

卒業論文

ディーゼルエンジン車の普及について

大沼あゆみ研究会第6期
経済学部4年7組
成川 純平

芝居は終わった、歡喜せよ！

Acta est fabula, plaudite!

-Augustus

目次

序論

本論

- I. 日本の運輸部門の温暖化ガス排出量について
- II. 自家用自動車の二酸化炭素排出量とその解決策について
- III. ディーゼルエンジンについて
- IV. ディーゼルエンジン普及の現状
- V. 分析

総括

参考文献

序論

1997年12月11日、気候変動枠組条約に基づく形で一つの大きな国際的地球温暖化防止会議が執り行われた。そこで議決された議定書は通称『京都議定書』と呼ばれ、各締約国の2008年から2012年までの温室効果ガス削減目標とそのメカニズムが記されている。

その中で日本に課せられている温室効果ガス排出量1990年比マイナス6%は、これまで数多くの削減努力を行っていた日本企業にとっては非常に達成困難な目標数値であると言われている。しかしながら、それを不可能だと言って払いのけるのも一つの選択肢ではあるのだが、実現不可能な目標を「押し付けられた」ことは努力を投げ出す理由には決してならない。また、このことは今までのような小手先の削減施策に頼らず、もっと抜本的な大きな「変化」が日本に求められている所まで来ているようにも考えられるのではなかろうか。

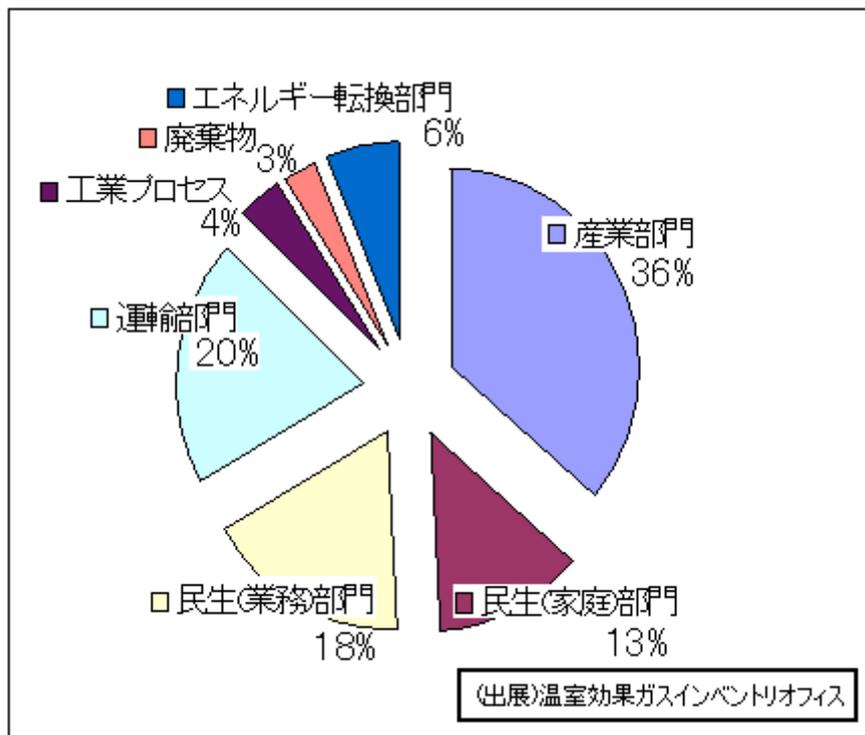
それはつまり、端的な例を言えば火力発電をベースとした電力生産から風力や太陽光などの自然エネルギーを利用した発電方式への転換といったようなものである。しかしながら、こういった自然エネルギーの導入には技術的な問題が数多く専門家から訴えられており、また何よりも2012年までという時間的な制約が枷となって現実味を帯びてこない。

私は本研究論文に於いてこれらを勘案し、大きな技術革新を待つ必要がなく、現在ある技術の中でも効率的に温室効果ガスを削減できる可能性として大きく期待されている「ディーゼルエンジン乗用車の導入」に着目をした。以後の本論ではまず、日本の温室効果ガス排出の現状を整理し、その中でも特に自家用自動車部門の排出量について言及をする。また同時に、欧州に於けるディーゼルエンジン車導入の実情やその背景などについても説明をしようと思う。その後、何故ディーゼルエンジン乗用車を推進するのかをガソリン車と比較した上でその優位性を立証したい。

本論

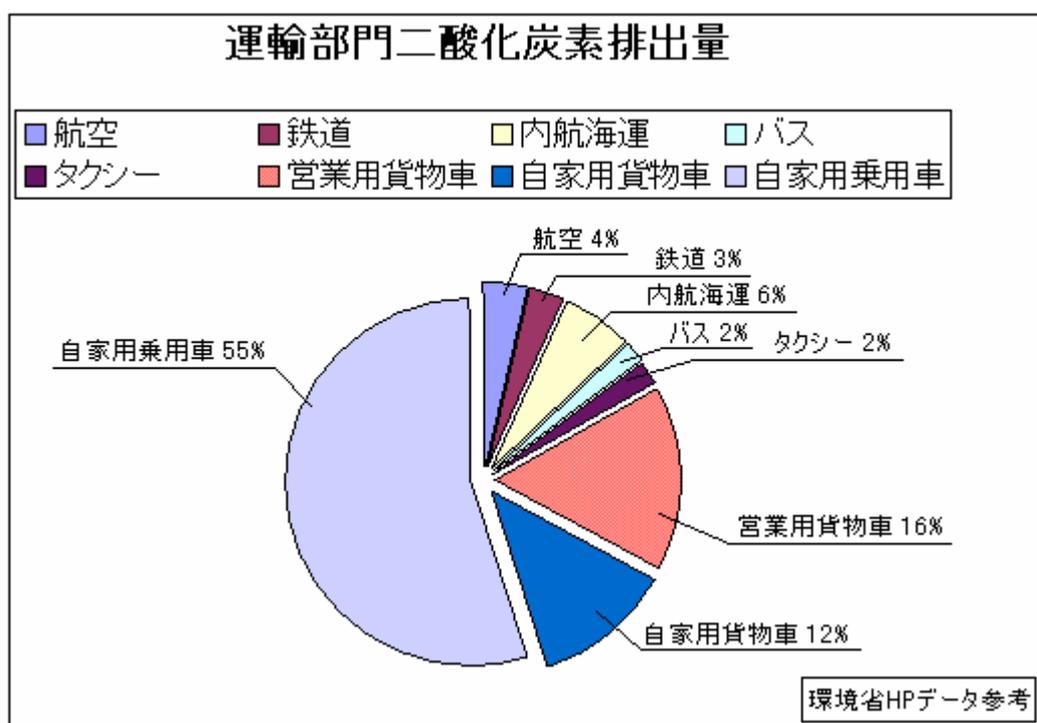
I. 日本の運輸部門の温暖化ガス排出量について

序論にも述べたように日本は京都議定書で温室効果ガス排出量を 1990 年比 94%に、つまり 6%もの削減義務を課せられている。まずは状況の整理として日本の温暖化ガス排出現状の内訳を二酸化炭素ベースに換算したものを以下のグラフにまとめてみた。



まず、この中でもっとも大きなパイを占めるのは産業部門であるが、先にも述べたようにこれまで多くの削減努力を行ってきた企業にとってこのパイをさらに小さくすることは容易い問題ではない。また、話は前後するがエネルギー転換部門での排出量は総排出量の 6%であり、この観点からも自然エネルギーの導入による京都議定書の削減目標達成は難しいと言えよう。

さて、このグラフの中で私が注目をして欲しいのは水色の枠、運輸部門である。上グラフは 2006 年のデータを基に作成をしたのだが、運輸部門は産業部門について大きな数値を占めていることは明らかであろう。また、それと併せて以下のグラフ資料も併せて参考頂きたい。

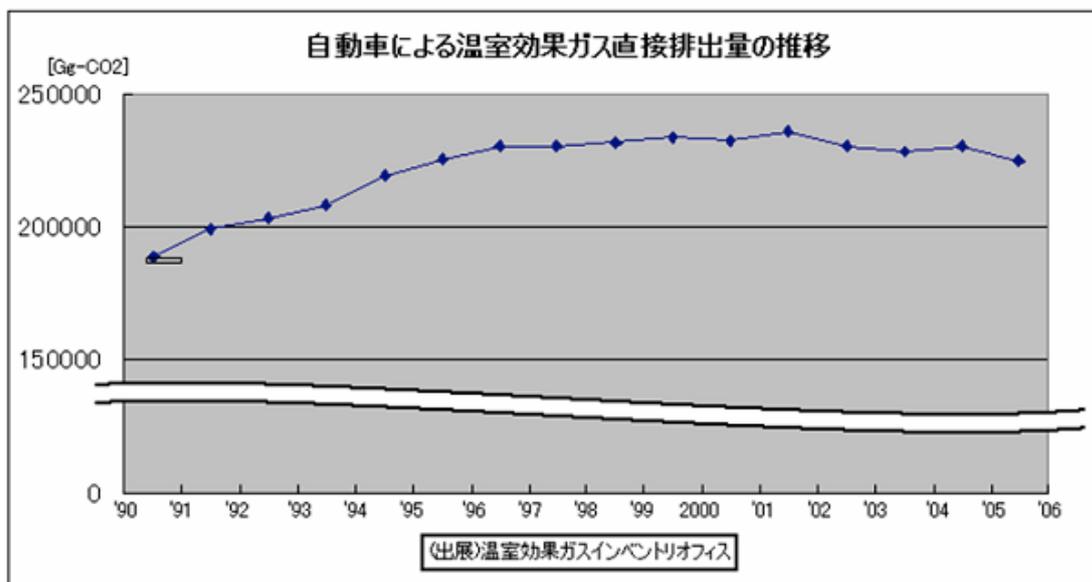


これは、運輸部門の二酸化炭素排出量をさらに環境省のデータを参考にして、細かく分類したものである。この中で自家用自動車は実にその半分以上を占め、大雑把に言えば日本の二酸化炭素総排出量の実に 10%以上を、私たちが日常生活で自動車を乗り回すことによって発生させている計算になる。

私などは毎日のように自動車を活用するのだが、これは個人的に想像以上の寄与度であり驚いた。それは一偏に自動車に乗る際の外部不経済が全く内部化されていないことに起因するように思える。つまり、自動車はその環境負荷の大きさに反してランニングコストが異常に安いと言えるのではないだろうか。数値として顕在化していない不経済は一般的にそれを実感することが難しく、ついつい多用してしまう危険性は十分に考えられる。これは環境経済学の最も基礎となるうちの1つである外部不経済の理論によって証明される。また、それは発想を逆転して考えれば、この部門を効率化して外部不経済を内部化していくことは、全体の排出量パイに対する影響も決して小さいものではないことが言えよう。

