

特別講演

UDC 629.114.6(047.3) : 629.114.6.001.8

来た道行く道—自動車工業とともに—*

梅 原 半 二**

Past and Coming Years with Automotive Industry

Hanji UMEHARA

1. はじめに

日本鉄鋼協会から武田東海支部長を通じ自動車工業の過去・現在・未来について話をせよとお話でした。不幸にして私は自動車工業の経営の本流から離れた中央研究所という別会社におり、こういう問題は日夜その衝に当たっており自らの体得がないと話に迫力が出ませんので、私は適任でないとし上げたところ、お前のいい題で話をせよというわけで「来た道、行く道」になつた次第です。今日の話は私がたどつた道であり、たどる道であるということをご了承を得たいと存じます。しかも来た道、行く道の中に現在が含まれていないということも一つお含みいただきたい。

かえりみますと自動車工業というのは長い間輸出に弱い産業でした。それにもかかわらずわが国の戦略産業として早くから注目をうけ、各方面から叱咤激励と政府、鉄鋼メーカーを始め材料関連産業、部品工業などの絶大な協力と国産品を使おうという顧客のいい知れぬ暖い気持で育成され、現在ではトヨタだけでも GNP の 1.3%、輸出 2.5% を分担する状況にまで伸長してまいりました。その報恩の気持からご期待に添い真価を発揮できそうになつた現時点で、(1) 輸出の増大は悪であり、(2) GNP はくたばれ、(3) 文明よ退け、といった方向へ価値観が流動してきています。しかも自動車には安全と公害という問題がより切実で緊急問題となつています。これら公害安全の問題をテーマに自動車企業は膨大な研究開発を進めており、公害と安全が技術問題のすべてだといつても過言でない取り組み方をしています。それにもかかわらず、なお解明しないたくさんの重要問題をかかえ、まさに自動車工業がかつて経験したこともない最大のピンチに立っています。しかしこの道はいつか通らなければならない道であり、今論争の中心になつていのは時間の問題だけです。長い地球の行く末を考えてみますと、ここで1年や2年の差はそう大きな問題ではないのです。場当たりでなく、科学的地盤に立脚した策を実行に移したいと思ひます。そしてその見通しがほぼでき

上りつつあることだけを申しあげておきます。

2. 自動車生産の趨勢と自動車の本質

図1は主要国の自動車生産台数の長期趨勢¹⁾ですが、アメリカは図のような伸び方をしており今も伸長が続いています。日本は戦後急激に伸びてきて、1960年頃から世界の大生産国を一つ一つ抜いて現在ではアメリカの次位になつています。この道は非常にきびしい坂道でした、その間は実にいろいろな苦勞の連続でした。

表1は1971年のデータで、生産はアメリカが1067万台²⁾、日本は581万台というふうになつていますが、ここで星印のついていないものは過去最高の値です。生産では日本、西ドイツ、フランスが過去最高であり、自国内の販売ではアメリカ、西ドイツ、フランス、イギリス、イタリアが過去最高の新記録を出しています。輸出においてもイギリスを除いて過去最高の値を出しており、しかも現在も伸長が続いており、たとえばアメリカでは1972年は1400万台くらい売れるだろうというような非常に画期的な予測がなされています。

これらの数字は誠に不思議であります。街に自動車があふれ、交通事故はふえ、公害も憂慮すべき状況に置かれているのは何も日本に限つたことではありません。だが自動車はふえる。ライフ・サイクル論者に言われれば、もうとつづく昔にピークを描かなければならぬはずなのにこの図太さは一体何が原因なのであろうか。

自動車はいまやわれわれの生活と不可分の状況にあり、そのかわりの深さは全面的で、人間がかつて造り出した最大の生活ツールであります。

移動の喜び、ダイナミックでコンフォート(快適)な機能が所有者の意志のままに奴隷的に奉仕する。しかも車はプライバシーを尊重し、外部との閉鎖指向性がある。近代感覚を身につけた現代人には、自動車は最高の生活道具で、それを使うことにより生活は魅力的ですばらし

* 昭和47年10月本会講演大会にて発表

昭和47年12月4日受付

** (株)豊田中央研究所 工博

表 1 世界自動車統計 (1971 年)

項目	単位	国名					
		アメリカ	日本	西ドイツ	フランス	イギリス	イタリア
生産	万台 %	1 067* (95・8)	581 (109・8)	398 (103・6)	301 (109・5)	220* (94・0)	182* (98・2)
登録	万台 %	1 171 (104・7)	403* (98・0)	231 (101・8)	170 (106・7)	157 (107・3)	151 (104・5)
輸出	万台 %	60 (107・5)	178 (163・7)	229 (108・9)	163 (106・9)	92* (96・1)	68 (101・4)

() の数字は過去最高の値で除したものを%で示す。* の付いていないものは過去最高の値である。

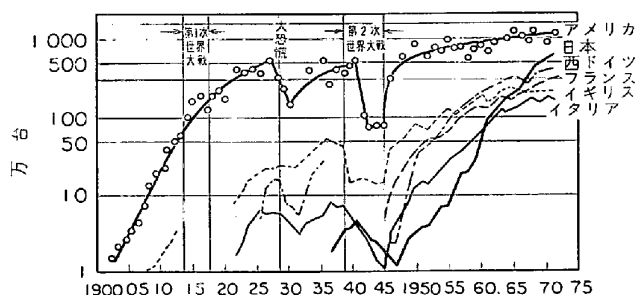


図 1 主要国の自動車生産台数の長期趨勢

を立ててあげたのですけれども、これが聞き入れられなかった。そこでトヨタさんが始めたけれども一月に 200 や 300 作って、横から見ると情ないような始末であります。
——後略——

算盤に合わない以下のアンダーラインの部分は馬鹿でなければできないという意味です。昭和 27 年当時、トヨタは 4 割の配当をしており、その時点でもこういう言葉がきわめて自然に受け入れられており、そのときより 17 年も前に自動車を始めたのですから、みかけでは愚かな者でなければできない仕事であつたと思われま。愚直でしかも先見性のある者でなければできない仕事であつたと思ひます。この意味では創立者豊田喜一郎氏の偉大さがしのばれます。

表 3 昭和 27 年 7 月 26 日参議院会議録抜粋(その 2)

梁瀬氏：私の考えは、国産車は大体においてトラックとディーゼルのバスとに限定して乗用車はやめなさい。アメリカのミシガン湖の北側から出るスチールでなければよくて値の安いスチールは得られない、というような細かいところまで私は知っている。乗用車には手をお染めにならんほうが経済上却つてよくもあり、国家全体としてもまたお徳用であります。これは乗用車製造者のために十分にお考えになつたほうがお得であると、差し出がましいけれども私の 40 年の経験からそう言うのでございます。

