

**エネルギー・環境技術の
ポテンシャル・実用化評価検討会
議論の状況**

2019年4月

経済産業省 産業技術環境局

文部科学省 研究開発局

エネルギー・環境技術のポテンシャル・実用化評価検討会

設置趣旨

- パリ協定を踏まえ、2050年を見据えて脱炭素化社会を実現するためには、既存技術のコストダウンも含めたイノベーションが重要。
- 脱炭素化技術の実用化促進には、2050年の社会が求める当該技術の需要・ポテンシャルを再評価し、脱炭素社会の実現に向けたボトルネック課題の抽出・見える化が必要。

- 内閣府「エネルギー・環境イノベーション戦略」や「エネルギー基本計画」等で言及されている、CO2大量削減に貢献する主要な革新的技術について、実用化進捗状況の確認や、実用化を阻害している要因の抽出、個別技術シーズのポテンシャル評価を行う。

⇒ 需要とポテンシャルを有する技術の実用化に求められるコストレベル、基礎基盤研究から社会実装までのボトルネック課題及び有望な技術オプションを客観的に抽出する。

パリ協定に基づく長期戦略へ情報を提供(2019年度上半期取りまとめ)

体制について

- 議長は経済産業省 産業技術環境局長と文部科学省 研究開発局長。
- 内部検討会としてより密な議論を行うため、議事は非公開(報告書は公開予定)。
- 取りまとめ内容については、CSTIに報告予定。

テーマ

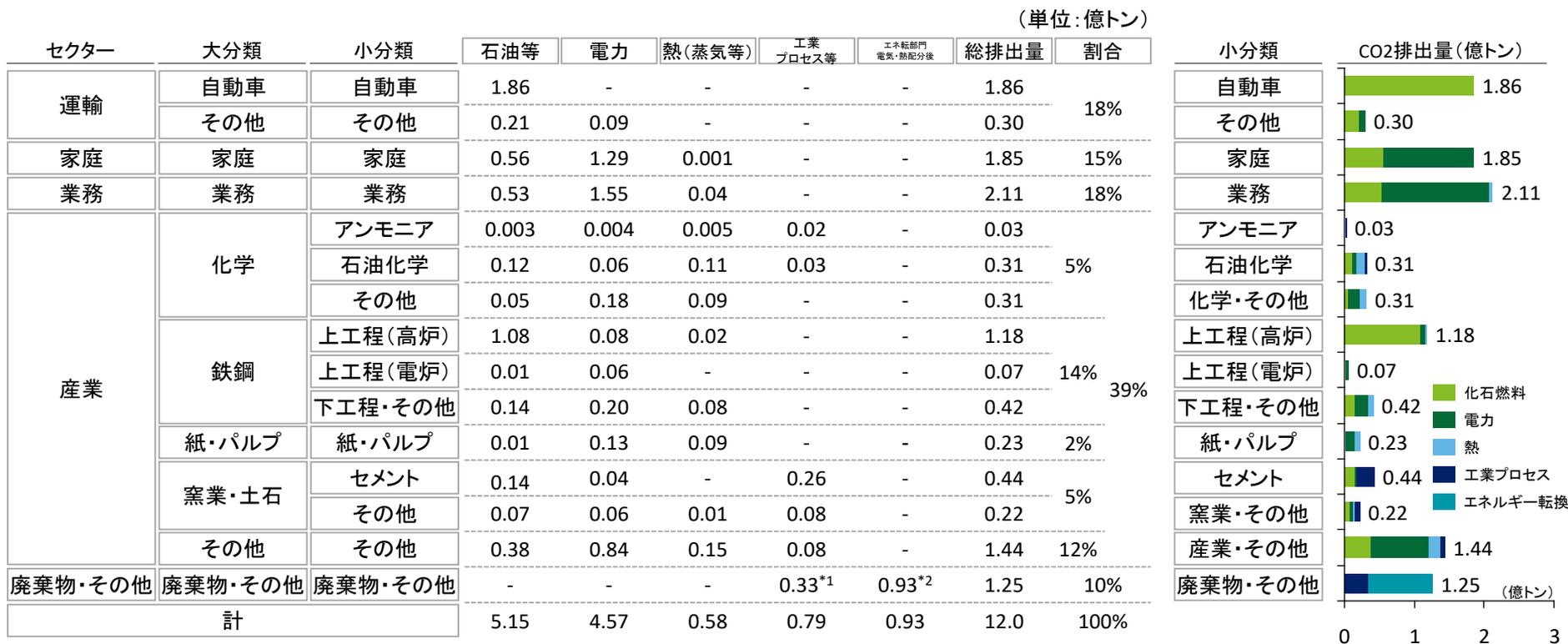
- **大規模CO2削減効果に効く革新的エネルギー・環境技術一般、特に**
 - ✓ **水素** (水素を利用するのに必要なコスト・量・製造法の課題と技術ポテンシャル等)
 - ✓ **CCUS** (回収が必要なCO2の規模、CCUSの課題と技術ポテンシャル等)
 - ✓ **再エネ・蓄エネ** (大規模導入シナリオや実現可能性の課題、技術ポテンシャル等)
 - ✓ **パワーエ** (需要予測、次世代・次々世代半導体の課題と技術ポテンシャル等)

