

## 「製造技術分野」推進戦略（骨子案）

1. 製造技術分野の現状認識
  - (1) 製造技術分野のおかれている状況
  - (2) 製造技術分野への国家的・社会的要請
  
2. 推進戦略
  - (1) 推進戦略の視点
  - (2) 重点領域の設定
  - (3) 施策のあり方、推進方策

2001年6月11日

内閣府

政策統括官（科学技術政策担当）付  
（総合科学技術会議事務局）

## 1. 製造技術分野の現状認識

### (1) 製造技術分野のおかれている状況

21世紀も、製造技術は、我が国の生命線とも言うべき経済力の源泉

産業構造のサービス化、IT革命が進展する現況においても、依然、我が国経済における製造業の位置付けは大きく、貿易立国日本のまぎれもない基幹産業である。

製造業は、名目GDP及び全就業者中の25%の地位を占める。

全輸出入額に占める製造業の製品の割合は70%。貿易収支について、他分野の入超を補って余りある外貨を稼ぎ出している。

GDP全中間投入額の約50%は製造業が占めており、広範な経済活動を支える製品を供給している。

21世紀においても、我が国経済の持続的発展のためには、製造業の国際競争力の強化は必須であることを認識し、製造技術におけるイノベーションを誘発していくことが不可欠である。

また、製造業の国際競争力を高めることは、良質な雇用の提供の観点からも重要なことである。

優位だった技術競争力、及び基礎研究の産業寄与が低下傾向

今後とも製造業の国際競争力を維持していくためには、製造技術における研究開発課題を明確にし、そのイノベーションの起点である大学等における基礎研究の質的・量的な向上を図ることが重要である。

日米の技術競争力比較（99年産業競争力会議資料）では、米国側評価で米国優位。

製造技術分野のサイエンスリンケージ（特許出願1件当たりの科学論文の引用回数）が1995年以降急激に低下し、従来同レベルであった米国との差が拡大。

科学技術だけでなく、製造技術を取り巻く周辺環境に留意が必要

「製造技術」の推進戦略の議論には、科学技術的な内容だけでなく、製造技術に関与し影響を与える周辺の要素をスコープに入れておくべきである。

- ・ 社会制度、法規制、産業政策との関係
- ・ 国のセキュリティ管理（エネルギー、食料問題 等）
- ・ 企業活動（ビジネスモデル、グローバル化、市場要求、雇用問題 等）
- ・ 高コスト構造（エネルギー、物流、租税、社会資本、労働）
- ・ 国際貢献の視点（グローバル化と現地雇用 等）

本プロジェクトでは、これらの周辺環境に対して、製造技術に関する研究開発成果の進展・普及に課題となる事項を検討し対応方案を提言していく。

## (2)製造技術分野に対する国家的・社会的要請

### 産業競争力の強化と経済社会の持続的発展

貿易立国たる我が国の経済が、21世紀も引き続き安定的に発展するためには、我が国製造業が国際競争の中で活力を有し続けることが必要である。そのためには、従来から我が国が得意としてきた生産性向上を図るためのプロセス技術革新を一層進め、特に、IT産業革命との融合により新たな変革を生み出すことが重要である。（プロセスイノベーションの一層の推進）

また、国際的に必要なコストをかけても存立しうる、高付加価値を生み出す新たな製品、そしてそのために必要な新製造技術を絶え間なく創出し続けることが必須である。（プロダクトイノベーションの強化）

さらに、優れた技術も、それのみでは最終目的たる企業競争力の強化には結びつかないため、これら技術を効率的かつ迅速にまとめ上げ、市場に製品として送り出せる、経営戦略まで含めた総合力を強化することが必要である。（ビジネスモデル革新との一体化）

## 地球環境との調和、エネルギー利用高度化への対応

21世紀においては、製造業が資源・エネルギー制約を打破し、環境問題を克服することが、健全な経済活動を営み、暮らしやすい社会構築に貢献していく上で必須条件となる。これら課題に対処し、製造業が循環型社会の主要な役割を担っていくことで、持続可能な経済社会の実現を強く支えることが必要である。

