

特別講演

□第157回春季講演大会渡辺義介賞受賞記念特別講演
(平成21年3月28日)

自動車用高技術商品の開発、実用化とグローバル展開 ～お客様と共に～

Development and Practical Use of the High-Technical Products for Automotive Use, and Its Globalization
— Cooperation with Customers —

澤田靖士
Yasushi Sawada

太平工業(株)代表取締役社長
(元 新日本製鐵(株)代表取締役副社長)



*脚注に略歴

1 はじめに

私は長く鉄鋼業に籍を置いてきましたが、その間に亜鉛めっき鋼板、連続鋳造、技術管理、品質管理などの部門を担当して自動車用鋼板の商品開発に深く関わりました。またこの間自動車産業は、防錆強化による長寿命化、石油危機による省エネ、衝突安全性の向上、海外生産・グローバル化、地球温暖化対策のための軽量化・燃費向上、リサイクルによる資源保全など激動の時代を過ごしてきました。これらの課題を技術によって乗り越えた結果、例えば自動車産業の出荷額は1980年の21兆円から現在では54兆円、輸出額も1980年の5兆円から現在は12兆円にも達し、日本経済を支える産業として成長してきましたことはご存知の通りです。

このような変化への対応と成長の一部には鉄の貢献もあったと思います(図1)。自動車用の防錆鋼板と高強度鋼板およびグローバル展開の視点から経験してきましたことをお話し致します。後進の皆様への一助になればと願っています。

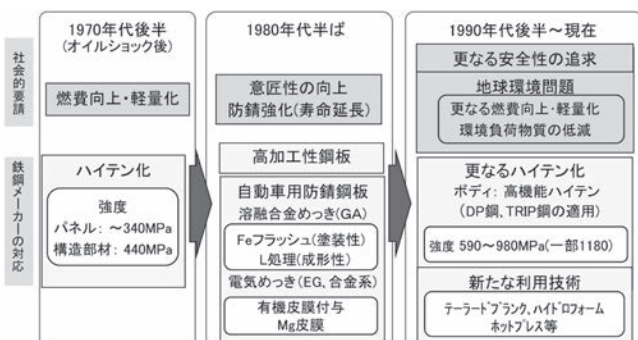


図1 自動車を取り巻く環境の変遷と、鉄鋼メーカーへの負託

2 自動車用防錆鋼板の変遷

昔の自動車ではめっきを施さない裸の冷延鋼板が使用され、短期間で錆が生じ腐食して穴があくという実態が社会問題となりました。1970年代後半に穴明き3年、外面錆1年という防錆品質の目標基準がカナダコードとして設定されたことを契機に、その後も度々防錆目標が強化され、90年代には穴明き10年、外面錆5年という基準になりました(図2)。

このような要請からくる自動車メーカー毎の多様なニーズに応えるために試行錯誤を繰返し、片面めっき、合金化溶融亜鉛めっき、電気めっき、有機皮膜などの様々な種類の防錆鋼板を開発してきました。長い時間を経て最終的には、新日鐵が自動車用に世界に先駆けて開発した合金化溶融亜鉛めっき鋼板に収斂し、日本のみならず世界のデファクトスタンダードとして自動車に使われています。

この合金化溶融亜鉛めっき鋼板が勝ち残った理由は、塗装

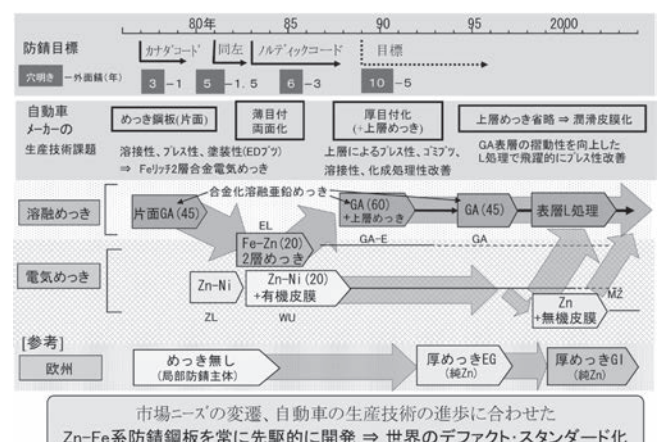


図2 自動車用防錆鋼板の変遷

* 昭和42年東大工学部冶金学科卒業後直ちに富士製鉄(株)(昭和45年新日鉄(株))入社。名古屋製鉄所薄板管理課長、(本社)薄板技術部表面処理管理室長、名古屋製鉄所品質管理部長、同生産技術部長、副所長を経て平成9年取締役、13年常務取締役、15年代表取締役副社長・技術開発本部長を歴任し、17年に新日鉄を退社。現職に就く。16年度鉄鋼協会副会長および会長代理を務める。