有識者

- 佐々木 一成 九州大学工学研究院 主幹教授、副学長
- 財満 鎮明 名城大学大学院理工学研究科 教授
- 関根 泰 早稲田大学理工学術院 教授
- 中岩 勝 産総研 福島再生可能エネルギー研究所長
- 安井 至 持続性推進機構 理事長
- 山地 憲治 地球環境産業技術研究機構 理事、研究所長

1. CO2大量排出源とその原因

- 2016年度の我が国のセクター別CO₂排出量を示している。総排出量は12.0億トンであり、家庭・業務以外の大量排出セクターとしては、運輸（2.16億トン、18%）、化学（0.65億トン、5%）、鉄鋼（1.66億トン、14%）、窯業・土石（0.65億トン、5%）、電力（4.6億トン、38%）が挙げられる。



*1)内訳：焼却などの廃棄物処理（0.29億トン）、農業+燃料からの漏出+間接CO₂（0.03億トン）

*2)内訳：事業用自家発電（0.44億トン）、石油精製（0.34億トン）、および石炭製品+ガス製造+地域熱供給+誤差。

2. CO2大量排出セクターと技術領域の関係

CO ₂ 大量排出セクター	プロセス・製品	排出量	主要な排出要因	関連する脱炭素技術例	技術領域	
電力	火力発電	4.6億トン	✓ 石炭・石油の燃焼	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 再エネ・蓄エネ、原子力 ✓ CCS ✓ パワエレ 		
自動車	内燃機関	1.86億トン	✓ ガソリン・ディーゼルの燃焼	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 電気自動車 ✓ 燃料電池 		
鉄鋼	高炉	1.2億トン	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 石炭の燃焼 ✓ 石炭による還元 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ CCS ✓ 水素還元 		
	電炉	0.07億トン	✓ 電気の使用	✓ 再生可能エネルギー		
化学	石油化学	0.31億トン	✓ ナフサの分解	<ul style="list-style-type: none"> ✓ CCU ✓ CO₂フリー水素 		
	アンモニア	0.03億トン	✓ 水素製造のための天然ガス改質	✓ CO ₂ フリー水素		
窯業・土石	セメント	0.4億トン	✓ 炭酸カルシウムの焼成	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 燃焼灰+CCU ✓ CCS 		
合計		8.2億トン	※電力と各セクターとのCO ₂ 排出量の重複分は除いて集計			

4. 議論とりまとめ案 (①水素)

ポテンシャル・実用化評価

○水素社会を構築する上での根本的課題は安価で低炭素な水素供給(製造、輸送、貯蔵)。

○水素発電、産業用途(製鉄、化学等)の水素利用拡大のためには、天然ガス相当価格の水素(環境価値込)が最低限必要。また、燃料電池の効率化含め水素利用の低コスト化も引き続き必要。

