

## 8 分野における現状分析と対応方針

ライフサイエンス分野	1
情報通信分野	4
環境分野	8
ナノテクノロジー・材料分野	16
エネルギー分野	20
ものづくり技術分野	24
社会基盤分野	27
フロンティア分野	31

# ライフサイエンス分野の現状分析と今後の対応方針に関する取りまとめ（要約版）

平成21年3月17日

ライフサイエンスPT

## 近年の情勢

### (1) 第3期科学技術基本計画における戦略重点科学技術の選定

- ・平成18年度からの、第2期から第3期への移行にあたっては、ヒトゲノム解読からポストゲノム研究への展開や、ライフサイエンスの成果の国民への還元、食料供給力の向上、ライフサイエンス研究基盤の整備等が重要であるとの時代認識から、「臨床研究・臨床への橋渡し研究」や「新興・再興感染症克服科学技術」など7項目の戦略重点科学技術を選定した。

### (2) 戦略策定以降に生じた主な情勢の変化

- ・平成19年11月、我が国発の画期的技術として、ヒトiPS細胞の樹立に関する論文が発表された。この分野では世界的に研究競争が激化している。
- ・深刻化する世界同時不況の中で、我が国の将来の経済を支える産業の一つとして、健康長寿に関連する産業が期待されている。その期待に沿うためには、健康研究（橋渡し研究・臨床研究）の推進が不可欠であり、関係府省大臣及び有識者からなる「健康研究推進会議」の開催や、革新的な医薬品・医療機器等の研究開発を推進するための「先端医療開発特区（スーパー特区）」の取組を開始した。
- ・東南アジアを中心に、高病原性鳥インフルエンザが人に感染し、死亡する例も報告され、ワクチン開発研究などを進める必要が生じている。
- ・世界の遺伝子組換え作物の栽培面積は飛躍的に増加している（平成19年の前年比12%増）。
- ・遺伝子解析を高速で行うことのできる新型DNAシーケンサ（第2世代）が開発され、欧米では積極的に導入されており、保有台数では我が国は遅れをとっている状況にある。
- ・大量に作出されている遺伝子改変マウスなどを網羅的・戦略的に整備する国際的な取組が開始されている。

## 現状における課題や問題点及び対応方針

### 1. 新たな状況の展開（我が国発の画期的技術・iPS細胞の樹立）

#### (1) iPS細胞研究

##### 現状における課題や問題点

- ・総合科学技術会議として、研究を促進する体制や国の支援のあり方や、知的財産戦略などについての方針を定めた「iPS細胞研究の推進について（第1次とりまとめ）」を取りまとめ、関係府省が一体となって支援を行っているが、世界的な研究開発競争が激化している。

##### 対応方針

- ・iPS細胞研究においては、再生医療への応用に向けた研究を推進するほか、より実用化に近い創薬標的の探索や毒性評価への応用を推進する。

### 2. 「よりよく生きる」領域

#### (1) 臨床研究・臨床への橋渡し研究

##### 現状における課題や問題点

- ・我が国においては、バイオ医薬品の開発は伸び悩んでおり、臨床研究の基盤も弱く、バイオベンチャーの活力も低く、我が国として統合的かつ関係府省が一体となった臨床研究・橋渡

し研究の充実・強化が引き続き求められる状況にある。

#### 対応方針

- ・健康研究推進会議が平成 21 年 5 月に策定予定の長期戦略に基づいて着実に事業を実施する。
- ・スーパー特区などを通じて橋渡し研究・臨床研究を推進する。
- ・橋渡し研究・臨床研究拠点の整備を進める。
- ・大学での臨床研究や臨床研究教育を推進する。
- ・税制改革などを通じて、臨床研究を実用化するベンチャーキャピタルを強化する。

### (2) 標的治療等の革新的がん医療技術

#### 現状における課題や問題点

- ・がんは、依然として日本人の死亡原因の第 1 位（年間 34 万人、平成 19 年）

#### 対応方針

- ・個人の特性に応じた治療や創薬に資するよう、がん関連遺伝子の同定を行う。
- ・予防・診断・治療につなげるための手法を開発する。
- ・治療効果が高く、低侵襲で QOL の維持を可能とする研究を引き続き実施する。

### (3) 新興・再興感染症克服科学技術

#### 現状における課題や問題点

- ・クリミア・コンゴ出血熱、マールブルグ出血熱、ラッサ熱、エボラ出血熱等が現在も発生し、先進国においても輸入例が発生している。
- ・高病原性鳥インフルエンザウイルスが人に感染し、死亡する例も報告されている。
- ・我が国で再び流行が見られる麻疹や結核、アジア諸国を中心に見られる多剤耐性結核菌やデング熱等への対策が引き続き必要な状況にある。

#### 対応方針

- ・新型インフルエンザの流行やバイオテロなどに対応するため、迅速診断法やワクチン開発などの研究を更に推進するとともに、人材の育成等を進める。
- ・新興・再興感染症の発生国、あるいは発生が予想される国の機関との共同研究を推進する。
- ・高度の安全性を有する研究施設及び感染症研究について国民の理解を深めるために、リスクコミュニケーションを推進する。

## 3. 「よりよく食べる」、「よりよく暮らす」領域

### (1) 国際競争力を向上させる安全な食料の生産・供給科学技術

#### 現状における課題や問題点

- ・近年、世界の食料の生産量の伸び率は鈍化し、耕地面積も横ばいであり、世界の食料の在庫率は、食料危機と言われた 1970 年代初めの水準まで低下している状況にある。
- ・世界的には、既に GMO の実用化が始まっており、GMO 開発やゲノム育種のための遺伝子特許について、海外との競争が激しくなっている。

#### 対応方針

- ・GMO の実用化研究ができる実験施設の整備を行うとともに、屋外栽培試験を行うための承認申請などの手続きを支援するための体制を整備する。
- ・国民が、遺伝子操作技術などのバイオ技術を、科学的に理解し判断出来るよう、普及・啓発活動を促進する。
- ・水産資源について DNA マーカーの標準化やデータベース化を行うなど、研究を進める。
- ・遺伝子特許などの世界規模での知財戦略を進める。

## (2) 生物機能活用による物質生産・環境改善科学技術

### 現状における課題や問題点

- ・地球温暖化等の地球規模の環境問題が深刻化する中、生物機能を活用し、環境負荷の低い物質生産を実現することが必要とされている。
- ・生物機能を活用し、産業や医療に有用な物質を生産する技術の実現が必要。

### 対応方針

- ・微生物や植物、昆虫等の生物機能を活用した環境修復技術の研究開発を進めていくとともに、産業や医療に有用な物質の生産につながる研究開発を推進する。

## 4. ライフサイエンス研究全体を支える基礎・基盤研究課題

### (1) 生命プログラム再現科学技術

#### 現状における課題や問題点

- ・超高速で DNA 配列を解析する新型 DNA シーケンサ（第 2 世代）が開発されたが、我が国の保有台数は少ない。
- ・得られた大量のデータを活用し、生命の全体像を統合的に解明することが重要であるが、こうした情報を処理するバイオインフォマティクスの研究者が我が国には少ないのが現状。

#### 対応方針

- ・長期戦略の下に、常に最先端の設備が使用可能な拠点をオールジャパンの体制で構築し、網羅的解析で得られる大量のデータを処理するためのバイオインフォマティクスを進めるとともに、その人材育成を図る。

### (2) 世界最高水準のライフサイエンス基盤整備

#### 現状における課題や問題点

- ・タンパク 3000 研究や遺伝子多型研究、完全長 cDNA 研究などにおいて産出された膨大なデータは、それぞれのプロジェクトとしてデータベースが構築されているが、我が国において、恒常的なライフサイエンス研究の統合データベースは整備途上にある。

#### 対応方針

- ・ライフサイエンス PT 統合 DB タスクフォース会合における検討結果を踏まえ、データベースの統合や拠点の整備等を進める。

### (3) バイオリソースの整備

#### 現状における課題や問題点

- ・バイオリソース（生物遺伝資源）は、ライフサイエンスの研究に不可欠であり、近年では、遺伝子改変マウスなどが大量に作出されており、網羅的・戦略的にリソースを整備し、迅速に研究者に提供していくことが必要とされる状況にある。

#### 対応方針

- ・国際的な連携を進めているマウスなどのバイオリソースの整備を進めるとともに、我が国が独自性を持つメダカやカイコなどのバイオリソースの整備を図る。また、疾患メカニズム解明等の基礎となる iPS 細胞、難病等の細胞リソースを安定的に支える細胞組織バンクの整備・拡充する。

## 5. その他の重要な課題（健康長寿をアシストする介護機器等の開発）

- ・社会還元加速プロジェクト「高齢者・有病者・障害者への先進的な在宅医療・介護の実現」によって、先進的な介護機器等の研究開発の加速と、社会への速やかな定着を目指す。

# 情報通信分野の現状分析と対応方針(要約版)

## 1. 近年の情勢

分野別推進戦略に示された情報通信分野技術に求められる「社会」、「産業」、「科学」、「安全・安心」の4つの役割(貢献軸)から見た、近年の情勢変化は以下のとおりである。

### 「社会」貢献軸から見た状況認識：社会が直面する多様な課題の解決

- 深刻化する少子高齢化問題に対し、介護サービスの充実、介護負担の軽減、高齢者・障害者等の社会参加促進等への貢献の重要性の増大(ユビキタス技術、ロボット技術、等)
- 環境負荷の少ない社会・産業・生活基盤構築、地球温暖化等環境変動評価分析、拡大し続けるIT分野でのエネルギー使用量増大に対応するための省エネ化の促進等への貢献の重要性の増大
- 情報化進展の中での人間性の回復、文化芸術科学創造への貢献の重要性の増大

### 「産業」貢献軸から見た状況認識：産業国際競争力等の維持・強化

- グローバル化の進展、ソフトウェア要素の拡大、アジアの台頭等により国際競争力の急速低下
- コスト競争力の高い新興国との競争に打ち勝つために、高機能化・高機能性に加え信頼性向上面からの独自性の発揮、新たな付加価値として環境貢献面での付加価値向上が一層重要化
- 加速度的に増大する多様な情報を迅速・的確に利活用可能とする基盤構築が競争力回復の鍵
- ITを産業活動の中で利活用できる実践力のある人材(特にソフトウェア、セキュリティ)確保が急務
- 産業展開において効果のある国際標準獲得に向けた総合的かつ戦略的な取組みの重要性の増大
- 少子高齢化時代到来に向け、ロボット等による代替産業労働力確保への貢献に対する期待の増大

### 「科学」貢献軸から見た状況認識：IT科学技術の深化、他分野の研究開発活動の加速

- 資源のない我が国の発展のためには革新的技術の切れ目のない創出・向上が一層重要化
- 現下の深刻な経済危機脱却に向け欧米先進諸国では特に科学技術力強化への取組みを加速
- 学術研究基盤として、スパコン、次世代NWに代表される学術情報基盤、先端研究施設の環境整備とITを活用できる科学技術人材育成への貢献が必要
- 計算機資源活用を広げるためのソフトウェア工学分野の人材の継続的育成・蓄積が重要

