



# エンジニアリング思考

SCE・Net 小松昭英

E-134

発行日  
2020.11.4

この「SCE・Netの窓」に、システム思考、プロセス思考、デザイン思考、そしてファイナンス思考と続けてきて、ふと頭書の「エンジニアリング思考」があってもいいのではないか、そして我が国では「工学とエンジニアリング」が同一視されていることも考え合わせ、1つの注目喚起にもなるのではないかと考えた。

そこで、先ず「エンジニアリング」と検索してみた。残念ながら、エンジニアリング企業並みに、エンジニアリングを調達や建設と対比するような、あまりにもエンジニアリング企業の視点による普通過ぎる記述に落胆した。何故なら、常日頃、図1に示すように、芸術⇔技術⇔エンジニアリング（工術）（≠工学）⇔学術（科学）（以下、技術学術モデルと呼ぶ）

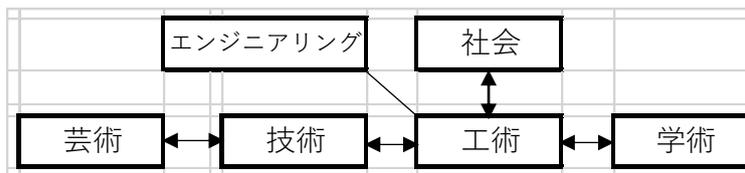


図1 技術学術モデル

と位置づけ、さらに直接社会に向き合うのもエンジニアリングと考えてきたからである。

それではと、ペトロスキー

著「エンジニアリングの神髄—なぜ科学だけでは地球規模の危機を解決できないのか」(Petroski(2010)<sup>1)</sup> (土木工学出身)を紐解くことにした。ただし、地球規模の危機でなくても、人々の日常生活に係る課題についてもエンジニアリングは有用であると考えての話であるが。そして、以前読んだときに貼ったポストイットをたどると、その主要点は；

- (1)フォン・カルマン (航空工学出身) は「科学者はいま在るものを研究し、エンジニアは今までになかったものを創る」といったという。
- (2)英国のある上院議員は「政治とは、不十分な証拠に基づいて正しい判断を下す技術である」と言った。
- (3)科学とエンジニアリングは、現在はもちろんこれまでもずっと、対等なパートナーとして思考や事物の世界を発展させてきた。
- (4)基礎研究は古くから、技術開発をヒントに、またそれを動機として行われてきたのであり、両者は不可分の関係にある。ただし、基礎研究のつぎに応用研究が来るという単純な直線関係にあるわけではない。
- (5)ジョージ・ホルブルック (1950年後半デュポン副社長) (化学工学出身) は、「化学エンジニアリングという自分の専門分野については、『化学と数学、物理学、エンジニアリング、そして経済学を混ぜ合わせて、有用な結果を得るために問題の解決法を生み出すプロセス』と見なしていた。」という。
- (6)エンジニアが知っているかいないかに関わりなく、なにを知ることができるかできない

か、何が達成できるかできないかを決めるのは、自然の規則と法則と限界である。また自然の限界に加えて、言うまでもないが、資金の限界というのもある。

(7)システムエンジニアリングは、「全体をまとめて発明し、設計し、統合すること」と定義されており、「昔ながらの、常に変わらぬ応用工学の一部」ともいわれている。・・・エンジニアリングは、純粋科学、応用化学、そしてエンジニアリングという三位一体の一部と従来考えられている。・・・エンジニアリングがその一部をなす三位一体はじつは三種類あって、・・・三種類の三位一体とは、その第一は純粋科学、応用科学、エンジニアリングであり、第二は経済学、金融、そしてエンジニアリングであり、第三は社会関係、産業関係そしてエンジニアリングである。多くのエンジニアリングの問題は、純粋科学と結びついているのと同様、社会問題とも緊密に結びついているのだ。

この7項目をざっとみると、気になるのは、まず、「企業」とか「ビジネス」という言葉が出てこないということである。次に、「科学とエンジニアリングは対等なパートナー」ということである。何故なら冒頭に述べた筆者の「術学モデル」では、エンジニアリングは技術と学術（科学）を統合して、社会に貢献するとしているからである。

次は、システムエンジニアリング(SE)は、「全体をまとめて発明し、設計し、統合すること」と定義していることである。何故なら、SEは「全体をまとめる」前に、問題の明確化(境界の選定)から始まるからである(筆者(2020)<sup>2)</sup>。

それに、社会とか産業とかいう言葉が出てくるが、「企業」あるいは「ビジネス」という言葉が出てこない。そもそも、「資金の限界」云々というなら、「企業」ということばが第一に出てくるべきなのではなかろうか。何れにしても、どの三位一体論も筆者には受け入れられない論述である。

チャールズ・M・ヴェスト(Vest, C.M.) (機械工学出身、元MIT学長、元米国エンジニアリング・アカデミー会長)は、「エンジニアリングで肝心なのはシステム」である。・・・「今日のエンジニアリングの最前線では、一方では微小システムに、もう一方ではマクロなシステムに存在している」。生命工学、情報技術、ナノテクノロジーなど、きわめて微小なものをあつかう分野では、科学者とエンジニアが問題解決に際して密接に協力しているのが普通だから、両者の区別は事実上存在しなくなるだろうと予測している。

また、エネルギー、環境、医療、製造、通信、総合物流管理などのマクロな問題に対処するには、社会科学、ビジネス管理、人文科学など、エンジニアリング以外の学問からの協力も必要となるだろうとも言っている。・・・この種の複雑な「系」(システム)に関わる問題の解決には、人やアプローチの複雑なシステムが必要になるだろうということだ。・・・この種のグローバルな問題解決法は、「ボーイング 777」などの高度な飛行機的设计に用いられているし、マクロな環境問題に集められる(おおむねバーチャルだが)プロジェクトチームも、同様の特徴を備えたチームになると、予測される。このような多種多様で、しかも分散したチームを管理するのは、国際的な経験、学際的な知識、多文化的な感性を備えた人に任せる

