

中間フォローアップ本文
H18～H20

2. 6 ものづくり技術分野における進捗状況と今後の取組

(1) 状況認識

① 第3期科学技術基本計画策定時の状況

ものづくり技術は、情報通信、ナノテクノロジー・材料、エネルギー等の各分野において差別化された製品創出に不可欠な基盤技術である。

第3期科学技術基本計画分野別推進戦略策定時より、我が国のものづくり技術は国際的にも強いとされており、特に信頼性の高い製品を効率的に作り出す技術に秀でていたと言われていた。その主な理由は、現場の優秀な技術者、技能者による匠の技に加え、設計思想を理解し、ものづくり現場情報を設計にフィードバックすることで、高い精度と信頼性を有する製品を作り上げてきたためである。特に、自動車等の組立産業とその上流の素材産業に強みがある。また、先端材料、部品、金型、精密加工、研削等から製品組み立てに至る高度部材産業集積が他国にない強みを発揮してきた。

一方で製造業は、製品の付加価値の多様化や少子高齢化に伴う人材不足等社会の要求に合わせて事業の体質変換を求められつつあり、産業を支えてきた製造技術もITの高度化に合わせてハードウェアだけではなくソフトウェアをも包括したより広い要素技術を統合した統括技術にシフトすべき時期を迎えている。

② 第3期科学技術基本計画策定時以降の世界的な情勢の変化

昨年来の米国発の金融危機に端を発した世界同時不況により、米国・欧州・アジア等全世界の実体経済に深刻な影響が出ている。当初は、我国への影響は比較的軽いと言われていたが、我が国のものづくりの中核をなす自動車、電機産業を中心にした組立産業、素材産業は非常に厳しい経済状況に見舞われている。その結果、事業の大幅な再編や雇用吸収力の低下が顕在化し、優れた技術・技能伝承を目的にした定年後の再雇用等で、当面の「2007年問題」を克服しようとしてきた企業にも重大な影響を与えている。我が国の各種産業においても、2008年以降はマイナス成長へと推移しつつあり、ものづくり基盤技術の一端を担っている中小企業でも受注が激減し、技能者・技術者の雇用の確保が困難な状況となっており、また、倒産・廃業も急増しており、今後のものづくり技術に対して深刻な影響が懸念される。

加えて、韓国、中国を始めとする東アジア諸国等の諸外国において、量産品の加工などものづくり技術力の着実な向上が見られ、国際競争力が一段と強化され、高度な製品の生産拠点となりつつある。そのため、特に付加価値の相対的に低い産業の拠点は海外へ移転するなど、我が国のものづくり技術の優位性が脅かされている。

また、BRICsに代表される新興国の飛躍的な経済発展と需要増大に伴う資源、食料など一次産品価格の乱高下、ASEAN、東欧諸国等の市場への参入による世界貿易の更なる競争激化、といった国際的に顕著な変化が見受けられる。

今回のような世界規模の不況に際しても、我が国の輸出主導の経済を、急に他の方向へと転換することは難しい。日本の国際競争力を支えてきた我が国の強みであるものづくり技術を強化することが必要である。「統合的組織能力、すり合わせ」に代表される日本型ものづくりの強みを生かし、顧客のニーズに応えた付加価値の高いものづくりをより一層推進させることが必要な状況になっている。製造業が全産業の中で最も国際競

争力がある分野であり、他産業への波及効果も非常に大きいことを再認識し、厳しい資源・環境・人口制約等の課題を乗り越え、技術力で猛追する諸外国に対し、引き続き優位性を確保しなければならない。

これまでにものづくり技術分野として取り組んできた主な項目についてその成果を述べると、可視化をキーワードとした先端計測分析技術・機器開発事業において、三次元内部構造を可視化する光干渉技術の開発等の成果が上がっている。また、中小企業のものづくり基盤技術（鋳造、鍛造、切削加工、めっき等）を対象とした戦略的基盤技術高度化支援事業などが積極的に推進され、微細加工技術の精度向上等の成果が上がっている。

この様な中で、ものづくり技術分野でも大型の支援策が計画され、景況の回復への寄与が期待される。日本型ものづくりの特徴は、優れた要素技術、そのすり合わせ技術とそれらを活用できる人材の組み合わせ等にあり、その特徴を強化するには要素技術の研究開発に加えて、各府省が連携したより統合化された施策がますます重要である。

③人材に関する状況

資源、エネルギーに乏しい日本が有している唯一の資源が人材である。日本のものづくり技術の強さは人材の強さに由来している。その人材を取り巻く状況が悪化している。

長年にわたって日本のものづくりの強さを支えてきた団塊の世代は高い技術・技能を持ち、日本の国際競争力の優位性に多大な貢献をしているが、高齢化が進み、大量に定年を迎える所謂「2007年問題」の影響がいよいよ顕著になっている。民間企業では、定年後の再雇用等で自発的な取組を行っているものの、今回の世界同時不況で大量解雇の危機にさらされている。2005年より人口減少社会に踏み込んでいる我が国において、技術・技能の後継者問題、単純労働力の不足等、将来のものづくり人材の質・量の両面での減少が経済活動に与える影響が懸念される。今後も製造業の雇用確保、技術伝承を確実に行って国を支えるべく、団塊の世代が有する知識、ノウハウ等のものづくり技術を維持・確保するための人材育成にどう対処していくかが当面最大の課題となっている。

ものづくり技術を牽引する人材の輩出を期待されている大学、大学院における教育環境の悪化は一層深刻になってきているとの指摘が強い。特に、当該分野の教育ポスト、教育研究員、特に製造業を支える加工技術（鋳造、鍛造、塑性加工、溶接、めっき等）の研究者の減少に歯止めのかからない状況を早急に改善する必要がある。

中堅技術者・技能者として日本のものづくり技術を支えてきた高等専門学校や工業高校の卒業生の役割は引き続き大きい。企業は彼らの雇用に積極的に努めると共に、それぞれの学校において優れた特色を生み出していくことが期待される。

また、将来のものづくりを支える人材の裾野を広げるため初等中等教育段階におけるものづくり体験・創造教育充実・強化を推進すること、高度専門人材や実践的・創造的技術者の育成施策等について、産学官が連携して推進していくことがより必要な状況である。それぞれの地域で活躍している人材を活用し地域が自ら必要とされる人材を育成していくという仕組みも検討する必要がある。

④環境・資源に関する状況

資源大国であり、かつ人口増加が続く BRICs 諸国に代表される発展途上国の急成長に

伴って助長される地球温暖化等の環境問題や、エネルギー問題、資源問題に世界的な関心の広がりが見られる。世界規模で資源を争奪しあう状況が生まれており、現在のように資源を簡単に購入できない時期が来つつあるとも言える。このような状況の中で、ものづくり技術に必要な不可欠な素材、エネルギー、希少金属等の資源価格の高騰、地域的偏在及び資源大国の輸出規制等の政策などが起こっており、環境・資源問題が我が国のものづくりに大きな影響を与えてきている。

特に、現在、日本が直面している大きな課題は、材料資源、エネルギー資源を保有していないことにより、資源価格の高騰が最終製品のコストに大きく影響を与えていることである。したがって、省エネルギー技術の高度化、リサイクル技術における、作業の効率化、利用率の向上、規格化等が日本には必要である。また、省エネルギー技術の産業間の横展開による、国としての徹底した省エネルギー施策も重要と考えられる。これらの施策は、資源高騰の抑止力ともなり、また、新たな産業を産み出すことにもつながると考えられる。

