



# Contents

■ 告知板

p.1

■ 巻頭言

p.2

東京大学大学院教授  
(社)精密工学会会長  
新井 民夫氏

■ 各事業報告

■ ロボット技術推進事業

p.4

■ インバース・  
マニュファクチャリングフォーラム

p.5

■ 先端科学技術収斂による“もの  
づくり課題”探索の枠組み研究

p.7

■ 調査研究事業

p.8

## ● MfgX、製造業XMLフォーラム開催

製造業XML推進協議会 (MfgX、<http://www.mfgx-forum.org/>) では、製造業の情報連携を推進するため、製造業XMLフォーラムを開催します。詳細が決まり次第、製造業XML推進協議会のwebサイトに掲載します。

日 程：2008年6月23日(月)13：00～16：45

場 所：大田区産業プラザ(東京・蒲田)コンベンションホール(鶯)

## ● APSOM、ISA-95(IEC62264)チュートリアルセミナー開催

ものづくりAPS推進機構 (APSOM、<http://www.apsom.org/>)、日本学術振興会PSE143委員会常設分科会JBFおよび法政大学情報マネジメントデザインラボでは、製造業の経営と現場をつなぐ標準モデルの徹底説明と題して、ISA-95 (IEC62264)に関するチュートリアルセミナーを開催します。詳細は、ものづくりAPS推進機構のwebサイトをご覧ください。

日 程：2008年5月19日(月)10：00～17：50

場 所：法政大学市ヶ谷キャンパスボアソナードタワー26階スカイホール

費 用：主催団体、協賛団体メンバー：5,000円、一般：8,000円

## ● IMS研究成果報告会・アイデアファクトリー総会開催

平成19年度IMS国内プロジェクトの研究成果報告会をNEDOの後援を得て開催します。また、平成17年度からIMSセンターの新規事業としてスタートしたアイデアファクトリーの総会並びに活動成果報告会も併せて開催します。詳細は、IMSセンターのホームページ(<http://www.ims.mstc.or.jp/>)をご覧ください。

日 程：2008年7月11日(金)10：00～17：20

場 所：虎ノ門パストラル 新館5階 ローレル

費 用：無料

定 員：100名(先着順で定員になり次第締め切ります)

## ● 2008年度行事予定

5月16日	第54回理事会	虎ノ門パストラル
5月21日	第50回評議員会	MSTC会議室
6月23日	製造業XMLフォーラム	大田区産業プラザ
7月下旬	ものづくりロードマップ報告会	未定
8月下旬	ロボットロードマップ報告会	未定
9月	APSサミット	東京都内
9月10日～12日	マニュファクチャリングオープンフォーラム(MOF2008)	東京ビッグサイト
12月2日	IMS技術講演会	虎ノ門パストラル
2009年1月15日	ロボット関連三団体賀詞交歓会	虎ノ門パストラル

# ものづくり技術戦略マップの策定に寄せて



東京大学大学院教授  
(社)精密工学会会長

## 新井 民夫氏

2007年は食料・エネルギーの分岐点であった。原油価格は100ドル超えを確定し、いまや110ドルに達している。小麦を始めとする食料はエネルギー源としても使われることから、急速に価格が高騰している。この背後には化石燃料の使用による急速な温暖化がある。この傾向は今後一層強まることはあっても弱まることはない。日本の弱みである食料・エネルギーコストの増加は技術立国の重要性を一層際立たせる。それも持続性社会の構築を可能とするものづくりジャパンの強化である。

ではものづくり技術の強化を日本は本当に図ってきたのであろうか。「安かろう・悪かろう」といわれたMade in Japanが1980年代には良い品質の代名詞になった。バブル崩壊後の10年を経て、2000年からはデジタル機器の競争力を取り戻した。いまや、輸送機器、工作機械、精密機械、電子機器分野の企業利益は史上最高に達している。日本はものづくり大国、ものづくり強国であると信じられている。確かに、技術者は頑張ってきた。そしてその源泉である科学技術指向が日本では極めて強く、大学においても他分野に比較して多数の工学部卒業生を世に送り出してきた。

しかし、未来はどうなるのであろうか。教育を根とし、葉を個別製品とする「ものづくりの樹」を想定してみよう。この大樹の幹は今や空洞化して

いるように見える。根となる初等中等教育での科学離れが著しい。幹を構成する大学ではものづくり関係の学科・専攻が急速に減っている。太い枝とも言える先端技術には栄養が流れるが、小枝である中小企業には、将来への技術投資が滞って、枯れかかっているように見える。ものづくりの将来は不透明である。

もうひとつ大きな問題点がある。技術の進歩で伸ばすべき方向が増えている。技術者はあれもこれも対応しなければならず、疲れ果てる。この対策としては、無駄な技術開発をあきらめて、必要かつ有効な技術開発を集中的に進めるしかない。それも、1年で結果が出るような短期勝負では世界を引っ張ることはできず、長期的な研究開発投資をもつくり分野で進めなければならない。そのために必要なものは、未来の荒野を持続性社会構築へと走り抜けるための技術マップ、ロードマップである。

