

2025年度 オープン・シンポジウム

開会挨拶

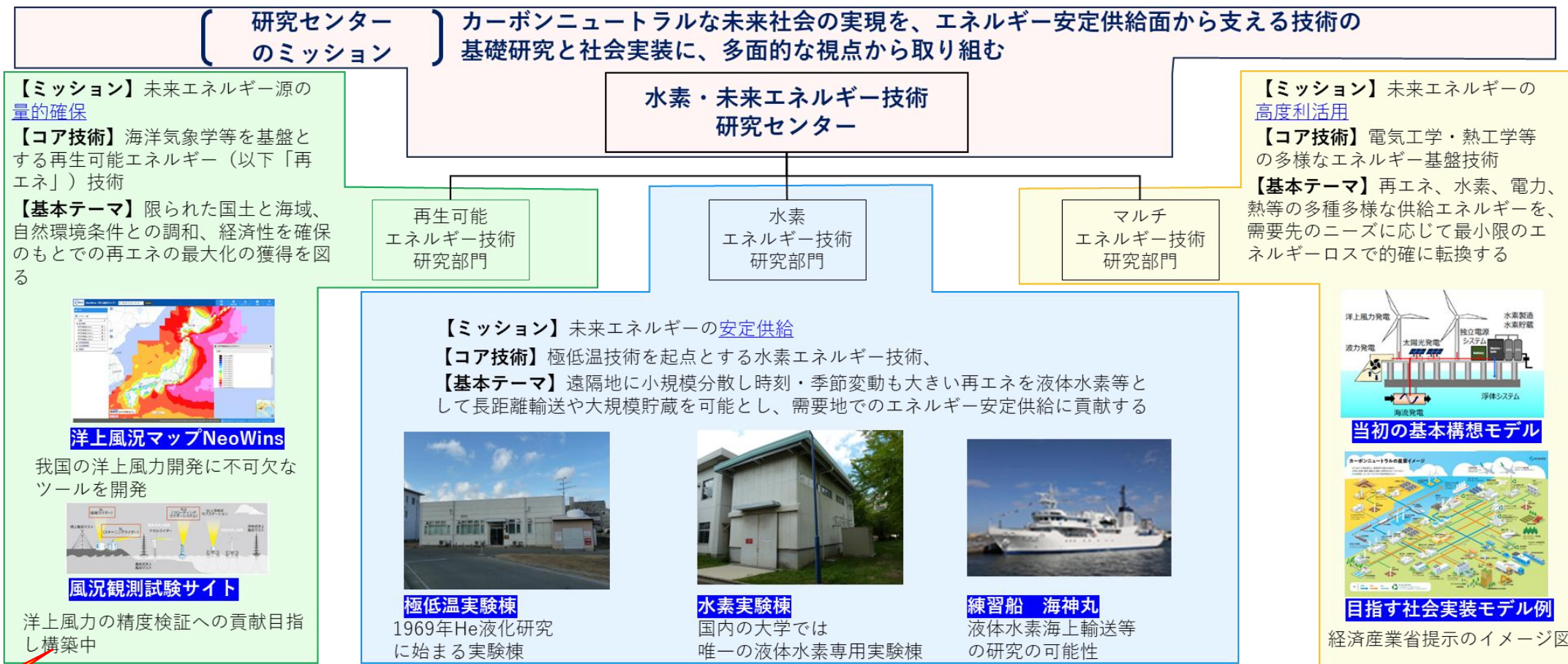
水素・未来エネルギー技術センター紹介

2026年 3月16日

神戸大学 水素・未来エネルギー技術研究センター
センター長

武田 実

エネルギー技術からのカーボンニュートラル社会実現への挑戦 ～ 水素・未来エネルギー技術研究センター ～



活動中

神戸及び兵庫そして日本全国さらに世界の産官学との連携と共創を推進し、地球にやさしい未来社会実現への貢献を目指す

トヨタFCV
2014発売



LH₂パイロット
2020竣工



16万m³LH₂商用実証
2022AiP取得(川崎重工)



播磨臨海水素コンソーシアム
進展中(神鋼、関電、日鉄)



日豪水素チェーン
2022完遂式典於ハイタッチ神戸



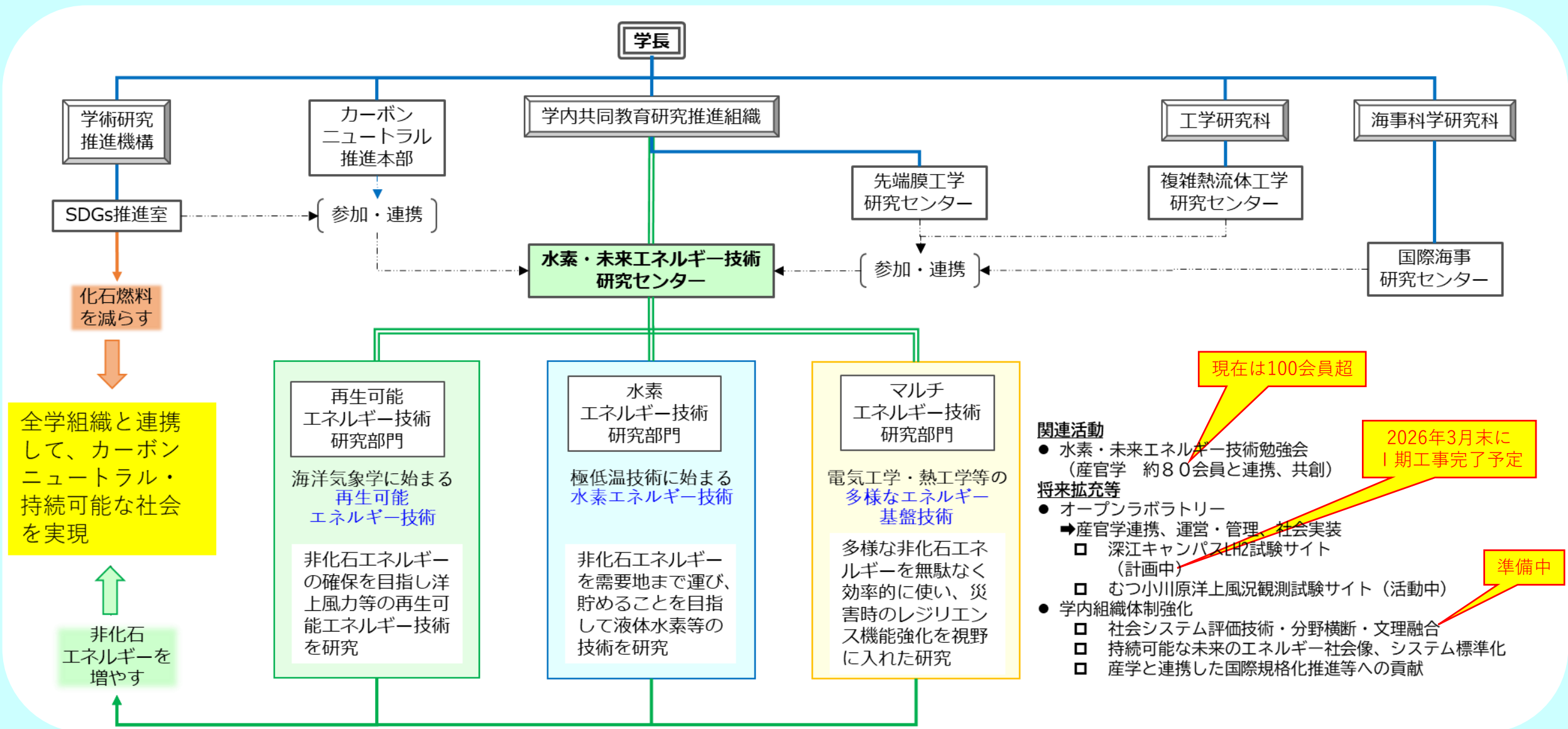
神戸水素クラスター



水素CGSポートアイランド:
大林、関電、川重



「水素・未来エネルギー技術研究センター」の部門構成と役割り(将来ビジョン)



R7活動進捗状況(水素・未来エネルギー技術研究センター/HyTec) 1/2

- 04月26日 Erasmus+ Mobility Programmeに基づき、ブリュセル自由大学で集中講義および国際共同研究打合せ、5月4日まで武田
- 05月20日 日刊工業新聞掲載「HyTecと産官学連携水素関連技術研究を強化 国際規格化で主導権狙う」
- 05月22日 日刊工業新聞掲載「神戸大、液体水素ラボ、中小の要素技術開発支援」
- 06月05日 HyTecおよび勉強会（IGAS-HyTec）公式YouTubeチャンネル開設
- 06月19日 化学工学会関西支部セミナーにて講演@三菱重工高砂製作所「神戸大学HyTecにおける先端水素技術研究の取り組み」武田
- 06月25日 IGAS-HyTec2025年度第1回定例勉強会を開催@深江
- 06月26日 NEDO事業「競争的SC」（中間評価）制度評価分科会 委員として武田出席
- 07月31日 Cotutelle制度に基づき、ブリュッセル自由大学で博士課程後期課程学生の研究指導および国際共同研究打合せ、8月3日まで武田
- 08月04日 第1回兵庫水素社会推進構想改定検討会@県庁、座長として武田出席
- 08月20日 日刊工業新聞掲載「NEDO、海上の風況観測整備 沖合の洋上風力普及拡大へ」
- 09月04日 株式会社山本電機製作所からHyTec奨学寄附金

R7活動進捗状況(水素・未来エネルギー技術研究センター/HyTec) 2/2

- 09月09日 日刊工業新聞掲載「点描／洋上風力の事業性評価 風況観測試験存在感高まる」
- 09月26日 IGAS-HyTec2025年度第2回定例勉強会を開催@深江
- 10月03日 日本経済新聞掲載「九電みらいエナジー、洋上の風を高精度に観測 風力発電のコスト抑制」
- 10月17日 神戸市環境局との面談「神戸市の取組状況に関する情報共有」（液化水素を軸とするセンター整備に向けた調査）@深江、学識経験者として武田出席
- 11月05日 第2回兵庫水素社会推進構想改定検討会@県庁、座長として武田出席
- 11月17日 ブルガリアのルセ大学ご一行が深江キャンパス訪問 HyTec紹介、水素実験棟および海事博物館を見学
- 12月11日 IGAS-HyTec2025年度第3回定例勉強会を開催@深江
- 01月08日 第3回兵庫水素社会推進構想改定検討会@県庁、座長として武田出席
- 02月13日 2025年度第2回ひょうご水素社会推進会議@県庁、武田出席
- 03月16日 IGAS-HyTec2025年度オープンシンポジウムを開催予定@深江
- 03月31日 24 m³ 液体水素貯槽 竣工（検収） 予定@深江

新部門として「社会システム評価技術研究部門（仮）」を準備中。

新部門として「オープンポ・国際規格化推進部門（仮）」を検討中。

再生可能エネルギーの普及と課題 に関する経済分析

京都大学 地球環境学堂 特定助教
八木千尋

2026年3月16日

神戸大学IGAS-HyTecオープンシンポジウム

再生可能エネルギー の重要性と課題

重要性

- 脱炭素化された電力システム
- 災害時における非常用電源（分散型電源）

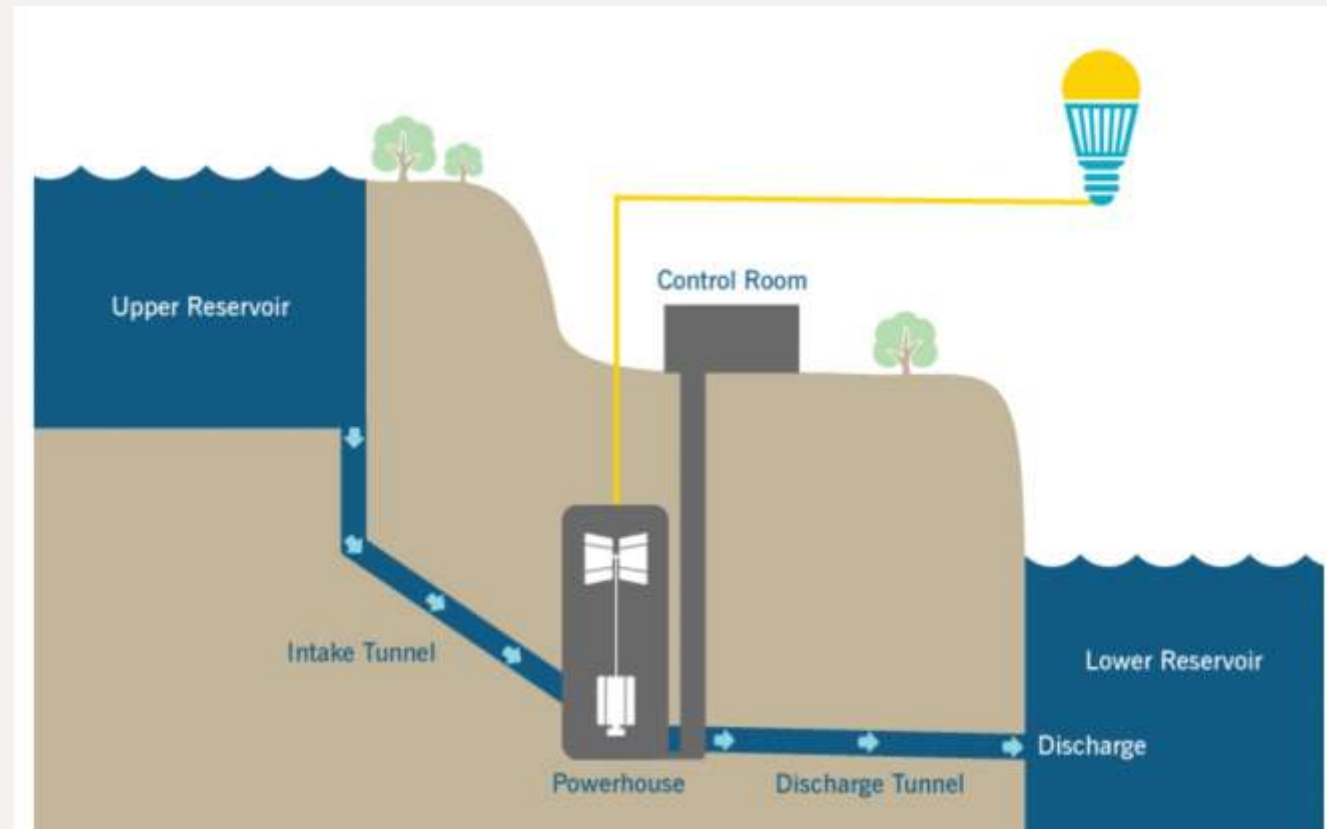
課題

- 高い導入費用
- 生産地と需要地の距離
- **発電の変動性**

変動性を解消するための揚水発電の価値

- 太陽光発電の変動性が導入を阻む原因となっていることがこれまでの研究で明らかになっており、その解消手段の必要性が高まっている
- その代表的なものが下記の通りである
 - 家庭用蓄電池、電気自動車、**揚水発電**、地域間送電、水素発電
- 揚水発電は、世界で導入されている蓄電システムの90%の容量を占めている¹
- しかし、日本において、揚水発電が太陽光発電の変動性を解消する手段として実際に使用されているのか、また、その場合の経済的価値については、いまだ明らかとなっていない

揚水発電の仕組み



Source: DUKE ENERGY <https://www.duke-energy.com/Energy-Education/How-Energy-Works/Pumped-Storage-Hydro-Plants>

研究の目的

- 太陽光発電の発電量の変動性を、調整電源である揚水発電が緩和しているのかを検証する
- 他の解消手段である地域間送電の役割と比較する
- 太陽光発電の変動性を緩和し、出力抑制を防ぐことによる、揚水発電の経済的価値を定量化する
- 上記は、水素など他の変動性解消手段の価値分析としても応用が可能

回帰分析式1

- 先行研究で採用されてきた分析手法
 - Cullen (2013), Kaffine et al. (2013): 風力発電による火力発電代替量とそれに伴うCO₂削減量を定量化
- 具体的には、太陽光発電量の1単位の増加に対し、揚水蓄電量がどの程度反応を示すのかを、線形近似で推定する

$$pump_{it} = \beta_0 + \beta_1 solar_{it} + \beta_2 X_{it} + \lambda_i + \theta_t + \varepsilon_{it}$$

- $pump_{it}$: 地域（電力会社） i の1時間ごとの揚水蓄電量
- $solar_{it}$: 地域（電力会社） i の1時間ごとの太陽光発電量
- X_{it} : コントロール変数（交絡因子：風力・火力・原子力発電量など）。蓄電量に影響を与える他の要因を制御した上で、太陽光発電量の影響のみを取り出す

回帰分析式2

- 続いて、地域間送電と太陽光発電との関係性を推定し、回帰分析1で得られた揚水発電と太陽光発電との関係性と比較する

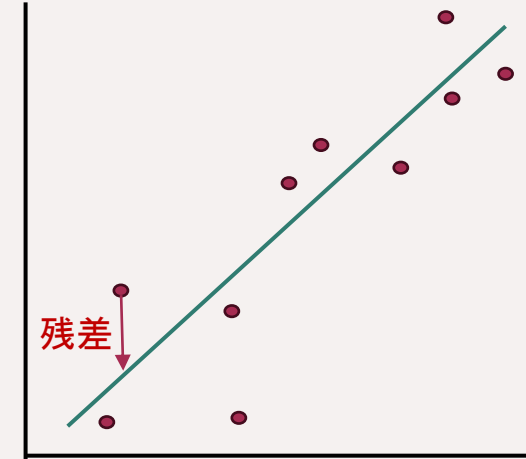
$$trade_{it} = \beta_0 + \beta_1 solar_{it} + \beta_2 X_{it} + \lambda_i + \theta_t + \varepsilon_{it}$$

$trade_{it}$: 地域（電力会社） i の1時間ごとの他地域への送電量

分析手法

$$pump_{it} = \beta_0 + \beta_{solar} solar_{it} + \beta_1 X_{it} + \lambda_i + \theta_t + \varepsilon_{it}$$