地球環境との調和に関しては、製造技術は極めて密接な関係にあり、循環型社会形成に適合した生産システム、有害な化学物質のリスクを極小化する技術、地球温暖化対策技術を進める必要がある。

また、脆弱なエネルギー需給構造を持つ我が国においては、省エネルギー・エネルギー利用高度化技術を弛まなく推進せねばならず、当面は、地球温暖化対策として2010年の温室効果ガスの排出削減目標に向けた取組を優先して進める必要がある。

これらの取組は、既存の製造技術をイノベーションし競争力強化する場合にも、新規に高付加価値な製品開発・製造技術開発を行う場合にも、いずれにおいても必要な共通基本事項として据えねばならない。

## 高齢社会での質の高い生活への対応

今後ますます少子高齢化が進展する我が国にとって、高齢者等が安全かつ安心して参画できる社会を実現することが必要であり、就業環境と提供する製品の両面において、これに配慮した製造技術を実現することが必要である。

就業環境については、一昨年に続けて発生した、宇宙開発、原子力安全管理、鉄道保安等の分野における一連の事故からも指摘された、我が国の品質管理を含むものづくり能力の危惧を克服した上で、製造技術に関わる技能伝承を行い、高齢者にも安全で安心して対応できる環境を整えていくことが必要である。

一方で、提供する製品の面では、高齢社会に対応した医療・福祉用機器の基盤技術を強化することが必要である。この分野は、従来から我が国にも基本技術が存在しながら、十分な競争力を発揮し得なかった分野であり、研究開発の推進とともに制度上の周辺環境についても対応策を検討していく必要がある。

## 2. 推進戦略

### (1) 推進戦略の視点

製造技術分野に対する国家的・社会的要請として、3つの視点をあげた。

- (1) 産業競争力の強化と経済社会の持続的発展
- (2) 地球環境との調和、エネルギー利用高度化への対応
- (3) 高齢社会での質の高い生活への対応

これらの要請に的確に応え成果を出していくためには、「選択と集中」といわれるように、重点領域を明確にした推進戦略を立てることが肝要である。

製造技術分野における重点領域を明確にする上で、以下の3つの視点から考えることとする。即ち、A:徹底した効率化を図る我が国が得意とする製造技術イノベーションの視点、これは貿易立国としての我が国の国際競争力を強化し、経済成長をリードする基盤となる領域である。B:今後高付加価値な製品を生み出すプロダクトイノベーションにより製造技術の新たな領域を開拓するという視点。C:今後ものづくりの基盤に据えるべき環境負荷最小化のための製造技術に関する視点である。

#### **A : 製造技術イノベーションによる競争力強化**

- ~ 貿易立国としての我が国の国際競争力を強化し、経済成長をリードする基盤となる領域

#### **B : 製造技術の新たな領域開拓**

- ~ 新たに中長期的な需要が見込まれる製造技術の領域

#### **C : 環境負荷最小化のための製造技術**

- ~ 今後の製造技術発展の基盤となる基本的事項

## (2) 重点領域の設定

### A : 製造技術イノベーションによる競争力強化

～ 貿易立国としての我が国の国際競争力を強化し、経済成長をリードする基盤となる領域

#### IT 高度利用による生産性の飛躍的向上

IT 産業革命と言われるように急速に進展する情報技術と製造技術との融合により、多方面で生産性の向上に繋がる変革が期待できる。

CALS、SCM などに代表される受注、購買、生産、在庫管理といった一連の管理を効率良く行う新たなビジネスモデル及びそれにマッチした新たな製造技術

製造現場におけるノウハウ、体系化されていない技術、過去の失敗経験の蓄積とその反映等をデジタル化し有効活用することによって、生産性の向上を図る技術

CAD、CAM、CAE 等のコンピュータ指向の製造技術をより高度化することにより、飛躍的な生産性向上を図る技術  
等が考えられ、IT と MT との融合による新製造システムを構築することにより、生産性の飛躍的向上に資する研究開発が必要である

