

卒業論文

地球大気環境改善に向けて

～クリーンディーゼルの導入～

慶應義塾大学 経済学部
村松 康平

学校で学んだことを一切忘れてしまった時に、なお残っているもの
それこそ教育だ。

-A. アインシュタイン-

目次

要約

序章

第1章 ディーゼル自動車

- (1) 日本の自動車業界の現状
- (2) ディーゼル乗用車とは
- (3) ディーゼルエンジンの特徴

第2章 ディーゼル乗用車を取りまく環境

- (1) 日本におけるディーゼル乗用車の現状
- (2) 欧州におけるディーゼル乗用車の現状
- (3) ディーゼル車規制の動向
- (4) 今後に向けて

第3章 ディーゼル乗用車の将来性はあるか

- (1) 最新のディーゼル乗用車とその技術
- (2) ディーゼルは次世代への架け橋となり得るか
- (3) 普及した際の大気への影響予測

第4章 ディーゼル乗用車の普及に必要な要素

- (1) 日本での普及のポイントの検証に向けて
- (2) 日本におけるディーゼル乗用車数低下の分析
- (3) 欧州におけるディーゼル乗用車数拡大の分析
- (4) 分析のまとめ

第5章 日本におけるディーゼル乗用車の経済性と普及条件

- (1) 仮定
- (2) 各パラメータの設定
- (2) 経済性の比較
- (3) ケーススタディ(使用年数)
- (4) ケーススタディ(諸費設定)
- (5) 考察

終章

参考文献

要約

この論文では、二酸化炭素削減を中心とした地球大気環境問題対策をディーゼル乗用車に焦点をあて、考察していく。また運輸業界の環境問題の現状を検証した後、急速に技術革新がなされているディーゼル車がどのようなメリットを発揮できるかについて考察する。ディーゼル乗用車は高い環境性能や実用可能性をもち、日本で全く普及していない現状を打破するべく、その普及条件を選定する。日本へディーゼル車の導入を考えたとき、ケーススタディを行った結果、現状のままでも概ね経済的な問題は無い。しかし、以前の日本や欧州と比べそのコストメリットが少なくなったため、普及させるためには、いくつかの政策により、ディーゼル車のコストメリットを今以上に強く打ち出す必要がある。そこでディーゼル乗用車の普及する欧米水準を普及条件とし、いくつかの政策を検証する。これらの政策は概ね現実的な範囲内にあることを求められ、ディーゼル乗用車の導入は可能かつ有効であるといえる。

序章

1990年代に入り、地球温暖化が人類をはじめとする生物界全体に深刻な問題をもたらすことが指摘され始めた。温暖化の原因としてさまざまな要因が考えられるが、世界の科学者で構成される IPCC（気候変動に関する政府間パネル）は、2001年に発表した第3次評価報告書の中で、温暖化はまぎれもなく人類の活動によるものだと結論付けている。地球温暖化は、すでに異常気象などにより我々の生活にも影響をもたらしているが、今後、温暖化による砂漠化の進展や氷原・氷床の減少などの直接的な影響のほか、食糧生産、海岸の浸食、生物種の減少などにも一層深刻な影響がでてくるものと予想される。地球温暖化の原因となっているガスには様々なものがある。なかでも二酸化炭素はもっとも温暖化への影響度が大きいガスである。IPCC 第3次評価報告書によれば、温室効果ガス別の地球温暖化への寄与は、二酸化炭素 60%、メタン 20%、一酸化二窒素 6%、オゾン層破壊物質でもあるフロン類（CFCs、HCFCs）とハロン 14%、その他（HFCs、PFCs、SF6 など）0.5%以下となっており、石油や石炭など化石燃料の燃焼などによって排出される二酸化炭素が最大の温暖化の原因と言える。さらに、日本において、この二酸化炭素が、増え続けており、京都議定書の規定による1990年の基準年と比べ、2003年には8.3%の増加となっている。

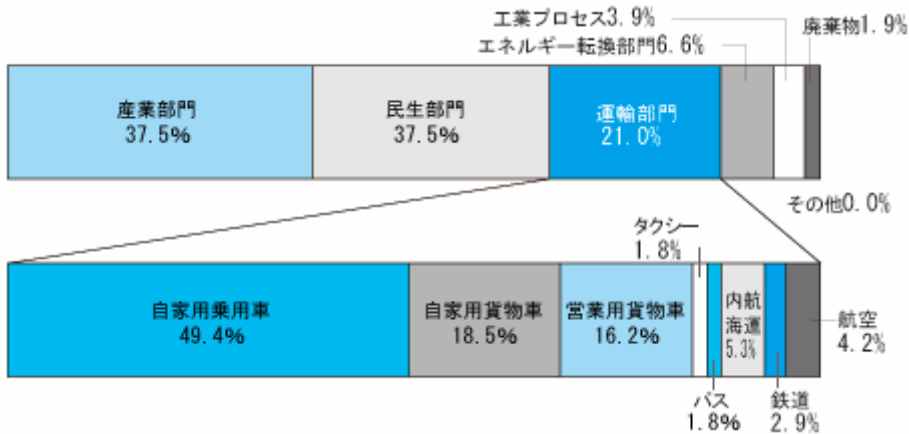
現在、様々な最新技術車が多数発表され、実現されたものもあり、今後実現されるかもしれない次世代自動車も多くある。本論文では、これらの様々な新しい技術の中からディーゼル乗用車を取り上げる。一般的に日本ではディーゼル車は「昔の技術」「汚い」というイメージが定着している。現在、商用ディーゼルトラックはそのエンジンパワーや経済性の観点から代替ができないため普及こそしているものの、ディーゼル乗用車はほとんど日本ではみられない。ディーゼル車がこれまで多くの公害をもたらしたことは事実である。しかし、このような悪いイメージとは対照的に優れた燃費性能を誇っていたこともまた事実である。昨今の技術革新により、ディーゼルは非常にクリーンなものとなっており、そのエンジン特性のもつ可能性に多くのメーカーが注目している。ディーゼル乗用車のもつ優れた燃費性能を活かし、二酸化炭素の削減に向け、いかに日本市場でディーゼル乗用車を普及させるかが本論文の目的である。なぜ優れた特徴を有するディーゼル乗用車が日本では普及しないのか。この論文を通して分析し、地球大気環境改善に向け、ディーゼル乗用車の普及の可能性を考えていきたい。

第1章 ディーゼル自動車

(1) 日本の自動車業界の現状

運輸部門は、日本の部門別二酸化炭素排出量において、産業部門・民生部門に次ぐ3番目に大きな部門である。また運輸部門内での輸送機別二酸化炭素排出割合では、自家用車がほぼ半分の割合を占めている。(下図参照)

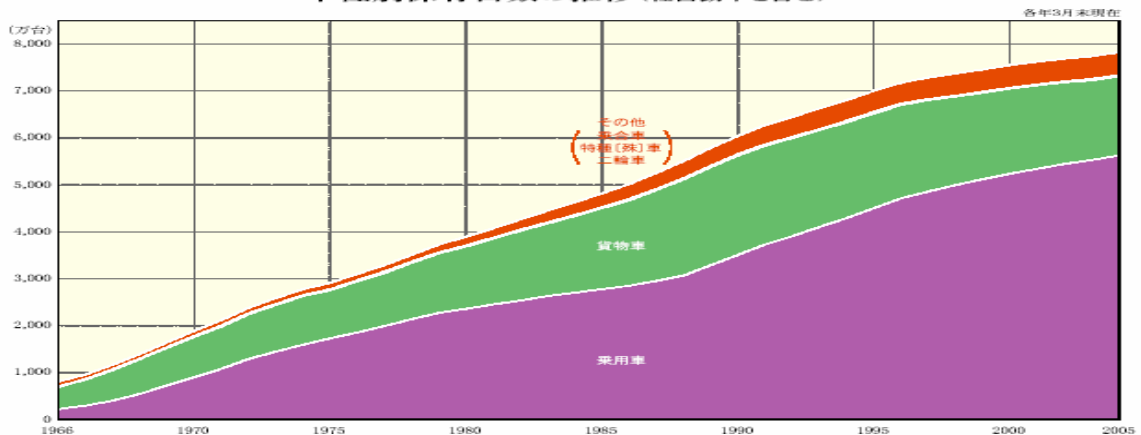
日本の二酸化炭素排出割合および運輸部門の輸送機別二酸化炭素排出割合



(資料) 交通エコロジー・モビリティ財団

つまり、ここでは自家用乗用車が、温暖化に深く関わっていることがわかる。このことから、自家用乗用車の温暖化対策は、重要であり、逆に言えば二酸化炭素削減に向けて大きな可能性があるといえる。自動車は、我々の現在の経済活動、国民生活に欠くことのできないものとなっているが、その一方で、その大量普及によって、大気汚染や地球温暖化といった環境問題への対応といった課題を抱えている。

車種別保有台数の推移(軽自動車を含む)



(資料) 財団法人 自動車検査登録協会の

今後の自動車社会の持続的な発展のためには、こうした課題を克服していくことが必要であり、温室効果ガスの大半を占める二酸化炭素の排出量を抜本的に削減することが必要で

あるといえる。

こうしたなか、ディーゼル乗用車は、熱効率に優れており、ガソリン乗用車と比べ、燃費も良い。最新のディーゼル乗用車は90年代後半の技術革新や燃料品質の向上によって、大幅な性能向上と排出ガスのクリーン化が進んでおり、かつてのディーゼル乗用車のイメージである黒煙排出とは無縁のものとなっている。そこで私は、ディーゼル乗用車に着目し、その可能性を検証する。

(2) ディーゼル乗用車とは

ディーゼルエンジンはガソリンエンジンの20年後にドイツ人のルドルフ・ディーゼルによって1897年に発明された。キャブレターによって燃料と吸気を予め混合し、スロットルによって出力をコントロールする当時のガソリンエンジンに対し、ディーゼルエンジンは燃料噴射系として燃料ポンプやインジェクターを必要とするものであり、高い効率を実現した。ディーゼル乗用車は、1936年にダイムラー・ベンツ社により実用化されたが、高い熱効率を示し、燃費性能はガソリン乗用車より優れていたものの、出力の点ではガソリンエンジンに遠く及ばなかったため、大きく普及することはなかった。

現在でもディーゼルエンジンは実在する自動車用内燃機関の中で最も高い熱効率を誇っており、ノッキングを生じにくいという優れた特徴から大型トラックを中心とする自動車のみならず、船舶用機関、機関車、発電用機関として広く利用されている。

(3) ディーゼルエンジンの特徴

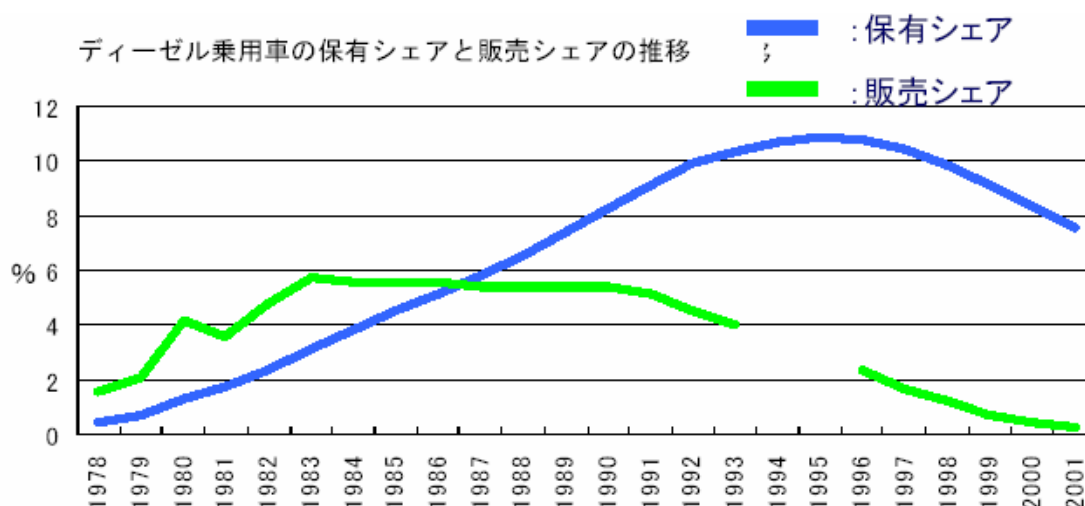
ガソリンエンジンとディーゼルエンジンの最も違う点は、その燃焼方式にある。通常のガソリンエンジンが空気とガソリンを混合した混合気をシリンダー内に吸入し、点火プラグの火花で燃焼を発生させるのに対し、ディーゼルエンジンは、シリンダー内に吸入した空気を圧縮し、圧縮された空気が高温になった時点で、燃料を霧状にシリンダー内に噴射することで、自己着火させることにより燃焼を発生させている。このような燃焼方式や圧縮比の違いなどにより、ガソリンエンジンに比べて、ディーゼルエンジンは、熱効率が高く、二酸化炭素の排出量が少ない。また、耐久性も高く、ターボ過給(第3章詳細)によって比出力を上げることができるといったメリットがある。しかし、このようなメリットがある一方で、ディーゼルエンジンには、NO_xやPMの発生量が多く、大きな振動や騒音、パワー不足などのデメリットもあった。つまり、これらのデメリットさえ解消することができれば、二酸化炭素の排出量が少なく、熱効率の高いディーゼル乗用車は、二酸化炭素排出量の削減に向けて有効であるといえる。

第2章 ディーゼル乗用車をとりまく環境

二酸化炭素削減に向け、その効果が期待されるディーゼル乗用車であるが、日本での導入を検証するにあたり、ディーゼル車を取りまく環境を把握する必要がある。そこでこの章では、日本および欧州のディーゼル車の現状およびディーゼル規制について考察していきたい。

