

各分野の動向等

目 次

重点 4 分野

ライフサイエンス分野	1
情報通信分野	4
環境分野	7
ナノテクノロジー・材料分野	10

その他の分野

エネルギー分野	14
製造技術分野	15
社会基盤分野	17
フロンティア分野	19

．重点4分野

．ライフサイエンス分野

1．最新の動向等

ライフサイエンス分野は、高齢者に多い疾患や外因性の疾患の解決、食料確保と食品の安全性、環境等の課題への対応など多様な領域での貢献が期待される分野であるとともに、経済発展を先導する役割も期待されている。

近年国際的に本分野の研究開発は活性化しており、国際的な競争も激化している。すなわち、米国国立衛生院の2003年度予算案は総額273億ドル(約3兆円)に達するほか、欧州では欧州連合(EU)第6次フレームワーク(2002～2006年)においてゲノム科学と健康関連技術の優先度を高く位置付けている。また近年、中国からのバイオ関連特許の出願件数増加が顕著となっている。

我が国としては、こうした世界各国の研究開発の動向や社会的要請などを踏まえ、今後ともこの分野の研究開発の重点化を行う必要がある。

2．領域毎の動向等

(1) 活力ある長寿社会実現のためのゲノム関連技術を活用した疾患の予防・治療技術の開発

我が国はヒト遺伝子に存在する一塩基多型(SNPs)を約20万個特定するなど世界をリードしている。個人の特性に応じた医療(テーラーメイド医療)を実現するためには、疾患に関連するSNPsや副作用を防ぐための薬剤反応性に関連するSNPsの解析等を更に強化し、重点的に取り組むことが必要である。

予防・診断・治療技術の開発を促進するためには、我が国が優位に立つヒト完全長cDNAを活用するとともに、疾病からのアプローチに基づき、遺伝子発現解析、タンパク質網羅的解析及び生活習慣疾病発現の機序の解明などを重点的に推進することが必要である。また、がん等の生活習慣病の早期発見のためのバイオマーカー開発などを重点的に推進する必要がある。また、さらに、その成果を活用し生活習慣病などを予防する機能性食品の開発を進めることが重要である。

創薬につながるタンパク質の構造・機能解析はポストゲノム研究の中でも競争が激しい。タンパク質の中でも、創薬の標的として、膜タンパク質やその他の糖タンパク質等の研究が注目され、新たな展開が期待される。我が国は、平成13年度末までにヒト完全長cDNAを約3万個、マウス完全長cDNAを約13万個、糖鎖合成関連遺伝子を約150個取得しているほか、糖鎖自動合成装置の開発も進めつつあるなどこれらの点では海外をリードしており、この優位性をタンパク質構造・機能解析の推進と特許取得を通じて活かしていくことが重要である。

幹細胞から目的の細胞を分化させることに加え、分化の進んだ細胞を脱分化しさらに目的の細胞に再分化させることが可能となりつつあり、再生医療分野

の新たな展開が開けつつある。今後は、基礎研究を一層推進するとともに、その成果を臨床に応用する橋渡し研究（トランスレーショナルリサーチ）の推進のための体制整備と併せて取組を強化する必要がある。

(2) 国民の健康を脅かす環境因子に対応した生体防御機構の解明と疾患の予防・治療技術の開発

平成13年9月我が国で始めてBSE感染牛が確認され、消費者の買い控え等が起こり、BSEが社会問題化した。現在のところ、BSEやBSEに起因するとされるヒト変異型CJDなどプリオン病は発病機構が解明されていない。これらのプリオン病の診断・治療法の確立に対しては社会から強い要請があり、取組を強化することが必要である。

外的要因に対する免疫応答によって起こるアレルギーなどの増加は社会問題となっており、アレルギー疾患や自己免疫疾患に対する対策を講ずることが重要である。

平成13年度の国内のエイズウイルス感染者数は621件と過去最高に達した。また、我が国のC型肝炎の持続感染者は、100万人から200万人と推定されており、これら感染症に対する予防・治療法の開発が期待されている。

