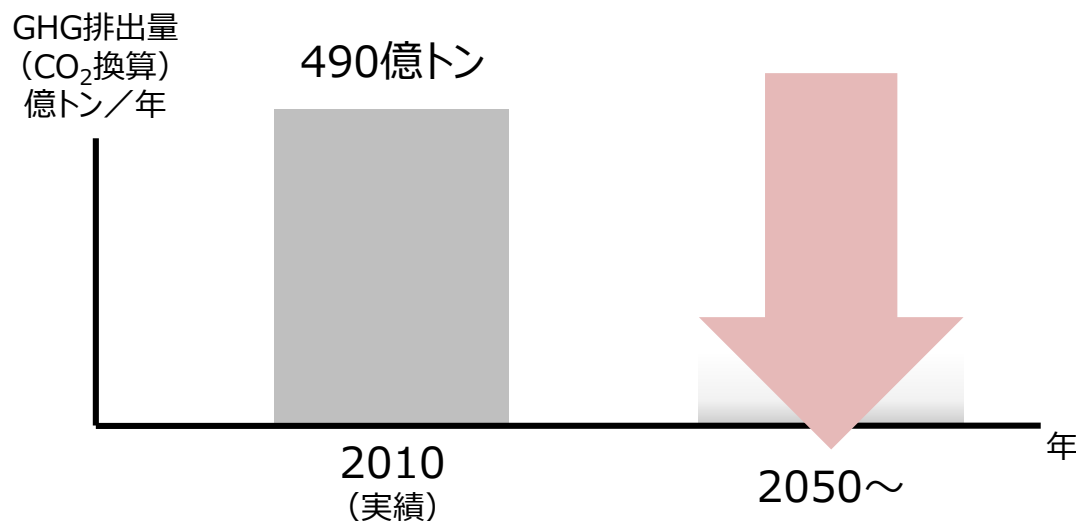


# 革新的環境イノベーション戦略

経済産業省  
エネルギー・環境イノベーション戦略室 室長  
梅原 徹也

# 「革新的環境イノベーション戦略」が目指すもの

- 「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」（令和元年6月閣議決定。以下、「長期戦略」という。）において、我が国は、最終到達点として「脱炭素社会」を掲げ、それを野心的に今世紀後半のできるだけ早期に実現することを目指し、**2050年までに80%の温室効果ガス（GHG：Greenhouse Gas）の排出削減**の実現に向けて、大胆に取り組むことを宣言した。これに加え、我が国の考え方・取組を世界に共有し、1.5℃の努力目標を含むパリ協定の長期目標の実現にも貢献する旨を明記した。
- ただし、パリ協定の2℃目標の実現ですら**世界で年間7兆ドルの追加費用**が必要との試算があり<sup>1)</sup>、1.5℃努力目標実現には**更なる追加費用**が必要となることが見込まれる<sup>1)</sup>。したがって、**非連続なイノベーション**により**社会実装可能なコスト**を可能な限り早期に実現することが、世界全体でのGHGの排出削減には決定的に重要である。  
(我が国は、これまでも太陽電池のコストを250分の1にするなどのイノベーションで世界に貢献してきた。次ページ参照)
- 今般、長期戦略に基づき策定する「**革新的環境イノベーション戦略**」は、
  - ①16の技術課題について、具体的な**コスト目標**等を明記した「イノベーション・アクションプラン」、
  - ②これらを実現するための、**研究体制や投資促進策**を示した「アクセラレーションプラン」、
  - ③社会実装に向けて、グローバルリーダーとともに**発信し共創**していく「ゼロエミッション・イニシアティブズ」、から構成されている。  
**世界のカーボンニュートラル**、更には、**過去のストックベースでのCO<sub>2</sub>削減（ビヨンド・ゼロ）**を可能とする革新的技術を2050年までに確立することを目指し、長期戦略に掲げた目標に向けて社会実装を目指していく。



