

次世代環境自動車に対する消費者購買意識の研究

木村誠一郎¹・杉村丈一²

¹九州大学 大学院 工学府 水素エネルギーシステム専攻

〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡7 4 4

²九州大学 大学院 工学研究院 機械工学部門

A study on consumer preferences for next-generation environmentally friendly cars

Seiichiro Kimura¹ and Joichi Sugimura²

¹Department of Hydrogen Energy Systems, Graduate School of Engineering, Kyushu University

744 Motoooka, Nishi-ward, Fukuoka 819-0395

²Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Kyushu University

This paper describes an analysis of a consumer survey on environmentally friendly vehicles including hybrid vehicles, electric vehicles and fuel cell vehicles. The survey was conducted for those who had already purchased or considered purchasing these vehicles in order to clarify the reasons why they had chosen environmentally friendly vehicles. The images for the vehicles were also investigated and compared with the reasons. The results of the survey suggest that, even if the consumers are sharing good images for environmentally friendly vehicle, it is not easy for the vehicles to become popular in the future unless consumers feel safe to use them. Especially the number of refueling station is important for users, and it is necessary to introduce at least 1/10 of that of the existing gas stations.

Key words: electric vehicles, hybrid vehicles, fuel cell vehicles, consumer survey, refueling station

1. まえがき

地球環境問題に対する取り組みとして、ハイブリッド車 (Hybrid Vehicle: HV) や電気自動車 (Battery Electric Vehicle: BEV)、水素燃料電池自動車 (Fuel Cell Vehicle: FCV) など、環境自動車への注目が高まっている。本邦においては 2009 年度に自動車重量税・自動車取得税の特例措置 (エコカー減税) および環境対応車への買い替え・購入に対する補助金制度 (エコカー補助金) が実施され、それまで徐々に広がりを見せていた HV の普及に弾みがついた [1]。その結果、初代トヨタプリウスが発売されて以来 12 年で、乗用車における HV の累計保有台数が 117 万台 (全乗用車の約 2%) となり、現在も HV のシェアは上昇し続けている [2]。一方、HV のみに留まらず、2009 年からは BEV の市場展開が開始され [1]、さら

に 2015 年頃には FCV の市場投入も予定されている。HV については既存の燃料供給インフラをそのまま利用出来るため、普及に要する課題は車輛コストであったと考えられる。しかし、BEV、FCV の普及を目指すには自動車ユーザが安心して利用できるインフラ整備環境が必要であることから、それらが整備されていない現状において BEV、FCV の普及を正確に予測することは難しかった。

自動車の普及分析・予測についておこなわれた従来研究では、二つの段階で実施されることが多い [3-12]。まず始めに消費者がどのような自動車を選択するかについて評価が行われ、次に消費者評価に基づく普及想定が行われる。その後、普及予測結果を用い二酸化炭素排出量低減効果等が評価される。ここで、消費者がどのような自動車を選択するかは、アンケートによるコンジョイント分析や過去の自動車販売データからの消費者選好度導出

2012年6月13日受理

などが実施されてきた。一方、普及評価については消費者選好度評価による多項ロジットモデルの利用、また耐久消費財にみられる普及モデルなどが用いられている。

普及分析の前提となる消費者選好モデルについて、従来の多くの研究では、自動車の道具としての側面にのみ注目し、例えば、車体価格や燃費、また排気量など機能的側面の違いが消費者の自動車選択を左右するとの前提でモデル化がおこなわれている。ところが、最近行われた研究によると、消費者が自動車を購入または利用する場合、性能やコストに加え、環境配慮や情緒的側面も含めた選択をしていることが報告されている [13,14]。Rijinsoever ら [13] によれば環境車の選択動機は、自動車に対する興味と環境に対する知識の両方が必要であることが示されており、また、Steg [14] によると自動車を利用する事が、移動手段としての位置づけに留まらず、象徴的役割（自動車を保有、運転する事により、所属する集団・階級を表す；例としては、HV を所有、運転する事で環境に配慮した自動車ユーザーであることを周囲が認知する）、また情緒的役割（自動車を保有、運転することによる満足感や充足感）を果たしていることが示されている。つまり、近年のHVの普及に見られる現象は、エコカー減税やエコカー補助金による経済的理由によるものだけでなく、自動車の持つ移動手段以外の役割もまた普及に寄与していることが推察される。しかしながら、これら機能的役割以外が消費者選好度にどの程度影響を与えるかについては定量的に評価されてこなかった。

そこで本稿では、BEV や FCV の普及分析を実施するにあたり必要な「消費者選好度」に焦点を当て、既にエコカーを購入された方もしくは購入の検討をされた方がいかなる基準においてそれら選択を行ったかをアンケート調査により明らかにすることとした。同時に、それら自動車の普及に不可欠な要因の抽出も試みることにした。

2. 方法

本章においては、(1) アンケート概要、(2) エコカー購入・検討要因およびエコカーイメージ調査および評価、(3) 購入時の自動車比較調査および評価について述べる。

2.1 アンケート概要

本研究におけるアンケート調査は大手ガソリンスタン

ド情報サイト (<http://gogo.gs/>) において、一般カーユーザーに対しアンケート回答を呼びかける形で実施した。質問内容は大きく3種類のカテゴリに分け、1点目をエコカーについての知識と、購入もしくは検討経験の調査とした。このうち、エコカーを既に購入した方、もしくは購入を検討したことがある方に対し、その理由を尋ねた。2点目は各種エコカーに対し、エコカーを既に購入した方、もしくは購入を検討した方が持っているイメージを尋ねた。最後の質問内容カテゴリは、ユーザーに次回自動車を購入する場合を想定してもらい、各自動車が基準ガソリン車に対してどの程度魅力を感じるかというものを相対評価で評価して頂くこととした。

2.2 エコカー購入・検討要因の測定

カーユーザーがどのような点に関心を持ち、特にエコカーを選択しているかを明確にするため、エコカーを購入もしくは検討をした経験のある方に対し、その理由を尋ねるアンケートを実施した。測定尺度を表1に示す。

表1. エコカー購入・検討要因 測定尺度

番号	購入動機	測定尺度
1	地球温暖化問題の解決に貢献するから	
2	大気汚染問題の解決に貢献するから	
3	石油枯渇問題の解決に貢献するから	
4	日本のエネルギー安全保障の向上に貢献するから	
5	燃費が良いから	
6	エコカー補助金・減税により割安で購入できるから	
7	新古車/中古車が他の車に比べ、割安で購入できるから	
8	下取り価格や中古車買取価格が有利だから	
9	静かだから	
10	室内空間が広いから	
11	デザイン性が優れているから	
12	流行であるから	
13	他人と違う車だから	
14	以前よりエコカーを利用していたから	
15	エコカーの仕組みに対して十分理解していたから	
16	自動車の安全性に不安を感じた	
17	自動車の仕組みに不安を感じた	
18	購入価格について不安を感じた	
19	燃料の補給に不安を感じた	
20	車検や整備業者の有無について不安を感じた	
21	車検や整備費用について不安を感じた	
22	故障度合いについて不安を感じた	
23	下取り/中古車売上の難しさについて不安を感じた	
24	最終処分難しさについて不安を感じた	

