

LCA 的視点からみた鉄鋼製品の社会における 省エネルギー貢献に係る調査¹

各論 3 . 自動車（高強度鋼板）

第二研究部 部長 小川 芳樹
第二研究部環境グループマネージャー 工藤 拓毅
第二研究部環境グループ 主任研究員 太田 完治
(現、三菱電機株式会社環境保護推進部推進グループ)

3.1 自動車用鋼板の使用動向

(1) 自動車における鋼材の使用動向

日本の自動車生産台数は、表 3.1 に示すように、1990 年 1,349 万台から 1995 年の 1,020 万台へ減少し、その後はほぼ横ばいの推移となって 2000 年も 1,014 万台である。その中で乗用車の生産台数は 1990 年の 995 万台、1995 年の 761 万台、2000 年の 836 万台と推移した。

乗用車の生産台数全体に占める構成比は、1995 年までは 75%弱であったが、2000 年にはトラックの生産台数がさらに減少したため、乗用車の構成比が 82%強へ上昇した。トラックやバスの生産台数の構成比は 20%以下へ低下し、乗用車の生産が中心になっているといえる。

表 3.1 自動車の生産台数と自動車用の鉄鋼製品受注量の推移

自動車 生産台数	1990 年		1995 年		2000 年	
	実数 (百万台)	構成比 (%)	実数 (百万台)	構成比 (%)	実数 (百万台)	構成比 (%)
合計	13.49	100.0	10.20	100.0	10.14	100.0
乗用車	9.95	73.8	7.61	74.6	8.36	82.4
トラック	3.50	25.9	2.54	24.9	1.73	17.1
バス	0.04	0.3	0.05	0.5	0.05	0.5
自動車用 鉄鋼製品受注量	1990 年		1995 年		2000 年	
	実数 (百万 t)	構成比 (%)	実数 (百万 t)	構成比 (%)	実数 (百万 t)	構成比 (%)
合計	12.54	100.0	9.50	100.0	9.75	100.0
熱延コイル・薄板	4.15	33.1	3.15	33.1	3.05	31.2
冷延鋼板類	3.08	24.6	2.31	24.3	2.28	23.4
表面処理鋼板	4.29	34.2	3.28	34.6	3.80	38.9
厚板・線材	0.30	2.4	0.23	2.5	0.16	1.7
棒鋼・H 形鋼等	0.12	1.0	0.11	1.1	0.09	0.9
鋼管	0.33	2.7	0.25	2.6	0.26	2.7
銑鉄	0.26	2.1	0.17	1.7	0.11	1.1

(出所) (社)日本自動車工業会ホームページ、「データファイル」、(社)日本鉄鋼連盟、「鉄鋼用途別受注統計」

¹ 本報告は平成 13 年度に社団法人 日本鉄鋼連盟より受託して実施した受託研究の一部である。この度、社団法人 日本鉄鋼連盟の許可を得て公表できることとなった。社団法人 日本鉄鋼連盟関係者のご理解・ご協力に謝意を表すものである。

自動車用の鉄鋼製品の受注総量は、表 3.1 に示すように、1990 年の 1,254 万トンから 1995 年の 950 万トンに減少した後、2000 年は微増して 975 万トンになった。この受注量の変化は、上述の自動車生産台数の変化とほぼ対応するものである。

鉄鋼製品の中で、熱延コイル・薄板、冷延鋼板類、表面処理鋼板といった鋼板類の受注が、全体の 92～94%と大半を占めている。1995 年と 2000 年を比較すると、鋼板類の構成比が増加しており、乗用車の生産構成が上昇したことと関係があると考えられる。鋼板類の中では、めっき鋼板や塗覆装鋼板といった表面処理鋼板の構成比が明らかな増加傾向を示している。

今回の分析では、乗用車、トラック、バスと異なる形態の車をすべて分析することはないので、分析対象を生産台数で 80%前後と大半のシェアを占める乗用車に絞り込むこととする。

表 3.2 に示すように、乗用車に使用される材料のうち約 70%は鉄鋼材料であり、その中の 52%が普通鋼、17%が特殊鋼となっている。普通鋼の中では、乗用車の内外板に使用される冷延鋼板、熱冷ハイテン、表面処理鋼板、熱延鋼板といった鋼板類が 48%と最も多い。

表 3.2 普通・小型乗用車における原材料構成比の推移

(年)	1973	1977	1980	1983	1986	1989	1992	1997	2001
普通鋼鋼材	60.4	61.6	60.5	59.5	57.7	56.9	54.9	52.1	54.8
熱延鋼板	14.7	14.8	13.6	13.9	12.2	11.5	12.4	12.0	15.4
冷延鋼板	38.9	37.9	33.8	29.4	26.0	22.5	15.0	13.3	13.5
熱冷ハイテン	0.0	0.5	1.4	4.1	7.3	6.4	3.9	3.8	2.7
表面処理鋼板	1.6	4.4	7.2	7.8	8.2	12.9	20.2	19.0	20.3
その他	5.2	4.0	4.5	4.3	4.0	3.6	3.4	4.0	2.9
特殊鋼鋼材	17.5	16.1	14.7	14.3	15.0	15.1	15.3	16.9	16.7
鋳鉄	3.2	3.2	2.8	2.2	1.7	1.7	2.1	1.8	1.5
非鉄金属	5.0	4.7	5.6	5.6	6.1	7.4	8.0	9.6	7.8
非金属 - 樹脂等	13.9	14.4	16.4	18.4	19.5	18.9	19.7	19.6	19.2
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

(出所) (社)日本自動車工業会、「日本の自動車工業 2001」

非鉄金属、非金属(樹脂等)といった鉄鋼材料以外の構成比の変化をみると、1973 年の 18.9%に対して 1986 年で 25.6%、2001 年で 27.0%と上昇してきた。これらの原材料は過去 25 年間で 10%弱の増加を示したが、鉄鋼材料が自動車の約 70%強と大きな割合を占めるといふ構成関係は、今後 2010 年までの 8 年間でそれほどドラスティックには変化しないとみられる。

次に乗用車の普通鋼材における各種鋼材の構成比の変化を図 3.1 に示す。冷延鋼板の構成比が、1973 年の 65%に対して 1986 年 45%、2001 年 25%と明白な減少傾向を示している。これに代わって明らかな増加傾向を示しているのは、亜鉛めっき鋼板などの表面処理鋼板で、1973 年の 3%から 1986 年 14%、2001 年 37%と増加した。

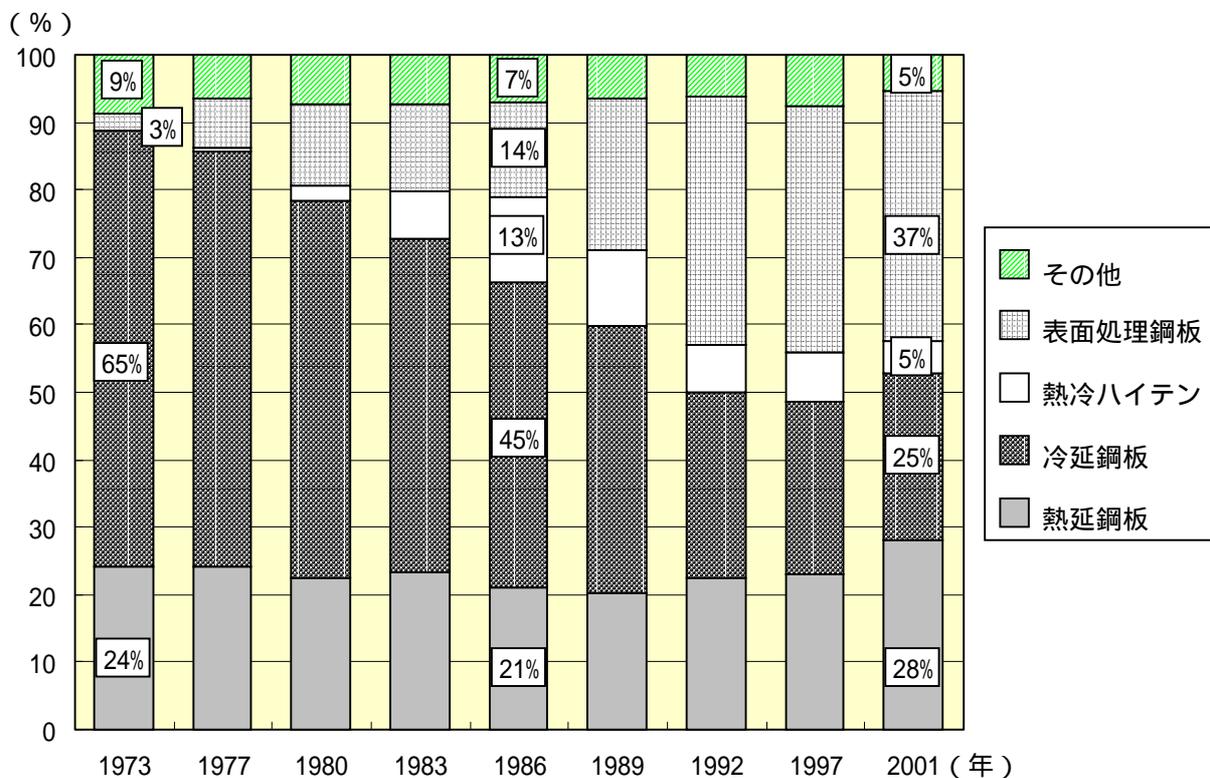
1973 年に使用されていなかった高強度鋼板(ハイテン)は、1986 年に 13%と構成比を増したが、2001 年には 5%と逆に構成比が減少した。しかし、表面処理を加えたハイテンは

