

サービスイノベーションに向けたシステム エンジニアリング教育研究

伊藤 裕康¹・ロバート ディーターズ、S.J.²

¹正会員 アリゾナ大学院 経営システム工学科 P.h.D (〒243-0122 神奈川県厚木市森の里3-17-10)
E-mail:yukangyiteng21@gmail.com

²正会員 上智大学理工学部 名誉教授S.J. (〒102-8571 東京都千代田区紀尾井町7-1 SJハウス)
E-mail:rmdeiters84@gmail.com

グローバル社会経済システムの将来を支える最重要分野が、サービスイノベーションです。その分野の現状での対策としても、未来に備えても、グローバル人材を育成することが大切な課題です。そこで、サービスイノベーションおよびサービスサイエンスの面で、米国におけるいくつかの先行かつ先進事例を紹介し、特に、アリゾナ大学のシステム工学方法論を話題にして、グローバル人材教育の在り方を議論したい。つまり、人間—機械、人間—人間、社会—システムとの間のインターフェースを含めた統合的考察がシステム設計のために必要になる中で、各種のモデル化と最適化が突破口であり、大規模性と複雑性に耐えられる考察ができるグローバル人材育成が、学際的環境のもとでサービスイノベーションを生み出す重要な要因になることを強調した。さらに、グローバル社会経済システムにおいて、ソフト・ソリューション・サービス事業の今後の展開にあたっての要素技術と適用産業分野との親和性を検討した。最後に、社会経済システムにおける企業モデル化の検証論点の整理を行い、日本企業文化と制度の観測・予測可能性を内包したシステム分析思考の枠組みをモデル化した。

Key Words : OR, SE, IE, Service Sciences, グローバル人材教育

1. はじめに

日本経済は未曾有の産業空洞化という危機に直面している。大中国圏、韓国がかつての日本が誇っていた製造業(半導体製品、液晶TVなど)の一大中心地になり国内空洞化が進んでいる。国内生産工場は、本社マーケティング機能、上流工程の先端研究開発や国内顧客サービス部門を除いて、高コスト構造の日本から恒久的に流出し、かつ、国内の雇用と賃金が恒久的に低下する恐れがある。規模の大小を問わず日本企業は付加価値の高い事業・製品を創出しなければ国内では生存していけない窮地に追い込まれているのが現状である。さらに、本格的なAI時代を迎えるときに、人間の能力を超えるシンギュラリティに機械が到達することを想定しなければならないわけである。ただし、AIの社会実装における難しさとAI(機械学習)浸透におけるBI(ベーシックインカム)制約の度合いを熟慮すると、日本だけでなく世界のどの国の産業スペクトラムにも、同等で同時進行するグローバルな変化を社会経済システムにもたらすとは考えにくい。そこで、AI先進国の製造業、流通業、販売業、

物流業、金融業に注目したときに考えられるサービスイノベーションを想定する必要がある。もちろん、社会経済システムの拡がりには、そのような産業セグメントにとどまらず、1次産業や2, 3次産業との組み合わせで見えてくる第6次産業にも関連してくる。将来のグローバル社会経済システム構築に向けて、どんな骨太のシステムズエンジニアリング教育・訓練プログラム作成が必要になり、各産業セグメント毎に横展開すべきかを、アリゾナ大学システム工学教育の実例を踏まえて検討した。

2. 産業構造サービス化の進展と構造変化の状況を示す日米比較

(1) 就業者比率に見る日米産業構造変化

図1は、サービス業就業者数を製造業就業者数で割った比率の日米比較経年変化を示している。この図からは、米国のサービス業就業者の増加は、日本のサービス業就業者の増加を上回っている傾向があり、1970年にはその比率はほぼ同程度であったのが、1994年には1.7倍程度に開いていることが読み取れる。

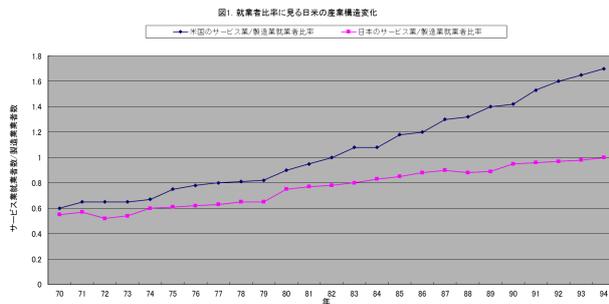
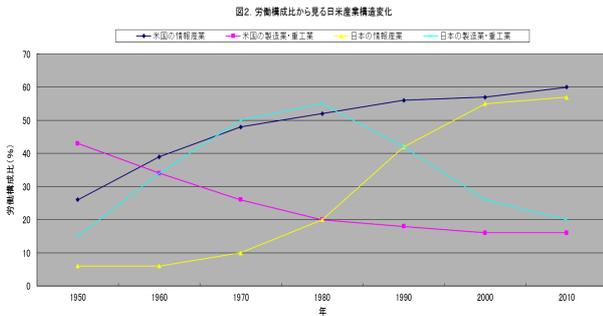


図2は、情報産業と製造業および重工業の就業者比率の経年変化の日米比較、すなわち、労働構成比から見る日米産業構造変化の転換点の比較を示している。すなわち、米国での製造業及び重工業の就業者推移グラフは、1958年頃、逆転していることがわかる。日本での製造業及び重工業の就業者推移グラフは、1990年頃に逆転している。従って、日本の産業構造の転換点は、米国のそれよりも約32年ほど遅れていると読める。ここで、労働構成比とは、各産業セグメント就業人口数を全産業の就業人口数で割ったものである。



