

ビヨンド・ゼロを実現するイノベーション

山地憲治

(公財)地球環境産業技術研究機構(RITE)副理事長・研究所長

革新的環境技術シンポジウム2020
～ビヨンド・ゼロに向けたイノベーションの推進～

主催:(公財)地球環境産業技術研究機構(RITE)

2020年12月9日

@イイノホール、東京＋WEB配信

RITE 30年のあゆみ

山地憲治、RITE副理事長・研究所長

RITE設立30周年 記念講演・祝賀会
- “地球との共生” ビヨンドゼロへの挑戦 -

2020年11月6日 @ホテルグランヴィア京都

この30年の地球温暖化をめぐる国内外の動向

1990

1995

2000

2005

ヒューストンサミットで
日本が地球再生計画
提唱

気候変動枠組
条約発効

京都議定書採択

京都議定書発効

国外

国内

地球温暖化防止行動計画策定

地球温暖化対策の推進に
関する法律施行

RITE設立

2010

2015

2020

パリ協定採択

パリ協定発効

東日本大震災

原子力発電所
全機停止

地球温暖化対策
計画閣議決定

パリ協定に基づく
成長戦略としての
長期戦略閣議決定

2030年度
エネルギーミックス提示
(長期エネルギー需給見通し)

スローガン

“地球との共生”ビヨンド・ゼロへの挑戦

設立から30周年、多大なるご支援を賜り、心より御礼申し上げます。

我が国が国連に提出したパリ協定長期成長戦略に記されているように、今世紀後半の早いうちの脱炭素社会の実現が求められています。また、菅首相の所信表明演説においても、グリーン社会の実現として、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、2050年カーボン・ニュートラルの実現を目指すとしており、RITEの使命はますます重要になってくると考えています。

引き続き、ご指導ご鞭撻のほどよろしく申し上げます。

（「RITE30年のあゆみ」の最後のスライド）

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)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)

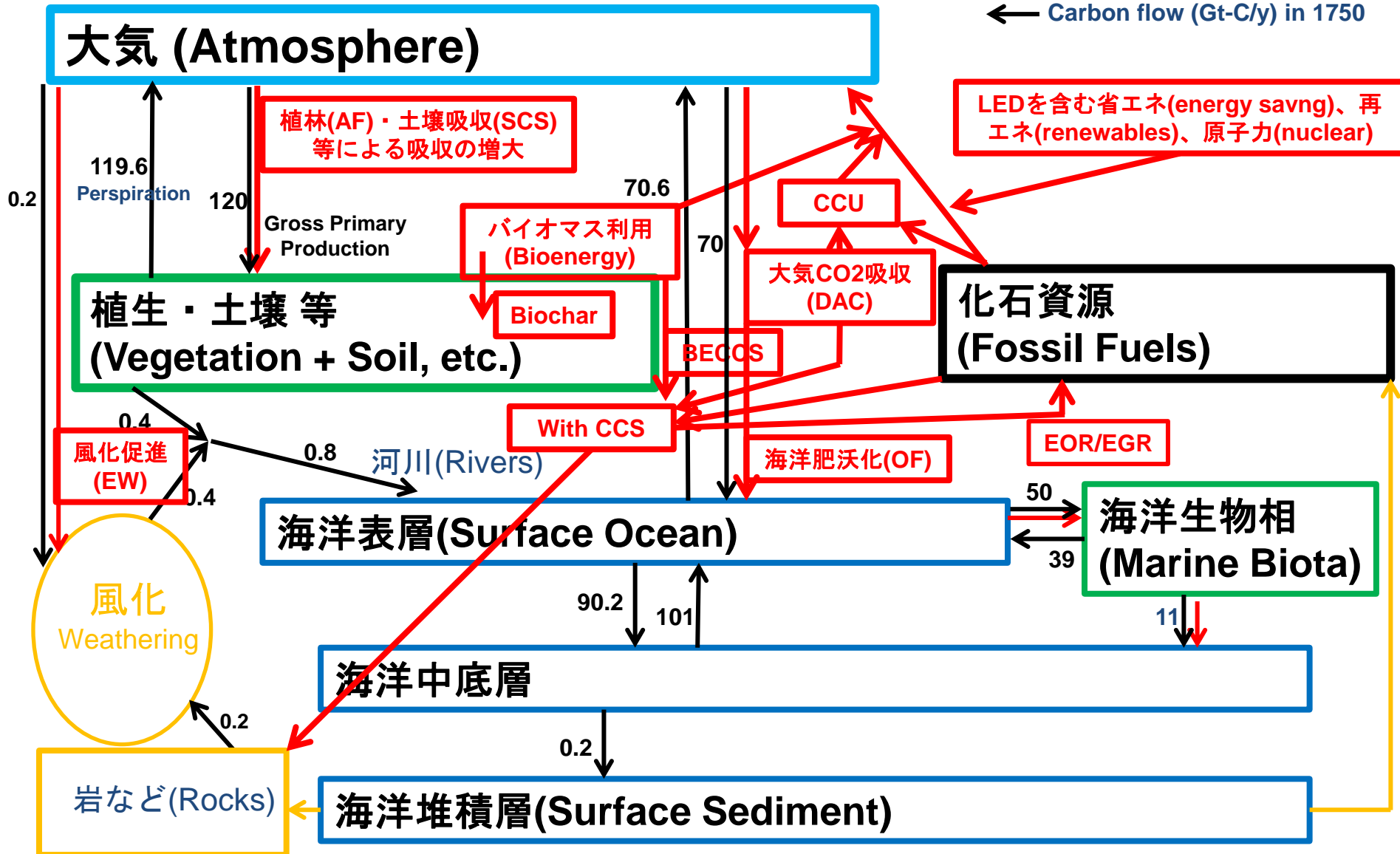
・5年毎に目標を見直す。

・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、COP25(市場メカニズム?)、COP26(1年延期)

脱炭素社会への道筋(Possible Pathways to Carbon Neutrality)

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)

エネルギー・環境イノベーションに関する最近の動向

2015年12月 : COP21においてパリ協定採択

2016年 1月 : 第5期科学技術基本計画で超スマート社会(Society 5.0)提唱

2016年 4月 : エネルギー・環境イノベーション戦略策定

2017年春 : 長期地球温暖化対策プラットフォーム(経産省)、長期低炭素ビジョン(環境省)

2018年7月 : 2050年へCOCN提言 : 再エネ、原子力、水素、CCUS、Society5.0、産業省エネ

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2月 : CCUS ラウンドテーブル@ワシントンDC

2019年3月 : 水素・燃料電池戦略ロードマップ

2019年6月 : カーボンリサイクル技術ロードマップ(7日)

エネルギー・環境技術のポテンシャル・実用化検討会報告(10日)

(対象とした個別技術 : 水素、CCUS(NETs含む)、再エネ・蓄エネ、パワエレ)

パリ協定長期成長戦略(11日閣議決定、26日UNFCCC事務局へ提出)

G20 エネルギー・環境関係閣僚会合@軽井沢(15-16日)

G20大阪サミット(28-29日)

2019年9月 : 水素閣僚会議(25日)グローバル・アクション・アジェンダ "Ten, Ten, Ten"

→ 今後10年で10千か所の水素ステーション、10百万台の燃料電池システム

カーボンリサイクル産学官国際会議(25日)

2019年10月 : TCFDサミット(8日)、ICEF(9, 10日)、RD20(11日); グリーンイノベーションウィーク

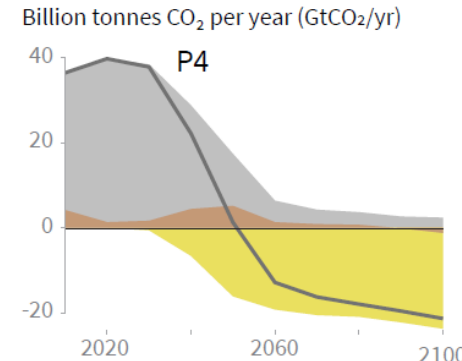
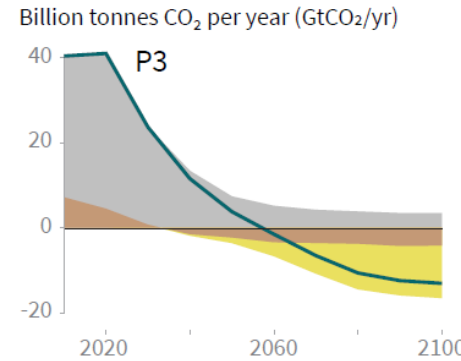
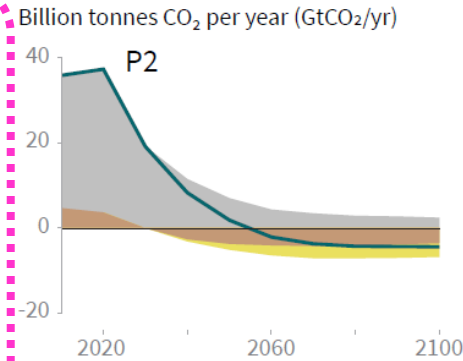
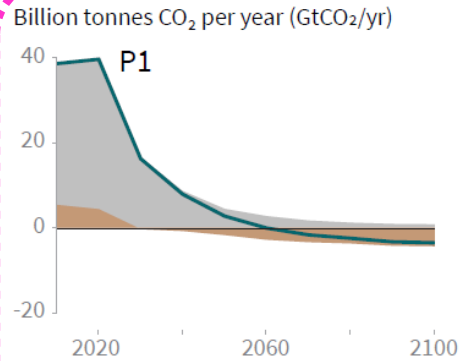
革新的環境イノベーション戦略検討会がとりまとめ方針案提示(29日)

2020年1月 : 革新的環境イノベーション戦略公表

大幅排出削減(1.5°Cシナリオ)の排出削減シナリオの類型化

● Fossil fuel and industry ● AFOLU ● BECCS

出典) IPCC 1.5°C特別報告書



P1: A scenario in which social, business, and technological innovations result in lower energy demand up to 2050 while living standards rise, especially in the global South. A down-sized energy system enables rapid decarbonisation of energy supply. Afforestation is the only CDR option considered; neither fossil fuels with CCS nor BECCS are used.

