

分野別推進戦略

(製造技術分野部分抜粋)

平成13年9月21日

総合科学技術会議

取りまとめに当たって

1. 科学技術基本計画における分野別推進戦略の位置付け

平成13年3月30日に閣議決定された科学技術基本計画では、第1章「6. 科学技術振興のための基本的考え方」において、研究開発投資の効果を効果的に向上させるための重点的な資源配分を行うとされ、具体的には、「国家的・社会的課題に対応する研究開発については、明確な目標を設定し、資源を重点化して取り組む。」「急速に発展し得る科学技術の領域には、先見性と機動性をもって的確に対応する。」「新たな知に挑戦し、未来を切り拓くような質の高い基礎研究を一層重視する。」とされている。

さらに、第3章「2. 重点分野における研究開発の推進」において、「総合科学技術会議は、基本計画が定める重点化戦略に基づき、各重点分野において重点領域並びに当該領域における研究開発の目標及び推進方策の基本的事項を定めた推進戦略を作成し、内閣総理大臣及び関係大臣に意見を述べる。」こととされている。

2. 分野別推進戦略の作成

以上を踏まえて、総合科学技術会議では、ライフサイエンス、情報通信、環境、ナノテクノロジー・材料、エネルギー、製造技術、社会基盤、フロンティアの8分野について、分野別推進戦略を作成することとした。

総合科学技術会議は、本年4月に、重点分野推進戦略専門調査会を設置し、各分野毎にプロジェクトを設け、産学官の有識者により、集中的な調査・検討を進めてきた。今般、重点分野推進戦略専門調査会は、各プロジェクトにおける調査・検討を踏まえ、この案をとりまとめた。

分野別推進戦略の内容は、今後5年間にわたる当該分野の現状、重点領域、当該領域における研究開発の目標及び推進方策を明確化したものである。

3. 今後の進め方

総合科学技術会議は、今後この分野別推進戦略等を踏まえて、次年度において特に重点的に推進すべき事項等を明らかにし、次年度の科学技術に関する予算、人材等の資源配分の方針を作成する。さらに、この方針を反映した予算編成が行われるよう、必要に応じて予算編成過程で財政当局との連携を図る。

科学技術の進歩が激しく、社会も急速に変動する現在において、各分野の最新の動向を把握するとともに、急速に生じてきた科学技術に対するニーズへ対応する等のため、今後、毎年、柔軟かつ機動的に分野別推進戦略の見直しを行うこととする。

総合科学技術会議は、この分野別推進戦略とともに、科学技術システム改革専門調査会と評価専門調査会の審議等を踏まえ、各省及び各機関における研究開発上の目標と手法、役割と分担、成果の社会への還元等の計画と実行の状況について把握・評価し総合的に調整することによって、各機関間の連携を図るとともに、不必要な重複を排除し、効果的・効率的な研究開発の推進を図る。

製造技術分野

1. 製造技術分野の現状

(1) 当該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。

製造業はGDP全中間投入額の約50%で、広範な経済活動を支える製品を供給している。

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を誘発することが不可欠である。

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。

日米技術競争力比較(99年産業競争力会議)では、米国側の評価で米国優位であった。

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している。

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)

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ことが重要である。

(2) 当該分野に対する国家的・社会的要請と技術革新課題

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、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である。(ビジネスモデル革新との一体化)

以上を総合して、国内の高コスト構造を背景にグローバル化が進展し構造が変化しつつある製造業において、新たな国際的な競争力を生み出し貿易立国の確固たる基盤を構築することが喫緊の課題である。

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における京都議定書の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。

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. 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。

製造技術革新による競争力強化

～ グローバル化により構造が変化しつつある製造業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

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

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

製造技術革新による競争力強化

ア．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。

() 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

イ．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、営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。

ウ．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。

製造技術の新たな領域開拓

ア．高付加価値製品化技術

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。

イ．新たな需要を開拓するための技術

新たな需要を開拓するための技術は、多岐にわたるものが想定されるが、例えば、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・福祉用機器等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。

環境負荷最小化のための製造技術

ア．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である。

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、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。

イ．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である。

ウ．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における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、H₂貯蔵技術、燃料電池、風力発電等にも取組む必要がある。

3．重点領域における研究開発の目標

製造技術革新による競争力強化		
重点領域	達成目標	具体的課題例
-ア.IT高度利用による生産性の飛躍的向上	IT高度利用により、グローバル展開の中での新時代の製造技術の競争力強化を図る。	・技能(力)のデジタル化・体系化 ・CAD等のデジタルエンジニアリングの高度化等の技術の実用化
-イ.ブレーク技術による製造プロセス変革	革新的な技術開発による世界的に競争力のある特徴ある製造プロセスの実現	・ナノ応用、新規触媒、化学プロセスのマイクロジュール化・コンビナトリアル(組合せ)技術等の革新的シーズ技術の確立

