

2021年5月17日

【詳細版】

神戸・関西圏水素利活用協議会 協議会レポート（2020年度）

－ 将来ビジョン整理と需給の定量化 －



当協議会の 特徴

- 既に世界初の液化水素運搬船や液化水素荷役ターミナルの構築等、世界に先駆けた水素に関する取り組み・実証が複数実施されている地域である*
- そのような地域で全体最適をはかりながら、検討を進めている

本資料の 特記事項

- 本資料内で取り扱う情報は、当協議会の2020年度の推計値である
 - ✓ 公開文献等を基に諸前提条件を設定し算出した推計値であり、コミットされた数値ではない
- 本資料内で取り扱った情報は、今後の詳細検討の中で変わる可能性がある
- 今後は引続き関係各所と連携し、検討した内容の実現・全体最適を目指していく

*新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)助成事業としての神戸空港島での豪州の未利用褐炭を用いた大規模水素サプライチェーンの構築実証事業や神戸ポートアイランドでの水素CGSの実証事業

神戸・関西圏水素利活用協議会 概要について

1. 団体設立の背景・目的

(背景)

- 神戸・関西圏では水素に関する既存リソースや技術実証が過去より進められているが、将来の社会実装を見据えた事業性検討が進んでいない
- 個々に活動を実施している状態であり、圏内全体のプロジェクトは存在していない

(目的)

- ① 2030年の商用化に向けた大規模実装への道筋策定
- ② 2025年頃の水素利活用商用化実証に関する具体的なスキーム構築及び事業化

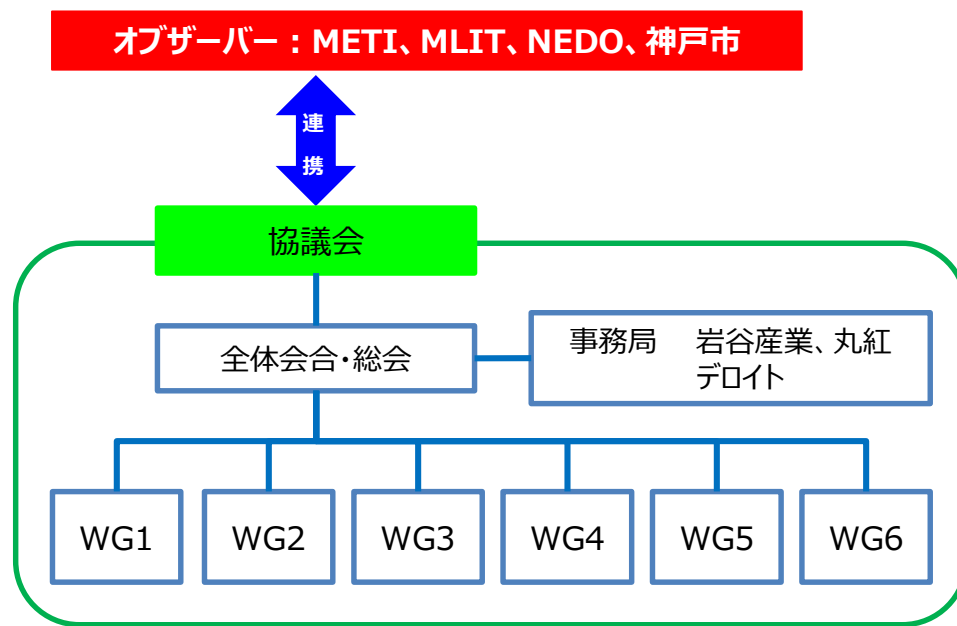
(参加企業 ※事務局・幹事)

関西電力、川崎重工業、シェルジャパン、電源開発、ENEOS、川崎汽船、三菱パワー、大林組、神戸製鋼所、パナソニック
※丸紅、※岩谷産業、※デロイト

(オブザーバー)

経済産業省、国土交通省、NEDO、神戸市

3. 組織体制



2. 団体の活動内容

- ① 神戸・関西圏における水素利活用の事業モデル検討
※モビリティだけでなく、発電・産業・港湾利用を含めた幅広いモデル検討を実施
- ② 神戸・関西圏における水素需給ロードマップを作製
- ③ 社会実装における課題を明確化し、国や自治体へ政策提言・支援要請を行う

4. 今後のスケジュール

- 2020年度
各WGでの議論を通じた議論を踏まえ、協議会として将来ビジョンの策定、ロードマップの整理、課題抽出を踏まえた施策の整理
- 2021年度
20年度の検討結果を踏まえ、個社ベースでのFSの実施・検討

協議会レポートの構成

1. 将来イメージ

- ・将来的なビジョン
- ・WGの設定・役割
- ・将来イメージ

2. 需要ポテンシャル量

- ・需要ポテンシャル量

3. 供給ポテンシャル量・供給ポテンシャル価格

- ・供給ポテンシャル量
- ・供給ポテンシャル価格

4. 需要側・供給側の取りまとめ

- ・需要側・供給側の取りまとめ
- ・サプライチェーンの定量化：2030年頃の経済的ギャップ

5. 課題と施策

- ・課題取りまとめ
- ・施策取りまとめ
- ・ビジョン実現に向けたアクションプラン

協議会レポートの構成

1. 将来イメージ

- ・将来的なビジョン
- ・WGの設定・役割
- ・将来イメージ

2. 需要ポテンシャル量

- ・需要ポテンシャル量

3. 供給ポテンシャル量・供給ポテンシャル価格

- ・供給ポテンシャル量
- ・供給ポテンシャル価格

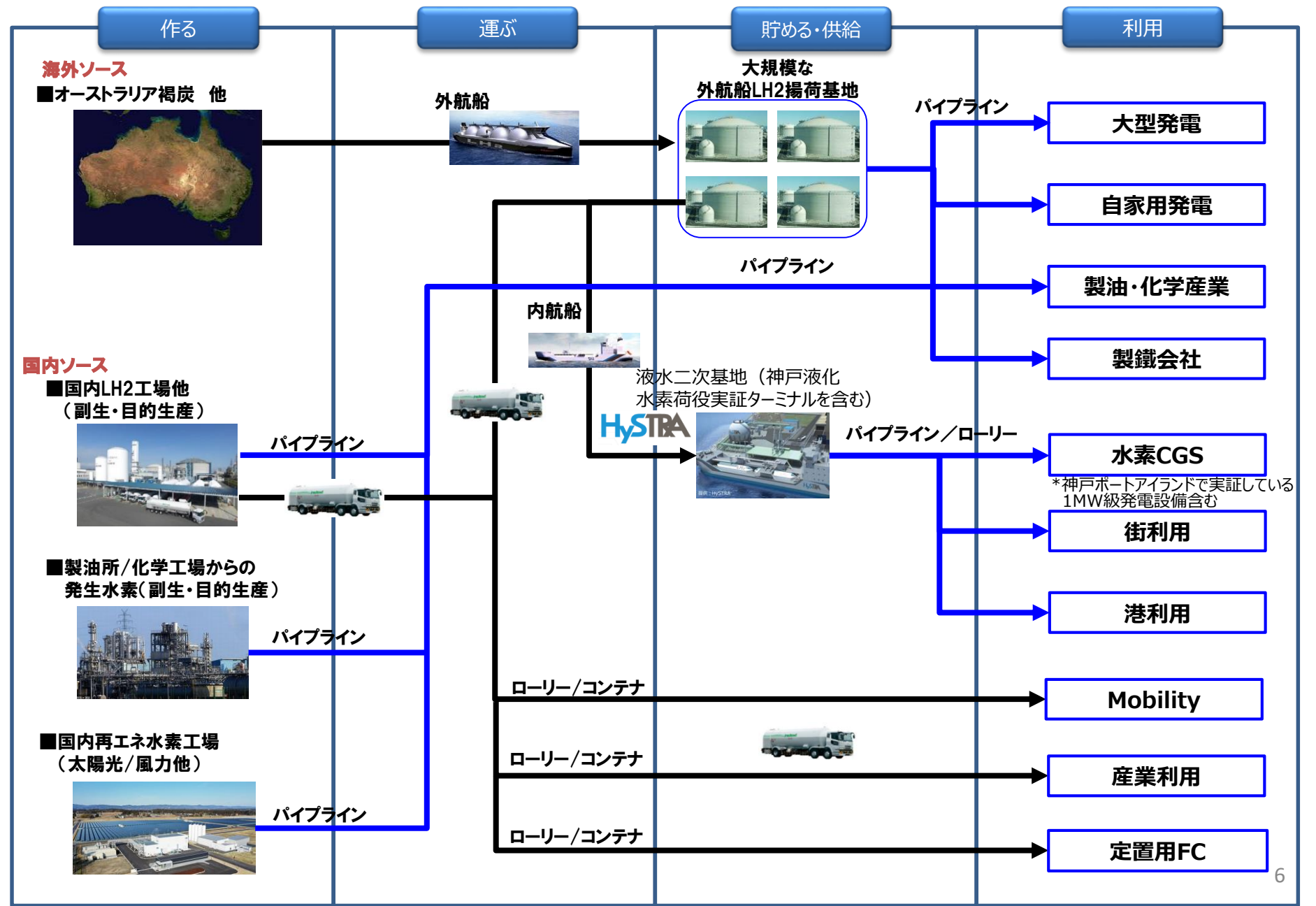
4. 需要側・供給側の取りまとめ

- ・需要側・供給側の取りまとめ
- ・サプライチェーンの定量化:2030年頃の経済的ギャップ

5. 課題と施策

- ・課題取りまとめ
- ・施策取りまとめ
- ・ビジョン実現に向けたアクションプラン

将来的なビジョン



協議会レポートの構成

1. 将来イメージ

- ・将来的なビジョン
- ・WGの設定・役割
- ・将来イメージ

2. 需要ポテンシャル量

- ・需要ポテンシャル量

3. 供給ポテンシャル量・供給ポテンシャル価格

- ・供給ポテンシャル量
- ・供給ポテンシャル価格

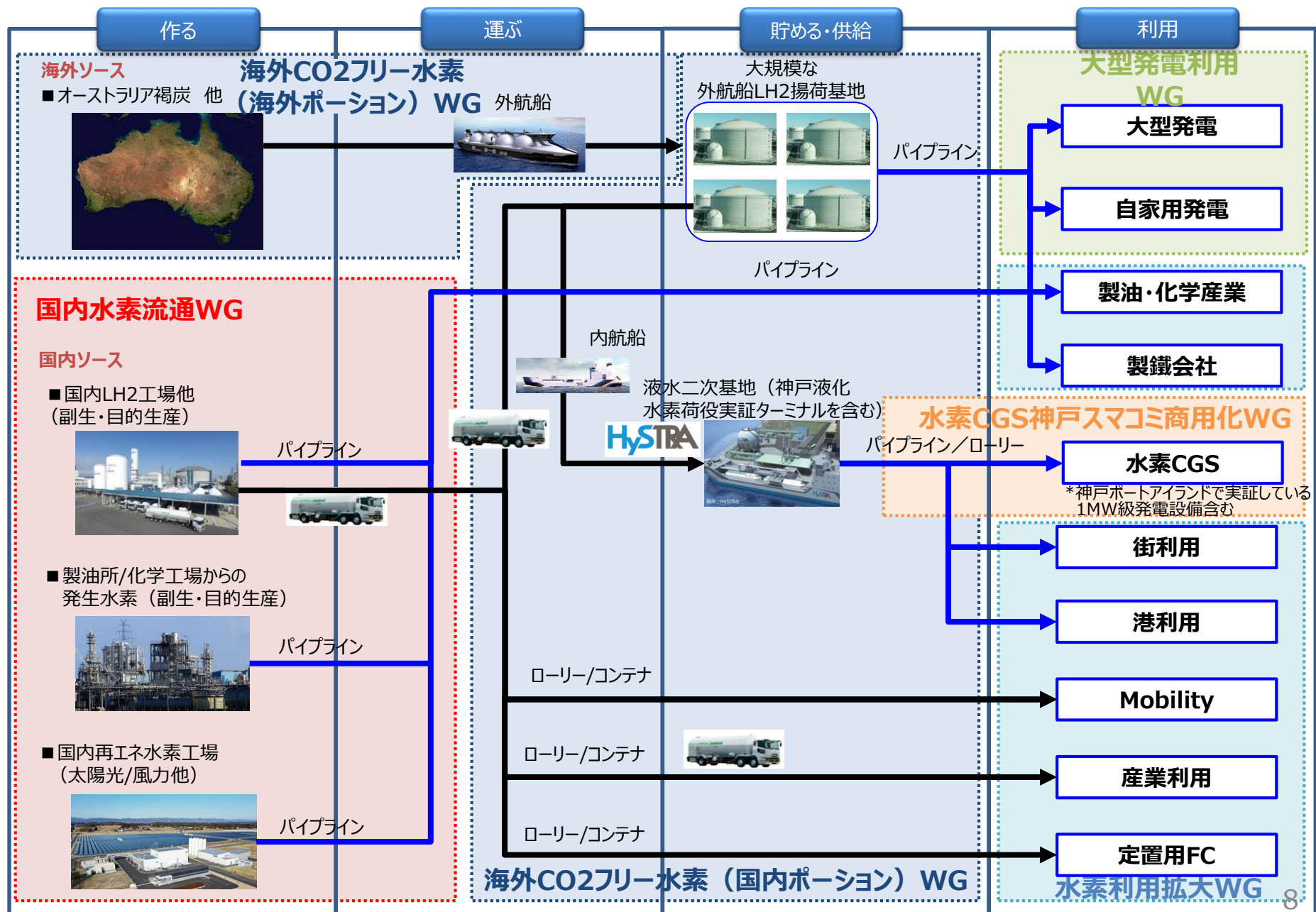
4. 需要側・供給側の取りまとめ

- ・需要側・供給側の取りまとめ
- ・サプライチェーンの定量化:2030年頃の経済的ギャップ

5. 課題と施策

- ・課題取りまとめ
- ・施策取りまとめ
- ・ビジョン実現に向けたアクションプラン

WGの設定



WGの役割（会員・オブザーバー様・実施内容）

	WG	会員・オブザーバー(50音順)	WGの実施内容
需要側	水素CGS/神戸 スマコミ商用化WG	■ 会員： ✓ 岩谷産業、大林組、川崎重工業、関西電力、丸紅 ■ オブザーバー： ✓ 神戸市	■ 事業化シナリオの検討 ■ シナリオに基づく実施時期、水素需要量、水素価格の検討 ■ 実現への障壁、法規制課題の洗い出し
	大型発電利用 WG	■ 会員： ✓ 岩谷産業、川崎重工業、関西電力、神戸製鋼所、三菱パワー、丸紅、ENEOS	■ 混焼・専焼シナリオの検討 ✓ 実機実証エリア、時期、順次立上げ、混焼率、水素価格等 ■ シナリオに基づく水素需要量の検討 ■ 実現への障壁、法規制課題の洗い出し
	水素利用拡大 WG	■ 会員： ✓ 岩谷産業、川崎重工業、関西電力、パナソニック、丸紅、ENEOS ■ オブザーバー： ✓ 神戸市	■ 製油・化学産業での水素需要量、水素価格の検討 ■ Mobility関連での水素需要量、水素価格の検討 ■ 神戸カーボンニュートラルポートの検討 ✓ 実施時期、水素需要量、水素価格 ■ 定置用FC、他 ■ 実現への障壁、法規制課題の洗い出し
供給側	海外CO2フリー水素 (海外ポーション)WG	■ 会員： ✓ 岩谷産業、川崎汽船、川崎重工業、シェルジャパン、電源開発、丸紅	■ CIFコスト、水素販売価格の検討 ✓ 液化水素を主軸に検討 ✓ 需要と供給のバランスを鑑み、必要に応じ他の水素キャリア等も検討 ■ 実現への障壁、法規制課題の洗い出し
	海外CO2フリー水素 (国内ポーション)WG	■ 会員： ✓ 岩谷産業、川崎重工業、神戸製鋼所、丸紅 ■ オブザーバー ✓ 神戸市	■ 揚荷港(外航船、内航船)のコスト検討 ■ パイプライン敷設のコスト検討 ■ ローリー輸送のコスト検討 ■ 水素販売価格の検討 ■ 実現への障壁、法規制課題の洗い出し
	国内水素流通 WG	■ 会員： ✓ 岩谷産業、川崎重工業、関西電力、シェルジャパン、丸紅	■ 再エネ由来水素の供給量、水素価格の検討 ■ 改質水素、副生水素等による供給量、水素価格の検討 ■ 実現への障壁、法規制課題の洗い出し

