

日本の「火力の脱炭素化」政策の現状と問題点

アンモニア混焼・CCSによる石炭火力の継続ではなく
再エネ最重視、最優先・エネルギー自立へ

2022.3.15
アンモニア・IGCC・CCUSによる「火力の脱炭素化」政策は
何をもたらすのか

気候ネットワーク 浅岡美恵
mie478@mbox.kyoto-inet.or.jp

COP26 グラスゴー気候合意 世界は1.5°C 脱石炭へ

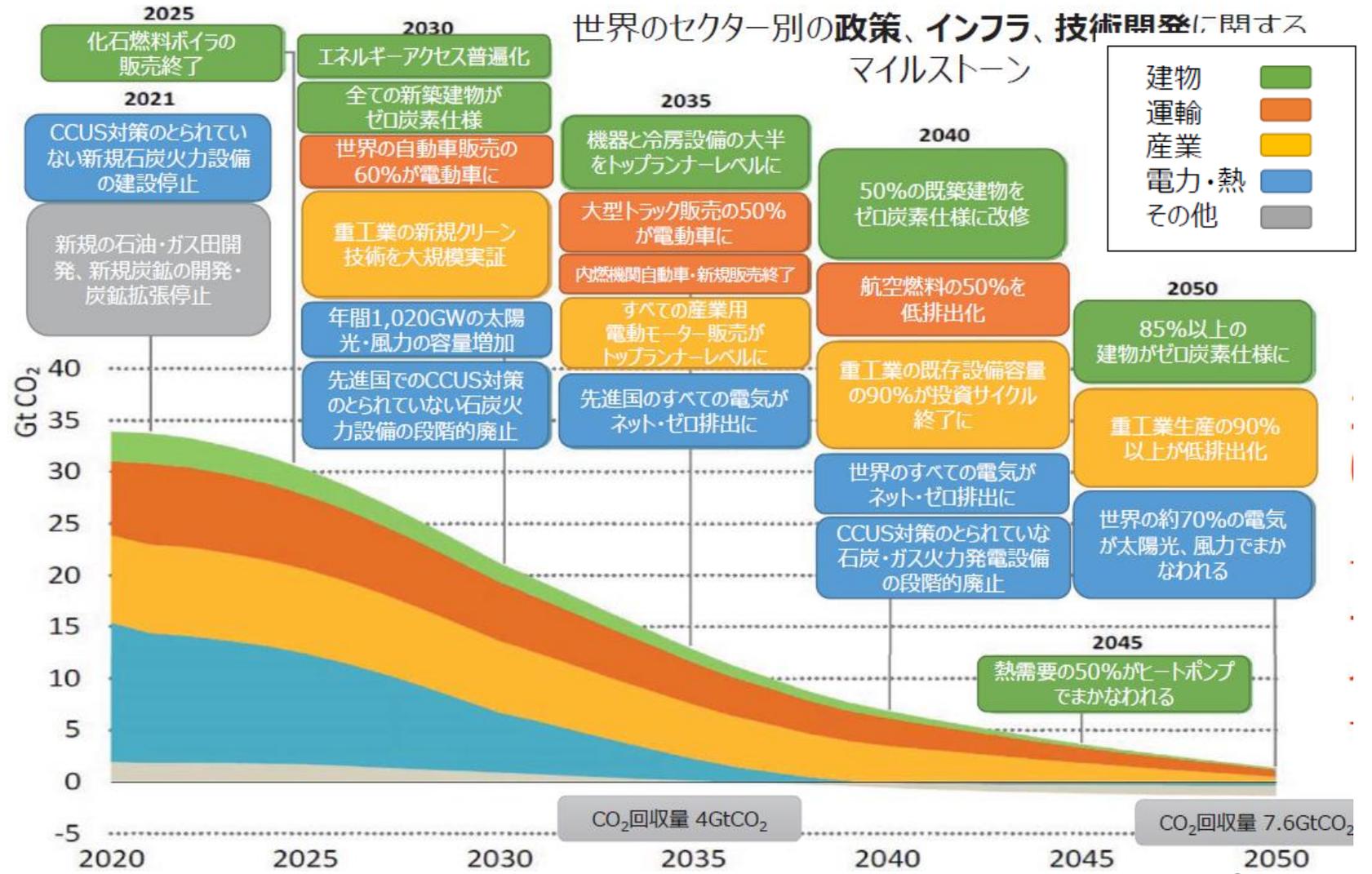
	第3回CMA（パリ協定締約国会議）カバー決定
前文	気候変動は人類共通の関心事。締約国は人権、健康の権利・・・を考慮すべき
科学と緊急性 (1)	利用可能な最良の科学が重要 影響は既にすべての地域で出現 この10年の取り組みが決定的に重要
(2)	残余のカーボンバジェットの急速な減少に警戒と懸念
排出削減対策 (1)	2°Cよりも影響がはるかに小さい1.5°Cに抑える努力を決意をもって追求 2030年までに2010年比45%、2050年実質ゼロにし、 決定的に重要な今後の10年の行動を加速
(2)	COP27で野心と実施拡大の行動計画を策定 各国に2022年末までに2030年目標を強化して提出
(3)	クリーン電力の急速な拡大、排出削減対策（CCUS付帯）の講じられていない石炭火力発電のフェーズダウン（段階的逡減）、非効率な化石燃料への公的支援のフェーズアウト（段階的廃止）の加速

IEA : 2050年ネットゼロに向けたセクター別ロードマップ (2021)

この10年の削減 石炭火力の廃止に重点

電力部門 (青色)

- 2021** CO2対策がとられていない新規石炭火力発電の建設停止
- 2030** 先進国でのCCUS対策のとられていない石炭火力発電の廃止
- 2035** 先進国のすべての電気がネットゼロ電源に
- 2040** 世界のすべての電気がネットゼロ電源に



