

S - 3 脱温暖化社会に向けた中長期的政策オプションの多面的かつ総合的な評価・予測・立案
手法の確立に関する総合研究プロジェクト

5 . 技術革新と需要変化を見据えた交通部門のCO₂削減中長期戦略に関する研究

(1) リードタイムを考慮した新技術導入の効果評価と政策手段に関する研究

独立行政法人国立環境研究所

PM2.5・DEP研究プロジェクト 交通公害防止研究チーム 森口祐一・松橋啓介

独立行政法人産業技術総合研究所

ライフサイクルアセスメント研究センター

八木田浩史・工藤祐揮

筑波大学大学院システム情報工学研究科

石田東生・岡本直久・堤盛人

早稲田大学理工学部

大聖泰弘

<研究協力者> 筑波大学大学院システム情報工学研究科 谷口綾子

[要旨] 本課題では、交通分野を対象とし、2020年頃に向けて、実用化済みもしくは実用化に近い技術の大量導入によるCO₂削減効果を、導入決定時期と実際に効果が現れる時期とのタイムラグや、一次エネルギー供給技術、燃料補給インフラの整備などの周辺条件を考慮して評価する手法を開発するとともに、削減促進のための政策手段との関係を明らかにすることを目的とする。また、2020年に向けた交通部門の基準シナリオおよび対策シナリオを構築することを目的とする。

技術予測に関する情報収集と燃料供給を含むエネルギー効率を踏まえた検討を行った結果、2020年時点での対策の実効性においては、CO₂削減に資する数多くの自動車技術の中で、ハイブリッド車の導入が最も有力であると考えられた。また、電気自動車が、近距離の移動手段として有力と考えられた。燃料電池車の大量普及については、コストと燃料供給面が課題であり、いずれも2020年までに克服することは、現在の情勢を考慮すると困難と考えられた。一方で、2050年時点を目指して戦略的に水素社会を目指すことによる脱石油とCO₂削減の有効性が検証されれば、インフラ整備を先行させて、同時にCO₂排出量の少ない水素の製造と供給に本格的に取り組む必要がある。その普及にかかるリードタイムを考慮するため、代替燃料スタンド最適整備戦略モデルの開発に着手した。走行実態調査を踏まえたシミュレーションの結果、従来の予測に比べて大幅に少ない数のスタンドの設置で燃料供給を賄うことができることが示唆された。これらの知見を踏まえて、2020年の交通部門の基準シナリオと対策シナリオ案を作成した。脱温暖化のために、乗用車のほとんどをハイブリッド車に切り替える必要があり、そのためには、生産設備の急速な拡充が重要であることを指摘した。また、本部門の2020年の排出量を1990年レベル以下にまで減少させるためには、ここで想定した技術面の対策のみでは不十分であり、交通需要面も含めたさらなる対策が必要になると考えられた。さらに、乗用車の車格別に詳細な分析を行う枠組みを構築し、近年の軽乗用車の増加等に伴って乗用車CO₂排出量は横ばいから減少に転じたことを確認した。

[キーワード] 二酸化炭素、技術革新、自動車技術、燃料電池車、交通

1．はじめに

脱温暖化社会の実現に向けて、交通分野においても中長期的政策オプションの検討を行うことが要請されている。近年のわが国の部門別CO₂排出量の推移をみると、交通部門は民生（家庭・業務）部門とともに、増加が著しい。第一次オイルショック後の30年間に着目した場合、他部門と比べた交通部門の排出増加はさらに顕著であり、GDPの伸びとほぼ比例した傾向を示している。部門別CO₂排出量に占める交通部門のシェアは約20%と、他の先進諸国と比較した場合にはむしろ小さめであるが、このことに寄与してきた鉄道をはじめとする公共交通機関のシェアが低下しつつあることを考慮すれば、交通部門の対策の重要性はますます高まると想定される。また、高齢化の進展や、余暇交通など生活の質の向上を求める交通需要の多様化・拡大が進むことも予想される。

交通需要の中で自動車の分担率はますます高まっており、その燃費低減に関わる技術革新の可能性と燃料供給源の選択は、交通部門のCO₂削減可能性の鍵を握っているといっても過言ではない。近年、石油代替燃料を使用する自動車の性能向上は著しく、環境問題への意識が高まる中で徐々に普及も進みつつある。また、従来のエンジン駆動に代わり、エンジンとモータとのハイブリッド駆動を経てモータ駆動へと変遷していく兆しがみられる。これらの代替技術については、水素供給、電力供給において十分な低炭素化が進み、かつ末端のエネルギー補給施設整備が十分に行われることが、CO₂削減効果をあげつつ大量普及を進めるための必要条件となるが、これには明確な政策誘導とリードタイム（準備期間）を要する。一方、鉄道など、自動車以外の輸送機関への転換を考慮する場合には、同様に長いリードタイムと強力な政策誘導が必要と考えられる。

2．研究目的

本課題S-3-5では、2020年まで、2050年までの2つのタイムスパンについて、交通部門からのCO₂排出量の大幅削減のための中長期戦略を策定することを目的とする。2020年についての検討では、対策の投入時期と効果の発現時期とのタイムラグを考慮した対策効果評価手法を構築し、ボトムアップ型技術選択モデルで必要とされる要素技術の効果や費用に関する基礎情報など、戦略研究プロジェクト全体からの要求に応じて、必要な知見を提供する。また、2050年についての検討では、削減目標をまず与え、その達成に必要な技術革新・交通行動変化のシナリオを描くバックキャストイング手法を適用して、目指すべき長期的な将来像とそこへの道筋を提示する。

