



機械・航空宇宙工学序論

第6回「脱炭素社会の実現に向けて」

もうすぐ始めます。
ノイズ低減, 通信負荷低減のため,
発言時以外はカメラオフ, 音声ミュートにしてください。

機械システム工学専攻, 准教授, 義家 亮

ryo.yoshiie@mae.nagoya-u.ac.jp

2022年5月27日



義家 亮(よしいえりょう)の研究活動内容

環境

エネルギー

微量成分・重金属の計測制御

- 高温場における重金属放出挙動評価
 - 灰溶融条件での重金属揮発特性
 - 石炭ガス化条件での元素別分配挙動評価

- 排ガス中重金属の迅速分析技術
 - 排ガス中気相Cdの連続モニタリング
 - 飛灰中重金属の粒径別濃度評価

- 排ガス中微量成分の分離回収技術
 - カオリナイト粒子を用いたCd・Pbの吸着回収
 - 化合物種およびガス中水分の影響評価
 - 石灰石による脱塩化水素特性

- 無灰炭製造プロセスのHg分配挙動評価

エネルギー変換効率の向上

- 燃料電池のための高効率水素製造法開発
 - パラジウム系水素分離膜の高性能化
 - アンモニア除去のための触媒選択

プラズマ・分光

- クローズドサイクルMHD*発電の高性能化
 - 断熱効率の向上とジュール散逸

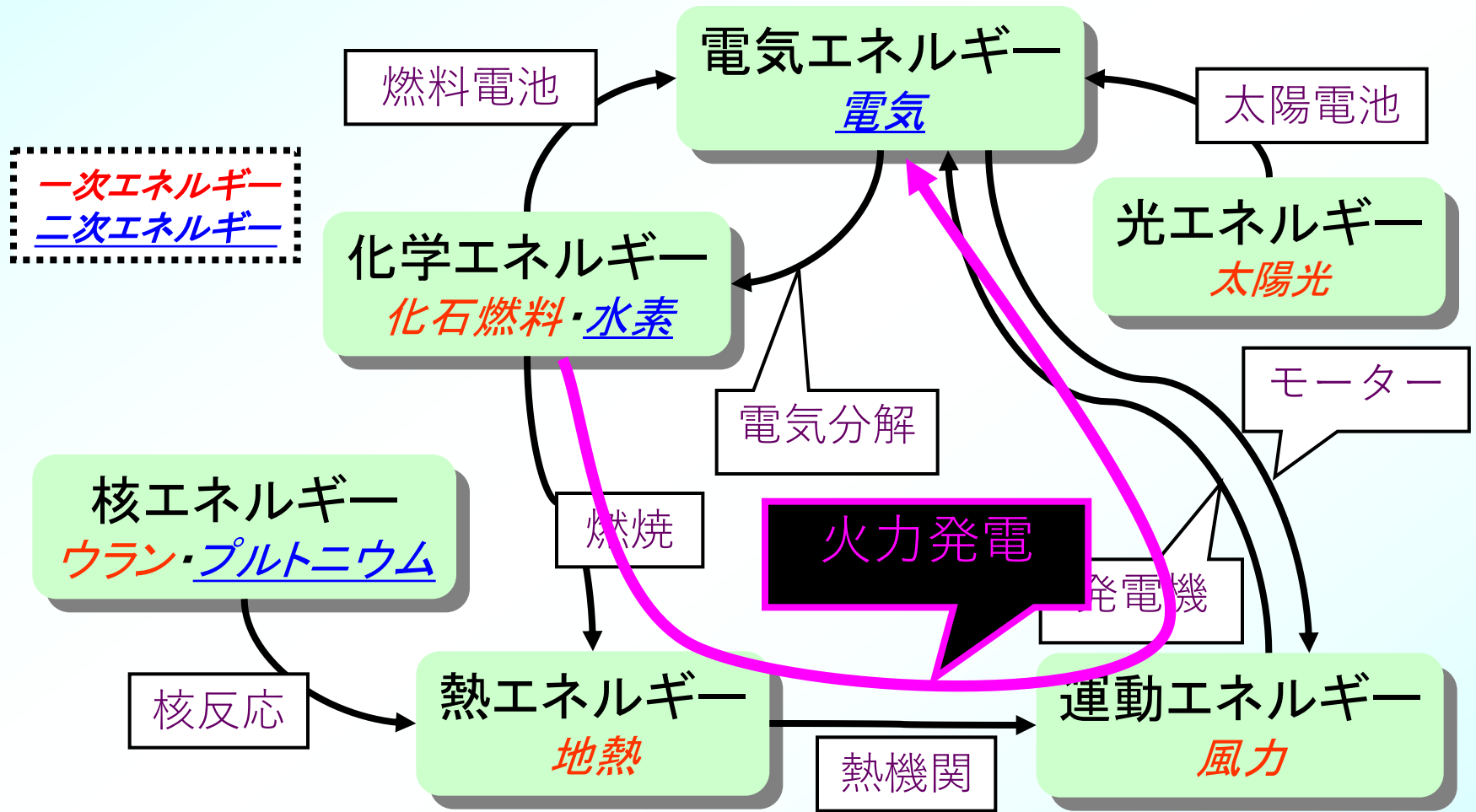
*Magnet Hydro Dynamics

石炭・廃棄物

- 固体炭化水素燃料のガス化
 - バイオマス流動層ガス化とタール分解特性
 - 石炭・廃棄物の高温高圧水蒸気ガス化
 - プロセスシミュレータを用いた発電プロセスの効率評価



主なエネルギー変換





温暖化ガス(温室効果ガス)

- 二酸化炭素(CO_2)やメタン、フルオロカーボン(フロン)など、地上からの熱を吸収して地球の気温上昇の原因となるガスのこと。
- ビニールハウスと同様の効果を持つことから温室効果ガスと呼ばれる。
- 温暖化ガスは大気中に比較的微量存在し、地球により放射された赤外線、または熱を強く吸収する。
- 温暖化ガスの主要なものは、水蒸気、二酸化炭素、メタン、窒素酸化物、オゾンやいくつかのクロロフルオロカーボンがある。
- いくつかの温暖化ガスの濃度は、主として人間活動の結果、増加しつつある。

日本冷凍空調学会WEBページ

<http://www.jsrae.or.jp/annai/yougo/21.html> 2022.12.23

家畜のゲップは温暖化ガス？

Enteric Methane emissions (消化管発酵由来メタン排出)

→世界の人為的メタン放出のおよそ30%

メタンの温暖化効果

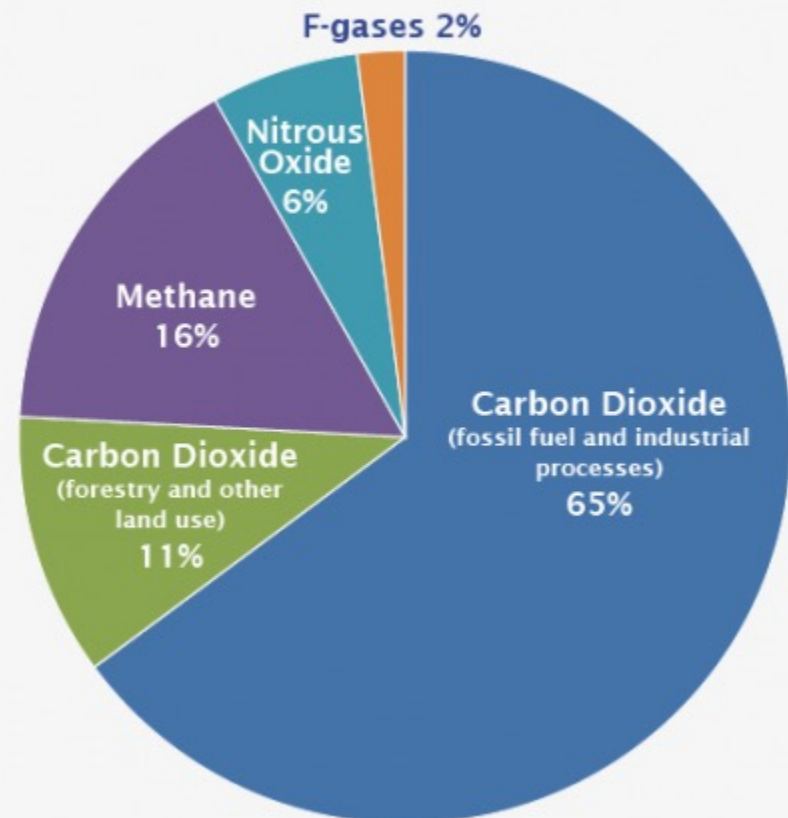
全体の温暖化ガスの16%
(CO₂等価量として計算)

$16\% \times 0.3 = 4.8\%$

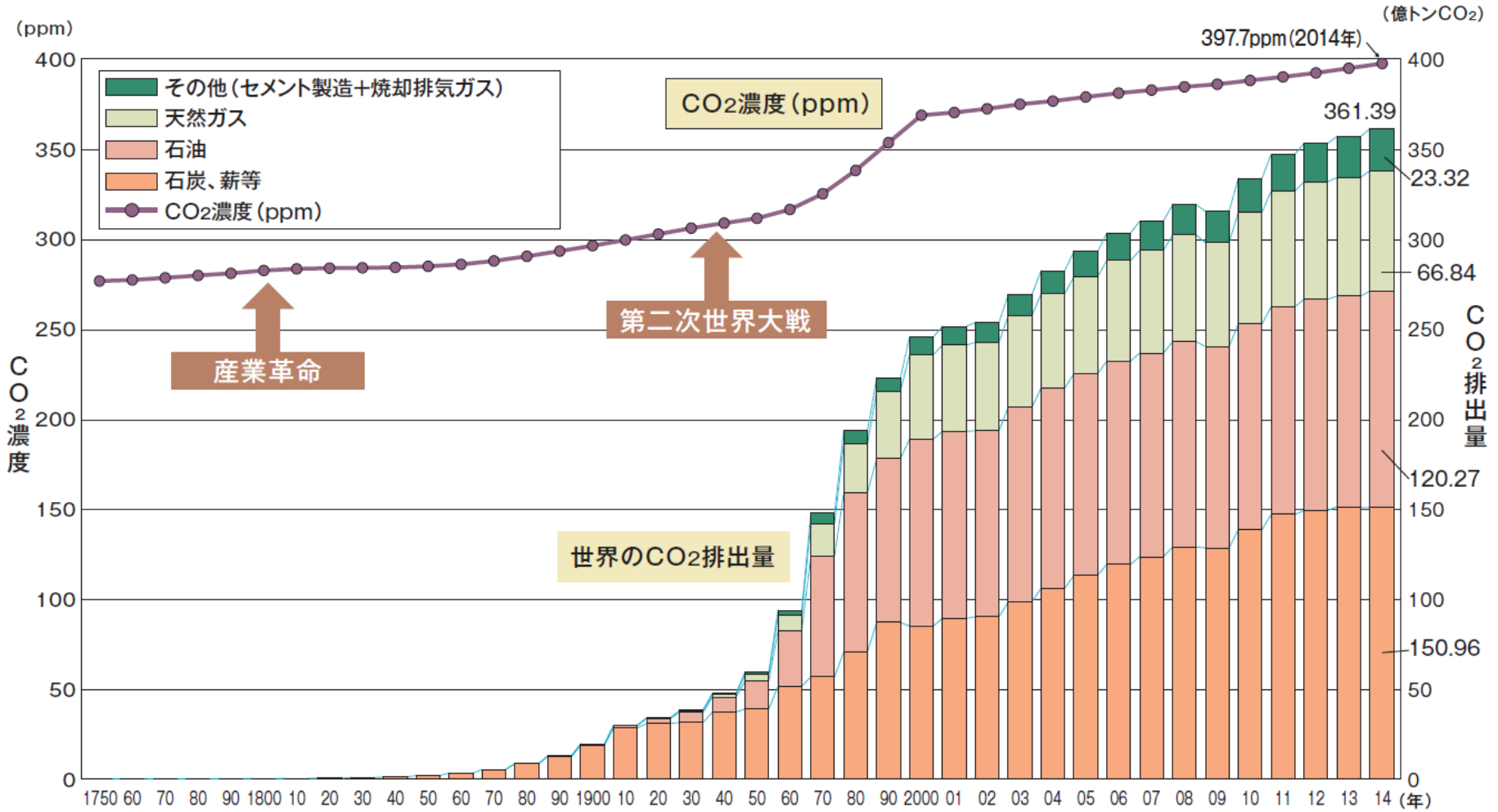
化石燃料と工業プロセスによる
CO₂排出 → 65%

家畜のゲップによる
メタン排出 → 4.8%

Global Greenhouse Gas Emissions by Gas



化石燃料等からのCO₂排出量と大気中のCO₂濃度の変化



(注) 四捨五入の関係で合計値が合わない場合がある



CO₂増加による気温上昇の実績と予測

実績	世界	100年あたり約0.72°Cの割合で上昇 ^{※1}
	日本	100年あたり約1.26°Cの割合で上昇 ^{※2}
予測	世界	向こう数十年の間に、CO ₂ 及びその他の温室効果ガスの排出が大幅に減少しない限り、21世紀中に地球温暖化は1.5°C及び2°Cを超える ^{※3}
	日本	<p>2100年頃に0.5~5.4°C上昇^{※4}</p> <p>○RCP2.6シナリオ(低位安定化シナリオ:気温上昇を2°C以下に抑えることを想定):0.5~1.7°C上昇</p> <p>○RCP8.5シナリオ(高位参照シナリオ:政策的な緩和策を行わないことを想定):3.4~5.4°C上昇</p> <p>(RCPシナリオは政策的な緩和策を前提として、将来、温室効果ガスをどのような濃度に安定化させるかという考え方から算出するシナリオ)</p>



IPCC (気候変動に関する政府間パネル) 第6次評価報告書

第1作業部会 (WG1) - 自然科学的根拠 2021年8月9日

- 人間の影響が大気、海洋及び陸域を温暖化させてきたことには疑う余地がない。

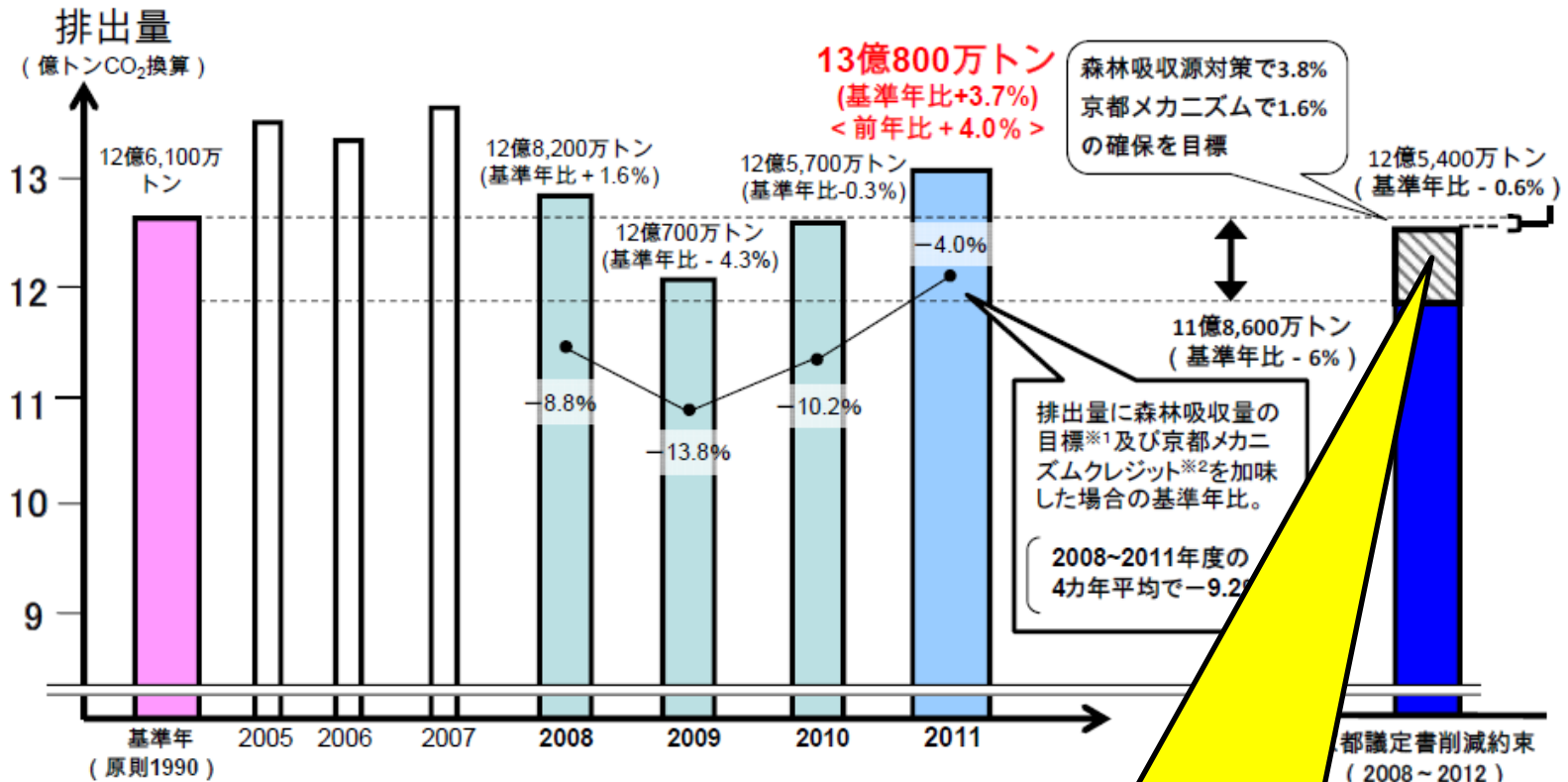
第2作業部会 (WG2) - 影響・適応・脆弱性 2022年2月28日

第3作業部会 (WG3) - 気候変動の緩和 2022年4月4日

- B.5 (抜粋): 第5次評価報告書 (2014年) 以降、緩和に対処するための政策や法律が一貫して拡充している。これにより、それらがなければ発生したであろう排出が回避され、低GHG技術やインフラへの投資が増加している。排出量に関する政策の適用範囲は、部門間で不均衡である。資金の流れをパリ協定目標に向けて整合させことは、依然として進みが遅れており、追跡調査した気候変動資金の流れは、地域や部門間で不均等に分配されている。
- B.6 (抜粋): COP26より前に発表された国が決定する貢献 (NDCs) の実施に関連する2030年の世界全体年のGHG排出量では、21世紀中に温暖化が1.5°Cを超える可能性が高い見込み。したがって、温暖化を2°Cより低く抑える可能性を高めるためには、2030年以降の急速な緩和努力加速に頼ることだろう。

