住民の生活を保障+経済成長は低い社会(シナリオ1)」と逆に「低い税負担+自己責任+経済成長は高い社会(シナリオ2)」を示し、そのなかでのモビリティ像についての意見も収集する。

b. 合意形成手法の研究

交通分野の低炭素化は、公共交通の新線整備や運賃・運行計画の改善等の“アメの施策”だけでは難しく、ロードプライシングをはじめとする“ムチの施策”との一体運用が効果的といわれている。一方で、アメとムチを伴うパッケージ施策では、どちらを先に実施するのが有効かの議論が



図(1)-3 賛否態度の影響要因

必要となる。昨今の財政状況を鑑みると、ロードプライシングのような新たな課金収入が生まれる施策を先行実施することが望ましいと考えられるが、一方で市民感情（受容性）の観点からの議論も必要である。受容性に関する既往研究の知見も踏まえ、本研究では、①政策決定権者（首長等）への信頼性、②施策の策定過程（市民の審議過程を経たか否か）、③パッケージ施策

開示の有効性（最初からパッケージ型として施策の全体像を開示することの有効性）、④施策の実施手順（アメとムチの施策のどちらから実施するのがいいか）、⑤施策費用に対する時間的観念の植え付けの有無（“アメの施策には財源が必要だが、これを起債で賄うと後世に亘って借金を付け回すことになる”という認識をもつこと）、⑥パッケージ施策を段階的に行う場合、当該施策の前に実施した施策の成否（前段施策の効果が期待通りか否か）の複数要因が市民の賛否態度に影響するとの仮説に依拠し、アンケート設計とデータ収集を行った。この際、6つの全条件の組合せは膨大なため、実験計画法に基づき効果的な条件の組み合わせ（24ケース）を設定した。被験者は、無作為に割り当てられた1ケースのみについて、ランダム順に提示される3施策（公共交通活性化、ロードプライシング、道路空間再配分）の賛否態度を回答する。

4. 結果及び考察

（1）低炭素交通システムを実現する政策パッケージの検討

国内と海外でのEV等次世代自動車の実証事業（国内17事例）、道路課金政策や自転車施策等の動向（海外12事例）、道路空間再配分の合意形成に関する事例（国内外8事例）について収集した（紙面の都合上、詳細はWEB*を参照）。本稿では、全体の政策傾向と、このなかから特に興味深い海外事例について記載する。

※ <http://www.trans.civil.nagoya-u.ac.jp/kankyo/database/index.html>

1）受容性の高い交通施策パッケージの検討

現在、わが国をはじめとする多くの国では、内燃機関自動車に依存した交通体系が高炭素な交通体系を誘導していると考えられるため、脱自動車社会の実現をめざしたPUSH&PULL（アメとムチ）での施策展開が効果的と考えられている。これらについて、既往事例などを検討した結果、これに属する代表的な施策として、表(1)-5があげられる。一方、これらの施策の受容性については、後述の通り、施策展開の実施手順にもとづいて、受容度も異なると考えられる。

一方、表(1)-5のなかで、注目すべき施策として、EV自動車の普及、及びこれを活用したカーシ

表(1)-5 アメとムチの交通施策例

	代表的な施策
アメの施策	公共交通を便利にする施策 ・ LRTやBRTの整備 ・ トランジットモール ・ 公共交通サービス水準の向上（割引、運行本数増加等）
ムチの施策	自動車の利用を抑制する施策 ・ ロードプライシング ・ 道路の通行規制 ・ 駐車場料金の値上げ
注目すべき中間領域施策	・ EV等次世代自動車の普及 ・ カーシェアリング

シェアリングシステムの導入があげられる。EVを活用したシェアリングシステムは、わが国においても90年代後半に注目され、国内でも幾つかの実証実験を行ってきたが、当時のEV性能にも起因し、十分な定着は果たせなかった。一方で、内燃機関車によるカーシェアリング事業は国内でも民間事業として展開されている。しかし、今後EVでカーシェアリング事業を実施する場合、i) 個人所有ではないシェアリングカーを、利用者にどのように自発的に充電させるか、ii) EVシェアリング事業の持続可能性 についての課題が予想される。

そのため、現在、わが国では導入されていないが、EU諸国で昨年より展開され始めた2つのEVシェアリングシステムに注目し、昨年度はパリ市のautolib'とアムステルダム市のcar2goを調査し、EVカーシェアリングのわが国での事業可能性の基礎情報収集を図った。

2) EVカーシェアリングの調査事例

a. autolib' (パリ市)

autolib'は2011年11月より運用開始となった。フランスの財閥Bollereによって運営されており、当社はこのシステム構築のため€60Mを投資し、最終的には€110Mの投資計画(2011年3月のヒアリング時点)であった。フランス政府のEV政策と合致したためautolib'は実現できたとされているが、



図(1)-4 autolib'と路上デポ
(路上のガラス張りの建物はエスパス)

autolib'のビジネスモデルはvelib'のような広告ビジネスとの連携は一切なく、当該レンタルコストのみでの事業モデルである。そのため、収益性については、疑問の声が聴かれるが、Bollereとパリ市は2011年2月に締約した。車両は、パリとイル・ド・フランス等で3,000台を配置し、また1,000箇所の充電スタンドの整備目標を掲げている。車両は4人乗りでリチウムイオン電池式のEVで航続

距離は250kmと称している（満タン充電は4時間）。料金は、会費€12/年間、最初の30分は€5、その次の30分で€4が加算される。それ以降は、€6/30分と加算され、velib'同様に短時間での利用を促進している。一方で、autolib'導入の背景には、パリ市民の58%が自動車を持っていない、16%が月1回未満の自動車利用である、さらにパリの車の稼働時間は5%（95%が駐車時間）といったクルマ利用実態が背景にあることも注意すべきである。

b. car2go (アムステルダム市)

car2goは、ダイムラー社の子会社が運営するカーシェアリング事業であり、特に今回着目するEVを活用した事業モデルは、アムステルダム市と米国・サンディエゴ市の2地域のみで先行的に展開されたものである（アムステルダム市は2011年11月より事業開始）。

車両は、ダイムラー社のsmart/EV（2シート）を活用しており、当面は300台で導入している。また充電インフラは市が整備しており、現在250箇所あるが、2012年度末には1,000箇所とする予定である。また、car2goの特徴として、料金体系が大変安価である点がある。登録時に€9.90を支払いだけで、あ



とは1分単位で29セントのコストを支払えば良いこととなっている。

car2goがautolib'と決定的に異なるのは、「予約不要」の「乗り捨て」型サービスである点がある。さらに、バッテリー残量が20%になると、カーナビがドライバーに充電スタンドに停めることを指示し、ナビに従ってドライバーが充電スタンドに立ち寄ることとなる。バッテリー残量が40%以下の車両は10分のサービスタイムが付加される。平均的な利用特性は、20-40分、5-10km程度とのことである。

以上を踏まえ、autolib'とcar2goの事業モデルの比較結果を表(1)-6に整理する。

料金体系では、autolib'が車両利用の長時間占有を防止する体系であるのに対し、car2goは利用促進を目指した分単位での料金

表(1)-6 car2goとautolib'の比較

	autolib'	car2go
メーカー	Bolloré社	ダイムラー社
航続距離	250km	135km
サービス範囲	パリ市及び周辺市の50km圏域	アムステルダム市の80km圏域
サービス形態	One-way (但し、事前予約により返却駐車場の予約必要)	One-way (完全乗り捨て型、予約は可能だが不要)
充電方法	予約時に燃料残量を確認する	20%以下の場合ナビに従い駐車
投入台数	250台(2011.12) 1,000台(2012.3)	300台(2012.2)
充電箇所	1000箇所(400m間隔)	250箇所(2012.3) 1000箇所(2012.12)
料金体系	会費：€144/年 利用時：最初€5/30分 次 €4/30分 その次€6/30分	加入時：€9.90 利用時：29セント/分
インフラ整備負担	行政	行政

設定になっている。ちなみに、30分借りた場合、autolib'は€5であるのに対し、car2goは€8.7、1時間では同様に€9に対し€17.4であることから、結果的にautolib'の方が安い、17分未満の利用であればcar2goの方が安くなる。一方、両者の共通点として、充電インフラ等デポ（車両の貸出・返却を行う駐車スペース）の整備は行政が負担している点である。一方で、autolib'は運営会社が駐車場代を年€750を行政に支払うが、car2goはその負担がなく、運営会社は車両のオペレーションに専念できる点の特徴である。

以上、EVシェアリングシステムは、EU諸国で大変注目されて新しい交通システムであり、何れも民間企業がビジネスとして持続性のある形態を模索するとともに、行政側の低炭素交通システムを目指した取り組みと連携を図りながら展開されており、その典型が、「行政側による充電インフラの整備」があげられる。さらに、持続性を高めるには、ca2goのように道路空間を事業者に開放するなど、市民に高いサービスを提供できる「規制緩和」が重要であることを示唆しているといえる。わが国においても、低炭素交通システム実現に向け、また都市空間の効率的活用の観点から、EVシェアリングの導入は検討すべきであるが、一方でこれらの2つの好事例が示したPPP(Public Private Partnership)型事業手法、及び規制緩和の重要性は見習うべきものと考え



c. pHV大規模実証実験（Strasbourg市）

フランス環境エネルギー管理庁(ADEME)の実証実験支援制度のひとつとして、StrasbourgのpHV実証実験が実施されている。この実験の狙いは、充電インフラの整備とpHVの充電状況を実証的に把握するもので、車両提供はトヨタ自動車、充電ステーションの設置はフランス電力会社(EDF)が行い、車両は100台（ユーザは、国営郵便企業、大学病院、携帯電話会社、カーシェアリング会社等フランス側で90台、ドイツ側で10台）、充電スタンドは150箇所設置されている。日本で行うPRの実証実験と異なり、一般市民の日常生活での利用実態に拘った点が興味深い。Strasbourg市は、合計€20万を準備し、充電設備工事、5台の自動車リース費用の負担を行っている。充電スタンドは実験参加企業の施設や社員の自宅に約120箇所、公共駐車場や公道等に30箇所設置している。システムの特徴として、充電スタンドは各車両を識別することができるPLC（Power Line Communication）を構築し、課金実態に関する情報を管理している。この背景には、将来的にEDFが配電ビジネスに乗り出すことを狙っているようである。また、最新の分析結果によれば、pHV充電車の95%は職場か自宅で充電しており、公共空間での充電ニーズはほとんどない。また、利用者の多くが、夜間充電を希望する（フランスでは夜間電力が安い）ため）ようである。

（2）EU型のEVカーシェアリングの有効性に関する研究

1）サービス開始前（2011年）の市民評価と利用意向

2011年11月末にパリ市民を対象としたアンケート調査では、免許を保有し、月1回以上クルマを利用してドライバーを対象とした。被験者の70%程度がautolib'のことを既に知っていたが、詳細のサービス内容は知らない状態であった。利用意向者は、被験者のうちの16%程度で、その主な目的は、通勤・通学や業務であった。また、クルマのヘビーユーザーは、カーシェアリングを避けることが予想されたが、ヘビーユーザーでもautolib'利用意向が高い点が興味深かった。非利用者の理由のなかには“電気自動車の航続距離が短い”といった、EV本来の課題を指摘する人が多かった。

利用意向者の属性は、次のようなプロフィールであった。

- ・ 若年世代
- ・ 業務でクルマをよく利用する人
- ・ EV社会の到来を期待する人
- ・ 個人年収の少ない人（換言すれば、クルマを所有できない人）
- ・ 環境意識の高い人 等

2）パネル分析からみた効果分析

558名の前回協力者のうち、2013年の再調査に協力してくれたのは225名（協力率40%）であった。また、新規対象者200名のうち、183名より回答を得、合計で403名となった。

男女については、ほぼ同数のサンプル回収ができ、また年齢階層も偏りなく収集することができた。

先の2011年事前調査のautolib'利用意向傾向を踏まえ、2013年に実施したアンケート結果により、どのような導入効果（交通実態とパリ市民の意識面の両方において）があったかを分析した。

a. 利用傾向の全体把握

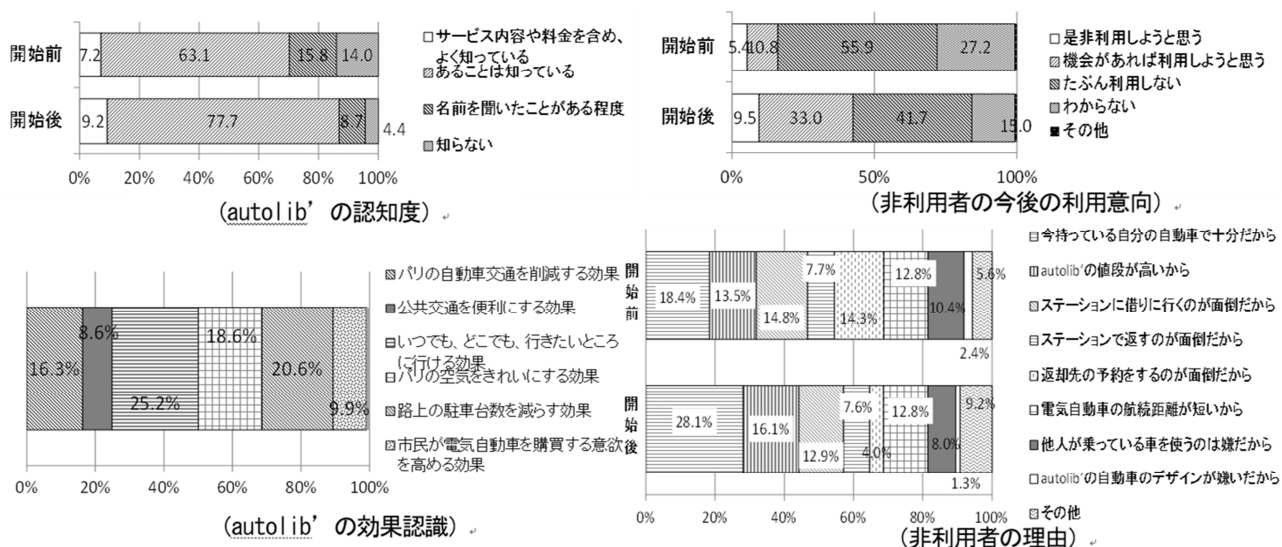


図1-(5) autolib'に対する意識分析結果

・ autolib'の認知度（上記グラフの「（autolib'の認知図）」を参照）

上記グラフの（autolib'の認知図）で示されるように、“サービスの内容や料金を含めよく知っている”との回答者が9.2%（前回7.2%）、これに“あることを知っている”の回答者を含めると合計で86.9%（前回70.3%）となり、大半の市民がautolib'を知っている状況であることがわかった、サービス開始後1年で、認知率は15%以上も向上している。

・ autolib'の利用実態

autolib'を実際に利用したことのある人は11.4%であった。事前調査でも16%程度であったことから、概ね予想通りの回答傾向ではあるが、一方でアンケート実施時点では、EV車両（Bluecar）の導入台数も1,750台と目標台数3,000台の半分程度であったことから、この利用率は今後増加することが予想される。現に上記アンケート結果の（非利用者の今後の利用意向）でも示されるように、今後“利用しようと思うか”との問いに対し、“是非利用しようと思う”が9.5%（前回5.4%）、“機会があれば利用しようと思う”が33.0%（前回10.8%）であった点からもわかる。

・ autolib'の利用理由、及び非利用理由

autolib'の利用理由については、“どこでも使えて便利だから”が29.2%（前回22.6%）と最も多く、次いで“EVは環境にいいから”が22.3%（前回24.7%）であった。この点から「oneway型の路上乗り捨て」、及び「EV」といった今回の特徴的サービスが評価されていることがわかる。

一方、上記グラフの（非利用者の理由）では、前回調査で多かった“返却先の予約が面倒”が、14.3%から、4.0%に大幅減少している。これは、autolib'のサービス開始に伴い、返却などのサービス内容が具体的に提示されたことで、誤った事前認識が訂正されたものと考えられる。また、今回、一番多かった非利用の理由は、“今持っているクルマで十分”が28.1%（前回18.4%）と大幅に増加しており、次いで“ステーションに借りに行くのが面倒”が12.9%、“EVの航続距離が短い”が12.8%であった（“EVの航続距離が短い”については、後述する通り、autolib'利用者と非利用者が大きく異なる点が興味深い）。

・ autolib'に対する効果認識

先のグラフの（autolib'の効果認識）では、“いつでも、どこでも、行きたいところにいける”点を指摘する回答が最も多く（25.2%）、路上乗り捨て型+onewayサービスのメリットが、十分に市民に認識されていることがわかる。また、2番目は“路上駐車削減効果”で20.6%、次いで“パリの自動車交通削減効果”が16.3%となっており、autolib'が単なる利便性サービスとしてだけでなく、交通政策上も有効な取組みであることを市民も十分に認識している点が、興味深い。

b. 交通行動の変化傾向

・ autolib'の利用実態

autolib'の利用目的に着目すると、買い物や娯楽・レジャー等の自由目的が最も多く、次いで通勤であった。また、oneway型に起因する特徴的な利用形態として、“深夜帰宅のタクシー代わり”といった利用形態が多い点がある。また、2011年調査時には、通勤・通学のほか、打合せや荷物搬送等の業務目的での利用が多

表(1)-7 autolib'の利用形態

利用目的	割合	一人当たり 利用回数	平均乗車人 員数
通勤	95 (19.6%)	7.3	1.8
通学	1 (0.2%)	1.0	1.0
打合せ等の仕事	50 (10.3%)	4.5	1.9
荷物搬送を伴う仕事	58 (12.0%)	7.3	1.3
買い物	116 (23.9%)	6.8	1.6
娯楽やレジャー	111 (22.9%)	5.6	2.7
深夜帰宅のタクシー代わり	54 (11.1%)	4.2	1.5
合計、及び平均	485 (100%)	5.8	1.9

くなることが予想されていたが、実際は、このような利用形態は少なかった。これは、わが国のカーシェアリングの実態でもあるように、営業車としてのカーシェアリングを利用のし難さ（例；仕事の荷物が置きっぱなしにできない等）に起因するものと予想され、理想と現実の乖離と解釈することができよう。

現在までの一人当たりの平均利用回数は5.8回、このうち、通勤と荷物搬送を伴う業務でのリピート利用が最も多く、7.3回となっている。荷物搬送業務利用が多い点については、その利便性に気づくと、リピート利用をしたくなるとの利用者嗜好を暗示したものと捉えることができる。

また、平均乗車人数は、全目的で1.9人/台、一番多いのは娯楽・レジャーで2.7人/台である。カーシェアリングは一人利用でなく、複数人数で利用されている点も興味深い。

・ autolib'による交通行動の変化

アンケートでは、autolib'利用者に対し、autolib'導入前後での週当たりのマイカー利用回数／利用距離、及び公共交通利用回数を質問している。この分析結果（表(1)-8）から、autolib'の導入により、全目的でマイカーの利用回数が削減される傾向にあること、一方で公共交通の利用回数が増加傾向にあることが示された。

この点は、アンケートの別質問である「autolib'の導入によりマイカーの利用回数が減ったか？」に対し、67.4%の利用者が「減った」と回答している点、また「公共交通の利用回数が増えたか？」

表(1)-8 autolib'導入前後の交通行動変化

（週当たりの利用回数、移動距離）

	マイカー利用回数		マイカー利用距離 (km)		公共交通利用回数	
	前	後	前	後	前	後
通勤	4.5	2.7	23.0	11.5	3.7	3.6
通学	2.5	0.3	6.6	5.0	2.2	3.4
打合せ等の仕事	2.7	1.3	31.1	28.5	2.2	3.1
荷物搬送を伴う仕事	2.5	1.4	13.7	18.6	2.2	2.9
買い物	3.2	1.9	9.0	7.8	2.5	2.6
娯楽やレジャー	2.3	1.6	67.0	28.0	2.3	2.5
深夜帰宅のタクシー代わり	2.4	0.9	10.6	9.0	2.0	2.7

の質問に対しては、34.9%の利用者が「増えた」と回答している点とも整合しており、autolib'は明らかに市民の交通行動に影響を及ぼし、マイカー利用の削減と公共交通利用の促進といった所期の目的を達成していることがわかる。但し、これは先述の「11.6%」のautolib'利用者に限った効果であるため、今後、都市レベルでの効果の顕在化を図るには、autolib'普及率増加が極めて重要であるといえる。

c.その他の市民への影響

アンケート調査では、autolib'が“市民間”で、どのように認識されているかについても質問を行っている。その結果、回答者の44.2%が“家族や友人とautolib'について会話をした”経験があるとしており、このうち77.0%がautolib'に対し好意的な会話であったと回答している。

さらに、アンケートでは、EV一般についての質問も幾つか行っている（例；EVを購入しようと思うか、EVをどう思うか、普及するには何が必要か、自宅駐車場には充電コンセントがあるか等）。その結果、autolib'利用者の69.8%が、“EVに対する評価や認識が変わった”と回答しており、autolib'は単なる交通政策だけでなく、EVそのものの普及にも影響を及ぼすものであることが予想される。この点については、以降で詳述する。

3) autolib'利用者特性の詳細分析

以上の傾向を踏まえ、autolib'利用選択モデル（多重ロジスティック回帰分析による2項モデル）を構築し、autolib'利用者の属性を明示する。

結果は表(1)-9に示す通りである。モデル全体のP値と的中率は十分な値が出ており、パラメータの符号条件も一致しているため、このモデルで利用者特性を考察しても問題はないと考える。

autolib'に対する認知度、及びautolib'のことを家族や知人から聞いた人（会話した人）、独身者ダミー、自宅でEV充電ができる環境にあるか否か等の説明変数が、P値も高く、有意なものとなっている。それ以外の変数ではP値は低い、符号条件が適合しているため、ここではこれについても言及する。

autolib'のことをよく知っている、または家族・知人とそれに関する会話をする等、autolib'の理解と興味を深めることで、利用者が増加することが示された。また、個人属性に着目すると、独身者ほど利用が多く、また自動車をよく運転する人がautolib'を利用する傾向にある点も興味深い。一般的にカーシェアリングは、自動車を保有しない層の、テンポラリーな移動手段と認識されがちだが、今回のアンケートではクルマのヘビーユーザーほどautolib'の利用傾向が高いことが示されたといえる。これについては、2011年の事前調査でも同様の傾向であったことから、信頼性の高い知見といえる。

さらに、興味深い点は、autolib'利用は、EVそのものに対する認識やEV利用環境とも関連して

表(1)-9 autolib'利用選択モデル（2項モデル）

変 数	偏回帰係数	P 値	判定
運転頻度	0.3312	0.074	
autoの認知度	3.1472	0.000	**
autoは車削減効果高い	0.2975	0.540	
autoは路駐削減効果高い	0.7574	0.157	
autoでEVも普及する	1.0561	0.054	
autoについて話題にした	1.4968	0.007	**
EVはきっと安くなると思う	0.4887	0.032	*
EVの将来普及予想	0.0114	0.281	
独身者ダミー	1.8371	0.001	**
自宅で充電できないダミー	-1.8056	0.000	**
定数項	11.1763	0.000	**

尤度比=141.78, 自由度=10, P値=0.000

的中率95.6%(利用者=62.8%, 非利用者=99.5%)

いる点である。autolib'利用者は、近いうちにEV社会が到来すると考えている人、一方で自宅駐車場に充電環境がない人であることが示されている。

4) パネルデータによる意識変化の分析

a. autolib'利用と関連する意識要因分析

2011年事前調査と2013年事後調査の同一人物を対象としたパネルデータを用いて、autolib'の利用が、利用者に与えた意識面の影響を把握する。具体的な方法としては、利用者と非利用者の区分を目的変数とし、事前／事後調査の各々で把握した意識の変化量を説明変数とする分散分析を行った（表(1)-10参照）。

その結果、autolib'利用者では、EV購入意向の変化、及びEVそのものに対する評価意識の変化が、優位に表れている。また、交互作用に着目すると、EVの航続距離に対する希望×EVの評価、EVの購入意向×充電ステーション整備の重要性に対する意識、EVの購入意向×保有車（マイカー保有台数）削減意向が、有意な関連性を持っていることが示された。

この点から、autolib'は、先述の仮説の通り、EVの評価そのものや、さらにはEV購入意向といった点についても、影響を及ぼしていることが示されたといえる。

以下、autolib'のEVに対する意識変化の影響内容を分析する。

b. EVに関する意識変化の傾向把握

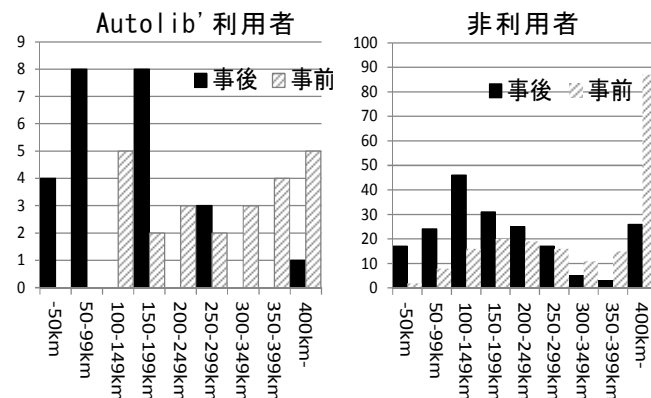
・EV航続距離性能に対する意識変化

“EVが1充電で走行可能な距離”に対する利用者と非利用者の希望距離を、事前・事後調査で比較したところ、図(1)-6に示すように、autolib'利用者のEVに求める航続距離が明らかに短縮化していることが示された。非利用者でも短縮化の傾向はあるが、利用者の傾向が顕著である。これは、autolib'の利用経験（EV利用体験）を通じ、日常の移動であれば、航続距離性能がそれほど致命的なものではないことが認識できたためではないかと考えられる。

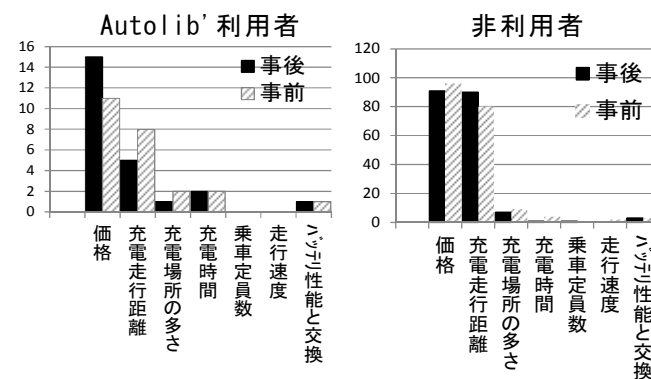
・EVの普及に必要な条件に関する意識変化

表(1)-10 利用／非利用に基づく分散分析結果

因 子	自由度	平均平方	**:1%有意 *:5%有意	
			F 値	P 値
EV航続距離希望	14	0.091	1.277	0.231
EV購入意向変化	1	0.328	4.589	0.034*
充電ステーションの重要性認識	8	0.091	1.274	0.263
保有車を減らす	1	0.260	3.638	0.059
EVに対する評価	1	1.180	16.520	0.000**
EV航続距離希望 * EV購入意向	9	0.123	1.718	0.092
EV航続距離希望 * 充電Sの重要性	28	0.091	1.275	0.184
EV航続距離希望 * 保有車を減らす	7	0.099	1.380	0.219
EV航続距離希望 * EVに対する評価	9	0.162	2.274	0.022*
EV購入意向 * 充電ステーションの重要性	5	0.250	3.503	0.005**
EV購入意向 * 保有車を減らす	1	0.376	5.269	0.023*



図(1)-6 充電後の航続可能距離希望



図(1)-7 EV普及に必要な条件

(図(1)-7参照)

同様に、“EVの普及”に必要な条件についての回答の変化をみると、autolib’利用者では“充電後の航続距離”を普及条件とみなす人が、事後で減少していることが示された。一方で、非利用者では、その条件を求める人数が変わっていない。この点でも、先述の通り、autolib’でのEV体験によって、現在の航続距離性能で十分であることを認識し、航続距離条件の指摘が薄れたものと理解できる。実際、前掲の表(1)-8の分析でも示された通り、一般的な日常移動は20-30kmであることから、現性能で十分と認識することは極自然の結果といえる。

・充電ステーションの重要性認識の変化

“充電ステーションを増やすことの重要性”についても、autolib’利用者では37.5%が、その意識が後退していることが示された（非利用者では、後退する人が20%、逆に重要性が増している人も25.3%いた）。

・EV購入意向に関する意識変化

EVの購入意向では、図(1)-8のようにautolib’利用者では購入意向が20%以上増加していることが示された。この点から、autolib’は市民のEV購入意識に大きな影響を及ぼしていることがわかる。

c．EV購入意向モデル

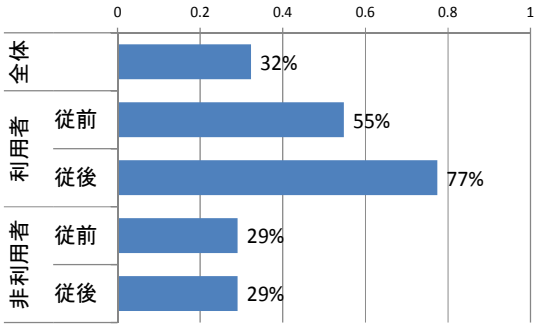
以上の分析結果を踏まえ、最後に、autolib’の利用経験とEV購入意向の関連性を確認するため、autolib’の利用経験を説明要因とする、EV購入意向モデル（2項選択モデル）を構築した（表(1)-11）。

モデル全体のP値、及び的中率、さらにパラメータのP値と符号条件も良好なことから、本モデルでEV購入意向とautolib’利用経験の関連性を考察することできる。

autolib’利用経験者はEV購入意向が高くなり、また（EV試乗体験で）EVに対する評価を見直し、さらにはEV普及への期待感が、EV購入意向に有意に影響していることが示された。一方で、充電ステーションがネックになると考える人は、購入意向も減退することが示された。

以上のパリ市民へのアンケートの分析結果より、“EV活用”+“oneway型”+“路上乗り捨て”という全く新しい概念のカーシェアリングの利用実態、及び市民の交通行動と意識に与える影響を把握するため、パリ市での2か年に亘るパネル調査を実施した。その効果、oneway+乗捨てというサービス形態は市民の視認性と利便性が高く、マイカー利用の削減と公共交通の利用促進といった、所期の目的を十分に達成できるものであることが示された。

また、これ以外にも大変興味深く、新しい知見が得られた。autolib’が“EV普及”にも効果的なものであるといった点である。昨今、わが国においてもEV普及の陰りが指摘されはじめているが、



図(1)-8 EV購入意向の比較

表(1)-11 EV購入意向モデル（2項モデル）

変 数	偏回帰係数	P 値	判 定
autolib’の利用経験	1.27	0.0088	**
EVはきっとやすくなる	0.50	0.0000	**
充電ステーションは大事	-0.68	0.0001	**
EVに対する評価	3.03	0.0000	**
定数項	6.94	0.0000	**

尤度比=202.55，自由度=4，P値=0.000
的中率83.5%(利用者=67.8%, 非利用者=92.1%)

カーシェアリングという方法でエコカーの普及啓発を図ることは、従来のエコカー補助金制度等公的資金投入によるカンフル剂的対処策でなく、市民の自発的意識変容に基づく手法であり、また交通政策との親和性も高いことから、大変効率的な手法といえるかもしれない。最近、わが国の大手カーシェアリング事業者が、ドイツの高級自動車メーカーと提携したとの報道もあったが、筆者らの聞くところによれば、これも自動車メーカーの販売戦略の一貫との指摘もあり、本研究成果の示すところは、あながち間違いではないと考える。

わが国で、このような事業モデルを実現するには、道路空間に係る規制緩和や車庫法の改正等、多くの課題があるが、政策の効率性から考えれば、関係機関が一丸となり、その可能性を検討する価値は十分にあると考える。

（３）低炭素なモビリティライフの提案

市民のモビリティスタイルを把握するため、2012年9月に高齢者、子育て世代主婦、ビジネスマンを対象としたモビリティに関するフォーカスグループ・インタビュー調査を実施した。本調査では、都市部居住者と群部居住者の各々で実施し、合計6グループを対象に行った。ここで得られたライフスタイルとモビリティの関係性に関する仮説を設定し、中京都市圏パーソントリップ調査で一般性を検証した。