(3) こころの健康と脳に関する基礎的研究推進と精神・神経疾患の予防・治療技術への応用

我が国において、池田小児童殺傷事件により、現在も強い外傷後ストレス症候群（PTSD）の症状を示す児童がいることが報道される等、PTSDの不安が増加している。また、注意欠陥多動障害（ADHD）等が増加しており小学校など教育現場で大きな問題となっている。これらの近年社会問題となっている様々なこころの病気を克服するためには、こころとからだとの関係を解明することが重要である。

アルツハイマー病のうち、孤発性アルツハイマー病では、原因物質であるアミロイドの蓄積とその分解酵素の活性低下との関係が明らかにされるなど、原因解明に向け基礎研究が進展している。また、パーキンソン病の原因解明についても急速に進みつつある。高齢社会を迎える我が国にとりこれらの疾患についての治療・予防法を開発することが重要である。

(4) 生物機能を高度に活用した物質生産・環境対応技術開発

新規酵素による希少糖の合成法や生分解プラスチック原料を合成する微生物、動植物にワクチンを生産させるなど、微生物や動植物で有用物質を生産する研究が活発に行われている。この領域をさらに発展させていくためには、有用遺伝子の単離・機能解明を進め、新たな機能を持つタンパク質、糖質、脂質などの研究や糖生物学の研究を加速する必要がある。

微生物や動植物等の生物機能を用いた発酵などの物質生産は我が国が強い領域である。有用な生物や病原性微生物など特徴的な性質を持つゲノム解析を進

め、その結果を活用し研究を加速させることが重要である。

地球環境問題への対応として、循環型産業技術への転換などの必要性から環境対応技術の重要性が増しており、生物機能を活用した有用物質生産技術や環境汚染物質の分解技術などの開発についての取組を強化する必要がある。

(5) 食料供給力の向上と食生活の改善に貢献する食料科学・技術の開発

微生物汚染による食中毒の発生、食品中に残留する化学物質や食品表示問題等により食品の安全性に対し国民の関心が高まっている中食品の安全性を確保することが急務となっている。今後、事件を未然に防ぐ観点からリスク分析の考え方にに基づき食品の衛生管理やトレーサビリティに関する技術開発を強化することが必要である。

地球規模での環境悪化や人口増加に伴う将来の食料不足に対応するため、革新的な食料生産技術を開発する必要がある。イネやシロイヌナズナなど植物においてゲノム解読が進み、今後は我が国が優位に立つ完全長 cDNA 等ゲノムリソースを活用して有用遺伝子の単離や機能解明の研究を進めることなどが重要である。

(6) 萌芽・融合領域の研究及び先端技術の開発

生命情報科学（バイオインフォマティクス）を活用し、SNPs 解析の結果を臨床医療情報と関連づけることにより医療へ応用することが重要である。さらにその他の膨大なバイオ情報とも関連づけ、有効活用出来るようなデータベースの構築を行うことも重要である。

ナノテクノロジーや情報通信・機器技術との融合により、ライフサイエンスは新たな展開を切り開きつつある。DNA チップなど微細加工技術や新原理を用いた解析機器の開発などの新市場の開拓も進められており、将来の経済発展を支えるものとして取組の強化が必要である。こうした新規技術を基礎として、生体を立体的・総合的に捉え、個々の技術を効率的にシステム化に基づく新しい機器等の開発が求められている。また、がん等の生活習慣病の早期発見のためには、新しい画像技術などを用いた医療機器の開発を進めることが重要である。

ナノ次元でタンパク質 1 分子の動きを直接分析したり、DNA 鎖を特殊な顕微鏡を用いて直接観察するなどナノ生物学領域の発展が著しい。

(7) 先端研究成果を社会に効率良く還元するための研究の推進と制度・体制の構築

再生医療や遺伝子治療などの基礎研究が著しく発展している中、その基礎研究の成果を臨床に応用する橋渡し研究（トランスレーショナルリサーチ）を促進することが必要である。また、これらの先端的医療に用いられる医薬品や医療機器のリスクを適切に評価できる技術開発が重要である。

国内での治験数が激減中であり、治験の空洞化を防ぐ取組を強化することが必要である。

遺伝子組換え作物の実用化には国民の理解が不可欠であり遺伝子組換え体に対する理解増進に向けた取組が必要である。同時に遺伝子組換え体のリスク評価・管理の研究も重要である。

