

第1章 序にかえて—今問われる工学の使命と役割

2011年3月11日の震災とそれに続く原子力発電所の事故と電力危機は長く歴史に残る災禍となった。この未曾有の災害と国家的危機に直面して我々東京大学大学院工学系研究科は、科学技術を国礎とするこの国において工学の使命と果たすべき役割についてあらためて考え行動するため、この「震災後の工学は何をめざすのか」を著すこととした。

1・1 投げかけられた科学技術への課題と工学者としての見識

1・1・1 自然の猛威と科学技術への信頼の喪失

この度の震災では、自然の猛威と破壊力の凄まじさを目の当たりにし、複数の原子力発電施設の同時事故、火力発電所の停止と、それらにつづく電力供給危機、また、通信網の機能不足やサプライチェーンの断絶による製造業の機能不全など、我が国を支えている科学技術に対して、多くの人々が不安に思い、また、長年築かれてきた研究開発への信頼が損なわれるのではないかと懸念された。私たち工学者にも、営々と築いてきた科学技術と自身の工学者としてのあり方に自問する人々や、また、密接に関係してきたはずの社会や人々との連携にもその複雑さの迷霧に阻喪する人々も少なくない。学生諸君も工学という学問に対する期待感の喪失や自身の将来や進路への迷いが生じているかもしれない。

1・1・2 科学技術への課題

しかし、科学技術で産業を拓き社会を築いてきたこの国で、国土や産業、社会の再生と復興は、科学技術なくしては進まない。今直面している膨大な課題に対して、短期のアクション、中期のプラン、長期のビジョンが、個人から国家まであら

ゆるる階層で、また、おおよそあらゆる科学技術の分野で必要なときである。時間のスケールにより為すべきこととできることが異なるため、短期、中期、長期に分類して考えることが適当であろう。短期のアクションとは災禍に対峙してすぐに取るべき初動であり、震災から一年を経た今日、この時期はすでに過ぎ去ろうとしている。中期のプランとは一年から数年を目処に、現在使える技術を駆使して最適な対応を計画することである。長期のビジョンとは、数年から十年以上の月日をかけて問題を抜本的に解決し社会にイノベーションを与える将来展望である。

したがって、ここ東京大学、そして東京大学工学系研究科においても、学生諸君が何を学び、教員が何を教え、そして研究者がどこを目指すのか、短期アクションと中期プランに貢献し、明確な長期のビジョンと方向を示すべきである。

1・1・3 工学者としての見識

すなわち、私たち工学系研究科で教鞭を執り研究を進める者は、工学者として直面する課題を正視し、深く客観的に原因を究明して課題を整理し、冷静な判断の下に適切なプランを立案し、長期のビジョンを見通し、工学者として見識を示す必要がある。その見識は純粹に科学技術に立脚した中立なものでなければならぬ。そのうえで、社会や産業と密接に関係する工学は、様々な状況に置かれている様々な人々の考えや意見にも謙虚に耳を傾けるべきである。科学技術で国の礎を築く大学の役割、少なくとも工学系研究科の役割とはそういうことと認識する。

1・2 工学の現状

1・2・1 基礎基盤工学と総合工学

科学技術で国を築いてきた工学部・工学系研究科の役割は、おおよそ150年前に海外から先端技術を導入し、数学、物理学、化学、土木工学、建築学、機械工学、電気工学など基礎基盤工学を理解してその技術を支える人材を輩出することから始まり、世界最先端の研究と教育に肩を並べ社会と産業に深く関わりあう現代の工学まで大きく変貌を遂げてきた。また

工学はその役割だけでなく、工学という学問そのものも時代とともに変貌してきた。その一つが基礎基盤工学の諸分野が学際的に協力して一つのシステムや課題に取り組み総合工学との役割分担といえよう。例えば、原子力工学や航空工学は総合工学の範疇であり、その中には電気、電子、機械、物理、化学、材料、建築、土木、システムなど広い分野の基礎基盤工学を内包している。いわゆる学際研究と呼ばれている学問領域である。もちろん、基礎基盤工学としてそれぞれの工学は進化と深化を続けている。進化と深化を続ける基礎基盤工学と、医療や経済など新しい学際分野にも広がりがつつある総合工学。工学を全体として俯瞰したとき、基礎基盤と総合、この大きな流れが現代工学の姿ともいえるであろう。

今、国家的な課題に直面し、基礎基盤工学と総合工学の密接な連携の元に、工学の総力を挙げて困難に取り組むときである。しかし、この震災への短期アクションを顧みるにつけ、総合工学に内包される各工学の要素とそれぞれに対応する基礎基盤工学の各工学が、互いに連携を遂げていたかという問いに対しては疑問を呈さざるを得ない。学際化の光と影が顕在化したようにも思える。これからの工学のあり方として、この機会に互いに門戸を開いて議論すべきときであろう。本書では第7章でより深く考察したい。

1・2・2 社会と工学

もう一つ現代工学の大きな特徴は社会との密接な関わりである。工学は産業と密接に関係するので産業のためにある学問体系と誤解されやすいが、工学は理学と同様に独立した学問体系である。しかし、西洋文明の導入に東大工学部の前身があったように、従前から工学は社会や産業と関わりは深い。工学が発展して大がかりな技術が実用になるにつれ、この関わりがますます深く広範になるのは自然な発展といえよう。発電所や工場、情報ネットワークなどの巨大システムが中核となれば、雇傭を産み社会が形成され経済活動が営まれ、規則や規制もルールとして必須となり倫理やコンプライアンスはいよいよ重要となろう。巨大システムがネットワークで結ばればもはや一国の範囲には収まらない規模となる。このように工学システムが核となり巨大で複雑な社会、すなわち巨大複雑社会ともいうべき社会が形成されていくことが現代工学の特徴的な一断面である。技術を活用して巨大複雑系社会を構築維持するには理系文系あらゆる側面からの協力と協調、そして

