

資料 2

エネルギー・環境イノベーション戦略（仮称）
骨子案

平成 28 年 2 月 16 日版

エネルギー・環境イノベーション戦略 骨子（案）

1. 背景

昨年末にパリで開催された COP21 において、2020 年以降の新たな枠組みが合意。世界共通の長期目標として、2 目標のみならず 1.5 へ向けた努力、可及的速やかな排出のピークアウト、今世紀後半における排出と吸収の均衡達成への取組に言及。

各国が提出した約束草案に基づく温室効果ガスの排出削減目標を合計すると、2030 年の世界全体の排出総量は 570 億トン。

しかし、2 目標と整合的なシナリオに戻すには、2050 年までに排出量を 240 億トン水準にする必要があり、COP 事務局統合報告書は、約 300 億トン超の追加的削減が必要と指摘。

現状の削減努力の延長上だけでなく、世界全体での抜本的な排出削減を可能とするイノベーションを創出することが不可欠。

2. エネルギー・環境イノベーション戦略の策定

(1) 策定の経緯

地球温暖化対策推進本部（昨年 11 月 26 日）及び第 21 回気候変動枠組条約締約国会議（COP21、昨年 11 月 30 日）において、安倍総理が、今春までに「エネルギー・環境イノベーション戦略」を取り纏める旨を表明。

総理指示に基づき、有望な革新技术分野を特定し、研究開発を強化するための戦略を、総合科学技術・イノベーション会議において策定することとなった。

(2) 本戦略の位置づけ

「環境・エネルギー技術革新計画」は、短期・中期・長期的に温暖化対策に資する 37 分野の技術を対象。本計画は引き続き着実に実施。

今回の戦略は、2050 年頃という長期的視点で排出削減を実現するイノベーション創出の観点から、特に研究開発を重点的・集中的に進めていくべき技術分野を特定。

日本は、世界に先駆けて「超スマート社会」（Society 5.0）の実現を目指し、IoT、AI、ビッグデータ等の技術等を最大限に活用。技術を個別に開発・導入するのではなく、システム全体を捉え統括的にアプローチする戦略。

3 . 本戦略の基本的考え方

2050 年頃には、非化石エネルギーに転換可能な分野は革新技術により極限まで転換が進み、低炭素エネルギーがこれまで以上に普及する。また、高効率、省エネのコンポーネントが導入されるとともに、IoT 技術によりエネルギーシステム全体がネットワーク化され、異なる事業やシステム間でもエネルギーの融通を行う等、エネルギーの徹底的な有効利用により消費エネルギー・CO2 排出量が最小化される。

4 . 対象技術分野の特定

(1) 革新的技術分野の特定にあたっての視点(評価軸)

非連続性が高く、インパクトの大きい革新的な技術

既存技術あるいは実用目前の開発・実証段階にある新技術の延長上ではなく、効率や性能が大幅に向上する等、非連続的で大きなインパクトを持つ革新技術であること。

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

技術課題を解決して実用可能なレベルまで開発が成功すれば、経済性も成立し、将来のエネルギーシステムに大規模に導入が可能な技術であること。国内だけでなく海外にも適用可能で、世界の温室効果ガスの削減ポテンシャルが十分大きいと考えられる技術であること。

リスクが大きく実用化まで中長期を要し、産官学の総力を必要とする技術

現在は基礎研究あるいは初期の開発段階で、実用化には未だ困難な技術課題が存在する開発リスクの大きな技術であって、産官学の総力を結集しなければ解決できないと考えられる、大規模なプロジェクト化が必要な技術であること。

日本が先導できる技術、日本が優位性を発揮し得る技術

研究段階で日本が世界を先導しており、本格的な開発段階でも世界を先導し得る技術。あるいは、現時点では日本に技術的優位性は無くとも、日本の地理的特性、自然条件等から、日本で導入すれば排出量の削減効果が大きく、優位性を発揮し得る技術であること。

(2) 対象とすべき革新技術分野

上記(1)の評価軸に基づき、以下の個別の革新技术を、重点的に開発すべき技術分野として選定。

[1] システム基盤技術

革新的な再生可能エネルギーを大量に導入する際には、現在より遥かに複雑な低炭素エネルギーシステムが社会に実装。電力需給の最適化を図るため、ICT技術を利用して発電部門と輸送部門、消費部門等を双方向で通信する送電網と情報網との連携に加え、本戦略が対象とするエネルギーキャリア(化学物質)のエネルギー変換分の制御も含めたシステム全体の管理技術を確立。また、それを構成する要素技術を開発。