1) インタビュー調査の実施概要

ライフスタイルとモビリティニーズの関係を把握するため、2012年9月22日（土）と29日（土）の2日間に亘り、フォーカスグループ・インタビュー調査を実施した。

また、インタビュー調査の対象者は、昨今の少子高齢社会の動向を踏まえるとともに、先の分析結果からも特徴的傾向がみられた「高齢者」、「子育て世代」、「就業者」を対象とした。

具体的には、下表の6グループにおいて各々インタビュー調査を実施した。

インタビュー調査は、1グループ6人として実施した。

表(1)-12 本調査で実施したインタビュー調査対象者

	居住地の分類	
高齢者	グループ1：名古屋都市部居住者	グループ4：地方部居住者
子育て主婦	グループ2：名古屋都市部居住者	グループ5：地方部居住者
ビジネスマン	グループ3：名古屋都市部居住者	グループ6：地方部居住者

インタビュー内容

① 普段の生活と交通手段の関係

② 現在に生活地域の交通に関する不満

③ 次世代モビリティシステムに関する意見

（カーシェアリング、EV・FCV等の低炭素自動車、自動運転、超小型モビリティ、スマートグリッド、統合情報社会等のビデオをみせて評価・ディスカッション）

④ 理想とするモビリティ社会像



インタビュー調査の風景

2012年9月22日撮影

この結果、市民の生活行動と交通現象の関係を以下のように整理した。

◆属性別のモビリティ像

高齢者	子育て主婦	ビジネスマン
クルマが利用し続けられる社会 ・自動運転で移動できる ・運転しやすい超小型モビリティ ・経済的負担軽減となるカーシェア 安全な歩行者・自転車環境 ・歩行空間確保と自動車の走行制御 公共交通の利便性向上 ・デマンド交通	買物時の負担からの開放 ・超小型モビリティでの買い物 子供や家族送迎負担からの開放 ・新しい送迎サービスの開発 ・歩行空間確保と自動車の走行制御 ・自動運転で家族が移動できる	日中のバスの使い勝手が向上 ・利用に関する情報提供 職場でのイベント時のマイカーの扱い ・代行運転サービス等 マイカーの無駄な利用 ・通勤車両を営業車両にできる新しい仕組み

次世代モビリティ社会像の方向性

- ①誰もが安全に、賢くクルマを利用できる社会
 - ・自動運転や超小型モビリティで高齢者も安全に移動可能
 - ・ライフステージで車両を使い分けられる車両利用型システム
- ②公共交通とクルマの賢い棲み分け
 - ・オンデマンド交通システム
 - ・公共交通とマイカーの中間領域交通システムの開発
 - ・モビリティ情報の統合化＝マルチモード情報サービスの開発
- ③モビリティ情報の統合化による新しいサービス創出
 - ・データ銀行による新規モビリティサービスの開発
 - ・Recommend型情報によるモビリティ需要の創出とFun To move社会の

◆他機関が提案する次世代モビリティ

- ・超小型モビリティと自動運転
- ・オンデマンド交通システム
- ・モビリティ乗換え駐車場
- ・アンビエント・センシング・モビリティ
- ・シェアリングシステム
- ・インテリジェント・ビークル

◆地元有識者の提案

- ・次世代型カーシェアリング
- ・ITS・ゾーン30等次世代安全安心生活街区
- ・自動駐車システム、自動運転システム
- ・市民ニーズを踏まえた斬新なパーソナルモビリティ
- ・手荷物搬送ロボ

市民ニーズと有識者意見に基づく次世代モビリティの社会像

2) 中京パーソントリップ調査を活用したモビリティライフの定量分析

中京都市圏パーソントリップ調査を用いて、先の仮説にもとづく、高齢者と子育て世代主婦の主なモビリティ・ライフスタイルを構造化するとともに、CO₂排出量やエネルギー消費量について、現在の交通実態ベースで試算した。

この結果、地方部の居住者は、都市部に比べCO₂排出量が2~3倍高いモビリティライフを送っていること、その理由として地方部では日常生活における移動距離が長いこと（都市密度が低いことに起因すると考えられる）、さらに主婦層の交通行動で示されるように、当該居住環境によって“一日のうち何度も家族を送迎するクルマ利用”が発生する等、日常生活のなかで自動車を過度の多用するライフスタイル像があぶりだされた。

表(1)-13 居住地・属性別のモビリティスタイル

		モビリティライフの姿（ケーススタディ把握）	交通データ特性
高齢者	都市部	免許返納も進み歩いて暮らせる生活を実践するが、駅から離れた高齢者は移動制約を感じる。 CASE1) 徒歩or自転車 で病院通い。その後、買い物・習い事（平均1箇所強）。トリップ長は8.5km（約22%） CASE2) 徒歩or自転車 で買物等自由時間を過ごす。1日2か所程度でトリップ長は6.5km（約49%）	自動車分担率24.8% 117パターン 1.9trip/日、15.3km/日 0.83kg-co ₂ /日・人
	地方部	自動車を手離せず不安な生活。通院は自動車で、その後は車を使わない生活を目指す。 CASE1) 自動車 で病院通い。その後も買い物等1箇所強の行動。トリップ長は19.5km（約24%） CASE2) 自動車 で買物→稽古や習い事、1日2か所弱。1日のトリップ長は12.9km（約49%）	自動車分担率54.7% 128パターン 2.0trip/日、16.2km/日 1.78kg-co ₂ /日・人
子育て女性	都市部	徒歩と自転車、公共交通の暮らしだが、子供をつれての公共交通利用や買い物は大変。 CASE1) 自転車/徒歩で子供送迎。（約10%） CASE2) 買い物も徒歩/自転車。習い事やお稽古は、公共交通利用（1日2か所程度）。トリップ長11.0km（約90%）	自動車分担率23.4% 66パターン 2.0trip/日、11.1km/日 0.60kg-co ₂ /日・人
	地方部	自動車中心の暮らしで恵まれた生活を実感。ただ、将来の不安は大きい。 CASE1) 自動車 で家族を送迎（主婦の25%、多い場合は1日4回以上）。その後、買い物と平均外出数は4.4回。トリップ長は18.0km（約25%） CASE2) 自動車 で買物や稽古・習い事などに行く暮らし。1日の外出数2.5回。1日の平均トリップは15.2km。（約75%）	自動車分担率71.3% 149パターン 2.4trip/日、16.1km/日 2.01kg-co ₂ /日・人
就業者	都市部	公共交通や自転車が中心の暮らし。 CASE1) 自転車や公共交通で通勤。業務活動も公共交通が中心 CASE2) 朝子供を送ってから通勤。その場合は自転車と徒歩、場合によってはクルマで送り、その後自身は公共交通で通勤	自動車分担率39.6% 271パターン 2.2trip/日、22.6km/日 1.90kg-co ₂ /日・人
	地方部	自動車中心の暮らし。夜のお付き合いも計画的に。 CASE1) クルマ通勤が当たり前。公共交通は使ったことがない。ただ、会社にいった後はクルマはずっと駐車（6割が駐車は日中眠っている）。 CASE2) 会社で使っているクルマを通勤でも使用。業務関係に限り認められている。	自動車分担率83.8% 360パターン 1.9trip/日、25.0km/日 3.64kg-co ₂ /日・人

3) EV活用型ライフスタイルの提案

先述の通り、EVシェアリングはEVの普及促進面でも有効であることが示されたが、上記のモビリティスタイル分析を踏まえ、さらにEVシェアリングによる以下の新しい地域コミュニティサービスを提案する。

生活圏でEVシェアリングを実施し、通院高齢者や通学・塾通いの子供たちを送迎するサービス。また、当該EVシェアリング車両は郊外立地の職場に通勤するサラリーマンの通勤手段としても利用でき、通勤後は会社の営業車としても利用できる。

これには以下の背景とメリットがあげられる。

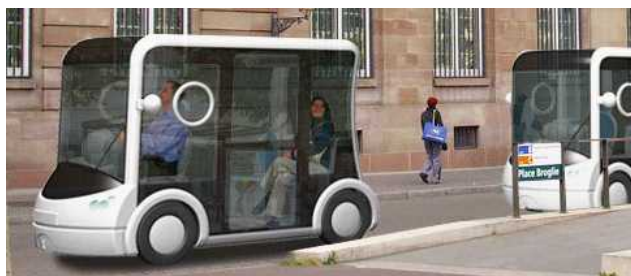
・EV化のメリット

自動車の電動化とは、低炭素化だけでなく、“自由な形のクルマの製造”を可能にすることであり、まさに市民のモビリティスタイルに適った最適な形状のクルマの製造を可能にすることであるといえる。EVは、従来の内燃機関自動車に比べると、車両構造上が簡易になることから、車両

形状の自由度が高まるためである。事実、本サブテーマが行った2011年のフランスの調査では、ストラスブール市のCrystal Projectは、地域のモビリティ・ニーズに適った形状のシェアリング型EVの導入を検討しており、まさにここであげるEV化のメリットの先行的事例といえよう。

参考：Crystal Projectについて

4人乗りの隊列走行可能なEV。利用グループ人数に応じて、自由に編成数を変えられ、観光客の利便性も高める狙いがある。市内の地元企業に開発を委託している。



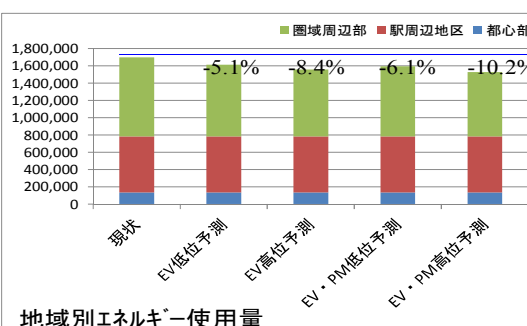
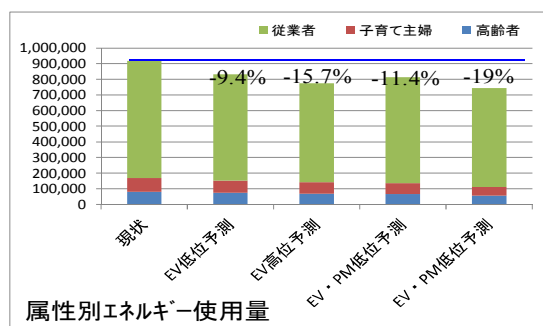
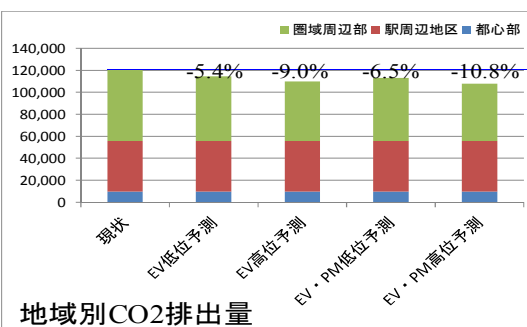
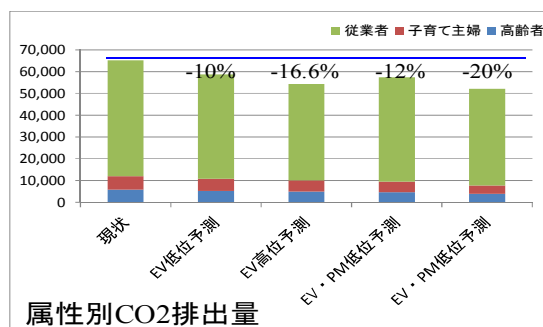
・地域に溢れる高齢者パワーの有効活用

今後、超高齢と人口減少社会の到来で増えるであろう郊外の空き地を、EVシェアのデポとし、また高齢者のマンパワーを活用して、地域送迎型のEVシェアリング事業を実施することは、地域に眠る資源の有効といった点でも有効と考えられる。

このようなコミュニティサービスを展開するだけでも、都市圏として10%から最大20%のCO₂やエネルギー削減効果が期待できることが示された。

試算条件

- ・自動車利用の多い、都市圏周辺部（名古屋市外、駅周辺ゾーン外の不便地域）で下記サービスを想定。
- ・EVシェアによる送迎サービス：現在家族の送迎を受けている通院高齢者、主婦の送迎をNP0が運行。平均乗車人数は3人/台。
- ・EVシェアによる通勤：利用率は環境省試算の2030年EV保有台数予測に準拠（高位25%、低位15%）。通勤後、営業等の業務活動でも使用することを想定。
- ・超小型モビリティ（PM：Personal Mobility）を含むケース：自力運転で通院する高齢者、買い物等一人移動の主婦に限り、超小型モビリティを使用。普及率はEV普及率と同様の割合とし該当層に限定。



図(1)-9 地域型EVコミュニティを活用した送迎サービス等の導入効果
(CO₂とエネルギー削減効果)

4) EV活用型モビリティデザインの提案

①EV充電ステーションの導入箇所に関する分析

中京都市圏パーソントリップ調査の分析により、自動車の駐車時間の長い場所を、属性別に分析し、想定され得るEV充電ステーション箇所の洗い出しを行った。

その結果、属性により立ち寄り箇所は異なるが、病院・福祉施設、大規模小売店、飲食施設、公園、会社等従業場所等が有効であることが示唆された。

また、就業者や高齢者は、比較的滞在時間が長く、移動中の充電時間は十分あることが示された（就業者は概ね3～4時間滞在、高齢者1～2時間滞在）。

一方で、高齢者・女性は自宅起点の行動が多く、途中充電のニーズは少ないため、郊外部での充電ステーションは、密度の低いものであってもそれほど問題はないものであると考えられる。

図(1)-10 充電ステーションの導入が想定される箇所（属性別立ち寄り回数と時間で分析）

着 発	住宅・寮	学校・教育・保育施設	文化・宗教施設	病院・医療施設	厚生・福祉施設	事務所・会社・銀行	官公庁	問屋・卸売市場	個人商店・コンビニ	スーパー・デパート	飲食店	宿泊・社交・娯楽施設	工場・作業場	交通・運輸施設	供給・処理施設	倉庫・物流ターミナル	公園・緑地	体育・レクリエーション施設	農林漁業作業地・施設	工事現場・その他
住宅・寮		子就	○	子高就	高	就	就	就	子	子高就	子高就	高	就	就		就	子高就	子高就	高	就
学校・教育・保育										子										
文化・宗教施設																				
病院・医療施設										子										
厚生・福祉施設																				
事務所・会社・銀行						就							就							就
官公庁						就														
問屋・卸売市場																				
個人商店・コンビニ																				
スーパー・デパート																				
飲食店						就				子										
宿泊・社交・娯楽施設																				
工場・作業場						就							就							
交通・運輸施設																				
供給・処理施設																				
倉庫・物流ターミナル																				
公園・緑地																				
体育・レクリエーション施設																				
農林漁業作業地・施設																				
工事現場・その他																				

凡例

子：「子育て女性」
高：「高齢者」
就：「就業男性」
赤：特に多い
ピンク：多い
黒：やや多い
○：平均滞在1時間以上

の人数が多い

②都市部におけるモビリティデザインの提案

サブテーマ1～4で提案された政策や昨今のEV関連技術の動向を踏まえ、EV活用の低炭素ガイドラインをイラスト化し、市民や行政にとってわかりやすいものとした。

以下、各生活ステージでの、EV活用型のモビリティデザインを示す

1) 拠点駅周辺でのEV活用型モビリティデザイン

- ・エコカー専用レーンの整備

サブテーマ2で提案されるEV普及促進のためのEV専用レーン。一般車に対しては、トールレーン（Toll Lane：走行時に課金される自動車走行レーン）とすることで、交通処理機能の向上を図る。

- ・小型モビリティ専用レーンの整備

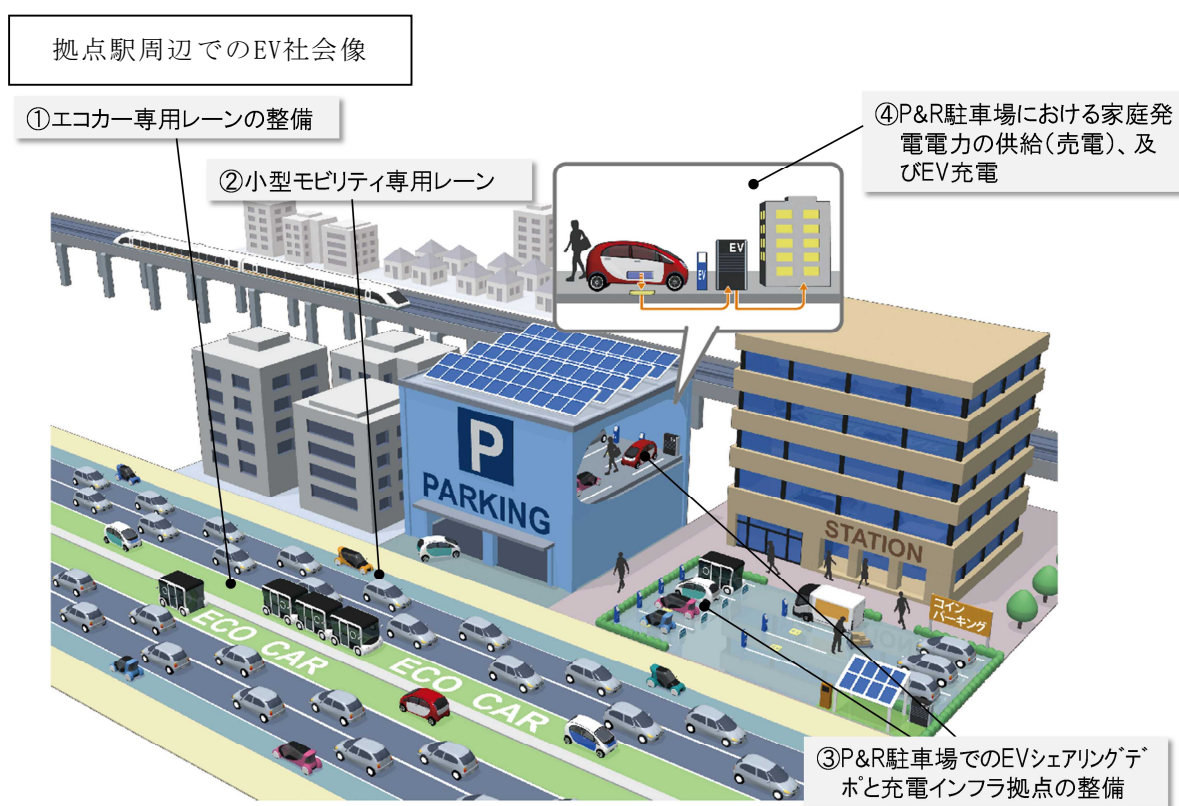
今後需要が見込まれる超小型モビリティのための専用レーンを整備し、電動モビリティ手段の多様化を見込む。

・P&R（パークアンドライド）駐車場における売電及び充電インフラの整備

サブテーマ3で提案される、EVを蓄電池として活用するための具体策として、P&R駐車場での売電・充電機能を充実。特にP&R駐車場アクセス自動車は、短距離移動目的であり、充電余力もあるため、売電需要があると考えられる。

・P&R駐車場でのEVシェアリングデポの整備

郊外の拠点駅では、都心側から来訪してきた人のための端末交通手段の確保が必要であり、そのためカーシェアリングを活用した逆P&Rシステムを提案する。



2) 生活圏でのEV活用型モビリティデザイン

・新しい地域交通システムとしてのカーシェアリング

本サブテーマで検討、提案する地域交通システムとしてのEVシェアリングとして、学校・病院等の地域拠点、宅地内において、EVカーシェアリングのデポを整備する。また、デポは再生可能エネルギーを導入し、災害時の地域のエネルギー拠点としての機能ももたせる。

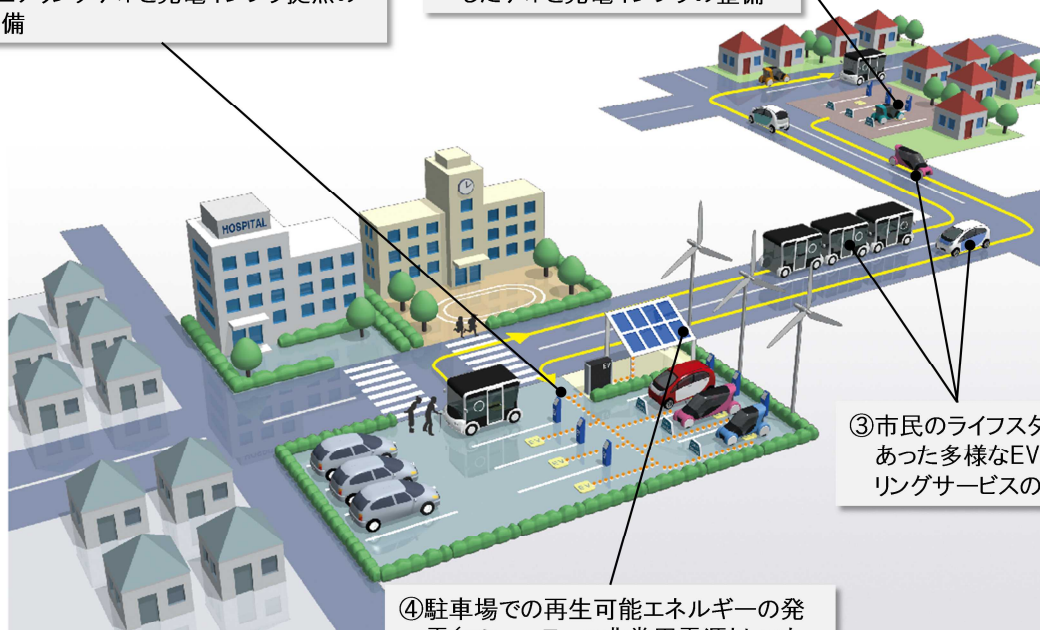
生活圏でのEV社会像

①学校や病院・福祉施設と連携したカーシェアリングデポと充電インフラ拠点の整備

②居住区の空き家・空き地を活用したデポと充電インフラの整備

③市民のライフスタイルにあった多様なEVのシェアリングサービスの提供

④駐車場での再生可能エネルギーの発電（コミュニティの非常用電源としても活用）



3) ロードサイド等沿道地区でのEV活用型モビリティデザイン

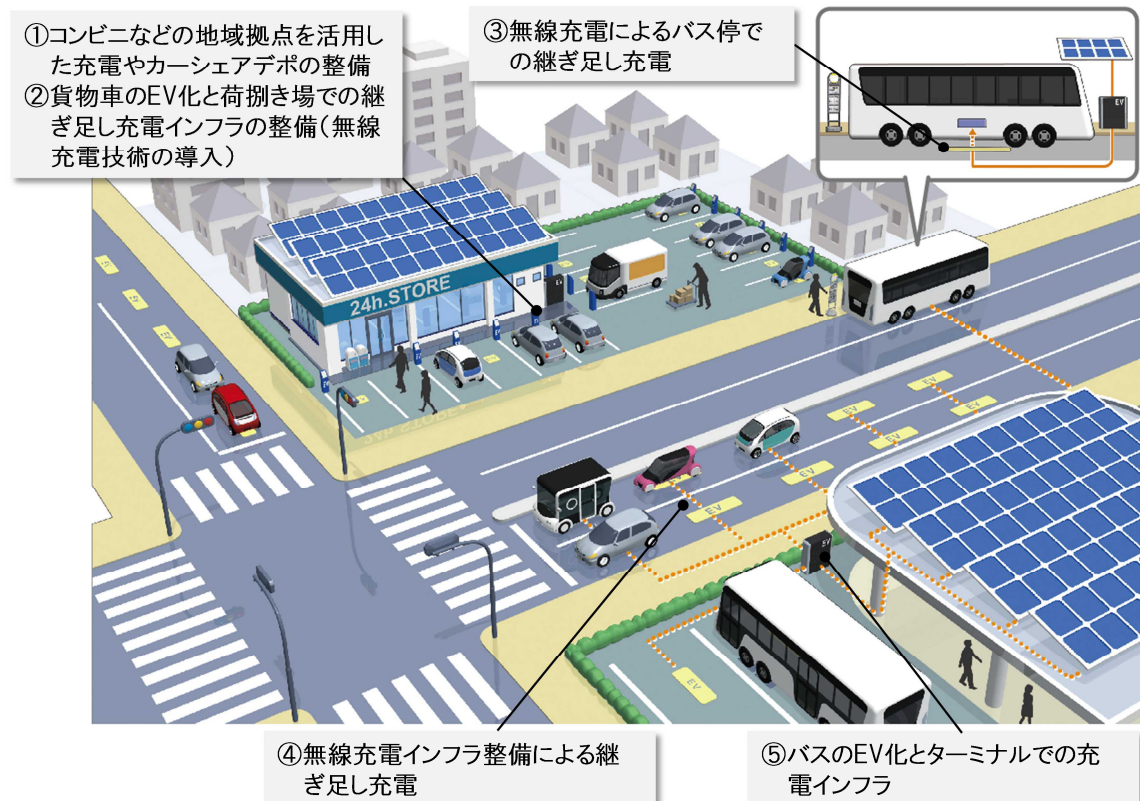
- ・コンビニ等ロードサイド拠点を活用した充電インフラの整備

商業施設やターミナル内では、貨物車や来訪者を対象としたEV拠点整備を促進する。

- ・無線充電インフラの活用

近年、無線充電インフラの技術開発も盛んとなっている。これを踏まえ、道路やターミナルを活用した無線充電インフラも導入する。

バスターミナル周辺のEV社会像



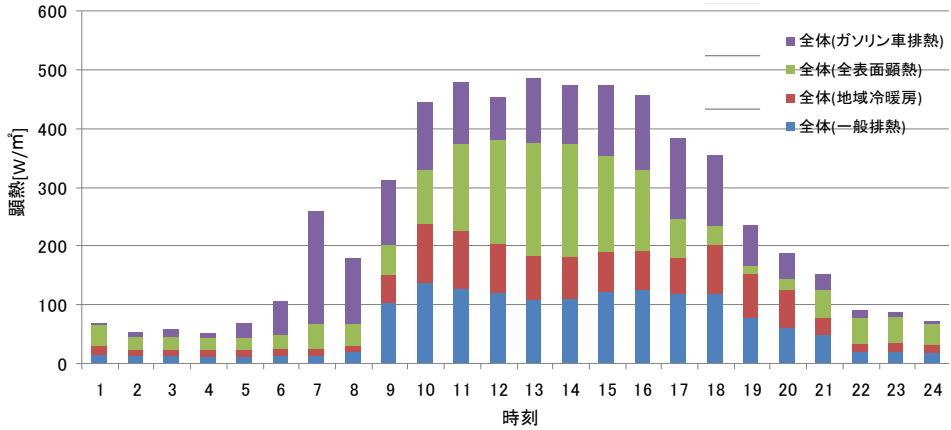
(4) 都市温熱環境システムの開発とEV普及時の効果検証

サブテーマ2でも検討するEV化に伴う都市温熱環境の改善効果について、本サブテーマでは、より市民の実感に近いものとするため、街区単位での影響を評価する。このような街区単位での検討によって、市民の実体感が高まり、EV普及促進に貢献することが期待できる。

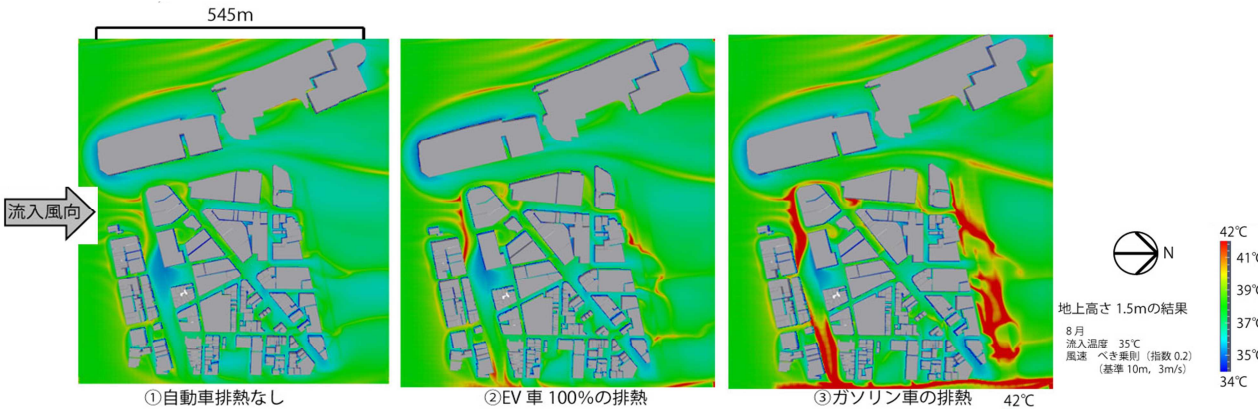
本シミュレーションでは、サブテーマ3の境界条件を用いて、名古屋駅周辺街区（名古屋駅前東側の500-600mエリアの街区。以下、名駅地区と称する）の温熱環境を予測した。また、このシミュレーションでは、サブテーマ2の自動車交通量も勘案し、自動車排熱による都市温熱への影響も組み込んでいる。まず、本温熱環境シミュレーションでの分析結果より、都市内のヒートアイランド現象のうち、自動車排熱による影響が2割程度を占めていることが示された。

また、EV社会（100%の車両がEVになった場合）では、自動車排熱がほぼ無しに匹敵する程度の排熱量削減が期待できることが示された。これは、特に自動車排熱が滞留しやすい中小建物の棟間・路地等では2～3℃の気温低下に貢献することが示された。

以上のように、EVは都市のヒートアイランド現象の緩和といった点でも大変効果的であることが示された。



図(1)-11 名駅地区における温熱要因の割合



- ・解析対象日：8月1日12時
- ・解析方法：標準 k-ε モデル。表面温度計算結果を地表面と建物表面の境界条件に設定。
流入風：べき乗則（べき指数 0.2）、流入風速：3m/s（基準高さ 10m）
流入気温：35℃
表面の境界条件：一般 Log 則、側面・上面：Free-slip、流出条件：Zero-gradient
使用 CFD コード：OpenFOAM2.0

図(1)-12 EV導入前後の名駅地区の温熱環境の比較

(5) 中国・天津市于家堡地区を対象とした低炭素交通システム提案

ここでは、日中共同セミナーの議題素材として、天津市の于家堡地区を対象とした低炭素交通システムの検討を行った。

当該地区は、中国最大のCBD地区（Central Business District：中心業務地区）を目指したマスタープランが検討されている。一方で、当地区、900ha以上の延床面積と平均容積率500%以上の目標フレームを掲げており、世界的に見ても相当な高密度で大規模なCBDとなり、従業員数も相当大きい。さらに、従業員の大半が天津市中心区等広域から流入するものであり、自動車の保有率も高く、中国では地下鉄の利用率が低いことを考慮すると、相当の自動車負荷が懸念されている。

そのため、サブテーマ1では、当地域を海外アジアのモデル都市とし、低炭素交通システム構築の実現に向けた概略的なモビリティデザインの検討を行った。

当地区は、図(1)-13からもわかる通り、河川に囲まれた特徴的な地理形状を有しており、自動車の流入規制のコントロールポイントが設置しやすく、ロードプライシングの実現可能性が高いと考えられる。

さらに、当地区の開発に伴い、地下鉄等公共交通の整備も進められるため地下鉄駅とバス等地区内交通システムの結節機能を強化することが重要と考えられる。

以上を踏まえ、下記の施策導入を想定した。なお、最も効果が高いことが期待されるロードプライシングについては、ストックホルム市の導入価格を参考とし、中国とスウェーデンの一人当たりGDPの比率を踏まえ2元と設定した。また、駅周辺の土地利用の高度化については、駅周辺200mの容積を現状の2～3倍とし、周辺街区からの床移転を想定し設定した。また、電気自動車の普及については、当地区関連交通の10%（日本の2030年の普及目標値）と20%の普及を想定した。

表(1)-14 導入した交通施策

導入施策	導入視点
ロードプライシング	橋梁を活用しゲートを設置 課金額は、海外事例と中国のGDPを踏まえ2元
集約型都市拠点の整備	駅から200m範囲内の容積率を現状の3倍に高度化
コミュニティバス	駅を起点とし、200m間隔で地区内幹線道路にバス停を設置
電気自動車	ケース①：普及率10% ケース②：普及率20%



