

# 燃料分野における カーボンニュートラルの基礎知識

エネルギー総合工学研究所  
黒沢厚志

2023年2月11日

NACSセミナー&意見交換会

石油はカーボンニュートラルでどう変わるのか？

# エネルギー総合工学研究所

- 1978年設立 一般財団法人
- エネルギーの技術評価を中心に活動
- Webページ <http://www.iae.or.jp>

再生可能  
エネルギー  
&  
電力システム

原子力

水素  
エネルギー

地球環境

炭素循環

# カーボンニュートラル 関連出版



# アウトライン

□日本のエネルギーフロー

□石油の用途

□エネルギーのカーボンニュートラルの方向性

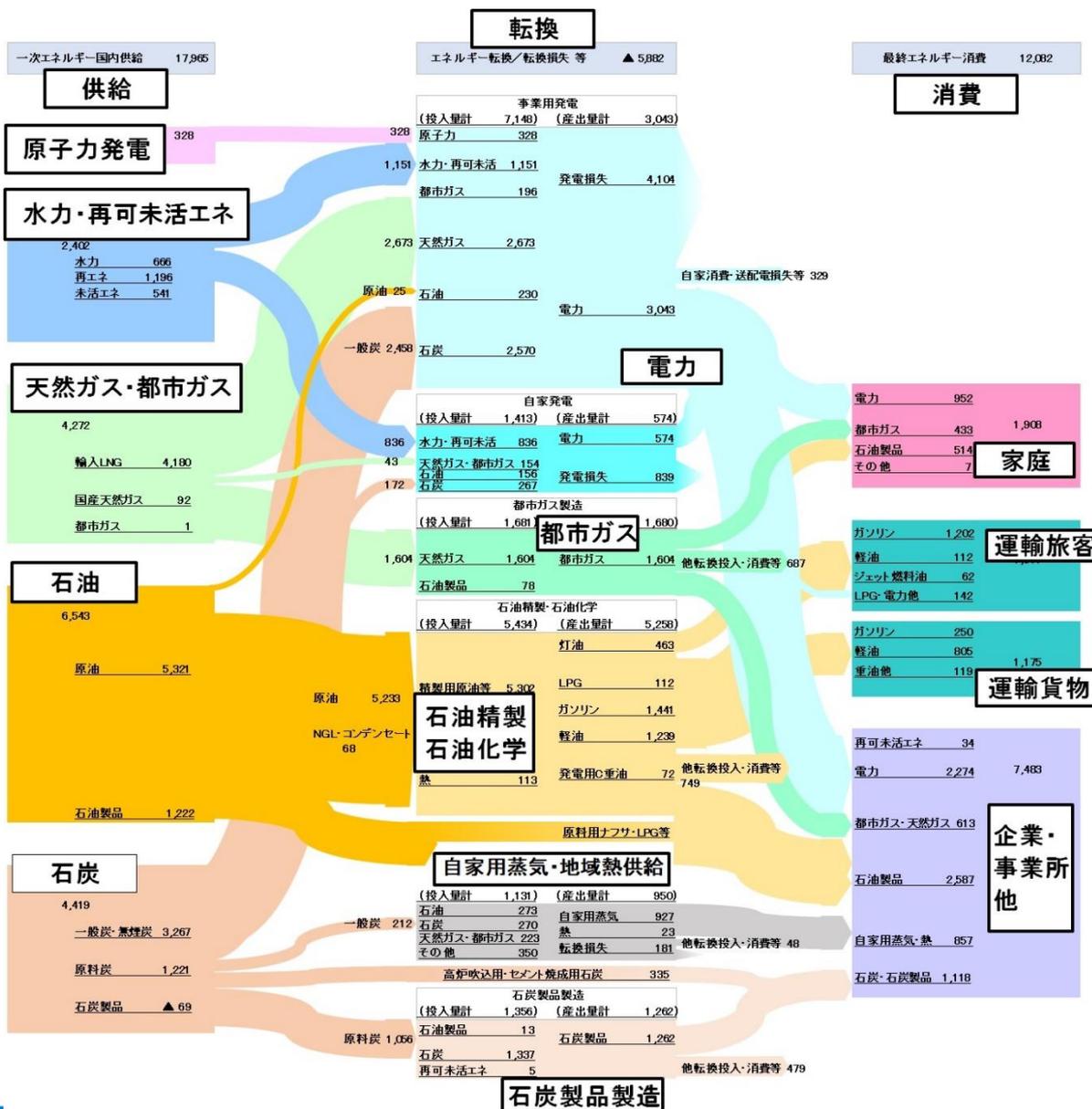
□液体燃料の需要 — 電カシフトは可能なのか

□カーボンニュートラル燃料

- バイオ燃料

- カーボンニュートラル合成燃料

# 日本のエネルギー需給構造(2020年)



注  
イメージを示したものの、  
端数調整のための省略部分あり。  
(単位 $10^{15}$  J)

Source:  
エネルギー白書(2022)