#### 新たなブレークスルーによる製造プロセス革新技術

製造技術には、機械、化学、金属、電器等のそれぞれ固有の製造プロセスがあり、嘗々としてその効率化の取組がなされ今日の姿があるが、いずれのプロセスでも現在の形態を取らざるを得ない技術的根拠がベースに存在するはずである（経済的理由も広義に解釈すれば技術的理由とみなすことができる）。このような技術的なベースを新たな発想でブレークスルーすることにより、大幅な効率化、低コスト化に寄与できる新たな製造プロセスの開発が産業競争力強化のためには必須である。

推進に際しては、このような革新的なプロセス開発は、従来から産業界でもリスクが大きい等の理由により、国家プロジェクトとして推進されることが多かったが、開発開始時と終了時のフェジビリティ・スタディの差異等の理由により実用化にいたるケースが少なかったという反省を踏まえ、テーマ選定、事前評価に工夫を行って進める必要がある。

## 品質管理・メンテナンス向上技術・製造現場安全技術

一昨年、宇宙開発、原子力安全管理、鉄道保安等の分野において発生した一連の事故は我が国の品質管理を含むものづくり能力に深刻な問題があることを示唆するという指摘がなされた。このような事態を契機として、国レベルでも「ものづくり懇談会」等の場で対応策について議論がなされてきた。この懇談会の報告書にもあるように、対応策は科学技術に関する事項にとどまらず、人づくり、経営モデル、技能伝承、規制緩和等の広範な要因を考える必要がある。ここでは、このような周辺環境を念頭におきつつ、研究開発として行うべきことを明確にして取組を行うことが必要である。

## B. 製造技術の新たな領域開拓

～新たに中長期的な需要が見込まれる製造技術の領域  
高付加価値製品技術

既存の製造技術分野は効率化し生産性をあげていく一方で、従来に無い、あるいはより高度な付加価値を付けることにより、製造技術の新たな領域を開拓していくことが必要である。従来から我が国は高機能部品・素材の製造には強みを有しており、マイクロ化（マイクロシ、ナノテクノロジー-応用製造技術等）、複合高機能化（オプトエレクトロニクス、バイオ・オプトエレクトロニクス等）等の先端技術による新たな付加価値創造が必要である。

## 新規需要対応技術

今後の少子高齢化が進展するなかで、高齢者が安心して安全に社会参加できるようにすべきというニーズから、人間生活に関わる広範な領域で新たな需要が喚起される。特に、医療・福祉用機器に対する期待は大きく、この分野の基盤技術をより強化する必要がある。

また、製造技術分野の基礎的な技術知見を共有化し、欧米並みの計量標準を整備していく必要性が指摘されているが、この知的基盤整備の一貫として、高精度評価機器等の強化が必要である。

## C. 環境負荷最小化のための製造技術

～ 今後の製造技術発展の基盤となる基本的事項

### 循環型社会形成に適応した生産システム

資源の投入、廃棄物等の排出を極小化する生産システムの導入により、資源の有効利用と廃棄物等の発生抑制を行いつつ、資源循環を図る循環型社会を実現する技術が必要とされており、所謂リデュース、リユース、リサイクル技術およびこれらの総合化技術に取り組む必要がある。

推進に際しては、市場規模の大きな特定製品を例として総合的な取組を行うか、特定製品に限らず共通する要素技術の研究開発を行うか等の方策を明確にして推進する必要がある。

### 有害物質極小化技術

人の健康や生態系に有害な化学物質のリスクを極小化する技術及び評価・管理する技術が必要とされており、製造工程、製品からの有害物質（ダイオキシン類、オゾン層破壊物質等）を極小するとともに、有害化学物質リスクを削減する技術の研究開発が必要である。

