

燃料アンモニアの社会実装に向けて

産総研シンポジウム
「窒素循環における課題とその解決にむけて」

2021年11月8日

一般社団法人クリーン燃料アンモニア協会
岡島 裕一郎



本日の講演内容

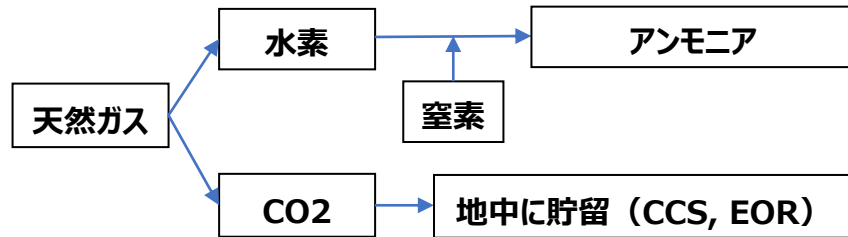
1. 燃料アンモニアについて
2. 政府の政策動向
3. 技術開発動向
4. 海外ポテンシャルサプライヤー
5. CFAAが目指す方向性
6. CFAAについて



1. クリーン燃料アンモニアとは

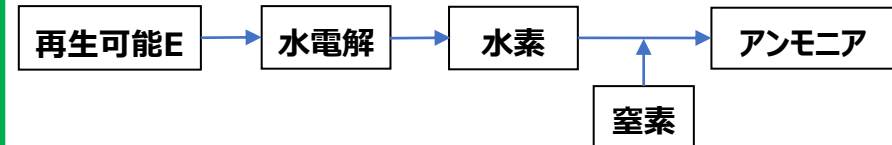
ブルーアンモニア

天然ガスと水と空気中の窒素からハーバーボッシュ法で製造



グリーンアンモニア

再生可能Eによる電力で水を電気分解して得られる水素と空気中の窒素からハーバーボッシュ法で製造



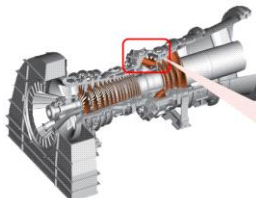
★アンモニアは肥料・化学品原料として世界で大量に生産・貿易されている
(世界生産量：約2億トン 貿易量：約2千万トン)

★アンモニアは水素キャリアとして最も貯蔵効率が高く化学品として輸送・貯蔵システムが確立されている

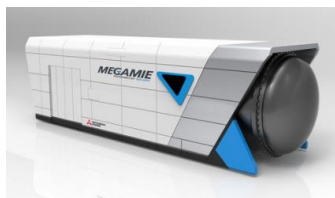
★アンモニアは直接燃焼利用が可能でCO2を発生しない



石炭発電混焼



ガスタービン



燃料電池



工業炉



船用エンジン

燃料アンモニアは日本発の技術을ベースとした新たなカーボンフリー燃料システムで、日本産業が中核となるバリューチェーン構築が期待される

1. アンモニアが燃料として注目されている理由

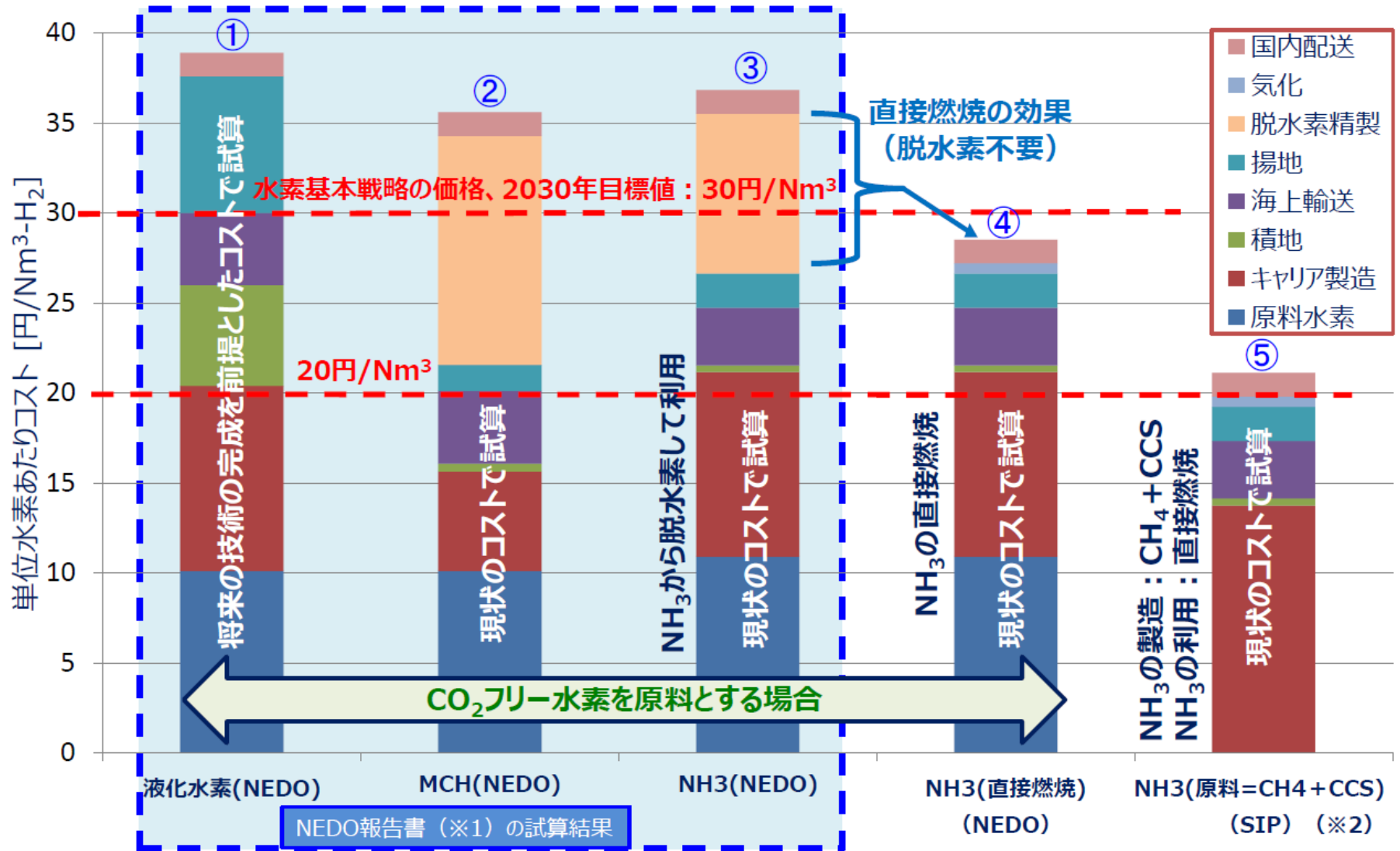
- 直接燃焼が可能で、燃焼時にCO₂を排出しない。
- 燃焼時にはNO_xを生成するが、技術開発により抑制可能。
- 海上輸送に適している。
 - 3つの水素キャリアの中で体積当たりの水素含有量が最も多い
(NH₃ 121kg-H₂/m³ liquid , LH₂ 71kg-H₂/m³ , MCH 47kg-H₂/m³)
 - 液化が容易 (LPGと同等) で大型タンカーが現存
(LH₂ は-253°Cの極低温が必要であり、現在技術開発途上)
- 世界的に大量に生産され商取引されているので、コスト構造が明確。
- 現在も化学品合成や発電排ガス脱硝に使用されており、安全に利用するためのガイドラインが既に整備されている。



