

環境影響と費用を考慮した 自動車動力源別の得失の比較評価

萬ヶ谷 義久¹・片谷 教孝²

¹ SCM システムサービス株式会社 (〒229-1192 神奈川県相模原市田名 3700)

² 正会員 山梨大学大学院医学工学総合研究部 持続社会形成専攻 助教授(〒400-8511 甲府市武田 4-3-11)

E-mail: katatani@js.yamanashi.ac.jp

本研究は、乗用車における動力源別(ガソリン車、ディーゼル車および代替燃料自動車)の得失を、環境影響面と維持管理費用等の経済面の両面から、金額ベースで比較評価する手法を提案することを目的としている。近年の自動車の大幅な普及に伴い、地球温暖化等の環境影響や、排ガス中の汚染物質による人体への影響が問題となっている。その対策を考える際、温暖化に重みを置くとCO₂の削減が、人体リスクに重みを置くとNO_x、SPM等の汚染物質の削減がそれぞれ優先課題となる。動力源によってこれらの排出量が異なり、さらに車両価格や維持管理費用にも差があるため、どの動力源が有利であるかを客観的に判定することは容易ではない。そこで本研究では、自動車の性能、コスト等、あらゆるデータの収集を行い、環境影響については排出される温室効果ガスや汚染物質の金銭換算を行い、すべての事項を金額で表現することによって、動力源別の比較評価を行う手法を提案する。また、現時点で入手可能なデータをもとに試算を行った結果、現時点ではハイブリッド車が優れた評価を得たが、将来的にはCNG車が上回り、さらに燃料電池車もそれらを上回る可能性があることが推定された。

Key Words : vehicle power source ,economic evaluation ,greenhouse gas, air pollutants ,human risk

1. はじめに

自動車の普及は我々の生活の利便性を大きく向上させたが、その代償として、環境問題、交通事故などのさまざまな問題が発生している。その中でもCO₂による地球温暖化、SPM、NO_x、炭化水素類(HC)などの汚染物質による人体影響が代表的なものといえる。これらの影響の評価は、日本と欧州とで異なる。日本では2003年施行の首都圏8都県市のディーゼル車規制に代表されるように、人体への影響が大きいディーゼル車の規制を強化し、ガソリン車や代替燃料車への移行を進めている。しかし、欧州(特にフランスなど)では、CO₂の削減に重点を置いているため、ディーゼル車が再びシェアを伸ばしている。このように、どの対策に重点を置くかにより、選択される動力源には違いが生じる。また動力源によって車両価格や維持管理費用に差異があるため、環境影響や人体影響だけでなく、それらの経済要因も考慮する必要がある。しかし、それらの得失を統一的に比較評価する指標は、これまでのところ確立されていない。また近年は、CNG車や燃料電池車などの新たな動力源も出現し、一部は既に実用に供されており、その得失の評価も課題

といえる。

このような自動車の影響に関する経済的評価の例としては、宇沢¹⁾の「自動車の社会的費用」が有名である。そこでは交通事故や交通混雑による経済的損失のほか、環境影響も議論はされているが、汚染物質ごとの評価は行われていない。また平均的な自動車を対象としており、動力源別の評価は行われていない。

そこで本研究では、各種の自動車から排出される温室効果ガスや汚染物質(以下、「汚染物質」と総称する)の平均的な年間排出量を算出し、それに金銭換算の手法を適用した。さらに車両価格や維持管理コスト等の経済要因を加え、すべての要素を金銭コストとして合算して比較評価を行う手法を提言することを目的とした。そして現時点で入手可能なデータを用いて試算を行い、そのデータの範囲内での各動力源の比較評価結果を示した。

現時点では、基礎データの一部が十分に得られていないために、試算結果の妥当性が十分に確保されていない可能性が否定できない。しかし今後その点が解消された時点では、本研究の成果の活用方法として、行政の政策立案の判断材料とすることが考えられる。

2. 評価の対象範囲

本研究では、以下のように、大きく分けて環境影響と維持管理費用の2種類の要因を評価の対象として、得失の比較を試みた。これら以外にも比較対象の要因となり得るものがあるが、今回は手法の提言を主目的とするため、環境影響と維持管理費用に範囲を限定した。特に石油等の資源枯渇の金銭換算は、今後の重要な課題である。