推進に際しては、微量な物質の高度なセンシングや削減・除去技術が必要になるため、ナノテクノロジーの応用を視野に入れて進めることが重要である。

### 地球温暖化対策技術

温室効果ガスの排出最小化・回収などの地球温暖化対策技術が必要とされており、この地球温暖化対策については、COP3 京都議定書の目標達成に向けて鋭意努力中である。製造技術分野では、エネルギー高効率生産技術、未利用エネルギーの有効利用技術、中低温排熱回収技術等の省エネルギーの高難度課題解決技術には更に積極的に取り組む必要がある。また、新エネルギー技術として太陽電池、H2 貯蔵技術、燃料電池、風力発電等に取り組む必要がある。

## **A. 製造技術イノベーションによる競争力強化**

～ 貿易立国としての我が国の国際競争力を強化し、経済成長をリードする基盤となる領域

IT 高度利用による生産性の飛躍的向上

新たなブレークスルーによる製造プロセス革新技術

品質管理・メンテナンス向上技術・製造現場安全技術

## **B. 製造技術の新たな領域開拓**

～ 新たに中長期的な需要が見込まれる製造技術の領域

高付加価値製品技術（マイクロマシン、オプトエレクトロニクス、

ハイオ・オプトエレクトロニクス、ナノテクノロジー-応用製造技術 等）

新規需要対応（医療・福祉用機器、高精度評価機器 等）

## **C. 環境負荷最小化のための製造技術**

～ 今後の製造技術発展の基盤となる基本的事項

循環型社会形成に適応した生産システム

有害物質極小化技術

地球温暖化対策技術

< 重点領域におけるテーマ例 >

A. 製造技術イノベーションによる競争力強化

重点領域	重点領域におけるテーマ例
A-1. IT 高度利用による生産性の飛躍的向上	<p>CALS、SCM 等に代表される新たなビジネスモデルに呼応した新たな製造技術</p> <p>従来の生産技術のノウハウを体系化、デジタル化し、IT を MT(Manufacturing Technology)に融合させた新生産システム</p> <p>CAD・CAM・CAE 等のコンピュータ指向の製造技術をより高度化し飛躍的生産性向上を図るデジタルエンジニアリング</p>
A-2. ブレークスルー技術による製造プロセスの変革	<p>革新的シーズによる効率化・低コスト化</p> <p>(次世代コークス技術、大型複合材料製造技術、次世代化学プロセス技術、新規反応場、製造加工環境の自在制御技術、プロセスイノベーションに繋がる触媒開発 等)</p> <p>モジュール化、組合せ技術</p> <p>(研究開発と製造のシームレス化を狙った、化学プラントのマイクロモジュール化技術、コンビナトリアル技術 ) (組合せを利用して多くの化合物群を効率的に合成評価する技術)</p>
A-3. 品質管理・安全・メンテナンス技術の高度化	<p>IT の高度利用による管理技術</p> <p>(製造データベース化等により、暗黙知の形式知化、品質管理 / 評価技術、遠隔診断・保守技術、余寿命診断技術 等)</p> <p>自律制御性、自己診断機能をもったプロセス開発 (生体機能模倣機械技術等)</p> <p>究極の無人化技術 (ロボティクス応用技術、機械の安全性極限追求技術 等)</p>

## B. 製造技術の新たな領域開拓

重点領域	重点領域におけるテーマ例
B-1. 高付加価値製品技術	<p>マイクロ化 （マイクロマシン、ナノマニュファクチャリング等のナノテクノロジー-応用新機能創出技術 等）</p> <p>複合高機能化 （オプトエレクトロニクス、ハイオ・オプトエレクトロニクス、生物原理応用技術 等）</p>
B-2. 新規需要開拓技術	<p>医療・福祉用機器 （医療用機器（ペースメーカー、カテーテル等）、福祉用機器（介護用ロボット等）、医療機器等装置安全性、バリアフリー製品、健康維持増進等）</p> <p>ライフサイエンス対応技術 （バイオテクノロジー-応用、機能性食品 等）</p> <p>知的基盤整備（高精度評価機器 等）</p>