質問項目は先行研究 [3,15]などを参考に、自動車の性能、環境、運用、関連諸費用、処分についての項目を含めた。各質問項目については「そう思う」「そう思わない」を両極とし、5件法を用いて尋ねた。また、問16からは逆転項目とし、エコカーを購入する際に感じた不安として質問を設定した。なお、本測定におけるエコカーについて、その車種や燃料種は特定せず、回答者が購入、もしくは検討した自動車エコカーだと思った場合に、質問に答えて頂く形式とした。

2.3 エコカーイメージの測定

エコカーを購入、もしくは検討したと回答した方に対し、HV、BEV、FCV、天然ガス自動車 (NGV) およびLPガス自動車 (LPGV) に対するイメージを尋ねた。これは、2.2節で実施するエコカー購入・検討理由との対比を行い、各自動車に対して持たれているイメージが購入動機に結びつくプロセスを明確化させるためである。ただ、本調査では各自動車について個別のイメージを尋ねる必要があり、2.2節の調査も含めて回答者の必要回答数が増加し、回答者の負担増から適切な回答結果が得られないことが想定された。そこで、測定尺度は表1と同等の考え方にしつつも、質問数は表2の通り16項目に減らすこととした。また、回答方法は2.2節の調査と同様、各質問項目について「そう思う」「そう思わない」を両極とする5件法を用いることとした。

表2. エコカーイメージ 測定尺度

番号	自動車イメージ	測定尺度
1	デザインが良い	
2	室内が広い	
3	燃費が良い	
4	静か	
5	新車での購入価格が高い	
6	中古車での購入価格が高い	
7	補助金や優遇税制が受けられる	
8	整備費用が高い	
9	頻繁に壊れる	
10	下取り価格/中古車売値が高い	
11	地球温暖化問題の解決に貢献する	
12	石油枯渇問題の解決に貢献する	
13	エネルギー安全保障の向上に貢献する	
14	大気汚染問題の解決に貢献する	
15	安全性に不安がある	
16	燃料の補給に不安がある	

2.4 エコカー購入・検討理由およびイメージの評価法

消費者の意思決定モデルでは、消費者自身が商品・サービスを知覚・記憶し、その後購買行動に至ると説明される [16-18]。ここで、消費者がエコカーに対して一定のイメージを形成後、選択、購買行動を取るとすれば、現時点で消費者が持つエコカーのイメージは将来の購買行動に影響を与えると考えられる。このことから、今後のエコカー普及を検討するためには消費者意識の把握は重要である。そして、既にエコカーを購入した、もしくは購入の検討をしたユーザが各種エコカーに対して持つイメージと実際の購買行動との関連性を明らかにすることで、普及に必要な要因が明確化されると考えた。

本研究では、2.2節の結果として得られた「消費者がエコカーの購入・検討を行った要因」と2.3節の結果として得られた「エコカーに対するイメージ」とが、それぞれ幾つかの共通要因により発生していると仮定し、その要因を明らかにするため、主因子法を用いた因子分析を行う。主因子法にて得られた固有値に属する各項目を式(1)で示す積和にて評価する。積和で評価する理由は、各固有値に属する項目に一項目でも負要因があるとすれば、その負要因が全体イメージを左右すると考えられるためであり、先行研究 [12]においても取られている考え方を踏襲する。各因子得点を積和して得られた評価点数はポジティブイメージが「1」、ネガティブイメージが「0」に収束する。各回答者からの回答結果は表3の通り分類する。なお、この手法で分類する場合、因子項目に対するn乗で評価されるため、A層は強いポジティブな捉え方、B層は総じてポジティブな捉え方、C層は総じてネガティブな捉え方、D層は強いネガティブな捉え方となる。

$$A_i = \prod_{j=1}^n a_{ij} / P^n \quad (1)$$

- A_i: 各回答者の固有値iに対する評価値
- a_{ij}: 固有値iに属するj番目の測定項目の回答結果
- i: 因子固有値
- j: 測定項目
- n: 各固有値に属する因子数

表 3. 因子評価法

分類	範囲
A層	$(4/5)^n < A_i \leq 1$
B層	$(3/5)^n < A_i \leq (4/5)^n$
C層	$(2/5)^n < A_i \leq (3/5)^n$
D層	$(0/5)^n < A_i \leq (2/5)^n$

2.5 購入時の各種条件の測定

一般的な消費者が各種エコカーを購入する条件を明確化するため、自動車の購入を想定し、各種エコカーが現行のガソリン車に比べどの程度魅力的に感じるか調査した。本質問の対象は、2.2節、2.3節において既にエコカーを所有もしくは検討を行った方に加え、自動車は保有するがエコカーの購入、もしくは検討をしたことが無い方、そして自動車を保有した事がない無い方にも依頼した。これは、エコカーの保有有無に依存しない一般的な条件を抽出するためであり、環境意識等が高い方による影響を排除するためである。

表 4. 自動車比較評価測定尺度

番号	燃料種	初期費用	カタログ燃費値	年間維持費	スタンド数
0	基準ガソリン車	200万円	20 km/L	- 5万円	- 35,000ヶ所
1	ハイブリッド車 (HV)	250万円	20 km/L	Low 5万円	- 35,000ヶ所
2				High 15万円	
3	電気自動車 (BEV)	300万円	30 km/L	Low 5万円	Low 1,000ヶ所
4				High 30万円	
5				Low 5万円	High 5,000ヶ所
6				High 30万円	
7	水素燃料電池自動車 (FCV)	300万円	40 km/L	Low 5万円	Low 1,000ヶ所
8				High 30万円	
9				Low 5万円	High 5,000ヶ所
10				High 30万円	
11	天然ガス自動車 (NGV)	230万円	40 km/L	Low 5万円	Low 350ヶ所
12				High 7万円	
13				Low 5万円	High 3,500ヶ所
14				High 7万円	
15	LPG自動車 (LPGV)	230万円	40 km/L	Low 5万円	Low 1,500ヶ所
16				High 7万円	
17				Low 5万円	High 5,000ヶ所
18				High 7万円	

アンケートでは各測定尺度において、基準ガソリン車を3とした場合、設定したエコカーについて「魅力がある」「魅力がない」を両極とする5件法にて測定した。エコカーにはHV、BEV、FCV、NGVおよびLPGVを含

め、各自動車について2010年現在において想定され得る初期費用とガソリン価格等価の燃費値を与えた。維持費と燃料供給スタンド数については、それぞれ二水準を与え、比較が行えるようにし、年間維持費において各種税金は含まないとした。また現行のガソリンスタンド数は、参考文献[19]を参考に、アンケート時点で予測される数を想定して35000カ所とした。提示した条件を表4に示す。