### 「安全・安心」貢献軸から見た状況認識：利用者が安全・安心を実感できるIT基盤

- 情報システムの浸透により、情報セキュリティ問題が安全保障にもかかわる重要性の高い問題に
- 脅威の深刻化、一層の多様化・複雑化に対し、端末・アプリケーション・NW等あらゆる階層において総合的に対応する技術開発による貢献が一層重要
- 情報システムを維持管理できる人材育成の遅れも深刻化
- 非常災害対策時に現実の利用環境でも役立つ情報システム構築の重要性の増大(社会還元加速PJでの目標)、頻発する地震や異常気象による災害時に真に役立つシステム実現が喫緊の課題

情報通信分野を構成する技術範囲は幅広く、基礎・基盤性、応用性、システム性、他技術との関係性、蓄積性(研究連続性)、さらには研究開発環境・体制などその基本的性格が大きく異なることから、以下では、「分野別推進戦略」にまとめられた領域毎に「2. 現状における課題や問題点」、「3. 対応方針」をとりまとめた。

## 2. 現状における課題や問題点

### ネットワーク領域

- 環境への配慮の観点から、省エネに貢献する技術開発の重要度が増大、省エネ化が利用者の不便とならないことも重要
- 災害時等の非常時対策が一層重要に、また、有害なコンテンツやインターネットでのいじめなどの問題も顕在化
- ワイヤレスブロードバンドサービスによる便性の高いユビキタス社会の実現が目標
- 情報爆発時代の到来において、情報流通の円滑化の確保が緊急の課題
- 産業競争力強化に向け、国際標準化のリードが特に重要

## ユビキタス領域

- 食料、エネルギー等の制約の中で、社会問題の解決とサービス産業振興に向けたユビキタス技術の貢献に期待が国際的にも高まってきている広く期待されてきている
- 個々のソリューションツールとしての開発が主であり、幅広い社会展開(世界への貢献、産業化)が進んでいない
- 要介護者・障害者の社会参加支援を通じて、全ての国民にストレスフリーなシステムとするノウハウ蓄積が必要
- 特に、物流効率化ためには、電子タグ利用を、生産から廃棄、再利用までのループ形成に広げることが重要
- ユビキタス技術を支える通信基盤技術において、柔軟性と信頼性を高めるための様々な技術開発が進展

## デバイス領域

- 先進各国において、ITによる省エネ化、IT機器自体の省エネ化に向けた強力なプロジェクトを推進(省エネ化分野で我が国が有してきた先導性の維持拡大が一層重要化)
- 昨今の経済危機の煽りも受け、デバイス技術を支えてきたシリコンビジネス産業の先行きの不透明化
- 情報の爆発的増大に対応して、IT自体の省エネ化が喫緊の課題
- 国際競争力強化、新産業創出に向け、次世代に向けた独創的な半導体アプリケーションの創出が鍵
- 環境貢献による産業競争力向上が一層重要に

## セキュリティ領域

- スパイウェアに代表されるマルウェアの高度化が急速に進みつつある
- 国際標準化を手段として技術の国際展開を進める動きが広がりつつある
- 政府の取り組みとして、2006年度より「第一次情報セキュリティ基本計画」に基づき多種多様な施策を実施
- 情報システムが有する脆弱性対策も一層重要
- プライバシ保護に関しては、個人情報保護法施行以来、国民意識も着実に高まっている

## ソフトウェア領域

- 国際競争力の要としての重要性が増すなかで国際競争力は確保できていない
- 国際分業化が進展(我が国は組込みソフトを得意としてきている)
- 基幹系ソフトウェア開発の効率化が必須に(開発効率化に向けたオープンソフトウェア開発スタイルへの移行の動き)
- ソフトウェア分野の産業人材の不足の深刻化
- システム開発におけるソフトウェア比重の増大に伴う「信頼性確保」の重要性の増大
- 社会全体の情報システム化、ネットワーク化の進展に伴い、システム間相互運用性確保が一層重要に

## ヒューマンインターフェース(HI)及びコンテンツ領域

- 広く国民に受け入れられ、ライフスタイル、ワークスタイルを変えるヒューマンインターフェース及びコンテンツ技術への期待
- 爆発的に増大かつ多様化する情報コンテンツを、如何に信頼のおける使いやすいものとするための技術が急務
- 実質的な価値を創造するための先端技術とデザインの双方を実践できる人材育成が喫緊の課題
- 情報流通産業における国際競争力の強化
- ゲームコンテンツ面における新産業創出の期待

## ロボット領域

- 米国・欧州・韓国等におけるロボット技術の産業化・大規模プロジェクト推進等が進展
- 生活支援・サービス向上の観点でRT活用への期待が増大
- 産業化モデルの確立や目利き組織・フィールドテストベッド整備などの政策支援が重要
- 基盤(共通)化とシステム統合化が不可欠

- 医療・介護・福祉分野や製造業分野の生産性向上、省エネなどへの期待
- 産業労働力確保に向けたロボット技術利活用の進行
- 人とロボットとの共生により新たな研究開発課題が発生

#### 研究開発基盤領域

- スーパーコンピュータ開発利用の国際競争は激化
- 多様な要望に沿ってスーパーコンピュータを活用できる人材が必要
- スーパーコンピュータ応用のための開発環境整備が不十分
- あらゆる分野においてシミュレーション分析・予測の精度向上が勝敗の鍵
- スーパーコンピュータ技術の産業化が必要
- 多様化し爆発的に拡大した情報資源の有効活用が必要
- 環境・災害対策等では関係省庁の連携した取組みが肝要

### 3. 対応方針

#### ネットワーク領域

- 環境への配慮では他領域の技術も含めた積極的に利活用で、省エネ化技術として総合的に開発が必要、実証実験と共に一貫して実行すべき
- 児童・生徒が情報通信技術の安心利活用のためのスキル教育が必要
- 有害情報の自動フィルタリング等の研究にも注力していく必要がある
- 世界市場での成功を確保すべく、海外の多様な電波利用条件下で対応できるよう、日本国内で発想を越える広い視野での研究が重要
- 急激なトラフィック増大に対応するバックボーン技術、全光ネットワーク化、P2P 等のバックボーン依存を低減するネットワーク技術などが重要
- 世界の協力の形成に向けた貢献的取組みが一層重要

#### ユビキタス領域

- 広範なユビキタス技術の研究推進と成果の発信が重要
- オープンなNWの形成とそれによる安定的・発展的構築・運用を可能とするアーキテクチャでの開発推進
- 開発途上国を含む海外展開を視野に入れたグローバルな共通プラットフォームの開発
- 電子タグアプリケーションのプラットフォーム化とソフトウェアモジュールのオープン化に向けた一層の努力(SaaS のような新しいモデルを活用したシステム構築の検討)
- NWのオープン性確保、多様な端末利用を可能とする無線端末のモジュール化やコグニティブ化等の技術開発への取組みが重要

#### デバイス領域

- ネットワーク化された情報機器トータルでの省エネ化技術開発を旨とするプロジェクトづくり、材料多様化に対応する分野融合体制(環境、人材育成)構築、成果の価値を高めるオープン・イノベーション型施策展開が必要
- 産業競争力支援の観点からの国の研究開発の方向性に一層の明確化
- システムソフトまで一体化した開発によるデバイスの高効率化の実現
- 更なる微細化技術とともに、独創的開発に向けた大学、ベンチャー等での高障壁研究への支援強化
- ディスプレイ低消費電力化、不揮発性メモリ等のスピントロニクスデバイス実現、パワーエレクトロニクスによる電源の高効率化等への一層の注力

#### セキュリティ領域

- 長期的視野に立ち、良く設計された研究技術開発施策、いわゆる「グランドチャレンジ型」施策を実施することが必要
- 海外の標準化動向に留意しつつ、国際標準化される情報セキュリティ技術において、わが国が主導権を持つように取り組むことが重要
- 情報セキュリティ対策の実施状況のベンチマークができる技術・手法の開発や不正アクセス行為、特

- にボット(Bot)による攻撃や SPAM メールへの対応する技術開発が重要
- 情報システムが有する脆弱性対策の自動化、簡単化、システム化が課題
- 技術的成果の社会基盤等への適用の持続的取り組みに加え、高度な専門知識を有する人材育成等の継続的かつ機動的な取り組みも必要

#### ソフトウェア領域

- 課題については順調に進捗し、引き続き着実な推進を図る
- 我が国の立ち位置を明確化し、長期戦略・視野による施策展開が重要
- ソフトウェアの共有化、部品化、相互利用のためのデータ形式上純化等の取組みが重要
- 産学人材交流の促進、産学人材育成システムの構築、先導的IT人材育成の教育カリキュラムの整備、普及展開、等、
- 必要な人材像、有すべき能力などについての産学での認識共有、連携フィードバック、産業従事者への評価環境の見直し、等
- 流通ソフトウェアの機能保障、品質保証を実現する枠組み構築
- 信頼性確保に向けた先進的アプローチへの配慮
- 国際、国内規格等のオープンな標準の推進に向けた基準作りと適合性評価の仕組みの構築

#### ヒューマンインターフェース(HI)及びコンテンツ領域

- 五感コミュニケーション等超臨場メディア・コンテンツの可能性を国民に分かりやすく提示・体験可能なデジタルミュージアム等への展開
- 巨大かつ複雑なサイバースペースから信頼できる情報を収集・検索・解析する技術の確立および全ての人に容易に情報利活用を可能とする環境の実現
- 若年層の創造性や表現力を強く触発する教育の強化および認知科学者・心理学者・クリエイター等多様な分野のエキスパートによる連携研究体制の確立
- 既存産業をベースに考えるのではなく、全く新しい技術領域において突出したピークを打ち立てる。
- 超臨場メディア・コンテンツ技術とユビキタス技術、プライバシー保護技術等との連携によるコンテンツ産業への早期展開、拡大等

#### ロボット領域

- 国際的優位性確保のための戦略的取組が必須
- RT製品の産業化やRT導入による高度サービス産業展開を促進
- 他の領域と連携した標準化活動が重要
- ロボット活用サービスの体系化と安全性確保の取組みが重要
- 利用者やサービス提供者と連携した開発推進が重要
- ユビキタスネットワークと連携した遠隔操作・監視等による在宅労働拡大などの実現も重要
- 総合的科学「ロボティック・サイエンス」を確立し、長期的展望に立って基本的研究と重層的に取組み

#### 研究開発基盤領域

- スーパーコンピュータ開発利用に関する競争と、これを活用する高度情報技術者の確保が重要
- 超並列をうまく使いこなすためのコンパイラ・チューニングツール等の技術、各種シミュレーション技術、具体的な応用技術等を研究開発
- 高機能、高性能、高付加価値な製品開発につなげる方策が重要
- 膨大な情報資源活用のための情報検索、分析技術等の研究開発を推進
- 低消費電力プロセッサ技術等の省エネ化の実現と情報家電市場への展開
- 国民生活に直結した分野での活用について、その有効性を広く国民に伝える努力が重要

