

# アンモニア混焼・石炭火力発電は 「CO<sub>2</sub>の出ない火力」?

2023年10月5日  
気候ネットワーク 伊東 宏  
tokyo@kiconet.org

# 2050年における電源構成にかかる議論

イノベーションが必要な電源

火力 水素・アンモニア

- **燃焼時に炭素を出さず**、調整力、慣性力の利点を持つ一方で、**大規模発電に向けた技術確立、コスト低減、供給量の確保**が課題。今からガス火力、**石炭火力への混焼**を進め、**需要・供給量を高め安定したサプライチェーンを構築にも取り組む**。
- **産業・運輸需要との競合**も踏まえつつ、**カーボンフリー電源**として一定規模の活用を目指す。水素基本戦略で将来の発電向けに必要な**調達量が500～1000万トン**とされていることを踏まえ、水素・アンモニアで**2050年の発電電力量の約1割前後**を賄うことを今後議論を深めて行くにあたっての参考値(※2)としてはどうか。

※2:政府目標として定めたものではなく、今後議論を深めて行くための一つの目安・選択肢。今後、複数のシナリオを検討していく上で、まず検討を加えることになるもの。

## (2) 新技術（アンモニア混焼・水素混焼）の取扱い

こうした点を踏まえて、アンモニア混焼や水素混焼についても、バイオマス・副生物混焼と同様の算定式で評価する。なお、当面は、技術開発・普及の観点からアンモニアや水素がカーボンフリーかどうか（非化石エネルギー由来又は化石燃料由来）については問わないが、将来的な扱いについては、今後実態を踏まえながら検討する。

「石炭火力検討ワーキンググループ中間取りまとめ概要」（エネ庁）（2021/4/23）

## 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

### <主要条件>

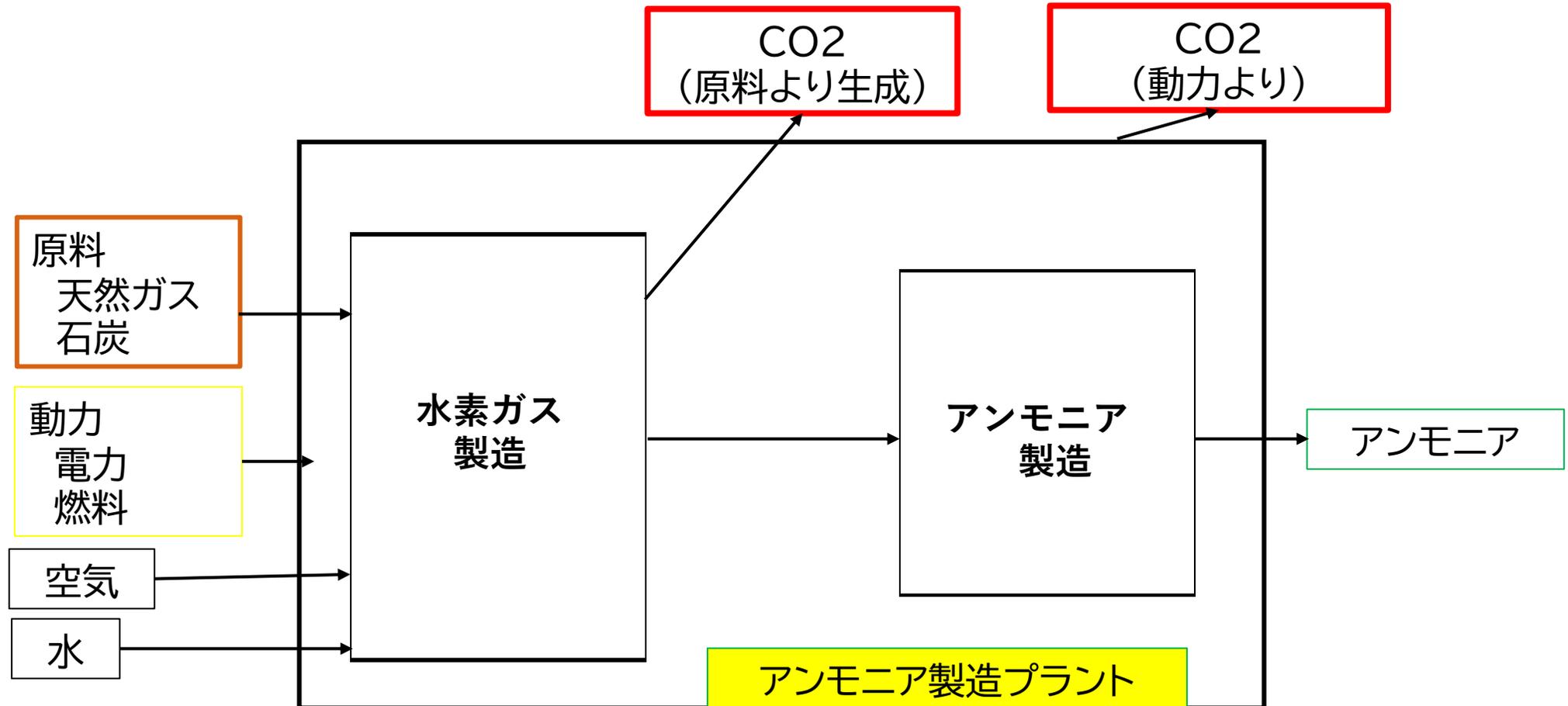
買主	JERA
供給期間	2027年度から2040年代までの長期契約
数量	最大50万トン/年
引渡条件	FOB
その他	<ul style="list-style-type: none"><li>・<u>原則としてアンモニア製造時のCO<sub>2</sub>は発生しない、もしくは回収・貯留されていること</u></li><li>・JERAに製造プロジェクトへの参画機会があること</li></ul>

