

発表No.B3-7

三笠市

H-UCG によるブルー水素サプライチェーン構築実証事業

水素社会構築技術開発事業／地域水素利活用技術開発

発表者名 ： 向後 高明

団体名（大日本ダイヤコンサルタント／三笠市／室蘭工業大学／エア・
ウォーター）

発表日： 2025年7月17日

連絡先：三笠市
産業政策推進部 産業開発課
(sangyok@city.mikasa.hokkaido.jp)

事業概要

1. 期間

開始 : 2023年12月
終了（予定） : 2026年3月

2. 最終目標

- UCGによるガス化、石炭と木質バイオマスの混合ガス化による水素製造プラント向けの原料ガスの生産
生産目標：UCG生産ガス量 $30\text{Nm}^3/\text{h}$ / 木質バイオガス量 $100\text{Nm}^3/\text{h}$ / 混合ガス量 $130\text{Nm}^3/\text{h}$
- 生産ガスからの水素精製・ CO_2 分離回収による水素製造量 $1\text{Nm}^3/\text{h}$ 、製造水素純度99.9%以上の達成
- 産炭地ブルー水素地域活性化モデルの構築、国外での本実証事業の展開に向けた対象国との連携確立

3. 成果・進捗概要

- UCG実証試験の実施場所、UCG孔の配置、実施規模（ガス化石炭量、生産ガス量）、プラント機器の構成・配置、スケジュール等を含むUCG実証試験の詳細設計の実施・施工の開始
- 地表ガス化における木質バイオマスガス化施設の詳細設計の実施・施工の開始
- 混合ガスを原料ガスとしたブルー水素製造実証試験の試験条件の確立
- 実証試験での想定スペックを満たし、 CO_2 回収が可能なプラントPFD及び設置図の確定と制作開始
- UCG充填ユニット及び充填タンクの製作の開始
- 北海道内での水素利活用可能候補工場の選定、ウズベキスタン国との連携確立に向けた可能性調査実施

1. 事業の位置付け・必要性

【背景】

- 北海道内には約150億トンの石炭が埋蔵されており、年間約120万トンが生産されている。
- 三笠市でも年間10万トンの石炭が生産されており、7.5億トンもの石炭埋蔵量がある。
- この石炭により3,800億m³の水素製造ポテンシャルが期待される。

H-UCGの経過

三笠市は豊富な未利用石炭を有効活用することによる
地域の活性化を目指している。

- 三笠市は平成23年度より室蘭工業大学をはじめとする研究チームと共に**H-UCGの基礎実験等に取り組んでいる。**
- 市民への普及啓発活動も積極的に実施し、**市民理解を深めている。**

事業主体として参画し、
産学官連携による事業化を目指す。

三笠市のポテンシャル



北海道三笠市は
「北海道のほぼ中央に位置し
明治元年に石炭が発見されて
石炭産業の発展で栄えたまち」

→ **豊富な未利用資源を有している**

三笠市内
未利用石炭

7.5億t
(推計)

【三笠市ポテンシャル】

- ① UCGガス 約1.1兆m³ (N₂フリー)
- ② 水素 約**3,800億m³**

【達成される効果】

- ① エネルギーの地産地消
- ② 新たな産業・雇用の創出
- ③ 企業立地

三笠市
4大プロジェクト
地下ガス化事業

1. 事業の位置付け・必要性

【目的・三笠市で実証を行う理由】

三笠市の特徴① 豊富な石炭埋蔵量（豊富な水素ポテンシャル）

- 三笠市の石炭埋蔵量は約7.5億トンであり、水素ポテンシャル量は33百万トン
- 三笠市におけるモデルケースは、UCG製造量は年間約8.8千トンであり、**水素製造量は年間8.7百万Nm³**

三笠市の特徴② 豊富な森林資源（豊富なカーボンニュートラルなエネルギー資源）

- 三笠市の約86%が森林であり、想定燃料利用量は年間約 6.8千トン（1年間成長量を伐採可能量、内20%を燃料利用と仮定）
- これによる**水素製造量は年間約4.7百万Nm³**

三笠市の特徴③ 道内でも有数なエネルギー需要地域である道央圏の真ん中に位置

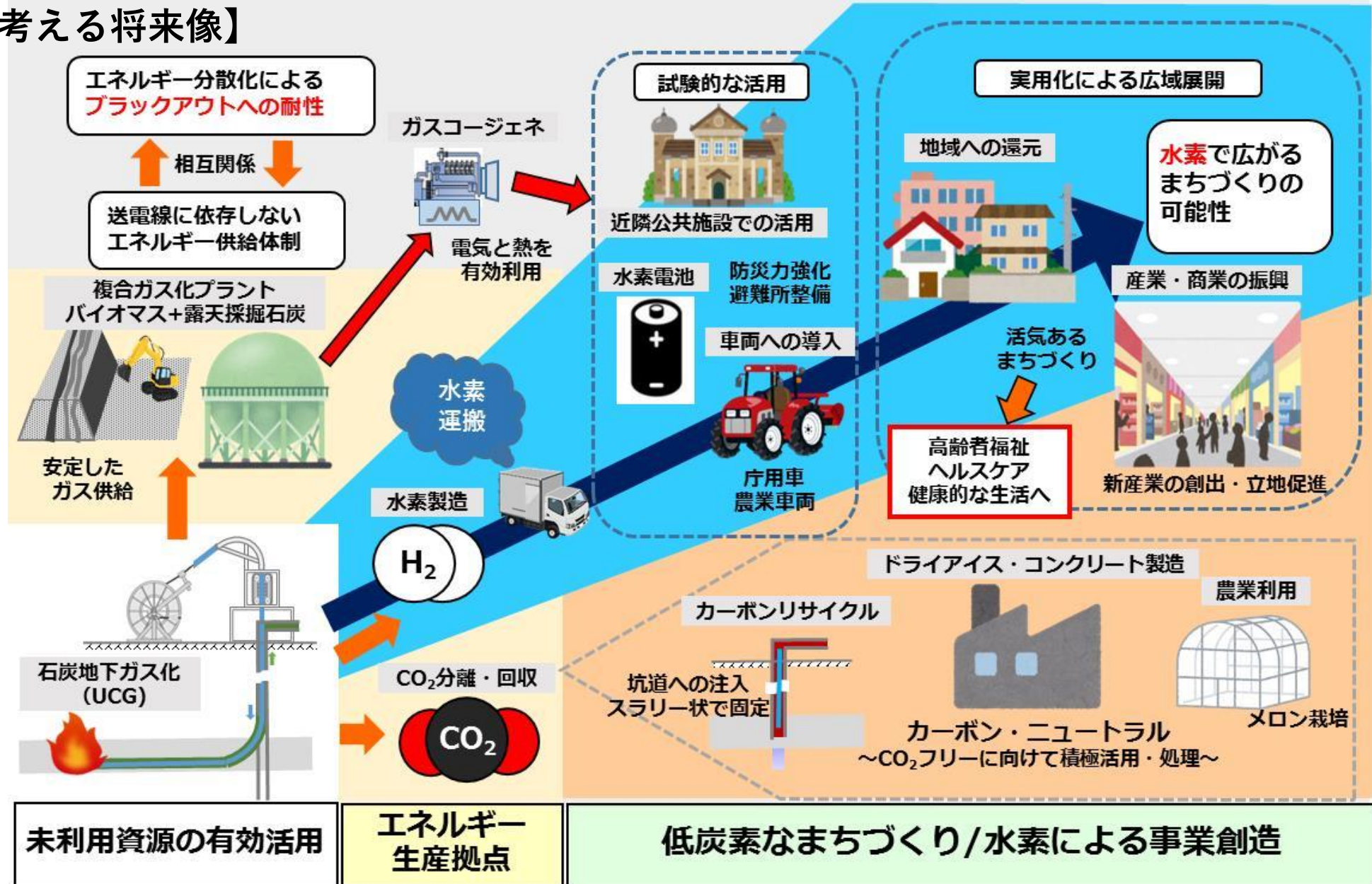
- 北海道でもエネルギー需要量が多い苫小牧市や札幌市、旭川市等がある道央圏に位置
- 三笠市は道央圏内の真ん中に位置し、道央自動車道の三笠ICもあるため水素運搬面でも**三笠市は水素製造地として適地**