## 環境分野の現状分析と今後の対応方針 (要約版)

### 1. 近年の情勢

金融危機による深刻な世界不況

- ・ 100年に1度とも言われる世界金融危機の発生。
- ・ グリーンニューディール政策、クリーンエネルギーを中心とした世界経済再建の動き。
- ・ 環境・エネルギー技術の国際競争力強化の必要性。

気候変動対策に関する緊急性の高まり

- ・ IPCC 第4次評価報告書の公表。
- ・ COP13におけるバリロードマップの採択。
- ・ 北海道洞爺湖サミットにおいて温暖化対策を議論。
- ・ 21世紀環境立国戦略、クールアース 50(世界の温室効果ガスを2050年に現状比で半減)を発表。
- ・ 平成20年8月に宇宙基本法を施行。
- ・ 平成21年1月に温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」GOSATの打ち上げ成功。

水・食糧危機の深刻化と水循環の健全化への取り組み

- ・ 第1回アジア・太平洋水サミット(2007年)の開催。
- ・ 発展途上国の経済成長にともなう水・食料需要拡大。
- ・ 気象予測、洪水予測や流域管理へのニーズ拡大。

生物多様性保全に対する取り組みの強化

- ・ 生物多様性条約第9回締約国会議(COP9)の開催。
- ・ 2010年「国際生物多様性年」、生物多様性条約COP10の名古屋開催。
- ・ 第3次生物多様性国家戦略の策定。

化学物質管理の進展

- ・ REACH規制(化学物質の登録、評価、認可及び制限に関する規制)の施行。
- ・ SAICM(国際化学物質管理戦略)の開始。
- ・ 平成21年5月、化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律(化審法)の改正。

3Rの促進

- ・ 世界的なレアメタルの供給不足と貿易摩擦の可能性。
- ・ 2008年5月、「新・ゴミゼロ国際化行動計画」の発表。
- ・ 北海道洞爺湖サミットにおいて、「神戸3R行動計画」を支持。

非食料起源バイオマス資源利活用に対する関心の高まり

- ・ 石油価格高騰によるバイオ燃料への関心の高まりと食料との競合問題。
- ・ 土地利用変化による炭素放出や土壌炭素変動を議論。
- ・ 欧米、主要生産国主導によるバイオ燃料の基準、標準化、認証、法制等の議論の高まり。

### 2. 現状における課題・問題点と対応方針

## 1) 気候変動研究領域

### 温暖化総合モニタリング研究

#### 課題・問題点

##### 【研究技術開発】

- ・温室効果ガス観測技術衛星（GOSAT）の打上げに成功し、二酸化炭素とメタンの全球濃度分布を衛星観測データから推定する予定である。

##### 【研究開発体制】

- ・温暖化に関する観測・モニタリングには、従来の各省庁による定常観測とは測定項目の異なるものが多く、その定常観測としての位置付けが明確でない場合も多い。
- ・気象庁と環境省による地球観測連携拠点（温暖化分野）が発足し、温暖化分野でのモニタリング観測を総合化する取組みは着実に進んでいる。一方で、温暖化に関するモニタリングのかなりの項目が3-5年の研究費による観測でありその持続性が保証されていない点は課題である。

##### 【科学技術外交の強化】

- ・インフラ整備が脆弱で温暖化の影響を強く受ける発展途上国では、観測データを利用できる人材が不足している。

#### 対応方針

##### 【研究技術開発】

- ・二酸化炭素とメタンの全球濃度分布等を衛星観測データから更に精度良く算定するために、推定手法を継続的に改良していくことが必要である。

##### 【研究開発体制】

- ・総合科学技術会議（CSTP）、地球観測推進部会（文部科学省設置）あるいは日本学術会議などが主導して、各府省や大学の定常観測（業務的観測）あるいは研究的観測のうち優先度の高い項目に関しては、定期的な見直しも行いつつ、府省連携で長期的に予算を配分し、継続的な観測が出来るようにすることが望まれる。
- ・温暖化分野の連携拠点は府省連携の形態として有効であり、より拡大することが望ましい。
- ・プロセス研究や影響予測研究、さらには温暖化緩和策、適応策等政策立案の基礎となる観測データは、精度と長期継続性が担保されなければならない。観測を着実に実施するため、重点的・継続的に予算を手当てする必要がある。

##### 【科学技術外交の強化】

- ・諸外国の政府との連携を強化し、観測データの共有、利用を促進する必要がある。
- ・平成20年度から始まった科学技術振興機構（JST）と国際協力機構（JICA）が連携して行うプログラムは発展途上国との地球温暖化・エネルギーに関する共同研究であり、人材育成にも大きく寄与するのでその充実が望まれる。

### 気候変動プロセス研究

#### 課題・問題点

##### 【研究技術開発】

- ・気候変動現象、気候モデルプロセスとして重要な雲や氷の動態解明、さらにフィードバ

ックプロセスの解明が検討課題である。

- ・急激で不可逆な現象（北極の海氷の消滅、永久凍土の消滅、海洋大循環の停止など）の発生が温暖化の進行とともに問題となっている。

#### 【研究開発体制】

- ・プロジェクト内での連携・協力は進展しているが、様々な研究資金によって同時進行している関連プロジェクトとの連携が弱い。

#### 対応方針

##### 【研究技術開発】

- ・気候変動のプロセス研究に関するプロジェクトマップを作成し、相互の連携を図るとともに、気候変動を理解する上で重要であるが欠けている分野を検討することが望まれる。
- ・ティッピングポイント（臨界点）を予測可能にするプロセス研究の推進が急務である。

##### 【研究開発体制】

- ・様々な研究資金によって同時進行している関連プロジェクト間の連携を活性化させる必要がある。

### 温暖化将来予測・温暖化データベース研究

#### 課題・問題点

##### 【研究成果の社会還元】

- ・観測データを広く利活用することが課題である。
- ・第3期の国家基幹技術「データ統合・解析システム」において、様々な分野に応用可能なデータベースの開発研究が進められている。しかし、開発後の運用方法等については明確なビジョンが示されていない。

#### 対応方針

##### 【研究成果の社会還元】

- ・観測の結果は、速やかに分析・評価し、直ちに発信し、社会の財産とするべきである。
- ・「データ統合・解析システム」の長期的・安定的なサービス提供をいかに担保するか、議論を始める必要がある。

### 温暖化影響・リスク評価・適応策研究

#### 課題・問題点

##### 【政策研究】

- ・日本（全国、地域）、アジア地域における影響評価と適応評価の方法論の確立と具体的な適用による政策提言が求められている。

##### 【研究開発体制】

- ・適応策については、国土交通省、農林水産省、環境省、外務省（途上国支援）、文部科学省で検討されている。適応策は、長期的に我が国の国土の姿をどう描くかという課題であるので、各省の連携強化が課題である。

#### 対応方針

##### 【政策研究】

- ・適応策の重要性を国内に認知させる取り組みを展開させるべきである。

- ・省庁間の連携の下、適応策を含めた低炭素社会ビジョンに関する研究が必要である。

### 【研究開発体制】

- ・適応策に関する各省連絡会議が設置され連携が図られつつある。また、総合科学技術会議では、適応策タスクフォースが設置され、科学技術の面から、適応策に関する検討が開始されている。
- ・地域的な影響・適応研究では地方自治体を巻き込む研究プロジェクト（枠）の創設、アジア地域においては途上国研究者との共同研究ができる外部競争的資金研究の創設が必要である。

## 地球規模水循環変動研究

### 課題・問題点

#### 【研究開発体制】

- ・地球規模水循環を対象とした連携拠点が無いため、研究や対応策の情報共有が進んでいない。

### 対応方針

#### 【研究開発体制】

- ・地球温暖化領域、地震および火山の領域では連携拠点が機能し、それぞれの領域内での連携が図られ、情報の収集・共有が進められつつある。水循環などの研究領域においても、前者に倣い拠点形成がなされるべきである。

## 温暖化抑制政策研究

### 課題・問題点

#### 【研究技術開発】

- ・直接規制、炭素税、排出量取引、CDM(Clean Development Mechanism)など抑制政策の社会的影響に関する研究を一層推進する。
- ・温暖化が環境に及ぼす影響・被害の経済的評価に関する研究が不足している。（例：サンゴ礁白化の被害額など）

### 対応方針

#### 【研究技術開発】

- ・エネルギー分野との連携により、発電・製鉄等大規模発生源と炭素貯留固定(CCS: Carbon Capture and Storage)を同期して開発・構築可能な政策パッケージを立案する。
- ・温暖化が環境に及ぼす影響・被害の経済的評価に関する研究が必要である。

## 温暖化対策技術研究

### 課題・問題点

#### 【研究技術開発】

- ・2050年に世界で温室効果ガスの排出量を半減させるため、「環境エネルギー技術革新計画（2008年5月19日）」「CoolEarth-エネルギー革新技術計画（2008年3月5日）」を策定した。これらの計画野中で、環境エネルギー技術の開発に関するロードマップを策定しているが、国際的に共有できるロードマップを策定することが重要である。

## 対応方針

### 【研究技術開発】

- ・環境エネルギー技術の国際的に共有できるロードマップを策定するため、引き続き IEA 等と連携し作業を進める必要がある。

## 2) 水・物質循環と流域圏研究領域

### 課題・問題点

#### 【研究開発体制】

- ・現象の解明には長期間の観測が不可欠であるが、予算不足等により従来の観測体制の維持が困難になりつつあるものもある。
- ・日本においても、水・食料の生産と環境との関係が課題である。国民生活に最も重要な水や食料の量的確保、高品質な食料の生産や良質な水の確保、災害時の緊急対応、気候変動への中長期的な適応策などである。

#### 【科学技術外交の強化】

- ・アジアなどの人口急増地域では水需要の増大が見込まれるが、水環境は流域圏毎に多様性があり、また流域各国の事情も異なる。科学的データに基づく水問題の把握・分析と説得力のある水政策シナリオの作成が課題である。

## 対応方針

### 【研究開発体制】

- ・長期的観測を実現する実施体制と予算的措置が必要である。
- ・水や食糧を生産するためのエネルギー使用の合理性やリスクの問題について、水や食糧に関連して物質循環なども含めて環境と関連づけることが必要である。

### 【科学技術外交の強化】

- ・良質な飲料水の確保は発展途上国においては重要な課題であり、我が国の進んだ技術・研究成果をいかに移転させるか、そのための予算、人的資源も含めて検討することが必要である。

## 3) 生態系管理研究領域

### 課題・問題点

#### 【研究開発体制】

- ・戦略（目標、計画）は立てたが、必ずしも体系的に研究が進んでいない。
- ・この領域の担当府省は環境省であるが、多くの研究は大学の研究者により行われているのが実情である。

## 対応方針

### 【研究開発体制】

- ・政策との関係を明確化して、必要性の高いことから取り組むべきである。
- ・大型プロジェクトを中心として個々の研究者があげている成果を第3期科学技術基本計画の趣旨に沿って統合し、「成果の見える化」を図ることが必要である。
- ・分野間、省庁間の連携を進める必要がある。