(1) 環境影響要因

自動車から排出される汚染物質の量を対象とし、汚染物質としてはCO₂、NO_x、HC、SPMに限定した。これを次章(3)に示す金銭換算手法によって金銭に換算した。金銭換算の基本的な考え方は、汚染影響回避のための支払い意思額(WTP)、汚染による逸失利益額、排出権取引価格をベースとした換算の3種である。

CO₂の場合は、今回は自動車走行時の排出のみを対象としているが、厳密には燃料製造時や自動車製造時の排出も考慮する必要がある、今後検討が必要である。

(2) 維持管理費用

維持管理費用としては、購入費、燃料費、整備費、税金、保険料までを含めることとした。

3. 評価手法

本研究の手順を示したものが図-1である。以下ではそれぞれの部分について、概要を述べる。

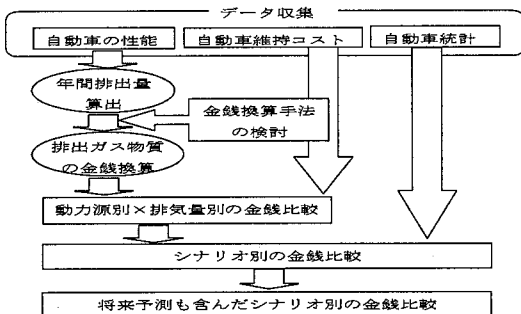


図-1 研究方法のフローチャート

(1) データの収集と加工

a) CO₂排出量、価格

自動車の燃費、二酸化炭素排出量を国土交通省自動車交通局の資料²⁾を使用し、100cc毎に分類し排気量別の平均値を求めた(表-1参照)。代替燃料自動車(ハイブリッ

ド車、液化プロパンガス(LPG)車、圧縮天然ガス(CNG)車、燃料電池車)は環境省の資料³⁾を使用した。なお、ハイブリッド車は厳密には代替燃料自動車とは言えないが、本論文では代替燃料自動車に含めて扱っている。

表-1 自動車詳細データ(抜粋)

通称名	総排気量(cc)	10・15モード燃費(km/l)	1km走行におけるCO ₂ 排出量(g-CO ₂ /km)	車両重量(kg)	標準車両本体価格(万円)
Ave		12.37	190.7	1409	246.2
クラウンセダン	1988	11.40	203.7	1380	264.1
クラウンセダン	1988	13.00	178.6	1480	308.2
マークII	1988	11.80	196.8	1385	251.5
マークII	1988	10.60	219.0	1470	268.3
：			：		
ディオン	1999	13.80	168.2	1370	200.0
ディオン	1999	13.40	173.3	1440	223.6
パジェロイオ	1999	13.00	178.6	1370	202.7
パジェロイオ	1999	12.60	184.3	1397	229.3

表-2 排気量別×動力源別の自動車保有台数(抜粋)

排気量(cc)	ガソリン車		ディーゼル車		その他		全体	
	台数(台)	割合	台数(台)	割合	台数(台)	割合	台数(台)	割合
1001-1100	78670	0.007	0	0.000	1	0.000	78671	0.007
1101-1200	35591	0.003	10	0.000	8	0.000	35609	0.003
1201-1300	1754922	0.155	4	0.000	76	0.001	1755002	0.153
1301-1400	3308000	0.291	21	0.001	3364	0.035	3311385	0.288
1401-1500	6177287	0.544	31226	0.999	93563	0.964	6302076	0.549
	11354470		1	31261	1	97012	11482743	1

b) 自動車保有台数による加重平均

自動車検査登録協会の統計データ⁴⁾を使用し、動力源別×排気量別の保有台数、保有割合を求め、a)の平均値と保有割合を使用し、a)の加重平均データを作成した。

c) NO_x、HC、SPM排出量

NO_x、HC、SPMの排出量を自動車諸元データから算出した。(社)自動車技術会の統計データ⁵⁾を使用し、排気量別の排出量を図-2(NO_xを例に示す)のように動力源別にプロットした。プロット記号の大きさは、データが重なっている数を表している。この図に示すように近似曲線を描き、次式のように排出量を算出した。

(例)2000ccのNO_x排出量(g/km)

$$\begin{aligned}
 y &= -1.457 \times 10^{-8} \times (2000)^2 \\
 &\quad + 7.730 \times 10^{-3} \times 2000 - 1.858 \times 10^{-2} \\
 &= 0.0777 \approx 0.078
 \end{aligned}$$

