

Naval Architecture からサービスサイエンスへ —アーキテクチュラル・イノベーションを 目指して—

宮田 秀明, 武市 祥司

長年にわたってアーキテクチュラルな工学である船舶工学の研究開発に携った経験が、経営科学やサービスサイエンスの一つの方法の開拓に役立った事例を紹介する。船舶工学のうち、流体力学のコンピューターサイエンスや新システム開発やプロジェクト経営を実践してみると、経営との共通点が多いことに気が付いた。サービス業を改革することにも経営することにもシステム工学的な発想が有効である。経営の問題が非線形問題であること、離散的な取扱いや時間発展シミュレーションが有用であることを説明し、いくつかの具体例を紹介する。

キーワード：シミュレーション、離散モデル、時間発展、船舶工学、経営科学

1. 非線形問題と離散モデル

船舶にとって、造波問題は最重要テーマの一つである。進行する船は波を作り、結果として船の抵抗のうち重要な部分を造波抵抗が占める。高速の船では全抵抗の50%に達する場合もある。造波抵抗の研究は1970年代に全盛時代を迎えて、多様なモデルと解法が提案されていた。ある重工業企業の船舶基本設計部に在籍していた筆者は、1974年この造波抵抗を扱う課へ配置換えになった。造波抵抗を最小にした船型の設計を行って少しでも速力が速いか馬力が小さくて済む船型を設計できないと受注競争に負けてしまう。ノーマージンは日常で、場合によっては予測以上の速力性能をオファーすることさえめづらしくなかった。当時百花繚乱の感があつた学会の造波抵抗理論は、研究成果を実現化する設計現場では、ごく補助的にしか使われていなかった。実験と合わないので信頼性が低かつたのである。

この企業での最初で最後に担当した船型設計で理不尽な苦勞をさせられていた筆者は、1976年に突然この造波抵抗の大本山のような現在の研究室にヘッドハンティングされた。転籍が決まってから最初の研究テーマに、この造波抵抗理論の問題点の解明を取り上げること考えていた。完成船の試運転に乗船すること

も多かつたし、船の作る波の写真は豊富にあつたので、波の観察をし続けた。どう見ても船の波は非線形な現象を含んでいるように見えた。そして学会のすべての論文に書いてある最初の仮定を疑うことが大切だと気がつた。全ての論文には、「船の波は線形分散波と仮定する」と書いてある。教科書に書かれていることを繰り返している。そうして学会では線形なモデルとその変形バージョンを競い合っていたのである。理論が現場で使えない理由は実現象を説明できない線形モデルを使っていたからなのである。

そうして筆者は1979年に自由表面衝撃波という非線形散逸波の存在を明らかにした。これを理解しない限り造波抵抗最小の船型を設計することはできない。この発見によって大きな変革が起きた。一つは船型設計の現場での変革である。船の先端水面下の球形の突起は薄く鋭い突起（長突出薄型バルブ）へ変えられ、速度を維持しつつ商船の馬力は約5%減ることになった。もう一つは、造波抵抗研究の方向の変革である。80年代のコンピュータの急速な進歩に後押しされて計算流体力学の研究が盛んになりつつあつた。いち早くこの計算流体力学を船の波の問題に適用した筆者達は、早くも1983年に船型設計（船の前半部だけだったが）のできるソフトウェアを造船会社にリリースした。

流体力学の世界では、支配方程式が明確だった。ナビエ・ストークス式という非線形偏微分方程式である。しかし非線形なので解析的に解くことはできない。だ

みやた ひであき, たけち しょうじ
東京大学 大学院工学系研究科
〒113-8656 文京区本郷7-3-1

から計算流体力学が発達する以前の流体力学では、無理矢理線形化して問題を解く研究ばかりだったのである。しかし、流体力学の世界の中で線形化して得られた答が本当に役に立つのは翼理論と穏やかな波の問題ぐらいしかない。