○再エネ水電解からの水素製造は、価格面、規模面ともにブレークスルーが必要。

実用化を見据えた長期的な研究開発等の方向性

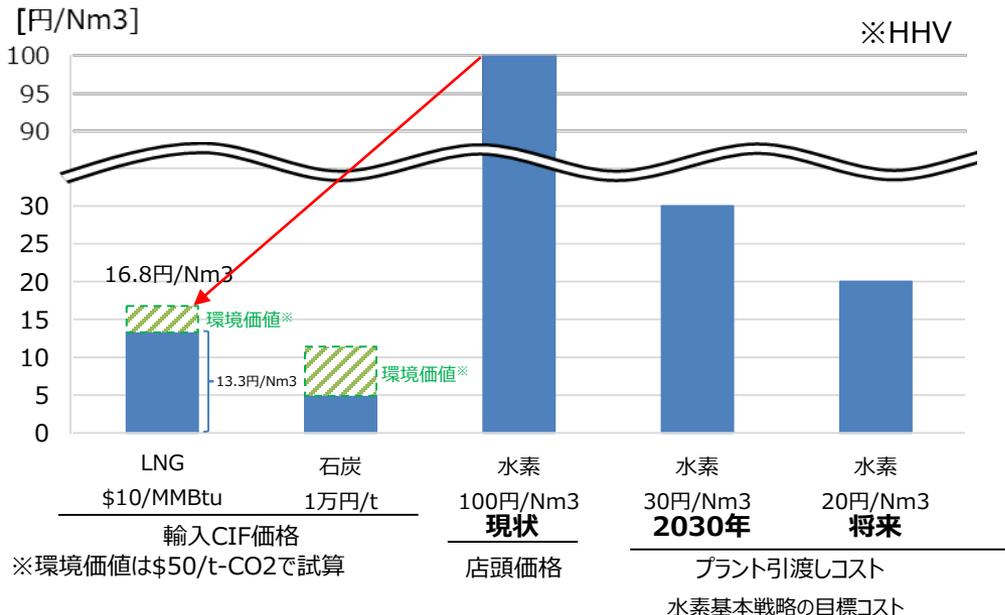
○水素製造のより一層のコストダウン

水電解に加え、人工光合成、化石燃料からのCO2排出しない水素製造、ISプロセス、バイオマス利用等の革新的技術シーズの探索継続

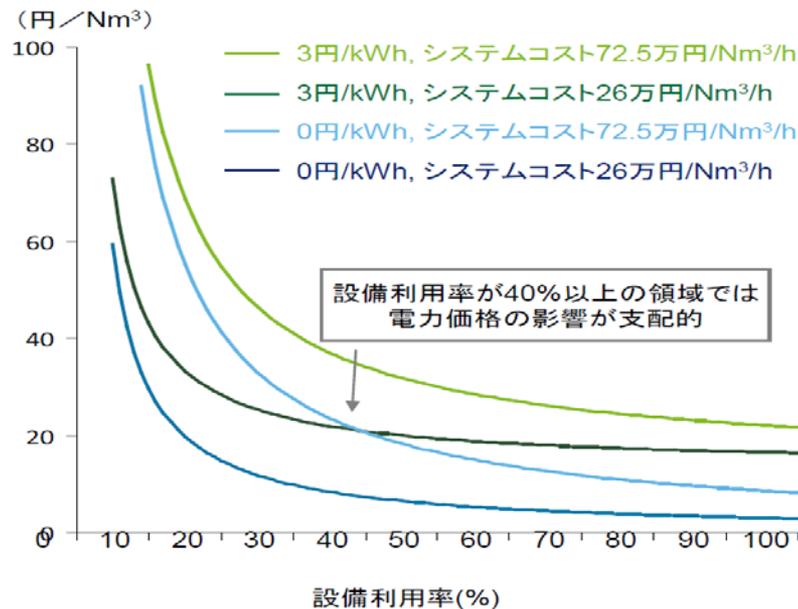
○純水素を製造せずに、水とCO2から炭化水素(メタン、メタノール等)を直接合成する技術の可能性

○水素キャリアの合成・脱水素に必要な投入エネルギーの抜本的削減

既存エネルギーと水素コストの比較 (発電用燃料・熱量等価)



水素製造コストの設備利用率感度



4. 議論とりまとめ案 (②CCUS)