図(1)-13 天津市・于家堡地区



図(1)-14 天津市・于家堡地区

以上の交通施策について、四段階推定法による交通需要予測で、自動車分担率の変化とCO₂削減効果を試算した結果を表(1)-15に示す。

ロードプライシングによる自動車削減効果は11%、CO₂では9%の削減効果となり、都市集約化施策やバス導入施策に比べ高い効果が得られることが示された。また、EV化も都市交通の低炭素化といった点では効果的であり、全施策+EV10%普及の場合でCO₂は15%削減、EV20%普及では18%削減となり、ロードプライシングとあわせてEV普及を進めることが低炭素交通社会の実現に向けた効率的な対策であることが示された。

表(1)-15 施策の導入効果

	自動車分担率 の削減効果	CO2削減効果
ロードプライシング	-11%	-9%
集約型都市拠点	-1%	-2%
コミュニティバス	-6%	-1%
電気自動車	-	ケース①：-3% ケース②：-6%

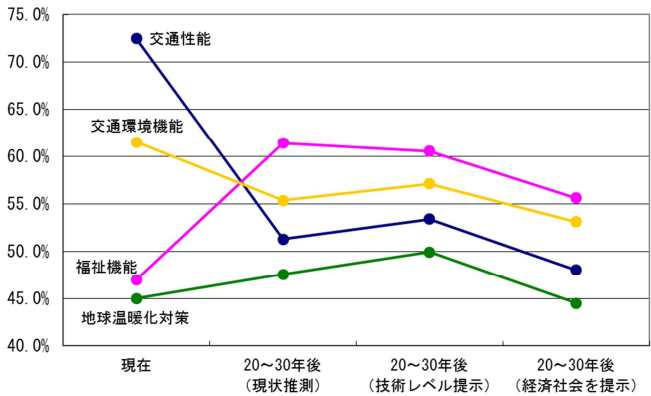
なお、本結果は、清華大学と共同開催した日中共同セミナーで報告し、天津市担当者との意見交換を行った。

(6) 低炭素交通システム実現に向けた合意形成手法の提案

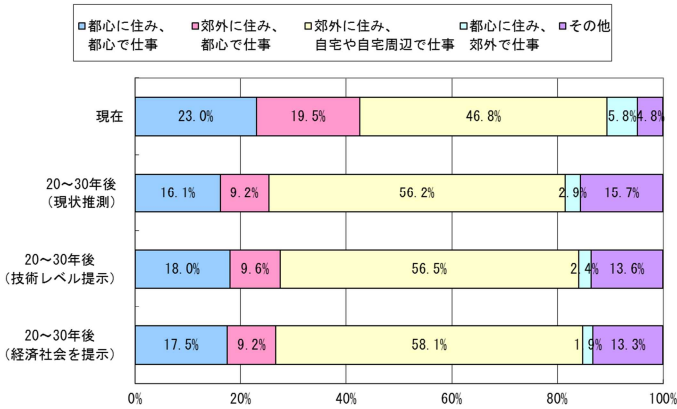
1) モビリティ像の傾向把握

“現在”の交通に対する評価基準のほか、①20～30年後の高齢社会・環境社会の場合（20～30年後（現状推測））、②20～30年後で“電気自動車等環境にやさしい乗り物が普及し地球温暖化の制約が一部緩和されるとともに、ITSの普及で交通事故も削減できる場合（20～30年後（技術レベル提示））、③さらに先述の“2つのシナリオ社会像”を提示した場合（20～30年後（経済社会を提示））の4つの条件下でモビリティの評価基準を把握した。

- ・将来は、交通性能（速い・安い等）そのものより、福祉機能や地球温暖化対策等に対する評価基準のウェイトが重くなることが示された。
- ・ライフスタイルでは、現在のように都心での居住/仕事ではなく、郊外を中心とした活動性向が強まる。
- ・税と社会保障等社会のあり方については、税金が高く、経済成長が低く



図(1)-15 「大変重要」と考える評価軸の変化



図(1)-16 理想とする居住地と勤務先

ても、行政が生活を保障してくれる社会を市民が望んでいることが示された。

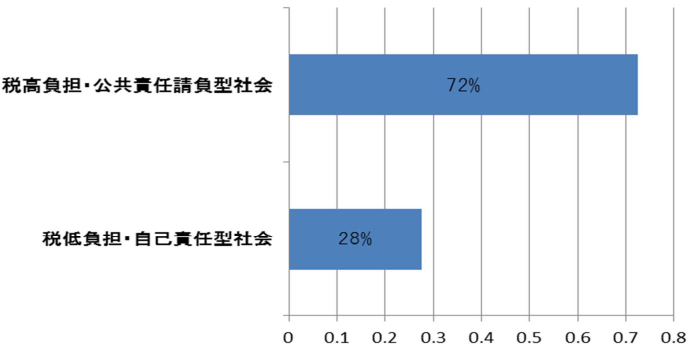
2)モビリティ像の構造的把握

モビリティ像の意識構造を共分散構造分析によって分析した。

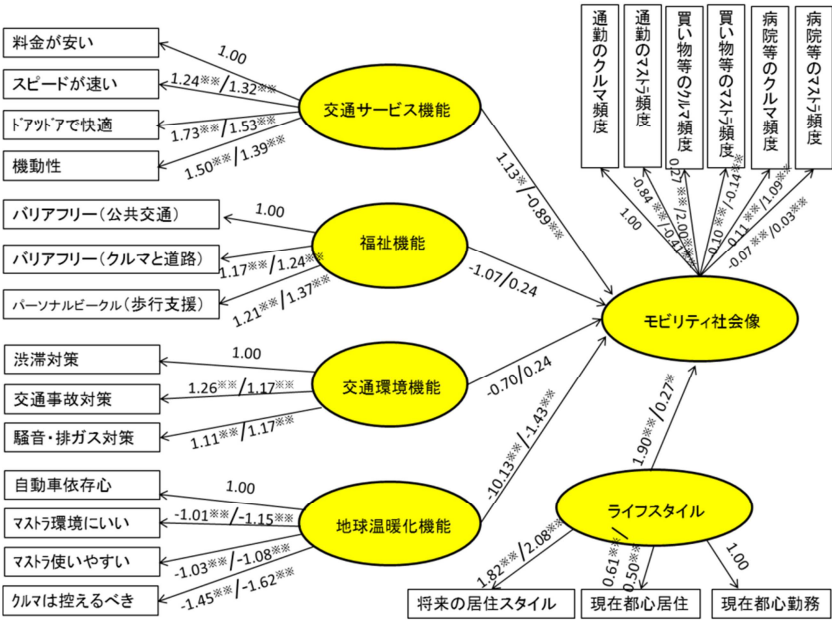
図(1)-18は、現在と20～30年後社会（技術レベル提示）の意識構造結果を示している。

- ・ 現在、交通サービス機能に対する意識は、自動車利用を促す要因となっているが、将来は公共交通にも同様の機能を強く求めることになる。
- ・ 騒音・排ガスや渋滞対策等に配慮する人は、公共交通を利用する傾向にあるが、将来は電気自動車やITSの普及によって、このような意識が薄まり、クルマ利用が一層進むことが懸念される。一方で、地球温暖化問題では、自動車利用抑制の観念が依然働く。
- ・ 現在は、居住地や勤務地に関する意識がクルマ利用と強い相関があり、郊外居住を望む人はクルマ利用が多くなる傾向があるが、将来的にはその影響は小さくなる。

以上、高齢化や地球温暖化等の社会環境、さらに電気自動車やITS等のモビリティ技術の革新によって、一般市民のモビリティ像が変化することが示された。



図(1)-17 2つのシナリオ社会の評価



凡例：パラメータは、（現状）／（20～30年後（技術レベル提示））で示す。
※は5%優位水準、※※は1%優位水準を示す。

図(1)-18 モビリティ像の構造分析

3）合意形成手法に関する研究

・ 賛否意識の傾向把握

政策の実施手順の相違による市民が示す賛否態度の変化を把握するため、市民の賛否態度認識が大きく異なると考えられる次の3つの交通政策、①公共交通活性化策 ②ロードプライシング ③道路空間再配分による非自動車空間の整備と緑化空間の創出 をランダム順に、市民に賛否質問するアンケート調査を実施した（①公共交通活性化策に比べ、②ロードプライシングは、市民の移動制約を伴うため、大きな反発が予想される。一方、③道路空間再配分は、街の景観が良くなるものであり、②に比べ市民反発は少ないと考えられる一方で、車道削減を伴うことから、①

と②の中間的な賛否態度が予想される)。

その結果、同じ施策であっても、政策の示す順番で、その賛否率の結果が大きく異なることが示された。そこで、分散分析によって、要因の優位性を分析したところ、性・年齢やクルマ利用頻度等個人属性のほか、「政策決定権者の信頼性」、「パッケージ施策に関する説明の有無」、「住民投票の対象とする施策の提示順（課金政策を最初に提示するか、公共交通活性化が最初か等）」、「以前に実施した施策の成否」、及び「その時の賛否態度」が優位に作用していることがわかった。

・賛否態度の分析

上記の各種条件が賛否態度に及ぼす具体の影響を把握するため、賛否に関する2項ロジットモデルを構築し分析した。

(3施策全体の賛否態度に及ぼす要因)

全ての3施策に賛成であった場合と、どれか一つの施策でも反対であった場合の2項モデルを構築した(表(1)-17)。これが意図するのは、各段階で住民投票を行う場合、どこかの段階で反対多数となった場合、それ以降の施策推進は極めて厳しい状況になると考えられるため、全3施策に対し賛成か否かを評価基準とすることが妥当と考えられるからである。その結果、「政策決定権者に対する信頼性」、「パッケージ施策として施策の全体像を示すこと」、さらに「前段で実施した施策が成功であったか否か」が、賛否態度形成に優位に作用していることが示された。

(各段階での賛否態度に及ぼす要因)

さらに、各投票段階毎で賛否態度に影響を及ぼす要因を解明するため、各段階毎の賛否態度モデルを構築した(表1-18)。政策決定権者に対する信頼感のほか、「住民投票を行う前に実施した施策の成否」、及びその時の「自身の賛

表(1)-16 賛否態度に関する分散分析結果

説明要因	F値	P値
対象施策（公共交通活性化、ロードプライシング、道路空間再配分策の区分）	17.16	<0.0001*
通勤でのクルマ利用頻度	21.11	<0.0001*
通勤でのマスト利用頻度	0.04	0.8351
買い物等自由目的のクルマ利用頻度	0.20	0.6577
買い物等自由目的のマスト利用頻度	12.01	0.00005*
都心来訪頻度	0.68	0.4112
性別	5.02	0.0251*
年齢	12.84	0.0003*
年収	12.83	0.0003*
政策決定権者に対する信頼性	477.23	<0.0001*
パッケージ施策の説明有無	19.82	<0.0001*
「施策経費を次世代につけ回し回避のため課金政策が必要」の説明有無	0.00	0.9658
ロードプライシングを最初に住民投票	6.27	0.0123*
公共交通活性化を最初に住民投票	12.54	0.0004*
道路空間再配分を最初に住民投票	4.34	0.0373*
前段で実施した施策の効果発現状況（期待効果が出たか、出なかったか）	5.22	0.0224*
前段施策に対する賛否実態	84.89	<0.0001*

表(1)-17 施策全体に対する賛否態度モデル

	説明変数	パラメータ	t 値
賛成者	不信感	-0.59	-8.34
	通勤マスト頻度	0.11	2.60
	自動車通勤禁止	0.74	3.74
	性	1.30	3.35
	年齢	0.02	2.14
	パッケージ施策説明有無	0.41	2.63
	前段施策での賛否態度	1.23	8.27
反対者	公共交通活性化を最初	-0.45	-4.54
	ロードプライシングを最初	0.20	2.13
	定数項	1.68	2.79
尤度比：0.543 的中率：83.3%			

表(1)-18 各施策段階での賛否態度モデル

	説明変数	パラメータ	t 値
賛成者	不信感	-0.61	9.32
	前段施策の効果発現	0.54	3.03
	前段施策での賛否態度	0.35	2.38
	公共交通活性化を最初	0.81	3.02
	道路空間再配分を最初	0.68	1.97
反対者	ロードプライシングを最初	0.55	1.95
	パッケージ施策説明有無	-0.17	-1.09
	定数項	-3.53	-7.60
尤度比：0.573 的中率：85.9%			

否態度」、さらにアメの施策が最初か、ムチの施策が最初かによっても賛否態度が異なることが示された。

この他にも、本アンケートでは下記の特徴的現象が見出された。

- ・ロードプライシングを公共交通活性化策や道路空間再配分策と同時実施すると賛成率が高まる。
- ・ロードプライシングの提示の際、「公共交通活性化に必要な事業費を起債で賄うことは、次世代への借金のつけ回しとなる。これを回避するためロードプライシングを先行実施し、財源確保を図るのが良い」との事前説明により受容性が向上する。

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

サブテーマ1では、低炭素交通システムに関する国内外の事例調査を通じて、都市交通の低炭素化手法に関するメニューを整理し、サブテーマ2のEV導入社会の効果やロードプライシング、LRT等の導入効果検討と連携している。特に、サブテーマ1が独自で行った、EU型カーシェアリングが、都市の自動車交通削減だけでなく、EV購入意向の向上にも貢献している点は、今までにない新しい知見を科学的に実証しているといえる。

また、この知見を踏まえ、わが国におけるEVカーシェアリング活用型の地域モビリティシステムの提案は、地域力を活用した今までにない新しい地域モビリティシステムの提案といえる。郊外部における高齢者や子育て世代の利用促進を進めるだけでも、都市圏レベルのCO₂削減効果が1-2割あり、効果が高いことも示された。

さらに、EVがヒートアイランド現象に及ぼす効果を定量的に試算する温熱環境シミュレーションでは、サブテーマ2の交通量とサブテーマ3の境界条件を用いた予測を行っており、科学的整合性が図られた結果を示している。EV社会は、近年深刻なヒートアイランド対策の観点からも有効であることが示された。

最後に、環境施策に対する市民の受容性態度（合意形成論的観点）について、計量社会心理学的アプローチで実証的検証を行い、既往研究で指摘されている受容性に作用する要因を総合的かつ定量的に解明し、そのなかで施策決定権者の信頼性やパッケージ施策の有効性を定量的影響度合いを踏まえ明示できたこと、さらに「施策の実施手順が受容性に影響する」という新しい知見を実証することができた。

(2) 環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

現在、松山市等多くの自治体で、EVや超小型モビリティを活用したモビリティシェアリングの検討を進めている。本研究は、このような自治体のほか、カーシェアリング事業者にとっても新しい知見を示すものである考える。

<行政が活用することが見込まれる成果>

特に受容性を高める合意形成手法の研究成果は実務的なものであり、多くの自治体の政策展開の参考になるものと考えている。

6. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない

7. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<査読付き論文>

- 1) 安藤章, 山本俊行, 森川高行: 都市計画学会論文集、47、3、757-762 (2012)

「EU諸国のEVカーシェアリングの最新動向と市民の利用意向に関する分析」

<査読付論文に準ずる成果発表>

- 1) スマートエネルギーネットワーク最前線～新エネルギー促進、制御技術からシステム構築、企業戦略、自治体実証試験まで～、エヌ・ティー・エス出版、(2012)

「第2篇第1章3節 新しい交通システム (安藤章)」

- 2) 安藤章: 月刊道路2012年8月号、道路協会、56-61(2012)

「先進的モビリティ～車・自転車のシェアリングおよび公共交通の先進動向」

(2) 口頭発表 (学会等)

特に記載すべき事項はない

(3) 出願特許

特に記載すべき事項はない

(4) シンポジウム、セミナー等の開催 (主催のもの)

- 1) 電気自動車の活用など低炭素都市交通システムの実現に向けて (平成25年2月27日、ウィンクあいち、参加者70名)

(5) マスコミ等への公表・報道等

特に記載すべき事項はない

(6) その他

特に記載すべき事項はない

8. 引用文献

- 1) 土木学会: 合意形成論～総論賛成・各論反対のジレンマ～、土木学会
- 2) Launch of the Plug-in-Hybrid Vehicle Demonstration in Strasbourg 26-28 April 2010 : TOYOTA, EDF, Strasbourg.
- 3) 平石浩之, 中村文彦, 大蔵泉;カーシェアリング社会実験の現状と導入に向けた計画手法の課題, 土木学会論文集, No786/IV-67, 3-10, 2005.
- 4) 山本俊行, 中山晶一郎, 北村隆一; 再配車を用いない複数ステーション型自動車共同利用システムの挙動に関するシミュレーション分析, 土木学会論文集, No786/IV-67, 11-20, 2005.
- 5) 竹内新一, 谷口栄一; 業務交通を対象としたカーシェアリング実証実験, 土木学会論文集,

No786/IV-67, 21-29, 2005.

- 6) 島崎敏一, 下原祥平; 車両共同利用の配車シミュレーションモデル, 土木計画学研究・講演集CD, 25, 13, 2002.
- 7) 麻生哲男, 外井哲志, 梶田佳孝, 吉武哲信, 辰巳浩; 福岡におけるカーシェアリングシステムの導入及びその利用実態, 土木計画学研究・論文集, 21, 2, 359-366, 2004.
- 8) 澤田知則, 松本昌二, 佐野加寸志, 土屋哲; 地方都市におけるカーシェアリングへの参加意識と実現可能性, 土木計画学研究・講演集CD, 35, 2007
- 9) 田口秀男, 木村一裕, 日野智, 木内瞳; 地方都市におけるカーシェアリング利用の影響要因と導入可能性に関する研究, 都市計画論文集, No44-3, pp517-522, 2009.
- 10) 山本俊行, 木内大介, 森川高行; 自動車共同利用による車両数量削減可能性に関する分析, 土木学会論文集, vol63(1), pp14-23, 2007.

(2) ライフスタイル(生活・交通行動)を考慮したパッケージ施策に関する研究

名古屋大学 環境学研究科都市環境学専攻
 エコトピア科学研究所
 名古屋工業大学 しくみ領域

森川高行・佐藤仁美・劉歆
 山本俊行・三輪富生
 金森亮

<研究協力者>

名古屋大学 環境学研究科都市環境学専攻

剣持千歩

平成22～24年度累計予算額：39,583千円（うち、平成24年度予算額：11,955千円）

予算額は、間接経費を含む。

【要旨】

本研究では、世帯の自動車保有状況や個人の交通行動を予測できる交通需要予測モデルを用いて、環境改善効果と効率性が高い次世代交通システムを提案することを目的としている。「次世代自動車の保有形態等に関する研究」として、エコカー減税・補助金施策によってハイブリッドカー購入者は高収入世帯からより広い世帯層に分布し、モデル分析から高齢者世帯の購入確率は低下するなど世帯属性別の影響を把握した。また、EV（電気自動車）購入意向には販売価格や航続距離、乗車定員は影響するが、充電施設整備水準はほとんど影響しないことをアンケート調査の基礎分析とモデル分析から明らかにした。「充電施設の最適配置と充放電に関する研究」では、交通需要予測モデルにて保有者属性別のEV利用パターンをシミュレートし、幹線道路でEV交通量が多く、都心部で駐車台時が長いことからこれらの場所に充電施設整備の潜在的なニーズがあることを示した。EVをバッテリーとして利用する効果について、EV普及率を6%とした場合に名古屋市で3.4%のCO₂が削減されるという結果を得た。「CO₂削減効果を踏まえたパッケージ施策の提案」として、環境改善効果はEVが普及する程高くなるが、走行台時は増加するため道路課金政策などとの施策のパッケージ化が必要であること、EV専用レーン導入は10%程度のEV普及率では社会的便益を低下させることが明らかとなった。その対策としてEV/Tollレーンを提案し、一般車両の通行料金収入により社会的便益は改善し、EV保有インセンティブ創出効果や環境改善効果も有する効率的な施策であることを示した。航続距離の短いEVの利用普及先として挙げられるカーシェアリングについてWebアンケート調査を行い分析した結果、EV導入は好意的に受け入れられ、乗り捨て方式などは料金の値上げ/値下げと組み合わせることで利用意向が高まる可能性を示した。

【キーワード】 電気自動車、次世代交通システム、交通需要マネジメント、交通需要予測モデル

1. はじめに

本サブテーマでは、自動車の保有形態や交通行動（目的地選択や交通手段・経路選択等）を予測できる生活・交通行動モデルを開発し、次世代自動車の普及を高めるプライシング施策（環境税やPDS〔駐車デポジットシステム：研究代表者が提唱する新たな道路課金政策〕）やTDM（交

通需要管理）施策、LRT（次世代型路面電車）等の各施策の導入効果を予測し、これらの検討結果を踏まえて交通部門のCO₂削減に最も効果的なパッケージ（プライシング、TDM、空間再編等）を提案することを目的としている。

2. 研究開発目的

本サブテーマの研究目的は次の通りである。次世代自動車としてEV（電気自動車）に着目し、1.「次世代自動車の保有形態等に関する研究」として、先般のエコカー減税・補助金施策の効果分析、EV購入意向を把握するためにアンケート調査を実施する。2.「充電施設の最適配置計画に関する研究」として、EV保有者属性に応じたEV利用パターン（総走行距離/日、利用時間帯、出先駐車箇所など）の違いを生活・交通行動モデルによるシミュレーション結果を用いて考察する。3.「CO₂削減効果を踏まえたパッケージ施策の提案」として、EV普及による環境改善効果、EV専用レーンやEV/Tollレーンの導入による保有インセンティブ創出効果や社会的便益、カーシェアリングへのEV導入について議論する。

3. 研究開発方法

（1）次世代自動車の保有形態等に関する研究

1) エコカー減税・補助金施策の効果分析

2009年4月～2012年3月まで実施されたエコカー減税「環境対応車普及促進税制」、2009年4月～2010年9月まで実施されたエコカー補助金「環境対応車普及促進対策費補助金」により、いわゆるエコカー購入が2009年は急増した。本研究では両普及促進策施行前後の、特にハイブリッドカー購入者の基礎的分析を行い、今後の次世代自動車の普及施策検討に役立てる。分析データは国土交通省が2010年2月に実施した「車両の保有と利用に関するWEBアンケート」である。調査対象は、日本全国の満20歳以上の者であり、調査内容は個人/世帯属性の他、2009年の保有車両情報（車名、購入年次、排気量、年間走行距離、使用頻度など）、過去3年間の世帯状況と保有車両の変化である。有効サンプル数は8,741票であり、ハイブリッドカー購入者に関する基礎集計、世帯の車両購入時の車種選択モデル構築を通じて、購入補助施策の効果を把握する。

2) 都市圏レベルでみた電気自動車の性能や充電施設整備と需要量の分析

EV購入意向の把握を目的に、個人属性、世帯属性、自動車の保有状況、現在の自動車利用状況、EVの仮想的状況に関してWEBアンケート調査を実施した。2010年12月に愛知県尾張地方（名古屋市地域、尾張地域、海部地域、知多地域）の居住者に対して実施した結果、回収数は合計2,060票であった。また、2011年1月に岐阜県（岐阜地域、西濃地域、中濃地域、東濃地域、飛騨地域）および三重県（北勢地域、中勢地域、南勢地域）の居住者に対しても実施した結果、回収数は1,043票であった。これらのアンケート調査データを用いて基礎集計とEV購入意向（買い足し、買い替え）モデル構築を行い、都市圏レベルでの電気自動車の需要量を把握する。この際、説明変数には、電気自動車の性能（定員や充電時間など）に加え、地域における充電施設の整備量を加える。推定されたモデルパラメータから、各説明変数の影響度に関する定性的な考察を行う。さらに、中京都市圏パーソントリップ調査データを活用して、中京都市圏における普及量や普及地域の分析を行う。

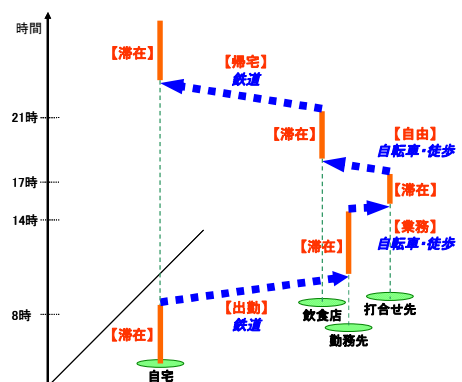
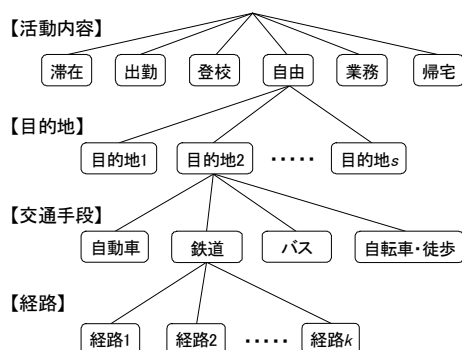
(2) 充電施設の最適配置と充放電に関する研究

1) 充電施設の最適配置に関する研究

EVは従来のガソリン車両と比べると走行時にCO₂やNO_xを排出しないことから、大きな環境改善効果が見込まれるため、普及促進は環境政策として合理的である。一方、EVの走行費用はガソリン代と比べて電気代が割安となるため、EV利用が誘発され、混雑・渋滞をもたらすとの指摘もある。そのため、EV普及下における都市交通を適切に評価するには、各個人の移動時の利用交通手段選択を考慮することが望ましい。また、利用交通手段の選択要因としては、前述した自動車走行費用の割安感や代替交通手段である公共交通の利便性を加味すべきであり、本研究では開発済みの生活・交通行動モデル（活動選択を考慮した時間帯別・統合均衡モデル）を改良し、EVの利用状況（総走行距離/日、利用時間帯、出先駐車箇所など）を詳細にシミュレートする。

生活・交通行動モデルは、各時間帯の交通サービスレベルに応じて各個人が活動・交通行動を選択し（図(2)-1）、時間軸に沿って逐次的に計算することで、個人毎の1日の活動・交通行動の時空間パス（図(2)-2）をシミュレートできる。ここでは、EV保有者と非保有者に区分し、EVと一般自動車の走行費用を次のように設定し、EV利用時の割安感を生活・交通行動モデルに組み込み、反映させた。

- ・EV : 走行性能100Wh/kmとして、2円/km（夜間電力の場合、0.7円/km）
- ・一般車両 : 燃費8km/l、1l=120円として、15円/km



図(2)-1 活動・交通行動の選択ツリー 図(2)-2 個人の1日の活動・交通行動の再現イメージ

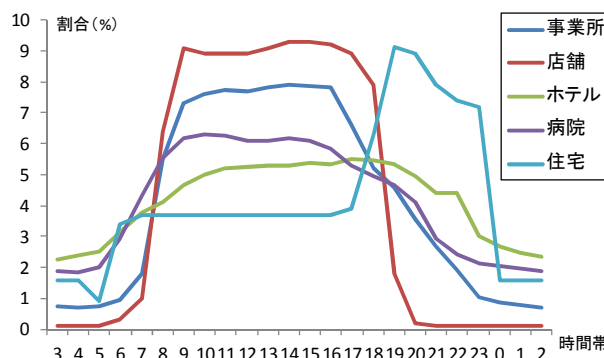
また、EV保有者属性によって利用状況は異なるため、①個人属性に関係なくランダム、②男性就業者のみ、③女性（就業者と主婦）のみ、に同数のEV保有者を割り当て、名古屋市を中心として約40km圏域である名古屋都市圏の都市交通状況、EV利用状況を比較する。さらに、シミュレーション結果から、EVの交通量や駐車台時等から潜在的な充電施設整備ニーズについて考察する。

2) 電気自動車の充放電が電力需要に及ぼす影響分析

電気自動車は走行時の環境汚染物質を排出しないことに加えて、蓄電機能を有することも大きな特長である。本研究では、電気自動車がある程度普及した際に充放電が電力需要に及ぼす影響を簡単に試算した。電力需要は、名古屋市内259ゾーンを対象に建物用途別延床面積と建物用途別・季節別・時間帯別電力需要パターン（図(2)-3）より算出し、電気自動車の走行時間帯、走行

距離、駐車場所（自宅、勤務先他、その他）、駐車時間などは、時間帯別・均衡統合モデルより計算可能である。最終的には、【Case_1】：自宅の充電器にて帰宅後に充電（充電開始時間の制約なし）、【Case_2】：自宅の充電器にて夜間に充電（充電可能時間を23時-6時台に制約）、

【Case_3】：勤務先の充電器にて到着後に充電（充電開始時間の制約なし）、【Case_4】：自宅の充電器にて夜間に充電し、勤務先の充電器にて昼間に放電（自宅での充電可能時間を23時-6時台に制約、勤務先での放電可能時間を9時-18時台に制約し、電池容量5kWhまで放電可能）の充放電シナリオ別に、電力需要への影響分析を行った。



図(2)-3 建築用途別時間帯別電力需要パターン（10月）

（３）CO₂削減効果を踏まえたパッケージ施策の提案

１）EV普及による環境改善効果分析

EVをはじめとする次世代自動車の普及は低炭素社会に向けた戦略でも謳われており、次世代自動車普及戦略では、2020年で次世代自動車17%（内EV：3%）、2050年で次世代自動車53%（内EV：14%）と見積もられている。本研究ではこれらの予測値を参考にし、EV普及率を5%～50%まで段階的に設定した場合の通勤・通学交通のCO₂やNO_xの排出量削減効果を評価する。評価モデルは前述の生活・交通行動モデルを名古屋都市圏の朝ピーク時間帯に適用する。

２）EV専用レーン・EV/Tollレーンの導入効果分析

EV普及施策としては購入時の補助制度が有効であるが、利用時のインセンティブ創出としてEV専用レーン導入を考える。また、専用レーン導入は低い普及率では自動車ネットワークを効率的に利用しているとは言えず、本研究ではEV以外の車両は通行料金を払うことでEV専用レーンを利用可能とする“EV/Tollレーン”を提案し、導入評価を行う。評価モデルは（３）１）と同様であり、EV普及率を10%とした場合の交通状況、環境改善、社会的便益、保有インセンティブを算出し、EV/Tollレーンの有効性を議論する。

３）電気自動車シェアリングに関する導入評価

電気自動車の普及時の課題として、高い販売価格、短い航続距離などがあり、一般市民への購入・所有促進と同時に、カーシェアリングへの導入が望ましいと考えられている。そのため、本研究では名古屋市周辺で積極的にカーシェアリングのサービス展開をされている企業の会員を対象に、シェアリングの利用実態・利用意向に関するWEBアンケート調査を実施した（図(2)-4）。調査実施期間は2011年2月24日～3月11日であり、カーシェアリング会員から74名、非会員（駐車場利用契約者）から341名の回答を得た。調査内容は、普段（通勤・通学時、買い物、習い事、通

院など）の移動状況、普段の環境配慮行動の参加度、カーシェアリングのイメージを会員/非会員ともに質問し、カーシェアリングの利用実態、仮想条件下（利用料金の割引・割増など）の利用意向を会員のみに質問している。このデータを用いて、基礎集計と利用意向モデルを構築し、現在の自動車利用依存度が高いといわれる名古屋都市圏におけるカーシェアリングのサービス拡充方策について検討する。Webアンケート調査では名鉄協商株式会社の協力を得た。

[アンケート調査 トップ](#)
[アカウント情報修正](#)
[ログアウト](#)
[お問い合わせ](#)

【調査1】普段の移動状況、カーシェアリングの利用意向など

本アンケート調査では、皆様の普段の移動状況や環境意識、カーシェアリングの魅力や利用意向についてご回答頂きます。所要時間は10～15分程度です。

なお、カリテコ会員様と非会員様で質問項目が異なります。会員属性を間違えられた場合は「[アカウント情報修正](#)」にて、修正を行ってください。また、回答内容は後から確認・修正することができます。

[アンケートに答える](#)

【調査2】カーシェアリングの利用実態など

本アンケート調査では、カリテコ会員様のサービス利用実態（貸出場所、利用時間、目的地など）、仮想条件下での利用意向についてご回答頂きます。

カリテコの利用日ごとにご回答頂き、所要時間は5分～10分程度です。調査期間中または過去の利用も含めて、最大5日分の回答をお願いいたします。

利用された日	機能
未回答	回答する
未回答	
未回答	
未回答	
未回答	

図(2)-4 WEBアンケート調査の質問票

4. 結果及び考察

（1）次世代自動車の保有形態等に関する研究

1）エコカー減税・補助金施策の効果分析

WEBアンケート調査の基礎的分析から、ハイブリッドカー購入世帯はエコカー減税・補助金施策の施行前は高年収、三大都市圏居住、持ち家居住者の割合が高かった。施行後は施行前よりも高収入世帯割合は低下したが、年収が高い程買いやすい傾向であることが分かった。また、買い替え前車両をみると、施行前は大排気量の車両が多く、施行後は中型～大型の排気量の車両の割合が高くなった。