(2) サービスイノベーションの遅れの意味することは何か？

図1, 2からマクロな産業構造の経年変化を読み出せるが、日本の情報産業が、グローバル社会経済システムの進展に欠かせないサービスイノベーションにおいて、大変遅れていることを意味する。その現状(1990年代から現在)における対策はもとより、今後(2020年代から以降)のAI時代に向けての対策にしても、その分野を支えるグローバル人材を育成することが大切な課題となっている。すなわち、サービスイノベーションを生み出し、社会実装する情報産業の重要な働き手は、システムエンジニアやプログラマーおよびデータサイエンティストなどの専門家である。

(3) 欧米のサービス・イノベーション事例

ゼロックス社では、コピー機の部門横断的に導入されたネットワーク化マネージド・プリントサービスのビジネスモデルによって、利益の20%以上がサービス部門から出るようになった。さらに、GEアビエーション社では、高価な航空機エンジン販売ではなくメンテナンス、スペア部品、ファイナンスによるサービス戦略によって、売上の25%、利益の50%がサービスイノ

ベーション起因であることが判明した。そして、メルリンチ証券では、顧客の資産やポートフォリオを管理するビジネスモデルでイノベーションを実現し、多額の手数料を払うことなく株取引できるようになった事例があげられよう。次に、サービスサイエンスの概念を、ビジネス戦略、ビジネスプロセス、人材、基盤技術の面から深堀していく。

3. サービスサイエンス概念

サービスサイエンスというコンセプトは、第3次産業におけるサービスの重要性の高まりとその生産性の低さという背景をもって、イノベーションを促進するために生まれたものである。その対象は、必然的にITを活用する機会が多いサービス業を対象にしている。元来、サービスは、経営やマーケティングやオペレーションズリサーチなどの対象の一部として取り扱われており、経験や勘で対処される場合が多かった。従って、科学的な対象として扱われることが少なかった。

近年、サービスを製造業で成功したように科学研究の対象として研究し、科学的なアプローチでモデル化し生産性の向上をやすくすると同時に、サービス導入の将来効果やリスクを、価値をとともに享受し創出するクライアントにもプロバイダーにも見え易く、効果の評価、リスクの対処を合理的に行えるようにしようと画策されるようになった。

4. サービスサイエンスの様々な定義

米競争力協議会の”Innovate America”で定義されているサービスサイエンスとは、「コンピュータサイエンス、オペレーションズ・リサーチ、数学、意思決定学、社会科学などの学際的学問」としている。その意味は、組織をいかに再構築するか、技術的なイノベーションをいかに管理するか、複雑な振る舞いをするシステムをいかにシミュレーションできるかなどの、21世紀のイノベーションの核となる問題に取り組むものである。すなわち、サービスサイエンスは、ビジネスプロセスの設計および組織の問題を解決するための知的基盤を開発し、意思決定とリーダーシップのための分析の基礎を提供する使命を持つ。

さらに、IBM Researchのトップであるポール・ホーンによれば、サービスサイエンスとは、サービスを達成するためのサイエンス、エンジニアリング、マネジメントの学問におけるアプリケーションであり、それは体系的な革新と生産性の向上において、予測可能な改善を導くものであり、サービスのプロバイダーとク

ライアント間の共同作業、リスクの分担において、両者の価値を見出すミッションを付与されている。

4.1 ビジネス戦略

ビジネス戦略に関しては、従来多くの研究がある。今後、重要なのはビジネス戦略の定式化をいかに科学的に行い、モデル化し、定量的な予測や推論を信頼性高いものにできるかどうかである。IBMが行っているCBM (Component Business Model:各産業におけるビジネスプロセスを標準化する試み) であるが、こうした枠組みが、役に立つ。サービスサイエンスによって、ITと経済学やビジネス戦略の研究を組み合わせ、ビジネスの構造化を定量的なモデル化を可能にすることが期待されている。これは、特許明細書を読むときに、課題ごとに解決方法を記載し、多くの請求項で権利化範囲を明示している文書の分析に相当するアプローチである。つまり、同一の課題を解決するには、自社の手法が唯一というわけではなく、制限こそあれ、先行している競合他社の課題と同一なものであっても、過去に記載された手法の組み合わせによって、同等以上の効果をもって、問題解決できるという場合には、CEM (Component Engineering Model:各技術課題における工学的、ビジネスモデル的な解決方法をモジュール化し、それらを組み合わせて新たな進歩性のある解決方法を得る) というような考え方にも通じている。

4.2 ビジネスプロセス

ビジネスプロセスに関する興味としては、継続的に行われているビジネスにおける需要分析、供給計画、価格決定などの各側面に、数学モデルを適用し最適化することにある。ここでのサービスサイエンスとは、応用数学、オペレーションズ・リサーチ、経営科学、コンピュータサイエンスなどを用いて、ビジネスプロセスにおける制約条件を明示し、目的関数の最適化につながる決定変数（生産量と価格）を決めることによって、資源の配分を最適化するもので、収入予測、契約価格決定、人員の割り当てなどが対象になる。このようなビジネスプロセスの最適化では、業界標準の策定とその普及も重要になる。このため、サービスサイエンスでは、標準採用のための最適な方法と、ビジネスモデル、垂直な業界標準のパフォーマンス測定指標、および、産業・企業モデルが必要にもなる。これについては、従来の生産力決定企業モデル（生産量の均衡解）、労働者管理企業モデル（労働の雇用量の均衡解）、現在価値最大化企業モデル（成長費用の均衡解）だけでは、不十分である。従って、非財務指標も加味した企業評価指標が必要とされる。これらの、モデル化は経済学、経営科学、オペレーションズ・リサ