協議会レポートの構成

1. 将来イメージ

- ・将来的なビジョン
- ・WGの設定・役割
- ・将来イメージ

2. 需要ポテンシャル量

- ・需要ポテンシャル量

3. 供給ポテンシャル量・供給ポテンシャル価格

- ・供給ポテンシャル量
- ・供給ポテンシャル価格

4. 需要側・供給側の取りまとめ

- ・需要側・供給側の取りまとめ
- ・サプライチェーンの定量化:2030年頃の経済的ギャップ

5. 課題と施策

- ・課題取りまとめ
- ・施策取りまとめ
- ・ビジョン実現に向けたアクションプラン

【協議会の将来ビジョン】神戸・関西圏の水素利活用ビジョン

神戸・関西圏の特徴を活かし、水素エネルギー導入による脱炭素化を目指す

2025年頃～ – 商用化実証フェーズ –

2030年頃～ – 商用化フェーズ –

目標

水素利活用の商用化実証を推進

大規模な需要創出による商用化移行

需要

大規模需要と成りうる実証が開始

■ 実証フェーズでの水素利用先の拡大

- 水素混焼/専焼発電実証、CGS商用稼働、製油・化学産業プラント、製鉄における水素利用 等

■ その他アプリケーションの普及拡充

- FCV、FCバス・トラックの普及台数拡大、街利用・港湾利用向けFC設備の導入等

複数の大規模需要家が創出

■ 発電や産業利用を起点に需要拡大

- 水素発電拡大、CGS/純水素型FCの導入拡大、製油・化学産業プラント、製鉄における水素利用拡大 等

■ 各アプリの水素利用・需要拡大

- FCV、FCバス・トラックの普及台数拡大、港湾部のカーボンニュートラル化に向けた大規模水素利用

供給

中規模での水素製造・基地建設が進む

■ 国際サプライチェーン商用化実証

規模： 数万トン/年程度

■ 国内水素源から各実証先への供給

- 少量ながらも安定した水素供給を国内水素源が担う（需要創出、実証に役立）

商用規模での大規模水素製造・基地建設が進む

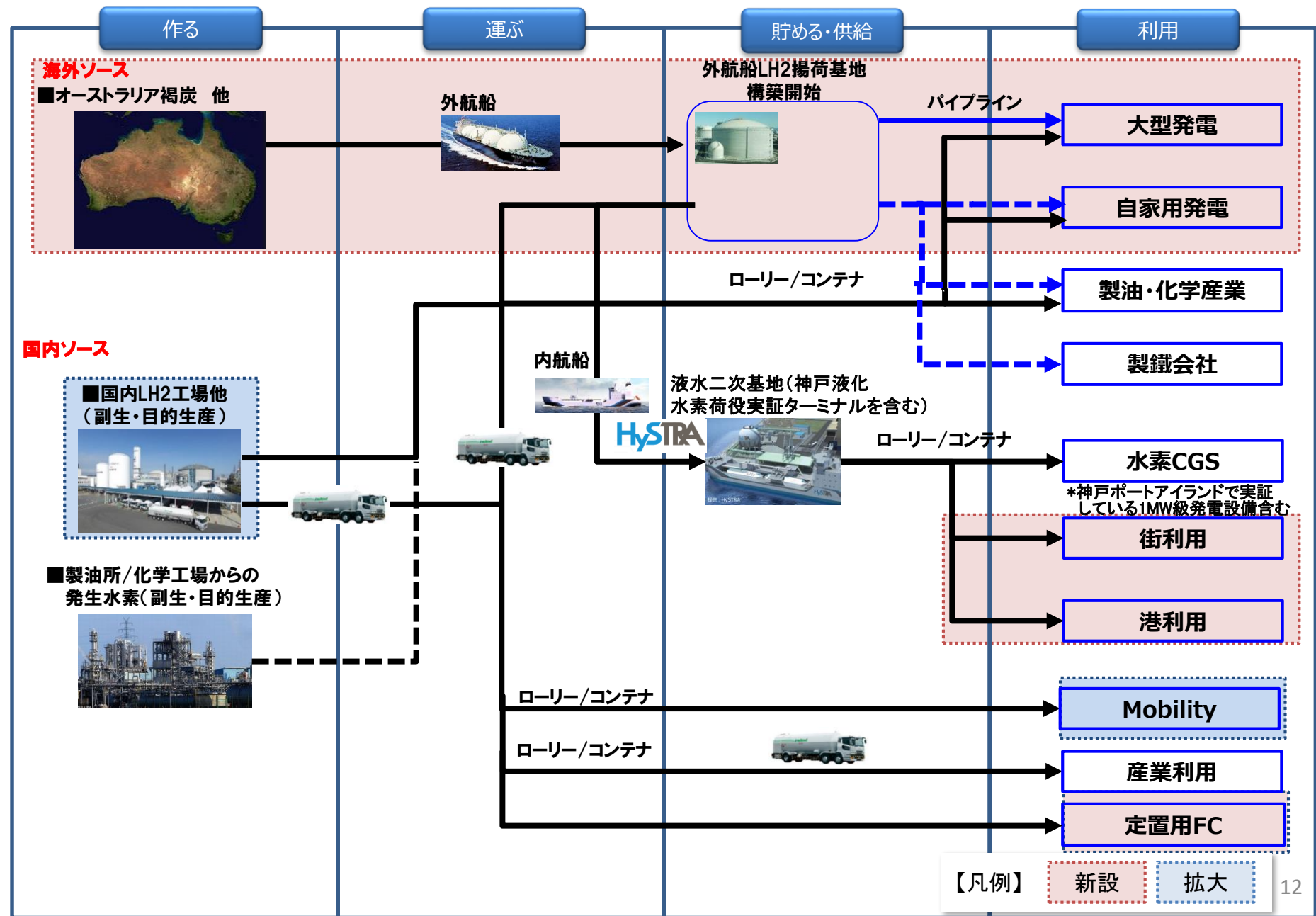
■ 国際サプライチェーン運用本格化

規模： 30万トン/年程度

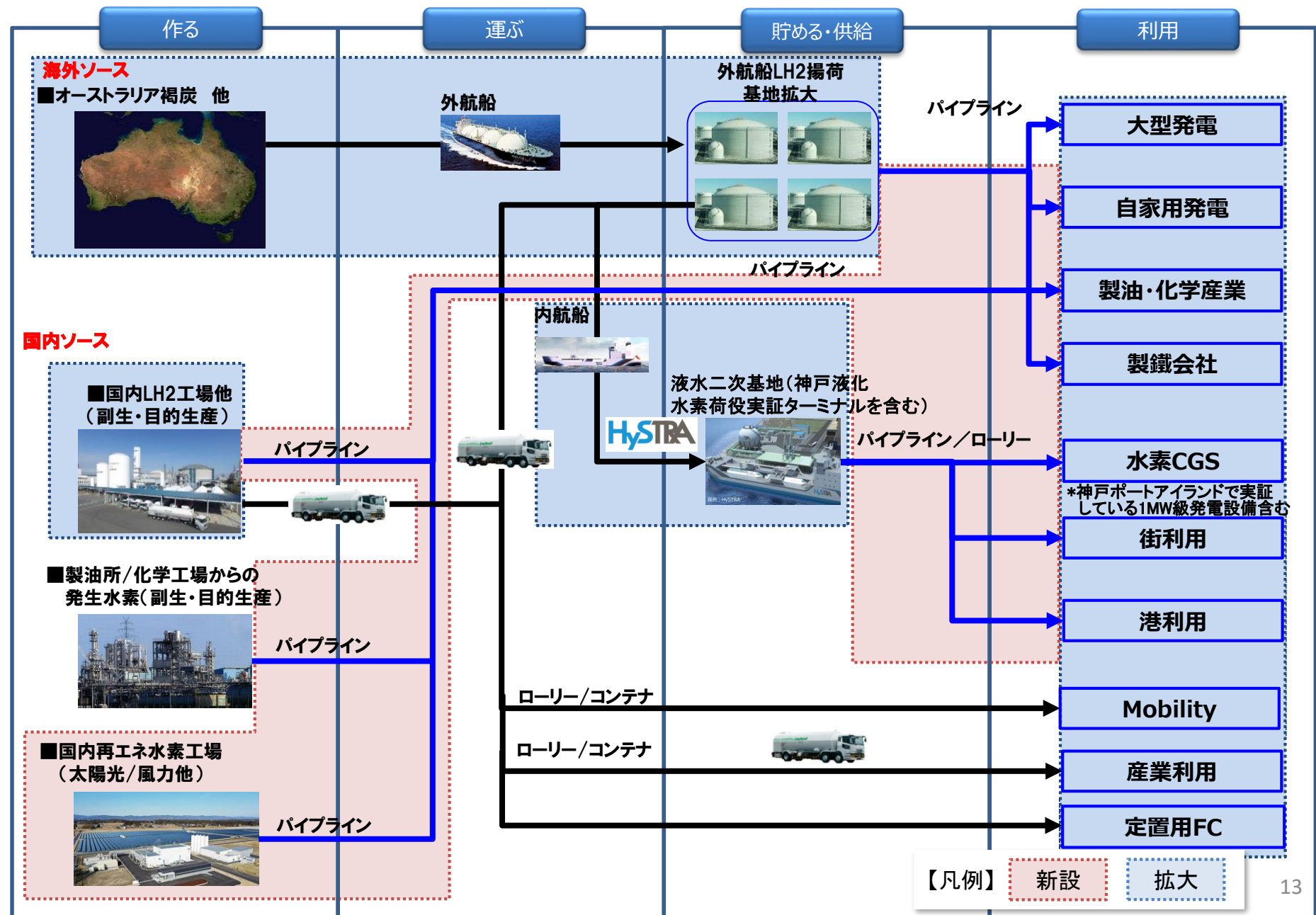
■ 国内水素源と大型基地の連携

- 水素パイプラインの拡大、再エネ水素の供給試行

【協議会の将来ビジョン】商用化実証フェーズ：2025～2030年

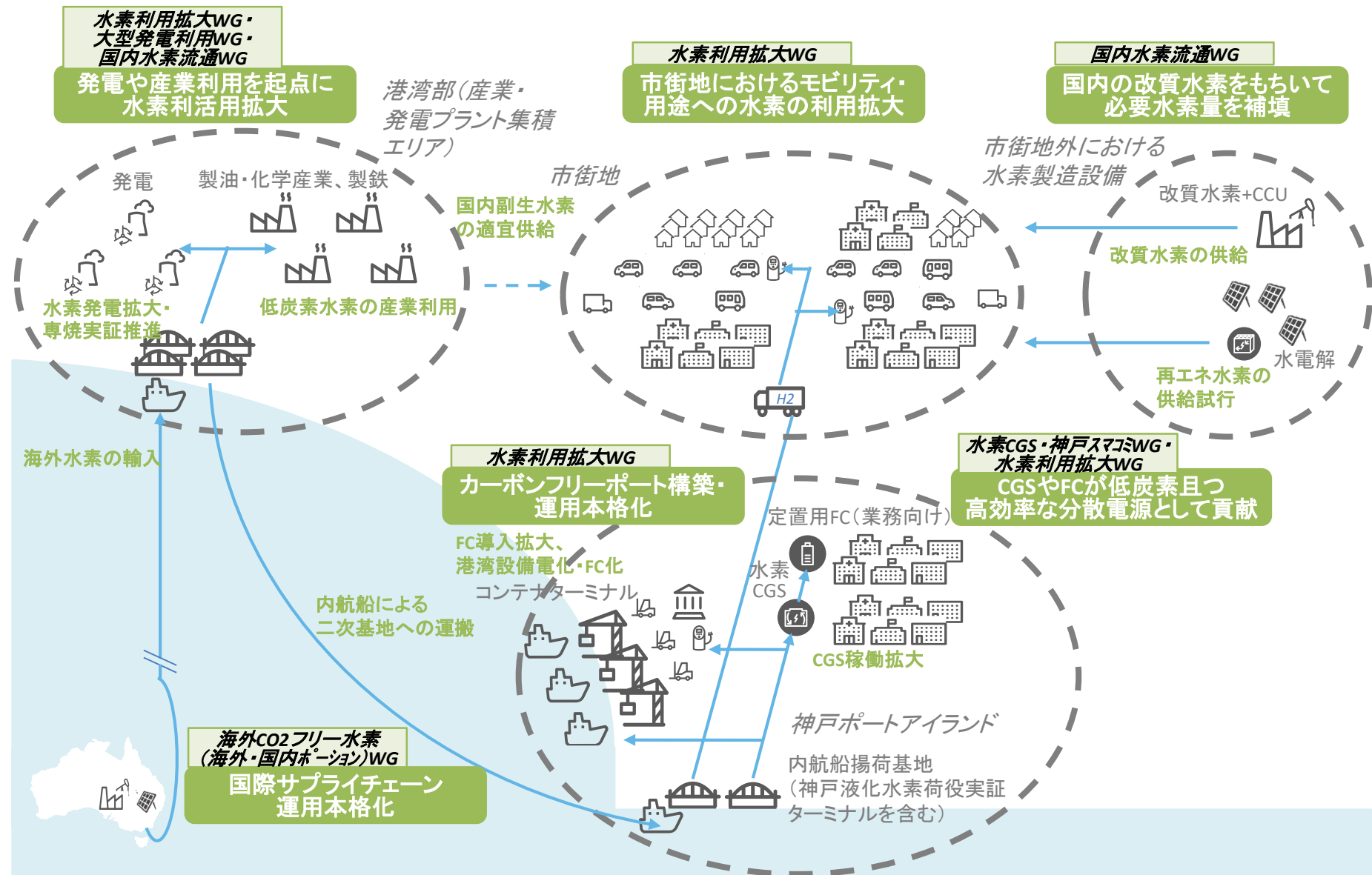


【協議会の将来ビジョン】商用化フェーズ：2030年～



【協議会の将来ビジョン】 イラストイメージ（2030年頃）

→ 水素



協議会レポートの構成

1. 将来イメージ

- ・将来的なビジョン
- ・WGの設定・役割
- ・将来イメージ

2. 需要ポテンシャル量

- ・需要ポテンシャル量

3. 供給ポテンシャル量・供給ポテンシャル価格

- ・供給ポテンシャル量
- ・供給ポテンシャル価格

4. 需要側・供給側の取りまとめ

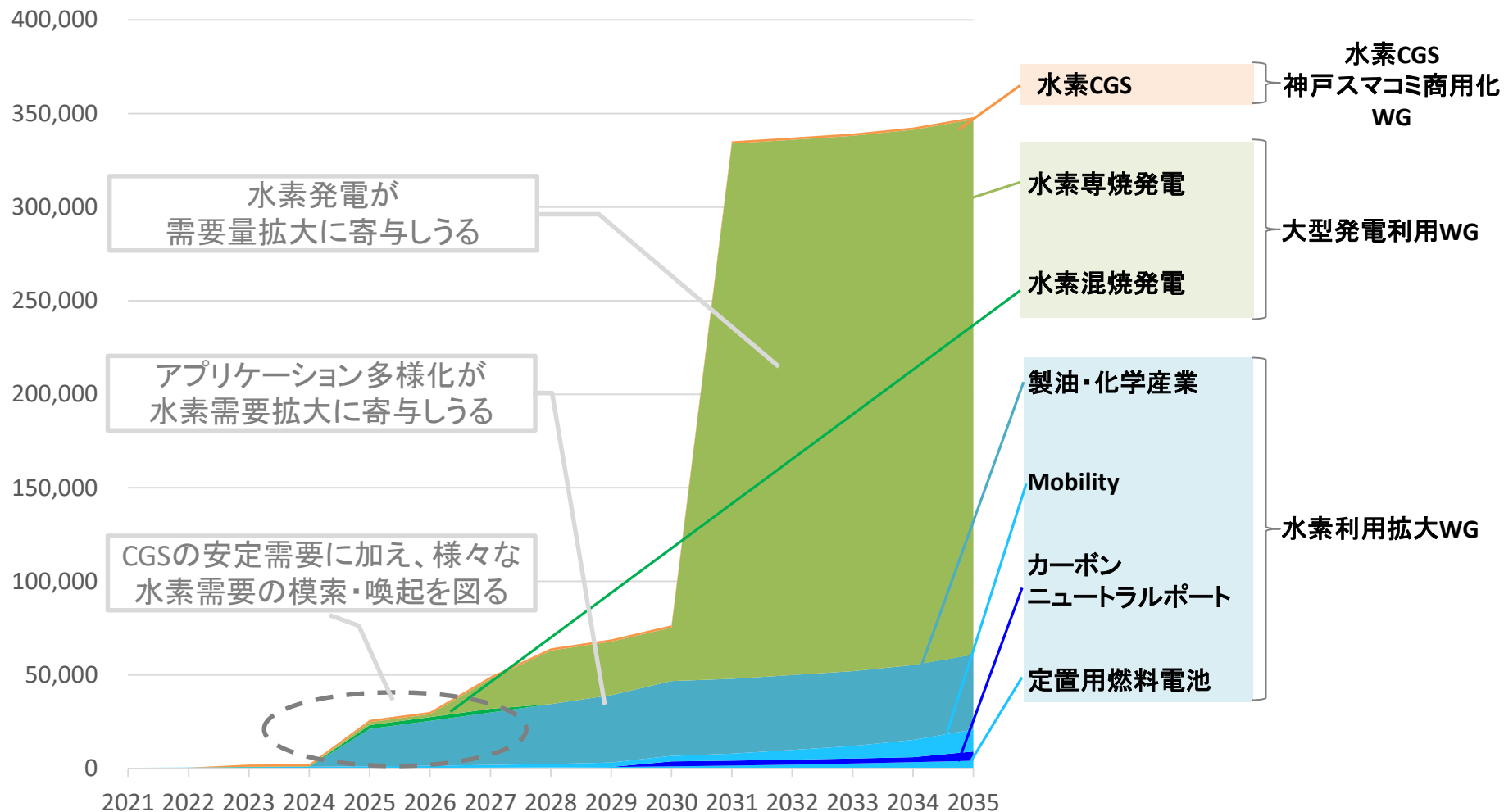
- ・需要側・供給側の取りまとめ
- ・サプライチェーンの定量化:2030年頃の経済的ギャップ