(8) 人材の育成・確保

新しい生命科学を創造していくためには、ライフサイエンス分野と異分野との融合領域の人材養成、確保が必須である。

- ・ 生命情報科学（バイオインフォマティクス）の研究者が不足しており、特に企業が必要とする即戦力的な技術者が供給されていない。
- ・ 生物統計学（バイオスタティスティクス）の人材供給力が不足している。医療統計を専門に扱う研究室はわずかしかない。
- ・ 工学部におけるバイオ関連研究室及び医学部における工学系研究室が少なく、機器開発を迅速に進める体制がない。

先端医療技術の有効性・安全性の科学的審査体制を整備し、国内の医療技術の空洞化を防ぐために臨床研究を推進することが重要であり、そのためには臨床研究における医師を支援する専門家（クリニカルリサーチコーディネーター）等の臨床現場の支援体制を整備・拡充することが必要である。

我が国においては、欧米と比して研究を補助する研究支援者が少ない。現状では、研究者や大学院生、学部生の一部が同等の機能を果たす場合が多い。

研究成果の社会還元促進のためには研究成果を知的財産化する支援体制が必要である。

- ・ 2001年にライフサイエンス分野の特許出願を代行した弁理士の数は全国でも約40名と極めて少ない（米国の1/20以下と推定）。
- ・ 大学等のシーズから将来実用化につながる可能性が高いシーズを見つけたす目利き人材が不足している。

(9) 生物遺伝資源

生物多様性条約の締結以降、各国が生物遺伝資源の囲い込みを行っており、生物遺伝資源の重要性が増している。無駄なく、漏れなく貴重な生物遺伝資源を収集・管理・供給する体制を構築することが重要である。

遺伝子破壊マウスを効率的に作出する手法が開発されており、そこで産出される多数のマウスの維持保存体制についても検討することが必要である。

情報通信分野

1. 最新の動向等

情報通信は、産業全体の情報化や情報通信産業の成長など目覚ましい成果を上げてきたが、最近のインターネットやパソコンと携帯電話の爆発的な発展は、さらに一

一人の活動範囲を広げ、多様な社会・経済活動との繋がりを可能にすることにより、個人個人が自立しつつ協調する新しい時代の枠組みを生み出そうとしている。

このような新しい社会・経済を目指した情報通信の研究開発は、一段と国際競争が激化しており、欧米が国家プロジェクトを着実に推進しているだけでなく、韓国、台湾等も半導体、平面画像表示装置（平面ディスプレイ）などの領域を中心に急速に追い上げてきている。一方、我が国は携帯電話インターネットや第3世代移动通信で新たな市場を拓きつつある。

高速インターネットや携帯電話インターネットなどの利用が急速に普及する中で、高齢者など大きな潜在的市場での情報通信システム利用を拡大させるための使いやすさの改善、ネットワーク上のテロへの対応も含めた情報通信システムの信頼性・安全性確保等への要求が高まっている。また、粒状の超小型装置からスーパーコンピュータまでが次世代のインターネットにより柔軟に結びつくことにより、情報通信システムが新しい段階に入りつつあり、この流れを積極的に推し進める必要がある。

さらに、例えばシリコン半導体の微細化に限界が見え始めるなど、急速な技術の進歩に伴い現在の技術の延長では乗り越えられない壁が顕在化しつつある。この壁を破るために、異分野との融合領域などにおける次世代の新たな突破口（ブレイクスルー）の必要性が高まっている。ここでコンピュータを含む情報通信技術は、ライフサイエンスやナノテクノロジーを初めとするあらゆる科学技術分野の基盤的手段として重要性が急速に高まっているため、多様な融合領域の核として期待されている。