本サブテーマ1では、2020年頃に向けて、現時点で実用化済み、ないし実用化に近い技術の大量導入によるCO₂削減効果を、導入決定時期と実際に効果が現れる時期とのタイムラグや、自動車用燃料供給技術、燃料補給インフラの整備などの周辺条件を考慮して評価する手法を開発するとともに、削減促進のための政策手段との関係を明らかにする。これらを踏まえて、2020年に向けた交通部門の基準シナリオおよび対策シナリオを構築することを目的とする。

3．研究方法・結果

2020年の中期に向けて、交通行動を大幅に変更させる施策の導入可能性については、その地域類型毎の差や、効果の不確実性が大きく、また専門家の見解も分かれていることから、全国一律の交通行動変化シナリオを示すことは困難である。そのため、中期を扱うサブテーマ1では技術予測を中心に行い、交通行動を変化させる施策の地域類型別の導入可能性は長期を扱うサブテーマ2で扱うこととした。

本サブテーマ 1 では、技術予測において重要と考えられる従来技術車と新技術車の技術予測、自動車用燃料供給技術の動向を考慮した分析、燃料供給インフラの整備戦略に関する検討を各行い、一方で、これらを踏まえて、技術の大量導入による削減効果と効果が現れるまでのタイムラグを示す削減効果評価モデルを開発し、2020年の基準シナリオと対策シナリオを構築する。また、短期的な施策の効果を正確に把握するため、乗用車の車格別CO₂排出量の分析を行う。

(1) 燃費改善技術と新燃料・次世代自動車の見通し

従来のガソリン車、ディーゼル車、さらには低燃費・低公害車（クリーンエネルギー車）を含む各種自動車の燃費ならびにCO₂の削減に有用な2020年時点で実現可能と予想される動力システムや関連する要素技術を調査抽出し、その効果と今後の課題について検討した。

個別に検討した結果を総合すると、従来型の乗用車に関しては、2020年時点では、2010年比でおおむね20～30%のCO₂低減が可能と予想された。また、2050年時点では、石油から再生可能な燃料への転換が進み、おおむね50～70%のCO₂低減が可能と予想された。電気自動車、ハイブリッド車、燃料電池車等の次世代自動車の低燃費技術を調査した結果、2020年までには、乗用車や小型貨物車へのガソリンハイブリッド車の普及の実現可能性が高いと考えられ、30～50%のCO₂削減効果が期待される。貨物車に関しては、既存のディーゼルエンジンの効率化が考えられるが、2010年前後に施行されるポスト新長期排出ガス規制への対応のため、燃費改善技術は停滞し改善は困難と見られる。その一方で、域内物流に利用されるトラックについては、20～30%のCO₂削減効果が見込まれるディーゼルのパラレルハイブリッド方式に適性がある。路線バスには、30～50%のCO₂削減効果が見込まれるディーゼルのシリーズハイブリッド方式に適性があり実用化が進められている。また、電気自動車は、近距離のパーソナルユースに重点をおいた導入が有り得ると考えられた。燃料電池車に関しては、コストと燃料供給面の課題の克服に時間がかかり、2020年時点で効果が現れるほどの大量普及を見込むことは困難と考えられたと考えられ、夜間電力による充電によるランニングコストの低減とCO₂対策としては極めて有効である。ただし、二酸化炭素をほとんど排出しない方法で水素が生成可能となる見込みがあるとすれば、燃料供給施設の先行的整備や補助金支出などの強力な普及促進策を採用する戦略も考えられる。課題を表 - 1に整理した。

表 - 1 燃費改善技術の課題

< 従来車（ガソリン車、ディーゼル車） >

精製プロセスでのCO₂排出を考慮すると、ガソリンと軽油は、それぞれ現状の用途別に利用され続ける。ディーゼル乗用車はガソリン乗用車に対して20%のCO₂削減効果がある。

ディーゼル車は2010年前後に施行されるポスト新長期排出ガス規制への対応のため、燃費改善技術は2010年まで停滞し、その後も5年程度は停滞し改善は困難。

燃費改善技術の普及には、車両コスト増の抑制が極めて重要。（特に主要コンポーネントの標準化、共通化、量産化や技術移転の促進が鍵となる。）

< 代替燃料車、クリーンエネルギー車 >

Well-to-wheelの比較、エネルギー政策とのリンクが必要である。

天然ガス車、燃料電池車等の導入によるCO₂低減効果は今後のエネルギー政策にもよるが、コスト面とインフラ面で限定的。

短距離走行に特化した小型電気自動車は、CO₂抑制には極めて有効。高性能電池、二人乗り車の開発が望まれる。

バイオエタノールとバイオディーゼル（FAME）はそれぞれガソリンと軽油に混合するかニートで利用することで一定のCO₂抑制が効果ある。バイオエタノールは5～10%の混合の利用可能性がある。

