



産業技術力の強化に向けた横幹技術への期待

中村 道治*¹ · 舩橋 誠壽*² · 佐々木 直哉*³

Transdisciplinary Technology for Strengthening Industrial Technology

Michiharu NAKAMURA*¹, Motohisa FUNABASHI*², and Naoya SASAKI*³

Abstract– This paper describes expectations for Transdisciplinary Federation of Science and Technology viewed from manufacturing industry. Challenges of manufacturing industry in terms of transdisciplinary technology are presented ranging from problem oriented approaches to design methodology, and some preliminary practices are demonstrated including visualization by sensor network and analysis-led design. Manufacturing industry has been starting integration of diversified knowledge in order to respond to real world requirements, but the integration experiences are scarcely reusable. For better transformation of the integration experiences to reusable knowledge, which is one of the essential values of transdisciplinary technology, collaboration of academia, government, and industry in real situations is strongly desired as well as providing appropriate education for knowledge integration at universities.

Keywords– technology management, problem oriented approaches, analysis-led design, knowledge integration

1. はじめに

2007年6月に閣議決定された「イノベーション25」は、我が国のイノベーションのあり方をはじめ総合的に示したものとして、画期的な取組みであった[1]。これは、米国における“Innovate America”[2]、欧州における“Creating an Innovative Europe (Aho report)”[3]の日本版であり、2025年に向けた長期的な視点で、我が国のあるべき姿とそれに至る道筋を示している。言うまでもなく、個々のテーマごとに具体的な行動がとられなければ、絵に描いた餅になる。とりわけグローバル経済下において、我が国製造業が国際競争力を維持できるかどうかは、国の将来像を設計する上で重要な点であるといえる。

我が国の製造業のGDPに占める割合は、1990年の26.7%が、2006年では、21.3%に減少している。しかし、米国の12.1%と比べ依然高率であり、貴重な外貨を加工品の輸出で稼いでいる構図は、これまでと変わらない。もちろん、外貨を稼ぐことだけがこれからの製造業の役割ではない。21世紀に入って地球規模で顕在化しつつある社会的諸課題を解決し、持続的発展可能な社会を実現していくために、我が国は優れた製造技術で世界に貢献していくべきである。本稿では、我が国のイノベーションの中で、これからの製造業の果たす役割を現場サイドに立って考察する。また、そのためにどのような横幹技術を育成すべきかを考察する。本論での製造業は、ハードウェア、ソフトウェア、システム、サービス基盤までを含めて、広義の意味でのモノづくりを指す。

*¹(株)日立製作所 〒100-8280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号

*²(株)日立製作所システム開発研究所 〒215-0013 川崎市麻生区王禅寺 1099 番地

*³(株)日立製作所機械研究所 〒312-0034 茨城県ひたなか市堀口 832 番地 2

*¹Hitachi, Ltd., 6-6 Marunouchi 1-choume, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8280, Japan

*²Systems Development Laboratory, Hitachi, Ltd., 1099 Ohzenji, Asao-ku, Kawasaki 215-0013, Japan

*³Mechanical Engineering Research Laboratory, Hitachi, Ltd., 832-2 Horiguchi, Hitachinaka, Ibaraki 312-0034, Japan

Received: 18 January 2008, 7 March 2008

2. これからの製造業と横幹技術の役割

2.1 課題解決型のモノづくり

米国のアル・ゴア前副大統領と国連の「気候変動に関する政府間パネル(IPCC)」に、2007年のノーベル平和賞が授与されたことに象徴されるように、地球規模での社会的課題として、エネルギーや地球環境についての関心が過去に高まってきた。また、安全・安心社会の実現、少子高齢化対応、健康・医療問題など、イノベーション25でも例示的に述べられている社会的課題を数

多く抱えている。これらの解決に向けての取組みは、技術開発のみならず、社会システムの改革、教育などを含めて、すなわち、自然科学、社会科学、人文科学分野を動員して、新しい科学技術の組合せによって行われる価値創造であり、イノベーションである。