経済産業省では、2004年度から先端科学技術分野における技術ロードマップである技術戦略マップの策定に着手し、今までに二十数分野についての技術戦略マップが発表されている。しかし製造技術やものづくり技術については、経済産業省の考える先端科学技術分野からは少し外れていると思われるせいか、技術ロードマップには取り上げられなかった。製造科学技術センターが経済産業省に相談したところ、国の予算はつけられないが、自前で作るのはいかに結構ということだったそうで、製造科学技術センターは、2006年度から「製造技術ロードマップ」の策定に着手し、2007年度は「ものづくり技術戦略マップ」として引き続き検討を行い、とりまとめを行った。私は、当初から策定委員会の委員長として他の委員の方々と一緒に議論に参加した。

多くの技術ロードマップが製品指向、あるいは特定先端技術指向で描かれてきた中で、本ロードマップは「ものづくり技術」という極めて広い分野を対象とする。ものづくりの樹でいえば、幹から枝、



業までを構成する多数の細胞を強化し、かつ、多様な製品づくりの栄養を運ぶものでなければならぬ。当然、ロードマップは、極めて細かい技術要素についての議論になるか、逆の大まかな枠組みのあり方論になりがちである。ここが従来のロードマップとの大きな違いであり、難しさである。

2006年度には「次世代社会構造対応型製造技術の体系化調査」として、製造技術の調査と技術ロードマップの作成を行ったが、本ロードマップ作成作業では、生産システム、設計システムというシステムの視点から全体を眺めることで、対象技術の極端な詳細化・細分化を避けることにした。その中で「サステナブル・マニュファクチャリング」の視点が重要であることを指摘した。なお、「サステナブル・マニュファクチャリング」については2007年度からものづくり技術のみならずより広い範囲について経済産業省で技術戦略マップを策定することになった。

2007年度は、前年度に策定したロードマップのローリングであったが、加工技術を加えて大きく拡大した。加工技術については先端技術と従来技術とをすべて検討することで利用価値の高いマップにすることを目指している。結果として、ものづくり技術に関する総合的な技術ロードマップとなった。それぞれの内容を簡単に紹介しよう。

生産システムについては、20年後のものづくりシステムに対する社会的要求として、産業基盤から整備し、日本の競争力強化は技術強化からビジネス強化までつなげて始めて機能することを示した。具体的な要素技術としては、バーチャルマニュファクチャリング、ゼロエミッション工場、人・ロボット協調生産、トータルトレーザビリティ、ラピッドプロトタイピングなどの発展を示した。

設計システムについては、次世代開発システムとして、設計管理技術、設計・技術活動支援技術、3次元モデリング技術、ナレッジ管理・運用技術、CAEならびに性能シミュレーション技術のロードマップを作成した。また、現物融合技術が日本のものづくりの強みを一層強化することを示した。

加工技術については、新たに詳細な検討をした。ものづくり力を支える先端加工技術が重要で

あることは理解されていても、既存技術では何から手をつけてよいかわからないほど分野が広がり過ぎている。このことを考慮し、重要な技術をまとめあげることと、既存技術の将来展望の両者を示した。重要技術としてはゆらぎ最小化機械加工(NFF)システム、ナノ精度マイクロ機械加工(M4)プロセス、短時間高品質製造立上げ(RX)技術、局所環境制御加工などを示した。川上技術として今後も継続して重要である従来型加工技術についても、ほとんどすべての加工技術について、技術ロードマップの視点で検討を加えた。

以上の技術ロードマップの作成から、今後の発展すべき要素技術が多岐にわたることが再認識された。しかし、これでは発散した方向を示したこととなってしまう、戦略的にはならない。そこでまとめとして技術の絞込みを行った。波及効果が高く、持続性社会構築が可能となる重要な技術要素として13個を選択した。それらを取りまとめて次の4つの研究課題を今後、積極的に推進すべきであると考え、提案した。

- (1) 超短期間超少量生産可能化体系の推進
- (2) 環境負荷超少化技術の開発
- (3) 高精度頑健機能創製技術
- (4) 人間・ロボット協調生産システム

科学技術基本計画はものづくり技術戦略を規定している。本報告書の提案は科学技術基本計画の方向に一致し、その詳細化と道筋を示したものである。ものづくり技術の開発では産学連携・産々連携が重要である。そこで、提案した戦略推進方法として、日本学術会議、生産学術連合会議、横断型基幹科学技術研究団体連合などの連合組織に参画をもとめながら、本ロードマップを中心に施策を構成し、推進していくことが効果的であることを指摘した。ものづくり技術は多くの場合、競争に直結する技術である。そのため、研究課題設定で合意していても連携は中々実現しない。しかし、技術開発の焦点を絞って実施しなければ、今や未来はないのである。

未来を開拓するために、価値ある技術ロードマップを作成できたと確信している。この地図を信じて行動するかどうかは読者の見識にかかっている。

## ロボット分野アカデミック・ロードマップ事業成果報告

平成19年度の「ロボット分野アカデミック・ロードマップ」は、平成18年度に策定したロードマップのさらなる深化と、領域間の融合を目指し、改訂を行いました。推進体制は、昨年度と同様、下記の通り3つの学会を構成員とする3つの領域WGでとりくみました。

