

## 5. 環境・資源・エネルギー分野の調査結果

### 内容

5.1 将来の展望 .....	471
5.1.1 総論 .....	471
5.1.2 エネルギー生産 .....	472
5.1.3 エネルギー消費 .....	473
5.1.4 エネルギー流通・変換・貯蔵・輸送.....	474
5.1.5 資源 .....	475
5.1.6 リユース・リサイクル .....	476
5.1.7 水 .....	477
5.1.8 地球温暖化.....	478
5.1.9 環境保全 .....	479
5.1.10 環境解析・予測 .....	480
5.1.11 環境創成 .....	481
5.1.12 リスクマネジメント .....	482
5.2 アンケートの回収状況 .....	483
5.3 細目の設定 .....	484
5.4 トピックに関する設問について .....	485
5.4.1 我が国にとってのトピックの特性 .....	485
5.4.2 技術的実現予測時期 .....	495
5.4.3 技術的実現に向けた重点施策 .....	496
5.4.4 社会実装時期 .....	500
5.4.5 社会実装に向けた重点施策 .....	502
5.4.6 技術的実現から社会実装までの期間 .....	506
5.5 未来科学技術年表 .....	509
5.5.1 技術的実現予測時期 .....	509
5.5.2 社会実装予測時期 .....	512
5.6 細目別重要トピックにおける要素技術 .....	515
5.7 集計結果一覧 .....	530

<概要>

環境・資源・エネルギー分野は、日常生活から産業を支える基盤の全てに関連し、内容也多岐にわたっている。世界人口の増加、産業の発展に伴いエネルギー、資源の需要は増加し、環境への負荷が大きくなることが予想される。持続的な社会の発展を念頭に、科学技術一辺倒ではなく、コンセンサスを得るための基礎データの収集、コミュニケーション技法、制度・法律の整備なども視野に入れたトピックを設定した。

なお本調査では、人の身体に直接関係するものは「健康・医療」、農林水産物や個別の生物については「農林水産・食品・バイオテクノロジー」、具体的な個別の機器については「マテリアル・デバイス・プロセス」で扱うなど、関連性を考慮しつつトピックを各分野に割り振った。

重要度の高いトピックは、鉱物資源、水資源、汚染の除去、異常気象に関するものであった。特に地球温暖化関連のトピックが注目された。

エネルギー生産に関しては、大規模プラントでの生産とともに、再生可能エネルギーから、次世代の水素エネルギーの生産・利用に関しての注目度が高い。さらに、中・小規模で地域の状況に合わせたエネルギー生産に関して、賛否両論はあるものの関心の高さが伺えた。エネルギー消費に関しては、省エネ技術など我が国のエネルギーマネジメント技術の高さを踏まえて、重要度及び国際競争力が高いと認識されている。

資源に関しては、途上国での水の利・活用に関心が高く、鉱物資源の採取・採掘には、不確実性、非連続性が高いとの回答が多かった。

環境に関しては、気象災害の減災に寄与すると思われる観測・予測技術への関心とともに、放射性物質の除染、ウイルスの侵入やテロ対策のための微量物質の迅速検出などのトピックで重要度が高く、期待度の高さが伺える。技術的には 2025 年頃までには実現し、短期間で社会実装されるとの予測が多い。反面、気候変動の要因は複雑であることから、不確実性、非連続性が高いとの回答が多いことも特徴である。

## 5. 1 将来の展望

### 5. 1. 1. 総論

#### (1) 本分野の検討範囲及び結果の総括

東日本大震災以降、エネルギーおよび環境分野は大きな政策転換を余儀なくされている。また京都議定書に次ぐ新たな地球温暖化問題への対応など、わが国の国際社会への対応は、各国からも注目を浴びている。そのような中、今回取り上げたトピックスを俯瞰すると、資源配分を進めることにより、おのおのの技術実現が確実視されるような傾向が多く見られる結果となった。一方で、重要性が高いが不確実性あるいは非連続性の高い細目としては、地球温暖化、リスクマネジメント、資源に属するトピックが多く取り上げられた。これらの課題解決のためには、ブレークスルーが必要であり、積極的な研究開発が極めて重要である。

我が国はエネルギー自給率が極めて低く、安全・安心社会の実現のためにエネルギー生産の技術開発は重要な課題と言える。本分野は新技術の開発だけではなく、既存技術との組み合わせや、革新的技術の開発が、社会に多大な影響を及ぼすことから、将来を見据えた長期展望に立った政策的支援が必要な分野と言える。そして実現のためには特に事業採算性をクリアする必要がある。

エネルギーに関しては、生産から利用、マネジメントに加え地球温暖化対応の視点も忘れてはならない。電池技術、内燃機関などのハード面からの技術開発のみならず、ICT やシステム開発といった、ソフトの面からの技術開発も重要であり、さらにこうした種々の技術の連携や、環境にも配慮した一体化したシステム開発体制の構築が必要である。そして、エネルギー流通・変換・貯蔵・輸送に関するトピックとして、新規の水素貯蔵材料技術、一時エネルギー源が変化しても有効に活用するための技術可能性の追求が必要である。さらに、エネルギー生産技術としての核融合発電の重要性も指摘された。

地球温暖化に関しては、激甚気象災害の発生機構解明、ゲリラ豪雨予測、地球温暖化の定量的モデル、温室効果ガス削減排出削減対策と選択手法、化石燃料を使用しない船舶・飛行機の開発、気候変動による食糧生産の予測が重要である。これらは社会科学に関連した分野の研究トピックなので、非連続性は低い。

資源に関する技術として、海洋鉱物資源の採鉱、揚鉱技術、深海底金属資源の経済的採取技術、メタンハイドレート採掘利用技術、環境汚染のないシェールガス採掘技術が特に重要である。

リサイクル・リユースに関しては、重点施策等は際立った項目がないが、あえて言うならば、内外連携に関する回答割合が比較的高い。社会実装に向けては、地域主体の形成や市民合意等の社会受容性を高める仕組みといったような、社会システムとしての取組みが重要である。どの分野でも人材不足は大きな課題であるが、特に放射性廃棄物処理や、レアメタルに関して懸念されている。

水は、連続的に進化していく技術で国際連携等に配慮し進めていくことが、世界のビジネスを先導していく上で重要とされる。

#### (2) 今後の展望

環境問題は、一カ国だけでは解決が不可能なグローバルな課題が多いことから、広い視野での対応が求められる。わが国では高度経済成長とともに発生した大気汚染を改善するための技術開発が発達し、いまや世界でトップクラスを誇るが、一方で隣国中国からの PM2.5 問題など、新たな問題への対応が迫られている。そしてグローバル社会の進展とともに日常生活を取り巻く多様なリスク、例えば国外からの外来種の侵入と移動拡散、生態系の多様性と機能、そして持続可能社会を具現化するためのスマート都市システムの設計などについても、2020 年のオリンピックを契機に今後新たな展開が重要となってくるであろう。そして、エネルギーや環境問題への対応には、リスクマネジメント技術が不可欠であるが、特に今回の調査では化学物質のリスク管理、汚染物質の低減技術、低線量放射線リスクに関する合意形成手法が重要という結果となった。

(矢部 彰)

## 5. 1. 2. エネルギー生産

### (1) 本細目の検討範囲

我が国の一次エネルギー自給率は極めて低く、ほとんどのエネルギー源を輸入に頼っており、根本的な脆弱性を有している。また、東日本大震災後の原発停止による化石燃料の輸入増大で、巨額の貿易赤字が発生しており、原発再開の動きもあるものの、経済成長への影響が懸念される場所である。このため、より安全・安心な社会の実現、その維持・発展において、省エネ・創エネは重要な課題と言える。

本細目では省エネ・創エネの観点で、化石エネルギーの高効率利用、再生可能エネルギー利用、未利用エネルギー活用、エネルギー貯蔵、核融合、原子力の幅広い分野でトピック設定を行った。数の制限がある中、注目すべき技術は網羅できたものとする。

### (2) 本細目のトピック

環境・資源・エネルギー分野における全トピックを俯瞰した中での本細目の特徴を以下に述べる。

「重要度」上位20位中に上げられたエネルギー生産に関するトピックはひとつと少なく、「重要度・優先度」の低い5トピック中、3件を占める結果となった。これは、エネルギー確保とその安定供給の重要性は認識されているものの、実体験として不便を感じない我が国の豊かさを表しているものとする。

「国際競争力」の高い上位20位までに3件が入っており、ボイラー、タービン技術と核融合技術が高く評価されている。

「不確実性」の高い上位20位までに3トピック、低い5トピックには、該当なしとなった。そもそも本細目にはローテクの組合せ技術と超ハイテクの組合せ技術が混在している特長があるが、原子力、核融合、宇宙発電の3トピックが「不確実性」の高い上位20以内にはいった。また、「非連続性」および「倫理性」の高い上位20位までに4トピックが入ったが、そのうち3トピックは前述と同じ原子力、核融合、宇宙発電である。そして「技術的実現」および「社会実装」に対して「実現しない」とする回答比率の上位5トピック中4件が、技術革新が必要な原子力、核融合、宇宙発電に関するトピックであった。

「社会実装に向けた重点施策」では「環境整備」の比率が高かった。これは実現に伴うリスク低減要望の表れとする。

### (3) 今後の展望

前述したようにエネルギー資源の限られた我が国において、省エネ・創エネの観点での研究開発は極めて重要である。技術的には旧来の延長上にある技術の組合せや、技術革新を要するものまで千差万別であるが、いずれにおいても実現するには事業採算性をクリアする必要がある。しかしながら、実在するインフラとの競争を勝ち抜くには安全・安心を確信できる実績と性能が必要であり、それを実現するには相当の時間と費用が掛かる。このため、長期的なエネルギー戦略を立案し、それを実現するための科学技術に集中投資すべきではないか。様々な施策に着手するには限界があり、結果的には何も実現できない恐れもある。現在、水素社会実現に向けた取組が活発化しているが、水素は電気、ガス、石油に次ぐ第4のエネルギーと言えるが、規模の観点で当面他エネルギーとの競争力はなく事業採算性はない。よって、水素はこれから長期展望に立った政策的支援が必要な典型的な例と言える。

(吉田 正寛)

### 5. 1. 3. エネルギー消費

#### (1) 本細目の検討範囲

エネルギー分野はエネルギー生産、エネルギー流通(変換、貯蔵、輸送含む)、エネルギー消費に細分化される。地球温暖化の原因となる CO<sub>2</sub> 発生を削減し、持続可能な社会を形成するためにはエネルギー分野の科学技術の進歩に期待するところは大である。特に東日本大震災以降の原子力発電所の停止に伴う慢性的な電力供給不足が続く我が国において、政府の成長戦略を実現するためにも、この分野のいっそうの進展が望まれている。その中の細目として位置づけられている「エネルギー消費」分野では、昨今スマートコミュニティシステムの技術開発が進み、国内外において多くの実証試験が展開されている。これらの知見を広く全国に展開し、街ぐるみでの省エネルギーシステムを実現する施策が必要である。特に ICT を活用し、リアルタイムに多量のデータを処理して最適なエネルギー消費を導くためのソフトウェア開発も含めたシステム構築が急務である。さらに個々の技術開発では既に展開は始まっている固体高分子型燃料電池のいっそうの高効率化、大幅な高効率を実現する新しい燃料電池の実用化、車載用燃料電池の開発等燃料電池への期待、リチウムイオン電池等の新型蓄電池の多方面への展開、ヒートポンプ技術の進歩と適用推進等が期待されている。電力エネルギー以外では革新的な燃焼技術の進歩による高効率エンジンの開発等が重要な課題となっている。

以上のような背景のもと、エネルギー消費の分野からスマートコミュニティー・グリッド関連の3トピック、燃料電池関連の2トピック、ヒートポンプ関連の2トピック、新型エンジン等のトピックを抽出し、アンケートに供した。

#### (2) 本細目のトピック

エネルギー消費全体の傾向として、研究の重要性はさほど高くないが国際競争力は高い。したがって、既に技術としては実現済あるいは実現できるといった回答率が高く、その実現時期も 2025 年までと比較的早く見込まれている。そして普及のための環境整備が必要との傾向がある。

トピック別に見てみると、小都市(人口 10 万人未満)において 100%再生可能エネルギーの実現やエネルギー自給自足、完全クローズドサイクル実現については技術的に実現できるが 60%以上あるが、実現できない、分からないも 30%以上、社会的には約半数が実現できない、分からないと回答している点が注目される。個々の要素技術を統合してシステムとして実現できるかどうか回答者がその実現可能性を疑っていると思われる。

燃料電池、蓄電池の利用拡大のいくつかのトピックについては、国際競争力もあり、実現できるが多数を占めている。

また、電力以外では、エネルギー効率 50%以上の自動車用エンジンについては重要度も比較的高く、国際競争力もあり、技術的実現時期が 2025 年頃、社会実装時期が 2030 年頃と予測されており、大きな期待が感じられる。

世界の全エネルギー消費の 10%(工業向けエネルギーの 10%弱、全エネルギーの約 1%)を占めるハーバー・ボッシュ法に代わる、エネルギー消費の少ないアンモニア製造法は、トピックの不確実性、非連続性ともに高く、市場破壊的・革新的と捉えられているが、実現可能性は高く、技術的実現時期は 2025 年頃に予想されている。

#### (3) 今後の展望

既に述べたが、本細目の各トピックは、地球温暖化対応として解決が必須のものである。燃料電池やスマートコミュニティーの各要素技術は、国際競争力もあり実現に向けて着実に進んでいる。しかしながら、いずれも本格的な導入、展開には、個々の要素技術を全体最適化したシステムとしての作りこみが必要であり、今後、人材育成、資源投入、社会実装に向けた環境整備を急ぐ必要がある。このためには、ICT 技術との融合が不可欠であり、ソフトウェア開発も含めて新たな取組みを構築する必要がある。

個別の技術では、水素社会実現とも関連した各種新型燃料電池の開発、高効率エンジンの開発等、既に内閣府主導の戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)での推進も開始されており、これと連携し一体化した開

発体制の構築が必要である。併せていっそうの省エネに供する半導体デバイスの開発も不可欠であることを追記しておく。

(須藤 亮)

#### 5. 1. 4. エネルギー流通・変換・貯蔵・輸送

##### (1) 本細目の検討範囲

本細目では、従来のエネルギー流通技術である電力流通技術における革新的技術開発の実現性に加え、水素などの新しいエネルギーキャリアに関する技術見通し、バイオマスなど地球温暖化対策上重要であるエネルギーに関する変換技術など、11 のトピックに関しアンケートを実施した。この中には、自動車の走行中の非接触充電技術(トピック 28)など、依然として基礎研究段階の技術も含まれており、技術実現に関する期待感も含めてアンケートにて問うこととした。

##### (2) 本細目のトピック

11 トピックの重要度に対する回答を見ると、長寿命二次電池(トピック 36)、水素貯蔵材料(トピック 29)、燃料電池自動車の水素供給インフラ(トピック 30)などが上位となっており、現在、総合科学技術・イノベーション会議で取り組んでいる重要技術開発と一致している。重要度以外の「研究開発特性」に関する回答では、「不確実性」、「非連続性」、「倫理性」などはいずれも 3 未満の指数となっており、着実な研究開発が技術実現に結びつくトピックであることを示している。この結果として、「技術実現年」は 11 トピックとも 2024 年±1 年と 10 年程度の研究開発により実現する技術であるとみなされている。この中で、CO<sub>2</sub> フリー未利用熱源スターリングエンジン(トピック 31)で 19.3%、バイオテクノロジーを用いた GTL(トピック 35)で 18.3%の回答が技術的に実現しないとしているが、これは記述式のコメント欄への記載内容から判断すると、「技術的实现」の条件として経済性の成立も含めているためと考えられる。「技術的实现のための重点施策」ではトピックに応じた重みづけとなっているが、非接触充電技術(トピック 28)、燃料電池自動車の水素供給インフラ(トピック 30)、木質系バイオマス発電の経済性向上(トピック 34)では、「環境整備」が 40%以上となっており、技術実現のためにも関係法令あるいは規格基準などの社会的な条件整備が不可欠であることを示している。

一方、「社会実装」に関しては個別のトピックの研究開発状況が反映された結果となっている。これまでのプロジェクト研究により研究開発が進んでいる超電導送電ケーブル(トピック 27)、超電導磁気エネルギー貯蔵システム(トピック 33)では、「社会実装年」は 2025 年と「技術実現年」とほぼ同時となっているのに対し、他の 9 トピックでは 2030 年あるいはその 2~3 年前となっており、「技術的实现」からさらに数年の研究開発を経て社会実装されると予測している。また、CO<sub>2</sub>フリー未利用熱源スターリングエンジン(トピック 31)、電力貯蔵用超電導フライホイール(トピック 32)、超電導磁気エネルギー貯蔵システム(トピック 33)に関しては、ほぼ 1/4 の回答が社会実装は「実現しない」としており、回答者の専門性を確認したうえで、今後の技術開発政策へ反映させるか否かの判断が求められる。「社会実装のための重点施策」は、ほぼ「技術的实现のための重点施策」と同じような傾向ではあるが、いずれのトピックとも「環境整備」に対する割合が「技術実現」に対してよりも増加しており、社会実装のためには制度整備などが重要となることを示唆している。直流送電システム(トピック 26)に関しては「内外の連携・協力」が 31.2%と最大となっているが、これは 1000kV 級の直流送電技術は我が国では適用場所がなく、海外での「社会実装」を想定した回答であるためと思われる。

##### (3) 今後の展望

「エネルギー流通・変換・貯蔵・輸送」は、一次エネルギー源がどのように変化していても、エネルギーを有効に活用するためには不可欠の技術であり、常に技術発展の可能性を追求することが必須である。一方、今回

のアンケート結果からも見られるように、社会実装のためには法令、技術標準などの制度面との整合性も重要であり、今後、エネルギー面からどのような国の形を目指すのかの議論と離れた技術開発ではありえない。今回のアンケート結果でも示されているが、これまで長く研究開発を続けてきた技術が、必ずしも今後の社会実装を期待されている技術ではない可能性も高い。望ましいエネルギーシステムを実現するための「エネルギー流通・変換・貯蔵・輸送」技術との視点がますます重要となってくる。

(秋田 調)

## 5. 1. 5. 資源

### (1) 本細目の検討範囲

この細目におけるトピック設定は、資源小国と言われる我が国における、新たにポテンシャルを有する海底熱水金属やガスハイドレートのようなエネルギー資源等の探鉱と採鉱・揚鉱技術に関する科学技術トピックで構成される。

### (2) 本細目のトピック

概して、細目「資源」のいずれのトピックにおいても、重要度としては高い値を示しており、我が国においても第一次産業である資源開発の重要性に対する認知度は高い。また、国際競争力においても、本細目の各研究トピックは、比較的高い数値となって表れている。重要度を詳しくみると、例えば、トピック 38 の「海洋鉱物資源の採取に必要な採鉱、揚鉱技術」では重要度の指数としては 3.72 を示し「環境・資源・エネルギー」分野のなかでも最も高い数値となっている。トピックの中身を眺めると、熱水鉱床資源やメタンハイドレート等の資源開発を目的としたトピック 38、42 及び 45 のように、我が国の周辺海域での海底資源の開発に関する期待の大きさがみてとれる。その原因の一つとして、海底資源開発を好意的に伝えるマスメディアの影響を受けた国民の期待値としてトピックの重要度が高くなっているように思われる。また、トピック 39、40、41 のように、放射性物質やヒ素といった金属資源の採鉱等の際に伴って産する有害物資を、安全かつ効率的に除去する開発法が重要度の高いトピックとして取り扱われている。ただし、トピック 42 の「メタンハイドレート採掘利用技術」に関しては、変動する世界のエネルギー事情を受け、自国で産出できるエネルギー供給源としての期待が膨らむ一方で、洋上産出試験で問題となった掘削孔内での出砂対策等の技術的課題の多難さからか、期待だけでなくその実現性を冷ややかにみるといった二極化がみられることは興味深い。

本細目のトピックの重点施策として求められているのは資源配分であり、研究開発に巨額の融資が必要な一次産業としての資源研究の特徴がこの結果からもよく表れている。極論を言えば、資源配分がなされれば研究段階から社会実装へと移行することが出来ると考える回答者が多くいることが分かる。また、倫理性については、資源開発技術の推進に際してすることで、実装前から人間社会や生物コミュニティへの影響を心配する声が少ないこともみてとれる。一方、社会実装に関しては、提案されているトピックはいずれも研究段階であるが実現可能であると考えられている。特徴として、重要度とは異なり、炭化水素資源を扱うトピック 39 及び 42 では比較的慎重な態度が数値に表れており、こうした結果は回答者からは我が国での自前の炭化水素資源の開発に対し、前向きでないことの表れなのかも知れない。他方、研究とは異なり、社会実装への重点政策としては、人材戦略、資源配分と環境整備の 3 つにそれぞれバランスよく配分された数値となり、技術確立後の社会実装のフェーズでは、中長期的な視点からバランスの取れた政策を期待していることが読み取れる。

### (3) 今後の展望

今回の調査結果もそうであるが、回答者は①技術のフィジビリティ、②採算性と、③ナショナル・セキュリティの 3 つの異なる観点に基づきそれぞれ多くコメントしている。とりわけ、「資源」や「エネルギー」においては、ナショ

ナル・セキュリティの観点に基づく回答やコメントが多い事については特筆すべきである。この違いは、推進においても、オープンに国際協力の推進をとする意見と、日本の独自性を意識し、むしろ国策としてオールジャパンで進めるべきと相反する回答結果としても表れている。このあたりの違いを認識し、これらの回答結果をどう政策立案に反映させるのか、国としてのより戦略的な選択が求められることを最後に付け加えておきたい。

(東 垣)

## 5. 1. 6. リユース・リサイクル

### (1) 本細目の検討範囲

人類は産業革命以後、特に 20 世紀後半から資源・エネルギーを大量消費することによって急速な経済成長を成し遂げ、豊かな文化的社会を構築した。しかしながら、その大量生産、大量消費型社会は、地球規模の環境問題、廃棄物の大量発生、資源価格の高騰などを引き起こし、更に今後確実に起こるであろうエネルギー不足や資源の枯渇も懸念されている。環境制約、資源制約を克服し、人類が持続的発展を続けるためには、貴重な資源のリユース、リサイクルを基盤とした循環型社会を構築することが必須となる。また、我が国では、自動車、電子材料、エネルギー関連産業に至るまで、レアメタルは必要不可欠な材料である。しかしながら、レアメタル資源の地域的偏在性や産出国の政策、政情による供給リスクが存在することから、レアメタルのリサイクルが重要トピックとなっている。

このような背景のもと、リユース、リサイクル分野として、①トピック 46「空気中から効果的にヘリウムを回収する技術」、②トピック 47「レアメタル品位の低い特殊鋼などの使用済製品からも有用金属を経済的に分離、回収する技術」、③トピック 48「小型電子機器類、廃棄物・下水汚泥焼却飛灰からレアメタルを合理的に回収・利用する技術」、④トピック 49「多くのレアメタルの必要資源量の 50%以上が都市鉱山から供給される」、⑤トピック 50「各種の基礎工業品生産が可能となるバイオマスリファイナリー形成の実現」、⑥トピック 51「廃棄物の選別・分別システムをより向上させるための選別センサー技術」、⑦トピック 52「高レベル放射性廃棄物中の放射性核種を加速器の使用により核変換して、廃棄物量を激減させる技術」の 7 トピックを選択し、アンケートに供した。

### (2) 本細目のトピック

本分野の中で本細目のトピックは、国際競争力上位 20 トピック中に 2 件(トピック 47、48、49)、重要度上位 20 トピック中に 2 件(トピック 47、48) 入っており、循環型社会構築に向けて、我が国が世界をリードできる重要なトピックと認識されていると思われる。これらのトピックはいずれもレアメタルの分離・回収技術に関するものであり、我が国のものづくり産業にとって極めて重要な技術であるものと判断できる。レアメタルリサイクルに関しては、経済性を重要視すべきである(制約とならざるをえない)との多数のコメントがあり、社会実装を実現するためには、技術的な開発のみならずコスト、社会システム整備などの社会的要因を十分に検討する必要がある。ただし、これらの事項はリユース・リサイクル技術全般に当てはまる。

一方、高レベル放射性廃棄物に関する技術(トピック 52)は、不確実性、非連続性、倫理性がいずれも高く、技術的实现から社会実装までの期間が長いと判断されており、実現するためには多くのハードルを越える必要があることを示唆しているが、重要度が 3.28 と我が国の将来のエネルギー政策にとって重要なトピックであることも分かる。ここではリサイクルと言う視点よりも、適切な処理技術に重きが置かれているものと考えられる。また、バイオマスリファイナリー(トピック 50)に関しては、重要な開発トピックとの認識はあるが、原料の安定供給もしくは調達、食糧問題との整合性、他の資源価格との競合などの問題点を有していることが特徴的である。

### (3) 今後の展望

重点施策としては資源配分、内外の連携・協力がやや高いが、特に際立っているほどではなく、全て(人材戦



略、資源配分、内外の連携・協力、環境整備)をバランス良く行うことが重要と考えられる。リユース・リサイクル技術は産業及び実社会との結びつきが極めて強く、単なる科学技術開発にとどまらず、国・研究機関・企業との連携による経済性を考慮した実用技術開発が重要である。更に、社会実装のためには個々の開発だけではなく、社会システム化するための開発も必要となる。消費者側からの視点も重要であり、地域主体形成や市民合意などの社会受容性を高めるための仕組み作りについても積極的に取り組むべきである。最後に、レアメタルリサイクルにしても、放射性廃棄物処理にしても人材不足が強く指摘されており、将来の産業の基盤を担う人材育成に向けた施策が望まれていることを付け加えたい。

(宝田 恭之)

## 5. 1. 7. 水

### (1) 本細目の検討範囲

「水」は、科学技術的な見地から見て地球全体での循環があり、再利用が重要な技術課題となっている代表的な物質である。また、21世紀以降、特にエネルギーや食糧と同様に国家戦略の対象となる重要課題となり、水資源の覇権、水ビジネス等が大きな社会的関心を集め、市場規模も拡大しており、将来技術の予測等が大きな社会的要請となっている。

そこで本細目では、広く水に関わる技術的課題をトピックの検討対象とし、それらに対する重要性や技術的な実現時期、社会実装時期等を調査した。

具体的には、①水資源の拡大②水および水域の総合管理、③水の循環利用・浄化、④水質の評価指標の確立と評価に関するそれぞれの技術課題に分けて検討した。

### (2) 本細目のトピック

本分野において、重要度上位20に水に関する3つのトピックがランクされている。そのうち「途上国で一般利用できる経済性のある汚染水浄化・再利用技術」と「都市洪水、高潮、地盤沈下等の人口密集地における統合的水管理技術」は国際競争力も高いことが示されている。また、不確実性の高いおよび非連続性の高いトピックにはランクされておらず、「技術的実現はしない」にもはっていないことから、水に関する研究開発は確実に推進されるであろうと予想されている。

技術的実現に向けては、人材育成や資源配分が特に重要である結果となった。そして社会実装については、人材育成や資源配分のほか、連携・協力が重要である。特に人材育成に関しては、全トピックの上位5トピックのうち2トピックがランクしている。そして、技術的実現から社会実装までの期間がほかの細目に比べて2.5年と短い結果となった。これは、技術そのものが社会実装を意図している内容であることを表した結果である。

本細目の結果を踏まえると、水資源の拡大に関しては、地下水マップや雪資源の利用を対象としたが、いずれも10年程度で実現可能との結果であった。水域の総合管理に関しては、都市洪水、高潮、地盤沈下等の統合的水管理、連続モニタリング等を対象にしたが、10年程度で実現可能で、資源配分により実現するという予測であった。また、水の循環利用・浄化に関しては、途上国用汚染水浄化・再利用技術、下水からのエネルギー・資源回収が重要性が高く、10年程度で実現可能であると予測している。水質の評価指標の確立と評価技術に関しては、上水供給における連続モニタリング技術が重要で、10年程度で実現可能であり、資源配分が大切との予測であった。

### (3) 今後の展望

水に関する技術開発に関しては、連続的に進化していくことが確実視され、10年程度で実現することが予想される。そのためには資源配分をしっかりと、国際連携等に配慮することが大切である。国際的に見ると技術面

は日本は強く、水資源確保に関しては国際的な連携が重要である。水の循環利用や水質評価技術等で世界をリードし、世界の水ビジネスを先導することが期待されている。

(矢部 彰)

## 5. 1. 8. 地球温暖化

### (1) 本細目の検討範囲

この細目におけるトピック設定は、地球温暖化に関する現象解明、地球温暖化による影響分析および適応策、温室効果ガス削減に資する対策技術に関する科学技術トピックで構成される。2013年から2014年にかけてIPCC第5次評価報告書が公表され、2015年11月末からフランス・パリで行われるCOP21では、すべての国が世界全体の平均気温の上昇を2°Cに抑制する目標を念頭におきながら、温暖化対策に関する約束草案を提出する予定であるなど、本細目に関する関心が高まっている。

非常に幅広い観点を含む本細目に対して、地球温暖化の現象解明に関連して、トピック70「大気大循環と海洋大循環を組み合わせた温暖化の定量的モデルの確立」、トピック65「温暖化と大気汚染等との組み合わせによる激甚気象災害(異常気象)発生機構の解明」、トピック69「局所的ゲリラ豪雨等を100mメッシュで予測する技術」、影響および適応に関連して、トピック68「気候変動による食料生産への影響の予測技術」、トピック67「海洋酸性化による生物多様性、とりわけ漁業資源への影響調査技術」、そして温暖化対策に関連して、トピック64「化石燃料を使用しない船舶・飛行機」、トピック66「トレードオフ、経済性等を考慮した温室効果ガス排出削減対策と選択手法」の7トピックを選択し、アンケートに供した。

### (2) 本細目のトピック

環境・資源・エネルギー分野の中で、地球温暖化のトピックは重要度上位10トピック中に5件(トピック68、69、66、70)、不確実性上位10トピック中に4件(トピック65、69、70、66)が入っており、不確実ながらもしくは、不確実だから対応すべき重要なトピックと認識されていると思われる。

技術的実現のための重点施策は、全般的には資源配分や人材戦略がこの細目では重要とされた。トピック66「トレードオフ、経済性等を考慮した温室効果ガス排出削減対策と選択手法」では、倫理性についても関心が高いトピックだった。技術的実現に向けて、内外の連携・協力が必要とする回答が高かった。

トピック69「局所的ゲリラ豪雨等を100mメッシュで予測する技術」は、技術的実現が81.2%、社会実装が84.7%と実現、実装に向けた期待・願望が高いトピックであった。一方、トピック64「化石燃料を使用しない船舶・飛行機」は、実現/実装しない、実現/実装はわからないとする回答が高かった。

技術的実現に向けては、資源配分施策は重要としつつ、社会実装では内外連携、環境整備にシフトしていることが伺えた。

### (3) 今後の展望

環境・資源・エネルギー分野の中で地球温暖化のトピック群に対する重要度が最も高かった。特に、関心が高かったトピックは、モニタリングや発生メカニズム、影響に関するものだった。近年の豪雨やそれによる土砂災害の多発により、国民の関心も温暖化による異常気象と災害の発生およびその防止に強く向けられていることが伺える。かつての台風などによる大規模災害がレーダーや観測衛星の発達による情報基盤の整備と河川などに対する土木技術の発展によって、被害の減少傾向が見られたが、近年は拡大する都市域における極めて局所的な災害が目立っており、それが温暖化と結びつけられて、環境問題としてのとらえ方が一般的になりつつあると行うことであろう。

一方で、IPCC第5次評価報告書の一つの知見として、世界平均気温の上昇を2°Cに抑制する目標を達成し

ようとする、2100年の世界の温室効果ガス排出量をほぼゼロからマイナスにしないといけないという結果が示されている。科学技術による解決策を示すことに加えて、それを実現する社会経済的な制度構築に関する科学技術面からの検討がより重要になる。

(藤野 純一)

## 5. 1. 9. 環境保全

### (1) 本細目の検討範囲

本細目は、大気汚染、化学物質、それらの浄化などを扱う環境保全に関する科学技術トピックであるが、第9回科学技術予測調査までの環境保全関連の細目とは異なり、東日本大震災および震災に伴う東京電力福島第一原子力発電所の事故を踏まえ、災害からの復旧・復興にかかるトピックが複数含まれている。

具体的には、トピック72「環境中への拡散・移動と蓄積を考慮した石炭燃焼排ガス中の水銀を除去する技術」とトピック73「アオコ、赤潮を引き起こす藻類の発生を抑制する細菌、捕食する微小動物の利用技術」とはいままでアンケート調査を行った範囲での新たなトピックだが、トピック71「塩害農耕地土壌の簡易・迅速修復技術の開発」、トピック74「水・土壌からの放射性物質の確実な除染技術」は、前者は津波被害による農耕地対策、後者は原子力事故に伴う環境保全技術である。