また、欧州をはじめとした世界の国々で厳しい環境基準や規制、規格が採用されつつある。我が国としては、強みである材料技術等を駆使することで、世界の環境規制をクリアし、資源の有効利用と有害廃棄物発生を抑止する、3Rなどの環境に配慮したものづくり技術を世界に先駆けて開発する事が戦略的に極めて重要である。そうすることにより、国際競争力を維持するとともに、世界各国と共存共栄を図る必要がある。

⑤日本のものづくり（強みと弱みの分析）

我が国は従来より製造業が強く、「ものづくり」は匠の技、つまり技能としてのみ捉えられてきた。しかし、製品の高機能化や世界を相手にすることによる市場ニーズの多様化などに伴って、広義な意味として「ものづくり」を考える必要が出てきた。日本古来の匠の技、技能としてのもものづくりに留まらず、製造過程におけるすり合わせなどの組織能力としてのもものづくり、可視化技術、IT技術や組み込み技術などによる高付加価値を生むものづくりに加えて、マーケティング、製品企画、設計試作、製造、販売などのものづくり全体プロセスについてのフローを見据え、国際競争力をつける取り組みを考えたものづくりが重要になってきている。

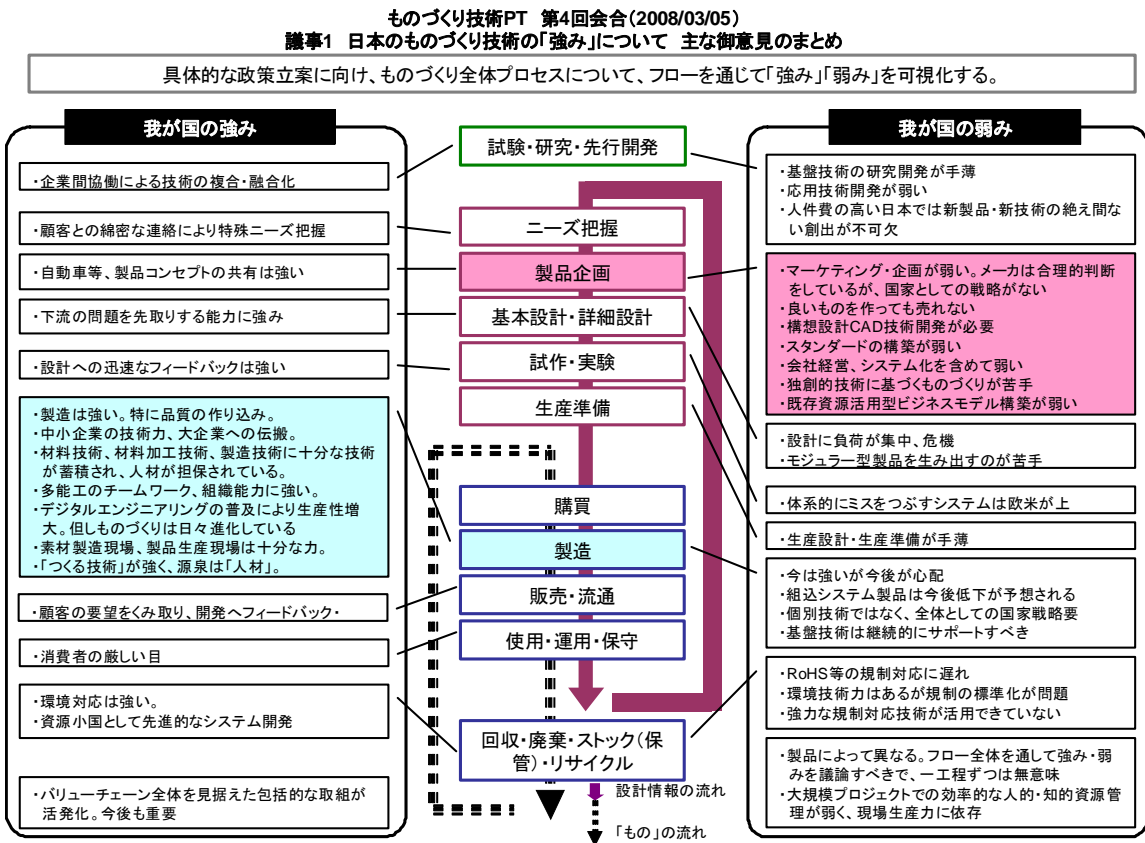
ものづくり技術PTでは、『我が国のものづくり技術の全体プロセスにおける「強み」「弱み」の可視化』という視点で数回に亘って議論を重ね、ものづくり全体プロセスのフローを通じて、日本のものづくり技術の「強み」「弱み」として5点の視点を抽出した。

（「強み」として「人材」「中小企業」「環境・資源」「すり合わせ・作り込み」の4点、「弱み」として「製品企画」の1点）

この抽出された5つの「強み」「弱み」、それぞれの視点において、ものづくり技術PTの下にPT準備会合を設置し、PT委員に加え外部専門家も交えて、第3期科学技術基本計画の分野別推進戦略策定時からの状況変化、各視点からの推進方策、今後の課題等、分野別推進戦略ものづくり技術分野の中間フォローアップとして、個別に深掘りの議論を行った。

これらの準備会合における検討やこれまでのものづくり技術PTでの検討状況を踏まえ、以下の通り取りまとめる。

(i) 『日本のものづくり技術の「強み」「弱み」について、全体プロセスでの可視化』
 以下の表は、ニーズ把握から製造、販売、リサイクルに至るものづくり全体プロセスについて、フローを通じて「強み」「弱み」を可視化したものである。ものづくりの「強み」としては、上述の通り、優秀な人材、すり合わせ・作り込み等が挙げられる。「弱み」としては、マーケティング、製品企画等が挙げられる。

