



若者

“おれは機械屋じゃない”

渋谷 陽二*

工学の分野において、“屋”をつけて呼ばれるのは“機械屋”と“電気屋”ぐらいだと思います。一般に製造メーカーではこの言葉をよく耳にします。機械工学出身者は多種多様な分野から引く手あまたで、ここ10年程は学生一人あたりのベテラン社以上の割合で求人があります。一見、機械工学の産業における基盤性・基幹性を示しているようですが、裏を返すと“つぶしがよくきく”、“高度な専門性に欠ける”といった感を持たざるを得ません。物を作るには機械が必要です。今の半導体技術を支えているのは、その製造技術の確立があるからです。そういった意味では、機械工学はあらゆる産業の基盤を築いていると言えます。しかし、多分野に及んでいるがゆえにそれぞれの分野には専門家がいて、機械技術者の仕事は裏方さんの場合が多くなります。“屋”をつけて呼ばれる最大の理由が、こういったところにあるのかもしれませんが。以前、私は電機メーカーに勤務しておりましたが、特にこの傾向は強いと思います。世界一の発電機、世界最初の〇〇装置の完成という記事が出たときには、たいていはその仕様を決定した電気技師の功績につながる場合が多いのです。しかし、その仕様を満足するために、日夜考え続けて構造設計をした機械技術者の多くいたことを忘れては困ります。ある限られた空間に収納し、かつ強度的にもその健全性を保証することは、世界一や世界最初を満足させるのにどれほど苛酷なことか容易に想像つくと思います。

私は、機械工学の中でも材料力学の分野に身

を置いてきた関係で、構造解析・構造設計をよく行ってきました。したがって、材料の特性に応じた構造配置を考えることが身についています。例えば、電気あるいは熱絶縁性のセラミックスを用いる場合には、引張り応力場での使用とか、極度に応力集中させてしまう締結構造は避けます。もし、材料を製造する段階から、そういった材料の構造物への適用を少しでも考えに入れて材料設計を行うのに行わないのとは、その仕様や特性の決定に大きな違いが生じるものと思います。最近では、そういった構造設計と材料設計の融合が行われるようになってきたと思います。従来は、材料があって極力特性の適合したものを選択し、あとは構造設計で製品仕様を満足させます。例えば、熱衝撃荷重の作用する部材においては(スペースシャトルの耐熱タイルや核融合装置の第一壁など)、熱衝撃抵抗の大きな材料を選び出し、あとは熱拡散の大きなヒートシンクとの接合構造が採用されます。ところが、最近では耐熱衝撃特性のきわめて良好な表面層を持ち、徐々に熱伝導の大きくなる傾斜材料の創製が試みられています。このことは、従来の構造設計と前者の材料選択を統合した新たな材料(構造)設計を行っていることに他なりません。すなわち、これまで機械技術者と材料技術者とで分業されていたことが、統合化した設計を行なうという意味で一体化される傾向にあります。以前は、一つの材料開発に10年程かかると言われていたのが、最近ではその開発スパンが短くなり半分以下で行われるようになってきました。これは、一つのプロジェクト期間内で材料開発を含めた計画が考えられることを示唆します。この材料開発期間の短縮が、種々の仕様に適合するような内部構造を考慮した材料設計を可能にする大きな要因になっていると思われます。

*Yoji SHIBUTANI

1958年5月30日生
昭和58年大阪大学大学院工学研究
科機械工学専攻前期課程修了
現在、大阪大学工学部機械工学科、
第2講座、学内講師、工学博士、
固体力学
TEL 06-877-5111(内線4207)