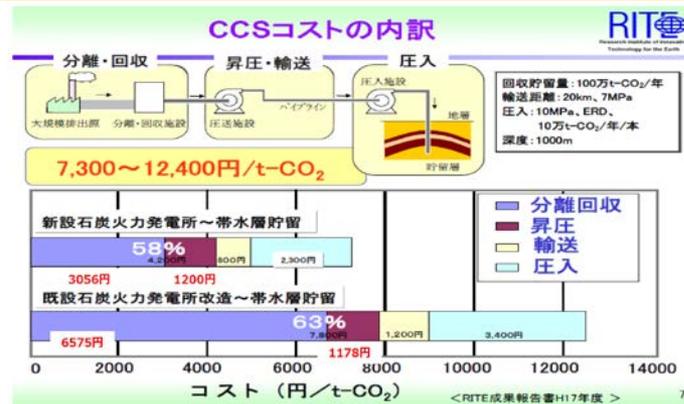
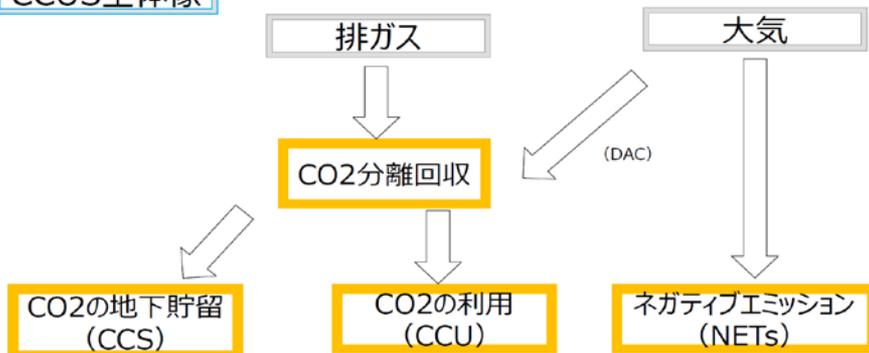
ポテンシャル・実用化評価

- CCUSを行うに当たり、CO2分離回収は投入エネルギー・コストの観点からより一層の改善が必要。
- CO2地下貯留(CCS)の貯留ポテンシャル・技術はあるが、EORを除き、CO2貯留そのものに経済インセンティブが存在しない。社会受容性も課題。
- CO2有効利用(CCU)はCO2削減量が課題。ほとんどのプロセスで必要となる水素(価格・量)がボトルネック。反応プロセスの高効率化等による低コスト化に向けた改善も必要。
- 大気中のCO2を直接固定・除去するネガティブエミッション技術(DAC、BECCS等)も近年注目。

実用化を見据えた長期的な研究開発等の方向性

- CO2分離回収
 - ✓ 投入エネルギーの更なる削減、酸素富化燃焼等CO2分離を容易(または不要)にする技術の開発、CO2を分離回収せずに排ガスを直接活用する技術の追求。回収しやすいCO2排出源の検討。
- CCS
 - ✓ 地下貯留適地の確保、排出源を考慮した適切なCO2輸送の実現、モニタリング手法の最適化
- CCU
 - ✓ 革新的水素製造及び水から直接炭化水素を製造する技術開発(再掲)
 - ✓ CCUの中でもCO2削減効果の大きい燃料や鉱物化の技術開発の追求
 - ✓ 客観的・中立的なLCA評価の実施、未利用熱・余剰電力を活用した反応プロセスの開発
- ネガティブエミッション
 - ✓ 技術、コスト、投入エネルギー等の客観的評価

CCUS全体像



出典: 平成17年度RITE「二酸化炭素地中貯留技術研究開発成果報告書」二酸化炭素固定化・有効利用技術等対策事業(1546頁(表3.3-8))

4. 議論とりまとめ案 (③パワエレ)

