

発表No.B-28

水素社会構築技術開発事業/地域水素利活用技術開発/

熱によるエネルギー消費が主体の工場の脱炭素化に向けた 水素利活用モデルに関する調査

株式会社神戸製鋼所 今用 浩司

株式会社コベルコE&M 松岡 亮

2022年7月28日

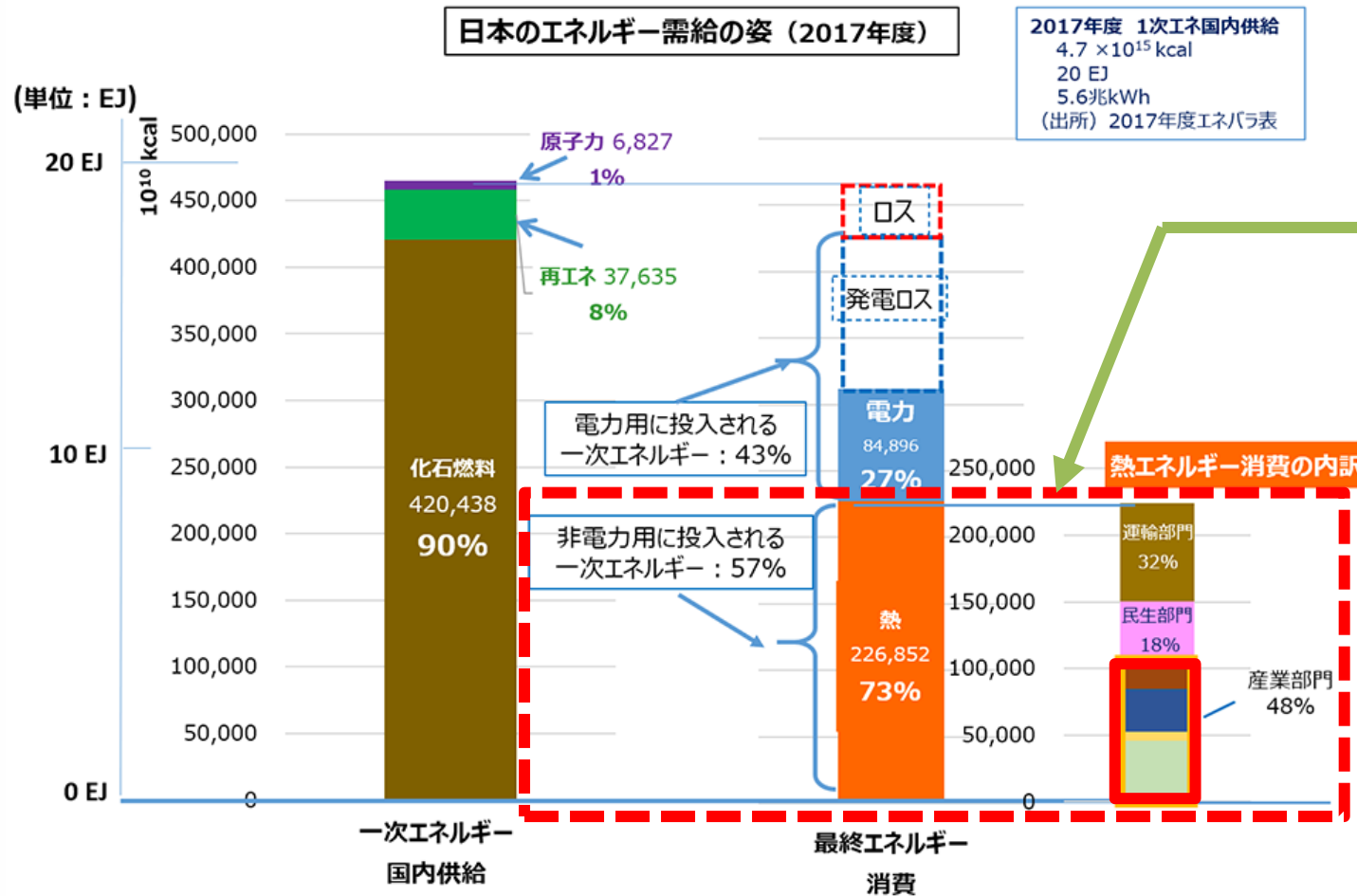
連絡先:

株式会社コベルコE&M 松岡 亮

(E-mail : matsuoka.akira@kobelco.com)

1. 調査の背景・目的

脱炭素社会の実現に向けて、最終エネルギー消費の57%を占める熱需要の脱炭素化が重要



• 熱需要の約50%は産業部門が占めており、工業炉・ボイラーが主な需要先
 ➔ 工業炉/ボイラーの燃料のCO2フリー水素等への転換が必要

課題

- 実際の工業炉で水素利用する場合の技術課題が明確になっていない
- 必要な水素量およびその確保方法
- エネルギー転換と経済性の両立

(出典: 国際環境経済研究所, 「産業分野, 熱エネルギーの脱炭素化-電化と水素エネルギーの重要性と可能性(2020)」)

1. 調査の背景・目的

工業炉，ボイラーによる熱エネルギー消費が大きい工場として，神戸製鋼所の高砂製作所を題材として，CO2フリー水素の利用による脱炭素化に向けた調査・FSを行い，水素利活用モデルを構築する



燃焼容量が数百kW～数千kW(1基あたり)の
工業炉・ボイラーが合計100基程度設置

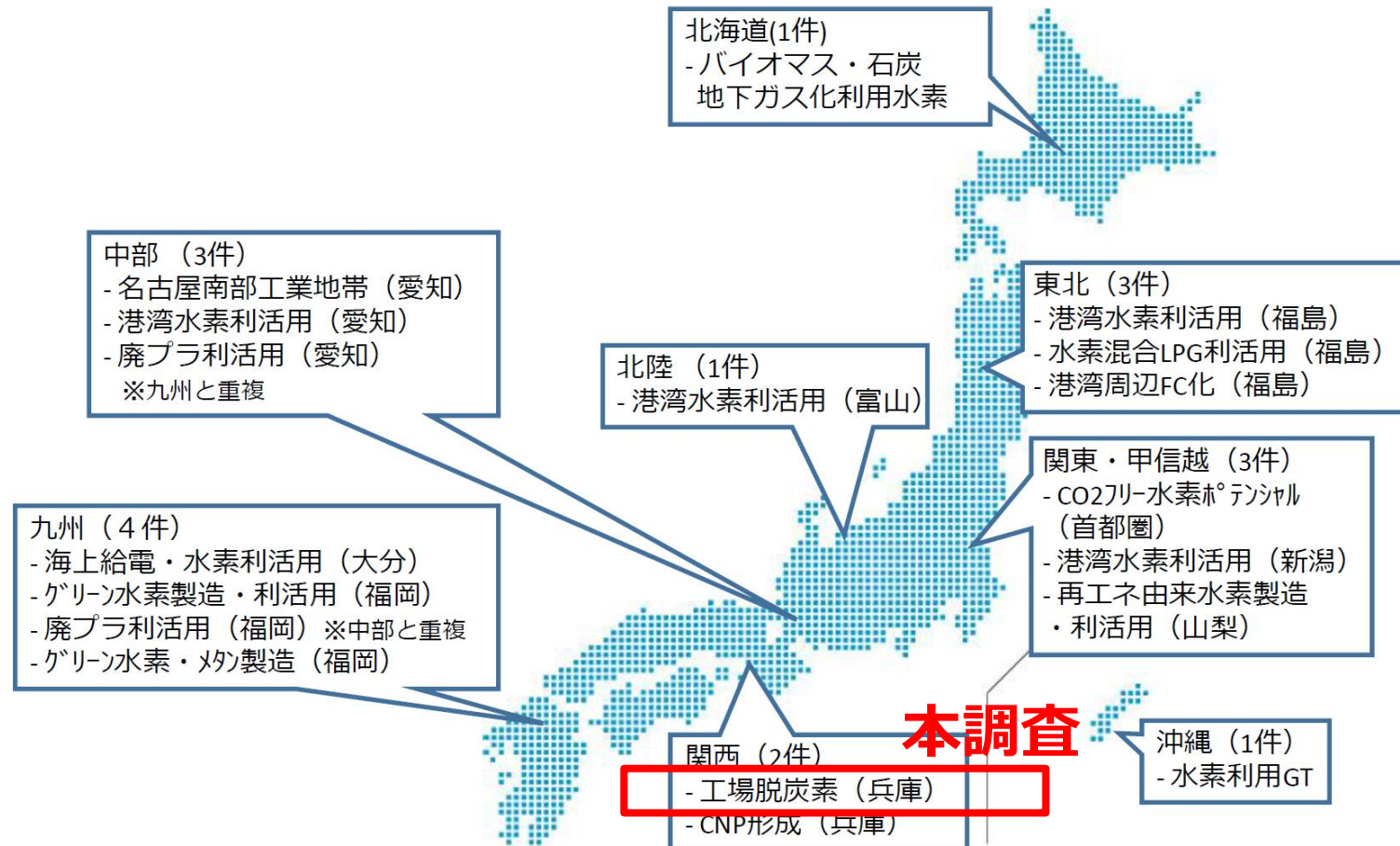
エネルギー・資源を消費する主な設備

- 工業炉，ボイラー
燃料の燃焼により生じる熱を利用
- 金属還元プロセス
金属還元のために水素を利用
- モビリティ (フォークリフト，バス)
動力発生のために軽油，電気を利用

1. 調査の背景・目的

「(ア) 水素製造・利活用ポテンシャル調査」の採択テーマ一覧

本調査は、産業地域での**熱利用も含む水素利活用**+これを実現するための**水素キャリア受入**+**再エネ水電解による自家製造水素の供給システム**のFSであり**水素利用拡大への寄与が期待される。**



2. 調査の内容

①水素利用ポテンシャル調査

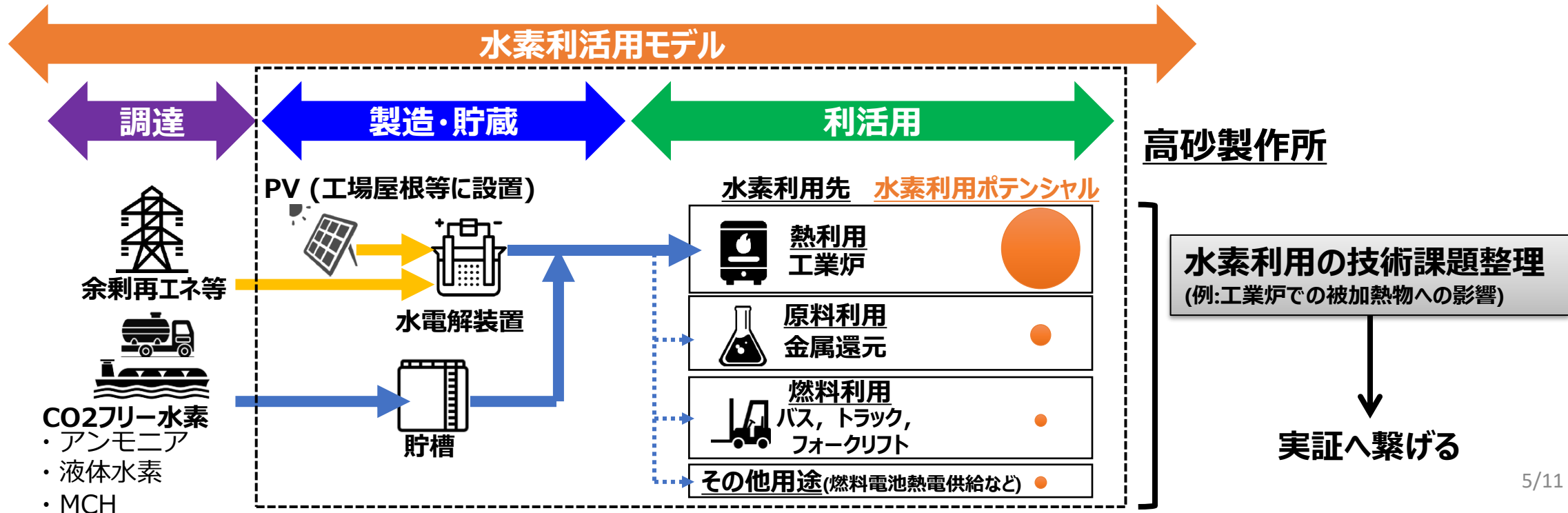
- 工業炉 (約100基), 金属還元, モビリティなど各水素利用設備のサイズ, 運転パターンで分類. 分類ごとの水素需要特性を定量化し, 水素利用の要素モデルを作成する

