

## 大学院教育改革支援プログラム

### 「複合システムデザインのためのX型人材育成」

夢はバラ色

田中敏嗣\*

Support Program for Improving Graduate School Education  
“ Education Program of Multidisciplinary Engineering Capability for  
Complex Systems Design ”

Key Words : Mechanical Engineering, Graduate School Education, Analysis Capability

#### 1. はじめに

筆者は1982年から1984年にかけて大学院生(博士前期課程)の時代を過ごした。その頃は、大学院のカリキュラムといえば、担当教員の専門分野の講義科目で構成されているのが普通であった。この状況は、ごく最近まで変わらなかった。それが、現在、機械工学専攻において大きく変わりつつある。

機械工学専攻における従来の大学院教育では、例えばコンピューターを使って実際的な課題の数値解析に取り組むのは、そのような研究テーマに取り組む学生だけに限られていた。このように研究テーマの他では座学以外の実践的な体験をもつ機会が極めて限られていたといえる。しかし、座学で与えられた知識を、血とし、肉とするためには、実践を通じた体験が有効であることは論を待たないであろう。機械工学専攻では、以下に述べるように、一連の大学院教育改革の取り組みを行っており、それらにおける中核的な取り組みとしてプロダクトデザインおよびマルチフィジックス解析に関する実践型科目の導入を行っている。ここでは「大学院教育改革支援プログラム」(平成19~21年度)に採択されて現在実施中の「複合システムデザインのためのX型人材育成」の取り組みについて紹介する。

#### 2. 大学院 GP 支援事業について

GP という聞き慣れない言葉が、いつの間にか大学教職員の間で当たり前のようにならなくなった。ここで、GP とは「優れた取り組み」を表す Good Practice の略で、文部科学省により平成15年度から学部教育における GP 支援事業が、平成17年度から大学院 GP 支援事業が開始されている。

ここで、本取り組みの背景となっている大学院 GP 支援事業について簡単に紹介する。1990年からの10年間で大学院学生数が2倍以上という、急速に進んだ大学院の量的拡大に対して、質的整備の推進のため、大学院 GP 支援事業が始められた。量的拡大は進んだものの大学院における従来からの徒弟制度的な教育は変わっておらず、教育課程の組織的展開の強化(これを大学院教育の実質化と呼びます)が必要であるとの認識の下、大学院教育の実質化を推し進めるためのインセンティブとして、平成17年度より「魅力ある大学院教育イニシアティブ」、平成19年度より「大学院教育改革支援プログラム」と題する大学院 GP 支援事業が始められている。

#### 3. 機械工学専攻の取り組み

機械工学専攻では、「魅力ある大学院教育イニシアティブ」(平成17~18年度)に採択された「統合デザイン力教育プログラム」(取組実施担当者:藤田喜久雄教授)それに引き続き「大学院教育改革支援プログラム」(平成19~21年度)に採択された、筆者が取組実施担当である「複合システムデザインのためのX型人材育成」(以後「X型人材育成」)の取り組みにより、機械工学分野における優れた大学院教育の構築を目指した取り組みを推し進めている。

機械工学分野における専門科目は、設計に代表されるシンセシス(総合)系科目と材料力学、流体力



\*Toshitsugu TANAKA

1959年11月生  
大阪大学大学院工学研究科産業機械工学  
専攻・博士前期課程修了(1984年)  
現在、大阪大学 大学院工学研究科機械  
工学専攻 教授 博士(工学) 機械工学、  
流体工学  
TEL : 06-6879-7316  
FAX : 06-6879-7316  
E-mail : tanaka@mech.eng.osaka-u.ac.jp

学、熱力学などのアナリシス（解析）系科目に分類される。様々な知識を総合して、求められる高度な機能を実現するデザインの全体像を描き出すための構想力を育成することを目的として、「統合デザイン力教育プログラム」の取り組みでは、シンセシス系のPBL（Project Based Learning）型科目である「プロダクトデザイン」を博士前期課程に導入するなどのコースワークの整備が行われた。

また、デザインの内容を具体化するには高度な解析力が必要となるが、「X型人材育成」の取り組みでは、アナリシス系の実践型科目の導入により、解析力の強化を目指す取り組みを行っている。また、現在、機械工学分野における研究者・技術者が直面する多くの課題は、従来の分野の枠を超えて、複合領域、境界領域へと展開しており、複数の専門分野が複合する複合システムに対する課題設定・問題解決能力の育成が求められている。そこで、本取り組みでは、このような能力を有する人材をX型人材と定義し、マルチフィジックス問題に対する解析の取り組みを通じてX型人材の育成を目指す教育プログラムの構築を行っている。X型人材の「X」は、二つの専門分野の交差、すなわち複合を表している。

4. 教育カリキュラムの整備

まず、機械工学専攻における教育カリキュラムの整備状況について説明する。図1に博士前期課程のカリキュラムの概略を示す。授業科目は図に示すように基礎的素養を育成する基盤科目群、専門的知識を育成する専門科目群、専門応用能力を育成する展