当時の国産鉄板は本当に粗悪でした。しかも当時の価格は鋼材がアメリカの 1・5 倍、薄板が 2・2 倍という状況でした。「ミシガン湖の北側で出る鉄鉱石でなければよいスチールはできない」という通説が当時ありました。今日世界一の安くてよい鉄鋼が日本でできるといううれしい結果が出ましたので、彼の「40 年の経験」も科学の進歩には勝てませんでした。

表 4 昭和 27 年 7 月 26 日参議院会議録抜粋(その 3)

梁瀬氏：何が国際貿易の上から日本で自動車をうまく作ってアメリカ品などに追いついていけるか

いものとなる。そうでもない限り、この公害安全が庶民のうちにわき上つているときに、庶民がこれほど自動車を買うとは思われないのであります。

3. 参議院での大論争³⁾⁴⁾

われわれもこの 20 年間に数百倍というように生産を伸長してきました。過去をふり返つてみますと、どの場面もいばらの道であり苦勞の連続でしたが、妙に楽天的でもありました。ここではその思い出のエピソードのうち二、三をお話したいと存じます。

第一話として、昭和 27 年 7 月 26 日参議院の運輸委員会にメーカー、ユーザー、ディーラーなどを交えた政府代表、運輸委員(議員)などによつて、「乗用車の輸入をどの程度にするか」これに関連して「国産乗用車を伸ばすべきかどうか」の大論争が行なわれました。このとき自動車メーカー代表としてトヨタの石田社長が出席し、タクシー業者あるいは輸入業者、その他から大変な攻撃を受けたのであります。その会議録が残つております。自動車工業発達の歴史をふり返るために非常に参考になりますので、この会議録で話を進めたいと思ひます。

表 2 昭和 27 年 7 月 26 日参議院会議録抜粋(その 1)

梁瀬長太郎氏 (OSA 委員)——前略——軍が世話をして自動車製造事業法というものを作つて、誰か国産車を作らんか、私どもも再三懇懇されたけれどもこれは算盤に合わない芸当ですからおやめになるように、そうして外国と組むようにという案

と調べてみると、実に何にもありません。そこでこちらが研究をして五歩というときにはアメリカは七、八歩進んでいる。この勢いをもつて行けば算盤ずくでいつても3年、5年、8年、10年と進むにしたがつてだんだん開いていく。いずれの日かこれに追いつくことがありましようか。

この言葉は今日でもしばしば耳にすることで一面の理屈を持っています。これに対し石田社長は鋭意努力をするからしばらく時を貸してほしいと強い決意をひれきして、政府関係の基本政策もあり、乗用車工業を伸ばしてゆくことに決定したのです。この時の話を聞いて私どもは心ひそかに心配もし、一方では「燕雀いづくんぞ鴻鵠の志を知らんや」とほくそえみ、自らを慰めて乗用車工業確立のためにさらに一層の精励をし、いばらの道を登ったのであります。

当時トヨタの主力はトラックであり、乗用車は150台/月⁶⁾程度しか造っていませんし、相当に好況でしたので、参議院のこともあつてその月に11万円を値下げし、以下表5ように矢継早に値下げを行ないました。昭和30年1月にはクラウンを発表した、これが私どものエポックとなつたのです。

表 5 乗用車の値下げ経過 (昭和27~30年)

昭和27年 6月	生産台数 1368台 (うち乗用車 150台)
昭和26年	121万円
27年 7月	110万円
9月	102万円 (新車)
29年 4月	100万円
7月	91万円
30年 1月	クラウン 発売 月 400台

4. 乗用車の春³⁾

昭和29年2月、それまでの恒例の通産省委託で自動車技術会第3回乗用車性能試験がありました。参加車両は国産乗用車のほかにヒルマン、ルノー、オースチンの組立車も参加することになっており、国産車の見劣りをたいへん心配したのです。しかし公式試験では国産車の性能は相当のものであることが実証されました。

数多くの試験はいずれも数字で出てくるようになっていました。たとえば車室密閉度試験では沼津の千本松原といった当時未舗装でほこりの立ちのぼる所を何時間も走り、車室中に油をぬつたガラス板を置いておき、どれだけほこりがたまつたかを重量をはかるといった方法により順位を決めたのです。

これらの試験が終了し、試験委員や各参加メーカーの関係者たちが一堂に集合した2月末のある日、試験委員長の本山隆雄教授は私に、「国産車を代表して感想を述べよ。」と懇諭されたので、私は心の中に浮び上つてきた次のような言葉を贈つて挨拶に代えたのである。「今回

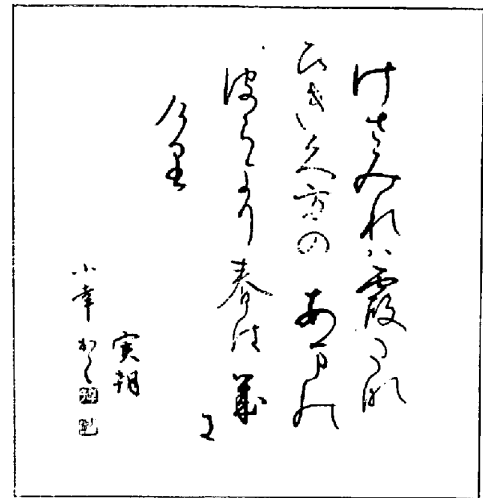


図 2 実朝の歌

の性能試験で、国産車が案外好成績を収めたことは、まことに感慨無量であります。私どもは今、「今朝みれば霞たなびき久方の 天の原より春は来にけり (実朝)」（図2）といった気持ちであります。いつまでも寒いなあ、どうしてこんなに寒いのだろうか、外には雪がまだそこにもここにも残っている……と思いながらふと窓を開けてみると、空の彼方にはもう霞がたなびいているではないか、ああ、こんなに寒くともやはりもう春は来ているんだな……というような気持ちを歌つたものであります。私どもの生産している自動車、いつまでも寒い自動車だとばかり思っていたのに、今日の試験によつて、国産車の上にも春がやつてくるのは間近いのではないかということを感じた次第であります。」

さてこのような情勢を背景として国産車の完成期も間近いことは明確になつていたと確信を高めたのでした。しかしこのことも少々思いすぎでした。当時は名だたる悪路であり、乗用車の走る道ではなかつたのです。そういう道に適した車を作つていたので悪路で成績のよいのは当然であるということをもつと反省すべきであつたと思います。

5. フォードとの関係

つぎにフォードとの関係をお話しします。私どもは自分の力を知つているので、どこかとなんらかの形で提携するといふと思つていました。昭和13年頃からたびたび提携の話がありまして、その経過を示したのが表6⁶⁾です。

このうち昭和35年6月の最後の交渉経過を申しあげます。フォードとトヨタで合併会社を作つてパブリカを製造販売することで話が進みました。当時試作完成したパブリカについてのテストをして、先方はOKをしました。そのとき、設計は何人でやつているかと聞かれたので、基本車種10くらいを150人くらいでやつている

