



Hideo OHASHI

- 昭和6年5月10日生
- ターボ形流体機械の動特性、特に非常運転時の性能や流体力に関心を持ち続けた。最近、羽根車の中の二相流を翼列レベルで解明する研究を始めている。
- 正員、東京大学工学部 (〒113 東京都文京区本郷7-3-1)。

Key Words : Mechanical Engineering, Education, Undergraduate, Curriculum, Professional Education

1. まえがき

機械工業の変遷には目を見張るものがある。かつては大形化の時代をリードした重厚長大製品が、VTR やロボットのような精密・知能機械に時代の象徴としての座を明け渡し、その傾向はここ当分止まりそうにもない。その上、理学と工学との相互依存関係はかつてないほど緊密となり、新しい物理的発見なしには画期的な工業製品は期待できなくなってしまった。

この様な外界の変化に対応しつつ、将来機械工業と工学の中核を担う人材をいかに育成すべきか、これは大学で教育を担当するものにとって常に念頭を離れない問題である。筆者が勤めている東京大学の機械工学科では、3年にわたった検討の末、昨61年の夏学期から新カリキュラムに全面的に移行した。その間に取り交わされた様々な意見を交えつつ、新しいカリキュラムに至った経緯をご紹介します。

2. なぜ新カリか?

学部レベルの教育を考えると、ここでは力学を素養の中心に据えた機械工学の基礎が教え込まれている。従ってアプリケーションの対象は時代と共に変化しても、根底となる理論や概念はほとんどが不動のものとして確立されている。

教官は、本来常に周辺の講義内容に注意を払いつつ、必要に応じて自分が担当する講義に改廃を加え続けるべきものである。この基本的取り組み方からすると、毎年毎年が新カリキュラムであつて、ある日突然全面的な新カリ導入などと言うのは、日ごろの怠慢のそしりを受けても致しかたないという見方もある。

カリキュラムを大幅に改変する動機は、一般に様々な働き掛けに根ざしている。まず第一に学生からの要求が考えられるが、それらは普通講義や実験を楽にして欲しい、あるいは必修を減らして自由選択を増やして欲しいという一般的なものばかりであり、カリキュラムの内容に関して具体的な要求を受けたことは、あの60年代末の大学改革の嵐の中にあつてもかつて見られなかった。日本の学部学生が、勉強よりも4年間の青春を謳歌することにエネルギーを費やして卒業して行くことは、世界的にも公知の事実である以上⁽¹⁾、カリキュラムに学生の能動的な働き掛けを期待する方が無理なのかも知れない。

外部からの要因として、中立機関による大学教育の評価がある。例えばアメリカでは、Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) が理工系大学の教育プログラムを審査し、その評価結果を公表している⁽²⁾。大学入学志望者はその様な資料を参考にしつつ志願校を選定する。この評定をどの様に解釈するかは各大学の自由であるが、もしその結果が不満足であれば、自主変革に対する相当な内部圧力となることは間違いない。この様な制度を持たないわが国では、カリキュラム改変の動機は、結局教官の自主的発意ないしは危機感に根ざざるを得ない。

これらに加えて東京大学の場合は、進学振り分け問題という特殊事情がある。二年次の学生が専門学科を志望することになるが、学科側としてはなるべく意欲に燃えた優秀な学生を集めようと、会社の人事部に優るとも劣らない努力を払う。カリキュラムはその場合学科の顔に相当し、予備知識なしに眺めても学生を引き付けるだけの魅力と分かりやすさを備えていなければならない。機械工学の相対的魅力が、情報化時代、脱産業化時代の掛け声のもとやや押しされ気味の今日にあって、この点は特に重要である。

以上の観点と次のような積年の懸案事項を一挙に解消するため、我々の場合昨年大幅なカリキュラム改革に踏み切ったわけである。

- (1) コース制の導入
- (2) 必修講義の全廃
- (3) 新興分野を中心とした講義の新設
- (4) 講義名称の変更、講義のスクラップ&ビルド
- (5) 実験、製図及び演習の見直し

このようにして作られた新カリキュラム(表1参照)を見ると、字面の上から半数以上が入れ替わる大幅な変化が起こっているのに、まったく新しく導入された講義は、統計熱力学、バイオシステムテクノロジー、CAD/CAMなどの数講義に過ぎない。あとの大部分は、講義名の変更や統合再編であり、講義の実質的な内容にはあまり変化がない。これは、学部の講義の性格からみて当然であるが、各教官による自主的な手直しが以前から継続的に行われていたことにもよっている。

一見してわかる変化は、カタカナの講義が増えたことである。例えば、従来は機構及び機械力学第三とよばれていたものがメカトロニクスに、車両工学がビークルダイナミクスにといった具合である。カタカナのほうが軽快で新味があり学生の受けも好いという戦術的な動機も否定できないが、何よりも講義の内容を端的かつスマートに表現する名前を付けようという原則に従ったものである。流れ学第三が粘性・圧縮性流れに変わったのも番号よりは内容をの原則によっている。