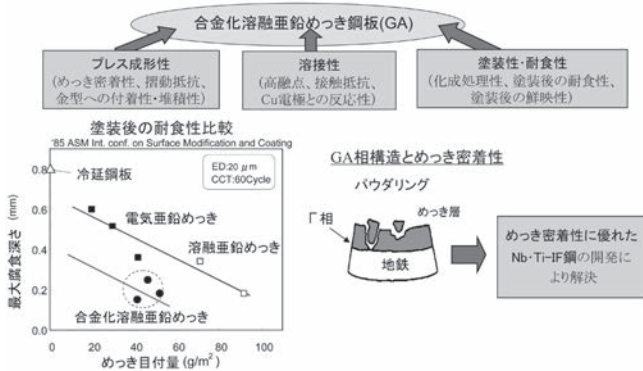


図3 合金化溶融亜鉛めっき鋼板の特徴と課題

後の耐食性が他の種類のめっき鋼板と比較して非常に優れたものであったからです。しかしこの開発・実用化の途は決して単純なものではありませんでした(図3)。

それまでの低炭素アルミキルド鋼は成形性に問題がありましたので、Ti系IF鋼で成形性の解決を図りました。しかし地鉄成分とめっき成分との合金化挙動によってプレス成形時にめっき層が剥離してパウダリングを生じるという大きな問題に直面することになりました。これにはNb-Ti系IF鋼という、従来には無い極低炭素鋼を開発してめっき層の密着性を高めることで解決致しました。この解決には乗り越えるべき多くの技術課題があり、約2年間の様々な関係部門の努力を必要としました。開発を担った研究者は全国発明表彰を受賞しております。

もう一つの大きな製造現場の課題は表面疵の対策でした。当時の亜鉛めっき鋼板とは屋根や壁として用いられるトタンであり、これらの用途と自動車の外板やドアが要求する表面疵のレベルとは桁違いで、自動車用鋼板が要求する品質レベルと製造工程能力との間には大きな乖離がありました。鋼板製造の全てに亘って疵の発生原因を丁寧に解決していくことには、長い時間と大きな努力が必要でした。

その他にも溶接性や塗装性、塗装後の鮮映性など、山積する課題の解決に多くの関係者の努力がありました。

これらの課題を乗り越えた結果、1970年代後半から自動車用めっき鋼板の受注販売量は自動車の生産量の拡大に応じて大幅に増大しました。これに応じるために何基ものめっきラインを新設しました。めっき鋼板の使用拡大に従い、車の平均使用年数(廃車までの年数)も、1970年代半ばの約7年から現在では12年近くにまで伸びてきました。自動車の塗装技術だけでなく防錆鋼板の適用も、これに大きく貢献したと思います(図4)。

自動車メーカーからの品質クレームや製造時の不合格率に関しましても、年々着実に改善しました。これはお客様指向の管理システムを作り上げることを目指して品質管理システムと各部門技術との連携を順次強化してきた成果で、製造側