エネルギー政策の方向性

主な戦略・スタンス

		経済効率性	安定供給	環境適合
米国	<p>安全、安価、安定、クリーンなエネルギー供給 国産資源の開発・活用を重視</p> <p>It is further in the national interest to ensure that the Nation's electricity is <u>affordable, reliable, safe, secure, and clean</u>, and that it can be produced from coal, natural gas, nuclear material, flowing water, and other domestic sources, including renewable sources. (Executive Order 13783: Promoting Energy Independence and Economic Growth, 2017)</p>	自国産エネルギーの開発による 低価格の実現 と 産業競争力強化	自国産エネルギーの開発による 安定供給の確保	きれいな空気と きれいな水を確保 クリーンな成長
中国	<p>クリーンで低炭素、安全で効率的なエネルギーシステムの構築 市場原理の活用によるエネルギーコストの低減、 自給率の維持によるエネルギー安全保障確保</p> <p>(第13次5か年計画, 2016)</p>	市場原理の活用による エネルギーコストの低減	エネルギー自給率 80%以上維持による エネルギー安全保障の確保	大気汚染物質 排出低減と エネルギーの低炭素化を進める
英国	<p>エネルギーの低炭素化を通じた経済成長 低炭素化を通じ、安価なエネルギー供給とエネルギー安全保障を実現</p> <p>The move to cleaner economic growth is one of the greatest industrial opportunities of our time. It will mean cleaner air, lower energy bills, greater economic security and a natural environment protected and enhanced for the future. (The Clean Growth Strategy, BEIS, 2017)</p>	エネルギーコスト 最小化を通じた 産業競争力の強化	多様で信頼できる エネルギーミックス を通じた 安定供給の確保	排出削減と成長を 両立させる クリーン成長を進める
ドイツ	<p>安定・環境適合的・経済効率的なエネルギー転換を進める</p> <p>The energy transition is Germany's avenue into a <u>secure, environmentally-friendly, and economically successful future</u>. (Making a success of the energy transition: On the road to a secure, clean and affordable energy supply, 2015)</p>	産業競争力維持のため、 安価なエネルギー供給を目指す	調整力確保や 電力輸出入による 安定供給の確保	再エネ導入拡大と エネルギー利用効率化による 気候変動対策
EU	<p>安定・持続可能・安価なエネルギー供給を目指す</p> <p>The goal of a resilient Energy Union with an ambitious climate policy at its core is to give EU consumers - households and businesses - <u>secure, sustainable, competitive and affordable energy</u>. (The energy union strategy, 2015)</p>	市場取引による競争を通じた 安価なエネルギー供給の実現	エネルギー源 多様化と 自給率向上を通じた 安定供給の確保	排出権取引・ 再エネ導入拡大による 脱炭素化