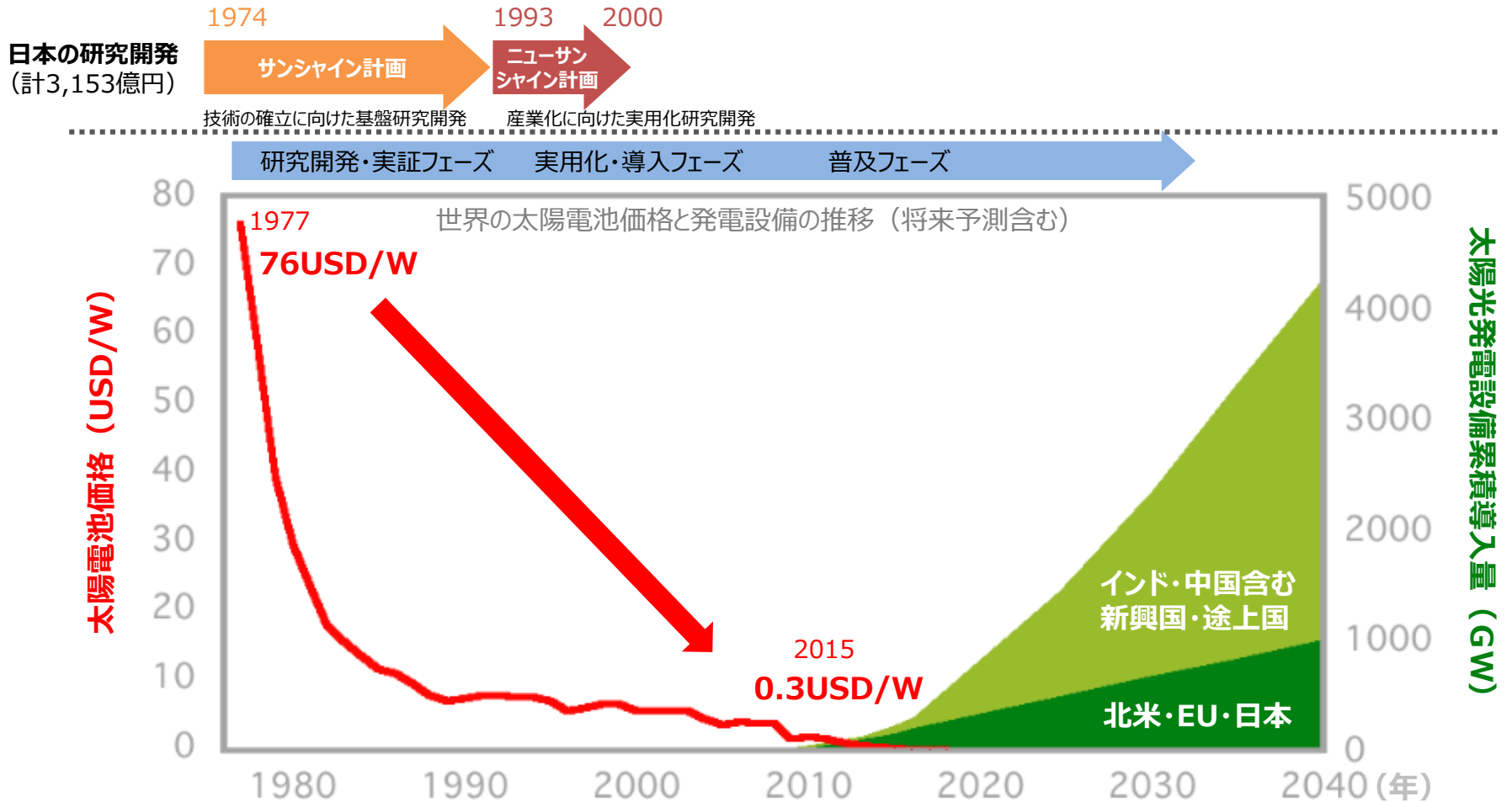
2℃目標に相当する2050年70%削減では  
7兆ドル/年の追加費用が必要<sup>1)</sup>

1.5℃努力目標に相当する2050年100%  
削減には、更に対策費用が必要<sup>1)</sup>

1) 現状の技術の延長と比較して、世界全体のGHG削減コストが最小となるよう、費用対効果の大きな革新技術から順次導入されると仮定。70%削減に比べ100%削減の費用は大幅に増加し、年間十数兆ドルに達すると考えられる。RITEのモデルによる試算。

