

# 事業戦略ビジョン

実施プロジェクト名：CO2の分離回収等技術開発プロジェクト／  
②工場排ガス等からの中小規模CO2分離回収技術開発・実証／  
「LNG未利用冷熱を活用したCO2分離回収技術開発・実証」

実施者名：東邦瓦斯株式会社(幹事会社)、代表名：代表取締役社長 増田信之

---

(共同実施者(再委託先除く)：国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学)

# 目次

## 0. コンソーシアム内における各主体の役割分担

### 1. 事業戦略・事業計画

- (1) 産業構造変化に対する認識
- (2) 市場のセグメント・ターゲット
- (3) 提供価値・ビジネスモデル
- (4) 経営資源・ポジショニング
- (5) 事業計画の全体像
- (6) 研究開発・設備投資・マーケティング計画
- (7) 資金計画

### 2. 研究開発計画

- (1) 研究開発目標
- (2) 研究開発内容
- (3) 実施スケジュール
- (4) 研究開発体制
- (5) 技術的優位性

### 3. イノベーション推進体制（経営のコミットメントを示すマネジメントシート）

- (1) 組織内の事業推進体制
- (2) マネジメントチェック項目① 経営者等の事業への関与
- (3) マネジメントチェック項目② 経営戦略における事業の位置づけ
- (4) マネジメントチェック項目③ 事業推進体制の確保

### 4. その他

- (1) 想定されるリスク要因と対処方針

## 0. コンソーシアム内における各主体の役割分担

### 東邦瓦斯株式会社（幹事会社）

#### 東邦瓦斯が実施する研究開発の内容

- プロセスシミュレーションを用いたシステム設計
- ベンチ試験・パイロット実証試験
- 冷熱利用に関するLNG基地へ実装検討
- カーボンリサイクル事業(メタネーション)の実証

等を担当

#### 東邦瓦斯の社会実装に向けた取組内容

- LNG基地における商用CO2回収プラントの設置
- 都市ガスユーザー先からのCO2回収事業
- CO2の商業利用やメタネーションによるガス事業のカーボンニュートラル化

### 国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学

#### 名古屋大学が実施する研究開発の内容

- 高性能吸収液の開発
- ラボ・ベンチ試験を通じたシステム蓋然性評価、要素技術開発

等を担当

共同研究開発

（実施プロジェクトの目的）：

**LNG未利用冷熱を活用した工場排ガス等からの低コストCO2分離回収技術の開発  
および本技術を活用したカーボンリサイクル・都市ガスのカーボンニュートラル化の実現**

# 1. 事業戦略・事業計画

# 1. 事業戦略・事業計画／（1）産業構造変化に対する認識

世界的な脱炭素化進展により、国内外のカーボンリサイクルやエネルギーのカーボンニュートラル化の急拡大を予想

## カーボンニュートラルを踏まえたマクロトレンド認識

### （社会面）

- 120以上の国と地域が「2050年カーボンニュートラル」を表明。
- 国内でも190以上の自治体が「2050年までに二酸化炭素排出実質ゼロ」を表明。70社以上がカーボンニュートラルを宣言。

### （経済面）

- 「ESG投資」は世界で3,000兆円にもおよび、環境関連の投資はグローバル市場ですでに存在感を示している。

### （政策面）

- 2050年カーボンニュートラルの実現を目指す政府方針を表明。
- イノベーションによる「経済と環境の好循環」を目指した「グリーン成長戦略」を策定。

### （技術面）

- CO2分離回収やメタネーション等、CCU・CCSの技術開発が加速。DAC等のネガティブエミッション技術も欧米を中心にすでに実証がスタート。

### ● 市場機会：

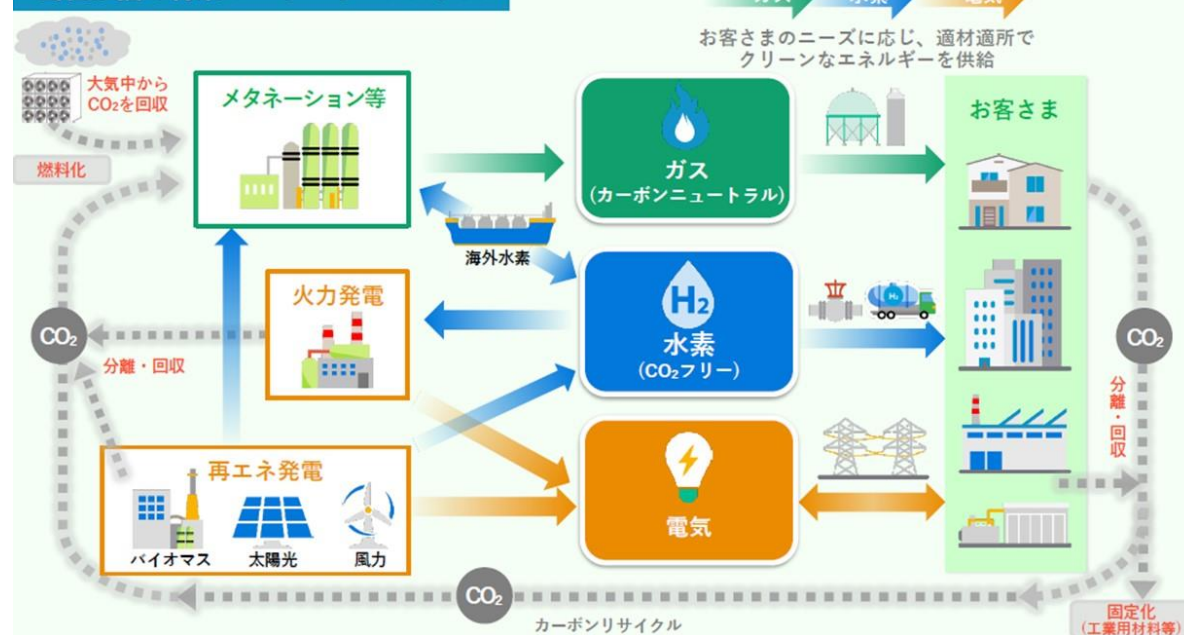
- CO2分離回収市場の成長  
(特にエネルギー産業におけるLNG起因のCO2分離回収)
- CO2利活用市場の成長  
(メタネーションや液体燃料の製造)

### ● 社会・顧客・国民等に与えるインパクト：

- LNG起因のCO2排出量（約206万t/年）の削減への貢献

## カーボンニュートラル社会における産業アーキテクチャ

### 当社が描く将来のエネルギーシステム



### ● 当該変化に対する経営ビジョン：

- ✓ 当社は、足元からお客さま先の低・脱炭素化に資する取組みを加速させるとともに、水素の利活用やカーボンリサイクルに係る技術革新に注力し、将来的なガス自体の脱炭素化に繋がります。
- ✓ また、電源の脱炭素化等も含め、これら多様な手段の組み合わせにより、お客さま先を含むサプライチェーン全体で2050年のカーボンニュートラル実現に挑戦します。

# 1. 事業戦略・事業計画／（参考）次世代熱エネルギー産業との関連～CO2分離回収技術の重要性～

産業・民生部門におけるエネルギー消費量の約6割を占める熱需要の脱炭素化を進める上で、ガスの脱炭素化は不可欠。メタネーションはガスの脱炭素化に向けた有力な手段の一つであるが、合成メタンのコスト低減にむけては、CO2分離回収技術の開発による原料CO2コストの低減が重要な課題。

