

明日に向かって

トヨタ技術会 創立30周年記念号

(昭和52年11月3日発行 非売品)

基礎技術をふまえて今後の飛躍を望む

常務取締役 長谷川 龍雄



今から10年後、すなわち40周年記念号が発行される頃自動車、その技術的位置づけ、それを取りまく社会環境は現状より大幅に変わっているだろうか。答はイエスだと想像される。何となればエネルギー、資源、国内および国際間の経済問題等は一層困難複雑さをましているであろうことは明らかであるからである。ただし車そのものの、外観的な変化は余りなく依然として液体燃料を使った内燃機関によって駆動された四つ輪の車が世界中を駆けめぐっていることであろう。ところが一步中味に立入ってみると現在我々が十分に消化しきっていないような基礎技術が各所に取入れられ、より高度の技術の言わば精密機械のような製品が大した価格の上昇もなく(精密化に関する限りにおいて)多量生産され、先進国のあらゆる意味における国情に合った役割を果たすような自動車に変貌していることであろう。またそうでなければ化石燃料時代に自動車が生き残り、社会のためにその役割を果たすことはできないだろう。

しからは今後取入れられるかもしれない新基礎技術とはどのようなものが考えられるだろうか。私なりに興味を持っているものを次に述べてみる。

1. 「新材料」その一、繊維

比較的高価でない原料を使って加工技術によって、高い特性を得る目的に必要な個所に複合材料を投入することが考えられるが、その最も端的なものが繊維材の利用である。繊維材には

無機繊維と有機繊維の二つがあり各々が急速な進歩を見せている。

まず無機繊維であるが、その主なものをあげると、ガラス繊維、細い鉄繊維、極細ステンレスチール繊維、細い鉛繊維、セラミック繊維、チタン酸カリウム繊維、耐アルカリ性ガラス繊維、ボロン繊維、窒化ボロン繊維、炭素繊維、アルミナ繊維、ジルコニア繊維、炭化けい素繊維などであるが、これを構造的にみると次のように分類される。

- (1) 非晶質繊維 (ガラス繊維)
- (2) 多結晶質繊維 (炭素繊維、ジルコニア繊維)
- (3) 単結晶繊維 (ウイスキー)
- (4) 複合繊維 (タングステン線の表面を Si, Cなどで被覆した繊維)

この中で最近とくに注目されているのが、炭素繊維とウイスキーであり、その素晴らしい特性のため今後必ずや量産技術が解決されて使用領域が増すであろう。

次に有機繊維であるが、何と云っても最近脚光をあびているのがデュポン社より売出されている芳香族のポリアミド繊維(商品名Kevlar)であり、他の材料との複合化を計ることによって特性の向上が可能である。

2. 「新材料」その二、強化プラスチック
事新しく説明するまでもない。いわゆるエンジニアリング、プラスチックの領域で新しい材料、上記のような多種の繊維材を組合せること

によってさらに進歩が見られるものと思われる。

3. 「新材料」その三、鋼材

唯今関心を持たれているものの一つに鋼材の二相共存体（フェライトとマルテンサイトの微小構造の共存）がある。またGMにおいてはTMT（Thermo-mechanically Treated）法が研究されている。これ等は何れも高張力鋼板を得る目的であって、ブラケットその他の強度部材への適用が考えられている。

4. 「新材料」その四、複合めっき

適当な表面処理をすることによって高価な材料を多量に使うことなく、軽量かつ安価で高性能の部品を構成することが今後益々必要であると考えられるが、その中の一つの方法に複合めっきがある。求められる特性に応じて、耐食性複合めっき、耐摩用複合めっき、自己潤滑用複合めっき、等がある。ロータリエンジンのケーシング内壁に利用されているElnisil法も複合めっきの一種であるが、この分野は今後さらに進展があるものと思う。

5. 「計測技術の新分野」その一、ESCA

光電子分光法（Electron Spectroscopy for Chemical Analysis）のことである。真空系の中で電磁波（X線）を試料に照射した場合放出される光電子を測定することによって金属、無機、高分子、有機多種多様の物の表面のミクロの世界を知ることができる。我が国に導入されたのは、1970年代になってからであり、まだ数十台の程度であって、これから得られる成果は明確には言えない状態であるが、新材料、新表面処理の開発、酸化、腐食、触媒などの現象解明その他広い分野で進展があることが期待される。

6. 「計測技術の新分野」その二、エキソエレクトロン（Exoelectron）

エキソエレクトロンとは、解放に必要なエネ

ルギーをあたえうるようなある条件下で、金属表面原子から放出される電子群のことである。発生のメカニズム自身は現在なお十分に解明されているわけではないが、新しく加工された表面からは多量の電子群が放出されていることが走査型電子顕微鏡によって観察することが可能である。したがって今後摩擦、摩耗、金属切削、研削、ボール・ミリング、触媒作用、腐食、破壊、塑性変形などの広い範囲の表面現象の研究の有力な武器となり、また構造物の初期のひび割れやきずを検出する方法も開発されることであろう。