ポテンシャル・実用化評価

- 自動車の電動化、産業用機器のIoT化、ワイヤレス給電、電力制御のスマート化等を進める上で、今後もパワエレは重要。
- パワー半導体市場は、Si半導体を中心に推移しているが、優れた物性を有するSiCやGaN等の化合物半導体も、徐々に導入されていく見込み。
- 次世代半導体(化合物半導体、新構造Si半導体)の研究開発では、世界トップレベルの顕著な成果が創出されつつある。
- 海外トップメーカーが更なる大口径化によりSi半導体のコスト低下に取り組む中、次世代半導体においても、ウエハの大口径化や歩留まり改善、大量生産技術等によるコスト低下が求められる。
- 更には、車載向け機器などの量産品モジュールの共通化・標準化や、磁性部品等の受動部品コストの削減などが必要。
- 今後のパワエレ機器の高機能化・高性能化には、次世代半導体の開発に加えて、より高性能な受動部品や高度な実装技術等が必要。
- 電力変換用途によって、求められる性能が異なるため、ターゲットを明確化した研究開発が必要。

実用化を見据えた長期的な研究開発等の方向性

- 自動車の電動化、産業用機器のIoT化、ワイヤレス給電、電力制御のスマート化等をターゲットとした研究開発の推進。
- 電力を高効率に制御できる次世代半導体の研究開発の推進。
- コスト低下に向けて、ウエハの大口径化や歩留まり改善、部品や回路の共通化・標準化、大量生産技術の導入等に向けた取組の推進。
- 高機能化・高性能化に向けて、半導体のみならず、受動部品や実装技術等も含めた、パワエレ機器全体に係る基盤的研究開発の推進。



4. 議論とりまとめ案 (④再エネ・蓄エネ)

ポテンシャル・実用化評価

○太陽光や風力のような変動再エネに対する調整力としては、これまで揚水や火力が多くを占めてきたところ。変動・分散する再エネの大量導入・再エネ投資の拡大には、柔軟な系統運用や連系線の増強などインフラ整備に加え、適切な調整力の確保、再エネ貯蔵等による再エネの最大限の活用が必要。

○大規模蓄エネとして、有望視されている系統用蓄電池の大規模導入にはコストが最大の課題。また、設置には比較的大きな占有スペースが必要といった問題などもあり、設置場所が限られる。また、火力発電については、再エネに対応するための調整力としての役割が増してきている。

○系統・発電側だけでなく、需要側の調整として、DRの活用など、VPP技術の実証が行われている。余剰電力の活用手段としては、産業プロセスにおける化石燃料利用から電化技術への転換や上げDRが重要となるが、技術面に加え、安価な電気代等インセンティブが必要。



実用化を見据えた長期的な研究開発等の方向性

○大規模蓄エネ技術の低コスト化(揚水発電の設置コスト並み)

- ✓ 安価な材料を使ったフロー電池の開発等、より安価な系統用蓄電池の探索
- ✓ 長期間利用を想定した安全性の高いリチウムイオン電池、全固体電池の高性能化
- ✓ 電熱変換の効率向上、大規模蓄熱システムの低コスト化
- ✓ 車載用蓄電池の中古品の活用を想定した電池の劣化評価・残存価値判断技術の確立、標準化

○火力発電(水素発電含む)の柔軟性向上

- ✓ 新設及び既設火力発電所の改修において、より短時間での出力調整、最低部分負荷の効率向上

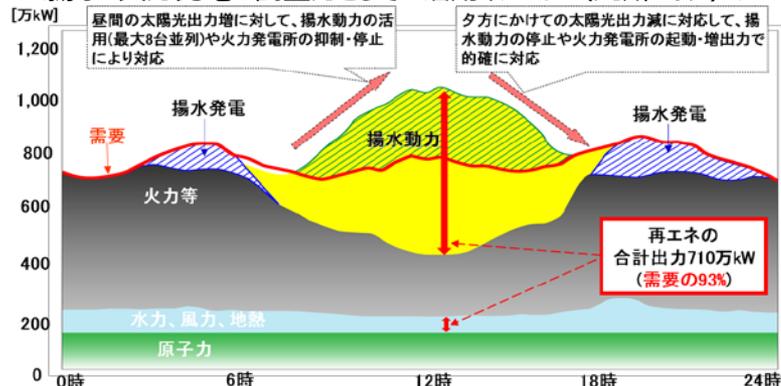
○需要側調整力のポテンシャルの追及

- ✓ 上げDRへの対応も含め、電化可能な産業・生産工程・ポテンシャルの精査(電炉、電解プロセス等)
- ✓ 定置用蓄電池等制御性の高い分散型エネルギーリソースの低コスト化
- ✓ 低コストかつ高効率な水素貯蔵システムの開発(水電解水素製造技術・水素吸蔵合金システムの開発等)
- ✓ 柔軟な需給調整を可能とするデジタル・統合制御技術