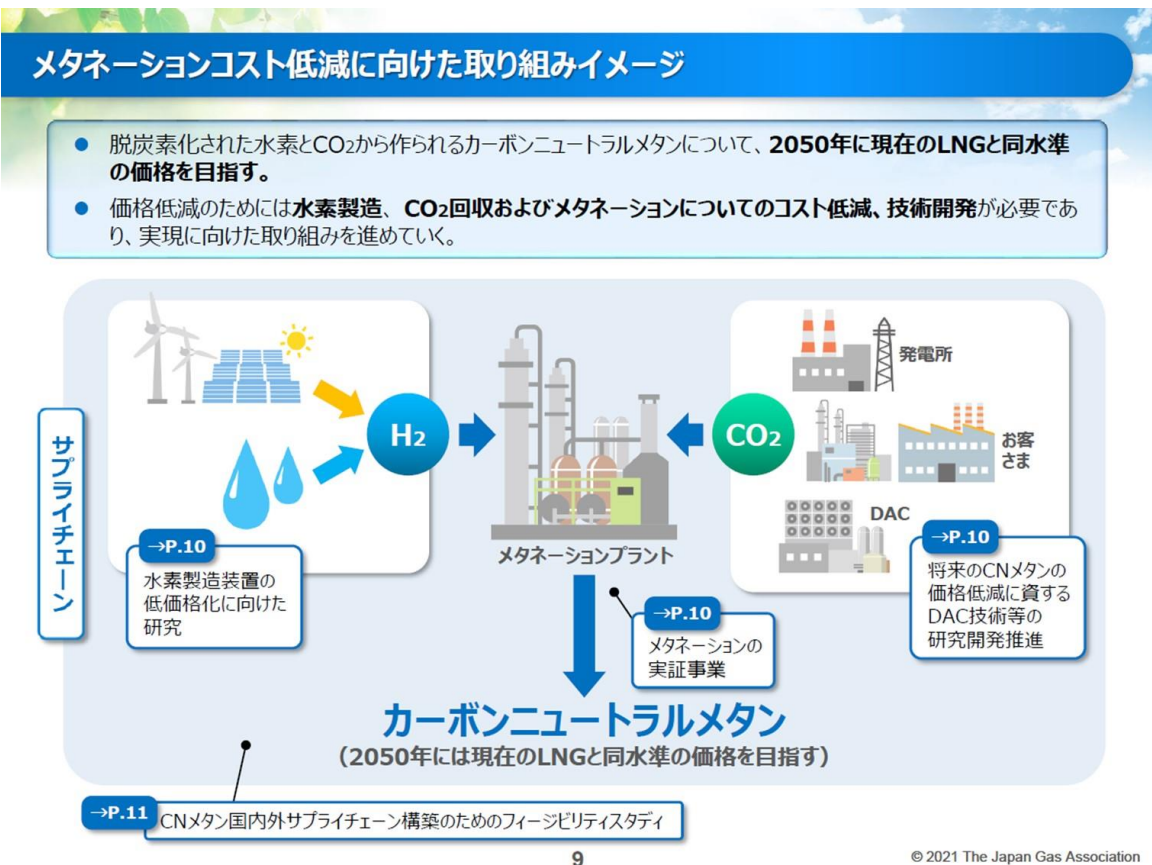
### ③次世代熱エネルギー産業の成長戦略「工程表」

●導入フェーズ：1. 開発フェーズ2. 実証フェーズ3. 導入拡大・コスト低減フェーズ4. 自立商用フェーズ

●具体化すべき政策手法：①目標、②法制度（規制改革等）、③標準、④税、⑤予算、⑥金融、⑦公共調達等

|                                                                             | 2021年 | 2022年 | 2023年 | 2024年 | 2025年 | ～2030年 | ～2040年 | ～2050年 |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 供給サイド                                                                       |       |       |       |       |       |        |        |        |
| ●メタネーション                                                                    |       |       |       |       |       |        |        |        |
| 合成メタン<br>コスト目標<br>2050年<br>40～50円<br>/Nm <sup>3</sup><br>(=現在のLNG<br>価格と同等) |       |       |       |       |       |        |        |        |
|                                                                             |       |       |       |       |       |        |        |        |
|                                                                             |       |       |       |       |       |        |        |        |
|                                                                             |       |       |       |       |       |        |        |        |
|                                                                             |       |       |       |       |       |        |        |        |
|                                                                             |       |       |       |       |       |        |        |        |
|                                                                             |       |       |       |       |       |        |        |        |
| ●水素直接利用                                                                     |       |       |       |       |       |        |        |        |
|                                                                             |       |       |       |       |       |        |        |        |
| 需要サイド                                                                       |       |       |       |       |       |        |        |        |
|                                                                             |       |       |       |       |       |        |        |        |
|                                                                             |       |       |       |       |       |        |        |        |
|                                                                             |       |       |       |       |       |        |        |        |
|                                                                             |       |       |       |       |       |        |        |        |

10



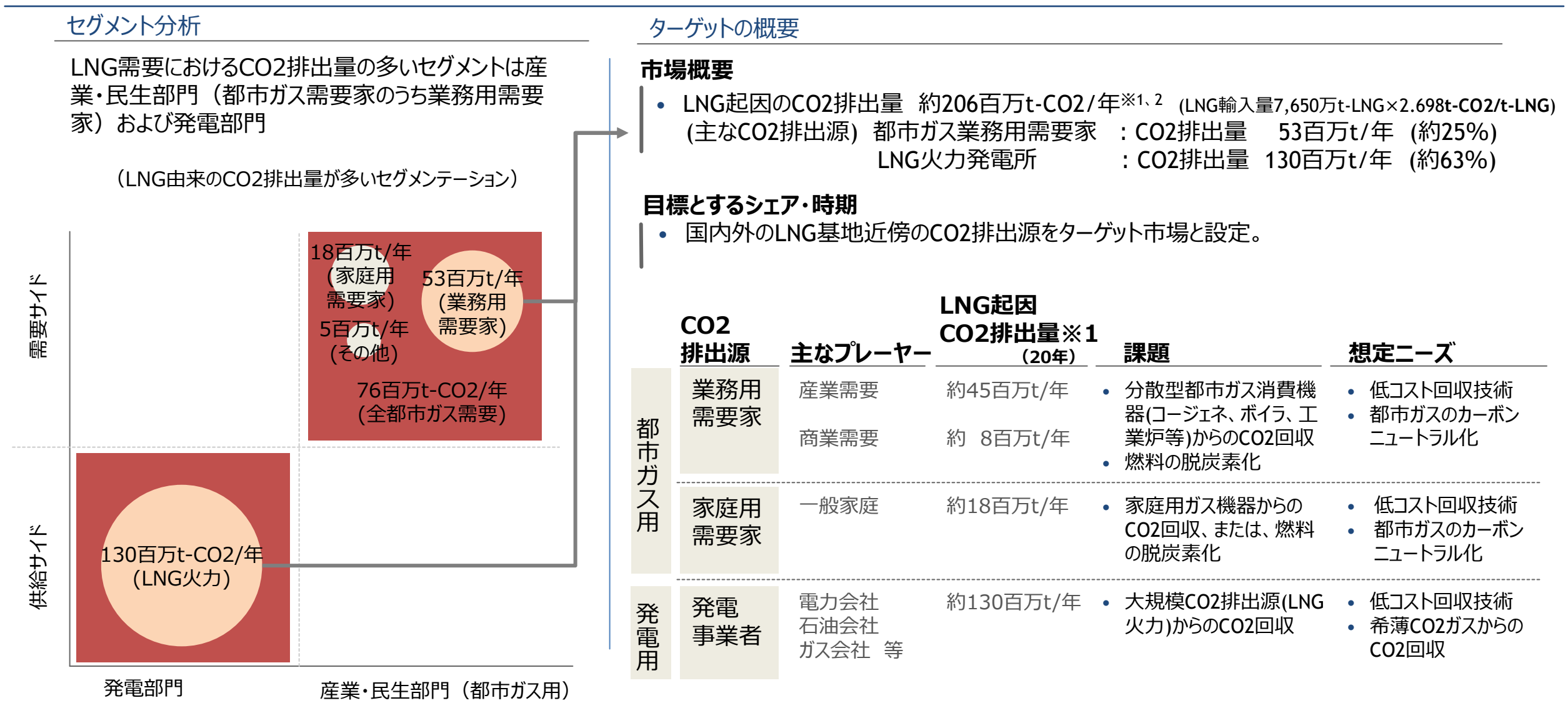
※出典・・・資源エネルギー庁 メタネーション推進官民協議会について 令和3年6月 より抜粋

※出典・・・JGA カーボンニュートラルチャレンジ2050アクションプラン 2021年6月28日 より抜粋



# 1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

LNG需要のうち業務用需要家(中小規模CO2排出源)や発電部門を対象に、LNG基地近傍のCO2排出源をターゲット想定



※1 LNG輸入量：7,650万t-LNG/年 2019年度  
※2 CO2排出原単位：2.698t-CO2/t-LNG  
： 出典・・・一般社団法人日本ガス協会 都市ガス事業の現況2020-2021  
： 出典・・・特定排出者の事業活動に伴う温室効果ガスの排出量の算定に関する省令

# 1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル

## CO2分離回収技術を活用したカーボンリサイクルや都市ガスのカーボンニュートラル化への貢献

### 社会・顧客に対する提供価値

- 低コストなCO2
  - 低コストCO2分離回収技術の提供
  - 低コストCO2分離回収技術を活用した低コストCO2の提供
- 環境価値に優れたエネルギーの供給
  - 都市ガスの環境負荷低減
  - メタネーションによる合成メタンの製造・供給

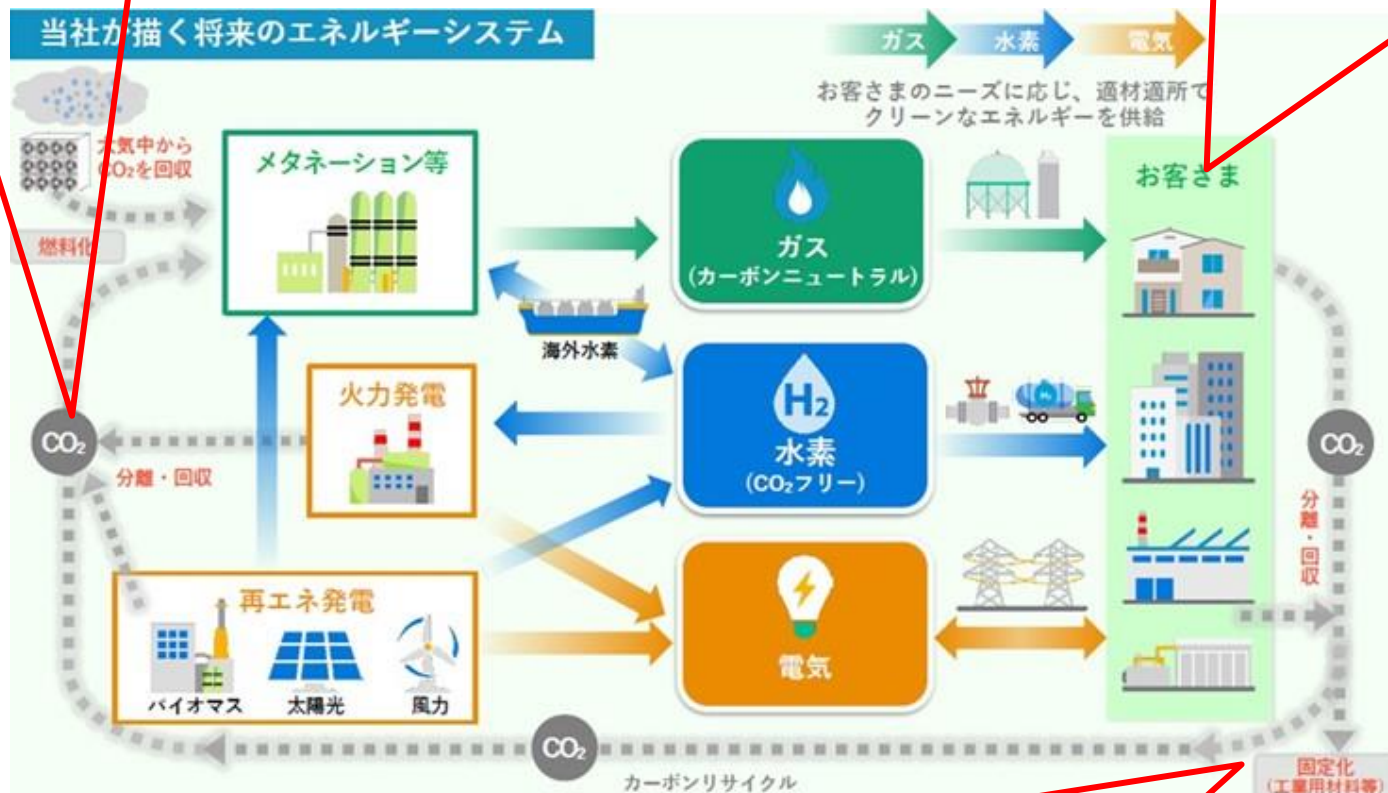
### ビジネスモデルの概要（製品、サービス、価値提供・収益化の方法）と研究開発計画の関係性

#### 1.CO2分離回収技術の販売

- ライセンスフィーによる収益
- 機器販売による収益(自社でのエンジニアリング)