システム統合技術

- ・ 発電源が大量かつ広範囲に分散する超スマート社会のビッグデータ、AIを活用した再生可能エネルギーの発電予測の高精度化、電気・熱等のエネルギー需給運用の極限までの高度化、電力貯蔵システムの余剰電力吸収と発生電力の調整等の一連のシステムを統合し最適化制御するためのシステム統合技術を開発。

システム化のコア技術

- ・ システムを構成するコンポーネントの高度化・省エネルギー化・省CO₂化に不可欠な次世代パワーエレクトロニクス(小型・高パワー密度・集積化パワーエレクトロニクス)、革新的構造材料(超軽量材料等)等を開発。

[2] 創エネルギー分野

従来得られていなかったエネルギー資源の利用を可能にし、あるいは革新的な効率向上・低コスト化を可能にする技術を開発。

次世代太陽電池

- ・ 現在の太陽光発電とは全く異なる新原理や新素材・新構造による次世代の太陽光発電技術。基幹電源並みの発電コスト(7円/kWh)以下を実現。

【革新的技術の例】

<量子ドット太陽電池>

量子ドットというナノメートル(10億分の1m)サイズの微細構造を利用することで、現在普及している太陽光発電の2倍以上の変換効率を実現する。

<ペロブスカイト太陽電池>

特殊な結晶構造(ペロブスカイト構造)の原材料を用いて、塗布等の極めて簡

易な方法で製造可能な技術を開発し、革新的な低コスト化を実現。

(技術課題)

- 現在の技術では、材料の劣化が激しく、実用化は困難。また、電圧変化への対応等も課題。
- 輸送コストやエネルギー損失分を含めた上での実用性評価が必要。
- 大規模な導入には、効率的な電力貯蔵技術を並行して開発することが不可欠。

次世代地熱発電

- ・日本は、世界でもトップレベルの地熱資源ポテンシャルを有している。ベースロード電源として位置付けられる数少ない再生可能エネルギー資源。既存の発電方式では活用困難な地熱資源を用いた次世代地熱発電システムの開発を実現。火力発電等の基幹電源の置き換えが進めば、世界のCO₂排出総量の大部分を占める発電部門等の一定割合を削減。

【革新的技術の例】

<高温岩体発電>

地中の高温岩体を利用し、地上から注水して人工的に地熱貯留層を造成。高温岩体の熱で蒸気を発生させ、エネルギーを取り出す技術を開発する。

(技術課題)

- 十分な熱量の確保。
- 高温岩体に注水した場合に地下の状態が正確に予測・把握できず、注入した水の回収率が想定より遥かに低くなってしまう。

<超臨界地熱発電>

地下深部の高温・高圧水(超臨界状態)の海水貯留層を利用。実現すれば全く新規の地熱資源。

(技術課題)

- 地下の超臨界水の位置・状態等を正確に把握し、予測する技術が未確立。
- 超臨界水は、塩素等を多く含む海水起因のため強酸性。高温・高圧・高腐食条件下に長期間耐え得る、極めて耐食性の高い構造材料・機器やセンサー等の部品を開発する必要がある。

[3] 蓄エネルギー分野

太陽光発電等の再生可能エネルギーを、蓄電池あるいは化学物質へ転換し、エネルギー貯蔵・輸送・利用を大規模に実施できる技術を開発。

次世代蓄電池

- ・従来のリチウムイオン電池等の限界を超える次世代の技術。実現すれば現在の 10 分の 1 以下のコストで 5 倍以上のエネルギー密度を実現し、乗用車であれば 1 回の充電で走行距離 700km 以上を実現。

【革新的技術の例】

< 金属-空気電池 >

電極に各種金属（アルミニウム、マグネシウム、亜鉛等）と空気を用いる次世代の蓄電池。

< 全固体電池 >

蓄電池の電解質に、液体電解質でなく固体電解質を用い、構成材料を全て固体にした電池。

（技術課題）

- 電池の性能を最大限に引き出す材料開発・新設計、寿命向上等が課題となる。
- AI、計算科学等を最大限に活用し、最適材料の発見や設計プロセスを短縮。

水素製造、輸送・貯蔵、利用

- ・現在、水素は化石燃料からの副生ガスとして生成されることが多く、水素生成時に CO₂ も排出。また、水素の輸送・貯蔵や、水素の利用ケースとして重要となる発電についても、小規模な技術実証が開始されたばかり。このため、化石燃料由来でない水素を低コストで大量に安定して供給するための製造技術、大量かつ高効率に水素を輸送・貯蔵するための基盤技術、水素発電技術をそれぞれ確立する。

