

75 周年記念シンポジウム

精密工学と技術ロードマップ

資料集

期 日 平成 20 年 9 月 18 日

会 場 東北大学 川内北キャンパス

75 JSPE
Anniversary



社団法人 精密工学会

目 次

75 周年記念シンポジウム 精密工学と技術ロードマップ

技術ロードマップの取り組みとその意義	1
精密工学会 会長/東京大学 新井 民夫	
ものづくり技術戦略ロードマップ ～20年後のものづくりシステム～	4
大阪大学 竹内 芳美	
MSTC加工技術ロードマップ	8
東京大学 帯川 利之	
日本機械学会設計技術ロードマップ	11
東 芝 大富 浩一	
精密工学会技術ロードマップ	13
慶應義塾大学 青山 藤詞郎	
ものづくりアカデミックロードマップ	15
東京大学 鈴木 宏正	

技術ロードマップの取り組みとその意義

東京大学大学院 工学系研究科 新井民夫

1. はじめに

精密工学会はものづくりを対象とする学会として、世界最古の歴史、世界最大の会員数、そして世界最多の論文数を誇る。その歴史は1933年、火兵学会の中に精機協会が設置されたことに遡り、以後、加工・測定・機構を中心とする学会として発展し、戦後は生産技術の学会として製造業の中核を担ってきた。また、設計学、ロボット工学、医用工学などの「先端技術を生み出す学会」として機能してきた。

しかし、精密工学会を取り巻く環境は大きく変化した。国外でのモノづくり産業の高度化によって、日本のモノづくり関連学会は、学会の守備範囲と運営方法を再構築しなければならなくなっている。高度成長期の追付き追越せ式技術導入開発の時代はとうに終わり、蓄積した先端技術を伸ばせば得られた競争力も技術の拡散によって弱体化している。持続性社会の構築が必須かつ喫緊の課題となり、少子高齢社会、地球規模の経済競争などと共に、かつてない複雑な状況を醸し出している。

今後の日本の状況、科学技術の変化を考えるに、若手技術者・研究者の減少も計算に入れ、地域ごとあるいは学会ごとに異なる研究開発分野の選択と効率的な教育・開発体制が求められているといっても過言ではない。しかし、日本の産官学はそろって当面の問題解決に追われて、長期的な戦略立案に至っていない。

従来、学会は個々の会員の活動の総和として発展し、新技術を開拓してきた。しかし、このような状況では、個の研究の自由度は許しながらも、学会ごとにそれぞれの特徴を生かした長期研究開発戦略を立案する必要がある。そして相互にその戦略を認識して、知の再利用、人的資産の連携、そして、効率的な研究開発を求めなければならない。

精密工学会が2033年に100周年を迎える時においても社会に貢献し続ける学会であることを願うなら、今後、25年間に亘る技術変化をしっかりと見据え、学会活動の戦略を策定すべきと考え、ここに精密工学会の技術ロードマップを構築する。

2. 技術ロードマップ

2007年度、2種類のモノづくり技術ロードマップが世に出た。(財)製造科学技術センターによるモノづくり技術ロードマップ[1]と横断型基幹科学技術研究団体連合によるアカデミックロードマップモノづくり編[2]である。精密工学会会員はこれらロードマップ作製の中心的役割を担ってきた。そこで、これら2団体の許可を得て、これらを参照した精密工学会の技術ロードマップ構築を行っている。これらの技術ロードマップを基礎とする学会の技術戦略について相互に議論するシンポジウムを開催する。本シンポジウムは全4回からなっている。

・第1回は2006年3月に東京理科大学にて開催され、生産技術ロードマップの必要性を論じた。このシンポジウムによってマップ構築の協体制が作られた。その後、上述2団体のマップ構築がされた。特に、製造科学技術センターの技術ロードマップは、設計システム、生産システム、加工技術、そしてサステナブル・マニュファクチャリングをカバーしている。そこで、本ロードマップのデータの多くはこの報告書[1]をもとにしている。

・第2回が本シンポジウムである。

・第3回(2009年3月中央大学)は75周年記念学術講演会として、日本の生産技術戦略を討議する。同時に、精密工学会の戦略を策定する。

・第4回(2009年9月神戸大学)は、持続性社会構築の技術戦略を検討し、「生産技術が構築する持続性社会」宣言を採択したい。これは精密工学会75周年事業の集大成でもある。

3. 精密工学の進展に向けて

日本が製造業製品の輸出によってエネルギー・食料を輸入している状況はこの先25年間でもそう大きくは変わらないであろう。しかし、世界的な競争力の源泉となる技術、並びに電子機器、自動車に続く製品イメージについては必ずしも明確ではない。精密工学会は製品知識と生産科学とを結合させることで新しい知を生み出してきた。それだけに生産すべき目標製品が拡散し、かつその手法も多様化する状況では、研究開発すべきテーマ選択に困難を感じる。

それは総合科学技術会議の政策にも現れる。国の科学技術の方向を定める会議は第2期、第3期にもものづくり技術を重要視してきた。しかし、総合科学技術会議関連の予算総枠の中でもものづくり関係予算が占める割合は2%以下[3]である。その最大の理由は、上述の技術の拡散にあり、技術開発のOutputならびにOutcomeが見えにくくなっているからであろう。そのような中で、精密工学に関連する諸団体で次の明確なメッセージが出ている。

○製造科学技術センターの技術ロードマップにおいては、13のテーマを開発対象として絞っている。

○日本学術会議は生産科学に関する提言[4]を出している。その中で、新しい付加価値のあり方とその統合概念としての「ものづくり科学」を位置づけ、「拠点」形成、ならびに予算増加を提言している。

精密工学会会員はこれら2つも参照しつつ、精密工学会の技術ロードマップを理解し、個人の独自性を発揮して、精密工学の発展に寄与して頂くことを強く願っている。

謝辞

精密工学会技術ロードマップは、設計システム(青山藤詞郎)、生産システム(厨川常元)、加工技術(竹内芳美)、測定技術(高増潔)、学会の役割(鈴木宏正、水野毅、佐々木健、古川勇二)が担当した。ここに紙上を借りて深く感謝する。この技術ロードマップの基となった(財)製造科学技術センター並びに横断型連合の関係者各位に感謝する。

[1](財)製造科学技術センター:平成19年度「次世代社会構造対応型製造技術の体系・統計調査報告書」,平成20年3月。

[2]横断型基幹科学技術研究団体連合:学会横断型アカデミック・ロードマップ報告書,平成20年3月。

[4]総合科学技術会議(<http://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/kihon3.html>)。

[3]日本学術会議:「21世紀のものづくり科学の体系に関する提言」(予定)

75周年記念シンポジウム 「精密工学と技術ロードマップ」

技術ロードマップの取り組みとその意義

2009年9月18日
精密工学会 秋季大会 東北大学
新井民夫
東京大学大学院 工学系研究科教授
精密工学会会長
arai-tamio@robot.t.u-tokyo.ac.jp

ものづくり技術の現状

総合科学技術会議：ものづくり技術



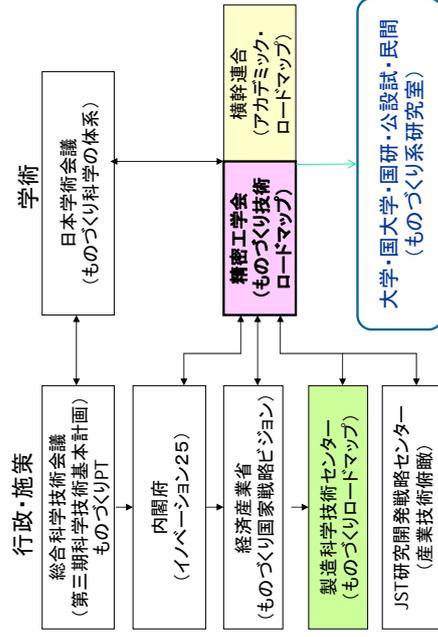
平成20年度 科学技術関係予算案における構成比

- 日本学術会議 生産科学分科会

ロードマップ

- 製造科学技術センター ものづくり技術ロードマップ
- 横断型基幹科学技術研究団体連合(横幹連合) アカデミック・ロードマップ ものづくり技術
- 精密工学会 技術ロードマップ

ものづくり技術戦略の相対的位置付け



精密工学会の取り組み

- 2006年3月 東京理科大
- 2008年9月 東北大学
「精密工学会技術ロードマップ」
- 2009年3月 中央大学(75周年)
「生産技術関連学会と技術戦略ロードマップ」
- 2009年9月 神戸大学
「持続性社会の生産技術」

