

研究計画・評価分科会各委員会における 推進方策について

目 次

- 防災科学技術に関する推進方策(中間報告)..... 1
- 環境エネルギー科学技術に関する推進方策(中間報告).....23
- 「新たなライフサイエンス研究の構築と展開」 第4期科学技術基本計画
におけるライフサイエンス研究の基本的方向 (中間取りまとめ)(平成
21年12月7日ライフサイエンス委員会(抄)).....43
- 情報科学技術に関する推進方策(中間報告).....49
- 航空科学技術に関する推進方策(中間報告).....69
- 原子力科学技術に関する推進方策(中間報告).....71
- ナノテクノロジー・材料科学技術の研究開発方策について<中間取りまと
め>73
- 安全・安心科学技術に関する推進方策(中間報告).....103

防災科学技術に関する推進方策（中間報告）

平成 23 年 9 月

防災科学技術委員会

防災に関する研究開発の推進方策の概要

I. 基本認識

東日本大震災の教訓

- 東北地方太平洋沖地震により甚大な被害が発生し、浮き彫りになった**海域の観測網の不足、想定を超える災害への対応の不備、都市型災害の顕在化**等の教訓について、科学的に検証し、自助、共助、公助の密接な連携により、社会防災力の向上を目指す

基本目標

- ① 基本的な社会の機能が適切に維持されるように社会にとって重大な影響を持つリスクに対する予防力を高めること
- ② 予防力を超える被害は避けられないとの前提の下、被害からの社会の回復力を高めること

第4期科学技術基本計画

- 東日本大震災を踏まえ、将来にわたる成長と社会の発展を実現するための**主要な柱のひとつとして「震災からの復興・再生の実現」**を位置づけ
- 中長期的に目指すべき国の姿を掲げ、科学技術政策を推進
- 目指すべき国の姿の実現に対応して我が国が直面する重要課題を設定

防災分野における研究開発の現状と課題

- 防災分野における研究開発の現状
 - ・ 一定の成果をあげてきたものの**想定を超える災害に対して不十分**
- 防災科学技術推進にあたっての課題
 - ・ **低頻度巨大災害への対応（最大規模の推定、津波災害等）**
 - ・ **長周期地震動への対策（継続時間の長い地震動）**
 - ・ **都市防災対策（液状化、ライフライン等）**
 - ・ **複合災害への対応（地震と噴火が同時発生した場合等）**

II. 推進すべき研究開発課題

1. 社会の防災力の向上のための研究開発
 - (1) 災害に対して物理的環境を強くするための研究開発
 - ・ **耐震性、耐津波性をはじめとする自然災害に対する耐性向上のための研究開発、適切な退避・避難行動の判断に資する建物や施設等の危険度予測システムの構築** 等
 - (2) 災害に対して社会・人を強くするための研究開発
 - ・ **大きな揺れが襲来する直前の退避行動に資する緊急地震速報のさらなる高度化、適切な避難計画や業務継続計画の策定に資する研究、防災教育の普及・高度化のための研究** 等
 - (3) リスクを知り予測するための研究開発
 - ・ **ハザードからリスクへの変換手法の高度化など被害予測の高度化のための研究、被害状況を把握して被害の推移を予測するシステムの研究** 等
 - (4) ハザードを知り予測するための研究開発
 - ・ **地震、津波、火山、気象など災害につながる自然現象の観測の高度化と観測データのデータベース化、災害につながる自然現象のメカニズム解明** 等
2. 地球規模の問題解決への貢献
 - (1) 地域の安定成長に貢献する防災科学技術の国際展開
 - (2) 国際共同研究の推進

III. 推進にあたっての重要事項

1. 総合科学技術としての展開
2. 地域の特性に応じた研究開発の促進
3. 他府省やユーザ等との連携及び情報や成果の共有
4. イノベーション創出等につながる人材育成及び普及・啓発活動の充実
5. 国際展開・貢献の推進
6. 基礎研究の振興及び研究開発基盤の整備
7. 他の計画等との連携

社会防災力の向上

防災に関する研究開発の推進方策について

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33

I. 基本認識

1. はじめに
2. 第4期科学技術基本計画における推進方策の位置付けについて
 - (1) 第4期科学技術基本計画の方向性
 - (2) 第4期科学技術基本計画における基本理念
 - (3) 我が国が直面する重要課題への対応
3. 防災分野をとりまく状況について
 - (1) 防災分野における研究開発の現状
 - (2) 最近の主な自然災害の状況
 - (3) 防災科学技術推進にあたっての課題
4. 推進方策の基本方針

II. 推進すべき重要研究開発課題

1. 社会の防災力の向上のための研究開発
 - (1) 災害に対して物理的環境を強くするための研究開発
 - (2) 災害に対して社会・人を強くするための研究開発
 - (3) リスクを知り予測するための研究開発
 - (4) ハザードを知り予測するための研究開発
2. 地球規模の問題解決への貢献
 - (1) 地域の安定成長に貢献する防災科学技術の国際展開
 - (2) 国際共同研究の推進

III. 研究開発を推進するにあたっての重要事項

1. 総合科学技術としての展開
2. 地域の特性に応じた研究開発の促進
3. 他府省やユーザ等との連携及び情報や成果の共有
4. イノベーション創出等につながる人材育成及び普及・啓発活動の充実
5. 国際展開・貢献の推進
6. 基礎研究の振興及び研究開発基盤の整備
7. 他の計画等との連携

防災に関する研究開発の推進方策について

I. 基本認識

1. はじめに

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震は、その規模がきわめて大きく、巨大な津波等により広範囲にわたって甚大な被害を引き起こし、閣議により東日本大震災と命名されるとともに、我が国の災害史上初めて災害対策基本法に定める内閣総理大臣を本部長とする緊急災害対策本部が設置された。

被災地域の人々にとっては現在も被害が継続している状況に加え、この震災は我が国の社会に深刻かつ広範な影響を及ぼしており、しかもこの状況は今後しばらくの間続くものと予想され、国は総力を挙げて復旧・復興に取り組んでいる。

今回の地震では、①海域での地震観測網の整備が進んでいないことに加え、通信回線の途絶等により津波の高さ等の正確な情報がリアルタイムで把握できなかったこと、②想定を超える規模の災害への対応が国や自治体等において検討されていなかったこと、③地震・津波・液状化等による被害が広範囲にわたって複合的に発生するとともに、情報通信及びライフラインが長期間途絶したり、原子力発電所の事故も発生するなど広域複合災害への備えが乏しかったこと、④首都圏における長周期地震動による被害の発生や大量の帰宅困難者・大渋滞・液状化現象・停電など都市特有の多くの課題が顕在化したこと等、多くの防災上の課題や教訓が浮き彫りとなった。

国は、今回の地震により浮き彫りとなったこのような深刻な課題や教訓について、科学的に検証し、自助、共助、公助の密接な連携によって災害の軽減に向けて社会の防災力を向上させることを目指し、今世紀前半にも発生が予測されている東海・東南海・南海地震および首都圏直下の地震による被害の大幅な軽減のため、防災分野の研究開発を強力に推進していかなければならない。

2. 第 4 期科学技術基本計画における推進方策の位置付けについて

推進方策は、我が国の科学技術基本計画に基づき、文部科学省として進めるべき課題の重要事項等を示すもの。

(1) 第 4 期科学技術基本計画の方向性

第 4 期科学技術基本計画は、これからの 10 年を見通した今後 5 年間の科学技術に関する国家戦略として、「新成長戦略～『元気な日本』復活のシナリオ～」を科学技術、さらにはイノベーションの観点から幅広く捉え、この新成長戦略に示された方針をより深化し、具体化するとともに、今回の震災からの復興、再生、災害対応の強化等に関わる政策を幅広く含め、他の重要政策との一層の連携を図りつつ、我が国の科学技術政策を総合的かつ体系的に推進するための基本的な方針を提示するもの。

今回の大震災を踏まえて見直しされた第 4 期科学技術基本計画においては、最も重要な目指すべき国の姿として「将来にわたる持続的な成長と社会の発展の実現」を設定し、成長と社会の発展を実現するための 3 つの主要な柱として「震災からの復興、再生の実現」、「グリーン・イノベーションの推進」、「ライフ・イノベーションの推進」を位置づ

1 け、科学技術イノベーション政策を戦略的に展開する、としている。

2 3 (2) 第4期科学技術基本計画における基本理念

4 科学技術は、我が国の豊かさや人々の安全な暮らしの実現、経済をはじめとする国力
5 の基盤の構築に資するとともに、知のフロンティアを切り拓き、我々人類の直面する課
6 題の克服に貢献するための有力な手段となるもの。

7 その意味で、科学技術政策は科学技術の振興のみを目的とするものではなく、社会及
8 び公共のための主要な政策の一つとして、経済や教育、外交、防災、安全保障等の重要
9 政策と有機的に連携しつつ、我が国がどのような国として存立するか、さらに世界とど
10 のように共生していくかという我が国の将来の姿、あるいはアイデンティティの実現に
11 つながるもの。

12 このため、第4期科学技術基本計画では、我が国が中長期的に目指すべき大きな目標
13 として以下の5つの国の姿を掲げ、科学技術政策を推進。

- 14 ①震災から復興、再生を遂げ、将来にわたる持続的な成長と社会の発展を実現する国
- 15 ②安全、かつ豊かで質の高い国民生活を実現する国
- 16 ③大規模自然災害など地球規模の問題解決に先導的に取り組む国
- 17 ④国家存立の基盤となる科学技術を保持する国
- 18 ⑤「知」の資産を創出し続け、科学技術を文化として育む国

19
20 5つの国の姿を実現するため、第4期科学技術基本計画では①「科学技術イノベー
21 ション政策」の一体的展開、②「人材とそれを支える組織の役割」の一層の重視、③「社
22 会とともに創り進める政策」の実現を、今後の科学技術政策の基本方針として設定。

23 24 (3) 我が国が直面する重要課題への対応

25 我が国の重要課題としては、震災からの復興、再生に向けた取組が最も重要かつ喫緊
26 であり、将来にわたる持続的な成長と社会の発展を実現するため、「震災からの復興、再
27 生の実現」、環境・エネルギーを対象とする「グリーン・イノベーションの推進」、医療・
28 介護・健康を対象とする「ライフ・イノベーションの推進」を主要な柱として位置づけ、
29 科学技術イノベーション政策を戦略的に展開。

30
31 上記の主要な柱以外にも、我が国は、巨大地震や津波等の今後発生し得る自然災害か
32 ら人々を守り、より安全・安心な生活を実現することなど多様な重要課題に直面してお
33 り、これまでの重点推進4分野及び推進4分野に基づく研究開発の重点化から、重要課
34 題の達成に向けた施策の重点化へ、方針を大きく転換。

35 重要課題達成のための施策の推進としては、目指すべき5つの国の姿の実現に対応す
36 る形で、国として取り組むべき重要課題を設定し、その達成に向けて重点的に推進すべ
37 き研究開発をはじめとする関連施策の基本的方向性を提示。

38 39 3. 防災分野をとりまく状況について

1 (1) 防災分野における研究開発の現状

2 第2期の防災に関する研究開発の推進方策は、「防災に関する研究開発基本計画」（平
3 成5年12月）を基礎として、阪神・淡路大震災（平成7年1月）、三宅島噴火（平成
4 12年7月）等の教訓を踏まえ、防災関係機関等へのヒアリング等に基づき、7つの重点
5 研究開発領域と5種類の防災への活動プロセスに分類された重要研究開発課題を提示し、
6 防災への研究開発を推進してきた。

7 第3期においては、その後の社会の変化等を踏まえ、第2期の推進方策を修正する形
8 で、9つの重点研究開発領域と5種類の防災への活動プロセスに分類された重要研究開
9 発課題を提示し、防災への研究開発を推進してきた。

10 この間、全国地震観測網や実大三次元破壊実験施設（E-defense）の整備等により防災
11 に関する各種の研究開発が行われ、これにより、全国地震動予測地図の作成、緊急地震
12 速報の実用化、耐震化の促進等の成果が創出されてきた。また、デジタルデータによる
13 災害情報の共有体制の整備が始まったほか、MPレーダによる集中豪雨の監視等も実用化
14 段階に入った。

15 しかしながら、今回の東日本大震災を経験して、これまで進められてきた①地震、集
16 中豪雨などハザードが発生するメカニズムの正確な把握、②それに基づく災害の長期的、
17 短期的予測、③的確な事前対策の推進、④災害発生後の応急対応、⑤災害からの復興と
18 いう各局面における研究開発は、一定の成果を上げてきたものの、想定を超える災害に
19 対しては依然として不十分であったと言わざるを得ない。

20
21 (2) 最近の主な自然災害の状況

22 ①地震災害

23 ・東日本大震災

24 東北地方太平洋沖地震の規模（マグニチュード9.0）は我が国観測史上最大で、
25 それに伴う津波を中心とした甚大な被害は戦後最大。特に、低頻度巨大災害に対す
26 る脆弱性が顕在化。また、遠く離れた首都圏や関西地方でも長周期地震動や液状化
27 の影響。

28 ・内陸直下型地震

29 内陸直下型地震については、活断層による地震や震源が特定しにくい地震など近
30 年大きな災害が発生。主なもので、平成19年能登半島地震、平成19年新潟県中
31 越沖地震、平成20年岩手・宮城内陸地震等が発生。

32 岩手・宮城内陸地震では、我が国での観測最高加速度である4022galの地震動が
33 観測された。

34 ②火山災害

35 ・霧島山新燃岳

36 霧島山新燃岳の比較的大規模な噴火が発生（飛行制限や土石流などの被害の発生
37 が懸念されている）。

38 ・東北地方太平洋沖地震に伴う活動

39 東北地方太平洋沖地震に伴い各地で火山活動が活発化。

1 ③豪雨・台風・水害

2 ・台風・前線による豪雨

3 平成21年の中国・九州北部豪雨、台風9号、台風18号、平成22年の鹿児島
4 県奄美地方における大雨、梅雨前線による大雨等により深刻な被害が発生。

5 ・局地的集中豪雨

6 平成20年の東京都雑司ヶ谷での管渠工事中の事故や、神戸市灘区の都賀川水難
7 事故を引き起こした豪雨等、局地的集中豪雨（ゲリラ豪雨）が頻発。

8 ④雪害

9 ・平成17年12月からの大雪等（平成18年豪雪）

10 全国的に低温大雪となり、雪氷災害では戦後2番目(152名)の犠牲者が出た。

11 ・平成22年11月からの大雪等

12 雪氷災害についても、平成22年11月から翌年1月にかけての山陰地方を中心と
13 した豪雪災害（犠牲者131名）をはじめ、局所的な豪雪災害が頻発。

14 ⑤海外の災害等

15 海外に目を向けると、自然災害の増加や地球温暖化等による地球規模での問題が
16 深刻化。

17
18 (3) 防災科学技術推進に当たっての課題

19 東日本大震災の最近の災害状況を踏まえ、委員からの意見を集約し、今後重点的に取
20 り組むべき課題を提示。

21 ・低頻度巨大災害への対応（最大規模の推定、津波災害等）

22 東北地方太平洋沖地震による想定を超える深刻な被害を踏まえ、広域巨大災害への対
23 策が喫緊の課題。国家に深刻な影響を及ぼすような広域巨大災害については、最悪の事
24 態を想定して防災研究に取り組むとともに、災害時に社会が適切に機能することと被災
25 後の速やかな復旧・復興を可能とするための研究開発を統合的に進める必要。

26 また、こうした巨大災害は低頻度で発生するため、災害の伝承等が風化しやすいとい
27 う特性を持つ。そこで、各地域に残されている人文・社会科学的史料や地形・地質学痕
28 跡を徹底的に洗い出し、過去の被害の履歴や既往最大の災害事象、その地域特有の災害
29 像を明らかにした上で、それに基づき、地域の被害を最小にするという観点から防災科
30 学技術を推進していくというアプローチも必要。

31 このためにはまず、東日本大震災の全容とその後の復興までの過程を解明し、総括す
32 ることが不可欠。

33 ・長周期地震動への対策

34 長周期地震動については、高層階ほど揺れが大きくなり被害も大きくなると予想され
35 るが、まだライフラインの機能低下や住民の避難等が十分に検討されていない。東北地
36 方太平洋沖地震により、遠く離れた首都圏や関西地方でも長周期地震動の影響があつた
37 ため早急な検討が必要。

38 ・都市防災対策（液状化、ライフライン等）

39 東北地方太平洋沖地震により、首都圏でも液状化被害や交通網の麻痺、帰宅困難者の

1 発生など、都市特有の被害が発生。さらに極端気象の影響を受け、都市型豪雨、都市型
2 水害等のリスクも増大している。そのため、複合災害の発生リスクも高まっている。こ
3 れら都市災害については、いまだ詳細な災害メカニズムの解明がなされておらず、発生
4 した場合の被害の甚大さを考慮すると、早急な解明が必要。

5 ・観測網の充実（海域、精度・機能の維持、火山等）

6 災害につながる自然現象（地震、火山、気象等）の振る舞いを捉える観測網の充実、
7 堅牢化、高度化が必要。

8 特に、現在の地震観測網では、マグニチュード9クラスの即時把握ができなかった、
9 広域巨大災害時に観測精度や機能が維持できなかった等の課題が顕在化。これらの課題
10 の徹底した総括にもとづき津波観測網を含め、海域での観測網や火山の観測体制はさら
11 なる強化が必要。

12 ・関連機関の相互バックアップ体制（ハード・ソフト両面で）

13 災害につながる自然現象の観測網やデータ解析施設等について、複数の機関による相
14 互バックアップ体制が取られていない。ハード的に強くすることには限界があるため、
15 ハード・ソフト両面で相互バックアップ体制の構築が必要。

16 ・災害発生予測の高度化

17 東北地方太平洋沖地震における災害の様相は想定を大きく超えていたことを踏まえ、
18 地震のみならず各種の災害予測の高度化が必要。また、その前提となる自然現象の発生
19 メカニズム解明や予測の高度化等の基礎研究を進めることが必要。

20 ・地震・火山をトータルに考えた研究も推進

21 東北地方太平洋沖地震の発生後、我が国の火山活動が活発化しており、我が国周辺の
22 プレート構造や運動を広く踏まえた地震と火山の連動を詳細に研究する必要。

23 ・災害に対する基準（ハード・ソフト等）や目的等の合意形成（想定的前提、対策の前提、
24 想定や対策の合意形成の在り方等）

25 東日本大震災は、予想をはるかに超える災害に対して現在の防災技術に限界があるこ
26 とを示した。これは、地震に限らず、巨大自然災害においては、建物や施設等に被害が
27 発生するリスクを社会は受容しなければならないことを示している。このため、防災対
28 策や減災対策を行うに当たって、リスクをどのように評価し、総合的に地域の防災力を
29 向上させて行くかのルールを科学的に検討することが必要。

30 ・複合災害への対応（複数の災害が同時に起こった場合の対応体制等）

31 同一地域に異なる災害が同時発生する場合の災害予測や、そうした複合災害への対応
32 の在り方についての検討や研究を行うことが必要。

33 ・社会全体として防災力向上に関する研究

34 これまでの防災対策は、各分野毎にそれぞれの基準を満たすことで防災対策が進めら
35 れてきたが、今後は、社会全体としての防災力の向上という視点で分野横断的な研究を
36 進めることが必要。特に、次の海溝型地震対策に向けた地域の防災力向上が国家的には
37 喫緊の課題。

38 ・災害復興における「地域の歴史・文化」の考慮

39 災害からの復興では単に防災力の向上にとどまらず、地域の歴史や文化を踏まえた復

1 興を進めることが必要。

2 ・社会の変容、脆弱性の変化に伴う災害の発生に関する研究

3 我が国は人口減少段階に突入し、都市部における社会基盤やライフラインの急速な老
4 朽化を迎えようとしている。それでも都市域の密集化及び人口の過密化が進展しており、
5 これに伴い、災害に対する脆弱性の増大、地方における過疎化の進行による防災力の低
6 下等が指摘されている。特に、大都市近郊の海岸部の津波に対する脆弱性が顕在化。

