

人工物設計・生産研究連絡委員会

メカトロニクス専門委員会報告

**心豊かな社会実現のための次世代メカトロニクスの提言**

**技術ウィービングによる個人コンテンツの創成**

平成15年6月24日

日本学術会議人工物設計・生産研究連絡委員会

メカトロニクス専門委員会

この報告は、第18期日本学術会議人工物設計・生産研究連絡委員会メカトロニクス専門委員会、人間・知能・環境技術ウィービング小委員会及びナノ・バイオ技術ウィービング小委員会での審議結果をメカトロニクス専門委員会において取りまとめ発表するものである。

[メカトロニクス専門委員会]

委員長 板生 清（東京大学大学院新領域創成科学研究科 教授）  
委員 佐藤 知正（東京大学大学院情報理工学系研究科 教授）  
高瀬 國克（電気通信大学大学院情報システム学研究科 教授）  
原島 文雄（東京電機大学工学部 教授）  
福田 敏男（名古屋大学大学院工学研究科 教授）  
藤井 隆雄（大阪大学大学院基礎工学研究科 教授）

[人間・知能・環境技術ウィービング小委員会]

委員長 佐藤 知正（東京大学大学院情報理工学系研究科 教授）  
幹事 保坂 寛（東京大学大学院新領域創成科学研究科 教授）  
委員 大久保俊文（東洋大学工学部 教授）  
大隅 久（中央大学理工学部 教授）  
小倉 武（NTT(株)マイクロシステムインテグレーション研究所 部長）  
川村 貞夫（立命館大学大学院理工学研究科 教授）  
菅野 重樹（早稲田大学理工学部 教授）  
高石 哲（株NTTデータイメージソリューションビジネスユニット長）  
高瀬 國克（電気通信大学大学院情報システム学研究科 教授）  
長崎 晋也（東京大学大学院新領域創成科学研究科 助教授）  
沼澤 成男（株デンソー第1開発部 室長）  
橋本 政昭（橋本総業(株) 社長）  
平井 成興（産業技術総合研究所知能システム研究部門 副分野長）  
森 武俊（東京大学大学院情報学環・学際情報学府 助教授）  
山田 一郎（東京大学大学院工学系研究科 教授）  
山田 陽滋（豊田工業大学機械システム分野 助教授）

[ナノ・バイオ技術ウィービング小委員会]

委員長 福田 敏男（名古屋大学大学院工学研究科 教授）  
委員 新井 健生（大阪大学大学院基礎工学研究科 教授）  
新井 史人（名古屋大学大学院工学研究科 助教授）  
石島 秋彦（名古屋大学大学院工学研究科 助教授）  
北森 武彦（東京大学大学院工学系研究科 教授）  
齋藤 弥八（三重大学工学部電気電子工学科 教授）  
杉山 進（立命館大学理工学部 教授）

谷川 民生（産業技術総合研究所知能システム研究部門能力学研究グループ 研究員）  
田畑 修（立命館大学理工学部 教授）  
橋本 秀紀（東京大学生産技術研究所 助教授）  
樋口 俊郎（東京大学大学院工学系研究科 教授）  
宝谷 紘一（名古屋大学大学院理学研究科 教授）  
馬場 嘉信（徳島大学大学院薬学研究科 教授）  
吉川 研一（京都大学大学院理学研究科 教授）  
鷺津 正夫（東京大学大学院工学系研究科 教授）

# 要旨

## (1) 検討の経緯

前期(17期)で作成した「メカトロニクス教育・研究に関する提言」を基に、日本発メカトロニクスのコンセプトをさらに深化・発展させるための広範囲に至る議論を行ってきた。そもそもメカトロニクスとは初期の段階では電子・情報・機械の諸技術を融合した、従来にない高機能な製品・製造技術の総称であった。これを基に前期では発展形態としてマイクロマシン技術・光技術を加えた最新技術を駆使して、コンピュータワールドと現実のリアルワールドを結ぶ技術と再定義し、教育と研究の充実を提言した。これを受けて今期では、さらに基本に立帰るため、2つの小委員会「ナノ・バイオ技術ウィービング小委員会」「人間・知能・環境技術ウィービング小委員会」を設けて検討した。前者の目的はメカトロニクスを構成する基本要素をさらに詳細に論ずるうえで、ナノ・バイオまで深化させること。後者の目的はリアルワールドとコンピュータワールドのリンクとしての役割を担うメカトロニクスの応用面への拡大を検証することである。

以上の小委員会の活動の中間報告を踏まえながら本専門委員会ではウィービングという概念を創り出した。

この報告は第18期日本学術会議人工物設計・生産研究連絡委員会メカトロニクス専門委員会の審議結果を取りまとめ発表するものである。

## (2) 現状と課題

21世紀の日本は少子高齢化、環境劣化、個人の埋没、心の荒廃等という大きな社会問題に直面する課題先進国といえる。この課題を克服することが21世紀の日本を再度世界に蘇らせるうえで最も大事なことである。この実現のためには精神論だけでは不可能で、ツールとしての科学技術の動員が不可欠であることは論をまたない。