このような最新の動向を踏まえ、情報通信分野における研究開発の取組みを強化する必要がある。

なお、ソフトウェア、インターネット、安全性（セキュリティ）、融合領域や計算科学などについては、高度な技術者や研究者が依然として大幅に不足している。このため、大学等における人材育成規模の拡大を図るとともに、実践的な人材を育成するため大学での事業経営等の教育の充実や、関係分野の研究者が密接に連携して研究・教育を行うための核としての拠点化と研究者の重点的配置・結集が有効と考えられる。この際、コンテスト等の手法を活用すること、融合領域において異分野の研究者が結集した環境の中で若い研究者の育成を図ることなどが望まれる。また、実際に社会で利用される情報通信システムの構築を担う技術者についても大幅に不足しており、その育成を図る必要がある。

2. 領域毎の動向等

(1) ネットワークがすみずみまで行き渡った社会への対応と世界市場の創造に向けた「高速・高信頼情報通信システム」の構築

超高速モバイルインターネットシステム技術

携帯電話インターネットは欧米でも日本方式が展開されつつあり、第3世代移动通信も我が国で世界初の商用サービスが開始された。米国に遅れていたインターネットでも、次世代技術（IPv6）の実利用等で巻き返しつつあり、この領域で

我が国が先駆けて新しい世界市場を創造できる可能性が高まっている。一方で、光通信の高速化技術は国際競争が激化しており、また、サーバーを通さず相手と直接通信する技術や粒状の半導体チップなども取り込んだ広範なネットワークが、情報通信システムの根本的な発想（パラダイム）を変える可能性を示しつつある。これらの急激な変化に柔軟に対応し、研究開発を推進する必要がある。

高速・低消費電力の半導体素子や関連装置（デバイス）技術

- ・国際的な研究開発目標が年々改定され技術開発が加速している半導体製造（プロセス）技術、複数の方式で各国が競い合っている不揮発性記憶素子、端末等の高度化の鍵となるシステムを構築する大規模集積回路など、半導体技術の国際競争が一層激化しており、研究開発を加速する必要がある。
- ・平面画像表示装置（平面ディスプレイ）では、韓国等が急激に追い上げている。日本は液晶方式やプラズマ方式で大型平面テレビ市場を開拓しつつあるが、現在の優位性を維持するためには、これらの大幅な価格低減のための技術や、次世代の有機発光材料を用いた表示素子等の実用化も含めて研究開発を推進することが必要である。

利便性技術、安全性・信頼性技術、ソフトウェア技術等

- ・ネットワークで接続した分散コンピュータ等を柔軟に活用する技術については、これまで科学技術の基盤として開発されてきたが、最近、事業向けに活用する動きが始まっており、米国でそのための高信頼技術等の開発が進んでいる。一方、日本は、システム制御用に培った自律分散技術の潜在力を有しているものの、分散したコンピュータの高信頼化に適用する面では対応が遅れており、本格的に研究開発を開始する必要がある。
- ・動画など情報量の急増に対応するための大容量記憶装置は、1平方インチ当たり1兆ビットを目指して欧米との競争が激化しており、また分散して蓄積された莫大な情報から効率的な検索が行えるよう、研究開発の加速が必要である。
- ・高齢化が進む中で情報通信システムの市場を拡大するのに不可欠な情報格差解消等（ヒューマンインターフェース）技術では、動画像情報等の検索、自動翻訳、人と会話のできるロボットなど着実に進歩しており、実用化を目指した開発が可能な段階に来た。
- ・近年、情報通信システムへの信頼を揺るがすウィルスや不正接続が急速に増大するだけでなく、技術的にもより巧妙化しており、さらにはネットワーク上のテロの危険性も指摘されている。高度情報ネットワーク社会の安定性を確保するため、攻撃側の進歩を上回る高度な技術を迅速に開発することにより、情報通信システム全体の安全性（セキュリティ）を確保することが急務となっている。
- ・ソフトウェアは、システム全体の信頼性・生産性を強化するための鍵であるが、まだその手法は確立しておらず、米国も研究開発のための国家プロジェクトを推進中である。我が国も早急に技術開発を進める必要がある。
- ・今後の超高速ネットワーク時代に新しいIT市場を立ち上げ拡大させるためには、利用者に訴える情報提供内容（コンテンツ）の魅力が最も重要である。その制作・流通を促進するため、画像等の著作権保護技術の開発・標準化や、自動的に動画