現状の排出量や削減の道筋に触れていない  
定量的な扱いがされていない

# アンモニア製造プラントのダイアグラム

アンモニアは、天然資源ではなく、「製品」

原料は、現状では、天然ガスや石炭などの炭素と水素を含む化石燃料



昨年9月、「燃料アンモニア・サプライチェーン官民タスクフォース」が、  
 「燃料アンモニアの供給コスト分析について(中間とりまとめ)」を公表。

「アンモニア製造プラントの原燃料は天然ガス」。

前提条件				
1	NH3能力	1,000,000	t-NH3/y	
2	NH3生産量	3,000	t-NH3/d	
3	操業日数	333	d/y	
4	設備利用率	100	%	8,000時間
5	プロセス	第2世代~O2-ATR法		
6	原燃料	NG(天然ガス)		
7	原単位	9.0 Gcal /t-NH3	HHV	
		0.697 t-NG /t-NH3	HHV	
8	NG投入量	2,090	t-NG/d	

「燃料アンモニア・サプライチェーン官民タスクフォース 中間とりまとめ」(エネ庁)  
 計算シート(中東1-1)(2022/9/28)より

原燃料ガス組成・発熱量・CO2排出量		
組成(mol%)	CH <sub>4</sub> :93.9%, C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> : 4.2%	
発熱量(HHV)	MJ/kg	54.1
発熱量(LHV)	MJ/kg	48.8
平均分子量(MW)	kg/kmol	16.8
CO2排出量	t-CO2/t-NG	2.72

1トンのアンモニア製造



0.697トンの天然ガスを使用

CO2回収			
総排出量原単位	1.9	t-CO2/t-NH3	原燃料投入
回収量	3,975	t-CO2/d	SynGasのみ
	1,324,947	t-CO2/y	
回収率	70%	総排出量に対する	

このアンモニア製造プラントでは、1トンのアンモニア製造に対して、1.9トンのCO2ガスが生成。  
CCSなどで、70%を回収しても、0.57トンのCO2を大気中に排出

排出CO2量 0.57 t-CO2/t-NH3

# アンモニア混焼のケーススタディ

## モデル石炭火力発電所

発電容量	100万	kW	
熱効率	41	%	USC
設備利用率	70	%	
高位発熱量	26.08	GJ/トン	石炭
CO2排出係数	2.323	トンCO2/トン石炭	
高位発熱量	22.4	GJ/トン	アンモニア