②水素製造・調達・供給ポテンシャル調査

- 再エネ電力～水電解水素製造
電力調達可能量と調達価格(~2050年見通し), CAPEX/OPEX
- CO2フリー水素キャリア外部調達・貯蔵
キャリア調達可能量と調達価格(~2050年見通し), CAPEX/OPEX

③水素利活用モデル検討

各種前提条件(水素製造貯蔵設備の配置(集中/分散), 再エネ電力価格, CO2フリー水素価格)の元で, 構築したモデルの経済性評価, 実現に向けた課題整理, 段階的に水素利用を拡大するプラン策定



2. 調査の内容

設備投資金額(CAPEX)および運用費(OPEX)の評価を通して、**事業者が既存事業を継続しながら段階的な新規設備導入**でカーボンニュートラルに近づけるための中長期スパンでの工場の脱炭素化プランを構築し、実現に向けた課題を明確にする

水素価格		2025年	2030年	2050年
製造調達貯蔵	再エネ+水電解	1~数ユニット	ユニット数増加 ユニット大規模化	ユニット数増加 ユニット大規模化
	外部調達		水素需要拡大に応じて設置	
利活用	熱利用 (例)工業炉、ボイラー	既設バーナー 水素混合(~20%)	バーナー交換 水素混合増加(~50%)	バーナー交換(水素用) 純水素燃焼
	その他 フォークリフト 反応原料			
費用効果	設備投資・コスト 運転コスト	最低限の設備投資で 小規模利用開始	設備を追加導入・改造, 水素利用量拡大	
	温室効果ガス削減量	水素利活用拡大に応じて温室効果ガス削減量が増加		