計算流体力学の一番の特徴は離散モデルであるという事である。連続体としてつながっている流体をたとえば100万個のデータのかたまりとして扱う。100万個のデータそれぞれがナビエ・ストークス式を満足していれば、結局100万個全部、つまり流体全体が満足していると考えるのである。

計算流体力学に限らず20世紀の最後の四半世紀に、非線形問題に対するコンピューターサイエンスは大きな進歩を遂げ、大きな社会貢献を成し遂げた。自然科学における多くの非線形問題では、非線形偏微分方程式のような形で予め支配方程式が知られており、それを離散化モデルにする。ところが社会科学の場合は事情が違う。支配方程式が知られている場合はほとんどなく、その代り多くの場合線形モデルが提案され改良され、その線形モデルの最適解が議論されることが多い。しかし、多くの社会科学事象は自然科学の世界と同様に、複雑非線形であることが本質である場合が多いのである。複雑非線形で解けないので、線形化して解こうとする研究の方法が結局役に立たない答を生産してしまう危険がある。1970年代までの流体力学における多数の線形モデルの研究が、結局わずかな貢献をしただけで消滅していき、非線形モデルを離散化する手法に置き換えられた事実から学ぶことができるはずである。

それでは、社会科学の世界で、支配方程式が未知な場合、どうすればよいだろう。それは支配方程式は未知であっても、現実の結果としての離散的なデータは入手できるので、それからモデルを作り出すという方法である。多くの場合、経営という非線形現象の結果として膨大な経営データが離散的に存在している。例えば小売業ならPOS (Point of Sales) データである。これはいわば社会科学における実験データである。実験データから新しいモデルを作り出すのは正統的な研究の方法である。経営を科学する時の一つの方向性はこのような考え方である。そして、そのモデルを構成する企業や人や商品は離散的なエージェントとして取扱われる。離散的なエージェントの属性は、計算流体力学の場合より複雑である。これが社会科学でのシミュレーションの難しさの主因である。

2. 非定常問題と時間発展シミュレーション

自然科学の世界の大部分を占める複雑非線形な問題は、同時に非定常な問題でもある場合が多い。例えば台風という渦は時間と共に規模も進行方向も変化する。流体が物体を通過すると後方に渦が周期的に発生する。この渦の放たれる周期を簡易的に推定するためのパラメータであるストローハル数を知らないと、高速増殖炉「もんじゅ」のナトリウム漏れのような重大事故を引き起こしてしまう。このように流体力学の問題のほとんどすべては非定常である。

計算流体力学の解法には、時間軸を無視して定常解を求める方法、時間を追って解いていって、時間と共に変化する解を求める方法との二つの方法があった。自然現象は本質的に非定常なのだから後者の方法を採用すべきなのだが、計算負荷は大変大きくなってしまったから、定常モデルから入ってその後非定常モデルに移っていく研究パターンも多く見られた。しかし、筆者達の研究室では最初から現在まで一貫して非定常問題に対応できる時間発展モデルを使っている。1983年にリリースされた最初のコードが現在に至るまで長期間にわたって設計に使われている理由の一つでもある。

社会科学の世界で、定常モデルと似ているのが均衡モデルである。例えば典型的なのが需給均衡モデルである。需給均衡によって価格が決まってくると説明されれば判り易いが、現実に経済活動が“均衡”することなどほとんどない。自然現象が本質的に時間発展的に変化するのと同じように、社会科学の対象も時間発展的に変化していくのが本質である。しかもよく考えて見れば社会科学の対象における時間変動は自然科学の対象以上に急激な場合も多い。極端な例では、為替や株価や原油価格は変動するのが本来の姿であり、しかもその変化は非線形である。5%の需給インバランスが2倍や3倍の価格変動を引き起こすような非線形な現象が社会科学の本質なのである。企業の業績にしても、経済成長にしても、考えてみればほとんどの経済を中心とした社会科学の本質は時間発展であることを強く認識させられる。これらの集積として歴史があり、進歩と衰退の色々な現実が知られている。

