

各分野の動向

目 次

1	ライフサイエンス分野	1
2	情報通信分野	4
3	環境分野	7
4	ナノテクノロジー・材料分野	9
5	エネルギー分野	12
6	製造技術分野	13
7	社会基盤分野	15
8	フロンティア分野	17

1. ライフサイエンス分野

(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)

ア 我が国はヒト遺伝子に存在する SNPs を約 20 万個特定するなど世界をリードしている。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与する SNPs の解析等を更に強化し、重点的に取り組むことが必要。

イ 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、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、その成果を臨床試験に応用する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。

ウ 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、創薬のターゲットとして、膜タンパク質や糖鎖の付加を受ける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。我が国では、平成 13 年度末までにヒト完全長 cDNA を約 3 万個取得するとともにマウス約 13 万個取得など、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。

エ ポストゲノム研究をリードし、さらに、診断・治療・予防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 を活用し、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。

(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)

ア 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予防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。

イ 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 万人と推定されている。これらの感染症の発生予防は我が国の公衆衛生上重大な課題である。

(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

ア 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、近年、PTSD の不安が増加している。PTSD など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。

イ 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β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。高齢社会を迎える我が国にとり治療・予防法の開発することは重要である。

(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

ア 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、植物にワクチンを生産させるなど、微生物や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、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。

イ 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。

ウ 地球環境問題への対応として、循環型工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、さらに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

ア 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基づき食品の衛生管理に関する技術開発を強化することが必要である。

イ 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。

ウ シロイヌナズナやイネなど植物においてもゲノム解読が進み、今後は遺伝子の単離や機能解明等の研究が中心となる。有用遺伝子の単離・機能解析のための技術開発を重点的に進め遺伝子特許の取得に関する取組を強化すべきである。

(6) 萌芽的・融合領域の研究及び先端技術の開発

ア SNPs 解析が進展してきており、今後は、生命情報学（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る医療への応用が期待される。

イ ナノテクノロジーや情報通信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を用いた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。

ウ ナノスケールでタンパク質 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バイオロジー領域の発展が著しい。

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

- ア 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、これらの新しい医療技術の臨床研究を促進することの必要性が高まっている。
- イ 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。

(8) 人材の育成・確保

- ア 新しい生命科学の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。医用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。
- イ 研究成果を社会に還元するために、医療技術並びに遺伝子組換え体（GMO）及びその利用に関する安全性の検証や、生命倫理に関して国民の恒常的受容を推進するための研究や施策を実施することが重要。
- ウ 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、そのためにはクリニカルリサーチコーディネーター（臨床研究における医師を支援する専門家）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。
- エ 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。
- オ 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。
 - ・バイオを専門とする弁理士の数は全国でも極めて少ない。
 - ・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だす目利き人材が不足している。

(9) 生物遺伝資源

- ア 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・管理する体制を構築することが重要。
- イ 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。

2. 情報通信分野

情報通信分野の研究開発は、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、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世代移動通信で新たな市場を開きつつある。

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、サイバーテロへの対応も含めた情報通信システムの信頼性・安全性確保への要求が高まっている。

また、粒状のチップからスーパーコンピュータまでが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取り込む必要がある。

さらに、急速な技術の進歩は、同時にシリコンなど現在の技術の壁を顕在化させつつあり、異分野との融合領域などにおける次世代の新たなブレークスルーの必要性が高まっている。

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。

【重点領域毎の動向】

(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

ア 超高速モバイルインターネット

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世代移動通信も我が国で世界初の商用サービスが開始された。遅れていたインターネットでも、IPv6の実利用等で巻き返しつつあり、この領域で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いる。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が、情報通信システムのパラダイムを変える可能性を秘めている。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。

