

2009 年度 化学工学特論第一

# 研究・技術・自分のマネジメント

[ 論理的思考：ハイブリッドカーの是非 ]

京都大学大学院工学研究科化学工学専攻

プロセスシステム工学研究室

加納 学

<http://www-pse.cheme.kyoto-u.ac.jp/~kano/>

2009.04.11 初版作成

2009.04.18 最終改訂

Copyright © 2009 Manabu Kano. All rights reserved.

無断での複写・配布を禁じます。

## 問題

先の資料「論理的思考」において、ハイブリッドカーの是非に関する問題を提起しました。論理的思考によって、この問題について考えていきましょう。

### ハイブリッドカーに関する主張

次の主張は正しいでしょうか？

ハイブリッドカーは燃費が良く、環境に優しい。  
だから、低燃費のガソリン自動車に乗っている人達は、  
すぐにでもハイブリッドカーに乗り換えるべきだ。

「うん、その通りだ！」と感じた人もいれば、「そんなわけないだろ！」と思った人もいるでしょう。このような問題を考えるときにこそ、事実に基づいた論理的思考が必要です。感情的に相手を説き伏せようとしても決して成功しませんし、事実に基づかない議論は水掛け論になるだけで不毛です。

## 論理

どのような主張にも、「主張」そのものと、それを支える「根拠」があるはずです。例えば、「〇〇だから、××だ」というとき、結論である××が主張であり、その主張を支える理由〇〇が根拠です。ここで、〇〇が時間や場所を問わず、常に成立する真理であるなら、これで十分でしょう。ところが、いつもそのような真理を根拠にするとは限りません。今年に限っては、日本に限っては、女性に限ってはなど、ある条件下でのみ成立する根拠に基づいて主張を展開することも多いはずですが。このような場合、根拠が成立するための「前提」が明確にされていないと、主張が意味を持ちません。

実際の主張には、その主張をもっともらしく見せるために、様々な装飾が施されていることでしょう。しかし、注目すべきは「主張」、「根拠」、「前提」の3つです。このいずれでもない言葉は脇へ置き、どのような前提のもとで、どのような根拠に基づいて、どのような主張がなされているのか、つまり論理の構造を見抜く必要があります。

では、ハイブリッドカーに関する上記主張の論理を整理してみましょう。短い文章ですから、構造は単純です。以下のように整理できるでしょう。

主張：「低燃費のガソリン自動車に乗っている人達はすぐにでもハイブリッドカーに乗り換えるべき」

根拠：「ハイブリッドカーは（ガソリン自動車に比べて）燃費が良い」

根拠：「ハイブリッドカーは（ガソリン自動車に比べて）環境に優しい」

この論理の構造は、例えば、図 1 のように表せそうです。ここでは、最も大切なメッセージである主張を一番上に書いています。そして、主張とその根拠を矢印（→）で結びました。なぜなら、根拠と主張の間には因果関係があるからです。「ハイブリッドカーは燃費が良い」と「ハイブリッドカーは環境に優しい」はともに根拠ですが、同一のレベルとして見なすべきではなさそうです。むしろ、燃費が良いことは、環境に優しいための条件の1つと考えられます。つまり、「ハイブリッドカーは環境に優しい」という根拠を支援するのが「ハイブリッドカーは燃費が良い」という根拠だと言えそうです。このため、