精密工学会技術「ロードマップの構成」

1. はじめに
2. 技術分野
 - 2.1. 設計システム分野
 - 2.2. 生産システム分野
 - 2.3. 加工技術分野
 - 2.4. 測定技術分野
3. 学会の役割
4. おわりに

2008年11月まで意見をお寄せください

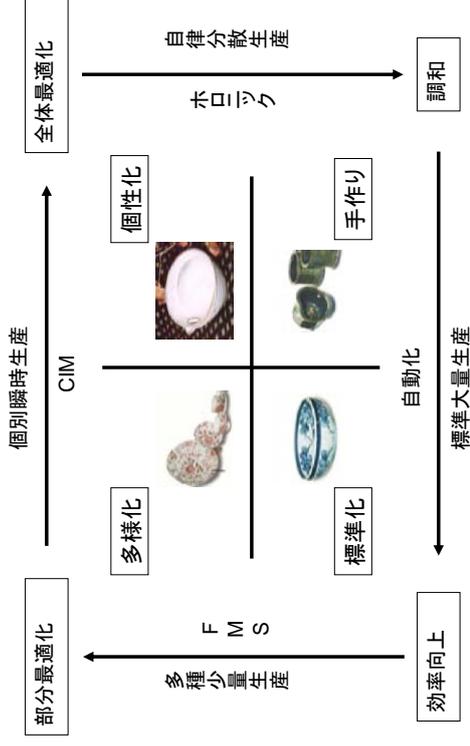
精密工学会技術ロードマップ

- 精密工学の技術戦略マップとは？
 - Back-casting型 vs Technology-push型
 - 製造技術視点 vs 製品技術視点
 - プロセス技術 → 工作機械・金型 → 製品技術
 - 生産システム, 設計システム, 加工技術, 計測技術
(精密工学会の5分野: +メカトロ, +人間)
- 学会の戦略マップ
 - 学術戦略: 持続性社会, 学会の生き残り
 - 精密工学会: 生産知識の殿堂, 若手の起用
 - 100周年を迎えるために

ものづくり技術戦略ロードマップ ～20年後のものづくりシステム～

大阪大学 竹内芳美

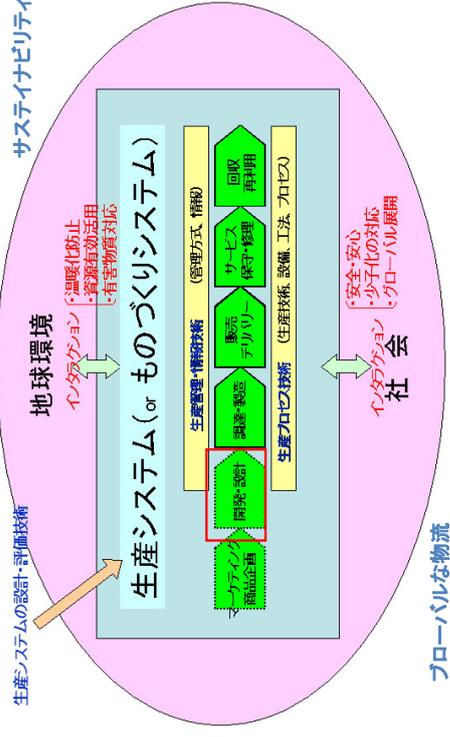
1



生産システムの変化

2

生産システムの構造 (設計システムも取り込んで表示)



4

企業をとりまくパラダイムの変化

パラダイム	量から質へ —量経済の崩壊—	モノから情報へ —情報化社会の到来—	人間性の回復 —こころ、感性の時代—
製品形態	多品種少量 (個別使用)	高付加価値製品 (顧客満足度の向上)	オリジナルな製品 (創造性、柔軟性の発揮)
生産形態	分散生産 生産技術の優位保持	製造のソフトウェア化	働く人の自己実現
事業形態	小企業化	戦略的情報活用	企業個性の発揮

3

設計システム大分類項目



生産システムの大分類項目

- 1 生産システムの設計・評価技術
- 2 生産システムの管理
- 3 生産システムの自動化
- 4 生産設備
- 5 生産システムの中の情報
- 6 環境を考慮した生産システム
- 7 社会を考慮した生産システム

5

平成18年度の技術ロードマップ 作成作業

- 1 生産設備
 - 2 生産管理・情報技術
 - 3 環境を考慮した生産システム
 - 4 社会を考慮した生産システム
- ～平成19年度に考える項目～
- 5 生産システムの設計・評価技術

6

持続性のある生産システムとは

- 1 生産プロセス技術
- 2 生産管理・情報技術
- 3 環境を考慮したサステナブル
マニュファクチャリング
- 4 社会を考慮したサステナブル
マニュファクチャリング

7

ロードマップの作成にあたって

- 中分類のキーワードを当てはめ、その技術の実施時期を矢印で記入した。矢印で、左向き矢印は技術の開始時期を、また右向き矢印はその最盛期を表す。
- 生産システムは、生産プロセス技術に関連するだけでなく、社会を考慮したサステナブルマニュファクチャリングとも深くつながるため、仮に生産管理・情報技術の大分類の中に入れた。

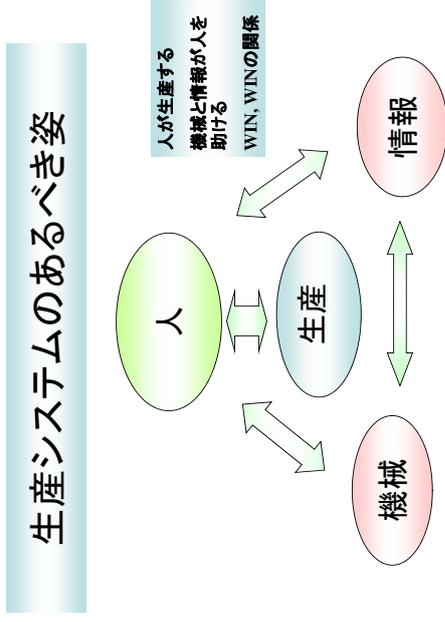
8

ロードマップの例

中分類	小分類	産業技術	実現予定時期	備考
機械加工	多軸加工	プログラム制御技術、 工場の閉鎖	現在 5年、10年、それ以降	
		高精度位置決め技術、 ソフト加工技術	↑	
		プログラム制御技術、 工場の閉鎖	↑	
		高精度制御技術、高速化 技術、ハミドリ技術、面 取り加工技術	↑	
	加工工具	高精度制御技術、耐摩耗 技術、超硬材料加工技術、 フレキシブル加工技術	↑	
		切削制御技術、超硬材料 システム(工具、IT)	↑	
	計測	超高精度の次元形状計 測技術	↑	
	生産管理技術の自動補 償	センサ・高精度化技 術、小型化技術	↑	
		高精度認識の自動補 償	↑	
	低濃度高圧	ドライ加工技術	↑	

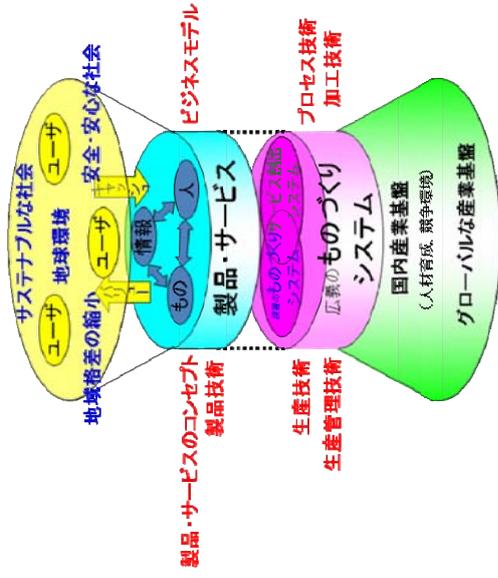
9

平成19年度の作業



10

現在・近未来の生産システムの構造



11

19年度の総括

少子化、団塊世代のリタイア後の熟練者・経験者不足、資源の枯渇・困い込みが進むなどものづくりを取り巻く環境変化と技術の進歩がもたらす世の中の変化を19年度は議論してきた。

