

カーボンリサイクル技術ロードマップと バイオマスの貢献

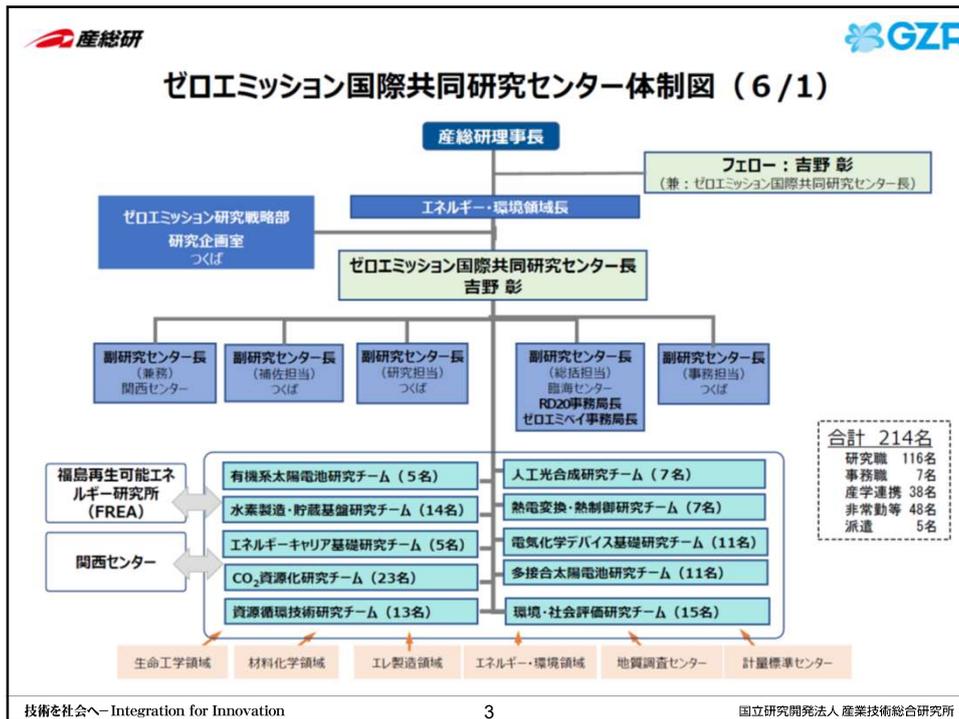
国立研究開発法人 産業技術総合研究所
エネルギー・環境領域 領域長補佐
〈ゼロエミッション研究戦略部担当〉
坂西 欣也

ゼロエミッション国際共同研究センター(GZR)の設立

- 産総研臨海副都心センターに本部を設置し、つくばセンターで基礎研究を推進。
- 福島再生可能エネルギー研究所(FREA)、及び関西センターにて応用・実証研究を推進。



2021年3月完成予定



3

産総研

ゼロエミッション国際共同研究センター(GZR)の
主な研究テーマ

1) 人工光合成 (ソーラーケミカル製造) の研究開発
【概要】低密度で変動する太陽光の革新利用技術として、面積単価が著しく低い光触媒や光電極を用い、CO₂フリー水素と高付加価値の化学品を同時生成して経済合理性のあるシステムを開発する。

原料 H₂ + 高付加価値品
光触媒・光電極

2) 再生エネルギーを利用した水素製造・利用技術開発
【概要】水素をCO₂排出量大幅削減と経済性とを満たすエネルギーとして社会導入していくための技術開発として、再生エネルギーによる水素の製造に向けたタンデム太陽電池、低コスト高効率水電解装置、水素発電用高温材料、液化水素評価技術の開発を行う。

PV 水素製造 貯蔵・輸送・利用

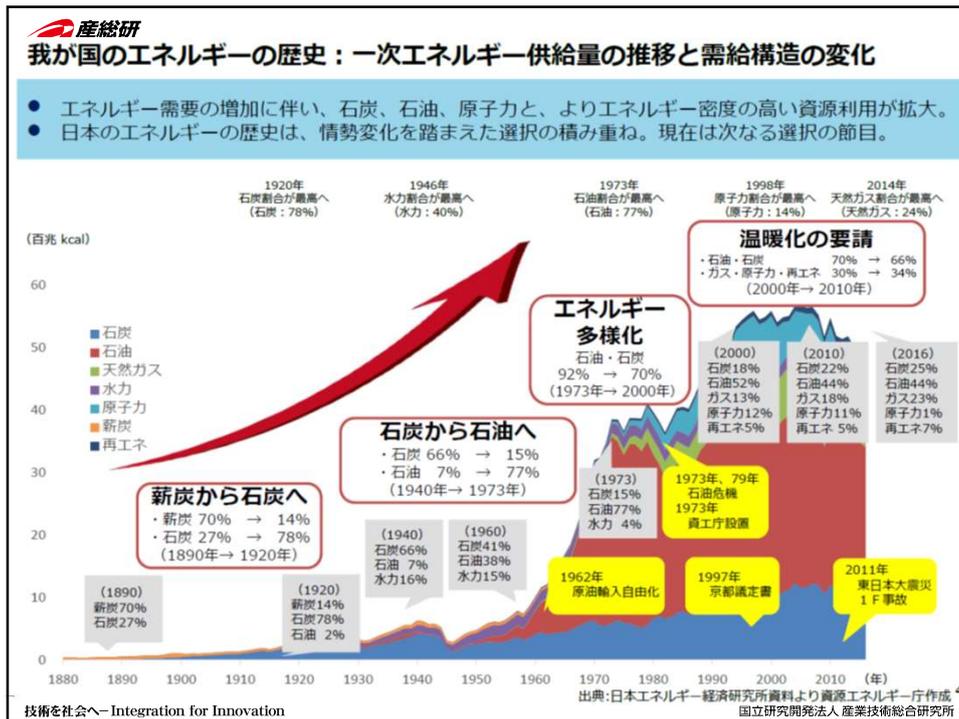
3) 革新的CCUS技術の研究開発
【概要】再生可能エネルギー・資源によるCO₂の資源化/固定化技術として、革新的バイオマス利用技術、再生エネルギーによるCO₂転換技術、LCAによる新たな低炭素技術の評価方法の開発を行う。