# 石油製品の用途

## □ 原油精製

→ 多様な石油製品

## □ 運輸

- ガソリン 乗用車
- ディーゼル燃料 トラック, バス, 鉄道
- ジェット燃料 航空機
- 重油 船舶

## □ 発電(原油, 重油)

## □ 熱源, 暖房

- 灯油など

## □ 原料(非エネルギー)

- ナフサ (→プラスチック) 化学製品など
- 潤滑油
- アスファルト 道路舗装など

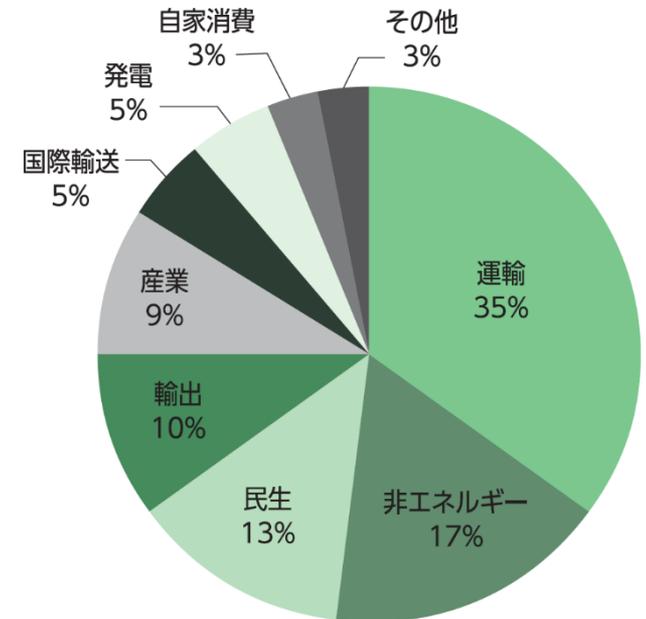


図 1.7 日本の石油製品の最終エネルギー用途(2019年)

出典 図解でわかるカーボンニュートラル燃料  
(原典 IEA統計データ)

# カーボンニュートラルとは何か

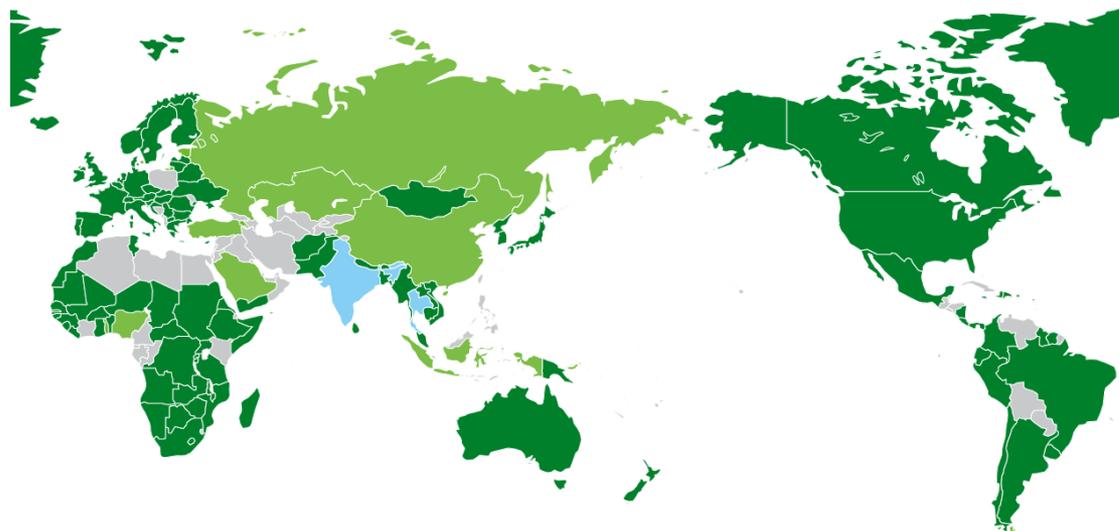
□ 温室効果ガス排出量を正味でゼロにする



出典  
図解でわかるカーボンニュートラル

# ネットゼロ排出 表明国

- 2070年までの宣言国をみた場合、2020年時点での世界全体のエネ起源CO2排出量に占める割合は88.2%
- 非国家主体である、自治体、企業も独自宣言
- 地球温暖化対策推進に関する法律(温対法)改正
  - 企業、自治体の役割に言及。「削減」から「抑制」へ
- 宣言は簡単だが、本当にできるのか



- 2050年までのカーボンニュートラル表明国 (日本を含め144か国)
- 2060年までのカーボンニュートラル表明国
- 2070年までのカーボンニュートラル表明国