**三笠市では豊富な資源を活用し、北海道（特に道央圏）における
水素供給のマザーステーションを目指す**

1. 事業の位置付け・必要性

【三笠市が考える将来像】



2. 研究開発マネジメントについて

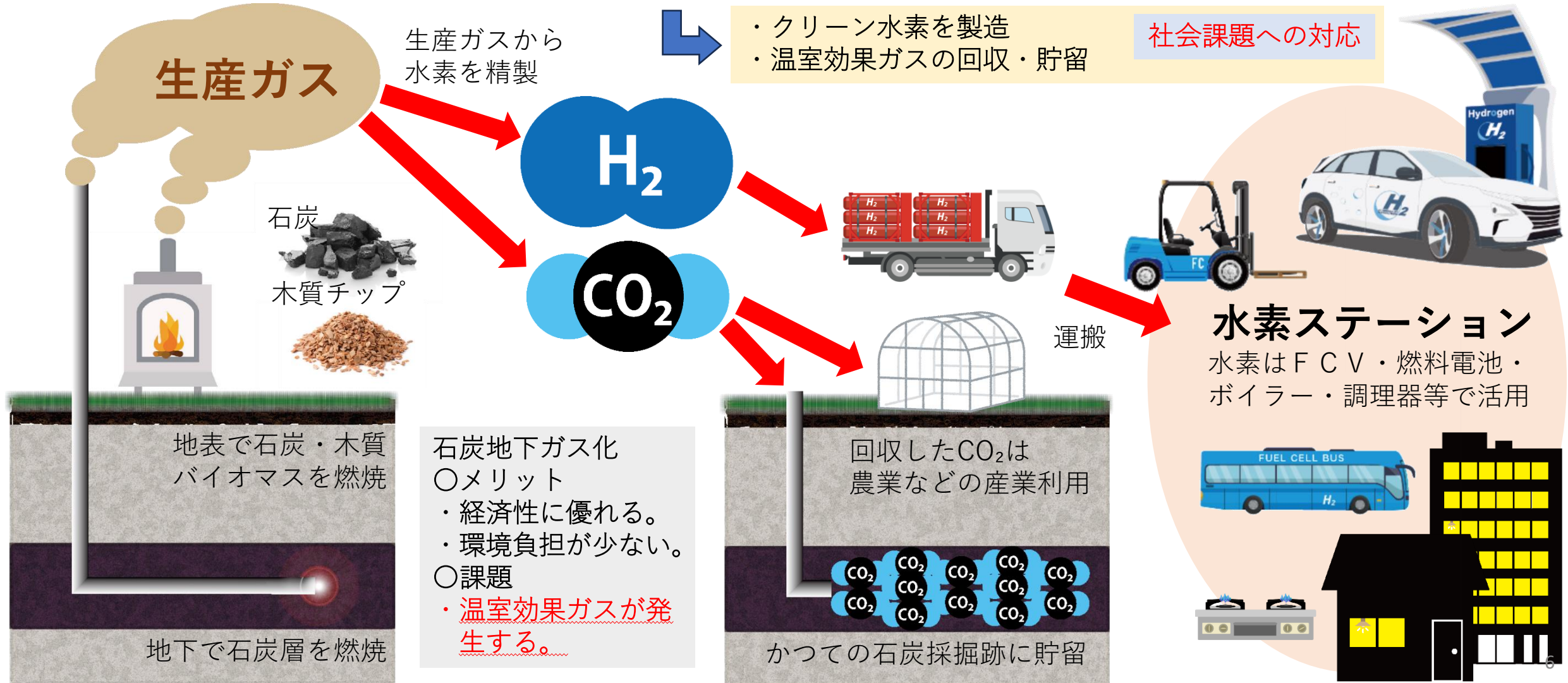
【研究内容】

- ・地球温暖化が深刻化
- ・2020年カーボンニュートラル宣言
- ・2050年までに二酸化炭素排出量実質ゼロを目指す

社会課題

- ・クリーン水素を製造
- ・温室効果ガスの回収・貯留

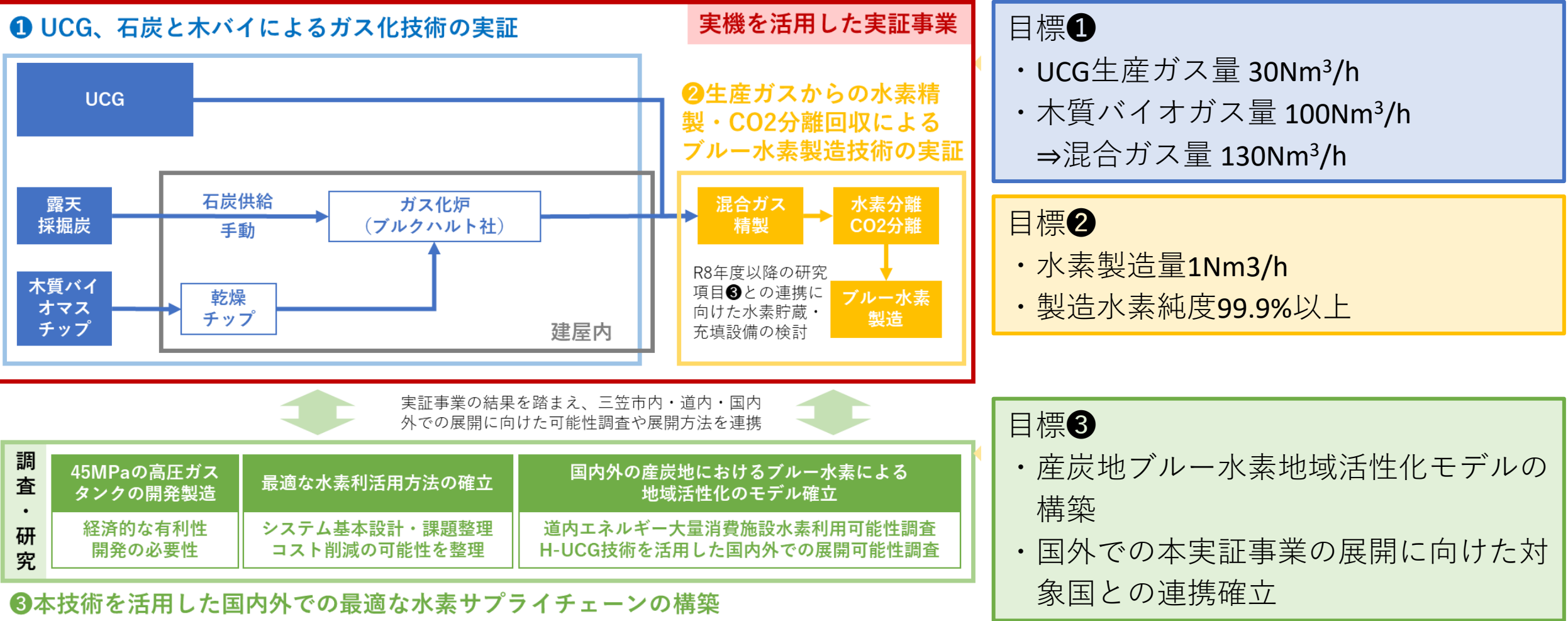
社会課題への対応



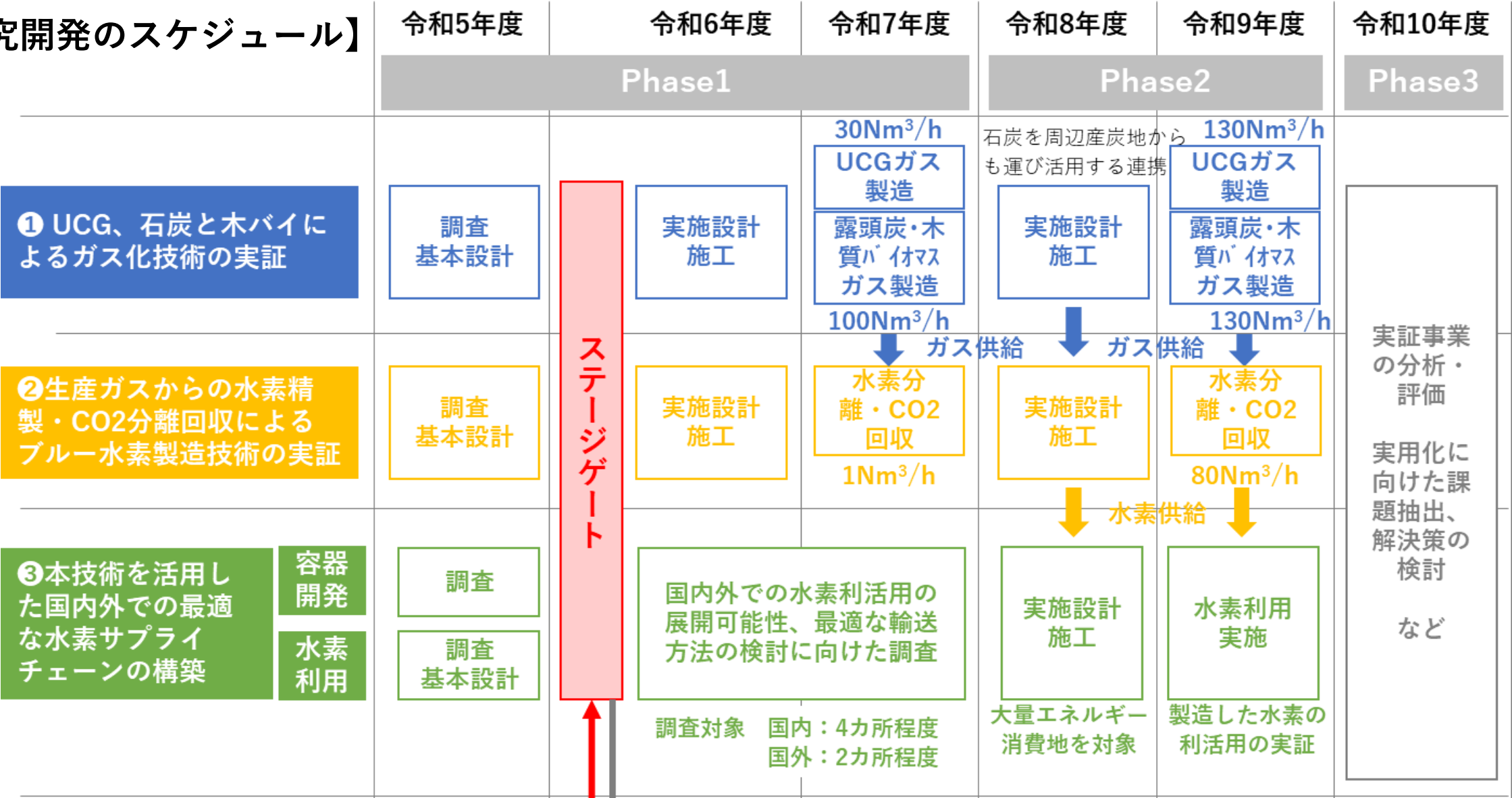
2. 研究開発マネジメントについて

【研究開発目標と研究開発フロー】

最終目標：2026年度以降における大規模実証、2029年度以降における商用化
研究開発目標：UCG、石炭・木質バイオマスによる製造ガスからの水素精製・CO2分離回収技術の確立
⇒水素製造1Nm3/hプラントの稼働と検証



2. 研究開発マネジメントについて



※研究項目毎の達成度状況について審査し、次のステップの移行を判断

※SG後は、H-UCG+水素精製、国内外への展開方法に注力した調査とする

2. 研究開発マネジメントについて

【実施体制】

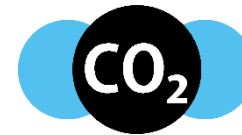
① UCG、石炭と木バイによる ガス化技術の実証



② 生産ガスからの水素 精製・CO₂分離回収に よるブルー水素製造技 術の実証

地球の恵みを、社会の望みに。

エアウォーター



国立大学法人 室蘭工業大学 (MURORAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 三笠市 (Mikasa City)

CO₂地下貯留
CO₂利用の研究

③ 本技術を活用した国 内外での最適な水素サ プラチェーンの構築

三笠市 (Mikasa City)

大日本ダイヤコンサルタント株式会社
Dia Nippon Engineering Consultants Co., Ltd.

3. 研究開発成果について

【研究開発の進捗状況】 ①UCG、石炭と木バイによるガス化技術の実証

(1) U C G (石炭地下ガス化)