被説明変数 説明変数



- 本研究では、下記の二つの分析手法を用いる
 - **OLS(最小二乗法)**: 線形回帰。説明変数と被説明変数の関係性について、残差の二乗和を最小にするように未知パラメータ(β)を決定する手法
 - **IV(操作変数法)**: 説明変数に内生性がある場合にOLSではバイアスが生じる。そこで、モデル外で決定される外生変数（平均日照時間）を用いて、説明変数と被説明変数の因果関係をバイアスなく推定する手法

データ

- データの期間：2016年4月1日0時から2021年3月31日23時
- 電力データ：地域の電力送配電会社が公表している1時間ごとのエリア需給データから、地域内での発電量、送電量や蓄電量のデータを取得
- 気象データ：47都道府県の気象観測所の1時間ごとの日照時間データを気象庁より取得

分析結果

- すべての列で太陽光発電量の係数(β_{solar})が正の値：揚水発電の蓄電量と正の関係
- OLSで推定した場合よりも、IVでバイアスを除いて推定した場合においてより強い関係が見られる
- 需要が少ない季節および太陽光発電量が多い時間帯、つまり、余剰電力が発生しやすいタイミングでより関係性が強まる

→ 揚水発電は太陽光発電の補完機能を果たしている：太陽光発電の発電量が1MWh増加すると、揚水発電の蓄電量が0.249MWh増加することがわかった

Model	(1) OLS	(2) IV	(3) IV	(4) IV
Sample	Full sample	Full sample	Low-demand	Low-demand & high-solar
β_{solar}	0.146*** (0.025)	0.249*** (0.004)	0.432*** (0.011)	0.554*** (0.037)
Observations	82,260	82,260	20,509	2,572

* p<0.01, ** p<0.05, *** p<0.1

送電量との比較

- すべての列で太陽光発電量の係数(β_{solar})が正の値：送電量と正の関係
- しかし、揚水発電と太陽光発電との関係の方がより強い
- 需要が少ない季節では関係性が強まったものの、太陽光発電量が多い時間帯で送電量の増加は見られなかった

→地域間送電も太陽光発電の変動性緩和に貢献しているが、揚水発電と比べるとその働きは小さいことがわかった

Dependent variable	(1) <i>pump</i>	(2) <i>trade</i>	(3) <i>trade</i>	(4) <i>trade</i>
Sample	Full sample	Full sample	Low-demand	Low-demand & high-solar
β_{solar}	0.249*** (0.004)	0.199 *** (0.035)	0.344 * ** (0.009)	0.288 * ** (0.015)
Observations	82,260	187,371	46,632	7,364

* p<0.01, ** p<0.05, *** p<0.1

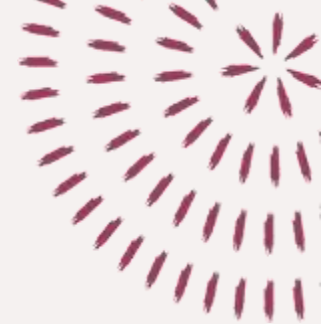
分析結果から明らかとなったこと

- 太陽光発電量が1MWh増加すると、揚水発電はそれに反応し、蓄電量を0.249MWh増加させることがわかった
- 需要が少ない季節や、太陽光発電量が平均以上の時間帯において、この太陽光発電と揚水発電の補完関係がより強まることが明らかとなった
- 揚水発電と太陽光発電の関係性は、地域間送電と太陽光発電の関係性よりも強いことがわかった

出力抑制を回避することの経済的価値

- 太陽光発電量が1MWh増加すると、揚水発電はそれに反応し、蓄電量を0.249MWh増加させる→揚水発電がなければ、この0.249MWhは出力抑制されていたはず（需要が一定であると仮定）
- 出力抑制を免れた日中の太陽光発電は、蓄電されたのち夜間に供給されることによって、他の電源が賄っていた供給分を代替することができる
- 特に、発電単価が低くCO₂を排出しない太陽光発電を夜間に移転することによって、発電単価が高く環境への負荷のある夜間電源との代替ができる
- この点に着目し、揚水発電の経済的価値を算出する

出力抑制回避による揚水発電の経済的価値



- 揚水発電がない場合の社会的便益 (1日あたり)

$$\pi_{without} = (\bar{Q}_{solar} - \bar{Q}_{cut}) \times (\bar{P}_{day} - MC_{solar}) + Q_{thermal,without} \times (\bar{P}_{night} - MC_{thermal} - E_{thermal})$$

$$s. t. \bar{Q}_{solar} - \bar{Q}_{cut} = \bar{D}_{day} \text{ and } Q_{thermal,without} = \bar{D}_{night}$$

- 揚水発電がある場合の社会的便益 (1日あたり)

$$\pi_{with} = (\bar{Q}_{solar} - Q_{storage}) \times \bar{P}_{day} - \bar{Q}_{solar} \times MC_{solar} + Q_{thermal,with} \times (\bar{P}_{night} - MC_{thermal} - E_{thermal}) + \lambda Q_{storage} \times \bar{P}_{night}$$

$$s. t. \bar{Q}_{solar} - \bar{Q}_{cut} = \bar{D}_{day}$$

$$\bar{Q}_{cut} = Q_{storage} \text{ and } Q_{thermal,with} + \lambda Q_{storage} = \bar{D}_{night}$$

変数名	説明
\bar{Q}_{solar}	太陽光発電量
\bar{Q}_{cut}	出力抑制量
$Q_{storage}$	揚水発電の蓄電量
$Q_{thermal,with} / Q_{thermal,without}$	揚水発電がある/ない場合の火力発電量
$\bar{P}_{day} / \bar{P}_{night}$	日中/夜間の電力価格
$MC_{solar} / MC_{thermal}$	太陽光/火力の発電コスト
$E_{thermal}$	火力発電の外部コスト (CO ₂ 排出)
$\bar{D}_{day} / \bar{D}_{night}$	日中/夜間の電力需要
λ	揚水発電の発電効率

出力抑制回避による揚水発電の経済価値

- 揚水発電の経済価値:

$$\begin{aligned} & \pi_{with} - \pi_{without} \\ &= -Q_{storage} \times MC_{solar} + \lambda Q_{storage} \times (MC_{thermal} + E_{thermal}) \end{aligned}$$

$$\text{私的便益: } \pi_{private} = -Q_{storage} \times MC_{solar} + \lambda Q_{storage} \times MC_{thermal} \quad (1)$$

$$\text{外部便益(環境への利益): } \Pi_{external} = \lambda Q_{storage} \times E_{thermal} \quad (2)$$

出力抑制を回避することの経済的価値

- 式(1)(2)のそれぞれの変数に実際の値を代入し総便益を計算する(2020年時点の実現値と2030年時点での予測値)
- 実証分析より、1日の揚水発電による蓄電量(太陽光発電由来)は17,033kWhであることがわかった
- 発電効率は、0.7-0.9の間で値を変動させて計算する
- 火力発電の発電・外部コストは、石炭・石油・天然ガスの割合に応じて計算

Parameter	Value (2020)	Value (2030)	Source
$Q_{storage}$	17,033,229 (kWh)	17,033,229 (kWh)	From our sample
λ	0.70-0.90	0.70-0.90	REN21 (2020)
MC_{solar}	3.20 (yen/kWh)	3.20 (yen/kWh)	ARNE (2021)
MC_{coal}	6.70 (yen/kWh)	6.00 (yen/kWh)	ARNE (2021)
MC_{LNG}	7.60 (yen/kWh)	6.80 (yen/kWh)	ARNE (2021)
MC_{oil}	18.10 (yen/kWh)	11.90 (yen/kWh)	ARNE (2021)
E_{coal}	3.90 (yen/kWh)	14.30 (yen/kWh)	ARNE (2021)
E_{LNG}	1.80 (yen/kWh)	6.00 (yen/kWh)	ARNE (2021)
E_{oil}	3.7 (yen/kWh)	10.70 (yen/kWh)	ARNE (2021)

試算結果

- 10MWの揚水発電の、出力抑制回避することでの経済価値（年間）は以下のとおり

Panel A: Based on the marginal costs in 2020				
Recovery rate	Private benefit	External benefit	Total benefit	TB per 10 MW
0.7	12,537,521,152	11,909,388,288	24,446,910,464	8,889,786
0.75	14,852,877,312	12,760,058,880	27,612,936,192	10,041,068
0.8	17,168,233,472	13,610,729,472	30,778,961,920	11,192,350
0.85	19,483,588,608	14,461,400,064	33,944,989,696	12,343,633
0.9	21,798,944,768	15,312,070,656	37,111,013,376	13,494,914
Panel B: Based on the predicted marginal costs in 2030				
Recovery rate	Private benefit	External benefit	Total benefit	TB per 10 MW
0.7	10,008,924,160	41,947,586,560	51,956,510,720	18,893,276
0.75	12,143,666,176	44,943,843,328	57,087,508,480	20,759,094
0.8	14,278,408,192	47,940,100,096	62,218,510,336	22,624,912
0.85	16,413,149,184	50,936,356,864	67,349,504,000	24,490,728
0.9	18,547,892,224	53,932,613,632	72,480,505,856	26,356,548

揚水発電 1機あたりの現在価値

- 10MWの容量を持つ揚水発電が平均耐久年数である40年間の運転を行なった場合、現在価値にして約1億8500万円から2億8100万円であることが示された
- 10MWの揚水発電の平均導入コストが24億円であることから、利益回収率は7.7%から11.7%であることがわかった²

Recovery rate	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9
Annual total benefit per 10 MW (yen)	8889,786	10,041,068	11,192,350	12,343,633	13,494,914
Discount rate	4%				
Life time	40 years				
Present value (yen)	184,843,312	208,781,664	232,720,016	256,658,400	280,596,672

²Japan Science and Technology Agency, Center for Low Carbon Society Strategy. (2019). Potential Capacity and Cost of Pumped-Storage Power in Japan. <https://www.jst.go.jp/lcs/pdf/fy2018-pp-08.pdf> . Last accessed on December 14, 2022.

今後の展望：水素への応用

- 太陽光発電の変動性を解消するために、揚水発電が活用されていることが明らかとなった一方、今後新たなシステムを追加的に建設することは、さまざまな制約を踏まえると現実的ではない
- 揚水発電だけでなく**水素発電**を活用する必要があるが、どのような解消手段がもっとも経済的なのかを判断するには、水素の経済的評価も必要となる
- 先述の揚水発電と太陽光発電の補完関係に関する分析手法は、水素と再エネの補完関係の検証にも適用可能
 - 回帰式： $hydrogen_{it} = \beta_0 + \beta_{solar}solar_{it} + \beta_1 X_{it} + \lambda_i + \theta_t + \varepsilon_{it}$ を推定
 - そのためには、水素発電の商用化・普及・系統接続と、水素発電実績に関する高頻度のデータが必要

今後の展望：予想される価値比較

- それぞれの変動性解消手段の費用対効果が導出され比較が可能となり、もっとも経済的な手段が可視化される

	揚水発電	地域間送電	水素発電
太陽光発電との関係性(係数)	0.249	0.199	?
出力抑制解消による金銭価値	1億8500万円から 2億8100万円	(1億8500万円以下)	?
導入コスト	24億円	?	?
費用対効果	7.7%から11.7%	?	?

*金銭価値や導入コストは、10MWの容量を持つ発電システムが40年間運転した場合を想定

まとめ

- 揚水発電の出力抑制回避による経済的評価は、約1億8500万円から2億8100万円であることがわかった
- 本評価手法は、揚水発電だけでなく、水素発電を含むさまざまな発電にも応用が可能
- 将来の再生可能エネルギー統合における価値評価にも応用可能であり、エネルギー政策への示唆を与える

ご清聴ありがとうございました。

参考文献

- Kaffine, D.T., McBee, B.J., Lieskovsky, J., 2013. Emissions savings from wind power generation in Texas. *Energy J.* 34 (1).
- Cullen, J., 2013. Measuring the environmental benefits of wind-generated electricity. *Am. Econ. J.: Econ. Policy* 5 (4), 107–133.
- REN21. (2022). *Renewables 2022 Global Status Report*. Paris: REN21 Secretariat.
- Agency for Natural Resources and Energy. (2021). *Draft Summary of Power Generation Cost Verification (in Japanese)*. <https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/mitoshi/cost_wg/2021/data/08_05.pdf> . Last accessed on December 14, 2022.

グリーンイノベーション基金事業 大規模水素サプライチェーンの構築／液化水素関連材料評価基盤の整備／ 液化水素関連機器の研究開発を支える材料評価基盤の整備



国立研究開発法人 物質・材料研究機構(NIMS)
技術開発・共用部門 材料データプラットフォーム 極限環境材料データユニット
構造材料研究センター 材料評価分野 極低温疲労グループ

NIMSのミッション：

- ・ 物質・材料科学技術に関する基礎研究および基盤的研究開発
- ・ 研究開発成果の普及とその活用の促進
- ・ NIMSの施設および設備の共用
- ・ 研究者・技術者の養成およびその資質の向上

水素社会向け材料評価設備を備える地区：



千現地区(本部)

4K LHe

〒305-0047

茨城県つくば市千現1-2-1

TEL. 029-859-2000



中空試験片



桜地区

〒305-0003

茨城県つくば市桜3-13

TEL. 029-863-5570



20K LH₂



低温・水素ガス環境下での材料特性評価に関するNIMSの研究活動



1970代後半 金属材料技術研究所 NRIM(現NIMS) 極低温での強度特性評価研究開始

1986-1991 極低温試験法の標準化活動(VAMAS) → JIS・ISO化



1993-2002 水素利用国際クリーンエネルギーシステム技術(WE-NET) 低温材料・技術の開発に参画

1999-2000 H-IIロケット8号機打上失敗 事故調査に協力
液体水素ターボポンプ インデューサの低温下での疲労破壊を解明

2001- 液体ロケットエンジン材料の強度特性評価を分担(JAXA共研)
低温～高温 特性評価 宇宙関連材料強度データシートとして一部発刊
JAXAより2度 感謝状 FY2009 H2-A 信頼性向上や H2-B 開発 に貢献 FY2024 H3ロケット開発に貢献

2003- 水素安全利用等基盤技術開発(NEDO事業) に参画。水素ガス環境での評価
中空試験片を用いた耐水素性評価方法の提案
ISO 7039: 2024 Metallic materials — Tensile testing — Method for evaluating the susceptibility of materials to the effects of high-pressure gas within hollow test pieces

2016- 核融合原型炉 超電導コイル用 極低温材料の高強度化(量子科学技術研究開発機構 共研含)

2021- グリーンイノベーション基金事業/大規模水素サプライチェーンの構築/
液化水素関連材料評価基盤の整備/液化水素関連機器の研究開発を支える材料評価基盤の整備

2023- NEDO 競争的な水素サプライチェーン構築に向けた技術開発事業/共通基盤整備に係る技術開発/
中空試験片を用いた低温高圧水素環境での材料特性評価に係る研究開発



宇宙関連材料強度データシート
<http://smds.nims.go.jp/space/>

FY2024 JAXAより感謝状



<https://green-innovation.nedo.go.jp/project/hydrogen-supply-chain/>

【水素社会実現、カーボンニュートラル達成の条件】

- ・ 大規模な水素需要の創出
- ・ 供給設備の大型化等による供給コストの削減

【実現に向けた課題】

- ・ 液化水素の製造・輸送・貯蔵・利用に使える材料は限定的
- ・ 液化水素環境： 20 K (-253℃) 低温脆化
- ・ 水素ガス環境： 水素による影響、耐水素特性

【技術開発の考え方】

- ・ 安全性を確保しつつ、製造コストの低減
- ・ 機器開発の幅を広げ、国際競争力を強化
- ・ 信頼できる低温特性、耐水素特性データを揃え、使える材料を拡大
- ・ これらを実現する技術基盤の構築と、それに依るわが国の技術開発の加速

「極低温域材料試験設備の現状、課題抽出および将来展望に関する調査」報告書

(2020年3月 委託先：日鉄総研株式会社)

要約抜粋：

水素社会実現へ向けて、水素サプライチェーンを構成する液化水素用製品・設備の設計・製作に必要な液化水素雰囲気下材料評価試験設備に関する現状、必要性、方向性について、関連機関や有識者へのヒアリングを中心に調査を実施した。

その結果、本試験設備については、（１）液化水素関連製品・設備の安全性に関わる基準・トレーサビリティの構築に不可欠であること、（２）エネルギー安全保障に関わる技術であること、（３）関連産業の国際競争力強化に直結すること、（４）産業界からのニーズが需要過多であることなどから、新たに本試験設備を導入することが急務であることがわかった。

また、本設備に対するニーズが多様化していることもわかった。その背景となっているのは、液化水素の製造・運搬・貯蔵・利用など、場面に応じて必要な材料の種類と特性が大きく異なることである。多様化する材料の種類としては、金属材料、樹脂等非金属材料、複合材料であり、それらの母材のほか接合継手、部材、機器などに及ぶことがわかった。また、多様化する材料の特性としては、液化水素および極低温水素ガス暴露雰囲気において、どのような機械特性（強度、破壊靱性、疲労、亀裂進展、衝撃、熱疲労、摩耗特性等）および熱特性（線膨張、熱伝導、比熱等）を持つのか、そしてそれらの特性から安全基準を見極める技術および特性向上につながる知見が求められていることがわかった。さらに、これらの安全基準に関する情報の中には、公益性の観点から、規格化、共有化を図ることが望ましいケースが多くあり、そのため本設備は第三者機関に設置して運用することが望ましいこともわかった。

しかしながら、国内にある評価試験設備は民間所有の1基のみであり、需要過多およびニーズの多様化等のため、多くの日本企業が海外の評価試験設備を利用せざるを得ない状況に置かれており、知財の海外流出という観点からも本設備の導入・整備は喫緊の課題であることがわかった。また、ニーズや維持運営費を評価した結果、十分に自立化が可能であると予測された。