（技術課題）

- 変動電源である再エネから水素を大量かつ安定的に製造するためには、電解技術の革新（電解装置の高耐久化、高効率化、大規模化等）が必要。
- 水素を燃料とし、高効率かつ環境負荷物質の排出の少ない次世代の高温大型タービンの開発が必要。

[4] 省エネルギー分野

新たな創エネルギー技術によって、生み出されたエネルギーを社会の様々な局面に利

用していく過程でのエネルギーロスを極限まで縮小する省エネルギー技術を開発。

超電導

- ・ 極低温状態にすることで電氣的な抵抗をゼロにする技術。再生可能エネルギーを主体とする送電やモーター、発電機等の機器への適用で、機器の圧倒的な小径化・小型化・省スペース化が可能。これにより、建設や設置等にかかわるエネルギー・CO2排出量も削減。

(技術課題)

- 冷却機小型化、低コスト化、信頼性向上
- 冷却可能距離を、現在の 1km から数 km 以上に延伸させることが必要
- 冷却用管路施工の低コスト化 等

革新的生産プロセス

- ・ 膜分離プロセスや触媒技術の革新により大幅な省エネ・省 CO2 化を実現。日本は膜分離に関する材料開発・応用両面で世界をリードしている。現在、ナノテクノロジー等の進歩により反応プロセスのキーとなる触媒技術の革新が期待されている。

【革新的技術の例】

< 膜分離技術 >

化学品製造における分離・精製プロセスで大幅な省エネ実現。究極の姿としては、工場から蒸留塔がなくなり、膜モジュール化。

(技術課題)

- 適用対象に応じた高選択性、高透過性膜の設計、モジュール化、量産化 等

< 革新的触媒 >

先端技術を活用した触媒開発や膜分離と触媒とのハイブリッド化により、プロセス変更や原単位大幅削減を実現し、反応プロセスを大幅に省エネ・省 CO2 化。

(技術課題)

- ナノ触媒の設計・製造・量産化、膜分離と触媒のハイブリッド化 等

[5] CO2 固定化・有効利用

従来、空気中に放出されるだけであった CO2 を固定化することで温室効果の低減を期待できるとともに、排出される CO2 を資源として活用することで、炭素の循環利用を実現。

CCU (CO₂ 固定化・有効利用)

- ・ 大気中や排ガスに含まれる CO₂ と再生可能エネルギー由来の水素等との化学合成プロセスや、CO₂ を固定したバイオマスを使ったバイオプロセス等を活用して、化学品等を製造する革新的プロセス技術。従来単純に空気中に放出されるだけであった CO₂ の有効利用に価値がある。日本は膜分離技術等で世界をリードしている。

【革新的技術の例】

< 分離・回収技術 >

効率的に CO₂ を分離・回収する技術を確立し、CCS,CCU の低コスト化を実現。

(技術課題)

-現状の技術では、CO₂ を分離・回収する際に多くのエネルギーが必要でかつ高コストとなっている。また、従来技術ではエネルギー効率の改善にも限界がある。このため、従来にない新しい発想による革新的な CO₂ 分離・回収技術の開発が必要。

< 人工光合成など CO₂ 有効利用技術 >

大気中に存在する CO₂ や産業活動から排出された CO₂ から化学品等を製造する技術。これらの製品の利用は、利用後に焼却、分解等で CO₂ が大気に排出されても、再度原料として活用することにより、全体としては炭素が循環するため CO₂ の増大にならない(カーボンニュートラル)。CO₂ を多量に排出する石油由来の化学製品等の利用からの脱却、その他産業部門から排出される CO₂ の原料化などにより、温室効果ガスの大幅削減に大きく貢献する可能性が高い。資源に乏しい日本は、化学品原料等を産出国からの輸入に大きく依存しているが、このような状況を変えて、資源、エネルギーセキュリティの向上に寄与する。

(技術課題)