この様な方向性に沿って、経済産業省産業構造審議会産業技術分科会（座長：木村孟 大学評価・学位授与機構長）は、2007年7月に纏めた「イノベーション創出の鍵とエコイノベーションの推進」の中で、新しいイノベーションの方向性として、性能重視から環境重視・人間重視の技術革新・社会革新に注目し、これを「エコイノベーション」と名づけて具体的な取組み方について議論を深めた [4, 5]。日本の強い環境技術で地球規模の課題を解決し、国際社会に貢献するとともに、これを通じてさらに産業技術力を高めるという戦略である。

安全・安心に関しては、2007年7月に、文部科学省の科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会安全・安心科学技術委員会（主査：板生清 東京理科大学専門職大学院総合科学技術経営研究科教授）において、「安全・安心科学技術の重要研究開発課題について」と題した報告書を取纏め、国民の「安全」と「安心」を確保するために取り組むべき研究開発課題を抽出した [6]。行動学的、心理学的知見も活用しつつ、人間行動や人間を取り巻く社会環境を把握すること、現象の把握を行った上で社会現象の予測・評価を行うこと、技術のシステム化にあたっては、社会システムとの整合性にも留意し、リスクコミュニケーションや教育手法の開発もあわせて行うこと、人文・社会科学等多様な分野の知見を動員するとともにユーザーの視点を取り入れ、地域や環境による差を考慮すること、などが必要であると提言し、この視点に基づき重要研究開発課題の抽出を行っている。

以上のような検討に共通的なことは、自然科学のみならず、社会科学、人文科学まで含めた知識統合により、課題解決にあたることである。

これに対して製造業も、従来の先端技術をもとにした新製品の開発という単純なモデルから、課題解決型の取組み、すなわち「課題解決型モノづくり」に重点を移すことが社会の要請である。これは、小宮山宏東京大学総長が最近の著書「課題先進国日本」において、他国に先駆けて課題解決に取り組むことにより、キャッチアップからフロントランナーになるという提言していることと通じるものである [7]。

課題解決型モノづくりは、enabling technology（なくてはならない「基盤技術」）と差別化のための「独自技術」との組合せで達成される。とりわけ、enabling technologyとして製品・サービスの設計にとって重要になるのは、対象とする人間社会システムの予測と制御のためのツールである。複雑なシステムを正しく俯瞰する技術が不可

欠である。できる限り全体のまま見渡す技術が望まれる。

最近注目を集めているセンサーネットワーク技術は、自然物、人間を含めたシステムの振舞いを実時間で可視化する enabling technology であり、システムの振舞いを予測・制御するモデル構築のための要件ともいえる [8]。センサーネットワーク技術の現状については、次章で詳述する。

また、今後の少子高齢化社会に向けて期待される enabling technology にロボット技術がある。イノベーション 25 でも述べられている通り、家事・介護支援、安全快適移動、見守りなど、ロボットによる生活支援が望まれる。これを実現するためには、フェールセーフ技術の開発が何より重要である。さらには、生活者視点からの安全確保や使い勝手向上のため、ロボットの安全確保ガイドラインや構造・使用法に関する規格、インフラの基準制定・見直しや、法整備が必要となる [1]。

関係者の関心を俯瞰的にとらえる技術も重要である。一例として、道路交通の安全化の問題を考えてみよう。安全化のために、人と車や車同士の間での通信機能を備えると事故を減らせる可能性が高まることは容易に想像できる。しかし、ネットワーク効果と呼ばれるように、多くの人々がこのような対応に賛同しなければこの通信機能の導入は生きてこない。自動車保険などの関連性も考えて、人々が通信機能を取り込んでゆくように誘引していくことも、課題解決型のモノづくりに含まれる。

2.2 新産業モデルの創成

外的要因が変化する中で、製造業は新しい事業環境に対応して産業モデルの見直しを行い、継続的發展を図る必要に迫られている。この範疇の例として、半導体産業における産業構造ダイナミクスの抽出と新しい産業モデルの検討、放送通信融合時代における産業構造の代替シナリオの生成、エネルギー環境時代のグローバル産業モデルの深耕、などを考えたときに、モデル作りのための方法論にハタと困るのが現状ではないだろうか。

これらは、製品アーキテクチャや組織能力、アウトソーシング、オフショア生産などの観点から、経営戦略的に検討されてきたが、産業界の意思決定のガイドラインを与えるには、予測まで含めた定量的手段が必要である。従来構築されてきたトータルサプライチェーン管理や製品ライフサイクル管理、カスタマーリレーション管理、製品品質管理に加えて、グローバル環境下で、産業の分解や統合など産業構造のダイナミックな変革を定量的に取扱うツール、方法論の充実が望まれる。ここでは、新しい産業の出現の可能性を示唆するような、構造的な変化を特に扱いたいという思いがある。