2.6 購入条件の評価法

2.5節に従い測定された回答結果の評価において、回答結果を単に平均、比較するだけでは回答者の意識分布を正確に表していることにはならない。一方、回答者の意識について全体像を把握するため、回答傾向が何らかの分布に従うと考えたとしてもそれを特定することは容易ではない。そこで、本評価では5件法で取得された回答結果の分布を元に、ジョンソンSU分布を用いた近似確率密度関数にて表現することとする。ジョンソンSU分布は4つの分布パラメータ γ 、 δ 、 λ 、 ξ によって式(2)の通り表される。ここで各パラメータは実データの平均値、標準偏差、歪度、尖度より導出、確率密度関数を求める。なお、回答者が「1」から「5」の尺度において回答した内容は、その周辺に含まれる魅力度が収束した数値であると考え、例えば魅力度が「0.5」から「1.4」の場合、回答者は「1」を回答するとして確率分布関数を求める。なお、近似曲線の範囲は「0.5」から「5.4」とする。

$$f(x) = \frac{\delta}{\lambda\sqrt{2\pi\sqrt{z^2+1}}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\gamma + \delta \ln(z + \sqrt{z^2+1})\right)^2\right] \quad (2)$$

$$z = \frac{x - \xi}{\lambda} \quad (3)$$

一方、2.5節の測定では初期費用と燃費を各種類の自動車に一意的に割り当てた。また、各自動車種に対して年間維持費とスタンド数は「高い」、「低い」の二水準とした。そのため、回答者が差異を持って選択したかの確認が重要である。そこで、観察された測定結果群の間には有意差がみられるかを多重比較分析により検定する。多重比較は群間の対比を同時に検定するTurkeyのHSD検定を用いる。

3. 結果および考察

本章においては (1) エコカー購入・検討要因およびエコカーイメージ分析結果、(2) 消費者に対する自動車魅力度調査結果について述べる。

3.1 エコカー購入・検討要因と各エコカーに対するイメージ分析結果

3.1.1 アンケート回答数

アンケートは2011年5月17日～6月17日の1ヶ月間、回答数を定めず期間を設定する形で実施した。エコカーを購入した、もしくは検討した経験のある方からは合計244件の回答を得た。回答者が想定するエコカーは表5に示す割合となり、大半がエコカーとしてHVを購入もしくは検討している方からの回答を得た。HV以外としてはBEVやクリーンディーゼル車、他にプラグインハイブリッド車、NGV、水素自動車等も挙げた。

表5. アンケート回答者が購入・検討した自動車種

種類	回答数
ハイブリッド車	218件
電気自動車	13件
クリーンディーゼル車	9件
プラグインハイブリッド車	2件
その他	2件

3.1.2 エコカー購入・検討要因の因子構造分析結果

取得した全回答に対し、表1で示した測定尺度に対する因子分析を、主因子法を用いて実施した。図1に因子のスクリーンプットを示す。第2・第3因子間の傾きと第3・第4因子間の傾きに違いが見られ、また第5・第6因子間の傾きと第6・第7因子間の傾きに違いが見られた。そこでまず3因子を仮定し、主因子法・プロマックス回転による因子分析を行った。3項目において十分な因子負荷量を示さなかった因子が確認されたことから、21項目について再度、主因子法・プロマックス回転による因子分析を行い、因子パターンと因子相関を得た。分析結果を表6に示す。

第一因子は8因子から構成され、自動車を利用する場合に想起される安心感に関する項目であったことから、「安心度」因子と命名する。第二因子は6因子から構成

され、自動車と社会・環境との関係性を示している項目であったことから「社会・環境性」因子と命名する。第三因子は7因子から構成され、自動車のデザインや現在の流行に関連する項目などが含まれていたことから「デザイン・流行性」因子と命名する。なお、各因子間の内的整合性を確認するためアルファ値を求めたところそれぞれ、0.90、0.88、0.81となり、内的整合性の目安となる0.7を上回ったことから、3因子構造での分類は信頼出来ると考える。

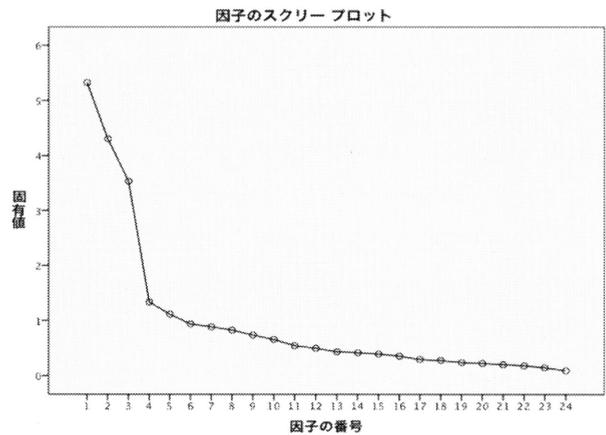


図1. エコカー購入・検討理由における因子のスクリーンプット

表6. エコカー購入・検討理由における因子パターンおよび因子相関行列 (3因子)

項目内容	I	II	III
20. 車検や整備業者の有無について不安を感じた	.802	-.008	-.062
24. 最終処分難しさについて不安を感じた	.781	-.014	.124
22. 故障度合いについて不安を感じた	.754	.092	-.128
23. 下取り中古車売上の難しさについて不安を感じた	.753	-.030	.100
17. 自動車の仕組みに不安を感じた	.748	.005	.002
21. 車検や整備費用について不安を感じた	.735	.033	-.133
16. 自動車の安全性に不安を感じた	.690	-.087	.040
19. 燃料の補給に不安を感じた	.626	-.034	-.002
2. 大気汚染問題の解決に貢献するから	.018	.890	-.039
1. 地球温暖化問題の解決に貢献するから	.006	.875	-.020
3. 石油枯渇問題の解決に貢献するから	.046	.858	.004
4. 日本のエネルギー安全保障の向上に貢献するから	.106	.699	.256
5. 燃費良いから	-.127	.658	-.146
6. エコカー補助金・減税により割安で購入できるから	-.089	.518	.039
11. デザイン性が優れているから	-.100	-.039	.736
12. 流行であるから	.021	.093	.733
13. 他人と違う車だから	-.038	-.068	.675
10. 室内空間が広いから	.003	-.011	.672
8. 下取り価格や中古車買取価格が有利だから	-.013	.145	.586
14. 以前よりエコカーを利用していたから	.115	-.204	.514
7. 新古車中古車が他の車に比べ割安で購入できるから	-.015	.084	.449
因子相関行列			
I	1.000	-.035	-.080
II		1.000	.028
III			1.000

次に6因子を仮定した主因子分析を実施した。3因子法における分析と同様、十分な因子負荷量を示さなかった3項目を除く21項目について6因子法プロマックス回転を用い実施した。分析結果を表7に示す。その結果、3因子分析で評価された「安心度」「社会・環境性」「デザイン・流行性」がそれぞれ二つずつの因子により構成されていることがわかった。