- 太陽光PPA事業者とも情報交流しながら検討

- 水素利活用協議会と連携して検討すすめる

- 工業炉での水素利用は実証の必要性も考えられる

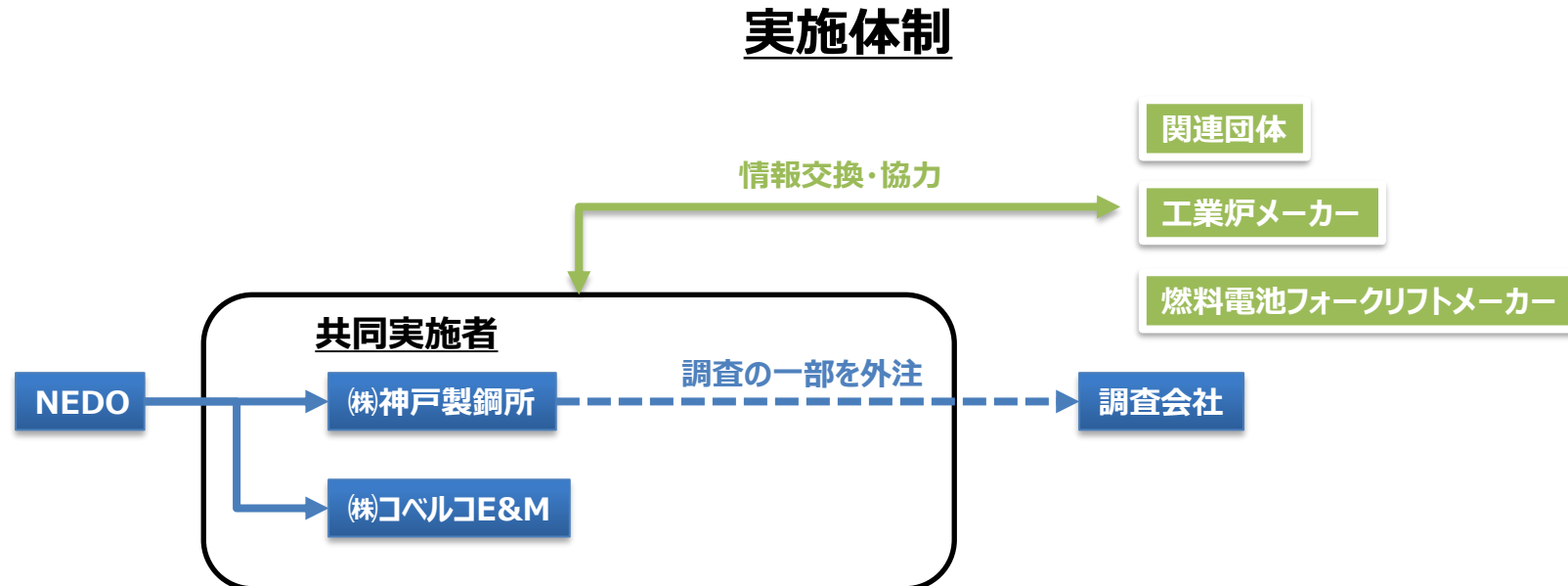
- 本調査で確認すべき項目を洗い出し、今後の実証事業への提案としてまとめる予定

- 今回の調査結果をもとに補助制度やカーボンプライシング制度等への提言も考える

2. 調査の内容

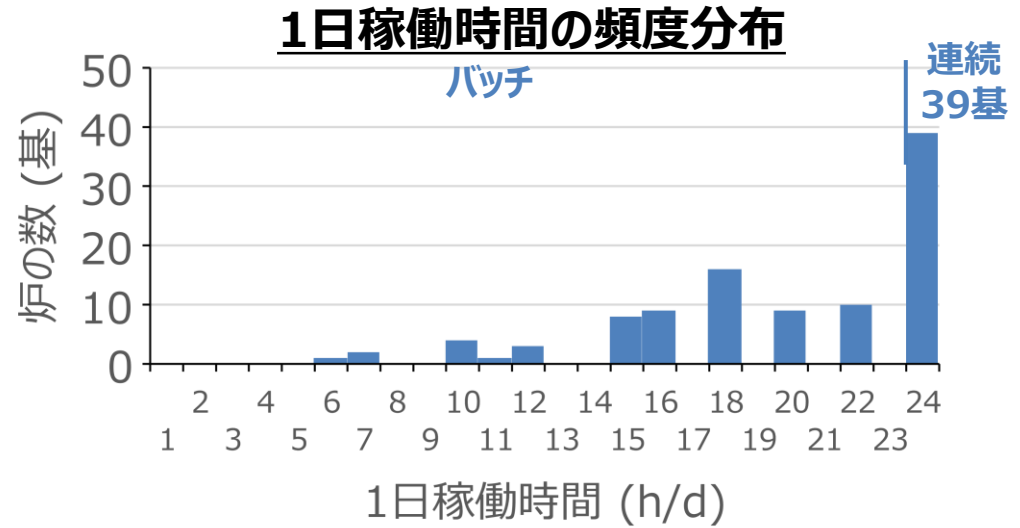
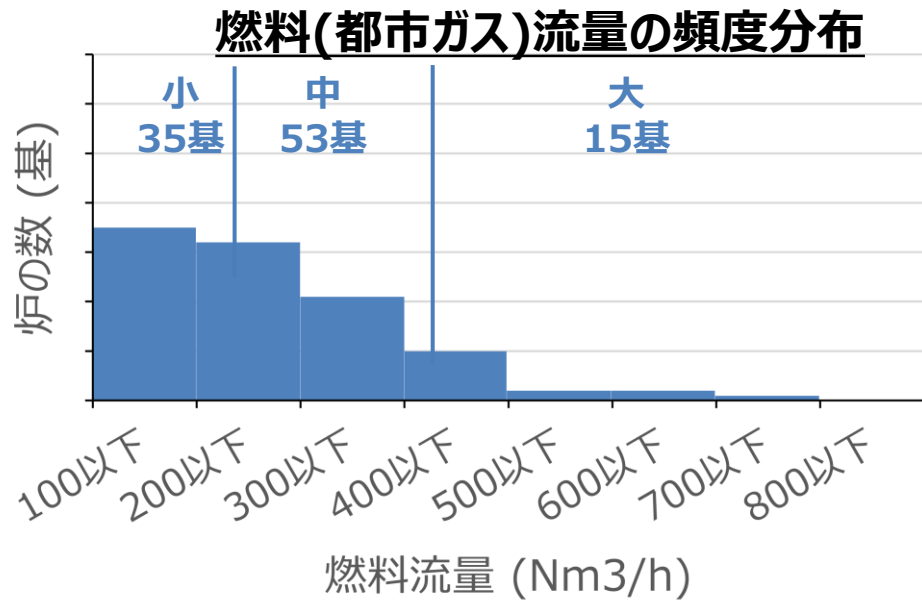
- 多種多様な工業炉を保有しており、**工業炉の水素化、カーボンニュートラル化の課題を明らかにする際の「例題」**として様々なケースを想定した検討が可能。
- 神戸製鋼所グループは圧縮機や水電解装置など**水素製造・供給機器サプライヤのみならず水素STエンジニアリングのノウハウも保有しており、水素活用に必要な設備の設計やコスト試算を精度良く実施可能。**
- 神戸製鋼所は**神戸関西圏水素利活用協議会に加盟**しており、加盟会社の協力を得ながら本調査を進めることで、双方の計画・検討の意義・精度が高まる。（将来の水素利活用を現実的なものとして検討することが可能）