## 4) 化学物質リスク・安全管理研究領域

## 課題・問題点

### 【研究技術開発】

- ・化学物質の生産から消費、廃棄に至るライフサイクルにわたるリスク削減のため、製品の履歴管理（トレーサビリティ）を強化することが課題である。

### 【研究開発体制】

- ・リスクコミュニケーション等については、文理融合による研究体制の構築が課題である。

### 【人材育成】

- ・リスク評価（有害性評価・曝露評価・リスク評価）やリスク管理に関わる人員を適切な人数、どこで、どのように確保し、継続的に育成するかが重要な問題である。

## 対応方針

### 【研究技術開発】

- ・製造から生産、消費、廃棄、リサイクルに至る一貫した情報の共有化を一層推進する必要がある。

### 【研究開発体制】

- ・リスクコミュニケーションに関する研究を進める必要がある。リスクコミュニケーションに必要な風土・文化の抽出も重要である。

### 【人材育成】

- ・リスク評価・リスク管理分野については市場の論理が働かないため、行政の関与（制度的なインセンティブ、継続的な雇用、研究費の確保等）が必要である。

## 5) 3R技術研究領域

## 課題・問題点

### 【研究技術開発】

- ・非鉄金属資源、レアメタルの安定供給確保といった資源戦略の観点を含む廃棄物施策について十分な検討がなされていない。

### 【研究成果の社会還元】

- ・3R技術を普及させることが期待されている。

## 対応方針

### 【研究技術開発】

- ・使用済み小型家電等に含まれるレアメタル回収技術の開発やレアメタルの代替材の開発等、将来的な資源の枯渇を回避、低減するための3Rに係わる研究を一層強化する必要がある。
- ・循環資源の国際的な移動や各地点での環境負荷の把握が必要である。

### 【研究成果の社会還元】

- ・3R配慮型製品や3R技術に係る国際標準を導入し、3R技術を普及するための制度設計を行うことが必要である。

## 6) バイオマス利活用研究領域

## 課題・問題点

### 【研究技術開発】

- ・温室効果ガス削減（カーボンニュートラル）、環境影響、経済性、社会影響といったバイオマスの持続可能性に関する検討がEU、GBEP(Global BioEnergy Partnership)等で始まっており、バイオ燃料の国際基準化に関する検討が進められている。
- ・バイオマス・ニッポン総合戦略推進会議を始め、内閣府社会還元加速プロジェクト PT、科学技術連携施策群等、様々な体制等で連携が図られており、これらの推進体制のもと、いわゆるセルロース系の第二世代のバイオ燃料の研究開発が進められている。また、同時に研究開発、実証試験が始まっており、次第に大規模化へ取り組みを移しつつある。

### **対応方針**

#### **【研究技術開発】**

- ・温室効果ガス削減、環境影響、経済性、社会影響といったバイオマスの持続可能性に関する研究、バイオ燃料の国際基準化に関する検討を進める必要がある。
- ・バイオマス・ニッポン総合戦略生産拡大工程表やバイオ燃料技術革新計画などの技術シナリオを着実に進める必要がある。

## **7) 人文社会科学との融合、人材育成**

### **課題・問題点**

#### **【人文科学との融合】**

- ・環境エネルギー技術による社会システム改革では、人文社会科学の知見が不可欠であるが、人文社会科学との融合が進んでいない。

#### **【人材育成】**

- ・キャリアパスが必ずしも明確でないことが、環境分野の人材育成を阻害している要因である。

#### **【科学技術外交の強化】**

- ・発展途上国の環境管理では先進国の技術と経験を活かすことが重要である。科学技術外交の視点から、わが国の優れた環境管理技術を途上国に移転するなど、連携の仕組みづくりと戦略的な政策研究が必要である。

### **対応方針**

#### **【人文科学との融合】**

- ・人文社会科学との融合を促進する必要がある。

#### **【人材育成】**

- ・科学技術振興調整費などによる、環境人材育成のための新しいカリキュラムづくりが行われている。こうした取り組みを今後促進することが必要である。

#### **【科学技術外交の強化】**

- ・環境省における「アジア水環境パートナーシップ」のように、日本がイニシアティブを取ってアジア諸国の水環境整備に成果を上げている事例がある。こうした取り組みをさらに拡大すべきである。

## **8) 各研究領域共通の問題**

### **課題・問題点**

#### **【ステークホルダー間の連携促進】**

- ・環境分野では省庁間の連携が進んできたが、今後は分野間、民間、自治体との連携強化が課題である。

#### **【データの整備と活用】**

- ・衛星観測データ、環境分野の研究成果として得られたデータの整備と一層の利活用が課題である。

#### 【俯瞰図の活用】

- ・研究課題や各省が取り組んでいる個々のプロジェクトの相互関係が分かりにくい。行政、独法機関、大学間の情報共有が課題である。

#### 対応方針

##### 【ステークホルダー間の連携促進】

- ・省庁間、学術間の連携に加え、民間企業との連携、自治体など地域間の連携も必要である。
- ・個別の視点とともに、オールジャパンで科学技術のマッピング、俯瞰図を描くことが必要である。

##### 【データの整備と活用】

- ・環境分野におけるデータ整備の方針や利用戦略を立てるなど、積極的にデータを利活用する仕組みと体制を検討すべきである。

##### 【俯瞰図の活用】

- ・研究課題や各省が取り組んでいる個々のプロジェクトの相互の位置づけを明らかにするため、俯瞰図が必要である。既にそのような俯瞰図の作成に取り組んでいる機関もあるので、その情報共有が必要である。

### 9) 環境PTの進め方など

#### 課題・問題点

##### 【環境PTの役割】

- ・日本国内あるいは国際的な基礎研究、技術開発、システム開発等が環境や社会に及ぼす影響についての総合的な議論が不十分であるため、超長期の計画策定が進められない。

#### 対応方針

##### 【環境PTの役割】

- ・フォローアップ（取り組みの評価）をふまえ、具体的な提言や施策に結び付け、推進戦略を具体化すべきである。また、環境PTとして何をを目指すのか、全体的な俯瞰図が必要である。環境のみでなく、エネルギー、生態系・多様性、リスクなど多面的な視点を持つことが重要である。
- ・中間フォローアップ時に、全体の俯瞰図、実施すべき課題、プロジェクトの俯瞰図、研究のロードマップを作成すべきである。
- ・府省や大学など各機関が貢献できるよう、環境PTで大きな目標を示すことが重要である。
- ・種々の既存研究を踏まえた将来像（「日本モデル」）を描く必要がある。

## ナノテクノロジー・材料分野における 現状分析と今後の対応に関する取りまとめ エグゼクティブサマリー

ナノテクノロジー・材料分野は、あらゆる科学技術分野の基盤をなす技術として、ナノ領域特有の物理や現象の利用による飛躍的な性能向上や各分野の課題の解決が期待されており、第3期の科学技術基本計画の中でも重点推進分野の一つに指定されている。日本のナノテクノロジー・材料分野は、従来からの強い材料・分析・作製技術をベースに、20年ほど前からナノテクノロジー関連の研究に対する国のプロジェクトや産業界も含めた基礎研究への支援・投資が行われたことにより、カーボンナノチューブの発見、光触媒の開発、強相関エレクトロニクスの研究など、世界に誇る多くの学術的成果を創出している他、TMRヘッド、高誘電体絶縁膜を用いたLSI、量子ドットレーザーなど、既存の産業分野の中で利用されている。また、第3期の中でも計画に沿った各種施策の実施と着実な研究開発が進められ、最近では鉄系超伝導体の発見やスピントロニクスの急速な進展、量子コンピュータ技術の大幅な前進、量子ドットレーザーの実用化など世界をリードする成果が報告されている。

日本の経済・産業を活性化させ強化するためにも、このナノテクノロジー・材料分野をさらに推進していき、革新的な技術の創出を図っていくことが重要である。特に、近年、地球の温暖化防止の観点から、環境・エネルギーがグローバルな課題として浮かび上がってきており、その解決に向けた先端研究としてナノテクノロジー・材料分野の役割は大きい。

一方、最近の厳しい経済状況から国内の企業の研究開発投資、特に長期的な基礎研究・先端研究へ投資が困難になっており、この領域への国としての支援強化が必要になってきている。国際的に見ると、欧米だけでなくアジア各国のナノテクノロジー関係の投資の伸び率が大きくなっており、論文の数や特許の数の推移からもこれまでの日本のこの分野での優位性が脅かされる状況になってきている。特に米国や欧州、シンガポールなどでは、戦略的に産学官連携のグローバルで魅力的なナノテクノロジー関係の研究拠点（Albany、MINATEC、IMECなど）を整備し、世界から有力な企業および優秀な研究人材を集めている。この世界の一流の研究者が集まる環境の中で学生/研究者の人材育成も行われている。また、新しい鉄系超伝導研究においては中国では世界の研究者との連携体制を構築して、精力的な成果発表を行っている。

日本のナノテクノロジー・材料は世界との比較においてまだ強いということが出来るが、大幅に強化している海外の研究開発投資、拠点整備、グローバル人材育成の状況を考慮すると、日本がこのままの状況を続けていたのでは近々逆転を許してしまい、日本の優位性が無くなる懸念がある。このため、今後もナノテクノロジー・材料分野の戦略的な強化策が必要であり、一過性ではなく中長期的な視点での研究開発支援、研究拠点の整備、グローバルな人材育成の強化を図る必要がある。

ナノテクノロジー・材料分野の強い基礎・応用技術と優秀な人材の確保により我が国の優位性を保つためには、以下のような方策が必要と考えられる。

- ・ 出口目標を明確にした長期的で戦略的な研究開発支援
  - ・ ナノテクノロジー・材料技術の出口として、例えばグローバルな課題である環境・エネルギー問題の解決にフォーカスし、有望なナノテクノロジー・材料技術に対して研究の初期段階から戦略的に集中的な資源配分を行うとともに、長期的に継続して研究支援を続けられるファンディングシステムを構築することが重要である。
  - ・ 新しい材料・製品を早期に世に出すために、企業や研究機関にインセンティブを与える政策面での支援も必要である。
- 
- ・ 産学官連携のグローバルな研究開発拠点の整備
  - ・ ナノテクノロジー・材料分野の各領域間および異分野との連携や融合を加速できるインフラと、世界をリードする研究領域・技術を有し、世界の優秀な研究人材が集まる研究拠点を構築し、強い技術のさらなる強化、産業化の加速を行う。
  - ・ 国内外における他の拠点や研究機関とのネットワークを太くし、各拠点の特徴を活かして全体として効率的な研究開発が進められるようにしておくことも重要である。
- 
- ・ 中長期的な人材育成
  - ・ 一過性ではない骨太のシナリオを作って中長期的な計画を立てて、ナノテクノロジー・材料に関わる人材の育成を充実させる必要がある。(初等・中等教育での理科離れ抑制、高等教育修了者への優遇策の導入、他分野の知識向上、若手研究者の受入先確保策など)
- なお、人材育成については、ナノテクノロジー・材料分野固有の問題ではなく、科学技術政策全体としての議論が必要であり、高度科学技術人