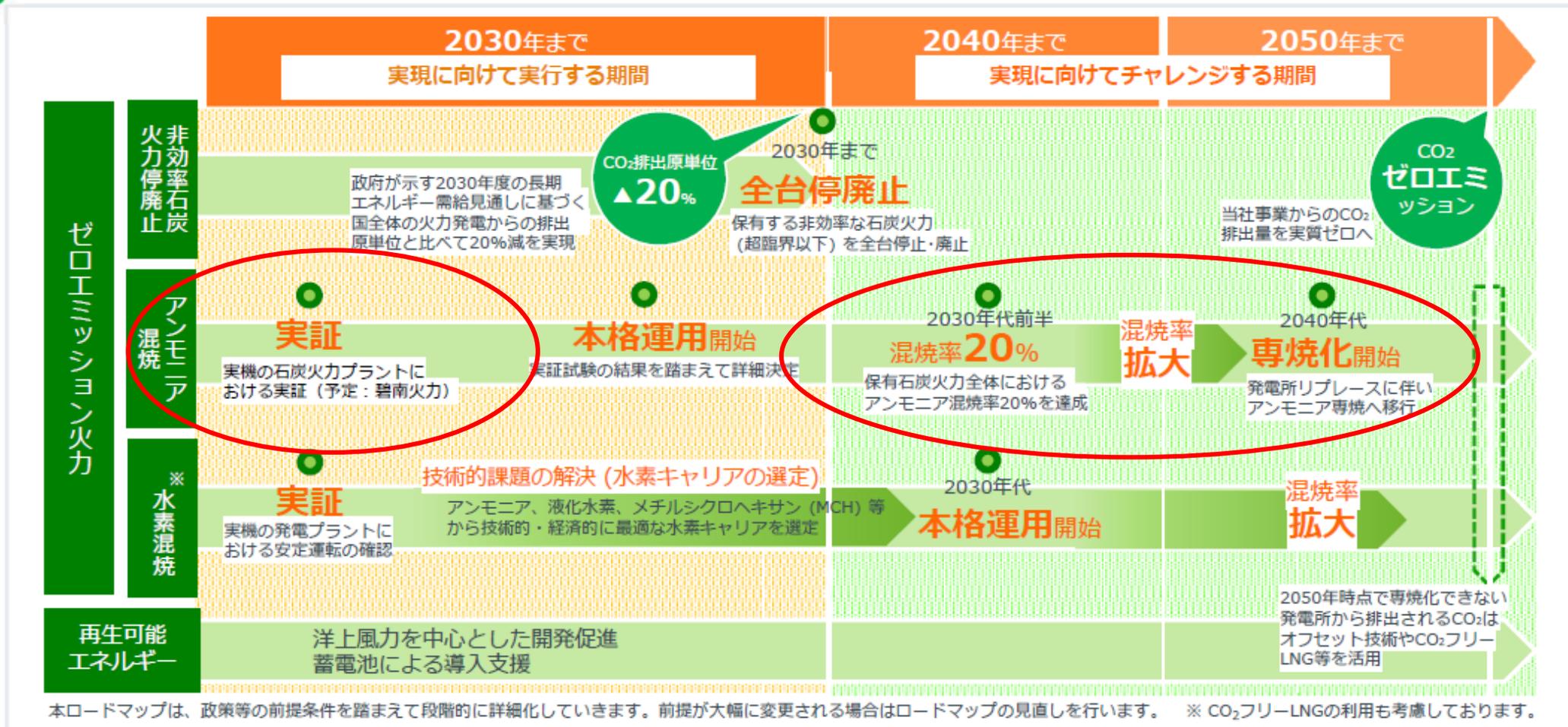
日本：石炭火力をベースに これからも輸入水素・アンモニア混焼で継続方針

2014	4		第4次エネルギー基本計画	2030年目標なし 石炭・原子力 ベースロード電源（第5次も）	
2015	6		長期エネルギー需給見通し	2030年13年比26% 石炭26% 再エネ22-24%	
2015	12		COP21 パリ協定1.5-2°C目標		
2016	4		石炭アセスについての大臣合意	石炭新設を推進	
2018	7		第5次エネルギー基本計画	全方位の複線シナリオ あらゆる選択肢を追求	高効率石炭 水素 CCS
2018	10		IPCC1.5°C特別報告		
2019	6		エネルギー長期戦略	2050年 あらゆる選択肢を追求	再エネ・原子力・水素・CCUS
2020	10	14	JERAゼロエミッション2050	アンモニア・水素混焼、専焼化も	アンモニア ・水素
2020	10	26	菅首相 2050年カーボンニュートラル宣言		
2020	12	25	経産省グリーン成長戦略	2050年暫定値 再エネ50~60%	原子力・火力+CCUS 30% 水素・アンモニア10%
2021	4	22	2030年目標引き上げ 2013年比46-50%		
2021	10	23	第6次エネルギー基本計画 長期エネルギー需給見通し	2030年 石炭19%、水素アンモニア1% 2050年 あらゆる選択肢	水素・アンモニア・CCUS
2021	11	13	COP26 グラスゴー気候合意「unabated」	石炭火力の段階的削減	
2022	1	17	岸田首相 所信表明	水素・アンモニア アジアの有志国と推進	
2022	3	1	省エネ法・高度化法・JOGMEC 法・電気事業法束ね法案	省エネ法/高度化法 グレーアンモニア・水素を非化石エネルギーとして推進 高度化法 CCUS推進 JOGMEC法 海外・国内グレーアンモニア・水素調達、CCUS債務保証 電気事業法 非効率石炭廃止 事前届出制	

JERA主導：石炭火力の延命に「火力の脱炭素化」水素・アンモニアを燃料に

JERAゼロエミッション2050 日本版ロードマップ

2020.10.14発表

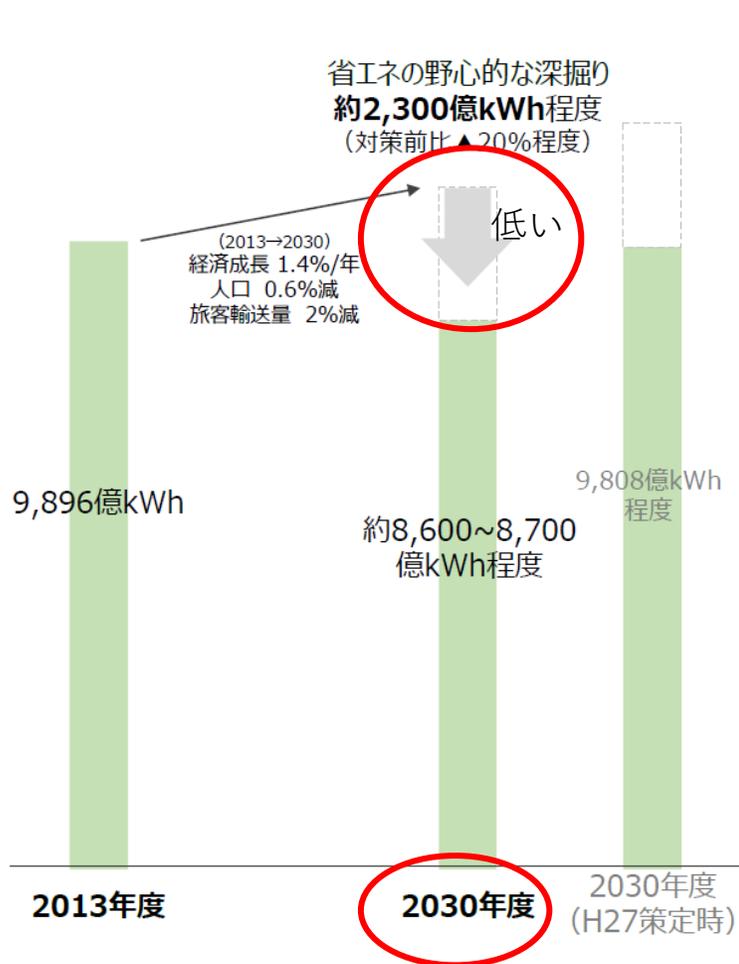


グリーンイノベーション基金(NEDO 2兆円)からJERA/IHI 279億円
 アンモニア高混焼微粉炭バーナー及びアンモニア専焼バーナーの開発と実装、
 アンモニア混焼率50%以上の混焼技術の確立と商業運転実施の可否の判断

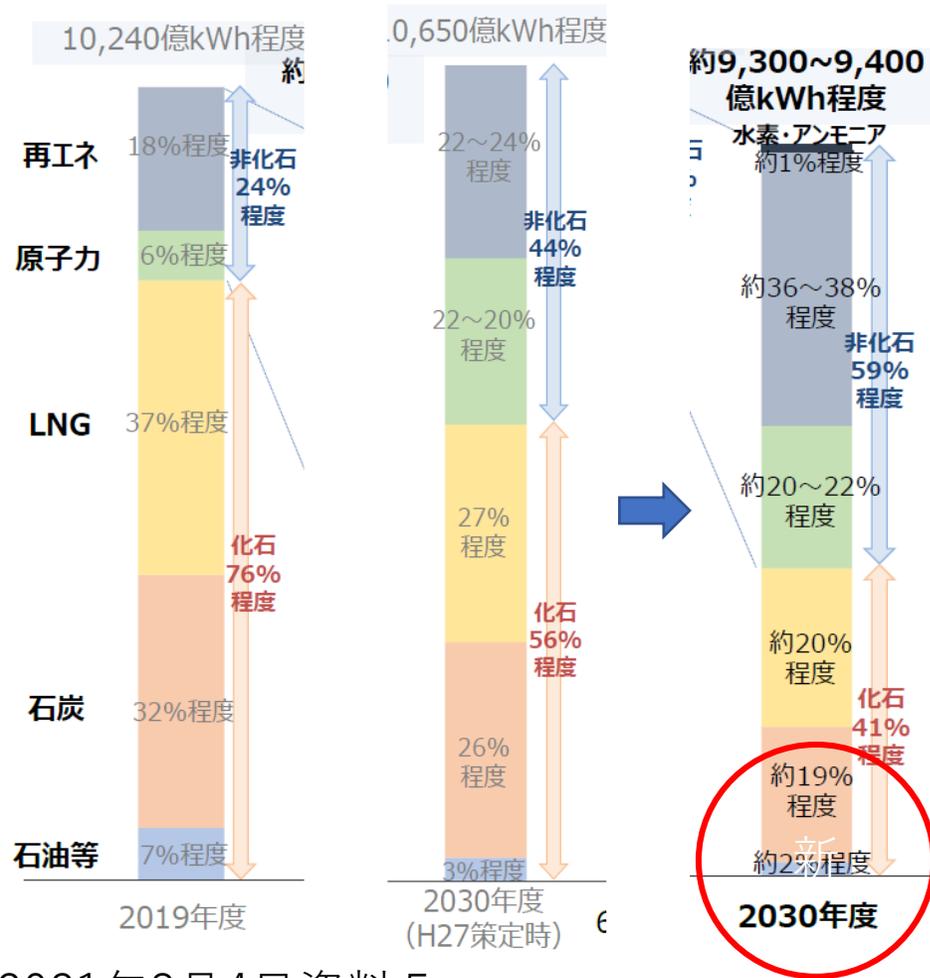
日本の「2050年カーボンニュートラル」とは 2050年再エネ（参考値）50～60%止まり。残りは原子力と「火力」？