7 少子高齢化、人口減少、都市部への人口の集中という社会情勢の中、都市・地域の脆
8 弱性が変化してきていることを踏まえ、これまで以上に理学・工学的な防災研究を着実
9 に推進するとともに、我が国の経済圏内での自然災害発生による経済的・社会的被害連
10 鎖を考慮しつつ、巨大災害時の国の経済・社会をいかに維持していくかについての減災
11 研究を、社会実装まで見据えて、各分野の連携を図りながら強力に推進していくことが
12 必要。

13 ・人間・社会側の検討を強化（広域巨大災害における適時的確な資源投入）

14 施設や設備の耐災性の向上には限界があるため、災害時に社会が適切に機能したり、
15 人間が一人ひとりで危険を回避する行動や支援する行動を取ることで被害の軽減に
16 つながるよう、人間や社会側の対応力を考慮した減災研究を行うことが必要。

17 ・基礎的データの収集

18 災害現象のメカニズム解明のためには、基礎的データの収集・整理が必要。

19 ・情報共有（ハザードマップの浸透、巨大地震直後における政府の情報管理体制等）

20 防災・減災に関する情報の共有により、関係機関が連携した事前対策の策定が可能と
21 なり、また、災害発生時の各機関が収集する情報の共有が生み出す状況認識の統一によ
22 って、災害時の応急対策や効率的な復旧・復興を効率的に行うことが可能となる。この
23 ような情報共有を実現するためには、関係機関や一般からの情報を平時においても災害
24 時においても円滑に収集・統合・集約・発信するための仕組みの構築が必要。そのため、
25 国として統合情報基盤の構築と、それを社会の各階層が活用可能なシステムを整備する
26 ことが必要。

27 ・防災リテラシーの向上（防災教育、人材育成）

28 災害時には的確で迅速な災害対応を行う必要がある。その中核となる地方公共団体や
29 NPO の職員等に対し、その地域の特性に応じた防災科学技術について、十分な知識の普
30 及を図るとともに、自然災害に対して、国民一人ひとりが、事前の準備や災害発生時の
31 行動における適切な対応を身につけることが被害軽減に効果的であることを踏まえ、時
32 間と場所に応じた適切な防災教育が十分かつ継続的になされることが必要。

33 ・地震以外の自然災害への対応

34 これまで、自然災害に関する対策は、地震対策を中心に進められてきたが、近年さま
35 ざまなハザードによる災害が発生している。例えば、地球温暖化による台風の巨大化へ
36 の懸念が拡大し、竜巻、ゲリラ豪雨の頻発化等の傾向。それに伴い風水害・土砂災害に
37 よる犠牲者の割合が継続的に高い水準で推移するなど、看過できない状況。また、豪雪
38 も頻発化しており、毎年の雪氷災害による犠牲者の割合も継続的に高い水準で推移。津
39 波被害についても、国内外で予想以上の被害が発生。そこで、どのようなハザードにも

1 対応できる地域の防災力向上を目指したリスクマネジメントアプローチの採用が必要。
2 また、火山研究分野等これまで国としてプロジェクトの推進が不十分であった分野につ
3 いては、研究者の育成・確保と分野ごとの適切な研究体制の維持を図っていくことが課
4 題。

5 ・国際展開・貢献

6 地球温暖化等の自然環境の変化に伴い、自然災害の規模と様相が変化してきている。
7 それに伴う地球規模での問題が深刻化しつつあり、防災科学技術における我が国の先進
8 性を活かした国際的な共同研究の推進等が求められている。我が国は、これまで多くの
9 災害を経験してきたことから災害に関する知見が豊富であり、発展途上国への防災分野
10 での援助や災害からの復興支援を行うことで世界の国々に貢献してきた。このように世
11 界をリードしている防災科学技術は外交上も重要な要素であり、国益にもつながること
12 から世界を視野に入れた総合的な防災科学技術の推進が必要。

13 さらに、留学生や研修生の受け入れの拡大により、防災科学技術の国際的な普及の促
14 進が図られる等大きな効果が期待できるが、受け入れの枠が少ないなどの課題が存在。
15

16 4. 推進方策の基本方針

- 17 ○ 防災科学技術の最終目的は、災害から国民の生命と財産を守るとともに、災害に強い
18 社会づくりに貢献すること、すなわち「社会防災力の向上」であり、その実現のために
19 必要な科学技術を推進していくことが重要。その際、自助、共助、公助の取組が実効的
20 かつバランスよく適切に実現されることを目標に防災科学技術を推進することが必要。

21 これまで特定のハザードに対する単一の被害想定を前提とした防災対策が主として講
22 じられてきていたが、その想定を超える災害に対する対策をあらかじめ用意しておく必
23 要性が明らかとなった。また、そのような特定のハザードに対する特定シナリオに基づ
24 く防災対策の存在が、「万全の備えができています」という過度の安心感を住民に与えてい
25 たことも被害の拡大につながった一因である。このようなことから、想定を超える事象
26 にも対応できる社会の実現や、被害を被っても早急な回復が可能な社会の実現が必要不
27 可欠である。つまり、蓋然性の高いハザードシナリオに抗するだけの強い予防力を備え
28 るだけでなく、想定を超える災害時にも適切に機能する社会、被害を受けた後の早期回
29 復力を備えた「しなやかな (resilient)」社会の実現が必要。
30

- 31 ○ 推進方策の策定に当たっては、上記を踏まえ、「基本的な社会の機能が適切に維持され
32 るように社会にとって重大な影響を持つリスクに対する予防力を高めること」と「予防
33 力を超える被害は避けられないとの前提の下、社会の早期復旧・復興を可能とする被害
34 からの回復力を高めること」を2つの基本目標として掲げ、そのために必要な防災科学
35 技術を推進するという姿勢を基本とする。

36 (基本目標)

- 37 ① 基本的な社会の機能が適切に維持されるように社会にとって重大な影響を持つリ
38 スクに対する予防力を高めること
39 ② 予防力を超える被害は避けられないとの前提の下、社会の被害からの回復力を高

めること

このような基本目標を達成するためには、2つの基本目標毎にそれぞれの課題解決に向けたアプローチをそれぞれ高度化するとともに、地域の特性を踏まえた上で、それらを適切に組み合わせることにより最適な防災・減災対策が実現できるような防災科学技術を推進することが必要である。

- 「社会にとって重大な影響を持つリスクに対する予防力の向上」のためには、社会を構成する基盤（器）である建物や構造物、ライフライン（「物理的環境」）の強化がこれまでも増して重要であり、引き続き最新の知見を踏まえて、耐震技術の向上をはじめとする防災技術を高度化していくとともに、「人」が災害時に適切な退避行動や避難行動を取ることができるよう、人間の心理や行動を踏まえた研究、すなわち、災害時の人間の危機回避能力向上のための研究、さらには、災害時の「社会」の機能が適切に維持されるような、自治体の体制の在り方、組織の事業継続計画（BCP）、信頼性の高い通信網などの実現のための研究が必要。
- 「社会の回復力向上」のためには、まず、震災直後の混乱期から復旧・復興に至る災害過程において発生する社会・経済的影響、土地利用計画上の問題等、時間軸に沿った災害現象の変遷とその発生メカニズムを解明する必要がある。また、ライフラインの被害検知等の災害状況把握、住民の避難救護、災害発生後に最低限復旧すべきライフライン、道路、橋梁の選定、効率的な資機材、人員等の配備・供給のための情報の収集・統合・集約・共有による「状況認識の統一」と、効果的な後方支援施策を実現する総合的災害時意思決定に関する研究など、応急・復旧等の活動の実行能力向上に資する研究や災害発生前に復旧復興戦略、復興計画を策定する過程で必要となる企画・計画能力の向上に資する研究を行う必要がある。さらに、社会の回復力向上に資する体系的な防災教育の推進、自治体職員の災害時対応能力の向上のための研修・訓練、防災文化・防災ボランティアの育成等の推進が重要。
- その際、社会の防災力向上のための研究を進めるに当たっては、社会を構成する「物理的環境」とその物理的環境の中で形成されている「社会」及びその構成員である「人間」について、外的要因であるハザードがもたらす影響に関して、時間的経緯を軸として、「事前」、「最中」、「事後」に分け、それぞれに対して講じ得る対策に関して実施すべき研究を整理・分類して推進することが適切。なお、火山噴火のように「最中」が長期化し「最中」と「事後」が並行する場合もあることを念頭に置く。
- また、東北地方太平洋沖地震により想定を超える災害が発生したが、上記の研究や防災対策を行うに当たっては、想定を超えることもあり得ることを念頭に置きつつ、災害シナリオを設定することは必要不可欠。その合理的なシナリオ設定を行う際には、正確なリスク評価・予測を行う必要がある、そのためには正確なハザードの像・メカニズム

1 を知る必要がある。なお、ハザードとなる自然現象のメカニズムの解明については、知
2 のフロンティアの部分であることに留意。

3
4 ○ 以上のようなことを踏まえ、本推進方策のⅡ章においては、社会の防災力の向上を
5 実現するため、「環境」、「社会・人」、「リスク」、「ハザード」それぞれについて、ハザード
6 の「事前」、「最中」、「事後」に対応する防災科学技術に関する推進すべき重要施策を整
7 理するとともに、社会問題化している地球規模の問題の多くが、自然災害を直接または
8 間接の引き金としている事実を踏まえ、防災・減災対策を通じた地球規模の問題解決へ
9 の貢献を加え、推進すべき重要研究開発課題の主要な柱として以下の通り分類・整理し、
10 推進を図ることとする。また、Ⅲ章においては、Ⅱ章の重要施策を推進していく上での
11 配慮事項として、研究開発を推進するにあたっての重要事項を整理した。

12
13 （推進すべき重要研究開発課題の主要な柱）

14 1. 社会の防災力の向上のための研究開発

15 （1）災害に対して物理的環境を強くするための研究開発

16 （2）災害に対して社会・人を強くするための研究開発

17 （3）リスクを知り予測するための研究開発

18 （4）ハザードを知り予測するための研究開発

19 2. 地球規模の問題解決への貢献

20
21 なお、本推進方策は、大規模な自然現象に付随して発生する重大な事故に対しても、共通
22 する事項として参考になると考える。

1 II. 推進すべき重要研究開発課題

2 1. 社会の防災力の向上のための研究開発

3 (1) 災害に対して物理的環境を強くするための研究開発

4 我が国の社会資本・設備の自然災害に対する予防力は決して十分であるとは言い難く、
5 特に、大規模自然災害発生時においても有効に機能する社会資本・設備の整備やそれらの
6 ネットワーク機能の維持が不可欠。そのための機能維持性能の向上を実現する研究開発は
7 国民の財産や人命に対する安全保障を確保し、さらに地域の安定した成長にも寄与するた
8 め、強力に進めていくことが必要。

9 災害に対して強くすべき環境としては、建物、構造物、施設、地盤等があり、以下のよ
10 うな研究を行うことが必要。

11 ①予防力の向上のための研究

12 (事前) 建物、構造物、施設、地盤等の耐震性、耐津波性をはじめとする自然災害に
13 対する耐性向上のための研究開発が必要。建物内の家具や設備等の設置方法や固定手法
14 など安全な空間を創出する手法の研究開発が必要。

15 また、東北地方太平洋沖地震発生後に、基地局の被災やアクセスの集中等により情報
16 通信ができない状況が続き、安否確認や災害応急対応に大きな支障を来したことから、
17 今後、災害に強い情報提供インフラの研究開発を行うことが必要。

18 さらに、東北地方太平洋沖地震により、震源地から遠く離れた浦安市等東京湾臨海部
19 および河川の沖積地においても深刻な液状化現象が発生した。このように、これまで想
20 定していない都市の脆弱性が顕在化していることを踏まえ、液状化予測手法の高度化を
21 進めることが必要。

22 (最中) ハザードの最中には、建物がどのような被害を受けるのか不明なため、どの
23 ような行動を起こしていいか不明な状況となる。したがって、適切な退避・避難行動を
24 とるための判断ができるよう、建物や施設等の危険度予測が可能なシステムの構築が必
25 要。

26 (事後) ハザードが収まった後、引き続き建物や施設が使えるか否かを判定する必要
27 があるが、被害認定を行う判定士の数も限られていることから、被害判定迅速化に資す
28 る研究開発を行う必要。

29 ②回復力の向上のための研究

30 (事前) 事前の復旧・復興戦略の策定、復旧・復興活動に関する研修・訓練手法に関
31 する研究が必要。

32 (最中) ハザード時に操業・運転の緊急停止に活用するなどリアルタイムモニタリン
33 グ情報の利活用に関する研究が必要。また、大きな揺れが襲来する直前の退避行動によ
34 り命が守られるケースが多いことから、緊急地震速報のさらなる高度化が必要。

35 (事後) 建物や施設等の被災した部分を早期に復旧できるよう、予め被災する部分が
36 特定できるような建築手法等の開発や、被災後の早期再生の仕組みの研究を進めること
37 が必要。

38 (2) 災害に対して社会・人を強くするための研究開発

1 社会防災力の強化を行う上では、予防力の向上を目指した防災対策だけでなく、事前の
2 準備として、災害発生時の行動における、適切な対応を身につける防災教育や、一元的に
3 必要な災害情報を収集できるシステムなど、広範な減災対策が重要である。

4 特に、地域に根ざした防災担当者の人材育成において積極的に活用されるよう、最先端
5 の観測技術、高精度な予測技術、高度化した防災・減災技術等を効果的に展開・普及する
6 必要があり、また大規模災害時の人命確保と社会の致命的損害の回避には、効果的な災害
7 対応策立案に役立つリスク情報と発災後の迅速な災害状況認識の統一が重要であり、そ
8 のための総合的な災害情報システムの構築や、発災後の社会・経済活動継続を支援するシ
9 ステムの構築の推進が不可欠である。

10 なお、災害に対して社会を強くしていくに当たっては、上記のようなシステムの構築の
11 みならず、実際の災害時に必要な活動が円滑に行われる必要があり、このためには、適切
12 な防災教育等に基づき防災に関する行動が適切に誘導されること、その前提として、コミ
13 ュニティにおける信頼や規範、ネットワークなどのソーシャルキャピタルが醸成されてい
14 ることが重要である。

15 災害に対して社会・人を強くするためには以下のような研究が必要。

16 ①予防力の向上のための研究

17 (事前) 大きな揺れが襲来する直前の退避行動により命が守られるケースが多いこと
18 から、緊急地震速報のさらなる高度化が必要。

19 その他、適切な避難や業務継続のための BCP 等の計画策定に資する研究や、防災教育
20 の普及・高度化のための研究、土地利用・都市計画研究、ハザードマップ研究、具体的
21 行動指針の研究、計画策定に資する合意形成のための研究、コミュニティにおける信頼
22 や規範、ネットワークなどのソーシャルキャピタル醸成のための研究等を進めることが
23 必要。

24 (最中) 発災時の警報伝達、情報処理、状況把握、対応体制、住民参画や合意形成の
25 在り方に関する研究、防災に関する行動を適切に誘導するための研究、適切な退避行動
26 実現に資する研究等が必要。また、ハザードの低減が確認された場合、適切に避難解除・
27 規制解除の判断に資するシステムの研究が必要。

28 ②回復力の向上のための研究

29 (事前) 的確で円滑な災害対応の促進のため、災害対応にあたる国や地方公共団体、
30 その他防災関係機関の職員及び組織の能力向上に資する研究が必要。一方で、一人ひと
31 りの市民が自立的に再建、あるいは回復をなし得るような能力向上のための研究が必要。

32 (最中) 初動対応のための即時状況把握、対応体制の研究が必要。

33 (事後) 復旧・復興期における情報伝達、状況把握、資源配分、対応体制の在り方
34 に関する研究等が必要。速やかな復旧・復興の実現のため、応急・復旧・復興支援シス
35 ム、広域支援システム研究、官民の様々な資源や知識、人手を最適に派遣・動員・活用
36 できるような資源活用システムの研究、災害時のマイクロメディアの研究、災害記録ア
37 ーカイブに関する研究が必要。

38 (3) リスクを知り予測するための研究開発 (災害発生予測の高度化)

1 効果的・効率的な防災・減災対策の大前提として、様々な自然災害の予測研究の精度向上を推進する必要がある。現状を的確に把握し、近い将来発生が予想される様々な災害を高精度に予測することは極めて重要である。観測データを用いたシミュレーション等により、被害軽減に直結する自然災害の即時予測の高度化を推進するとともに、自然災害が拡大する要因等も踏まえ、防災性向上への実効性を十分に認識しつつ自然災害の予測研究を推進することが必要。

7 災害のリスクを高精度に把握・予測するためには、以下のような研究が必要。

8 ①予防力の向上のための研究

9 (事前) ハザードからリスクへの変換手法の高度化やデータの高精度化等被害予測の高度化のための研究、マルチハザードによる被害予測の研究等が必要。

11 (最中) 瞬時に被害状況を把握し、その直後の被害予測に迅速にフィードバックするシステムの研究が必要。

13 (事後) 実被害把握システムの研究、予測されたリスクと実際の被害との比較を通して被害予測の高度化へフィードバックするような研究が必要。

15 ②回復力の向上のための研究

16 (事後) 次の災害リスクを最小にするような復旧・復興計画策定のための研究が必要。

18 (4) ハザードを知り予測するための研究開発 (観測基盤・基礎研究の強化)

19 防災・減災技術の高度化、予測技術の高度化を進める上で、様々な自然災害の観測基盤・基礎研究の強化は必須である。様々な自然現象の継続的かつ高精度な観測 (モニタリング) は、災害につながる自然現象のメカニズムの解明や高精度な災害発生予測の実現に最も基本的情報として不可欠である。加えて、リアルタイム観測網で得られるデータは、緊急地震速報や火山噴火警報などに活用されるなど、防災上も重要な役割を果たしており、今後も、地震・火山のみならず様々な自然災害における総合的な観測基盤の充実・強化が必要である。

26 また、災害につながる自然現象のメカニズム解明等に向けた基礎研究を着実に推進することが重要である。高精度な災害発生予測や効果的な防災力向上のため、災害につながる自然現象のメカニズムの解明や自然災害が拡大する要因等を解明する必要があり、そのための基礎研究を今後も着実に推進することが必要。

30 一方、調査研究の加速や防災力向上を促進する観測技術・手法の高度化・開発を目指す必要がある。調査研究を加速するためには、最先端の技術を活用した観測・調査研究や、異分野と融合した新たな観測技術・手法の開発、高精度な観測を可能とする既存技術の改良等が必要である。

34 このようなことから、災害につながる自然現象 (ハザード) を高精度に把握・予測するためには、以下のような研究が必要。

36 ①予防力の向上のための研究

37 (事前) 地震、津波、火山、気象等、災害につながる自然現象の観測の高度化、観測データのデータベース化を進めるとともに、メカニズム解明、発生予測高度化の研究、複合ハザード予測研究が必要。

1 (最中) 瞬時にどのようなハザードに見舞われているかを把握するとともに、ハザード
2 の推移を予測するシステムの研究が必要。

3 (事後) 予測されたハザードと実際のハザードとの比較を通して観測の高度化へフィ
4ードバックするような研究が必要。

5 ②回復力の向上のための研究

6 (事後) 余震や二次災害を引き起こすハザードの予測システムの研究が必要。
7

8 2. 地球規模の問題解決への貢献

9 我が国は、これまで多くの多様な自然災害に遭遇しながらも、防災・減災力を向上させ、
10 世界的にも高度な経済発展を成し遂げた。また、東日本大震災による被害と復旧・復興に
11 関するわが国の経験は世界の大規模災害への対応に極めて有用な情報と示唆を与えるもの
12 と考えられる。今後は、防災先進国として、我が国自らの防災力の向上を目指すばかりで
13 なく、諸外国との協調と協力の下、科学技術を積極的に活用し、自然災害を中心として地
14 球規模で発生する様々な問題の解決に積極的に貢献する必要がある。世界の持続可能な成
15 長・発展、都市問題、貧困問題は自然災害と密接に関係しており、今後とも、地球規模の
16 問題をもたらす自然災害の軽減の重要性は増大していくと予想される。

