

談 話 室

軽 量 化 の 限 界

大 橋 正 昭*

質・コストの競争力が付いて貿易摩擦についての話題をししばしば耳にする今日このごろであるが、かつて欧米に対して、追いつけ、追い越せと懸命に努力してきたのが、ようやく一人前として認められたかと思うと感無量である。生産台数で言えば、日本は 1980 年より世界一を続けているが、昨年は米国の巻返しにあつて、その差はわずかとなつてきた。

このように世界的に競争の激しい状況の中で、少しでも優位な立場を確保しようとして、内外の自動車メーカーが熾烈な技術開発競争を展開している。研究開発のターゲットは車のコストに大きく影響する生産技術をはじめ、より優れた車両性能を実現させる製品開発、さらにそれらを支えるエレクトロニクスや新素材開発など、すべての分野に及んでいる。

車に対する技術的課題は、排ガス浄化、騒音低減、安全性などの社会的要請や、燃費、代替燃料、リサイクルなどの資源エネルギー問題、および価格、外観・内装、走行性能などのユーザーズ等、実に多様である。これらの課題には技術的に背反するものもあり、バランスのとれた技術開発が要求される。

日本車の優位性としては、故障の少なさと燃費のよさが挙げられるが、一次および二次の石油ショックを経て世界的に低燃費車が求められるようになり、日本車の評価が急に高まつたのである。

車の燃費改善の方策としては、エンジンやトランスミッションの効率向上、走行抵抗の低減、車両重量の軽減などがあるが、最も効果の高いのは車両重量の軽減であり、燃費低減への寄与率が 50% を示した例もある。図 1 は車両重量と燃費の関係を示したもので、軽量化が低燃費化になることがよくわかる。

話は少し古いですが、私が当社に入社した昭和 32 年に生産していた唯一の乗用車クラウンは 1200 kg であり、1500 cc, 48 HP のエンジンを搭載して、50 km/h 走行時の燃費は 12.9 km/l であつた。当時のクラウンの室内容積に匹敵するのは現在のカローラであり、その車両重量は 820 kg であり、エンジンは 1600 cc, 100 P. S. の載つたもので、60 km/h の定地走行で 25.4 km/l である。この燃費の差がすべて車両重量によるものではないが、大きい寄与をしているのである。

また車の生涯エネルギーすなわち材料を生産するエネルギー、工場で作るエネルギー、車を走行させるエネルギーを、車両重量が 1000 kg で平均燃費が 10

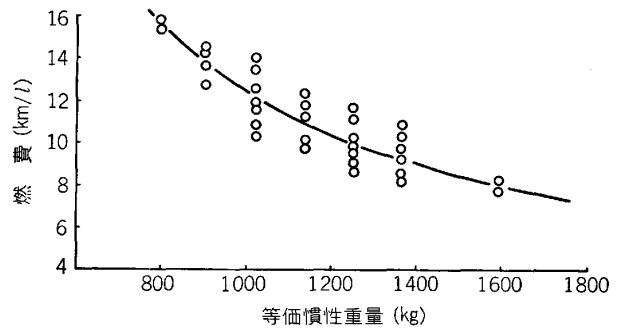


図 1 車両重量と燃費

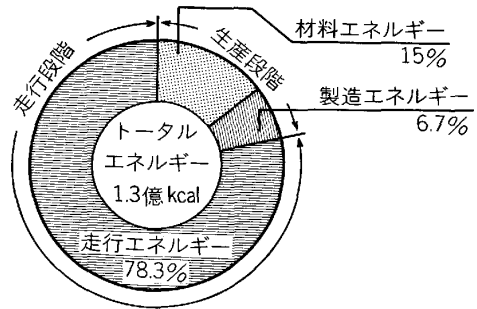


図 2 各段階でのエネルギー消費 (10 万 km 走行相当)

km/l の車が、生涯に 100000 km 走行するとして算出すると、図 2 のようになり、消費エネルギーの約 80% が、走行時のエネルギーである燃料として消費されるのである。この点から、車における省エネルギーは燃費向上が最も効果的であることが理解できる。

このように車の生涯エネルギーの省エネは燃費向上であり、燃費向上の最も効果的なのは車両の軽量化であれば、われわれにとって最重要課題として燃費向上=軽量化を取り上げねばならない。

車の軽量化方策として考えられるのは、①高強度材料への置換による薄肉化や細径化、②軽量材料（軽合金、プラスチック）の採用、③設計による小型化、FF 化などである。日本車のような小型車では、さらに小型化することはできず、FF 化によつて室内容積の増大をほかり、そのことによつてわずかに小さくする程度である。