等を作成する技術の開発などを進める必要がある。

(2) 次世代の突破口(ブレイクスルー) 新産業の種となる情報通信技術

今後十数年で現在のシリコン技術の限界が来るといわれている。このため米国は、分子素子を用いた記憶素子の開発プロジェクトを開始した。また、不完全ながら量子暗号鍵配布が実用化され、実用向きではない液体中ではあるが量子コンピュータの原理実証が行われるなど、各国の研究が加速している。このような将来の国際競争力を決定付ける領域において、我が国の得意なナノテクノロジーと半導体製造技術を活用し、世界に先行する必要がある。

将来の斬新な技術の種として、ナノテクノロジー、ライフサイエンスとの融合領域が注目されている。また、緊急災害時の通信手段として携帯電話の利用地域拡大等が急務となっており、日本全国どこでも利用できる宇宙通信が重要性を増している。

(3) 研究開発基盤技術

各国で、研究開発用のコンピュータネットワークが開発・整備されており、国際的な接続も行われている。また、ネットワークに接続されたコンピュータ等を柔軟に活用する技術の開発も進んでいる。研究用コンピュータについては、我が国で毎秒40兆回計算可能な地球模擬試験装置(地球シミュレータ)が開発され、米国は毎秒200兆回計算可能なコンピュータを開発中である。

これらはナノテクノロジー、ライフサイエンスなどの研究開発の基盤となるため、各分野の需要を踏まえた適正規模のコンピュータを整備しつつ、大学及び国の研究機関におけるコンピュータや大容量の情報(データベース)等をネットワークを介して柔軟に活用することが適当である。

ナノテクノロジーやライフサイエンスなどの模擬試験(シミュレーション)技術等が大きく進展しており、今後、新しい発見や、材料、薬品の開発などに貢献するものと期待されている。これらの基礎となる計算科学については、欧米が先行しており、我が国としても汎用性の高いソフトウェアを中心に開発していく必要がある。

環境分野

1. 最新の動向等

地球温暖化対策に関する国際的取り組みが進展する中で、新たな「地球温暖化対策推進大綱」が地球温暖化対策推進本部により決定(平成14年3月)、また、京都議定書を受諾(平成14年6月)。その中で、我が国の温室効果ガス削減目

標を達成するための革新的技術の開発と、将来の気候変動の不確実性を減ずるための観測の強化および調査研究の充実を、総合科学技術会議の「地球温暖化研究イニシャティブ」のもとで推進することが求められている。また、日米ハイレベル協議（平成14年4月）では、気候変動に関する科学技術分野での協力の促進が合意されている。

経済財政諮問会議の循環型経済社会に関する専門調査会の中間報告がなされ（平成13年11月）その中で循環型社会実現に向けたシナリオとして、経済成長と環境負荷の低減を両立する革新的な技術開発の促進が必要とされている。

生物多様性条約に基づく新たな「生物多様性国家戦略（平成14年3月地球環境保全関係閣僚会議決定）」において科学的知見の一層の充実とともに総合科学技術会議の自然共生型流域圏・都市再生技術研究イニシャティブの推進が期待されている。

PRTR（化学物質排出移動量届出）制度の施行（平成13年4月）により化学物質の排出・移動量の届出が義務化されたことや、残留性有機汚染物質による地球規模での汚染を防止するためのストックホルム条約（POPs条約）の採択（平成13年5月）等を踏まえ、安全・安心な社会の形成を目指した化学物質のリスク管理が喫緊の課題となっている。

ヨハネスブルクで開催予定（平成14年8～9月）の「持続可能な開発に関する世界首脳会議」では、水資源の管理及び地球観測技術の活用が実施計画に盛り込まれる見込みとなっている。

以上、環境分野における最新の動向、及び平成14年度重点事項についての実施状況の把握・調整の結果を踏まえ、平成15年度に向けては以下の事項が重点課題として検討されることが適当。

2. 領域毎の動向等

(1) 地球温暖化研究

将来の気候変動課題における多大な不確実性を減じるために、温室効果ガス排出量の将来予測、これに伴う将来気候変化予測の高度化・精緻化、温暖化影響やリスクの定量化等の研究及び観測データ相互利用システムの構築が重要。衛星や地球シミュレータ等の活用が重要。