(2) エネルギーチェーンサイクル全体でのエネルギー効率

自動車技術の進歩により自動車から排出される環境負荷が軽減されても、その自動車を利用する燃料の生産・供給に伴う環境負荷の増加により相殺される可能性がある。したがって自動車からの環境負荷の軽減につながる様々な自動車技術や自動車用燃料の可能性の検討を行う場合には、駆動系を中心とする自動車単体の性能評価とともに、自動車用燃料の原料調達段階から製造・流通を経て自動車に搭載されるまでのプロセスを含めた、エネルギーチェーンサイクル全体での環境負荷を定量的に把握する必要がある。この枠組はWell to Wheel (WtW)分析と呼ばれ、一次エネルギーが採掘されてから自動車用燃料として自動車のタンクに搭載されるまでをWell to Tank (WtT)、搭載された自動車用燃料が実際に走行に使用されるまでをTank to Wheel (TtW)と分けて議論されることが多い(図 - 1)。低CO₂車技術選択モデル構築のためには、自動車のエネルギー消費量(燃費)の推計と自動車用燃料製造と供給に伴うインベントリ作成が必要となるが、本年度も昨年度に引き続き日本における最新のWtW分析の事例のレビューと、構築したシミュレーションモデルを用いて、必要となる基礎データの収集と算出を行った。

図 - 2に、各種自動車用燃料のWtTエネルギー消費原単位ならびにWtT CO₂排出原単位の一例を示す。従来型自動車用燃料と比べ、非従来型燃料のエネルギー消費量・CO₂排出量ともに増加する。特に水素については、化石燃料改質水素と比べて、水電解水素は発電効率の影響を受けるために増加幅は大きくなる。一方、製鉄所のコークス炉ガスや苛性ソーダ工場の副産物として得られる副生水素は、それらプロセスでの主産物製造に伴うCO₂排出量がこれらには配分されないと考えら

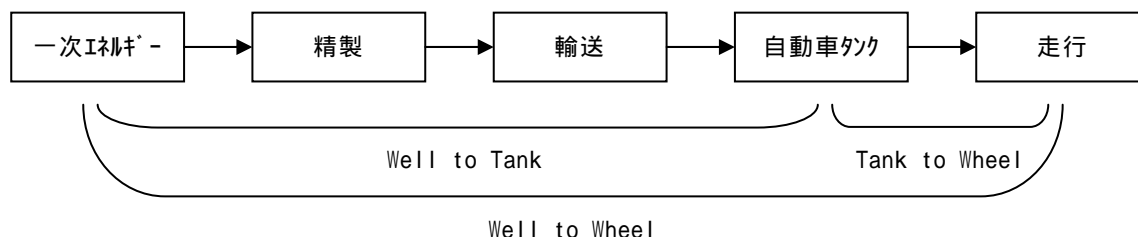


図 - 1 Well to Wheel分析の枠組

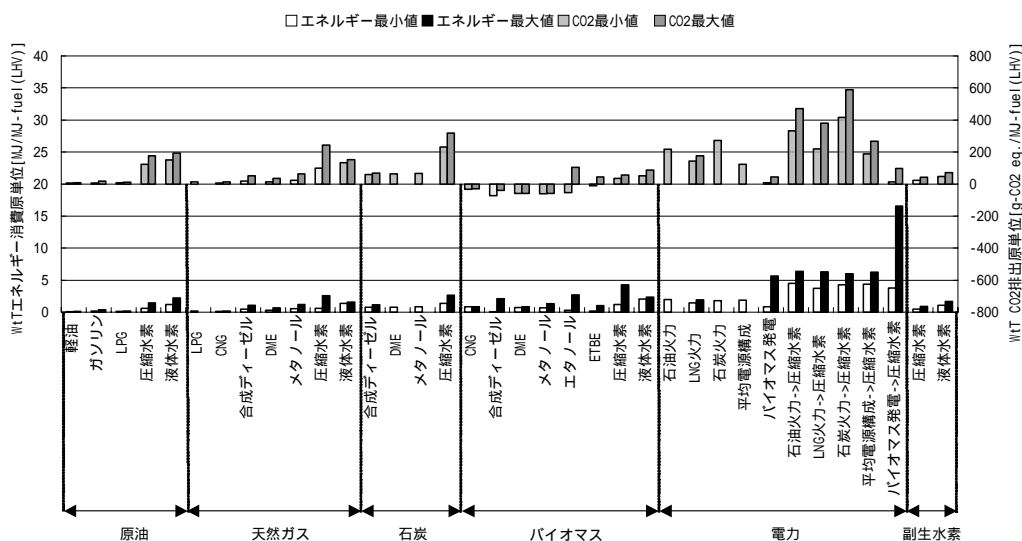


図 - 2 各種自動車用燃料のWtTエネルギー消費原単位とWtT CO₂排出原単位の一例

れているため、エネルギー消費量・CO₂排出量は少ない。

TtW段階では、想定する各種自動車のエネルギー消費量の違いが重要である。自動車のエネルギー消費量は、搭載するパワートレイン(駆動装置)だけでなく、走行条件の違いによっても変化する。このエネルギー消費量とそれに伴うCO₂排出量の平均速度依存性を算出するため、自動車の走行動態に応じて時々刻々と変化するパワートレインの状態を模擬可能な自動車走行シミュレーションモデル¹⁾を用い、ガソリン乗用車、電気乗用車、