人間系融合領域WG：日本ロボット学会・人工知能学会・日本人間工学会

情報系複合領域WG：日本ロボット学会・人工知能学会

工学系先端領域WG：日本ロボット学会

本年度の「ロボット分野アカデミック・ロードマップ」の基本方針は、以下の4点です。①ロボットの将来イメージ、未来の到達点として示しました(ロボットの将来イメージとして表現した)、②ロボットのこれまでの研究開発の約50年の歴史と、課題解決を目指したこれからの約50年、つまりロボットの100年を、ロボットの進化系統図で示しました、③若い研究者に取り組んでもらいたいテーマや、ロボットの難しさを、具体的なロボット研究開発の30の研究課題としてロボットチャレンジ30を示しました、④本年度の成果として、何らかの出版を目指しています。

この基本方針に従って、2回の合宿をもつことによって、各WGのテーマを深化させるとともに、それらの融合について議論を進めました。また、これら各WGの委員のみでなく、各分野の優れた専門家(国学的研究者)約100名の方々に、それぞれの専門分野におけるRT技術の過去の歴史と現在の状況、課題、将来像を執筆して頂き、それら全体を総合するかたちで、報告書を取りまとめました。その間、各WGの委員長、副委員長などの代表者を集めた総括委員会も開催し、各WGの融合を確実なものとししました。

特に2度にわたる一泊二日の合宿には、全国から延べ60名以上の研究者に参加していただき、議論が夜遅くまでなされるなど、深く有意義な議論が行われました。学会や専門分野の垣根を越えて意見を交換することで、研究者



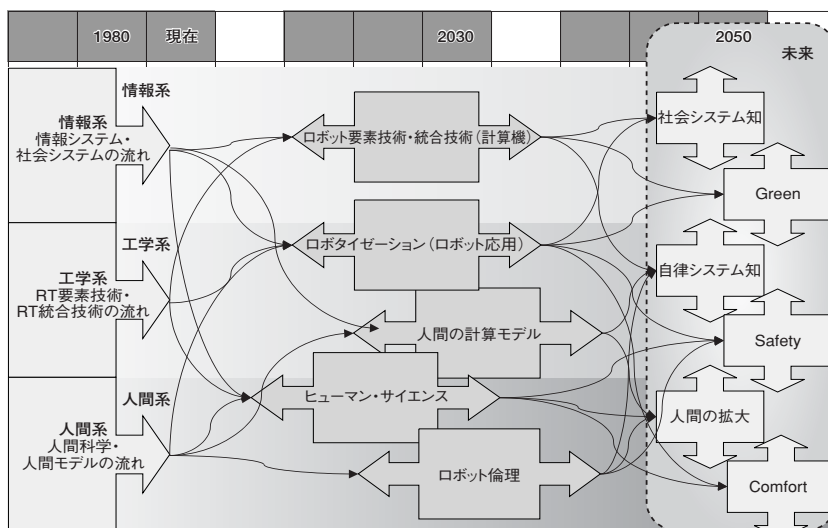
ロボットの将来イメージ図

として至福の時間をもてたことは、本年度の主目的である「融合」を深めるためにも大変有意義であったとのことです。

ロボットの将来イメージ図では、50年後の未来におけるロボット分野の技術とそれが実現する世界のイメージを図にしました。この図では、RT (Robot Technology)は人間のための、人間に係るもので、かつ、環境と調和すべきものであることを表しています。

情報系、工学系、人間系の各領域では、それぞれにおける研究の大きな分類と流れ、そして未来における大きな方向性を検討しました。それらの相互関係を表したのが、ロボット分野進化大局構造図です。

詳細は、5月頃に経済産業省のホームページなどに掲載される報告書をご参照ください。



ロボット分野進化大局構造図

## サステナブル・マニファクチャリングシンポジウムを開催

最近、地球の温暖化の防止や、資源を有効活用することが大きく取り上げられるようになり、社会全体として持続可能性を意識した社会活動が強く求められるようになってきました。インバース・マニファクチャリングフォーラムでは平成8年12月の発足以来、循環型社会における製造業のあるべき姿（サステナブル・マニファクチャリング）を追求して参りました。3月12日（水）の午後に、循環型社会実現、発展に向けて、製造業の今後の展開を考えるための情報提供の場として、東京大学本郷キャンパス工学部11号館1F講堂において、「サステナブル・マニファクチャリング」と題したシンポジウムを開催しました。

当フォーラムの会長でもある、独立行政法人産業技術総合研究所の吉川弘之理事長による「持続可能社会におけるものづくり」と題する講演にはじまり、経済産業省、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）が進めている技術戦略マップ、グローバルな経済・社会動向などの話題から、日本の代表的な製造業の事例、インバース・マニファクチャリングの取り組みなど、サステナブル・マニファクチャリングを考えるのに有効な、多方面からの情報を提供することが出来ました。

当日は、年度末の繁忙期にもかかわらず、120名の参加者があり、講演に対して活発な質疑もあり、サステナブル・マニファクチャリングの重要性や、インバース・マニファクチャリングフォーラムがサステナブル・マニファクチャリングの技術戦略マップ作

成や持続可能社会シミュレータの検討に取り組んでいることについて広く理解が得られ、所期の目的を達成することができました。シンポジウム終了後に設定した懇親会でも、講師を交えて活発なコミュニケーションが行われました。

