

自動車需要から見る石油資源問題¹

慶應義塾大学 河井啓希研究会 エネルギー分科会

木下 岳人
田辺 優哉
渡辺 元慶

2011年12月

¹ 本稿は、2011年12月17日、18日に開催される、ISFJ日本政策学生会議「政策フォーラム2011」のために作成したものである。本稿の作成にあたっては、河井啓希教授（慶應義塾大学）をはじめ、多くの方々から有益且つ熱心なコメントを頂戴した。ここに記して感謝の意を表したい。しかしながら、本稿にあり得る誤り、主張の一切の責任はいうまでもなく筆者たち個人に帰するものである。

自動車需要から見る石油資源問題

2011年12月

要約

1 現状分析・問題意識

近年石油資源の枯渇が問題視されている。石油の可採年数はあと数十年程度と言われており、また、国際エネルギー機関(IEA)は2010年の報告で石油生産が2006年でピークを迎えていた事を発表した。それに加え、中国やインドの急激な経済成長による消費の更なる増大などの要因もあり、もはや何時石油資源が枯渇してもおかしくない状況にあるため、早急なエネルギー対策が求められている。我が国でも石油資源問題は年々深刻化し続けており、省エネや環境保護などの呼び声も高まっている。特に自動車部門での消費は著しく、政府も「新・国家エネルギー戦略」において、2003年度を基準とした「全体でのエネルギー効率の30%改善」という目標だけでなく、「運輸部門」での石油依存度20%減」という運輸部門での消費削減に重点を置いた目標も打ち出している。それに伴い、グリーン税制の実施や、自動車メーカーに対し燃費基準の規制などを行っているものの、現状のペースでは上記の目標の達成は難しいとされている。また、電気自動車やバイオマス燃料などのクリーンなエネルギーの研究も現在進んでいるが、コストや環境への影響などの観点から、現時点では実用化の目処は立っていない。よって、これらの普及による石油消費削減を当てにするのも、現時点では難しいと思われる。

2 政策提言の方向性

上記の理由により、石油消費削減の方法として、自動車による石油消費削減案を提言する。具体的には、ハイブリッドカーといった現時点で実用可能な低燃費自動車の普及により、現在普及している自動車の平均燃費を向上させ、石油消費の削減を行う。それに加え、上記の補助金捻出、及びガソリン需要の抑制の為にガソリン税の上乗せなどの政策も行う。

3 分析

新・国家エネルギー戦略で打ち出されている、2030年での石油消費削減という目標に対してハイブリッド車をどれほど普及させたら達成できるかを求め、ヘドニック・アプローチによって消費者がハイブリッド車に払っていいと考える金額と、実際の価格との差を求めて、補助金額を算出する。また回帰分析により、ガソリンの需要関数を求め、ガソリン需要の抑制や補助金捻出に必要なガソリン税率を求める。

4 先行研究及び本稿の位置づけ

本稿では『白塚重典(1995)乗用車価格の変動と品質変化——ヘドニック・アプローチによる品質変化の計測とCPIへの影響——』と『中田邪彦(2009)運輸部門の石油消費低減に関する一考察』という2つの論文を先行研究として採用している。本稿のオリジナリティとしては、自動車需要の観点から石油資源問題を分析する点、前者の論文にあるヘドニック・アプローチという分析手法に、新たに環境性能の観点を追加し分析を行う点、それにより、具体的な補助金額の見積もりを行う点、が挙げられる。また、後者の論文を参考に、補助金という長期的な政策だけでなく、ガソリン税の上乗せによるガソリン需要の抑制効果という短期的な視点も取り入れる。

目次

はじめに

第 1 章 現状分析・問題意識

第 1 節 (1. 1) 石油資源の寿命

第 2 節 (1. 2) 目標設定

第 3 節 (1. 3) 削減の現状

第 2 章 先行研究及び本稿の位置づけ

第 3 章 分析

第 1 節 (1. 1) 削減目標達成に必要なガソリン削減量の見積もり

第 2 節 (1. 2) ハイブリッド車普及目標台数見積もり

第 3 節 (1. 3) 普及目標達成に必要な補助金額見積もり

第 4 節 (1. 4) 補助金を捻出するためのガソリン税率の見積もり

第 4 章 政策提言

第 1 節 (1. 1) 補助金制度

第 2 節 (1. 2) ガソリン税の上乗せ

第 3 節 (1. 3) 今後の課題

先行論文・参考文献・データ出典

はじめに

近年石油資源の枯渇が問題視されている。その理由として埋蔵量の限界や、中国やインドなどの新興国の急激な経済成長による消費の増大等が挙げられる。我が国でも環境への意識は年々高まってきており、様々な対策が推し進められているが、どれも十分な効果を上げられておらず、近い将来の石油資源の枯渇は避けられそうにない。しかし、今や我々の生活に石油資源は必要不可欠である。石油資源の枯渇はなんとしてでも解決しなくてはならない問題であり、早急に対策を取る必要がある。

そこで我々はこの問題を解決出来る政策はないか、と考えた。そして、その方法として自動車による消費の削減に目を付けた。理由としては、我が国の石油消費の中でも運輸部門による消費は著しく、石油資源問題解決には運輸部門による消費の大幅な削減が必要不可欠であると考えた為である。また、運輸部門では既にハイブリッド車などの低燃費で代替可能な製品が実用可能であるため、これらの普及促進により現時点からでも消費削減へ向けて具体的に行動することが出来る点も、石油資源問題の早急な解決に適している。

以上の事より、本論では、上記のようなハイブリッド車の普及を中心とした政策提言を行う。第 1 章では石油資源問題の現状分析を行うと共に、現在日本で行われている自動車による石油資源問題への取り組みと、その成果や問題点などについて分析を行う。第 2 章では本論を制作するにあたり参考とした先行研究、及びそれらを参考にした点や、それらと本論の相違点の説明を行い、本論での分析手法や政策提言の方向性を示す。第 3 章では実際に具体的な数値を用いて計量的な分析を行い、政策提言を行うに当たって必要な数値を算出する。第 4 章では第 1 章や第 3 章での分析結果を基に、石油資源問題に対し自動車需要の側面からアプローチした政策提言や今後の課題などを述べる。

第1章 現状分析・問題意識

第1節 石油資源の寿命

近年の我々の日常生活において、石油資源はあらゆる物に使用されており、今や我々の生活において必要不可欠な物となっている。事実、我が国ではエネルギー供給の約5割を石油が占めており、今後も石油は我が国のエネルギーの基幹となるだろうと予想されている。

しかしながら、石油資源の可採年数はあと4~50年程度と言われており、近い将来に石油資源の枯渇が訪れると予想されている。その上、ならばあと4~50年程度は枯渇しないのか、と言われるとそうとも限らない。可採年数とは、ある年度において埋蔵が確認されている石油のうち、その時点での技術で採掘可能な埋蔵量を、その年度の実際の生産量で割った値である。そのためこの指標では経済成長による消費の増加を考慮に入られていない。石炭を例に挙げると、図1からも分かるように、中国の急激な経済成長の影響を受け、わずか12年で100年近く可採年数は減少している。この様に石油資源についても、今後の経済成長の度合いに依っては、今後更に可採年数が短くなる可能性が大いにある。また、可採年数だけでなく、急激なエネルギーの質の低下も懸念されている。2010年の報告で国際エネルギー機関(IEA)は石油生産が2006年でピークを迎えていた事を発表した。当然だが、石油を採掘するためには勿論エネルギーが必要となる。そして、生産ピークを過ぎてからは採掘しやすい石油資源が減っていき、採掘するのにかかるエネルギーに対して、得られるエネルギーは小さくなっていく(エネルギーの質の低下)。図2から分かるように、グロスの生産量(採掘される石油の量)は緩やかに減少していくものの、ネットの生産量(実際に使える石油の量)はピークを過ぎたとたん急激に低下していき、2030年には一気に現在の数分の一程度まで減少してしまう。この様に、石油資源問題は既に深刻な状況にある。よって我々は早急にエネルギー対策を行う必要があると考える。

第2節 目標設定

図3によると、我が国のエネルギー消費構造は石油危機時点から現在(2008年)を比較すると、産業用エネルギーは減少しているものの、運輸部門は1.9倍、民生部門は2.5倍と大きく増加している。この事から、運輸部門、及び民生部門でのエネルギー消費削減に力を入れるべきなのは明白である。特に運輸部門では石油系燃料がそのエネルギー消費の大半を占めており(図4)、エネルギー消費削減へ向け、大きな改革が必要だと考える。

よって本稿では運輸部門、その中でもとりわけ自動車部門での消費削減に絞って議論を進める。その理由として、運輸部門による消費の大半は自動車によるものである事、石油製品の用途別国内需要において自動車部門は約40%を占めトップである事(図5)、ハイブリッドカーや低燃費自動車などといった省エネルギーで働く代替的な製品が現時点でも

実用可能である点が挙げられる。また、具体的な削減目標としては、経済産業省が新・国家エネルギー戦略で打ち出した 2030 年を目処とする、運輸部門での石油依存度 20%減、及び 2003 年度を基準とした全体でのエネルギー効率の 30%改善という目標の達成とする。

自動車による石油消費の削減方法としては、交通量の抑制、エネルギー効率の向上などが考えられる。エネルギー効率の向上に関しては、今現在普及している自動車を、より燃費の良い自動車に置き換える事で達成する事が出来ると思われる。

第3節 削減の現状

1 燃費基準規制

実際にも国土交通省は自動車メーカーに対し、2015 年までに表 1 の様な燃費向上を行うよう義務づけを行っている。しかしながら、これらの基準を満たした自動車が普及したとしても前節で取り上げた目標の達成は困難とされている。よってこれだけでなく、他の手段を講じる必要があると思われる。

2 電気自動車等の新技術

昨今の環境問題への意識の高まりや原油価格の高騰などの問題から、電気自動車や、バイオマス燃料などのクリーンな自動車・燃料などの開発が現在進んでいる。

電気自動車とは従来の自動車と違い、電気の力のみで走行する事が可能な自動車である。よって電気自動車に必要な石油資源は発電にかかるものだけであり、これが普及すれば大幅に石油消費を削減する事が出来る。しかし、現時点では電気自動車は一般には普及していない。その理由としてはインフラ整備の不十分が挙げられる。電気自動車はガソリンではなく電気によって走行するため、専用の充電スタンドが必要となる。しかし、それらの設備は現時点では殆ど普及しておらず、長距離走行が不可能なため、電気自動車の普及は難しいと思われる。その他にも巨額の開発費や高価なパーツ、生産数の少なさ等によるコストの高騰も普及を妨げている。

