

事業開始時点

事業戦略ビジョン

実施プロジェクト名：アンモニア専焼バーナを活用した火力発電所における高混焼実機実証
実施者名：三菱重工業株式会社（幹事企業）
代表名：代表取締役社長 泉澤 清次

（コンソーシアム内実施者：株式会社JERA）

三菱重工業株式会社

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

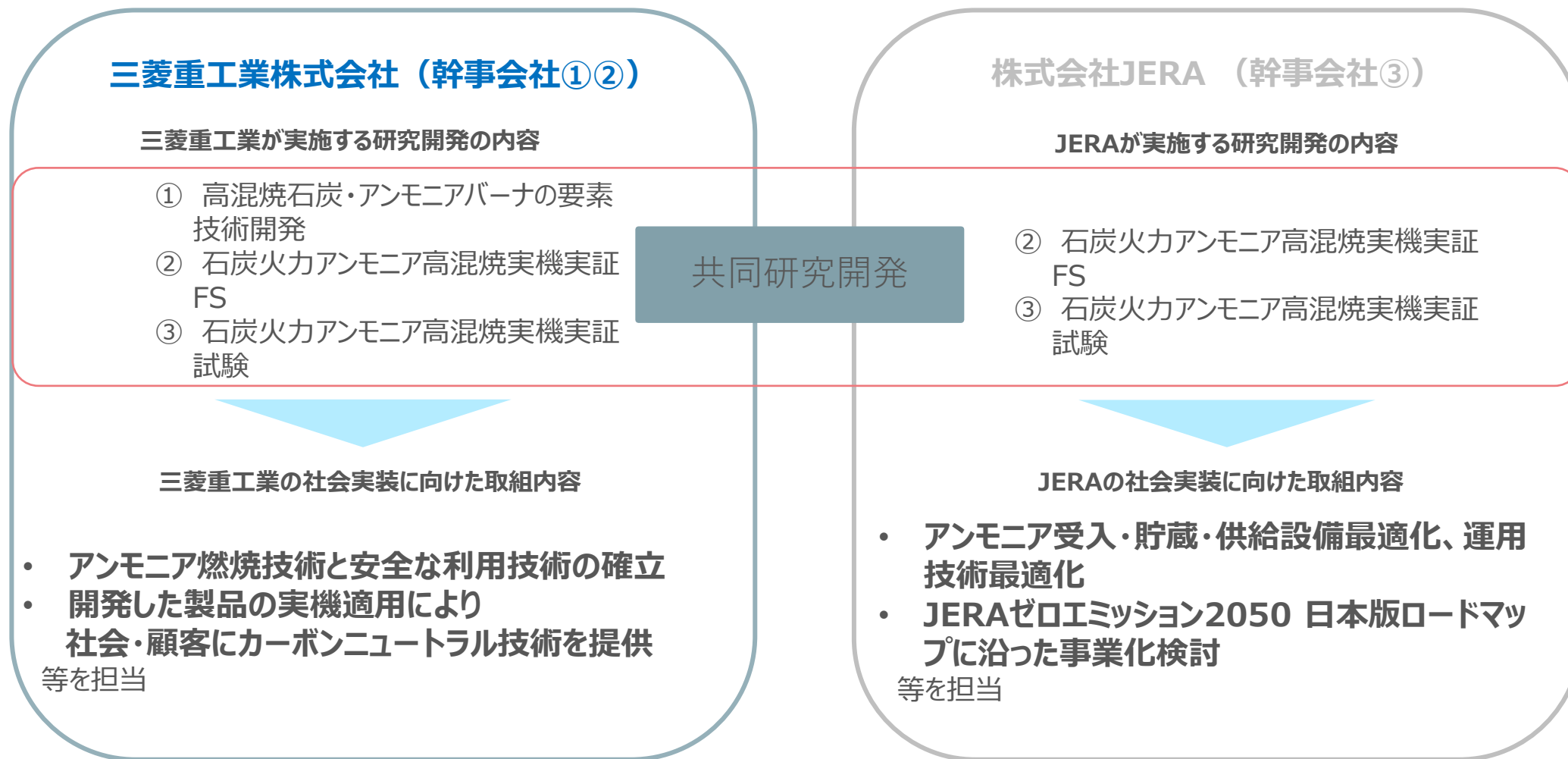
3. イノベーション推進体制（経営のコミットメントを示すマネジメントシート）

- (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

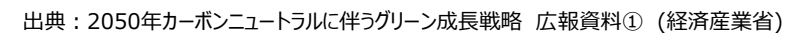


（実施プロジェクトの目的：燃料アンモニア利用の社会実装）の実現

1. 事業戦略・事業計画

カーボンニュートラルを踏まえたマクロトレンド認識

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



- 2021事業計画で「エナジートランジション」の推進を公表

2050年のカーボンニュートラル社会実現に向け脱炭素化技術と水素バリューチェーン構築で貢献

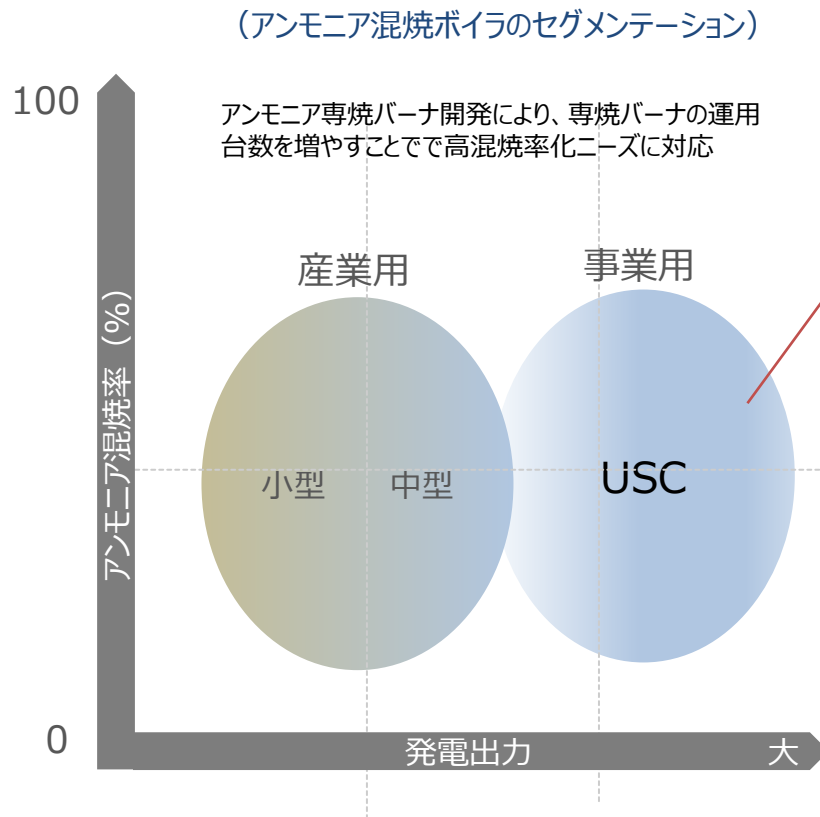