魅力的なカリキュラムを創ろうと議論を重ねている間に、“最善の講義をする努力を払う前にカリキュラムの見掛けを論ずるのは、よこしまな心の現れである”という意見が出された。カリキュラム編成の技術論に走る前に、教官個々の教育責任が十分果たされているか自問せよという警鐘であった。

3. コース制の導入

東大では、機械工学科から派生した産業機械工学科と舶用機械工学科を合わせて3学科一体として教育を行ってきた。少なくとも学部レベルでは、共通の機械工学の基礎をみっちり教え込むのが良いとの信念に基づくものである。この点については、産業界で働くベテランから新人に至るまで、100%の賛同が得られている。

我々の新カリでは、結局“メカニカルサイエンス”、“エネルギーシステム”、“設計生産システム”及び“システム情報制御”の四つのコースに学生を割り振ることにした。その目的は、学生の勉学により所を与えるためである。機械工学が対象とする範囲があまりにも広く拡散してしまった現在、学生は大海に漂う小舟のような不安感にさいなまれ、プロとしての自信を持つに至るにはほど遠い状況にある。これがまた、学生の勉学に対する熱意を失わせるという悪循環を生んでいる。

私は、コースは電車の握り棒の様なものだと思っている。みなそれぞれに好きな棒につかまって、少なくともその周辺には自信が持てるようにすれば、結局みな同じ方向に動きながら、個々の学生の意欲と能力を最大限に引き出すことが出来ると思うからである。

学生は、3年冬学期までは、ほとんど共通の教育を受ける。従って、材料力学にうとい機械屋や、熱力学を知らない機械屋は生まれてこないはずである。機械技術者の最大の特長がシステムやプラントの取りまとめ能力にあることを考えれば、これは産業界の期待とも合致している。

コースの特色は、それぞれ五つずつのコース専

表 1 新カリキュラム科目配当表 (東京大学工学部機械系3学科)

学期	教養 IV	3 年 夏	3 年 冬	4 年 夏	4 年 冬	合計	
必修科目	機械設計製図第一	機械設計製図第二(4) 機械工学実験(2) 機械製作実習(1)		卒業論文(8) 機械設計・計画(2)		6科目 18.5単位	
限定選 択科目	共通科目	電気工学通論第一 数学 1B 数学及力学演習 D (2) 機械デザイン コンピュータ機械 工学 材料力学 B 第一 流れ学第一 応用熱力学第一 機構及機械力学第 一	電気工学通論第二 数学 2B(3) 機械工学演習第一 (2) 実験計測法 内燃機関第一 材料力学 B 第二 流れ学第二 応用熱力学第二 機構及機械力学第 二 機械設計 生産の技術 機械材料学 自動制御 A 第一	電気工学実験大要 B(1) 機械工学演習第二 (2) 振動学 蒸気タービン 連続体解析学 強度設計学 伝熱工学第一 設計工学 メカトロニクス 加工の原理第一	機械工学特別講義	各コース 38科目 59.5単位 (注)	
	コース 専修科目	メカニカルサイ エンス		統計熱力学	線形システム論 乱流輸送現象論 弾性塑性の力学		メカニカルサイ エンスセミナ
		エネルギーシ ステム		粘性・圧縮性流れ	数値熱流体力学 伝熱工学第二 ガスタービン B		エネルギーシ ステムセミナ
		設計生産シ ステム		加工の原理第二	管理システム論 自動生産システム CAD/CAM		設計生産シ ステム セミナ
		システム情報制 御		自動制御 A 第二	システム工学 ロボティクス ビークルダイナミ クス		システム情報制 御 セミナ
標準選 択科目	金属組織学 計測通論 C 第一		電気工学通論第三 数学 3 内燃機関第二 職業指導(2)	ボイラ及原子炉 エネルギーシ ステム工学 船用機関 トライボロジ 自動車工学 ターボ機械 非破壊検査法 金属材料 塑性加工学 バイオシステム テクノロジー 工業経営 基幹産業概論	産業機械特別講義 輸送機械特別講義 エネルギー機 械特別講義		

(注) 卒業要件は、必修科目及び限定選択科目の 75% 以上の履修を含む 84 単位である。

()内は単位数。省略した科目はすべて 1.5 単位。

修科目によって代表される。その科目は講義名を見るだけでコースのイメージが明確に浮かび上がるよう精選したつもりである。4年の学生は、コース別の講義と卒業論文に専念し、いっばしの自信を持って卒業してもらいたいと願っている。