「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」（経産省2020.12.25）

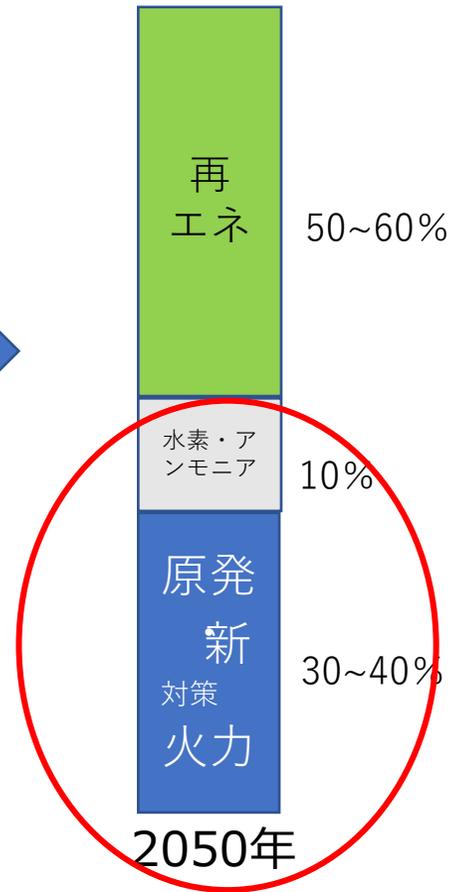
電力需要



電源構成



2050年 需要量？



第6次エネルギー基本計画におけるアンモニア、CCSの位置づけ

- 脱炭素型の火力発電への置き換えに向け、**アンモニア・水素等の脱炭素燃料**の混焼やCCUS/カーボンリサイクル等の火力発電からのCO₂排出を削減する措置（アベイジメント措置）の促進
- 具体的には、非効率な火力、特に非効率な石炭火力については、省エネ法の規制強化により最新鋭のUSC（超々臨界）並みの発電効率（事業者単位）をベンチマーク目標として設定する。その際、**アンモニア等について、発電効率の算定時に混焼分の控除**を認めることで、脱炭素化に向けた技術導入の促進につなげていく。
- 燃料アンモニアについても、各工程における高効率化に向けた技術開発や、**燃料アンモニア普及後には生産時に排出されるCO₂のより効率的な抑制を図るための技術開発及び環境整備を進めていく。**
- アンモニアの燃料としての利用を促すため、**燃料アンモニアの法制上の位置付けを明確化**する。さらに、燃料アンモニアの国際的な流通、活用に向け、**引き続き相当程度の石炭火力利用が見込まれる東南アジア等への混焼技術の展開**を行いつつ、燃料アンモニアの仕様や燃焼設備におけるNO_x排出基準の国際標準化も図る。

（第6次エネルギー基本計画 2021.10.22）

化石由来を前提の「脱炭素燃料」 ライフサイクルCO₂について言及なし 8

2022.3.1 省エネ法など一括改正法案提出 石炭火力+グレーアンモニア、CCSの推進を法制化へ

- **省エネ法（電力も）**
 - **目的変更** 非化石エネルギーの拡大
 - * 「非化石エネルギー」 = 化石エネルギー以外のすべて
グレー・ブラウンアンモニア、水素を含む
 - **定期報告・中長期計画報告で推進**
- **供給構造高度化法（供給側）**
 - 水素・アンモニアを非化石エネルギーに位置付け
 - CCS火力を位置づけ、利用促進
- **JOGMEC法（海外対応）**
 - 水素・アンモニアの製造・貯蔵の出資・債務保証
 - 海外・国内でのCCS事業、地層探査に出資
債務保証
- **電気事業法（非効率火力）**
 - 発電所の休廃止 事前届け出制に
早期退出に牽制も

2021.4.23 「石炭火力検討ワーキンググループ中間とりまとめ」
省エネ法の発電効率水準の算定において、当面は、グレー・ブラウンアンモニアの混焼分も、エネルギー消費量から除く。

改正事項①
（エネルギーの定義の見直し）

【改正事項①】現行省エネ法における「エネルギー」の定義

- 現行省エネ法においては、**化石燃料、化石燃料由来の熱・電気を「エネルギー」と定義し、合理的な使用（エネルギー消費原単位の改善）を求めている。**
- 今後、**非化石エネルギーについても使用の合理化を図るため、「エネルギー」の定義を見直す必要がある。**

燃料

- 原油及び揮発油（ガソリン）、重油、その他石油製品（ナフサ、灯油、軽油、石油アスファルト、石油コークス、石油ガス）
- 可燃性天然ガス
- 石炭及びコークス、その他石炭製品（コールタール、コークス炉ガス、高炉ガス、転炉ガス）であって、燃焼その他の用途（燃料電池による発電）に供するもの