5. 課題と施策

- ・課題取りまとめ
- ・施策取りまとめ
- ・ビジョン実現に向けたアクションプラン

需要ポテンシャル量

各WGの需要ポテンシャル量を積算した場合、2031年断面では330,000トン規模となる



参考：需要ポテンシャル量の前提条件（1/2）

実証・商用化のシナリオや、国の目標を参考にFC機器普及シナリオを需要アプリケーションごとに検討し、
需要ポテンシャル量を推計

WG	需要アプリケーション		前提条件
水素CGS 神戸スマコミ 商用化	水素CGS		■ 2023年から商用化開始と仮定し試算 ■ 商用化時は運転時間は10時間/日、年間運転日数330日と仮定 ※商用化（年間運転日数330日及び10時間/日の連続運転）を行う上では、タンク容量および蒸発器能力、熱供給制御方法、事務所等の見直しが必要
大型発電利用	水素発電 （混焼・専焼）		■ 水素発電の実現においては、①水素発電技術の開発、②水素供給価格、③水素供給可能量という3つの観点での課題解決が必要 ■ 本協議会では課題①のシナリオを整理し推計を実施 ※課題②及び③の整理に応じた推計は今後要検討 ➢ 中型は2023年以降で混焼開始、2025年以降で専焼開始 ➢ 大型は2025年以降で混焼開始、2028年以降で専焼開始 ■ 中型混焼⇒中型専焼、大型混焼⇒大型専焼へと実証が繋がる想定で試算 ■ 商用化実証は2030年までであり、商用化は2031年以降との設定で試算
水素利用拡大	製油・化学産業		■ 関西圏の製油・化学産業における水素需要を試算 ■ 製油・化学産業プロセスのバランス上、副生水素を外部水素へ切り替えることは現実的ではないことから、副生水素は検討対象とせず目的生産のみをポテンシャル需要の検討対象と選定 ■ 2025年に50%導入から段階的に増加し、2030年に向けて100%導入すると仮定
	Mobility	FCV	■ 国の水素基本戦略では2030年に全国で80万台のFCVの普及という目標はあるが、現状の普及台数やFCVメーカーの生産台数を鑑みて試算（FCV1台水素需要量：7kg/年）
		FCバス	■ FCバスについては、関西広域連合の試算値をベースに試算（FCバス1台水素需要量：3,850kg/年）
		FCFL	■ 国の水素基本戦略における2030年に全国で1万台のFCFLの普及目標をベースに試算 ■ 既に過半数が（バッテリーによる）電化されていることから普及の伸びは緩やかに設定 ■ 対象エリア：兵庫県・大阪府の湾岸エリア（全国の約10%） ■ 港湾で使用するコンテナを搬送する大型フォークリフトは（カーボンニュートラルポートで対象としているため）対象とせず、小型フォークリフトを対象とした

参考：需要ポテンシャル量の前提条件（2/2）

実証・商用化のシナリオや、国の目標を参考にFC機器普及シナリオを需要アプリケーションごとに検討し、
需要ポテンシャル量を推計

WG	需要アプリケーション		前提条件
水素利用拡大	カーボンニュートラルポート		■ 共通のシナリオを設定し推計を実施：2025年以降は実証規模を展開、2030以降年はポートアイランドにおける既存燃料のうち50%が水素に置き換わる段階。2035年以降はポートアイランド全体、2040年以降は神戸港全体（ポートアイランドと六甲アイランド）の既存燃料が水素に代替される段階とし、需要ポテンシャル量を推計
		荷役機械	■ ポートアイランド及び六甲アイランドの荷役機械を対象に推計 ■ 水素への転換が期待される軽油量を共通のシナリオのもと整理し、熱量等価換算で水素需要を推計
		背後圏輸送	■ 神戸港の背後圏輸送のトレーラー・トラックを対象に推計 ■ 水素への転換が期待される軽油量を共通のシナリオのもと整理し、熱量等価換算で水素需要を推計 ■ 運輸の脱炭素化に当たりEVという選択肢も存在することから、トラック・トレーラーのうち25%がFC化すると仮定
		他	■ 軽油で動く荷役機械や背後圏輸送の他に、電気を使用する荷役機械や施設、陸上給電等についても参考値としてポテンシャル需要を推計 ■ 参考値のため、33万トンの水素ポテンシャルには含めていない
	定置用燃料電池		■ 定置用燃料電池の出力が2025年までは一定のスピードで普及、2025年以降は50%ずつ普及し、2030年以降は10～30%の緩やかな普及率になると設定し推計 ■ また稼働率は50%と設定（1kW普及出力当たりの水素需要量：235kg/年）
	製鉄		■ 産業部門における脱炭素化推進手段の一つとして、製鉄プロセスにおける低炭素な水素の利用ポテンシャルは大きい期待される（銑鉄1トン製造当たり1000Nm3） ■ 一方、製鉄等の産業への水素の利用は技術的課題の解決・技術確立が必要であり、本協議会の本年度の需要ポテンシャル量の検討からは対象外とした（今後、業界における脱炭素の取り組み方針検討を見守る）

協議会レポートの構成

1. 将来イメージ

- ・将来的なビジョン
- ・WGの設定・役割
- ・将来イメージ

2. 需要ポテンシャル量

- ・需要ポテンシャル量

3. 供給ポテンシャル量・供給ポテンシャル価格

- ・供給ポテンシャル量
- ・供給ポテンシャル価格

4. 需要側・供給側の取りまとめ

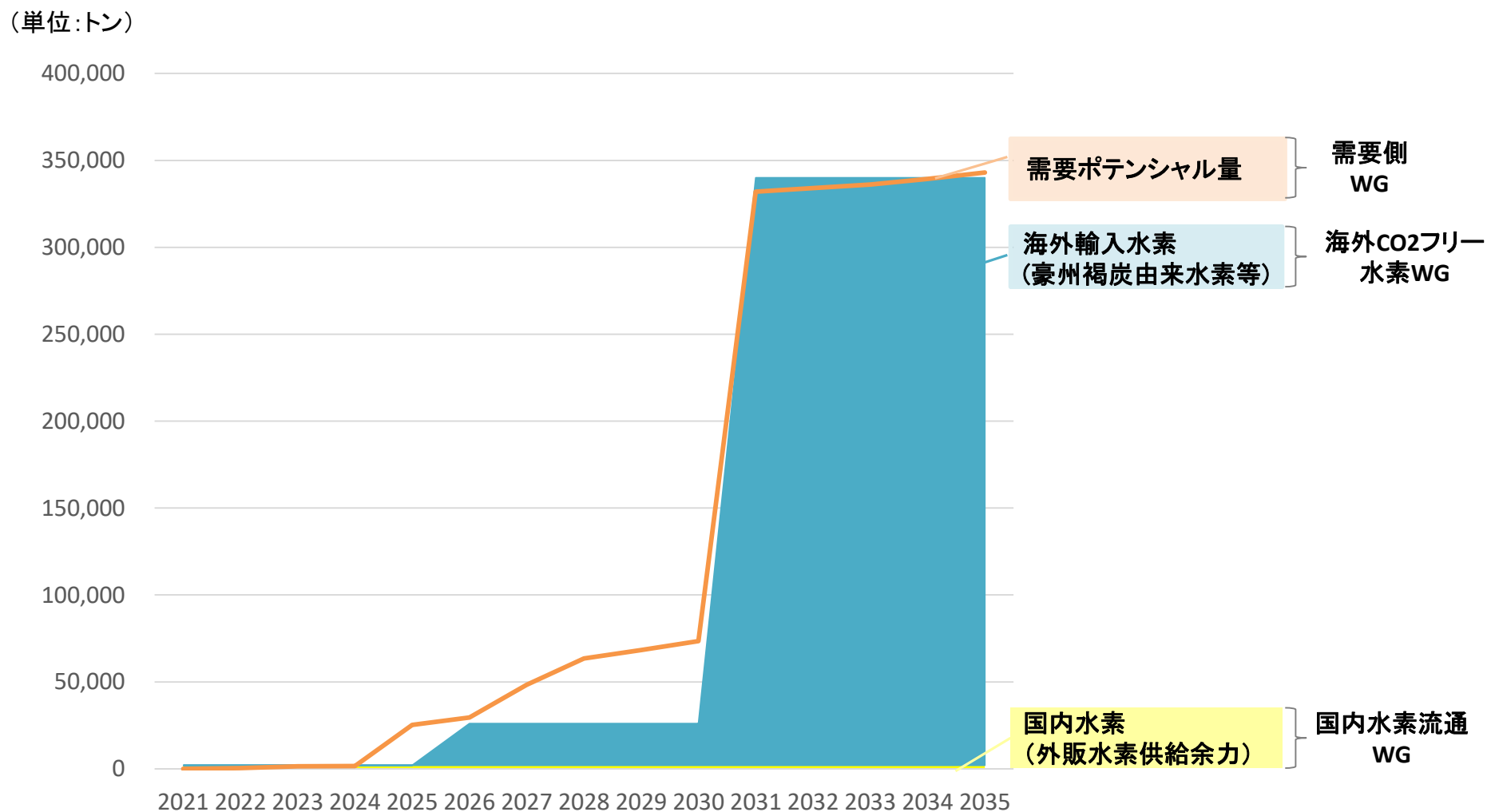
- ・需要側・供給側の取りまとめ
- ・サプライチェーンの定量化:2030年頃の経済的ギャップ

5. 課題と施策

- ・課題取りまとめ
- ・施策取りまとめ
- ・ビジョン実現に向けたアクションプラン

供給ポテンシャル量

各WGの供給ポテンシャル量を積算した場合、2031年断面では340,000トン規模となる



参考：供給ポテンシャル量推計の前提条件

供給ポテンシャル量は公開情報等を参考に水素源ごとに前提条件を検討のうえ算出した推計値

WG	水素源	前提条件
海外CO2フリー水素WG	海外輸入水素 (豪州褐炭由来水素等)	■ 公開情報*を参考に2026年～2030年の商用化実証フェーズ、2031年～の商用化フェーズに分けて協議会事務局にて推計 ➢ 商用化実証フェーズ：約2.4万トンの供給と推計 ➢ 商用化フェーズ：公開情報等を参考に推計し約22.5万トンの供給をベースとして採用。ベースケースに対し、液化水素運搬船を3隻に増設するという前提を置いた場合約33.8万トンの供給が実現できる可能性が示された
国内水素流通WG	国内水素 (外販水素供給余力)	■ 協議会事務局による推計

*：川崎重工業「低品位炭起源の炭素フリー燃料による将来エネルギーシステム（水素チェーンモデル）の実現可能性に関する調査研究」及び、川崎重工業・電源開発「ゼロエミッション石炭火力技術開発プロジェクト グリーン・コール・テクノロジー実用可能性調査 低品位炭利用促進事業可能性に関する検討 豪州の低品位炭から水素を製造するバリューチェーンの改善に関する検討」

協議会レポートの構成

1. 将来イメージ

- ・将来的なビジョン
- ・WGの設定・役割
- ・将来イメージ

2. 需要ポテンシャル量

- ・需要ポテンシャル量

3. 供給ポテンシャル量・供給ポテンシャル価格

- ・供給ポテンシャル量
- ・供給ポテンシャル価格

4. 需要側・供給側の取りまとめ

- ・需要側・供給側の取りまとめ
- ・サプライチェーンの定量化:2030年頃の経済的ギャップ

5. 課題と施策

- ・課題取りまとめ
- ・施策取りまとめ
- ・ビジョン実現に向けたアクションプラン

供給ポテンシャル価格※

当協議会では製造から供給まで一貫通貫での検討を実施した

※価格は各WGで検討した価格や、コストに利益率を乗じ計算したもの

製造		輸送				貯蔵・供給		供給価格			
海外	豪州褐炭 液化水素*1	42.3 円/Nm3	コスト低減	揚荷 1次基地*1	2.5~3.5 円/Nm3	内航船*2	5.4~13.0 円/Nm3	揚荷 2次基地*3	2.2~3.2 円/Nm3	33.3~34.3 円/Nm3	発電所向け
		30.8 円/Nm3				パイプライン*4	0.2~3.3円/Nm3			40.9~50.5 円/Nm3	2次基地周辺需 要向け (2次基地からの 3次配送は含まず)
						液化水素 ローリー	2.6~4.6 円/Nm3			33.5~37.6 円/Nm3	製油・化学産業 プラント向け
										37.0~40.2 円/Nm3	
国内	液化水素*5	90~145円/Nm3 コスト低減				需要家 受入設備	1.1~1.3 円/Nm3	61.1~86.3 円/Nm3	水素CGS・ 港湾部 (荷役機械、 背後圏輸送)・ モビリティ・ 定置用 燃料電池向け		
	圧縮水素*5	90~145円/Nm3 コスト低減						81.1~116.3 円/Nm3			
	再エネ由来 水素*6	120円/Nm3 将来見通し	パイプライン中心					50~ 円/Nm3			

*1:褐炭水素、再エネ由来水素、再エネ由来 + 褐炭水素等の複数ケースを検討したうち、褐炭水素（33.8万t）のケースを記載。豪州褐炭液化水素の製造価格とはCIF価格であり、液化/積荷/海上輸送のコストも含む *2:新造船・既存船を検討したうち、既存船の年間輸送量が1万tの場合の数値。既存船について輸送量に応じた場合、5.1円~76.4円（輸送量1.5万~1千t）にコスト変動する可能性あり *3:新造・既存2次揚荷基地を検討したうち既存基地（空港島）の数値 *4:輸送水素量（5千~10万t）及び輸送距離（10~200km）に応じたコストを検討したうち、国内輸送費の試算にて検討した5万tを10km~100km輸送する場合のコスト範囲を記載 *5：本価格の試算前提は一定量を安定的に供給することを前提としている *6:太陽光由来（将来の水電解コスト・稼働率、再エネ電力価格、水素輸送コストは不確定要素）

参考：供給ポテンシャル価格推計の前提条件（1/2）

供給ポテンシャル価格は、各種公開情報やLNG設備の数値等を参考に前提条件を検討し算出した推計値
※「供給ポテンシャル価格」には推計した数値のうち、特定のパターンや各需要家への国内輸送パターン（後続）を考慮した数値を掲載

サプライチェーン 水素源/輸送・供給手段			前提条件
製造	海外		■ 以下パターンにて協議会事務局にて推計。豪州褐炭液化水素は平成22～23年度NEDO成果報告書（委託先：川崎重工業）、平成26年度NEDO成果報告書（委託先：川崎重工業、電源開発）*1を参考に推計。再エネ由来水素はIEAや南豪州政府の公開資料*2を参考に推計。推計のうえCIF価格（含：液化/積荷/海上輸送のコスト）30円/Nm3の達成にむけ、コスト削減率を感度分析指標にとった分析を実施。「供給ポテンシャル価格」には商用化の②の数値を掲載 ➢ 商用化実証フェーズ（2026～2030年）：①豪州褐炭由来約2.4万トン供給、②再エネ由来約2.4万トン供給 ➢ 商用化フェーズ（2031年～）：①豪州褐炭由来約22.5万トン供給、②同由来約33.8万トン供給、③再エネ由来約33.8万トン供給、④豪州褐炭由来約22.5万トン+再エネ由来約11.3万トン供給 ※より詳細な前提条件・諸元や感度分析の結果は、「APPENDIX①」を参照
	国内	液化水素	■ 経済産業省「2019年工業統計調査・品目別統計表」等の公開資料を活用し、液化コスト及び液化水素ローリーによる輸送コストも含め推計 ■ 将来については液化機の価格が低減することによるコスト低減を検討 ※本価格の試算前提は一定量を安定的に供給することを前提としている
		圧縮水素	■ 経済産業省「2019年工業統計調査・品目別統計表」等の公開資料を活用し、圧縮コスト及び圧縮水素トレーラーによる輸送コストも含め推計 ■ 将来については圧縮水素の供給量が増えることによるコスト低減を検討 ※本価格の試算前提は一定量を安定的に供給することを前提としている
		再エネ由来水素	■ エネルギー経済研究所「再エネからの水素製造-Power to Gasのあるべき姿」の「再エネ水素製造コストの見通し」や資源エネルギー庁「コストダウンの加速化について」（2018年9月）等を基に現在及び将来の再エネ由来（太陽光由来）の水素製造コストを整理 ※将来の水電解コスト・稼働率、再エネ電力価格、水素輸送コストは不確定要素
輸送	揚荷1次基地		■ 基地使用期間を30年とし、公開情報を参考にコストを試算（コスト=30年間の総コスト÷30年間の総揚荷量） ■ 揚荷量に応じた貯蔵タンク数を設定：商用化実証フェーズの揚荷量2.4万トンの貯蔵タンク（50,000m3）は1基、商用化フェーズの22.5万トンは4基、33.8万トンは5基 ※フェーズ・水素供給量別のCAPEX・OPEXは「APPENDIX①」を参照

*1：川崎重工業「低品位炭起源の炭素フリー燃料による将来エネルギーシステム（水素チェーンモデル）の実現可能性に関する調査研究」及び、川崎重工業・電源開発「ゼロエミッション石炭火力技術開発プロジェクト クリーン・コール・テクノロジー実用可能性調査 低品位炭利用促進事業可能性に関する検討 豪州の低品位炭から水素を製造するバリューチェーンの改善に関する検討」
*2：International Energy Agency (IEA) 「The Future of Hydrogen」及び、Government of South Australia（南豪州政府）「South Australia A global force in hydrogen」