P2: A scenario with a broad focus on sustainability including energy intensity, human development, economic convergence and international cooperation, as well as shifts towards sustainable and healthy consumption patterns, low-carbon technology innovation, and well-managed land systems with limited societal acceptability for BECCS.

P3: A middle-of-the-road scenario in which societal as well as technological development follows historical patterns. Emissions reductions are mainly achieved by changing the way in which energy and products are produced, and to a lesser degree by reductions in demand.

P4: A resource and energy-intensive scenario in which economic growth and globalization lead to widespread adoption of greenhouse-gas intensive lifestyles, including high demand for transportation fuels and livestock products. Emissions reductions are mainly achieved through technological means, making strong use of CDR through the deployment of BECCS.

SSP1よりも更に小さいエネルギー需要(LED)シナリオ

SSP1

SSP2 (中位シナリオ)

SSP5

小 ← → 大

最終エネルギー需要

炭素価格小(排出削減の国際協調が緩やかでも民間主導で対策が進展)

エンドユースの技術革新により経済自律的にエネルギー需要が大きく低下

- ✓ 全体のリスクマネジメントが重要であり、各技術に役割有。
- ✓ LEDシナリオは、エンドユースの技術革新とそれによるエネルギー需要低下の可能性とその気候変動対策全体への効果についてフォーカス

炭素価格大(炭素リーケージを防ぐためにも排出削減の強力な国際協調が不可欠)

気候リスク対応のためCDR(CCS, BECCS, DACS等)技術も大規模に利用

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

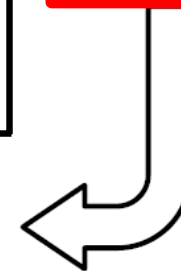


2030年目標の進捗と更なる取組の検証

- 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**

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。

パリ協定長期成長戦略におけるイノベーションの記述

(最終到達点としての「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実現を目指すとともに、2050年までに80%の削減に大胆に取り組む)

第3章：「環境と成長の好循環」を実現するための横断的施策

第1節：イノベーションの推進

・温室効果ガスの大幅削減につながる横断的な脱炭素技術の実用化・普及のためのイノベーションの推進・社会実装可能なコストの実現

(1) 革新的環境イノベーション戦略

- ・コスト等の明確な目標の設定、官民リソースの最大限の投入、国内外における技術シーズの発掘や創出、ニーズからの課題設定、ビジネスにつながる支援の強化等
- ・挑戦的な研究開発、G20の研究機関間の連携を強化し国際共同研究開発の展開(RD20)等
- ・実用化に向けた目標の設定・課題の見える化
 - CO₂フリー水素製造コストの10分の1以下など既存エネルギーと同等のコストの実現
 - CCU/カーボンリサイクル製品の既存製品と同等のコストの実現、原子力(原子炉・核融合) ほか

(2) 経済社会システム/ライフスタイルのイノベーション

第2節：グリーン・ファイナンスの推進

・イノベーション等を適切に「見える化」し、金融機関等がそれを後押しする資金循環の仕組みを構築

(1) TCFD[※]等による開示や対話を通じた資金循環の構築 ※気候関連財務情報開示タスクフォース

- ・産業：TCFDガイダンス・シナリオ分析ガイド拡充/金融機関等：グリーン投資ガイダンス策定
- ・産業界と金融界の対話の場（TCFDコンソーシアム）
- ・国際的な知見共有、発信の促進（TCFDサミット（2019年秋））

(2) ESG金融の拡大に向けた取組の促進

・ESG金融への取組促進（グリーンボンド発行支援、ESG地域金融普及等）、ESG対話プラットフォームの整備、ESG金融リテラシー向上、ESG金融ハイレベル・パネル等

第3節：ビジネス主導の国際展開、国際協力

・日本の強みである優れた環境技術・製品等の国際展開/相手国と協働した双方に裨益するコ・イノベーション^{ひえき}

(1) 政策・制度構築や国際ルールづくりと連動した脱炭素技術の国際展開

・相手国における制度構築や国際ルールづくりによるビジネス環境整備を通じた、脱炭素技術の普及と温室効果ガスの排出削減（ASEANでの官民イニシアティブの立上げの提案、市場メカニズムを活用した適切な国際枠組みの構築等）

(2) CO₂排出削減に貢献するインフラ輸出の強化

・パリ協定の長期目標と整合的にCO₂排出削減に貢献するエネルギーインフラや都市・交通インフラ（洋上風力・地熱発電などの再エネ、水素、CCS・CCU/カーボンリサイクル、スマートシティ等）の国際展開

(3) 地球規模の脱炭素社会に向けた基盤づくり

・相手国におけるNDC策定・緩和策にかかる計画策定支援等、サプライチェーン全体の透明性向上

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

● 革新技术の構成 (要素技術だけでなく、システム化・構造化して提示、山地)

① エネルギー転換分野：

再エネ主力電源化

強靱な電力ネットワーク

水素サプライチェーン

革新的原子力技術・核融合

低コストCO₂分離回収

⇒ **CCUS**

② 運輸分野：

多様なグリーンモビリティ

④ 民生分野・その他・横断領域：

最先端のGHG削減技術の活用

スマートコミュニティ

社会システム・ライフスタイル革新

(シェアリング/テレワーク等)

GHG削減効果検証の科学的知見

③ 産業分野：

化石資源依存からの脱却

CO₂の原燃料化

電化

⑤ 農業・吸収源：

最先端のバイオ技術 (ブルーカーボン等を含む)

農畜産業のメタン・N₂O削減

スマート農林水産業

DAC

□ は山地が追加した項目

共通基盤技術：

デジタル技術 (ビッグデータ解析、AI、ブロックチェーン、…)

パワエレ、材料、エネルギー貯蔵

観測システム、情報基盤

バイオテクノロジー、etc.

< 3E+Sに関する政策目標 >

自給率 (Energy Security)

震災前 (約20%) を
更に上回る概ね25%程度

経済効率性 (電力コスト) (Economic Efficiency)

現状よりも引き下げる

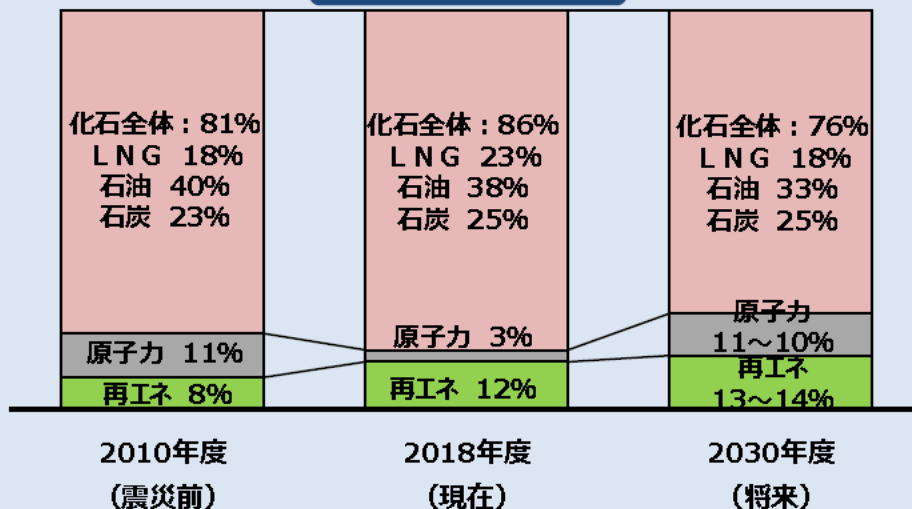
温室効果ガス排出量 (Environment)

欧米に遜色ない
温室効果ガス削減目標

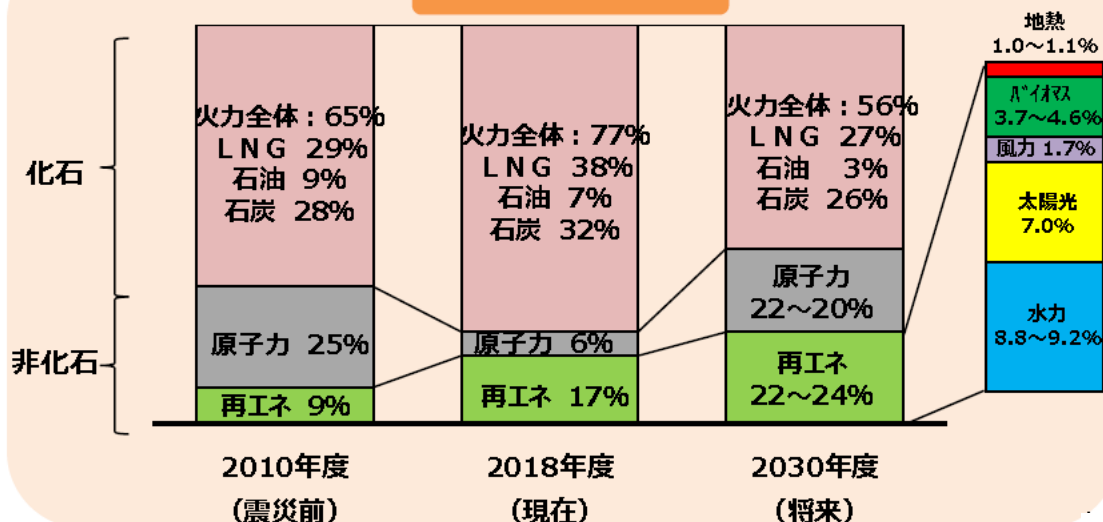
安全性(Safety)