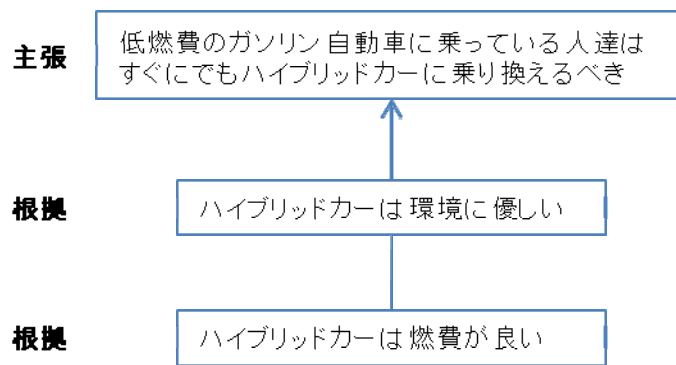


図 1 主張の構造

2つの根拠の上下関係を表すように図を描きました。

このように、主張の背後にある論理の構造を整理してみると、この主張には「前提」が明示されていないようです。この点については、後ほど改めて検討することにしましょう。

論理の構造を整理してみると、いくつか気になることが出てきます。この例題の場合、次のような疑問が湧いてこないでしょうか。

1. 本当にハイブリッドカーの燃費は良いのか？
2. 燃費が良ければ、環境に優しいと言えるのか？
3. 環境に優しいだけで、乗り換えるべきと言えるのか？
4. しかも、「すぐにでも」だなんて！？

少なくとも、これらの疑問に対する答えが用意されない限り、主張は受け入れてもらえないでしょう。あなたが環境擁護派でいくら「ハイブリッドカーに乗り換えよう！」と声高に叫んだところで、相手にしてもらえそうにありません。そこで、これらの疑問点について1つずつ順に考えていきましょう。その過程で、論理的思考に必要な要素も見えてくるはずです。

### 本当にハイブリッドカーの燃費は良いのか？

最初に取り上げる疑問は「本当にハイブリッドカーの燃費は良いのか？」です。早速、事実を確認してみましょう。トヨタ自動車 (<http://toyota.jp/>) によると、ハリアーハイブリッドの燃料消費率（10・15モード走行）は17.8km/L、ガソリン自動車であるiQの燃料消費率は23.0km/Lとなっています。このため、ハイブリッドカーはガソリン自動車に比べて燃費が良いとは言えません。

ハイブリッドカー推進派からは「ハリアーとiQでは車格が違う」と怒られそうですが、先の主張には車格について何も書かれていません。このように、何かと何かを比較するときには、何に基づいて比較するのかという評価指標（例えば燃費）と比較の公正さを保証するための前提（例えば車格）が必要です。くれぐれも、このことを忘れないようにして下さい。世の中の非生産的な意見対立の多くは、批判合戦している人達が評価指標と前提の一方または両方を共有できていないことによって生じているように思えます。比較のための前提は、主張のための前提と同じです。つまり、ハイブリッドカーに乗り換えるべきだというのは、「同じクラスの自動車であれば」という前提のもとでの主張だと解釈できます。

それでは、同じ車種で燃費を比較してみましょう。ここでは、ハリアーとクラウンを取り上げます。車種が同じでも、グレードが異なると、性能や価格が大きく異なってしまいます。そこで、現在（2009年3月）公開されている情報に基づいて、なるべく最高出力が同じグレードを選び、燃費を比較するこ

表 1 ハリアーでの比較 (http://toyota.jp/ の情報をもとに作成)

	ハイブリッド	ガソリン
燃料消費率 [km/L]	17.8	11.0
最高出力 [kW]	155	118
最低価格 [万円]	422	267

表 2 クラウンでの比較 (http://toyota.jp/ の情報をもとに作成)

	ハイブリッド	ガソリン
燃料消費率 [km/L]	15.8	10.0
最高出力 [kW]	218	232
最低価格 [万円]	595	487

とにします。燃料消費率と最高出力に加えて、各グレードの最低価格も表 1と表 2にまとめてみました。この2つの表から、似たグレードで比較すれば、ハイブリッドにすると約 60%も燃費が向上しており、ハイブリッドカーはガソリン自動車に比べて燃費が良いと言えます。ただし、ハイブリッドカーは 100万円以上も高いこともわかります。

いや、ちょっと待って下さい。「ハイブリッドカーはガソリン自動車に比べて燃費が良い」と本当に言えるのでしょうか。言えると思った人は、なぜそう思ったのか、一瞬の間に頭の中を駆け巡った自分の思考を再点検して下さい。

確かに、トヨタ自動車のハリアーとクラウンについては、ハイブリッドカーはガソリン自動車に比べて燃費が良いことを確認しました。しかし、その他の車種についても、ハイブリッドカーの方が良いのでしょうか。違う自動車メーカーについても、同じ結果になるのでしょうか。必ずそうだと断言できません。先の資料「論理的思考」において説明したように、これは帰納と呼ばれる推論、その中でも特に一般化と呼ばれる推論であり、間違えてしまう危険性があります。結論の信頼性をあげるためには、他の車種、他のメーカーについても調査してみる必要があります。