経営科学にとっても、サービスサイエンスにとっても時間発展の概念は大切である。例えば書籍のほとんどは発売後3-4週間で売上げのピークに達し、7-8週

目にピークの半分にまで落ちていく。電力需要は春夏秋冬の大きな変動と週単位の変動と昼夜の変動がある。このような変動の将来を予測することが経営の最大課題である。行政という国の経営、企業の成長・衰退、新商品の売上げ予測、社会（市民）の満足度の将来への変化など、経営の課題の多くは未来予測なのである。未来予測の正攻法は、これまでの時間発展のメカニズムを正しく理解し、この時間軸を未来へ延ばす方法である。経営対象の非線形さも考慮して時間軸を未来へ延ばすことが出来るなら、それは優れた経営と言われることだろう。

経営科学やサービス・サイエンスの“科学”では、時間軸を大切に扱い、時間発展的な方法を選ぶべきだろう。時間発展のシミュレーションを使うことの効果は大きいと思われる。

3. 設計と経営

船舶の波の非線形問題と計算流体力学問題での成果を確認してから取り組んだ次の研究テーマは真の naval architect を目指したものだ。architect は engineer ではないので、アーキテクチャなイノベーションを実現するような研究テーマに取り組むべきだと考えた。船舶設計には3つのSが大切だと伝えられてきた。speed, stability, strength（速度、安定性、強度）である。そうして当時の日本の船舶設計はこの3つの性能のアナリシスが中心技術になっていた。だからどんな船も基本コンセプトが日本で創造されたものはない。コンテナ船はアメリカの陸運企業のコンセプトであるし、LNG 船は欧州のものである。1990年が近くなって、筆者は新しい3つのSを提唱し始めた。science, society, synthesis である[1]。科学を大切にしながら、社会のニーズを把握して、総合化によって新しいものを創造することの大切さを訴えたかったのである。

こうして筆者達が直接コンセプトの創造から商品化にまで携ったのが2つの高速船開発プロジェクトだった。そのうちの1つは水中翼船の開発プロジェクトである。歴史上、航洋型の水中翼船として成功したのは戦前にドイツ海軍が開発したものと、戦後に米国海軍が開発したものしか存在しない。後者をボーイング社が民間向けに転用したものがジェットfoilと呼ばれるもので、最近水中生物との衝突事故が問題になっている。私達が開発した水中翼船はスーパージェットという商品名で、松山・広島航路や、松山・小倉航路

で活躍中である。ジェットfoilの脆弱性と高価格を克服するのが目標だった。内海中心ではあるが1993年の初就航以来、高い就航率とジェットfoilの1/3程度という低価格を実現している。この水中翼船は水中生物と衝突する危険がほとんどない。

このようなアーキテクチャな技術開発にとって、要素技術やアナリシスも大切だが、結局基本コンセプトとそれを全体最適として実現させることの方がはるかに大切である。これらのプロジェクトが一段落したころ回ってきたのがアメリカズカップ・プロジェクトだった。テクニカルディレクター兼チーフデザイナーという立場は水中翼船の開発プロジェクトと同じだったが、目標の達成ははるかに難しかった。水中翼船の場合は、全体最適と言いながらも、それぞれの要素がお互いにバランスよく成果を出してくれれば（例えば、ウォータ・ジェットのインレットでのキャビテーション問題が解決されるといったことがたくさん重なれば）何とか商品化にこぎつけることが出来た。しかし、アメリカズカップの場合はそんなに簡単ではなかった。最終的に1%の速度差を確実にするのが技術開発目標なのだが、船体とキールと帆の性能をそれぞれ1%性能向上させれば、重ね合せの結果として1%の性能差を保証できる訳ではない。問題はもっともっと非線形なのである。車の開発の場合もほとんど同じと考えてよい。それぞれの優れた要素を全体最適を目指して重ねていけば、通常の乗用車の開発に成功することは出来る。しかし、同じ方法をF1のプロジェクトに持ち込んでも成果を期待することは難しい。世界最強の経営を実現しているトヨタも、まだF1で成果を出せていない。経営も設計も奥が深いのである。