我が国の温室効果ガス削減の歴史（京都議定書）

2011年度における我が国の排出量は、基準年比+3.7%、前年度比+4.0%
 森林吸収量の目標※1と京都メカニズムクレジット※2を加味すると、
 京都議定書第一約束期間の4カ年平均（2008～2011年度）で基準年比-9.2%



※1 森林吸収量の目標 京都議定書目標達成計画に掲げる基準年総排出量比約3.8%(4,767万トン/年)

※2 京都メカニズムクレジット

政府取得 平成24年度までの京都メカニズムクレジット取得事業によるクレジットの総契約量(9,752.8万トンCO₂換算) 上値
 民間取得 電気事業連合会のクレジット量(「電気事業における環境行動計画(2009年度版~2012年度版)」)

図 1

石原伸晃環境相: 目標達成を表明
 2013年11月 COP19(ワルシャワ)



国連気候変動枠組み条約

- 1992年に世界は、国連の下、大気中の温室効果ガスの濃度を安定化させることを究極の目標とする「気候変動に関する国際連合枠組条約 (United Nations Framework Convention on Climate Change)」(以下「国連気候変動枠組条約」。)を採択し、地球温暖化対策に世界全体で取り組んでいくことに合意した。
- 同条約に基づき、1995年から毎年、気候変動枠組条約締約国会議 (COP) が開催されている。また、1997年に京都で開催された気候変動枠組条約第3回締約国会議 (COP3) では、先進国の拘束力のある削減目標 (2008年～2012年の5年間で1990年に比べて日本－6%、米国－7%、EU－8%等) を明確に規定した「京都議定書」 (Kyoto Protocol) に合意し、世界全体での温室効果ガス排出削減の大きな一歩を踏み出した。

環境省WEBページ (環境省>地球環境・国際環境協力>地球温暖化対策>気候変動枠組条約・京都議定書)

<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/cop.html> 2022.12.23

京都メカニズム

[1]排出量取引

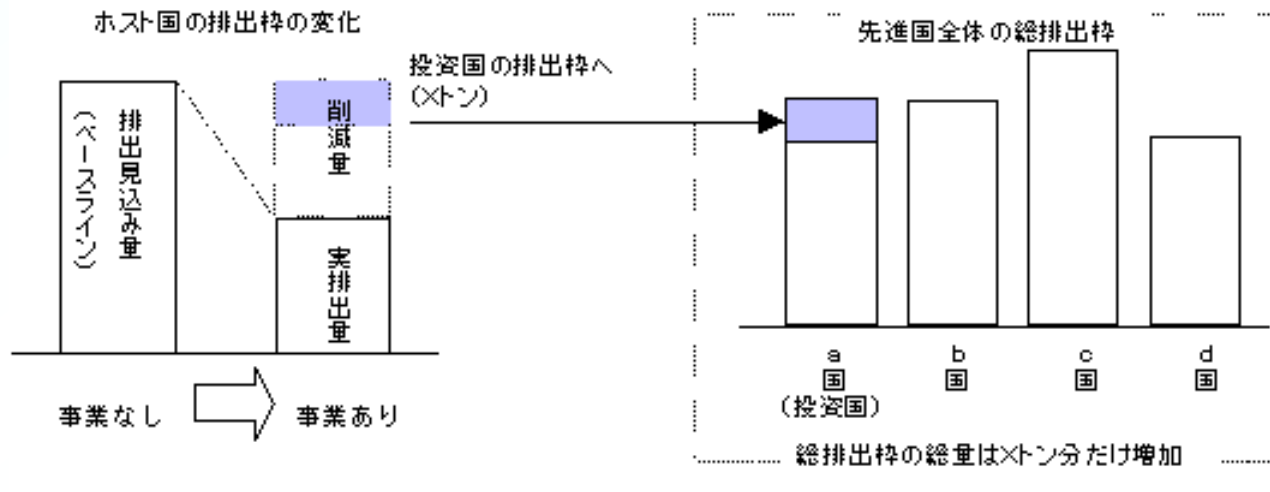
- 先進国間で排出枠を移転. 先進国全体の総排出枠は変化しない.

[2]共同実施

- 先進国間で温室効果ガス削減事業を実施, その結果生じた削減単位をホスト国から投資国に移転. 先進国全体の総排出枠に影響を与えない.

[3]クリーン開発メカニズム(CDM)

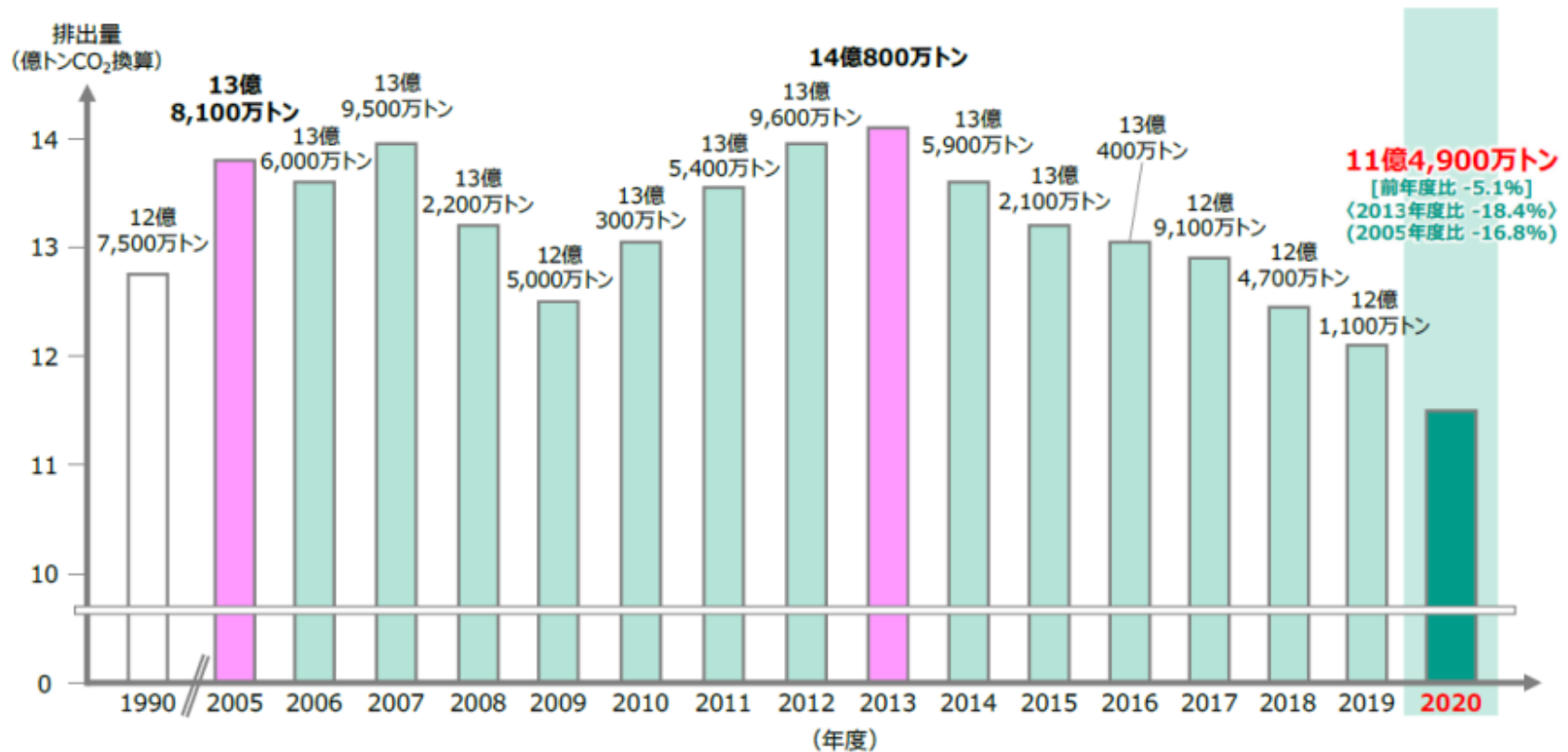
- 先進国が途上国において実施された温室効果ガスの排出削減事業から生じた削減分を獲得することを認める制度. 総排出枠は増加.
- 先進国は削減分を目標達成に活用, 途上国には投資と技術移転の機会.



我が国の温室効果ガス排出量(2020年度確報値)

2020年度³の我が国の温室効果ガス総排出量：11億4,900万トン（二酸化炭素（CO₂）換算⁴）

- 前年度の総排出量（12億1,100万トン）と比べて、5.1%（6,200万トン）減少。
- 2013年度⁵の総排出量（14億800万トン）と比べて、18.4%（2億5,900万トン）減少。
- 2005年度⁶の総排出量（13億8,100万トン）と比べて、16.8%（2億3,200万トン）減少。





COP21とは？

- 気候変動枠組条約第21回締約国会議のこと。2015年12月，フランスのパリにて開催された。議長国はフランス。

※一般にCOP (Conference of the Parties) とは締約国会議の略称であり，特定の条約を意味することではないことに注意！

以下，気候変動枠組条約とは関係ないCOPの例。

- 生物の多様性に関する条約第10回締結国会議：COP10
(2010年10月，名古屋)



COP21の歴史的な位置づけ

COP21とは：
気候変動枠組条約第21回締
約国会議のこと。
2015年12月、フランスのパリ
にて開催された。

COPとは：
Conference of the Parties
締約国会議の略称。

18年ぶり
世界の温暖化対策の新機軸

- 1995 COP1 ドイツ, ベルリン
- 1996 COP2 スイス, ジュネーヴ
- 1997 COP3 日本, 京都
- 1998 COP4 アルゼンチン, ブエノスアイレス
- 1999 COP5 ドイツ, ボン
- 2000 COP6 オランダ, ハーグ
- 2001 COP7 モロッコ, マラケシュ
- 2002 COP8 インド, ニューデリー
- 2003 COP9 イタリア, ミラノ
- 2004 COP10 アルゼンチン, ブエノスアイレス
- 2005 COP11 カナダ, モントリオール
- 2006 COP12 ケニア, ナイロビ
- 2007 COP13 インドネシア, バリ
- 2008 COP14 ポーランド, ポズナニ
- 2009 COP15 デンマーク, コペンハーゲン
- 2010 COP16 メキシコ, カンクン
- 2011 COP17 南アフリカ共和国, ダーバン
- 2012 COP18 カタール
- 2013 COP19 ポーランド, ワルシャワ
- 2014 COP20 ペルー, リマ
- 2015 COP21 フランス, パリ
- 2016 COP22 モロッコ, マラケシュ
- 2017 COP23 ドイツ, ボン
- 2018 COP24 ポーランド, カドヴィツェ
- 2019 COP25 スペイン, マドリッド
- 2020 COP26 イギリス, グラスゴー (2021年11月に開催)



パリ協定（京都議定書との比較）

京都議定書とパリ協定

京都議定書		パリ協定
1997	採択年	2015
先進国のみ	対象国	途上国も含む196カ国・地域
先進国は2008年から2012年の間に1990年比で約5%削減	全体の目標	産業革命前からの気温上昇を2度未満にし、1.5度以内に向けて努力
日本6%減、米国7%減、EU8%減など。途上国には削減義務なし	各国の削減目標	作成、報告、国内対策の義務化。5年ごとに更新。達成は義務づけない
—	途上国支援	先進国は資金を拠出する義務。途上国には自主的な拠出を求める

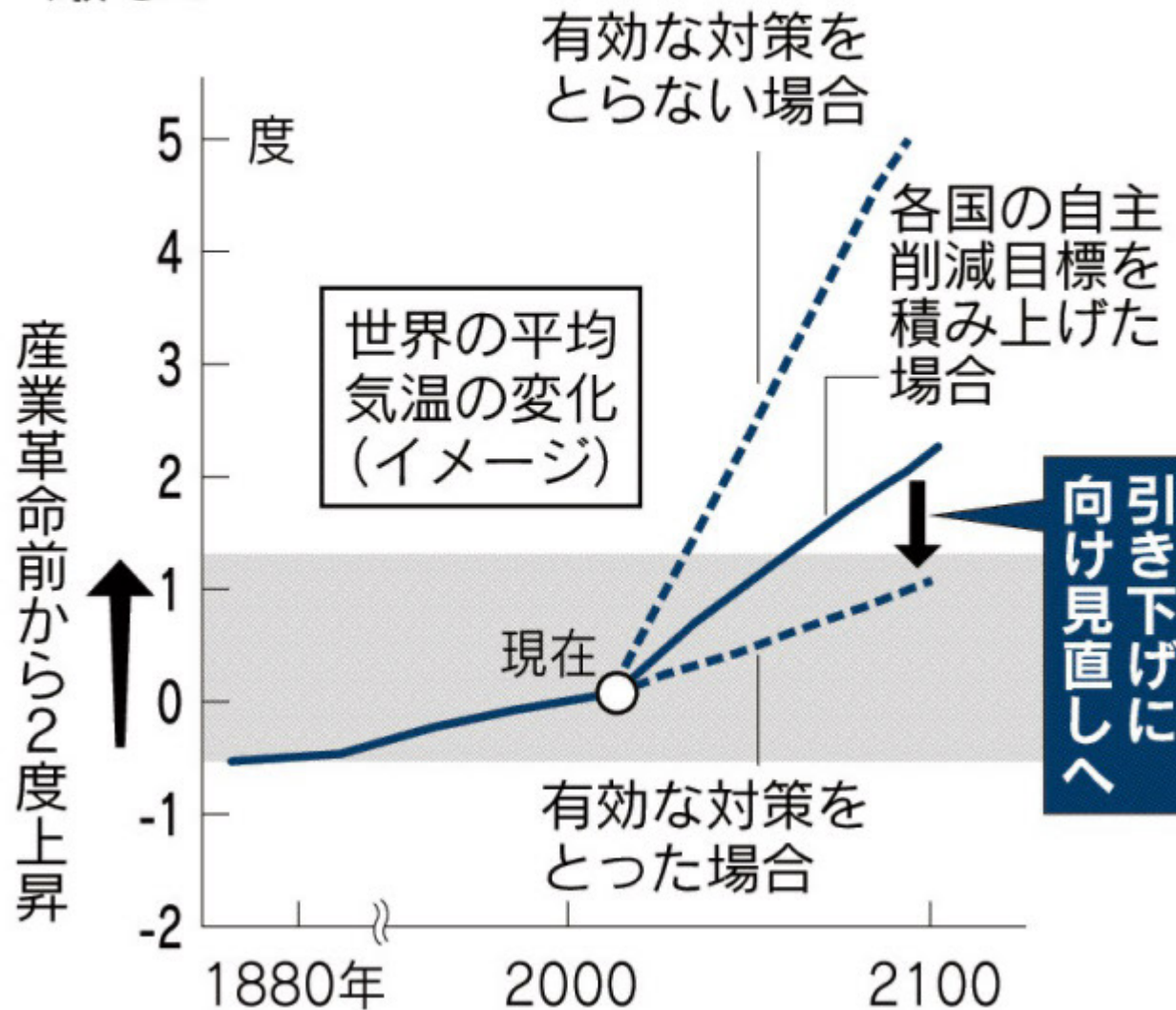
先進国と発展途上国
パリ協定では両者の協力関係が明記された。

http://www.nikkei.com/paper/article/?ng=DGKKASGG14H4V_U5A211C1EA2000



パリ協定の全体目標(1.5度以内)