(1) 日本におけるディーゼル車の現状

日本のディーゼル乗用車は、1957年にトヨタ自動車よりクラウンディーゼルとして登場したが、数年で製造は中止された。しかし、その後つつ普及を続け、1970年代後半には、オイルショックなどを契機にディーゼル乗用車の普及が本格化した。また1980年代後半には、三菱パジェロに代表されるRVブームもあり、ディーゼル乗用車の保有台数は増加していった。保有台数は1996年に507万台余りでピークを迎え、保有比率でみると1995年に10.9%となったが、その後、様々な要因により減少した。販売シェアにおいても、1990年代以降は一貫して低下基調であり、2002年には0.1%まで低下している。



(資料) 国土交通省調査

1990年代後半、ディーゼル乗用車に関しては、筒内直接噴射方式、可変機構ターボ、コモンレールシステム、DPF*といった新しい技術が開発され、排出ガスのクリーン化が進むとともに、動力性能の面でも中速域の加速性能等ではガソリン車以上とも言えるほどの性能向上がなされたが、日本ではその時点で既に販売シェアが低下の一途をたどっており、これらの革新的技術が導入された最新のディーゼル乗用車が日本の市場に投入されることはなかった。このため、ディーゼル乗用車の高性能化について、日本のユーザーに

は、ほとんど認知されなかったものと考えられ、日本におけるディーゼル乗用車は、副室燃焼式でターボのない、低出力で排出ガス性能に問題があるものとなり、そのイメージは遅くて、汚いものとして捉えられる傾向にあるといえる。

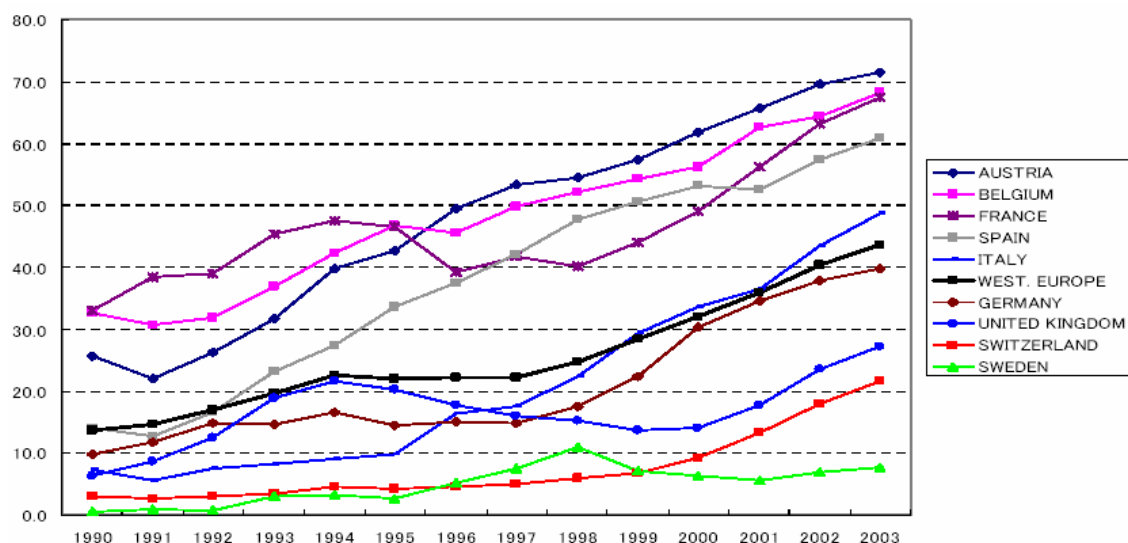
* 語句補足説明 *

DPF ディーゼル・パティキュレート・フィルター (Diesel Particulate Filter) の略で、ディーゼル微粒子除去装置のこと。ディーゼル自動車から粒子状物質を削減する。自動車の排気管の一部にフィルターを装着することで、排出ガス中に含まれる粒子状物質をフィルターで捕集し、その捕集した粒子状物質を燃焼等で除去することによりフィルターを再生、捕集性能を維持できる。東京都では、知事が指定するディーゼル微粒子除去装置を装着したディーゼル自動車については、PMの排出基準に適合する自動車と認定し、必要に応じて点検・整備することを義務づけている。

(2) 欧州におけるディーゼル車の現状

一方、欧州全体において、ディーゼル乗用車の割合は、年々増加傾向にある。特に1950年代後半からの普及の拡大は著しい。1950年代後半は、ディーゼルエンジンの革新的な高性能化が実現した時期にあたり、欧州のユーザーには、もともと燃費のいいディーゼル乗用車はコストメリットが高いという認識があったことに加えて、乗用車としての性能や排出ガスの両面での進化が普及拡大につながった。具体的には、1990年において、新車登録台数に占めるディーゼル乗用車の割合は15%程度であったが、1994年には22.3%まで上昇している。その後、しばらく大きな変化はなかったが、1998年以降は、毎年4%程度増加し、2002年には40%に達している。ダイムラークライスラー社をはじめ、各メーカーもディーゼル乗用車に注目し、新たなモデルを投入すると同時にコンセプトカーも多数発表されている。2003年にはモーターショーにて、次世代自動車として期待されている燃料電池車や今話題のハイブリッドカーと並んで、環境に優しい自動車としてディーゼル車が発表されている。日本の自動車メーカーも、欧州のディーゼル乗用車市場に対し、積極的に車を投入している。ディーゼルの有望な欧州市場を視野に入れて、2003年9月、フランクフルト・モーターショーではホンダが初めて自社開発したディーゼルエンジンを搭載した「アコードディーゼル」を発表した。これは新たな排出ガス処理技術で2005年導入の欧州排出ガス規制「ユーロ4」をクリアし、優れた燃費性能を実現している。さらにマツダのアテンザ(ディーゼル)は早期から「ユーロ4」に適合する環境性能の実現、トヨタのアベンシス(ディーゼル)はDPNR*の採用による高い環境性能といった特徴のディーゼル乗用車を販売しており、いずれも高い経済性とガソリン車に近い静粛性を兼ね備えている。最近話題となったトヨタの高級ブランド「レクサス」においても、スポーツセダン「IS」にディーゼルエンジンを搭載し欧州にて販売されている。(*DPNRについては次章にて詳しく説明する。)

欧州各国のディーゼル乗用車比率推移（対乗用車新車登録台数）



（資料）欧州自動車工業会（ACEA）

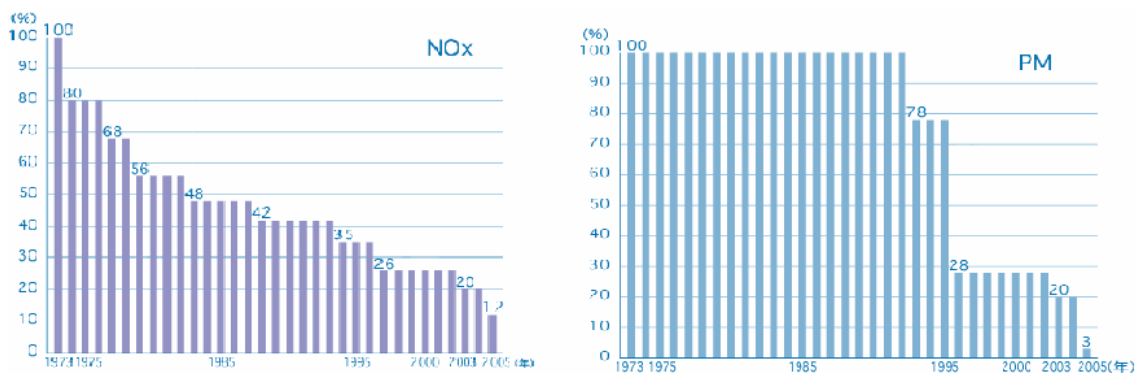
（3）ディーゼル乗用車の規制の動向

深刻な大気汚染が問題視されるいま、世界中で自動車の排出ガス規制は大きく変化してきている。クリーンな車社会を目指し、特にディーゼル車にとって大きな課題であった窒素参加物（NOx）、PM（粒子状物質）の規制はすでにかなり厳しい水準に達してきているが、今後はさらに著しく高いクリーンさを要求される。

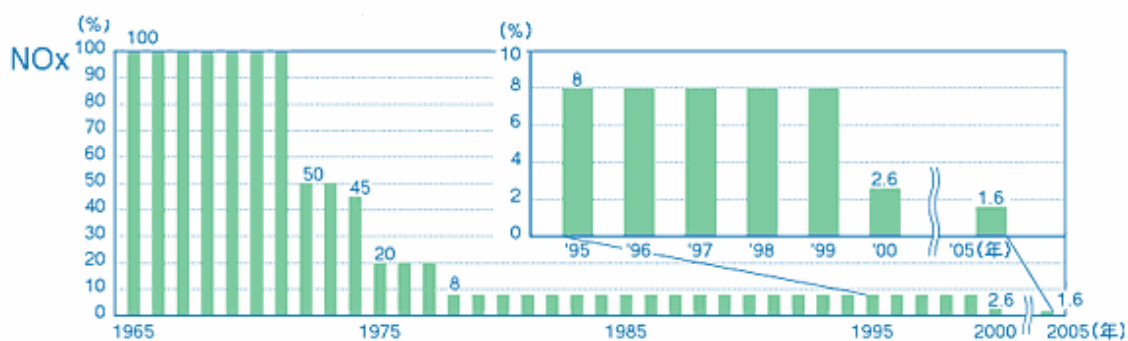
日本の規制

日本のディーゼル車として絶対数の多いトラックの規制は、1998年以降、もともと世界的にも厳しい規制を強いていたNOxはさらに厳しく、非常に甘かったPMの排出水準も大幅に引き下げられている。2003年から2005年までの規制は「新短期規制」と呼ばれ、NOxは未規制だった1974年以前の排出と比較すると当時の80%減にまで抑えられており、またPMのほうも1994年以前から80%の低減となっている。2005年から施行される「新長期規制」ではさらに厳しい。これは2010年に予定される米国の規制が実現するまで、世界で最も厳しい規制となり、NOxでは1994年以前の水準から88%減であり、PMでも97%減にまで抑えられる。乗用車の規制も同じように規制がかなり強化されていることがわかる。（次頁図参照）

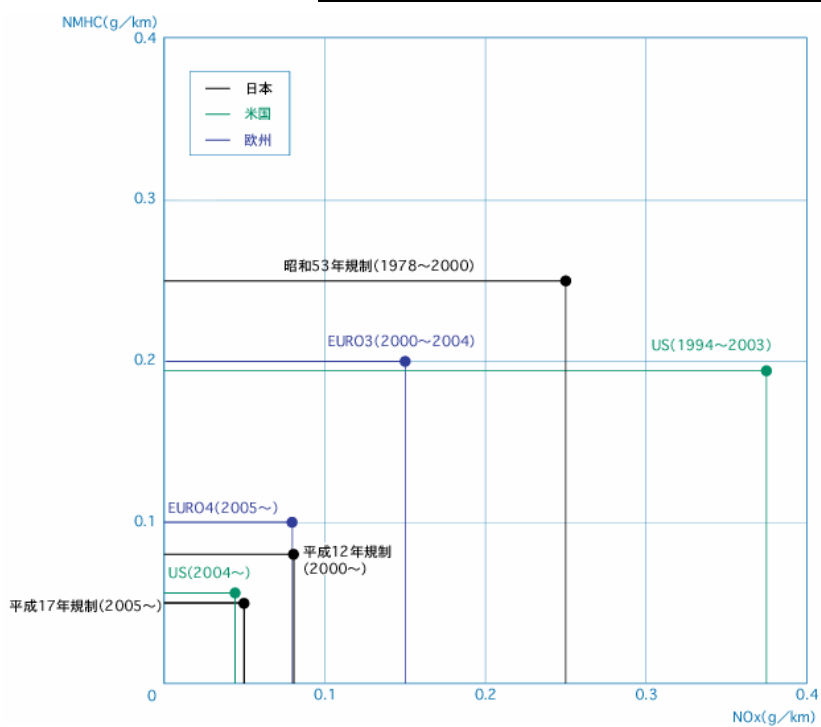
排出ガス規制の変遷（ディーゼルトラック）



排出ガス規制の変遷（乗用車）



乗用車排出ガス規制（欧州・アメリカ）



(資料)(社)日本自動車工業会

欧州の規制

ディーゼル車の増加が著しい欧州では、すでに95年には欧州のディーゼル排出ガス規制「ユーロ2」が施行され、2000年にはPM排出が日本よりはるかに厳しい「ユーロ3」へと強化されている。また、地球温暖化京都会議のCOP3を受け、2005年からの「ユーロ4」はさらに厳しい水準となっている。これを95年当時と比較すると、車両3・5トン以上の大型車の場合はPM、NO_xともに約3分の1もの低減となる。また、2008年頃にはさらにもう1ランク厳しい規制も検討されている。

アメリカの規制

アメリカでは、70年代のオイルショックを背景にマスキー法という厳しい規制を設けたことで有名であるが、これは対環境政策というよりは省エネルギーという観点からの規制であったといわれている。その後、90年代に入るとNO_x、PMとも欧州と競うように規制を強めてきており、2010年からは世界で最も厳しい規制が予定されており、ディーゼル乗用車の規制もより厳しいものとなっていく。

以上のことから、世界的に排出ガスの規制は強まってきている。しかし、前に挙げたとおり様々な技術革新や燃料である軽油の硫黄分低下の成功などにより、今後厳しくなっていく規制をも、ディーゼル車はクリアできる日は近いとの見方が強い。

(4) 今後に向けて

ここで注目したいことは、2008年から開始される二酸化炭素の自主規制協定（燃費規制）である。日本では、これまでPMやNO_xと比べ、あまり注目されてこなかった二酸化炭素の排出が規制の対象となる。このことは欧州においても同じであり、具体的にはメーカーごとにそれぞれ全車両の二酸化炭素の平均値を140 g/km 以下にするという協定である。イメージとしては、燃費の悪い車を売ると、その代わりに燃費の良い車を多く売って相殺し、その平均が目標値内で収まるようにしなければならないということである。このことから各メーカーは、二酸化炭素の排出量の少ないディーゼルエンジンに着目し、開発競争を繰り広げている。これらの動向からもディーゼル乗用車は、排出ガス規制をクリアし、普及することで、二酸化炭素の削減に向けて大きな役割を果たすといえる。そこで次章では、ディーゼル乗用車の将来性および最新技術について検証し、普及させることの意義を考える。