判断が必要になってくる。

一方、技術が高度となり複雑で巨大になるにつれ、その理解には困難を伴うようになり、工学は社会や人々とますます疎遠になる傾向にある。工学の進歩により社会や人々と工学が密接になるに従い、社会や人々から工学が疎遠になる。この相反する傾向は、安全という工学側の命題と安心という社会や人々の側の意識の整合を困難にしているとも言えよう。説明不足や理解不足が無用の誤解と論議を引き起こせば、両者の乖離は深刻になるばかりである。

そして、理系文系に広くまたがる巨大複雑社会の全貌を把握することは容易ではなく、複数の専門家が協力協調する必要がある。有事に巨大複雑社会を統率するリーダーは何を判断すべきか、それにもましてリーダーをどう支えるべきか。社会と組織の仕組みを理解しつつ工学の専門領域を極め問題解決能力を身につけた人材を輩出すべく、工学の教育を改めて見つめ直す必要がある。工学教育のあり方についても第7章でさらに深く論じる。

1.3 緊急工学ビジョン

1.3.1 本書の構成と目的

前述した状況と工学の現状を踏まえ、以下に続く第2章から第7章の各論では、震災を契機とする緊急の工学ビジョンが記されている。直面する課題をエネルギー、原子力、土木・建築・都市、情報通信・交通輸送、医療・衛生の各項目に大別し、また、工学のあり方と新しい方向を第7章に加えて、工学の果たすべき役割を、短期アクション、中期プラン、長期ビジョンとしてまとめた。繰り返しになるが、短期アクションとは、今すぐ着手しなければならない技術課題に対して為すべき行動をまとめたもので、現役の研究者や技術者が対応すべき直近のアクションである。したがって、本書ではほとんど割愛している。中期プランは、ここ一年から数年の間の課題を客観的に分析し、今存在し使える技術を最適に活用して最良の効果を得ようとする、あるいはそれに近づこうとする計画と位置づけた。ある意味で、総合工学的なアプローチといえるであろう。そして、長期ビジョンとは、現在直面している課題、あるいは今回の震災を契機に新たに浮かび上がった課題を抜

本的に解決し、社会や産業にイノベーションを呼び起こす研究課題である。数年から十年、あるいはそれ以上先をも見据えて挑戦すべき新しい工学を切り拓く研究である。この国が直面する国家的危機を直ちに、そして、時間をかけて根本的に解決し、新しい科学技術立国の方向を見据えようとするものである。本書では中長期のプランとビジョンに焦点を絞った。

1・3・2 学生諸君と若い世代に託すべき課題

実は、震災直後の五月に、東京大学工学部・大学院工学系研究科の学生と若い世代の研究者に向けて本書と同じ「震災後の工学は何をめざすのか」と題した小冊子を同学部・研究科の教員でまとめ、配布した。本書はその小冊子をもとに、一般読者を想定してまとめ直したものである。冒頭でも記したように、進路に迷いを生じた学生諸君やそのあり方を自問する若き工学者達に、教員から先達としてメッセージを届けたいとの思いから小冊子をまとめた。一般読者を対象とした本書であつてもその思いは変わらない。ここに小冊子から学生諸君へ向けた一節を引用したい。

「災禍を前にして、工学にはまだまだ研究を進め解決すべき課題が山積していて、人々が安全安心に時を紡いでいけるように、技術と社会との関わりを一層密にしなければならないと、私たちは認識を新たにしました。この緊急工学ビジョンにまとめられた課題には、中期のプランと長期のビジョンが平易に記されていますが、本質的な理解にはしっかりとした知識が望まれます。学生諸君には、それぞれの課題を正しい知識の元に冷静に読み捉え、諸君の先輩達がすでに取り組んでいる果敢な挑戦と努力を知り、そして、諸君自身が挑戦すべき課題を見出してほしいと思います。数百年、あるいは千年に一度とも言われる災禍から立ち直るには長い努力が必須であり、この大学に入って間もない諸君も、すでに工学を学んでいる諸君も、きつとその一員として貢献する時がくるでしょう。そのときのために、しっかり基礎を学び、先輩達の知を受け継ぎ、私たちとともに新たな可能性に挑戦しようではありませんか。」

東京大学では学部二年生の半ばで学生達は進学する学科を決めて専門を志す。このプロセスを進学振り分けと称しているが、震災後の進学振り分けでは工学部を希望する学生はかえって増加し、原子力工学や電気工学を志す学生数も例年を大幅に上回った。本学の学生諸君の気概に触れ感慨深くあつた。

二年間の工学部長・工学系研究科長の任期にあつて、この震災への対応ほど迷いを生じ心を砕いたことはないが、教職員諸氏の叡智と賢慮により諸事への対応と進むべき方向を示すことができた。この場を借りて深謝したい。

震災の犠牲となった方々に謹んで哀悼の意を表し被災者の方々にお見舞いを申し上げ、本書をもってその意を新たにした

北森 武彦