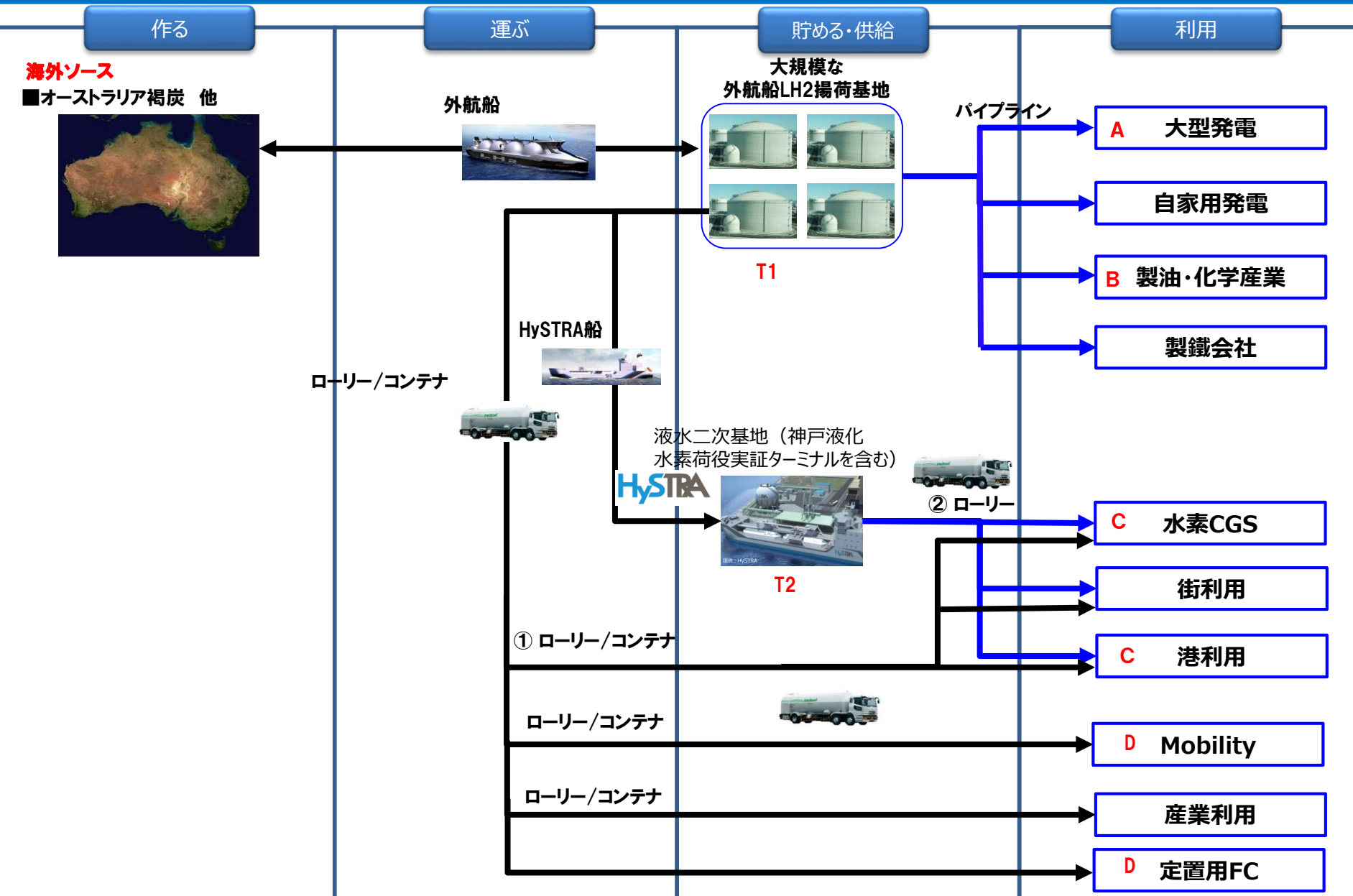
参考：供給ポテンシャル価格推計の前提条件（2/2）

供給ポテンシャル価格は、各種公開情報やLNG設備の数値等を参考に前提条件を検討し算出した推計値
※「供給ポテンシャル価格」には推計した数値のうち、特定のパターンや各需要家への国内輸送パターン（後続）を考慮した数値を掲載

サプライチェーン 水素源/輸送・供給手段			前提条件
輸送	内航船	新造	■ 協議会事務局にて調査したLNG内航船のCAPEX・OPEXを参考に年間コスト（CAPEX÷プロジェクト期間・30年間+OPEX）を推計（年間コストは7～16.5億円） ■ 年間コストを年間水素輸送量で除算しコストを推計 ■ 年間水素輸送量に関連する水素内航船の積載量は150トンの前提
		既存	■ 新造の場合におけるCAPEXを仮にゼロであると設定しコストを推計 ■ 年間水素輸送量に関連する水素内航船の積載量は75トンの前提（現存するHySTRA船と同様） ※「供給ポテンシャル価格」には既存の数値を掲載
	パイプライン		■ 使用期間を30年としてコストを推計（コスト＝（OPEX+CAPEX÷30年）÷水素使用量） ■ CAPEXは天然ガスパイプラインのコストに関する公開情報*1を参考に試算（2.1-4.3万円/inch・m）のうえ、水素輸送量に応じた管径を想定し設定 ■ OPEXは仮定値を設定（10kmを0.5億円/年、100kmまでを1億円/年、200kmまでを2億円/年） ※輸送水素量及び輸送距離に応じた詳細なコスト検討は「APPENDIX①」を参照
	液化水素ローリー		■ 液化水素ローリーによる水素輸送コストは複数の公開情報*2にて整理されているなかで、最新のエネルギー総合工学研究所「メタネーションによる合成メタンの経済性評価の調査報告書～国内配送～」（平成30年）のコストを採用
貯蔵・供給	揚荷2次基地	新造	■ 協議会事務局にて調査したLNG揚荷2次基地のCAPEX・OPEXを参考に（CAPEX÷プロジェクト期間・30年間+OPEX）を推計（年間コストは5～8億円） ■ 年間コストを年間水素輸送量で除算しコストを推計 ■ 年間水素輸送量を20,000トン（新造内航船による133回往復/年）とし、貯蔵タンクは5,000m3が1基と想定
		既存	■ 新造の場合におけるCAPEXを仮にゼロであると設定しコストを推計 ■ 年間水素輸送量は10,000トン（新造内航船による133回往復/年）と設定 ※「供給ポテンシャル価格」には既存船の数値を掲載
	需要家受入設備		■ LNGの貯蔵設備等のコストを参考に推計（CAPEX＋（OPEX×20年））÷20年÷水素使用量 ■ 貯蔵容量は水素使用量の3日分 ■ CAPEXは100klタンク1基当たり0.9-1.1億円（気化器当含む）であり、水素使用量に応じて変化 ■ OPEXはCAPEXの3%/年（メンテナンスコストを含む）

*1：海洋政策研究財団「平成21年度天然ガスの短距離海上輸送体制の整備に関する調査研究報告書」等
*2：NEDO「水素製造・輸送・供給技術ロードマップ」（平成22年）エネルギー総合工学研究所「燃料電池s自動車用水素の供給価格と技術課題」（平成20年）等

参考：【国内輸送コスト】海外CO2フリー水素国内輸送パターン



参考：【国内輸送コスト】パターン分け

- 大型水素発電、水素利用拡大、神戸CGSへの商用時輸送パターンを以下に整理した。

Case	外航船 揚荷基地	輸送	地点	アプリケーション
R1	T1	ハ°イ°隣接	A	大型水素発電
R2-1		ハ°イ°10km	B	製油・化学
R2-2		ハ°イ°100km		
R2-3		ローリー		
R3-1		ローリー50km	C	神戸CGS/港湾
R3-2		ローリー100km		
R3-3		HySTRA船+ローリー		
R4		ローリー50-150km	D	Mobility/定置FC

- 内航船(75トンx2タンク)が133往復するとした時の液化水素量輸送量は20,000トン弱となり、Bの需要40,000トン強に満たないことから、T1-B間の輸送は、パイプライン或いはローリーのパターンで考えた。
- T1-B間の年間約40,000トン強のローリー(20,000m³, 1.8トン)輸送は、必要となるローリー台数、交通事情、需要地での待機時間等の問題を考慮する必要がある。(次頁参照)
- パイプラインについては、敷設用地が問題なく取得できることを前提とする。
- 神戸CGS/港湾への輸送は、始点を外航船揚荷基地として次ぎの2パターンで考えた。
 - ①ローリー輸送
 - ②空港島までHySTRA船(75トンx1タンク。「すいそ・ふろんていあ」活用)輸送、HySTRA揚荷基地から神戸CGS/港湾まではローリー輸送。水素需要量を年間1,000トンとした場合は高コストになると見込まれる。

参考：【国内輸送コスト】製油・化学産業向けローリー輸送

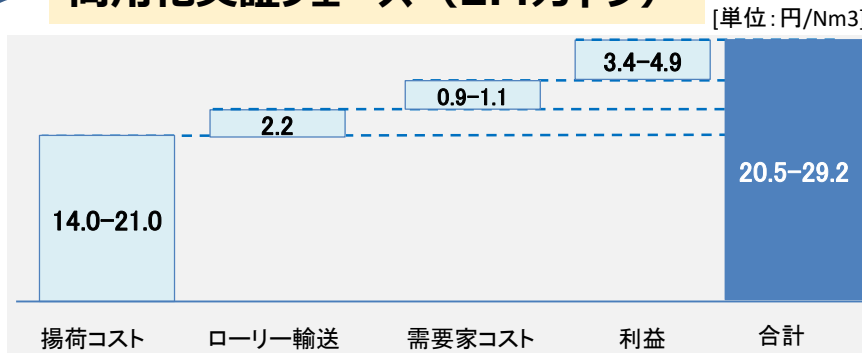
➤ 陸上車両輸送方法／ローリー輸送で

圧縮水素トレーラー	液化水素ローリー	液化水素コンテナ
		
約2,000Sm ³ /基	約20,000Sm ³ /車	約36,000Sm ³ /車
圧縮水素トレーラー比	10倍の輸送量	18倍の輸送量

- T1→B間を液化水素ローリーで年間40,000トン運ぶR2-3について必要車両台数を試算した。
- 液化水素ローリーが1回に運ぶ液化水素量は約20,000Sm³/車（≒1.8トン/車）。
- 年間40,000トンを365日、1日24時間搬入可能と仮定。
- この時に必要な台数は、1日で61台となる。
計算式：40,000/365 × 1/1.8 = 61
- この時、1台当たりが荷卸しにかけられる時間は約24分となる。
計算式：24h × 60分/61≒24分

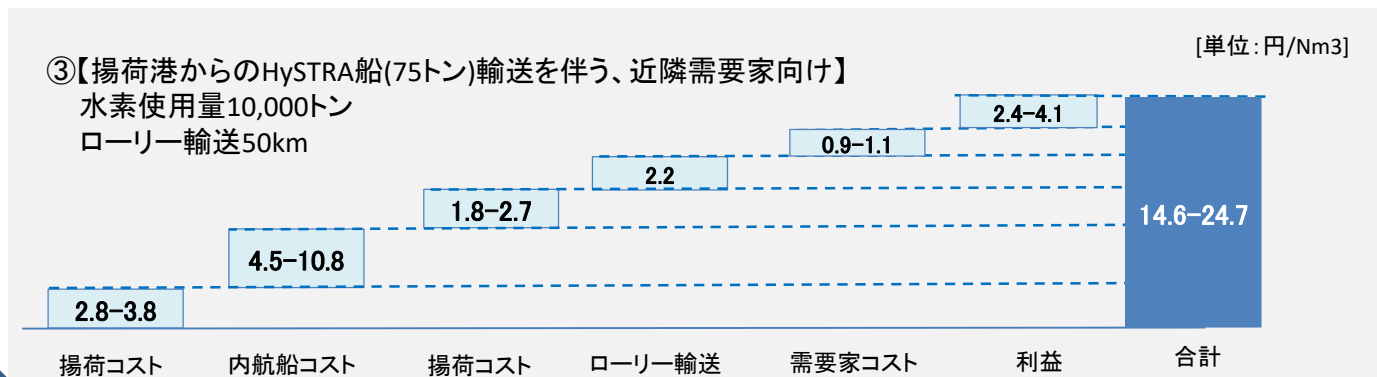
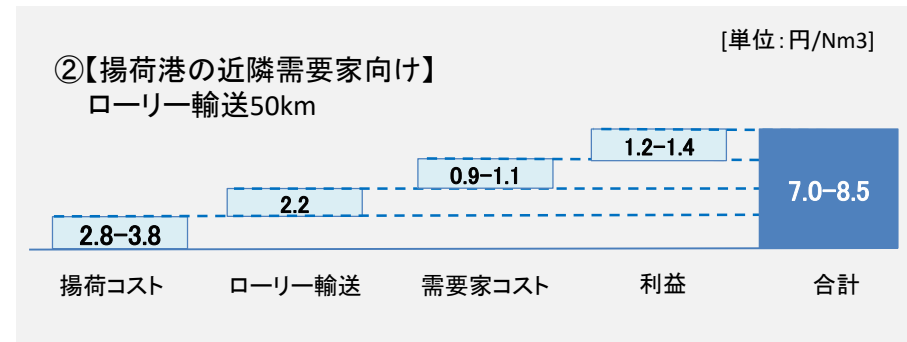
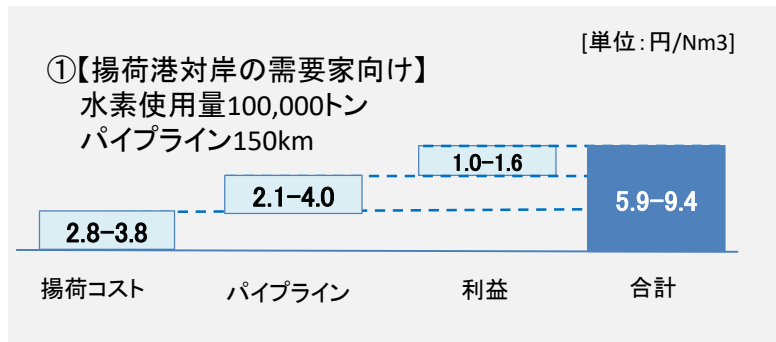
参考：【国内輸送コスト】まとめ① ～商用化実証・商用化22.5万トン～

商用化実証フェーズ（2.4万トン）



- 商用化実証（2.4万トン）
⇒商用化フェーズ（22.5万トン）
⇒商用化フェーズ（33.8万トン）
と段階を追って国内輸送費を試算
- 利益率は20%の前提

商用化フェーズ（22.5万トン）



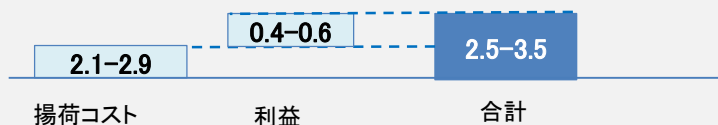
商用化フェーズ（33.8万トン）

- 「国内輸送コストのパターン分け」に掲載のケースのうち、代表例となる6パターンのコストを試算
- 利益率は20%の前提

【R-1: 大型水素発電向け】

揚荷基地に隣接

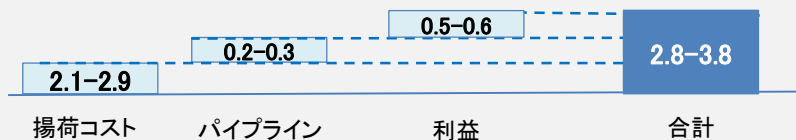
[単位: 円/Nm3]



【R2-1: 製油・化学産業】

パイプライン10km (50,000トン、10kmベース)

[単位: 円/Nm3]



【R2-2: 製油・化学産業】

パイプライン100km (50,000トン、100kmベース)

[単位: 円/Nm3]



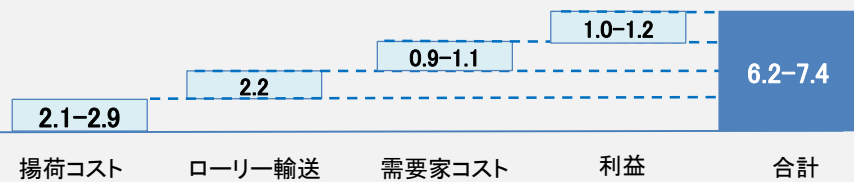
(次頁へ続く)

商用化フェーズ（33.8万トン）

- 「国内輸送コストのパターン分け」に掲載のケースのうち、代表例となる6パターンのコストを試算
- 利益率は20%の前提

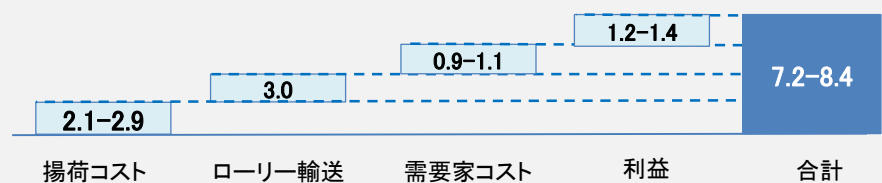
【R3-1: 神戸CGS/港湾】
ローリー輸送50km

[単位: 円/Nm3]



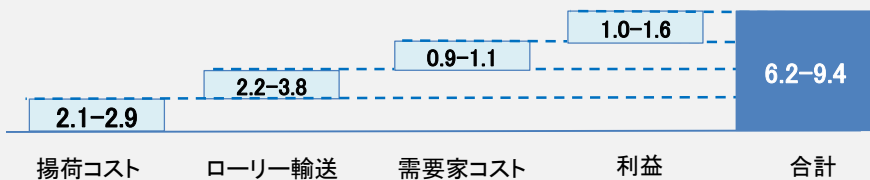
【R3-2: 神戸CGS/港湾】
ローリー輸送100km

[単位: 円/Nm3]



【R4: Mobility/定置FC】
ローリー輸送50-150km

[単位: 円/Nm3]



協議会レポートの構成

1. 将来イメージ

- ・将来的なビジョン
- ・WGの設定・役割
- ・将来イメージ

2. 需要ポテンシャル量

- ・需要ポテンシャル量

3. 供給ポテンシャル量・供給ポテンシャル価格

- ・供給ポテンシャル量
- ・供給ポテンシャル価格

4. 需要側・供給側の取りまとめ

- ・需要側・供給側の取りまとめ
- ・サプライチェーンの定量化:2030年頃の経済的ギャップ

5. 課題と施策

- ・課題取りまとめ
- ・施策取りまとめ
- ・ビジョン実現に向けたアクションプラン

需要と供給の検討結果取りまとめ

政府の 戦略

- 【国際サプライチェーン】
- 2030年頃に商用規模のサプライチェーンを構築し、年間約30万トンの水素を調達
 - 30円/Nm3程度の水素コストの実現を目指す