#### 2.都市ガスのカーボンニュートラル化（合成メタンの製造・供給・調達など）

- 環境負荷を低減した都市ガス供給によるエネルギー事業の収益



#### 3.CO2の回収・販売

- 産業用ガスとしてのCO2販売による収益
- CO2回収代行業業による収益



1. 事業戦略・事業計画／（４）経営資源・ポジショニング

エネルギー供給事業で培ったノウハウ・インフラやLNG冷熱という未利用エネルギー保有の強みを活かし、低コストでのCO2分離回収が可能な技術やこれを原料としたクリーンな都市ガスを価値提供

自社の強み、弱み（経営資源）

ターゲットに対する提供価値

- LNG基地周辺の工場、コージェネレーションシステムや、火力発電所等から排出される希薄CO2排ガスを対象とした低コストCO2回収技術
- 低コストなCO2原料の供給やこれを原料としたクリーンな都市ガス（合成メタン）の供給

自社の強み

- CO2分離回収に関する知財(特許申請済み)
- LNG受入基地および冷熱の保有
  - 3箇所のLNG基地
  - 300万t/年のLNG冷熱
- CO2利活用先の自社保有
  - (現在) 産業用利用（知多炭酸）
  - (将来) メタネーションによる都市ガス原料

自社の弱み及び対応

- 吸収液の開発 - 名古屋大学との協働
- プラントの大型化開発に関する知見
  - プロセスシミュレーションの活用
  - プラントメーカー - 日揮との連携

他社に対する比較優位性

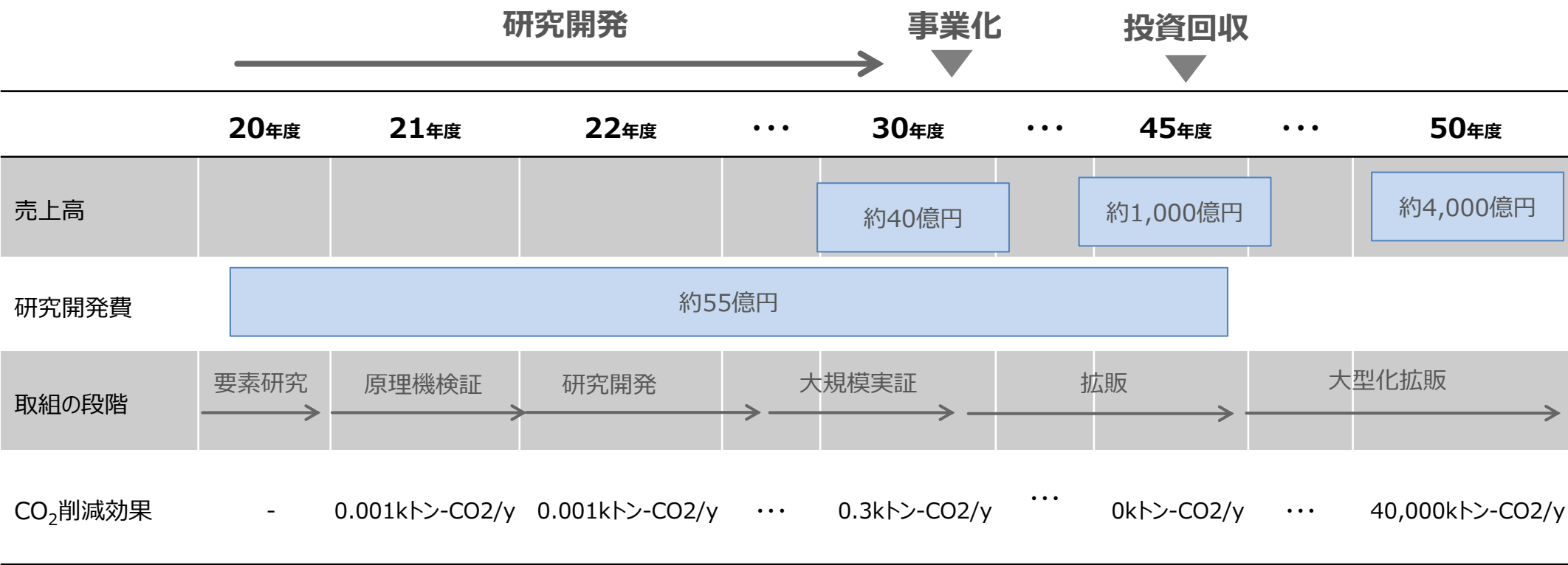
|            | 技術                                                                                                                                                 | 顧客基盤                                                                                                            | サプライチェーン                                                                                                   | その他経営資源                                                                                                           |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 自社         | (現在) <ul style="list-style-type: none"><li>• Cryo-Capture®等の冷熱活用に関する知見・知財</li><li>• LNG基地でのエンジニアリング技術・ノウハウの保有</li></ul>                            | <ul style="list-style-type: none"><li>• 家庭用・業務用で約250万件の都市ガスのお客さま</li><li>• 約60万件のLPGおよび、約50万件の電気のお客さま</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• LNG輸入・都市ガス製造・販売を通じお客さまの低炭素化に貢献</li></ul>                           | <ul style="list-style-type: none"><li>• LNG基地および冷熱の保有</li><li>• 都市ガス製造設備・導管網の保有</li><li>• 技術開発拠点、研究開発人材</li></ul> |
|            | (将来) <ul style="list-style-type: none"><li>• 中小規模のCO2排出源に適用可能なCO2分離回収技術の保有</li><li>• CCU技術とのインテグレーション技術・ノウハウの保有</li><li>• カーボンリサイクル技術の保有</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• クリーンなエネルギー供給による、顧客基盤の維持・拡大</li></ul>                                    | <ul style="list-style-type: none"><li>• 合成メタンの製造・輸入や、クリーンな都市ガスの供給を通じお客さまの脱炭素化(カーボンニュートラル)に貢献</li></ul>     | <ul style="list-style-type: none"><li>• 液化水素も含めた水素製造・供給拠点の保有</li><li>• カーボンリサイクルの知見を有する技術開発拠点、人材の保有</li></ul>     |
| 大手プラントメーカー | <ul style="list-style-type: none"><li>• LNG/石炭火力発電等、大規模集中電源を対象としたCO2分離回収技術に注力</li></ul>                                                            | <ul style="list-style-type: none"><li>• エネルギー市場における顧客基盤無し</li><li>• 分散型CO2排出源との顧客接点が希薄</li></ul>                | <ul style="list-style-type: none"><li>• プラントのサプライヤーとしての立ち位置</li><li>• カーボンリサイクル事業全体を主体的に担う立場ではない</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• プラント設計・製造ノウハウ</li><li>• 開発・製造・メンテナンス体制の保有</li></ul>                       |

# 1. 事業戦略・事業計画／（5）事業計画の全体像

事業の範囲は、p.7同様、①CO2分離回収技術の販売、②都市ガスのカーボンニュートラル化（※）、および③CO2の回収・販売を設定。CO2分離回収技術は、9年間の研究開発後、30年頃に事業化し、45年頃に投資回収する想定。

（※）CO2分離回収により製造する合成メタンのほかバイオガス・水素等の活用も含む。

## 投資計画



- ・事業計画は「調査・基本設計」を通じて精緻化してゆくものであり、本計画は2022年3月申請時点の仮値。
- ・パイロットプラントで回収したCO2を原料に、合成メタンを製造。都市ガス原料として流通を開始した時点を事業化とした。
- ・2050年度まで当社全体の売上高(4,500億円/年規模)が維持されると仮定。
- ・売上高は当社グループ全体の売上高×カーボンニュートラルメタンの取扱い比率から試算。
- ・カーボンニュートラルメタンは国内外で製造する合成メタンのほかカーボンニュートラルLNGも含むものとし、取扱比率は2030年で全都市ガス販売量の1%、2050年で90%と仮定。

# 1. 事業戦略・事業計画／（6）研究開発・設備投資・マーケティング計画

## 研究開発段階から将来の社会実装(カーボンリサイクル・都市ガスのカーボンニュートラル化)を見据えた計画を推進

### 取組方針

#### 研究開発・実証

- 基本特許オープン化により、プラントメーカーと共創関係を構築し、開発初期から商用化(スケールアップ)開発を見据えて取り組む。
- 自社LNG基地の廃冷熱を有効活用したCO2分離回収のパイロット実証に加え、CCUS(CO2直接利用やメタネーション)と組み合わせることでCO2分離・回収から利用(原料化)まで、ワンストップでのカーボンリサイクル社会実装モデルの実証を実現。

#### 設備投資

- 自社LNG基地でのLNG冷熱を活用および、LNG基地の立地を生かしたCO2分離回収および利活用設備・システム導入。
- LNG基地の遊休地の有効活用、既存ガスエンジンの排ガスを活用したパイロット実証により、投資を抑制可能。
- CO2利活用設備として、グループ企業の液炭・ドライアイス製造設備に加え、メタネーション設備を整備することで、クリーンな都市ガス原料の製造および、供給を早期に実現。また、その後の規模拡大にスムーズにつなげる。

#### マーケティング

- カーボンニュートラルLNG等との組み合わせにより、クリーンな都市ガスをPR。将来にわたり、都市ガスが重要なエネルギー源・社会インフラであることを訴求し、都市ガス市場の維持・発展を図る。
- プラントメーカーによる、国内外の他LNG基地へのCO2分離回収設備の普及拡大を図ることで、CO2分離回収技術の商用化に向けた優位性を訴求。

