

## 新しい機械工学体系と電子制御機械工学科の誕生 —大阪大学工学部の場合—



夢はバラ色

### 機械の電子制御化

ここ何年か、自動車は、モデル・チェンジごとに、エンジン、トランスミッション、操縦系、サスペンション・システムなど、自動車の最重要構成要素に、更には内装品に、つぎつぎと電子制御技術を取り入れている。発展するこのような新技術を積極的に導入することにより、自動車の性能は年々向上し、新しい機能がつけ加わっている。

機械の電子制御化の傾向は、自動車に限らず、自動焦点カメラなど身近な工業製品から一般の機械・装置類に至る共通の傾向であり、それら製品を生産する工場では更に顕著である。各種メカトロニクス技術やロボットが生産ラインに導入され、生産の自動化、高能率化、高精度化が急速に進んでいる。またエキスパート・システムなど、最新の知識工学手法も、設計や生産の現場で、不可欠のツールになろうとしている。機械は今、確実に、電子制御化、ソフト化の道をたどっている。

### 機械工学の変遷

機械工学 (mechanical engineering) という言葉はもともと二つの意味を含んでいた。一つは機械 (machine) に関する工学の意であり、所要の機能をもった機械あるいは機械システムをつくり、それを安全かつ効果的に運用するための科学と技術の体系を意味している。他はこのような体系を構成するための基礎科学としての、固体・流体・熱の力学 (mechanics) を基盤とする工学という意味である。

力学の歴史は古く、しかも他の科学や技術に

\*大路清嗣 (Kiyotsugu OHJI), 大阪大学工学部電子制御機械工学科 (兼産業機械工学科), 教授, 工学博士, 構造安全工学

大 路 清 嗣

比べ早く、高い成熟段階に達していたので、ごく最近、たとえばわが国が産業化社会の繁栄を享受していた昭和40年代半ば頃までは、機械工学の骨組を構成するのに、力学と同程度に役立つ科学はほとんどなかった。昭和20年代後半から急速に発達した制御工学は機械工学にも大きな影響を与えたが、これは調速機等を通じ、機械工学とはなじみが深く、また力学とも違和感が少く、昭和40年代までには機械工学の中に組込まれていた。要するに昭和40年代までは二つの意味に背離はなかったのである。

最近の機械工業における電子制御化、ソフト化の流れは、この状態を大きく変えようとしている。すなわち、最近機械工学周辺の電子工学、計算機工学、ソフトウェア工学、制御工学、システム工学、情報・通信工学、光工学、知識工学等の領域が急速な発展を示し、第一の意味での機械工学に利用できる段階に達したのである。それどころか、このような新技術を取り入れることにより、今迄の技術では容易に実現できなかった、機械の自動化、高精度化、高機能化、高能率化、知能化、最適化など、機械工学の窮極目的ともいべき事柄の達成が可能となりつつある。この流れは明らかに機械工学の可能性を大きく拡大しようとするものである。

機械工学は、も早、応用力学の枠の中に閉じこもっているべきではない。よりよいものを作り、それを最も効果的に運用するという、機械工学の最も基本的な立場からも、それは許されないことである。発達する周辺の科学・技術を取り込み、力学と融合させて、新しい機械工学の体系を構成する必要がある。産業界ではすでにこの方向に二歩も三歩も踏み出している。タイムラグの大きい大学でもすでに強い胎動が感じられる。

大阪大学工学部の機械工学系学科では、ここ



数年来機械工学系学科の改組と拡充に取り組み、工学部、大学本部ならびに文部省の理解を得て、昭和61年4月より、電子制御機械工学科の新設を含む、新しい機械工学系学科の再編成に踏み出した。ここでその内容を紹介する。