II. 自家用自動車の二酸化炭素排出量とその解決策について

しかしながら、理論と理想は先に述べた形を辿っていくことなのだが、現実はこの自家用自動車部門には京都議定書の目標達成に於いて大きな問題が生じていることが知られている。



上グラフは、環境NGO団体である所の「温室効果ガスインベントリオフィス」のホームページ上に公開されている彼らの調査結果を参考に作成した、自家用自動車による1990年から2005年までの温室効果ガス(一定の比率に従って二酸化炭素ベースに尺度が統一されている)直接排出量の推移をグラフ化して示したものである。

日本政府は京都議定書の削減目標達成の一つの指針として、「京都議定書目標達成計画」を計画・立案している。それは温暖化対策要素ごとに、どの程度削減を達成できれば全体として京都議定書の削減目標に近づくかという目安を示しているわけだが、その中で政府は「エネルギー消費に係る二酸化炭素排出量の削減」を「(1990年比)プラス・マイナス0%に維持する」としている。

しかしながら現実にはプラス・マイナス0%どころか現状で既にプラス8%を越えているのではないかと議論されており、上記グラフから見て取れるように、自家用自動車の排出量に至っては近年若干の下降減少が見られるとは言え、過去15年間トータルで20%もの排出量増加が見られている。

これは、決して楽観視できる出来事ではない。先にも述べたように自家用自動車の温室効果ガスに対する寄与度は無視できるものではなく、確実にマイナス6%の削減目標「非達成」の一翼を担っていると言えよう。

しかし、かといって事は「自家用」自動車の話であり、そう簡単に規制政策を取って解決に導ける問題ではない。例えば、当たり前の話ではあるのだが、自動車の二酸化炭素排出量はその走行距離に比例をする。つまり、二酸化炭素排出量を減らしたければ走行距離を抑える形を取るのが最も安易な方策と言える（具体的に言えば自動車への炭素税の導入）だろう。しかし、これだけ自動車が日常生活に溶け込んだ中でそれを実現することは非常に難しい。自動車に乗ることによる環境への負荷を無視することは決してできないのだが、それ以上に自動車社会の発展による経済的な正の外部性は大きい。

無論、この現状に自動車会社各社も手をこまねいて見ているわけではない。すでに幾つかの解決策を提案、市場に投入を果たしている。そのうちの代表的なものを少し見ようと思う。

1. 電気自動車



(富士重工業 : R1e)

電気自動車とは電力により推進する自動車をいい、主に外部(専用または家庭用電源)からの充電により電力を得ることが多い。

構造が比較的単純であることから長きに渉って研究、開発されてきた部類の自動車であるが、単純であるが故に簡略化することが難しい。また、現在のバッテリーの主流であるリチウム電池の特性から急速な充電をすることが難しく、今日まで日常生活では主流となっていない。

広義にはソーラーカー等、今後の開発が期待される分野でもある。

2. 水素エンジン



(マツダ：RX-8)

純粋な水素ガスは炭素を含んでいないために燃焼しても二酸化炭素が発生することがなく、廃棄ガスは純度 100%の H₂O(水)のみである。故に究極の無公害エンジンとされている。

しかし、水素はすべての気体の中で最も密度が低いため体積あたりのエネルギー効率はガソリンエンジンよりも劣っている。そのため、一般的なレシプロエンジンではエンジンそのものが肥大化してしまい、自ずと車体も大きくなってしまう。ただし、マツダの RX-8 だけはこの点に関してロータリーエンジンという特殊な構造を持つエンジンによってコンパクト化に成功している。

しかし、いずれにしても走行距離を伸ばすには大量の水素を搭載しなければならず、それだけの物量を如何にして車中に搭載するかの手法などは問題視されている。

3. ハイブリッドカー



(トヨタ自動車：プリウス)

先に述べた電気自動車にあった電気モーターによる駆動と通常ガソリンエンジンによる駆動を併用したシステムを搭載した自動車である。電気モーターとの併用によって通常はエンジンが動いている限りは常にガソリンを消費しなければならないところを効率化している。端的に言えば、無駄なアイドリングは勿論の事、走行中も必要とあらば駆動を切り替えてガソリン消費を抑えることができるのである。

このハイブリットカーは、これまで挙げてきた3つの中では日本を始め世界での注目度は最も高い。それは主に日本の自動車会社であるところの本田技研工業とトヨタ自動車がいち早く市場に投入し成功を収めたことに理由を見ることができるだろう。日本では政府が自動車購入の際に納める税金を軽減するなどの政策を取ったこともあり、トヨタ自動車のプリウスは1997年の市場導入以来10年で全世界での売り上げが100万台を超えるベストセラーとなっている。

昨今、LOHASという生活スタイルを取ることが一部の環境支持者の間で話題になった。これはLifestyles of Health and Sustainabilityの頭文字を取った略語で、健康や環境、それと持続可能な社会に寄与した生活を心がけるという意味であるわけだが、かの有名なハリウッド男優であるレオナルド・ディカプリオなどもこのLOHASという生活スタイルを公然と支持し、実践している人物の内の一人である。彼はキャデラックやメルセデスと言った高級なラグジュアリーカーが犇めく中、颯爽とプリウスを駆ってアカデミー賞授賞式会場に登場したことで話題を呼んだ。

これは一種の環境アジェンダ、あるいは彼自身のアピール活動の一環に過ぎないのかも知れないが、こういったことをきっかけに根付く文化があることもまた事実である。また、それによって導入される環境的な自動車による経済効果、環境効果は大きなものであり、私は、無論LOHAS的な活動に限らずそれ以外の部分に於いても、引き続きハイブリットカーが普及していく事を切に希望している。

しかしながら私は、本論分に於いては流行のハイブリットカーではなく、今ヨーロッパを中心に世界的に以前より大きな注目を集めていたディーゼルエンジン自動車に焦点を当てていきたいと思っている。そのためにまず、ディーゼルエンジンの特徴を以降の節で述べ、それからヨーロッパ（特にドイツ）での導入の現状などを考察したい。

III. ディーゼルエンジンについて

自動車にとって18世紀末から19世紀にかけては、今日の自動車内燃機関の原型と言われる機関が数多く開発されたもっとも初期の重要な時代である。また、諸説はあるが、世界で最初に自動車を開発したとして最も有力視されているドイツの技術者カール・フリードリッヒ・ベンツが同じくドイツ人の技術者であるゴットリーブ・ダイムラーと共に自動車開発事業に取り組み、現在のダイムラー・ベンツ社の前身となる機械工作所を設立したのも1870年代の話である。

ごくごく初期の実験車を除いては、当時からベンツが開発していた自動車のそのほとんどはガソリンを燃料したものであり、早くから自動車の内燃機関として大勢していたのはガソリン仕様であったと言えるだろう。さらに1908年、アメリカでフォード社がフォードT型の生産工場に、かの有名な「フォード式」と呼ばれるベルトコンベアに寄る流れ作業方式を導入した。このT型は言うまでもなくガソリン仕様の乗用車であり、以来自動車は一部の特権階級のものに留まることなく大量生産の時代に入り、今日まで「オートサイクル機関」と呼ばれるガソリン式エンジンが主流となった決定的瞬間でもある。



(1885年式ベンツ：ドイツメルセデス博物館よりレプリカ)



(1908年式フォードT型)

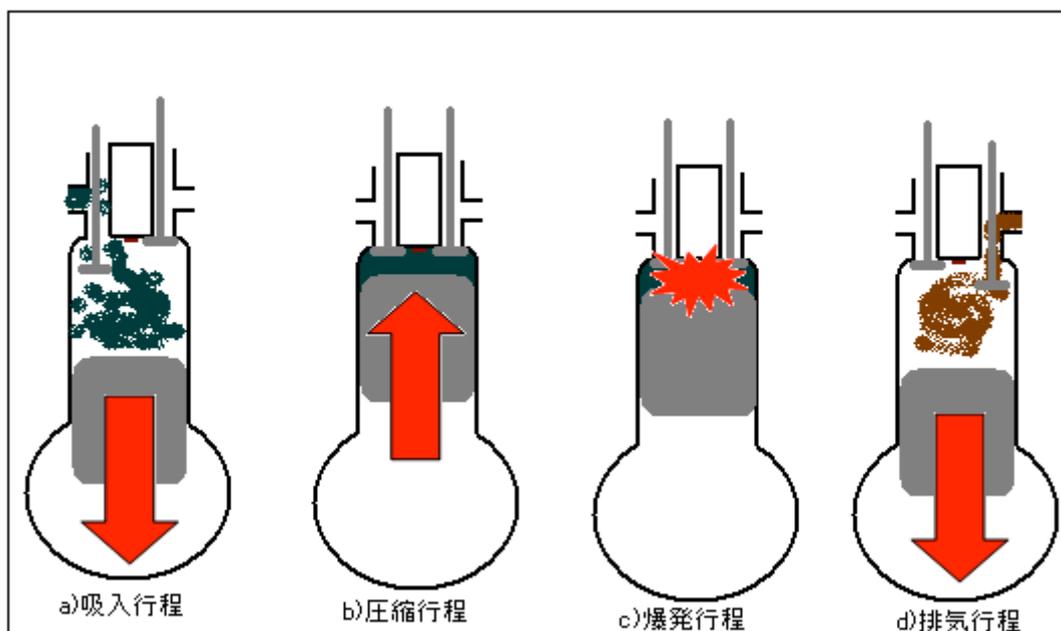
もっともディーゼルエンジンの歴史も古く、その起源は 1890 年代にまで遡る。1892 年にドイツの技術者ルドルフ・ディーゼルは空気のみを内燃機関のシリンダーに送り込み、その温度が燃料であるディーゼルの発火点よりも高くなるまで圧縮・燃焼させる機関を開発した。これは上記にあるオットーサイクル機関をドイツ人技術者のニコラス・オットーが開発したのとほぼ同年である。

ではなぜ、時を同じくして開発された二つの機関方式は今日ここまで差がでるほどに至ったのか。本節ではまずこれらの機関の特性を簡単に解説、比較したうえで後の分析の一助としたい。

ガソリンエンジン(オットーサイクル機関)

ガソリンエンジンは、ガソリンと空気の混合気を燃焼させ、このときに発生するエネルギーを機械的エネルギーに変える熱機関の一種である。ガソリンエンジンで現在もっとも主流となっているのが既に述べられているオットーサイクル機関と呼ばれるもので、下図にあるように「吸入」「圧縮」「爆発」「排気」という 4 行程を経て駆動エネルギーを得るシステムである。