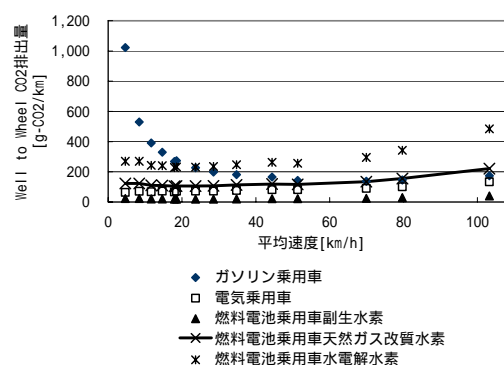


図 - 3 WtW CO₂排出量の比較

燃料電池乗用車の3車種の(TtW)エネルギー消費量を算出し、この結果をWtT CO₂排出量とあわせることにより、各車両のWtW CO₂排出量を算出した(図 - 3)。ここで、電気乗用車の電力は日本の平均電源構成電力により供給されるものとし、また燃料電池乗用車用の水素供給パスとしては、数多いパスの中から天然ガス改質水素、副生水素、日本の平均電源構成による水電解水素の3つを選択した。いずれのパスのWtT CO₂排出量も、文献2)で代表値として採用されているものを用いた。図 - 3から、平均旅行速度が遅いような走行動態、すなわち、都市部のように渋滞が多発するような交通状況で使用する場合には、エネルギー回生が可能な電動車両はガソリン乗用車と比べてエネルギー消費の面では大幅に優位であり、平均旅行速度が20km/h以下の領域では、選択される自動車用燃料供給パスを問わず電動車両のWtW CO₂排出量はガソリン乗用車よりも低くなる。しかし、この電動車両のガソリン乗用車に対するエネルギー消費量、CO₂排出量の優位性は平均速度が上昇するにつれて薄れ、特に燃料電池乗用車のWtW CO₂排出量は、選択する水素供給パスによってはガソリン車のそれよりも多くなりうる。このことから、乗用車起因のCO₂排出量削減のためは、電動車両のエネルギー消費特性とCO₂排出量削減ポテンシャルを考慮すると、平均旅行速度が低い大都市で電動車両を優先的に導入することが効果的であるとの示唆が得られる。

(3)代替燃料スタンド最適配置戦略モデル

代替燃料自動車の普及を目的として代替燃料補給スタンドの配置を議論する上では、特に、初期段階においては、自動車が燃料補給に窮することなくスタンドに接近するための最低限の空間的な密度を求める必要がある。そのためには、自動車が長期間に渡ってどのように移動しているかを把握する必要がある。本研究では、1燃料補給期間という長期間での自動車の移動状態を再現するために、茨城県南地域を対象として、ある1日の多数の自動車の移動に関するデータと車載型の走行状態計測記録装置を用いて取得する長期間に渡る自動車の移動に関するデータの、2種類のデータを組み合わせる方法論を開発する。本年度は、昨年度に引き続き燃料補給行動のモデル化に関する研究を行うとともに、需要側となる代替燃料自動車の普及過程を把握するために、消費者の代替燃料自動車購入の意志を探るべく、基礎的な調査に着手した。

まず、消費者の自動車購入に関しては、昨年度提示した代替燃料車の性能向上と消費者の要求性能との関係等を組み込むための基本的な考え方にに基づき、本年度は計量可能な購入予測モデル構築に向けて、消費者の自動車購入の履歴や購入に際して重視する項目等に関する大規模な調査

を実施した。性別や年齢との関係はもとより、車の性能や使用頻度等との関係も整理する必要があるため、これについては現在データを精査して解析作業を実施中であり、その結果を受けて、来年度本格的なモデルの構築を予定しているが、ここまでの調査・分析結果からは、セカンドカーとしての代替燃料自動車の可能性を探ることが、重要な切り口となると考える。

一方、燃料補給行動のモデル化では、域内の全自家用車の走行シミュレーションモデルを開発し、茨城県南地域の主として個人が使用する自家用乗用自動車の1ヵ月間の走行シミュレーションを行った。しかし、モデルの分析単位となるゾーン区分が粗く、移動状態の把握に関して出発地と到着地はわかるものの走行経路が把握されていないなど、自動車の移動状態の把握としては不十分であった。さらに、長期間の走行距離分布に強引な仮定をおいているという問題があり、給油のタイミングが考慮されていない、あるいはセイフティ・レコーダのサンプル数が不足している、1日で長距離を移動する場合の再現ができていないなどの課題も残されていた。そこで本年度はまず、昨年度構築したモデルの分析単位となるゾーンの大きさを小さくし、より現実的な補給行動シミュレーションが可能なものへ改良した。具体的には、昨年度、対象地域内を道路交通センサスBゾーンに従って53に分割していたものを、東京都市圏パーソントリップ調査（PT調査）における小ゾーンとした結果、域内のゾーン数は89となり、1ゾーンあたりの平均面積は約38km²から約22km²となった。次に、より詳細に自動車移動を捉えるために、自動車の出発地や目的地に加え、走行経路を考慮することを目的として、出発地から目的地までの最短経路をダイクストラ法により求め、それを走行経路とするようモデルの改良を行った。続いて、長期間の走行距離分布に関する仮定を精緻化するために、道路交通センサスにおいて調査されている、自動車の初度登録年月と総走行メーターの値を解析することで、1ヶ月間の走行距離を推計した（図 - 4）。今年度は、この分布を単純化したものを、シミュレーションモデルに取り入れた。

また、昨年度試算した対象地域内で必要となる代替燃料補給スタンド数では、給油のタイミングを明示的に考慮していなかったため、スタンドへ遭遇する機会が課題推計であった可能性が高い。そこで、消費者の自動車購入の履歴や購入に関する調査と同時に、どのようなタイミングで燃料を補給しているかを調査した（図 - 5）。本年度は、概ねこの結果の割合に応じて自動車が燃料補給を行おうとするものと仮定し、実際の走行シミュレーションモデルにおいて燃料補給スタンドへの遭遇が意味のあるものか否かを判定するよう改良した。