### (2) 本細目のトピック

環境・資源・エネルギー分野の中で、環境保全のトピックは、重要度で4位(トピック74)に、不確実性の下位(つまり技術的には一部を含め実現していると認識されているトピック)の8位と9位(トピック71、72)、倫理性の6位(トピック74)に挙げられている。つまり、トピック74「水・土壌からの放射性物質の確実な除染技術」は、リスクマネジメント細目と表裏一体の課題として、重要度が高いトピックの一つに認識されていた。

トピック72「環境中への拡散・移動と蓄積を考慮した石炭燃焼排ガス中の水銀を除去する技術」について、技術の実現時期や施策はすでに実現済との回答が30.3%あった。また社会実装済みとの回答も12.1%で、環境保全の4つのトピックのうち最大の回答率になった。どの程度の除去を求められるかによって実現済みとも、課題が残されているともとらえられるトピックのため、回答者の専門範囲や知識レベル、設問の解釈の仕方によって実現の判断が異なっていたとも解釈できよう。

トピック74「水・土壌からの放射性物質の確実な除染技術」は実現しないと考えている回答者が13.3%と環境保全の4トピックの中で最も多かった。回答の一つに「確実な除染技術としていることから、放射性物質を多少取り除く技術は進展するものの、完全な除染となると難しい」との指摘があった。回答者によって実現の度合いについての解釈の違い(例えば、多少は取り除けるが、技術的に、または経済的に確実に除染できない恐れがあると解釈するか、わずかでもその範囲において予算制約なく取り除ければ確実に除染できたと解釈するか等)があり、次回以降の科学技術予測調査では、より明確な設問設定が求められる。

### (3) 今後の展望

本調査では、東日本大震災を契機に進められた科学技術トピックへの関心が、旧来から存在する科学技術のトピックより、重要度や倫理性において高く取り上げられていた。復旧・復興に向けて、より広い範囲で、簡易に、安全に実施できる技術開発が求められる。

一方で、水銀除去やアオコ・赤潮の回避は、日本ではある地域に限られた問題だが、アジアをはじめとする発展地域では今まさに直面しているもしくは、直面する重要課題である。今までの研究蓄積・対処してきた経験をそのような地域に展開できるかが課題になってくる。

(藤野 純一)

## 5. 1. 10. 環境解析・予測

### (1) 本細目の検討範囲

この細目におけるトピック設定では、日常生活を取り巻く多様なリスクの低減を目指している。その主要なリスク要因として、国外からの外来種の侵入と移動拡散、生態系の多様性と機能および越境大気汚染による影響の把握、そして持続可能社会を具現化するためのスマート都市システムの設計について取り上げている。加えて、生活環境におけるリスク管理、危機管理の観点から、多数が利用する交通システムにおける安全性確保のための検知システムにも着目している。

生活環境を保全し安心・安全な社会を実現するためには、モニタリング結果等に基づいて環境の質および状態を的確に解析・評価し、その変化を予測することによって、安心・安全や持続性を脅かす多様なリスク要因をまず把握する。それらのリスクを合理的に低減するための予防措置、すなわち事前の対策が求められており、それに対する社会の要請が今後、一層強くなると予想される。モニタリングや解析・評価によって把握されたリスクに対して、それを低減するための対策を推進する社会システムの構築を進める一方で、微量な物質や僅かな変化に対して高い感度で分析・モニタリングを可能する、世界的な先端技術の研究開発が併せて求められている。

### (2) 本細目のトピック

前記の5トピックが科学技術予測トピックとして設定された。この中で、「公共・集客施設や交通インフラにおける安全を高いレベルで確保するための迅速かつ正確な検知システム」に対して、専門性を問わずその重要度が高く位置づけられており、テロや犯罪によるリスクを低減するために、世界的にも公共性の高い場でのセキュリティー向上が強く求められていることが反映していると考えられる。リスク低減には、セキュリティーチェックのレベル向上が欠かせないが、一方で不便さなどの課題があり、多様な分析や検査のための先進技術、簡易技術の研究開発とその実装が強く求められている。極微量の爆薬、麻薬、放射性物質、病原微生物等の検知には、多様な原理や化学的・生物学的手法を駆使した先進分析技術、モニタリング技術の開発が必要になり、この課題への対応は科学技術の研究開発推進と社会の安心・安全の両面に貢献できる。中位・上位の専門性を有する回答者からは、この分野は高い国際競争力を有しているとの回答を得ている。

外来種に関する対策技術の確立に対しては、専門性の高い回答者はその重要性を指摘している。マスコミ等を通して話題性があるトピックではあるが、専門性が中位、低位の回答者では、生態系保全に対するとらえ方にもよると思われるが、必ずしもこのトピックに対して高い重要性を感じていない。生態系機能のモニタリングの重要度に関して、専門性の高低による差が顕著であり、専門性が高い回答者はその重要さを指摘する一方で、多様な要因が複雑に絡み合う環境生態系を対象とした研究開発に対して不確実性の高さを認識している。

持続可能社会の実現には、資源・エネルギーの消費と環境負荷の低減が不可欠であるが、それを実現するためには、人間活動、産業活動における物質およびエネルギーのフローを明らかにし、リスク要因の抽出・評価に基づいて、持続可能性を向上するための適切な対応を策定する必要がある。すなわち資源・エネルギーの消費と環境負荷を併せて低減しながら人間活動に必要な機能を過不足なく提供できる社会、すなわち社会のスマート化を実現する都市や地域システムを設計する手法の確立が求められている。社会の状況を的確に解析・把握し、安心・安全で持続可能な社会を実現するための基盤として、物質フロー、エネルギーフローの解析とリスク要因抽出と解析・評価の重要性を指摘しておきたい。

### (3) 今後の展望

安心・安全で持続可能な社会を実現するのは、定量的なデータや情報の適切な収集と集積、それらのデータや情報にもとづく現状の診断が不可欠である。すなわちデータや情報を収集・集積を容易に行い環境の状態を診断するための「環境解析・評価」は、多様な要因が複雑に絡み合っている環境や生態系におけるリスク要因の

解明、その結果に基づく適切な対策に対して一層重要性を増している。加えて、環境質の向上に関する社会の要求が増加している事、一方で、簡易化やコストの削減にも対応する必要があることを踏まえた研究開発が推進されるべきである。

この細目分野の研究開発を推進する要因として資源配分と人材戦略が、社会実装には資源配分と内外の連携・協力の重要性が指摘された。

(藤江 幸一)

## 5. 1. 11. 環境創成

### (1) 本細目の検討範囲

この細目において設定されているトピックは、環境生態インパクトの評価、気候変動と災害の緩和、生態系を考慮した健全な水循環、生態系の多様性や生息域を保存・再生する技術など、人間活動によって環境生態系にもたらされる多様なインパクトを的確に把握し、多様な生態系を保全あるいは修復することによって、人間活動と環境生態系が共生できる社会の構築を目指すためのものである。21 世紀環境立国戦略(平成 19 年6月1日閣議決定)では、低炭素社会、循環型社会に加えて、自然共生社会の実現を中核に据えており、この細目で設定されたトピックは自然共生社会を実現するための主要な要因を構成するものである。

途上国を中心として森林の伐採、鉱物資源の採掘、農耕地の拡大、水質汚濁の進行など、目に見える形で生態系の破壊や改変が進行しており、破壊の抑止や破壊された生態系の修復や新たな創生に対する期待が強くなっている。急激な気候変動による生態系インパクトの低減、砂漠化進行の抑止や影響の緩和も重要な課題である。加えて、生態系の保全や復元をスムーズに行うための市場経済的手法の実現も大きな課題となっている。

### (2) 本細目のトピック

環境創生に係るトピックについては、各テーマの重要度において専門性による大きな違いがみられる。すなわち、専門性が低い回答者よりも、専門性が高い回答者は、環境生態インパクト評価手法の確立、生物生息環境と調和した水循環、湿地の再生技術、砂漠化の抑制等に関するトピックの重要度が高いとしている。水循環および湿地の再生に関する研究について、専門性の高い回答者が国際競争力の高さを評価しているが、環境創生に関する他のトピックの国際競争力については、中位程度との評価がなされている。専門性に関わらず、不確実性、非連続性は低いとの評価になっていることから、取り組み具合に見合った研究成果が得られるものと判断していることが窺える。技術の実現・社会実装のためになすべき施策として、この細目に設定されたトピックの特徴は、資源配分と環境整備が特に重要とされていることであろう。この分野の研究開発を担う人的資源はある程度確保されており、このような技術開発を推進するための環境整備、すなわちその重要性が社会的に認知されるとともに、適切な資源の配分がなされることによって、技術の実現は大きく前進し、5 年程度のタイムラグは生じるものの社会実装も実現できるとの予測がなされている。生態系の保全や修復を対象とする技術の研究開発や社会への実装を推進するには、啓蒙や合意形成などの社会活動が併せて必要であるとの考えが反映していると判断される。単なる先進技術の実現にとどまらず、自然生態系と共生するために、人間活動や社会のあり方を併せて問うことも関連している。ライフスタイルを始めとした社会の在り方、社会の発展の方向性も再考する機会になり得るものと考えられる。

### (3) 今後の展望

国連気候変動枠組条約第 20 回締約国会議(COP20)では、途上国も含めたすべての国が参加して温室効果ガスの排出削減に向けた努力がなされることになるなど、途上国においても環境インパクト低減、環境生態系の保全・修復に対する関心が高まり、それを実現するための技術やシステムが一層重要になってくると判断

される。

生態系機能を保全するとともに、その機能に依拠した気候変動の緩和、自然災害を低減するための適応技術について、一層の関心が集まるものと判断される。このような技術の開発・創成は、複雑に絡み合う環境・生態系を対象とすることから、技術開発や実装における不確実性は高いものと判断される。これを克服するためには、自然科学系・人文社会科学系が連携して、自然環境や自然生態系をより深く理解した上で、地域の自然環境や地域の文化・人間活動の特性にも適合した自然共生型社会を構築するための、他地域にも展開できる統合的な手法が確立されることが強く期待される。

(藤江 幸一)

## 5. 1. 12. リスクマネジメント

### (1) 本細目の検討範囲

近年、社会に技術が導入されるためには性能やコストだけでなく、環境性や安全性が重視されつつある。取り分け、地球温暖化や原子力事故と放射線の問題は、技術や経済だけでなく、それぞれが持つリスクについて、社会的なコンセンサスづくりの構築が求められている。環境や安全面で社会のコンセンサスを得るためにリスクを包括的に検討する「リスクマネジメント」は、健康被害、影響評価、リスク管理、安全基準の策定、リスクコミュニケーションなどからなる。リスクマネジメントは、その対応が国や地域によって大きく異なる。環境・資源・エネルギー分野におけるリスクマネジメントは多岐に及ぶが、細目では日本社会が直面している社会的影響力が大きいリスク問題、すなわち「ナノ粒子使用の安全基準」、「有害性を持つ化学物質のリスク管理」、「放射線による健康影響」、「エネルギー技術・システムのリスクコミュニケーション」が取り上げられた。

### (2) 本細目のトピック

リスクマネジメントは、短期的に対応すべき課題であることから、重要度は比較的高く評価されている。トピックは、それぞれの国や地域において利害関係者間で検討すべきものという特性を有しており、アンケート結果は解決には社会的合意性など技術以外の倫理問題として扱われる必要があると判断されている。また地球温暖化問題を除いて地域性が高いトピックであることから国際競争力に対する評価は低かった。

すべてのトピックスについて不確実性が高いと判断され、とりわけ「自然界へ与える定量的な影響評価予測」と「有害化学物質のリスク管理」への不確実性が高かった。これは、リスク評価が事象の大きさのほかに発生頻度という不確実性を扱うトピックであることが原因していると考えられる。

トピックに対する評価は、全体を通して世相を反映した結果となっている。2011年に発生した原子力事故の影響は大きく、放射性物質の土壤汚染や事故炉の廃炉などはできるだけ早期に解決していくトピックとなっている。そのことから、2025年までに実現が期待されるトピックとして「低線量放射線リスクに関する社会的合意形成」と「エネルギーシステムの双方向型リスクコミュニケーションの確立」が重要であると判断されている。また、それらを実現していく上で最も重要なことは人材育成であるという評価は極めて妥当と思える。

### (3) 今後の展望

リスクマネジメントは、本細目で取り上げたトピックだけでなく科学技術すべてに係わっている課題である。科学技術がもたらすベネフィットとリスクをできるだけ正確に分析することで未来予測の精度が高まる。リスクマネジメントの社会実装に向けた取り組みとしては、リスクについての情報伝達だけでなく、リスクへの対処の仕方や安全を高める行動についても適切な知識を共有することが大切になる。それには、これまでのような専門家による一方的な情報伝達ではなく、それぞれのリスクに関わるステークホルダーが、互いに、意見を交換し合うことでコンセンサスが得られる仕組みづくりが求められる。

(内山 洋司)

## 5. 2 アンケートの回収状況

環境・資源・エネルギー分野についての回答者内訳は、以下のようになっている。

表 2-5-1 環境・資源・エネルギー分野のアンケート回収状況及び内訳

年代	20代	17人	職業	企業その他	314人	専門度	高	11.7%
	30代	211人		学術機関	388人		中	28.3%
	40代	197人		公的研究機関	131人			
	50代	180人	職種	研究開発従事	605人		低	60.0%
	60代	115人		管理・運営	156人			
	70代以上	25人		その他	72人			
	無回答	88人		合計	833人			

### 5. 3 細目の設定

個別科学技術トピックを検討するにあたっては、その前提として、環境・資源・エネルギー分野において重要な細目についての議論を行い、これに基づいて、以下の細目を設定した。

表 2-5-2 本分野の細目の概要

細目名	概要
エネルギー生産	水素、太陽熱、地熱、風力、宇宙発電、海洋温度差、核融合、原子炉、発電
エネルギー消費	CO <sub>2</sub> 、省エネ、エネルギーマネジメント
エネルギー流通・変換・貯蔵・輸送	燃料電池、水素、コージェネレーション、送電、貯蔵、燃料、二次電池、廃棄物
資源	鉱物、炭化水素、未利用
リユース・リサイクル	リユース、リサイクル、コプロダクション
水	水資源、水環境
地球温暖化	温暖化の評価・対策、環境モニタリング
環境保全	大気汚染、化学物質、浄化
環境解析・予測	モニタリング、シミュレーション、在来種、環境経済
環境創成	生態、生物多様性、緑化、地域づくり
リスクマネジメント	環境リスク評価、リスク管理、リスクコミュニケーション



## 5. 4. トピックに関する設問について

### 5. 4. 1. 我が国にとってのトピックの特性

#### (1) 重要度

##### ①重要度の高いトピック

本分野のトピックのうち、科学技術と社会の両面から、総合的に重要とされたトピック(上位 20 件まで)は、以下のとおりである。細目別では、「地球温暖化」関連トピックが 5 件、次いで「水」、「リスクマネジメント」関連トピックが各 3 件を占める。技術的実現時期は、平均して 2024 年頃であるが、トピック 87「乾燥・砂漠地帯における植生の再生と維持管理技術」やトピック 81「生態系機能に基づく気候変動と災害の緩和と適応の統合技術」のように、技術的実現時期が 2030 年頃としたトピックも含まれる。

表 2-5-3 重要度の高いトピック(上位 20 件)

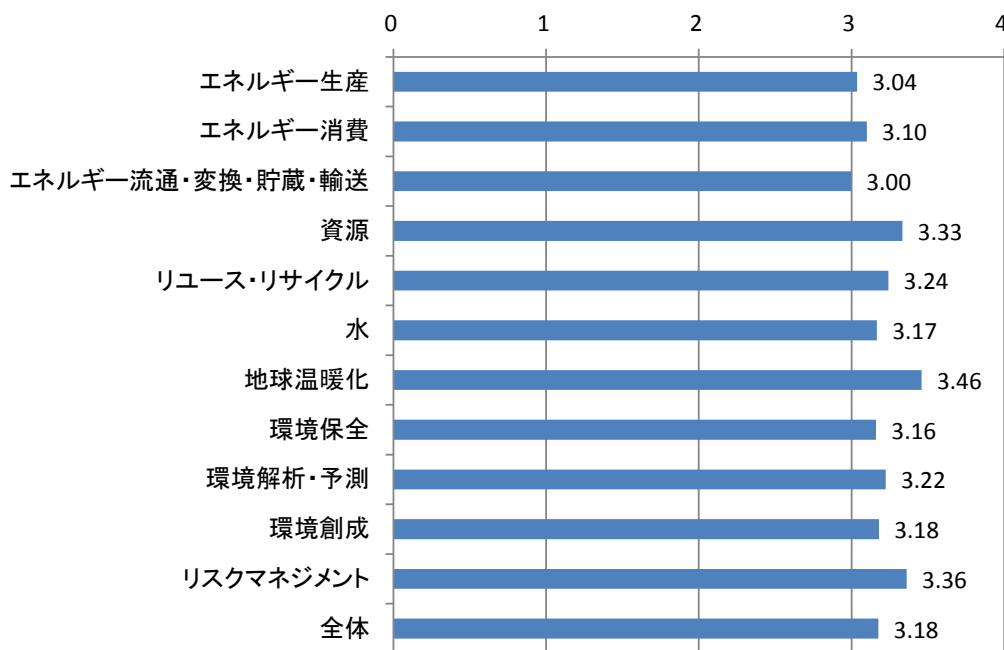
番号	トピック	重要度	技術的 実現時期	社会 実装時期	細目
38	海洋鉱物資源の採取に必要な採鉱、揚鉱技術	3.72	2025	2030	資源
68	気候変動による食料生産への影響の予測技術	3.65	2025	2027	地球温暖化
61	途上国で一般利用できる経済性のある汚染水浄化・再利用技術	3.64	2020	2025	水
74	水・土壌からの放射性物質の確実な除染技術	3.57	2025	2029	環境保全
92	低線量放射線リスクに関する合意形成手法の確立	3.53	2025	2027	リスクマネジメント
75	公共・集客施設、空港・港湾、鉄道等の交通インフラにおける、極微量の爆薬、麻薬、放射性物質、病原微生物の迅速かつ正確な検知システム	3.50	2020	2030	環境解析・予測
69	局所的ゲリラ豪雨等を 100m メッシュで予測する技術	3.49	2022	2025	地球温暖化
65	温暖化と大気汚染等との組み合わせによる激甚気象災害(異常気象)発生機構の解明	3.48	2025	2028	地球温暖化
66	トレードオフ、経済性等を考慮した温室効果ガス排出削減対策と選択手法	3.48	2025	2030	地球温暖化
70	大気大循環と海洋大循環を組み合わせた温暖化の定量的モデルの確立	3.47	2025	2026	地球温暖化
55	都市洪水、高潮、地盤沈下等の人口密集地における統合的水管理技術	3.46	2025	2025	水
87	乾燥・砂漠地帯における植生の再生と維持管理技術	3.45	2028	2033	環境創成
7	大規模で高効率のガスタービン(入口温度 1700℃以上)による大型複合サイクル発電	3.43	2021	2025	エネルギー生産
24	エネルギー効率が 50%の自動車エンジン	3.43	2025	2030	エネルギー消費
91	人の健康、農業生産、自然生態系に対して長期的な有害性を持つ化学物質のリスクを管理・低減する技術	3.43	2025	2030	リスクマネジメント
89	エネルギー供給技術・システムについてコンセンサスが得られる双方向型リスクコミュニケーションの確立	3.43	2022	2025	リスクマネジメント
81	生態系機能に基づく気候変動と災害の緩和と適応の統合技術	3.42	2030	2030	環境創成
47	レアメタル品位の低い特殊鋼などの使用済製品からも有用金属を経済的に分離、回収する技術	3.41	2025	2030	リユース・リサイクル

番号	トピック	重要度	技術的 実現時期	社会 実装時期	細目
57	上水供給における有害微量化学物質、病原微生物等の連続モニタリング技術	3.40	2020	2025	水
48	小型電子機器類、廃棄物・下水污泥焼却飛灰からレアメタルを合理的に回収・利用する技術	3.39	2022	2026	リユース・リサイクル

### ②細目別のトピックの重要度

細目別の平均でみた場合、「地球温暖化」が 3.46 と最も大きく、次いで「リスクマネジメント」が 3.36 であった。

図 2-5-1 トピックの重要度(細目別:指数)



### ③重要度の低いトピック

本分野のトピックのうち、「重要度」は低いとして、評価されたトピック(下位5件まで)は、次表に示す通りである。「エネルギー生産」、「エネルギー流通・変換・貯蔵・輸送」関連のトピックが複数含まれる。

表 2-5-4 重要度の低いトピック(下位5件)

番号	トピック	重要度	技術的 実現時期	社会 実装時期	細目
11	メガワットクラス以上の出力を有する波浪、潮汐、潮流、海洋温度差発電等の海洋エネルギー資源利用発電技術	2.76	2024	2030	エネルギー生産
2	微生物発酵による水分解等を利用した水素製造技術	2.76	2025	2030	エネルギー生産
32	1MW、50kWh 級電力貯蔵用超電導フライホイール	2.73	2024	2030	エネルギー流通・変換・貯蔵・輸送
12	宇宙太陽発電システム(宇宙空間で太陽光を利用して発電を行い、電力を地上に伝送するシステム)	2.56	2030	2038	エネルギー生産
31	CO <sub>2</sub> フリーの未利用熱源を利用したスターリングエンジンによる動力回収システム	2.54	2025	2028	エネルギー流通・変換・貯蔵・輸送

## (2) 国際競争力

### ① 国際競争力の高いトピック

本分野のトピックのうち、研究開発における国際競争力が高いと評価されたトピック(上位 20 位まで)は、以下のとおりである。細目別では、「エネルギー消費」、「資源」関連が各 4 件、「エネルギー生産」、「リユース・リサイクル」、「水」関連トピックが各 3 件含まれる。技術的実現時期は平均して 2025 年頃である。

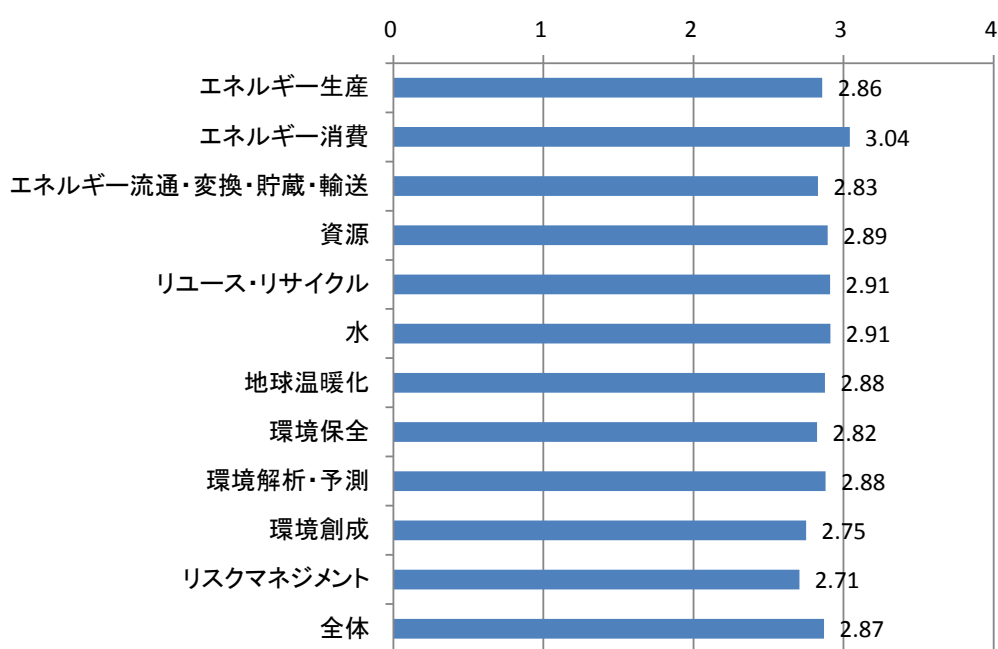
表 2-5-5 国際競争力の高いトピック(上位 20 件)

番号	トピック	国際競争力	技術的実現時期	社会実装時期	細目
19	民生用超高効率ヒートポンプ(空調冷房用 COP $\geq$ 12、給湯用 COP $\geq$ 8)	3.33	2025	2030	エネルギー消費
17	燃料電池車が新車販売の 10%以上になる	3.29	2025	2030	エネルギー消費
24	エネルギー効率が 50%の自動車エンジン	3.26	2025	2030	エネルギー消費
6	効率 46%(HHV 基準)を実現する 720℃級超臨界圧火力発電	3.26	2022	2025	エネルギー生産
60	エネルギー効率を 50%以上向上した逆浸透膜浄水技術	3.23	2022	2025	水
47	レアメタル品位の低い特殊鋼などの使用済製品からも有用金属を経済的に分離、回収する技術	3.23	2025	2030	リユース・リサイクル
7	大規模で高効率のガスタービン(入口温度 1700℃以上)による大型複合サイクル発電	3.22	2021	2025	エネルギー生産
61	途上国で一般利用できる経済性のある汚染水浄化・再利用技術	3.21	2020	2025	水
48	小型電子機器類、廃棄物・下水汚泥焼却飛灰からレアメタルを合理的に回収・利用する技術	3.19	2022	2026	リユース・リサイクル
18	200℃を越える蒸気生成が可能な産業用ヒートポンプ	3.16	2022	2025	エネルギー消費
40	チタンを現在の 50%以下のコストで製錬する技術	3.16	2025	2030	資源
42	メタンハイドレート採掘利用技術	3.14	2025	2030	資源
41	銅鉱山におけるヒ素処理保存技術	3.14	2025	2025	資源
13	核融合発電	3.12	2040	2050	エネルギー生産
55	都市洪水、高潮、地盤沈下等の人口密集地における統合的水管理技術	3.10	2025	2025	水
49	多くのレアメタルの必要資源量の 50%以上が都市鉱山から供給される	3.09	2025	2030	リユース・リサイクル
38	海洋鉱物資源の採取に必要な採鉱、揚鉱技術	3.08	2025	2030	資源
69	局所的ゲリラ豪雨等を 100m メッシュで予測する技術	3.06	2022	2025	地球温暖化
30	燃料電池自動車への水素供給インフラネットワーク(水素ステーション:5000 箇所)	3.05	2025	2028	エネルギー流通・変換・貯蔵・輸送
29	新規の水素貯蔵材料技術(水素貯蔵量 10 重量%以上、放出温度 100℃程度)	3.05	2025	2030	エネルギー流通・変換・貯蔵・輸送

### ② 細目別のトピックの国際競争力

細目別の平均でみた場合、「エネルギー消費」が 3.04 と最も大きく、次いで「水」、「リユース・リサイクル」が 2.91 と続く。

図 2-5-2 トピックの国際競争力(細目別:指数)



③国際競争力の低いトピック

本分野のトピックのうち、「国際競争力」が低いと評価されたトピック(下位 5 件まで)は、以下のとおりである。

表 2-5-6 国際競争力の低いトピック(下位 5 件)

番号	トピック	国際競争力	技術的実現時期	社会実装時期	細目
84	農山漁村の自然資源の復元・保全と都市の環境負荷を総合的に管理する市場経済的手法(生物多様性ミティゲーション・バンキングやオフセット・バンキングなど)の開発	2.42	2025	2033	環境創成
89	エネルギー供給技術・システムについてコンセンサスが得られる双方向型リスクコミュニケーションの確立	2.41	2022	2025	リスクマネジメント
34	木質系バイオマス発電の経済性を向上させるための森林生産システムの構築	2.36	2025	2027	エネルギー流通・変換・貯蔵・輸送
39	環境汚染のないシェールガス採掘技術	2.29	2025	2028	資源
46	空気中から効果的にヘリウムを回収する技術	2.25	2026	2031	リユース・リサイクル

(3)不確実性

①不確実性の高いトピック

本分野のトピックのうち、研究開発における失敗の許容、複数手法の検討等が必要となる不確実性が高いと評価されたトピック(上位 20 件まで)は、以下のとおりである。

細目別では、「地球温暖化」関連トピックが最も多く、6 件を占める。次いで、「エネルギー生産」、「資源」、「リスクマネジメント」関連トピックが各 3 件を占める。技術的実現時期は平均で 2027 年であり、2030 年頃に技術的実現時期を迎えるとするトピックも複数含まれる。

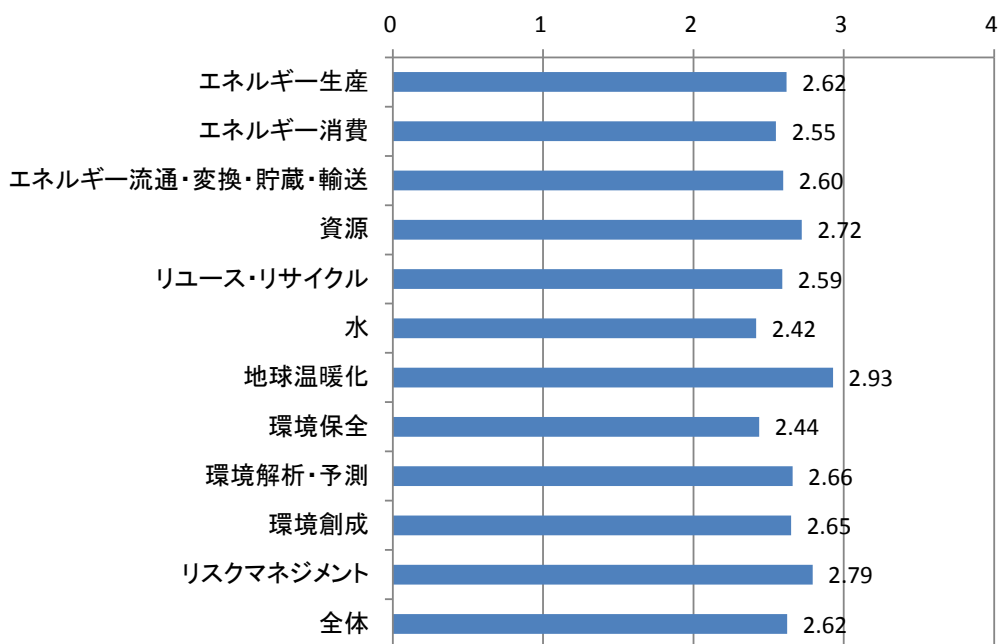
表 2-5-7 不確実性の高いトピック(上位 20 件)

番号	トピック	不確実性	技術的 実現時期	社会 実装時期	細目
12	宇宙太陽発電システム(宇宙空間で太陽光を利用して発電を行い、電力を地上に伝送するシステム)	3.29	2030	2038	エネルギー生産
13	核融合発電	3.19	2040	2050	エネルギー生産
44	深度 15km、温度 400℃を基本仕様とする超深度掘削技術	3.17	2030	2034	資源
52	高レベル放射性廃棄物中の放射性核種を加速器の使用により核変換して、廃棄物量を激減させる技術	3.13	2030	2040	リユース・リサイクル
65	温暖化と大気汚染等との組み合わせによる激甚気象災害(異常気象)発生機構の解明	3.07	2025	2028	地球温暖化
69	局所的ゲリラ豪雨等を 100m メッシュで予測する技術	3.01	2022	2025	地球温暖化
81	生態系機能に基づく気候変動と災害の緩和と適応の統合技術	2.97	2030	2030	環境創成
70	大気大循環と海洋大循環を組み合わせた温暖化の定量的モデルの確立	2.97	2025	2026	地球温暖化
93	開発行為が自然界に与える影響を定量的に予測し、自然の再生速度を考慮した影響シミュレーション評価技術	2.91	2025	2030	リスクマネジメント
38	海洋鉱物資源の採取に必要な採鉱、揚鉱技術	2.89	2025	2030	資源
14	核燃料サイクル及び一体型高速炉(IFR)を含む高速増殖炉(FBR)システム技術	2.89	2030	2035	エネルギー生産
66	トレードオフ、経済性等を考慮した温室効果ガス排出削減対策と選択手法	2.89	2025	2030	地球温暖化
91	人の健康、農業生産、自然生態系に対して長期的な有害性を持つ化学物質のリスクを管理・低減する技術	2.89	2025	2030	リスクマネジメント
92	低線量放射線リスクに関する合意形成手法の確立	2.88	2025	2027	リスクマネジメント
29	新規の水素貯蔵材料技術(水素貯蔵量 10 重量%以上、放出温度 100℃程度)	2.88	2025	2030	エネルギー流通・変換・貯蔵・輸送
64	化石燃料を使用しない船舶・飛行機	2.88	2030	2035	地球温暖化
76	外来種の移動拡散を支配する因子と侵略リスクの解析評価に基づく対策技術の確立	2.87	2025	2030	環境解析・予測
25	現在、世界の全エネルギー消費の 10%を占めるハーバー・ボッシュ法に代わる、エネルギー消費の少ないアンモニア製造法	2.86	2025	2030	エネルギー消費
68	気候変動による食料生産への影響の予測技術	2.86	2025	2027	地球温暖化
45	熱水鉱床からの深海底金属資源の経済的採取技術	2.85	2030	2035	資源