なお近似曲線を用いたのは、現在は存在しない排気量の車両が出現しても計算が可能とするためで、二次関数を使用したのは、いくつかの単純な関数のうち、最も決定係数の高かったものを選んだことによる。また上記以外の図は省略するが、ディーゼル車のNO_xは直線近似で決定係数が0.43、ガソリン車のHCは二次曲線近似で決定係数が0.042、ディーゼル車のHCは直線近似で決定

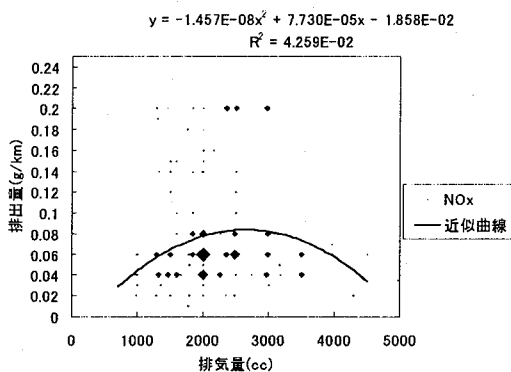


図-2 ガソリン車のNOx排出量

係数が0.33、ディーゼル車のSPMは直線近似で決定係数が0.64であった。

d) 維持管理費用

表-3に示すように、動力源別×排気量別の年間維持管理費用を求めた。車両重量、燃費などはa)で求めたものを使用した。税金などは国内で定められた現行の値を使用した。なお燃費の値にカタログデータを用いると、一般に過大評価となり、結果的に費用が過小評価となることが指摘されている。しかし今回は手法の提言が主目的であることと、全車種の実走行モードでの燃費データを入手することは現時点では困難であることから、カタログデータを使用することとした。

表-3 年間維持管理費用 (金額の単位: 円)

排気量 (cc)	車両 重量 (kg)	燃費 (km/l)	自動車 税	自賠責 保険	燃料費	高速料 金	車検費 用	その他	年額合 計
1500	1097	16.17	34500	18900	78997				196920
2000	1337	12.51	39500	18900	102067				224989
1500d	1541	22.78	34500	18900	46426				164348
2000d	1739	16.81	39500	25200	61026	33382	16250	0	190248
ハイブリッド	1267	32.83	34500	18900	38903				156825
LPG	1621	9.59	39500	25200	73647				202869
CNG	1892	15.82	37550	25200	45696			11000	183968

燃料費: 2003 年間標準走行距離×燃料価格÷燃費

高速料金: 2003 年間標準走行距離×高速道路利用割合×1kmあたりの高速道路料金

e) 販売価格の年間値への換算

自動車の販売価格(1年換算)を求めた。販売価格を次の実用車使用年数⁹⁾で割ることにより求めた。

(ガソリン車) : 10.84 年

(ディーゼル車) : 15.98 年

LPG 車をはじめとする代替燃料自動車については、まだ普及途上にあるため、使用年数の具体的な値が定まっていない。そこで仮の値として、全ての代替燃料自動車の使用年数を10年とした。

(2) 年間排出量の算出

前節で収集したデータを使用し、排気量別の年間排出量を算出した。

年間走行距離×1km 走行当たりの排出量の計算を行い、排気量別の各物質の年間排出量を算出した。さらにHCは表-5に示す成分別の比率を用いて、表-6に示すように成分別の排出量を求めた。

表-4 年間排出量と走行1kmあたり排出量

	年間総排出量(kg/年)				走行1kmあたり排出量(g/km)			
	CO2	NOx	SPM	HC	CO2	NOx	SPM	HC
1500	1432.9	0.644	0.000	0.596	143.3	0.065	0.000	0.060
2000	1851.3	0.776	0.000	0.702	184.6	0.078	0.000	0.070
1500d	1147.7	1.867	1.654	0.099	118.4	0.187	0.166	0.010
2000d	1508.7	3.936	1.958	0.785	155.8	0.395	0.196	0.079
ハイブリッド	705.6	0.130	0.000	0.130	70.4	0.013	0.000	0.013
LPG	1748.4	0.399	0.000	0.399	176.2	0.040	0.000	0.040
CNG	1264.0	0.226	0.000	0.399	126.7	0.023	0.000	0.040

*年間走行距離(2003年)は一律9978kmと仮定

表-5 炭化水素類の成分別含有率

%	キシレン	トルエン	アセト アル デヒド	ホルム アル デヒド	ベンゼン	1,3,5- トリメ チル ベンゼン	エチル ベンゼン	1,3- ブタジ エン	合計
ガソリン	5.3	6.2	0.2	0.3	5.3	1.3	1.0	0.2	19.8
ディーゼル	2.6	1.3	4.8	12.6	1.7	0.3	0.8	1.5	25.6
LPG	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CNG	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