本協議会の 目的

- 神戸・関西圏における2030年の大規模水素利活用の事業モデルの検討
 - 神戸・関西圏は先駆的な水素供給及び水素利活用に関する実証事業が行われている

協議会での 検討結果 (2030年以降)

需要

- 約33万トンの需要ポテンシャルが見込まれる
- 多様な水素利活用アプリケーションの導入可能性がある

供給

- 約22.5万トンを中心に液化水素運搬船を3隻とした場合、約33.8万トン供給できる可能性がある
- コスト低減や補助等により約30円/Nm3で水素供給できる可能性がある

2030年以降においては、神戸・関西圏エリアで見込まれる約33万トンの水素需要ポテンシャルを満たす水素供給を実現する、コスト低減された商用規模のサプライチェーンが必要

協議会レポートの構成

1. 将来イメージ

- ・将来的なビジョン
- ・WGの設定・役割
- ・将来イメージ

2. 需要ポテンシャル量

- ・需要ポテンシャル量

3. 供給ポテンシャル量・供給ポテンシャル価格

- ・供給ポテンシャル量
- ・供給ポテンシャル価格

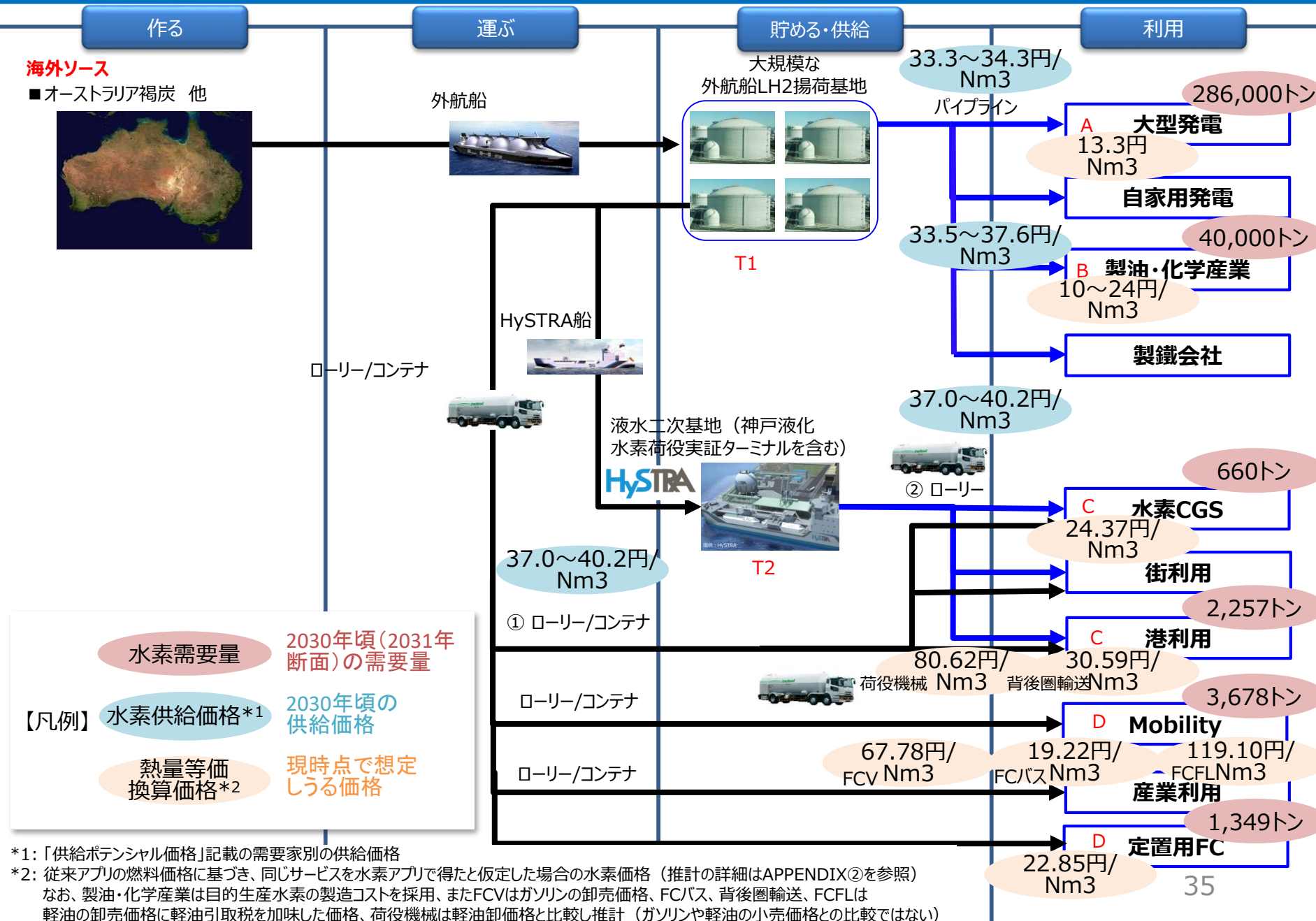
4. 需要側・供給側の取りまとめ

- ・需要側・供給側の取りまとめ
- ・サプライチェーンの定量化:2030年頃の経済的ギャップ

5. 課題と施策

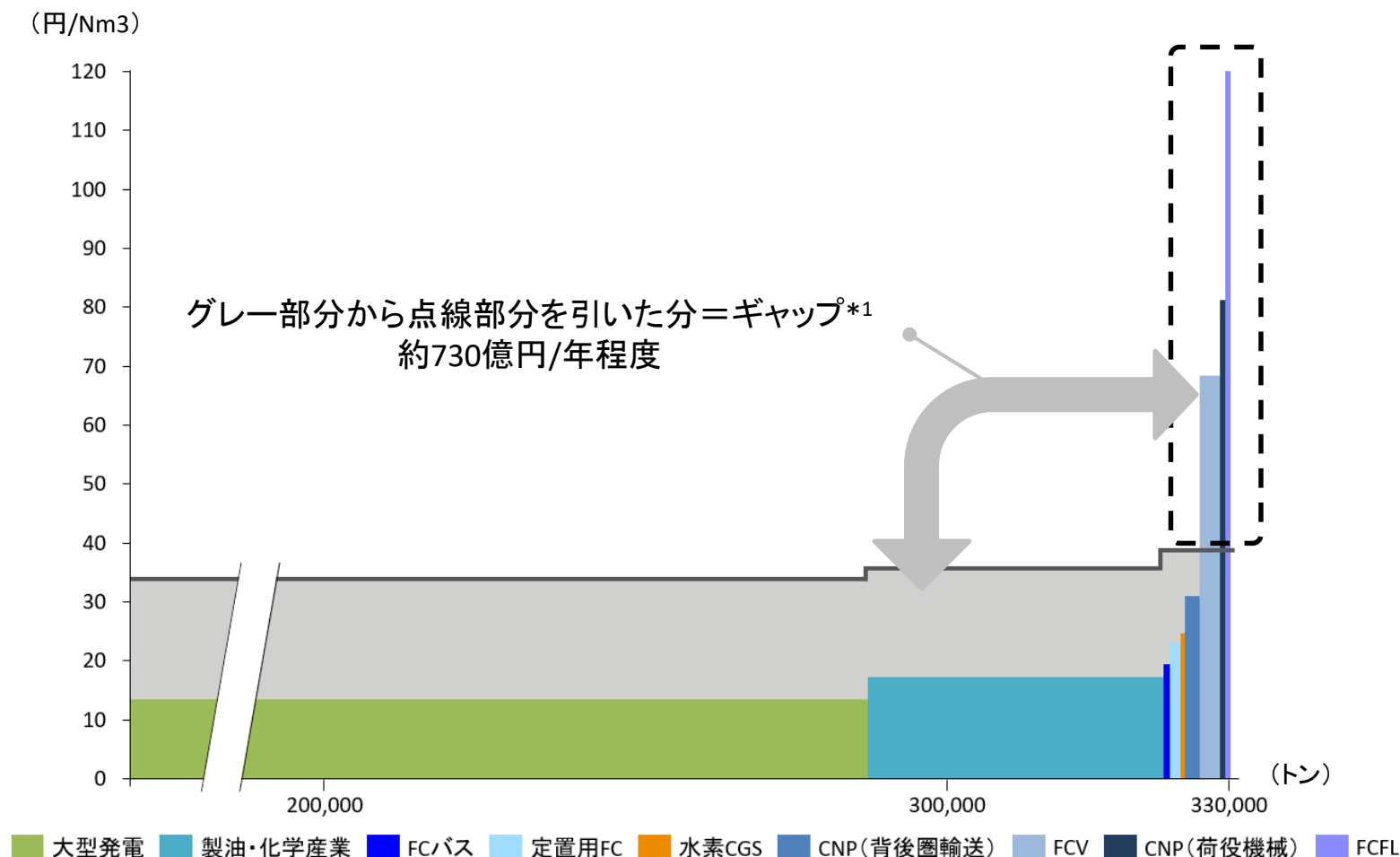
- ・課題取りまとめ
- ・施策取りまとめ
- ・ビジョン実現に向けたアクションプラン

サプライチェーンの定量化



サプライチェーンの定量化：2030年頃の経済的ギャップ

- ✓ 2030年頃の商用化初期段階における神戸・関西圏の水素サプライチェーンでは、既存エネルギーの熱量等価換算価格と、想定される水素供給コストに、ギャップが発生する※
 - ・ 熱量等価換算価格には商用化に至るまでの水素関連インフラの研究開発費や実証費、並びに新たに発生する水素関連設備コストは含まれていない



※2031年断面の水素需要量、現時点で想定する熱量等価換算価格、2030年頃の供給価格（P.23, 35記載の価格の中央値を利用）を基に推計
2030年頃の供給価格には水素ST等の一部水素供給設備のコストが含まれていない点に留意が必要

*1：サプライチェーンにおけるギャップの詳細数値は後続の参考頁を参照

サプライチェーンの定量化の取りまとめ

定量化の結果

- 2030年頃において、既存エネルギーの熱量等価換算価格と、想定される水素供給コストに、約730億円*¹のギャップが発生する推計結果となった
 - ※本協議会の需要ポテンシャル量、熱量等価換算価格*²及び供給価格(CIF価格:30.8円/Nm³の前提)の検討結果を基に積み上げ
 - ※熱量等価換算価格には商用化に至るまでの水素関連インフラの研究開発費や実証費、並びに新たに発生する水素関連設備コストは含まれていない

自立化に向けた取りまとめ

- 神戸・関西圏の水素サプライチェーンの自立化に向けてギャップを埋めるために、以下が必要である
 - 供給側の水素供給コスト低減努力
 - 需要家の創出及び需要家の水素への転換による社会的効果・価値*³の評価・認証
- 自立化に向けて必要な水素供給コスト水準や水素転換への社会的価値・効果は今後本協議会の活動において検討する必要がある

*1: サプライチェーンにおけるギャップの詳細は後述

*2: 製油・化学産業は既に水素を所内で目的生産しており、外部水素が目的生産水素に置き換わるためには同等の価格である必要があると考え、目的生産水素の製造コストを設定

*3: 神戸・関西圏のサプライチェーンにおけるCO₂削減量は次頁参照

水素への転換による社会的効果（CO2削減量）

✓ 本協議会の水素需要量を基にCO2削減量を推計した結果、約2.4百万tCO2/年の削減可能性があることが明らかになった

※水素需要量を基に推計したものであり、水素需要量をコミットしたものではない

アプリ	従来燃料	需要ポテンシャル規模	燃料の利用量/年*1 ×	CO2排出係数	= CO2削減量/年*5
大型発電	LNG	数百MW相当の電力	699,759.2 t*2	2.70 tCO2/t	1,889,349.8 tCO2
製油・化学産業	ナフサ由来の水素*3	約40,000トンの目的生産水素	444,938,820.9 Nm3	0.000113 tCO2/Nm3-H2*3	502,780.9 tCO2
FCバス	軽油	バス約200台	1,888.8 kl	2.58 tCO2/kl	4,873.2 tCO2
CGS	系統電力	約1,100kWの電力	5,506,117.9 kWh	0.318 kgCO2/kWh	1,750.9 tCO2
	A重油	約2,800kWの熱	1,128.4 kl	2.71 tCO2/kl	3,057.9 tCO2
定置用FC	系統電力	約6,000kWの電力	24,759,176.9 kWh	0.318 kgCO2/kWh	7,873.4 tCO2
CNP 背後圏輸送	軽油	トラックでの約185万kmの走行距離	6,759.3 kl	2.58 tCO2/kl	17,438.9 tCO2
FCV	ガソリン	乗用車約40,000台	17,818.2 kl	2.32 tCO2/kl	41,338.2 tCO2
CNP 荷役機械	軽油	荷役機械約160台*4	1,393.0 kl*5	2.58 tCO2/kl	3,593.9 tCO2
FCFL	軽油	フォークリフト約1,000台	693.3 kl	2.58 tCO2/kl	1,788.8 tCO2
合計*6				2,473,846.0 tCO2	

*1: 2031年時点の各アプリ水素需要量を基に、各アプリが提供するサービス（電気[kwh]、熱[J]、走行距離・時間[km/h]等）と同等のサービスを達成するために従来燃料で必要となる既存燃料利用量を推計（水家に当たっては水素アプリ及び従来アプリの効率指標（発電効率、燃費等）を利用

*2: 大型発電の水素アプリの発電効率は将来水素発電が現存のLNG火力発電と同程度の効率に達すると仮定し、55%の仮定値を設定

*3: 水素需要量が製油・化学産業内で目的生産されている水素量の置換と仮定し、同等の水素量をナフサ改質で製造した場合のCO2量を推計

*4: トランスファークレーン約40基、港内シャーシ約90台、大型フォークリフト約30台

*5: トランスファークレーン約40基、港内シャーシ約90台、大型フォークリフト約30台の軽油消費量

*6: 燃料の利用量の小数点第二位以下の数値により、記載のCO2削減量は燃料の利用量 × CO2排出係数の数値と合致しない場合がある

参考：サプライチェーンにおける経済的ギャップの詳細数値

	大型発電	製油・ 化学産業	FCバス	定置用FC	水素CGS	CNP (背後圏輸送)	FCV	CNP (荷役機械)	FCFL
需要 ポテンシャル 規模	数百MW 相当	約40,000 トンの 目的生産 水素	バス 約200台	約6,000kW の電力	約1,100kW の電力・ 約2,800kW の熱	トラックでの 約185万km の走行距離	乗用車 約40,000台	荷役機械 約160台*1	フォークリフト 約1,000台
需要/ 供給量 (トン/年)	286,000	40,000	878	1,349	660	1,974	2,800	283	52
需要/ 供給量 (百万Nm3/年)	3,181.3	444.9	9.8	15.0	7.3	22.0	31.1	3.1	0.6
× 価格差 (円/Nm3)	-20.5	-18.6	-19.4	-15.8	-14.2	-8.0	29.2	42.0	80.5
熱量等価 換算価格 (円/Nm3)	13.3	17.0	19.2	22.9	24.4	30.6	67.8	80.6	119.1
― 供給価格 (円/Nm3)*2	33.8	35.6	38.6*5	38.6	38.6	38.6*5	38.6*5	38.6*5	38.6*5

総経済的 ギャップ*4 (百万円/年)	-73,088.9								
---------------------------	-----------	--	--	--	--	--	--	--	--

*1:トランスファークレーン約40基、港内シャーシ約90台、大型フォークリフト約30台
*2: 3.「供給ポテンシャル量・供給価格」における供給価格取りまとめスライドの値を基に計算・輸送及び貯蔵・供給の価格は中央値を利用し計算
*3: 小数点第二位以下の数値により、収益と価格差 × 需要/供給量及び、ギャップと収益の数値は合致しない場合がある
*4: 熱量等価換算価格10.0～24.0円/Nm3の中央値を利用
*5: 水素ST等の供給設備費用が供給価格に織り込まれていない点に留意が必要である

協議会レポートの構成

1. 将来イメージ

- ・将来的なビジョン
- ・WGの設定・役割
- ・将来イメージ

2. 需要ポテンシャル量

- ・需要ポテンシャル量

3. 供給ポテンシャル量・供給ポテンシャル価格

- ・供給ポテンシャル量
- ・供給ポテンシャル価格

4. 需要側・供給側の取りまとめ

- ・需要側・供給側の取りまとめ
- ・サプライチェーンの定量化:2030年頃の経済的ギャップ

5. 課題と施策

- ・課題取りまとめ
- ・施策取りまとめ
- ・ビジョン実現に向けたアクションプラン

課題の取りまとめ

課題分類	喫緊の課題	中長期的な課題	対応施策
技術開発課題	■ 水素混焼・専焼技術の確立 ✓ ガスタービンへの水素燃料供給、混焼、専焼の双方可能なGT燃焼器 ■ 水素混焼・専焼技術開発の設備費用 ■ 港湾設備脱炭素・動力FC化技術の確立 ✓ 既存の港湾荷役機械をFC化するための製品開発費用 ■ 水素利用機器の開発費用 ✓ 純水素対応の弁やポンプの開発費用	■ CGSにおける冷熱回収技術の確立 ■ 発電における冷熱回収技術の確立 ■ 水素発電バックアップ技術の開発 ✓ 水素・LNG双方使用可能な設備、GT、燃料備蓄 ■ 港湾設備脱炭素・動力FC化技術の確立 ✓ 耐久性向上	
	■ CGSの技術確立 ✓ 効率向上技術、連続運転設備改修 ■ CGSの実証に係る費用 ✓ 効率向上技術、連続運転設備改修 ■ 水素混焼・専焼技術の確立 ■ 水素混焼・専焼実証に係る設備費用 ■ 発電所近傍の水素貯蔵・供給技術の確立 ■ 港湾設備脱炭素・動力FC化技術の確立 ■ 港湾設備脱炭素・動力FC化技術の実証費用 ■ 水素利用機器の実証費用 ✓ 純水素FC導入実証等 ■ 水電解装置の実証費用 ■ 港湾部におけるCO2フリー水素導入推進 ✓ 大量受入方法（渡水）の確立、実証費用 ■ 実証用水素の確保 ■ 高額な水素燃料費	■ CGSの技術確立 ✓ 冷熱回収技術 ■ CGSの実証に係る費用 ✓ 効率向上技術、連続運転設備改修	