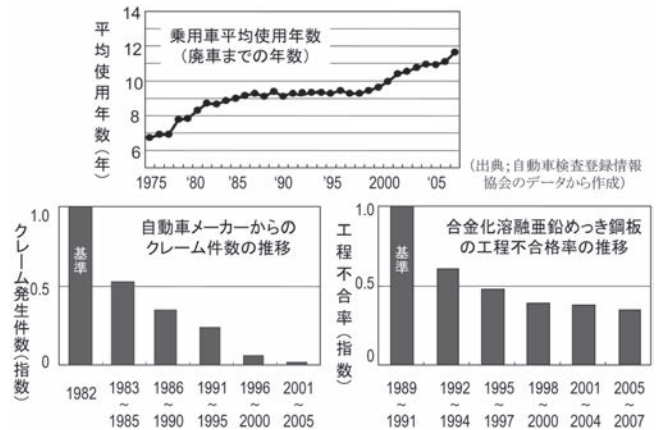


図4 自動車平均使用年数の推移および自動車用鋼板の品質向上

の論理によらず、お客様と一体となって、全体での最適化・効率化を目指して活動してきた結果と言えます。

3 高強度鋼板(ハイテン)による燃費向上と安全性の両立

石油危機以降、燃費性能の改善が社会のニーズとなり、「省エネ法」に従って度々燃費基準が高められてきました。加えて1997年のCOP3/京都議定書により自動車交通起因のCO₂排出量削減率が設定され、現在は2004年度比で平均23.5%燃費性能の向上を2015年に達成することが目標とされています。また1990年代以降、「道路運送車両保安基準」によって衝突時の自動車の安全性向上についても順次規制が強化されています。新日鐵は、燃費性能の改善につながる軽量化と衝突安全性の両立を実現するために、ハイテンの開発を進めてきました。成形性と衝突時のエネルギー吸収能に優れたハイテンの開発と、これらの鋼材を適切に使いこなす利用加工技術にまで踏み込んで、材料と技術を提供してきました(図5)。

昔は軟鋼板が使われてきましたが、340、440、590、980および980MPa超のハイテンを開発しました。概して材料の強

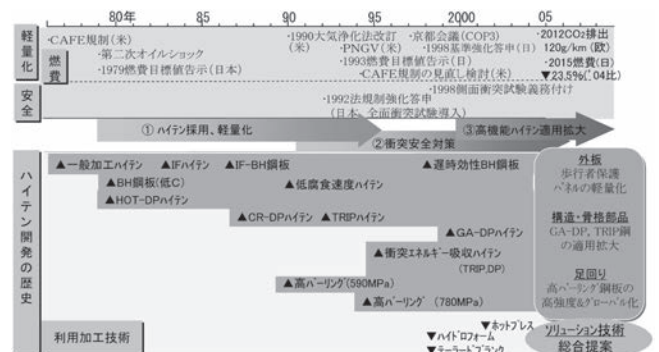


図5 自動車用ハイテン開発の歴史

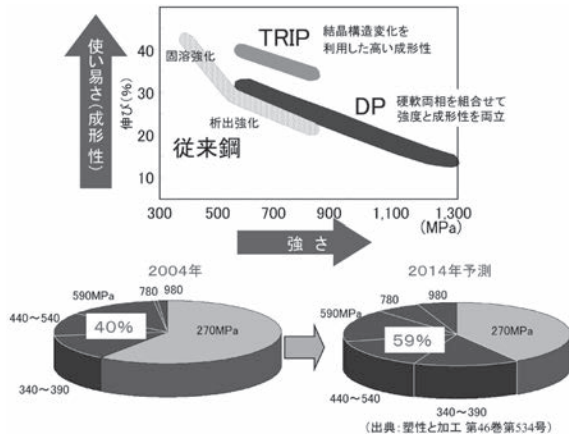


図6 自動車用高機能ハイテンの開発と適用拡大

度に反比例して加工性が低下します。特にプレス成形時の割れと形状凍結性が課題となりました。これらの課題に対して、TRIPやDPという高強度かつ加工性に優れた高機能ハイテンを開発した結果、その採用比率が着実に増加し、新日鐵での生産量もそれに従って増加し続けました（図6）。

ハイテンの開発と実用化においてはいろいろと苦い経験もしました。例えば試作確認の後に自信をもって量産製造を致しましたが、全量不合格となってしまいました。試作の結果を過信して製造条件のバラツキに考えを巡らせられなかったことが原因です。この経験以降、品質の再現性を意識の基本に置いて、製造条件のバラツキ低減にも取り組みました。

1980年代までの時期、ハイテンの使用拡大に伴って車両重量は軽量化の傾向にありました（図7）。90年代に入って交通事故死者数が1万人を超える状況が続いたことから、衝突安全性が重視され、自動車メーカーは補強部材を追加して車両強度を高めた結果、車両重量は増加することになりました。その後90年代末頃からは車両重量の増加無しで燃費性能が向上し、日本車は世界で最も優れた安全性と燃費性能という評価を得ています（図8）。これは日本の自動車メーカーの技術の高さを明瞭に示すものですが、これらの傾向とハイテンの使用拡大とが明確な相関関係にあり、また我々のハイテンを使用できない欧米の自動車は、今でも車両重量と燃費性能