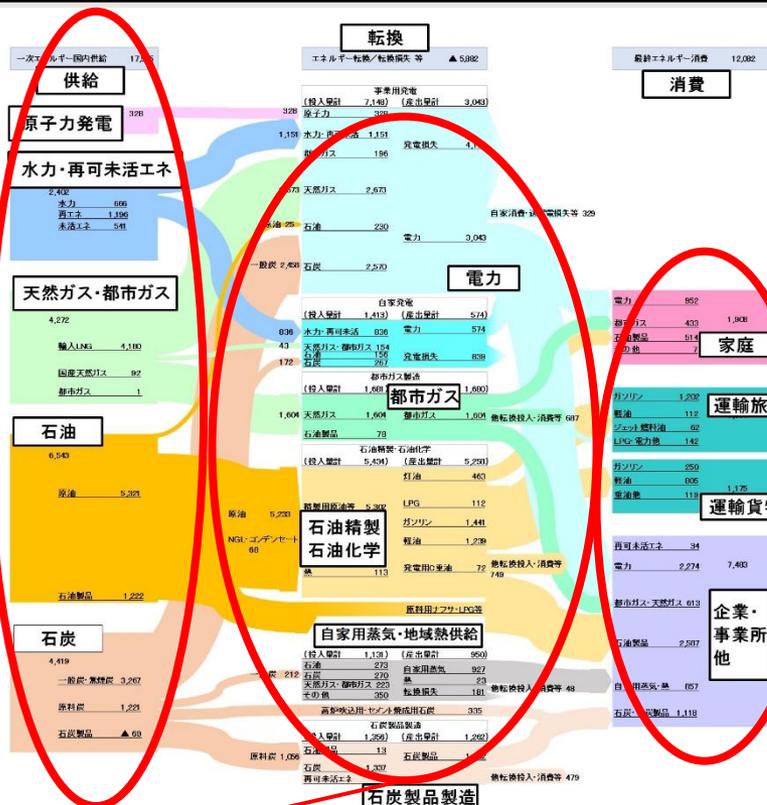
出展 資源エネルギー庁WEBページ

<https://www.enecho.meti.go.jp/about/pamphlet/energy2021/003/>

# カーボンニュートラルの方向性

## 供給

- ・ 再エネ
- ・ 原子力



## 需要

- ・ 電化
- ・ 水素利用
- ・ カーボンニュートラル燃料利用

## 転換

- ・ 電力システム
- ・ 水素
- ・ カーボンニュートラル燃料
- ・ エネルギー貯蔵

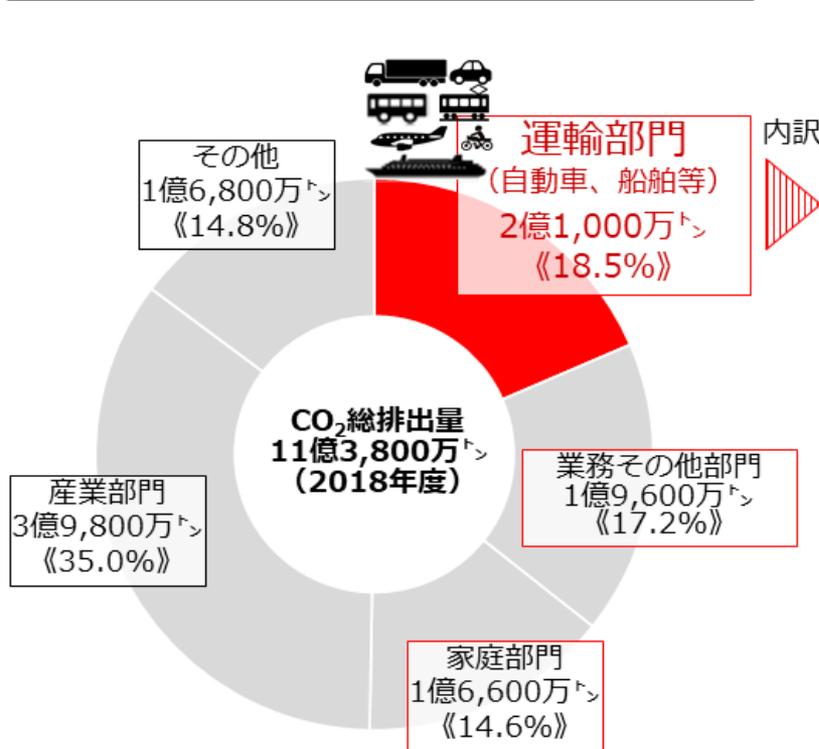
## ネガティブエミッション

- ・ エネルギーシステムの内外で

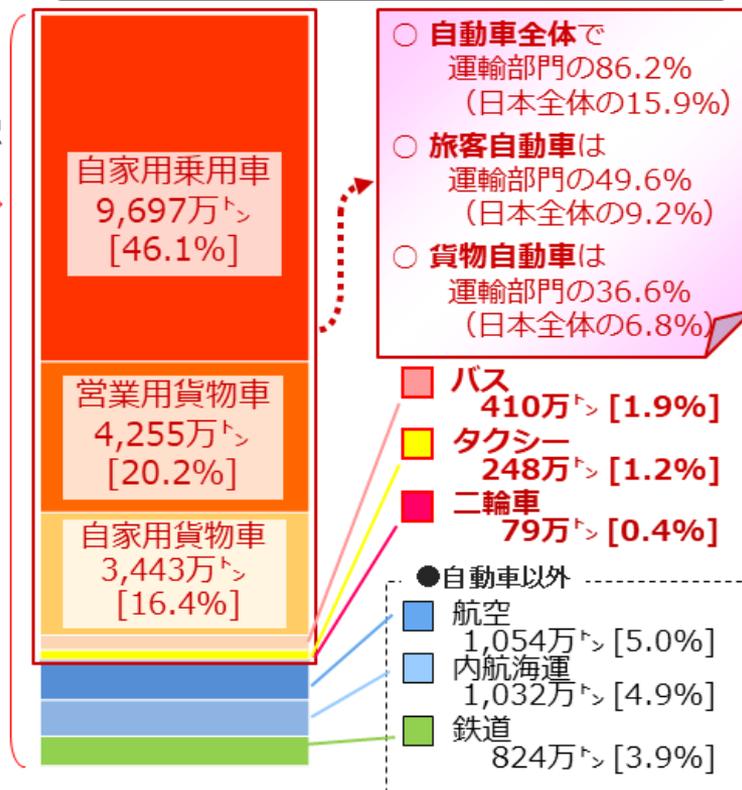
# 運輸部門のCO2削減のポイントは自動車

## 運輸部門における二酸化炭素排出量

### 我が国の各部門におけるCO<sub>2</sub>排出量



### 運輸部門におけるCO<sub>2</sub>排出量



- **自動車全体で**  
運輸部門の86.2%  
(日本全体の15.9%)
- **旅客自動車は**  
運輸部門の49.6%  
(日本全体の9.2%)
- **貨物自動車は**  
運輸部門の36.6%  
(日本全体の6.8%)