地球温暖化問題への対策としてのエネルギー利用等による人為起源の温室効果ガスの排出削減技術及び隔離・固定化技術の研究開発が重要（エネルギー分野参照）。それら対策技術のうち材料等要素技術については有効性の統一的評価手法の開発が重要。

温室効果ガス排出の将来シナリオの作成及びそれに基づく緩和策と適応策のベストミックス等の政策研究等が重要。

(2) ゴミゼロ型資源循環型技術研究

循環型社会変革シナリオ作成および循環型社会への転換策支援のための基盤システム整備等が重要。特に、原材料から廃棄物までのシステムを一貫して管理・評価する手法の開発及び環境負荷と循環に係る規格とその規格に基づく情報提供システム構築等が重要。

地域における産業構成及び生活様式への資源循環システムの適合性を考慮した個別3R(リデュース、リユース、リサイクル)技術、及び廃棄物処理処分技術を相互に連携させるシステム技術の開発等が重要。特に、ゴミの適正処理処分技術システムの研究開発やゴミ焼却時におけるダイオキシン類の革新的な定量的計測及び処理技術開発が重要。

有害廃棄物で汚染された処理場や不法投棄等で汚染された汚染跡地の安全性評価と修復・再生技術の開発等が重要。

(3) 自然共生型流域圏・都市再生技術研究

流域圏の状況を踏まえた、都市構造、都市基盤整備並びに都市自然環境状況の観測・診断・評価と地域人間活動の分析等が重要。特に、都市、農山漁村を含めた流域圏における人間活動、生物多様性及び文化の多様性の状況分析とそれらの関係解析が重要。

都市・流域圏の良好な自然環境の保全、劣化した生態系の修復、悪化した生活空間の改善のための要素技術・システム開発等の自然共生化技術の開発が重要。

自然共生型社会構築に不可欠な人間活動 - 社会システムの基本コンセプトの構築、都市と周辺地域との相互補完システムの構築等が重要。

(4) 化学物質リスク総合管理技術研究

ヒトの健康や生態系への有害性影響評価技術の確立、生産・使用・消費の各段階における曝露評価等の化学物質リスク評価・管理技術の高度化が重要。特に、生態系影響評価技術の確立やリスク情報相互伝達システムの構築、及びナノテクノロジーやバイオテクノロジーの活用が重要。

革新的な環境調和型生産技術や製品のライフサイクルを考慮した設計開発技術による副生成物発生量の極小化や無害化処理、土壌・地下水・底質汚染の修復等、有害化学物質の生産・排出削減基盤技術及び無害化・処理技術の開発重要。特に、ナノテクノロジーやバイオテクノロジー等の活用が重要。

環境試料の収集・保存、試験生物の開発・保存、化学物質情報システム構築等、知的研究基盤の整備が重要。

(5) 地球規模水循環変動研究

全球水循環観測ネットワーク体制の構築とアジアモンスーン地域における水循環変動モデルの構築が重要。衛星や地球シミュレータ等の活用が重要。

特に、アジアモンスーン地域を対象とした、水循環変動の食糧生産や社会経済への影響評価を踏まえた対策シナリオ研究開発が重要。

(6) 上記の重点事項の推進に必要な人材の育成、確保

環境の保全に係わる科学的知見及び技術的基盤を経済社会に適用するための社会技術を研究する人文社会学系の人材

大量の環境データを相互に利用可能な形に体系化していく環境情報(環境インフォマティック)分野の人材

環境変化と生態系の相互関係を解析し、モデルを構築する分野の人材

地球上に生息する生物種の把握とその保全技術を開発するために必要な分類学、保全生物学等の人材

化学物質等の環境リスクを総合的に評価・管理するために必要な人材。

． ナノテクノロジー・材料分野

1 ． 最新の動向等

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、京都議定書の受諾に伴い環境・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、生物工学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。

2. 領域毎の動向等

(1) 次世代情報通信システム用ナノ装置(ナノデバイス)・材料

シリコン半導体技術においては、我が国企業において実効ゲート長 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、我が国でも産学官連携により研究開発を加速し競争力の強化を目指す必要がある。

