

# 事業戦略ビジョン

実施プロジェクト名：ナフサ分解炉の高度化技術の開発／アンモニア燃料のナフサ分解炉実用化

実施者名：双日マシナリー株式会社、代表名：代表取締役社長 松本幸久

---

(コンソーシアム内実施者：三井化学株式会社（幹事会社）、丸善石油化学株式会社、東洋エンジニアリング株式会社)

# 目次

## 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

# 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

## カーボンニュートラルを背景に、石油化学産業のアンモニア燃料への転換が急拡大すると予想

### 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）

人間は、“本源的欲求”として、**より便利で快適な生活**を求め続ける

➡ 衣食住の消費財・耐久財を構成する素材に対するQCDのニーズ

（経済面）

金融市場は、**豊かさと環境との調和の両立**を求め始めている

➡ ESG投資の高まり、ダイベストメント（高環境負荷事業からの撤退）

（政策面）

**地球温暖化対策**は世界的に喫緊の課題であり、避けて通れない

➡ 石油・ガスを燃料とする石油化学業界に対するCO2排出量削減要請

（技術面）

熱源の電化よりも、**燃料のアンモニア転換**の方が日本にとって現実的な解

➡ 石炭火力混焼実証の進展、再エネ開発の困難さ（地理的制約等）

● 市場機会：

石油化学プラントの**エネルギー源の脱炭素化**

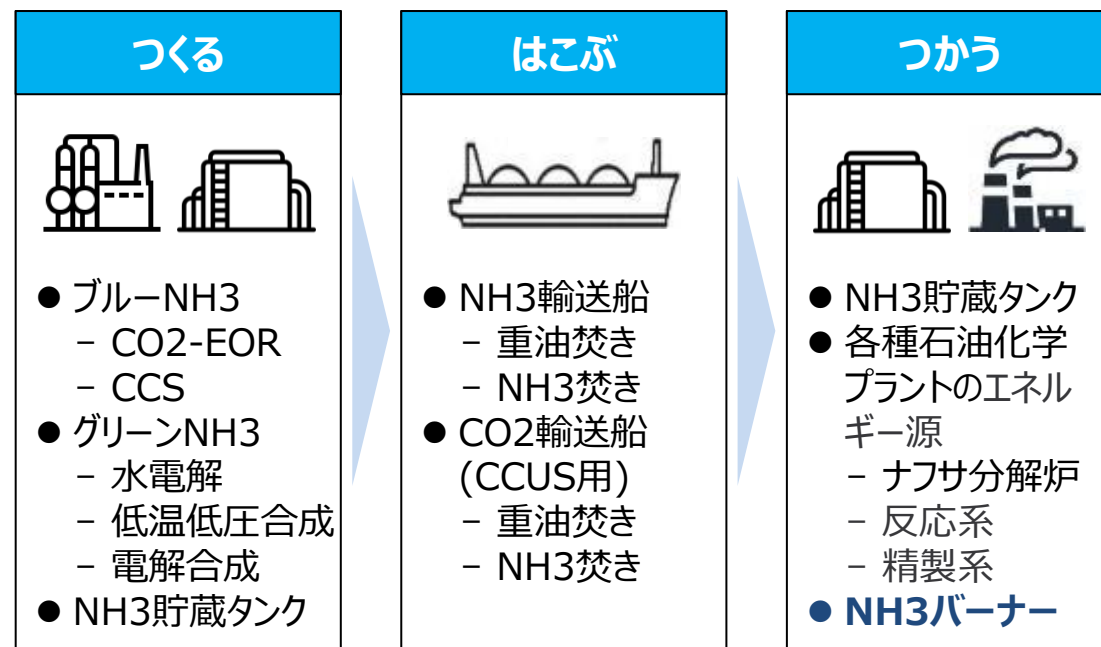
エチレン分解炉下流設備への展開も見込まれる

● 社会・顧客・国民等に与えるインパクト：

石油化学プラントのCO2排出量 = **年間7,890万トン**

※ 産業部門のCO2排出量の約 25%

### 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



**石油化学産業の脱炭素化と経済性の確保の両立  
(社会実装)を志向**

# 1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

## 石油化学産業のエネルギー消費のうち日本のナフサ分解炉をターゲットとして選定

### セグメント分析

燃料アンモニアへの転換が進みやすく、且つ、潜在需要の規模が大きい

**日本のナフサ分解炉**をターゲットに選定

- 再エネの電力価格が安価な地域では電化が進むと想定
- 一方日本は、再エネが高コストである上に地理的制約もあるため、電炉よりも燃料アンモニアが主流となると想定

石油化学産業の熱源別×地域別の燃料アンモニア転換の親和性

		欧州	中東 アフリカ	北米 南米	アジア	日本
熱源の規模 ↑ ナフサ分解炉 精製系 反応系 圧縮系 輸送系 ↓ 小	ナフサ分解炉	電化	電化	電化	NH3	NH3
	精製系	電化	電化	電化	NH3	NH3
	反応系	電化	電化	電化	NH3	NH3
	圧縮系	電化	電化	電化	NH3	NH3
	輸送系	電化	電化	電化	NH3	NH3

### ターゲットの概要

日本のナフサ分解炉用の燃料アンモニアの潜在需要は年間約**650万トン**

- エチレンプラント生産能力1トンあたり必要となる燃料アンモニア：  
1.08トン(100%専焼ベース)【①】
  - エチレンプラントの生産能力：616万トン(定修考慮ベース)【②】
  - 燃料アンモニア年間需要：①×②＝665万トン
- ※ 2050年までに全ての分解炉の燃料がアンモニア転換される想定

双日マシナリーの目標シェア：現在30%と推測する分解炉用バーナの業界占有率をアンモニア転換に合わせて**60%超**まで引き上げる（2050年）

【参考】日本のエチレンプラントの生産能力(定修考慮ベース)※五十音順

出光興産	99.7	東燃化学	49.1
ENEOS	40.4	丸善石油化学	48.0
大阪石油化学	45.5	三井化学	55.3
京葉エチレン	69.0	三菱ケミカル	48.5
昭和電工	61.8	三菱ケミカル旭化成エチレン	49.6
東ソー	49.3	合計	616.2

※ 青字は双日マシナリー納入先（一部を含む）

# 1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル

## 現事業の深耕による継続性のある事業価値とカーボンフリーという新たな高付加価値の提供

### 社会・顧客に対する提供価値

#### ナフサ分解炉の脱炭素化 及び 経済性の両立

- CO2削減目標：  
2050年までにゼロ
- カーボンプライシングを考慮した  
エチレン製造コスト：  
現行化石燃料に迫る

【参考】カーボンプライシングの見通し  
(Source : IEA)

- 2025年： 75 USD/ton
- 2030年： 130 USD/ton
- 2040年： 205 USD/ton
- 2050年： 250 USD/ton

### ビジネスモデルの概要と研究開発計画の関係性

炭素＝C 炭素と水素が化合して様々な炭化水素となるが、組合せは無限に近く、更にそれらが交じり合うことで燃料組成割合も無限大になる。これらを対象として燃焼機器を設計する必要があり、副生ガスの利用を前提とする化学プラントに於いては全く同じ組成の設計燃料は二つとなく、これこそが最大の特徴であり最大の難関となっており、これに都度対応可能な技術力と経験が求められる。  
この様な多種多様の燃料組成を数多く経験していなければ、設計対応可否と共に事業受託の判断を下すことは出来ず、顧客も新規採用に於いては経験と実績に裏打ちされた提案でなければリスクの許容は認められない。

ナフサ分解炉用バーナ（プロセスバーナ）ビジネスは上述の如くその特異性からサプライヤーの新規参入や変更が困難であり、その事業の継続性と模倣困難性に依って顧客に対して最大化された価値の提供が可能となっている。模倣困難性とは、オリジナリティがあり、その会社だからこそできるビジネスでもある。  
本ビジネスモデルは、取引実績に基づく現事業の深耕による顧客ニーズ引き出しと関係強化であり、データの蓄積と活用によって事業の最適化・高効率化を追い求めながら技術と機器を提供する収益構図にある。

