急激なイノベーション時代の大学のあり方

―― 東京電機大学創立111周年 ――

東京電機大学
東京千住キャンパス

情報社会、知識社会の中のエンジニアの使命
～情報とは何か？知識とは何か？そして工学～

東京電機大学（TDU）は理工学部3学系、工学部第二部に社会人課程（実践知重点課程）を設置し、2年にわたった全学的改編を達成した。また、ものづくりセンターの本格運用を始めるなど積極的に展開。2018年11月22日に、学園創立111周年記念として「急激なイノベーション時代の大学のあり方」と題する講演会を開催。学術顧問の吉川弘之氏、学長の安田浩氏、日刊工業新聞社取締役編集局長の四竈廣幸氏がビジョンを語った。

東京電機大学学術顧問
日本学術振興会学術最高顧問
産業技術総合研究所最高顧問
吉川 弘之 氏

エンジニアはデザインの専門家に

社会的期待

時代は急激に変化し、さまざまな分野が入り交じるイノベーションが進展している。知識は伝統的な縦割りでなく、さまざまな関係を持ちながら私たちの生活に影響してくる。科学技術の知識が社会に出たときどんな結果を起こすのか、その知識や感性を身につけないと現代のエンジニアと言えない。

国連の「持続可能な開発目標（SDGs）」には17項目と多数の目標がある。人々が幸せで安心に生活できることを目指し、いろいろな行動の結果を享受する人々の状態を目標としている。これらは専門家に投げられた課題だが、それぞれに対応する特定の学問分野はない。今日、研究者や産業が多数参画し好ましい状況だが、個々の取り組みをどう総合していくかを研究者、開発者、エンジニア、そして企業が同時に考えなければいけない。

工学者はこれから、SDGs型課題に対し、「あなたの研究はどう役立つのか」と問われるだろう。これらの課題は極めて難しく、従来の科学技術のあり方では答えられない。学問のあり方すら変えざるを得なくなるだろう。

知識社会と学問の特徴

さて、知識社会は中心に社会があり、回りに政治家や医師、技術者などの専門家、その背後にそれぞれ学問分野がある。技術者には工学やデザイン学がある。大学が教える学問が専門家をつくり、現代社会を支えている。

実は学問には特徴がある。一つは存在物の不変性を求めたデモクリトスのアトム理論で物性論や素粒子物理学などが非常に発達した。一方、ヘラクレイトスが「万物は流転する」と言った。この時代にすでに変化に興味が持たれたが、学問としては発展しなかった。

現在、深刻化する環境問題では、酸素原子が森林で植物と動物の間を1週間くらいで動くことが分かり、その流れが阻害されたとき自然が劣化することがようやく現代になって分かってきた。これは遅すぎた発見であり、科学は絶対ではないと気付かなければならない。変化の法則をつくるのは非常に難しい。これから学問を修める人は伝統的な縦割りに埋め込まれるのではなく、幅広く新しい問題に取り組むことが大事だろう。

科学とカオス

従来の学問は観察、分析、記述して対象を論理的に説明した。岩石なら、砕いて構成要素を調べ、分析して結晶構造を調べるという具合だ。

しかしデカルトはすでに17世紀に「分析だけでは理解とは言えない。対象を細かく分けて調べる『分析の規則』だけでは不十分」と指摘。モノを原子レベルにまで分け、また戻したとき別の化合物にもなり得る。どういう化合物ができるかすべて理解する方法を「総合の規則」と呼んだ。そして、いくらでもできる総合結果を数え上げる方法を「枚挙の規則」と定義し、この三つの規則が分かって初めて世界を理解したことになると言った。

ところが総合、枚挙の規則を明らかにする「つくる科学」はなかった。私たちはイノベーションでさまざまな人工環境をつくり続け、現代的な混乱を起こした。今、環境問題がクローズアップされ、ようやくデカルトの総合・枚挙の規則に気付いた。「戦争をなくそう」と言いながら武器を作ったように、作ったものについての知識の正当性を保証する科学を持たなかったのだ。

