

エネルギー・環境イノベーション戦略
推進ワーキンググループ中間報告書（案）

平成29年6月27日

内閣府総合科学技術・イノベーション会議

エネルギー・環境イノベーション戦略推進ワーキンググループ

目次

1. <u>エネルギー・環境イノベーション戦略推進ワーキンググループ立ち上げの経緯</u>	3
2. <u>イノベーション創出に向けての課題</u>	5
3. <u>今後の取組と具体的な動き</u>	6
4. <u>技術ロードマップの策定</u>	10
5. <u>終わりに</u>	17

1. エネルギー・環境イノベーション戦略推進ワーキンググループ 立ち上げの経緯

パリ協定の長期目標を実現していくには、現状の温室効果ガスの排出削減の努力の延長線上だけではなく、これまでの削減技術とは非連続的な技術も含めて、世界全体での温室効果ガスの抜本的な排出削減を実現するイノベーションを創出することが不可欠である。

政府は、2050年頃を見据え、世界全体で温室効果ガスの抜本的な排出削減に資する有望な革新技术分野を特定した上で、政府全体で当該研究開発を推進すべく、内閣府総合科学技術・イノベーション会議の下に「エネルギー・環境イノベーション策定ワーキンググループ」を設置して、構成員が4回にわたって集中的な議論・検討を行い、「エネルギー・環境イノベーション戦略(NESTI2050)」を2016年4月に策定した。

NESTI2050では、①非連続性が高く、インパクトの大きい革新的な技術、②大規模に導入することが可能で、排出削減ポテンシャルが十分大きい技術、③実用化まで中長期を要し、開発リスクが高く産学官の総力を結集すべき技術、④我が国が先導し得る技術、我が国が優位性を発揮しうる技術という評価軸で、有望な革新技术分野として以下の11分野を特定した。

- エネルギーシステム統合技術
- システムを構成するコア技術（次世代パワーエレクトロニクス、革新的センサー、多目的超電導）
- 省エネルギー（革新的生産プロセス、超軽量・耐熱構造材料）
- 蓄エネルギー（次世代蓄電池、水素等製造・輸送・利用）
- 創エネルギー（次世代太陽光発電、次世代地熱発電）
- CO2固定化・有効利用

さらに、特定した有望な革新技术の研究開発を推進すべく、①政府一体となった研究開発体制の構築、②新たなシーズ創出と戦略への位置づけ、③産業界の研究開発投資の誘発、④国際連携・国際共同開発の推進の4つの方向性を打ち出した。

以上を踏まえた上で、特定された技術分野の研究開発の推進のため、「具体的に何を行う必要があるか」ということについて議論する場として、内閣府総合

科学技術・イノベーション会議の下、「エネルギー・環境イノベーション戦略推進ワーキンググループ」を設置した。ワーキンググループでは、4つの方向性に従った今後の取組、中長期的に研究開発を推進するための技術ロードマップの策定などを行った。

また、省庁を跨いだ協力体制を構築すべく、文部科学省、経済産業省、環境省からそれぞれ内閣府総合科学技術・イノベーション会議事務局の関連部署にそれぞれ併任者を任命し、定期的にエネルギー・環境分野のイノベーション創出のための取組等について議論し、各省庁における協力を強化するための体制を構築した。

2. イノベーション創出に向けての課題

エネルギー・環境イノベーション戦略推進 WG の議論では、我が国がイノベーション創出で世界をリードしていくに当たって、以下のような課題が指摘された。

① 政府一体となった研究開発体制の構築

AI、IoT などの情報通信技術は近年急激に進歩している一方、過去の歴史を振り返ると、太陽光発電などエネルギー関連の革新的な技術の中には研究開発から実用化まで相当程度の期間を要する技術もあり、2050 年をターゲットにおいた場合、今の時点から本格的な研究開発を進めていく必要がある。一方、リソースが限られるなか、現状の地球温暖化対策の研究開発は各省がバラバラに行っており、情報共有も不十分である。そのため、各省庁の取組を共有・連携する仕組みを構築するとともに、エネルギー・環境分野の研究開発予算を更に増やし、更には中長期的な研究開発に特化した予算の仕組みを構築し、継続的な支援措置を講じることが重要ではないか。