### 新しい機械工学

それでは新しい機械工学はどのように構成されるべきであろうか。

機械が動き、エネルギーを変換・伝達し、固体・流体・熱の移動が起り、あるいは力を支え、伝達する限り、機械は広義の力学法則の支配を免れない。従来の機械工学を支えてきた力学が、新しい機械工学の中で不用となるわけではない。力学に加えて、従来の機械工学周辺に育った新しい科学・技術が、新しい機械工学を支える柱になろうとしているのである。新領域の包含、力学との融合により、機械の電子制御化、ソフト化に対応し、更にもう一段積極的に、機械工学発展の新しい方向・領域を開拓しなければならない。周辺の科学・技術自体もまた、機械工業という広大な応用範囲をもつ基盤産業と結びついて、その真価、有用性を発揮することができる。

最近、貿易摩擦、円高不況、NICS（新興工業国）の追い上げ、失業率の増加などにより、わが国の産業、特に従来の機械工学の主要適用先であった重厚長大産業がきびしい環境にさらされている。これにひきかえ、高度集積回路に象徴される軽薄短小型産業は、多少の問題をかかえながらも、華々しい成長と発展を続けており、産業の活性を支え、リードする重要な役割を果している。世の中は、ムードとして、重厚長大時代から軽薄短小時代に移ろうとしている。

しかしながら、人類のあらゆる活動の根源となり、生活と福祉の向上に直結するエネルギー技術、人間生活の豊さを支える多量の“もの”を生産・輸送する技術など、人間社会の文化・文明を支え、発展させる基盤は、決して「軽薄短小」だけで構成できるものではない。依然として「重厚長大」が基盤形成に大きな役割を果している。この場合も成長力の著しい「軽薄短

小」と「重厚長大」が一体となって新たな発展をして行くのである。このことは日本の先端技術の短・中期的動向を示す一つの指標となる、通産省の産業関連施策の中にもみられ、軽薄短小型技術とともに、高い割合で機械工学に基盤をおく重厚長大技術が取上げられている。

新しい機械工学は重厚長大技術のみならず、軽薄短小型技術をも支えるものに再編されねばならない。過去の機械工学は重厚長大技術に役立つ、平均的・マクロ的アプローチに重点をおいていた。今後は急速に発展する軽薄短小領域にも対応する必要がある。そのためには現象のメカニズム、プロセスに注目した局所的・ミクロ的アプローチを取り入れるなど、積極的に機械工学の新分野を開拓・発展させて行かねばならない。

このような機械工学の内容の再編成に際して、機械工学教育をジェネラリスト養成型にするのか、スペシャリスト養成型にするのかは一つの重要な選択である。周辺技術が未発達時代には、プラント設計など、工学の総合に関する分野はもっぱら経験を積んだ機械技術者の仕事であった。また機械技術者には機械の製造と運用の場で、あらゆる事態に対処できることが要求され、実際機械技術者はそれによく応えてきた。その背景には、その時代に最も高い成熟度を達成していた、3力学と工作・設計をベースとした機械工学の全領域について、ジェネラリスト養成を指向した教育が行われていたということがあった。しかし周辺領域が著しく発達・分化した今日、それらを包含する新機械工学の中で、大学学部4年間に許される時間的制約はきわめてきびしく、ジェネラリスト指向ではあまりにも広く浅い教育になりすぎ、実戦に向かないという悩みがある。厳選された基礎領域についてはジェネラリスト教育思想を残しながらも、各人が深く学んだ専門領域をもつ、スペシャリスト養成指向の教育に切り換える時期が来ているように思われる。

### 大阪大学工学部における新しい機械工学系学科の体系

以上のような観点から、大阪大学工学部では、



表1 機械工学系3学科の講座編成と内容

機械工学科 (Dept. of Mechanical Engineering)