モデル石炭火力発電所でのアンモニア混焼時の年間CO2排出量を推定  
\*混焼により熱効率は変わらない

## アンモニア混焼ケース

年間発電電力量		億kWh	61.3			
混合比率	石炭	(%)	100	80	50	0
(熱量比)	アンモニア	(%)	0	20	50	100
年間消費量	石炭	万トン	206	165	103	0
	アンモニア	万トン	0	48	120	240
年間CO2排出量		万トンCO2	480	384	240	0

# アンモニア混焼のケーススタディ

## モデル石炭火力発電所

発電容量	100万	kW	
熱効率	41	%	USC
設備利用率	70	%	ふつう
高位発熱量	26.08	GJ/トン	石炭
CO2排出係数	2.323	トンCO2/トン石炭	
高位発熱量	22.4	GJ/トン	アンモニア
製造時の排出	A	トンCO2/トンアンモニア	

モデル石炭火力発電所でのアンモニア混焼時の年間CO2排出量を推定  
 \*混焼により熱効率は変わらない

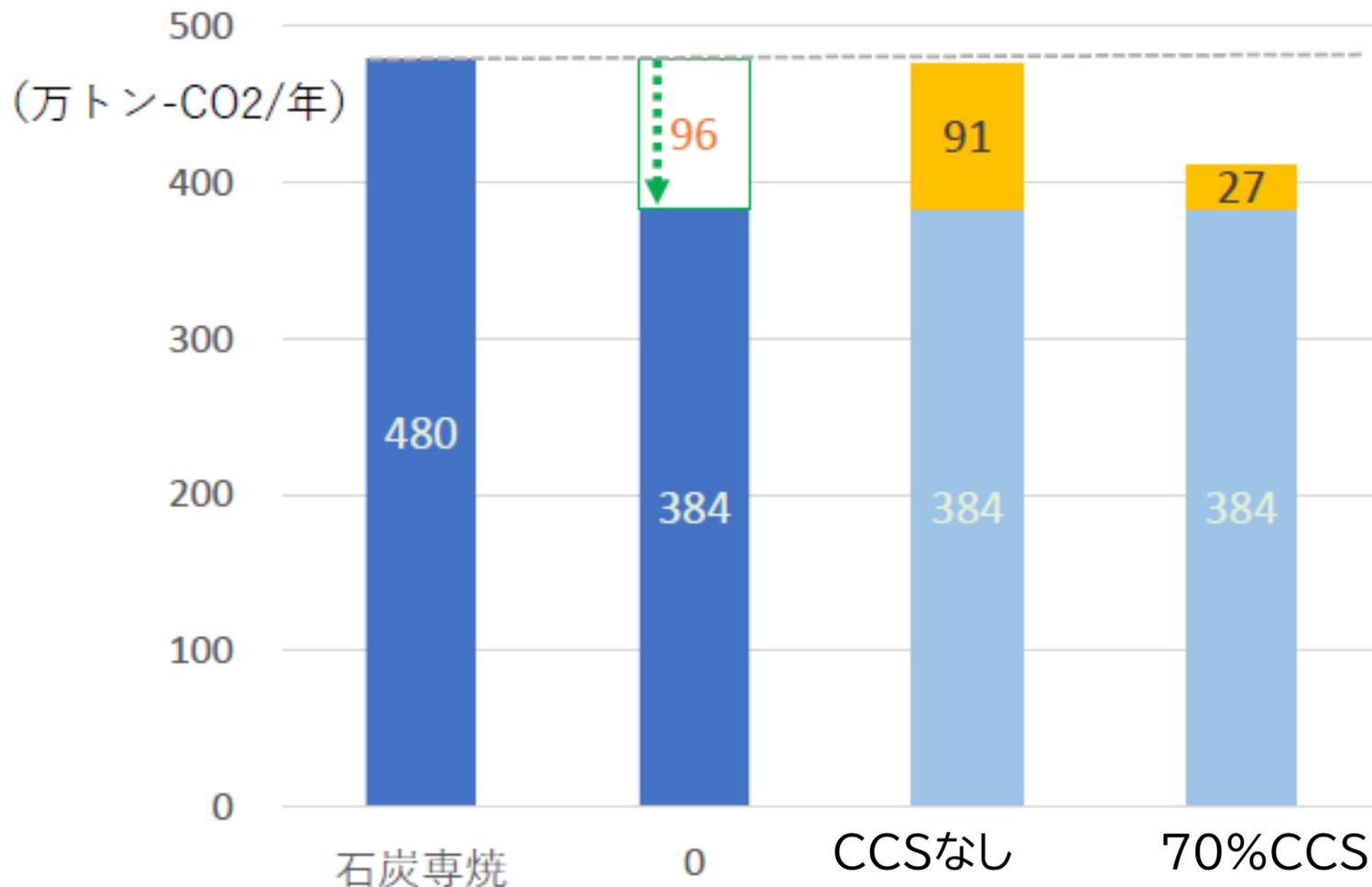
↓ **製造時のCO2排出を加算すべき**

## アンモニア混焼ケース

年間発電電力量		億kWh	61.3
混合比率	石炭	(%)	100
(熱量比)	アンモニア	(%)	0
年間消費量	石炭	万トン	206
	アンモニア	万トン	0
年間CO2排出量		万トンCO2	480
総計年間CO2排出量		万トンCO2	480
			384 + 48xA
			240 + 120xA
			240xA