グリーンイノベーション基金事業／大規模サプライチェーンの構築



グリーンイノベーション基金事業 | NEDO

グリーンイノベーション基金事業概要 + プロジェクト一覧 + コンテンツ + お問い合わせ English

エネルギー関連技術分野

大規模水素サプライチェーンの構築

シェアする X F P O



プロジェクト更新履歴

- 2025.10.01 研究開発・社会実装計画が改定されました
- 2021.08.26 ニュースリリース:採択決定

関連コンテンツ

グリーンイノベーション基金事業で作り出す水素エネルギーを身近で使えるものとするための2つの大規模プロジェクト

予算額と2050年の効果目標値

予算上限	3,245 億円
CO ₂ 削減効果	約 4 億トン/年
経済波及効果	約 5.5 兆円

プロジェクト実施者

【研究開発項目 1】国際水素サプライチェーン技術の確立及び液化水素関連機器の評価基盤の整備

- 水素輸送技術等の大型化・高効率化技術開発・実証
- 液化水素関連材料評価基盤の整備
- 革新的な液化、水素化、脱水素技術の開発

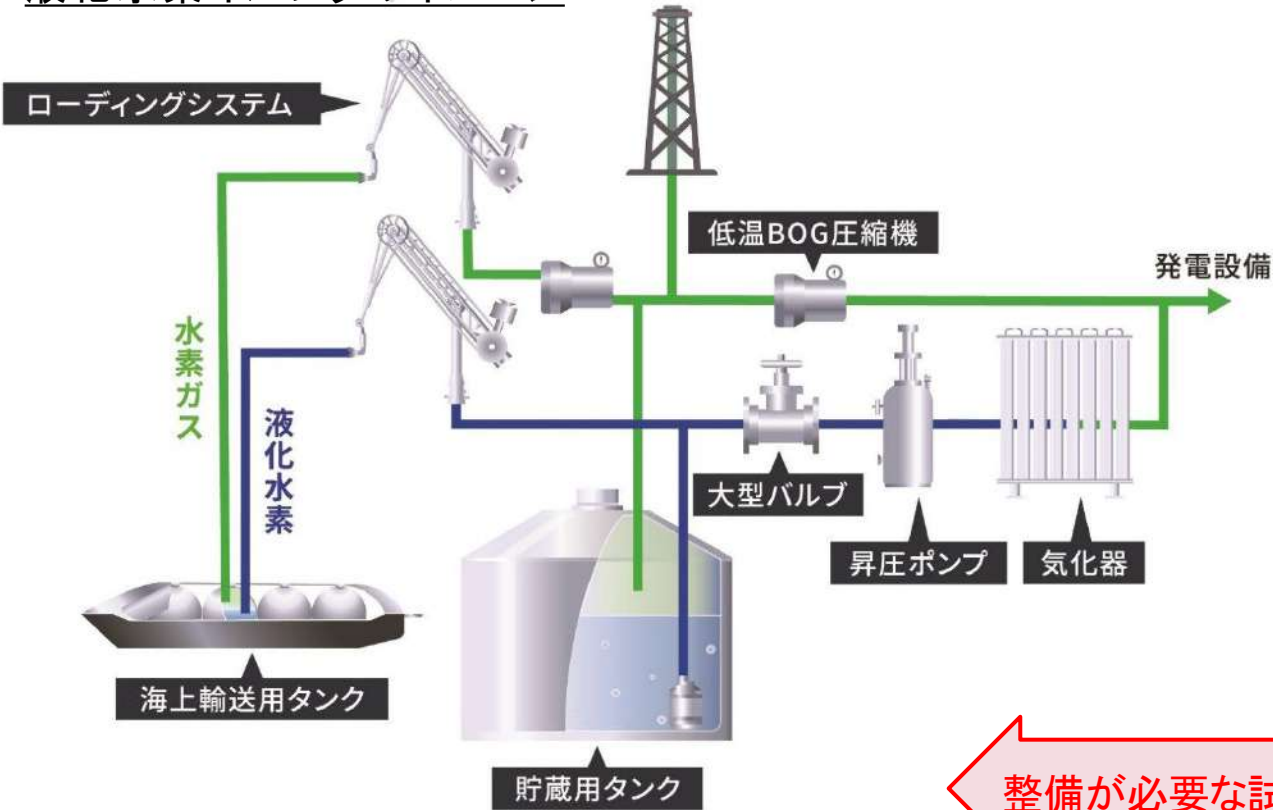
テーマ	事業者	事業戦略ビジョン
液化水素サプライチェーンの商用化実証	幹事 日本水素エネルギー株式会社	事業戦略ビジョン PDF
	ENEOS 株式会社	事業戦略ビジョン PDF
	岩谷産業株式会社 (2023年度で終了)	事業戦略ビジョン PDF
MCH サプライチェーン実証	ENEOS 株式会社	事業戦略ビジョン PDF
液化水素関連機器の研究開発を支える材料評価基盤の整備	国立研究開発法人物質・材料研究機構	事業戦略ビジョン PDF
水素液化機向け大型高効率機器の開発	川崎重工業株式会社	事業戦略ビジョン PDF
直接MCH電解合成(Direct MCH)技術開発	ENEOS 株式会社	事業戦略ビジョン PDF

→ 最新の事業戦略ビジョンをまとめてダウンロード

NEDOグリーンイノベーション基金事業のサイトより

<https://green-innovation.nedo.go.jp/project/hydrogen-supply-chain/scheme/>

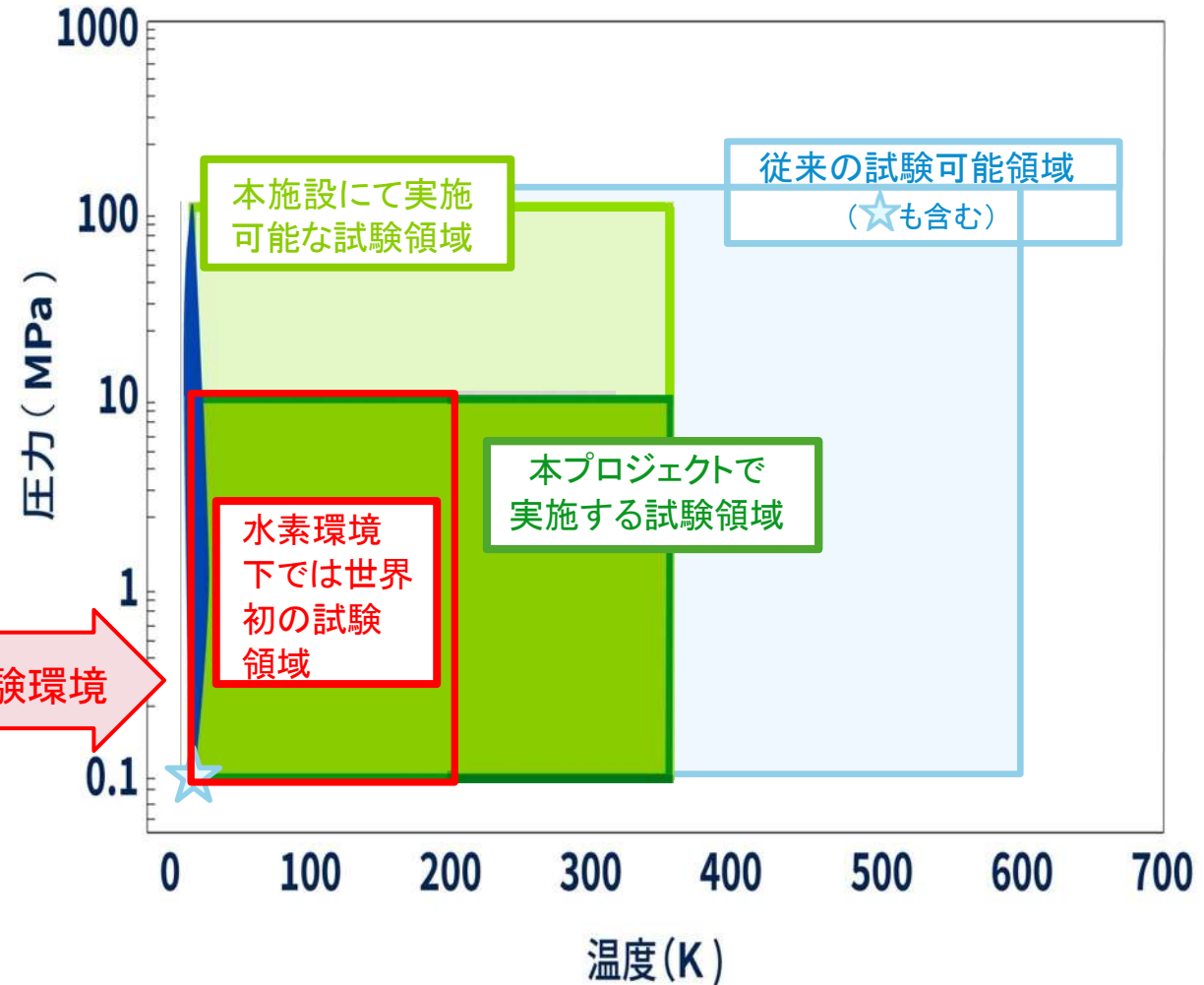
液化水素インフラのイメージ



材料が曝される環境

- 温度: — 液化水素中 (20K)
— 水素ガス中 (20K < 温度 < 353K)
- 圧力: 大気圧~5MPa

国内の代表的な水素環境下試験設備の温度・圧力環境



液化水素関連機器の開発を支える材料評価基盤の整備

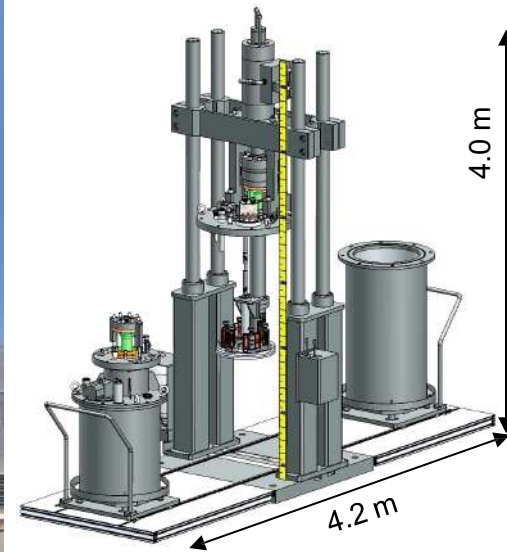


② 水素環境材料実験棟 (2024年2月末竣工)

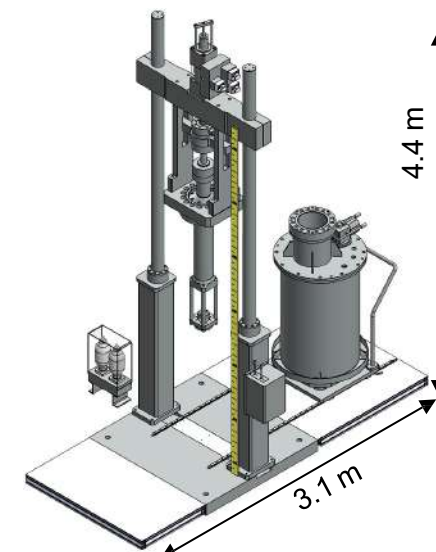


水素防爆実験室(6室), 液化水素貯槽(24,000 L)

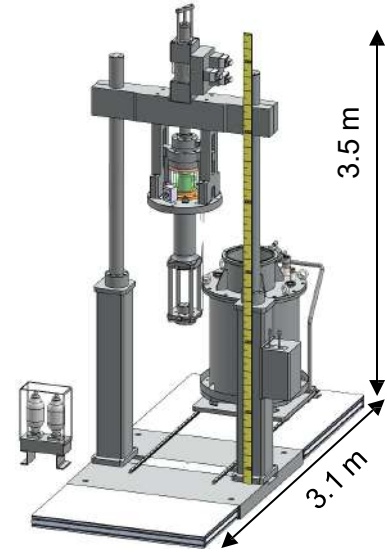
① 材料評価試験設備 (2024年7月末竣工)



大気圧極低温引張試験機
4~353 K
引張・疲労・破壊靱性



高圧極低温引張/疲労試験機
20~353 K
引張・疲労・破壊靱性



中空極低温疲労試験機
高圧, 20~353 K
中空試験片, 疲労

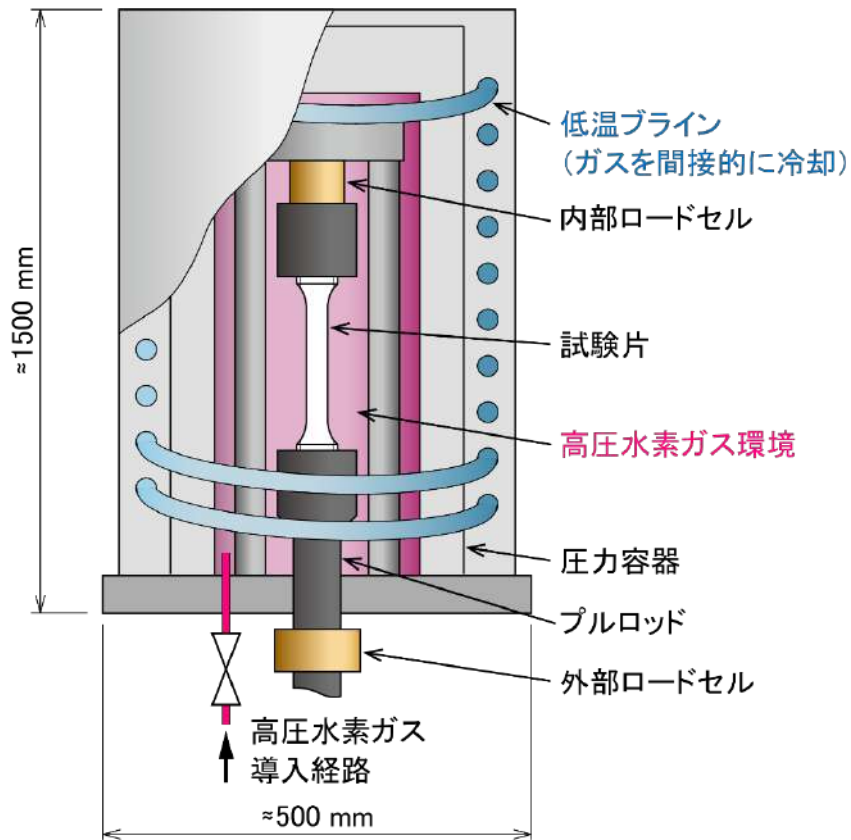
③ 材料データベース基盤 (2024年11月末完成)

- NIMSが保有、管理運営する「金属材料データベース Kinzoku」のデータフォーマットを枠組みとして採用
- 閲覧インターフェースも「Kinzoku」のプログラムコードを参照して開発

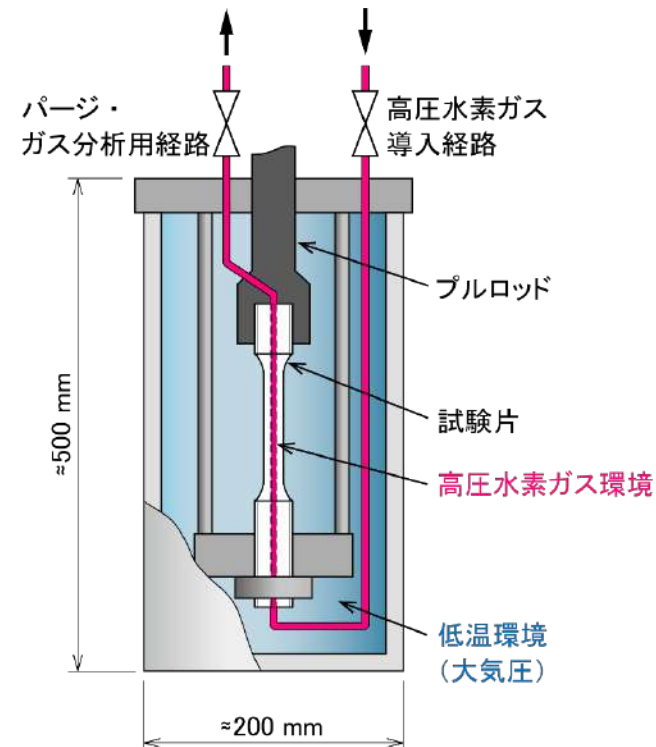


水素環境下での材料特性評価試験方式

中実試験片方式



中空試験片方式



Abstract

This document specifies the geometries and proposed finishing procedures of the inner surface of hollow test piece of metallic materials, filled with a high-pressure gaseous medium. The document specifies a tensile testing procedure to evaluate the effect of high-pressure gaseous medium compared to a high-pressure inert gas or air. The document can be used for the screening of metallic materials by evaluating mechanical property changes due to the effects of various test gases, including hydrogen.

NOTE Temperature range and pressure range depend on the materials to be tested and test gas to be used.