第3章 ディーゼル乗用車の将来性はあるか

以上のことを踏まえ、ディーゼル車の普及が二酸化炭素削減に効果があることが直感的にわかったが、いくら現段階にて優位性があったとしても、長期的なメリットや次世代に向けて柔軟に対応できないものでは、普及するインセンティブは弱いものになってしまう。また、今後さらに厳しくなっていく排出ガス規制に向けて、ディーゼルのデメリットであるPM（粒子状物質）やNOx（窒素酸化物）の規制をクリアできなければ、ディーゼル乗用車の普及は現実的ではない。そこで、本論文で焦点にあてているディーゼル乗用車の将来性を考えるにあたって、その土台となる最新の技術とその動向についてみていく。

（1）最新のディーゼル乗用車とその技術

かつて販売されていたディーゼル乗用車は、現在のディーゼル乗用車と比較すると、技術レベルに格段の差がある旧世代のディーゼル乗用車であり、ディーゼルエンジンのデメリットは、現在その技術革新により解消されつつある。

ディーゼル乗用車のデメリットを解消するための鍵は、3つの技術にかかっている。3つの技術とは、それぞれ エンジンの燃焼技術 排出ガスの後処理技術 軽油低硫黄化などの燃料技術である。そして、これら3つの技術をバランスよく制御する技術も非常に重要である。ディーゼル乗用車は、これら3つの技術をバランス良く高いレベルで備えることによって、性能面・環境面の両面で活躍できる。これらの技術はどれ一つ欠くことはできず、どれかを単独で用いるものでもない。3つの技術をこのように組み合わせるかによって、そのディーゼル乗用車の成否が決まってくるのである。しかし、これまでは自動車業界を中心とする「燃焼技術」、触媒業界を中心とする「後処理技術」、そして石油業界を中心とする「燃料の技術」が、それぞれ個々に独立した形で技術開発を行ってきた。これからはこれらの業界がいかに連携して、最適な方法を構築するかにディーゼル乗用車の将来はかかっている。ここで、それぞれの技術により、ディーゼル乗用車がどのように技術進歩したかを、以下簡単に触れておく。

燃焼技術

ターボ

まず、燃焼技術の代表的な例として、ターボという新技術が挙げられる。ターボとは一種の空気圧縮機のこと、大量の空気を圧縮した状態でエンジンの燃焼室に送り込む。圧縮された空気は密度も増しているため、より多くの酸素を送り込んでいわゆる過給状態で燃焼させることができる。そうすることによって、同じ大きさのエンジンにおいても、ターボ搭載車は高出力を発揮することができる。ターボは、ノッキングが少ないという理由から、ガソリン車ではなく、ディーゼル車に適している。ディーゼル乗用車がターボ技術を備えた場合、元来ガソリン車と比べ見劣りしていた出力が高出力となる。また、エンジンの小型化が可能になり、燃費がさらに向上する。それだけではなく、エンジンの小型化は

軽量化につながり、相乗的に燃費の向上効果が得られる。さらに、ここでは説明を省くが、黒煙発生抑制、騒音大幅低減、NOxの生成抑制にも結びつき、ターボの技術は様々な点においてディーゼル車をクリーンかつパワフルな存在にする優れた技術である。欧州では、馬力のある走りを可能としたターボ搭載ディーゼル乗用車が多く見られる。

コモンレールシステム

緻密な電子制御が可能な蓄圧装置と、優れたインジェクター*によって、運転状況に最適な状態で燃料を噴射するシステムのこと。燃料を送り込むサブライポンプ、燃料の蓄圧装置、インジェクター、運転状況を検知するセンサーで構成され、シリンダー内の燃焼状態を常に最適にコントロールする。そのため燃焼効率に優れ、低燃費や排気ガスのクリーン化を実現する。1990年代後半に、新たな噴出ポンプやコモンレールシステムによる高圧噴射を実現したディーゼルエンジンが登場し、エンジン回転数によらない高圧噴射が可能となり、排出ガス、動力性能、騒音、振動等の各面での大幅な性能向上がもたらされた。現在、ディーゼルエンジンに多く採用されている。

排出ガスの後処理技術

連続再生型DPF

今後の厳しい規制において、非常に重要な役割を果たすといわれているのが、この「後処理技術」である。かつてガソリンエンジンに立ちはだかった排出ガス規制に対し、三元触媒の技術が最終的な解決をもたらしたが、ディーゼルエンジンも同じ道筋をたどっている。現在、ディーゼルエンジンで最大の難物となっている排気汚染物質はPM（粒子状物質）である。そして、これを解決すべく開発されたものがPMを消滅させる最新の後処理技術「新DPF」である。近年DPFも進化を続け、エンゲルハルト社の酸化触媒つきDPFやジョンソンマッセ社の連続再生型トラップなどの進化型DPFが開発されている。しかし、これらの連続再生型DPFはPM低減には非常に有効であるのだが、排出ガスの第2の難物であるNOx（窒素酸化物）の低減には全く寄与しないのである。そこで、連続再生型DPFとは別にNOxの後処理技術も必要である。従来NOx処理技術において実用レベルに達するものは無かったが、現在技術革新により、その解決が目前に迫っている。この技術を以下順に2つ紹介する。

尿素触媒（NOx後処理技術）

NOxのN（窒素）とO（酸素）を切り離して無害化するのに、アンモニアと化学反応を起こさせるという技術である。実用レベルに達しつつあるが、問題点としてこの触媒はNOxに対してのみ有効であり、PMに対しては前述したような浄化装置DPFが別途必要になる。トラックではダイムラークライスラーや日産ディーゼルがこのシステムを導入しており、新長期規制への対応を前倒しして実用化に成功した。他のメーカーでも開発が進んでおり、2010年までに導入予定のさらに厳しい排出ガス規制値への対応を想定でき

ているなど、その将来性は明るい。

D P N R (N O x 後処理技術)

Diesel Particulate NOx Reduction の略。 P M と N O x の同時浄化システムのことであり、トヨタ自動車が開発している技術である。これは N O x を浄化する触媒と P M を取るフィルターが一体化している装置である。このシステムが成立するには、燃料である軽油の低硫黄化が必要となる。しかし、昨今燃料のサルファーフリー（低硫黄化）が進み、実際に販売され始めているなど、その体制は整いつつある。さらに、前述したとおり、トヨタ自動車は D P N R 技術を搭載したアベンシスを販売開始している。

軽油低硫黄化（環境配慮型燃料）

ガソリンや軽油に含まれる硫黄分を少なくすることで、世界的に燃料の低硫黄化が進んでいる。日本は世界に先駆け、最も低い硫黄分水準であるサルファーフリー（硫黄分 10 ppm 以下）を導入している。石油元売り大手のジャパンエナジーによれば、各サービス店舗において、2005年からガソリンと軽油の価格を現行製品より1リットルあたり約1円高く設定し、全商品を硫黄分10 ppm 以下に抑えた最高水準のサルファーフリーを導入している。価格的にも大きな影響は無いと考えられる。

上記技術はどれも実用化あるいは実用化の目処がたっており、ディーゼル乗用車のデメリットの解消は現実的であるといえる。さらに、これら3種類の技術が業界連携により、組み合わさっていくことで、今後厳しくなっていく排出ガス規制に対しても対応できるという見方が強い。問題点は、これらの技術開発コストがどれだけ車両価格に反映されるかということである。車両価格が高くなると、ディーゼル乗用車本来のメリットである高い熱効率といったコストメリットが相殺されてしまう可能性がある。

* 語句補足説明 *

キャブレター・・・空気と燃料を混ぜる際に、燃料を供給する気化器のこと

インジェクター・・・シリンダー内に燃料を噴射する装置のこと。このインジェクターによる噴射特性が、エンジンの燃費、排気、また出力特性に大きな影響を与える。

(2) ディーゼルは次世代への架け橋となり得るか

次世代技術 燃料電池をとりまく環境

ディーゼル乗用車の最新技術の革新とは別に、世界では環境配慮型次世代自動車である燃料電池車の開発も行われている。燃料電池車は優れた性能を誇っており、燃料電池車が普及した際、ディーゼル乗用車はそもそも普及する必要性があるのか。そこで、ここでは燃料電池車について検証し、ディーゼル乗用車の普及に意義を考えていく。

燃料電池は数年前から多くメディアに取り上げられている。燃料電池とは水の電気分解と逆のプロセスで、水素を燃料として空気中の酸素と化学反応させることで燃やすことなく発電する装置である。したがって、この発電過程においての排出物は水だけで、地球温暖化の原因である二酸化炭素も、大気汚染の原因であるNO_xやPMも一切排出しない。燃料電池の技術は、自動車用のみならず家庭用、さらには携帯電話やパソコンなど非常に広範囲にわたる用途が期待されるようになっている。副大臣会議「燃料電池プロジェクトチーム」の報告書によれば、2020年までに日本国内だけでも累積100兆円の燃料電池関連の新規マーケットが創出されると見積もられており、日本経済のコアテクノロジーとしても大きな期待を集めるようになった。現在、企業間で激しい燃料電池の開発競争が繰り広げられており、グローバル企業のほとんどすべてが大小の差はあるものの、燃料電池に関連した研究開発投資を行っているといわれている。小泉首相自らがリーダーシップをとって燃料電池普及施策を進めるなど、日本政府もかなり力を入れているが、一方アメリカ政府もこの巨大なマーケットを狙って、2004年2月にブッシュ大統領が今後5年間で燃料電池・水素エネルギー関連に12億ドルの追加的な予算措置をすることを発表している。また欧州でも2020年までに20%の自動車用石油代替燃料の燃料電池投入を目標とするプロジェクトをスタートさせた。このように世界各国で官と民が一体となって燃料電池・水素エネルギー社会へ動き出していることがわかる。

燃料電池自動車

燃料電池車は各メーカーから既に試験的ではあるが実用化されている。トヨタ自動車の燃料電池車「FC-HV」やホンダの「FCX」、メルセデス・ベンツの「F-CELL」などがその例に挙げられる。性能面については例えば、「F-CELL」が最高速度140キロ、航続距離150キロが可能であるというレベルに達している。2002年には燃料電池バスも開発されるなど、技術は日に日に進歩している。しかし、まだ燃料電池車にも課題も多い。まず、燃料電池車はエネルギー効率がガソリン車や特にクリーンディーゼル車に比べ大きく下回る。また、燃料電池車は低温での作動性に問題が生じていることや、水素の安全性の問題もある。水素はかなりの人為的なコントロールが必要とされており、水素漏れなどに起因する深刻な事故が起きないように実用化に向けてまだまだ技術革新が必要である。

しかし、上記で述べた燃料電池車の技術的な課題は、世界中のメーカーが解決へ向けて取り組んでいる現状からすれば、2010年頃までには概ね解決するといわれている。で

は、その後の普及に際し最大の課題となる車両コストについてみていく。

燃料電池車のコスト

昨今、市販された燃料電池車はいずれも1台数億円というものだが、これはほとんどが部品一つひとつのために金型までつくらなければならない実情を考えると、値段はあってないものと等しい。量産化された際、どのように値段が下がっていくのかを考えるにあたって、アメリカのアメリカ合衆国エネルギー省（DOE）が算出した試算を参考にする。これによると、2010年時の車両価格目標はガソリンエンジン車の1.2倍から1.5倍程度である。これは、なんとか市場に受け入れられる水準であるが、これはあくまで目標となる。また燃料電池車が累積500万台に達したときに、採算面・コスト等様々な面からみて、政策的な支援がなくても燃料電池車が普及できる状況にあるといわれており、これは2020年頃達成できるともいわれている。

燃料電池車の水素供給問題とディーゼル車の柔軟性

では次に燃料電池車に欠かせない水素の供給であるが、世界的に水素供給ステーションで水素を燃料電池車に供給する方式に統一されようとしている。この中で現在、最も現実的であるのが高圧水素貯蔵方式といわれるもので、先に挙げたトヨタ自動車「FC-HV」、ホンダ「FCX」、ダイムラークライスラーの「F-CELL」のいずれもこの方式を採用している。現在資源エネルギー庁の研究事業において、東京・横浜地区に新たに5ヶ所の水素供給ステーションが建設されているなど、日本では国主導による水素供給ステーションの技術開発とインフラ整備が進められている。ここで問題であるのは、水素のコストで、現在ガソリン税を入れた場合のガソリンに対する水素の競合可能なコストは70円/立方メートル前後と現行燃料と比べかなり高額となっている。水素供給ステーションの普及のためには、水素ステーションの建設コストを低減させ、同時に水素ステーションを大量につくることが不可欠となる。つまり、ここで課題となっていることは、技術的な問題に加え、水素ステーションが少ないので燃料電池車を量産できず、燃料電池車の量が無いので水素ステーションをつくっても採算がとれないことである。2020年の資源エネルギー庁の目標値である日本国内で燃料電池車500万台を達成するためには、全国で水素供給ステーションが3500から4000ほど必要となるとの試算がある。この問題は、将来的に政府がどれだけ水素ステーションに対して投資をできるかにかかっているといえる。

ここで今一度、燃料に注目したい。これら水素燃料が開発実験段階にあることから、現実的に当面まだ20年から30年は石油が主役になることが予想される。原油からはガソリン、軽油、灯油、重油などが一定のバランスでつくられているが、今後需要が増えると予想される水素は、様々な製造法があるが、当面ガソリンと灯油から取り出され製造される。将来的にはガソリンはガソリン車の燃料としてだけでなく、水素製造のために用いられる。一方、ディーゼル車の主燃料である軽油からは水素を取り出すことが大変難し