安全性が大前提

一次エネルギー供給



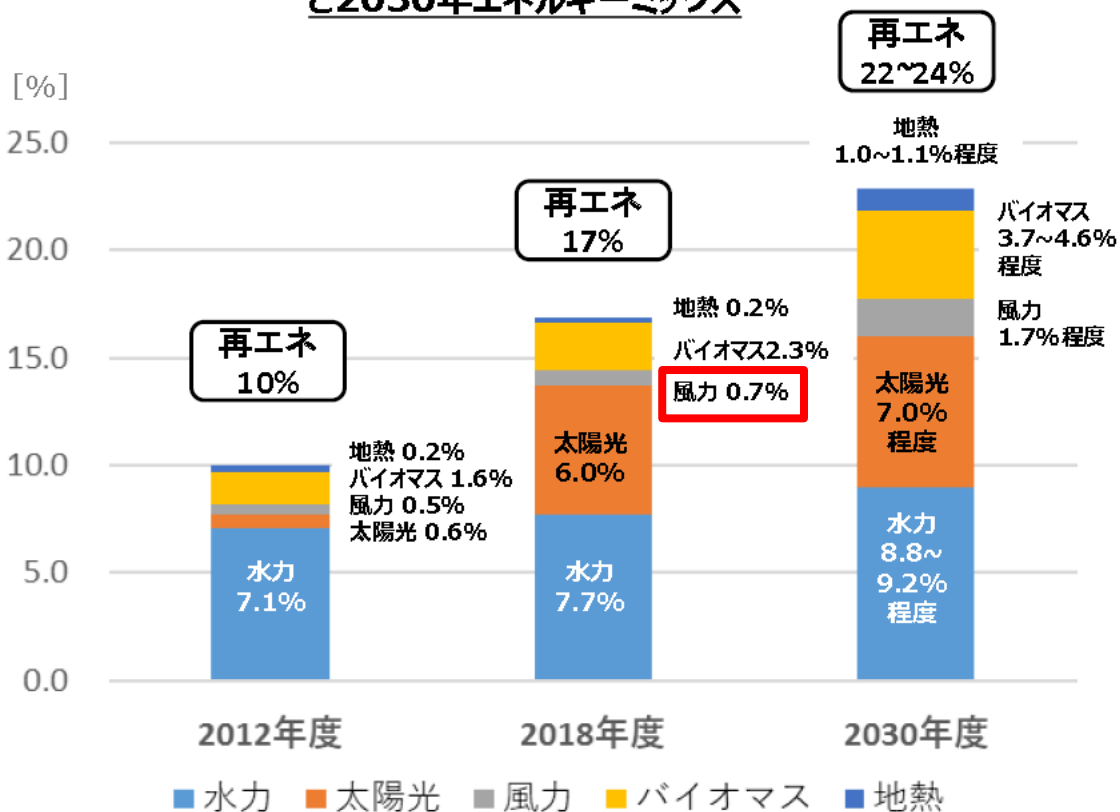
電源構成



(参考6) 再生可能エネルギーの導入状況

- FIT制度を2012年に導入し、**再エネ比率は17%** (2018年度)、**再エネ導入量は世界第6位** (2017年)と導入が拡大。
- **この6年間で約3倍**にという日本の増加スピードは、世界トップクラス。

我が国の再エネ比率の推移
と2030年エネルギーミックス



発電電力量の国際比較 (水力発電除く)

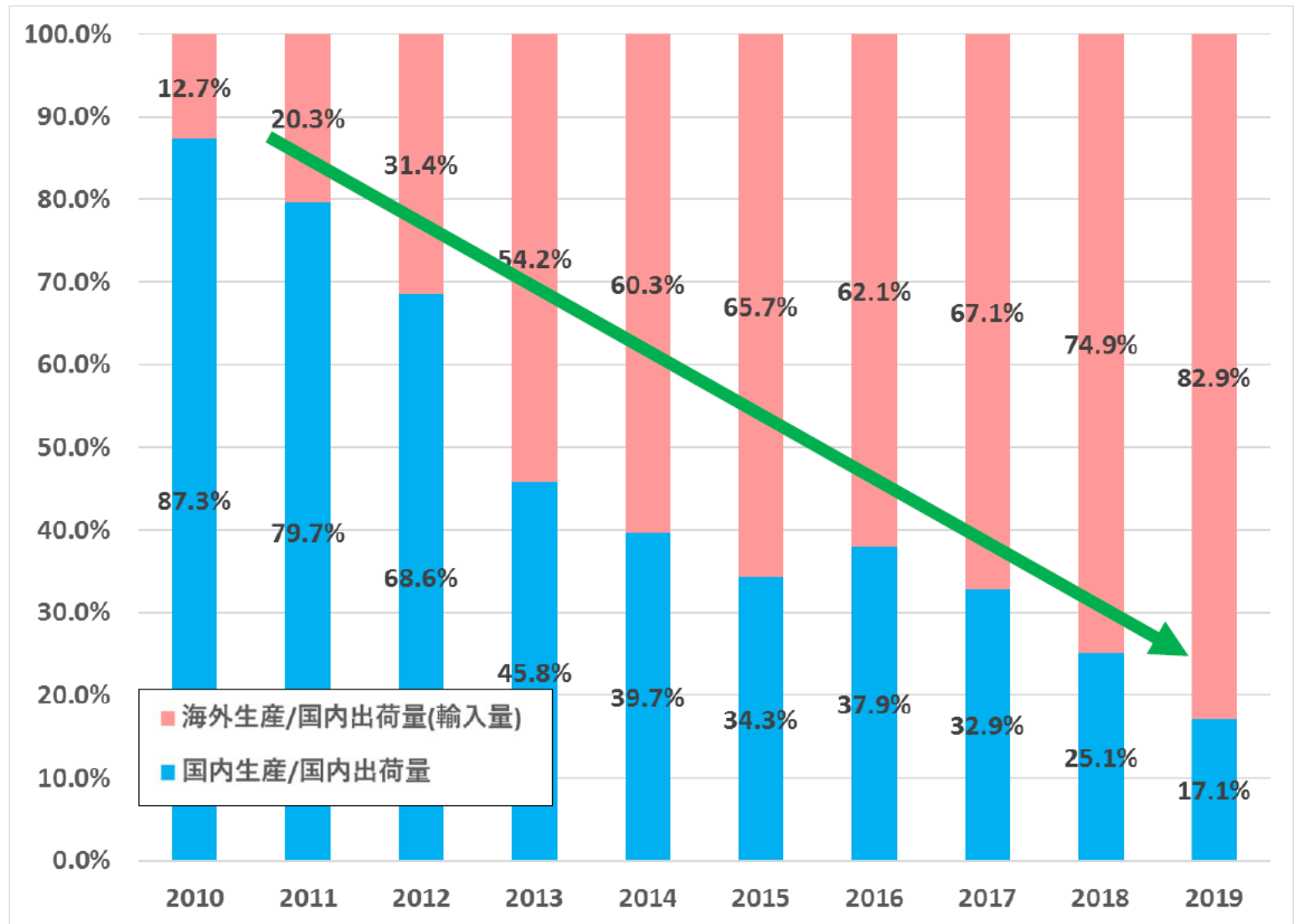
単位：億kWh

	2012年	2018年
日本	309	963 → 3.1倍
EU	4,319	6,743 → 1.6倍
ドイツ	1,217	1,962 → 1.6倍
イギリス	358	934 → 2.6倍
世界	10,693	21,870 → 2.0倍

出典：IEA データベースより資源エネルギー庁作成

日本の太陽光パネルにおける海外シェア

- 日本製が高い世界シェアを誇った太陽光パネルも、現在は輸入に依存する割合が拡大。



(出典) 資源総合システム社調べ

日本における洋上風力発電に対する制度整備の状況

2018年7月 エネルギー基本計画（閣議決定）

- 陸上風力の導入可能な適地が限定的な我が国において、**洋上風力発電の導入拡大は不可欠**である。（中略）
地域との共生を図る海域利用のルール整備や系統制約、基地港湾への対応、関連手続きの迅速化と価格入札も
組み合わせた**洋上風力発電の導入促進策を講じていく**。



2018年12月 再エネ海域利用法の成立

【洋上風力発電の主な課題】

【対応】

課題① 海域利用に関する統一的なルールがない

- ・海域利用（占用）の**統一ルールなし**
（都道府県の許可は通常**3～5年と短期**）

- ・国が、洋上風力を実施可能な**促進区域を指定**。公募を行って事業者を選定、**長期占用を可能とする制度**を創設。
→**十分な占用期間（30年間）、事業の安定性を確保**。

課題② 先行利用者との調整の枠組が不明確

- ・海運や漁業等の**地域の先行利用者**との調整に係る**枠組みが存在しない**。

- ・**関係者による協議会**を設置。**地元調整を円滑化**。
- ・**区域指定の際、関係省庁と協議**。他の**公益との整合性を確認**。
→**事業者の予見可能性向上、負担軽減**。

課題③ 高コスト

- ・FIT価格が欧州と比べ**36円/kWhと高額**。
- ・国内に経験ある**事業者が不足**。

- ・**価格等により事業者を公募・選定**。
→ **競争を促してコストを低減**。

再エネ海域利用法により実現

国内洋上風力産業の競争力強化に向けた基本的な考え方

● 四角形の領域切り取り(R)

- 洋上風力を主力電源化とするためには、関連産業の競争力を強化し、コスト削減していくことが必要。
- 関連産業の競争力強化・コスト削減の鍵となるのは、投資拡大。一方で、事業者からは、日本の市場拡大の見通しが見えないと投資を躊躇するとの声がある。
- そのため、洋上風力発電の計画的・継続的な導入拡大（予見性の確保）と関連産業の競争力強化・コスト削減を官民が一体となる形で進め、相互の「好循環」を生み出すこととしたい。
- 本協議会では、この「好循環」を形成するため、官民が一体となって取り組むべき事項についてご議論いただきたい。



官民が一体となって取り組むべき事項

【本協議会の検討課題】

- ① 中長期的な洋上風力発電導入のポテンシャルと課題の分析
- ② 分野別課題分析（設計・製造、建設・海洋土木、メンテナンス、ファイナンス等）
- ③ 計画的導入に向けたインフラ環境整備の在り方（電力系統、港湾・コンビナート、産業基盤）
- ④ 事業者（業界）の投資コスト削減等に関する取り組み