少なくとも表面処理鋼板でカウントされているとみられるので、ハイテンとしての構成変化をこのデータから読み取ることには無理がある。熱延鋼板に関しては21~24%の構成比で、鋼管、棒鋼などその他の普通鋼材は7~9%の構成比でほぼ横ばいの推移となっている。

1997年における乗用車原材料としての普通鋼材構成(図3.1)と1995年あるいは2000年における自動車用鉄鋼製品の受注構成(表3.1)は、概ね対応しているとみることができる。

表面処理鋼板の構成比が増加した大きな理由は、米国向け輸出車に始まった防錆対応である。穴あきなし10年、外観錆なし5年等を目指して各種の表面処理鋼板の開発が進められ、米国向け輸出車対応のこの動きが国内向けの乗用車用材料にも普及した結果、表面処理鋼板の構成比が冷延鋼板に入れ替わって急速に増大した。

図3.1 乗用車用普通鋼材の構成の変化



(出所) 表3.2のデータから作成

自動車機器などの総合的な長寿命化技術の進展ももちろん寄与したが、防錆対応として各種の表面処理鋼板が開発されたことも、自動車の長寿命化に寄与する大きな要因となった。防錆対応を主眼とした表面処理鋼板の開発は、自動車用鋼板としての高機能化の1つといえる。

(2) 高強度鋼板（ハイテン）の使用比率と面積重量

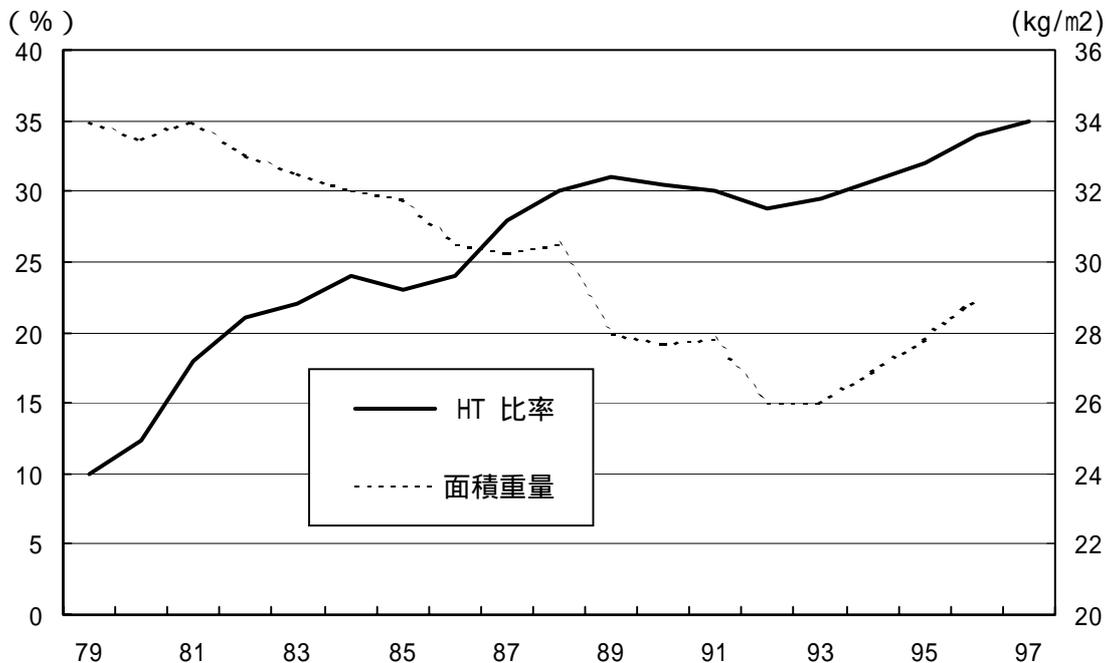
自動車の車体は安全で快適な居住スペースであり、かつ走行に必要な強度、剛性を持ち、また美しいスタイリングが要求される。自動車用材料としての鋼板はこれらを達成する安価な材料として長く用いられてきた。ところが石油危機とそれに伴う米国の1975年制定のCAFÉ規制によって、車体の軽量化が強く叫ばれるようになりハイテンの開発が加速された。

従来のハイテンは析出強化で強度を上げていたが、伸びや穴広げ性といった加工性が劣るため車体への適用も限られていた。しかし、ベイナイトを利用して穴広げ性に優れたハイテンやフェライト・マルテンサイトの二相組織もデュアルフェーズ鋼（DP鋼）が実用化され、1978年の第2次石油危機以降、ハイテンの実車への適用が進んできた。1990年代以降は欧州の安全基準強化を受け、安全と軽量化両立が課題となり、近年では加工誘起塑性を利用したTRIP鋼や焼付け硬化（BH）鋼等各種高機能ハイテンが開発されたこともあり、さらにハイテンの適用拡大が進んでいる。

鉄鋼会社のデータによると、490MPa（50kgf/mm²）を超えるハイテンの自動車用熱延鋼板中に占める割合が1978年以降で明らかに拡大し、製造板厚が1991年までの5年間で約4～5%減少したといわれる（「LCAの視点からみた鉄鋼製品利用のエネルギー調査」1997年）。

このように鋼材のハイテン化により自動車用鋼板の薄手化が進展することで、自動車投影面積当たりのホワイトボディ重量（面積重量）は減少してきたと考えられる。このことを示すために、自動車用鋼板におけるハイテンの使用比率と面積重量の推移を示すデータを図3.2にまとめる。

図 3.2 ハイテン（HT）比率と面積重量の推移



(出所) ふえらむ、Vol. 11、No. 2、1996年

ハイテンの使用比率は、1979 年の 10%から 1989 年の 30%強まで 10 年間で大幅に拡大した。その後の 3~4 年間はほぼ横ばいの推移であったが、1993 年以降は再び増加傾向がみられ、1997 年には 34%となっている。また、最新時点で平均的サイズ(車輻重量約 1.1 トン)の代表的な車輻におけるホワイトボディ中のハイテンの使用割合は約 45%、それより小型になると約 40%という結果も得られた((社)日本自動車工業会へのヒアリング結果)。

1980 年代末から 1990 年代初めにかけてハイテンの使用比率が止まった理由として、ハイテンを加工する際のスプリングバックにより寸法精度を確保するために型の手直しなどコスト負担が大きかったことが上げられる。しかし、焼き付けにより硬化する BH 鋼の開発により再度適用が拡大している。

自動車投影面積当たりのホワイトボディ重量(面積重量)は、図 3.2 に示すように、1979 年の 34 kg/m² から 1993 年の 26 kg/m² までは明らかに減少傾向で推移した。しかし、その後 1996 年までの 3 年間は逆に増加傾向を示している。ハイテンの割合を増やして自動車の軽量化を図るよりも、鋼板厚の確保で強度を高めて自動車の安全対策を図ることがより重要な課題になったことが、その理由の 1 つとして考えられる。

国際鉄鋼協会(IISI)に加盟する 15 ヶ国の主要鉄鋼メーカーは、共同で超軽量鋼製自動車車体(Ulsab)の研究開発を推進した。このプロジェクトは、自動車の剛性・衝突安全性を確保しつつ、30%程度のホワイトボディ軽量化を目指すものであった。レーザー接合やハイドロフォーミング等の加工・利用技術を駆使して、ハイテンの使用比率を 60%以上へ拡大させることを目標とした。

