

工学とはどういう科学なのか

京都大学 国際高等教育院

喜多 一

1. 実学についての理解

大学の教育を考える際には学生や科目を大きく、文科系、理科系に分ける。既に過去のものとなったが、設置基準の大綱化前の大学における教養教育は人文科学、社会科学、自然科学を3本柱としてカリキュラムが制度化されていた。この構造は初中等教育とも接続しており理科系という括りでは文科系に比して数学や物理学の教育に重点が置かれている。

他方で、「実学」という視点では工学は医学、薬学、農学などとともに自然科学の知見を応用して実世界に能動的に関わるための学問という性格を持つ。しかしながら実学という性格についてどこまでどのように意識されているかは問い直す必要がある。先述のように、初中等教育から大学の教養教育に至るまでの普通教育では実学をとりわけ切り出して考えさせられることはない。このことから外から工学を見た場合は自然科学の応用を考えている学問という理解につながる。他方、工学部に身を置けば、理学とどう異なるのか、を自問することになるが、これも研究対象が「役に立つ」ということで片づけられてしまいがちである。実際、工学系の研究室で行われている研究には理学部で研究されていてもなんらおかしくない課題は多いし、その場合、研究の方法論も特段違いがなかったりする。自然科学そのものは対象の理解が主眼であるが、実験系の自然科学ではそのために実験方法や装置の開発を必要としており、その取り組み自身は優れて工学的であることも両者の区別を分かりにくくしている。

この点についての問いとしてはサイモンは「システムの科学」[1]の中で、「デザイン科学」ということを取り上げつつ、現実の工学教育について

専門家活動におけるデザインの中心的な役割を考えると、今世紀に入って、自然科学が専門学部のカリキュラムから人工物の科学（それは第2次世界大戦後20年間あるいは30年間にわたり、大きく発展してきた分野である）をほとんどすべて駆逐してしまったことは、皮肉な現象である。

と批判を加えている。木村は工学として教えられている内容について、理学の教育内容との差異の中から「純粋工学」と「応用工学」という分類を提起している[3]。吉田は自然科学など対象の理解を主眼とする科学を「認識科学」とし、これに対して工学などを、人工物を設計するという点から「設計科学」として対置させている[2]。

2. 設計科学の固有性

それでは「設計」という括りがどのような固有性を持つのか。ここでは設計という営為がどのような点で自然科学と異なる内容を持ち得るのかについて考察したい。

第1点はあたりまえのようなことであるが「設計」が可能であるということ、すなわち、何かを意図的に操作することで目的に沿った人工物を構成できる余地があるということである。設計をプログラムと言い換えるならプログラム可能性（プログラマビリティ）ということである。自在に建築物や機械を構成することは当たり前のように思われるが、素材や加工の技術によって設計可能性が担保され拡大さ

れている。

人工物の構成に置いては建築物のように物理的存在が目的となる設計と、人工物の動的な挙動を実現するため情報を扱うことの設計に大別される。後者は例えば自動制御システムとしてのワットの調速機に示されるような機械的な動作から電子技術に、さらにはアナログの電子回路からコンピュータを用いたソフトウェアへと急速に姿を変えてきた。

第2の点は「目的」や「価値」の存在である。人工物を意図的に構成することは、それに目的があり、人工物によってもたらされる価値がある。近年、デザインスクールなどが注目されている理由の一つは、製造技術が高度化する中で、「どうやって作るか」、すなわち自然科学の応用手段だけでなく、「何を作るか」、すなわち価値を創出する人工物をどのように描くか、ということが問われるようになってきていることが背景にあると考える。このため、エスノグラフィなど文科系の方法論も注目されているし[エラー! 参照元が見つかりません。]、価値を実現する人工物を発想するために推論形式としてのアブダクションも重要になっている。さらに、「価値」は「誰にとっての」価値なのかという社会的な思考も必要になっている。

第3の点は複雑さの克服である。人工物として構成可能なものが拡大するにつれ、それは様々な意味で複雑化している。典型例はソフトウェアであり、大規模なものはソースコードにして億行の規模になっていると言われる。このような複雑さを克服するためにソフトウェア工学があり、プロジェクト管理が行われている。信頼性工学も複雑な人工物の信頼性をどのように確保するかを考える手法である。さまざまな制約と多面的な設計目的の中で人工物を設計するためにシステム最適化などの方法が探求されている。これらは木村の言う純粋工学に相当する。数量的・論理的思考の基盤として数学は自然科学と工学に共通しているが、これに加えてより能動的な側面を持つ手法が設計科学の基盤となっている。

3. 社会科学と生命科学への接続

吉田が指摘しているように、設計科学という視点からは工学は社会科学と接続する。他方、生命現象は医学や農学など、それ自体への積極的な関わりを行おうという意味で工学と接続するが、生命それ自体はまだまだブラックボックスでありなかなか第一原理的アプローチに至らない。他方、そこには生命がダーウィン進化的に獲得したメカニズムを解明すること、すなわちリバースエンジニアリングすることで「設計」の先例が得られる点で非生命的物理現象などとは異なる意味を持っている。

参考文献

1. H.A.サイモン著、稲葉、吉原訳：システムの科学、第3版、パーソナルメディア、1999
2. 吉田民人：俯瞰型研究の対象と方法―「大文字の第二次科学革命」の立場から、学術の動向、Vol. 5, No. 11, pp.36-45, 2000
3. 木村英紀：横断型研究開発の重要性、UP, 2002年3月
4. トム・ケリー、ジョナサン・リットマン著、鈴木、秀岡訳、発想する会社! ― 世界最高のデザイン・ファーム IDEO に学ぶイノベーションの技法、早川書房、2002