



エンジニアリングの真髄

SCE・Net 佐藤 晋

E-96

発行日
2017.4.29

表題は 2014 年日本語に翻訳された本のタイトルである（翻訳、安原和見）。朝日新聞「読書」欄の書評では、「科学」と「技術」の違いを深く考察した本として紹介されている（14-6-1）。「真髄」とは「その道の奥義や極意」ということなので、タイトルからは、エンジニアリングの重要性を訴えた本である。「エンジニアリング」や「科学と技術」については、これまでもしばしば採り上げているので、本の要旨を一部紹介し所感を述べてみたい。

英文のタイトルは「The Essential Engineer」。著者は米国デューク大学教授ヘンリー・ペトロスキーで土木工学、建築土木史が専攻とある。技術史が専攻だけに、これまでの豊富な事例から、科学 (Science) と技術 (Engineering) の差やエンジニアリングの役割や機能を幅広く考察している。例えば、科学は「知る」のが、エンジニアリングは「作る」のが仕事という。また問題の解決には、よく「科学的手法」が重要といわれるが、現実の解を見つける「エンジニアリング的発想と手法」がより大切であるという。さらに科学はエンジニアリングよりも価値が高いもの、優れたものと認識される傾向があると指摘し、良い結果を得るためには相互の協力が必要と説いている。本の副題には「なぜ科学だけでは地球規模の危機を解決できないのか」とあり、エンジニアリングの優れた機能が問題解決には不可欠であると力説している。

筆者は、これまでエンジニアリングのもつ概念と機能とは、「比較的大きく複雑でリスクを伴う対象案件（例えばプロジェクト）を、幾つかの処理できる大きさの要素部分（例えば各業務機能）に体系的に分類し、その個々の相互関連に配慮しつつ、各要素を実用上差し支えない範囲で完成させ、最終的に各要素部分を全体として、最も効率的かつ効果的に纏まった一つの統合物件（例えばプラント）にする手法」と纏めている。したがってエンジニアリングとは、上述の著者の考えと同様、単なる技術だけではなく、物事をシステムチック（系統的・組織的）に解決する手法そのものなのである。一般に、この課題解決の責任者をプロジェクト・マネージャー（PM）と言い、プロジェクトを成功させる上で最も重要な存在になる。

エンジニアリング（産業）の歴史は、米国では化学装置を対象に昭和初期（1925）頃から活躍しているが、日本では戦後で昭和 35 年（1960）頃から急成長した新しい知識集約型の第三次産業である。IT 革命時代のシステム構築や大型プロジェクトや社会開発の推進には欠かせない機能をもっている。

エンジニアリング産業は国際競争力の強化策からも重視されるが、国の産業分類上のランクは「ラーメン店」や「美容業」よりも格下で「その他の技術」に埋没している。また国の「総合科学技術・イノベーション会議」でもエンジニアリングの影が薄い。現状の延長では科学技術創造立国の早期実現が危ぶまれる。科学 (Science) と技術 (Engineering) の関係について取上げてみたい。

「エンジニアリングの真髓」(著者ヘンリー・ペトロスキー、翻訳安原和見)では、「エンジニアリング」のもつ問題解決の優れた機能と多くの事例を紹介している。同じ題名で検索してみると沢山の書評、感想があったが、多くの読者も「エンジニアリング」による問題解決の手法を新鮮な発想として理解と認識を新たにしたようだ。副題の「なぜ科学だけでは地球規模の危機を解決できないのか」も読者の興味を引いたものと考えられる。

本書の朝日新聞の書評では「科学と技術の違いを深く考察」した本として紹介されている。ここでは「エンジニアリング」を「技術」と翻訳している。多くの人も同様な考えをもっているようだ。間違いとは言い切れないが、少々気になるので技術と工学とエンジニアリングについてこの機会に私見を述べてみたい。

科学と技術の解釈については昔から議論が多い。最近の例では、日本学術会議(わが国の科学者の内外に対する代表機関)が、政府の「総合科学技術会議」の名称を「総合科学・技術会議」とするよう変更を申し出ている。その理由は同会議の審議対象が「科学と技術」なのか「科学の技術」なのかで異議を唱えている。「科学の技術」であれば工業化に予算が多く分配されて科学への配分が少なくなることを懸念しての発言である。また H12 年、文科省の科学技術会議政策委員会でも「科学」と「技術」、「科学技術」について語義と語源を詳述し統一見解を試みている。