※ 端数処理の関係上、合計の数値が一致しない場合がある。  
 ※ 電気事業者の発電に伴う排出量、熱供給事業者の熱発生に伴う排出量は、それぞれの消費量に応じて最終需要部門に配分。  
 ※ 温室効果ガスインベントリオフィス「日本の温室効果ガス排出量データ (1990～2018年度) 確報値」より国交省環境政策課作成。  
 ※ 二輪車は2015年度確報値までは「業務その他部門」に含まれていたが、2016年度確報値から独立項目として運輸部門に算定。

国土交通省「運輸部門における二酸化炭素排出量」(2019)

# エネルギー需要の ゼロエミ化

- 民生  
（家庭・業務）
- 運輸
- 産業
- CO2削減が難しい部門の例
  - 船舶，航空
  - トラック，バス
  - 炭素原料（鉄，セメント，化学）



出典 図解でわかるカーボンニュートラル

# ネガティブ エミッション

- ゼロにできない温室効果ガス排出を相殺する
- バイオエネルギーとCO2回収貯留の組み合わせ (BECCS)活用も
- 空気中CO2回収 (Direct Air Capture, DAC) オプションもある



出典 図解でわかるカーボンニュートラル

# 燃料とCO2排出

化石燃料

利用時にCO2を排出

水素などの燃料

炭素(C)が含まれず  
利用時にCO2を排出しない

カーボンニュートラル  
燃料

カーボン  
ニュートラル  
合成燃料

CO2と水素から製造

バイオ燃料

炭素(C)が含まれ  
利用時にCO2を排出するが  
正味でCO2を排出しない

# 自動車で用いられるエネルギー

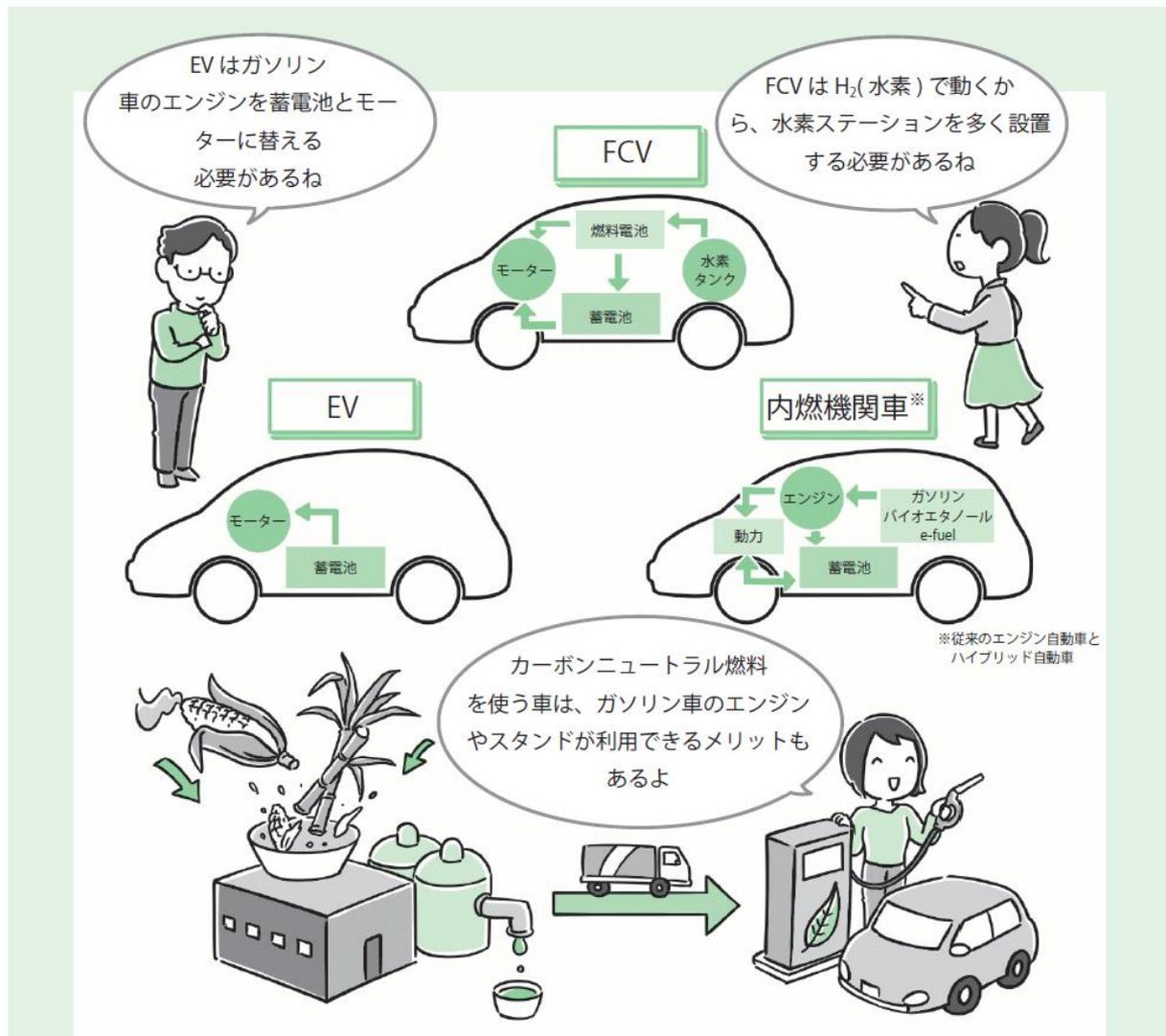
## □ 電気

### ● 電気自動車 EV

## □ 水素

### ● 燃料電池自動車 FCV

## □ カーボンニュートラル燃料



出典

図解でわかるカーボンニュートラル燃料

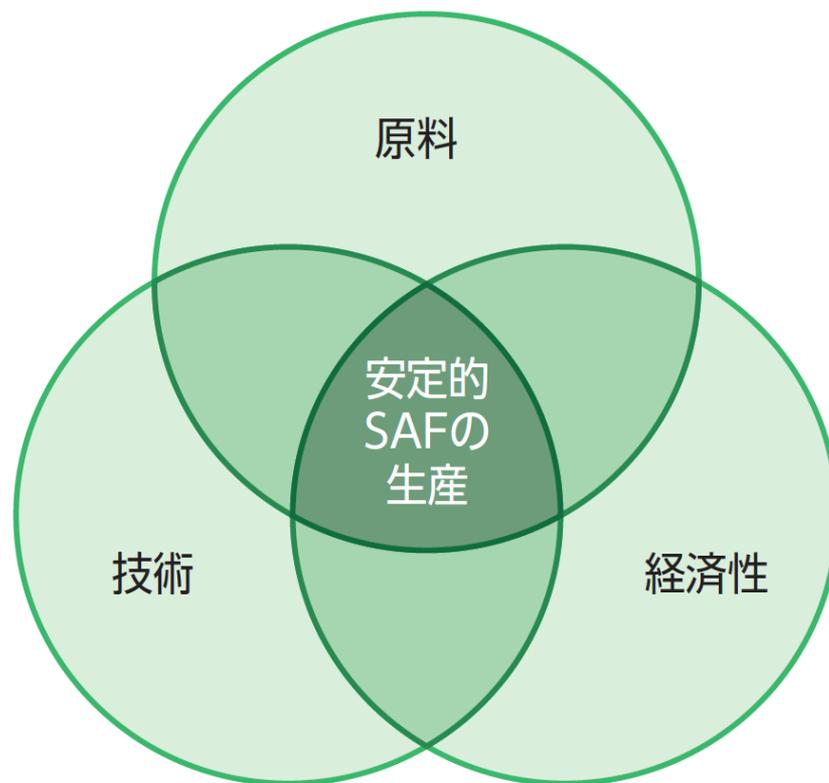
# 持続可能な航空燃料(SAF)