UCG実証試験実施場所の選定

- ・ 砂子炭鉱露頭炭層にて実施予定
- ・ 水素製造プラントとは約7km離れている
- ・ UCGガスは水素製造プラントへタンク輸送



UCG実証試験実施場所の状況



3. 研究開発成果について

【研究開発の進捗状況】 ①UCG、石炭と木バイによるガス化技術の実証

(1) U C G（石炭地下ガス化）

UCG実証試験実施計画

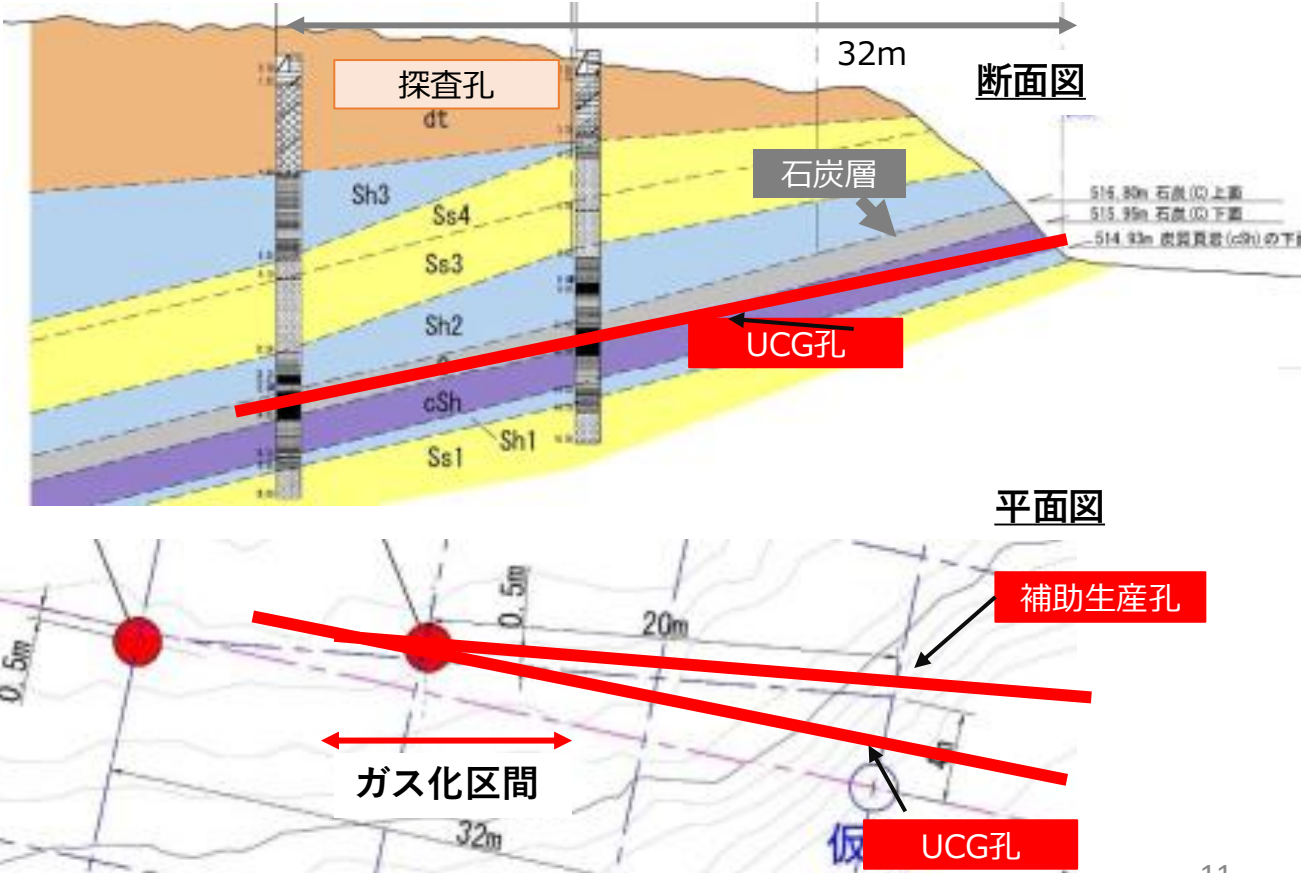
UCG実証試験の目的

- ・ 補助生産孔併用方式によるガス化領域拡大技術の開発
- ・ UCGガスの安定生産制御技術の開発（量/ガス成分）
- ・ 水素製造プラント供給品質の生産ガス前処理技術の開発
- ・ 燃焼・ガス化領域の移動状況把握やガス漏洩検知に係るモニタリング手法の実証

UCG実証試験の目標

項 目	目 標
反応石炭量（ガス化石炭量）	10kg/h
UCGガス生産量（N ₂ 含む）	30Nm ³ /h
UCGガス成分（前処理後）	H ₂ >20%、CO>20%、CO ₂ <20%、H ₂ S<10ppm
酸化剤酸素濃度	35~40%
酸化剤注入量（注入酸素量）	15~17Nm ³ /h（6Nm ³ /h）
燃焼・ガス化継続時間	100時間以上

UCG実証試験孔の配置



3. 研究開発成果について

【研究開発の進捗状況】 ①UCG、石炭と木バイによるガス化技術の実証

(2) 地表ガス化（露頭炭＋木質バイオマス）

導入設備

- 協力会社：三洋貿易株式会社
- メーカー：BURKHARDT
- 設備：Wood gasifier V5.90 / V5.90S

Composition of wood gas

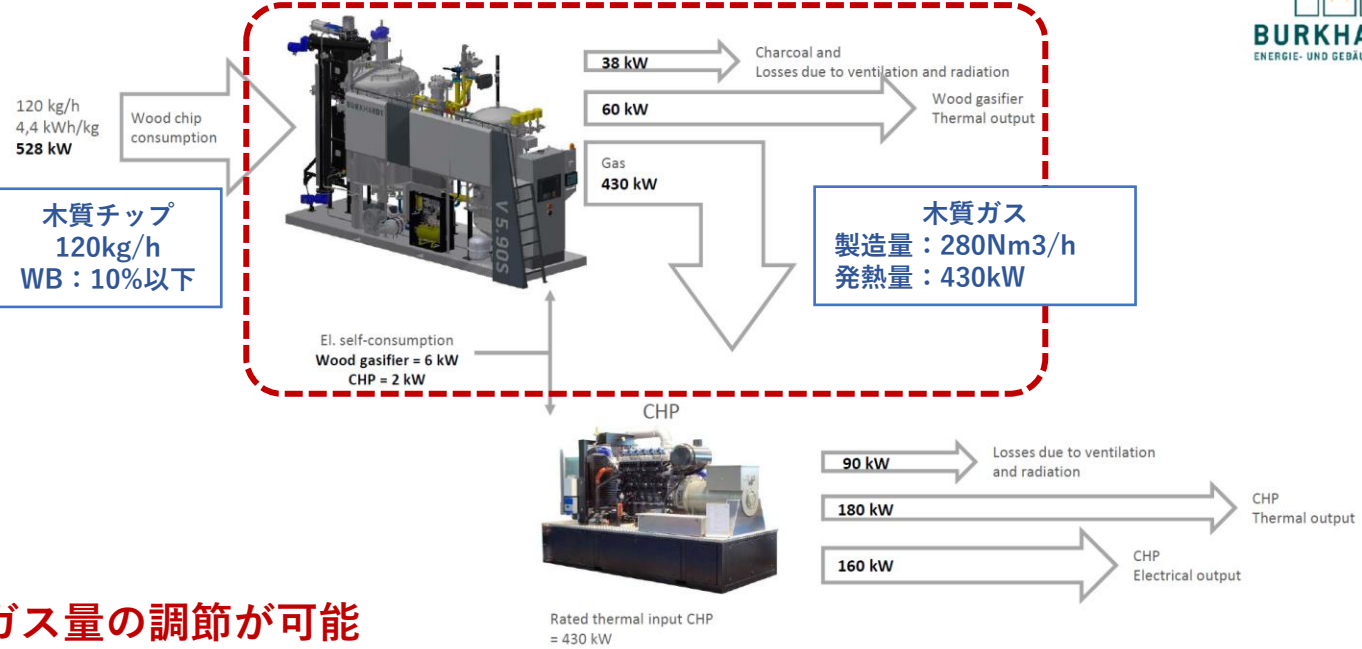
component	volume fraction (dry)	mass fraction (dry)	volume fraction (humid)	mass fraction (humid)
	[Vol-%]	[m-%]	[Vol-%]	[m-%]
carbon monoxide (CO)	26,0	30,2	24,1	28,5
hydrogen (H ₂)	20,0	1,7	18,5	1,6
methane (CH ₄)	1,5	1,0	1,4	0,9
hydrocarbon (C _x H _y)	0,5	0,6	0,5	0,5
nitrogen (N ₂)	43,0	50,0	39,8	47,2
carbon dioxide (CO ₂)	9,0	16,4	8,3	15,5
water vapour (H ₂ O)	/	/	7,4	5,7

Amount of wood gas

mass flow	volume flow (normal)	gas power
[kg/h]	[Nm ³ /h]	[kW]
300	280	430

- ・ ガス製造量100m³/以上が可能、投入チップ量によりガス量の調節が可能
- ・ 露頭炭を追加することによるガス量の変化などにも対応が可能なように実証事業として少し余裕を持った規模を選定