社会導入の初期段階における、発電所や化学工場などの管理された区域での利用を想定すると、技術的、コスト的ハードルは決して高くない。



1. サウジからのエネルギーキャリア別、ブルー水素コスト比較



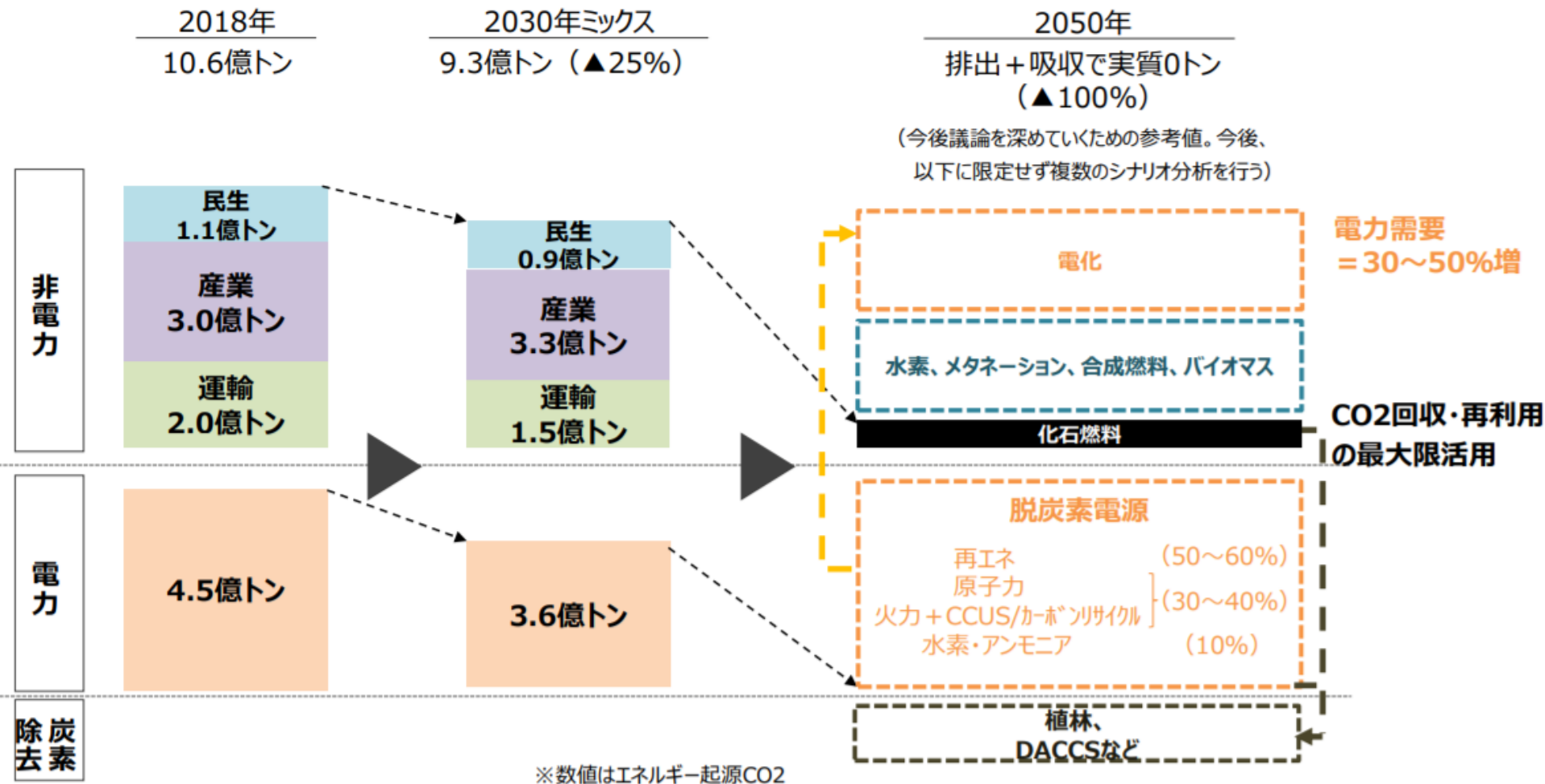
(※1) ①～③については、NEDO成果報告書（平成26～27年度成果報告書）「エネルギーキャリアシステム調査・研究エネルギーキャリアシステムの経済性評価と特性解析」による。④は、③から脱水素精製コストを減じ、熱量当量の水素価格換算したもの。

