

第3回世界エンジニアリングデー記念シンポジウム
「未来を拓く工学」～カーボンニュートラルへの挑戦～



カーボンニュートラルの実現に向けた 技術開発の現状と 工学分野への期待

2022年3月4日

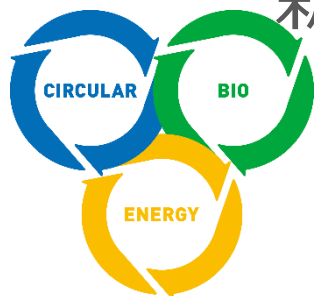
国立研究開発法人

新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）

技術戦略研究センター（TSC）

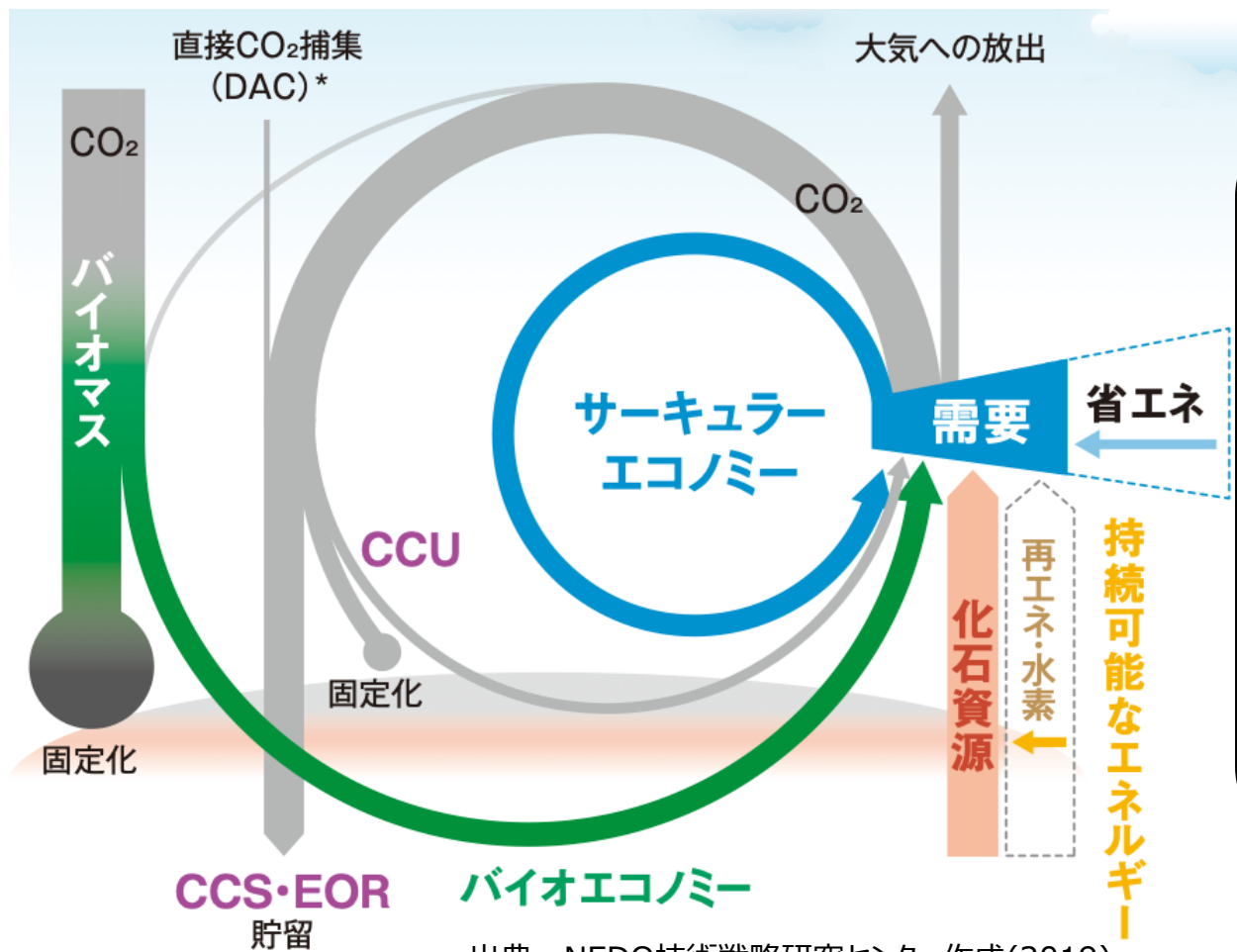
サステナブルエネルギーユニット

フェロー 矢部 彰



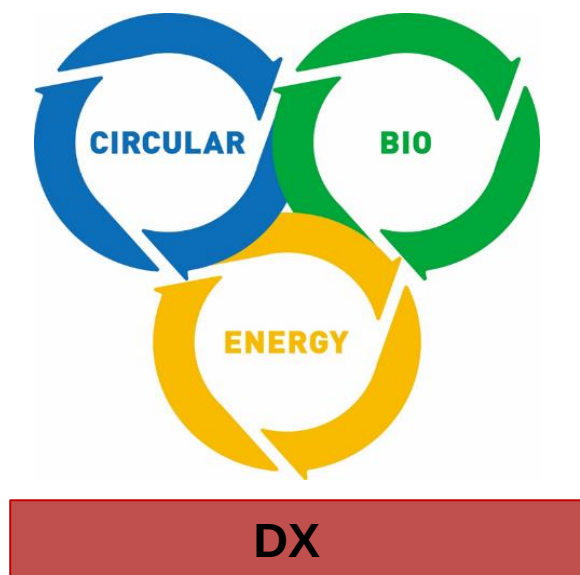
炭素循環から見た社会システム

- 青色で示す「需要」部分でのCO₂排出量は、省エネや再エネ・水素・バイオマスにより削減されるほか、リサイクルやシェアリングによりエネルギーや物質自体の需要を削減。
- 排出されたCO₂は分離回収され、CCS・EOR により貯留され、CCU により利用。
- 大気中のCO₂は、植林によるバイオマスへの固定化、DACによる分離回収。



持続可能なエネルギー、
サーキュラーエコノミー、
バイオエコノミーの「3つ
の社会システム」が、持
続可能な社会の実現
に不可欠であり、
有機的に結び付き、炭
素循環社会を形成

- **「革新的環境イノベーション戦略」（内閣府）**を踏まえ、「**持続可能な社会の実現に向けた技術開発総合指針（NEDO 総合指針）**」を策定。（2020年2月）
- 持続可能な社会を実現するためには、**3つの社会システム（3 Essential Social Systems for Sustainable Society）**を連携させながら継続的に発展させていくことが不可欠。これを、NEDOは、「ESSマーク」としてシンボルマーク化し、広く皆様と共に取り組みを推進します。



**「ESSマーク」とそれを支えるDX
（デジタルトランスフォーメーション）**

1. サークュラーエコノミー
2. バイオエコノミー
3. 持続可能なエネルギー

- IEAのシナリオから革新技術の普及拡大によって3,345TWhの太陽光発電の導入が進み、CO₂原単位から2050年時点でのCO₂削減ポテンシャルを約22億トンと試算。
- **超軽量、超高効率、高い意匠性などを備えた次世代太陽電池の実現によって設置制約が解消され、PVの導入量が大幅に増加。**
次世代PVの導入量を試算すると、2050年時点で**水上、建物壁面、農地、車載**によるCO₂削減ポテンシャルは約48億トン。