② 新たなシーズの創出

エネルギー技術は基幹技術であり、これまでもずっと様々なテーマで研究開発に取り組んできていることから、すぐに全く新しい革新技術は出てこないという認識を持った上で、オープンイノベーションの考えの下、企業や大学等から革新技術のタネを幅広く集め、成功するモノを選んでファンディングしていく（小さく生んで大きく育てる）というアプローチが必要ではないか。

AI、IoT など地球温暖化対策技術と想定していなかったものが結果的に地球温暖化技術に資するケースもありうる。また、100%成功しなければならないという考え方を改めるべきであり、PDCA をきちんと進めて行くことが重要である。

その上で、イノベーションの阻害要因となる規制があれば、その緩和を含め柔軟に検討すべきである。

③ 産業界の研究開発投資の誘発

長期的な課題である地球温暖化問題への対応と比較的短期の利益を追求する民間企業の立場の両者を踏まえ、時間軸に応じた官民役割分担が重要である。まずは、イノベーションに関して政府の方向が二転三転するのではなく投資予見性をもつようなビジョンを提示し産業界と共有することが必要である。

その上で、企業の CSR の観点もうまく活用しつつ、長期を見据えた研究開発

に産業界からの関与を促すためには、研究開発の最終ターゲットだけではなく、比較的短期で企業が活用可能な派生技術（サブテーマ）の設定も必要である。

さらに、技術のボトルネック課題は何か、産学官でお互いどのような役割分担ができるか等について既存組織の枠組みを超えて徹底的に議論する等、産学官が一体となって何らかの活動に取り組める場を構築することも重要である。

④ 国際連携・国際共同開発の推進

日本国内だけでなく、世界で普及させるためにどうするべきかという視点で技術開発を検討することも必要である。

国際連携を産業の国際展開やシーズ発掘に広げることを検討することも必要である。日本の強みが他国のニーズに合致するようなものがある可能性もあるので、国際的に視野を広げる観点を持つべきではないか。

3. 今後の取組と具体的な動き

指摘された課題について、今後の方針として下記の取り組みを進める。

●**政府一体となった研究開発体制の構築**については、これまで、NESTI2050 の取組の推進策を検討するため、文部科学省・経済産業省・環境省からそれぞれ内閣府（エネルギー・環境担当）に併任者を任命し、各省庁における協力体制を構築してきた。また、NESTI2050 を踏まえた研究開発を強化するため、各省庁において、例えば、文部科学省では 2050 年の温室効果ガスの抜本的な削減に貢献する異次元の革新的技術の研究開発、経済産業省では次世代地熱発電や次世代太陽光発電、環境省ではセルロースナノファイバーや水素等の研究開発をそれぞれ強化、内閣府では戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）（次世代パワーエレクトロニクス、革新的構造材料、エネルギーキャリア）を着実に推進してきた。

今後、NESTI2050 関連の研究開発を更に強化するため、また、選定された技術分野の道筋を示し、研究者や産業界等に予見可能性をもたせるため、有望分野に関するロードマップを政府一体で作成したものを提示するとともに、戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）等の利用の可能性等について継続的に検討していく。また、NESTI で特定した有望分野において、関係府省間において、ボトルネックの課題の共有や研究開発の予算要求・執行面での連携を更に推進する。

・具体的な動き

○戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)

戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) では、内閣府総合科学技術・イノベーション会議が司令塔機能を発揮して、府省の枠や旧来の分野を超え、科学技術イノベーション実現のために、産学官連携を図り、基礎研究から実用化・事業化、すなわち出口までを見据えて一貫通貫で研究開発を推進している。平成 28 年度は、NESTI の 11 の有望分野のうち、次世代パワーエレクトロニクス、革新的構造材料、エネルギーキャリアに関する事業を実施。

○有望分野に関するロードマップの策定 (後掲)

○ボトルネック課題抽出のための産学官研究 (後掲)

●**新たなシーズの創出**については、これまでも、世界全体で抜本的な排出削減のイノベーションを進めるため、新たな技術シーズを探索・創出すべく、課題解決型で提案公募型の研究開発事業を文部科学省、経済産業省それぞれで実施してきた。

2017 年度からは、特に 2050 年の温室効果ガス削減に大きな可能性を有し、既存技術の延長線上に無く、従来の発想によらない革新的な低炭素技術について、文部科学省と経済産業省が一体となって事業を推進する。

また、効率的な研究開発を推進していく観点から、現在バラバラに存在している NESTI2050 に関連する研究開発に関連する成果・データ (少なくとも公的資金が投入された活動)、国内外で行われている主な事業、ボトルネックとなっている課題 (技術的課題や規制等) の集約を検討する。

さらに、NESTI2050 の取組の PDCA を継続的にを行い、例えば現在有望分野と位置づけられている分野であっても、削減ポテンシャルがあると認められるような場合には、NESTI2050 に柔軟に位置づけていく。

・具体的な動き

○エネルギー・環境新技術先導プログラム (未踏チャレンジ 2050)

NESTI2050 選定分野のうち、将来的な波及効果が期待できるテーマを選定し、研究開発を行う企業、大学、研究機関の産学連携を支援する革新的なシーズ探索事業。2050 年を見越した将来国家プロジェクトとなる可能性がある技術について、そこまでの段階を NEDO で支援するもの。委託対象者は大学等では、40 歳未満の若手研究者で、平成 29 年度から応募を開始した。

○未来社会創造事業(ハイリスク・ハイインパクトな研究開発の推進／異次元エネルギー技術創出)

NESTI2050等を踏まえ、2050年の抜本的な温室効果ガス削減に向けて、従来技術の延長戦上にはない異次元の革新的エネルギー技術の研究開発を強力に推進。研究開発の実施にあたってはステージゲートによる最適な課題編成・集中投資を実施。

○上記事業の連携

経済産業省（NEDO事業）のエネルギー・環境新技術先導プログラムと文部科学省（JST事業）の未来社会創造事業(ハイリスク・ハイインパクトな研究開発の推進／異次元エネルギー技術創出)で、それぞれの立場から行っている2050年の温室効果ガス削減を見据えた革新的な低炭素技術の研究開発について、より一層の連携を深める。例えば、経済産業省（NEDO事業）のエネルギー・環境新技術先導プログラムにおいて、研究の進捗に伴い学術的な課題が生じた場合や、逆に文部科学省（JST事業）の未来社会創造事業(ハイリスク・ハイインパクトな研究開発の推進／異次元エネルギー技術創出)において、社会実装に近づいた研究課題が浮かび上がってきた場合など、両事業間でお互いに橋渡しなどを行い、連携をとりながら効率的に研究開発から社会実装までの推進を行う。



●**産業界の研究開発投資の誘発**については、これまでも人工光合成分野などにおいて、比較的長期の技術開発を対象とするものであっても、産学官連携の下研究開発プロジェクトを実施した事例もあるが、産学官のより一層の相互理解を促進するため、異なる組織（産業界、アカデミア、政府等）に属する研究者・技術者間で、今後産学官が一体となって取り組むべきボトルネック課題（技術的課題や