いとされている。そこで、水素を取り出しやすいガソリンは燃料電池車用の水素に、水素を取り出しにくい軽油はクリーンディーゼルの燃料として用いることで、石油を効率的に使うことができる。そうすることによって、原油の消費量を抑えることができると同時に、ディーゼル車は天然ガスやバイオマスなど再生可能エネルギー燃料への対応もできる。将来的に普及すると予想される天然ガスは直接使う場合、水素にして燃料電池車に用い、GTLに伴って製造されるDMEは水素化して燃料電池車に、そのままディーゼル車に用いることができる。簡単に言えば、ほとんどの水素燃料は燃料電池車とディーゼル車のどちらにも用いることができるということである。このことから、今後の動向を考えると、ディーゼル乗用車の普及は将来的な観点からも非常に有効であるといえる。

現実的に考えると、燃料電池車の性能と現在の技術水準のインフラを考えた場合、燃料電池車は都市内交通機関としてまず普及していくだろう。なぜなら、現段階において、燃料電池車は航続距離が短く、水素供給ステーションが少ないからである。そうすることで、環境面のメリットを享受できるが、燃料電池車の台数は今後10年から20年程度では微々たるもので全体としての二酸化炭素削減へはあまり効果がないと考えられる。そこで、近い将来、二酸化炭素削減効果が大きく、低公害のクリーンディーゼル乗用車を欧州のようにガソリン車に代替させて普及させることで、自動車業界から排出される二酸化炭素を大きく削減することができる。さらに燃料の面からも次世代自動車との兼ね合いから適しているといえる。自動車という商品の使用年数の長さを考えると、近い将来の二酸化炭素規制のクリアや京都議定書のためにも、できるだけ早い導入が必要であり、その点からもディーゼル乗用車の普及は有効であるといえる。

* 語句補足説明 *

GTL・・・Gas to Liquidの略で、天然ガスを原料として科学反応により灯油等の液体燃料を製造する技術のこと。

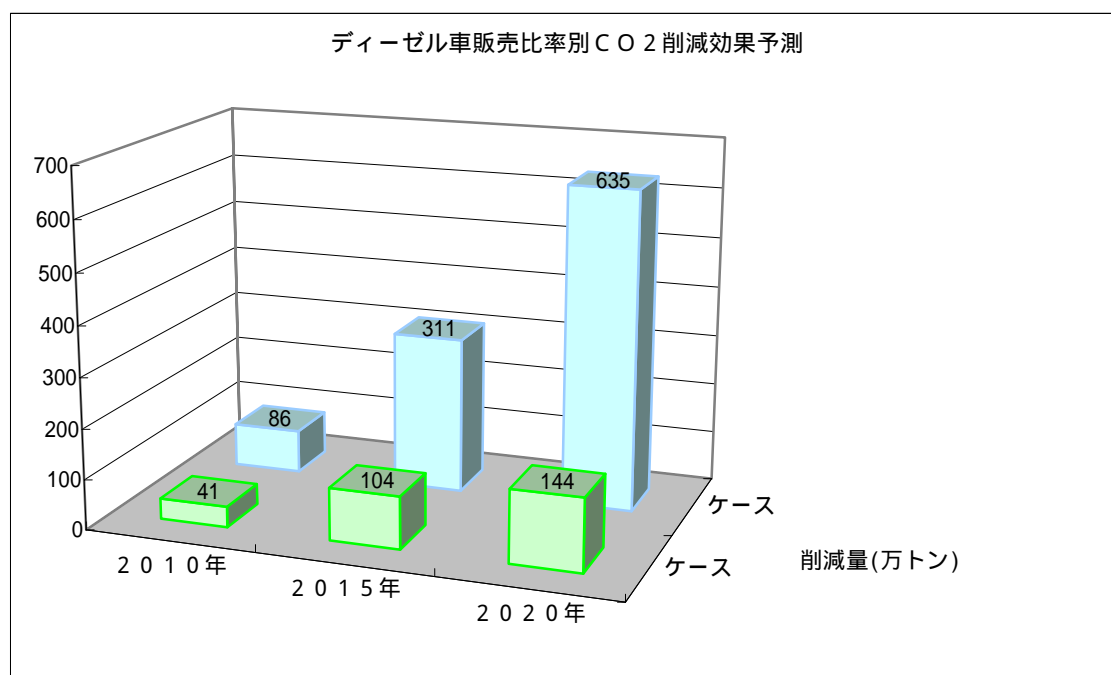
DME・・・天然ガスから製造される液化ガスのこと。ガソリン等を製造する技術の進展に伴って注目されている新燃料であり、天然ガスのほかバイオマス等からも製造され、環境負荷が小さく取り扱いが容易であることなどから、幅広い用途に使用ができるといわれている。

(3) 普及した際の大気への影響予測

では様々な技術で環境配慮型クリーンディーゼル車が普及していくことで、具体的にどれほどの効果がもたらされるのか。まず二酸化炭素の変化についての予測であるが、普及の割合によって結果は異なってくるため、ここでは二つのケースを考える。

まずケース Ⅰは、2006年から普及が始まり、2010年まで新車販売台数に占めるディーゼル乗用車のシェアが1%ずつ増加し、2010年以降は5%を維持する場合である。ケース Ⅱは、2006年から2020年まで毎年2%ずつシェアが増加するケースである。

結果は以下のグラフで表される。



(株)三菱総合研究所のデータより作成

両ケースともに高い二酸化炭素削減効果がうかがえる。地球温暖化推進大綱によれば、運輸部門において、クリーンエネルギー自動車の普及促進で二酸化炭素350万トン削減を目標としていることを考えると非常に高い効果をもたらすと考えられる。しかし、特にケースのような速い普及速度は、国全体でのディーゼル車の悪いイメージやメーカーの動向などの現状を考えると、達成することは難しいと言わざるをえない。

一方、日本自動車研究所では、新長期規制対応のクリーンディーゼル車が普及した場合、PMおよびNO_x等の排出ガスが大気に及ぼす影響は非常に少ないとの見解を示している。このことから、クリーンディーゼル車の普及は運輸部門の二酸化炭素排出削減に大きな効果があり、大気環境に与える影響は少なく、現状の排出ガス総量や濃度を悪化させることはほとんど無いと考えられる。そのためにも新長期規制に適応したクリーンディーゼル車が実用化することが非常に重要となってくる。

第4章 ディーゼル車の普及に必要な要素

(1) 日本での普及のポイントの検証に向けて

前章でも述べたが、二酸化炭素の削減に着眼した際、メーカーの動向からも分かるように、ディーゼル乗用車の普及は非常に有効な手段といえる。また、NOxやPMの排出等のデメリットについてもクリアする可能性は十分にあり、次世代へ柔軟に対応できることもわかった。以上のことを踏まえ、私は運輸業界の二酸化炭素削減に向け、ディーゼル乗用車を日本で導入することを提案したい。そこでこの章では、ディーゼル乗用車のデメリットが将来解消されることを見越し、普及のために必要な要素を検証する。

ディーゼル乗用車の普及に必要な要素は何か。前に述べた欧州でのディーゼル乗用車数の増加と日本におけるディーゼル乗用車数の低下という著しい差の要因を解明することで、この糸口が見つかると考えられる。また、日本においてディーゼル乗用車が減少していった原因を探り、その原因を克服することで、普及につながると考えられる。そこで日本におけるディーゼル乗用車の原因分析および欧州におけるディーゼル乗用車数拡大の要因分析を順に行い、そこから日本での普及のポイントを検証する。

(2) 日本におけるディーゼル乗用車数低下の分析

消費者

まず、消費者の視点から日欧の違いを検証する。

このとき消費者が自動車を選ぶ際、どのような要素を見て、購入しているかを考える必要がある。車販売の大手である[goo-net ポータブルサイト][Car@nifty]を参考に、消費者が自動車を選択する際に絞り込む条件を、消費者が自動車を選ぶ際に考えうる条件と捉え、これらの条件を以下に挙げる。

- ・ ブランド
- ・ 価格
- ・ 大きさ（排気量および形）
- ・ 発売年
- ・ オプション充実度
- ・ 性能

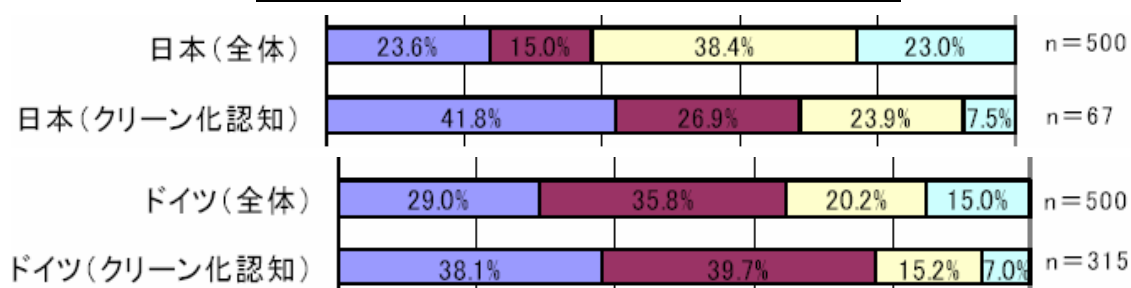
これらの条件の中で、ブランド・発売年・オプション充実度・大きさ（排気量および形）の4つは、ディーゼル乗用車とガソリン乗用車のどちらを選択しても、サービス内容は同じであり、関係は無いと考えられる。つまり、ここでは残りの性能・価格の2つの条件に着目する。

株式会社三菱総合研究所では、ディーゼル乗用車に関するネットアンケートを行っており、ここではこの結果を用いて検証する。このアンケートは、欧州の代表としてドイツの500人および日本の500人の消費者に対して行われたものである。またこのアンケートでは、全人数およびクリーン化されたディーゼル乗用車について知っている人数内での結果も表している。ドイツのディーゼル乗用車の普及率は、全乗用車の中で

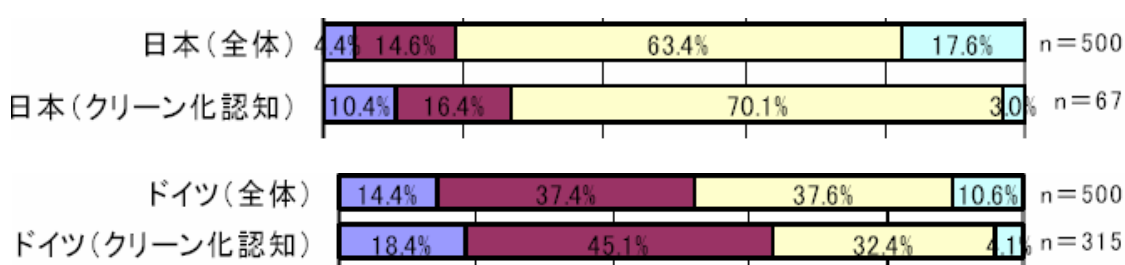
性能

ではまず性能面であるが、性能をディーゼル乗用車の出力（トルク）および加速の性能に分けた結果、次ページの様なアンケート結果となっている。実際の性能比は、車種にもよるが、ディーゼルエンジンの目覚ましい進歩により、ほとんどガソリンエンジンと同じレベルである。前にも述べたが、中速域の加速性能等ではガソリン乗用車以上の性能を誇るまでになっている。しかしアンケート結果から、両国のディーゼル乗用車の性能イメージには、かなりの差がみてとれる。注目すべきは、クリーン化認知度の差で、ドイツに比べ日本ではディーゼルのクリーン化があまり知られていない。実性能差とイメージ差のギャップから、日本の普及のためには、ディーゼルエンジン性能の正しい認知が必要であるといえる。

ディーゼル乗用車の性能イメージ 出力（トルク）



ディーゼル乗用車の性能イメージ 加速



■ 良い ■ 同じ □ 悪い □ わからない

（資料）株式会社三菱総合研究所

価格

車両価格差（イニシャルコスト）・・・日本ではほとんどディーゼル乗用車が出回っておらず、データが無いため、比較はできない。

燃費（ランニングコスト）・・・燃費性能については、同じようにアンケートの結果を用いる。日本においてディーゼル乗用車の燃費イメージが良いと答えた人は約50%であったのに対し、ドイツでは約80%の人が「燃費が良い」と答えている。

価格についてわかることは、日本に比べ、ドイツではディーゼル乗用車が経済的に優れているという差が、普及の差をもたらすひとつの要素であるということである。ドイツでは

日本と違い、最新の燃費性能を備えたディーゼル乗用車が市場に出回っているが、日本では、トラックや過去のイメージでしか無い。このことが、ひとつのイメージ差を生み出したともいえる。しかし、その他にも、燃費を左右する走行距離や交通事情、燃料費などの要因が考えられる。このことについては後に述べる。

これらのことから、日本の消費者は、クリーン化についての認知度が、ディーゼル乗用車が普及しているドイツに比べ圧倒的に少なく、現在の実性能よりも過去のイメージが先行してしまっていることがわかる。また、燃費に対する認識にもかなりの差があることがわかる。つまり、消費者の視点から普及を考えた場合、イメージの向上と経済的優位性の2点が重要となる。

コストメリットの縮小

日本では、1989年の自動車税の改正により、自動車税において乗用車の普通、小型の車種区分が廃止され、総排気量区分による税率が適用された。これによりガソリン乗用車とディーゼル乗用車は同一の税額となったが、1989年以前と比較すると、ディーゼル乗用車は2000cc以上のクラスで増税となった。一方ガソリン乗用車はこのクラスにおいて減税となった。さらにディーゼル乗用車に追い討ちをかけるように、この当時高出力車が人気であり、この時点で同一排気量ではディーゼル乗用車の出力よりガソリン乗用車の出力の方が勝ったこともディーゼル乗用車の減少の要因となった。しかし、現在は出力の面において、その性能は肉薄してきており、現在のディーゼル乗用車の普及に大きく関与しないと考えられる。