### 国際競争上の優位性

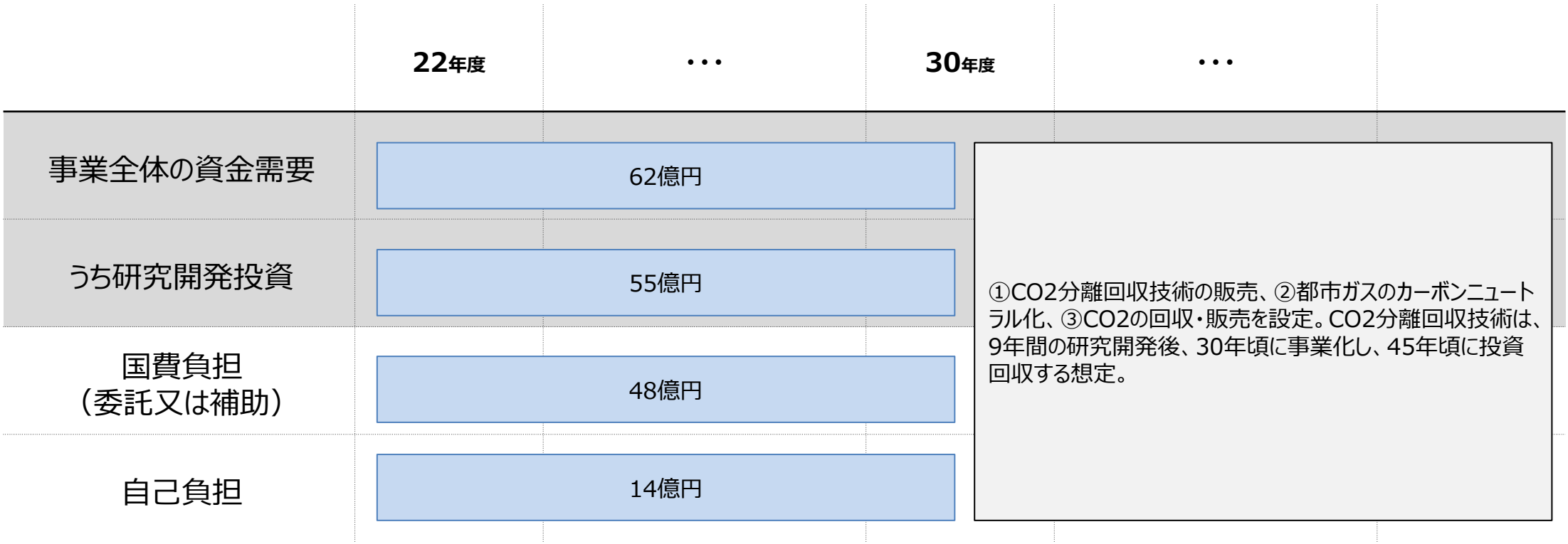
- 基本特許は、国際出願中であり、国際調査機関(日本国特許庁)から、新規性、進歩性、産業上の利用可能性のいずれについても「有り」と見解が得られている。
- 海外で取り組まれている冷却昇華によるCO2回収プロセス(Cryogenic CO2 Capture等)では、冷熱の代わりに、圧縮機等を使用するため、エネルギー投入量が多い。本技術は、エネルギー投入量が少なく、環境性・経済性の両面で優位性がある。

- 日本は世界トップのLNG輸入国であり、また基地も沿岸部に集中していることから、多くの商用プラント建設が見込める。
- これにより、知見・ノウハウの蓄積に基づく、信頼性の向上や低コスト化が見込め、国外の競合に対する優勢が見込める。
- LNG基地が将来的に液化水素の受け入れ基地になった場合には、冷熱利用に加え、輸入水素を用いたメタネーションの適地となる。

- 世界的なカーボンニュートラルの潮流を受け、中期的には、脱炭素化へのトランジションとしてLNG需要が増加する見通しであり、本技術の適用先は今後も拡大することが見込まれる。国内外で実績のあるプラントメーカーと連携し、LNG受け入れ基地へ本技術の展開を図ることで、市場でのシェアを拡大。

1. 事業戦略・事業計画／（7）資金計画

本事業全体の資金需要は、約62億円程度の見通し。そのうち、インセンティブを含む国費負担は、約48億円程度を想定。国費負担による国の支援に加えて約14億円規模の自己負担を予定。

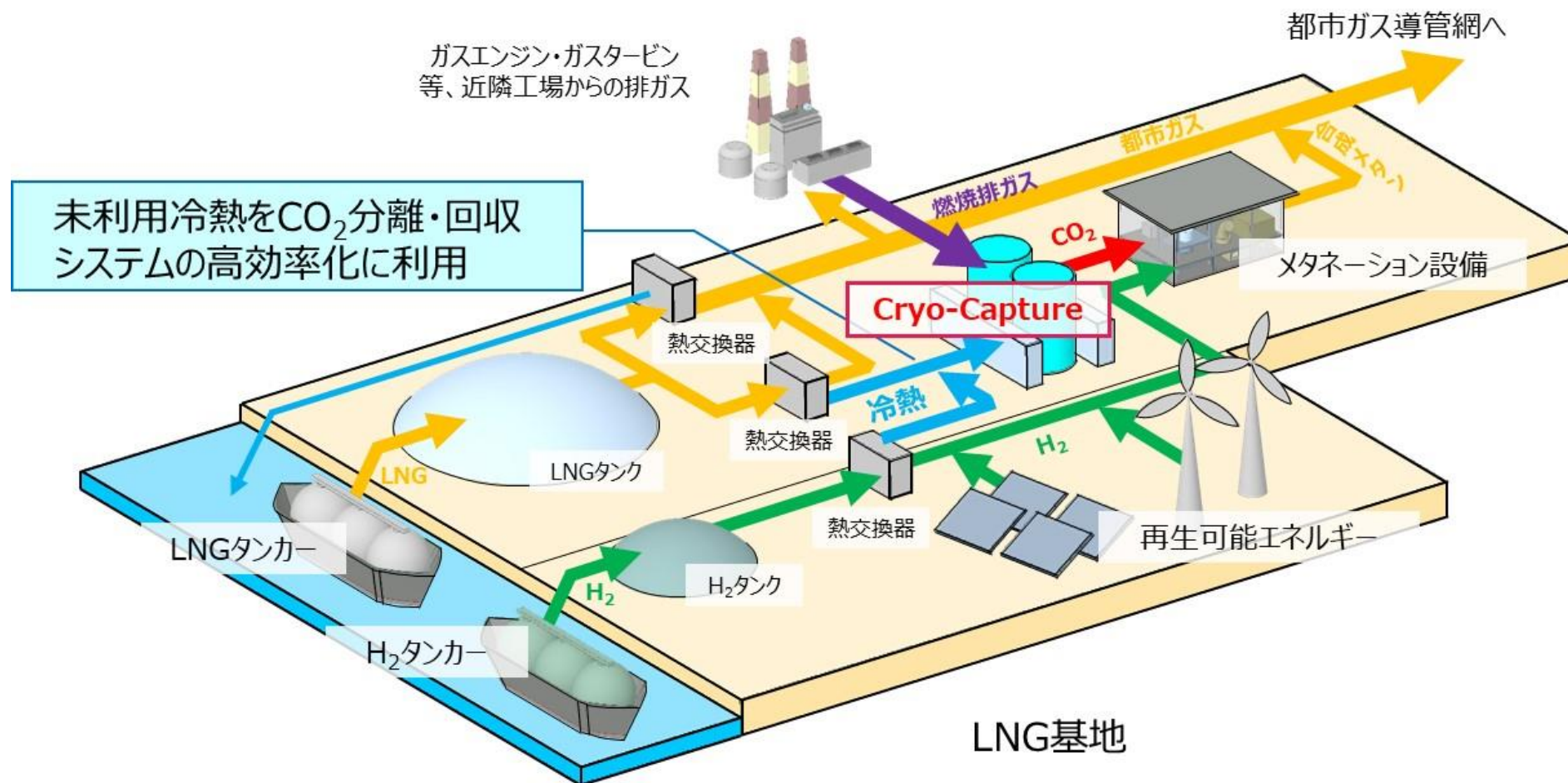


## 2. 研究開発計画



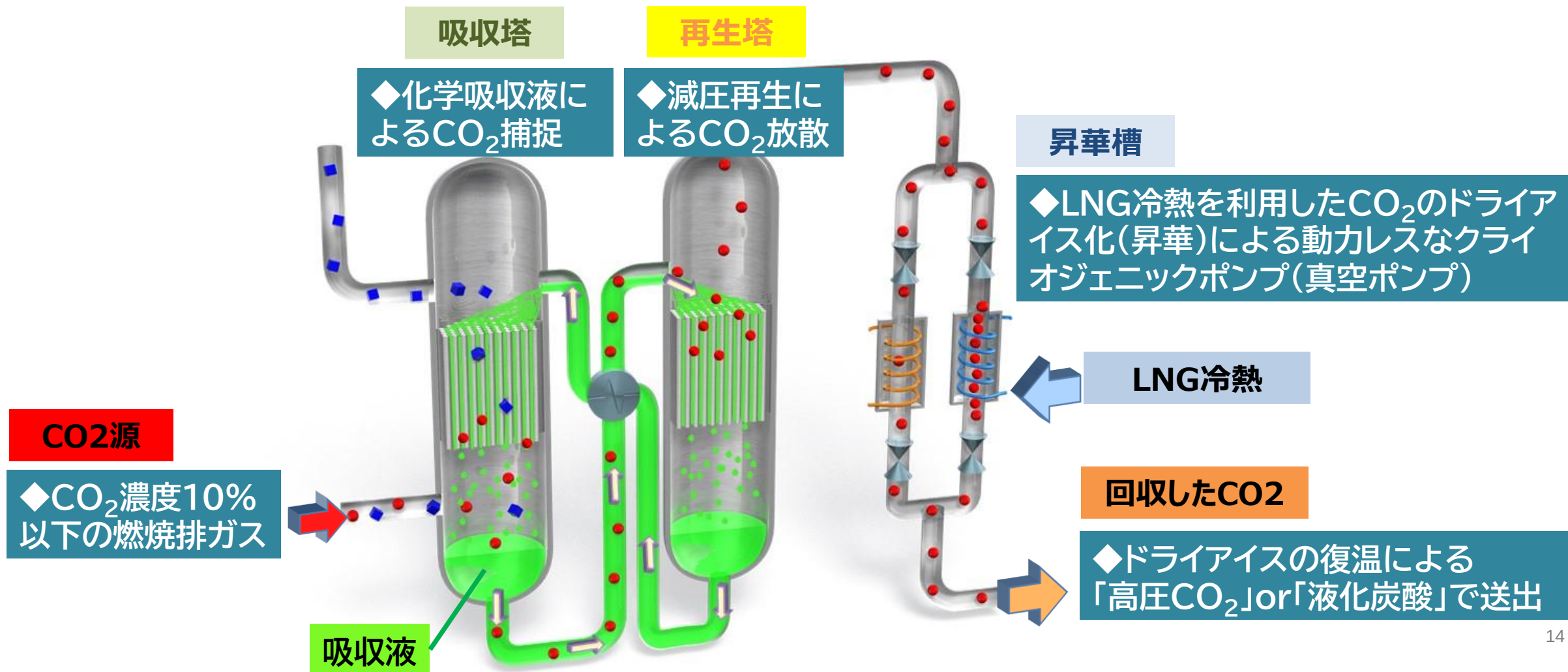
## 2. 研究開発計画／（0）研究開発・実証試験の範囲について

- 本申請では、LNG未利用冷熱を活用したCO<sub>2</sub>分離回収技術「Cryo-Capture<sup>®</sup>」の開発およびLNG基地でのパイロット実証を計画。
- 加えて、パイロット実証(2028年度～)の段階においては、Cryo-Capture<sup>®</sup>で回収したCO<sub>2</sub>と、水電解等で製造した水素を用いて、メタネーション設備による合成メタンの製造、都市ガス原料化まで含めたカーボンリサイクル一連の実証を行う計画。