17 このため、国として、「地域の安定成長に貢献する防災科学技術の国際展開」と「国際
18 共同研究」を主要な柱として設定し、大学や公的研究機関、産業界、さらには諸外国や国
19 際機関との連携・協力の下、これらに対応した研究開発等を推進する。
20

21 (1) 地域の安定成長に貢献する防災科学技術の国際展開 (各国共通の課題)

22 防災力向上により世界の持続可能な成長を実現するために、諸外国の事情・特性に応じ
23 た協力や我が国の優れた研究成果の国際展開を図ることを目標とした、グローバルな視点
24 での防災科学技術による国際貢献を推進する。

25 自然災害による被害を最小限に抑制する我が国の防災科学技術を世界へ展開し、地域全
26 体の社会・経済的発展の基盤となる安全で安心できる地域社会の構築に貢献することが必
27 要。その際、地域の実情に応じた貢献・展開を推進することが重要。また、これまでのよ
28 うな技術移転や技術協力、資金援助等の貢献にとどまらず、自然災害による被害を最小限
29 に抑えられる国際的な社会・経済システムの構築を支える防災科学技術を推進することが
30 重要。
31

32 (2) 国際共同研究の推進

33 ①大規模自然災害

34 大規模自然災害は、国外に直接または間接的に影響が及び外国の支援等が行われるこ
35 とから地球規模の問題でもある。例えば、東日本大震災やスマトラ島沖地震等、100
36 0年に1度といった低頻度大規模災害に関して、災害の記憶の収集、保存、整理、検証
37 を行い、広く国際社会に情報発信するとともに、後世に伝えていく必要がある。また、
38 国際的に開かれた研究体制で総合的研究を行うことが重要である。

39 ②気候変動に伴う自然災害への対応

1 高潮や海岸浸食等の沿岸災害や洪水の増加など、気候変動に対応して大規模な自然災
2 害の増加が懸念されており、全球での自然現象の観測・予測、災害の予測に関する研究
3 を国際的なプロジェクトとして進めることが必要。

4 また、対策が遅れている発展途上国等での土砂・風水害については、被災地の住民や
5 社会と協調しつつ、地域の特性に応じた研究協力・技術展開を推進することが必要。

6 ③アジア共通の問題解決に向けた研究開発の推進

7 アジア・環太平洋地域を中心とした国際的な協力体制のもと、自然災害の観測研究を
8 推進することにより、我が国も含め周辺地域における、災害につながる自然現象のメカ
9 ニズム解明及び自然災害発生予測技術の高度化に関する研究を加速し、その地域全体の
10 防災力向上につなげ、さらには、地域の脆弱性を踏まえて、被災しても人命だけは守ら
11 れ、レジリエンス（地域の防災力）の高い地域づくりを目指すことが重要。

12 ④地震工学等の物理的環境を強くする研究開発

13 耐震工学をはじめとした災害に対して物理的環境を強くする防災科学技術における国
14 際的な共同研究についても、我が国のリーダーシップのもと強力に推進していくことが
15 必要。

1 Ⅲ. 研究開発を推進するにあたっての重要事項

2 1. 総合科学技術としての展開

3 防災分野における研究開発は、既存の学問分野の枠を越えた学際融合的領域であること
4 から、既存の学部、学科、研究科を越えた取組、理学と工学、工学と人文科学・社会科学、
5 医療等の分野横断的な取組や、大学、独立行政法人、地方公共団体等機関の枠を越えた連
6 携協力が必要である。その際、情報共有、共同研究、施設共用、人材交流等を積極的に実
7 施していくことが重要である。

8 さらに、競争的資金を含む研究経費の配分においても、既存の個別分野ごとの配分では
9 なく、その枠を越えて総合的な防災分野として明確に設定して課題を拾い上げていくこと
10 が必要である。また、その際には、中長期的な視点に立って技術革新の芽となる課題や分
11 野横断的な研究を積極的に抽出していくとともに、災害の地域性を踏まえ、研究成果によ
12 る中長期的な地域防災力の向上への貢献という要素も勘案して評価していく必要がある。

14 2. 地域の特性に応じた研究開発の促進

15 災害を引き起こす原因となる気象、地変はいずれも地域特殊性を有するものであり、ま
16 た、発生する災害も地域の地形、土地利用形態、人口、都市の規模、災害の経験の有無、
17 災害に対する体制の有無等により様々に異なっていることから、実際に地域の防災に役立
18 つ研究開発を行うためには、地域の特性を踏まえて行うことが必要である。このため、大
19 学、国の機関、独立行政法人等の研究機関は、適切な研究テーマの選定や、研究プロジェ
20 クトの構成の在り方を十分に検討しつつ、地方公共団体の防災実務者やNPOと密接に連
21 携して研究開発を進めていくとともに、研究拠点や観測拠点の整備・維持・集約等による
22 研究機能の強化を図ることが必要である。一方で、地域の研究者の地域を守るという当事
23 者意識及び能力の向上を図り、地域の災害に関する基礎データを収集、解析し、その結果
24 を地域の防災力向上につなげるような地域のホームドクター的研究者の育成など防災性向
25 上に資する取組も重要。

26 また、地域の防災力向上の研究にあたって、各地域に残されている人文・社会科学的史
27 料や地形・地質学的痕跡を徹底的に洗い出し、過去の被害の履歴や既往最大の災害事象、
28 その地域特有の災害像を明らかにしたり、繰り返し起こる地域特有の災害体験の伝承等を
29 はじめ、その地域に存在する伝統的な防災の知恵も十分活用することが必要である。

30 さらに、東日本大震災は、予想を大幅に上回る地震災害に対して技術の限界があること
31 を示した。これは、建物や施設に被害が発生するリスクを社会は受容しなければならない
32 ことを意味している。このことを踏まえ、地域の特性に応じて、住民等がリスクをどのよ
33 うな考えのもとに受容して行くかの合意形成を進めておくことが重要である。

35 3. 他府省やユーザ等との連携及び情報や成果の共有

36 府省間及び組織間の連携を積極的に進め、分野横断的・総合的なプロジェクトの企画・
37 調整を行うなど、研究開発を効果的・効率的に進めていくことが必要。

38 また、研究成果のユーザ等との連携の強化を図り、研究成果の実社会への活用を見据え
39 て、運用・活用側のニーズと研究開発側のシーズの把握、及び研究成果や研究課題の選定

1 へのさらなる反映を図る仕組みを構築していくことが必要。特に、防災分野の研究開発成
2 果は、一般市民がその重要なユーザであることも多く、独立行政法人、大学等の研究機関
3 は、企業等に研究成果を移転するとともに一般向けに積極的に広報・普及することが必要
4 である。

5 さらに、効果的かつ効率的な研究開発を行うためには、関係する情報や成果の普及・共
6 有を図る具体的な仕組みを作っていくことが有用である。このためには、国・自治体・大
7 学・研究機関・企業等が広く参画した防災に関するデータベースを構築し、これを将来の
8 防災に活用するためのシステムを整備する必要がある。

9 このようなことから、防災科学技術に関する産学官及び防災関係者間の連携を促進する
10 場の構築が必要である。

11 12 4. イノベーション創出等につながる人材育成及び普及・啓発活動の充実

13 専門的な研究開発を担うだけでなく、国内及び国際的なリーダーシップを発揮しうる人
14 材、成果の社会還元を積極的に進めることができる人材、防災科学技術にとどまらない新
15 たな付加価値を創出し、イノベーションをもたらすことができる人材を育成・確保するこ
16 とが不可欠である。

17 地震・火山をはじめとする防災科学技術の分野は、国家として継続した研究を推進する
18 必要があるが、近年、人材の確保が非常に困難な傾向にあることから、次世代の研究を担
19 う人材の育成・確保や、次世代の研究者の育成を担う教育者への研究成果の情報提供を強
20 力に推進することが必要。特に、財政的・人材的に厳しい環境のもとで行われている火山
21 分野等の研究への支援体制を充実・強化することが必要。

22 また、専門分野での研究開発成果を上げるだけでなく、研究成果の社会還元の促進によ
23 る社会・経済の維持・成長への寄与、産業創出・地域の活性化等に貢献するなど、防災科
24 学技術にとどまらない新たな付加価値を創出し、イノベーションをもたらすことができる
25 人材を産学官連携により育成・確保していくことが必要。

26 さらに、災害時には的確で迅速な災害対応を行う必要がある地方公共団体や NPO の職員
27 等に対し、その地域の特性に応じた防災科学技術について、十分な知識の普及を図るとと
28 もに、自然災害に対して、国民一人ひとりが、事前の準備や災害発生時の行動における適
29 切な対応を身につけることが被害軽減に効果的であり、一般市民への普及・啓発を強力に
30 推進し、こうした能力を向上させる取組も着実に進めていくことが重要。また、防災分野
31 では研究活動そのものに一般市民の参加が必要となる場合も多く、行政機関や地方公共団
32 体との密接な連携の下、一般市民への普及・啓発活動を活発に行いつつ研究を推進するこ
33 とが必要である。

34 35 5. 国際展開・貢献の推進

36 防災科学技術分野における国際協力については、実践的かつ長期的な研究活動が不可欠
37 であることから、国際的な協力体制のもとで研究開発を行う際、相手国の政府や、行政組
38 織、研究者との密接な連携が不可欠。そのため、我が国のリーダーシップのもと、防災科
39 学技術を世界に展開し、世界の持続的な成長を実現するため、我が国において、国際的な

1 協力体制を先導できる人材や国際共同研究プロジェクトを主導できる人材を育成すること
2 に加え、将来この分野に貢献する海外からの留学生の積極的な受け入れ等が可能な安定し
3 た環境作りも必要。

4 また、関連する産業の創出や市場展開等も考慮して、我が国がリーダーシップをとりな
5 がら、各国と連携しつつ、我が国の防災科学技術の世界標準化を図るなど、民間企業や公
6 益事業体の海外戦略等も視野に入れた積極的な国際展開を図ることが必要。

7 さらに、国内外における防災科学技術の連携強化を図るため、日本国内において中核と
8 なるような、世界最先端の研究開発拠点の形成を推進することが必要。また、共同研究な
9 どの国際的な取り組みに関する情報の共有、取り組みの連携・共同化が容易となるプラッ
10 トフォームの確立や、将来的には、国際的な共同研究拠点や共同観測研究の枠組みを設立
11 することも重要。

12 13 6. 基礎研究の振興及び研究開発基盤の整備

14 防災分野における基礎研究は重要である。このため、各機関において適正な方法で基礎
15 研究のための経費を確保し配分する等、継続性のある研究体制の整備が必要である。また、
16 防災力の向上は国民の安全・安心、さらには産業や国力の向上につながるとの認識の下、
17 基礎研究については、基盤的研究費や競争的資金等を通じ、長期的視野に立った国の支援
18 が不可欠である。

19 また、基礎研究についても社会の実効的な防災性向上への貢献度の観点から研究評価を
20 厳正に行うべきものであるが、その研究の価値、意義を適正に評価できるよう、評価の方
21 法を工夫することが必要である。

22 一方、防災分野の研究開発の進展のためには、実際の災害を再現して様々な実験を行う
23 ための施設・設備が必要である。また、災害を起こす自然現象に関するさまざまなデータ
24 を観測するための観測網が不可欠であり、これらの整備を着実に進めるとともに、適切に
25 維持しなければならない。これら施設・設備はできる限り内外に開かれた共同利用施設と
26 して運営する。

27 さらに、防災分野においては、災害を起こす自然現象に関するデータ、過去に起こった
28 災害のデータ等研究遂行上不可欠のデータがあり、これらが入手しやすい状態でデータベ
29 ース化され、共有されていることが重要である。このため、災害データベース化と共有化
30 を進めるとともに、その維持・更新を着実に進める。

31 32 7. 他の計画等との連携

33 我が国では地震調査研究推進本部の下で、「新たな地震調査研究の推進について―地震に
34 関する観測、測量、調査及び研究の推進についての総合的かつ基本的な施策―」や各種の
35 調査観測計画が策定されている。また、学術研究としての性格の強い地震観測研究や火山
36 噴火予知研究については、科学技術・学術審議会の建議に基づいた計画が策定されている。
37 一方、「豪雪地帯対策基本計画」など、災害種別に防災・減災に資する対策や調査・研究の
38 推進を図ることを目的とした計画も策定されており、複数の機関による研究が十分な連携
39 のないままに実施されている状況もある。自然現象の解明に関する主として理学的な研究

1 と、防災力を向上させるための工学的・社会科学的な様々な研究を効果的に推進するため、
2 研究情報の共有化や研究推進の方についての連携を深める必要がある。
3 なお、本推進方策に示された研究開発を推進するにあたっては、防災対策の実施の面か
4 ら、災害対策基本法に基づく防災基本計画をはじめとする関連する計画等との連携を十分
5 配慮する必要がある。

環境エネルギー科学技術に関する 推進方策（中間報告）

平成 23 年 9 月

環境エネルギー科学技術委員会

目次

はじめに.....	1
I. 環境・エネルギー問題に関する動向.....	1
1. 環境・エネルギー問題に係る国際的な動向.....	2
2. 我が国の動向と文部科学省の取組.....	5
II. 文部科学省が推進すべき研究開発課題.....	10
1. 再生可能エネルギーの普及とエネルギー供給の低炭素化に向けた研究開発.....	10
2. 分散エネルギーシステムの革新を目指した研究開発.....	11
3. 省エネルギーに資するエネルギー利用の高効率化のための研究開発.....	12
4. 低炭素社会の実現にむけた社会シナリオ研究と実証研究の推進.....	12
5. 地球規模課題解決のための地球観測、予測、統合解析システムに関連する技術の強化とそれを支える基盤的情報の創出に向けた研究開発の推進.....	13
III. 研究開発を推進するにあたっての重要事項.....	15
1. 分野間の協力による新たな科学的、社会的価値の創造.....	15
2. 産学官連携及び関係機関間の連携.....	15
3. 科学技術と環境・エネルギー政策の一体的推進.....	16
4. 環境・エネルギー分野の人材育成.....	16
5. 国際的な取組の推進.....	17
6. 自然科学と人文・社会科学の連携.....	17

2 はじめに

4 政府全体の科学技術の基本方針を示す第4期科学技術基本計画が、平成23年
6 8月19日に閣議決定された。これは、平成22年6月に策定された「新成長戦略」
8 に示された方針を科学技術及びイノベーションの観点から深化・具体化を図る
10 ものと位置付けており、基本方針として、「震災から復興、再生の実現」、医療・
介護・健康を対象とする「ライフイノベーションの推進」と並び、環境・エネ
ルギーを対象とする「グリーンイノベーションの推進」が掲げられており、科
学技術政策全体の中でもグリーンイノベーション推進の重要性が高まっている
ところである。

12 また、文部科学省においては、従来、今後推進すべき具体的な研究開発課題
14 及び研究開発の推進にあたっての重要事項について、地球環境科学技術委員
16 会で検討・取りまとめを行い、推進方策として定めてきた。環境問題を議論す
18 上において、これまでは地球観測等の成果から、地球環境の現状がどのよう
に変わるのかに着目してきたが、環境問題と不可分であるともいえるエネル
ギーの供給や使用についても考える必要性が高まってきている。これに従い、今
期より、地球環境科学技術委員会は環境・エネルギー科学技術委員会に改組さ
れることとなり、このたび、「環境・エネルギー科学技術に関する研究開発の推
進方策について」をとりまとめることとなった。

20 この推進方策においては、まず第I章において、現在の環境・エネルギー問
22 題に関する動向について述べ、続いて第II章に文部科学省において推進す
べき研究開発方策について述べ、最後の第III章に、これらの研究開発方針を推
進する上での重要事項を述べている。

24

26 I. 環境・エネルギー問題に関する動向

28 環境問題、エネルギー問題は、人口爆発、貧困、水や食料の汚染拡大、食料・
30 資源・エネルギーの需給逼迫・価格高騰などの問題と直結した、人類の生存基
盤を揺るがしかねない今世紀の最重要課題である。

32 環境・エネルギー問題は、様々な政府間交渉等の場において、優先度の高い
34 課題として取り上げられており、その対策のための国際的な枠組作りへの合
意形成が進みつつある。これに対応して、国内においても、環境・エネルギー
問題への対策のための計画作りや施策の強化が進められている。

36 特に、今般の東日本大震災・東京電力福島第一原子力発電所事故によって、
我が国のエネルギー基盤の脆弱性が露呈するとともに、今後、エネルギー戦
略の見直しが議論される中、環境・エネルギー問題はこれまで以上に重要性
を増してくると考えられる。

1. 環境・エネルギー問題に係る国際的な動向

【国際的協調体制について】

洪水、干ばつ、熱波、生態系変化等の気候変動に関する地球規模課題がますます増大するにつれ、気候変動に関する科学的情報を包括的に提供することが求められている。このため、国際機関等が中心となり、国際的な協調体制がこれまで構築されてきた。

昭和 63 年には、人為起源による気候変化、影響、適応及び緩和策に関し、科学的、技術的、社会経済学的な見地から包括的な評価を行うことを目的として、世界気象機関（WMO）と国連環境計画（UNEP）により「気候変動に関する政府間パネル（IPCC）」が設立された。

IPCC 第 1 次評価報告書において、人為起源の温室効果ガスが生態系や人類に重大な影響を及ぼす気候変化が生じる恐れがあるという警告がなされたことを受け、評価にとどまらず、温室効果ガス削減のための取り組みを推進するため、平成 6 年には、気候系に対して危険な人為的干渉を及ぼすこととしない水準において、大気中の温室効果ガス濃度を安定化させることを目的とした気候変動枠組条約（UNFCCC）が発効した。

さらに、平成 9 年に開催された気候変動枠組条約第 3 回締約国会議（COP3）において、市場経済移行国を含む先進国における温室効果ガスの排出量について法的拘束力のある数値目標を盛り込んだ「京都議定書」が採択されるとともに、目標達成のための手段の一つとして京都メカニズムの導入が合意された。

気候変動に関する研究の蓄積により、平成 19 年に公表された IPCC 第 4 次評価報告書（AR4）では、「気候システムの温暖化には疑う余地がない」、「20 世紀半ば以降に観測された世界平均気温の上昇のほとんどは、人為起源の温室効果ガスの増加によってもたらされた可能性が非常に高い」との評価が科学的根拠とともに示された。平成 22 年 12 月の気候変動枠組条約第 16 回締約国会議（COP16）において、先進国及び途上国が提出した排出削減目標等が国連の文書としてまとめられ、引き続き、京都議定書の第 2 約束期間の取扱いを含む国際的枠組に関する議論が進められている。

生物多様性の分野においては、地球上のあらゆる生物の多様さをそれらの生息環境とともに最大限に保全し、その持続的な利用の実現、さらに生物の持つ遺伝情報から得られる利益の公正かつ衡平な分配を目的とした生物多様性条約が平成 5 年に発効した。平成 22 年 10 月に名古屋で開催された生物多様性条約第 10 回締約国会議（COP10）では、遺伝資源へのアクセスと利益配分（ABS）に関する名古屋議定書と、2011 年以降の新戦略計画（愛知目標）が採択されるとともに、生物多様性と生態系サービスに関する政府間科学政策プラットフォーム

2 ム（IPBES）設立の検討を奨励することなどが決定された。

4 平成 23 年 5 月の G8 ドーヴィル・サミットにおける首脳宣言において、「先進
6 国全体で温室効果ガスの排出を、1990 年又はより最近の複数の年と比して 2050
8 年までに 80%又はそれ以上削減するとの目標を支持する」、「生物多様性の損失
10 を遅らせるための努力を強化することにコミットする」等の合意がなされるな
12 ど、気候変動への対応が世界的な政策課題として取り組まれている。