エナジートランジション説明会 2020.11.26
<https://www.mhi.com/jp/finance/library/et>

1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

国内USCのうちJERA様との社会実装を主要ターゲットとして想定

セグメント分析

非効率火力フェードアウト後も存続するUSCで、ゼロエミッションに挑戦するお客様に注力する



ターゲットの概要

市場概要と目標とするシェア・時期

- 国内USC
- 自社缶が主要ターゲット
- 最大顧客であるJERA様と社会実装に向けた実証に注力
- 事業化は2028年以降を想定
- 上記に加えその他石炭火力顧客（中・小型）に展開

需要家	主なプレーヤー	消費量	課題	想定ニーズ
事業用 (USC)	A社、B社、...	300万t (2030年)	サプライチェーンと収益性の確保	石炭火力のゼロエミ化（混焼率の向上）
事業用 (その他)	a社、b社、...	3,000万t (2050年)		産業用ボイラのゼロエミ化（混焼率の向上）
産業用				

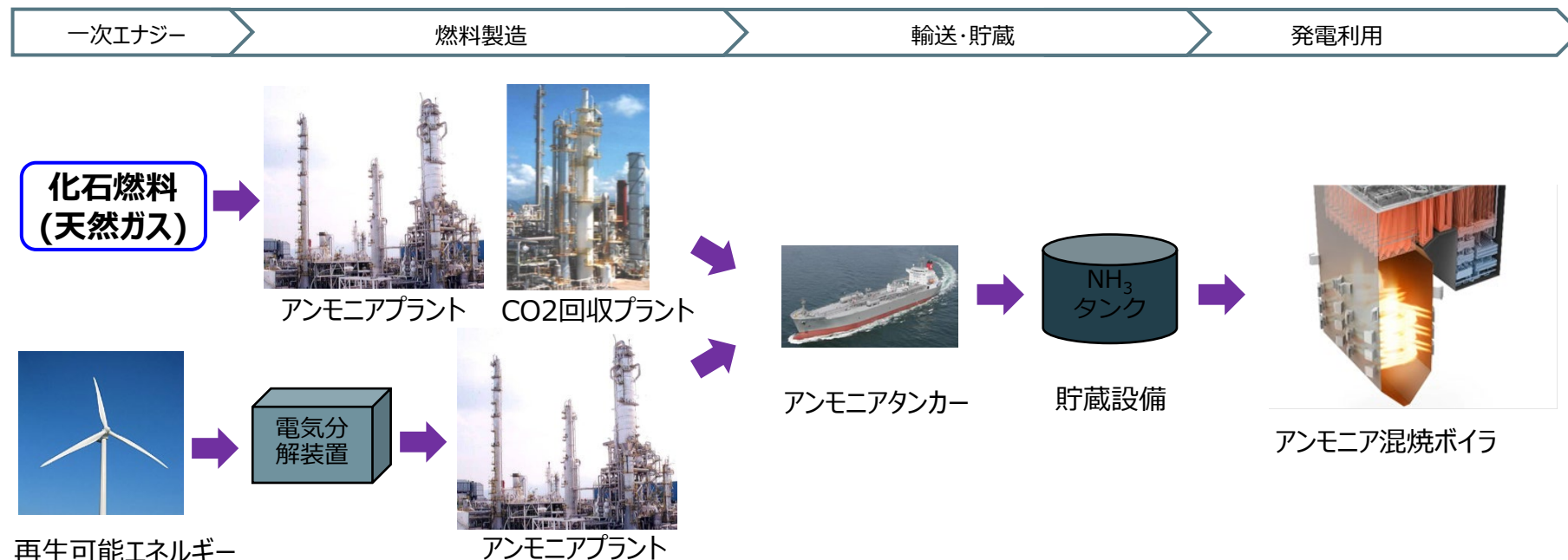
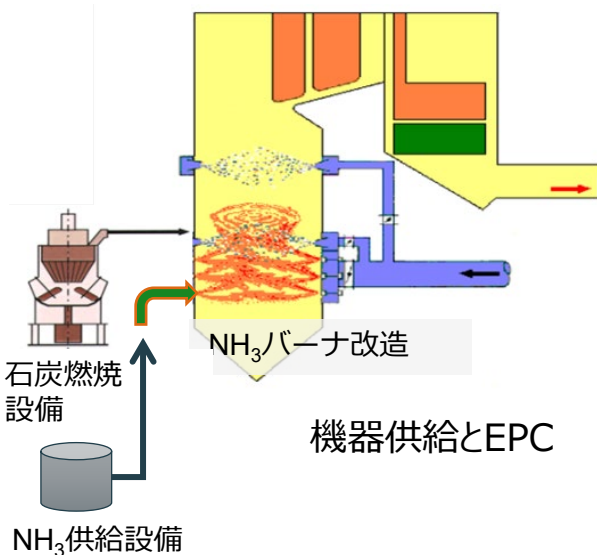
アンモニア燃料のボイラ混焼技術を用いてカーボンニュートラルを提供する事業を創出/拡大