そうした中で、ものづくりシステムをHWとサービスのバリューを生み出し、提供し、それによる対価を得るものと定義した。

バーチャルマニュファクチャリング、人・ロボット協調、動脈・静脈一体型、トータル・トータル・サビリティ、ゼロエミッションなどのキーとなるコンセプトを抽出した。

12

MSTC 加工技術ロードマップ

東京大学 帯川 利之

本稿では、社団法人日本機械工業連合会から公表された「平成19年度次世代社会構造対応型製造技術の体系・統計調査報告書」(http://www.jmf.or.jp/japanese/houkokusho/kensaku/pdf/2008/19sentan_04.pdf)の第5章「加工技術 SWG の報告—ものづくり力を支える先端加工技術」の要点を紹介する。上記の報告書は、財団法人製造科学技術センターの平成19年度ものづくり技術戦略ロードマップ検討委員会(委員長:新井民夫(東京大学大学院教授))がとりまとめたものであり、2025年までの重点課題が提示されている。加工技術についても、同様に、加工の研究が今後どのように発展・進化するかを俯瞰したのではなく、加工の技術革新のための重要課題を戦略的な立場から重点的に検討し、報告したものである。

1. 加工技術のとらえ方

加工技術は、加工貿易という古めかしい言葉に凝縮されるように、産業振興を象徴する重要なキーテクノロジーであり、また同時に、豊かで快適な暮らしや安全で安心な社会を維持するための基盤技術である。加工技術の世界的な競争力を維持し、新たな価値の創造を継続するためには、絶え間ない新技術の創出と戦略的な視点からの技術革新が必要不可欠である。幸い、素材から新しいものをつくり出す加工のプロセスは、非常に多様で柔軟性に富むため、創意工夫の余地がおおきく、上記報告書の第5章の副題のように、まさに「ものづくり力を支える先端加工技術加工技術」としての役割に十分に役立ててきた。

こうした実績のもと、加工技術の重要性については論を待たない。しかし加工が生み出す付加価値については、近年、それほど高い評価が与えられていないように感じられる。これには差し当たり3つの理由が考えられる。第1の理由は、持続性社会の構築のための「もの」から「こと」への意識の変化がひとつの技術的底流となり、付加価値に質の変化をもたらしたことである。第2の理由は、技術の見える化の問題である。近年、技術の非公開の傾向に一段と拍車がかかり、元来、黒子に徹していた加工技術としては、ますますその重要性が認知されにくくなり、その結果、加工技術に関する関心が低下している。第3の理由は、つくりさえすれば売れる時代が終焉したことである。つくりさえすれば売れる時代には、加工技術を磨いているだけでよく、どのように価値をつくりだしていくかを考える必要がなかった。

上記のような加工技術における価値の変化から、加工技術は成熟したと見られることが多くなった。そして団塊の世代の退職年齢との関連から、社会的な関心が、加工技術の革新から技能の伝承へとシフトしているのも事実である。また、図1に示すように、技能の伝承というのは、極めて分かりやすいし、その効果も認めやすい。

このような時点において、今後の4半世紀でどのような加工技術の重要性が増大するかという問いに答える、言い換えれば、技術ロードマップを作成するのは容易ではないが、方法論的には、概ね3つの方策が考えられる。ひとつは、微細化、高精度化、高品位化などの技術課題群からのアプローチである。例えば、微細

■社会的関心

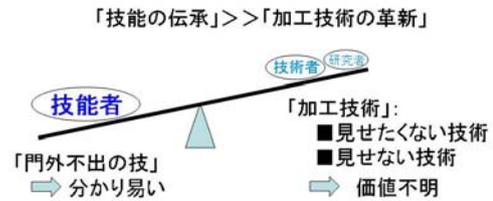


図1 社会的関心

化に対応するのであれば、微細工具に始まり、使用する工作機械、計測法などにかかわる多くの技術課題を取り上げる。具体的には技術課題の連鎖、もつと的確な表現をすれば、技術課題カスケードを構成し、これを通して技術を予測することになる。二つ目は、価値の創造の視点からの技術の進化・進展の予測であり、この場合には、具体的な製品群を取り上げることになる。半導体関連のロードマップはまさにこの方式であるが、どのような製品群を取り上げるかが、鍵である。

三つ目は、本ロードマップで取り上げた方策である。つまり、ある程度の無理を承知したうえで、重要課題を含む新しい加工技術の枠組みを用意し、これを従来型の分類と併置した。こうした方策は、本ロードマップが技術戦略ロードマップと位置づけているからこそ可能であった。そこでは重要課題の抽出が最も重要な命題だからである。さて、新しい枠組みの加工技術には、多少違和感があるかもしれないが、従来の加工技術とは一線を画するような名前を付けることとした。しかし鑄造、溶接、塑性加工などのように簡潔明快な命名は難しく、後述の「NFFマシニングシステム」のように、比較的長く、それだけでは加工技術の内容が理解できない名前が多くなった。以下では、6つの新しい加工分野、「NFFマシニングシステム(ナノ精度揺らぎレス加工システム)」「ナノ精度M4プロセス(マイクロ・メゾ要素のナノ精度機械製造プロセス技術)」「材料・エネルギー最小化(MMEM)加工技術」「超機能性インターフェース創成加工」「スーパークオリティRX」「局所環境制御加工」を中心に、加工技術に関する戦略ロードマップを紹介する。

なお本ロードマップでは、広く加工技術を対象としているが、レーザ加工については別途ロードマップが作成されることとなったため、対象外した。

2. 加工ロードマップの構成

本ロードマップでは、最初に新しい枠組みの加工技術、次いで従来の大分類に従った加工技術を取り上げている。まずは、新しい枠組みの加工技術について、簡単に説明する。ところで、国際競争力を高めるためには、見せない技術と見える技術を明確に区別し、加工・計測に不可欠な装置技術・要素技術(見える技術)の革新に、また新しい加工技術に不可欠な材料の創製に、今まで以上に注力する必要がある。つまり加工技術の一部については、黒子ではなく主役に仕立てなくてはならない。したがって重要課

題においても、こうした視点から重要な技術要素を抽出する必要がある。

(1) NFFマシニングシステム(ナノ精度揺らぎレス加工システム)：超精密・超微細加工においては、熱や振動といった外乱、入力指令に対する機械運動の誤差や遅れの不確定性、工具やワークの不均質性といった「揺らぎ」(Fluctuation)が、加工精度に大きな影響を与え、精度的な加工の限界を決定している。特に微細な加工では、部品寸法の微小化にともなって相対精度が低下するため、加工機系、工具系、加工システム系における揺らぎが顕在化する。そこで、本技術では「揺らぎ」という全く新しい視点から、加工精度を見直し、これを実質的に無くすことにより、特に微細な加工領域においてこれまでにない精度と品位を得ようとするものである。超超精密な要素技術、装置技術、システム化技術の開発に重点をおくのが特徴であり、精度と能率の両方を飛躍的に向上させた次世代ナノ加工技術を実現する。

(2) ナノ精度M4プロセス：マイクロ・メゾ・サブミリ領域におけるナノ精度の機械的な製造技術である。典型的なプロセス駆動型製造技術であるため、加工の新しいプロセスの開発に重点が置かれる。しかしそれ以上に、新しい加工プロセスで必須となるべき新しい工具や新しい加工計測装置の開発が、競争力を高めるために不可欠である。

(3) 材料・エネルギー最小化加工技術(局所環境制御加工を含む)：除去材料・使用エネルギー・切削油や離型材などの環境負荷物質の削減・最小化を実現するための加工技術の開発が、現時点では個別に進められている。しかし個別技術での対応では、効果は限定的であり、大きな効果を期待するためには、材料・エネルギー最小化のための各種加工プロセスの組み合わせや複合化技術が不可欠である。また加工におけるエネルギー効率を極限まで高めるためには、局所的に温度や雰囲気・圧力等を制御する局所環境発生・制御技術が必要であり、特に重要性が高まっている微細な加工において、大きな効果が期待される。

(4) 超機能性インターフェース創成加工：従来のコーティング等の表面処理技術を、ひとつのインターフェース要素の製造技術

として位置づけ、新しい機能を有する界面要素のより積極的な創成技術の開発を促進するものである。特に、レアメタルなどの希少資源を使用しない軽元素ベースの高機能性なコーティング膜の開発に重点が置き、トライボコーティング、生体適合インターフェース、加工用の工具や機械要素への展開を図る。