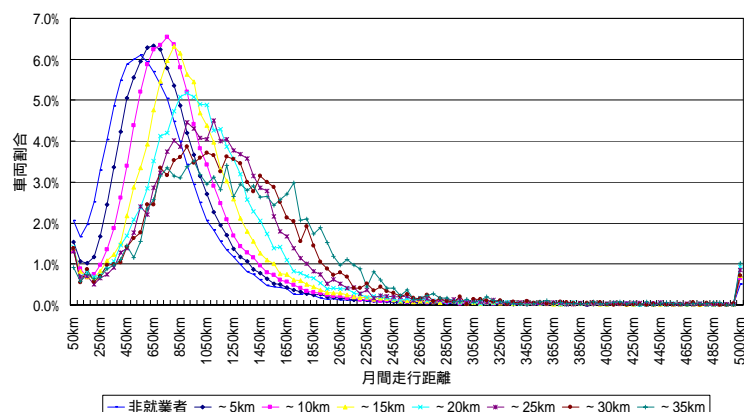
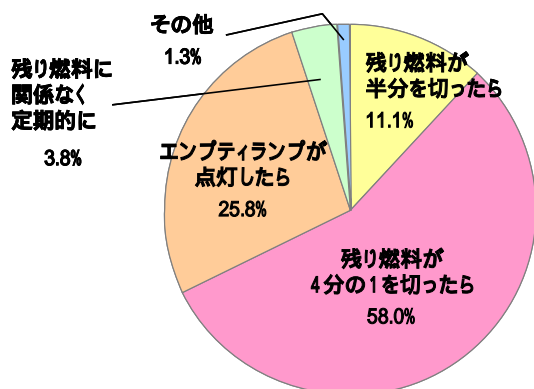


図 - 4 非就業者および義務的移動の距離帯別月間走行距離



(サンプル数：1539)

図 - 5 給油のタイミング

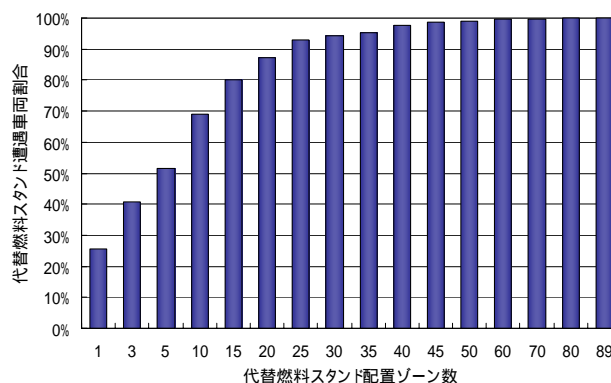


図 - 6 代替燃料スタンドの数と遭遇割合

最後に、改良されたシミュレーションモデルをもとに、対象地域内においてどの程度のスタンドが必要かを試算した結果、域内約 600 カ所強あるガソリンスタンドの約 1 割が代替燃料スタンドとして整備されれば、走行車両の約 99%が、概ね給油が必要となるタイミングで代替燃料スタンドに接近することが分かった(図 - 6)。

(4) リードタイムを考慮した技術普及シナリオ

昨年度は、中期的な燃費改善技術と次世代自動車技術の可能性について調査した成果を踏まえ、特に強い温暖化防止策を導入しない場合(BAU)について、交通部門の輸送機関別に燃料・エンジン技術の普及を想定した2020年「基準シナリオ」を策定した。また、2020年に脱温暖化に向けた対策を導入した場合の「対策シナリオ」の検討に用いるために、車両製造設備の整備や車両の購入・普及にかかるタイムラグを念頭に置いて、コーホートに基づく技術導入対策効果評価モデルの基本設計と試作を行った。さらに、これを用いて対策シナリオの暫定版を作成し、交通部門に関する議論のベースとして提供した。本年度は、コーホートに基づく技術導入対策評価モデルの詳細設計と開発を行うとともに、自動車以外の交通機関からのCO₂排出量考慮する、対策シナリオについて軽乗用車に電気自動車を導入する等の改善を行った。また、短中期政策の方向提示に役立つため、乗用車について車格別のCO₂排出構造の詳細な分析を行う枠組みを構築した。

2020年基準シナリオ(BAU)は以下の通りである。

- a) 乗用車の20%と小型貨物車の10%がハイブリッド車に切り替わる
- b) ハイブリッド車の燃費は、ガソリン/ディーゼル車の現状の燃費を40%改善した数値となる
- c) ガソリン/ディーゼルの乗用車、バス、小型貨物車の燃費は、現状から10%改善する
- d) 交通量は、乗用車で02年比約15%増、90年比約66%増、貨物車で02年比90年比共に約5%減
- e) 航空・鉄道・船舶の効率は5%改善する一方、航空機輸送量が約20%増加する

2020年における自動車からのCO₂排出量は、1990年比約18%の増加(乗用車27%増、軽自動車68%増、貨物車8%減)。現状比で2%減少

同様に、ハイブリッド車(Hybrid Vehicles)等の大量普及を中心的な対策として想定した2020年対策シナリオ(HV)を以下の通り作成した。この場合、乗用車の新車の大半を早期にハイブリッド車に置き換えるために、ハイブリッド乗用車生産設備の増強を前年比2.0倍という加速度的なペー

スで6年間継続して行い、国内出荷向けだけで年産400万台にまで高める必要がある。

- a) 乗用車の83%と小型貨物車の50%がハイブリッド車に、軽乗用車の83%が電気自動車に切り替わる
- b) 基準シナリオ(BAU)と同じ
- c) ガソリン/ディーゼルの乗用車、バス、軽自動車、普通貨物車、小型貨物車の燃費は、現状から各20%, 10%, 10%, 5%, 15%改善する
- d) 基準シナリオ(BAU)と同じ
- e) 基準シナリオ(BAU)と同じ

