

2050年カーボンニュートラル実現に向けた RITEの取り組み

山地憲治

(公財)地球環境産業技術研究機構(RITE)理事長・研究所長

基調講演

未来社会を支える温暖化対策技術シンポジウム in 関西

2021年9月30日

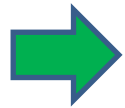
@大阪科学技術センター

パリ協定の基本構成

世界全体の目標:

・産業革命以降の温度上昇を1.5°C~2°C以内に抑える。

・今世紀後半に正味の排出ゼロ(脱炭素社会:カーボンニュートラル)を目指す。



グローバルストックテイク:

・2023年から5年毎に世界全体の目標に向けた進捗状況をチェック。

・各国の目標改訂に反映



各国の行動:

・国情にあわせて自主的に温室効果ガス削減・抑制目標を設定(NDC)。

・進捗状況を定期的に報告し、レビューを受ける(Pledge & Review)

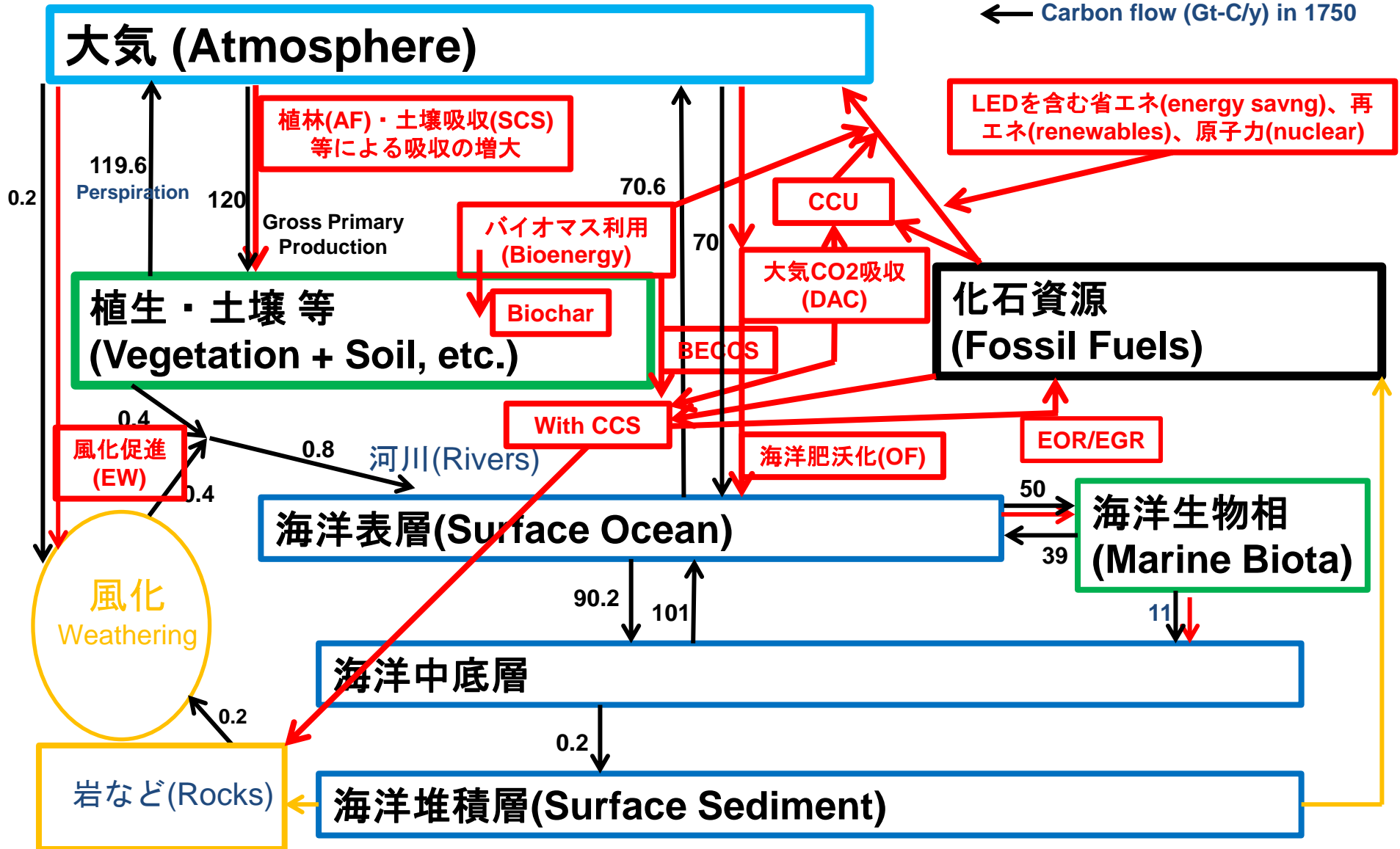
・5年毎に目標を見直す。

・2050年を念頭に長期戦略の策定。

COP21(2015年12月、採択)、2016年11月発効、COP24(詳細ルール合意)、2019年11月米国脱退通告(20年11月脱退;21年2月復帰)、COP26(1年延期、2021年11月)

カーボンニュートラル（脱炭素社会）とは？

大気中GHG濃度の安定化(UNFCCC)→正味排出量ゼロ(脱炭素社会(Carbon Neutrality))



(IPCC AR4 WG1 (2007)のFig 7.3に基づき山地が作成)

地球温暖化対策に関する最近の動向

2015年12月：COP21においてパリ協定採択

2018年7月：第5次エネルギー基本計画

2018年10月：IPCC 1.5°C特別報告書

2019年6月：パリ協定長期成長戦略(UNFCCC事務局へ提出)

2019年10月：グリーンイノベーションウィーク：TCFDサミット、ICEF、RD20

2020年1月：革新的環境イノベーション戦略公表

2020年7月：グリーンイノベーション戦略推進会議発足

2020年10月：2050年カーボンニュートラル宣言

2020年12月：グリーン成長戦略(一次案)公表(2021年6月：改訂版)

2021年4月：気候サミット(バイデン大統領主催)

菅首相が2030年度に温室効果ガスを2013年度から46%削減を表明

2021年6月：G7サミット(英国・コーンウォール)

2021年9月：国連総会(ニューヨーク)

2021年10月：G20サミット(ローマ)

2021年11月：COP26(グラスゴー)

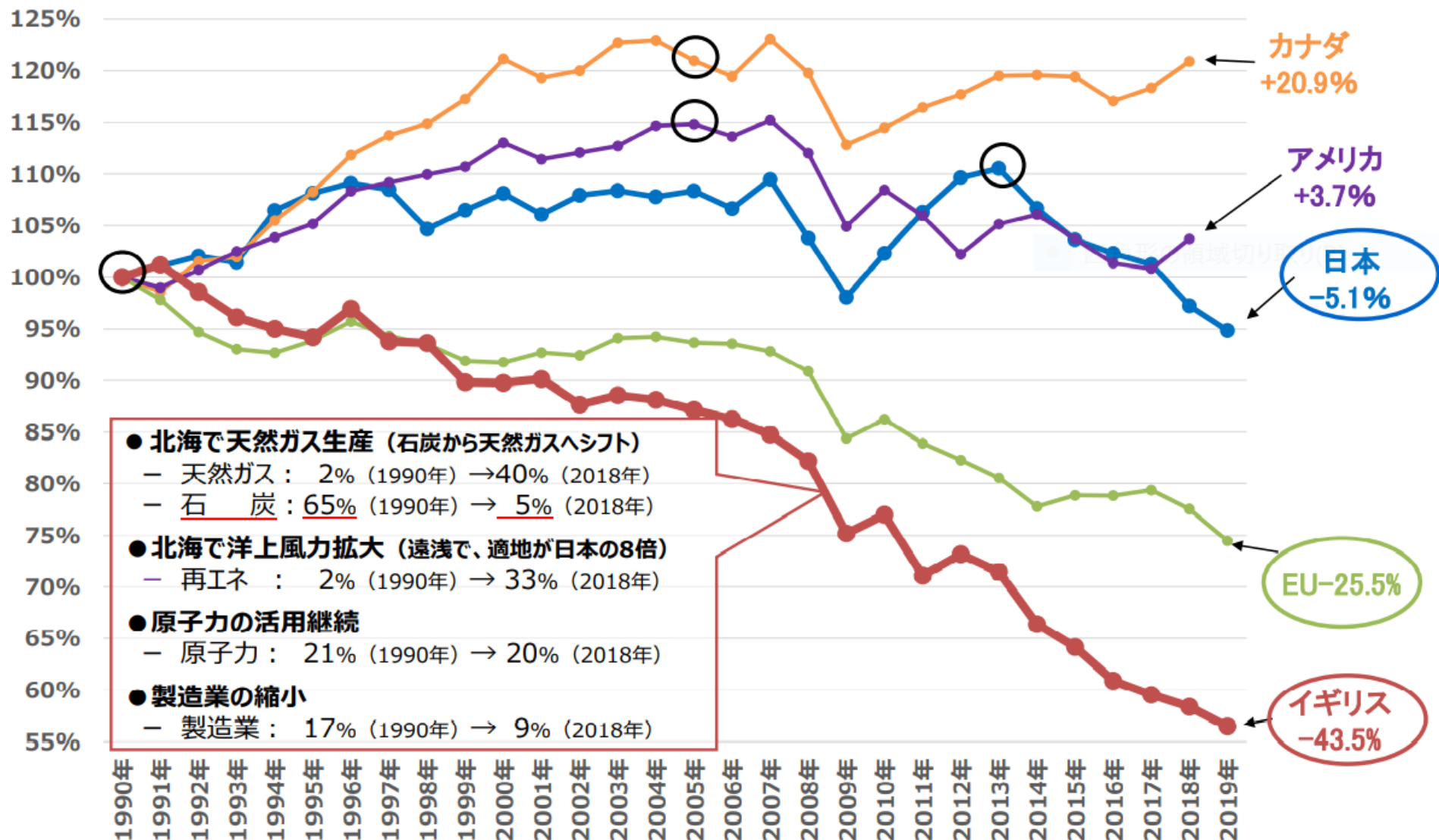
気候サミットを踏まえた主要国の排出目標

- 4月22日の気候サミットを踏まえ、米国、カナダ、日本が目標引き上げを表明。

国名	従来目標	気候サミットを踏まえた排出目標
日本	2030年 <u>▲26% (2013年)</u> <2020年3月NDC提出>	<u>▲46% (2013年比)</u> を目指す、さらに <u>50%の高みに挑戦</u> と表明。
米国	2025年 <u>▲26~28% (2005年比)</u> <2016年9月NDC提出>	<u>▲50~52% (2005年比)</u> を表明。 ※上記目標のNDC提出済み
カナダ	2030年 <u>▲30% (2005年比)</u> <2017年5月NDC提出>	<u>▲40~45% (2005年比)</u> を表明 <small>或切り取り(R)</small>
EU	2030年 <u>▲55% (1990年比)</u> <2020年12月NDC提出> ※引き上げ前は▲40% (1990年比)	目標の変更無し
英国	2030年 <u>▲68% (1990年比)</u> <2020年12月NDC提出> ※提出前はEUのNDCとして▲40% (1990年比)	<u>2035年に▲78% (1990年比)</u> を表明。 ※2030年目標の変更はなし。
韓国	2030年 <u>▲24.4% (2017年比)</u> <2020年12月NDC提出>	目標の変更無し。気候サミットにおいて、 <u>今年中のNDC引き上げを表明</u> 。
中国	<u>2030年までにピーク達成、GDP当たりCO2排出▲65%</u> (2005年比) <国連総会(2020年9月)、パリ協定5周年イベント(2020年12月)での表明>	目標の変更無し。 ※気候サミットでは、石炭消費の縮減を表明。