## □ 国際民間航空機関(ICAO)

- 2050年までにCO2排出を実質ゼロにする目標を設定

## □ 持続可能な航空燃料(SAF)の導入

- 燃料としての適格認証が必要
- 技術, 経済性, 原料確保



出典

図解でわかるカーボンニュートラル燃料

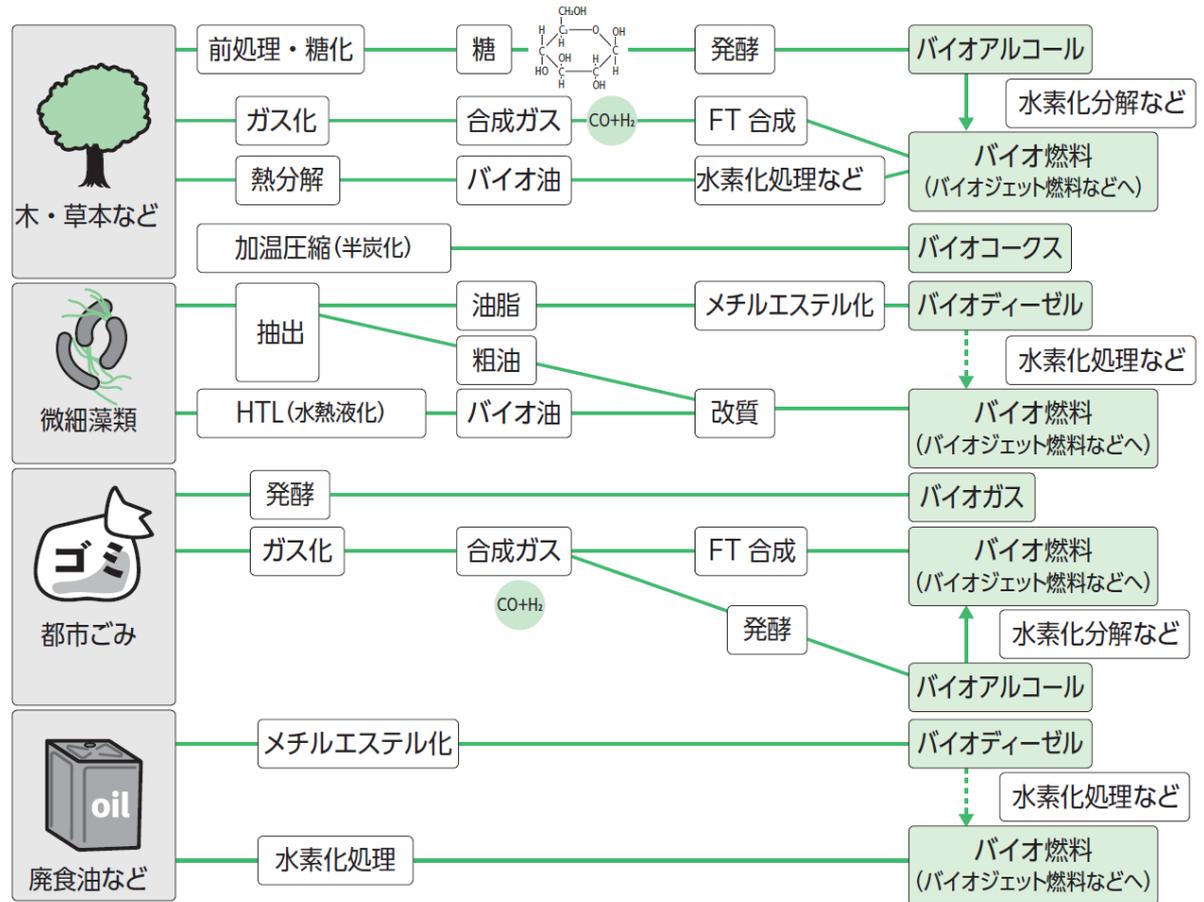
# バイオ燃料の原料と製品

## 原料

- 木, 草
- 藻類
- 廃棄物
- 生物系油脂

## 製品

- アルコール (エタノール)
- バイオガス
- バイオディーゼル
- ジェット燃料



出典

図解でわかるカーボンニュートラル燃料(原典はNEDO TSC資料)

# バイオエタノール燃料の世代

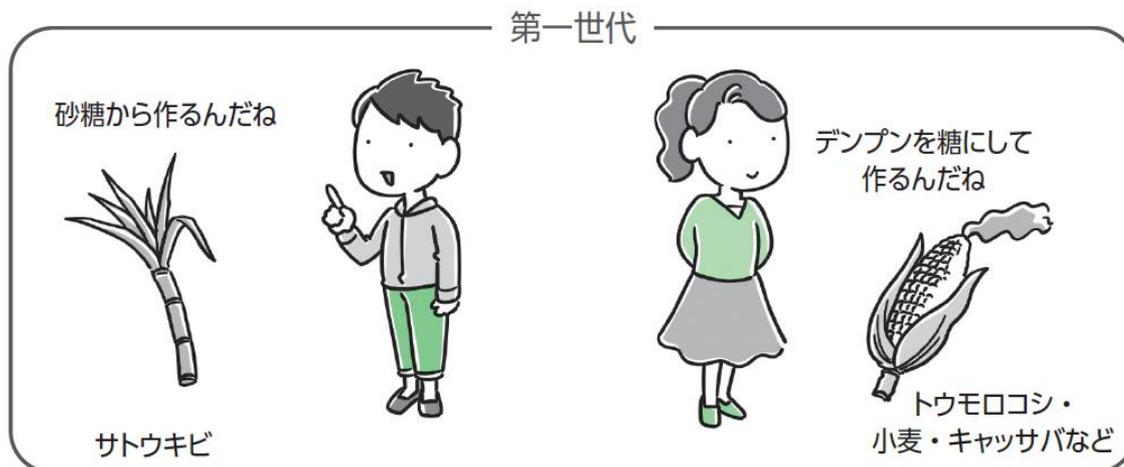
## □ 第1世代

- 食糧との競合

## □ 第2世代

- 食糧競合の回避

- 残渣を使う
- 非食糧を使う



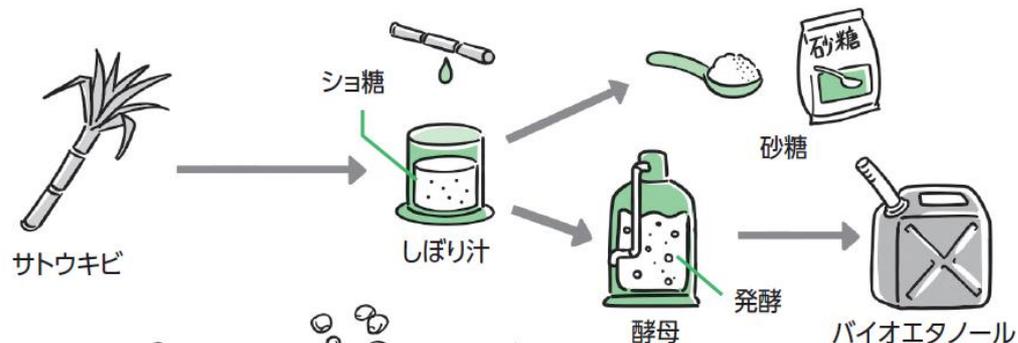
出典

図解でわかるカーボンニュートラル燃料

(原典は日刊工業新聞「トコトンやさしいバイオエタノールの本」)