バイオマス燃料とは、生物体（バイオマス）の持つエネルギーを利用した新しい燃料の事である。石油と違い非枯渇性の資源であるため、実用化に成功すればエネルギー資源問題を解決に大きく近づく事が可能である。しかし、こちらも電気自動車と同様にコスト面での問題を抱えている。それに加え、食用の物と同じ原料で精製するため、生産が増えずに需要だけが増えれば、食糧供給に影響が及ぶ可能性がある、燃料の精製時に CO₂ や N₂O 等の温室効果ガスを排出するため環境への悪影響が懸念される、といった問題があり、実用化にはまだ遠い。

これら以外の新技術も研究が進んでいるものの、現状では同様に未だ多くの課題を抱えており、一般に普及していない。

よって本稿では、現段階で既に実用可能であるハイブリッドカーの普及による消費削減案を中心に議論を進める。しかし、ハイブリッドカーの普及率は本体価格の高さから、現時点ではまだ低い。燃費が良いので購入後の維持費は安く済むものの、自動車は消耗品であり、購入時のコストを考えるとまだまだ広く普及するには遠いため、コスト面の改善は必須である。

3 グリーン税制

グリーン税制とは排出ガス性能や燃費が一定基準を満たす自動車に対して、税金の免除（エコカー減税）や補助金（エコカー補助金）が受給される制度である。

・エコカー減税

エコカー減税とは、燃費や排ガス性能が一定の基準（2010 年燃費基準）を満たす自動車（エコカー）に対する、自動車取得税、自動車重量税、自動車税を一定割合免除（表 2）

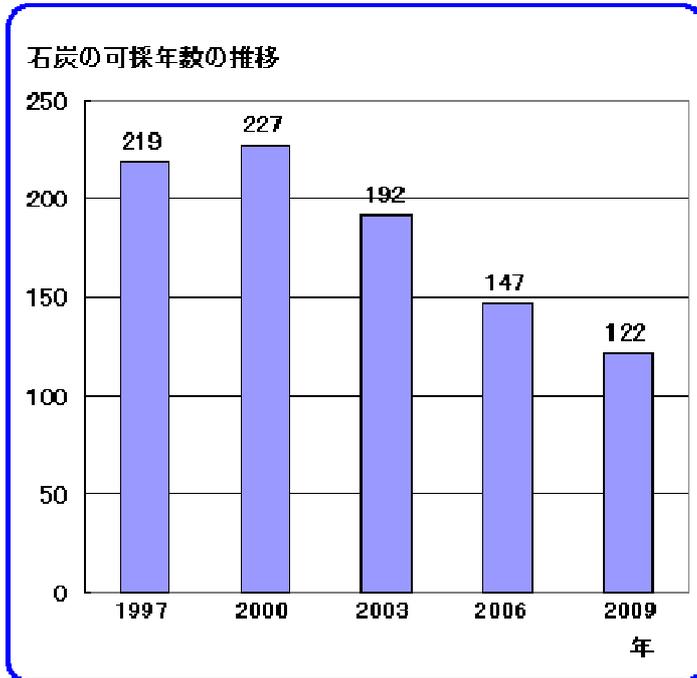
し、環境性能の高い自動車の購入を促すと共に、新車登録から 13 年を超えるガソリン車及び LPG 車と、11 年を超えるディーゼル車の自動車税を 10%増税することで、環境性能の低い古い自動車の買い替えを促す政策である。

・エコカー補助金

エコカー補助金とは、低公害自動車として認定されたハイブリッド車や電気自動車などのエコカーを購入する際に補助金が支払われる制度である。しかしながら、補助金の対象を PHP(Preferential Handling Procedure)輸入車も含めていた点が問題視されている。PHPとは『わが国への年間輸入台数が 2,000 台以下の自動車に適用される特別に簡素化・迅速化された安全・環境基準に係る認証のしくみ。1986 年に米国からの要請に応じて導入。本制度の下で輸入された自動車は、審査の簡素化・迅速化のため、通常の手続きである型式指定制度において算出される我が国における公式燃費値等を有していない。』（経済産業省 HP より抜粋）というもので、上記の様に燃費性能が曖昧なため、燃費の悪い輸入車なども一部補助金の対象になってしまっていた。特に「ハマーH3」という車種に至っては 5.7km/l という非常に悪い燃費性能にも関わらず、補助金の対象となっており、環境施策としての効果を疑問視する意見がある。

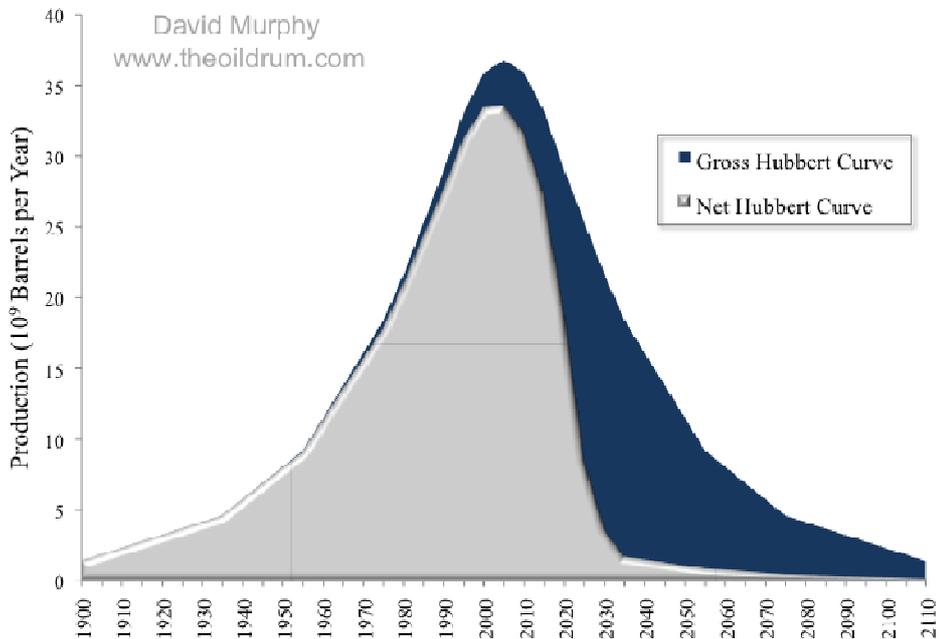
これらの政策によりハイブリッドカーをはじめとするエコカーの販売量は大きく上昇し、一定の効果を上げたものの、ハイブリッドカーのシェアは未だに 10%未満という低い水準のままである。また、エコカー減税は現在も継続して実施されているものの、エコカー補助金については予算が無くなったと共に既に終了している。よって、今後もこのような補助金制度の継続、及び拡大を行うと共に、厳正な燃費基準の審査を徹底する事が重要となると思われる。よって本稿では補助金制度を中心とした政策提言を行う。

図 1 「石炭の可採年数の推移」



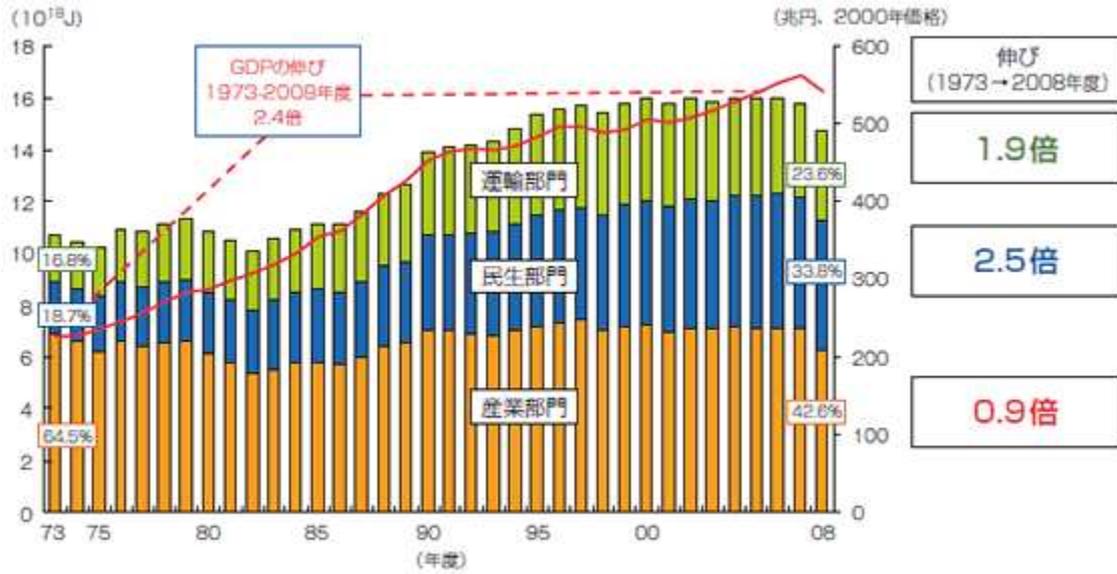
資料出所 「2050年までのエネルギー見通し」 (<http://www.nexyzbb.ne.jp/~omnika/>)

図 2 「Gross and Net Hubbert curves」



資料出所 「The Oil Drum: Net Energy」
<http://netenergy.theoil drum.com/node/5500>

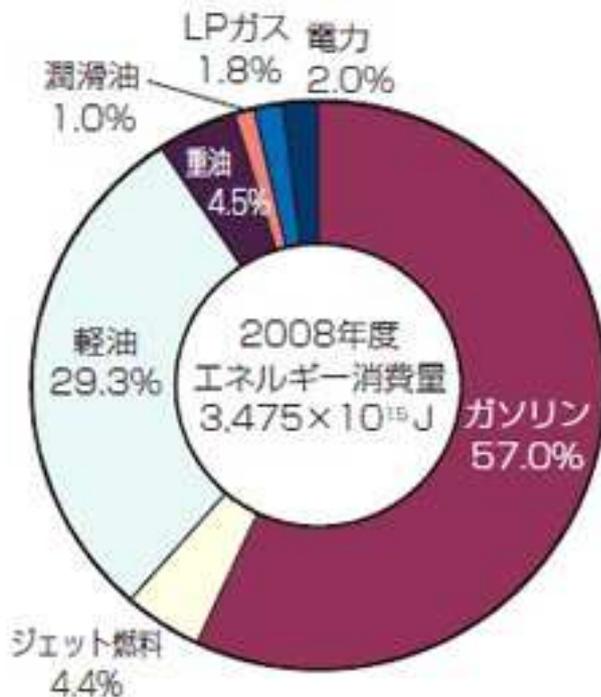
図3 「最終エネルギー消費と実質 GDP の推移」



資料出所 「エネルギー白書 2010」

(<http://www.enecho.meti.go.jp/topics/hakusho/2010energyhtml/>)