これらの問題に対して、マルチエージェントによるシミュレーションが有力なアプローチといえるが、一般論で議論しても実りが少ない。あくまで個別のケースにつ

いて経験を重ねることにより、段階的にツール、方法論を高度化、一般化することになるであろう。

2.3 製品信頼性の確保

社会に迷惑をかけ、企業の存続を脅かすような製品事故が続くことは、遺憾なことである。これは、使用環境や仕様が変化しているにも拘らず、従来の概念で安全性評価を行った場合によく起こるが、単に不注意というよりは、複雑なシステムで起こる現象を予測するための十分なツールが存在しないことが深層の原因であることが多い。あるいは、人間はミスを犯すことを前提にしたフェールセーフ機能が不十分なためである。いずれの場合も、事故防止のためのツールの高度化が望まれる。同様に、地震など災害に対する社会インフラシステムのリスク管理も、看過できないテーマである。

これに対して我われのモノづくり（工学）においては、すべてが言葉で明確に表現されるものでなく、非言語的な学習と非言語的な知識に大幅に、そして常に依存してきたことから、工学的科学重視から工学的技能重視に戻るべきである、との議論がある [9]。特に、製品信頼性との関連で取上げられることが多い。横幹技術に対する一つの問題提起である。

リスクに対する学習期間の確保やリスク管理費用の関与者間での配分などに向けて、関係者の間でどのようなコンセンサス形成のプロセスをとるか、あるいは、バグの存在を前提にした製品出荷と保守体制という姿勢をどのように捉えるかといったテーマも、製品信頼性に関して検討されるべきテーマである。

2.4 モノづくり設計力の強化

今日の製品は、機械系、物理系、人間系などさまざまな因子の相互作用によって達成される。不良低減（歩留まり向上）という観点では、ばらつきまでも入れた複雑系モデルに様々な経験（知識）を合わせて見渡し、実現可能性を事前に推定する必要がある。また、システムの最適化を試行錯誤的に行うのではなく、自動的に行うことができると、時間的にも経費的にも望ましいことである。

このようなモノづくり上の課題に対して検討されてきたのが、解析主導型設計、あるいはモデルベース・エンジニアリングで、これらの深耕と普及は、産業力強化の上で欠かせないテーマである。Fig. 1 に、コンセプトを示す。

解析主導型設計はフロントローディングとも呼ばれ、実物を試作する前の段階で、モデル化とシミュレーションにより、コンピュータ上で“試作（プロトタイプング）”する。これを可能としたのは、モデル化に関する経験の蓄積と、コンピューティング技術（ハードウェア、ソフトウェア）の進歩によるところが大きい。工学的技能

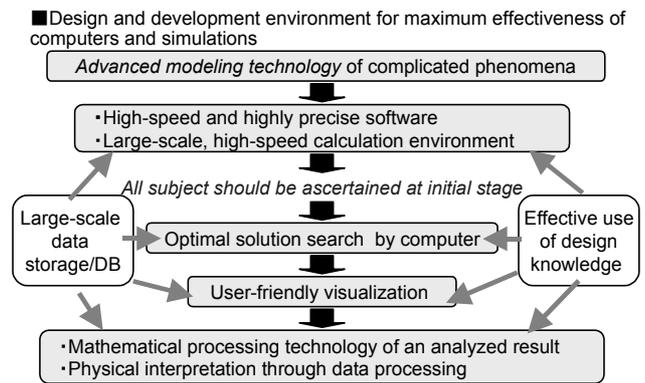


Fig. 1: Front loading design

（暗黙知）を、いかに経験知としてモデル化に取込むかが課題であることは、先に触れた通りである。

多くのシステムでは、メカハードを構成する機械系とともに制御ハードウェア・制御ソフトウェアの比重が大きくなっている。両者は密接に関係するため、解析設計においてはハード・ソフトの一括設計 Cooperative Design (Co-Design) が主流になりつつある。