20世紀において日本は「産業技術」育成のために国力を投入して大きな成功を収めてきてつい最近までその余韻に酔いしれてきたといえる。この「産業技術」は機械と電子・情報・物理・化学など技術を融合したメカトロニクス技術に負うところが大きく、自動車、家電、携帯機器、電子部品など、日本の花形産業を創成してきた。

しかし、21世紀の課題は社会のニーズを科学技術によって解決するための「社会技術」とも言うべき技術を必要としている。ここに必要とされる社会技術は多次元の非線形方程式を、まず編み出し、それを摂動法のような手段で解き、近似解を求めるようなものである。これは目的明解な問題を解くような従来のメカトロニクスでは対応不可能である。このためには現実のリアルワールドとコンピュータワールドをリンクする新しい「技術ウィービング」のような手法の導入が不可欠である。

またインターネットの普及はソサエティの構造そのものを変えつつある。今までのヒエラルキー社会が徐々にネットワーク社会へと移りつつある。これは、個の時代の到来を意味し、インターネット自体が大きなライブラリーを構成し、従来の知の殿堂としての大学や巨大教育機関のあり方が問いだされることになってきた。

技術ウィービングの概念は、まさにインターネットになぞえられる。ナノ・バイオ技術に到る多くの縦系と人間・知能・環境技術に広がる多くの横系の織りなす「社会技術」の概念である。これは、

技術融合のようにひとつひとつの技術が融け合うことと異なり、ひとつひとつがしっかりと他の技術と絡み合いつつ独特の色を出す。すなわち、個が失われることなく新しい技術を生み出すというものである。

これには、個性をもった個人の情報（個人コンテンツ）をメカトロニクスシステムに（生物の機能・原理を）導入する新たな試みが必要であって、今後、国際的競争力を維持していく上でもナノ・バイオシステム創成のための基盤技術とメカトロニクスとの融合化のための方法論をベースにして取り組んでいく必要がある。

総合科学技術会議において重点項目として挙げられている環境・ナノ・バイオ・情報という個別分野に加えて総合技術分野としての「技術ウィービング」分野をさらに、重点分野として加えることが重要である。

### （３）提言

- 【１】メカトロニクスの概念および技術は、日本から発信され、２５年間日本の先端技術を支え続けてきたものであるが、２１世紀の新たな諸問題に対処するために従来の機械・電子・情報と言う工学技術研究をナノ・バイオという科学技術領域まで深めるとともに、応用においては人間・自然・環境の領域を広げて、これらの織り成す技術ウィービングという概念を導入して、より新しい展開を目指すことを提言する。
- 【２】技術ウィービングを具体化する研究プロジェクトとして、人との関係を智能化した機械（知能メカトロニクス）がネットワークで結ばれ個人コンテンツをもちそれに基づいて、ある時は単体で、ある時は複数のシステムや要素が協調して、必要とされるときに人の機能を補強（Augment）し、その人が求める支援（Service）を実施するユビキタスメカトロニクスシステムの実現を提言する。
- 【３】このような世界を実現するための組織形態は、一極集中や強固な中央組織ではなく、社会のニーズをもつ人、技術者、公務員などいろいろな立場の人々が、自由に参加できるNPOのような、フレキシブルな対応が可能なシステムである。こうした組織がニーズからシーズまでの幅広い対応による技術フローを喚起し、新しいサービスを創造していく。そんな技術の湧き出すノードのような役割をもつ技術ウィービング・コアとしての研究開発型NPOの設立と、これらを積極的に支援する組織の設立を提言する。

# 目 次

|  |    |
|--|----|
| 1 . はじめに                                     | 1  |
| 2 . メカトロニクス技術の過去・現在から将来の方向                   | 2  |
| 2 - 1  メカトロニクスの発展                            |    |
| 2 - 2  マイクロメカトロニクスの展開                        |    |
| 2 - 3  ナノ・バイオ基盤技術構築に向けた方向性                   |    |
| 3 . メカトロニクスの人間・社会・環境分野への展開      ユビキタスメカトロニクス | 4  |
| 3 - 1  はじめに                                  |    |
| 3 - 2  ハードメカトロから個人コンテンツ創成のためのソフトメカトロへ        |    |
| 4 . ユビキタスメカトロニクスの将来イメージと技術課題                 | 6  |
| 4 - 1  環境情報システムの研究開発                         |    |
| 4 - 2  環境ロボットシステムの研究開発                       |    |
| 5 . メカトロニクス技術の深化      ナノ・バイオシステム             | 12 |
| 5 - 1  ナノ・バイオシステム創製のための基盤技術                  |    |
| 5 - 2  ナノ・バイオシステムの応用                         |    |
| 6 . 「技術ウィービング」の提言                            | 14 |