材の育成に関しては、平成21年2月より基本政策推進専門調査会制度改革WGの一つとして、「大学院における高度科学技術人材の育成強化策検討WG」が設置され、議論が開始されたところである。

- ・グローバルな力（俯瞰的視野、対応力、判断力）の養成、海外研究者との交流機会を増やすシステム構築が必要である。

具体的な施策については領域毎に設定する必要があり、以下に領域毎に検討が望まれる推進方策を列挙する。

#### 【ナノエレクトロニクス領域】

ナノエレクトロニクスをオールジャパンで推進する体制の構築

集積化実証まで可能なナノエレクトロニクス領域の研究拠点の構築

- ・ ナノエレクトロニクス新機能の有用性・事業性の試作検証の場
- ・ 中核テーマとナノテクノロジーの多様性あるテーマ組合せ
- ・ 垂直統合と異分野連携、人材の融合と育成
- ・ 世界に先駆けて新しい技術潮流を作り出すグローバルな研究開発体制
- ・ 自立的な運営、長期にわたる継続的支援

#### 【材料領域】

未普及／未利用のエネルギー・資源への対応

- ・ 未普及エネルギー・資源の利用を具現化するため、燃料電池、新規超伝導体、二次電池、太陽電池、高機能触媒に係る材料開発の継続的な推進
- ・ 未利用なエネルギー・資源の利用のための新材料開発（例えば、新規熱電材料等）の推進

材料分野の拠点形成

- ・ 分野横断的な新しい材料科学としての拠点形成への重点的な取り組み
- ・ 基礎から応用に向けた研究段階ごとの特性に応じ、材料研究者が役割分担し、最終的な成果を目指す府省・産学官連携体制の整備

#### 【ナノバイオテクノロジー・生体材料領域】

連携体制の整備

- ・ 学問領域の融合と産学連携の推進に資するネットワーク型の研究体制の構築による基盤的な研究体制作り（国際的に開かれた体制）
- ・ 産学官連携・学際研究体制の一層の推進
- ・ 継続的なバイオ関連ベンチャー企業の支援

- ・事業化を見据えて臨床での有効性や安全性の評価ができる医師・工学研究者等の育成
- ・臨床研究促進体制の整備など制度面の課題の解決等の着実な実施

## 【推進基盤領域 及び ナノサイエンス・物質科学領域】

### 研究開発拠点形成

- ・拠点ネットワークおよび中核的拠点構築予算の充実化
- ・継続運営のためのマッチングファンド奨励、課金制度の定着、海外研究機関への開放
- ・ナノテクネットワークの設備・装置の最新型への更新と質の高い維持・管理の実現（人材確保と資金面での継続的な対策）

### 産学官連携

- ・異分野融合、産学官連携を促進する現行システムの評価・分析を行い、研究拠点と人材育成を連動させた国際的な新しい産学官連携システムの府省連携による構築

### ファンディング制度

- ・基盤となる基礎研究や観測技術の研究者に対し、適切な評価を行った上で継続的に研究資金が得られるような、長期的視点に立った仕組みの構築

### 責任ある研究開発促進（社会受容）

- ・有害性研究をリスク評価研究へと繋げていく仕組みの構築
- ・関係省庁の連携によるナノマテリアルのリスク評価・管理手法の研究推進とリスクガバナンスについての検討及び国際的な議論の状況を関係者へ情報提供する仕組みの構築

### ナノサイエンス

- ・長期的視点に立った研究開発支援の仕組みの構築
- ・尊敬されるナノサイエンス、役に立つナノテクノロジー、統合ナノ科学技術、ナノ支援体制の確実な推進

### 国家基幹技術

- ・X線自由電子レーザー（XFEL）については、広い分野からの利用促進と装置の性能を生かした戦略的な課題の設定

以上

## 1. 近年の情勢

世界的課題である気候変動問題が大きくクローズアップされ、温室効果ガスの排出量を大幅に削減することが国際社会において喫緊の課題。米国は2005年比2020年で14%削減、欧州は1990年比2020年で20%削減という目標。我が国は平成21年6月頃に中期目標を策定する方針。

- ・ 「環境エネルギー技術革新計画」(平成20年5月19日：総合科学技術会議)
- ・ 「低炭素社会づくり行動計画」(平成20年7月19日閣議決定)において、「環境エネルギー技術革新計画」に示された技術ロードマップ等に今後5年間で300億ドル程度投入
- ・ 原油価格は金融危機に端を発して下落傾向。「世界エネルギー見通し」2008年版によれば、2030年には1バレル=120ドル(2007年実質ドルベース)を超えると想定。
- ・ 我が国においては、省エネルギー分野では、ハイブリッド自動車や電気自動車等の次世代自動車への取組が加速し、再生可能エネルギー分野では、太陽光発電の導入目標の大幅な拡大、原子力分野では着実な推進、国産エネルギーとして期待できるメタンハイドレートの開発によるエネルギーセキュリティの一層の向上を図る必要がある。

オバマ新大統領が「New Energy for America」を掲げ、クリーンエネルギーに今後10年間で1500億ドルを投資し、輸入石油を減らし、2015年までに100万台のプラグイン・ハイブリッド車を走らせ、発電量に占める再生可能エネルギーの比率を2012年までに10%、2025年までに25%を達成し、温室効果ガスを2050年までに1990年比で80%削減する目標。

## 2. 現状における課題や問題点

### 【研究開発】

#### <原子力>

- ・ 次世代軽水炉については、2年間のF Sの成果を踏まえ、2030年前後からの既設軽水炉の代替需要をにらみ、世界市場を視野に入れて早期に研究開発を進める必要がある。
- ・ 国の地層処分政策として、処分事業推進に向けた取組の強化が急務であり、その一環として、深地層の研究施設等の広報面での活用が重要な課題。
- ・ 高速増殖炉サイクル技術の実用化には、高速増殖原型炉「もんじゅ」の運転を通じて信頼性等を実証するとともに、高い経済性や安全性等を達成するための革新的な技術を開発し国際標準となる設計を提示することが必要。

#### <再生可能エネルギー、水素/燃料電池>

- ・ 太陽電池については、一層のコスト低減を可能とする省シリコン系や全くシリコンを使用しない非シリコン系太陽電池の研究開発が重要。
- ・ 太陽熱温水器について、効率のよさ、省エネポテンシャルの大きさ等に鑑みて、改めて普及促進の施策を講ずることが重要。
- ・ 風力発電については、陸上風力の導入支援、洋上風力などの新技術の研究開発が必要。
- ・ 燃料電池自動車では信頼性、耐久性の向上及び低コスト化、定置用燃料電池システムで

は耐久性向上、低コスト化及び更なる性能向上が必要。

< 化石燃料 >

- ・ 二酸化炭素回収・貯留（CCS）事業の実証にあたっては、規制や基準を整備するとともに国民に広く理解が得られるような活動が必要。

< 電力供給、電力貯蔵、運輸部門 >

- ・ 現在のリチウムイオン電池は、理論値より現状値が低く、性能が飛躍する可能性がある。充放電反応状態でのミクロレベルでの反応メカニズムの解明等の基礎的技術が重要。
- ・ 超電導については、イットリウム系のみならず鉄やビスマス系など将来のブレイクスルーを期待しつつ、候補となる材料の研究を併行して進めることが必要。
- ・ 分散型電源の増加に対応したスマートグリッドなどの新たな電力系統制御技術に取り組むことが必要

< 民生部門 >

- ・ 高効率な空調・給湯・照明機器などの省エネ機器をモデル的に導入していくことが必要。

< 運輸部門 >

- ・ リチウムイオン電池については上述参照。次世代自動車の普及拡大に向けては効率的なインフラ整備が不可欠であり、電気自動車と充電器間の通信方式やコネクタなどは個々に検討されており、世界各国の自動車に対応するためには国際的な標準化が重要。

【推進方策】

< 成果の還元 >

- ・ 技術開発のみならず、普及のための政策面でのバックアップが重要。普及のメカニズムは新技術の開発と同時に最初から意識しておくべき。円滑な成果の受渡しが行われているか、チェックすべきではないか。特にエネルギー分野ではインフラ整備が重要。

< 科学技術システムの強化 >

- ・ 将来の日本の人口減少が避けられない中、エネルギー分野の研究者・技術者の人材育成・技術継承を継続的に産学官連携して取り組んでいくべきではないか。
- ・ 基礎から応用へ、基礎から実用化へというこのつなぎについて基礎研究が基礎研究で終わらないように続けることが必要。
- ・ 安易に戦略がぶれるべきでないが、「低炭素社会づくり行動計画」（平成20年7月閣議決定）などの諸般の情勢変化に応じて、新たな研究開発目標の設定など、分野別推進戦略を機動的に見直すことも必要ではないか。

< 研究開発プロジェクトの効率的かつ効果的实施 >

- ・ 国際協力できる範囲が限定的であるとともに、協力に対する期待と開発競争と表裏であることが多いことから、過去の成果を踏まえた上で、事業ごとに効果や意義を検討することが重要ではないか。

### 3. 対応方針

#### 【研究開発】

##### <原子力>

- ・ 次世代軽水炉については、官民一体となった本格開発に向けた取組のための実施体制を早期に構築することが望まれる。
- ・ 今後、研究開発の本格化に伴い多額の研究開発資金が必要になる高速増殖炉サイクル技術については、事業の必要性・重要性等を精査した上で研究開発スケジュールを策定することが望まれる。
- ・ 原子力発電に係る事業については、国民に広く理解が得られるよう、広聴・広報活動を関係各機関と協力し、充実することが望まれる。

##### <再生可能エネルギー、水素 / 燃料電池>

- ・ 太陽電池や水素 / 燃料電池に関しては、新規材料の開発によるブレイクスルー（高性能化）のためには、基礎的な視点に立ち返った新規材料探索の取り組みや、材料設計の新しい基礎・基盤技術確立に繋がる分子・原子レベルでの現象解明が必要であり、文部科学省や大学、経済産業省など連携して推進することが望まれる。
- ・ 太陽熱利用については、関係府省連携して、普及促進策を講じることが望まれる。
- ・ 風力発電については、陸上風力と洋上風力の研究開発を行い、その動向等を踏まえ、経済産業省と環境省は将来の導入規模等、シナリオを策定することが望まれる。

##### <化石燃料>

- ・ 二酸化炭素回収・貯留技術（CCS）については、国民に広く理解が得られるよう、広聴・広報活動を関係各機関と協力し、充実することが望まれる。

##### <電力供給、電力貯蔵、運輸部門>

- ・ 蓄電池や超電導に関しては、新規材料の開発によるブレイクスルー（高性能化）のためには、基礎的な視点に立ち返った新規材料探索の取り組みや、材料設計の新しい基礎・基盤技術確立に繋がる分子・原子レベルでの現象解明が必要であり、文部科学省や大学、経済産業省など連携して推進することが望まれる。
- ・ スマートグリッドなどの新たな系統運用制御技術により、変化する電力システムにおいて低炭素化、コスト低減、電力品質の維持・向上などの機能向上がはかれるよう解析し、技術開発を推進することが望まれる。