ーチ分野で成されており、それぞれの分野で個別のモデルが提案されている。

4.3 人材育成

ダイナミックに変化する経営環境の中で、企業が経営目標を達成するためには、人材がより早く柔軟に変化することが必要になり、目標達成は人材に依存する。最近のビジネス界の環境変化を分析すると、雇用形態が帰属社会型から契約型にシフトしており、雇用関係が垂直型から水平型へシフトし、就職意識が就社選択型から就職選択型にシフトし、業務形態が全体・組織重視から個人の役割増大にシフトしている。すなわち、上層部から下される命令・仕事を待ち、完遂させる業務形態から、責任を有したうえで個々人で考え、アクティブに業務をこなし、結果を出していく形態への移行が見られる。さらに、人件費が固定費型から変動費型にシフトし、歩合制の導入やアウトソーシングなどの変動型人件費へのシフトが見られる。さらに、スキル評価が過去スキルから現在スキルにシフトし、「どの大学を出てどの会社に入り、何をしてきたか」という学歴・経歴重視から、「今、何ができるか」を主体にした即戦力型雇用と配属へのシフトしつつある。このシフト傾向のために、社員教育が、多人数向けの画一化された研修教育形態から、個を伸ばす選択的教育形態へとシフトし、個々人のスキル獲得を促す支援制度の導入という動きと全体の中で優秀な人材を選抜し、重点的に教育するという動きの2パターンが見受けられる。また、別の観点から言えば、人材開発がゼネラリスト重視からスペシャリスト重視に移行している。つまり、いかなる行動をしてきたかを組織的に評価する形態から、何をもちて会社に貢献し、どれだけ成果を出したかで客観的な評価を行う形態になってきている。これを端的に言い表せば、賃金体系が年功制から年俸制に移行したという変化が、人材教育面では顕著に見られる。そのような働き方改革の政策環境の中で、サービスサイエンスの教育モデルが求められている。

4.4 基盤技術

この分野には、ビジネスパフォーマンス管理、情報統合、セキュリティとプライバシーがある。

- ① ビジネスパフォーマンス管理：リアルタイムモデルをベースにして、企業のパフォーマンスをモニターし、常に最適な意思決定を可能にするものである。
- ② 情報統合：インターネットの情報量が膨大となり、意思決定者に正しい文脈と内容を適宜提供する必要がある。そのためには、首尾一貫したタイムリーなデータ収集、構造化され

ていないデータの収集、検索エンジンや分析の技術・方法、企業内外の関係者への情報伝達などがある。

- ③ セキュリティとプライバシー：これらの技術の問題から現在は経営の問題になり、特にサービス提供の局面において重要となっている。プロバイダーとクライアントとの間でのコミュニケーションに関して、サービスサイエンスが貢献すると考えられる。

5. ワイモア学派の学際チームのための社会サービスシステムエンジニアリング教育カリキュラム事例

アリゾナ大学システム工学科（1961年創立）の生みの親は、ウエイン＝ワイモア名誉教授であるが、1976年に出版されたワイモア教授著の「学際的なチームのためのシステム工学方法論」では、以下の5つの観点から政策や実施にあたっての洞察を得るようにすべきという主張が盛り込まれている。

- (1) 個人の自由を保つこと (To preserve individual freedom)：選択の自由を保持する。
- (2) 難しい意志決定を可能にすること (To enable difficult decisions to be made)
- (3) 科学を駆動力にすること (To harness science)
- (4) 学際的な専門家チームを組織すること (To organize the interdisciplinary team)
- (5) 政府が応分の役割を果たすこと (To enable government to play its roles)

まず、「個人に選択の自由と与える」点では、日本企業は、欧米の先進的な多国籍企業から大きく取り残されている。この原因は、産業社会の技術、ノウハウの横展開の必要性と個人の多様なキャリアビルドについての価値観が異なっているために、多様な教育プログラムやカリキュラムや産学連携事例が日本より先に現出している。教育プログラムが育成する能力は、提案力、設計力、その環境でどのような情報がどのように関係者の間でやりとりされるかという実態を把握し観察する力、人間と組織とのインターフェース問題を記述し、洞察・実行する力である。

その社会サービスシステム設計を、「サービスを受ける人間」と「サービスをシステムを通じて提供する組織」とのインターフェース問題として記述し、ハードとソフトのインテリジェントなインターフェース設計という広い観点から課題を抽出し、整理すると、サービスエンジニアリングの具体例が見えてくる。ここでも、人間とシステムのインターフェースの設計、分析、開発に取り組んだ事例は多数存在する。これらは、

社会システムサービスエンジニアリングと呼ばれ、工学的ハードウェアとソフトウェア（クライアント・サーバシステムと高精細大画面ディスプレイ、および、無線・携帯電話・目的特化ハンディターミナル・RFIDなどのインテリジェントペリフェラル）、さらに、人間的要素（要員と人材訓練）と社会からの入力（要請や資金）が必要だ。システムの人間の問題を論ずるために、人間-機械インターフェース、人間-人間インターフェース、システム-社会インターフェースの3つのインターフェースの設計と分析を具体例で考察してみる。

5.1 人間と機械のインターフェース (The Man/Machine Interface)

米国先進事例としての航空宇宙システムにおけるインターフェース設計では、以下の4つのカテゴリ（生存維持、ディスプレイとコントロール、要員選択と訓練、人間的性能）を考される。航空宇宙工学の専門書に詳しく書かれているので、是非時間をかけて調べていただきたい。

5.2 人間と人間のインターフェース (The Man/Man Interface)

システムに一人以上の人間が係われば、人間と人間とのインターフェースを設計しなければならない。例えば、病院での医師、看護婦、検査技師、栄養士、ソーシャルワーカーの関係をうまくつくる組織の設計など。工場や事業所の組織の作り方などにも波及する。すなわち、各種の労働環境における業務分析や社会心理学にも関わってくる。

5.3 人間が織り成すシステムと社会のインターフェース (The System/Society Interface)