当該研究開発計画はビジネスモデル継続の延長線上にあると考えられ、今迄の経験と実績と成功体験に基づき、カーボンフリー燃料という未踏の新たな領域に対応するナフサ分解炉用バーナを従来同様の手法で開発し、標準化にも取り組みながら脱炭素化という新たな価値を顧客に提供する。  
炭化水素燃料をカーボンフリー燃料に切り替えることにより、ナフサ分解炉で燃焼時に発生するCO2を限りなくゼロに近づけ、2050年のカーボンニュートラルの実現に向けた道筋を付ける。  
又、標準化を図ることで早期の社会実装を可能にする。

# 1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル（標準化の取組等）

## 標準化を活用しアンモニア燃焼技術でのルール形成を推進

### 標準化を活用した事業化戦略（標準化戦略）の取組方針・考え方

- 1- アンモニア燃料のナフサ分解炉の標準化
  - 様々なタイプの分解炉へのアンモニア燃焼バーナ適用・普及を視野に入れ、設計に必要な種々バーナ運転データ・運転ノウハウを蓄積しライセンス化を図る。
  - 早期の社会実装化及び普及促進を念頭に置き、アンモニア燃焼バーナの仕様及び意匠を既存バーナに合わせる標準化を図る。
- 2- ナフサ分解炉用アンモニア燃焼技術の普及拡大
  - アジア等の新興国への日本の先進開発技術の海外展開及びライセンス供与をバーナの技術開発を通じて貢献する。

### 国内外の動向・自社の取組状況

#### （標準化や規制の動向）

- ナフサ分解炉の脱炭素化は電化炉で欧米で5つのグループが開発中である。
- 水素燃焼においては欧州のライセンサーで開発中である。
- いずれもナフサ分解炉のライセンス技術を保有する技術ライセンサーを中心にエネルギー転換技術開発が進められている。
- 一方アンモニア燃焼バーナの開発は報告が見られない。

#### 標準化の2軸

- ① **バーナの標準化(普及促進のため出来うる範囲での仕様、意匠の共通化を図る)**
- ② **CFAAで活動中の燃料アンモニアの定義、技術・安全における国際標準検討活動と連携する。**

本事業期間におけるオープン戦略（標準化等）またはクローズ戦略（知財等）の具体的な取組内容（※推進体制については、3.(1)組織内の事業推進体制に記載）

### 標準化戦略

- ナフサ分解炉用アンモニア燃焼技術のパッケージ化及びライセンス普及にバーナの技術開発で貢献する。



# 1. 事業戦略・事業計画／（4）経営資源・ポジショニング

## 国内唯一の分解炉用バーナサプライヤーの強みを活かして、燃料カーボンフリーという価値を提供

### 自社の強み、弱み（経営資源）

#### ナフサ分解炉の脱炭素化及び経済性の両立に対する提供価値

- CO2 排出の化石燃料に代わる新たなカーボンフリー燃料を用いる燃焼技術の研究開発
- 2050年までのナフサ分解炉の脱炭素化に必要なアンモニア燃焼バーナの提供
- 燃料カーボンフリー化でもオレフィン割合や収率を現行に近づける燃焼バーナの提供





#### 自社の強み

- 自社で所有する燃焼テスト設備に於いてアンモニアを投入したフルスケールでの安定燃焼、性能確認が可能
- 既存分解炉のバーナ取り付け寸法・形状を考慮したアンモニアバーナの個別設計が可能

#### 自社の弱み及び対応

- 工業炉用、産業用バーナメーカーとの協業検討

### 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	<ul style="list-style-type: none"><li>(現在) 国内外に豊富なナフサ分解炉用バーナの納入・運転実績を有している</li></ul>  <ul style="list-style-type: none"><li>(将来) 自社内に蓄積された運転データを活用したアンモニアへの燃料転換策は他社との差別化が図られ優位性が保てる</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>ナフサ分解炉用バーナの納入実績に基づく優良顧客基盤を有する</li></ul>  <ul style="list-style-type: none"><li>顧客基盤からアンモニアバーナのニーズを抽出し、ユーザーにとっての有用な価値を提供することで顧客基盤の拡大を図る</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>需要面から材料調達、加工、組み立て等の協力会社が限定されている</li></ul>  <ul style="list-style-type: none"><li>燃料アンモニアの普及が進み新規需要の発生により、関連産業も含めた国内経済への波及効果が期待される</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>双日グループとして脱炭素化に向けた取り組みを各種産業界と事業展開中</li></ul>  <ul style="list-style-type: none"><li>技術開発の状況を見極めつつ、燃料アンモニアとシナジーを持った他産業への事業展開の検討</li></ul>
競合海外A社	<ul style="list-style-type: none"><li>自国のエネルギー供給状況から燃料アンモニアの利活用及び研究開発は未着手と思われる</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>エネルギー資源が豊富で安価な水素の製造・供給が可能な国外ユーザー</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>国内には製造設備を有しておらず主に海外製の輸入であることから国内経済への波及効果は限定的</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>燃焼機器以外にも各種化学プラント向け機器及び設備の技術を所有する</li></ul>
競合国内B社	<ul style="list-style-type: none"><li>火力発電に於ける微粉炭混焼バーナの研究開発</li><li>小規模工業炉用バーナの研究開発</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>国内事業用火力発電所及び自家発電石炭火力ユーザー</li><li>国内工業炉ユーザー</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>国内に研究開発及び製造設備を有することから国内経済への波及効果は自社同様に期待できる</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>燃料アンモニアを利用した各種発電技術を所有する</li></ul>