# (参考) 太陽電池価格と導入量の推移

我が国はサンシャイン計画、ニューサンシャイン計画等で30年以上かけて太陽電池のイノベーションに取り組み、当初の250分の1以下となる価格を実現し、その後の世界的な大量導入につながった。世界全体のコスト削減効果を試算すると17兆ドルに及ぶ。



# 革新的環境イノベーション戦略の全体像

## イノベーション・アクションプラン

－革新的技術の2050年までの確立を目指す具体的な行動計画（5分野16課題）－

①コスト目標、世界の削減量、②開発内容、③実施体制、④基礎から実証までの工程を明記。

強力に後押し

### アクセラレーションプラン –イノベーション・アクションプランの実現を加速するための3本の柱–

#### ①司令塔による計画的推進

【グリーンイノベーション戦略推進会議】府省横断で、基礎～実装まで長期に推進。既存プロジェクトの総点検、最新知見でアクションプラン改訂。

#### ②国内外の叡智の結集

【ゼロエミ国際共同研究センター等】G20研究者12万人をつなぐ「ゼロエミッション国際共同研究センター」、産学が共創する「次世代エネルギー基盤研究拠点」、「カーボンリサイクル実証研究拠点」の創設。「東京湾岸イノベーションエリア」を構築し、産学官連携強化。

【ゼロエミクリエイターズ500】若手研究者の集中支援。

【有望技術の支援強化】「先導研究」、「ムーンショット型研究開発制度」の活用、「地域循環共生圏」の構築。

#### ③民間投資の増大

【グリーン・ファイナンス推進】TCFD提言に基づく企業の情報発信、金融界との対話等の推進。

【ゼロエミ・チャレンジ】優良プロジェクトの表彰・情報開示により、投資家の企業情報へのアクセス向上。

【ゼロエミッションベンチャー支援】研究開発型ベンチャーへのVC投資拡大。

### ゼロエミッション・イニシアティブズ –国際会議等を通じ、世界との共創のために発信–

グリーンイノベーション・サミット、RD20、ICEF、TCFDサミット、水素閣僚会議、カーボンリサイクル産学官国際会議

# イノベーション・アクションプラン

- エネルギー供給【I】と、エネルギー需要（運輸【II】、産業【III】、業務・家庭・その他・横断領域【IV】、農林水産業・吸収源【V】）の全5分野について、重要かつ共通的な16の技術課題に分類し、GHG削減量が大きく、日本の技術力による大きな貢献が可能な39テーマを設定する。
- 世界のカーボンニュートラルを可能とする革新的技術の2050年までの確立を目指し、①イノベーションの目標となる具体的コスト、社会的インパクトを明確にするための世界でのGHG削減量、②技術開発内容、③実施体制、④要素技術開発から実用化・実証開発までの具体的なシナリオとアクションを示す。

## I. エネルギー転換

GHG削減量：約300億トン～

新たな素材や構造による太陽光発電の飛躍的な効率向上と低コスト化等により、再生可能エネルギーの主力電源化を図るとともに、化石燃料による発電へのCCUS／カーボンリサイクル技術の導入を進めるなど、脱炭素かつ安価なエネルギー供給技術を実現。

### 1. 再生可能エネルギーを主力電源に

- ① 設置場所の制約を克服する柔軟・軽量・高効率な太陽光発電の実現
- ② 地下の超高温・高圧水による高効率発電（超臨界地熱発電）の実現
- ③ 厳しい自然条件に適応可能な浮体式洋上風車技術の確立

### 2. デジタル技術を用いた強靱な電力ネットワークの構築

- ④ 再生可能エネルギーの主力電源化に資する低コストな次世代蓄電池の開発
- ⑤ 系統コストを抑制できるデジタル技術によるエネルギー制御システムの開発
- ⑥ 高効率・低コストなパワーエレクトロニクス技術等の開発

### 3. 低コストな水素サプライチェーンの構築

- ⑦ 製造：CO<sub>2</sub>フリー水素製造コスト1/10の実現
- ⑧ 輸送・貯蔵：圧縮水素、液化水素、有機ハイドライド、アンモニア、水素吸蔵合金等の輸送・貯蔵技術の開発
- ⑨ 利用・発電：低コスト水素ステーションの確立や、低NO<sub>x</sub>水素発電の技術開発