例えば、病院システムの設計には、社会との関係をどう実現するかという「仕様書」が必要である。地域の人々をどう説得して病院をつくるか、治療や処置についてインフォームドコンセントをどのように患者と家族に与えるか、社会がどんな権限で病院システムを制御するか、などはシステムと社会のインターフェースを設計するうえで答えられなければならない。もっとわかりやすい例は、大都市における高速道路の建設である。建設反対が住民からあがったら、高速道路の使用ができなくなるほどの問題にも発展しうる訳で、前後策を考えておくのが

自治体に働く都市システムエンジニアの役目でもある。

5.4 人間行動のモデル

人間行動のモデルはなぜ必要なのか？その理由は、人間—機械、人間—人間、社会—システムとの間のインターフェースを含めた統合的考察がシステム設計のために必要になるからである。特に、それらのインターフェース現象の因果関係に係わる科学的専門分野から問題記述を求めなければならない。例えば、河川の水質汚染、計測、処理などやその因果関係についての洞察を水利学者から得たり、水資源の使用方法、環境アセスメントや評価などの社会的側面を説明する因果関係についての最新の洞察を社会学者から得て、水資源を管理するシステムを設計することである。人間行動をモデル化すべきであるという立場に立つと、行動科学的、社会科学的现象を説明し、記述する数多くのモデルがある。

人間行動について満足の行く包括的なモデルがなくても、全ての行動についてのモデルに依存するよりは、

シ

システム内の要素を分割したり、システムへの入力を分割

したりして、人間行動を予測している。

5.5 大規模性と複雑性への対処方法

社会システムは、巨大で複雑であるが、容易に単純化できる。ただし、社会システムをあまりにも単純化しすぎると、それに含まれる「個人の自由」が失われることになる。まともな社会システムは、個人だけでは到底設計しきれものではない。例えば、医師にとっての「病院システム」も同様である。

5.6 動的に変化する技術への対処方法

システム設計過程の第一段階は、クライアントと協議

の

うえ、問題の定義をすることである。第二段階は、問題

題

をサブ問題にわけて夫々の問題領域の専門家に責任分

担

することである。ひとりの人間が、ハードウェアとソ

フ

フトウェア、人間的要素についてのすべての点でのエキス

ス

パートになれるわけではないので、学際的なチームがそれ

れ

ぞれの分野での最先端知識を持ち寄ってサブ問題を解決

決

しながら、システム問題の設計や分析を行うことにな

る。従って、学際的なチームは、クライアントと問題を

を

定義し、技術専門家と個別設計を協議する責任を負う。

このクライアントと協議する過程で、サービス問題と

定

義し、個別設計と担当する専門家を割り振れることが

大

切である。さらに、日本でサービスサイエンスを進展

さ

せるための課題をいくつか指摘する。

まず、欧米以上にサービスを科学として取り扱う機運が

弱

いこと。これは、サービスを精神的な面や価格を安く

く

するといった犠牲的な面で捉える傾向が強く、このよう

な

サービス観の違いが、日欧米では異なると考えられる。

また、日本企業では、ビジネスプロセスを分解し、その

の

プロセスの意思決定に汎用的な数学モデルをもちいる

と

いったビジネスプロセスのコンポーネント化（モジュ

ー

ル化）・標準化志向が弱い。また、企業ごとにそのビ

ジ

ネスプロセスがコアプロセスなのか、非コアプロセス

な

のか、コアプロセスならばそれ自身を商品化して他社

に

提供したり、非コアならベストプラクティスをもつ他

社

かアウトソーシングするといった行動をする例は少な

い。

従って、日本の商習慣にどっぷり浸った産業領域

で

はサービスサイエンスの考えに即適応できる環境とは

言

えない。大学教育（商学、経営経済学、社会情報学分

野）においても、サービスサイエンスに要求されるビ

ジ

ネス知識、IT知識、人間系知識の高いレベルでの学

際

的かつ専門的な融合、すなわち、それら3つの教育内

容

を同時に満たすコースが存在しているとは限らず、そ

う

でないならば、今後設置できるかどうか、社会経済

シ

ステムの変化への適応策の鍵になる。

企業のサービスサイエンスを実地で実践することを阻むものは、各分野で自分たちの分野情報がある程度出し合えるオープン性のなさといわれている。企業内で

は、コンサルタントと研究者のコラボレーションが不可欠であるという結論に達していることに注目したい。日本型サービスサイエンスの構築は、急務であり、日本の実情に合った、実態に合った改善、標準化が望まれているので、今後着実に進める必要がある。

今、科学技術立国日本を見直す時期である。追いつく後発工業国にはまねのできない技術分野における次世代のコンピュータ学をベースとしたサービス基幹産業（交通輸送サービス、救急医療サービス、など）を担う人材を育成する必要がある。これらの技術分野は、複合的社会システム技術であり、統合的サービス科学でもあり、まだ、系統的な検討の途中でもある。そこで、社会経済システムの文化的考察から、あるべき方向性を抽出し、検証にあたり、論点の整理を行う必要がある。

さらに、大きな枠組みでは、環境問題にも貢献でき、かつ、ボーダーレスでグローバルにサービス産業と貿易を展開するための支援、国内の産業活性化を図る様々な規制緩和と現存の制度組織設計を見直すことも視野に入れたい。

リーダーシップ人材開発は人間的要素（人間—人間インターフェースという意味でシステム設計の一要素）を含み、人が人を育てるということ自体、基本的に長い年月をかけて行われるものであるが、世界のどの文化圏においても通用する制度と組織の設計は、まだ確立していない「社会システム設計アプローチ」が必要である。そのためには、評価手法とカリキュラム内容をしっかりと見極めることが必須になる。ただし、伝統や宗教に根差した社会がそのような社会システム設計をしたいという合意が形成できているとは限らないので、効用と限界も視野にいれる必要がある。