Co-Design では、まず、機械系、物理系に、制御ハード・ソフト（コントローラ）を構成する制御系を加えたシステムのモデル化とシミュレーション Model In the Loop Simulation (MILS) により、メカハードとコントローラの設計を共に実物試作前に検証する。次いで、制御系モデルから制御ソフトのソースコードや制御ハードの回路（FPGA 回路等）を自動生成し、これらを搭載したコントローラ実機とメカモデル（プラントモデル）との組合せシミュレーション Hardware In the Loop Simulation (HILS) により、メカ実機の完成前にコントローラ実機を用いたシステムの検証を行うことができる。このようにシミュレーションによる検証を重ねた後、メカ実機とコントローラ実機とを組合せた実システムの検証を行うことにより、モノづくりの時間と経費の低減を図ることができる。

サイエンススペースのシミュレーション技術も、近年のコンピュータ技術の進化に支えられて、急速に広まりつつある。ナノシミュレーションによる新材料の探索、新機能の予測、バイオシミュレーションの創薬への応用などが展開されている。

解析主導型設計は、我が国がモノづくりで優位を維持する上で、極めて戦略的な技術である。

以上の議論を Table 1 に纏めて示した。

3. 横幹技術の新しい活用例

3.1 実世界状態の可視化技術-センサーネットワーク

最近の情報通信技術を活用することにより、膨大な量の情報を容易に収集、分析できるようになったことから、複雑系システムの監視、制御において、セ

Table 1: Challenges of manufacturing industry and transdisciplinary technologies

テーマ	内容	横幹技術	知識 (既存学問分野)
社会的課題解決	社会が直面している課題に対して、基盤技術と独自技術を活用して解決策を与える製品・サービスの開発設計 例: 地球温暖化対策	課題関与者抽出と利害関係のモデル化, センサーネットワークデータ活用的人間行動・感性モデル化, 利害構造の満足化(技術適合化)	認知科学, 行動学, 心理学, 課題に関連した工学
新産業モデル創成	サプライチェーンがグローバルに緊密化する中で、産業構造の変化を見出すモデル導出, 代替シナリオ生成の手法化 例: 放送通信融合時代の新産業探索	複雑系(マルチエージェント)シミュレーション, サプライチェーン管理, 製品ライフサイクル管理	ミクロ経済学, 課題に関連した工学
製品信頼性確保	伝統的な安全確保技術の継続的発展に加えて、リスク回避のための費用分担方法など新観念の導入	不具合発生度合い分析・影響評価手法, リスク認識のための社会学習手法, リスク分担のための合意形成手法	行動学, 心理学, 計測技術, 課題に関連した工学
モノづくり設計力の強化	設計・製造ノウハウの形式知化, ラピッドプロトタイピングのための解析主導型設計技法	帰納的事例データベース, 複数の自然科学の統合(マルチフィジクス/マルチスケール・シミュレーション, ハード・ソフトCo-Design), 構成探索・可視化手法	課題に関連した理工学(物理学, 化学, 生物学, 機械工学, 電気電子工学)

ンセンサーネットワークが威力を発揮しつつある。ユビキタス情報社会に期待される新しいサービスを生み出す基盤である。

センサーネットワークによる実社会の状態監視・制御の例として、災害監視、食品衛生管理、あるいは人の健康管理などが上げられる [8]。また、測定されたデータを利用して、社会生活のさまざまな場面で新しいサービスが可能になることから、次世代のサービス基盤としての期待が大きい。

例えば、固定センサー（VICS）と移動センサー（プローブカー）から道路交通データを収集し統合することにより、人々の具体的な行動に立脚した交通行動を予測・解析することができる。直接的には、収集データに基づく渋滞予測や、旅行時間予測、経路計算との連携など、経路案内への活用があるが、センサーデータを都市の活動を表す指標としてとらえ、社会科学的な観点からの都市デザインに役立てることもできる。従来は大掛かりな人海戦術で単発的にしか取得できなかった人々の移動に関するデータがリアルタイムに継続的に得られることは、社会にとって有意義な知識基盤が出来上がりつつあるといえよう。

また、厨房や食品倉庫で温度や湿度を検知し、検知したデータをもとに遠隔操作で空調の設定変更を行うことで、食品の品質管理や安全性を高めることなどに活用できるが、これらのデータの蓄積によって、食品の生産から販売にいたる新しい事業モデルや業務プロセスの出現も期待できる。