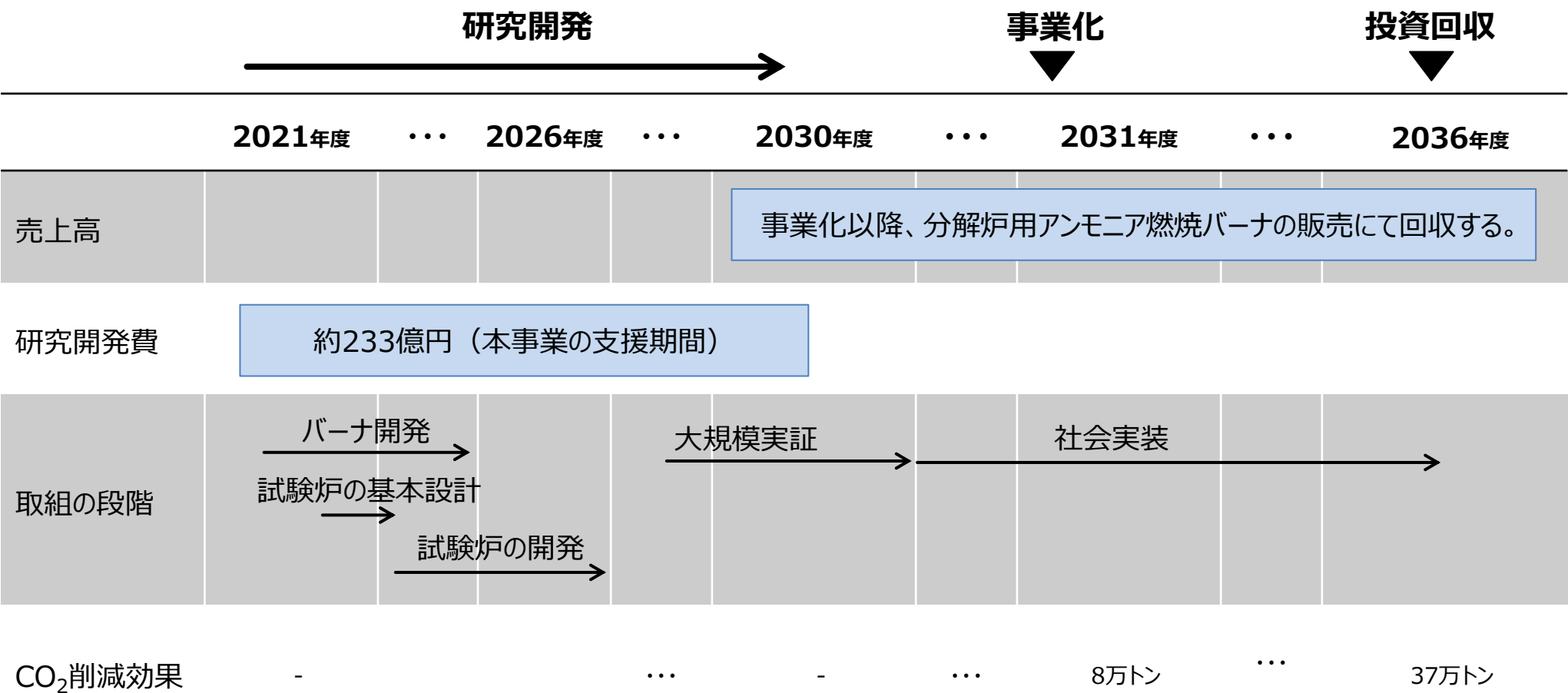


# 1. 事業戦略・事業計画／（5）事業計画の全体像

## 10年間の研究開発の後、2031年頃の事業化、2036年頃の投資回収を想定

### 投資計画

- ✓ 本事業終了後も、本研究開発技術を活用し、ナフサ分解炉の老朽更新に合わせて、水平展開していく。
- ✓ 2031年にまずは日本市場での導入を図り、2031年度には**2件**程度、2036年度には**4件**程度の6年累計6件のEPC受注を想定



# 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（設備投資・マーケティング）を見据えた計画を推進

	研究開発・実証	設備投資	マーケティング
取組方針	<ul style="list-style-type: none"><li>ラボからのスケールアップではなく従来の開発手法であるフルスケールでの実燃焼テストと反応性熱流体解析を組み合わせた開発・実証を進める方針</li><li>反応性熱流体解析を活用して最適な燃焼空気供給及び燃料噴射条件を探りながらNOx低減と火災安定を両立させる</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>研究開発・検証に不可欠な開発モデルでのアンモニア燃焼を可能とする既存燃焼テスト装置の改修に必要な設備投資を検討</li><li>当該補助事業も含めた2050年までの社会実装に向け、事業遂行・拡大能力を高める目的に工業炉燃焼器メーカーへ等への協業打診を模索する</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>商品化の段階に於いて既設分解炉のアンモニア燃焼バーナへの更新需要にも対応することで（ユーザー毎の個別設計）社会実装化の速度を速める</li></ul>
進捗状況	<ul style="list-style-type: none"><li>方針に沿った開発手法で火災安定性とNOx低減の両立が図られている</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>社会実装を広げるためには他産業界の燃焼機器メーカーとの技術交流や協業が必要となるため、取組方針の協議を検討する</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>早期の社会実装を実現する上では既存設備の改造範囲を最小限にすることが重要となるため、バーナの意匠、取り扱いについての検討を行った</li></ul>
国際競争上の優位性	<ul style="list-style-type: none"><li>国外サプライヤーは現時点では自国のエネルギー政策及び内需からアンモニア燃焼バーナ開発には未着手</li><li>分解炉の新設計画が見込めるASEANへの展開を想定し、日本の製造技術を標準化することで需要獲得の可能性を高める</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>分解炉用アンモニア燃焼バーナを国外サプライヤーに先駆けて研究開発・商品化することで、国際競争上の優位性を保つ</li><li>標準化に伴う生産効率の向上及び事業投資に於けるスケールメリットの効果に依ってコスト面に於いても国際競争上の優位性を保つ</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>国外サプライヤーは原則、既設炉の個別設計は非対応</li><li>既設分解炉の更新需要に個別設計で対応する事に依り、国際競争上の優位性を保つ</li></ul>

## 主に陸上モビリティ用途

テーマ、キーワード

【水素】 FC Stack・MEA製造設備

【水素】 FC Stack販売(FCトラック・Forklift用途)

【アンモニア】 尿素SCRホース

【アンモニア】 アンモニア燃料電池(ニッケル触媒)

## 主に船用モビリティ用途

テーマ、キーワード

【水素】 水素燃料船向け液体水素ポンプ

【アンモニア】 N<sub>2</sub>O、アンモニア分解触媒の船用分野への展開

【アンモニア】 アンモニア脱水素触媒の船用分野への展開

【アンモニア】 アンモニア漏洩検知器

【アンモニア】 ガスコンバッションユニット(GCU)

【アンモニア】 アンモニア燃料船用再液化装置

【アンモニア】 アンモニア運搬船用再液化装置

【水素】 水素バーナー販売

【水素】 水素燃料船用水素熱交換器

【水素】 水素検知器、水素濃度計

## 主に産業インフラ用途

テーマ、キーワード

【アンモニア】 低NO<sub>x</sub>プロセスバーナー開発

【水素】 水素製造インフラ関連設備(下記)の取扱い

- ✓ 水素プラント、小型水素発生装置
- ✓ 小型水素発生装置
- ✓ 水素液化機
- ✓ 圧縮機(大型、中型)
- ✓ 液体水素タンク

【水素】 水素担体(吸着・脱着)開発  
(常温・常圧での水素輸送・貯蔵)

【水素・メタン】 メタネーション用途熱交換器  
(高温・高圧対応)

1. 事業戦略・事業計画／（7）資金計画

国の支援に加えて、4社合計67億円規模の自己負担を予定

	21年度	...	30年度	...	35年度
事業全体の資金需要	約233億円（4社合計）				<p>30年度までに、ナフサ分解炉用のアンモニアバーナ及び、同バーナを用いた分解技術確立し、標準化を図る。</p> <p>本研究開発技術を活用し、ナフサ分解炉の老朽更新に合わせて、水平展開するとともに、類似分解炉、改質炉への展開も図る。</p> <p>さらに、本研究開発技術を標準化することで、国内のみならず、アジアのナフサ分解炉のカーボンニュートラル化に貢献する。</p>
うち研究開発投資	約233億円（4社合計）				
国費負担※ （委託又は補助）	約166億円（4社合計）				
自己負担	約67億円（4社合計）				

※インセンティブが全額支払われた場合

## 2. 研究開発計画

## 2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

# アンモニア燃料のナフサ分解炉実用化というアウトプット目標を達成するために 必要な複数のKPIを設定

### 研究開発項目

#### 1.アンモニア燃料のナフサ分解炉実 用化

### 研究開発内容

- 1

ナフサ分解炉に適用可能なアンモニアバーナの開発 (Step-1)
- 2

アンモニアバーナに対応したナフサ分解炉（試験サイズ）の基本設計 (Step-1)
- 3

アンモニアバーナに対応したナフサ分解炉（試験サイズ）の開発(Step-1)
- 4

ナフサ分解炉（数万トン/年規模）の実証（Step-2）

### アウトプット目標

メタンを主成分とする燃料をアンモニアに切り替えることにより、ナフサ分解炉で発生するCO<sub>2</sub>を限りなくゼロにする。2030年にはアンモニア専焼の商業炉での実証を目指す。2050年のカーボンニュートラルの実現に向けた道筋を付ける。