一般からみればどちらでもよい事のように見えるが、科学者(先生方)にとっては仕事(予算配分)を行う上で非常に大切なのである。ところがこれまでの議論を調べてみると工学やエンジニアリングについては一緒に議論された形跡は全く無く、議論の対称にもなっていないのである。政府系の科学技術委員会やワーキング G には科学者が多い。どうも科学者から見ると、工学やエンジニアリングを含んだものが技術と映っているように思えるのである。

広辞苑では、「技術とは、科学を実地に応用して自然の事物を改変・加工し、人間生活に役立てるわざ」。「工学とは、基礎科学を工業生産に応用して生産力を向上させるための応用的科学技術の総称」。「エンジニアリングとは工学、工学技術」とある。

さらに日本の大学には理学部と工学部がある。理学部は Faculty of Science で工学部は Engineering department なので、エンジニアリングの訳は工学と訳すのが妥当といえるだろう。したがって翻訳の「科学と技術」は「科学と工学」もしくは「科学とエンジニアリング」と訳した方が適切と考える。

ここで筆者の個人的な意見を述べるならば、「科学と技術」は「科学とエンジニアリング」にすべきと考える。その理由はいまやエンジニアリングは辞書で理解する技術や工学よりもさらに幅の広い意味と機能をもっているからである。それを「エンジニアリングの真髓」が訴えているのである。エンジニアリングという言葉が日本の社会に受け入れられるようになったのは昭和 30 年後半である。用語は時代と共に変化してきているのでエンジニアリングの変化の歴史を述べてみたい。

「エンジニアリングの真髓」(ペトロスキー)では、科学だけでは解決できない地球規模的の課題もエンジニアリング(Engineering)により解決できるという紹介があったが、勿論、科学(Science)との協力を前提にした上での話である。今ではエンジニアリング手法は、プロジェクトに応用されて、宇宙開発から大規模社会開発、研究開発、企業内事業などの各種プロジェクト(予算規模数百万□数千億円)にいたるまで幅広く応用できる問題解決型の優れた役務遂行手法となっている。

しかし、もともとは約 100 年前、化学工学(Chemical Engineering)という学問が確立し、それを工業に応用する過程でエンジニアリング産業が生まれ発展している。当初は化学や石油精製装置の基本設計(Basic Design)や詳細設計(Detailed Design)を意味する狭義の用語で用いられていた。現在のエンジニアリングに進化し発展した要因には、①化学プロセス構築の特殊性と、②社会の経済開発の大規模化・複雑化の歴史的経緯があると考えるので私見を述べてみたい。

化学工業の特徴は、原料と製品の数が多く、また原料から製品にいたる製造工程が複雑で、時としてリスクを伴うことも多いといえる。原料となる化学物質で 8 万種以上、よく使われる製品だけでも 1 万 7 千種ともいわれ、その生産プロセスは多種多様である。一般の産業、例えば自動車や家電の生産プロセスでは最終的には個々の部品を組み立てれば製品となるが、化学の場合は、反応で得られた物質から不純物や未反応物質を分離精製して製品となる。その分離精製の後処理には、蒸留、抽出、晶析、吸収、混合、攪拌、粉碎、混練、造粒、乾燥などなど沢山の処理装置(要素技術)がある。生産プロセスはこれらの複数の組み合わせからなり、それぞれは独立しているが相互に影響を与えるので、その設計や運転操作は非常に複雑で難解なものとなる。化学工学では、それぞれを単位操作(Unit Operation)として独立した学問として研究し、その組み合わせを全体(プロセス)として効率的で経済的に纏め上げる手法を学問として確立している。学会の定義をみると、「化学工学とは化学プロセスを設定し、原料から製品にいたる物質とエネルギーの流れの収支関係を明らかにし、各種の装置を設計し、製品を安全かつ経済的に生産するための学問」と定義している。経済的で安全なプロセスの構築には欠かせない学問といえる。

化学工学のもつ工学的経済最適化手法を一般にも通用するような概念で表

現してみると、「複雑で難解な対象案件（例えばプロセス）をいくつかの処理で
きる大きさの要素部分（単位操作）に体系的に分類し、その個々の相互関連に配
慮しつつ、実用上差し支えない範囲で完成させ、最終的に各要素部分（単位操作
の複数）を全体として、もっとも効率的かつ効果的にまとめた一つの統合物
件（例えば生産プラント）にするシステム化手法」といえるのである。

米国では化学工学出身者は他の学科出身者より初任給がダントツに高いと
聞く。それは上述したように全体を最も経済的に効率的に纏める考え方が学問
として身につけているからと考える。エンジニアリングの進化の歴史は次号で
述べてみたい。