ただし、現実には、屁理屈をこねる人まで納得させられるほど証拠集めをしようとするのは時間の無駄になりかねません。間違えてしまったときの被害の深刻さを考慮して、どこまで結論の信頼性をあげるべきか、どこまで証拠集めに奔走すべきかを判断しましょう。ここでは、ハイブリッドカーはガソリン自動車に比べて燃費が良いことを認めることにします。

#### 燃費が良ければ、環境に優しいと言えるのか？

この問いに対する答えは、「いいえ」です。燃費が良いからと言って、環境に優しいとは言えません。確かに、同じ距離を走行するのに必要なガソリンの量は、ガソリン自動車よりもハイブリッドカーの方が少なく、貴重な化石燃料を効率良く使用していると言えます。しかし、そもそも自動車が無から生まれてくる訳ではありません。走行するときに燃料を消費するだけでなく、自動車を生産する際にも、大量の資源を消費しているはずで、自動車はいずれ廃棄処分されます。いかに燃費が良い自動車であっても、生産や修理、あるいは廃棄のために消費する資源や排出する有害物質が多いのであれば、環境に優しいとは言えません。

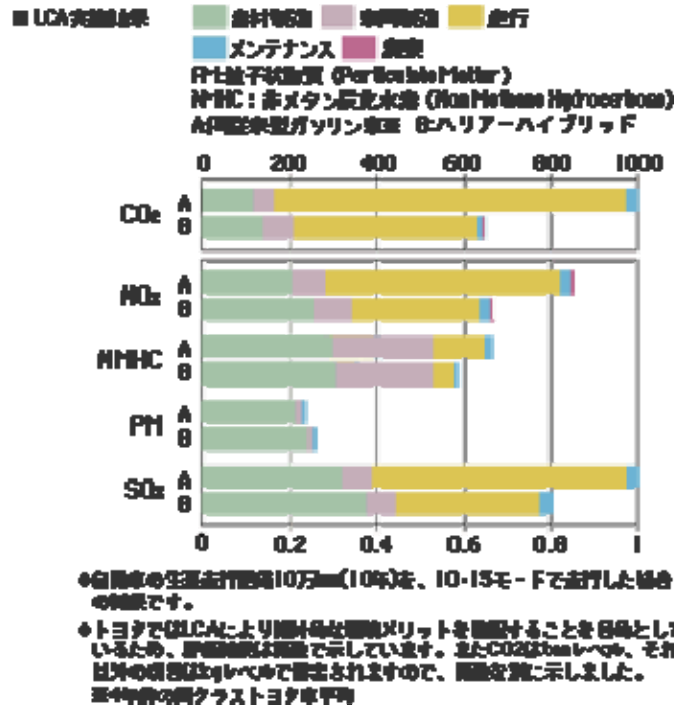


図 2 LCA 実施結果 (トヨタ自動車ウェブサイト)

リサイクルするから大丈夫という意見は正しくありません。確かに自動車部品の多くはリサイクルできるように設計されています。しかし、リサイクルするためにも資源やエネルギーが必要です。リサイクルしない場合に比べて、リサイクルすることによって資源やエネルギーの消費量が減らないのであれば、リサイクルは正当化されません。必ずしも、「リサイクル＝善」ではないのです。自動車だけではありません。紙やプラスチックについても同じことが言えます。さらに、リサイクルできない資源も存在します。

では、ハイブリッドカーは環境に優しいのでしょうか。この問いに答えるのは決して容易ではありませんが、ここでは、ライフサイクルアセスメント (LCA) を通して、答えを導くことにします。LCAとは、製品の原料調達・製造から流通・消費・廃棄処理までの環境への影響評価、つまり、製品の生涯全体 (ライフサイクル) を考慮した環境への影響の評価 (アセスメント) のことです。本来であれば自分でLCAをやってみるべきところですが、LCAに必要な情報を集めるのは容易ではありません。そこで、ここでは、トヨタ自動車が公表しているLCA実施結果を参考にさせてもらうことにしましょう。燃費のところで例に挙げたハリアーのLCA実施結果を図2に示します。