### 4. 革新的原子力技術／核融合の実現

- ⑩ 安全性等に優れた原子力技術の追求
- ⑪ 核融合エネルギー技術の実現

### 5. CCUS／カーボンリサイクルを見据えた低コストでのCO<sub>2</sub>分離回収

- ⑫ CCUS／カーボンリサイクルの基盤となる低コストなCO<sub>2</sub>分離回収技術の確立

GHG削減量（CO<sub>2</sub>換算値、重複を含む）は、内外の関係者が目指すべき共通のイメージを共有するために、政府の戦略や国際的な約束による試算、国際機関等のレポートで示されている数値の他、導入量として期待されている数値や、一定の前提を置いた試算など、異なる前提の下での推計値。

## II. 運輸

GHG削減量：約110億トン～

電化や燃料の脱炭素化の技術開発等、多様なアプローチによって自動車、航空機、船舶等由来のGHGを大幅削減。

### 6. 多様なアプローチによるグリーンモビリティの確立

- ⑬ 自動車、航空機等の電動化の拡大（高性能蓄電池等）と環境性能の大幅向上
- ⑭ 燃料電池システム、水素貯蔵システム等水素を燃料とするモビリティの確立
- ⑮ カーボンリサイクル技術を用いた既存燃料と同等コストのバイオ燃料・合成燃料製造や、これら燃料等の使用に係る技術開発

## III. 産業

GHG削減量：約140億トン～

CO<sub>2</sub>フリー水素を利用して鉄鉱石を還元する超革新的な技術などにより化石資源依存から脱却。また、カーボンリサイクル技術によるCO<sub>2</sub>の原燃料化といった、ゼロカーボン技術を最大限活用。

### 7. 化石資源依存からの脱却 (再生可能エネルギー由来の電力や水素の活用)

- ⑯ 水素還元製鉄技術等による「ゼロカーボン・スチール」の実現
- ⑰ 金属等の高効率リサイクル技術の開発
- ⑱ プラスチック等の高度資源循環技術の開発

### 8. カーボンリサイクル技術によるCO<sub>2</sub>の原燃料化など

- ⑲ 人工光合成を用いたプラスチック製造の実現
- ⑳ 製造技術革新・炭素再資源化による機能性化学品製造の実現
- ㉑ 低コストメタネーション（CO<sub>2</sub>と水素からの燃料製造）技術の開発
- ㉒ CO<sub>2</sub>を原料とするセメント製造プロセスの確立／CO<sub>2</sub>吸収型コンクリートの開発 他

## IV. 業務・家庭・その他・横断領域

GHG削減量：約150億トン～

最先端技術を業務・家庭等様々な用途に適用するとともに、情報通信技術の飛躍的な進歩も活用し社会システムやライフスタイルを変革。

### 9. 最先端のGHG削減技術の活用

- ㉓ 分野間の連携による横断的省エネ技術の開発・利用拡大
- ㉔ 低コストな定置用燃料電池の開発
- ㉕ 未利用熱・再生可能エネルギー熱利用の拡大
- ㉖ 温室効果の極めて低いグリーン冷媒の開発

### 10. ビッグデータ、AI、分散管理技術等を用いた都市マネジメントの変革

- ㉗ 技術の社会実装の加速化（スマートシティの実現）

### 11. シェアリングエコノミーによる省エネ／テレワーク、働き方改革、行動変容の促進

- ㉘ シェアリングエコノミー／テレワーク、働き方改革、行動変容等の促進

### 12. GHG削減効果の検証に貢献する科学的知見の充実

- ㉙ 気候変動メカニズムの解明／予測精度向上、観測を含む調査研究、情報基盤強化

## V. 農林水産業・吸収源

GHG削減量：約150億トン～

スマートな生態系利用を通じて農林水産業のゼロエミッションを実現し、加えて革新技術を活用しCO<sub>2</sub>吸収源を拡大。

### 13. 最先端のバイオ技術等を活用した資源利用及び農地・森林・海洋へのCO<sub>2</sub>吸収・固定

- ㉚ ゲノム編集等バイオテクノロジーの応用
- ㉛ バイオマスによる原料転換技術の開発
- ㉜ バイオ炭活用による農地炭素貯留の実現
- ㉝ 高層建築物等の木造化やバイオマス由来素材の利用による炭素貯留
- ㉞ スマート林業の推進、早生樹・エリートツリーの開発・普及
- ㉟ ブルーカーボン（海洋生態系による炭素貯留）の追求