もう一つの大きな要因は、計算機による数値シミュレーションの存在があります。以前のことで、CYBERという計算機でNASTRANという汎用有限要素法プログラムを用いた構造解析を行っていました。それが、スーパーコンピュータのCRAYに機種が変更になり、それまでおよそ半日以上かかっていた計算が1,2時間で解が出るようになりました。それに加えて、CAEソフトの充実により膨大な数値が3次元可視化され、必要な部分の応力が瞬時に把握できるようになったことは周知のとおりです。このことが、解析期間の短縮、ひいては設計期間の短縮を促していることも事実です。計算機環境の充実と普及が、設計効率を向上させると同時に、データベースの使用や材料設計シミュレーションの導入を可能にしています。しかし、その弊害もあります。解析結果に基づいて構造健全性の判断をすることが本来の業務である機械技術者が、計算機のオペレータになってしまったことです。システムが複雑になればなるほど、計算機を使うことが一つの特長技術になります。計算機を使いこなすことに非常な労力を使い、結果を“料理して”本質を見い出す作業が省略されています。換言すれば、機械工学者が“機械屋”という解析のオペレータになってしまったのです。重要なことは、大学で修得した基礎知識をもとに解析結果に対して適切な判断をすることであり、これが本来の業務です。我々は、オペレータを育てるために大学で機械工学を教えているわけではありません。機械技術者自身も自らの存在価値を再認識し、そういう環境に疑問を感じなければこの問題は解決しません。知らず知らずのうちに、単なるオペレータになってしまってそれで満足していることが、“機械屋”というレッテルを自ら貼っていることになります。

最近、材料力学の分野ではもっとミクロな視点から、材料特性や材料の変形挙動を解明しようとする傾向があります。分子動力学法という手法を用い、原子オーダーの挙動からマクロな特性や力学挙動を解明しようとするものです¹⁾。ミクロな世界にはいればはいるほど、機械工学とか材料工学といった垣根がなくなり、統合化

した領域になります。その時にはじめて、一貫した材料(構造)設計が可能になるかもしれません。機械技術者、すなわち材料を使う立場の者にとって、材料特性を制御したり、新たな材料を創製できる技術を備えることは、いわば“かゆいところに手が届く”ようなものです。縦弾性係数が800[GPa]ほしいとか、熱伝導率があと10%上昇してくれたらといったストレスのたまる悩みが幾分解消されるかもしれません。材料工学の分野でも、従来からミクロな視点に立った研究が行われてきていますし、膨大な研究実績もあります。しかし、材料を使う立場の者がそういった領域に足を踏み入れたとき、また違った感覚で見ることができます。設計に携わる機械技術者は、この材料は何に役立つか、あるいはどういうところに使うのが最適かということを常に考えます。用途のない材料開発にはあまり興味を示しません。縦弾性係数が100倍になっても伸びが極端に低下すると、構造健全性の観点からは使いづらい材料になります。ある一つだけチャンピオンデータの物性値を持つ材料があったとしても、学術的な意味はあるでしょうが、工業的には必ずしも有用なものとは言えません。このような、本来の機械工学の視点は持ちつつ他分野と融合することが真の基幹性を築くことになります。

以上のような一貫した材料(構造)設計は、表1の科学技術会議が決定した「物質・材料系科学技術に関する研究開発基本計画(1986年)」にも見られます。少し古い資料ですが、ほとんどの項目がミクロな制御による材料創製に関するものです。計算機の性能向上とともに原子・電子構造の挙動がある程度把握できるようになったこと、分析機器や計測機器などの精度の向上により実験的アプローチが可能になったことが、このような開発目標を導いたと思われます。これらの材料創製技術を支えるのに、装置設計が重要な基礎技術の一つになります。例えば、超高真空環境において駆動部の潤滑問題、真空シールやアウトガス低減の問題といった種々のことが解決されてはじめて仕様の環境を実現することができます。これらを解決するのは、あるいは解決できるのは機械技術者です。従来は、装