このLCA実施結果を見ると、素材製造、車両製造、走行、メンテナンス、廃棄の5段階について、CO<sub>2</sub>などいくつかの物質の排出量が求められています。燃費が走行だけに着目した指標であるのに対して、LCAはより網羅的な指標を採用していると言えます。ここで大切なことは、製品のライフサイクル全体にわたる環境影響評価を実施するに際して、この5段階が必要十分であること、つまりダブリやモレがないことです。より厳密に言うと、この5段階のそれぞれが「相互に排他的」(ダブリなく)、かつ5段階がライフサイクルの「完全な全体集合」(モレなく)であることが重要です。この「モレなくダブリなく」という概念は、論理的思考が好きな人達の間では「ミッシー (MECE)」と呼ばれています。MECEは”Mutually Exclusive and Collectively Exhaustive”の頭文字で、元々は、米国のコンサルティング会社であるマッキンゼー・アンド・カンパニーの社内用語だったそうです。念のため、図3に示したツリ

一図を見ながら、素材製造、車両製造、走行、メンテナンス、廃棄の 5 つが、自動車のライフサイクルについて MECE になっているかどうか確認しておいて下さい。

続いて、グラフの縦軸に目を向けてみましょう。ハイブリッドカーとガソリン自動車の環境負荷を比較するために、5 種類の物質が取り上げられています。ここでも、5 種類の物質が MECE になっていなければいけません。念のために、確認しておいて下さい。例えば、非常に環境負荷の高い物質が取り上げられていないのであれば、モレが生じているわけですから、そのような LCA は適切ではありません。一方、NO と NOx が取り上げられているような場合には、NO や NO2 は NOx に含まれるため、ダブリが生じています。したがって、やはり、そのような LCA は適切とはいえません。

この LCA 実施結果から、二酸化炭素 (CO2)、酸化窒素 (NOx)、非メタン炭化水素 (NMHC)、酸化硫黄 (SOx) の排出量については、ガソリン自動車 (4 年前の同クラス車) よりもハイブリッドカー (ハリアーハイブリッド) の方が少ないことがわかります。一方で、粒子状物質 (PM) の排出量については、ハイブリッドカーの方が大きくなっています。ここで、ガソリン自動車を評価するために、4 年前の同クラス車の平均を利用していることが気になります。というのも、世界的に環境性能が注目され、自動車メーカー各社が環境性能の向上を競っている現在、最新の自動車と一世代前にあたる 4 年前の自動車の性能が等しいとは考えられません。なぜ、敢えてこのような不公平な比較をしているのでしょうか。本心はわかりませんが、ここでの目的は論理的に考える練習をすることですので、とりあえず、この LCA 実施結果を受け入れることにしましょう。

この LCA 実施結果を受け入れるとしても、この棒グラフの印象から、ハイブリッドカーの環境負荷が小さいと結論づけてはいけません。図の注意書きには、「CO2 は ton レベル、それ以外の項目は kg レベルで排出されますので、指数を別に示しました」と書いてあります。ところで、1kg の NOx と 1kg の PM の環境負荷は同じなのでしょうか。もし同じなら、質量基準の排出量でこれらの環境負荷を評価することができます。もし同じでないのなら、質量基準の排出量で環境負荷を評価することはできません。例えば、1g の PM が 1kg のそれ以外の物質と同じくらい環境に悪影響を及ぼすのであれば、棒グラフの印象とは異なり、ハイブリッドカーの環境負荷の方が大きいという結論になってしまいます。

さらに、この LCA 実施結果では、いくつかの物質の排出量については検討されていますが、自動車のライフサイクルを通して消費される資源やエネルギーについては何も示されていません。ハイブリッド