また、揮発油税と軽油引取税の税額差、つまり軽油とガソリンの価格差が少なくなってきていることも、ディーゼル乗用車の持つコストメリットを少なくし、ディーゼル乗用車の減少につながった。さらに1996年の特定石油製品輸入暫定措置法廃止を契機として、94年以降石油価格が大幅に下落した。特にガソリンは大幅な価格の下落となり、このことでさらにガソリンと軽油の価格差が縮小した。具体的には、1990年代前半以前には価格差が約50円/Lであったが、一気に約20円/Lまで下がった。このことで、ディーゼル乗用車はさらにその経済的優位性を失い、元来有していたコストメリットが非常に少ないものとなってしまった。

このことから、様々な自動車税や燃料税の増減は少なからずディーゼル乗用車の普及に影響を与えることがわかる。

日本独自のNOx重視の規制体系

前に規制について触れたが、規制の違いも両者のディーゼル乗用車の普及の差につながっている。日本の排出ガス規制は、光化学スモッグ等により、NOx対策が社会的要請となっていたことを反映し、NOxの低減対策を優先してきたことが特徴である。そのため、日本はNOxの規制値が厳しく、NOxと燃費がディーゼルの構造上トレードオフの関係

にあることから、ディーゼル乗用車の魅力である燃費性能の向上に悪影響を及ぼした。また、PMに対する規制が欧州より緩かったため、特にトラックなどの大型車による黒煙によってディーゼルはスモークという悪いイメージになってしまった。現在、最新の規制値に適合した自動車は、黒煙排出とは無縁のものとなっているが、先にあげたドイツと日本のイメージの差を生む要因となってしまったとも考えられる。悪くしたイメージは、ディーゼル乗用車の普及に伴い、その高い性能を実際に体感することで、少しずつ挽回していくものである。今、できることはディーゼル乗用車の実性能の認知をいかにするか、ということである。

(3) 欧州におけるディーゼル乗用車の拡大要因の分析

ディーゼル乗用車に対する認識の違い

これまで述べてきた要因から日本のディーゼル乗用車市場は、1990年代後半に著しく縮小しており、ディーゼル乗用車の新しい技術はほとんど注目されてこなかった。対照的に、欧州では前述したような1990年代後半以降の様々なディーゼル車技術革新を市場で体感・認知することができ、常に消費者に革新的なイメージを与えてきた。イメージだけではなく、技術面においても大きな進歩があったことは先に述べたとおりである。

都市環境

以下の表は、日本とドイツの自動車を取り巻く環境の違いをまとめたものである。

	日本	ドイツ
道路事情	有料の高速道路	無料のアウトバーン
ディーゼルに対するイメージ	否定的・汚い・うるさい・性能が悪い	肯定的・スポーティ・高い運転性能・環境性
車の選択	人気やイメージに大きく影響・車両価格重視	ライフスタイルにあった車を選択
都市における交通事情	都市集中型	都市分散型

ダイムラークライスラー「欧州メーカーの取り組み」を参考に作成
 ここで注目したい項目は道路および交通事情である。ドイツは日本に比べ都市が分散しており、それに伴い道路環境が非常に整っている。優れた道路整備に加え、都市が分散していることにより、ドイツをはじめとする欧州各国では、自動車消費者の年間平均走行距離が総じて日本の平均を上回っている。(次頁図参照)このことが、ディーゼル乗用車の経済的なメリットを際立たせているといえる。また、このことは上記表の「車の選択」項目におけるドイツの「ライフスタイルにあった車の選択」に結びついているのではないだろうか。なぜなら、年間平均走行距離の長い消費者は、自動車にかかる生涯的な総費用を抑えるために、燃費の安い車を購入する可能性が高く、逆に年間平均走行距離の少ない消費者は、総費用に占めるランニングコストの割合が小さく、相対的にイニシャルコスト(車両費)を重視することで総費用を抑えようとするのが考えられる。つまり、このことから

ドイツの消費者は、ライフスタイルにより自動車にかかる生涯総費用に大きな違いが生じるため、このような結果が生じたと考えられる。日本が自動車選択において車両価格に重視をしているのはこの逆の理由であると予想できる。

国名	年間平均走行距離 (k m)
日本	9896
ドイツ	12600
イギリス	14720
アメリカ	18870

年間平均走行距離が日本と比べ長い欧州では、ディーゼル乗用車が普及しやすい環境にあるといえる。最新のクリーンなディーゼル乗用車は、技術投資や構造上ガソリン車と比べ、車両価格が若干割高ではある。しかし走行距離の長い欧州の消費者が、この初期コストが高いというデメリットを、ランニングコスト差ですぐに回収できるということが欧州でのディーゼル乗用車普及の一つの要因といえる。

(4) 分析のまとめ

ここでディーゼル乗用車の普及・減少に影響を与える要因を、まとめてみる。

- ・ 燃費の良さ (ランニングコスト)
 - ・ 税等による燃料価格の増減
 - ・ 車両価格 (イニシャルコスト)
 - ・ ライフスタイル (走行距離等)
 - ・ 自動車交通環境の整備度合い
 - ・ イメージ・クリーンディーゼルに対する認知
 - ・ 実性能
 - ・ 規制
 - ・ 将来性
- } 経済性要因
- } 概ねガソリン車同等、あるいはそれ以上

現在のクリーンディーゼル乗用車は、ガソリン車と比較した場合、実性能・将来性については、前述したとおり、ディーゼル乗用車普及に向けてマイナス要因では無い。むしろ、将来面や一部の性能面ではガソリン車に勝っているともいえる。また規制面においても、多少の課題はあるが、概ねクリアしており、今後の厳しい規制にも対応できる目処がたっている。

そこで私は上記4つの要因に注目したい。大きく分類すれば、上記4つの要因はすべて消費者の面からみた経済性についてである。ディーゼル乗用車がデメリットを解消した今、経済性についてディーゼル乗用車が優位性をもつことができれば、十分に普及する環境であるといえる。次章では、日本におけるディーゼル乗用車の経済性について分析し、その普及条件をより詳しく検証する。

第5章 日本におけるディーゼル乗用車の経済性と政策

日本において乗用車販売に占めるディーゼル乗用車の割合は、1980年代にはほぼ5%を超える割合に達しており、欧州の最新ディーゼル乗用車には性能面で劣ったものであったにもかかわらず、ディーゼル乗用車は消費者に受け入れられていた。それは、少なからずディーゼル乗用車のもつ高い燃費性能や当時の燃料格差などのコストメリットに起因するものであると考えられる。前章でも述べたが、ディーゼル乗用車がデメリットを解消し、今後の技術革新を考えると、ディーゼル乗用車が経済性において優位性をもつことができれば、少なからず普及する状況は整っていると直感的にわかる。そこで、この章では走行距離によって変化する自動車総費用を比較した後、いくつかの状況別ケーススタディを行い、ディーゼル乗用車とガソリン乗用車の経済性を求めていく。また日本におけるディーゼル乗用車普及のための経済的な必要条件を検証し、どのような政策が有効かを分析していく。

(1) 仮定

経済性を求めるにあたって以下の仮定をおく。

- ・ 自動車の使用期間を11年間とおく
- ・ PM・NOxは規制をクリアしており、普及への影響度は無い
- ・ 自動車廃棄・リサイクル等の費用は含んでいない。
- ・ モデル内での各仕様の価格差は、日欧およびモデル内で共通である。

自動車の使用期間については(財)自動車検査登録協力が公表しているデータを基に設定した。2005年度における乗用車の自動車平均使用年数は10.93年であった。

(2) 各パラメータの設定

自動車を使用する上で、消費者が負担する自動車総費用は以下の式で表される。

イニシャルコスト	ランニングコスト
$\text{総費用} = (\text{車両価格} + \text{車両に関する税}) + (\text{燃料費} + \text{燃費に関する税}) \times \text{走行距離}$	

ここではまず現在普及しているガソリン車とディーゼル車の総費用から経済性を比較するが、現在日本ではディーゼル乗用車の販売は無いに等しく、データが無い。そこで自動車の経済性を考えるにあたって、データの無いものに関しては、それぞれの値を設定していく必要がある。以下順に設定していく。

車両の選択と車両コストの設定

日本での車両価格を設定する。日本にはディーゼル乗用車が市場に無く、ここでは仮のディーゼル車両価格を設定する。そこで設定に際し、普及している欧州のディーゼル乗用車のデータを参考にする。ディーゼル乗用車とガソリン乗用車の両方のエンジンを展開している車種を調べたところ、全ての車種において、ディーゼル乗用車の車両価格の方が高かった。例えば、フォルクスワーゲンのGolfとメルセデスベンツEクラスの2車種で、ディーゼルタイプとガソリンタイプの価格を比較する。結果、順に対ガソリンタイプ+約

1500ユーロ、+約700ユーロであった。このことから、日本においても同じようにディーゼル乗用車を販売した際、ディーゼル乗用車の価格はガソリン乗用車に比べ、割高となることが予想される。

では車種の選択を考える。日本では平成17年度からの規制、欧州では同じく2005年からのユーロ4規制があるが、比較すると日本の規制の方が少し厳しく、両者の規制には若干の差がある。しかし、日本の規制に対応するディーゼル乗用車のデータが無いため、欧州のデータを参考にし、基本的にはユーロ4対応レベルのディーゼル車を用いて分析する。より厳しい日本の規制に対応した車を想定した場合、車両価格が若干高く設定される可能性も若干考えられるので、それはケーススタディで取り上げることとする。日本版ディーゼル乗用車を考えるにあたって、現在同じ車種の中で[日本ガソリン車][欧州ガソリン車][欧州ディーゼル車]の3種類のタイプがあり、ユーロ4規制をクリアしているものが望ましい。3種類のタイプがあることで、日本版ディーゼル車の設定が可能となる。そこでここではホンダのアコードを用いる。前章で触れたとおりホンダは欧州にてアコードディーゼルを発表し、販売開始後すぐに約2万台を売り上げ、現在も大幅に売り上げを伸ばしている。そのため現在では、ホンダの販売するアコードのうち4割強がディーゼル仕様となっており、今後その数を伸ばしていくと考えられている。また性能面に関しても、多くの関係者・消費者・日本人試乗者がディーゼルエンジンならではの低中速時の優れたドライバビリティを高く評価し、日本の交通事情を考えてもそのメリットを活かすことができると考えられる。また日本でも親しみがある点、ガソリン・ディーゼルの両展開をしている点、ユーロ4を高いレベルでクリアしている点も選んだ理由である。以下にそれぞれ選んだ欧州モデルを挙げる。

車種エンジン	車種モデル名	価格(£)
欧州アコードガソリン(MT)	Accord Saloon 2.0 i-VTEC Sport	18662.98
欧州アコードガソリン(AT)	Accord Saloon 2.0 i-VTEC Sport Auro	19916.98
欧州アコードディーゼル(MT)	Accord Diesel Saloon 2.2i CTDi Sport	20023.73
欧州アコードディーゼル(AT)	Accord Diesel Saloon 2.2i CTDi Sport Auto(仮)	21369.16

* これらのモデルの選択に際し、最も近いスペックとなるよう考慮した。両モデルにおいてエンジン特性の違いから、若干の差はあるものの、本論文の目的において概ね同じと考えて差し支えない範囲である。

* 価格はイギリスの自動車販売会社「jamjarcar」の新車価格を扱った。

欧州のアコードの価格を調べるとマニュアル車とオートマチック車の間に価格の差があり、少なからず結果に影響が及ぶため、区別した。日本では欧州と違い、ほとんどオートマチック車が普及しているため、日本版アコードディーゼル(AT)の価格を求める。このとき基準となり、日本で上記欧州アコードと最も近いモデルはAccord 20 EL FF(AT)であり価格は224.7万円である。ディーゼル車は割高なため、この価格にディーゼル分加算する。まず、欧州アコードガソリンにおいてAT仕様はMT仕様の1.0671918倍である。こ

の価格差割合がディーゼル車においても同じであると仮定した場合、欧州アコードディーゼル（AT）の価格は£21369.16となる。そして今求めたアコードディーゼルのAT仕様とアコードガソリンのAT仕様の価格差の割合を求めると、ディーゼル仕様は対ガソリン仕様 1.0729116 倍であった。この価格差割合を日本のアコードガソリン Accord 20 EL FF（AT）の価格 224.7 万円に当てはめることで、日本版アコードディーゼル車（AT）の価格とする。日本でのアコードの価格は以下ようになった。

車種エンジン	車種モデル名	価格(円)
日本アコードガソリン(AT)	Accord 20 EL	2247000
日本アコードディーゼル(AT) 仮	Accord diesel (仮)	2410832

なお、日本アコードディーゼル（仮）のスペックや仕様等については、エンジン以外は日本アコードガソリンの現行車と同じとする。またエンジンによって変わる排出ガス値や動性能は欧州ディーゼル車と同じ設定とする。具体的な数値仕様は以下に掲載する。

左表：日本アコードガソリン Accord 20 EL 右表：日本アコードディーゼルAT(仮) (数値は Accord Diesel Saloon 2.2i CTDi Sport)