##### <民生部門>

- ・ 民生部門からの二酸化炭素の排出量が増大している一方、戦略重点科学技術である「エネルギーの面的利用で飛躍的な省エネの街を実現する都市システム技術」への取組が弱いと見られるため、環境モデル都市などと連携しながら導入実証に向けて、関係各省連携して積極的に推進していくことが望まれる。

##### <運輸部門>

- ・ 蓄電池については上述参照。次世代自動車および関連インフラの技術は、電気自動車用

急速充電器など日本が先行している分野であり、国際標準を確立し我が国の国際競争力を向上するため、関係府省が連携して積極的に推進していくことが望まれる。

#### 【推進方策】

##### < 成果の還元 >

- ・ エネルギー分野ではインフラ整備が重要であること、開発から普及まで長期にわたる取組が必要であること等を鑑み、実証事業や普及にあたっては環境モデル都市などの取組を関係府省が連携し、積極的に支援することが望まれる。

##### < 科学技術システムの強化 >

- ・ 小中学校から「ものづくり」や「科学技術」への好奇心を抱かせ、広い視野を持たせる理科教育の充実が望まれる。
- ・ 原子力や資源開発などの工学系のみならず社会科学分野(リスクコミュニケーションや税制などの)の研究者を産学官連携しながら充実させていくことが望まれる。
- ・ 新しい触媒や材料など基礎・基盤的技術については、文部科学省(JST)と経済産業省(NEDO)などの研究資金配分機関は連携を強化すべきである。また、異分野融合を促進していくことが望まれる。
- ・ 「低炭素社会づくり行動計画(平成20年7月閣議決定)など諸般の情勢変化に応じて、新たな研究開発目標の設定など、分野別推進戦略を機動的に見直すことが望まれる。

##### < 研究開発プロジェクトの効率的かつ効果的实施 >

- ・ ITERのみならず、次世代太陽光発電やCCSなどに代表される革新的技術の開発については、国際協力を積極的に推進していくことが望まれる。

## 要約版（ものづくり技術分野における現状と対応方針）

ものづくり技術PTでは、日本のものづくりの「強み」「弱み」を抽出し、「人材」「中小企業」「環境・資源」「すり合わせ・作り込み」「製品企画」）それに基づいて、現状における認識、対抗方針などの議論を行った。現状分析と今後の対応についての要約は以下の通りである。

### 1、近年の情勢

この3年間で、海外の状況としては、世界的な不況、発展途上国の躍進、資源、食料価格の乱高下などの大きな変化があり、また国内に目を向けるといわゆる2007年問題等、輸出産業を主とした製造業の不振等、本分野を取り巻く状況は非常に厳しく変化してきている。

昨年来の米国発の金融危機に端を発した世界同時不況により、米国・欧州・アジア等全世界の実体経済に深刻な影響が出ている。当初は、我国への影響は比較的軽いと言われていたが、我が国のものづくりの中核をなす自動車、電機産業を中心にした組立産業、素材産業は非常に厳しい経済状況に見舞われている。その結果、事業の大幅な再編や雇用吸収力の低下が顕在化し、優れた技術・技能伝承を目的にした定年後の再雇用等で、当面の「2007年問題」を克服しようとしてきた企業にも重大な影響を与えている。我が国の各種産業においても、2008年以降はマイナス成長へと推移しつつあり、ものづくり基盤技術の一端を担っている中小企業でも受注が激減し、技能者・技術者の雇用の確保が困難な状況となっており、また、倒産・廃業も急増しており、今後のものづくり技術に対して深刻な影響が懸念される。中国、韓国、台湾等の東アジア諸国のものづくり技術力向上が進み競争力が一段と強化されてきているほか、BRICs諸国、東欧諸国の世界市場参入による競争の激化が進んできている。

発展途上国の急成長に伴い、環境、資源問題に世界的な関心の広がりが見られ、材料、燃料、希少金属等の資源価格の高騰など我が国のものづくりに与える影響が懸念される。欧州諸国をはじめとした国々において環境規制や企画が採用されつつある。

### 2、現状における課題や問題点

#### 【人材分野】

小中が高段階での理数系教育の減少、大学・大学院におけるものづくり系学科・専攻の減少、企業内教育の減少などものづくり人材の育成を取り巻く状況は厳しくなっている。また、ものづくり分野では2007年問題が叫ばれ

るようになって久しい。技能伝承、人材育成に対する取組が引き続き必要である。

#### 【中小企業分野】

中国をはじめとしたアジア諸国の台頭により、日本国内での量産品の加工は困難になってきており、より付加価値の高い製品とその加工技術が求められている。中小企業に顕著に見られる傾向として、IT化によるビジネスインフラの構築が海外よりも遅れていると言える。

#### 【環境・資源分野】

世界人口の増大、産業の拡大は地球資源の枯渇、環境汚染といった深刻な影響をもたらしている。環境問題は、温暖化対策、大気汚染など、我が国だけの対策では不十分であり、地球規模からの対応は不可欠となってきた。

#### 【すり合わせ・作り込み分野】

グローバル競争が更に激化する今後においては、日本人のものづくりの強みの一つといわれる「すり合わせ・作り込み」の構築努力を怠る現場は、すりあわせ型製品での競争力を急速に失うことが予想される。日本企業の多くがこの岐路に立っていると言える。

#### 【製品企画分野】

日本型ものづくりの特徴として付加価値をとることが弱いことが挙げられる。今後、BRICS諸国、ASEAN諸国、東欧諸国などの世界市場への参入による国際競争激化が予想され、日本型ものづくりにおいて、付加価値をとることが課題となっている。

### 3. 対応方針

#### ①「強み」をより強くする方策

##### 「すり合わせ・作り込み」について

「すり合わせ・作り込み」は決して日本固有の物ではなく、ものづくり現場の「統合型組織能力」を地道に鍛え、能力構築を続けた企業のみが持ちうる要因でもある。今後もすり合わせ型製品に置いて競争力を保つためには、現場の組織力を高めることが必要である。

現在のような不況の時期には、特に中小企業において、現場力を維持する事が大変なため、大企業の団塊の世代の技術者を、中小企業の現場へと「ものづくりインストラクター（現場改善の先生）」として地域や産業、企業をこえて展開するような取組も産学官連携で取り組む必要があると言える。こうすることで技術者（技術）の海外流出を防ぐという側面も考えられる。

##### 省エネ・リサイクル技術について

我が国の環境・資源に対する技術は世界で最も進んでいるレベルにあると

位置づける事が出来る。リサイクルに関しても世界の最先端である。

今後はこの優位性を生かし、限りある資源に対応したリサイクルが必要になってくる。また、資源・環境・エネルギーの話は地球的な視野に立ち、日本の環境技術を輸出するといった取組も非常に重要な考え方になってくると思われる。

### **中小企業について**

中国の台頭などで、国内では量産品の確保が困難になってきており、高付加価値製品とその加工技術が強く求められてきているなどの状況の変化が見られる。産学官連携による基盤技術の高度化への支援、知的財産やノウハウへの戦略的取組、中小企業同士による企業間連携、川上と川下産業のマッチングの場を拡大すること、などが求められる。地域や中小企業のニーズに基づいた技術者の研修や、経営者の経営力の強化、後継者の育成強化なども必要と思われる。

## **( ) 「弱み」を克服する方策**

### **ものづくり人材について**

ものづくり技術立国を再確認し、その考えに基づいた戦略的な人材育成が必要である。小中学校での理科系教育、工業高校、高等専門学校、大学における、特に基盤技術教育への継続的な支援等が重要である。また、職業能力開発大学校、地方の職業能力大学校の更なる活用、大企業と中小企業の連携した人材育成なども必要と思われる。

### **付加価値の高い製品企画について**

日本のものづくり技術の技術力の高さは世界トップクラスであるが、全体的な傾向として、諸外国に比べて「付加価値」をとることが弱い、という特徴がある。

今後は、ひとつずつの「もの」よりはシステム全体の「もの」に価値があるかどうか等の視点、組み込みソフトの改善等、市場ニーズにあった製品企画力の向上等が必要である。また、イノベーションを誘発・促進するための環境整備なども必要と思われる。

## 1. 近年の情勢

### 局地的大雨・集中豪雨対策に関する緊急性の高まり

#### [ 国際 ]

- 2005 年（平成 17 年）8 月 / 9 月のハリケーン・カトリーナ / リタ、2007 年（平成 19 年）11 月のサイクロン・シドル、2008 年 5 月のサイクロン・ナルギスなどによる大規模な高潮被害が発生。
- IPCC 第 4 次評価報告書が公表され、大雨の頻度はほとんどの陸地において増加していると指摘。

#### [ 国内 ]

- 平成 20 年、兵庫県神戸市都賀川の急な増水（7 月 28 日）、東京都豊島区下水道管内の急な増水（8 月 5 日）、愛知県岡崎市（8 月 28 日）等の集中豪雨による災害が発生。
- 平成 20 年 3 月に竜巻注意情報の提供が開始、平成 21 年度には 5 分毎の観測を開始予定。

### 地震災害対策に関する緊急性の高まり

#### [ 国際 ]

- 2004 年（平成 16 年）スマトラ島沖地震（死者 20 万人以上）、2008 年（平成 20 年）中国四川省の内陸地震（死者 8 万人以上）など、甚大な被害を伴う大規模な地震が発生。

#### [ 国内 ]

- 平成 18 年 4 月、中央防災会議は「首都直下地震の地震防災戦略について」を決定し、その中で「今後 10 年間で死者数（想定）を半減」等の目標を掲げた。
- 平成 18 年 8 月、緊急地震速報の先行提供が特定の事業者等に対して開始、平成 19 年 10 月には一般提供が開始。
- 「実大三次元震動破壊実験施設（E-ディフェンス）」を用いる研究が開始。

### テロ・犯罪防止に対する緊急性の高まり

#### [ 国際 ]

- 2006 年度（平成 18 年度）の世界における非戦闘員をターゲットとしたテロ発生件数は約 1 万 4 千件、死者数 2 万人以上と公表。

#### [ 国内 ]

- 一般市民の身近な環境での凶悪事件が依然として多発しているほか、情報環境を悪用したサイバー犯罪などが発生している。また、新型インフルエンザなど感染症への懸念、毒性の高い異物混入を契機とした食の安全に対する不安の高まりなどにより、生活に身近なところで不安の広がりが指摘されている。
- 平成 19 年度から、科学技術連携施策群「テロ対策のための研究開発 - 現場探知システムの実現」のプロジェクトが開始。

国土の管理・保全に対する緊急性の高まり

[ 国際 ]

- 米国では、人命に関わる落橋事故が発生。

[ 国内 ]

- 高度成長期に大量に整備した社会資本全体について、今後、急速な高齢化が予想され、既設構造物の維持管理・更新への支障が懸念されている。
- 「長期優良住宅」の普及や都市の再生に向けた技術開発が進められている。

道路交通事故に対する緊急性の高まり

[ 国際 ]

- 近年、「DARPA Urban Challenge」コンペティションの開催など、車両制御・センサ・通信などの技術で自動走行車両の性能向上を図る開発が進められている。

