

4. ナノテクノロジー・材料分野

本分野における研究開発は国内外ともに活性化しており、先進的な研究開発成果が次々と報告されている。欧米においては研究開発拠点や研究者間のネットワーク等の研究開発環境が着実に整備されている。このような欧米の動向に加え、直近の中国・韓国等のアジア諸国の戦略的取組にも注視する必要がある。

平成14年度に比べ、京都議定書の批准に向けた動きが本格化したことにより環境・エネルギー分野への対応を強化する必要性が生じたこと、バイオ技術と融合した先端医療分野やナノバイオロジーの産業応用に向けた研究開発が欧米において着実に進展していることから、我が国における当該領域への取組をあわせて強化する必要がある。

(1) 次世代情報通信システム用ナノデバイス・材料

ア シリコン半導体技術においては、NECにおいて実行ゲート長8nmのトランジスタの動作確認がなされるなど、将来への展望が開ける一方で、世界的な開発競争が激化しており、産学官連携による競争力の強化を目指す。

イ バイオ・分子素子等新原理デバイスによるポストシリコン素子等を意識した研究開発に関しては、米国国防総省高等研究計画局(DARPA)において分子素子16kbitメモリー構築を目的とするプロジェクトが始動するなど、素子化を意識した研究開発が進展しており、我が国としても早急な対応が必要。バイオ・分子素子の開発には化学・生物領域と電子工学の融合が必要だが、直近の調査によれば、我が国の研究開発はこの点に問題を抱えており、プロジェクトの実施に当たっては融合の実現を目指す。

(2) 環境保全・エネルギー利用高度化材料

ア 京都議定書の批准に伴い、新エネルギー・省エネルギーに資するナノテクノロジー・材料の研究開発の重要性が指摘される。しかし、二酸化炭素排出量削減の観点から新エネルギー・省エネルギーを目的とした研究開発を評価する基準が未整備のため、研究開発プロジェクトの評価が現状では不可能であるため、評価基準の整備は研究開発に先立ち必要。

イ また、環境中の微量有害物に対する国民の関心は、合衆国におけるテロ事件などの影響もあり増加しており、極微量物質の検出や除去技術への要望が高まっている。これらの検出・除去技術についても、評価基準が未整備のため、その整備が当面の課題である。

(3) 医療用極小システム・材料、生物のメカニズムを活用し制御するナノバイオロジー

- ア 極めて微量の血液で計測可能なグルコースセンサーが米国で開発されるなど、ナノテクノロジーを活用した医療用機器が出現し始めている。ナノテクノロジーを本格的に活用した高度な医療機器の実現は将来的な課題ではあるものの、現時点で戦略的に基本特許を取得する必要性が生じている。
- イ また、生体分子機構を活用した機械の創成などは将来的な課題ではあるが、生体タンパク質を、単に均一な粒子として、電子素子の構築に活用するような研究開発の胎動が世界的に見られ、ナノバイオロジーの工学応用についても基本特許の取得を行う段階となっている。

(4) 計測・評価、加工、数値解析・シミュレーションなどの基盤技術と波及効果

- ア ナノチューブを用いたプローブ顕微鏡や、近接場光学顕微鏡などの新しい測定技術が注目されており、平成14年度に引き続き重要な領域となっている。
- イ 微小電気機械システム (MEMS)、微細加工に関しては、直近の調査によると、我が国は米国と比較して劣っており、製造技術の維持と製造業の復権のためには、当該分野の強化が必要。
- ウ シミュレーション、数値計算などの計算機活用研究開発においては、当該領域の研究者からも、我が国の従来のプロジェクトが他のプロジェクトとの連携がないために、成果の積み上げが出来ずに、欧米に対して劣っているとの認識があり、この状況を改めるためには、研究者間の連携を実現する体制構築が必要である。

(5) 革新的な物性、機能を付与するための物質・材料技術

- ア カーボンナノチューブやフラーレンなどのナノ材料に関して大量合成の動きが活発になるなど、産業化を意識した動きも出現している。
- イ しかしながら、直近の日米科学技術競争力調査によれば、科学競争力においては同等・優位にある分野でも技術競争力では劣位にあり、この領域における官・学と産業界の連携がスムーズに行われていない可能性が指摘された。

(6) 推進方策・人材育成

- ア 直近の日米科学技術競争力調査によれば、単一の項目で競争力を比較すると我が国が優位にあるような課題に関しても、他の課題と組み合わせたシステム的な研究開発となると、米国が優位となるような例が多く見られた。このことは、我