# 製造時のCO2排出を考慮した年間CO2排出量の変化

モデル石炭火力発電所（100万kW、70%） アンモニア混焼率 20%



80%相当分のCO2は、依然排出が続く

想定したアンモニア製造プラントからは  
1トンのアンモニア製造に対して、

1.9トンのCO2ガスが生成。

CCSができない場合は大気中に放出。

CCSなどで、70%を回収しても、  
0.57トンのCO2を大気中に排出。

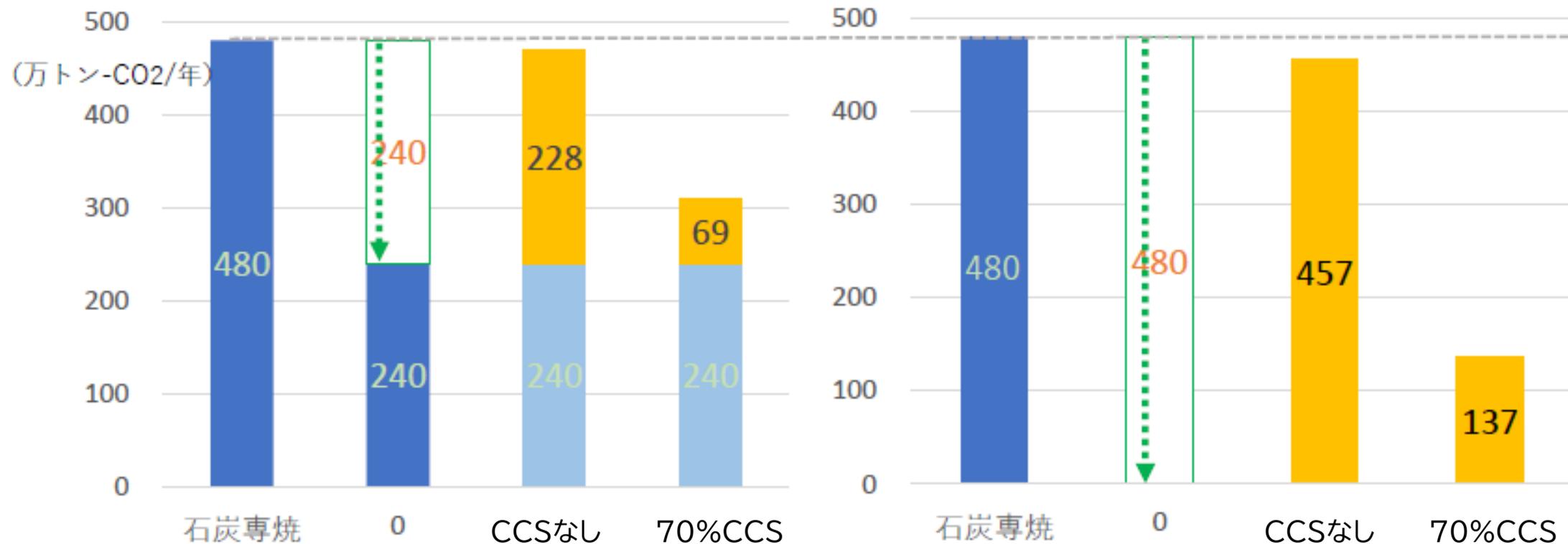
混焼するアンモニア量は48万トン。

# 製造時のCO2排出を考慮した年間CO2排出量の変化

モデル石炭火力発電所（100万kW、70%）

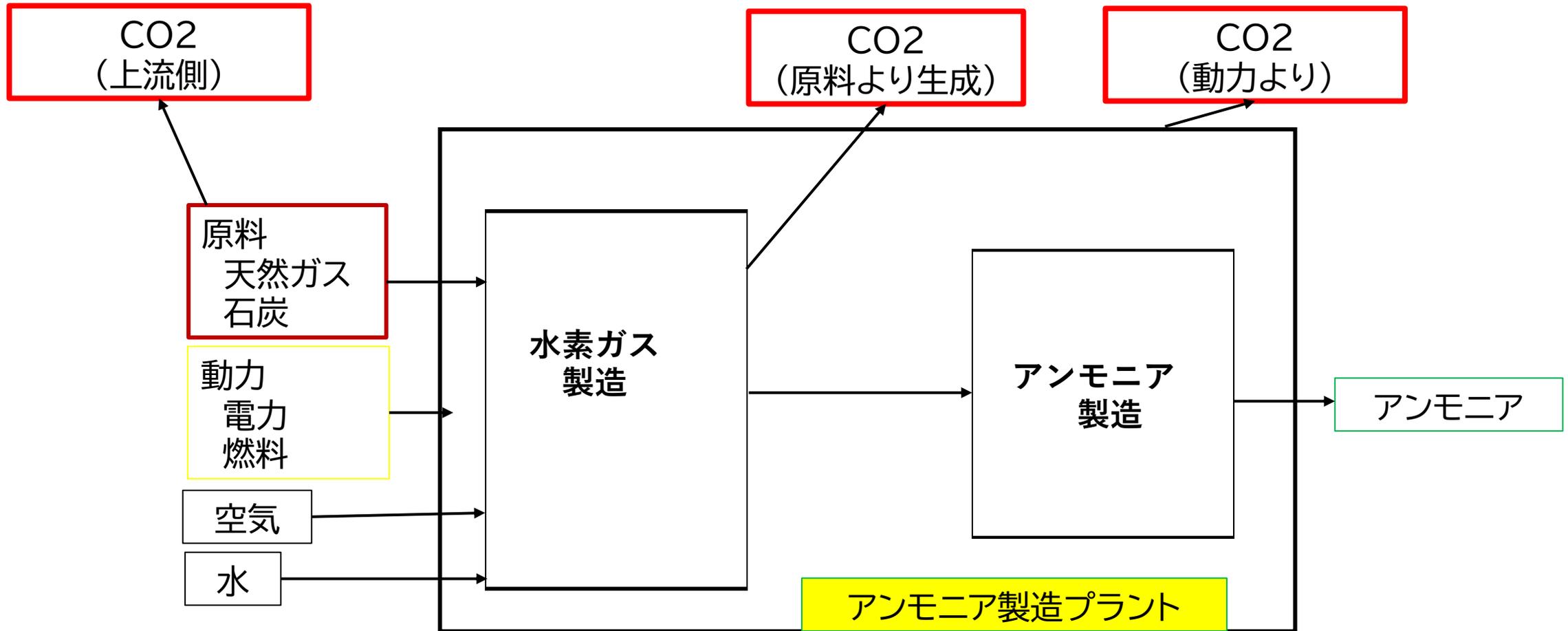
混焼率 50%

100%(アンモニア専焼)