②細目別のトピックの不確実性

細目別の平均でみた場合、「地球温暖化」が 2.93 と最も大きく、次いで「リスクマネジメント」、「資源」が続く。

図 2-5-3 トピックの不確実性(細目別:指数)



③不確実性の低いトピック

本分野のトピックのうち、「不確実性」は低いと評価されたトピック(下位 5 件まで)は、以下のとおりである。「エネルギー消費」、「環境保全」の関連トピックが複数を占める。

表 2-5-8 不確実性の低いトピック(下位 5 件)

番号	トピック	不確実性	技術的 実現時期	社会 実装時期	細目
58	抗生物質成分を除去する下水処理技術	2.22	2024	2025	水
23	自動車に搭載されている蓄電池や燃料電池を用い、家庭や需要家等への給電・配電制御を可能とするシステム	2.21	2020	2025	エネルギー消費
71	塩害農耕地土壌の簡易・迅速修復技術の開発	2.15	2023	2025	環境保全
72	環境中への拡散・移動と蓄積を考慮した石炭燃焼排ガス中の水銀を除去する技術	2.12	2021	2025	環境保全
20	新規建築の 30%以上に普及可能な汎用型 BEMS、HEMS システム	2.10	2020	2025	エネルギー消費

(4) 非連続性

①非連続性の高いトピック

本分野のトピックのうち、研究開発の成果が現在の延長ではなく、市場破壊的・革新的と評価されたトピック(上位 20 件まで)は、以下のとおりである。

細目別では、「資源」関連トピックが 7 件、次いで「エネルギー生産」関連トピックが 4 件を占める。技術的実現時期は平均で 2027 年頃であり、2030 年以降に技術的実現時期を迎えるトピックも複数含まれる。

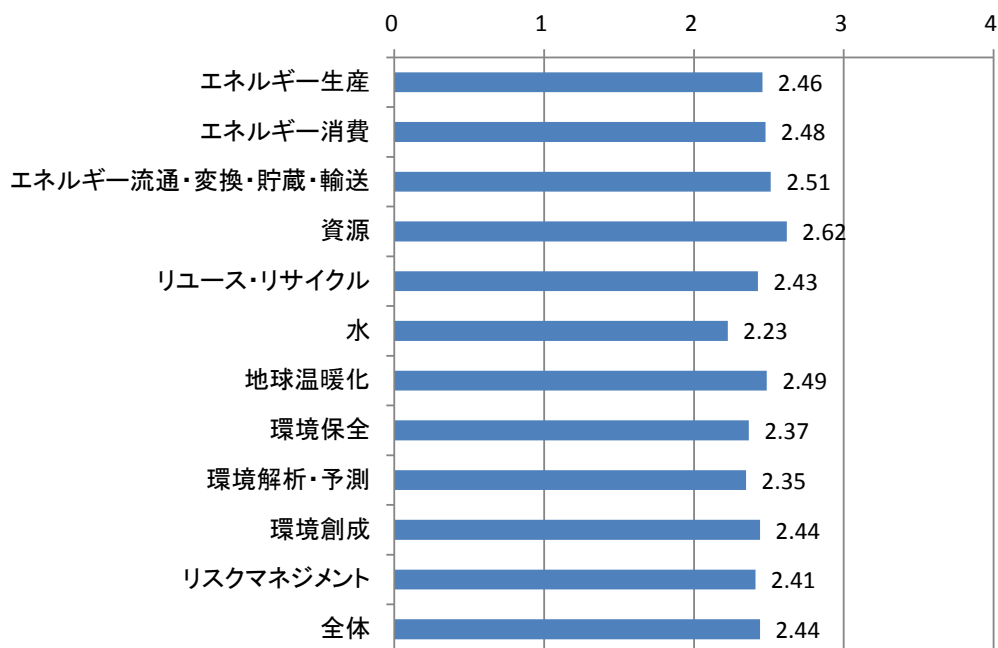
表 2-5-9 非連続性の高いトピック(上位 20 件)

番号	課題	非連続性	技術的 実現時期	社会 実装時期	細目
13	核融合発電	3.09	2040	2050	エネルギー生産
12	宇宙太陽発電システム(宇宙空間で太陽光を利用して発電を行い、電力を地上に伝送するシステム)	3.00	2030	2038	エネルギー生産
25	現在、世界の全エネルギー消費の 10%を占めるハーバー・ボッシュ法に代わる、エネルギー消費の少ないアンモニア製造法	2.94	2025	2030	エネルギー消費
29	新規の水素貯蔵材料技術(水素貯蔵量 10 重量%以上、放出温度 100℃程度)	2.86	2025	2030	エネルギー流通・ 変換・貯蔵・輸送
52	高レベル放射性廃棄物中の放射性核種を加速器の使用により核変換して、廃棄物量を激減させる技術	2.85	2030	2040	リユース・ リサイクル
44	深度 15km、温度 400℃を基本仕様とする超深度掘削技術	2.84	2030	2034	資源
42	メタンハイドレート採掘利用技術	2.83	2025	2030	資源
64	化石燃料を使用しない船舶・飛行機	2.76	2030	2035	地球温暖化
4	ナトリウム、マグネシウムを用いたエネルギー技術	2.74	2025	2030	エネルギー生産
45	熱水鉱床からの深海底金属資源の経済的採取技術	2.73	2030	2035	資源
38	海洋鉱物資源の採取に必要な採鉱、揚鉱技術	2.70	2025	2030	資源
43	海水中から経済的にウランなどの稀少金属を回収する技術	2.69	2026	2035	資源
22	小都市(人口 10 万人未満)における、エネルギー自給自足、完全資源循環のクローズドサイクル化の実現(燃料電池、バイガス、自然エネルギー、雨水などを統合)	2.66	2025	2030	エネルギー消費
86	ヒートアイランド、乾燥化、ハビタット消失を緩和するための技術	2.66	2026	2030	環境創成
40	チタンを現在の 50%以下のコストで製錬する技術	2.65	2025	2030	資源
36	MW 規模の系統連系安定化用長寿命二次電池(サイクル寿命:20 年以上、コスト 1.5 万円/kWh 以下)	2.65	2025	2030	エネルギー流通・ 変換・貯蔵・輸送
74	水・土壌からの放射性物質の確実な除染技術	2.65	2025	2029	環境保全
14	核燃料サイクル及び一体型高速炉(IFR)を含む高速増殖炉(FBR)システム技術	2.64	2030	2035	エネルギー生産
50	各種の基礎工業品生産が可能となるバイオマスリファイナリー形成の実現	2.64	2025	2031	リユース・ リサイクル
39	環境汚染のないシェールガス採掘技術	2.63	2025	2028	資源

②細目別のトピックの非連続性

細目別の平均でみた場合、「資源」が 2.62 と最も大きく、次いで「エネルギー流通・変換・貯蔵・輸送」が 2.51 と続く。

図 2-5-4 トピックの非連続性(細目別:指数)



③非連続性の低いトピック

本分野のトピックのうち、「非連続性」が低いと評価されたトピック(下位5位まで)は、以下のとおりである。「水」細目の関連トピックが2件含まれる。

表 2-5-10 非連続性の低いトピック(下位5課題)

番号	トピック	非連続性	技術的 実現時期	社会 実装時期	細目
8	全国の温泉地で地熱を利用した発電が普及する	2.11	2022	2025	エネルギー生産
61	途上国で一般利用できる経済性のある汚染水浄化・再利用技術	2.11	2020	2025	水
20	新規建築の30%以上に普及可能な汎用型 BEMS、HEMS システム	2.08	2020	2025	エネルギー消費
62	バラスト水の有効利用	2.07	2022	2025	水
51	廃棄物の選別・分別システムをより向上させるための選別センサー技術	2.02	2020	2025	リユース・リサイクル

(5) 倫理性

①倫理性の高い上位20位までのトピック

本分野のトピックのうち、研究開発において倫理性の考慮や社会受容の考慮が必要と評価されたトピック(上位20件まで)は、以下のとおりである。

細目別では、「リスクマネジメント」関連トピックが5件、次いで「エネルギー生産」の関連トピックが4件、「環境創成」の関連トピックが3件を占める。技術的実現時期は平均して2026年頃とし、2030年以降に技術的実現時期を迎えるトピックも複数含まれる。



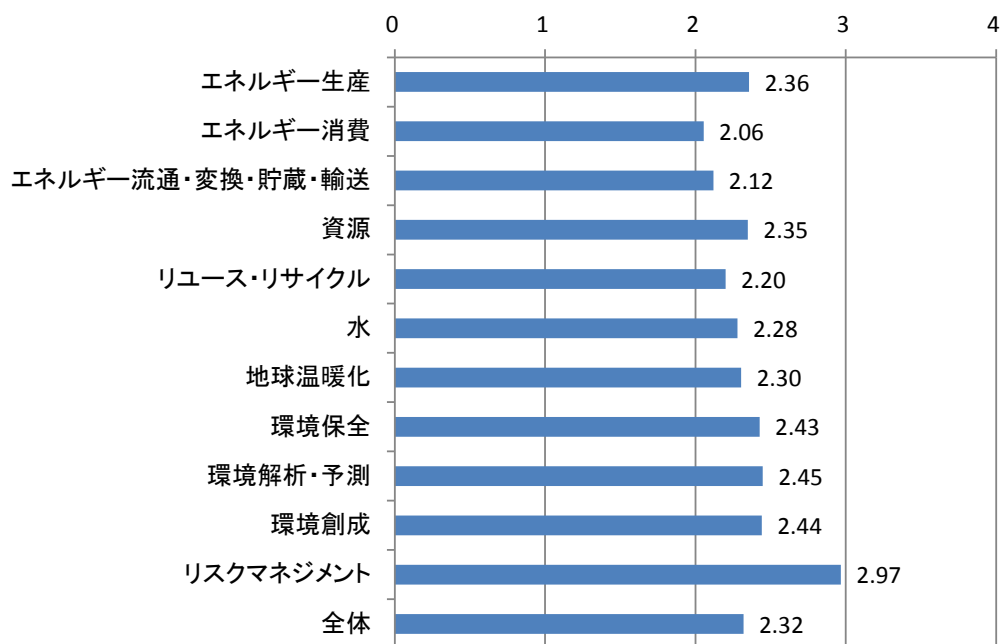
表 2-5-11 倫理性の高いトピック(上位 20 件)

番号	トピック	倫理性	技術的 実現時期	社会 実装時期	細目
92	低線量放射線リスクに関する合意形成手法の確立	3.42	2025	2027	リスクマネジメント
14	核燃料サイクル及び一体型高速炉(IFR)を含む高速増殖炉(FBR)システム技術	3.19	2030	2035	エネルギー生産
15	濃縮度5%超燃料が使用可能、プラント寿命が80年、立地条件を選ばないなどの特徴を有する次世代標準化軽水炉技術	3.15	2030	2030	エネルギー生産
89	エネルギー供給技術・システムについてコンセンサスが得られる双方向型リスクコミュニケーションの確立	3.14	2022	2025	リスクマネジメント
90	化粧品、食品などの消費財に関するナノ粒子使用の安全基準の策定	2.91	2024	2025	リスクマネジメント
74	水・土壌からの放射性物質の確実な除染技術	2.83	2025	2029	環境保全
52	高レベル放射性廃棄物中の放射性核種を加速器の使用により核変換して、廃棄物量を激減させる技術	2.82	2030	2040	リユース・リサイクル
13	核融合発電	2.80	2040	2050	エネルギー生産
66	トレードオフ、経済性等を考慮した温室効果ガス排出削減対策と選択手法	2.75	2025	2030	地球温暖化
91	人の健康、農業生産、自然生態系に対して長期的な有害性を持つ化学物質のリスクを管理・低減する技術	2.75	2025	2030	リスクマネジメント
84	農山漁村の自然資源の復元・保全と都市の環境負荷を総合的に管理する市場経済的手法(生物多様性ミティゲーション・バンキングやオフセット・バンキングなど)の開発	2.74	2025	2033	環境創成
75	公共・集客施設、空港・港湾、鉄道等の交通インフラにおける、極微量の爆薬、麻薬、放射性物質、病原微生物の迅速かつ正確な検知システム	2.73	2020	2030	環境解析・予測
39	環境汚染のないシェールガス採掘技術	2.69	2025	2028	資源
76	外来種の移動拡散を支配する因子と侵略リスクの解析評価に基づく対策技術の確立	2.68	2025	2030	環境解析・予測
83	絶滅危惧種について遺伝的多様性を保存し再生する技術	2.68	2025	2030	環境創成
12	宇宙太陽発電システム(宇宙空間で太陽光を利用して発電を行い、電力を地上に伝送するシステム)	2.64	2030	2038	エネルギー生産
93	開発行為が自然界に与える影響を定量的に予測し、自然の再生速度を考慮した影響シミュレーション評価技術	2.62	2025	2030	リスクマネジメント
55	都市洪水、高潮、地盤沈下等の人口密集地における統合的水管理技術	2.60	2025	2025	水
88	森林と都市インフラ機能の両者を維持保全する横断的なシステム	2.57	2030	2035	環境創成
57	上水供給における有害微量化学物質、病原微生物等の連続モニタリング技術	2.54	2020	2025	水

## ②細目別のトピックの倫理性

細目別の平均でみた場合、「リスクマネジメント」が2.97と最も大きく、次いで「環境解析・予測」、「環境創成」、「環境保全」と続く。

図 2-5-5 トピックの倫理性(細目別:指数)



③倫理性の低いトピック

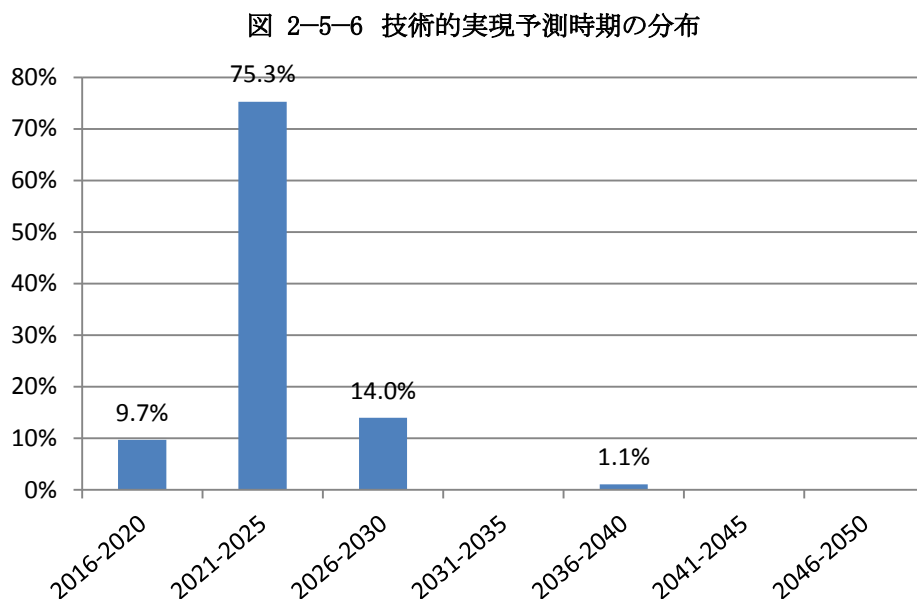
本分野のトピックのうち、「倫理性」があまり問われないと評価されたトピック(下位 5 件まで)は、以下のとおりである。「エネルギー流通・変換・貯蔵・輸送」細目の関連トピックが 2 件含まれる。

表 2-5-12 倫理性の低いトピック(下位 5 件)

番号	課題	倫理性	技術的 実現時期	社会 実装時期	細目
40	チタンを現在の 50%以下のコストで製錬する技術	1.89	2025	2030	資源
32	1MW、50kWh 級電力貯蔵用超電導フライホイール	1.85	2024	2030	エネルギー流通・ 変換・貯蔵・輸送
24	エネルギー効率が 50%の自動車エンジン	1.84	2025	2030	エネルギー消費
31	CO <sub>2</sub> フリーの未利用熱源を利用したスターリングエンジンによる動力回収システム	1.83	2025	2028	エネルギー流通・ 変換・貯蔵・輸送
46	空気中から効果的にヘリウムを回収する技術	1.71	2026	2031	リユース・ リサイクル

## 5. 4. 2. 技術的実現予測時期

技術的実現予測時期の分布は下図のとおりである。



技術的実現予測時期別のトピック数は、以下のとおりである。

トピックの約 95%が 2025 年までに技術的に実現するとしている。「エネルギー生産」、「資源」、「環境創成」細目の関連トピックは、他の細目に比べ、2026 年以降に実現するトピックが複数含まれている。

表 2-5-13 技術的実現予測時期別のトピック数(細目別)

細目	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-
エネルギー生産	1	10	3		1			
エネルギー消費	2	8						
エネルギー流通・変換・貯蔵・輸送		11						
資源		6	3					
リユース・リサイクル	1	4	2					
水	2	9						
地球温暖化		6	1					
環境保全		4						
環境解析・予測	3	2						
環境創成		5	4					
リスクマネジメント		5						
全体	9	70	13		1			

ここでは、実現時期のほかに「実現しない」、「わからない」という選択肢も設けてある。それぞれの回答の比率の高かったトピック(上位 5 件)は、以下のとおりである。「エネルギー生産」細目の関連トピックで「実現しない」とする回答比率が高い。

表 2-5-14 「実現しない」の回答が多いトピック

番号	トピック	重要度	実現しない (%)	技術的実現時期	細目
12	宇宙太陽発電システム(宇宙空間で太陽光を利用して発電を行い、電力を地上に伝送するシステム)	2.56	37.1	2030	エネルギー生産
14	核燃料サイクル及び一体型高速炉(IFR)を含む高速増殖炉(FBR)システム技術	3.11	25.6	2030	エネルギー生産
15	濃縮度 5%超燃料が使用可能、プラント寿命が 80 年、立地条件を選ばないなどの特徴を有する次世代標準化軽水炉技術	2.98	23.4	2030	エネルギー生産
22	小都市(人口 10 万人未満)における、エネルギー自給自足、完全資源循環のクローズドサイクル化の実現(燃料電池、バイガス、自然エネルギー、雨水などを統合)	3.03	21.1	2025	エネルギー消費
13	核融合発電	3.24	21	2040	エネルギー生産

表 2-5-15 「わからない」の回答比率が高いトピック

番号	トピック	重要度	わからない (%)	技術的実現時期	細目
44	深度 15km、温度 400℃を基本仕様とする超深度掘削技術	3.12	32.0	2030	資源
46	空気中から効果的にヘリウムを回収する技術	2.87	25.0	2026	リユース・リサイクル
76	外来種の移動拡散を支配する因子と侵略リスクの解析評価に基づく対策技術の確立	3.26	22.5	2025	環境解析・予測
65	温暖化と大気汚染等との組み合わせによる激甚気象災害(異常気象)発生機構の解明	3.48	21.6	2025	地球温暖化
52	高レベル放射性廃棄物中の放射性核種を加速器の使用により核変換して、廃棄物量を激減させる技術	3.28	20.0	2030	リユース・リサイクル
4	ナトリウム、マグネシウムを用いたエネルギー技術	2.84	20.0	2025	エネルギー生産
73	アオコ、赤潮を引き起こす藻類の発生を抑制する細菌、捕食する微小動物の利用技術	2.98	20.0	2025	環境保全

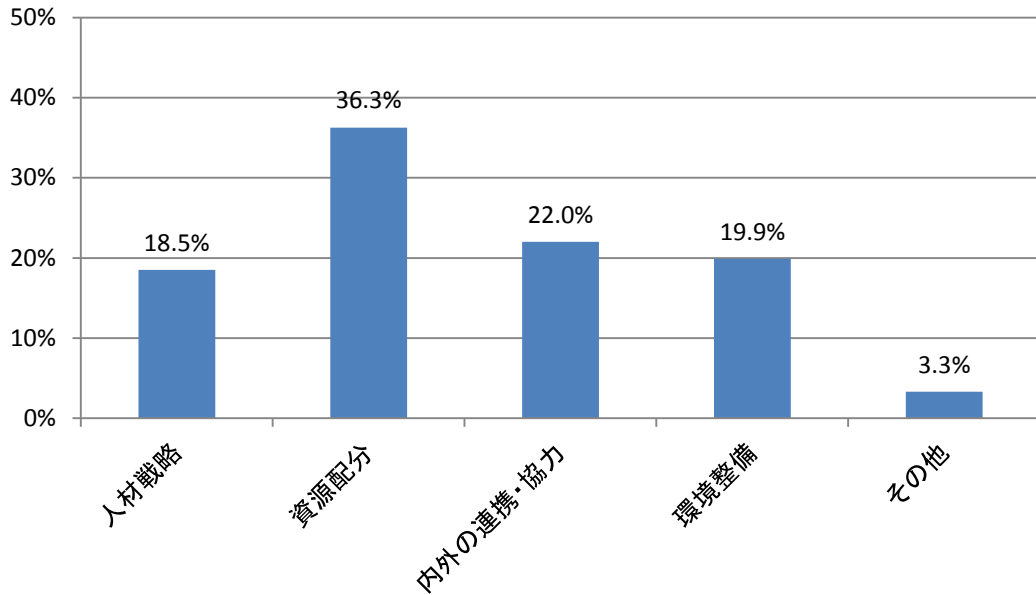
### 5. 4. 3. 技術的実現に向けた重点施策

#### (1)分野全般の傾向

技術的実現に向けた重点施策の回答結果は以下の図の通りである。

技術的実現に向けた重点施策のうち、最も回答が多かったのは、「資源配分戦略」(36.3%)であり、次いで「内外の連携・協力」(22.0%)と続く。

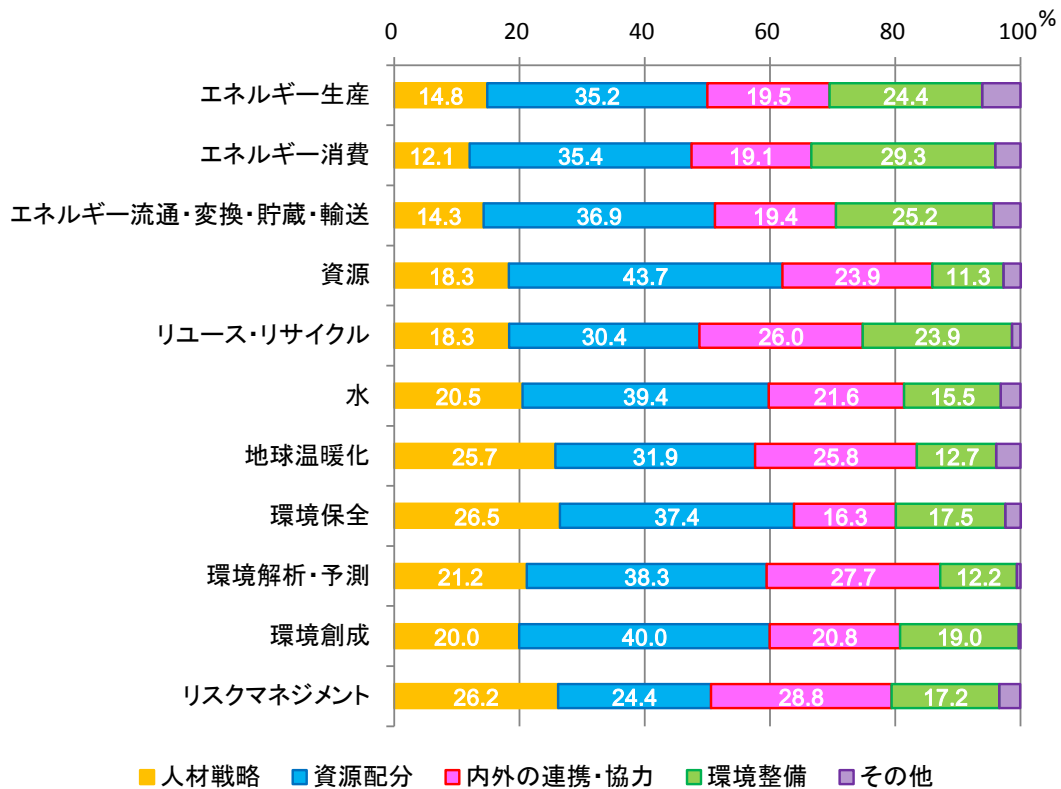
図 2-5-7 技術的実現に向けた重点施策(%)



(2) 細目別の傾向

細目別では、「資源」、「環境創成」、「水」、「環境解析・予測」等の細目では、トピックの技術的実現に向けた重要施策として、「資源配分戦略」と回答している。また、「リスクマネジメント」、「地球温暖化」細目では「人材戦略」を、「リスクマネジメント」、「環境解析・予測」、「リユース・リサイクル」細目では「内外の連携・協力」を、「エネルギー消費」細目では「環境整備」とする回答が他の細目と比べ高い。

図 2-5-8 技術的実現に向けた重点施策(細目別) (%)



①人材戦略

技術的実現に向けた重点施策として、「人材戦略」とする割合の高いトピック(上位 5 件)と割合の低いトピック(下位 5 件)は、以下のとおりである。

表 2-5-16 「人材戦略」とする割合の高いトピックと低いトピック

番号	トピック	人材戦略 (%)	技術的 実現時期	社会 実装時期	細目
89	エネルギー供給技術・システムについてコンセンサスが得られる双方向型リスクコミュニケーションの確立	43.6	2022	2025	リスクマネジメント
70	大気大循環と海洋大循環を組み合わせた温暖化の定量的モデルの確立	38.3	2025	2026	地球温暖化
73	アオコ、赤潮を引き起こす藻類の発生を抑制する細菌、捕食する微小動物の利用技術	36.6	2025	2028	環境保全
68	気候変動による食料生産への影響の予測技術	33.7	2025	2027	地球温暖化
65	温暖化と大気汚染等との組み合わせによる激甚気象災害(異常気象)発生機構の解明	32.9	2025	2028	地球温暖化
16	家庭用燃料電池システムが新築住宅の 10%以上で採用される	4.7	2025	2025	エネルギー消費
21	小都市(人口 10 万人未満)における 100%再生エネルギーのスマートシティ化を実現する、簡易版スマートグリッド制御システム	4.7	2025	2028	エネルギー消費
8	全国の温泉地で地熱を利用した発電が普及する	4.1	2022	2025	エネルギー生産
20	新規建築の 30%以上に普及可能な汎用型 BEMS、HEMS システム	3.1	2020	2025	エネルギー消費
23	自動車に搭載されている蓄電池や燃料電池を用い、家庭や需要家等への給電・配電制御を可能とするシステム	2.0	2020	2025	エネルギー消費
30	燃料電池自動車への水素供給インフラネットワーク(水素ステーション:5000 箇所)	1.6	2025	2028	エネルギー流通・ 変換・貯蔵・輸送

②資源配分

技術的実現に向けた重点施策として、「資源配分」とする割合の高いトピック(上位 5 件)と割合の低いトピック(下位 5 件)は、以下のとおりである。

表 2-5-17 「資源配分」とする割合の高いトピックと低いトピック

番号	トピック	資源配分 (%)	技術的 実現時期	社会 実装時期	細目
85	湿地における生態系および生物多様性の再生技術	58.8	2025	2030	環境創成
87	乾燥・砂漠地帯における植生の再生と維持管理技術	57.7	2028	2033	環境創成
82	生物生息環境の維持と水循環の健全化を両立するインフラストラクチャー整備技術	56.8	2025	2030	環境創成
7	大規模で高効率のガスタービン(入口温度 1700℃以上)による大型複合サイクル発電	56.3	2021	2025	エネルギー生産
19	民生用超高効率ヒートポンプ(空調冷房用 COP $\geq$ 12、給湯用 COP $\geq$ 8)	54.5	2025	2030	エネルギー消費

番号	トピック	資源配分 (%)	技術的実現時期	社会実装時期	細目
8	全国の温泉地で地熱を利用した発電が普及する	19.6	2022	2025	エネルギー生産
34	木質系バイオマス発電の経済性を向上させるための森林生産システムの構築	14.3	2025	2027	エネルギー流通・変換・貯蔵・輸送
46	空気中から効果的にヘリウムを回収する技術	13.0	2026	2031	リユース・リサイクル
92	低線量放射線リスクに関する合意形成手法の確立	11.6	2025	2027	リスクマネジメント
89	エネルギー供給技術・システムについてコンセンサスが得られる双方向型リスクコミュニケーションの確立	7.7	2022	2025	リスクマネジメント

### ③内外の連携・協力

技術的実現に向けた重点施策として、「内外の連携・協力」とする割合の高いトピック(上位 5 件)と割合の低いトピック(下位 5 件)は、以下のとおりである。

表 2-5-18 「内外の連携・協力」とする割合の高いトピックと低いトピック

番号	トピック	連携・協力 (%)	技術的実現時期	社会実装時期	細目
66	トレードオフ、経済性等を考慮した温室効果ガス排出削減対策と選択手法	35.7	2025	2030	地球温暖化
46	空気中から効果的にヘリウムを回収する技術	34.8	2026	2031	リユース・リサイクル
90	化粧品、食品などの消費財に関するナノ粒子使用の安全基準の策定	34.4	2024	2025	リスクマネジメント
78	物質フロー、エネルギーフロー、リスク評価に基づくスマート都市システム設計手法	34.3	2020	2025	環境解析・予測
39	環境汚染のないシェールガス採掘技術	34.3	2025	2028	資源
82	生物生息環境の維持と水循環の健全化を両立するインフラストラクチャー整備技術	13.5	2025	2030	環境創成
27	現在の 275kV CV ケーブル(架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル)と同等の容量をもつ 66-77kV 超電導送電ケーブル	12.5	2025	2025	エネルギー流通・変換・貯蔵・輸送
43	海水中から経済的にウランなどの稀少金属を回収する技術	12.0	2026	2035	資源
56	雪を資源として有効利用するための気候・降雪モデルや観測に基づく、情報提供技術(半年、3ヶ月、1週間等)	9.8	2025	2027	水
73	アオコ、赤潮を引き起こす藻類の発生を抑制する細菌、捕食する微小動物の利用技術	9.8	2025	2028	環境保全

### ④環境整備

技術的実現に向けた重点施策として、「環境整備」とする割合の高いトピック(上位 5 件)と割合の低いトピック(下位 5 件)は、以下のとおりである。

表 2-5-19 「環境整備」とする割合の高いトピックと低いトピック

番号	トピック	環境整備 (%)	技術的 実現時期	社会 実装時期	細目
8	全国の温泉地で地熱を利用した発電が普及する	56.7	2022	2025	エネルギー生産
23	自動車に搭載されている蓄電池や燃料電池を用い、家庭や需要家等への給電・配電制御を可能とするシステム	49.5	2020	2025	エネルギー消費
16	家庭用燃料電池システムが新築住宅の 10%以上で採用される	46.5	2025	2025	エネルギー消費
30	燃料電池自動車への水素供給インフラネットワーク(水素ステーション:5000 箇所)	45.1	2025	2028	エネルギー流通・ 変換・貯蔵・輸送
17	燃料電池車が新車販売の 10%以上になる	44.4	2025	2030	エネルギー消費
41	銅鉱山におけるヒ素処理保存技術	6.5	2025	2025	資源
93	開発行為が自然界に与える影響を定量的に予測し、自然の再生速度を考慮した影響シミュレーション評価技術	6.2	2025	2030	リスクマネジメント
24	エネルギー効率が 50%の自動車エンジン	5.8	2025	2030	エネルギー消費
87	乾燥・砂漠地帯における植生の再生と維持管理技術	3.8	2028	2033	環境創成
58	抗生物質成分を除去する下水処理技術	2.6	2024	2025	水