表 6 フォードとの関係

大正12年	GM, Ford 日本で CKD を開始	○
昭和 9 年	横浜鶴見に広大な工場敷地を手当製造から組立てまで完全国産化の方針を打ち出す	○
9 年	GM と日産	×
13年	Ford とトヨタ合意	×
14年	Ford 40% } 一合意 仮調印 日産 30% } トヨタ 30% }	×
25年	Ford-トヨタ調印寸前 (国務省の外国投資禁止)	×
35年 6 月	Ford-トヨタ パブリカ製造の新会社設立	×
	設計技術 トヨタ	
	製造技術 Ford とトヨタ	
	製 造 トヨタ	
	販 売 国内に新販売網を設立	
	資 本 Fore 40%	
	トヨタ 40%	
	トヨタ自販 20%	

○：実現，×：不実現

と答えると wonderful と言いました。総体に車の性能とか設計には重点がなかつたように思いました。

私どもは極秘の手の内を全部さらけ出してしまつたのですが、指導権をどちらがとるかということで意見が合わずこの話は立ち消えとなりました。その結果トヨタはたいへん損をしたように感じましたが、ただその時フォードの技術者の一人がこういうことを言いました。

(1) フォードと組むとボデーはたいへん安くなります。とりわけドアラインの能率があがりますよ。

(2) フォードは日本へは日本の道路がもつと乗用車が走るにふさわしい状態になつてからでないとな本格的に進出をしない。

という二つのヒントを与えてくれました。もともとボデーとりわけドアの製造方法の弱点は私どものその道の専門家ではよくわかつていたのですが、専門でない私には強い印象的な言葉として後々まで銘記されていたのです。

また道路の話はその年、昭和 35 年にアメリカへ乗用車を輸出しましたが、フォードが日本へ進出するのを躊躇しているのと同じように、アメリカと日本では道路が全然ちがうんだ、そういう違う環境でテストをして車を輸出したつて売れるはずがない、ということに大きな関心を持たなかつたことが当時のアメリカ輸出が失敗したもつとで、名神高速道路ができた昭和 38 年以降まで自重せざるを得なかつたのでした。

いろいろと含みの多い忠告を受けたという点で、フォードとの話は私の方にもプラスがあつたと思います。

6. 自動車に占める鉄鋼と鋼板のプレス成形

自動車がどのくらい鉄鋼を使つているか、1例を表7に示します。この表では 46.9% が鉄板、14.5% が棒鋼鋼管、13.8% が鑄鉄、その他非鉄金属が 5.8%、ほかにゴムとか樹脂とかガラスとかそのほかありますが 19% にすぎません。81% が金属で、自動車は金属の塊りであり、しかもその 50% は鋼板であるということであれば鋼板の話に移つていかなければならないわけでありませぬ。

図 37) はトヨタのプレス加工自動化の変遷ですが、フォードとの話のあつたのは図の AA の時点です。そして次のプレスラインを作ろうとしていたわけでした。そこで Danly 会社のプレスを買入れてドア、プレスラインを作ることになつたのです。このとき副社長の Don DANLY 氏が来ており売買の交渉がすすみ、最後の調印をするというときに、D. DANLY 氏が急にアメリカに帰らなくては行けない事情がおき、予定の日より早くサインをする必要がおこりました。今すぐサインをしたい。不幸にしてその日トヨタの代表取締役は私一人しか在社していませんでした。私はかねがね、フォードの技術者から聞いたことで、大変関心を持ち、私の頭にこびりついておりました。door line は大切だ、早くしたい、という希望があつたわけですから、よからうとサインをする決意をしました。ふと値段を見るとそれが 7 億円以上です。私

表 7 中型乗用車の材料別重量構成比率

材 料	% (重量)
鋼 板	46.9
棒鋼, 鋼管 (普通鋼) (機械構造用炭素鋼) (合金鋼, バネ, ステンレス, 軸受鋼を含む) (鉄系焼結合金) (鋼管)	14.5 (1.4) (5.4) (5.9) (0.2) (1.6)
鑄 鉄 (ネズミ鑄鉄) (可鍛鑄鉄) (球状黒鉛鑄鉄)	13.8 (11.8) (1.0) (1.0)
非鉄, その他 (アルミニウム合金) (銅, 亜鉛合金その他)	5.8 (3.0) (2.8)
金属材料 計	81
ゴ ム 樹 脂 ガ ラ ス そ の 他	6.8 2.1 5.6 4.5
非金属材料 計	19
(累計 100)	