有効な対策をとらないと目標達成は
厳しい

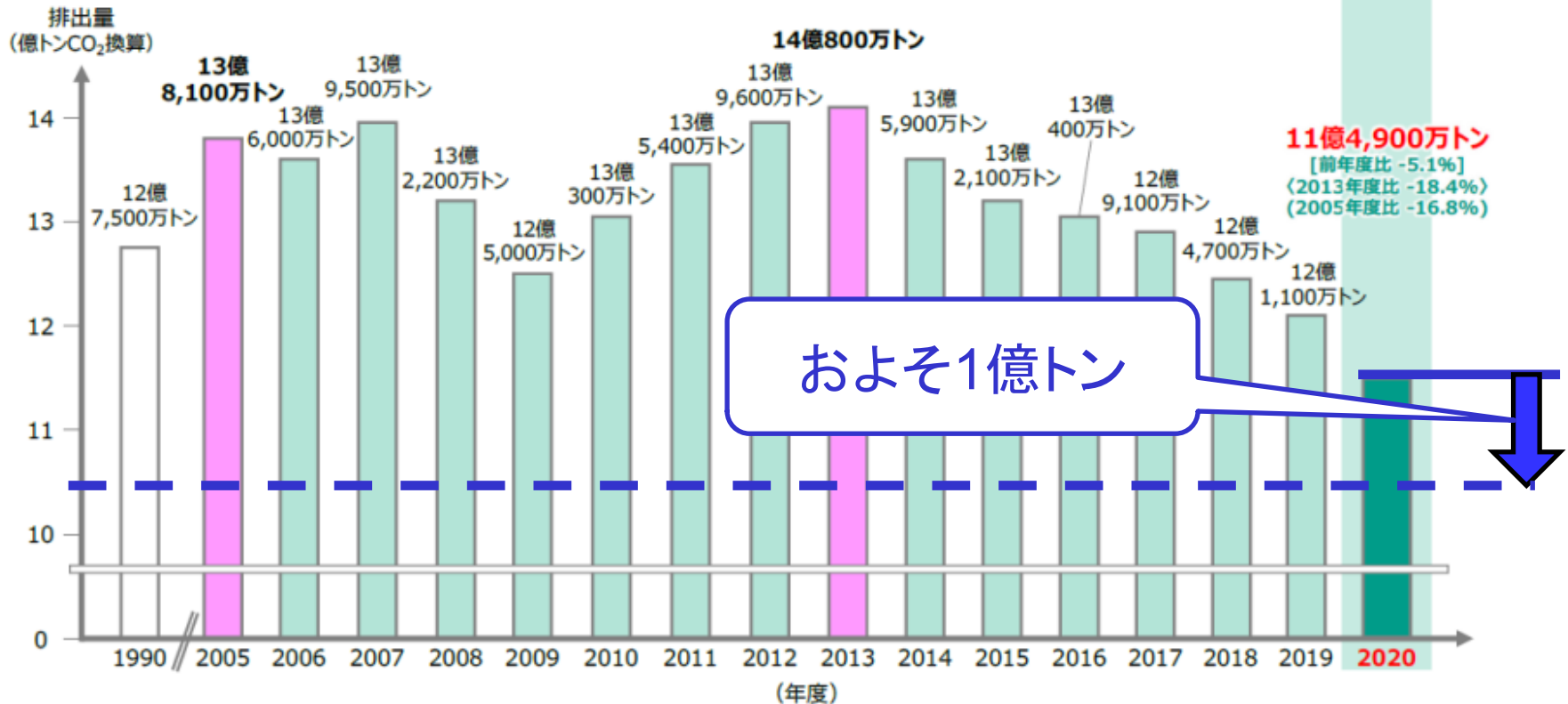


パリ協定に基づく日本の温暖化ガス削減の長期戦略

パリ協定における日本の公約

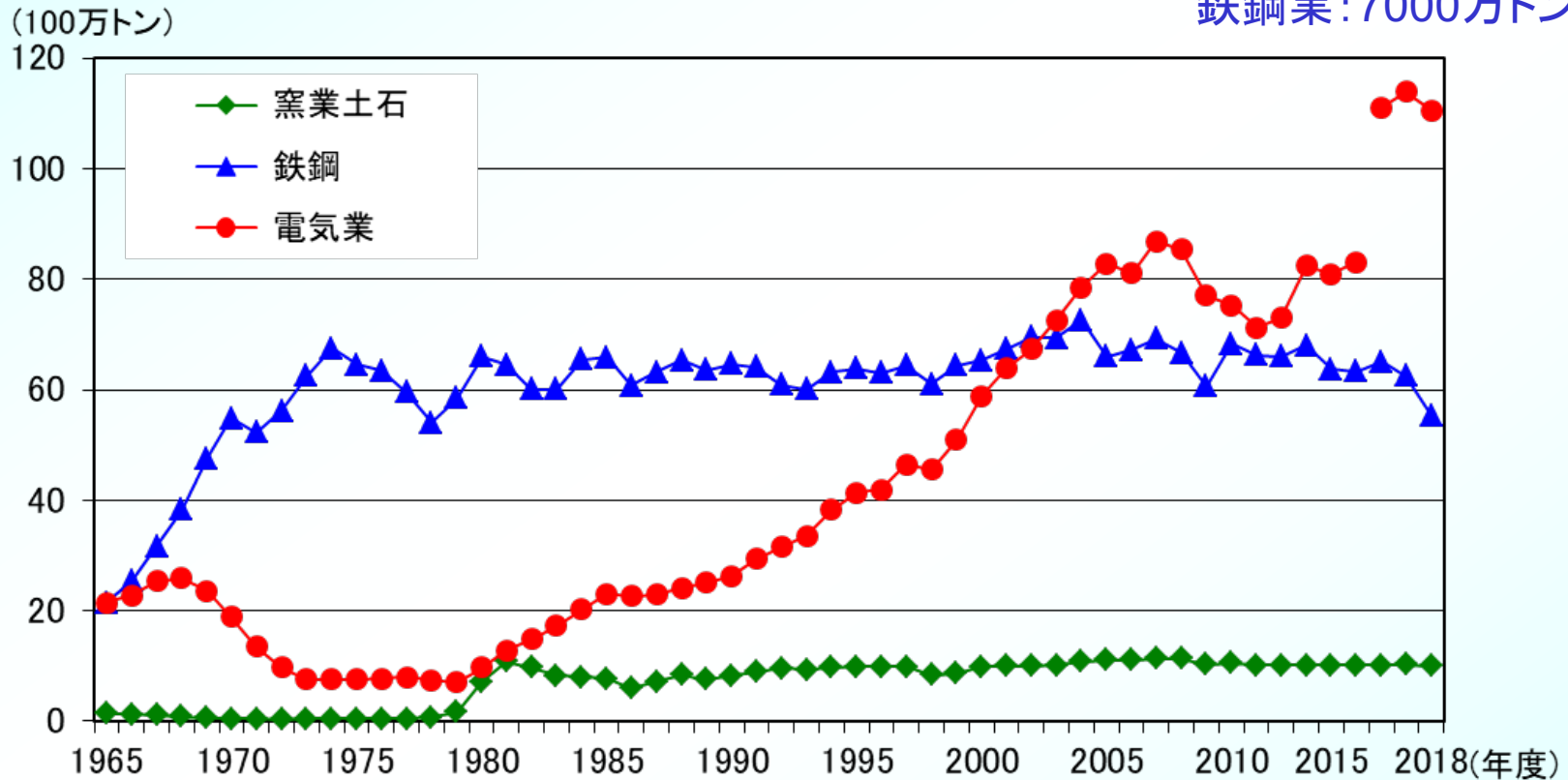
2030年度までに2013年度比▲26.0%

→ 約10億4,200万t-CO₂の水準



石炭の用途別消費量の推移

年間消費量 石炭火力:11000万トン
鉄鋼業:7000万トン



発電用石炭 & それ以外: それぞれおよそ1億トン/年

どれくらい?



石炭火力発電の温暖化ガス排出寄与(試算)

19



石炭消費量：年間およそ1億トン

石炭中のC：約70%

$C:CO_2=12:44$

⇒ CO_2 排出量：1億トン $\times 0.7 \times (44/12) = 2.6$ 億トン

2.6 億トン $\times 40\% \doteq 1$ 億トン

石炭火力発電を全体の40%廃止すれば

26%削減目標(パリ協定当時の公約)クリア！！



気候サミット(2021年4月)

気候変動サミットとは

2021/3/23 日本経済新聞電子版 (抜粋)

- 米バイデン政権が4月下旬に主催する温暖化ガスの主要排出国などを集める会議で、オンライン形式を想定している。
- 6月の主要7カ国首脳会議(G7サミット)、11月の第26回国連気候変動枠組み条約締約国会議(COP26)は英国がともに主催。

2019年 国連気候行動サミット(ニューヨーク)

2014年 国連気候変動サミット(ニューヨーク)

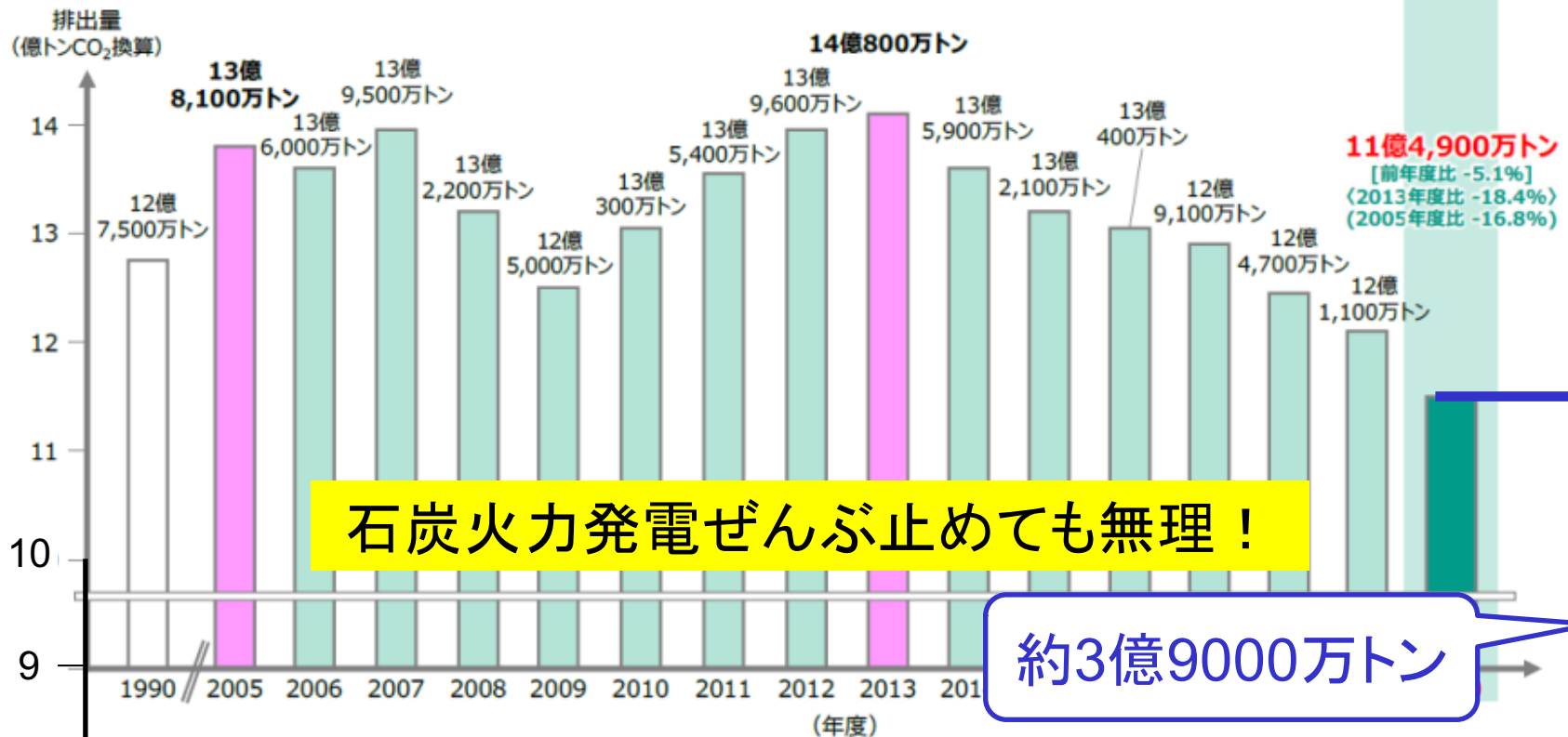
2009年 国連気候変動サミット(ニューヨーク)