-水素、ギ酸等の製造時のエネルギー変換効率等の大幅向上、多様な化学品等の製造技術、化学品製造時等の効率向上 等

5. 本戦略で特定した技術が実用化し普及した 2050 年のイメージ例

2050 年頃には、非化石エネルギーに転換可能な分野は革新技術により極限まで転換が進み、低炭素エネルギーがこれまで以上に普及。

次世代パワーエレクトロニクス等により、エネルギーシステムを構成するコンポーネントの高度化・省エネ化が図られる高効率、省エネのコンポーネントが導入されるとともに、

IoT 技術によりエネルギーシステム全体がネットワーク化され、異なる事業やシステム間でもエネルギーの融通を行う等、エネルギーの徹底的な有効利用により消費エネルギー・CO2 排出量が最小化される。

水素等への転換や超電導技術等により、再生可能エネルギー適地から消費地へのエネルギー輸送を容易にし、再生可能エネルギー大規模導入に向けた基盤を整備。自動車については、2050 年頃には電気自動車、燃料電池自動車が世界中に普及。

素材産業では、膜分離技術や新触媒等による生産プロセスの抜本的転換。CO2 からプラスチック製品の原料を製造する等、炭素の循環利用を実現し、CO2 削減と省エネ化を同時に達成。

6. 研究開発の推進体制

(1) 政府が一体となった研究開発体制の構築 (CSTI の司令塔機能拡充)

政府が先導し、中長期的を見据えたプロジェクトとして推進。

内閣府総合科学技術イノベーション会議 (CSTI) に、本戦略推進を担当する組織を設置。内閣府の全体統括の下、関係省庁が成果を相互にフィードバック。

CSTI は、「戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)」により、自らが研究開発マネジメントに主導的役割。

関係省庁及び関係研究機関においても、本戦略で特定した次世代の有望技術分野に関する詳細調査・研究開発を促進するための組織の創設・機能の強化等を行い、連携を図る。

研究開発への参加者は、公募方式だけでなく、政府側 (あるいはプロジェクト統括者) から参加を促すことも含めた制度を検討。

長期的な取組であるため、要素技術・システム化・実装に必要な研究者及び現場を知る研究マネジメント人材を、持続的に確保・維持・育成していく。

適切なステージゲートを設け、研究開発の進捗や社会情勢に応じて、適切な間隔 (数年程度) で計画を適正化しつつ施策を推進する。

(2) 新たな革新技术シーズの創出と柔軟な取込体制の構築

2050 年の抜本的な温室効果ガス排出削減に向け、大学等において新たな発想に基づく革新的な低炭素化技術シーズが絶えず創出されるよう基礎研究を活性化。

基礎研究段階から、本戦略で想定している技術以外のものも含め、排出削減ポテ

ンシャルが高い革新技术シーズの創出・発掘を行い、産業界の関与も得た出口を見据えた評価の上、本戦略内に積極的に位置づける等、新陳代謝の高い研究開発推進プログラム・体制を構築。関係省庁において実施している先導研究、公的研究開発機関・大学等の研究開発の状況を、内閣府において情報集約、共有。

本戦略のターゲットである 2050 年を超え、超長期的に実用化が見込まれる核融合発電や宇宙太陽光発電等についても着実に推進する。

7. 産業界の研究開発投資を誘発する仕組み

近年、企業の研究開発投資は短期的案件にシフト。長期を要しリスクも高い技術分野において、産業界の研究開発投資を誘発する仕組みを構築。

革新的技術の進展の見通しや 2050 年頃を見据えた将来ビジョンを産官学で共有する。

開発目標の途中段階であっても、その時点で得られている研究開発成果を、国や参加した企業等が社会実装に活用できる仕組みを構築。開発段階から、国際標準化の内容と時期、知財の扱いについて、産官学が協力して検討。

8. 国際連携・国際共同開発の推進

G7 関連会合や世界の産学官のリーダーが集結する国際カンファレンス”Innovation for Cool Earth Forum”(ICEF)等において国際連携等呼びかける。

9. 結言

エネルギー・環境分野の技術開発の強化は、気候変動問題の解決にのみ留まるものではなく、中長期的視点にたった経済・外交戦略でもある。2050 年を見据えたとき、いち早く研究開発の強化に着手し、次世代のイノベーションで世界をリードする責任を果たしていく。

(以上)