(5) スーパーオリティRX：ラピッドプロトタイプング(RP)、ラピッドツーリング(RT)、ラピッドマニファクチャリング(RM)の総称で、積層造形や光造形等の造形法を統合化した高品位な製品製造を「スーパーオリティRX」と呼ぶことにする。近年、テーラーメイドの高付加価値多種極少量生産への対応が課題となっており、そのソリューションとしてRMが目目されている。これを実現するためには高品位のRP、RT、RMのシームレスな統合が不可欠であり、製品の長寿命化、分解能の向上を目的としてRX用多用途素材の開発などが重要な課題となる。

3. ロードマップ

新しい加工分野ならびに従来の加工分野において取り上げた重要課題(各分野1課題についての技術マップ)を別添のパワーポイントに掲載した。また新しい加工分野のロードマップの一部を図2に示す。概ね10年後には課題を達成すると予測している。

4. まとめ

財団法人製造科学技術センターの委員会で取りまとめた加工技術に関する戦略ロードマップについて、概要を述べた。特に5つの最重要課題を従来の大分類とは独立に設定したが、これでも一般的すぎると思われる人は多いであろう。一般に加工技術は形が見えないからである。そこで、技術マップの作成に当たっては、見える技術としての装置技術や要素技術の革新や新しい加工技術に不可欠な材料の創製を重要課題の技術要素として取り上げた。今後は、フロンティア分野のための加工技術、生体・医用工学のための加工技術などのような、多面的なロードマップも必要になると思われる。

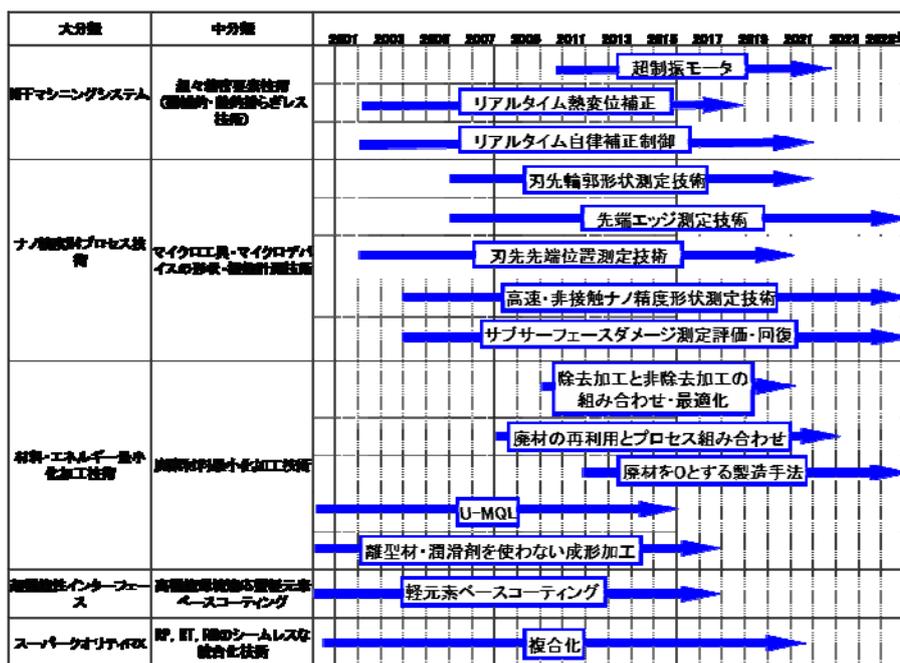


図2 新しい加工分野のロードマップ

重要加工技術マップ(その1)

大分類	中分類	要素技術概要
NFマシニングシステム	超々精密要素技術(機械的・熱的揺らぎレス技術)	<ul style="list-style-type: none"> ■10の-6乗精度の超精密加工から10の-9乗精度の超々精密加工を目指す加工技術 ■各種機械要素技術(超制御サーボモータ・DDモータ・リニアモータの開発等) ■工作機械等の構成技術(超高減衰構造材料などの開発) ■超高精度温度・振動制御・自動補償技術
ナノ精度M4プロセス技術	マイクロ工器具・マイクロデバイス形状・機能計測技術	<ul style="list-style-type: none"> ■ナノ精度非接触高速3D形状(エッジ・アベックス・高峻面)測定システム ■機上計測用ナノ精度センサの開発 ■ナノ精度接触検知技術 ■センサ一体型保持機構 ■サブマイクロメートルオーダー測定・評価技術
材料・エネルギー最小化加工技術	廃棄材料最小化加工技術	<ul style="list-style-type: none"> ■除去材料・使用エネルギー・切削油や離型材などの環境負荷物質の削減・最小化 ■環境負荷物質の削減・最小化を実現するための各種加工プロセスの組み合わせ・複合化技術

重要加工技術マップ(その2)

大分類	中分類	要素技術概要
超機能性インターフェース	高機能環境適応型軽元素ベースコーティング	<ul style="list-style-type: none"> ■レアメタルなどの希少資源を使用しない軽元素ベースの高機能性コーティング, トライボコーティングの開発 ■生体適合インターフェース ■表面微細構造形成
スーパークオリティRX	RP, RT, RMのシーラムレスな統合化技術	<ul style="list-style-type: none"> ■高品位・テララメドエドエンドユース・ロングタームプロダクツの開発 ■高精度・高能率・超短納期RM加工技術 ■RM用多用途材料の開発 ■RMビジネスモデル
局所環境制御加工	局所環境発生・制御技術	<ul style="list-style-type: none"> ■超柔軟材料, 超高温材料, 高反応性材料の高精度高能率マイクロ加工の実現 ■極低温(液体窒素温度)から気化温度までの局所温度制御技術 ■真空から数気圧までの局所圧力制御技術 ■バーチャルシールド技術による局所雰囲気制御

重要加工技術マップ(その3)

大分類	中分類	要素技術概要
電気化学加工	ナノ放電加工	<ul style="list-style-type: none"> ■ナノオーダーの放電痕が得られる微小エネルギー放電パルスの開発 ■工具電極消耗がほとんどない(消費率が0.01%以下)超精密加工の実現 ■導電性ダイヤモンド, CVD DLCなど、高融点・高沸点、高熱伝導率の電極材料の開発 ■φ5μm径のワイヤ電極による微細ワイヤ加工
鑄造	スーパリアネット凝固システム	<ul style="list-style-type: none"> ■微小部材への適用 ■ニアネットシエイブ・機械加工フリー技術
プラスチック成形	高付加価値射出成形	<ul style="list-style-type: none"> ■高速充填・高精度射出量・圧力制御技術 ■ホットランナに代わるランナレス成形システム ■微小成形・微小転写成形技術
溶接・接合	MEMSなどのデバイス実装常温接合	<ul style="list-style-type: none"> ■MEMSデバイス・集積回路をコンパクト化するウエハ積層技術 ■デバイスの多機能化・高機能化のためのシリコンウエハへの薄層材のクラッド技術

重要加工技術マップ(その4)

大分類	中分類	要素技術概要
金属成形加工	難加工材のプレス成形法	<ul style="list-style-type: none"> ■ハイトン材やマグネシウムなどの難加工材に対応した金型技術, プロセス技術, シミュレーション技術の開発
多軸工作機械および加工システム	機上計測による自律補正技術	<ul style="list-style-type: none"> ■機上計測精度の飛躍的向上 ■機上計測結果によるNCデータの自動変更・再加工
切削加工	新工具母材とそのコーティング技術	<ul style="list-style-type: none"> ■脱レアメタルによる資源の有効利用 ■炭素系の超高性能コーティングの開発 ■難削材の切削性能を飛躍的に向上させるコーティングの開発
研削加工	超砥粒砥石製造・利用技術	<ul style="list-style-type: none"> ■大口径極薄砥石の開発 ■均一粒度・均一分散の極微粒砥石の開発 ■集中度200を超えるダイヤモンド砥石の開発 ■砥石の先端形状のナノ精度成形技術の開発 ■有効砥粒切れ刃密度, 切れ刃高さの高度調整技術の開発

日本機械学会設計技術ロードマップ

Design technology road map by JSME

大富 浩一 (東芝 研究開発センター)
Koichi OHTOMI, Corporate R&D Center, TOSHIBA Corp.

