

## 製造技術分野

# 1. 当該分野の現状

## (1) 当該分野のおかれている状況

### ア. 21世紀も、製造技術は、我が国の生命線であり、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。

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%。貿易財収支について、他分野の入超を補って余りある外貨を稼ぎ出している。

製造業はGDP全中間投入額の約50% 広範な経済活動を支える製品供給。

21世紀も、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誘発が不可欠。

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。

### イ. 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。

日米技術競争力比較(99年産業競争力会議)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、従来同レベルだった米国との差が拡大。

### ウ. 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) 当該分野に対する国家的・社会的要請と技術革新課題

### ア．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世紀も持続的発展をするために、製造業が国際競争力を維持することが必須であり、従来から我が国が得意としてきた生産性向上を図る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。(プロセスイノベーションの一層の推進)

また、必要なコストをかけても国際的に存立しうる、高付加価値を生み出す新たな製品、そのために必要な新製造技術を絶え間なく創出することが必要。

(プロダクトイノベーションの強化)

さらに、優れた技術を最終目的たる企業競争力の強化に結びつけるため、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。(ビジネスモデル革新との一体化)

### イ．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COP3京都議定書の2010年で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。

### ウ．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、就業環境と提供する製品の両面において、高齢者等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、高齢者が保有する製造技術に関わる技術・技能伝承を行うとともに、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。

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. 重点領域

### (1) 重点領域設定の視点

製造技術分野に対する国家的・社会的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り、以下の3視点から設定する。

#### A : 製造技術イノベーション革新による競争力強化

～ 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革新による競争力強化

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、多方面で生産性の飛躍的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

ブレークスルー技術による製造プロセスの変革

製造技術には、機械、電気、金属、食品、化学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。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、低コスト化を図れ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、研究開発開始時と終了時のフィージビリティ・スタディの差異等の理由により実用化に至らなかったケースの反省を踏まえ、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・安全・メンテナンス技術の高度化

我が国の製造業を支えてきたものづくり基盤技術に関して、品質管理を含むものづくり能力に対する懸念から、その施策を総合的かつ計画的に推進するため、国レベルでも「ものづくり懇談会」等の場で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

#### 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（マイクロマシン、ナノテクノロジー-応用製造技術等）、複合高機能化（知能ロボティクス、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

今後少子高齢化が進展する中で、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

### 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、リサイクル技術及びこれらの総合化技術への取組が必要。

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、あるいは特定製品に限らず共通する要素技術の研究開発を行う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、ナノテクノロジー等の応用を視野に入れて進めることが重要。

### 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組む必要がある。また、新エネルギー技術として太陽電池、H<sub>2</sub> 貯蔵技術、燃料電池、風力発電等にも取組む必要がある。

### (3) 重点領域における推進課題および達成目標

#### A. 製造技術革新による競争力強化

重点領域	重点領域における推進課題	国で行うべき研究開発と達成目標
A-1. IT 高度利用による生産性の飛躍的向上	生産技術のノウハウを体系化・デジタル化し、情報技術と製造技術を融合させた新生産システム	<ul style="list-style-type: none"> <li>・言葉による技能のデータ獲得法、体系化等の基盤技術確立</li> <li>・加工・組立産業への普及</li> </ul>
	CAD・CAM 等のコンピュータ指向の製造技術をより高度化するデジタル・エンジニアリング	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生産関連情報のプロトコルの統一化</li> <li>・3次元形状の特徴自動抽出、及び検索、入力媒体化等の基盤技術確立</li> </ul>
A-2. フレックスブル-技術による製造プロセスの革新	製造プロセスの効率化・低コスト化のための革新的シーズ開発及び適用開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・プロセス革新に繋がるナノテク応用も含む新規触媒の提案</li> <li>・急速加熱・冷却、簡易真空化等の新しいプロセス自在制御技術の提案</li> </ul>
	モジュール化、組合せ（コピナトリアル）技術の適用	<ul style="list-style-type: none"> <li>・化学プラント等のマイクロモジュール化技術の実用化見極め</li> </ul>
A-3. 品質管理・安全・メンテナンス技術の高度化	情報通信技術の高度利用（暗黙知の形式知化）による管理技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・製造ノウハウのデジタル化・普遍化による生産管理技術の基盤確立</li> <li>・製品ライフサイクル情報管理、遠隔診断・保守・余寿命診断技術実用化</li> </ul>
	自律制御性、自己診断機能を有すプロセス開発、究極の無人化技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・人間の感覚的評価の定量化、軟らかい制御技術による生産システムのプロトタイプ提示</li> </ul>