規制等)の特定や最新の研究成果の共有等の場を設定し(学会間連携など)、新たなプロジェクトの立ち上げや産業界主体の取組(技術研究組合の組成等)を促す。

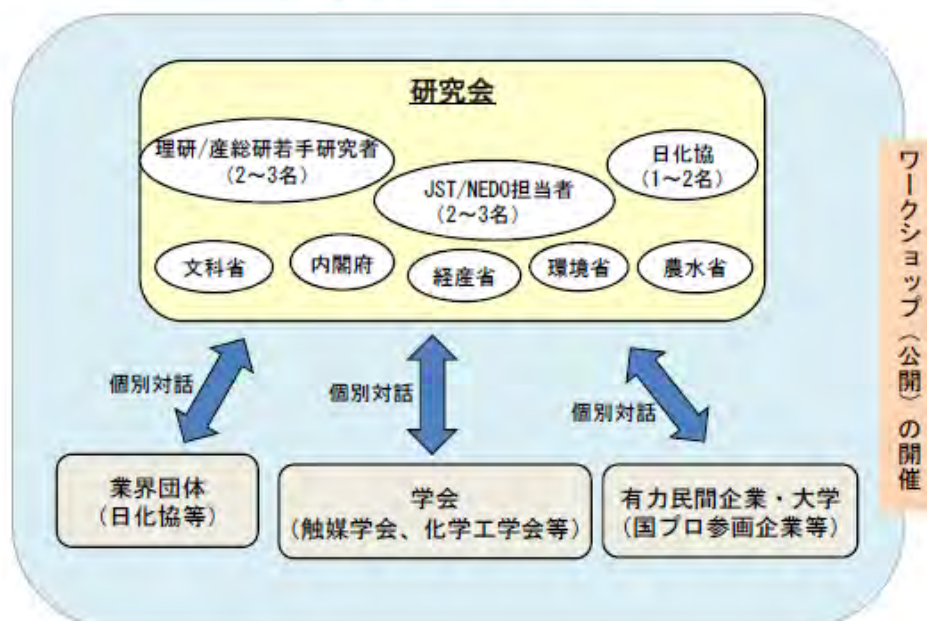
また、産業界による長期を向いた研究開発投資のリスクを軽減させるべく、NESTI2050 ロードマップを踏まえつつ、今後内閣府で検討される戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)等の利用の可能性等も含め、各省庁が連携しつつ研究開発を進めていく。

・具体的な動き

○ボトルネック課題抽出のための産学官研究

NESTI2050 で選定された分野について、産学官の研究者を中心とした技術的ボトルネック課題の抽出のため研究会を立ち上げる(本年度は二酸化炭素の有効利用等について試行的に実施)。より効果的、効率的にNESTI2050にもとづいた研究開発を推進するため、優先的に取り組むべき技術的ボトルネック課題を抽出し、産学官の研究者が積極的に取り組めるテーマを選定、将来的には産学官連携による新たな研究開発プロジェクトの創生を目標とする。

【関連機関連携のイメージ】



●**国際連携・国際共同開発の推進**については、これまで、平成28年5月に開催されたG7科学技術大臣会合や環境大臣会合等において、NESTI2050の取組を世界に発信してきた。また、毎年10月に東京で開催されるICEF(Innovation for Cool Earth Forum)では、長期の地球温暖化対策に資する革新技术をどのように進めて

いくべきかなどに関して、海外から産学官の有識者を呼んで議論が行われた。更に、クリーン・エネルギー分野の技術開発を推進していく有志国の国際枠組みであるミッション・イノベーションに我が国も参加を開始した。我が国としては、NESTI2050 に積極的に取り組んでいくことを表明してきた。

NESTI が目指す世界全体での温室効果ガスの抜本的な排出削減を実現するイノベーションを創出するためには、国際連携が重要であり、我が国としても、主要国が技術分野ごとにどのような課題を抱えており、その解決に向けてどのような取組が行われているかについて、より一層の情報収集や技術流出には配慮したうえで我が国からの発信が必要であり、研究機関同士の提携や国際ワークショップの開催等により、人材の交流を更に広げていく。また、G7、ICEF、ミッション・イノベーションなど、政府が関わる国際的な枠組みをうまく活用しながら、国際連携・国際共同研究開発すべき分野を模索していく。