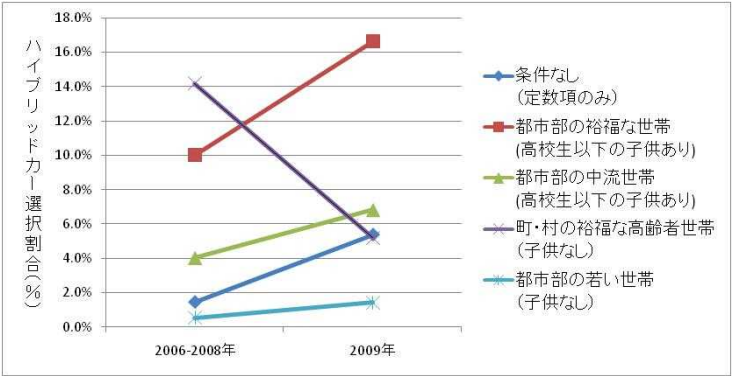
構築した世帯の車両購入時の車種選択モデルを用いて、典型的な世帯（表(2)-1）の購入補助政策施行前後のハイブリッドカー選択確率をみると（図(2)-5）、都市部在住で高校生以下の子供がいる裕福な世帯は購入確率は平均的世帯よりも上昇するが、町・村の裕福な高齢者世帯（子供なし）は購入確率が低下するなど、世帯属性によって効果が異なる結果が示された。高齢者世帯の購入確率低下は、施行前に既にこの層の需要を満たしたことが原因と考えられる。なお、表(2)-1中のLCS区分とは世帯主や子供の年齢などにより一つの世帯が形成、成長、成熟、衰退していく過程を分類したものである。

2）都市圏レベルでみた電気自動車の性能や充電施設整備と需要量の分析

アンケート調査の基礎集計から、充電施設の整備についてショッピングモール、ガソリンスタ

表(2)-1 典型的世帯の属性表

	都市部の裕福な世帯 (高校生以下の子供あり)	都市部の中流世帯 (高校生以下の子供あり)	町・村の裕福な高齢者世帯 (子供なし)	都市部の若い世帯 (子供なし)
年収	1200万円	650万円	1200万円	400万円
住宅形態	持ち家	持ち家	持ち家	賃貸
都市圏	三大都市圏	三大都市圏	町・村	三大都市圏
LCS区分	LCS2	LCS2	LCS5	LCS1
子供の有無	高校生以下の子供あり	高校生以下の子供あり	子供なし	子供なし
保有車両	2台	2台	2台	1台
排気量	3500cc 1800cc	1100cc 1800cc	3500cc 2500cc	1300cc



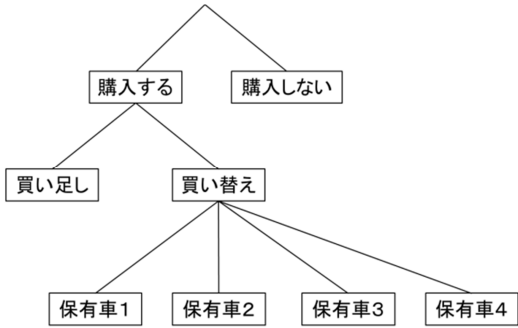
図(2)-5 世帯別ハイブリッドカー購入確率の推移

ンド、スーパー、飲食店、コインパーキングの整備水準は必要航続距離に影響を与えず、職場の駐車場が影響を与える傾向にあることが分かった。また、高速道路のSA・PAに充電施設が整備されると必要なEV航続距離は長くなり、高速道路上の充電施設が多いほどEVを長距離で利用する可能性が示唆された。

現状EVの購入意向を決定しているものは主に販売価格や航続距離、乗車定員といったEV特性であり、充電に関する要因はあまり購入に影響を与えていない。EVを購入する際現在の自動車の利用を考えていると仮定するならば、EV航続距離と平均走行距離からではなく、個人の充電切れ確率を考慮した方が購入に関して精度の高いモデル分析が行える可能性が高いことが分かった。今回行ったアンケート調査では、多くの人がEVの特性と充電施設の整備水準、および個人属性からEV購入を判断しており、普段の自動車の利用を考慮している人は少ない。

電気自動車の購入モデルは、図(2)-6に示す3段階のネステッドロジットモデルとした。使用データは5766サンプルであり、修正決定係数が0.398と良好なモデル適合度となった。

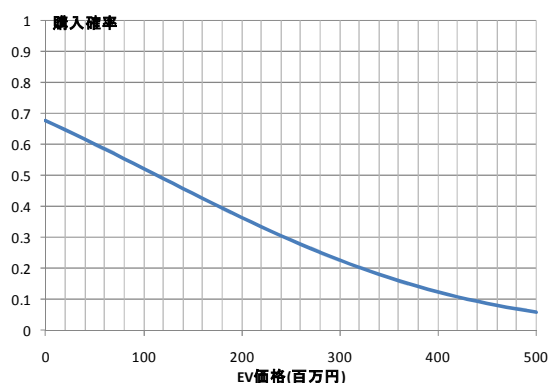
推定されたモデルパラメータから、電気自動車の価格が購入意向に強く影響することに加え、車両性能としては、乗車定員、航続距離が統計的にも有意に影響することが示された。また、充電施設の整備状況として、サービスエリアやショッピングセンターへの整備については購入意向に有意な影響を与えないが、既存のガソリンスタンドへの整備については有意な影響を与え、整備量が大きくなるほど購入意向が



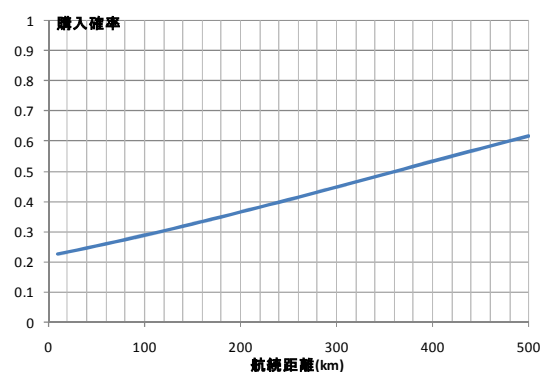
図(2)-6 電気自動車購入モデルの構造

高くなることが示された。また、自宅に充電設備が設置可能な世帯ほど購入意向が高いことが示された。

図(2)-7、図(2)-8は構築した購入意向モデルの感度分析結果であり、販売価格が100万円上昇すると購入確率は約13ポイント減少し、価格が400万円になると購入確率が10%程度まで減少する（図(2)-7）。また、航続距離が100km上昇すると約8ポイント増加し（図(2)-8）、ガソリンスタンドへの充電器の整備率が20%上昇すると約1ポイント増加し、乗車定員数が一人増えると約4ポイント増加した。一方、商業施設への充電器の整備は購入確率にほとんど影響しないとの結果が示された。



図(2)-7 感度分析結果（EV価格）

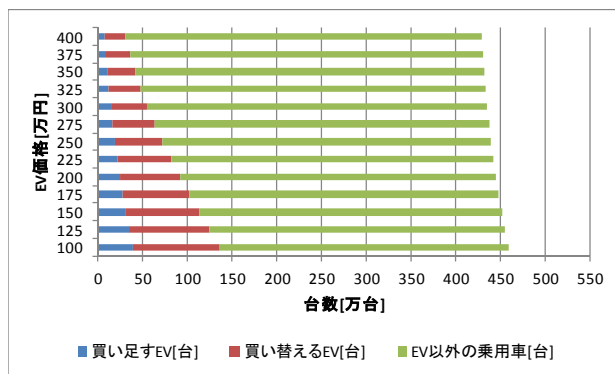


図(2)-8 感度分析結果（EV航続距離）

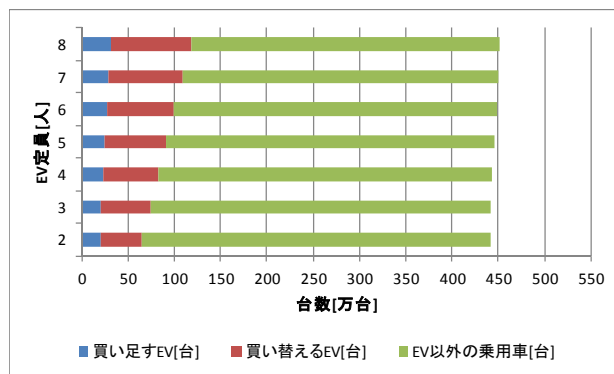
購入形態については、乗車定員や航続距離が高いほど、買い足しよりも買い替えが行われることが示された。これは、車両性能が高いほど既に保有する自動車との代替性が高まるためと考えられる。加えて、買い替えを行う場合は、車齢が古い保有車や提示されたEVと乗車定員が同程度の保有車を手放す傾向が強いことが示された。また、排気量の小さな車両ほど手放されることから、基本的には小型車との入れ替えが進むことが示された。

さらに、構築した電気自動車購入モデルを第4回中京都市圏パーソントリップデータ（2001年）における各世帯に適用した。主な説明変数の変化に対する都市圏全体での需要量の変化を図(2)-9～12に示す。ここで、変化させた説明変数以外については、価格200万円、乗車定員5人、充電時間（急速）30分、航続距離200kmとした。また、急速充電器の整備水準としては、ガソリンスタンド、高速道路のサービスエリア・パーキングエリア、ショッピングセンターのいずれも20%とした。図に示した結果から、まず購入形態としては全体的に買い足しより買い替えの方が多いことが分かる。ただし買い足される台数も少なからず存在するため、電気自動車の普及により都市圏内の車両台数は増加することが分かる。また、各説明変数に対する感度としては、当然のことながら価格が最も高く、乗車定員や航続距離も感度が高い。一方で、ガソリンスタンドへの充電施設の普及はモデルパラメータは統計的に有意であったが、普及量に与える影響はそれほど大きくないことが分かる。

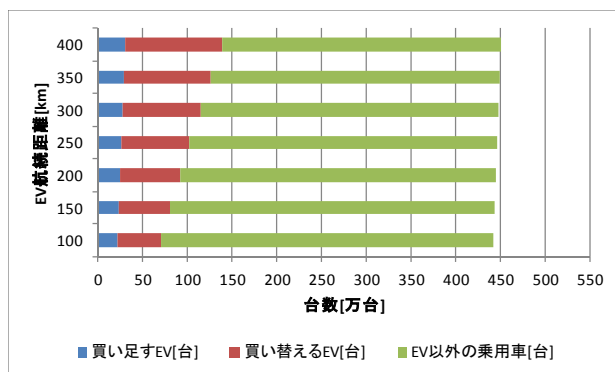
また、図(2)-13は中京都市圏のゾーン別にみた潜在的な普及率である。また、図(2)-14は参考として示した各ゾーンの人口密度である。この図より、人口密度が高い地域ほど電気自動車の需要量が高いことが分かる。これは、世帯年収が都市部ほど高いことが主な理由である。この結果から、電気自動車の普及促進施策は都市部で重点的に実施すべきであることが分かる。



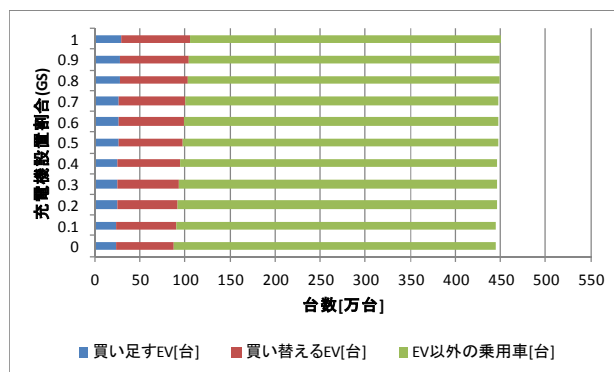
図(2)-9 価格と都市圏レベル需要量



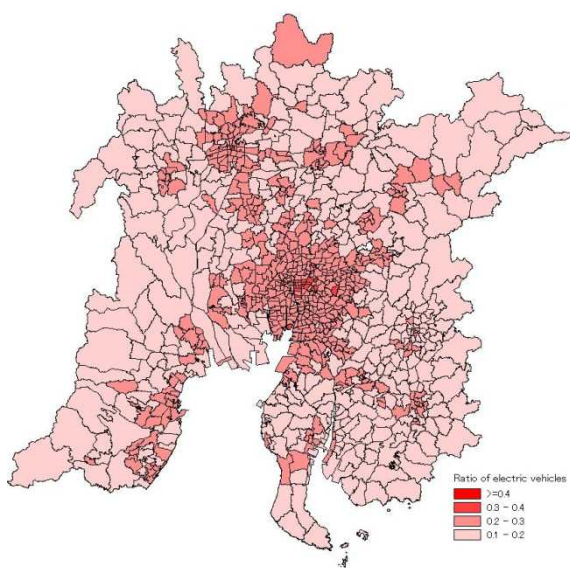
図(2)-10 乗車定員と都市圏レベル需要量



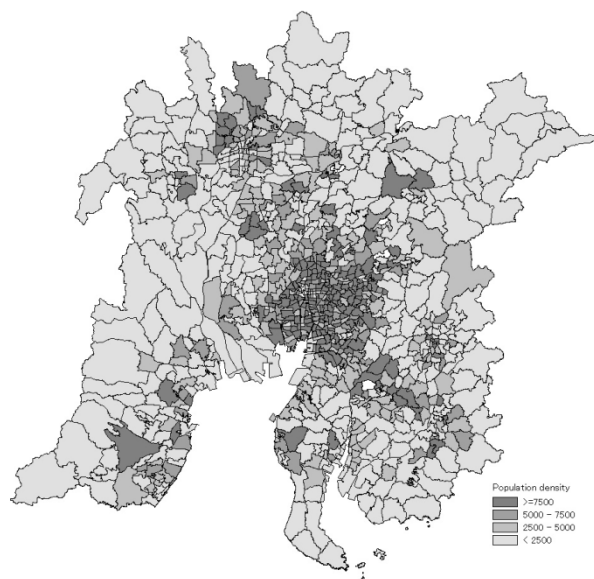
図(2)-11 航続距離と都市圏レベル需要量



図(2)-12 充電施設と都市圏レベル需要量



図(2)-13 ゾーン別にみた潜在的普及



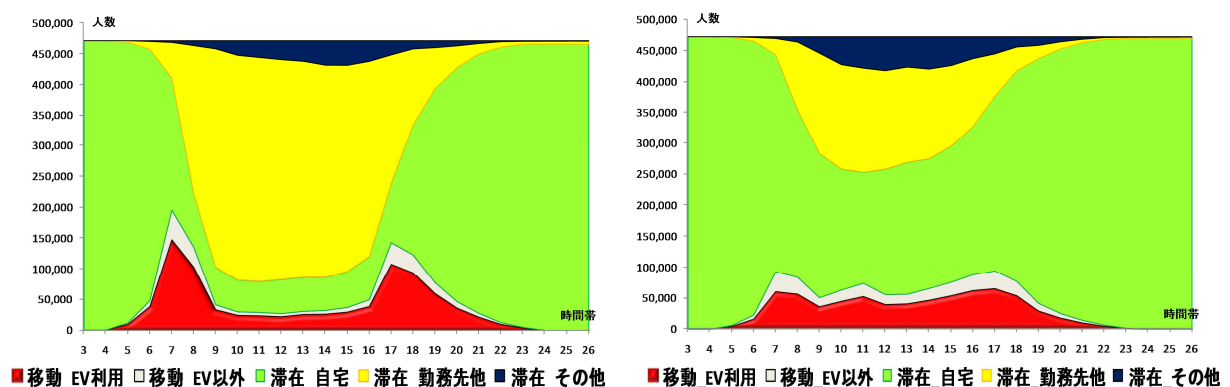
図(2)-14 ゾーン別人口密度（参考）

(2) 充電施設の最適配置計画に関する研究

1) 充電施設の最適配置に関する研究に関する研究

同じEV普及率でも誰が保有するかでEVの利用状況、都市交通への影響も異なるだろう。そこで、EV普及率を10%と固定し、①個人属性に関係なくランダムにEV保有者を設定 [Case_rnd]、②男性就業者のみに設定 [Case_man]、③女性（就業者と主婦）のみに設定 [Case_wmn] の各

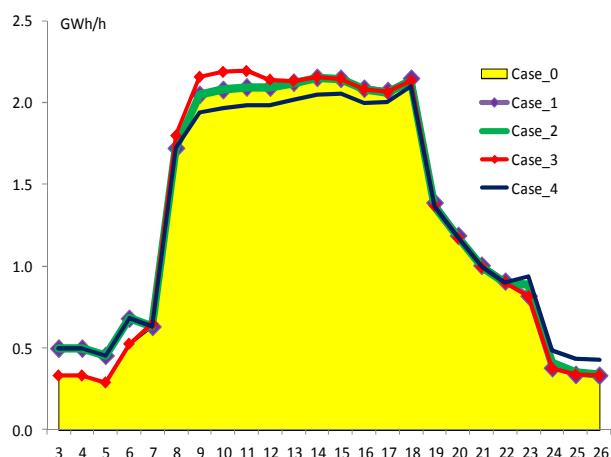
ケース別に都市交通の変化、EV利用状況を比較した。EV普及率10%程度では都市圏レベルでの利用交通手段分担率に変化はみられなかったが、CO₂削減効果は[Case_man]が4%程度と最も大きく、[Case_wmn]が2%程度と最も小さくなった。これは自動車交通量が多く、走行速度が低くなるピーク時間帯のEV利用の差異による。つまり、男性就業者のみの保有を仮定した[Case_man]は、朝夕のピーク時間帯にEV利用が多く、主として主婦層の利用を想定した[Case_wmn]は昼間の短距離利用が多いためである。図(2)-15と図(2)-16は[Case_man]と[Case_wmn]の時間帯別EV利用/駐車状況であるが、EVの利用時間帯が大きく異なることが分かる。さらに、昼間のEVの駐車先も異なり、充電に伴う電力需要等を分析する上で、EV利用の戦略的なコントロールが重要となる。また、どのケースでもEV交通量は国道など幹線道路で多く、EV駐車台時は相対的に都心部で長くなっており、充電施設整備はこれらのエリアで優先的に行うことが有効であることが確認された。



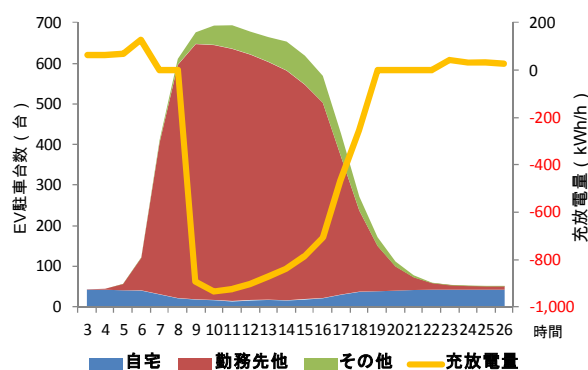
図(2)-15 時間帯別EV利用/駐車状況 [Case_man] 図(2)-16 時間帯別EV利用/駐車状況 [Case_wmn]

2) 電気自動車の充放電が電力需要に及ぼす影響分析

2020年の名古屋都市圏で電気自動車普及率6%（約47万台）を仮定した場合、CO₂は名古屋市で3.4%削減される結果となった。また、多くの電気自動車は自宅や勤務先に駐車されている状態が続き、充電時間や放電によって電量需要をマネジメントできる可能性があることが分かった。ここで、充放電シナリオ別（先の【Case_1】～【Case_4】）に名古屋市の電力需要の変動を集計したものが図(2)-17である。名古屋市全体の需要変動は、自宅充電を行った場合（Case_1とCase_2）2.5%増加、勤務先で充電を行った場合（Case_3）1.6%増加、自宅充電と勤務先放電を行った場合（Case_4）0.6%増加となる。地区別に電気自動車の駐車状況と電量需要変動をみると、もっとも変動が大きかったゾーン601（図(2)-18）の場合、オフィス街であることから昼間に電気自動車が700台程度駐車され、放電にて電量需要や800kW程度減少する推計結果となった。



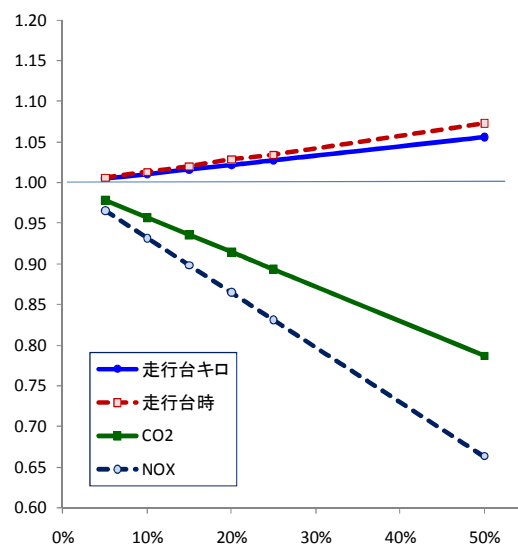
図(2)-17 充放電シナリオ別電力需要（名古屋市）

図(2)-18 時間帯別EV駐車台数と充放電量
[601_Case_4]

（３）CO₂削減効果を踏まえたパッケージ施策の提案

1) EV普及による環境改善効果分析

都市圏全体で通勤・通学交通手段構成を見たところ、走行費用減少による自動車利用増加は確認されたが、EV普及率20%程度では1ポイントの変化であり、大勢に影響はないことが分かった。一方、環境改善効果等をみると（図(2)-19）、EV普及率が高くなるに連れて走行台キロや走行台時は増加し、CO₂とNO_xの排出量は普及率に比例して削減される結果となった。ただし、走行台時が増加しているため、社会全体としては効率性が低下しているとも解釈でき、適切な自動車利用を実現する道路課金政策や公共交通のサービスレベル改善などの交通施策の実施が必要であるといえる。



図(2)-19 EV普及率別都市交通変化指標

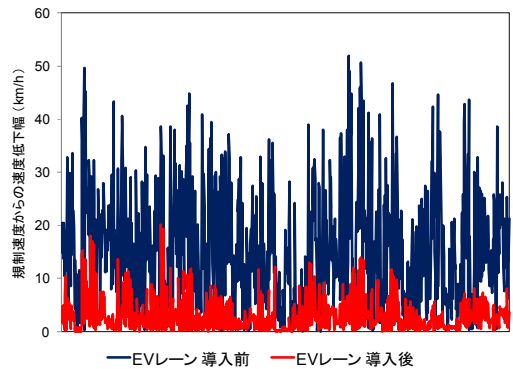
2) EV専用レーン・EV/Tollレーンの導入効果分析

EV保有の利用時のインセンティブとしてEV専用レーン導入を考え、都市交通への影響分析を行う。今回想定するEV専用レーンは名古屋市内の環状方向と放射方向のネットワークの接続性のバランスをみて、図(2)-20の様に設定した。EV普及率を10%、通勤・通学交通を対象とした場合、都市圏全体では専用レーン導入後で走行台キロや走行台時は微増し、そのため導入前よりも環境改善効果は僅かではあるが0.1%程度低下することが確認された。これはEV普及率が10%でEV専用レーンを導入すると、EV以外の自動車が被る走行障害の影響の方が強くなるためである。実際にEV走行レーンの導入前後の規制速度からの速度低下をみると（図(2)-21）、導入前は25km/h程度低下（規制速度50km/hであれば走行速度が25km/h程度）であり、導入後は10km/h程度低下とか

なり速くなっている。つまり、EV専用化することで、EV専用レーン自体、さらに自動車ネットワーク全体が有効利用されていない状況といえる。

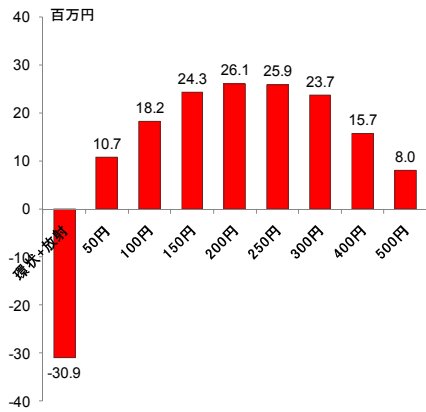


図(2)-20 EV専用レーンの設定



図(2)-21 EV専用レーンの走行環境

そこで、本研究ではEV以外の車両も通行料金を払うことでEV専用レーンを利用可能とするEV/Tollレーンの導入評価を行った。EV車両以外の通行料金は、利用者便益と通行料金収入の合計値からなる便益指標の最大化問題を解き、200円/回と算出された（図(2)-22）。この時のEV利用状況やEV保有インセンティブ（走行速度が相対的に速いEV専用レーンを無料で利用できることと、走行費用がガソリン代よりも安いこと）は表(2)-2の通りである。EV専用レーンのみの場合（環状+放射の列）ではEV保有インセンティブは474円/人であり、EV/Tollレーンでは448円/人と減少する。ただし、社会的便益はマイナス31百万円からプラス26百万円となり、効率性は大きく改善される。また、EV/Tollレーンでは通行料金収入をEV購入補助金等の新たな財源とすることが可能であり、EV普及施策や低炭素交通システムとしては、より有効であるといえる。



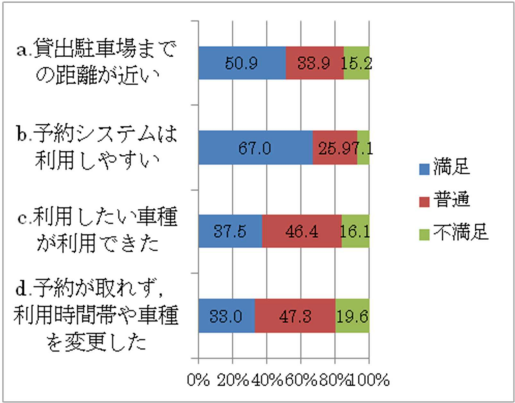
図(2)-22 EV/Tollレーンの社会的便益

表(2)-2 EV/Tollレーンの導入評価

		普及率 10%		
		EVレーン無し	環状+放射	EVT_200
EV利用状況	EV保有者数(人)	382,435	382,435	382,435
	EV利用者数(人)	269,742	272,044	270,491
	利用率	70.5%	71.1%	70.7%
EV保有のインセンティブ	都市圏計(百万円)	166.5	181.2	171.4
	保有者あたり(円/人)	435.4	473.8	448.1
	導入効果		38.4	12.7
	利用者あたり(円/人)	617.3	666.1	633.6
	導入効果		48.8	16.3

3) カーシェアリングの利用意向調査とモデル感度分析

アンケート調査では普段の移動状況、環境配慮行動、自動車に対する意識の他、カーシェアリング会員には入会理由、今後のサービス拡充方策に対する利用意向を質問した。環境配慮行動については会員と非会員で



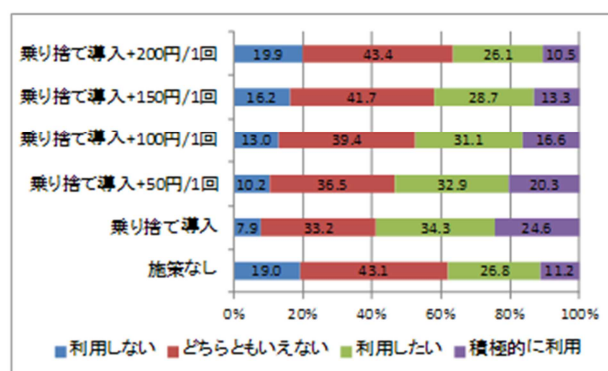
図(2)-23 現サービスに対する満足度

回答傾向に大きな差はなかったが、自動車に対する意識では“自動車は生活に必要不可欠”、“自動車を利用しなくても良い場所でもつつい利用する”などで会員と非会員とで統計的有意差が確認される一方、保有コスト削減意識は非会員の方が相対的に強く表れており、適切なサービス拡大で利用者は増加する可能性があることが分かった。

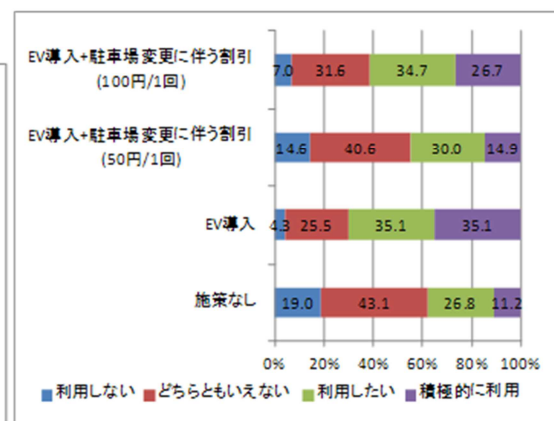
会員に対する現サービス利用満足度は図(2)-23の通りであり、不満足割合は小さいものの、利用したい時間や車種の予約が取れない場合もあるようである。今回の被験者の平均利用距離は25km程度であり、電気自動車でも充分に対応可能な距離帯であり、貸出返却場所の増加、多様な車種の投入などで満足度が高まる可能性がある。

一方、今回のWebアンケート調査では、仮想状況下で料金変更（値上げ、値下げ）、乗り捨て可能方式、電気自動車導入などの新たなサービスに対する利用意向を質問している。本研究では、これらの回答結果を用いて、各サービスに対する利用意向を把握できるモデル、利用意向モデルを構築し、感度分析として複合的なサービス展開への利用意向を試算する。

モデルはオーダード・プロビットモデルであり、各会員の利用意向の選択肢“積極的に利用”、“利用する”、“どちらでもない”、“利用しない”の4区分の回答確率を算出できる。パラメータは各区分の閾値の他、値上げ料金、値下げ料金、各サービスへ導入ダミー、男性ダミーが有意に推定された。ここで、推定されたパラメータから①乗り捨て方式+料金値上げ、②電気自動車（EV）導入+駐車場変更依頼+料金割引のサービス拡充に対する感度分析の結果を図(2)-24、図(2)-25に示す。



図(2)-24 乗り捨て方式導入時の利用意向



図(2)-25 EV導入時の利用意向

乗り捨て方式導入は「積極的に利用」，「利用したい」の合計が約53%であり，施策なしに比べ15%以上増加しており，カーシェアリングの普及に効果的であるといえる。また乗り捨て方式導入に伴う料金の値上げを行った場合でも200円/回までの値上げならば利用意向は増加することが示された。EVを導入した場合は「積極的に利用」，「利用したい」の合計が約70%であり，環境改善にも大きく貢献するEV導入は好意的に受け止められる可能性が高い。さらに充電時間確保のための目的地周辺の駐車場の変更依頼を割引と共に依頼した場合導入前よりも利用意向は高くなり，適切な駐車場管理，更には電力管理ができる可能性があることが示された。

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

本研究は一般的な仮定を置き、統計的手法にてモデル構築・実行をしているため、研究結果は一定の信頼性を有する。エコカー減税・補助金施策の事後的な効果検証、実都市圏を対象とした利用者均衡モデルによる現実的なEV普及率10%での環境改善効果分析、EV専用レーンやEV/Tollレーンの導入評価は特に新規性が高く、今後の次世代交通システム構築に向けた有益な科学的知見である。

電気自動車をバッテリーとして利用することによる電力需要マネジメントに関する研究については、交通分野や建築設備分野と連携する横断的に研究しており、科学的な意義は大きい。また、次世代自動車の購入意向と充電施設の設置の関係やパッケージ施策の効果など今後の次世代交通システム構築に向けた有益な科学的知見が多く得られた。

航続距離の短い電気自動車の利用普及の対象先として挙げられるカーシェアリングであるが、名古屋都市圏でサービス利用している利用意向をWebアンケート調査にて把握し、仮想条件下の利用意向を再現するモデル構築と感度分析にて複合的なサービス拡充時の利用意向を試算した。その結果、EV導入は好意的に受け入れられる可能性が高く、乗り捨て方式や返却先である駐車場変更などは料金の値上げ/値下げと組み合わせることで、現状よりも利用意向は高まる可能性が高いことが分かった。また、都市圏レベルでみた電気自動車の性能や充電施設整備と需要量の分析では、電気自動車の購入行動を消費者行動モデルとしてモデル化し、各種の要因が潜在的な需要量に与える影響を定性的・定量的に明示した。これまでの電気自動車の普及分析においては、比較的安易な分析や設定が主流であったが、より現実的な普及予測を可能とした。