6. 社会経済システムにおける企業モデル化の検証論点の整理

従来の企業モデルは、人材を単に人数と人件費コストという数値で表記しがちであり、景気循環による人員削減を正当化する要因のみに着目した理論を展開してきた。従来の生産力決定企業モデル（生産量の均衡解）、労働者管理企業モデル（労働の雇用量の均衡解）、現在価値最大化企業モデル（成長費用の均衡解）だけでは、不十分である。従って、非財務指標も加味した企業評価指標が必要とされており、これらの、モデル化は経済学、経営科学、オペレーションズ・リサーチ分野で研究が行われている。特に、ビジネスにおける需要分析、供給計画、価格決定などの各側面に、最適化数学モデルを適用し、ビジネスプロセスにおける制約条件を明示し、目的関数の最適化につながる決

定変数（生産量と価格）を決めることによって、資源の配分を最適化するもので、収入予測、契約価格決定、人員の割り当てなどが対象になる。

新たな見方として登場してきているのが、新たな事業を生み出すもとなる特許や技術の源泉としての「人材」のモデル化である。しかし、その進歩は遅々としており、一入一出力型の一価関数的で単純な線形モデル化が困難である。つまり、マクロ経済的な統計データやミクロの企業財務データ、具体的には、分野毎の特許出願・登録件数だけでは、蓄積した知的財産が収益に与える因果関係や線形的インパクトを十分に把握できないからである。さらに、先端技術開発のコストは、製品販売による収益によって回収できないが、将来への成長費用だという意識が企業側で強かったこと、および、確実な収益増加を図るために、他社の先進技術への追随意識が強かったこと、などのために企業財務データには反映されていないのが現状である。2000年代になってようやく特許会計などが議論され、知財報告書も提出されるようになってきているが、しかし、知財会計の妥当性はいまでも解明されていない。

ステークホルダーとは「利害関係者」という意味であるが、企業は公器であり、経営者は株主の利益ばかりでなく、他のステークホルダー（顧客・消費者、株主・株式市場、債権者、企業・経営者、同業他社、業界団体、下請け会社、地域社会・政府、従業員・労働組合）の利害も勘案して行動すべきとする問題の捉え方である。ステークホルダー企業の人材育成にあたっては、そのような事業に携われる人材の教育・育成・登用または長期的な教育制度に焦点が当てられるべきである。例えば、親会社と下請け会社との間には、単なる契約関係以上の技術の移転や技術を扱える人材の長期的な育成の役割も含まれている。むしろ、短期的な利益よりも長期的な取引と技術の移転による期待成長が重要視されている現実がある。また、業界団体を構成する同業他社は、お互いに切磋琢磨し、よきライバルとして成長を競い合うという動機付けになる。このような外部環境での評価が株主や株式市場での評価、ひいては、業界の中でそれぞれの社風を構成する経営者や従業員の風評にも跳ね返っている現状は否めない。このような日本企業の文化にうまく適合する形で、管轄官庁の外郭団体が根を張っている統治構造の状況を正しく理解するとともに、弊害または効用としての天下りをどうみるかという問題も、企業モデルとしてどう反映できるかという観点から提起されて当然である。今後のチャレンジは、ステークホルダーの中で影響力が異なる人的な要因を、企業の収益に直接影響をあたえるものとそうでないものとに区別して考え、個々に動機づけるべき資源であるとして制度的に

強化するという観点から、設計対象とみる必要がある。例えば、1990年代の10年間の日本企業における賃金の削減や下降傾向が長期に継続するとき、企業内のどのレベルの人材も士気が落ち、パフォーマンスが落ちる傾向があったが、従業員と株主の要求は、顧客の要求ほどに収益に影響を与えないという点に注目すると、顧客志向が企業戦略の支配的な枠組みを決めると考えるのが妥当だ。しかし、最近は環境負荷を軽減する要請が企業活動や製品化にも求められているなかで、顧客に安く良い品を提供することに拘泥するあまり、環境への責任が充足できず、満足できない状況に陥るということに注意すべきだ。従って、顧客だけでなく地域社会・政府も、法令に準拠して、企業システムを観測し、制御する動機と権限・機能を備え持っていると解釈できよう。

日本で「もの・ことづくり」を担う「ひと」づくりの活性化を推進していくにあたって、1970年以降の企業システムをめぐる外部環境と内部環境の変化をどのようにモデル化し、戦略立案問題に反映するかという点を整理検討した。資源の乏しい日本にとって製造業こそが生存に不可欠な産業であることは不変である。現在の日本社会は成熟経済であり、限界資本生産性（新たに加えた投資が生んだ付加価値）が低下している状況である。ここで指摘したいことは、社会的影響力が依然としてある準共同体的日本企業のメンタリティは、根強い反面、時代遅れであり、変化に対するシステム思考の欠如ではないか。日本的経営が法的改正によって変化していく中で「ゆで蛙にならないような従業員」の自覚を喚起すべきであり、グローバルなシステム思考ができる「ひと」づくりを目指す教育カリキュラムとそれを中心にすえた人事教育・採用制度を経営戦略の一部として思考することが重要である。このためには、日本系企業におけるステークホルダー的な捉え方とアングロサクソン系企業の株主所有価値的な捉え方を対比させることは有効だ。そして、グローバル化の流れの中で、日本企業システムがどのように1993年から始まった商法改正などの法的変化に対応しているか？どのように企業の生き残り戦略とイノベーション製品を起因させる人的要素（経営者、従業員を含む人的資源）を選択しようとしているか、どのように組織行動予測・統制制御をめぐる諸問題をとらえているかなどを理解し整理する必要がある。さらに、重要な視点は、そう簡単に変わるものではない日本企業文化特有の対立を避ける「和の文化」から、企業内の関係者間の緊張を助長する「不信感の文化」にどうやって変えていけるのか？どのようなプロセスで「活力あるものづくりイノベーション文化」に変えていけるかなどについての解決策を生み出す戦略の思考対象とプロ