**聴講無料**

**Inverse Manufacturing**  
サステナブル・マニファクチャリング

**サステナブル・マニファクチャリングシンポジウム**  
— 持続可能社会におけるものづくり —

**日** 2008年3月12日(水) 13:30~18:00

**会場** 東京大学本郷キャンパス 工学部11号館1F講堂

**定員** 100名程度(事前登録制。先着順で定員に達した場合は受付を締め切ります)

**主催** 財団法人 製造科学技術センター、インバース・マニファクチャリングフォーラム

**申し込み** <http://www.mstc.or.jp/inverse/sympo.htm>より申込み用紙をダウンロードして FAXまたはEメール (info@mstc.or.jp) にてお申し込み下さい。または、下記の問い合わせ先へ申し込みをお送り下さい。

**プログラム** 13:30~18:00

- 1 持続可能社会におけるものづくり (13:30~14:00) 吉川弘之
- 2 技術戦略マップとサステナブルマニファクチャリング (14:00~14:30) 渡邊 隆
- 3 2008年の日本経済と産業技術戦略 (14:30~15:00) 吉川弘之
- 4 Inverse Manufacturing  
企業のものづくり戦略 (15:00~15:30)  
(1) 地下鉄工におけるサステナブルマニファクチャリング (15:30~16:00) 小嶋 剛  
(2) キヤノンにおける環境への取り組み (16:00~16:30) 吉川弘之
- 5 設計・製造・加工におけるサステナブルマニファクチャリング技術戦略マップ (16:30~17:00) 藤田 隆
- 6 持続可能社会シミュレータの概説 (17:00~17:30) 藤田 隆
- 7 インバース・マニファクチャリングの今後の展開 (17:30~18:00) 藤田 隆

シンポジウム終了後、15:30~18:00、東京大学工学部11号館1F101号室にて懇親会を開催いたします(参加費は別途お申し込み下さい)。  
懇親会参加費は別途お申し込み下さい。Cフォーラム参加費は無料。会場は11号館1F101号室です。

財団法人 製造科学技術センター 先進製造部 企画・連携 課長 藤田 隆  
TEL:03-6473-2967 FAX:03-6473-2967 E-mail: info@mstc.or.jp





# サステナブル・マニファクチャリング(設計・製造・加工分野)技術戦略マップを作成

製造科学技術センターでは、昨年度これから10年、20年先におけるわが国製造業の競争力を確保するために必要な技術課題を明らかにし、その導入シナリオを示すための製造技術ロードマップの策定作業に着手しました。昨年度生産システムに関する議論の中で生産プロセスや情報化といった課題に加え、環境や社会を考慮した生産システムが今後重要であるという指摘があり、持続可能な製造技術を目指すということで、サステナブル・マニファクチャリングという概念を提示しました。

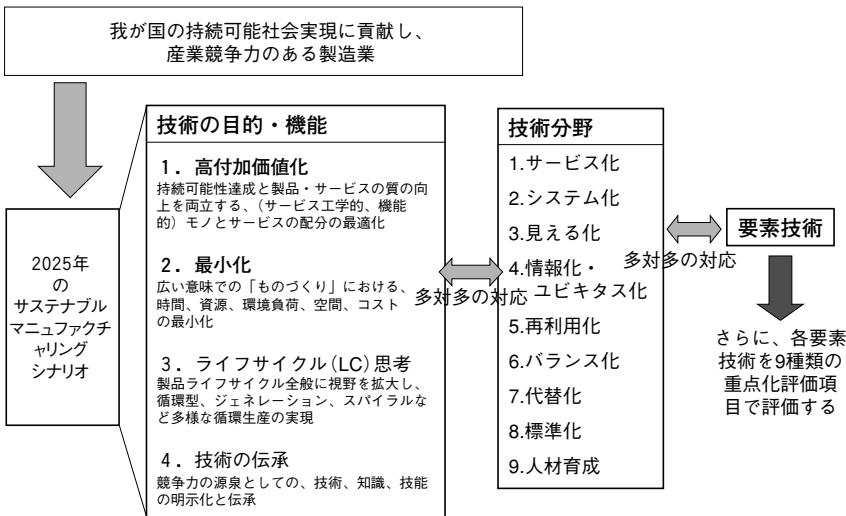
一方、インバース・マニファクチャリングフォーラムでは、持続可能社会における製造業のあり方を追求するなかで、資源・エネルギー使用量、廃棄物及び、環境負荷を製品ライフサイクル(LC)全体を通じて最小化するような循環型製品ライフサイクル・システムを実現するために必要な調査研究を進めて参りました。

これらの活動を基盤として、新エネルギー総合技術開発機構(NEDO)から平成19年12月に「設計・製造・加工分野におけるサステナブル・マニファクチャリングに関する技術戦略マップ調査」を受託し、調査検討を行い、このたび報告書をまとめることが出来ました。

今回の調査検討の特徴は、サステナブル・マニファクチャリングは技術シーズの発展・展開だけで実現で

サステナブルマニファクチャリングロードマップの全体構成

## サステナブルものづくり



きるものではなく、社会的なニーズに沿った諸施策や明確な目的意識を持った研究開発が必要との認識から、将来のサステナブルな社会イメージのシナリオを作成し、そのために必要な技術開発は何かということから、要素技術とその完成時期を想定し、マップに反映させたことです。詳しい内容は、現在印刷中の報告書をご覧ください。

今回の調査検討は、設計・製造・加工分野のサステナブル・マニファクチャリング技術戦略マップ作成の第一歩であり、社会ニーズに対する要素技術の実現可能性など、今回必ずしも十分に検討できなかった点もあり、今後の見直し作業により、さらに充実したマップを作成することを予定しています。