熱

- 上記に示す燃料を熱源とする熱（蒸気、温水、冷水等）

※対象とならないもの
： 太陽熱及び地熱など、化石燃料を熱源としない熱のみであることが特定できる場合の熱

電気

- 上記に示す燃料を起源とする電気

※対象とならないもの
： 太陽光発電、風力発電、廃棄物発電など、化石燃料を起源としない電気のみであることが特定できる場合の電気（自営線による供給又は自己託送契約による供給）

（参考）現行省エネ法定期報告書において「燃料」から除外されているものの例
副生ガス、副生油（原料からのものを除く）、黒液、廃タイヤ、廃プラスチック、不純アルコール、タールピッチ、油脂ピッチ、動植物油、脂肪酸ピッチ、廃油（再生重油を含む）、廃材、木屑、コーヒー粕、廃アルコール、水素、RDF（廃棄物固形燃料）、バイオマス由来燃料、アンモニア（予定）

9

15

石炭火力混焼を念頭においた燃料アンモニア利用ポテンシャル（試算結果）

大手電力の石炭火力

アンモニアポテンシャル



※フェードアウト量は非効率火力削減計画における各社の想定値をベースに概算

	設備容量（基数）	発電量※	20%混焼 相当発電量 〔アンモニア 相当量※〕
A.最大ポテンシャル	約2,550万kW（40基程度）	約1,600億kWh	約300億kWh（1,100万t）
B.USCのみ	約1,850万kW（25機程度）	約1,100億kWh	約200億kWh（750万t）
C.2030年時点経年 20年未済に混焼	約920万kW（10基程度）	約550億kWh	約120億kWh（400万t）

燃料アンモニア導入官民協議会中間報告（2021.2）

現在の世界全体のアンモニア貿易量2000万トン

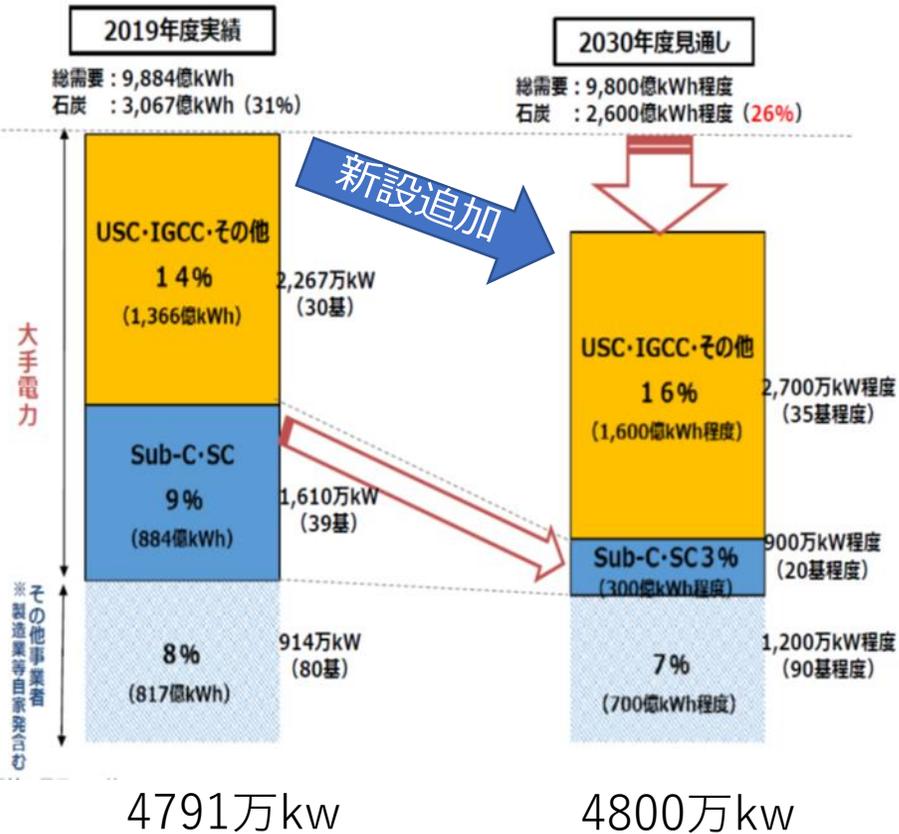
※2030年には国内で年間300万トン（水素換算で約50万トン）、2050年には国内で年間3000万トン（水素換算で約500万トン）のアンモニア需要を想定する。
 ※発電量は2021年度発電コスト検証WGにおける石炭火力設備利用率70%を引用し機械的に算出。
 ※実際の設備利用率および発電効率に応じ、発電量およびアンモニア相当量は変動することに留意が必要。
 ※混焼割合を増加させる場合は、アンモニア貯蔵タンク設置スペースなど「A.最大ポテンシャル」への影響の精査が必要。