(※2) ⑤については、上記のNEDOの検討条件に準拠し、SIP「エネルギーキャリア」にて試算。



2. グリーン成長戦略

2 (2) . 2050年カーボンニュートラルの実現



2. 第6次エネルギー基本計画

2030年に向けた政策対応のポイント【水素・アンモニア】

- カーボンニュートラル時代を見据え、水素を新たな資源として位置付け、社会実装を加速。
- 長期的に安価な水素・アンモニアを安定的かつ大量に供給するため、海外からの安価な水素活用、国内の資源を活用した水素製造基盤を確立。
 - 国際水素サプライチェーン、余剰再エネ等を活用した水電解装置による水素製造の商用化、光触媒・高温ガス炉等の高温熱源を活用した革新的な水素製造技術の開発などに取り組む。
 - 水素の供給コストを、化石燃料と同等程度の水準まで低減させ、供給量の引上げを目指す。
コスト：現在の100円/Nm³→2030年に30円/Nm³、2050年に20円/Nm³以下に低減
供給量：現在の約200万t/年→2030年に最大300万t/年、2050年に2,000万t/年に拡大
- 需要サイド（発電、運輸、産業、民生部門）における水素利用を拡大。
 - 大量の水素需要が見込める発電部門では、2030年までに、ガス火力への30%水素混焼や水素専焼、石炭火力への20%アンモニア混焼の導入・普及を目標に、混焼・専焼の実証の推進や非化石価値の適切な評価ができる環境整備を行う。また、2030年の電源構成において、水素・アンモニア1%を位置付け。
 - 運輸部門では、FCVや将来的なFCトラックなどの更なる導入拡大に向け、水素ステーションの戦略的整備などに取り組む。
 - 産業部門では、水素還元製鉄などの製造プロセスの大規模転換や水素等の燃焼特性を踏まえたバーナー、大型・高機能ボイラーの技術開発などに取り組む。
 - 民生部門では、純水素燃料電池も含む、定置用燃料電池の更なる導入拡大に向け、コスト低減に向けた技術開発などに取り組む。



2. 第6次エネルギー基本計画

2030年時点の水素・アンモニア発電の規模感

- 2030年までに水素、アンモニアの商用の国際サプライチェーンが構築され、水素、アンモニア発電が一定程度開始すると仮定して、発電量を機械的に計算すると以下のとおりとなるため、電源構成の1%程度を見込む。

水素発電の発電電力量試算

- A 水素調達量：30万トン（2030年）※国際水素サプライチェーンから発電部門への供給量
- B 発熱量（HHV）：142MJ/kg
- C 発電効率：57%（水素専焼火力の熱効率）
- D 総発電量 = $A \times B \times C$ = **67億kWh（2030年）**

アンモニア発電の発電電力量試算

- A アンモニア調達量：300万トン（2030年）※国際アンモニアサプライチェーンから発電部門への供給量
- B 発熱量（HHV）：22.5MJ/kg
- C 発電効率：43.5%（アンモニア混焼火力の熱効率）
- D 総発電量 = $A \times B \times C$ = **82億kWh（2030年）**

（令和3年10月 資源エネルギー庁 2030年度におけるエネルギー需給の見通し（関連資料）より引用）



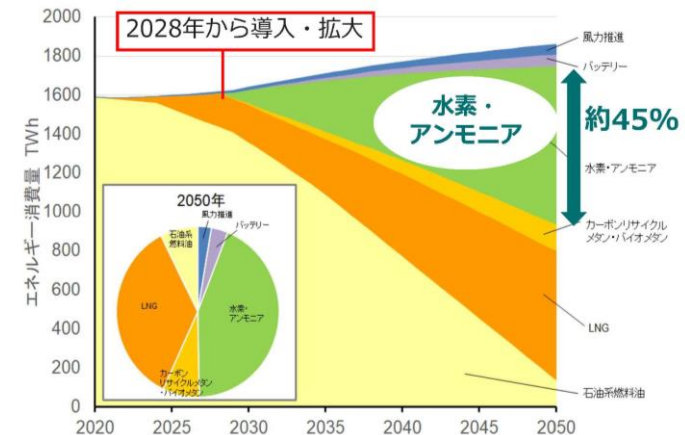
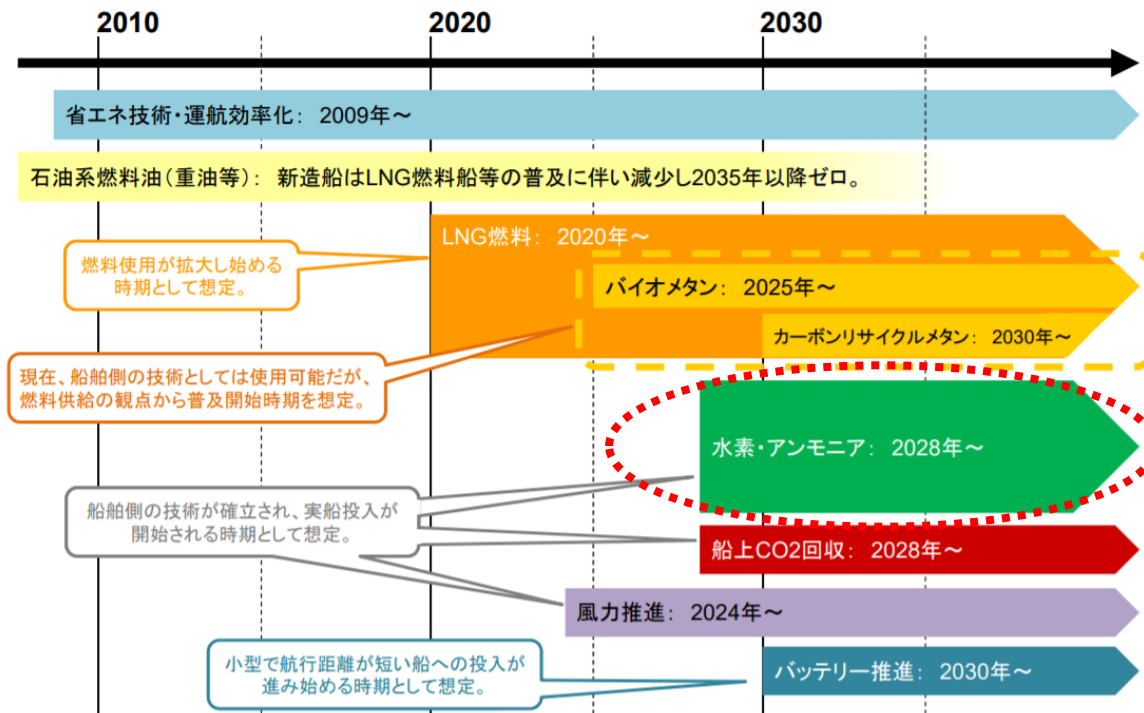
2. 国土交通省 国際海運ゼロエミッションロードマップ