[ 国内 ]

- 平成 20 年度からは、ITS（高度道路交通システム）に関する社会還元加速プロジェクトが開始。

人材育成について

- 理学系の学部では、新しい学問領域への研究者のシフトが進み、基盤的講座の存続が危ぶまれるものも現れている。

地理空間情報活用推進について

- 平成 19 年 8 月に「地理空間情報活用推進基本法」が施行されるとともに、地理空間情報の活用の推進に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るため、平成 20 年 4 月に「地理空間情報活用推進基本計画」が閣議決定。

## 2. 現状における課題や問題点

集中豪雨の頻発・激化への対応

- 局地的大雨や集中豪雨等、短時間で急激に変化する小スケールの気象現象の実態把握や予測をより正確に行なうため、降水強度の推定手法の開発が必要。
- 河川の氾濫に至るまでの中で、被害を最小限に抑えるためには、水位観測所が未整備の河川についても洪水の発生を予測するための技術開発が必要。
- 東京都豊島区で下水道工事の事故が発生したように、局地的大雨において下水道管に雨水が急激に流入する場合の安全対策が重要。
- 不特定多数の人に確実に情報を伝えていくには、府省庁の連携体制を構築し、体系化されることなく混在している多種多様な警報システムの統合が必要。

地震調査・観測の進展に対応した防災・減災対策

- 内陸の活断層、ひずみ集中帯や海域の活断層について、基礎的情報が十分に整備されておらず、未知の部分が多い。
- 地下構造が複雑な首都直下地震については、地下の震源断層の形状を把握し、当該地域で発生し得る地震動の特性の解明が望まれている。
- 技術の効果と限界を国民のニーズに照らして利活用する観点から、地震動予測地図等の分野における研究開発の一層の推進が必要。

犯罪防止・捜査支援のための研究開発の強化

- 国民意識の変化等により、聞き込み等の捜査活動への協力確保が困難になっている。
- 社会経済のグローバル化により現場に残された犯人の遺留品についてその出所を確認して割り出す等の、いわゆる物からの捜査が難しくなっている。
- 振り込め詐欺やフィッシング詐欺等、匿名性が高い犯罪が増加。

#### 既存の社会基盤施設の維持・管理

- 亀裂や腐食等、目視不可能な損傷を効率的かつ確実に探知する技術が望まれている。
- 劣化予測技術の向上のため、個々の劣化メカニズムの解明と共に、実際の構造物の長期挙動観測などによるデータの蓄積が必要。
- 高齢化が進むインフラを如何に効率的に維持管理していくかが課題。

#### 道路交通事故の削減

- 安全不確認、脇見運転、動静不注視等のヒューマンエラーが重要な課題。
- 歩行中の高齢者や高齢運転者への対策が求められている。

#### 人材育成について

- 幅広い視野と技術を持ち、全体を俯瞰的に眺められる人材が望まれている。
- 国や自治体の行政では、科学技術と制度の双方を理解する人材が必要。

### 3. 対応方針

#### 集中豪雨の頻発・激化への対応

- 数値予報における予測モデルの高度化技術やデータ同化技術、定量的な確率予報のためのメソアンサンブル予報技術の一層の推進が必要。
- 水位観測所が未整備の川については、レーダー雨量データや河川の流下能力データをもとに洪水の発生を予測する手法の確立が必要。
- 都市型洪水への対応として、地方公共団体による貯留浸透施設、排水施設の強化等によるハード対策や、内水ハザードマップ等の災害情報の公表によるソフト対策に加えて、関係住民による各戸貯留浸透施設の設置等の取り組みの強化が必要。
- 災害・被災情報を収集する技術、分析・共有する情報処理エンジンなどの技術、さらに途絶しない通信技術の研究開発の一層の推進が必要。

#### 地震調査・観測の進展に対応した防災・減災対策

- 「沿岸海域の活断層」「短い活断層」「地表面に現れていない断層」に対する総合的な調査・評価が重要。
- 発生確率の高さや発生した場合の社会的・経済的影響を考慮した戦略的な地震調査研究の実施が必要。
- 地震現象の総合的理解のために火山研究の強化が必要。
- 地震動と被害の関係を科学的に十分に解明することが不可欠。

#### 犯罪防止・捜査支援のための研究開発の強化

- 精度が高く効率的な異同識別のために、関連分野技術を迅速に応用するための研究や、より科学的で簡潔な鑑定手法の開発に関する研究の推進が必要。
- 食の安全問題や毒物混入への対応として、想定外の毒物等を一齐にスクリーニングする技術の開発にも取り組んでいくことが必要。
- 防犯カメラ等の科学技術の活用により検挙率の向上に努めるとともに、防犯ボラン

ティアといった抑止対策の推進も重要。

#### 既存の社会基盤施設の維持・管理

- 劣化データを長期的に計測・蓄積し、戦略的な取り組み・体制構築が求められる。
- 施設群としての劣化傾向を示す指標の開発が必要。
- 研究や予防保全措置を企画立案に反映し、かつ維持管理の必要性を国民にわかりやすく説明することが必要。

#### 道路交通事故の削減

- ITS を活用し、交差点での進入車の有無や、見通しの悪い道路の前方での渋滞状況等を予めドライバーに情報提供し、ドライバーの安全性向上を図ることが必要。
- 走行条件、運転者の特性を分析することにより、運転中のストレス、居眠り、不適切な認知判断の発生メカニズムに係る基礎研究の推進が必要。

#### 人材育成について

- 日本に需要や現場がない分野は、積極的に海外に行き、実務経験を積む。
- 危機管理講座のような履修者の少ない講座に関しては、大学間で単位の共通化を図り、特定の大学にいろいろな企業や大学から人が集まる仕組み作りが必要。

## 1. 近年の情勢

・国内におけるフロンティア分野に関連した法整備、基本計画等の策定

[国内]

- ・海洋関係では、我が国の海洋関連施策を集中的かつ総合的に推進することを目的として、平成19年7月に「海洋基本法」が施行され、平成20年3月に「海洋基本計画」が閣議決定された。さらに、メタンハイドレート及び海底熱水鉱床の実用化に向けた探査・技術開発等の具体的な計画を定めた「海洋エネルギー・鉱物資源開発計画」が策定され、平成21年3月に総合海洋政策本部会合にて了承された。
- ・宇宙に関して、平成19年8月に衛星測位と地理情報システムに係わる施策を総合的かつ計画的に推進することを目的として、「地理空間情報活用推進基本法」が施行され、平成20年4月に「地理空間情報活用推進基本計画」が閣議決定された。
- ・さらに平成20年8月には、宇宙の利用と産業の国際競争力強化等を理念とする「宇宙基本法」が施行された。これを受け、平成21年5月には、「宇宙基本計画」が策定される予定である。

・宇宙科学や深海掘削等を通じた科学的発見、知的探求拡大に向けた取組

[国内]

- ・月周回衛星「かぐや」による月の起源解明等に貢献する新しい知見や、太陽観測衛星「ひので」による、太陽の活動や磁場構造等に関する観測に対して、国際的に高い評価を得た。
- ・国際宇宙ステーションにおける我が国の実験棟が設置され、有人宇宙活動技術の蓄積とともに、高真空・微小重量実験や宇宙・地球環境の観測等を通じた新たな科学的発見が期待される。
- ・地球深部探査船「ちきゅう」により、地球内部構造、地殻内生物圏及び地球環境変動の解明を目的とした科学掘削が実施され、新たな発見がなされた。また、世界最高レベルのブイや観測船などによる海洋観測を国際共同で実施した。
- ・「地球シミュレータ」により先端的な海洋・大気変動モデルを用いた研究が推進され、「気候変動に関する政府間パネル」(IPCC)第4次評価報告書作成へ貢献した。

・研究開発中心の時代から、宇宙利用の拡大や産業の国際競争力強化を目指す方向へ

[国際]

- ・世界の宇宙開発の状況が近年急速に変化。世界各国がし烈な宇宙開発競争を展開し、多様化。軍事利用等を通して、衛星の先進技術開発が進み、アンカーテナンシーとして国が積極的に利用することにより、信頼性・コストの改善が図られている。
- ・米国におけるGPSシステムの近代化に向けた取組とともに、ロシアのGLONASS計画や、欧州のGALILEO計画の他、中国やインドなどにも独自の衛星ナビゲーションシステムの開発の動きがある。
- ・高解像度の地球観測画像が膨大なアーカイブとして管理され、農業や都市計画、安全保障分野等に広く活用されている。
- ・世界気象機関(WMO)等が策定した世界気象監視計画の下、世界の6機の静止気象衛星と数個の極軌道気象衛星による観測網を構成している。
- ・海底の油田・ガス田の開発が行われており、北・南米や西アフリカ沖では2000mを

超える大深度での開発が進められている。

- ・ 近年の資源高騰や資源ナショナリズムの台頭といった状況の中で、各国において、海洋エネルギー・鉱物資源の開発の動きが活発化。
- ・ 従来なかなか難しいと考えられてきた深海資源探査開発の事業化に、速いスピードで取り組もうとの動きがある。
- ・ 海洋は地球的規模の自然現象に深く関わっており、自然災害や地球温暖化などの環境問題のメカニズムの解明等のため、全地球的な海洋の観測や研究が求められる。

[ 国内 ]

- ・ 陸域観測技術衛星「だいち」等、我々の生活に密着した実利用実証衛星が相次いで打ち上げられ、大きな成果をあげている。
- ・ 民間移管後の H- A ロケット打上げに 3 回連続で成功し、初期運用段階における世界水準を超える成功率を達成した事も踏まえ、韓国の衛星打上げ輸送サービスを受注した。また、商業衛星の面でも、国産標準衛星バスを活用し、海外からの次期通信衛星を受注した。
- ・ 我が国の気象衛星「ひまわり」によって得られた気象情報は、日本国内のみならず、東アジア・太平洋地域の各国に提供されている。
- ・ 世界初のライザー式科学掘削船である地球深部探査船「ちきゅう」が、日米主導の統合国際深海掘削計画 (IODP) の主力船として、海底下の探査を実施した。
- ・ 有人潜水調査船「しんかい 6500」が持つ潜水能力 (水深 6500m) や、深海巡航探査機「うらしま」が持つ連続長距離航走記録 (317km) は今なお世界一を誇り、無人探査機の分野でも世界をリード。
- ・ 「海洋基本計画」において、メタンハイドレート及び海底熱水鉱床については、今後 10 年を目途に商業的な採掘、採取を実現するという目標が出された。
- ・ (財)プロジェクト産業協議会が民間産業 50 数社が参加する海底資源産業化研究会立ち上げるなど、海底熱水鉱床開発を端緒とする海洋新産業創出を推進する動きがある。