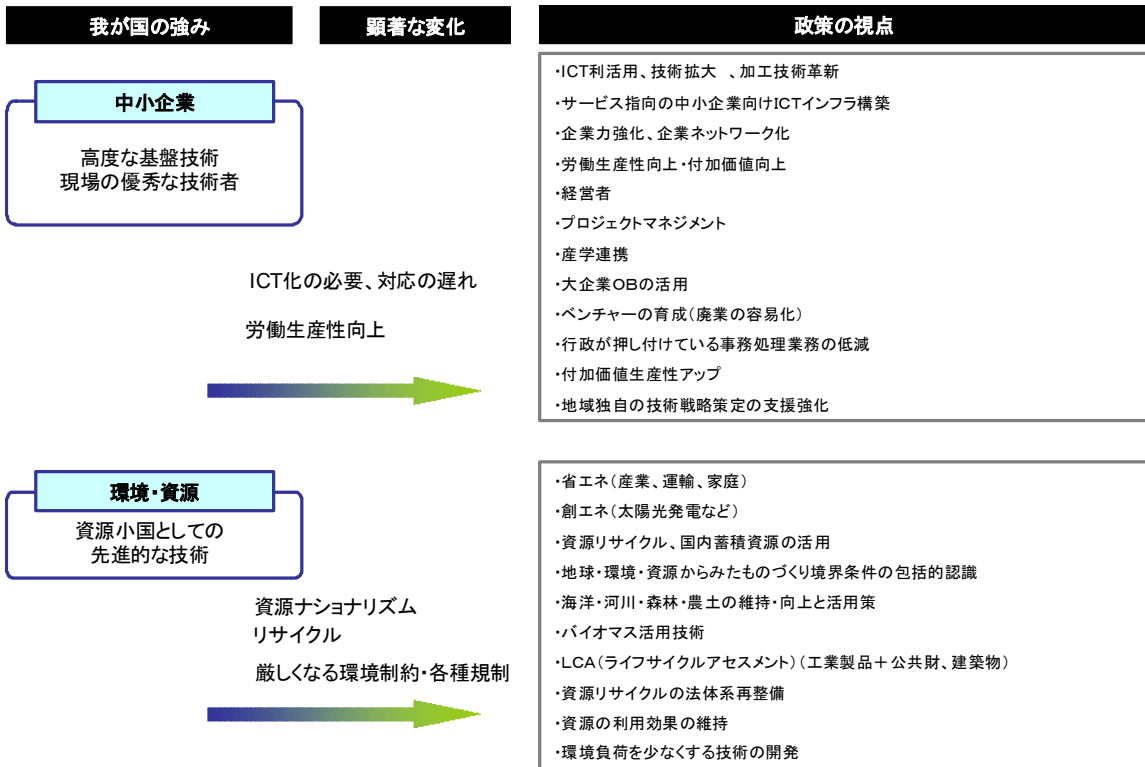
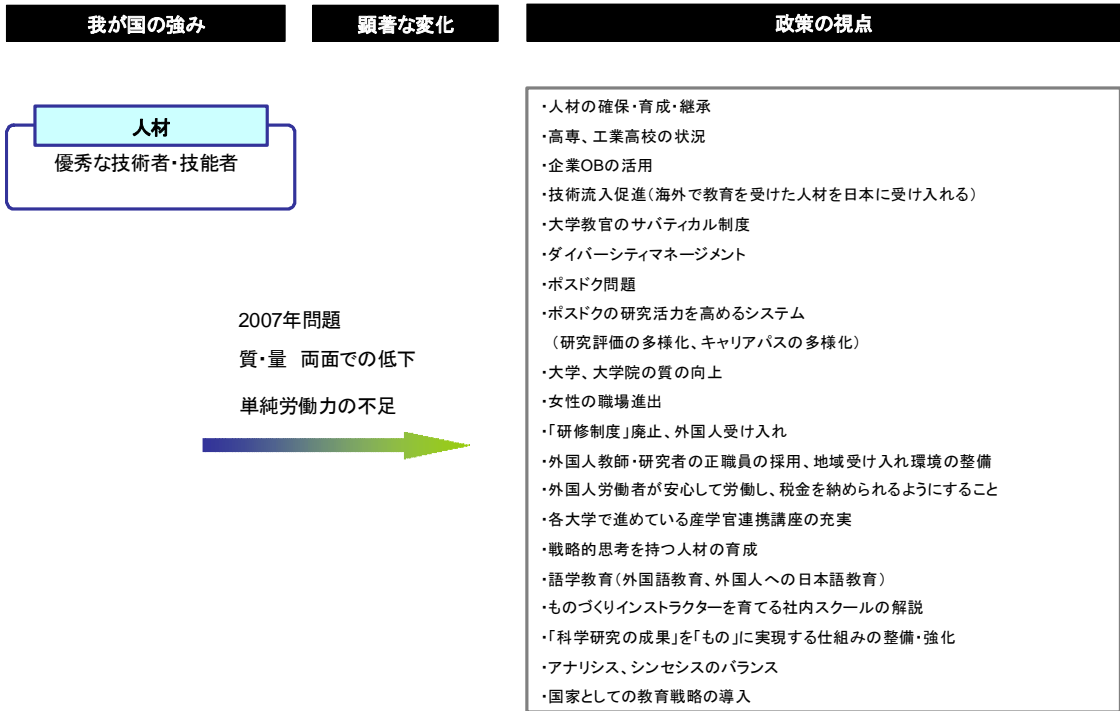


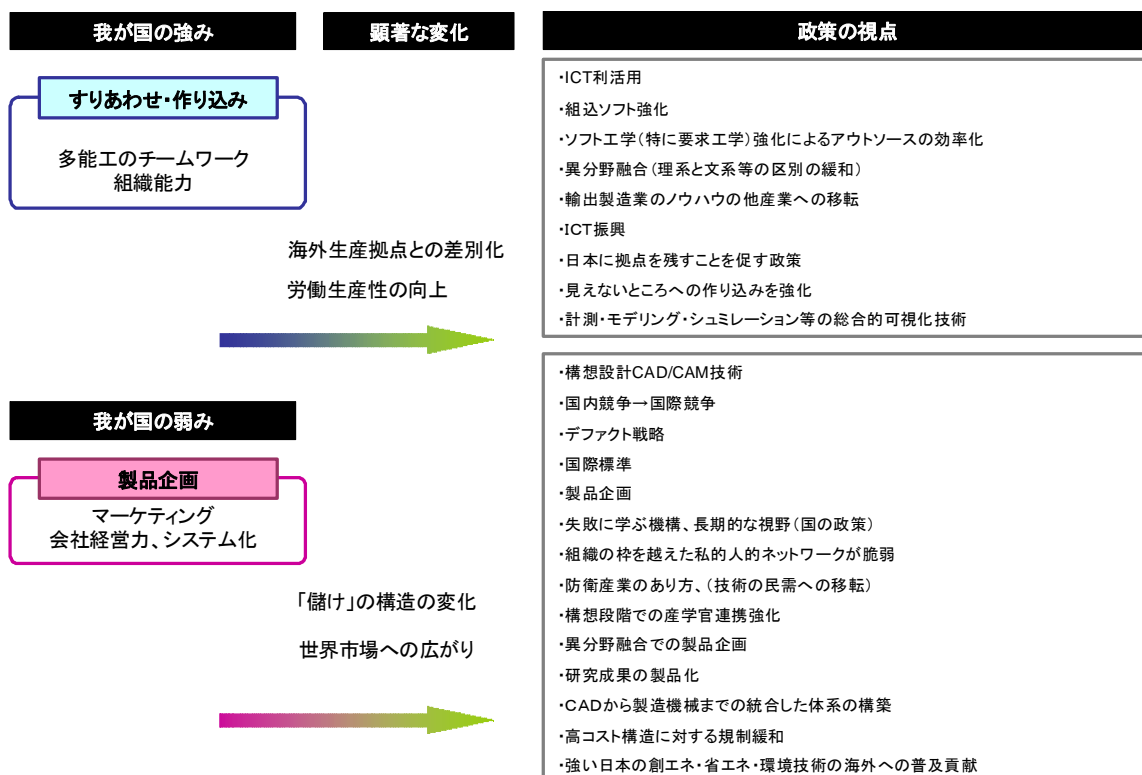
(ii) 『日本のものづくり技術の「強み」「弱み」について』
 以下の表は、日本のものづくりの「強み」と「弱み」に対しての政策の視点を可視化したものである。