国土交通省は、海運・造船・船用の各海事産業界や研究機関・公的機関等と連携し、国際海運のゼロエミッションに向けたロードマップを策定しました。まずは、必要な国際ルール整備や技術開発・実証の推進等に取り組み、更に、2028年までに温室効果ガスを排出しない究極のエコシップ「ゼロエミッション船」の商業運航を目指します。

(2020年3月30日国土交通省報道発表資料より引用)

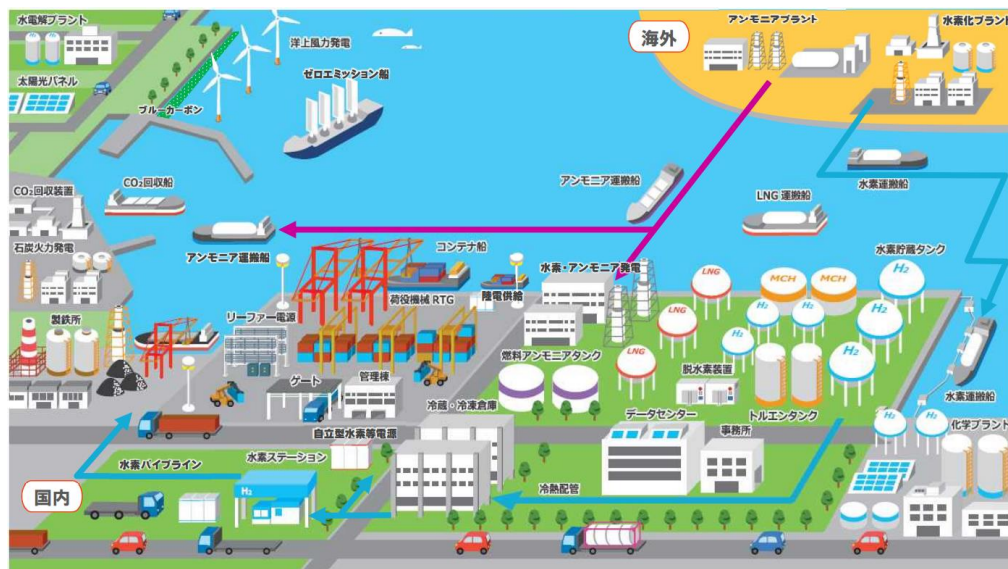
6. 削減シナリオ

船舶の使用燃料の変化に関する想定



2. 国土交通省 カーボンニュートラルポート

- カーボンニュートラルポート（CNP）は、国土交通省が推進する戦略的プロジェクトです
- CNPは、CNP周辺の主要産業、都市、コミュニティの脱炭素化を加速し、2050年カーボンニュートラル目標達成への貢献を目指しています
- 最初のプロジェクトとして6つの主要港が選定され、各港の委員会で検討が進められています
- CNPプロジェクトは日本全国に拡大しており、さらにいくつかの港がプロジェクトに参加する予定です



令和3年4月2日 国土交通省プレスリリース資料より引用



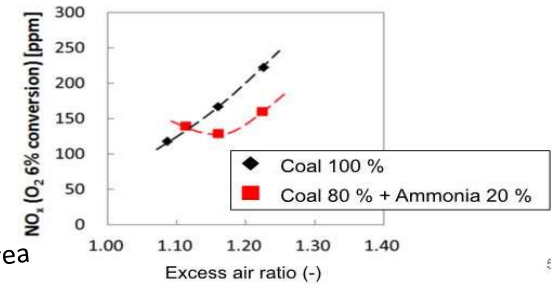
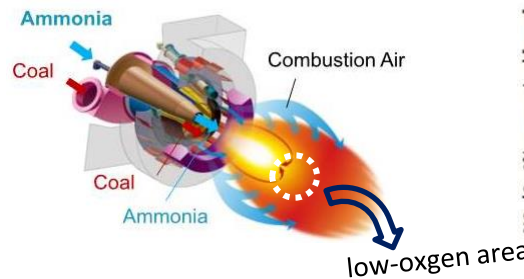
3. 石炭発電混焼とガスタービン発電

① 石炭発電での碧南の実証（2021－24）から本格導入のスキーム

JERA碧南石炭火力（USC）
100万kWでの20%混焼の実証試験



2020年代後半の商用開始を目指す



（SIPエネルギーキャリア終了報告書 IHIより引用）

※今後混焼率拡大を進め（現在1万kW試験炉で60%混焼を達成）、将来的にはアンモニア専焼化

② 50万kW級大型ガスタービン発電（ACCGT）での専焼化（水素燃烧型）

（ACCGT: Advanced Combined Cycle Gas Turbine）

2025年までの専焼化を目標に開発中。
2030年以降のゼロエミッション主力電源化を目指す

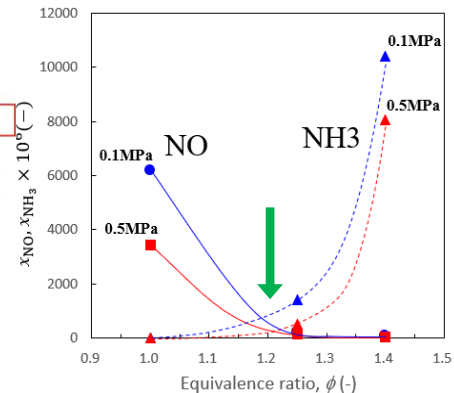
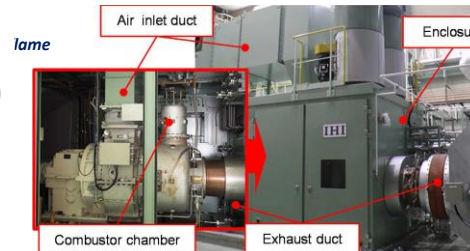