Balance of Wood Gasifier V5.90S and CHP ECO220

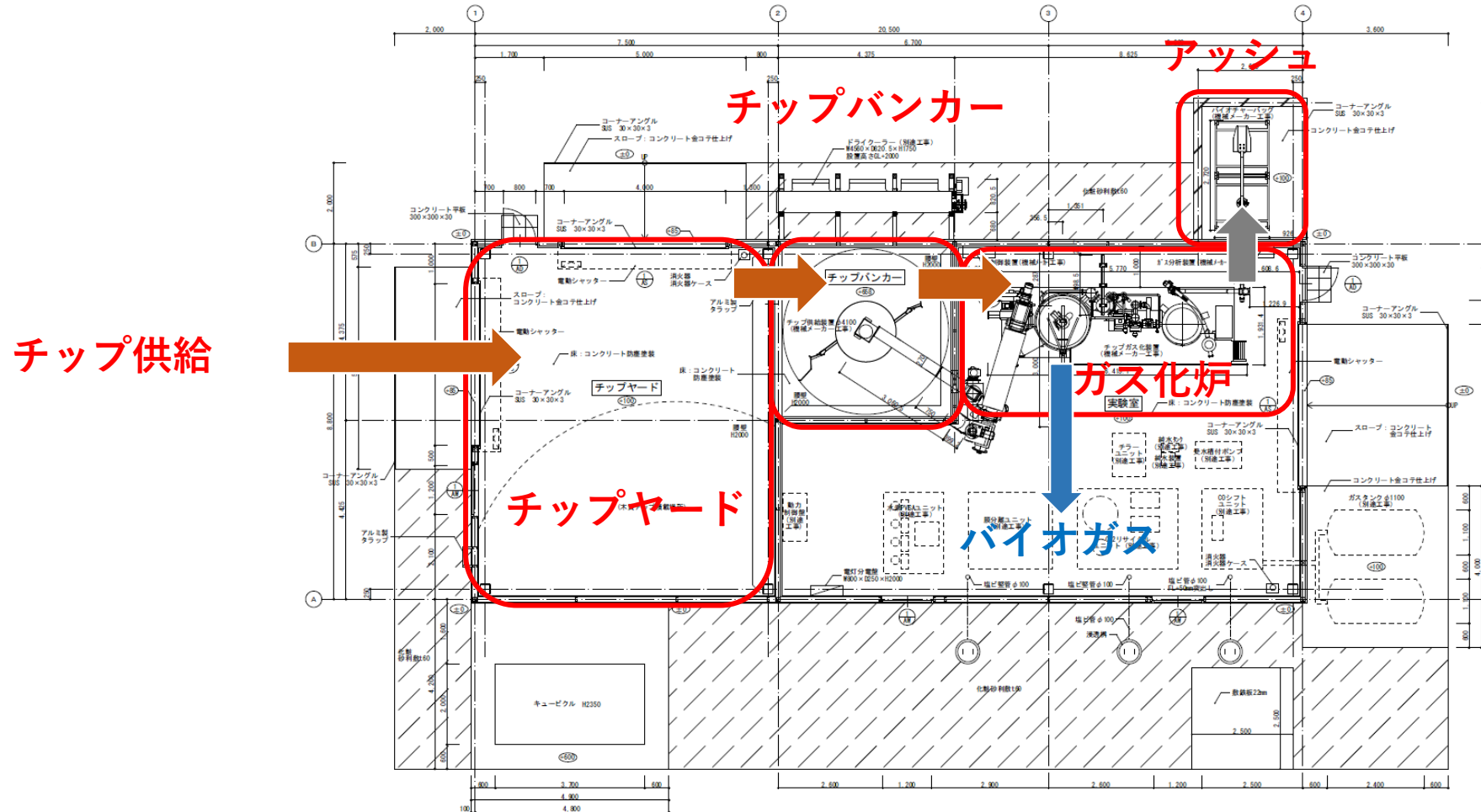


3. 研究開発成果について

【研究開発の進捗状況】 ①UCG、石炭と木バイによるガス化技術の実証

(2) 地表ガス化（露頭炭＋木質バイオマス）

実施設計図



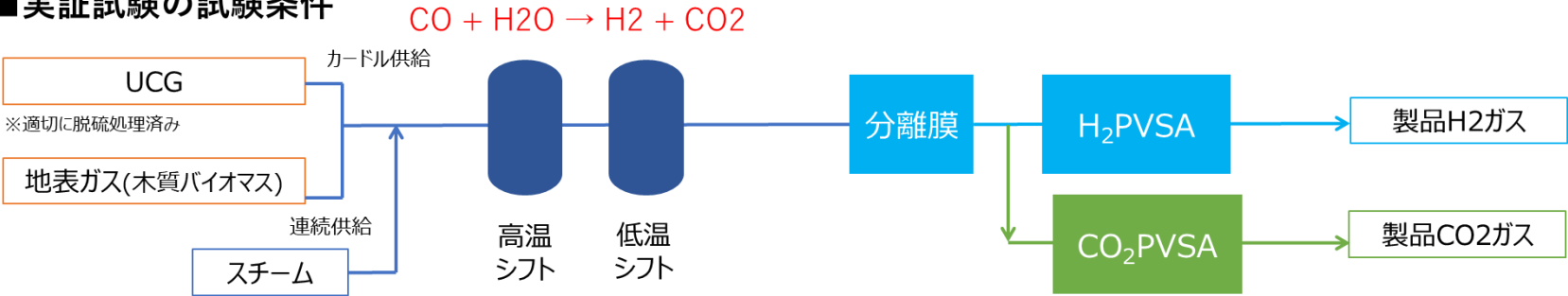
3. 研究開発成果について

【研究開発の進捗状況】 ②生産ガスからの水素精製・CO2分離回収によるブルー水素製造技術の実証

実証試験のプラント PFD及び設置図の検討

- 地表ガスの原料ガス組成に変更が生じた為、設計を一部変更し、以下の図に示す原料ガス条件を最終版として確定
- 本原料ガス条件からPhase1実証試験での想定スペック（製造水素量1Nm3/h、水素純度99.9%）を満たすことが可能となる
プラントの概略フロー、マテリアルバランス、設置図を確定させた

■実証試験の試験条件



<原料ガス条件>

原料ガス		単位	UCGガス	地表ガス (木質バイオマス)
流量		Nm3/h	0.50	4.0
圧力		kPaG	0	0
組成	H2	%	16.3	18.6
	CO2	%	17.3	8.4
	CO	%	15.3	24.3
	N2	%	38.4	40.1
	CH4	%	3.0	1.4
	C2H4	%	1.0	0.5
H2O		%	6.8	6.8

<製品ガス条件>

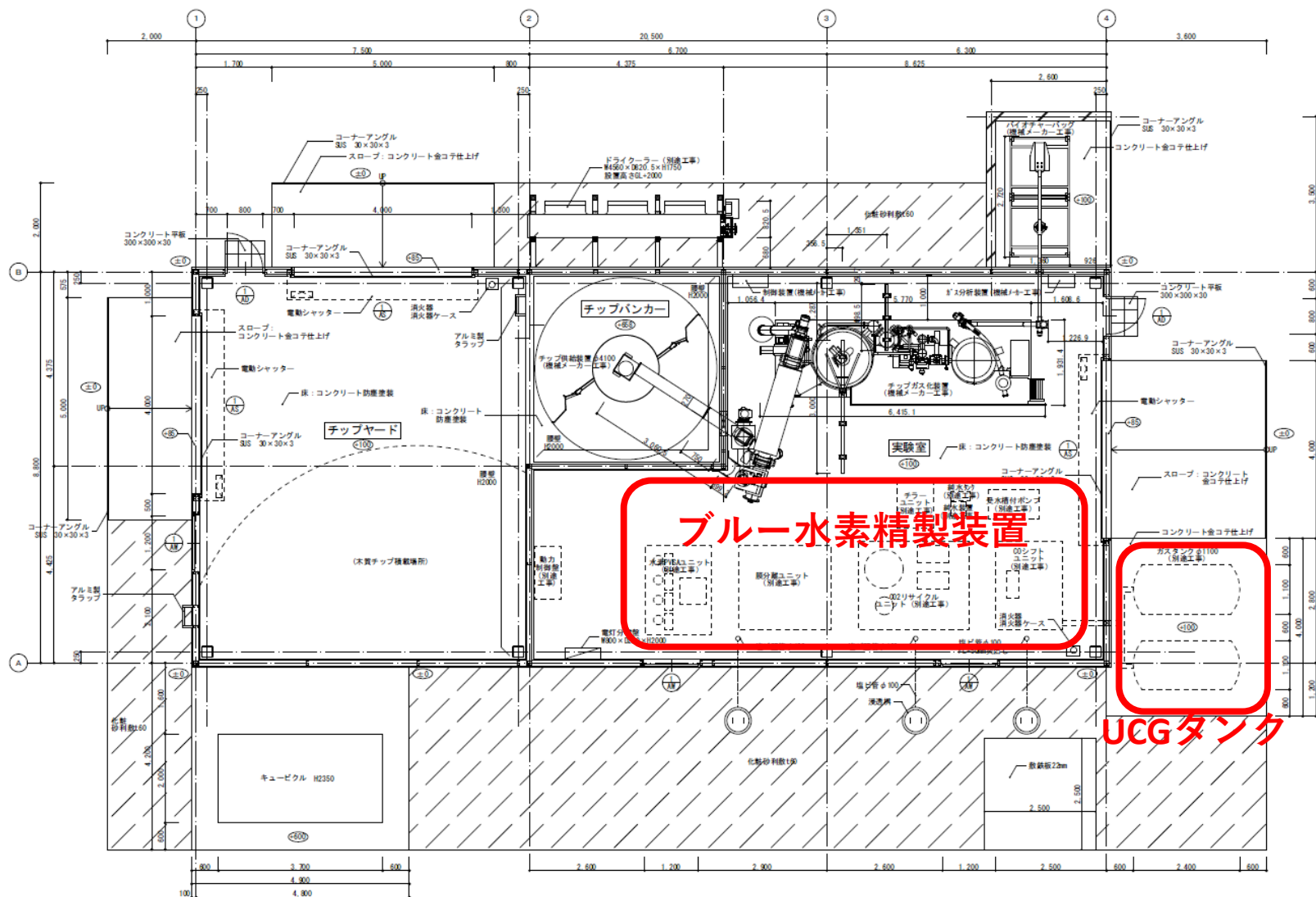
製品ガス		単位	水素ガス	CO2ガス
流量		Nm3/h	1.0	0.7
圧力		kPaG	390	0
組成	H2	%	99.9	-
	CO2	%	-	98.0