太陽電池パネルを搭載した「プリウスPHV」実証車

<https://global.toyota/jp/newsroom/corporate/28781301.html>



さんぽーと港南

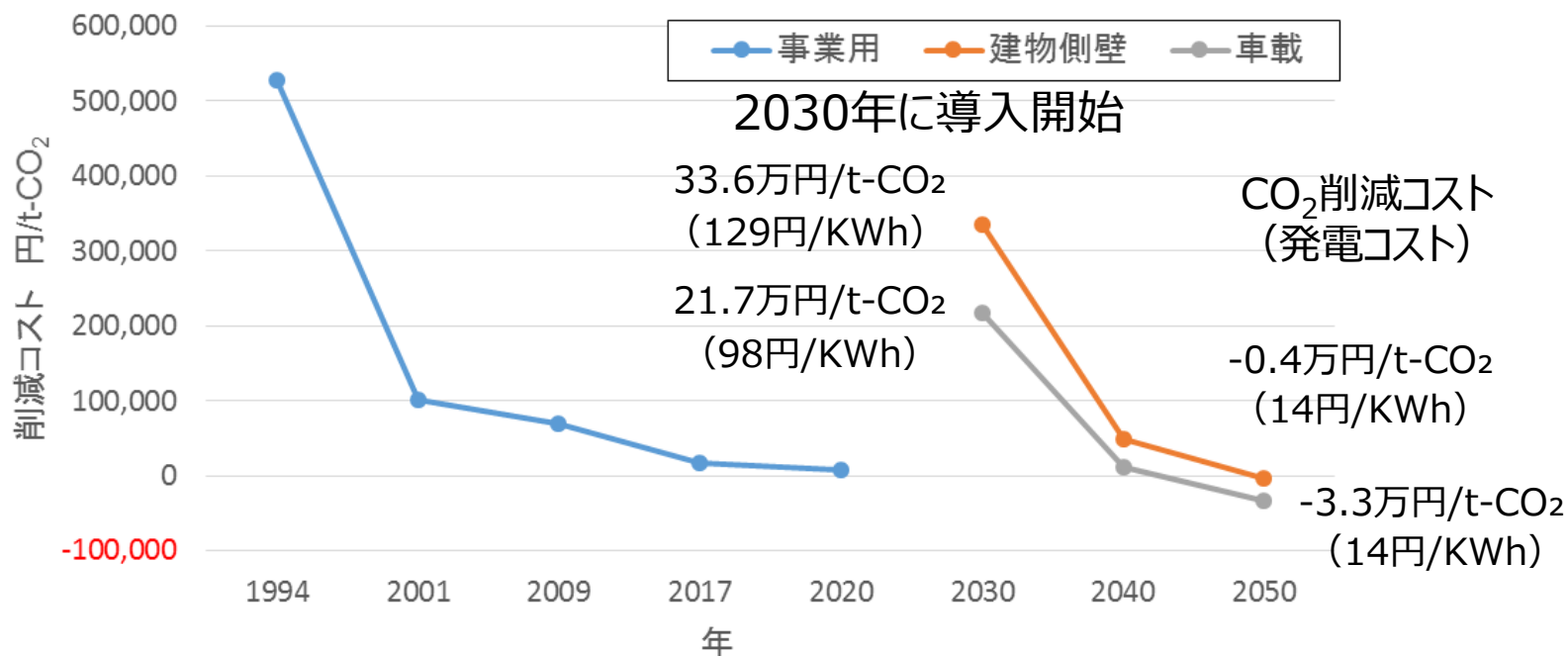
提供：株式会社資源総合システム

次世代太陽光発電によるCO₂削減ポテンシャル：70億トン

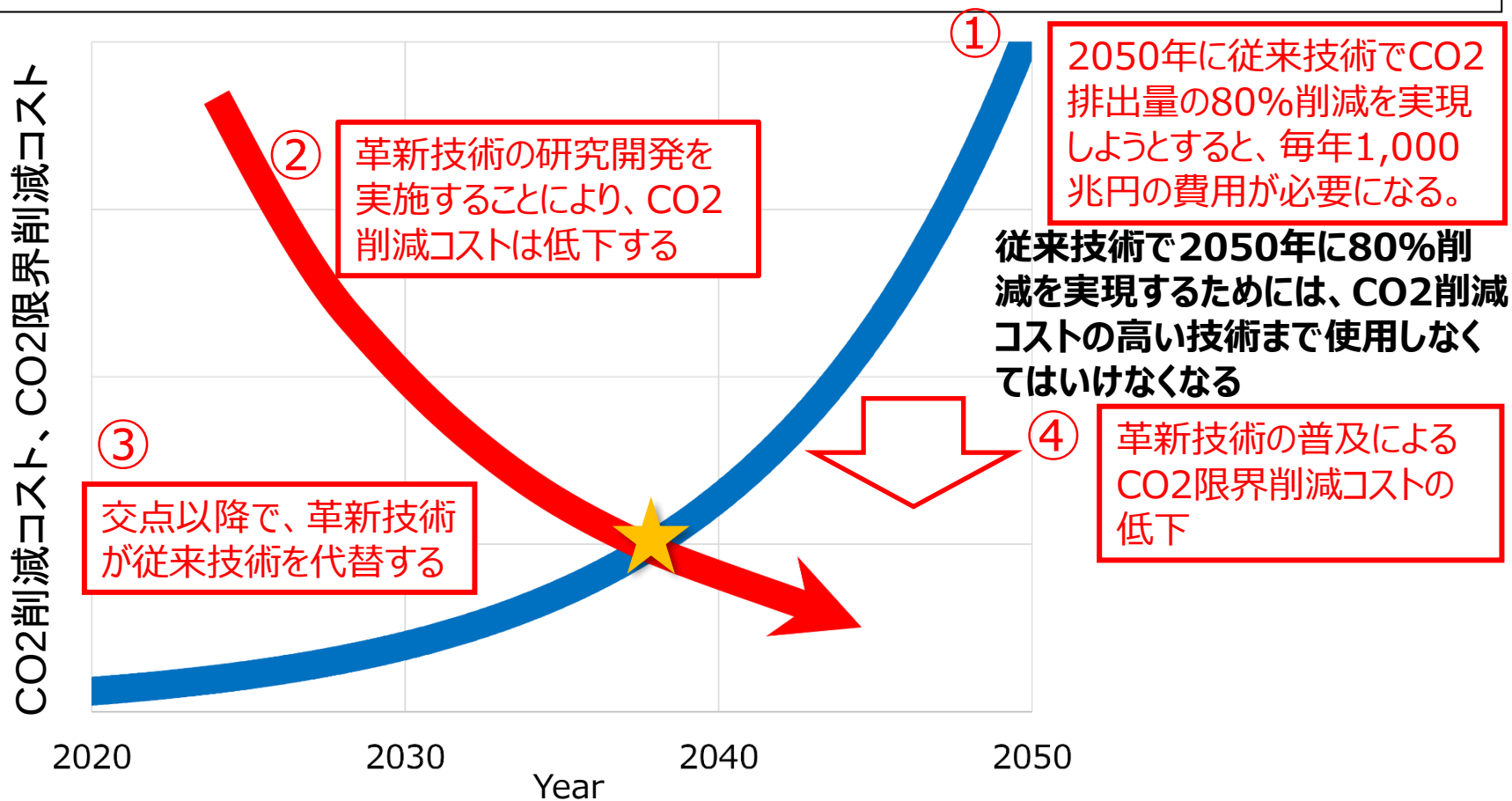
- 技術ごとに成熟度の違いがあり、また技術間で競合する部分もあるため、合計値の扱いには注意が必要であるが、以下の技術は数億トンから数十億トンと高いレベルにあり、**技術開発の推進によって、温室効果ガス排出量（CO₂換算で約500億トン）の大幅削減に寄与する。**

技術分野	CO ₂ 削減ポテンシャル 億トン/年	技術分野	CO ₂ 削減ポテンシャル 億トン/年
アルミニウムリサイクル	0.7～1.0	燃料電池自動車	0.6～12.0
プラスチックリサイクル	1.1～3.2	次世代蓄電池-EV	2.7～9.1
EOR・CCS	80	次世代パワエレ	14
次世代太陽光発電	70	次世代蓄電池-航空機	0.72～1.7
次世代風力発電	65	バイオジェット燃料-航空機	6.4～15.0
次世代地熱発電	7	セルロースナノファイバー	2.2～2.7
海洋エネルギー発電	2.5～3.8	バイオプラスチック	4.5～6.7
高効率火力発電	8.6～13.2	植林	36～38
水素発電	1.9～5.8		