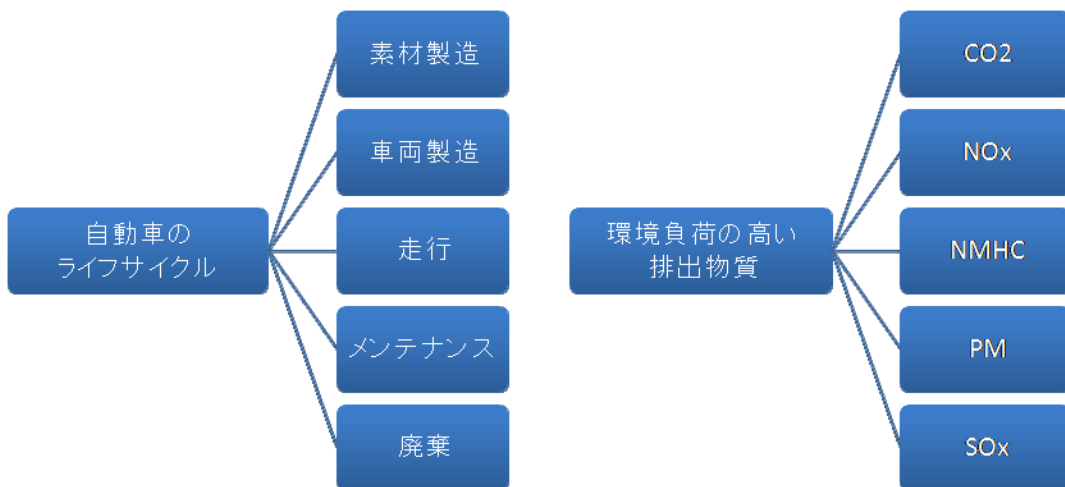


図 3 項目の列举

カーにはガソリン自動車にはない様々な装置が必要です。それらを製造・リサイクル・廃棄するために、資源やエネルギーを必要とします。環境への影響を評価するためには、物質の排出量だけではなく、消費される資源やエネルギーについても考慮する必要があるでしょう。

つまり、この LCA 実施結果からは、それぞれの物質の排出量を比較することはできても、環境負荷を比較することはできません。この LCA 実施結果を示すことで、トヨタ自動車としては消費者にハイブリッドカーの環境性能が優れていることを知って欲しいはずですが、しかし、ここまで指摘したとおり、論理的な消費者はそのようには受け取らないでしょう。

さらに、小さな字で書かれた注意書きを読むと、生涯走行距離 10 万 km を 10・15 モードで走行することが前提であるとわかります。ガソリン自動車の生涯走行距離として 10 万 km は妥当でしょうか。少なくとも、私はこれまでに購入したそれぞれの自動車で 10 万 km 以上乗ってきましたし、車検のないアメリカでは 20 万 km を超えているような中古車が普通に販売されています。一方、ハイブリッドカーの生涯走行距離として 10 万 km は妥当でしょうか。特に、バッテリーの寿命は大丈夫でしょうか。

このように、事実に基づいて論理的に考えることは実に面倒なものです。それでも、その手間を惜しんではいけません。特に、何らかの分野の専門家であるなら、提供する情報の正しさには徹底的に拘るべきです。それが社会に対する責任だと言えるでしょう。

#### 環境に優しいだけで、乗り換えるべきと言えるのか？

ハイブリッドカーを宣伝したいはずのトヨタ自動車が公表している LCA 実施結果をもってしても、ハイブリッドカーが環境に優しいことを示すのに十分ではありませんでした。では、さらなる検討の結果、ハイブリッドカーがガソリン自動車に比べて環境に優しいと証明されれば、「低燃費のガソリン自動車に乗っている人達はすぐにでもハイブリッドカーに乗り換えるべき」という主張は正当化されるのでしょうか。この点について考えてみましょう。

ここでも、MECE に考えることが重要です。私達が自動車を選択するときの基準は環境負荷だけでしょうか。もし環境負荷が唯一の基準であるなら、そもそも「自家用車に乗るな」という結論になるのではないのでしょうか。仮に自動車に乗ることを「前提」とするのであっても、「軽自動車に乗れ」という結論になるのではないのでしょうか。もちろん、オーディオやエアコンを付けるなんて論外です。エアバックもダメです。ここまで来ると暴論に思えますが、元の主張がそれだけ曖昧な前提をもとにしていたということです。