・具体的な動き

○ミッション・イノベーション

COP21 では、各国が今後 5 年間で政府研究開発予算額を 2 倍にするなどクリーン・エネルギー分野の研究開発に関する官民投資拡大を促す有志国のイニシアチブであるミッション・イノベーションが立ち上げられ、我が国も NESTI2050 に基づく研究開発の強化等を行っていくことで、本枠組みに参加している。

ミッション・イノベーションでは、COP22 において、CCUS（二酸化炭素回収・貯留・有効利用技術）と太陽エネルギーの化学的貯蔵など、参加国が技術開発を推進すべきテーマを 7 つ設定して取り組む活動「イノベーション・チャレンジ」を行うことが発表され、我が国として可能な協力を実施している。

4. 技術ロードマップの策定

NESTI2050 で特定された各分野に関して、技術ロードマップを策定し、今後の研究開発の進捗状況の目安とする。特に、これまで各省庁が色々なフェーズで研究開発を実施しているところ、連携して 1 つの技術ロードマップを策定することで、情報共有・連携を図り、事業展開を進めるうえで、効率的な研究開発体制を構築していく。

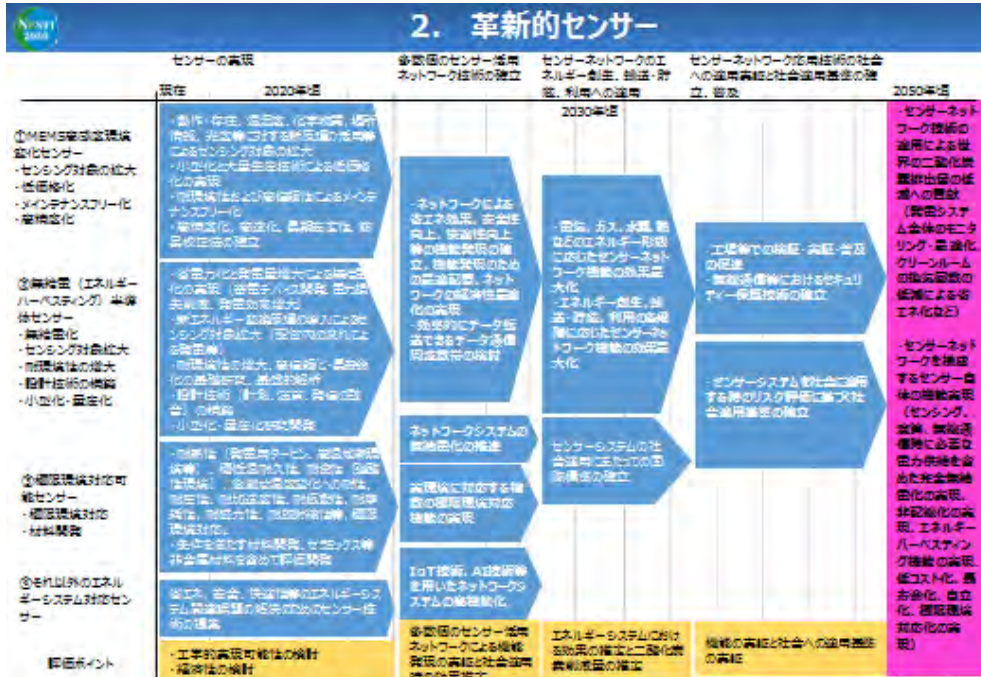
技術ロードマップは以下のポイントに従い事務局案を作成した。

- ・各技術について、技術課題ごとに普及までの流れを整理。
- ・各研究開発ごとに、具体的な開発内容を記載

- ・各研究開発ステージにおける主な評価ポイントを記載
- ・評価ポイントに基づき、ステージゲート評価を必要に応じて記載
- ・普及ステージまでに達成すべき最終目標を記載