主要先進国の温室効果ガス排出量の推移（1990年比）

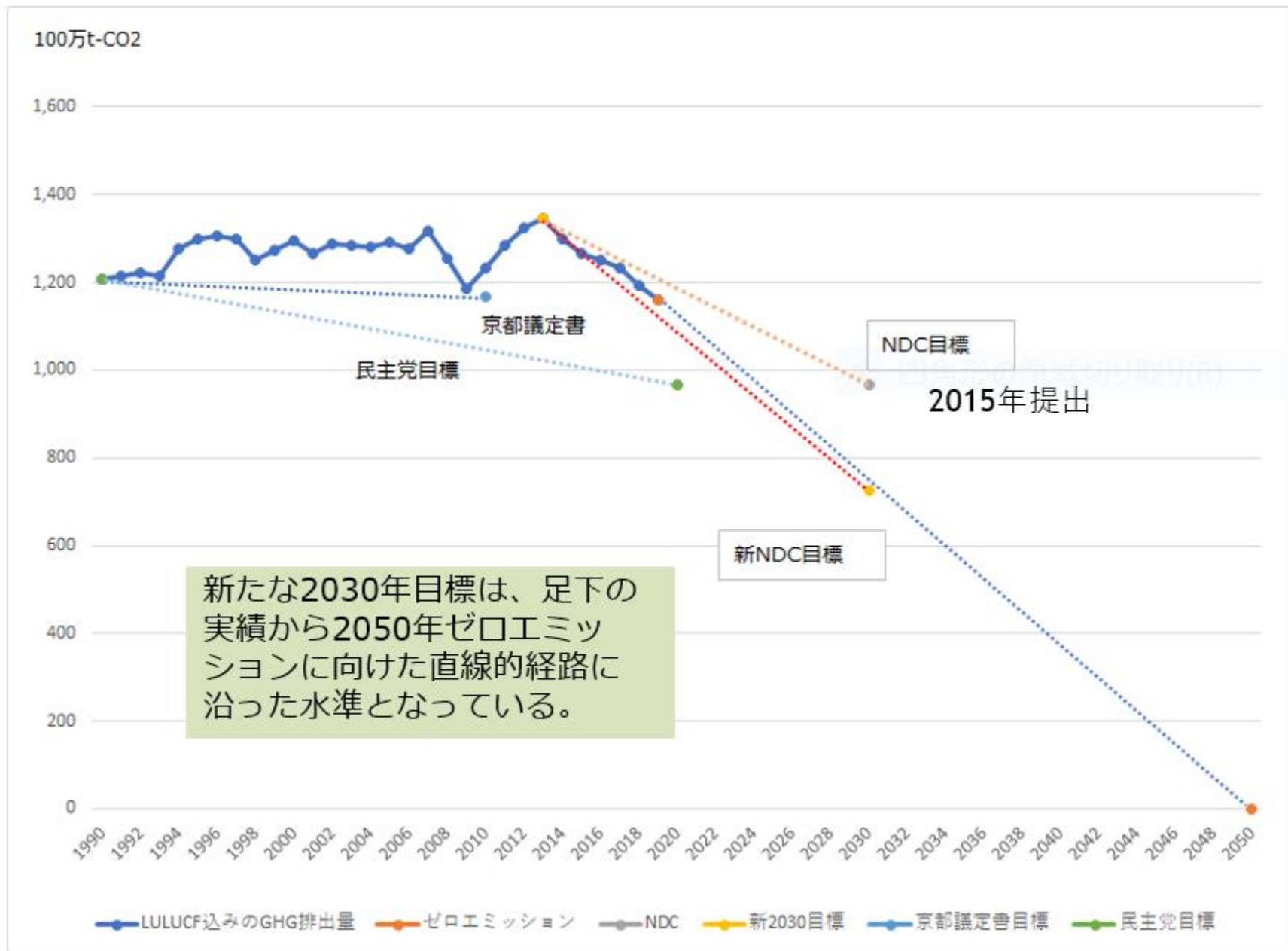
※○は、各国のNDCの基準年



・日本、EUのGHG排出量は間接CO2を含む ・1990年 = 100%

出典：Greenhouse Gas Inventory Data（UNFCCC）等より作成

わが国のGHG排出量と各種削減目標



次期エネルギー基本計画検討の進め方（案）

3E+Sを目指す上での課題を整理

- レジリエンスの重要性など新たな要素の確認



今世紀後半のできるだけ早期に「脱炭素社会」を実現するための課題の検証

- 気候変動対策を進める世界の状況
- CO2排出の太宗を占める、エネルギーの需給構造
- 脱炭素化技術への投資確保 など



2030年目標の進捗と更なる取組の検証

- エネルギーミックスの達成状況
- エネルギー源ごとの取組状況
- 今後、さらに取り組むべき施策 など

グリーンイノベーション
戦略推進会議

脱炭素社会に不可欠な
イノベーションのあり方



【参考】『パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略』（2019年6月11日閣議決定）

「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していくことを目指す。」

「2050年までに80%の温室効果ガスの排出削減という長期的目標を掲げており、その実現に向けて、大胆に施策に取り組む。」 → **2050年までに実質ゼロ排出(カーボン・ニュートラル)を目指す**

2030年におけるエネルギー需給の見通しのポイント①

※数値は全て暫定値であり、今後変動し得る。

- 今回の見通しは、2030年度の新たな削減目標を踏まえ、徹底した省エネルギーや非化石エネルギーの拡大を進める上での需給両面における様々な課題の克服を野心的に想定した場合に、どのようなエネルギー需給の見通しとなるかを示すもの。
- 今回の野心的な見通しに向けた施策の実施に当たっては、安定供給に支障が出ることのないよう、施策の強度、実施のタイミングなどは十分考慮する必要。（例えば、非化石電源が十分に導入される前の段階で、直ちに化石電源の抑制策を講じることになれば、電力の安定供給に支障が生じかねない。）

		(2019年 ⇒ 現行目標)	2030年ミックス (野心的な見通し)
省エネ		(1,655万kl ⇒ 5,030万kl)	約6,200万kl (省エネ前の最終消費：約35,000万kl)
電源構成 発電電力量： 10,650億kWh ⇒ 約9,300~9,400 億kWh程度	再エネ	(18% ⇒ 22~24%)	36~38%
	水素・アンモニア	(0% ⇒ 0%)	1%
	原子力	(6% ⇒ 20~22%)	20~22%
	LNG	(37% ⇒ 27%)	20%
	石炭	(32% ⇒ 26%)	19%
	石油等	(7% ⇒ 3%)	2%
(+ 非エネルギー起源ガス・吸収源		上記と同等の引上げ)	
温室効果ガス削減割合		(14% ⇒ 26%)	46% 更に50%の高みを目指す

2030年度の再生可能エネルギー導入見込量

- 2019年度の再生可能エネルギー導入量の実績は、1,853億kWh。これに対し、2030年度は、足下の導入状況や認定状況を踏まえつつ、各省の施策強化による最大限の新規案件形成を見込むことにより、**3,130億kWh程度の実現を目指す**（政策対応強化ケース）。
- その上で、2030年度の温室効果ガス46%削減に向けては、**もう一段の施策強化等に取り組む**こととし、その**施策強化等の効果の実現した場合の野心的なもの**として、**合計3,360～3,530億kWh程度**（電源構成では36-38%）の再エネ導入を目指す。
- なお、**この水準は、キャップではなく**、今後、現時点で想定できないような取組が進み、早期にこれらの水準に到達し、再生可能エネルギーの導入量が増える場合には、**更なる高みを目指す**。

GW(億kWh)	2019年度導入量	現行ミックス水準	改訂ミックス水準
太陽光	55.8GW (690)	64GW (749)	103.5～117.6GW (1,290～1,460)
陸上風力	4.2GW (77)	9.2GW (161)	17.9GW (340)
洋上風力	—	0.8GW (22)	5.7GW (170)
地熱	0.6GW(38)	1.4-1.6GW (102-113)	1.5GW (110)
水力	50.0GW (796)	48.5-49.3GW (939-981)	50.7GW (980)
バイオマス	4.5GW (262)	6-7GW (394-490)	8.0GW (470)
発電電力量	1,853億kWh	2,366～2,515億kWh	3,360～3,530億kWh 程度

※改訂ミックス水準における各電源の設備利用率は、「総合エネルギー統計」の発電量と再エネ導入量から、直近3年平均を試算したデータ等を利用
総合エネルギー調査会 再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会（第31回）資料2 参照