第一因子である「安心度」は「運用に対する安心度」と「自動車に対する安心度」の各因子により構成され、それらの合算として「安心度」が与えられていることがわかった。「社会・環境性」は、「社会問題への関心」と「経済性」の因子に各要素により構成され、また、「デザイン・流行性」については、「デザイン性」の部分と、「流行・流通性」の部分で説明されることがわかった。ここで、3因子分析において「経済性」が単体で抽出されず、社会・環境性に含まれ観測された点は注目に値する。それは、エコカーに対する購入・検討者の捉え方が、エコカーが社会および環境へ貢献するという外向きへの影響と、自身の家計へ貢献する内向きへの影響とを同時に満たす自動車であると考えていることである。つまり、環境に良い自動車はカーユーザ自身の経済性向上にも良い影響を与える自動車と認識されていると考えられる。

表7. エコカー購入・検討理由における因子パターンおよび因子相関行列 (6因子)

項目内容	I	II	III	IV	V	VI
21.車検や整備費用について不安を感じた	.931	-.072	-.041	.115	-.031	-.180
20.車検や整備業者の有無について不安を感じた	.848	.012	.011	-.042	-.060	-.035
22.故障度合いについて不安を感じた	.739	-.009	-.117	.124	.034	.067
23.下取り中古車売上の難しさについて不安を感じた	.694	.002	.123	-.047	-.016	.087
24.最終処分難しさについて不安を感じた	.622	.031	.122	-.052	-.007	.215
19.燃料の補給に不安を感じた	.587	.057	-.096	-.166	.111	.030
1.地球温暖化問題の解決に貢献するから	.007	.931	.003	-.009	-.089	-.063
2.大気汚染問題の解決に貢献するから	.005	.918	-.028	.019	-.070	-.040
3.石油枯渇問題の解決に貢献するから	.028	.827	-.047	.067	.027	-.019
4.日本のエネルギー安全保障の向上に貢献するから	-.040	.743	.078	-.033	.163	.136
11.デザイン性が優れているから	-.051	-.088	.914	.123	-.134	-.018
10.室内空間が広いから	.029	-.008	.742	.033	-.050	-.011
13.他人と違う車だから	-.054	.024	.651	-.104	.017	.011
12.流行であるから	.029	.063	.611	.043	.171	.002
6.エコカー補助金減税により割安で購入できるから	-.003	-.038	.049	.880	.171	.051
5.燃費良いから	.005	.217	.008	.719	-.080	-.053
14.以前よりエコカーを利用していたから	.128	.058	.386	-.401	.128	-.092
8.下取り価格や中古車買取価格が有利だから	.030	-.013	.120	.123	.716	-.047
7.新古車中古車が他の車に比べ割安で購入できるから	-.024	-.009	-.054	.021	.715	-.004
16.自動車の安全性に不安を感じた	.169	-.045	-.074	-.011	.061	.766
17.自動車の仕組みに不安を感じた	.250	.028	.033	.063	-.120	.751
因子相関行列						
I	1.000	.006	-.058	-.129	-.040	.557
II		1.000	.054	.460	.132	-.056
III			1.000	-.108	.574	.045
IV				1.000	.011	-.150
V					1.000	.110
VI						1.000

以上より、エコカーの購入もしくは検討を行った理由が3因子もしくは6因子で説明可能であることがわかった。そして、6因子構造は3因子構造の因子をそれぞれ2つずつに分解し、より詳細な共通因子を抽出していることが理解された。一方、以降の分析において6因子を用いて理由の分析を行うことは、理由を説明する変数が多くなるだけでなく、式(1)で示す評価点を計算するための計算因子が少なくなり、一つ一つの質問に対する回答結果が、評価値を大きく左右することが想定された。そこで、本研究では以降、3因子構造を用いて消費者の傾向を評価分析することとした。

3.1.3 エコカー購入・検討要因の評価結果

式(1)を用い3因子に対する各回答者の評価点を求め、表3により分類したものを図2に示す。

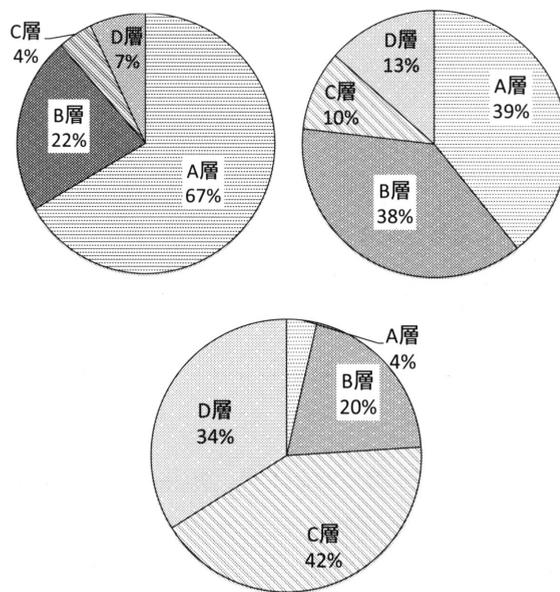


図2. エコカー購入・検討理由の分布 (左上:安心度、右上:社会・環境性、下:デザイン・流行性)

「安心度」において、エコカーを購入・検討した回答者の約90%がA層もしくはB層に属した。これは、大多数のエコカー購入・検討者にとって、安心感を重要視したことを示している。反対に、安心感が感じられない自動車は、ほとんど検討されない可能性があることを示している。「社会・環境性」においては、約80%がA層、B層に属した。しかし、A層の割合が「安心度」の半分以下に留まり、「社会・環境性」は購入・検討理由として重

要な項目ではあるが、一般の自動車に比べ、一定程度上回ってれば検討が行われ、購入される可能性があることを示している。「デザイン・流行性」については、それが購入・検討した理由に入るのは全体の四分の一であることから、大半の人がエコカーを購入・検討する場合の理由として重要視していないとわかった。従って、消費者が自動車を購入するにあたり、エコカーを検討もしくは購入する候補に挙げるためには、「安心度」と「社会・環境性」が重要であり、そのうち、「安心度」は特に重要な因子であることがわかった。同時に、「社会・環境性」についても良い方向のイメージを持っていることが必要であることが示された。

3.1.4 エコカーイメージの因子構造分析結果

エコカーを購入、もしくは検討した方が、各種エコカーに対して持つイメージと実際に購入・検討した理由との比較を実施した。表2の測定尺度に従い、主因子法による因子分析を行った。図3にFCVに対する主因子分析結果よりスクリープロットを示す。今回は、購入・検討理由と比較するため3因子構造とするが、スクリープロットにおいても第3因子と第4因子との間の傾きに差が見られ、3因子構造は妥当である。