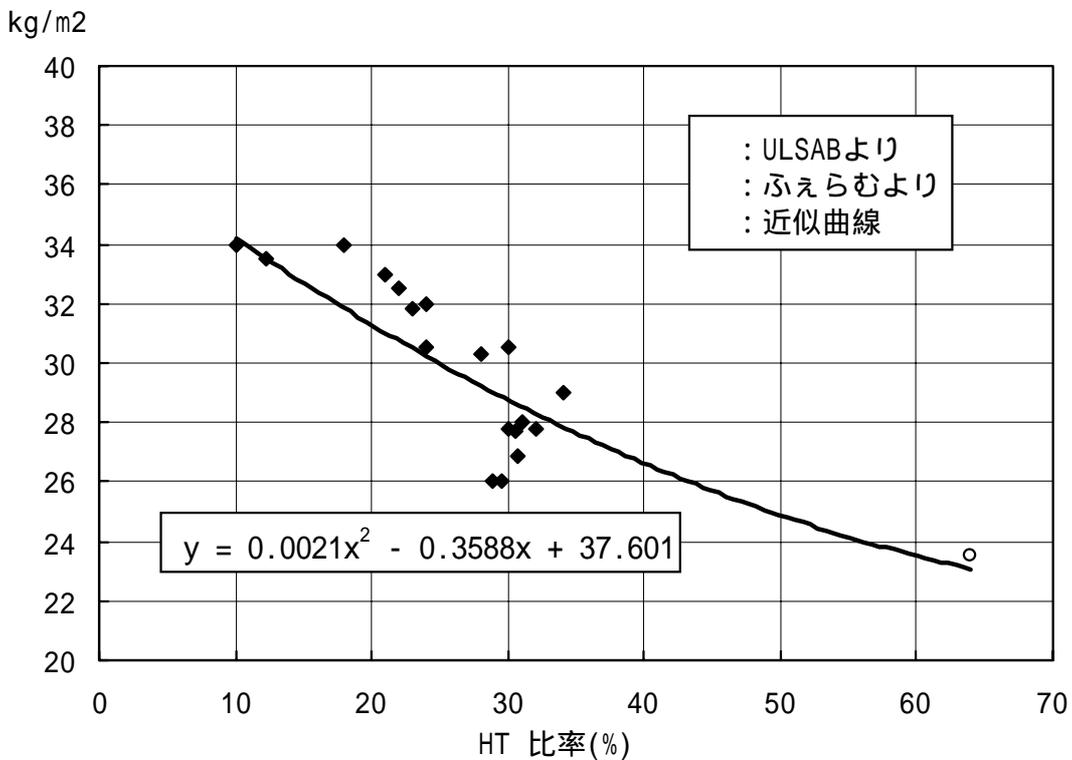
1998 年 5 月まで実施された Ulsab の成果によると、汎用鋼板を主体にハイテンの使用比率を 64%まで高めることができ、8.64 m² のホワイトボディ投影面積をもつ対象車輻で車体重量を 203 kg、すなわち投影面積当たりのホワイトボディ重量(面積重量)を 23.5 kg/m² まで軽量化できると報告している。

Ulsab プロジェクトの後には、Ulsab - AVC (Ultra Light Steel Auto Body - Advanced Vehicle Concept) プロジェクトが引き続き実施されている。最近公表された成果によると、高性能の高強度鋼材(AHSS: Advanced High Strength Steel)を多用することでハイテンの使用比率をほぼ 100%に高めることができ、車輻全体の重量を小型乗用車クラスで約 20%、普通乗用車クラスで約 30%軽量化できるとしている。

(3) 高強度鋼板(ハイテン)の使用による乗用車重量の軽量化率

前項(2)で述べた乗用車車体におけるハイテンの使用比率と面積重量の推移(図 3.2)および Ulsab プロジェクトの研究成果に基づいて、ハイテン比率と面積重量の近似曲線を 2 次式で推計し、両者の相関関係を求めた。その結果を図 3.3 にまとめる。ハイテンの使用がもたらす乗用車車体の軽量化が及ぼす影響をみる今回の分析では、ハイテン比率と面積重量の相関関係を求めたこの近似式がベースの出発点になる。

図 3.3 ハイテン（HT）比率と面積重量の関係近似曲線の推計



(出所) 図 3.2 および ULSAB のデータに基づいて推計

乗用車に対するハイテンの使用による軽量化に関しては、各種の文献情報に基づいて以下に示すような考え方をこの分析では採用することとした。

- ホワイトボディの鋼板ハイテン化による軽量化
 - ・ ホワイトボディ単体 (BIW) のハイテン化による単味の軽量化効果 (デザインも含めた構造変化による効果もある)
 - 図 3.3 の近似関係から想定、1990 年、1995 年、2000 年の実績推計と 2005 年、2010 年の将来推計に適用
 - ・ ホワイトボディ単体 (BIW) の軽量化による副次効果 (エンジン、駆動系 (トランスミッション、サスペンション、車軸等) の小型化による軽量化効果)
 - 検討文献を参考に駆動系へ図 3.3 の近似関係から半分の効果を想定、ポテンシャル・ケースのみに適用
- 足廻りのハイテン化による軽量化効果
 - ・ ハイテン材利用によるパイプ化など ULSAB の検討で BIW のハイテン化と同様な軽量化効果
 - 図 3.3 の近似関係と同等の軽量化率を想定、ポテンシャル・ケースのみに適用

ホワイトボディ単体 (BIW) の軽量化による副次効果や足廻りのハイテン化による軽量化は、ULSAB の研究開発による検討結果として多くの指摘がなされているものである。ULSAB プロジェクトは、現在も研究開発の段階にあり、経済性をもって市場に参入できる実用化段階に入ったわけではないので、これらの軽量化効果はポテンシャル・ケースのみで考えることにした。

次に上述の軽量化効果が、乗用車車両全体の軽量化や燃費改善に及ぼす関係を分析する必要がある。乗用車といっても普通車、小型四輪車、軽四輪車と大きく 3 つに分かれ、その中でも排気量などによって多様な乗用車が存在する。これらを 1 つ 1 つ分析することはできないので、ここでは平均的かつ典型的な車種で代表させて分析を進めることとした。

(社)日本自動車工業会へのヒアリング結果に基づいて、代表車種を平均的サイズの車輛重量 1,100 kg とした。また、ホワイトボディの投影面積は 7.3~7.4 m² ということであったので、ここでは 7.5 m² に設定した。こうした代表車種の設定に基づいて、表 3.3 に示す乗用車の重量構成のデータをベースに、ハイテン化による軽量化が影響を及ぼす部位とその部位の重量を推計した。

表 3.3 乗用車の重量構成と軽量化が影響を及ぼす部位

	構成比	車体の軽量化	足廻りの軽量化	副次効果の対象部位
車体	20%	20%		
駆動系	18%			18%
サスペンション	12%		12%	12%
内装	11%			
ホイール	3%		3%	3%
タイヤ	4%			
排気系	7%			
ガラス類	7%			
外板パネル	6%			
液体	5%			
電気系	4%			
ブレーキ系	3%			
合計	100%	20%	15%	33%
車重量	1,100	220	165	363

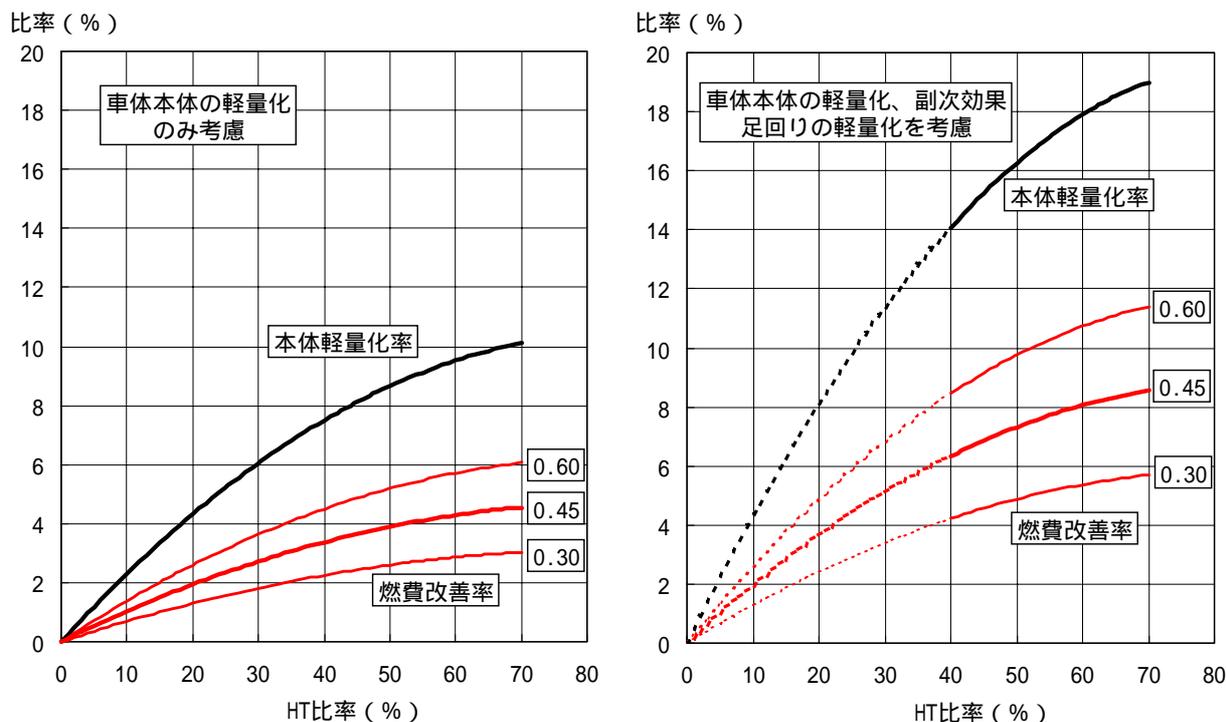
(出所) 栗山幸久ほか、「ULSAB 関連プロジェクトのその後の進捗」、2000 年