日本の石炭火力発電所

2030年目標を13年比26%⇒46%減（石炭26%⇒19%）の対策？

2021年4月9日石炭WG資料に加筆

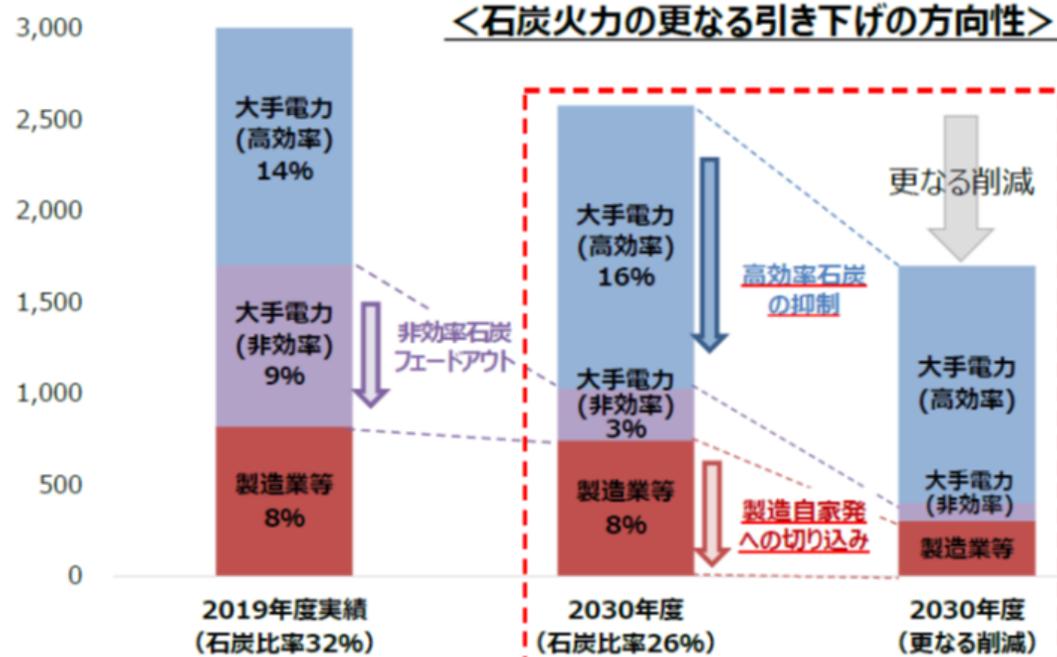
2021年7月13日基本政策分科会



新規火力700万kw増



[億kWh]



2600億kWh⇒1900億kWh

図に数字なし。電力排出係数の改定もなし
非効率石炭フェードアウト計画は不明

✓ 10万kWの石炭火力自家発電力を系統からの購入に切り替えると年間約100億円増※
※料金の差分を約14円/kWhと設定

製造業の自家発電削減による国際競争力の低下

パリ協定発効後の大型石炭火力発電所新設

日本の特殊事情

これからも石炭火力発電所の新設が続く

非効率石炭の早期退出も抑制

- ・ 気候目標との整合性？
- ・ 経済合理性は？

* IEA：先進国は2030年までに石炭火力を廃止へ

都道府県	企業名/運営会社	名称	設備容量(万kW)	運転開始年(予定年)
広島	大崎クールジェン	大崎クールジェン	16.6	2017
長崎	九州電力	松浦2号機	100.0	2019
秋田	東北電力	能代3号機	60.0	2020
広島	電源開発	竹原新1号機	60.0	2020
茨城	鹿島パワー	鹿島火力2号機	64.5	2020
福島	勿来 IGCC パワー	IGCC勿来発電所	54.0	2021
茨城	常陸那珂ジェネレーション	常陸那珂1号機	65.0	2021
福島	広野 IGCC パワー	IGCC広野	54.0	2021
兵庫	コベルコパワー神戸第二	神戸発電所新1号機	65.0	2021年度
愛知	JERA	武豊火力5号機	107.0	2022年度
島根	中国電力	三隅2号機	100.0	2022年
兵庫	コベルコパワー神戸第二	神戸新2号機	65.0	2022年度
愛媛	四国電力	西条新1号機	50.0	2023
神奈川	JERA	横須賀火力新1号機	65.0	2023
神奈川	JERA	横須賀新2号機	65.0	2024
長崎	電源開発	松島2号機IGCC改造	50.0	2026年度

CCS付帯なし

石炭火力発電所 なお、新設中 1.5℃目標と整合せず

設備容量(万kW)

6000
5000
4000
3000
2000
1000
0

1959 1962 1965 1968 1971 1974 1977 1980 1983 1986 1989 1992 1995 1998 2001 2004 2007 2010 2013 2016 2019 2022 2025 2028 2031 2034 2037 2040 2043 2046 2049 2052 2055