⑤その他

技術的实现に向けた重点施策として、「その他」とする割合の高いトピック(上位 5 件)は、以下のとおりである。

表 2-5-20 「その他」とする割合の高いトピック

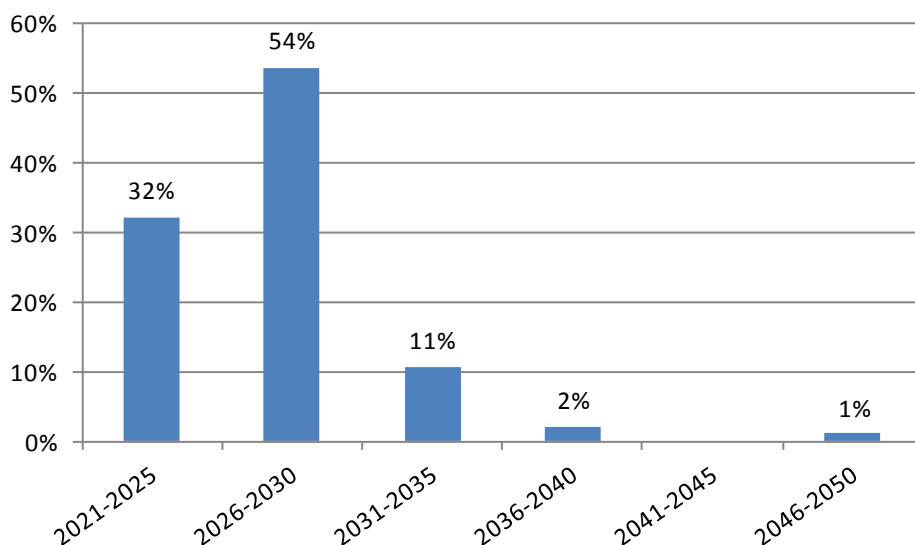
番号	トピック	その他 (%)	技術的 実現時期	社会 実装時期	細目
4	ナトリウム、マグネシウムを用いたエネルギー技術	11.7	2025	2030	エネルギー生産
62	バラスト水の有効利用	11.1	2022	2025	水
12	宇宙太陽発電システム(宇宙空間で太陽光を利用して発電を行い、電力を地上に伝送するシステム)	10.7	2030	2038	エネルギー生産
2	微生物発酵による水分解等を利用した水素製造技術	8.1	2025	2030	エネルギー生産
34	木質系バイオマス発電の経済性を向上させるための森林生産システムの構築	7.9	2025	2027	エネルギー流通・ 変換・貯蔵・輸送

5. 4. 4. 社会実装時期

社会実装予測時期の分布は下図の通りである。本分野のトピックの約 86%が、2030 年までに社会実装時期を迎える。また、2031 年以降に社会実装するトピックも 14%を含まれる。



図 2-5-9 社会実装時期の分布



社会実装予測時期別のトピック数は、以下のとおりである。

「エネルギー生産」、「リユース・リサイクル」、「環境創成」細目のトピックは、他の細目に比べ、社会実装時期が遅い予測となっている。

表 2-5-21 社会実装予測時期別のトピック数(細目別)

細目	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-
エネルギー生産		7	5	1	1		1	
エネルギー消費		4	6					
エネルギー流通・変換・貯蔵・輸送		2	9					
資源		1	5	3				
リユース・リサイクル		1	3	2	1			
水		8	3					
地球温暖化		1	5	1				
環境保全		2	2					
環境解析・予測		2	3					
環境創成			6	3				
リスクマネジメント		2	3					
全体		30	50	10	2		1	

ここでは、実装時期のほかに「実装しない」、「わからない」という選択肢も設けてある。それぞれの回答の比率の高かったトピック(上位 5 件)は以下の通りである。「エネルギー生産」細目の関連トピックで、「実装しない」との回答比率が高い。

表 2-5-22 「実装しない」の回答が多いトピック

番号	トピック	重要度	実装しない (%)	社会実装時期	細目
12	宇宙太陽発電システム(宇宙空間で太陽光を利用して発電を行い、電力を地上に伝送するシステム)	2.56	44.3	2038	エネルギー生産

番号	トピック	重要度	実装しない (%)	社会実装時期	細目
14	核燃料サイクル及び一体型高速炉(IFR)を含む高速増殖炉(FBR)システム技術	3.11	31.9	2035	エネルギー生産
13	核融合発電	3.24	30.3	2050	エネルギー生産
15	濃縮度5%超燃料が使用可能、プラント寿命が80年、立地条件を選ばないなどの特徴を有する次世代標準化軽水炉技術	2.98	27.9	2030	エネルギー生産
22	小都市(人口10万人未満)における、エネルギー自給自足、完全資源循環のクローズドサイクル化の実現(燃料電池、バイガス、自然エネルギー、雨水などを統合)	3.03	27.8	2030	エネルギー消費

表 2-5-23 「わからない」の回答が多いトピック

番号	トピック	重要度	わからない (%)	社会実装時期	細目
46	空気中から効果的にヘリウムを回収する技術	2.87	33.3	2031	リユース・リサイクル
65	温暖化と大気汚染等との組み合わせによる激甚気象災害(異常気象)発生機構の解明	3.48	28.4	2028	地球温暖化
44	深度15km、温度400℃を基本仕様とする超深度掘削技術	3.12	28	2034	資源
79	携帯情報端末やリモートセンシング等に基づくビッグデータ利用による植生分布と生態系機能のモニタリングシステム	2.94	27.8	2025	環境解析・予測
2	微生物発酵による水分解等を利用した水素製造技術	2.76	27.6	2030	エネルギー生産

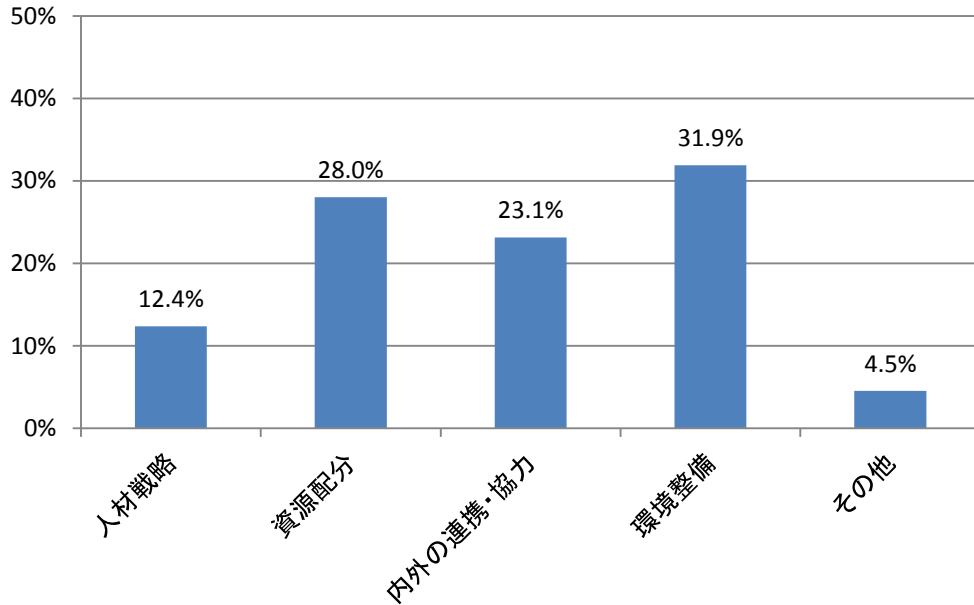
#### 5. 4. 5. 社会実装に向けた重点施策

##### (1) 分野全般の傾向

社会実装に向けた重点施策の回答結果は以下の図の通りである。

最も回答が多いものとして、「環境整備」(31.9%)があげられ、次いで「資源配分戦略」(28.0%)と続く。

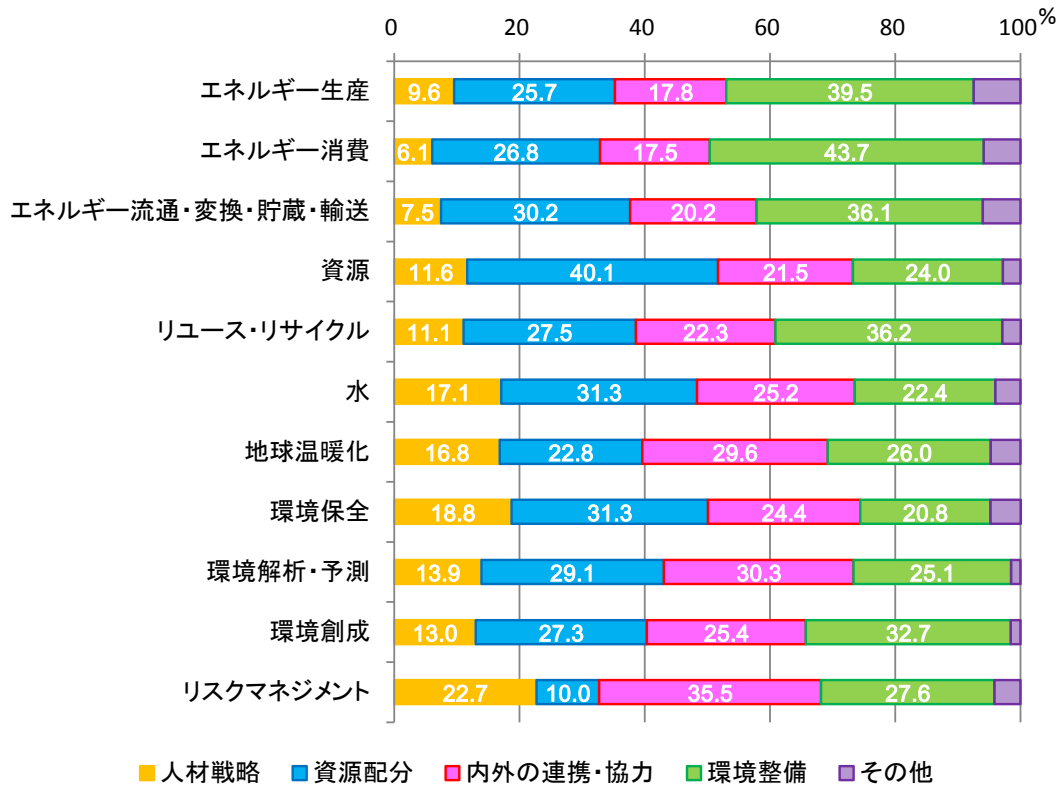
図 2-5-10 社会実装に向けた重点施策



(2) 細目別の傾向

細目別では、エネルギー関連の「エネルギー生産」、「エネルギー消費」、「エネルギー流通・変換・貯蔵・輸送」の細目では、トピックの社会実装に向けて「環境整備」を必要とする回答が多い。また、「資源」の細目では、「資源配分戦略」とする回答が、「リスクマネジメント」細目では「内外の連携・協力」、「人材戦略」を要するとの回答が他の細目の回答と比べ高かった。

図 2-5-11 社会実装に向けた重点施策(細目別) (%)



## ①人材戦略

社会実装に向けた重点施策として、「人材戦略」とする割合の高いトピック(上位5件)と割合の低いトピック(下位5件)は、以下のとおりである。

表 2-5-24 「人材戦略」とする割合の高いトピックと低いトピック

番号	トピック	人材戦略 (%)	技術的 実現時期	社会 実装時期	細目
89	エネルギー供給技術・システムについてコンセンサスが得られる双方向型リスクコミュニケーションの確立	45.9	2022	2025	リスクマネジメント
54	水環境質の非接触型連続センシングによる水域同時連続モニタリング技術	31.4	2025	2025	水
65	温暖化と大気汚染等との組み合わせによる激甚気象災害(異常気象)発生機構の解明	29.8	2025	2028	地球温暖化
92	低線量放射線リスクに関する合意形成手法の確立	23.4	2025	2027	リスクマネジメント
53	衛星観測と地上観測の効果的な統融合により、全国の地下水マップの一般化	22.7	2025	2026	水
45	熱水鉱床からの深海底金属資源の経済的採取技術	3.2	2030	2035	資源
16	家庭用燃料電池システムが新築住宅の10%以上で採用される	3.0	2025	2025	エネルギー消費
20	新規建築の30%以上に普及可能な汎用型BEMS、HEMSシステム	3.0	2020	2025	エネルギー消費
85	湿地における生態系および生物多様性の再生技術	2.9	2025	2030	環境創成
23	自動車に搭載されている蓄電池や燃料電池を用い、家庭や需要家等への給電・配電制御を可能とするシステム	0.9	2020	2025	エネルギー消費

## ②資源配分

社会実装に向けた重点施策として、「資源配分」とする割合の高いトピック(上位5件)と割合の低いトピック(下位5件)は、以下のとおりである。

表 2-5-25 「資源配分」とする割合の高いトピックと低いトピック

番号	トピック	資源配分 (%)	技術的 実現時期	社会 実装時期	細目
40	チタンを現在の50%以下のコストで製錬する技術	57.7	2025	2030	資源
87	乾燥・砂漠地帯における植生の再生と維持管理技術	50.0	2028	2033	環境創成
25	現在、世界の全エネルギー消費の10%を占めるハーバー・ボッシュ法に代わる、エネルギー消費の少ないアンモニア製造法	49.0	2025	2030	エネルギー消費
7	大規模で高効率のガスタービン(入口温度1700℃以上)による大型複合サイクル発電	48.4	2021	2025	エネルギー生産
45	熱水鉱床からの深海底金属資源の経済的採取技術	48.4	2030	2035	資源
91	人の健康、農業生産、自然生態系に対して長期的な有害性を持つ化学物質のリスクを管理・低減する技術	12.2	2025	2030	リスクマネジメント
8	全国の温泉地で地熱を利用した発電が普及する	12.1	2022	2025	エネルギー生産

番号	トピック	資源配分 (%)	技術的実現時期	社会実装時期	細目
90	化粧品、食品などの消費財に関するナノ粒子使用の安全基準の策定	9.4	2024	2025	リスクマネジメント
92	低線量放射線リスクに関する合意形成手法の確立	4.3	2025	2027	リスクマネジメント
89	エネルギー供給技術・システムについてコンセンサスが得られる双方向型リスクコミュニケーションの確立	2.7	2022	2025	リスクマネジメント

### ③内外の連携・協力

社会実装に向けた重点施策として、「内外の連携・協力」とする割合の高いトピック(上位 5 件)と割合の低いトピック(下位 5 件)は、以下のとおりである。

表 2-5-26 「内外の連携・協力」とする割合の高いトピックと低いトピック

番号	トピック	連携・協力 (%)	技術的実現時期	社会実装時期	細目
61	途上国で一般利用できる経済性のある汚染水浄化・再利用技術	44.9	2020	2025	水
67	海水酸性化による生物多様性、とりわけ漁業資源への影響調査技術	42.0	2025	2030	地球温暖化
90	化粧品、食品などの消費財に関するナノ粒子使用の安全基準の策定	40.6	2024	2025	リスクマネジメント
93	開発行為が自然界に与える影響を定量的に予測し、自然の再生速度を考慮した影響シミュレーション評価技術	39.4	2025	2030	リスクマネジメント
77	森林に対する越境大気汚染等の影響評価技術の確立	37.8	2023	2030	環境解析・予測
44	深度 15km、温度 400℃を基本仕様とする超深度掘削技術	13.0	2030	2034	資源
7	大規模で高効率のガスタービン(入口温度 1700℃以上)による大型複合サイクル発電	11.9	2021	2025	エネルギー生産
52	高レベル放射性廃棄物中の放射性核種を加速器の使用により核変換して、廃棄物量を激減させる技術	10.8	2030	2040	リユース・リサイクル
88	森林と都市インフラ機能の両者を維持保全する横断的なシステム	10.7	2030	2035	環境創成
17	燃料電池車が新車販売の 10%以上になる	9.9	2025	2030	エネルギー消費

### ④環境整備

社会実装に向けた重点施策として、「環境整備」とする割合の高いトピック(上位 5 件)と割合の低いトピック(下位 5 件)は、以下のとおりである。

表 2-5-27 「環境整備」とする割合の高いトピックと低いトピック

番号	トピック	環境整備 (%)	技術的実現時期	社会実装時期	細目
17	燃料電池車が新車販売の 10%以上になる	68.7	2025	2030	エネルギー消費
23	自動車に搭載されている蓄電池や燃料電池を用い、家庭や需要家等への給電・配電制御を可能とするシステム	61.7	2020	2025	エネルギー消費
8	全国の温泉地で地熱を利用した発電が普及する	61.6	2022	2025	エネルギー生産

番号	トピック	環境整備 (%)	技術的実現時期	社会実装時期	細目
20	新規建築の30%以上に普及可能な汎用型BEMS、HEMSシステム	58.2	2020	2025	エネルギー消費
16	家庭用燃料電池システムが新築住宅の10%以上で採用される	56.8	2025	2025	エネルギー消費
37	IT、衛星などを有効活用した効率的な鉱山探査技術	11.8	2025	2028	資源
24	エネルギー効率が50%の自動車エンジン	11.8	2025	2030	エネルギー消費
61	途上国で一般利用できる経済性のある汚染水浄化・再利用技術	11.6	2020	2025	水
87	乾燥・砂漠地帯における植生の再生と維持管理技術	11.5	2028	2033	環境創成
40	チタンを現在の50%以下のコストで製錬する技術	11.5	2025	2030	資源

⑤その他

社会実装に向けた重点施策として、「その他」とする割合の高いトピック(上位5件)は、以下のとおりである。

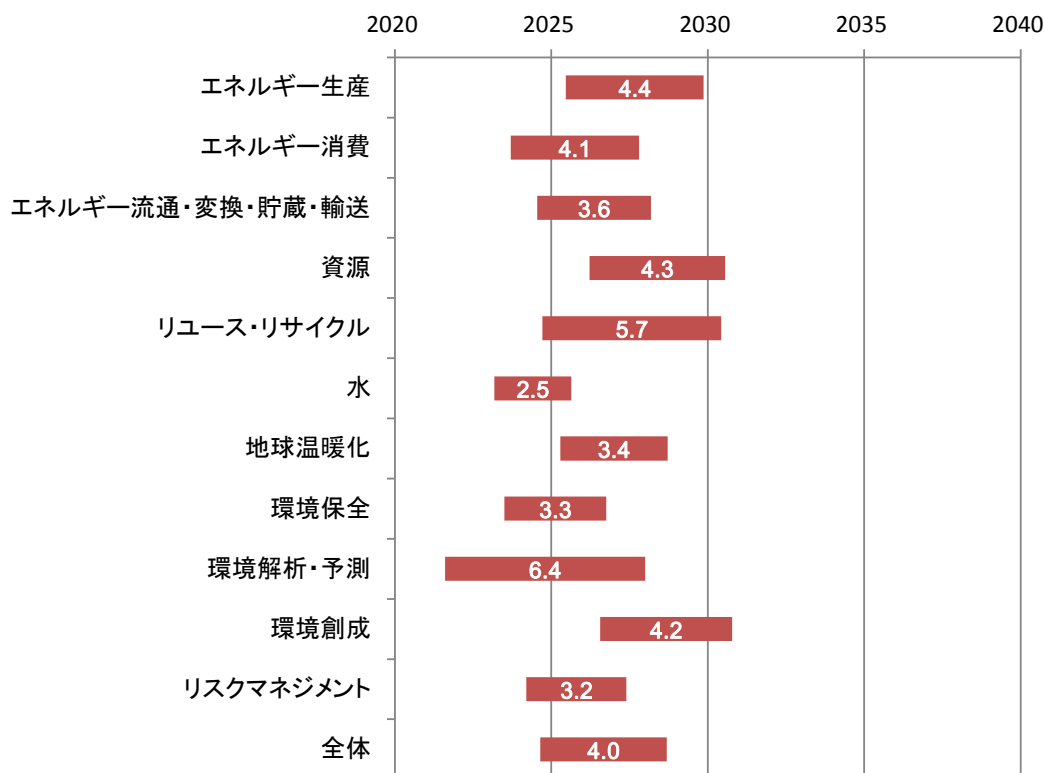
表 2-5-28 「その他」とする割合の高いトピックと低いトピック

番号	トピック	その他 (%)	技術的実現時期	社会実装時期	細目
12	宇宙太陽発電システム(宇宙空間で太陽光を利用して発電を行い、電力を地上に伝送するシステム)	15.0	2030	2038	エネルギー生産
4	ナトリウム、マグネシウムを用いたエネルギー技術	11.5	2025	2030	エネルギー生産
18	200℃を越える蒸気生成が可能な産業用ヒートポンプ	11.1	2022	2025	エネルギー消費
58	抗生物質成分を除去する下水処理技術	10.3	2024	2025	水
15	濃縮度5%超燃料が使用可能、プラント寿命が80年、立地条件を選ばないなどの特徴を有する次世代標準化軽水炉技術	10.0	2030	2030	エネルギー生産

5. 4. 6. 技術的実現から社会実装までの期間

技術的実現から社会実装までの期間を細目別にみると、「環境解析・予測」が6.4年と最も長く、一方で、「水」の細目は2.5年と短い。

図 2-5-12 技術的実現から社会実装までの期間(年)



技術的実現から社会実装までの期間の長いトピック(上位 5 位)および期間の短いトピック(下位 5 位)はそれぞれ以下の表の通りである。

表 2-5-29 技術的実現から社会実装までの期間が長いトピック及び短いトピック

番号	トピック	技術的 実現時期	社会 実装時期	期間 (年)	細目
13	核融合発電	2040	2050	10	エネルギー生産
52	高レベル放射性廃棄物中の放射性核種を加速器の使用により核変換して、廃棄物量を激減させる技術	2030	2040	10	リユース・リサイクル
75	公共・集客施設、空港・港湾、鉄道等の交通インフラにおける、極微量の爆薬、麻薬、放射性物質、病原微生物の迅速かつ正確な検知システム	2020	2030	10	環境解析・予測
43	海水中から経済的にウランなどの稀少金属を回収する技術	2026	2035	9	資源
12	宇宙太陽発電システム(宇宙空間で太陽光を利用して発電を行い、電力を地上に伝送するシステム)	2030	2038	8	エネルギー生産
84	農山漁村の自然資源の復元・保全と都市の環境負荷を総合的に管理する市場経済的手法(生物多様性ミティゲーション・バンキングやオフセット・バンキングなど)の開発	2025	2033	8	環境創成
15	濃縮度 5%超燃料が使用可能、プラント寿命が 80 年、立地条件を選ばないなどの特徴を有する次世代標準化軽水炉技術	2030	2030	0	エネルギー生産
16	家庭用燃料電池システムが新築住宅の 10%以上で採用される	2025	2025	0	エネルギー消費

番号	トピック	技術的 実現時期	社会 実装時期	期間 (年)	細目
27	現在の 275kV CV ケーブル(架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル)と同等の容量をもつ 66-77kV 超電導送電ケーブル	2025	2025	0	エネルギー流通・ 変換・貯蔵・輸送
41	銅鉱山におけるヒ素処理保存技術	2025	2025	0	資源
54	水環境質の非接触型連続センシングによる水域同時連続モニタリング技術	2025	2025	0	水
55	都市洪水、高潮、地盤沈下等の人口密集地における統合的水管理技術	2025	2025	0	水
81	生態系機能に基づく気候変動と災害の緩和と適応の統合技術	2030	2030	0	環境創成



## 5. 5. 未来科学技術年表

### 5. 5. 1. 技術的実現予測時期

年	トピック
2020	10 10MW 級洋上浮体式風力発電
	20 新規建築の30%以上に普及可能な汎用型 BEMS、HEMS システム
	23 自動車に搭載されている蓄電池や燃料電池を用い、家庭や需要家等への給電・配電制御を可能とするシステム
	51 廃棄物の選別・分別システムをより向上させるための選別センサー技術
	57 上水供給における有害微量化学物質、病原微生物等の連続モニタリング技術
	61 途上国で一般利用できる経済性のある汚染水浄化・再利用技術
	75 公共・集客施設、空港・港湾、鉄道等の交通インフラにおける、極微量の爆薬、麻薬、放射性物質、病原微生物の迅速かつ正確な検知システム
	78 物質フロー、エネルギーフロー、リスク評価に基づくスマート都市システム設計手法
	79 携帯情報端末やリモートセンシング等に基づくビッグデータ 利用による植生分布と生態系機能のモニタリングシステム
2021	7 大規模で高効率のガスタービン(入口温度 1700℃以上)による大型複合サイクル発電
	72 環境中への拡散・移動と蓄積を考慮した石炭燃焼排ガス中の水銀を除去する技術
2022	5 褐炭などの低品位化石燃料を利用する CO <sub>2</sub> 回収型ガス化複合発電
	6 効率 46%(HHV 基準)を実現する 720℃級超臨界圧火力発電
	8 全国の温泉地で地熱を利用した発電が普及する
	9 バイナリー発電やヒートポンプなどによる 1MW クラスの中低温地熱資源利用技術
	18 200℃を越える蒸気生成が可能な産業用ヒートポンプ
	48 小型電子機器類、廃棄物・下水污泥焼却飛灰からレアメタルを合理的に回収・利用する技術
	60 エネルギー効率を 50%以上向上した逆浸透膜浄水技術
	62 パラスタ水の有効利用
	63 BOD、COD、T-N 等に代替して水環境の質を評価できる統合水質指標の確立
	69 局所的ゲリラ豪雨等を 100m メッシュで予測する技術
89 エネルギー供給技術・システムについてコンセンサスが得られる双方向型リスクコミュニケーションの確立	
2023	28 自動車の走行中の非接触充電技術
	71 塩害農耕地土壌の簡易・迅速修復技術の開発
	77 森林に対する越境大気汚染等の影響評価技術の確立
2024	3 バイオマスからのエネルギーと有用物質のコプロダクション
	11 メガワットクラス以上の出力を有する波浪、潮汐、潮流、海洋温度差発電等の海洋エネルギー資源利用発電技術
	26 1000kV 級の直流送電システム
	32 1MW、50kWh 級電力貯蔵用超電導フライホイール
	33 数 kWh ないし数十 kWh 規模の電力安定度向上用の超電導磁気エネルギー貯蔵システム
	58 抗生物質成分を除去する下水処理技術
90 化粧品、食品などの消費財に関するナノ粒子使用の安全基準の策定	
2025	1 太陽熱等を利用した水素製造技術
	2 微生物発酵による水分解等を利用した水素製造技術
	4 ナトリウム、マグネシウムを用いたエネルギー技術
	16 家庭用燃料電池システムが新築住宅の 10%以上で採用される
	17 燃料電池車が新車販売の 10%以上になる

年	トピック
	19 民生用超高効率ヒートポンプ(空調冷房用 COP $\geq$ 12、給湯用 COP $\geq$ 8)
	21 小都市(人口 10 万人未満)における 100%再生エネルギーのスマートシティ化を実現する、簡易版スマートグリッド制御システム
	22 小都市(人口 10 万人未満)における、エネルギー自給自足、完全資源循環のクローズドサイクル化の実現(燃料電池、バイガス、自然エネルギー、雨水などを統合)
	24 エネルギー効率が 50%の自動車エンジン
	25 現在、世界の全エネルギー消費の 10%を占めるハーバー・ボッシュ法に代わる、エネルギー消費の少ないアンモニア製造法
	27 現在の 275kV CV ケーブル(架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル)と同等の容量をもつ 66-77kV 超電導送電ケーブル
	29 新規の水素貯蔵材料技術(水素貯蔵量 10 重量%以上、放出温度 100℃程度)
	30 燃料電池自動車への水素供給インフラネットワーク(水素ステーション:5000 箇所)
	31 CO <sub>2</sub> フリーの未利用熱源を利用したスターリングエンジンによる動力回収システム
	34 木質系バイオマス発電の経済性を向上させるための森林生産システムの構築
	35 バイオテクノロジーを用いた GTL(Gas To Liquid)技術
	36 MW 規模の系統連系安定化用長寿命二次電池(サイクル寿命:20 年以上、コスト 1.5 万円/kWh 以下)
	37 IT、衛星などを有効活用した効率的な鉱山探査技術
	38 海洋鉱物資源の採取に必要な採鉱、揚鉱技術
	39 環境汚染のないシェールガス採掘技術
	40 チタンを現在の 50%以下のコストで製錬する技術
	41 銅鉱山におけるヒ素処理保存技術
	42 メタンハイドレート採掘利用技術
	47 レアメタル品位の低い特殊鋼などの使用済製品からも有用金属を経済的に分離、回収する技術
	49 多くのレアメタルの必要資源量の 50%以上が都市鉱山から供給される
	50 各種の基礎工業品生産が可能となるバイオマスリファイナリー形成の実現
	53 衛星観測と地上観測の効果的な統融合により、全国の地下水マップの一般化
	54 水環境質の非接触型連続センシングによる水域同時連続モニタリング技術
	55 都市洪水、高潮、地盤沈下等の人口密集地における統合的水管理技術
	56 雪を資源として有効利用するための気候・降雪モデルや観測に基づく、情報提供技術(半年、3ヶ月、1週間等)
	59 エネルギー・資源を回収する下水処理技術
	65 温暖化と大気汚染等との組み合わせによる激甚気象災害(異常気象)発生機構の解明
	66 トレードオフ、経済性等を考慮した温室効果ガス排出削減対策と選択手法
	67 海水酸性化による生物多様性、とりわけ漁業資源への影響調査技術
	68 気候変動による食料生産への影響の予測技術
	70 大気大循環と海洋大循環を組み合わせた温暖化の定量的モデルの確立
	73 アオコ、赤潮を引き起こす藻類の発生を抑制する細菌、捕食する微小動物の利用技術
	74 水・土壌からの放射性物質の確実な除染技術
	76 外来種の移動拡散を支配する因子と侵略リスクの解析評価に基づく対策技術の確立
	80 身近な生態系の変化を指標とした環境生態インパクト評価手法の確立
	82 生物生息環境の維持と水循環の健全化を両立するインフラストラクチャー整備技術
2025	83 絶滅危惧種について遺伝的多様性を保存し再生する技術
	84 農山漁村の自然資源の復元・保全と都市の環境負荷を総合的に管理する市場経済的手法(生物多様性ミティゲーション・バンキングやオフセット・バンキングなど)の開発
	85 湿地における生態系および生物多様性の再生技術

年	トピック
	91 人の健康、農業生産、自然生態系に対して長期的な有害性を持つ化学物質のリスクを管理・低減する技術
	92 低線量放射線リスクに関する合意形成手法の確立
	93 開発行為が自然界に与える影響を定量的に予測し、自然の再生速度を考慮した影響シミュレーション評価技術
2026	43 海水中から経済的にウランなどの稀少金属を回収する技術
	46 空気中から効果的にヘリウムを回収する技術
	86 ヒートアイランド、乾燥化、ハビタット消失を緩和するための技術
2028	87 乾燥・砂漠地帯における植生の再生と維持管理技術
2030	12 宇宙太陽発電システム(宇宙空間で太陽光を利用して発電を行い、電力を地上に伝送するシステム)
	14 核燃料サイクル及び一体型高速炉(IFR)を含む高速増殖炉(FBR)システム技術
	15 濃縮度 5%超燃料が使用可能、プラント寿命が 80 年、立地条件を選ばないなどの特徴を有する次世代標準化軽水炉技術
	44 深度 15km、温度 400℃を基本仕様とする超深度掘削技術
	45 熱水鉱床からの深海底金属資源の経済的採取技術
	52 高レベル放射性廃棄物中の放射性核種を加速器の使用により核変換して、廃棄物量を激減させる技術
	64 化石燃料を使用しない船舶・飛行機
	81 生態系機能に基づく気候変動と災害の緩和と適応の統合技術
	88 森林と都市インフラ機能の両者を維持保全する横断的なシステム
2040	13 核融合発電

5. 5. 2. 社会実装予測時期

年	トピック
2025	3 バイオマスからのエネルギーと有用物質のコプロダクション
	5 褐炭などの低品位化石燃料を利用する CO <sub>2</sub> 回収型ガス化複合発電
	6 効率 46%(HHV 基準)を実現する 720℃級超臨界圧火力発電
	7 大規模で高効率のガスタービン(入口温度 1700℃以上)による大型複合サイクル発電
	8 全国の温泉地で地熱を利用した発電が普及する
	9 バイナリー発電やヒートポンプなどによる 1MW クラスの中低温地熱資源利用技術
	10 10MW 級洋上浮体式風力発電
	16 家庭用燃料電池システムが新築住宅の 10%以上で採用される
	18 200℃を越える蒸気生成が可能な産業用ヒートポンプ
	20 新規建築の 30%以上に普及可能な汎用型 BEMS、HEMS システム
	23 自動車に搭載されている蓄電池や燃料電池を用い、家庭や需要家等への給電・配電制御を可能とするシステム
	27 現在の 275kV CV ケーブル(架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル)と同等の容量をもつ 66-77kV 超電導送電ケーブル
	33 数 kWh ないし数十 kWh 規模の電力安定度向上用の超電導磁気エネルギー貯蔵システム
	41 銅鉱山におけるヒ素処理保存技術
	51 廃棄物の選別・分別システムをより向上させるための選別センサー技術
	54 水環境質の非接触型連続センシングによる水域同時連続モニタリング技術
	55 都市洪水、高潮、地盤沈下等の人口密集地における統合的水管理技術
	57 上水供給における有害微量化学物質、病原微生物等の連続モニタリング技術
	58 抗生物質成分を除去する下水処理技術
	60 エネルギー効率を 50%以上向上した逆浸透膜浄水技術
	61 途上国で一般利用できる経済性のある汚染水浄化・再利用技術
	62 バラスト水の有効利用
	63 BOD、COD、T-N 等に代替して水環境の質を評価できる統合水質指標の確立
	69 局所的ゲリラ豪雨等を 100m メッシュで予測する技術
	71 塩害農耕地土壌の簡易・迅速修復技術の開発
	72 環境中への拡散・移動と蓄積を考慮した石炭燃焼排ガス中の水銀を除去する技術
	78 物質フロー、エネルギーフロー、リスク評価に基づくスマート都市システム設計手法
	79 携帯情報端末やリモートセンシング等に基づくビッグデータ 利用による植生分布と生態系機能のモニタリングシステム
	89 エネルギー供給技術・システムについてコンセンサスが得られる双方向型リスクコミュニケーションの確立
	90 化粧品、食品などの消費財に関するナノ粒子使用の安全基準の策定
2026	48 小型電子機器類、廃棄物・下水汚泥焼却飛灰からレアメタルを合理的に回収・利用する技術
	53 衛星観測と地上観測の効果的な統融合により、全国の地下水マップの一般化
	70 大気大循環と海洋大循環を組み合わせた温暖化の定量的モデルの確立
	80 身近な生態系の変化を指標とした環境生態インパクト評価手法の確立
2027	34 木質系バイオマス発電の経済性を向上させるための森林生産システムの構築
	56 雪を資源として有効利用するための気候・降雪モデルや観測に基づく、情報提供技術(半年、3ヶ月、1週間等)
	68 気候変動による食料生産への影響の予測技術
	92 低線量放射線リスクに関する合意形成手法の確立
2028	21 小都市(人口 10 万人未満)における 100%再生エネルギーのスマートシティ化を実現する、簡易版スマートグリッド制