良きものを作る

何を作るかはデザイン学の課題だ。イノベーションが急速に進む社会でできることをすべてやってしまうと社会がカオスとなる。これからは良きものを作る、総合的に考える、できたものを調べる規則であるデザイン学が必要になる。これはデカルトらがすでに指摘したことだが、学問にならず大学に入ってこなかった。

「つくる科学」はどうだったか。つくることの論理学はなかった。だが、伝統的な土着知識は存在した。例えば、種をまいて芽が出て実を結び、それを煎じて薬にして服用していた。すべてを一貫した知識であった。しかし近代は、種から実までは植物学、煎じて抽出するのは化学、薬学、最後は医学の専門家が判断する。植物学と関係がなく専門化したことが、今の社会にカオスを起こしている。この土着的知識は分析を旨とした科学の基本的方向とは逆で、まさにSDGs型の考え方であったが、現代の科学はそれを否定し排除したのだ。

これからのエンジニア

ではイノベーションが急速に進む時代にエンジニアはどういう人になればいいか。一口で言えば、熱力学など基礎的な科学的知識を身に付けた上で、どうすれば良いモノができるのかについて体系的知識、すなわちデザイン学を持つ人だ。工業も農業も政策を決定する人も、共通のバックグラウンドとして、専門家が科学の基本を学んだように、デザイン学の基本を身につけるべきだ。

では、デザイン学とは何か。ある要求に応じたモノをつくることだが、まだ体系化されていない。例えば、紛争を止める国際的な条約の制定も、自分に合う洋服をつくるのもデザインであり、広い範囲を対象とする学問だ。従って抽象的な体系だが簡単な例を挙げよう。

「速く走り、美しくさえずり、上手に泳ぐ」デザインを要求された場合、昔は犬と鳥とカエルを単純につないだ。

そこに情報という概念が登場。情報世界では自由に犬の脚、鳥の口、カエルの脚をそれぞれ切り離すことができ、情報処理し「イヌトリガエル」が概念的に設計でき、思いもよらぬ独創的なモノができた。科学が現実の情報化であるのに対し、デザイン学は情報の現実化である。エンジニアとは自由な情報の世界で考えられる人であり、さらにそれを現実化できる人だ。

一般デザイン学

ものの性質を明らかにするのが科学、逆に性質が与えられそれを持つものをつくるのがデザイン学。これは逆関数だ。物体落下など科学の狭い世界では逆関数の解が求まるが、飢餓の性質を分析することができても飢餓がないという性質を現実化するという逆関数は解けない。エンジニアはデザインの専門家にならねばならないが、まだ教科書はなく自分で作って良いのだから、楽しい（笑）。逆に科学には独創的な世界は残り少ない。ノーベル賞も新発見だけでなく、発見の結果が評価されるように変化するだろう。

人はものが与えられれば性質はおおむね言える。シジュウカラは「きれい、好ましい、かわいい、楽しむ、鑑賞」など人と共有できる。しかし「威圧的、怖い、攻撃的、危険、警備」でワシを特定するのは難しい。人はものに対する分析的な力は共有されている。逆は合意が難しく、作ったものが環境破壊や戦争の要因になる。逆関数を担うエンジニアの役割は大きい。

いろいろなデザイン、例えば建築設計、インテリアデザイン、機械設計、電気回路設計、ファッションデザイン、絵画制作、法律制定、大学制度設計、経済政策などは皆、科学の逆過程だ。これらは同じ思索の構造（構文論・syntax）を持つのでそれを名付けてデザイン（design）と呼び、これらの背後にある共通の体系的知識を、一般デザイン学【General Design Theory】と呼びたい。エンジニアはこうした意識を持たねばならない。

社会の中のデザイン

地球温暖化対策として世界で行動計画ができ、人々の努力でパリ協定もできた。産業界では二酸化炭素を減らし、省エネルギーも推進し、それに資する技術も開発された。一般の人も生活様式を変えようと動き始めた。政治家も科学者も技術者も一緒になって解決に努力しつつある。デザインという行為が協力して行われたわけだ。