■ 1st STEP
需要側・供給側それぞれから沢山の課題をヒアリングし、
ライフサイクルに沿って整理

課題分類	喫緊の課題	中長期的な課題	対応施策
実証課題	■ 水素関連設備運用のための環境整備 ✓ 電事法（「FC発電設備」の定義明確化等）、高圧ガス保安法、離隔距離、防煙、避難、パイプライン、燃料経路の不活性ガス置換規制緩和 ■ 水素純度に関する許容基準の見直し ■ 水素パイプライン敷設・運用に関する環境整備 ✓ 水素パイプライン接続に関する技術基準、供給圧力区分の明確化、規制緩和（付属不要等）水素供給施設設の整備に関する法的整備	■ 水素パイプライン敷設・運用に関する環境整備 ✓ パイプラインの橋梁共架	規制
	■ 事業化時の高額な初期投資費用		
課題分類	喫緊の課題	中長期的な課題	対応施策
技術開発課題	■ 水素の安定輸送・大型輸送技術の確立 ✓ 船舶、液化機器の大型化、船舶タンク大型化、船舶水素推進機関、耐久性向上 ■ 水素の安定輸送・大型輸送技術開発費用 ■ 水素の安定生産技術の確立	■ 水素の安定輸送・大型輸送技術の確立 ✓ 船舶、液化機器の大型化、船舶タンク大型化、船舶水素推進機関、耐久性向上 ■ 水素製造設備の保守・運用技術の確立 ✓ 長期安定運転可能化 ■ 水素供給時の供給効率化技術の確立 ✓ 設備バース・クールドアウン時の放出水素の活用	研究・技術開発支援
	■ 水素の安定輸送・大型輸送技術の確立 ✓ 船舶、液化機器の大型化、船舶タンク大型化、船舶水素推進機関、耐久性向上、実証航海 ■ 水素の安定生産技術の確立 ✓ ガス化炉とピクトリア相炭の適応性、プラント最適化設計、大型化 ■ 水素の安定輸送・大型輸送技術実証費用 ■ 継続的かつ大規模な需要の確保 ■ CO2受け入れ基準や運用ルール・環境整備 ■ 水素国際輸送の適用ルール整備 ■ 水素国内輸送の適用ルール整備	■ 水素の安定輸送・大型輸送技術の確立 ✓ 船舶水素推進機関実装、耐久性向上 ■ 水素製造設備の保守・運用技術の確立 ✓ 長期安定運転可能化 ■ 水素源の多様化による安定供給体制の構築 ■ 水素供給時の供給効率化技術の確立 ✓ 設備バース・クールドアウン時の放出水素の活用	
実証課題	■ 水素関連事業の環境価値 ✓ CO2排出削減効果の評価 ■ CGS商用化に向けた設備 ■ 電熱需要家の確保		規制
事業化課題	■ 水素の安定生産技術の確立 ✓ 褐炭前処理技術	■ 事業化時の高額な初期投資費用 ✓ 製造、輸送、貯蔵、供給設備の設置、大型化、用地確保 ■ 資金調達に水素事業の環境価値等が反映されにくい ■ 需要家側の許容価格と供給コストのギャップ ■ 水素需要の確立 ✓ 社会的受容性向上、環境価値による需要喚起 ■ 導入効果の評価方法や前提条件が多様 ■ 水素関連事業/取組みの環境価値等顕在化 ■ 事業収益機会の確保 ✓ 事業化技術・製品の販売機会増大 ■ 関税対応 ■ 製造プラント最適化に基づくコストの更なる最適化 ■ 海上輸送コストの最適化	事業支援 規格・認証
			規制 自主取組み

■ 2nd STEP
課題をまとめ、施策に落とし込み

※課題の一覧はAPPENDIX③を参照

参考：課題の整理表（会員へのヒアリング）

		課題				解決策・政策提言等
		短期（2025年頃）		中長期（2030年頃）		
		解決必須のもの	解決が望ましいもの	解決必須のもの	解決が望ましいもの	
技術	R&D					
	実証					
	商用化					
法規制	ハード面（施工）					
	ソフト面（運用）					
コスト	R&D					
	実証 （イニシャル、ランニング）					
	商用化 （イニシャル、ランニング）					
制度設計	水素価格について （色について）					
	CO2排出について					
	環境価値について （インセンティブ）					
	行政支援					
	資金調達面					
その他						

各会員からWGごとに個別回答

各会員からWGごとに個別回答

参考：課題の整理表

【整理方法】

国は製品のライフサイクルに沿って支援策を検討しているため、当協議会においての課題をライフサイクルに沿って整理

課題分類	概要	具体的な課題イメージ
技術開発課題	■ 技術がない・技術が出来上がっていない	■ 技術開発のための環境・設備が必要 ■ 技術開発の資金が必要 ■ 技術開発に多大な時間が必要
実証課題	■ 技術は存在するものの技術を運用できない	■ システムとして運用可能か実証することが必要 （安定性、安全性等） ■ 実証する資金が必要 ■ 運用可能とするための環境整備が必要
事業化課題	■ 技術はあり運用可能なものの、事業として成立しえない・事業採算性が満たせない	■ 初期投資する資金が必要 ■ 事業のコスト低下が必要 （含：事業拡大による規模の経済） ■ 事業の効率化が必要 （効率化のための技術が必要）

協議会レポートの構成

1. 将来イメージ

- ・将来的なビジョン
- ・WGの設定・役割
- ・将来イメージ

2. 需要ポテンシャル量

- ・需要ポテンシャル量

3. 供給ポテンシャル量・供給ポテンシャル価格

- ・供給ポテンシャル量
- ・供給ポテンシャル価格

4. 需要側・供給側の取りまとめ

- ・需要側・供給側の取りまとめ
- ・サプライチェーンの定量化:2030年頃の経済的ギャップ

5. 課題と施策

- ・課題取りまとめ
- ・施策取りまとめ
- ・ビジョン実現に向けたアクションプラン

施策の取りまとめ

需要側

施策分類		2025年までの施策	2030年までの施策
研究・技術開発 支援		■ CGS技術の開発・実証支援 ✓ CGS効率向上、CGS連続運転設備 ■ 水素燃焼・専焼技術の開発・実証支援 ■ 発電所近傍の水素供給・貯蔵技術の実証支援 ■ 港湾設備の脱炭素・動力FC化技術の開発・実証支援 ■ 水素利用機器の開発・実証支援 ✓ 純水素FC、純水素対応のデバイス（弁、ポンプ等） ■ 水電解装置の実証支援 ■ 港湾部におけるCO2フリー水素受入/導入実証の支援 ■ 実証用水素確保の支援	■ CGS技術の開発・実証支援 ✓ CGSにおける冷熱回収 ■ 発電の冷熱回収技術の開発支援 ■ 水素発電バックアップ技術の開発支援 ■ 水素輸送・貯蔵・供給技術の実証支援 ■ サプライチェーン構築実証、体制作り支援 ■ 港湾設備の脱炭素・動力FC化技術の開発・実証支援 ■ 水素利用機器の実証支援 ■ 水電解装置の実証支援 ■ 港湾部におけるCO2フリー水素受入/導入実証の支援 ■ 水素パイプラインの敷設・拡張の実証支援
政府 事業 支援		■ 水素関連事業の初期投資費用支援の制度設計 ✓ 補助金、税制、公的融資、公的・民間融資優遇（含：無担保融資） ■ 水素燃料費の支援制度設計 ✓ 補助金、税制、インセンティブ、民間融資優遇 ■ 脱炭素に寄与する事業への評価や金銭的支援 ✓ 異進給付制度 ■ 需要家のFC製品購入支援制度の設計 ✓ FC製品の国・自治体による利用者へのリース	
規制		■ 水素関連事業のための規制緩和・法整備 ✓ 電気事業法、燃料経路の不活性ガス置換規制緩和、高圧ガボン、水素運搬・パイプライン、等 ■ 水素純度に関する法整備 ✓ FC性能劣化度合との整合 ■ 水素国内輸送ための規制緩和・法整備 ✓ 水素パイプライン接続に関する技術基準、供給圧力区分の明確化、パイプラインの橋梁共架、水素パイプライン敷設・拡張、水素供給	需要側・供給側ともに 施策を取り纏め

需要側・供給側それぞれの課題解決の為に 施策を取り纏め

施策分類		2025年までの施策	
政府	規格・認証	■ 水素の価値認証の制度設計 ✓ 水素のCO2排出量認証、水素の環境価値やCO2排出削減効果の認証制度整備（含：非化石証書・クレジット等既存施策との連携）	
民間	自主取組み	■ CGS技術の開発/商用化に向けた設備改修 ✓ CGSの効率向上、連続運転設備改修、商用化に向けた設備改修 ■ 技術の開発・実証推進 ✓ 水素混焼・専焼燃焼技術、実証用水素の確保、発電所近傍の水素供給・貯蔵技術、港湾設備の動力FC化、水素利用機器、水電解装置、港湾部へのCO2リーク水素受入/導入 ■ 電熱需要家の確保	■ CGS技術の開発・実証推進 ✓ CGSにおける冷熱回収 ■ 技術の開発・実証推進 ✓ 発電の冷熱回収技術、水素発電バックアップ技術、水素輸送・貯蔵・供給技術、大規模サプライチェーンの確立、港湾設備の動力FC化、水素利用機器、水電解装置、港湾部へのCO2リーク水素受入/導入、水素パイプライン拡張 ■ 民間投資可能なFC化技術の開発 ■ 水素に代替される燃料成分の先行検討

供給側

施策分類	2025年までの施策	2030年までの施策
研究・技術開発支援	■ 水素の安定輸送・大型輸送技術開発・実証支援 ✓ 船舶、液化機器の大船化、船舶タンク大船化、船舶水素推進機関、耐久性向上、実証航海 ■ 水素の安定生産技術の開発・実証推進 ✓ ガス化炉とピクトリア褐炭の適応性、プラント最適化 ■ 需要家含むサプライチェーン構築支援 ✓ 一気通貫でのサプライチェーン構築実証、体制作り支援 ✓ 水素需要側の技術開発・実証支援	■ 水素の安定輸送・大型輸送技術開発・実証支援 ✓ 船舶水素推進機関、耐久性向上 ■ 水素の安定生産技術の開発・実証推進 ■ 水素製造設備の保守・運用技術開発・実証支援 ✓ 長期安定運転可能化 ■ 既存・新規の水素製造手法の開発・実証支援 ■ 水素供給時の供給効率化技術の開発・実証支援 ✓ 設備バージークールダウン時の放出水素の活用
事業支援 政府	■ 水素関連事業の初期投資費用支援の制度設計 ✓ 補助金、公的融資、民間融資促進、信用保証/補完 ■ 水素燃料費の支援制度設計 ✓ 補助金、インセンティブ ■ 脱炭素に寄与する事業への評価や金銭的支援 ✓ 果進給付制度	

政府	規格・認証	■ 水素の価値認証の制度設計 ✓ 環境価値、水素のCO2排出量評価方法の確立・排出量認証、日本独自認証の先行措置、二国間認証 ■ 水素技術の認証・基準検討（含：世界標準化）
民間	自主取組み	■ 水素の安定輸送・大型輸送技術の開発・実証推進 ■ 水素の安定生産技術の開発・実証推進 ■ 水素の社会的受容性向上活動
		■ 製造プラント最適化に基づくコストの更なる最適化 ■ 海上輸送コストの最適化 ■ 水素供給時の供給効率化技術の開発・実証推進 ■ 既存・新規の水素製造手法の開発・実証推進

※施策の一覧はAPPENDIX④を参照

施策のまとめ

施策分類		概要	具体的な施策イメージ
政府	研究・技術開発支援	■ 研究・技術開発を実施する施策 または企業の研究・技術開発を支援する施策 ➢ 技術開発助成金	水素関連技術の開発・実証支援
	事業支援	■ 企業等に経済的インセンティブを付与する施策 ➢ 補助金、税制優遇措置等を付与	水素関連事業への経済的支援 ※初期投資、水素燃料価格、等
	規制	■ 企業等に義務を課す施策 ➢ 遵守すべき基準や達成目標、踏むべき手続き・手順を義務付け	水素関連事業のための 規制緩和・法整備 ※設備基準、国内外輸送、等
	規格・認証	■ 企業活動・製品・技術等を支援する施策 ➢ 製品・技術の認証、エネルギー源の認証	水素の価値認証 ※環境価値、CO2削減効果
民間	自主取り組み	■ 企業が自ら実施する取り組み ➢ 自ら一定の努力目標等を設定し取り組みを推進	本協議会のアクションプラン

参考：施策の前提整理表

✓ 課題に対する施策を整理

施策分類		概要	具体的な施策イメージ
政府	研究・技術開発支援	■ 研究・技術開発を実施する施策 または企業の研究・技術開発を支援する施策 ➢ 技術開発助成金	✓ 技術開発助成金
	事業支援	■ 企業等に経済的インセンティブを付与する施策 ➢ 補助金、税制優遇措置等を付与	✓ 固定価格買取制度（FIT） ✓ グリーン購入法 ✓ 環境配慮契約法 ✓ 地球温暖化対策のための税 ✓ エコカー減税
	規制	■ 企業等に義務を課す施策 ➢ 遵守すべき基準や達成目標、踏むべき手続き・手順を義務付け	✓ エネルギー供給高度化法 ✓ Low Carbon Fuel Standard ✓ Renewable Energy Directive II
	規格・認証	■ 企業活動・製品・技術等を支援する施策 ➢ 製品・技術の認証、エネルギー源の認証	✓ Jクレジット制度 ✓ 環境ラベル ✓ CertifHY
民間	自主取り組み	■ 企業が自ら実施する取り組み ➢ 自ら一定の努力目標等を設定し取り組みを推進	✓ 経団連低炭素社会実行計画 ✓ 個別企業の環境行動計画

協議会レポートの構成

1. 将来イメージ

- ・将来的なビジョン
- ・WGの設定・役割
- ・将来イメージ

2. 需要ポテンシャル量

- ・需要ポテンシャル量

3. 供給ポテンシャル量・供給ポテンシャル価格

- ・供給ポテンシャル量
- ・供給ポテンシャル価格

4. 需要側・供給側の取りまとめ

- ・需要側・供給側の取りまとめ
- ・サプライチェーンの定量化:2030年頃の経済的ギャップ

5. 課題と施策

- ・課題取りまとめ
- ・施策取りまとめ
- ・ビジョン実現に向けたアクションプラン

ビジョン実現に向けたアクションプラン

✓ 全体最適を図りながら取り組みを進める

アクションプランに沿った活動を21年度以降に実施・継続する

分類	WG	~2025	~2030
需要	CGS	■ CGS技術の開発・実証 ✓ 効率向上・連続運転設備改修 ■ CGS商用化に向けた設備改修 ■ 電熱需要家の確保	■ CGSにおける冷熱回収技術の開発・実証
	大型発電	■ 水素混焼・専焼技術の開発・実証 ■ 実証用水素の確保 ■ 発電所近傍の水素供給・貯蔵技術の開発・実証	■ 発電における冷熱回収技術の開発・実証 ■ 水素発電バックアップ技術の開発・実証 ■ 水素輸送・貯蔵・供給技術 ■ 大規模サプライチェーンの確立 ■ 水素に代替される燃料成分の行先検討
	水素利用拡大	■ 港湾設備の動力FC化技術の開発・実証 ■ 水電解装置の開発・実証 ■ 港湾部へのCO2フリー水素受入/導入 ■ 水素利用機器（純水素FC、弁、ポンプ等）の開発・実証 ■ 電熱需要家の確保	■ 水素利用機器（純水素FC）の実証 ■ 水素パイプライン拡張（神戸スロミ・ポートアイランド 周辺） ■ 民間投資可能なFC化技術の開発 ■ 水素に代替される燃料成分の行先検討
供給	海外CO2フリー水素	■ 安定生産技術の開発・実証 ■ 安定輸送・大型輸送技術の開発・実証	■ 製造プラント最適化に基づくコストの更なる最適化 ■ 海上輸送コストの最適化 ■ 既存・新規の水素製造手法の開発・実証 ■ 水素輸送・貯蔵・供給技術の開発・実証 ■ 水素供給時の供給効率化技術の開発・実証
	国内水素	■ 安定輸送・大型輸送技術の開発・実証	
共通		■ 水素の社会的受容性向上	

APPENDIX

APPENDIX ① : 供給ポテンシャル価格の参考資料

情報

- 平成22～23年度NEDO成果報告書（委託先：川崎重工業）、平成26年度NEDO成果報告書（委託先：川崎重工業、電源開発）を基に試算

試算内容

- 豪州褐炭液化水素（22.5万トン/年）をベースケースとして、需要ポテンシャルを鑑み水素供給量33.8万トン/年の3ケースを試算（合計4ケース）
- Capex、Opexを10-40%改善したケースでコスト、価格を試算
- Capex、Opexが20%改善したケースにおいて、販売価格が30円、13.3円となる補助金につき試算