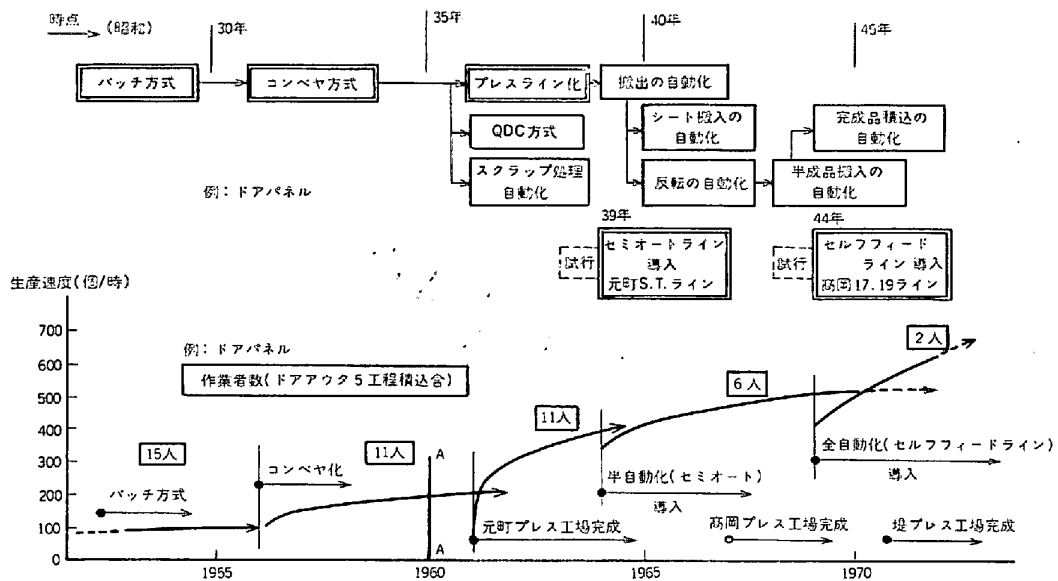


図 3 トヨタのプレス加工自動化の変遷と生産速度の向上曲線

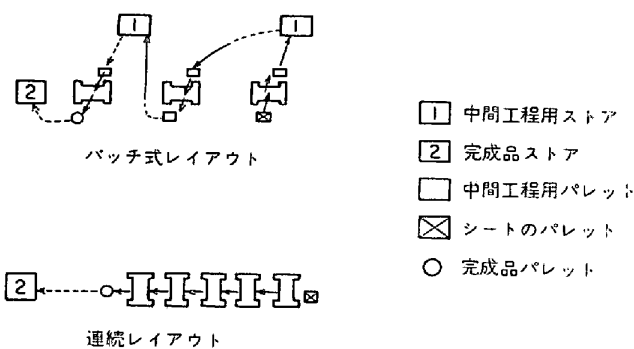


図 4 プレスのレイアウト方式

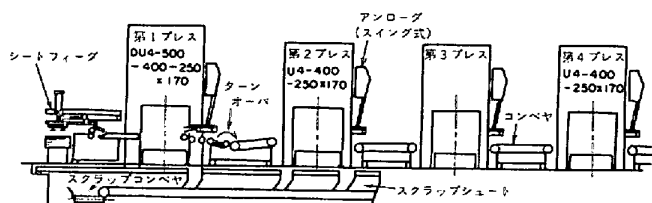


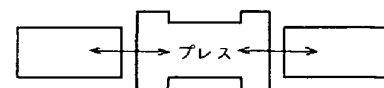
図 5 元町 S or T 半自動ライン構成図概要

表 8 Danly door press line

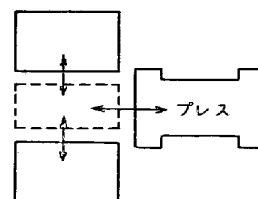
(1) 入荷の時期	昭和35年末
(2) メーカー	米国シカゴ市 Danly 社
(3) 特 長	
(a) 生産能力	
導入当初	毎時生産速度 350 個 (6名)
現 在	" 500 個 (6名)
(b) 中間工程におけるプレスへの物の送り込み	以外はすべて自動的である。
(c) 型の交換が迅速にできる。	
(d) アンダドライブプレスであり駆動部分は床下に収納。	

は技術関係ですから物を買ったことがない。一番初めに買うのが7億円では少しためらいを感じました。私はアメリカ人気質といいますか、アメリカ式に交渉をしたいと思い、私の業務には購買関係はない、それがあえてサインをするので後で余分なことをしたと言われるかもしれない、ギブアンドテイクの世の中だから何か方策はないか、というように相談をもちかけました。では1万ドル引くからサインをしてくれ、と先方から話が出ました。よるしい、サインをしましょう、という次第でこの商談は決着がついたのでした。(表8)

図3にプレスラインの変遷が示してありますが、初めの頃のバッチシステムというのは、一遍プレスをしてためておき、またプレスをするというレイアウトです。次に図4に示すように連続的にプレスするようになり変わりました。図5は半自動ラインの構成概要です。半自動ではローディングだけは手でやっていたのですが、それも自動化されたのです。いまこの全自動化ラインが元町、高



左右ムービング方式



クロスムービング方式

図 6 QDC の各方式

表 9 型交換時間の向上

	普通プレス	QDC プレス	最近の QDC
自動化装置除去	7.5分	3分	分
型出し準備	3.5	0.5	0.5
型ボルト外し	5.5	1.5	0.5
型出し	8	1.5	1.5
型入れ	10	1.5	1.5
型ボルト締め	7	2	1
準備用具整理	2.5		
型点検清掃	3	3	3
加工テスト	5.5	5.5	5.5
自動化装置復元	9	5	6
〃テスト	12	6	
成品検査	10	10	10
合計(分)	83.5	39.5	29.5
作業人員(人)	2	1	1
工数(人・分)	167	39.5	29.5

表 10 Door 用 Delta welder line

(1) 入荷の時期	昭和38年
(2) メーカー	米国デトロイト市 Delta Welder Co.
(3) 特長	
(a) 生産能力	
導入当初	毎時生産速度 150 個
現在	〃 360 個
(b) 各種類のドアが溶接組立できるようにプレス型に相当する治具(フィクステュアと称する)が交換できる。	
(c) パーツのラインへの送り込み以外はすべて自動的である。	
(d) 従来の手作業による溶接に比して強度、寸法精度のパラッキが少ない。	
(4) その他	
	この種の設備はその後改良され、国産化されて現在トヨタ自工のみでも 10 ライン以上が使用されている。

岡そして堤の各工場に数十ラインあります。

それから型を取りかえるのに QDC(Quick Die Change), 早く型をはずす方式を図6に示しました。左右ムービングシステムとクロスムービングシステムの二つのシステムがありますが、その QDC の方式を採用して、型交換に要する人員を比較したのが表9です。

表10はドアを作りますのに外はんとか内はんとかを溶接していくんですが、それを自動化する、しかも何種類もの weld ができる、プレス部品をただ送りこめば後は自動的にできるというのを Delta Welder Company から買いました。この設備はその後改良され、国産化されて、現在トヨタ自工だけでも 10 ライン以上が使われています。

終戦後の乗用車ボデー生産の歴史をふりかえってみますと、昭和24年にそれまで禁止されていた乗用車の生

産許可が GHQ から出まして、昭和26年頃から生産を開始しましたがボデーは外注でした。初期の頃はボデーを作るのに800時間もかかり、1時間1000円としますと80万円もかかったのです。それが昭和29年頃やつと400時間となり、昭和30年になつて初めて自社内での製作を開始しました。それでも80時間くらいかかったのですが、現在では前記の努力の結果、車種によつて変わりますが5時間内外でできるようになりました。

7. 鋼板使用の合理化

昭和35年頃から鉄板の合理化を強くおし進めました。以下の話はこれに専念しました藤本 俊君(トヨタ自工取締役)らがやつた概要です。

(1) 歩留まりの向上

板取りの合理化が第一に考えられます。無論このことは当初から誰でもねらう問題ですが、材料が著しく向上し、かつ鉄板の製作方法が進歩した段階で基本的に検討を初めたわけです。歩留まりの向上にはコイル化が第一である。コイルなれば勝手な寸法をとることができる。ところがコイル材は外観不良がどうしても出る。初期の頃は20%も不良になつたのですが、最近是非常に向上してきました。このことは主として鋼板メーカーの努力によります。

つぎにビードの形状、シワ押えの形状などの合理化のため張り出し成形法などを検討していきました。またスクラップの再利用なども考えました。これらの努力は図7のような歩留まり向上となつて結実しました。しかしコイルの表面キズについてはメーカーも検査の自動化など大きな配慮がなされていますが、まだ若干の問題を残しています。

(2) グレード・ダウン

キルド鋼板でも往々にして時効効果が出るものもありますが、リムド鋼板では時間がたつとストレッチャーストレンが出ます。それで普通鋼をメーカーでスキンプスを通したものを時を移さず工場に持ち込み、また時を移さずプレスするというのが大きな問題として取り上げられ、このリードタイムを短くし、just in time を心掛け

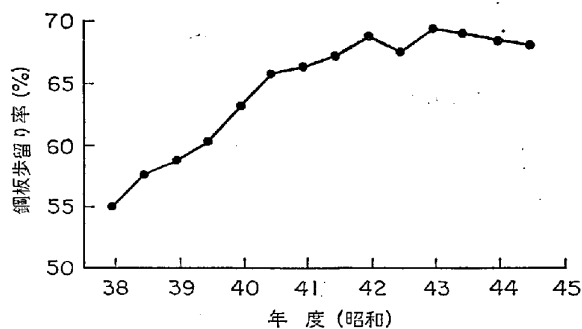


図 7 乗用車メーンボデーの材料歩留まり率の推移(ある車種の例)