4. メカニカルサイエンス

四つのコースのうちもっとも論議を呼んだのがこのコースの中身である。サイエンスとの接点をあまりに強調すると、他のコースにはサイエンスは無いのかと反論が出る。このコースの存在は、クオークの世界を解き明かす巨大な加速器や、宇宙の彼方を探る大電波望遠鏡を見たときの感動に裏付けられているとも言えよう。

次世代の機械を生み出す新技術の萌芽は、このようなサイエンスとテクノロジーの境界から産まれてくる。メカニカルサイエンスコースでは、このような領域で新しい発見や知見に柔軟に対応でき、場合によっては物理学者や生化学者と一体となって仕事ができるようなメカニカルサイエンティストを育成することを目標にしている。ちなみにこのコースの専修科目は、統計熱力学、線形システム論、乱流輸送現象論、弾性・塑性の力学及びメカニカルサイエンスセミナーの五つである。

これらの講義名を見て、これらはむしろ大学院の講義にふさわしく、学部講義としては難し過ぎると感ずる方が多いと思われる。内部でも同様の意見が出された。それにもかかわらず実施に踏み切ったのは、“年齢に適した教育を行う”の原則によった結果である。はたち過ぎの若者は、FMSだCIMだといった複合化された知識よりは、たとえ難解でもより基礎的な学理を習得するのにふさわしい頭脳もっている。そして一度その適齢期を逃してしまえば、同じ学習に多大な困難と苦痛を伴うものである。これと同じ考え方を、数学者の小平邦彦先生が日本経済新聞連載の“私の履歴書”の中で述べている⁽³⁾。初等・中等教育から始まって高等教育に至るまで、“どの教科

にもそれを教えるのに適した年齢-適齢がある”と実例を挙げて提言している。

5. 必修講義の全廃

以前は、材力、機力、流力、熱力の4力学を中心に、11科目の講義が必修に指定されていた。必修講義を設けると、それなりの効果もある。学生はつまみ食いも許されず、機械工学全般にわたって一応の基礎学力を身につけなければならない。

デメリットは、むしろ教官側のフラストレーションにある。必修なるが故に、たび重なる追試を行ったり、不満足ながらも合格にしてみたりして、1科目の故に学生が卒業できなくなる事態をできるだけ避けてきた。学生にも選択の自由度を与え、教官側のフラストレーションも解消しよう。その様な意図から、製図、実験、実習及び卒論のみを必修にとどめ、講義の必修を一切無くしてしまった。

その代わりに、機械工学の基礎を形成する38科目(コース別の5専修科目を含む)を限定選択科目に指定し、その75%以上を取得することを卒業要件とした。流体力学が嫌いな学生は、ベルヌーイ式も知らずに卒業できる訳であるが、その代わりに他の分野を取りこぼしなしにパスしなければならない。そのくらいの自由度がある方が、学生の意欲と自主性をそそののにプラスに作用するであろうし、また教官も学生にフランクに要求し、採点することが出来る。またこれによって、学生が他学部・他学科の講義を含めて完全に自由に選択できる科目が、10単位以上から20単位以上に倍増した。土曜日の講義を無くしたことと合わせて、学生のゆとりはかなり改善されたはずであり、これによって強制される勉強から自主的な勉強への移行が起こることを希望するのみである。

6. 設計・製図のあり方

製図教育には、図面による表現方法の基本的文法（製図規則）を教える面と、知識を総合して物を設計する訓練を行う両面がある。前者は1学期ほどで足り、むしろ後者に重点が置かれるのは当然である。コンピュータは、あらゆる分野でその並外れた支援力を発揮しているが、設計・製図も最も大きなインパクトを受けている分野と言えよう。

設計図面の一部に、CADによる図面を含めることを要求して以来、学生のコンピュータに対する親密感がまた一段と高まったようである。CADが使えるようになって、それ自体は会社ではルーティンとして処理されている仕事であり、難しいことではない。それよりは、コンピュータを介して知識を統合することの重要性を身を持って味わい、その体験が今後に活かされることがより大きな意味を持っている。設計・製図教育設備の近代化には、ドラフタとは比較になら

ない多額の予算を必要とするが、新機械工学教育の目玉として今後引き続き重点を置く必要がある。

7. おわりに

新カリキュラムの詳細は、別表に示すとおりであるので、ご参考にして頂きたい。この実験はまだ始まったばかりであり、その成果の判断が出来るのは少なくとも5年先であろう。学生は、一回限りで流れ去って行くものであり、教育に取り返しはきかない。この意味からも、毎年毎年が新カリキュラムの始まりであり、気付いた点から直ちに改める取り組みが必要である。

(原稿受付 昭和61年8月18日)

文 献

- (1) Hutton, S.P., 機誌, 88-802 (昭 60), 1011.
- (2) Acosta, A.J., 機誌, 90-819 (昭 62), 発行予定.
- (3) 小平, 日本経済新聞, (昭 61-3-3), 朝刊, 最終面.