前提・諸元

- 商用化実証フェーズの5年間（2026-2030年）のCIF価格は、商用化実証規模の事業を30年間継続するとし、IRRが8%となる価格を試算
- 商用化では事業期間を30年とし、IRRが8%となる価格を試算
- Debt:Equity比率は7：3
- 液化機は50t/dサイズを製造量に応じて複数設置
- 液化水素運搬船は16万m³

再エネ

- 再エネ電気を購入し、水電解により水素製造を行う前提
- 再エネ由来水素の製造コストはIEAや南豪州のレポートを参考にUS\$2.5/kg-H₂として試算（褐炭水素製造コストと置換え）

供給シナリオ、主要前提条件

	期間	ガス化炉	水電解装置	パイプライン	液化機	積荷基地タンク数	運搬船 160,000m3	Capex (億円)	Opex (億円/年)
商用化実証 (豪州褐炭 2.4万吨)	2026年- 2030年	129t/d : 1基	N/A	79km	50t/d 2基	1基	1隻	2,457	91
商用化実証 (再エネ2.4 万吨)	2026年- 2030年	N/A	215MW	N/A	50t/d 2基	1基	1隻	2,137	125
①豪州褐炭 (22.5万吨)	2031年- (*1)	129t/d : 2基 257t/d : 2基	N/A	79km	50t/d 16基	4基	2隻	7,154(*2)	505
②豪州褐炭 (33.8万吨)	2031年- (*1)	129t/d : 1基 257t/d : 4基	N/A	79km	50t/d 24基	5基	3隻	10,076(*2)	748
③再エネ由来 (33.8万吨)	2031年- (*1)	N/A	2,585MW	N/A	50t/d 24基	5基	3隻	6,759(*2)	1.206
④豪州褐炭 (22.5万吨) 再エネ由来 (11.3万吨)	2031年- (*1)	129t/d : 2基 257t/d : 2基	860MW	79km (褐炭)	50t/d 24基	5基	3隻	9,594(*2)	899

(*1)商用化実証は2026-2030年に実施。

(*2)商用化実証設備のCAPEXも含む金額。

主要前提

褐炭	15 A\$/トン
電気	70 A\$/MWh (再エネ水素製造コストを除く)
水	2 A\$/トン (再エネ水素製造コストを除く)
為替レート	81円/A\$
	111円/US\$
金利	3%
税金	30%

再エネ水素製造コスト

Capex (水電解装置)	US\$500/kW
Opex	2.35US\$/kg-H2

* 再エネ水素製造コスト(US\$2.5/kg)は、CapexとOpexの合計との前提

(単位:円/Nm³)

	ケース① 褐炭水素 22.5万トン		ケース② 褐炭水素 33.8万トン		ケース③ 再エネ水素 33.8万トン		ケース④ 褐炭水素22.5万トン 再エネ水素11.3万トン	
コスト削減率	コスト	販売価格	コスト	販売価格	コスト	販売価格	コスト	販売価格
0%	31.2	43.9	30.2	42.3	41.1	51.7	33.7	45.1
10%	28.5	40.1	27.5	38.5	37.3	46.8	30.6	41.0
20%	25.7	36.2	24.7	34.6	33.4	41.9	27.5	36.8
30%	23.0	32.4	22.0	30.8	29.5	37.0	24.4	32.7
40%	20.3	28.5	19.2	26.9	25.6	32.2	21.3	28.5

	価格30円/Nm ³ 以上35円/Nm ³ 未満
	価格30円/Nm ³ 未満

* 補助金はゼロとの前提（コスト削減に補助金を含めた金額と理解することは可能）。

- 公開情報を参考にコスト・価格を試算
- 揚荷量24,000トン（商用化実証フェーズ）の貯蔵タンク（50,000m³）は1基
- 2031年以降、
225,540トン ⇒ 貯蔵タンク4基
338,310トン ⇒ 貯蔵タンク5基
- 上記各ケースでいずれも使用期間を30年とし、下記前提のCapex、Opexを基にコストを試算
（コスト＝30年間の総コスト ÷ 30年間の総揚荷量）

年間揚荷量（トン）	24,000	225,540	338,310
Capex（億円）	760-1,140	1,220-1,660	1,360-1,840
Opex（億円/年）	12-18	30-40	34-46
コスト（円/Nm ³ ）	14.0-21.0	2.8-3.8	2.1-2.9

- 水素パイプラインは将来的に播磨地域と堺泉北地域を繋ぐ幹線パイプラインの敷設を前提にコスト試算を行った。
- 天然ガスパイプライン（高圧）の敷設コスト（1.4-2.9万円/inch・m）を参考に試算(※)
- 水素パイプラインの敷設コスト：2.1-4.3万円/inch・m
- 管径：水素輸送量に応じて下表の通り想定

水素輸送量（トン/年）	管径	敷設コスト（万円/m）
5,000	62.5mm（2.5inch）	5.3-10.8
10,000	100mm（4inch）	8.4-17.2
50,000	250mm（10inch）	21-43
100,000	500mm（20inch）	42-86

- Capex：水素輸送量及び輸送距離に応じ、下表の通り試算

Capex（億円）		水素輸送量			
		5,000トン	10,000トン	50,000トン	100,000トン
距離	200km	105-215	168-344	420-860	840-1,720
	150km	79-161	126-258	315-645	630-1,290
	100km	53-108	84-172	210-430	420-860
	50km	26-54	42-86	105-215	210-430
	10km	5-11	8-17	21-43	42-86

※参考資料

北近畿エネルギーセキュリティ・インフラ整備研究会（平成27年）

海洋政策研究財団「天然ガスの短距離海上輸送体制の整備に関する調査研究報告書」（平成22年3月）、等 56

- Opex：10kmを0.5億円/年、100kmまでを1億円/年、200kmまでを2億円/年として試算
- 使用期間を30年としてコストを試算（コスト=(Opex+Capex/30)÷水素使用量）

コスト（円/Nm ³ ）		水素輸送量			
		5,000トン	10,000トン	50,000トン	100,000トン
距離	200km	9.9-16.5	6.8-12.1	2.9-5.5	2.7-5.3
	150km	8.3-13.3	5.6-9.5	2.2-4.2	2.1-4.0
	100km	4.9-8.2	3.4-6.1	1.4-2.8	1.3-2.7
	50km	3.4-5.0	2.2-3.5	0.8-1.5	0.7-1.4
	10km	1.2-1.5	0.7-1.0	0.2-0.3	0.2-0.3

- 尚、水素パイプラインの敷設コストの公開情報としては下表のものがあるが、過去の水素パイプライン事例も鑑み、上記の通り天然ガスパイプラインの敷設コストを参考にコストを試算した

	敷設コスト	高圧/低圧
日本原子力研究所 「水素供給コストに関する評価」 (2005年)	6,837円/inch・m (※1\$=110円として円に換算)	高圧
国土技術政策総合研究所 「低炭素・水素エネルギー活用社会に向けた都市システム技術の開発」(2014年)	4,383-4,405円/inch・m	低圧 (建物向けの低圧配管)

APPENDIX ② : サプライチェーンの定量化の参考資料

熱量等価換算価格（大型発電）

アクションプランのポイント② <水素サプライチェーン>

赤字は新規目標等

将来の水素大量消費社会に向けた技術の確立のため、研究開発・技術実証を加速化

目指すべき水素供給社会

- 2030年頃に30円/Nm3、将来的に20円/Nm3を目指す
- LNG価格の推移を考慮して従来エネルギーと遜色ない水準まで低減

(LNG価格10\$/MMBtuの熱量等価での水素コストは13.3円/Nm3（環境価値含まない）)



- 資源国等との政府間レベルでの関係構築による水素供給網の拡大
- 水素コスト低減に向け、製造、貯蔵、輸送まで一気通貫の基盤技術の開発

目指すべきターゲット

ターゲット達成に向けた取組

化石燃料+CCS
水素サプライチェーン
再生水素

- 2030年頃の水素供給コスト30円/Nm3の実現に向け、日豪褐炭水素プロジェクトの成果を踏まえ、2020年代前半に達成すべき基盤技術の目標を設定

- <製造>
 - ✓ 褐炭ガス化による水素製造コストの低減（褐炭水素PJでの製造コスト数百円/Nm3→12円/Nm3）
- <貯蔵・輸送>
 - ✓ 水素液化効率の向上（褐炭水素PJでの液化原単位13.6kWh/kg→6kWh/kg）
 - ✓ 液化水素タンクの大型化（褐炭水素PJでのタンク容量数千m³→5万m³）
- <CCS>
 - ✓ CO2分離回収コスト低減（日本でのコスト4,200円台/t-CO2→2,000円台/t-CO2）

- 褐炭ガス化炉の大型化・高効率化に向けた技術開発
- 高効率な水素液化を可能とする革新的な液化機構造（非接触軸受）の開発
- 高い断熱性を備えたLNG並の大型タンクが製造可能となる技術の開発
- 低コストなCO2回収技術（物理吸収法等）の開発
- 福島浪江での実証成果を活かした、社会実装に向けたモデル地域実証の展開
- 水電解装置の高効率化、耐久性向上に向けた技術開発
- 地域資源を活用した水素サプライチェーン構築

- 世界最高水準の再生水素製造技術の確立
(水電解装置コスト：20万円/kW→2030年5万円/kW)
(エネルギー消費量：5kWh/Nm3→2030年4.3kWh/Nm3)

製油・化学産業の目的生産水素の製造コスト

製油・化学産業においては、既に所内で目的生産で水素を製造していることから、目的生産の水素から外部水素へ置き換えるためには目的生産水素と同等の価格帯である必要があると考え、熱量等価換算価格ではなく目的生産の水素製造コストを設定した

各製造方法の経済性

		製造コスト (円/Nm3)	備考
副生水素	苛性ソーダ	20	・各種資料からの引用であり、詳細は不明。
	鉄鋼	24～32	・各種資料から12～20円/Nm3 ・「水素社会における水素供給者のビジネスモデルと石油産業の位置付けに関する調査報告書」、石油産業活性化センター、平成15年)では16.3円/Nm3であるが、最新のエネルギー価格に基づくと28.1円/Nm3となり、上記の価格に比べ12円の上昇
	石油化学	20	・各種資料からの引用であり、詳細は不明。
目的生産 (既存設備)	石油精製	23～37	・各種資料から10～24円/Nm3 ・「水素社会における水素供給者のビジネスモデルと石油産業の位置付けに関する調査報告書」、石油産業活性化センター、平成15年)では11.1円/Nm3であるが、最新のエネルギー価格に基づくと23.7円/Nm3となり、上記の価格に比べ13円の上昇。
	アンモニア	N.A.	
目的生産 (新規設備)	化石燃料等改質	31～58 (※)ランニングのみ	・改質器の設備費等は含まない。 ・改質効率を70%と想定。 ・都市ガス(工業・商業用)1.7円/MJ、A重油1.4円/MJ、LPG2.9円/MJ、ナフサ1.8円/MJ ・PSA用電力は0.33kWh/Nm3-H2。2012年の電力平均単価16.5円/kWh
	水電解	84(系統電力) 76～136 (風力～太陽光) (※)ランニングのみ	・電解装置の設備費等は含まない。 ・電解効率を70%と想定。 ・系統電力は2012年の電力平均単価16.5円/kWh ・調達価格算定委員会資料に基づき、風力発電は30万円/kW、太陽光は10kW以上を29万円/kW、10kW未満を38.5万円/kWとし、コスト等検証委員会の手法により発電単価を推計すると、各々14.9円/kWh、23.6円/kWh、26.8円/kWh ・水素製造は発電サイトでの電解を想定していることから、送電コストは含まない。

(※) **過去の各種調査より抜粋しており、必ずしも同じ前提に従って計算されたものではない。**
また、電力料金、化石燃料価格等の上昇等に伴い、現在、コストが高くなっているものもあると想定される 17

出所: 経済産業省・資源エネルギー庁 燃料電池推進室(2014年4月14日)「水素の製造・輸送・貯蔵について」
*目的生産水素の製造コストは、原料である原油や天然ガスの現状の価格が、出所の2014年当時の価格に比べ半額程度であることから、23～37円/Nm3ではなく、より現状に近いと思料される石油産業活性化センターの調査(平成15年/2003年)を基にした10～24円/Nm3を採用
(原油:[2003年] 26.7\$/BD、[2014年] 96.7\$/BD、[2020年] 42.2\$/BD ※ドバイ価格)
(天然ガス:[2003年] 4.7\$/mmBTU、[2014年] 16.4\$/mmBTU、[2020年] 8.5\$/mmBTU) *出所はWorld Bank Commodity Price

熱量等価換算価格（水素CGS）

✓ 従来アプリの燃料価格に基づき、同じサービス(1kWhの電力・1MJの熱)をCGSで得たと仮定した場合の水素価格を、発電効率や熱効率を用いて換算・算出した

従来アプリケーション				水素アプリケーション		
	燃料価格		効率指標		単位燃料価格	熱量等価換算価格
電気	16.90円/kWh*1	÷	—	=	16.90円/kWh	16.90円/kWh × 0.75kWh/Nm3-H2*4 = 12.68円/Nm3-H2
熱	76.10円/L*2	÷	31.62MJ/L*3	=	2.41円/MJ	2.41円/MJ × 4.86MJ/Nm3-H2*5 = 11.70円/Nm3-H2
						+
						11.70円/Nm3-H2
						II
						24.37円/Nm3-H2
						総合

出所:

- *1: 電力規模600kW、関西電力の高圧電力AL(基本料金:1765.5円/kW、電力量料金:13.14円/kWh(年平均))を用いて算出
(燃料費調整額、再エネ賦課金は含まず、消費税抜きとする)
- *2: A重油の価格2019年1~12月の平均価格 ※消費税抜き
- *3: 37.2MJ/L × 85.0%で計算(37.2MJ/L: A重油の発熱量 | 85.0%: 経済産業省が利用している産業需要家向けの重油ボイラーの効率の数値)
- *4: 10.8MJ/Nm3 ÷ 3.6MJ/kWh × 25%(25%: 天然ガスタービンの発電効率を参考に設定)
- *5: 10.8MJ/Nm3 × 45%(45%: 天然ガスコジェネの排熱回収率を参考に設定)

熱量等価換算価格（港利用：荷役機械・背後圏輸送）

✓ 従来アプリの燃料価格に基づき、同じサービス（1時間の稼働、1kmの走行）を荷役機械、FCTトラックで得たと仮定した場合の水素価格を、燃費や熱量を用いて換算・算出した

従来アプリケーション				水素アプリケーション		
	燃料価格		効率指標		単位燃料価格	熱量等価換算価格
荷役機械 (港湾用途)	67.26 円/L*1	÷	0.50 h/L*2	=	134.52 円/h	80.62 円/Nm3
トラック	99.36 円/L*4	÷	3.65 km/L*5	=	27.21 円/km	30.59 円/Nm3

出所：
*1: 石油製品価格調査、軽油卸価格 全国平均（資源エネルギー庁、2019年1月～12月）
*2: デロイト知見
*3: $8h \div (1.2kg \div 0.0899kg/Nm3)$ （8h: 満充填時の連続運転時間、1.2kg: 満充填時の水素量、0.0899kg/Nm3: 水素のガス密度より設定。「平成28年度水素需給ポテンシャルに基づく水素輸送システムの低炭素化に向けた実現可能性調査・検討に関する委託業務」（環境省、2017/3）より数値を引用）
*4: 石油製品価格調査、軽油卸価格 全国平均（資源エネルギー庁、2019年1月～12月）に軽油引取税を加味。
*5: 国土交通省 自動車燃費一覧トラック・トラクタ等のうち車両積載量が8トン以上の燃費基準の平均（国土交通省、2020年3月）
*6: $500km/40kg \times 0.0708kg/L \div 8.5MJ/L \times 10.8MJ/Nm3$ （500km/40kg: ダイムラー社 GenH2（40kg水素タンク2基にて1000km航続距離の性能を予定（公表値）、40トンの車両総重量及び25トンの積載量）。0.0708kg/L: 水素の液体密度より設定。8.5MJ/L及び10.8MJ/Nm3: 水素の熱量より設定）

熱量等価換算価格（Mobility：乗用車、バス）

✓ 従来アプリの燃料価格に基づき、同じサービス(1kmの走行)をFCVやFCバスで得たと仮定した場合の水素価格を、燃費や熱量を用いて換算・算出した

	従来アプリケーション			水素アプリケーション		
	燃料価格	効率指標	単位燃料価格	単位燃料価格	効率指標	熱量等価換算価格
乗用車	118.47 円/L*1	÷ 16.50 Km/L*2	= 7.18 円/km	7.18 円/km	× 9.44 Km/Nm3*3	= 67.78 円/Nm3
バス	99.36 円/L*4	÷ 4.23 Km/L*5	= 23.49 円/km	23.49 円/km	× 0.82 Km/Nm3*6	= 19.22 円/Nm3

出所：
*1: 石油製品価格調査、レギュラー卸価格 全国平均(資源エネルギー庁、2019年1月～12月)
*2: 省エネ法に基づくガソリン乗用自動車の燃費基準 車両重量1531～1650kg(国土交通省、2020年)
*3: 105km/kg-H2 × 0.0899kg/Nm3 (105km/kg:FCV燃費、水素・燃料電池等の普及促進に係る自治体連携会議、0.0899kg/Nm3: 水素のガス密度より設定。)
*4: 石油製品価格調査、軽油卸価格 全国平均(資源エネルギー庁、2019年1月～12月)に軽油引取税を加味。
*5: 省エネ法に基づく路線バスの燃費基準 車両重量14～(国土交通省、2015年)
*6: 9.1km/kg × 0.0899kg/Nm3(9.1km/kg:FCバス燃費水素・燃料電池等の普及促進に係る自治体連携会議。0.0899kg/Nm3: 水素のガス密度より設定。)