CCUS: Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage, LCA: Life Cycle Assessment

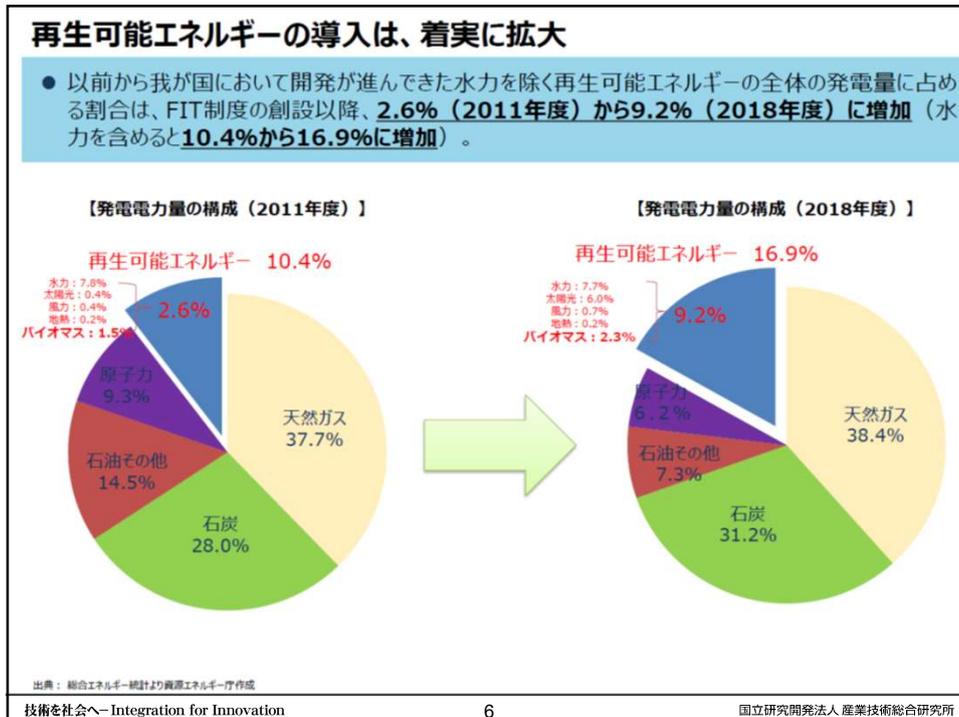
4) ゼロエミッション国際共同研究拠点の構築
【概要】つくば西事業所内の施設を整備し、国内外からの研究者の活動拠点にふさわしい環境整備を行う。

技術を社会へ Integration for Innovation 4 国立研究開発法人 産業技術総合研究所

4



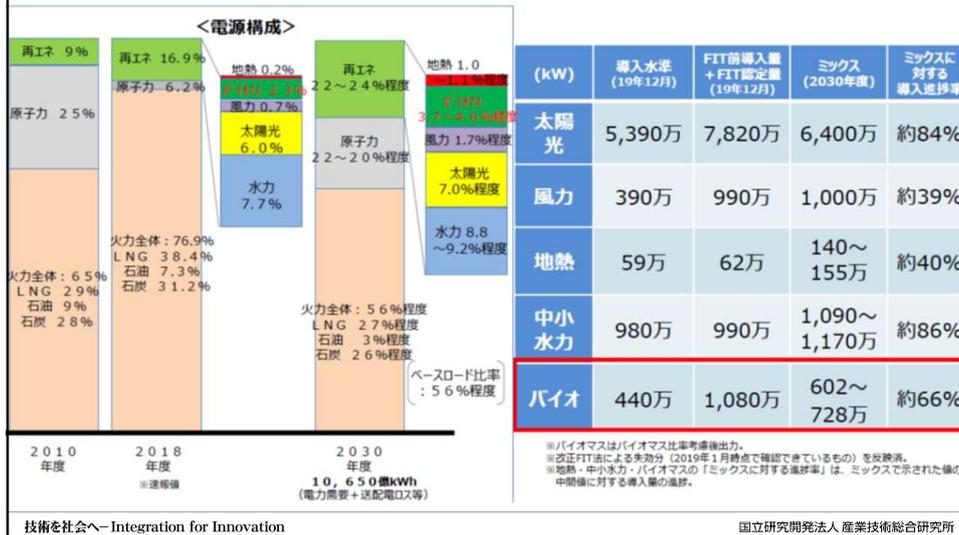
5



6

【参考】エネルギーミックスにおけるバイオマス発電の位置付け

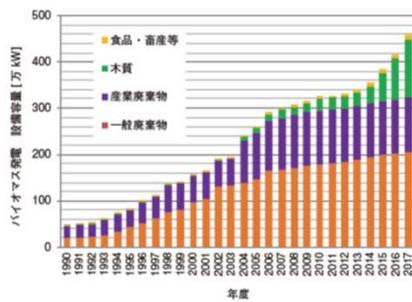
- エネルギーミックスにおいては、2030年度の再エネ比率を22～24%と見通しており、このうち、バイオマス発電は**3.7～4.6%**（設備容量：**602～728万kW**）と見通している。