このような技術開発マネジメントを実践しているうちに気が付いたのは、設計と経営のアナロジーである。究極の全体最適をする設計のプロセスはマネジメントの側面が強い。いかに要素が優れていても、全体最適の解を得ることが出来ないかもしれないことは経営にもつながることである。経営はシンセシスの作業であり、アーキテクチャなイノベーションを目的とするのが進歩した経営である[2]。

4. サービスサイエンスの方法

設計にとっても経営にとっても研究にとっても創造のプロセスが大切である。創造のプロセスはビジョンを持って、コンセプトとモデルを創造し、最後にソリューションを得る。上流の段階ほど大切である。ソリ

ューションの最適化をする設計や経営や研究は、ルーティンに近い営みであって創造的なものが乏しい場合が多い。アーキテクチャル・イノベーションのためにはビジョン、コンセプト、モデルが大切なのである。

サービスサイエンスの推進のためにもビジョンが大切である。サービス業の生産性が低い理由の一つは、科学的論理性の低い取り組みが続けられたことにあるだろう。例えば国内物流のコストは米国の倍程度だし、この国内物流のデータベースは色々な公的部門が部分的かつ散発的に持っていて、それらの多くはデジタル化されていない。GDPの60%を超える規模に成長したサービス業に科学的論理性を導入し、アーキテクチャルイノベーションを引き起こすことが、サービスサイエンスのビジョンであろう。例えば、私達が取り組んでいる書籍ビジネスの場合は、顧客・書店・取次社・出版社の4者のWIN-WIN関係を構築し、40%の返本率を10年以内に半分にしようというのがビジョンである。プロジェクトの過程で、学生諸君を教育して論文を書かせて卒業させ、研究者にとっては論文という成果物を作ることも行わなければならないが、ビジョンの実現が最大の目標であることに変わりが無い。ビジョンが実現しなければ、論文の価値は10分の1になってしまう。研究のための研究にしか過ぎなかったという事になるからである。

サービスサイエンスにとって重要なことを列挙してみると次のようになる。

1. ビジョンを持つ。
2. コンセプトやモデルを創造してアーキテクチャルなイノベーションを目指す。
3. 対象は何らかのシステムであって、ほぼ100%の確率で複雑で非線形な面があり、これが本質に近いものであることを認識する。
4. 複雑非線形な対象を単純化または線形化することには慎重でなければならない。問題の本質を把握していないモデルになる危険があり、結局現場で役に立たない成果になることが多いからである。
5. 現場のデータは物理実験のデータと類似のものなので大切に解析し、現在の問題点を科学的かつ定量的に示す。
6. 現場のデータ解析から新しいモデルを創造する段階にエネルギーを集中させる。最も創造的なプロセスであり、ここで構想力が養われるからである。

7. 離散モデル（エージェント・モデル）の有効性を認める。もし支配方程式が求められなくても、数値だけの関係による離散的なモデルとして、システムを構築することが可能である。ITを使った優秀な経営では実際にこれを実現している。
8. 数理的な最適解を求めすぎない。複雑非線形なシステムにとって数理的な最適解は存在しないかまたは局所的にしか存在しない場合が多いので、確実な改良改善を実現することを目的とする。
9. 情報システムや数理科学の活用は第1段階で、顧客満足度の科学が第2段階である。最終的には市民の満足度を最大にするのがサービスサイエンスの共通のビジョンだからである。
10. 部分最適より全体最適を目指す。部分最適の重ね合わせが全体最適につながらない場合も多いからである。