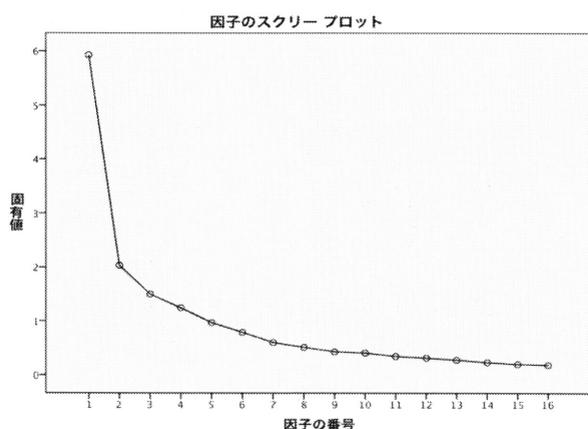


図3. FCVのイメージに対する因子のスクリープロット

表2に示した測定尺度のうち、十分な因子負荷量を示さなかった2項目、そして「流行・流通性」に属する4項目を除いた10項目で2因子法プロマックス回転により求めた因子パターン結果を表8に示す。第一因子は「社会・環境性」を、第二因子が「安心度」を示し、購入・検討理由で得られた結果と同様の分類結果を得た。なお、

アルファは第一因子、第二因子の順で0.87、0.67となった。他に設定したエコカーにおいても同様に分析を実施した。アルファは第一因子、第二因子それぞれでHVが0.86、0.80、BEVが0.86、0.68、NGVが0.82、0.61、LPGVが0.86、0.74となり、一部0.7を下回るものもあったが内的整合性があると判断した。なお、回答内に無回答がある回答は削除した結果、有効回答数はHV217件、BEV219件、FCV176件、NGV208件、LPGV202件となった。

表8. FCVイメージに対する因子パターンおよび因子相関行列

項目内容	I	II
11. 地球温暖化問題の解決に貢献する	.876	.000
14. 大気汚染問題の解決に貢献する	.854	.008
13. エネルギー安全保障の向上に貢献する	.819	.022
12. 石油枯渇問題の解決に貢献する	.815	-.037
3. 燃費が良い	.523	-.092
7. 補助金や優遇税制が受けられる	.431	.166
15. 安全性に不安がある	-.179	.774
8. 整備費用が高い	.200	.594
9. 頻繁に壊れる	.003	.537
16. 燃料の補給に不安がある	.058	.392
因子相関行列		
I	1.000	.432
II		1.000

3.1.5 エコカーに対するイメージ評価結果

3.1.3項と同様、式(1)に従い、各エコカーに対するイメージの評価点を求め、表3に従って分類した。図4から図8に、HV、BEV、FCV、NGVおよびLPGVにおける消費者イメージの分布を示す。

「安心度」因子について、各自動車に安心なイメージがあると考えられるA層、B層の割合は、HVが全体の6割以上、BEV、NGV、LPGVは2割程度、FCVについては1割以下となった。HVに対する「安心度」イメージは、図2に示した購入・検討理由結果で評価された割合と異なった。図2はエコカーを購入・検討した方に対する質問であり、約9割がHVを購入・検討した方である。従い、おおよそHVを購入した方の意識として捉えられるが、HVに対するイメージ評価で得られた「安心度」の割合とは異なる結果となった。この理由としては、消費者の「安心度」が、抽象的な状態から具体的な状態に移るに連れ、向上したためと考えている。つまり、自身が購入を検討しない状態ではHVに対して漠然とした

イメージが形成され、その際、安心であると感じるのは全体の6割程度である。その後、個別車種が特定され、実際の検討が進むに連れて「安心度」が醸成、向上していくと考えられる。一方、過半数に至る方が、少なくともHV全体の「安心度」に対して肯定的に捉えている点は、その後において購入検討に入るか否かを決定する重要な指標であると思われる。

BEV、FCV、NGV、LPGVに対する「安心度」においては、肯定的に捉えている層は20%以下となった。加えて、FCVについては自動車に対する安全性の不安からD層の割合を高めることとなった。HV以外の自動車において「安心度」を肯定的に捉えている人が少ない点について、主要因は燃料補給に不安を抱えている点にある。さらに、FCVにおけるD層の割合に関し、FCVと同じ高圧ガス燃料で走行するNGVやLPGVと比べてもD層の多さが顕著となった。これは、高圧水素ガスの“高圧ガス”の点ではなく、“水素”に対するイメージの部分によるものと考えられる。このことは、将来FCVの普及を促す場合、水素に対する不安感を払拭することが重要であることを示していると考えられる。

「社会・環境性」については5車種全てでA層・B層の割合が8割を超え、明確な違いが得られない結果となった。これは、アンケートの実施方法として、「エコカーについてのアンケート」と題し実施したため、多くの回答者がポジティブ方向で回答したためと考えられる。そこで、「社会・環境性」イメージについての評価は、極めてポジティブに捉えているA層に着目して実施した。HV、BEV、FCVのいずれにおいても過半数の回答者がそれら車種をポジティブに捉えているのに対し、NGVおよびLPGVについてはその割合は四分の一程度に留まった。とりわけBEVにおいては7割弱の回答者がA層に属する結果となり、社会や環境に影響を与える自動車である事を消費者が認識している結果となった。他方、図2で示した、エコカー購入・検討者がそれら自動車を購入、もしくは検討した理由では、「社会・環境性」において極めてポジティブだからとしたA層の割合は4割弱に留まった。つまり、HVやその他エコカーが社会および環境に貢献することを、消費者は広く認識している一方で、自身の自動車としてエコカーを購入・検討する場合となると、「社会・環境性」が優れていることが購入・検討理由とならない場合があるといえる。

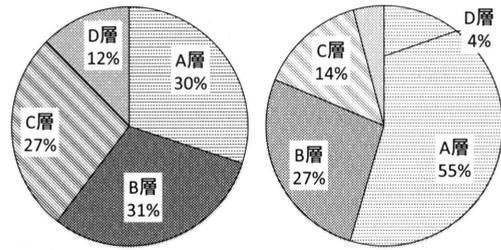


図4. HVのイメージ分布
(左：安心度、右：社会・環境性)

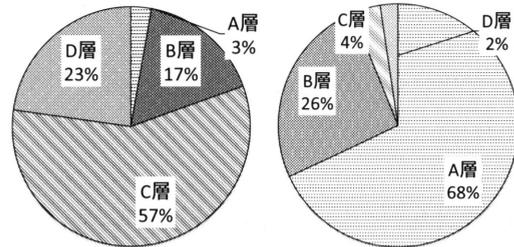


図5. BEVのイメージ分布
(左：安心度、右：社会・環境性)

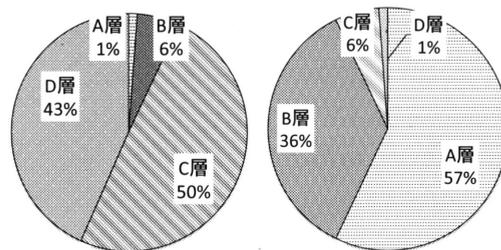


図6. FCVのイメージ分布
(左：安心度、右：社会・環境性)