# バイオエタノールの原料

## □ サトウキビ

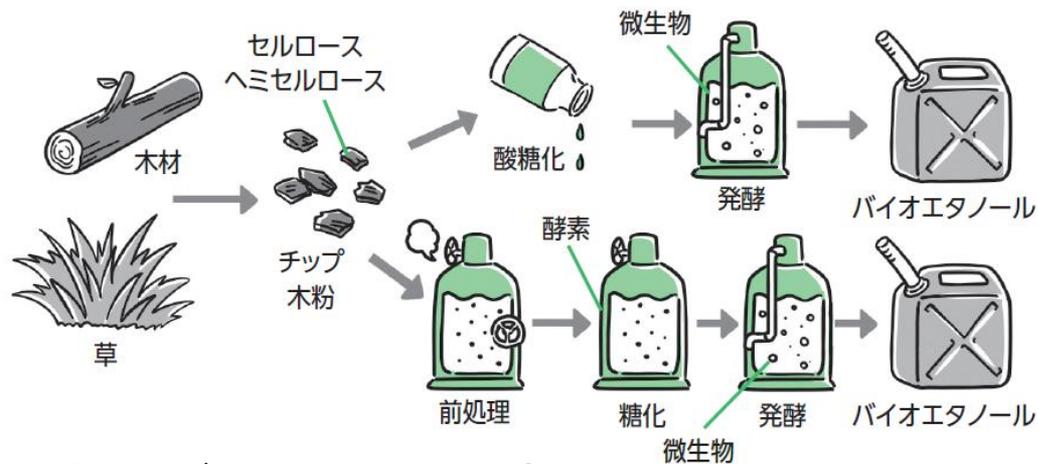


## □ トウモロコシ



## □ 木材や草

- 枝などで利用できない部分, 穀物をとったあとの「わら」成分でもよい



出典

図解でわかるカーボンニュートラル燃料

(原典は日刊工業新聞「トコトンやさしいバイオエタノールの本」)

# ゴミからエタノールをつくる

さらにジェット燃料やプラスチックにすることも可能

世界で初めて“ごみ扱い”の難しさを克服

“ごみ扱い”  
の難しさ

種々雑多で  
極めて不均質

成分・組成が  
大きく変動

ごみ収集

ガス化

ガス精製

ガス→  
エタノール反応

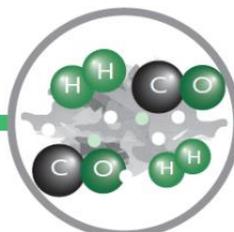
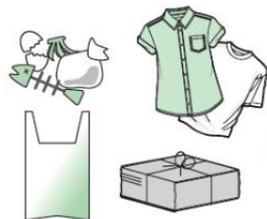
製品

分別なしに  
そのまま活用

既存技術より  
採用

ランザテック社の微生物

エタノール



開発の工夫・  
ポイント

①雑多なごみを  
単一原料に変換

②ガス中夾雑物を  
徹底的に除去・精製

③大変動に対応  
可能な生産技術

高品質  
安定生産可能  
都市圏規模で  
数万 KL/年

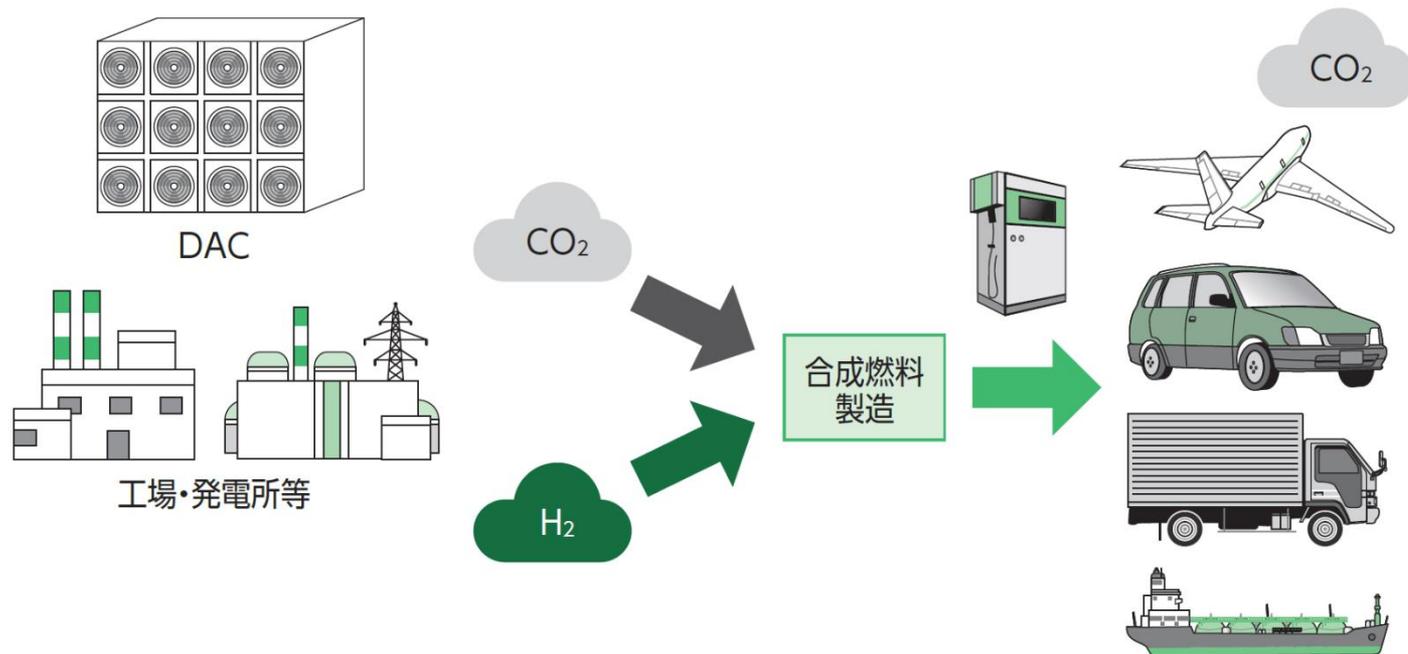
積水化学が確立した技術

出典

図解でわかるカーボンニュートラル燃料(原典は積水化学工業)

