



ディシプリンとトランスディシプリン

日本機械学会 前会長 笠木 伸英*



過ぎ去った 20 世紀、学術は細分化と深化を繰り返して急速な発展を遂げる一方、俯瞰的あるいは横断的視野が後退したとされる。今、21 世紀初頭の時代軸に位置し、理工学分野の学術ディシプリンに対して二つの問いかけがあると感じている。

ひとつは、技術あるいは理工学と社会の関係の変化に由来するものである。前世紀の科学技術の発展は飽くなき探求心と要素還元論的手法に基づくものであるが、1990 年代初頭に世界政治や経済の構造変化が生じ、その後、M. ギボンズらによる科学研究のモード論の提唱や世界科学者会議ブタペスト宣言などを通じて「社会のための科学」へ、また応用を意識しつつ行われる基礎研究、即ちパスツール型研究への潮流が現れた。つまり、科学技術は社会の要請にいかんして応えるか、どのような価値を提供できるかといった観点から、個々の専門学術ディシプリンの存在意義や役割が問われ、あるいは、それらを横断する新しいディシプリンの可能性が探られている。

併行して、学術的な進展から宇宙や人類の本質に普遍的な理解が進み、つまり素粒子物理、物性科学、分子細胞学、ナノテクノロジーといったミクロな世界の科学の進展と、それらを実際に操作する技術の台頭によって、より根源的かつ普遍的な科学的知識が形成されてきたことから、学術的な境界が流動化し、改めて各専門分野のディシプリンが問われている。つまり、我々の生きる世界は物質とエネルギーと情報で構成され、それらのミクロな状態変化によって人間を含む系が説明できるならば、専門学術分野間の線引きは 2 次的なことではない。しかし、現実に対象とする多くの問題においては、ミクロからマクロまで途方もなく幅広いスケールを有した非線形系を扱うことになり、少なくとも工学的にはマクロの振る舞いをマクロ

として扱うことの有効性も認められている。

このように、我々は今、個別ディシプリンの見直しと、一方ディシプリンを越えた横断型の学術大系化、つまりトランスディシプリンへの要請に直面していると言える。つまり、機械工学はじめ既存の工学ディシプリンの意義が改めて問われる一方、「横幹」は後者の問いかけに応える試みを始めたと理解できる。

ところで、「横幹」の目標とする具体的なコンテンツは必ずしも明確に見えていない。制御学、シミュレーション学、あるいは俯瞰工学などが例示されたと記憶している。これらは確かに分野をまたぐ手法としての共通性は有している。制御は、動的なシステムの境界条件や入出力の最適設計、そして制約条件と目的量を含む評価関数を停留化させる広義の設計と読み替えることもできる。目的関数を人文社会科学的な要素まで拡張定義すれば、吉川弘之会長の指摘する逆設計・逆製造のような、新世紀に求められる工学の革新にも繋がるのかも知れない。こうした理解の論理性と妥当性は、制御学を「横幹」の核のひとつとして位置づけるための礎として明確にされる必要がある。

シミュレーションは、数値技法、モデリング、計算機科学、情報理論、ビジョンなどを含む横断型の科学技術といえる。新世紀に入って、要素や部分のシミュレーションから、システムや環境などの全体シミュレーションへと向かう動向があるが、先に述べたように、極めて幅広いスケールを全てに渡って模擬することは、計算機性能の向上を仮定しても不可能である。そこに、シミュレーションとしての基本的な課題が存在する。応用や対象の差異を越えた集約的努力が、この困難な問題に答えを提示できるのか、成果が待たれる。

異なるディシプリンの科学的知識の融合と俯瞰的な方法論が、現実問題へのソリューション、あるいは新価値の創造に結びつくこともある。火星探査ロボット（マーズパスファインダー）、インター

*東京大学大学院工学系研究科教授、日本学術会議会員、王立工学アカデミーフェロー、王立スエーデン科学アカデミー会員

ネット、携帯電話、iPodなど、科学的なブレークスルーというより、既存技術の応用先や応用の形態に価値を創出する例がすでにある。この種の技術のインキュベーションのための基礎科学や手法を見出し、また新しい知識の体系を築くことができるのだろうか！「横幹」の課題のひとつであろう。

ここに挙げた例に見られる科学的手法が、「横幹」の核として、その存在が認知されるためには、それら自体の科学的な発展の可能性を包含すること、未来社会が直面する諸課題のソリューションを呈示できる可能性を有すること、その上で未来を担う次世代人材に対して彼らの行動原理としてのトランスディシプリンを呈示できるかどうかにかかっているように思える。その際、既存の専門分野のディシプリンの再構築も同時に必要で、それらと

の縦横系的協働が行われることが望まれる。

そのような壮大な知の挑戦を動かし、可能とする動機、原動力は何であろうか。それは、未来を描くビジョンであり、それに基づいた具体的目標であり、そこに至るロードマップである。科学技術に関わる共同作業が、垂直統合リニアモデルから水平分業ネットワークモデルへと変遷し、開かれた協働と技術革新が求められている。つまり、産官学のあらゆる接点において、障壁を作らず、寛容で開かれた場を持ち、協働と技術革新を誘導することである。シニアは世代としての使命感を持ち、ジュニアの科学とものづくりへの好奇心を奮い立たせたいものである。多様な知識と価値観の出会いが、イノベーションの鍵であろう。