(2) 環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

特に記載すべき事項はない

<行政が活用することが見込まれる成果>

本研究では、次世代自動車が普及すればするほど環境改善効果は高くなることを実都市圏を対象に定量的に示し、目標値の早期実現には“購入時”と“利用時”の両面からインセンティブ創出が有効であることを示した。特に新たな環境政策の選択肢として“EV/Tollレーン”を提案し、利用時のインセンティブ創出効果、通行料金収入により社会的便益は向上し、かつ購入時の補助金の原資として再分配できることを示した。また、既に施行されている購入時の補助制度の事後的な効果検証は、今後の環境政策検討に寄与するものと考ええる。

次世代自動車の購入意向や利用方法について研究を行い、長距離移動での充電機確保（SA・PAへの充電機設置）が強く影響することや、電気自動車をバッテリー代わりに使用し電力需要マネジメントを行うとした場合、普及率が6%では名古屋市のCO₂排出量が3.4%削減可能であることなど結果が得られている。これらの研究成果は今後次世代自動車普及や利用に向けた環境政策を検討する際に有用な知見であると考えられる。

カーシェアリングは自動車のつつい利用を削減でき、利用者に代替手段とのコスト比較をさせる機会を設けるため、環境改善効果が高い交通施策の1つである。本研究ではサービス拡充に

おける利用意向を把握し、更なる普及策の検討を可能とする基礎データ収集とモデル構築を行った。また、都市圏レベルでみた電気自動車の性能や充電施設整備と需要量の分析によって、電気自動車の普及量や需要の高い地域を明示できたことから、電気自動車の普及促進に向けた効率的な戦略の立案を可能とした。

6. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない

7. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文（査読あり）>

- 1) 金森 亮、森川高行：都市計画論文集、46、3、841-846(2011).
「地域メッシュデータに基づく住宅地の遷移過程を考慮した将来人口予測手法の提案」
- 2) 金森 亮、森川高行、山本俊行：第10回ITSシンポジウム2011 Peer-Review Proceedings、85-90(2011).
「電気自動車の保有者属性の違いによる利用/駐車状況と環境改善に関する研究」
- 3) R. Kanamori and T. Morikawa: Proceedings of the 16th International Conference of Hong Kong Society for Transportation (2011).
“Evaluation of electric vehicle lanes and electric vehicle/toll lanes with multi-class combined equilibrium model”
- 4) 金森 亮、新井秀幸、山本俊行、森川高行：土木学会論文集D3、67、5、I_673-I_681(2011).
「道路課金政策における課金収入再分配に関する研究」
- 5) J. Yang, T. Miwa, T. Morikawa and T. Yamamoto: Proceedings of the International Symposium on Urban Planning、11(2012)
“Examining the preference of electric vehicles purchasing behavior using stated preference data”
- 6) 金森 亮、森川高行、奥宮正哉、山本俊行、伊藤孝行：土木学会論文集D3、68、5、I_1243-I_1252 (2012)
「電気自動車の普及による都市交通と電力需要への影響分析」
- 7) R. Kanamori, T. Morikawa and T. Ito: Agent Based Simulation for a Sustainable Society and Multi-agent Smart Computing (Lecture Notes in Computer Science), 7580, 78-89 (2012)
“Evaluation of special lanes as incentive policies for promoting electric vehicles”

<査読付論文に準ずる成果発表>

特に記載すべき事項はない

<その他誌上発表（査読なし）>

特に記載すべき事項はない

(2) 口頭発表（学会等）

- 1) 金森 亮、森川高行：第43回土木計画学研究発表会（2011）
「マルチクラス統合均衡モデルによるEV専用レーン及びEV/Tollレーンの導入評価」

- 2) 酒井大輔、三輪富生、森川高行、山本俊行：第44回土木計画学研究発表会（2011）
「電気自動車普及要因に関する基礎的研究」
- 3) 金森 亮、森川高行、奥宮正哉、山本俊行、伊藤孝行：第44回土木計画学研究発表会（2011）
「電気自動車の普及下における都市交通と電力需要に関する研究」
- 4) 金森 亮、安江勇弥、森川高行：CSIS-DAYS（2011）
「国勢調査のメッシュ時系列データを用いた居住地形成過程に関する研究」
- 5) R. Kanamori and T. Morikawa: The 8th China/Japan Joint Seminar on Urban and Transport Development & Sustainable Urban Transportation Development（2012）
“Evaluation of electric vehicle/toll lanes as incentive policies for promoting electric vehicles”
- 6) J. Yang, T. Miwa, T. Morikawa and T. Yamamoto: The 8th China/Japan Joint Seminar on Urban and Transport Development & Sustainable Urban Transportation Development（2012）
“Forecasting the Demand of Electric Vehicles in Chukyo Region in Japan”
- 7) H. Liu, H. Sato and T. Morikawa: The 8th China/Japan Joint Seminar on Urban and Transport Development & Sustainable Urban Transportation Development（2012）
- 8) 金森 亮、森川高行、伊藤孝行：第22回インテリジェント・システム・シンポジウム(FAN2012)（2012）
「アクティビティ・シミュレーションによる電気自動車普及下の都市交通と電力需要への影響」
- 9) 安江勇弥、金森 亮、森川高行：第46回土木計画学研究発表会（2012）
「名古屋地域におけるカーシェアリング会員特性と利用意向に関する分析」
- 10) 劉歆、佐藤仁美、森川高行：第46回土木計画学研究発表会（2012）
“The Influences of Environmental Consciousness and Transportation Attitude on Electric Vehicle Purchase Intentions”
- 11) R. Mu and T. Yamamoto: 92nd Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington D.C., January. 2013.
“Analysis of the safety and environmental effects of introducing microcars into traffic flows”

（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）

- 1) 電気自動車の活用など低炭素都市交通システムの実現に向けて（平成25年2月27日、ウィンクあいち、参加者70名）

（５）マスコミ等への公表・報道等

- 1) 中日新聞（平成25年3月3日、中部版、25頁）

（６）その他

特に記載すべき事項はない

8. 引用文献

特に記載すべき事項はない

(3) 低炭素交通システムにおけるエネルギーと都市環境の総合評価に関する研究

名古屋大学 環境学研究科都市環境学専攻

奥宮正哉・飯塚悟

平成22～24年度累計予算額：9,266千円

(うち、平成24年度予算額：2,747千円)

予算額は、間接経費を含む。

[要旨]

低炭素社会の実現に向けた取り組みの1つとして、電気自動車（Electric Vehicle：EV）の導入が注目を集めているが、EVの普及は再生可能エネルギー（本サブテーマでは太陽光発電を対象）の普及促進や電力需要への影響といったエネルギー面や、ガソリン車からEVへの代替に伴う排熱量の減少がもたらす気温低減効果といった環境面においても有益となることが期待されている。本サブテーマでは、エネルギー評価と都市環境評価の二本柱でEVの普及がもたらす影響を検討した。エネルギー評価に関する研究では、EVをバッファとして考える再生可能エネルギー（太陽光発電）普及促進シナリオの検討、EVの導入状況が住宅地における太陽光発電の普及に及ぼす影響の検討、EV所有者の充放電行動が電力需要に及ぼす影響の検討を行った。都市環境評価に関する研究では、現行のガソリン車の交通排熱がEVの交通排熱に置き換わった場合に都市温熱環境に及ぼす影響をシミュレーションモデルにより解析・評価した。その解析・評価は現状のみならず、将来（2030年代と2050年代）に対しても実施した。

[キーワード]

電気自動車（EV）、再生可能エネルギー、エネルギー評価、都市環境、シミュレーション

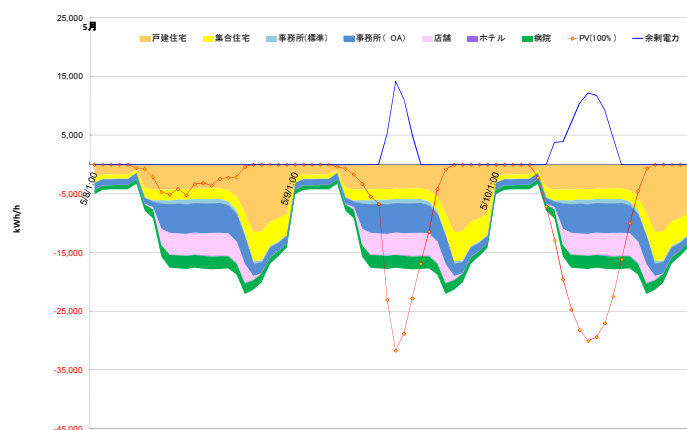
1. はじめに

本サブテーマでは、低炭素交通システムの構築に向けたEVの普及を想定し、エネルギー評価と都市環境評価の両面から、その普及がもたらす影響や利点を検討することが目的である。低炭素交通システムの実現による省エネルギー効果および環境影響（特に都市ヒートアイランド緩和効果）を、エネルギー・環境シミュレーションを活用し、定量的かつ視覚的に分かりやすい形で評価することも目的としている。

2. 研究開発目的

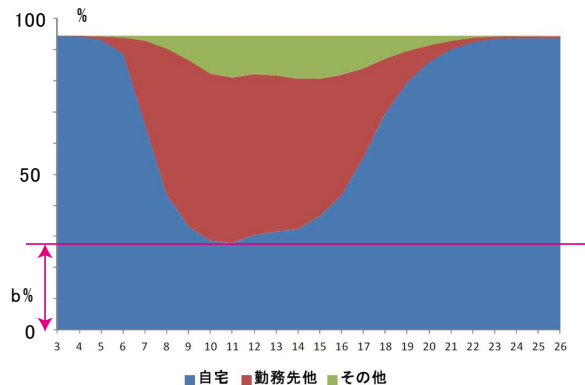
本サブテーマでは、エネルギー評価と都市環境評価の二本柱で研究開発を実施した。エネルギー評価に関する研究では、EVをバッファとして考える再生可能エネルギー（太陽光発電）普及促進シナリオの検討、EVの導入状況が住宅地における太陽光発電の普及に及ぼす影響の検討、EV所有者の充放電行動が電力需要に及ぼす影響の検討、を目的とした。都市環境評価に関する研究では、現行のガソリン車の交通排熱がEVの交通排熱に置き換わった場合に都市温熱環境に及ぼす影響をシミュレーションモデルにより解析・評価することを目的とした。その解析・評価は現状のみならず、将来（2030年代と2050年代）に対しても実施した。

EVの導入状況が住宅地における太陽光発電の普及に及ぼす影響について検討した。名古屋市の1つの配電変電所エリアを仮定し、太陽光発電量が電力消費量を上回る量（余剰電力量）をEVで吸収するというシナリオでの検討である。対象としたエリアは戸建住宅の比率が高いエリアで、つまり余剰電力量の生じやすいエリアである。例えば、エリア内の戸建住宅全てに太陽光発電を設置した場合の電力消費量、太陽光発電量、余剰電力量は図(3)-2のようになり、その余剰電力量をいかにEVで吸収できるかを検討した。



図(3)-2 エリア内の電力消費量と太陽光発電量、余剰電力量

また、本検討では所有されているEVが1日の間でどこに滞在しているかという試算が必要となり、自宅に滞在しているEVによって上述の余剰電力は吸収される。その試算はサブテーマ2の研究成果を利用した（図(3)-3のbの部分に自宅に滞在している比率であるとし、これを20%と設定した）。さらに、EVは太陽光発電時の余剰電力蓄電のため夜間電力による充電を控え、移動による電力消費または夜間の放電が行われることで太陽光発電時に十分な充電が可能であると想定した。充放電は1時間当たり1.5kWhと設定した。



図(3)-3 EVの滞在場所の試算結果

3) EV充放電行動と電力需要の関係

EV所有者の充放電行動が名古屋市の電力需要に及ぼす影響について、業務用EVと自宅所有EVを対象に評価を行った。業務用EVは執務者10人に対して1台の割合で所有されており、そのうち1日中駐車されていると想定する約1割のEVが電力需要に影響を与えるものとする。放電時に全てグリッド（送電網）に放電するV2G（Vehicle-to-Grid）を想定し、冬期・夏期は15:00～23:00、中間期は7:00～15:00を放電時間とした。充電時間は一年を通じて23:00～7:00である。EVの蓄電容量は20kWh、充放電量は1時間あたり1.5kWhとした。検討ケースの詳細を表(3)-1に示す。

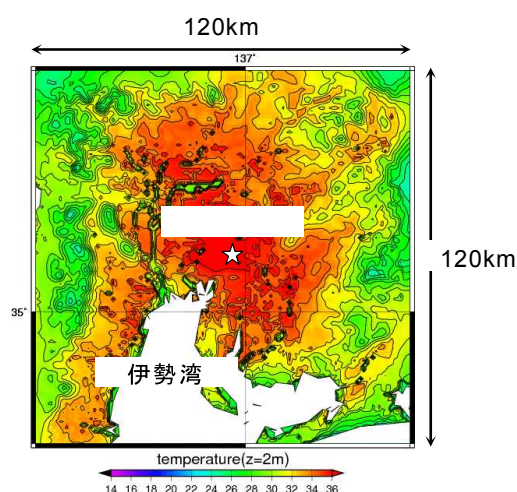
表(3)-1 検討ケース

対象EV	業務用EV(1日中駐車されているもの)	自宅所有車
充電場所	勤務先	自宅/勤務先
充電スピード	1.5kWh/h	1.5kWh/h
充電条件	・タイマー制限あり(23:00-7:00) ・蓄電量18kWh(SOC=90%)で充電停止 ・最低蓄電量6kWh(SOC=30%)を確保	・タイマー制限あり(23:00-7:00) ・蓄電量18kWh(SOC=90%)で充電停止 ・最低蓄電量6kWh(SOC=30%)を確保
放電場所	勤務先	自宅/勤務先
放電スピード	1.5kWh/h	1.5kWh/h
放電条件	・タイマー制限あり (冬期、夏期15:00-23:00/中間期7:00-15:00) ・蓄電量6kWh(SOC=30%)で放電停止	・タイマー制限あり (冬期、夏期15:00-23:00/中間期7:00-15:00) ・蓄電量6kWh(SOC=30%)で放電停止
充放電タイプ	V2G(全てグリッドに放電)	V2G(全てグリッドに放電)

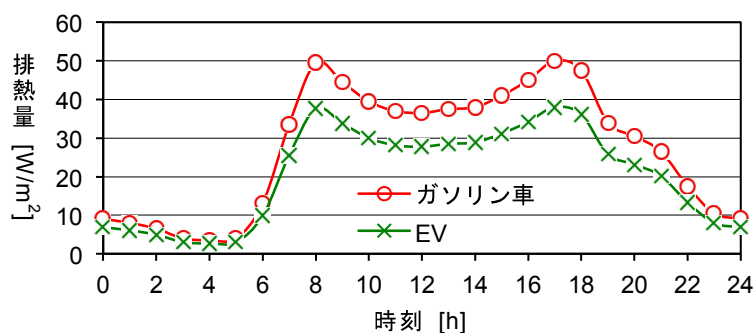
(2) 都市環境評価に関する研究

1) EV普及が現状および将来の都市温熱環境に及ぼす影響評価

水平解像度1km×1kmの気象シミュレーションモデルを用い、現状2010年および将来2030年代の夏季(8月1ヶ月間)を対象として、①ガソリン車利用時と②EV普及時(導入率100%)で名古屋都市圏(名古屋を中心とする水平120km×120kmの範囲と設定。図(3)-4参照)の温熱環境がどのように変化するかを検討した。①と②の違いは、シミュレーションの入力条件として与える人工排熱量を変化させることで考慮した。本シミュレーションでは、国土交通省・環境省の報告書¹⁾を参考にして、全ての人工排熱のうちの25%が自動車由来の交通排熱(ガソリン車利用時)と考え、さらに、ガソリン車とEVの走行効率(ガソリン車:15%、EV:81%)²⁾を考慮して、EV普及時の人工排熱量をガソリン車利用時の人工排熱量の76%と設定した。図(3)-5は本シミュレーションで用いた人工排熱量の時間分布である。なお、本検討段階では、解析領域内(名古屋都市圏内)の全ての都市域において、図(3)-5に示す人工排熱を同様に与えており、交通排熱量(交通量)ならびに他の人工排熱量の空間分布は考慮していない。また、2030年代の将来予測はKimuraら³⁾の擬似温暖化手法を併用し、将来の地球温暖化の影響をバックグラウンドとして考慮した。



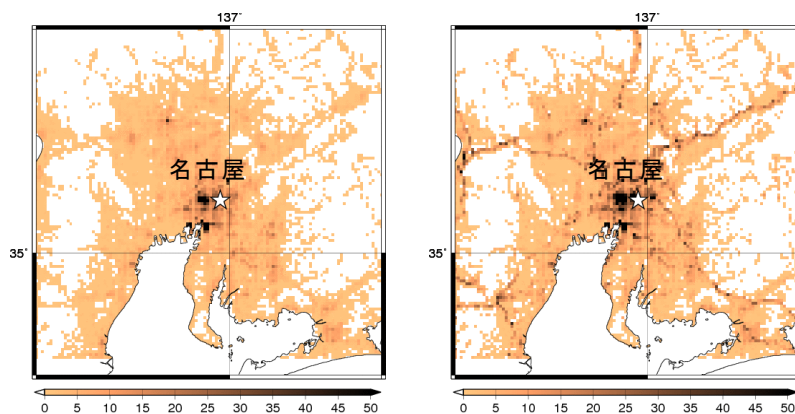
図(3)-4 名古屋都市圏における気温分布(地上2m)



図(3)-5 人工排熱量の時間分布

2) 詳細な交通量分布とEV導入率が都市温熱環境に及ぼす影響評価

次に、1) のシミュレーションでは考慮していない、交通排熱量（交通量）ならびに他の人工排熱量の空間分布を考慮し、より詳細かつ正確な人工排熱量の条件下でのシミュレーションを実施した。解析対象期間は、現状2012年、将来2030年代および2050年代それぞれの夏季（8月1ヶ月間）とし、各年代に対して、EV導入率0%（ガソリン車利用率100%）、50%、100%の3パターンを検討した（解析ケースは計9ケース）。図(3)-6は、本シミュレーションで用いたEV導入率0%（ガソリン車利用率100%）とEV導入率100%の場合の全人工排熱（交通排熱＋空調排熱＋産業排熱）分布を示したものである。なお、1) のシミュレーションにおける将来予測と同様、2030年代および2050年代の将来予測においては、Kimuraら³⁾の擬似温暖化手法を併用した。



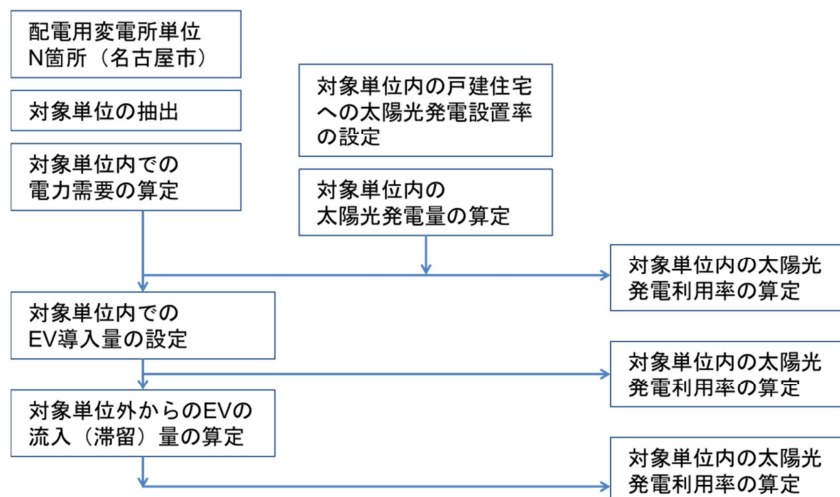
図(3)-6 全人工排熱（交通排熱＋空調排熱＋産業排熱）分布
（左：EV導入率0%、右：EV導入率100%）

4. 結果及び考察

（1）エネルギー評価に関する研究

1) EVを活用した再生可能エネルギー普及促進シナリオ

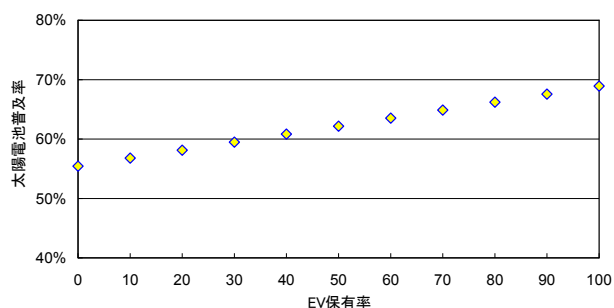
図(3)-7に示す計算フローに従って、エクセルによる導入可能試算プログラムを作成した。また、需要量予測に必要となる住宅、業務用建物などの電力消費量データを整理した。



図(3)-7 EV導入時の再生可能エネルギー利用の計算フロー
(対象エリア外のEVの流入（滞留）も含む)

2) EV導入状況と太陽光発電普及率の関係

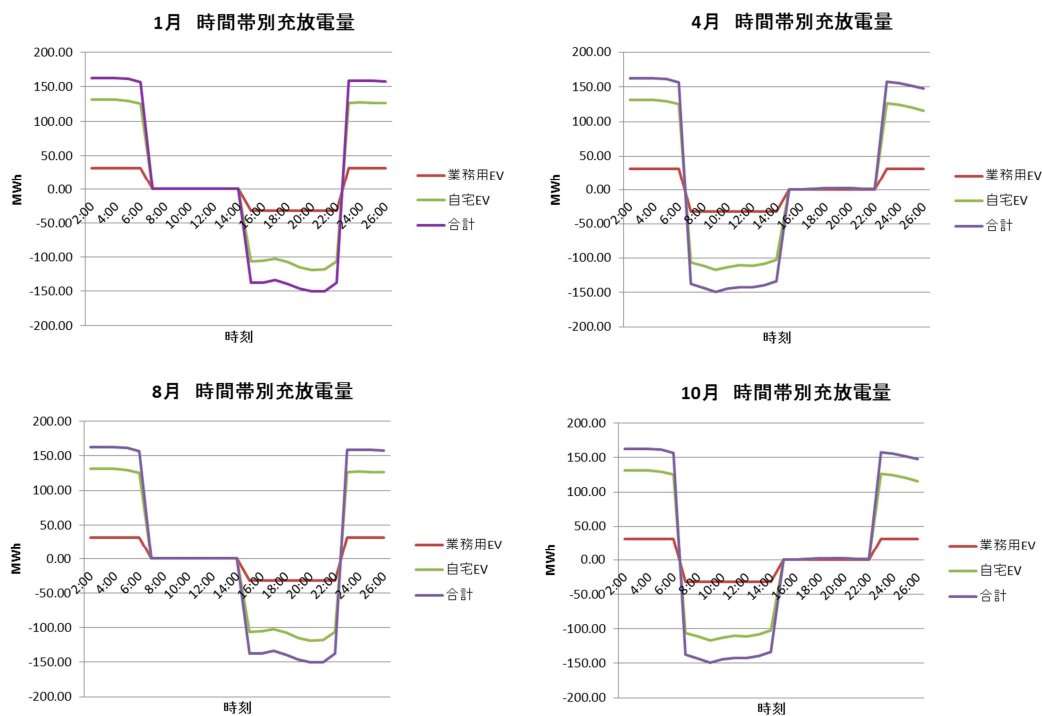
図(3)-8はEV保有率と太陽光発電普及率の検討結果である。EV保有率が0%であっても対象エリア内の戸建住宅以外の建物へ融通されることにより余剰電力は発生せず、太陽光発電普及率55%が確保される。EV保有率が上がることで、太陽光発電時にEVへの蓄電が可能となり、EV保有率100%時には太陽光発電普及率は69%まで上昇することが確認された。



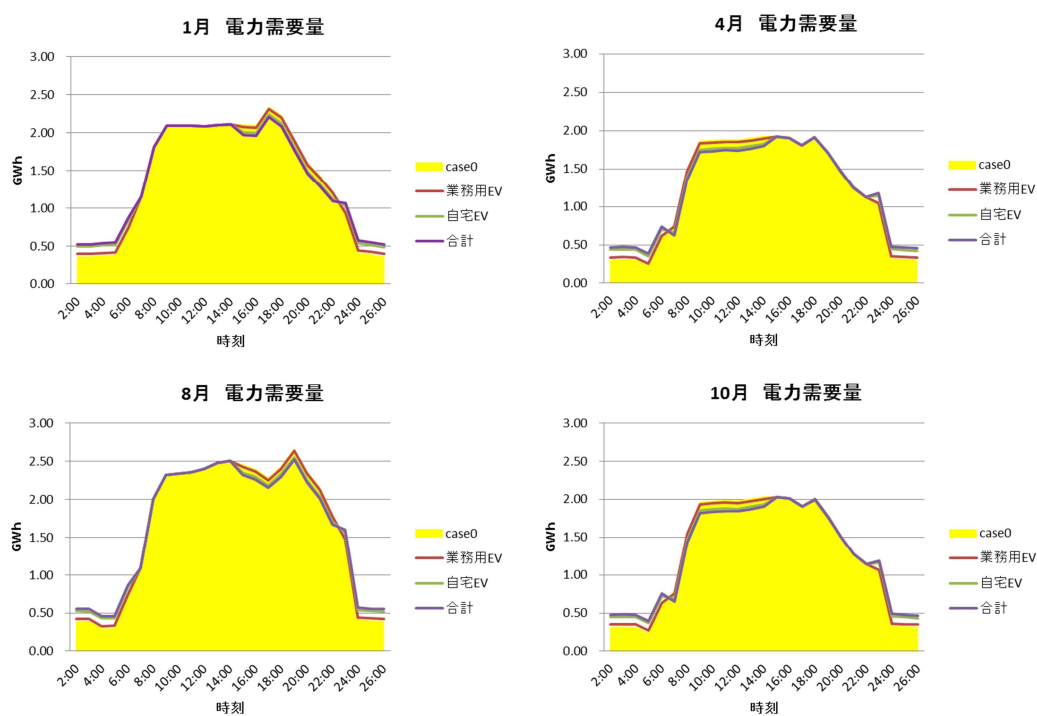
図(3)-8 EV保有率と太陽光発電普及率

3) EV充放電行動と電力需要の関係

図(3)-9は名古屋市の時間帯別充放電量（正值が充電、負値が放電）、図(3)-10は名古屋市の時間帯別電力需要量（case 0はEVの充放電を想定しない基準ケース）を示したものである。図(3)-9を見ると、各放電時間帯に業務用EVは1時間あたり30MWh程度、自宅所有EVは100～120MWh程度の放電が行われていることが分かる。



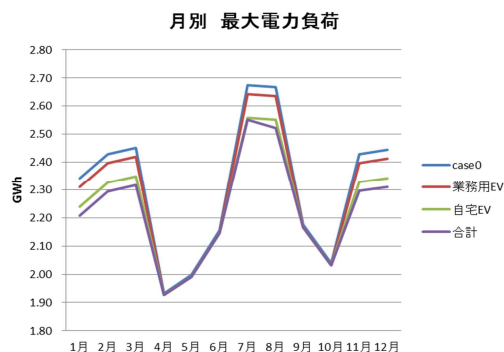
図(3)-9 時間帯別充放電量（名古屋市）



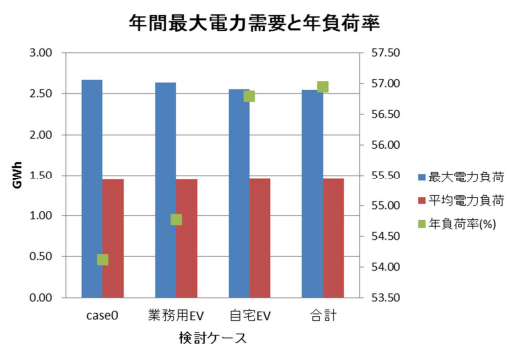
図(3)-10 時間帯別電力需要量（名古屋市）

図(3)-11は最大電力需要量の年間推移である。削減効果の高い冬期・夏期では、業務用EVのみで0.03GWh程度、自宅所有EVを合わせると0.13～0.15GWh程度の削減を確認できた。一方、中間

期は放電後にピーク時刻が移行しており、効果的な放電行動が行われていないために削減効果が小さい。また、図(3)-12に示すように、最大電力需要の削減により年負荷率は業務用EVのみで0.7%程度、自宅所有のEVと合わせると2.8%程度の削減となった。しかし、さらなる改善のためにはより効果的な充放電行動を検討する必要がある。



図(3)-11 最大電力需要量の年間推移（名古屋市）



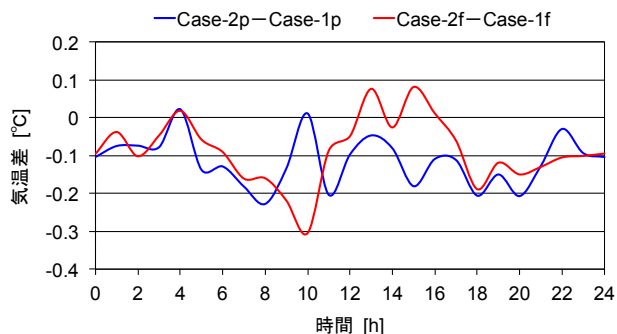
図(3)-12 年間最大電力需要量と年負荷率（名古屋市）

（２）都市環境評価に関する研究

１）EV普及が現状および将来の都市温熱環境に及ぼす影響評価

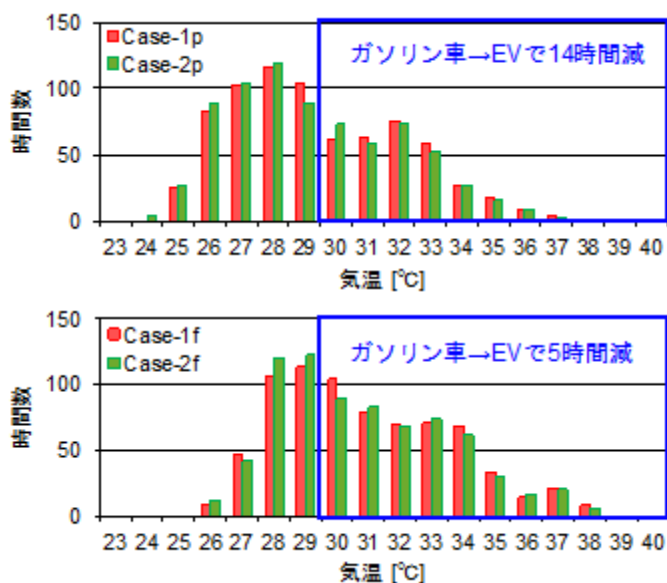
図(3)-13は、現状2010年および将来2030年代における名古屋（図(3)-4の☆印位置）のEV普及時－ガソリン車利用時の気温差（地上2m）の日変化（時刻別に8月1ヶ月平均した気温から求めた気温差の日変化）を示したものである。現状解析（EV普及時（Case-2p）－ガソリン車利用時（Case-1p））では、ガソリン車からEVへの代替により午前8時に最大0.23℃の気温低下が見られている。これに対し、池谷ら⁴⁾は現状の東京都内を対象として同様のシミュレーションを行い、EVへの代替により最大0.4℃の気温低下が見られたと報告している。この差は、池谷らの解析が夏季の特定日を対象としているのに対し、本シミュレーションでは1ヶ月間の解析結果の統計として取り扱っていることが理由の1つとして考えられる。一方、将来予測（EV普及時（Case-2f）－ガソリン車利用時（Case-1f））では、午前10時に最大0.31℃の気温低下が見られている。これは上述した現状解析の最大値よりも若干大きい。また、ガソリン車利用→EV普及による気温低下に関して、1ヶ月間の全平均値を求めると、現状解析では0.12℃、将来予測では0.09℃の気温低下となっている。

時刻別に1ヶ月平均した日変化における気温低下の最大値とは逆に、気温低下の1ヶ月全平均値は将来予測よりも現状解析の結果の方がわずかに大きい。しかし、現状も将来もその気温低下分は小さい。