タイプ		20EL			
駆動方式		FF	4WD		
		2.0L DOHC			
車名・型式		ホンダ・DBA-CL7	ホンダ・ABA-CL8	Engine	
トランスミッション		オートマチック(Sマチック)		Layout	Front Transverse
全長(m)		4.665		Cubic Capacity	2204 ltrs/cc
全幅(m)		1.760		No. Cylinders	4
全高(m)		1.470		Cylinder Layout	In-line
ホイールベース(m)		2.665		No. Valves	16
トレッド(m)前・後		1.510/1.505		Fuel Delivery	Common Rail
最低地上高(m)		0.150		Emissions Control	Catalytic Converter
車両重量(ke)		1,390 <1,400>	1,460 <1,470>	Max. Output (BHP)	140
サイドエアバッグ装着車		1,400 <1,410>	1,470 <1,480>	Fuel	Diesel
サンルーフ装着車		-		Transmission	
乗車定員(名)		5		Gearbox	Manual
客室内寸法(m)長さ/幅/高さ		.185(サンルーフ装着車)		Performance	
エンジン型式		K20C		Top Speed	131 mph
エンジン種類・シリンダー数及び配置		直列4気筒横置		Acceleration	9.4 secs, 0-60 mph
弁機構		12バルブ 吸気2 排気2		Fuel Consumption According to EU Directive 93/116	
総排気量(cc)		1,996		Urban	39.8 mpg
内径×行程(mm)		86.0×91.0		Extra Urban	62.8 mpg
圧縮比		9.1		Combined	52.3 mpg
燃料供給装置形式		噴射式(ホンダPGM-FI)		Fuel Tank Capacity	65 ltrs
使用燃料種類		無鉛レギュラー		CO2 Emissions	143 g/km
燃料タンク容量(L)		60		Luggage Capacity	
最高出力(kW[PS]/rpm) ×		114 [155] /6,000	112 [152] /6,000	Boot Capacity	459 ltrs
最大トルク(N・m[kg・m]/rpm) ×		188 [19.2] /4,500	186 [19.0] /4,500	Trailer Load Limits	
燃料消費率(km/L)10・15モード走行(国土交通省審査値)		13.8★ <13.6★>	13.4 <13.2>	Towing Braked	1500 kg
				Towing Unbraked	500 kg
				General	
				Insurance Group	12
				No. Seats	5
				No. Doors	4

(資料) 左表 本田技研工業株式会社 右表 jamjarcar (英国) より

車両に関する税（消費税を除く）

乗用車を購入・保有した際以下の税金が発生する。日本の乗用車にかかる諸税は複雑な税体系の構造となっているため、以下にまとめる。

自動車取得税・・・購入したときの購入価格を基準として課税される都道府県税。

自家用の場合、購入価格の5%である。この税には環境配慮自動車に対し減税措置もある。

自動車重量税・・・車検時ごとに車の重量に応じて課税される国税。自家用乗用車は重量0.5t毎に6300円/年。両アコードは1.4tであるため12600円/年となる。

自動車税・・・・・・毎年4月1日現在の持ち主に対して排気量別に定額で課税される都道府県税。取得税同様プリウスなどの環境配慮自動車に対し減税措置がある。日本アコードガソリンは1998ccのため、年間39500円の負担である。日本アコードディーゼルは2204ccのため、年間45000円の負担となる。

燃料費

石油情報センターの「給油所石油製品市況調査」を基に、2005年12月の全国平均を燃料費として設定する。ガソリン129円（円/L）、軽油106円（円/L）

燃費に関する税

燃料に課税され、課税後の価格が販売される燃料の価格となる。これらの税はランニングコストに影響を与える。

揮発油税・・・・・・国税。ガソリンに課税され、消費量に応じて負担する。48.6円/L

地方道路税・・・都道府県税。ガソリンに課税され、消費量に応じて負担する。5.2円/L

軽油引取税・・・・・・都道府県税。軽油に課税され消費量に応じて負担する。32.1円/L

（3）経済性の比較

では、ここで車両購入費および11年間の維持費をまとめ、合計値を求める。

	日本アコードガソリンAT	日本アコードディーゼルAT(仮)
車両価格(税込)	2247000	2410832
取得税	112350	120542
自動車税	434500	495000
重量税	138600	138600
合計	2932450	3164974

小数点以下四捨五入（単位は全て円）

次に走行距離にしたがって、ガソリン乗用車とディーゼル乗用車の総費用がどのように変化していくのかをみていく。アコードガソリンの燃料消費率(km/L)は13.6km/Lである。

アコードディーゼルの燃料消費率には街道走行時に mpg=39.8、大都市部内を含む街道走行時に mpg=52.3 であり、mpg=0.43km/L で換算するとそれぞれ 17.114km/L、22.489km/L となる。今回の分析では 1 1 年間の走行距離による変化を求めるため、1km あたりの燃費をそれぞれ求めると、以下の値となる。

[アコードガソリン] $129(\text{円/L})/13.6(\text{km/L}) = 9.485294118 \text{ 円/km}$

[アコードディーゼル(mpg=39.8 時)] $106(\text{円/L})/17.114(\text{km/L}) = 6.193759495 \text{ 円/km}$

[アコードディーゼル(mpg=52.3 時)] $106(\text{円/L})/22.489(\text{km/L}) = 4.713415448 \text{ 円/km}$

では、以上の費用を含め、イニシャルコストおよびランニングコストの総費用を求める。

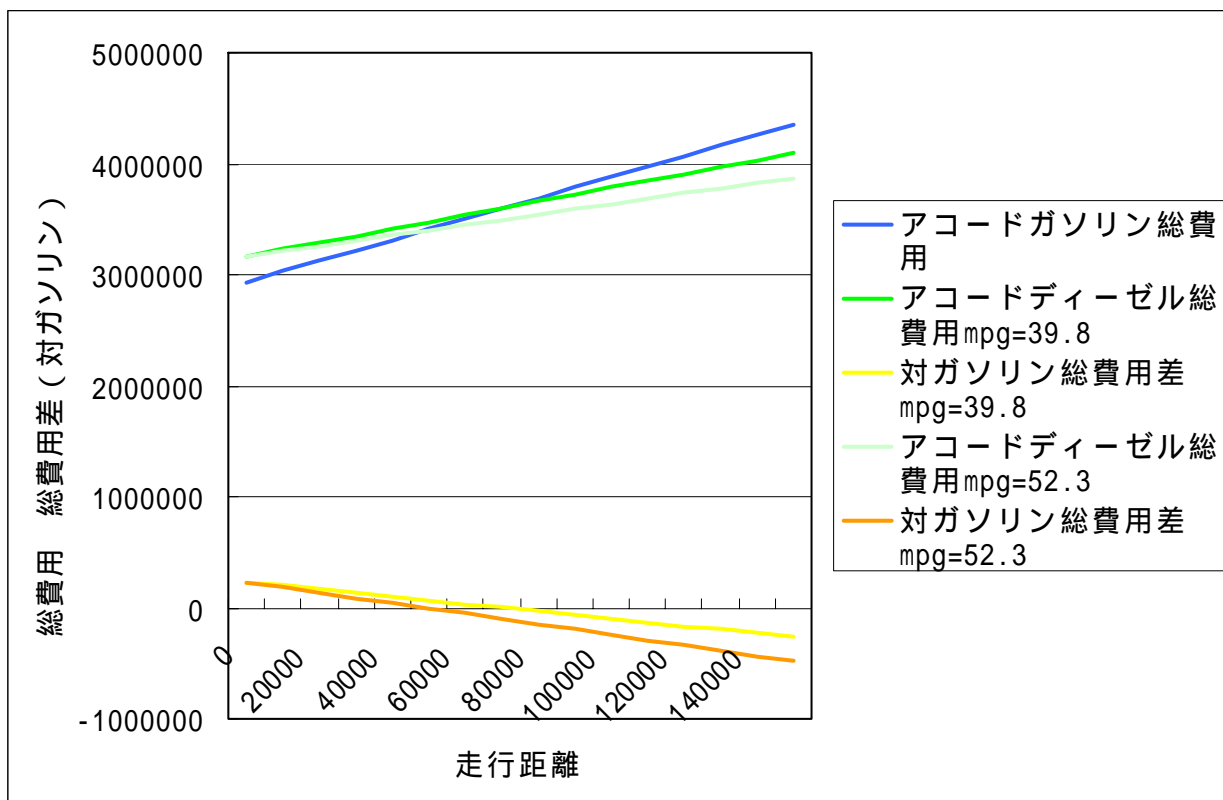
走行距離による総費用および対ガソリン総費用の変化は以下の表、グラフとなる

* 語句補足説明 *

mpg・・・マイル/ガロンを表す単位。

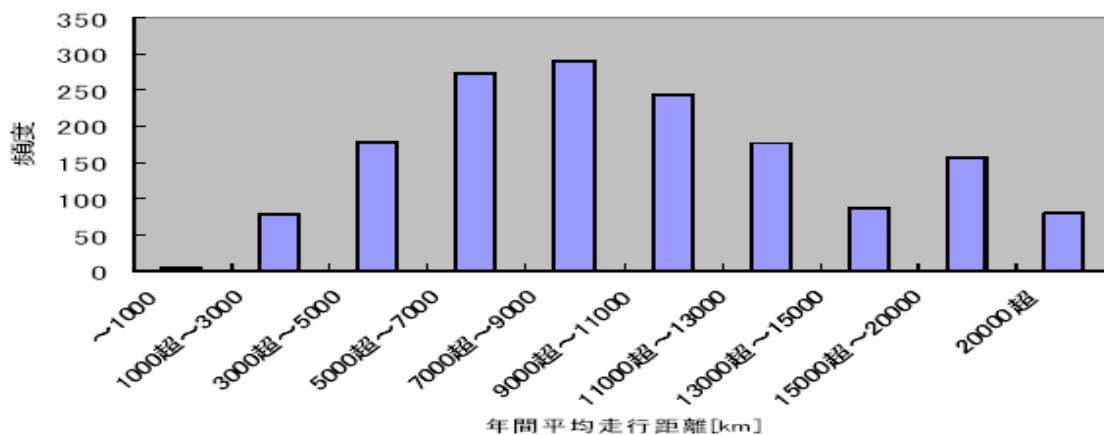
走行距離 (km)	ガソリン 総費用	mpg=39.8		mpg=52.3	
		ディーゼル 総費用	対ガソリン 総費用差	ディーゼル 総費用	対ガソリン 総費用差
0	2932450	3164974	232524	3164974	232524
10000	3027302.941	3226911.595	199608.6538	3212108.154	184805.2133
20000	3122155.882	3288849.19	166693.3076	3259242.309	137086.4266
30000	3217008.824	3350786.785	133777.9613	3306376.463	89367.6399
40000	3311861.765	3412724.38	100862.6151	3353510.618	41648.8532
50000	3406714.706	3474661.975	67947.26888	3400644.772	-6069.933505
60000	3501567.647	3536599.57	35031.92265	3447778.927	-53788.72021
70000	3596420.588	3598537.165	2116.576425	3494913.081	-101507.5069
80000	3691273.529	3660474.76	-30798.7698	3542047.236	-149226.2936
90000	3786126.471	3722412.355	-63714.11602	3589181.39	-196945.0803
100000	3880979.412	3784349.95	-96629.46225	3636315.545	-244663.867
110000	3975832.353	3846287.544	-129544.8085	3683449.699	-292382.6537
120000	4070685.294	3908225.139	-162460.1547	3730583.854	-340101.4404
130000	4165538.235	3970162.734	-195375.5009	3777718.008	-387820.2271
140000	4260391.176	4032100.329	-228290.8471	3824852.163	-435539.0138
150000	4355244.118	4094037.924	-261206.1934	3871986.317	-483257.8005

(単位：円)



アコードガソリン車は車両購入費がディーゼル仕様車に比べ安いものの、走行距離が長くなるにつれてそのコストメリットは縮小していく。そしてアコードガソリン車のコストメリットは、アコードディーゼルの mpg=39.8、mpg=52.3 の両場合において、走行距離がそれぞれ約 70643 km、48727 km の地点において逆転されている。つまり、この走行距離を超える場合、ディーゼル仕様車の方が経済的に有利となることがわかる。

ではここからアコードディーゼルの mpg=39.8 のケースを用い、検証をしていく。ガソリン仕様車のコストメリットを超える走行距離 70643 km は、1年あたりの走行距離に換算すると約 6422 km である。現在、日本における普通自動車年間平均走行距離は 9896 km である。また以下の表は日本の年間平均走行距離と頻度の関係を表している。



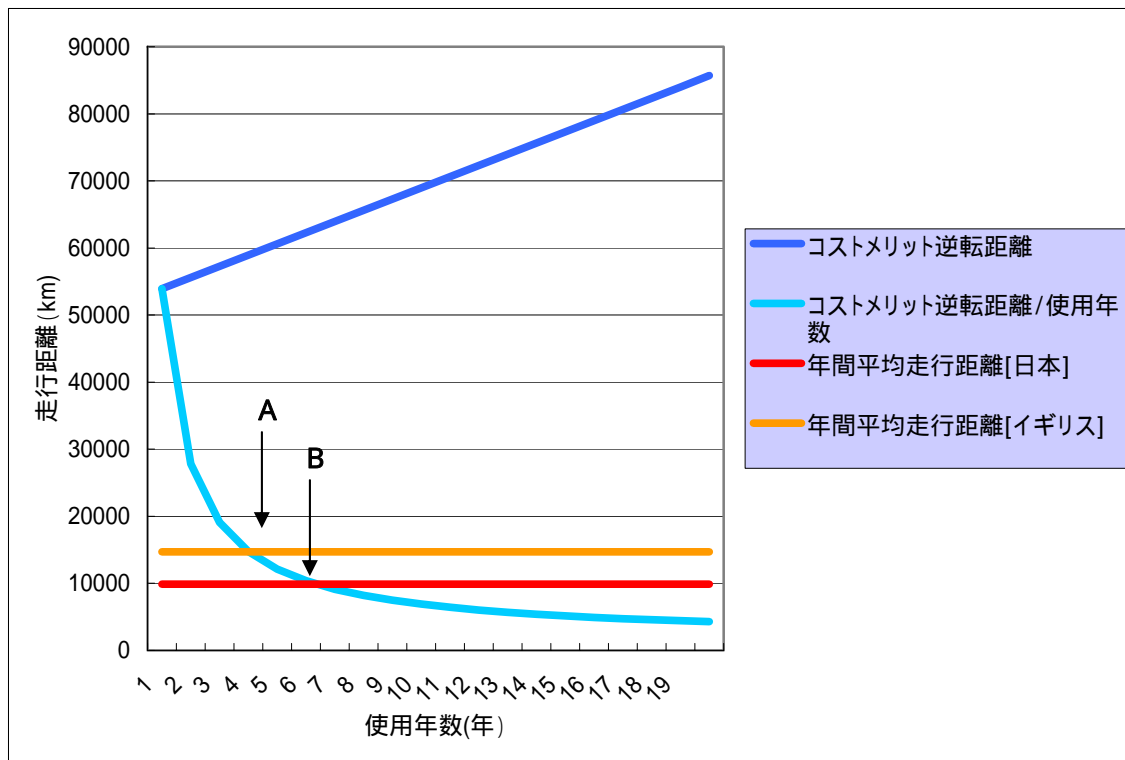
(資料) 三菱総合研究所

この表から年間平均走行距離は約 8 割強の頻度で 7 0 0 0 km を超えることがわかる。このことから使用年数が 1 1 年の場合、多くの消費者はアコードガソリンに比べ、アコードディーゼルの方がコストメリットを享受できるといえる。