のが一番だろう。

この論述にも、「企業」あるいは「ビジネス」という言葉が出てこない。述べている言葉自体には異論はないが。

また、エンジニアリングの問題解決には、芸術に通じる創造性がつねに必要とされるものだ。芸術家がそのような課題に挑んだとすれば、そのときやることは実質的に、創造的なエンジニアリングなのであると述べている。

この言葉には大いに賛同する。何故なら、冒頭に述べた筆者の考えとはほぼ同一だからである。この辺りで、この「このエンジニアリングの真髄」の話を開けることにするが、著者ペトروسキーは土木工学、この著書に登場するカルマンは航空工学、ホルブルックは化学工学、ヴェストは機械工学、そして和訳は西洋史学の出身である。

ホルブルックを除いて、「システム」についての認識（筆者(2020)、前出）が余りないのではなかろうか。学界であれ業界であれ、ケミカルエンジニアリング以外は、「システム」という概念が存在する余地がないからである。もちろん、何れの企業あるいは業界でも企業情報システムが存在している。かといって、それはここでいう「システム」の存在を意味するものではない。

ここで、気づいたことがある。それは、ペトروسキーが議論しているのは、一般的に科学とエンジニアリングを議論しているのであって、例えば、ケミカルエンジニアリングとかメカニカルエンジニアとか、あるいはプロジェクトエンジニアリングとかいうように、分野別に議論しているわけではないということである。

となると、業種を超えて実施されるのは、プロジェクトエンジニアリングであり、プロジェクトエンジニアリングを取り上げるとなると、プロジェクトエンジニアリングが誕生した化学産業を取り上げざるを得ないことになる。そして、その原典になっているのが、“Project Engineering of Process Plants” (Rase & Barrow (1957)<sup>3</sup>)である。

そして、最初に、この著書を紹介したのが「化学工場設計の実際」（玉置明善（千代田化工建設（株）社長）(1960)<sup>4</sup>）である。今から思うと、おそらくその時からこの種の著書を出版しようと思っていたのであろう、その12年後に「化学プラント建設便覧」（玉置明善(1972)<sup>5</sup>）を出版している。

そして、この著書に掲載された「プロセス設計作業系統図」が化学工学便覧第6版(1999)から掲載されている。これは、一寸大袈裟だが、エンジニアリングと学術とのパートナーシップの1例とも言えよう。

もう一つの事例としてプロジェクトに関わる専門分野（工術分野）とプロジェクト組織との関連を図2に示す（筆者(2007)<sup>6</sup>、(2009)<sup>7</sup>）。とすると、エンジニアリングには、2つの意味があるのではなかろうか。

一つは、化学工学、機械工学などの個々の工術としての存在（それぞれがその科学と繋がっている）であり、もう一つはプロジェクトエンジニアリングとして種々の工術を統括するエンジニアリングとしてプロジェクトマネジメントに内包される存在である。

専門分野 (≒工術分野)	プロジェクト組織		
	機能型	マトリクス型	タスクフォース型
基本計画 (OR)			
プロセス設計			
機器設計			
計装設計			
電気設計			
配管設計			
土木設計			
建築設計	← 専任	← 兼任	↑ 専任
オフサイト設計			
ユーティリティ設計			
環境設計			
購買業務設計			
工務業務設計			

ただし、まず、基本計画については、石油精製工場については線形計画法が適用されるのであるが、プロセスエンジニアリングでは、あまり述べられない。次に、「業務設計」も、少なくともプロジェクトエンジニアリングでは言葉として使われていないように思われる。例えば、企業情報システムの構築に

図 2 専門分野とプロジェクト組織

に当たっては、少なくとも、

従来人手で行っていた業務を IT 化するわけであるから、何らかの業務再設計を伴うはずだからである。

しかし、今やデジタルトランスフォーメーション必須の時代であり、またコロナ禍が生産活動であれ、あるいは消費生活であれ、何らかの変革を齎している時代でもある。

したがって、個々の各種エンジニアリングであれ、あるいはそれらを統括するエンジニアリングであれ、何らかの対策、すなわちそのための新たな思考を求められているのではなかろうか。

文献

- 1 Petroski, H., The Essential Engineer, 2010  
(安原和美 (西洋史学) 訳、エンジニアリングの神髄—なぜ科学だけでは地球規模の危機を解決できないのか、筑摩書房、2014)
- 2 小松昭英、システム思考とプロセス思考、SCE・Net の窓、E-129、産学官連携センター、化学工学会、2020  
<http://sce-net.jp/main/wp-content/uploads/2020/08/e-129.pdf>
- 3 Rase, H.F. & Barrow, Project Management of Process Plants, John Wiley & Sons, 1957
- 4 玉置明善、化学工場設計の実際、日刊工業新聞社、1960
- 5 玉置明善編、化学プラント建設便覧、丸善、1972
- 6 小松昭英、情報システム開発プログラムのマネジメントモデル—適応型多重スパイラルアップマネジメント、国際プロジェクト・プログラムマネジメント学会誌、Vol.2 No.1, pp.51-62、国際プロジェクト・プログラムマネジメント学会、2007
- 7 Komatsu, S., Management Model of Information Development Program-Adaptive Multiple Spiral-Up Management, Japanese Project Management KPM-Innovation, Development and Improvement, pp.129-141, World Scientific, 2009