表-6 炭化水素類の成分別1台あたり年間排出量(単位:kg/年)

	キシレン	トルエン	アセト アル デヒド	ホルム アル デヒド	ベンゼン	1,3,5- トリメ チル ベンゼン	エチル ベンゼン	1,3- ブタジ エン
1500	0.032	0.037	0.001	0.002	0.032	0.008	0.006	0.001
2000	0.037	0.044	0.001	0.002	0.037	0.009	0.007	0.001
1500d	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
2000d	0.001	0.001	0.002	0.005	0.001	0.000	0.000	0.001
ハイブリッド	0.007	0.008	0.000	0.000	0.007	0.002	0.001	0.000
LPG	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CNG	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

(3) 金銭換算法

本研究では、前節で算出した排気ガス中の汚染物質の影響を金銭に換算することにより、他の経済要因と直接合算あるいは比較できるようにした。その換算法としては、以下の3通りを用いた。これらが選定された理由は、海外と日本の両方で提案されたものを含めることと、換算の考え方をなるべく異なつたものとするを考慮したためである。

個々の手法の詳細を示す紙面の余裕がないため、各手法の概要と、本研究で修正した点のみを以下に示す。

a) EPS 手法⁹⁾

スウェーデンで提案された手法で、環境負荷の定量化を試みたものである。化石燃料の使用を含め、環境負荷を全て金銭的に換算するために、環境負荷の回避のため

にどの位のコストを支払う意思(WTP)があるかによって原単位が決められている。

(計算式)

年間排出量×重み付け係数(原単位)×ELU

ELUはユーロ単位であるため、ここでは1ユーロ=135円として換算を行った。

b) Eco-indicator99 手法⁷⁾

オランダで提案された手法で、人間の健康への被害、生態系への被害、資源への被害の3つの評価を行ったものである。本研究では、このうち人間の健康への被害の評価値を使用し、そのリスク係数と死亡時の逸失利益とを掛け合わせることで、各汚染物質の年間リスク費用を算出した。

c) JEPIX 手法⁸⁾

日本で提案された手法である。年間の目標物質フローと、各カテゴリに対する環境汚染物質の年間実際フローデータにより、各環境負荷物質の重み付けがされており、そこに年間排出量を掛けることにより、カテゴリごとに環境影響ポイント(EIP)が算出される。これを金額に換算するため、本研究では二酸化炭素排出権取引の価格を使用し、年間リスク費用を算出した。

b. 人体影響重視案:ディーゼル車による人体影響を重視し、ディーゼル車を全てガソリン車に置き換える。

c. 環境問題(温暖化)重視案:CO₂による温暖化問題を重視し、ガソリン車を全てディーゼル車に置き換える。

d. 代替燃料車導入案(1):ディーゼル車の2割をLPG車に置き換える。

e. 代替燃料車導入案(2):ガソリン車の2割をCNG車に置き換える。

f. 環境意識案(1):ガソリン車・ディーゼル車とも中排気量(ガソリン車は1501~2000cc、ディーゼル車は2000cc以下、以下の項でも同じ)の自動車の5割をハイブリッド車に置き換える。

g. 環境意識案(2):ガソリン車・ディーゼル車とも中排気量の自動車の5割をCNG車に置き換える。

h. ガソリン税率変更案:ガソリン税の税率を現行の半分にする。これは現行の税制で問題が指摘されているガソリン税の上乗せ税率の影響を確認するためのシナリオである。

それぞれのシナリオごとに、日本全国の保有台数に対する温室効果ガスと汚染物質の影響の金銭換算額を求め、評価金額とした。その結果を表-8と図-3に示す。

4. 試算結果と考察

(1) 排出量の金銭換算

ここでは紙面の関係で、EPS手法によって換算を行った結果のみを表-7に示す。この結果から、ガソリン車はCO₂とベンゼンによる影響が、ディーゼル車はNO_x、SPM、アルデヒド類による影響が大きくなっていることが示された。また、代替燃料自動車については、LPG車はCO₂排出量が比較的多いため、同排気量(2000cc)のガソリン車と合計金額で差は生まれなかった。ハイブリッド車(プリウス)とCNG車は優れた評価となった。