セスを明らかにする必要がある。

7. 日本企業文化、パーソナリティ、制度の観測・予測可能性

日本の属地的な資源エネルギーや食料などの「有形の生産資源」の制約は、その有限性ゆえに、まったく新しい技術開発が大規模かつ採算ベースに乗らない限り、将来に亘ってほぼ固定的である。特に、人口動態に着目

すると、長期的には予測可能な傾向を持ち、老年・若年

人口数、教育レベル、就業人員数、賃金上昇傾向も過去

データから観測可能であり、今後もほぼ予測可能である。それらが、状況ベクトルパラメータの一部と考えら

れる。日本の労働就業人口が、日本的な生産文化＝「カ

ネづくりよりものづくりを貴しとする精神」を形成して

いるとみることができる。これは、日本メーカーにおける先輩から後輩への技術と価値観の継承によって引き

継がれているもので、この継承性が経営人事や現場での技術教育と評価の基礎になっている。従って、日本のも

のづくり（製品製造開発）とそれをベースにしたことづ

くり（営業販売事業企画）に携わるひとは、ある一定の

パーソナリティをもつ人口グループを構成することになる。それが、ある企業の中での過去の事業の成功体験、あるいは、「無形の動機付け資源」としての制度によっていっそう強められる勤労意識と価値意識の定着の動機付けになり、個別の企業文化として固定化していく傾向がある。

この「動機付け資源」は、なにを指すのでしょうか？例えば、従来の日本的経営を特徴づけてきた、「年功序列」「終身雇用」「雇用規定による賞罰」「特許補償や社内表彰」などの制度は「精を出す」動機を前提としているもだから、「制度」も「制約のある資源」と考えていい。ただし、緩やかに変化する無形の資源でもある。企業における人材教育・登用戦略とは、単に定型な仕事をこなす能力開発だけではなく、また、既存の組織の仕事に適応できる人材育成だけでなく、富を生み出すあらたな技術開発や事業企画をこなせる人材をオンザジョブで輩出する側面も持っている。従って、「動機付け資源」は、多様な軸で制御さ

れていることになる。すなわち、企業関連法・労働法・民法の枠内で存立している企業はさまざまな明示的な形でその企業行動に対して制約を受けるが、人的要素に着目すると、日本的経営を実行する企業人の価値意識は、以下の3つの次元での動機付けによって形成されていると解釈される。

- (1) 内発的動機（やりがい、自己達成感の追及、良心の呵責の回避）と外発的動機（お金、名誉の追求、処罰の回避）の相対的なバランス
- (2) 外発的動機のなかで、その「褒美」として、金銭と権力と名誉という3つの価値の相対的重要性のバランス
- (3) 「利己主義」対「思いやり」のバランス

もっと端的に「動機的資源」の制度的強化の到達点を挙げれば、どうしたら企業の社長になれるか？という通念、あるいは、どのように社長を選ぶか？という基準を決めることである。その通念や基準の違いが、各企業の社風や人事制度の微妙な差異を生み、ひいては、事業の儲け頭になる製品開発と品質に影響を与え、企業がおかれている環境（業界の競争状況、世界のエネルギー経済動向や景気循環、食料問題・国際政治問題・紛争など）の中で、企業収益や株価を左右し、賃金と配当を決める重要な要因に成ると考えられる。

翻って、90年代の戦略として出された成果主義と目標設定評価制度がどのように浸透し、機能しているのだろうか？過去15年間に社会実験された成果主義の実態は、個人の成果を評価しなければ会社は発展しないという前提がくずれ、チームの成果の評価が、企業収益に貢献することがわかった点、そして、成果主義導入は人件費抑制の方便であり、顕著な利益を挙げた個人への報酬は成果主義によって増えない点、であった。さらに、経営者の内部昇進者以外の登用で成功を収めた日本企業は、日産自動車のゴーン社長以外にみあたらず、トヨタやキャノンのような高収益企業のトップが、経団連で述べていることは、「日本的経営は正しかった」（経団連の奥田会長が2006年1月の労使フォーラムで、NIKKEINET、2006年1月13日）という見解である。その趣旨は、バブル崩壊でも、日本の雇用慣行は全然アメリカ型にはなっていなかったおかげで、多くの企業が将来に向けた研究開発や人材育成への投資を続けてきたから、失業率も5%台に抑えられ、不景気から脱出できた。別の側面から言えば、従来の準共同体的意識を支える制度的インフラは、①終身雇用、昇進制度がもたらす高い確率での予測性、そして、②それから生まれる個人間の競争/協力

関係における協力の重要視である。この昇進制度による価値意識は、成果主義導入による(a)報酬体系における管理職/従業員分離の傾向、(b)非正規労働者の増加による労働条件の個別化、にも拘わらず損なわれていないのが実情である。

もちろん、この企業の中における成果主義制度設計の成否は、外乱としての外部要因（景気変動や競合相手、取引相手とのやり取りの不確実性）が取り除けない現実を踏まえると、企業収益・株価・配当額の上昇・下降だけのデータからははかりしれないかもしれない。しかし、賃金と動機付け資源の決定過程は、企業収益に複雑

な関数関係（単なる阻害要因ではなく、促進要因ともなる、時間遅れを伴った非線形関係）があることは否めない。残念ながら、現段階では、それらの関数関係は同定できていないが、有る限定した外部環境のもとでは賃金上昇、高額特許補償は企業収益上昇、高株価を促進する傾向があるという仮説を立てて戦略を考えることが可能である。すなわち、従業員の賃金上昇によって、消費者でもある従業員の購買力を付けなければ、国内消費力は上昇せず、企業の収益力も上昇しないというシナリオである。