エンジニアは多くの人たちと対話できないといけない。同じ専門家でも密室にこもって研究に没頭する科学者とは異なり、社会の中で生きる「デザイナー・イン・ソサエティー」であるべきだ。SDGs型課題をさまざまな人と語り、社会の流れをつくれる社会的存在こそがエンジニアなのだ。

理想の教育

すでに一つの専門知識では課題解決はできない。大学は狭い知識の重視から、知識を使う方向に若者を動かしてほしい。例えば学生がラボで好きなものを作り、不足している知識を学びに講義に行き、先生を訪ねるような大学だ。すべての若者はさまざまな動機を持っているが、従来抑制してきた。大学は学生の動機を生かす教育体系を作り、彼らの夢を伸ばせる場所になってほしいと思っている。

価値基準の多様性
国連SDGs：“公的な”社会的期待

2030年を目標として2015年に宣言、一人も残さずすべての人に

多様な期待と科学技術の多様な寄与

東京電機大学 創立記念日特別講演会
学生の動機を活かす教育体系を

知能創発革命の先導と人材育成

安田 浩 学長

大学の取り組み

本学は2017年にシステムデザイン工学部新設と工学部改編、18年に理工学部改編と工学部第二部社会人課程（実践知重点課程）を開設し、2年にわたる全学的改編を達成。引き続き大学院の拡充整備を準備し、建学の精神「実学尊重」、教育研究の理念「技術は人なり」の下、特色ある教育充実を進めていきたい。

知能創発革命

今日、世界のパソコン、携帯電話、カメラなどがつながり、76億人の巨大な知性が誕生し創発的革命が期待される。どのように展開するか技術的側面からお話しする。

この革命は、目的別技術の革命と基盤技術の革命の2段階からなるだろう。前者は①探知・感知②修復・再生③分解・合成④拡張存在。後者は①圧縮・伸長②真正・安全③予測・想定④自律制御からなる。本学はこの技術領域の革新に貢献したい。

まず、データを得るためのセンサーは複数の技術で、より多くのデータを収集する必要がある。そしてデータの機能を向上し、どう役立てるかの技術が必要。他方でより良いモノを作りたいという分解・合成技術がある。さらにこれらを総合すると「人間にとってより素晴らしい社会が生まれ、人間の存在や空間の存在をもっと拡張する」という拡張存在技術に至る。これら四つの目的別技術領域の革新が必要だ。

そこで基盤技術の登場となる。最初にデータが多すぎ使えない、運べないという問題には圧縮・伸長技術革命が必要。また世界中から集まる情報が正しいか否かの問題が生じるため、真正・安全技術の確立が不可欠だ。さらに予測・想定技術も台風の進路予測以上の予測を実現させたい。一方、仮説を立てて見通すアブダクションの適用も始まっている。人間が思うような行動・動作を機械で可能にすべく、ロボットが自力でもっと動ける自律制御技術の開発が期待される。

こうした技術を教育に活用実現に向けた可能性を追求したい。例えば病気予防の指導。また人の個性に合った生活空間づくり。さらに発展させれば行動空間で危機察知にも応用できる。流通・マーケティング分野では、食材の供給が冷蔵庫までつながる流通革命が起きるだろう。農業・食の安全では人口問題への対応が重要。その前提としてネットワーク上の情報が正しいこと。サイバーセキュリティーなど革命的なシステムの開発が必要だ。

7元思考で技術創造

人材育成面で七つの必要な項目を上げる。まずインダストリー4・0や国連SDGsなど世界の状況に自分の学びがどう結びつくか「外部状況の把握」をする。そして「分野貢献性」を明確にすること。また目的の明確化。性能向上なのか、価格低下なのか「実現特性」を明示して、さらに「技術創造領域」として目的特化か、皆で使う技術かを明確にした学び方も重要だ。