表1 重要研究開発目標の概要²⁾

目 標	主 な 内 容	目 標	主 な 内 容
1. 新現象の探索及び諸現象の理論的解明	<ul style="list-style-type: none"> ・励起ビーム下、極限環境下等の新現象の探索及び原子、分子のミクロレベルでの諸現象の解明 ・物質・材料の組成、結晶構造及び組織、結合状態と発現する性質、機能との関係等の解明 ・生物物質・材料の低分子物質、それが階層化された組織と発現する機能との関係等の解明 	(3) 生体機能の応用 ①生物物質・材料の利用	<ul style="list-style-type: none"> ・生体素材の抽出、固定化技術等の高度化により、生体素材の持つ機能を利用したバイオセンサー、バイオリアクタ、分離膜等の創製
2. 革新的な物質・材料の創製 (1) 反応環境の制御 ①励起ビームの利用 ②極限環境の利用 ③上記以外の反応環境の制御 (2) 構造の制御 ①ハイブリッド化 ②高純度化 ③組成調整 ④結晶構造制御 ⑤表面・界面制御 ⑥上記以外の構造の制御	<ul style="list-style-type: none"> ・欠陥が少なく、多様な原子、分子が組み合わされた人工格子、機能性膜等の創製 ・超高圧・極高真空・極微小重力、超強磁場、超高温、極低温等の各々環境の特殊性を利用した、分子配向性、組成及びその分布の均一性、原子配列の規則性等に優れた物質・材料の創製 ・固相合成法、LB膜重合法等による高分子等の創製 ・人工的な結合状態を有するイオン伝導材料、超電導材料、有機膜材料、高度な機能を有するインテリジェント材料等の創製 ・不純物に伴う欠陥が制御された非線形光学素子、希土類磁性材料等の創製 ・微細な領域における組成の均一性や組成のずれに伴う欠陥等が制御された超電導材料等、化合物や有機半導体材料、傾斜機能材料等の創製 ・結晶構造(アモルファスを含む)の精密な制御により、超電導材料、強磁性材料、光機能性材料、化合物半導体材料等の創製 ・表面改質技術、接合技術(ヘテロ接合を含む)等により、耐食性等に優れた構造用材料、光学材料、化合物半導体材料等の創製 ・ホスト・ゲスト相互作用、イオン交換反応等を利用した物質・材料の創製 	②生体以外の物質・材料の利用 (4) 物質・材料の設計	<ul style="list-style-type: none"> ・材料・生体素材の持つ分子認識、情報伝達、物質・エネルギー変換等の機能を模倣したセンサー用材料、人工膜、人工酵素等のバイオミメティック材料、それらをより高度化したインテリジェント材料、並びに生体代替材料等の創製 ・合金設計、人工タンパク質等の分子設計を行うため、並びに人工格子の設計、未知物質の探索のためにシミュレーション技術の開発
		3. ニーズに対応した材料した材料技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> ・宇宙、原子力、海洋、情報・電子等新しい発展が期待される基礎的・先導的科学技术を自指した材料、並びに経済の活性化、社会及び生活の質の向上を目指した材料の開発 ・プロセス及び材料の評価・保全技術の開発
		4. 共通・基盤技術の開発 (1) ビーム発生技術(微細加工技術を含む) (2) 極限環境発生技術 (3) 解析・評価技術	<ul style="list-style-type: none"> ・電磁波においては、光源の高輝度化、短パルス化、波長域及び波長可変域の拡大等を図るため、各種レーザー、放射光等の開発 ・粒子線においては、電子ビームのスイッチング、取束技術等の高度化、イオンビームの高密度化、任意エネルギーレベルのビーム形成技術等の開発 ・極高真空環境を簡便に達成する技術、安定した超高温環境を発生する技術、より強い定常磁場を発生する技術、地上における極微小重力環境発生技術、宇宙空間の利用技術等の開発 ・動的に「その場観測」が可能で、かつ微小領域における構造、素機能等を原子、分子レベルで解析が可能な放射光等各種ビームによる顕微鏡手法、分光・回折手法等の計測技術の開発 ・各種計測法の複合化、融合化、システム化

置設計でのみ関与していた機械技術者ですが、今後はその装置を使って得られる事実にも興味を持ち、その結果を機械工学の分野にフィードバックさせることが重要になってくると思います。また、ミクロな志向をすることは、積極的にそういった開発に専門家として参画できることにもなります。

力学という手段を通じて、材料自身の内部構造設計が可能となり、これまでの連続体力学を基礎にした構造物の構造設計とリンクされたときにはじめて、基盤性・基幹性を持つ専門分野としての機械工学の一面が築かれるように思います。“つぶしがきく”という意味での大学における機械工学科の存在理由は、充実した専門学校が増加とともになくなっていくように思え

ます。現に、一般企業の構造解析に携わる職場への大卒新規採用者の割当は少なくなり、一方では関連会社への業務委託という傾向が強くなってきています。“機械屋”から機械工学者への脱皮をめざすことが、機械工学の将来を切り開くことにつながるようにも思えます。

最後に、本稿の執筆を助めていただきました工学部精密工学科教授梅野正隆先生には深く謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) 北川浩, 日本機械学会誌, Vol.94, No. 877 (1991), p.1000.
- 2) 生駒明編: ミクロからみた未来材料, アグネ承風社(1988), p.182.