<https://www.iso.org/standard/82610.html>

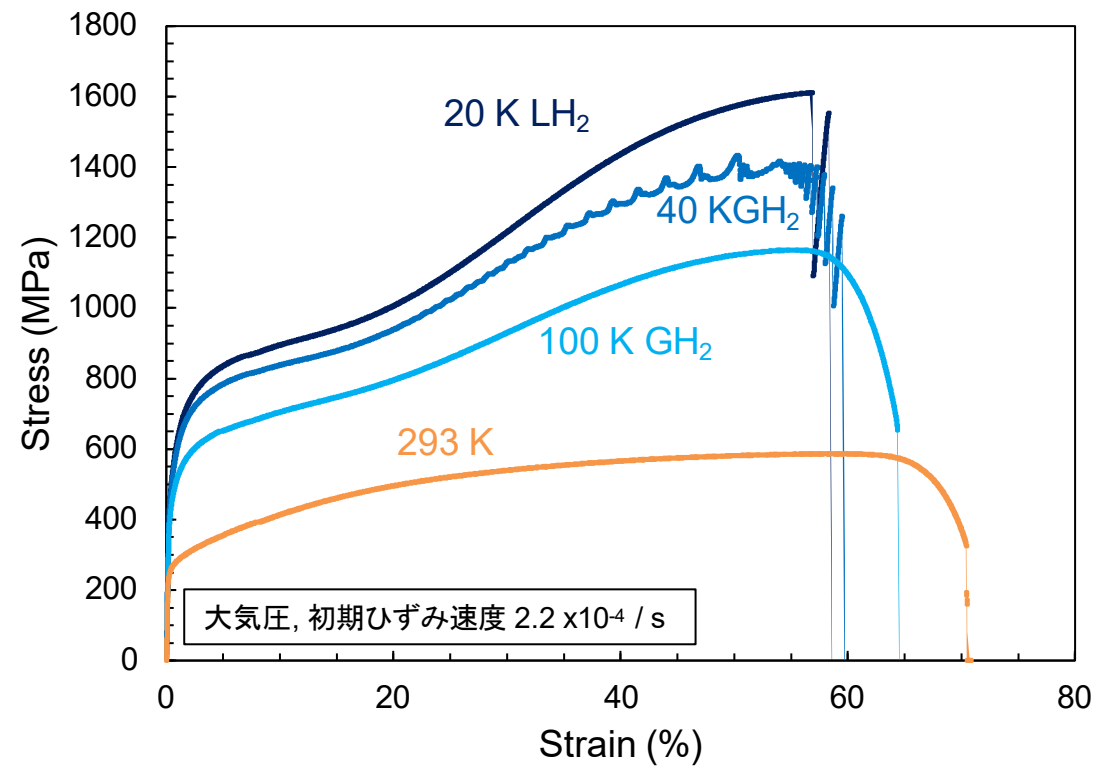
- 過去に多くのデータが取得されており、結果の比較が容易
- △ 試験機が大がかりとなることから、試験手順が煩雑で高コストになりがち。特に極低温の試験を実現するためには技術的課題が多い

- 試験機がコンパクトで試験効率を高めやすい
→ 試験コストの低減が可能
- 試験片外側の環境に制限がなく、伝導冷却や浸漬冷却などの多様な冷却方式を適用可能
→ 高効率な冷却を実現可能(実績: 30 K)
- △ 新しい試験方式であるため試験データの蓄積が必要

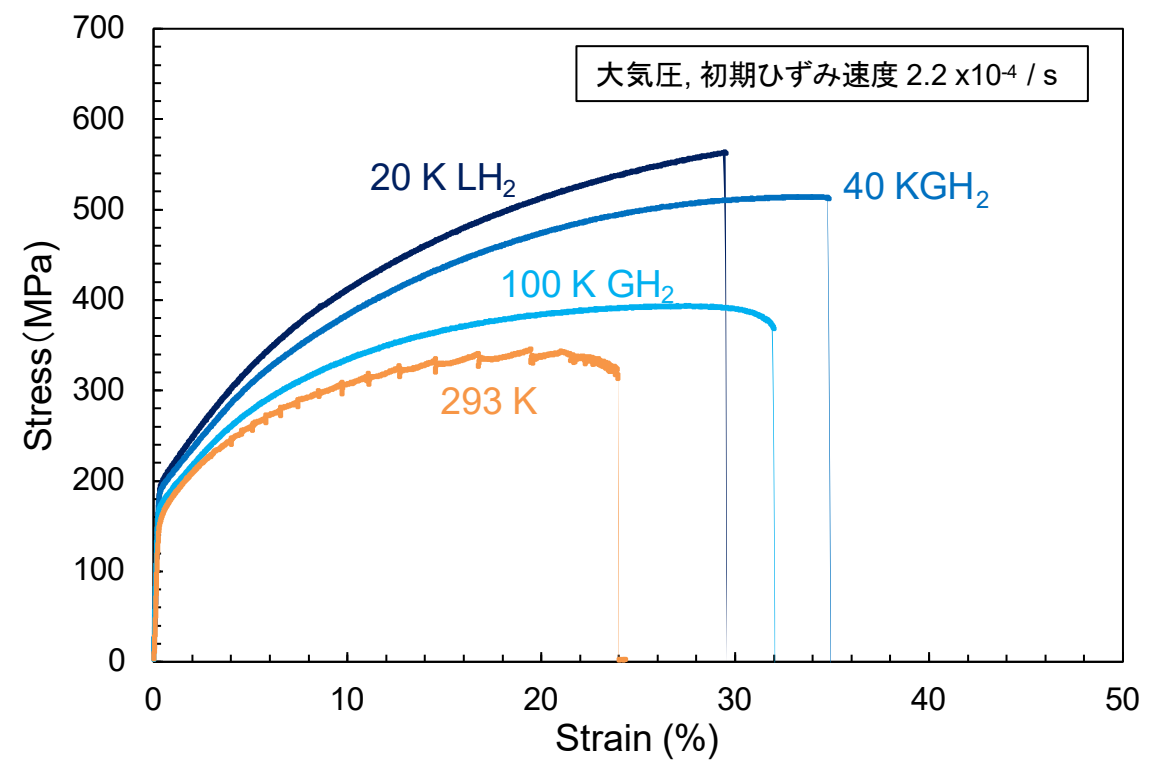
新設設備による低温領域における材料特性評価例



オーステナイト系ステンレス鋼, SUS316L 30mmt



アルミニウム合金, A5083-O 30mmt



グリーンイノベーション基金事業後の展開

「液化水素サプライチェーンの商用化実証」を中心に液化水素関連機器開発に信頼性の高いデータを提供

テーマ	FY2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
液化水素サプライチェーンの商用化実証 (日本水素エネルギー(株), ENEOS(株), 岩谷産業(株))										

液化水素関連機器の研究開発を支える材料評価基盤の整備 (NIMS)	研究開発項目	研究開発期間									
	① 液化水素を含む低温水素環境下評価試験設備の開発	設計完了▼ ▲発注 評価試験設備の整備 ▼完成 運用									
② 特殊実験施設の開発	設計完了▼ ▲発注 付帯設備の整備 ▼完成 運用										
③ 材料データベース基盤の構築	フォーマット検討 データフォーマットの整備 ▲発注 ▼完成 運用方針検討										



GI実施社に向けた材料データ取得、提供



水素SC構築企業に向けた材料データ取得、提供

この成果は、NEDO（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）の委託業務の結果、得られたものです。

ご清聴ありがとうございました。

2025年度公開勉強会

HyTec液体水素オープンラボラトリーの開設と将来構想

2026年3月16日

水素・未来エネルギー技術研究センター 学術研究員

水素・未来エネルギー技術勉強会 事務局長

繁森 敦

目次

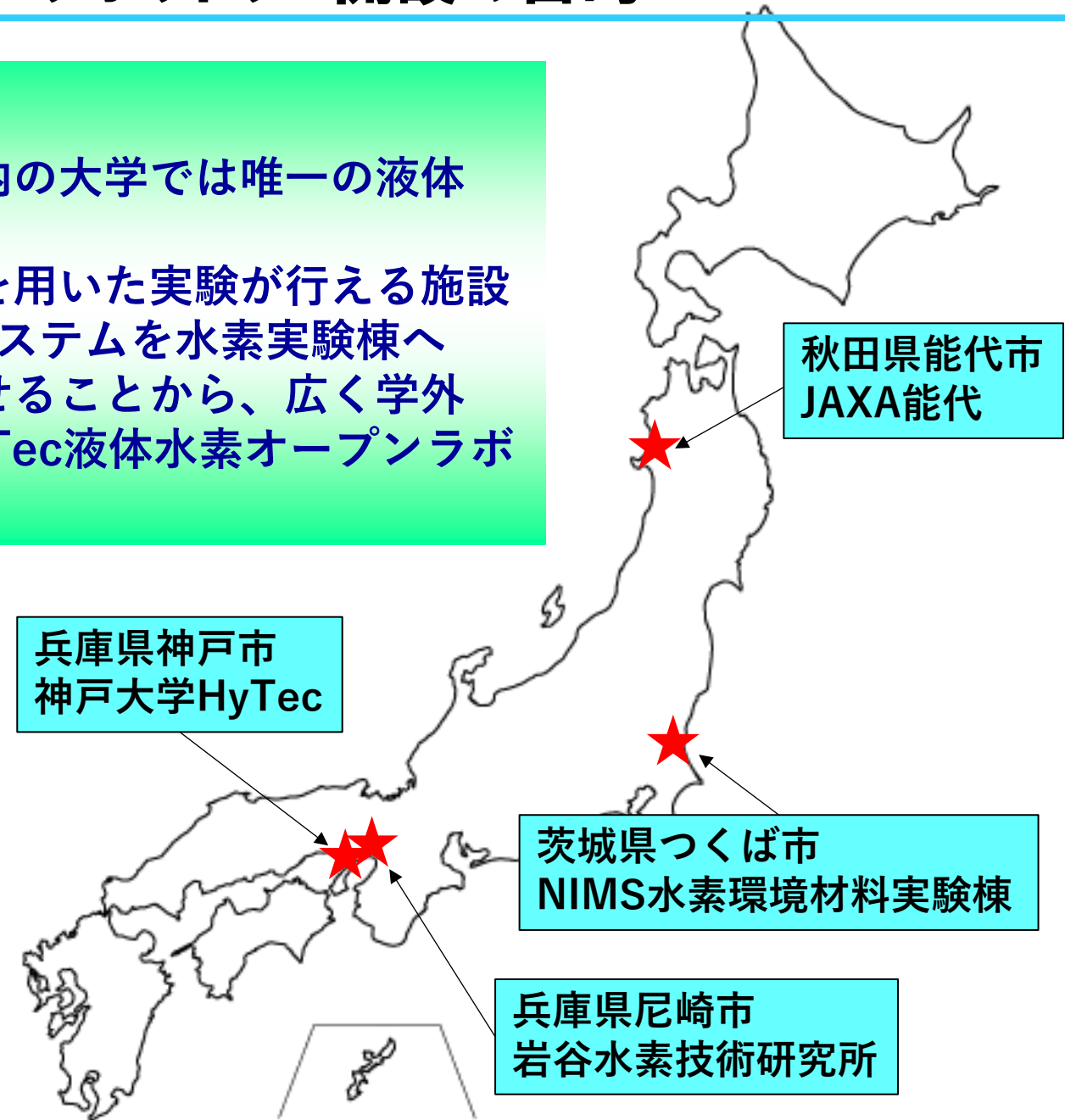
1. HyTec液体水素オープンラボラトリー計画について
2. HyTec液体水素オープンラボラトリーの将来構想

1. HyTec液体水素オープンラボラトリー計画について

HyTec液体水素オープンラボラトリー開設の目的

【開設の目的】

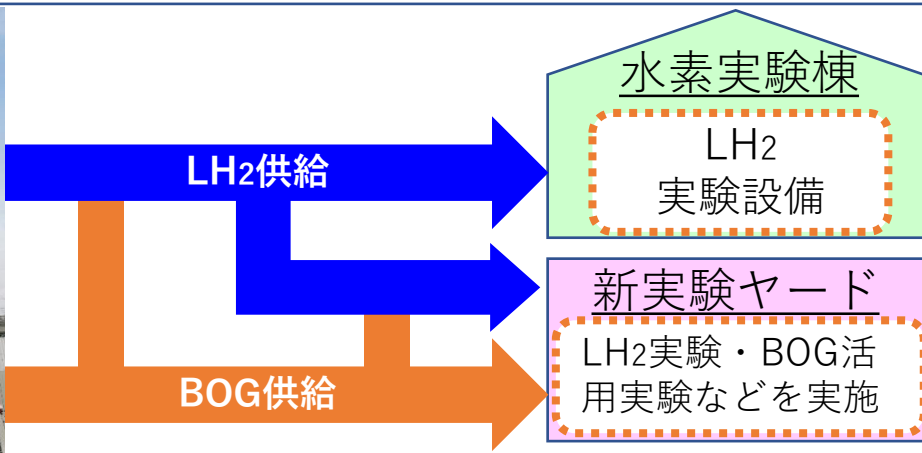
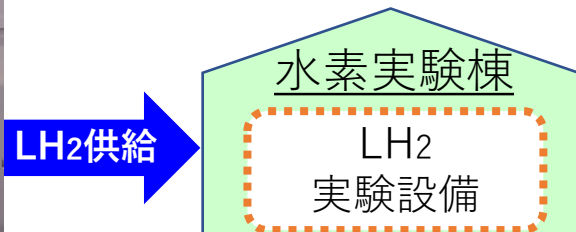
神戸大学深江キャンパスにある水素実験棟は、国内の大学では唯一の液体水素専用実験棟として2015年に整備された。国内において、外部からの依頼を受けて液体水素を用いた実験が行える施設は4か所に限られているが、新たに液体水素供給システムを水素実験棟へ設置することに伴い、実験規模および回数を増やせることから、広く学外の研究機関・企業との共同研究を可能とする、HyTec液体水素オープンラボラトリー体制を構築する。



HyTec液体水素オープンラボ計画概要

既存LH₂関連実験設備

新設LH₂関連実験設備



供給方法：2,000L容器
供給可能量：500L～2,000L

供給方法：24m³貯槽
供給可能量：～20,000L以上（連続使用可能）

I 期工事計画

II 期工事計画

III 期工事計画

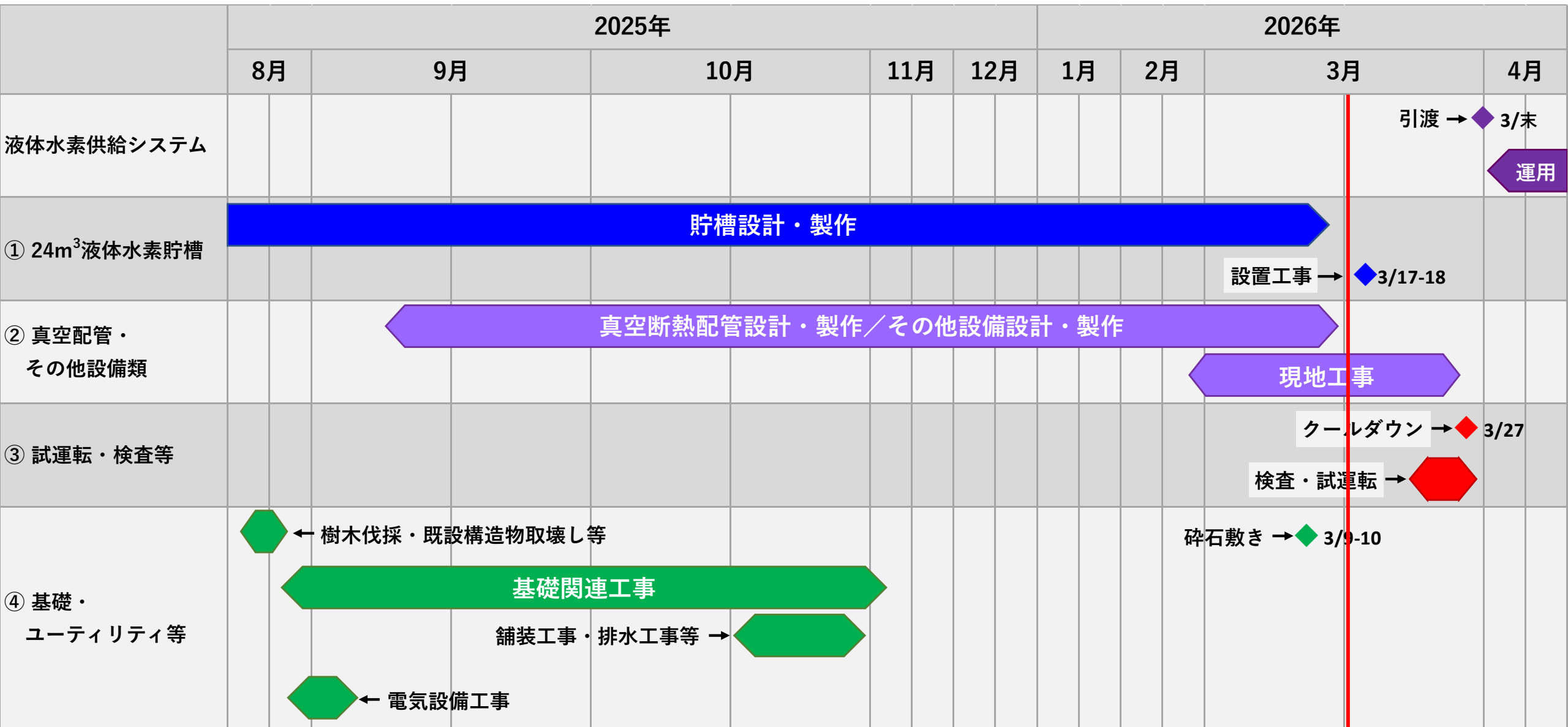
	I 期工事計画	II 期工事計画	III 期工事計画
概要	液体水素（LH ₂ ）24m ³ 貯槽設備を設置して既存水素実験棟に供給	LH ₂ -BOG活用実験室の設置	水素実験棟の拡充 新LH ₂ 実験ヤードの設置
進捗	工事中 2026年3月末完工	テーマを抽出 概略仕様を策定・予算申請中	構想策定中
時期	2026年4月から運用開始	2026年度中の運用開始を目指す	2027年度以降の設置を目指す