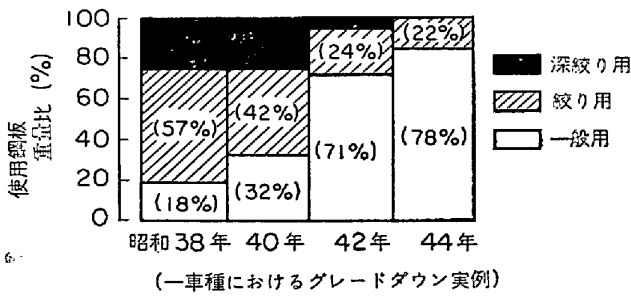


図 8 乗用車ボデー外板部品の使用鋼板構成

表 11 材料の合理化

1. 歩留り向上
 - (イ) コイル化, スケッチサイズ化
 - (ロ) 成形方法の検討
張出し成形 (ビードの形状, シワ押え形状)
 - (ハ) スクラップの活用
2. グレードダウン
 - (イ) Just in time
 - (ロ) 材料特性と加工結果
 - (ハ) 成形方法の検討
成形限界の把握

たのであります。また延びとか、エリクセン値とか、コニカルカップテスト値といった材料特性と加工結果の相関を詳細に実験でたしかめました。成形方法の検討を行ない、成形限界の把握につとめました。プレスする部品の絞り程度を数値化しまして、この数値のものであればこの程度の鋼板でよるしい、といった判断がつくようになり、鋼板のグレードを逐次下げることに成功しました。その結果が図8のように欧米のどこより一般用鋼板の使用割合が多くなったのです。これができたのもわが国の鋼板の優秀なことともつながっているのであります。しかし板厚を合理化していくと張り剛性が問題になってくるようになり、設計上の考慮も急伸展しました。この章をまとめたものを表11に示しました。

8. 自動車鋼板の開発⁶⁾

自動車用鋼板は自動車と材料メーカーとが共同で次のような開発が行なわれました。まず材質上の開発を申し上げます。

(1) 低降伏点鋼板

これは鋼中の C, N などの不純物を少なくし、さらに結晶粒を大きくすることにより鋼板の降伏点を低くし、スプリングバックなどの加工後の形状性の問題に対処してきました。

(2) 遅時効性鋼板

これは自動車メーカーにおける材料管理などの点より一時大きな問題であったが、低窒素吹錬, アルミ脱酸などを中心に主として低窒素鋼によりかなり解決しました。

(3) 超深しぼり用鋼板

一時 Ti 添加鋼板が使用され好結果であったが、コストの点から現在では Al キルド鋼, 脱炭脱窒焼鈍材などが使用されています。

(4) Just in time 材 (前出)

また外観上より

(5) デファレンシャルダル材

鋼板の片面の粗度のみ極端にあらくすることにより、プレス時に飛びこむゴミによるくぼみを目立たなくさせることを狙いとしている。この材料はまだ一般的ではありません。

さらに最近の安全対策関係から次のような動きがあります。

(6) AA 鋼 (Accelerated Aged Steel)

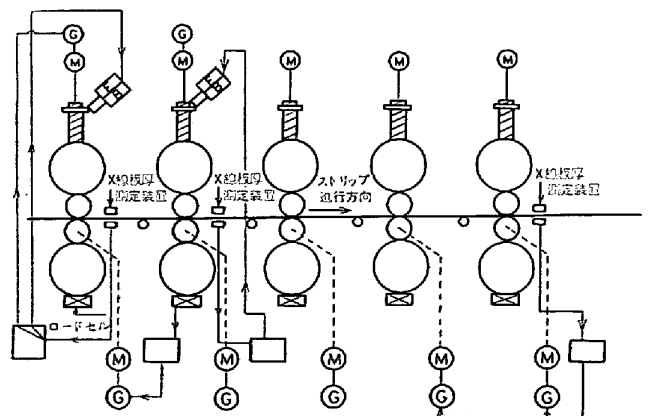
プレス時には軟かくて加工性があるが、後の自動車の塗装焼付工程で 160°C 程度に加熱されることにより鋼中の N などが析出して鋼を強化することを目的としています。

(7) 高張力鋼板

安全車としてのバンパー用鋼板など“高張力の新材料”が要望されます。これには種々のものが鋭意研究されていますが、まだ開発途上の段階であります。

9. 鋼板圧延用タンデムミルの電算機制御⁹⁾¹⁰⁾

以上述べてきましたようにわが国の鉄板がメーカーのご努力でよくなつたのでして、次に鋼板圧延用タンデムミルの電算機制御について申し上げたいと思います。図9にタンデムミルの1例を示しましたが、これの運転を計算機で自動制御する。厚みを自動的にはかつてそれを図のようにフィードバックしてロールの間隙を調節し、



E: リセットおよび 手動制御油圧操作シリンダー
B: 自動制御油圧操作 シリンダーとサーボバルブ

図 9 タンデムコールドミルの自動板厚制御機構

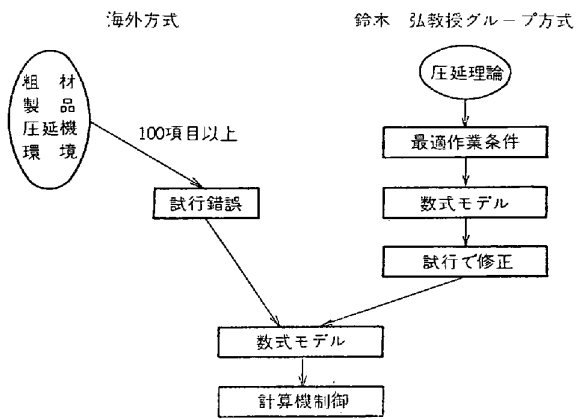


図 10 タンデムミルの計算機制御方式

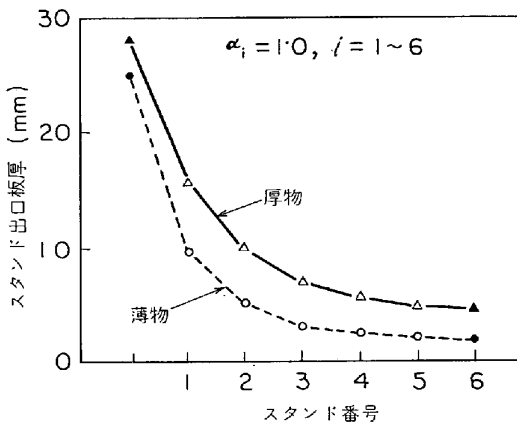


図 11 製品形状の最適パススケジュール

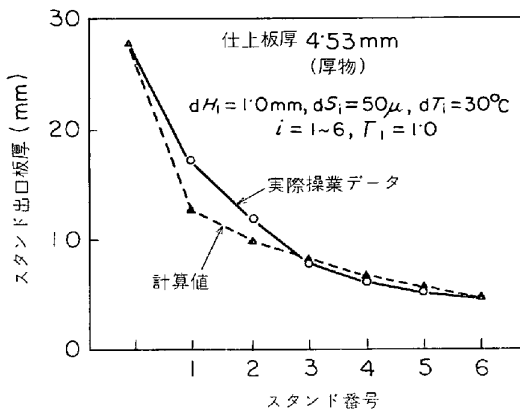


図 12 製品板厚および製品形状の長手方向変動のパススケジュールと実際操作データとの比較 (厚物サイズ)