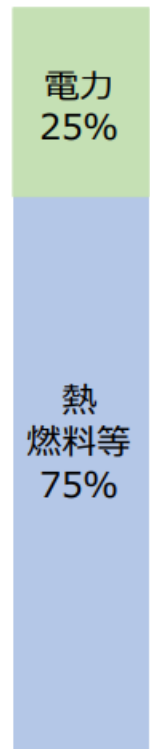
エネルギー需要・一次エネルギー供給

エネルギー需要

一次エネルギー供給

※数値は全て暫定値であり、今後変動し得る。

360百万kL

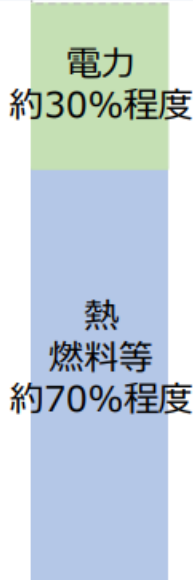


2013年度

経済成長 1.4%/年
(2013→2030)
世帯数 0.7%減
旅客輸送量 -6.2%減

省エネの野心的な深掘り
約6,200万kL程度
(対策前比▲18%程度)

約280百万kL



2030年度

2030年度
(H27策定時)

326百万kL



水素・アンモニア
約1%程度

約430百万kL



2030年度

489百万kL



2030年度
(H27策定時)

自給率
約30%
程度

四角形の領域切り取り(R)

自給率
24.3%
程度

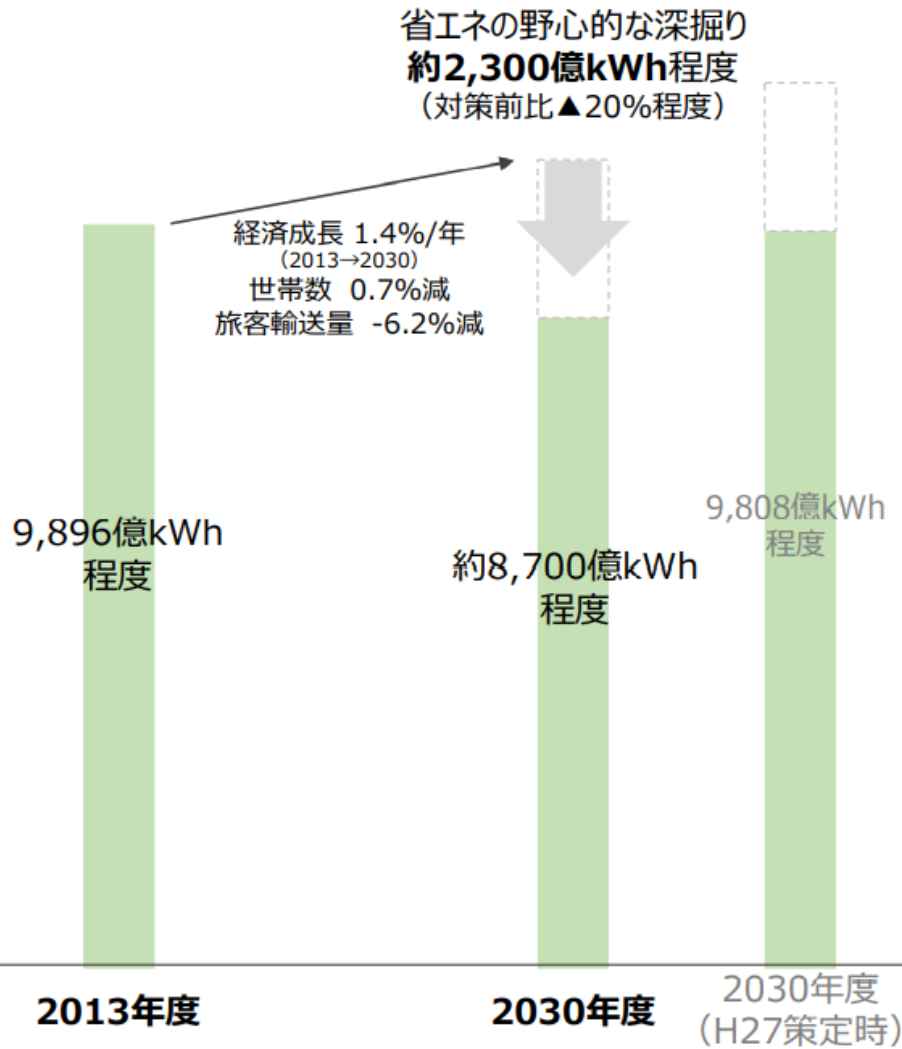
* 自給率は総合エネルギー統計ベースでは約30%強程度、IEAベースでは約30%弱程度となる

* H27の長期エネルギー需給見通し策定以降、総合エネルギー統計は改訂されており、2030年推計の出発点としての2013年実績値が異なるため、単純比較は出来ない点に留意

電力需要・電源構成

電力需要

※数値は全て暫定値であり、今後変動し得る。



電源構成

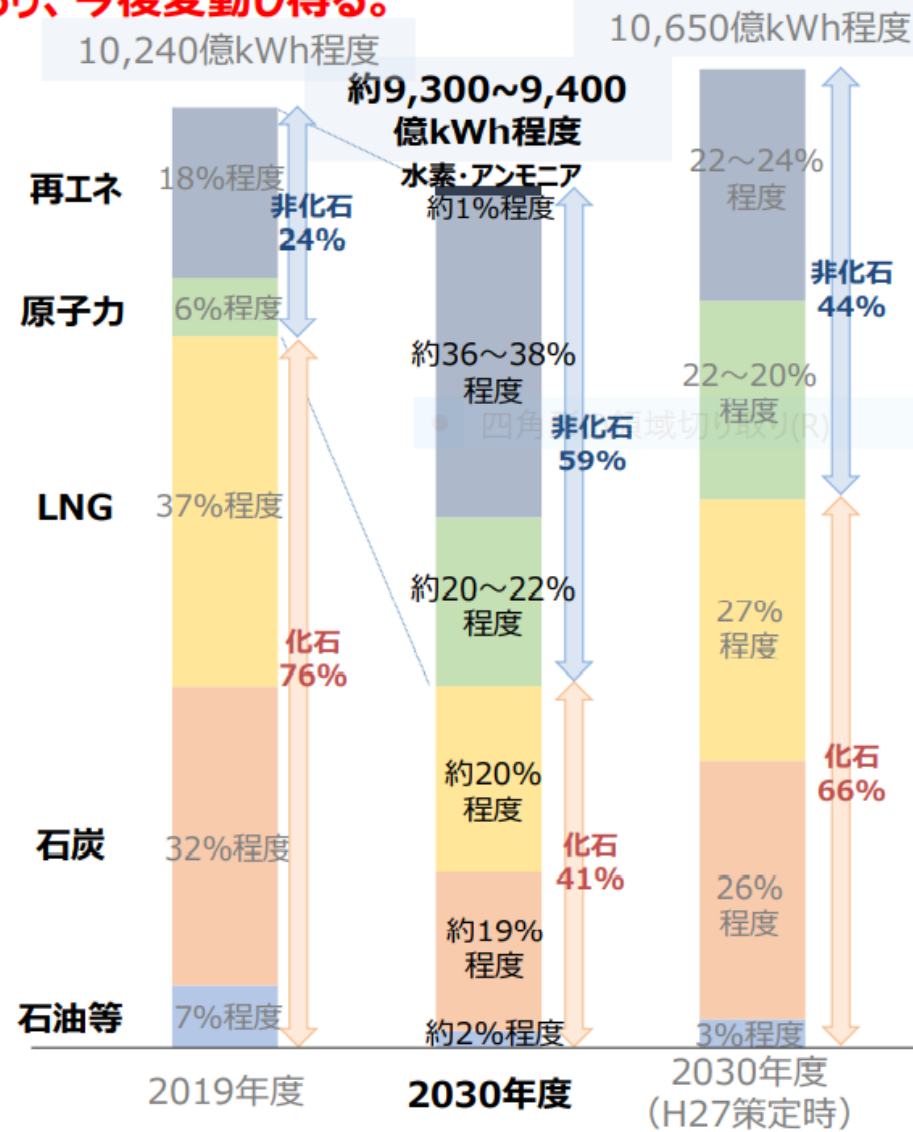


表1 エネルギー起源二酸化炭素の各部門の排出量の目安

	2013年度 実績	2019年度 実績	2030年度の 各部門の 排出量の目安
エネルギー起源二酸化炭素	1,235	1,029	約680
産業部門	463	384	約290
業務その他部門	238	193	約120
家庭部門	208	159	約70
運輸部門	224	206	約140
エネルギー転換部門 ⁸	106	89.3	約60

[単位：百万t-CO₂]

エネルギー起源CO₂以外のGHG排出量目安（CO₂換算（百万トン）@2030年）

非エネルギー起源CO₂:70、メタン:27、N₂O:18、フロン類: 22、

森林吸収: -38、土壌吸収等:-10；+2国間クレジット(JCM)で2030年までの累積で100程度

2050年カーボンニュートラルに向けたグリーン成長戦略に関する論点

令和2年11月

内閣官房成長戦略会議事務局

1. カーボンニュートラルに向けたグリーン成長戦略

- 「我が国は、2050年までに、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、すなわち2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指す」との方針に沿って、成長戦略の柱に経済と環境の好循環を掲げ、グリーン社会の実現に最大限注力すべきではないか。
- もはや、温暖化への対応は経済成長の制約ではなく、積極的に温暖化対策を行うことが、産業構造や経済社会の変革をもたらし、大きな成長につながるという発想の転換が必要ではないか。

2. 革新的なイノベーションの推進

- 革新的なイノベーションを図る分野として、①電化＋電力のグリーン化（洋上風力、次世代蓄電池技術など）、②水素（熱・電力分野を脱炭素化するための水素大量供給）、③CO₂固定・再利用（カーボンリサイクル、CO₂回収・貯留付バイオマス発電等）に重点を置くべきではないか。実用化を見据えて、具体的な目標数値を定めた研究開発を加速度的に促進すべきではないか。
- 規制改革などの政策を総動員し、企業の資金をグリーン投資に向かわせるとともに、ESG投資や企業のカーボンニュートラルに向けた投資をサポートする税制や金融支援を検討すべきではないか。
- 環境関連分野のデジタル化により、効率的、効果的にグリーン化を進めるべきではないか。世界のグリーン産業をけん引し、経済と環境の好循環をつくり出していくべきではないか。
- 産業構造や経済社会の変革により、事業の再構築や労働移動が必要になる者への支援を検討すべきではないか。

3. カーボンニュートラルに向けたエネルギー政策

- 省エネルギーを徹底し、再生可能エネルギーを最大限導入するとともに、安全最優先で原子力政策を進めることで、安定的なエネルギー供給を確立すべきではないか。
- 石炭火力発電に対する政策を抜本的に転換すべきではないか。