オープンラボ | 期工事 - LH₂供給システム設置場所



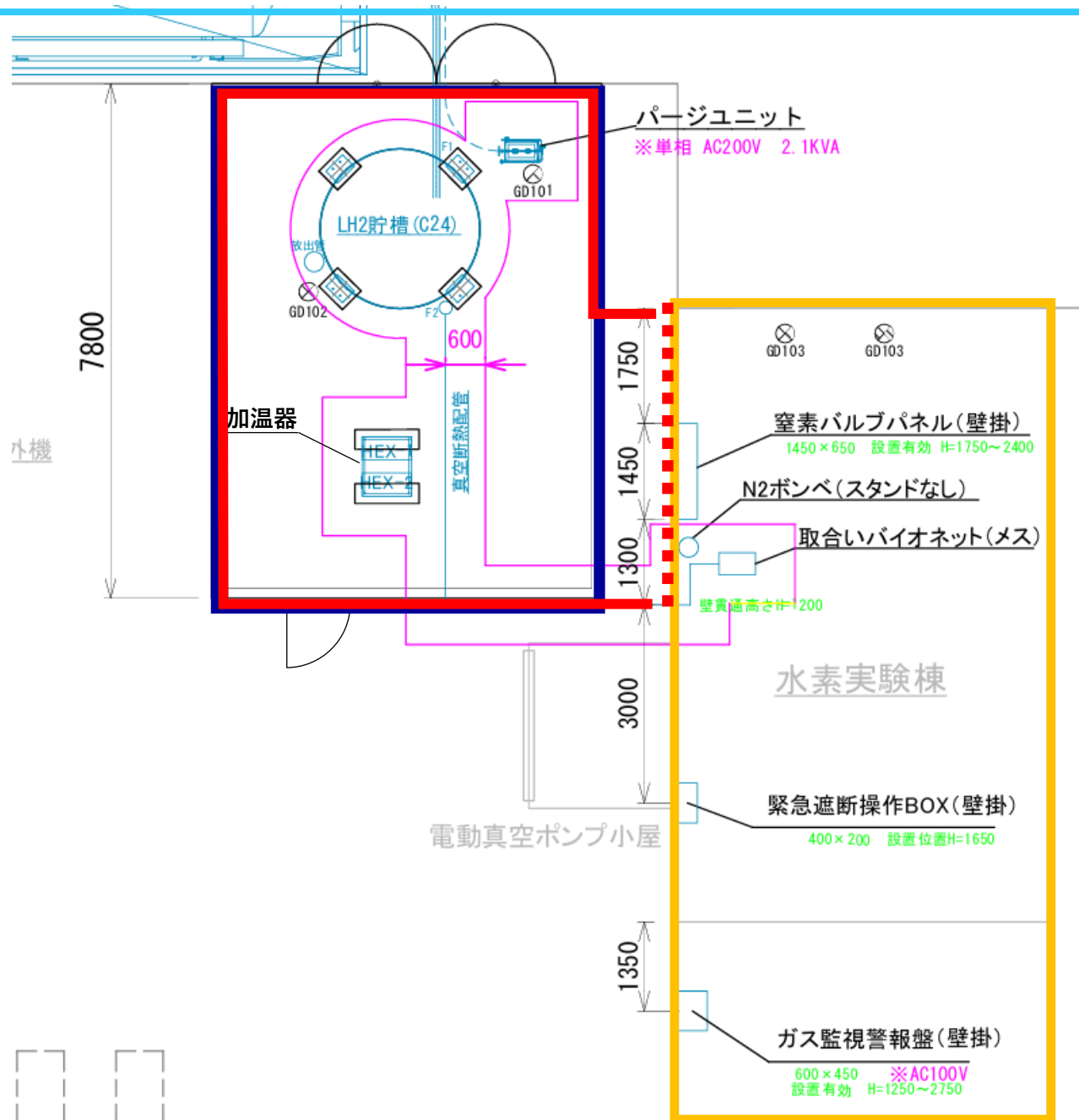
【貯槽設備設置場所】
神戸市東灘区深江南町5丁目1-1
神戸大学深江キャンパス内

オープンラボ I 期工事 - LH₂供給システム概略工程表



3/16

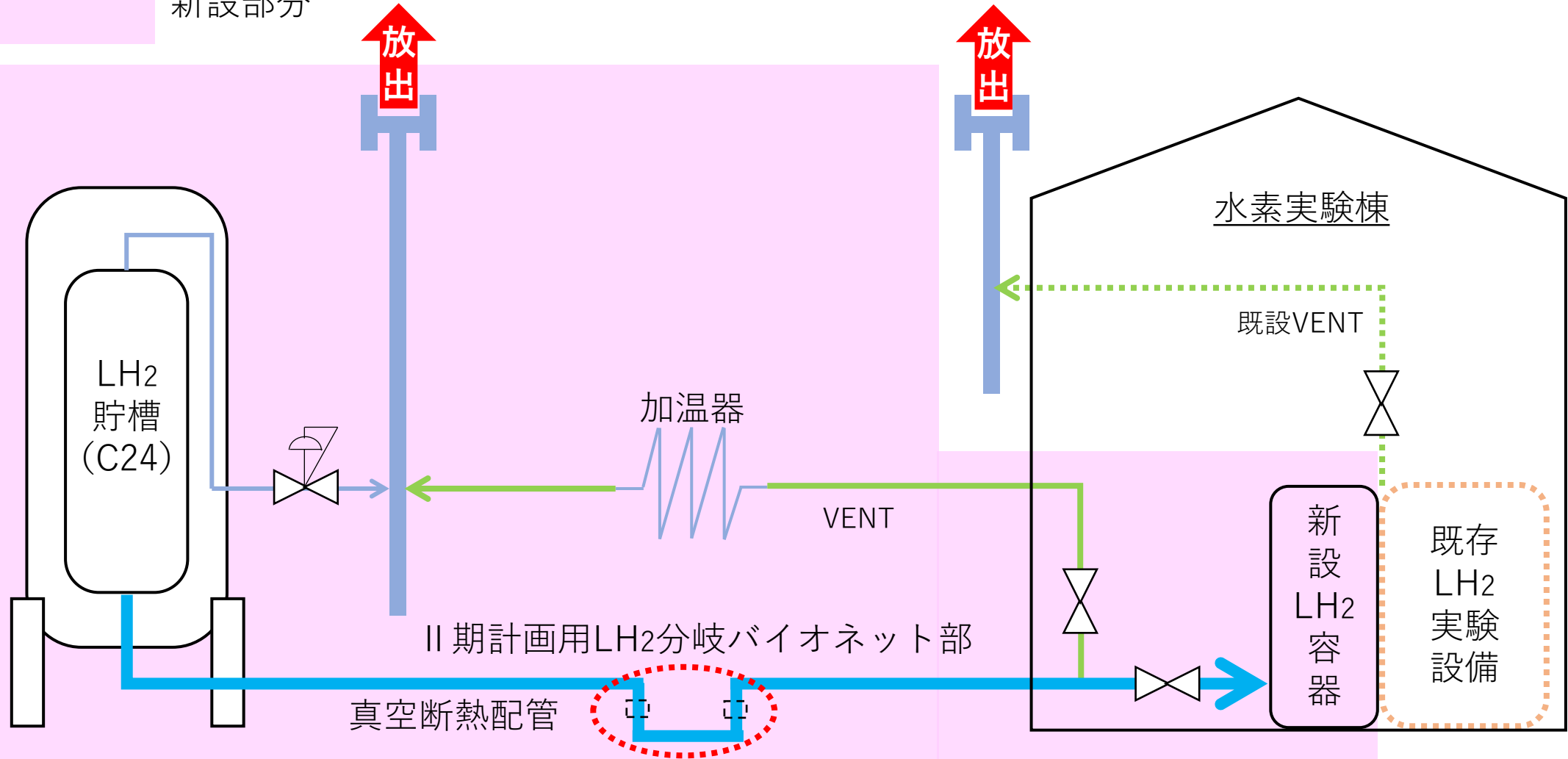
オープンラボ整備 - LH₂貯槽設備配置



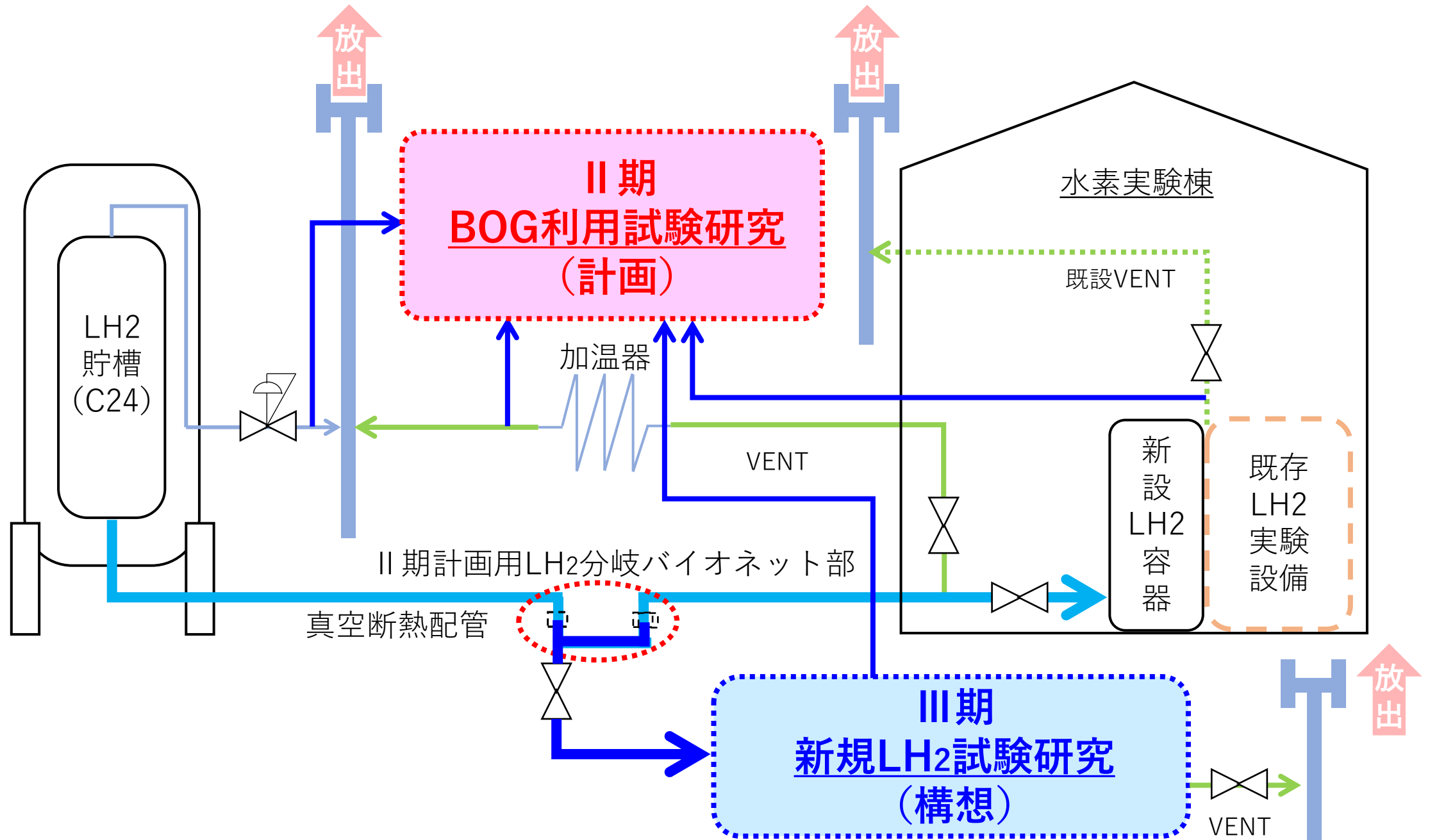
- 水素実験棟
- 基礎
- フェンス

オープンラボ整備 - I期設備概要

新設部分



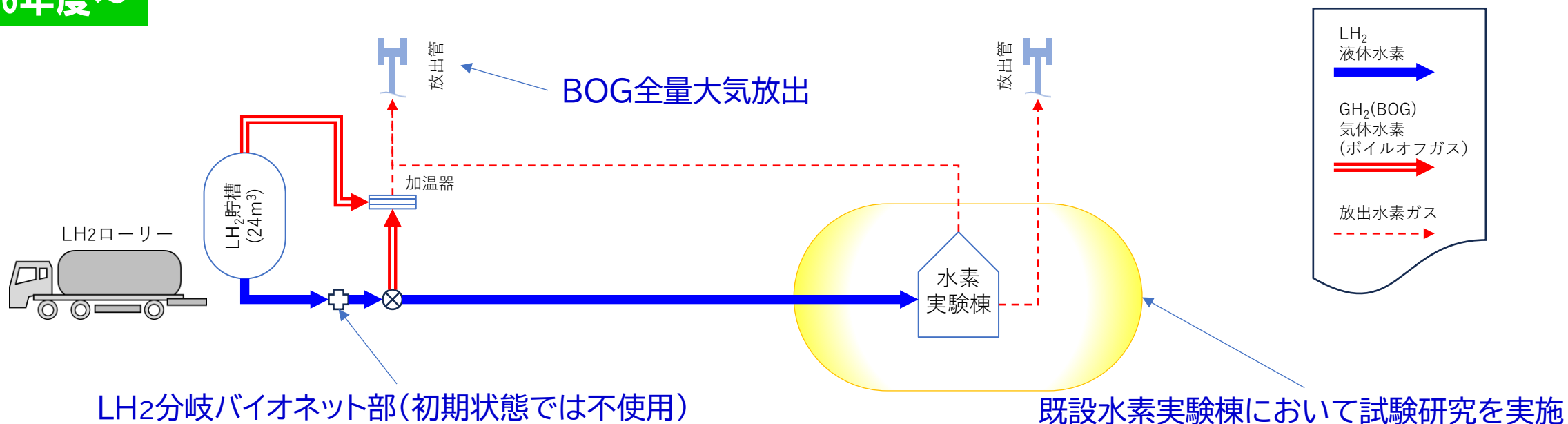
オープンラボ整備 - II期・III期工事計画(構想)



2. HyTec液体水素オープンラボラトリーの将来構想

オープンラボの運用 - I期工事完工時

2026年度～

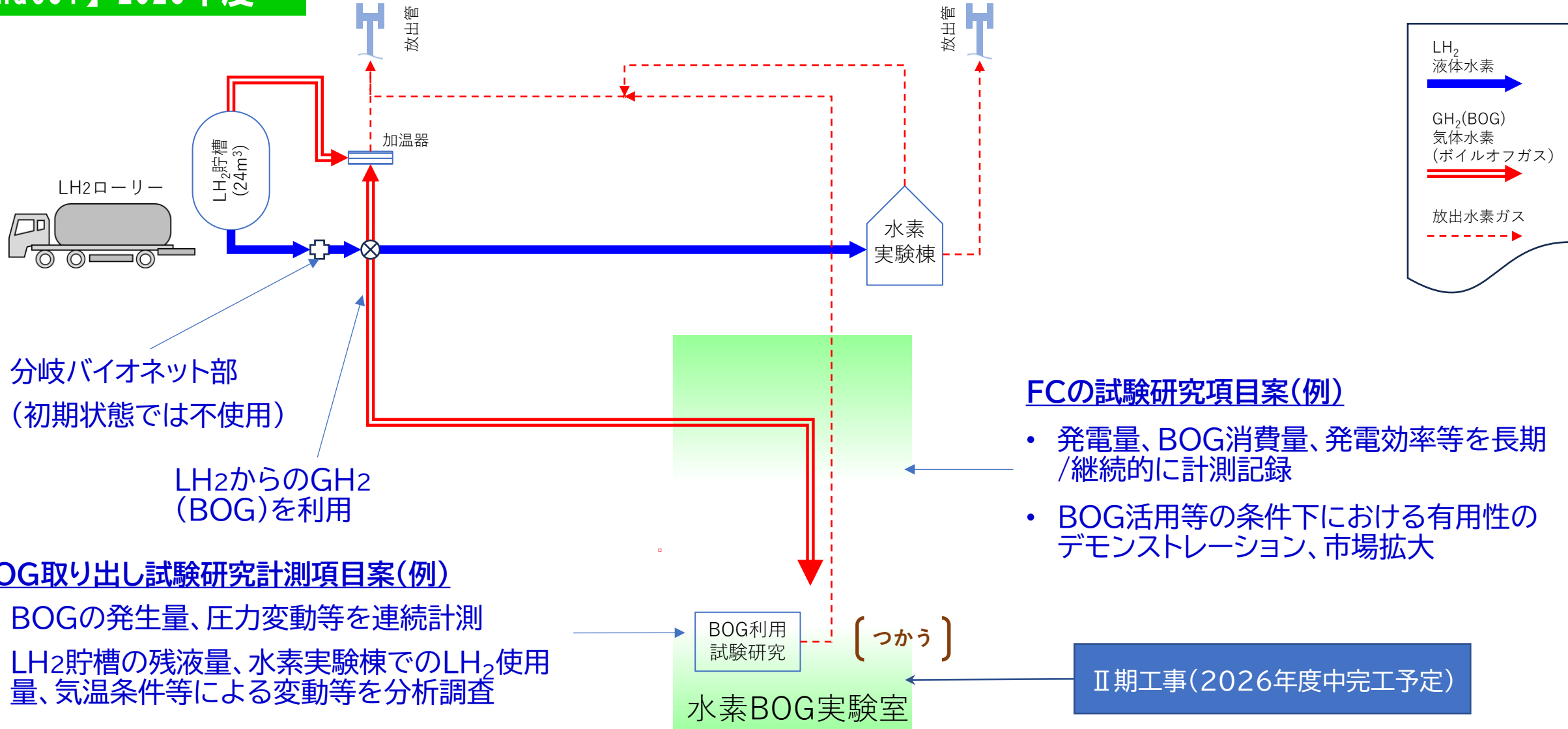


- I期工事完工-運用開始時点(2026年4月)では、基本的には現在進行中の試験研究を実施。
- 既にほぼ確定の新規試験研究も含め、早期に確定すれば着手していく。
- これに加えて、今後計画の新規試験研究も実施していく。ただし既設水素実験棟のスペースの限界もある。
- 従って、当面はこれまで通り、共同研究・受託研究の枠組みでスタートする。

既に複数の企業と次年度試験研究計画の策定に向けて具体的な検討・準備を始めているが、オープンラボの安定運用に向けて更なる稼働率のアップを目指すために、勉強会活動から新規テーマを創出し、II期・III期工事計画の推進につなげる。