ものづくり技術PT、我が国の「強み」「弱み」に対する、顕著な変化と政策の視点、主な意見のまとめ

具体的な政策立案に向け、我が国のものづくりの「強み」「弱み」に対しての、政策の視点の可視化

①





【人材分野】

「ものづくりは人づくり」と言われるように、技能から先端技術に亘る全ての領域に置いて人作りが重要視されている。しかし、大学・大学院におけるものづくり系学科・専攻の減少、小中学校段階での理数系教育の減少、などものづくり人材の育成を取り巻く状況は厳しくなっている。各企業はベテラン層の活用等により技術・技能の伝承に注力しているが、中小企業においては企業内教育が困難な状況となっている。

また、ものづくり分野では2007年問題が叫ばれるようになって久しい。第2次のベビーブーマーが退職する2030年過ぎに日本のものづくり技術のレベルが低下するとの見方もある。「ものづくり技術立国」を再認識し、教育投資、人材育成、技能伝承に対する戦略的な取組が引き続き重要である。

【中小企業分野】

産業のグローバル化がより進んでいる中で中小企業もグローバルレベルのものづくり技術が要請されている。中国をはじめとしたアジア諸国の台頭により、日本国内での量産品の加工は困難になってきており、より付加価値の高い製品とその加工技術が求められている。また、大企業や中堅企業ではリストラの進行等で人手不足・ファブレス化で最適加工法など生産技術の機能を中小企業に求めるような傾向も見られるようになってきている。

中小企業に顕著に見られる傾向として、IT化によるビジネスインフラの構築とその活用が海外よりも遅れていると指摘されている。その一方で、国内の産学連携や地域の活

性化に中小企業の果たす役割が大きくなってきている。

また、特に中小企業においては中核人材、経営者を含む後継者の育成が大きな課題となっている。

【環境・資源分野】

世界人口の増大、産業規模の拡大は地球資源の枯渇、環境汚染といった深刻な影響をもたらしている。環境保護、省エネ等が世界中で関心が高まって来つつあるが、人類が消費する資源は毎年増大を続けている。一方で、エネルギー、鉱物資源の価格上昇がリサイクルを含む3Rを促進させているという事実もある。

このような中、我が国の環境・資源に対する技術は世界で最も進んでいると位置づける事が出来る。(産業機械用素材、排ガス・排水処理技術、希少金属の回収、省エネルギー技術等)

環境問題は、温暖化対策、大気汚染など、我が国だけの対策では不十分であり、地球規模からの対応は不可欠となってきている。

環境問題で重要な点は、今基本計画で政策目標として明記されているように「環境と経済の両立」をさせることであり、日本のものづくり技術はこの面でも国際競争力があり、更なる強化を図ることが必要である。

【すり合わせ・作り込み分野】

日本人のものづくりの強みの一つといわれる「すり合わせ・作り込み」は、現場の統合力・チームワーク力の蓄積といった日本の歴史的経緯から蓄積されてきたものであり、日本の産業競争力の主因となっている。実際、「すり合わせ」「作り込み」を特徴とする製品は、日本が競争的優位を持つ傾向が見られる。

しかし、グローバル競争が更に激化する今後においては、この統合能力の構築努力を怠る現場は、すり合わせ型製品での競争力を急速に失うことが予想される。日本企業の多くがこの岐路に立っていると言える。

【製品企画分野】

日本型ものづくりは新たな付加価値を産む組立て型製品の創出に弱点があるとの指摘がある。日本ほど生活物資が充足し、かつ品質に厳しい国はないので、内需で成功すれば国際的にも成功できるはずとの考えもあるが、世界の多様化したニーズに応えきれていない。

今後、BRICs諸国、ASEAN諸国、東欧諸国などの世界市場への参入による国際競争激化が予想され、日本型ものづくりにおいて、付加価値を上げることが大きな課題となっている。

(2) 重要な研究開発課題及び戦略重点科学技術について

① 全体的な概況

第3期科学技術基本計画の中間年に当たる平成20年度のものづくり技術分野の研

研究開発費は 356 億円であり、今基本計画中は概ねこの金額で推移している。重要な研究開発課題として 10 課題が位置づけられており、第 3 期科学技術基本計画策定後の 3 年目としては、順調に進捗している。

戦略重点科学技術に対する予算額は、平成 20 年度において 168 億円であり、ものづくり技術分野の 50% を占めており、分野別推進戦略の中で厳選された戦略重点科学技術に対する選択と集中による重点化が確実に図られている。

特に、MEMS 製造技術において、従来個別に開発されていた MEMS センサや通信・制御用デバイスに、高集積化、一体成形、ナノ機能を付加することで、より小型で省電力、高性能な MEMS デバイスを製造する技術が開発された。これによって、高付加価値製品を生み出し、我が国の産業の国際競争力の強化に繋がることが期待される。

また、計測技術・機器に関しても、学術分野で使用する技術に加えて、ものづくり現場で活用する要素技術、プロトタイプ機などの開発が進んでおり、機器開発そのものが最先端の研究を先導する役割が期待される。

戦略重点科学技術に掲げられた 2 課題『日本型ものづくり技術を更に進化させる、科学に立脚したものづくり「可視化」技術』、及び『資源・環境・人口制約を克服し、日本のフラッグシップとなるものづくりのプロセスイノベーション』についても、中間年度終了時としては概ね順調に進んでいる。しかしながら、各施策において、個別の要素技術に関する研究開発課題が多く、イノベーション創出につながる「シナリオを持った課題」の設定になお工夫が必要である。

② 重要な研究開発課題の進捗状況

ものづくり技術分野では、「共通基盤的なものづくり技術の推進」「革新的・飛躍的発展が見込まれるものづくり技術の推進」「人材育成、活用と技能継承・深化」の 3 領域に体系化された 10 項目の重要な研究開発課題が推進されている。

それぞれの重要な研究開発課題に対応した 81 項目の研究開発目標については、一部に開始の遅れや着手していないものがあるが、概ね順調に進捗していると言える。特記事項としては以下の通りである。

〈進捗が遅れている研究開発目標〉

- ・ 研究開発目標「2007 年度までに、高い経済性・安全性等を備え、世界市場にも通用する次世代軽水炉技術を選定し、開発のための中長期的技術開発戦略を策定する」については、施策開始が 2008 年からと遅れたものの今後順調に進捗することが予想される。

以下の 1 点の研究開発目標に対しては未着手の状態である。

- ・ 2015 年までに製造工程における材料のミクロスコピックな状態を可視化することにより、製品の最適製造条件の予測を可能とするシミュレーションを開発する。
(先端計測分析技術・機器の開発状況や、ナノレベルでのものづくり現場等の計測分析技術を踏まえた、実践的なシステムの検討が必要)