1. はじめに

日本機械学会では技術ロードマップの作成を行っており、昨年の学会創立110周年記念事業として、広く学会外へもその成果を発表した。今回は、その中の設計技術に関する技術ロードマップに関して紹介する。ここでは、一応ターゲットは2025年としている。

2. 製品開発の変遷

設計技術は製品開発を支援、保障、創出するためにある。そこで、2025年の設計技術を予測するに当たって、製品開発が20世紀後半以降のように変遷し、今後、どのように移行していくかについて考察する。図1に代表的製品変遷を示す。携帯オーディオはNeeds指向的に革新的な製品が生まれ、その後の半導体の普及により、さらに質的に変化している。ノートPCは形態としては、ワープロの後を追うように世に生まれ、業務用、個人用に普及している。自動車は環境を考慮し、低燃費、ハイブリット化に向かっている。ハイブリット化については、既存のモータ技術を活用する形で比較的早期開発が可能となっている。このように、携帯オーディオ、自動車においてはエポックメイキング的な製品が節目で出現している。一方、家電においては高性能化、高効率化、高機能化と漸次発展はしているが、飛躍的な製品に乏しい。これは製品を引っ張る要素(技術)、コンセプトの欠如によることが否定できない。

このような過去の変遷を受けて、今後(例えば、2025年)の製品を予測するが可能であろうか。図1を見る限りこれが容易でないことは分かるが、できるだけ正しく予測することも設計工学のミッションの一つと考える。

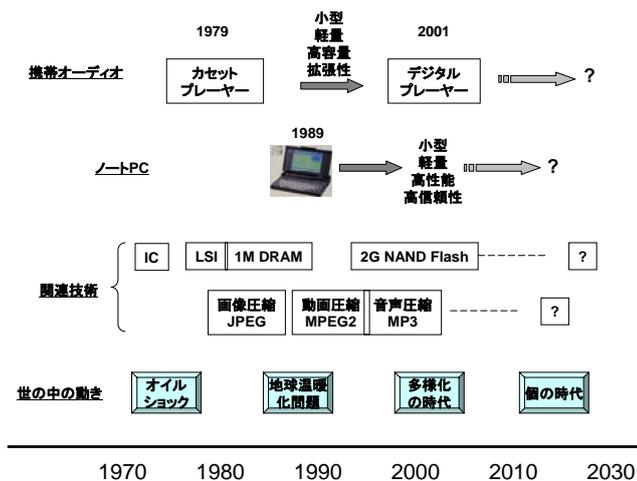


図1 製品開発の変遷の例

3. 設計のやり方が製品を変える

設計を定義することは容易ではないが、簡単に言うならば製品の仕様を決めるプロセスといえる。製品の仕様とは単なる

数値の羅列ではなく、実現可能な性能、機能をコスト、開発期間、顧客満足度も考慮して定義することにある。今までは製品開発を通して設計作業が行われてきた。しかし、今後は目指すべき設計を明確にすることにより、製品そのもののイメージを具体化していくことが重要と考える。例えば、高信頼なPCを設計が目指すべきものとする、これをハードで実現するのか、ソフトで実現するのか、もしくは他の手段で行うのかを次に考える。いくつかの選択肢についてトレードオフを行い、選択したものについてイメージを具体化し、最終的に製品となる。従来の方法では、ハード的に丈夫なものは高信頼であると考え(これ自体は間違っていない)ことにより、多くの選択肢を捨ててしまっている。

設計を製品開発の単なる手段と考えるのではなく、設計の行き着く先に製品があると考えることにより、先行き不透明な現在そして将来の製品開発を正しく行うヒントが隠されている。すなわち、設計のやり方次第で製品が変わるのである。このためには、設計の方向(何を目指す設計なのか)を製品開発の初期段階で決めておく必要がある。

4. 3つの設計

設計の目指すべき方向を明確するため、設計を分類することを試みる。そのために、狩野モデルを用いることにする。狩野モデルとは、1970年代後期に東京理科大学の狩野紀昭博士が品質を、①製品またはサービスが果たす性能の度合いと、②ユーザが満足している度合いの2次元で表現したものである。狩野モデルによれば品質は以下の3つに分類される。

- I. 当たり前(基本)品質
顧客要求が達成されていても顧客の満足度は限定的で、顧客要求が満足されていない高い不満(負の顧客満足)を生じる品質(車のドアがちゃんと開いても誰も喜ばないが、もし、ドアが開かないと皆不満を感じる)
- II. 一元的(性能)品質
顧客要求の達成度と顧客満足度が比例する品質(燃費のいい車ほど顧客は喜ぶ)
- III. 魅力的(興奮)品質
顧客要求の達成度と余り関係なく顧客満足度が高い品質(顧客は期待していないが提示されると満足する意外性のある顧客満足)

狩野モデルの3つの品質に対応させる形で設計をその目指すべき方向ごとに図2に示すように3つに分類する。

- I. Must設計(当たり前品質に相当)
デザイン保障が必須の設計。多くのトラブルはこの設計をないがしろにすることによって発生。マイナスの価値であり、評価されにくいため取り組みにくい分野であるが設計の最も基本的な部分。
- II. Better設計(一次的品質に相当)
評価が明白なため取り組みやすい分野ではあるが、最終的にはコスト競争に陥る。効率向上のための設計。
- III. Delight設計(魅力的品質に相当)
デザインコンセプトが最重要な設計。多くのヒット商品はこの分野から誕生。創発的な設計と思われがちではあるが、技術、顧客要求の先取りがポイント。

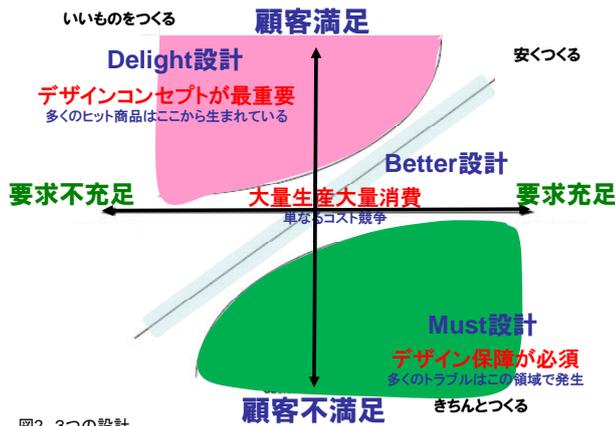


図2 3つの設計

図2 3つの設計

例えば、図1の携帯オーディオの場合、最初は Delight 設計であるが、同業他社の参入により、Better 設計へ移行する。いずれの場合も、Must 設計は必要あるが、必ずしも積極的なものでなく最低保障の位置づけにある。ノート PC も同様の推移をたどっている (Delight 設計から Better 設計)。ただ、携帯オーディオが趣味用であるのに対し、ノート PC は業務用の側面が強いため、高信頼性が一つの売りとなる。この場合、Must 設計が前面に出てくる。このように、製品ごと、また製品の成熟の度合いによって、Delight 設計、Better 設計、Must 設計のどの設計に注力するのを見極めることが良い製品開発を生む源泉となる。すなわち、これから行おうとしている製品開発が Delight, Better, Must のいずれなのかを最初に決めることにより、最終的に出来上がる製品価値が最大化できる。

5. これからの製品開発と設計

3つの設計に対応して3つの設計技術が必要となる。これらは以下のように定義できる。また、それぞれの設計技術を構成する設計手法を図3に示す。なお、ここに示す16の設計手法の分類は日本機械学会設計工学・システム部門設計研究会のメンバで実施した成果である。

I. Must 設計技術

製品は要素が如何に優れていても、たった一つのミスにより製品全体の価値を駄目にしてしまう。Must 設計技術は、要素の性能、品質を維持しつつ、全体の性能、品質を最大化する技術である。これは一般的には Systems Engineering とよばれている。日本が弱い領域であり、飛行機を丸ごと開発する等の製品モチーフを設定することが飛躍のきっかけになると考える。

II. Better 設計技術

設計効率向上 (解を早く見つける) のためのものであり、手法としては CAD、CAE、最適化が代表的なものである。CAD はイメージ表現技術として設計の必須手法となっている。CAE、最適化に関しては、モデリングできることが前提であるが、実際には表現できる現象に限界がある。あくまでヒントを与えてくれる手法であることを理解して使わないと逆に効率を落とす可能性も否定できない。

III. Delight 設計技術

従来の感性工学とは異なり、人がなぜ感動するのかを科学的に捉え、これを物理ドメインに写像する試みが本格化しており、今後に期待できる分野である。特に、海外での学会ではこの分野の発表が多い。本来、日本人の感性が活かせる分野である。