8 また、平成 22 年に国際科学会議（ICSU）が地球規模の持続可能性に関する研
10 究の重要性を指摘する報告書（Grand Challenge on Global Sustainability
12 Research）を策定し、地球環境変動の観測・予測の強化や、持続可能性を達成
14 するための科学的、政策的、社会的技術開発の促進を提案している。同時に、
16 ベルモント・フォーラム（Belmont Forum：各国の政府・研究資金配分機関によ
る地球環境変動研究に関する会合）においても、地球環境の持続性に必要な連
携と援助の強化や、研究者・政策決定者・社会の対話の促進、自然科学と人文
社会分野の連携等が提案されており、持続的社会の構築に向けた研究の必要性
が高まっている。

18 平成 17 年の第 3 回地球観測サミットにおいて策定された「全球地球観測シス
20 テム（GEOSS）10 年実施計画」についても、昨年 11 月に北京で GEOSS の閣僚会
22 合が開催される等、その折り返し点を迎え、観測システムの統合に向けた取り
組みが加速し、地球観測データが災害、エネルギー、気候、生態系、生物多様
性、水、気象、健康及び農業等の様々な分野で生かされ、それらの分野の横断
的連携も進捗している。

24 また、来年 6 月には、国連持続可能な開発会議（Rio+20）が、①持続可能な
26 開発及び貧困根絶の文脈におけるグリーン経済、②持続可能な開発のための制
28 度的枠組みをテーマとして、リオデジャネイロで開催されることになっており、
この中でも気候変動や地球観測は、重要な項目として取り上げられる予定であ
る。

【各国の政策について】

30 米国では、気候変動等の地球環境問題解決を支援する世界的な潮流に対し、
32 オバマ大統領は、2008 年の大統領就任直後に経済政策の 1 つとしてグリーン・
34 ニューディール政策を掲げ、エネルギーの研究開発方針として「化石から非化
36 石への転換」、「エネルギーのクリーン化」を打ち出した。2012 年度の大統領予
算教書において、グリーンイノベーションを実現していく仕組みとして「3 つ
の研究イニシアチブ」（エネルギーフロンティア研究センター、エネルギー高等
研究計画局、エネルギーイノベーション・ハブ）を新たに立ち上げ、クリーンエ
ネルギー及び再生可能エネルギーの研究開発予算を大幅に増額することとして

2 いる。

4 英国では、2008年10月にエネルギー政策と温暖化政策を包括的に行うエネルギー・気候変動省が設立され、同年11月には、法的拘束力のある数値目標(2050
6 年に80%削減)を設定した「気候変動法」が制定された。そして、気候変動法の
8 数値目標や、EU・国際社会において気候変動に向けて設定された目標を達成す
10 るため、2009年7月には低炭素社会への移行に向けた包括的な戦略を定めた「英
12 国低炭素移行計画」や、再生可能エネルギーの普及のための具体的な施策を示
14 した「再生可能エネルギー戦略」などを発表した。また、2010年4月に発効し
16 た「2010年エネルギー法(Energy Act 2010)」では、英国内で二酸化炭素回収・
18 貯留(CCS)の実証プロジェクトを推進する制度が導入されている。

12 欧州では、2010年6月に採択された新戦略目標「欧州2020」の中で、2020年
14 に向けた温室効果ガス排出削減の数値目標として、「温室効果ガス排出量の20%
16 削減(1990年比)」、「最終エネルギー消費に占める再生可能エネルギーの比率を
18 20%に増加」、「エネルギー効率の20%向上」を掲げている。同年11月にはエネ
20 ルギー政策のための新戦略である「Energy 2020」を発表し、目標達成に向けての
22 今後10年間でのエネルギー分野での優先課題と、課題に対処するために取るべ
24 き行動について定めている。

20 【国際的研究開発動向について】

22 持続的成長が可能で、低炭素型社会に向けた方策として、再生可能エネルギ
24 ーの活用が注目されている。平成22年11月に国際エネルギー機関(IEA)が発
26 表した世界エネルギーアウトルック2010年版では、「持続可能な世界に向かう
28 ためには、再生可能エネルギーが中心的な役割を果たさなければならない」と
30 している。平成23年5月にIPCCが発表した再生可能エネルギー源と気候変動
32 緩和に関する特別報告書(SRREN)では、再生可能エネルギーは持続可能な社会
34 の発展と経済成長に貢献し、エネルギー供給の安定に貢献しうることを指摘し
ている。

30 再生可能エネルギーの研究開発については、各国の手厚い政策支援をベー
32 スに急速に導入量が増加しており、特に太陽電池、風力発電、バイオ燃料につ
34 いては対前年比数十%という急速な拡大が続いている。このように再生可能エネ
ルギーは巨大な産業に成長しており、研究開発も政府が支援する基礎基盤研究に
加えて、激しいコスト競争を意識した開発段階になっている。これに伴い、政
府の支援する研究開発においては、次世代の革新技術の開発とともに、スマー
トグリッド¹など、再生可能エネルギーの大量導入、コストの飛躍的低減につな

¹ 「スマートグリッド」: ICT (Information and Communication Technology: 情報通信技術) を用いて電力供給者と需要家との間の情報交換により、よりスマートに運用する電

2 がるインフラ開発の重要性が高まっている。

4 また、IEAの「エネルギー技術展望2010」(ETP2010)では、2050年に2005年
6 比で50%のエネルギー起源CO₂の削減を目標とするブルーマップ・シナリオが掲
8 載されているが、この分析によると、再生可能エネルギーに加え、①エンドユ
6 ースの燃料と電気利用の効率化②化石燃料による発電への二酸化炭素回収・貯
留(CCS)技術の活用がエネルギー起源CO₂の大幅削減に重要な役割を持つこと
8 が示されている。

10 エネルギー効率の向上については、日本は高効率家電を中心に質・量ともに
12 世界最高水準にある。一方、米国においては、オバマ政権以降、研究開発が急
14 速に進んでおり、多くの国立研究所、大学で水準の高い研究開発が進んでいる。
16 欧州では、2020年までに全ての新建築物をゼロ・エネルギー建物²にすることを
18 定めた新たな指令を欧州議会が2010年に制定したことを受け、建築物の省エネ
ルギー化に関する研究開発が活発に行われている。また、CCS技術については、
CCS技術を組み込んだ石炭ガス化複合発電(IGCC)の開発・商用化が有望視され
ており、アメリカとEUが日本より先行していたが、日本においても250MWの
実証機を開発するなど、日本のIGCC技術も着実に進んできている。
今後、これらの分野における競争が国際的に激化していくことが予想されるこ
とから、我が国の産学官の研究体制の強化が求められる。

20

2. 我が国の動向と文部科学省の取組

22 前述のように、IPCC第4次評価報告書(AR4)では、「20世紀半ば以降に観測
された世界平均気温の上昇のほとんどは、人為起源の温室効果ガスの増加によ
24 ってもたらされた可能性が非常に高い」とされるなど、気候変動と温室効果ガ
スに関する科学的な評価が定まりつつあるとともに、平成21年9月の国連気候
26 変動首脳会合において鳩山首相(当時)が、「すべての主要国の参加による意欲
的な目標の合意」を前提に「1990年比で2020年までに25%削減する」という
28 温室効果ガス削減の中期目標を提唱するなど、気候変動問題の克服は政府の重
要政策課題の一つと位置づけられるようになった。

30 また、同年末に示された「新成長戦略(基本方針)」においても、強みを活か
す成長分野の一つとして「グリーンイノベーションによる環境・エネルギー大
32 国戦略」が示されており、我が国の環境・エネルギー分野での強みを活かした
成長を強力に推進するという方針が打ち出された。

力システム。

² 「ゼロ・エネルギー建物」：照明、冷暖房、給湯、空調等、当該建物に必要なエネルギー量がゼロ又はきわめて僅かな量であり、その大部分が再生可能エネルギーによって賄われる建築物。

2 こうした流れを受け、2010年3月には、温室効果ガスの排出量について、す
べての主要国による公平かつ実効性のある国際的な枠組みの構築及び意欲的な
4 目標の合意を前提として、2020年までに90年比で25%削減、2050年までに90
年比で80%を削減するとの数値目標を盛り込んだ地球温暖化対策基本法案が閣
6 議決定された。同年6月には「エネルギー基本計画」の第二次改定が行われ、
エネルギー起源CO₂を2030年までに90年比30%の削減を目標とし、2020年ま
8 までに一次エネルギー供給に占める再生可能エネルギーの割合について10%を達
成すること等が盛り込まれている。さらに、同年12月には、温室効果ガスの2050
10 年での90年比80%削減目標の達成するための対策・施策の具体的姿をまとめた
「地球温暖化対策に係る中長期ロードマップ」（環境省）、バイオマスの新たな
12 有効利用技術の開発、バイオマスの収集・運搬から加工・利用までを総合的に
捉えた技術体系の確立、バイオマス生産効率の優れた藻類など将来的な利用が
14 期待される新たなバイオマス資源の創出を推進すること等を盛り込んだ「バイ
オマス活用推進基本計画」（閣議決定）がとりまとめられるなど、政府全体の環
16 境・エネルギー分野の取組が大幅に加速している状況である。

こうした背景に加え、環境問題を議論するにあたり、地球観測やそれらのデー
18 ータに基づいた気候変動予測等の適応策の推進に加え、エネルギー分野の科学
技術の重要性の高まりを受け、平成22年4月、文部科学省に新たに環境エネ
20 ルギー課が設置された。環境科学技術及びエネルギー科学技術を一体的に推進し、
気候変動問題やエネルギー問題といった地球規模の課題解決に貢献することが
22 求められている。

今後の環境・エネルギー科学技術分野の推進に関しては、地球温暖化問題に
24 対する、社会の復元力（レジリアンス）の向上・強化に資する研究開発を行っ
ていくことが必要であり、これまで取り組んできた、地球環境の観測や、その
26 データを活用した気候変動予測・影響評価を行い、これらを、災害、生態系、
生物多様性、農業、水資源、健康等の分野で積極的に生かしていくことが重要
28 となっている。また、経済産業省等の関係省庁と連携し、大学を中心に、基礎
基盤的なものや、実用化に至るまでに明らかになった問題についての基礎への
30 立ち返り研究に取り組んでいく。特に、これまで取り組まれてきていない、太
陽光発電、蓄電池、燃料電池といったエネルギー技術等に関する先端的・革新
32 的分野や、基礎的・基盤的分野についての研究開発を進めていくことが必要で
ある。

34 さらにこれらの成果をGEOSS等の枠組みを通して、世界に広めていくととも
に、環境・エネルギー分野に携わる人材の育成を推進することも重要である。

36 環境エネルギー課では、これまで海洋地球課地球・環境科学技術推進室で行
われてきた地球観測及び気候変動予測に関する研究開発やデータ統合・解析に

2 関わる研究開発など気候変動をはじめとした「地球規模課題への対応に資する
研究開発」に加え、革新的な太陽光発電、蓄電池やバイオマス利用技術などの
4 再生可能エネルギーの利用促進及び二酸化炭素の排出削減を目指す「気候変動
緩和のための研究開発」、低炭素社会を実現するための「社会シナリオ」研究、
6 「新技術の実証」、「国際協力」、「人材育成」などの各種プログラムを実施して
いる。

8 「気候変動への対応に資する研究開発」としては、これまで地球シミュレー
タを活用した中長期の気候変動を予測するための研究開発に取り組んできた。
10 その研究成果は、国連気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の第4次評価報
告書に活用されており、この功績も含め、人間の活動によって引き起こされる
12 気候変動の問題を知らしめその対応策の土台を築いたことが評価された。この
ことは、IPCCがノーベル平和賞を受賞したことにも表れている。今後更なる気
14 候変動予測への取り組みが期待されている。その後継の取組として、平成19年
度から平成23年度までの5年計画で「21世紀気候変動予測革新プログラム」に
16 において、近未来及び中長期の気候変動予測と極端気象現象に関する研究開発が
行われ、IPCC第5次評価報告書への貢献が図られている。

18 また、IPCC第4次評価報告書に活用された地球規模の気候変動予測研究の成
果は、我が国の自治体関係者等の関心を集め、自治体規模での詳細な気候変動
20 の予測と気候変動による影響に関する情報提供が求められるようになった。地
球規模の気候変動予測を活用して、都道府県・市区町村規模での気候変動影響
22 評価を進めるためには、精細な情報に変換するための研究開発の推進が必要と
された。そのため平成22年度より「気候変動適応研究推進プログラム」が開始
24 し、地域レベルでの気候変動影響評価の研究開発が進められている。

さらに、地球観測衛星や船舶・ブイなどによる地球観測データや社会・経済
26 データ等との統合・解析によって創出される情報は、地球規模課題の解決には
不可欠である。平成18年度から開始した国家基幹技術「海洋地球観測探査シス
28 テム」で開発されたデータ統合・解析システムは、多種多様で大容量の観測・
予測データの統合解析を可能とした。平成23年度からは、そのデータ統合・解
30 析システムの高度化・拡張及びその長期的運用の確立を目指した「地球環境情
報統融合プログラム」を実施している。今後は、次世代スーパーコンピュータ
32 「京」の活用も検討していく。

今後さらに、気候変動に関する生起確率や精密な影響評価の技術を確立し、
34 気候変動リスクマネジメントの基盤的情報の創出が必要であり、そのための新
たな気候変動予測研究に着手することが重要である。

36 「気候変動緩和に資する研究開発」としては、従来技術の延長線上にない、
新原理探求とその応用などの挑戦的な研究開発を推進し、低炭素化技術のブレ

2 ークスルーの実現や既存の概念を大転換する『ゲームチェンジング・テクノロジー』を創出するJST戦略的創造研究推進事業「先端的低炭素化技術開発」
4 が平成22年度より実施されている。また、温室効果ガスの排出削減を飛躍的に
6 向上させる可能性のある革新的な技術には、植物の機能に対する期待も高い。
8 植物科学研究（遺伝子、光合成能）における知見を活かし、バイオマスの生産
10 性向上を図るほか、分解技術の高度化、バイオマスを原料とした化成品材料等
12 の製造プロセスの革新によるエネルギー利用の効率化を図る取組などを進めて
14 いる。

10 気候変動の緩和や適応に資する研究開発と並行して、これら研究開発成果を
12 活用するとともに、持続的な経済成長を進めるため、平成22年度よりJST低
14 炭素社会戦略センターにおいて「低炭素社会づくりのための社会シナリオ研究」
16 を進めている。

3. 第4期科学技術基本計画におけるグリーンイノベーションの推進

16 本年8月19日、政府全体の科学技術の基本方針を示す第4期科学技術基本計
18 画が閣議決定された。本計画では、我が国や世界が直面する課題への対応に向
20 けた取組を進めるため、科学技術政策と関連するイノベーション政策を一体的
22 に推進する「科学技術イノベーション政策」を展開することとしている。

20 また、本計画は、平成22年6月に策定された「新成長戦略」に示された方針
22 を、科学技術及びイノベーションの観点から深化・具体化を図るものと位置づ
24 けられており、新成長戦略の「環境・エネルギー大国戦略」及び「健康大国戦
26 略」に対応して、「グリーンイノベーションの推進」及び「ライフイノベーション
28 の推進」を「我が国の成長と社会の発展を実現するための主要な柱」として
30 科学技術イノベーション政策を強力に推進することとしている。

26 さらに、東日本大震災によって我が国のエネルギーシステムの脆弱性が露わ
28 となったが、脆弱性を克服し、低炭素社会の実現を目指しつつ、エネルギーを
30 安定的に供給、確保していくためには、革新的な再生可能エネルギーの開発と
32 普及の拡大、分散エネルギーシステムの構築等が求められている。

30 また、これらの取組は、世界に先駆けた環境・エネルギー先進国を実現し、
32 新たな技術の国内外への普及、展開を強力に推進することで我が国の持続的な
34 成長の実現にもつながるものである。

34 こうした点を踏まえ、基本計画では、グリーンイノベーションの推進につい
36 て、エネルギーの安定確保と気候変動問題への対応を我が国及び世界が直面す
る喫緊の課題であると位置づけ、長期的に安定的なエネルギー需給構造の構築
と世界最先端の低炭素社会の実現により、我が国の持続的な成長を目指すとし
ており、この目標の実現に向けて、以下に掲げる三つの重要課題を設定し、こ

2 れに対応した研究開発を重点的に推進することとしている。

i) 安定的なエネルギー供給と低炭素化の実現

4 ii) エネルギー利用の高効率化及びスマート化

iii) 社会インフラのグリーン化

6

8 環境・エネルギー分野の研究開発の推進方策においては、先述の国際的な動
向やこれまでの政府の取り組みを踏まえ、第4期科学技術基本計画において設
定された上記重要課題を中心にⅡ. 以降にて基本的方向性を提示する。

10

2 II. 文部科学省が推進すべき研究開発課題

4 環境とエネルギーの問題は、国家の存続と国民生活の質に関わるそれぞれが
①総合性、②長期性を有しており、かつ、互いに密接不可分である。このため、
6 ・革新的な要素技術の研究開発に加え、社会科学を含むシステム科学等を総合
的に進めるべきである。また、新技術の早期の社会実装を目指した研究開発に
8 加え、基礎科学、技術の多様性を重視した研究開発が必要であり、関係府省と
連携しながら、大学・研究機関における様々な分野の研究開発を 総合的に進め
10 ることが、文部科学省の役割である。

12 1. 再生可能エネルギーの普及とエネルギー供給の低炭素化に向けた研究開発

我が国は、2020年までに1990年比で25%の温室効果ガスを削減するとの目
14 標達成のため、2009年12月にはグリーンイノベーションによる環境・エネルギ
ー大国を目指すとする「新成長戦略」の基本方針を閣議決定した。また、平成
16 23年3月11日の東日本大震災と東京電力福島第一原子力発電所の事故は、我が
国が抱える資源、エネルギーの制約、安定確保の問題を露呈させたことにより、
18 これを克服し、将来にわたる持続的な成長と社会の発展を実現する国となるよ
うエネルギー基本計画等の見直しも行われることとなっている。

20 この問題の解決に資する研究開発の推進方策としては、化石燃料と原子力と
いうエネルギーの2本の大きな柱に加えて再生可能エネルギーの供給拡大や基
22 幹エネルギーの低炭素化、省エネルギーの推進に向けた技術の確立が必要であ
る。

24 G8 ドーヴィル・サミットにおいて、菅内閣総理大臣（当時）が発電電力量に
占める再生可能エネルギーの割合を2020年代のできるだけ早い時期に少なくと
26 も20%を超える水準とすべく技術革新に取り組むことを表明しており、技術面
やコスト面などの大きな実用化の壁を打ち破り、再生可能エネルギーを社会の
28 基幹エネルギーにまで高めていくことが、我が国の新たな挑戦的課題として必
要である。そのために、再生可能エネルギーを大幅に普及させ、供給安定性
30 （energy security）、環境保全（environment）、経済性（economic efficiency）
の3Eを同時達成するエネルギー研究開発体制を構築することは必至となっ
32 ている。

このような認識の下、経済性やエネルギー収支の観点も考慮しながら再生可
34 能エネルギー供給を飛躍的に拡大させ、エネルギー供給を低炭素化するため
には、太陽光、バイオマス、風力、地熱、波力、水力等の多様な再生可能エネ
36 ルギー源を総動員するべく研究開発を進めなければならない。また、二酸化炭素

2 回収・貯留やジオエンジニアリング（気候工学）³をはじめとする二酸化炭素削減技術・気候変動への対応技術の確立・普及に向けて、理学、工学、社会科学
4 を含めた、多角的アプローチの研究による技術評価・影響評価を進める必要がある。

6 その際は、地域における再生可能エネルギーの賦存量やその地域特有の資源
や歴史と風土に配慮したエネルギーシステムの在り方にも留意する必要がある。

8

【今後取り組むべき研究開発課題】

10 ○太陽光、太陽熱

○バイオマス

12 ○風力

○その他の再生可能エネルギー（地熱、波力、中小水力等）

14 ○二酸化炭素回収・貯留技術、ジオエンジニアリングの研究開発

16 2. 分散エネルギーシステムの革新を目指した研究開発

福島第一原子力発電所の事故により原子力発電に依存したエネルギー供給の
18 あり方について再考を余儀なくされた今日において、電力消費地に隣接して分散配置される小規模な発電に対して、二酸化炭素などの温室効果ガスの削減効果と、より安定的な電力確保の観点からそれらの導入・普及への期待が高まっている。