年	トピック
	御システム
	28 自動車の走行中の非接触充電技術
	30 燃料電池自動車への水素供給インフラネットワーク(水素ステーション:5000 箇所)
	31 CO <sub>2</sub> フリーの未利用熱源を利用したスターリングエンジンによる動力回収システム
	37 IT, 衛星などを有効活用した効率的な鉱山探査技術
	39 環境汚染のないシェールガス採掘技術
	65 温暖化と大気汚染等との組み合わせによる激甚気象災害(異常気象)発生機構の解明
	73 アオコ、赤潮を引き起こす藻類の発生を抑制する細菌、捕食する微小動物の利用技術
2029	26 1000kV 級の直流送電システム
	59 エネルギー・資源を回収する下水処理技術
	74 水・土壌からの放射性物質の確実な除染技術
2030	1 太陽熱等を利用した水素製造技術
	2 微生物発酵による水分解等を利用した水素製造技術
	4 ナトリウム、マグネシウムを用いたエネルギー技術
	11 メガワットクラス以上の出力を有する波浪、潮汐、潮流、海洋温度差発電等の海洋エネルギー資源利用発電技術
	15 濃縮度 5%超燃料が使用可能、プラント寿命が 80 年、立地条件を選ばないなどの特徴を有する次世代標準化軽水炉技術
	17 燃料電池車が新車販売の 10%以上になる
	19 民生用超高効率ヒートポンプ(空調冷房用 COP $\geq$ 12、給湯用 COP $\geq$ 8)
	22 小都市(人口 10 万人未満)における、エネルギー自給自足、完全資源循環のクローズドサイクル化の実現(燃料電池、バイガス、自然エネルギー、雨水などを統合)
	24 エネルギー効率が 50%の自動車エンジン
	25 現在、世界の全エネルギー消費の 10%を占めるハーバー・ボッシュ法に代わる、エネルギー消費の少ないアンモニア製造法
	29 新規の水素貯蔵材料技術(水素貯蔵量 10 重量%以上、放出温度 100℃程度)
	32 1MW、50kWh 級電力貯蔵用超電導フライホイール
	35 バイオテクノロジーを用いた GTL(Gas To Liquid)技術
	36 MW 規模の系統連系安定化用長寿命二次電池(サイクル寿命:20 年以上、コスト 1.5 万円/kWh 以下)
	38 海洋鉱物資源の採取に必要な採鉱、揚鉱技術
	40 チタンを現在の 50%以下のコストで製錬する技術
	42 メタンハイドレート採掘利用技術
	47 レアメタル品位の低い特殊鋼などの使用済製品からも有用金属を経済的に分離、回収する技術
	49 多くのレアメタルの必要資源量の 50%以上が都市鉱山から供給される
	66 トレードオフ、経済性等を考慮した温室効果ガス排出削減対策と選択手法
	67 海水酸性化による生物多様性、とりわけ漁業資源への影響調査技術
	75 公共・集客施設、空港・港湾、鉄道等の交通インフラにおける、極微量の爆薬、麻薬、放射性物質、病原微生物の迅速かつ正確な検知システム
	76 外来種の移動拡散を支配する因子と侵略リスクの解析評価に基づく対策技術の確立
	77 森林に対する越境大気汚染等の影響評価技術の確立
	81 生態系機能に基づく気候変動と災害の緩和と適応の統合技術
	82 生物生息環境の維持と水循環の健全化を両立するインフラストラクチャー整備技術
	83 絶滅危惧種について遺伝的多様性を保存し再生する技術
	85 湿地における生態系および生物多様性の再生技術

年	トピック
	86 ヒートアイランド、乾燥化、ハビタット消失を緩和するための技術
	91 人の健康、農業生産、自然生態系に対して長期的な有害性を持つ化学物質のリスクを管理・低減する技術
	93 開発行為が自然界に与える影響を定量的に予測し、自然の再生速度を考慮した影響シミュレーション評価技術
2031	46 空気中から効果的にヘリウムを回収する技術
	50 各種の基礎工業品生産が可能となるバイオマスリファイナリー形成の実現
2033	84 農山漁村の自然資源の復元・保全と都市の環境負荷を総合的に管理する市場経済的手法(生物多様性ミティゲーション・バンキングやオフセット・バンキングなど)の開発
	87 乾燥・砂漠地帯における植生の再生と維持管理技術
2034	44 深度 15km、温度 400℃を基本仕様とする超深度掘削技術
2035	14 核燃料サイクル及び一体型高速炉(IFR)を含む高速増殖炉(FBR)システム技術
	43 海水中から経済的にウランなどの稀少金属を回収する技術
	45 熱水鉱床からの深海底金属資源の経済的採取技術
	64 化石燃料を使用しない船舶・飛行機
	88 森林と都市インフラ機能の両者を維持保全する横断的なシステム
2038	12 宇宙太陽発電システム(宇宙空間で太陽光を利用して発電を行い、電力を地上に伝送するシステム)
2040	52 高レベル放射性廃棄物中の放射性核種を加速器の使用により核変換して、廃棄物量を激減させる技術
2050	13 核融合発電

## 5. 6. 細目別重要トピックにおける要素技術

各トピックの設問に加え、2050年までを展望し、我が国の取組みとして、重要性の高いトピックを構成するための要素技術についての意見は、下記のとおりである(記載内容は、各回答者から寄せられた意見を掲載したものの)。

<p>1 太陽熱等を利用した水素製造技術</p> <p>○還元、○太陽光レーザー、○太陽炉利用、水分解システム、○太陽熱利用高効率発電システム(ランキンサイクル、超臨界CO<sub>2</sub>利用ガスタービン等)、○自動車用に水素ステーションが整備されると思う、○光触媒による水分解の太陽光変換効率10%、○水素輸送貯蔵、輸送技術、○光電変換高効率触媒の開発、○太陽光集光技術、○新たな触媒等の物質変換材料、デバイス開発、○半導体ヘテロ構造、○表面・界面技術、○高効率電気分解技術、○燃料電池技術、○大容量水素の貯蔵・輸送技術(→水素タンカー船)、○太陽電池の高効率化、○革新的かつ安価な水素発生触媒の開発、○水素エネルギーを効率的に取り出す新エネルギーシステムの構築、○エネルギー変換技術、水素貯蔵技術など幅広い周辺技術の開発が同時に必要、○光触媒材料開発、○大量の水素製造可能なプラント設計、○基礎的技術は揃っている、○送電側ではなく需要家側に水素を供給することにより、需要家内平準化を目指せば直ぐにでも実現可能である、○太陽熱より高効率に水素を製造する技術、○光触媒を用いた水の分解技術(人工光合成)、○太陽熱の蓄熱、○熱水素変換技術、○水素輸送技術、○安価な元素から構成される半導体光触媒の開発、○励起電子と正孔の高い利用効率を実現できる半導体光触媒の開発、○半導体光触媒表面で起こる水素、酸素生成反応を促進する触媒サイトの構築、○設備の安全・信頼性技術、○設備の大型化技術、○太陽熱を効率よく吸収する波長選択的・方向特性制御技術、○価格の安い、長寿命の太陽光発電セルの開発、○効率の良いDC-DCコンバーター、○大容量キャパシタ、○革新的な材料の開発、○光励起電子移動技術、○水素発生触媒の改良、○水素生産酵素の有効利用、○人工光合成技術などの革新技術、○水素運搬の効率を飛躍的に向上するエネルギーキャリア技術、○水の直接太陽光分解・水素発生のための触媒開発、○太陽光を受け止める土地、○太陽熱回収を高効率化する技術、○接触熱抵抗制御技術、○太陽熱の非定常性に対応する技術、○人的資源の投入、○設置するための設備、環境、○設置するための国際協力、○製造技術の開発、○水素貯蔵技術、○熱媒体輸送技術、○熱輸送システム、○表面科学的見地に基づく反応場デザイン技術、○逆反応(発生した水素・酸素による水生成)の抑制技術、○製造コストの削減、○水素製造炉、○熱媒体など熱輸送方法、○耐熱材料、○水素転換触媒</p>
<p>2 微生物発酵による水分解等を利用した水素製造技術</p> <p>○石油菌とよばれる微生物研究、○再生可能エネルギーから有機ハイドライド等の水素キャリアを直接合成する技術、○タンパク工学、ゲノム改変技術や形質転換技術を用いる有用微生物の育種技術</p>
<p>3 バイオマスからのエネルギーと有用物質のコプロダクション</p> <p>○反応場および触媒開発、○バイオマスの収集、○触媒等による化学的変換技術(伝統的ながら最重要)、○生成物の分離技術、○化学的変換を行う前の前処理技術、○需要の推移に答えられるような多様な有用物質の作成を可能とする触媒ライブラリーの開発、○有価物精製技術、○バイオマスエネルギーにインセンティブを与えること(技術とは言えないが)、○エネルギー効率、○成分を分離精製する技術の開発と性能向上、○低品位エネルギー回収・利用技術、○バイオマスおよびバイオマス残渣を階層的に有効利用するための多様なユニットプロセスで構成されるシステム設計および評価のための技術と手法、○多種多様なバイオマスが混在する条件において、同一様に、長期間安定的にエネルギーや化学品原料に変換できる固体触媒の設計・開発やシステムの構築、○バイオマスの変換により多様な生成物が得られる中で、目的とする物質を選択的かつ効率的に生成できる固体触媒の設計・開発やシステムの構築、○原料として十分な量を確保するため、バイオマスの生産量・生産速度の向上と定常的なバイオマス生産技術、○耐久性と活性に優れた分子触媒、○バイオマス分解活性を有する新たな酵素、あるいはバクテリア、○社会システム技術、○行政政策、○原料の確保・輸送、○目的生成物と副生成物の分離、○有用物質を得るための触媒開発、○実験室レベルからプラントレベルへの実験・検証が行えるような、産官学の連携強化が必要、○重点的な予算配分、○有用バイオマスの特定、○新しい触媒技術の開発、○反応及び分離プロセスの開発、○バイオマス原料の種類、供給法、規模の違いによる技術選択、○触媒技術、○バイオマスを用いる有用物質に変換するための触媒、○海洋バイオマス(海藻)広域養殖、収穫技術体系の確立、○海洋バイオマスから有用物質とエネルギーを生産できる微生物の構築、○藻類バイオマス等からのオイル等の有用物質高度利用におけるコストダウン、○有用物質産生能を有する藻類等の新しいリソースの探索・開発とそれらのバイオリソース整備、○藻類バイオマス生産等を担う研究者・技術者の育成、○バイオマスから有用物質に変換できる高性能固体触媒の開発、○バイオマス変換では、生成物が複数生じやすく選択性を高くするための触媒および反応プロセスの開発が必要、○木本・草本や古紙の集積、○反応がうまく行くようにするための前処理技術、○それらバイオマスをモノマーに効率的に分解できる触媒系開発、○海外のバイオマス供給国との国を挙げた連携体制(日本国としての支援)、○バイオマス基幹化合物からのモノマー合成、○微細藻類等、非可食バイオマス源の開発とそこから低エネルギーなバイオマス分離・抽出技術、○森林バイオマスの管理技術(バイオマスチップの製造、管理、流通)、○農業生産において発生する非食料系廃棄物を活用したプラスチックなど資源の製造、○木質バイオマスの効率的糖化技術の開発、○セルロース系バイオマスからの各種基礎化学品への変換ルートの開拓、○民間企業等の技術の革新、○バイオマス原料の低コスト集荷、○生産コスト削減のため、精製原料のみならず粗精製バイオマス原料の利用に対応できる高活性、高耐久性触媒の開発、○目的生成物のみを得るための高選択性触媒の開発、○リグノセルロースの新しい分離法の開発、分離された個々の成分を有用化成品に転換する新しい触媒反応系の構築、○固体酸触媒の開発、○固体触媒による木質系バイオマスから得られる炭化</p>

<p>水素類から必須化学品原料への変換、○人材、○ネットワーク、○バイオケミカルズ、ナノセルロースファイバーなど素材への変換プロセス技術、○素材化に向けて成分分離、解繊などがしやすいバイオマス資源（細胞形質等）の育種技術、○天候によらないバイオマス資源の確保およびバイオマス資源の安定的な確保、○炭化水素など、蒸留などに頼らない効率的な膜分離技術の開発、○エネルギー産生効率の向上、○衰退する国内農業・農村の過疎化といった、別の問題とのマッチアップおよびベストミックス、○高齢者等の人材を生かすため、オペレーションの容易な形態での社会実装、○都市廃棄物とバイオマスのリンクにかかる行政の協力、○エネルギー変換効率、○リグニンをできるだけ壊さない抽出、ジオキサン混合溶媒抽出が候補、○残渣としてのセルロース、ヘミセルのアルブ利用技術、○抽出リグニンの有効利用、代用アスファルトへ、○生物材料の遺伝子組み換え技術による代謝工学的調節技術の確立、○エネルギー生産用の原料と有用物質生産用の原料の競合回避、○メタボロミクス解析ツールの簡素化、低コスト化、○高密度・連続培養技術開発（低コスト化）、精製プロセスの簡素化、○バイオマスを用いた有用物質に変換するための新たな手法の開発、○新規触媒の開発、○高温高压水中でのガス化、○高温高压水中での加水分解、○メンブレンリアクター、○ベトナムではほぼ実現していて、実用化に向けた体制を整えつつあります。日本では原料の確保が厳しいです、○ベトナムでも安価な油脂であったなます油が中国の大量買付けにより値段が高騰して問題となっています。中国の動きには注意する必要があります、○バイオマス材料から効率的に成分を抽出するための前処理・効率的技術開発、○バイオマスからの基幹化合物からの有用物質を生産する発酵または化学反応技術の開発、○バイオマス効率利用のための複合体微生物機能の総括的理解と利用、○バイオマスのローコストの乾燥技術、○焼却灰の利活用、○バイオマス資源の搬入コースと、○バイオマス燃焼排ガス中のCO<sub>2</sub>の分離回収技術の確立、○バイオ増す燃焼排ガス中の窒素酸化物NO<sub>x</sub>の完全除去技術の確立。NO<sub>x</sub>が微量含まれると、CO<sub>2</sub>を植物栽培に適用する際に、生育にマイナスの影響を与えるため、○バイオマス発電におけるエネルギー変換効率の向上、○低コストかつ環境負荷のない高効率なバイオマスの成分分離技術 特に Deep eutectic solvent（非常に安価でグリーンな有機材料（糖やビタミン、グリセリン）から作られ、バイオマスの高分子成分を溶かすことが出来る特殊な液体）を利用した木材成分の成分分離技術に重点を置くことが望まれる、○バイオマス産地における低コストかつ高効率な収穫システムの開発、○収穫したバイオマスの低コストかつ高効率な輸送技術、○バイオマスの分解・糖化、○チャレンジングな研究課題に対する支援、○バリエーションのある研究推進、○長期的視点での研究支援</p>
<p>4 ナトリウム、マグネシウムを用いたエネルギー技術</p>
<p>○材料開発、○革新電池用生産システムの確立、○太陽子励起レーザーの効率</p>
<p>5 褐炭などの低品位化石燃料を利用するCO<sub>2</sub>回収型ガス化複合発電</p>
<p>○褐炭の自然発火抑制技術の確立、○高密度熱輸送媒体、○微量元素のクリーン化、○材料技術、○環境技術、○省エネルギー型のガス分離技術、○燃料のクリーン化技術、○CO<sub>2</sub>の利用技術と隔離貯蔵技術、○低品位石炭の高効率ガス化技術、○高温ガスタービン開発、○CO<sub>2</sub>の資源化技術開発、○高効率ガス化炉、○安価なCO<sub>2</sub>回収技術、○CO<sub>2</sub>貯蔵技術、○石炭ガス化技術、○ガスタービン燃焼器におけるクリーンで安定的な燃焼技術、○ガス精製技術、○回収したCO<sub>2</sub>の処理技術、○触媒開発</p>
<p>6 効率46%(HHV基準)を実現する720℃級超臨界圧火力発電</p>
<p>○高強度・高温材料の開発、○CO<sub>2</sub>回収技術、○プラント維持管理技術、○超高温構造材料の開発と評価手法の確立、○熱流体シミュレーション技術のさらなる向上、○システムインテグレーション技術、○耐熱材料の開発、○国の縦割り行政の排除、○金属材料の開発とその溶接技術の確立、○設計指針の確立、○ボイラー耐熱材料、○異材接合技術、○熱流体解析技術、○新規耐熱鋼の開発、○寿命予測などの信頼性評価技術、○高温で耐久性のある鋼材の開発およびこれらの材料の経年劣化、補修技術、○発生するCO<sub>2</sub>を規制条件下で回収しても効率が46%を担保できるようなCCS技術、○発生するNO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>を経済的に合理的に回収できる水処理技術</p>
<p>7 大規模で高効率のガスタービン(入口温度1700℃以上)による大型複合サイクル発電</p>
<p>○石炭の燃焼における影響因子の明確化、○空気以外の窒素成分を含まない酸化剤の選定、○冷却技術、○遮熱コーティング技術、○超合金技術、○タービン翼の遮熱技術、○高温燃焼に耐える材料（コーティング等含む）の開発、○燃焼機器の最適設計、○耐熱技術、○流体力学、○製造技術、○高耐熱材料開発、○タービン翼を中心とした製造技術開発、○燃焼現象の解明、○耐熱材料の開発、○材料開発が大事である、○低NO<sub>x</sub>燃焼技術、○排気ガス再循環システムと低酸素濃度場での燃焼安定性確保技術、○高温排気ガスに耐える材料・冷却技術、○耐高温材料の開発、○タービンの耐熱技術、○高温材料技術、○高温部品の冷却技術、○寿命診断技術、○高温材料、○CCS（要素技術ではありませんが、非常に重要）</p>
<p>8 全国の温泉地で地熱を利用した発電が普及する</p>
<p>○ゼーベック・ペルチェ素子を用いた直接型発電システムの開発、○マグマの流動性や熱採取性等の物性研究の開発、○周辺の自然環境を破壊しない、また地震・溶岩等の災害に強い発電システムの開発、○設備の小型化、○硫黄分の除去技術、○熱電発電技術、○行政及び民間の理解、○低価格の耐腐食性材料と加工技術、○簡便な、リアルタイム地下水系のモニタリング技術、○凝集水の、低コスト処理技術、○熱電変換材料、○温泉協会の地熱発電への理解、○全国民への地熱発電の理解、○観光業を営む地域住民の理解</p>
<p>9 バイナリー発電やヒートポンプなどによる1MWクラスの中低温地熱資源利用技術</p>
<p>○圧縮機技術、○熱交換技術、○冷媒技術、○地下水に関する研究、○低温・高圧蒸気タービンや低温ガスタービンの開発、○蒸気の超高压化技術</p>
<p>10 10MW級洋上浮体式風力発電</p>



<p>○小型・大容量の蓄電技術、○風車の制御技術、○安定供給する技術、○メンテナンスを低コストに抑える技術、○送電技術、○耐環境(腐食)性を備えた設備/管理、○台風対策などの構造検討、○機器の保守、○発電サイトでの大容量蓄電装置、または水素製造装置開発、○トライボロジ、○送電(海底)、○風力発電装置(ギアレサなど)、○雷対策は怠らない様にするべき、○超電導技術、○冷却技術、○動力伝達系の強度信頼性確保、○材料開発、○浮体制御、○増速ギアレサに対応した低速の大容量同期発電機、○大水深海域での浮体構造の安定を保つ係留施設、○浮体構造、○係留、○海洋土木、○低コストのメンテナンス技術、○スーパー台風への対応技術、○予想外のトラブルへの対応技術、○風車及び浮体の連成運動評価、○発電量評価</p>
<p>11 メガワットクラス以上の出力を有する波浪、潮汐、潮流、海洋温度差発電等の海洋エネルギー資源利用発電技術</p> <p>○台風等、激しい気象海象条件の中でもこれを回避するもしくは乗り越える様な発電プラットフォーム技術、○発電された電気を陸上に送電する海底ケーブル、○発電プラットフォームと送電ケーブルを監視する AUV 技術、○潮流発電のコスト削減技術、○海洋温度差の大量取水技術、○環境影響関連技術</p>
<p>12 宇宙太陽発電システム(宇宙空間で太陽光を利用して発電を行い、電力を地上に伝送するシステム)</p> <p>○高温作動型太陽電池技術、○レーザー太陽光発電技術、○高効率レーザーダイオード技術、○エネルギー伝送用レーザー(マイクロ波)開発技術、○マイクロ波送電技術、○エネルギー伝送システムの開発、○地球全体のエネルギーバランスを保つ方法の開発、○耐放射線が高く高効率な化合物太陽電池の経済的な製造方法の確立、○宇宙への打ち上げコスト低減の為の再利用型運搬システムの開発、○宇宙から地上への効率的な電力送信システムの開発、○安価に資材を宇宙に送る為のロケット開発が必要。外国との競争あり、○マイクロ波エネルギーをピンポイントで受信アンテナに送る技術、○宇宙での装置をロボット技術で維持管理する、無人メンテナンス技術</p>
<p>13 核融合発電</p> <p>○既存原発の早期稼働、○プラズマ中の核融合反応で発生したアルファ粒子のエネルギーをプラズマに付与(プラズマの自己加熱)する状況を定常に維持すること、○境界層プラズマと炉壁が接触するダイバータと呼ばれる機構において、定常および間欠的に発生するプラズマからの熱流束を分散すること、○核融合反応で発生した中性子のエネルギーを効率よく熱に変換し発電に供すると同時に燃料となるトリチウムを増殖すること、○高密度中性子線に対する防御材料、○高熱流束制御技術、○トリチウム増殖技術、○炉心プラズマ制御技術、○核融合反応の自己点火及び持続的な核燃焼の科学的実証、○核融合炉工学技術の実証(材料、加熱装置、超電導コイル、遠隔保守など)、○核融合炉の安全性の実証、○炉心プラズマ制御技術、○発電ブランケット技術、○プラズマ対向材料開発、○高温超電導マグネット、○高放射線環境下での測定技術、○SiC 複合材料、○低放射化材を使った核融合炉システムの設計・製作技術、○遠隔操作やロボットを使ったメンテナンス技術、○トリチウムの取り扱い技術、○原型炉としてのシステムインテグレーション、○原型炉設計・建設のための事業団 (JAEA などとは別組織として、メーカーとの積極的な連携を試みる)、○第一壁の材料開発、○燃焼プラズマの制御技術、○高繰返し可能な超高強度レーザーの開発、○プラズマ制御技術、○ブランケット技術、○高周波加熱、ビーム加熱、高熱負荷材料、超電導等の各種工学技術、○担当組織の大幅な変更、○担当する人材の大幅な変更、○熱負荷耐性、低放射化材料の開発(あるいは、熱負荷や放射化損失の影響を低減するような設計)、○核融合反応による自己加熱プラズマの維持手法の確立、○プラズマを診断・予測するシミュレーションコードの開発、○高熱負荷、高中性子負荷に耐え得るダイバータ等の材料開発、○長時間運転ができる高温超電導コイルの開発、○トリチウム等、燃料供給制御手法の確立と、核融合反応後に生成されるヘリウム灰の効率的除去、○第一壁とダイバータの材料選択、○トリチウムの取扱い・利用技術、○ブランケット開発、○高熱負荷耐性材料開発、○トリチウム生成回収技術、○高温超電導技術、○燃焼プラズマの閉じ込め物理の解明、○核融合炉として成立するための工学的実証、○核燃焼プラズマの実現とその特性の把握、○核融合原型炉に向けた炉工学を中心とした技術開発、○ITER の成功による総合システムとしての実証、○テスト・ブランケットの開発と ITER での試験による次期装置(実証炉)の設計の確定、○基本技術の確立、○社会的受容マインドの育成、○継続的人材育成、○炉心プラズマ制御技術、○炉内機器技術、○トリチウム取扱い技術、○数か月単位の長時間にわたる核燃焼プラズマの磁場閉じ込め技術、○構造物とプラズマとの接触部(ダイバータ部)からの熱除去技術、○プラズマ中に混入する不純物イオンの計測・制御技術、○金属製複雑機器の3Dプリンターなどなどによる製造技術、○計算機シミュレーションによるバーチャル設計技術、○リチウム6の濃縮技術、○核融合発電の定常プラズマの燃焼維持技術。或いは、定常運転に優れた磁場配位の最適化、○燃料として用いるトリチウム生成技術、その材料となるリチウム生産技術、○耐中性子性の高い材料の開発、○臨界電流・臨界磁場・臨界温度が高く、製作しやすい超電導線材の開発、○放射線環境下に耐える熱電導率の高い構造材料の開発、○遠隔操作による保守技術、○ITER の成功、○原型炉段階への移行、○ダイバータの開発、○ブランケットの開発、○発電原理の提案、○高温・高密度プラズマの閉じ込め技術、○炉壁材料とその寿命、○プラズマの特性向上、○核融合炉の材料技術、○いきなり放射線(高速中性子)を出さない核融合反応は実現できないので、段階を追っていく必要があると考えているので、まずは DT から始める、○材料:ブランケット、ダイバータ、超電導コイルへ適用する材料、○炉システム工学:システムとしての核融合炉を建設・運用・検査するエンジニアリング、○高温プラズマ制御、○核融合炉システム技術(超電導技術、プラズマ加熱技術、大型構造物製作技術、高熱負荷機器開発技術、遠隔保守技術、トリチウム取扱い技術、リチウム回収技術など)、○耐中性子材料開発技術(低放射化材料開発技術、中性子照射技術)、○トリチウムの大量供給を行い得る増殖技術の開発、○高熱負荷への耐力を有する壁材及び対向機器の開発、○高温超電導を可能とする材料および加工技術の開発、○熱負荷制御、○トリチウム増殖、○ディスプレイ予測緩和、○高い中性子束を長期間(約 40 年)照射しても強度が劣化しない核融合炉材料、○高応力下でも安全に動作する超電導コイル技術、○トカマク型核融合炉をパルス運転ではなく定常運転できる技術、○高エネルギー密度状態の制御技術(生成、計測含む)、○原子力エネルギー・放射線利用に関する安全技術、○科学技術分野についてのコミュニケーション技術、○高度技術の統合化、○材料開発、○ブランケット工学技術、○高性能炉心プラズマ閉じ込め技術、○自己加熱の理解、○炉壁開発、○高温のプラズマに耐えうる材料の開発、○中性子に対しての低放射化鋼材の開発、○プラズマ制御</p>

<p>14 核燃料サイクル及び一体型高速炉(IFR)を含む高速増殖炉(FBR)システム技術</p> <p>○液体ナトリウムの腐食に耐える材料の開発、○液体ナトリウムに代わる冷却材の開発、○炉心構成材料、○溶解技術、○燃料製造、○再処理技術、○再処理を必要としない(濃縮も必要としない)高速炉設計、○安全技術(特に反応度係数に係わる事項)、○溶融ガラスの取り扱い技術、○ナトリウムなどの液体金属の取り扱い技術、○高温、低圧、高速流体に対する構造解析手法、構造材、○静的、固有の安全システム、○核分離、○冷却用材の安全性と MA の燃焼特性解析、○資源配分、○乾式再処理に係る技術の確立、○湿式再処理技術の確立、信頼性の向上、定常運転が可能設備信頼性の確保、運転および保守技術の確立、○安全性を考慮した設計技術、○発電効率の良い設計、○技術者の養成と運転経験、運転実績、○同位体分離を含む分離変換技術、○乾式再処理技術、○金属燃料</p>
<p>15 濃縮度5%超燃料が使用可能、プラント寿命が80年、立地条件を選ばないなどの特徴を有する次世代標準化軽水炉技術</p> <p>○過酷事故対応安全技術、○耐久性の高い燃料被覆管、○事故に強い核燃料、○圧力容器の検査技術、○国民に正しい放射線知識を周知するためのカリキュラムと教材、○日本の発展を好ましくないと考える排外主義者が今住む日本社会の価値を正しく理解するための、近現代科学技術世界史教育カリキュラム、○核分裂関連新素材技術、核分裂反応計測制御技術、設備運用を効率的かつ安全に実行するためのヒューマノイドロボット技術、○長寿命炉実現のための予防保全技術の確立、○新しい高濃縮度燃料の試験による実証、○免震プラント等の次世代プラントの標準化の確立、○事故耐性が高く水素を生じがたい炉心材料技術、○原子炉免震技術、○超ウラン元素(TRU)、超長寿命核分裂生成物(LLFP)を減容する技術、○耐放射線性圧力容器材料の開発、○原子炉の安全運転性の向上、○溶接技術の革新、○濃縮度5%超燃料での炉心設計およびシミュレーション技術、○金属構造物の腐食の抑制、○オンラインでのモニタリング技術とその評価方法、○原子炉の一生をシミュレートできるバーチャルプラントの実現、○システムの簡素化(むりやり効率を上げるための系統構成にしない、監視項目・点検項目の削減)、○耐震・免震材料・工法の改良、○この課題より、トリウム溶融塩炉を検討するべきと思う、○トリウム溶融塩炉では、高温に耐える設備の製作が問題だが、セラミックで作成する方法があるのでは、○3D印刷技術の発展</p>
<p>16 家庭用燃料電池システムが新築住宅の10%以上で採用される</p> <p>○原料の安定供給(都市ガス or 水素)、○更なる低価格化と長寿命化、○小型化、○水素製造の非化石化、○電線やパイプラインに頼らない自立型燃料電池システム、○水素や灯油などのタンクにより供給しうる燃料供給システムの信頼度向上、○数十年以上に亘る安定運転をサポートするサービスシステムの構築、○家庭用燃料電池システムの低価格化、○耐久性向上、○低コスト化</p>
<p>17 燃料電池車が新車販売の10%以上になる</p> <p>○燃料電池用高活性高耐久触媒、高耐久電解質膜などの材料技術、○低価格な水素燃料の製造・輸送・貯蔵・充填技術、○水素燃料の車載貯蔵技術(従来の CFRP 製高圧タンクに代わる安価で安全で小型な貯蔵システムの開発)、○蓄電、○水素製造、○水素輸送、○人材育成、○環境整備、○内外の協力・連携、○水素供給インフラの整備、○エタノールの改質装置、○水素貯蔵方法、○触媒部品の低価格化、○水素貯蔵システムの高密度化、○水素ステーションに代表される燃料インフラ整備、○低コストセル開発、○コンパクト軽量な水素貯蔵容器、○白金を用いない燃料電池電極触媒、○高圧水素タンクを用いない、オンボード改質技術、○再生可能エネルギーからの水素生産技術、○高圧水素の製造コストの低減、○高純度水素の製造コストの低減、○高圧機器の製造コスト低減と長寿命化、○水素ステーションの安全運用技術、○燃料電池車の低価格化実現技術、○車載用の軽量・安全な水素貯蔵装置の開発、○安価な水素製造システムの開発、○水素供給システム、○安全性、○安価な電極の開発、○水素ステーション普及、○軽量化燃料電池の製造、○製造コストの低減、○燃料電池触媒の低コスト化、新規材料群の発見、○安全な水素輸送・貯留技術</p>
<p>18 200℃を越える蒸気生成が可能な産業用ヒートポンプ</p> <p>○高効率ヒートポンプサイクルの技術開発、○熱交換器、圧縮機等の高効率化、○200℃の高温に耐えるコンプレッサの潤滑方法(小型の容積型の場合)、○新しい作動流体の開発、○高性能圧縮機の開発</p>
<p>19 民生用超高効率ヒートポンプ(空調冷房用 COP<math>\geq</math>12、給湯用 COP<math>\geq</math>8)</p> <p>○空調冷房時にヒートポンプから排気される排熱の処理システム、○開発されたヒートポンプの利用効率を最大化させるための建築システム(ゼロ・エネルギー・ビル・システム)、○熱源(地下水等)の熱だまり解消のための条件探索、○ヒートポンプの規格の統一化(設置要領、ヒートパイプ接続口)、○熱交換器の高性能化、○電動機の高効率化、○冷媒、○高効率熱交換器のサイズを小さくするための技術開発が必要、○圧縮機技術、○熱交換技術、○冷媒技術、○高効率熱交換を可能にする流路構造技術</p>
<p>20 新規建築の30%以上に普及可能な汎用型 BEMS、HEMS システム</p> <p>○ソフトウェア(クラウドを使ったリアルタイム処理、ビッグデータ処理)、○個人の特性に合わせたエネルギー管理技術の高度化、○スマートメータ等データ通信機器の高度化(高速無線通信技術、超低消費電力デバイス等)、○住宅のEPRを算出するシステムおよびデータベース、○断熱性・通風性、エネルギー源、上下水道の改良工事があつたら可能な住宅建築技術、○住宅耐用年数を原則100年とする建築技術、○社会的なコンセンサス</p>
<p>21 小都市(人口10万人未満)における100%再生エネルギーのスマートシティ化を実現する、簡易版スマートグリッド制御システム</p> <p>○今後起こりうる自然災害に帯する防災減災に対応した都市整備との対応(技術というよりは)、○気象予測をベースとした太</p>