が国の研究開発が単発的で、組織や分野を越えた融合が不十分であると言われて
いることを裏付ける結果となっている。このことが、我が国において新規の研究
分野が出現しないことや、基礎的な研究開発と産業化の繋がりがスムーズではな
い原因の一つとなっている。

イ ナノテクノロジー (NT) の研究開発は情報通信技術 (IT) やバイオテクノロジー
(BT) 分野との融合により革新的な発展が望めると考えられており、現在のように
組織や分野を越えた融合が不十分では我が国におけるナノテクノロジーの研究
開発の将来は明るくない。合衆国においては、専門知識を有する、多人数の専任
に近いファンディングマネージャーやプログラマネージャーが研究開発の立案・遂行に関わっており、それらのマネージャー群がグループ間の融合や、競争
を巧みにコーディネートしていると指摘されている。我が国においても競争的資
金の改革が検討されているところではあるが、ナノテクノロジー・材料分野の研究
開発においては特に、これらのマネージャーの導入による研究コーディネート
体制の構築が望まれる。また、異分野・産学官の研究者が物理的に同一の場所で
融合することの有効性も指摘されており、融合を目的とする研究開発拠点を整備
する必要がある。

ウ ナノテクノロジーは短期的なアウトプットも期待されているが、長期的に、非
常に画期的な応用が期待される分野である。このため、当該分野における人材の
育成・確保は長期的にも重要な課題である。基本的には異分野融合に対応できる、
専門知識を有する人材を育成すべきであるが、我が国における博士号取得者の割
合は欧米に比較して少ないことは科学技術白書においても示されているところ
であり、博士取得者の割合の向上が望まれる。しかしながら、我が国における博
士課程の学生は合衆国における博士課程学生に比べて研究に対するスタンスが
弱いとの指摘もあり、このような状態のまま博士号取得者をいたずらに増やし
ても、必要とされる人材の増加には繋がらない危険性が高い。上記の問題の一つ
の理由は我が国において、学生が学部から大学院博士課程まで移動することなく
一つの研究室に所属することが普通であるために、教官との関係も含めて緊張感
がないとの指摘がある。このような現状を改めるためには、学生・教官の両者とも
流動性を高める必要があり、学生に関しては、日本学術振興会の博士研究員の応募
に当たって、流動性を考慮するようにし経済的に移動を促進するとか、教官に
関しては、自校出身者の割合を制限するなどの方策が考えられる。大学における
組織の再編については、振興調整費の戦略的拠点形成等により引き続き支援する。

エ ナノテクノロジー・材料領域の研究開発に用いる測定装置、製造装置等の機材
は研究開発の高度化に伴い、大型化・高度化が著しく、その操作・維持管理には
高度な技能を有する人材が必要となっている。このような技能を有する研究補助
者の人数が欧米において我が国では半分程度以下であることは科学技術白書に
も示されており、研究補助者の増員が必要である。現在の体制化での定員化は困
難であり、高齢者の積極的な活用も含めて対処する。

5. エネルギー分野

(1) 最新の動向

ア 地球温暖化対策が全世界的な喫緊の課題となっている中、我が国としては、本年3月には「地球温暖化対策推進大綱」を定め、官民上げての着実な対策の推進を行うこととなった。中でも温室効果ガスの9割以上を占める二酸化炭素の大半はエネルギー起源であることから、温室効果ガス排出抑制対策技術の開発の多くの部分はエネルギーに関するものとなる。

イ 他方、「分野別推進戦略」においては、我が国のエネルギー問題はエネルギーの安定供給、環境保全、経済成長の解決であることと捉え、これらに資する研究開発面からの重点化を図っており、地球温暖化対策は推進戦略に掲げられた重点領域のうち環境保全面に特段に資するものに重点をおくことに相当することになる。

(2) 平成15年度に向けた重点化の考え方

ア こうした状況を踏まえ、エネルギー分野の平成15年度の重点化に当たっては、「分野別推進戦略」のうち、「地球温暖化対策推進大綱」にて具体的に取り組むこととなっている技術開発施策及び温室効果ガス排出抑制に繋がるエネルギー源の転換とその普及拡大に資する研究開発を中心に重点化することが適当。