⇒課題解決と導入拡大に向けた、具体的な方向性を示す「洋上風力産業ビジョン（仮称）」を作成

日本風力発電協会の意気込み

意欲的で明確な中長期導入目標の設定

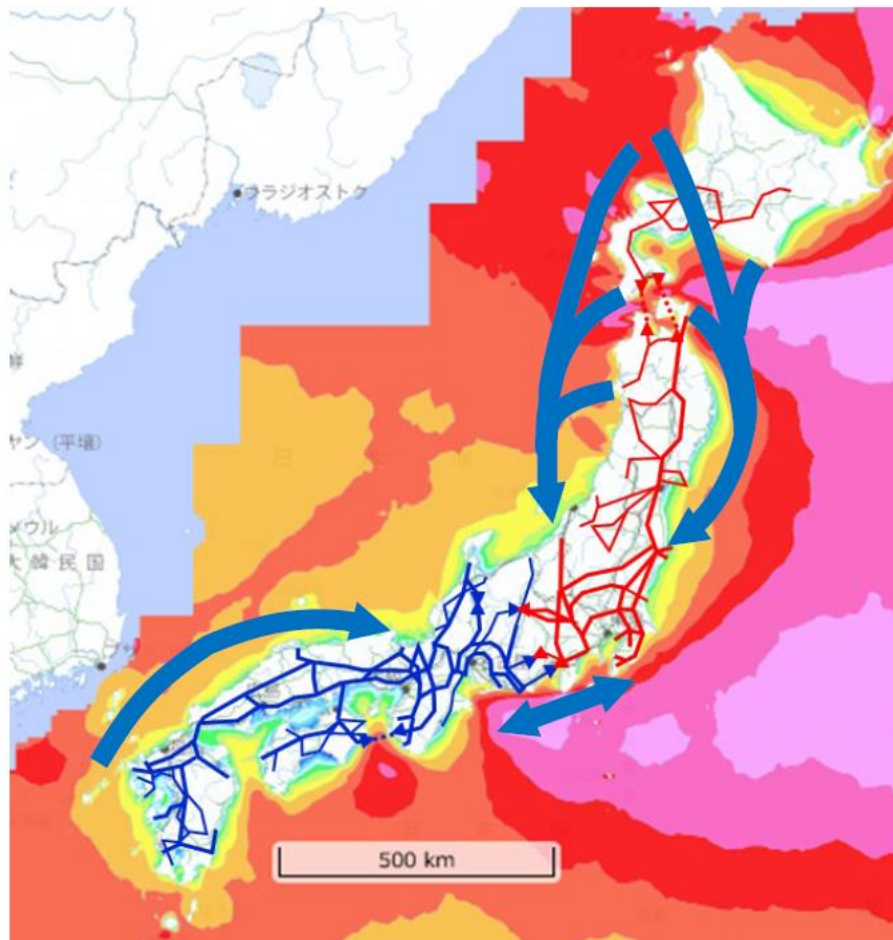
四角形の領域切り取り(R)

- **2030年：洋上風力10GW**
 - 中間点として目標を設定
 - 投資判断に最低限必要な市場規模(1GW程度×10年間)
- **2040年：洋上風力30～45GW**
 - 産業界が投資回収見通し可能な市場規模(年間当り2～4GW程度)
 - 世界各国と肩を並べる競争環境を醸成できる市場規模
- **2050年：洋上風力90GW (+陸上40GW = 130GW)**
 - 政府目標：GHG排出量80%削減に相応しい目標値
 - 2050年推定需要電力量に対して風力より30%以上を供給



【参考】ジャパン・スーパーグリッドのイメージ

大型電源 = 広域消費



ダム



原子力



洋上風力



- 海底ケーブルによる短納期での整備
- 直流送電でロス少なく長距離に最適
- 全国大で系統の一体運用を可能に

※ NEDO洋上風況マップ (http://app10.in.foc.nedo.go.jp/Nedo_Webgis/index.html) に主要電力系統 (275kV以上) 概略図を重ねた

目標 4

2050年までに、地球環境再生に向けた持続可能な資源循環を実現

<ターゲット>

地球環境再生のために、持続可能な資源循環の実現による、**地球温暖化問題の解決 (Cool Earth)** と環境汚染問題の解決 (Clean Earth) を目指す。

Cool Earth & Clean Earth

- 2050年までに、資源循環技術の商業規模のプラントや製品を世界的に普及させる。

Cool Earth

- 2030年までに、温室効果ガスに対する循環技術を開発し、ライフサイクルアセスメント (LCA) の観点からも有効であることをパイロット規模で確認する。

Clean Earth

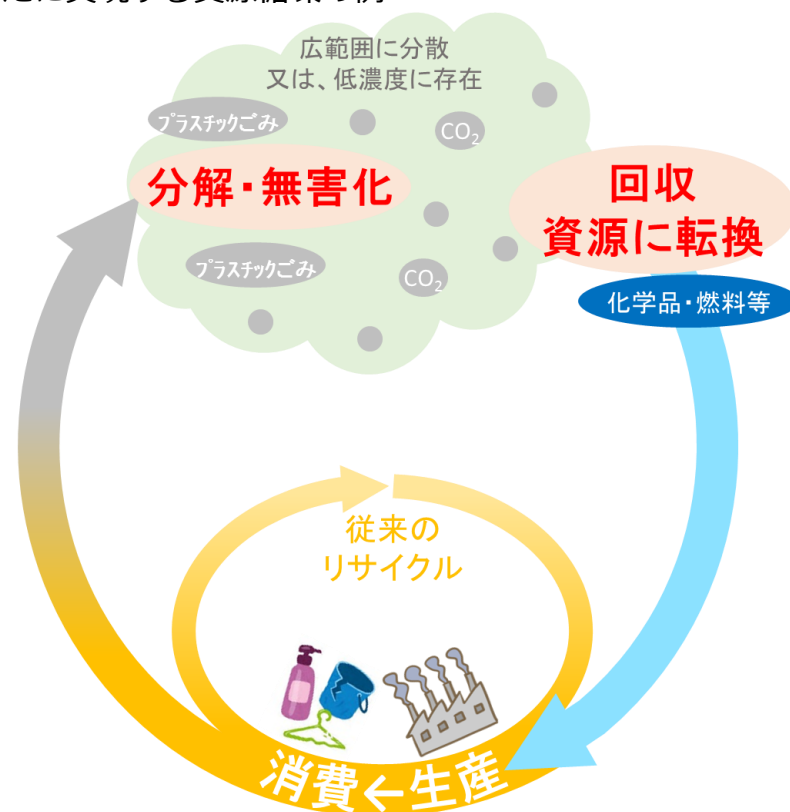
- 2030年までに、環境汚染物質を有益な資源に変換もしくは無害化する技術を開発し、パイロット規模または試作品レベルで有効であることを確認する。

(参考：目指すべき未来像)

Cool Earth & Clean Earth の実現

- 2050年までに、**大気中のCO₂の直接回収・資源転換**や、プラスチックごみの分解・無害化技術等を社会実装。

新たに実現する資源循環の例

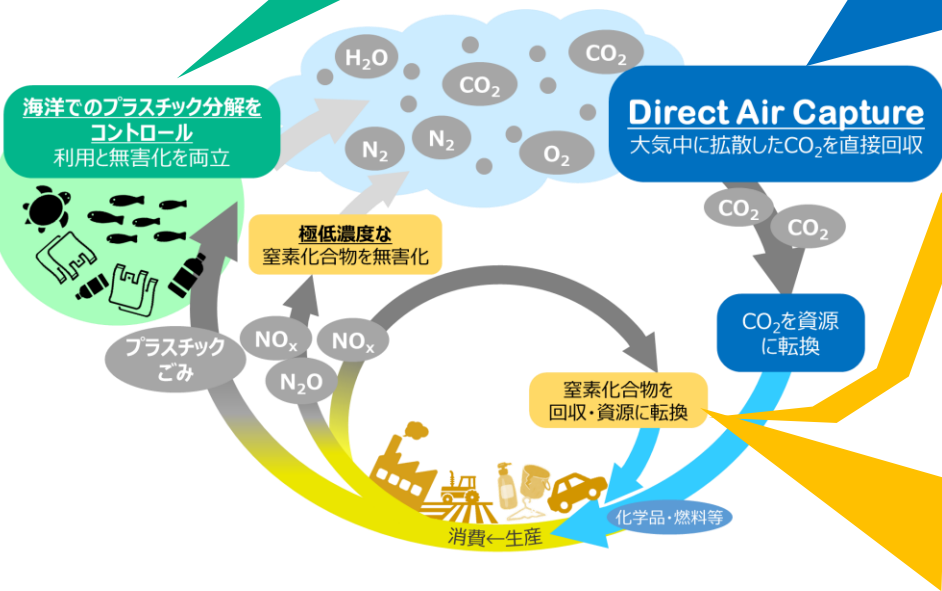


生分解のタイミングやスピードをコントロールする 海洋生分解性プラスチックの開発

	研究開発プロジェクト	PM
11	非可食性バイオマス为原料とした海洋分解可能なマルチロック型バイオポリマーの研究開発	(国大)東京大学 伊藤 耕三
12	生分解開始スイッチ機能を有する海洋分解性プラスチックの研究開発	(国大)群馬大学 粕谷 健一
13	光スイッチ型海洋分解性の可食プラスチックの開発研究	(国大)北陸先端科学技術大学院大学 金子 達雄