- 国内ではPVの導入が進み、政府の発電コスト目標2020年14円/kWh、2030年7円/kWh（基幹電源並）を達成する見通しである。
- 次世代PV技術の応用例として建物側壁設置、車載を試算。
- 建物側壁と車載については2030年に市場への導入が開始され、技術開発の進展や量産効果によって発電コスト（CO₂削減コスト）が着実に低下し、CO₂排出量の大幅削減への貢献を期待。



- 技術開発の進展によって、革新技术のCO₂削減コストが従来技術の限界削減コストを下回る時点から、急激に社会実装が進むことが想定可能。
- 革新イノベーション技術が実用化できれば、CO₂削減コストと限界削減コストを大幅に低減することが可能になる。



(2021年8月地球温暖化対策計画(案)、および、第6次エネルギー基本計画(案)に基づき、NEDO技術戦略研究センター作成)

2013年度の1,408百万トン-CO2排出を、2030年に760百万トン-CO2排出に低減
削減量648百万トン-CO2の排出削減(46%に相当)

主な削減項目と削減量（百万トン） および削減割合：

産業部門

高効率工業炉 8 (1%)、モータ・インバータ 7 (1%)、コージェネ 10 (1%)

業務その他部門

建物(新築) 10 (1%)、トップランナー省エネ機器 8 (1%)

家庭部門

家庭用給湯器 9 (1%)

運輸部門

次世代自動車普及、燃費改善 25 (2%)、トラック輸送改善 12 (1%)

エネルギー転換部門

再エネ熱 36 (3%)

電源の脱炭素化

火力発電の高効率化 11(1%)

再エネ発電 193 (最大14%程度)

原子力発電 120(最大9%程度)

代替フロン等4ガス

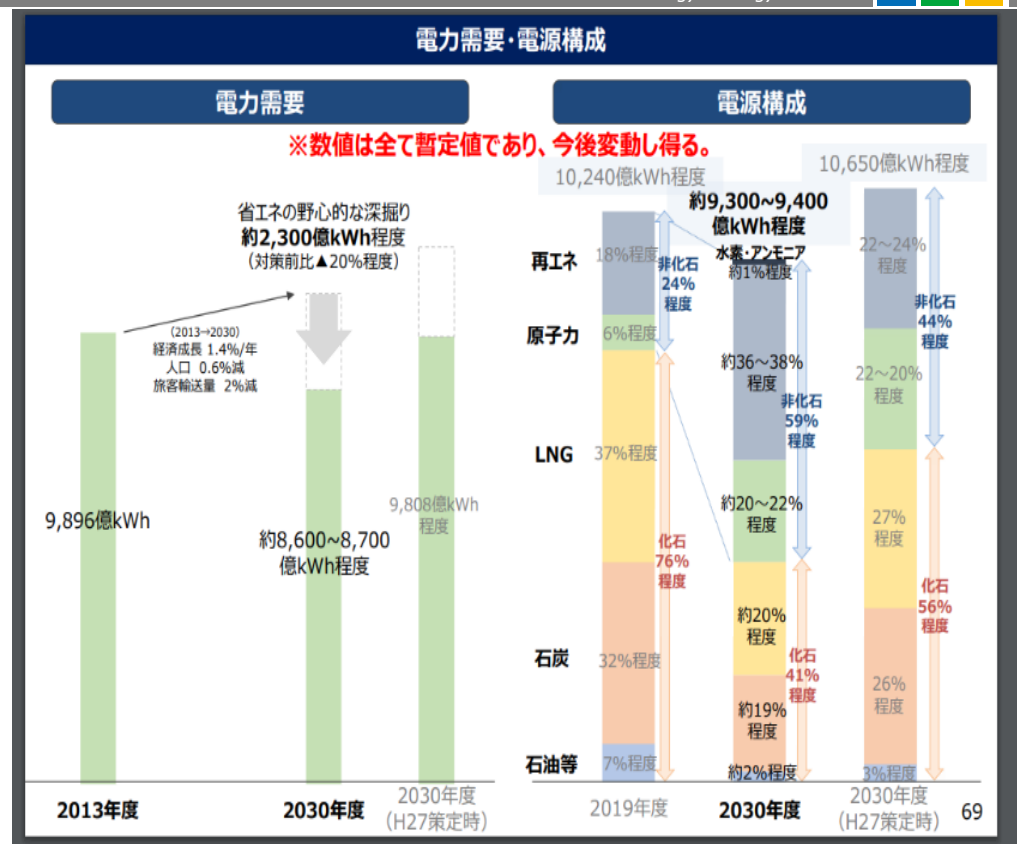
(HFCs、PFCs、SF6、NF3)