サステナブル・マニファクチャリング(設計・製造・加工分野)の技術ロードマップ(一部)

技術分野	技術領域	技術項目	技術内容	ロードマップ					
				2007	2010	2015	2020	2025	
サービス化	メンテナンス技術	メンテナンス技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>寿命診断</li> <li>故障診断</li> <li>診断支援技術</li> <li>リソース最適化技術</li> <li>メンテナンスシナリオ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>故障検出技術</li> <li>故障診断技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ほぼ全ての社会インフラ、製造業で適用可能なメンテナンス産業の基幹技術</li> <li>設備サービス産業化の進展</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>使用履歴が適切に管理され、メンテナンスに使用履歴情報が活用される</li> </ul>			
			<ul style="list-style-type: none"> <li>環境調和ビジネス戦略設計支援技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>環境調和ビジネス設計支援ソフトウェア技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>環境調和ビジネス設計技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>環境調和ビジネスの合理的設計が可能に→多様な環境調和ビジネスが生まれる</li> </ul>			
システム化	LC設計技術	LC設計技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>LC最適化設計技術</li> <li>ライフサイクルシミュレーション</li> <li>代替部品設計手法</li> <li>設計プロセス最適化</li> <li>設計プロセス最適化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ライフサイクル設計基本技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>多くの設計現場にライフサイクル設計が導入される</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>多くの製品で、最適化された最新のライフサイクルが実現</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>製品構造的なライフサイクル設計技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>製品構造的なライフサイクル設計技術</li> </ul>	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>リデュース設計技術</li> <li>環境負荷低減技術</li> <li>再生材・再生部品利用技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>リデュース設計技術</li> <li>リデュース設計基本技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ライフサイクルの最適化設計技術</li> <li>リデュース設計基本技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>製品構造的なライフサイクル設計技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>製品構造的なライフサイクル設計技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>製品構造的なライフサイクル設計技術</li> </ul>	
LC管理技術	グローバル循環設計・管理技術	グローバル循環設計・管理技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>ライフサイクル情報管理技術</li> <li>使用履歴管理技術</li> <li>部品・構造物管理技術</li> <li>グローバル循環設計・管理技術</li> <li>ドローイング・情報管理技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ライフサイクル管理技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ライフサイクル全体の把握と適切な管理の実現</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>グローバル循環設計・管理技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>持続可能なグローバル循環の実現</li> </ul>		
			<ul style="list-style-type: none"> <li>グローバル循環設計・管理技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>グローバル循環設計・管理技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>持続可能なグローバル循環の実現</li> </ul>				
LCの情報化	プロトタイプ・モックアップ技術	プロトタイプ・モックアップ技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>新しい形状モデルの表現形式</li> <li>形状モデルの属性の付加と抽出</li> <li>形状モデルの属性の付加と抽出</li> <li>リバーエンジニアリング技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>形状モデルの属性の付加、抽出が実用化</li> </ul>					
			<ul style="list-style-type: none"> <li>形状モデルの属性の付加、抽出が実用化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>形状モデルの属性の付加、抽出が実用化</li> </ul>					

## 活動成果の概要

近年、技術イノベーション分野ではConverging Technology (CT)と呼ばれる、複数の先進科学技術の融合収斂にもとづく新技術の創出が注目されるようになりました。中でもナノ、バイオ、情報、認知などの先進科学技術間の融合収斂に注目が集まっています。今後の革新的ものづくり分野の課題探索においてもCTの視点からの検討が緊要と考えられます。

当財団では、このようなCTに関する自主研究を平成19年度に「先端科学技術収斂による“ものづくり課題”探索の枠組み研究会」(代表：岩田一明大阪大学名誉教授)で実施しました。

この研究会では新しいものづくり(‘もの’と‘つくり’)CT課題の探索を検討しました。日本のものづくりは経験的に人間の特性を活用し、高度化をはかってきました。そのためここでは特に、人間特性と深く関係する認知科学、人間科学、脳科学と情報技術・ナノ技術などの先進技術との融合収斂によるCT課題を検討対象としています。CTは米国国立科学財団(NSF)や欧州でも検討が重ねられてきているが、わが国では体系的に議論されていない分野です。

本研究会では、ものづくりCTを次のように定義しました。すなわち、

- (1) ものづくりに係わるミッションを達成するために従前の科学が不十分であれば、それらを発展・拡充させる方法論と技術、または足りない部分を補うための全く新しい要素科学の提案とその発掘技術。
- (2) ものづくりに係わるミッションを達成するために、2つ以上の異種の要素科学を収斂させるための方法論と技術。

この定義に基づいてCTの概念を図に表すと図1のようになる。図は菱形で表したミッションと雲形で表した要素科学、レンズで表したCTとからなり、基本的に2種以上の要素科学がCTのレンズを通して収斂し、ミッションが達成される様子を示しています。このとき、時間の経過あるいは収斂の繰り返しにより、収斂の規模が右から左へとステップアップする様子も示しています。CTによる検討手順は、まずミッションを達成するためにどのような要素科学が必要かを、CTレンズを通して検討します。その結果、従前の要素科学