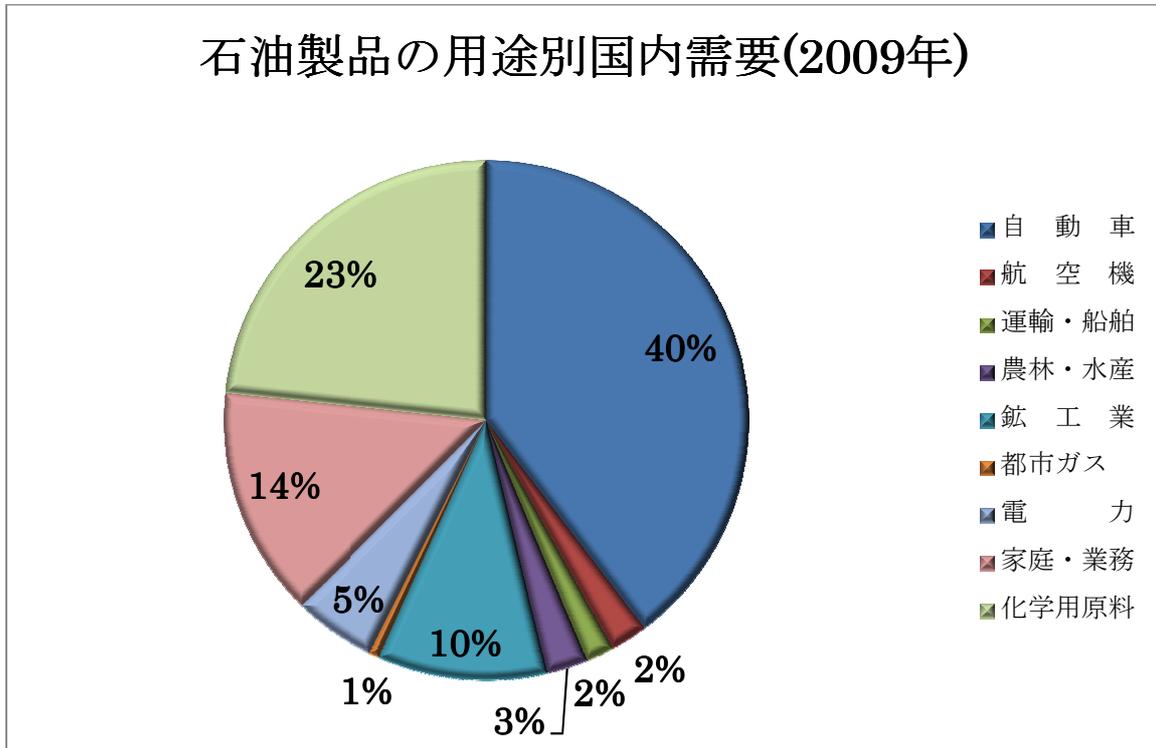
図4 「運輸部門のエネルギー源別消費量の割合」



資料出所 「エネルギー白書 2010」

(<http://www.enecho.meti.go.jp/topics/hakusho/2010energyhtml/>)

図 5 「石油製品の用途別国内需要」



資料出所 「石油連盟」 (<http://www.paj.gr.jp/>)

表 1 「2004 年度実績に対する燃費改善率」

自動車の種別	目標基準値	2004年度実績値	2015年度推定値	燃費改善率
乗用車	7.4~22.5(km/L)	13.6(km/L)	16.8(km/L)	23.50%
小型バス	8.5~9.7(km/L)	8.3(km/L)	8.9(km/L)	7.20%
小型貨物車	8.6~14.5(km/L)	13.5(km/L)	15.2(km/L)	12.60%

資料出所 「経済産業省 HP」 (<http://www.meti.go.jp/>)

表2 「エコカー減税の減税率一覧」

■ 減税内容

	平成17年排出ガス基準75%低減レベル& 平成22年度燃費基準+25%達成車				平成17年排出ガス基準75%低減レベル& 平成22年度燃費基準+20%達成車または+15%達成車		
	ハイブリッド車	自家用乗用車	軽自動車	自家用貨物自動車	自家用乗用車	軽自動車	自家用貨物自動車
自動車取得税 ※1	全額免除	税率 75%軽減 (税率1.25%)	税率 75%軽減 (税率0.75%)	税率 75%軽減 (税率1.25%)	税率 50%軽減 (税率2.5%)	税率 50%軽減 (税率1.5%)	税率 50%軽減 (税率2.5%)
自動車重量税 ※2	全額免除	75%軽減	75%軽減	75%軽減	50%軽減	50%軽減	50%軽減
軽自動車税 ※3	概ね 50%軽減 (1年)	概ね 50%軽減 (1年)	減税なし	概ね 50%軽減 (1年)	減税なし	減税なし	減税なし

※1 平成21年4月1日～平成24年3月31日までの間に、新車登録・届出した場合。
 ※2 平成21年4月1日～平成24年4月30日までの間に、新車登録及び初回の維持車検を受ける場合で、期間内1回のみ。
 また総額後の税額は1,000円未満切り捨てとなります。
 ※3 購入の翌年度に適用。平成24年3月31日までの新車登録車を対象。

資料出所 「ホンダ HP」 (<http://www.honda.co.jp>)

第2章 先行研究及び本稿の位置づけ

本稿では、『白塚重典(1995) 乗用車価格の変動と品質変化——ヘドニック・アプローチによる品質変化の計測とCPIへの影響——』と『中田邪彦(2009) 運動部門の石油消費低減に関する一考察』という2つの論文を先行研究として採用している。以後、前者の論文を『白塚論文』、後者の論文を『中田論文』と省略させていただく。

まず、本稿の先行研究として参考になっている2つの論文の概要について説明する。『白塚論文』では、日本の自動車市場における品質変化が物価指数に与える影響をヘドニック・アプローチの分析フレームワークを利用して考察している。

『中田論文』では、将来の石油供給を予測した上で、自動車燃費規制の導入という短期的な側面、電気自動車の開発と普及という長期的な側面、それぞれの面から石油消費量と石油依存度を低減する可能性について考察している。

次に、我々が論文を作成するにあたり、2つの論文をどのように参考にしたか、ということについて説明させていただく。『白塚論文』を参考にした点は、ヘドニック・アプローチという分析手法を採用している点である。このヘドニック・アプローチを自動車について応用し、自動車の価格と個々の特性に関する大量のデータから、統計的手法を用いて個々の特性ごとの金額換算値を求めている。

『中田論文』を参考にした点は、自動車燃費規制などの制度を導入すれば短期的な効果は期待できるが、長期的には電気自動車の普及が必要不可欠であると結論づけている点である。自動車の観点から石油消費問題について考察した貴重な論文として挙げることができ、本稿を作成するにあたり非常に参考になった。

さらに、2つの論文それぞれに関して、我々が制作しようとしている論文とどのように異なるのか、ということについて触れる。『白塚論文』と我々の論文が異なる点は、前述のヘドニック・アプローチという分析手法を使用するにあたり、自動車の価格や全長、全幅、車両重量などの自動車の基本的な特性の他に、「ハイブリッドダミー」というハイブリッド車であるかどうかを示すダミー変数を追加した上で、最新のデータを入力し分析したという点である。

『中田論文』と我々の論文が異なる点は、ハイブリットカーの購入を消費者に促すために必要な具体的な補助金額の算出をするという点、また、具体的な補助金額の捻出するための財源として活用でき、さらにガソリン需要の抑制に効果を発揮するためのガソリン税の上乗せとその具体的な税率の算出をするという2点である。

以上の、2つの先行研究に関する概要、参考にした点、本稿と異なる点という3つの項目を踏まえた上で、本稿の位置づけ、オリジナリティについて説明する。本稿のオリジナリティとしては、自動車需要の観点から石油の資源問題に取り組んでいる論文は少なく、その少ない論文に関しても政策提言も抽象的であるという事実から、本稿は石油資源問題を自動車需要の観点から考察するという、新たな観点からの考察であるという点、そして前述のヘドニック・アプローチという分析手法に、新たに「ハイブリッドダミー」というダミー変数を追加した上で、最新のデータを入力し、ハイブリットカーの購入を促すために必要な具体的な補助金額を求めるといった点が挙げられる。また、回帰分析によりガソリンの需要関数を求め、ガソリン税の上乗せによる石油消費抑制効果の分析を行い、補助金

の捻出とガソリン需要の抑制に必要な具体的なガソリン税率を求め、補助金という長期的な政策だけでなく、ガソリン税の上乗せによるガソリン需要の抑制効果という短期的な視点も取り入れる点、以上を本稿のオリジナリティとする。

第3章 理論・分析

第1節 目標達成値の見積もり

経済産業省が新・国家エネルギー戦略で打ち出した 2030 年を目処とするエネルギー消費削減目標では、運輸部門での石油依存度 20%減、かつ 2003 年度を基準とした全体でのエネルギー効率の 30%改善が目標となっている。上記の「石油依存度」というのは、一次エネルギーのうち石油が占める割合のことである。つまり 2003 年度のガソリン販売量 61,622,267kl の $70\% \times 80\% = 56\%$ の 34,508,470kl に減らせれば良い、ということである。本論では、現在ある自家用普通乗用車のうち、ガソリン車であるものをハイブリッド車に代えていくことによって目標達成を目指す。よって、次節よりこの値を元に目標達成に必要なハイブリッド車の普及目標台数の見積もりを行う。

第2節 ハイブリッド車普及目標台数見積もり

年間の自家用普通自動車の平均走行距離は 10000km と言われている。また、普通車の 10・15 モード燃費は平均 15km/l、ハイブリッド車の 10・15 モードの燃費は平均 40km/l である。10・15 モードの燃費というのは、国土交通省が定めた 10・15 モード法に則って測定された燃費消費量のことである。これは公道を実際に走って測るわけではなく、ローラーの上で車を疑似走行させるシャシダイナモメータというテスターを使って計測する。出来る限り誤差を生まないように工夫されているのではあるが、エンジンを温めた状態からスタートしているなど、実際の走行とは多少異なる環境で測定を行っているため、実際の走行ではこの燃費値を実現することはほとんどなく、実燃費と乖離してしまっている。なので、普通車の実燃費は平均 10.5km/l、ハイブリッド車の実燃費は平均 24km/l として計算する。これらのデータは、『堀雅夫、金田武司(2009) HEV, PHEV 導入によるエネルギー需給変化と CO2 削減の効果』より使用させていただいた。

これらのデータを元に、年間の走行距離÷実燃費より年間に消費しているガソリンの量を計算すると以下のようになる。

普通車の場合 $10000/10.5=952.381$ リットル

ハイブリッド車の場合 $10000/24=416.6667$ リットル

また、平成 21 年の自家用普通自動車の中でハイブリッド車を除いたものは 38,852,618 台である。削減目標のガソリンを全て自家用普通乗用車をハイブリッド車にすることで減らすとするならば、ハイブリッド車の普及台数を X として式をたてると