代替物質への移行推進等 15(1%)

温室効果ガス吸収源

森林吸収 38(2%)

農地炭素吸収源対策 9 (1%)



2030年の電力需要・電源構成

上記の削減項目で、40%削減となる。

残りの6%は、1%未満の多くの削減技術の積み重ねで、実現する。

なお、カウントされていないが、J-クレジット 15 (1%相当)、二国間クレジット 100 (7%相当) も、試算されている。

② **グリーンイノベーション基金事業**と関連する**工学分野のキーワード**

Technology Strategy Center

14の重点分野において、**野心的な2030年目標を目指すイノベーションプロジェクトを実施**

- ① 洋上風力・太陽光・地熱産業: **次世代型太陽電池、洋上風力発電の低コスト化**
- ② 水素・燃料アンモニア産業: **水素サプライチェーンの構築、再エネ電力を活用した水電解水素製造、燃料アンモニアサプライチェーンの構築、製鉄プロセスにおける水素活用**
- ③ 次世代熱エネルギー産業: **バイオ燃料、合成燃料、省エネ関連**
- ④ 原子力産業: **小型原子炉、高温ガス炉水素製造**
- ⑤ 自動車・蓄電池産業: **次世代蓄電池・モータ、スマートモビリティ社会、車載計算機**
- ⑥ 半導体・情報通信産業: **次世代デジタルインフラ、パワー半導体、データセンター**
- ⑦ 船舶産業: **次世代船舶（ゼロエミッション船）の開発**
- ⑧ 物流・人流・土木インフラ産業: **廃棄物処理のCO2削減、港湾の脱炭素化**
- ⑨ 食料・農林水産業: **エリートツリー、早生樹、CO2削減・吸収**
- ⑩ 航空機産業: **次世代航空機（ハイブリッド航空機、水素航空機）の開発**
- ⑪ カーボンリサイクル・マテリアル産業: **CO2の分離・回収、地中貯留、ゼロカーボンスチール**
- ⑫ 住宅・建築物・次世代電力マネジメント産業: **高層建築木造化、FCV・EV建機、ZEB**
- ⑬ 資源循環関連産業: **CO2を用いたコンクリート等製造、プラスチック原料製造**
- ⑭ ライフスタイル関連産業: **ライフサイクルの転換、カーボンニュートラルかつレジリエント**

カーボンニュートラルは不可欠であり、革新技術の開発による低コスト化が必須である。これを実現するためには、工学分野が英知を結集して、貢献することが不可欠である。

- 地球温暖化防止のためには、温室効果ガスの排出量を2050年にはゼロにする必要がある。CO₂排出量を80%に相当する400億トン削減するだけでも、従来技術の活用だけでは、毎年1,000兆円規模の莫大なコストがかかる。このコストの低減にはイノベーションを創出する革新技術の開発による低コスト化が不可欠である。
- 革新技術の「評価の考え方」として、「CO₂削減ポテンシャル」、「CO₂削減コスト」を基礎に定量的な議論を行うことが重要で、経済性の解析が重要になっている。
- カーボンニュートラルを実現するための多くのキー技術が、工学分野に関連する