7

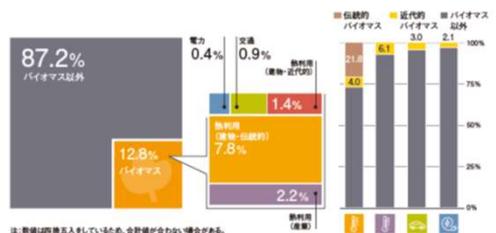
バイオマス

- 日本のバイオマス発電でも木質バイオマスをFIT制度で導入しはじめたが、燃料調達の問題が国内外であり、熱利用も進んでいない



これまで廃棄物発電（一般廃棄物、産業廃棄物）が主だったが、FIT制度により未利用材や一般木質（輸入材やPKSなどの農業残流を含む）など木質系の発電設備が増え始めている。調達する燃料の持続可能性や熱利用の普及が課題。

- すべての最終エネルギー消費におけるバイオマスの割合は約13%（2016年）



バイオマスの需要先としては約9割を熱利用が占める。そのうち6割は伝統的なバイオマス熱利用、2割が産業用熱利用、1割が近代的な熱利用となっている。電力が占める割合はわずか3%程度に留まる。バイオ燃料は7%程度。

図17: 世界のバイオマス発電および熱利用の燃料別シェア (出所: GSR2018)

技術総合研究所

8

第5次エネルギー基本計画

長期的に安定した持続的・自立的なエネルギー供給により、我が国経済社会の
更なる発展と国民生活の向上、世界の持続的な発展への貢献を目指す

3E+Sの原則の下、安定的で負担が少なく、環境に適したエネルギー需給構造を実現

「3E+S」	⇒	「より高度な3E+S」
○ 安全最優先 (Safety)	+	技術・ガバナンス改革による安全の革新
○ 資源自給率 (Energy security)	+	技術自給率向上/選択肢の多様化確保
○ 環境適合 (Environment)	+	脱炭素化への挑戦
○ 国民負担抑制 (Economic efficiency)	+	自国産業競争力の強化

情勢変化 ①脱炭素化に向けた ②技術の変化が増幅 ③国家間・企業間
技術間競争の始まり する地政学リスク の競争の本格化

2030年に向けた対応
～温室効果ガス26%削減に向けて～
～エネルギーミックスの確実な実現～

2050年に向けた対応
～温室効果ガス80%削減を目指して～
～エネルギー転換・脱炭素化への挑戦～

9



第5次エネルギー基本計画

第2章 2030年に向けた基本的な方針と政策対応

第2節 2030年に向けた政策対応

9. 二次エネルギー構造の改善

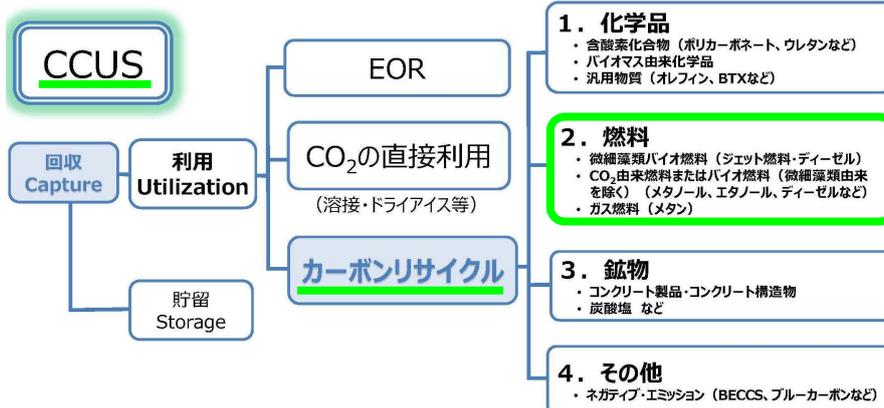
(3) 自動車等の様々な分野において需要家が多様なエネルギー源を選
択できる環境整備の促進

- 引き続きバイオ燃料も輸送部門におけるエネルギー源の多様化、低炭素化の有力手段の一つ
→研究開発に加え、インフラ整備規制緩和により、次世代自動車の新車販売に占める割合を2030年までに5～7割とすることを旨とするもの、2030年においても内燃機関を搭載する自動車が一定の割合を占めると考えられるため
- 特に、近く商用化が期待されている国産の次世代バイオエタノールについては、導入初期段階での競争力確保に配慮する観点から、導入に関わる優遇措置を検討し、2019年度内に具体化
- 輸入に頼る食料由来の第一世代バイオエタノールについては、食料競合への配慮や環境影響の一層の低減を図る観点から、導入の在り方について随時検証しつつ、当面堅調な需要が見込まれる軽油については、バイオディーゼル燃料の研究開発動向や世界的な導入動向等を踏まえつつ、今後のバイオディーゼル燃料の導入の在り方検討を継続

10

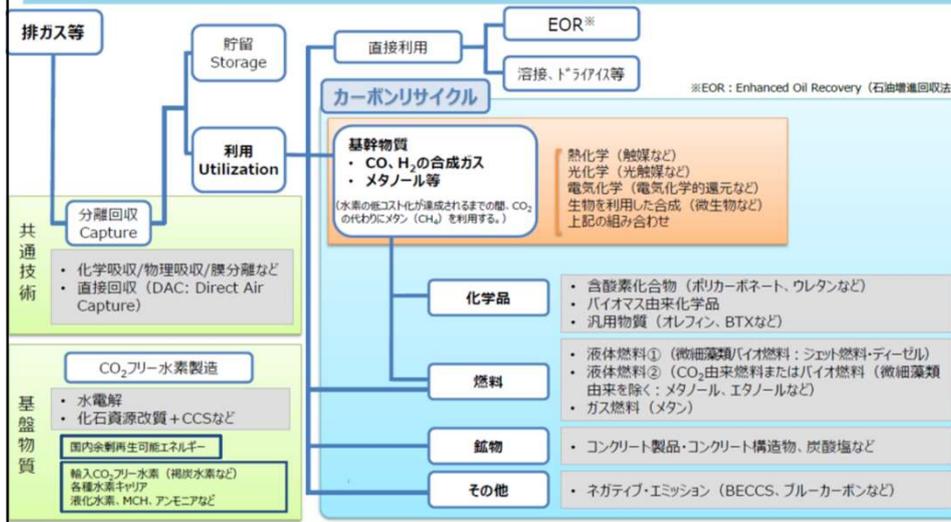
【ポイント】

- ・ 2019年2月1日に経産省資源エネルギー庁長官官房にカーボンリサイクル室を設置。同年6月に技術ロードマップを策定
- ・ CO₂を炭素資源（カーボン）として捉え、これを分離・回収し、鉱物化や人工光合成、メタネーションによる素材や燃料への再利用等とともに、大気中へのCO₂排出抑制を目指す