$34508470\text{kl} = X \cdot 0.4167\text{kl} + (38852618 - X) \cdot 0.9524\text{kl}$ となり

$X=4657016$ である。つまり、現在使用されているハイブリッド車を除いた自家用自動車のうち 4657016 台がハイブリッド車になれば、新・国家エネルギー戦略における削減目標を達成できる。

第3節 普及目標達成に必要な補助金額見積もり

方法としては、自動車のデータを入力して、ヘドニック・アプローチと回帰分析によって自動車の需要関数を求め、普及させようとしているハイブリッドカーに対して消費者が払っても良いと考える金額を導く。そこから、実際の販売価格とその金額との差額を求め、前節で求めた普及目標台数と掛け合わせて必要な補助金額を求める。

・ヘドニック・アプローチの理論

この項では、ヘドニック・アプローチという分析手法について説明する。ヘドニック・アプローチとは、各種の財、サービスの価格はその品質を表す様々な特性に依存しているという考え方である。消費者が何か特定の製品を購入するとして、その製品の中に数多く存在する同じ種類の製品群の中から 1 つの製品を選ぶ時、何を基準に選ぶだろうか。その製品の価格で選ぶこともあれば、特徴を基準にすることや、生産している企業によって選ぶこともあるだろう。このように、消費者はその製品のスペックやブランド、価格などを基準に、ある製品群の中の 1 つの製品とその他多くの製品を差別化し、その上である 1 つの製品を選び購入しているのである。

この考え方を消費者が自動車を購入する場合に置き換えて考える。消費者は自動車を購入する際に、全長や燃費、定員などの車体スペックや、トヨタ、日産などのブランド等、様々な製品が持つ特性に基づいて購入する車種を決めると推測される。メーカー側もそれらの特性を販売する時に積極的にアピールしており、自動車市場は製品の差別化が大きくなされている市場であると考えられる。経済学においては、通常では財が同質的であるということを前提とし分析を行う事が多いが、本稿では「低燃費」や「ハイブリッド」という差別化の行われた自動車について分析を行うため、自動車という財を同質的に扱うのではなく、製品属性と需要との関係を調べる事が重要になる。

そこで、我々が参考にした論文が『白塚重典(1995) 乗用車価格の変動と品質変化——ヘドニック・アプローチによる品質変化の計測と CPI への影響——』という論文である。この論文では、日本の自動車市場における品質変化が物価指数に与える影響をヘドニック・アプローチの分析フレームワークを利用して考察している。つまり、全長や燃費、定員などのスペックやブランド、価格などの自動車の各特性についてヘドニック・アプローチを用いて属性評価をし、それぞれの特性が価格にどのような影響を与えているのかを考察している論文である。また、より深くヘドニック・アプローチの理論を理解するため、同じくヘドニック・アプローチにより市場分析を行っている『田口光弘(2003) 製品属性と市場シェア——納豆を事例として——』こちらの論文も参考にさせていただいた。

これら論文を参考にした上で、我々の論文においても重要と思われる理論を中心に説明を行う。

1 品質調整済み価格

まず我々の使用するヘドニック・アプローチという理論において、非常に重要な概念として挙げられるのが品質調整済み価格である。これは、ある製品の販売価格がその製品の持つ属性、例えば自動車で言えば全長や燃費など、に対して適正な価格であるかどうかを表す指標である。この指標の理論的な定義としては、ある製品群が k 次元の属性ベクトル $z_i = (z_{i1}, \dots, z_{ik})$ で表される時、製品 i の品質調整済み価格 \bar{P}_i は

$$\bar{P}_i = P_i - P(z^i) \quad (1)$$

以上のように定義される。 P_i は製品 i の実売価格、 $P(z^i)$ は製品 i のヘドニック価格関数推定値、 z^i は製品 i の k 次元属性ベクトル $z_i = (z_{i1}, \dots, z_{ik})$ を表している。ヘドニック価格関数とは、ある特定の品質（属性の組み合わせ）を持つ製品に対しての市場での期待価格を表すものである。よって実売価格 P_i とヘドニック価格 $P(z^i)$ の差によって表される品質調整済み価格 \bar{P}_i は、ある特定の品質を持つ製品の実売価格と、その製品が持つ品質から市場で実現されると予想される期待値（ヘドニック価格）に比べ、どれほど乖離しているかを表している。つまり、実売価格がその製品の持つ品質に対して、どれだけ見合った価格付けが行われているのかを表している事になる。これらの事から品質調整済み価格と市場シェアの関係に関して

i) 品質調整済み価格が正である場合

実売価格が市場での期待価格よりも上回っている。つまり、消費者は割高であると感じ、その商品の購入を控えると考えられる。よって、市場シェアは小さくなると予想される。

ii) 品質調整済み価格が負

実売価格が市場での期待価格よりも下回っている。つまり、消費者は割安であると感じ、その商品を積極的に購入することと考えられる。よって、市場シェアは大きくなると予想される。

以上の事が言える。

この品質調整済み価格が生じる理由は、

(a) 消費者による製品の探索の限界

仮に品質が全く同一の製品があるとしても、消費者はその製品が販売されている全ての店舗、販売店での価格を知る事は事実上不可能であるため、その製品が割高か割安か分からずに購入してしまう可能性がある。

(b) ブランドロイヤリティの存在

普段から購入しているブランドであれば、多少割高であると感じていてもそのブランドの製品の購入を続けてしまい、結果として製品の割高な状態が維持されてしまう。

(c) 管理価格の存在

これは、市場メカニズムを通して価格が決定されるのではなく、企業がその市場において持つ独占力によって価格が決定されてしまうということである。この状態では、市場メカニズムが働かず、市場の価格競争体制が生まれなため、価格は高価格な状態が維持され、消費者も「割高感」を感じながらその製品を購入せざるを得ず、割高な製品がそのまま存在し続けてしまう。

(d) 生産技術に関する企業間格差

生産技術の高い企業は価格を安くすることができ、生産技術の低い企業は価格が高くなってしまふ。これにより、企業間の生産技術によって割安な製品や割高な製品が生まれてしまふ。

これら (a) ~ (d) の理由による、企業と消費者による正確な均衡価格に対する調整の遅れが原因であると考えられる。

2 効用関数の特定

次に市場シェア関数の特定を行う。それにあたり、まず始めに製品選択の際の評価関数である効用関数の特定化を行う。

消費者が製品 1 単位を購入した場合の効用最大化問題は

$$\max_{i=1, \dots, n, x} U(z^i, x) + \varepsilon_i \quad \text{s.t. } P_i + x = y \quad (2)$$

と表される。 x は分析する製品を除いたそのた他の全ての財をまとめた合成財の数量、 y は消費支出、 ε は誤差項を表す。制約式を変形し $x = y - P_i$ とし、この式を効用関数に代

し、また、確定効用を $V_i \equiv V(z^i, y - P_i)$ と定義すると、上記の効用最大化問題は確率間接効用関数を用いた効用最大化問題に置き換えられ、次のように表される。

$$\max_{i=1, \dots, n, x} V_i + \varepsilon_i \quad (3)$$

ここで、本稿では消費者の支出データが用意できなかったため、消費支出 y を変数から削除して間接効用関数を以下のようにパラメータ使った形に書き換え特定化する。

$$V_i = -\alpha P_i + v(z^i) \quad (4)$$

(4)式と、品質調整済み価格である(1)式を解いていくと、製品 i を 1 単位消費する事により得られる効用は、最終的に以下の間接効用関数で表される。ただし、 a と b はパラメータである。

$$V_i = \sum_{j=1}^k (a_j z_{ij} + b_j z_{ij}^2) - \alpha \bar{P} \quad (5)$$

3 市場シェア関数の特定

今回は消費者属性に関するデータが手に入らなかったため、消費者の嗜好、属性が同質であると仮定し、市場シェアの推定を行う。

(3)式の ε_i に関してガンベル分布を過程すると、消費者が製品 m を選択する確率 Pr_m は

$$Pr_m = \frac{e^{V_m}}{\sum_{i=1}^n e^{V_i}} \quad (6)$$

と表される。

ここで、製品 m の市場シェアを S_m とすると、(7)式のようになり

$$\ln s_m = V_m - \ln \sum_{i=1}^n e^{V_i} \quad (7)$$

(7)式と(5)式から、以下の市場シェア関数が得られる。

$$\ln s_m = V_m - \ln \sum_{i=1}^n e^{V_i} = \sum_{j=1}^k (a_j z_{mj} + b_j z_{mj}^2) - \alpha \bar{P}_m - \ln \sum_{i=1}^n e^{\sum_{j=1}^k (a_j z_{ij} + b_j z_{ij}^2) - \alpha \bar{P}_i} \quad (m = 1, \dots, n) \quad (8)$$

また、交差価格弾力性と自己価格弾力性は

$$E_{mi} = \frac{\partial s_m}{\partial P_i} \frac{P_i}{s_m} = \frac{\partial \ln s_m}{\partial P_i} = \bar{P}_i = \alpha \bar{P}_i s_i \quad (m, i = 1, \dots, n \text{ ただし } m \neq i) \quad (9)$$

$$E_{mm} = \frac{\partial s_m}{\partial P_m} \frac{P_m}{s_m} = \frac{\partial \ln s_m}{\partial P_m} = \bar{P}_m = \alpha \bar{P}_m (s_m - 1) \quad (m = 1, \dots, n) \quad (10)$$

以上のようになる。

4 製品間の属性類似度を考慮した市場シェア関数の特定

(9)式の市場シェアの交差価格弾力性は製品 m の変数に全く依存していない。そのため製品 i を除く全ての製品において、品質調整済み価格による市場シェアの交差価格弾力性は同一となる。対象とする製品群が同質的であるならば、問題は無いが、本論での分析対象である自動車は、既に述べたように製品差別化が行われていると考えられるため、大きな問題となる。

そこで、属性が似ている製品間の交差価格弾力性が大きくなり、属性があまり似ていない製品間では交差価格弾力性が小さくなるような市場シェア関数の特定化を行い、この問題を解決する。このような属性と交差価格弾力性の関係を仮定し、式に表すと以下のようになる。 d_{mi} は製品 m と製品 i の属性空間における距離を表す。

$$E'_{mi} = \frac{E_{mi}}{e^{d_{mi}}} = \frac{\frac{\partial s_m \bar{P}_i}{\partial \bar{P}_i s_{mi}}}{e^{d_{mi}}} = \alpha \bar{P}_i s_i / e^{d_{mi}} \quad (m, i = 1, \dots, n \text{ ただし } m \neq i) \quad (11)$$