#### B. 製造技術の新たな領域開拓

重点領域	重点領域における課題	国で行うべき研究開発と達成目標
B-1. 高付加価値製品技術	マイクロ化による高付加価値化技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・マイクロマシン、マイクロファクトリーによる微細化追求、可能性限界の実証</li> <li>・ナノマニュファクチャリング等のナノテクノロジー-応用による新機能の創出</li> </ul>
	複合高機能化による高付加価値化技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・バイオ・オプト・エレクトロニクス応用技術</li> <li>・生体機能センサー技術、DNA、蛋白質解析システム、バイオファクトリー等生物原理応用技術の基盤確立</li> </ul>
B-2. 新規需要開拓技術	医療・福祉用機器等の製造基盤技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・医療・診断機器、福祉用機器 再生医療、遺伝子治療の支援技術の新しい製造技術・システム技術の基盤技術を確立</li> </ul>

	ライフサイエンスに対応する製造基盤技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>再生医療の産業化を目指した細胞・組織操作の量産技術基盤確立</li> <li>食品・医薬品の効果・安全性に係わる製造基盤技術確立</li> </ul>
	知的基盤整備	<ul style="list-style-type: none"> <li>高精度検査・評価機器の基盤確立</li> <li>人間特性計測手法の開発とデータベースの構築</li> <li>材料開発に必要な状態図・相変態図等の基盤データ整備</li> </ul>

### C. 環境負荷最小化技術

重点領域	重点領域における課題	国で行うべき研究開発と達成目標
C-1. 循環型社会形成に 適応した 生産システム	リデュース、リユース、リサイクル技術および総合化技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>環境負荷評価、LCAシステム、循環型生産システム、エミッションフリー製造技術、廃棄物、補材、副産物等のリサイクル技術・システム、小規模クリーンサーマルリサイクルシステム(・・・主に環境分野で対応)</li> <li>物質・エネルギー連関による最適製造方案シミュレーションシステムの構築</li> </ul>
	社会インフラの機能向上 (短工期・メンテフリー・易解体・循環性)	<ul style="list-style-type: none"> <li>社会インフラの疲労・腐食評価システム、ライフサイクルコスト評価</li> <li>産業横断総合的社会インフラシミュレーションシステムの構築(エネルギー、環境、交通システム等)</li> </ul>
C-2. 有害物質 極小化技術	製造工程、製品から有害物質極小化技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>環境負荷物質フリー機能材料・製造プロセス技術の実用化</li> </ul>
	化学物質リスク削減技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>有害化学物質の分析・分解・無害化技術(・・・主に環境分野で対応)</li> </ul>
C-3. 地球温暖化対策技術	省エネルギー技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>未利用エネルギーの有効利用(中低温排熱エネルギー、バイオマス活用等)</li> <li>エネルギーカスケード利用、蓄エネルギー技術・CO<sub>2</sub>固定化技術(・・・主にエネルギー分野で対応)</li> </ul>
	新エネルギー技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>太陽電池、燃料電池のナノテク応用含む基礎研究、水素貯蔵技術、利用システム(・・・主にエネルギー分野で対応)</li> </ul>

#### (4) 国で行うべき研究開発について

製造技術分野は、成果実現の主体が産業界であるため、その競争力を維持しメリットを享受するために多くは産業界自らが研究開発を行うことになる。このような状況で、産業界では行い難く、国として行うべき研究開発を明確にしておく必要があり、以下にその要件を整理した。

国際競争力を持つ先端技術領域の開拓

先端技術を保障するための基礎研究の推進

日本で優位性を保てる生産技術・製品に繋がる基礎研究

製造技術に関わる知的基盤の整備

(これらを推進するために必要なインフラ等の基盤・土壌整備)

### 3 . その他の重要事項

#### (1) 推進方策に関する基本的事項

技術革新を産業競争力の強化に結実させるためには、研究開発と併せて以下の施策・推進方策が必要である。(詳細 検討中)

人材の育成、独創性を発揮しうる環境整備

- ・ 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
- ・ 専門学校等の充実,社会人教育,先端技術への迅速な対応による高度な製造技術者の育成
- ・ 外国人労働者等の海外人材の有効活用
- ・ 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

知識基盤、技術・ノウハウの蓄積

- ・ 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、また製造現場に散在し体系化されていないノウハウ・技能の科学的分析・体系化
- ・ 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)

知的財産権に関する戦略

- ・ 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

- ・ 企業戦略上重要な発明を周辺技術も含め包括的、国際的に権利化推進
- ・ 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）

（本日の討議を踏まえて詳細を追加記載）

#### 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

（本日の討議を踏まえて詳細を追加記載）

#### 知的基盤の整備、標準化の推進

- ・ 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機関の設置等
- ・ 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
- ・ T L O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
- ・ 新技術を企業のニーズとマッチングさせるためのT L Oの積極的活用
- ・ 実用化補助金制度の積極的利用

(本日の討議を踏まえて詳細を追加記載)

経営・ビジネスモデル・科学技術政策上の課題

- ・ 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
- ・ イノベーションを効果的に経済成長に繋げる科学技術政策的検討