まず、簡易的にはあるが、ガソリンエンジンのシリンダー内でどのようにガソリンから駆動力を得ているのかを図示してみた。下図を参照いただきたい。



まず、キャブレターと呼ばれる機関で一定率に混合された空気とガソリンをエンジンのシリンダー内に吸入をする（前図 a 行程）。更にシリンダー内を圧縮（同 b 行程）することによってシリンダー内の温度を上げて爆発しやすい条件に整え、スパーク・プラグから電気火花によって着火を行う（同 c 行程）。そのとき生まれる圧力によってクランク・シャフトを押し下げ、動力を生み、同時に燃焼ガスを完全に排出（同 d 行程）をする。

この機関が今日に於いて自動車用エンジンの王座を冠したのは、一偏に燃料であるガソリンの持つ爆発的なエネルギー率に因るところが多い。つまり、重量あたりから得られる出力が他の機関と比べて大きく、また燃焼効率を上げるための圧縮であるために圧縮率は比較的小さいために小型化することが容易であったのだ。それは取り扱いが容易であることも意味し、燃料費やその他の整備などにかかる経費も少なくてすむなどにもつながる。

これに加えて、これはガソリンエンジンが台頭した理由というよりは台頭したからこそ生まれた優位性であるのだが、ガソリンエンジンはその需要の高さから多くの技術者によって様々な改良がなされてきた。その最たるものは 1970 年にアメリカで提唱され、後に世界的に自動車の排気ガス規制の先駆けとなったマスキー法に端を発する CVCC エンジンの開発や、三元触媒の導入である。

これはアメリカの上院議員であったエドムンド・マスキーが提案した大気浄化法案であり、具体的には 1975 年以降に製造する自動車の排出ガス中の一酸化炭素(CO)、炭化水素(HC)の排出量を 1970-1971 年型比で 10 分の 1 以下にすることと、1976 年以降に製造する自動車の排出ガス中の窒素酸化物(NOx)の排出量を 1970-1971 年型比で 10 分の 1 以下にすることが定められた。これは義務であり、この基準をクリアできない自動車は期限以降の販売を一切認めないという徹底ぶりだった。

しかし、この基準は当時世界一厳しい排出ガス基準と言われ、期限内の実現は不可能と思われていた。その為、自動車メーカーからの反発に押し切られる形で 1974 年には施行を目前にして廃案になってしまった。ところが、アメリカでは実際には廃案になった法案ではあるが、本田技研工業はこれをクリアできる CVCC エンジンを開発・実用化しており、次いでトヨタ自動車も三元触媒というプラチナなどを触媒にしたものを活用して無害化する技術に成功している。そのため、日本ではマスキー法を参考にした自動車の排出ガス規制法が 1978 年に導入されている。蛇足だが、アメリカが自動車の排出ガス規制法案を導入し、徐々にその規制を厳しくして行って上記マスキー法で定められた基準に達したのは 1995 年の改正案に於いてである。

さて、ここまでの改良がなされ、事実「人体に有害な物質」は殆ど無害化されてきたガソリンエンジン(何を持って「クリーン」と評するかによるが、一般的には都会の空気よりも自動車の排出ガスの方が「クリーン」であるとまで言われているくらいである)ではあるのだが、これまでの歴史の中でひとつ大きな落とし穴があった。それは、決して自動車に限った話ではないのだが、二酸化炭素の排出に関してはそのほとんどが二酸化炭素を「有害物質」として認識して研究をしてこなかったことである。

既に本論の冒頭で述べたことだが、これまで自動車の排気ガスで問題とされてきた主たる要素は「炭化水素」や「窒素酸化物」など、人体に直接的に影響することが強い物質ばかりであった。無論、その方策や指針が間違っていたわけではない。ただ、これは環境問題全般に言えることであるのだが、それまで環境問題は「公害問題」という側面が大きかった。未来に起こりうる不確実なリスクを議論する以前に、眼前で有害な物質によって苦しんでいる人々があり、その人たちのための保障や、今後同じ轍を踏まないための対策に終始しなければならなかった。つまり、未来ではなく過去の「起きてしまった環境問題」に重点を置いていたのだ。

それはある意味では至極当然な話であって、顔も知らない、生まれてもいない100年とも200年とも知れぬ先の子孫の生活よりも、自分たちの生活を改善していくことが急務な時代であったと言える。実際、二酸化炭素を直接口から接種しても身体的に影響がでることは無く(ただし、空気中の二酸化炭素の濃度が上がると過呼吸などの中毒症状を起こす危険性は十分に考えられる)、神経症状などが見られる炭化水素とは一線を画した物質である。

そういった意味ではこれまで廃油同然であったディーゼル燃料を利用したディーゼルエンジンから排出されるガスは硫黄酸化物や窒素化合物を多く含み、より人体に悪影響を与える機関として嫌悪されてきた歴史にも理解ができる。しかし、近年ではその認識が一転、二酸化炭素は今もっとも排出を削減すべき物質の代表格へ一気に躍り出た。無論、他の物質も排出していいわけではないが、これまでの長きに亘る研究でその排出量は微々たる数値に落ち着いているのが現状だ。

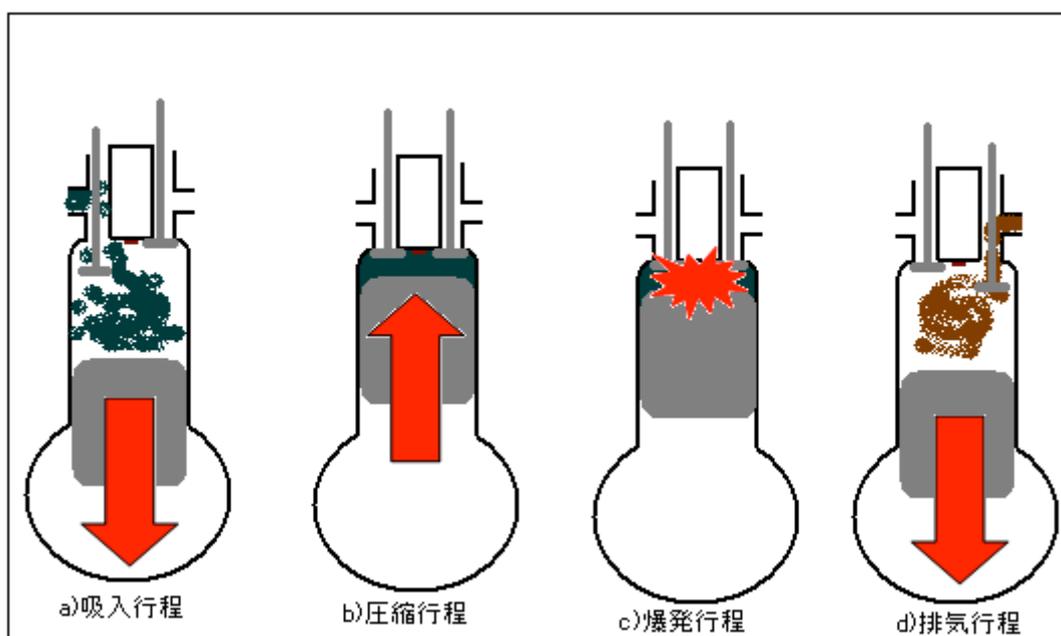
無論、このまま時間が過ぎればガソリンエンジン自動車でも二酸化炭素は削減されていくだろう。その具体例は既に見てきた通りだ。そして、ガソリンエンジンが技術的な発展をしてきたのと同じように、ディーゼルエンジンも大きな進歩を遂げてきた。時代の潮流、または技術的な問題から懸念されてきたこともここにきて解決されつつある。次項ではそんな最新のディーゼルエンジンについて触れていきたいと思う。

ディーゼルエンジン(サバテサイクル機関)

現在、日本に於いてディーゼルエンジンは、主に大型自動車用の動力源として使用されている。また、そればかりでなく、大型船舶のエンジンや発電所の高出力発電機を回転させることや、機関車の動力源にも用いられているのが特徴である。

それは、ガソリンエンジンとディーゼルエンジンの構造的な違いからくるそれぞれの特性、あるいはガソリンとディーゼル油そのものの内在的・外在的要因による違いに依拠したものであるのだが、詳しくは後述を参照されたい。

ではまず、分かりやすくガソリンエンジンとの構造的な違いを示す為に、既出ではあるのだが一度エンジン内の駆動行程を簡易的に描いた図を見て頂きたい。



ディーゼルエンジンとガソリンエンジンに於いて一番の構造的な違いは「燃料を自然発火させる」ことにあるだろう。前項、ガソリンエンジンの説明を今一度思い出していただきたい。ガソリンエンジンはまず、「空気とガソリンの混合気」をキャブレターで作り、シリンダー内に吸入する。しかし、ディーゼルエンジンではまずシリンダー内に吸入されるものは「空気のみ」である(上図 a 行程)。

周知のように空気は圧縮していくと温度が高くなる。同 b 行程では吸入した空気を圧縮していき、ディーゼル油の自然発火点である 250 度～350 度を越える約 500 度まで温度を上げる。次に、ガソリンエンジンでは既に燃料がシリンダー内にあったので電気火花を発生させることによって着火・爆発の行程(同 c 行程)に移った。がしかし、ディーゼルエンジンの場合はまだシリンダー内が空気のみであり、さらにすでに内部温度が発火点を超えているために、シリンダー内に霧状にしたディーゼル油を噴射させることで着火・爆発をさせて駆動エネルギーを得ることができる。この、火花着火によるものか自然発火によるものかということは一見単純な違いにしか見えないのだが、その単純な構造の差が実に大きな意味合いを持ってくる。

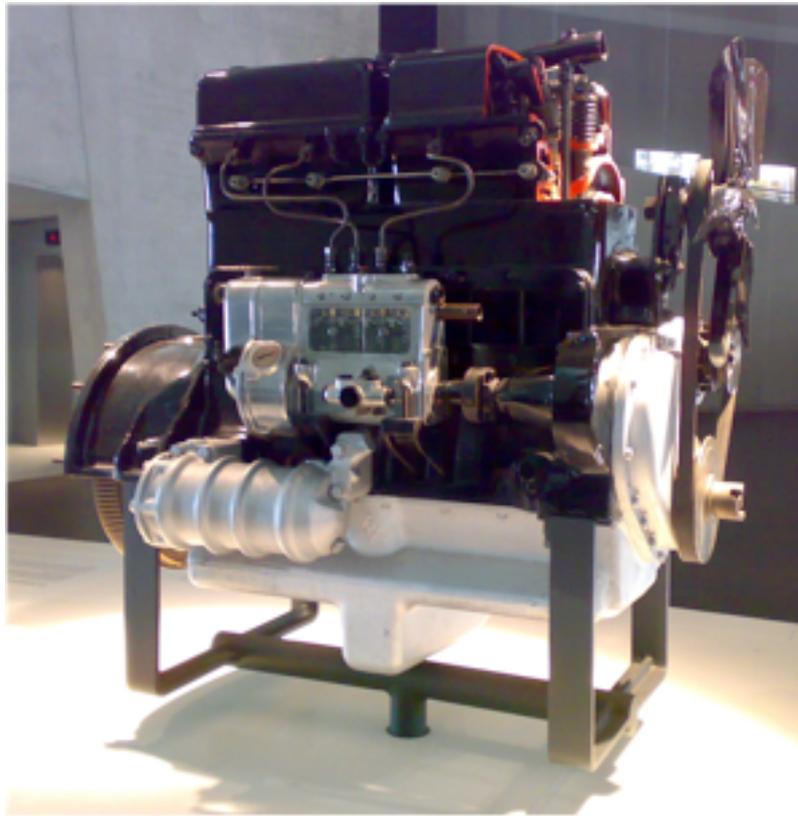
まず、ディーゼルエンジンのほうが内部の圧縮率が高い。なぜならば、温度を上げるために高い圧縮をおこなっているディーゼルエンジンとは逆に、ガソリンエンジンでは飽くまでも燃焼効率を上げる補助的な意味合いでしか圧縮をしないからである。逆に自然発火をしてしまうほど圧縮率を上げると意図しない段階で爆発をお越し、いわゆる「ノッキング現象」と呼ばれる異常作動が起こってしまう。