### 14. 農畜産業からのメタン・N<sub>2</sub>O排出削減

- ㊱ イネ品種、家畜系統育種、及び農地、家畜の最適管理技術の開発

### 15. 農林水産業における再生可能エネルギーの活用 & スマート農林水産業

- ㊲ 農山漁村に適した地産地消型エネルギーシステム構築
- ㊳ 農林業機械・漁船の電化、燃料電池化、作業最適化等による燃料や資材の削減（農林水産業のゼロエミッション）

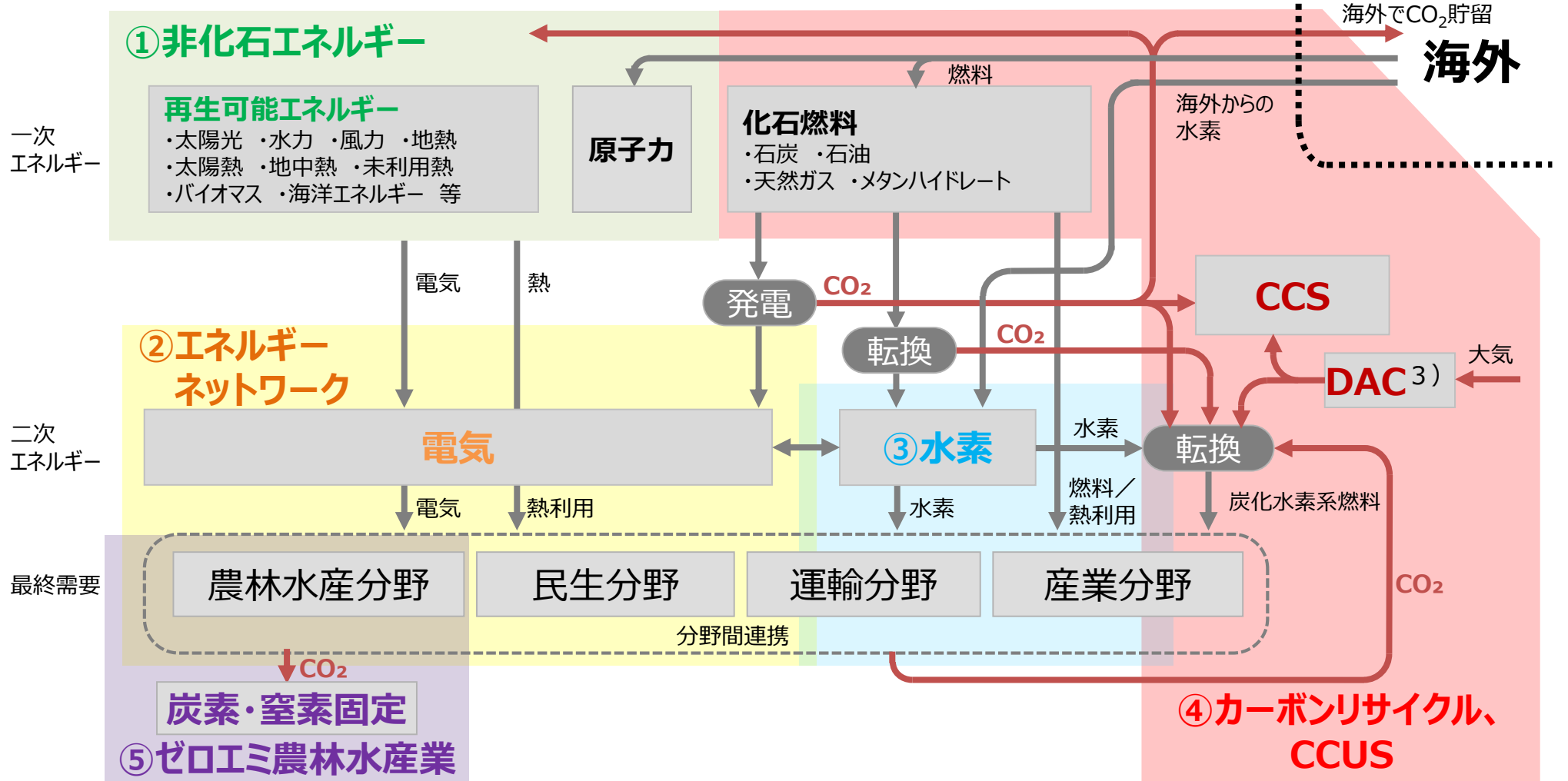
### 16. 大気中のCO<sub>2</sub>の回収

- ㊴ DAC（Direct Air Capture）技術の追求

GHG削減量（CO<sub>2</sub>換算値、重複を含む）は、内外の関係者が目指すべき共通のイメージを共有するために、政府の戦略や国際的な約束による試算、国際機関等のレポートで示されている数値の他、導入量として期待されている数値や、一定の前提を置いた試算など、異なる前提の下での推計値。

# イノベーション・アクションプランの重点領域

技術領域で整理すると、①電力供給に加え、水素・カーボンリサイクルを通じ全ての分野で貢献する非化石エネルギー、②再生可能エネルギー導入に不可欠な蓄電池を含むエネルギーネットワーク、③運輸、産業、発電など様々な分野で活用可能な水素、④CO<sub>2</sub>の大幅削減に不可欠なカーボンリサイクル、CCUS<sup>1)</sup>、⑤世界GHG排出量の1/4<sup>2)</sup>を占める農林水産分野の5つが重点領域となる。



1) CCUS : Carbon Capture, Utilization and Storage (炭素の回収・利用・貯留)  
 2) 農業・林業・その他土地利用部門からのGHG排出量は世界の排出量の約1/4を占める (出典 : IPCC AR5 第3作業部会報告書)  
 3) DAC : Direct Air Capture (大気からのCO<sub>2</sub>分離)



# ① 非化石エネルギー

## どこでも太陽光発電

発電効率を倍以上に

- 目標コスト
- CO<sub>2</sub>削減量

既存電源と同等以下  
70億トン/年\*\*



↑ペロブスカイト系  