上述の軽量化効果の考え方に基づいて、図 3.3 のハイテン比率と面積重量の近似関係、表 3.2 に示す車輛重量と軽量化が影響を及ぼす部位の重量などを用いると、図 3.4 に示すように、ハイテン比率と乗用車車両の軽量化率の関係を求めることができる。

図 3.4 の左図は、ホワイトボディ単体 (BIW) のハイテン化による単味の軽量化効果のみを考えた場合の乗用車車両の軽量化率である。1990 年から 2000 年にいたる実績推計と 2005 年、2010 年の将来推計は、左図に示すデータを使用して行った。それに対して、図 3.4 の右図はホワイトボディ単体 (BIW) の軽量化による副次効果や足廻りのハイテン化による軽

量化効果も加わった場合の乗用車車輛の軽量化率である。ハイテン化率 40%以上でさらなる軽量化効果を考慮するポテンシャル・ケースのみ右図のデータを使用して推計を行った。

図 3.4 ハイテン (HT) 化による乗用車車輛の軽量化率と燃費改善率



さて、乗用車車輛の軽量化率が求まったので、次はこれを燃費改善率と関係付ける必要がある。車輛軽量化率と燃費改善率の関係は、ごく単純な比例関係がいくつかの文献等で報告されているのみで、豊富なデータに基づく相関関係は残念ながらこれまでのところ公表されたものがない。

10%の車輛軽量化率に対して、燃費改善率を米国エネルギー省の文献は6.0%、IPCC (気候変動に関する政府間パネル) は6.7%、ULSAB 関係者は5.0%と報告している。これらをまとめると、10%の車量軽量化率に対して燃費改善率は6%になるという見方である。

他方、(社)日本自動車工業会の内部資料では、自動車車輛の重量減が5~10%の場合に1~3%の燃費を改善するという結果が示されている(同会へのヒアリング結果)。この結果は、10%の車輛軽量化率に対して燃費改善率は3%になるという見方である。

この分析では、どちらの見方を適切であるとする有力な論拠がないので、きわめて便宜的ではあるが、両者の間を取って10%の車輛軽量化率に対して燃費改善率は4.5%になると設定した。図3.4には6%、4.5%、3%という3つの場合に関してハイテン比率の変化に対する燃料改善率の変化を示した。

3.2 省エネルギーの評価方法

(1) 省エネルギーをもたらす理由

3.1節の検討によって、ハイテン化率、投影面積当たりのホワイトボディ重量(面積重量)、ホワイトボディの軽量化率、車輛の軽量化率、燃費改善率を結びつける関係が求まったので、ここでは乗用車の様々な段階における省エネルギーの評価方法を考える。

期待される省エネルギー効果としては以下に示す5種類が考えられる。

ハイテンによる薄肉化の実現により、従来型鋼板を利用した場合に比べ自動車の軽量化が行われ、自動車走行時の燃費向上による省エネルギー効果が期待できる。ハイテンの適用による軽量化で自動車製造用の鋼材が削減され、製造エネルギーの削減という形で省エネルギー効果が期待できる。ハイテン利用に伴う、製品加工段階での省エネルギー効果。表面処理鋼板による防錆性の向上により、自動車の寿命が延長されることで、自動車生産時に必要なエネルギーが軽減される。鋼材の軽量化 = 使用鋼材重量の軽減にともない、鋼材の輸送用エネルギー消費量が軽減される。

データ等の制約によってすべての省エネルギー効果を定量的に分析することはできないが、分析できる項目に関して具体的な評価方法を以下にまとめる。

(2) 軽量化による走行燃料の削減効果

軽量化による走行燃料の削減効果は、以下の方法によって試算した。

走行燃料削減量 = 新車生産台数(乗用車)
× 平均走行距離(乗用車)
× 燃費改善率(乗用車) / 新車平均走行燃費(乗用車)
× 平均使用年数
× 燃料発熱量

新車生産台数： xxxx年の国内新車生産台数(台/年)
平均走行距離： xxxx年の1台当たりの平均走行距離(km/台)
燃費改善率： 車輛の軽量化による燃費改善率(%)
新車平均走行距離： xxxx年の新車の平均走行距離(km/l)
平均使用年数： xxxx年の平均使用年数(年)
燃料発熱量： ガソリンの低位発熱量(MJ/l)
ガソリン 33.405 MJ/l (7,980 kcal/l)

乗用車の新車生産台数を乗用車の新車国内販売台数に置き換えれば、日本国内で走行するために生産された乗用車の軽量化がもたらす走行燃料の削減効果を確認することができる。この分析では、乗用車の生産活動全体の効果のみをみようということで、輸出向け生産台数も含めた乗用車の新車生産台数で推計を行うことにした。輸出車は、日本と同じ条件で走行する場合の効果が評価される結果となる。

(3) 鋼材削減による製造エネルギーの削減効果

鋼材削減による製造エネルギーの削減効果は、以下の方法によって試算した。

$$\begin{aligned} \text{製造エネルギー削減量} &= \text{新車生産台数 (乗用車)} \\ &\quad \times \text{投影面積当たりの重量減少 (乗用車)} \\ &\quad \times \text{投影面積 (乗用車)} \\ &\quad \times \text{鋼板製造エネルギー原単位 (普通鋼)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{新車生産台数} &: \text{xxxx年の国内新車生産台数 (台/年)} \\ \text{投影面積当たりの重量減少} &: \text{軽量化によるホワイトボディの投影面積当たり} \\ &\quad \text{重量の減少 (kg/m}^2\text{)} \\ \text{投影面積} &: \text{車輛の投影面積 (m}^2\text{/台)} \\ \text{鋼板製造エネルギー原単位} &: \text{普通鋼による自動車用鋼板の製造エネルギー原単位 (MJ/kg)} \end{aligned}$$

3.3 乗用車へのハイテン適用による省エネルギー量

(1) 乗用車の生産・輸出・販売の推移

乗用車に関する生産・輸出・販売の推移を表 3.4 にまとめる。日本の乗用車の生産台数は、1970年の318万台から1990年の995万台まで年率約6%と堅調な増大を示した。乗用車の輸出台数が1970年の73万台から1990年の448万台まで年率約10%で急拡大したことが、生産の増加に大きく寄与した。乗用車の輸出比率はこの間に22%から最大で60%近くまで上昇した。

国内向けの新車販売(登録)台数は、1970年の240万台から1988年の367万台まで年率約2.5%と輸出や生産に比べれば穏やかな伸びで推移した。それ以降の3~4年間は輸出の停滞とともに国内向け新車販売が一時的に異常拡大した。乗用車の生産台数は、1990年を転機として冒頭で述べたような急速な減少傾向を示したが、1995年に底を打ってようやく穏やかな増加傾向を取り戻した。

2000年は、乗用車の生産836万台、輸出380万台、輸出比率45%、国内販売426万台となっている。輸出を地域別にみると、北米向けが181万台(48%)、欧州向けが100万台(26%)、アジア・オセアニア向けが54万台(14%)、その他向けが45万台(12%)となっている。米国・カナダ向けが輸出全体の約半分を占めている。

この輸出構成の視点からみると、米国・カナダ向けの輸出車をすでに述べたように日本の走行条件で評価することは、平均走行距離や平均使用年数の違いから判断するとおそらく過小評価を行うことになる。しかしながら、輸出地域ごとにこうしたデータを入手することは難しいので、今回の分析では日本の走行条件に置き換えて評価を行うことにした。