また、現実的には、類似した製品が少ないほど、自己価格弾力性は小さくなり、逆に類似した製品が多いほど自己価格弾力性が大きくなると思われる。よって、このような関係を仮定した上で、市場シェアの自己価格弾力性を求めると、以下のようになる。

$$E'_{mm} = \bar{P}_m \left(-\frac{\alpha}{\bar{d}_m} + \frac{\alpha s_m}{e^{d_{mm}}} \right) = \alpha \bar{P}_m \left(\frac{s_m}{e^{d_{mm}}} - \frac{1}{\bar{d}_m} \right) \quad (12)$$

\bar{d}_m は製品 m の平均距離 $\bar{d}_m = \sum_{i=1}^n d_{mi} / n$ である。

これら(11)式、及び(12)式から以上の関係を取り入れて市場シェア関数を求めると

$$\ln s_m = \sum_{j=1}^k (a_j z_{mj} + b_j z_{mj}^2) - \frac{\alpha}{\bar{d}_m} \bar{P}_m - \ln \sum_{i=1}^n e^{\sum_{j=1}^k (a_j z_{ij} + b_j z_{ij}^2) - \frac{\alpha}{\bar{d}_{mi}} \bar{P}_i} \quad (13)$$

以上のような結果が得られる。

5 本論文における留意点

自動車においては製品の価格が高いものであると考えられるため、所得などの消費者の属性と需要関数の関係は密接なものであり、消費者の属性によって需要関数が異なると思われる。例えば、消費者の属性の代表的なものに所得が挙げられる。所得が多い消費者ならば、自動車の購入志向が所得の少ない消費者に比べて高く、高い自動車を購入する可能性が高い。逆に、所得が少ない消費者ならば、自動車の購入志向が所得の多い消費者に比べて低く、安い自動車を購入する可能性が低い。このように、所得によって志向する車種に差違が生じてくる。

しかし今回は、消費者の属性による需要に関するデータは得ることができなかったため、消費者の属性は考慮しないまま本論文を進めていくことを了承していただきたい。

・分析

自動車のデータは「YAHOO!」の自動車カタログのうち現行の 123 種の自家用普通自動車のデータを用いる。販売台数のデータは日本自動車販売協会連合会や各メーカーのホームページなどから入手したものを、販売価格はメーカーの希望小売価格を用いることとした。

ヘドニック価格を求めるにあたって、被説明変数に「希望小売価格」、説明変数に「重量÷馬力」、「全長」、「燃費消費率」と「ハイブリッド」のダミー変数、「三菱」を基準とした「トヨタ」、「日産」、「マツダ」、「スバル」、「ダイハツ」のブランドを表すダミー変数を用いて、回帰分析を行った。今回は線形、半対数、両対数のうち、説明変数、被説明変数を対数形で推定する両対数の形が一番当てはまりがよかったので両対数を採用した。

分析には下記のモデルを使用した。

$$\ln P = \alpha_0 + \sum_{j=1}^n \alpha_j \ln(z_j) + \varepsilon$$

P : 希望小売価格
 Z : 各種特性変数
 α : 偏回帰係数
 ε : 誤差項

まず、これらの説明変数・被説明変数を選んだ理由について説明していく。

「全長」…車の全長のこと。自動車の全長は大きく価格に影響を及ぼすと考えたため使用した。多重共線性を取り除くために、「全長」と高い相関を持つ「全幅」、また有意性が低かった「全高」はデータから除外した。「多重共線性」とは独立な変数間に強い相関がある場合や、一次従属の関係がある場合では、回帰分析の結果が上手く求まらない場合が生じたり、有意性が低い結果が出てしまう事である。この多重共線性の問題を排除するためには、変数同士の合成や、変数を除外するという操作を行う必要がある。

下記が全長と全幅の相関関係を示した表である。

	全長	全幅
全長	1	
全幅	0.720871	1

相関係数が 0.72 と高い水準になっており、多重共線性が存在すると考えられる。よって全幅のデータは除外した。

「重量÷馬力」…重量と馬力についても自動車の特性の一つとして、価格への影響があると考えられるため使用した。しかし「重量」と「馬力」の相関が 0.7 ほどあり、また両者を加えた分析において分析結果の有意性が低かったことから、多重共線性があると判断した。但し、重量と馬力については、重量を馬力で割った値で表されるパワーウェイトレイシオと言う加速性能を示す指標があったため、変数同士の合成により対処することとした。また、この値と高い相関を持った「排気量」に関してはデータから除外する事で対処した。

下記が排気量と重量÷馬力の相関関係を表した表である。

	排気量	重量÷馬力
排気量	1	
重量÷馬力	-0.7294	1

「燃費消費率」…一般的に言う燃費のことであり、ガソリン 1 リットル当たり走行できる距離の値である。本稿では自動車の 10・15 モードの燃費消費率を用いている。この値の高い方が燃費が良いということになる。燃費消費率も自動車の価格が決まる上で大きな要因となると考えたため採用した。

「ハイブリッド」ダミー…ハイブリッド車である場合は「1」、そうでない場合は「0」とした。先行論文には存在しない、環境特性についてのダミー変数である。本稿では特にハイブリッド車について研究しているので重要なダミー変数となる。

「トヨタ」、「日産」、「マツダ」、「スバル」、「ダイハツ」ダミー…自動車の製造元も価格を決めうる大きな要因となると思われるため、自動車のブランドに対するダミー変数を用いた。「三菱」を基準としていて、それぞれ「トヨタ車」の場合は「1」、その他の場合は「0」という形になっている。

被説明変数の「希望小売価格」…各自動車販売会社が発表している希望小売価格を用いた。希望小売価格では実際の取引価格と差が出てくる可能性があるが、価格情報として希望小売価格を採用することによって、幅広い車種の価格情報と諸特性値を同一のペースで収集し作られたデータが使用可能になり、このメリットはマイナス面より大きいと考えられるため希望小売価格を利用する。

また、当初はこの他にも説明変数を用いていたが有意性が低かったため除外した。例えば「エコカー」というダミー変数も、本稿では燃費を主眼に据え分析を行うため加えていた。しかし、エコカー減税の対象車には「1」、そうでない場合は「0」としていたのだが、有意性が低い結果となってしまった。これは「エコカー」ということが、自動車の価格に何かしらの影響を及ぼさないということである。この理由としては、エコカー減税の対象車を決めるための燃費基準が車重クラス別の重量区分ごとに定められている点にあると考えられる。重量区分ごとによって基準値が異なるため、「トヨタ」のアルファードのような定員 8 人の大型で価格の高い自動車でも、「ホンダ」のフィットのような小型で安い自動車でも同様にエコカー減税の対象車となり得る。そのため「エコカーダミー」は価格に影響を及ぼしにくいのではないかと考えた。また、定員という、車に乗ることのできる人数も当初は説明変数に入れていたのだが、こちらも有意性が低かったために除外した。「定員」が、有意性を持たないのは多くの人を乗せることが出来る自動車でも、様々な価格設定がされており、一概に高い安いが言えない、また 4 人乗りのスポーツカーのような自動車が存在していることに起因すると思われる。

分析の結果は下記の通りである。

回帰統計									
重相関 R	0.937518								
重決定 R ²	0.87894								
補正 R ²	0.868131								
標準誤差	0.183148								
観測数	123								
分散分析表									
	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F				
回帰	10	27.27604	2.727604	81.31606849	1.31E-46				
残差	112	3.756842	0.033543						
合計	122	31.03288							
	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%	
切片	5.545738	2.410949	2.300231	0.023287316	0.768753	10.32272	0.768753	10.32272	
重量÷馬力	-0.57134	0.082248	-6.94658	2.60209E-10	-0.73431	-0.40838	-0.73431	-0.40838	
全長	1.459617	0.269594	5.414135	3.55174E-07	0.925452	1.993783	0.925452	1.993783	
燃料消費率(Km/l)	-0.74308	0.10253	-7.24745	5.80294E-11	-0.94623	-0.53993	-0.94623	-0.53993	
ハイブリッド	0.797546	0.07386	10.7981	4.64532E-19	0.651202	0.94389	0.651202	0.94389	
トヨタ	0.099331	0.066481	1.494122	0.137955842	-0.03239	0.231054	-0.03239	0.231054	
ホンダ	-0.02692	0.083768	-0.32135	0.748543575	-0.19289	0.139056	-0.19289	0.139056	
日産	0.053964	0.072946	0.739779	0.460981692	-0.09057	0.198497	-0.09057	0.198497	
マツダ	-0.06973	0.080987	-0.86097	0.391092377	-0.23019	0.090738	-0.23019	0.090738	
スバル	-0.07235	0.092698	-0.78053	0.436723412	-0.25602	0.111316	-0.25602	0.111316	
ダイハツ	0.053224	0.124498	0.427513	0.66982626	-0.19345	0.299901	-0.19345	0.299901	

決定係数が 0.87894 と大きく、「重量÷馬力」、「全長」、「燃費消費率」、「ハイブリッド」ダミーは有意性が高く、価格に大きく影響しているという結果が出た。

「重量÷馬力」…この値が高いほど加速性能が悪くなるということなので、係数がマイナスの符号であり、重量÷馬力の値が高くなるほど値段は安くなるというのは予想通りの結果となった。

「全長」…予想通り、車が大きくなるに従って値段も高くなる、という結果が得られた。

「燃費消費率」…燃費が良いほど、値段が安くなるという結果となった。燃費が良い車ほど、小さい車が多く、それにより必然的に安くなっていくということではないかと考えられる。

「ハイブリッド」…ハイブリッド車であると、価格が高くなるという結果となった。ハイブリッド車はガソリン車に比べ、機構が複雑であり、またコスト面でもガソリン車に比

べ大きくなる。そのため、当然車両本体価格は高くなるので、このような結果になったと考えられる。

「各社ダミー」…あまり有意性が高いとは言えない結果となったが、各社のブランド力というものは無視することが出来ないと思われるので、このまま使用することとする。

この分析結果から、ヘドニック価格を求めるために 123 種の自動車の特性を代入すると以下の式で表す事が出来る。

$$\begin{aligned} \text{ヘドニック価格} = & 5.545738 \\ & -0.57134 * (\text{重量} \div \text{馬力}) \\ & +1.459617 * (\text{全長}) \\ & -0.74308 * (\text{燃費消費率}) \\ & +0.797546 * (\text{ハイブリッド}) \\ & +0.099331 * (\text{トヨタ}) \\ & -0.02692 * (\text{ホンダ}) \\ & +0.053964 * (\text{日産}) \\ & -0.06973 * (\text{マツダ}) \\ & -0.07235 * (\text{スバル}) \\ & +0.053224 * (\text{ダイハツ}) \end{aligned}$$