表-7 汚染物質の金銭換算結果(ガソリン車・EPS手法)

ガソリン車 (EPS)	CO ₂	NO _x	キシレン	トルエン	アセトアルデヒド	ホルムアルデヒド	ベンゼン	1,3,5-トリメチルベンゼン	エチルベンゼン	1,3-ブタジエン	SPM	合計
1500	20891	185	9	10	0	2	16	4	3	1	0	21120
2000	26992	223	11	11	0	2	18	4	3	1	0	27266
1500d	16734	537	1	0	1	11	1	0	0	2	8038	25326
2000d	21996	1192	6	3	11	86	7	1	2	17	9518	32776
ハイブリッド	10288	37	2	2	0	0	3	1	1	0	0	10335
LPG	25491	115	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25606
CNG	18430	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18494

(単位:円/年)

(2) シナリオ比較(汚染物質のみ)

ここでは、今後の政策の変化を想定するために、次の8つのシナリオで金銭換算を行った。

a. 一般シナリオ:現在の車両保有台数での比較。

表-8 一般シナリオの評価結果(汚染物質のみ・EPS手法)

EPS	一般シナリオ							
	小型車 (1500cc以下) ガソリン	小型車 (1501~2000cc) ガソリン	普通車 (2001cc以上) ガソリン	ディーゼル車 (2000cc以下)	ディーゼル車 (2001cc以上)	ハイブリッド	LPG (2000cc)	CNG (2000cc)
CO ₂ (円)	20476	26992	35623	21704	30110	10288	25491	18430
NO _x (円)	178	223	227	1102	2113	37	115	65
キシレン (円)	9	11	4	6	14	2	0	0
トルエン (円)	9	11	12	3	7	2	0	0
アセトアルデヒド (円)	0	0	0	10	26	0	0	0
ホルムアルデヒド (円)	2	2	2	83	211	0	0	0
ベンゼン (円)	15	18	19	6	16	3	0	0
1,3,5-トリメチルベンゼン (円)	4	4	4	1	3	1	0	0
エチルベンゼン (円)	3	3	3	2	7	1	0	0
1-3-ブタジエン (円)	1	1	1	16	65	0	0	0
SPM (円)	0	0	0	9426	11954	0	0	0
合計金額 (円)	20696	27266	33896	32358	44525	10335	25606	18494
保有台数 (台)	1.3E+07	1.6E+07	1E+07	695220	2304451	131695	262754	1668
評価額 (億円)	2.675	4.306	3.534	225	1.026	14	67	0.31
総評価額 (億円)	11.848							

EPS手法ではシナリオ間での差がほとんど見られなかった。しかし、残りの2つの手法では、評価額に大きな差が生じた。これは、この2つの手法がディーゼル車から多く排出される汚染物質の影響を重く見ているためと考えられる。また、当然のことであるが、代替燃料自動車に置き換えるd)からg)のシナリオは、汚染物質のみによる評価ではいずれも優れた評価となった。その中でも特にf)のハイブリッド車に置き換えるシナリオが最も優れているという結果となった。

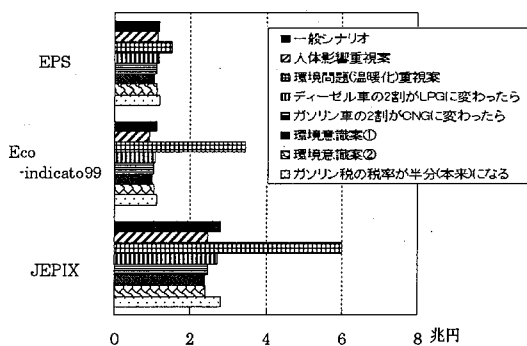


図-3 シナリオ別総評価額（汚染物質のみ）

(3) シナリオ比較（経済要因も含む）

前節と同様のシナリオ設定によって、販売価格と維持管理費用を含めた試算を行った。その結果を表-9に示す。

同じ排気量のクラスで比較すると、販売価格はディーゼル車の方が高いが使用年数がディーゼル車の方が長いので、年間価格に換算すると安くなり、また維持管理費においても、燃料費がガソリン車よりも安いことから、合計価格では差が小さくなった。また代替燃料自動車の中では、最も評価が優れていたのがハイブリッド車であり、次いでLPG車、CNG車となった。これらの動力源は、汚染物質排出量が比較的少ない、維持管理費が安いなどのメリットは大きいですが、現時点での販売価格が高いため、同クラスの排気量で比較すると、圧倒的に維持管理費の安いハイブリッド車のみ優れた評価となった。CNG車に関しては、現時点で給油インフラの整備が十分進んでおらず、販売価格がガソリン車やディーゼル車に比べ高いことが制約となっているが、今後給油インフラの整備と価格の低下が進行することで実効性が現れるとみられる。