2020年における自動車からのCO₂排出量は、1990年比約1%の減少（乗用車3%減、軽自動車22%増、貨物車15%減）。現状比で18%減少

しかし、これらだけでは排出量の大幅削減は達成できず、1990年比では依然として横ばい程度となってしまう。そこでさらに、自動車交通需要の削減（Demand Management）（基準シナリオ比乗用車-20%、バス±0%、貨物車-10%）を組み合わせた対策シナリオ（HV+DM）を作成した。

- a) 対策シナリオ(HV)と同じ
- b) 対策シナリオ(HV)と同じ
- c) 対策シナリオ(HV)と同じ
- d) 交通量は、乗用車で02年比-8%、90年比32%増、貨物車で02年比14%減、90年比15%減
- e) 対策シナリオ(HV)と同じ

2020年における自動車からのCO₂排出量は、1990年比約14%の減少（乗用車21%減、軽自動車4%増、貨物車23%減）。現状比で28%減少

各シナリオの排出量を比較すると、図 - 7の通りとなる。また、ハイブリッド乗用車の生産設備の必要量を図示すると、図 - 8の通りとなった。なお、ここでは、需要削減を乗用車の保有台数の削減として計算している(線で示す)が、保有台数の変化を想定せずに、1台あたりの走行の削減で需要削減を行う場合には、生産設備の必要量は対策シナリオ（HV）と同様の生産設備量(面で示す)が必要である。

また、各種燃費改善技術、石油代替燃料導入の動向とそれに伴う代替燃料補給スタンドの整備の必要性をより詳細に技術導入対策効果評価モデルに反映させるため、運輸部門のCO₂排出量の大部分を占める乗用車を対象として、1990年以降2004年までの各年の乗用車の燃費の向上と走行量の推移を踏まえ、乗用車の車格（排気量）別CO₂排出構造の分析を行う枠組みを構築した³⁾。

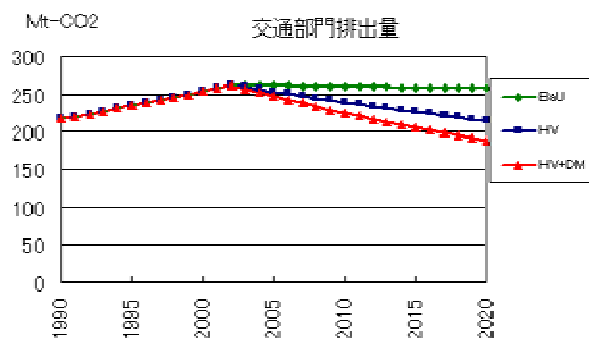


図 - 7 基準シナリオと対策シナリオによる
2020年交通CO₂排出量予測例

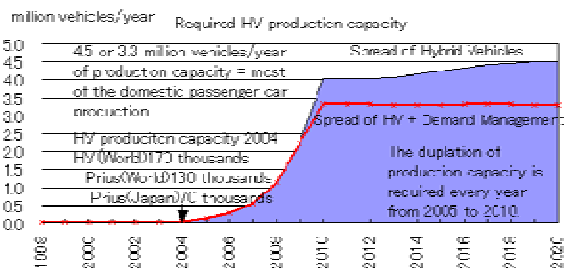


図 - 8 対策シナリオ時に想定したハイブリッド乗用車の必要生産能力

まず、ある自動車情報サイトに掲載されている自動車諸元データのうち、2005年上半期までに発売され、かつカタログ燃費（10・15モード燃費）が判明している国産乗用車45,221台分を対象として、年式別・パワートレイン別（GV：ガソリンレシプロエンジン車、GV-RT：ガソリンロータリーエンジン車、DV：ディーゼル車、HV：ハイブリッド車）に10・15モード燃費を集計した。しかし、カタログ燃費である10・15モード燃費と実走行燃費との間には違いがあることが経験的に知られている。そこで、携帯電話によって収集された乗用車ユーザの自己申告に基づく給油記録データを元に文献4)で構築した乗用車実燃費データベースを更新し、10・15モード燃費と実走行燃費の関係を統計解析により明らかにした。

次に、各年度の排気量別初度登録年別自動車保有車両数⁵⁾、軽乗用車保有車両数および新車販売台数⁶⁾、ハイブリッド車の販売台数⁷⁾、文献4)で推計した排気量別年間平均走行距離、自動車走行量⁸⁾などから推計した、乗用車パワートレイン別・排気量別走行量を算出した（図 - 9）。この15年間のトレンドをみると、1990年代初頭に対して小型乗用車の走行量は減少しつつある一方で、普通乗用車と軽乗用車の走行量が増加する傾向にあることがわかる。これは、普通乗用車については物品税の廃止および自動車税の税率変更により小型乗用車との税負担格差が縮小したことが、また軽乗用車については2度の規格変更により保有台数が変化したことにより起るものと考えられる。また乗用車走行量全体として近年ではほぼ横ばいもしくは微減傾向にあるのは、年間平均走行距離が小さい軽乗用車の保有が増加していること、またそれが大きいディーゼル車の保有が減少していることが一因である。