この10の原則は、サービスサイエンスだけでなく、設計や経営にとっても、ほぼ共通に大切なことだと考えられる。

5. 具体的な応用例

5.1 高速道路交通サービス

旧道路公団からデータの提供を頂いて3年間行った研究である。道路サービスはネットワークとフローの問題であり、流体力学にも近い。全国約7,000 kmの高速道路のネットワーク上を毎日約400万台の車が流れる。道路はノードとリンクによって再現する。道路上の車の運動に対しては、マルチ・エージェント的な考え方を適用し、車種や運転者特性も属性として加え、追従モデルを使う。各インターでの入車データをインプットとして、48時間1秒ごとに時間発展的なシミュレーションを実行する。道路上での実測によるチューニングを行い、最終的に各インターでの出車データを実データと比較して検証する。

このシミュレーションの経営への応用を中央道の拡幅工事例で説明してみよう。2003年3月に大月JCTと小仏トンネルの間の3車線化が完成した。総工費は約1,000億円である。この拡幅効果を調べるため現在の道と2車線だった昔の道の2つをコンピューター上に再現し、現在の交通量の車を流すシミュレーションを実行するのである。その結果、拡幅によって平均速度は変化しない、つまり時間便益は生まれてないという結論が得られた。しかし、もし毎日事故が発

生して1車線が2時間閉鎖されるとすると、年間20億円程度の回収効果を見込むことができるが、この金額でも償還に50年以上かかってしまう。また、現実には、東京に近い2車線区間で事故が起きれば、これをはるかに上回る犠牲量の発生があることは容易に理解できる。利用者の日常の体験でもある。

5.2 銀行間決済システムのシステミック・リスクの計量

銀行間の決済（債権・債務関係を解消する行為）を取りまとめて行うシステムは銀行間決済システムと呼ばれる。ITやネットワーク技術の発達により、世界各国の決済システムを結びつけるグローバル化が起きているため、決済の件数・金額は共に年々増加の一途をたどっている。国内の代表的な銀行間決済システムである日銀ネットでは、一般会計国家予算にも匹敵する約90兆円もの巨額の取引がたった一日の内に行われている。このような趨勢の下、一行の銀行のデフォルト（債務不履行）が波及的に各銀行に広がり、決済システム全体が混乱することをシステミック・リスクと呼ぶ。決済システムは強い公共性をもっているため厳格なリスク管理が必要であるにもかかわらず、定量的なリスク管理はほとんど実施されていない。そこで、毎日の決済実行を時間発展的に行うシミュレーション法を開発し、決済方式やその詳細な条件に応じたシステミック・リスクの定量的な評価を行うシステムを構築した。

銀行、取引、決済主体（中央銀行）の3者のモデルから構成される決済システムをモデル化し、評価指標として、期待値（総被害額と出現確率を掛け合わせたもの）、VaR（Value at Risk）、CVaR（Conditional Value at Risk）を用いる。時点ネット方式・即時グロス方式・ハイブリッド方式・インテグレイティッド方式の現行の4決済方式を比較するために、現状の日銀ネットを単純化して参加行が10行であるモデルを用いて、5,000回の試行シミュレーションを実行すると、インテグレイティッド方式が、システミック・リスクが最も少なくなる優れた方式であることが判った。現実のデータのデータを用いることができれば、更に興味ある結果が得られるだろう。なお、公表されているデータを基に日銀ネットにおける決済を再現した上でのシステミック・リスクの評価も試みた。このシミュレーションから、システミック・リスクを回避するために中央銀行に大きな負担をかけてシステムの健全性を担保していることが再確認された。