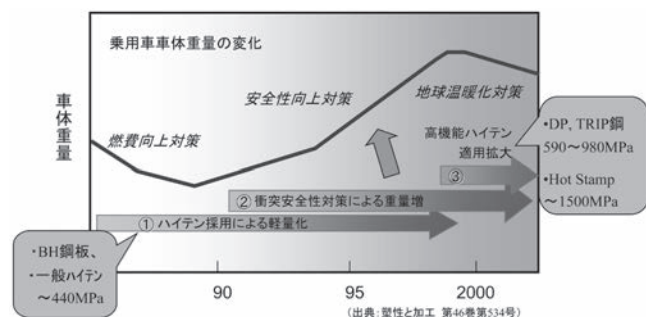


図7 ハイテン適用による衝突安全性と軽量化の両立

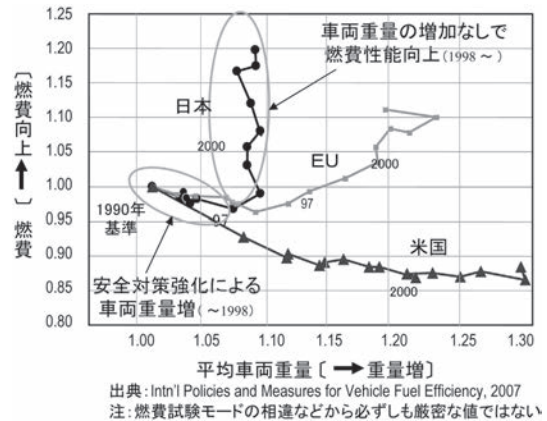


図8 乗用車の平均重量～燃費の推移の国際比較

の対策に苦勞しているという現実から、新日鐵の技術が、CO₂排出量削減や交通事故者数減、省資源などの社会の要望に貢献できたと思っています。

4 トータルソリューションの提案

これらの防錆鋼板や高強度鋼板を素材として開発するだけでは実用化には至りません。成形加工技術、接合技術などの生産技術、そして部品としての要求性能の全てが同時に満足できなければ、新しい鋼材商品が車に適用されません。例えばハイテンに適合した塗装条件、溶接チップの形状や溶接条件、部材としての衝突性能評価、迅速な開発に力を発揮する有限要素法による数値シミュレーション技術などが必要で、これらは今ではソリューション技術として体系的に認識されていますが、必要な要員・設備・機能を一つ一つ充実させてきました。このような技術を含めてニーズに叶う鋼材を、私は高技術商品と呼んでいます（図9）。

このソリューション技術の代表的な事例を紹介します。

ハイドロフォーミングは一体成形によって軽量化やコストダウン、高寸法精度等を可能にする技術ですが、従来の設備は大きく高価で、実用面で支障がありました。自動車メーカーとの協業で、大きさが1/10、設備費約半分の設備を開発



図9 素材・部品製造・生産技術のトータルソリューション

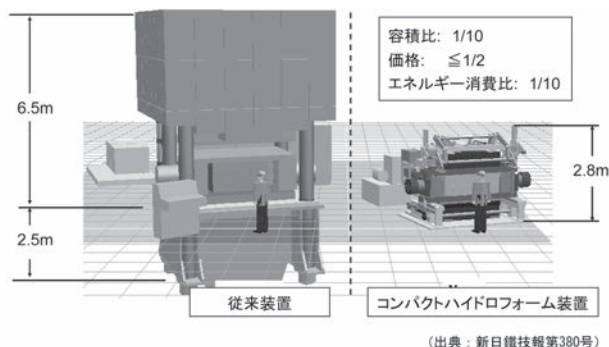


図10 ハイドロフォーム・コンパクト設備開発

し、自動車の生産ラインに設置されました(図10)。

テーラードブランク技術も板厚、強度、防錆等の材料の機能を必要な場所に適切に配置し、軽量化や工程省略を実現します。太平工業(株)では世界で最も生産性に優れたテーラードブランク設備を直近開発しました。ソリューション提案を含めて自動車メーカーとの協業を進めています。

このようなソリューション技術を併せ、車を構成する部材の一つ一つを粘り強く検討しました結果、多くのハイテンを開発してきました。例えばサスペンションアームには780MPa、バンパーには1,180MPa、センタピラーには1,470MPaのホットプレス鋼板が使われるなど、適材適所のハイテンの適用により安全で燃費性能の良い車を実現することに貢献したと思っています。鋼板類だけでなく棒線、鋼管、電磁鋼板などの分野でも適切な材料機能を最適に配置することを目指した同様の追求を進めました。このように、自動車各部品の機能に適合した多くの高技術商品を開発・実用化してきました。