グリーン成長戦略の概要（6月18日決定）

- 温暖化への対応を、経済成長の制約やコストとする時代は終わり、「成長の機会」と捉える時代に突入している。
- 実際に、研究開発方針や経営方針の転換など、「ゲームチェンジ」が始まっている。この流れを加速すべく、グリーン成長戦略を推進する。
- 「イノベーション」を実現し、革新的技術を「社会実装」する。これを通じ、2050年カーボンニュートラルだけでなく、脱炭素効果以外の「国民生活のメリット」も実現する。

2050年に向けて成長が期待される、14の重点分野を選定。

・高い目標を掲げ、技術のフェーズに応じて、実行計画を着実に実施し、国際競争力を強化。・2050年の経済効果は約290兆円、雇用効果は約1,800万人と試算。

 洋上風力・太陽光・地熱 ・2040年、30~40GW導入【洋上風力】 ・2050年、世界シェア約1.25兆円【太陽光】 1	 水素・燃料アンモニア ・2050年、2,000万吨程度の導入【水素】 ・東南アジアの5,000億円市場【燃料アンモニア】 2	 次世代熱エネルギー ・2050年、既存インフラに合成メタンを90%以上注入 3	 原子力 ・2035年、ITER計画の核融合運転の開始 4	 自動車・蓄電池 ・2035年、乗用車の新車販売で電動車100% 5	 半導体・情報通信 ・2040年、半導体・情報通信産業のカーボンニュートラル化 6	 船舶 ・2028年よりも前倒しでゼロエミッション船の商業運航実現 7
 物流・人流・土木インフラ ・2050年、建設施工におけるカーボンニュートラルを実現 8	 食料・農林水産業 ・2040年、高層木造建築物の技術確立 9	 航空機 ・2030年以降、電池などのコア技術を、段階的に技術搭載 10	 カーボンサイクル・マテリアル ・2050年、人工光合成プラを既製品並み【CR】 ・同年、ゼロカーボンスチールを実現【マテリアル】 11	 住宅・建築物・次世代電力マネジメント ・2030年、新築住宅・建築物の平均でZEH・ZEB【住宅・建築物】 12	 資源循環関連 ・2030年、バイオマスプラスチックを約200万トン導入 13	 ライフスタイル関連 ・2050年、カーボンニュートラル、かつレジリエントで快適な暮らし 14