「概念手法領域」ではハードの改善、全体の構造を見通したプログラムづくり、そして人間に優しいかという人間科学が大事だ。「情報領域」では、時々刻々と入ってくる情報の正確性の保証が欠かせない。そして最後に、自分の仕事が改良なのか、革新的か、革命的なのか、「革新状況」を意識してほしい。本学は学生の教育をこの7元思考をベースに推進していきたい。

大変革期を迎えた産業社会～CASE時代を例に～

日刊工業新聞社 取締役編集局長 四竈 廣幸

AIとIoT

世界の産業界ではドイツのインダストリー4・0、日本のコネクテッドインダストリーズ、あるいはソサエティー5・0などが勃興。IoT（モノのインターネット）に加え、人工知能（AI）とバイオエコノミーの二つが新しい時代の扉を開こうとしている。

そうした中、自動車業界も100年に1度の変革期で、各社とも危機感を抱いているが、一方ではサプライヤーや異業種も参画してきた。これから第5世代通信に移行する通信業界やIT、ライドシェア、AI関連の企業が新しい技術で市場を狙っている。

CASEとは

こうした動きを「CASE」と呼ぶ。「C」のコネクテッドは「つながる車」。車自体がネットワークの中で通信し、スマートモビリティーの一つになる社会が到来する。すでに、トヨタ自動車がクラウンとカローラスポーツを初代コネクテッドカーとしての充実を発表し、今後の新車に展開するというビジョンも出している。

次の「A」は自動運転。経済産業省も柱の一つに取り上げている。米ゼネラル・モーターズが最も早く2019年に実用化するとしている。国内でもディー・エヌ・エーとヤマト運輸がドライバーなしの実証実験を行っている。中国ではバイドゥが自動運転プロジェクト「アポロ計画」を進めており、参加企業が1年で50社から100社に倍増した。最大の特徴はソフト・ハードをすべて開放する「オープンプラットフォーム」。囲い込みでなく連携。自動運転の世界標準に向け各国が覇権争いにしのぎを削っている。

シェアリングの「S」も車の稼働率を上げる意味で、大きな動き。営業車も個人所有も稼働率が低いというデータがあり、さまざまなサービス企業と連携する動きも出ている。トヨタも豊田章男社長が「車の会社からモビリティーの会社に変えるのが私の目標だ」と語ったことに象徴される。

特に「MaaS」と呼ばれる列車や飛行機を含めた新しいモビリティーサービスにおいて、移動革命を起こそうと試験研究も進む。20年の東京五輪・パラリンピックに向け、ホテルや物販に利用する車両など新しいコンセプトカーが続々と出てくるだろう。

最後の電動化「E」は今、急激に進んでいる。特に中国は新しい土俵をつくるべく、電気自動車（EV）化をメーカーに義務付け。20年代の実用化に向け（次世代のEV用蓄電池である）全固体電池の開発も進んでいる。部材を供給するサプライヤーも激しい競争のまっただ中だ。

商機と脅威

CASE時代には商機と脅威が共存する。車は所有から利用に、需要主体は個人から法人に変わり、メーカーの収益源も製造販売からサービス分野に移る可能性が指摘されている。その中でCASEの覇者は米国か、それとも中国か、あるいは欧州か日本か、新しい業界標準をどこが握るのか。今後も紙面を通じて読者にお伝えしたい。

変化の激しい時代だが、記者時代、東北大学で研究と産業育成を使命とされた西澤潤一教授、岩崎俊一教授の姿勢に感銘を受け、今日でも学ぶところ大と感じる。また人生100年時代で長寿生命の研究が進む。大学時代だけでなく、社会に出てからの学びの場として大学への期待と役割はさらに大きくなるだろう。

TDU 東京電機大学 TOKYO DENKI UNIVERSITY
〒120―8551 東京都足立区千住旭町５番 学校法人東京電機大学 総務部企画広報担当 03・5284・5125