(軽量・曲面追従) ↓車載用



### 【技術開発】

- 太陽光：新たな素材（ペロブスカイト）、新たな構造（タンデム、量子ドット）等を用いて世界に先駆けて超軽量/超高効率（**世界最高35%以上**）/曲面追従のモジュール化技術を確立し、**設置困難なビル壁面等への導入を実現**

### 【施策】

- ゼロエミッション国際共同研究センターやRD20等を通じ、国際連携を強化
- 先導的研究から実用化、実証までの一貫実施

# ② エネルギーネットワーク

## デジタル電力ネットワーク

エネルギーマネジメント費用込みでも  
再エネコストが既存電力料金と同等に

- 目標コスト
- 変動の大きい再エネの調整力として必須\*\*\*

既存電力料金と同等

### 【技術開発】

- 再生可能エネルギーの主力電源化を可能とするVPPやDR\*、**次世代型制御技術によるエネルギーマネジメントシステム、蓄電池、高効率なパワーエレクトロニクス技術等**

### 【施策】

- RD20等を通じた世界の先進機関との蓄電池等の共同研究
- 産学での共同開発



次世代エネルギーマネジメントのイメージ

\*VPP: Virtual Power Plant, DR: Demand Response

\*\*削減量は世界全体における数値を、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下、「NEDO」という。）等において試算。

\*\*\*再生可能エネルギー導入における調整力等であるため、個別の数値は算出されない。

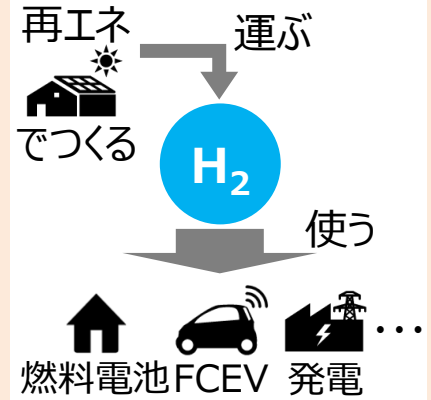
### ③水素

#### 水素社会の実現

既存エネルギーと同等のコストを実現

- 目標コスト
- CO<sub>2</sub>削減量

製造コスト1/10以下  
60億トン/年\*



#### 【技術開発】

- 天然ガス等からの水素製造技術のコスト削減・効率向上
- 圧縮水素、液化水素、有機ハイドライド、アンモニア、水素吸蔵合金等の輸送・貯蔵技術の開発
- **国際的なサプライチェーン**の確立
- 燃料電池の高効率化、水素発電の低NO<sub>x</sub>化、人工光合成の利用