CCUS/カーボンリサイクル

- カーボンリサイクル：CO₂を資源として捉え、これを分離・回収し、鉱物化や人工光合成、メタネーションによる素材や燃料への利用等とともに、大気中へのCO₂排出を抑制していく。



共通課題：熱・圧力・物質等の全体最適化（低コスト化など）、LCA（現行プロセスとの比較）

カーボンリサイクル技術ロードマップのスコープ

カーボンリサイクル技術は、CO₂を資源として捉え、少量でも、既存製品を置き換えた分だけCO₂が利用できる。このため、費用対効果を踏まえつつ、一つでも多くの分野での技術の確立、普及を目指していく。その際、2030年を比較的短期のターゲットとして、2050年以降を中長期のターゲットとして定める。

2030年：早期の普及実現を目指すもの。

- ① CO₂を利用しやすい環境の確立（分離・回収・利用の低コスト化）
- ② 既に基礎技術が確立し、低コスト化を図ることで既存製品の代替が可能なもの（水素の低コストでの利用を前提としないもの、高付加価値で代替が進みやすいもの）

2050年：中長期に普及を目指すもの。

- いまだ未確立の技術である一方、実現した場合、CO₂利用量が多いもの（水素の低コストでの利用を前提とするもの）

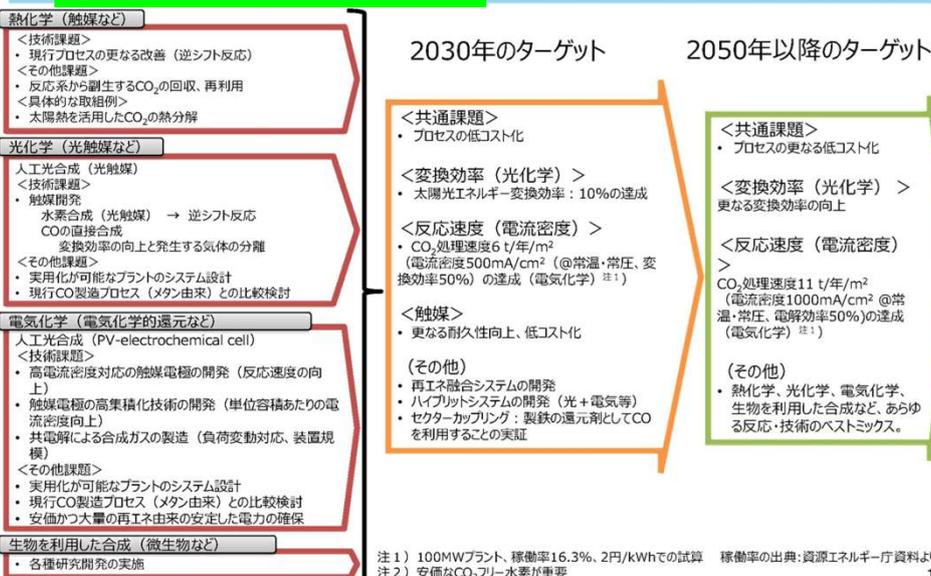
	2030（短期）	2050以降（中長期）
分野	水素が不要なものや高付加価値なものから導入 <ul style="list-style-type: none"> ・ 化学品（ポリカーボネート等） ・ 液体燃料（バイオジェット燃料等） ・ コンクリート製品（道路ブロック等） 	需要が多い汎用品に拡大 <ul style="list-style-type: none"> ・ 化学品（汎用品：オレフィン、B T X等） ・ 燃料（ガス、液体） ・ コンクリート製品（汎用品）