の不十分な部分が見つかり、それらが拡充されて、雲形が次のステップでは拡大されます。また、従前には考慮されなかった、あるいは不足していた要素科学が、次のステップでは収斂要素に加えられます。そうして次のステップでは拡充された要素科学や新しい要素科学が収斂することによって、さらに高いミッションが達成される様子が示されています。このようにCTは一種のスパイラルアップを形成します。

本研究会では、ものづくりCTにおいて収斂させる先端の要素科学を、NSFが提唱するNBIC(ナノテクノロジー、バイオテクノロジー、情報技術、認知科学)にさらに4分野(脳科学、社会学、スキルの科学、環境科学)を加えて基本的に8分野とし、今後10~20年の間に実現が期待されるミッションを設定して、それを実現するためのものづくりCT課題を検討しました。

設定したミッションを要約すると、①技能伝承の評価、②製品設計における機能性評価、③設備設計や作業設計における作業環境の評価、④人の状況判断と意思決定を支援することができる生産システムの構築などであり、人を尊重した評価・支援が中心です。このためにミッションの実現には、技能と人、製品と人、作業環境と人というように、「もの」と人との関係性を把握することが求められています。

このようなミッションを設定した背景としては、わが国にとって重要な課題であるものづくりを支える技能の伝承・継承が求められていること、少子高齢社会を迎え、製品には高齢者に配慮した安全性と操作性が

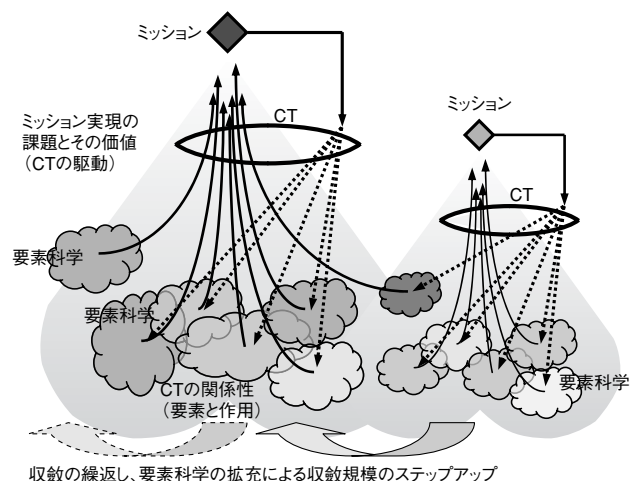


図1 CTの概念図



## 探索の枠組み研究

求められ、製造現場では高齢者や女性の雇用を考慮した設備設計や作業設計が求められていることなどがあります。

また、ものづくりの主体は、技術者、技能者、経営者といった人であり、生産システムの開発、管理、運営は人の状況判断と意思決定に任されてきました。しかし、ここでは将来の進化した生産システムを設定しています。

これらのミッションを実現するための「ものづくりCT課題」として、以下の12の課題が挙げられました。

- (1) デジタル・五感融合型ユーザ満足度検証システム
- (2) 消費者構想・試作支援ネットワーク工房
- (3) 直感的な製品設計・操作のための感性インタフェースと感性モデル
- (4) 高齢者の認知機能を支援し活性化するインタフェース
- (5) ものづくりを革新する包括的バーチャルヒューマンモデル
- (6) ヒトの身体・生理・知能・行動を見える化するためのデジタルボディ、デジタルバイオ、デジタルブレイン、デジタルビヘイビア

- (7) 革新的テクノロジスト評価システム
- (8) 新陳代謝型ヒューマンセンシングシステムにおける技術収斂
- (9) 製品仕様と生産仕様をスピーディに最適リンクさせる革新的開発プロセス
- (10) 超信頼性製品および生産システムにおける技術収斂
- (11) 安全性の埋め込まれた人間中心型生産システムの設計論
- (12) CPU援用のヒューマンインタラクション型生産システム

以上の課題に共通している点は「もの」と人との関係性であり、重要な開発課題は、①安全・安心、②ヒューマンインタフェース、③ものづくり支援、④人と感性、⑤設計・生産の5項目に集約することができます。

以上、本研究会では先端科学技術を収斂させることによって実現できると考えられる「ものづくり課題」を探索しました。今後はこの「ものづくりCT課題」の具体化を進め、その成果がものづくりに関する今後の技術戦略やロードマップを検討する際の一助になれば幸いです。

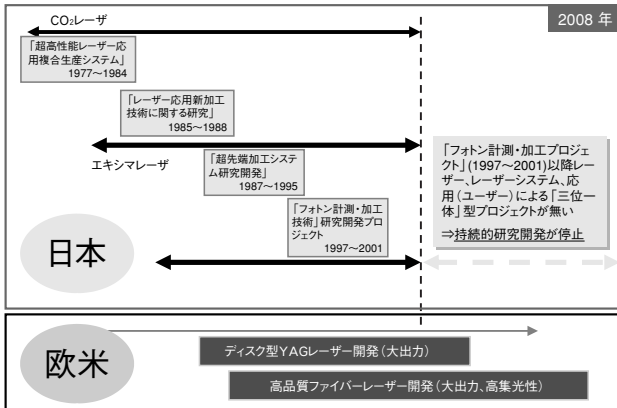
### 高品質化した加工用レーザーと開拓される新加工領域に関する調査研究(次世代レーザー調査)報告