22 そのような中、電力インフラと情報通信インフラを融合させることで電力を無駄なく有効利用し、再生可能エネルギーやエコカーを取り込むことで省エネ・低炭素な社会を実現するエネルギー供給システムの研究開発が重要である。

24 また、地域独占の電力供給体制についても見直しの議論がなされているところであり、このような認識の下、化石燃料に頼らず自立したエネルギー供給を行うことができるエネルギー需給分散化といった研究開発も必要である。

28 特に、災害時でも電力を融通できる高効率な燃料電池の開発や、発電が不安定かつ既存の電力会社の送電網への導入が制限される再生可能エネルギーの大量導入のための課題解決に向けた直流送電、蓄電、スマートグリッド等の研究開発を実施することが必要である。

32 このような認識の下、今後の我が国のエネルギー政策の方向性を見据えつつ、分散エネルギーの革新を目指し、燃料電池や蓄電池等によるエネルギーの変換・蓄積システム、製造・輸送・貯蔵にわたる水素供給システム、さらに基幹エネルギーと分散エネルギーの両供給システム及びエネルギー需要システムを

³ 「ジオエンジニアリング（気候工学）」：人為的な気候変動の対策として行う意図的な惑星環境の大規模改変。

2 総合的に最適制御するスマートグリッド等のエネルギーマネジメントに関する
4 研究開発及び地域特性に応じた自律分散エネルギーシステムの研究開発を促進
6 する必要がある。

6 【今後取り組むべき研究開発課題】

- 8 ○燃料電池
- 10 ○蓄電池
- 12 ○超伝導送電技術
- 14 ○エネルギーマネジメント技術

12 3. 省エネルギーに資するエネルギー利用の高効率化のための研究開発

14 低炭素社会の実現に向けては、エネルギー供給側の技術革新のみならず、エ
16 ネルギー利用の高効率化を目指した革新的な消費低減技術の研究開発が不可欠
18 である。特に我が国の最終エネルギー消費の大半を占める民生（家庭、業務）、
20 運輸、製造部門の低炭素化、省エネルギー化及び送電時のロス低減を目指した
22 研究開発を推進することが重要である。このため、エネルギー利用の更なる効
24 率化技術の確立を目指し、横断型の研究開発による新しいイノベーションの創
26 出を目指す。

28 具体的には、電子デバイスの超低消費電力化や化学プラントの低温動作化の
30 ための触媒を含めた省エネルギーに関わる材料開発の幅広い推進、民生・運輸・
32 産業を含むすべての分野においてのエネルギー削減につながるナノカーボン材
34 料、パワー半導体、超電導技術等の分野間にまたがってエネルギー削減効果の
36 高いナノ構造制御や化学反応制御等の革新技術によって、反応や精製にかかる
エネルギー消費や環境負荷を低減できる画期的な触媒の開発による物質生産プ
ロセスの革新、超伝導送電の研究開発、エンジンの燃料消費低減、機体軽量化
に資する研究開発による航空機の低環境負荷化、様々な社会システム・サービ
ス全体の高効率化・省エネ化を実現するITシステムの構築等を目指した基盤
技術等の研究開発を推進する。

30

32 4. 低炭素社会の実現にむけた社会シナリオ研究と実証研究の推進

34 地球温暖化の抑制には温室効果ガスの排出を削減することが必要であるが、
36 そのエネルギー消費抑制の取組が我が国の経済成長に深刻な影響を与えるとい
う懸念もある。気候変動の緩和と経済成長が両立する社会の構築を実現するた
めには、温室効果ガス排出削減の中長期目標を達成している社会の姿を予め描
き、その社会の実現に必要な温室効果ガス排出削減技術の研究開発の方向
性、妥当性を示すとともに、技術の社会実装を経済成長と結び付けて実施する

2 ための戦略が必要となる。

4 戦略策定にむけては、今後実施される気候変動緩和策の規模によらず、将来
の気候変動のリスクを大きく低減させる対応策も必要である。気候変動緩和と
気候変動影響への対応を兼ね備えた低炭素社会の構築が課題となっている。

6 低炭素社会の実現に向けた具体的な過程を明らかにするためには、低炭
素化につながる科学技術を構成するそれぞれの要素技術にまで立ち返っ
8 て分析し各々の性能やコストなどの予測を行う「定量的技術シナリオ」に関
わる研究開発と、低炭素化技術の導入により効果的な経済成長を促す方策を示
10 す「社会・経済シナリオ」に関わる研究開発、さらに両シナリオに基づいた社
会シナリオ研究を推進し、低炭素社会の実現のためのロードマップを議論し、
12 作成していくことが重要である。

14 また、低炭素化技術を社会に実装することによって低炭素社会を効率的かつ
効果的に実現するためには、開発された技術の実証研究は不可欠である。本研
究方策に記述されている研究開発課題についても、これらはいくまでもツール
16 であって、これが実際、実用化されるためには、さらなる社会的、経済的な評
価が必要である。技術の実証研究を通じて、技術の改善・改良点を明らかにす
18 るばかりではなく、実際に導入した場合の社会的・経済的効果や導入にあつ
ての課題を抽出することが可能になる。そこで得られる知見は、さらなる技術
20 の発展やより良い低炭素社会の実現に寄与することが期待される。

22 その際は、地域における再生可能エネルギーの賦存量やその地域特有の資源
に配慮したエネルギーシステムの在り方にも留意する必要がある。

24 さらに、低炭素社会の構築により社会システムの変革や社会の価値観の転
換など身近な生活にまで影響を与えることが考えられる。そのため、倫理
26 的・法的・社会的な課題やリスクへの対処、市民参加のあり方など、科学
技術の推進に当たって社会との関係のあり方を検討することが重要であ
28 り、個人、機関、集団間で研究分野を超えた情報及び意見の相互交換・合
意形成を図るとともに、自然科学のみならず、人文科学や社会科学の視点
30 も取り入れつつ、社会システム・制度改革を一体的に推進することが重要で
ある。

32

5. 地球規模課題解決のための地球観測、予測、統合解析システムに関連する技
34 術の強化とそれを支える基盤的情報の創出に向けた研究開発の推進

36 持続的な社会を可能とするとともに、気候変動や東日本大震災で再認識され
た自然の脅威に対応するために、地域の特性に応じた自然と共生するまちづく
りを進めることが必要となる。自然と共生するためには、地球環境の変動を正

2 確に把握し適切に対応することが必要であるため、地球観測・予測、統合解析
システム等の技術は社会を支える基盤的情報として位置付けることができる。

4 気候変動によって、台風の強大化や干ばつの増加等が引き起こされ、自然災
害等のリスクが増大することが予測されており、また、今後人類が進む社会経
6 済環境や国際交渉によって、そのリスクの大きさが大きく変化することから、
科学的評価により正確に把握することが必要となる。そのため、気候変動に関
8 する生起確率や精密な影響評価の技術を確立し、気候変動をリスクとしてマネ
ジメントする際に必須となる基盤的情報を創出し、自然災害が多発する日本に
10 おいて、自然災害にしなやかに対応し、持続的な成長の実現に貢献する。

気候変動予測の信頼性の向上には、気候変動メカニズムの解明が重要であり、
12 そのために地球環境の詳細な把握と情報提供を積極的に図る必要がある。特に、
地球温暖化の原因の大きな部分を占める二酸化炭素等の全球的な分布やその時
14 間変動に関する観測の充実を図り、継続的にデータを取得し様々な観測デー
タの相互利用を図る必要がある。また、古気候や古環境の解明に向けて、深海底
16 掘削や南極の氷床深層掘削によって得られたコアサンプル等を用いた研究、こ
れらのデータによる地球温暖化予測モデルの検証等の自然科学的アプローチや、
18 災害史、生態環境史等の人文科学的アプローチを行う。

気候変動は、地球規模の水循環の変動をもたらすことにより、世界各地にお
20 いて、水資源、自然災害、生態系、食料生産、人の健康等、様々な社会問題
をもたらすことから、気候変動に伴って起こる地球規模の水循環変動を把握し、
22 リスク評価を行うことが求められる。また、風土性や地域性に着目し、都道府
県や市町村レベルのリスク評価についても研究していく必要がある。

24 生物多様性を保全し利用することは、持続可能な社会の発展のために必要不
可欠である。生物多様性は、食料、工業材料、医薬品、エネルギー源や、炭素
26 固定・環境浄化機能等、多様な財、サービスを提供しうる。これらを持続的に
活用していくためには、革新的な利用技術の研究開発とともに、全球規模から
28 遺伝子レベルに渡る生態系の観測、環境変化と生態系の相互作用評価、変動予
測に基づく管理技術の構築が必要である。

30 【今後取り組むべき研究開発課題】

- 32 ○全球地球観測システムの構築
- 気候変動リスク情報の創出
- 34 ○確率情報を含む気候変動予測情報の提供
- 気候変動に伴う影響の精密な評価研究
- 36 ○生態系サービスの把握・予測等の生物多様性の研究
- 研究成果・データの統合解析研究

2 III. 研究開発を推進するにあたっての重要事項

4 1. 分野間の協力による新たな科学的、社会的価値の創造

20 世紀までの科学技術は専門分野を深化させてイノベーションに挑戦し、科学的価値とともに、社会的価値を生み出してきた。環境の分野でも、地球規模の観測能力やシミュレーション能力の向上に伴い、地球の各サブシステムにおける理解が進み、予測性能も向上した。しかし、分野を統合して知の創造や社会的価値を生み出すことには疎く、地球の各サブシステム間の相互依存性、地球規模と局所的な関連性、異なる時間スケールの相互作用など、地球及び環境の統合的、包括的な見方をサポートする科学技術や、これらの自然科学的アプローチと社会科学的アプローチの融合の推進は十分ではなかった。エネルギー分野でも、例えば太陽電池の発電効率の大幅な向上には、既存技術の延長線上にない革新的技術を創出することが期待されており、異分野融合を促進し、従来にない発想に基づく研究開発に取り組むことが重要である。

これら分野を超えた協働の推進には、それをサポートする具体的な場の設定がまず必要である。具体的課題を設定して、専門的な用語や論理の展開の特殊性を超えたデータの統合、情報の融合を通して、分野間で協力して問題を解決し、その結果生まれるメリットを共有することの積み重ねによって、科学的、社会的価値の創生に結び付けるデモンストレーションプロジェクトの計画、実行が必要である。

2. 産学官連携及び関係機関間の連携

環境分野の研究開発は、気候、物質循環、生態系などの対象面、観測、評価・分析、理解、予測、対策・利用などの研究開発内容面、さらには成果の活用面でも多岐にわたる。また、エネルギー分野の研究開発についても、太陽電池の効率や蓄電池の容量の大幅な向上に向けた材料研究、新規構造の研究開発、スマートグリッド等のエネルギーマネジメント技術、バイオマス利活用技術、大規模洋上風力等、対象は極めて多岐にわたり、その推進には、産学官の連携、関係省庁間の連携が不可欠である。例えば、センシング・モニタリングツール、環境保全・修復技術、環境低負荷産業技術、利用技術の研究開発には、研究開発者であると同時に成果の利用者でもある農林水産などの一次産業、電子・情報・電機・バイオなどの二次産業、サービスなどの三次産業の関係者の積極的参画が不可欠である。また、気象・海象や生態系の研究開発の成果は、農林水産業をはじめとして、化学工業、薬品産業、運輸業、商業などの多様な産業に活用される必要がある。

このような連携関係の構築のために、基礎研究を担当する文部科学省と、具

2 体的政策・実施を担当する多くの関係省庁とが、分担・連携し、研究開発とそ
その成果の活用が円滑に推進されることが重要である。

3. 科学技術と環境・エネルギー政策の一体的推進

6 環境・エネルギー政策の遂行は、科学観測によるリスクの認識、プロセス研
究に基づくリスクの将来予測、リスク回避のための技術的、制度的手段の適用
8 に基盤を置いており、さらには社会・市民の行動が鍵を握っている。環境分野
の科学技術は、社会の要請に応えるものであり、研究成果が政策に反映される
10 ことにより評価されるべきである。しかしながら、これまでは、政策決定にお
ける研究成果の活用が十分に行われていないのではないかという指摘がなされ
12 ている。今後は、研究成果が政策に適切に反映されるよう、政策側は科学技術
に何を求めているかを明確化すること（意思決定に必要な知見や政策形成に重
14 要な研究課題の提示等）、また、研究機関側も政策の判断を助ける客観的な科学
的知見や方法論を積極的に提供することが不可欠である。そのためにも、政策
16 及び社会的ニーズを研究活動に反映させるとともに、研究者の知見や研究成
果を政策に的確にフィードバックさせるための相互情報交換システムとなる場
18 の形成と活用を進める必要がある。また、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）
の活動への参画やミレニアム・生態系評価等の各国政府にアドバイスを提供す
20 ることを目的とした国際評価活動に積極的に参加すべきである。

4. 環境・エネルギー分野の人材育成

グリーンイノベーションを強力に推進するためには、Ⅱ. に掲げる研究開発
24 課題の推進とともに、その担い手である人材の育成も「車の両輪」として強化
していかなければならない。特に、天然資源に乏しく、また今後も人口減少が
26 見込まれる我が国が、持続可能で自律的な成長を実現するためには、気候変動
問題やエネルギー制約など、我が国のみならず世界共通の課題の解決に世界に
28 先駆けて貢献し、イノベーションの創出を担い、事業化を見据えた活動がで
きる優れた人材を、絶え間なく育成していかなければならない。特に環境・エネ
30 ルギー分野においては、前述したとおり、異分野連携の促進が極めて重要であ
ることから、専門分野を深めるだけでなく、積極的に異分野と協働し、課題を
32 解決できる人材が求められる。

そのためには、中長期的な視野に立った戦略的な取り組みを進めるとともに、
34 関係する分野が多い環境・エネルギー分野においては特に、研究者の学際的な
連携を促進し、特に国際的に開かれた人材育成環境を構築し、国際的な人材交
36 流を活性化することにより、社会の多様な要請に応え、広く産学官・市民にわ
たりグローバルかつ分野横断的に活躍するリーダーを育成することが必要であ

2 る。さらに、育成された人材の積極的な活用についても十分検討するべきである。
4

5. 国際的な取組の推進

6 我が国が地球規模の問題解決において先導的な役割を担い、世界の中で確たる
8 地位を維持するため、国際協調及び協力の観点からも、研究開発を戦略的に
10 進めていかなければならない。我が国は、これまでの経済成長の中で、公害問
12 題やオイルショックなどの様々な経験を経て、高度な環境技術やエネルギー技
14 術、及びそれに関する政策を修得してきた。これらを他の先進国も含めた世界
16 各国に展開し、地球規模の環境・エネルギー分野の課題の克服に貢献していく
18 ことは、我が国の責務である。我が国の科学技術を活かして、国際的な課題を
20 克服する研究開発を推進し、国際的な科学技術協力を通じて、特に、アジア・
22 アフリカ諸国等との相互信頼、相互利益の関係を構築していく必要がある。そ
の
実現手段の一つとして、地球規模課題解決のために日本と開発途上国の研究
者が共同で研究を行う「地球規模課題対応国際科学技術協力（SATREPS）」が、
独立行政法人科学技術振興機構（JST）と独立行政法人国際協力機構（JICA）の
共同で実施されている。SATREPS は科学技術水準の向上と国際協力の強化のみならず、
開発途上国の自立的な研究開発能力の向上と課題解決に資する持続的活動
体制の構築、また地球の未来を担う日本と途上国の人材育成とネットワークの
形成を目的として、アジア・アフリカ地域の国々を中心に、現在 60 のプログラ
ムが実施中である。

24 また、我が国は、これまでも IPCC や全球地球観測システム（GEOSS）等の国
際的な枠組・活動において、我が国の科学技術を活かした積極的な貢献を果た
26 してきた。来年 6 月には 1992 年の地球サミットから 20 周年を迎える機会に「国
連持続可能な開発会議（Rio+20）」が開催され、持続可能な開発に関するこれま
28 での進展や今後の課題について、議論されることとなっているが、気候変動や
地球観測分野におけるこれまでの我が国の貢献にとどまらず、引き続きこれら
30 の活動を推進し、国際社会の中で主導的な役割を維持していくことが必要であ
る

6. 自然科学と人文・社会科学の連携

34 地球環境問題の解決のためには、単に各現象を解決する技術の確立のみならず、
社会構造、都市構造、水利権や土地利用および経済活動を包含する、より
36 大きな社会・経済的な観点からの取り組みが必要である。さらに、経済政策、
外交政策あるいは、安全保障への対応等、様々な問題が絡み合う。環境・エネ
ルギーに関する政策では、個別の科学あるいは技術の向上のみならず、我々を

2 取り巻く社会経済活動の変革をもたらすことが求められる。このため、自然科学
4 及びその実効性、その導入に関しての利害調整、リスクコミュニケーション及
6 びそれを踏まえた国民的合意形成、科学技術面からの外交政策など、人文・社
会科学領域との連携・融合が図られる必要がある。

8 個々の科学技術が、社会全体としてどう生かされるのか、また、国民から
10 の要請がどう科学技術の研究課題として反映されるのか等について、自然科学、
社会科学、人文科学の各分野の研究者間で議論されることが、自然科学と人文・
社会科学の連携を進め、真に国民に必要とされる環境・エネルギー技術の研究
開発を推進することを可能とする。

「新たなライフサイエンス研究の構築と展開」

－第4期科学技術基本計画におけるライフサイエンス研究の基本的方向－

(中間とりまとめ)(平成21年12月7日ライフサイエンス委員会)(抄)

I. 現状認識

(社会・国民のニーズや期待)

○ライフサイエンス研究は、国民の健康長寿や低炭素社会の実現、新興・再興感染症への対応、食の安全の確保等の国民の安全確保に資するとともに、また、食料自給率向上や医薬品・医療機器等の産業競争力強化、新産業創出を図る上で重要な科学技術として、そのニーズや期待は高まっている。

II. 新たなライフサイエンス研究の構築と展開

1 今後のライフサイエンス研究の基本的方向

○ライフサイエンス研究の目標は、

- ①生命現象の包括的・統合的理解〔学術的な意義〕
 - ②健康長寿社会の実現に資する医学・医療・福祉の発展〔社会への貢献〕
 - ③地球規模課題（地球温暖化・気候変動問題、資源・エネルギー問題など）の解決を先導する科学（環境、農業、生物多様性など）の発展〔社会への貢献〕
- の3本柱と総括できる。

○ライフサイエンス研究の中長期的な学術的展望としては、「遺伝子（ゲノムDNA）→RNA、タンパク質等→細胞→個体→生命」の理解といった個体としての生命現象の解明を目指した研究から、「精神（こころ）」や「地球生態系」の理解などを目指した、より高次かつ統合的な研究へと進んでいくものと考えられる。このような研究の方向等を踏まえて、ライフサイエンス研究は、人文・社会科学の分野も含めた学際的・統合的な生命科学（「総合生命科学」）として研究を構築・発展させていくことが求められる。

○ライフサイエンス研究を国として推進するにあたっては、「重厚な人材育成」、「世界最高水準のライフサイエンス基盤の整備・活用」、「国際的な連携体制の構築」、「科学の成果の社会還元への取組」の4点をその基本的方針とすべきである。

2 研究基盤

○今後のライフサイエンス研究の重要な知的基盤として、

- ①バイオリソース（生物遺伝資源等の研究用材料）
- ②ライフサイエンス統合データベース
- ③最先端計測・分析設備基盤
- ④創薬・医療技術支援基盤

の整備が重要である。

○第4期科学技術基本計画においては、これまで整備してきた知的基盤の一層の質的充実とともに、国内のみならず国際的に貢献できる提供・活用体制を整備していく

べきである。このため、ライフサイエンス研究の立場からは「2020年までに世界に貢献するライフサイエンス基盤の質的充実及び提供・活用体制の整備」といった目標を掲げ、国際的な優位性、標準化等に関する戦略性を十分考慮した計画を新たに策定し、同計画のもとで知的基盤の更なる充実を図る必要がある。