社会・顧客に対する提供価値

- 既設火力のカーボンフリー燃料によるカーボンニュートラル化
- 既設石炭火力でのアンモニア混焼率向上に向けた機器供給およびEPC

ビジネスモデルの概要と研究開発計画の関係性

- 三菱重工グループは上流の燃料アンモニア製造から輸送、貯蔵、利用までの一連のサプライチェーンの構築に貢献すべく、上流から下流にわたる機器提供と、EPC、製造事業と研究開発を展開
- 石炭火力でのアンモニア混焼によって国内電力部門からのCO2排出量の削減効果は大きく、導入拡大に向けて混焼率向上に向けた技術開発を行う。
- これに合わせアンモニアサプライチェーンの設備の大規模化や高効率化を進めることで燃料アンモニアの安定的かつ安価な供給が実現する。



技術力と納入実績の強みを活かして、社会・顧客に対してカーボンニュートラルという価値を提供

自社の強み、弱み（経営資源）

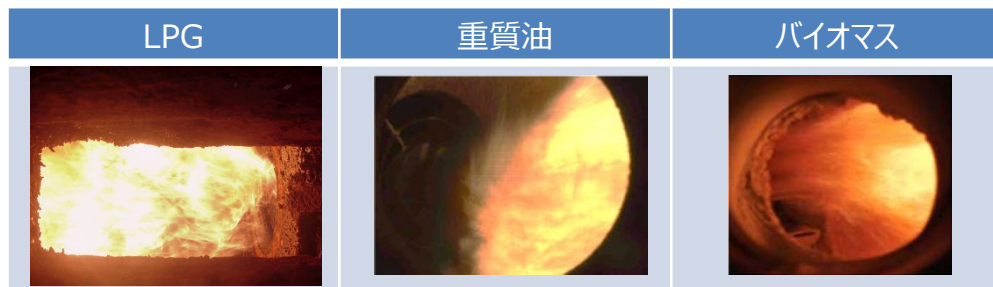
ターゲットに対する提供価値

- 既設石炭火力のアンモニアバーナ改造による高混焼の実現



自社の強み

- 幅広い燃料（気体・液体・固体）を対象としたバーナ開発、豊富な実機燃焼データ
- USCボイラをはじめ事業用・産業用ボイラの豊富な納入実績



燃焼火炎

自社の弱み及び対応

- 石炭火力への逆風
 - 既設発電所の低・脱炭素化の推進

他社に対する比較優位性

技術

（現在）

- 自社缶改造技術開発段階
- 専焼バーナ開発で高混焼化に対応可能な技術を開発



（将来）

- 海外他社缶改造技術

顧客基盤

（現在）

- 事業用国内既納顧客（旋回燃焼ボイラ及び対向燃焼ボイラ）
- 産業用でも豊富な納入実績



（将来）

- 火力を使わざるを得ない海外顧客への展開につなげる
 - 海外既納顧客
 - 海外他社缶

自社

他社

- バーナ内混焼技術で20%混焼の実証段階

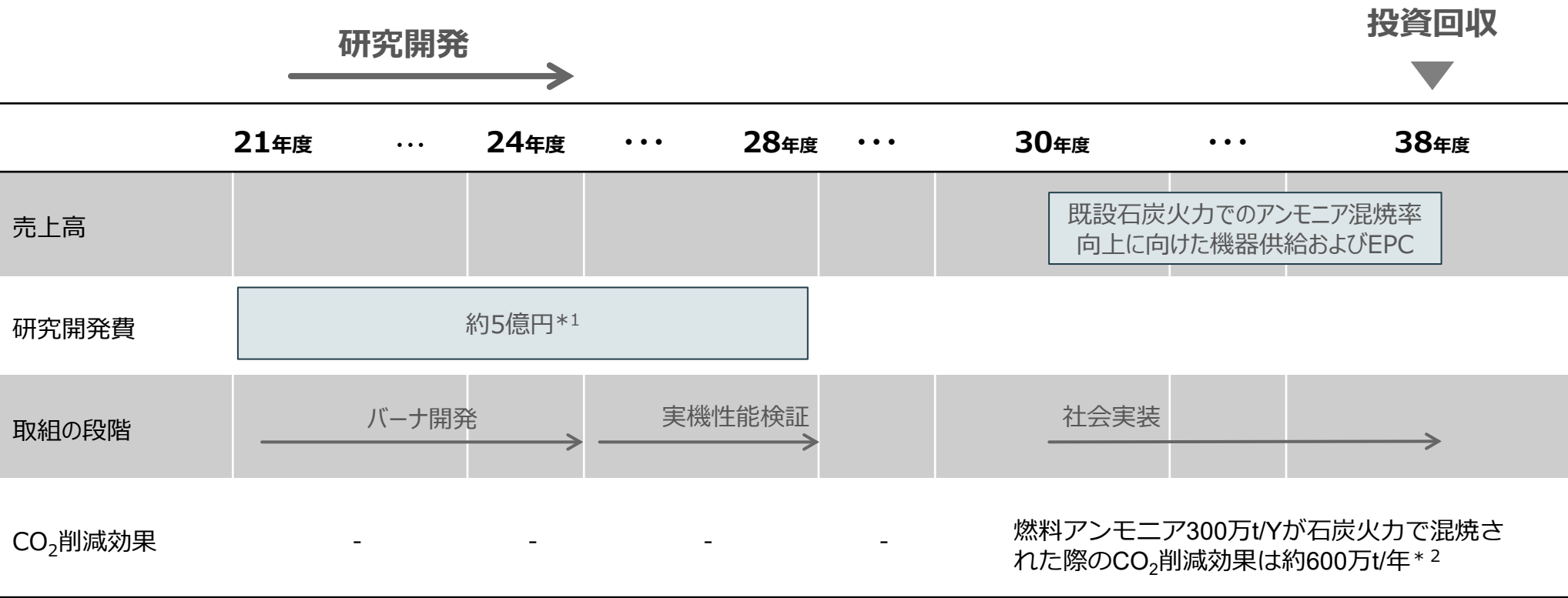
- 事業用ボイラでは当社と同様な顧客基盤

1. 事業戦略・事業計画／（5）事業計画の全体像



4 年間の研究開発の後、事業化は2028年以降を想定、2038年頃の投資回収を想定

投資計画



* 1 : 自己負担分のみ（インセンティブが全額支払われた場合）
* 2 : グリーンイノベーション基金事業「燃料アンモニアサプライチェーンの構築」プロジェクトに関する 研究開発・社会実装計画

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 三菱重工

研究開発・実証

設備投資

マーケティング

取組方針

- バーナ開発の課題を把握し、燃焼に関する研究開発リソースと様々な燃料転換改造実績を基に、要素検討から実機規模バーナでの検証に至る研究開発および実機実証FSによって、実缶実証へと展開。