当財団では、日本の製造業(ものづくり)の競争力強化を目指し、日本の企業は今後、何をすべきかに関し様々な視点で検討(ものづくり技術戦略ロードマップ)を進めており、そこには、すぐにでも必要なシステム・機器技術開発から要素技術として将来的に育む必要のある技術まで様々あり、レーザー加工技術はまさに要素技術の典型と考えています。

わが国では、産業用を目指した最先端技術としての各種レーザー関連大型プロジェクトは、「超高性能レーザー応用複合生産システム(1977～1984年)」から始まり、「フォトン計測・加工技術(1997～2001)」を最後に、個別テーマによる中小規模の開発は行われてきてはいるものの、国の最先端技術開発としては取組が無く、約7年間の基本技術開発の空白の期間が存在しました。

日本のプロジェクトを参考に、国策としてレーザー技術開発を進めてきた結果、レーザー製造装置のシェアの寡占化が進みつつあります。

そのため、標記調査事業において、2つの視点で調査を行いました。1つめは、レーザーの現状分析、技術体系、戦略ロードマップの作成。これは、フォトン計測・加工技術プロジェクトから現在に至るまでの国内外の技術動向を分析し、現在のレーザー加工システムを技術的に体系(マップ)化し、戦略的な技術開発を行う時間軸(ロードマップ)を作成しました。また、他方使われるレーザーを目指し、各産業のユーザー、ベンダー、メーカー企業の製造現場として使用できる、レーザーのスペックやシーズを検討分析し、どの様なレーザー加工システムが必要かをまとめました。

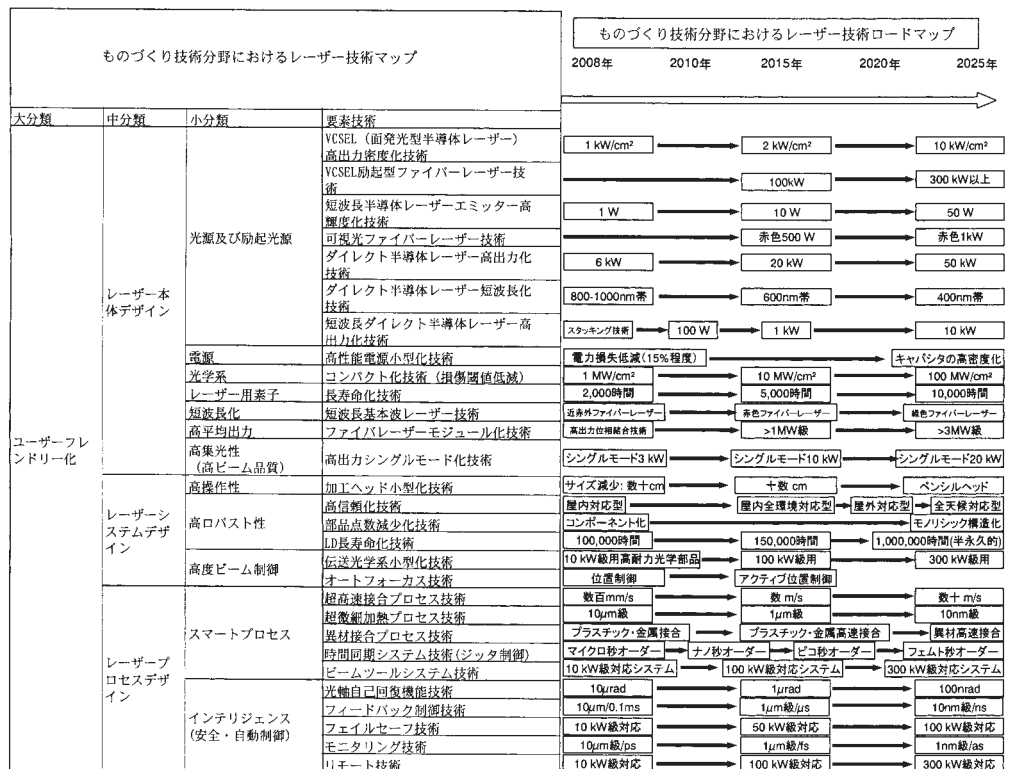


産業用レーザー開発

レーザー加工システムの体系(マップ)化

最新レーザー技術の整理・体系化として技術マップ及び技術戦略ロードマップの作成を行い、産業界、ものづくり技術分野においてどのようなレーザー、レーザーシステム及びレーザープロセス(加工・応用)が望まれているのかを考え、望まれている3要素、フレンドリー(User-Friendly)、エコロジーコンシャス(Ecology-conscious)、アフォダブル(Affordable)で纏めました。フレンドリーは、高操作性、高安定性、コンパクト、ロバスト性(強靭性)、高機動性、そしてメンテナンスフリーを意識し、エコロジーコンシャスは、省エネルギーつまり電気から光への変換が高効率、高集光性、必要など所に必要なだけエネルギーを投入できます。余分なエネルギーが不要となるとともに飛散物や熱影響部を最小化することができ、コストの低減とともに環境にもやさしく、アフォダブルは、チープ(cheap)という意味ではなく、手ごろな価格という