三菱重工業 HPより引用

③ 2M（IHI）、40MW（MHI）級ガスタービンでの専焼化

大阪万博での発電実証を計画

現在、天然ガスとの70%混焼まで開発完了（IHI）
本年3月、開発着手と2025年以降の実用化を
目指すとプレスリリース（MHI）



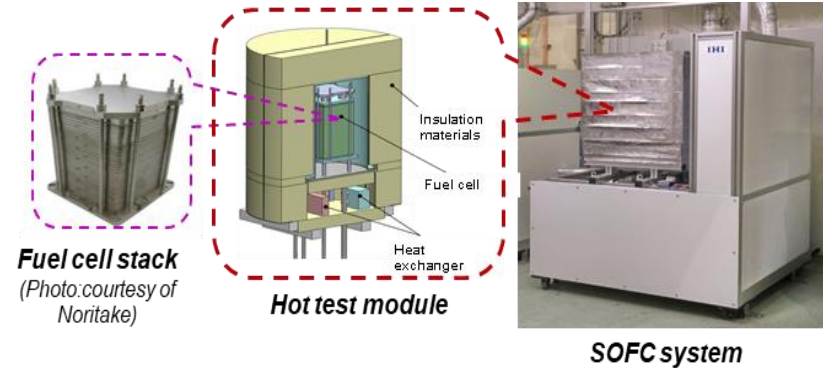
（SIPエネルギーキャリア終了報告書より引用）



3. SOFC／船用エンジン／工業炉

SOFC

- ・ 京都大学でのアンモニア燃焼電池の基盤研究、IHIがアンモニア100%燃料の1kW SOFC発電システムを開発。
- ・ 発電効率は水素を燃料とした場合と同程度。
- ・ 10kW～200kWの発電システムの開発を目指す。



(SIPエネルギーキャリア終了報告書 IHIより引用)

船用(ディーゼル)エンジン

- ・ SIPで試験用単気筒ディーゼル機関(7kW)にアンモニアを20%混焼し課題抽出(N_2O 、 NO_x の制御が必要)。
- ・ IMO(国際海事機関)の「国際海運からのGHG削減戦略」への対応
GHG削減戦略採択(2018年4月) ～2050:総排出量50%削減 → ～2100:GHGゼロ排出
- ・ **船用DE最大手の独MAN Energy Solutionsと日本の企業連合とがアンモニア燃料船共同開発で合意**
- ・ **GI基金採択「アンモニア燃料国産エンジン搭載船舶の開発」「アンモニア燃料船開発と社会実装の一体型プロジェクト」**
(2026、27年頃を目標にアンモニア燃料船の建造計画)

工業炉

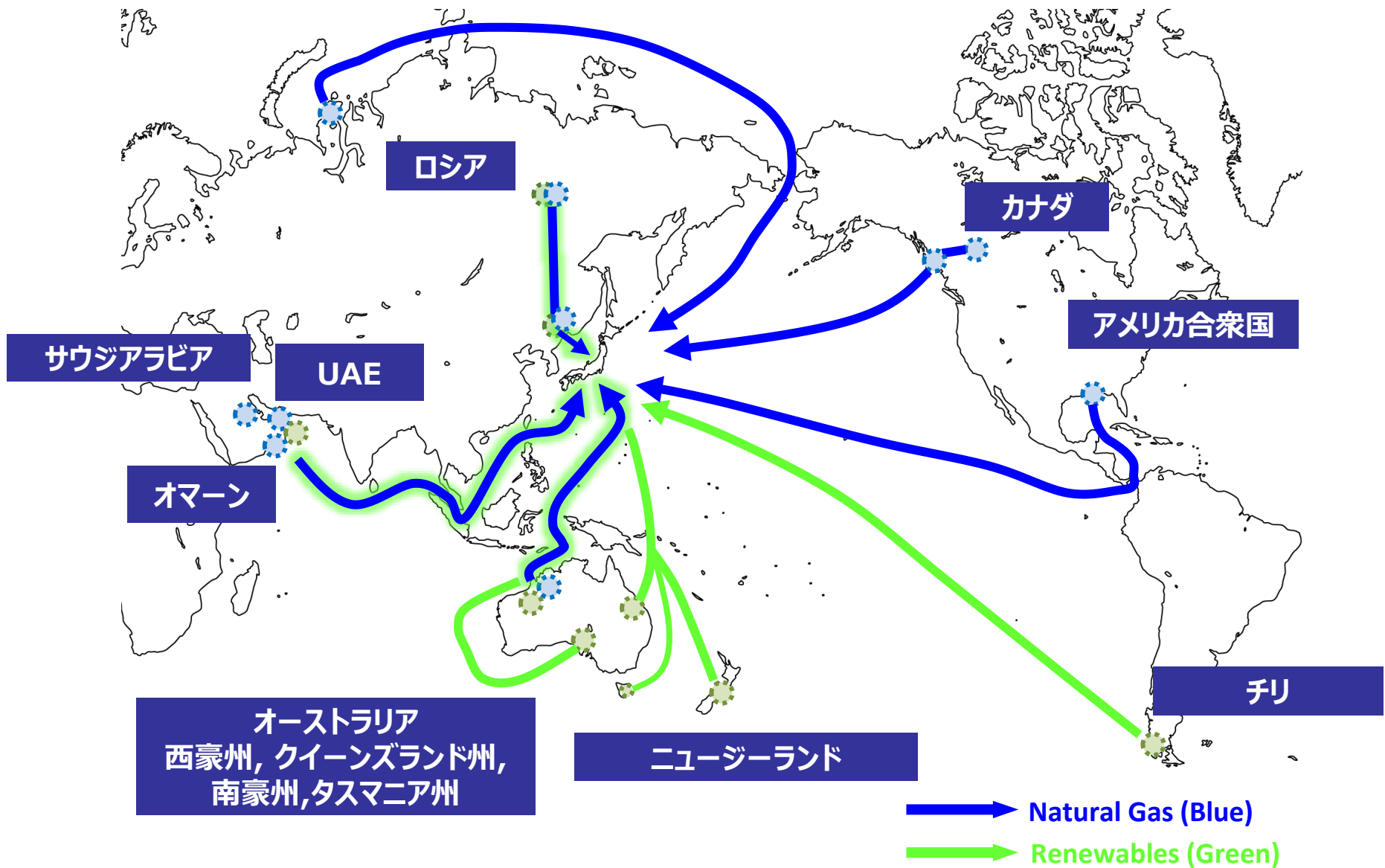
- ・ 10kW モデル試験炉(大阪大学)にて、2段燃焼で NO_x 生成の抑制が可能。
- ・ アンモニア混焼による輻射熱の低下は、酸素付加(30% O_2)により可能。