(4) ケーススタディ (使用年数)

日本は欧米と比べ、自動車の平均使用年数が短い。それは前述した日本人の自動車選択の要素である「人気に影響されやすい」や他にも「地位や自己表現」といった要素が欧米に比べ強いと言われていることも関係していると考えられる。使用年数はイニシャルコストに少なからず影響を与える。では、この使用年数の変化はガソリン車とディーゼル車の経済性にどのように表れるのか。先ほどのアコードの例を用い、検証したところ以下のような結果が得られた。(I C = イニシャルコスト、 G = ガソリン、 D = ディーゼルを表す)

使用年数 (年)	自動車税 Accord G	自動車税 Accord D	重量税 (共通)	I C Accord G	I C Accord D	コストメリット 逆転距離 (km)	逆転距離 / 使用年数
1	39500	45000	12600	2411450	2588974	53933.50529	53933.50529
2	79000	90000	25200	2463550	2646574	55604.45839	27802.2292
3	118500	135000	37800	2515650	2704174	57275.4115	19091.80383
4	158000	180000	50400	2567750	2761774	58946.36461	14736.59115
5	197500	225000	63000	2619850	2819374	60617.31771	12123.46354
6	237000	270000	75600	2671950	2876974	62288.27082	10381.37847
7	276500	315000	88200	2724050	2934574	63959.22392	9137.031989
8	316000	360000	100800	2776150	2992174	65630.17703	8203.772128
9	355500	405000	113400	2828250	3049774	67301.13013	7477.903348
10	395000	450000	126000	2880350	3107374	68972.08324	6897.208324
11	434500	495000	138600	2932450	3164974	70643.03634	6422.094213
12	474000	540000	151200	2984550	3222574	72313.98945	6026.165787
13	513500	585000	163800	3036650	3280174	73984.94255	5691.149427
14	553000	630000	176400	3088750	3337774	75655.89566	5403.992547
15	592500	675000	189000	3140850	3395374	77326.84877	5155.123251
16	632000	720000	201600	3192950	3452974	78997.80187	4937.362617
17	671500	765000	214200	3245050	3510574	80668.75498	4745.220881
18	711000	810000	226800	3297150	3568174	82339.70808	4574.428227
19	750500	855000	239400	3349250	3625774	84010.66119	4421.613747
20	790000	900000	252000	3401350	3683374	85681.61429	4284.080715



考察

この結果は使用年数が増えれば増えるほど、アコードディーゼルがコストメリットを享受するために必要な「1年間の平均走行距離」が短くなることを示している。また、年間平均走行距離の長いイギリスに対し、日本はディーゼルによるコストメリットを享受できるまでに長い年数が必要であることがわかる。ディーゼルによるコストメリットが得られる具体的な使用年数は、グラフの交点A、Bから求められる。コストメリット逆転距離/使用年数の近似曲線はエクセルにより導かれる。

[コストメリット逆転距離/使用年数 曲線] $y = 48461x^{-0.8322}$

[A点] $y = 14720$ より、 $x = 4.1862\dots$

[B点] $y = 9896$ より、 $x = 6.7460\dots$

つまりイギリスでは約4.19年、日本では6.75年となり、この値以上アコードを保有・使用する場合、ディーゼル仕様車の方が経済的に優位となる可能性が高い。さらに使用年数が増えれば増えるだけ、そのコストメリットは拡大していくことがわかる。

また、年間平均走行距離が少なく、ガソリン車の方が経済性に勝っているユーザーも、その使用年数を長くすることで、経済性が逆転できる。例えば、年間平均走行距離5000kmのドライバーの例を考える。日本の平均的な使用年数である約11年の使用期間では、前検証で求めたコストメリット逆転距離6422kmに達していないため、ガソリン仕様車に経済優位がある。しかし、同じ5000kmでの年間平均走行距離でも、同じ車により長く乗る場合、上記表より16年目から今度はディーゼル仕様車へ経済優位が変わる。

ガソリン仕様車に対してディーゼル仕様車が経済優位を得ることを考えたとき、より少ない走行距離で経済優位を達成することが効率的であるとした場合、次の特徴が表の[逆転距離/使用年数]から導ける。この効率性を Y 、時間を T とすると、 $Y = F(T)$ となり、

$$F'(T) > 0, F''(T) < 0 \text{ となる。}$$

(6) 考察

仮に設定した日本アコードディーゼル(AT)から以上の結果が求められた。これらの結果からディーゼル車について以下のことが導ける。

- ・ 現段階において、日本の平均使用年数では約8割強の割合でユーザーは経済的なメリットが享受でき、普及する環境は整っているといえるが、欧米と比べた場合そのメリットは体感しづらいものとなっている。また日本に多い走行距離の短いユーザーに対してはコストデメリットが発生する。
- ・ 使用年数を増やすことで、ディーゼル乗用車のコストメリットは享受しやすくなる。特にディーゼル車のメリットが発揮しづらい走行距離の少ないユーザーは、使用年数を長くすることでそのデメリットを解消できるため、いかにして走行距離を伸ばすかが鍵となる。使用年数は総じて欧州の方が長く、この点に関しても日本はディーゼルの経済性メリットを少なくしている。

このように日本では概ね経済的メリットは享受できるが、総じて欧州に比べそのメリットが少ないものと考えられる。また今後新長期規制や2009年から導入されるポスト新長期規制など、ディーゼル車に対する排出ガス規制が強まることは間違いなく、これらの規制をクリアするために、燃料噴射の更なる高度化や装備される後処理技術によって、ディーゼル車の車両価格等のコストが増える可能性もあり、さらにこれらの経済性メリットが少なくなっていく可能性もあるといわれている。欧州との差や車両価格の上昇が、日本でディーゼル乗用車を販売した際にどの程度影響を及ぼすかはわからないが、欧州での普及の実績を考慮すると同じ水準の経済性メリットを有することが望ましい。そのためには、使用年数や走行距離を長くすることで、ディーゼルのメリットをより大きくしていきたいが、欧州のように都市を分散させ、ライフサイクル自体を変えていくことは、あまりに無謀であり、現実的ではない。また使用年数に関しても、長い期間乗ることでディーゼル車の経済的メリットを享受できる反面、長く走る分将来時点で性能劣りした車がずっと走ってしまうこととなり、逆に足を引っ張ってしまう恐れもある。そこで、私は自動車に関わる様々な費用に着目し、費用を操作することで、日本においても欧州と同じ水準の経済性を実現させることが有効であると考え。

そこで、普及を考えた際、以下の目標を設定する。

[目標]ディーゼル乗用車で欧州と同じ水準のコストメリットを達成する。

では、この目標を達成するために、自動車に関わる費用をみていきたい。自動車に関わ

る費用には車両価格と燃料費、そしてこれらにかかる税金がある。ここで注目したいのは税である。現在、日本の自動車業界では環境配慮自動車に対し、購入翌年までの自動車税の減税措置を行っている。これは排ガスや燃費水準を基に減税対象を選定しているものである。また数こそ少ないがメタノール車や電気自動車などの低公害車に対し自動車取得税減税（購入時）もある。この他に補助金制度もある。例えば、トヨタ自動車が発売するハイブリッドカー「プリウス」などの環境配慮自動車は年間走行距離6000km以上ユーザーに対し、プリウスへの買い替え時に補助金が適用される。これらの優遇措置は低公害車の普及に少なからず影響をもたらしたことから、これらの優遇措置をディーゼル車の導入に活用し、目標を達成することを考える。では、これらの政策が、ディーゼル車の経済性にどのような変化をもたらし、いかにして欧州水準の経済メリットを達成できるかを考察する。先に挙げたアコードの例を用いると、各費用および税は以下の表で表される。ここでは各費用および取得税率減税分・自動車税減税分・車両価格増分・補助金の値を以下の記号でおく。

	日本アコードガソリンAT	日本アコードディーゼルAT(仮)
車両価格(税込)	G	D
燃料費	m	n
取得税率減税		Ds
自動車税減税		Dj
車両価格増分		Dc
補助金		Dh
合計	TCg	TCd

(単位：円)

これらの値が変化することで、以下のようなケースが考えられる。

ケース 車両価格が高くなる場合

燃料噴射の更なる高度化や装備される後処理技術によって、ディーゼル車の車両価格等のコストが増える可能性がある。

ケース 自動車税、取得税のどちらか、あるいは両方が減税する場合

$$Ds + Dj > 0$$

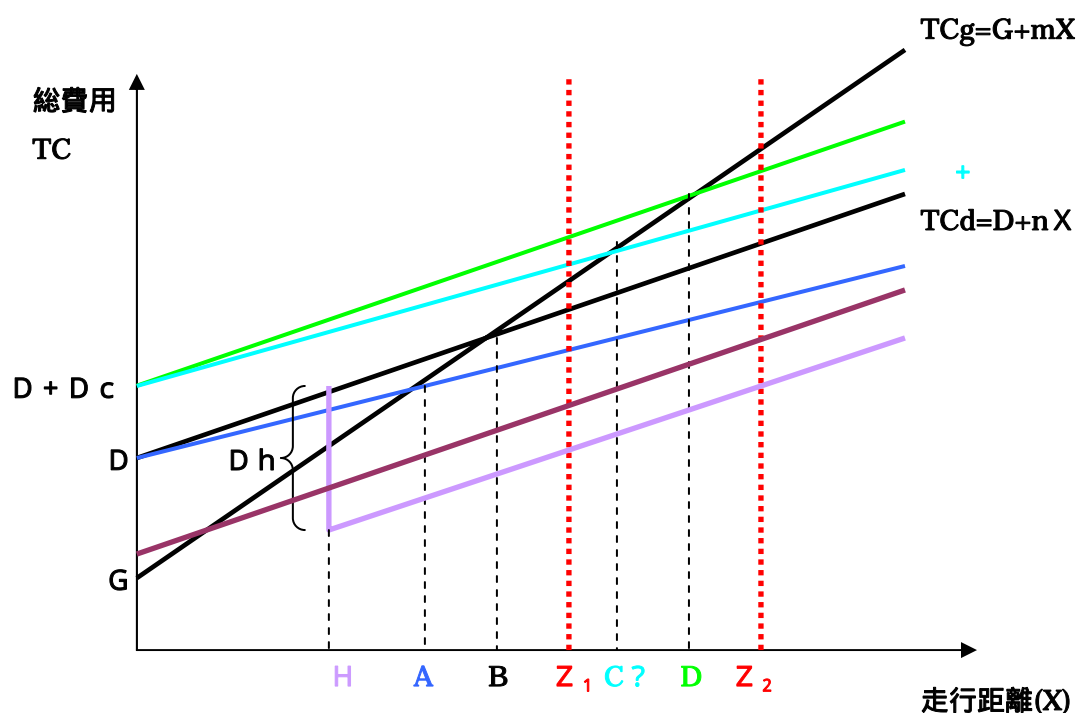
ケース 軽油燃料費をガソリンに比べ相対的に減少させる場合

ケース 現行と同じように一定の走行距離に達した自動車に対し補助金を適用する場合

ケース に関しては、現行で行われたことは無いが、政策として有効ではないかと考え、提案したものである。中央大学の鹿島茂教授によれば、「二酸化炭素の削減を考えたとき、同額増税を行うのであれば、取得保有課税よりも燃料課税を行うほうが効果的である」とある。ここではディーゼル乗用車について言及していないが、仮に現ガソリン燃料課税が

なされた場合、ガソリン車は総費用が増え、二酸化炭素の削減に結びつく。しかし同じ二酸化炭素の削減を考えるのであれば、ディーゼル乗用車が大きな効果をもたらすことに注目したい。ガソリン燃料課税に対し、クリーンディーゼル乗用車に対する軽油燃料新課税を減税あるいは非課税にすることで、現費用と変わらないままにディーゼル車の相対的なコストメリットが生じる。そうすることで、よりディーゼル車のコストパフォーマンスが相対的に大きくなり、ディーゼル車への移行に結びつく可能性がある。このことから、新たに燃料課税がなされた場合における軽油の新課税分の減税（非課税）のケースを取り上げる。

ではこれらの各ケースがどのような効果および変化をもたらすかを、グラフを用いて検証してみる。



- * グラフは結果の大小関係を表すことを目的としており、詳細な比率では描かれていない。
 - * グラフの基本的な構成は、日本における平均使用年数である10.93年を考慮し、11年使用時のものを参考とした。
 - * 基本的な構成は前述したアコードの表およびグラフを基に作成した。
 - * 欧州との比較のため、欧州と日本でガソリン車およびディーゼル車の総費用を同じものとした。
 - * 自動車税減税は本来翌年まで減税措置があるが、グラフの簡易化のために翌年の減税分を購入時の減税分にまとめた。
- 上記グラフにおいて、
 、
 、
 はそれぞれケース、ケース、ケース、ケース

を表したものである。また黒の太線は、変化する前の状態を表している。変化する前に
いて、ディーゼル車のコストメリット逆転距離はBである。また Z_1 および Z_2 は日本の平均
走行距離を表したものである。