〈特に進展がみられた研究開発目標〉

以下の項目については、当初の目標期間に比べて特に進展が見られた。

- ・ 2010年までに、次世代ものづくり技術の基盤を構築するため、ナノレベルの物質構造の三次元可視化、高分解能動態解析、高精度定量分析などの技術やその技術に基づく我が国独自の計測分析機器、及びその周辺システムを開発する。(光干渉技術を用い、生きたままの生体試料の断層画像を三次元撮像技術の開発等)
- ・ 日本が主体となった初の民間ジェット機・ジェットエンジンの開発を実現し、2010年代の市場投入を目指す。ジェット機については、既存機に比べて燃費を20%改善、エンジンについては、燃費、CO₂排出量10%削減、NOx50%削減等の目標を達成する。(燃費・静粛性等の環境性能や安全性等に優れた航空機の開発にも活用される要素技術について、基本風洞実験、実大構造部材の試作等を行い、要素技術としての施術成立性を確認)
- ・ 2010年までに100nmオーダーのフォトニック結晶構造をガラス表面にモールド成形する技術を実現する。(ナノ構造体を試作し、シミュレーション結果と光学特性を比較し、相関性を確認)
- ・ 2020年までにロボット建設機械の計測・自動機能の高度化、ロボット建設機械が作業する3次元空間の環境情報の構造化技術を確立し、ロボット等の活用によるIT施工システムを実用化する。(工業製品の寸法や計上を決定するための基本データである人体寸法・形状データを約7000人分収集)
- ・ 2010年までに、温度差550K換算で素子の熱電変換効率15%を達成するとともに量産化技術を確立する。(高効率熱変換モジュールの開発では温度差550Kで、熱変換モジュール効率15.0%を達成)
- ・ 2010年までに高温鉛はんだ代替技術や製品中含有物質のための標準物質等有用・有害物質管理技術の開発・標準化を行う。(導電性接着剤の高湿劣化メカニズムを解明、信頼性評価機器を開発)

(詳細は様式1を参照)

以下の項目については、これまでの期間に順調に達成がなされた。

- ・ 2006年中にV C A D基本プログラム群をインターネットで公開。2008年までに12式、2010年までに17式のプログラムを公開。産学官連携で技術ニーズに対応したプログラムを開発。インターネットを通じて技術の成熟化を加速。(2008年度にはユーザー企業からなる特定非営利活動法人V C A Dシステム研究会を立ち上げ、V C A Dシス

テムの利用を目指す企業群との密接な技術交流の枠組みを構築し、産業界との連携による課題解決型の技術開発等を開始)

- ・ 2007 年度までに社会適用性に応える新薬の開発や循環器疾病の予防、知的効率的なものづくりの実現、都市環境の改善等を実現するためのマルチスケール、マルチフィジックスシミュレーションソフトウェア技術の実現（先端的なシミュレーションソフトウェアの開発など、これまでの性能を超える実用性の高いものを数多く開発し、フリーウェアとして公開）
- ・ 2010 年までに、自動車や情報家電向けデバイスの国際シェアを維持向上することを目的として、MEMS において、可動部を含む L/S50nm 以下の三次元マイクロ構造体を、所定の領域に位置精度 $\pm 1\mu\text{m}$ 以下で形成する技術、成膜速度 $10\mu\text{m}/\text{min}$ を 400°C 以下で実現する技術、MEMS の一部にナノテク機能材料を用いてデバイスを製造する技術を開発する。
- ・ 航空機・エンジンのインテグレーションの前提となる先進的な要素技術として、2007 年頃までに炭素繊維複合材料の非加熱成形技術・健全性診断技術について試験部材レベルでの基本技術、及び電動アクチュエータ、対故障飛行制御等の装備品関連技術の基本技術を確立し、2010 年頃までに、防衛庁機消防飛行艇等への転用を実現するための取水・放水装置技術等の基本技術を確立する。（複合材の損傷検知技術、複合材非加熱成型技術、マグネシウム合金粉末成型技術の実証。ファンシステムに最適な繊維・樹脂からなる複合材を開発。また、電子制御小型アクチュエータ、機内信号伝送システム等の航空機用の先進的システム技術を開発し、実現の見通しを得た）
- ・ 2008 年までに、従来に比べて主軸消費エネルギーを 70%に、ライン変更やリードタイムを 1/3 にするなど、付加価値の高い製品の製造効率を飛躍的に高めると共に、省エネルギーに資する機械加工システムを確立する。（加工システム全体の総電力量を 3 割以上削減するなど、従来よりも高度な機械加工システムを開発）
- ・ 2007 年度までに、自動車、住宅、建設、プラント等の生産について、製品の設計から廃棄までの合理的なライフサイクル設計手法を開発し、効率よく製品の生産を実施するための設計支援システムを確立する。（製造業の環境問題を克服するため、製造プロセスにおける省エネ化や環境対策を実施するには莫大なコスト・エネルギーがかかる分野について、エネルギーロス・ミニマムを実現するエコマネジメント生産システムを開発）
- ・ 2010 年までに、チタンの連続精錬法を開発し、現行法に対して 20%程度の省エネルギー効果を有することを実証する。（チタンの連続精錬法を開発し、現行法に対して 20%程度の省エネルギー効果を有することを実証）
- ・ 産業界と大学等教育機関が連携して、ものづくり現場の技術を維持・確保するための実践的人材育成拠点を、2009 年を目処に 50 カ所程度整備する。（全国各地の大学、企業などを連携し約 60 箇所のものづくり中核人材の育成拠点が整備された）

これらを各領域ごとに纏めた状況については以下の通りである。

(i) 「共通基盤的なものづくり技術の推進」領域の状況

共通基盤的なものづくり技術の推進領域においては、特定の製品、分野、出口にとられない汎用性の高い技術、製品開発、品質保証の根底にある要素技術に対して、継続

的な取組によって知識やノウハウを蓄積する事を行っており、概ね順調に進捗している。個別の研究開発目標を達成した施策もあり、当初計画より大幅な遅れを生じている施策は見あたらない。

「ITを駆使したものづくり技術」については、ものの設計から機能・構造予測、製造過程シミュレーションを同一システム内で完結するVCA D基本プログラムを2006年よりインターネット上で無償公開し、技術の成熟化の促進、実用性の高い国産シミュレーションソフトウェアの開発などを行っている。2008年12月までに目標数12本を上回る17本を公開した。

「ものづくりのニーズに応える新しい計測分析技術・機器開発、精密加工技術」については、先端分析技術・機器開発事業において、産学官連携により最先端の計測分析機器の開発を継続して行っている。平成19年度末までに終了した10課題のうち8件が当初計画以上の性能が得られるなどの成果が出ている。

「中小企業のものづくり基盤技術の高度化」については、戦略的基盤技術高度化支援事業において、鋳造、鍛造、切削加工、めっき等の20の特定ものづくり基盤技術を対象に中小企業のものづくり基盤技術の高度化が推進されており、中小企業の技術力の更なる向上が実を結んでいる。平成20年度においては48件の事業を新規採択し、合計785件(平成21年3月31日現在)を認定している。

(ii) 「革新的・飛躍的發展が見込まれるものづくり技術の推進」領域の状況

革新的・飛躍的發展が見込まれるものづくり技術の推進では、研究開発期間が長期に亘り、金銭的な負担が大きいなどリスクが高い技術開発に対して、国が積極的な支援を行うことを目指している。この領域も概ね順調に推移している。

「世界をリードする高付加価値材料を生み出すものづくり技術」では、我が国の強みの一つである素材・部材産業において高機能化、高付加価値化に取り組んでおり、軽量かつ折り曲げに強く巻き取り可能な曲面ディスプレイの開発、将来のオールプラスチック化を目指したフレキシブル有機TFT (Thin Film Transistor) の開発、ロールトゥロールプロセスに関しては、機能膜パターン形成など各種ロール部材及び加工プロセス開発の一部が終了、三次元光デバイス高効率製造技術においては、レーザー一括照射により生じる材料物性の変化機構を解明、一括加工の原理確認等を実施し、ホログラムを利用したフェムト秒レーザー加工が可能であることを実証した。