乗用車の生産・輸出・国内販売に関する将来推計を図 3.5 に示す。乗用車の輸出や国内販売は1990年頃まで堅調に拡大した後、1995年までは急減するというきわめてドラスティックな変化を示している。従って、将来推計は長期的なトレンドではなく、直近3年間の伸び率を2010年まで適用する形で求めた。

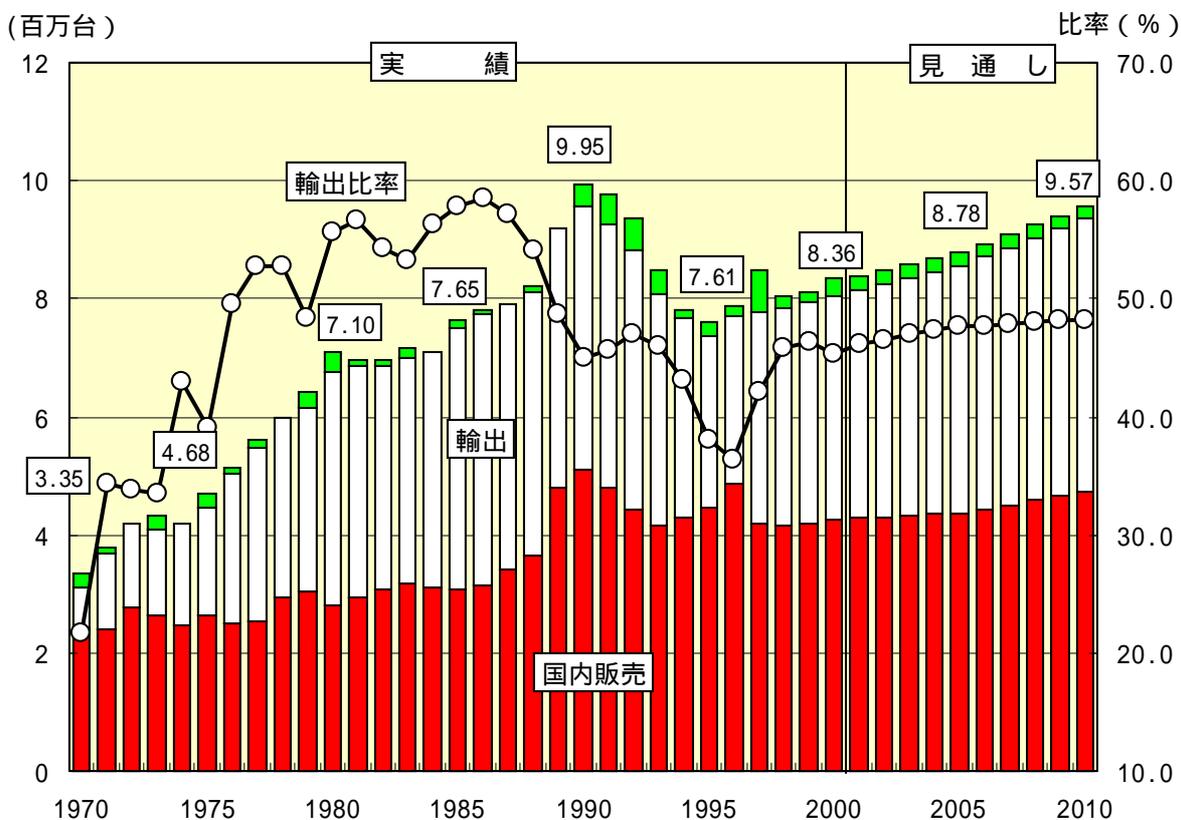
表 3.4 乗用車の生産・輸出・国内販売の推移

	生産 (1,000台)	輸出 (1,000台)	輸出比率 (%)	国内出荷 (1,000台)	国内販売 (1,000台)
1970年	3,178	726	21.6	2,629	2,397
1971年	3,718	1,299	34.3	2,488	2,402
1972年	4,022	1,407	33.9	2,745	2,778
1973年	4,470	1,451	33.5	2,884	2,652
1974年	3,932	1,727	43.0	2,290	2,470
1975年	4,567	1,827	39.0	2,854	2,629
1976年	5,028	2,539	49.6	2,585	2,511
1977年	5,431	2,959	52.7	2,657	2,533
1978年	5,976	3,042	52.7	2,730	2,957
1979年	6,176	3,102	48.3	3,322	3,042
1980年	7,038	3,947	55.6	3,153	2,819
1981年	6,974	3,947	56.7	3,012	2,924
1982年	6,882	3,770	54.3	3,177	3,081
1983年	7,152	3,806	53.2	3,345	3,183
1984年	7,073	3,981	56.3	3,093	3,108
1985年	7,647	4,427	57.9	3,220	3,092
1986年	7,810	4,573	58.6	3,237	3,156
1987年	7,891	4,508	57.1	3,384	3,403
1988年	8,198	4,432	54.1	3,767	3,665
1989年	9,052	4,403	48.6	4,649	4,793
1990年	9,948	4,482	45.1	5,466	5,093
1991年	9,753	4,452	45.6	5,301	4,800
1992年	9,379	4,409	47.0	4,970	4,427
1993年	8,494	3,911	46.0	4,583	4,154
1994年	7,802	3,360	43.1	4,442	4,304
1995年	7,611	2,896	38.1	4,714	4,465
1996年	7,865	2,860	36.4	5,005	4,851
1997年	8,491	3,579	42.1	4,912	4,190
1998年	8,048	3,684	45.8	4,364	4,143
1999年	8,097	3,757	46.4	4,340	4,185
2000年	8,359	3,796	45.4	4,564	4,257

(注) 国内出荷は生産から輸出を差し引くことで求めた

(出所)(社)日本自動車工業会ホームページ、(財)日本エネルギー経済研究所、「エネルギー・経済統計要覧 2002」

図 3.5 乗用車の生産台数の推移と今後の見通し



(出所) 実績は表 3.3 と同じ。見通しは最近 3 年間の輸出と国内販売の伸び率に基づいて想定。

2005 年で国内販売が 437 万台、輸出が 419 万台で生産は 878 万台、2010 年で国内販売が 472 万台、輸出が 462 万台で生産は 957 万台と推計された。この将来推計は、2010 年でようやく 1990 年代初めの生産水準に復帰するという穏やかな生産活動の安定拡大を想定していることになる。輸出比率は 2005 年、2010 年のいずれも 48% 前後で、多少の微増はあるが 2000 年の比率とほとんど変わらない。

(2) 乗用車による輸送活動の特性指標の推移と見通し

乗用車の軽量化によるエネルギー消費への影響を分析するためには、3.2 節(2)～(3)項で示した乗用車による輸送活動の特性指標の推移をみる必要がある。このような特性指標として、乗用車の総走行距離、保有台数、平均走行距離、平均使用年数、新車平均燃費の推移を表 3.5 にまとめる。