4

13

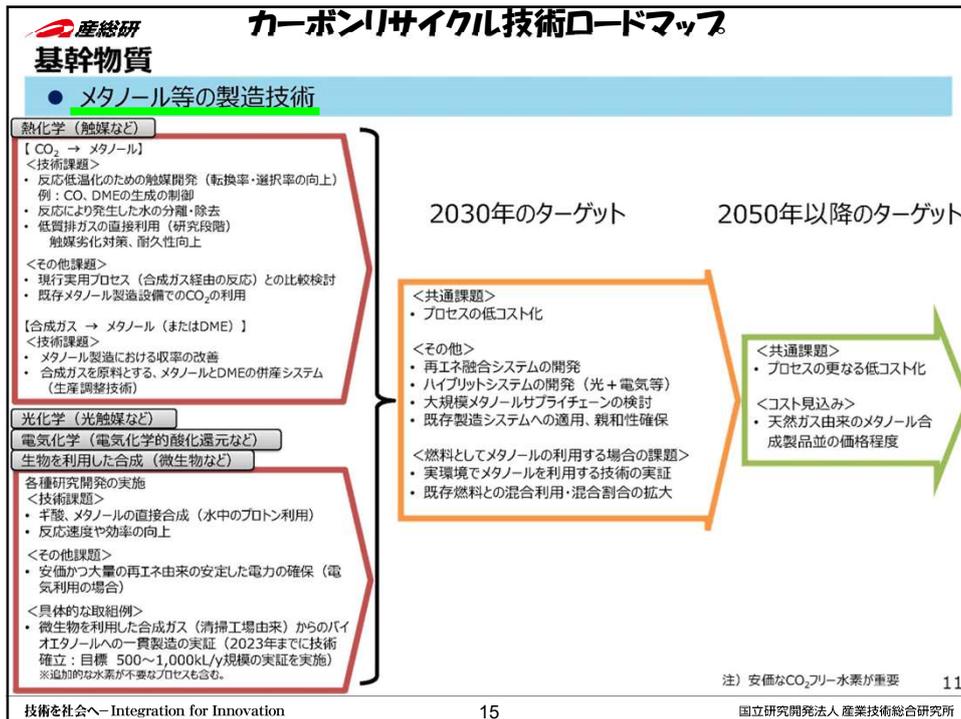
基幹物質

一酸化炭素と水素の合成ガスの製造技術

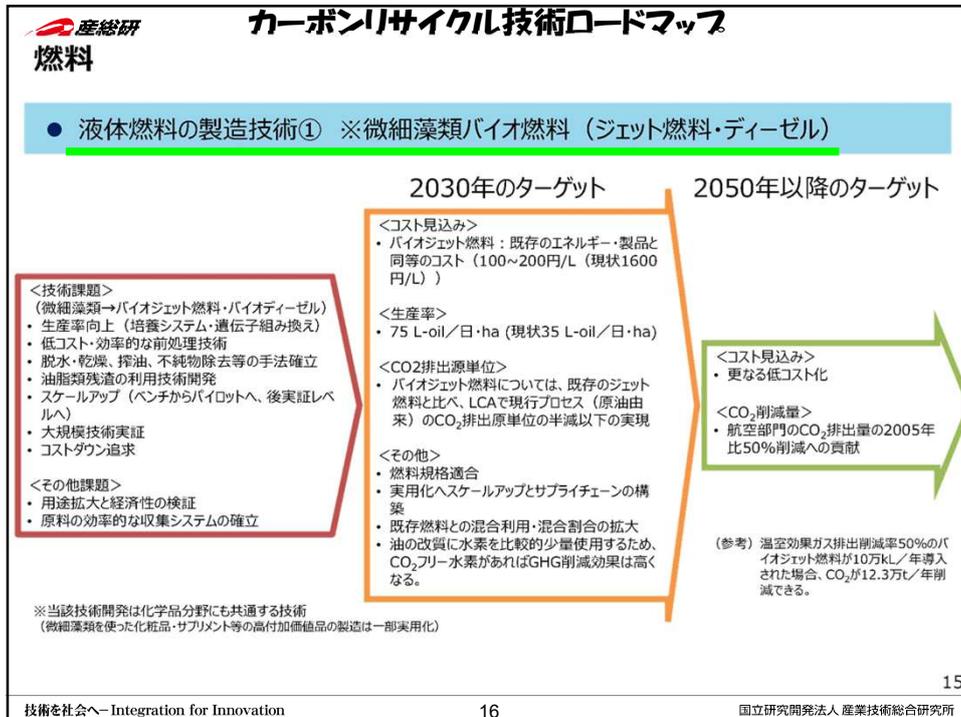


10

14



15



16

- 液体燃料の製造技術② ※CO₂由来燃料またはバイオ燃料（微細藻類由来を除く）（メタノール、エタノール、ディーゼル、ジェット、DMC、OMEなど）

<技術課題>

- FT合成（現行プロセス）の改善（転換率・選択率の向上）
- その他合成反応（現行プロセス）の改善

<その他課題>

- システム最適化（再エネ導入（E-Fuel））

<具体的な取組例>

- 微生物を利用した合成ガス（清掃工場由来）からのバイオエタノールへの一貫製造の実証（2023年までに技術確立：目標 500～1,000kL/y規模の実証を実施）※追加的な水素が必要なプロセスも含む。

2030年のターゲット

<CO₂排出源単位>

- LCAで現行プロセス（原油由来）のCO₂排出源単位以下の実現

<その他課題>

- ナフサ・原油由来の燃料では問題のない規制や装置、機器に対するCO₂由来の燃料の影響
- 実環境での実証
- 既存燃料との混合利用・混合割合の拡大

2050年以降のターゲット

<コスト見込み>

- 既存のエネルギー・製品と同等のコスト

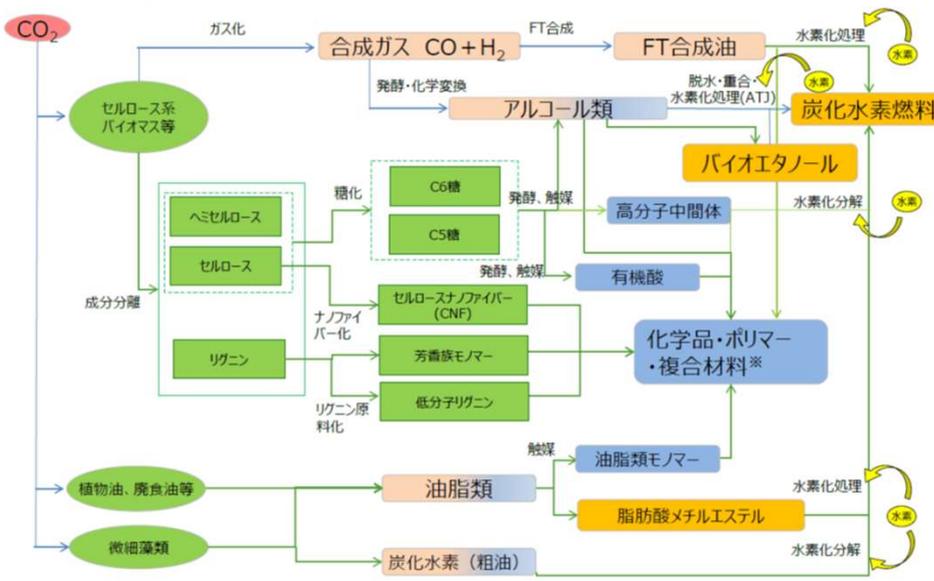
<CO₂排出源単位>

- LCAで現行プロセス（原油由来）のCO₂排出源単位の半減以下の実現

※バイオ燃料のコスト、CO₂排出のターゲットについては、バイオ由来化学品や微細藻類バイオ燃料同様、2030年に既存のエネルギー・製品と同等のコスト、LCAで現行プロセス（原油由来）のCO₂排出源単位の半減以下の実現を目指す。