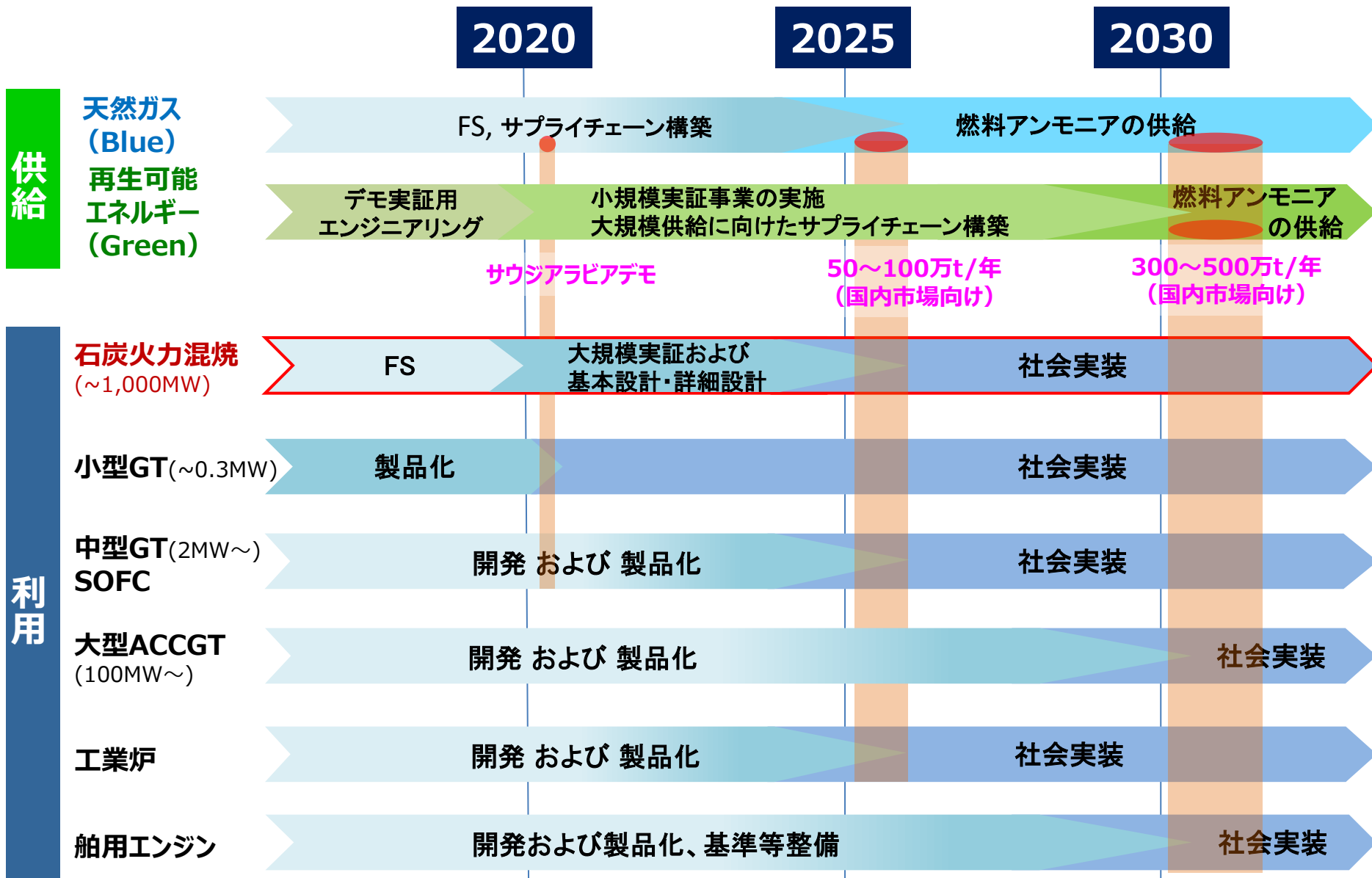
(SIPエネルギーキャリア終了報告書 太陽日酸より引用)