- 顧客と実証を行うことで運用ニーズなどを適切に開発に反映する。
- アンモニア供給からボイラプラント全体に至るまで、幅広く知財化を進め、事業に支障ないよう知財権を保持する。
- 燃焼などコア技術は標準化せず、ノウハウ化する。

- 現有する生産設備を適切に活用することで改造工事の遂行が可能。

- 国内最大顧客であるJERA殿との実証で大きな波及効果が期待できる



国際競争上の優位性

- 早期に開発を完了することで海外メーカとの優位性を確立する。
- 海外に納入した自社製ボイラに加え、欧米メーカが石炭火力から事業撤退する中、日本メーカに改造依頼される可能性も高いと考えられる。

- 海外の製造設備の利用を検討評価し品質、納期、コスト面での優位性を確保する。

- 世界に先駆けての日本での混焼技術を海外展開することで国際的な脱炭素に貢献するとともに、バーナ技術での競争優位性を確立する。

1. 事業戦略・事業計画／（7）資金計画

国の支援に加えて、約5億円の自己負担を予定

資金調達方針

	2021年度	...	2028年度	...
事業全体の資金需要※1	約24億円			本事業の開発完了の後、社会実装を進める予定。
うち研究開発投資	約24億円			
国費負担※2 (委託又は補助)	約19億円※2			
自己負担	約5億円※2			

※1：本GI基金事業で実施する実機実証に関する当社分費用

※2：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

研究開発項目

1. 高混焼石炭・アンモニアバーナの要素技術開発
(～2024年度※)

アウトプット目標

アンモニアバーナの開発：石炭焚きボイラにおいてアンモニア高混焼可能なアンモニア専焼バーナの開発（混焼率50%以上でNOx、未燃損失とも石炭焚きと同等）

研究開発内容

① 着火基礎特性把握

② バーナタイプごとのデータの取得

③ 実機同等スケールバーナ試験による検証

④ 実機ボイラ火炉を模擬した性能評価(CFD)

KPI

着火部近傍の温度データ取得

バーナでの、着火距離データ・排ガス特性の取得

バーナの安定な保炎と石炭専焼と同等のNOx・未燃損失の確認

50%以上の混焼条件下において、実機ボイラCFDでの石炭専焼と同等のNOx・未燃損失の確認

KPI設定の考え方

着火機構を明確化

バーナ設計を実施するにあたり、必要データを取得

石炭専焼時と同等の排ガス性能により、既存後流機器の大幅な改造が不要になる。

石炭専焼時と同等の排ガス性能により、既存後流機器の大幅な改造が不要になる。

※先行開発する燃焼方式は1年前倒し予定

2. 研究開発計画／（１）研究開発目標

研究開発項目

2. 石炭火力アンモニア高混焼実機
実証FS
(～2024年度※)