これらの合計値を図示した結果が図-4である。温室効果ガスと汚染物質のみの評価を示した図-3と、経済要因を加えた図-4とでは大きな違いがみられる。まず、シナリオhでは税率低下によりガソリン価格が低下した結果、維持管理費のコストダウンが起きたため、各手法で最も優れた評価となった。しかし、台数のバランスは変更していないため、他のシナリオと同列に比較することはできない点に注意する必要がある。

次にシナリオbとcの結果を見る。ここでは3つの金銭換算法によって傾向の異なる評価結果となった。まずbの人体影響重視案では、EPS手法Eco-indicator99手法では一般シナリオより劣る結果となったが、JEPIX手法では優れた結果となった。またcの環境問題重視案では、EPS手法では一般シナリオより優れた結果となったが、Eco-indicator99手法とJEPIX手法では劣る結果となった。このように異なる評価結果が出てくるのは、

汚染物質の金銭換算の際の重みのかけ方の影響である。現時点ではこれらの換算法の妥当性の高低を十分に評価することができないため、どの結果が正しいという判定は困難である。ただEPS手法では、他の2つの手法と逆の結果となり、近年の日本国内での動きほどにはディーゼル車の評価は必ずしも低くなく、逆に優れている可能性も考えられる結果となった。

また、代替燃料車に置き換えるdからgのシナリオでは、汚染物質のみによる評価ではどれもが優れるという結果であったが、合計による評価では、販売価格や、維持管理費のコスト面のメリット・デメリットが影響し、大きく異なる評価結果となった。最も優れた評価を得たのはハイブリッド車に置き換えるシナリオであり、逆に劣る評価と判断されたのは、CNG車に置き換えるeとgのシナリオであった。LPG車は、一般シナリオと大きな差は生まれなかった。これらの結果から、現時点では、新たなインフラ整備の必要がなく、汚染物質排出量も少ないハイブリッド車が最も優れた動力源であると評価することができる。ただし、ハイブリッド自動車はガソ

表-9 一般シナリオの評価結果（汚染物質と経済要因の合算）

EPS	一般シナリオ							
	小型車 (1600cc 以下) ガソリン	小型車 (1601- 2000cc) ガソリン	普通車 (2001cc 以上) ガソリン	ディーゼル車 (2000cc 以下)	ディーゼル車 (2001cc 以上)	ハイブリッド	LPG (2000cc)	CNG (2000cc)
CO ₂ (円)	20,476	26,992	33,623	21,704	30,110	10,288	25,491	18,430
NOx (円)	178	228	227	1,102	2,118	37	115	65
キレレン (円)	9	11	4	6	14	2	0	0
トルエン (円)	9	11	12	3	7	2	0	0
アセトアルデヒド (円)	0	0	0	10	26	0	0	0
ホルムアルデヒド (円)	2	2	2	83	211	0	0	0
ベンゼン (円)	15	18	19	6	16	3	0	0
1,3,5-トリメチルベンゼン (円)	4	4	4	1	2	1	0	0
エチルベンゼン (円)	3	3	3	2	4	1	0	0
1-3ブタジエン (円)	1	1	1	16	42	0	0	0
SPM (円)	0	0	0	9,428	11,954	0	0	0
販売価格 (円)	136,061	214,501	299,371	206,007	265,674	245,100	230,691	322,200
維持管理費 (円)	193,974	224,989	287,351	188,602	225,718	156,825	202,869	183,968
合計金額 (円)	330,035	439,490	586,722	394,609	491,392	401,925	433,560	506,168
保有台数 (台)	1.8E+07	1.6E+07	1E+07	6.9E+06	2.3E+06	1.3E+06	2.6E+06	1.6E+06
評価額 (億円)	45,339	70,318	58,672	2,758	11,349	543	1,206	9
総評価額 (億円)	200,846							