<p>陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギーによる分散型電源に対する発電予測技術、○スマートシティ(スマートコミュニティ)における電力需給予測シミュレーション・モニタリング技術、○スマートシティ(スマートコミュニティ)における電力需給変動に対応可能な充放電制御機能を備えた蓄電システム技術、○高耐圧(6. 6kV 以上)・低損失(現状 Si の 50%以下)のパワー半導体、○上記パワー半導体を適用したパワエレ装置:特に長期信頼性と MTBF の向上、○蓄電池の電極、電解質材料、○高度な情報処理を可能とする ICT 技術、○極めて高性能の二次電池、○極めて高性能の自然エネルギー発電システム、○エネルギーロスの少ない送・配電網、○各家庭への消費電力監視システムの普及、○最適な電力配分技術、○高効率な蓄電技術、○再生可能エネルギー技術、○省エネルギー技術、○エネルギーマネジメントシステム技術</p>
<p>22 小都市(人口 10 万人未満)における、エネルギー自給自足、完全資源循環のクローズサイクル化の実現(燃料電池、パイガス、自然エネルギー、雨水などを統合)</p>
<p>○環境整備に尽きる。問題は高度な情報社会かつ自由な国際化の中で、地域の中で閉じた系を作成することに矛盾があること、閉鎖社会でしか実現ができないこと、○人材育成、○地域産業の育成、○政府、自治体による資源、環境整備、○10 万人規模を前提とした最適制御システム、○10 万人という小規模のメリットを生かした合意形成・責任と権限の仕組み、○消費者の経済的なインセンティブや、コンクリートロールセンターの事業収支、○送配電システム、○省エネ技術、○エネルギーマネジメント、○土地利活用最適化、○資源の供給システム、○デジタルネットと連携した電力供給システムの構築、○電力の供給電標準の構築、○マネジメント技術、○自然エネルギーからの高効率な燃料製造・貯蔵技術、○分散型バイオガス化技術、○分散型バイオマス発電技術</p>
<p>23 自動車に搭載されている蓄電池や燃料電池を用い、家庭や需要家等への給電・配電制御を可能とするシステム</p>
<p>○太陽エネルギー等を利用した水素製造設備の開発、○水素の貯蔵、輸送システムの開発、○燃料電池のコスト削減、○水素生成法、○水素を供給する施設の普及、○電池技術、○インバータ技術、○安価で充電放電できる設備の開発、○電極内部でのイオンの運動をシミュレーションできる技術、○電池の中でイオンの運動と位置を観察できる計測技術、○エンジン設計、○燃焼解析、○試験的に行われていると聞いたことがあり、自動車と家庭や需要家間エネルギーマネジメントシステム、○低コスト蓄電池の開発、○売電・買電の消費者の理解醸成の仕組み</p>
<p>24 エネルギー効率が 50%の自動車エンジン</p>
<p>○パワートレインの高度ハイブリッド化、○高圧縮比を実現するエンジン用材料開発、○エンジン制御技術、○燃焼技術、○燃料の着火制御技術、○廃熱回収システム、○ガソリン、ディーゼルでは燃焼技術の改善(燃焼シミュレーションの高度化、サイクルの改善など、○現状エンジンで未利用のエネルギーの活用(冷却損失低減、排気熱の利用など、○車両軽量化、○燃料電池、○蓄電池(二次電池)、○高効率ディーゼル機関、○合成燃料、○触媒開発、○高エクセルギー効率燃焼技術、○廃熱回収技術、○フリクション低下技術、○良質燃料の低価格製造、○希薄高効率燃焼技術、○高効率過給技術、○基礎燃焼技術、特に燃焼化学反応、層流火炎、乱流火炎の基礎現象の把握とモデル化、○エンジン燃焼技術、○上記に適した燃料製造技術、○動力伝達装置の高効率化、○エンジンシリンダ内の高耐圧な遮熱材料、低摩擦材料、○廃熱回収システム、○これまで以上に詳細な燃焼の計測・シミュレーション技術、○新しいエンジンの冷却損失低減技術、○排熱回収システムの確立、○燃焼診断技術、○断熱技術、○ガス分析技術、○エンジン内燃焼解析、○摩擦損失低減、○燃焼制御技術、○高効率燃焼技術、○エネルギー効率、○燃費、○環境技術、○エンジン内での燃焼状況改善、○エンジンにおける各損失低減、○広範囲出力範囲における安定的な低燃費駆動、○熱効率向上の飛躍的向上に必要な極限条件における燃焼技術、特に超燃料希薄条件や大量の排気再循環条件における燃焼促進技術や新燃焼方法に関わる燃焼技術、○燃焼制御技術、特にノッキングやプリイグニッション等の異常燃焼を制御する技術、○排気処理技術、特にリーン NOx 触媒</p>
<p>25 現在、世界の全エネルギー消費の 10%を占めるハーバー・ボッシュ法に代わる、エネルギー消費の少ないアンモニア製造法</p>
<p>○反応場および触媒開発、○前のページの最後に記入しました、○Ru 系高性能触媒の安定性、耐久性の向上、○同触媒の大量生産および供給法の確立、○製造法に関する知識がないので要素技術はわかりません、○100~200 気圧程度の高圧、400 度以上の高温で行われている現行プロセスを 30 気圧以下の低圧、300 度未満の低温プロセスにする、○低温、低圧でも効率よく作動する新規触媒材料の開発、○化石資源由来ではなく、水を水素源とする新プロセスの開発、○革新的触媒技術、○電界合成法などの新規製造プロセスの確立、○プロセス実現のための材料開発、○触媒技術、○第一原理などにより反応場の検証と中間媒体の発見、○触媒の耐久性、○新規触媒材料の開発、○非熱平衡プラズマ、○触媒探索、○高活性かつ信頼性高い革新的触媒、○アンモニア製造に代わる窒素導入技術</p>
<p>26 1000kV 級の直流送電システム</p>
<p>○電磁場による環境影響評価に関する評価手法の開発、○高絶縁 低誘電率を実現するための技術、○終端部の技術、○電力変換技術、○直流高電圧技術、○高電圧を制御するパワーデバイスが必要であるが、技術的要素以上に政治的配慮が重要な課題だと考えられる、○冷却コストの低減(さらなる高効率冷却システムの開発)、○大量生産化技術(長尺化)、○直流用遮断機の開発、○直流送電を含む系統解析技術、○交直変換器の開発とそれらの系統導入に伴う電力品質問題(高調波・フリッカーなど)の評価・低減技術、○空間電荷蓄積を抑制できる絶縁材料開発・製造技術、○量子科学計算に基づく空間電荷挙動評価技術、○低損失パワー半導体技術(低損失の変換器開発技術)、○雷などからの保護技術(避雷装置や遮断器など)、○電磁界の生態や環境への影響の解明、○超電導材料の低コスト化、○送電、○絶縁問題の解決、○直流遮断器の開発、○電力変換用の半導体素子の開発</p>
<p>27 現在の 275kV CV ケーブル(架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル)と同等の容量をもつ 66-77kV 超電導送電ケーブル</p>

○高温超電導ケーブルの低コスト化、○77K 冷凍機の低価格化、○効率的な冷却システムシステムの構築が求められる。実用においては超電導送電ケーブルに特化した冷凍システムの開発も視野にいれるべき、○短絡事故等の系統事故に対する耐性を十分に検証する必要がある、○液体窒素循環冷却技術・断熱技術、○酸化物系超電導材料の可撓性向上、○送電線の敷設方法、○高効率の冷却技術
28 自動車の走行中の非接触充電技術
○距離が多少(30cm 程度)離れていても、大容量の電力を高効率で搬送できる方式の開発、○周囲の電磁界を乱さない搬送方式の開発、○誘導コイルのデザイン、○自動車自動走行技術、○耐候性送電アンテナシステムおよび送電アンテナへの電力供給システム、○原子力発電等、高 EPR 発電技術、○大電力送電方法の実現、○人体安全の確保、○現実化のための法整備、○停止時の非接触充電システムはバスなどの試験が行われているが、走行中であれば、停止時に比べて非常に難しい。材料、システムのブレークスルーが必要、○実証試験段階であり、技術的な課題は多くないと思われる。社会実装のためにインフラ整備が必要
29 新規の水素貯蔵材料技術(水素貯蔵量 10 重量%以上、放出温度 100℃程度)
○ナノ構造材料設計・分析技術、○海外からの輸送も可能であり、繰り返し利用(あるいは再生可能)な水素貯蔵材料の設定、○自然エネルギーを利用した水素製造と製造した水素を用いた水素貯蔵材料の低温(100~250℃)合成技術、○放出温度 100℃を可能とする材料のチューニング、○分子シミュレーションやコンビケム等による材料探索、○新規材料の発見および工業化、○アンモニアを水素貯蔵材料とする場合は、アンモニア合成および分解を低エネルギー(低温、低圧)で行える新規触媒材料の開発、○有機ハイドライドを(炭化水素)を水素貯蔵材料とする場合は、低温・低圧で水素化、脱水素を行い、かつ副反応を進行させない触媒の開発、○上記とは異なる新たな水素貯蔵材料の開発、○新規ナノ材料の開発、○水素貯蔵のための新規材料開発、○材料構造の解明のための分光技術の発展、○水素貯蔵材料の開発、○水素貯蔵、運搬インフラの構築、○水素貯蔵材料の開発、○メチルシクロヘキサンなどの水素キャリアからの、高効率脱水素技術の確立。具体的には低温排熱で脱水素可能な膜反応器技術、○材料開発、○水素吸蔵材料の開発、○安全性も考慮し、水素単体を低いエネルギー供給手段で取り出せる新化学物質(分子)の開発が重要、○貴金属を用いず安価で長寿命の機能維持が図れる白金並み以上の化学物質の開発、○生物もしくは有機化学物質から効率よく水素を取り出せる技術の開発(光電効果の新応用技術開発を含む)、○新規材料開発
30 燃料電池自動車への水素供給インフラネットワーク(水素ステーション:5000 箇所)
○安定した水素の供給システム、○短時間での水素供給技術、○水素輸送密度(体積、質量基準共に)の向上が重要と考えます、○水素製造の高効率化、従来原子力を利用した水素製造が考えられていたが、この方法は日本の現状に即した検討も必要になるであろう、○水素の安定貯蔵、○法整備、○人材育成、○環境整備、○水素を安全に長期間保管できる水素ステーションの構築技術、○一般の人にもガソリンスタンドと同様に給水素できる設備の導入、○水素ステーションに水素源を恒常的に供給でき、水素ステーションの拡大にも対応できるインフラ設備の構築、○効率的な水素貯蔵技術の開発、○トータルでの利用システム水素構築、○安全性、○立地の確保、○水素貯蔵・輸送材料、○高効率水素製造技術、○高効率水素貯蔵技術、○水素脆化防止材料、○まずは合理的規制への普段の見直し、○補助金に依存しないで自立したビジネスとするための産官学民金の議論の場、○水素ステーションの安全運用・設置技術、○行政の理解、○資金、○産学官の連携、○社会へのうまいアピール、○固体高分子形燃料電池の更なる低コスト化(触媒の脱貴金属化など)、○燃料電池自動車以外の水素利用技術の進展(家庭用、工業用燃料電池、水素エンジン、水素ガスタービンなど)、○水素輸送、貯蔵技術の更なる進展、特に水素キャリア(アンモニア、有機ハイドライド)の製造、利用技術の向上、○有機ハイドライド等、水素の大量輸送貯蔵技術、○燃料電池の低コスト化技術、○水素キャリア技術、○社会受容性の向上、○高圧水素ではなく CO <sub>2</sub> を炭素源として水素を液体燃料に変える技術、○太陽光による水の光分解、○水素貯蔵・供給の安全性確保、○水素輸送・貯蔵技術、○普及に向けた社会の整備
31 CO <sub>2</sub> フリーの未利用熱源を利用したスターリングエンジンによる動力回収システム
《特になし》
32 1MW、50kWh 級電力貯蔵用超電導フライホイール
《特になし》
33 数 kWh ないし数十 kWh 規模の電力安定度向上用の超電導磁気エネルギー貯蔵システム
○高温超電導線材の性能向上、○巻き線技術、○効率的な冷却技術、○MgB <sub>2</sub> 超電導体の基礎開発、○超電導線材技術
34 木質系バイオマス発電の経済性を向上させるための森林生産システムの構築
○日本の地形に合わせた伐採、運搬、輸送技術、○森林管理手法や伐採技法、搬送手段などの発展が不可欠、○原材料の集配技術、○送電システムの構築、○地域再生と振興・活性化推進の中での、森林活用の地域的特定、○森林資源の利用法についての、広範囲な関係者(建材業者・家具業者・観光業者・エネルギー業者、等)間の調整と合意、○表層の把握・水系・植生・都市化等を考慮した、森林の強靱化、○チップボイラーの低コスト化、耐久性向上、制御性向上を進め、標準化した機器の普及が必要、○一般に大型化、高効率化などが産業技術向上を支えてきたが、木質バイオマス利活用は中小規模の広範囲な普及が重要、○要素技術開発とは言えないが、熱電離用+マテリアル利用など需要側の産業とのバランスのとれた需給システム(地域産業連携)が必要で、このようなシステム開発が重要、○木材利用技術。複合化技術 成形技術などの応用技術により木材の活用分野の拡大、○バイオマスの有効利用法の開発、○植林のために道路の整備および輸送方法の確立、○木

質資源の回収技術、○低コストシステム、○燃焼廃棄物処理システム、○木材を安価に運搬・収集するために最適な路網の整備 (GIS 等利用)、○森林成長速度・蓄積量の正確な管理 (GPS 等を用いた)
35 バイオテクノロジーを用いた GTL(Gas To Liquid)技術
○FT プロセスの効率向上
36 MW 規模の系統連系安定化用長寿命二次電池 (サイクル寿命:20 年以上、コスト 1.5 万円/kWh 以下)
○電極材料開発、○革新的触媒材料開発 (低コスト)、○電池残存寿命評価秘術、○新しい反応機構を触媒電極、○新しいイオン吸放機構を持つ電解質、○生産効率向上、○設計見直し、○大規模エネルギー貯蔵に関して、単独の蓄電池では対応が困難であり、複合化した蓄電池等を運用するシステム構築等も検討すべき、○新しい二次電池反応の発見と実用化、○一次電池を使って、その正極材料を低コストに再生するシステムで二次電池と同等の機能を発現させるシステム、○電力をコストで購入するのではなく、価値で購入する仕組みを導入しないと、二次電池に投資出来ないの、まずは電力の購入システムを本来の形に変えるべきである、○この電力の購入システム (価値で購入) は、新エネを含めた全てのエネルギー源を公正に扱うことで、公正な技術発展を促すことが出来る、○電力市場のようなライフラインを投機の対象にすべきではないし、補助金代わりの固定価格買い取り制で、特定集団のみを利してはならない、○材料開発、○蓄電システム、○電池の材料技術 (正極・負極・電解液)、○コスト削減のための生産技術、およびシステム、○安全性向上技術 (システム制御・管理)、○レアメタルを用いない二次電池の開発、○レドックスフロー電池の信頼性向上、○二次電池開発、○系統との情報伝達技術、○大容量二次電池の開発、○新規電極活物質の開発 (高サイクル特性、高容量)、○高容量電池セルの安全性確保、○材料技術、○変換器技術、○システム制御技術、○コスト低減の為の量産技術の確立、○コンパクトサイズ化、○屋外設置型、○高性能二次電池の開発
37 IT, 衛星などを有効活用した効率的な鉱山探査技術
○センサー技術、○リモートコントロール技術、○IT、○衛星、○鉱山探査技術、○高性能な衛星観測センサーの開発、○衛星観測データの継続的な提供、○衛星観測データからの情報抽出技術
38 海洋鉱物資源の採取に必要な採鉱、揚鉱技術
○深海艇開発、○ロボット技術、○海底輸送技術、○揚鉱ライザー、○採鉱ロボット、○管内摩耗評価技術、○排出物の低コスト海底処理技術 (有用採掘物のみ洋上に送達し、それ以外のは環境汚染を引き起こさない形で海洋投棄可能な技術の開発)、○ソナー以外の海中無線通信技術、○環境影響の少ない鉱物資源の採取、揚鉱技術、○経済性のある大量採取、揚鉱技術、○広範囲の資源量を測定する技術
39 環境汚染のないシェールガス採掘技術
○ガスと液体の分離技術、○水処理、○メタン漏洩防止、○井戸仕上げ、○汚染排水の浄化技術、○メタンによる大気汚染の浄化技術、○モニタリングも活用した水平坑井とフラクチャーの長期間維持技術、○酸性成分分離除去処分と排水処理等の環境汚染防止技術、○自動化や無人化を取り入れた中長期プロジェクトマネジメント技術、○掘削に伴う汚水処理技術、○掘削技術、○モニタリング、センサー、○輸送現象論的解析
40 チタンを現在の 50%以下のコストで製錬する技術
○活性金属の効果的抽出技術、○金属中不純物元素の無害化、利用材料設計技術との連携、○酸化チタンまたは塩化チタンから低エネルギーでチタン単体を抽出する技術、○小型精錬もしくは大型精錬へのどちらかへの統一、○鉱石と回収されたスクラップとの混合により精錬できる技術、○スクラップとして回収できるようにする法整備
41 銅鉱山におけるヒ素処理保存技術
○銅鉱石からのヒ素除去技術、○保存時のヒ素化合物、○ヒ素の吸着脱着機構の解明、○要素技術は特になし、国内外の鉱山との連携が求められる、○ヒ素の選択的選鉱技術、○分離したヒ素の不溶化技術、○銅鉱石中のヒ素の分離技術 (選鉱学的手法および湿式製錬的手法) の高度化、○生成汚泥の性状および取り込み機構に注目したヒ素廃水処理の高度化、○ヒ素等有害元素の理想的な循環および保管を戦略的に実現するための社会学的検討 (リスクコミュニケーション等)
42 メタンハイドレート採掘利用技術
○高水圧化における硬メタンハイドレートの効率的採掘技術、○メタンハイドレートの塊からメタンへ迅速かつ漏洩なしにガス化し、メタンガスのみを選択的に分離・回収・濃縮する技術、○メタンガスの化学品原料への転換技術、○資源調査技術、○採掘回収技術、○目詰まり、○内部侵食、○海底からの採掘技術、○ガス分離技術、○連続生産技術、○消費地への経済的輸送技術、○メタン分離技術、○大型採掘船運用技術、○耐圧技術、○分離技術、○採掘技術、○採掘されたハイドレートの格納・保存技術、○コストの低価格化、○海底採掘施工技術
43 海水中から経済的にウランなどの稀少金属を回収する技術
○さらに効率的な補修のための樹脂等の開発、○さらに長期の信頼性の実証、○さらに大型のシステムとしての実証、○海水中の資源の所有権の問題をクリアすること、○経済性の問題、○希少金属を回収するための優れた担体の開発、○グラフト重合合法あるいはタンニン担持法によるモール状ウラン捕集材製造技術、○海域におけるモール状捕集材の係留・回収技術 特に船舶を用いない天候に左右されない安全な係留・回収技術、○高選択性かつ高容量な金属捕集材の開発 (放射線照射技術 (電子線及びガンマ線)・放射線グラフト重合合法等の放射線加工技術)、○海水中への大規模捕集材浸漬システム、○コスト

<p>計算(資源や経済に関する専門家)、○放射線グラフト重合材の高度化(高容量、高選択性)、○放射線グラフト重合材の大量合成技術の確立、○捕集したウランの回収、および精製技術の確立、○ウランなどを回収するための高性能捕集材の開発、○ウランなどを捕集するための海洋システムの研究開発と実証、○低コスト回収、○分別技術、○放射線グラフト重合技術</p>
<p>44 深度 15km、温度 400℃を基本仕様とする超深度掘削技術</p> <p>○深度 15km、温度 400℃において動作し、到達したことを確認するための観測機器の構築</p>
<p>45 熱水鉱床からの深海底金属資源の経済的採取技術</p> <p>○重金属類、採掘作業にて発生する海洋汚染防止、○物理探査技術(特に電磁気探査)、○掘削技術、○開発工学技術(特に輸送、精製)、○ボーリング調査だけではなく、様々な手法を組み合わせることで深海底鉱物資源の分布状況を 3 次元的に把握する技術が必要になる</p>
<p>46 空気中から効果的にヘリウムを回収する技術</p> <p>《特になし》</p>
<p>47 レアメタル品位の低い特殊鋼などの使用済製品からも有用金属を経済的に分離、回収する技術</p> <p>○精錬技術、○環境負荷を削減する分離・回収技術、○サプライチェーンを通じた資源利用と散逸構造の同定技術(発生箇所、発生量、組成の把握)、○センサーソーティング技術を含めた選別技術の開発(および適切な選別フローの構築)、○二次資源および二次資源から再生された製品の品質を保証する技術、○回収目的のレアメタル用の多種多様な放射線グラフト重合材の開発、○放射線グラフト重合材に吸着した高濃縮されたレアメタルの回収</p>
<p>48 小型電子機器類、廃棄物・下水污泥焼却灰からレアメタルを合理的に回収・利用する技術</p> <p>○バイオマス生産に必要な栄養素を低エネルギー投資で高効率に回収可能な技術の開発、○発生源に移動可能な小型モバイルリサイクルモジュール、○複雑混合水溶液からのショートパス分離抽出技術、○混入有機物の迅速安定処理技術、○効率の良い粉碎技術、○微生物を利用した選択的レアメタル回収技術、○電子機器類の部品、材料のトレーサビリティ技術、情報データベースの確立、○レアメタル抽出技術、○廃棄物分別技術、○有用機能をもつ微生物資源、○電子機器・廃棄物・飛灰を効率よく液化する技術、○精製、精錬技術 溶液反応制御技術、○国内需要量との量的関係を十分考慮した対象物の選定と、それに特化した技術開発、○大量処理が可能な回収・利用技術の開発、○亜鉛、鉛、銅など枯渇性の高いベースメタルの省エネルギー的なリサイクル技術、○粉碎・選別技術等、低コスト、低環境負荷である手法の高度化(シミュレーション、モニタリング技術の導入を含む)、○エコデザインの推進(動脈産業と静脈産業の産学交流、技術的提携)、○有用金属を適切に保管、循環させるための社会的システムの構築、そのためのシミュレーションあるいはモデリング技術の開発、○分離に用いる反応場の開発、○ドライブプロセスの開発</p>
<p>49 多くのレアメタルの必要資源量の 50%以上が都市鉱山から供給される</p> <p>○資源回収しやすいルートを確認すること、○設計段階で資源回収のしやすさを考慮すること、○スクラップ類の分別・回収システム、○レアメタル製錬・精錬技術</p>
<p>50 各種の基礎工業品生産が可能となるバイオマスリファイナリー形成の実現</p> <p>○セルロースを原料とした化学変換技術、○リグニンを原料とした化学変換技術、○石油化学リファイナリーに相当するコンビナートシステムのデザイン設計、○バイオマスを化学製品原料に効率的かつ選択的に目的とする生成物に変換できる固体触媒の設計・開発、○多様な組成で構築されているバイオマスから効率的かつ長期間安定的に化学品原料を生産するためのプラント・エンジニアリング設計技術、○バイオマス原料は基本的に含酸素官能基を多く含むため、それらを効率よく還元できる触媒の開発、○木質系バイオマスの場合、リグニンの反応性が低いためそれを効率よく除去する技術の開発、○有機物の質変換技術、○触媒開発と応用技術、○レブリン酸を基幹物質とする選択的化学品合成触媒の開発、○適切な原料バイオマスの確保、○ガス化等の分解技術高度化、○不純物処理、○木質バイオマスの効率的糖化技術の開発、○セルロース系バイオマスからの各種基礎化学品製造ルートの開拓、○セルロース、ヘミセルロース、リグニンから固体触媒による環境低負荷プロセスによる化学資源獲得、○触媒開発、○バイオマスの成分分離技術、セルロースの解繊技術、バイオケミカルズへの変換技術、セルロースナノファイバー等合成技術、○素材変換技術に適したバイオマス資源(植物細胞)育種技術、細胞形質制御技術、○粉体工学的操作によるバイオディーゼル高効率生産法の構築、○地域性を考慮した原料調達手法の確立</p>
<p>51 廃棄物の選別・分別システムをより向上させるための選別センサー技術</p> <p>○細かく粉碎しない状態での選別技術、特に光学的手法、○映像解析技術(色、形状の識別など)、○X 線解析技術(物質組成解析など)、○顔認証システムの応用、○LIBS の精度アップ、○シュレッターの大型化、○回収率を上げるための法整備、○非破壊検査、○選別システム、○分別システム</p>
<p>52 高レベル放射性廃棄物中の放射性核種を加速器の使用により核変換して、廃棄物量を激減させる技術</p> <p>○廃棄物から同一同位体を濃縮する技術、○高エネルギー陽子照射材料の技術。材料耐久性、ハンドリング、液体鉛ビスマス取り扱い、○未臨界高速炉物理技術。反応度制御。炉心設計、核断面積、○ビームが止まらない安定な陽子加速器技術、○廃棄物減容化が可能な数少ない手段であり、実現には十分な予算による設計と建設が必要である、○高レベル放射性廃棄物の取り扱い技術、○効率よく核変換せることのできる核種の探索、○核反応技術、○プラズマ、○放射性核種の分離・精製技術(同位体分離含む)、○放射性核種の核変換技術、○加速器ターゲットの作成技術</p>

53 衛星観測と地上観測の効果的な統融合により、全国の地下水マップの一般化
○すべての観測データの誤差を勘案し、できるだけ矛盾なく説明可能な地下モデルを探索する技術、○観測データを説明可能な地下モデルの候補から、現実に近いモデルへと絞り込むための調査戦略を構築する方法、○三次元地下空間および地下水の時間スケールを可視化可能な地理情報システム、○充実した観測網の設置、○地下水に関連する経済界との協力、○デジタルデータ以前の紙データのデジタル化、○地下水管理・調査用の井戸の拡充
54 水環境質の非接触型連続センシングによる水域同時連続モニタリング技術
○機器が自然環境に耐える力、○市民への啓発(なぜ連続で測定しなければならないのか)
55 都市洪水、高潮、地盤沈下等の人口密集地における統合的水管理技術
○航空機、衛星、無人ヘリなどによる高解像度都市モデル作成技術、○地下空間も考慮した高解像度氾濫解析モデル、○データ同化等を活用した数値解析等によるリアルタイム予測技術、○気候変動に伴う将来の都市洪水、高潮の変化の予測技術、○洪水・高潮災害に対する適応策の費用便益分析、○情報を受け取る(利用する)側のガバナンス、○都市計画、建築計画分野での水管理(特に洪水管理)概念の導入、○河川、水道、下水道、都市、建築物など、関連分野の共通認識のもとによる統合的な研究開発、社会実装、○都市のコンパクト化と統合的水管理を総合化した研究開発、○ビッグデータ解析技術の確立、○水循環物質数値モデルの高度化、○降雨予測プログラム、○大容量貯留システム・排水システム、○モニタリング技術、○集中豪雨の予測技術、○すべての水害リスク(河川外水氾濫、内水氾濫、高潮)を都市の細密なスケールで評価できるモデルの開発、○気象変化や海岸地形に応じた潮位の観測、推算、予測技術の向上、○気候変動、○水文モデル、○総合影響評価モデル、○土地利用規制をはじめとした都市計画と河川・下水道計画との統合、○広域避難計画の立案技術、○水害リスクに関する情報基盤の整備とリスクコミュニケーション技術の開発、○国・行政・個人の統合的水管理技術とシステムの確立、○都市に住む人々の洪水・高潮・地盤沈下等にたいする危機管理に関する教育と訓練の実施、○いざと言う時の避難先ビル等の明確化と誘導システム、○水文モデルのスーパーコンピュータによる高解像度化、○防災と環境とのトレードオフを解析するツール、○センサーネットワーク、○高速コンピュータ計算機の開発および汎用使用
56 雪を資源として有効利用するための気候・降雪モデルや観測に基づく、情報提供技術(半年、3ヶ月、1週間等)
○降雪量の空間分布把握、○流出モデル、○河川水質測定、○高解像度気候モデル(特に降水、降雪プロセス)の研究開発、○降水、降雪量の経験的予測、○降雪量の高精度分布マップ、○高精度天気予報、○山岳域における気象および雪氷モニタリング、○斜面勾配や斜面の向きの違いによる積雪の非一様性を考慮した積雪融雪過程のモデル化、○季節予報の改善、○雪資源、○気候観測、○降雪モデル観測、○降雪・融雪に関する部分を強化した気候システムモデルの開発
57 上水供給における有害微量化学物質、病原微生物等の連続モニタリング技術
○装置を設置するための予算、○自動測定装置の開発、○有害微量化学物質の定量技術の簡略化、○病原微生物検出技術の簡易的手法の構築、○上水供給現場における分析機器の充実およびその運用するための人材育成、○微量有害物質の連続センシング技術、○法体制を整える、○病原性微生物の同定
58 抗生物質成分を除去する下水処理技術
○抗生物質成分を選択的に回収可能な高機能新素材の開発、○コンパクト、省エネルギーな下水処理システムの構築、○回収した抗生物質成分を高感度で検知するオンサイトシステムの開発、
59 エネルギー・資源を回収する下水処理技術
○安価な有害物質除去材料の開発、○高効率熱回収技術、○熱濃縮技術、○センシング技術、○活性汚泥の低コスト可溶化技術、○藻類等有用物質を生産する微生物の培養と下水処理をカップリングする低コスト最適システムの設計、○下水処理と資源回収・エネルギー生産に最適な藻類あるいは他の生物の探索・開発、○新規材料開発、○下水汚泥からのリン肥料製造技術、○下水汚泥からの有害元素の除去技術、○ガス、水素の回収技術(ほぼ確立、大規模実証必要)、○エネルギー変換効率の高効率化、○高効率ヒートポンプ、○高効率凝集剤、○高効率固液分離技術、○下水と上水との直接熱交換による採熱技術、○下水からのリン回収技術(既に国交省で技術開発済み)の実証、○下水汚泥と産業廃液・食品加工廃棄物との混合メタン醗酵技術、○下水処理水からの熱エネルギー回収技術、○下水汚泥の低コスト有効活用技術(リン資源やメタン発酵などのエネルギー資源として)、○下水処理水の低コスト再利用技術、○有価物の選択的、効率的な凝集および吸着処理技術、○ケミカルフリーな処理技術、○可逆的な分散、凝集処理技術、○特殊粉碎、物理選別、安価な薬剤を用いたリーチングなど、汚泥からの有用金属回収技術の開発、
60 エネルギー効率を50%以上向上した逆浸透膜浄水技術
○逆浸透膜の材料の改良、○プラントの改良、○新物質探索、○材料制御技術、○デバイス化技術
61 途上国で一般利用できる経済性のある汚染水浄化・再利用技術
○ろ過膜以外の浄水技術の性能向上、○嫌気性処理技術、○好気性処理技術、○膜処理技術(MF, UF)、○その国で経済的に成り立つ維持管理技術、○糞便、尿の再生利用技術、○雑排水の再生利用技術、○メソポーラス材料など新規吸着剤の開発、○衛生工学的な水質処理技術(砂ろ過、生物処理など)、○教育、○日本国民の理解、○要素技術はほぼ完成している。政府の支援が必要、○膜技術、○脱塩処理技術、○自治体や住民が可能な簡易的な計測、分析キット。現在、現場に普及している装置ではDOなど安定的に測りにくい、○強度があり維持が簡便なパイプライン。汚染水の漏水が課題、○軽量なキ