それでは、モレなくダブリなく、MECE になるように、自動車の選択基準を列挙してみてください。環境負荷に加えて、安全性、快適性、デザイン、価格など色々な基準が挙げられるはずです。これは演習問題としておきますので、自分で考えてみてください。

ここでは、「環境負荷という選択基準のみに着目する」こと、「その他の選択基準については同等の自動車に乗る」ことを「前提」として、検討を先に進めましょう。このとき、「環境のためにハイブリッドカーに乗り換えるべき」という主張が意味を持つためには、さらに、「環境を改善しなければならない」および「自動車が環境を悪化させている」という前提が必要です。もし環境悪化が問題でないのなら、環境のために何かをする必要はありません。環境悪化が問題であるとしても、自動車が環境を悪化させていないのであれば、どの自動車に乗ってもよいはずですが、いずれの前提が成り立たなくても、「ハイブリッドカーに乗り換えるべき」とは言えません。

環境を改善しなければならないのかについては、これを認めることにしましょう。都会の歩道を歩く

日本の二酸化炭素排出量の推移

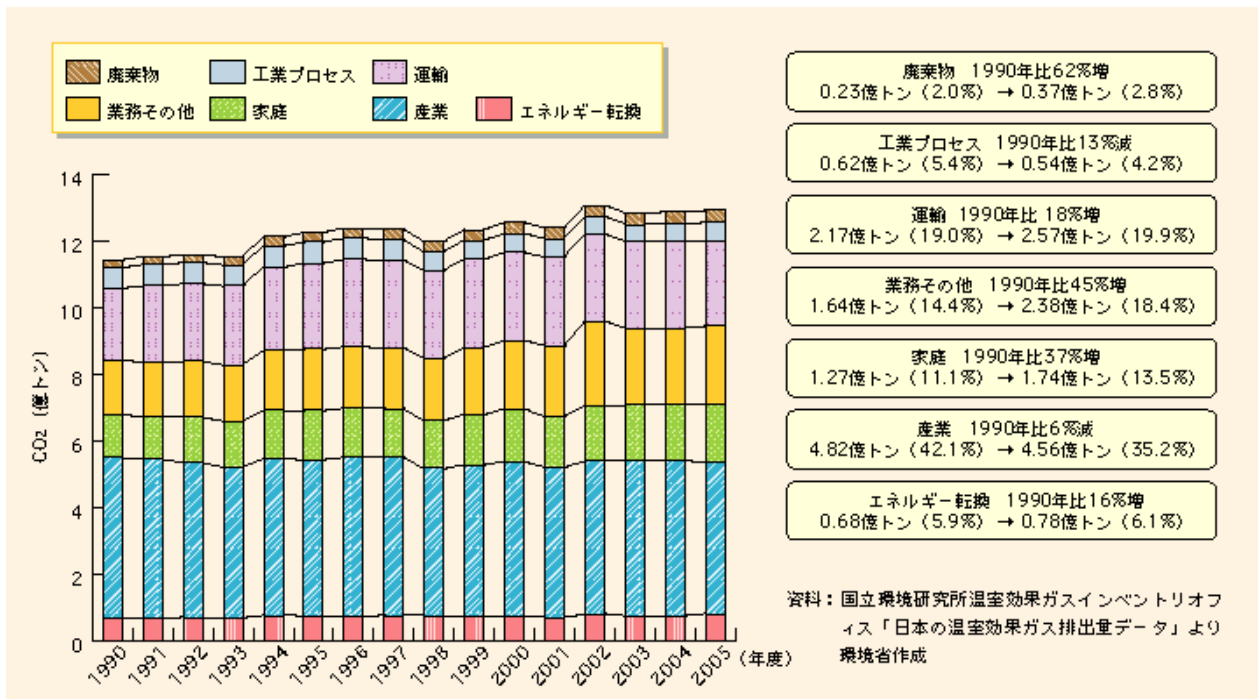


図 4 二酸化炭素排出量の推移（環境省ウェブサイト）

だけでも、空気の汚さは十分に実感できます。次に、自動車が環境を悪化させているかについて考えてみるには、環境省の「環境白書・循環型社会白書」が参考になります。平成 19 年度白書によると、日本全体の二酸化炭素排出量の約 10%を自家用自動車が占めていることがわかります。実際、図 4 より、日本の二酸化炭素排出量全体に占める運輸部門の割合が 19.9%であることがわかります。次に、白書に書かれた下記の文章から、運輸部門の約 50%を自家用車が占めていることがわかります。したがって、二酸化炭素排出量全体のうち、 $20\% \times 50\% = 10\%$ が自家用車によるものと計算できます。

我が国における二酸化炭素の排出状況を、京都議定書の基準年である 1990 年（平成 2 年）から排出部門別に見てみます。（中略）民生部門（業務その他、家庭）、運輸部門の二酸化炭素排出量は、基準年である 1990 年と比較して全体として大幅な増加（業務その他 44.6%、家庭 36.7%、運輸 18.1%）となり、かつ、2005 年現在 57%と相当の排出割合を占めていることが分かります。（中略）運輸部門に関しては、二酸化炭素排出量の約 9 割を自動車が、特に約 5 割を自家用乗用車が占めています。

「平成 19 年版 図で見る環境／循環白書」