板の厚みを調節して均一な板厚の製品を連続的に作る。この方法は海外から導入されたのですが、別に東大の鈴木弘先生グループが理論的解析を基盤として全く独自の数学モデルを作りました。その比較を図 10 に示しました。まず理論から最適パススケジュールを計算し、図 11 に例示するように厚物ではこのように圧延するのがよい、薄物ではこのように圧延するのがよいという結果が出ます。ここ α でのいうのは板厚偏差率、 i というのは

スタンドの番号でここでは六つのスタンドの場合について計算してあります。最適パススケジュールにそつた数式モデルを電算機に与えて実際に操業しますと図 12 のようになり、この結果で数式モデルを修正する。

繰り返しますと従来の方式ですと粗材とか、製品とか、圧延機とか、環境これは温度が主力なんです、そういう要素がいろいろ組み合わさつた形のままです。試行錯誤をして数式モデルを作り計算機制御をするという方式を採用していましたが、鈴木先生は一番初めに圧延理論から最適作業条件を求めて数学モデルを作り、試行でこれを修正し、そして数式モデルを完成したわけでありまして、こういう計算機制御ができるようになり、且、すなわち板の末端を稼動しながら溶接することができる技術が完成して、四六時中運転することが可能になりました。それからもう一つ、ロールを稼動している状態で厚みを変えることができるということがこの方式では可能になったのでありまして、鈴木先生のお話を伺いますと、今後 3 年くらいは外国の追従を許さないであろうということです。それを一番初めにやられたのが日本鋼管の福山工場でございます。

10. 産産協同と産学協同

鋼板のほとんどすべてが複雑な条件のもとで、プレス成形されますので、鋼板の品質とくにプレス成形性が問題になります。

図 13¹¹⁾ はエリクセン値を尺度として、戦後の薄鋼板品質の推移を表わしたものです。乗用車生産が始まった頃の国産冷延板の品質はきわめて悪く、成形歩留まり不良、引張りひずみ発生等が続いた。そこで昭和 27~28 年頃、自動車工業会では鉄鋼メーカーに対し自動車生産に適した鋼板の供給を強く要求しました。また自工会を通してアメリカの鋼板を輸入し、その品質を協同で調査したこともあります。図には当時鉄鋼メーカーで自動車用に試作した鋼板や、輸入鋼板の試験結果も記入してあります。

このこととは別に、トヨタでは八幡、富士と別々に鋼板連絡会というのを作り、年に数回会議を開き、それが今日まで連綿と続いており大変効果をあげました。現在の国産鋼板の品質は世界一流のレベルに達しています。メーカーとユーザーとの関係がよかつた例としてお話しましたが、アメリカなどの場合から考えてさらに一層の産産協同が必要だと思います。

一方これらの動きと平行して、薄鋼板のプレス成形性、成形技術に関する研究会が自動車メーカー、鉄鋼メーカーと福井伸二博士、吉田清太博士などを中心とする学者グループによつて結成され、情報交換、協同研究の場となりました。成形性の尺度としてのコンカルカップ試験、成形技術の基礎としてのスクライブドサークル試験などはこれらの研究会活動によつて普及し、薄鋼板のプ

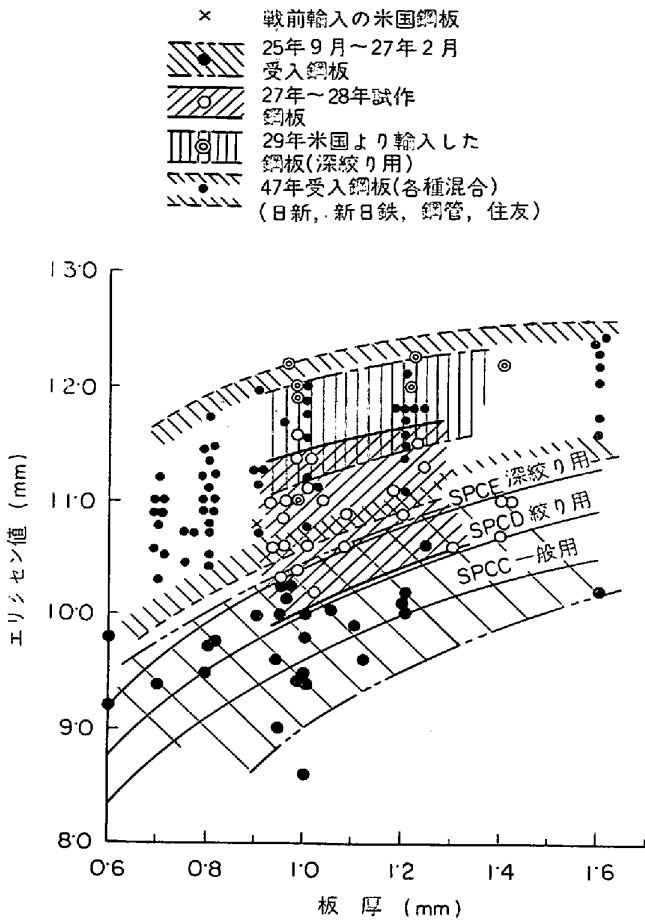


図 13 鋼板材質の向上

レス成形技術の発達に大きな役割を果たしました。

図 14 は種々の等級の鋼板につき、引張り試験における伸び値、エリクセン値およびコニカルカップ値の分布を比較したものです。鋼板等級の区別は、伸び値よりエリクセン値、エリクセン値よりコニカルカップ値によく現われています。また各プレス部品の成形時の塑性変形状態はスクライブドサークル試験によつて把握され、この結果は使用すべき鋼板の等級決定にも有効に役立っています。産学協同の 1 例としてお話ししました。

11. 薄板価格と自動車価格の変遷

われわれが自動車生産に踏み切るときにはさまざまな危惧がありました。自動車は板厚 1 mm 中心の薄鋼板を主に使用していますが、その頃はこれより薄いトタン用の需要が多く 1 mm 厚みのものは法外に高かつたのでした。それが鉄鋼メーカーのおかげで逐次改善されアメリカ並になり、さらにはアメリカを凌駕するという状況にまでなりました。図 15¹²⁾、16、17 に向上の推移を示しました。それと同時に自動車の価格も図 18 に示すように急激に下降しました。