また 123 種全ての自動車に対して

希望小売価格-ヘドニック価格

で求められる「品質調整済み価格」も導く。需要関数を求めるために「品質調整済み価格」を上の特性と共に説明変数に入れて、年間の販売台数を被説明変数にして 123 種の自動車において回帰分析を行った。

概要								
回帰統計								
重相関 R	0.747761							
重決定 R2	0.559147							
補正 R2	0.515459							
標準誤差	1.078493							
観測数	123							
分散分析表								
	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F			
回帰	11	163.7534	14.88668	12.79860693	2.37E-15			
残差	111	129.1094	1.163148					
合計	122	292.8629						
	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	-35.3961	14.19721	-2.49317	0.014136204	-63.5288	-7.2634	-63.5288	-7.2634
品質調整済み価格	-1.78483	0.556424	-3.20768	0.001748913	-2.88742	-0.68224	-2.88742	-0.68224
重量÷馬力	1.367753	0.484329	2.824015	0.005623433	0.408022	2.327483	0.408022	2.327483
全長	3.858037	1.587541	2.430196	0.016693136	0.712218	7.003856	0.712218	7.003856
燃料消費率 (Km/l)	3.069901	0.603762	5.084624	1.50737E-06	1.873507	4.266295	1.873507	4.266295
ハイブリッド	-1.84396	0.434934	-4.23964	4.65054E-05	-2.70582	-0.98211	-2.70582	-0.98211
トヨタ	1.097182	0.391482	2.802636	0.005983082	0.321434	1.87293	0.321434	1.87293
ホンダ	1.71805	0.493278	3.482924	0.000710623	0.740586	2.695513	0.740586	2.695513
日産	0.983919	0.429552	2.29057	0.023877123	0.132733	1.835104	0.132733	1.835104
マツダ	0.349514	0.476904	0.732883	0.465174893	-0.5955	1.29453	-0.5955	1.29453
スバル	0.628157	0.545867	1.15075	0.252307869	-0.45352	1.709829	-0.45352	1.709829
ダイハツ	-1.60592	0.733123	-2.19052	0.030577442	-3.05865	-0.15319	-3.05865	-0.15319

決定係数は 0.559 とやや低めではあるが、有意性は「マツダ」と「スバル」のダミー変数以外は有るという結果になった。つまり「品質調整済み価格」、「重量÷馬力」、「全

長」、「燃費消費率」や「ハイブリッド」、「トヨタ」、「ホンダ」、「日産」、「ダイハツ」ダミーは販売量に影響を及ぼしているということである。また、「理論」の項で既に述べたが、「品質調整済み価格」が正の値を取るということは、消費者にとって、「割高感」を抱かせているということである。需要関数の中で「品質調整済み価格」の符号がマイナスであり、有意性があるということは「割高感」が大きくなると自動車の需要は下がるということであり、直感的にも正しい結果が得られたと思われる。「ハイブリッド」ダミーに関しては係数の符号がマイナスであり、有意性もある。これは、「ハイブリッド車」であると需要が下がるということである。恐らくこれは「ハイブリッド車」が先ほど述べたように、ガソリン車に比べ価格が高く設定されている点や、まだ発売からの日が浅く、普及が進んでいない、ガソリン車に比べ、事故などで壊れやすいなどのマイナスの部分が拭ききれていない等の要因によるものと思われる。

この結果から自家用普通自動車に関する需要関数を求めると下記のようなになる。

$$\begin{aligned}
 Q = & -35.3961 \\
 & -1.7848*(P\text{-ヘッドニック価格}) \\
 & +1.367753*(\text{重量}\div\text{馬力}) \\
 & +3.858037*(\text{全長}) \\
 & +3.069901*(\text{燃費消費率}) \\
 & -1.84396*(\text{ハイブリッド}) \\
 & +1.097182*(\text{トヨタ}) \\
 & +1.71805*(\text{ホンダ}) \\
 & +0.983919*(\text{日産}) \\
 & +0.349514*(\text{マツダ}) \\
 & +0.628157*(\text{スバル}) \\
 & -1.60592*(\text{ダイハツ})
 \end{aligned}$$

この式の Q にハイブリッド車の普及目標台数である 4657016 という値の 10 分の 1 の値 (465702) を代入して、その時の販売価格 P を求める。その理由としては、1 年で目標台数を全て販売しきるのは難しく、また、自動車というのは一般的に 10 年で乗り換えられるため一年で 465702 台ずつ普及していくように考えた。この時特性に代入する値は、自動車のデータの中のハイブリッド車のデータを、販売数から現在出回っている台数を導き、その値で加重平均したものを利用している。これは、あまり売れていない、つまり市場に出回っていないような自動車のデータもそのまま車種数で平均してしまったのでは、実際の市場と乖離した値になってしまうと考えたためである。

分析の結果 P は 14.25005 となった。この値を対数から整数に直すと 1544246 となる。つまり平均的なハイブリッド車に対して、154 万円ほどの額であったら、10 年後に 4657016 台という目標に到達することができるという結果が得られた。現在のハイブリッド車の加重平均の価格は 2353632 円である。よって先ほど求めた需要側との差は

$$2353632 - 1544246 = 809386$$

となり、一台あたり約 81 万円である。なので、普及目標台数を達成するために必要な補助金額は

$$81 \text{ 万円} \times 4657016 \text{ 台} = 3,772,182,960,000$$

つまり約 3 兆 773 億円あれば十分な補助金額となる。これは 10 年間で必要な額であり、1 年間では 3773 億円程度あれば一台につき 81 万円の補助金が支払えると言える。しかし、これだけの額の補助金を毎年給付することはエコカー減税の例を見ても難しいと思われる。そこで、補助金を捻出するためにガソリン税を増税し、その収益を充てることとする。そのために、次にまずガソリンの需要関数を求める。

第4節 補助金を捻出するためのガソリン税率の見積もり

ガソリンの需要関数を求めるにあたり、被説明変数にガソリンの「販売量」、説明変数に「実質 GDP」、「自動車登録台数」、「価格」、「第 3 四半期ダミー」として、回帰分析を行った。データは 2008 年 4 月から 2011 年 3 月のものを使用している。各説明変数を使用した理由に関しては、

「**実質 GDP**」…当然所得とガソリンの購入量には関係が有ると思われるため、所得の要因を説明するための説明変数として導入した。

「**自動車登録台数**」…自動車によってガソリンは消費されるので、当然登録台数が増えればガソリン消費量が増えるだろうと考え、それを説明する変数として導入した。当初は「自動車保有台数」で分析を行ったが、こちらは有意性が低かったため自動車登録台数を採用した。これは自動車保有台数では保有しているだけで運転を行わない、つまりガソリンを消費しない様な自動車が含まれてしまっていた為だと考えられる。

「**価格**」…価格が高ければ消費は減少すると考えられるので採用している。

「**第 3 四半期ダミー**」…中国電力(株)エネルギー総合研究所発行の『ガソリン価格上昇に伴う負担増加 ～大都市圏・地方圏別の分析結果から～』（2008）を参考に季節の変動を説明する要因として採用した。特に第 3 四半期（7～9 月）は他の四半期に比べ大きくガソリン消費量が増加しており、ダミー変数によって場合分けする必要があると考えたのである。ガソリン消費量が増加する要因としてはお盆や、レジャーシーズンであるなど他の季節に比べ自動車を使う機会が増えるためだと考えられる。

以上の通りである。結果は下記のようになった。

概要								
回帰統計								
重相関 R	0.778865							
重決定 R2	0.606631							
補正 R2	0.555873							
標準誤差	311351.4							
観測数	36							
分散分析表								
	自由度	変動	分散	割された分散	有意 F			
回帰	4	4.63E+12	1.16E+12	11.95159	5.45E-06			
残差	31	3.01E+12	9.69E+10					
合計	35	7.64E+12						
	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	10552059	3295786	3.201683	0.003151	3830260	17273858	3830260	17273858
実質GDP	-16.4444	6.001419	-2.74008	0.010097	-28.6843	-4.20438	-28.6843	-4.20438
自動車登録台数	0.0747	0.041537	1.798402	0.081858	-0.01001	0.159414	-0.01001	0.159414
価格	-8240.19	4508.115	-1.82786	0.07721	-17434.6	954.1669	-17434.6	954.1669
第3四半期ダミー	327660.8	132373	2.475285	0.018984	57684.39	597637.3	57684.39	597637.3

決定係数は 0.61 と若干低い数値となったが、各変数について有意性が認められる結果が得られた。

「**実質 GDP**」…日本の実質国内総生産が増えることで、ガソリンの需要が減少するという結果が得られ、GDP が増加すればガソリン需要も増加するという予想と異なる結果となった。

「自動車登録台数」…自動車の登録台数が増えればガソリンの需要も増えるという予想通りの結果が得られた。

「価格」…ガソリンの価格が上昇すれば、需要は減少するという結果が得られた。係数の値も大きく、価格がガソリンの需要に与える影響は大きいと思われる。

「第3四半期ダミー」…係数は正の値をとっており、7～9月のガソリン需要は上記の通り、他の期間に比べ多いということが分かる。

これらの結果よりガソリンの需要関数は

$$\begin{aligned}
 Q = & 10552059 \\
 & -16.4444 * (\text{実質 GDP}) \\
 & +0.0747 * (\text{自動車登録台数}) \\
 & -8240.19 * P \\
 & +327660.8 * (\text{第3四半期ダミー})
 \end{aligned}$$

となる。

2008年4月から2011年3月までの年間でのガソリンの販売量×価格の平均は¥7,815,983,407,333である。これに一年で必要な補助金額の¥377,218,296,000を上乗せした金額である¥8,193,201,703,333になるようにガソリンの価格を求める。

この期間の各変数の平均値を上記の式へ代入し「価格」を当てはめていき、最も目標額である¥8,193,201,703,333に近く、かつ上回る数値を採用した。この期間のガソリンの価格の平均は135.56円であり、上の需要関数からガソリン税を32円プラスしたら、つまり167円ほどになれば、上記の補助金額を達成できるという計算結果になった。

しかし、この計算結果は正確な値ではない。なぜならガソリンの価格を上げた場合、それが自動車の需要へ影響を及ぼすためである。この場合ではガソリン価格の高騰により、恐らく自動車の需要が減少し、ハイブリッドカーの売り上げも減少してしまうと思われる。このような場合、本来ならばガソリンの需要関数と自動車の需要関数のふたつの需要関数から、操作変数を見つけ出し、操作変数法によって、より正確な値を求めるのが望ましい。操作変数法とは、今回のように説明変数と誤差項に相関がある場合はその説明変数に相関があるが、誤差項に関しては無相関である変数（＝操作変数）を定義して回帰する分析手法である。しかし、操作変数を見つけるのが困難である事、また、ハイブリッド車の売り上げが多少減少しても、ガソリンの価格を上昇させることで、ガソリンの需要が落ち込み消費量が減少するので、我々の設定した目標削減量を十分達成できる、と考えたため本稿では操作変数法による分析は行わないこととする。

