# 第 5 章
# 今後の展開

KYOTO UNIVERSITY
KYOTO JAPAN
FOUNDED 1897

# 今後の展開

拠点リーダー　椹木 哲夫

## (1) 研究活動　－新しい応用力学創出に向けて－

複雑系機械工学の教育，それは一つには，特定分野に領域化した基礎科学としてモノを中心に捉える要素工学であり，アナリシスである．そしていま一つは，実用に供する人工物やコトを設計するためのシステム工学であり，シンセシスである．機械工学の研究者・技術者の教育には，この両輪は必須である．本拠点で複雑系機械工学の概念を提起した当初の動機は，現状での機械工学分野が，どちらかと言えば，成熟し高度に進化した学問領域となってしまっており，それが故にそれぞれの小さな分野でタコ壺化が進み，概念の共有が難しくなってきていることに対する問題認識であった．このような認識に鑑み，本拠点では，単なる複数学理の複合化ではなく，統合による新たな学理の創出を「基礎研究型共同研究」として推進することに重きをおいた．そのために，個々の研究者の自主的で自由な研究活動を基盤に，活発な領域間対話と緊密な情報交換を日常化していくことで，個別領域の「知の相互関係」を学生が自ら見出し得るための環境を設計し，実践してきた．

20 世紀の機械工学を「力学」をベースとした学問領域と位置づけるならば，21 世紀の機械工学は，「力学，複雑さ，情報」を基礎概念とする 21 世紀の応用力学の体系化であり，それぞれ機能を異にする系が相互関連をもって全体を維持することに注目する新たなシステム観に立つ学術分野の展開であろう．これまでの機械工学が，関係性抜きの静的実在，目に見える実体を扱ってきたのに対して，複雑系機械工学で目指してきたのは，個と全体，時空との関連のなかで生成活動する“関係的”実在を対象とし，あらゆるシステムのもつダイナミクスに注目すること，これこそが「動的機械システム」の拠点名称に託された趣旨でもある．

今後は，材料・熱流体・制御分野の伝統的な力学に基盤をおく従来の機械系に加え，不安定性と自浄的循環を特徴とする地球環境系，ミクロ構造とマクロ物性を特徴とする物質系，多様性と自己維持を特徴とする生体系，そして相互作用と組織性を特徴とする人間機械系をも取り込むことで，環境との調和のなかで自律的適応を実現している力学現象の解明と，その創成についての研究の展開を目指していく．手法の適用範囲の拡大による学際拠点ではなく，機械工学が規範とする「力と運動」による構成式の力学的・数理的立式のディシプリンに則った知の統合化をはかっていくことで，新たな応用力学研究の世界的拠点を形成し，技術を可能にする科学知識と機械工学での規範と論理とが結びついた機械工学に固有な理工学拠点の形成が可能にあると考える．

## (2) 若手研究者育成活動
## －新しい教育プログラムの創設と教育理念－

現在，工学研究科で進めている大学院教育制度改革では，博士課程の前後期連携型教育プログラムの実施に向けた取組みが進行中である．これには以下の 2 つのコースが設けられることになっている．

A. 融合工学コース（専攻横断型教育プログラム）

既存の専攻・学術分野を横断する分野，境界分野において真理の探求，学術の発展に貢献できる人材教育を目的とし，上述のインテックセンターの中に高等研究院と併設して新設される高等教育院において教育を実施する．

B. 高度工学コース（単独専攻型教育プログラム）

これまでの専攻単独での博士後期課程プログラムに代わるもので，既存の専攻・学術分野において真理の探求，学術の発展に貢献できる人材教育を目的とする．

いずれのコースにおいても，その教育目的は，修士課程･博士後期課程を連携させ，在籍期間を５年，４年，３年とする３コースを開設し，長期的な視点から，教育・研究目的に応じたカリキュラムを設計し，計画的に学修・研究に取り組ませることである．各系専攻で既設の豊富な講義科目のみならず，実験・演習・セミナー科目，高等研究院や連携企業，国際機関等における ORT（On the Research Training）やインターンシップ等，系専攻・学術分野の特徴に応じて，より幅広い学識と国際性を修得させ，研究を通じた教育を介して，新しい研究分野において研究チームを組織し，新たな研究をリードすることのできる研究者を育成することを目的とするものである．