政策を総動員し、イノベーションに向けた、企業の前向きな挑戦を全力で後押し。

1 予算

- ・グリーンイノベーション基金（2兆円の基金）
- ・経営者のコミットを求める仕掛け
- ・絞り込んだ重点的投資

2 税制

- ・カーボンニュートラル投資促進税制（最大10%の税額控除・50%の特別償却）

3 金融

- ・サステナブルファイナンス（TCFD）
- ・グリーン国際金融センター
- ・グリーンボンドガイドラインの改訂

4 規制改革・標準化

- ・新技術に対応する規制改革
- ・市場形成を見据えた標準化
- ・成長に資するカーボンプライシング

5 国際連携

- ・日米・日EUとの技術協力
- ・アジア・エネルギー・トランジション・イニシアティブ
- ・東京ビヨンド・ゼロ・ウィーク

6 大学における取組の推進等

- ・大学等における人材育成
- ・カーボンニュートラルに関する分析手法や統計

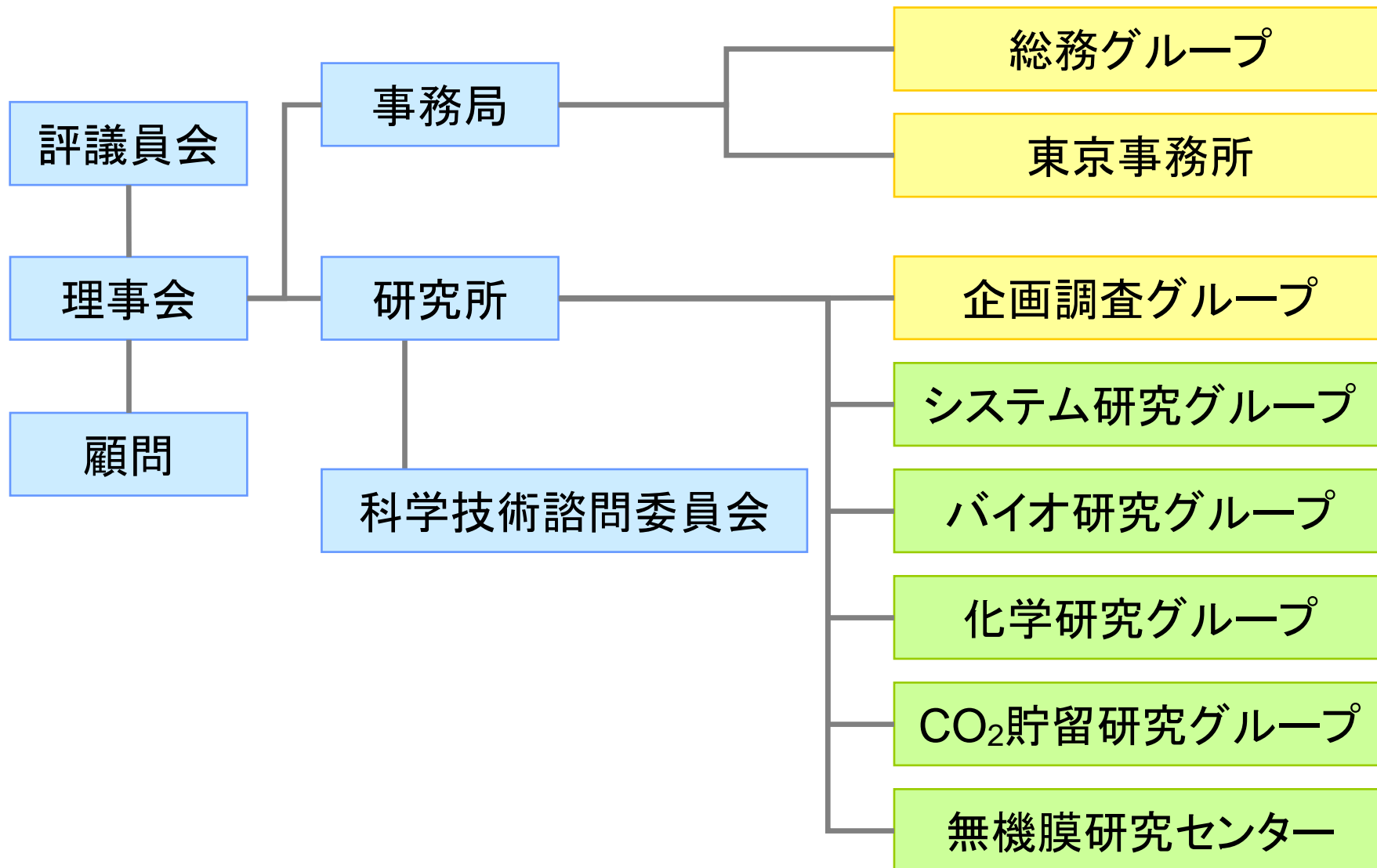
7 2025年日本国際博覧会

- ・革新的イノベーション技術の実証の場（未来社会の実験場）

8 若手ワーキンググループ

- ・2050年時点での現役世代からの提言

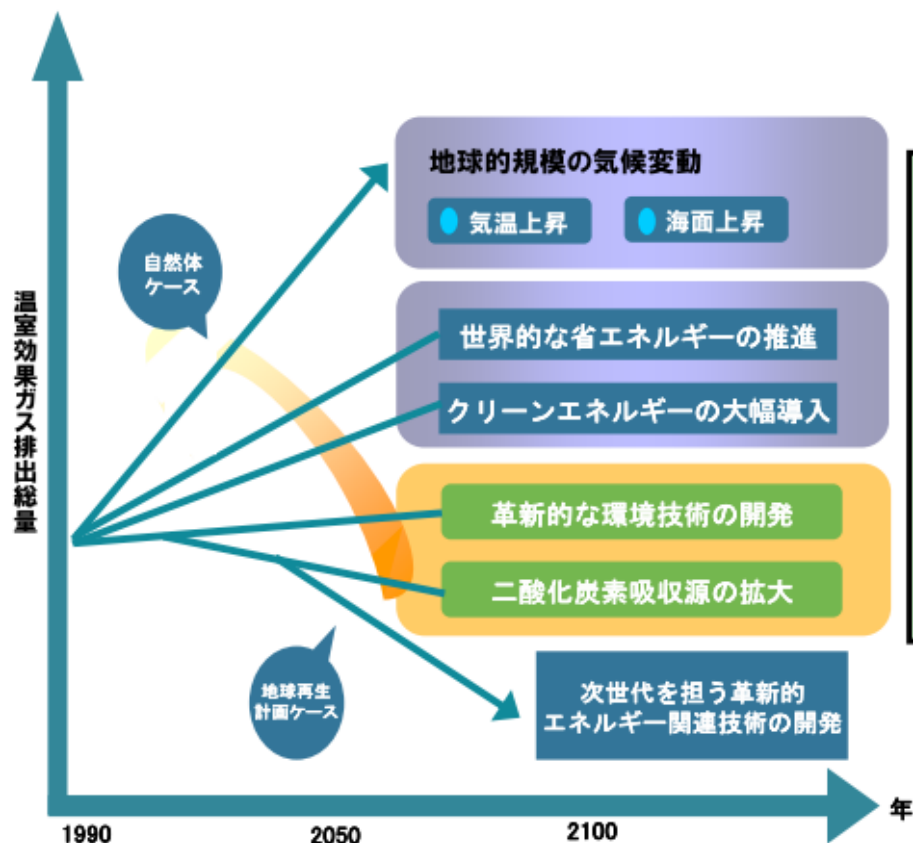
RITEの組織・体制



地球再生計画とRITEの役割

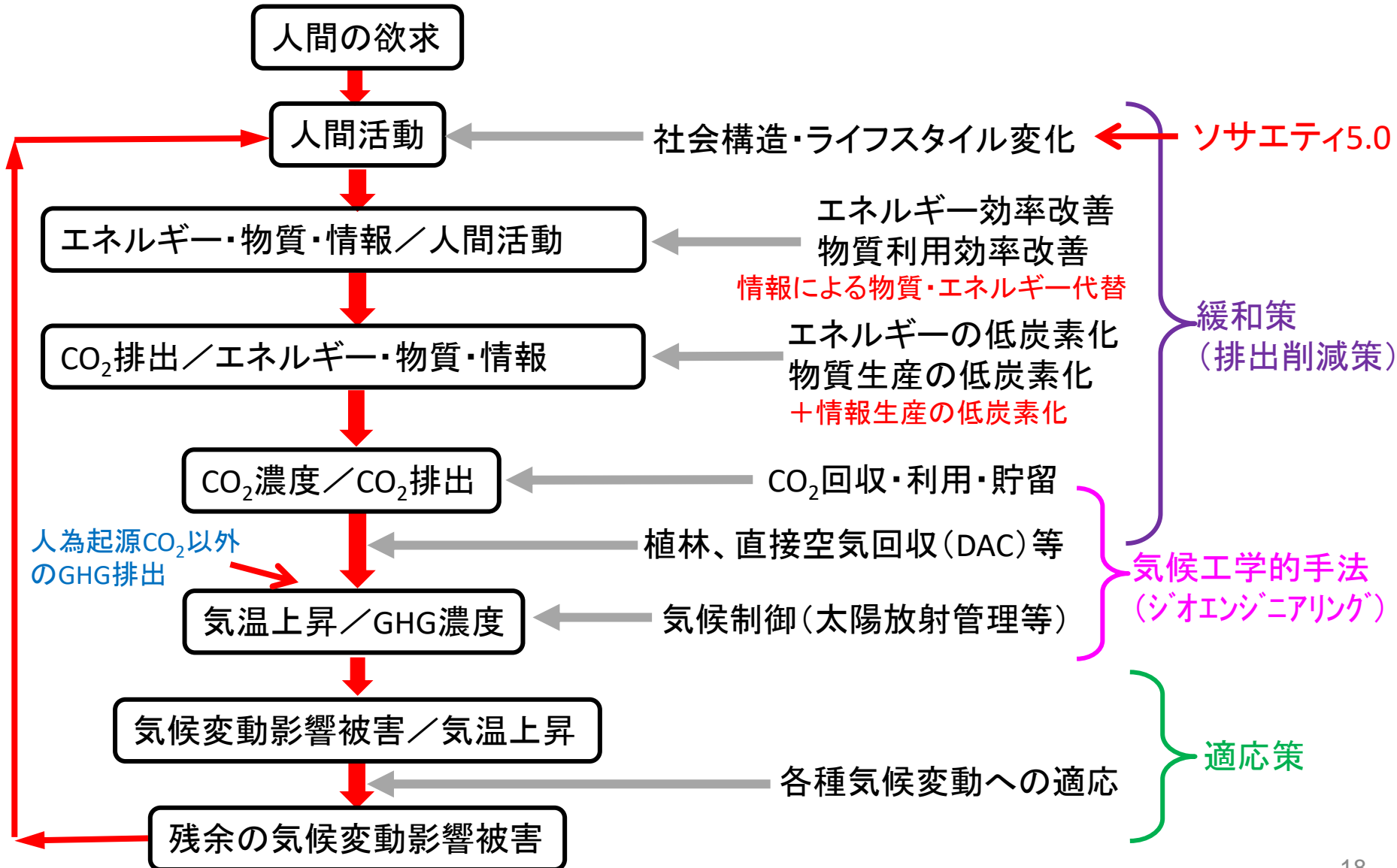
地球再生計画

1990年 ヒューストンサミット(米)にて日本が提唱



地球再生計画を具体化する為
【革新的な環境技術の開発】
【二酸化炭素吸収源の拡大】
を国際的に推進する中枢機関
として1990年7月に設立

地球温暖化対策の基本構造



システム研究グループの研究戦略

- ◆ 【システムの手法の活用】 システム的な思考、分析手法を通して温暖化問題の意思決定をサポート
- ◆ 【温暖化対策技術、政策の総合評価】 各種温暖化対策技術の位置づけ、役割の総合的な評価および政策の評価
- ◆ 【政策提言機能】 産学官の密接な連携に基づいた温暖化対応に関する政策提言
- ◆ 【社会への発信機能】 複雑な地球温暖化問題に関して、国内外への的確なる情報発信
- ◆ 日本の中核的な温暖化対応戦略立案：地球温暖化対策技術の分析・評価に関する国際連携事業（ALPS(FY2007-11)/ALPSII(FY2012-16)/ALPSIII(FY2017-)）
長期・グローバルな視点からの温暖化研究。ALPSIIIでは特に、気候変動リスクマネジメント戦略の立案、持続可能な発展と温暖化対策、真のグリーン成長に焦点。カーボンニュートラルのシナリオ分析。基礎的なデータ収集、モデル開発、分析を含む総合的な研究 等
- ◆ 技術革新・社会変化によるエネルギー需要サイドの国際モデル分析 (FY2019-)
ICT等によるエネルギー需要サイドを中心とした技術・社会変化のモデル分析の国際比較等。
15程度の研究機関の参画による国際モデル比較
- ◆ 時機を得た政策課題への対応（最近の例）
エネルギー基本計画策定に際して2050年カーボンニュートラル分析、国際技術移転交渉の支援 等
- ◆ 社会への情報発信
消費ベースCO2排出量推計、排出削減費用推計の理解等について、WEB公表、講演、メディアへの説明等を頻繁に実施。また多くの審議会等での情報発信、意見表明。

バイオ×デジタル技術による破壊的イノベーション創製への挑戦

- スマートセル創製技術の確立と持続的な生産技術への応用展開
- バイオリファイナリー製品の事業化推進

■ RITEバイオプロセスの新展開

- * SIP: 革新的バイオ素材・高機能品等の機能設計及び生産技術開発(2018-22年;農研機構PJ)
- * スマートセル: データ駆動型統合バイオ生産マネジメントシステムの開発(2020-26年;NEDO PJ)
- * ムーンショット: 海洋分解可能なマルチロック型バイオポリマーの開発(2020-29年;NEDO PJ)

■ Green Earth Institute(株)による事業化推進

- * アミノ酸;工業用、食品用アミノ酸について、海外で商用生産を実施中。
- * バイオ燃料;イソブタノールを原料とした「JALバイオジェット燃料フライト」プロジェクト
国内初!国産バイオジェット燃料による商用フライト実現(2021年2月4日)。

■ グリーンケミカルズ(株)によるグリーン化学品の事業化推進

- * グリーンフェノール開発で培った技術を基盤に、各種グリーン化学品の製造技術に展開、早期実用化を推進。マーケティング活動を実施中。

■ 民間企業との連携(バイオ生産技術開発)

- * 高機能ポリマー、化粧品、香料、医薬品、紫外線吸収材、塗料、インキ、接着剤、繊維などの原料のバイオ生産技術について、共同研究開発などを実施中。

地球温暖化対策として、CCUS/カーボンリサイクル取組みを進めていく上で、共通技術であるCO₂分離回収の低コスト化が重要である。

各種のCO₂発生源の条件に合わせて、最適なCO₂分離回収法を世の中に提供する。(低圧条件では化学吸収液や固体吸収材、低圧条件・CO₂低濃度では固体吸収材、高圧条件では分離膜が、発生源に適した技術)

さらに、「多様なCO₂排出源へのRITE技術の適用」や「回収したCO₂の炭酸塩固定化」等へ新たな展開も目指す。

◆CO₂分離・回収技術の開発 … NEDO事業

- * 高炉ガスを対象とした化学吸収液の高性能化(COURSE50 PHASE II -STEP1)
- * 石炭火力排ガスを対象とした固体吸収材研究開発
- * 大気中から効率よくCO₂回収するための新規吸収材とプロセス開発
- * IGCC燃焼前プロセスガスからCO₂回収を目的とした分離膜モジュール研究開発

◆CO₂分離・回収要素技術を活用した用途展開 … 民間事業

- * 有人宇宙活動用二酸化炭素吸着材の研究開発
- * 小型排出源を対象とした固体吸収材の研究開発

◆グリーンプロセス技術の開発 … 新規テーマ創出活動の推進

- * 資源コンビナート構想を志向したCO₂炭酸塩固定化とその有効利用技術の開発

我が国の貯留層に適した実用化規模(100万トン/年)でのCO₂地中貯留技術を開発するとともに、社会受容性の獲得や日本のCCS技術の海外展開を視野に、地中貯留のCOEを目指す。

① 大規模CO₂圧入・貯留の安全管理技術の確立

- 光ファイバーを利用した地層安定性や廃坑井の健全性監視システムの開発
 - * 光ファイバーによる歪計測・音響計測技術検証、ならびに大規模実証試験
- 日米CCS協力や海外機関とのCCUS技術開発の連携
 - * 海外機関と連携した、断層安定性・健全性評価試験、断層安定性評価手法の確立

② 大規模貯留層の有効圧入・利用技術の確立

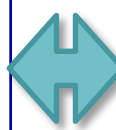
- 貯留性および経済性向上手法の開発 (SRM(Storage Resource Management)手法の開発)
 - * 地下の貯留容量(リソース)を有効活用する手法の構築、経済性評価ツールの開発

③ CCS普及条件の整備、基準の整備

- CCS技術事例集の作成、国際標準化との連携
- CCSの広報活動を通じた社会受容性向上方策の検討
- 社会合意形成手法の開発 (SLO(Social License to Operate)手法の開発)

オープンイノベーションによって、**無機膜を用いた革新的環境・エネルギー技術**の研究開発を推進するとともに、その**実用化・産業化**を図る。

無機膜研究センター

研究部門	連携	産業連携部門
RITEが保有する独自の技術シーズ※1を活用し、 出口(ニーズ)を見据えた企業 との国費事業等研究を推進 ※1 CVDシリカ膜、水熱合成法ゼオライト膜、細孔内充填型パラジウム膜		メーカー、ユーザー企業16社※2から構成される「 産業化戦略協議会 」を設立し、 ニーズ・シーズマッチング、共通課題の検討、国費事業化提案等の取り組みを推進