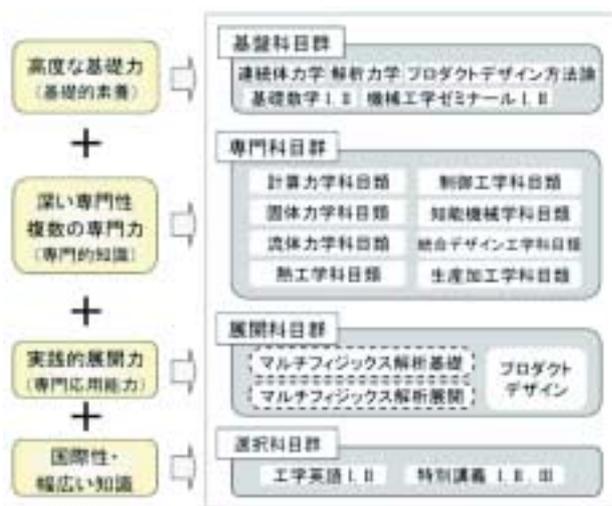


図1 博士前期課程の体系的カリキュラム

表1 平成20年度マルチフィジックス解析基礎スケジュール

実施回数	実施内容
1	ガイダンス
1	Matlab 導入教育
2	Matlab 演習
1	常微分方程式の物理と解析
3	常微分方程式の物理と解析演習
2	偏微分方程式の物理と解析
3	偏微分方程式の物理と解析演習
1	偏微分方程式の物理と解析報告会

開科目群、国際性や幅広い知識を修得させる選択科目群の4つの科目群に分類され、それぞれの科目群からの単位の取得が義務づけられている。このうち、専門科目群の授業は固体力学科目類や流体力学科目類などの8個の科目類に分類されており、さらにこのうちの2つ以上の科目類に対する重点的な履修が義務づけられている。この科目類のしくみにより、複数の専門分野に対する深い専門力を修得できるようになっている。

展開科目群は、「X型人材育成」の取り組みの一環として平成20年度より新たに導入した科目群であり、演習やPBL型の科目からなる実践型の科目である「マルチフィジックス解析基礎」(以後、MP解析基礎)と「マルチフィジックス解析展開」(以後、MP解析展開)を含む。この2つの授業は「X型人材育成」の取り組みにおいて新たに導入されたものであり、計算機を用いた解析系の実践型科目である。展開科目群からは1科目の履修が義務づけられており、これにより、学生は総合系か解析系かどちらかの実践型科目を履修することになる。

MP解析基礎では、マルチフィジックス問題を解析するための理論的基礎と方法論の修得、さらに典型的な問題について演習を通じて複合システム問題解決の基礎の修得を目指している。平成20年度前期実施のMP解析基礎の実施内容を表1に示す。平成20年度は60名の受講があった。この授業では、プログラミング言語としてMatlabを採用することにより、短期間の導入教育によりプログラミングと計算結果の可視化を可能とし、簡潔な見通しの良いプログラムにより、演習で修得させる数値解析の手法などの主題から意識をそらさない授業の実施を可能としている。なお、この授業では、数式を数値的

に解くだけでなく、課題はすべて物理的背景をもつものであり、精度の検証や、各課題に関する物理的な検討を求めている。最後の課題である「偏微分方程式の物理と解析」では、数名からなるチームごとに課題に取り組み、最後に検討結果の報告会を実施した。

MP 解析展開では、あらかじめ答えの用意されていないより実践的なマルチフィジックス問題に対してプロジェクト演習を行う。表2に平成20年度の実実施スケジュールを示す。平成20年度は21名の受講があり、これを1チーム3名からなる7チームに分けた。課題としては、循環プールの設計問題、 $\mu$ TASにおける液の混合促進、マイクロマニピュレータの設計問題、の実際的な3種類のテーマを与え、各課題に対して2~3チームで取り組ませた。取り組みはチームごとに行い、同一課題に対するチーム間での競争や報告会でのディベートなどを通じて様々なアプローチの存在を認識させ、より最適なアプローチの探索を行わせるなどにより、実践的な解析展開力の涵養を目指した。

その他、博士後期課程に、国内外の企業・研究機関などにおいてインターンシップ形式での実践的課題への取り組みを行わせる科目である「複合システムデザイン実践」、それまでに経験した実践型科目あるいは自身の研究課題の周辺からMP解析展開での演習課題を設定し、前期課程学生チームによるプロジェクトの指導を通じて、企画力や指導力の育成を行う「複合システムデザイン企画」の二つの授業を導入している。

#### 5. その他の取り組み

授業と並行して、大学院学生に対する研究プロジェクト支援を行い、授業科目によって育成された能力を基盤として、さらに学位取得に向けた研究においてマルチフィジックス解析力の強化を行うとともに、プロジェクト企画、提案および遂行能力の育成を行っている。

さらに、新規科目および研究プロジェクトをサポートするための計算機を含む環境整備、FD (Faculty Development) セミナーを中心としたFD活動、新規科目開発のための国内外への調査活動などにより、教育プログラムの構築と改善を行うほか、シンポジウム開催などの各種広報活動により、本取り組

みで提案する教育モデルの波及を目指している。

#### 6. おわりに

機械工学専攻における「X型人材育成」の取り組みについて、とくに博士前期課程におけるコースワークの整備を中心に紹介を行った。授業に関しては、平成20年度の実施を終えたところであり、これからアンケート調査による授業の評価を実施し、来年度の授業改善と実施に向けた検討を行って行く予定である。

引き続き、本取り組みをよりよいものとするため、一層の努力を続ける所存ですので、皆様からのご支援をお願いいたします。なお、本取り組みの活動の詳細は <http://www.mech.eng.osaka-u.ac.jp/spigse/> をご参照ください。

表2 平成20年度マルチフィジックス解析展開スケジュール

実施回数	実施内容
0.5	ガイダンス
2	有限要素法の基礎(講義)
1.5	Multi Physics 解析ソフト導入教育
1	チーム編成、課題の提示と説明
2	課題の検討、解析方法の検討
1	解析方針の発表・討論会
4	課題への取り組み・報告作成
1	最終成果報告会



図2 マルチフィジックス解析展開授業実施風景