3 研究環境・体制

○世界のライフサイエンス研究が熾烈な競争を繰り広げている現在、我が国は、自らの優位性、国内の競争と協調を重視しながら、グローバルな視点で国際競争力のある研究推進体制を構築しなければならない。このため、大学、大学共同利用機関及び理化学研究所等との間で、様々なレベルでの有機的な研究連携を構築していかなければならない。また、理化学研究所の研究基盤等と大学や大学共同利用機関の教育研究ポテンシャルを一体的に活用した人材育成の場の設置も検討していくべきである。

○橋渡し研究・臨床研究の推進については、これに従事する人材の確保を進め、また臨床現場における医薬品等の開発に対するインセンティブ向上を図るとともに、開発早期からの開発戦略策定や実用化に向けた産学連携等を強力に進めていくことが重要である。

新規性の高い革新的医薬品・医療機器の開発段階における規制側の課題については、研究機関の有する安全性・有効性に関する科学的データを、開発と並行して、規制当局に提供していくことにより、規制側の安全性・有効性評価に関する科学的実証データを充実させ、審査システムへ貢献していくことが必要である。

ベンチャー企業に関しては、今後、民間資金がハイリスク研究へ供給されるような投資環境の改善や、ベンチャー企業の積極的参加による産学間の技術移転を進める中期的視野を持った支援施策の充実など関係府省等は具体的施策を講じていくことが必要である。

○地球生態系の保全、低炭素社会の実現に向けたグリーンテクノロジーなどを推進する研究環境や体制を強化していく必要がある。例えば、GMOの研究やゲノム育種など遺伝子操作等の技術に対する国民理解の増進が重要となっている。また、研究面の体制に関しては、関係府省の連携を図り、基礎研究から実用化を目指した研究への橋渡しを強化していくことが重要である。

○上述のほか、研究開発早期からの国際的な知的財産戦略の構築と広くイノベーションが創出される環境の醸成、ライフサイエンス研究の進捗に応じた倫理基準の整備、多様な資金源によるライフサイエンス研究の振興、科学技術ステークホルダーの一層の成熟化と機能分化等が重要である。

4 ライフサイエンス研究の展開

○今後の重要研究課題については、社会・国民のニーズや期待をもとに、ライフサイエンス研究の目標を踏まえて、重要な政策課題とこれに対応するライフサイエンス研究の例を、別添のとおりとりまとめた。また、別添に掲げた研究のなかでも、今

後のライフサイエンス研究の方向や新たな潮流等に鑑みて、国を挙げて新たに取り組むべき戦略研究プロジェクトを以下のとおり具体化した。

(1) 生命の統合的理解：「生命動態システム科学研究（仮称）」の推進

(2) 健康長寿社会の実現：「個人」に着目した医療の実現に向けた研究強化

－大規模疫学研究体制の構築－

(3) 地球規模課題の解決：低炭素社会の実現に資する生物利用研究の推進

○今後の重要研究課題に対応して、国として重層な科学技術基盤を有しつつ、ライフサイエンス研究を進めていくため、研究領域や特性に応じて、研究や基盤整備の予算を相補的かつ並行的に措置していくことが重要である。大学等や研究開発法人の基盤的な経費（運営費交付金等）の確実な措置は、教育・研究の基礎体力を確保する上で何よりも重要である。

(1) 生命の統合的理解：「生命動態システム科学研究（仮称）」の推進

我が国の数学、物理学、情報・計算科学に関するレベルは高く、これまでの優れた知見の集積は、幅広いライフサイエンス研究への相乗効果が期待できる。現に、ライフサイエンスと情報科学の融合は、疾患の原因遺伝子の同定など社会的意義も高い貢献をしている。今後「生命を動的システムとして理解し、操作するライフサイエンス」を推進することで、例えば、最も複雑な動的システムである脳の作動原理の解明という根本的問題に迫る一方、新しい治療法の有効性・安全性の予測や創薬、人工臓器の設計、炎症制御、再生医療の開発などの画期的な発展にも応用が期待できる。このため、日本学術会議では「このような生命科学の新たな潮流は 21 世紀の科学全体に大きな影響を与えるものと推定され、わが国においても生命科学と数理計算科学の融合による新たな生命科学領域の創出に早急に取り組む必要がある」¹としている。

新たなライフサイエンス研究の潮流を研究領域として育てていくためには、第一に、研究者コミュニティによる、研究内容の多様性に十分留意した検討、具体化が欠かせない。それを踏まえて、国は、我が国の優位性を活かした国全体での研究推進体制を構築・支援していく必要がある。具体的には生命動態システム科学研究(仮称)への研究投資に加え、これらの研究の基盤となる計測・分析技術を集中的に開発・提供する拠点の整備が挙げられる。また、当該研究を推進していくためには、新しい研究領域を担う若手人材の育成が必要であり、例えば、課程の人材養成目的に沿って拠点と一体的に連携した大学院博士課程の設置検討を期待したい。

(2) 健康長寿社会の実現：「個人」に着目した医療の実現に向けた研究強化

－大規模疫学研究体制の構築－

今後、オーダーメイド医療や予防医学などの「個人」に着目した医療の実現を進めていくためには、国民の健康状態を長期に追跡調査し、生活習慣、生活環境等の影響、個人の遺伝的素因等の総合的な疫学調査の実施が必要不可欠である。これらの疫学情報にゲノム、バイオマーカー等の生体情報を加えた前向きコホート研究²を行うことで、

¹ 今後のライフサイエンス・ヘルスサイエンスのグランドデザイン（平成 20 年 8 月日本学術会議） 2 頁より抜粋

² 多数の健康な人を対象に食生活や生活習慣など疾病の原因となる可能性のある要因を調査した上で、その集団を追跡調査して病気に

生命現象と疾患のメカニズム解明だけでなく、疾患の罹患や医薬品の副作用に対するリスク、あるいは食品の健康に対する影響の評価・予測が可能となる。このような疫学研究は、疫学や統計学の専門的知識に基づいて大規模かつ長期の調査としてデータを蓄積していく必要があり、総合科学技術会議のリーダーシップのもとで関係府省が連携し、実効的かつ安定的な体制を構築していくことが必要である。その際、これまで各研究機関等で実施された貴重な疫学研究のデータや試料の散逸を防ぐとともに、これを有効に活用できるよう留意すべきである。

また、創薬研究についても、新たな技術により大きく変革することが期待される。例えば、遺伝子解析による創薬ターゲットの探索と iPS 細胞を活用した薬効スクリーニング、PET等の分子イメージング手法などを組み合わせて用いることにより、探索から安全性の評価までヒトの系を用いて検証ができる可能性がある。このような創薬研究全体への中長期的な波及効果も十分に考慮していく必要がある。

(3) 地球規模課題の解決：低炭素社会の実現に資する生物利用研究の推進

現在、低炭素社会の実現に向けた革新的な環境・エネルギー技術開発の重要性が飛躍的に高まっており、これに向けたライフサイエンス研究からの貢献を強化していくことが求められている。具体的には、環境保全と修復に資する生態系の理解、高い光合成能や生産効率を上げるための悪環境抵抗性をもつ植物の作出研究、食料資源との競合を避けるバイオマスの利活用を促進する技術開発などを、現状の課題や我が国の優位性・発展性等を整理した上で、総合的かつ戦略的に取り組んでいくことが重要である。

今後の重要政策課題とこれに対応するライフサイエンス研究

別添

【ライフサイエンス研究の目標】

【重要政策課題】

【対応するライフサイエンス研究の例】

生命現象の
包括的・統合的理解
〔学術的な意義〕

＜生命の統合的理解＞

生命プログラムの解明と再構築（生命動態システム科学（仮称））
人間の心理・行動の理解（脳科学等）
生体の統合的な制御機能の解明（免疫研究等）
生命の起源と多様化原理の解明
新興学問領域の創設

・大規模生物データの集積と数理科学の応用による生命活動の再構成と動作機構の解明研究
・合成生物学研究等を用いた生命の起源と多様化原理、適応制御の解明研究
・人間の多様性に基づく生命プログラムの普遍性・特殊性に関する研究
・人間の心理・行動の計測、モデル化、予測を可能にする研究
・音声・言語によるコミュニケーションと脳機能の相互作用研究
・自然科学と人文・社会科学の連携による「脳と心とこころ」の融合研究
・器官形成プログラムの解明

健康長寿社会の実現
に資する医学・医療・福祉
の発展
〔社会への貢献〕

＜健康長寿社会の実現
（医療・福祉等への対応）＞

がん対策研究
難病対策研究
慢性疾患の克服（炎症・代謝研究等）
再生医療の実用化研究（機能回復支援）
こころの健康の向上（精神・神経疾患研究等）
食料対策研究

・身体機能の移植・補綴・再生に資する医科学研究
・がん及び循環器疾患の発症機構解明と治療・診断・予防技術の開発研究
・長期発症コホート研究（疫学研究）と個人医療実現に資するゲノム科学研究
・生体の恒常性維持と破綻に関する研究（加齢の観点からなど）
・幹細胞研究（標準化・複製効率向上、分化制御等）
・自殺対策、発達・学習障害の克服に資するこころの健康の診断・予防研究
・構神神経疾患の発症・病態解明研究
・多様な生物医学情報（医療・健康・福祉）と循環させるトランスレシヨナル・インフォマティクス研究（医学の知見に基づく生体・人間を含む社会などの制御・予測研究）
・環境変動対応、持続可能、高生産性、高機能性等を有する食料・食品生産技術に資する生物学研究
・新型ワクチン開発等に可能にする感染症研究や免疫の記憶機構の解明研究

＜新興・再興感染症対策＞

感染症予防研究

地球規模課題の解決
を先導する科学の発展
〔社会への貢献〕

＜地球温暖化・気候変動対策＞

環境影響の評価研究
食料・水資源対策研究（植物科学・バイオマス研究等）

＜資源・エネルギーの需要増加への対応＞

エネルギー源対策研究
省エネルギー対策研究
再生可能エネルギー開発研究
物質生産効率の向上

・微生物や植物を活用した環境の保全と修復に資するエコシステム・生物利用研究
・水資源の浄化・再利用を可能にする生物利用研究
・CO2固定と資源への利用に資するバイオマス利用研究
・多様な生物資源（非食用植物や微生物等）の活用による持続的かつ低環境負荷型の物質生産システム研究
・脱石油社会実現に向けたグリーンテクノロジーの発展に資するバイオマス研究
・エネルギー生産・増産のための改変光合成植物、微生物開発を可能にするシステム生物学研究
・三大感染症を含む各種感染症の予防（ウイルス媒介（拡散）制御等）、治療、検査手法開発に資する医学研究

＜新興・再興感染症対策＞

病原性対策研究
パンデミック対策研究

情報科学技術に関する推進方策 (中間報告)

平成23年9月

情報科学技術委員会

情報科学技術に関する推進方策（概要）

1. 情報科学技術に今後求められる「革新」の基本的な方向性

環境・エネルギー問題や医療・健康問題への対応、災害等に強い安全・安心な社会の構築などの課題に対応するため、情報科学技術イノベーションの力が必要とされている。情報科学技術は今後の様々な社会的課題の達成に向けて科学技術が貢献していく上で重要な鍵を握る共通基盤的な技術である。

様々な課題達成のため、情報科学技術に共通に求められる方向性

- A) 課題達成のために必要な情報を得るための情報科学技術を活用した効果的かつ効率的な情報収集・情報集約・情報統合・情報管理・情報分析・情報流通・情報共有システムの高度化
- B) 情報科学技術を活用した的確な科学的分析・解明・予測の高度化
- C) 課題達成に役立つ方向でのITシステム及びITを組み込んだ技術の高機能化
- D) 変化する状況に対応して課題達成のために最適化できるITシステムのリアルタイム性、機動性と柔軟性の向上
- E) 課題達成型IT統合システム（実社会情報を集約し、課題達成に最適な解や方向性を導き出し実社会にフィードバックする高度に連携、統合されたITシステム）の構築
- F) ITシステムの超低消費電力化（グリーン化）
- G) ITシステムのデータペナダビリティ（災害等に強いシステム）の向上

2. 具体的課題の達成に向けた各課題ごとの推進方策

(1) 環境・エネルギー問題への対応

- ① 太陽光発電や燃料電池の性能向上等に資するシミュレーションの高度化
- ② 社会システムの高効率化のためのIT統合システムの構築
- ③ 実社会のライフラインであるITシステムであるITシステムの超低消費電力化

(2) 医療・健康問題等への対応

- ① ライフイノベーションに貢献する情報収集・情報集約・情報管理・情報分析の高度化
- ② 医療、創薬、臓器やウィルス等の解析等に資するシミュレーションの高度化
- ③ 高度先端医療機器の性能向上

(3) 災害等に強い安全安心な社会の実現

- ① 災害に強いITシステム及び社会基盤の構築
- ② 地震・津波の被害軽減、高度な気象予測、全地球的な長期気候変動予測等のシミュレーションの高度化
- ③ 防災オペレーションに応用するIT統合システムの構築
- ④ 人とコンテントツの対話を促す次世代型情報イノベーション技術
- ⑤ 風評被害等を避けるためのリアルタイムメディア解析技術の構築

(4) 豊かで質の高い国民生活の実現、文化的価値の向上

- ① 伝統文化・文化遺産保存のためのアーカイブ化技術や、文化・芸術の創造を支援する情報科学技術の高度化
- ② 高次感性情報システムの構築
- ③ 豊かな地域社会創成のための社会活動支援情報システム

(5) 科学技術基盤の高度化

- ① クラウドの高度化
- ② 未来を予測する高度な科学技術基盤であるハイパフォーマンス・コンピューティング技術の高度化
- ③ Web社会分析基盤ソフトウェアの研究開発
- ④ 課題達成型IT統合システム構築のための統合基盤技術の高度化
- ⑤ 知識フェデレーション型の統合的分析・知識創成技術の構築
- ⑥ 高度な科学技術基盤の構築の前提となるITシステムの超低消費電力化
- ⑦ 国際競争力の強化につながるソフトウェア開発プロセスの抜本的見直し

(6) 国際競争力の強化

- ① クラウド等の新しい情報サービス領域における国際競争力のある技術の育成・強化
- ② ハイパフォーマンス・コンピューティング技術を用いた国内産業等の技術開発力の向上等

(7) 情報化社会の進展への対応

- ① ITシステムにおけるプライバシー保護の問題の解決のための技術開発
- ② 人とコンテントツの対話を促す次世代型情報イノベーション技術
- ③ ITメディアのアーカイブ技術の確立
- ④ 法制度上生ずる問題への対応

はじめに

本委員会においては、科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会の問題提起を受けて、第4期科学技術基本計画を踏まえた情報科学技術分野の研究開発推進方策について議論を行い、そこでの委員の意見を中間報告として取りまとめることとした。

5 まず、「**1. 情報科学技術分野において今後求められる「革新」の基本的な方向性**」の(1)において、近年の世界情勢と我が国の置かれた状況を概観した。

その上で、(2)において、情報科学技術分野に今後求められる方向性を明確にした。

※情報科学技術に今後求められる方向性

- 10 A) 課題達成のために必要な情報を得るための情報科学技術を活用した効果的かつ効率的な情報収集・情報集約・情報統合・情報管理・情報分析・情報流通・情報共有システムの高度化
- B) 情報科学技術を活用した的確な科学的分析・解明・予測の高度化
- C) 課題達成に役立つ方向での IT システム及び IT を組み込んだ技術の高機能化
- 15 D) 変化する状況に対応して課題達成のために最適化できる IT システムのリアルタイム性、機動性と柔軟性の向上
- E) 課題達成型 IT 統合システム（実社会情報を集約し、課題達成に最適な解や方向性を導き出し実社会にフィードバックする高度に連携、統合された IT システム）の構築
- F) IT システムの超低消費電力化（グリーン化）
- 20 G) IT システムのディペンダビリティ（災害等に強いシステム）の向上

さらに、「**2. 具体的課題の達成に向けて**」において、各課題ごとの研究開発推進方策を記述した。課題の項目立てについては、研究計画・評価分科会の示した課題を基に、情報科学技術分野のイノベーションを考える上で必須の課題として下記に⑥⑦を加えること

25 とした。

※具体的課題

- ① 環境・エネルギー問題への対応
- ② 医療・健康問題等への対応
- 30 ③ 災害等に強い安全安心な社会の実現
- ④ 豊かで質の高い国民生活の実現、文化的価値の向上
- ⑤ 科学技術基盤の高度化
- ⑥ 国際競争力の強化
- ⑦ 情報化社会の進展への対応

35

1. 情報科学技術分野において今後求められる「革新」の基本的な方向性

(1)近年の世界情勢と我が国の置かれた状況

近年、地球温暖化や環境、エネルギー問題など、複雑かつ困難な状況が顕在化し、こうした全世界的な人類共通の課題への対応が求められている。また、経済におけるグローバル化の一層の進展、新興国市場における競争の激化が進む中、産業・経済面での国際競争力の強化が一層重要となってきた。国内的には、少子高齢化や人口減少等の社会的、経済的活力の減退につながる問題にも直面している。さらに、今般の東日本大震災は多大な被害をもたらした。その影響は東日本のみならず、我が国の社会経済及び国民生活の広範囲に及んでいる。このような大震災から復興し、持続可能で活力のある社会を再構築するとともに、災害に強くエネルギー不足等の問題にも柔軟に対応できる社会に立て直すことが急務となっている。

このような世界情勢や我が国社会の根幹に関わる課題に対応するため、今まさに科学技術イノベーションの力が必要とされている。

(2)情報科学技術に今後求められる方向性

情報科学技術は科学技術全体の中でも基盤性という特徴を有している。これまでも社会経済活動における基盤や、科学技術の研究開発の推進における基盤の形成という観点から大いに貢献してきた。具体的には、ライフサイエンス、ナノテク材料、環境、ものづくり等の科学技術分野から交通、医療、教育、防災、エネルギー等の社会応用分野にいたるまで、極めて広範な範囲にわたり基盤的技術としてその役割を果たしてきた。

平成 23 年度は、科学技術分野の新たな国家戦略である第 4 期科学技術基本計画が開始され、我が国の科学技術政策における大きな転換期にあたる。情報科学技術は、今後の様々な社会的な課題の達成のために科学技術が貢献していく上で重要な鍵を握る共通基盤的な技術であり、これまで以上に高度な役割が期待されることとなる。社会的に重要な課題の達成に向けて情報科学技術に今後求められる方向性は以下のとおりと考えられる。

A) 課題達成のために必要な情報を得るための情報科学技術を活用した効果的かつ効率的な情報収集・情報集約・情報統合・情報管理・情報分析・情報流通・情報共有システムの高度化

課題達成のためには、適切な情報に基づき有効な判断を行うことが成功の鍵である。課題達成の成否に影響を与える情報は広汎多岐にわたっており、正確な集約が難しい。課題の複雑性に依りて人間の五感では直接把握しがたい広域にわたる大量かつ多面的な情報を情報科学技術を用いて効果的かつ効率的に収集・集約・統合・管理することがこれまで以上に必要となってきた。また、心豊かな人と人との交流、きずなを大切にした社会の創成のためには、情報流通・共有システムの質的な充実が求められる。このため、これらを可能とするセンサーネットワーク、クラウドコンピューティング、データベース、データ検索技術、データマイニング、ストレージ、ヒューマンインターフェイス等の最先端の IT 及びこれらを統合するシス

テム技術は重要であり、これまで以上にさらなる高度化が求められる。

B) 情報科学技術を活用した的確な科学的分析・解明・予測の高度化

5 社会的な課題の達成のためには、その前提として自然や社会の構造、本質、メカニズム、成り立ち、変化、将来の姿をこれまで以上に科学的に精密かつ高度に分析・解明・予測することが求められる。ものづくり等の産業競争力強化や、防災、創薬、医療等においても同様である。そのための方法論として、ハイパフォーマンスコンピューティング技術を用いて行われるシミュレーションをはじめとした計算科学、データ科学、統計数理、データ同化等は極めて重要であり、これまで以上に科学技術としてのさらなる高度化が求められる。