- ・運用上、原料ガスとなる、UCG：地表ガスの割合は、1:7とする
- ・原料ガス、製品ガスの流量、組成を測定、分析し、目標値であることを確認する

3. 研究開発成果について

【研究開発の進捗状況】 ②生産ガスからの水素精製・CO2分離回収によるブルー水素製造技術の実証

実証試験のプラント PFD及び設置図の検討

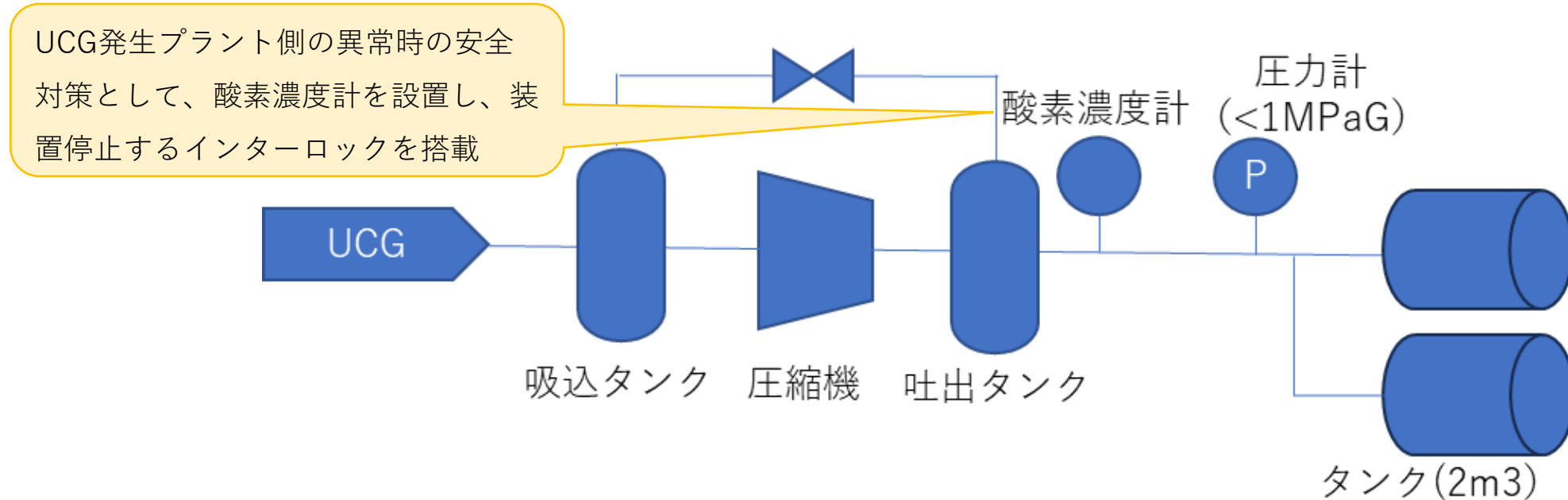


3. 研究開発成果について

【研究開発の進捗状況】 ②生産ガスからの水素精製・CO₂分離回収によるブルー水素製造技術の実証

UCG充填ユニットの検討

- UCGガスは砂子炭鉱にてタンクに圧縮充填し、タンクを定期輸送することで、水素精製装置へ連続的に受け入れるシステムとし、1基あたり2m³のタンクに0.8~0.9MPaGの圧力で充填する設計とした
- タンク充填を行うUCG充填ユニットは、吸入タンク、圧縮機、吐出タンク、酸素濃度計で主に構成される（下図）



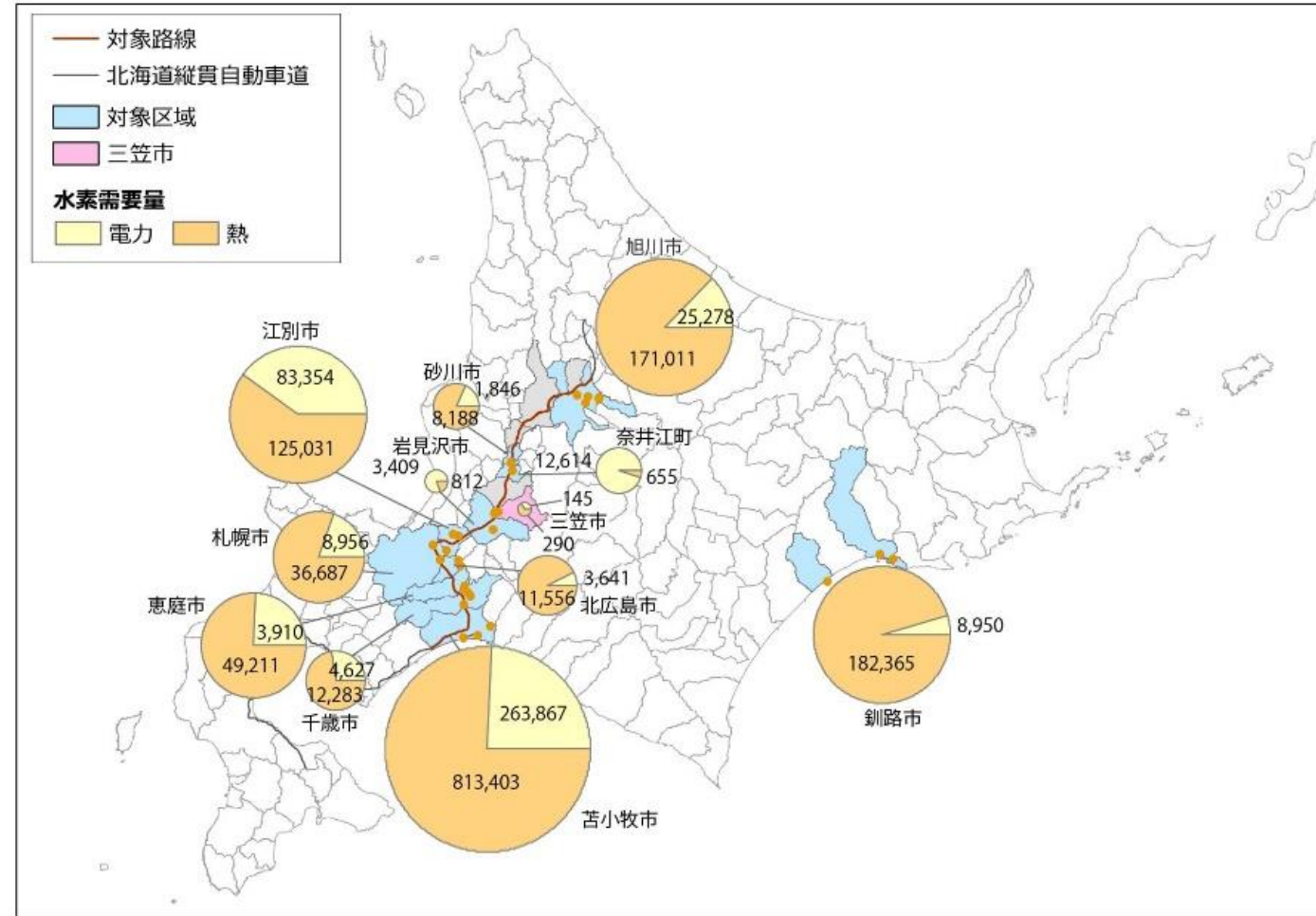
UCGタンク及びUCG充填ユニットの設計を完了、当該ユニットの製作も並行して、実施中