以上で算出した10・15モード燃費の推移と実走行燃費と10・15モード燃費の関係、乗用車走行量と燃料種別CO₂排出係数を用いて、乗用車CO₂排出量の推移を推計した（図 - 10）。乗用車走行量は初度登録年別保有台数を元に推計したものであるため、図 - 10は排気量別燃費の推移が反映された、乗用車のストックベースの排出量である。1990年以降着実に延び続けてきたCO₂排出量は2001年度にピークを迎えた（1990年比50%増）が、それを境にここ数年は微減傾向にあり、2004年度の排出量は1990年比46%増となっている。図 - 9の乗用車走行量と図 - 10のCO₂排出量のピークが一致しない大きな原因として、燃費の良いハイブリッド車が大量に普及しつつあることが挙げられる。例えば、財団法人日本自動車研究所では、2001年度の保有台数が約5万台であったハイブリッド乗用車の保有台数は、2004年度には20万台弱に達したと試算⁹⁾している。

乗用車に関しては、車格により自動車としての用途や燃費性能は異なるため、図 - 10に示したようにCO₂排出量にも車格による排出構造の差が現れている。またパワートレインや燃料タンク

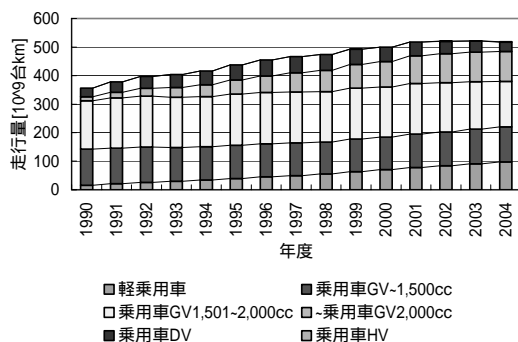


図 - 9 乗用車走行量の推移

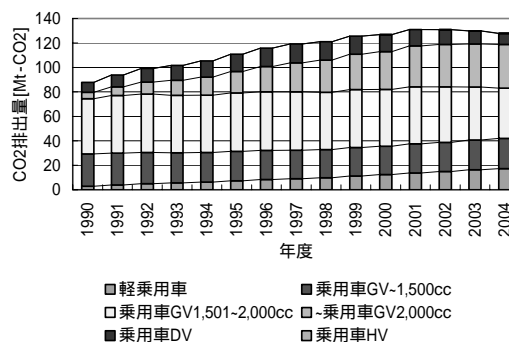


図 - 10 乗用車CO₂排出量の推移

等の構造の制約により、車格によって導入可能な低CO₂車のバリエーションも異なるであろう。今後は、2020年シナリオにも乗用車の車格別の分析を行う枠組みを発展させていくなど、より詳細な分析が可能なモデルの構築を行っていく予定である。

4．考察

技術予測に関する情報収集と燃料供給を含めたエネルギー効率を踏まえた検討を行った結果、2020年時点での対策の実効性においては、ハイブリッド乗用車が最も有力な自動車技術の一つであるとの見通しが得られた。燃料電池車の普及に関しては、コストや燃料供給面に課題が残されており、2020年時点で大量普及を見込むことは困難と考えられるが、将来的に炭素を排出しない方法での水素生成が可能との見込みが得られれば、先行して燃料供給スタンドの整備を行うこともあり得る。その普及にかかるリードタイムを考慮するため、代替燃料スタンド最適整備戦略モデルの開発に着手した。走行実態調査を踏まえて、1ヵ月間の自動車の走行をシミュレートした結果、従来に比べて大幅に少ない数のスタンドの設置での燃料供給可能性が示唆された。

これらの知見を踏まえて、2020年の交通部門の基準シナリオと対策シナリオ案を作成した。脱温暖化のために、乗用車のほとんどをハイブリッド車に、軽乗用車のほとんどを電気自動車に切り替える必要があり、そのためには、生産設備の急速な拡充が重要であることを指摘した。また、本部門の2020年の排出量を1990年レベルより大幅に減少させるためには、ハイブリッド車等への切り替えでは不十分であり、交通需要面も含めたさらなる対策が必要になると考えられた。また、乗用車に関しては、車格別の詳細な分析を行う枠組みを構築した。今後、短期的な対策の効果を把握するためにモデルに組み込む計画である。

5．本研究により得られた成果

- ・低CO₂車技術選択モデル構築に必要な基礎データの収集と基本的な考え方の整理を行い、自動車用燃料インベントリの作成を行った。
- ・1ヵ月間の自動車の走行をシミュレーションすることで、燃料供給スタンドの設置戦略の評価を可能とし、従来に比べて大幅に少ない数のスタンドの設置での燃料供給可能性が示唆された。
- ・2020年の交通部門の基準シナリオと対策シナリオ案を作成した。
- ・2020年時点での効果の実効性という点では、ハイブリッド乗用車が最も有力な自動車技術の一つであるとの見通しが得られた。但し、そのためには、製造能力の急速な拡大が重要である。
- ・本部門の2020年の排出量を1990年レベル以下にまで減少させるためには、想定した技術面の対策のみでは不十分であり、交通需要面も含めたさらなる対策が必要になることを明らかにした。
- ・1990年以降現在までの乗用車CO₂排出量のトレンド分析を行った。燃費性能の着実な向上と燃費の良い乗用車の普及により、また乗用車走行量の伸びの頭打ちにより、着実に増加し続けていた乗用車CO₂排出量が近年では横ばいから微減傾向にあることが確認された。

6．引用文献

- 1) Yuki Kudoh, Takahiko Hasegawa, Yoshinori Kondo, Keisuke Matsushashi, Yuichi Moriguchi, et al., "Environmental Impacts of Introducing FCEVs and BEVs within Road Traffic System of Tokyo", Proceedings of the 21st Worldwide Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric

Vehicle Symposium & Exhibition, April 2005.