### KPI

- (a)アンモニア燃焼比率：80% → 100%

(b)NOx値：1,400ppm以下

ナフサ分解炉用バーナの開発は関係性が相反する

上記 2指標の達成施策とバランス取りが重要になると考える
- ①で開発したバーナの性能に基づき、試験炉が実現可能かつ性能を満たす設計（形状、管配列、バーナ配列など）になっていること
- 試験炉を運転し所定の性能（エチレン生産量、収率、NOx濃度など）を達成すること
- 数万トン/年規模の分解炉の運転をし、設計条件に合致した運転結果となること

### KPI設定の考え方

- a. 安定燃焼が難しいアンモニアで如何にナフサ分解に適した火炎形状を形成すべきか、まずは混焼から始め、80%を達成レベルとし、アンモニア専焼を目指す

b. 既存脱硝技術(脱硝率93%)で大気汚染防止法100ppmの達成可能上限値を1,400ppmと試算。以降は経済合理性を目的に低減する
- 研究開発内容③（試験炉の開発）の実施の判断材料として設定。物理的に実現可能、かつ、性能を満たす設計となっているかは通常的设计手法によって確認される。
- 分解炉全体の試験炉サイズでの運転を確認するものとし、具体的な数値は設計時に設定する
- 数万トン/年規模の分解炉の運転実証。具体的な数値は設計時に設定する

注）アンモニア燃焼比率は、容積比率  
Nox値は、DryBase O2 6%換算値

## 2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

### 各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)	
1	ナフサ分解炉に適用可能なアンモニアバーナの開発（Step-1）	a. アンモニア燃焼比率 80～100% b. NOx値(バーナ) 1,400ppm以下	a. 工業炉用バーナの燃焼比率は20%程度 b. 既存分解炉バーナでアンモニア燃焼比率50%の場合5,000ppm	a. アンモニア燃焼比率80%～100% (TRL4) 変更なし b. 1,400ppm未満 (TRL4) 変更なし	a. ガスチップの形状、噴射角度、設置位置、数量の組み合わせを検討し、安定燃焼に寄与する混合燃料を段階的に減らしながら目標達成を図る b1. 多段燃焼方式（空気 / 燃料）による燃料過濃燃焼で高い当量比を設定し、NOx値を低下をさせる b2. NOx生成域の推測と生成抑制を高めるバーナ設計に反応性熱流体解析を用いてNOx低減を図る	実装計画及びCNの実現可能性を高める為に混焼を選択肢の一つとして研究開発を進める（80%）
2	アンモニアバーナに対応したナフサ分解炉（試験サイズ）の基本設計（Step-1）	試験炉が実現可能かつ性能を満たす設計（形状、管配列、バーナ配列など）になっていること	アンモニアを燃料とするナフサ分解炉はこれまでなく、バーナ特性に合わせた設計が必要	試験炉の基本設計の完了 (TRL5) 変更なし	上記①で取得したデータに基づき、通常実施している炉の設計手法にて下記含めた炉の形状を決定する - 分解炉の形状（対流部含む） - バーナ及び分解炉管の配列 - 脱硝装置サイズ検討	開発されたバーナの特Ⓐ性によっては、炉の設計に課題が出る可能性がある（80%）
3	アンモニアバーナに対応したナフサ分解炉（試験サイズ）の開発（Step-1）	試験炉を運転し所定の性能（エチレン生産量、収率、NOx濃度など）を達成すること	アンモニアを燃料とするナフサ分解炉はこれまでなく、分解炉としての特性や性能の確認が必要	試験炉による性能の確認 (TRL5) 変更なし	上記②で設計した試験炉の運転を行い性能を確認する	各種運転ケースを含めた性能の確認が必要となる（70%）
4	ナフサ分解炉（数万トン/年規模）の実証（Step-2）	数万トン/年規模の分解炉の運転をし、設計条件に合致した運転結果となること	アンモニアを燃料とする分解炉はこれまでなく、大型炉による実証が必要	数万トン/年規模炉による性能の実証 (TRL7) 変更なし	Step-1の結果を踏まえて数万トン/年規模炉の設計・建設および運転を実施し、性能を確認する。	大型化への対応において技術課題が顕在化する可能性がある（60%）



## 2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

### 各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

#### 研究開発内容 直近のマイルストーン

1

ナフサ分解炉に適用可能なアンモニアバーナの開発 (Step-1)

KPI :

a. アンモニア燃焼比率 :  
80% → 100%

b. NOx値: 1,400ppm以下

マイルストーン:  
壁バーナの開発終了



2

アンモニアバーナに対応したナフサ分解炉（試験サイズ）の基本設計 (Step-1)

KPI :

開発したバーナの性能に基づき、試験炉が実現可能かつ性能を満たす設計（形状、管配列、バーナ配列など）になっていること

マイルストーン:

- a. 分解炉形状（対流部含む）
- b. バーナ及び分解炉管の配列
- c. 脱硝装置サイズ検討



#### これまでの（前回からの）開発進捗

壁バーナの燃焼テストを実施し、下表のような結果を得た。

表 壁バーナの燃焼テスト結果

壁バーナ タイプ	アンモニア 燃焼比率	NOx値 [ppm] (O2 6%換算)	火炎 安定性
既存従来型	50%	約5,000	良好
従来改良型	70～80%	約4,200～3,700	良好
Low NOx型	50～80%	約3,750～1,825	良好

すべての燃焼テストにて、未燃アンモニア、N2Oは未検出。  
なお、床バーナの燃焼テストは、23年度から着手予定。

アンモニアバーナ開発が、同時平行にて進められるため、炉の設計に必要なバーナ性能情報が無いものの、マテリアルバランス・プロセスフローダイアグラムを作成し、試験炉の基本設計・外形図の作成を実施。  
なお、分解炉管形状は、エチレン生産量約1万トン/年規模となるよう決定。

23年度に研究開発①で得られたデータを基に、試験炉の設計見直し作業を実施するため、22年度はバーナ及び対流部のチューブを追加設置できるスペースを考慮するなど、設計変更が実施されることを前提とした試験炉の設計を実施中。

#### 進捗度

自己評価：○

（理由）  
アンモニア燃焼比率80%達成。バーナ改良により、NOx値1,400ppm達成見込  
今後、更に開発を継続し燃焼比率増加とNOx低減を図る。今後、床バーナも同様の開発手法で目標達成を目指す。

自己評価：○

（理由）  
計画スケジュール通り進行中のため。

## 2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

### 個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

#### 研究開発内容 直近のマイルストーン

1  
ナフサ分解炉  
に適用可能  
なアンモニア  
バーナの開発  
(Step-1)

KPI :  
a. アンモニア燃焼比率 :  
80% → 100%  
b. NOx値: 1,400ppm以下  
マイルストーン:  
壁バーナの開発終了



#### 残された技術課題

1) NOx値1,400ppm以下の達成  
2) 更なるNOx値の低減に向けた技術開発  
3) バーナ燃焼量増加時 (0.224MMkcal/h  
以上)のKPI達成  
4) 火炎の安定性を維持し、未燃アンモニアを  
生成させない  
5) 炉内低温時の火炎安定性とNOx性能確認  
6) 床バーナの燃焼量は壁バーナ比で約10倍と  
なるが同様の火炎安定性能、アンモニア燃焼  
比率、NOx性能の達成



#### 解決の見通し

1) 2) 3) ガスチップポートのデザイン変更 (サイズと角度と数)  
により、高当量比を設定し、更なるNOx低減効果を高めること  
で解決出来る見通し  
4) ガスチップポートのデザイン (サイズと角度と数) とバーナタイ  
ルの形状変更によって、火炎安定性を高めることで解決出来る  
見通し。また、炉内温度 (1,150℃) の雰囲気下では、未燃  
アンモニアが検知されない  
5) 炉内低温度での燃焼テストにて性能を確認する  
6) 壁バーナの開発手法を踏襲しながら、新たなNOx低減アプ  
ローチを取り入れ研究開発を進める

2  
アンモニアバー  
ナに対応した  
ナフサ分解炉  
(試験サイ  
ズ)  
の基本設計  
(Step-1)