5 ワールドワイドカーとグローバル供給体制

1970年代までの日本の自動車各社は完成車輸出が基本でしたが、80年代に入って貿易摩擦や海外諸国の経済発展への寄与という観点から海外現地生産が展開され始めました。当時、日本からの鋼板の輸出でこれに対応しましたが、90年代中頃には自動車メーカーのグローバル展開が本格化し世界戦略車を世界で同時に立ち上げるためには、鉄鋼メーカーとしても高技術商品をグローバルに供給できる体制を構築することが必要となりました。

例えば、日本では590MPaの鋼板が調達できても海外では440MPaの鋼板しか調達できない場合にはWorld-Wide-Carの設計としては440MPaのハイテンしか採用することができず軽量化も果たせません。このような問題を解決するために世界の主要な鉄鋼メーカーとネットワークを構築してきまし

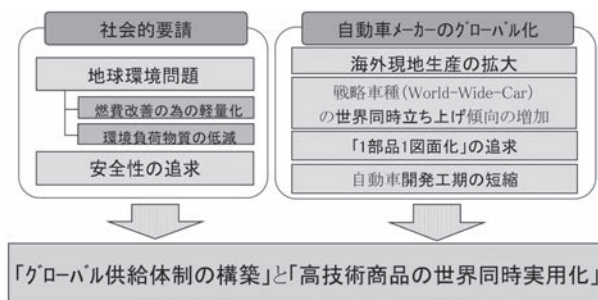


図11 グローバル供給体制の整備

た。どのような市場を背景として、どのような技術を、どのような条件でネットワークをグローバル化してゆくかを追求し、今では北米、ブラジル、中国、欧州、タイなど7カ国の鉄鋼メーカーとのJVやアライアンスによって高技術商品のグローバル供給を可能にしました(図11)。

海外の鉄鋼メーカーとの交渉では、いろいろな経験をしました。例えば、ある日系自動車メーカーが海外進出に際して日本と同様の鋼板を現地の鉄鋼メーカーに求めたところ、この鉄鋼メーカーはそれを拒否しました。「日本の鉄鋼会社はユーザーの言うことを聞き過ぎる」と言われ、大きなカルチャーショックを実感しました。また生産現場で疵を発見した時、日本ではラインを止めて対応をとりますが、平然と操業を継続する場面に当惑したこともあります。この理由は作業員の賃金が生産量にリンクした体系であったため、ラインを休止することは自分の賃金を減らすことになりますので、ラインを止めない訳です。このような根源的な隔たりを埋めるには、随分と長い時間と努力が必要でした。

今日の国内自動車生産は1,000万台を少し超えたあたりで頭打ちの状況にあるのに対して(うち輸出約650万台)、日系自動車メーカーの海外生産台数は着実に増加を続けています(2007年は約1,200万台)。我々のグローバル供給体制が、日本の自動車会社のグローバル戦略に貢献してきたことは言うまでもありません(図12)。

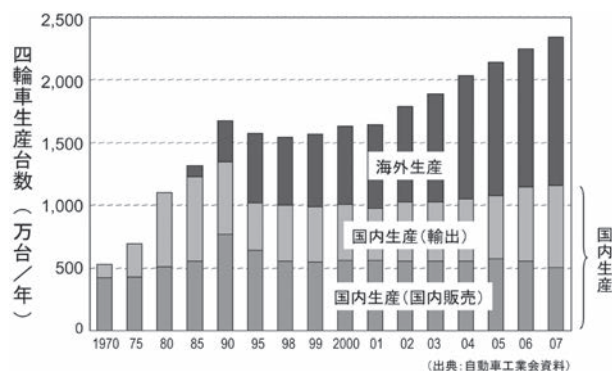


図12 日系自動車メーカーの国内・海外生産台数の推移

6 お客様指向の仕事の進め方

大勢の人の知恵と努力による開発成果の幾つかをお話ししてきました。これらの開発を進めるための仕事の進め方に最も力を注いだと思っていますが、その基本となる考えについてお話ししたいと思います。

まず、お客様のニーズに応えるために最も重要なことは、トップの強い意志と明確な方針であると思っています。研究部門から新しいもの、良いものが提案されても、製造部門や周辺技術の改良改善が伴わなければ、その実現には繋がりません。例えば極低炭素Nb-Ti系IF鋼の性能がどんなに素晴らしくても、その製造は大変に難しく、コストにも生産性にもネガティブな要因が多数生じます。当然ながら製鋼や熱延部門は消極的です。その克服に必要なのが、トップの決断と方針です。これによって関係部門が一同となり、課題解決を迅速に進められることになります。更に全ての工程に亘り、一貫最適化・トータルメリットを追及していくことにもトップのリーダーシップが不可欠です。