このため、二酸化炭素排出量の増加が環境悪化の原因であれば、自動車が環境を悪化させているといえそうです。少なくとも、二酸化炭素排出量の増加が環境悪化の原因であれば、自動車からの二酸化炭素排出量を削減することが環境悪化の阻止に役立つとはいえるでしょう。もし、二酸化炭素排出量の増加が環境悪化の原因でないのであれば、図 4 の情報は何の役にも立ちません。ここでは、二酸化炭素排出量の増加が環境悪化の原因であると仮定して、検討を先に進めることにしましょう。つまり、「環境を改善しなければならない」および「自動車が環境を悪化させている」という 2 つの前提は認めることにし



ましよう。

しかし、この2つの前提が成り立つだけでは、「環境のためにハイブリッドカーに乗り換えるべき」とはいえません。先の LCA 実施結果では、ハイブリッドカーとガソリン自動車との比較のみが示されていましたが、ガソリン自動車以外にも、ディーゼル自動車や天然ガス自動車、水素自動車、燃料電池自動車、電気自動車など様々な自動車があります。もしハイブリッドカーよりも環境性能に優れた自動車があるなら、「ハイブリッドカーに乗り換えるべき」と主張するよりも、「最も環境性能に優れた〇〇自動車に乗り換えるべき」と主張するべきでしょう。実際、欧州では「ディーゼル自動車が環境に良い」という主張が広く受け入れられています。環境悪化を阻止するという問題解決を目指すのであれば、ハイブリッドカーとガソリン自動車の比較だけでは不十分なのです。ここでも、MECE に考えることが重要になるわけです。ガソリン自動車とハイブリッドカーは自動車の MECE な要素になっていません。

もちろん、「すぐにでも」という主張は根拠薄弱です。仮に「ハイブリッドカーに乗り換えるべき」という主張が正しいとしても、「すぐにでも」とは言えません。その他、決して安くはない車の乗り換えを主張する以上、乗り換えのコストを無視するわけにもいきません。先に示したハリアーとクラウンの場合、ハイブリッドカーは同クラスのガソリン自動車よりも 100 万円以上高額です。クラウンの場合、ハイブリッドカーとガソリン自動車の燃費はそれぞれ 15.8km/L と 10.0km/L ですから、ガソリン代を 100 円/L とすると、燃料代の差は 3.67 円/km となります。車両価格差 108 万円を燃料代で取り返そうとすると、約 30 万 km も走行しなければなりません。これでは、ハイブリッドカーはお金持ちのステータスシンボルにはなっても、庶民の足にはなりそうにありません。実際、ハリウッドスターが人に見せるためにプリウスを買うのに対して、庶民がハイブリッドカーを買うのは補助金が出るなどの優遇措置があるからです。