では、圧縮率が高いとどんなよいことがあるのだろうか。これは、大雑把に言えば圧縮率が高ければ高いほどシリンダー内の気体の燃焼効率があがり、結果二酸化炭素の排出量を抑えることができるのである。また、空気を多く吸入して圧縮をするディーゼルエンジンはガソリンエンジンと比して空気の混合率が高く、つまり、より燃料を節約して駆動力を得ることができるのも大きな特徴のひとつである。

無論、逆に空気を多く含むが故に窒素化合物が構造上どうしても多く排出されてしまうことや、高い圧縮率に耐えるためにエンジンそのものが大きく重量のあるものになりやすいなどの欠点も多く存在する。事実、それらの問題をクリアすることが難しく、これまでガソリンエンジンに自家用乗用車のシェアを多くとられていた。

しかし、更にもう 1 つ、ディーゼル油の燃料そのものの特徴を挙げるとするならば、それはディーゼル油がガソリンのように高級なものでなく安価であるという事が考えられる。これはそもそも、ガソリンは石油を精製して作られるわけだが、ディーゼル油はその時に生じた廃油を元に、更なる精製作業を加えていって作られることに起因する。

そもそもディーゼルエンジンが世界的に注目を集めたのは第一次世界大戦後、疲弊した世界のなかでより安い燃料でより良い燃費で動く機関が求められてきたからであった。



(1932 年型 Mercedes-Benz Dieselmotor OM59 : メルセデス・ベンツ博物館)

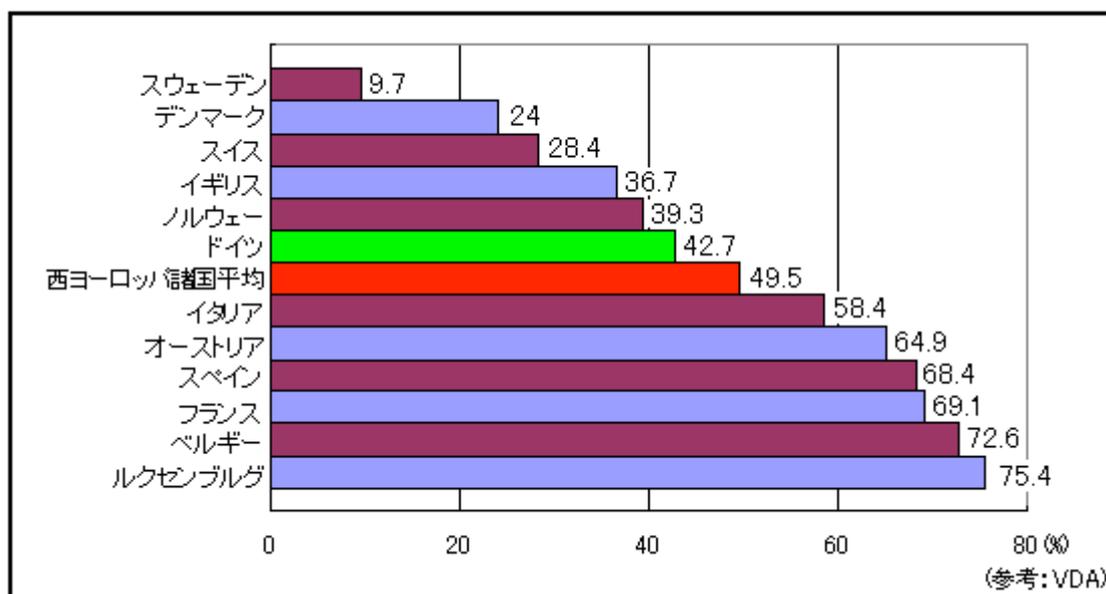
上記写真はメルセデス・ベンツが 1932 年に世界で初めて開発したトラック用の小型ディーゼルエンジンである。それまでのディーゼルエンジンは事実上、発電所や船舶、あるいは戦車といったものに積む大型のものしか存在しなかった。戦後の物資不足の中、このディーゼルエンジンは高い評価を受け、ドイツ国内のみならず当時のヨーロッパ諸国に高い支持を得た。

日本でもかつてディーゼル乗用車が多くの人々に支持されたのは、二度にわたるオイルショックでガソリンの価格が急騰し、何よりもその安価なランニングコストが求められたからである。

そして、いままた環境問題と空前の原油価格高騰を機にディーゼルエンジンに注目があつまっている。次の章では、その理由を今世界でもっともディーゼルエンジン乗用車の普及した西ヨーロッパの事例を通してみたいと思う。

IV. ディーゼルエンジン乗用車、普及の現状

さて、まずは論より証拠ということで、VDA(Verband der Automobilindustrie:ドイツに於けるところの自動車企業連盟)の調査に基づいて 2006 年現在の各国ヨーロッパで市場に投入される「新車」のうち、何%がディーゼルエンジン機関を採用したものなのかを以下のグラフにまとめてみた。



この図からわかるように、ヨーロッパでは既に多くの国で、西ヨーロッパの平均では実に五割近くがディーゼルエンジン機関を採用した車によって新車が占められているのである。こういった事柄の背景には第一に、ディーゼルエンジンの二酸化炭素の排出量の少なさがある。

ドイツを始め、西ヨーロッパ諸国は比較的なだらかな土地条件が揃っている。また、日本と違って四方を豊かな海に囲まれているというわけでもなく、自ずと昔から人々の生活の基盤に「陸運」が重要な意味を持つものとなっていた。それは、運輸業を営む企業にとってのみでは決して無く、人々も日常生活で頻繁に自動車を活用する。

日本では、特に都心の駐車条件の悪さから営業車やタクシー以外で日頃から車を使って通勤する人は少ないが、ドイツでは日本で例えるならば小田原から新橋のオフィスまで毎日自家用車で通勤するような人は五万とおり、それだけ整えられた交通事情が伺える。

いま、日本では「週末ドライバー」などのように、年間走行距離が少ない顧客向けの自動車保険などが流行っているように見受けられるが、ヨーロッパではそのような保険を私は聞いたことがない。それほどに人々は自動車を日常的に活用しているのである。

しかし、反面、EU 諸国は「環境」というビジネスに強い関心を持っている。特にドイツは戦後間もなくから環境に対する意識が高く、その教育思想の根幹に環境問題を据えてきた歴史がある。これは決してドイツ人がキリスト教を信仰している為に心優しく、自然との調和を心から願ってきたからなどではない。無論、それが無いわけではないだろうが、その根幹にある考えは、「環境問題でイニシアティブをとる事によって政治的に優位な立場をとる」ことにある。

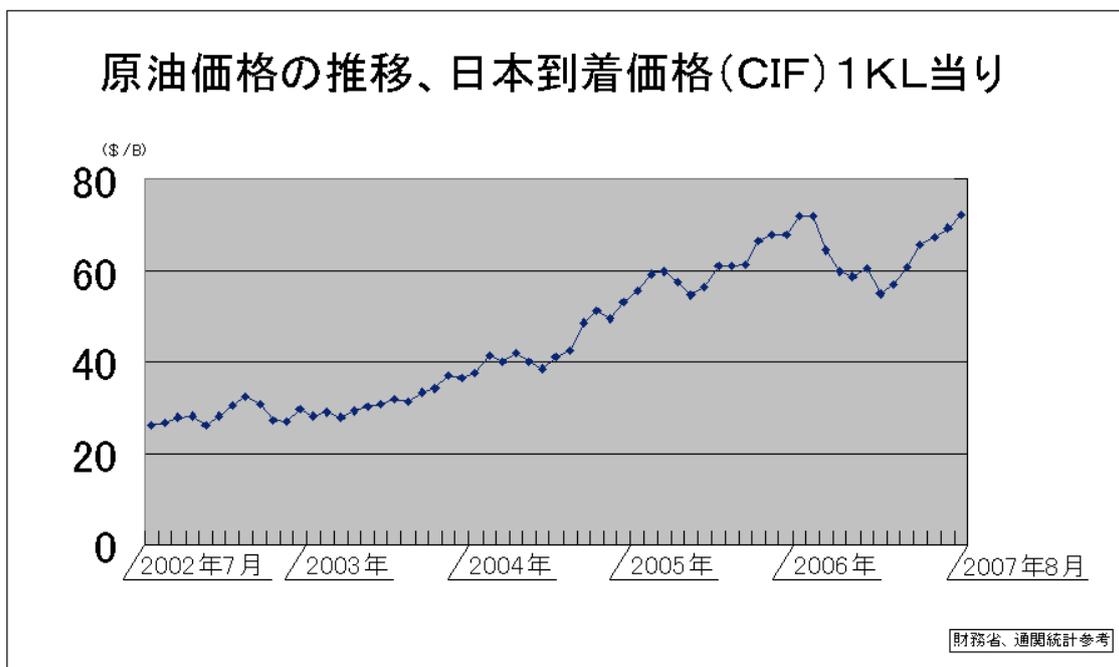
第二次世界大戦に於いて、ドイツは敗戦国であった。国は軍事的には勿論、経済的にも最悪の状況であり、国際舞台ではフランスやアメリカから 10 歩も 20 歩も譲ったようなディスアドバンテージを背負っての再出発であった。その中で、しばらくしてドイツの首脳陣は再び強いドイツを立て直すために「環境」という存在に目をつけたのである。今はまだ高度経済成長の中で軽視をされているが、いずれ必ず世界的に重要なファクターになる自信があった。そして、ドイツはかつての技術大国として、環境という問題に対して早期に取り組みれば他国よりも優位な技術を以て必ずやイニシアティブを取り返せるという自負があった。