※2 メーカー：京セラ、住友化学、日立造船、三菱ケミカル（4社）

ユーザー：岩谷産業、大阪ガス、川崎重工業、神戸製鋼所、JAPEX、JFEスチール、大陽日酸、

東京ガス、千代田化工建設、日揮、日本ゼオン、丸善石油化学(12社) 2021年9月30日現在

<実施テーマ>

CO₂有効利用技術開発

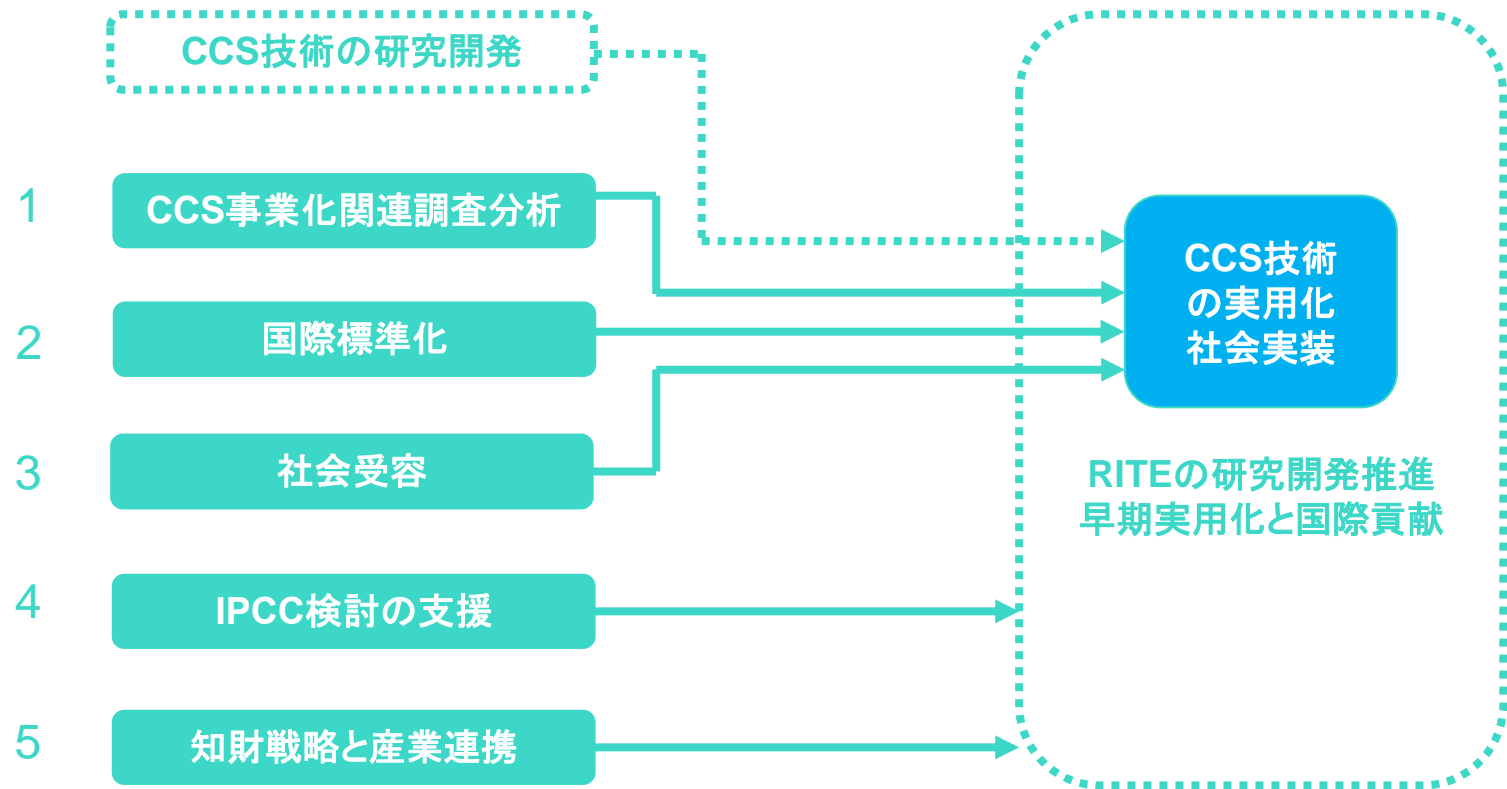
CO₂を原料とした液体炭化水素燃料合成(FT合成)、CO₂を原料としたメタノール合成

CO₂フリー水素製造技術開発

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

その他

CCS等、RITE研究開発の社会実装に向けた取り組み



RITEの2050年カーボンニュートラルのシナリオ分析

中長期のエネルギー政策を盛り込んだ「エネルギー基本計画」の改定に向け、経済産業省の総合資源エネルギー調査会（経済産業大臣の諮問機関）で議論が進められています。5月13日の基本政策分科会では、経産省からの委託を受けてRITEによる分析「2050年カーボンニュートラルのシナリオ分析（中間報告）」を公表しました。

それを受けて追加データの提供の要望、質問などが寄せられたため、その理解の促進に供するような分析データ、解説を用意しました。

• [2021年5月13日総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会提供資料「2050年カーボンニュートラルのシナリオ分析（中間報告）」補足版](#)

(PDFファイル3,841KB)

• [指摘事項等に関する解説](#)

• [RITEの2050年カーボンニュートラルのシナリオ分析へのIGESの指摘事項に対する解説](#)(PDFファイル1,175KB)

• [RITEの2050年カーボンニュートラルのシナリオ分析への内閣府再生可能エネルギータスクフォースの指摘事項に対する解説](#)(PDFファイル879KB)

温暖化対策評価モデルDNE21+の概要

(Dynamic New Earth 21+)

- ◆ 各種エネルギー・CO₂削減技術のシステムのなコスト評価が可能なモデル
- ◆ 線形計画モデル(エネルギーシステム総コスト最小化。決定変数:約1千万個、制約条件:約1千万本)
- ◆ モデル評価対象期間: 2000~2100年(代表時点:2005, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 70, 2100年)
- ◆ 世界地域分割: 54 地域分割(米国、中国等は1国内を更に分割。計77地域分割)
- ◆ 地域間輸送: 石炭、原油・各種石油製品、天然ガス・合成メタン、電力、エタノール、水素、CO₂(ただしCO₂は国外への移動は不可を標準ケースとしている)
- ◆ エネルギー供給(発電部門等)、CO₂回収・利用・貯留技術(CCUS)を、ボトムアップ的に(個別技術を積み上げて)モデル化
- ◆ エネルギー需要部門のうち、鉄鋼、セメント、紙パ、化学、アルミ、運輸、民生の一部について、ボトムアップ的にモデル化。その他産業や民生においてCGSの明示的考慮
- ◆ 国際海運、国際航空についても、ボトムアップ的にモデル化
- ◆ 500程度の技術を具体的にモデル化、設備寿命も考慮
- ◆ それ以外はトップダウン的モデル化(長期価格弾性値を用いて省エネ効果を推定)

- 地域別、部門別に技術の詳細な評価が可能。また、それらが整合的に評価可能
- 非CO₂ GHGについては、別途、米EPAの技術・コストポテンシャル推計を基にしてRITEで開発したモデルを利用

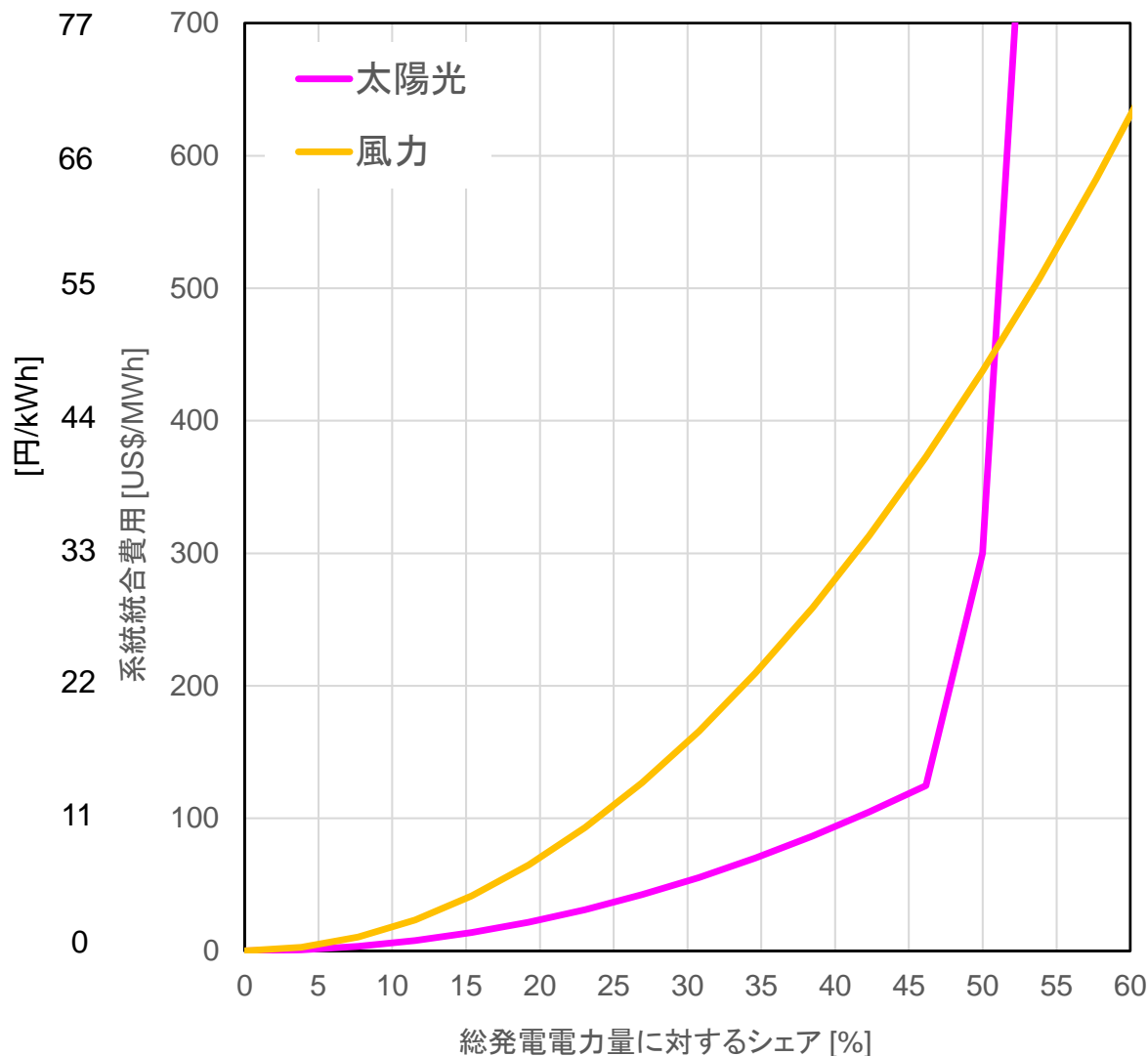
- 中期目標検討委員会およびタスクフォースにおける分析・評価
- 国内排出量取引制度の検討における分析・評価
- 環境エネルギー技術革新計画における分析・評価