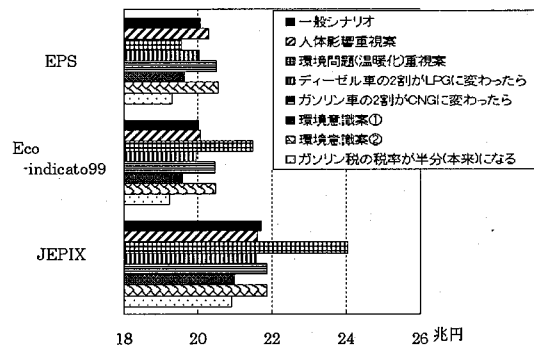


図-4 シナリオ別総評価額（汚染物質と経済要因の合算）

リン車・ディーゼル車と同じく、枯渇性資源である原油を原料とする動力源である。そのため、長期的な代替燃料自動車としては優れていない可能性がある。そこで、燃料の天然ガスも原油と比較するとまだ豊富であると言われており、燃料価格も低い CNG 自動車が今後普及する可能性がある。また、CNG 車の普及を困難にさせている要因として、今回の試算では考慮しなかった給油インフラの費用面、1 充填当たりの走行距離の技術面がある。これらの課題が解消された時には、CNG 車が優位性の高い動力源になると期待できる。

なお、本研究は手法の提言が目的であるため、これらのシナリオ比較はあくまでも試算レベルであり、今後のデータ整備等によって結果が変化する可能性がある。

5. 将来予測結果

前章までに示した試算結果は、主として 2005 年時点で入手可能な最新データに基づいている。しかしこれらのデータ、特に販売価格や維持管理費用は、技術的な進歩や販売量の変動によって、大きく変化する性質を持っている。そこで 2010 年時の技術進歩、保有台数の割合などの予想データ⁹⁾を使い、将来時点での評価の変動の予測を試みた。さらに今後普及が予想される燃料電池車を新たな動力源として追加した。将来予測結果と比較対照するシナリオは表-9 の一般シナリオとした。

紙面の関係で、EPS 手法による評価結果のみを表-10 に、3 つの評価手法による比較結果を図-5 に示す。

表-10 将来予測結果 (EPS 手法)

EPS	将来予測						
	ガソリン	ディーゼル	ハイブリッド	LPG	CNG	燃料電池	
CO ₂ (円)	27,002	23,631	10,288	25,491	18,430	0	
NO _x (円)	205	663	37	115	65	0	
キシレン (円)	10	1	2	0	0	0	
トルエン (円)	11	0	2	0	0	0	
アセトアルデヒド (円)	0	1	0	0	0	0	
ホルムアルデヒド (円)	2	9	0	0	0	0	
ベンゼン (円)	17	1	3	0	0	0	
1,3,5-トリメチルベンゼン (円)	4	0	1	0	0	0	
エチルベンゼン (円)	3	0	1	0	0	0	
1-3 ブタジエン (円)	1	2	0	0	0	0	
SPM (円)	0	1,369	0	0	0	0	
販売価格 (円)	214,320	252,572	237,983	230,691	276,533	1,000,000	
維持管理費 (円)	231,600	204,882	156,825	202,869	183,968	142,480	
合計金額 (円)	473,175	483,131	405,143	459,166	478,995	1,142,480	
保有台数 (台)	35584723	3467405	2100000	522754	818524	50000	
評価額 (億円)	168,378	16,752	8,508	2,400	3,921	571	
総評価額 (億円)	200,530						

図-5 の一般シナリオと将来予測の比較では、それぞれ多少の差は生じたが、いずれの手法でも将来予測結果が優れた評価となった。これには主として販売価格の低下

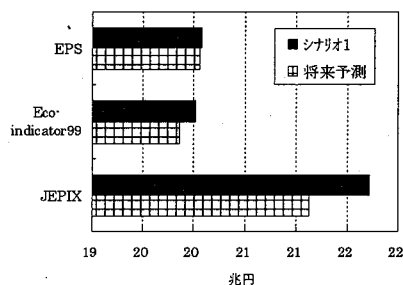


図-5 総評価額の将来予測結果

が寄与している。

次に表-10 で各動力源別に見ると、特徴的なのは燃料電池車である。この動力源は、排気ガス物質がゼロとなっていることから、評価項目は販売価格と維持管理費のみとなる。販売価格は現時点では不確実性があり、明確な予測値を示した文献は入手できなかったため、本研究では 1 年当たり 100 万円として、他の動力源に比べ非常に高い価格で評価した。しかし 2010 年時点では、保有台数がまだ少ないと予想されているため、本研究の評価方法では結果にあまり影響はなかった。また将来予測では、技術的進歩や規制強化によるディーゼル車の排気ガス物質排出量の減少、CNG 自動車の販売価格低下を仮定し、試算を行った。その結果、EPS 手法では、ほぼガソリン自動車と同じ評価額となった。しかし、ハイブリッド自動車の合計金額にまでは及ばず、2010 年時予測でもハイブリッド自動車が優れている自動車と評価された。