熱量等価換算価格（Mobility：フォークリフト）

✓ 従来アプリの燃料価格に基づき、同じサービス(1時間の稼働)をFCフォークリフトで得たと仮定した場合の水素価格を、燃費や熱量を用いて換算・算出した

	従来アプリケーション			水素アプリケーション		
	燃料価格	効率指標	単位燃料価格	単位燃料価格	効率指標	熱量等価換算価格
フォークリフト	99.36 円/L*1	0.50 h/L*2	198.72 円/h	198.72 円/h	0.6 h/Nm3*3	119.10 円/Nm3

出所:

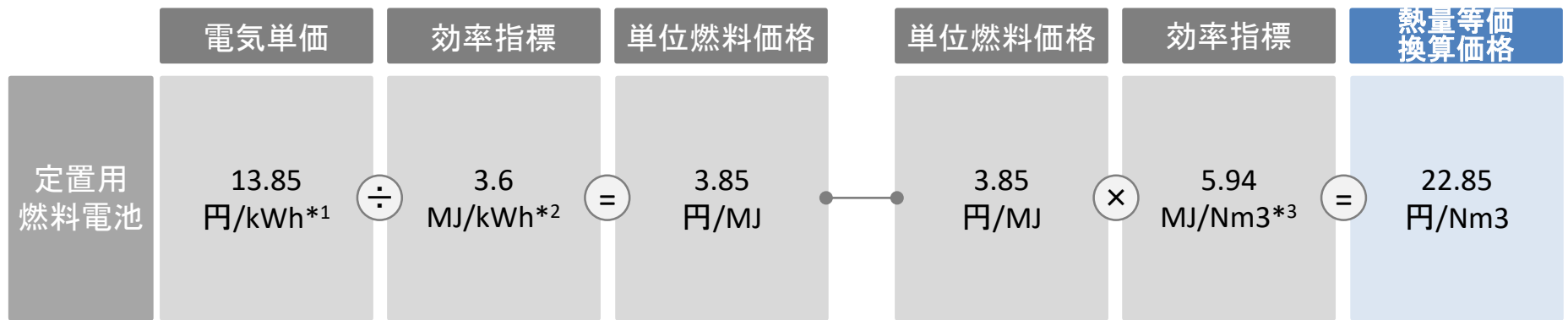
*1: 石油製品価格調査、軽油卸価格 全国平均(資源エネルギー庁、2019年1月～12月)に軽油引取税を加味

*2: デロイト知見

*3: $8h \div (1.2kg \div 0.0899kg/Nm^3)$ (8h: 満充填時の連続運転時間、1.2kg: 満充填時の水素量、0.0899kg/Nm³: 水素のガス密度より設定。「平成28年度水素需給ポテンシャルに基づく水素輸送システムの低炭素化に向けた実現可能性調査・検討に関する委託業務」(環境省、2017/3)より数値を引用)

熱量等価換算価格（定置用FC）

✓ モノジェネタイプの純水素燃料電池が系統電力に対してパリティとなる水素期待価格を算出した



出所：
*1: 電力規模100kW、関西電力の高圧電力AS「基本料金:1765.5円/kW、電力量料金:13.14円/kWh(年平均)」を用いて算出。
（燃料費調整額、再エネ賦課金は含まず、消費税抜きとする）
*2: 電力量当たりの熱量
*3: 10.8MJ/Nm3 × 55%（10.8MJ/Nm3 : 水素発熱量、55% : 燃料電池発電効率）

APPENDIX ③ : 課題の取りまとめの参考資料

需要側の課題取りまとめ（1/2）

課題分類	喫緊の課題	中長期的な課題	対応施策
技術開発課題	■ 水素混焼・専焼技術の確立 ✓ ガスタービンへの水素燃料供給、混焼、専焼の双方可能なGT燃焼器 ■ 水素混焼・専焼技術開発の設備費用 ■ 港湾設備脱炭素・動力FC化技術の確立 ✓ 既存の港湾荷役機械をFC化するための製品開発費用 ■ 水素利用機器の開発費用 ✓ 純水素対応の弁やポンプの開発費用	■ CGSにおける冷熱回収技術の確立 ■ 発電における冷熱回収技術の確立 ■ 水素発電バックアップ技術の開発 ✓ 水素・LNG双方使用可能な設備、GT、燃料備蓄 ■ 港湾設備脱炭素・動力FC化技術の確立 ✓ 耐久性向上	研究・技術開発支援
実証課題	■ CGSの技術確立 ✓ 効率向上技術、連続運転設備改修 ■ CGSの実証に係る費用 ✓ 効率向上技術、連続運転設備改修 ■ 水素混焼・専焼技術の確立 ■ 水素混焼・専焼実証に係る設備費用 ■ 発電所近傍の水素貯蔵・供給技術の確立 ■ 港湾設備脱炭素・動力FC化技術の確立 ■ 港湾設備脱炭素・動力FC化技術の実証費用 ■ 水素利用機器の実証費用 ✓ 純水素FC導入実証等 ■ 水電解装置の実証費用 ■ 港湾部におけるCO2フリー水素導入推進 ✓ 大量受入方法（液水）の確立、実証費用 ■ 実証用水素の確保 ■ 高額な水素燃料費	■ CGSの技術確立 ✓ 冷熱回収技術 ■ CGSの実証に係る費用 ✓ 冷熱回収技術 ■ 発電における冷熱回収技術の確立 ■ 水素発電バックアップ技術の開発 ✓ 水素・LNG双方使用可能な設備、GT、燃料備蓄 ■ 港湾設備脱炭素・動力FC化技術の確立 ✓ 耐久性向上 ■ 水素利用機器の実証費用 ✓ 純水素FC導入実証等 ■ 水電解装置の実証費用 ■ 港湾部におけるCO2フリー水素導入推進 ✓ 大量調達方法及び水素安定供給 ■ 水素輸送・貯蔵・供給技術の確立 ✓ 港からの陸揚げ、輸送等のローディング、パイプライン敷設、大容量化 ■ 水素パイプラインの敷設・拡張推進・実行費用 ✓ 水素荷受基地～神戸CGS周辺等周辺市街地、周辺の港湾等 ■ 実証を通じた技術課題・運用課題の把握と解決 ✓ 運用性等 ■ 水素の安定調達に資する大規模サプライチェーンの確立	

需要側の課題取りまとめ（2/2）

課題分類	喫緊の課題	中長期的な課題	対応施策
実証課題	■ 水素関連設備運用のための環境整備 ✓ 電事法（「FC発電設備」の定義明確化 等）、高圧ガス保安法、離隔距離、防爆、運搬、パイプライン、燃料経路の不活性ガス置換規制緩和 ■ 水素純度に関する許容基準の見直し ■ 水素パイプライン敷設・運用に関する環境整備 ✓ 水素パイプライン接続に関する技術基準、供給圧力区分の明確化、規制緩和（付臭不要等）水素供給施設の整備に関する法的整備	■ 水素パイプライン敷設・運用に関する環境整備 ✓ パイプラインの橋梁共架	規制
事業化課題	■ 水素関連事業の環境価値等顕在化 ✓ CO2排出削減効果の評価 ■ CGS商用化に向けた設備改修 ■ 電熱需要家の確保	■ 事業化時の高額な初期投資費用 ✓ 共通：輸送・供給設備（パイプライン敷設 等） ✓ CGS：水素供給設備冗長化、商用運転事務所設置、蒸気配管敷設、等 ✓ 大型発電利用：既存発電所改修/新規建設 ✓ 水素利用拡大：港湾設備の動力FC化、港湾部におけるCO2フリー水素調達 ■ 高額な水素燃料費 ✓ 色付けの定義、インセンティブの明確化 ■ 高額なFC製品導入費 ■ 関連法規の対応 ✓ 温対法、高度化法、省エネ法 ■ 水素関連事業/取組みの環境価値等顕在化 ✓ 各種認証・クレジットにおける水素の取り扱い ■ 民間投資可能なFC技術開発 ✓ 改修費用・期間・サイズ、安全性等 ■ 現在水素製造に用いられているガスの活用先/水素に置換された燃料の処理	事業支援 規格・認証 自主 取組み

供給側の課題取りまとめ

課題分類	喫緊の課題	中長期的な課題	対応施策
技術開発課題	■ 水素の安定輸送・大型輸送技術の確立 ✓ 船舶、液化機器の大型化、船舶タンク大型化、船舶水素推進機関、耐久性向上 ■ 水素の安定輸送・大型輸送技術開発費用 ■ 水素の安定生産技術の確立	■ 水素の安定輸送・大型輸送技術の確立 ■ 水素の安定生産技術の確立 ■ 水素製造手法の多様化 ■ 水素製造設備の保守・運用技術の確立 ✓ 長期安定運転可能化 ■ 水素供給時の供給効率化技術の確立 ✓ 設備パージ・クールダウン時の放出水素の活用	研究・技術開発支援
実証課題	■ 水素の安定輸送技術・大型輸送技術の確立 ✓ 船舶、液化機器の大型化、船舶タンク大型化、船舶水素推進機関、耐久性向上、実証航海 ■ 水素の安定生産技術の確立 ✓ ガス化炉とビクトリア褐炭の適応性、プラント最適化設計、大型化 ■ 水素の安定輸送・大型輸送技術実証費用 ■ 継続的かつ大規模な需要の確保 ■ CO2受け入れ基準や運用ルール・環境整備 ■ 水素国際輸送の適用ルール整備 ■ 水素国内輸送の適用ルール整備	■ 水素の安定輸送技術・大型輸送技術の確立 ✓ 船舶水素推進機関実装、耐久性向上 ■ 水素製造設備の保守・運用技術の確立 ✓ 長期安定運転可能化 ■ 水素源の多様化による安定供給体制の構築 ■ 水素供給時の供給効率化技術の確立 ✓ 設備パージ・クールダウン時の放出水素の活用 ■ 水素供給バックアップ確保による安定供給体制の構築	規制
事業化課題		■ 事業化時の高額な初期投資費用 ✓ 製造、輸送、貯蔵、供給設備の設置、大型化、用地確保 ■ 資金調達に水素事業の環境価値等が反映されにくい ■ 需要家側の許容価格と供給コストのギャップ ■ 水素需要の確立 ✓ 社会的受容性向上、環境価値による需要喚起 ■ 導入効果の評価方法や前提条件が多様 ■ 水素関連事業/取組みの環境価値等顕在化 ■ 事業収益機会の確保 ✓ 事業化技術・製品の販売機会増大	事業支援 規格・認証
	■ 水素の安定生産技術の確立 ✓ 褐炭前処理技術	■ 関税対応 ■ 製造プラント最適化に基づくコストの更なる最適化 ■ 海上輸送コストの最適化	規制 自主取り組み

APPENDIX ④ : 施策の取りまとめの参考資料

需要側の施策取りまとめ（1/2）

施策分類		2025年までの施策	2030年までの施策
政府	研究・技術開発支援	■ CGS技術の開発・実証支援 ✓ CGS効率向上、CGS連続運転設備 ■ 水素混焼・専焼技術の開発・実証支援 ■ 発電所近傍の水素供給・貯蔵技術の実証支援 ■ 実証用水素確保の支援 ■ 港湾設備の脱炭素・動力FC化技術の開発・実証支援 ■ 水素利用機器の開発・実証支援 ✓ 純水素FC、純水素対応のデバイス（弁、ポンプ等） ■ 水電解装置の実証支援 ■ 港湾部におけるCO2フリー水素受入/導入実証の支援	■ CGS技術の開発・実証支援 ✓ CGSにおける冷熱回収 ■ 発電の冷熱回収技術の開発支援 ■ 水素発電バックアップ技術の開発支援 ■ 水素輸送・貯蔵・供給技術の実証支援 ■ サプライチェーン構築実証、体制作り支援 ■ 港湾設備の脱炭素・動力FC化技術の開発・実証支援 ■ 水素利用機器の実証支援 ■ 水電解装置の実証支援 ■ 港湾部におけるCO2フリー水素受入/導入実証の支援 ■ 水素パイプラインの敷設・拡張の実証支援
	事業支援	■ 水素関連事業の初期投資費用支援の制度設計 ✓ 補助金、税制、公的融資、公的・民間融資優遇（含：無担保融資） ■ 水素燃料費の支援制度設 ✓ 補助金、税制、インセンティブ、民間融資優遇 ■ 脱炭素に寄与する事業への評価や金銭的支援 ✓ 累進給付制度 ■ 需要家のFC製品購入支援制度の設計 ✓ FC製品の国・自治体による利用者へのリース	
	規制	■ 水素関連事業のための規制緩和・法整備 ✓ 電気事業法、燃料経路の不活性ガス置換規制緩和、高圧ガス保安法、水素防爆関係法規制、離隔距離要件の特例措置、水素運搬・パイプライン、等 ■ 水素純度に関する法整備 ✓ FC性能劣化度合との整合 ■ 水素国内輸送のための規制緩和・法整備 ✓ 水素パイプライン接続に関する技術基準、供給圧力区分の明確化、水素パイプライン運用への規制緩和（付臭不要等）、パイプラインの橋梁共架、水素パイプライン敷設・拡張、水素供給施設の整備に関する法的整備	

需要側の施策取りまとめ（2/2）

施策分類		2025年までの施策	2030年までの施策
政府	規格・認証	■ 水素の価値認証の制度設計 ✓ 水素のCO2排出量認証、水素の環境価値やCO2排出削減効果の認証制度整備（含：非化石証書・Jクレジット等既存施策との連携）	
		■ CGS技術の開発/商用化に向けた設備改修 ✓ CGSの効率向上、連続運転設備改修、商用化に向けた設備改修 ■ 技術の開発・実証推進 ✓ 水素混焼・専焼燃焼技術、実証用水素の確保、発電所近傍の水素供給・貯蔵技術、港湾設備の動力FC化、水素利用機器、水電解装置、港湾部へのCO2フリー水素受入/導入 ■ 電熱需要家の確保	■ CGS技術の開発・実証推進 ✓ CGSにおける冷熱回収 ■ 技術の開発・実証推進 ✓ 発電の冷熱回収技術、水素発電バックアップ技術、水素輸送・貯蔵・供給技術、大規模サプライチェーンの確立、港湾設備の動力FC化、水素利用機器、水電解装置、港湾部へのCO2フリー水素受入/導入、水素パイプライン拡張 ■ 民間投資可能なFC化技術の開発 ■ 水素に代替される燃料成分の行先検討
民間	自主 取組み		

供給側の施策取りまとめ（1/2）

施策分類		2025年までの施策	2030年までの施策
政府	研究・技術開発支援	■ 水素の安定輸送・大型輸送技術開発・実証支援 ✓ 船舶、液化機器の大型化、船舶タンク大型化、船舶水素推進機関、耐久性向上、実証航海 ■ 水素の安定生産技術の開発・実証推進 ✓ ガス化炉とビクトリア褐炭の適応性、プラント最適化 ■ 需要家含むサプライチェーン構築支援 ✓ 一気通貫でのサプライチェーン構築実証、体制作り支援 ✓ 水素需要側の技術開発・実証支援	■ 水素の安定輸送・大型輸送技術開発・実証支援 ✓ 船舶水素推進機関、耐久性向上 ■ 水素の安定生産技術の開発・実証推進 ■ 水素製造設備の保守・運用技術開発・実証支援 ✓ 長期安定運転可能化 ■ 既存・新規の水素製造手法の開発・実証支援 ■ 水素供給時の供給効率化技術の開発・実証支援 ✓ 設備パージ・クールダウン時の放出水素の活用
	事業支援	■ 水素関連事業の初期投資費用支援の制度設計 ✓ 補助金、公的融資、民間融資優遇、信用保証/補完 ■ 水素燃料費の支援制度設計 ✓ 補助金、インセンティブ ■ 脱炭素に寄与する事業への評価や金銭的支援 ✓ 累進給付制度	
	規制	■ 水素国際輸送のための規制緩和・法整備 ✓ 製造場所、積荷基地、海上輸送、揚荷基地で適用される法規制、IMO・IGCコード、日本と海外の規格の調和 ■ 水素国内輸送のための規制緩和・法整備 ✓ パイプラインの橋梁への添架、離隔距離、コンビナート則の運用免除、水素付臭、安全基準・設備基準、防災体制要件、液水コンテナの定置タンクの代替認可、トンネル通行規則ルールの見直し、荷下ろし時間制約の撤廃 ■ CO2受入基準や運用ルールの整備 ✓ CO2受入基準、受入設備不調時の代替措置、CO2モニタリングの可否と方法 ■ 関税対応 ■ 水素供給バックアップ体制の検討・準備 ✓ 国家備蓄	

供給側の施策取りまとめ（2/2）

施策分類		2025年までの施策	2030年までの施策
政府	規格・認証	■ 水素の価値認証の制度設計 ✓ 環境価値、水素のCO2排出量評価方法の確立・排出量認証、日本独自認証の先行措置、二国間認証 ■ 水素技術の認証・基準検討（含：世界標準化）	
	自主取組み	■ 水素の安定輸送・大型輸送技術の開発・実証推進 ■ 水素の安定生産技術の開発・実証推進 ■ 水素の社会的受容性向上活動	■ 既存・新規の水素製造手法の開発・実証推進 ■ 製造プラント最適化に基づくコストの更なる最適化 ■ 海上輸送コストの最適化 ■ 水素供給時の供給効率化技術の開発・実証推進

End of File