8. 社会経済システムモデルによるシステム分析思考の枠組み

システム分析思考とは、厳密には「対象をシステムとして捉える」「なにをシステムとして捉えるかの範囲は認識者の恣意による」「システムに含まれる要素よりもその相互関係を重視する」という相対的思考態度である。企業社会経済システム構成要素の相対的な関係性を重視するものの見方として捉える立場には、顕著な歴史的変遷と主義の違いがあるといえると思う。21世紀の今日にいたっても企業統治あるいは企業統制という観点からは株主価値論の信奉者が主流であるのに対し、反体制のステークホルダー論の支援者は「だれのための企業か」という議論を湧きあげ、企業や組織のパラダイムシフトを希求している。つまり、経済的利益・効率ではなく、社会的厚生・公正を目的にすべきだという主義主張である。

日本企業の企業収益は、国内市場だけでなく、海外市場にも依存しているので、国内従業員の賃金・購買力・可処分所得の上昇だけでは、企業収益は上昇しない時代に突入している。従って、国内市場においては、価値観・ライフスタイルの変化と産業構造の変化をキャッチし、それへの対処策を織り込んだ企業戦略を、海外市場においては、グローバルな事業展開を念頭に、技術力と資本力、ブランド力を背景に国際競争力を促

進する施策を内包したグローバル企業戦略が展開されている。

個々の業界と個別企業ごとに、生き残り戦略を展開しているのが現状である。しかし、それらの重要なパラメータを正しくフィードフォワード制御的に観測できているであろうか？重要なパラメータの変化の兆しを、戦略・政策の立案プロセスにフィードバック制御的に反映させる仕組みを備えているであろうか？

最悪のシナリオは企業システム自体が「ゆで蛙状況」に陥っていることである。その前に、外部および内部環境の変化に適応した制御策でもって事前に手を打ち、技術や特許などを含む事業・経営戦略と法令や施策などを含む制度設計の舵取りを変えていくことが求められる。そのような「制御則」というべき視点・施策をどの時点においても保ち続けることが、システム思考の第一歩である。さらに、株主所有物企業統治の視点なのか、準共同体的企業生存の視点なのかという企業システムモデルの目的と枠組み、主義主張を整理することもシステム思考モデル構築にとって重要である。

この枠組みは、図3のモデルにより、一般的に記述できると考えられますが、さらに、焦点を絞って、人財戦略システム思考モデルに特化して、どんな状況ベクトルや状態パラメータを特定すべきかを問題にします。

図3. 戦略的システム思考モデル(企業システムにおける企業戦略構築プロセスモデル)

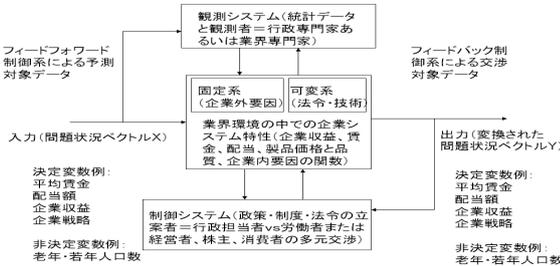
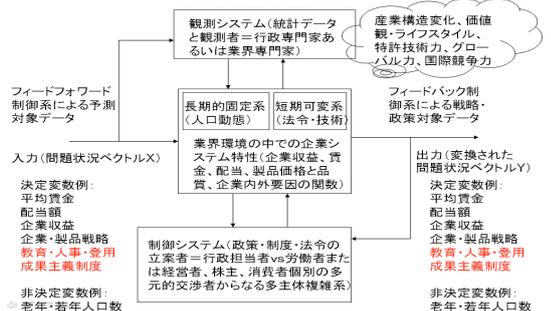


図4のモデルはそのような観点から、産業構造の変化、価値観・ライフスタイル、特許技術力、グローバル（発信・受信）力、国際競争力を企業システムの外部環境・内部環境を示す状態パラメータとしてモニターし、問題状況ベクトルを決定変数群として、概念的に記述したものである。

図4. 戦略的システム思考モデル(産業構造の変化に適応する人財育成制度政策モデル)



教育政策・人事制度の戦略構築を、実証的に進めるためにシステム思考モデルが有効であるとの主張が妥当性を有するためには、体系的かつ検証可能な社会実験を進めるべきであると考えられる。このシステムモデルは、統計データから企業社会システムの状況ベクトルを抽出する観測者あるいは専門家が構成する観測システムと、焦点をあてている企業社会システムからの時系列的統計データをベースに、ある時間が経過してからの状況ベクトルの変化を「熟慮」して、政策・制度・法令の行政担当者あるいは企業の人事・知的財産制度を制御する立案者から構成される制御システムとから成るものである。

9. 戦略的システム思考の概念モデルの今後の課題：企業戦略におけるシステム思考の日本的フレームワーク

人的資源は属人的なところがあり、国、産業、企業に偏在しています。しかも、日本において、事業を企画し、知的財産を有効活用できる人財をどのように育てるかという戦略には、人事制度が大きく影響し、また、組織的には賃金報酬、配当などの企業の内外要因との関連を解明し、記述する概念、考え方の日本的フレームワークが必要である？日本のフレームワークの概念化の基礎になるのが日本的システム思考である。日本的経営を日本的システム思考の産物と考えるとすれば、もともとの欧米で体系化されたシステム思考とどの時点でどのような異なる発展をしてきたのであろうか？この歴史の違いが、経済的価値を共有する人々の労働に対するフレームワークの差異を生じさせるものである。従って、言わば「分散認知」モデルを、合意形成や意思決定システム思考の概念化に導入する動