40年で廃止の場合

Sub-C新規

Sub-C

USC

USC

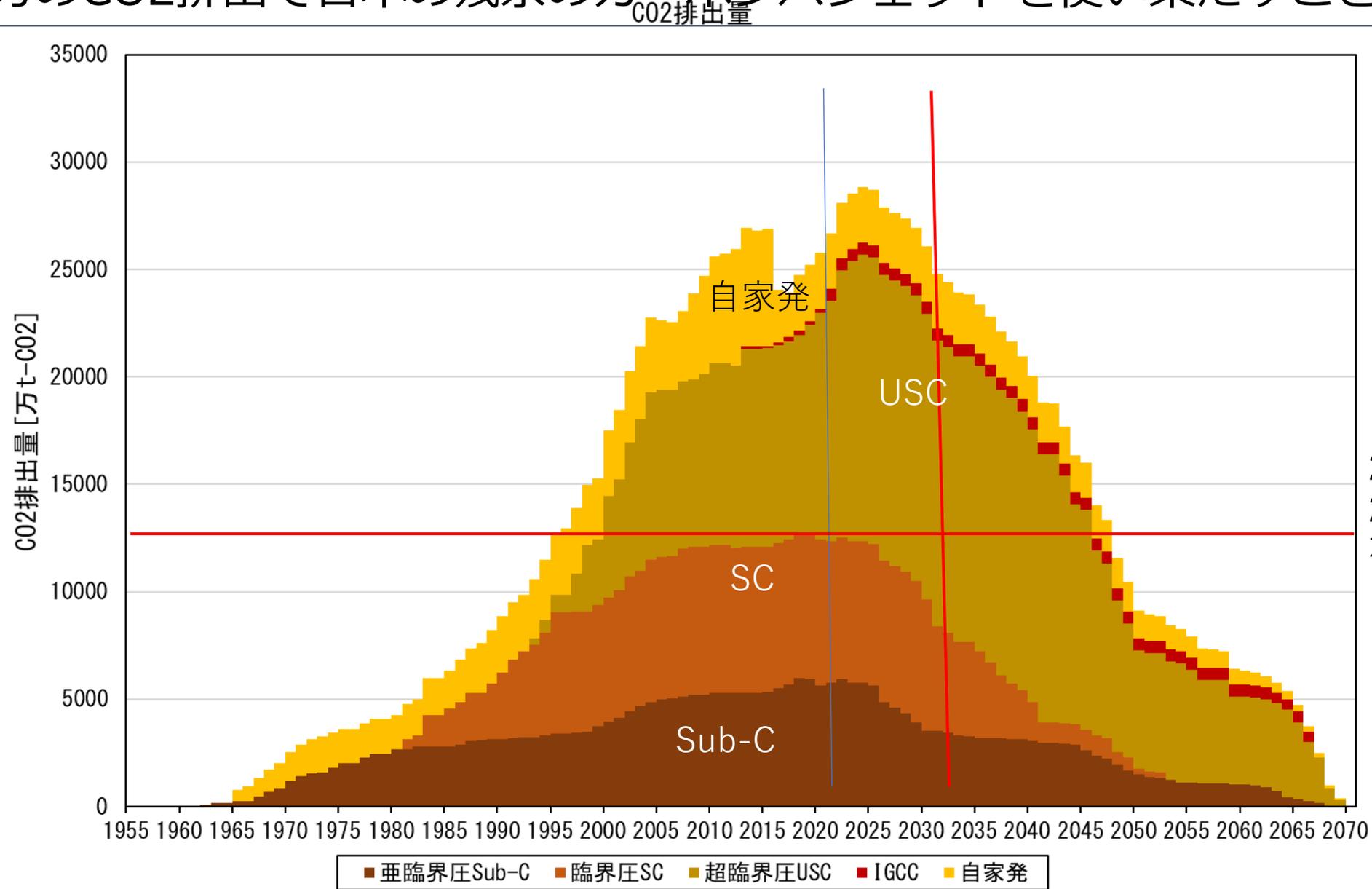
USC&IGCC新規

エネルギーミックス
2030年

石炭19%
H・Am 1%

2050年参考値
原子力+火力
30%~40%
H・Am 10%

石炭火力発電所CO2 40年・70%稼働・発電方式別排出量見通し（自家発を含む）
 1.5℃目標と整合せず（石炭火力CO2排出量 年2億6000万トン/2019年）
 石炭火力のCO2排出で日本の残余のカーボンバジェットを使い果たすことに



2030年GHG
 2013年比46%減
 石炭火力19%

ドイツ：国の残余のカーボンバジェット量が訴訟における議論の前提に ドイツ憲法裁判所決定(2021.3.24) 2030年55%削減は不十分との根拠

- ドイツの残余カーボンバジェットから、気候変動法に定める2030年までの各セクターの排出量は、2030年までにほぼ使い果たされる。その後には10億tも残されていない・・・

- **ドイツ一国のCO₂残予算**
世界の人口割で (1.1%) (232・233)

- 将来の自由の制約の進路は、現在の許容排出量で定められる。将来の自由に対する影響については、**進路を変えることができる現時点で、**バランスのとれたものにしなければならない。(192)

- **日本の場合 世界の1.6% (65億トン程度)**



決定後のドイツ政府の改正法案提出
迅速な対応

2030年目標 1990年比55%
⇒65%

2040年目標 同88%削減
ネットゼロ年を2045年に引き上げ

「削減対策がとられている (abated)石炭火力」とはCCUS付帯 IEA : 2050年ネットゼロに向けたセクター別ロードマップ

* 排出削減対策がとられている石炭火力 = CCUSを備えた石炭火力

IEA 2050年ネットゼロシナリオ (p 193)

The definitions for fuels and sectors are in Annex C. Common abbreviations used in the tables include: EJ = exajoules; CAAGR = compound average annual growth rate; CCUS = carbon capture, utilisation and storage. Consumption of fossil fuels in facilities without CCUS are classified as "unabated".

* IEAシナリオにおけるアンモニア

削減シナリオでの寄与はほとんどなし

P119 (図3.13)

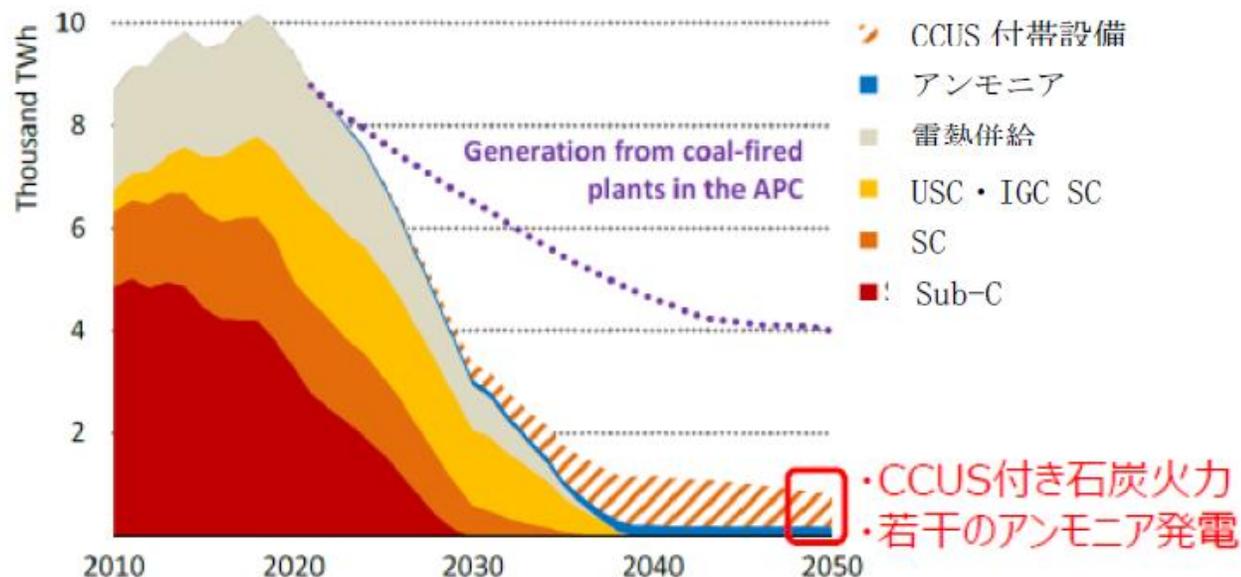
* OECD輸出ルール CCUS付帯が前提

OECD, "Agreement to limit support for coal related transaction"

図 3.13

石炭火力発電電力量 (技術別)

(世界全体)



石炭火力は2020年の世界のエネルギー起源CO2の27%を占め、亜臨界石炭火力は2030年までに、CCUSを備えないすべての石炭火力は2040年までに廃止される。