オープンラボの将来構想【Phase1】 - II期工事完工時

【Phase1】 2026年度～



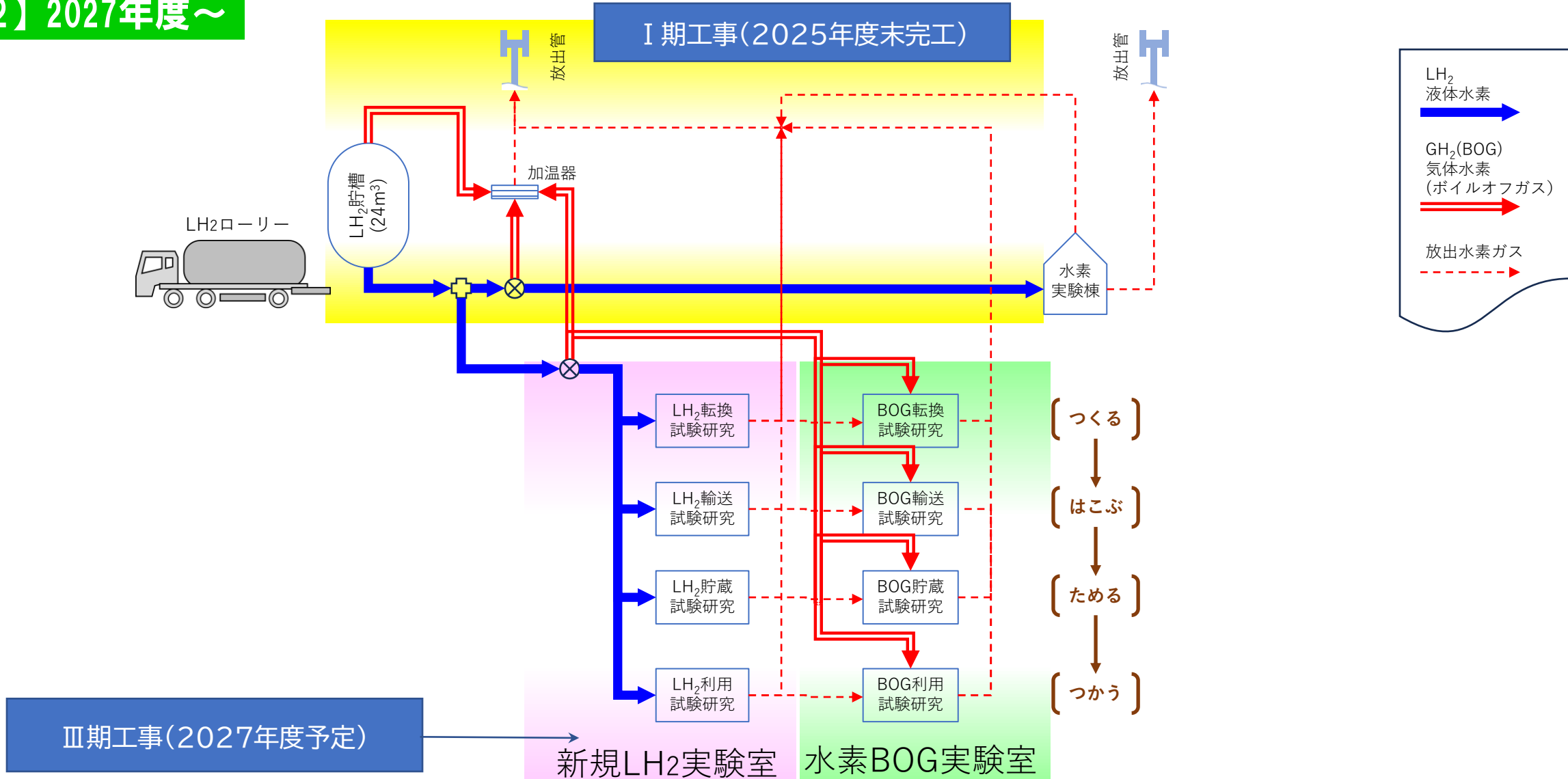
BOG取り出し試験研究計測項目案(例)

- BOGの発生量、圧力変動等を連続計測
- LH₂貯槽の残液量、水素実験棟でのLH₂使用量、気温条件等による変動等を分析調査

運用は、これまで通り、共同研究・受託研究の枠組みで実施する。

オープンラボの将来構想【Phase2】 - III期工事完工時

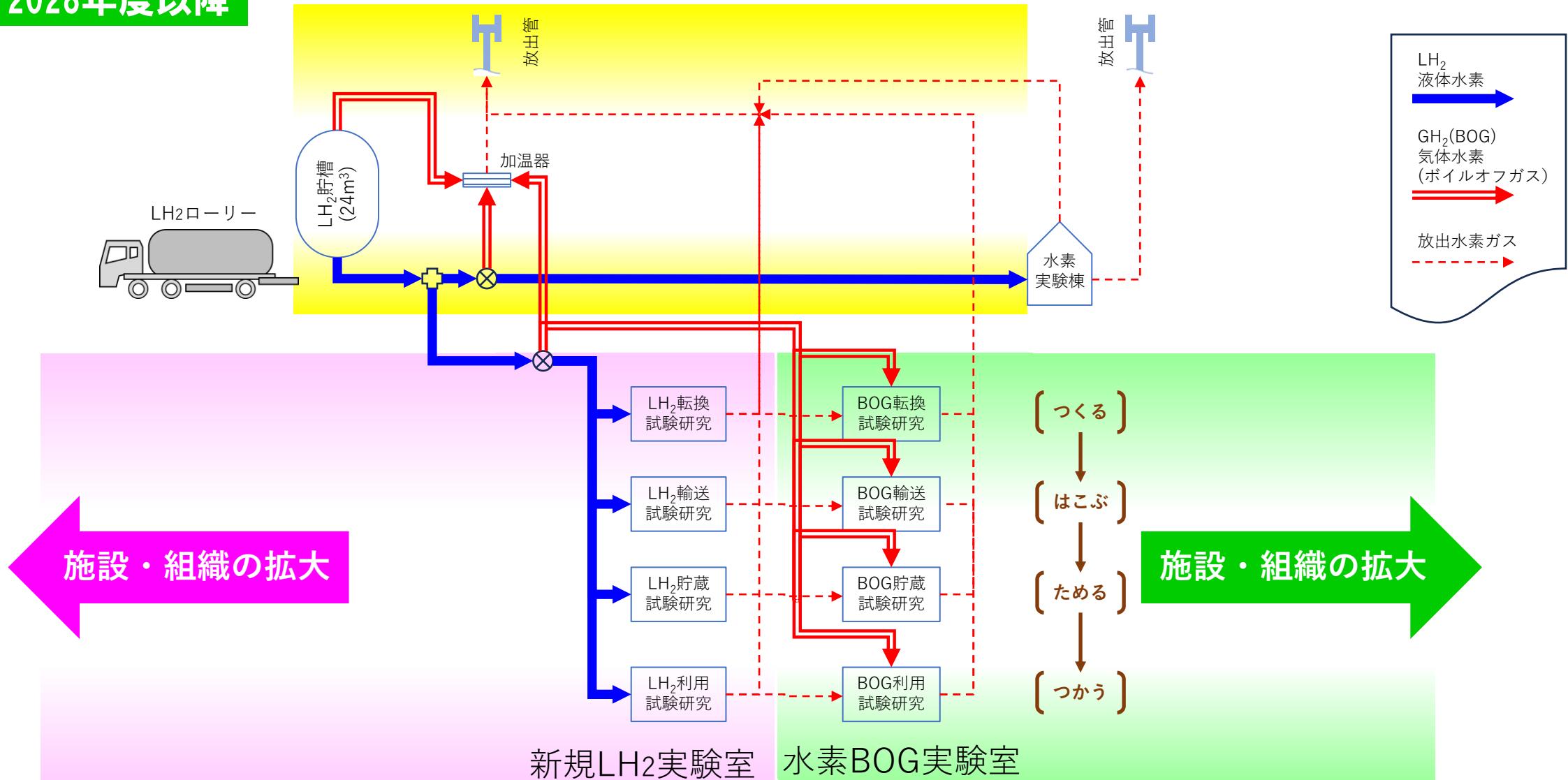
【Phase2】2027年度～



運用は、これまで通り共同研究・受託研究の枠組みで実施する

オープンラボの将来構想【Phase3】

【Phase3】2028年度以降



将来的には、研究組合や社団法人を立ち上げて運用することを検討する

HyTec - オープンラボの役割

【HyTec】

- ◆ 研究機関・企業との共同研究を推進
- ◆ 国際標準化等の推進
- ◆ グラントデザイン・シナリオ作りのサポート

【液体水素オープンラボラトリー】

- ◆ 研究機関・企業との液体水素関連共同研究試験の場を提供

【IGAS-HYTec（勉強会）】

- ◆ 様々な関連情報の提供
- ◆ 仲間集め・出会いの場

HyTec液体水素オープンラボラトリーを是非ご活用ください

ご清聴ありがとうございました

2026.03.16 / 神戸大学深江キャンパス(神戸市)

**神戸大学「水素・未来エネルギー技術研究会 IGAS-HyTec」
2025年度オープン・シンポジウム/セッションII**

エネルギー・トランジション : 2050年CN実現への道と課題

橘川 武郎 (Takeo KIKKAWA)

国際大学学長 (President, International University of Japan)

東京大学・一橋大学名誉教授

(Professor Emeritus of the University of Tokyo and Hitotsubashi University)

2025年の動き

- 2025.2.18: 3文書を閣議決定
GX2040ビジョン
第7次エネルギー基本計画
地球温暖化対策計画

カーボンニュートラルとは何か？

- * カーボンニュートラル→「炭素中立」……？
 - ・人間は炭素がないと生きてゆけない(炭水化物)
 - ・なぜ、「ゼロ」ではなく「ニュートラル」なのか
- * “カーボン”は**二酸化炭素**(正確にはカーボン・ダイオキサイド)
- * “ニュートラル”は**排出量＝吸収・回収量**
 - ・排出量はゼロにならない
 - ・差し引きゼロにする(オフセット)
- * 二酸化炭素を中心とする温室効果ガスは
地球温暖化の原因となるので問題
 - ・論争あるが、次世代のために「原因となる」と考えるべき

第7次エネルギー基本計画策定過程の問題点

■原子力推進派が圧倒的多数を占める基本政策分科会

- * 明確な反対派は16人中1人
- * 一時は、「原子力再主力電源化」の流れも
- * 終盤は、事務局がむしろ沈静化を図る

■トランプ再登場の影響

- * 米大統領選挙後に急速に具体化
- * 「2035年GHG19年比60%削減」の国際公約を取下げ
「2035年GHG13年比60%削減」への巧妙な(?)すり替え
- * CN逆行のリスクシナリオ(実態は「技術不進展」ケース)の追加
再エネ35%[40年]も(第6次の36~38%[30年]より小)
火力45%[40年]も(第6次の42%[30年]より大)
化石燃料68%[40年]も(第6次の69%[30年]と同水準)

複数シナリオ・リスクシナリオの採用

■エネ基の本来の目的

* 将来見通しを単一シナリオで示し投資判断の目安を示す。

■複数シナリオで投資判断の目安にならず、無意味化

* 電源:再エネ4~5割(35%)

太陽光23~29%、風力4~8%

火力3~4割(45%)、内訳は示されず。

原子力2割(20%)

* 一次エネルギー:再エネ21~31%、原子力11~12%、

水素等2~5%、石油20~28%(0.9~1.2億kℓ)、

石炭9~14%、天然ガス18~26%

* GHG削減率(13年比):73%→61%

■リスクシナリオにリアリティ

原子力の位置づけ

■①定性的には明確な「原発回帰」

- *「次世代革新炉の開発」: 大々的に書き込む
- *「原子力の最大限活用」: 複数回にわたり言及
- *「可能な限り依存度低減」: 削除
- *「次世代革新炉建設の廃炉敷地内限定」: 緩和

■②定量的には原子力の地盤沈下が一層進展

- * 第5次エネ基(30年)/再エネ22~24%: 原子力20~22%
- * 第6次エネ基(30年)/再エネ36~38%: 原子力20~22%
- * 第7次エネ基(40年)/再エネ4~5割: 原子力2割
- * 再エネ主力電源化、原子力副次電源化が鮮明に

■むしろ②を隠すために①を強調したというのが真相に近い

■40年以降も原子力は**使い勝手が悪い電源**であり続ける

脱炭素から低炭素へ

■カーボンニュートラル実現後も天然ガス使用は継続

「天然ガスは、熱源として効率性が高く、地政学的リスクも相対的に低く、足下、電源構成の約3割を占める。また、化石燃料の中で温室効果ガスの排出が最も少なく、再生可能エネルギーの調整電源の中心的な役割を果たすと同時に、燃料転換等を通じた天然ガスシフトが進むことで環境負荷低減にも寄与する。さらに、将来的な技術の進展によりガス自体の脱炭素化の実現が見込まれ、水素等の原料としての利用拡大も期待される等、カーボンニュートラル実現後も重要なエネルギー源である。」（53頁）

* 電力業界、都市ガス業界のこれまでの見通しを覆す「大転換」

■明確化した「脱炭素→低炭素」

* 自動車用燃料についてのe10の強調

* LPガスへのrDME(renewableジメチルエーテル)の混入

■しかし、カーボンニュートラルの旗は降ろさず

* CO₂の排出量も増えるが吸収量も増える

* CCUS(CO₂回収利用・貯留)、DAC(直接空気回収)、オフセットなどの本格化

極端に低い電力排出係数

■2040年度の電力排出係数(kg-CO₂/kWh)

- * ベースシナリオ: 全電源平均0.00~0.04、火力平均0.08~0.20
- * リスクシナリオ: 全電源平均0.13、火力平均0.31
- * 現状: LNGコンバインド火力0.47、石炭火力0.94
- * ゼロエミ火力(水素・アンモニア・CCUS火力)の大量導入
CCUS=二酸化炭素回収・利用、貯留
- * 「次世代革新炉建設の廃炉敷地内限定」: 緩和

■極めて高水準のカーボンプライシングを想定

- * CO₂1トン当たり2万円もありうる
- * 「環境価値ビジネス」が活況を呈する

再生可能エネルギーと原子力

- **ウクライナ危機、イラン危機の最大の教訓は、**
エネルギー自給率の向上。
 - * 「究極の国産エネルギー」である再生可能エネルギーの普及がカギ。
 - * ウクライナ危機、イラン危機で脱炭素が後退するというのは、謬論。

- **再エネ: 三つの問題と解決方向**

- (1) コストが高い ← **太陽光ではコスト低下が進む。**
 - * **風力ではコスト上昇が深刻。**
 - * **再エネ主力電源化の中心は太陽光。**
- (2) 住民とのトラブル ← **事業主体への住民参加**
- (3) 時間がかかる ← **トランジション(移行)戦略が必要**
 - * **原子力のリプレースと依存度低下。**
 - * **石炭火力を2040年までにたたむ。**

- **原子力: 新しい価値の提示**

- * **カーボンフリー水素の供給拠点**

石炭火力発電所

■超々臨界圧(USC)の建設ラッシュ

: 電力危機対策の柱は石炭

- ・JERA／武豊5(愛知県)／107万kW／2022年8月運転開始
- ・中国電力／三隅2(島根県)／100万kW／2022年11月運転開始
- ・神戸製鋼所／神戸4(兵庫県)／65万kW／2023年2月運転開始
- ・JERA／横須賀1(神奈川県)／65万kW／2023年6月運転開始
- ・JERA／横須賀2(神奈川県)／65万kW／2023年12月運転開始

■一方で、いつ石炭火力をやめるのか明示する必要がある。

- ・G7のなかでの孤立化
- ・「アンモニアは石炭延命の言い訳」というあらぬ誤解を受ける。
- ・2040年に石炭火力をやめると宣言しても問題ない。
アンモニア混焼率60%超で石炭ボイラーからガスタービンへの転換。
新設USCは15年は使いたい(2023+15=2038)。

カーボンニュートラルへの道

■ 電力：ゼロエミッション電源

- * 再生可能エネルギー、原子力
- * **カーボンフリー火力**（水素、アンモニア、CCUS）

■ 非電力：熱利用など

- * **電化**（EV[電気自動車]）
[総電力需要1.3～1.5兆kWh 電化率38%]
- * **水素**（水素還元製鉄、FCV[燃料電池車]）
- * **メタネーション**（e-methane）、合成液体燃料（e-fuel）
- * バイオマス

■ 炭素除去：最終的なCO2発生分をオフセット

- * 植林
- * **DACCS**（Direct Air Capture + Carbon dioxide Capture and Storage）

発電コスト(2050年)

■ RITE (Research Institute of Innovation Technology for the Earth) 2021.5.13

* シナリオ / 電源構成再エネ・原子力・水素/アンモニア・CCUS火力)
/ 総発電力量 / 発電コスト(限界費用)

- ① 参考値=ベース / 54%・10%・13%・23% / 1.35兆kWh / 24.9円/kWh
- ② 再エネ100% / 100%・0%・0%・0% / 1.05兆kWh / 53.4円/kWh
- ③ 再エネコスト低減 / 63%・10%・2%・25% / 1.5兆kWh / 22.4円/kWh
- ④ 原子力活用 / 53%・20%・4%・23% / 1.35兆kWh / 24.1円/kWh
- ⑤ 水素・アンモニアコスト低減
/ 47%・10%・23%・20% / 1.35兆kWh / 23.5円/kWh
- ⑥ CCUS増大 / 44%・10%・10%・35% / 1.35兆kWh / 22.7円/kWh
- ⑦ カーシェア / 51%・10%・15%・24% / 1.35兆kWh / 24.6円/kWh

■ いずれのシナリオでも、

* **2050年の発電コストは現行(13円/kWh)を大きく上回る。**

コスト削減が最大の課題

- カーボンニュートラルの実現はエネルギーコスト上昇を伴う
⇒コスト削減こそが最大の課題
- イノベーションとともに既存インフラの徹底的活用がカギ
 - *カーボンニュートラルへの日本的な道
 - ・アンモニア: 既存石炭火力の活用
 - ・メタネーション: 既存ガスパイプの活用
 - *アジア諸国、新興国への展開が可能
非OECD諸国のカーボンニュートラル化の鍵握る
日本のリーダーシップの根拠となりうる

アンモニア・水素・メタネーションの壁

■アンモニア:調達の壁、技術の壁

現状:国内100万トン、発電だけで30年300万トン、50年3000万トン

現状:世界2億トン(ブルーアンモニアは北米から)

石炭火力だけでなくナフサクラッカーの熱源として使われる可能性も

技術的課題:NOX対策、**ハーバー・ボッシュ法を超える技術**

■水素:需要の壁

大口需要の水素発電にメドが立たない

電力業界はアンモニア集中で早くても30年代以降

■メタネーション:技術の壁=需要の壁

欧州ガス業界の水素志向(需要減退を想定、導管事業中心)