これが、長きに亘るドイツの環境教育の根幹にある考えであり、事実、その予測は当たった。環境という問題、ビジネスはグローバルな広がりを見せ、ドイツを中心にヨーロッパ諸国は「環境先進国」として国際舞台で中心的な役割を担うまでになった。

さて、それがドイツに於ける環境意識の高さであるのだが、無論彼らも国民全員が全員無条件にボランティア精神で環境に従事をするわけではない。あくまでも「ビジネス」として成立することが前提にあり、ビジネスとして大成するまでのごく初期の部分に於いて国家が優遇措置をとることをしたりする(近年では風力発電や太陽光発電設置費用の一部負担、それらの再生可能エネルギーから得られた電力を電力会社へ売る際、価格に補助金をつけるなどの事例が見られる)のである。

そういった意味では昨今のますますの原油価格高騰を受け、二酸化炭素の排出量が少なく、日常的に乗用車に乗る機会も多く、更には燃費性能に優れたディーゼルエンジン乗用車がヨーロッパでこれだけの広がりを見せるのは最早必然であったと言っても過言ではない。

下図に、財務省ホームページに公開されている「通関統計」を参考に、原油の日本での到着価格(CIF; Cost, Insurance and Freight)の推移をまとめてみた。



このデータは昨年の8月までのデータを基にしているが、新聞などで報じられているように今や天井知らずの1KLあたり90ドル台を突破した値で推移している。

これは主として、BRICsなどに代表される新興諸国での原油需要に伴う世界的・飛躍的な需要の増加や、911テロ以降のイラクなどOPEC加盟の中東諸国の政治的情勢不安定が原因である。そして、そこにさらに加えて、アメリカのサブプライムローン問題などから株式市場から引き上げたヘッジファンドなどの資金が、需給逼迫による高止まりを見越して、金や原油などの先物市場に投機的に流れてきたことも後天的な問題として挙げられる。

故に、一部専門家の間などではあくまでも投機的な動きであって、高値での推移は長続きしないとの見方もある。たしかにサブプライムなどの後天的な問題はそうであるだろうし、今後1KL当たり100ドル代を越えていくことは無いようにも思える。しかし、新興諸国の需要増加は免れないものであり、石油の可採年数低下は時間の問題であり、時間の経過のみに解決を委ねられるものではないだろう。

さて、ではここで一度実際に、ひとつの具体例を以て単純な燃費計算をしてみようと思う。エンジン以外の条件をなるべく同じにすべく、ガソリンエンジン車もディーゼルエンジン車も同じ排気量でリリースされているベンツの E280 で比較をしてみたい。以下にメルセデス・ベンツ E280 の基本性能を記す。

E280 CDI(ディーゼルエンジン搭載)	
排気量	: 2987cm ³
燃費(市街地)	: 9.5-9.71/100km
燃費(郊外)	: 5.4-5.61/100km
燃費(複合)	: 6.9-7.11/100km
CO ₂ Emission	: 183-189g/km
最大トルク	: 400Nm/1400rpm
価格	: 36,800EURO

E280(ガソリンエンジン搭載)	
排気量	: 2996cm ³
燃費(市街地)	: 13.4-13.61/100km
燃費(郊外)	: 6.9- 7.11/100km
燃費(複合)	: 9.3- 9.51/100km
CO ₂ Emission	: 222-227g/km
最大トルク	: 300Nm/2500rpm
価格	: 35,650EURO

これらはメルセデス・ベンツのホームページよりダウンロードした公式カタログに掲載されているデータであるが、まずは燃費の欄を注目いただきたい。昨年の夏、私が現地で調べた際にレギュラーガソリンの価格はおよそ11当たり1.3ユーロ、軽油は11当たり1ユーロ程であった。これらの数字を参考に、私たちの耳に馴染みやすい、1km走行するに当たり、どれだけの燃料を消費するのかを価格でしめしてみた。

	E280 CDI	E280
市街地	0.095 EURO/km	0.1742 EURO/km
郊外	0.054 EURO/km	0.0897 EURO/km
複合	0.069 EURO/km	0.1209 EURO/km

結果は火を見るよりも明らかである。燃費のよい方の自動車に、価格優位のある燃料を給油しているのだからその差が更に開くのは当然である。確かに、ディーゼルエンジン自動車はガソリンエンジン自動車と比べて丈夫に作ったりしなければならないことから価格優位にはない。

しかし、この燃費の差は大きく、単純計算で15000kmも走行すればディーゼルエンジン自動車のほうが最終的なコストは安くなる。この、15000kmという数字だが、先に述べた「週末ドライバー」用の保険でも年間走行距離は5000km前後を考えられている。日本人の平均自動車乗り換えサイクルが3年であることを考えれば、十分に元を取れる可能性は高い。

具体的な数値を見る為に、以下に三菱総合研究所が経済産業省のホームページ上に公開している日本国内の「地域別年間平均走行距離(推計値)」を以下に抜粋する。

表2 地域別の年間平均走行距離(推計値)

	年間平均走行距離 [km]	年間平均走行距離が1.5 万 km 以上の比率[%]	右記のうち年間走行距離 が2.0 万 km 以上の比率 [%]
北海道	11,530	19.5	7.3
東北	11,584	21.3	12.0
関東	8,336	10.1	2.4
北陸・甲信越	10,514	15.8	4.4
東海	9,710	14.4	4.8
関西	9,756	16.8	7.1
中国	9,866	19.2	4.5
四国	9,866	15.9	8.0
九州	10,722	18.0	5.2
全国平均	9,807	15.2	5.1

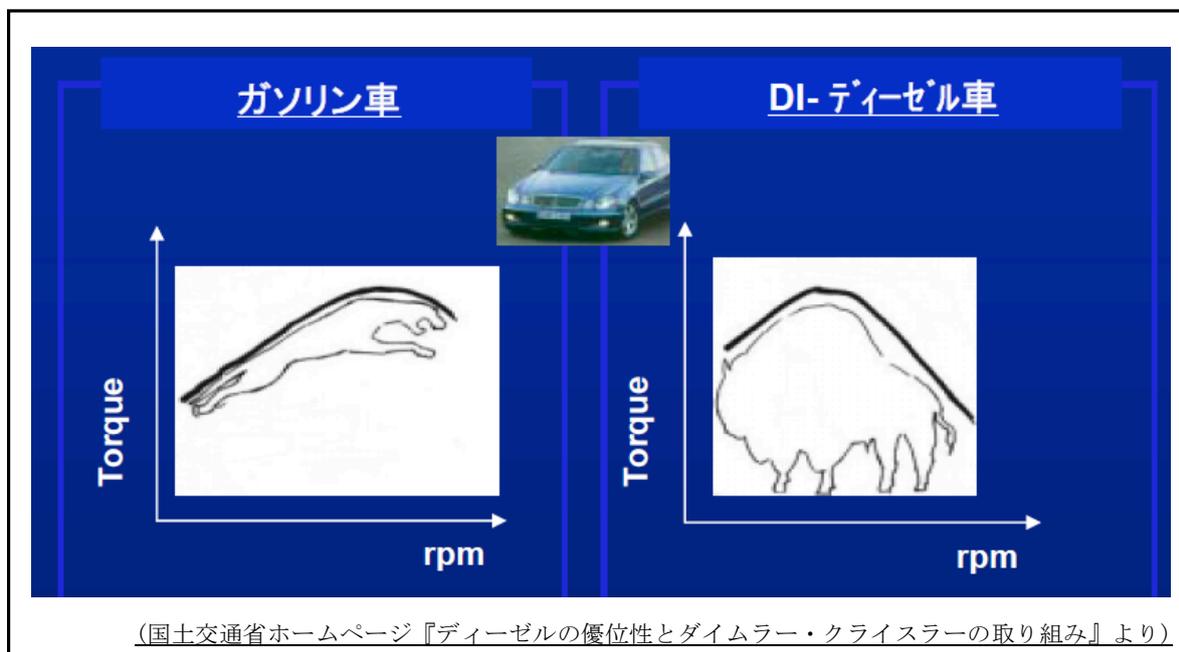
(国土交通省ホームページ『ディーゼル乗用車の経済分析、ガソリン車・ハイブリット車との比較』より)

このデータを信頼するならば、日本に於いてはディーゼルエンジン乗用車を導入してもその殆どの場合においてガソリンエンジン自動車よりも経済的ということになる。

また、先ほどのドイツでの事例をそのまま為替レートで日本円に換算すると、レギュラーガソリンが 203 円、ディーゼル油が 156 円となり、原油価格高騰が続いて「ガソリン値下げ国会」などと風潮しているわりには随分と日本の燃料費は安いものである。ともあれ、いま、日本全国のレギュラーガソリンの平均価格が 11 当たり 146 円で、ディーゼル油が 11 当たり 126 円である現状を考えると、その比較優位性は若干弱まってしまふように見えるが、誤差の範囲であろう。

そして、私は何よりも日本では特に都心部で、確かに年間平均走行距離こそ他の地域よりも低い水準にあるのだが、ディーゼルエンジン乗用車の優位性が顕著になるのではないかと考えている。それは、私が日本という土壌がドイツよりも本質的にはディーゼルエンジン自動車の普及に向いているのではないかと考える 1 つの大きな理由にトルク力があるからだ。

トルクとは回転軸にかかる力のことで、自転車で例えるならばペダルをこぐ強さのことである。ディーゼルエンジンの特徴のひとつとして、ガソリンエンジンと比べて最終的な馬力で劣ることはあっても、トルク力では勝る点がある。しかもその高いトルク力をエンジンの低い回転数から得る事ができるのも特徴である。



上図は 2004 年に催された東京モーターショーに於いて当時のダイムラー・クライスラー社が行ったシンポジウムに用いられたグラフである。低い回転数から高いトルクを發揮している様子が一目で見て取れるであろう。

先に示したカタログでの性能表を今一度見て頂きたい。今回の場合、ディーゼルエンジンを搭載した E280CDI はエンジンが毎分 1400 回転している時に 400Nm の力を得ることに対し、ガソリンエンジン搭載型である E280 は毎分 2500 回転したときに最大トルク 300Nm を得られるとされている。

当たり前の話であるが、エンジンが停止している時のエンジンの回転数は毎分 0 回転である。低い回転数から高いトルクを得られるということは、停止した状態から走り出すまでの過程がスムーズであることを意味する。また、重い荷物を運ぶ際にも優位な力であり、信号や渋滞などの多さから減速や加速、一時停止の多い都心の道路事情とは生来的にはマッチングしているのである。

しかし、現実問題としてディーゼルエンジン乗用車は日本国内では残念ながら自家用乗用車としては今現在、全く流通していないと言っていい程の普及度合いである。そこにある問題点を整理すべく、次の節ではまず、日本でのディーゼルエンジン乗用車の普及の歴史について概観してみたいと思う。