<p>ャリアと運搬システム、○技術の輸出、オープン化、○反応性プラズマを利用した汚染水浄化技術、○低コスト、○ロバスト性</p>
<p>62 バラスト水の有効利用</p> <p>○国際法の改正</p>
<p>63 BOD、COD、T-N 等に代替して水環境の質を評価できる統合水質指標の確立</p> <p>○水質の評価に関する合意形成手法の開発、○重要だがモニタリング対象から外れている水質項目の迅速な分析技術の開発、○自動モニタリング機器の開発、○望ましい水環境の社会的合意形成、○簡易な測定技術の開発、○化学的指標のみでなく、生物指標も検討する、○国際的な視点で議論を進める、○溶存有機物を分子レベルで分別定量する技術、○測定精度の向上と分析機器等の安価化、○生物応答試験の導入</p>
<p>64 化石燃料を使用しない船舶・飛行機</p> <p>○藻類からの低コスト炭化水素大量生産技術、○高度に炭化水素生産能を有する新奇生物(藻類)の探索、○最適大量生産システム的设计(炭化水素の最適改変技術開発を含む)、○燃料合成技術、○炭酸ガスを用いた燃料合成技術、○新エンジン開発、○新規エネルギー変換、○新規材料創出技術、○再生可能エネルギー創出、○多様な燃料に対応できるエンジン技術、○インフラの整備、○バイオディーゼルの効率的な大量生産、○微細藻類培養システムの改良。光環境の制御、○微細藻類培養にかかわる水の再利用システムの構築、○炭化水素抽出残渣の安全な飼料化、○低コストでの植物由来燃料の生産、○高温超電導材料の開発、○燃料電池、○水素、○蓄電器、○水素吹きエンジンを想定すると、水素輸送・貯留技術、○再生可能エネルギーの活用を想定すると、大容量・高効率・高安全性の太陽光発電技術と二次電池の開発、○化石燃料を使用せずに得られる電力で、大量に水素を作る技術</p>
<p>65 温暖化と大気汚染等との組み合わせによる激甚気象災害(異常気象)発生機構の解明</p> <p>○非常に高性能のコンピュータ、○優秀な気象力学の研究者、○プログラミング技術が優れた技術者、○この前提としての大気大循環・海洋大循環結合モデルの空間解像度向上や領域気候モデルの改善など、○スーパーコンピューティングやデータストレージ、大容量データ通信技術の向上、○人工衛星観測も含めた観測技術の向上や長期モニタリングの拡充、○大気汚染物質の気候・気象影響過程の詳細なモデル化、○汚染物質の観測網の充実と観測技術の向上、○観測網の整備・充実、○観測とモデル研究を組み合わせた研究の推進、○激甚気象災害を、想定外なく俯瞰的に把握し、災害発生可能性マップを作成する、○発生激甚複合災害から、社会や住民を守る対策を構築する、○この対策遂行上、不可欠ではあるが、不足している「更なる発生機構」について解明する、○大規模観測網の設置とデータ解析技術、○気候モデルの改良、○気候変動予測に専用で使えるスパコン、○温室効果ガスや大気汚染物質などの観測の強化、○優秀な人材による数値モデルの構築、○計算機リソースの飛躍的進歩、○モニタリング、○人工衛星による気象・海洋のモニタリング、○アメダスに代表される高空間分解能の地上観測網の整備、○予報モデルの高度化</p>
<p>66 トレードオフ、経済性等を考慮した温室効果ガス排出削減対策と選択手法</p> <p>○様々な産業分野・生産物について、温室効果ガス排出量等の個別環境影響と経済性を正確に評価する技術・手法、○個々の環境影響を経済価値を含め単一指標に変換する技術・手法、○メタン資化性微生物のもつメタンオキシゲナーゼを高効率で植物において発現させる技術、○課題 64 を含む全く新しいエネルギー利用システムの開発、○再生可能エネルギーの利用技術の開発、○組み込む制御技術の発展、○原発の再稼働、○安全性の高い原発の開発、○増殖炉の齎起動、○温室効果ガス削減技術の開発、○省エネ技術の開発、○社会実証(技術ではないですが)ー技術は既にあります、○温室効果ガス排出削減対策の負の経済効果の数値化。CO<sub>2</sub> 市場の価格は投機的で正しい経済価値とは言えない、○経済・社会的な仕組み作り、○電気自動車の普及促進、○電気自動車の性能向上のための電池の開発、○電気自動車の充電方式の簡易化、○CO<sub>2</sub> 貯留技術、吸収システムの開発、○人工光合成システムの開発、○地球外太陽光発電システムの開発、○環境を重視した法的支援</p>
<p>67 海水酸性化による生物多様性、とりわけ漁業資源への影響調査技術</p> <p>○様々な海洋生物の幼生の生育と pH の関係性を明らかにする、○海洋酸性化など海洋における気候変動影響の将来予測技術、○酸性化に対する水産生物の反応や適応に関する網羅的な評価、○酸性化とほかの気候変動(温暖化、水位上昇)との相互作用影響の評価、○酸性化が及ぼす影響の解明、○酸性化のメカニズムの解明、○酸性化防止手法の開発、○長期の連続観測が可能なセンサーの開発、○水中二酸化炭素検出技術(非接触で広範囲を可視化できるものが望ましい)、○現実的な海洋酸性化(濃度・速度)を再現できる海洋生物の飼育・評価システムの確立、○海洋酸性化を予測できる海洋生態系モデルの開発、○漁業資源に対する生物多様性の影響評価+漁業が生物多様性に及ぼす影響評価</p>
<p>68 気候変動による食料生産への影響の予測技術</p> <p>○オゾンや黒色炭素などの短寿命気候影響汚染物質の観測と解析、○食糧自給率の向上への取り組み、○世界の土地利用、水利用、農業生産等の基礎情報の収集とデータベース化の技術が必要、○気候変動による主要作物収量への影響評価の技術、○IT を含む高度コンピュータ解析技術、○気候変動都は何かその内容を明確にする技術、○気候変動のメカニズムの解析技術、○リモートセンシングによる農作物の収穫量予測技術の開発、○リモートセンシング可能な低コストかつ低打ち上げコストである小型人工衛星の開発、○地下水・深層水利用技術、○熱交換技術、○陸水循環システムの変革、○水資源と食</p>



<p>糧生産のダイナミクスモデルの開発、○より精細な気候モデルの構築、○農業分野の品種改良などの適応策、○よりフェアな資源分配のための社会基盤整備、○衛星リモートセンシング観測、○領域気象モデルの発展、○収穫量予測モデルの発展、○温暖化に伴う海洋生物の分布に関する研究、○温暖化に伴う海洋生態系の構造と機能の変化に関する研究、○季節予測(猛暑か冷夏か等)の精度向上、○農業観測のデータサーベイランスシステムの確立、○できるだけ多くの品種について気候応答特性を把握する、○塩害や土壌劣化の影響を取り込んだ作物生育モデルの開発、○精度の高い将来気候予測情報の提供、○気候変動予測モデル、○作物遺伝子組換え技術、○生態系動態モデル</p>
<p>69 局所的ゲリラ豪雨等を100mメッシュで予測する技術</p> <p>○狭帯域レーダーの開発、フェーズドアレイレーダーの開発等豪雨検地システムの開発、○測定結果に基づく予測シミュレーション技術の開発、○上記システムを構成するレーダー素子材料、フィルター材料等の材料技術、○観測ネットワークの構築、○データ同化技術の開発、○数値予報モデルの精密化、○局所気候を決定づける要因のモニタリング技術、○局所気候を瞬時に予測する解析技術、○局所的ゲリラ豪雨の防止技術、○小型気象観測装置の開発と多数配置、○多数の拠点データを元にした気象予測技術、○大規模な気象データの搬送・取り込み技術、○高速コンピュータの開発、○高度な専門知識と技術を持つ専門家の育成、○計算機資源の拡充とより高速なコンピュータの開発、○レーダーをはじめとする観測技術の高度化</p>
<p>70 大気大循環と海洋大循環を組み合わせた温暖化の定量的モデルの確立</p> <p>○大型計算機計算能力の向上、○大気及び海洋観測データの精度向上とモニター技術の向上、○データ同化技術の向上、○海洋、大気それぞれのモニタリング体制の強化(経済的に持続可能でできるだけ高密度高頻度モニタリングができる方法、体制)、○超大型計算の効率的実施のための計算技術(ソフトウェア)、○超高速計算機(スーパーコンピュータ)、○炭素等温暖化物質の物質循環過程の解明(地下を含む)、○微生物を含む各圏の生態系とそれによる温暖化関連物質循環の解明、○極域海洋科学の中でも、海氷と海洋の相互作用、特に微細構造の解明とモデル化、○大気プロセスの中でも、雲形成など1キロメートル以下のスケールを持つ現象で、海洋との相互作用が重要なものの解明とモデル化、○複数のシナリオで長期計算が可能なスーパーコンピュータ、○モデルの結果を検証する観測データ、○大気海洋系の結合モデリングの進化</p>
<p>71 塩害農耕地土壌の簡易・迅速修復技術の開発</p> <p>○大型計算機計算能力の向上、○大気及び海洋観測データの精度向上とモニター技術の向上、○データ同化技術の向上、○海洋、大気それぞれのモニタリング体制の強化(経済的に持続可能でできるだけ高密度高頻度モニタリングができる方法、体制)、○超大型計算の効率的実施のための計算技術(ソフトウェア)、○超高速計算機(スーパーコンピュータ)、○炭素等温暖化物質の物質循環過程の解明(地下を含む)、○微生物を含む各圏の生態系とそれによる温暖化関連物質循環の解明、○極域海洋科学の中でも、海氷と海洋の相互作用、特に微細構造の解明とモデル化、○大気プロセスの中でも、雲形成など1キロメートル以下のスケールを持つ現象で、海洋との相互作用が重要なものの解明とモデル化、○複数のシナリオで長期計算が可能なスーパーコンピュータ、○モデルの結果を検証する観測データ、○大気海洋系の結合モデリングの進化、○地域ごとに異なる塩害発生要因の解明と動態シミュレーション</p>
<p>72 環境中への拡散・移動と蓄積を考慮した石炭燃焼排ガス中の水銀を除去する技術</p> <p>○既存技術(脱硫、脱硝、脱塵)の適切な活用、○帯電・集じん技術、○再生または抽出技術、○活性炭あるいはモレキュラーシーブによる吸着除去、○高温における物質の移動現象、○排ガス発生時の反応機構</p>
<p>73 アオコ、赤潮を引き起こす藻類の発生を抑制する細菌、捕食する微小動物の利用技術</p> <p>○殺藻細菌など有用微生物の存在量を決定する環境要因の評価、○有用微生物の機能を発揮させるための生態系管理の検討、○微小動物の分子機能を解明し、生体機能を制御する技術、○藻類の発生を抑制する細菌のスクリーニングと機能解析により抑制機構の解明とその知見の工学的応用、○微小動物と細菌の種間相互作用を明らかにし、微小動物もしくは細菌の浄化機能の活性をモニターする技術、○水域の微小生物同定のための遺伝子解析などを進める、○赤潮を発生させる植物プランクトンを抑制する殺藻細菌の単離・大量培養技術、○赤潮プランクトンを有効利用し付加価値の高いものへと変換可能な生物の同定技術、○環境中で活用できる有用生物の単離、○上記微生物の制御技術の確立、○漁業や物質生産などの周辺領域の技術との協調による価値向上も含めた、低コスト化、○微小動物の培養技術の確立、○赤潮の発生予測技術の確立、○微小動物の動態の解明</p>
<p>74 水・土壌からの放射性物質の確実な除染技術</p> <p>○膨大な量存在する汚染土壌からの効果的な放射性セシウムの分離技術、○予算、○人員の確保、○水・土壌中の放射性核種の挙動解明可能な分析技術(大型放射光施設に依らない高度分析技術など)、○高感度、リアルタイムの放射線モニタリングシステム(例えば現行のガンマ線カメラのように、リアルタイムで可視化できる技術)、○地層処分確立(除染後の行き先の確保と、その時の貯蔵形態の確定)、○常時モニタリング、○放射性物質の土壌、水における形態解析技術、○放射性物質の高度吸着技術、○放射性物質の最終処分技術の開発、○様々な種類の土壌における放射性核種・非放射性核種の選択性の調査、モデル化、○除去した放射性物質を安全に保管する場所の確保、○放射性物質を効率よく吸着できる新規材料の開発、○放射線汚染されたゴミが多く排出されないために、吸着剤として単位重量あたりの体積が小さい必要がある、○回収した放射性物質の保管、無害化技術の開発、○放射性物質を選択的に非常に高い能力で吸着する材料、○セシウムの形態を考慮した洗浄技術の効率化、○濃縮技術と保管技術、○保管のための市民とのリスクコミュニケーション、○研究予算の継続的な配分、○福島などの現地へのアクセス、○長期的な人材育成、○圧縮、固化技術、○搬送技術、○吸着後の処理技術の開発、○有用機能をもつ微生物資源の収集、○低レベル放射性廃棄物(これまでの除染で出た土壌など)をハイスループットに処理していく設備の整備・作業フローの確立、○メカニズムとしての常温核変換の検証、○実規模の装置開発、○より低温で</p>

<p>の土壌粒子に吸着した放射性物質の脱離、○ケミカルフリーな除去技術、○生態系内での放射性物質の動態予測、○放射性物質の化学的特性を有効に利用する技術開発、○高性能な吸着剤の開発、○新しい抽出方法の開発、○安価な汎用性物質(捕集材料)と安定同位体を含む除染対象物質を用いた予備的な回収試験の加速、○放射性物質の分離技術、○汚染している福島県をきれいにしようという財政と政治力、○水溶液中から放射性物質を除去する膜浸透方法の開発、○除染した物質の処理・減容化技術、○低線量被曝の疫学的評価の確立、○現場における簡易な放射性物質のモニタリング技術、○国民のエネルギーを選択するためにも重要な科学技術である、○特に低線量・低線量率放射線の生物・人体影響の研究は重要である、○汚泥、汚染土壌を可能な限り減容化する特殊粉碎や洗浄、低環境負荷な薬剤を用いたリーチング技術の開発、○水酸化第二鉄を始めとする種々の水酸化物、複合水酸化物に対する放射性物質の収着機構の系統的解明、○吸着剤、○セシウム、○濃縮、○放射線グラフト重合技術、○放射性壊変を起こさない安定同位体を用いた分離に関する基礎研究</p>
<p>75 公共・集客施設、空港・港湾、鉄道等の交通インフラにおける、極微量の爆薬、麻薬、放射性物質、病原微生物の迅速かつ正確な検知システム</p>
<p>○予算配分、○中性子およびガンマ線検知システムの小型化、○テラヘルツ、赤外における高速、高精度センシング技術、○検出技術の開発、○非常に微量でかつ離れた位置からの物質検出技術、○従来の発想を超える検出技術、○極微量の非接触遠隔モニタリングシステム、○時間的連続性のある位置情報検知システム、○極微量の影響度予測システム、○微量成分の迅速分析技術の確立、○分析装置の導入コスト削減、○捜査犬の育成(アレルギーに注意)、○公共施設内の検知方法の確立(臭い、放射線、画像解析)、○病原微生物(血液検査など)に関しては、検知システム(捜査犬含む)による2次的被害に気を付けてください、○高感度・高選択化学センサー、バイオセンサー素子の開発、○センサーからの信号処理技術、○爆薬や麻薬などの高感度検出分析技術、○クロスコンタミネーション抑制技術</p>
<p>76 外来種の移動拡散を支配する因子と侵略リスクの解析評価に基づく対策技術の確立</p>
<p>○外来種の早期発見を可能にする観測網の整備、○外来種の効果的な排除技術の開発、○社会影響までふくめた総合的な侵略リスクの評価手法の開発、○外来種の分布、生態、その他の生物学的データの蓄積、○上記の生物学的知見を用いた効率的な駆除手法、およびその効果の定量的評価、○生態学者が倫理学、政治学、社会学によりつよくコミットする、生態学的な妥当性を尊重しつつ、保全に関する社会的合意を形成できる専門家育成、○DNA バーコード技術、○必要なモニタリングデータ取得に資金をかける、○外来種の分布と遺伝子浸透の実態を把握、○在来種と外来種間での雑種形成機構の解明、○外来種の移動拡散を解析し予測する技術の開発(分布予測可能生や侵入リスクのマップ作成など)は可能である。しかしその予測をいかに実行するかが重要である</p>
<p>77 森林に対する越境大気汚染等の影響評価技術の確立</p>
<p>○高精度な各種の汚染物質の濃度測定器、○典型的な森林への乾性沈着量の測定、○全国的な森林への沈着量の見積もり、○越境大気汚染の把握、○量子ビーム等計測技術、○森林学との連携技術、○越境大気汚染と国内の大気汚染の寄与とを分けて予測評価する環境動態予測シミュレーション技術、○大気汚染による森林の悪影響の評価技術、○越境汚染と汚染沈着に関する実態把握のための計測精緻化、○上記観測結果をもとに、現状把握・将来予測するための大気化学輸送モデルの検証と精緻化、○上記沈着への応答を調べるための植物生理・生物地球化学、生態学的な観測とモデル化、○大気汚染物質計測手法の開発実用化、○森林に対する影響評価手法の開発実用化、○越境大気汚染の評価手法の開発実用化、○モニタリング、○大気循環の局地的な詳細シミュレーション、○越境大気汚染の寄与率を確実に推定する方法の確立、○汚染物質の森林に対する影響評価方法の確立、○施肥効果など交絡因子の区別</p>
<p>78 物質フロー、エネルギーフロー、リスク評価に基づくスマート都市システム設計手法</p>
<p>○バイオメテイクス、○情報学、○ナノ工学、○資源フロー、エネルギーフロー、都市機能、都市の価値などの定量化によるスマート都市評価技術の構築、○資源フロー、エネルギーフローのリアルタイム・モニタリング技術、およびそれらデータのビッグデータ解析技術の開発、○NON-Energy Benefit に関する計算手法の社会的コンセンサス、○業界ごとの縦割りのフローから、産業間を横断するフローの構築、○世界標準の指標の検討</p>
<p>79 携帯情報端末やリモートセンシング等に基づくビッグデータ 利用による植生分布と生態系機能のモニタリングシステム</p>
<p>○リモートモニタリング技術、○ビッグデータ処理、リアルタイム処理技術、○各種センシング技術、センシングデバイス技術、○一般からの情報の収集と、その信頼性を確保する技術、○継続的な環境モニタリングに対しての社会的理解を基盤とした長期的視点に基づく衛星計画、○民間航空機や無人機などを活用した上空からのユビキタスモニタリングシステムの構築、○携帯端末やリモートセンシングで取得される光学的データを科学的に役立てるための植物や生態系、その基礎となる放射環境や土壌環境の科学的理解の進展、○航空観測技術(観測手法、分析手法)の飛躍的精度向上、○大容量データの統一集積、分析システム、○衛星よりのセンサーデータと植生分布との関連を繋げる技術、○小型人工衛星の開発と運用技術の普及、○小型人工衛星の準天頂型衛星としての運用、○継続的な衛星リモートセンシング観測、○情報処理技術、○リモートセンシング等の広域波長域の安価な利用技術、○レーザー測量機器等による森林等植生の立体構造の簡易な測定技術、○現場における微気候等の安価で簡易モニタリングシステムの確立、○IT、○ビッグデータ、○リモートセンシング、○オープンソースのGIS・リモートセンシングシステム(特にデータベースの処理や管理)の高度化、○携帯情報端末利用者へのモニタリング技術や適切なアプリ・ソフト・ゲームの普及、生態系調査技術者へのITリテラシー教育、○生態系機能そのものの研究の進展、計測</p>

技術の向上
80 身近な生態系の変化を指標とした環境生態インパクト評価手法の確立
○インパクトレスポンスの統合的な調査、研究体系、○長期的な取り組みを評価する研究評価体系、○DNA バーコード、○メタゲノム解析、○環境ビッグデータの収集および解析、○継続的な環境モニタリング
81 生態系機能に基づく気候変動と災害の緩和と適応の統合技術
○空間情報にもとづく防災減災機能の評価技術、○空間情報にもとづく生態系サービスの評価技術、○行政における部局間連携を促進するための仕組みづくり、○生態系機能を解明し、その基礎的知見を利用した生態系構成生物の制御技術、○気候変動と災害の緩和がどの程度達成できるのかを評価する技術、○気候変動や気候変動による災害に適応していく技術、○生態地盤学の展開
82 生物生息環境の維持と水循環の健全化を両立するインフラストラクチャー整備技術
○湧水と水循環の関連、○湧水と水生生物の関係、○グリーンインフラの推進、○地下水を含めた水循環のモデル化、○水環境の連続性と生物生息環境の関係の把握
83 絶滅危惧種について遺伝的多様性を保存し再生する技術
○生態学者と分子生物学者の更なる協力、○遺伝的多様性地図の作製、○シードバンクの創設・種子繁殖法の確立、○標本から全ゲノムを解読する技術の確立
84 農山漁村の自然資源の復元・保全と都市の環境負荷を総合的に管理する市場経済的手法(生物多様性ミティゲーション・バンキングやオフセット・バンキングなど)の開発
○新しい物質生産に寄与する藻類利用や、循環利源利用技術の実現化、○日本型の持続可能な大規模農業・生産技術(今ある農地の保全)、○生物多様性の価値を的確に判断する評価技術の実用化、○モニタリング、○環境負荷を評価するための環境評価手法の開発および信頼性の向上、○都道府県および市町村における専門家の育成
85 湿地における生態系および生物多様性の再生技術
○樹木の湛水環境での適応機構の解明、○樹木の湛水環境下での造林技術の開発
86 ヒートアイランド、乾燥化、ハビタット消失を緩和するための技術
《特になし》
87 乾燥・砂漠地帯における植生の再生と維持管理技術
○遺伝子組換えを用いずに、高乾燥ストレス耐性を有する植物の研究開発、○半乾燥地における植物生産と放牧等の経済活動のバランスシステム、○河川流路の変更や地下水くみ上げによる環境負荷への影響評価、○共生菌による植物乾燥耐性の向上メカニズムの解明と活用技術、○土壌改良、○堆肥、○水分、○人工的簡易土壌の開発
88 森林と都市インフラ機能の両者を維持保全する横断的なシステム
○環境モニタリング技術(センシング技術を含む)、○環境シミュレーション技術の高度化、○森林地域へのアクセスを良くする、○森林保全技術の発展、○林業の再生、○都市のローカル大気汚染と越境大気汚染の解明、○情報学、○フェノミクス、○バイオテクノロジー、○両者共存のベネフィット分析、○両者共存の長期維持管理計画作成手法、○両者相互の影響度評価、○インフラ劣化予測技術、○環境影響評価予測技術、○未来志向の都市社会における合意形成技術、○都市社会の生態学的研究(アンケート等、既存の社会調査等ではない客観的な社会調査手法の確立)、○生物、社会インフラ等のモニタリング技術
89 エネルギー供給技術・システムについてコンセンサスが得られる双方向型リスクコミュニケーションの確立
○リスクコミュニケーション、○合意形成、○消費者行動、○産地産消エネルギーの開発(シェールガス・低レベル石炭)、○一次エネルギーを必要としない(少ない量)システム(燃料電池)の低コスト化、○安全性評価、○人材育成、特に、ファシリテータの育成、○モニタリング技術、○技術ではなく、社会合意の問題(合意形成のテクニックを技術と呼んでよいのであればそれが該当)、○日本国の主要エネルギーに対し、資源国での資源生産から国際輸送システムにおける各種リスクと双方向コミュニケーション内容の、特定と評価、○日本国の主要エネルギーに対し、資源国での資源生産から国際輸送システムにおける各種リスクに関する相方向コミュニケーションの目的と範囲の、特定、○日本国の主要エネルギーに対し、資源国での資源生産から国際輸送システムと国内利用システムに亘り、極力想定外の無いリスクの緩和コンセンサス項目の、評価と特定、○日頃からの近隣住民との対話と信頼関係の構築、○適切かつ論理的なリスクアセスメント、○簡易な ICT、○技術のリスクについて議論できる環境の整備と人々の議論に対する意識の向上
90 化粧品、食品などの消費財に関するナノ粒子使用の安全基準の策定
○ナノ粒子の細胞毒性確認、○ナノ粒子を用いた動物実験、○研究資金、○国際標準化手法の確立、○国内外研究者の協力、○ナノの測定技術、○ナノの毒性評価手法開発、○ナノの除去、無毒化技術、○安全基準、○ナノ粒子、○粉碎技術
91 人の健康、農業生産、自然生態系に対して長期的な有害性を持つ化学物質のリスクを管理・低減する技術

○法的規制の徹底と罰則の強化、○社会的合意形成プロセスも含めたリスク管理に対する新たな考え方の導入、○生態系への影響評価手法の高度化、○多様な長期毒性、継世代毒性の評価手法の高度化、○物質特性の評価、予測技術、○有害性をコストパフォーマンス良好に試験評価する技術、○革新的有害物質削減技術、○難分解・高蓄積性物質を短時間、低コストで効率的に評価(実測技術)する技術、○難分解・高蓄積性物質、高毒性物質を計算により予測評価する技術、○環境中で化学物質がどの媒体にどのように残留するか予測・評価する技術、○化学分析と併用できる生物によるリスク解析技術の開発、○有害化学物質の検出・同定技術の開発、○有害化学物質の作用機序を明らかにした上での低減化技術の開発、○毒性試験、有害試験方法の迅速な評価試験法の確立、○農薬の使用に係るリスク&ベネフィット分析技術の開発、○小中高校における農薬に関連した理解度の向上、○低濃度有害化学物質(VOC等)に対してはプラズマ・触媒複合技術、○低温高活性触媒:金ナノ粒子を担持した春田触媒など(去年度ノーベル賞候補)

92 低線量放射線リスクに関する合意形成手法の確立

○多面的な放射線測定技術、○放射線影響医学データの蓄積と解析(データ処理技術)、○放射線影響を評価する遺伝子解析技術、○調査しにくい。予算も少なく調査可能範囲も実際限定され国のサポートも無いに等しい。少なくとも調査に前向きではない、○医学的視点に立った経年影響度の知見(含む、年齢、性別による影響)、○時系列的な大気伝搬・拡散の解析、○低線量放射線程度の遮蔽や漏洩防止する技術、○統一見解が見出せる生物学的と物理・化学的な手法の開発、○測定データの公開、○エビデンスに基づいたガイドラインの策定、○低線量放射線が生体に及ぼす影響評価、○被ばく者の疫学調査と生物影響研究による低線量放射線被ばくの発がん及び非がんリスクの定量化技術、○小中学校における放射線と被ばくリスクに関する初等・中等教育の実施、○放射線生物・疫学研究者と心療内科医師の協同による低線量放射線リスク講演会の継続的な実施、○手法はあるので、それを確立できるかどうかである

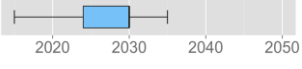
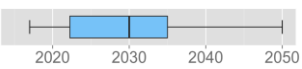

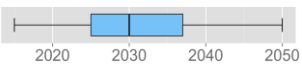
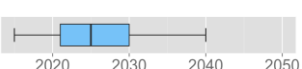
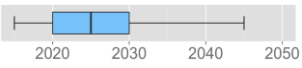
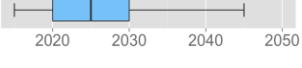
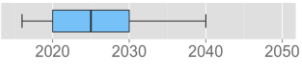
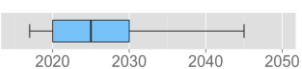

93 開発行為が自然界に与える影響を定量的に予測し、自然の再生速度を考慮した影響シミュレーション評価技術

○数理モデリング技術とデータ同化、○数理的最適意思決定、○タグチメソッドのようなロバストパラメータ設計



5. 7. 集計結果一覧

細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	回答者の 専門性(%)			研究開発特性 (指数)					年	技術的実現 実現年幅
				高	中	低	重要度	国際競争力	不確実性	非連続性	倫理性		
エネルギー生産	1	太陽熱等を利用した水素製造技術	224	14	24	62	3.20	2.79	2.60	2.51	2.06	2025	
	2	微生物発酵による水分解等を利用した水素製造技術	123	7	23	71	2.76	2.61	2.71	2.61	2.19	2025	
	3	バイオマスからのエネルギーと有用物質のコプロダクション	227	20	30	50	3.25	2.71	2.47	2.38	2.20	2024	
	4	ナトリウム、マグネシウムを用いたエネルギー技術	110	7	24	69	2.84	2.79	2.73	2.74	2.02	2025	
	5	褐炭などの低品位化石燃料を利用するCO2回収型ガス化複合発電	146	7	27	66	3.28	3.04	2.24	2.15	2.11	2022	
	6	効率46%(HHV基準)を実現する720℃級超臨界圧火力発電	100	9	29	62	3.36	3.26	2.41	2.19	2.05	2022	
	7	大規模で高効率のガスタービン(入口温度1700℃以上)による大型複合サイクル発電	129	11	26	64	3.43	3.22	2.26	2.15	1.97	2021	
	8	全国の温泉地で地熱を利用した発電が普及する	206	7	19	74	2.79	2.84	2.35	2.11	2.29	2022	
	9	バイナリー発電やヒートポンプなどによる1MWクラスの中低温地熱資源利用技術	117	8	28	64	2.91	2.93	2.30	2.19	2.17	2022	
	10	10MW級洋上浮体式風力発電	157	8	18	74	3.07	2.61	2.49	2.26	2.36	2020	

技術的 実現		技術実現のための 重点施策(%)					社会実装				社会実装のための 重点施策(%)				
実現しない(%)	わからない(%)	人材戦略	資源配分	連携・協力	環境整備	その他	年	実装年幅	実装しない(%)	わからない(%)	人材戦略	資源配分	連携・協力	環境整備	その他
8.9	6.7	16.1	30.9	25.8	22.1	5.1	2030		12.9	15.6	12.7	22.1	19.2	41.3	4.7
19.5	17.1	18.0	31.5	22.5	19.8	8.1	2030		24.4	27.6	10.0	25.5	14.5	40.9	9.1
4.8	8.8	16.0	35.7	23.5	19.7	5.2	2025		6.2	14.5	12.1	19.5	18.1	41.9	8.4
17.3	20	21.4	29.1	22.3	15.5	11.7	2030		18.2	26.4	10.6	23.1	20.2	34.6	11.5
4.8	8.2	15.2	44.9	14.5	22.5	2.9	2025		4.1	14.4	9.3	30.0	18.6	38.6	3.6
2.0	9.0	12.4	52.6	18.6	14.4	2.1	2025		3.0	10.0	7.3	39.6	15.6	34.4	3.1
2.3	7.0	13.5	56.3	15.1	14.3	0.8	2025		1.6	8.5	6.3	48.4	11.9	31.0	2.4
10.2	4.9	4.1	19.6	13.9	56.7	5.7	2025		16.5	9.7	5.1	12.1	13.6	61.6	7.6
4.3	8.5	9.2	34.9	18.3	33.0	4.6	2025		5.1	14.5	6.4	24.5	17.3	48.2	3.6
7.6	10.2	10.0	38.7	14.0	30.7	6.7	2025		11.5	15.3	7.3	25.8	16.6	43.0	7.3

細目	トピック番号	トピック	回答者(人)	回答者の専門性(%)			研究開発特性(指数)					年	技術的実現 実現年幅
				高	中	低	重要度	国際競争力	不確実性	非連続性	倫理性		
エネルギー生産	11	メガワットクラス以上の出力を有する波浪、潮汐、潮流、海洋温度差発電等の海洋エネルギー資源利用発電技術	124	8	20	72	2.76	2.61	2.70	2.45	2.17	2024	
	12	宇宙太陽発電システム(宇宙空間で太陽光を利用して発電を行い、電力を地上に伝送するシステム)	167	4	18	78	2.56	2.56	3.29	3.00	2.64	2030	
	13	核融合発電	195	25	23	52	3.24	3.12	3.19	3.09	2.80	2040	
	14	核燃料サイクル及び一体型高速炉(IFR)を含む高速増殖炉(FBR)システム技術	160	14	34	53	3.11	2.94	2.89	2.64	3.19	2030	
	15	濃縮度 5%超燃料が使用可能、プラント寿命が 80 年、立地条件を選ばないなどの特徴を有する次世代標準化軽水炉技術	111	11	31	59	2.98	2.85	2.68	2.39	3.15	2030	
エネルギー消費	16	家庭用燃料電池システムが新築住宅の 10%以上で採用される	139	9	35	56	2.98	3.05	2.24	2.22	2.04	2025	
	17	燃料電池車が新車販売の 10%以上になる	137	10	37	53	3.08	3.29	2.68	2.56	2.05	2025	
	18	200°Cを越える蒸気生成が可能な産業用ヒートポンプ	40	10	43	48	3.00	3.16	2.60	2.50	2.05	2022	
	19	民生用超高効率ヒートポンプ(空調冷房用 COP≧12、給湯用 COP≧8)	49	10	37	53	3.22	3.33	2.49	2.45	2.08	2025	
	20	新規建築の 30%以上に普及可能な汎用型 BEMS、HEMS システム	68	16	32	51	3.09	2.89	2.10	2.08	2.16	2020	