3. 研究開発成果について

【研究開発の進捗状況】 ③三笠市内での最適な水素サプライチェーンの構築

（1）三笠市周辺における水素需要ポテンシャル（大規模工場へのヒアリング結果）

- ヒアリングは2024年10月17日～2025年3月17日の期間で28施設に対して実施
- 本調査における調査対象区域全体での水素需要ポテンシャルをみると、三笠市近郊では江別市や恵庭市、札幌市等で水素ポテンシャルが大きい。
- 三笠市遠方では苫小牧市や旭川市、釧路市等で水素ポテンシャルが大きくなっている。
- 比較的水素ポテンシャルが大きい施設は主に製紙工場（熱ポテンシャル）であり、その他製鋼工場（電力ポテンシャル）でも水素ポテンシャルが大きかった。



3. 研究開発成果について

【研究開発の進捗状況】 ③三笠市内での最適な水素サプライチェーンの構築

(2) 国内外の産炭地における可能性調査

- 石炭が豊富に存在しており本技術の活用が期待される国に対して、本技術の活用可能性を把握することを目的に実施した。
- 本調査を実施する。国外調査の対象国として、中央アジアのウズベキスタンを選定した。
- ウズベキスタンでは、60年以上前からUCG事業を実施しており、現在でも稼働している。また、石炭が豊富にあり、脱炭素に対しても積極的に対応している国、SATREPSにて九州大学と水素の研究を実施していることから選定した。
- 政府機関が5カ所、自治体1カ所、民間企業3カ所、大学関連2カ所の計11カ所にヒアリングを行った。

■ Ministry of Ecology, Environmental Protection and Climate Change (エコロジー・環境保護・気候変動省)

■ Ministry of Mining Industry and Geology of the republic of Uzbekistan (鉱業・地質省)

■ Ministry of Energy of the Republic of Uzbekistan (エネルギー省)

■ National Scientific Research Institute of Renewable Energy Sources under Ministry of Energy

■ (エネルギー省傘下の再エネ研究所)

■ Institute of Materials Science of Uzbekistan Academy of Sciences (科学アカデミー材料科学研究所)

■ O'ZBEKKO'MIR (ウズベクコール：炭鉱操業事業者)

■ YEROSTIGAZ (イエロスガス：UCG事業者)

■ Angren Power Plant (アングレン火力発電所)

■ Toshkent viloyati Angren shara hokimi (アングレン市役所)

■ Tashkent State Technical University named after Islam Karimov (タシケント国立工科大学)

■ UJICY セミナー

3. 研究開発成果について

【研究開発の進捗状況】 ③三笠市内での最適な水素サプライチェーンの構築

(2) 国内外の産炭地における可能性調査

- ウズベキスタン政府が2025年は「環境保護とグリーン経済の年」として位置付けたことで、**各省庁・企業とも環境に対する意識が高かった。**
- 石炭がウズベキスタン国における重要なエネルギー資源という認識もある中で、環境への影響も気にしながらも、**経済発展・人口増に比例するようにエネルギー需要も増加**しており、石炭や天然ガスの利用は必要であるという認識である。
- そのため、H-UCG・ブルー水素製造技術には**大変興味を持っており**、技術展開の可能性を感じた。
- 今後は、FS調査を実施し**ウズベキスタンでの本技術の具体的な可能性を調査していく必要**がある。

3. 研究開発成果について

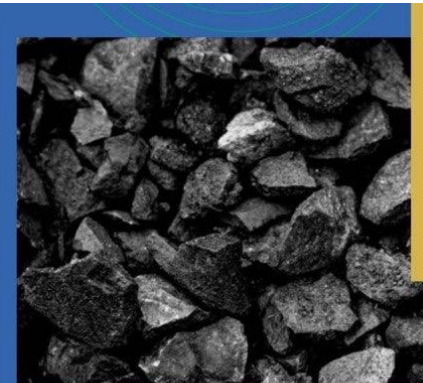
【研究開発の進捗状況】 ③三笠市内での最適な水素サプライチェーンの構築

(2) 国内外の産炭地における可能性調査



Hydrogen

H₂



Coal to Carbon-Neutral Energy

Japanese Technology and Experience of Hydrogen Generation from Underground Coal Gasification Technology (H-UCG)

February 26, 2025. 14:00

UJICY Innovative Seminar Series 2.0

Mikasa City, a coal mining industrial city in Japan, was flourished as industrial center to support Japan's economic development after the WWII. Now Mikasa City is transforming itself to carbon-neutral energy center in the region by generation of hydrogen, as clean energy, from coal with applying Underground Coal Gasification (UCG) and Carbon Capture & Storage (CCS) technologies. The challenge of Mikasa City will revitalize its economy with using the above cut-edging technologies. This special seminar may provide the audience with opportunity to think about Uzbekistan's future industrial model.



Presenters:

- Yuichi SUGAI, Professor, Kyushu University and Project Leader for Hydrogen SATREPS Project;
- Akihiro HAMANAKA, Associate Professor, Kyushu University;
- Takaaki KOGO, General Manager, Dia Nippon Engineering Consultants Co., Ltd.

Moderator:

- Yukinori YANAGIDA, JICA Expert for Hydrogen SATREPS Project.

Cooperation of

- New Energy Development Organization, Japan
- Uzbek-Japan Innovation Center of Youth



3. 研究開発成果について

【研究開発の成果と意義】

① 三笠市における地域活性化、脱炭素社会の構築・実現に寄与

② 北海道内、国内、国外における産炭地の活性化に繋がる

- わが国の多くの産炭地では、環境への影響から閉山が相次いでおり、産炭地として発展してきた町の賑わいが失われつつある
- 国外においてもウズベキスタンやモンゴルなど、現状でも多くの石炭を使用している国においては、大気汚染などの環境問題が課題となっているが、豊富で貴重なエネルギー源として活用されている

③ 我が国のエネルギー政策への貢献（低コスト、低炭素な水素の製造）

- 我が国において水素社会を構築するには、低コストで低炭素な水素の製造が不可欠である
- 本実証では、実際の商用化（水素の低コスト化）に向けた製造規模や技術的な確立を目的としてUCGと水素製造の実証を行う
- また、炭素集約度の低い水素の製造に向けて、CCS（二酸化炭素地下貯留）と木質バイオマス（カーボンネガティブ）を活用した水素製造の実証も行う



**三笠市では本実証事業により技術を確立させ、国内外に展開していくことで、
国内外の産炭地の活性化と脱炭素化に貢献していく**

4. 今後の見通しについて

【実用化・事業化のイメージ】

- 本事業コンセプトはH-UCGにより、大部分が未利用である石炭が豊富な地域の特色を活かし、その地域のポテンシャルを活かした地産地消サプライチェーンモデル構築を目的とする