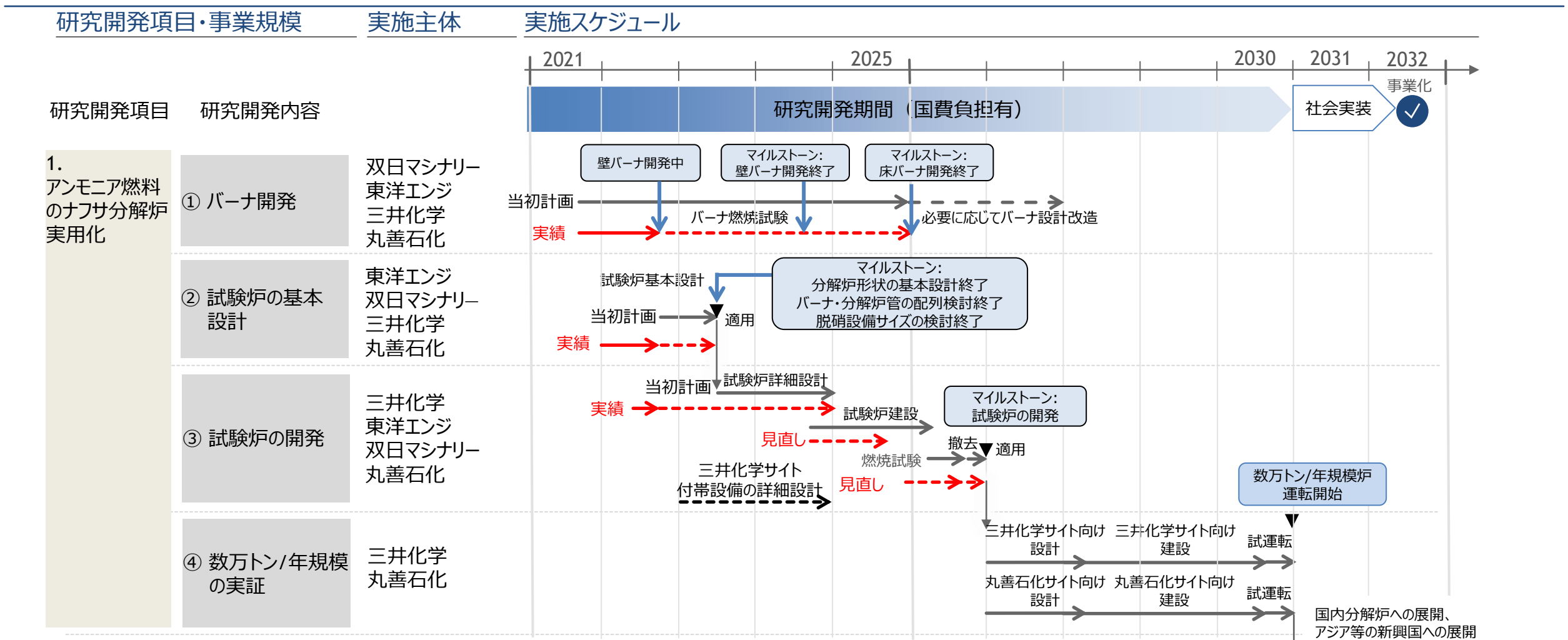
KPI :  
開発したバーナ性能に基づ  
き、試験炉が実現可能かつ  
性能を満たす設計 (形状、  
管配列、バーナ配列など)  
になっていること  
マイルストーン:  
a. 分解炉形状 (対流部含む)  
b. バーナ及び分解炉管の配列  
C. 脱硝装置サイズ検討

バーナ開発が実行中であり、分解炉から排出さ  
れるNOx値が、大気汚染防止法要求である  
100ppmの達成可否及び設置する脱硝設備  
が現実的かどうか未確認

アンモニアバーナから排出されるNOx 値が1,400ppm以下を  
達成できれば、分解炉に設置できる脱硝効率93%程度の脱  
硝設備で100ppmを達成することは可能であり、脱硝設備も  
炉に設置できる大きさであることは脱硝設備ベンダーに確認済  
  
今後、バーナから排出されるNOx値の確定後、設計した試験  
炉設計情報を基に脱硝設備ベンダーとの協議を開始し、具体  
的な脱硝設備の設計を実施していく

2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール

複数の研究開発を効率的に連携させるためのスケジュールを計画



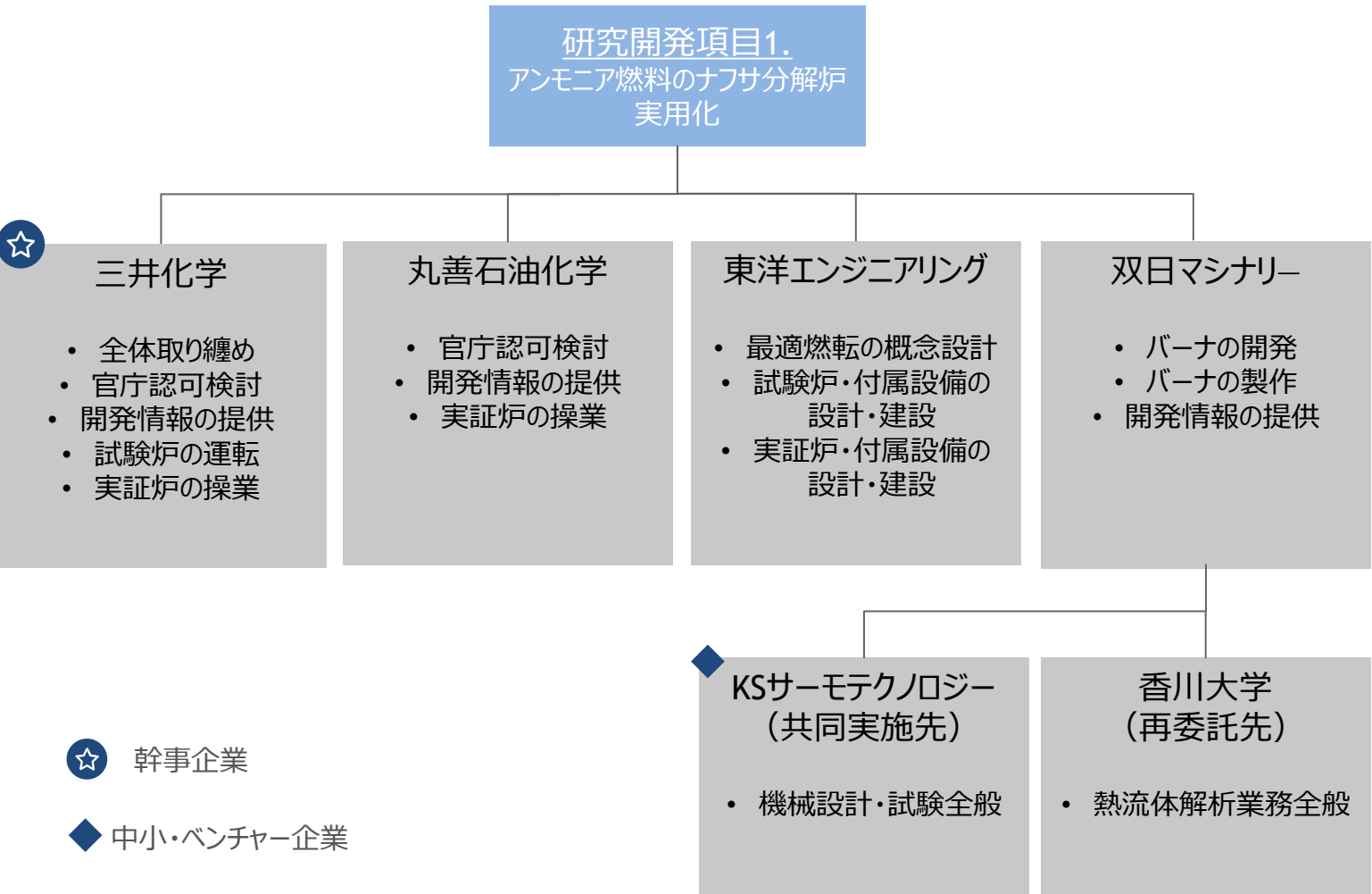
社会実装のために要望する支援策

- ①他の分解炉に展開(新設・改造)するための補助金事業
- ②大量のアンモニア供給のためのサプライチェーン整備に関する支援
- ③余剰となるメタン処理技術の開発・実装、ガス供給会社との連携に関する支援

