

	<h2 style="color: red;">システム構築による 課題解決</h2> <p style="color: red;">SCE・Net 小松昭英</p>	<p style="font-size: 1.2em; font-weight: bold;">E-108</p> <p>発行日 2019.7.11</p>
---	---	--

この5月、「SCE・Netの窓」に掲載された「システムズエンジニアリング雑感」が、筆者名「小松 昭英」の自然検索で、先に掲載された「言葉の壁の崩壊」を抜いて、翌6月に6位、今月に入っても7位を占めている。そこで、この「システム構築による課題解決」を取り上げることにした。

ただし、このテーマは、「システム構築による重要課題の解決に向けて」という「科学技術シンポジウム」（科学技術振興機構主催、2012年3月2日開催）からとったものである。このシンポジウムは、「パネルディスカッション」の最後、すなわち「シンポジウム」の最後に筆者が質問したので、今になっても鮮明に覚えている。

ところが、このエッセイを書くに当たって調べてみると、聞いたはずの「基調講演」については、全く覚えていなかった。順を追って説明することにして、先ず筆者の質問から説明すると、パネルディスカッションでは、紹介された事例が総てシミュレーションであったことから、「システム構築に当たっては、先ず複数の代替案を取り上げた上で、その中から最適案を取り上げて実行に移すのが常道になっている。そのためには、各代替案そのものが最適化されていなければならない筈である。」と質問した。

司会者が、パネリストに対し回答を求めたが、誰も応じなかった。そこへ、丁度会場に現れた同機構研究開発戦略センター長に回答を求めた。同長の回答は「代替案を作るのが難しい」というだけであった。そして、時間が来たということで閉会になってしまった。

さて、基調講演であるが、同センターフェローによるもので、当然のことながら、タイトルは「システム構築による重要課題の解決」という当シンポジウムにぴったりのものであったが、「科学技術の二つの側面」というスライドに、

○Disipline 化された分野

- ・1930~40年代にかけて確立された**人工物に関する科学**（技術が生み出した科学）が源流
- ・制御、モデル、最適化、ゲーム、学習、設計、ネットワーク、リスク管理等

○Discipline 化されていない未分化の領域

- ・システム構築方法論
 - システム思考を具体化するための方法論や、システム構築とシステム科学およびシステム技術をつなぐ役割を果たすアクションや方法の集合体
 - サービス科学、データマイニング等は **Discipline** 化されつつある

と記載されている。

そもそも、「Discipline 化」の意味がわからないが、辞書(1994)¹を引くと、①訓練、②しつけ、③懲戒、④学問の分野、とある。筆者なりに解釈すると、俗にいう「マニュアル化」に近いことを指しているようにも思われる。

何となく、筆者とそりが合わないような感じがあるので、同フェローの出自を調べると、制御出身であった。であれば、Discipline 化された分野の筆頭に、「制御」をあげている理由が分かる。だとすると、「モデル」「最適化」は、制御のモデル、最適制御を無意識に思い浮かべていても、その制御対象のシステム本体にまでは思い浮かべていなかったのではなからうか。

一方、システム構築については、バイブル的存在ともいえる文献(冒頭のシンポジウムでの筆者の質問の根拠にもなっている)がある。それは、Systems Analysis and Project Management (Cleland & King(1983)²)で、産業プロジェクトについて、表 1 に示すフェーズ・ステージが記載されている。

表 1 産業プロジェクトのフェーズ・ステージ

フェーズ	ステージ
準備または着手 (preparation or initiation)	1 プロジェクトアイデアの同定
	予備(preliminary)分析
	2 予備選択
	3 実現可能性(feasibility)公式化(formulation)
	4 格付後評価(post-feasibility evaluation)
	投資決定(decision-to-invest)
遂行(建設) implementation (construction)	5 初期のプロジェクト遂行、予定策定、 詳細プロジェクトデザイン&エンジニアリング
	6 契約と購入(contracting and purchase)
	7 設備建設と試運転(システム実行 (system implementation))
運転・保全	8 運転・保全(プロジェクトフェーズではないが、 接合目的とプログラム継続のため記入)