今後、技術開発を加速し目標年度よりも早期に実現に努めると共に、進捗に応じてロードマップを見直されることが期待される。



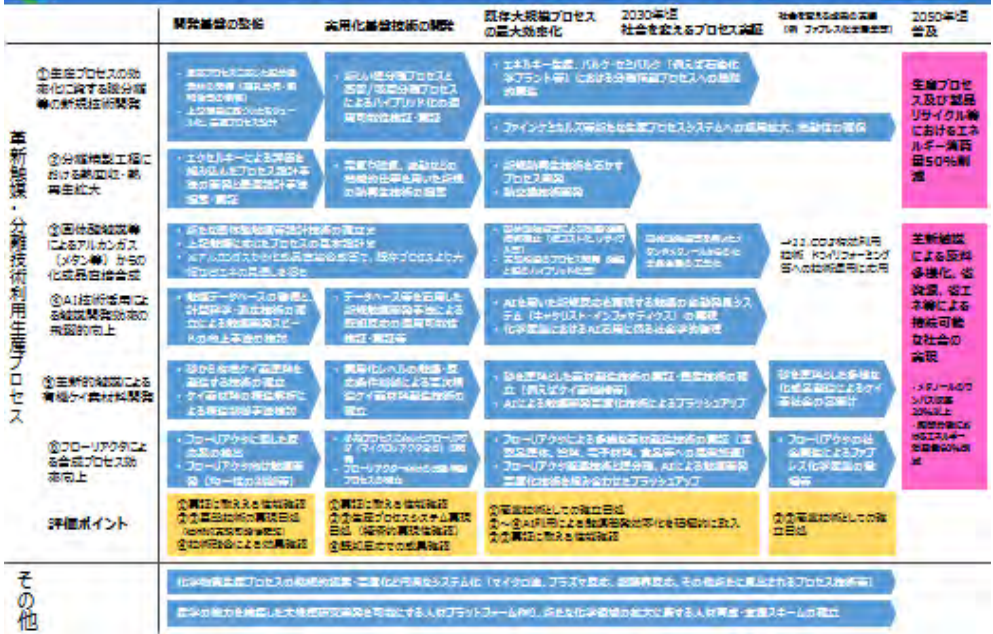


3. 超電導応用 (2/2)



注: 超電導MRIは、超伝導超伝導とされるため普及率の低さがSMRIと比較しCO₂削減量が少なかったためとしている。

4. 革新的生産プロセス (化学産業) 前回策定





8. 次世代太陽光発電 前回策定

	高度化を促す研究開発	2030年度	大量普及を促す研究開発の強化	2050年度
ペロブスカイト	①セルの効率向上、低コスト化、耐久性能向上	セル効率向上・低コスト化（新構造材料、空層プロセスの開発、純真成長制御のためのプロセス改良） セル多層化機構解明、セル耐久性向上	表面・接合最適化による異種界面・異質結晶	51%以上（20%以上）の効率を圧倒的に低コストで実現 温室・フレキシブルで環境に優しい太陽電池製作技術の確立
	②モジュール化	モジュール化設計 （大面積印刷技術、おと合わせ、おと付材の開発） モジュール多層化機構解明、モジュール耐久性向上	界面制御・加工技術の改善（異種・油膜）	
	③装置構造による効率向上	フルスタックモジュールの開発	フレキシビリティを活用した異質層コンプレックス	
	④鉛フリー化	セルの物理性の解明 吸収効率向上技術の開発 SI、化合物タンダム構造 空層効率30%以上の 吸収タンダム構造の開発	より幅広い吸収波長とタンダム構造の開発 （空層効率40%）	
	評価ポイント	評価ポイント ・モジュール製造コスト：15円/W ・空層効率：効率20%以上 ・空層コスト7円/kWh ・研究レベル：空層効率：効率30%の高実		
量子効果活用型	①製造コストの低減	輸入ループ・結晶成長法の改良	CVD装置、自己組織化技術、3D印刷、インクジェットなどを用いた製造・低コスト化	量子効果システム効率50%超、非放射でも効率30%超の実現 フルスケール本屋産地技術の確立
	②効率向上	量子効果増大（結晶成長技術、バターン形成技術）	セルのスケールアップ実現	
		製造効率向上、異種量子ドットセルに共通の吸収増大効果実現	基礎実用・製造効率向上技術の確立	
			異種量子ドット効果と量子材料・接合技術の開発	
	評価ポイント	評価ポイント ・モジュール製造コスト：システム全体の効率5%以内 ・モジュール空層効率：30%以上		