## 2. 研究開発計画／（4）研究開発体制

### 各主体の特長を生かせる研究開発実施体制と役割分担を構築

実施体制図



各主体の役割と連携方法

#### 各主体の役割

- 研究開発項目 1 全体の取りまとめは、三井化学が行う
- 三井化学は、官庁認可検討、開発情報の提供、試験炉の運転、実証炉の操業を担当する
- 丸善石油化学は、官庁認可検討、開発情報の提供、実証炉の操業を担当する
- 東洋エンジニアリングは、最適燃転の概念設計、試験炉・付属設備の建設・設計、実証炉・付属設備の設計・建設を担当する
- 双日マシナリーは、バーナの開発、バーナの製作、開発情報の提供を担当する

#### 研究開発における連携方法

- マネジメントレベルで定期的に会合を実施
- 実務レベルにおいても定期的に打ち合わせを実施し、進捗、課題の共有、課題解決を行い、協力して開発を進めていく。また、定例打ち合わせに限らず、必要に応じてタイムリーにコミュニケーションを図っていく
- 各研究開発内容実施中、各社はそれぞれの持つ開発に資する情報を適宜共有し、期間全体において各々の持つ優位性で開発に貢献する

#### 中小・ベンチャー企業の参画

- 中小企業であるKSサーモテクノロジーが本研究開発に参画

## 2. 研究開発計画／（5）技術的優位性

### 国際的な競争の中においても技術等における優位性を保有

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
1. アンモニア燃料のナフサ分解炉実用化	① ナフサ分解炉に適用可能なアンモニアバーナの開発	双日マシナリーは下記を有している <ul style="list-style-type: none"><li>ナフサ分解炉用バーナの納入実績（33案件、延べ台数／床バーナ2,000台以上、壁バーナ4,000台以上）</li><li>エチレンプラントライセンスとの協業実績多数（Lummus, KBR, Technip）</li><li>ナフサ分解炉用床バーナ、壁バーナそれぞれの開発に適したアンモニア燃焼テスト設備を設計・製作し2炉有する</li></ul>	→ <ul style="list-style-type: none"><li>国内外のナフサ分解炉に多数の納入・長期間に渡る運転実績を有する（優位）</li><li>ライセンスとの協業に基づく、分解炉用バーナ意匠への精通、適した火炎形状の理解（優位）</li><li>自社設備にてナフサ分解炉用バーナの燃焼テストが可能（優位）</li><li>海外に設計・製作拠点を有していない（リスク）</li></ul>
	② アンモニアバーナに対応したナフサ分解炉（試験サイズ）の基本設計	東洋エンジニアリングは下記を有している <ul style="list-style-type: none"><li>エチレンプラントの建設実績（新設47基、改造/能増48基）</li><li>加熱炉の設計・建設実績（約1,000基）</li></ul> 双日マシナリーについては①と同じ	→ <ul style="list-style-type: none"><li>エチレンプラント建設実績に基づくナフサ分解炉への技術的理解および業界認知度（優位）</li><li>加熱炉設計・建設実績に基づくノウハウ（優位）</li><li>電炉など他の代替熱源利用技術の普及（リスク）</li></ul>
	③ アンモニアバーナに対応したナフサ分解炉（試験サイズ）の開発	三井化学は下記を有している <ul style="list-style-type: none"><li>エチレンプラント及び分解炉の長年の運転実績から、分解炉の運転実証に必要な運転技術及び経験</li><li>アンモニア製造プラントを保有しており、製造・貯蔵に関する長年の実績</li></ul> 双日マシナリーについては①、東洋エンジニアリングについては②と同じ	→ <ul style="list-style-type: none"><li>エチレンプラントを63年間、アンモニアを52年間に渡る豊富な運転実績を有する（優位）</li><li>能力2万トンから8万トン規模と幅広い分解炉の運転実績を有する（優位）</li></ul>
	④ ナフサ分解炉（数万トン/年規模）の実証	丸善石化は下記を有している <ul style="list-style-type: none"><li>エチレンプラントを50年以上操業しており、ナフサ分解炉での実証に必要な運転ノウハウや経験</li></ul> 三井化学については③と同じ	→ <ul style="list-style-type: none"><li>千葉の同エリアに2基のエチレンプラントを保有しており、ナフサ分解炉に関する知見が豊富で運転技術を確認している。（優位）</li><li>多くの分解炉が設置されており、社会実装に向けて専焼・混焼といった多面的な展開が可能である。（優位）</li></ul>

・ 上記は各研究開発内容で主な部分を担当する実施者について記載しているが、各社はそれぞれの持つ開発に資する情報を適宜共有し、研究開発期間全体において各々の持つ優位性で開発に貢献する。

# 3. イノベーション推進体制

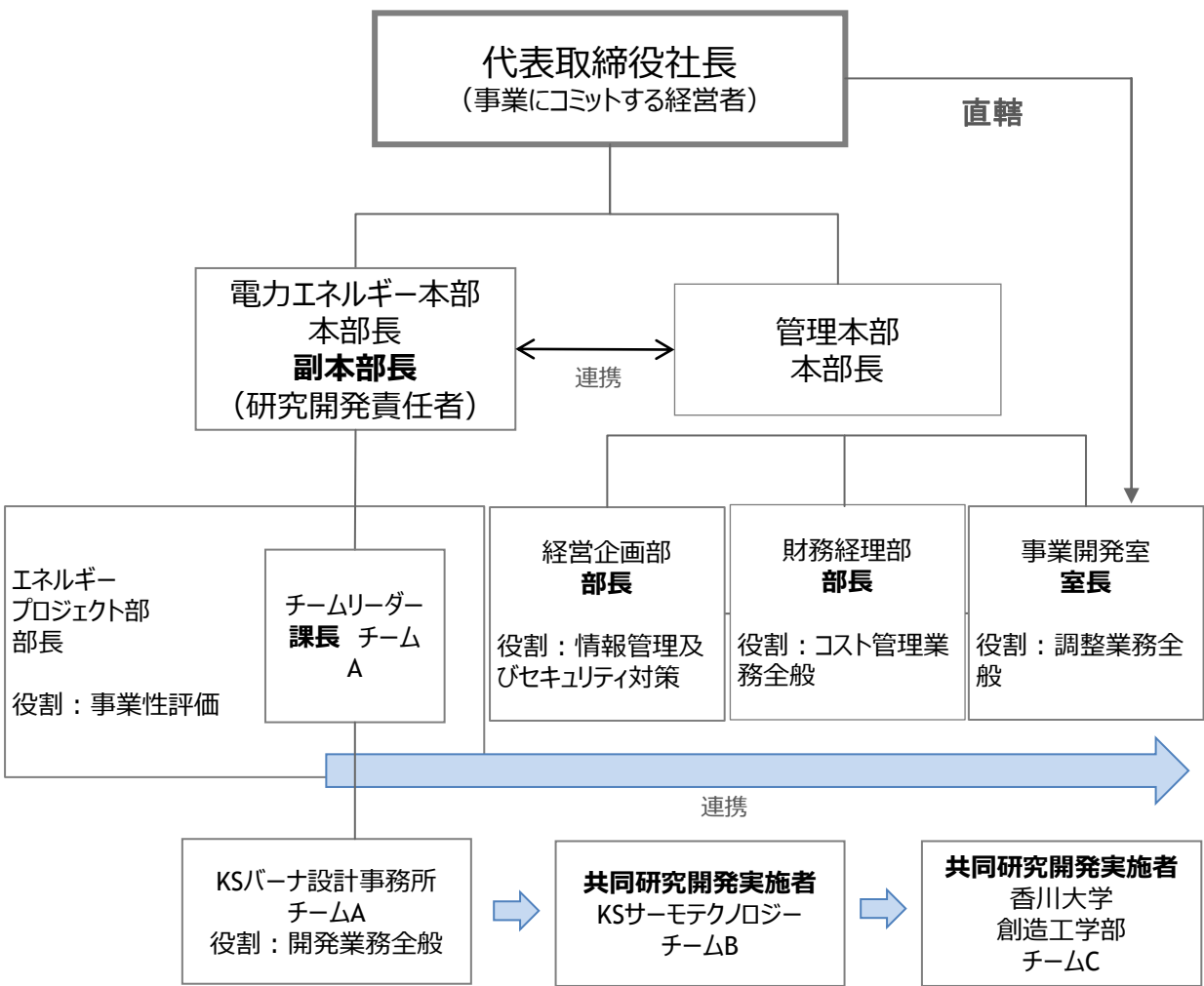
(経営のコミットメントを示すマネジメントシート)