エネルギー転換においては、水素利用側、水素供給側、機器・設備サプライヤー側それぞれの視点・情報を統合して水素利活用モデルをつくり、課題を共有することが重要。神戸製鋼グループの強みを生かす。



3. 調査の成果

工業炉の燃料消費量，1日稼働時間の調査により，サイズや運転パターンが異なる様々な炉があることを確認



3. 調査の成果

工業炉での水素利用ポテンシャル

各水素混合率(体積基準)の都市ガス水素混合ガスの熱量が、都市ガスのみを使用する場合と同じ熱量となるように都市ガスおよび水素の流量を算出

水素混合率 (%)	都市ガスのみを使用する場合の都市ガス量	都市ガスと水素の混合ガスを使用する場合		CO2排出削減量 (t-CO2/年)
		都市ガス量	水素量	
10	107,595,000 Nm ³ /年	104,299,000 Nm ³ /年	11,589,000 Nm ³ /年 (1,035 t/年)	7,549
20	107,595,000 Nm ³ /年	100,452,000 Nm ³ /年	25,113,000 Nm ³ /年 (2,242 t/年)	16,358
50	107,595,000 Nm ³ /年	83,768,000 Nm ³ /年	83,768,000 Nm ³ /年 (7,479 t/年)	54,565
100	107,595,000 Nm ³ /年	0	378,265,000 Nm ³ /年 (33,774 t/年)	246,394

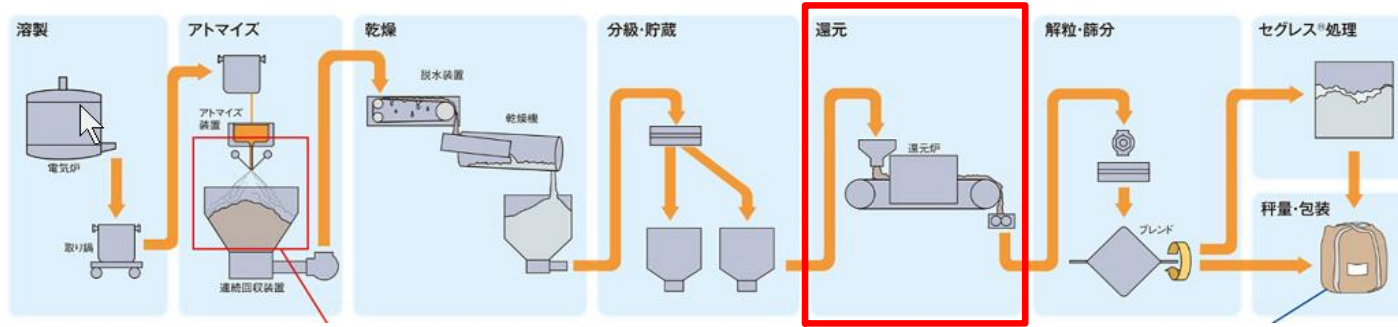
※上記は設備がフル稼働した場合の算定結果であり、設備稼働率によっては算定値を下回る場合もある

工業炉での水素利用の実現に向けて確認・実証が必要と考えられる項目 (現在調査中)

- 空燃比の変更が必要な場合の空気供給設備の改造の要否
- 水素の一部が未燃のまま滞留・排ガス系統へ流れた場合を想定した安全対策の要否
- 火炎からの輻射伝熱特性の変化が工業炉の加熱性能に及ぼす影響
- 燃焼排ガス中の水分の増加が排ガスからの熱回収量に及ぼす影響
- 直接加熱の場合に水素が被加熱物の品質に及ぼす影響, など