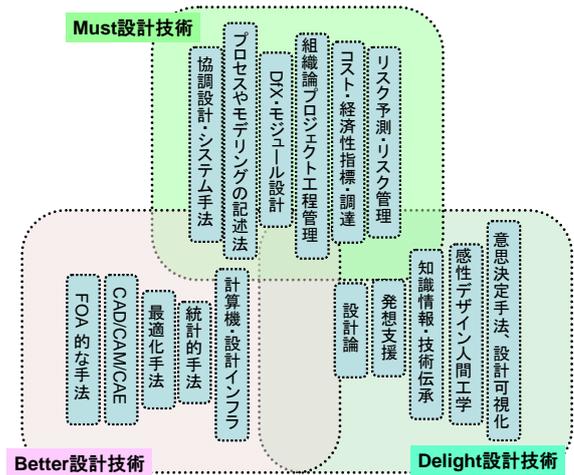


図3 3つの設計技術と設計手法の関係

最後に、今後 20, 30 年後の製品開発を予測 (こうあって欲しいという要望をこめて) して見たい。製品には、Better 製品、Must 製品、Delight 製品があると考えられる。これらの製品の現状と将来、およびこれを実現するための設計技術を図4に示す。大量生産大量消費を支えていた Better 製品は取捨選択され、デザイン保障を実現する Better 製品が近い将来主流となり、将来的には、人を豊かにする Delight 製品が必要となる。これを実現するために設計技術も従来の個別技術から、統合化技術 (真の Computer-Aided Design, 真の Systems Engineering) へと移行する時期に来ている。

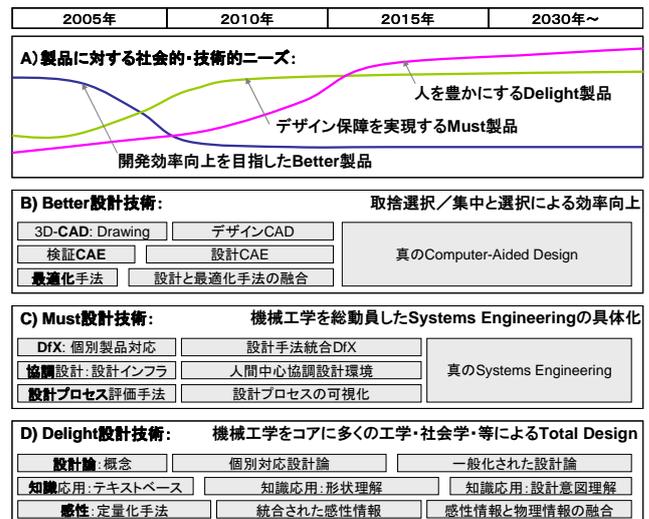


図4 設計技術の今後

6. おわりに

日本機械学会で作成を進めている設計技術ロードマップを紹介した。本活動は継続的に実施しており、毎年改訂版を発行するとともに、英語版も作成、海外メディアへの広報も行っている。今回、対象とした『設計技術』は重要なことは誰もが認めるところであるが、これを定義、実践することは容易ではない。これが、研究部門(Academia)での当該分野(設計工学)の発展を阻害している。技術ロードマップで設計工学の将来を描き、研究部門(Academia)と開発部門(Industry)が連携、この状況を打破できえばと考えている。

精密工学会技術ロードマップ

慶應義塾大学理工学部 青山藤詞郎

1. はじめに

精密工学会の歴史は1933年に精機協会が設置されたことに端を発し、戦後は生産技術の学会として製造業の中核を担ってきた。また、設計学、ロボット工学、医用工学などの「先端技術を生み出す学会」として機能してきた。ここに、精密工学会が100周年を迎えるにあたって、これまでの学会活動が社会に貢献してきた道程をあらためて見直し、さらに今後継続して社会に貢献するために、これから25年間に亘る技術変化を展望し、学会活動の戦略策定の基礎となる、精密工学会技術ロードマップを構築した。

2007年度に2種類のモノづくり技術ロードマップが発行されている。その一つは、(財)製造科学技術センターより発行された「平成19年度次世代社会構造対応型製造技術の体系・統計調査報告書」(以後、MSTCマップと呼ぶ)であり、他の一つは横断型基幹科学技術研究団体連合によるアカデミックロードマップモノづくり編(以後、横幹連合マップと呼ぶ)である。また、ナノテクノロジー、ロボット工学についても、経済産業省から技術ロードマップが作成されている。本技術ロードマップを策定するにあたっては、まずMSTCマップを主として参照し、設計システム分野、生産システム分野、加工技術分野、測定技術分野の4つの分野について、精密工学会の技術ロードマップを作成した。以下にその概要を紹介する。

2. 技術分野

技術ロードマップを作成するにあたっては、対象とする技術分野を以下の4つに分けてとらえ、それぞれの分野ごとに、①当該分野における技術戦略の概要、②当該分野の重要技術項目と技術発展の方向性、③当該分野に対する精密工学会の貢献について述べた。対象とする技術分野は、以下のとおりである。

- 1) 設計システム
- 2) 生産システム
- 3) 加工技術
- 4) 計測技術

2.1. 設計システム

CADシステムは製造業における製品開発業務に直接的な影響を与える重要なツールとして位置付けられる。MSTCマップにおいては、設計システム分野における次世代技術戦略の重要課題として、CADを採りあげ、今後の我が国におけるCAD関連技術の展開について方向付けを行っている。

すなわち、日本にあった開発システムの姿として、①構想設計から詳細設計まで一貫して高品質、高機能を追求でき、試作プロセスを最小化できるシステム、②ノウハウの埋め込み機能とその流出防止が完全なシステム、③製品開発の上流である構想設計段階から様各種解析が可能なシステム、④操作が簡単でマニュアル無しでも使えるシステム、⑤安全や環境などの規制に対処できるシステム、⑥日本のものづくりに適合したシステム、を描くことができる。そして、これらを実現するための重要技術項目として、①設計管理技術 ②設計・生産技術活動支援技術、③モデリング技術、④現物融合技術、⑤ナレッジ管理・運用技術、⑥性能シミュレーション技術、⑦基盤情報技術が挙げられている。

精密工学会が網羅する主な学術研究分野について見ると、本技術ロードマップに直接的に関連するのは、設計・生産システム(LCA, CAD/CAM, モデリング, 設計論, 自動化, 知能化など)であろう。設計支援技術については、新製品の設計から開発に際しての概念設計を支援するCADシステムや、その先にある販売、製造、製品の使用と保守、廃棄に至るまでの製品ライフサイクルを設計段階から支援できるライフサイクルエンジニアリング用CADシステム以外の機能を持った設計支援ツールの重要性が今後益々高まるものと考えられ、精密工学会においても、当該関連分野における連携研究遂行の環境設定を推進する必要がある。

また、次世代の高度設計システムを実現する為の、関連技術分野は、そのハードウェアの実現に関連する技術として精密加工分野やメカトロニクス分野は、必須である。

2.2. 生産システム

生産システムは、地球環境と社会との相互関係をもちながら人類に有用なもの(人工物)を作ることによって企業を存続させ、同時に人が生活をする場を与えるものと考えられる。生産システムの重要な機能は、①生産プロセス技術、②生産管理・情報技術、③環境を考慮したサステナブルマニュファクチャリング、④社会を考慮したサステナブルマニュファクチャリング、⑤生産システム的设计・評価技術から構成されるとして、MSTCマップにおいては、主として上記②と⑤に関して方向付けを行っている。

ものづくり技術全体にとって何が重要なのか、製造業全体への波及効果、日本の競争力強化、社会的な安全・安心を確保する技術であるかどうか、持続性社会構築に貢献する技術かどうかという視点から、以下の5つの最重要課題が挙げられている。

- ①バーチャルマニュファクチャリング
- ②人・ロボット協調生産
- ③動脈・静脈一体生産システム
- ④トータルトレーザビリティ
- ⑤ゼロエミッション工場

これからも、日本がものづくり領域の研究開発、産業創出において国際的に先導的役割を果たすためには、前述したような生産システム分野のフロンティアを切り開く高度専門技術者の養成が急務との認識のもと、ハードウェアの知見はもちろんのこと、ソフトウェア、さらにはビジネス、経済、医療、福祉といった他分野を含めた幅広い知見を有する人材育成が重要であろう。精密工学会は、他の学会を横断的に結びつけている生産学術連合会議や横幹連合等を基軸としてその重要性を啓蒙し、融合領域研究、精密工学に関する新技術の開発研究を通じ、創造性豊かな優れた研究・開発能力を持った研究者、技術者を養成するための機会を創出していかなければならない。さらには研究者、技術者相互の情報交換、鍛錬の場を提供する必要もあろう。