最近の新しい試みとして、企業内で社員のコミュニケーション頻度や活動状況を測定し、データを地形図の形で図面に表示する組織活動可視化システム「ビジネス顕微鏡」が試作された。本システムでは、無線通信デバイスを内蔵した名札型のセンサーネットワーク端末を社員が装着し、これを用いて社員同士の対面時間や動作を測定してデータ化する。測定したデータは、ネットワークを通じ

てサーバ上に収集し、組織ダイナミクス像生成技術により社員同士の相互影響の度合いを地形図上に表示する [10]。

本システムを用いることにより、これまで目に見える形で把握することが難しかった組織内でのコミュニケーション頻度や活動状況を可視化し、問題点を抽出することが可能になり、組織運営に伴うリスクの低減や知識労働者の生産性向上などの目的で活用することができそうである。今回、試作された「ビジネス顕微鏡」は、次のような特長的な機能を持つ。(1) 社員同士の対面頻度や動きを測定する、小型軽量の名札型センサーネットワーク端末、(2) 社員同士の相互影響の度合いを可視化する組織ダイナミクス像生成技術、(3) 加速度データを用いた社員間の相互影響度の可視化。

センサーネットワークによる実社会の可視化は、組織の生産性向上や社会のリスク管理に限らず、健康への関心の高まりや高齢化社会の到来を背景に、人の生活を対象に広がりを見せている。同じく最近提案された「ライフ顕微鏡システム」は、人の行動を記録、解析・可視化し、自己が結果に気づき、認識することで次の行動の指針とする基本ループを前提にしている。ここに解析結果を用いた専門家によるサービス（ヘルスケアなど）、あるいは記録したデータを用いた見守り、コミュニティサポート、履歴を活用したフィードバックやマーケティングなどのサービスが創生される [11]。

このような、センサーデータの継続的な収集は、社会や組織に対する新しいサービスやライフスタイルの基盤となるが、一方において、プライバシーの保護といった人文社会的な側面からの対応も事前に行っておかなければならない。このために、技術者が人文科学者や社会学者と連携して、ユビキタス情報化時代に対するシステム観念の検討や、プライバシー保護のためのガイドラインを開発する研究も実施されている [12]。

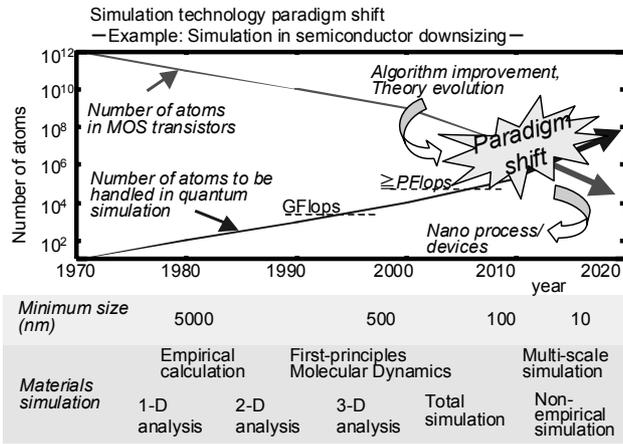


Fig. 2: Simulation in semiconductor downsizing

3.2 解析主導型設計

人間と機械系を含む現象（例えば乗り物の例では衝突や乗り心地などがこれにあたる）の解析や、人間知識と物理モデル解析の融合による問題解決といった、従来の枠を超えて、人間 機械系を包含した技術の開発を考えてみる。

このためには、複数の自然科学を統合した考え方が必要である。その一つはマルチフィジクスシミュレーションであり、流体解析、熱解析、電磁気解析、機構系解析、構造解析などを連携した最適設計を行う技術である。一方、マルチスケールシミュレーションは、ナノメートルサイズの原子配列から巨視的な振舞いまで、異なる次元の事象を統一的に、解く技術である。例えば、材料解析で分子動力学手法と有限要素法などを連携する解析がいくつか研究されているが、本格的なマルチスケール解析は計算機性能の大幅向上とリンクして今後急速に進展するものと思われる。現状では、薄膜材料等のナノからマイクロレベルの微小対象に適用が開始されている [13]。