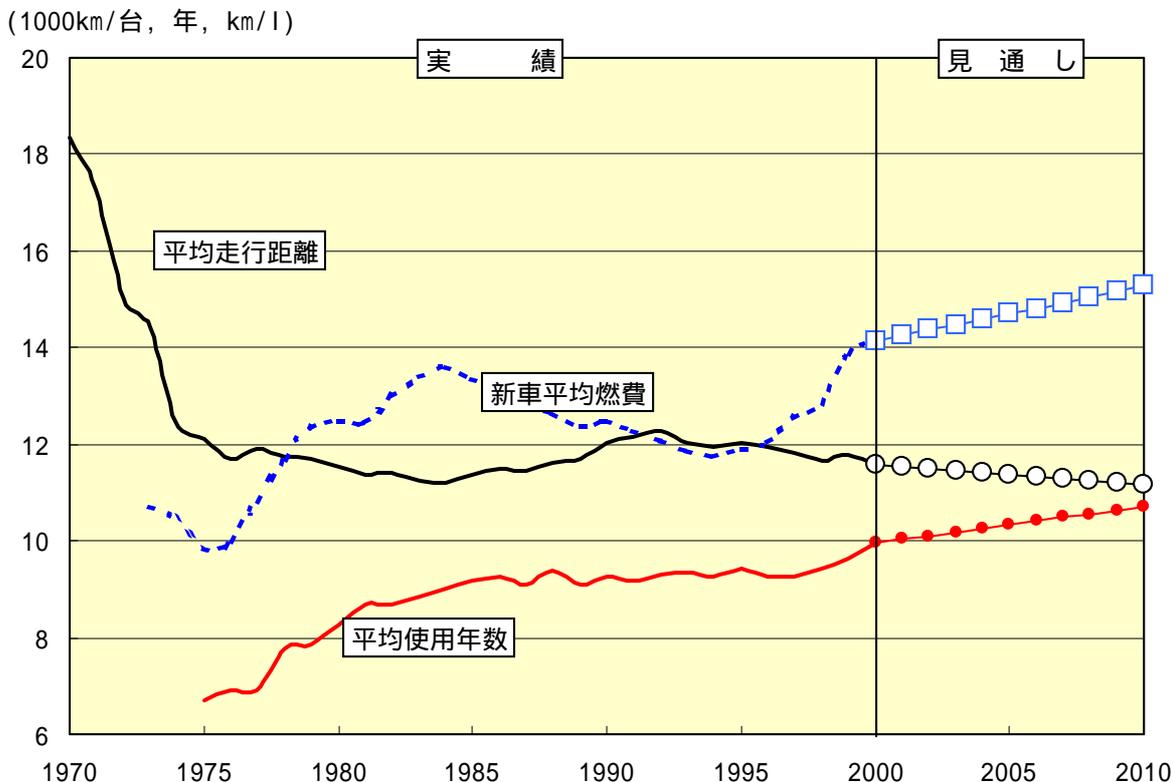
表 3.5 乗用車の平均走行距離、平均使用年、新車平均燃費の推移

	総走行距離 (億 km)	保有台数 (100万台)	走行距離 (1000km/台)	平均使用年数 (年)	新車平均燃費 (km/l)
1970年	1,206	6.58	18.34		
1971年	1,374	7.96	17.26		
1972年	1,463	9.74	15.01		
1973年	1,640	11.36	14.44		10.71
1974年	1,610	12.96	12.43		10.46
1975年	1,760	14.56	12.09	6.72	9.84
1976年	1,861	15.93	11.68	6.90	10.02
1977年	2,054	17.27	11.89	6.91	10.83
1978年	2,204	18.79	11.73	7.76	11.68
1979年	2,350	20.07	11.71	7.86	12.31
1980年	2,415	20.92	11.54	8.29	12.50
1981年	2,472	21.75	11.36	8.70	12.46
1982年	2,560	22.43	11.41	8.67	12.99
1983年	2,597	23.11	11.24	8.86	13.40
1984年	2,651	23.64	11.21	9.00	13.59
1985年	2,756	24.24	11.37	9.17	13.36
1986年	2,853	24.85	11.48	9.28	13.11
1987年	2,951	25.73	11.47	9.11	12.82
1988年	3,086	26.60	11.60	9.38	12.64
1989年	3,284	28.06	11.70	9.09	12.38
1990年	3,503	29.14	12.02	9.26	12.50
1991年	3,663	30.18	12.14	9.17	12.29
1992年	3,801	31.00	12.26	9.31	12.07
1993年	3,834	31.91	12.01	9.33	11.88
1994年	3,916	32.83	11.93	9.26	11.74
1995年	4,070	33.89	12.01	9.43	11.90
1996年	4,190	35.12	11.93	9.27	12.01
1997年	4,260	35.99	11.83	9.28	12.51
1998年	4,277	36.68	11.66	9.44	12.87
1999年	4,386	37.18	11.79	9.63	13.89
2000年	4,382	37.79	11.59	9.96	14.15
2001年				10.40	

(出所)(社)日本自動車工業会ホームページ、(財)日本エネルギー経済研究所、「エネルギー・経済統計要覧2002」

乗用車の軽量化による影響評価に用いる必要がある平均走行距離、平均使用年数、新車平均燃費の推移と今後の見通しを図3.6に示す。平均走行距離は、1970年から1975年までの5年間で急減した後、1985年前後までは微減傾向で推移したが、その後1990年代初めまで逆に微増傾向となった。1990年代初めから2000年までは再び微減傾向となっている。平均走行距離に関しては、1990年代10年間の平均伸び率を算出し、その伸びで2010年までの外挿を行った。

図 3.6 平均走行距離、平均使用年数、新車平均燃費の推移と今後の見通し



(出所) 実績は表 3.4 と同じ。見通しは過去 10 年の平均伸び率や 2010 年目標値に基づいて想定。

平均使用年数も、1975 年から 1980 年までの 5 年間はかなり増加しているが、それ以降 1990 年代後半までは微増傾向の推移となった。直近の 3 年程度は再び増加傾向が大きくなっているが、この分析では平均使用年数に関しても 1990 年代 10 年間の平均伸び率で将来推計を行った。

新車の平均燃費は、1975 年から 1984 年まで大幅に改善した後、1994 年までは逆に悪化傾向をたどり、その後現在までは再び改善傾向が強まっている。平均燃費に関しては地球温暖化防止のための自主行動計画の中で 1990 年の燃費に対する改善率の目標があるので、それが 2010 年で実現するとして 2000 年との間を結ぶことで将来推計を行った。

(3) 車体の軽量化による走行燃料の削減効果

3.2 節の(2)項で示した評価方法と前項までに求めた乗用車の生産台数、平均走行距離、平均使用年数、新車平均燃費などのデータに基づいて、表 3.6 に示す車輛の軽量化による走行燃料の削減効果を求めた。

図 3.3 に示す実績のハイテン比率の変化やヒアリング結果を参考にしながら、ハイテン比率を 2000 年 37%、2005 年 41%、2010 年 45%と設定した。代表的な車種ではハイテン比率がすでに 45%に達しているケースもあるようであるが、小型四輪車や軽四輪車も含めて平均的な普及という視点を考慮して穏やかな設定とした。ポテンシャル・ケースに関して

は、ULSAB によるハイテン比率 64%という値もあるが、その他の軽量化効果も大きく織り込むことを考慮してハイテン比率を 50%と設定した。

表 3.6 車体の軽量化による走行燃料の削減効果

	1990年	1995年	2000年	2005年	2010年	ポテンシャル
乗用車生産台数(万台)	995	761	836	878	957	957
乗用車販売台数(万台)	509	447	426	437	473	473
乗用車輸出台数(万台)	448	290	380	419	462	462
輸出比率(%)	45.1	38.1	45.4	47.7	48.2	48.2
ハイテン比率(%)	30.5	32.0	37.0	41.0	45.0	50.0
車輻重量軽量化率(%)	6.1	6.4	7.1	7.6	8.1	16.3
平均走行距離(千 km/台)	12.02	12.01	11.59	11.39	11.18	11.18
使用年数(年)	9.26	9.43	9.96	10.33	10.71	10.71
新車平均燃費(km/l)	12.50	11.90	14.15	14.70	15.28	15.28
燃費改善率(%)	2.8	2.9	3.2	3.4	3.6	7.3
燃費改善量(l/千 km)	2.24	2.44	2.26	2.31	2.36	4.78
燃料 CO ₂ 係数(t-CO ₂ /TJ)	69.15	69.15	69.15	69.15	69.15	69.15
燃料削減量(千 TJ)						
製造単年	8.95	7.44	7.32	7.73	8.43	17.09
使用期間	82.87	70.16	72.93	79.82	90.30	183.11
燃料削減量(原油換算万 kl)						
使用期間	225.27	190.73	198.25	217.00	245.48	497.78
CO ₂ 削減量(万 t - CO ₂)						
使用期間	573.03	485.18	504.31	551.98	624.44	1,266.23

ハイテン比率が設定できれば、図 3.4 の車輻軽量化率や燃料改善率の曲線を用いて、ハイテン比率からこれらの値を推計することができる。新車の平均燃費と燃料改善率から燃費改善量が求まるので、これに平均走行距離、乗用車の生産台数、平均使用期間を乗じれば、走行燃料の削減量を計算することができる。表 3.6 に示す結果はこのようにして求めたものである。

これらの結果、車体の軽量化による平均使用期間中の走行燃料の削減効果は、普通鋼 100%ペースで想定されるものに対して、1990年 82.87 千 TJ (原油換算 225.27 万 kl)、2000年 72.93 千 TJ (198.25 万 kl)、2010年 90.30 千 TJ (同 245.48 万 kl)となる。また、ポテンシャル・ケースにおける燃料削減による効果は、183.11 千 TJ (同 497.78 万 kl)となる。

上述の走行燃料の削減効果に伴う CO₂ の削減量は、1990年で 573.03 万 t - CO₂、2000年で 504.31 万 t - CO₂、2010年で 624.44 - CO₂ となる。また、ポテンシャル・ケースにおける燃料削減による効果は、1,266.23 万 t - CO₂ である。燃料の平均 CO₂ 排出係数は、ガソリンの代表的な値である。