日本での現状について

すでに述べたように、日本でも一時期ディーゼルエンジン搭載型の乗用車が多く市場に出回った時期もあった。古くは第一次世界大戦後のドイツと似たような事情から、太平洋戦争終結直後や、1970年代に起こったオイルショックの時期である。

繰り返しになるが、ディーゼル油はガソリンと比して製造コストが安価で入手しやすく、それでいて出力的な面では、一長一短はあるものの、ガソリンエンジンと遜色ないことからこれらの時期には多いに歓迎された。

しかし、当時のディーゼルエンジンに関する技術は未成熟で、ディーゼル機関はその安さと引き換えに性能(出力的な意味ではなく、環境的、特に直接人体に与える影響に関しての環境性能)が著しく低いものであるという認識を人々に植え付けてしまった。

加えて時代は高度経済成長期にあり、豊かになっていく生活の中で自動車はその性質を人々の「趣味嗜好」の分野にまで足を踏み入れるようになり、更には日本各地で起こった公害病の問題なども相まって、ガソリンエンジン車がその存在を「成功者のステータス」の1つとして昇華させるまでにさして時間はかからなかった。

そのため、国内では高いトルク力と燃費性能が必要となる業務用トラック部門や、自家用乗用車部門では同じく高いトルク力を必要とする一部 SUV 車種(三菱自動車のパジェロに代表されるオフロード走行を視野にいたったピックアップトラックフォームの乗用車)以外からはみるみるうちにディーゼルエンジンを搭載した車種は徹底を余儀なくされたのである。

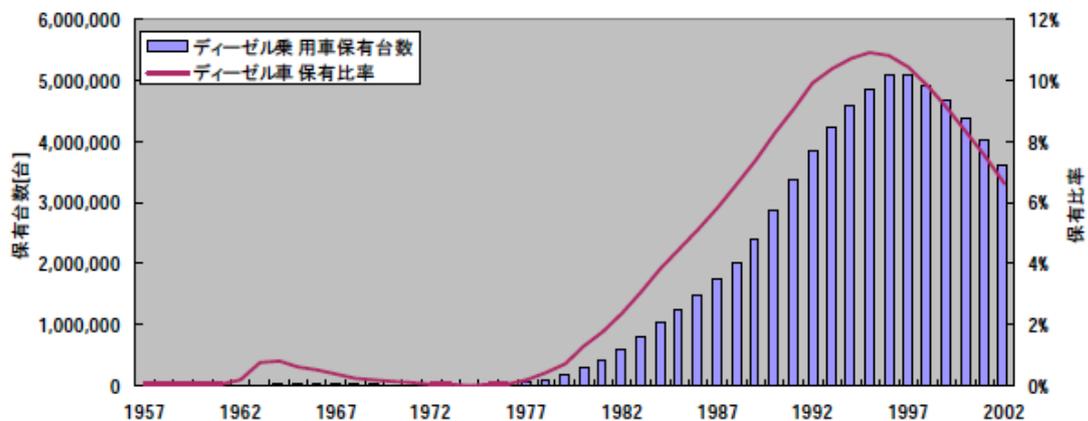
その変遷の様子は、経済産業省のホームページに公開されている『クリーンディーゼルエンジン乗用車の普及・将来の見通しに関する検討会』が平成 17 年に作成した報告書資料に詳しいので一部グラフと文章を次ページに抜粋する。

(1) 国産ディーゼル乗用車の登場とその後の変遷 (1957年～)

国産のディーゼル乗用車は、1957年(昭和32年)にトヨタ自動車よりクラウンディーゼルとして登場。しかし、数年で製造を中止した。その後、いすゞがベレルディーゼル乗用車を1962年(昭和37年)に登場させた。これはトヨタクラウンディーゼルの後を受け、本格的なディーゼル乗用車時代への幕開けを思わせた。

ディーゼル乗用車は、タクシーなど営業用車に盛んに採用されたが、その後、LPG車(ガソリン車並みの運転フィーリングとディーゼル車並みの燃料経済性を併せ持つ)に取って代わられた。

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。保有台数ベースでみると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の一途を辿ることとなる。



出典) 自動車保有車両数(国土交通省調査)より作成

平成17年『クリーンディーゼルエンジン乗用車の普及・将来の見通しに関する検討会』報告書(案)より抜粋

尚、蛇足ではあるが抜粋項目欄にある「RVブーム」のRV車と、前述した「SUV車」は明確な定義によって分けられるものではなく、本質的には同一の車種を指し示すことを注意されたい。

さて、抜粋したのは大方私がこれまでに長い文章をかけて説明してきたことなので説明は省くが、私がここで最も注目をして頂きたいのは「1995年に10.9%となったが、その後、様々な要因により減少の一途を辿ることとなる。」という最後の一文である。これはあくまでも「様々な要因」としてひとくくりにされているが、その時に起こったことが実に大きなインパクトを持っており、更には現状と照らし合わせてみてディーゼルエンジン乗用車が普及する糸口をはらんでいるからである。

まず、直接的にディーゼルエンジン乗用車減少の引き金として作用したと思われるのが、1996年3月に国会で取り決められた「特定石油製品輸入暫定措置法」の廃止である。この法律は元々、国際エネルギー機関(IEA)の石油製品(ガソリン、灯油、軽油の3油種)の輸入自由化要求に対応して、国内の石油業界を保護するため1986年1月に施行されたものである。この年、石油業界の規制緩和を目的として廃止され、外資の石油業者が数多く日本国内に進出しはじめた。それまで規制に守られる形で、暗黙のカルテルを結んでいた石油業界は一変、外資を含めた激しい価格競争にさらされることとなった。

その時、それまで50円以上も差のあったレギュラーガソリンとディーゼル油の値段差が、レギュラーガソリンの価格競争に圧されて20円差までになった。ディーゼル油の方がレギュラーガソリンと比較して製造コストが安いと、価格が逆転するようなことはないのだが、レギュラーガソリンの大幅な値下げはそれまで「安さ」が一番の売りであったディーゼルエンジン乗用車にとっては相対的な値上げを意味した。

また、次いで1999年11月30日、衝撃的な映像が全国へ向けて発信されることとなる。それが、その日東京都知事であるところの石原慎太郎氏によって発表された、『環境改革』の名の下に断行された都内からのディーゼルエンジン車の閉め出し条例である。



前ページ最後の写真に見覚えは無いだろうか。同会見に於いて石原慎太郎都知事が黒いススの入ったペットボトルを掲げ、「都内で1日にこのペットボトル12万本出ています」と発言したシーンである。

この写真を拝借した石原慎太郎都知事公式ホームページ、『宣戦布告』にある文章を読む限り、確かに石原都知事のいい分にも一理ある。都内を走るディーゼルエンジン車の多くはトラックであり、また年式の古いものが多い。定義付けをすることは難しいが、「クリーンディーゼル」という発想が生まれたのは現在クリーンディーゼルエンジン技術でトップを走るメルセデスでさえ1996年頃(無論、基礎研究は1980年代以前より連続と続けられていた)の話であり、確かに都民にとって不利益なものであっただろう。

また、石原都知事は「軽油引取税」を脱税するために灯油に添加剤を混ぜて公道を走る悪質業者についても言及。これは灯油もディーゼル油も成分がほぼ一緒であることから一時期問題になったことで、粗悪なディーゼル油を使用することによって更に環境的にも問題のあるガスを排出していた。

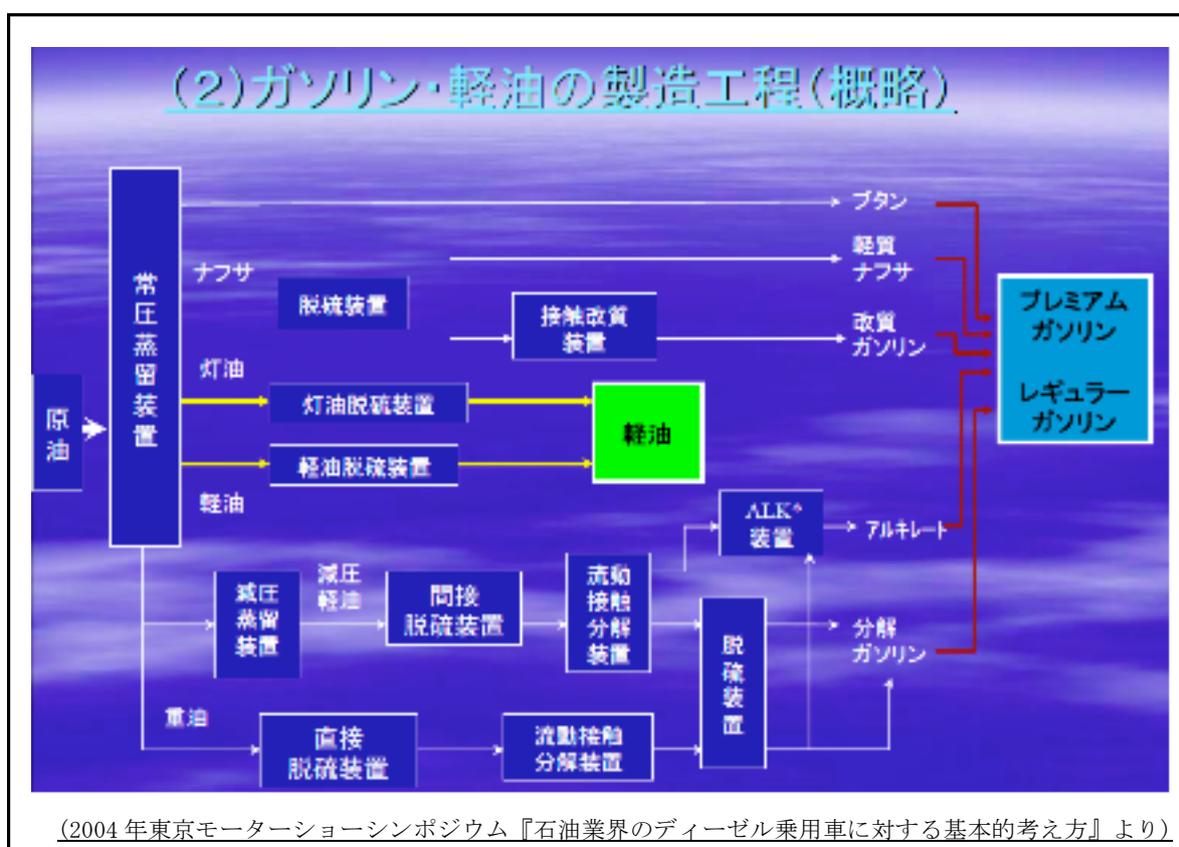
しかしながら、必要以上に不安を煽る形で行われた石原都知事のこのパフォーマンスは全国へ発信され、「ディーゼル=悪いもの」というイメージを現在皆が持っていることに大きな影響を与えていることは確かだ。むしろ、石原都知事にとってみては、元来払うべき税金を払っていない悪徳業者(ガソリンにかかる揮発油税と違い、ディーゼル油にかかる軽油引取税は地方税扱い)がいることに腹を立てたうえで断行した政策であり、それを大義名分とばかりに「環境問題」と論点をすり替えた事に私は疑問を感じる。