温室効果ガスを回収、資源転換、無害化する技術の開発

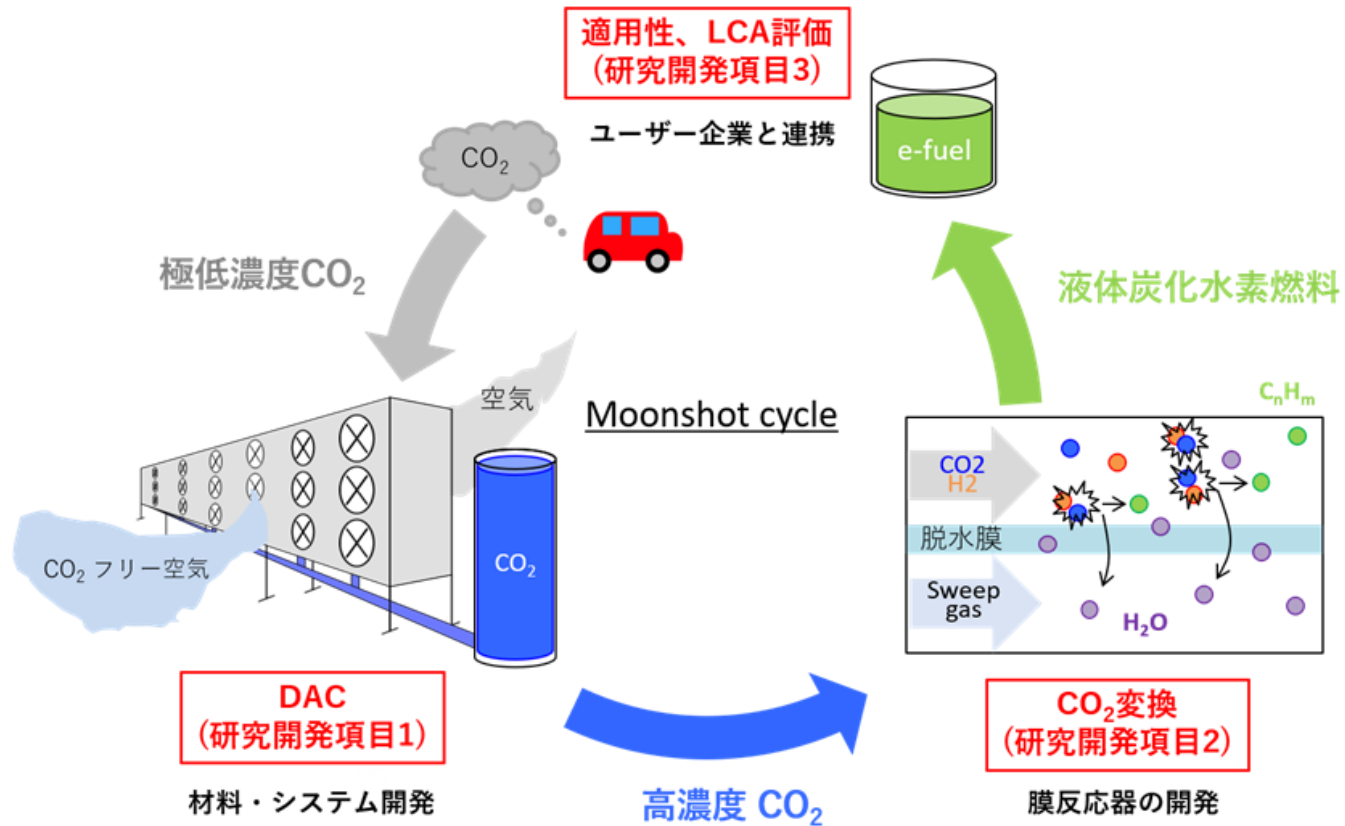
	研究開発プロジェクト	PM
1	電気エネルギーを利用し大気CO2を固定するバイオプロセスの研究開発	(国研)産業技術総合研究所 加藤 創一郎
2	大気中からの高効率CO2分離回収・炭素循環技術の開発	(国大)金沢大学 児玉 昭雄
3	電気化学プロセスを主体とする革新的CO2大量資源化システムの開発	(国大)東京大学 杉山 正和
4	C4S研究開発プロジェクト	(国大)東京大学 野口 貴文
5	冷熱を利用した大気中二酸化炭素直接回収の研究開発	(国大)東海国立大学機構名古屋大学 則永 行庸
6	大気中CO2を利用可能な統合化固定・反応系 (quad-C system) の開発	(国大)東北大学 福島 康裕
7	“ビヨンド・ゼロ”社会実現に向けたCO2循環システムの研究開発	(国大)九州大学 藤川 茂紀
8	資源循環の最適化による農地由来の温室効果ガスの排出削減	(国大)東北大学 南澤 究



窒素化合物を回収、資源転換、無害化する技術の開発

	研究開発プロジェクト	PM
9	産業活動由来の希薄な窒素化合物の循環技術創出—プラネタリーバウンダリー問題の解決に向けて	(国研)産業技術総合研究所 川本 徹
10	窒素資源循環社会を実現するための希薄反応性窒素の回収・除去技術開発	(国大)東京大学 脇原 徹

P2. 大気中からの高効率CO₂分離回収・炭素循環技術の開発



本研究開発の概要図と資源循環のイメージ。

委託予定先：

国立大学法人金沢大学、公益財団法人地球環境産業技術研究機構

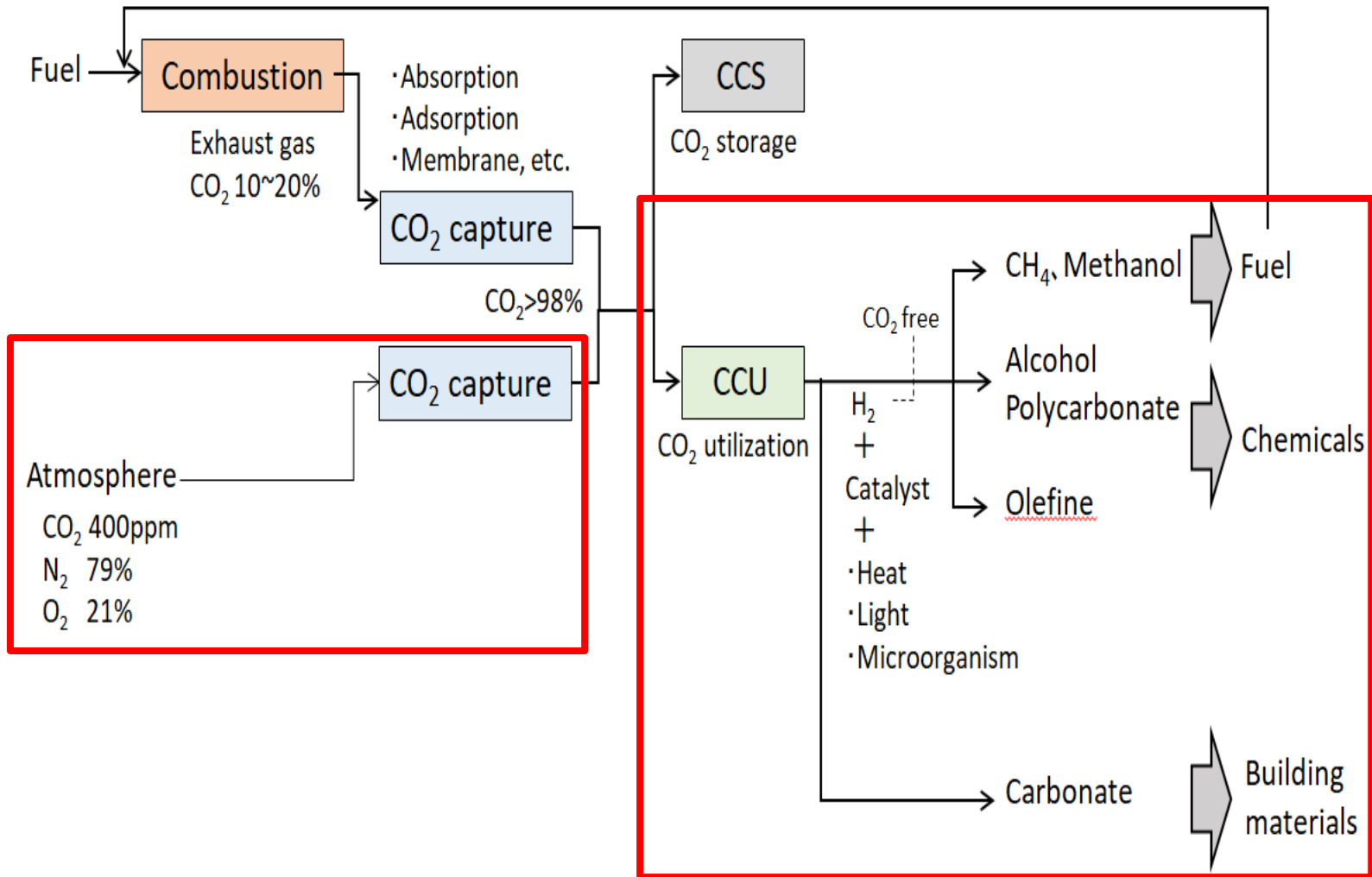
P11. 非可食性バイオマス为原料とした海洋分解可能なマルチロック型バイオポリマーの研究開発