2013年度比46%減

2021年4月気候サミットにおける日本の宣言

2030年度までに2013年度比▲46.0%

→ 約7億6,032万t-CO₂の水準



2050年実質ゼロ

カーボンニュートラル

2020年10月

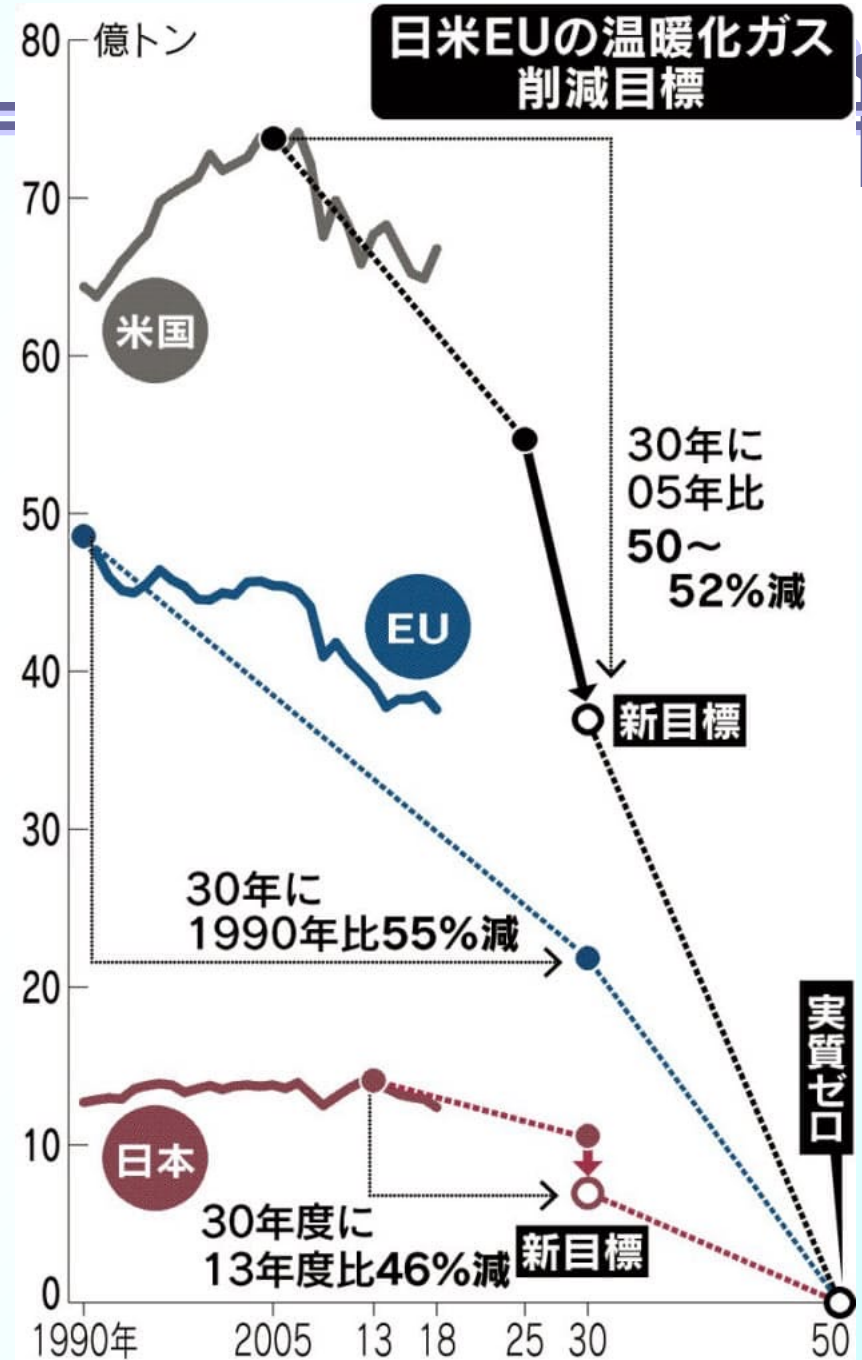
- 菅総理大臣施政方針演説
 - 米国(バイデン政権)の
パリ協定復帰を想定

2021年4月

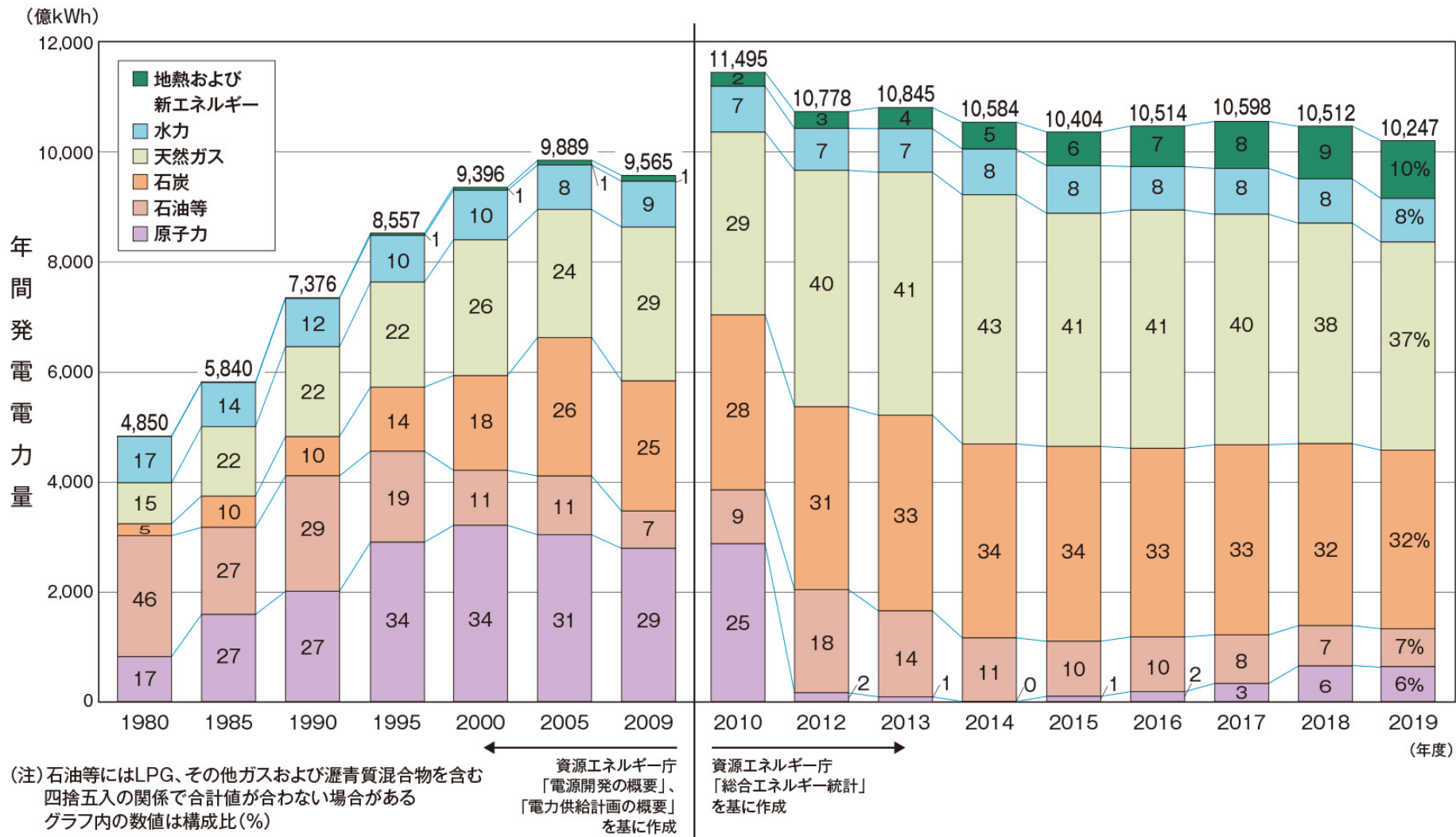
- 気候サミットで公約

2050年度までに
2020年度比
▲11億4900万t !!!

2021/4/23 日本経済新聞 朝刊より

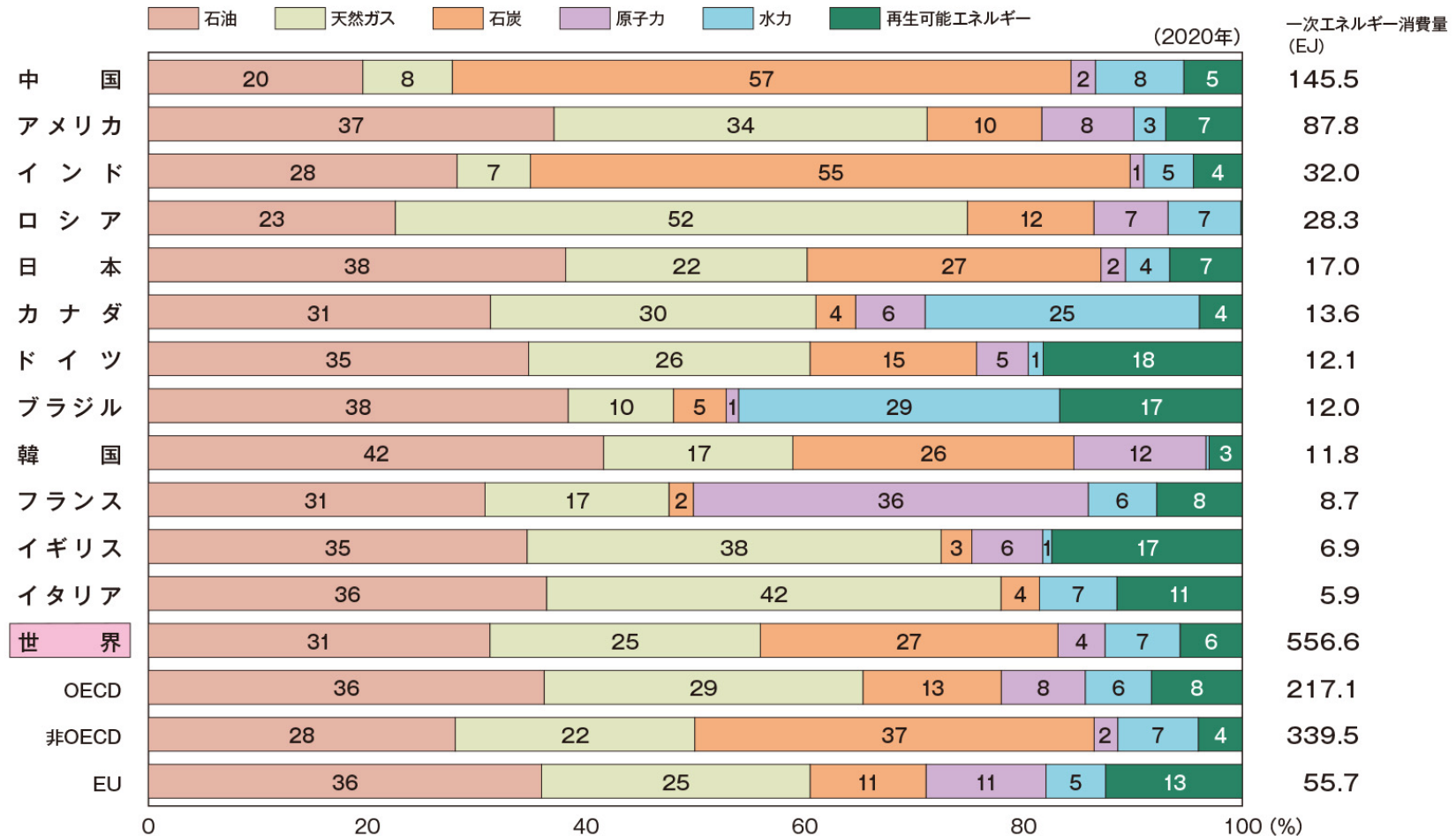


電源別発電電力量の推移





一次エネルギーの多様性：世界では？



(注) 四捨五入の関係で合計値が合わない場合がある
 1EJ(=10¹⁸J)は原油約2,580万klの熱量に相当(EJ:エクサジュール)

- 1-1-8
- カナダ, ブラジル → 水力資源が豊富
 - フランス → 歴史的に原子力を推進
 - ドイツ, イギリス → 再生可能エネルギー導入で先行

出典：BP統計2021より作成

各化石燃料の特徴

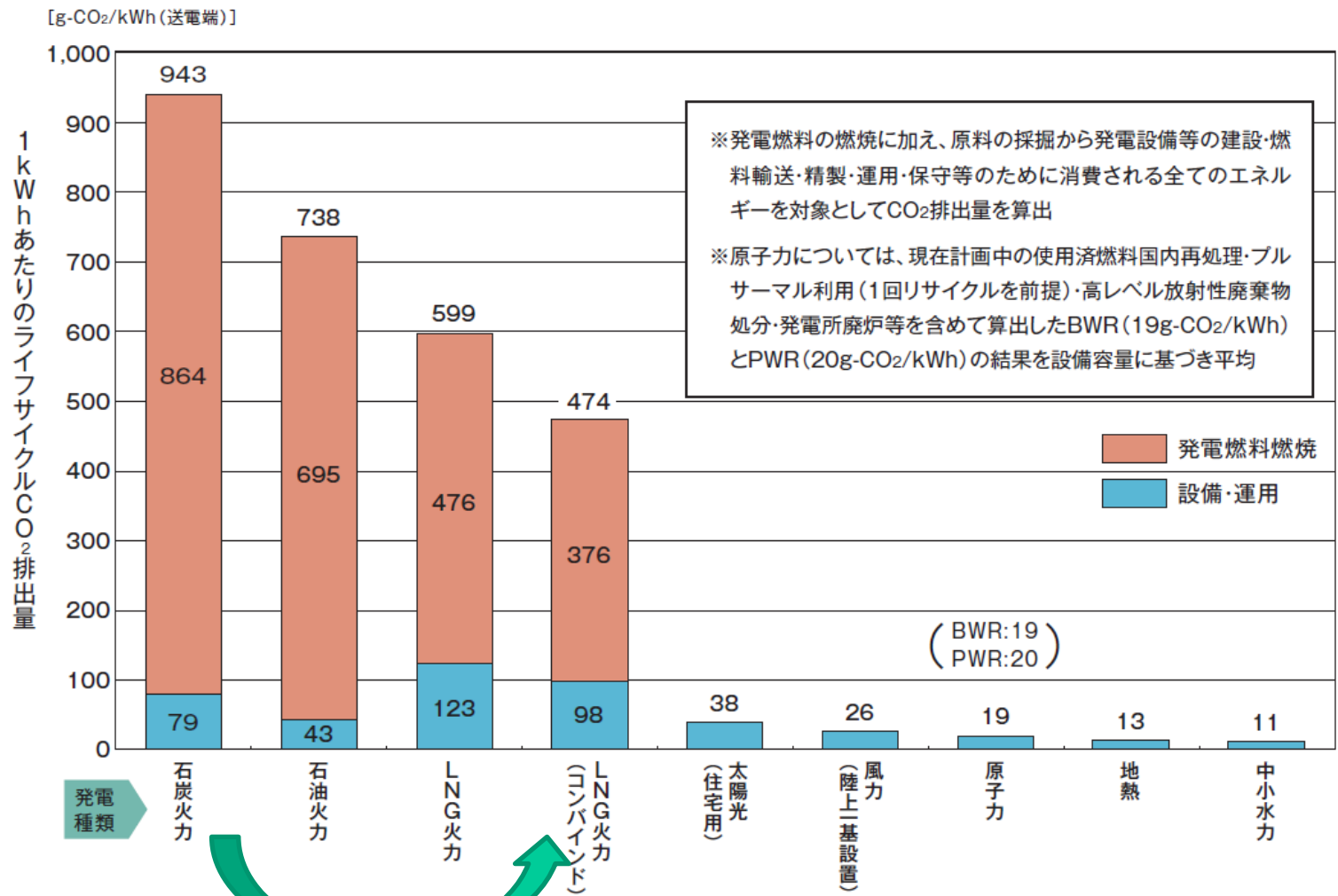
	石炭	原油	天然ガス
状態(主成分)	固体 (炭化水素)	液体 (炭化水素)	気体 (メタン)
H/C比(atom/atom)	0.93	1.77	3.93
CO ₂ 発生量(g/kcal)	0.408	0.286	0.212
CO ₂ 発生量の比 (原油に対して)	1.43	1.0	0.74
灰分(無機残渣)	数wt%	~0.01wt%	無

Dirty ←————→ Clean

石炭から天然ガスへの一次エネルギーのシフト

→ CO₂の削減, 環境保護

各種電源別のライフサイクルCO₂排出量

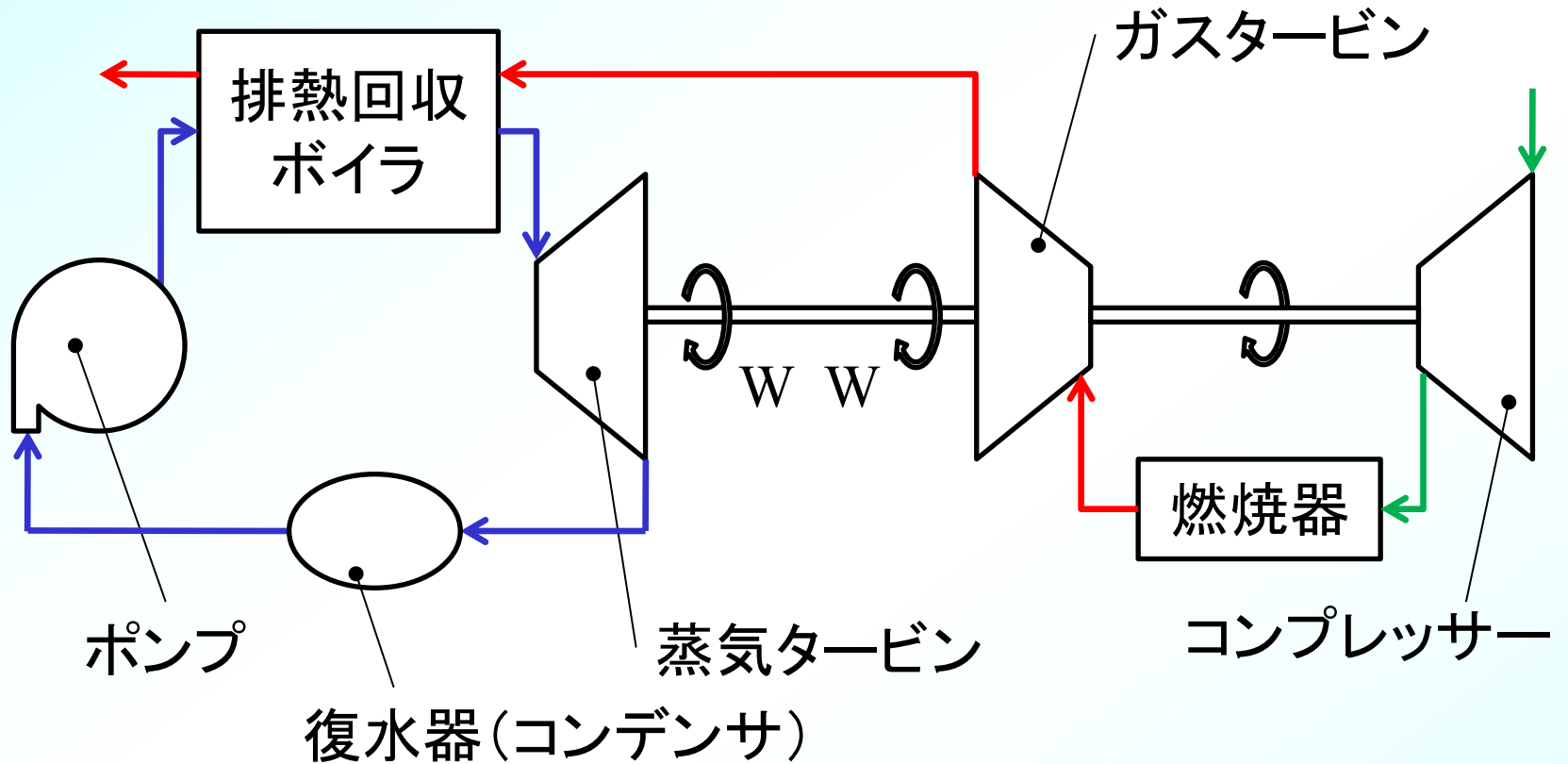


2-1-9

出典：(一財)電力中央研究所「日本における発電技術のライフサイクルCO₂排出量総合評価(2016.7)」より作成

石炭火力を天然ガス火力に変えるだけでCO₂排出は半分以下に！

複合サイクル(Combined Cycle)



- 水・蒸気
- 空気
- 燃焼ガス

複合サイクルが高効率である理由

ガスタービン

(ブレイトンサイクル)

長所:

高温に対応可能

短所:

低温でエンタルピーを取りきれない。

- 1000°C以上の高温燃焼ガスの直接導入してガスタービン駆動
- 排ガスの持つエンタルピーはボイラーで回収。

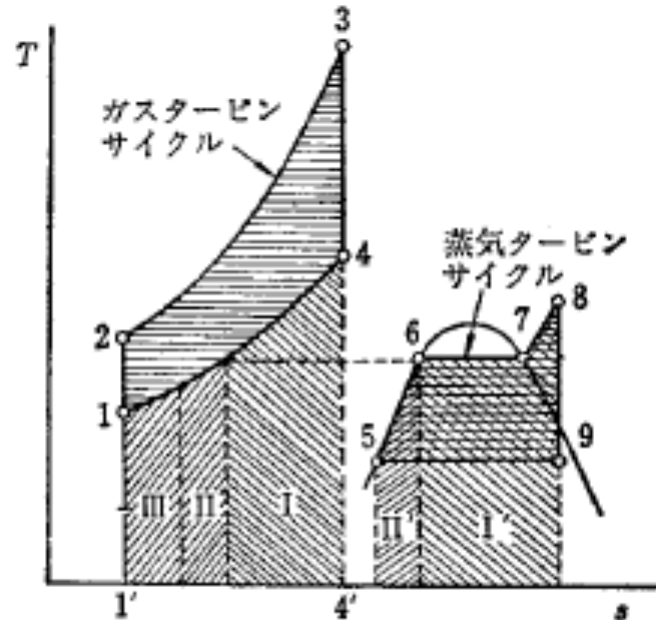


図 9.4.3 ガスタービンと蒸気の二流体サイクルの $T-s$ 線図

(エントロピの相対位置はずらしてある)

蒸気タービン

(ランキンサイクル)

長所:

低温度域で高効率の熱効率

短所:

高温への対応不可

- 1000°C以下の排ガス顕熱を蒸気に熱交換。
- 湿り蒸気温度域までしっかりエンタルピー回収して蒸気タービンを駆動。

互いの長所を生かし、短所を補完する。

→ 総合熱効率の向上

最先端の天然ガス

1,600°C級コンバインド

中部電力では...