※他に、特異な系、化合物系等様々な有望技術があるが、現時点では高度化していない技術の例として、上記2つを列挙した。

9. 次世代地熱発電 前回策定

	実現可能性調査	試行への詳細 事前検討	試行	社団地民の検証、 高度実験への事前検討	実証試験	2050年度 普及
地熱資源 の活用	①地熱水の状態の把握及び地下資源賦存の予測・探査技術	地熱水の状態把握の高精度化 地熱水の状態把握の高精度化 地熱水の状態把握の高精度化	地熱水の状態把握の高精度化 地熱水の状態把握の高精度化 地熱水の状態把握の高精度化	地熱水の状態把握の高精度化 地熱水の状態把握の高精度化 地熱水の状態把握の高精度化	地熱水の状態把握の高精度化 地熱水の状態把握の高精度化 地熱水の状態把握の高精度化	従来のより生産能力が5倍程度の地熱井を活用した次世代地熱発電所の建設 新たな地熱資源の活用による低コストなエネルギーの確保 20～30年程度にわたる材料・機器の確保
	②貯留・貯留・貯留・貯留の材料・地質調査	貯留・貯留・貯留・貯留の材料・地質調査 貯留・貯留・貯留・貯留の材料・地質調査	貯留・貯留・貯留・貯留の材料・地質調査 貯留・貯留・貯留・貯留の材料・地質調査	貯留・貯留・貯留・貯留の材料・地質調査 貯留・貯留・貯留・貯留の材料・地質調査	貯留・貯留・貯留・貯留の材料・地質調査 貯留・貯留・貯留・貯留の材料・地質調査	
	③発電システムの開発（経済性を重視）	発電システムの開発（経済性を重視） 発電システムの開発（経済性を重視）	発電システムの開発（経済性を重視） 発電システムの開発（経済性を重視）	発電システムの開発（経済性を重視） 発電システムの開発（経済性を重視）	発電システムの開発（経済性を重視） 発電システムの開発（経済性を重視）	
	④建設・運用方法及び安全性を確保した開発方法の確立	建設・運用方法及び安全性を確保した開発方法の確立 建設・運用方法及び安全性を確保した開発方法の確立	建設・運用方法及び安全性を確保した開発方法の確立 建設・運用方法及び安全性を確保した開発方法の確立	建設・運用方法及び安全性を確保した開発方法の確立 建設・運用方法及び安全性を確保した開発方法の確立	建設・運用方法及び安全性を確保した開発方法の確立 建設・運用方法及び安全性を確保した開発方法の確立	
	評価ポイント	評価ポイント ・工業的実現可能性 ・経済的実現可能性		評価ポイント ・高度実験の検討に必要なデータの取得	評価ポイント ・高度実験の検討に必要なデータの取得	
その他の次世代	①地熱発電の位置の特定 ②地熱発電の位置の特定					・低コストなエネルギーの確保 ・低コストなエネルギーの確保
	③地熱発電の位置の特定 ④地熱発電の位置の特定					・低コストなエネルギーの確保 ・低コストなエネルギーの確保