○生産付加価値を提供する電化の促進

- ✓ 電気加熱・乾燥・合成・分離等生産プロセスの技術開発

＜揚水・火力発電の調整力としての活用イメージ (九州エリア)＞



5. 研究開発・実証を効果的に実施するための取組

脱炭素化に資する長期的開発について、現在両者連携で行っている事業

○未踏チャレンジ2050

- ①有識者らによる事業の全体的なマネジメント、各研究開発課題への助言等を行いながら最大で5年間事業を継続(2~3年程度経過した段階でステージゲート審査を実施)
- ②2050年頃に第一線で活躍しているような若手研究者を育成(大学等の研究者は40歳未満)
- ③未来社会創造事業との連携による審査の適正化

○未来社会創造事業(「地球規模の課題である低炭素社会の実現」領域)

- ①戦略的創造研究推進事業「先端的低炭素化技術開発」(ALCA)との有機的連携
- ②スモールスタート&ステージゲート方式による有望課題の適時採択と新陳代謝
- ③未踏チャレンジ2050との連携による審査の適正化(関連分科会間での評価委員相互乗入)

複数のアプローチを並行する研究開発プログラム運営(案)

✓ 社会やユーザーの立場から必要となる技術課題を設定し、複数の異なるアプローチで技術間競争。

- ①FS研究を並行して実施し、相乗効果を測るとともに最適なアプローチを見出す。

例:「多様な水素化合物等からの二酸化炭素を排出しない水素製造技術調査」(NEDO)ではメタンの熱分解による水素製造技術について、

- 1)膜反応器を用いたメタン直接分解によるCO₂フリー水素製造技術(膜分離)
- 2)メタンの熱分解による水素製造技術の研究開発(連続プロセス(流動床))
- 3)メタン直接分解による水素製造に関する技術調査(バッチプロセス)

を同時に実施して相互比較し、析出炭素の有効活用法の検討や、経済性評価を一体となって推進予定

- ②ミッションイノベーション等を活用したジョイントコール等による国際共同研究を実施。

5. 研究開発・実証を効果的に実施するための取組

CO2削減技術の普及にむけて

✓ CO2排出量のLCA技術評価を通じた客観性担保

①技術開発におけるLCA技術評価の推進

FS(Feasibility Study)段階でCO2排出量のLCA技術評価、コスト評価を客観的に実施

例: 環境省ではガイドラインを提示。「再生可能エネルギー及び水素エネルギー等の温室効果ガス削減効果に関するLCAガイドライン(<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/lca/index.html>)」などを公開。
簡易的な評価の支援。

②LCAデータベースの充実

③LCA技術評価の不確実性の評価

✓ 技術面以外での仕組み作り

(環境への貢献の見える化等)

「革新的環境イノベーション戦略」の策定

「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略策定に向けた懇談会」提言（抜粋）

- 非連続なイノベーションを実現するためには、これまでとは異なる異次元の取組が必要である。
- そのため、水素、CCS・CCU、再生可能エネルギー、蓄電池などその鍵となる分野について、コスト、効率等の具体的な目標を掲げ、その目標実現のための課題、国内外での連携を含む推進体制等を明確にした総合的な戦略を策定し、大胆に政策・経営資源を投入するとともに、官民一体で、そして世界の叡智を結集し、実効性高く技術開発とその普及に努めるべきである。

「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略策定に向けた懇談会」安倍総理ご発言概要（抜粋）

- 気候変動という地球規模の課題に立ち向かい、脱炭素社会という究極のあるべき姿を実現するためには、従来の延長線上ではない、非連続的なイノベーションを起こさなければならない。
- 本日のご提言を踏まえ、政府として、本年中に「革新的環境イノベーション戦略」を策定することとし、早速その検討に着手する。
- 水素エネルギーのコストを2050年までに現在の10分の1以下、すなわち、天然ガスよりも割安にする。さらには、人工光合成など二酸化炭素の有効利用を図るCCU技術の商用化に向けた具体的なロードマップなどを盛り込んでいく。