上記の融合工学コースとしては，工学研究科全体で現在５つの分野の開設が検討されているが，その中にあって本拠点は，「応用力学分野」ならびに「生命・医工融合分野」の２分野において主導的役割を担っており，本拠点活動で進めてきた研究教育の成果が，今後これらのプログラムにおいて組織化され，具現化されることになっている[1]．また，工学研究科のもとには，既存の系・専攻を横断する新しい研究分野に対応するための専攻横断型の研究組織として設置されている高等研究院があり，本拠点でも既に５年の活動実績を有するが，来年度からの第２期活動では，本拠点から「流体理工学」と「融合ナノ基盤工学」の部門を設置し，On the Research Training の機会を提供することになっている．高等研究院で得られた横断的な最先端の基礎研究の内容を，速やかに研究科レベルで整備する教育制度のもとにカリキュラム化し，他方，機械工学の基盤をなす体系的基礎学理は既存専攻がその教育と研究に当たるという，三位一体での教育研究体制が可能になると考える．

本拠点での教育活動の展開，そして上述の大学院改革を推し進めていくためには，これまでの大学・大学院教育での問題点の抽出から始めなくてはならない．学術分野が成熟し，教える内容の専門化が進めば進むほどに，その内容は幾重にも分断されてしまい，その結果，学生には個々の学習の背後にある全体的な学習が保障されず，真の意味での「学び」というものが成立しなくなってしまうという難しさがある．本拠点ではこの問題を克服するべく，「複雑系機械工学」という共有概念を打ち出し，これまでの機械工学を統合化したプログラムとして研究・教育活動を展開してきた．そこでの教育理念は以下の点にまとめられる．

まず本拠点教育で心がけたのは，機械工学の教育が依ってたつところの「知識観」の再構築である．機械工学，とりわけシンセシスを扱う領域では，知識の枠組みあるいは法則を注入し，それに基づいて具体的に知識を運用するという教育手法が当て嵌まりにくい．このような教育の最も得意とする知識は，実体化されやすい知識であり，概念化の容易なものに限られる．一方，機械工学の技術者には，細分化されていく個別分野の「知の相互関係の探求」が求められる．いわば，知識を「関係主義的」に捉える立場であり，現実の問題に実践的にかかわる中で立ち現れてくる知識である．このような知識の多くは，自らが具体的

な事実を抽象あるいは捨象するなかで定立できてこそ，初めて新たな事象に適用しうるものになる．実験的研究と数学的解析を結合して得られる知識，抽象性と具象性の橋渡しができる能力を涵養していくこと，これが本拠点での教育でまず目指してきたところである．

教育理念の第二は，基礎研究型共同研究方式のための教育実践である．そこでは，プロジェクト型共同研究のための教育とは異なり，教えるものが到達すべき目標をその都度明確に提示することが難しく，また育成途上で目標を拡大させていくにしても，単に下位の目標から順次上位の目標をめざすというような「直線的」なものにはなりにくい．そこでの教育目標は，ある程度構造化されている全体的なモデルに，習得のプロセスでその都度教わる側が納得をし，実感として捉えられたものを取り込み，モデル全体を生成的に拡大，充実させていくといった非直線的，質的，スパイラル的なものになる．これは，限られた期間内で効率的に教え込むための教育を実施していく現行のカリキュラム教育システムとは相反する側面であり，その成否は，教わる側の自らの解釈の努力をいかに引き出せるかに大きく依存することになる．そのために本拠点教育では，鳥瞰的に複数の分野を見渡せ，「違いを見る」というよりは「同じところを見る」という視点の持ち方のできる能力，個別シーズを突き詰めるだけでなく，その問題の本質を捉えて抽象化・一般化した問題として定立することで，新たな別のニーズとの有機的な関係を見いだすことができる能力の涵養を目指してきた．

第三に，複雑系機械工学の人材育成では，閉ざされた世界ではなく，開かれた世界を対象にしなければならないが故の難しさがある．これまでの自然科学は，経験とか事象を「モノ」として対象化することで優れた成果をあげてきた．これに対して機械工学の技術者が向き合うのは，その理論が捉える世界とともに，役に立つ知識，使いやすい知識を拠り所とする世界も併せて捉えていかねばならない．良質のプラグマティズムに支えられた実証的科学としての機械工学の基盤知識の整理と体系化が求められる所以である．今後の本拠点教育では，問題提起能力や抽出力，そしてそれを解決するための技術の構成能力を有する人材，いわば知識を使いこなすための方法の訓練を積んでいる人材の養成にも重きを置いた育成が必要になることにも留意していかねばならない．

---

1：工学研究科 融合工学コースとして検討されている分野としては，上記の２分野以外に，「発展的持続性社会基盤工学分野」，「物質機能・変換科学分野」，「人間・環境・デザイン分野」がある．