注）安価なCO₂フリー水素が重要

参考：CO₂利用のフロー図（バイオ由来燃料・化学品）

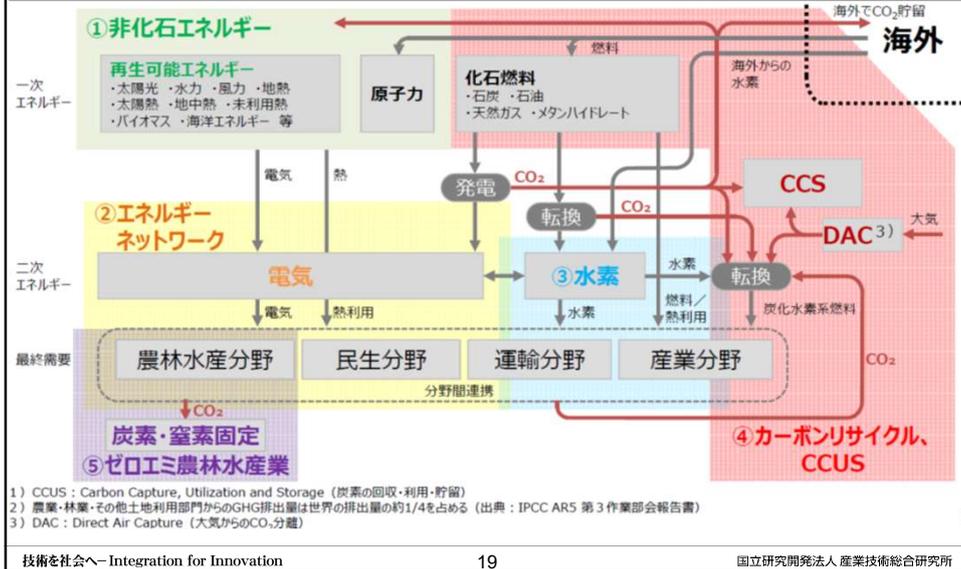


※「化学品・ポリマー・複合材料」への工程においても還元反応や水素化分解等、水素を用いる場合もある。

イノベーション・アクションプランの重点領域

次へ

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、④CO₂の大幅削減に不可欠なカーボンリサイクル、CCUS¹⁾、⑤世界GHG排出量の1/4²⁾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CO₂分離)

19

空気からの直接CO₂固定 大気中の低濃度CO ₂ も分離・回収	■ 目標コスト ■ CO ₂ 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 ₂ を分離・回収するDAC (Direct Air Capture) 技術の追求 ● CO ₂ 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
CO₂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 ₂ を吸収させ、ジェット燃料や軽油を製造	■ 目標コスト ■ CO ₂ 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 ₂ で培養実験を行う拠点を整備。CO ₂ 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	バイオ燃料等
⑤ ゼロエミ農林水産業			
農地や森林、海洋によるCO₂吸収 CO ₂ 吸収源を革新技術で拡大	■ 目標コスト ■ CO ₂ 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	上: ブルーカーボン 右: エリートツリー 下: 改質リグニン
<small>*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。</small>			
技術を社会へ Integration for Innovation		20	国立研究開発法人 産業技術総合研究所

20

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	カーボンサイクル 産学官国際会議	RD20	TCFDサミット	ICEF
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。	CO ₂ 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、グリー 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 機関主体の国際会議。	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 会議。	約70か国・地域の 1,000人以上の有識者 が参加し、技術イノー ベーションによる気候変動対 策について議論。

12

バイオマスエネルギーの必要性

地球温暖化

循環型社会
廃棄物処理

化石燃料枯渇

再生可能エネルギーの利用促進

- ・水力
- ・風力
- ・太陽電池
- ・潮力
- ・地熱

バイオエネルギー
(=バイオマスエネルギー)

- ・燃焼、ガス化
- ・メタン発酵、水素発酵
- ・エタノール発酵、ABE発酵

カーボンニュートラル
バイオエネルギーへ期待





27



28

地域に便益をもたらす事例（バイオマス発電）

- バイオマス発電については、
 - 地域において産出される木材を活用して発電を行いつつ、
 - 発電された電気と併せて、発電時に生み出される熱を地域で有効活用（熱電供給）することで地域活用を図っている事例が見られる。
- なお、バイオマス発電は、発電だけではエネルギー利用効率が低いため、熱電供給の活用により効率的なエネルギー利用を図ることは、**エネルギーの有効利用の観点からも重要**である。