### 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、専門部署に複数チームを設置

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
  - 副本部長：開発者の管理・調整及び事業性の評価を担当併せて標準化戦略担当を兼務
- 担当チーム
  - チームA：研究開発、技術開発全般を担当
  - チームB：機械設計・燃焼試験全般を担当
  - チームC：熱流体解析業務全般を担当
  - 事業開発室：チームリーダーが推進する社内各部門の横断・調整業務の支援

#### 部門間の連携方法

- 連携①：定期的にチーム間会議を開催し、情報・認識の共有を図ると共に進捗確認と各課題に対する方針決定を行う
- 連携②：毎月の本部定例会議にて、経営陣に対して進捗と個別課題の報告を行う



### 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

#### 経営者等による脱炭素社会実現に向けた事業への関与の方針

<b>リーダーシップの発揮</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>● 当該事業を、双日グループの脱炭素として取り組むサステナビリティ チャレンジの一つに位置付ける</li><li>● 事業の取組み推進を判断し、アウトプット目標・KPIの達成に向け双日グループ内でのリーダーシップも発揮し、必要であればグループ間横断も選択肢の一つとして取り組む<ul style="list-style-type: none"><li>■ 本部の垣根を外した脱炭素事業の課題に取り組むタスクホースを組成</li></ul></li></ul>
<b>モニタリングの徹底</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>● 経営会議 ／ 戦略会議（原則、月次で開催）／ 取締役会<ul style="list-style-type: none"><li>✓ 経営層が定期的に事業進捗を把握する仕組みを構築</li><li>✓ 経営層が、事業の進め方・内容に対して、適切なタイミングで指示・判断を下す</li></ul></li><li>■ 月次本部会議の場に於いて進捗状況を報告の上で課題も含めた情報共有が図られている</li></ul>
<b>評価・報酬への反映</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>● 当該事業の対応は同事業を推進する組織の組織目標に含まれており、研究開発の進捗と成果に応じて、事業開始以降の当該組織の組織・個人評価に反映される仕組みとなっている<ul style="list-style-type: none"><li>■ 2022年度上期の組織・個人評価に反映</li></ul></li></ul>
<b>事業の継続性確保</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>● 経営層が交代する場合にも事業の継続が担保されるよう、後継者への引継ぎ内容に当該事業の確実な履行を謳う<ul style="list-style-type: none"><li>■ 適切に遂行中</li></ul></li></ul>

### 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

#### バーナ事業の脱炭素に向けた位置づけ

- 経営戦略における事業の位置づけ

**<当社企業理念より抜粋：当社Websiteより>**

今回の新型コロナウイルス感染症の拡大により、その重要性が強く

認知されている『SDGs(持続可能な開発目標)』の17の目標の中で特に目標7番『エネルギーをみんなにそしてクリーンに』、8番『働きがいも経済成長も』、9番『産業と技術革新の基礎を作ろう』、13番『気象変動に具体的な対策を』を当社の具体的な目標として意識しつつ、持続的な成長を実現して事業価値を向上させ、ステイクホルダーの皆様のご期待にそえる会社を目指します。



当社企業理念に基づき当社は複数の環境関連ビジネスに注力中。

その中でもトレーディングのみならず、製造業として事業推進しているバーナ事業の脱炭素取り組みに繋がる当該事業を重要な事業の一つとして位置づけている。

当社ニュースリリースでは製造業の顧客各社が抱えるカーボンニュートラル化の課題に向けて脱炭素化設備の導入ノウハウ提供などの取り組み支援を広く情報発信しています。将来的にはバーナ事業をこの支援策に加え、社会への提供価値向上を図ります。又、双日(株)ではマレーシア・ジョホール州における水素・アンモニアを活用した脱炭素社会実現に向けた事業化調査への着手をニュースリリースするなど双日グループとして情報発信に取り組んでいます。

### 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

<b>実施体制の柔軟性確保</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>● 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、開発体制や手法等を見直す</li><li>● チームリーダーの判断の下、各部門と調整の上、追加的な人財・資金投入を行う</li><li>● 社内や部門内の経営資源に拘らず、目標達成に必要であれば、躊躇なく外部リソースを活用する</li></ul>
<b>人財・資金の投入方針</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>● 国費負担以外でカーボンフリー燃料バーナの開発を目的とする設備投資を行う</li><li>● 短期の収益指標に左右されず、研究開発のスピードアップに必要な設備投資を継続する</li><li>● 研究開発後の社会実装に向けて他業種燃焼機器サプライヤーへの出資を検討する</li></ul>
<b>タスクフォースの設置</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>● 経営直轄で社内の水素・アンモニア事業を取りまとめる事業開発室が、チームリーダーを支援することで、各部門横断での機動的な取り組み及び研究開発の遂行を可能とする</li></ul> <p>新たなカーボンニュートラル事業創出のタスクホース組成</p>
<b>若手人財の育成</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>● 将来のエネルギー・産業構造転換を見据え、当該産業分野を中長期的に担う若手人材に対して育成機会を提供する</li><li>● 必要に応じて、アカデミアの若手研究者やスタートアップ企業との共同研究を試みる</li></ul> <p>事業専任としてエンジニア1名を配属、香川大生との共同燃焼テスト実施</p>

## (参考) 双日グループのサステナビリティ チャレンジのご紹介

双日マシナリーは双日グループ中核会社として2050年に向けた長期ビジョン「サステナビリティ チャレンジ」実現に向けた取組みを推進

### 双日グループの「脱炭素」対応方針・目標

将来的な技術動向の見立てや、リスクと機会の精査を踏まえて、既存事業と、今後、新たに取り組む新規事業に分け、対応方針・目標を設定しました。

既存事業は国際的なCO<sub>2</sub>の排出定義（SCOPE）別に「削減目標」を策定、また、新規事業の取り組みにあたっては、脱炭素社会に向けた移行をグループの成長の「機会」と捉え、各種事業を積極的に推進します。

#### 【既存事業】

#### <SCOPE 1とSCOPE 2の目標>

SCOPE 1 とは、自社が石炭やガス等を直接燃焼して発生するCO<sub>2</sub>であり、SCOPE 2 とは、主に自社が使用する電力が発電される際に発生するCO<sub>2</sub>を指します。共に「自社の直接的なエネルギーの使用」に起因するCO<sub>2</sub>であり、双日グループの年間排出量は1百万トン前後です。下記、権益事業（SCOPE 3）の排出に比べ限定的ですが、双日の収益基盤の耐性を高めるためには、この脱炭素化も必要と考え、以下を目標とします。