参考までに図 19 にトヨタ自工における決算期ごとの販売台数当たり売上金額を示しました。この中には物品

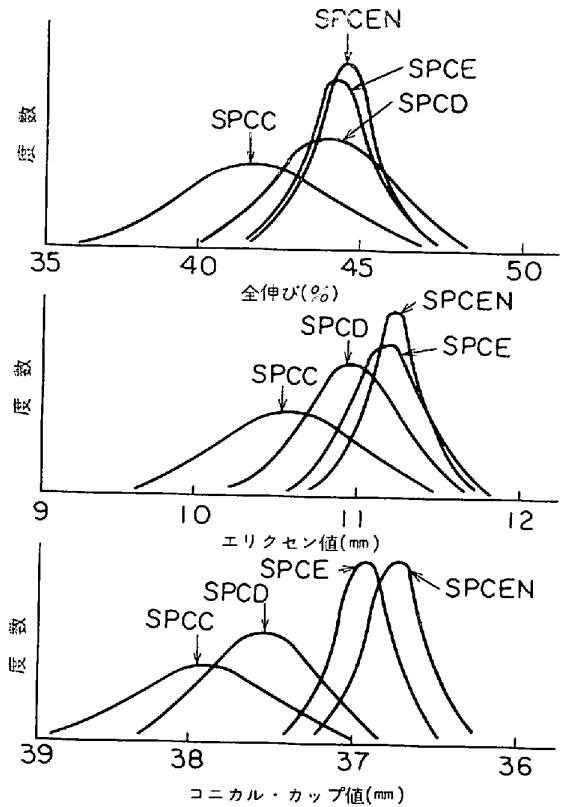


図 14 鋼板等級別プレス評価値の分布

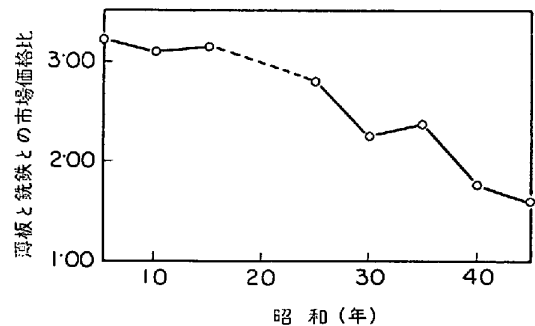


図 15 薄板と鉄鉄との価格比の推移

税、部品代を含んでおり、時代とともに大衆車が多くなりましたし、一方ではデラックス化もありますので必ずしも車両価格とは結びついていませんが、これを図 20 でアメリカにおける乗用車の平均卸売価格と対比していただきたいと思います。図 21 はトヨタ自工における 1 人当たり年間生産台数が生産の増加とともに向上している状況を示しました。横軸に生産台数をとりましたが、これは時間を横軸にとつてもほぼ同様な向上曲線になります。このように生産能率の向上は、生産増加と別に時をかけて合理化がすすむこととの相乗結果と思われます。生産増加は今後、今までのように急増するとは思われませんので、時をかけて合理化を進める、言いかえますと時間効果をねらうべきであり、これには各方面の科学的解析が必要だと思います。

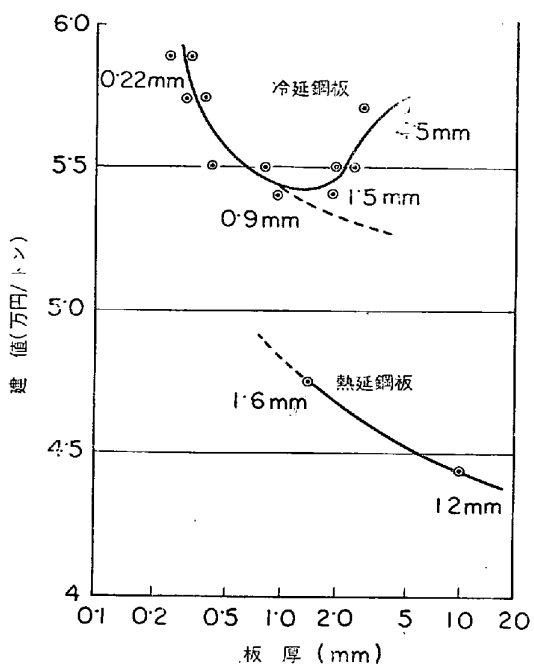


図 16 板厚と価格の関係 (昭和 44 年)

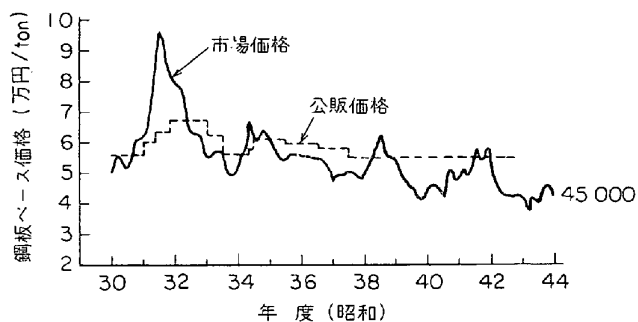


図 17 鋼板のベース価格の変動 (0.8 mm 冷延板)

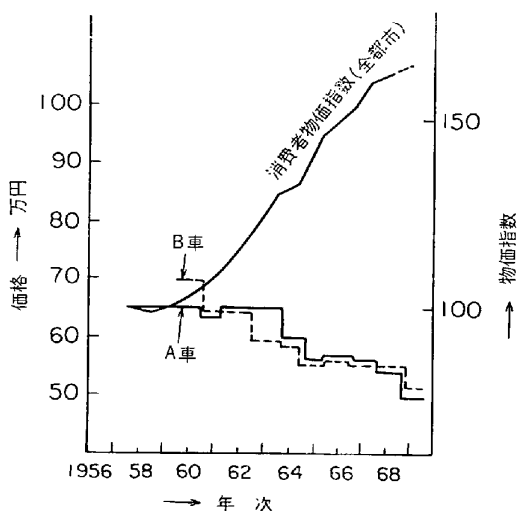


図 18 わが国の 1500 cc 級乗用車の価格推移と物価指数

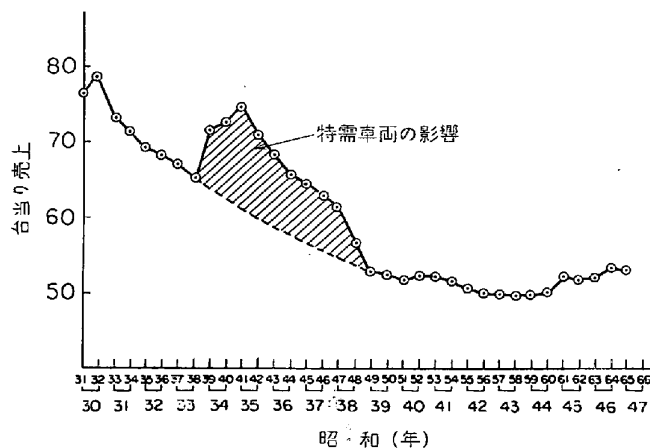


図 19 台当り売上金額 (トヨタ自工)