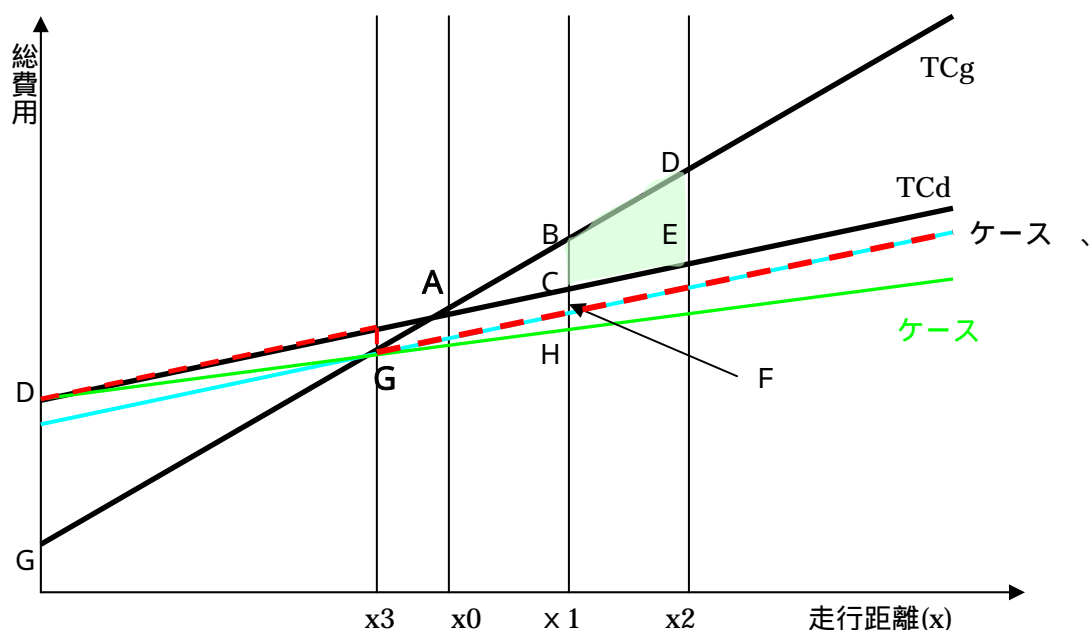
考察

- ・ケース における総費用は直線 となり、ディーゼル車のコストメリット逆転距離はB
からDへ伸びる。車両コスト増加分ディーゼル仕様車はコストメリットが得られにくく
なることを表している。日本の平均走行距離が Z_1 の場合、ディーゼル車はそのコスト
メリットを享受できるユーザーが少なくなってしまう、経済性を活かした普及は難しく
なる可能性が比較的高い。一方、平均走行距離が Z_2 のときはこの距離に到達する前に
ディーゼル車がガソリン車に比べ経済的優位にたつ可能性が高く、車両価格が増加して
もなお普及する可能性は十分にあるといえる。
- ・ケース における総費用は直線 となり、ケース と逆方向へシフトする。これらの減
税措置はディーゼルのもつ経済優位性を現状と比べ必ず強める効果があり、有効である
ことは明らかである。
- ・ケース における総費用は直線 となり、ディーゼル仕様車はガソリン車と比べ、さら
にその経済性優位を強める。軽油燃料の相対的減税措置はディーゼル仕様車の普及を後
押しすることを示している。このことは、揮発油税率増加や軽油引取税率減少などの政
策も同じような効果をもたらすと考えられる。仮に車両価格が上がった場合にこのよう
な政策がとられた場合、直線 + の直線となる。直線の位置はケース とケース の
それぞれの変化量の大小によって結果が異なるものとなる。グラフから走行距離Cが、
AからDの間にある場合 ($A < C < D$) ガソリン車と比べディーゼル車はその経済性優
位保つことがわかる。しかし、 $C < Z_1$ および平均走行距離が Z_2 のときは、ガソリン
車に優位性を保てるが、 $C > Z_1$ のときディーゼル車はコストメリットを失う場合が多
いと考えられる。このことから、仮にCと Z_1 の大小関係でディーゼルの普及が決定さ
れるとき、この政策は普及を後押しするが、 $C < Z_1$ 時にはその効果が少ないものとな
ってしまう。
- ・ケース における総費用は走行距離がHに到達する前までは直線TCdと同じ総費用で
あるが、走行距離H以降は補助金分直線TCdが下にシフトする。補助金はどのケース
と併用しても、ディーゼル車の経済性優位を大きく強める。特に、ディーゼル車がガソ
リン車に対しコストデメリットが発生しやすい短い走行距離では、その差を大きく縮小
あるいは逆転する可能性がある。また自動車使用年数が比較的短いユーザー（買い替え
の早いユーザー）に対してもディーゼル車の経済性優位を享受しやすくなる。

では、これらの政策を用いて、欧州水準の経済メリットを達成することを考える。

このとき以下の仮定をおく。

- ・ 欧州の水準の例としてイギリスを用いる。
- ・ モデルの簡素化のためにイギリスの自動車設定を先に設定したアコードとし、諸費とともに日本と共通とする。また使用年数も日本と同じ11年とする。(実際には多少の差があるが、今回の分析ではその差による影響が少なく、結果に影響がでないと考ええる。)
- ・ mpg=39.8とし、先の分析結果からガソリン仕様車とディーゼル仕様車の総費用逆転距離は70643kmとする。1年あたりの走行距離に換算したものは6422kmである。
- ・ 日本の年間平均走行距離を10000km、イギリスの年間走行距離を15000kmとし、それぞれ x_1 、 x_2 と表す。
- ・ ディーゼル乗用車の経済性優位の水準は、年間走行距離時におけるガソリン仕様車とディーゼル仕様車の総費用差とする。



イギリス、日本の総費用差はそれぞれグラフの AED 、 ABC で表される。

日本がイギリス水準の総費用差を達成するためには、両国の差である $BCED$ (薄緑部) 分を日本の総費用差へ増やす必要がある。そこで政策によって A を動かすことで、このことを達成する。以下、先ほど挙げたケースの政策を順にみていく。

まず、ケースの自動車税・取得税の減税であるが、その効果は先に述べたとおり、ここでは TCd を下にシフトさせる(水色の直線)。減税措置を行った場合、直線 TCd はより走行距離の短い距離 G で直線 TCg と交わる。ここで $ACHG$ の面積を $BCED$ の面積と等しくさせることで、両国の総費用差は同じものとなる。つまり $ACHG$ と $BCED$ が等しくなるような減税制度を設定することで、目標は達成される。

ケース であるが、上記グラフでは緑の直線で表される。この直線と直線TCgの交点をG'とすると、G'HCAとBCEDが等しくなるように、ガソリンと軽油の課税割合を設定することで、両国の総費用差は等しくなる。

ケース の補助金であるが、グラフの赤い点線で示される。補助金は前述したとおり一定の距離で、直線TCdを下に平行シフトするものであるため、イギリスと同じ総費用差を達成するには2通り考えられる。一つ目は走行距離×3までの任意の距離でケース と同水準（あるいはそれ以上）まで下にシフトさせ、ケース と同様の効果をもたらす方法である。二つ目は走行距離×3から×1の間で、ケース の減税分以上の補助金を出し、総費用差をBCEDと等しくさせる方法である。

これまで、これら3ケースの政策について達成する方法および水準を考えてきた。ここで実際の導入可能性を検討する。具体的な値を設定するため、アコードの事例を用いて、具体的な数値を求めていく。

両国の×1、×2での年間での総費用差は前に求めた経済性の表から

$$ABC = 129544 \text{ 円} / 11 \text{ 年} = 11776 \text{ 円}$$

$$ADE = 294121 \text{ 円} / 11 \text{ 年} = 26738 \text{ 円} \quad (\text{小数点以下切捨})$$

と求められる。この両国の総費用差の差は

$$ADE - ABC = 14962 \text{ 円}$$

である。また11年の使用での総費用差の差は164582円となる。

つまり政策によりこの差額を補うようそれぞれの政策を設定するべきである。

まず補助金を考える。前述したとおり、現在プリウスなどの低公害車に対し、補助金制度がある。この補助金額は年間走行距離が一定距離以上（プリウスの場合は年間6000km）のユーザーに対して19万円となっている。この制度の枠組みをディーゼル車にも適用したとすると、先ほど求めた11年間での総費用差の差は164582円であり、この額を補助金として考えた場合、プリウスの例からも実現可能な水準であるといえる。また、補助金の適用を決定する一定の走行距離を短く設定することで、日本の都市部に多く見られる走行距離の短いユーザーに対しても、そのコストデメリットを緩和させ、ディーゼル乗用車購入へのインセンティブを与えることができる。

自動車税の減税に関しては、年間の支払いの際に約15000円の減税をすることで、この差額を補填できる。都道府県の減収の補填をどうするかが問題となる。しかし、現在低公害車に適用されている減税率は25%から50%と非常に大きなものとなっており、この額の減税は現実的なものであるといえる。

自動車取得税は購入時のみに適用される税であり、この税を減税しただけでは16万円の差額の補填は難しい。他の政策との併用が望ましい。

次に軽油価格の相対的減税については、どの程度軽油とガソリンの価格差を作る必要があるかを計算する。現在1 kmあたりの燃料価格差は3.2922円である。この総費用差の差を補填するために追加的に必要な費用は

$$14962 \text{円} / 9896 \text{km} (\text{日本年間平均走行距離}) = 1.5119 \text{円} / \text{km}$$

であり、1 kmあたりの軽油とガソリンの価格差を4.8041円に設定することで、日本はディーゼル仕様車から欧州と同じ水準のコストメリットを享受できる。この価格差を減税措置や新燃料課税の非課税によって実現できるかは、様々な要素が絡むため判断することは難しい。しかし、仮に実現されれば多くのユーザーが欧州のようにランニングコストを重視した車選びをし、自然とディーゼルユーザーが増えることが予想できる。またガソリンの相対価格が上がることで、同時にガソリン車の二酸化炭素削減にもつながり、ガソリン車で二酸化炭素削減・ディーゼル車普及での二酸化炭素削減と二つの効果が期待できる。また、これらの政策の実現が現実的に難しい場合、それぞれの政策を組み合わせることでそれぞれの政策によるマイナス面を最小限に抑えることができる。

これらの政策は実現可能性がわからないものもあるものの、概ね経済面において導入可能な範囲内にあるといえる。これらの政策は、ディーゼル車の普及を妨げている原因である「ディーゼル車の悪いイメージの先行」についても、政策によって購入の後押しをすることで、ディーゼル車の高い性能が悪いイメージを払拭するであろう。ディーゼルならではの高い走行性能は、最近のモーターショーや試乗会にて多くの日本人ドライバーを虜にしている。一度、良いイメージができれば、自ずとディーゼル車に対する良いイメージは広まっていくだろう。

以上の結果から次の結論が導かれる。運輸業界の二酸化炭素削減に向けて、クリーンディーゼル車の導入は有効な手段であるといえる。日本へディーゼル車の導入を考えたとき、現状のままでも概ね経済的な問題は無い。しかし、以前の日本や欧州と比べそのコストメリットが少なくなったため、普及させるためには、いくつかの政策により、ディーゼル車のコストメリットを今以上に強く打ち出す必要がある。これらの政策は概ね現実的な範囲内にあることから、ディーゼル車の導入は可能かつ有効であるといえる。

終章

本論文に取り組んでいる最中に、2006年秋よりメルセデス・ベンツがディーゼルエンジンを搭載した「E320 BLUETEC」を北米向けに販売すると発表した。課題とされていたNOxの削減を独自のシステム「BLUETEC」で大幅に解消している。このようにディーゼルの技術は日々進歩しており、これはそれだけ導入の価値があることを裏付けている。本田技研工業は以前「将来クリーン化が進めば、一気にディーゼルエンジンが主役となる可能性が十分あり、独自のディーゼル技術を開発している」との見解を示していたが、メルセデス・ベンツのBLUETECの発表は、まさにこの時が迫っていることを予感させる。世界の自動車市場は大きく変わりつつある。早急な地球温暖化対策の必要性が高まる中、ディーゼル車の普及がその解決策の一つであることは間違いない。日本の自動車市場へのディーゼル乗用車導入を促進させるには、政策的な後押しが一つの鍵となるであろう。運輸業界における二酸化炭素削減対策として、大きな可能性をもつディーゼル車が、今後日本において普及し、活躍することに期待したい。



メルセデス・ベンツ E320 BLUETEC (デトロイトショー2006より)

参考文献

- ・ 『誰も知らなかった新世代クリーン・ディーゼルその真実と未来』
双葉社 家村浩明著 2004年発行
- ・ 『地球環境世紀の自動車税制』 勁草書房 鹿島茂著 2003年発行
- ・ 『ディーゼルこそが地球を救う』
ダイヤモンド社 小川英之/清水和夫/金谷年展共著 2004年発行
- ・ J C C C A H P <http://www.jccca.org/find/ondanka/pamph/page5.html>
- ・ 財団法人 自動車検査登録協会 H P <http://www.aira.or.jp/>
- ・ 東京モーターショーウェブサイト <http://www.tokyo-motorshow.com/>
- ・ 財団法人 日本自動車研究所 <http://www.jari.jp/pdf/fcev/200401.pdf>
- ・ 社団法人 日本民営鉄道協会 H P
<http://www.mintetsu.or.jp/rail/future/equipment.html>
- ・ 社団法人 日本自動車工業会 (J A M A) H P <http://www.jama.or.jp/index.html>
- ・ 本田技研工業株式会社 H P <http://www.honda.co.jp/>
- ・ HONDA UK HP www.honda.co.uk/
- ・ HONDA WORLD HP <http://world.honda.com/>
- ・ トヨタ自動車工業株式会社 H P <http://www.toyota.co.jp/index.html>
- ・ 株式会社三菱総合研究所 H P <http://www.mri.co.jp/>
- ・ 環境省 H P <http://www.env.go.jp/>
- ・ 東京都 H P <http://www.metro.tokyo.jp/>
- ・ jamjarcar (英国) <http://www.jamjar.com/default.aspx>
- ・ http://www.greencarcongress.com/2004/12/comparing_accor.html