ただし、資源の枯渇という問題を重視するならば、LNG 車や燃料電池車などに動力源がシフトすることが予想される。この点については、本研究では資源の枯渇性を評価対象に含めていないため、定量的な考察は困難であるが、今後重要性が増す点であるといえる。

6. まとめと課題

本研究では、自動車の動力源別の得失を評価するため、環境影響を金銭換算し、車両価格や維持管理費用と合算して評価する手法を提案した。そして、現時点で入手可能なデータにより試算を行った結果、次のような結果が得られた。

1) 現時点での評価、性能や価格の向上を行った将来予測においても、最も優れた評価を得た動力源はハイブリッド車となった。しかし、燃料にガソリンを使用しているため、長期的に優れているとは判断できない。そこで、インフラ整備や技術の革新が前提条件ではあるが、CNG 車や燃料電池車のような代替燃料車へのシフトが期待される。この点は、石油等資源の枯渇による影響を評価

対象に含めることにより、さらに明確になるものと考えられる。

2) 個々の金銭換算法で重み付け係数に違いがあるため、評価結果にも多くの差異が生じた。これらの差異は、どこまでを評価対象に含めるか、あるいは何を金銭換算時の基準に用いるかにも依存し、最終的に本研究で提案する手法が現実に応用されるまでには、社会的な合意が得られることが必要と言える。またそのような社会的な合意が得られれば、得失評価も1つに定まってくることが予想される。現時点ではそのような合意形成がなされるための手がかりが乏しいが、今後リスク評価の手法が進歩することによって、これらの金銭換算法の信頼性が向上し、さらにこれらの手法が社会に広く認知されることによって、手法的な合意が形成されることが期待される。

3) 本研究は手法の提案を主目的としており、現段階で試算結果の信頼性は十分に評価されているとは言えない。信頼性を高めるためには、次のような点が課題となる。

- ・燃費、汚染物質排出量等の基礎データの追加更新
- ・汚染物質の細分化と現在考慮していない物質の追加
- ・新たな動力源の比較対象への追加
- ・維持管理費などの見直し

さらに、最近の動きとして原油価格高騰による燃料費の大幅上昇など、本研究で扱っていない要因の影響が想定

されるため、それらの影響の算入方法の検討も必要と考えられる。

参考文献

- 1) 宇沢弘文(1974), 自動車の社会的費用, 岩波新書.
- 2) 国土交通省自動車交通局 (2005), 自動車燃費一覧～平成16年3月～.
- 3) 環境省, 低公害車ガイドマップ, <http://www.env.go.jp/air/car/vehicles2004/htm/frame-1.htm>, (2006/01/20 アクセス).
- 4) 財団法人自動車検査登録協会の (2004), 自検協統計 自動車保有台数-No.31-平成16年3月末現在.
- 5) 社団法人自動車技術会 (2005), 2005 年版自動車諸元表(検索版)(CD-ROM).
- 6) EPS (Environmental Priority Strategies in Product Design) (1999). Models and data of the default method.
- 7) PRE Consultants (2000), The Eco-indicator 99: A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment Methodology Report.
- 8) JEPPIX (Japan Environmental Policy Index), (<http://www.jepix.org/index.php>) (2006/01/18 アクセス).
- 9) NEDO, NEDO 新エネルギー関連データ(平成16年度版トップページ), <http://www.nedo.go.jp/nedata/16fy/index.html>, (2006/01/20 アクセス).

COMPARATIVE EVALUATION OF MERITS AND DEMERITS OF AUTOMOBILE POWER SOURCES USING ENVIRONMENTAL IMPACTS AND COSTS

Yoshihisa MAGATANI and Noritaka KATATANI

The objective of this study is to propose an evaluation method to evaluate merits and demerits of automobile power sources. Both environmental impacts and economic factors were considered. Environmental impacts were transformed into money costs using three types of methods. As a result of trial calculations, hybrid cars are most effective at present, however, CNG cars and fuel cell cars have possibilities to get advantage in future. Since this study is at the preliminary stage, more precise validations are necessary.