「人口減社会に適応する、ロボット等を使ったものづくりの革新」では、自動掘削可能なロボット建設機械によるIT施工システムの開発し、遠隔操作による工事現場の計測・施行効率の向上を目指しているが、IT施工システムのプロトタイプを開発し、屋外の模擬施工現場において実証実験を実施している。

「資源を有効利用し、環境に配慮したものづくり技術」では、金属系のはんだに代わって使用できる導電性接着剤を開発、また導電性接着剤で代替出来ない分野のために、鉛を使用しない金属系の鉛フリー代替技術の開発、導電性接着剤特有の劣化メカニズムに応じた信頼性評価機器の開発等を実施している。

(iii) 「人材育成、活用と技能継承・深化」領域の状況

産学連携による実践型人材育成事業(ものづくり技術者育成)では、平成19年度及

び20年度に、大学、短大、高専を対象に公募を行い、延べ17のプロジェクトを選定した。(大学9件、高等専門学校6件、共同2件)各大学等において地域や産業界と連携し、ものづくり熟練技術の伝承、バーチャルトレーニング等の実験・実習と講義の有機的な組み合わせによる先進的な教育プログラムの開発が進められている。

また、産学連携製造中核人材育成事業では、産業界と大学等との連携により、波及効果の高い人材育成プログラムを開発。これまでに65プロジェクトが実施されている。平成19年度からは、その成果を活用した人材育成を行っているなど、全体としては順調に推移している。

③戦略重点科学技術の進捗状況

ものづくり技術分野では、選択と集中の戦略概念として以下の2つの戦略重点科学技術を分野別推進戦略において策定している。これらの進捗状況は、中間年としては概ね順調に研究開発が進んでいる状況である。各戦略重点科学技術の状況としては以下の通りである。

(i) 戦略重点科学技術『日本型ものづくり技術を更に進化させる、科学に立脚したもののづくり「可視化」技術』

ものづくりの現場にITの利活用や高度な計測分析技術をベースとしたもののづくりの「可視化」を行うことで、ものづくりプロセスで発生する現象や問題を科学的に解明し共有化することで、プロセスイノベーション創出を加速することを目指す取組が行われている。

特筆すべき成果として、以下の事項が挙げられる。

MEMS製造技術において、高集積化、一体成形、ナノ機能を付加し、デバイスの線幅と配線間の距離との比50nm以下の三次元マイクロ構造を所定の領域に形成する技術が開発された。また、従来のMEMS製造技術とバイオ・ナノ技術との融合により、生体適合性などの新機能追加、センサ感度向上などの実現を目指す異分野融合型次世代デバイス製造技術開発が平成20年度から新たにスタートしている。

先端計測分析技術・機器開発は、平成16年度から開始し、平成20年度は、44件の機器開発、10件の実証・実用化開発を実施、これまでに7件の要素技術、3件の機器の開発が終了している。成果の一つとして、生きたままの生体試料の三次元内部構造を可視化する光干渉技術が開発され、眼底顕微鏡に搭載された。本装置は、高速計測、高分解能を有し、網膜剥離、緑内障等の眼疾患の診断に有効である。このような最先端の研究現場やものづくり現場の活動に不可欠な先端計測分析機器を産学連携により開発し、普及させることにより、我が国のものづくり国際競争力をより一層強化することが期待される。

(ii) 戦略重点科学技術『資源・環境・人口制約を克服し、日本のフラッグシップとなるものづくりのプロセスイノベーション』

我が国のものづくりを取り巻く資源・環境・人口の3つの制約を克服するようなプロセスイノベーションを引き起こす技術開発に取り組んでいる。この技術開発は、早晚世界各国も直面するであろう制約の解決に役立ち、それを通じて国際貢献に繋がると期待

されている。

特筆すべき成果として、以下の事項が挙げられる。

平成 18 年度から開始された中小企業を対象とした「戦略的基盤技術高度化支援事業」において、特定技術分野として、平成 19 年度に粉末冶金、溶接の 2 分野、平成 20 年度に、コーティング技術の 1 つである溶射が追加され、合計 20 分野となった。平成 20 年度においては 48 件の事業を新規採択し、合計 785 件(平成 21 年 3 月 31 日現在)を認定しており、中小企業の更なる技術力向上が進んでいる。我が国産業の強みである製造業の基盤となる優れた技術を持った中小企業を継続的に支援することによって、国際競争力のより一層の強化を図ることが必要である。

「グリーン・サステイナブルケミカルプロセス基盤技術開発」では、有害物質を使わず、副生成物を出さない製造プロセスへの転換を目指しており、有害な有機溶媒を用いない水系触媒による水中製造プロセス術の開発、廃棄物排出量が多い酸化反応プロセスに代わり廃棄物を出さない過酸化水素によるノンハロゲン酸化反応プロセス技術を開発するなどの成果が出ている。

(詳細は様式 2 を参照)

(3) 推進方策について

①ものづくりがもたらすイノベーション創出に向けた取組(人材育成を含む)

第 3 期科学技術基本計画においては、「製造技術分野」から「ものづくり技術分野」に名称を改めている。この名称変更の最も重要な点は、単に製造技術の開発にとどまることなく、その成果物である「もの」の付加価値を押し上げ、さらには新たな社会ニーズを喚起するような科学技術の発展を目指すことにある。すなわち「固有の技術」とそれを「つなぐ」「流れをつくる」ことによって、最終的にイノベーション創出に結びつける考え方が根底にある。

ものづくり技術の政策推進に当たっては、国の研究開発投資がものづくりのイノベーションに結びつくよう、民間の競争力に委ねる部分と国が主導すべき部分を区別し、国の果たすべき役割を明確にした上で取り組む、また、様々な形で関係省庁が連携して取り組む必要がある、としており、中間年度までこの方針に沿った研究支援がなされているものの、直近の世界不況を克服し、国際競争力の維持・向上には、府省連携および産官の役割を踏まえた上での連携強化は喫緊の政策課題である。

(i) 『ものづくりを支える人材』に向けた取組みの事例として、子供達に対してものづくり等の働くことのおもしろさの体験・理解を促すためのキャリア教育事業(地域自立・民間活用型教育プロジェクト)、高専等を活用した若手技術者の育成事業(中小企業ものづくり人材育成事業)、製造現場の中核人材の育成事業(中小企業産学連携製造中核人材育成事業)等が推進された。また、平成 19 年度より文部科学省と経済産業省が連携して理数実験教育プロジェクト、工業高校等実践教育導入事業が開始されている。

(ii) 『調達・初期需要形成』のための取組として、「高集積・複合 MEMS 製造技術開発プロジェクト」において、開発成果等の知識データベースを整備したほか、展示会等でも積極的に情報発信を行うなど、成果の普及に努めている。

(iii) 『産学官の役割明確化と連携による推進、融合場の形成』の事例として「先端計測分析技術・機器開発事業」が挙げられる。本事業では、民間企業、公的研究機関と大学の各セクターが果たすべき役割を明確にした上で連携し、各プログラムごとに開発チームを編成して計測機器等の開発を行っている。例えば、超 LSI チップの故障箇所の電子レベル解析が大気中において非破壊・非接触・非電極で可能となる「超 LSI 故障箇所解析装置」の開発では、独立行政法人の基礎研究成果に、民間企業のノウハウを融合させて機器開発に取り組んでいる。緊密な連携により基礎研究の成果の迅速な実用化が期待される。