# カーボンニュートラル合成燃料

- 回収されたCO<sub>2</sub>と水素を用いて、各種燃料を製造する
- 排出されているCO<sub>2</sub>を回収するか、大気中のCO<sub>2</sub>を回収する (Direct Air Capture, DAC)

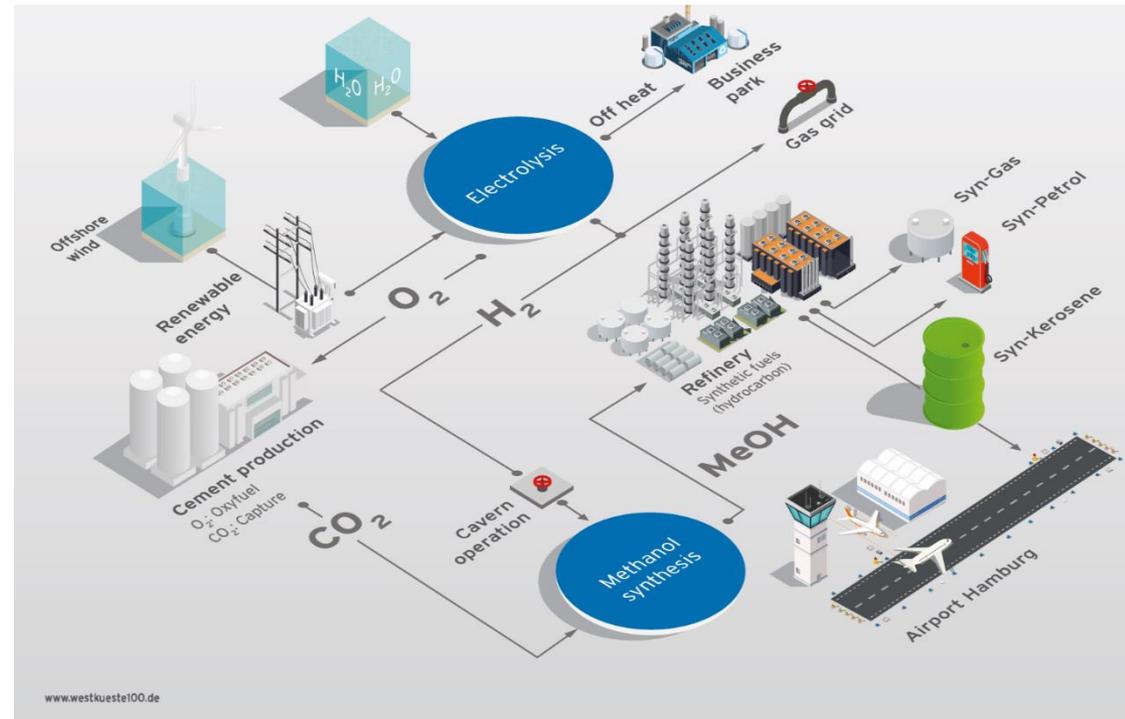


出典

図解でわかるカーボンニュートラル燃料(原典は経済産業省)

# 海外プロジェクト事例 ドイツWestküste100

- 大規模電解装置(当初30MW, 2030年までに700MWを予定)
- 風力による電解水素, 電解酸素のセメントCO2回収利用, 水素地下貯蔵, 近隣空港での航空燃料利用をリンク. 送電線, 製油所水素需要, パイプラインへの水素混入などの条件も揃う. セメントプラントからの回収CO2は年間100万トン程度.
- メタノールを通じて各種の合成燃料を供給. ハンブルグ空港の航空燃料の1/3が供給できると想定.



出典  
WestküsteプロジェクトWEBページ

# 水素には色がある？

□ 様々な方法で製造可能. CO2排出計上範囲と閾値には任意性あり

再エネ電力orバイオマス

グリーン水素

化石燃料 + CO2回収貯留

ブルー水素

原子力

レッド／ピンク水素

化石燃料

グレー／ブラック水素

出典 図解でわかるカーボンニュートラルをもとに作成

## 燃料のカーボンニュートラル まとめ

- 現在の日本のエネ供給における石油シェアは高く、燃料以外の多様な用途もある。運輸部門燃料はほぼ石油。
- エネ需要のカーボンニュートラルの方向性には、省エネに加え、電化、水素利用、カーボンニュートラル燃料利用が含まれる。カーボンニュートラル燃料には、バイオ燃料とカーボンニュートラル合成燃料がある（E-fuelは水素源が再エネ電力の合成燃料）
- 現在の技術水準では、トラック、船舶、航空など石油からの電力シフトが難しい需要が存在する。

# カーボンニュートラルへの移行 6つの条件

## □ エネルギーと資源の効率的利用

- エネルギーや、循環利用を含めた資源の利用効率を向上

## □ ゼロ排出または正味ゼロ排出となるエネルギーの利用拡大

- 電気、水素や、カーボンニュートラル燃料の導入を拡大

## □ 長寿命な既存の大規模需要インフラからのCO2 排出削減

- 排出削減困難である、素材産業、長距離運輸、既存建築物への対策

## □ ネガティブエミッション

- 排出削減困難部門や、CO2以外の温室効果ガス排出などのゼロ排出にできない需要に対する相殺手段としての、ネガティブエミッション技術導入

## □ 幅広い技術群の開発と普及

- 成熟技術の普及と並行し、革新技術の開発を進め、安価な技術として普及

## □ 社会制度の整備

- 規制的手段、経済的手段といった社会制度枠組を整備
- 資金提供者であるファイナンス側からの気候変動情報開示要求に対応

# ご清聴ありがとうございました