イ 具体的な重点事項3項目の詳細は次の通り。

(ア) 実用化が比較的早期に見込め、温室効果ガス排出抑制効果が期待される新エネルギー技術（燃料電池・水素利用、太陽光発電等）や省エネルギー技術及びエネルギー利用高効率化技術（「地球温暖化対策推進大綱」中の「革新的温暖化対策技術」に相当）と原子力発電の着実な推進に必要な核燃料サイクル技術の開発をエネルギーインフラを高度化していくために必要な研究として重点化。

(イ) 原子力発電の着実な推進、燃料電池のような脱炭素化した水素を燃料利用するに当たり、その導入普及における国民の安全を確保するため、二酸化炭素の排出が比較的少ない天然ガスの利用を拡大するため、あるいはサハリンの天然ガス資源をパイプラインにて我が国で利用するに当たり、その敷設・供用における安全を確保するため、エネルギーの安全・安心のための研究を重点化。

(ウ) 二酸化炭素排出を抑制するエネルギー源としてその着実な導入が求められている原子力発電及びその関連施設の導入普及の膠着を打開するための研究、今後利用拡大が期待される水素燃料等に対する国民の不安に配慮・払拭する研究等エネルギーを社会的・経済的に分析する研究（パブリックアクセプタンス（社会や人間への受容性）の研究、社会的理解を高める研究等）を重点化。

6. 製造技術分野

我が国の製造業は依然として激しい国際競争に直面しており、この競争に生き残るため低コストで生産可能な海外への生産拠点の移転、その結果、雇用問題に繋がる国内の生産活動縮小の傾向が継続している。従って、平成14年度と同様に圧倒的な低コスト化技術および我が国でしか出来ない高付加価値化技術の開発を環境に負荷をかけずに推進することが必要である。

(1) 製造技術革新による競争力強化

ア 世界的価格競争の激化に伴い生産性の向上は必須となっており、我が国においても、ITを応用したエキスパートシステム等の開発が積極的に推進されてきた。しかしながら、熟練工の減少にともなう技能伝承への危惧や、欧米アジアの企業による我が国の品質管理手法の導入により内外品質格差は縮小傾向にあることから、ITと製造技術を融合した製造技術革新への期待はますます高まっている。このような背景をもとに、ITを活用した製造プロセスの高度化および生産性の向上への取組みに関しては、現行推進プロジェクトの着実な実行と成果の早期実用化に加え、新たなアイデアによる充実が必要である。この分野では、ITを活用したCAD、CAM、CAE、金型CADによる情報工業化とも言うべき全く新たな製造体系が構築された事例があり、このような新たなものづくり体系を提案し得るような研究開発が必要である。

イ また、我が国においては、高機能触媒開発や新規製鉄方法実用化等、材料・化学プロセスに関する広範囲な研究活動が遂行されている。しかしながら、これらの研究開発は主に、有機・無機または生物・非生物等の旧来の学術分野に限定した枠組みで実施されていることが多く、競争力ある独創的次世代プロセスの研究開発としては必ずしも十分であるとはいえない。そこで、ナノテクやバイオ技術との融合および基礎となる化学反応や塑性加工等のベース領域での新知見獲得に努め、価格競争力のある革新的製造プロセスの早期実用化が必要である。

ウ さらに、米国においては標準技術研究所等が組織的に加工・計測・標準化に関する研究を統括し、加工装置高度化プログラムおよび材料加工高度化プログラムを推進している。それに対して我が国のこの分野における取組みは十分とはいえない。言うまでもなく、加工技術は製造技術の要のひとつであり早急に研究体制の拡充が望まれる。

(2) 製造技術の新たな領域開拓

ア MEMS技術やマクロ化学チップ技術等に代表される微細化・複合高機能化技術は、今後、情報通信、バイオ・医療等広範囲な分野へ高付加価値製品を提供する基本技術になると期待される。しかしながら、米国における国立科学技術財団や高等国防研究所における産学官協力による研究開発の積極的推進や、台湾政府によるMEMS試作ラインの整備、ベンチャー企業支援の活動と比較し、我が国

の取組みは未だ十分ではない。バイオ技術、ナノテク、情報通信技術を融合した研究体制のもと積極的な研究開発の推進およびそのため支援体制の充実が必要である。

イ また、知能ロボット技術は我が国が世界をリードする地位にあり官学にのみならず民間においても先導的な研究成果が生まれている。今後、知能ロボットは熟練技能者の減少により製造現場における重要性が高まるのみならず、介護・福祉・災害救助等の社会全般においてその必要性が拡大されるものと予測されるため着実な研究開発の推進が求められる。その際、ロボットを活用したビジネスモデルの確立やロボットが社会に受け入れられる体制の整備をあわせて推進する必要がある。