-ウ.品質管理・安全・メンテナンス技術の高度化	我が国が得意とする品質の高度化技術、安全技術で継続して優位性確保	・軟らかい制御技術等の自律制御、自己診断機能をもった生産システムの実現、人間の感覚的評価の定量化による検査工程無人化の実現
製造技術の新たな領域開拓		
-ア.高付加価値製品化技術	マイクロ化、複合高機能化等による我が国でしかできない高付加価値製品の開拓	・マイクロシ、マイクロファクトリーの実用化見極め、ナノファブリング技術の基盤確立 ・生体・光機能等とエレクトロニクスとの複合機能技術の基盤確立
-イ.新たな需要を開拓するための技術	高度福祉社会に対応する医療・福祉用機器・ライフライン対応技術等の製造技術基盤の確立および関連する知的基盤整備	・医療・福祉用機器、再生医療、機能性食品等の製造に関わる基盤技術確立 ・高精度評価機器の実用化、材料開発用等のデータベース構築
環境負荷最小化技術		
-ア.循環型社会形成適応生産システム	廃棄物の減量化目標を達成するためのデュース、リユース技術の実用化	・循環型生産システム、ミッションフリー製造技術、廃棄物・副産物のリサイクル技術の実用化および環境負荷評価、LCAシステムの基盤確立
	循環型社会に適応する社会インフラの構築	・疲労・腐食評価システムの実用化 ・最適な産業横断インフラのシミュレーションによる検討、課題抽出
-イ.有害物質極小化技術	製造工程、製品からの有害物質極小化、化学物質リサイクル技術の実用化	・環境負荷物質のない機能材料・製造プロセス技術の実用化 ・微量有害物質分析技術の確立
-ウ.地球温暖化対策技術	COP3における京都議定書の目標を実現する総合的な省エネルギー、新エネルギー技術の確立と実社会への適用	・低温排熱回収、エネルギーリサイクル技術等の省エネ技術及び太陽電池、燃料電池、水素エネルギー利用等の新エネルギー技術の確立、実用化

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総合的な基礎研究の推進

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)

4 . 研究開発の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。

(1) 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
- ・ 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
- ・ 今後も力を入れるべき製造技術とIT、ナノテクノロジー、ライフサイエンス、環境等の先端技術との融合領域の推進に資する環境整備等

(2) 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)

(3) 知的財産権に関する戦略

- ・ 知的財産権の取得に関するインセンティブについて
 - 特許取得費用の国による支援システム
国の研究助成制度を活用して研究開発を行った成果として、特許を取得する場合、その費用の全部又は一部を助成の対象とし、特許取得に対する研究者、大学、TLO等のインセンティブを高める政策を検討することが必要である。
 - 企業戦略上重要な発明を周辺技術も含め包括的、国際的に権利化を促す制度とすることが必要である。
- ・ 当該特許による起業時の支援策
 - 上記の特許を使用して、ベンチャーなどの起業を行う場合に、金融融資制度として債務保証の一部を国が補償するなどの支援策を作る。
 - 実施機関としてTLOや民間専門企業などによりスピーディな対

応が図れるシステム整備が必要である。

-ベンチャーの規模として、一定の基準（創業 年以内、資本金 円以下等）を設けて支援を行うようにする。

- ・ 発明者が正当に評価される社会と制度が必要
発明者が正当に評価されないのでは、新しい発明も特許も生まれな
い。公的機関の研究者や国立大学の教官らが行った画期的な発明の
権利化支援のほか、適切な報奨金を得られるような制度作りの促進
が必要。また、起業家になっていくことを邪魔しない社会的価値観
を築くべきである。

（４）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
明確化が必要である。特に、製造技術分野の場合には研究開発のニ
ーズ、狙いを共有化することが必須であり、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である。
- ・ 「産」のニーズに対して、依頼された研究開発テーマを受けられる
「学、官」の人材（資質、規模）の充実も課題であり、そのための
人材養成、研究開発テーマへの迅速な対応を図るために民間から
学・官への人材流動化促進も必要である。
- ・ 一方で、大学の成果を産業界で実用化するための人材流動化施策と
して、平成12年4月に制定された「産業技術力強化法」によって、
国立大学教官の民間企業役員兼業化も一定の要件の下、可能になっ
ており、更なる活用、活用上の弊害緩和策が必要である。
- ・ 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、マッチングファンド方式による推進も必要で
ある。
- ・ 産学官連携時の、特に「学、官」の成果の知的財産化に関して、あ
らかじめ共同研究契約にて成果の取り扱い等の権利関係を明確にす
るよう留意が必要である。また、利益相反問題にも十分な留意が
必要である。
- ・ 製造技術の大きな技術的革新につながるような新たなシーズの発信
は、大学サイドからの大きな潮流として提案されることが過去の事
例として多い。大学からのこのような大潮流となる発信が期待され
る。
- ・ また、産学官連携の特色を活かし、それぞれが単独には取組みにく
い、製造技術の裾野を広げるようなビック・プロジェクトへの取組
みも期待される。

（５）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の推進
- ・ 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）

（６）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である。企業内創業への支援策も検討する必要がある。
 - その支援策の視点としては、ベンチャーのコアとなる技術が将来の製造技術の基盤となる高度な技術であること、新たな雇用創出機会が多く期待できること、理論的な裏付けの観点から大学と連携したものであること等の目利きが重要である。
 - また、支援方策としては、外国特許を含む特許取得を容易にする支援、ひとつのニーズに対して複数の選択肢を見極めることができるような支援、インフラ施設・設備等の提供等に対する資金的な支援を重視すべきである。
- ・ 大学の研究成果の産業界へのスムーズな移転を図るためにTLOの積極的活用による実用化は継続して必要である。特に、新技術を企業のニーズとマッチングさせるためのTLOの積極的活用を図るべきであり、コンソーシアム方式のTLOの導入等も検討すべきである。
- ・ また、「中小企業創造活動促進法（平成7年）」等にて中小企業者等への支援策が決まっており、このような実用化補助金制度の積極的利用を図っていくことも重要である。
- ・ 更に、中小企業技術革新制度(SBIR)により、中小企業の技術開発から事業化までを一貫して支援する制度を積極的に活用していくことも重要である。

（７）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