無論、偽善が「善の変質的側面」を有するように、大義名分であっても「大義」が達成されれば別に構わない。そういう意味では、この石原都知事の打ち出した政策は功罪がハッキリと目立つ。

「罪」とは、結局のところ「東京都」からディーゼルエンジン車を閉め出したに過ぎず、登録さえ他府県にしていれば今までと何ら変わりなくディーゼルエンジン車を走らせることができる「ざる法」に過ぎないということ。また、「都知事」であることを勘案すれば仕方の無い事かもしれないが、「東京都」さえ良ければ良い的な意味合いにしか聞こえないのは「環境問題」を訴える姿勢としては遺憾であるということ。そして最後に、意識的にしろ無意識的にしろ、ガソリンエンジン機関をディーゼルエンジン機関よりも100%完全に優れた機関となんの根拠もなしに肯定してしまっていることにある。確かに当時のディーゼル機関が問題を内包していたことに間違いはないが、そういった勸善懲悪的な発言が、今のディーゼルエンジン機関の現状に影を落としているのだ。

さて、ここまで半ば抒情的に石原都知事の政策についての批判を述べてきてしまったが、先ほど「功罪」と述べたからには勿論、「功」とすべき点もある。それは先ほども述べているように、実際当時のディーゼルエンジン車は性能的に悪く、実際に健康問題に関してはある程度の政策をとって懸念すべき事項であったこと、そして何よりも「粗悪なディーゼル油の改善」に関して大きな貢献をしたことにある。

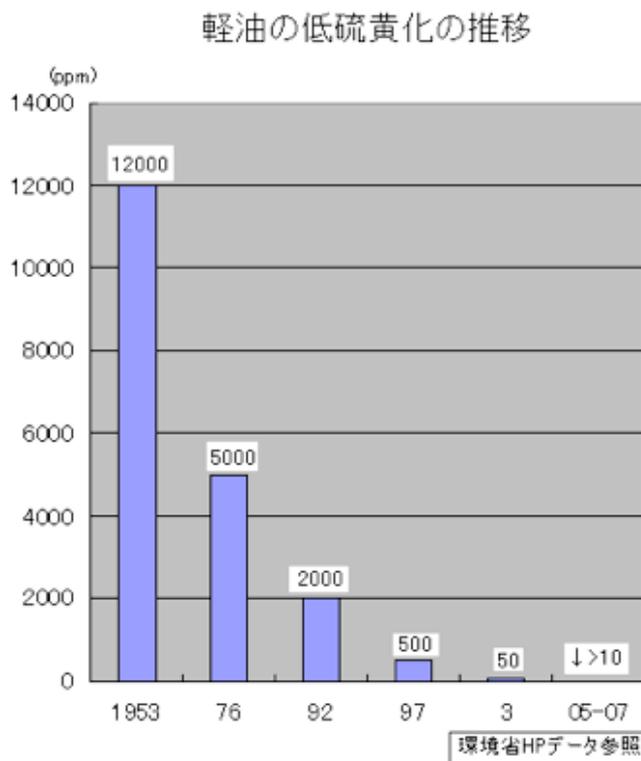
これについて分かりやすく述べる為に、2004年の東京モーターショーに於いて石油連盟加盟のジャパンシナジー株式会社が行ったシンポジウムの資料を一部抜粋する。



これは先にも文中に於いて軽く触れたガソリン・ディーゼル油の原油からの精製過程を細かく図表化したものである。これを見れば、私が先に述べた「もともとディーゼル油はガソリン油精製過程で発生した廃油」であることはお分かりいただけるだろう。

元が廃油である為に当時のディーゼル油そのものの質は粗悪なものであり、そこに加えて違法ディーゼル油などが出回っていたのだから環境に良い訳が無い。同シンポジウムに於いても、「不正軽油の撲滅に向けた取り組みの強化」が今後のディーゼルエンジン乗用車の普及に取って重要課題である旨が名言されている。

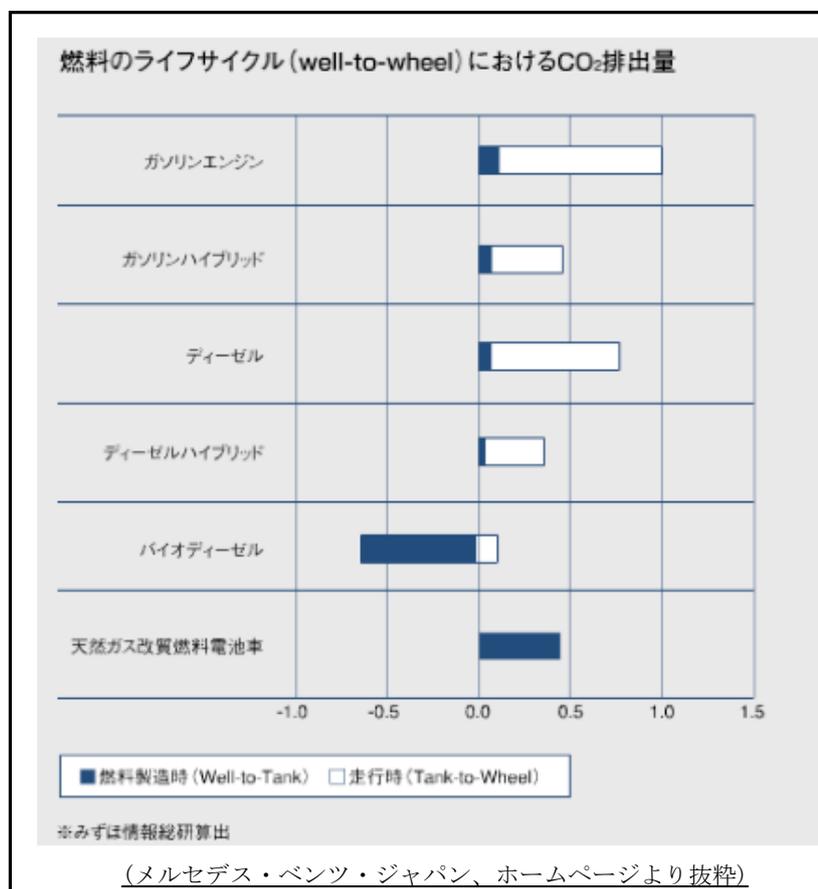
この点に於いて、石原都知事の断行した政策は功を奏した。不正なディーゼル油の市場からの淘汰を目指し、それまで以上にディーゼル油そのものの環境性能を高める一翼を担った事はまぎれも無い事実であろう。



上に示したのは、戦後1953年からのディーゼル油そのものが内包するPM粒子の量を、環境省のホームページに公開されているデータを元に時系列を追って図示したものである。無論、それまでもディーゼル油の改善はなされてきたが、それがガソリン油と全く遜色ないレベルにまで近年到達していることが伺える。また、これは余計な物質の混入を排除したことにつながり、ディーゼルエンジンでの燃費性能の飛躍的向上にも繋がったことは評価に値する。

また、ディーゼル油はその精製過程が簡易であることから、燃料のライフサイクル過程、いわゆる「Well-to-Wheel」、における二酸化炭素排出量としてはアドバンテージを有していると言われている。

下図は、メルセデス・ベンツ社のホームページ内に設けられているクリーンディーゼルエンジン自動車推進ページに提示されている、みずほ情報総研が算出したデータを抜粋したものである。



そして、ここまで長い文章とデータをかけてディーゼルエンジン乗用車の技術的優位性から日本に於ける普及可能性を述べてきたわけだが、その最後の締めくくりとして、日本の自動車会社がヨーロッパで生産・販売しているディーゼルエンジン自動車のラインナップについて触れたいと思う。

先に例として取り上げた車はあくまでもラグジュアリーカーとしての評価の高いメルセデス・ベンツEクラスであり、日本での市場販売価格は700万円を下らないだろう。少し穿った物言いをするならば、700万円もする車であれば性能が優れているのは費用対効果としては当然のことであり、また700万円もする車がなかなか普及しないと言っても企業努力による値下げ以外に解決方法を思い浮かばない。

しかし、それはあくまでも有益なデータをカタログに明確に示していたのがメルセデス・ベンツ車だけであり、他意はない。私たち一般的な日本人にもなじみの深い車でもディーゼルエンジンを搭載したラインナップが数多く実はリリースされていることを示したい。

その為に、私はトヨタ自動車のヨーロッパ向けホームページを参考に、以下の図表を作成した。

ディーゼル乗用車 : 日本 : 欧州 : 導入あり

車名	エンジン 排気量	D-4D			D-CAT	
		1.4L	2.0L	2.2L	2.2L	
Yaris(ヴィッツ)		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>				
Auris			<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
Corolla Verso(日未)				<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
Avensis			<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
RAV4			<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	

車名	エンジン 排気量	D4-D		Turbo Diesel	
		2.5	3.0	4.2	
Land Cruiser			<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		
Land Cruiser 100				<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
Hilux		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		
Hiace		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		

AYGO、Prius ⇒ガソリン車のみ

それは、ドイツやフランスの自動車メーカー以外のメーカーも、ディーゼルエンジン自動車の研究・開発に於いて決して遅れをとっていない事実を示す為である。この図を見て頂ければお分かりのように、トヨタ自動車は日本市場では未発表の2車種を含めた全11車種をヨーロッパにて販売しており、そのうち実に9車種に関してはディーゼルエンジン搭載型がリリースされている。

他方、日本国内でそのディーゼルエンジン搭載型がリリースされているのは、根強くディーゼルエンジンファンを顧客層に持つHiace(和名：ハイエース)のみである。

ガソリンエンジン搭載車しか販売されていない車種に関しても、一方のAYGOに関しては他自動車会社と共同で開発した特別車種であるために、ディーゼルエンジン搭載型は愚か、ガソリンエンジン搭載型に関してもバリエーションの無い特殊な車種であり、またもう片方のPriusに関しては現在トヨタ自動車「ハイブリットカー」として実用化しているのが「ガソリンエンジンと電機モーターのハイブリットエンジン」のみだからである。