研究開発内容

対向・旋回燃焼方式ボイ
ラ実証機設備基本計画

アウトプット目標

既設ボイラにおいてアンモニア混焼率50%以上とする場合の改造基本計画完了

KPI

実機運用に基づきボイラ（燃焼設備）
ほか新設・改造設備の基本計画（仕
様、コスト、工程）策定完了

KPI設定の考え方

実証試験実施計画に基づいたプラント
EPC・実証着手の可否判断

※先行開発する燃焼方式は1年前倒し予定

◇ 研究開発項目「3. 石炭火力アンモニア高混焼実機実証試験」は、JERA事業戦略ビジョンを参照

研究開発項目

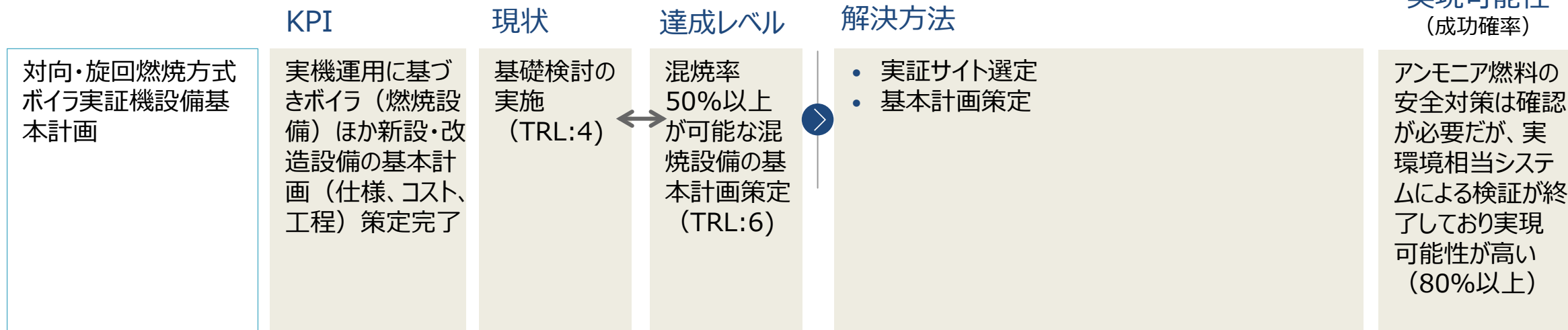
1. 高混焼石炭・アンモニアバーナの要素技術開発

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
1 着火基礎特性把握	着火部近傍の温度データ取得	データ無 (TRL4)	着火機構のモデル化 (TRL5)	・ 噴流バーナ燃焼試験装置の活用	アンモニアの着火機構を解明する。燃焼CFDとバーナ試験による開発経験を有することから目標実現の可能性は高い。 (80%)
2 バーナタイプごとのデータの取得	バーナでの、着火距離データ・排ガス特性の取得	データ無 (TRL4)	燃焼CFDで予測 (TRL5)	・ 小容量バーナでデータ取得	
3 実機同等スケールバーナ試験による検証	バーナの安定な保炎と石炭専焼と同等のNOx・未燃損失の確認	小型バーナで実績有り (TRL4)	実機スケールで予測可能 (TRL5)	・ 実機同等スケールバーナで性能検証	
4 実機ボイラ火炉を模擬した性能評価(CFD)	実機ボイラCFDでの石炭専焼と同等のNOx・未燃損失の確認 (50%混焼)	石炭燃焼で実績有り (TRL6)	NH3混焼で予測可能 (TRL7)	・ 燃焼CFDの活用	

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

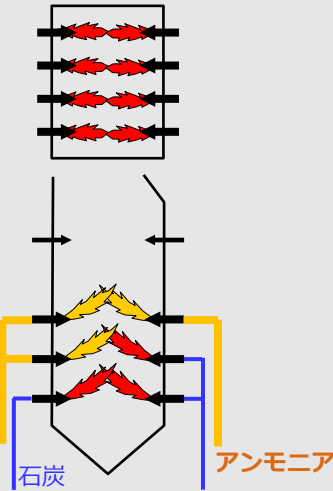
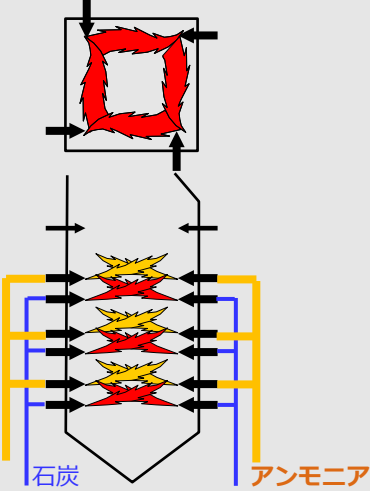
研究開発項目

2. 石炭火力アンモニア高混焼実機 実証FS



◇ 研究開発項目「3. 石炭火力アンモニア高混焼実機実証試験」は、JERA事業戦略ビジョンを参照

- ・事業用大型石炭焚きボイラには複数のバーナが設置されており、50%以上の高混焼率を実現するために、アンモニアバーナと石炭バーナをそれぞれ独立（専焼）のバーナとして設置することで専焼バーナの運用段数で混焼率を変化させる方法とする。
- ・下図に対向燃焼、旋回燃焼方式のバーナ配置例を示しており、それぞれの段に対して一台ずつ石炭ミルが設置されており、アンモニア混焼への改造は、混焼率に応じてバーナ段毎に石炭バーナをアンモニア専焼バーナに置き替える形で設置する。

燃焼方式	対向燃焼	旋回燃焼
アンモニア 使用バーナ段 模式図		
	火炉の前後に向い合せに配置したバーナで燃焼させる。高さ方向に前後3段ずつ、一段に4本のバーナが計6段配置されたボイラを示す。	ボイラの四隅にバーナを設置して燃焼させて火炎を旋回させる。高さ方向にバーナが6段設置されたボイラを示す。