- 2) トヨタ自動車株式会社、みずほ情報総研株式会社、「輸送用燃料のWell-to-Wheel評価 日本における輸送用燃料製造(Well-to-Tank)を中心とした温室効果ガス排出量に関する研究報告書」、平成16年11月
- 3) 工藤祐揮、松橋啓介、小林伸治、森口祐一、八木田浩史、「自動車の単体燃費向上による自動車起因のCO₂排出量の将来推計」、第22回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス講演論文集、pp.467-470、2006年1月
- 4) Yuki Kudoh, Yoshinori Kondo, Keisuke Matsushashi, Shinji Kobayashi and Yuichi Moriguchi, "Current status of actual fuel-consumptions of petrol-fuelled passenger vehicles in Japan", Applied Energy, 79, pp.291-308, 2004.
- 5) (財)自動車検査登録協力会、各年3月末現在自検協統計自動車保有車両数
- 6) (社)全国軽自動車協会連合会統計、<http://www.zenkeijikyo.or.jp/statistics/index.html>
- 7) くるまーと 車なんでもランキング、<http://kurumart.jp/ranking/index.html>
- 8) 国土交通省総合政策局情報管理部、各年自動車輸送統計年報
- 9) (財)日本自動車研究所、http://www.jari.or.jp/ja/denki/pdf/08-2_34-36.pdf

7. 国際共同研究等の状況

S-3プロジェクトの一員として、Open Symposium “Low-Carbon Society Scenario toward 2050: Scenario Development and its Implication for Policy Measures” にて欧州の専門家との間で意見交換を行った。

8. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文(査読あり)>

Kudoh Y., Kondo Y., Matsushashi K., Kobayashi S., Moriguchi Y., Applied Energy, 79/3, 291-308(2004)

"Current status of actual fuel-consumptions of petrol-fuelled passenger vehicles in Japan"

Yuki Kudoh, Takahiko Hasegawa, Yoshinori Kondo, Keisuke Matsushashi, Yuichi Moriguchi, et al., Proceedings of the 21st Worldwide Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Symposium & Exhibition, (2005)

"Environmental Impacts of Introducing FCEVs and BEVs within Road Traffic System of Tokyo"

工藤祐揮, 松橋啓介, 森口祐一, 近藤美則, 小林伸治, 土木学会論文集, No.793/IV-68, 41-48, (2005)

「ガソリン乗用車の実燃費マクロ推計式の構築」

久保則夫, 大聖泰弘他, 自動車術会論文集, Vol.36, No.5, 2005年9月

「固体高分子形燃料電池における輸送現象に関する基礎研究(第2報) - ガス流れ方向およびGDLの拡散性がセル性能におよぼす影響に関する諸検討 - 」

久保則夫, 大聖泰弘他, 自動車術会論文集, Vol.36, No.5, 2005年9月

「固体高分子形燃料電池における輸送現象に関する基礎研究(第3報) - 低加湿運転時の分極特性に関する諸検討 - 」

<その他誌上発表(査読なし)>

大聖泰弘：工業調査会，2004年11月

「バイオエタノール最前線」

大聖泰弘：自動車技術Vol.59, No.2, 2005年2月

「自動車の燃費改善と排出ガス対策に関する技術開発動向」

大聖泰弘：自動車技術Vol.59.No.4、2005年4月

「ディーゼルエンジン技術に関する将来展望」

大聖泰弘，木原良治，山海堂，2005年11月

「高性能ハイブリッド自動車の研究」

大聖泰弘，石油学会誌2006年1月号

「最近の自動車の排気浄化と燃費改善に関する技術開発動向」

(2) 口頭発表(学会)

工藤祐揮・松橋啓介・森口祐一：第23回エネルギー・資源学会研究発表会(大阪 2004.6) 同講演論文集 269-272

「日本におけるガソリン乗用車の実燃費の実態について」

大聖泰弘他，環境と交通に関する世界会議in愛知，2005年8月

「ラウンドテーブル1：環境に配慮した自動車の開発と普及に向けて」，「ラウンドテーブル2：将来の燃料について」

工藤祐揮，松橋啓介，上岡直見，森口祐一，第33回環境システム研究論文発表会(札幌 2005.11) 同講演集 263-268

「市区町村の運輸部門CO₂排出量の推計」

大聖泰弘，日本エアロゾル学会，エアロゾルシンポジウム(粒子の計測，制御，分析と，環境・生体への影響 自動車排ガス，大気ナノ粒子) 2005年11月

「ディーゼル車の排出ガス低減技術に関する最新動向」

Morito Tsutsumi, Haruo Ishida, Naohisa Okamoto and Kosei Suzuki: the 85th Transportation Research Board Annual Meeting, Washington, D.C. January 22-26, 2006 (Compendium of Papers CD-ROM, 06-2631)

"Modeling Car Trips towards Strategic Allocation of Alternative Fuel Stations"

(3) 出願特許

なし

(4) シンポジウム、セミナーの開催(主催のもの)

森口祐一：地球環境研究総合推進費一般公開シンポジウム(脱温暖化社会に向けて) 2005年11月16日

「脱温暖化に向けた近未来の交通システム」

(5) マスコミ等への公表・報道等

なし

9 . 成果の政策的な寄与・貢献について

主に、S-3脱温暖化2050プロジェクトを通じて、環境省やIPCCに対して科学的知見が提供される。