講座名	開設年度	講座内容	内容説明
機械設計学	昭和61年度	機械設計, 機械要素, 機械振動学	機械設計の基礎としての強度設計, とくに構造材料, 機械要素の疲労強度や破壊の問題, ならびに機械構造物の運動や振動に関連する動力学についての研究と教育を行う。
固体力学	昭和61年度	材料力学, 弾性学, 塑性学	工業における基本的問題としての, 機械構造物や材料の強さの評価と, 機械設計・加工の基礎としての, 変形する固体の力学に関する研究と教育を行う。
流体工学	昭和61年度	流れ学, 流体機械, 騒音工学	工業におけるエネルギー変換, 移送の手段の大部分を占める流体運動の力学体系と, 流体運動とエネルギー変換を担う流体機械および騒音工学に関する研究と教育を行う。
燃焼工学	昭和61年度	燃焼工学, 熱力学, 熱機関学	エネルギー変換の基幹的手段であり, 資源・環境問題にかかわる燃焼過程と, それに続くエネルギーの変換過程を対象に, 燃焼工学, 熱力学, 熱機関学の研究と教育を行う。
熱流動工学	昭和61年度	エネルギー工学, 蒸気工学, 動力プラント	燃焼, 核分裂, 地熱, 太陽光等の熱エネルギーの輸送, 貯蔵, 他種エネルギーへの変換過程を対象に, エネルギー工学, 蒸気工学, 気液二相流, 動力プラントの研究と教育を行う。
加工生産学	昭和61年度	機械工作, 工作機械, 生産工学	機械加工に関連した領域, すなわち各種の切削・非切削機械加工の加工現象, ならびに加工を行う工作機械と機械群のシステムについての諸問題に関する研究と教育を行う。

電子制御機械工学科 (Dept. of Mechanical Engineering for Computer-Controlled Machinery)

講座名	開設年度	講座内容	内容説明
電子機械基礎 [新設]	昭和62年度	電子回路, 計算機工学, 電子・電気機器	機械技術の電子化に対応して, 従来の機械工学に欠けていた電子回路, 電子計算機, 電子および電気機器等の基礎教育, 機械工学との結合について研究と教育を行う。
情報変換処理 工学 [新設]	昭和62年度	センサー, 計測情報処理, 認知工学	機械に高度の情報対応機能を付与することを目的として, 情報の検出と変換に必要なセンサーの構成, および計測情報処理, 認知工学について研究と教育を行う。
制御工学 [振替]	昭和61年度	制御基礎理論, システム制御理論, 計算機制御	電子計算機による機械と機械システムの高度な制御を行う場合に必要とされる, 制御工学の基礎理論と機械制御について研究と教育を行う。
計算機援用生産工学 [新設]	昭和63年度	CAD / CAM, FMS, 知識工学	電子計算機を援用した自動設計 (CAD) や自動化製造システム (CAM) のほか, 設計, 製造についてのエキスパートシステムを構成する知識工学, またこれらを応用した柔軟な生産システムなどの理論と実際について研究と教育を行う。
機械現象解析学 [新設]	昭和63年度	機械現象解析, 動的シミュレーション, 機械システム解析	機械および機械システムの制御モデル構築のための機械現象論, 諸特性評価のための動的シミュレーション, 大規模機械システムの自動化・知能化を行うための機械システム解析に関する研究と教育を行う。
ロボット工学 [新設]	昭和64年度	ロボット運動学, 自動化機械学, 知能工学 (AI)	ロボット制御に必要なロボット運動学を基礎に, 視覚・触覚情報を処理して, ロボットに感覚と判断を与える知能工学, それらを統合した高度の自動化機械についての研究と教育を行う。