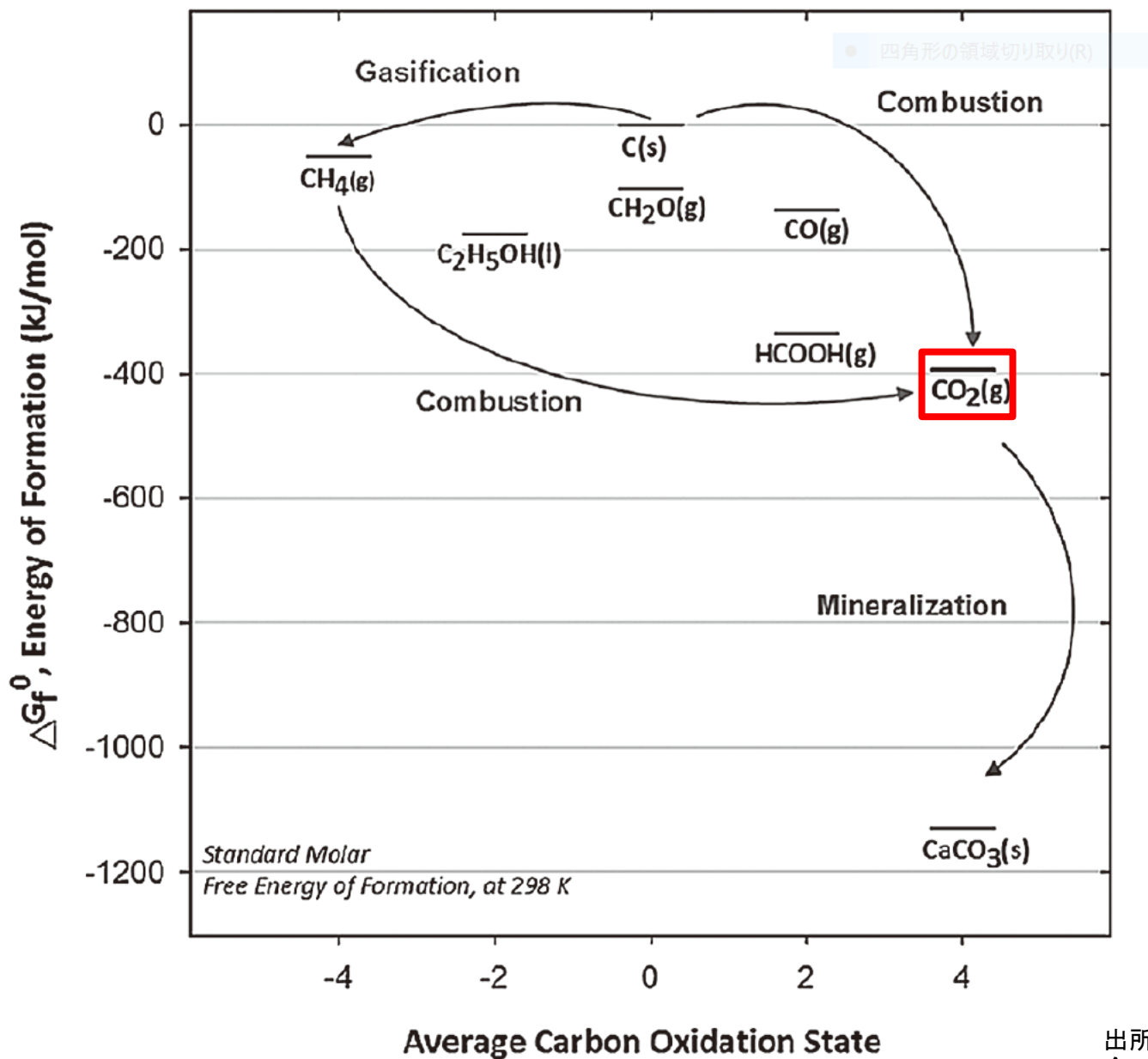
委託予定先：

国立大学法人東京大学、三菱ケミカル株式会社、株式会社ブリヂストン、帝人株式会社、株式会社クレハ、国立大学法人九州大学、国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学、国立大学法人山形大学、公益財団法人地球環境産業技術研究機構、国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立大学法人愛媛大学、国立大学法人東京工業大学。

Challenge: CO₂ recovery from atmosphere (**DAC**), and Recovered CO₂ can be converted into fuel and/or various chemicals as a raw material (**CCU**)



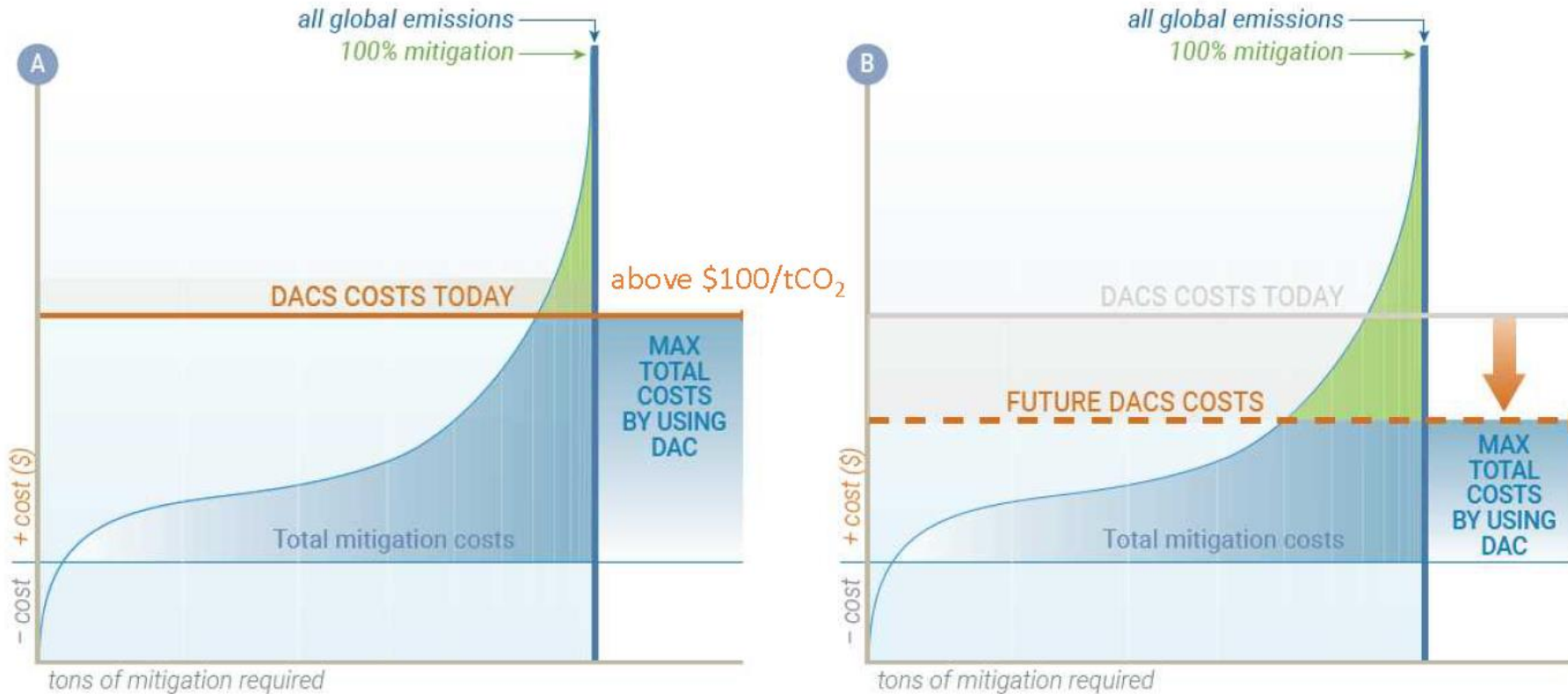
化学的に安定なCO₂利用への挑戦



炭素化合物のギブスの自由エネルギー準位

出所：酒井奨、季報エネルギー総合工学、2019年10月号

Cost for CO2 Removal (DAC as a Backstop Technology)

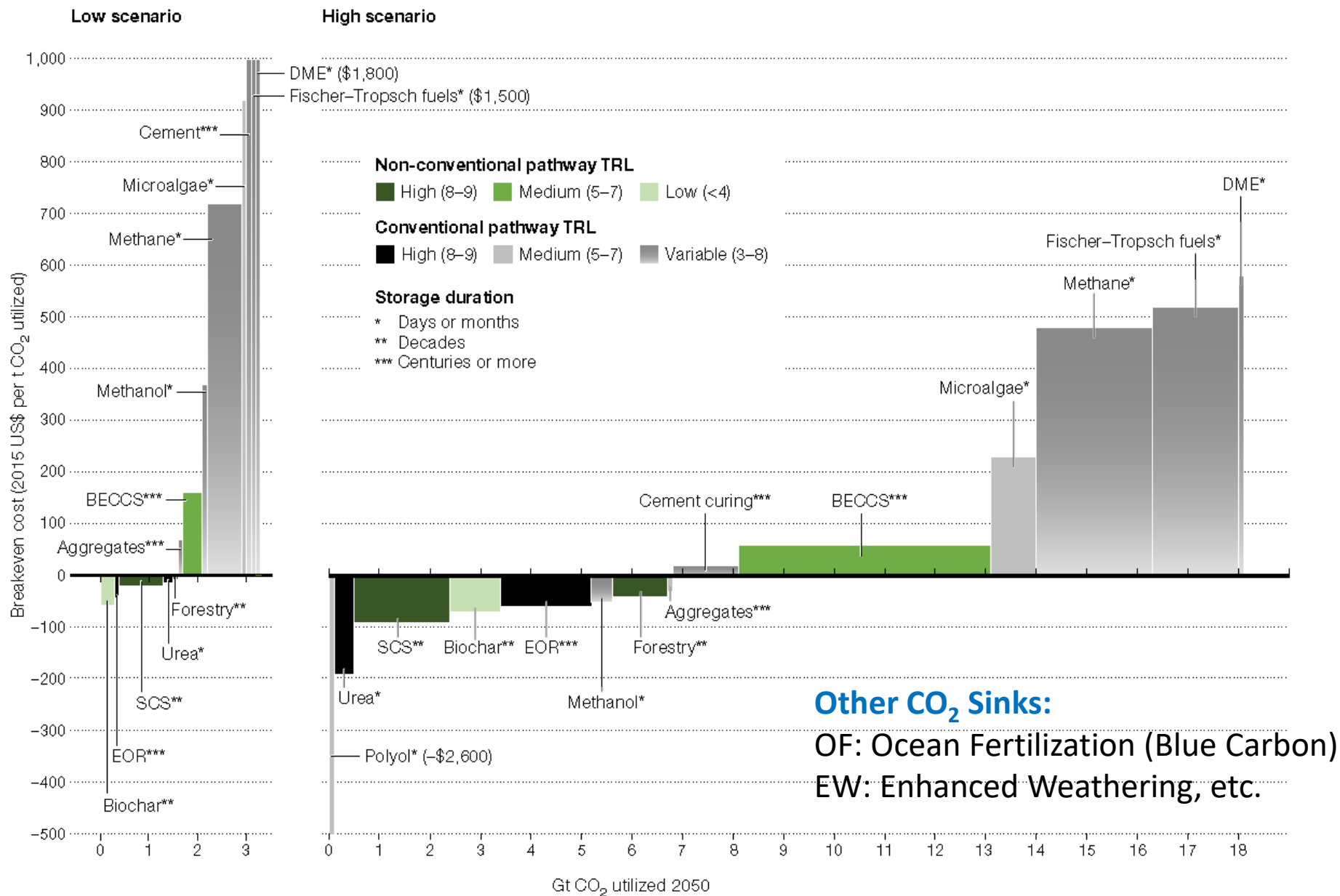


Relationship between cost and introduction amount of DAC

Source: Direct Air Capture of Carbon Dioxide Roadmap (IEF 2018)