C) 課題達成に役立つ方向での IT システム及び IT を組み込んだ技術の高機能化

15 課題達成のためには、高度化するユーザニーズにこたえ、情報科学技術を組み込んだシステムの性能及び機能の高度化が必要である。これらを構成するデバイス、ネットワーク、システムソフトウェア等の要素技術について、当該システムに求められている具体的な課題達成の方向性に応じた性能及び機能の高度化が求められる。例えば、情報科学技術を組み込んだ高度先進医療機器の性能向上、コンテンツ分野のさらなる向上に資する高次感性情報システムの構築、国際競争力の強化につながるソフトウェア開発プロセスの抜本的見直し等が必要とされる。

20

D) 変化する状況に対応して課題達成のために最適化できる IT システムのリアルタイム性、機動性と柔軟性の向上

25 課題達成のためには、刻々と変化する状況に応じた対応、最適化を図ることのできるリアルタイム性、機動性と柔軟性の向上が求められる。このことは、IT システムを構成するセンサーネットワーク、クラウドコンピューティング、データベース、ストレージ等のあらゆる要素技術と統合システム全体に求められる。

25

E) 課題達成型 IT 統合システム（実社会情報を集約し、課題達成に最適な解や方向性を導き出し実社会にフィードバックする高度に連携、統合された IT システム）の構築

30

35 防災や省エネルギーをはじめとした様々な課題達成に資するシステムとして実社会から広汎かつ刻々と変化する情報を集約し、コンピューティング技術、最適化理論、統計理論等を用いて最適な解や方向性を導き出し、さらにそれを現実の社会にフィードバックし、課題達成に結びつけることのできる高度に連携・統合化された IT システムあるいは仕組みの構築が必要とされる。そのためには、これまでの様々な要素技術を集約、統合化したうえで応用分野の違いを超えて横断的に適用できるような統合基盤技術の構築に向けた応用的な取組が求められる。統合基盤技術の高度化、実証や標準化を進め、普及実用化に繋げていくという過程をより具体的なシ

ナリオとして描いていくことが不可欠である。総合科学技術会議による第3期科学技術基本計画の総括的フォローアップ（平成23年3月）においても、『重点課題8分野の重点的な研究開発が推進され、多くの革新的な技術が創出されてきたものの、個々の成果が社会的課題の達成に必ずしも結びついていない』と指摘されており、課題達成型IT統合システムは、こうした指摘にも応えるものとなる。

F) ITシステムの超低消費電力化（グリーン化）

課題達成のためにITシステムが有効性を発揮するにはシステムを動かすエネルギーが必要となる。しかしながら、低炭素社会の実現のためには省エネルギーが必要不可欠であり、さらに東日本大震災後のエネルギー不足等の状況下においては、消費できるエネルギー量が大きく制限される状況にある。にもかかわらず、今日、先進国のみならず新興国でもIT機器やデータセンターが急速に普及しており、情報通信・処理機器の電力効率は今後のIT機器等の高機能化のボトルネックになると考えられる。このため、ITシステムの超低消費電力化（グリーン化）が必要不可欠である。

G) ITシステムのディペンダビリティ（災害等に強いシステム）の向上

今日、あらゆる社会の課題達成のためにその役割が期待されているITシステムには、システムとしてのディペンダビリティが最も必要とされる。大規模な自然災害発生時など過酷な条件下においてもITシステムが社会のライフラインとして機能し、危機的状況下でも課題達成のためのシステムとしての役割を維持することは、国民の生命や安全安心にとって大変重要である。災害等に強いディペンダビリティの向上が必要不可欠となる。そのために、最低限の機能を維持するためのエネルギー供給系との統合、応急的な復旧、保守の容易さなどの機能を強化して、社会の神経系としての自律性を確保することも必要となる。なお、「ロバスト」、「レジリエント」といった言葉も使われている。それぞれニュアンスは異なるものの、ほぼ同様の概念である。

(3)留意すべき事項

過去の情報科学技術委員会においても、情報科学技術の効果的な利活用によって社会全体の効率化や生活の質の向上に貢献するというby-ITの観点とともに情報科学技術そのものを高度化していくというof-ITの視点を重視してきた。第4期科学技術基本計画の掲げる課題達成型の研究開発という基本戦略に沿って、情報科学技術政策を推進していくにあたり、by-ITとof-ITの関係を考慮することが必要である。情報科学技術の利活用を通じて世界的な環境問題やエネルギー問題などのグローバル課題を解決し、安全・安心な社会生活の基盤を構築するという視点は重要である。その重要性（by-ITの重要性）は、of-ITの重要性に帰結する。このような様々な社会的課題に対する技術開発の必要性が大きなモチベーションになってof-ITの技術開発が推進され、大きな成果やイノベーション創出に繋

がるという点をしっかりと認識したうえで研究開発投資を進めていく必要がある。

なお、情報科学技術戦略の推進にあたっては、このような第4期科学技術基本計画をはじめ、政府の新成長戦略、政府全体の情報通信分野の中長期的戦略を定めた「新たな情報通信技術戦略」（平成22年5月IT戦略本部）等の様々な政府戦略においても、情報科学技術により経済社会全体を改革して新しい活力を生み出す必要性や、基礎研究も含めた科学技術の総合的振興の必要性に言及しており、このような政府戦略等にも留意する必要がある。

さらに、ネットワーク技術等の標準化や研究開発を推進する総務省、高信頼なシステムソフトウェア開発やソフトウェアエンジニアリング等の推進に取り組んでいる経済産業省、科学技術政策の司令塔である内閣府総合科学技術会議等とも連携し、政府全体として効率的な施策運営に努めるべきである。

2. 具体的課題の達成に向けて

(1) 環境・エネルギー問題への対応

全世界的な人類共通の課題である「環境・エネルギー問題」への対応のため、再生可能エネルギーに関する技術革新や省エネルギーが極めて重要である。

情報科学技術においても高度なシミュレーションによる太陽光発電や燃料電池の性能向上により、再生可能エネルギーに関する技術開発に貢献することが期待される。また、社会システムの効率化のためのIT統合システムの構築やITシステムの超低消費電力化により、省エネルギーに貢献することが期待される。

このため、これらに関する技術革新のための研究開発に取り組む必要がある。

①太陽光発電や燃料電池の性能向上等に資するシミュレーションの高度化

(グリーンイノベーションに貢献するハイパフォーマンスコンピューティングの高度化)

(方向性B：科学的分析・解明・予測の高度化)

太陽光発電や燃料電池の性能向上等に資するシミュレーションを高度化するため、エクサスケールに向けてのハイパフォーマンス・コンピューティング技術の高度化や、データ同化による実社会情報の取り込みの強化等

②社会システムの高効率化のためのIT統合システムの構築(方向性E：課題達成型IT統合システム)

様々な社会活動を、これまで以上により一層高効率な状態に最適化していくためには、分散配置された多数の各種センシングデバイスによりリアルタイムに実世界の情報を集約し、コンピューティング技術等を用いてリアルタイムの解析を行い、社会システムを高効率化するための最適な解を導き出し、実社会にフィードバックするIT統合システムが必要である。こうしたシステムを支える情報統合基盤技術を高度化することで、広く様々な社会システムやサービスへの応用を促進することが必要である。

③実社会のライフラインである IT システムの超低消費電力化（方向性 C：IT システム及び IT を組み込んだ技術の高機能化、方向性 F：IT システムのグリーン化）

IT システムの超低消費電力化のため以下の様な技術を確立する必要がある。

ア) IT システムの超低消費電力化をさらに一層進めるためのデバイス、回路、アーキテクチャ技術の創出

i) デバイス技術で言えば、CMOS の微細化、高速化や Si ナノ CMOS と非シリコンデバイスの融合化を、より一層進めるとともに、シリコンデバイスを凌駕する新概念、新構造、新材料を用いた Beyond CMOS 等のナノエレクトロニクスの集積化を進める。

ii) IT システムの稼働に伴う電力効率を向上させる方向での技術開発が必要である。具体的には例えば、不揮発性、高速スイッチ機能性などのスピントロニクス素子の多機能性を最大限に活用した新概念非ノイマン型回路技術の開発をはじめ、スピントロニクス素子により記憶機能と演算機能を融合し、徹底的な省エネルギー性と極めて高い耐故障性を有するオペレーションインメモリーLSI の開発などが挙げられる。また、単一磁束量子（SFQ）回路技術により演算回路やメモリシステム、オンチップ・オフチップ配線の消費エネルギーを従来の 10 万分の 1 に低減することが可能であるとも言われている。

iii) 情報処理デバイスが動作していない時の静的電力の肥大化を解消する方向での技術開発も必要であり、例えば、スピントロニクス不揮発メモリと情報処理回路と一体化した新しいシステムにより静的電力を大幅に減少することができる。スピントロニクス素子を用いた不揮発素子の開発に関しては、我が国が世界を牽引しており、世界最高水準の研究レベルにある。一方で、米国においてもスピントロニクス不揮発素子開発やスピントロニクスを用いた情報処理デバイスへの国家的な研究投資が開始されたほか、メモリ素子の世界最大の生産国である韓国でも国家的な研究投資が開始されている。今後も日本の優位を維持、発展させるための戦略的投資が必要である。

イ) 超低消費電力メニーコアプロセッサとそれを複数接続したサーバアーキテクチャ技術、それらのプロセッサ用の並列プログラムを逐次プログラムから自動生成するコンパイラ技術の研究開発（高性能サーバの開発では冷却システムを含めた消費電力が最重要課題となっており、我が国の組込技術で培った低消費電力プロセッサをベースとしたメニーコアプロセッサとそのメニーコアプロセッサ用の並列プログラムを自動生成するとともに、各プロセッサの周波数・電圧制御、電源遮断制御を行うことができるコンパイラを用いることにより、現在世界最高の電力当たりの処理性能を 100 倍以上向上させるメニーコアプロセッサ及びコンパイラ技術の確立が期待できる。これにより、災害・病気から命を救うための技術が確立できるとともに、携帯端末、情報家電、電気自動車等への応用により、我が国の産業基軸である情報家電・自動車産業などの競争力を持続的に強化できる。）

- ウ) その他、ネットワーク技術、システムソフトウェア技術の各技術分野における技術開発や、それらを統合した技術開発による情報システムの電力あたり処理性能の飛躍的向上（特に、今後強化させるべきポイントとして、例えば、LSI等の部品だけではなく、システムレベルの低電力化や、複数のレイヤや装置間を跨ったクロスレイヤの低電力化技術の開発が重要。その際、システムを利用するサービスの在り方やその性質まで考慮する必要がある。）
- エ) 災害時において、昼間は太陽電力で動作・充電でき、計画停電時あるいは電力事情が悪い場所でも、信頼性の低下なく安心してコンピュータシステムを動作させるシステムの開発（例えば、太陽電池で動作可能な超低消費電力メニーコアプロセッサの研究開発。サーバをはじめ、情報家電、自動車などに組み込む。）こうした個別的なデバイス等に加えて、システムとしての自律性を確保することが重要である。

(2) 医療・健康問題等への対応

医療・健康問題等への対応のための重要なポイントとして、医療・健康問題に関連する膨大な個人単位の情報の高度な利活用、医療や創薬に関連する科学的分析、メカニズムの解明、予測の高度化、さらには高度先端医療機器の性能向上が挙げられる。

情報科学技術においても医療・健康関連の個人単位の情報を高度に集約・管理・分析する技術、医療・創薬等に資する高度なシミュレーション、ITを組み込んだ高度先進医療機器の性能向上により、課題の達成に貢献することが期待される。

このため、これらに関する技術革新のための研究開発を推進する必要がある。

① ライフイノベーションに貢献する情報収集・情報集約・情報管理・情報分析の高度化 (方向性A：情報収集・集約・統合、情報管理・分析の高度化)

- ア) 医療費の高騰と高齢化による保険制度や医療制度の経済的破綻は先進国だけでなく途上国においても大きなリスクとなりつつあり、遺伝子情報、生活習慣情報、地域に関する情報、食料や環境情報を有機的に結びつけ、リスク管理と連携。
- イ) 日常の個人の行動情報を健康管理に利用できるシステム構築（生活習慣に関わる様々な疾病発症の要因分析を可能とし、保険料や医療費の大幅な削減にもつながる。また、症例が少ない疾患に対する予防や治療方法の解明が進められる。）
- ウ) あらゆる病気に関して、ゲノム情報を含む患者情報と治療記録をデータベース化し、組織を超えて共有化できるように個人情報保護の技術と制度を開発（個々の病気に関する多くの症例と治療記録が蓄積され共有される。これらに統計処理や可視化、さらにはデータマイニングやテキストマイニングなどの知識発見技術をインタラクティブに適用することにより、特定のプロパティを持った患者の特定の症例に限って極めて有効に効く治療法を見つけ出すことが可能になる。）
- エ) 東日本大震災で個人のカルテ情報や投薬履歴情報が流出し大きな問題となった。電子カルテの形式でクラウド化すれば、このような問題には対応できるのではない

かと考えられる。

②医療、創薬、臓器やウイルス等の解析等に資するシミュレーションの高度化

(ライフイノベーションに貢献するハイパフォーマンスコンピューティングの高度化)

(方向性B：科学的分析・解明・予測の高度化)

ア) 医療・創薬・臓器やウイルス等の解析等に資するシミュレーションを高度化するため、エクサスケールに向けてのハイパフォーマンスコンピューティング技術の高度化等

イ) 患者の身体的負荷を軽減した治療の実現に資するため、全身レベルの人体シミュレーションを医療現場に導入するシステムを開発

③高度先進医療機器の性能向上 (方向性C：ITシステム及びITを組み込んだ技術の高機能化)

ア) 重粒子線ガン治療をはじめとする近年の高度医療については、治療装置の価格が極めて高価であることや、治療時の照射計画の計算等に莫大な時間を要し治療患者数が限定されたり、消費電力が大きいなどの課題がある。我が国の組込プロセッサで培った低消費電力化技術に加え、照射計画の並列化や自然冷却できる我が国独自の低消費電力指向型ITが実現されれば、治療患者数の大幅な拡大や施術費用低減が期待できるほか、医療現場の効率化や低消費電力化、現場で静粛な安心して使える医療機器の提供が可能となる。

イ) 脳活動を計測する先進的画像データであるMRI (Magnetic Resonance Imaging system。磁気共鳴画像装置)、PET (Positron Emission Tomography。ポジトロン断層法)、X線CT等の画像データを、ビジュアルデータマイニング等の統計解析手法を用いて統合的に分析できる新しい手法等が開発されれば、新たな病気の早期発見に繋がり、QOL (Quality of Life) の改善や医療費の低減が期待できる。

ウ) ITシステムを活用した遠隔医療システムの高度化

(3) 災害等に強い安全安心な社会の実現

地震・津波等の大規模自然災害に関する防災・減災を巡る問題点は多岐にわたるが、例えば地震・津波等の被害予測等の限界、社会のパイプラインとなるインフラやシステムの機能不全、防災オペレーションに欠かせない関連情報の集約についての混乱、さらには風評被害等の問題点が指摘される。東日本大震災においては、こうした問題点が顕著に見られた。

情報科学技術においても災害等に強いITシステムの構築、地震・津波等の被害軽減のための高度なシミュレーション、IT統合システムの防災オペレーションへの応用、風評被害等を避けるためのリアルタイムメディア解析技術の構築などにより、課題達成に貢献することが期待される。

このため、これらに関する技術革新のための研究開発を推進する必要がある。

①災害に強いITシステム及び社会基盤の構築（方向性G：ディペンダビリティの向上）

東日本大震災によって被災地域の情報通信インフラが瓦解したため社会の重要なライフラインであるITシステムが複合的な機能不全に陥った。重要な情報の消失等の問題も起こった。このような災害に対する脆弱性を改善するために、ダメージを回避して、システムとして最低限の機能を維持し、自己調整・自己修復等のできる情報システムが必要となる。そのためには、個人の認識に係るシステムの平時と非常時の使い分け、例えば平時には重視されるプライバシーについて、非常時には特別措置を可能にすることなどが求められる。

②地震・津波の被害軽減、高度な気象予測、全地球的な長期気候変動予測等のシミュレーションの高度化（国民生活の安全・安心に貢献するハイパフォーマンスコンピューティング技術の高度化）

（方向性B：科学的分析・解明・予測の高度化、方向性D：リアルタイム性、機動性と柔軟性の向上）

ア) 地震・津波の被害軽減、高度な気象予測、全地球的な長期気候変動予測等のためのシミュレーションを高度化するため、エクサスケールに向けてのハイパフォーマンスコンピューティング技術の高度化等

イ) 近年、観測データを数値計算に直接的に取り込むことで予測性能を高めるデータ同化と呼ばれる計算技術の先行利用が気象予報等で開始されている。観測データをリアルタイムで搬送し、高速度・高精度で同化計算が実現できる情報計算システムがあれば、他の災害予測や減災にも有用である。例えば、震源に近いところに到達した津波のデータを用いることで、他の地点の到達時刻と波高に関するより精度の高い予測が期待できる。

③防災オペレーションに応用するIT統合システムの構築（方向性A：情報収集・集約・統合、情報管理・分析の高度化、方向性E：課題達成型IT統合システム）

今回の震災では広域な範囲に被害が及び、災害発生直後の広範囲に及ぶモノや人の動き、インフラの状況を十分に集約・整理できなかつたり、必要な情報が異なる機関の間で共有されず、統合できないといった問題が見られた。その結果、防災オペレーションの混乱や、被災者間での混乱を招いたことが指摘されている。災害時および災害後の広範囲かつ多岐にわたるリアルタイム情報を集約整理、統合化し、状況の変化を最適な避難活動・救援活動・防災活動及び被災者の最適行動の判断材料にフィードバックできるようなIT統合システムが必要である。さらにこうしたシステムを支える情報統合基盤技術の高度化が必要である。

④人とコンテンツの対話を促す次世代型情報インターフェイス技術（方向性A：情報流通・共有の高度化）

近年、ITを使いこなせる人と使いこなせない人との間の情報デバインドが問題となっ

ているさらに、今回の東日本震災時の人々の行動でも明らかにされつつあるように、緊急時のパニックに陥りがちな心理状態でも冷静に扱える IT システムや、社会体制や組織構造の事情を踏まえた上での複数人での緊急情報共有を支援する機構、さらに操作や判断の誤りを誘因しないようなインタフェースは、喫緊の課題である。利用者の探索行動や視線情報、表情や振る舞いからの意図推定技術や、情報要求を推測する情報インターフェイス技術に加えて、それらの技術を利用者の認知的状態や社会心理的状态を考慮して組み合わせデザインする技法を確立し、人とコンテンツとの対話を促すインタラクションのデザインとそれを支える技術とを確立することは、IT を、平時においてもまた緊急時においても真に国民生活を支える基盤として活用するための課題達成に必須の事項である。

⑤風評被害等を避けるためのリアルタイムメディア解析技術の構築（方向性A：情報収集・集約・統合、情報管理・分析の高度化）

東日本大震災においては携帯電話が不通となる中で、避難場所の周知等 IT メディアが大きな役割を担った。一方で誤報も見られた。災害時におけるリアルタイム IT メディアの活用ならびにメディアの伝搬解析技術の確立は急務と言える。今後、風評被害等を避け、国民に情報を適切に発信できるような仕組みの構築が課題となってくるが、その際にもこうした解析技術による分析が必要不可欠となる。

(4) 豊かで質の高い国民生活の実現、文化的価値の向上

文化はこれからの日本を支える国家基盤であり、さらには産業・経済基盤としても重要である。コンテンツ分野の進展も日本の強みである。また、人と人とのつながり、コミュニケーションの豊かさも大切な価値である。