(iv) 『国際競争力強化と国際協調』に対する取組として、「戦略的基盤技術高度化支援事業」が挙げられる。本事業では、燃料電池や情報家電、自動車等、我が国製造業を牽引していく重要産業分野の競争力強化に必要な基盤技術である鋳造、鍛造、切削加工、めっき等、主として中小企業が担うものづくり基盤技術の更なる高度化を図ることで、国際競争力強化を実現するものであり、20 の特定ものづくり基盤技術で、金型の納期短縮コスト低減、難加工材のプレス技術向上、めっきの環境負荷低減といった取組が進められている。

(v) 『知的財産の保護と活用』と『標準化の推進』に関しては、国際競争力を高める重要な取り組みであるが、計画的な施策としての取り組みがなされていないため、他の推進方策と比較しやや進展が遅く、今後の課題といえる。特許の海外出願の推進、標準化による優位性の確保が期待される。

②ものづくり技術において国が果たすべき役割

ものづくり技術を推進する主たる担い手が民間企業である点を十分認識した上で、第 3 期科学技術基本計画におけるものづくり技術の基本取組方針に記載の通り、「ひとが主役のものづくり」「科学に立脚した日本型ものづくり」「国の先導的役割を明確にした取組」等に沿って進めてきている。

(i) 「企業だけでは投資のリスクがあり、国として国益の観点から取組の必要性があるもの」の事例として、「次世代光波制御材料・素子化技術」「三次元光デバイス高効率製造技術」が挙げられる。具体的には、紫外線透過と超高屈折といった両立が困難な物性を併せ持つ新規ガラス材料の開発や、三次元形状の高速切り替えを可能とする空間光変調器の開発といった取組が進められている。

(ii) 現象の計測可視化によって、「従来のもものづくりプロセスに大きな変革をもたらすことが期待される研究開発」として、「先端計測分析技術・機器開発事業」を推進している。中間年度までにものづくり技術関連で 17 件の機器の開発と、18 件の要素技術の開発を行った。機器の開発の一例として、創薬等において検体を解析する「非標識ハイスループット相互作用解析装置の開発」が挙げられる。本装置により、短時間で高感度、かつ非標識での網羅的な検体解析が可能となる。また、要素技術の開発の一例とし

て、ハードディスクドライブのヘッド・ディスク間のナノ摺動すき間の現象を定量化する「超高密度ハードディスク実現のためのナノ潤滑計測技術」が挙げられる。接触許容型潤滑を実現するために本技術は欠かすことができず、実現すればハードディスクの製造プロセスに変革をもたらすことが期待される。

(iii) 「日本発のものづくり技術や製品が世界で競争力を持つために必要な国際的標準の獲得等、国家レベルでの戦略的取組が求められる研究開発」として、「高集積・複合MEMS 製造技術開発プロジェクト」を推進した。MEMS は、様々な技術の組み合わせによって所用の機能を発現できる新たなものづくり技術の典型であって、情報通信、自動車、医療・バイオなど、様々な分野で活用され、2015 年の市場規模は約 2.4 兆円と予測されている。この巨大市場で我が国がリードするためには、例えば、我が国が強みを持つ製品性能の正しい評価・比較を可能とする評価手法の国際標準化や、産業界の交流活性化支援、更には、産業の裾野拡大のため、MEMS 技術の知識情報データベースの整備等の戦略が不可欠であると考えられる。欧米における開発に先んじるべく、我が国においても、国家レベルで国際競争力の維持・確保に資する研究開発として、MEMS/半導体の一体成形技術、MEMS/MEMS の高集積化技術、MEMS/ナノ機能の複合技術といった高集積・複合MEMS の製造技術開発を戦略的に推進した。また、平成 20 年度より「異分野融合型次世代デバイス製造技術開発プロジェクト」において、バイオテクノロジーやナノテクノロジー等の異なる分野の技術を融合させ MEMS の更なる高付加価値化と活用分野拡大への取組が推進されている。

(4) 今後の取組について

①「重要な研究開発課題」及び「戦略重点科学技術」について

「重要な研究開発課題」「戦略重点科学技術」については、第 3 期分野別推進戦略の中間年度終了時点としては、概ね順調に進捗していると言える。そのため、引き続き、個別事業の実施状況を精査しつつ分野別推進戦略に基づいた研究開発を進めていくことが重要である。ものづくりとは、単なる個別の製造技術ではなく、「固有技術」とそれを「つなぐ」「流れを作る」技術をイノベーション創出に結びつけることが重要である、という視点をより強調した施策を推進することが重要である。加えて、一次産業へのものづくり技術の展開を図る。

今後は科学技術に裏付けされた環境と経済の両立を図るものづくり技術が重要である。農商工連携による高付加価値化も対象施策として視野に入れる時期にきていると言える。

ものづくり技術分野は、ナノテクノロジー・材料分野、情報通信分野、エネルギー分野等の、他の 7 分野と密接不可分であり、各分野の固有技術・先端技術をつなぎ、統合化された技術形成や経済成果を生み出すことが出来る重要な分野である。特定の製造工程のみならずバリューチェーン全体まで、「つなぐ」「流れを作る」動きを拡大することで、各分野における個々のイノベーションを統合化し、強化することにつながる。特に個別技術で進展の著しい新興国の追い上げに対して、他の 7 分野と連携した取組を進め

ていくことがより重要である。

②推進方策について

各推進方策については、中間年度までの取組の結果抽出された課題等をふまえつつ、取組を進めていくことが必要である。特に、個別技術の研究開発にとどまることなく、イノベーションの創出を狙ったものづくりプロセス全体を把握して取り組むことが重要である。具体的な推進方策において留意すべき事項は以下の通りである。

(i) ものづくりがもたらすイノベーション創出に向けた取組

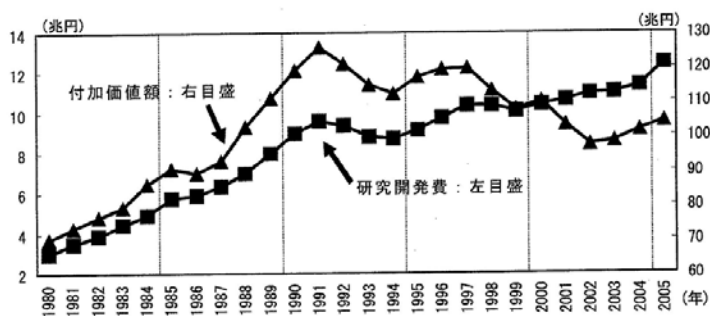
ものづくり技術分野では、「もの」の価値を押し上げる科学技術の発展を目指し、価値創造型ものづくり力の強化につながるよう推進することが基本である。平成 21、22 年度もこの点を考慮して各施策を一層推進させる。

我が国のものづくり技術の国際競争力を今後も維持させるためには、生産性を向上させることが欠かせない。特に、可視化技術や CAD 等の IT 技術の活用により、生産性の低い部分を引き上げ、ユーザにとっての付加価値を高めることが重要である。そのためには、マーケティング、製品企画などの全体プロセスを見据えたものづくりが必要である。

また、今後は、ものづくり技術分野で重要度が増すと考えられながら取組事例の少ない、医工・農商工連携や組込ソフト等の分野での生産性向上及びそれらをシナリオとして複合化した取組についても検討が必要である。