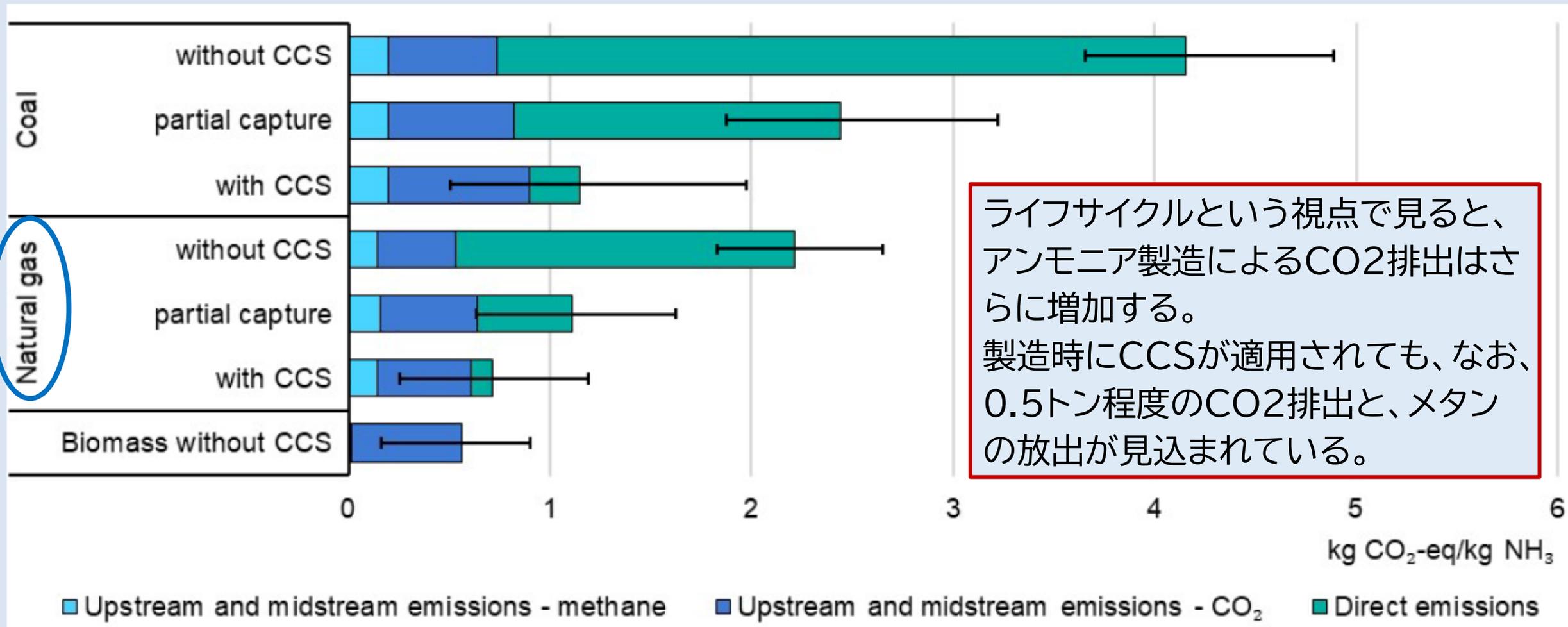


# アンモニア製造の原料は？

原料は、現状では、天然ガスや石炭などの炭素を含む化石燃料製造プラントの入口に至るまでの上流側でのCO2排出にも注目



# Emissions intensities of different ammonia production routes, 2021



ライフサイクルという視点で見ると、アンモニア製造によるCO<sub>2</sub>排出はさらに増加する。製造時にCCSが適用されても、なお、0.5トン程度のCO<sub>2</sub>排出と、メタンの放出が見込まれている。