情報科学技術においても、IT 技術を活用して、高度なアーカイブ化や文化・芸術の創造への支援等により、課題達成に貢献することが期待される。

このため、これらに関する技術革新のための研究開発を推進する必要がある。

①伝統文化・文化遺産保存のためのアーカイブ化技術や、文化・芸術の創造を支援する情報科学技術の高度化（方向性A：情報収集・集約・統合、情報管理・分析の高度化、方向性C：IT システム及び IT を組み込んだ技術の高機能化）

未来へつながる新たな価値観の創出へ向けて、また未来の心豊かな生活基盤を実現するためにも文化をキーワードとした科学技術の振興が強く望まれる。文化はこれからの日本を支える国家基盤であり、さらには産業・経済基盤としても重要である。科学技術が文化に貢献できる分野として、「文化の保存」、「文化の創造」、「文化の発信」などがある。具体的には、我が国が誇る伝統文化・文化遺産の保存へ向けたアーカイブ化技術をはじめ、コンピュータグラフィックス・アニメーション技術、3D技術、超高精細映像／画像技術、VR技術等の現代文化の創造を支援する科学技術、これらの文化資源を国民一人一人がより身近なものに感じられるようにし、同時に世界へ向

けて広く発信するための科学技術などが挙げられる。我が国には世界に誇るべき伝統文化の蓄積があり、さらに、アニメ等の日本のコンテンツ文化等も世界的に注目されている。これを国際社会に対して積極的に発信することは、「文化立国」を目指す日本にとっての重要課題であり、観光も含めた産業・経済基盤としても期待される。

5

②高次感性情報システムの構築（方向性C：ITシステム及びITを組み込んだ技術の高機能化）

今後、我が国が誇るデザイン、コンテンツ、アート等のコンテンツ分野のさらなる向上を図るには、メディア情報が持つ臨場感や、迫真性、自然性等の高次感性情報を自由に操作する技術の確立が重要である。実世界の多感覚情報（マルチモーダル情報）を正確に評価して符号化・保存し、更に、遠隔地や、時間を隔てた形で的確に取得・提示するとともに、精密に創成、操作する情報科学技術である。このような技術が実現すれば、我が国が誇るコンテンツ分野において、メディア情報のみならず、実世界情報の創成、デザイン、修整などの自由度が遙かに向上し、他国の追随を許さない競争力の確立に資する。さらに、臨場感・自然性の高い情報共有が可能となることから、自宅勤務や遠隔協働作業の高度化・円滑化が可能となり、低炭素社会の構築にも資する。

10

15

③豊かな地域社会創成のための社会活動支援情報システム（方向性A：情報流通・共有の高度化）

プライバシーを保護するようなソーシャルセンサの設置による地域住人の生活パターン蓄積をはじめ、対話ロボットなどを活用したコミュニケーションの促進、子供と高齢者の対話の実現などさまざまな社会的活動を支援する情報システムが構築されれば、国民の一人一人が情報社会の恩恵を受け、生活の豊かさや安全性が感じられる地域社会が創成される。

20

25

(5) 科学技術基盤の高度化

今日、クラウドコンピューティングは、社会のあらゆるシステムの高機能化に貢献し、知識社会を牽引する高度な科学技術基盤としての役割を果たしている。

また、スーパーコンピュータを活用したハイパフォーマンス・コンピューティングは、未来を予測する高度な科学技術基盤として、科学的あるいは社会的意義の大きい成果をあげている。さらには、今後の新たな科学技術基盤として、課題達成型IT統合システム構築のための統合基盤技術の高度化やITを活用した知識フェデレーション型の統合的分析・知識創成技術の構築が期待されている。

30

35

これらの科学技術基盤の構築あるいは高度化に向けた技術革新のための研究開発の推進が必要である。

一方、科学技術基盤としてのITシステムの発展のボトルネックとして、ITシステムの電力消費量の増大やソフトウェアに対する信頼性及び生産性が十分でないという問題が指摘され

ている。こうしたボトルネックの解消のためには技術革新が必要であり、そのための研究開発の推進が必要である。

5 ①クラウドの高度化（方向性A：情報収集・集約・統合、情報管理・分析、情報流通・共有の高度化）

クラウドの利用は多岐に亘るが、そのきっかけは大規模なデータ解析や負荷変動が大きく動的に変動するサービスの実証の場として利用されたことが挙げられる。浮動小数点の演算は必ずしも多く必要とされず、また、Hadoopを中心とした大容量データ処理ではCPUの利用率すら低いことが散見されている。このような現状のクラウドから次世代クラウドを睨み、データインテンシブアプリケーションに求められる新しいアーキテクチャ、膨大な資源を柔軟且つ動的に再構成する仮想化技術、ミドルウェア、資源管理ポリシー、ウェアハウスレベルでの省エネルギー管理、広帯域高信頼ストレージシステム、クラウド間バックアップ機構、運用技術など、その要素技術の開発ならびに、クラウド実装は喫緊の課題と言える。

15 また、大学等の学術基盤としてクラウドを積極的に導入し、その利用を推進することにより、日本独自の国際的優位性のある情報科学技術を育てるプラットフォームとしての役割を発揮することが必要である。

20 ②未来を予測する高度な科学技術基盤であるハイパフォーマンス・コンピューティング技術の高度化（方向性B：科学的分析・解明・予測の高度化）

スーパーコンピュータ等の高性能計算技術は、科学技術のあらゆる分野において新たな発見や真理の探究を効率的に実現するために重要な基盤的技術である。特に、国家安全保障を支える基幹技術としてのハイパフォーマンスコンピューティング技術の重要性は一層増大しており、東日本大震災において示されたとおり、地震や津波に対する防災・減災の予測、原子力システムの安全性の検証等、複雑な自然現象や人工物の挙動を信頼度高く予測する能力は、大きな社会的・国際的責任を伴う科学技術である。

30 また近年では、加速器やDNAシーケンサなどの各種計測装置の進化に加え、インターネットやセンシングデバイスの発展により、膨大なデータを収集する基盤が整い、これらの膨大なデータを活用するデータ中心科学が注目を集めつつある。このため、将来のスーパーコンピュータでは、演算性能に加え、ストレージ装置や外部ネットワークなどとの緊密な連携による大規模データ処理性能がより重要になる。そこで、高い演算性能を限られた消費電力で実現し、ストレージ装置や外部ネットワークと緊密に連携し大規模データを高速に処理するスーパーコンピュータの構築技術や、スーパーコンピュータを利用する際の生産性向上等を実現するソフトウェア技術の開発が必要である。

35 そこで、次世代スーパーコンピュータを中心とするHPCI（ハイパフォーマンスコンピューティングインフラ）の着実な整備と活用によりポストペタスケールの計算科

学技術の成果を着実に蓄積するとともに、計算科学技術の持続的かつ総合的な発展を支える推進体制を整備充実し、エクサスケール計算科学技術の研究開発に将来的に繋げることが不可欠である。世界トップクラスのスーパーコンピュータの構築は、最先端科学の探求や環境・エネルギー問題の解決で世界を牽引する基盤になるとともに、知的ものづくりなど産業応用のさらなる開拓を通じて我が国産業の国際競争力強化にも繋がる。また、データ中心科学に向けた新しい基盤を有することで、これまでの計算科学を凌駕する新たな科学や産業を可能にし、ゲノム解析に基づくテーラーメイド医療や、大量のセンサ情報を活用した高精度気象予測による高度防災の実現など国民生活に大きく寄与することが必要である。

③Web 社会分析基盤ソフトウェアの研究開発（方向性A：情報収集・集約・統合、情報管理・分析、情報流通・共有の高度化）

実世界の様々な事象が網羅的かつ即時的に Web 上の情報として反映され、貴重な文化資産として形成されつつある今日、それらの Web 情報の収集・分析による高度利用は学術、文化及び社会活動等において非常に有益である。現在、「Web 社会分析基盤ソフトウェアの研究開発」が文部科学省のプロジェクトとして実施されているところであるが、引き続き成果の実証に努める必要がある。

④課題達成型 IT 統合システム構築のための統合基盤技術の高度化（方向性E：課題達成型 IT 統合システム）

実社会から広汎かつ刻々と変化する情報を集約し、コンピューティング技術等により最適な解や方向性を導き出し、さらにそれを現実の社会にフィードバックし、課題達成に結びつけることのできる『課題達成型 IT 統合システム』の構築が必要とされる。国として達成すべき課題を明確にしたうえで、これらの課題達成に有効であり、かつ様々な分野に応用可能な IT 統合システムを構築し、普及を促進する観点から、最先端のセンサーネットワーク、モバイル系 IT、コンピューティング技術、制御技術、アプリケーション・ソフトウェア等を統合した情報統合基盤技術の高度化を進める必要がある。その上で最終的には、こうした IT の運用から政策や経営といった社会的意思決定につないでいく必要がある。

⑤知識フェデレーション型の統合的分析・知識創成技術の構築（方向性A：情報収集・集約・統合、情報管理・分析、情報流通・共有の高度化）

今日、学問分野は高度に専門化が進み、分野が異なると同種のデータや情報であっても表現形式が異なるほか、利用したいツールもインターフェイスや入出力データ形式が異なるために利用できないという事態が起こっている。さらには、異なる分野のリソースに関してはどのようなものが存在するかもよくわからない状況である。このような状況が、学問分野では学際的研究分野の創成の障害となり、地球規模の問題といった複雑な対象を扱う場合には、関連する分野のリソースを有機的に結び付けて高

度に連携した情報処理を行うなどの総合的分析を困難にしている。新フロンティア開拓を目指すような新しい学際領域の創成においては、異分野のリソース間の関係付けや連携そのものが試行錯誤的に模索されることとなり、動的に定義可能な柔軟な関連付けや連携定義を行うための知識フェデレーションの基盤が必要となりつつある。

5 様々な分野における情報が集積され、ITによる様々な分野の活動の増幅の事例が蓄積されていく中で、ITと他分野が融合した新しい学問領域が創出され、分野間の人材交流により新しい問題の発見・イノベーション創成の機会が増大し、政策立案や経営の意志決定に反映させることを期待したい。

10 **⑥高度な科学技術基盤の構築の大前提となる IT システムの超低消費電力化（方向性 F：IT システムの低消費電力化）**

高度な科学技術基盤として、その構築が必要とされる IT システムの実現のためには、IT システムの超低消費電力化が欠かせない。このため、**2**の(1)の③に掲げられているア)～エ)の技術の確立が必要である。

15

⑦国際競争力の強化につながるソフトウェア開発プロセスの抜本的見直し（方向性 C：IT システム及び IT を組み込んだ技術の高機能化）

日本は『ものづくり』において、極めて高い国際競争力があると言われてきたが、これからのものづくりを考察すると、日本が生産性において遅れているソフトウェア分野の比重がますます高まることが予想され、このままでは日本の国際競争力は非常に低くなると予想される。ソフトウェア開発プロセスを抜本的に見直し、最先端のソフトウェア工学を応用、発展させ、効率的な分業も可能なソフトウェア開発の基盤技術を構築することが不可欠となりつつある。特に、組込ソフトウェアに焦点を当てることにより、ソフトウェア産業のみならず、幅広く製造業全般において国際競争力を向上することができる。さらに、安心安全な日本を確立するには安定した高品質で価格競争力のある IT の活用は必須であり、総合的なソフトウェアプロダクトライン工学は信頼性や安定性の観点からも効果は大きい。

20

25

(6) 国際競争力の強化

30

国際競争力強化のためには、日本国内の情報科学技術及び情報産業が、独自性と国際的通用性を有し国際競争力を有する技術・システムを持つことが必要である。特に国際的に進展の著しい新しい情報サービス領域では、世界をリードするプラットフォームレベルでの国際的主導力を持つことが一層重要となってきている。また、このことは国内の産業全般の競争力強化にも寄与するところである。

35

①クラウド等の新しい情報サービス領域における国際競争力のある技術の育成・強化（方向性 A：情報収集・集約・統合、情報管理・分析の高度化）

国際競争力強化のためには、情報科学技術に関する国内の学術研究が発展し、研究

成果をあげることのみならず、国際的に強い国内情報産業も育ち、これらの相互作用により、スパイラル的な強化、発展が図られることが必要である。

情報産業のグローバル化の中で、国内情報産業が独自性と国際的通用性を併せ持ち、国際的に見ても強い競争力を有する技術、システムを持つことが必要不可欠となる。特にクラウドや国際的に進展著しいソフトウェアや情報流通・巨大なデータの利活用、さらにはフェイスブックやツイッターのようなソーシャルメディアといった新しい情報サービス領域では、世界をリードするプラットフォーム・レベルでの国際的主導力を持つことが一層重要となってきた。

このため、研究開発の成果目標となる技術やシステムが広く世界に喜んで受入れられるものであるかどうかを考慮するグローバルな戦略的視点が重要である。今後、情報科学技術分野におけるいくつかの領域で、日本の技術が国際的な優位性を持ち、ひいては国内産業全体の競争力強化にも繋げる必要がある。

②ハイパフォーマンス・コンピューティング技術を用いた国内産業等の技術開発力の向上等（方向性B：科学的分析・解明・予測の高度化）

ハイパフォーマンス・コンピューティング技術を高度化し、国内産業や大学、研究機関のスパコン開発技術等の向上に役立てるとともに HPCI の利用の促進、特に HPCI の産業利用や人材育成の充実に展開することにより、多方面の業種にわたる国内産業の技術開発力の向上や科学的・社会的意義のある成果の創出に寄与することが必要である。

③その他

上記①②のほか、課題達成型 IT 統合システムの構築、IT システムの超低消費電力化、高度先進医療機器の性能向上、高次感性情報システムの構築、次世代型情報インターフェイス技術、ソフトウェア開発プロセスの抜本的見直し等についても技術革新の成果を国内情報産業に円滑に展開することにより、国内情報産業の競争力強化、国内産業全体の競争力強化、ひいては日本の国際競争力強化に寄与することが必要である。

(7) 情報化社会の進展への対応

情報科学技術の高度化に伴い情報化社会が著しく進展した。その結果、情報流通の必要性和プライバシー保護との調和をどのように図るべきかという課題が生じてきている。また、IT を使いこなせる人と使いこなせない人との間の情報デバイドの問題が生じている。さらに、諸外国において社会変革に大きな役割を果たしている IT メディアのアーカイブ化も課題である。これらについて、情報科学技術としてもプライバシー保護のための IT 技術、次世代型情報インターフェイス技術、IT メディアのアーカイブ技術の確立により、課題の解決に取り組むことが必要である。

①IT システムにおけるプライバシー保護の問題の解決のための技術開発（方向性A：情報収集・集約・統合、情報管理・分析、情報流通・共有の高度化）

5 情報爆発時代において、情報の安全を確保し、プライバシーを保護するためには不
断の取組が必要である。一方で、特に、クラウドコンピューティングの進展により、
収集されたデータの複合的利用が促進される状況になっており、プライバシーを守る
ための研究を早急に加速し、情報流通の必要性とプライバシー保護の調和を図る必要
がある。さらに、自分がアクセスしている情報が信頼できるものであるかを確認めたい、
10 個人のプライバシーが守られる社会であって欲しいなど、ネットワークにおける
社会的要請が強まっており、大量データを、プライバシーを保護しつつマイニングする
技術をはじめ、情報漏洩・不正アクセスなどの電子的証拠（コンピュータ内のログ
や通信のログ、ハードディスクの状況）を保全・分析する技術、一般ユーザからも分
かりやすい基本原理の構築と自己責任の範囲の明確化など、情報の安全・安心を担保
するための研究開発が必要である。

15 ②人とコンテンツの対話を促す次世代型情報インターフェイス技術（方向性A：情報収集・集約・統合、情報管理・分析の高度化）（(3)④の再掲）

③IT メディアのアーカイブ技術の確立（方向性A：情報収集・集約・統合、情報管理・分析の高度化）

20 諸外国では、その社会変革に IT メディアが大きな役割を果たした。ウェブやブログ、
マイクロブログ等我が国における IT メディアのアーカイブ技術の確立は国家の社会
活動を記録し社会学者等との学際研究を推進する上で極めて重要と言える。

25 ④法制度上生ずる問題への対応（方向性A：情報収集・集約・統合、情報管理・分析の高度化）

情報化社会の進展に伴い IT システムにおけるプライバシー保護に関する社会的合
意の熟成と法制度のあり方も問題となってきている。また、例えば、医療・健康問題
に関連する膨大な個人単位の情報の高度な利活用を目指す研究開発プロジェクトを
国際協力を進めるにあたって、個人情報への法的な取扱いが問題となっている。

30 さらに、IT メディアのアーカイブ等のための著作権のあり方も問題となっている。

以上の様な情報化社会の進展に伴う法制度上の問題点についても今後十分検討する
必要がある。

3. 課題達成にあたっての留意点

35 社会の様々な課題の達成に貢献するため情報科学技術の技術革新を推進するにあたって
は以下の点について留意が必要である。

①情報科学技術の推進のためには研究開発の推進のみならず、社会への実装、トライア

ルを通じて常に要素技術及びシステムを改善する仕組みが重要であり、人材の育成や産業界との連携を強化する視点も必要となる。

②情報科学技術が様々な課題の達成に貢献するためには、あらかじめプロジェクト企画段階から、解決すべき具体的な課題を的確に捉えた上で研究開発目標を設定し、課題達成にふさわしい研究内容・体制を構築することが必要である。その上で、研究成果が適切かつ効果的に実用化され円滑に社会還元されることが必要である。

ア) このため、目標設定の段階から応用分野の研究者や人文・社会学者との連携の場を設け、あらかじめ課題と関係するセクターにおける問題意識、課題を巡る状況、情報科学技術への具体的期待、さらには研究成果に期待される社会的意義や社会的効果、考えられる社会的影響やマイナス面、研究成果を実用化するにあたっての社会制度・システム面での課題等について十分把握し、課題達成としての妥当性を議論し、共通理解を得ることが必要である。

イ) また、研究成果の実用化への受け渡しや実用化された後のユーザニーズへの適合を可能にする仕組みが必要である。研究内容の企画や具体の研究実施段階において、必要に応じ実用化にあたる企業等の関係者の意見が聞けるよう、協議会やワークショップ等の場を設定し、実用化につながる研究成果を生み出すための技術的なポイント等について情報を共有することが大切である。プロジェクト実施主体に応用分野の研究機関や実用化を担う企業が参画することも有効である。以上のような研究成果の実用化を支援する仕組みを国が研究資金を投じる研究開発プロジェクトにおいて、課題採択の条件とすることも考えられる。

③社会への発信・対話については、各研究分野や各研究者、コミュニティの代表または拠点となりうる学協会や大学、大学共同利用機関、独立行政法人等が一定の役割を担うことも考えられる。

4. 今後に向けて

(1) 第4期科学技術基本計画において重視している「課題達成型」及び「科学技術イノベーション」という観点から、今後、情報科学技術分野に求められる「革新」の基本的な方向及び具体的課題の達成に向けての研究開発推進方策について、本委員会として現時点での意見を取りまとめた。政府においては、この意見を踏まえて、今後5年程度の情報科学技術分野の研究開発を進めることが望ましい。特に、防災・エネルギー分野など緊急性の高い課題の達成に留意すべきである。また、情報科学技術の特性として、科学技術全体に寄与する、課題達成型の取組を進めるにあたっての共通性・汎用性のある波及効果の大きい技術革新を多く含んでいると考えられるので、そうした技術革新には積極的に取り組むべきである。

(2) また、過去に「情報爆発」をテーマにして科研費特定領域で行ったように、若手のポテン

シャルを有する研究者の幅広い方面からの積極的な参画を促し、アクティビティの高い研究活動と優れた研究成果を生み出すような人材育成機能も併せ持つ研究プロジェクトは極めて有意義と評価できる。こうした点も含めた研究体制のあり方についても、今後前向きな議論を行う必要があることを付言したい。

5

- (3) 社会の変化と科学技術の進展は国際的にみても著しく、年々変化している。今回の意見の取りまとめに関しても毎年フォローアップを行い、最新の議論を付け加えることとしたい。

10

以上