既出のように、我が国のものづくり技術の特徴として、製品の付加価値を高めることが弱いことが挙げられる。製造業の研究開発投資は増えているが、付加価値額が増えないというデータも出ている。（下記データ参照）

製造業の研究開発投資と付加価値額



(備考) 付加価値額＝生産額－(原材料使用額、減価償却額等) : 従業者4人以上の事業所のデータ
研究開発費＝製造業の自己負担研究費

(資料) 総務省「科学技術研究調査報告」、経済産業省「工業統計表」

出典:特許行政年次報告書 2007年版、pp.91、特許庁

これまで、我が国のハードウェアは国際的に強いが、ソフトウェアは弱いとされてきた。今後は、より付加価値の高い高機能な部品を創出するため、ハードウェアにソフト

ウェア（組み込みソフト）を融合させることに加え、マーケティング、製品企画、設計、製造、販売、回収、リサイクルまでの全体プロセスを考え、ものづくりを推進していくことが必要である。これによって国際競争力の更なる向上を目指すため、国による積極的な支援が必要である。ものづくり産業において、製造物を有効に活用し付加価値をとっていくために、ものづくりの各ステップにおいて、付加価値分析を行う事が出来るシステム知識を持った人材の育成も必要である。

また、国が行っている各研究開発支援は大学や独立行政法人、企業など多岐に亘っているが、現状を見てみると、各研究開発の成果が十分に連動しているとは言えない。特に、我が国のものづくり基盤技術の一端を担っている中小企業においては、外部の経営資源、技術を活用し、経営に生かすことが重要であり、各大学、独立行政法人が保有している技術を展開し、支援につなげる事が必要といえる。

さらに、我が国のものづくり技術保護のための特許網構築による知財保護によって、技術の模倣や安易な流出を防ぐ必要がある。

（ii）ものづくりを支える人材、教育と活躍の促進

中長期的に最も重要な取組みの1つが、ものづくり人材の育成・排出である。「ものづくり」は「ひとつづくり」にその競争力の源泉があり、我が国の国際競争力を支え続ける人材の育成が非常に重要である。

特に、大学・大学院等高等教育機関におけるものづくり人材の育成・輩出を強化していく必要がある。ものづくり技術は価値創出を目指す現場定着型の統合化技術であり、基礎から応用まで幅広く教育する事が求められる。個々の技能を持った人材の育成が重要であると同時に、ものづくり全体を見渡せるマネジメント能力を持った人材の育成が重要である。この点で高等教育機関における教員の減少、教育システムの問題は非常に深刻であり早急な対策が必要である。

今後も子供達に対してもものづくり等の働くことのおもしろさの体験・理解を促すためのキャリア教育事業（地域自立・民間活用型教育プロジェクト）、製造現場の中核人材の育成事業（中小企業産学連携製造中核人材育成事業）等の各種施策により、ものづくり人材育成へ積極的な取組を進める。また、平成19年度より文部科学省と経済産業省が連携して開始した理数実験教育プロジェクトや、工業高校等実践教育導入事業を引き続き実施することが重要である。

一方、所謂「2007年問題」と言われる団塊の世代のものづくり人材の現場からの流出、特に海外への流出が顕著になってきており、今後は定年で企業を離れるOBを中心とした人材の国内での活用が急務である。ものづくり人材の育成は極めて重要で、その施策の充実こそが国際競争力を有する我が国のものづくり技術の発展を拓くことになる。「2007年問題」では、経済産業省が団塊世代の人材を「新現役」との呼称で2008年度から全国に316ヶ所拠点を作り、研修の上で中小企業とのマッチングを行う事業がスタートしており、重要なモデル施策として強化すべきである。

また、文部科学省がものづくり技術分野の発展に向け、基盤研究、要素技術開発として取り組んだ開発課題は成果を上げている。これは、開発成果とともに、大学、公的研究機関の人材がものづくりに活かせる、という意味で重要であり、この枠組みの一層の展開が期待される。

(iii) ものづくり技術において国が果たすべき役割

ものづくり技術イノベーション創出に結びつくような共通基盤の整備、将来に備えて長期間に亘って継続的に支援が必要な産業の基盤形成や人材育成等、日本発のものづくり技術や製品が国際競争力を持つために必要な国際標準の獲得等、国家レベルでの戦略が必要なものなどを、内容を精査しつつ進める必要がある。

資源、エネルギーの乏しい日本の唯一の資源が人材であり、日本の優れたものづくり技術を作り上げてきたのは日本人の勤勉さと優れた教育システムによる人材育成が大きいとされている。

人材育成では、上記のように、初等教育から長期に亘って教育し、将来のものづくり人材を確保できるような教育環境の整備が必要である。

共通基盤技術は、特定の商品、分野、出口にとらわれない汎用性の高い技術であり、製品開発、品質保証等の根底にある要素技術であって、あらゆるものづくりのベースとなることから、国が積極的に支援していく必要がある。

国際標準化の推進は日本のものづくり技術推進にとって非常に重要な戦略である。国際標準化活動がグローバルな商取引と産業競争力の確保に大きな影響力を持つことから、国が率先して活動を支援することが重要である。

環境問題は地球規模で捉えるべき課題であり、かつ経済成長と両立するソリューションを見出すことが課題解決を前進させる。特に後者の視点で言えば、我が国の環境・資源に関する技術は世界で最も進んでいると位置づけることが出来る。例えば、特殊鋼等の産業機械技術、排ガス・排水処理などの資源における技術、希少金属の回収と省エネルギー等の製錬・精錬技術、等が挙げられる。我が国としては、これらの環境・リサイクル技術を活かして、トータルシステムとして世界戦略を組むべき時にきていると言える。我が国の取組によって、世界の環境・資源問題等に戦略的に貢献することが出来る。

今後も、ものづくり技術分野において、ものづくり現場の実情を十分に考慮し、また、関係府省の協同を促進させつつ積極的に推進することが重要である。

以上の通り、世界同時不況に端を発する全産業の急激な落ち込み、2007年問題の影響、資源・エネルギー価格の乱高下など、我が国のものづくり技術を取り巻く環境は非常に厳しい。しかしながら、ものづくり技術は我が国の製造業の国際競争力の源泉であり、また資源の生産性に大きく寄与して、経済の基盤を支えてきた。今後も引続き支えるべく、日本のものづくり技術の「弱み」の向上を図り、「強み」である「人材」、「環境・資源」等をより強化する取り組みが非常に重要である。

具体的には、「人材」に関しては、短期的な視点で考えた団塊の世代のものづくり人材の国内活用、技術・技能の伝承、に加えて、中長期的な視点で考えた将来のものづくり人材育成、特に大学等の高等教育機関における基盤技術を支えるものづくり分野の講義、教員数等の減少の解消に注力する事が必要である。

また「環境・資源」に関しては、世界的な環境・資源への関心の高まりを受けて、我が国が持つ世界最先端の省エネルギー技術の高度化、リサイクル技術の効率化、利用率の向上、規格化等に取り組み、環境・資源に配慮したものづくり技術を世界に先駆けて開発する事が重要である。そうすることで国際競争力を維持すると共に新たな産業を生

み出すような国家的な取り組みが必要である。

ものづくり技術分野の推進においては、以上を踏まえつつ、これまでの戦略を継続し、より一層推進していくこととする。