5.3 伝染性感染症の拡散シミュレーション

全世界で年間300万人を死に至らしめているマラリアや様々な亜種を派生し定期的に流行するインフルエンザなどの従来の伝染性感染症ばかりでなく、AIDS（Acquired Immune Deficiency Syndrome：後天性免疫不全症候群）やSARS（Severe Acute Respiratory Syndrome：重症急性呼吸器症候群）などの新興の伝染性感染症の勃発、細菌兵器を用いるいわゆるバイオテロの懸念が大きな社会問題となっている。伝染性感染症の流行過程を数理的に解明し、対応策の有効性を検討することは重要である。これらの目的のために拡散シミュレーション・システムを構築する。本システムは、小域と大域の二階層から成るモデルで構成される。小域モデルでは、比較的狭い領域かつ短期間のシミュレーションを行うため、個人をエージェントとしてモデル化し、個人の行動から伝染性感染症の拡散の様子を把握する。個々人の移動先（例えば、学校・職場、趣味の会合、あるいは利用する駅や公共施設）をコミュニティとして定義し、コミュニティを介して個人どうしを結ぶ社会ネットワークを抽出する。社会ネットワークにおいて、移動する先のコミュニティ数が多いエージェントは活動的なタイプとみなすことができ、いわゆるハブ（hub）となるため、スーパー・スプレッダー（平均よりもはるかに多くの非感染者に感染させる感染者）になることが予想される。筆者らのシミュレーションによれば、この傾向は確かに存在するが、条件によっては、ハブでない非活動的なエージェントもしばしばスーパー・スプレッダーとなることが確認された。

一方、大域モデルでは、比較的広い領域かつ長期間のシミュレーションを行い、集団の特性から伝染性感染症の拡散の様子を把握する。大域モデルでは、個人が集まった集団を一まとまりにして考え、伝染性感染症の代表的な数理モデルであるケルマック・マッケンドリックモデルを拡張したモデルとセルオートマトン・モデルを融合したモデルを用いてシミュレーション法を作った。ワクチン投与や隔離対策の有効性を確認するためのシミュレーションを行うと、有効な集団免疫を獲得するためのワクチン投与率に閾値があることが理解された。

5.4 酒類卸配送の経営最適化

酒類流通業は、過去の保護規制のために他業界と比べ経営の効率化が遅れていた上に、2003年の酒類販売業免許の大幅な改正により、他業界の多くの企業が

酒類流通業界に参入することが可能になったために、競争力の低い既存の企業にとっては非常に厳しい状況になった。その上、年間飲酒量の減少や発泡酒など商品単価の低下などの社会情勢がさらに追い打ちをかけ、大手酒類卸売企業の倒産・廃業など状況は厳しさを増している。このような背景のもと、科学的な手法を用いる経営効率化が喫緊の課題となっている。

この研究では、首都圏を中心に事業展開をしている中堅の酒類卸配送企業から提供されたデータをもとに、配送システムの再構築による卸配送企業と顧客店舗のWin-Win関係の確立を目指すためのシミュレーションを行った。具体的には3配送ルート（173顧客店舗）をテストケースとして抽出し、年間365日の受注・配送を再現するシミュレータを構築し、実際の受注データを入力して、再現、問題点の発見、改善モデルの提案を行う。東京の複雑な交通環境では、配送員のエキスパート性が高く、最適経路問題を深く追求することの価値は高くなく、むしろ、配送の平準化、不採算顧客店舗との取引停止、配送ルートの再編などの方策の効果の方が大きい。このような方策により向上した利益は、その一定の割合を顧客の優良度合いに応じて、商品単価の値引きとして還元するCRM（Customer Relationship Management）を検討し、Win-Win関係を築く経営提案を行った。

5.5 書籍ビジネス

過去10年の間に書籍の出版点数は2倍になり、毎年約75,000点に達し、同時に返本率も20%から40%に上昇してしまった。ベストセラーの売上げが象徴的に示しているように、書籍ビジネスは複雑非線形なシステムの典型例である。このプロジェクトは1年程前に開始され、Q-Winプロジェクトと名付けられた。顧客・書店・取次社・出版社の4つのプレイヤーすべてがWinしない限り、返本率を低下し、ビジネスの健全化は達成できないと考えられるからである。