新車をリリースするに当たり、その技術開発には決して少ないとは言えないコストが発生する。いみじくもエンジンは自動車の心臓部・要であり、エンジンを変える事は自動車を1から開発するのに等しい設計の見直しが必要とされるだろう。しかし、以上の事実からも分かるように、ディーゼルエンジンが搭載されたヴィッツやオーリス(共に日本で人気のトヨタ車種)はすでに「存在」しており、右ハンドルと左ハンドルの違いですらイギリス市場に向けた生産ラインを持つトヨタ自動車に取っては「すでに実用化・市場投入済み」の技術に他ならない。ガソリンエンジン搭載型とディーゼルエンジン搭載型の販売価格差に関してのデータを割愛したが、ディーゼルエンジン自動車価格がガソリンエンジン自動車価格の1割増しにもなったケースはない。

では、何故、これらの自動車メーカーは今まで日本国内にディーゼルエンジン自動車を投入せず、いままメルセデス・ベンツなどの一部欧州メーカーを別にして投入に消極的なのだろうか。それこそが、ここまでで散々述べてきた「イメージ」の問題ただ一点に集約されると言っても過言ではないだろう。

それに関してはいま JAMA(日本自動車連盟)が欧米の自動車連盟とも一丸となってアピール活動を続けている。昨年世界各国執り行われたフランクフルト・東京・デトロイトのモーターショーでのテーマは一貫して「環境的未来自動車」であった。

しかし、フランクフルトやデトロイトでのショーと比べて東京モーターショーは集客数などから鑑みるに、「大成功」とは言い難い。それは、本来であれば率先してディーゼルエンジン自動車を見直して啓蒙していくべき存在であるはずのモーターファンからして、日本では環境に対する意識が低く、加えてディーゼルエンジンに対する誤解が根深いのである。

日本でのディーゼルエンジン自動車普及を促進する経済的な政策についてモデル立てをし、それを以て本論文の総括としたい。

分析

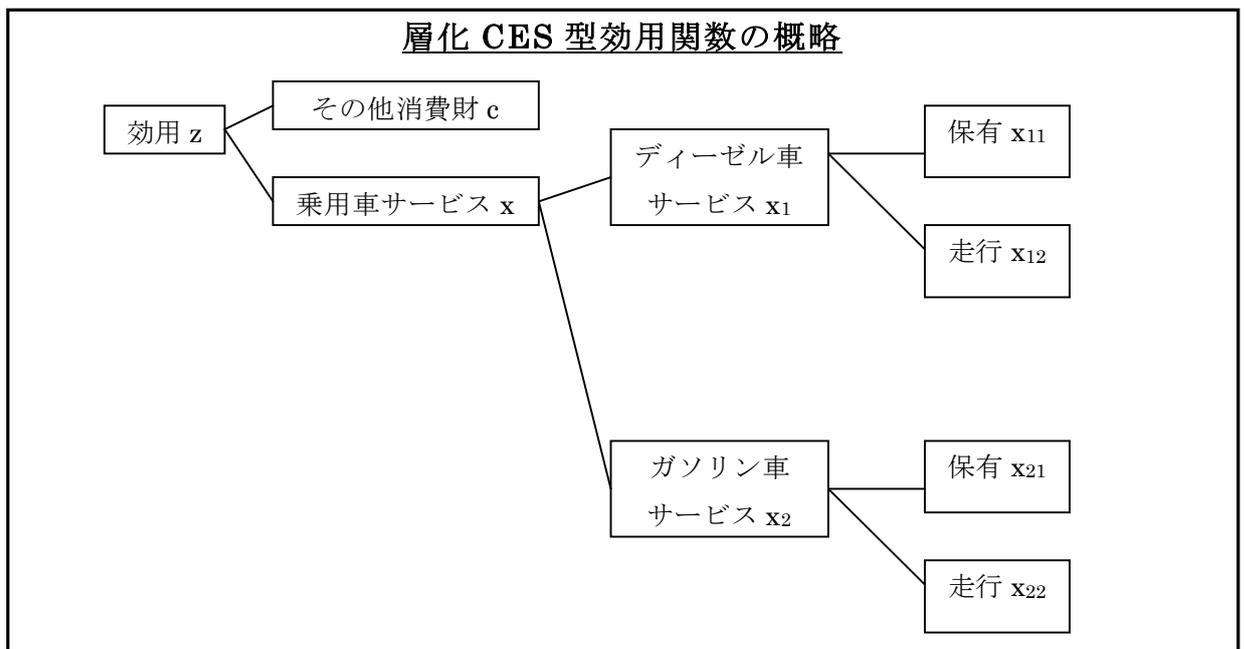
ここでは層化 CES 関数を用いた政策評価モデルを考えたい。なお、当分析に当っては『政策評価マイクロモデル』を多いに参考した。この場を借りて著者の金本氏に謝辞を表明したい。

まず、当分析に於いてはディーゼル車とガソリン車という 2 財に対して行う政策を評価するので、自動車部門以外はその他消費財 c として扱う。分析対象とする自動車は、ディーゼル車とガソリン車の 2 車種とする。

また、ここでは評価の基準として、すべての消費者を代表する消費者を仮定し、その代表的消費者の効用最大化問題を考える。この代表的消費者の効用は z によって示されるものとする。この z は、その他の消費財 c と乗用車サービス全体の消費量 x を合成したものであり、ここでは以下のような層化 CES 型の準線形の効用関数を仮定する。

$$Z = C + \alpha_x X^{\frac{\sigma_z - 1}{\sigma_z}} \dots \textcircled{1}$$

乗用車サービス x は、ディーゼル車、ガソリン車の 2 車種によるサービスに分解され、それらが保有と走行に分解される。



最初の乗用車サービスがディーゼル車、ガソリン車の2つに分解される関係は

$$x = \left(\alpha_1 \frac{1}{\sigma_x} x_1 \frac{\sigma_x - 1}{\sigma_x} + \alpha_2 \frac{1}{\sigma_x} x_2 \frac{\sigma_x - 1}{\sigma_x} \right)^{\frac{\sigma_x}{\sigma_x - 1}} \dots \textcircled{2}$$

のCES型の関数で表される。ここで、1と2は車種に関するインデックスであり、ディーゼル車は1、ガソリン車は2である。また、 α は分配のパラメーター、 x は各車種によるサービスの消費量を表す。 σ_x は車種間の代替の弾力性を現すパラメーターである。以下の式も同様に、 α は分配のパラメーター、 σ は代替の弾力性のパラメーターを表すものとする。

各車種によるサービス x_i は、車両保有台数 x_{i1} と走行距離 x_{i2} を合成したものであり、

$$x_i = \left(\alpha_i \frac{1}{\sigma_i} x_{i1} \frac{\sigma_i - 1}{\sigma_i} \right)^{\frac{\sigma_i}{\sigma_i - 1}}, \quad i = 1, 2 \dots \textcircled{3}$$

と表現する。ここで i は保有・走行に関するインデックスであり、 $i=1$ は保有台数、 $i=2$ は走行距離を示すこととする。

次に、消費者が直面する価格体系と予算制約式についてモデリングを行う。その他消費財の価格を1に基準化し、車両の保有及び走行に関する価格を p_{1i} 、 p_{2i} とおく。ディーゼル車が走行に掛かる費用は、 p_{11} に税を含めた走行コストであり、

$$p_{11} = \frac{\text{fuel} + \text{FuelTax}}{\text{effic}} \dots \textcircled{4}$$

と表すことができ、 p_{21} もまた同様である。ここで fuel は燃料価格、 FuelTax は燃料税額、 effic は各車種の自動車の燃費を示す。

保有に関する価格には、車両本体の価格と加えて、保有税、取得税、修理・整備費用などの保有コストが含まれる。

以上をまとめると、代表的消費者の予算制約式は

$$c + p_{11}x_{11} + p_{21}x_{21} + p_{12}x_{12} + p_{22}x_{22} \leq W \dots \textcircled{5}$$

となる。

この、最後に示した代表的消費者の予算制約式⑤のもとで、代表的消費者の効用①を最大化する。

このとき、先にも述べているように準線形の効用関数を仮定しているので、乗用車サービスの消費量は所得水準に依存せず、以下の問題の解として求めることが出来る。

$$\max \alpha_x x^{\frac{(\sigma_x-1)}{\sigma_x}}$$

s.t.

$$x = \left(\alpha_1^{\frac{1}{\sigma_x}} x_1^{\frac{\sigma_x-1}{\sigma_x}} + \alpha_2^{\frac{1}{\sigma_x}} x_2^{\frac{\sigma_x-1}{\sigma_x}} \right)^{\frac{\sigma_x}{\sigma_x-1}}$$

$$x_i = \left(\alpha_i^{\frac{1}{\sigma_i}} x_i^{\frac{\sigma_i-1}{\sigma_i}} \right)^{\frac{\sigma_i}{\sigma_i-1}}$$

ここで、入力数値パラメーターとしてのディーゼル車購入に関わる費用から、現時点での元来需要されるべきディーゼル車とガソリン車の数が導出される。

総括

ここまでの内容を整理すると、かつてのオイルショックなどから一時期支持を集めたディーゼルエンジン自動車は、「臭い、遅い、パワーがない」というレッテルを張られ、ガソリン油の相対的値下げを決起に衰退の一途を辿った。しかし、その後ディーゼル機関は進化を続け、今ではガソリンエンジン機関にとって変わるまで成長をしたが、昔の悪いイメージを払拭できないまま今日に至る。

しかし、京都議定書の期限が刻一刻と迫る中で、大きな技術的な革新を待つ事無く、現存の技術によって二酸化炭素の削減をのぞむ事ができるディーゼルエンジン自動車の導入は急務といっても良いかもしれない。

参考文献

各自動車会社ホームページ(日・独)

- TOYOTA (<http://toyota.jp/>)
- MAZDA (<http://www.mazda.jp/>)
- SUBARU (<http://www.subaru.jp/>)
- Mercedes-Benz (<http://www.mercedes-benz.jp/>)
- Volkswagen (<http://www.volkswagen.co.jp/>)
- BMW (<http://www.bmw.jp/>)

政府機関ホームページ

- 首相官邸 (<http://www.kantei.go.jp/>)
- 環境省 (<http://www.env.go.jp/>)
- 経済産業省 (<http://www.meti.go.jp/>)
- 国土交通省 (<http://www.mlit.go.jp/>)
- 財務省 (<http://www.mof.go.jp/>)

各業界連盟ホームページ

- VDA (<http://www.vda.de/>)
- JAMA (<http://www.jama.or.jp/>)
- JEC 連合 (<http://www.jec-u.com/>)

その他、環境 NGO ホームページ

- 温室効果ガスインベントリオフィス (<http://www-gio.nies.go.jp/>)

経済学関連書籍

- 金本良嗣(2006)『政策評価ミクロモデル』東洋経済
- 武隈 慎一(2004)『ミクロ経済学』新世社

関連論文

- Ida Ferrara 『Automobile quality choice under pollution control regulation』