<https://www.jera.co.jp/static/files/business/thermal-power/list/pdf/nishinagoya.pdf>
2022.12.26



中部電力と東芝は、西名古屋発電所の発電設備が世界最高の発電効率を記録し、ギネス世界記録の認定を受けた（3月27日、名古屋市内）

<https://www.nikkei.com/article/DGXMZO28649320X20C18A3L91000/> 2022.12.23

<http://www.tepco.co.jp/ir/kojin/generation/thermal-j.html>

MACCII: *More Advanced Combined Cycle*

熱効率：63.08% (LHV基準), ギネス世界記録認定@2018.3.27

新エネルギーの役割

{資源エネルギー庁による定義}

再生可能エネルギーのうち、その普及のために
支援を必要とするもの

- 再生可能(限りある資源の浪費を防ぐ)
- 温暖化防止(CO₂排出を低減する)
- エネルギー自給率の向上(エネルギーを安定供給する)

再生可能エネルギーと新エネルギー

新エネルギーとは、日本の法律*で「技術的に実用化段階に達しつつあるが、経済性の面での制約から普及が十分でないもので、石油代替エネルギーの導入を図るために特に必要なもの」と定義されている。現在、太陽光発電や風力発電、バイオマスなど10種類が指定されている。



*新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法、略称新エネ法

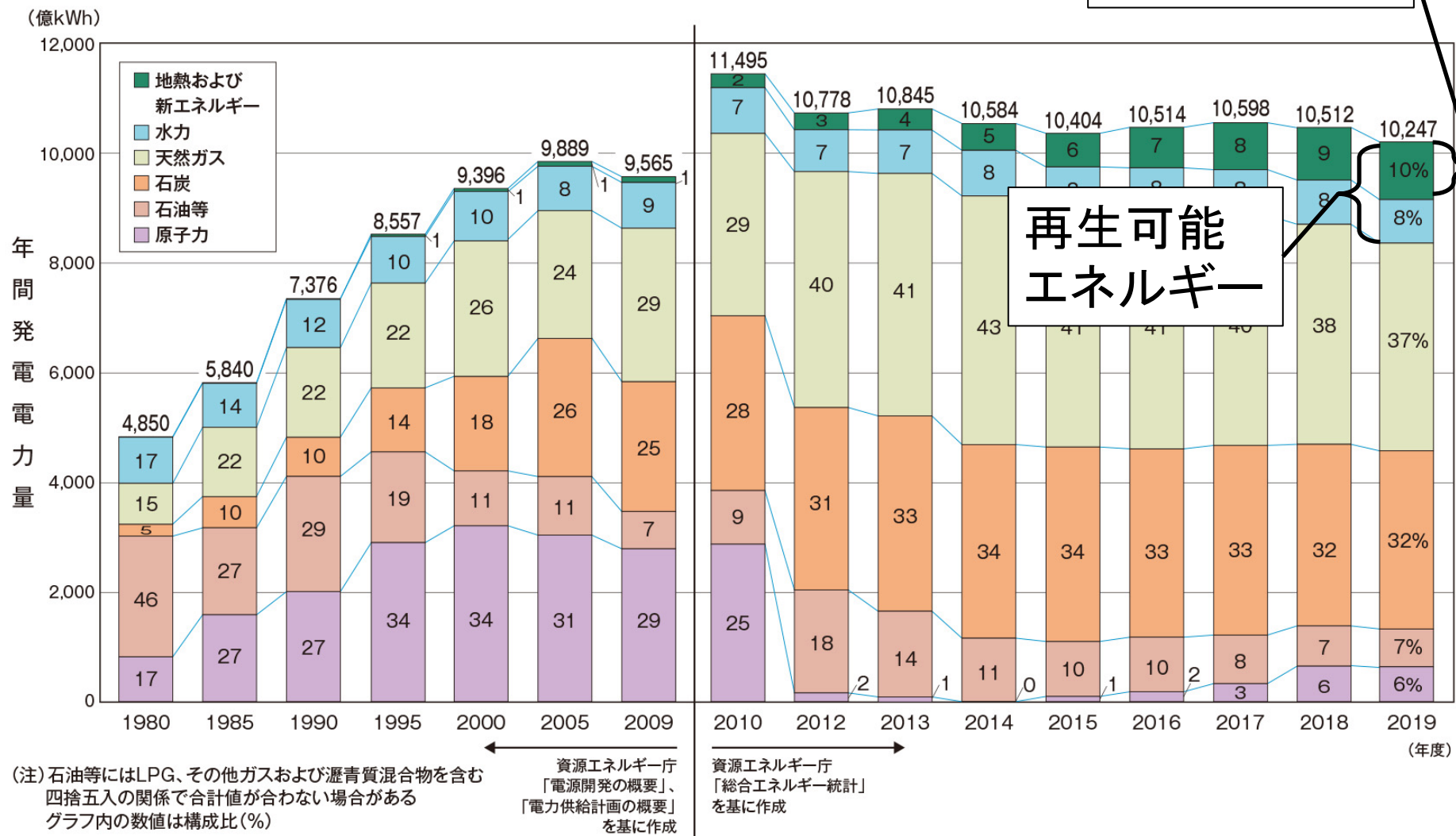
3-1-1

出典：資源エネルギー庁ホームページより作成

原子力・エネルギー図面集 2016

電源別発電電力量の推移

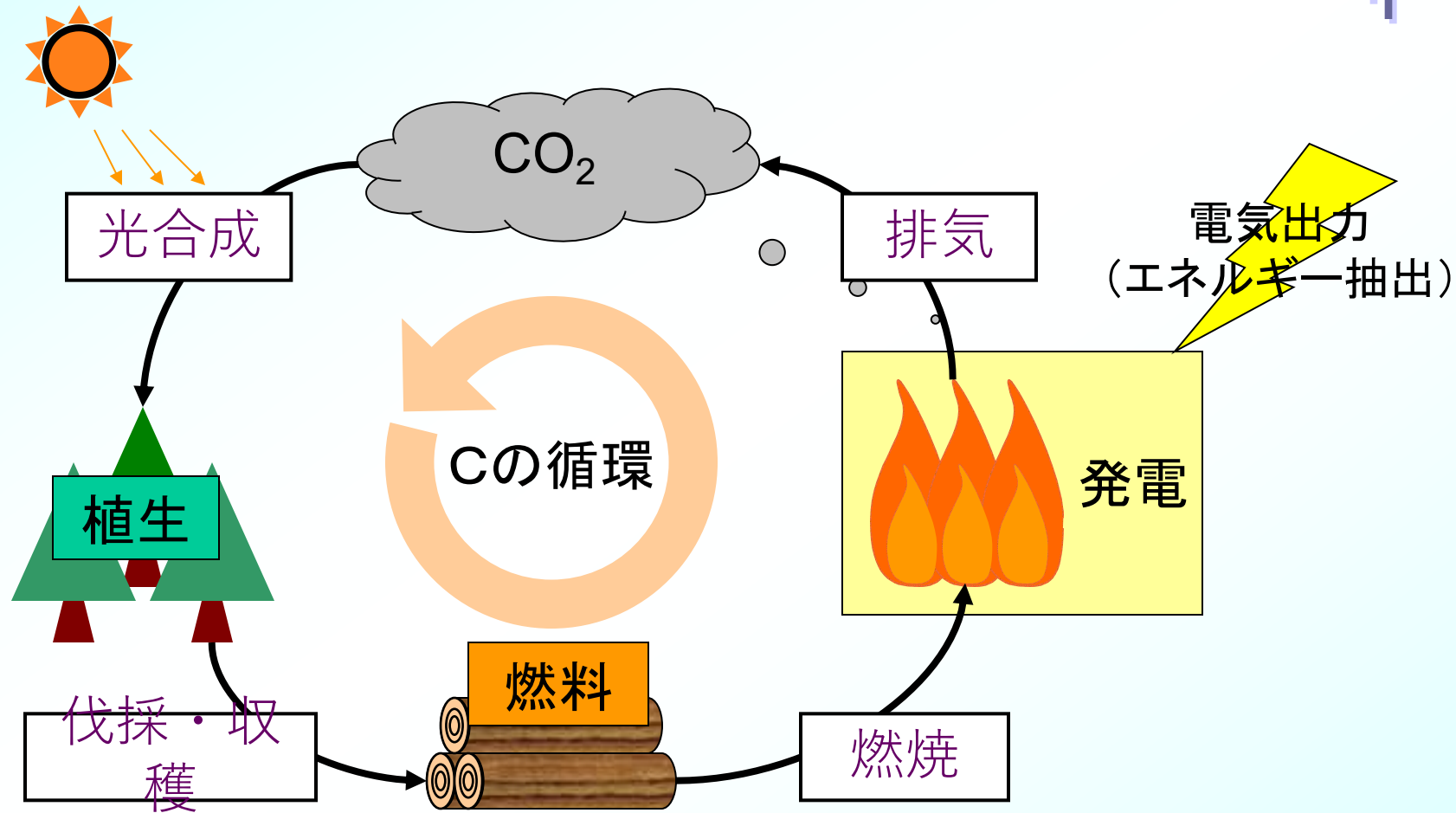
新エネルギー



1-2-7

出典：資源エネルギー庁「エネルギー白書2021」より作成

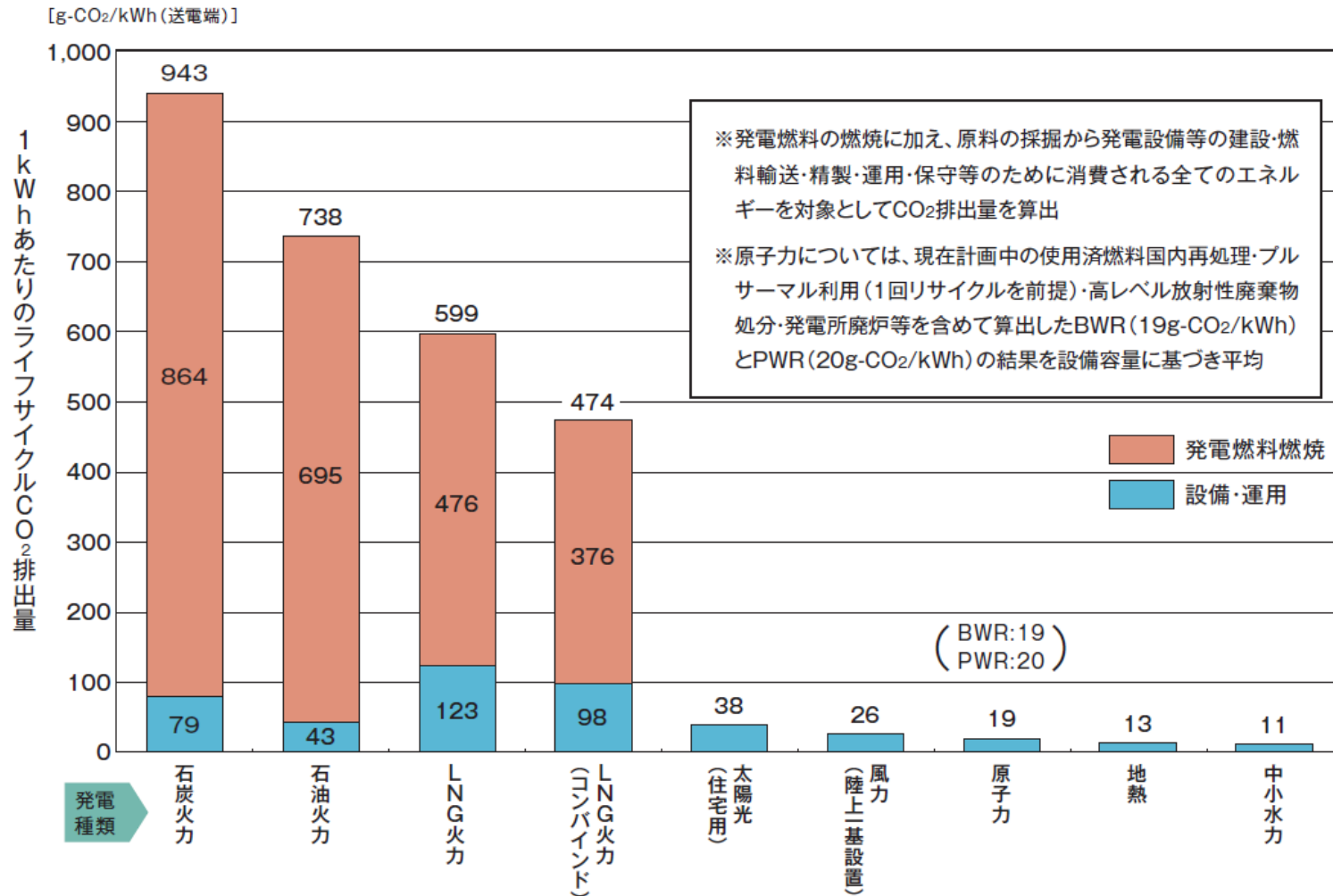
バイオマス発電からのCO₂排出



実質的なCO₂排出は光合成を含む循環を考慮して±0!

→ カーボンニュートラル

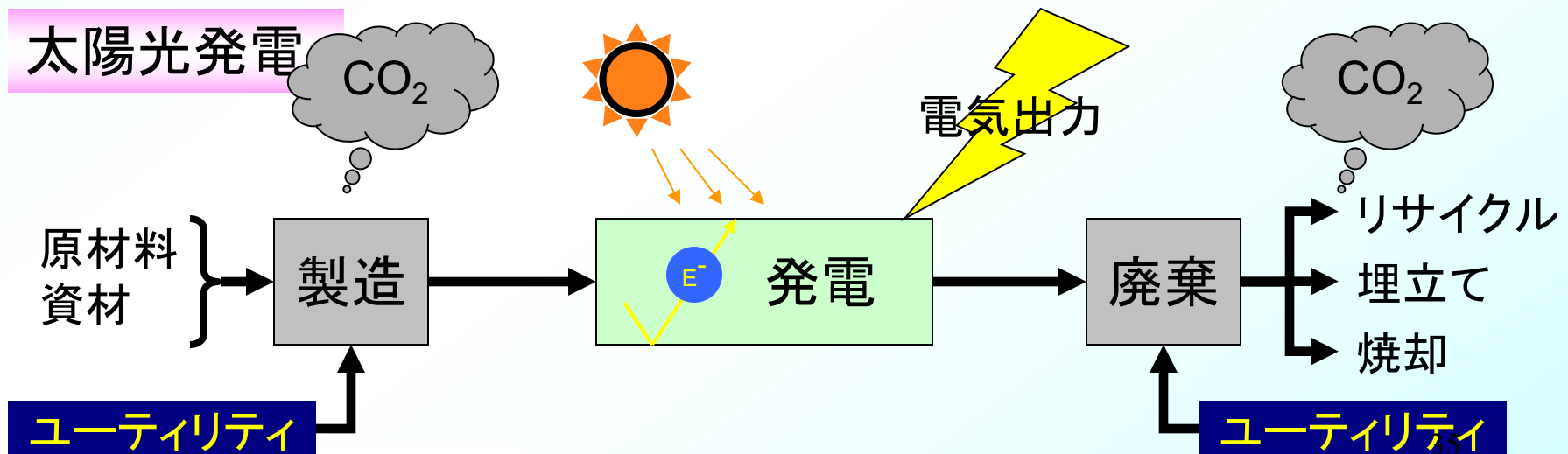
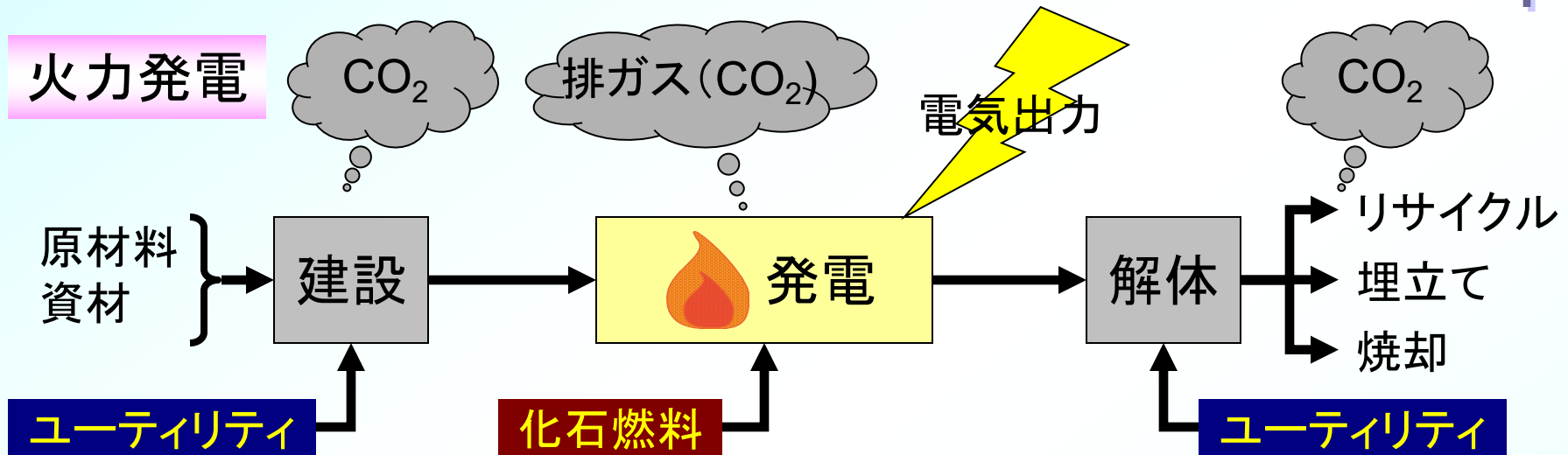
各種電源別のライフサイクルCO₂排出量