高強度化による軽量化の例としては、高張力鋼板の採用が挙げられる。図 3 にモデルチェンジの時期と高張力鋼板の使用量および割合の関係を示す。新しいモデルではその使用量が增大して、車両重量の 10% を占めるまでになつており、軽量化に貢献している。しかし高強度材化しても剛性の変わらない材料が多く、これをいかに設計的にカバーするかが決め手になる例が多い。

軽量材料の利用としては、アルミニウム合金やプラスチックがある。図 4 は当社のマーク II の材料構成を経時的に示したものである。アルミニウム合金やプラスチックなど軽量材料の使用比率が増大していることが知

* トヨタ自動車(株)

られる。米国のアーサー・アンダーソン社の予測によれば、米国乗用車のアルミニウムとプラスチックの1990年の使用量は、1980年と比較して、それぞれ車両重量の4%から9%へ、6%から13%へ増加するとしている。

表1にボルボの軽量実験車LCP (Light Component Project) 2000の軽量材料の使用状況を示す。この車はプラスチック200kg(重量構成比28%)、アルミニウム合金178kg(同25%)、マグネシウム合金50kg(同7%)であり、鉄鋼材料は21%にしか過ぎない。この結果100000km走行までの生涯エネルギーは、現行同サイズ車より40%減少するとしている。

車の軽量化は燃費向上を図る上から、今後もいつそ進むであろうが、車はバランスのとれた商品性が必要であり、新素材の適用には数多くの解決すべき問題があり、一朝一夕には進まない。例えば現状のプラス

チックスの使用量でも、廃車のプラスチック部品の処理の問題が提起されており、リサイクル技術の開発が急務となつている。また現状の軽量材料ではコスト的にも問題が多いし、剛性の保持にも困難が多い。

さて標題の軽量化の限界であるが、コストおよび材料特性の面から言えば色々制約は多いが、今後の研究開発によつて少しずつ軽量化は実現化されるであろうし、いつも設計者からわれわれ材料屋に言われているのは、設計的にいくらでも考慮するから、材料の軽量化はほとんど

表1 VOLVO LCP2000 に用いられている軽量化材料

	プラスチック	アルミニウム	マグネシウム
GFRP	ルーフ	バンパ	フロントサブフレーム
	フード	フロアパン	リヤトレーリング
	ドア	メインフレーム	アーム
	ベダルユニット	ステアリングコラム	クラッチケース
CFRP	エンジンマウント	ブレーキディスク	ギヤボックスケース
	ドア窓枠	ブレーキドラム	ディスクホイール
PP-G	フロントシート	シリンダヘッド	ステアリング
PC	サイドウィンド	ドア部品	ハウジング
	リヤウィンド		エンジンブロック
PE	フュエルタンク	ボルト	
PVC	内貼りパネル	ナット	
使用量 200kg		使用量 178kg	使用量 50kg