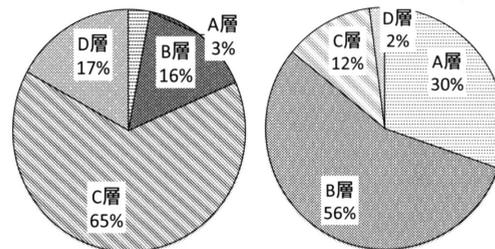


図7. NGVのイメージ分布
(左：安心度、右：社会・環境性)

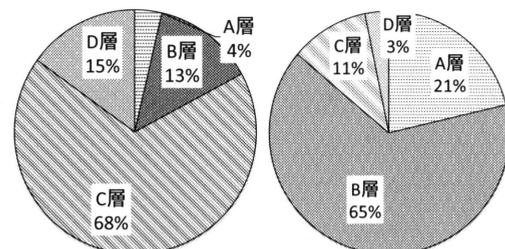


図8. LPGVのイメージ分布
(左：安心度、右：社会・環境性)

図4から図8の結果について、ポジティブさ、ネガティブさを指標化した結果を表8に示す。HVは、「安心度」「社会・環境性」の両方でポジティブイメージが支配的であることから共に「+（プラス）」とし、BEV、FCV、NGV、LPGVは「安心度」において過半数がネガティブイメージであることから「-（マイナス）」とした。「社会環境性」については、BEV、FCVにおいてA層が過半数を超えたことから「+」とし、NGV、LPGVについてもB層が支配的であることからHVと区別するため「0（ゼロ）」とした。「安心度」と「社会・環境性」の両方を同時に考慮すると、表5に示された、BEVの購入・検討者数がHVに対して6%となっている理由が定性的に説明でき、またNGV、LPGVにおいて検討・購入者が極めて少ない理由も理解できる。

表8. 各車種に対する消費者イメージサマリ

車種	消費者イメージ	
	安心度	社会環境性
ハイブリッド車(HV)	+	+
電気自動車(BEV)	-	+
燃料電池自動車(FCV)	- *1	+
天然ガス自動車(NGV)	-	0
LPG自動車(LPGV)	-	0

*1 FCVは、他車種に比べ、運用への安心度の平均値が著しく低い。

3.2 消費者における自動車魅力度調査結果

3.1節において、各種エコカーに対し消費者が持つイメージと、実際の購入・検討理由との関係を明らかにし、「安心度」が購入・検討を行うための重要な条件であることが示された。その上で、消費者がエコカーに対して安心を感じ、検討を実施するののかという点が、それら自動車の普及を考える場合に重要となる。そこで、2.5節に示す測定方法および測定尺度を用い、消費者が実際に自動車を購入する場合を想定してもらい、表4に設定した各種エコカーについて感じる魅力度を測定した。

3.2.1 アンケート回答数

質問は3.1節と同じ用紙内で実施した。測定の結果、全部で369件の有効回答を得た。このうち、自動車保有者は339件であり、エコカーの購入を検討した事がない方の回答が95件含まれる。

3.2.2 維持費用に対する魅力度分析

測定結果の一例として、HV（ケース1）についての結果を図9に示す。棒グラフは実回答を、実線は回答結果より得た確率密度関数の近似曲線を示す。確率密度関数は2.6節で示したジョンソンSU分布を用い導出した。HV（ケース1）の場合、実回答から平均値3.86、標準偏差1.17、歪度-0.98、尖度0.21を得、近似を行った。

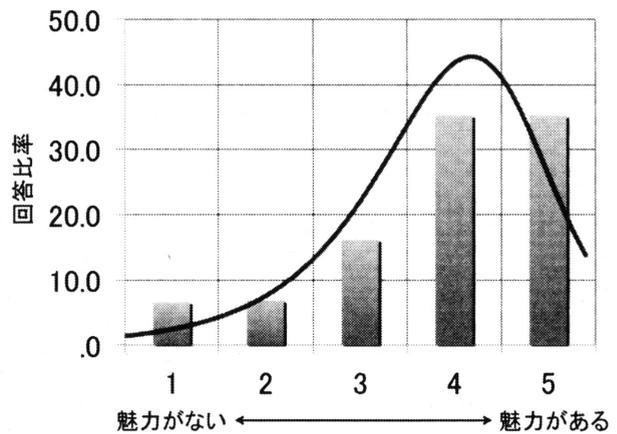


図9. HV（ケース1）における測定結果とジョンソンSU分布による近似評価

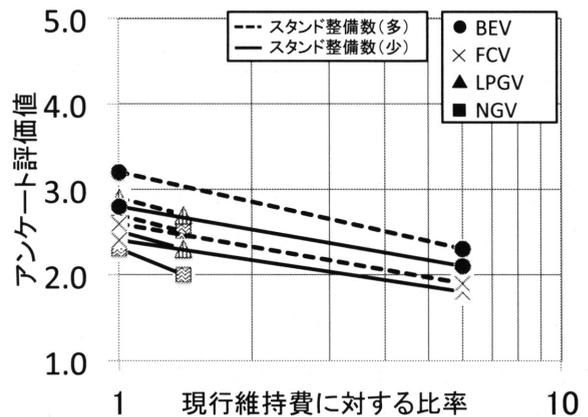


図10. 維持費に対する魅力度ピーク値

同様に全測定結果について評価し、確率密度関数のピーク値と維持費との関係で整理したものを図10に示す。BEV、FCV、NGV、LPGVについて、破線はスタンド数が多い場合を想定した結果、実線はスタンド数が少ない場合を想定した結果である。スタンド数が少ないケースは現行程度もしくは、近い将来に想定される整備数を、スタンド数が多いケースは、将来的に考えられる整備数を意味する。測定結果より、スタンド整備数の如何に関わらず、維持費が現行より上昇することで魅力度のピーク

ク値が現行ガソリン車以下に低下し、大半の消費者が維持費の上昇を受け入れない可能性があることがわかった。これは、先行研究 [20] において FCV についての消費者調査結果においても指摘されており、FCV だけでなくエコカーの普及においては、現行程度の維持費であることが重要であることがわかった。なお、HV については表 9 に示す Turkey 法を用いた多重比較分析の結果、維持費の差に有意差がみられなかったことから、図 10 において表示していない。

表 9. 年間維持費における多重比較分析結果

結果 Tukey HSD

(I) 維持費	(J) 維持費	(I-J) 平均値の差	標準誤差	有意確率	95% 信頼区間	
					下限	上限
5万円	7万円	.389*	.040	.000	.286	.493
	15万円	.053	.071	.879	-.130	.236
	30万円	.615*	.040	.000	.511	.718
7万円	5万円	-.389*	.040	.000	-.493	-.286
	15万円	-.336*	.076	.000	-.531	-.141
	30万円	.226*	.048	.000	.102	.349
15万円	5万円	-.0530	.071	.879	-.236	.130
	7万円	.336*	.076	.000	.141	.531
	30万円	.562*	.076	.000	.367	.757
30万円	5万円	-.615*	.040	.000	-.718	-.511
	7万円	-.226*	.048	.000	-.349	-.102
	15万円	-.562*	.076	.000	-.757	-.367