## 産業機械工学科 (Dept. of Mechanical Engineering for Industrial Machinery and Systems)

講座名	開設年度	講座内容	内容説明
構造安全工学	昭和61年度	材料強度学, 破壊力学, 構造安全工学	疲労, 高温, 環境など各種条件下の材料強度, 破壊力学, 非破壊検査法, 材料劣化評価, およびこれに基づく構造安全性の保証体系に関する研究と教育を行う。
高分子工学 [振替]	昭和61年度	粘弾性力学, 複合材料学, 高分子工学	先進複合材料や新素材の利用に必要な設計, 加工技術, 品質管理, および, これらの基礎としての複合材料学, 更には高分子材料の力学であるレオロジーに関する研究と教育を行う。
輸送現象学	昭和61年度	輸送現象論, 反応性熱流体工学	熱や物質の輸送現象, 化学反応や相変化を伴う熱流体の流動現象等, 機械・産業設備工学において重要な, 輸送現象論と反応性熱流体工学の研究と教育を行う。
設備装置工学	昭和61年度	プラント工学, プロセス技術, 輸送システム	産業設備・装置における機械的操作を中心とした研究と教育を行う。材料や物質の輸送設備および生産の合理化に関連して, 連続化, 省力化, 安全維持に必要な工学技術を扱う。
生産システム工学	昭和61年度	生産計画および管理, 設備配置計画, 生産システム経済最適化論	生産に関するソフトウェアと生産システムの運用, すなわち生産計画および管理, スケジューリング理論, 設備配置計画, 生産システムの経済的最適化, 生産の意思決定等に関する研究と教育を行う。
システム設計工学	昭和61年度	システム設計工学, CAD, 最適設計	プラントや機械システムを対象に, シミュレーションや最適化手法を応用した設計法を中心に研究と教育を行う。CAD などのコンピュータ応用の設計手法に重点をおく。

既設の「機械工学科・産業機械工学科」の内容の改組を行うとともに, 1 学科を新設して, 「機械工学科・電子制御機械工学科・産業機械工学科」の 3 学科体制に拡充した。表 1 に 3 学科の講座編成と, 各講座の簡単な内容説明が示されている。

この拡充改組の特徴は, 機械工学の中に電子制御を中心とした新領域を取り入れるとともに, 力学を中心とした, ジェネラリスト養成指向の従来の学科構成から, 各学科の役割を明確にし, ジェネラリスト養成指向を残しながらも, 大きくスペシャリスト養成指向を取り入れた, 相互補完型学科構成に変えたことである。

すなわち, 新しい学科構成の中で, 機械工学科は, マクロのみならずミクロへの展開をもちながら, 機械工学の基礎領域である固体・流体・熱の 3 力学を中心とした応用力学部門に, 強度設計と機械加工を加えた, 機械工学の伝統的中心分野を担当する。

電子制御機械工学科は, 急速に発展する電子技術, コンピューター, 制御工学, 知識工学など, 機械工学周辺技術を軸に, 機械工学の中の

新分野である電子制御部門を担当し, 機械の自動化, 高精度化, 高機能化, 知能化などに関連する領域の教育と研究を行う。

産業機械工学科は, 内容を大きく変え, 機械工学の総合・システム化・評価の部門を担当し, これに関連するシステム工学, システム設計, 生産システム工学, プロセス技術, 構造安全工学などの教育と研究を行う。

教育に当っては, 新しい機械工学を背景に, 個々の技術者が成長して, 将来ジェネラリストとして活躍できるよう, まず応用力学, 電子制御, システムに関する基礎科目を, 全学生に共通に, 分けへだてなく修得させる。そのうえで各人の適性, 能力, 志望等に応じ, 3 学科のいずれかに分属させ, 各科の特色を反映させたカリキュラムにより, より深くスペシャリストとして教育を行う。

3 学科の専門カリキュラムは, 相互に大きな重なりはあるが, 相互補完的に構成されており, 3 学科の一体的連携運営により, 広大な新機械工学の全領域をカバーすることになっている。

応用力学, 電子制御およびシステム化・総合

## 生産と技術

を3本柱とする専門化は、大学院教育によって一層深められるが、それと同時に3学科間の連携により、異分野間の交流と融合をはかり、新領域の創生に努める。

### おわりに

新しい学科体系とカリキュラムはようやくスタートをきったばかりである。今後試行錯誤を

繰返しながら、よりよいものに仕上げて行かねばならない。われわれは新しい機械工学の未来に夢と期待をもってこの拡充改組に取り組んできた。現下の日本を取囲む状況はまことにきびしいが、何とか“ばら色の夢”を現実のものにすべく今後も努力を重ねて行きたい。諸賢の建設的なご意見・ご批判をお願いしたい。