意味で、ニーズ適合性を重視し、製造コストを最小化したレーザー、レーザーシステム及びレーザープロセスのことです。産業界において、レーザーの価格は「高額」なため、「レーザーによる、新たな加工領域を開拓できる可能性が高いが、高額なので挑戦できない。」という声をよく聞きます。つまり、アフォダブルでないためにチャンスを逃しているのです。レーザー開発のみのプロジェクトは、どうしてもプロセス(加工・応用)、つまりユーザーを軽視した状態になり、結局使えないレーザーを生み出しやすい。そこで、ものづくり技術分野におけるレーザー技術マップとしては、ユーザーフレンドリー化、エコロジーコンシャス化及びアフォダブル化に大分類し、それぞれをレーザー本体デザイン、レーザーシステムデザイン及びレーザープロセスデザインの三位一体で今後の動向を示したのが技術ロードマップです。(以下にユーザーフレンドリー分野の技術戦略ロードマップを示しています。この他に、エコロジーコンシャス、アフォダブルの技術戦略ロードマップが存在しています。)



## 日本のレーザー加工システムのニーズ、シーズ

レーザー装置の役割は、レーザー光を発生させるだけでなく、製造などの利用分野において従来の加工機などと比較した優位性を得るために利用されています。優位性では従来は不可能であった微細加工ができたり、新たな材料の接合が可能になったり、価格競争力を高めることによって得られます。すなわち、先端技術を追い求める研究者が開発する最先端のレーザーと、市場が求めるレーザーは必ずしも一致するとは限りません。

本調査 報告書ではレーザーを利用した各種の産業分野からの要求をまとめていますが、単にユーザー側からの要求を記載しているだけではなく、レーザー装置並びに加工装置を供給する立場から見たニーズと現状の分析も行っています。

これらの分析によって、今後開発すべき方向性が見え、波長に関しては、従来から利用されている、Nd並びに高効率化のために近年利用が伸びているYbをドープしたレーザーから得られる1.06 $\mu$ m付近のレーザーが主流。鋼板などの溶接並びに切断には1 $\mu$ m帯のレーザーで対応でき、一方、新しい用途として、電子産業におけるRoHS指令への対応に必要な鉛合金ハンダからの脱却のため、銅をレーザー溶接する要求があります。この場合、銅の吸収が高くなるグリーン系の波長が求められています。

集光性に関しては、集光性の制御性が求められており、溶接、切断などの用途に合わせた強度分布が必要であることがわかりました。それと同時に、たとえば自動車産業では三次元形状を持つ鋼板を高速で溶接するためレーザーヘッドを小型軽量化すると同時に、離れた位置からのレーザー照射を可能にする必要があり、ファイバーレーザーの様な高いビーム品質を持ったレーザーが求められています。また、スルーカット向上のために溶接速度の高速化も求められています。

更に、可搬性と出力の面からは、造船や航空機製造並びに土木建築分野において高出力かつ移動能力の高い高機動性レーザーが必要で、このためには、省電力かつロバスト性の高いレーザー装置が求められて

おり、これらの目的には半導体レーザー励起とファイバによる光学的な構成により効率が高く、ファイバに光を閉じこめているため安定なレーザー構造を有するファイバーレーザーが適していることなどが明らかになりました。

今日の産業分野で利用されるレーザーは、ほとんどの用途において最終的にレーザー光を熱として利用しています。また、加工対象物の材質や大きさ及び行うべき加工の種類（たとえば切断か溶接か）、などの違いにより各種の波長や出力を持つレーザーが求められおり、ユーザーの要求と開発可能なレーザー装置の性能が一致しなければなりません。そのためには、シーズ思考の開発ではなく、ニーズから得られるレーザーへの要求事項を熟知し、それを満足できる開発を行うことが不可欠です。

## 日本の目指すべきレーザーシステム開発の方向性

今後は、光ファイバー内で、レーザーを発振・増幅させるより高信頼性で扱い易いファイバーレーザーが開発され、高効率、小型、軽量で高品質なビームを非常に小さいスポット径で目的の場所に照射することが可能になり、サブミクロンレベルの加工や微小エリアの改質など次世代の精密製品製造に大きなブレークスルーをもたらす可能性が大きいと見込まれています。わが国において次世代ファイバーレーザーの技術開発を実施するための基礎調査として、レーザー技術全般、ファイバーレーザーを利用した加工技術等についての現状を明らかにし、それをベースにして新たなファイバーレーザー及び新加工技術の研究開発計画を提案することとしました。

これら平成19年度の成果を受け、当財団では、平成20年度も産業用としてのレーザー加工システム等のより具体的なアプリケーション展開を目指し、また、体系化された技術内容から将来開発しなければならないレーザーの要素技術部分を明示できるように分析することで日本のものづくりのコアであるレーザー技術の高度化・競争力強化の開発を目指していく予定です。



## 財団法人 製造科学技術センター

### ● 本部

〒105-0001 東京都港区虎ノ門3-11-15 SVAX TTビル 3F  
TEL : 03-5472-2561 FAX : 03-5472-2567

URL <http://www.mstc.or.jp/>

e-mail : [info@mstc.or.jp](mailto:info@mstc.or.jp)

### ● IMSセンター

〒105-0001 東京都港区虎ノ門3-11-15 SVAX TTビル 3F  
TEL : 03-5733-3331 FAX : 03-5401-0310

URL <http://www.ims.mstc.or.jp/>

e-mail : [imspc@mstc.or.jp](mailto:imspc@mstc.or.jp)