*. 平均値の差は 0.05 水準で有意です。

3.2.3 スタンド整備数に対する魅力度分析

3.2.2項で示された通り、エコカーの普及を行うにあたって維持費は現行程度である必要がある。そこで、以降の分析においては維持費が現行ガソリン車程度である前提で実施する。図 11 に、現行程度維持費において測定された、スタンド整備数に対する魅力度の確率密度関数を示す。また、図 12 に図 11 からスタンド数の軸を除いたグラフを示す。測定の結果、スタンド数の増加に従い、BEV、FCV、LPGV、NGV のいずれも魅力度が向上したが、HV 相当には至らなかった。本測定において計測した 4 車種のいずれにおいてもガソリン車相当の魅力となるスタンド整備数は現行比 10%以上であった。

図 12 の分布傾向より以下 4 種類の傾向が見られた。

1. 魅力度「2 から 2.5」の周辺にピーク値を持つ分布
2. 魅力度「2.5 から 3」の周辺にピーク値を持つ分布
3. 魅力度「3」周辺にピーク値を持つ分布
4. HV の分布

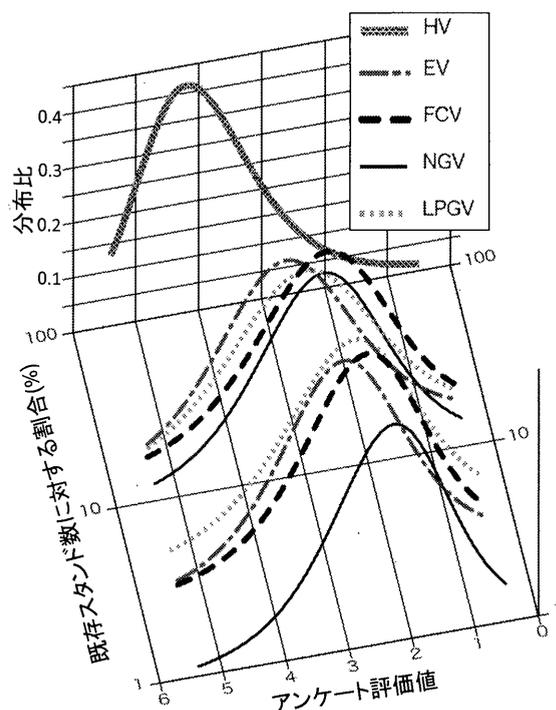


図 11. 既存ガソリンスタンド数に対する各種自動車の魅力度分布 (維持費・現行程度)

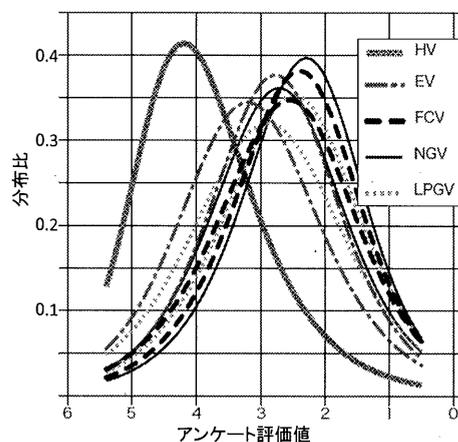


図 12. 測定した各種エコカーにおける魅力度の確率密度分布 (維持費・現行程度)

4 種類の分布の差異を明確化するため、測定結果について Turkey 法を用いた多重比較分散分析を実施した。分析においては、比較対象としたガソリン車の評価値を有効回答数と同じ 369 件加えて実施した。結果を表 10 に示す。スタンド数が現行 1.0%の場合、2.9%、4.3%のスタンド数の結果と有意な差が得られず、2.9%においては 1.0%、4.3%、10.0%と有意な差がみられなかった。また、4.3%においては、2.9%、10.0%との関係において有意な差がみられなかった。つまり、これら有意差が見られないものはグループであると考えられる。そこでグ

ループの把握のため、等質サブグループの分類を行った。結果を表 11 に示す。このうち、グループ 1、グループ 3 に含まれる回答においてはグループ内において $P < 0.1$ において有意差がみられた。

表 10. スタンド整備数における多重比較分析結果

結果 Tukey HSD						
(I) スタンド数	(J) スタンド数	(I-J) 平均値の差	標準誤差	有意確率	95% 信頼区間	
					下限	上限
1.0%	2.9%	-.215	.084	.105	-.455	.024
	4.3%	-.165	.097	.527	-.441	.111
	10.0%	-.290*	.097	.033	-.566	-.014
	14.3%	-.432*	.079	.000	-.657	-.206
	100.0%	-.997*	.084	.000	-1.236	-.758
2.9%	1.0%	.215	.084	.105	-.024	.455
	4.3%	.050	.084	.991	-.189	.289
	10.0%	-.075	.084	.949	-.314	.165
	14.3%	-.216*	.063	.007	-.395	-.038
	100.0%	-.782*	.068	.000	-.977	-.587
4.3%	1.0%	.165	.097	.527	-.111	.441
	2.9%	-.050	.084	.991	-.289	.189
	10.0%	-.125	.097	.792	-.401	.151
	14.3%	-.266*	.079	.010	-.492	-.041
	100.0%	-.832*	.084	.000	-1.071	-.593
10.0%	1.0%	.290*	.097	.033	.014	.566
	2.9%	.075	.084	.949	-.165	.314
	4.3%	.125	.097	.792	-.151	.401
	14.3%	-.142	.079	.470	-.367	.084
	100.0%	-.707*	.084	.000	-.946	-.468
14.3%	1.0%	.432*	.079	.000	.206	.657
	2.9%	.216*	.063	.007	.038	.395
	4.3%	.266*	.079	.010	.041	.492
	10.0%	.142	.079	.470	-.084	.367
	100.0%	-.565*	.063	.000	-.744	-.387
100.0%	1.0%	.997*	.084	.000	.758	1.236
	2.9%	.782*	.068	.000	.587	.977
	4.3%	.832*	.084	.000	.593	1.071
	10.0%	.707*	.084	.000	.468	.946
	14.3%	.565*	.063	.000	.387	.744

*. 平均値の差は 0.05 水準で有意です。

表 11. スタンド整備数に対するサブグループ評価

スタンド数	度数	サブグループ			
		グループ 1	グループ 2	グループ 3	グループ 4
1.0%	369	2.347			
4.3%	369	2.512	2.512		
2.9%	738	2.562	2.562	2.562	
10.0%	369		2.637	2.637	
14.3%	1107			2.779	
100.0%	738				3.344
有意確率		.093	.655	.091	1.000

等質なサブグループのグループ平均値が表示されています。

a. 調和平均サンプルサイズ = 510.923 を使用

図 13 に、スタンド数に対する魅力度の測定結果として、横軸をスタンド整備割合、縦軸を確率密度分布のピーク値を示した図を示す。グラフ中のエラーバーは上側 34%、