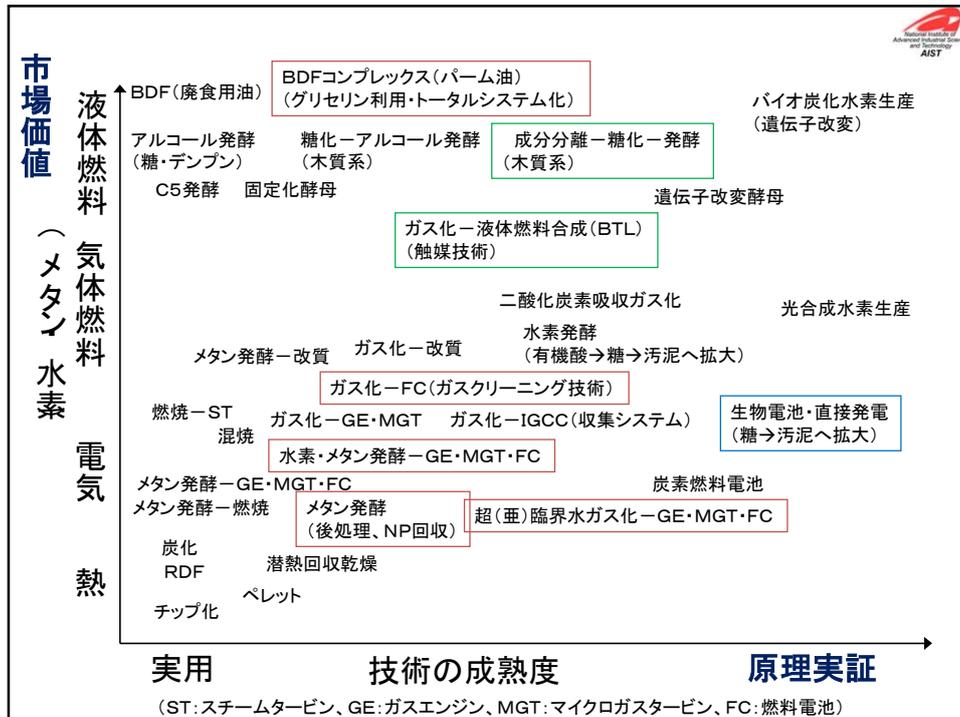
<地域木材による熱電供給の事例①>

- ✓ 群馬県上野村は、ペレット工場や発電設備を新設。
- ✓ 発電設備は熱電供給システムとなっており、生産された電気と熱はいずれも村内のきのこ栽培施設で活用される。



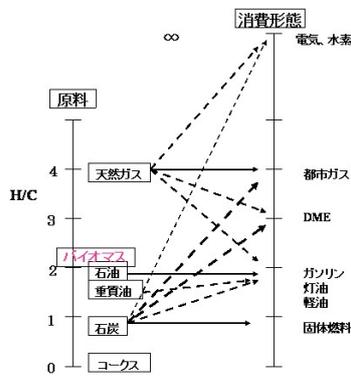
<地域木材による熱電供給の事例②>

- ✓ 岐阜県高山市は、ペレット工場や発電設備を新設。
- ✓ 発電設備は熱電供給システムとなっており、生産された電気は中部電力に売電され、熱は市営の温浴施設「しぶきの湯」で活用される。