## 2. 研究開発計画／（0）研究開発項目「Cryo-Capture<sup>®</sup>」とは

- Cryo-Capture<sup>®</sup>は、LNG廃冷熱を有効活用することで、吸収液の再生に要するエネルギーを大幅に削減しうる技術。
- 通常の化学吸収式の加熱再生とは異なり、LNG冷熱によるCO<sub>2</sub>の昇華により、動力レスで減圧再生することで、最小のエネルギー投入でCO<sub>2</sub>の回収を目指す。



## 2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

### 研究開発項目

LNG未利用冷熱を活用したCO<sub>2</sub>分離回収技術：Cryo-Capture<sup>®</sup>

### アウトプット目標

ガスエンジンや工場からの排ガス（10万t-CO<sub>2</sub>/年級）を対象に、カーボンリサイクルに適用可能で、回収コスト2,000円台/t-CO<sub>2</sub>を実現とするCO<sub>2</sub>分離・回収技術を確立。

【参考】回収コストの内訳 CAPEX<1,200円/t-CO<sub>2</sub> OPEX<1,800円/t-CO<sub>2</sub>

### 研究開発内容

#### 1 吸収液開発

### KPI

・ローディング差>0.05mol/mol

### KPI設定の考え方

・Cryo-Capture作動条件において従来液（MEA/水）より大きいこと

#### 2 システム開発

・補機動力<0.43GJ/t-CO<sub>2</sub>  
・CO<sub>2</sub>回収率>90%  
・回収CO<sub>2</sub>純度>95%  
・冷熱利用率※>50%  
※(活用した冷熱量/LNG保有冷熱量)

・OPEX<1,800円/t-CO<sub>2</sub>に必要  
・CAPEX+OPEX<3,000円/t-CO<sub>2</sub>に必要  
・カーボンリサイクル(メタネーション)にあたり必要な純度

#### 3 商用化開発

・建設費<190億円/(100万t-CO<sub>2</sub>/year)  
・耐用年数>25年  
・修繕費<CAPEX×2%

・CAPEX<1,200円/t-CO<sub>2</sub>に必要  
・OPEX<1,800円/t-CO<sub>2</sub>に必要

## 2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

|          | KPI                                                                                                       | 現状（事業開始時点）<br>2022年6月                                      | 達成レベル                               | 解決方法                                                                                                                                                   | 実現可能性<br>（成功確率）                                                        |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 1 吸収液開発  | ・ローディング差<br>>0.05mol/mol                                                                                  | 吸収液を一次選定済み<br><br>（TRL4）                                   | パイロット機での性能確認・耐久性見通し取得<br><br>（TRL7） | ➔<br><ul style="list-style-type: none"><li>量子力学計算等を用いた吸収液探索、構造最適化</li><li>吸収液の加速耐久評価試験</li><li>ラボ・ベンチ・パイロットスケール機での実機性能評価試験</li></ul>                   | NEDO先導研究プログラムで吸収液を一次選定済。耐久性は、未知数だが従来技術をベースに検討可能と想定。（50%）               |
| 2 システム開発 | ・補機動力<br><0.43GJ/t-CO <sub>2</sub><br>・CO <sub>2</sub> 回収率>90%<br>・回収CO <sub>2</sub> 純度>95%<br>・冷熱利用率>50% | ラボスケールでの原理実験、ならびに簡易モデルのプロセスシミュレーションによる性能確認済み<br><br>（TRL3） | パイロット機での性能確認完了・残課題明確化<br><br>（TRL7） | ➔<br><ul style="list-style-type: none"><li>ラボ・ベンチ・パイロットスケールでの実機性能評価試験</li><li>プロセスシミュレーションによる最適システム設計</li></ul>                                        | プロセスシミュレーションにより実現見通しを確認済。実機性能は原理実験の段階であり未知数の部分は多い。（50%）                |
| 3 商用化開発  | ・建設費<190億円/(100万t-CO <sub>2</sub> /year)<br>・耐用年数>25年<br>・修繕費<CAPEX×2%                                    | ラボスケールでの原理実験、ならびに簡易モデルのプロセスシミュレーションによる性能確認済み<br><br>（TRL3） | 商用機の基本設計完了・残課題明確化<br><br>（TRL7）     | ➔<br><ul style="list-style-type: none"><li>ラボ・ベンチ・パイロットスケールでの実機性能・耐久評価試験結果のフィードバックや抽出された課題への対応策を、スケールアップ開発に活用。</li><li>吸収・再生塔に関わる従来技術ノウハウの活用</li></ul> | 吸収・再生塔は、既存技術をベースに開発液と減圧再生への対応が必要。昇華槽とそのシステム化は原理実験の段階であり未知数の部分は多い。（40%） |



原理実証における主要技術課題への取り組み結果

1. 減圧再生に対応する新規な吸収液の開発

・想定する吸収・再生条件で十分な性能発揮を期待できる吸収液(Ver1)を開発。

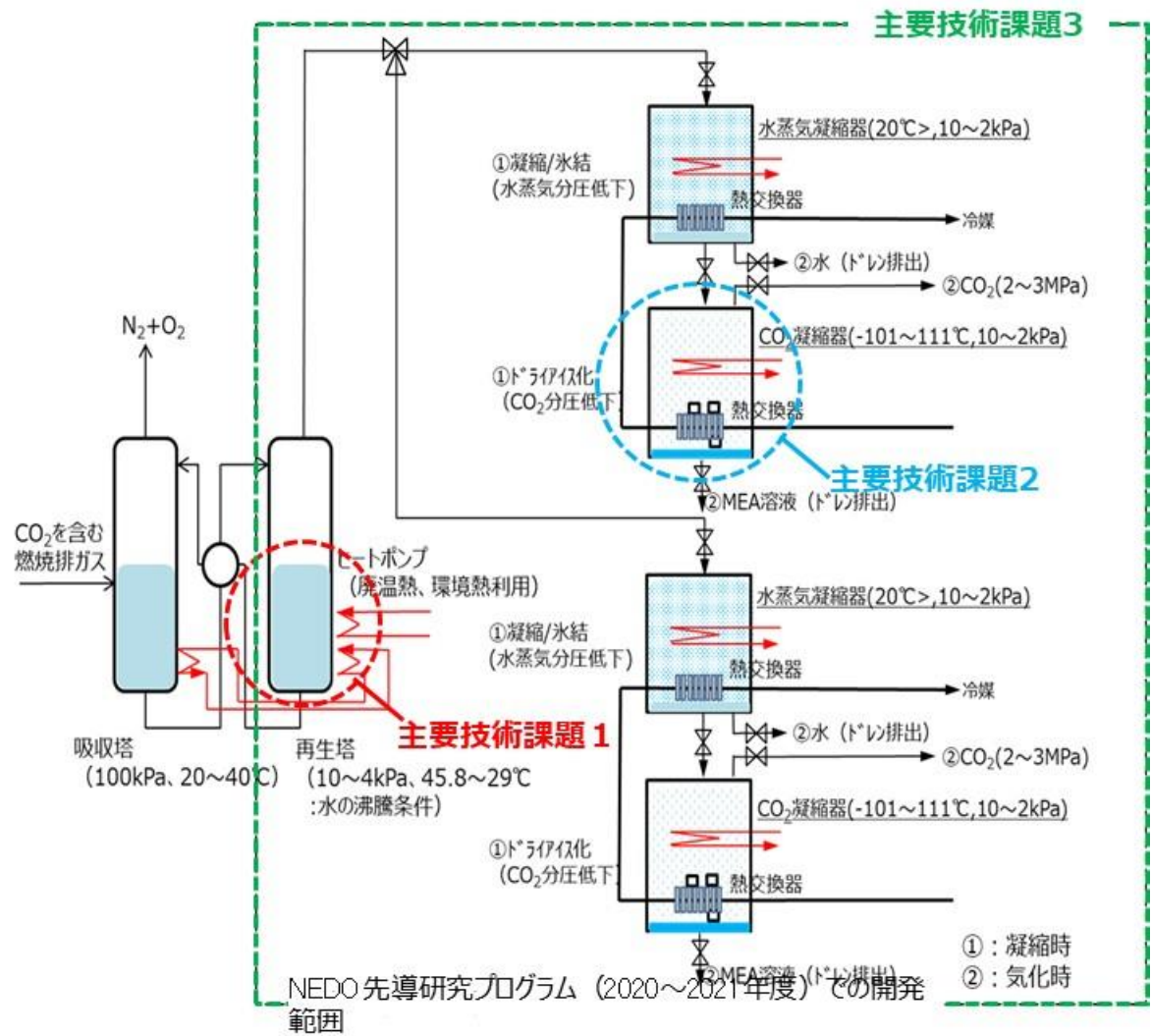
2. 昇華槽によるクライオポンプ技術の開発

・想定される昇華条件でのドライアイスの生成挙動を実験、シミュレーションの両面から確認。

3. Cryo-Capture®のプロセス解析

・物質収支、熱収支に基づくプロセスシミュレータを開発し、等温40℃で、圧力差による吸収・再生運転を確認。  
・Cryo-Capture®に必要なエネルギー量および経済性を評価し、熱エネルギー削減による低コスト効果を確認。