三笠市

×

H-UCG

地域資源利活用モデルの実現

地域の炭鉱地からとれる石炭と近郊森林の木を利用した木質バイオマスを活用したブルー水素の製造及びCO₂貯留の実施

地域レジリエンス特区の実現

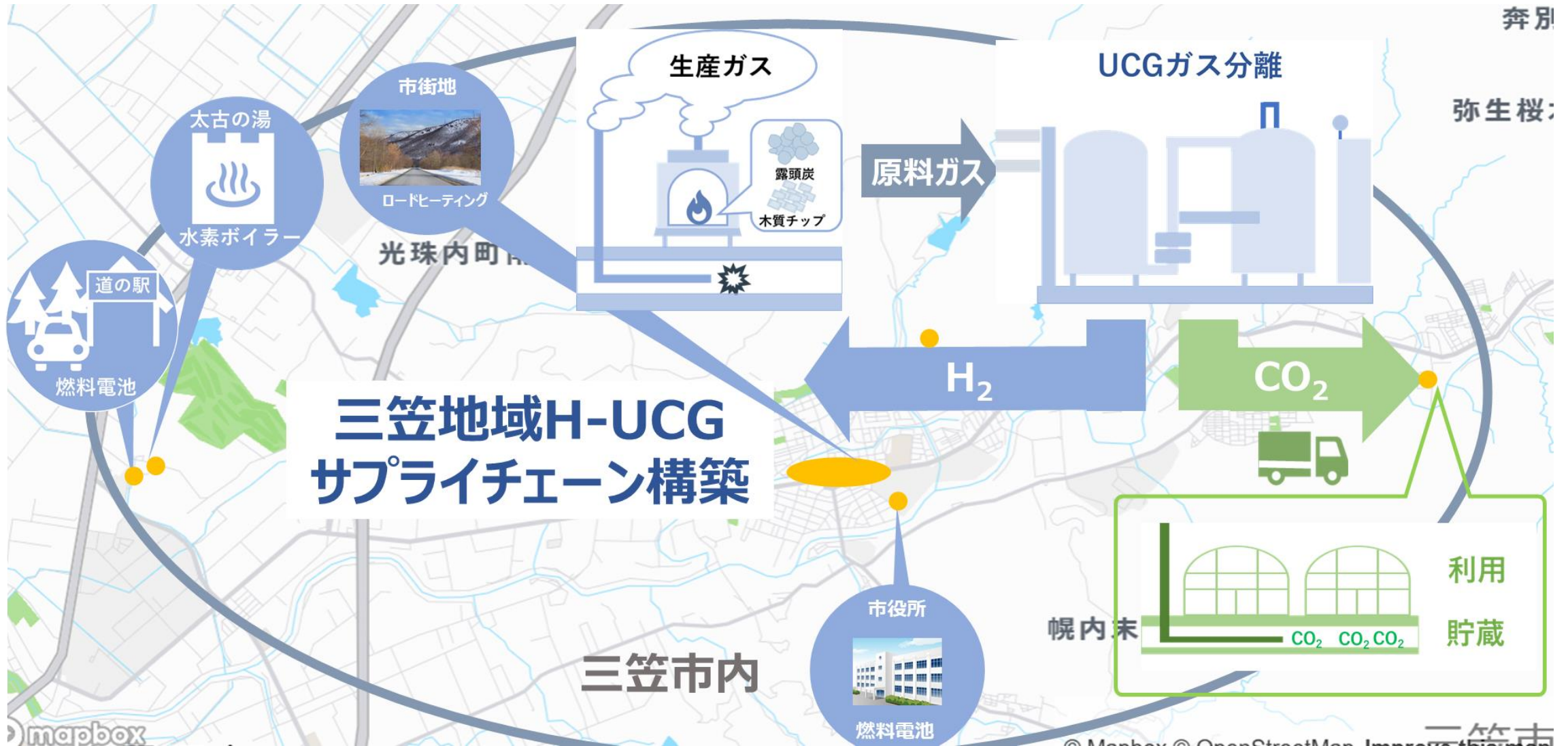
製造した水素を地域内で熱・電気源として利用することによる災害リスクの低減とエネルギーの自給率向上を実現

脱炭素社会への貢献

グリーンテクノロジーの社会実装を実現し、CO₂排出量削減に貢献

4. 今後の見通しについて

【実用化・事業化のイメージ】



コンセプトに従い、三笠市内の公共施設を中心に水素利活用先の候補として想定

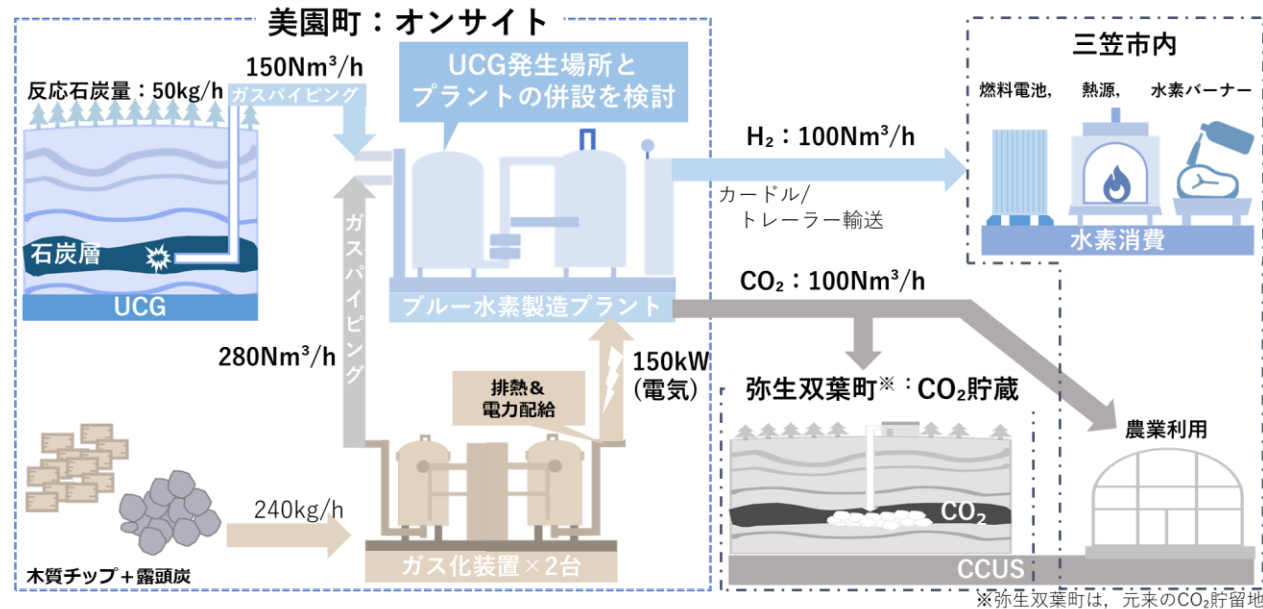
4. 今後の見通しについて

【実用化・事業化の今後の課題】

- ✓ 水素製造コストを低減し、事業化を達成するにあたり、製造規模の拡大は必須だが、拡大後の水素製造量と水素需要との差異が大きいことが予想されており、水素消費者との合意形成が必要
- ✓ また、水素製造コストの大きな割合を占めるUCG掘削費を削減する為に、海外連携などにより、低コスト型のUCG発生技術の検討が必要

【実用化・事業化に向けた具体的な取組】

- ✓ 上記の課題を解決することに加え、UCG/地上ガス/水素精製が中長期的に安定して稼働可能であることの検証が必要であり、以下に示すようなスケールアップ実証（Phase2）の計画を策定中



上記で発生するCO2貯留も重要な技術開発要素の為、2026年度以降のH-UCGに関する技術開発支援事業テーマと合わせて、CCUS/CCUの技術開発テーマの実証内容についても、関係者で検討中