Q-Winを実現するという事は、全体最適を目指すということである。そのためには情報の共有とその有機的な利用が基本である。その次に、この情報を共有し流れるシステムをコンピュータ上に再現する。そのためには時間発展のシミュレーション・ソフトウェアを開発しなければならない。これによって出版システムや配本システムの改善を行うことが出来る。

全国に約23,000店ある書店の一部を取り出し、POS（販売）データだけでなく、配本・展示・返本のデータも使って、日次のシミュレーションを行い、

各書店のオペレーションを改善することも必要である。優秀な店長にとっても、平均2万冊の店舗在庫をコンピュータの助けなしで管理することには限界がある。ある書店のあるジャンルの棚回転率を出版月ごとに解析すると、2年以上前に出版された古い本の回転率が極端に低いわけではないことが判る。小売業の中でも書籍ビジネスには特有な傾向があるのである。科学的論理的な手法の適用例としては、最も困難なものの一つである。しかし最適解はともかく確実な改良を実現するためのステップを一つずつ踏んでいくことができる。

6. サービスサイエンスと経営

サービスサイエンスの研究を追及して成果が得られたなら、これを実装し、サービス業に変革を起こさなければ意味がない。しかし、これはなかなか難しい。優れた経営者が率いて日々の進歩を信条とする企業なら、イノベーションを実現できるだろう。しかし、サービス産業の多くは、行政サービスを筆頭として、科学的論理性が低い経営に委ねられてしまっている場合が多い。優れたサービスサイエンスの成果もこのような現実の経営に阻まれてしまう。高速道路の経営は最も容易に科学的に行うことができる例に挙げられるだろう。車を走らせる（交通）という機能が単純だからだ。しかし、道路建設を第一目的とし、交通サービスを第二目的とする道路公社にとっては、道路ネットワークと車のフローを最適に経営するサービスサイエンスの成果を取り入れる経営が出来ない。電力会社の経営シミュレーションの研究ではシステム統合して全体最適することの重要性が理解されたが、現実の電力会社の組織が縦割り構造のままで、各部署がデータを個別に管理する仕事の方法を温存していたのでは、その効果を十分に現実化することができない。全体最適のためには、データの共有と組織構造または経営システムの改革が不可欠なのである。サービス業にイノベーションを起こすためには経営にもイノベーションが必要である。

これまで、科学や技術は経営の下僕のような立場に置かれている場合が少なくなかった。しかし、これからは経営と科学が水平統合することが大切になってくるだろう。複雑非線形で時間軸が短くなってくる21世紀に旧来の経営は通用しない。経営科学の人々がより深く経営の現場に立ち入り、文理の人々が融合して、新しい経営を指向することが求められているだ

ろう。この分野の老舗である OR 学会の新たな発展を期待したい。

日本がいつまでも製造業に頼ってばかりいられないとすれば、サービスサイエンスによるサービス業の進歩の意義は大きい。

7. あとがき

本稿では、あえて第1筆者の個人的な経験も披露して、サービスサイエンスの推進によるアーキテクチャル・イノベーションをいかに起こさせるかを考えてみた。たくさんのテーマに共通点があり、本質は同じであることをご理解いただきたいと考えたからである。しかし一方では、本稿の考え方は、設計・経営・サー

ビスサイエンスの一つの方向にしかすぎないことも事実である。いずれにせよサービスサイエンスへ取り組むこと自身が大変挑戦的なことである。“創造への挑戦”がアーキテクチャル・イノベーションに不可欠のものである。

なお、本稿の第2筆者は、この3年近くの間、第5章で紹介した色々な具体的プロジェクトでの第1筆者の共同推進者である。

参考文献

- [1] 宮田：シンセシスによる船舶開発，日本造船学会誌 729号，42-48，1990.
- [2] 宮田：理系の経営学，日経 BP 社，2003.