本基金での取り組みでは、実排ガスにおける十分な性能を有した吸収液の開発・評価とともに、各要素機器（吸収塔～再生塔～昇華槽～メタネーション）の一連を開発・実証。



未利用冷熱を利用する省エネルギーCO<sub>2</sub>分離・回収 (Cryo-Capture®) システムの概略図

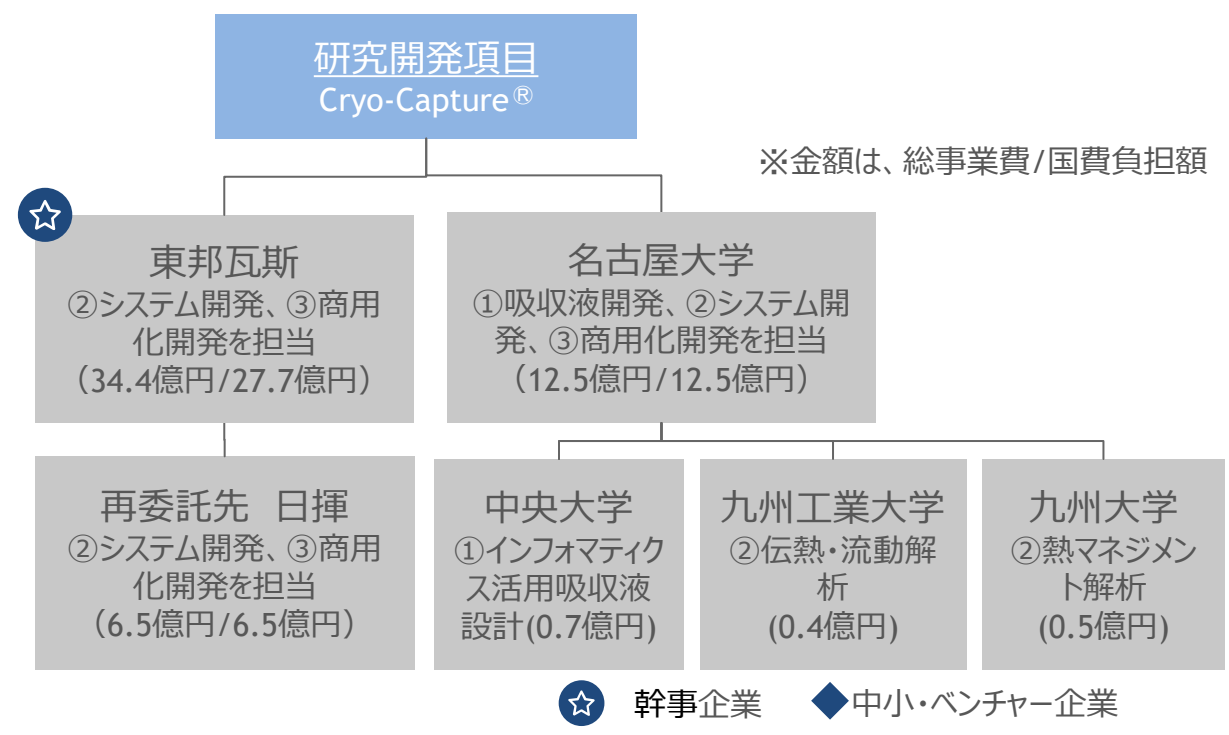
## 2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール

[illegible]



## 2. 研究開発計画／（４）研究開発体制

実施体制図



各主体の役割と連携方法

### 各主体の役割

- 全体の取りまとめは、東邦瓦斯が行う

★リーダー ○実務 ○評価・アドバイザー

| 役割                 |    |          | 東邦瓦斯 |    | 名古屋大学 |     |     |    |
|--------------------|----|----------|------|----|-------|-----|-----|----|
|                    |    |          | 東邦   | 日揮 | 名大    | 中央大 | 九工大 | 九大 |
| 吸収液                |    |          |      |    | ★○    | ○   |     |    |
| ラボ                 | 開発 | 実験       | ○    | ○  | ★○    | ○   |     |    |
|                    |    | シミュレーション |      |    | ★○    |     | ○   | ○  |
|                    | 設計 | プロセス     |      |    | ★○    |     |     | ○  |
| ベンチ                | 開発 | 実験       | ○    | ○  | ★○    | ○   |     |    |
|                    |    | シミュレーション | ★○   | ○  | ○     |     | ○   | ○  |
|                    | 設計 | プロセス     | ★    | ○  | ○     |     |     | ○  |
|                    |    | プラント詳細   | ★    | ○  | ○     |     |     |    |
| パイロット              | 開発 | 実験       | ★○   | ○  | ○     |     |     |    |
|                    |    | シミュレーション | ★○   | ○  | ○     |     |     |    |
|                    | 設計 | プロセス     | ★    | ○  | ○     |     |     |    |
|                    |    | プラント詳細   | ★○   | ○  | ○     |     |     |    |
| 商用化に向けたスケールアップ設計検討 | 開発 | シミュレーション | ★○   | ○  | ○     |     |     |    |
|                    | 設計 | プロセス     | ★○   | ○  | ○     |     |     |    |
|                    |    | プラント詳細   | ★○   | ○  | ○     |     |     |    |

### 研究開発における連携方法

- 定例打ち合わせの実施、知的財産権の共有

## 2. 研究開発計画／（5）技術的優位性

| 研究開発項目        | 研究開発内容               | 活用可能な技術等                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 競合他社に対する優位性・リスク                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cryo-Capture® | 1 吸収液開発              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 燃焼排ガスを対象とする新吸収剤の開発プロジェクト（JST-ALCA「相分離型省エネルギーCO<sub>2</sub>吸収剤の開発」）の成果（名古屋大学）</li> <li>• Cryo-Capture®に関わる知見・データ取得のノウハウ・試験設備（NEDO先導研究の成果）（名古屋大学）</li> <li>• インフォマティクスを活用したCO<sub>2</sub>吸収液の探索・構造最適化ノウハウ（中央大）</li> </ul>                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 吸収剤の分子設計技術確立・吸収剤の物性を蓄積</li> <li>• NEDO先導研究プログラムで候補液を選定済</li> <li>• Cryo-Capture®用途に限定されるため量産効果を得にくい懸念</li> </ul>                                                                                                  |
|               | 2 システム開発             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cryo-Capture®に関わる知見・データ取得のノウハウ・試験設備（NEDO先導研究の成果）（名古屋大学、東邦瓦斯）</li> <li>• 化学吸収法である高圧再生型CO<sub>2</sub>回収プロセスに関わる知見・ノウハウ（日揮）</li> <li>• プロセスシミュレーションの知見・ノウハウ（東邦瓦斯、日揮）</li> <li>• 昇華槽に関わる知見・データ取得のノウハウ・試験設備（NEDO先導研究の成果）（東邦瓦斯、名古屋大学）</li> <li>• LNG冷熱活用に関する知見（東邦瓦斯）</li> <li>• 低圧流体の伝熱流動解析・可視化の知見（九州工大）</li> <li>• 冷媒やヒートポンプ等熱マネジメントの知見（九州大）</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cryo-Capture®システムに関わる特許出願済</li> <li>• NEDO先導研究で原理実験に着手済</li> <li>• 高圧再生型CO<sub>2</sub>回収プロセスを10年前に商用化済</li> <li>• 新規手法であるため化学吸収法としては後発</li> <li>• NEDO先導研究プログラムで昇華槽の原理実験に着手済</li> <li>• 年間300万tのLNGを輸入</li> </ul> |
|               | 3 商用化に向けたスケールアップ設計検討 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 化学吸収法である高圧再生型CO<sub>2</sub>回収プロセスに関わる知見・ノウハウ（日揮）</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 高圧再生型CO<sub>2</sub>回収プロセスを10年前に商用化済</li> <li>• スケールアップ開発はこれからであるため、化学吸収法としては後発</li> </ul>                                                                                                                         |

2. 研究開発計画／（5）技術的優位性　－特許出願－

- 冷熱を利用した化学吸収式二酸化炭素回収装置の概念について、以下の通り特許出願済み。
- また、**国際出願に向けた手続きを進行中**であり、**国際調査機関(日本国特許庁)**から、新規性、進歩性、産業上の利用可能性のいずれについても「有り」と見解を得ている。特に、「二酸化炭素回収装置について、二酸化炭素の昇華(固化)が行われる際に、二酸化炭素昇華器が減圧され、負圧となることで、分離装置において分離された二酸化炭素の吸引が行われること」という発明特定事項については、国際調査報告で引用された何れの文献にも開示されておらず、上記文献を組み合わせても当業者が容易に想到し得たことではない」との見解を特許庁から得られており、**世界的にも他に類を見ない独自の技術**と考えている。

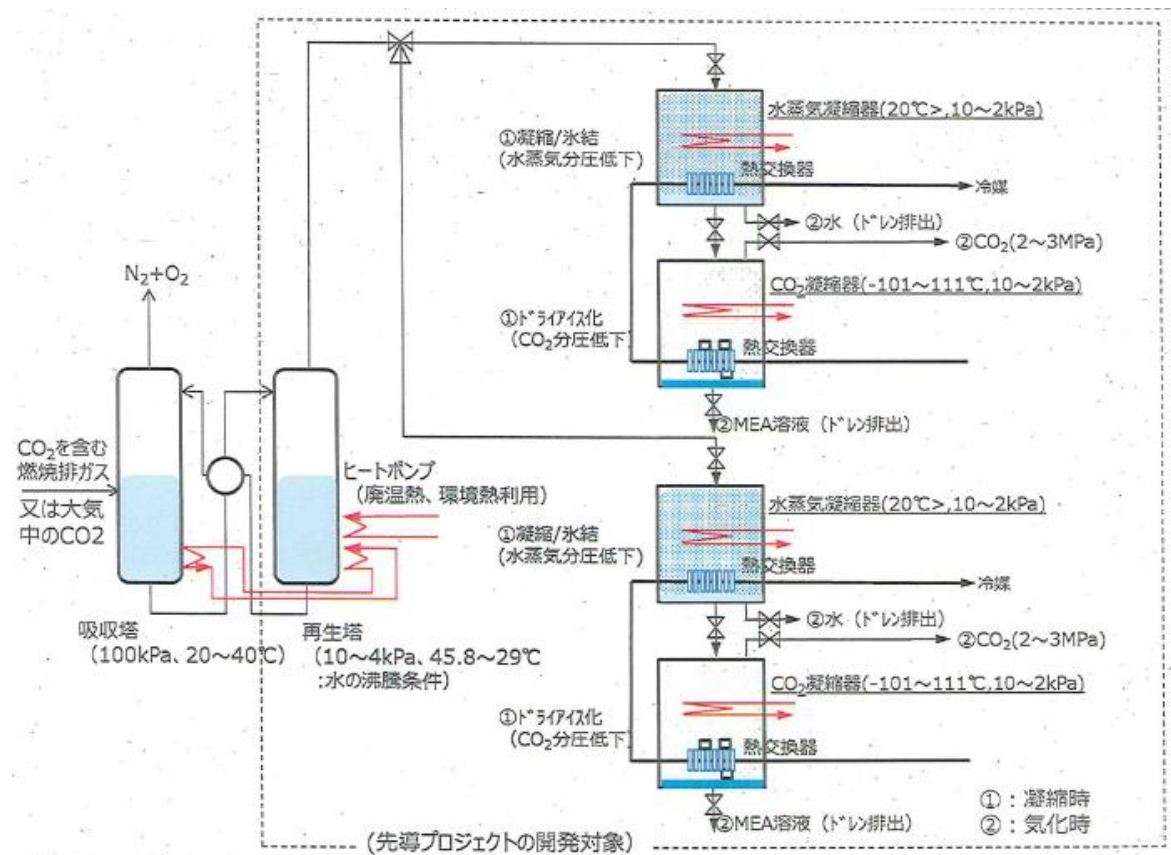
特願2020-081158 ⇒ PCT-JP2021-01660

請求項1より抜粋

二酸化炭素を含有する被分離ガスと、二酸化炭素を吸収する吸収液とを気液接触させて、吸収液に二酸化炭素を吸収させる吸収塔と、二酸化炭素を吸収した吸収液から、二酸化炭素を水蒸気とともに放散する再生塔とを備える二酸化炭素回収装置において、