都市ガス業界:メタネーションが間に合わなくなるおそれ

一方で鉄鋼・セメント・部品メーカー等でのメタネーションへの期待の高まり

水素調達が不要な次世代メタネーション技術:大阪ガス/東京ガス

カーボンニュートラル推進の両輪

(1) 企業のイノベーション

(2) 地域の脱炭素化

2025年度 オープン・シンポジウム

水素・未来エネルギー技術勉強会 活動報告と今後の取組

2026年 3月16日

神戸大学 水素・未来エネルギー技術研究センター

リサーチ・フェロー 駒井 啓一

目次

- A) 勉強会活動の発足経緯と活動概要
- B) 2025年度の勉強会活動の概要報告
- C) 今後の取組について

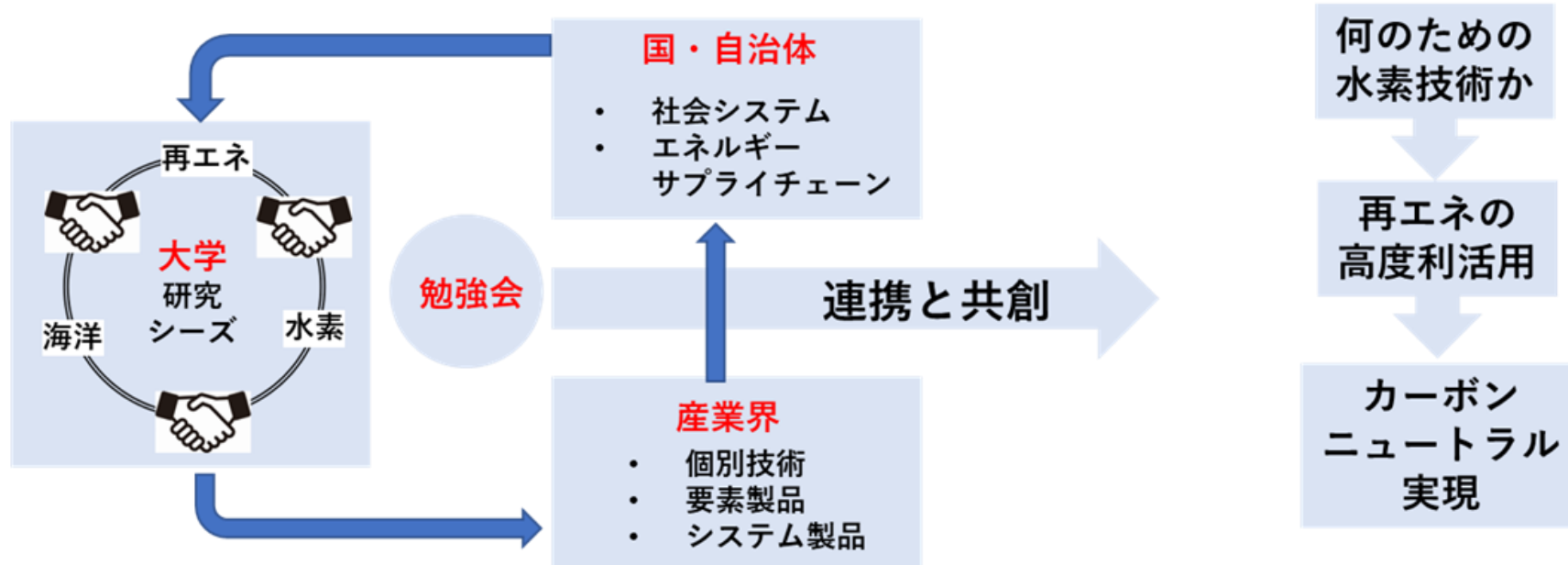
A) 勉強会活動の発足経緯と活動概要(1)--キック・オフ

グリーン成長戦略
(2020年12月政府発表)

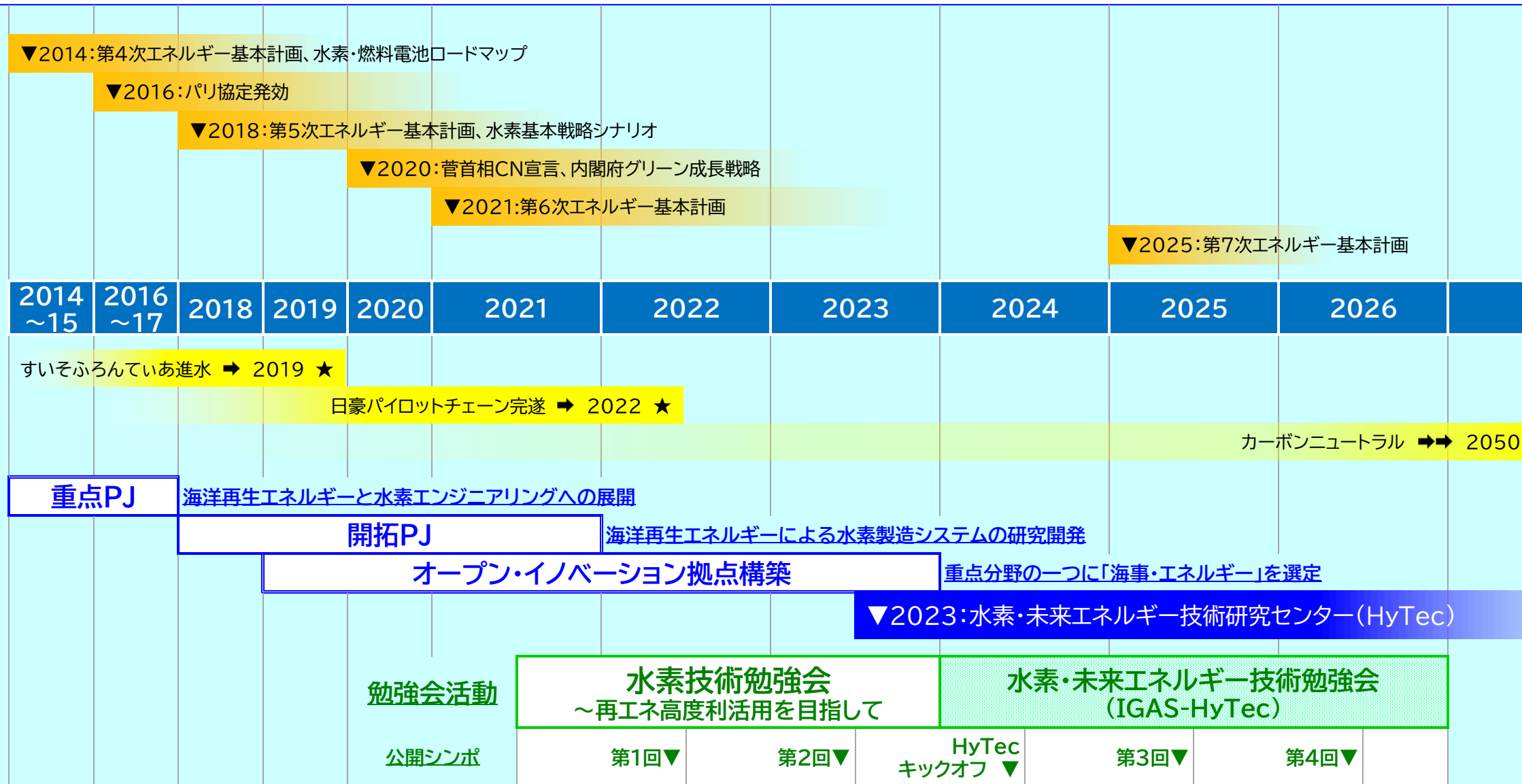
2050年カーボンニュートラルを目標

- ・ 開拓プロジェクトの全て要素研究項目（海洋、再エネ、水素）の重点を包含
- ・ その実現に向けた社会全体の動きが急加速

これに呼応して水素技術勉強会をキックオフ



A) 勉強会活動の発足経緯と活動概要(2)--関連年表



B) 2025年の勉強会活動の概要報告(1)

第3回オープンシンポジウム(2025/3/7)

本会報告 ……2024年度活動概要等を報告、オープンラボラトリー計画を紹介

招待講演Ⅰ : 山地憲治氏(地球環境産業技術研究機構(RITE)理事長)

第7次エネルギー基本計画と背景を中心に、CN社会に向けた多様なシナリオの中で水素が果たすべき役割等につき講演いただいた。

招待講演Ⅱ : 中納曉洋氏(高圧ガス保安協会)

同協会の水素センターシニアエキスパートとして推進されている液化水素貯槽の大型化に伴う規制合理化のための試験研究、最新動向、課題、展望等について講演いただいた。

招待講演Ⅲ : 和久田毅氏(日立製作所)

産業競争力懇談会(COCN)にて、講演者がリーダーを務める「水素・超伝導コンプレックス」プロジェクトについて、その活動概要、エネルギー源に加え極低温源としての液体水素の意義等について講演いただきました。

総合討論

招待講師3名及びHyTec側登壇者で、カーボンニュートラル社会実現に向けて水素・未来エネルギーは何を為すべきかパネル討論を行い、次いで会場およびリモート参加者も交えた質疑応答、意見交換を行った。

2025年度 第1回定例勉強会(2025/6/25)

会員講演-1 : 橋本宏一郎氏(神戸製鋼所)

圧縮機、熱交換器、気化器等の同社の各種製品の液体水素への適性、用途目的に応じた使い分け等の概要紹介があった。また、同社が高砂製作所で展開中の液体水素を用いた種々の実証試験研究について紹介いただいた。

会員講演-2 : 黄 勝義氏(神戸水素クラスター、阪神機器)

水素産業への参画を目指す中小企業有志が集まり2015年発足した水素クラスター会長として、行政・支援機関等から支援を受けて推進している研究開発、試作、相互連携、市場開拓等の活動等を紹介いただき、HyTecオープンラボラトリーへの期待等も述べられた。

本会報告と意見交換

オープンラボラトリーの進捗状況、今後の活動計画等を説明の後、会員講師と本学登壇者の意見交換、会場およびリモート参加者からの質疑応答等を実施した。

B) 2025年の勉強会活動の概要報告(2)

2025年度 第2回定例勉強会(2025/9/26)

会員講演-1 : 山本竜平氏(トキコシステムソリューションズ(株))

水素ステーション用ディスペンサー分野の国内トップメーカーとして、同分野の概要・変遷・最新の技術動向及び国際規格プロトコル等の最新動向と課題、特に大型モビリティへの対応のためのFCV充填制御の解析や液体水素流量計の開発研究等につき講演いただいた。

会員講演-2 : 神谷祥二氏(川崎重工業(株))

1980年代より長年にわたり液体水素技術に携わってきた経験を踏まえ、ユーロケバックPJ(カナダ水力発電⇒液体水素海上輸送⇒ドイツ)および日本のWE-NET計画から今日の日豪等の液体水素サプライチェーンパイロット試験に至る技術レビュー、今後の期待と課題等につき講演いただいた。

意見交換

本会より【A】CN社会に向けた液体水素サプライチェーン構築に向け産官学連携して取り組むべき研究課題の抽出、【B】年度未完成を目指す液体水素オープンラボラトリーに具備すべき具体的機能の二つの論点を主旨説明、本会主査をモデレータに招待講師および本会登壇者によるパネル討論、出席者との質疑応答を実施し、更なる会員からの意見聴取のためアンケート調査等を提案した。

2025年度 第3回定例勉強会(2025/12/11)

会員講演 1 : 相馬一夫氏(長州産業(株))

住宅用PVパネル国内トップメーカーとして、同社が2011年より取り組んでい太陽光/水素製造・貯蔵/エネルギーマネージメント等の開発、システム製品化、山口県を皮切りに全国自治体等と連携して展開している多様なモデル事業等につき講演いただいた。

会員講演-2 : 前島辰哉氏((株)西島製作所)

大流量・高圧・高効率な液化水素昇圧ポンプの開発と題して、超伝導モーターを用い液体水素へ液没型とする等の特長的なポンプの開発、実液を用いた商用実証試験研究の成果の報告と、今後の展望につき講演いただいた。

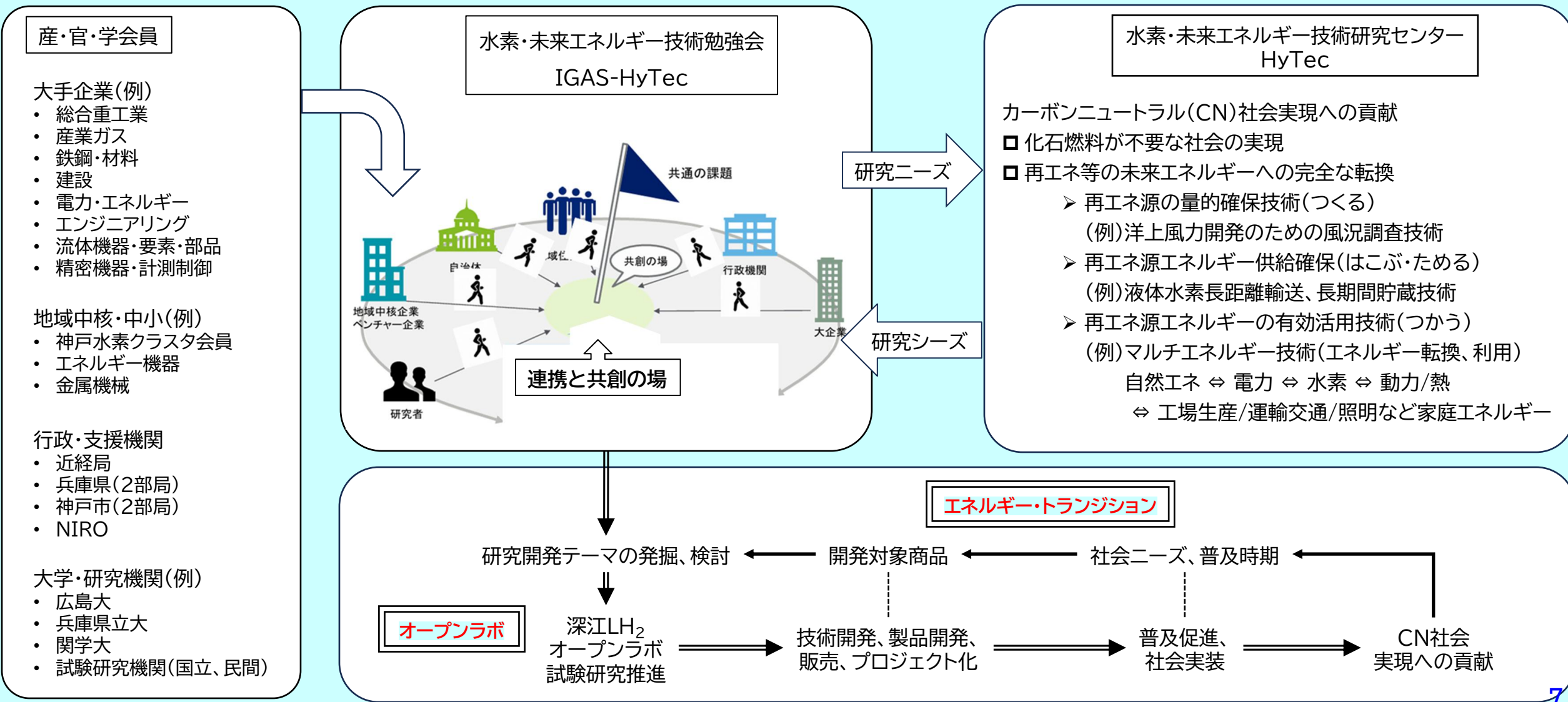
関係者講演 : Joint PhD Ander Martinez Alonso(ブリュッセル自由大学(VUB))

同氏がマルチエネルギーについてHyTecで実施した淡路島モデル、本学講演協力関係にあるVUBで実施したベルギー各地モデルのテクノエコノミカル分析研究に基づき、エネルギー・トランジションにおける水素の役割に関し講演いただいた。

本会報告

前回定例勉強会を踏まえ実施した会員アンケート結果を報告すると共に、エネルギー・トランジションをキーワードにCN社会実現に向けた近年の動向に関する予備調査を報告し、今後の取組につき会員と共に更なる検討を進めるため、再度アンケートによる会員との意見交換実施を提起した。

C) 今後の取組について(1)--概要



C) 今後の取組について(2) --エネルギー・トランジション

エネルギー・トランジションとは

- エネルギー転換を示す一般的な用語。特に新語ではない
- しかし、この数年になって、非常に広範に目にするようになった。
- 現在着目されている「エネルギー・トランジション」は、言うまでもなく脱化石燃料、カーボンニュートラル社会を目指したエネルギー転換の包括的な概念。
- 具体的内容は、出典により様々
- 当勉強会の第3回定例会におけるDr. Ander Martinez Alonso(ブリュッセル自由大学)プレゼン資料を右に示す



- エネルギー・トランジションの行く末もさることながら、その道程、つまり過渡期の移行過程が最も気になるところ
- 当勉強会も、発足当初から、この「つなぎ」がどうなるかを念頭に活動を続けてきた。

Introduction: A history of energy transitions Slide n° 9

For the first time in history, sustainability and not performance stands as the primary driver of change.