イ 高速・低消費電力デバイス技術

- ・国際ロードマップが年々改定され技術開発が加速している半導体プロセス技術、幾つかの方式で各国が競い合っている不揮発性メモリ、端末等の高度化の鍵となるシステム LSI 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。日本は液晶やプラズマで大型平面テレビ市場を開拓しつつあるが、優位性を維持するためには、大幅なコストダウン技術や次世代の有機EL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。

ウ 利便性技術、安全性・信頼性技術、ソフトウェア技術等

- ・デジタルデバイス解消技術では、動画像情報の検索、自動翻訳、人と会話のできるロボットなどで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きた。
- ・ネットワークで接続したコンピュータ等を柔軟に活用する技術は、米国でビジネス向けの高信頼技術の開発が進んでいるが、日本の対応は遅れており、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ストレージ装置は、1 テラビット／平方インチを目指して欧米との競争が激化しており、研究開発の加速が必要。
- ・情報通信システムへの信頼を揺るがすウイルスやサイバーテロの危険性が増大しており、安全性（セキュリティ）の確保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、その手法は確立しておらず、米国も国家プロジェクトを推進中。我が国も早急に技術開発を進める必要。
- ・新しいIT市場を立ち上げるには、情報内容（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標準化や、自動的にアニメーション等を作成する技術の開発などが進められている。

(2) 次世代のブレークスルー、新産業の種となる情報通信技術

ア 十数年で現在のシリコン技術の限界が来るといわれる。このため米国は、分子素子メモリ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、量子コンピュータも原理が実証され、各国の研究が加速している。

イ 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エリア拡大等が急務となっており、宇宙通信が重要性を増している。

(3) 研究開発基盤技術

ア 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40テラフロップスの地球シミュレータが開発され、米国は100テラフロップスの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、各分野のニーズ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。

イ ナノテクノロジーやライフサイエンスなどの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。

(4) 人材育成

ソフトウェア、インターネット、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が図られているが、この努力を一層加速する必要がある。

また、産官学連携による実践的な人材育成を行う必要があり、その核として、関係分野の研究者が密接に連携して研究・教育を行うための拠点化と研究者の重点的配置・結集が有効と考えられる。

同時に、競争的環境を整備する必要があり、例えばコンテストなどの手法も効果的と思われる。

特に、融合領域においては、異分野の研究者が結集した環境の中で、若いうちから関連する複数の分野に親しんだ新しい研究者の育成を図る必要がある。

また、研究者とは異なるが、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が大幅に不足しており、その育成を図る必要がある。

3. 環境分野

(1) 最新の動向

- ア 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（本年3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（本年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。
- イ 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。
- ウ 生物多様性条約に基づく新生物多様性国家戦略（本年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重視されている。
- エ PRTR（化学物質排出量等届出）制度等国際的規制により化学物質の毒性データ等の届け出が義務化されたことに伴い、安全・安心な社会の形成を目指した化学物質リスク総合管理が喫緊の課題となっている。
- オ ヨハネスブルクで開催される持続可能な開発に関する世界首脳会議（本年8-9月）では、水資源の管理及び科学的観測が世界実施文書に盛り込まれる見込みとなっている。

(2) 平成15年度に向けた重点化の考え方

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。

- ア 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が重要。
 - ・エネルギー利用等人為起源の温室効果ガスの革新的排出削減及び隔離・固定化技術の研究開発が重要（エネルギー分野参照）。
 - ・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。
- イ 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

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。

ウ 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。

エ 化学物質リスク総合管理技術研究

- ・化学物質リスク評価・管理技術の高度化、特に、生態系影響評価技術の確立及びナノテクノロジーの活用が重要。
- ・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、有害化学物質排出削減基盤技術及び無害化・処理技術の開発が重要。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。

オ 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。
- ・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。

カ 上記の重点事項の推進に当たっては、以下の人材の育成、確保が必要

- ・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環境経済学・社会学・法学の人材
- ・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学（環境インフォマティック）の人材
- ・気候変動と生態系の相互関係を解析し、モデルを構築する数理生態学の人材
- ・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、保全生物学の人材