2.3. 加工技術

加工技術は、産業振興を象徴する重要なキーテクノロジーである。また同時に、豊かで快適な暮らしや安全で安心な社会を維持するための基盤技術であり、世界的な競争力を維持し、新たな価値の創造を継続するためには、絶え間ない新技術の創出と戦略的な視点からの技術革新が必要不可欠である。

このような要請への対応には、大きく分けて3つの方向があるとされている。一つ目は、微細化、高精度化、高品位化などの技術課題への対応である。二つ目は、ラピッドプロトタイピングにみられるような新しい加工技術の創出である。三つ目は、製造技術の新たな分野の確立である。

革新的なものづくりに対応して、全く新しい概念の加工技術や加工技術の変革が必要とされる場合と継続的・連続的な技術革新が要求される場合があり、ロードマップでは、これらを総合し、イノベーションを創出するための加工技術を戦略的に俯瞰した。

重要技術の項目を挙げると、「NFF マシニングシステム」、「ナノ精度 M4 プロセス」、「材料・エネルギー最小化(MMEM)加工技術」、「超機能的インターフェース創成加工」、「スーパークオリティ RX」、「局所環境制御加工」、「電気化学加工—ナノ放電加工」、「鋳造スーパーニアネット凝固システムを利用した生産技術」、「プラスチック成形—高付加価値射出成形」、「溶接・接合—MEMS などのデバイス実装常温接合」、「金属成形加工—難加工材のプレス成形法」、「機械加工 I (多軸工作機械および加工システム)」、「機械加工 II (切削加工、切削工具)」、「機械加工 III (研削加工、研磨加工)」である。

精密工学会は生産技術に係わる研究、開発を専門にする学会であり、加工技術は最重要な守備範囲である。学会には加工技術に関して長年の膨大な蓄積がある。加工に関する技術マップとロードマップは、そのような技術の延長上にあると考えてよく、精密工学会はその策定に大きな役割を果たすことができるし、また果たさなければならない。従来技術の外挿・延長から将来技術の方向を探るほか、研究者をして新しい加工法・加工技術の創出を積極的に推し進め、今後の方向を探る必要がある。精密工学会はそれに向けて大きく貢献できるし、期待されている。

2.4. 測定技術

測定は、精密工学の技術として重要な役割を持っている。MSTC マップにおいては測定技術分野を直接の検討対象としていないが、いくつかの技術項目に測定技術がみられる。

設計システム分野で掲げている、現物融合型エンジニアリングは、最新の計測技術をベースにして現物の情報をデジタルエンジニアリングに結び付けているため、計測技術がキーとなる。測定技術を取りまく環境として、測定対象が非常に広がっていることが挙げられる。精密計測の中心である形状計測においても、三次元的、高速、非接触、高精度などの多くの要求事項があり、測定対象の寸法、精度もメートルからナノメートルの広い領域にお

たっており、これに対応するには、新しい技術として次の課題が重要である。

- ①三次元非接触測定技術
- ②トレーサビリティの確保
- ③加工と統合した計測技術
- ④人間の生体情報の計測

次世代ものづくりにおける測定技術を考えると、「知的計測技術」、「計測標準」、「ものづく計測」の3つの領域において先端的な研究を行う高度専門技術者の育成が急務である。これらの研究は、産官学の連携が不可欠であるため、学会内に築いた研究者、技術者の専門委員会等の共同研究組織を基盤として、産学官連携研究による大型外部資金導入を活性化させることが必要である。

さらに、測定技術は生産システム、設計システム、加工技術を基盤として支える技術である。このため、精密工学会内において、他の分野との融合的な研究グループを設置し、研究者、技術者相互の情報交換および融合研究の場を提供することが必要である。

3. まとめ

精密工学会技術ロードマップにおいては、最後に、技術戦略推進のための学会の役割が述べられている。すなわち、

- ①技術ロードマップ活用戦略と
- ②戦略分野推進の組織的な取り組み
- ③その一環としての政策提言へ向けた努力が指摘されている。

精密工学会では75周年記念事業(周年事業)として、今後の学会の役割を見据えて、いくつかの事業に着手している。すなわち、①学術コミュニケーションの推進(英語論文誌の強化、論文誌を引用分析の対象雑誌化)、②国際化(ASPENの主催、アジア地域精密工学シンポジウムを実施)、③技術者教育、④若手会員の開拓などが計画されている。

また、精密工学会将来像について展望し、今後ますます重要となることが予想される、持続性社会の構築に向けての学会の関与の必要性が指摘されている。日本の製造業は世界の最先端技術を保持している。しかし、日本の製造業の将来が必ずしも樂觀できないことは企業人、大学人共通の認識である。このような状況において、ものづくり技術を標榜する精密工学会は、自分たちの役割を認識するとともに、学会の姿を対社会に明確に情報発信する義務がある。精密工学会技術ロードマップは技術の進展のみならず、学会として将来に対してどのように関わっていくかを明確化することを意図して作成されている。

以上、本稿は、75周年記念事業としてとりまとめられた「精密工学会技術ロードマップ」の骨子を抜粋して作成した。技術ロードマップを執筆された方々に敬意を表し、まとめの言葉としたい。本ロードマップをひとつの指針として、精密工学会が変化の激しい社会に対応した貢献を果たし、着実に発展していくことを期待したい。

ものづくりアカデミックロードマップ

東京大学 鈴木 宏正

はじめに

文理に跨る 43 学会が参加して設立された横断型基幹科学技術研究団体連合（略称：横幹連合）は、異分野の知の統合により新しい学問分野を生み出すことを目的としている。経済産業省の主導による国の重点技術分野についてのテクノロジー・ロードマップに対し、特に分野横断的な領域でのより長期的なレンジに渡るロードマップ作りの重要性が認識され、学会横断型のアカデミック・ロードマップ作成事業が、横幹連合に委託されることとなった。そこで本事業では、異なる学術領域に跨る横断的な学術に対する未来像を議論するために、まず、典型的かつ重要な横断型科学技術分野として①制御・管理技術分野、②シミュレーション分野、③ヒューマンインタフェース分野、④ものづくり分野の四つを選び、それぞれの分野でロードマップを構築する際のコンセプトとして以下の4テーマを選定した。そして、これらの4テーマについて、横幹連合会員学会の内の4学会がそれぞれの幹事学会となるWGを構成し、ロードマップの作成を行った。

○WG1 制御・管理技術が先導する未来社会、計測自動制御学会

○WG2 シミュレーション技術が先導する未来社会、日本シミュレーション学会

○WG3 ヒューマンインタフェースの革新による新社会の創生、ヒューマンインタフェース学会

○WG4 ものづくりの視点からみた未来社会の構築、精密工学会

ここでは、本精密工学会が幹事学会となったWG4のアカデミックロードマップについて概要を説明する。WG4の協力学会として国際数理科学協会、スケジューリング学会、プロジェクトマネジメント学会、計測自動制御学会、形の科学会、日本社会情報学会、日本バーチャルリアリティ学会、日本知能情報ファジィ学会を設定し、各学会よりWG委員が参加するとともに、産業界からも識者がWG委員として参加した。なお、本稿は報告書¹⁾に基づいている。

ロードマップ策定のアプローチ

一言で言えば、このWGでは、まず未来の社会イメージ、消費者イメージを作り、そのために必要な設計・生産技術を構想することである。具体的な年としては、本ロードマップでは、2000を基準年、2008年を現在年として、2020年、2040年を考える。2040年には、今日我々が予想する持続可能性社会の未来図が現実のものとなっていて、環境・エネルギー・資源などのさまざまな制約のもとに現代社会とは異なる社会が構成されているはずである。その未来図については、いくつかの文献等を参考にしたり、議論を行いながら意識合わせを行った。そして近未来社会を先に描き、その未来社会に到達する道を示すことで技術の進歩の手順を示した。特に、我が国のものづくりの優位性を将来にわたって確固たるものにするを主眼に、ものづくりの視点からみた未来社会の構築をテーマとして検討した。