4. 海外ポテンシャルサプライヤー



5. ロードマップ（サプライチェーン&利用技術）

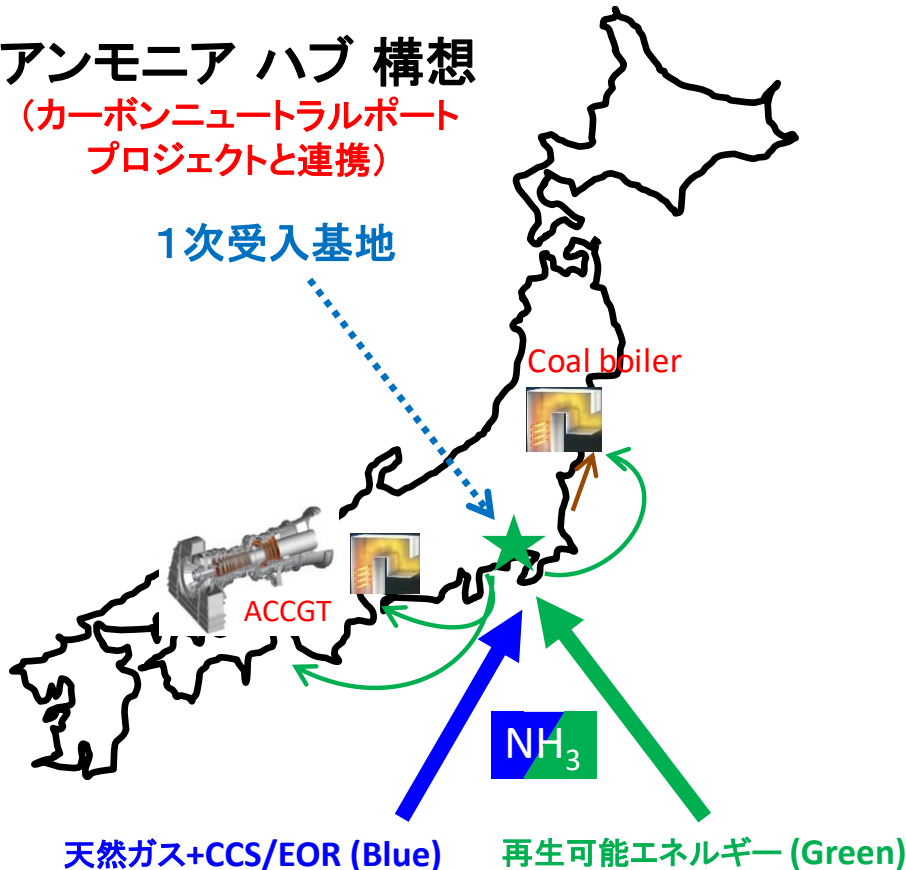


5. クリーン燃料アンモニアの実装プラン

アンモニア ハブ 構想

(カーボンニュートラルポート
プロジェクトと連携)

1次受入基地



天然ガス+CCS/EOR (Blue)

再生可能エネルギー (Green)



豪州、米国、中東

フェーズ I

- ・石炭発電での燃料アンモニア混焼
- ・アンモニア供給インフラの整備
(1次受入基地と国内配送システム)
- ・豪州、米国を中心としたサプライチェーンの構築

フェーズ II

- ・石炭発電での燃料アンモニア混焼率の拡大
- ・天然ガスタービン発電での燃料アンモニア利用

分散型電源への展開
(小型・中型発電、燃料電池)

工業炉

船用エンジン

【カーボンフリー発電】

- ・石炭発電の専焼化
- ・大型ガスタービン発電の専焼化
- ・アジアの石炭発電への展開

2050年	国内需要想定	3000万トン
	CO2削減効果	6000万トン



5. CNPを活用する燃料アンモニア物流システムの構築

アンモニアの製造・輸出

天然ガス原料アンモニア合成
+ CCS/EOR (ブルー)

再生可能エネルギー + 水電解
+ アンモニア合成 (グリーン)

アンモニア ハブ構想

(カーボンニュートラルポートプロジェクトと連携)

★ 1次受入基地

→ 2次輸送 (船舶、陸上)



天然ガス+CCS/EOR (Blue) NH₃ 再生可能エネルギー (Green)

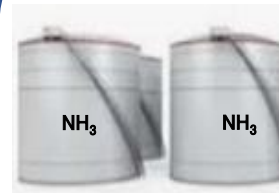
輸出国候補: 米国、豪州、中東 (サウジ、UAE、オマーン、クェート等)

輸送



CNPの構成要素／発電・港湾での活用

燃料アンモニア輸入ハブ基地



大型アンモニア受入設備
(冷却タンクなど)



2次輸送

幅広い国内需要
への効率的対応



冷却タンク



高圧タンク



6. クリーン燃料アンモニア協会（CFAA）のご紹介

設 立

2019年4月1日 一般社団法人グリーンアンモニアコンソーシアム設立
2021年1月14日 法人名称を一般社団法人クリーン燃料アンモニア協会に変更

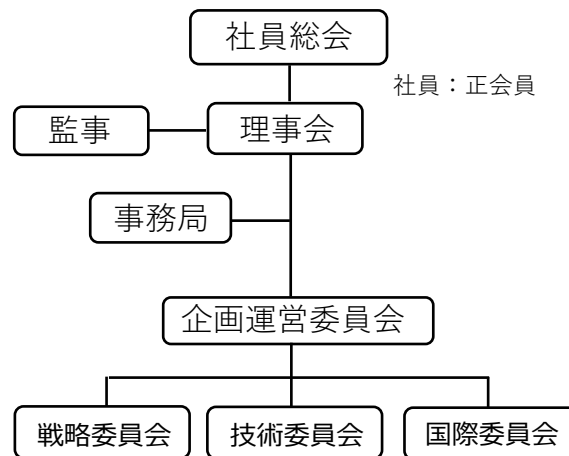
目 的

- ・地球温暖化対策とエネルギーセキュリティの向上に貢献するため水素社会の導入に期待。
- ・アンモニアは、水素のエネルギーキャリアの有望な候補。
- ・内閣府のSIPエネルギーキャリアで多くの成果を上げてきたので、これらの成果を早期に社会実装するために設立。
- ・本協会では、アンモニアの直接利用技術の社会実装とCO₂フリー燃料としての、アンモニアの供給から利用までのバリューチェーン構築を目指し、技術開発・評価、経済性評価、政策提言、国際連携等を実施していきます。

主な活動

1. 産学官の会員・関係者に共通のプラットフォームを提供することによるコラボレーションの推進
2. アンモニアの製造から輸送・貯蔵および利用技術に関する技術開発・評価と、サプライチェーンの商用化に関する検討の推進
3. CO₂フリーアンモニアに関する環境影響評価、標準化および規制に関する調査、研究
4. CO₂フリーアンモニアの社会実装に向けた、戦略策定や政策提言
5. 国際連携