The role of hydrogen in the energy transition.
 3rd Regular Meeting of Industry-Government-Academia Collaboration Study Group of HyTec (IGAS-HyTec)

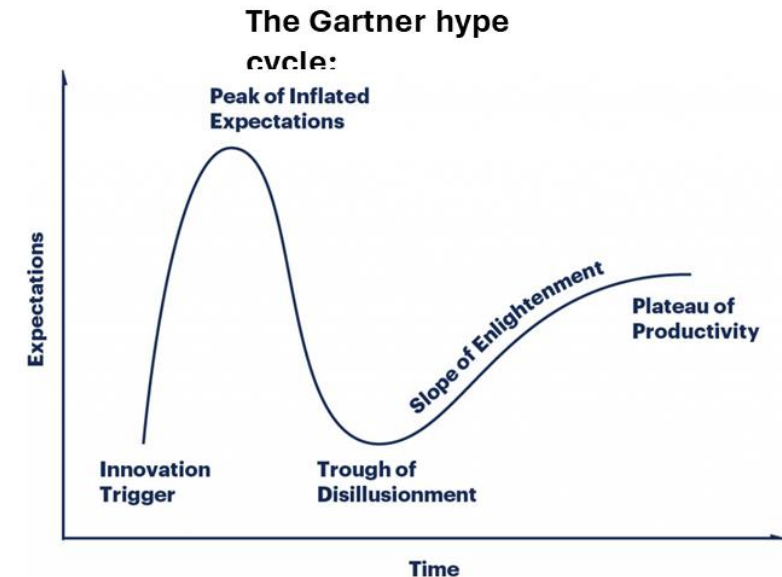
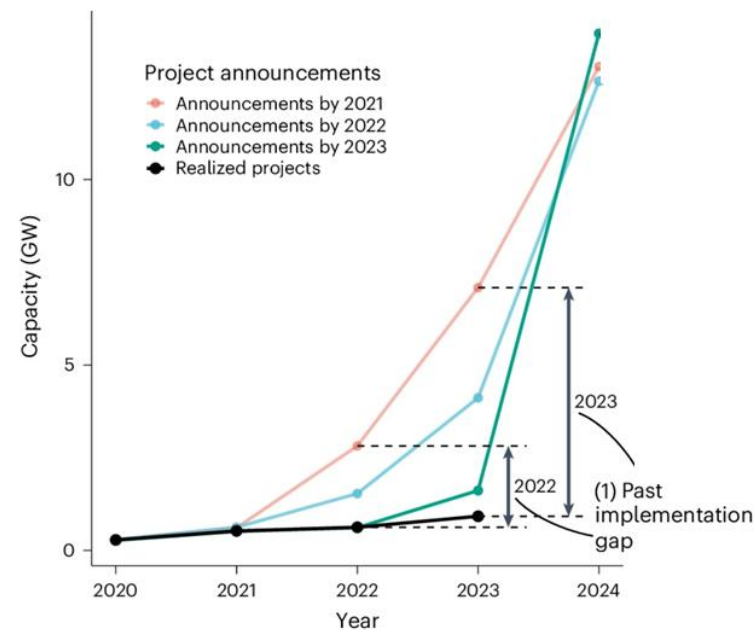
 Ander Martinez Alonso
 December 11th 2025

C) 今後の取組について(3) --エネルギー・トランジションの道程

- 東日本大震災(2011)を一つの契機に再始動した我が国の水素・未来エネルギー技術開発開発は、世界に先駆けて設定された水素基本戦略(2018)等と急加速、日豪パイロットチェーン完遂(2020)と順調に発展。
- 菅首相CN宣言とGI基金創設(2020)等を受け、2050年CN達成目指し順調に進展するも、この先の道程はまだまだ遠い先の話。
- とは言え気象異常はますます深刻化。またCN社会へのエネルギー・トランジションは社会構造の大変革を伴い非常に長い期間を要する。
- 国際情勢の影響、多様なエネルギーシナリオのオプションも考慮すべきか。
- 【参考】ガートナーのハイプ・サイクルは、イノベーションの成熟度と採用度を図示すると同時に、それらが実際のビジネス問題の解決や新たな機会の活用にどのように関連するかを示しています。

The Hydrogen Economy: Implementation gap and hype cycle

Slide n° 10



Sources:

- A. Odenweller and F. Ueckerdt, "The green hydrogen ambition and implementation gap," *Nature Energy*, 2025. Doi: 10.1038/s41560-024-01684-7
- Wikipedia contributors. (n.d.). Gartner hype cycle. Wikipedia. Retrieved June 30, 2025, from https://en.wikipedia.org/wiki/Gartner_hype_cycle

C) 今後の取組について(4) -- 会員アンケート調査の結果報告①

第3回定例勉強会で提示した 会員との意見交換の論点

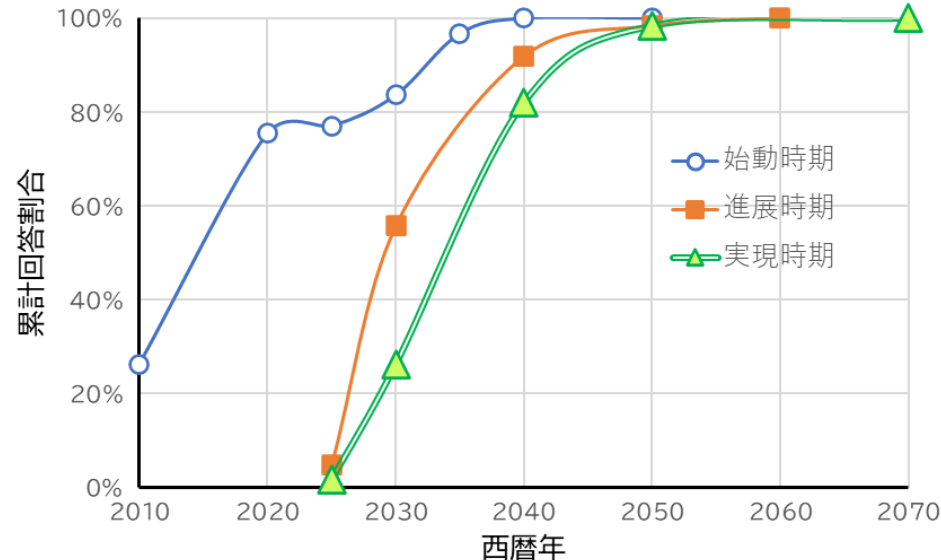
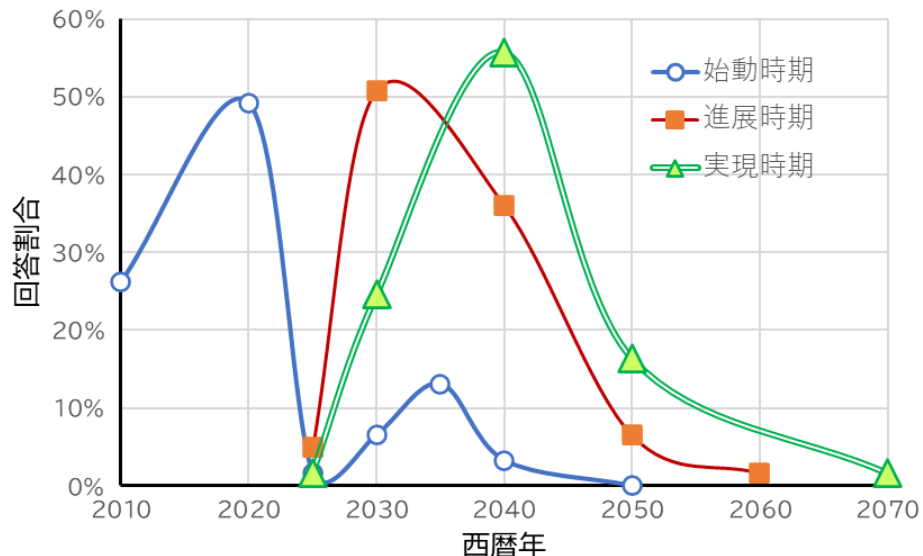
- 2050年カーボンニュートラル達成の位置づけ
 - 過去(薪炭から石炭、石炭から石油、天然ガス等)と同等、あるいはそれ以上のエネルギー・トランジションと捉えるべきか？
- エネルギー・トランジション進展の時間軸
 - 既に移行期間だろうか？いつ頃から移行するだろうか？
 - 大きな転換期はいつ頃と捉えるべきか？
 - 最終的な転換はいつ頃だろうか？
- 移行期間の対応
 - 期待と不安、積極的先行と慎重な見極め
 - 課題の認識、取組の順序、戦略と戦術
 - 連携と協力(本勉強会会員連携、国内産官学の連携、国際的な連携協力)

今回実施した会員アンケートの 設問(7問)の概要

- エネルギー・トランジションの時間軸に関する設問(3問)
 - (1)始動時期
 - (2)進展時期
 - (3)実現時期
- 移行期間の対応(4問)
 - (4)進展への期待と不安
 - (5)取組方針
 - (6)課題別の重要度認識
 - (7)取組の順序(上流分野と下流分野の連携、取組順序、戦略等)

C) 今後の取組について(5) -- 会員アンケート調査の結果報告②

エネルギー・トランジションの時間軸に関する設問(3問)



エネルギー・トランジションの始動時期

- かなり以前(10年以上前から)
- 最近(2020年頃から)と実感
- 少なくとも現在(2025年)は始動
- 近々(2030年までには)始動
- しばらく停滞かもしれないが2030年代には始動
- 遅くとも2040年代は始動せざるを得ない
- 2050年CNは現実的に不可能。始動するならば2050年以降

エネルギー・トランジションの進展時期

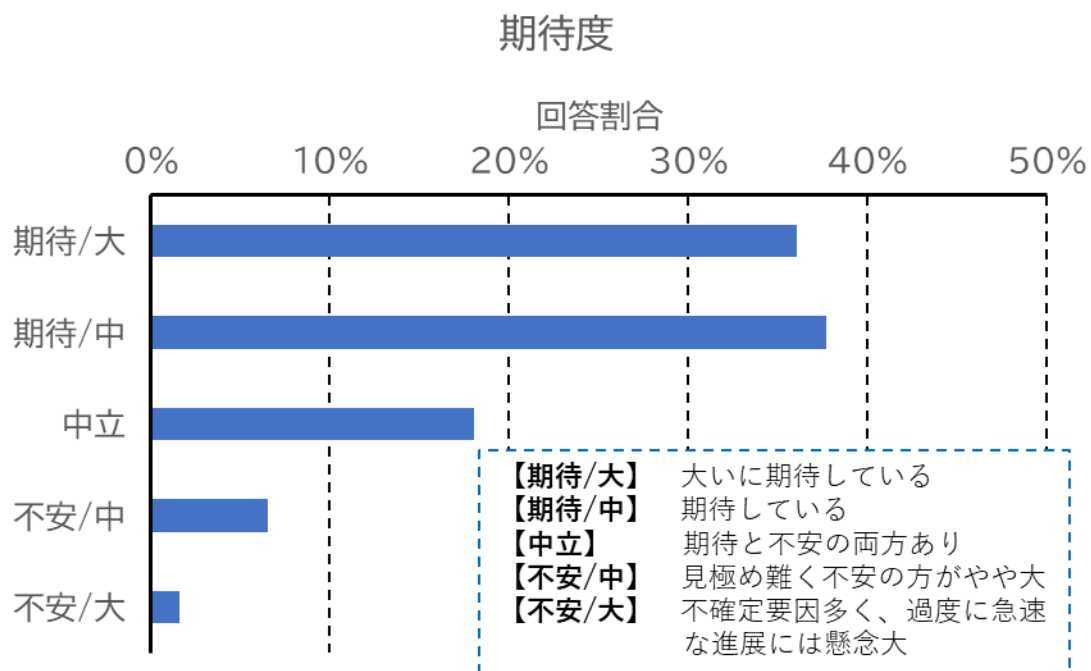
- 2025年現在、既に本格的に進展している
- 2030年代には本格的に進展する
- 2040年代には本格的に進展する
- 2050年の直前~直後によく本格的に進展
- 本格的進展は2050年以降。結局進展することはないかも知れない。

エネルギー・トランジションの実現時期

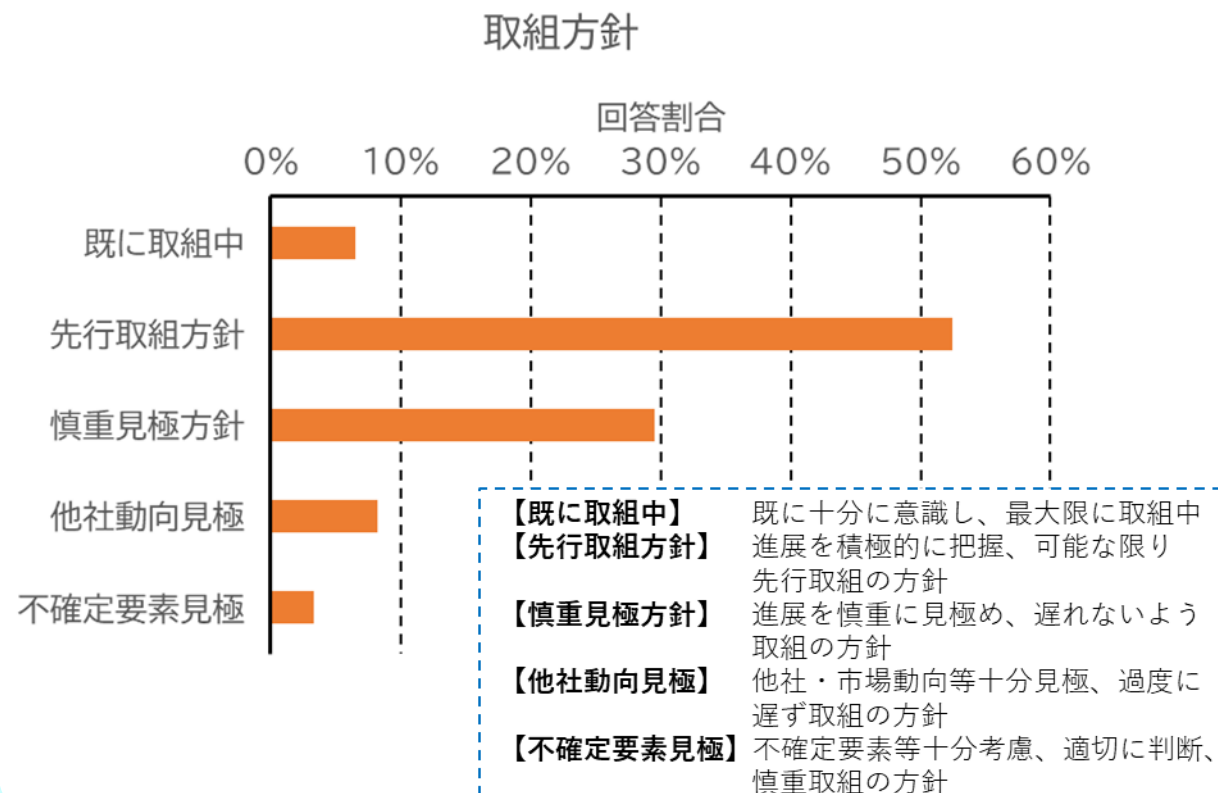
- 現在、既に見えつつあると考えている。
- 2030年頃までには、ほぼ見えてくると予想している。
- 2035~2040年頃になれば、ハッキリ見えてくると予想している。
- 2050年前後になるまでは、どのようになるかわからないだろう。
- 基本的な社会像は2050年以降も、現在と大きく変わらないのではないかと

C) 今後の取組について(6) -- 会員アンケート調査の結果報告③

移行期間の対応 (4) 進展への期待と不安



移行期間の対応 (5) 取組方針

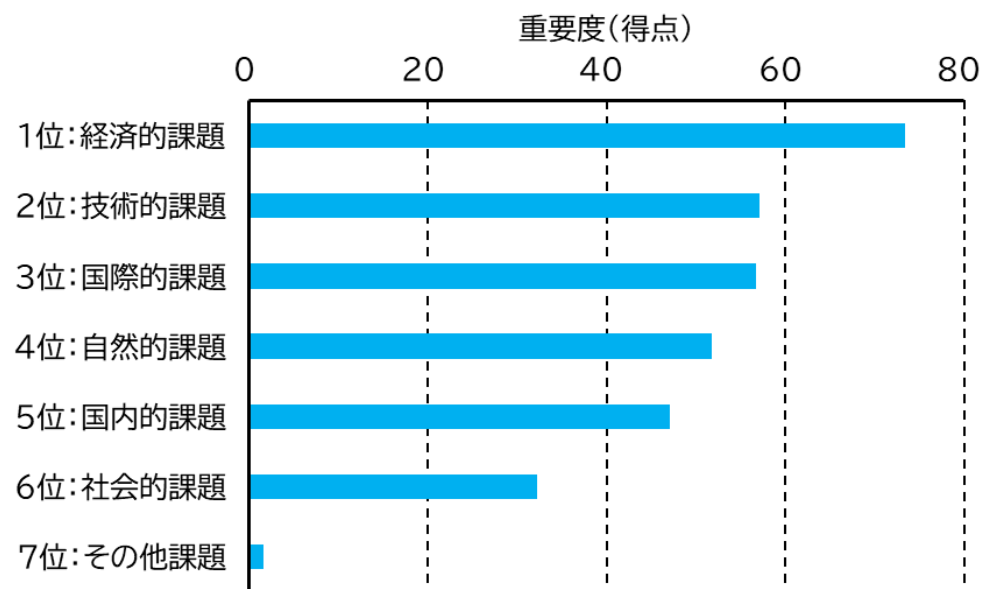


C) 今後の取組について(7) -- 会員アンケート調査の結果報告④

移行期間の対応 (6)課題別の重要度認識

経済的課題	最終消費端での価格、およびこれに影響する各種要因
技術的課題	つくる・はこぶ・ためる・つかう技術、要素・システム技術
自然的課題	気候変動の深刻度、再エネ・化石エネ等の資源制約
国際的課題	国際的平時/有事、貿易収支、エネルギー需給、自給率等)
国内的課題	国内政治、環境エネルギー政策、経済動向
社会的課題	社会受容性、ライフスタイル、人口等
その他課題	上記6項目のいずれにも該当しないもの

重要度認識の順位



7種の課題(その他課題を含む)に対する重要度認識を比較するため、1位を100点、2位を80点、3位60点、4位40点、5位20点、6位10点、最下位0点とし、それぞれの回答割合から重要度(得点)を算定した。

(例:1位が100%なら100点、2位が100%なら80点などとなる)

C) 今後の取組について(8) -- 会員アンケート調査の結果報告⑤

移行期間の対応 (7)取組の順序(上流分野と下流分野の連携、取組順序、戦略等)

- 供給優先 上流側の拡大を優先し、安定供給とスケールメリット等による供給価格の低減の早期実現を進める。
- 供給先行 どちらかと言うと上流側の拡大を優先し、適度な安定供給と供給価格低減が進展することで下流の進展を刺激して行くのが良い。
- 計画平衡 何らかの手段で、上流側と下流側の進展を常に計画的にバランスさせながら進展させなければならない。
- 需要先行 どちらかと言うと下流側の拡大を優先し、適度な需要を拡大することで上流側の進展を刺激して安定供給と供給価格低減につなげるのが良い。
- 需要優先 下流側の進展を優先し、安定需要の拡大を早期に確保し、上流側の進展による安定供給と価格低減の可能性を広げる。