図(3)-13 現状および将来におけるEV普及時—ガソリン車利用時の気温差（名古屋、地上2m、8月1ヶ月時刻別平均値）の日変化（青線：現状2010年、赤線：将来2030年代）

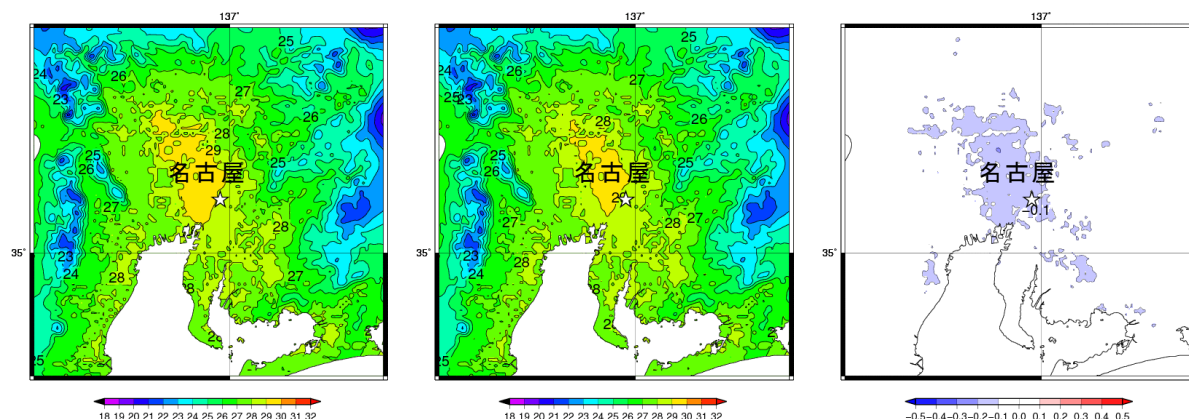
図(3)-14は名古屋における8月1ヶ月間（計744時間分）の気温（地上2m）ヒストグラムある。現状解析（2010年）では、真夏日の基準となる30℃以上の時間数がガソリン車利用時（Case-1p）は253時間であるのに対し、EV普及時（Case-2p）は14時間減の239時間となっている。一方、将来予測（2030年代）においては、30℃以上の時間数がガソリン車利用時（Case-1f）は365時間、EV普及時（Case-2f）は360時間である。将来の地球温暖化の影響により、30℃以上の時間数は大きく増加しているが、ガソリン車からEVへの代替による時間数の減少はわずか5時間となっている。



図(3)-14 現状および将来における気温ヒストグラム（名古屋、地上2m、8月1ヶ月計744時間）
（上：現状2010年、下：将来2030年代）

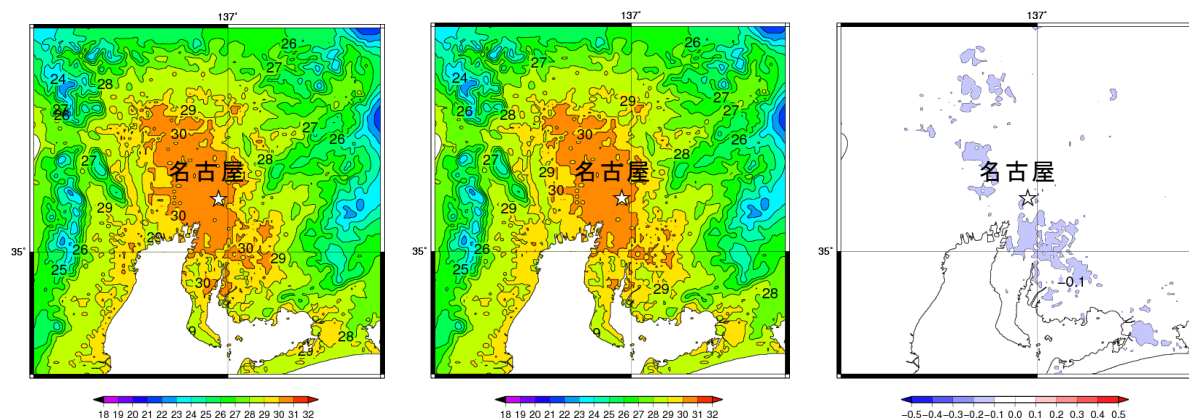
図(3)-15、図(3)-16は、ガソリン車利用時とEV普及時における名古屋都市圏の8月1ヶ月平均気温

分布（地上2m、計744時間平均）について、現状解析（2010年）と将来予測（2030年代）の結果を示したものである。現状解析では、EV普及時の結果はガソリン車利用時に比べて29℃以上となる範囲（黄色部分）が若干狭くなっている。名古屋を含む都市域では、EV普及時はガソリン車利用時に比べて0.1℃程度の気温低下が見られているが、郊外での気温変化はほとんどない。



図(3)-15 現状における月平均気温（地上2m）と気温差（EV普及時－ガソリン車利用時、地上2m）の水平分布（左：ガソリン車利用時の気温、中央：EV普及時の気温、右：中央図－左図の気温差）

将来予測（2030年代）においても、EV普及時の結果はガソリン車利用時に比べて高温域がわずかに狭くなっているが、両者の差はほとんどない。



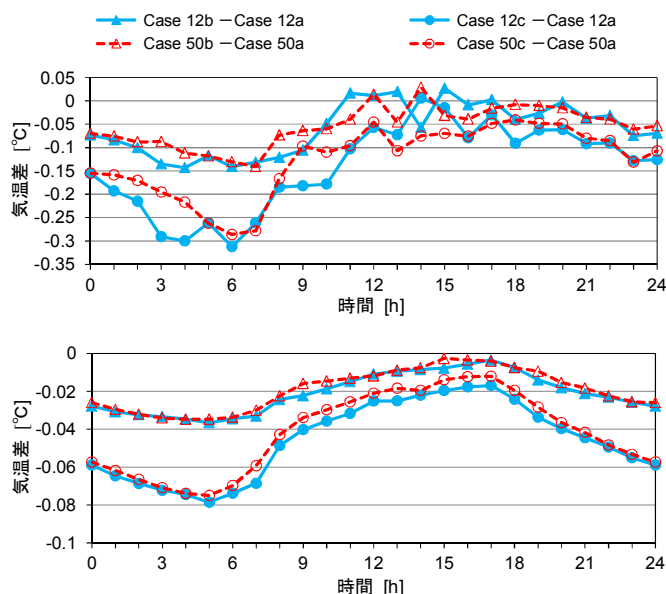
図(3)-16 将来における月平均気温（地上2m）と気温差（EV普及時－ガソリン車利用時、地上2m）の水平分布（左：ガソリン車利用時の気温、中央：EV普及時の気温、右：中央図－左図の気温差）

2）詳細な交通量分布とEV導入率が都市温熱環境に及ぼす影響評価

図(3)-17は、名古屋および名古屋都市圏全域（水平120km×120kmの範囲）におけるEV導入の有無に伴う気温差（EV導入率0%との気温差）（地上2m）の日変化を示したものである。同図に示す気温差はそれぞれ8月1ヶ月の時刻別平均値としての気温から求め、また、名古屋都市圏全域の値は各地点の気温差を領域全域（水域を除く）で空間平均して算出している。なお、将来2030年代の結果は2050年代の結果とほぼ同様のため、図の見やすさから省略した。Case 12a, b, cがそれぞれ

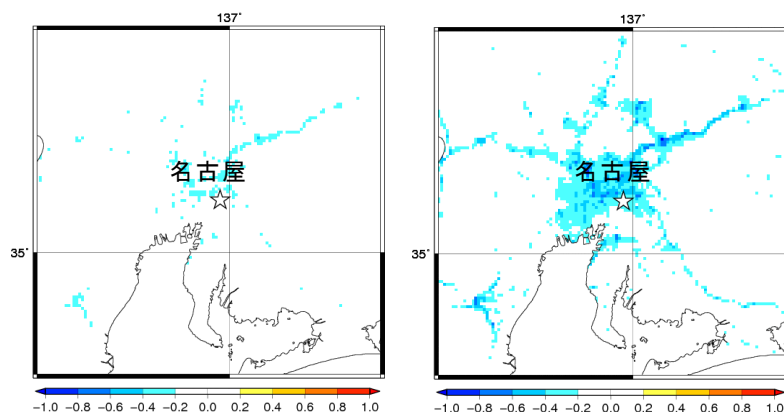
ぞれ、現状2012年のEV導入率0%、50%、100%のケース、Case 50a, b, cがそれぞれ、将来2050年代のEV導入率0%、50%、100%のケースである。名古屋、名古屋都市圏全域ともに、各ケース間の気温差は深夜や早朝において大きく、日中では小さい。一方、図(3)-13に示すように、交通排熱量（交通量）ならびに他の人工排熱量の空間分布を考慮していない1）のシミュレーション結果ではそのような日変化の傾向は見られない。1）と2）のシミュレーションでは、入力条件として与える全人工排熱が空間分布としても量としても異なるため、上述の差が生じたと考えられるが、その物理的メカニズムについては今後さらに詳細に調べていく必要がある。

また、名古屋では現状2012年、将来2050年代ともに早朝6時におけるEV導入率100%との気温差が最大となり、それぞれ0.31℃、0.28℃である。名古屋都市圏全域では、現状、将来ともに早朝5時におけるEV導入率100%との気温差が最大となるが、それぞれわずか0.08℃、0.07℃である。名古屋における日中の気温差に関して、9時～18時の時間帯平均値として求めると、年代やEV導入率で多少異なるが、0.03℃～0.05℃程度のほぼ0に近い値となる。同じ日中の時間帯平均値として名古屋都市圏全域の気温差を求めると、0.01℃～0.03℃程度である。

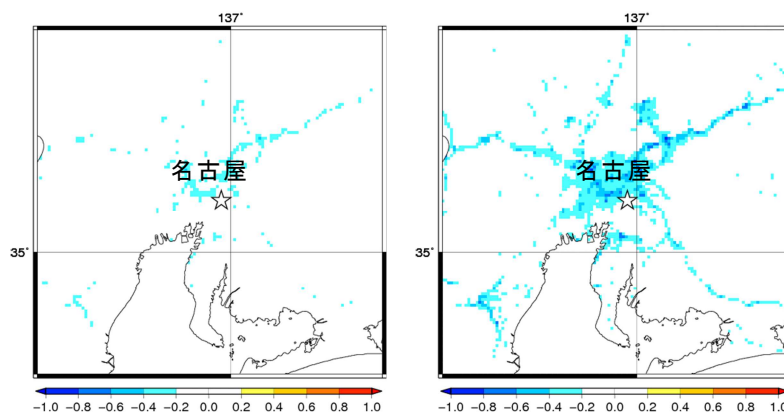


図(3)-17 EV導入率0%との気温差の日変化（地上2m、8月1ヶ月時刻別平均値）
（上：名古屋、下：名古屋都市圏全域）

図(3)-18、図(3)-19は、名古屋においてEV導入による気温低下が最大となる早朝6時（図(3)-17参照）の気温差（6時の8月1ヶ月平均値、地上2m）の水平分布を示したものである。現状2012年、将来2050年代のいずれの結果においても、交通量の多い幹線道路で気温低下（0.2℃～0.8℃程度）が顕著に見られている。また、幹線道路付近にも気温低下（0.2℃～0.4℃程度）する領域が広がっていることも確認できる。一方、その他の領域では気温低下量はほぼ0である。現状2012年と将来2050年代の結果を比較すると、年代の違いによる差はほとんど見られず、同様の気温差の水平分布となっている。図は省略しているが、将来2030年代の結果も同様である。



図(3)-18 EV導入率0%との気温差の水平分布（2012年8月6時の1ヶ月平均値、地上2m）
（左：EV導入率50%－EV導入率0%、右：EV導入率100%－EV導入率0%）



図(3)-19 EV導入率0%との気温差の水平分布（2050年代8月6時の1ヶ月平均値、地上2m）
（左：EV導入率50%－EV導入率0%、右：EV導入率100%－EV導入率0%）

5. 本研究により得られた成果

（1）科学的意義

エネルギー評価に関する研究については、既存インフラのキャパシティ制限からこれまで普及の上限があった再生可能エネルギー（太陽光発電）の利用をEVの普及により拡張を目指した点、EV所有者の適切な充放電行動により電力需要の削減を推進できる可能性を示した点で科学的意義が高い。都市環境評価に関する研究については、統計値として十分に信頼しうる長期解析に基づいてEVの普及による都市スケールの気温低減効果を定量的に評価した点、想定しうる将来シナリオ（将来の地球温暖化の影響をバックグラウンドとして考慮）に基づいて将来予測を行っている点で科学的意義が高い。

（2）環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

現在のところ具体的な事例はないが、今後、名古屋市や愛知県などの自治体との連携を通じて、成果の広報・普及に努める。

<行政が活用することが見込まれる成果>

エネルギー評価に関する研究では、EVが再生可能エネルギーの普及に及ぼす影響や、EV所有者の充放電行動が電力需要に及ぼす影響を定量的に評価した。これらの研究成果は、EVと再生可能エネルギーの普及政策や低炭素社会の実現に向けた環境政策の策定に大きく貢献することが見込まれる。都市環境評価に関する研究では、EVの普及が現状および将来の都市温熱環境（都市ヒートアイランド）に及ぼす影響を定量的に評価できるシミュレーションモデルを構築した。そのような評価が可能となることは、他のヒートアイランド対策・政策の費用対効果との比較を行う上で大変有益となる。

6. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない

7. 研究成果の発表状況

（1）誌上発表

<論文（査読あり）>

特に記載すべき事項はない

<査読付論文に準ずる成果発表>（「持続可能な社会・政策研究分野」の課題のみ記載可。）

特に記載すべき事項はない

<その他誌上発表（査読なし）>

特に記載すべき事項はない

（2）口頭発表（学会等）

- 1) 黒木美早衣、飯塚悟、金原和矢、伊藤奨：日本建築学会大会（2011）

「WRFによる名古屋都市圏温熱環境・風環境シミュレーション（その6）EV普及が都市温熱環境に及ぼす影響評価」

- 2) 黒木美早衣、飯塚悟、Ndione Jacques、伊藤奨、近藤由美：日本流体力学会年会2011（2011）

「EV普及による都市温熱環境の影響評価シミュレーション」

- 3) 飯塚悟：中部の環境を考える会「環境調和型のまちづくりー都市計画の最先端ー」（2013）

（招待講演）「ヒートアイランドと自動車交通」

- 4) 柴田章吾、飯塚悟、近藤由美：日本建築学会大会（2013）

「WRFによる名古屋都市圏温熱環境・風環境シミュレーション（その12）EV普及による暑熱環境緩和効果の検討」（梗概提出済）

- 5) 芹澤裕子、奥宮正哉：日本建築学会大会（2013）

「EV車の普及による民生用エネルギー消費パターンへの影響と省エネルギー効果ー個人所有のEV車での充放電の民生用電力需要への影響の基礎検討ー」（梗概提出済）

（3）出願特許

特に記載すべき事項はない

(4) シンポジウム、セミナー等の開催（主催のもの）

- 1) 電気自動車の活用など低炭素都市交通システムの実現に向けて（平成25年2月27日、ウインクあいち、参加者70名）

(5) マスコミ等への公表・報道等

特に記載すべき事項はない

(6) その他

特に記載すべき事項はない

8. 引用文献

- 1) 国土交通省・環境省：都市における人工排熱抑制によるヒートアイランド対策調査報告書（2004）
- 2) 細川隆志、谷畑孝二、宮本寛明：三菱自動車テクニカルレビュー、No.20、pp.53-60（2008）
「次世代電気自動車『iMiEV』の開発（第二報）」
- 3) F. Kimura and A. Kitoh：The Final Report of the ICCAP, RIHN（2007）
"Downscaling by pseudo global warming method"
- 4) 池谷知彦、佐藤歩、田村英寿、馬場健司、田頭直人：電力中央研究所報告 Q08030（2009）
「電気自動車導入による都市環境負荷低減効果の評価」

(4) 低炭素交通システムの実現に向けた制度設計と合意形成手法の開発

名古屋大学 環境学研究科社会環境学専攻	竹内恒夫、杉山範子
<研究協力者>	
名古屋大学 環境学研究科社会環境学専攻	寺西睦（平成22年度）
	渡邊聡（平成23年度）
	松野正太郎（平成24年度）
	中山典子（平成23～24年度）
株式会社電通	伊神崇

平成22～24年度累計予算額：8,168千円

（うち、平成24年度予算額：2,604千円）

予算額は、間接経費を含む。

〔要旨〕

サブテーマ4の研究目的は、①電気自動車（以下、「EV」という。）等次世代自動車のある新しいライフスタイル、未来の街づくりのための「新しい社会像」の提案、②その「新しい社会像」を実現するための制度設計である。

まず、EV等次世代自動車の普及のための障害となる技術的・制度的課題を、一般生活者や行政・事業者を対象とした複数のワークショップ、ヒアリングなどから明らかにした。次に、それらの課題を基に、EV等次世代自動車のある「新しい社会像」のシナリオを作成し、専門家を対象としたデルファイ法によるアンケートにより2020年、2030年、2050年の社会像を提示した。その結果、将来になるにつれて、EV等に対し「所有」することから「利用」することに関心に移り、走行機能である「自動車の機能」からEVの特徴ともいえる充電機能や、今までのガソリン車にはない新しい機能といった「付加的機能」への関心が増えることがわかった。

また、EV等次世代自動車が普及する「新しい社会像」を実現するための制度設計として、日本における現行（2009年）の自動車関連諸税等からEVがガソリン車に代替する場合の税収の変化を示し、さらにドイツの税制改革を参考に、日本における低炭素自動車への代替促進のための税制改革試案を作成した。併せて、CO₂削減量等を試算した。さらに、EV普及に伴う地域経済効果を地域マクロ経済モデル及び地域産業連関モデル(県別表・三県統合表)を用いて推計した。最後に、世界の先進事例へのヒアリング、文献調査等より、日本におけるEVへの普及促進のための制度改革試案を作成した。

〔キーワード〕

デルファイ法、シナリオ、地域経済効果、自動車関係諸税、制度設計

1. はじめに

本サブテーマでは、低炭素交通システムの実現に向け、EV等次世代自動車の普及に伴い起こると考えられる社会像の変化を示し、その「新しい社会像」を実現するための制度改革等の試案を作成した。

2. 研究開発目的

サブテーマ4の研究目的は、①EV等次世代自動車のある新しいライフスタイル、未来の街づくりのための「新しい社会像」の提案、②その「新しい社会像」を実現するための制度設計である。

3. 研究開発方法

(1) EV普及に伴う「新しい社会像」の提案

平成22年度に市民向け試乗会・ワークショップ、および平成23年度に事業者・行政向けワークショップを行い、そこから得られたEV等次世代自動車に対するイメージや期待等の意見より「新しい社会像」のシナリオ作成を行った。さらにそのシナリオに基づき、専門家に対しデルファイ法に基づくアンケート調査を行い、2020年、2030年、2050年の社会像を提示した。アンケートでは同時にシナリオを構成する要素(EV・プラグインハイブリッド(以下、「PHV」という。))の普及台数、EV・PHVへの充電、EV・PHVでの蓄電・発電、カーシェアリング)について質問した。

(2) EV・PHVの普及に向けた制度設計

平成22年度の事業者・行政向けワークショップや国内・海外の自治体および国内の関連事業者へのヒアリング調査の結果から、EV・PHVの普及における阻害要因を明らかにした。さらにそれら阻害要因の解決および、上記(1)で調査した「新しい社会像」の実現に向けた資料分析および内外の事例調査より制度設計を行った。

4. 結果及び考察

(1) EV普及に伴う「新しい社会像」の提案

1) テスラ社のEV(電気自動車)試乗会(2010年11月7日)

テスラ社のEV試乗会(TOYOTA協賛、名古屋市内)に合わせて、試乗者へのアンケートを実施し、28名中21名(男性18、女性3)から回答を得た。回答者の平均年齢は40歳であった。この試乗会は予約制となっており、試乗会参加者は電気自動車に関心の高い属性を持つと考えられる。今後の電気自動車の普及率について、自由回答で得た結果では、20~30%が最も多く、次いで90~100%が多かった。自由回答では、環境問題の改善に貢献できること、性能に関する感想、また充電などインフラ施設の充実・低価格化を求めるものが多く、特徴的なものでは車が家電や携帯電話のような感覚である、運転が楽しいというものがあつた。

2) ワークショップ「次世代自動車から考える暮らしと都市(まち)」(2011年1月23日)

次世代自動車によって私たちの暮らしや都市(まち)がどのように変化するのか、一般生活者から意見を収集し、新たな社会像を探ることを目的として、ワークショップを開催した。ワーク

ショップの参加者には、実際に次世代自動車に試乗してもらい、専門家から情報提供を受けてもらった。その後、近未来のモビリティシステムやライフスタイルの変化について、グループごとに生活者の視点で将来への期待内容などをインタビューした。次世代自動車の試乗会は、トヨタ自動車と三菱自動車の協力のもと、トヨタ自動車のプラグインプリウス（2台）、三菱自動車のi-MiEV（2台）の試乗を名古屋大学構内にて実施した。

ワークショップの参加者は30名（表(4)-1）で、ハイブリッド車・オール電化住宅の持ち主または関心がある人、主婦、自動車を通勤・通学で使用する人、自動車を主に週末に使用する人、の5つの属性によってグループに分け、インタビューを実施した。また、参加者にはワークショップ後にアンケートを依頼した。アンケートは、次世代自動車の感想、今回のワークショップのような体験型の催しについての評価を得ることを目的とした。

グループインタビューでは半構造化インタビュー法¹⁾を用いた。インタビューより、一般の生活者からみた次世代自動車についての意見は、費用、充電、次世代自動車の特性の3つの内容に集約された（図(4)-1）。このうち、静かさ、トルクの強さなどの電気駆動による自動車の特性は、体験しなければわからない意見であり、それを引き出すことができたといえる。また、参加者からはPHVを含むEVとガソリン車との使い分けについての意見や、新しい車の使い方についての意見も出された（図(4)-2）。これらから、次世代自動車の普及をきっかけにして、車の新しい使い方、それに伴って発生する生活者の行動変化・意識変化、新しいライフスタイルが創造される可能性が伺えた。

アンケート結果（回答者数30）からは、次世代自動車に関する理解が進み、身近な乗り物になると感じられたという意見が70%を超えた。その一方で、今後購入を考えてみたいという意見は37%にとどまった。さらに、このような試乗会を合わせたワークショップに参加することが次世代自動車への理解や興味を深める上で役に立つと思うかという質問には、回答者の80%が「役に立つ」と回答、「役に立つ」「まあ役に立つ」を合わせると97%となった（3%は無回答）。これらの結果から、「次世代自動車に試乗する」、「次世代自動車について話す」といった体験は、参加者にとってこれまで身近でなかったものを「自分ゴト化」することができたと考えられる。

また、次世代自動車により「暮らし」や「都市（まち）」がどのように変わるかの

表(4)-1 参加者の属性

性別	男性：14名、女性：16名
年齢	20代：1名、30代：8名、40代：5名、50代：11名、60代：5名

費用

- ・初期費用(購入費用) ⇄ 維持費用(燃費など)

充電

- ・インフラの未整備、走行可能距離、充電の煩わしさ

次世代自動車の特性

- ・乗り心地(静かさ、振動の無さ)、トルク(パワー)の強さ
⇒体験しなければ分からない長所

図(4)-1 参加者の次世代自動車に対する考え

ガソリン車とEVとの使い分け

(現状の走行可能距離を前提として)

- ・実用性、遠出をするならPHV
- ・将来性を感じるのはEV
- ・EVはセカンドカーとして

車の新しい使い方

- ・電気を自由に持ち運びできる(車を部屋のように使える、レジャーに活用できる、キャンピングカーのような生活できる、介護に)
- ・行動パターンが変わる(目的地を決めて行動、充電設備のある場所へ)
- ・(電気で動くので)外部からコントロールできそう

図(4)-2 インタビューにおける意見

質問には、「暮らし」や「都市(まち)」が「良くなる」という前向きな意見が多かった。ほかにも、街並みや車に対する価値観や使い方が変わるという意見もあった。

ワークショップを通じて、PHV・EVの特性、特にエンジン音がなく静か、大気汚染物質を出さない等の長所は体験・認識してもらうことができたが、それだけでは、次世代自動車の購入、普及には至らない。また、EVはさらなる可能性を持っており、単純なガソリン車の代替だけでなく、現行の「車」を超えた機能があると考えられる。このため次世代自動車の普及には、新たな付加価値や魅力の付与が必要といえよう。

3) ワークショップ「次世代自動車から考える暮らしと都市(まち)」(2011年12月27日開催)

低炭素社会や低炭素交通、EV等次世代自動車について、事業者および行政担当者、専門家を対象として対話を通じ、EV等次世代自動車の新たな価値や新たな社会像や課題のためのシーズを得ることを目的として、ワークショップを開催した。

ワークショップの参加者は、都市計画、交通対策、環境政策に従事する行政担当者(7名)、自動車メーカ、交通事業者、街づくりに関するコンサルタント等(6名)、環境政策、情報技術を研究している大学院生(5名)の18名である。今回のワークショップでは、「ワールド・カフェ²⁾」形式で行った。

ワークショップでは4つのテーマを設定し、テーマごとにテーブルを設置した。参加者は3回テーブルを移動し、移動するたびにそれまでそのテーブルで行われていた話し合いについての概略をホストから聞き、その後、テーブルのテーマに従い各テーブルで話し合いを深めていった。今回、移動先のテーブルについては開催者側から指定した。

取り上げたテーマは次の4つである。

- ・ 新しい移動方法：次世代自動車変えるヒト・モノの移動
- ・ 新しい機能：次世代自動車を移動手段以外の方法で使う
- ・ 新しいエネルギー：次世代自動車はどんなエネルギーで動くのか
- ・ 新しいシステム：次世代自動車を使いやすいシステムとは

なお、ワークショップでは、参加者の多くが次世代自動車に対し、具体的にはEVを想定していた。

各テーブルでの話し合いの結果、次世代自動車の創る新しい暮らしと都市の要素は、エネルギー、ライフスタイル、社会システム、機能の4つに集約することができた(図(4)-3参照)。また、街づくりのあり方のパッケージとして、EVを地域内でカーシェアリングし、そ

エネルギー

- ・ 本当の意味での地産地消
- ・ 発電したコミュニティでの使用、電力融通
- ・ 余剰電力の使い方

ライフスタイル

- ・ 街づくりそのものを商品化
- ・ 車も人も多様化している
- ・ 精神的満足が必要

社会システム

- ・ 走行時のインセンティブが必要
- ・ カーシェアリングとの親和性が高い
- ・ EVは地域内の移動に

機能

- ・ EVをモバイルルータに
- ・ 蓄電池としてのEV
- ・ EVでの移動販売
- ・ 「3LDK+mobility」といった住宅の売り方

図(4)-3 参加者による、次世代自動車の創る新しい暮らしと都市(まち)の要素

の地域内で発電した電力をそのEVに蓄電したり、EVにモバイルルータとしての機能をもたせたり、さらには地域の催事で動力源として利用したりするといった、EVのある「社会像」のアイデアを提示できた。一方、次世代自動車の普及には、次世代自動車を使用することで得られる「楽しさ」や「次世代自動車に乗ることがステイタスになるような環境」といった経済面ではないインセンティブが必要であるという意見が複数あった。

今回のワークショップを通じて、EV普及の障壁は従来から問題とされている制度・仕組み・走行距離といった問題だけでなく、EVの購入へと誘導するインセンティブの不足であることが確認された。CO₂排出量が少ないというガソリン車の代替としてのEVの価値だけではなく、22年度のワークショップの結果仮定されたEVに乗りたいと思えるようなEVへの新しい価値の付与が必要であることが、再確認された。また、EVと他の技術との連携によるEVの使い方についてのアイデアも提示することができた。

4) 電気自動車の普及に伴う「新しい社会像」の提案

a. 「新しい社会像」の4つのシナリオ

2回のワークショップやヒアリングから、EVを含む次世代自動車に求められるもの、その普及に際し望むこと、課題等が明らかとなった。しかし、個別の要求を一つずつ解決しても、社会全体としての統一性が不明確である。また、より良い社会とするためには目指す社会像を提示し、その社会に向けた政策等をバックキャスト的に実施していくのが適切と考え、ワークショップやヒアリングから得られた意見を基に将来シナリオ案を4つ作成し、デルファイ法を通じてシナリオを選択した。

ワークショップやヒアリングで得られた意見から、論点の整理・明確化のためEV・PHVの普及に関する特徴的な要素を抽出した。その要素をKJ法を用いてグループに集約し、さらに、シナリオの理解を容易にするため、シナリオを象限に配置することを目的として、評価軸を設定した。評価軸は、縦軸を自動車の機能一付加価値、横軸を利用一所有とした。それに基づき作成した4つのシナリオを表(4)-2に示す。また、4つのシナリオの関係を図(4)-4に示す。

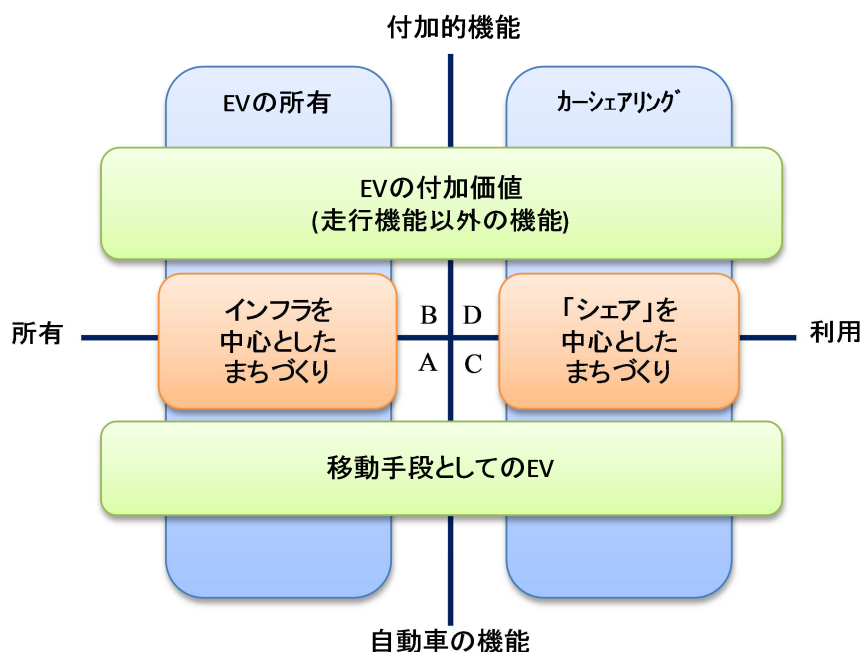
b. 専門家へのアンケートによるシナリオの選択

表(4)-2、図(4)-4で示した社会像について、デルファイ法によりアンケート調査を行った。デルファイ法は、専門家に対して複数回質問紙調査等を行い、毎回、回答者にアンケート集計結果をフィードバックすることで再考を促し、見解を収束させていくものである。

今回行ったアンケートでは、2020年、2030年、2050年の社会像について選択的投票を行ってもらったと同時に、EV・PHVの普及台数、EV・PHVへの充電、EV・PHVにおける蓄電・発電、カーシェアリングについての質問を行った。アンケートでは、はじめに4つのシナリオを示し、そのシナリオを念頭にEV・PHVの普及台数等についての質問を行い、最後にシナリオについての選択的投票を行ってもらった。第1回アンケートは110名へ送付し、52名から回答を得た(回収率47.3%)。第2回アンケートは52名へ送付し、42名から回答を得た(回収率80.8%)。