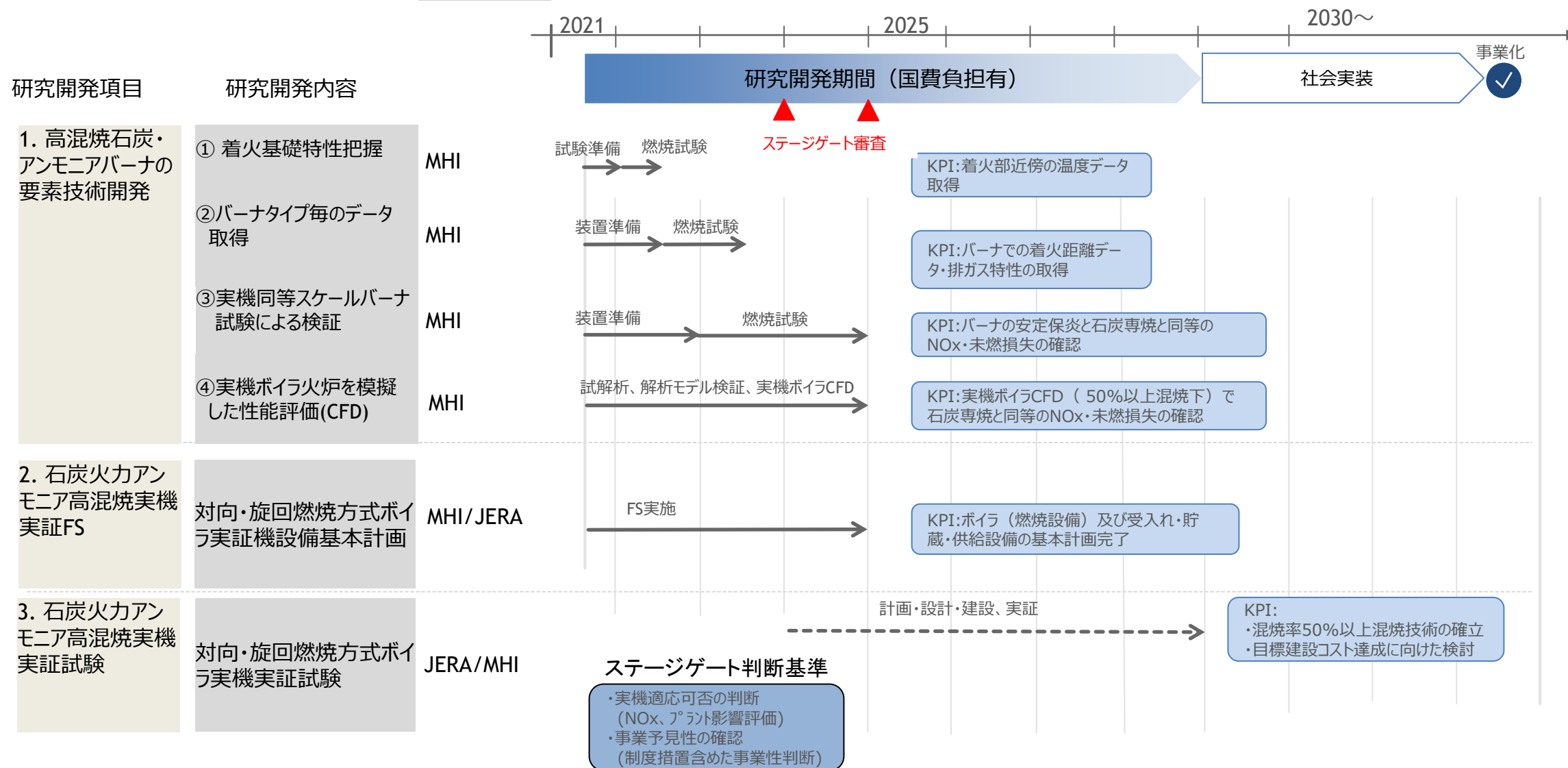
対向、旋回燃焼方式ボイラにおける高混焼コンセプト
混焼率50%とする際の配置例であり、全6段のうち3段分の石炭バーナをアンモニア専焼バーナに置き換えることを示している。