## 2 . 現状における課題や問題点

【宇宙領域 (人工衛星の開発・利用)】

- ・ 我が国における宇宙関連ビジネスの総額は 6 兆円規模であり、宇宙利用先進国であるとされる。しながら、ビジネスに用いられている測位衛星や地球観測衛星の保有・運用は海外の政府・企業にほぼ依存するなど、衛星の運用、商業衛星の製造という面では、欧米の後塵を拝している。
- ・ この原因としては、我が国の衛星開発が、これまで技術試験衛星などの先端技術開発や技術実証に重点を置いてきたことや、国際競争入札による海外企業との競合等があげられている。
- ・ 一方で近年、国産標準衛星バスや地球センサーや太陽電池パドル等、技術試験衛星等における開発実績を踏まえ、海外から受注を得ている例が多々あり、産業界と連携し、先端技術開発を国際競争力強化に結び付けることが重要である。
- ・ 国で開発される研究開発衛星については、機能・性能の面で優れているものの、信頼性・コストの面で実用衛星との間に乖離がある。産業界からは、アンカーテナンシーとして国が先端技術や標準バスを優先的かつ継続的に使用し、軌道上実績を増やすことで、信頼性・コストの改善に対する期待が大きい。
- ・ 国が開発する地球観測衛星について、データの継続性を重視し、継続的な運用によるデータ蓄積に対する要望が強い。また、衛星観測データの取り扱いには専門的な知識が必要であり、一般ユーザーへの利用が広がっていない。

### 【海洋領域（海洋のエネルギー・鉱物資源開発）】

- ・ 海洋エネルギー・鉱物資源を広域かつ効率的に探査するために必要な技術開発の推進を図ることが必要。
- ・ 「ちきゅう」の技術を大水深の科学掘削と同時に、水深海域における在来型資源の探査・開発にも活用して行くことが重要である。
- ・ メタンハイドレートに関しては、賦存状況の把握のための調査とともに、より長期にわたり安定的な生産量を確保するための陸上産出試験や、周辺海域での産出試験、生産に要するエネルギーを低減しエネルギー収支を改善するための対策、総合的な経済性の評価、生産に伴う環境影響評価技術の確立等が課題である。
- ・ 海底熱水鉱床については、海底資源採掘の経済的な見通しを立てるために必要な、厚さ方向の情報がまだ得られていない。また、開発にあたって独自の製錬法が必要であり、その他、採掘法、揚鉱法など、経済性を判断するにあたって、確立しておかなければならない技術も多い。さらに、開発に伴う熱水系生物群集の保護などの問題、環境への影響の評価技術の確立等も課題。
- ・ 将来の商業化に向けた賦存量調査や、採掘技術等の技術開発プログラムを策定し、その達成に向けた産学官の連携体制を構築することにより、着実な進展を図ることが課題。

### 【技術人材育成】

- ・ 国の研究機関が国家戦略を実現するにあたり、ミッションの立案からフェージビリティ・スタディを経て事業計画に結びつけるために、従来の技術主体に加えて、経済的・社会的な素養をもち、論理的に判断できる人材の確保が求められている。
- ・ 今後一層の産業化を進展させるためには、研究と実業をつなぐ、産業化を担う技術人材の育成が求められている。
- ・ エンジニアの継続的な確保が質・量ともに課題である。エンジニアの人材育成に一番良い方法は、プロジェクトを通して特にシステム開発の上流工程を経験させる事であるが、フロンティア分野では、事業規模が大きい等の理由から、長期にわたり計画的に人材育成を行う事が困難。
- ・ フロンティア分野における研究者・技術者を、将来に亘って、質・量ともに確保するためには、次世代を担う青少年等へのアウトリーチ活動が重要。小中高校生等を対象として、実験教室や出前講座など、フロンティア分野に関する正しい知識と理解を深められるような取組が必要。

## 3. 対応方針

### 【宇宙領域（人工衛星の開発・利用）】

- ・ 衛星システム開発全般
  - ）衛星の実利用に向けた研究開発と、利用のプライオリティの明確化
- ・ 研究開発衛星と実利用衛星の間を埋める対策が必要であり、実利用化を見通した低コスト化・高信頼性化を図る努力が必要である。そのためには、短期的および中長期的な開発時期を明確化し、機器の国産開発・海外調達の違いも含めた長期ビジョンの策定に向け、開発側のみならずユーザーも含めて検討を行なう必要がある。
- ・ 中長期的に見れば、利活用を促進し、環境分野など日本が世界に貢献できる分野において積極的な国際展開を図るためにも、設計段階から利用に係るプライオリティを明確化したうえで、センサーや通信の性能を最大限発揮できる衛星システム設計

を行う事も重要であり、また、表面上のスペックよりも利用者の使いやすさを考慮した衛星開発が求められる。

） 共通バスの継続的利用

- ・ 今後の小型衛星開発計画も踏まえつつ、ユーザーニーズに即した、長期間にわたって使い続けられるような衛星共通バスを開発するとともに、定期的な開発による性能向上およびバージョンアップが必要。
- ・ 小型衛星のバスを活用した、即応性の高い衛星の開発手法も必要である。

） 技術開発の継続性

- ・ データ形態の一貫性や観測の継続性を持たせた長期的データ提供を担保することで、利用ユーザーの定着を図る必要がある。さらに、利用ユーザーのニーズを次号機の仕様へ反映させ、利用と開発のサイクルを繰り返す体制を構築する必要がある。

） 民生部品、新規開発機器の軌道上実証

- ・ SDS や SERVIS の軌道上実証衛星等により、民生部品や新規開発機器の軌道上実証機会の確保を促進しその成果を普及する必要がある。
- ・ 戦略部品の国産化を図るとともに、ミッションに対応して部品プログラムの柔軟な適用を取り入れる必要がある。

） 国家インフラを構築する基幹要素としての整備

- ・ データアーカイブやデータ中継衛星等について、国家インフラを構成する基幹要素との認識にたつて、国家戦略に基づき整備を行なう必要がある。

． センサー開発

） SAR 及び光学センサー

- ・ SAR 衛星について、利用目的に係るプライオリティを明確化したうえで、海外との相互補完も考慮しつつ、戦略的に周波数を選択していくことが必要である。
- ・ 光学センサーについては、利用価値を高めるため、解像度の向上を図る必要がある。衛星画像データの利用、配付に係るセキュリティについて、体制面・技術面双方の観点から検討を行う必要がある。

） その他の観測センサー

- ・ 地球環境変化のモニタリングや予測、および気象観測等の分野において、様々なセンサーに対するニーズがあり、これらの計画的な研究開発を進める必要がある。

． 運用体制

） 画像処理技術の向上および情報蓄積基盤とデータハンドリングシステムの整備

- ・ 観測センサーのデータを、ユーザーが必要とする時にすぐに利用できるようなデータアーカイブを、ニーズの高いデータを優先しつつ早急に構築し、ユーザーに提供すべきである。その際、既存のアーカイブをグリッドで双方向に結合した水平分散型のネットワークの構築についても考慮が必要である。
- ・ 地球観測衛星データの付加価値を高める画像処理技術の向上や、アプリケーションの開発、データ同化手法の開発等が必要である。
- ・ 迅速に観測データを入手できる仕組み、さらには解析ツール、アプリケーションのオープンソース化により、高次処理を手軽に行うための整備が必要である。

## 【海洋領域（海洋のエネルギー・鉱物資源開発）】

． 推進方策

） 国が担うべき役割

- ・ 賦存量・賦存状況をより広域で効率的かつ正確に把握するため、国として探査技術の開発を加速させることが重要である。
- ・ 採掘・揚鉱システム、製錬技術等の開発を行うとともに、商業規模での生産システ

- ムの設計や経済性評価、環境影響評価手法の確立を行う必要がある。また、より高度な資源探査のため、センサー技術や探査機等に関する技術開発を行う必要がある。
- これらの取り組みについて、省庁連携に加えて、関連する技術・ノウハウを有する民間企業との積極的な連携を図り、海洋基本計画に定められた目標を達成することが必要である。
    - ）資源賦存状況に見合ったシステム作り
  - 対象とする鉱床ごとに、それぞれの賦存状況に見合った技術開発課題を明らかにして、技術開発や探査・開発のシステムを構築する必要がある。
    - ）海外との連携と独自技術
  - 個別の技術に関して、海外との比較優位性や、技術の重要度やニーズ等を勘案し、海外と連携すべき領域と、独自技術を開発すべき領域とを整理することが必要である。
    - ．海底熱水鉱床
      - ）より高度な調査手法の活用検討
  - 対象海域の広さや海底熱水鉱床の活動状況等に応じて、より効率的な探査を行う必要がある。
    - ）調査技術(リモートセンシング技術、コア取得技術等)
  - 活動を停止した海底熱水鉱床(埋没した鉱床を含む)等の鉱床を広域かつ効率的に探査するために必要な技術を確認していく必要がある。
  - 詳細な海底下構造を立体的(垂直方向)に把握し、鉱床の賦存量を高精度で効率的に把握することが必要である。
  - 50～100m程度の間隔でボーリングをして、資源量を詳細に把握することが必須である。そのためには、深海用ボーリングマシンの改良研究や、コアの回収率を高めるための技術開発が必要である。また、ボーリング孔間隔の適正設定、掘削速度、掘削深度能力の向上も課題である。
    - ．メタンハイドレート
      - ）回収技術の確立とより長期にわたる産出試験の実施
  - 回収にかかるエネルギーをできる限り小さくするなど、更なる回収技術の改良と技術の確立が必要である。
  - 安定的に十分な量を採取するために、最適な回収方法の研究を続ける必要があるとともに、より長期にわたる産出試験を行い、連続産出における障害が無いこと等を確認する必要がある。

## 【技術人材育成】

- ．フロンティア分野特有技術の習得機会の向上
- 各要素技術に加えて、全体を統合して機能させるためのシステム総合工学を習得する機会が必要である。
- 理学・工学に加えて、経済や法律、政治等といった人文社会学等も含めた、より幅広い総合人材教育を行う必要がある。多様な実務経験を通して幅広い素養を習得する等の育成プログラムを充実させる必要がある。
- 衛星や深海探査機等から得られた、様々なデータの利活用技術の高度化を担う人材の育成など、宇宙基本計画や海洋基本計画等の国家戦略を実現するための、実学的な人材育成の促進が必要である。
  - ．技術継承のための長期にわたる事業計画の策定
- エンジニアの育成においてはプロジェクト経験を積ませる事が効果的であるため、このような技術継承の観点からも、国としての長期にわたる事業計画の策定が求め

られる。また最終的には、産業規模が拡大し、国の研究開発プロジェクトのみならず、産業界自らが実施する事業において技術継承が達成される姿が目標であることから、国で開発した基盤技術を積極的に移管する等、産業振興を促進する取組が求められる。

- ・ 技術の成果が社会に展開される仕組みを念頭に置いた研究開発がなされる組織作りが重要であり、研究・開発・製造・普及を横通しで見ることができる人材の育成が必要である。
  - ． 外部機関等との連携によるトップレベル人材育成の体制構築
- ・ 工学・理学に限らず、生命科学など、技術の幅が広いいため、関連機関や大学との連携を強化し、国の「知」を有効活用することが求められる。
- ・ 宇宙や海洋の利活用を拡大していくためには、利用者・研究者のコミュニティを形成し、ボトムアップによる事業計画立案を行なう事が重要である。