ハイテンの使用による自動車車体の軽量化がもたらす燃料削減効果が、乗用車の生産台数の増加ももちろんあるが、ハイテン比率の上昇によって大きくなっていることが分かる。ポテンシャル・ケースのように、軽量化の副次効果や他の部位のハイテン化による軽量化効果を活かすことができれば、省エネルギーという視点で大きなポテンシャルを持っていることが分かる。

(4) 鋼材削減による製造エネルギーの削減効果

この節の(1)項で求めた乗用車の生産台数と 3.2 節の(3)で示した評価方法に基づいて、表 3.7 に示すように、鋼材削減による製造エネルギーの削減効果を求めた。この場合も、ハイテン比率の設定が鍵となっている。

表 3.7 鋼材削減による製造エネルギーの削減効果

	1990年	1995年	2000年	2005年	2010年	ポテンシャル
乗用車生産台数(万台)	995	761	836	878	957	957
ハイテン比率(%)	30.5	32.0	37.0	41.0	45.0	50.0
面積重量減少量(kg/m ²)	9.0	9.3	10.4	11.2	11.9	12.7
投影面積(m ²)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
車体重量減少量(kg/台)	67.5	69.8	78.0	84.0	89.3	179.0
鋼板削減量(千トン)	671	531	652	738	855	1,713
製造エネ原単位(MJ/kg)	25.99	25.99	25.99	25.99	25.99	25.99
CO ₂ 係数(t-CO ₂ /TJ)	82.76	81.99	81.84	82.73	83.66	83.66
エネ削減量(千TJ)						
製造単年	17.45	13.80	16.95	19.18	22.21	44.53
エネ削減量(原油換算万kl)						
製造単年	47.44	37.51	46.07	52.14	60.38	121.06
CO ₂ 削減量(万t-CO ₂)						
製造単年	144.43	113.12	138.68	158.66	185.80	372.56

(注) ポテンシャルは副次効果と足廻りのハイテン化による鋼材削減量を含む。

ハイテン比率が定まると、図 3.3 に示す近似曲線からホワイトボディの投影面積当たり重量(面積重量)減少を求めることができる。これに投影面積を乗じれば 1 台当たりの車輻重量の減少分が求まるので、さらにこれに生産台数をかけて合計の鋼材削減量を算出できる。後は普通鋼による自動車用鋼板の製造エネルギー原単位 25.99 MJ/kg を乗じてエネルギー変化を求めればよい。

これらの結果、車体の軽量化に伴う鋼材削減による製造エネルギーの削減効果は、普通鋼 100%ベースで想定されるものに対して、1990年 17.45 千TJ (原油換算 47.44 万kl)、2000年 16.95 千TJ (同 46.07 万kl)、2010年 22.21 千TJ (同 60.38 万kl)となる。また、ポテンシャル・ケースにおける製造エネルギーの削減効果は、44.53 千TJ (同 121.06 万kl)となる。鋼材削減による製造エネルギーの削減効果は、軽量化による走行燃料の削減効果に対して 2 割程度の大きさとなっている。

鋼材削減による製造エネルギーの削減効果に伴うCO₂の削減量は、1990年で144.43万t-CO₂、2000年で138.68万t-CO₂、2010年で185.80万t-CO₂となる。また、ポテンシャル・ケースにおける燃料削減による効果は、372.56万t-CO₂である。製造エネルギーのCO₂排出係数は、鉄鋼製造全体の平均CO₂排出係数に関する各年の実績値および自主行動計画における目標から求まる値をそのまま用いた。

2000年の乗用車生産台数は、1990年の水準に比べてかなり低い、それでも鋼板削減量やエネルギー削減量の値は同じ程度の大きさを持っている。このことはハイテン比率の増加による軽量化の寄与が大きいことを示している。ポテンシャル・ケースの分析で、軽量化による副次効果や足廻りのハイテン化による軽量化が加わると、効果が2倍になることも、同様のインプリケーションを持つと考えられる。

3.4 自動車用鋼板の製造工程における高機能化エネルギー

(1) 普通鋼鋼板と高強度鋼板（ハイテン）の製造プロセスの相違

自動車用の普通鋼鋼板とハイテンに関して製造プロセスの違いを図3.7にまとめる。自動車用鋼板の表面処理を行うためには、従来の冷延鋼板の製造に対して、さらにその後ろに表面処理工程の追加が必要となる。また、ハイテン化のためには、製鋼工程での高純度鋼の製造が必要であり、二次精錬工程や冷延工程での処理負荷が増大する結果となる。

(2) エネルギー増加となる要因

(1)項で述べた製造プロセスの変化によって、一次的には製鋼工程の二次精錬用蒸気（電力）の増加、冷延工程における熱処理燃料増加、および表面処理工程のエネルギー（電力、燃料等）の増加が必要となり、これらのことがエネルギー増加の要因となる。

さらに、ハイテン化による板厚の減少は、熱延工程、冷延工程の処理能力（t/h）の低下を招き、電力原単位、燃料原単位が悪化する要因となっている。これらのことは副次的なエネルギー増加の要因となる。

（社）日本鉄鋼連盟が1995年の実績をベースに推計した製造エネルギーの原単位は、普通鋼鋼板が25.99 MJ/kg（6,210 Mcal/t）、ハイテンが26.64 MJ/kg（6,365 Mcal/t）で0.65 MJ/kg（155 Mcal/t）の増加となる。

図3.7に示す熱延、冷延、表面処理の各工程のエネルギー原単位は、表3.8に示すような値となっている。1995年の実績をベースにこれらの値も用いて自動車用鋼材の材料構成変化（主に冷延材料の表面処理への転換など生産工程の変化）が製造エネルギーに及ぼす影響が試算された。この試算結果によって、これらの工程に関する平均のエネルギー原単位が4.04 MJ/kg（967 Mcal/t）から4.63 MJ/kg（1,107 Mcal/t）へ上昇し、エネルギー原単位の増加は0.59 MJ/kg（140 Mcal/t）であることがわかった。

(3) 高機能化による製造工程のエネルギー増加の評価方法

高機能化による製造エネルギーの増加効果は、以下の方法によって試算した。

$$\begin{aligned} \text{製造エネルギー増加量} = & \text{自動車生産台数 (乗用車)} \\ & \times [(\text{投影面積当たり車体重量} \times \text{投影面積}) \\ & + \text{その他のハイテン化部位の重量}] (\text{乗用車}) \\ & \times \text{ハイテン比率 (乗用車)} \\ & \times [\text{鋼板製造エネルギー原単位 (ハイテン)} \\ & - \text{鋼板製造エネルギー原単位 (普通鋼)}] \end{aligned}$$

新車生産台数： xxx 年の国内新車生産台数 (台 / 年)
 投影面積当たりの重量： 軽量化によるホワイトボディの投影面積当たり重量 (kg / m²)
 投影面積： 車輛の投影面積 (m² / 台)
 その他のハイテン化部位の重量： 足廻りなど車体以外でハイテン化を行う対象部位の重量
 ハイテン化比率： 対象鋼材に占めるハイテンの比率
 鋼板製造エネルギー原単位 (普通鋼)： 普通鋼による自動車用鋼板の製造エネルギー原単位 (MJ / kg)
 鋼板製造エネルギー原単位 (ハイテン)： ハイテンによる自動車用鋼板の製造エネルギー原単位 (MJ / kg)

(4) 高機能化による製造工程の増エネルギー量

この節の(1)項で求めた乗用車生産台数と前項で示した評価方法に基づいて、ハイテンの使用という高機能化による製造工程の増エネルギー量を算出した結果を表 3.9 にまとめる。

自動車用鋼板のハイテン比率からホワイトボディの投影面積当たり重量を求め、これに投影面積を乗じることで車体重量を求めた。これに必要であれば車体以外でハイテン化を行う部位の重量を加えた後、ハイテン化率を乗じることで、1 台あたりに必要なハイテンの使用量を求めた。これに製造エネルギー原単位の増分を乗じることによって、ハイテンの使用という高機能化による製造エネルギーの増加効果を算出した。

これらの結果、高機能化による製造エネルギーの増加効果は、普通鋼 100%ベースで想定されるものに対して、1990 年 0.42 千 TJ (原油換算 1.15 万 kl)、2000 年 0.41 万 TJ (同 1.11 万 kl)、2010 年 0.54 千 TJ (同 1.47 万 kl)となる。また、ポテンシャル・ケースにおける製造エネルギーの増加効果は、0.91 千 TJ (同 2.46 万 kl)となる。

高機能化による製造エネルギーの増加効果に伴う CO₂ の増加量は、1990 年で 3.50 万 t - CO₂、2000 年で 3.36 万 t - CO₂、2010 年で 4.52 万 t - CO₂ となる。また、ポテンシャル・ケースにおける CO₂ 増加量は、7.59 万 t - CO₂ である。製造エネルギーの CO₂ 排出係数は、鉄鋼製造全体の平均 CO₂ 排出係数に関する各年の実績値および自主行動計画における目標値をそのまま用いた。