第4章 政策提言

第1節 補助金制度

分析の結果から、ハイブリッドカー1台あたりに81万円の補助金を出せば、ハイブリッドカーの購入を促進することが出来、2030年での石油省費削減目標を達成できる。イギリスでは2050年までに温室効果ガス排出量80%減という目標を定め、低公害車の普及促進計画を打ち立てている。そして、その政策の一環として、電気自動車やハイブリッドカーなどの低公害車に対する補助金政策がある。この制度では1台あたり最大で5000ポンド（約74万円）の補助金が支給される。この数値は我々が求めた1台当たりの補助金額81万円とも近い額であり、我々の分析によって得られたこの数値も十分実現可能ではないかと考えられる。

また、支払い意思額と実際の販売価格との差額を全て補助金で埋め合わせてしまうと、企業に品質改善のインセンティブを与えられない。よって現在市場に出回っているハイブリッド車の加重平均によって求めた基準値との差額を一律で補助金として補佐する形にする。補助金を一律の定額で支給することにより、企業に品質改善のインセンティブを与え、更なる燃費の向上をはかる。

第2節 ガソリン税の上乗せ

しかし、補助金政策は長期的には効果があると思われるものの、値下げした自動車が普及するためには時間がかかり、短期的には効果が得られないと考えられる。しかし、石油資源問題は1章でも述べたように、既に危機的な状況にあり、早急な対策が求められている。そこで、我々は中田氏の論文を参考に、補助金政策という長期的な視点だけではなく、短期的に効果を上げる事の出来る政策が必要であると考えた。そして、その案として我々はガソリン税率の上乗せという政策を提言する。これにより、ガソリン需要を低下させ石油の消費の抑制を図る。また、増税による収益を前述の補助金政策の財源とすることで、エコカー減税の時にも問題となった財源問題を解決する事ができる。具体的な増税額としては、3章での分析の結果よりガソリン1リットル辺り32円の増税とする。これにより大きく税率が上昇する事になるが、他の先進諸国と比べると現在の日本のガソリン税率は非常に低い水準にあり（図6,7）、上記の額の増税を行っても税率は50%といった所であるため、他国と比べると依然として低い税率である。図6,7の他国の税率を見てみると、石油の自給率が100%を超えるイギリスですら非常に高い税率を掛けていることが分かる。これは、我々の行う政策提言同様、その財源を環境対策や温暖化対策などに充てている為である。また、欧州諸国では石油消費の拡大、及び石油資源問題の表面化に従い、年々ガソリン税率を上げているのに対して、日本は一定のままである（図8）。3章での分析の結果からも、ガソリン価格がガソリンの需要に与える影響は大きい事が分かってお

り、また、このような実情を鑑みても、日本も他国に倣いガソリン税の上乗せを行うべきだと考える。

このようなガソリン税の引き上げ政策は、過去にイギリスでも「Fuel Price Escalator (FPE)」という制度として行われている。これはインフレ率に一定率上乗せした率をガソリン税とする制度である。この制度によりイギリスは、制度が施行された当時（1993年）には欧州でも最低水準の税率だったにも関わらず、わずか数年で欧州でも最高水準の税率の高さに押し上げられており、制度が終了した現在も高い税率を誇っている。また、この制度は既に終了しているものの、イギリス政府は環境政策として今でもガソリン税や自動車税の増税を積極的に行っており、今後の消費削減へ向けても余念がない。図9は年間の石油消費量をその国の人口で除した数値をグラフ化した物である。このグラフからも、ガソリン税率の低いアメリカは石油消費が激しく、税率の高い欧州諸国、特にイギリスは石油消費を非常に低い水準に保っている事が分かる。このようにガソリン税率は石油消費に少なからず影響を与えていると思われる。よって、ガソリン税の上乗せ案によって一定の石油消費削減効果が期待できると考えた。

また、ガソリン価格を上げる事により、燃費効率の良いハイブリッドカーの購入がより促進されるという効果も期待できる。3章での分析の結果を見ても、燃費効率の項は係数、有意性共に高く、消費者の燃費性能に関する需要、関心は高いと考えられる。そのため、ガソリン価格の上昇は、消費者により低燃費な自動車の購入を促す結果が得られると思われる。また、企業側にも消費者の燃費性能への需要の高さと、ガソリン価格の上昇による更なる需要の高まりによって、より低燃費な自動車開発へのインセンティブを与える事が出来る。これにより、ハイブリッドカーのみならず、軽自動車等その他の低燃費自動車や、1章でも紹介した今後実用されていくであろう電気自動車等の新技術を用いた自動車やガソリン等の普及にも良い影響を与えるのではないかとと思われる。

第3節 今後の課題

・電気自動車などへの支援

今回の分析では対象としなかったが、より長期的な視点で考えた場合、ハイブリッドカー以外にも電気自動車などへの研究開発支援や、インフラの整備なども行う必要がある。今回の政策によって石油消費の減少は見込めるものの、石油資源は有限であり今後更なる対策は必須となるだろう。そのための財源の確保や企業へのインセンティブの付与、民間の意識改善などは今後の課題となる。

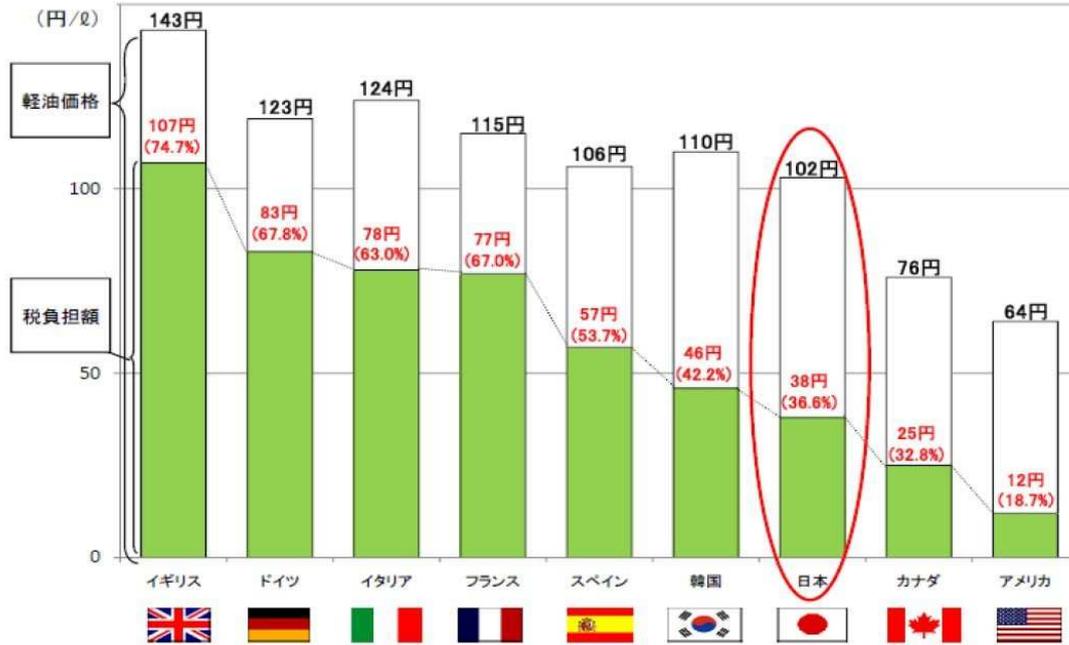
現に、環境配慮への意識の高い欧州諸国では既にそういった電気自動車普及の為の取り組みが積極的に行われている。フランスでは電気自動車のレンタルや、ゴミ収集車や郵便配達車など公共車の電気自動車化、それに伴う充電スタンドの設置など、電気自動車普及へ向けた様々な取り組みが行われている。また、環境性能の高い自動車への駐車、充電無料化など、民間に環境性能の高い自動車を普及させる為のインセンティブを付与する政策なども取られている。イギリスでも1節でも述べた低公害車の普及促進計画の一環として、電気自動車用の充電スタンドの設置などのインフラ整備に2000万ポンド（約29億5000万円）の予算を割り当てており、電気自動車普及への政府の積極的な支援が伺える。

このように欧州では既に電気自動車の導入や、導入に向けた動きが行われており、環境対策に関して大きく日本より進んでいる。今後は補助金などの支援だけでなく、インフラの整備や政府での積極的なエコカー導入など、更なる働きかけが必要となるだろう。

・国民の環境意識の改善

また、ハイブリッドカーや電気自動車をはじめとするエコカーの普及には政府や企業の努力、改善だけでなく国民一人一人の環境意識の改善も必要だと思われる。テュフ・ラインランド社が 2011 年に行った主要 12 カ国（中国、デンマーク、ドイツ、フランス、インド、イスラエル、イタリア、日本、ポルトガル、スペイン、英国、米国）のドライバーを対象とした電気自動車に関する国際意識調査では、日本人は電気自動車や環境への関心度が低いという結果が出ている。具体的な項目としては、「今後 5 年以内に新車を購入するなら電気自動車を検討する」という調査ではインドや中国、イタリアなどのほぼ全てのドライバーが購入意志を示しているのに対し、日本での購入検討者は 34%と 12 カ国中最も低い水準にある（図 10）。その他にも「再生可能エネルギーからの電力利用」に関する質問においても肯定的立場をとる割合がイタリアは 95%、インドは 94%、ポルトガルは 94%、中国は 90%とほぼ全てのドライバーが肯定的立場を示したのに対し、こちらも日本は 59%と過半数は超えるものの、12 各国中で最低という結果となっている。また、電気自動車に関して「関心が無い」と半数近いドライバーが解答するなど、国民の環境意識の低さが露呈する結果となった。このような国民の環境意識の低さを改善しない事には、価格やインフラなどの改善を行っても購入は伸び悩み、エコカーの普及は難しいのではないかと考える。よって、環境教育への注力や、フランスの様に電気自動車のレンタルやタクシーなどの交通機関への導入などにより、より身近な所から国民へ電気自動車の存在や必要性をアピールしていく等、国民の環境への意識を高める事も重要になるとと思われる。

図 6 「日本と諸外国の軽油価格・税負担額の比較」



(注1) 英、独、伊、仏、西、加、米は2009年6月時点IEA調べ。日本は2009年6月29日、石油情報センター調べ。韓国は2009年6月第4週、韓国石油公社調べ。
 (注2) 日本の税負担額には軽油引取税、石油石炭税、消費税が含まれる。
 (注3) 邦貨換算レートは、1ドル=約97円、1カナダドル=約86円、1ポンド=約158円、1ユーロ=約135円、100ウォン=約8円(2009年6月の為替レートの平均値、Bloomberg)