製造を支える設備管理も重要です。メンテナンス技術が事後保全から、予防保全、改良保全、予知保全へと発展してきましたが、それらを先駆的に取り入れることは、製造工程能力を高めることに大きく貢献することになりました。

品質管理に関し、従来は最終工程での検査だけで品質保証していましたが、前工程の製鋼、熱延など各部門が品質を造り込むシステムに改善しました。責任工程を明確化しラインイニシアティブの理念に基づく製造現場を原点とする活動を目指しました。これにより生産ラインの品質工程能力が向上し、コストも下がりました。このようにお客様指向の業務運営を第一に、各部門の密接な連携によって品質・納期・サービスなどの対応力向上を図ってきました。

お客様と一体となった活動が目指すこととは、ニーズを共有し、協調して開発を進め、タイムリーな実用化を実現することにありますが、それには互いに信頼し合える関係を築くことが基本です。これによって本音で議論し、遠慮なく提案し合うことができます。相互に交流を深め、パートナーとしての関係作りに力を入れました。

始めてハイテンを開発した頃、自動車メーカーは従来の軟鋼板と変わらないプレス成形性を求めました。しかし後に590MPa鋼板を採用する時、部品形状が大変に厳しくてプレス割れの問題がありましたが、自動車メーカーから「この対応は鉄には要求できない。自分達で対応せねばならない問題」とまでになりました。

このように、自動車メーカーとの連携を深め、鉄鋼製造から自動車メーカーの製造プロセスまで一貫した視野で、共に開発やコストダウンに取り組みました。自動車メーカーの要

求は決して生ぬるいものではありませんでしたが、厳しいお客様によって製鉄所は育てられたと実感しています。

海外との関係が益々密になってきます。互いの信頼関係を醸成する要点は、respect（尊重）、reliability（信頼）、responsibility（責任）の三つのRだと思います。これを基に、同じ目線で、一緒になって進んでいくという姿勢です。また相手国に出向いた時には、仕事だけで帰ってくるのではなく、文化、芸術、歴史にも敬意をもってそれらに接することは非常に大きな意味があると思っています。

7 おわりに

現在もまた自動車は大きな転機に直面しています。昨年の洞爺湖サミットで「2050年には今よりも60～80%のCO₂排出量の削減を目指す」という議論がされました。自動車分野でこれを達成してゆくには、車両技術の革新が必須ですが、燃費性能の向上に資する軽量化を継続的に進めていくことにも大きな期待が寄せられています(図13)。今年3月、世界鉄鋼協会は「世界の全自動車が高張力鋼を採用すれば、年間のCO₂削減効果は1億5,600万トンに達すると予想」と発表しています。環境問題を背景に、今後自動車は大きく変わる可能性があると思います。素材開発や加工技術のみならず、その自動車の変化に応じた新しいテーマが必ず出てきます。また鉄の特性も、まだまだ十分に活用されていないものが多々あります。

鉄が今後も社会に貢献し続けていくには、このような認識を共有化し、学の知との連携、産業間連携をより一層密にしていけることが不可欠です。これからも技術開発に重点を置けば、日本の鉄鋼業は世界をリードし続けることができますし、鉄鋼業の未来は明るいと確信しています。

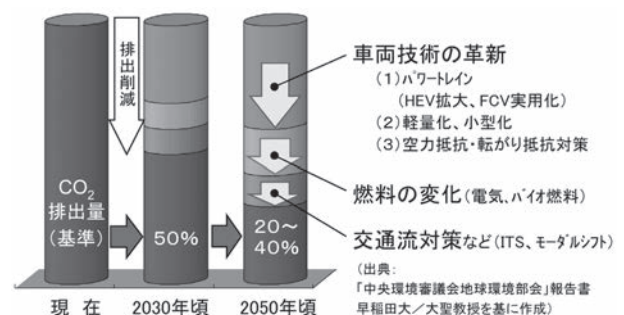


図13 長期的な自動車CO₂排出量の削減予測と対策

最後に、私が大切にし、時機に叶うと思う孟子の言葉を、若い技術者や研究者の皆様にお贈りしたいと思います。

道は近きに在り、而るに諸れを遠きに求む
事は易きに在り、而るに諸れを難きに求む

(2009年4月22日受付)