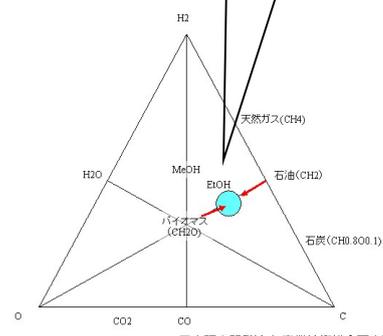


バイオマスの特長を活かす道は？

=> H/C≒2、&含酸素液体燃料の製造！



やっぱりアルコールが一番！？



<各種燃料のH/Cと消費形態相関図>

将来の石油代替輸送用燃料へのニーズ

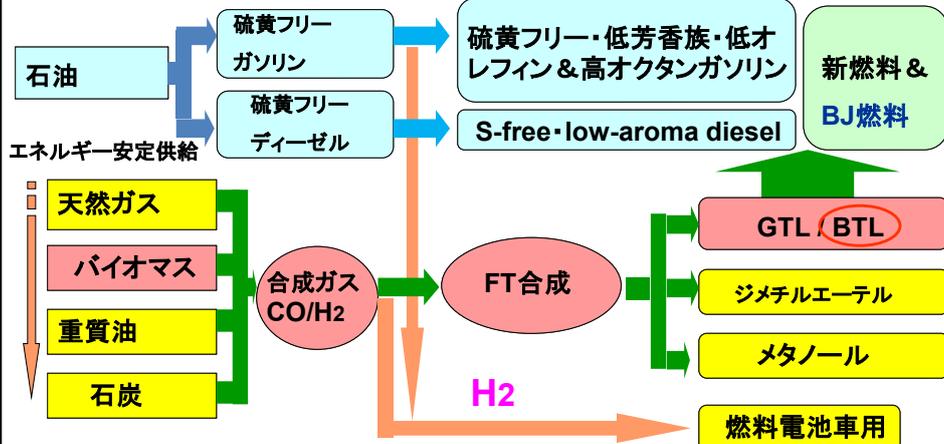
2000-2010
都市環境保全のための
クリーン燃料技術

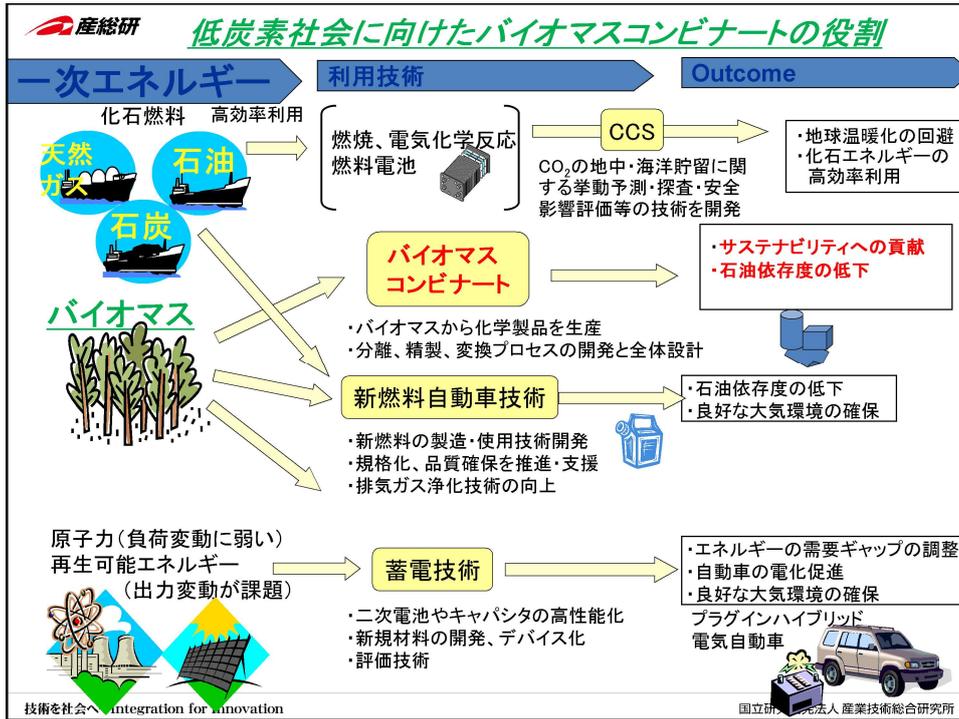
2010-2020
環境負荷最小限化のための
クリーン燃料技術

2020-

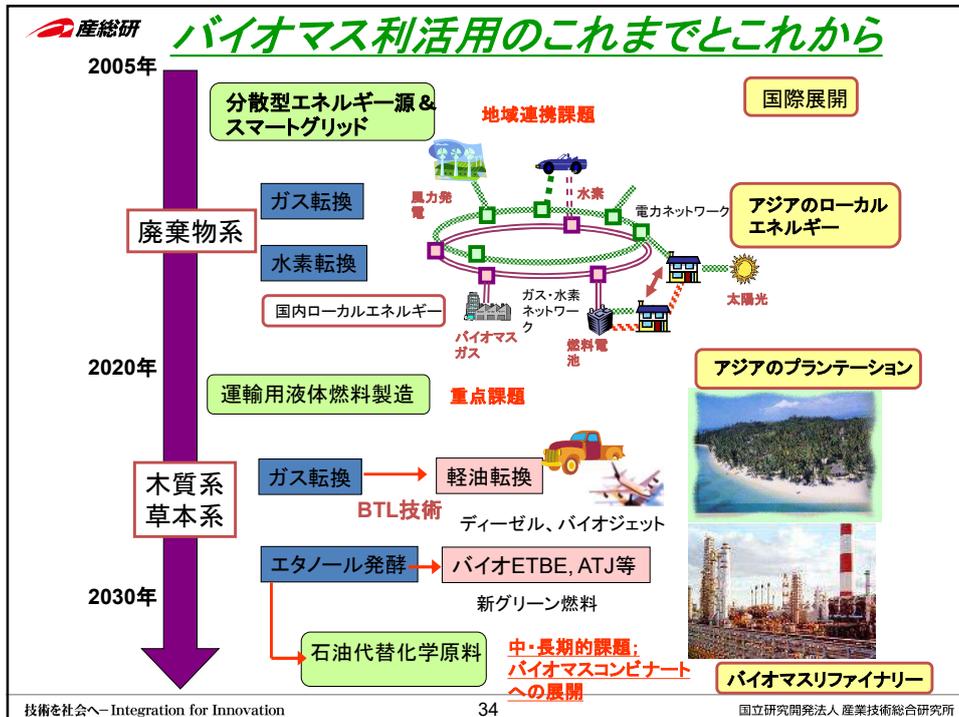
- *PM,NOx低減
- *先端的排ガス処理技術

- *炭酸ガス低減
- *新エンジンシステム/新燃料





33



34

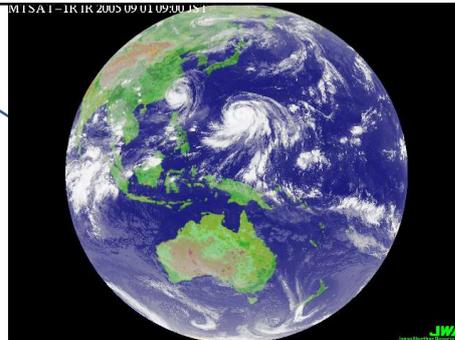
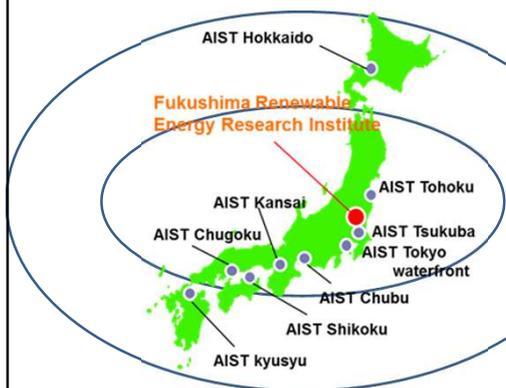
バイオマス高効率利活用に向けて

“太陽と木陰と木炭” => 温木知薪:

エコ・エネ都市 & 農林水産業振興のタイアップ;
産総研の貢献 => 食料・バイオマスエネルギー自給

1) 化石資源代替の促進、2) 地球環境保全とエネルギー安定供給、3) 省エネ徹底 & 自然との共生

- 1) Biomass10 (E10, BDF10, Jet10等)への挑戦
- 2) クリーンガス(合成ガス、水素、メタン)製造と利用
- 3) エコカーボン、バイオポリマー等による材料製造 & 再生・再利用トータルシステムの構築



ご清聴有難う
ございました!