- ・再生塔と、再生塔において放散された水蒸気を凝縮させる水蒸気凝縮器と、二酸化炭素を昇華(固化)させる二酸化炭素昇華器とが順次直列に接続されていること、
- ・水蒸気凝縮器と、二酸化炭素昇華器とには、冷熱を有する流体を冷媒とする冷媒回路が接続されており、冷媒により水蒸気の凝縮および二酸化炭素の昇華(固化)が行われること、
- ・水蒸気の凝縮および二酸化炭素の昇華(固化)が行われる際に、水蒸気凝縮器および二酸化炭素昇華器が減圧され、負圧となることで、再生塔において放散された水蒸気および二酸化炭素の吸引が行われること

を特徴とする二酸化炭素回収装置。　　他、請求項全6項



## 2. 研究開発計画／（5）技術的優位性－他技術との比較－

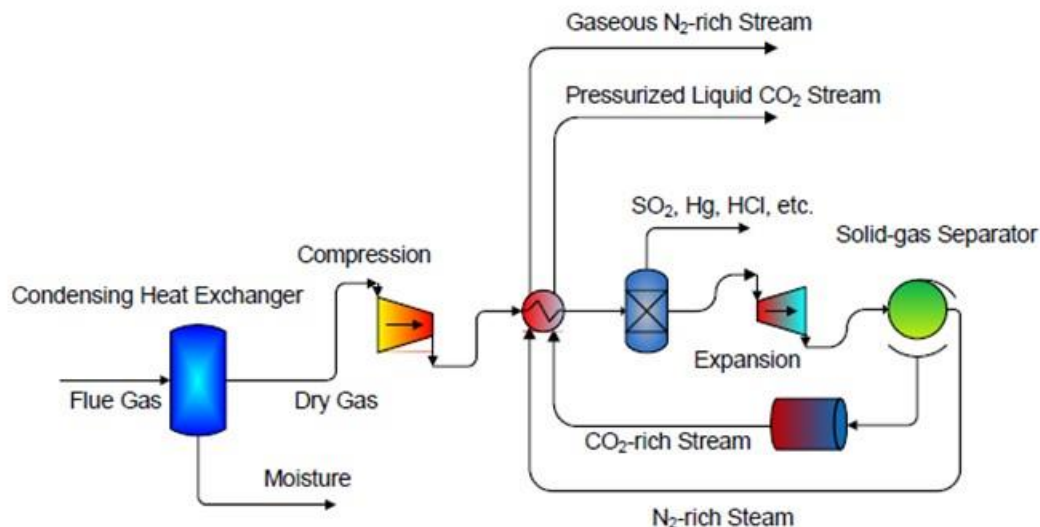
○Cryo-Capture<sup>®</sup>は他の極低温利用(Cryogenic)技術と比較して、より低いエネルギー消費量を実現できうる技術だと考える。

**Table 2.** Comparison of energy duties for various carbon capture technologies.

|      | Carbon Capture Method  | Energy Duty (MJ/kgCO <sub>2</sub> ) |
|------|------------------------|-------------------------------------|
| 低温分離 | Cryogenic liquids      | 0.74 (electrical)                   |
|      | Stirling coolers       | 1.37 (electrical)                   |
|      | Cryogenic distillation | 1.47                                |
|      | Cryogenic packed bed   | 1.2–2.6 (electrical)                |
|      | Cryogenic moving bed   | 0.95                                |
| 化学吸收 | Absorption             | 0.87–4.2                            |
| 物理吸着 | Adsorption             | 0.36–4.2                            |
| 分離膜  | Membranes              | 0.239–1                             |
| 酸素燃燒 | Oxy-Fuel combustion    | 1.15–2.02                           |

- 対象となる原料ガス中のCO<sub>2</sub>濃度等が異なる可能性があり、定量的な比較は困難だが、極低温利用によるCO<sub>2</sub>分離回収は**0.74~2.6GJ/t-CO<sub>2</sub>**程度を要するとの報告あり。
- 何れの方式も、煙道排ガス等をCO<sub>2</sub>分離前に極低温に冷却する方式であり、定性的には、煙道排ガスに含まれる多量の窒素や酸素も冷却する必要があると考えられることから、冷熱利用の効率は低いものとする。
- 一方、Cryo-Capture<sup>®</sup>については、**約0.43GJ/t-CO<sub>2</sub>**と見積もっており、いずれの深冷分離技術よりも低いエネルギーでCO<sub>2</sub>分離回収ができる可能性がある。

出典・・・Review of Cryogenic Carbon Capture Innovations and Their Potential Applications , Carolina Font-Palma, Dabid Cann and Chinonyelum Udemu, Journal of Carbon Research



【参考】

- 左図は極低温利用のうち、Compressed Flue GAS(煙道ガス圧縮)の場合のフロー図。
- 本方式は、煙道ガスを圧縮機で圧縮し、その後膨張させることで、極低温を得て、CO2を昇華(固化)して分離する技術である。
- 煙道ガスには多量の窒素・酸素を含むことから、定性的には圧縮機では多量の電力を消費する方式であろうと想定される。

# 3. イノベーション推進体制

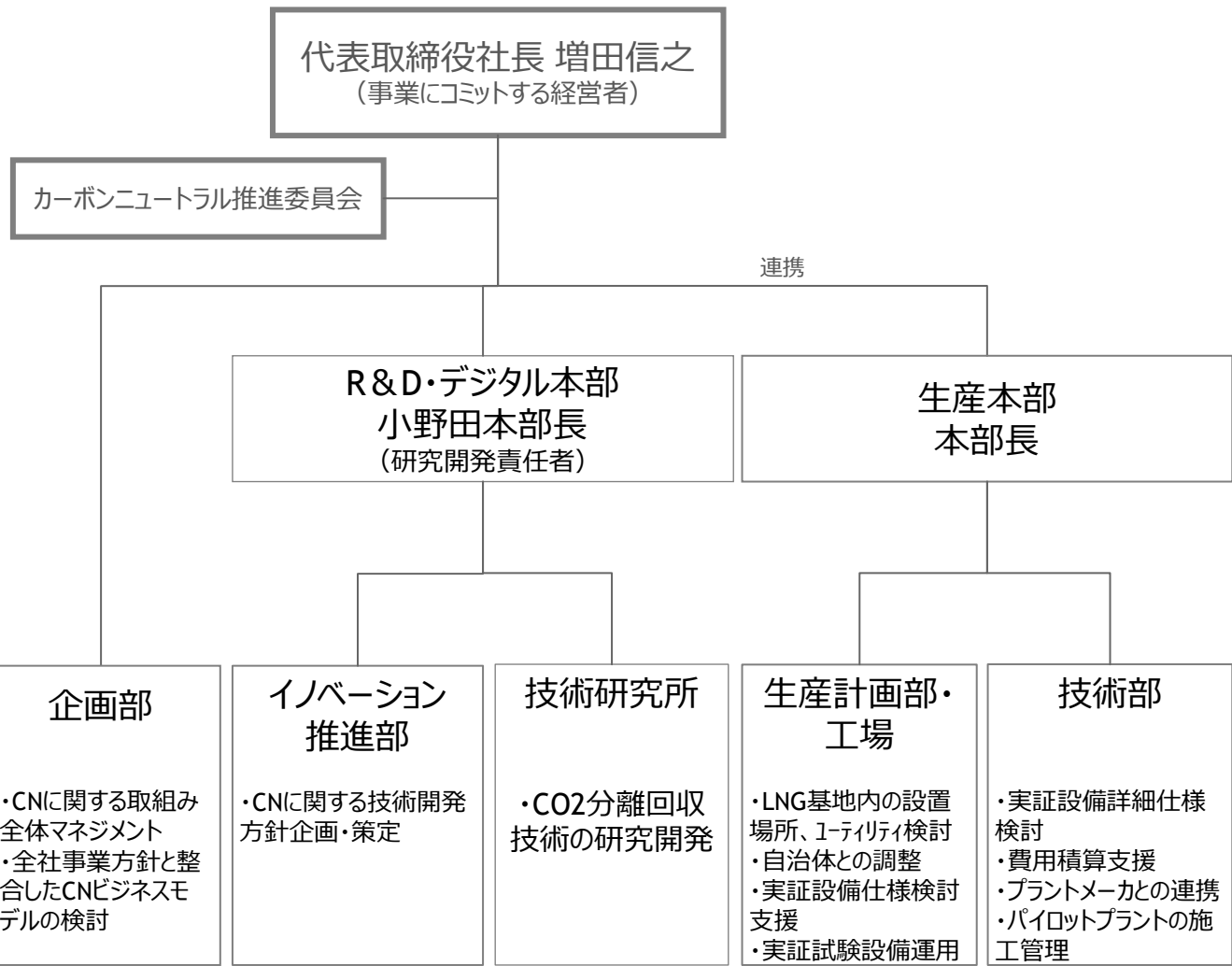
(経営のコミットメントを示すマネジメントシート)



### 3. イノベーション推進体制／（1）組織内の事業推進体制

経営者のコミットメントの下、社内複数の本部が連携してプロジェクトを推進。

組織内体制図



組織内の役割分担

#### 研究開発責任者と担当部署

- 研究開発責任者：研究開発PJの推進を担当
  - R&D・デジタル本部長：小野田久彦
- 研究開発担当課所：技術研究所
- チームリーダー：CO2分離回収技術の研究開発を担当
  - 総括：小泉匡永
    - NEDO先導研究プログラムおよびムーンショット型研究開発事業等、複数のプロジェクトで業務管理者として研究開発等を統括・管理した実績。
  - 研究開発担当者
    - 試験担当（専任2人、併任2人規模）
    - 計算担当（専任1人、併任2人規模）