具体的には、

① ものづくりは「コミュニティ作り」

② ものづくりから「もの育て」へ

③ ものづくりは「価値作り」

という3つの観点から議論を展開した。その結果、我が国でもサービスを主体としたいいわゆる第3次産業が中核となり、第2次産業はそのバックヤードとしてのものづくり産業として、「機能」が前面に出た産業へと変容すること、また消費者もいわゆるプロシューマと変貌して「所有の破壊」が起こり得ること、それによって物的負荷の軽減が図られることが議論された。また、環境低負荷製品が進展して、トレーサビリティが必須技術となることや、消費者が設計に参加する「もの育て」の機運が生まれて、製品の維持管理が儲けの主流となる可能性も指摘された。全体としては、ものを大切に社会、よろず支援コミュニティの実現へと向かうものと推測された。この予測実現には、消費者の進化を必要とする。逆に、製造者は情報開示から始まり消費者教育への参画まで強い社会的責任を果たすことが要求される。以下、上記の項目について少し具体的に見てみよう。

未来のものづくり

ものづくりコミュニティ

未来のものづくりでは、生産者と利用者の関係は非常に多様になると予測される。その場合、生産者と利用者の間を柔軟に結ぶ場として、地域コミュニティは期待されるのである。例えば、製品の保守や再利用、カスタマイズなどを支援することが考えられる。これを“よろず支援コミュニティ”と呼ぶことにした。よろず支援コミュニティの役割は、そこで暮らす人々の製品に関わるあらゆる困りごとの相談に乗ったりサービスを提供したり支援したりすることである。そのためにはソフト・ハード両面から必要なインフラを整備すると共に、地域に多数存在する人的資源（有用な技術や知識をもった高齢者）を活用し、コスト面やきめ細かな対応などで利用者のニーズに応えることが必要となる。特に、メーカーの退職者などの有用な人材を活用して、消費者の支援を行う。コミュニティにおけるものづくりの支援は、必ずしもコミュニティ内で自己解決できるとは限らないが、製品メーカー側へのスムーズな橋渡しの役割を果たすものとする。

ものづくりはもの育て 利用者主導のものづくり

図1に示すように、ユーザー主導のものづくりとは、利用者がものづくりの中に積極的に参加し、ものづくりを主導するという考え方である。これは、消費者をいかに満足させるか、いかに楽しませるか、消費者の受益性をいかにして高めるか、という立場に立ち、設計—製造—保守—廃棄（再利用）という、もののライフサイクルの各段階に関して、利用者を参加させようとするものである。その中で、図1に示すように、消費者参加の概念設計や生産などを考えることができる。これによって、従来の生産者と利用者が明確に別れていたものに加えて、新しいビジネスモデルの創出が期待されるのであ

る。

ものづくりは価値づくり サービス化

ユビキタスの浸透している社会では、それらの情報システムを介して様々な情報サービスを受けることになる。さらに情報サービスを一般化して、未来の“もの”の姿を想像すると、資源環境の制約についての認識から、多くの“もの”に対して、人々は自らが必要としていたことが、“もの”そのものではなくて、“もの”をメディアとした機能サービスであったことに気付き、“もの”は借り物とするレンタル経済が広く行き渡っている。このような状況を想定すると、ほとんどの製品がネットワーク機能を内蔵しており、提供者と消費者とが“もの”を介してつながって機能サービスが実行されている。つまり、情報サービスと一体となって、ものがサービスのキャリアとして大きな価値をもつことになり、それを生業とする産業が成長する。

2040年のものづくり産業のイメージ

以上をまとめると、2040年のものづくりに関わる産業のイメージ（図2）が得られる。機能部品を機能部品設計製造産業が大量生産で作り、顧客に近い場に機能組立産業があり、顧客の要求に応じてオーダーメイドをする。一方でプロシューマ支援産業が顧客の要求をくみ上げると共に、データ収集によりものづくりの生産管理を指令する。製品は製品評価産業がその機能を保証する。製品の利用に関する教育も製品評価産業とプロシューマ支援産業が共同して扱う。従来の製品技術は製造業者だけが持つ時代から、製品技術を製品評価産業とプロシューマ支援産業が共有する時代へと変わる。そもそも製造能力は世界中から調達するが、一方で、地産地消の理念が強化され、製造能力を地場で構築し、その能力を販売する産業が生まれる。逆工場は製品をリサイクル・リユースするのだが、不足機能を補う機能メンテナンス産業として存在する。製品評価産業、製造能力オプション取引産業の成立は、製造業が金融業と同等の価値生産をし、かつ、その製造能力が流通可能となったことを意味している。

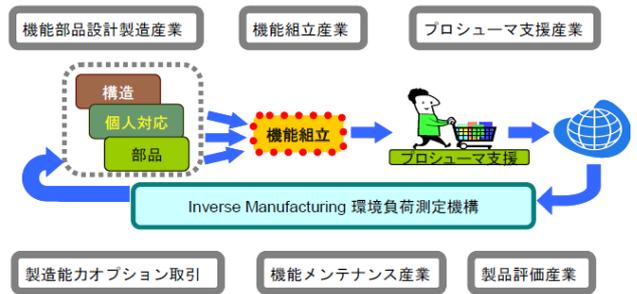


図2 2040年のものづくり産業のイメージ

4. まとめ

紙面の都合上割愛するが、以上のようなイメージのもとに、それを具体化するための技術の開発に関するロードマップも作成している。この最終的に得られたロードマップはもちろん成果といえるが、本事業の意味は、横幹連合という場において、異分野の知見を融合して、ユニークなものづくりの視点を打ち出せた点であろう。これはものづくりに直接関係する分野のメンバーだけでは実現不可能なものといえる。しかし、その一方で、そのようなユニークな視点をしっかりと補強するだけの議論ができておらず、今後産業界からの参画も充実させて、更新していくことが望まれる。是非、多くのコメントをいただければ幸いである。

参考文献

- 1) 学会横断型アカデミック・ロードマップ報告書、(株)KRI、横断型基幹科学技術研究団体連合、平成20年3月
- 2) 帯川、新井、学会横断型アカデミック・ロードマップ作成検討WG、WG4（ものづくり分野）中間報告、第2回横幹連合コンファレンス、2007年11月29日、30日 京都大学

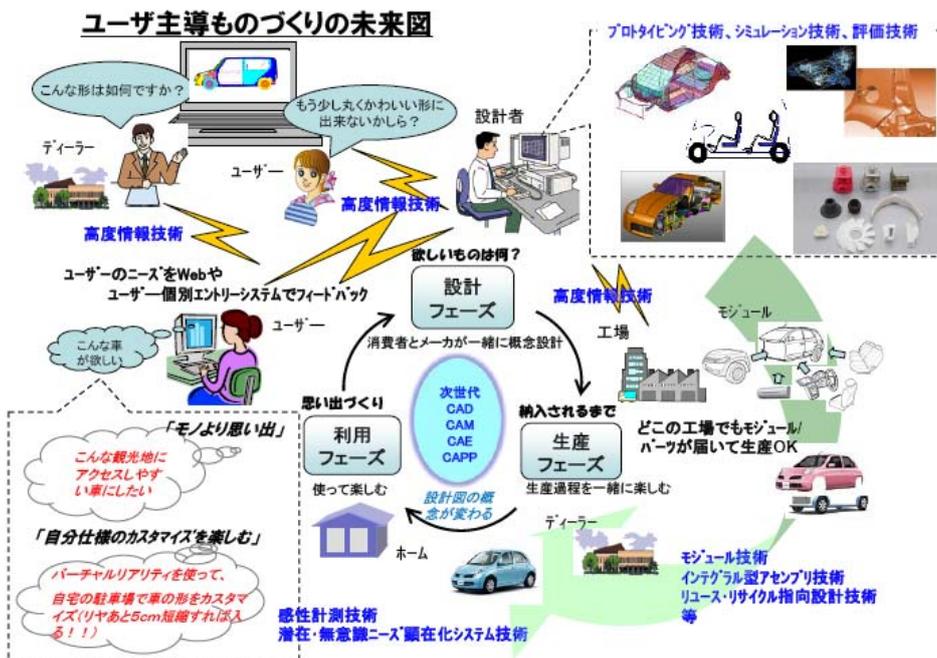


図2 2040年のものづくり産業のイメージ

75周年記念シンポジウム
精密工学と技術ロードマップ

発行日 平成20年9月18日(木)

編集発行 社団法人 精密工学会
〒102-0073
東京都千代田区九段北一丁目5番9号
九段誠和ビル内
電話 03-5226-5191
ホームページ <http://www.jspe.or.jp>

印刷・製本 東北大学生生活協同組合
印刷出版事業部 プリントコープ
〒980-8579
仙台市青葉区荒巻字青葉6-6
工学部中央厚生会館
電話 022-222-1664

(無断複写・転載を禁ずる)