生体・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に対応を強化する必要がある。生体・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であるが、我が国の研究開発ではこのような融合が不足しており、プロジェクトの実施に当たっては積極的に融合の実現を目指す必要がある。

(2) 環境保全・エネルギー利用高度化材料

京都議定書の受諾に伴い、水素吸蔵材料用カーボンナノチューブ等の新エネルギー・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あらためて指摘されている。しかし、新エネルギー・省エネルギーを目的とした材料等要素技術を統一的に評価する基準が未整備であるため、研究開発を推進していくとともに、この評価基準の整備を同時並行的に行うことが必要である。

また、米国におけるテロ事件などの影響もあり、環境中の微量有害物質に対する国民の関心は増加しており、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、評価基準が未整備であるため、研究開発を推進していくとともに、その整備を同時並行的に行うことが必要である。

(3) 医療用極小システム・材料、生物の機構を活用し制御するナノバイオロジー

極めて微量の血液で計測可能な血糖測定器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が、現時点でも戦略的に基本特許を取得し技術基盤を抑えていく必要が生じている。

また、生体分子機構を活用した機械の創成なども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る。ナノバイオロジーは今後の有望な領域であり、医学応用のみならず工学応用についても積極的に研究開発を推進するとともに基本特許の取得を戦略的に行うことが必要になっている。

(4) 計測・評価、加工、数値解析・コンピュータ上の模擬試験などの基盤技術と波及効果

ナノ領域での計測・評価技術では、ナノチューブを用いた探針（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。

微小電気機械システム（MEMS）や微細加工に関しては、我が国は論文数等のデータでは米国に比較して劣っている。サブミクロン領域を含むこの領域は有望分野であると指摘されており、製造技術の維持と製造業の復権のためにも、当該分野の強化が必要である。

数値解析・コンピュータ上の模擬試験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少ないために、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指摘がなされている。この状況を改めるためには、当該領域の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

代表的なナノ材料であるカーボン・ナノチューブやフラーレンなどに関して大量合成への動きが活発になるなど、産業化を意識した動きが出現しているが、より一層早期実用化への加速が必要とされる。

一方で、日米の科学技術競争力を比較すると、論文等のデータによる科学競争力においては同等・優位にある領域でも、特許でみた技術競争力では劣位の領域があり、この領域における官・学と産業界の連携が円滑に行われていない可能性が指摘されている。従って、従来の材料分類の枠を越えた異分野融合型の産学官連携を推進する必要がある。

(6) 推進方策・人材育成

日米の科学技術競争力を比較すると、単一の技術で競争力を比較すると我が国が優位にある場合でも、この技術を用いた体系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考えられる。

ナノテクノロジー(NT)の研究開発は情報通信技術(IT)や生物学(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、我が国のように組織や分野を越えた融合が不十分な状況では、将来の明るい展望は望めない。米国においては、専門知識を有する、多人数の専任に近い研究予算管理者(ファンディングマネージャー)や研究制度管理者(プログラムマネージャー)が研究開発の立案・遂行に関わっており、それらの管理者群がグループ間の融合や、競争を巧みに調整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が、特にナノテクノロジー・材料分野の研究開発においては、これらの管理者制の導入による研究調整体制の構築が望まれる。また、異分野・産学官の研究者が一堂に会して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。

ナノテクノロジーは短期的な成果も期待されているが、長期的視点で画期的な応用が期待される分野であり、人材の育成・確保も長期的視点から検討する必要がある。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米国と比べて研究に対する姿勢が弱いとの指摘もあり、単に博士号取得者を増やしても、必要とされる人材の増加には繋がらない危険性が高い。その理由のひとつとして、我が国では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少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、例えば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、経済的にも移動を促進する方策が必要である。また、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必要がある。

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、欧米に対し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、今後研究補助者の増員が必要と考えられる。しかし、現在の体制下での定員化は困難であるため、高齢者の積極的な活用も含めて対処していく必要がある。

．その他の分野

．エネルギー分野

1．最新の動向等

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、平成14年3月には「地球温暖化対策推進大綱」を定め、官民挙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。