表 3.9 高機能化による製造エネルギーの増加効果

	1990年	1995年	2000年	2005年	2010年	ポテンシャル
乗用車生産台数(万台)	995	761	836	878	957	957
車体鋼板使用量(千トン)	2,134	1,615	1,705	1,739	1,845	1,788
ハイテン量(千トン)	651	517	631	713	830	1,395
ハイテン比率(%)	30.5	32.0	37.0	41.0	45.0	50.0
面積重量(kg/m ²)	28.6	28.3	27.2	26.4	25.7	24.9
投影面積(m ²)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
車体重量(kg/m ²)	215	212	204	198	193	187
製造エネ原単位(MJ/kg)						
ハイテン	26.64	26.64	26.64	26.64	26.36	26.64
普通鋼鋼板	25.99	25.99	25.99	25.99	25.99	25.99
高機能化増分	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
CO ₂ 係数(t-CO ₂ /TJ)	82.76	81.99	81.84	82.73	83.66	83.66
エネ増加量(千TJ)						
製造単年	0.42	0.34	0.41	0.46	0.54	0.91
エネ増加量(原油換算万kl)						
製造単年	1.15	0.91	1.11	1.26	1.47	2.46
CO ₂ 増加量(万t-CO ₂)						
製造単年	3.50	2.75	3.36	3.83	4.52	7.59

(注)ポテンシャルは足廻りのハイテン化によるハイテンの使用量を含む。

ハイテンの使用という高機能化による製造エネルギーの増加効果も、乗用車の生産台数の増加とハイテン化率の上昇に伴って増加していることが分かるが、鋼材削減による製造エネルギーの削減効果に比べると、40分の1程度の大きさに過ぎない。

3.5 まとめ

(1) 高強度鋼板(ハイテン)の適用によるエネルギー消費増減の総括

自動車用鋼板へのハイテンの適用によるエネルギー消費の増減を表3.10に総括する。軽量化による平均使用期間の燃料削減効果、鋼材削減による製造年の製造エネルギー削減効果、高機能化による製造年の製造エネルギー増加効果を合計すると、全体的な省エネルギー効果を求めることができる。

全体的な省エネルギー効果の値は、普通鋼100%ペースで想定されるものに対して、1990年99.90千TJ(原油換算271.56万kl)、2000年89.47千TJ(同243.21万kl)、2010年111.97千TJ(同304.39万kl)となる。また、ポテンシャル・ケースにおける全体的な省エネルギー効果は、226.72千TJ(同616.38万kl)となる。

表 3.10 自動車用鋼板へのハイテン適用によるエネルギー消費増減のまとめ

	1990年	1995年	2000年	2005年	2010年	ポテンシャル
乗用車生産台数(万台)	995	761	836	878	957	957
ハイテン量(千トン)	651	517	631	713	830	858
ハイテン比率(%)	30.5	32.0	37.0	41.0	45.0	50.0
車輛重量軽量化率(%)	6.1	6.4	7.1	7.6	8.1	16.3
平均使用年数	9.26	9.43	9.96	10.33	10.71	10.71
平均走行距離(千km/台)	12.02	12.01	11.59	11.39	11.18	11.18
新車平均燃費(km/l)	12.50	11.90	14.15	14.70	15.28	15.28
省エネルギー(千TJ)						
燃料削減効果(使用年)	82.87	70.16	72.93	79.82	90.30	183.11
鋼材削減効果(製造年)	17.45	13.80	16.95	19.18	22.21	44.53
エネルギー増加量(千TJ)						
高機能化効果(製造年)	0.42	0.34	0.41	0.46	0.54	0.91
エネルギー増減量(千TJ)						
総計	99.90	83.62	89.47	98.54	111.97	226.72
省エネルギー(原油換算万kl)						
燃料削減効果(使用年)	225.27	190.73	198.25	217.00	245.48	497.78
鋼材削減効果(製造年)	47.44	37.51	46.07	52.14	60.38	121.06
エネルギー増加量(原油換算万kl)						
高機能化効果	1.15	0.91	1.11	1.26	1.47	2.46
エネルギー増減量(原油換算万kl)						
総計	271.56	227.33	243.21	267.88	304.39	616.38
CO ₂ 削減量(万t-CO ₂)						
燃料削減効果(耐用年)	573.03	485.18	504.31	551.98	624.44	1,266.23
鋼材削減効果(製造年)	144.43	113.12	138.68	158.66	185.80	372.56
CO ₂ 増加量(万t-CO ₂)						
高機能化効果	3.50	2.75	3.36	3.83	4.52	7.59
CO ₂ 増減量(万t-CO ₂)						
総計	713.96	595.55	639.63	706.81	805.72	1,631.20

全体的な省エネルギー効果に伴うCO₂の削減量は、1990年で713.96万t-CO₂、2000年で639.63万t-CO₂、2010年で805.72万t-CO₂となる。また、ポテンシャル・ケースにおける燃料削減に伴う効果は、1,631.20万t-CO₂である。

この省エネルギー効果は、鉄鋼製造全体のエネルギー消費に対して1990年で4.25%、2000年で4.04%、2010年で5.29%、ポテンシャル・ケースで10.71%の重みを持つ値となっている。日本のエネルギー総供給に対しては、1990年で0.52%、2000年で0.40%、2010年で0.51%、ポテンシャル・ケースで1.02%の重みを持つ値となっている。

この省エネルギー効果に伴うCO₂削減効果は、鉄鋼製造全体のCO₂排出量に対して1990年で3.67%、2000年で3.53%、2010年で4.55%、ポテンシャル・ケースで9.21%の重みを持つ値となっている。日本のCO₂排出量に対しては、1990年で0.68%、2000年で0.55%、2010年で0.77%、ポテンシャル・ケースで1.55%の重みを持つ値となっている。

(2) この分析では十分に考慮できていない要素

使用鋼材量減少のため、鋼材輸送に要するエネルギー、鋼材加工量減による自動車製造に要するエネルギー（鋼材切断や曲げ等）など、各工程に必要なエネルギーが削減できる。この分析ではこれら要素は、必ずしも十分に分析できていない。

表面処理鋼板による防錆性の向上で自動車の長寿命化を図ることができるので、自動車生産時に必要となるエネルギーの軽減につながる要素があるが、今回の分析では定量化を行っていない。特に米国向けの輸出車などでは、この効果も大きく効いてくることが予想され、重要な要素であるといえる。

最近ハイテン化率が向上しても、それが必ずしも車輻の軽量化につながっているとは限らないようである。自動車の安全対策の面からむしろ車体の厚さの確保に向けられ、ホワイトボディの面積重量が増加する傾向もみられる。今回の分析では、同じ安全対策を普通鋼100%ベースで取ろうとすれば、それなりの普通鋼を要することになるであろうと考えたので、その効果をハイテン率が上昇すれば軽量化が進むと置き換えて評価したことになるが、厳密には別の評価方法を工夫する必要がある。

車輻軽量化率と燃費改善率の関係はかなり粗い分析結果、報告内容に基づいて評価を行っているので、この部分に関しては今後のデータの積み重ねによる評価の見直しが必要である。

将来を目指す研究開発としては、ULSAB - AVC プロジェクトなどで目覚ましい成果も出てきているが、これらの革新技术に関しては経済性を発揮して市場に参入できる実用化技術になるかどうかを見極めながら考えていく必要がある。

(参考文献)

- 1) (社) 日本鉄鋼連盟、「LCA 的視点からみた鉄鋼製品利用のエネルギー評価調査」、1997年3月
- 2) (社) 日本自動車工業会、「日本の自動車工業 2000」
- 3) ふえらむ、Vol. 11、No. 2、1996年
- 4) (財) 日本エネルギー経済研究所、「エネルギー・経済統計要覧 2002」、2002年
- 5) (社) 日本自動車工業会ホームページ、「データファイル」
- 6) 栗山幸久ほか、「ULSAB 関連プロジェクトのその後の進捗」、自動車技術会 材料フォーラム、2000年
- 7) Scott Chubbs ほか、「Dynamic LCA of Materials in Car」、ULSAB 関連文献、2000年
- 8) 米国エネルギー省、「Clean Energy Partnerships: A Decade of Success」、2000年、http://www.eren.doe.gov/success_stories/ott_materials.html
- 9) IPCC、「Climate Change 2001: Mitigation」、<http://www.ipcc.ch/pub/tar/wg3/100.html>

お問い合わせ : ieej-info@tky.ieej.or.jp