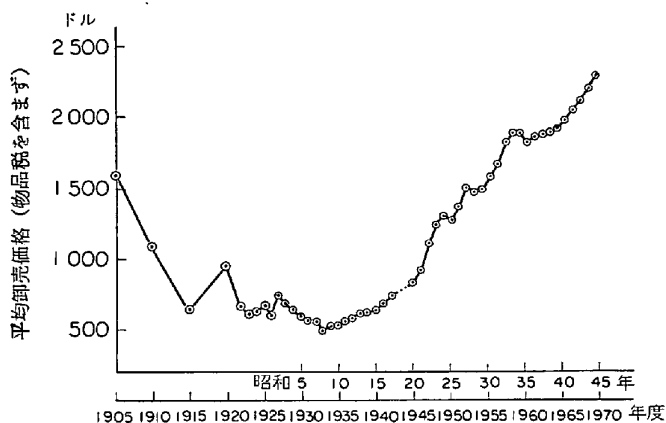


図 20 アメリカにおける乗用車の平均価格

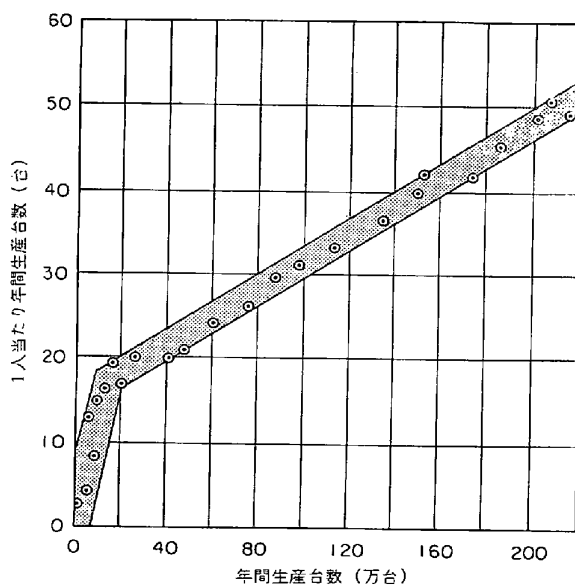


図 21 量産による生産性の向上 (トヨタ自動車工業)

12. 行 く 道

自動車生産は従来よりゆるやかな伸長となすと思われ
ますが、ごく近い将来の予測を図 22 に示しました。さ
らに遠大な将来について「行く道」を申し上げます。

過去をふり返つてみますと自動車工業の大課題として
戦争という大きな課題があつたし、自由化とか資本の自
由化という大きな課題がありました。今は環境問題とい
うのが最大の課題であり、この環境問題も 1980 年頃
には第一段階の解決はつくであろうと思つています。私
どもはポストマスキングといつていますが、この問題が解決
しますとまた自動車のリバイバルがあると信じていま
す。このリバイバルは 1980 年頃からはじまるでしょう。
今の横ばいになつているのがやや伸びるであろうと思
いますが、基本的には量より質への転換の時代に移ります。

さらに次の大きな段階はエネルギー問題であります。
エネルギーは無限にあると思うと大変な間違いで、現状
では太陽光線のエネルギーに比べわれわれの作り出すエ
ネルギーは 1 万 5 000 分の 1 にもなつていますが、かり
に現在までと同じようにエネルギー使用が年々 5・5% ふ
えていつたら、2100 年の少し前には地球の温度は 12
°C もあがると計算した学者があります。そうなると大
変なことになります。海面の水位は 50m もあがり、し
かも緯度 50 度以上でないとは暑くて誰も住めないとい
うような時代が来るのです。エネルギーは核エネルギーの
みに頼るといふことになしに、根本的には太陽エネルギ
ーの活用が必要となります。太陽エネルギーであれば地

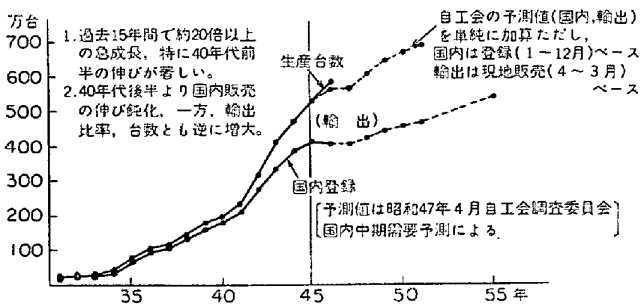


図 22 生産、販売台数の推移
(対象台数は軽、三輪を含む)

球の熱収支はコンスタントになります。このエネルギー
問題は 2000 年頃を目標に解決の糸口を見い出さなけれ
ばなりません。その後で 2nd Automobile Revival とい
うものが始まるでしょう。そのブループリントは少なく
とも 2000 年には作りあげねばならないというのが私の
考えであります。

13. お わ り に

この話の哲理をまとめます。カントは「直観なき概念
は空虚であり、概念なき直観は盲目である」と言いま
したけれども、私は (1) 「技術なき科学は空虚であり、科
学なき技術は盲目である」と申し上げたい。そして (2)
「工学は常に経済と結びついている」、(3) 「量産効果時
代から時間効果の時代に遷移しつつあるが、技術戦争は
悠久に続く」とこの三つの哲理を今日はお話したので
ございます。最後にこの講演の資料を集めるに当たりま
して、武田喜三支部長はじめ新日本製鉄の若松善英君ら
に大変ごやつかいになりました。また鈴木 弘教授ほか
本文または脚注記載の方々、全体の構成に協力を得た
新見 格君らにお礼を申し上げて私の話を終わりたいと
思います。どうもありがとうございました。

文 献

- 1) モーターファン掲載の日本産業材料研究所作成の
もの書き加えた。
- 2) 梅原: 自動車とその世界, 6月号 (1972), p. 2
- 3) 梅原: 日本の自動車技術 20 年史 (1969), p. 64
(自動車技術会発行)
- 4) 第 13 回国会参議院運輸委員会会議録 36 号
- 5) トヨタ自動車 30 年史 (1969)
- 6) 書家 栗原小幸作
- 7) 小林徳夫: プレス技術, 9 (1971) 11, p. 80
図 3~6, 表 8~10 は小林徳夫君作成
- 8) この章は今林 格君 (新日鉄) の協力を得た
- 9) この章は鈴木 弘教授から沢山の資料をいただいた。
- 10) 鈴木 弘, 岡戸 克: 塑性と加工, 10 (1969) 106
- 11) 青山威恒君 (豊田中研) ら作成
- 12) 小島慶三, 中島淳夫: 鉄, (1957), (鉄鋼と金属
社) の数値を一部採用