はじめ、気候変動政策の主要な政府検討において活用されてきた。またIPCCシナリオ分析にも貢献

系統対策における統合費用の想定（2050年）

東大-IEEJ電源構成モデルの分析結果から近似した系統統合費用
=DNE21+で想定した系統統合費用の想定（各導入シェア実現時の**限界費用**）

※ 総費用は積分値

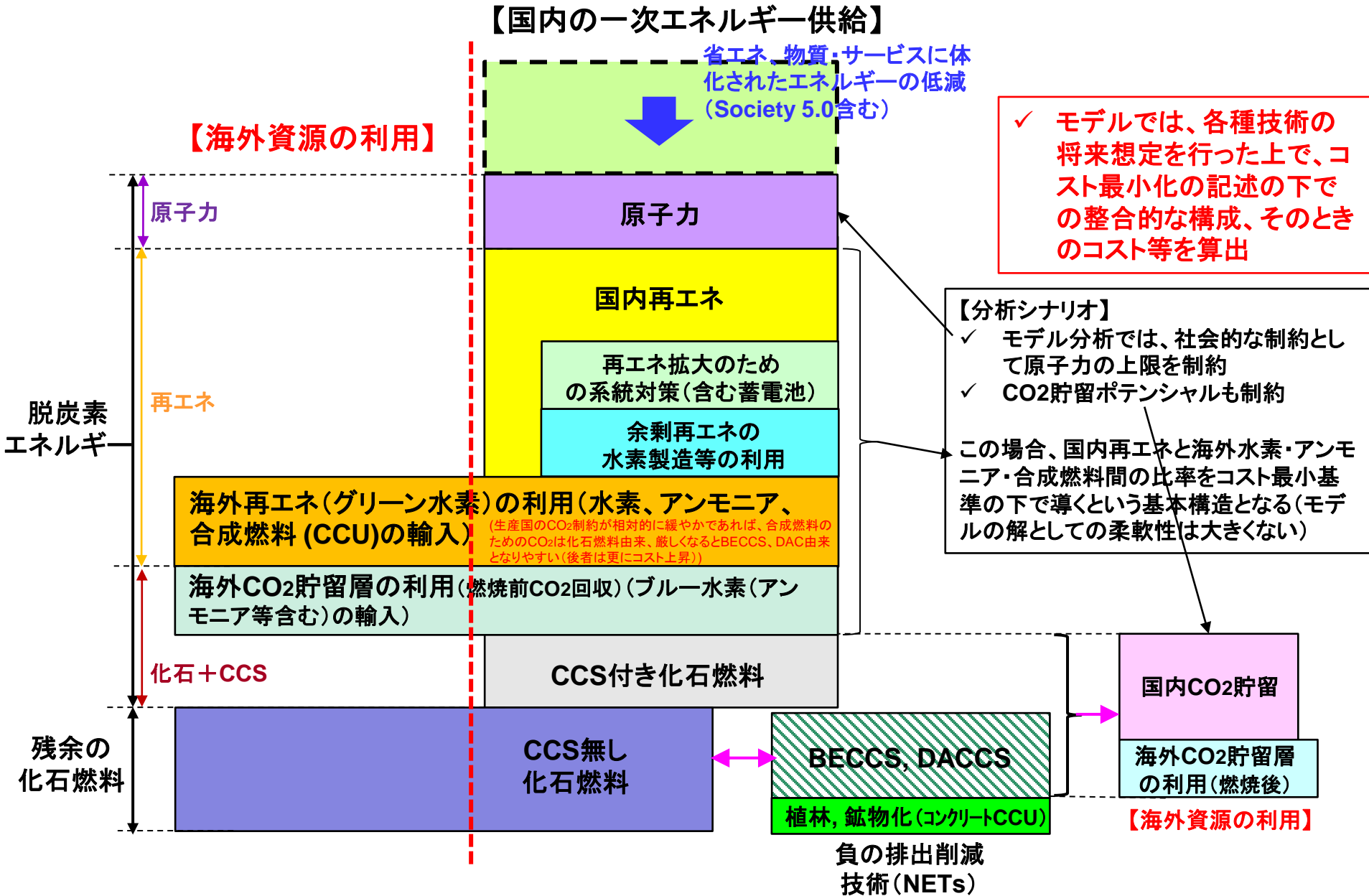


- VRE比率が高まると、**限界統合費用は比較的急速に上昇傾向有**。これは、既にVREが大量に導入されている状況で更に導入を進める場合、曇天・無風状態が数日以上継続するリスクに対応するため、利用頻度の低い蓄電システムや送電線を保持することが必要となることによる。
- 例えば、再エネ比率50%程度（太陽光約400TWh、風力約100TWh）のケースにおいては、蓄電池導入量は最適化計算の結果、**870GWh**、再エネ100%程度（VRE56%）のケースでは**3980GWh**程度となる。（足下導入量約10GWh程度）

※ IEEJモデル分析結果は、風力、太陽光導入シェアの組み合わせによって統合費用には差異が生じる。DNE21+での想定では、IEEJモデル分析結果の風力、太陽光のシェアの組み合わせの統合費用から、風力、太陽光それぞれのシェアのみによる関数として近似的に想定した上で、シェア毎に差分値を算定して、各シェアにおける統合費用の限界値を推計して、DNE21+に組み入れた。

注)各VREのポテンシャルは先のスライド記載のとおりであり、本グラフの記載のシェアは、想定ポテンシャルによって制約を受けるため、実現不可能な場合もある。

日本の正味ゼロ排出のイメージ



シナリオ想定と再エネ比率 (2050年)

シナリオ名	再エネコスト	原子力比率	水素コスト	CCUS (貯留ポテンシャル)	完全自動運転 (カー・ライドシェア)	電源構成に占める再エネ比率
参考値のケース ₁	標準コスト	10%	標準コスト	国内貯留: 91MtCO ₂ /yr、 海外への輸送: 235MtCO ₂ /yr	標準想定 (完全自動運転車実現・普及想定せず)	54% (最適化結果)
①再エネ極大		0%				ほぼ100% (シナリオ想定)
②再エネイノベ	低位コスト	10%		国内貯留: 91MtCO ₂ /yr、 海外への輸送: 235MtCO ₂ /yr		63% (最適化結果)
③原子力活用* ₂	標準コスト	20%				53% (最適化結果)
④水素イノベ		水電解等の水素製造、水素液化設備費:半減		47% (最適化結果)		
⑤CCUS活用		国内:273MtCO ₂ /yr、 海外:282MtCO ₂ /yr		44% (最適化結果)		
⑥需要変容		国内91Mt、 海外235Mt	2030年以降完全自動運転実現・普及し、カー・ライドシェア拡大、自動車台数低減により素材生産量低下	51% (最適化結果)		

※需要サイドの変化については、カーシェアリング以外の要素も踏まえた更なるシナリオ分析を継続する。

*1: DAC無しでは実行可能解が無く、全てのシナリオでDACが利用可能と想定

*2: 原子力活用シナリオは別途、比率50%まで分析を実施

世界のCO₂限界削減費用(2050年): 日本との比較

	参考値のケース	再エネイノベケース
日本	525	469
米国	167	138
英国	181	141
EU	211	169
その他	162	138

[US\$/tCO₂]

注) CO₂限界削減費用は、電力のみならず、エネルギーシステム全体の限界費用であり、各国の産業構造や潜在的な経済成長見通し、脱炭素技術の利用可能量(再エネの価格分布、CCS貯留量、原子力の社会制約の強度など)が総合的に結果に影響している。とりわけ本分析結果においては、日本以外の国の限界費用は、CO₂貯留ポテンシャル制約が緩やかであることからDACCSの費用が限界値に大きな影響を与え、差異が大きくなっていると見られる。

✓ 日本は、低コストの再エネポテンシャルが小さいこと、CCSポテンシャルも小さいことなどから、CO₂限界削減費用が高い。

シナリオ想定（概略）

		2050年GHG 排出削減	各種技術の想定 (コスト・性能)	各種技術の導入シナリオ
海外クレジット活用ケース(世界費用最小化=世界限界削減費用均等化)		国内削減率はモデルで 内生的に決定	モデルの標準想定	モデルで 内生的に決定 (コスト最小化)。ただし 原子力は上限10% で制約。 CO2貯留量制約 想定
参考値のケース		▲100%		再エネほぼ100% (原子力0%)
それぞれの技術課題が克服され、より利用が拡大すると想定したシナリオ	① 再エネ100%	(日本以外については、欧米はそれぞれ▲100%、それ以外は、CO2について全体で▲100%を想定(GHGは2065年頃▲100%):1.5°Cシナリオ)	(注:ただし、再エネ比率が高いシナリオでは、疑似慣性力が実現し、普及していることが暗黙の前提となる)	
	② 再エネイノベ		再エネのコスト低減加速	モデルで 内生的に決定 。ただし原子力は上限10%で制約。CO2貯留量制約想定
	③ 原子力活用		原子力の導入拡大	モデルで 内生的に決定 。ただし 原子力の上限を20% と感度を想定。CO2貯留量制約想定
	④ 水素イノベ		水素のコスト低減加速	モデルで 内生的に決定 。ただし原子力は上限10%で制約。CO2貯留量制約想定
	⑤ CCUS活用		CO2貯留可能量拡大	モデルで 内生的に決定 。ただし原子力は上限10%で制約。 CCS可能量を大きく想定
	⑥ 需要変容		カー・ライドシェア拡大	完全自動運転車実現・普及により、 カーシェア・ライドシェアが劇的に拡大 すると想定。その他は参照シナリオの想定と同じ