ウ さらに、高機能製品開発に関しては、その基盤技術となる高機能材料研究が不可欠である。我が国においては、構造をナノレベルで制御し機能を高度化した材料に関する研究開発等が活発に進められている状況にあるが、さらにバイオ技術、ナノテク、情報通信技術を融合し、かつ、製造コストに留意した研究開発を推進する必要がある。また、高齢化に伴い、医療・福祉機器に対する需要が増加することが予測される。この分野はペースメーカーに代表されるように、欧米に圧倒されている製品・技術が多く、我が国のとり組みも不十分であるといわざるを得ない。早急に研究開発体制確立が必要である。さらに、ナノテクやバイオ技術に基づくマイクロ化技術は高機能製品開発における大きな潮流となると予測される。そのため、ナノレベルでの計測評価加工技術を駆使したナノ・マニファクチャリング技術を総合的に開発する必要がある。

(3) 環境負荷最小化技術

ア 京都議定書の批准に向けた動きがある中、地球温暖化防止のための二酸化炭素排出抑制技術の実用化が一層重要になっている。我が国においては産学官において様々な省エネ・新エネに関する取組みがなされてきた。産業界においては、他国と比較して省エネへの積極的な取組みがなされ、燃費を向上した希薄燃焼エンジンや燃料電池を用いた自動車開発や高温超伝導物質の低コスト線材化等の成果が認められる。

イ また、地球環境の保護、微量化学物質による人体・環境への影響削減が求められるなか、製造拠点の廃棄物削減努力がなされ、再利用性に優れた製品開発を目指す試みが一般化している。化学プロセス技術においても、反応を従来の有機溶媒に換え水系で行う技術の開発や有害化学物質を分解するための光触媒技術にも期待が高揚し、ダイオキシンや環境ホルモン類等の微量化学物質を高感度・短時間・低コストで測定できる手法に関しても開発が進展している。今後、環境負荷最小化技術はますます重要になると予測され、引き続き、省エネルギー・新エネルギー対応技術および循環型社会形成に適應する、廃棄物の発生抑制、再使用、再資源化（リデュース、リユース、リサイクル）技術の研究開発を強化する必要がある。

7. 社会基盤分野

我が国においては、地震等の巨大自然災害は避けられないものであるため、いかにその被害を最小限に抑えるかが重要である。特に、過密都市における減災技術の確立は我が国にとって喫緊の課題となっている。

災害発生直後は、行政側の機敏な初動活動と相まって、自助・共助により自らの生命と財産を守るという取組みが不可欠であり、そのためには、先端技術を防災や救命に適用し、製品化・産業化することにより、円滑かつ効果的な初動活動を支援する手段や、国民が自ら被害を軽減する手段を持つことを促進することが必要となっている。

また、科学技術の進展に伴い、先端科学技術を防災に適用することは、効果的な災害対応を行う上で重要である。

一方、時代の変化に対応した交通システムは、新しい社会・経済活動を支える上で重要な基盤であり、国民生活の質の向上にも大きく貢献するものである。

上記の点から、平成15年度においては以下の事項を重視する。

(1) 過密都市圏での巨大災害被害軽減対策

昨年9月、米国の世界貿易センタービルにおいて、約2,800人が死亡するテロ事件が発生した。事件の発生直後から、米国国立科学財団(NSF)を中心とした緊急調査が開始され、大学を中心に災害対応の視点からの研究が行われた。また、本年2月には、日本から大学、国立研究機関等の研究者約30名が渡米し、米国側研究機関と共同で緊急調査研究が実施された。このテロ事件において行われた救命・救急作業、情報収集、二次被害防止活動等の対応は、都市型災害への対応と類似のものであり、都市型災害への対応が益々重要となっていることを示している。

また、災害時対応に続くフェーズとなる復旧・復興についても迅速に行われることが重要であり、それを支える研究開発の充実が求められている。

なお、これらの研究開発領域においては、自然科学系の技術研究のみでなく、人文社会科学からのアプローチも重要であり、両者の研究領域を融合させた取組みが必要である。

災害大国に適した減災技術・システムは、我が国と同様に自然災害に悩む国々にとっても有用なものであり、技術移転が期待されている。

(2) 超高度防災支援システム

10年後の社会を想定し、効果的な災害対応を迅速に行うため、最先端の科学技術を防災に適用する利用研究開発が今後の大きな課題となっている。具体的には、ITの高度利用、ロボティクス技術の応用、シミュレーション技術の高度化等であり、人工衛星画像やヘリ画像の解析による被災状況の把握技術の開発などが既に取り組みられている。