2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール

研究開発項目・事業規模

実施主体

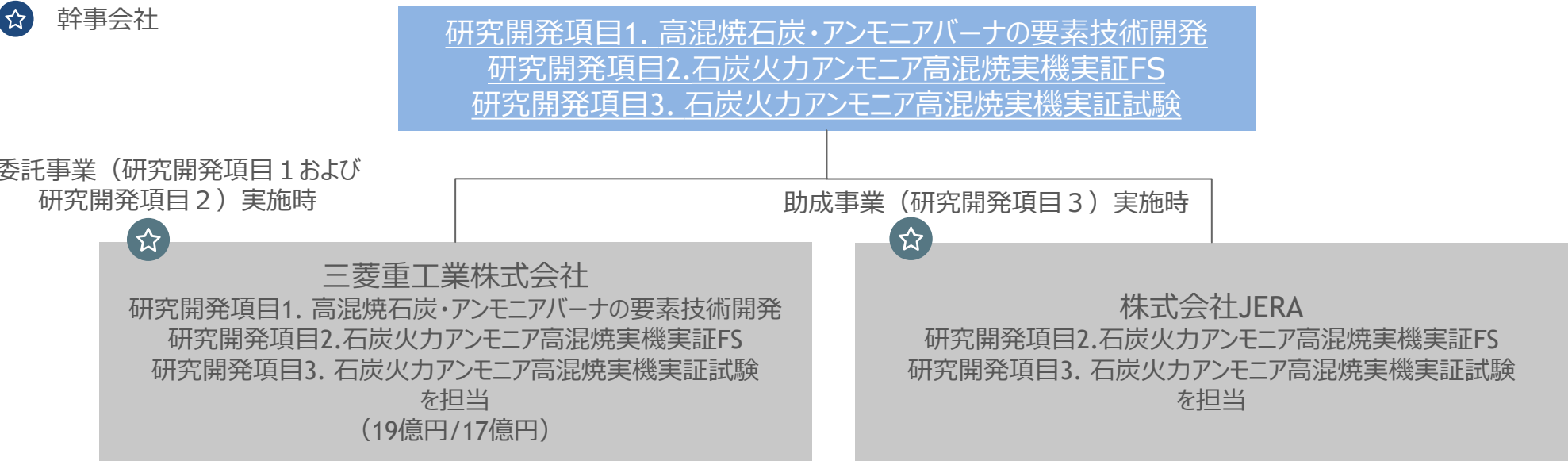
実施スケジュール



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



※金額は、総事業費/国費負担額

各主体の役割と連携方法

各主体の役割

- 委託事業（研究開発項目 1 および研究開発項目 2）の幹事会社は、三菱重工が行う
- 助成事業（研究開発項目 3）の幹事会社は、JERAが行う

研究開発における連携方法

- これまでもJERA、三菱重工では共同研究を数多く実施しており、従来通り十分な意思疎通の基で開発を進めることが可能

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. 高混焼石炭・アンモニアバーナの要素技術開発 （混焼率50%以上でNO _x 、未燃分とも石炭焚きと同等）	1 着火基礎特性把握	噴流バーナ燃焼試験装置を活用した燃焼試験及び着火部近傍の計測技術 谷口ら, "高温気流中に噴出した微粉炭粒子群の着火特性", 化学工学論文集26巻(2000)2号	→ - 噴流バーナ燃焼装置で石炭の難しい反応メカニズム解明の実績あり - 着火が厳しい
	2 バーナタイプごとのデータの取得	バーナでの燃焼試験技術 藤村ら, "既設ボイラのDME燃料レトロフィット技術の実証", 三菱重工技報 Vol.41 No.5(2004)	→ 多炭種、多種燃料(バイオマス等)実績があり、高度計測技術を有する
	3 実機同等スケールバーナ試験による検証	実機スケールバーナでの燃焼試験技術 橋口ら, "環境性能に優れた重質油焚バーナの開発", 三菱重工技報 Vol.53 No.4(2016)	→ - 大型試験の実績多数。このデータを元に最新鋭バーナ開発を推進 - 別置きNH₃バーナ採用にて、高混焼率でNO_x低減可能
	4 実機ボイラ火炉を模擬した性能評価(CFD)	石炭焚きボイラの燃焼解析技術 山本ら, "石炭焚きボイラ向け燃焼装置開発に寄与する高精度燃焼シミュレーションの取り組み", 三菱重工技報 Vol.52 No.2(2015) 高山ら, "ボイラ火炉性能予測に向けた燃焼・伝熱解析技術の開発", 第24回 動力・エネルギー技術シンポジウム, 2019/6/20	→ 最先端の燃焼解析技術保有

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
2. 石炭火力アンモニア高混焼実機実証FS	対向・旋回燃焼方式ボイラ実証機設備基本計画	- 既設ボイラの油・ガス等燃料転換計画技術（MHI） - 既設ボイラの発電技術（JERA）	→ - 製造元メーカーの改造ノウハウ（MHI） - 既設ボイラでの類似検討実績（MHI、JERA） - アンモニア燃料の安全上の適切な取り扱い（MHI、JERA）