CO2限界削減費用、エネルギーシステム総コスト、 電力限界費用：日本

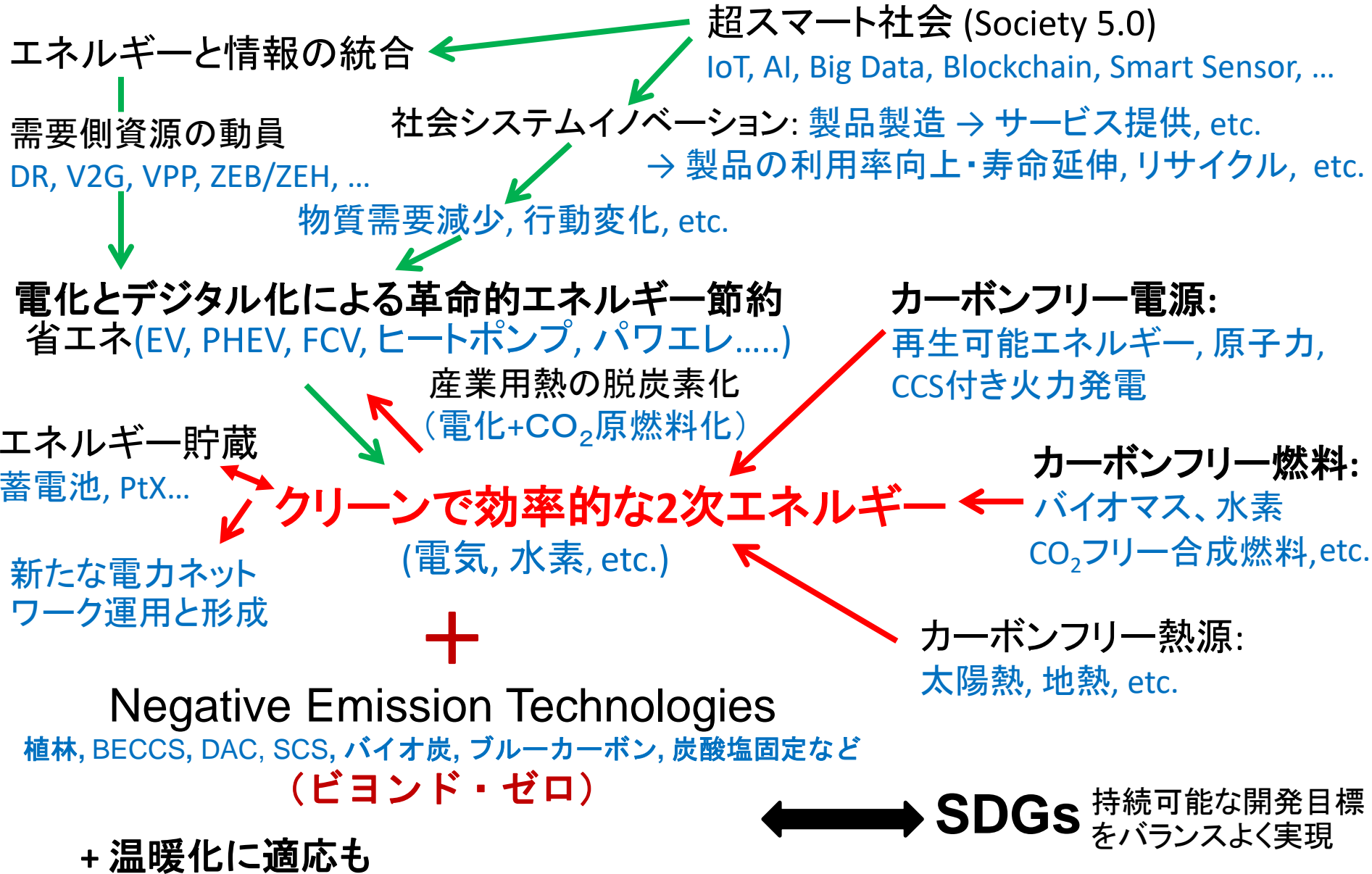
	2050年のCO2限界削減費用 [US\$/tCO2]	2050年のエネルギーシステムコスト [billion US\$/yr] ^{*1}		2050年の電力限界費用 [US\$/MWh] ^{*2}
ベースライン (特段の排出制約無)	—	986	—	121
海外クレジット活用	168	1044	[+58]	184
参考値のケース	525	1179	[+193]	221
①再エネ100% ● 四角形のクレジット取り取り(R)	545	1284	[+299]	485
②再エネイノベ	469	1142	(-37)	198
③原子力活用 ^{*3}	523~503	1166~1133	(-13~-45)	215~177
④水素イノベ	466	1160	(-19)	213
⑤CCUS活用	405	1150	(-29)	207
⑥需要変容	509	909	(-270)	221

*1 [](青字)はベースラインからのコスト増分。()赤字は「参考値のケース」からのコスト変化

*2 発電端での限界費用。ただし、系統統合費用は含む。2020年のモデル推計の電力限界費用は123 US\$/MWh

*3 原子力活用シナリオは、原子力比率20%~50%の下での結果

脱炭素を実現するエネルギーシステムの構成



Keep Options as Many as Possible!

2025年大阪・関西万博におけるネガティブエミッション技術等の在り方を示すコンソーシアム体制

2025年大阪・関西万博におけるネガティブエミッション技術等の在り方を示すコンソーシアム

会長：山地RITE理事長

2025年大阪・関西万博におけるネガティブエミッション技術等の在り方を示すために、関係者における技術的な検討・意見交換等を行う（令和4年3月末終了予定）

コンソーシアム目的を実現するために、総会を開催する。コンソーシアム設立に際して課題の共有化を図るとともに、コンソーシアム終了時に検討・意見とりまとめの共有化を行う。また総会の下に基本分科会、DACCS分科会、カーボンリサイクル分科会を持ち、より細やかな検討・意見交換を行う。

基本分科会

2025年大阪・関西万博におけるカーボンニュートラルの実現方法を検討する。

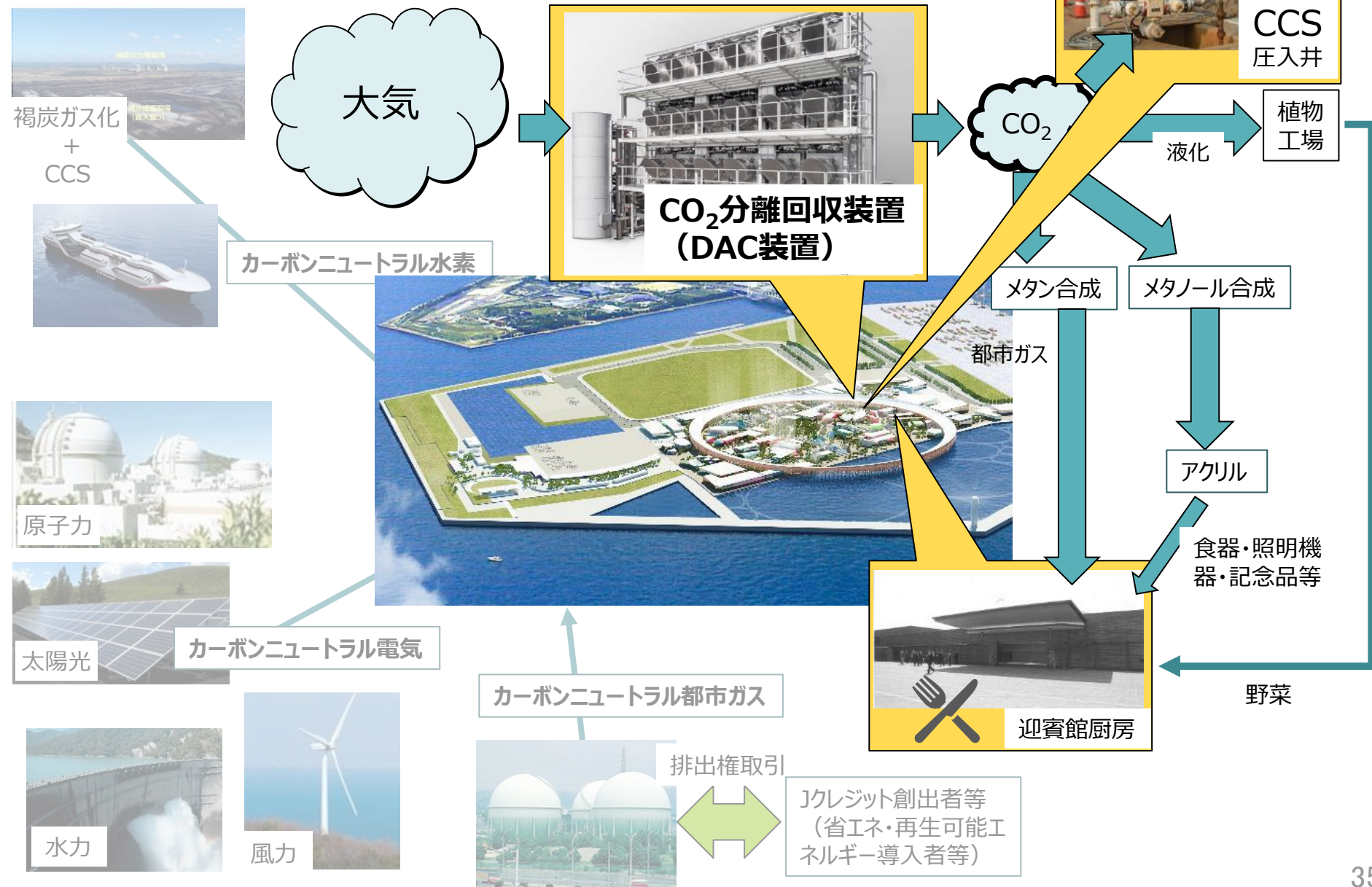
DACCS分科会

大気に含まれる二酸化炭素を分離回収し地下に貯留するDACCS技術に関して、その技術の現状（認知度含む）及び重要性を確認し、2025年大阪・関西万博会場にてDACCS技術を実現するために必要な検討を行う。

カーボンリサイクル分科会

カーボンリサイクル技術全般を網羅した上で、万博会場大気から分離回収した二酸化炭素を利用したカーボンリサイクルでのアピールポイントを確認し、2025年大阪・関西万博会場における発信可能性（会場内実使用・会場内パネル展示・サテライト連携・Web等）を検討する。

ビヨンド・ゼロEXPOイメージ図



ご清聴ありがとうございました

Thanks for your attention



公益財団法人 地球環境産業技術研究機構 (RITE)
Research Institute of Innovative Technology for the Earth