#### 【施策】

- 水素閣僚会議等での国際連携
- ナショプロを通じ、大学や公的研究機関と企業が連携

#### CO<sub>2</sub>を出さない製鉄

CO<sub>2</sub>フリー水素を利用した製鉄技術

- 目標コスト
- CO<sub>2</sub>削減量

既存鉄鋼と同等価格  
38億トン/年\*



#### 【技術開発】

- **水素による鉄鉱石の還元**技術の開発
- 未利用排熱を活用したCO<sub>2</sub>分離回収等のCCUS技術の活用

#### 【施策】

- 先導的研究を開始し、技術開発、実証までを一貫実施

### ④カーボンリサイクル、CCUS

#### セメント/コンクリートを 活用したCO<sub>2</sub>固定

製造工程で排出されるCO<sub>2</sub>を再利用

- 目標コスト
- CO<sub>2</sub>削減量

既存製品と同等価格以下  
43億トン/年\*



#### 【技術開発】

- セメントの**焼成工程からのCO<sub>2</sub>分離回収**に加え、製造工程において廃コンクリート等にCO<sub>2</sub>を吸収させ原料や土木資材に**再資源化**
- **CO<sub>2</sub>吸収コンクリート**の開発

#### 【施策】

- ナショプロを通じ、技術のスケールアップなどの開発を加速

\*削減量は世界全体における数値をNEDO等において試算。

## 空気からの直接CO<sub>2</sub>固定

大気中の低濃度CO<sub>2</sub>も分離・回収

- 目標コスト
- CO<sub>2</sub>吸収量

受容可能なコスト  
80億トン～/年\*

### 【技術開発】

- 大気中からの低濃度のCO<sub>2</sub>を分離・回収する**DAC (Direct Air Capture)** 技術の追求
- CO<sub>2</sub>分離回収後の固定化技術の開発

### 【施策】

- ムーンショット型研究開発制度等の活用を検討



DAC (Direct Air Capture) のイメージ

## CO<sub>2</sub>が原料のバイオジェット燃料

通常の1000倍早く育つ藻にCO<sub>2</sub>を吸収させ、  
ジェット燃料や軽油を製造

- 目標コスト
- CO<sub>2</sub>削減量

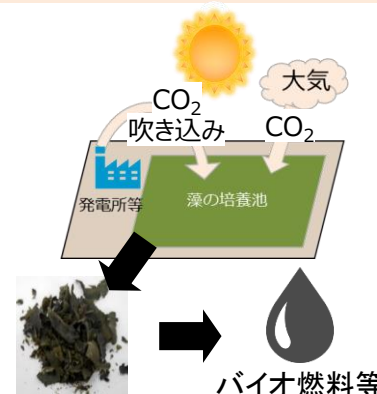
既存製品と同等価格以下  
20億トン/年\*の内数

### 【技術開発】

- 自然環境でも大量・安定的に藻を培養するシステムを確立するため、様々な条件下で大規模実証を実施
- 広島に、石炭火力から回収したCO<sub>2</sub>で培養実験を行う拠点を整備。**CO<sub>2</sub>吸収効率最大化に向けた研究**を推進

### 【施策】

- 2030年にバイオジェット燃料フライトを実現
- 大規模培養池等の実証事業の実施



## ⑤ ゼロエミ農林水産業

### 農地や森林、海洋によるCO<sub>2</sub>吸収

CO<sub>2</sub>吸収源を革新技术で拡大

- 目標コスト
- CO<sub>2</sub>吸収量

産業持続可能なコスト  
119億トン～/年\*

### 【技術開発】

- 海藻類の増養殖技術等、**ブルーカーボンの創出**
- **バイオ炭**の農地投入や早生樹・エリートツリーの開発・普及等
- 高層建築物等の木造化や改質リグニンを始めとしたバイオマス素材の低コスト製造・量産技術の開発・普及