また、自助・共助と調和のとれた防災システムの構築が求められており、公的システムの充実はもとより、生活に溶け込んだ製品・システムの開発とその産業化が課題となっている。

(3) 新しい人と物の流れに対応する交通システム

陸上交通においては、次世代インターネット技術により、自動車を地上ネットワークとシームレスに接続し、情報化を推進する取組みが始まっている。また、海上交通については、ITを活用した次世代交通基盤の研究開発が進められている。航空機分野においては、将来型民間航空機開発の構想が進められている。

これらの陸海空の交通を有機的なネットワークで結び、今後の新しい社会・経済活動を支えるべく、IT等の最新技術により、最適な交通手段を提供するシステム構築の研究開発が求められているとともに、過密都市圏での環境改善に資する高度な交通基盤技術の開発も課題となっている。

8. フロンティア分野

我が国の宇宙開発利用は、これまで蓄積してきた技術開発の成果を産業の国際競争力の強化や、その利用を通じた国民生活の質の向上に活かすべき段階に入っており、これを念頭に置いた研究開発が求められている。

資源に乏しい我が国においては、エネルギー問題は将来にわたって重要な問題である。海洋微生物・資源の利用によってこの問題解決に貢献できる可能性があり、利用研究の推進が課題となっている。

国際プロジェクトは、我が国の国際的地位の確保に寄与することはもちろんのこと、長期的に見て、次世代の国民生活の質の向上に寄与するものであり、経済社会への貢献が見込まれる。

上記の点から、平成15年度においては以下の事項を重視する。

(1) 衛星系の次世代技術

情報通信利用の分野では、人工衛星の広域性を利用した地上システムの補完、および移動体通信環境の高度化により、超高速通信の地域格差の解消に効率的に貢献することが期待される。

測位利用の分野では、日本は日米共同声明において米国のGPS標準測位サービス及びその補強システムの利用促進を打ち出している。今後、人工衛星を利用した高精度測位情報が全国どこでも入手可能な環境を整えることで、国民生活の質の向上や安全の確保に資する広範囲な利用が望まれている。

上記の移動体通信と高精度測位を同時に達成する環境を提供する準天頂衛星システムは、新たなビジネス機会の創出による経済の活性化と、国民生活の質の向上への貢献が期待されている。

地球温暖化問題への対応は、長期的な地球環境の変化を通じて国民生活に影響するだけでなく、京都議定書での削減目標達成のために、温室効果ガスの排出規制による産業への影響や、排出権取引など、短期的にも我が国が取り組むべき重要な問題となっている。

また、近年被害が増加している都市部の局地豪雨予報のための短期気象予報、農作物作況予測に寄与する長期気候変動予測の精度向上に加え、世界的な問題となりつつある水循環の把握が課題となっている。

災害や事故など緊急事態の発生直後においては、的確な初動対応を行うために

は、正確な情報を迅速に把握することが極めて重要であり、地球観測衛星の果たす役割は大きい。特に、我が国のセンサー技術は世界最高水準にあるため、技術の高度化とともに解析技術の向上が必要である。

(2) 海洋資源利用のための技術

資源小国である我が国にとって、海洋資源を有効に活用することは、重要な取り組みである。

深海数千mには石油分解微生物が生息しており、海洋流出石油処理に役立つ研究が行われている他、猛毒の硫化水素等をエネルギー源とするハオリムシ・ユノハナガニなどの極限環境生物の研究により、種の多様性を生み出すメカニズムの研究の進展が期待されている。

また、日本近海の海底には、将来のエネルギー源として期待されているメタンハイドレートが豊富に存在すると推定されており、その採取技術の研究が進められている。

(3) 国民、特に次世代が夢と希望と誇りを抱ける国際プロジェクト

国際宇宙ステーション計画に代表される宇宙環境利用は、地上においては実現不可能な微小重力環境における新たな物質製造の手段を提供するものである。構造解析に適用できる良質のタンパク質結晶の製造技術の開発や高機能性材料の開発の他、基礎物理・化学の実験研究の実現が期待されている。

地球環境変動において海洋は重要な役割を果たしており、国際協力による世界規模での観測体制の整備が必要となっている。また、地球規模の環境変動の高分解能シミュレーション技術の開発を行うことにより、地球環境変動を解明・予測するとともに、その成果を社会へ還元することが求められている。