系全体を包括的に解析する例として、半導体デバイスを原子レベルで一括シミュレーションすることも、夢ではない。Fig. 2 に示すように、MOS トランジスタあたりの原子の数は、2010 年で 10^6 個程度になるが、これは古典的分子シミュレーション手法であれば、ペタフロップス級のスーパーコンピュータで一括シミュレーションが可能な世界である。最近、Si 結晶のナノシミュレーションにより、チャンネル長が 20-30 nm の MOS トランジスタのしきい値電圧ばらつきが、基板結晶に含まれる不純物濃度のばらつきに対応する本質的な問題であることが明らかにされている [14]。

ナノシミュレーションは、半導体以外にも、磁気ヘッドやマイクロマシン等の異種材料の接合部分における機械的特性の予測、材料間のマイクロな摺動現象の解明、燃料電池の触媒反応解析、カーボンナチューブ構造解析などに、応用されている [15]。同様に、バイオシミュレーションはたんぱく質構造解析や創薬における結合解

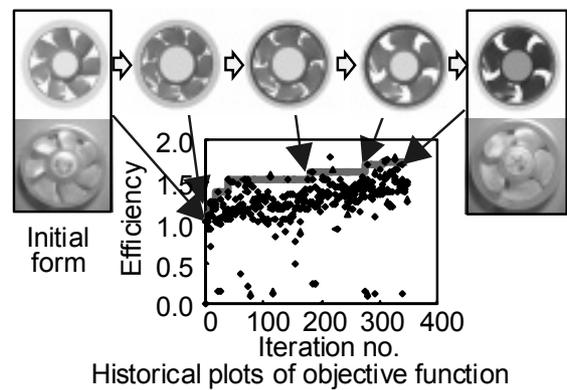


Fig. 3: Automatic optimization design for cooling fan

析、分子膜構造解析などに、活用されている [16]。

解析主導型設計の新しい応用としてシミュレーションを活用した最適化手法がある。これは、シミュレーションによる製品性能評価と、自動探索機能を持った最適化アルゴリズムを組合せることによって、設計目標を最も改善するような設計パラメータの水準組合せを決定する技術である。本技術は先入観を取り除いた俯瞰的な改善設計を実現するとともに、設計者をルーチンワークから解放して設計期間を短縮することができる。近年では、複数の設計目標を同時に改善できる多目的最適化手法が実用段階に入り、家電品などで用いられているターボ機械の羽根設計に応用され、多数の良い解を探索することで、効率と騒音のような互いにトレードオフ関係にある性能を同時改善するのに役立っている。Fig. 3 に冷却ファンへの適用例を示す [17, 18]。

スーパーコンピューティングの産業応用には、いくつかの壁がある。一つは、モデル化や計算機応用技術に長けたエンジニアが産業界に絶対的に不足していることである。また、使い勝手も含めて、我が国独自の文化まで考慮した使い易いソフトウェアの普及が望まれるところである。さらに、各社幹部の認識の低さも、大きな課題である。企業内においても、製品を取纏める設計部門には陽が当たるが、ツール開発のような部門は、時折トピック的に取上げられても、継続的に評価されにくいのが実情であろう。

スーパーコンピューティング産業応用協議会は、スーパーコンピュータ技術の産業応用を目指して、業界各社の有志が自発的に推進する協議会である [19]。2006 年に参加企業約 200 社により設立された。産業界におけるスーパーコンピューティングの産業活用を推進するため、先進的応用ソフトウェアの評価、利用技術の開発、その普及や超高速コンピュータ網を活用したスーパーコンピュータ利用技術の開発、普及などを推進する。具体的には、

- 革新的シミュレーションソフトウェアの産業利用技術の開発、普及

- ・グリッド応用技術の開発・普及
- ・ナノ分野グランドチャレンジ研究開発の普及
- ・わが国が開発を進める次世代スーパーコンピュータの利活用について、産業界からの要望事項の取纏め
- ・人材の育成施策の検討・提言
- ・わが国計算機シミュレーション技術のロードマップの構築

などである。

現在、世界でスーパーコンピュータを開発・製造しているのは、事実上、米国と日本の2カ国である。米国は以前から計算科学技術を科学、産業の競争力強化の重要な分野として位置づけた取組みを続けている。これに対して、わが国は予算規模や戦略性で少し遅れを取っていたが、現在、よく知られた地球シミュレータ開発に続き、次世代のスーパーコンピュータ開発プロジェクト等が進行中である。その中で、解析主導型設計における我が国の強みとして、シミュレーション技術をうまく活用する技術（たとえば、複雑現象の解明等）があげられる。