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、経済成長の同時達成であることと捉え、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調和型のエネルギー需給構造の構築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。

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」を踏まえ具体的に取り組むこととな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。

2．領域毎の動向等

(1) エネルギーのシステム及びインフラを高度化していくために必要な研究開発

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、GTL・DME等天然ガスの利用拡大のための技術、「革新的温暖化対策技術」のうちエネルギーに密接に関連する技術、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。

(2) エネルギーの安全・安心のための研究開発

原子力発電の着実な推進のため、放射性廃棄物処分を含めた原子力の安全のための技術を引き続き重点とするとともに、燃料電池のような脱炭素化した水素の燃料利用に当たり、その安全確保を図るため、あるいは、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のパイプライン等のインフラ整備に資する環境整備を進めるため、エネルギーの安全・安心のための研究を重点化。

(3) エネルギーを社会的・経済的に評価・分析する研究

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。

・製造技術分野

1. 最新の動向等

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研究開発を環境負荷最小化技術と合わせて推進することが必要である。

2. 領域毎の動向等

(1) 製造技術革新による競争力強化

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、情報通信技術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、情報通信技術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、情報通信技術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、情報通信技術を活用したCAD、CAM、CAE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。

我が国においては、高機能触媒開発や各種シミュレーション技術等、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、ナノテクノロジーや生

物工学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工程の早期実用化が必要である。また、今後の高齢化社会に対応することも含め、人間工学的視点からの製造工程の革新が必要である。特に、高機能なユーザビリティ技術や質の高いきめ細かなニーズに対応する高付加価値技術への期待の高まりを踏まえ、これらの技術の基礎となる人間生活工学的側面の重要性が指摘されている。

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

微小電気機械システム (MEMS) 技術やマイ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国防総省高等研究計画局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、ナノテクノロジー、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。

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。

高付加価値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、構造をナノメートル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、ナノテクノロジー、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、我が国の取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の確立が必要である。さらに、ナノテクノロジーやバイオ技術に基づくマイクロ化技術は高付加価値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、ナノメートルレベルでの計測評価

加工技術を駆使した超微細製造技術を総合的に開発する必要がある。

(3) 環境負荷最小化のための製造技術

京都議定書の受諾に伴い、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ルギー・新エネルギー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ルギー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。

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。今後とも、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、循環型社会形成に適應する製造技術の研究開発を強化する必要がある。

社会基盤分野

1. 最新の動向等

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。

近年、自然災害に加え、米国同時多発テロ等、従来では考えられなかった事故や犯罪による社会不安が高まり、緊急な安全の構築が求められている。

このような問題に対処するに当たり、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。

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総合的な防災システムの構築が求められている。

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り積極的な研究開発が求められている。

上記の点から、平成15年度においては、安全の構築及び生活の質の向上のための研究開発を推進する事が必要である。

2. 領域毎の動向等

(1) 過密都市圏での巨大災害対策

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40名が渡米し、米国側研究機関の協力を得て、科学技術振興調整費による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。

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、防災救命ロボットの開発などの取り組みが始まっている。

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り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。

．フロンティア分野

1．最新の動向等

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。

宇宙分野において課題となっている産業化においては、関係各省の積極的な宇宙利用への取組みや民間が自らリスクを負う事業の支援が重要となってきた。

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。

2．領域毎の動向等

(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固定地点間の通信（固定衛星通信）を超高速化し、地域格差の解消に効率的に貢献することが期待される。また、移動体通信の高度化に対応する環境の構築に人工衛星の利用が期待されている。

測位利用の分野では、日本は1998年9月の日米共同声明において米国のGPS標準測位サービスの利用を促進するために、米国とともに密接に活動する方針を打ち出している。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。

ビル陰等に影響されることなく、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。

海洋生命科学の分野においては、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等の進展が期待されている。

また、微生物利用技術における動向としては、深海数千mに生息する石油分解微生物を海洋流出石油処理に役立てる研究等が行われている。

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が困難な微小重力、高真空といった特殊な環境における活動の機会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、基礎物理・化学の実験研究等の科学技術一般への寄与の他、教育・文化活動等への貢献が期待されている。

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。