### ハイブリッドカーに乗るべきという主張の論理

ここまでに見てきたように、初めに掲げた主張

ハイブリッドカーは燃費が良く、環境に優しい。  
だから、低燃費のガソリン自動車に乗っている人達は、  
すぐにでもハイブリッドカーに乗り換えるべきだ。

は論理的に正しい主張とは言えません。突っ込みどころが満載です。しかし、環境問題の重要性に異論を唱えるつもりはありませんし、ハイブリッドカーに乗ろうという主張も良心の叫びでしょうから、これまでの議論をふまえて、この主張を論理的な主張へと修正することにしましょう。例えば、次のような主張はどうでしょうか。

## 主張

近年、地球温暖化を含む環境問題がますます深刻化していると言われていています。地球温暖化のメカニズムや原因は完全に解明されているわけではありませんが、原因の1つとして、二酸化炭素などの温室効果ガスの増加が指摘されています。日本の二酸化炭素排出量は、京都議定書の基準年である 1990 年以降も増加傾向にあり、総排出量の約 10%を自家用車が占めています。そこで、二酸化炭素排出量を減ら

し、地球環境の悪化を防ぐという観点から、ガソリン自動車とハイブリッドカーのいずれを選択すべきかについて検討してみます。

トヨタ自動車公表しているライフサイクルアセスメント（LCA）実施結果（ハリアーハイブリッドに関する公開データ）によると、同クラスのガソリン自動車とハイブリッドカーの二酸化炭素排出量は、およそ 1000:650 であり、ハイブリッドカーでは二酸化炭素排出量を約 35%低減できることがわかります。ただし、この LCA では、比較対象のガソリン自動車が 4 年前のものであること、自動車の生涯走行距離を 10 万 km（10 年）としていることなど、ガソリン自動車に不利な比較になっていると考えられます。そこで、生涯走行距離を 20 万 km とし、ハイブリッドカーについては 10 万 km 走行した時点で、駆動用バッテリー等の交換により製造時の半分の二酸化炭素を排出すると仮定します。この場合、ガソリン自動車の二酸化炭素排出量は約 1800、ハイブリッドカーでは約 1200 となります。さらに、ガソリン自動車の燃費が 10%良かったとしても、それによる二酸化炭素排出量の減少は約 160 であり、依然としてハイブリッドカーが優れていることがわかります。

以上より、ハイブリッドカーは、燃費が良いだけではなく、製造から廃棄までを考慮しても、二酸化炭素排出量の削減に有効であることがわかります。ただし、その他の排出物質、消費される資源やエネルギーまでを考慮する場合に、ガソリン自動車に比べてハイブリッドカーが優れているかどうかは、今回収集したデータからは明らかではありません。地球環境の悪化を防ぐという観点からは、自動車の環境負荷に関する情報開示をもっと進め、消費者が正しい選択をできるように、行政が正しい政策をとれるようにしていく必要があります。

## 結論

いかがでしょうか。本講義で学生に議論してもらった結果、上記のような結論に落ち着きました。「ハイブリッドカーに乗り換えるべきとは言い切れない」という煮え切らない結論ですが、今回収集した情報からは、これ以上の主張に正当性を与えることはできそうにありません。

主張が正当であるためには、前提を明確にした上で、主張を支持するに十分な根拠が必要です。思い付きで根拠を挙げていくと、重要な論点が抜けてしまいかねません。このため、例えばツリー図を用いるなどして、モレやダブリが生じないように、根拠を列挙する必要があります。また、根拠には、それを裏づける事実が必要です。事実は具体的かつ検証可能であるべきです。信頼できる情報を収集する努力を怠ってはいけません。

自分の主張を通すために、都合の良い事実だけを列挙するという行為は慎まなければなりません。私達は誰もが社会の一員であり、社会への貢献を通して社会との繋がりを強めていきます。そのような認識を持てば、自分の主張を通すことが目標とはなりえないはずで、長所と短所を十分に精査し、公正な判断を下す必要があります。自分に都合の良い情報を集めてしまうのが人間の性質であることを認識し、不都合な情報にこそ積極的に目を向け、耳を傾ける努力が必要といえます。研究者や技術者として社会貢献するために、そのような態度を身に付けておきたいものです。