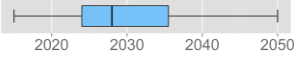
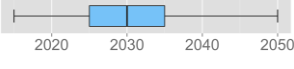
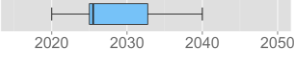
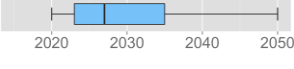
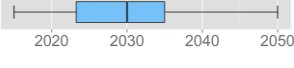
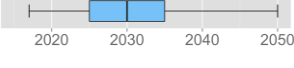
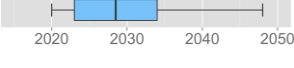


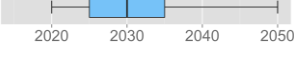


技術的実現		技術実現のための重点施策(%)					社会実装					社会実装のための重点施策(%)				
実現しない(%)	わからない(%)	人材戦略	資源配分	連携・協力	環境整備	その他	年	実装年幅	実装しない(%)	わからない(%)	人材戦略	資源配分	連携・協力	環境整備	その他	
10.5	16.1	9.4	41.9	16.2	25.6	6.8	2030		16.9	22.6	6.8	29.9	16.2	39.3	7.7	
37.1	15.0	15.4	34.2	22.1	17.4	10.7	2038		44.3	22.2	10.2	25.2	24.5	25.2	15.0	
21.0	15.4	28.3	25.5	26.6	12.5	7.1	2050		30.3	18.5	18.6	27.1	26.0	19.8	8.5	
25.6	10.6	17.1	22.6	20.5	32.2	7.5	2035		31.9	20.0	10.6	15.6	19.1	44.7	9.9	
23.4	13.5	16.5	29.1	18.4	29.1	6.8	2030		27.9	20.7	10.0	17.0	15.0	48.0	10.0	
9.4	4.3	4.7	25.2	18.9	46.5	4.7	2025		15.1	7.9	3.0	21.2	15.2	56.8	3.8	
11.7	8.8	4.8	31.5	16.9	44.4	2.4	2030		19.7	13.1	3.8	14.5	9.9	68.7	3.1	
2.5	17.5	16.2	40.5	27.0	10.8	5.4	2025		2.5	17.5	5.6	36.1	13.9	33.3	11.1	
6.1	10.2	13.6	54.5	13.6	15.9	2.3	2030		10.2	16.3	6.7	37.8	20.0	31.1	4.4	
2.9	2.9	3.1	30.8	21.5	43.1	1.5	2025		4.4	7.4	3.0	19.4	14.9	58.2	4.5	

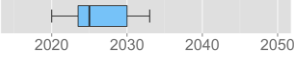
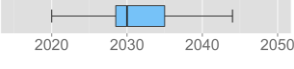

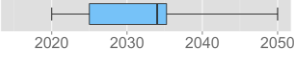

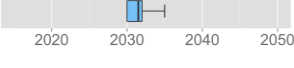
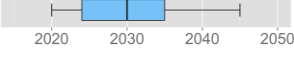



細目	トピック番号	トピック	回答者(人)	回答者の専門性(%)			研究開発特性(指数)					技術的実現	
				高	中	低	重要度	国際競争力	不確実性	非連続性	倫理性	年	実現年幅
エネルギー消費	21	小都市(人口 10 万人未満)における100%再生エネルギーのスマートシティ化を実現する、簡易版スマートグリッド制御システム	91	11	23	66	3.09	2.85	2.70	2.56	2.21	2025	
	22	小都市(人口 10 万人未満)における、エネルギー自給自足、完全資源循環のクローズドサイクル化の実現(燃料電池、バイガス、自然エネルギー、雨水などを統合)	90	9	23	68	3.03	2.70	2.80	2.66	2.20	2025	
	23	自動車に搭載されている蓄電池や燃料電池を用い、家庭や需要家等への給電・配電制御を可能とするシステム	112	8	27	65	2.89	3.05	2.21	2.20	1.90	2020	
	24	エネルギー効率が50%の自動車エンジン	75	25	29	45	3.43	3.26	2.81	2.60	1.84	2025	
	25	現在、世界の全エネルギー消費の10%を占めるハーバー・ボッシュ法に代わる、エネルギー消費の少ないアンモニア製造法	55	13	20	67	3.18	2.84	2.86	2.94	2.02	2025	
エネルギー流通・変換・貯蔵・輸送	26	1000kV 級の直流送電システム	68	24	28	49	3.07	2.98	2.37	2.44	2.34	2024	
	27	現在の275kV CVケーブル(架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル)と同等の容量をもつ66-77kV超電導送電ケーブル	49	12	24	63	2.92	3.04	2.46	2.50	2.00	2025	
	28	自動車の走行中の非接触充電技術	91	8	20	73	3.01	3.05	2.56	2.52	2.20	2023	
	29	新規の水素貯蔵材料技術(水素貯蔵量10重量%以上、放出温度100°C程度)	107	11	37	51	3.32	3.05	2.88	2.86	2.08	2025	
	30	燃料電池自動車への水素供給インフラネットワーク(水素ステーション:5000箇所)	133	8	35	56	3.30	3.05	2.46	2.41	2.48	2025	

技術的 実現		技術実現のための 重点施策(%)					社会実装					社会実装のための 重点施策(%)				
実現しない(%)	わからない(%)	人材戦略	資源配分	連携・協力	環境整備	その他	年	実装年幅	実装しない(%)	わからない(%)	人材戦略	資源配分	連携・協力	環境整備	その他	
16.5	13.2	4.7	36.0	19.8	34.9	4.7	2028		27.5	19.8	3.4	19.3	19.3	50.0	8.0	
21.1	12.2	11.9	28.6	19.0	34.5	6.0	2030		27.8	24.4	3.6	13.3	24.1	49.4	9.6	
6.2	2.7	2.0	25.7	17.8	49.5	5.0	2025		8.9	8.9	0.9	13.1	15.0	61.7	9.3	
18.7	8.0	27.5	43.5	18.8	5.8	4.3	2030		18.7	8.0	20.6	44.1	20.6	11.8	2.9	
5.5	14.5	32.0	38.0	18.0	8.0	4.0	2030		7.3	23.6	10.2	49.0	22.4	16.3	2.0	
2.9	10.3	7.5	34.3	31.3	19.4	7.5	2029		11.8	14.7	6.2	25.0	31.2	28.1	9.4	
10.2	12.2	14.6	50.0	12.5	20.8	2.1	2025		18.4	12.2	8.5	36.2	21.3	29.8	4.3	
11.0	13.2	8.3	31	16.7	40.5	3.6	2028		13.2	19.8	7.3	19.5	13.4	54.9	4.9	
10.3	16.8	26.0	33.3	17.7	21.9	1.0	2030		12.1	19.6	10.3	30.9	22.7	32.0	4.1	
6.8	7.5	1.6	33.6	16.4	45.1	3.3	2028		10.5	8.3	5.0	24.8	16.5	52.1	1.7	

細目	トピック番号	トピック	回答者(人)	回答者の専門性(%)			研究開発特性(指数)					年	技術的実現 実現年幅
				高	中	低	重要度	国際競争力	不確実性	非連続性	倫理性		
エネルギー 流通・変換・貯蔵・輸送	31	CO <sub>2</sub> フリーの未利用熱源を利用したスターリングエンジンによる動力回収システム	57	4	25	72	2.54	2.52	2.61	2.35	1.83	2025	
	32	1MW、50kWh 級電力貯蔵用超電導フライホイール	61	5	33	62	2.73	2.74	2.47	2.35	1.85	2024	
	33	数 kWh ないし数十 kWh 規模の電力安定度向上用の超電導磁気エネルギー貯蔵システム	54	13	30	57	2.80	2.79	2.58	2.59	1.91	2024	
	34	木質系バイオマス発電の経済性を向上させるための森林生産システムの構築	69	14	32	54	3.03	2.36	2.58	2.43	2.40	2025	
	35	バイオテクノロジーを用いた GTL(Gas To Liquid)技術	60	7	28	65	2.88	2.52	2.83	2.56	2.30	2025	
	36	MW 規模の系統連系安定化用長寿命二次電池(サイクル寿命:20 年以上、コスト 1.5 万円/kWh 以下)	68	18	37	46	3.35	3.03	2.78	2.65	1.94	2025	
資源	37	IT、衛星などを有効活用した効率的な鉱山探査技術	38	11	26	63	3.32	2.78	2.31	2.17	2.17	2025	
	38	海洋鉱物資源の採取に必要な採鉱、揚鉱技術	37	8	35	57	3.72	3.08	2.89	2.70	2.46	2025	
	39	環境汚染のないシェールガス採掘技術	69	4	13	83	3.33	2.29	2.75	2.63	2.69	2025	
	40	チタンを現在の 50%以下のコストで製錬する技術	26	8	19	73	3.27	3.16	2.73	2.65	1.89	2025	

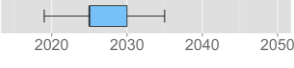
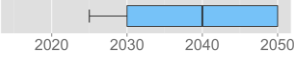
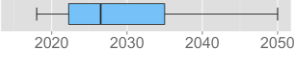
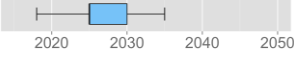
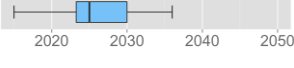
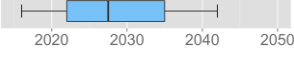
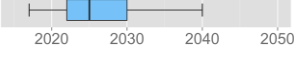
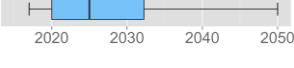


技術的実現		技術実現のための重点施策(%)					社会実装					社会実装のための重点施策(%)				
実現しない(%)	わからない(%)	人材戦略	資源配分	連携・協力	環境整備	その他	年	実装年幅	実装しない(%)	わからない(%)	人材戦略	資源配分	連携・協力	環境整備	その他	
19.3	15.8	20.0	30.0	22.0	22.0	6.0	2028		24.6	24.6	6.2	29.2	16.7	41.7	6.2	
16.4	14.8	8.6	48.3	22.4	19.0	1.7	2030		26.2	24.6	7.1	39.3	19.6	28.6	5.4	
14.8	14.8	13.7	45.1	21.6	15.7	3.9	2025		24.1	22.2	7.8	35.3	15.7	33.3	7.8	
11.6	15.9	15.9	14.3	19.0	42.9	7.9	2027		14.5	17.4	6.3	15.9	25.4	44.4	7.9	
18.3	10.0	21.8	36.4	14.5	20.0	7.3	2030		25.0	21.7	9.4	30.2	24.5	26.4	9.4	
5.9	5.9	18.8	50.0	18.8	9.4	3.1	2030		8.8	10.3	8.2	45.9	14.8	26.2	4.9	
2.6	7.9	25	27.8	30.6	11.1	5.6	2028		5.3	10.5	20.6	32.4	29.4	11.8	5.9	
2.7	8.1	14.3	45.7	25.7	14.3	0.0	2030		5.4	5.4	17.1	42.9	20.0	20.0	0.0	
10.1	13.0	16.4	28.4	34.3	16.4	4.5	2028		17.4	21.7	10.9	26.6	26.6	29.7	6.2	
3.8	15.4	26.9	46.2	19.2	7.7	0.0	2030		3.8	15.4	15.4	57.7	15.4	11.5	0.0	

細目	トピック番号	トピック	回答者(人)	回答者の専門性(%)			研究開発特性(指数)				年	技術的実現 実現年幅	
				高	中	低	重要度	国際競争力	不確実性	非連続性			倫理性
資源	41	銅鉱山におけるヒ素処理保存技術	32	13	31	56	3.38	3.14	2.33	2.33	2.53	2025	
	42	メタンハイドレート採掘利用技術	66	3	20	77	3.35	3.14	2.83	2.83	2.45	2025	
	43	海水中から経済的にウランなどの稀少金属を回収する技術	53	13	30	57	3.15	3.04	2.63	2.69	2.42	2026	
	44	深度 15km、温度 400℃を基本仕様とする超深度掘削技術	25	12	36	52	3.12	2.64	3.17	2.84	2.12	2030	
	45	熱水鉱床からの深海底金属資源の経済的採取技術	33	15	24	61	3.36	2.77	2.85	2.73	2.42	2030	
リユース・リサイクル	46	空気中から効果的にヘリウムを回収する技術	24	0	25	75	2.87	2.25	2.61	2.42	1.71	2026	
	47	レアメタル品位の低い特殊鋼などの使用済製品からも有用金属を経済的に分離、回収する技術	54	26	11	63	3.41	3.23	2.42	2.42	2.15	2025	
	48	小型電子機器類、廃棄物・下水汚泥焼却飛灰からレアメタルを合理的に回収・利用する技術	62	26	18	56	3.39	3.19	2.36	2.20	2.10	2022	
	49	多くのレアメタルの必要資源量の 50%以上が都市鉱山から供給される	57	28	14	58	3.23	3.09	2.47	2.46	2.14	2025	
	50	各種の基礎工業品生産が可能となるバイオマスリファイナリー形成の実現	49	27	22	51	3.21	2.79	2.85	2.64	2.40	2025	

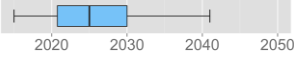
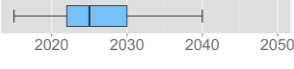
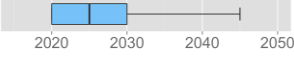

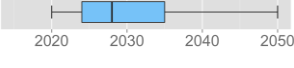

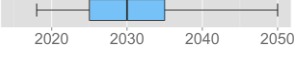



技術的 実現		技術実現のための 重点施策(%)					社会実装					社会実装のための 重点施策(%)				
実現しない(%)	わからない(%)	人材戦略	資源配分	連携・協力	環境整備	その他	年	実装年幅	実装しない(%)	わからない(%)	人材戦略	資源配分	連携・協力	環境整備	その他	
3.1	3.1	25.8	45.2	22.6	6.5	0.0	2025		3.1	3.1	6.5	38.7	25.8	29.0	0.0	
12.1	13.6	11.5	50.8	23.0	13.1	1.6	2030		13.6	16.7	9.8	32.8	23.0	32.8	1.6	
7.5	7.5	24.0	46.0	12.0	12.0	6.0	2035		9.4	18.9	8.3	33.3	14.6	35.4	8.3	
0.0	32.0	8.3	50.0	29.2	8.3	4.2	2034		8.0	28.0	13.0	47.8	13.0	26.1	0.0	
6.1	18.2	12.5	53.1	18.8	12.5	3.1	2035		6.1	18.2	3.2	48.4	25.8	19.4	3.2	
20.8	25.0	30.4	13.0	34.8	21.7	0.0	2031		25	33.3	13.0	26.1	34.8	26.1	0.0	
1.9	13.0	13.7	31.4	25.5	27.5	2.0	2030		5.6	20.4	9.8	25.5	19.6	43.1	2.0	
3.2	9.7	15.5	37.9	17.2	29.3	0.0	2026		8.1	9.7	8.8	24.6	21.1	40.4	5.3	
5.3	17.5	15.4	36.5	15.4	30.8	1.9	2030		12.3	21.1	7.7	19.2	21.2	46.2	5.8	
4.1	16.3	15.6	31.1	31.1	22.2	0.0	2031		12.2	20.4	18.2	27.3	25.0	27.3	2.3	

細目	トピック番号	トピック	回答者(人)	回答者の専門性(%)			研究開発特性(指数)					年	技術的実現 実現年幅
				高	中	低	重要度	国際競争力	不確実性	非連続性	倫理性		
リユース・リサイクル	51	廃棄物の選別・分別システムをより向上させるための選別センサー技術	54	17	22	61	3.32	2.96	2.30	2.02	2.08	2020	
	52	高レベル放射性廃棄物中の放射性核種を加速器の使用により核変換して、廃棄物量を激減させる技術	40	15	18	68	3.28	2.86	3.13	2.85	2.82	2030	
水	53	衛星観測と地上観測の効果的な統合により、全国の地下水マップの一般化	71	15	24	61	3.13	2.80	2.82	2.38	2.22	2025	
	54	水環境質の非接触型連続センシングによる水域同時連続モニタリング技術	54	6	31	63	3.11	2.76	2.57	2.30	2.08	2025	
	55	都市洪水、高潮、地盤沈下等の人口密集地における統合的水管理技術	65	15	37	48	3.46	3.10	2.44	2.20	2.60	2025	
	56	雪を資源として有効利用するための気候・降雪モデルや観測に基づく、情報提供技術(半年、3ヶ月、1週間等)	52	10	33	58	2.92	2.58	2.42	2.24	2.02	2025	
	57	上水供給における有害微量化学物質、病原微生物等の連続モニタリング技術	57	12	46	42	3.40	3.02	2.26	2.24	2.54	2020	
	58	抗生物質成分を除去する下水処理技術	41	15	37	49	2.85	2.70	2.22	2.13	2.53	2024	
	59	エネルギー・資源を回収する下水処理技術	71	15	27	58	3.34	2.97	2.43	2.32	2.16	2025	
	60	エネルギー効率を50%以上向上した逆浸透膜浄水技術	39	5	31	64	3.24	3.23	2.32	2.14	1.97	2022	



技術的実現		技術実現のための重点施策(%)					社会実装					社会実装のための重点施策(%)				
実現しない(%)	わからない(%)	人材戦略	資源配分	連携・協力	環境整備	その他	年	実装年幅	実装しない(%)	わからない(%)	人材戦略	資源配分	連携・協力	環境整備	その他	
1.9	9.3	8.0	36.0	34.0	22.0	0.0	2025		1.9	11.1	3.9	37.3	23.5	35.3	0.0	
17.5	20.0	29.7	27.0	24.3	13.5	5.4	2040		22.5	25.0	16.2	32.4	10.8	35.1	5.4	
11.3	12.7	23.2	31.9	26.1	14.5	4.3	2026		11.3	18.3	22.7	25.8	30.3	21.2	0.0	
7.4	11.1	21.6	45.1	13.7	17.6	2.0	2025		11.1	13.0	31.4	39.2	13.7	13.7	2.0	
3.1	6.2	30.2	30.2	22.2	15.9	1.6	2025		3.1	9.2	14.3	25.4	27.0	30.2	3.2	
1.9	17.3	23.5	41.2	9.8	25.5	0.0	2027		3.8	21.2	15.7	35.3	15.7	31.4	2.0	
3.5	1.8	14.8	50.0	20.4	13.0	1.9	2025		3.5	3.5	18.9	34.0	20.8	22.6	3.8	
4.9	7.3	25.6	51.3	17.9	2.6	2.6	2025		9.8	17.1	17.9	33.3	20.5	17.9	10.3	
0.0	5.6	20.0	46.2	15.4	16.9	1.5	2029		0.0	14.1	17.6	29.4	19.1	29.4	4.4	
2.6	10.3	17.1	45.7	22.9	11.4	2.9	2025		5.1	7.7	16.7	44.4	19.4	19.4	0.0	

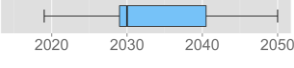
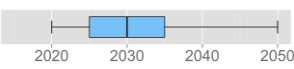

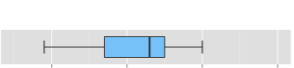

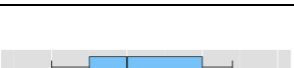

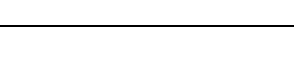
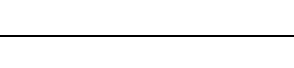
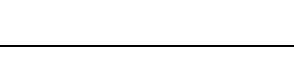
細目	トピック番号	トピック	回答者(人)	回答者の専門性(%)			研究開発特性(指数)					年	技術的実現 実現年幅
				高	中	低	重要度	国際競争力	不確実性	非連続性	倫理性		
水	61	途上国で一般利用できる経済性のある汚染水浄化・再利用技術	74	11	30	59	3.64	3.21	2.33	2.11	2.40	2020	
	62	バラスト水の有効利用	30	3	23	73	2.83	2.93	2.31	2.07	2.28	2022	
	63	BOD、COD、T-N 等に代替して水環境の質を評価できる統合水質指標の確立	57	28	40	32	2.91	2.75	2.46	2.37	2.30	2022	
地球温暖化	64	化石燃料を使用しない船舶・飛行機	75	8	27	65	3.35	2.73	2.88	2.76	2.23	2030	
	65	温暖化と大気汚染等との組み合わせによる激甚気象災害(異常気象)発生機構の解明	88	19	20	60	3.48	2.89	3.07	2.54	2.27	2025	
	66	トレードオフ、経済性等を考慮した温室効果ガス排出削減対策と選択手法	73	11	36	53	3.48	2.79	2.89	2.54	2.75	2025	
	67	海水酸性化による生物多様性、とりわけ漁業資源への影響調査技術	54	4	22	74	3.30	2.82	2.83	2.33	2.35	2025	
	68	気候変動による食料生産への影響の予測技術	88	8	23	69	3.65	2.83	2.86	2.37	2.39	2025	
	69	局所的ゲリラ豪雨等を 100m メッシュで予測する技術	85	12	29	59	3.49	3.06	3.01	2.47	2.01	2022	
	70	大気大循環と海洋大循環を組み合わせた温暖化の定量的モデルの確立	86	16	23	60	3.47	3.01	2.97	2.40	2.13	2025	

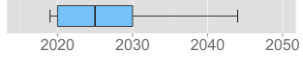
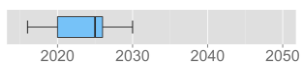
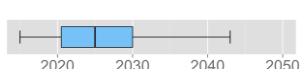
技術的 実現		技術実現のための 重点施策(%)					社会実装					社会実装のための 重点施策(%)				
実現しない(%)	わからない(%)	人材戦略	資源配分	連携・協力	環境整備	その他	年	実装年幅	実装しない(%)	わからない(%)	人材戦略	資源配分	連携・協力	環境整備	その他	
0.0	4.1	18.8	34.8	30.4	13.0	2.9	2025		1.4	4.1	7.2	33.3	44.9	11.6	2.9	
6.7	0.0	11.1	29.6	29.6	18.5	11.1	2025		10.0	3.3	12.0	28.0	36.0	16.0	8.0	
7.0	14.0	19.2	26.9	28.8	21.2	3.8	2025		8.8	26.3	13.7	15.7	29.4	33.3	7.8	
9.3	17.3	20.5	32.9	24.7	17.8	4.1	2035		16.0	21.3	12.3	26.0	21.9	30.1	9.6	
6.8	21.6	32.9	28.2	25.9	8.2	4.7	2028		10.2	28.4	29.8	16.7	25.0	23.8	4.8	
4.1	8.2	18.6	24.3	35.7	14.3	7.1	2030		8.2	15.1	12.9	12.9	35.7	34.3	4.3	
5.6	16.7	19.6	37.3	29.4	9.8	3.9	2030		7.4	22.2	12.0	18.0	42.0	22.0	6.0	
3.4	12.5	33.7	24.1	27.7	10.8	3.6	2027		6.8	17.0	18.1	20.5	32.5	25.3	3.6	
5.9	10.6	16.5	48.1	13.9	20.3	1.3	2025		4.7	10.6	13.9	35.4	17.7	30.4	2.5	
3.5	17.4	38.3	28.4	23.5	7.4	2.5	2026		5.8	22.1	18.8	30.0	32.5	16.2	2.5	

細目	トピック番号	トピック	回答者(人)	回答者の専門性(%)			研究開発特性(指数)					年	技術的実現 実現年幅
				高	中	低	重要度	国際競争力	不確実性	非連続性	倫理性		
環境保全	71	塩害農耕地土壌の簡易・迅速修復技術の開発	58	7	21	72	3.16	2.75	2.15	2.17	2.26	2023	
	72	環境中への拡散・移動と蓄積を考慮した石炭燃焼排ガス中の水銀を除去する技術	33	6	39	55	2.94	2.97	2.12	2.18	2.18	2021	
	73	アオコ、赤潮を引き起こす藻類の発生を抑制する細菌、捕食する微小動物の利用技術	50	8	24	68	2.98	2.61	2.71	2.47	2.44	2025	
	74	水・土壌からの放射性物質の確実な除染技術	90	16	29	56	3.57	2.96	2.76	2.65	2.83	2025	
環境解析・予測	75	公共・集客施設、空港・港湾、鉄道等の交通インフラにおける、極微量の爆薬、麻薬、放射性物質、病原微生物の迅速かつ正確な検知システム	39	15	28	56	3.50	3.03	2.61	2.58	2.73	2020	
	76	外来種の移動拡散を支配する因子と侵略リスクの解析評価に基づく対策技術の確立	40	5	35	60	3.26	2.62	2.87	2.22	2.68	2025	
	77	森林に対する越境大気汚染等の影響評価技術の確立	50	10	24	66	3.25	2.91	2.62	2.13	2.19	2023	
	78	物質フロー、エネルギーフロー、リスク評価に基づくスマート都市システム設計手法	38	16	26	58	3.16	2.97	2.61	2.46	2.46	2020	
	79	携帯情報端末やリモートセンシング等に基づくビッグデータ 利用による植生分布と生態系機能のモニタリングシステム	54	9	30	61	2.94	2.88	2.60	2.35	2.18	2020	
環境創成	80	身近な生態系の変化を指標とした環境生態インパクト評価手法の確立	47	13	36	51	3.17	2.68	2.70	2.13	2.37	2025	

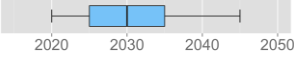
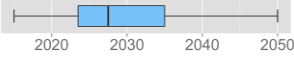
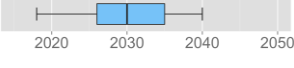
技術的 実現		技術実現のための 重点施策(%)					社会実装					社会実装のための 重点施策(%)				
実現しない(%)	わからない(%)	人材戦略	資源配分	連携・協力	環境整備	その他	年	実装年幅	実装しない(%)	わからない(%)	人材戦略	資源配分	連携・協力	環境整備	その他	
5.2	13.8	19.2	38.5	21.2	19.2	1.9	2025		6.9	19.0	22.6	30.2	24.5	17.0	5.7	
3.0	6.1	22.6	38.7	16.1	19.4	3.2	2025		3.0	6.1	13.3	30	26.7	23.3	6.7	
10.0	20.0	36.6	39.0	9.8	14.6	0.0	2028		18.0	26	16.7	33.3	23.8	26.2	0.0	
13.3	16.7	27.4	33.3	17.9	16.7	4.8	2029		12.2	18.9	22.4	31.8	22.4	16.5	7.1	
0.0	5.1	28.9	44.7	15.8	10.5	0.0	2030		2.6	10.3	13.9	36.1	22.2	27.8	0.0	
7.5	22.5	18.4	31.6	34.2	15.8	0.0	2030		10.0	27.5	16.2	27.0	29.7	24.3	2.7	
2.0	12	15.6	42.2	33.3	8.9	0.0	2030		2.0	20	15.6	22.2	37.8	24.4	0.0	
2.6	10.5	20.0	31.4	34.3	11.4	2.9	2025		2.6	23.7	11.1	30.6	27.8	27.8	2.8	
1.9	16.7	22.9	41.7	20.8	14.6	0.0	2025		1.9	27.8	12.8	29.8	34.0	21.3	2.1	
2.1	10.6	26.8	34.1	29.3	7.3	2.4	2026		2.1	10.6	19.0	23.8	28.6	21.4	7.1	

細目	トピック番号	トピック	回答者(人)	回答者の専門性(%)			研究開発特性(指数)					年	技術的実現 実現年幅
				高	中	低	重要度	国際競争力	不確実性	非連続性	倫理性		
環境創成	81	生態系機能に基づく気候変動と災害の緩和と適応の統合技術	36	11	33	56	3.42	2.84	2.97	2.58	2.53	2030	
	82	生物生息環境の維持と水循環の健全化を両立するインフラストラクチャー整備技術	41	15	34	51	3.15	2.83	2.49	2.35	2.37	2025	
	83	絶滅危惧種について遺伝的多様性を保存し再生する技術	31	0	42	58	3.00	2.79	2.45	2.42	2.68	2025	
	84	農山漁村の自然資源の復元・保全と都市の環境負荷を総合的に管理する市場経済的手法(生物多様性ミティゲーション・バンキングやオフセット・バンキングなど)の開発	35	14	29	57	2.94	2.42	2.77	2.57	2.74	2025	
	85	湿地における生態系および生物多様性の再生技術	36	17	36	47	3.11	2.78	2.53	2.28	2.28	2025	
	86	ヒートアイランド、乾燥化、ハビタット消失を緩和するための技術	29	3	31	66	3.17	2.91	2.75	2.66	2.41	2026	
	87	乾燥・砂漠地帯における植生の再生と維持管理技術	29	3	31	66	3.45	2.80	2.69	2.45	2.03	2028	
	88	森林と都市インフラ機能の両者を維持保全する横断的なシステム	30	10	40	50	3.21	2.69	2.50	2.53	2.57	2030	
リスクマネジメント	89	エネルギー供給技術・システムについてコンセンサスが得られる双方向型リスクコミュニケーションの確立	42	17	29	55	3.43	2.41	2.71	2.45	3.14	2022	
	90	化粧品、食品などの消費財に関するナノ粒子使用の安全基準の策定	34	15	21	65	3.24	2.70	2.58	2.30	2.91	2024	

技術的 実現		技術実現のための 重点施策(%)					社会実装					社会実装のための 重点施策(%)				
実現しない(%)	わからない(%)	人材戦略	資源配分	連携・協力	環境整備	その他	年	実装年幅	実装しない(%)	わからない(%)	人材戦略	資源配分	連携・協力	環境整備	その他	
5.6	11.1	28.1	34.4	25.0	12.5	0.0	2030		8.3	13.9	21.9	25	25	28.1	0.0	
0.0	12.2	10.8	56.8	13.5	18.9	0.0	2030		2.4	12.2	7.9	28.9	26.3	36.8	0.0	
6.5	6.5	25.0	28.6	25.0	21.4	0.0	2030		9.7	6.5	20.7	20.7	20.7	37.9	0.0	
2.9	14.3	21.9	28.1	25.0	25.0	0.0	2033		11.4	22.9	18.8	12.5	31.2	34.4	3.1	
0.0	5.6	11.8	58.8	17.6	11.8	0.0	2030		0.0	8.3	2.9	41.2	20.6	35.3	0.0	
0.0	13.8	11.5	26.9	19.2	42.3	0.0	2030		3.4	20.7	7.7	15.4	30.8	42.3	3.8	
0.0	3.4	23.1	57.7	15.4	3.8	0.0	2033		3.4	6.9	3.8	50.0	34.6	11.5	0.0	
6.7	10.0	20.7	34.5	17.2	27.6	0.0	2035		10.0	16.7	14.3	28.6	10.7	46.4	0.0	
2.4	16.7	43.6	7.7	30.8	12.8	5.1	2025		7.1	14.3	45.9	2.7	27.0	21.6	2.7	
0.0	2.9	9.4	31.2	34.4	21.9	3.1	2025		0.0	2.9	18.8	9.4	40.6	31.2	0.0	

細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	回答者の 専門性(%)			研究開発特性 (指数)					年	技術的実現 実現年幅
				高	中	低	重要度	国際競争力	不確実性	非連続性	倫理性		
リスクマネジメント	91	人の健康、農業生産、自然生態系に対して長期的な有害性を持つ化学物質のリスクを管理・低減する技術	44	25	27	48	3.43	2.85	2.89	2.42	2.75	2025	
	92	低線量放射線リスクに関する合意形成手法の確立	49	10	43	47	3.53	2.82	2.88	2.38	3.42	2025	
	93	開発行為が自然界に与える影響を定量的に予測し、自然の再生速度を考慮した影響シミュレーション評価技術	34	3	29	68	3.18	2.75	2.91	2.50	2.62	2025	



技術的 実現		技術実現のための 重点施策(%)					社会実装				社会実装のための 重点施策(%)				
実現しない(%)	わからない(%)	人材戦略	資源配分	連携・協力	環境整備	その他	年	実装年幅	実装しない(%)	わからない(%)	人材戦略	資源配分	連携・協力	環境整備	その他
6.8	9.1	19.5	34.1	26.8	17.1	2.4	2030		9.1	13.6	19.5	12.2	34.1	29.3	4.9
6.1	16.3	30.2	11.6	30.2	27.9	0.0	2027		12.2	22.4	23.4	4.3	36.2	31.9	4.3
11.8	17.6	28.1	37.5	21.9	6.2	6.2	2030		11.8	20.6	6.1	21.2	39.4	24.2	9.1