3. 調査の成果

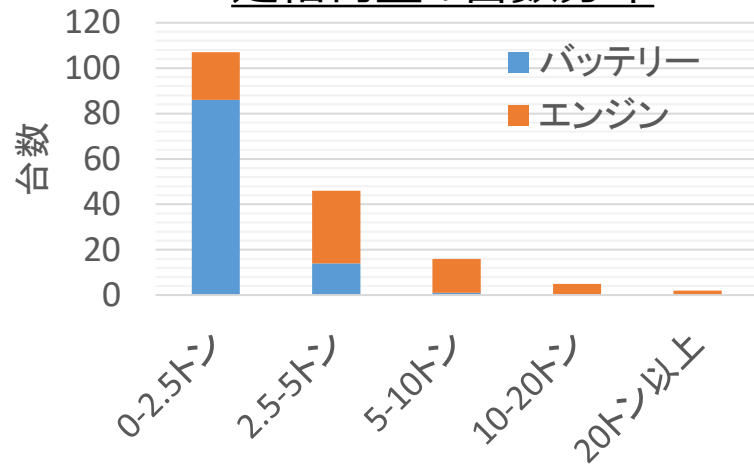
金属還元炉 現在は都市ガス改質ガス由来の水素を鉄粉還元ガスに使用



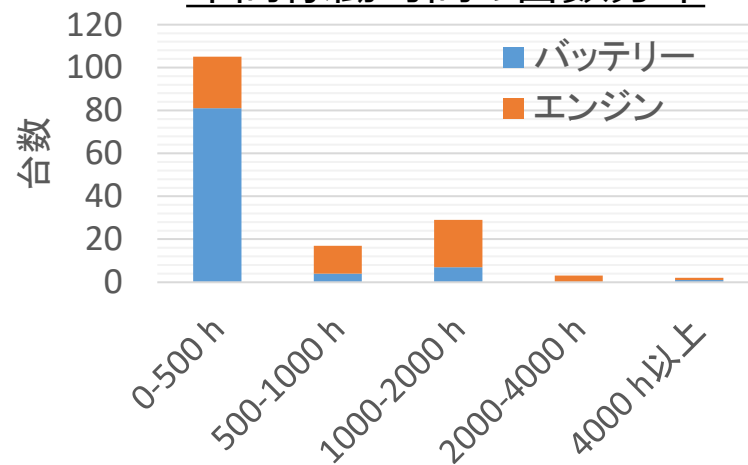
一次算定結果
300~500t-H₂/年

フォークリフト 現在は電気(バッテリー式)または軽油・ガソリン(エンジン式)を使用

定格荷重の台数分布



年間稼働時間の台数分布



スペック整理, 年間稼働時間・燃料使用量の調査は概ね完了
➔水素利用量算定中

構内バス 現在は軽油を使用

トヨタ自動車HPより



一次算定結果
20t-H₂/年

4. 今後の見通しについて

供給側と利用側のシナリオを設定して利活用モデルを作成しFSを進める

供給側シナリオ：小規模な供給設備の分散設置と大規模な供給設備の集約設置のバランス

利用側シナリオ：約100基の工業炉を順次水素化 or 既存燃料への水素混合割合を徐々に増加，など

	事業項目	2021年度		2022年度		
		4Q	1Q	2Q	3Q	4Q
利用	①-(ア) 工業炉およびその他設備におけるエネルギー消費量の調査	→		調査は予定通り進捗中		
	①-(イ) 工業炉およびその他設備における水素利活用ポテンシャルの調査	→		調査は予定通り進捗中		
供給	②-(ア) 再生可能エネルギー導入ポテンシャルおよび再エネ由来水素製造ポテンシャルの調査	→		→		
	②-(イ) CO2フリーエネルギーの外部調達・貯蔵・供給ポテンシャルの調査	→		→		
利活用モデル	③-(ア) CO2フリー水素の製造・調達・利活用モデルの構築と評価	→		→		
	③-(イ) 水素利活用の段階的な拡大プランの構築と評価	→		→		
	③-(ウ) 構築した「工場におけるCO2フリー水素利活用モデル」の他地域への展開可能性の検討	→		→		