表(4)-2 「新しい社会像」の4つのシナリオ

シナリオA EV・PHVをガソリン車の代替として使用し、従来通り車を所有する社会。 ■ EV・PHVを所有しているため、ドアツードアで利用でき、好きな時に利用可能。 ■ EV・PHV本体の購入が必要。
シナリオB EV・PHVを蓄電池としても利用し、従来通り車（ただし、EV・PHV）を所有する社会。 ■ EV・PHVを所有しているため、ドアツードアで利用でき、好きな時に利用可能。 ■ EV・PHV本体の購入が必要。 ◇ EV・PHVを家庭において蓄電池としても利用。よって非常時の電力確保が可能。
シナリオC 車を所有しておらず、EV・PHVをカーシェアリングを通して利用。 シェアを中心とした社会であり、つながりを重視した社会。 □ カーシェアリングを通じたEV・PHVの計画的な利用により、効率の良い移動が可能。 □ 車の所有時に比べ車庫用スペースや駐車費用の有効活用が可能。また、車の保険料・税金等の維持費用は不要。 □ ドアツードアでの移動はできず、カーシェアリングの利用場所までの移動が必要。 □ 車使用時には予約等が必要、好きな時間に利用できない可能性。
シナリオD 車は所有しておらず、EV・PHVをカーシェアリングを通して利用。また、カーシェアリングで利用されるEV・PHVの電力のシェアも可能。 シェアを中心とした社会であり、つながりを重視した社会。 □ カーシェアリングを通じたEV・PHVの計画的な利用により、効率の良い移動が可能。 □ 車の所有時に比べ車庫用スペースや駐車費用の有効活用が可能。また、車の保険料・税金等の維持費用は不要。 □ ドアツードアでの移動はできず、カーシェアリングの利用場所までの移動が必要。 □ 車使用時には予約等が必要、好きな時間に利用ができない可能性。 ◇ カーシェアリングのEVを地域の蓄電池としても利用。よって非常時には地域の電力として利用が可能。

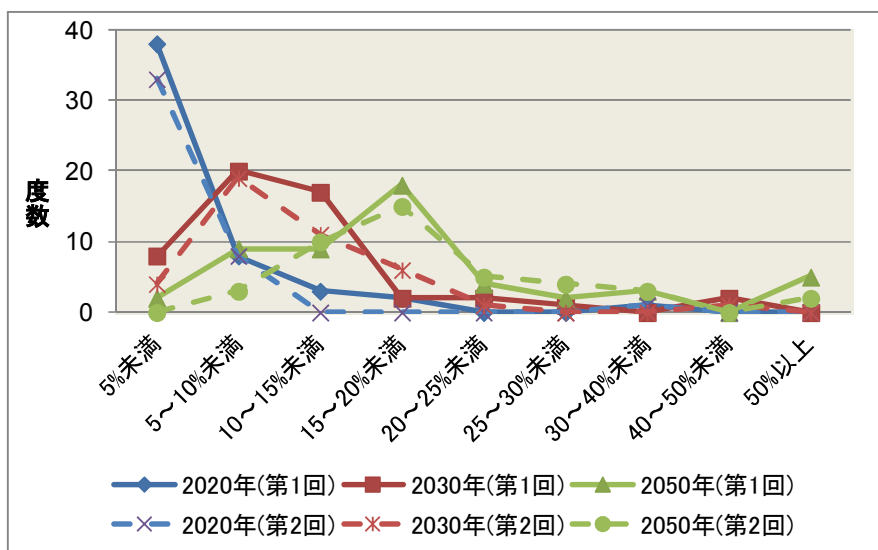


図(4)-4 「新しい社会像」の4つのシナリオ

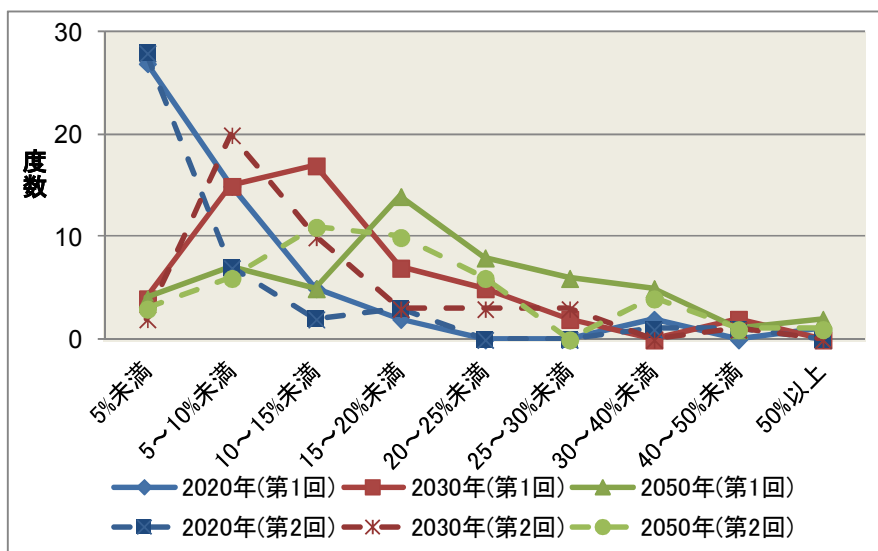
EV・PHVの普及について

はじめに2020年、2030年および2050年の乗用車において、EV、PHVの保有台数が自動車全体に占める割合について質問した。結果を図(4)-5、図(4)-6に示す。EVについては2020年では「5%未満」、2030年では「5～10%未満」、2050年では「15～20%未満」という回答を中央値として得た。PHVについては2020年では「5%未満」、2030年では「5～10%未満」、2050年では「15～20%未満」という回答を中央値として得た。

環境省(2009)³⁾による予想は、保有台数のうち、EVの割合を2020年に3.14%、2030年に9.39%、2050年に14.9%、PHVの割合を2020年に3.43%、2030年に14.1%、2050年に25.0%としている。それに対し、今回の調査では、EVはほぼ同等の結果であったが、PHVの2030年、2050年の予測が環境省の予測より、さらに普及が進むという結果が得られた。



図(4)-5 EV保有台数割合

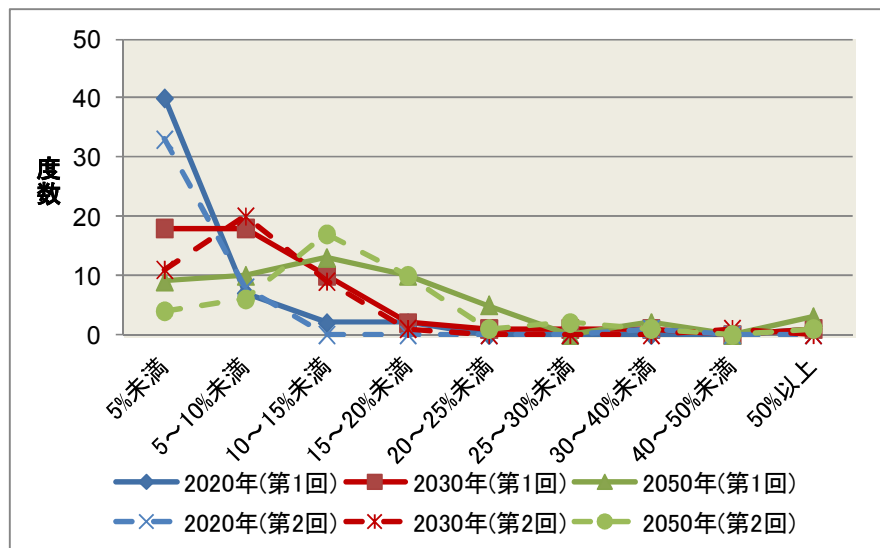


図(4)-6 PHV保有台数割合

次に、将来の貨物車のうちEV(PHVを含まない)の普及率について尋ねた結果を図(4)-7に示す。2020年では「5%未満」、2030年では「5～10%未満」、2050年では「10～15%未満」という回答

を中央値として得た。

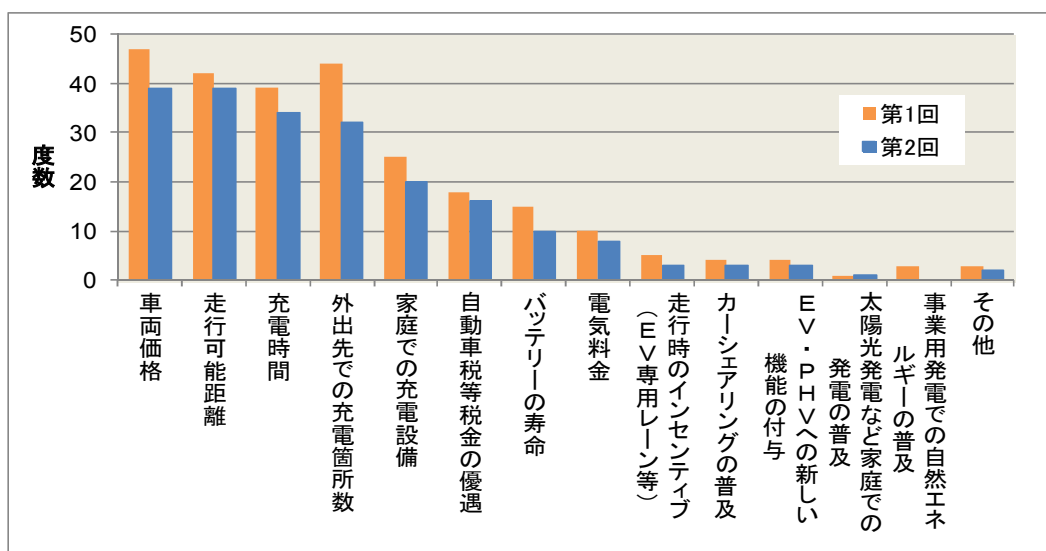
EVの普及は走行時のCO₂排出量の削減だけでなく、特に市街地においては大気汚染および騒音防止という観点からも着目されている。また、同じ走行ルートを走ることが多いと考えられる貨物車においては、EVを利用しやすい傾向であるともいえる。今回の調査では、貨物車に占めるEVの割合は、先に質問したEVの保有台数に占める割合に対し、2030年、2050年では低い結果となった。



図(4)-7 貨物車におけるEVの割合

次に、EV・PHVの普及のための要件について選択肢から5つ選択してもらった。結果を図(4)－8に示す。「車両価格」、「走行可能距離」が最も多く、次いで「充電時間」、「外出先での充電箇所数」、「家庭での充電設備」となった。

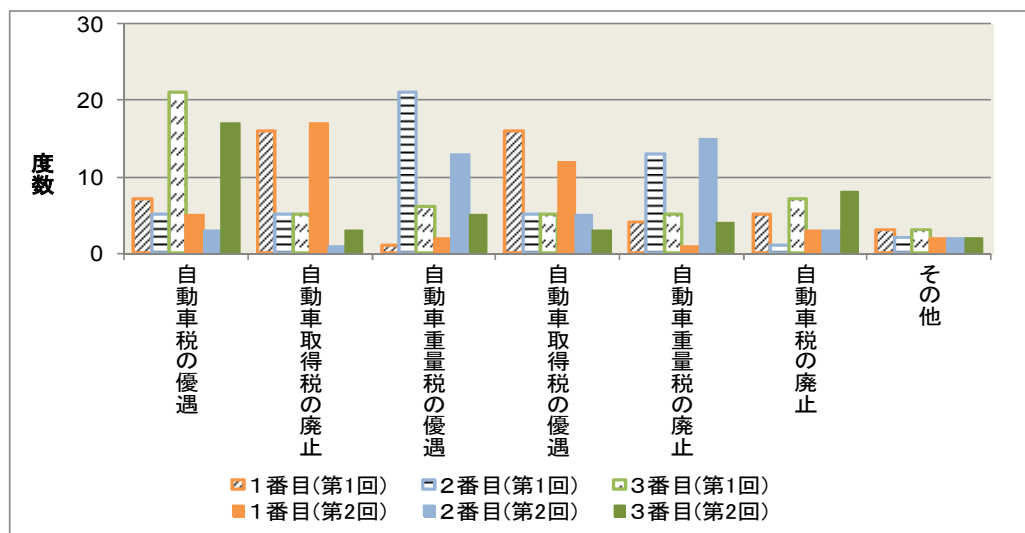
「走行可能距離」、「充電時間」は技術的な問題であり、「車両価格」についても技術的な問題ともいえる。「外出先での充電箇所数」や「家庭での充電設備」については、インフラの問題であり、技術的な問題とあわせて解決を図っていく必要があるといえる。



図(4)-8 EV・PHVの普及のための要件

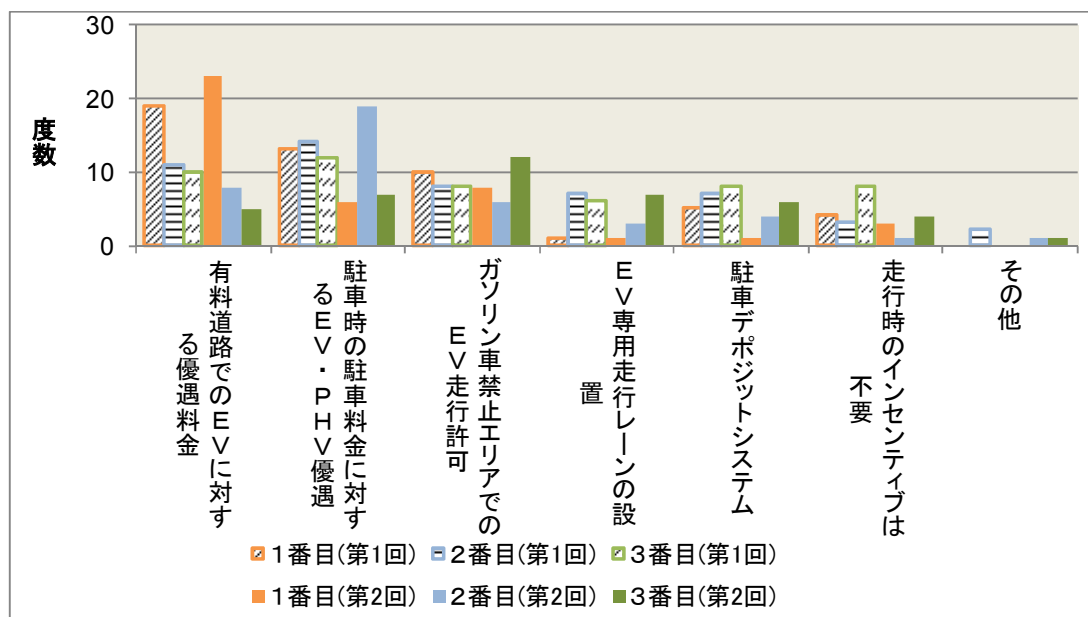
自動車税等税金の優遇について重要なものから順に3つ選んでもらう形式で尋ねた。結果を図(4)-9に示す。1番目については「自動車取得税の廃止」、「自動車取得税の優遇」、2番目については「自動車重量税の廃止」、「自動車重量税の優遇」、3番目については「自動車税の優遇」、「自動車税の廃止」であった。

自動車取得税については2015年度に廃止される予定であるが、複雑といわれている日本の自動車関連諸税については、今後もCO₂排出量との関連付け等見直していく必要があるといえる。



図(4)-9 自動車税等税金の優遇

走行時のインセンティブについて重要なものから順に3つ選んでもらう形式で尋ねた。結果を図(4)-10に示す。1番目については「有料道路でのEVに対する優遇料金」、2番目については「駐車時の駐車料金に対するEV・PHV優遇」、3番目については「ガソリン車禁止エリアでのEV走行許可」であった。



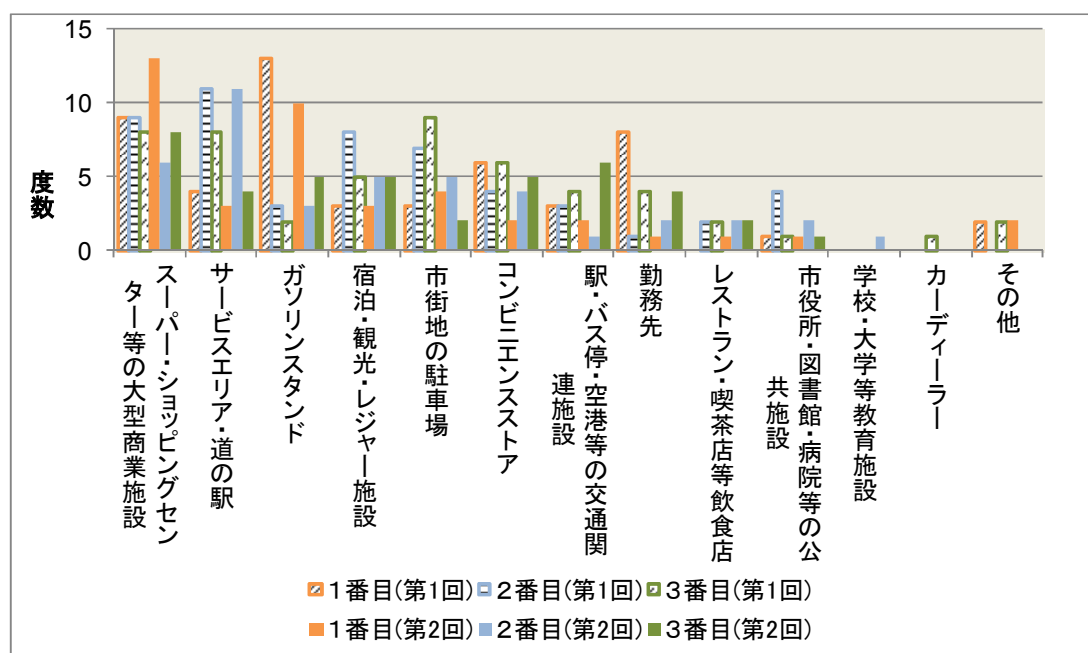
図(4)-10 走行時のインセンティブ

EVの普及のためには、ガソリン車にはない「新たな機能」が必要であるとの仮説を初年度のワークショップより得たが、「新たな機能」について自由回答にて1回目のアンケートにおいて質問した。再生可能エネルギーによる発電の蓄電やEVの電力を住宅の電源として利用するV2H(Vehicle to Home)、スマートグリッドとしての利用、移動オフィスやレジャーでの蓄電池からの電力の利用といった、蓄電機能を利用した機能について多かった(n=18)。

EV・PHVへの充電について

外出先での充電設備について重要なものから順に3つ選んでもらう形式で尋ねた。結果を図(4)-11に示す。1番目については「スーパー・ショッピングセンター等の大型商業施設」、「ガソリンスタンド」、2番目については「サービスエリア・道の駅」、3番目については「スーパー・ショッピングセンター等の大型商業施設」、「駅・バス停・空港等の交通関連施設」であった。

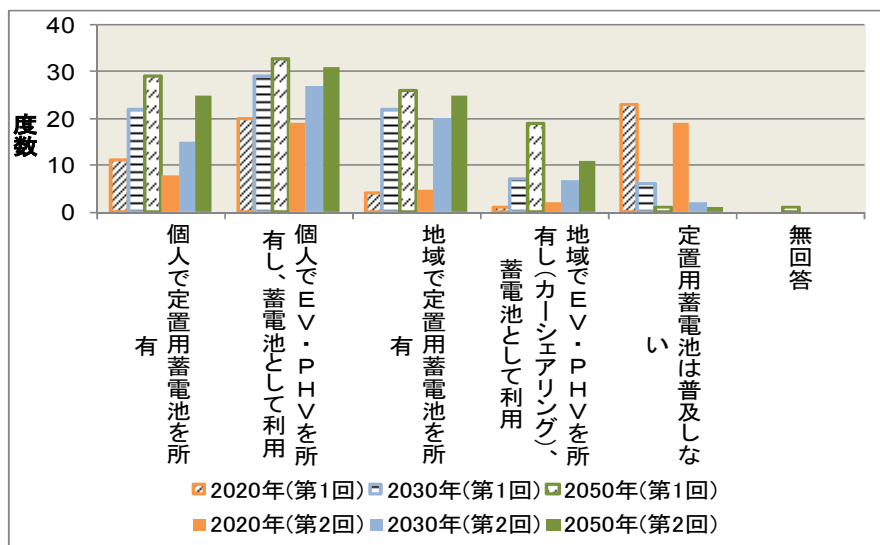
「スーパー・ショッピングセンター等の大型商業施設」への回答が多かったものの、自由記述として、まちづくりの観点からいえば、商店街など地域コミュニティの再生につながるような場所に立地するのがよいとの意見もあり、充電インフラ設置による効果を何に着眼するか考慮する必要がある。



図(4)-11 外出先での充電設備

EV・PHVにおける蓄電・発電について

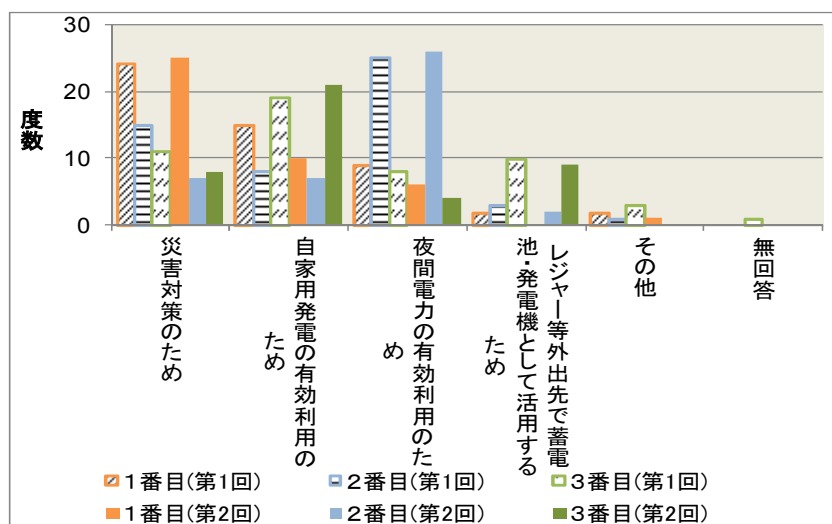
2020年、2030年および2050年の、個人・地域への蓄電池の普及について尋ねた結果を図(4)-12に示す(複数回答)。2020年では「個人でEV・PHVを所有し、蓄電池として利用」、「定置用蓄電池は普及しない」、2030年では「個人でEV・PHVを所有し、蓄電池として利用」、「地域で定置用蓄電池を所有」、2050年では「個人でEV・PHVを所有し、蓄電池として利用」、「個人で定置用蓄電池を所有」、「地域で定置用蓄電池を所有」となった。



図(4)-12 個人・地域への蓄電池の普及

次に、家庭においてEV・PHVの蓄電・発電機能に着目する理由について順に3つ選んでもらう形式で尋ねたところ、図(4)-13の結果となった。1番目については「災害対策のため」、2番目については「夜間電力の有効利用のため」、3番目については「自家用発電の有効利用のため」であった。

「災害対策のため」の回答が多かったのは、東日本大震災以降、災害等への備えに対する意識が高まったためと考えられる。



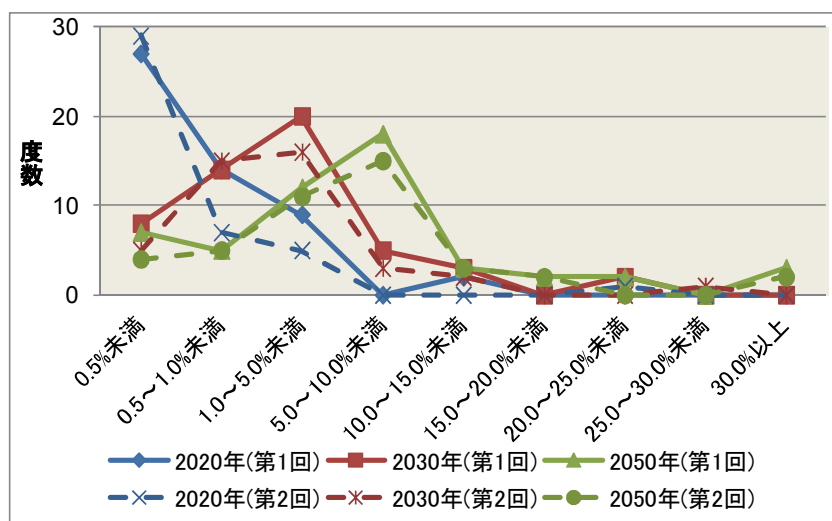
図(4)-13 家庭におけるEV・PHVの蓄電・発電機能への着目理由

カーシェアリングについて

将来の、都市部人口に対するカーシェアリングの会員数の割合について尋ねた結果を図(4)-14に示す。2020年では「0.5%未満」、2030年では「1.0～5.0%未満」、2050年は「5.0～10.0%未満」という回答を中央値として得た。

現在は、都市部人口に対するカーシェアリング会員数は0.2%程度である(交通エコロジー・モビ

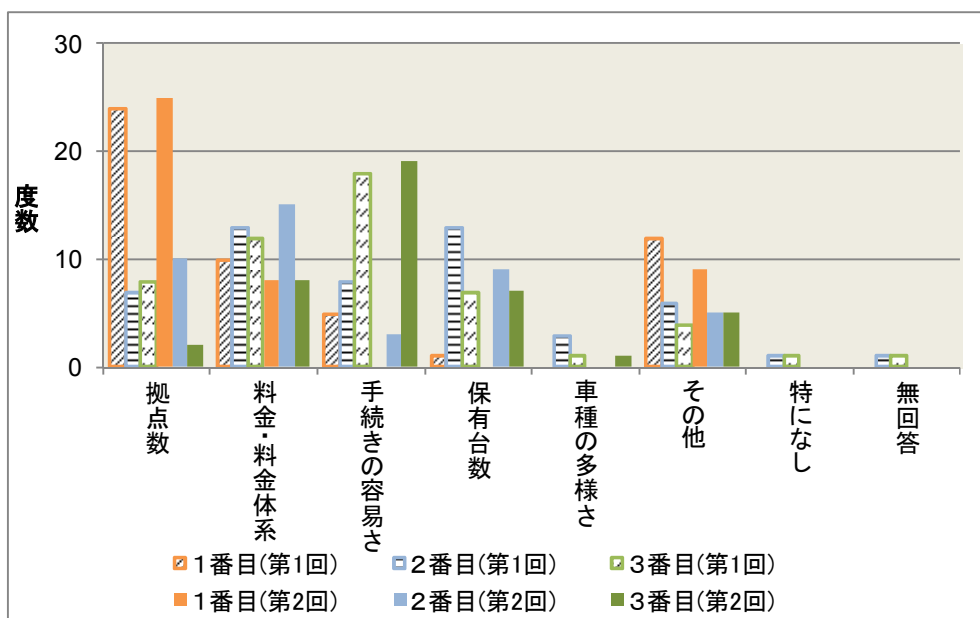
リティ財団⁴⁾。将来においても、著しく増加するとは言えない結果となった。



図(4)-14 カーシェアリングの普及率

次に、カーシェアリングの普及に際し、どのような課題があるか重要なものから順に3つ選んでもらう形式で尋ねたところ、図(4)-15の結果となった。1番目については「拠点数」、2番目については「料金・料金体系」、3番目については「手続きの容易さ」であった。

自家用車と違いドアツードアではないが、それに近い利用を望むため、「拠点数」がカーシェアリングの普及のために重要という結果になったと考えられる。



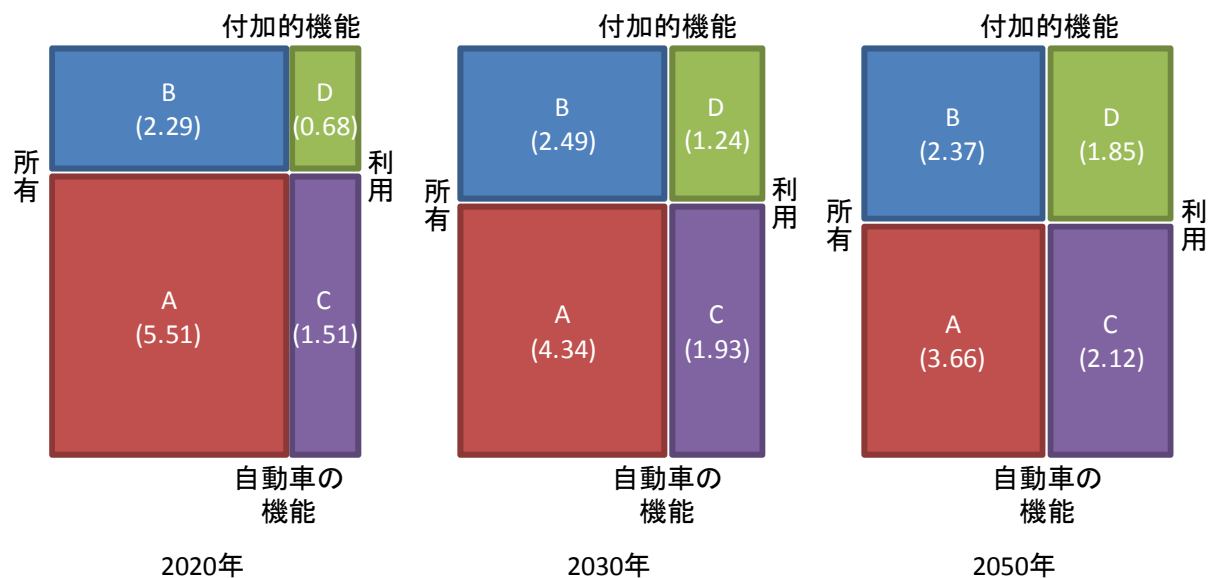
図(4)-15 カーシェアリングの普及に向けた課題

2020年、2030年および2050年のEV・PHVの普及・利活用に関する社会像について

最後に、2020年、2030年および2050年のEV・PHVの普及・利活用に関する社会像について、先に示したシナリオ4つに対し、それぞれの年について、持ち点を10点として、各シナリオにそれぞ

れ配分する「戦略的投票」により回答を得た。それぞれの年の各シナリオの平均点は、2020年ではシナリオAは5.51点、シナリオBは2.29点、シナリオCは1.51点、シナリオDは0.68点となった。2030年ではシナリオAは4.34点、シナリオBは2.49点、シナリオCは1.93点、シナリオDは1.24点となった。2050年ではシナリオAは3.66点、シナリオBは2.37点、シナリオCは2.12点、シナリオDは1.85点となった。各年における社会像について図(4)-16に示す。

将来になるにつれて、EV・PHVや蓄電池に対し「所有」することから「利用」することに関心に移り、走行機能といった「自動車の機能」からEV・PHVの特徴ともいえる蓄電機能や、さらには今までのガソリン車にはなかった新しい機能といった「付加的機能」への関心が増えると考えられる。シナリオBについては、2020年から2030年では増加したが、2030年から2050年には減少した。これは、シナリオAからシナリオBを経て、シナリオDへと関心が増えると考えられる。つまり、まず「所有」を前提としながら「自動車の機能」から「付加的機能」へ関心が増え、その後、「付加的機能」を前提としながら「所有」から「利用」へと関心が移行したからと考えられる。



* ()内の数値は平均点

図(4)-16 EVが創る新しい社会像(2020年、2030年、2050年)

(2) EV・PHVの普及に向けた制度設計

1) 日本における低炭素自動車への代替促進のための税制改革試案

環境省が平成22年3月に発表した「地球温暖化対策に係る中長期ロードマップの提案～環境大臣小沢鋭仁試案～」⁵⁾では、2020年における自動車販売台数の予測は、普通乗用車で電気自動車70万台、ハイブリッド車120万台、プラグインハイブリッド車40万台となっている。そこで、2020年における電気自動車がガソリン自動車に代替すると仮定して、CO₂排出量の削減量を試算した。試算には、電気自動車として三菱自動車のi-MiEV、ガソリン自動車としてトヨタ自動車のVitzのエネルギー効率を用い、年間走行距離を1万kmとした。i-MiEV、Vitzのエネルギー効率、単位発熱量、CO₂排出量を表(4)-3に示す。この結果、ガソリン自動車の電気自動車による代替によって

削減されるCO₂排出量は41.8万トンと試算された。

表(4)-3 電気自動車（i-MiEV）とガソリン自動車（Vitz）の比較

	i-MiEV（三菱自動車）	Vitz（トヨタ自動車）
エネルギー効率	125 Wh/km	20 km/ℓ（50cc/km）
単位発熱量（MJ/km）	0.45	1.73
CO ₂ 排出量（g-CO ₂ /km）※	56.3	116.0

※中部電力の電力原単位：450g-CO₂/kWh

わが国における現行（2009年）の自動車関係諸税を整理したところ、車体所得及び車体保有に関する税収は3兆6936億円、燃料に関する税収は4兆3003億円である。これをもとに、2009年の乗用車保有台数5800万台、新車販売自動車290万台から1台当たりの課税額を算出した（表(4)-4）。