組織体制



技術評価、経済性評価、低炭素化評価、
政策・規制、国際連携、国際標準化、
国際シンポジウムなど



6. CFAA会員リスト (理事、一般)

2021.10.27 現在

【理事会員】 12社				
(株)IHI	(株)INPEX	清水建設(株)	(株)トヨタエナジー	富士電機(株)
宇部興産(株)	ヴィーナ・エナジー・	(株)商船三井	ソリューションズ	北海道電力(株)
(株)JERA	ジャパン(株)	昭和電工(株)	(株)豊田自動織機	北陸電力(株)
住友化学(株)	上野トランステック(株)	鈴与商事(株)	(株)豊田中央研究所	丸善石油化学(株)
東京ガス(株)	NSユニテッド海運(株)	住友商事(株)	豊田通商(株)	みずほリサーチ&
東洋エンジニアリング(株)	ENEOS(株)	センコー汽船(株)	ニチアス(株)	テクノロジーズ(株)
日揮ホールディングス(株)	(株)荏原製作所	双日(株)	日揮触媒化成(株)	(株)三井E&Sマシナリー
日本郵船(株)	大阪ガス(株)	大成建設(株)	日揮ユニバーサル(株)	三井化学(株)
丸紅(株)	(株)大林組	ダイハツディーゼル(株)	日鉄パイプライン	(株)三井住友銀行
三井物産(株)	(株)オーバル	ダイヤモンド電機(株)	&エンジニアリング(株)	三菱ガス化学(株)
三菱重工業(株)	沖縄電力(株)	大陽日酸(株)	日本エア・リキード(同)	三菱電機(株)
三菱商事(株)	鹿島建設(株)	(株)竹中工務店	日本オイル	三菱マテリアル(株)
	兼松(株)	中外炉工業(株)	エンジニアリング(株)	(株)三菱UFJ銀行
	川崎汽船(株)	中国電力(株)	(一財)日本海事協会	ヤンマーホール
【一般会員】 100社	川崎重工業(株)	千代田化工建設(株)	(株)日本触媒	ディングス(株)
IMIジャパン(株)	関西電力(株)	常石造船(株)	日本製紙(株)	(株)レノバ
愛三工業(株)	九州電力(株)	ティッセンクルップ・ウーデ・	日本製鉄(株)	横河電機(株)
旭化成(株)	(株)神戸製鋼所	クロリンエンジニアズ(株)	日本石油輸送(株)	
味の素(株)	興和(株)	TBグローバル	日本エマソン(株)	
(株)安部日鋼工業	コスモ石油(株)	テクノロジーズ(株)	バルチラジャパン(株)	
アラムコ・アジア	五洋建設(株)	電源開発(株)	阪和興業(株)	
・ジャパン(株)	JFEエンジニアリング(株)	東電設計(株)	(株)日立インダストリアル	
(株)安藤・間	JFEスチール(株)	東邦ガス(株)	プロダクツ	
飯野海運(株)	シェルジャパン(株)	東北電力(株)	日立造船(株)	
(株)石井鐵工所	四国電力(株)	(株)西島製作所	BPジャパン(株)	
出光興産(株)	静岡ガス(株)	東レ(株)	富士車輛(株)	
伊藤忠商事(株)	(株)島津製作所	トーヨーカネツ(株)	富士石油(株)	

6. CFAA会員リスト (賛助、特別)

2021.10.27 現在

【賛助会員(外国企業)】 19社

A-Enviro Chile GmbH -
Austria Energy - (オーストリア)
AES Andes (チリ)
Baker Hughes (英 & 米)
Clean Hydrogen Works (米国)
CF Industries (米)
DNV GL (ノルウェー)
Engie - Hydrogen Business Unit (仏)
Equinor ASA (ノルウェー)
Fortescue Metals Group (豪州)
The Hydrogen Utility (豪州)
Kellogg Brown & Root
Asia Pacific Pte. Ltd. (シンガポール)
LSB Industries (米国)
NTPC Limited (インド)
NW Interconnected Power Pty Ltd
- Asian Renewable Energy Hub - (豪州)
Origin Energy Limited (豪州)
Stanwell Corporation (豪州)
Total International S.A.(スイス)
Woodside Energy (豪州)
Yara International ASA (ノルウェー)

【賛助会員(個人)】 9名

赤松史光 (大阪大学)
梅沢順子
(科学技術振興機構)
江口浩一 (京都大学)
久保田純 (福岡大学)
小島由継 (広島大学)
小林秀昭 (東北大学)
中江清彦 (元住友化学)
中村徳彦 (元トヨタ自動車)
松下オリビア
(Pillsbury Winthrop Shaw
Pittman LLP)

【特別会員】 3名、26機関

秋鹿研一 (元SIPサブPD)
塩沢文朗 (元SIPサブPD)
橘川武郎 (国際大学)
秋田県産業技術センター
(一財)エネルギー総合工学研究所
(国研)海上・港湾・
航空技術研究所
(株)国際協力銀行 (JBIC)
(国研)産業技術総合研究所
新むつ小川原(株)
(一財)石炭フロンティア機構
(独法)石油天然ガス・
金属鉱物資源機構
(公財)応用科学研究所
(一財)電力中央研究所
新居浜市
(一財)日本エネルギー経済研究所
日本肥料アンモニア協会
四日市市
(駐日)ニュージーランド大使館
(駐日)ノルウェー大使館 通商技術部

Ammonia Energy Association
(米国)
Austrade Tokyo Office
(大使館)
CSIRO (豪州)
EJAAD (オマーン)
Electric Power Research
Institute (EPRI)(米国)
Government of
Queensland (豪州)
Government of
South Australia (豪州)
Government of
West Australia (豪州)
The Australian Hydrogen
Council (AHC) (豪州)
The New Zealand
Hydrogen Council (NZHC)



第1回燃料アンモニア国際会議の開催

日時：2021年10月6日（水） 18：00～22：00 （オンライン配信）

主催：経済産業省、一社）クリーン燃料アンモニア協会

- 東京ビヨンド・ゼロウィークの8つの国際イベントの1つとして開催
- 本国際会議には多くの方々が興味を持ち、1,500 名を超える登録。
- 政府・国際機関としては 5 か国（豪州、ノルウェー、インドネシア、サウジアラビア、日本）と国際エネルギー機関（IEA）からの登壇。
- 産業セッションでは 7 か国から合計 14 件の登壇。

※ 各プレゼンの動画、資料および議事総括などは、アーカイブとして下記リンクでご覧になれます。

<https://icfa2021.com/> （日英両方）



ご清聴ありがとうございました

ご意見、ご質問等ありましたら、以下にご連絡下さい

okajimay@greenammonia.org