資料出所 「環境省 HP」 (<http://www.env.go.jp/>)

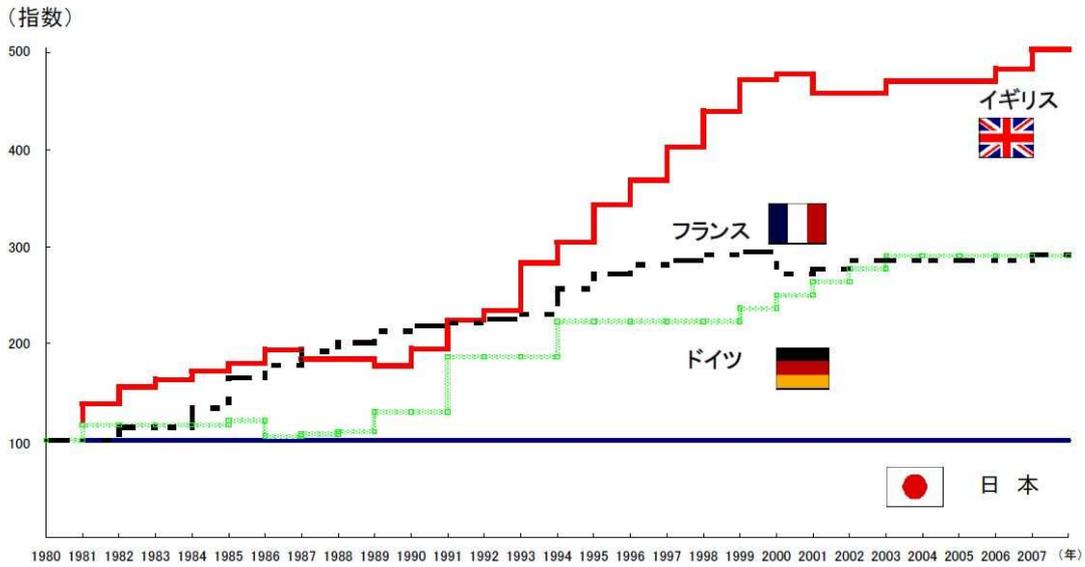
図 7 「日本と諸外国のガソリン価格・税負担額の比較」



(注) 2008年2月時点 I E A 調べ(韓国は2007年4月~6月時点、日本は直近(石油情報センター調べ、2008年3月第5週))

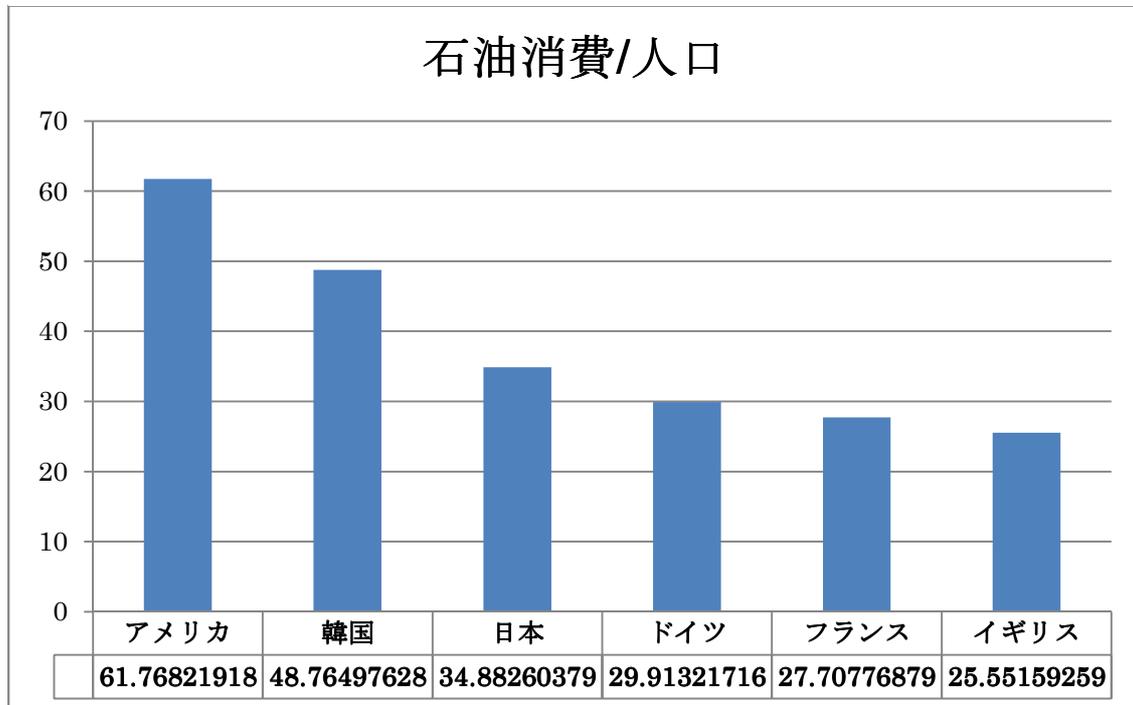
資料出所 「早川忠孝オフィシャルホームページ」
 (<http://hayakawa-chuko.com/hear/080404.html>)

図 8 「各国のガソリン税の税率の推移 (1980 年を 100 とした指数)」



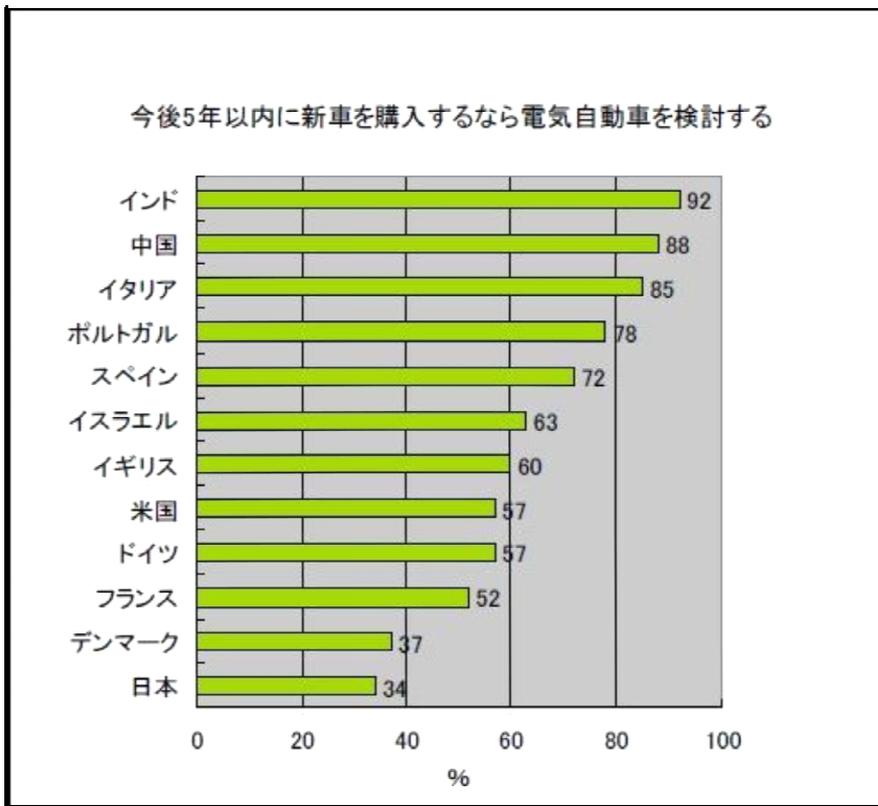
資料出所 「早川忠孝オフィシャルホームページ」
<http://hayakawa-chuko.com/hear/080404.html>

図 9 「石油消費/人口 単位 : (1000 バレル/日)/百万人」



資料出所 「BP 統計」
<http://www.bp.com/bodycopyarticle.do?categoryId=1&contentId=7052055>

国際意識調査



資料出所 「テュフ・ラインランドジャパン HP」
(<http://www.tuv.com/jp/japan/home.jsp>)

先行論文・参考文献・データ出典

《先行論文》

- ・白塚重典(1995)『乗用車価格の変動と品質変化——ヘドニック・アプローチによる品質変化の計測とCPIへの影響——』
- ・中田邪彦(2009)『運動部門の石油消費低減に関する一考察』

《参考文献》

- ・堀雅夫、金田武司(2009)『HEV, PHEV 導入によるエネルギー需給変化とCO₂削減の効果』
- ・David Murphy (2009), “The Oil Drum: Net Energy”
- ・経済産業省(2006)『新・国家エネルギー戦略』
- ・中国電力(株)エネルギー総合研究所(2008)『ガソリン価格上昇に伴う負担増加 ～大都市圏・地方圏別の分析結果から～』
- ・田口光弘(2003)『製品属性と市場シェア——納豆を事例として——』

《データ出典》

- ・石油連盟、2011/11/15
<http://www.paj.gr.jp/>
- ・経済産業省『自動車の燃費対策について』、2011/11/15
<http://www.meti.go.jp/committee/materials2/downloadfiles/g90126b11j.pdf>
- ・経済産業省資源エネルギー庁『エネルギー白書 2010』
<http://www.enecho.meti.go.jp/topics/hakusho/2010energyhtml/>
- ・財団法人自動車検査登録情報協会、2011/11/15
<http://www.airia.or.jp/number/index.html>
- ・一般社団法人 次世代自動車振興センター、2011/11/15
<http://www.cev-pc.or.jp/index.html>
- ・BP 統計、2011/11/15
<http://www.bp.com/bodycopyarticle.do?categoryId=1&contentId=7052055>
- ・2050年までのエネルギー見通し、2011/11/15

<http://www.nexyzbb.ne.jp/~omnika/>

・ 社団法人 全国軽自動車協会連合会、2011/11/15

<http://www.zenkeijikyo.or.jp/>

・ 財団法人日本エネルギー経済研究所石油情報センター、2011/11/15

<http://oil-info.ieej.or.jp/>

・ 環境省 HP、2011/11/15

<http://www.env.go.jp/>

・ 内閣府 HP、2011/11/15

<http://www.cao.go.jp/>

・ トヨタ HP、2011/11/15

<http://www.toyota.co.jp/>

・ ホンダ HP、2011/11/15

<http://www.honda.co.jp/>

・ 日産 HP、2011/11/15

<http://www.nissan.co.jp/>

・ スバル HP、2011/11/15

<http://www.subaru.jp/>

・ 三菱 HP、2011/11/15

<http://www.mitsubishi-motors.co.jp/>

・ ダイハツ HP、2011/11/15

<http://www.daihatsu.co.jp/>

・ マツダ HP、2011/11/15

<http://www.mazda.co.jp/>