これに対して我が国の弱みは、国産の世界的な標準ソフトウェアが殆んどなく外国製が主流であること、また、米国に比べてソフトウェア開発者の育成システムが不十分なこと等があげられ、引続き改善が望まれる。

これからは、高度な計算機環境に加えて、最先端のシミュレーション技術とアプリケーション技術、暗黙知も含めた知識連携を武器に解析主導型設計技術を高度化し、現象の深く広い理解に基づく問題解決型アプローチを強力に推進して行くことが、産業競争力の向上に不可欠である。

4. 横幹技術への期待

4.1 産業現場への浸透

昨年9月に横幹技術協議会と横幹連合（横断型基幹科学技術研究団体連合）の主催で行われた第16回横幹技術協議会技術フォーラムでは、「知の統合と横幹技術は産業活性化にどのように活かせるか」というテーマのもとに、我が国のイノベーション力強化策を探る議論が行われた。イノベーション戦略において、産業活性化、とりわけ製造業の健全な発展が重要であることは冒頭で指摘した通りで、このような議論が継続されることを期待したい。

“横幹連合は、43の文理にまたがる学会が、自然科学と並ぶ技術の基礎である「基幹技術」の発展と深耕を目指して大同団結したもので、限りなくタテに細分化されつつある科学技術の現実の姿に対して「横」の軸の重要性を訴えて、それを強化するためのさまざまな活動を行う”と、設立の趣旨に述べられている。一言で言うと、個々の対象に関する専門的な知識を統合して活用するための新しい知識体系を作ると理解される。

しかしながら、このような横幹技術のコンセプトは、一般の人々になじみが薄く、産業界、とりわけ製造業の現場における横幹技術の認知度は低い。製造現場では「必要」に迫られて情報や知識を統合して活用するためのツールの開発が進行しているが、アプローチの一般化・体系化にはほど遠い。

かかる状況を改善して、横幹技術の発展、普及を図るためには、大学と産業界がお互いの得意なところを出しあって、新しい知識体系の構築と個別の産業応用を同時に進めることが有効と考えられる。センサーネットワークで紹介した成果の一部は、(株)日立製作所と(株)日立総合計画研究所、米国のマサチューセッツ工科大学(MIT)のメディアラボおよび同大学スローン経営学大学院との共同研究で生まれたものである。大学と産業界とが共鳴することにより、新しい分野が一気に立ち上がる例である。

4.2 人材教育

大学における教育プログラムを通じて、若いうちに文理融合的な横幹技術に関する理解を習得することは、意味のあることである。このためには、教材の整備も必要ではないだろうか。産業界においては、産業の付加価値の創造がものづくりからコトづくりに移行するといわれる中で、社会人として獲得すべき第2の専門技術として、横幹技術を習得することを、設計者や研究者に求めている。

これらを実行する上で、経営者や行政幹部の横幹技術リテラシーの向上が欠かせないことは言うまでもない。

5. おわりに

以上、我が国のイノベーションにおける製造業のあるべき姿と横幹技術への期待を、現場の目線で検討した。これからの製造業は、社会的課題の解決、新産業モデルの創成、製品信頼性の確保、モノづくり設計力の強化などのテーマに取組まねばならない。このために、自然科学のみならず人文科学、社会科学をも合わせた知識の体系化、統合化と利活用が不可欠である。産学官が連携して推進すべきである。

謝辞: 本文は、(株)日立製作所の福本英士氏、二宮隆典氏、山本雅一氏、築島隆尋氏、福永泰氏、矢野和夫氏などとの議論の内容を筆者らが纏めたもので、各位に謝意を表したい。また中西敬一郎氏には、本文を纏めるにあたって、貴重なコメントを頂いた。

参考文献

- [1] 閣議決定: 長期政策指針「イノベーション25」について、<http://www.kantei.go.jp/jp/innovation/saishu/070601.html>, 2007.
- [2] Council on Competitiveness, Innovate America: Thriving in a World of Challenges and Change, 2004, 関連する最近の報告: Five for the Future, <http://www.compete.org/>.