註：アンモニアは石炭火力プラントでの混焼及び専焼を含む。

COP26グラスゴーで

04.11.2021

GLOBAL COAL TO CLEAN POWER TRANSITION STATEMENT

石炭からクリーンな電力
への移行声明

ベトナム、インドネシア、
フィリピン、シンガポール、
韓国、ポーランドなど
46ヶ国が署名

アンモニア混焼の仲間となる
有志のアジア各国とは？

2021.11.2 岸田首相演説



既存の火力発電をゼロエミッション化し、活用することも必要です。日本は、「アジア・エネルギー・トランジション・イニシアティブ」を通じ、化石火力を、アンモニア、水素などのゼロエミ火力に転換するため、1億ドル規模の先導的な事業を展開します。

2020.1.17 通常国会所信表明演説でも、
水素・アンモニア アジア各国と共に主導していく

JERA アンモニアの長期契約へ 国際競争入札 2027～40年 50万t/年 (2022.2.18プレスリリース)

<主要条件>

買主	JERA
供給期間	2027年度から2040年代までの長期契約
数量	最大50万トン/年
引渡条件	FOB
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・原則としてアンモニア製造時のCO₂は発生しない、もしくは回収・貯留されていること ・JERAに製造プロジェクトへの参画機会があること

当社は受領した提案を評価し、本年5月頃までに複数社を選定の上、具体的な協議を進めてまいります。

碧南4、5号機？
横須賀火力？ 武豊火力？

プレスリリース

[TOP](#) / [プレスリリース](#) / [2022](#) / 燃料アンモニアの調達に向けた国際競争入札の実施について

燃料アンモニアの調達に向けた国際競争入札の実施について

2022/02/18

株式会社JERAは、燃料アンモニアの調達に向けた国際競争入札を行うこととし、本日、入札条件を記載した提案依頼書を30社に対して送付いたしました。

当社は「JERAゼロエミッション2050」を掲げ、2050年時点で国内外の事業から排出されるCO₂の実質ゼロに挑戦しています。火力発電についてはよりグリーンな燃料の導入を進め、発電時にCO₂を排出しない「ゼロエミッション火力」を追求しています。

この一環として、碧南火力発電所では、燃料アンモニアの利用に向けた実証事業に取り組んでおり、2020年代後半には、4号機において、燃料の20%をアンモニアに転換することを目指しています。実証事業の順調な進捗を受け、並行して燃料アンモニアの調達先を検討することとし、次の内容を主要条件とする国際競争入札を実施することとしました。

主要条件>

買主	JERA
供給期間	2027年度から2040年代までの長期契約
数量	最大50万トン/年
引渡条件	FOB
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・原則としてアンモニア製造時のCO₂は発生しない、もしくは回収・貯留されていること ・JERAに製造プロジェクトへの参画機会があること

当社は受領した提案を評価し、本年5月頃までに複数社を選定の上、具体的な協議を進めてまいります。

当社は今後とも、脱炭素技術の開発に主体的に取り組むとともに、経済合理性を確保すべく努力を重ねていくことで、エネルギーの脱炭素化に貢献してまいります。また、国内ユーティリティとの連携により商流を拡大することで、燃料アンモニアを含むグリーン燃料のサプライチェーンの構築、拡大に努めてまいります。

エネ庁のアンモニア混焼・専焼の2018年コスト試算。2030年、50年は？

【課題②】安価かつ大規模な水素・アンモニア調達 -コスト構造-

	水素発電 (2020年時点試算)	アンモニア発電 (2018年時点試算)
製造	海外水素製造 (天然ガス+CO ₂ 販売 (EOR用途)) 11.5円/Nm³	海外水素製造 (天然ガス+CO ₂ 販売 (EOR用途)) 11.5円/Nm³ (=201ドル/トン) 海外アンモニア製造 4.3円/Nm³ (=76ドル/トン)
輸送	水素輸入 (ローリー輸送+液化+積荷+海上輸送) 162円/Nm³	アンモニア輸入 (積荷+海上輸送) 2.3円/Nm³ (=40ドル/トン)
発電	水素発電機 7万~9万円/kW	アンモニア専焼設備 46万円/kW (参考) アンモニア混焼設備 29万円/kW
発電コスト	専焼 97.3円/kWh (参考) 10%LNG火力混焼 20.9円/kWh	専焼 23.5円/kWh (参考) 20%石炭火力混焼 12.9円/kWh

エネ庁における2018年時点のアンモニア発電コスト試算

アンモニア20%混焼
12.9円/kWh

アンモニア専焼
23.5円/kWh

(出典)

- 水素輸送コスト：事業者ヒアリングに基づき試算
- 水素発電機コスト：富士経済「2020年版水素利用市場の将来展望」水素ガスタービン発電
- 水素発電コスト：発電コスト検証WGより試算

(出典)

- アンモニア製造・輸送コスト：日本エネルギー経済研究所 SIP「CCS・EOR技術を軸としたCO₂フリーアンモニアの事業性評価」をもとに資源エネルギー庁試算
- アンモニア混焼、発電コスト価格：電源開発SIP「火力発電燃料としてのCO₂フリーアンモニアサプライチェーンの技術検討」
- アンモニア専焼、発電コスト：事業者へのヒアリング等をもとに資源エネルギー庁試算 64

(基本政策分科会
2020.12.21資料)

石炭火力 + 「非化石」 グレーアンモニア + CCSの不都合な真実

- **アンモニア混焼・専焼、IGCC、CCSによるCO2排出削減の実態は？**
- **パリ協定・グラスゴー合意1.5°C目標との整合性は？**
- **CCSの潜在力、実現可能性は？**
- **水素・アンモニア・CCSの経済性？**
- **海外調達、海外依存のエネルギー安全保障上のリスク**
- **アジアにアンモニア混焼の需要は？**

日本に根強い「再エネへの懸念」

- 電力供給力は？ **電力自給へ再エネ拡大。エネルギー自立へ**
- 変動性再エネへの対応？ **対応策は多様・柔軟に**
- 発電所建設コストの「投資回収」 **長期的視点で損失を総合的に最小化**

TransitionZero レポート「石炭新技術と日本」

(<https://www.transitionzero.org/reports/advanced-coal-in-japan-japanese>)