#### 部門間の連携方法

- 社長直轄のカーボンニュートラル推進委員会において、本プロジェクトの進捗管理、意思決定を行う。

### 3. イノベーション推進体制／（2）マネジメントチェック項目① 経営者等の事業への関与

## 経営者等によるカーボンリサイクル事業への関与の方針

#### 経営者等による事業への関与

- 社長のリーダーシップ
  - 2021年7月に発表した、東邦瓦斯グループのカーボンニュートラルビジョンの策定を主導し、お客さま先を含むサプライチェーン全体で、2050年のカーボンニュートラル実現に挑戦することを宣言。
  - 宣言後、グループ全体のカーボンニュートラル実現を牽引するため、自らが委員長を務めるカーボンニュートラル推進委員会を新たに設置し、トップ自らが強いリーダーシップを発揮して、迅速な意思決定を実現。
  - 当該事業に対しても、この委員会の枠組みを中心として、直接的かつ積極的に関与する方針。
- 事業の継続性確保の取組
  - カーボンニュートラル推進委員会での審議・報告事項は、将来の経営陣のローテーションも見据えた経営幹部に対する育成の観点から、全執行役員が参加する経営会議において共有化を図る運用としている。

#### 進捗のモニタリング管理

- 経営者等による進捗管理の枠組み
  - 前述のカーボンニュートラル推進委員会が、事業の進捗管理において中心的な役割を果たす。
  - 予め委員会で取組み計画を承認、その後は定例報告のなかで進捗を確認し、計画との乖離の有無をウォッチ。
  - 大きな乖離が見られる場合、問題点の性質を見極めたうえ、必要に応じて社外の知見も積極的に取り入れつつ、事業の進め方・内容に対して具体的な見直し指示を発出。
  - 指示を踏まえて、事業を軌道に乗せるための対策を立案し、実行に移すなど、改めてPDCAをまわす。
- モニタリングの頻度
  - 取組み状況や懸案に応じて臨時開催を含め機動的かつ柔軟に対応する方針。

### 3. イノベーション推進体制／（3）マネジメントチェック項目② 経営戦略における事業の位置づけ

## 経営戦略の中核においてカーボンリサイクル事業を位置づけ、広く情報発信

#### 経営戦略における位置づけ

- カーボンニュートラルへの挑戦の位置付け
  - 昨今の環境変化を踏まえて2021年7月に策定した、東邦瓦斯グループのカーボンニュートラルビジョンは、重要な経営戦略の1つとの位置づけ。
- 当該事業の位置付け
  - このビジョンにおいて、主力事業である都市ガス分野の脱炭素化手段の主軸にメタネーション等の「ガス自体の脱炭素化」を据えるなか、CO2の分離回収は、メタネーションの実現に不可欠なキーテクノロジーと整理しており、戦略的な位置づけは極めて高い。

#### 取締役会等での議論

- 社内意思決定プロセス
  - 2021年7月に策定した、東邦瓦斯グループのカーボンニュートラルビジョンの発表に際して、予め取締役会へ諮り意見を反映している。
  - また、基金の申請にあたっては、技術開発計画ならびに事業計画について、カーボンニュートラル推進委員会ならびに経営会議での事前審議を経て、取締役会で決議済み。
  - なお、進捗管理は先述の通りカーボンニュートラル推進委員会を中心に行い、適宜経営会議や取締役会へ報告するとともに、大きな変更があれば、改めて取締役会に諮る方針。

#### ステークホルダーに対する公表・説明

- 情報開示の方法
  - ＜定期＞
    - 各種経営計画：中期経営計画、毎年の事業計画 等
    - IR関連：決算発表、統合レポート 等
  - ＜不定期＞
    - プレスリリース 等
    - なお、本事業の採択を受けた場合、採択内容や研究開発の概要をプレスリリース等で对外公表予定。
- ステークホルダーへの説明
  - 投資家・金融機関へは、決算時のIR説明会に加え、定期的に会社取組みや財務状況に係る意見交換の場を個別に設定している。
  - そのなかで、カーボンニュートラルに向けた取組みについては注目度が高い 이슈となりつつあることから、引き続き丁寧な説明を心掛ける。
  - また、お客さまや取引先等の幅広いステークホルダーへの情報発信については、企業としての説明責任の観点に加え、カーボンニュートラルに向けた仲間作りの観点からも、情報の即時性が重要と認識。
  - 従って、各種定期公表物(上記、事業計画や統合レポート等)のみならず、積極的にプレスリリースによる对外発表を行っていく方針。

### 3. イノベーション推進体制／（4）マネジメントチェック項目③ 事業推進体制の確保

## 機動的に経営資源を投入し、着実に社会実装まで繋げられる組織体制を整備

#### 経営資源の投入方針

- 実施体制の柔軟性の確保
  - 事業の進捗状況や事業環境の変化を踏まえ、必要に応じて開発体制や手法等の見直しに迅速に着手し、仮に体制強化が必要と判断すれば、速やかに意思決定を行う。
  - また必要に応じて、社内や部門内の経営資源に拘らず、目標達成に向けて躊躇なく外部リソースの活用も検討する。
- 必要資源の投入方針
  - 当該事業に必要となる要員や資金については、P18～19に記載の通り、共同研究者や委託先と連携・分担のうえ確保する。
  - また、実証向けの土地は、自社遊休地を活用することに加え、既存自社設備であるガスエンジンの排ガスを活用したパイロット実証により、投資額を抑制する計画。
  - なお、技術開発・実証期間は長期に及ぶが、短期的な経営指標に左右されることなく、目標達成に向けて継続的に必要資金を投入する。

#### 専門部署の設置

- 専門部署での開発
  - 技術研究所内のCO2分離回収技術の開発を専門に取り扱うグループにおいて、本テーマの技術開発を担当。
  - R&D・デジタル本部内のイノベーション推進部においてカーボンニュートラル実現に向けたビジネスモデル検討を実施。
- 若手人材の育成
  - 研究者およびプラントエンジニアの両視点を備えた世界的にも希少価値の高い技術者の育成を目指す。社内におけるR&D部門と生産部門の連携のほか、大学やプラントエンジニアリング会社との産学連携など、本基金事業における推進体制の特長を最大限に活かし、カーボンリサイクル分野で幅広い技術領域を有した人材を育成。
  - 素材・材料の開発力やプラント最適化のシミュレーション能力など、本分野における国際的な競争力強化につがる専門領域を明確化。ノウハウ蓄積に努めるとともに、将来の担い手と位置付けた若手を配置・育成。
  - 産学連携の体制を活かし、大学からは若手アカデミアにも参画いただきながら共同研究を推進。若手研究者同士の技術交流等による相互啓発・育成推進を図る。

## 4. その他



## 4. その他／（１）想定されるリスク要因と対処方針(東邦瓦斯)

### 想定されるリスクに対しては、顕在化の抑制と影響最小化の両面から対応策を講じる

| 研究開発（技術）におけるリスクと対応                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 社会実装（経済社会）におけるリスクと対応                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | その他（自然災害等）のリスクと対応                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>技術開発の遅れ、目標の未達<ul style="list-style-type: none"><li>Cryo-Capture技術開発の結果、計画に対する遅延や、使用条件で性能目標の未達が発生する。</li></ul></li></ul> <p>【対応策】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>ラボ、ベンチ試験を通じ、パイロット実証機でのロバスト性を見極め。ベンチ試験・パイロット試験機の製作前等に予定されるステージゲートで進捗や達成度をきめ細かく評価し、的確に軌道修正を図る。</li><li>また、関連する周辺技術の進展状況に関する感度を高め、必要に応じて取り込むなど、柔軟に対応する。</li></ul> <ul style="list-style-type: none"><li>技術の陳腐化<ul style="list-style-type: none"><li>技術開発の遅延や他技術の急速な発展による本技術の陳腐化。</li></ul></li></ul> <p>【対応策】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>海外含め、他のCO2回収技術の調査を随時実施し、Cryo-Capture技術の優位性をステージゲート毎に評価。</li><li>仮に挽回不能な陳腐化を認識した場合、事業範囲の一部縮小や、場合によっては下段の事業中止判断を行う。</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>市場環境の変化に関するリスク<ul style="list-style-type: none"><li>乗用車の電動化、ZEH・ZEBの標準仕様化等、電化シフト等、お客さまの選好変化に伴うLNG需要量減。</li></ul></li></ul> <p>【対応策】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>新規需要開拓によるLNG需要・維持拡大。</li><li>東南アジア等LNG需要の伸びる地域での社会実装。</li></ul> <ul style="list-style-type: none"><li>技術の実装に際して、社会の価格受容性の面で受け入れられないリスク。</li></ul> <p>【対応策】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>革新的なメタネーション技術の開発状況等を注視し、メタネーションシステム全体としての高効率化を進め、コストの抑制を進める。</li></ul> <ul style="list-style-type: none"><li>政策・法令・制度等の変更によるリスク<ul style="list-style-type: none"><li>炭素税の上昇等によるエネルギー間での都市ガスの競争力低下。</li></ul></li></ul> <p>【対応策】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>環境価値の高い合成メタンを安定的かつ安価に供給できる体制整備を急ぎ、エネルギー間競争における競争力の維持・向上を図る。</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>自然災害等のリスク、製造、供給支障によるリスク<ul style="list-style-type: none"><li>気象の激甚化(急性)や、震災等の大規模災害に伴うエネルギー事業への悪影響。</li></ul></li></ul> <p>【対応策】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>自家発電設備や防消火設備等の防災設備や防災体制を整備。災害の影響を最小限に止める対策を実施するとともに、ガス導管の耐震化など供給設備や製造設備等の耐震性等のレジリエンス性向上を図り、災害によるガス事業への悪影響を最小化。</li><li>気温の上昇(慢性)に伴い、暖房・給湯需要減少によるガス販売量の減等、エネルギー事業への悪影響。</li></ul> <p>【対応策】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>高効率空調や電力のピークカットに資するガスヒートポンプ等の製品・サービスにより、エネルギー事業への影響を最小化。加えて、徹底したコストダウンの推進。</li></ul> <ul style="list-style-type: none"><li>原料調達支障のリスク<ul style="list-style-type: none"><li>輸入先の生産設備・液化設備での操業上のトラブル、LNG運搬上のトラブル等による長期間の調達支障</li></ul></li></ul> <p>【対応策】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>原料調達地域の分散化による安定的な調達体制の構築、受入基地の柔軟な運用。上流・中流事業等への出資によるバリューチェーンの強化。</li></ul> |



- 事業中止の判断基準：
  - 開発を目指す技術の社会的意義や優位性が著しく失われた場合、または企業運営の継続が危ぶまれる場合には、事業の中止を判断する。