出典: United Nations Industrial Development Organization, 1975

石油精製業のように、大規模な設備投資が行われる業種では、例えば Shell (1983)³では、設備投資に当って、選別調査(Scouting Study)(EXXONではScreening Study)、実現性調査(Feasibility Study)、事業化準備(Project Preparation)、事業定義(Project Definition)という4段階を経て、実施段階に移行するとしている。

このような手順を踏む主な理由は、プロジェクトコ

ストの低減を図る、あるいは計画・設計過程の論理的展開を明確にするためである。当然、実現性調査の段階には、技術的検討に加えて、キャッシュフロー試算が行われ、正味現在価値(NPV, Net Present Value)などでプロジェクトの経済性評価が行われる(Komatsu (1984)⁴)。事業化準備段階では、設計基準が設定されるとともに、事業(プロジェクトの取扱要領、当事者の関り合い、契約案なども策定される。事業定義段階では、基本設計パッケージ、事業仕様(Project Specification)、推定予算、推定運用コスト、事業スケジュール、経済性評価、発注先選定手順、入札文書などが策定される。なお、基本設計パッケージ(プロセスフローシートと機器のプロセス要件などが含まれる)は、一般的にはライセンサーに

より、業界標準にもとづいて作成されている。

一方、社会システムについては、Sage(1983)⁵の「システムズ・エンジニアリング・プロセス」と Iyengar(2010)⁶の「選択の科学」を組み合わせると、表 2 に示すプロジェクトフェーズ・ステージが考えられる（筆者(2015)⁷）。

表 2 社会プロジェクトのフェーズ・ステージ

フェイズ	ステージ
フレーミング	主要問題または成果要素の同定（問題定義）
	成果要素の構造化による問題解釈の促進
	目的／設計目的（価値システム設計）の同定
	適切な目的の計量または属性が得られるか？
公式化	ニーズに合致する代替行動コース／システムの同定（システムの合成）
	代替案の定義または詳細仕様化
	成果の公式化が論理的に／合理的に完結しているか？
事業化	代替行動コースの期待効果査定（システム分析とモデリング）
	各代替案を最良可能案に洗練／最適化
	代替案の評価結果は遂行可能か／すべきか？
選択・ 実行計画	全代替案／順位付代替案の目的満足度評価
	実行代替案の選択
	実行計画の策定
	資源の分配

なお、石油精製プラント建設の場合は、初期の段階から線形計画法によるプラント全体の最適化が実施される。また、プラントを構成する個々の装置は事前に何らかの最適化手法（山登り法、非線形計画法）により最適化されている。また、最適化手法がどうあろうと、個々の装置であれ、プラント全体であれ、目的関数、すなわち経済性評価指標が NPV である限り、加算性が

あるので、両者の最適化に整合性がもたらされる。各プロジェクトと各プロジェクトから構成されるプログラムの最適化についても同様である。

何れにしても、我が国のシステムズエンジニアリングあるいはプロジェクトマネジメントが、如何に認知されていないかを再認識せざるをえない。

文献

- 1 竹林滋、吉川道夫、小川繁司、新英和辞典、研究社、1994
- 2 Cleland, D.I., King, W.R., Systems Analysis and Project Management, McGraw-Hill, 1968
（上田惇生訳、システムマネジメントーシステム分析とプロジェクト組織、ダイヤモンド社、1969）
- 3 Shell International Maatschappij B.V., Seminar on Project- Engineering Advancement Association of Japan, (1983)
- 4 Komatsu, S., Industrial Energy Conservation in the Private Sector: Management and Financial Perspectives, EDI Training Materials, Economic Development Institute, International Bank for Reconstruction and Development, 1984
- 5 Sage, A.P., Economic Systems Analysis, North-Holland, 1983
- 6 Iyengar, S., The Art of Choosing, Janklaw & Nesbit Assoc., 2010
（櫻井祐子訳、選択の科学、文藝春秋、2010）
- 7 小松昭英、エンジニアリングエコノミクスーソーシャルシステム②、化学工学、第 79 巻、第 8 号、pp.631-646、化学工学会、2015