2-1-9

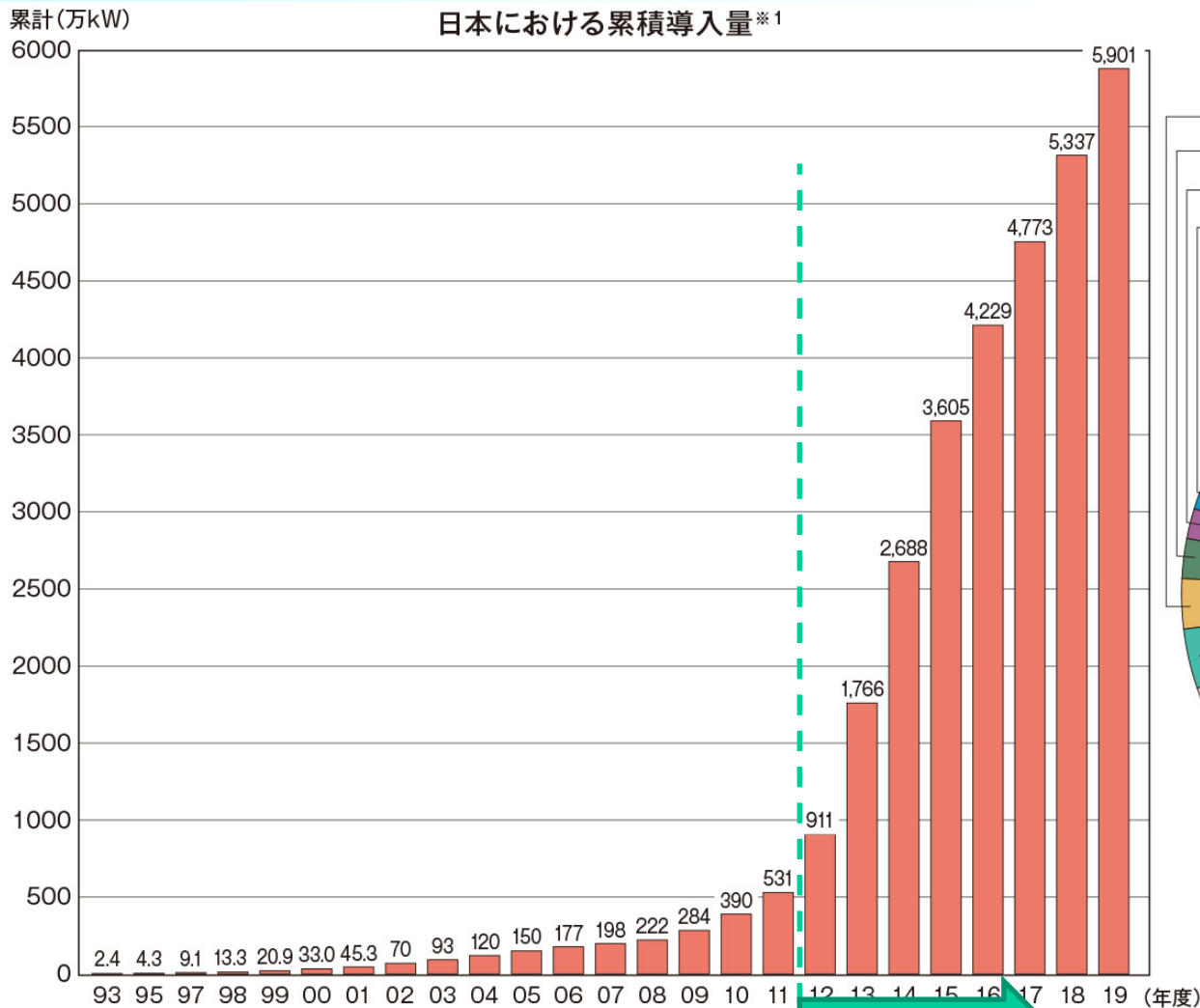
出典：(一財)電力中央研究所「日本における発電技術のライフサイクルCO₂排出量総合評価(2016.7)」より作成

太陽光発電に関するLCA (Life Cycle Assessment)

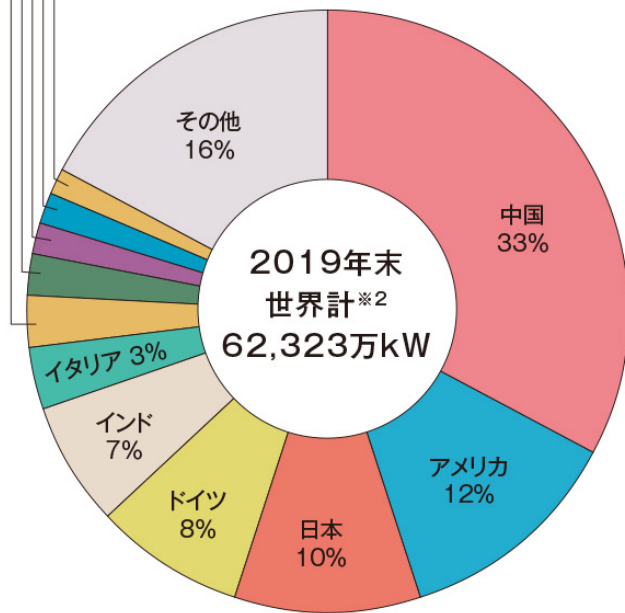


新エネルギーへの期待

日本の太陽光発電導入量の推移



- オーストラリア 3%
- イギリス 2%
- 韓国 2%
- フランス 2%
- スペイン 2%



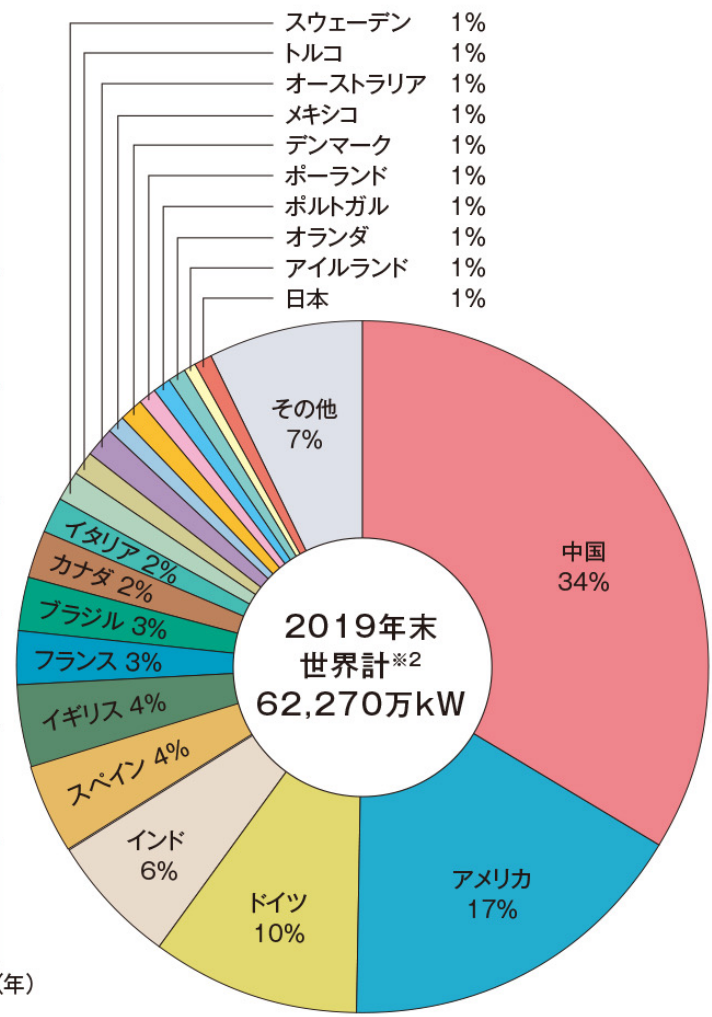
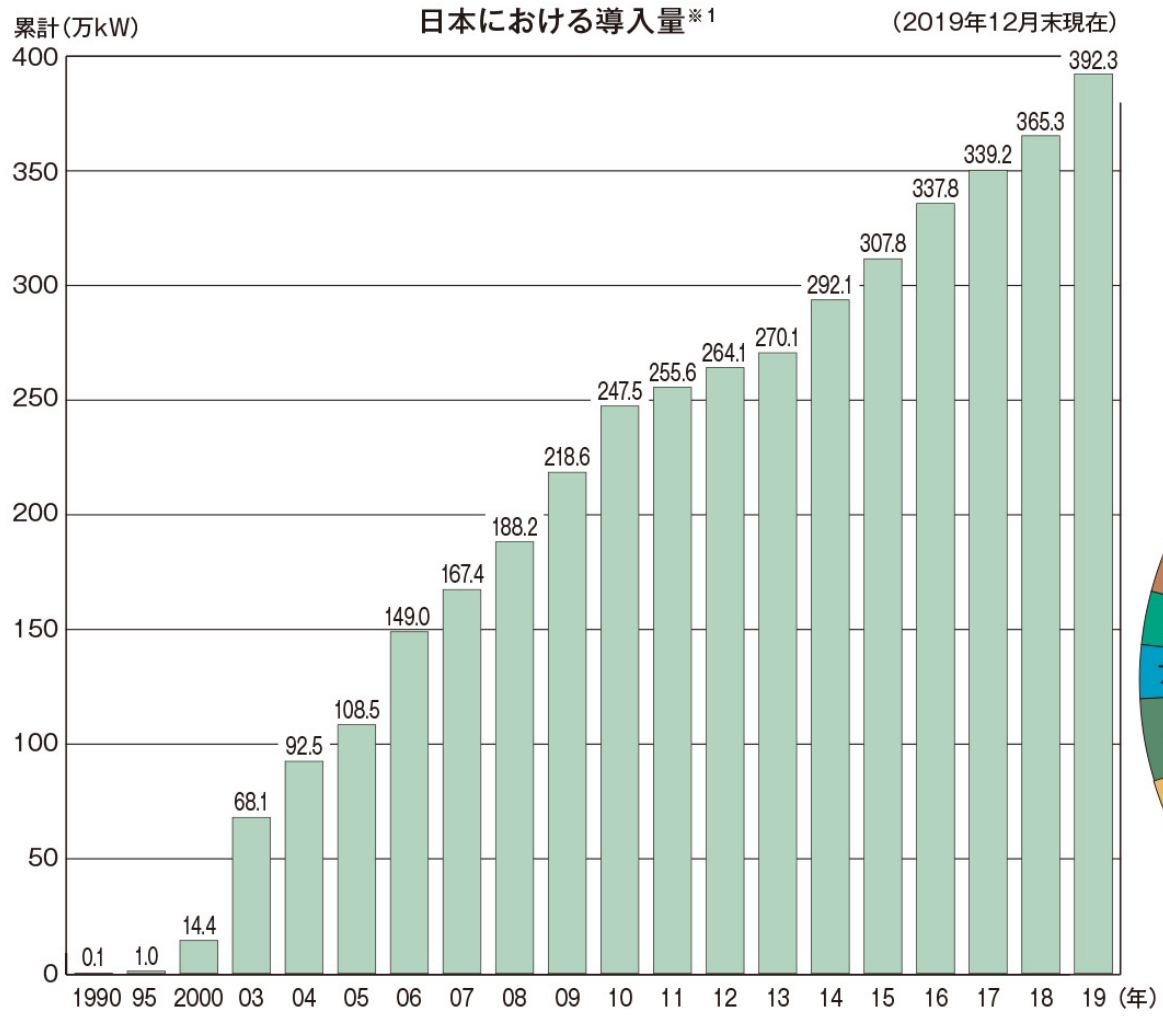
(注)四捨五入の関係で合計値が合わない場合がある

FIT: 固定価格買い取り制度

再生可能エネルギー源(太陽光、風力、水力、地熱、バイオマス)を用いて発電された電気を、国が定める固定価格で一定の期間電気事業者が調達を義務づけること。

出典:※1 資源エネルギー庁「エネルギー白書2021」、※2 Snap Analytics「Global Solar Capacity Report 2020」作成

新エネルギーへの期待 日本の風力発電導入量の推移



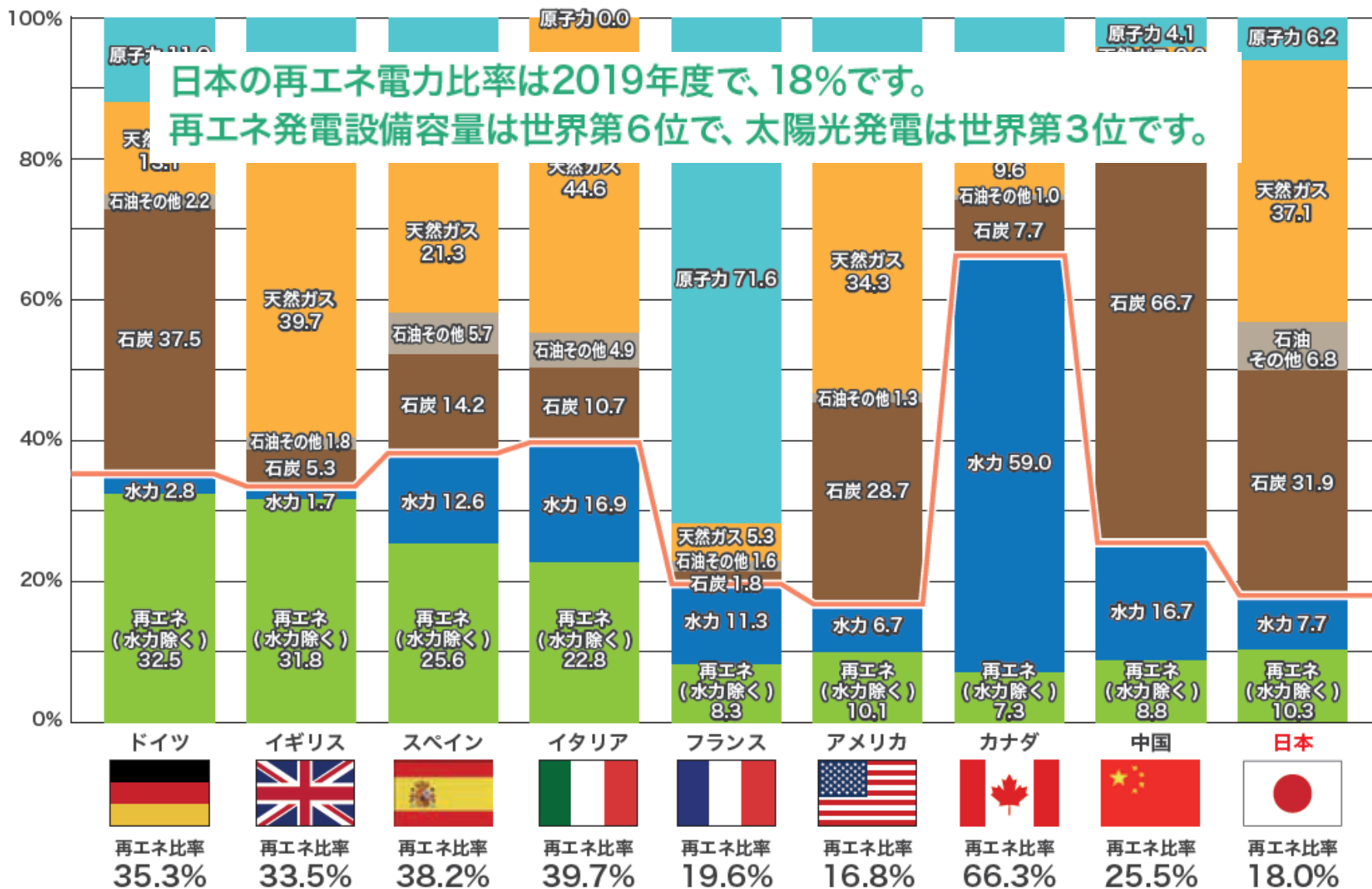
(注)四捨五入の関係で合計値が合わない場合がある

3-1-5

出典:※1 資源エネルギー庁「エネルギー白書2021」(2003年以前はNEDO、2004年度以降について日本風力発電協会より作成)
 ※2 IRENA (2020), Renewable Capacity Statistics 2020より作成