## C. 環境負荷最小化技術

重点領域	重点領域におけるテーマ例
C-1. 循環型社会形成に適応した生産システム	<p>リデュース、リユース、リサイクル技術 および総合化技術 社会インフラの機能向上（短工期、メンテナンスフリー、易解体、循環性 等）</p>
C-2. 有害物質極小化技術	<p>製造工程、製品から有害物質極小化 （ダイオキシン類、オゾン層破壊物質、等）</p> <p>化学物質リスク削減技術</p>
C-3. 地球温暖化対策技術	<p>省エネルギー技術 （エネルギー高効率生産技術、未利用エネルギー有効利用、中低温排熱回収技術等の省エネ高難度課題解決技術 等）</p> <p>新エネルギー技術 （太陽電池、H2貯蔵技術、燃料電池、風力発電、電力変換技術 等）</p>

### (3) 施策のあり方、推進方策（検討中）

技術革新を産業競争力の強化に結実させるためには、技術開発と併せて以下の基盤・制度の整備が必要である。

#### 知識基盤（人材の育成、技術の蓄積）

- ・ 社会的ニーズや製造技術の基底を理解し、新たな発想でプロセス・製品を改革する能力のある人材の育成 等
- ・ 我が国の強さの源泉である不断のプロセス技術革新としての技術・ノウハウの蓄積、及びそれを支える人材の育成
- ・ 高度な製造技術者の育成が必要。工業高校、専門学校等の充実、社会人教育、先端技術への迅速な対応。
- ・ 製造現場に散在し体系化されていないノウハウ・技能を科学的に分析し、体系化を実施
- ・ 過去の失敗を科学的に分析し、知識を蓄積し、次回の作業に有効に活用できる環境を整備（失敗知識活用データベース）等

#### 独創性を発揮しうる環境整備

- ・ 独創性のある人材を育成するための、研究開発施設・設備、予算制度、教育システム等の環境整備 等

#### 知的財産権（特許）に関する戦略

- ・ 産学官連携時の特に「学、官」の成果の知的財産化に関する改善。
- ・ TLOの積極的活用による大学の研究成果の産業界へのスムーズな移転、実用化。コンソーシアム方式TLOの導入等。
- ・ 技術開発成果の中から企業戦略上重要な発明を周辺技術も含め包括的、かつ国際的に権利化。
- ・ 国の研究助成金を使用して得られた成果に関する特許化インセンティブ制度導入（特許出願、維持費用負担、起業化時融資支援策）。

#### 産学官連携のあり方

- ・ 研究初期段階からの、特に「産」と「学、官」の連携・役割分担の明確化が必要であり、研究開発制度に沿ったテーマ採択時における連携義務化等の対策が必要。

- ・ 我が国の産学官が有する人材、研究資金、研究設備等の研究資源を最大限活用し、ものづくりに係る技術革新に結びつけるための、産学官の有機的な連携の促進、及び産学官の人材の交流と相互移動が必要。

#### 知的基盤の整備

- ・ 計量・計測技術等のデータベース化。
- ・ 成形・加工の微細化・高精度化と一体となった計測・分析技術の開発。
- ・ 医療・福祉機器の安全性に関する基盤データや標準物質、平衡状態図、基礎物性、触媒機能等の材料設計基礎データの整備。
- ・ 安全性を追求する基盤研究の推進が必要。製造プロセスだけでなく、製品やサービスのライフサイクル全てにわたる安全性を研究する国立機関の設置(統合、新設)など。

#### 標準化の推進

- ・ 新たな成形・加工技術や計測・分析技術のシステム・部品等の標準化の推進(マイクロ流体/チップシステム、マイクロバルブ、マイクロ熱交換器等)

#### ベンチャービジネス化等の実用化への方策

- ・ 新たな製造技術領域ではベンチャービジネスによる市場参入が有効であり、そのための支援策が必要。企業内創業への支援策も要検討。
- ・ 新技術を企業のニーズとマッチングさせるためのTLOの積極的活用。
- ・ 実用化補助金制度の積極的利用。

#### 経営・ビジネスモデル上の課題

- ・ 新しいビジネスモデルへの転換促進、規制緩和。
- ・ 製造技術の強みが発揮できるビジネスモデルの確立。