### 【施策】

- バイオ技術による要素技術の高度化
- 先導的研究から実用化、実証までの一貫実施



\*削減量・吸収量は世界全体における数値をNEDO等において試算。

# アクセラレーションプラン

イノベーション・アクションプランの充実・実現を強力に後押しするために、①司令塔を設置し政府一丸となって計画的に推進する、②国内だけでなく世界の叡智を幅広く結集する、③ESG投資の拡大等を踏まえた民間投資の増大（官民で10年間で30兆円）を推進するための以下の具体策からなるアクセラレーションプランを策定・実行する。イノベーション・アクションプランの進捗状況を踏まえつつ、定期的に見直しを行う。

シーズ・要素技術

実用化開発

実証

社会実装

## イノベーション・アクションプラン

### アクセラレーションプラン

グリーンイノベーション戦略推進会議（仮称）（既存プロジェクトの総点検、効率的な研究開発推進の仕組みの検討等）

若手研究支援（ゼロエミクリエイターズ500）

（ゼロエミに向けた若手研究者の発掘と企業との共同研究への支援）

先導研究

（JST<sup>1)</sup>、NEDO；非連続な技術の原石の発掘から実証や事業化を目指す）

ムーンショット型研究開発制度の活用

（革新的な技術開発の要素技術から実用化）

ゼロエミッション国際共同研究センターでの国際連携

（RD20、ICEF、水素閣僚会議、カーボンリサイクル産学官国際会議等とも連携、大学、国研、企業連携のハブ）

次世代エネルギー基盤研究拠点

← ゼロエミ拠点フォーラムを通じた連携

国際展開

（CEFIA等、国際標準化）

ゼロエミッションベンチャー支援

（JST、NEDO；国内外のベンチャーキャピタルの投資促進のための仕組み強化）



地域循環共生圏

（脱炭素化・資源循環の社会実装）

東京湾岸イノベーションエリア

（実証環境構築）

カーボンリサイクル実証研究拠点

（CO<sub>2</sub>を資源として有効利用するための研究開発）

革新的技術開発への民間投資の拡大

（TCFD提言に基づく情報開示等を通じたグリーン・ファイナンスの推進、ゼロエミに向けて有望な研究開発プロジェクトを選定するゼロエミ・チャレンジ）

ゼロエミッション・イニシアティブズ（世界への発信）

# ゼロエミッション・イニシアティブズ

世界の産業界、金融界、研究者のリーダーが、毎年、日本に一堂に会し、地球温暖化対策について、具体的なアクションを実行していく。

下記の「グリーンイノベーション・サミット」と5つの国際会議により、①最新の革新的技術情報の共有、②共創の機会やグリーン・ファイナンスの推進、③成果の普及促進を、継続的に行っていく。

## イノベーション・アクションプラン

## アクセラレーションプラン

# ゼロエミッション・イニシアティブズ

## グリーンイノベーション・サミット

内閣総理大臣の下に、産業界、金融界、研究者のトップを集め、我が国の具体的な取組を世界に共有。国際的なエンゲージメントを強化。

### 水素閣僚会議

グローバルな水素利活用に高い関心を持つ国・地域・機関等が参加し、グローバルな水素の利活用に向けた政策の方向性について議論。

### カーボンリサイクル 産学官国際会議

カーボンリサイクルの実現に向けて、各国の革新的な取組や最新の知見、国際連携の可能性を確認するとともに、各国間の産学官のネットワーク強化を促進。

### RD20

CO<sub>2</sub>大幅削減に向けた非連続なイノベーション創出に繋げるため、クリーンエネルギー技術分野におけるG20の研究機関のリーダーを集める研究機関主体の国際会合。

### TCFDサミット

環境対策に積極的な企業に資金が集まり「環境と成長の好循環」を実現していくため、世界の企業や金融機関のリーダーを集めて対話を促す国際会合。

### ICEF

約70か国・地域の1,000人以上の有識者が参加し、技術イノベーションによる気候変動対策について議論。