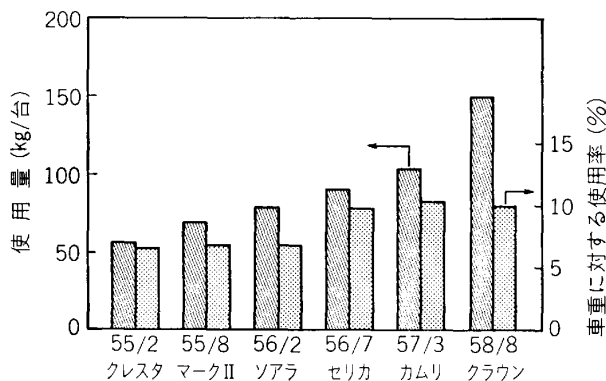


図3 乗用車の高張力鋼板採用状況

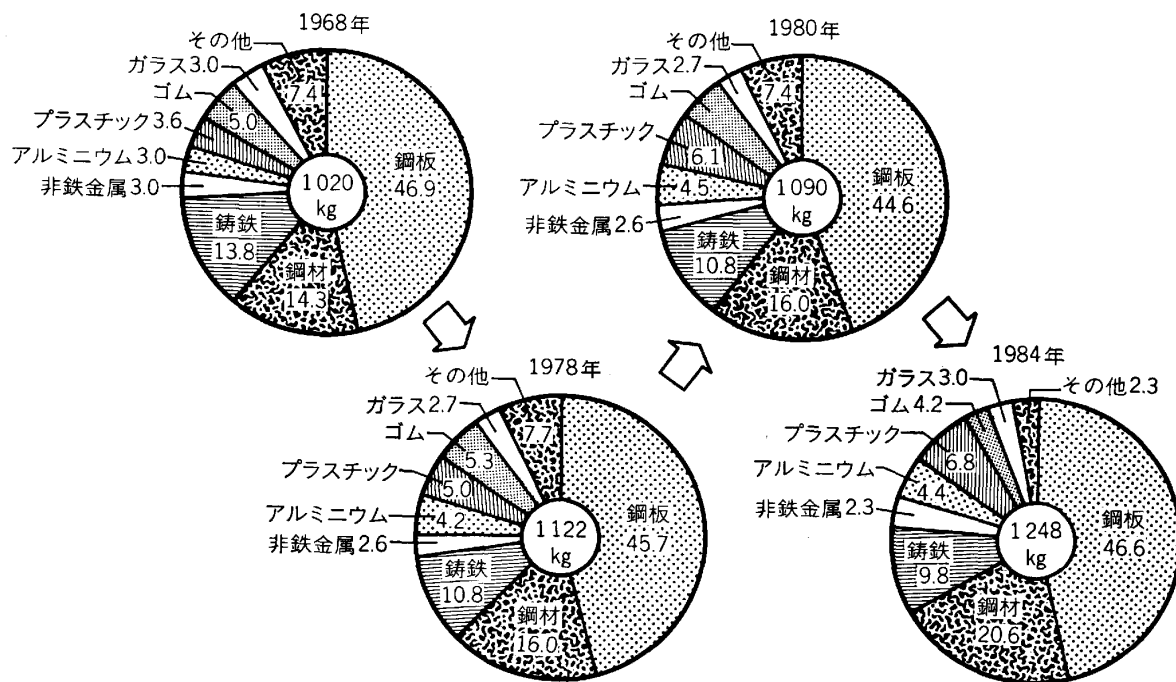


図4 車両構成材料の推移 (トヨタマークII)

ん進めてくれとのことであるので、現時点では軽量化の限界など考えずに仕事をしてよさそうである。

話は変わるが、当初数百mしか飛ばなかつた人力飛行機も、今ではドーバー海峡を越えるまでになつている。

この飛躍的な性能向上は各種複合材料に負うところが大きく、また人力飛行機の設計も材料により従来の概念と大幅に異なるものとなつている。今後、自動車においても同様に革新的な技術を強く期待したい。

書 評

新 合 金

金子秀夫著

新しい技術は、常に新しい素材の出現によつて芽生え、その素材の発展と共に成長してゆく。このことは、たとえば半導体に代表される情報関連材料の分野に近年目ざましい innovations があいつぎ、それに伴つて情報関連技術が次々に変革されてゆく様を見れば明らかであろう。現代は材料を研究するものにとつて夢のある時代である。しかし、同時に次々と出現する新材料に目を奪われ、ただやみくもにその後を追うだけになりかねない危険な時代でもある。本書の著者は、この魅力ある材料の時代を生き抜くために必要なものは、優れた創造性と新しい材料が生まれ育つてゆく過程の必然性を見つめる冷静な目であることを説こうとしている。

本書の構成は、第一章新合金の開発のために、第二章合金自体の発明により用途が開かれた新合金、第三章システムの発展に対応して生まれた新合金、第四章新製造法の発明により生まれた新合金、となつており、第一章

では新技術創造の原理、合金開発の基本について著者の考えが、第二章以下には新合金が開発されるに至る経緯と将来への展望が、多くの実例と共に述べられている。このように書くと、一見理屈っぽい難しい本のように思えるかもしれないが、決してそうではなく、記述は平易でたいへん読みやすい。しかも手軽である。随処に新合金の開発状況に関するデータが挿入されていて、未来予測が試みられているのも参考になる。

第二章で取り上げられている合金は、熱弾性マルテンサイト合金、ネオジム磁石、アルミニウム・リチウム合金、磁性流体、III・V化合物、金属水素、第三章では LSI 電極合金、リードフレーム合金、光磁性合金、磁気センサー、極低温構造合金、第四章では超急冷粉末焼結合金、単結晶合金(耐熱材料)、HSLA 合金、アモルファス合金、宇宙で作る合金、であるから、対象は必ずしもいわゆる合金だけに止まらず、半導体、金属間化合物、セラミックにも及び、いわゆる新素材と呼ばれている材料の多くを包含している。材料の研究者、材料開発にたずさわる者にとつて、新材料の開発動向、位置づけ、将来への展望を概観する上でたいへん有用な書である。(山口正治)

B6 判変形 210 ページ 定価 1,400 円

1985 年 3 月 産業図書(株)発行