- [3] European Communities: Creating an Innovative Europe, http://ec.europa.eu/invest-in-research/action/2006_ahogroup_en.htm, 2006.
- [4] 産業構造審議会産業技術分科会: イノベーション創出の鍵とエコイノベーションの推進, <http://www.meti.go.jp/press/20070706003/20070706003.html>, 2007.
- [5] 経済産業省産業技術環境局 編: 未来を作るイノベーション ~ ここにあった!!イノベーション創出の「鍵」, 経済産業調査会, 2007.
- [6] 科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会 安全・安心科学技術委員会: 安全・安心科学技術の重要研究開発課題について, http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/19/07/07072503/001.htm, 2007.
- [7] 小宮山宏: 課題先進国日本, 中央公論新社, 2007.
- [8] 小高, 鈴木, 室, 西澤: 現場情報を価値につなげるセンサネット, 日立評論, 89, 7, pp. 33-39, 2007.
- [9] E. S. ファーガソン: 技術屋 (エンジニア) の心眼, 平凡社, 1995 (原著: E. S. Ferguson: Engineering and the Mind's Eye, MIT Press, 1994).
- [10] 日立製作所 (ニュースリリース): センサ技術を用いて, 組織内のコミュニケーションや活動状況を把握し, 地形図の形で図面に表示する組織活動可視化システム「ビジネス顕微鏡」を試作, <http://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2007/06/0622.html>, 2007.
- [11] 鈴木, 山下, 栗山, 矢野: ライフ顕微鏡:20人のライフパトリーが語る人とセンサとITの未来, 日立評論, 89, 12, pp. 30-35, 2007.
- [12] 船橋誠壽ほか: 2010年ユビキタス情報社会における社会技術的な課題の抽出, 電気学会論文誌 C, 126, 7, pp. 897-903, 2006.
- [13] 島田, 田中: 微小切削加工機構の分子動力学解析, トライボロジスト, 52, 7, pp. 501-506, 2007.
- [14] F.-L. Yang et al.: 2007 Symposium on VLSI Technology, pp. 208, 2007.
- [15] 手嶋, 中村: ナノ炭素構造体の大規模シミュレーション, 計算工学, 19, 4, pp. 1028-1031, 2004.
- [16] 三上益弘: 分子膜のマルチスケールシミュレーション, トライボロジスト, 52, 7, pp. 507-512, 2007.
- [17] K. Sugimura, Y. Iwase, K. Shimoyama, S. Jeong, and S. Obayashi: Multi-Objective Design Optimization of an Air Cleaner Fan Using Kriging Models, Proceedings of International Workshop on Multidisciplinary Design Exploration, JSME, pp. 105-112, 2006.
- [18] T. Iwase, K. Sugimura, and T. Tanno: Development of autonomous design technique for axial fans using numerical optimization, FEDSM2005-77389, TX, USA, June 2005.
- [19] スーパーコンピューティング技術産業応用協議会ホームページ, <http://www.icscp.jp/>.

中村 道治



1942年9月1日生。1967年東京大学大学院理学研究科修士課程物理専攻修了。同年、(株)日立製作所入社、中央研究所配属。1992年中央研究所長、2004年執行役員副社長、2007年フェロー、現在に至る。半導体レーザ、GaAs集積回路などの研究に従事。理学博士。応用物理学会、電子情報通信学会、IEEEなどの会員。文部科学大臣賞 科学技術功績者表彰など受賞。

船橋 誠壽



1944年10月28日生。1969年京都大学大学院工学研究科修士課程数理工学専攻修了。同年、(株)日立製作所入社、中央研究所配属。1973年同社システム開発研究所の発足に伴い転属、システム制御の開発研究に従事。現在、同所主管研究員。工学博士。計測自動制御学会、電気学会、IEEEなどの会員。

佐々木 直哉



1957年10月6日生。1982年東北大学大学院工学研究科修士課程機械工学専攻修了。同年、(株)日立製作所入社、機械研究所配属。主として、銀行端末等メカトロ製品、MEMS、材料、流体解析、マイクロトライボロ分子シミュレーション技術開発に従事。博士(工学)。2004年同所高度設計シミュレーションセンター長。現在に至る。機械学会、計算工学会、トライボロジー学会などの会員。日本計算工学会理事。