機付けがあると考えられる。例えば、歴史や言語の違いがあっても、問題解決のために、会社でも大学でも国会でも、さまざまな会議が頻繁に開かれます。そうした会議も知が人々に分散していることを前提としていて、解決すべき問題を前に、多様な人たちがそれぞれに意見を言う中から、個々の人たちの足し合わせでは不可能な、画期的なかけ合わせ解決方法が生み出されていく。そのときの会議のメンバーはそれぞれに、自分の頭にある知と、人々の間に分散している知を総合しようとしている。一般的に、創造的なグループ問題解決は企業行動の中心課題である。この分散認知フレームワーク

との共通性は、企業における「ものづくりイノベーション」が技術、製品、事業戦略を形成しているという現実にも観測できるとして捉えることが可能であり、今後に残された大きな研究課題である。

ところで、元来、システム理論（線形システム理論など）は数学的な美しい体系を確立されているが、システム思考とは2つの側面があると考えられる。その1つが、欧米のユダヤ・キリスト教的知的伝統の上になった制御システム的なものである。アリストテレス論理学やニュートン力学的な機械的世界観がその代表的な体系である。その世界観が、18世紀の時代の啓蒙の時代に、論理や物理の世界から、国家、社会、政治の世界へ影響を与えたのは歴史的な事実であろうと思う。この精神が、帝国主義的な近代ヨーロッパ社会を構成する支配・知識階級に与えたもののひとつに、法の下での自由、平等、博愛であり、民権思想、三権分立、そして、議会で成立した法律を根拠とした行政機関による中央集権的統制制御の考え方に繋がっていったのではないかと思う。

さらに、システム思考は、アングロサクソン系アメリカの風土や歴史が作り上げたプラグマティックな積極思考に繋がっており、それがまさに、“日本の心”に対峙する“アングロサクソンの心”である。積極思考とは「Do something. You are OK. I am OK.」という楽観的で人間肯定的な生き方が、集団的意思決定に際して、合意形成の特徴を形成する交渉認知プロセスに繋がると考えられる。

システム思考のもう1つは、東洋的、日本的なシステム思考であると考えられ、元来、仏教的知的伝統に立脚した世界観と哲学から説明できる観測システム的なものと考えられます。“日本の心”は自己を棄て去って、消去したところ、すなわち、妥協と協調を重要視し、忍耐と努力を積み重ねたところから、解決策を見出すというのが、その実態ではないかと思う。日本的経営が欧米社会から高く評価された1970～80年代には、欧米主導の大量生産文化的に後進であるはずのアジアの一角で、目覚ましい経済的成長を遂げ、富を作り出した日本という存在が世界的に脚光をあびたのは、過去の歴史となったのが現実である。サービスシステムエンジニアリング教育によって培われるのは、提案力、設計力、その環境でどのような情報がどのように関係者の間でやりとりされるかという実態を把握し観察する力である。この洞察によってモデル化を実行し合意形成を築きあげれば、日本的経営がイノベーションを成し遂げる環境を構築できると考える。

9. 結論

今回提案したシステムモデルは、企業社会システムの状況ベクトルを抽出する観測者あるいは専門家が構成する観測システムと、焦点をあてている日本的経営の中で変わらない部分と変わる部分の切り分けを試み、企業社会システムの構造要因をベースに、状況ベクトルの変化を抽出して、政策・制度・法令の行政担当者あるいは企業の人事・教育制度を制御する立案者から構成される制御システムとから成るものである。本論文では、1970年代から現在に至る日米の企業システムをとりまく問題状況の変遷と整理とを中心に分析した。今回提案したシステム分析思考の枠組みを実社会の実態把握に適用したい。さらに、グローバル社会経済システムにおけるサービス事業へ適用されうるAI要素技術といくつかの産業との親和性を定性的に検討したい。

謝辞：本論文をまとめるにあたって、契機を提供していただいたグローバル教育研究所顧問の北里光司郎氏、日本オペレーションズリサーチ学会誌の過去の査読委員の方々、富士通総研の元同僚やインフォーマルなコメントをしていただいた多数の名前を挙げられない友人に感謝したい。

参考文献

- [1] 伊藤裕康：“私企業のモデルと評価指標を取り巻く実態と展望”、オペレーションズリサーチ、Vol.39,No.6(1994),pp281-85.
- [2] A. Wayne Wymore.,”Systems Engineering Methodology for Interdisciplinary Teams”,John Wiley and Sons, New York, 1976,pp.1-16.
- [3] ヘンリー・チェスブロウ：“オープンサービスイノベーション”、博報堂大学ヒューマンセンタード・オープンイノベーションラボ、監修・監訳、2012.
- [4] ロナルド・ドーア、“誰のための会社にするか”、岩波新書、2006年。
- [5] A.Goicoechea, D.R.Hansen, Lucien Duckstein,”Multiobjective Decision Analysis with Engineering and Business Applications”,John Wiley and Sons, New York, 1982,pp1-39.
- [6] Ballon R.J.,”Foreign Competition in Japan-Human Resource Strategies”,Routledge, 1992.
- [7] 伊藤裕康、“日本のもの・ことづくり企業文化における戦略システム思考モデルの提案：産業構造の変化に適応する人材育成制度・政策モデル”、2017年日本経営工学会 2017年秋季大会予稿集、2017年11月3日、pp128-129.

the Emerging Global Socio-Economic System

Hiroyasu Ito, Robert M. Deiters

Whether industry can innovate its service to the rapidly developing global economy depends very much on training people competent in “service science” with the ability to innovate. To illustrate the style and content of such education, I introduce examples from the U.S.A., especially the program in system engineering of University of Arizona. I point out that within the total model of an optimally innovative service, the man-to-machine, the human-to-human, and the society-to-system interactions must each be separated modelled and optimized. In the developing global society, innovative computer software solutions do and will play an important role. Individual technical products and services also need to be optimally integrated for the overall service intended. Finally, I observe the industrial organization and “culture” of Japanese industries and consider their ability to innovate and model their service to this emerging global economy.