# クリーンアンモニア定義案 概要

項目	初期提案	将来検討
閾値 (暫定)	<p><b>0.84t-CO2e/t-NH3 以下</b></p> <p><u>(天然ガスSMRプロセスをベースとした場合を排出量の基準とし、60%以上削減)</u></p> <p>※2027～既存プラントの活用を考慮</p>	<p>製造時のCO2生成量はアンモニア1トン当たり2.1トンより高いCO2削減率(70%以上)※</p> <p>※ 最新の技術普及動向を反映</p> <p>CCSのレベルを、90%以上ではなく、60%ないし70%としている。</p>
算定境界	<p><b>Gate to Gate</b> ※キャリア変換までを含む(原料天然ガス受入～アンモニア合成まで)</p> <p>井戸元でのGHG排出量に関するデータが不足</p>	<p><b>Well to Gateへの拡張</b></p> <p>井戸元でのGHG排出量データが十分に収集されれば算定境界を拡張する。</p> <p>上流側(Well-to-Gate)のほか、下流側の排出についても拡張が必要</p>
CO2削減手法	<p><b>CCS および EOR</b>※</p> <p>※ EORは“CCSと同等”の場合のみ認める</p>	<p>オフセット、CCU等、他のCO2削減手法の取り扱い</p> <p>閾値を超えるアンモニアに対する取扱いが不明確</p>

「将来」ではなく、今からの検討が必要

製造時のCO2生成量はアンモニア1トン当たり2.1トンより高いCO2削減率(70%以上)※

CCSのレベルを、90%以上ではなく、60%ないし70%としている。

上流側(Well-to-Gate)のほか、下流側の排出についても拡張が必要

閾値を超えるアンモニアに対する取扱いが不明確

# アンモニアの発電利用の課題

- 2030年に一部の石炭火力で20%程度混焼するとしても、残りの80%分は石炭であり、2030年以降も石炭を使い続ける。20%相当分のアンモニアも、製造時までには大量のCO<sub>2</sub>を排出している。「1.5℃」に見合うスピードでの削減は全くできない。
- 製造時には、CCUSの利用を見込んで、脱炭素化を想定しているが、実用化するまでの間は、CO<sub>2</sub>が処理できず、排出される。国内では、削減したように見えても、製造地での排出が続く。
- その上、上流、下流でのCO<sub>2</sub>排出があるため、脱炭素にはならない。
- 経済合理性がない:追加コストが高い。再生可能エネルギーより高価に。座礁資産化の恐れも

## 出典資料

1. 「今後の火力政策について」 (資源エネルギー庁) 2022/1/25  
第44回 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 電力・ガス基本政策小委員会 資料5-1  
[https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku\\_gas/denryoku\\_gas/pdf/044\\_05\\_01.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/denryoku_gas/pdf/044_05_01.pdf)
2. 「石炭火力検討ワーキンググループ中間取りまとめ概要」 (資源エネルギー庁) 2021/4/23  
[https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku\\_gas/denryoku\\_gas/sekitan\\_karyoku\\_wg/pdf/20210423\\_1.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/denryoku_gas/sekitan_karyoku_wg/pdf/20210423_1.pdf)
3. プレスリリース「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」 (JERA) 2022/02/18  
[https://www.jera.co.jp/information/20220218\\_853](https://www.jera.co.jp/information/20220218_853)
4. 燃料アンモニア・サプライチェーン官民タスクフォース 中間とりまとめ (資源エネルギー庁) 2022/9/28  
中間とりまとめ 計算シート (中東1-1)  
[https://www.meti.go.jp/shingikai/energy\\_environment/nenryo\\_anmonia/supply\\_chain\\_tf/pdf/20220928\\_1\\_1.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/nenryo_anmonia/supply_chain_tf/pdf/20220928_1_1.pdf)
5. 総合資源エネルギー調査会 第6回 省エネルギー・新エネルギー分科会 水素政策小委員会  
/資源・燃料分科会 アンモニア等脱炭素燃料政策小委員会 合同会議 2022/11/16)  
資料5 クリーン燃料アンモニアの定義について (一般社団法人クリーン燃料アンモニア協会資料)  
[https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene\\_shinene/suiso\\_seisaku/pdf/006\\_05\\_00.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene_shinene/suiso_seisaku/pdf/006_05_00.pdf)
6. 「Towards hydrogen definitions based on their emissions intensity」 (IEA) 2023/4  
<https://iea.blob.core.windows.net/assets/acc7a642-e42b-4972-8893-2f03bf0bfa03/Towardshydrogendefinitionsbasedontheiremissionsintensity.pdf>