主要国の発電電力量に占める再エネ比率の比較

(発電電力量に占める割合)

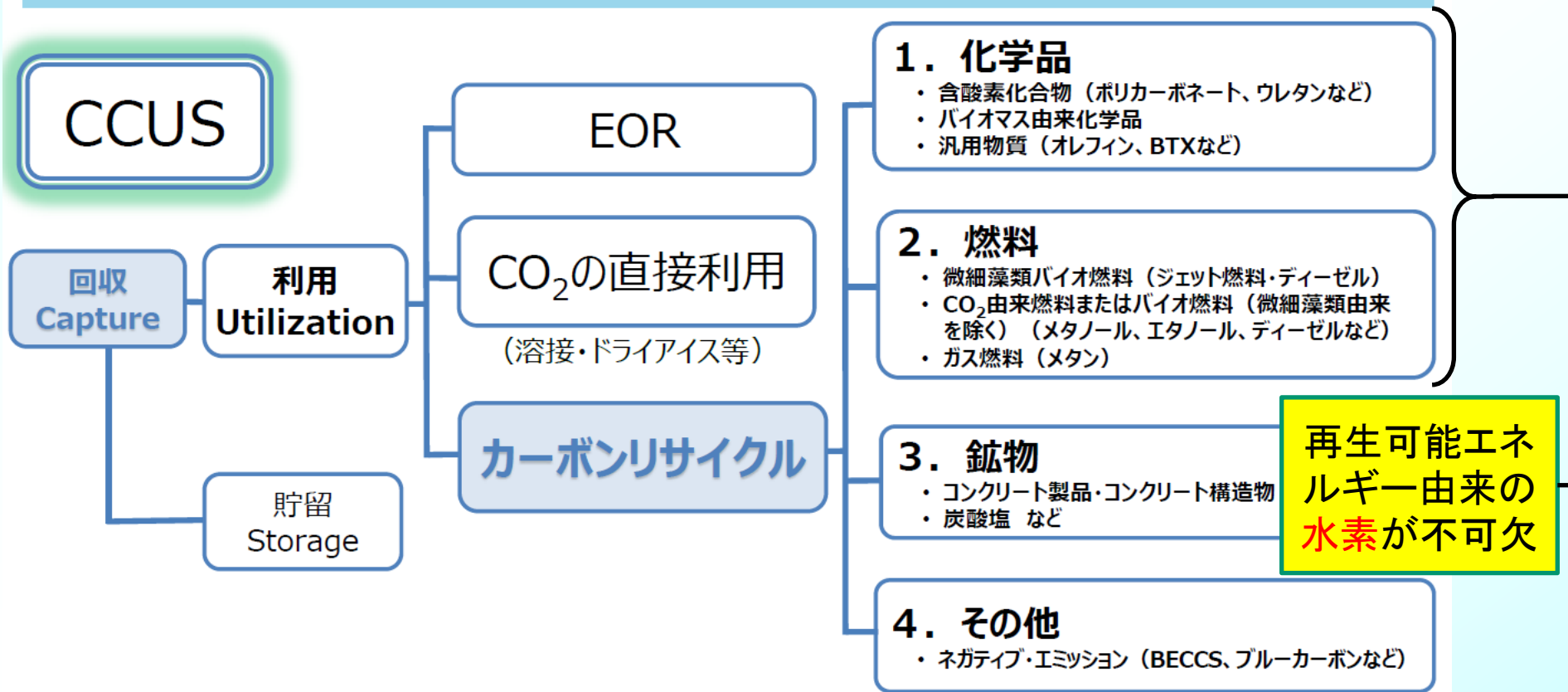


出典：IEA「Data Services」、各国公表情報より資源エネルギー庁作成

カーボンリサイクル

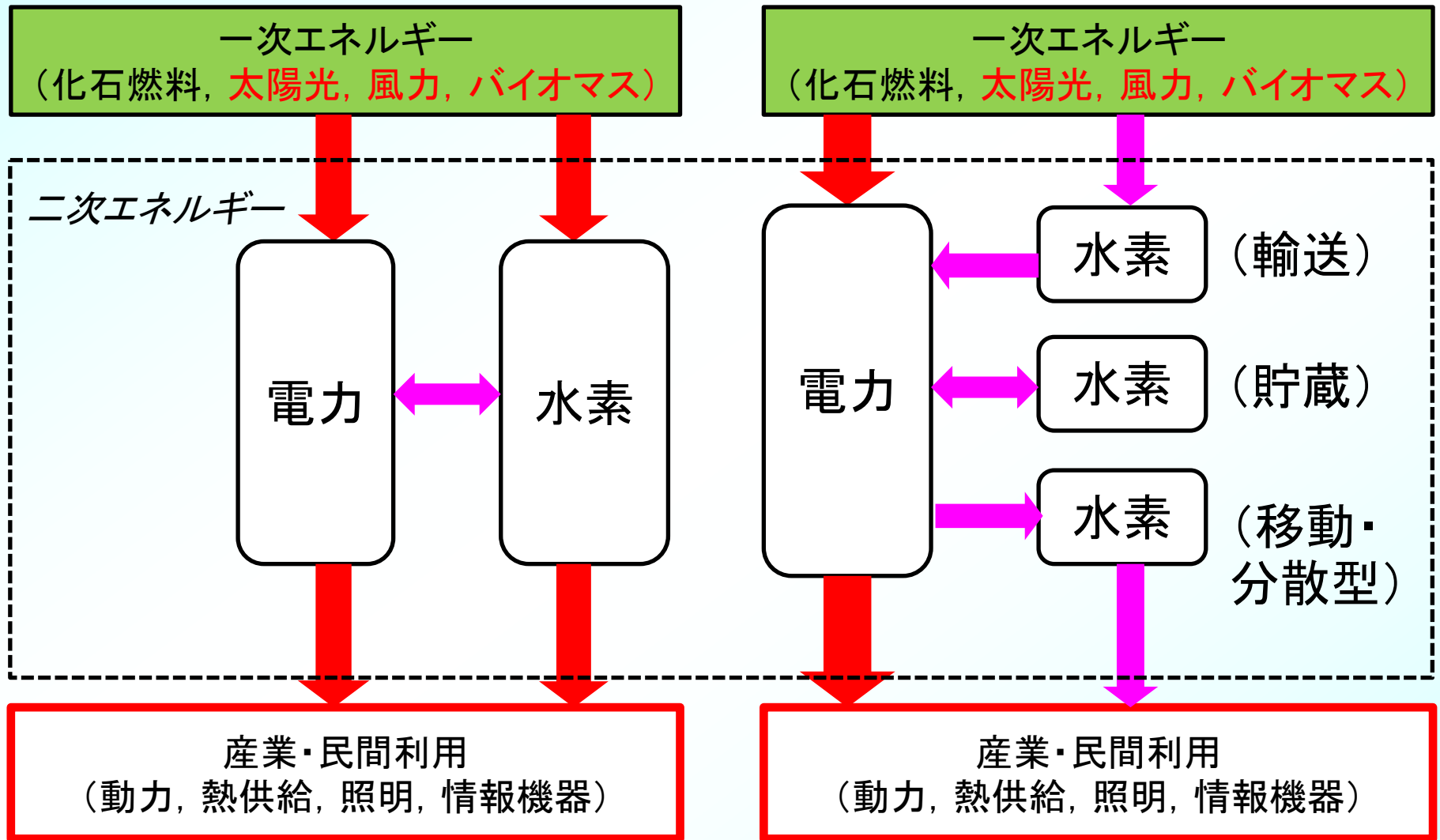
CCUS/カーボンリサイクル (Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage)

- 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再利用等とともに、大気中へのCO₂排出を抑制していく。
- カーボンリサイクルは、CO₂の利用（Utilization）について、世界の産学官連携の下で研究開発を進め、非連続的イノベーションを進める取り組み。
- 省エネルギー、再生可能エネルギー、CCSなどとともにカーボンリサイクルは鍵となる取り組みの一つ。





水素の役割(電力との共存, 互いの補完)





グレー, ブルー, グリーン(水素)

Hを制する(1)水素、緑も青も総力戦、投資33兆円超、コスト減競う

2021/5/3 日本経済新聞より

水素は製造過程で色分けされる

	製造方法	CO ₂	1キログラムあたりのコスト
グレー	天然ガスや石炭などから水素を取り出す	大気中に放出するため温暖化の原因に	1～2 ドル
ブルー	天然ガスや石炭などから水素を取り出す	回収・貯蔵することで排出を実質ゼロに	2～3 ドル
グリーン	水を再生可能エネルギーで電気分解して水素を生成	製造工程で発生しないため環境に優しい	2～9 ドル

二酸化炭素回収貯留
Carbon Capture
& Storage

(注)コストはブルームバーグNEF調べ、日米独中の数値

ブルーアンモニア, グリーンアンモニア

アンモニア製造: $2\text{N}_2 + 6\text{H}_2 \rightarrow 4\text{NH}_3$

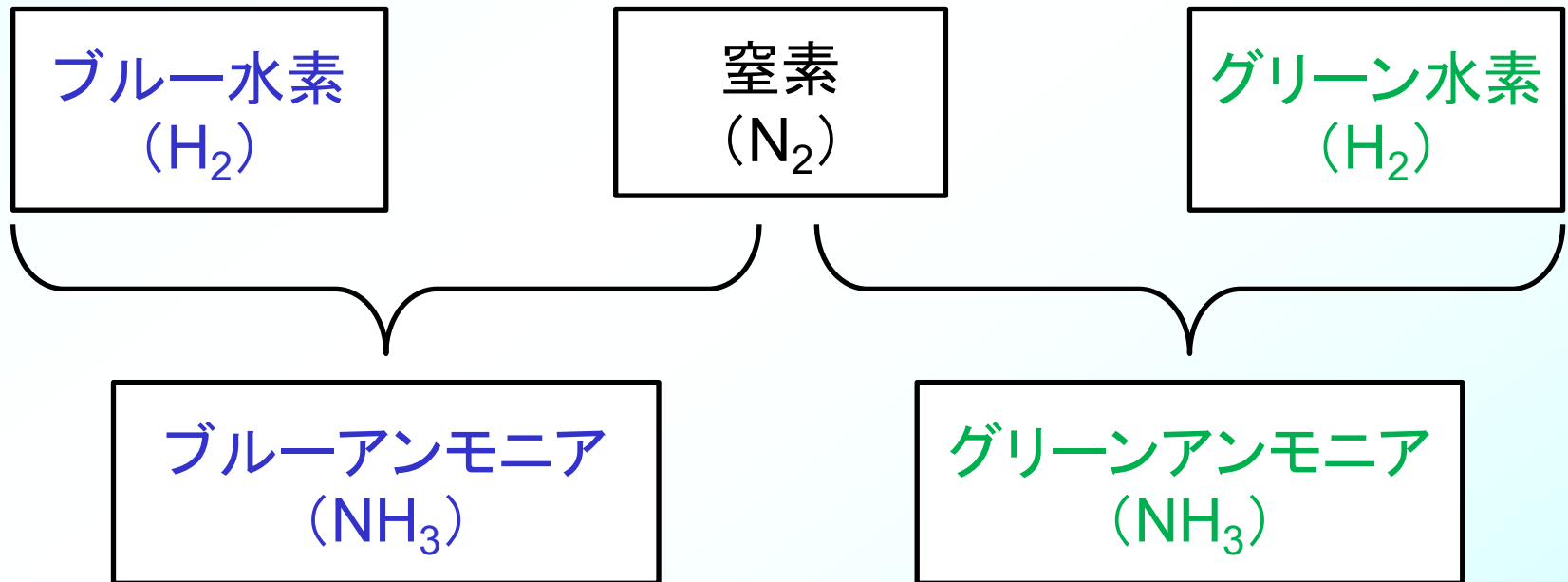
アンモニア燃焼: $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

総括反応: $6\text{H}_2 + 3\text{O}_2 \rightarrow 6\text{H}_2\text{O}$

H_2 の化学エネルギーを NH_3 に固定
 NH_3 の燃焼による熱エネルギー放出

化学エネルギーを担うのは水素(H_2)
 NH_3 は中間生成物, エネルギーキャリア.

アンモニア製造において:



地球および地域のための環境調和型高温エネルギー変換技術の開発



教授
成瀬 一郎*

准教授
義家 亮

准教授
植木 保昭*

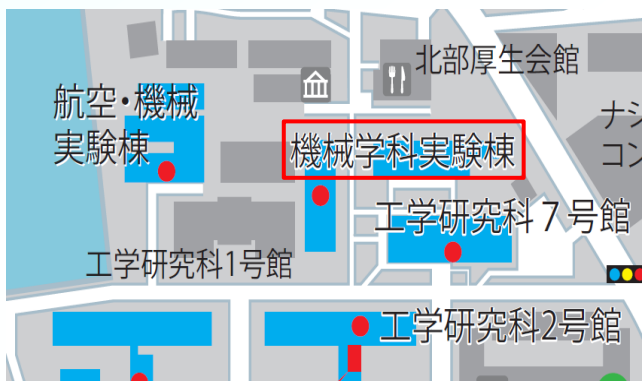
工学研究科 機械システム工学専攻 環境・エネルギー工学研究グループ

*未来材料・システム研究所と兼務

ホームページ: <http://www.mech.nagoya-u.ac.jp/naruse/>

連絡先: ichiro.naruse@mae.nagoya-u.ac.jp

地球環境の持続性担保, 地域における物質循環型社会の創成を具現化するためには, バイオマスを含む廃棄物や化石資源の低環境負荷型高効率利用の仕組みづくりが不可欠である。このため, 燃烧やガス化などの高温プロセスを利用した新たな環境調和型高効率エネルギー変換技術の開発とその機構解明に取り組んでいる。



主な研究開発項目

- 高効率エネルギー回収のための熱交換・熱利用技術
 - ・ 伝熱管表面組成の改質による灰付着・腐食の抑制効果の検討
- 充填層型反応器を用いたバイオマスガス化プロセスの高性能化
- 煙道ガス中気相水銀の分離回収プロセスの開発



高効率エネルギー回収のための熱交換・熱利用技術

廃棄物焼却炉内の伝熱管における灰付着機構

・スラッキング

溶融した灰粒子が炉壁に衝突付着

・ファウリング

揮発した低沸点無機物が伝熱面に堆積



熱交換率低下, ガス流路閉鎖, 伝熱管腐食

→ (蒸気タービンによる) 発電効率の低下



研究目的・内容

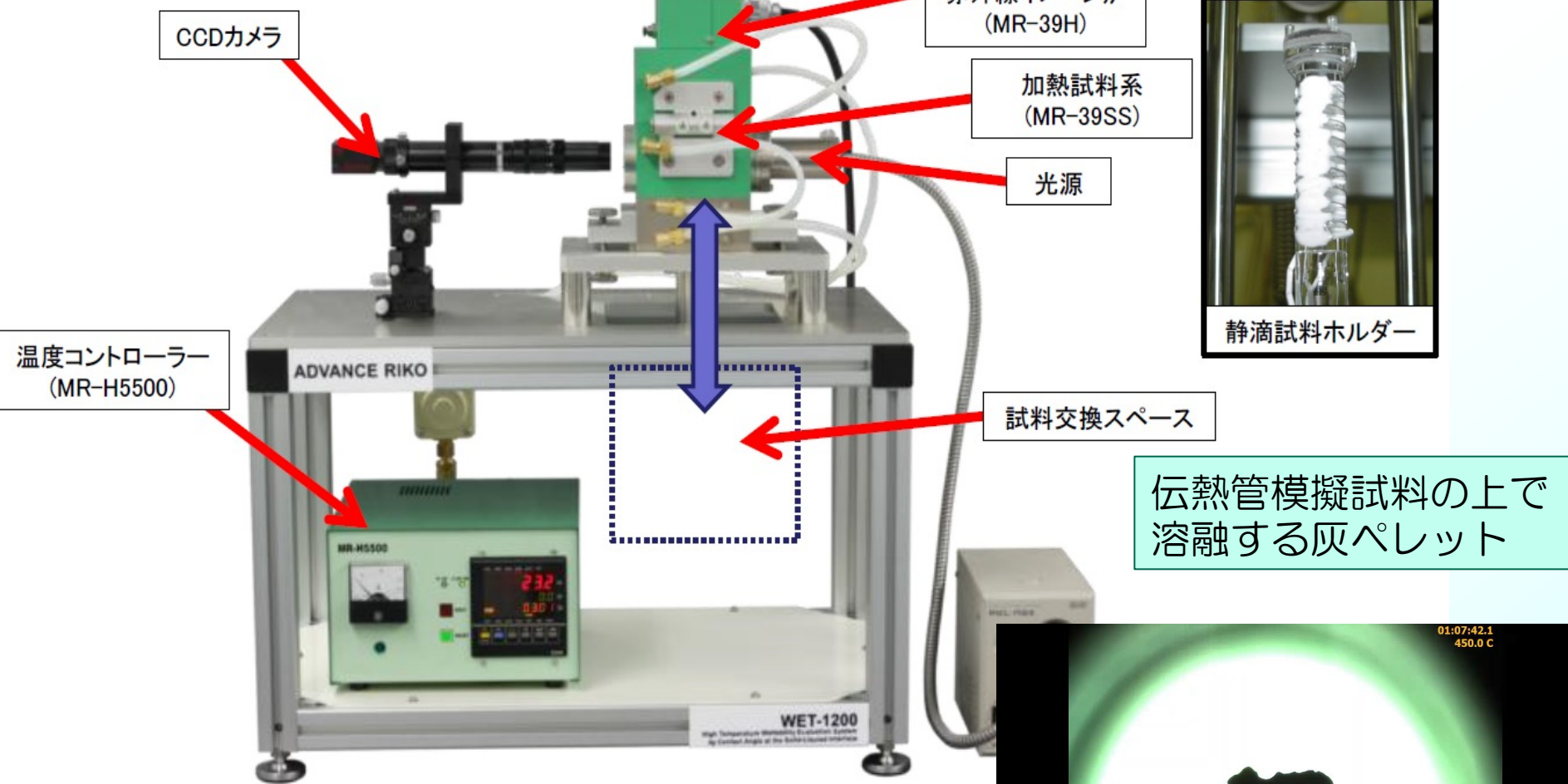


高温かつ腐食性のダーティガスに対応できる高効率・高耐久熱交換技術の開発
伝熱管表面組成の改質による灰付着・腐食の抑制効果の検討

(2019年度NEDOエネルギー・環境新技術先導研究プログラム採択課題)