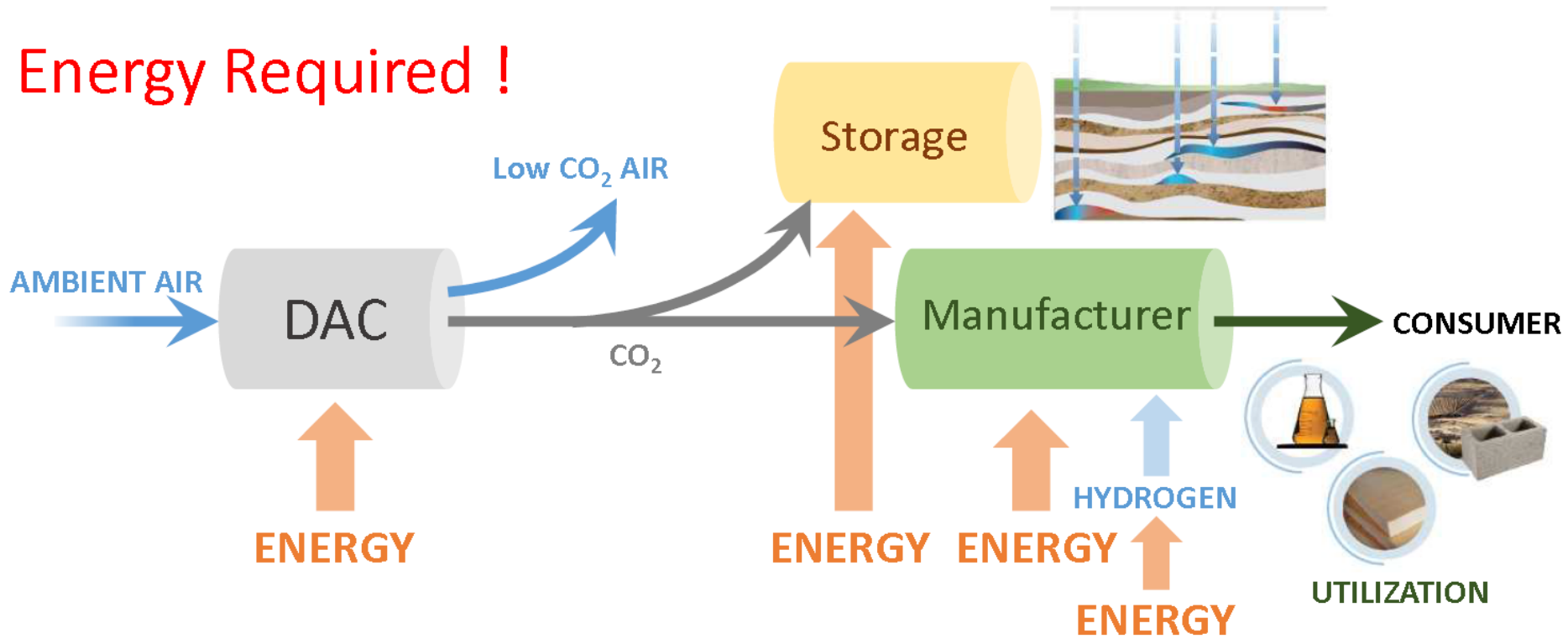
CCUの供給曲線評価例

(Hepburn et al. (2019) Nature Vol.575, 87-97)



Direct Air Capture + CO₂ Utilization/CO₂ Storage

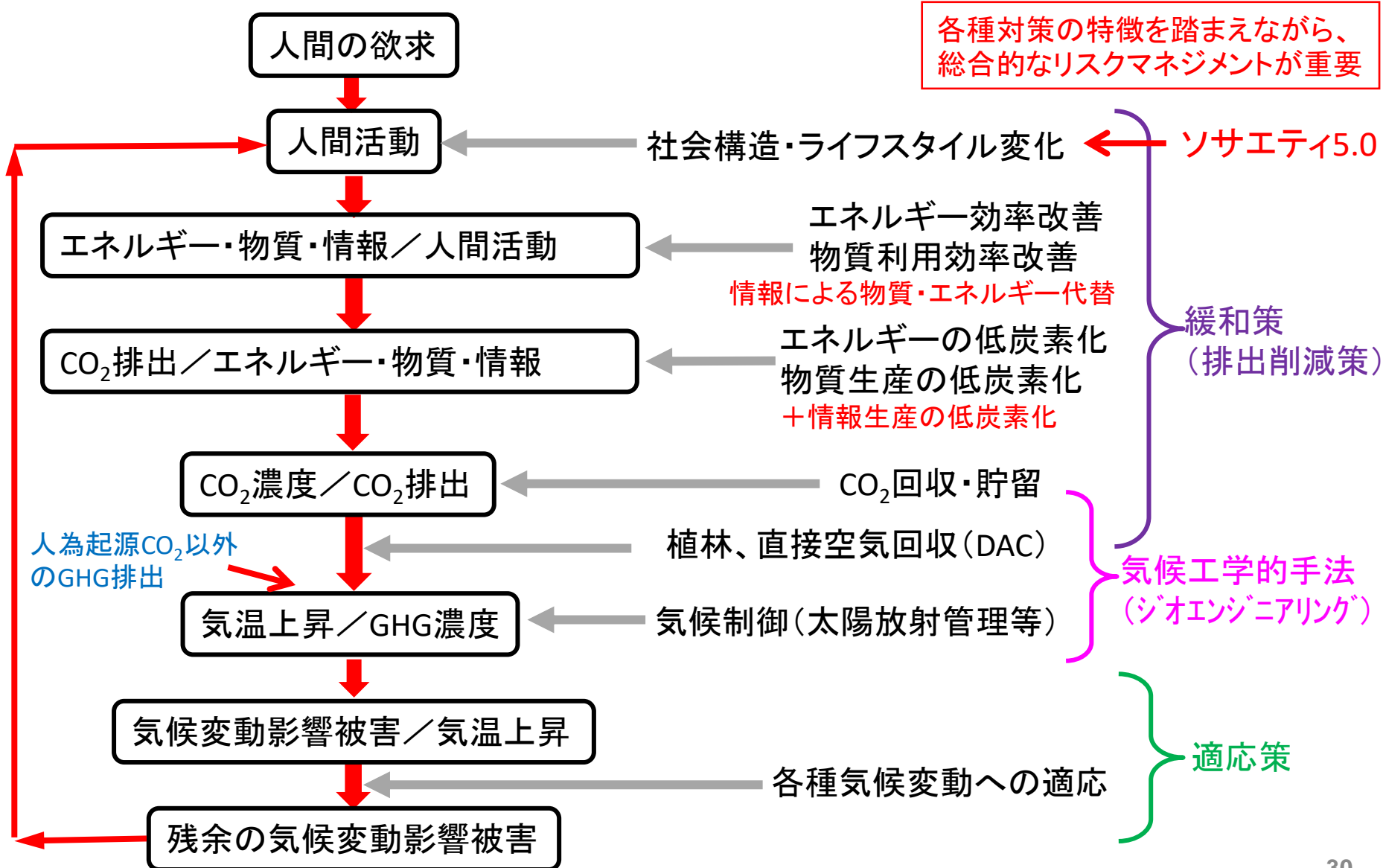
Energy Required !



Energy resource should be zero/low CO₂ emission

(Source: Atsushi INABA, How to evaluate technologies?, Moonshot International Symposium, Dec. 18, 2019)

地球温暖化対策の基本構造



第5期科学技術基本計画（2016年）で示された超スマート社会

第2章 未来の産業創造と社会変革に向けた新たな価値創出の取組み

（2）世界に先駆けた「超スマート社会」の実現（**Society 5.0**）

- ・ IoTの活用をものづくりだけではなく、様々な分野に広げ、経済成長や健康長寿社会の形成、さらには社会変革につなげていく。
- ・ **サイバー空間とフィジカル空間が高度に融合した「超スマート社会」**を未来の姿として共有し、その取組みを「Society 5.0」として推進。
- ・ サービスや事業のシステム化、複数のシステム間の連携協調が必要であり、**超スマート社会サービスプラットフォーム**を構築。

高度道路交通システム、**エネルギーバリューチェーン最適化**、インフラ維持管理、防災、地域包括ケアシステムなど11のシステム開発を先行的に進める。

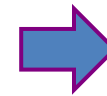
ロボット、センサ、アクチュエータ、バイオ、ヒューマンインターフェース（脳科学、感性工学等）、素材・ナノ、光・量子などの**基盤技術の強化**を図る。

超スマート社会 (Society 5.0) のインパクト

超スマート社会とは: 必要なモノ・サービスを、必要な人に、必要な時に、必要なだけ提供し、社会のニーズにきめ細かく対応でき、あらゆる人が質の高いサービスを受けられ、年齢、性別、地域、言語といった様々な違いを乗り越え、生き活きと快適に暮らすことができる社会。
サイバー空間(仮想空間)とフィジカル空間(現実空間)を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会

影響は単なる省エネに留まらない:

シェアリングエコノミーを推進し、
モノの生産からサービス提供へと産業を変える
+ 情報タグで物流スマートリサイクル



情報によるモノの代替

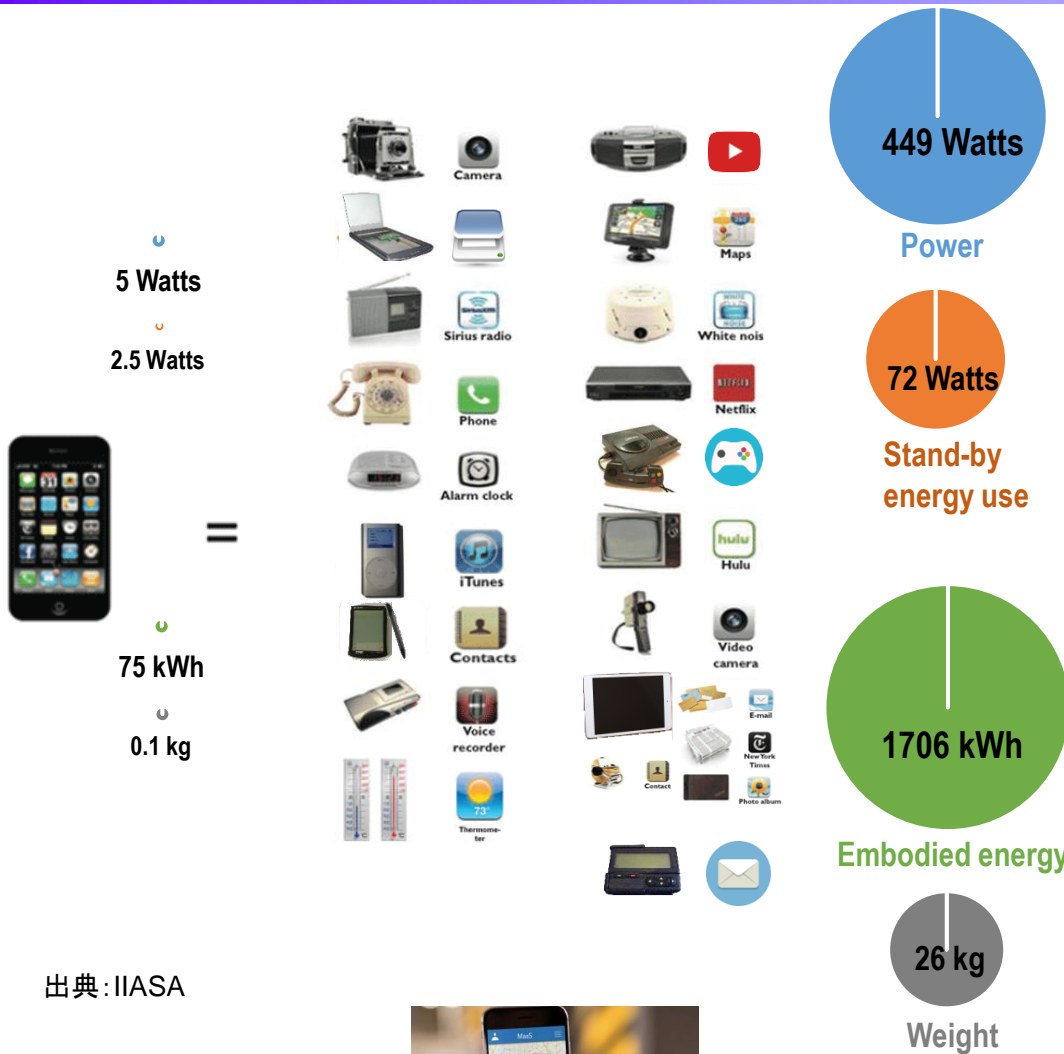


ただし、リバウンド効果に注意!
(モビリティや照明需要ではイノベーションに伴う大きな需要増(リバウンド)が観察されている)

例えば、自動運転+カーシェア/ライドシェア → 自動車利用率(現状4%)の向上 → 自動車保有台数の減少 → 自動車生産量の低下 → 鉄鋼等素材生産量の低下 → **エネルギー需要減少** → CO₂削減

例えば、IoTでスマートメンテナンス → 部品・製品寿命の延伸 → 部品・製品需要の低下 → **エネルギー需要減少** → CO₂削減

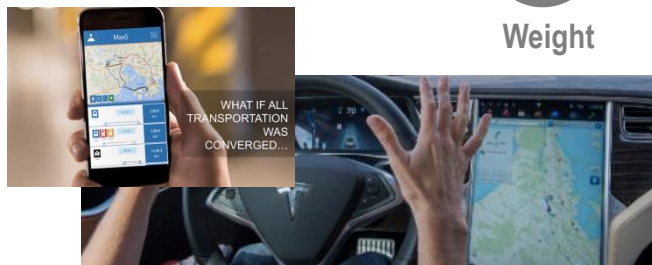
IT, AI等のエンドユース技術の革新と社会変化



- 社会はエネルギー消費を目的にエネルギーを消費しているわけではない。製品・サービスが効用増をもたらすため、それに体化されたエネルギーを消費しているに過ぎない。
- 効用増をもたらす製品・サービスの展開は急速な場合が多く、それに付随したエネルギー・CO2排出低減は急速になる可能性あり。

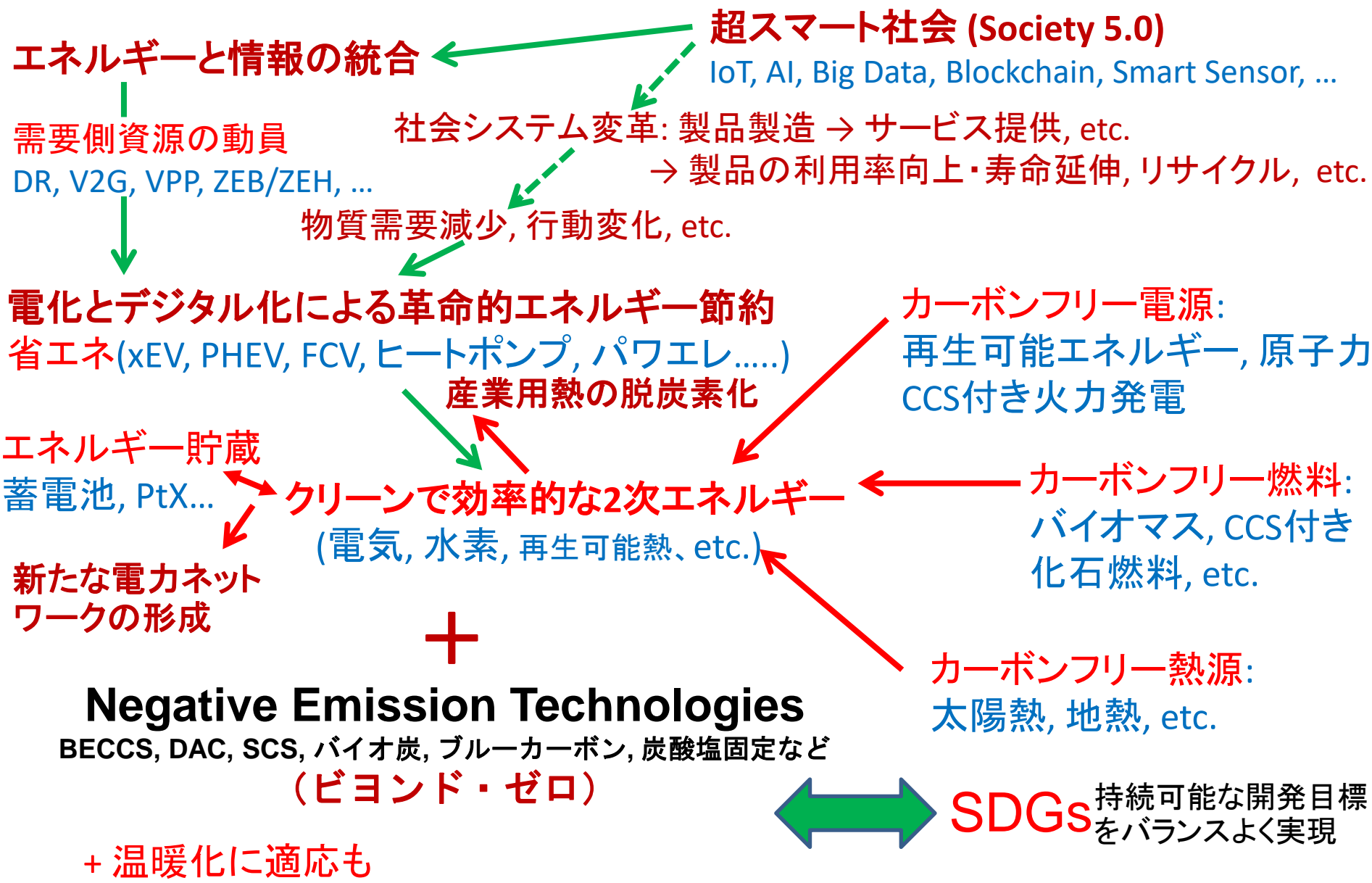
出典: IIASA

例えば自家用車の稼働率は5%前後であり、完全自動運転でシェアリングとなれば大きな変化をもたらされ得る。



完全自動運転等で、AI, IoTの革新が社会変化を誘発し、エネルギー効率向上をもたらす機会も多く存在

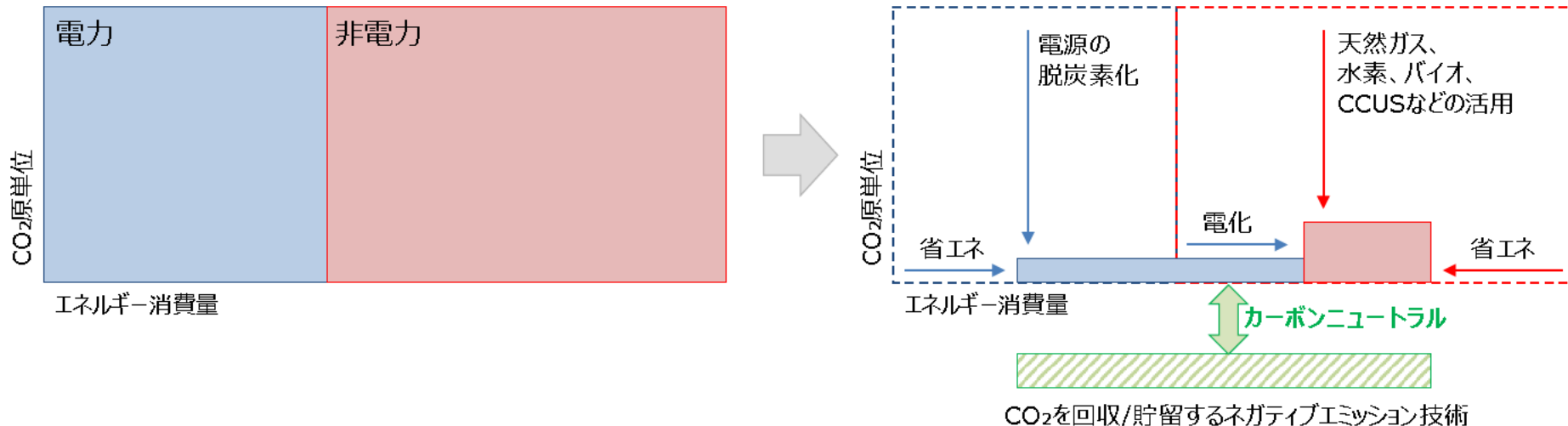
CO₂正味ゼロ排出に向かうエネルギーシステム



Keep Options as Many as Possible!

- 2050年カーボンニュートラルという困難な課題を実現するためには、
 - ① 既存の技術を最大限に活用・普及を推進し、**新たな技術の社会実装**に重点的、計画的に取り組むことが重要。各国ともこれに取り組んでいる。
 - ② 省エネ、電化、電源の脱炭素化、水素化を進めても、化石燃料を使わない姿は現実的ではなく、**CO₂を回収・貯留するネガティブエミッション技術も重要**であること
 - ③ **脱炭素化が難しい産業部門における技術・対策**については、長期的な不確実性があるため、**複数のオプション**で取り組んでいく必要があることも、十分に意識して検討する必要がある。

CO₂排出削減のイメージ



出所) (公財) 地球環境産業技術研究機構秋元氏資料を簡略化

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