下側 34% となる範囲を確率分布より求めた範囲である。維持費は現行程度の場合である。

分散分析より、グループ間の有意差は観測されており、また各グループ内部で有意差が見られたグループ 1 とグループ 3 についても図中に示した。その結果、スタンド整備割合と、エコカー魅力度には関係性が確認された。スタンドが整備されていないエコカーを普及させるための目安として、現行ガソリン車と同等の魅力度となるスタンド整備数が、現状の約 10 から 15% 程度、整備数として 3000 から 5000 箇所程度となることが得られた。参考までに、平均時速 30km において移動可能な面積を日本の可住地面積で単純除算したところ、3000 から 5000 箇所の燃料供給スタンド設置数は 12 から 15 分走行毎に 1 スタンド程度と等価となり、先行研究 [21] が示す約半数の自動車ユーザが許容可能とする結果と大凡の一致を得た。

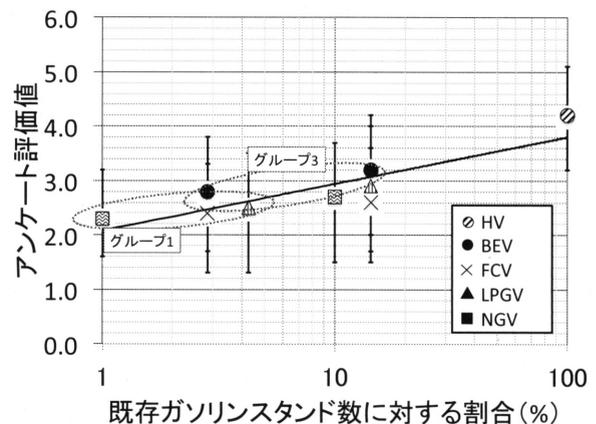


図 13. 既存ガソリンスタンドに対する整備割合と魅力度との関係 (維持費が現行程度の場合)

4. まとめ

消費者がエコカーを購入するにあたり、その購買意識を明確にすることを目的とした調査を実施した。

エコカーを既に購入した、もしくは購入を検討した方に対し、その理由を測定するインターネットアンケートを実施し分析した結果、「安心度」「社会・環境性」「デザイン・流行性」の三種類の共通要因が抽出された。共通要因について重要度を評価した結果、「安心度」は消費者がエコカーを購入する場合の必要条件であることがわかった。「社会・環境性」については、購買もしくは検討行動において重要な要因であるが、「安心度」に比

べて優先度が低くなることが示された。「デザイン・流行性」は、エコカー購入者にとって他の二つの共通要因に比べ重要度が低いことが示された。

HV、BEV、FCV、NGV、LPGV に対して、カーユーザが持つイメージを測定する調査を実施した。測定はエコカーを既に購入もしくは購入検討を行った方に対して行った。共通要因を評価したところ、エコカー購入・検討理由と同様、「安心度」「社会・環境性」因子が抽出された。「安心度」においては、HV を除きいずれの車種についても低い結果となった。これはスタンド整備が十分でなく、燃料補給に不安が残っているためであり、FCV においてはスタンド整備の不十分さに加えて、自動車本体に不安があることが明確になった。「社会・環境性」については、HV、BEV、FCV は評価点が高く、環境に良い自動車であると認識されていることが示された。

最後に、消費者がエコカーを購入する条件を評価する測定を実施した。測定は、HV、BEV、FCV、NGV、LPGV について初期条件や運用条件を設定、現行のガソリン車に対する相対的な魅力度を尋ねた。与えた条件のうち、維持費とスタンド数と魅力度との関係を求め結果、評価結果に付いて有意な差が見られた。維持費は現行以上となった場合、魅力が低下することが示され、また、スタンド数は現行ガソリンスタンド数の 10 から 15%程度が整備された状態が、ガソリン車と同等の魅力度が得られる点であることが明確となった。

今後、エコカーのイメージと実際の検討、購入行動との相関を共分散構造分析、ロジッドモデルにより明確化し、購買行動の定量化を実施する予定である。

謝辞

エコカーの普及と消費者分析についてご助言頂いた、博報堂 DY メディアパートナーズ藤原将史氏、九州大学織田章宏氏、馬場伸吾氏、京都大学川真田一徳氏に感謝する。

参考文献

1. 一般社団法人次世代自動車振興センター; ウェブサイト URL : <http://www.cev-pc.or.jp/>
2. 一般社団法人日本自動車販売協会連合会; ウェブサイト URL : <http://www.jada.or.jp/>

3. 大野宏司; 日本シミュレーション学会論文誌, Vol.2, No.2, 83-91(2010)
4. G. O. Ewing and E. Sarigollu; Transportation Research Part D, Vol.3, No.6, 429-444(1998)
5. D. Brownstone, D. Bunch and K. Train; Transportation Research Part B, Vol.34, 315-338(2000)
6. J. K. Dagsvik, T. Wennemo, D. G. Wetterwald and R. Aaberge; Transportation Research Part B, Vol.36 361-384(2002)
7. 吉田好邦, 中塚晋一郎, 松橋隆治, 石谷久; 電気学会論文誌 C, Vol.122, No.5, 868-877 (2002)
8. 長谷川貴彦, 吉田好邦, 松橋隆治; エネルギー・資源, Vol.27, No.2, 46-52(2006)
9. 近久武美, 福井博道, 菱沼孝夫; 日本機械学会論文集 (B編), Vol.69, No.677, 221-228(2003)
10. 松本光崇, 近藤伸亮, 藤本淳, 梅田靖, 榎屋治紀, 増井慶次郎, 李賢映; エネルギー・資源学会論文誌, Vol.29, No.3, 49-55(2008)
11. 塚田路治, 松橋隆治, 吉田好邦, 石谷久, 小林紀, 武石哲夫; シミュレーション, Vol.15, No.2, 131-138(1996)
12. 村田謙二, 蓮池宏, 後藤信之; 第 31 回水素エネルギー協会大会予稿集, 169-172(2011)
13. F.V.Rijnsoever, J. Farla and M.J. Dijst; Transportation Research Part D, Vol.14, 334-342(2009)
14. L. Steg; Transportation Research Part A, Vol.39, 147-162(2005)
15. (独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構; “燃料電池、水素に関する社会受容性調査”平成 21 年度成果報告書(2010)
16. 塩田静雄; “消費者行動の理論と分析”, 中京大学商学会, 211-227(2002)
17. 高橋郁夫; “消費者購買行動”, 千倉書房, 46-59(2000)
18. 森村英典, 木島 正明, 岡太 彬訓, 守口 剛; “マーケティングハンドブック”, 朝倉書店, 29-61(1997)
19. 社団法人全国石油協会; ウェブサイト URL : <http://www.sekiyu.or.jp/>
20. (独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構; “水素エネルギーシステムの社会的便益に関する研究開発”平成 20-21 年度成果報告書, 113-114(2010)
21. (独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構; “水素経済社会以降シナリオ等研究”平成 19 年度成果報告書, 74-79(2009)