SCOPE1+2	2030年までに6割削減、2050年までにネットゼロ <sup>*1</sup> (内、SCOPE2は、2030年までにネットゼロ <sup>*2</sup> )
石炭火力発電	現在保有無し。今後も保有しない

<sup>\*1</sup>、<sup>\*2</sup> 2019年度を基準年として、単体および連結子会社が対象。

(2021年3月の目標発表時は基準年を2018年度としていたが、2019年度に買収した環境負荷の高い海外製紙事業会社を「既存事業」に含めるべく、基準年を2019年度とした。)

証書などによるオフセットを含む。取り組みを加速するために、インターナルカーボンプライスの導入を検討しています。

#### <SCOPE 3（資源権益事業）の目標>

SCOPE 3 とは、主にサプライチェーン上の間接的なCO<sub>2</sub>排出を指します。商社は川上から川下まで広範なサプライチェーンを有しますが、現在、双日が保有する資源権益を、全て燃焼させた場合のCO<sub>2</sub>は約4億トンです。これは、前述の双日グループが直接使用するエネルギーからのCO<sub>2</sub>排出（SCOPE 1 + 2）の1百万トン前後を大きく上回り、資源権益への対応はより社会的な責任が高いと考えています。

このため、従来的一般炭権益の削減目標を前倒しするとともに、今回新たに石油権益、原料炭権益についても、以下の方針、目標を掲げます。尚、原料炭に関するビジネスにおいては、CO<sub>2</sub>削減に向けた回収や新製鉄法などの技術革新に伴う新たな事業機会にも、積極的に取り組みます。

#### <資源権益事業の目標>

一般炭権益	2025年までに半分以下、2030年までにゼロ <sup>*3</sup>
石油権益	2030年までにゼロ
原料炭権益	2050年までにゼロ

<sup>\*3</sup> 2018年を基準とした権益資産の簿価ベース。2019年5月に公表の「2030年までに半分以下にする」目標を前倒し。

#### 【新規事業】

今後手掛ける新規事業においても2050年までのネットゼロを目指します。

尚、上記目標は、現時点の将来見通しに基づいたものであり、社会動向や技術革新の状況の変化によって、柔軟に見直しを行います。

## (参考) 双日グループのサステナビリティ チャレンジのご紹介

双日マシナリーは双日グループ中核会社として2050年に向けた長期ビジョン「サステナビリティ チャレンジ」実現に向けた取組みを推進

### 双日が脱炭素への貢献を責務と考える理由、考え方

双日は、企業理念に掲げる「新たな価値と豊かな未来を創造」に向け、双日が得る価値、社会が得る価値の“2つの価値”の最大化を目指しています。

双日は、これまで、事業を通じた「社会課題の解決」を「自社の強み」に変え、事業基盤を拡充、成長させてきました。エネルギーの供給・確保という社会課題に対しては、国内外で多くの資源ビジネスをおこない、解決の一端を担うとともに、それを自社の収益に繋げてきています。

一方で、近年、新たな課題として、地球温暖化への注目が集まっており、世界的にカーボンニュートラルに向けた潮流が加速する中、エネルギーは、単純な使用・供給から、よりグリーンな使用・供給への移行が求められています。

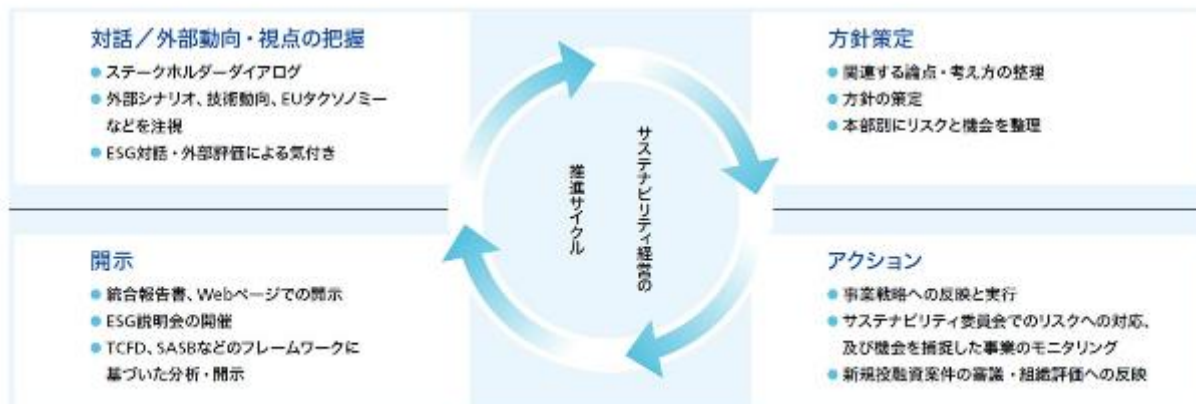
このため、双日は、自社グループの「既存事業」からのCO<sub>2</sub>排出削減を加速させ、来たる脱炭素社会への耐性を高めるとともに、今後手掛ける「新規事業」では、この社会移行を新たな「機会」と捉え、エネルギー分野はもとより、幅広いビジネス構築をおこなっていきます。これにより、脱炭素社会の実現という「社会が得る価値」の構築までの過程で、様々な収益機会を「双日が得る価値」として増やしていきます。

2021年より開始した中期経営計画2023においては、上記方針も含め、各種施策を推進していくとともに、SCOPE3や削減貢献量(SCOPE4)の把握と計画を行っていきます。

加えて、2020年11月27日付「機構改革および役員人事の件」で公表の通り、「環境（発電含む）」「ヘルスケア」「インフラ」系のリソースを集約し体制を強化するとともに、金属資源分野では、脱炭素社会の先にある循環型社会を見据え、「リサイクル」にも幅出し・注力します。

### 方針策定までの経緯

- 双日は、サステナビリティ推進のプロセスの中で外部の動向や視点の把握に努め、各種方針や事業活動に反映しています。その上で、適切な開示や対話を通じ、ステークホルダーの皆様から新たなご意見をいただくといったサイクルを実践しています。  
「脱炭素対応方針」の策定においては、ステークホルダーダイアログにおける社外有識者の皆様との意見交換や、将来的な外部動向の見立てを参照した上で、社内議論を重ねて参りました。



## 4. その他



#### 4. その他／（１）想定されるリスク要因と対処方針

リスクに対して十分な対策を講じるが、アンモニア燃料の経済性が全く成り立たない等の事態に陥った場合には事業中止も検討

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>• NOx排出量が低減しないリスク → 対応できる脱硝設備の検討</li><li>• 所定のHeat Fluxが得られないリスク → アンモニア混焼を検討</li><li>• 所定の火炎安定性が得られないリスク → アンモニア混焼を検討</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• アンモニア価格高騰によるリスク → アンモニアサプライチェーン構築により可能な限り安価での調達を目指す。</li><li>• 水素価格低下によるリスク<ul style="list-style-type: none"><li>① 海外からの輸入水素の価格低下 輸送手段としてのアンモニアはオプションとしては残る と思量 →燃料アンモニア使用の経済的優位はあり、本開発は有意義。</li><li>② 国内生産の水素価格低下 再生エネルギーの価格低下が現出する状況と思量 →電炉など他の手段の検討も視野に入れる。</li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 特記無し</li></ul>
<div>▼</div> <ul style="list-style-type: none"><li>● 事業中止の判断基準：<ul style="list-style-type: none"><li>・NOx排出量、Heat Flux/火炎安定性が、ナフサ分解炉に適用できるレベルに達しない場合。</li><li>・水素価格が想定以上に低下するとともに、水素のサプライチェーン構築が想定以上に進捗し、アンモニアの経済性を超えた場合。</li></ul></li></ul>		