高温場での焼却灰の溶融性および付着性に関する材料評価試験

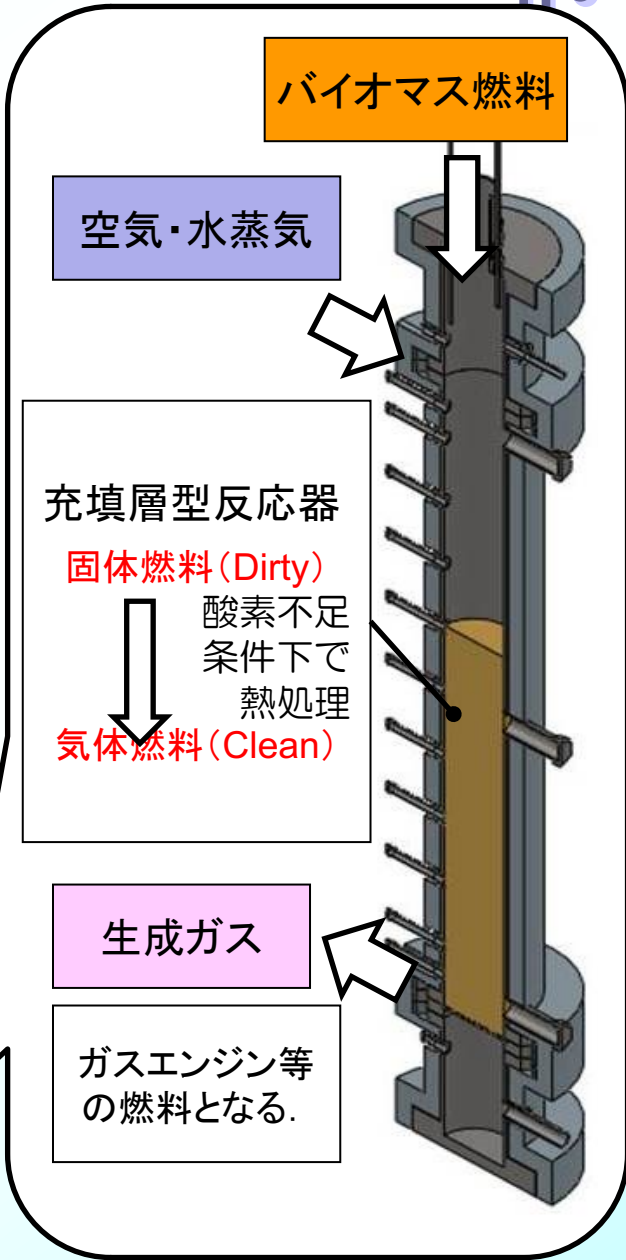
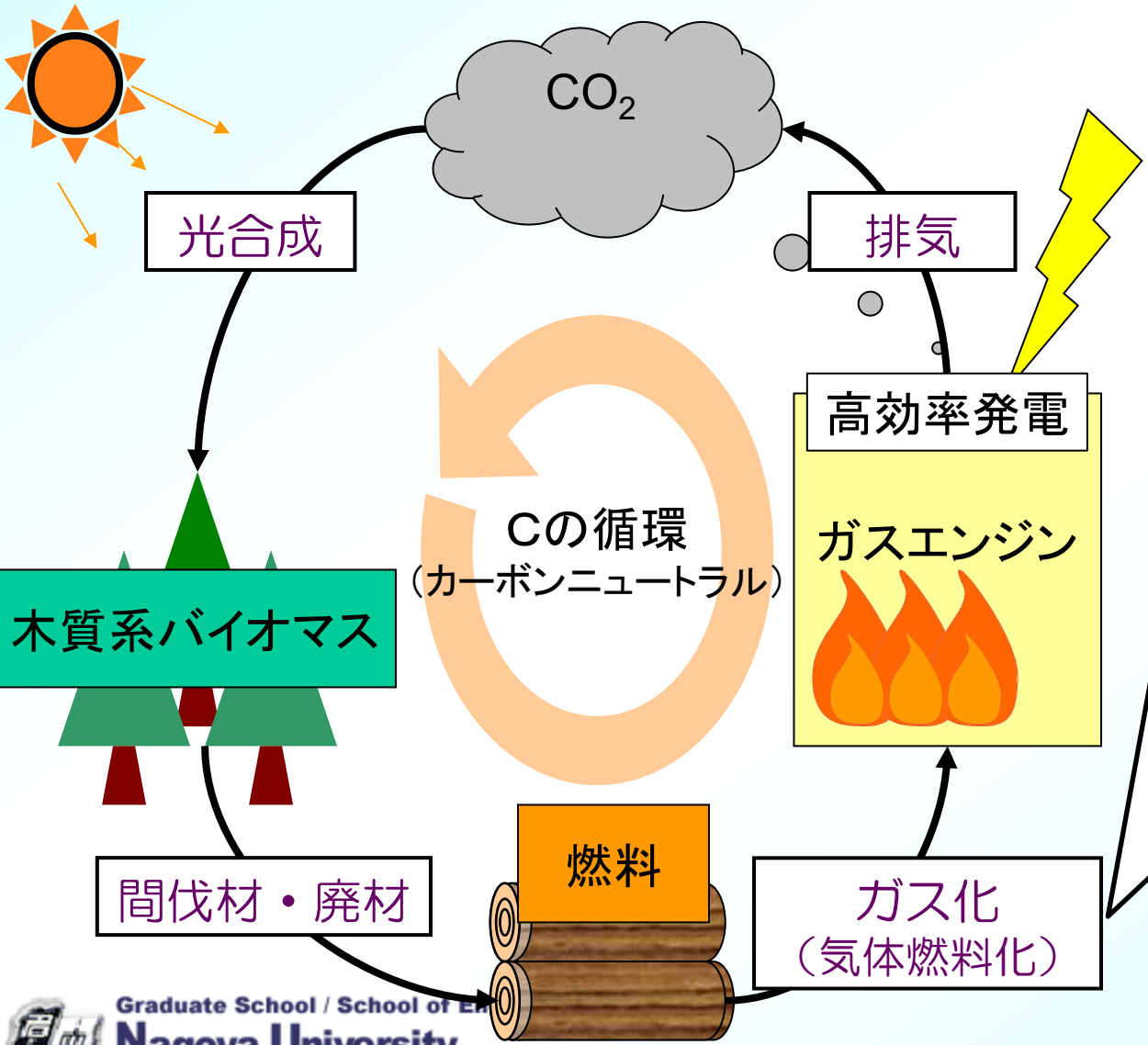
高温濡れ性試験装置 (WET-1200D)



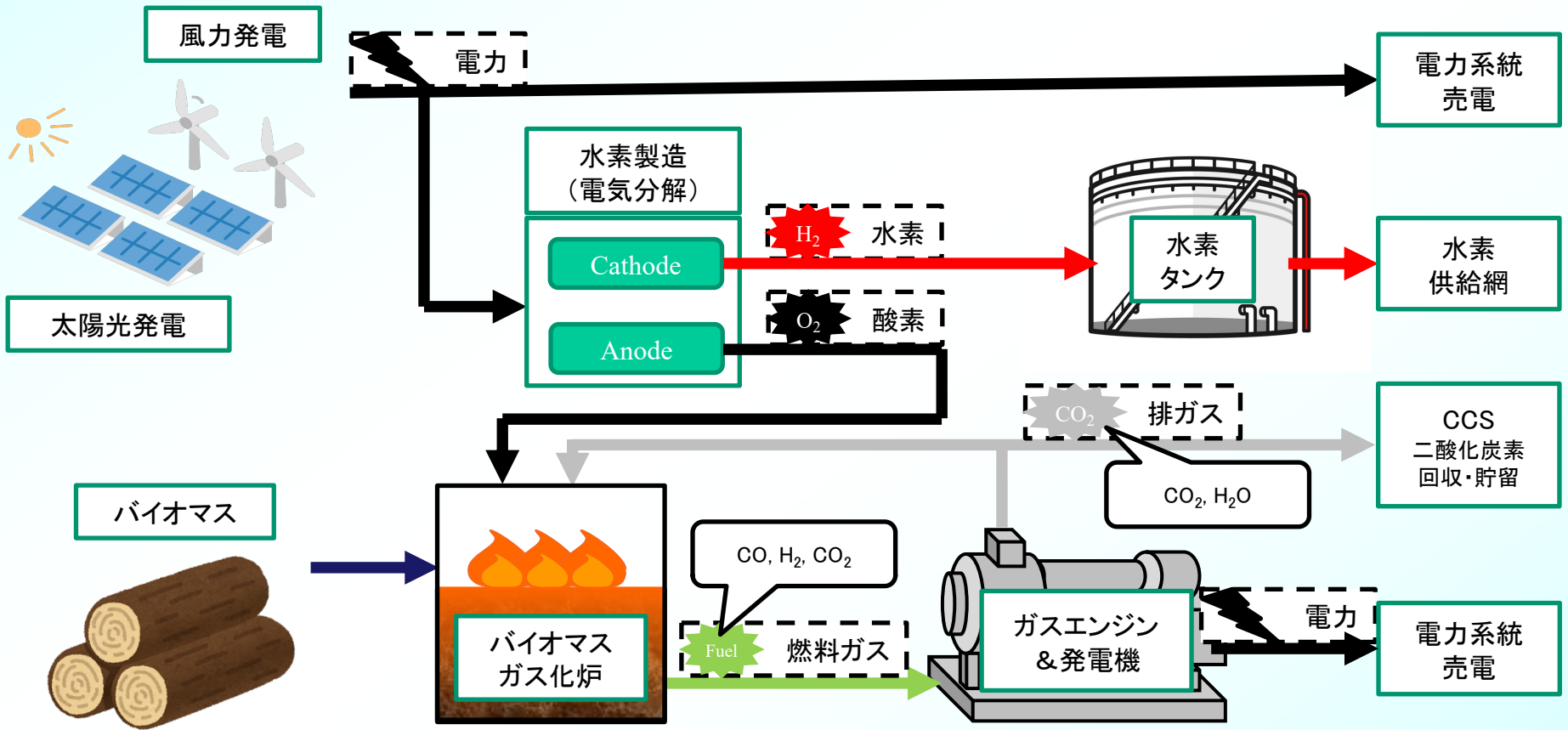
<https://showcase.ulvac.co.jp/ja/products/heat-treatment-and-thermal-properties/surface-science-related-equipment/hot-wettability-test-and-solid-liquid-indirect-antennae/wet-1200.html> 2022.12.23

充填層型反応器を用いたバイオマスガス化プロセスの高性能化

再生可能エネルギーとしてのバイオマス利用



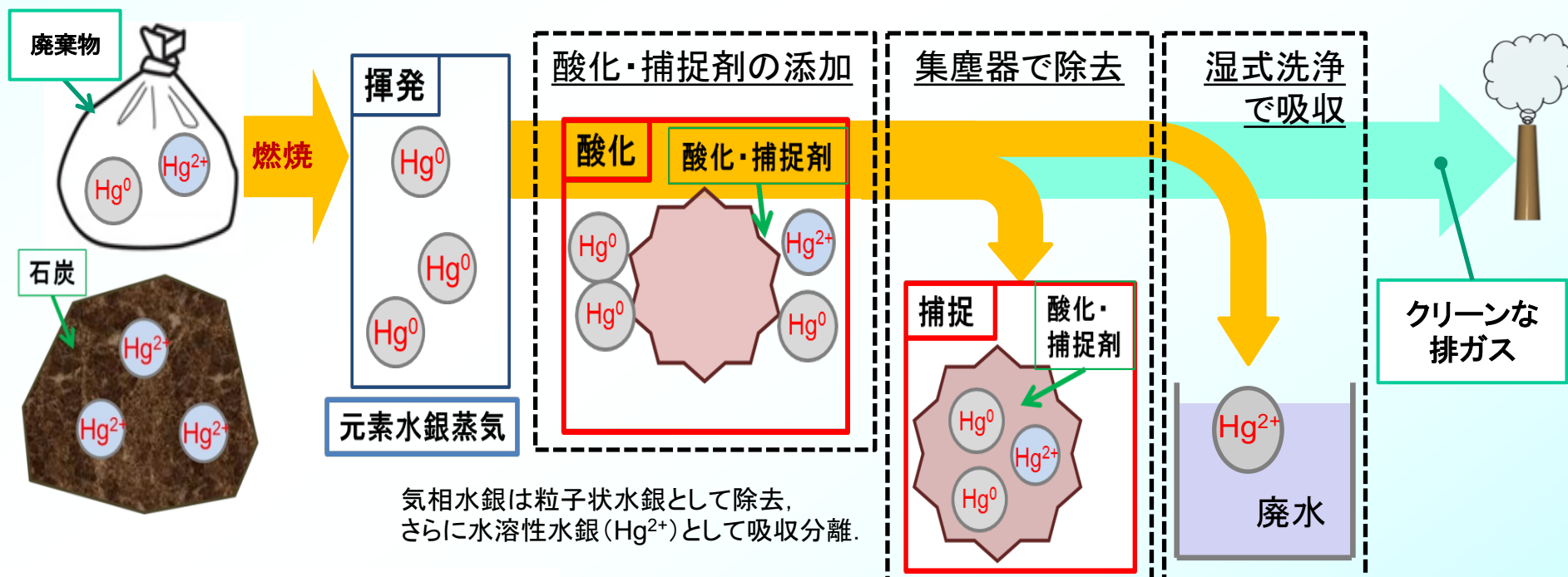
多様な再生可能エネルギーのネットワーク化の例



煙道ガス中気相水銀の分離回収プロセスの開発

世界の人為的発生源由来の総水銀排出量： 2220t/year
 そのうち化石燃料燃焼および廃棄物燃焼由来： 695t/year **※全体のおよそ30%**
 “UNEP Global Mercury Assessment 2018” より

燃焼プロセスからの水銀放出抑制・分離回収技術の開発が不可欠
 →**脱硝触媒の酸化・捕捉剤としての利用** (2019年度科研費基盤B採択課題)



「炭素税1万円でも成長」 環境省会議で試算

排出1トンあたり、経産省は企業負担を懸念

2021/6 /22 日本経済新聞 朝刊

(抜粋)

二酸化炭素(CO₂)排出に価格を付ける**カーボンプライシング**(CP)を巡り、環境省が開いた有識者会議で**排出1トンに約1万円**の**炭素税**をかけても税収を省エネ投資に回せば経済成長を阻害しないとの試算が示された。税額が増えるほど削減につながるが、経済の押し下げ効果も大きい。経済産業省は過度な負担は成長を阻みかねないと慎重な立場で、今後、政府内で調整を進める。

環境省は炭素税のほか、企業に排出枠上限を設けて不足分を売買する**排出量取引**も含め、強制的に削減を求める制度をめざす。省エネが進めば中長期でエネルギー購入費用などが減るうえ、脱炭素技術の輸出などで経済成長につながるとみる。今回の試算もCPが「経済成長に資する」ことの論拠の一つとする。



カーボンプライシング (CP)

二酸化炭素 (CO₂) 排出に価格を付けることにより、省エネや代替エネルギーへの転換を促す手法。

{炭素税}

- 石炭, 石油など炭素を含む化石燃料の消費に課す税金。
- 最終商品への価格転嫁が進みやすく企業から家庭まで幅広く排出削減努力を促す効果が期待できる。
- 低所得者の負担が重くなりやすい課題がある。

{排出量取引}

- 政府が企業などに排出上限を設定し対策を促す。
- 排出枠が余った分は企業間で取引できる。
- 確実に削減が見込める。
- 排出枠の価格高騰で企業の負担が重くなるリスクがある。



義家担当分：レポート課題

「二酸化炭素排出1トンあたりに炭素税1万円」について、高いか、安い、適切か、自分なりの考えを根拠とともに150字程度で述べてください。

根拠の例：

- 他国との比較
- 他の税制(揮発油税など)との比較
- 燃料価格に対する税率
- 排出権取引の市場価格との比較
- J-クレジットとの比較

- NUCT(機械・航空宇宙工学序論(2022年度春/金5)課題)で回答
- 締切 6月3日(金)10:00