さらに、現行の自動車関係諸税を前提として、2020年に電気自動車70万台（環境省小沢試案より2020年における自動車販売台数）が同規模のガソリン車に代替する場合の税収の変化を試算した。電気自動車の価格は2倍、重量は1.1倍と仮定した。この結果を表(4)-5、図(4)-17に示す。自動車の取得・保有に関する税は、電気自動車の価格が高いことから、自動車取得税及び消費税が高くなる。また、重量税もガソリン車よりやや高くなる。その一方で、燃料に関する税は電気自動車については0である（電気自動車の電気代にかかる消費税は計上されていない）。

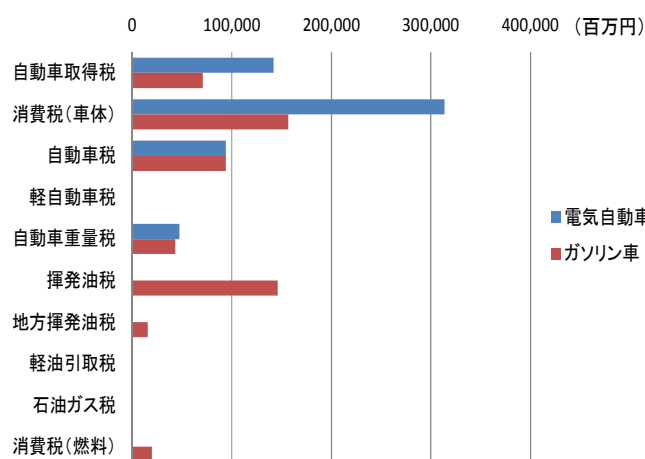
表(4)-4 自動車1台当たりの課税額試算（2009年）

	税目	課税標準	自動車1台当たりの課税額（円）
車体取得	自動車取得税	取得価格	101,320
	消費税（車体）	販売額	193,130
車体保有	自動車税	排気量	26,780
	軽自動車税	660cc以下	10,253
	自動車重量税	車両重量	12,344
小計			343,827
燃料	揮発油税	消費量	41,714
	地方揮発油税	消費量	4,463
	軽油引取税	消費量	59,852
	石油ガス税	消費量	96,296
	消費税（燃料）	販売額	5,572
小計			207,897
合計			551,724

注）2009年の乗用車保有台数5800万台、新車販売台数290万台

表(4)-5 電気自動車への代替に伴う税収の変化（単位：百万円）

	電気自動車 (2020年)	ガソリン車 (同規模)
自動車取得税	141,848	70,924
消費税(車体)	313,600	156,800
自動車税	93,732	93,732
軽自動車税	—	—
自動車重量税	47,524	43,204
小計	569,704	364,660
揮発油税	0	146,000
地方揮発油税	0	15,622
軽油引取税	—	—
石油ガス税	—	—
消費税(燃料)	0	19,502
小計	0	181,124
合計	569,704	545,784



注) 1. 電気自動車の価格2倍、重量1.1倍と仮定。

2. 2020年における電気自動車の販売台数は70万台、累積350万台。

図(4)-17 電気自動車への代替に伴う税収の変化（単位：百万円）

低炭素自動車普及促進のための税制をすでに実施しているドイツでは、自動車税（車体課税）と燃料税についての改革を行っている。自動車税（車体課税）の改革では、2009年から、排気量とCO₂排出量に応じて税額を設定している。また、燃料税の改革では、1999年から2003年にかけて毎年、自動車燃料等の税金を引き上げ、同時に年金保険料を引き下げた。これは、「エコロジー税制改革」といわれる。このエコロジー税制改革の結果、ドイツでは、2002年には自動車からのCO₂排出量がピークアウトした。

燃料税の引き上げによる自動車燃料消費量の削減効果は燃料消費量の価格弾力性の大きさに依存するとされる（OECD(2002)⁶⁾、二村(1999)⁷⁾等）。一方、燃費の向上には、「リバウンド効果」があるとされる(溝口 (2010)⁸⁾、Weizsäcker (2009)⁹⁾等)。

これらを参考にし、日本における低炭素自動車への代替促進のための税制改革試案を作成した。

➤ 自動車税(軽自動車税を統合)の課税標準をCO₂排出量と車体重量に応じたものに変更する。

例：100g-CO₂/km未満の自動車は一律2万円

100g-CO₂/km以上の自動車に1g-CO₂/km当たり300円加算

➤ 自動車取得税、自動車重量税を廃止する。

→車体課税は自動車税に一本化する。

➤ 揮発油税・軽油引取税・石油ガス税の税率を引き上げる。

→化石燃料の最終製品ごとに、CO₂排出量に応じた炭素税を導入する。

2) 地域経済モデルを用いた次世代自動車普及による地域経済効果の検証

EVが普及することで充電ステーションの建設など道路交通インフラの整備やそれに伴う副次的な需要が発生する。ここでは東海三県（愛知・岐阜・三重）を対象に、地域マクロ経済モデル及び地域産業連関モデル(県別表・三県統合表)を用いて地域経済効果を推計した。本推計においては、2020年の自動車保有台数とそれに占めるEVの普及台数を推計したうえで、それに必要なインフラ整備や経済効果を推計した。対象とするEVは乗用車(軽自動車を含む)とした。

まず、2020年の東海三県（愛知・岐阜・三重）を対象に自動車保有台数からEV車保有台数ならびに付随する財やサービス、具体的には充電設備の建設とそのメンテナンス需要についての予測を行ったうえで、それぞれに必要な投資等支出額を推計した。

2020年における東海三県でのEV保有台数を名古屋大学(2011)¹⁰⁾、環境省(2010)³⁾のシミュレーション推計結果を基に作成し、急速充電所件数を環境省(2009)の推計方法を基に推計を行った。結果を表(4)-6、表(4)-7に示す。また、今回の推計にあたり、対象とした財やサービスを表(4)-8に示す。

表(4)-6 東海三県における乗用車台数(単位：千台)

		愛知県	岐阜県	三重県
2020	乗用車保有台数	3,685	1,310	1,401
	うちEV保有台数	115.7	41.1	44.0
	EV販売台数	28.0	10.0	10.7
	EV軽乗用車	18.6	6.6	7.1
	EV乗用車	9.4	3.3	3.6
2019	EV保有台数	87.7	31.2	33.3

(資料) 名古屋大学(2011)¹⁰⁾、環境省(2009)³⁾のシミュレーション推計結果を基に作成

表(4)-7 東海三県における急速充電所件数

	2020		2019		2020 増加分
	EV保有 台数(再掲)	急速充電所 件数	EV保有 台数(再掲)	急速充電所 件数	
愛知県	115.7	801	87.7	668	134
岐阜県	41.1	407	31.2	340	68
三重県	44.0	425	33.3	355	71
単位	千台	件	千台	件	件

(資料) 環境省(2009)³⁾の推計方法を基に筆者推計

表(4)-8 推計の対象とした財やサービス

対象	産業関連表 部門名	対象とする内容	備考
EV関連	乗用車	EV生産	県内生産なし
	小売	EV販売	販売価格のうち、販社取分を10%とする(資料1)
急速充電器 関連	産業用電気機器	急速充電器 高圧受電設備	県外より購入と仮定した
	非住宅建築	急速充電器等工事費	資料2を参照した
	電力	SS支払い電気料金	電気料金は現状の ままと仮定した
	卸売	SS利用者支払い 電気料金	

資料1 日本自動車販売協会連合会(2010)¹¹⁾

資料2 全国石油商業組合連合会(2010)¹²⁾

以上をもとに、愛知県・岐阜県・三重県におけるEV導入による設備投資額等支出額の推計を行った。推計結果を表(4)-9に示す。支出額について、愛知県は738億円、岐阜県は311億円、三重県

は329億円となった。

表(4)-9 2020年度の東海三県におけるEV導入に伴う設備投資等支出額推計結果

項目	産業連関表 部門名	対象	支出額 (単位：千円)		
			愛知県	岐阜県	三重県
EV 関連	乗用車	EV生産	0	0	0
	小売	EV販売	4,211,141	1,497,041	1,601,033
急速 充電 関連	産業用 電気機器	急速充電器	0	0	0
		高圧受電設備	0	0	0
	非住宅建築	急速充電器等 工事費	199,403	101,354	105,907
	電力	SS支払い料金	926,925	471,146	492,311
	卸売	SS利用者 支払い電気料 金	1,924,406	978,154	1,022,095
	その他対事業所 サービス	SS保守管理費	120,135	61,064	63,807
計			7,382,012	3,108,795	3,285,154
総計			13,775,925		

経済効果の推計に当たっては産業連関分析によるプロジェクト波及分析を行った。シミュレーションの対象は東海三県(愛知・岐阜・三重)で、シミュレーション実施時期は2020年である。

今回の地域産業連関モデルは、①将来における製造業生産額の決定、②将来における雇用者報酬・雇用者数の決定、以上二点を明らかにした。

表(4)-10に三県別県内生産の2005年実績と2020年のBAU推計結果を示した。産業全体での2005～2020年の15年間で年平均変化率は愛知県0.1%、岐阜県-0.1%、三重県0.5%となっている。本分析に関係のある産業では、商業・金融・不動産(含、卸売・小売業)は愛知0.0%、岐阜0.8%、三重0.0%と現状とほぼ変わらないか、漸増となっているほか、建設鉱業が愛知-0.2%、岐阜-1.0%、三重3.8%、対事業所サービスは三県変わらず0.2%、他業務は愛知0.2%、岐阜0.0%、三重-0.1%となっている。

表(4)-10 東海三県別産業別県内生産額(2005年実績，2020年BAU推計，単位:百万円)

	愛知		岐阜		三重	
	2005	2020	2005	2020	2005	2020
農林水	412,247	317,041	171,157	125,205	225,074	178,228
建設鉱	21,460	20,412	1,088,814	807,882	661,863	1,290,849
化学紙パ	1,464,814	1,373,143	459,226	403,292	1,419,186	1,365,902
鉄・非鉄	3,576,035	4,213,076	491,471	455,029	791,251	784,555
機械	24,568,570	22,952,454	2,594,806	2,335,935	5,144,195	5,132,836
他製造	11,553,635	11,440,730	1,829,487	1,571,735	3,133,065	3,126,362
水道廃棄物	530,816	995,953	123,595	202,926	149,662	186,804
商業・金融・不動産	15,304,164	15,399,520	2,626,494	3,126,123	2,236,142	2,252,848
公共サービス	7,172,474	8,559,446	1,991,321	1,937,920	1,552,749	3,158,093
対事業所サービス	4,014,709	4,203,222	530,986	561,313	442,994	467,508
対個人サービス	3,067,005	3,100,328	738,895	662,830	676,022	734,328
他業務	7,384,981	7,843,300	1,382,575	1,367,832	1,428,523	1,409,943
県内生産	79,070,910	80,418,625	14,028,827	13,558,022	17,860,726	20,088,258

(資料) 筆者推計

この2020年の県別産業連関表を基に、EV関連支出額による産業への生産額増や雇用所得増などの経済波及効果を推計した。表(4)-11・12・13はそれぞれ愛知・岐阜・三重各県の産業連関表で推計されたEV需要増による経済波及効果の推計結果である。生産増の効果について、愛知県が83.22億円、岐阜県は34.03億円、三重県が22.83億円の増加となった。また雇用所得増について、愛知県が17.67億円、岐阜県が8.34億円、三重県が5.11億円である。結果として、三県全体で生産増(一次・高次増)効果が140.06億円、労働所得増が31.12億円の増加となった。

表(4)-11 愛知県EV需要増による経済波及効果(2020年, 単位百万円)

	FD増加分	生産一次増	生産増合計	雇用所得増
農林水	0	3	12	0
建設鉱	199	5	5	1
化学紙パ	0	10	16	1
鉄・非鉄	0	13	22	1
機械	0	48	96	7
他製造	0	195	336	46
水道廃棄物	0	19	34	6
商業・金融・不動産	5977	5262	5725	1270
公共サービス	0	38	124	19
対事業所サービス	120	495	568	162
対個人サービス	0	7	148	2
他業務	783	1074	1235	252
県内生産	7079	7170	8322	1767

(資料) 筆者推計

表(4)-12 岐阜県EV需要増による経済波及効果(2020年, 単位百万円)

	FD増加分	生産一次増	生産増合計	雇用所得増
農林水	0	2	10	0
建設鉱	101	133	136	33
化学紙パ	0	1	2	0
鉄・非鉄	0	5	6	1
機械	0	9	19	2
他製造	0	33	65	6
水道廃棄物	0	7	11	3
商業・金融・不動産	2395	2189	2343	611
公共サービス	0	29	108	17
対事業所サービス	61	132	146	32
対個人サービス	0	10	84	2
他業務	398	423	473	126
県内生産	2955	2973	3403	834

(資料) 筆者推計

表(4)-13 三重県EV需要増による経済波及効果(2020年, 単位百万円)

	FD増加分	生産一次増	生産増合計	雇用所得増
農林水	0	1	4	0
建設鉱	106	75	80	26
化学紙パ	0	12	16	1
鉄・非鉄	0	2	2	0
機械	0	4	11	1
他製造	0	31	72	5
水道廃棄物	0	6	9	2
商業・金融・不動産	2539	1557	1619	367
公共サービス	0	11	30	6
対事業所サービス	64	85	91	29
対個人サービス	0	1	25	0
他業務	416	301	323	74
県内生産	3125	2085	2283	511

(資料) 筆者推計

次に東海三県を一つの経済圏としてとらえたときのEV普及による経済効果を推計するために、東海三県統合産業連関表を作成し、上述したシミュレーションの手順に従って、2020年の三県での経済効果を推計した。

表(4)-14に東海三県統合IO表に推計した経済波及効果の結果をまとめた。同表の「生産額:当初」の項目が2020年のBAU推計値である。結果として、生産一次増が182.05億円、二次以上の波及効果も含めた生産増が234.20億円、雇用所得増が54.33億円となっている。

表(4)-14 東海三県統合IO表によるEV需要増による経済波及効果(2020年, 単位百万円)

	FD増加分	生産一次増	生産増合計	雇用所得増	生産額:当初	生産額:追加後
1農林水産	0	22	83	4	548,048	548,131
2建設鉱業	407	732	843	257	6,026,324	6,027,167
3化学・化繊・紙パルプ	0	107	189	33	1,736,862	1,737,051
4鉄鋼・非鉄・窯業	0	96	172	21	3,169,335	3,169,507
5機械	0	137	389	31	20,198,138	20,198,527
6他製造・中小	0	323	793	126	5,144,911	5,145,704
7水道廃棄物	0	62	129	20	757,331	757,460
8商業・金融・不動産	10,911	12,321	14,342	3,606	16,658,974	16,673,316
9公共サービス	0	132	530	66	10,591,303	10,591,833
10対事業所サービス	245	1,313	1,650	453	4,829,846	4,831,496
11対個人サービス	0	23	611	7	4,249,217	4,249,828
12他業務	1,596	2,939	3,689	809	8,667,995	8,671,684
13 合 計	13,159	18,205	23,420	5,433	82,578,285	82,601,705

(資料) 筆者推計

3) EV・PHVの普及に向けた制度設計

平成22年度の事業者・行政向けワークショップやヒアリング調査の結果から、EV・PHVの普及における阻害要因を明らかにした。さらにそれら阻害要因の解決および、項目(1)で調査した「新しい社会像」の実現に向けて資料分析および事例調査より制度設計を行った。

EV導入促進のためには、普及の障害となる制度の解決やインセンティブ等が必要であり、各地でさまざまな取り組みが行われている。そのため、EV・PHVの普及に向けた取り組みを行っている近隣自治体(県レベル1、市レベル1)、海外自治体(アーヘン市(2011年11月23日)・フランクフルト市(2012年11月26日)、バルセロナ市(2012年11月30日))、および関連事業者(公共交通事業者、不動産等事業者、ハウスメーカーの3社、うち2社はグループ企業)へヒアリングを行った。また、各国の取り組みについては主に「IA-HEV年次報告書」(“IA-HEV Annual Report”、IEA(2012)¹³⁾)を参考にした。都市・地域については、「EVケースブック」(“EV Casebook”、IEA(2011)¹⁴⁾)にて紹介されている地域を対象とし、「EVケースブック」への記載内容を中心に、実施地域によるウェブサイトおよび、「EVケースブック」にて紹介されている地域の質問紙調査等により、EVの購入・利用・規制についての動向を調査した。なお、質問紙調査に関しては、ニューヨーク市、ポートランド、ヘルシンキ、ストックホルム、リサーチトライアングルから回答があった。結果を表(4)-15に示す。

これらを参考にして、日本におけるEVへの普及促進のための制度改革試案を作成した。

■ガソリン車からの乗り換えの促進策

- ・自動車税はCO₂排出量に応じた課税に変更(独では2009年から、EUでは2012年から導入)。

- ・高速道路料金等の軽減（例：バルセロナ、ストックホルム）。
- ・駐車料金の優遇、駐車場の一定割合はEV専用（例：バルセロナ、ストックホルム）。
- ・バス専用レーンなどでも通行可（例：バルセロナ）。
- ・上記を実施のため、ガソリン車等との識別のためにEVのラベル表示（例：バルセロナ）。

■事業者への導入促進策

- ・公共調達業務向け車両へのEV導入の義務づけ（例：バルセロナ、ストックホルム）。
- ・決まった走行ルートの実施などへのEVの導入（例：フランクフルト）。

■走行距離の短さを補うために

- ・店舗等への充電施設設置により、店舗等利用のインセンティブとする。
- ・公営・私営駐車場への充電施設設置を義務づけ（例：バルセロナ）。
- ・マンションへのカーシェアリングの設置義務。

■再生可能エネルギーの促進

- ・安定的でない太陽光発電用の蓄電池としてEV利用。

表(4)-15 各国におけるEV・PHV普及のためのインセンティブおよび規制

		購入						使用								規制						
		補助金	充電器への補助金	充電器設置への補助金	電力会社による補助金	登録時の税金優遇	消費税免除	税制優遇	駐車場の優遇	無料充電	保有税の免除	電力税の優遇	国民保険料等の免除	資本控除の増額	HOVレーン走行許可	渋滞税の免除	税制優遇	EV駐車場設置	充電器設置	乗り入れ制限地区の設定	公用車の購入義務	公共調達業務向け車両へのEV導入義務
アメリカ		x*	x*	x*		x																
イギリス		x	x	x			x*	x*					x*	x*		x	x*					
イタリア		x	x	x																		
オランダ		x				x*	x*	x														
韓国		x*					x*	x*														
スウェーデン		x				x				x							x*					x*
スペイン		x				x			x		x										x1	
中国		x																				
ドイツ								x*									x*					
フィンランド																						
フランス						x		x*														
カリフォルニア州	米	x													x					x		
ニューヨーク州															x							x
ノースカロライナ州															x					x		
オレゴン州		x1																				
ロサンゼルス																						
ニューヨーク市		x				x																
ポートランド										x1												
リサーチトライアングル																						
北東イングランド	英																					
アムステルダム	蘭	x																				
ブライバッシュタット								x														
ロッテルダム																						
上海	中																					
ストックホルム	瑞	x1						x1	x1	x1		x1				x	x*	x1				x1
バルセロナ	西					x			x	x								x	x			x1
ベルリン	独																					
ハンブルク																						
ヘルシンキ	芬	x1	x1	x1		x1		x1														

注：HOVレーン－High-Occupancy Vehicle Lane.決められた乗車人数以上の車両のみが走行可能な車線

出典 x: IEA(2011)¹⁴⁾、x*: IEA(2012)¹³⁾、x1: 質問紙調査、ヒアリング

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

これまでのEVの普及に関しては、技術や個別の政策の観点からEVの導入について検討されていたが、EV導入に伴うライフスタイルや街づくりなどの社会像については不明であったが、本研究によりEVが普及した「新しい社会像」の一端を提示した。また、それを実現のための制度改革の試案を作成した。

(2) 環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

本研究において、日本における低炭素自動車への代替促進のための税制改革試案として、①自動車税（軽自動車税を統合）の課税標準をCO₂排出量と車体重量に応じたものに変更する、②自動車取得税、自動車重量税を廃止する、③揮発油税・軽油引取税・石油ガス税の税率を引き上げる、を提案したが、このうち、②の自動車取得税の廃止の方針が決まった。

<行政が活用することが見込まれる成果>

EV導入に伴うライフスタイル、街づくりなどの「新しい社会像」、また、EV導入促進のための制度改革の試案を提示したことで、国、地方におけるビジョンづくり、具体的制度づくりなどに大きく貢献するものと考えられる。

6. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない

7. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文（査読あり）>

特に記載すべき事項はない

<査読付論文に準ずる成果発表>（「持続可能な社会・政策研究分野」の課題のみ記載可。）

- 1) 渡邊聡、中山典子、竹内恒夫：日本経済政策学会中部支部オンラインワーキングペーパー、3(2012).「電気自動車（EV）普及に伴う地域経済効果の推計と普及施策の検討」

<その他誌上発表（査読なし）>

- 1) 竹内恒夫：分散型エネルギー新聞（2011.12.5）
「グリーン革命へのコンセプト・ノートー環境構造改革—26「ドイツの電気モビリティ戦略」」

(2) 口頭発表（学会等）

- 1) 渡邊聡、中山典子、竹内恒夫：日本経済政策学会第45回中部地方大会(2011)
「電気自動車（EV）普及に伴う地域経済効果の推計と普及施策の検討」

(3) 出願特許

特に記載すべき事項はない

(4) シンポジウム、セミナー等の開催（主催のもの）

- 1) ワークショップ「次世代自動車から考える暮らしと都市（まち）」（2011年1月23日、名古屋大学環境総合館レクチャーホール、参加者30名）
- 2) ワークショップ「第2回 次世代自動車から考える暮らしと都市(まち)」（2011年12月27日名古屋大学環境総合館レクチャーホール、参加者18名）
- 3) 電気自動車の活用など低炭素都市交通システムの実現に向けて（平成25年2月27日、ウインクあいち、参加者70名）

(5) マスコミ等への公表・報道等

- 1) 中日新聞（2011年3月10日、5頁、「Viva地球」）
- 2) 東海テレビ放送 スーパーニュース（2011年4月5日、電気自動車についての特集）
注：3月中に放送予定であったが、東日本大震災のため放送日が延期された。

(6) その他

特に記載すべき事項はない

8. 引用文献

- 1) ティム・メイ、中野正大(監訳)(2005)：「社会調査の考え方―論点と方法―」、世界思想社
- 2) ブラウン、アイザックス(2007)：「ワールド・カフェ ～カフェ的会話が未来を創る」、ヒューマンバリュー
- 3) 環境省(2009)：「次世代自動車普及戦略」
- 4) 交通エコロジー・モビリティ財団：「わが国のカーシェアリング車両台数と会員数の推移」、
http://www.ecomo.or.jp/environment/carshare/carshare_graph2013.2.html（最終閲覧日2013/3/20）
- 5) 環境省(2010)：「地球温暖化対策に係る中長期ロードマップの提案～環境大臣小沢鋭仁試案～」
http://www.env.go.jp/council/06earth/y060-89/mat02_2.pdf（最終閲覧日2013/3/20）
- 6) OECD、天野明弘(監訳)(2002)：「環境関連税制：その評価と導入戦略」、有斐閣
- 7) 二村真理子(1999)：交通学研究、pp.137-146、「地球温暖化問題と自動車交通―税制のグリーン化と二酸化炭素排出削減―」
- 8) 溝口健一（2010）：環境経済・政策研究、Vol.4,No.1、pp.32～40、「乗用車のリバウンド効果―マイクロパネルデータによる推定―」
- 9) E. Von Weizsäcker, K. C. Hargroves, M. H. Smith, C. Desha and P. Stasinopoulos（2009）：”Factor Five”、earthscan
- 10) 名古屋大学(2011):「自立的地域経済・雇用創出のためのCO₂大幅削減方策とその評価手法に関する研究報告書」
- 11) 日本自動車販売協会連合会(2010):「平成21年度(平成22年3月期)自動車ディーラー経営状況調査結果,<http://www.jada.or.jp/contents/data/keiei/index.php>（最終閲覧日2011/06/23）

12) 全国石油商業組合連合会(2010):「次世代自動車対応SSの将来像を考える研究会報告書

13) IEA(2012): IA-HEV Annual Report

14) IEA(2011): EV City Casebook

A Study on Urban Infrastructure and Institution for Low Carbon Transport Systems Focusing on Electric Vehicle Utilization

Principal Investigator: Takayuki MORIKAWA

Institution: Nagoya University
C1-3(651) Furo-cho, Nagoya-City, Aichi 464-8603, JAPAN
Tel: +81-52-789-3564 / Fax: +81-52-789-5728
E-mail: morikawa@nagoya-u.jp

Cooperated by: Nikken Sekkei Research Institute, Inc

[Abstract]

Key Words: Electric vehicle, Renewable Enegy, Next generation transport system,
Travel demand management, Enegy and emvironmental assessment, Lifestyle,
Tax, Pricing policy

The aim of this study is to propose urban infrastructure and institution for transport systems in the low-carbon society. The approaches to realization of the low-carbon transportation systems are as follows. 1) Proposal of pricing schemes such as environmental taxes and a road pricing including our proposed PDS (parking deposit system) which are useful for the replacement by the next generation cars and the appropriate car use; 2) Proposal of strategies for renewable energies and arrangement plans of charging facilities for the EV (electric vehicles); 3) Proposal of packaged transport policies that combine TDM (travel demand management), ITS (intelligent transport system), LRT (light rail transit), car-sharing, and reallocation of road spaces for walking. In order to study efficiently, four subthemes are set up.

In subtheme 1, mobility design is discussed on the basis of from subtheme 2 to subtheme 4. The main purpose of this subtheme is to show the spatial planning of low emission mobility society, as well as consensus making method and deregulation.

In subtheme 2, we discussed the most effective pricing scheme, an improvement plan of urban infrastructure such as charging spots, and packaged transport policies to familiarize EV or to shift a mode choice from car to public transport. Then the effect of these policies was calculated. As a result, it was found that 3.4% of CO₂ emission in Nagoya city was reduced by using EV as movable battery and that EV/Toll lane are an effective measure to promote EV usage and to reduce CO₂ emission.

In subtheme 3, we investigated the effects of the spread of EV from the viewpoint of energy and environmental assessment. In particular, we quantitatively evaluated the effects of the spread of EV on promoting use of solar photovoltaic, electricity demand,

and urban heat island mitigation.

In subtheme 4, we focused on institutional design for future lifestyle promoting use of EV. At first, workshop aimed for establishing the future scenario based on use of EV was held. Secondly, for finding out technical and institutional obstacles for diffusion of EV, questionnaire survey with Delphi method was conducted. As a result, it was found that we value “use” rather than “possession”, and would demand additional function for EV.

■本研究の社会的背景

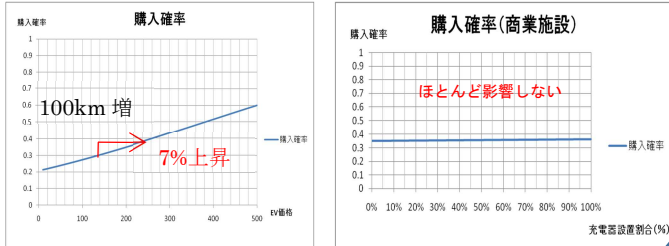
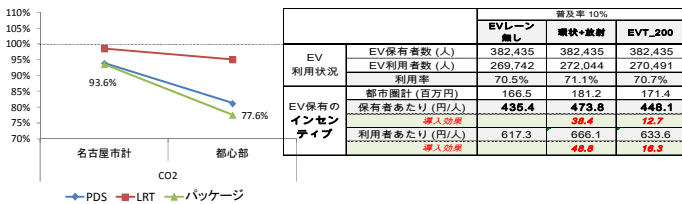
- ・交通分野におけるCO₂ (全体の約2割を占める)削減の必要性の高まり
- ・電気自動車(EV)等次世代自動車普及の趨勢/ EV等次世代自動車に対する制度やインフラの未対応
- ・高速道路無料化、自動車関連諸税の廃止、一方で環境税導入等、税体系再構築のニーズの高まり
- ・東日本大震災後の原子力発電問題と再生可能エネルギー促進など供給問題の議論

■本研究の目的: 市民のライフスタイルに即した実現性と効果の高い低炭素交通システムの提案

(2) ライフスタイル(生活・交通行動)を考慮したパッケージ施策に関する研究(名古屋大学)

○次世代自動車の保有形態に関する研究

充電施設整備率は価格や航続距離、乗車定員数と比べて影響度は小さい

○CO₂削減効果を踏まえたパッケージ施策の提案

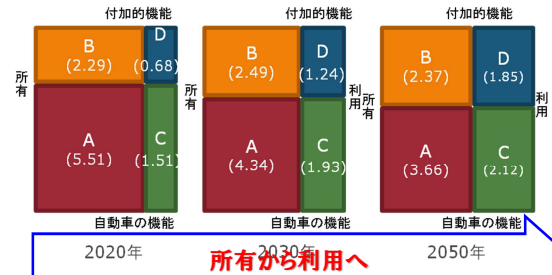
PDS(駐車デポジットシステム)とLRTの導入で都心部のCO₂が約2割減

EV利用時の特典として専用レーン、EV/Tollレーンの導入が効果的

EVの普及にカーシェアリングが効果的

(4) 低炭素交通システムの実現に向けた制度設計と合意形成手法の開発(名古屋大学)

OEV普及に伴う「新しい社会像」の提案



OEV・PHVの普及に向けた制度設計

	電気自動車 (2020年)	ガソリン車 (同規模)
自動車取得税	141,848	70,924
消費税(車体)	313,600	156,800
自動車税	93,732	93,732
軽自動車税	—	—
自動車重量税	47,524	43,204
小計	569,704	364,660
揮発油税	0	146,000
地方揮発油税	0	15,622
軽油引取税	—	—
石油ガス税	—	—
消費税(燃料)	0	19,502
小計	0	181,124
合計	569,704	545,784

■「保有税」と「燃料税」に整理・統合

■いずれの税もCO₂排出量に応じた税率に

保有税の税率

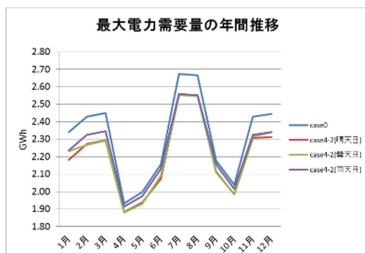
CO₂-100g/km未満は2万円,
CO₂-100g/km以上は+30円/CO₂-g/km

燃料税の税率

ガソリン46円/L 軽油52円/L

(3) 低炭素交通システムにおけるエネルギーと都市環境の総合評価に関する研究(名古屋大学)

○エネルギー評価に関する研究



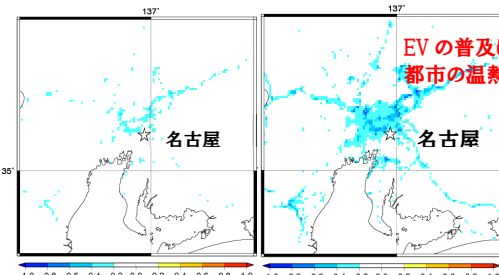
太陽光発電+夜間電力利用

サブテーマ2の結果を活用して分析

- ・夏期は天候に関わらず0.1GWh程度削減
- ・年間ピーク需要(夏期)の削減により年負荷率が1.2%改善

○都市環境評価に関する研究

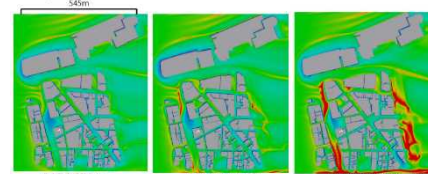
2050年代8月6時1ヶ月平均値(地上2m)



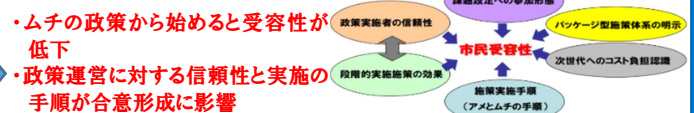
(1) EV50%-EV0%

(2) EV100%-EV0%

(1) 低炭素交通システムを実現するモビリティデザインの方向性に関する研究(株式会社建設総合研究所)

○ヒートアイランド/CO₂排出量予測の3D環境評価システムの改良

○合意形成手法に関する研究



○モビリティデザインの提案 -EV時代のモビリティ社会像の提案