7. 「計測技術の新分野」その三、光学繊維

この技術は歴史は古いが最近の進歩には目ざましいものがあり今後利用技術の進展と相まって実験手段としての領域がさらに拡大していくであろう。

石英ガラスについて言えば不純物を少なくすることによって光損失をいかに極小にとどめるかが焦点であるが半導体シリコン用原料SiCl₄、SiH₄を用いることにより、レーザー光による大容量通信の際の例としては、最近では1kmを伝送しても損失がわずかに12%（0.5dB/km）のものが開発されている。

8. 「半導体の分野での新技術」その一、アモルファス半導体

シリコン、ゲルマニウムなどの結晶型半導体に対してカルコゲン元素（イオウ、セレン、テルル）の1種もしくは2種以上を主成分とするアモルファス（非晶質）物質による半導体が最近再び脚光をあびてきた。結晶系の半導体は本質的に量産に対して高価格の問題を解決することができないため、以前よりアモルファス半導体は、その応用が広く期待されていたのであるが、理論的な解明が困難なためその開発がおくれていたのであるが最近にいたってそのふるまいがかなり明確になってきたため大きく動き出そうと

している。実態が明らかになるにつれてアモルファス半導体特有の性質も明らかとなり、それは集積回路作製上非常に好都合なものであることも判明してきた。当面考えられることは例えば太陽電池のように多量に使用する場合に価格のある程度希望がもてるということである。しかし今後どんな方向に利用の分野が進んで行くかは誰にも予測することはできない。ただ何か起きることは確かである。なお本項では半導体としてのアモルファスのことを述べたが、一般材料の中でもこのアモルファスの問題が広範に取り上げられていることを追加しておく。

9. 「半導体の分野での新技術」その二、

シンクロトロン放射の利用

電磁波スペクトルの利用は数限りなく幅広い多方面にわたっている。低周波のラジオの電波から、高周波のガンマ線に至るまで、我々は思い通りの波長を実験室で発生させ利用することができる。ところが電磁波スペクトルの中で実験室でうまくいかない領域が1つだけあった。それは可視光より少し高い周波数から紫外線、X線をこえて低エネルギーのガンマ線に及ぶものである。ところが最近になって、まさに理想的新光源が使えるようになった。これは電子が光速に近いスピードで円軌道を走る時に放出する光であって、この現象は最初、シンクロトロン型の粒子加速器を用いて可視光で観測されたため、シンクロトロン放射とよばれている。

このことと集積回路とのかわりあいであるが、集積回路の大きさをさらに縮小しようとする場合、現在障害となっているのは、回路素子自体の要求でもマスク製作の限界でもない。マスクを通して露光したときパターンのぼけをひきおこす回折効果なのである。可視光によってつくられる回路素子の大きさは、回折効果のため2~3ミクロン（2~3千オングストローム）よりも小さくすることは不可能である。ところが20オングストロームの波長をもったシンクロトロン放射を使うことによってパターンの解像

力があがり、約2桁も改善される可能性がある。したがって超LSIの量産に役立つ日も近いかもしれない。

ここでは集積回路への応用としてシンクロトロン放射を引合いに出したが、上にも述べたように、その波長が丁度分子や原子の構造と対応する大きさをもっているため、今後物質の構造を知るための手段にも用いられ、材料の改善に役立つであろうことも期待されている。

以上気のつくままに基礎技術の領域で何が起きつつあるかの一例を羅列してみたが、これ等はほんの一部にすぎず書きだしたら切りのないことになるであろう。また上に記したことが一体全体、機械工業、工学、自動車産業、技術と何の関係があるだろうと不思議に思われる読者もいることであろう。あるいはそうかもしれない。しかし逆に直接間接に関係ないともいえない。むしろ何かの関連をもつ時代がくるように思えるし、積極的に利用しうるノコノコを習得した者が現れて始めて関連があるということになるのかもしれない。

さて現実的な自動車の話になるが今後の開発に必要なと思われるターゲットは度々いろいろの場所で論ぜられており今さら目新しいものは何もない。ただ冒頭に述べたことと重複するようであるが、非常に広範な基礎技術の上になたて現象的には燃焼、流体力学、熱力学、摩擦、摩耗、腐食、応用力学等が計測技術の助けによって究明され、ハードウェアとしては材料、表面処理、加工全域にわたって極めて高度のミクロの対応がなされ、その結果としてある意味での精密機械のような製品を量産技術を開発することによって質量コストを解決しながら市場に提供し、社会的環境に対応しながら、かつ社会の望むところにこたえねばならないわけである。

こうしてみると我々を取り巻く自動車技術の行き先は極めて困難であると同時に無限に続いていることを痛感する。トヨタ技術会々員の皆様の精進を期待する次第である。