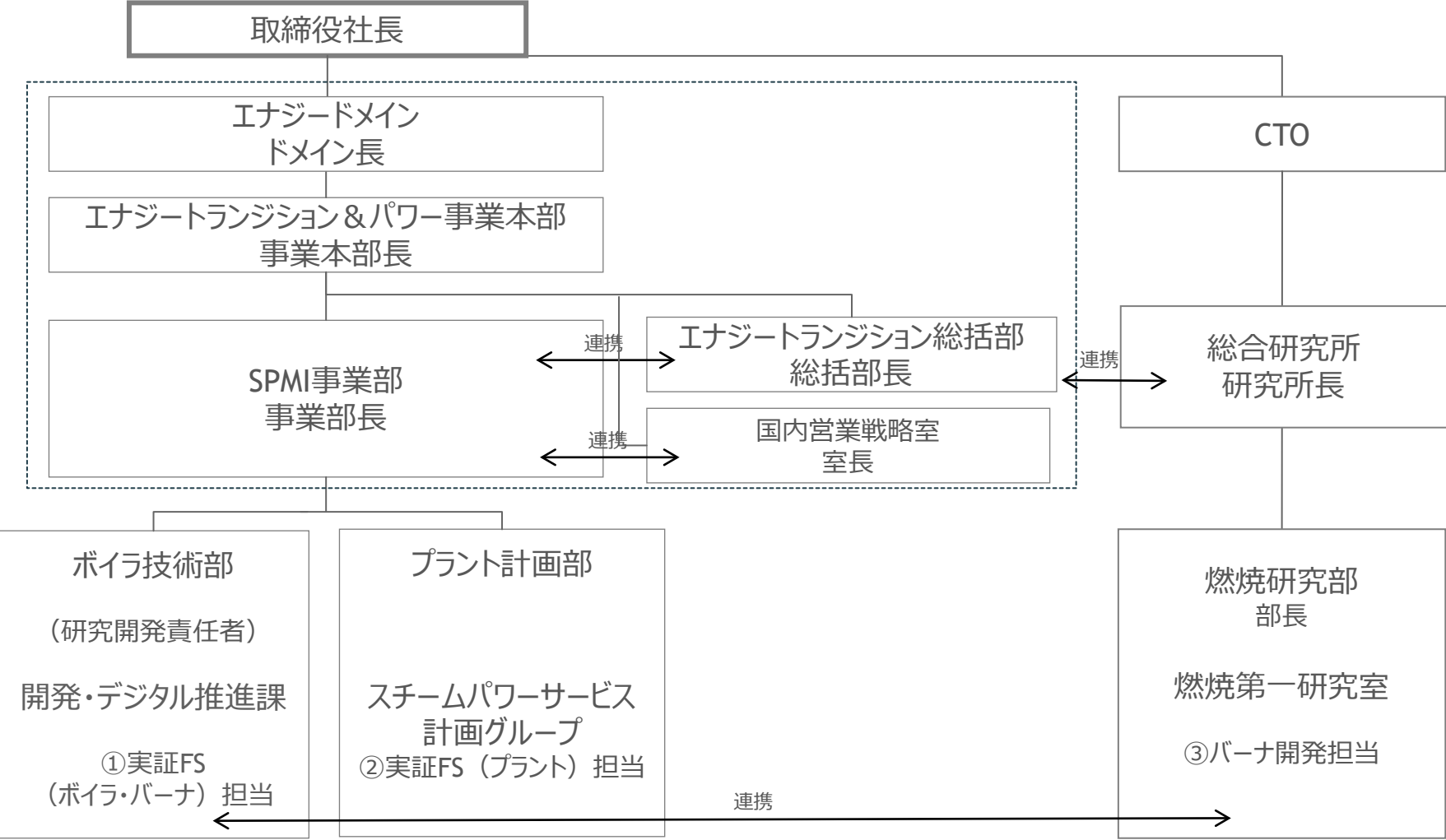
◇ 研究開発項目「3. 石炭火力アンモニア高混焼実機実証試験」は、JERA事業戦略ビジョンを参照

3. イノベーション推進体制

3. イノベーション推進体制／（１）組織内の事業推進体制



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：研究開発全体を総括
- 担当チーム
 - ボイラ技術部：
 - ①実証FS（ボイラ・バーナ）を担当
 - プラント計画部：
 - ②実証FS（プラント）を担当
 - 燃焼第一研究室：
 - ③バーナ開発を担当

部門間の連携方法

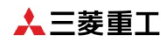
- エナジードメインとシェアードテクノロジー部門（研究所）の連携は適宜実施
- チーム間では定例ミーティング（週次）を実施

経営者によるエナジートランジションの説明会を実施

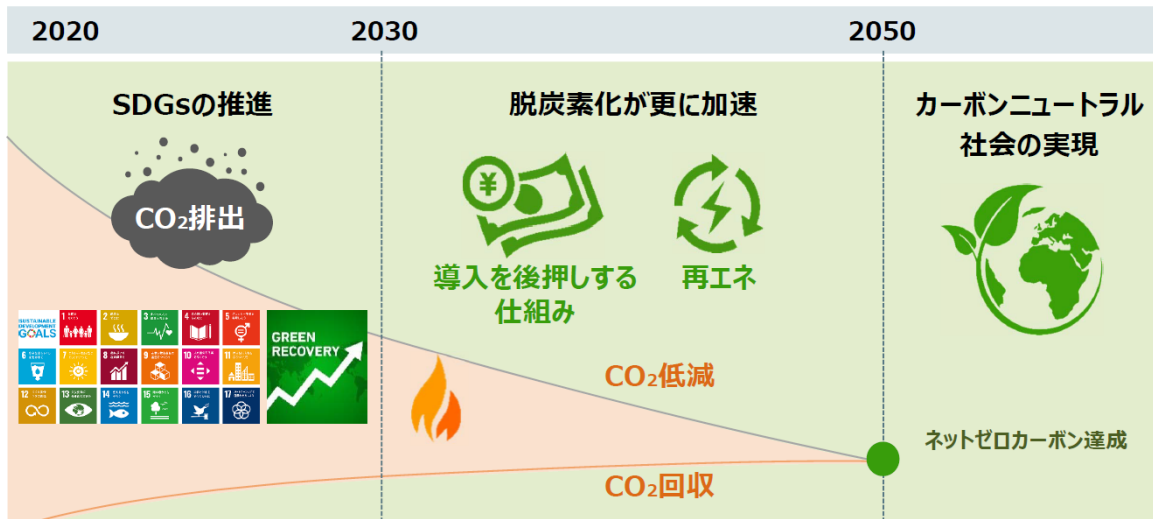
経営者による具体的な施策・活動方針

- エナジートランジション説明会 2020.11.26
- <https://www.mhi.com/jp/finance/library/et>

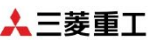
社会動向



- 世界はカーボンニュートラル社会へ移行
- CO₂低減・回収を推進し、2050年までに達成



当社が考えるエナジートランジション



2050年のカーボンニュートラル社会実現に向け
脱炭素化技術と水素バリューチェーン構築で貢献

ネットゼロカーボンの達成



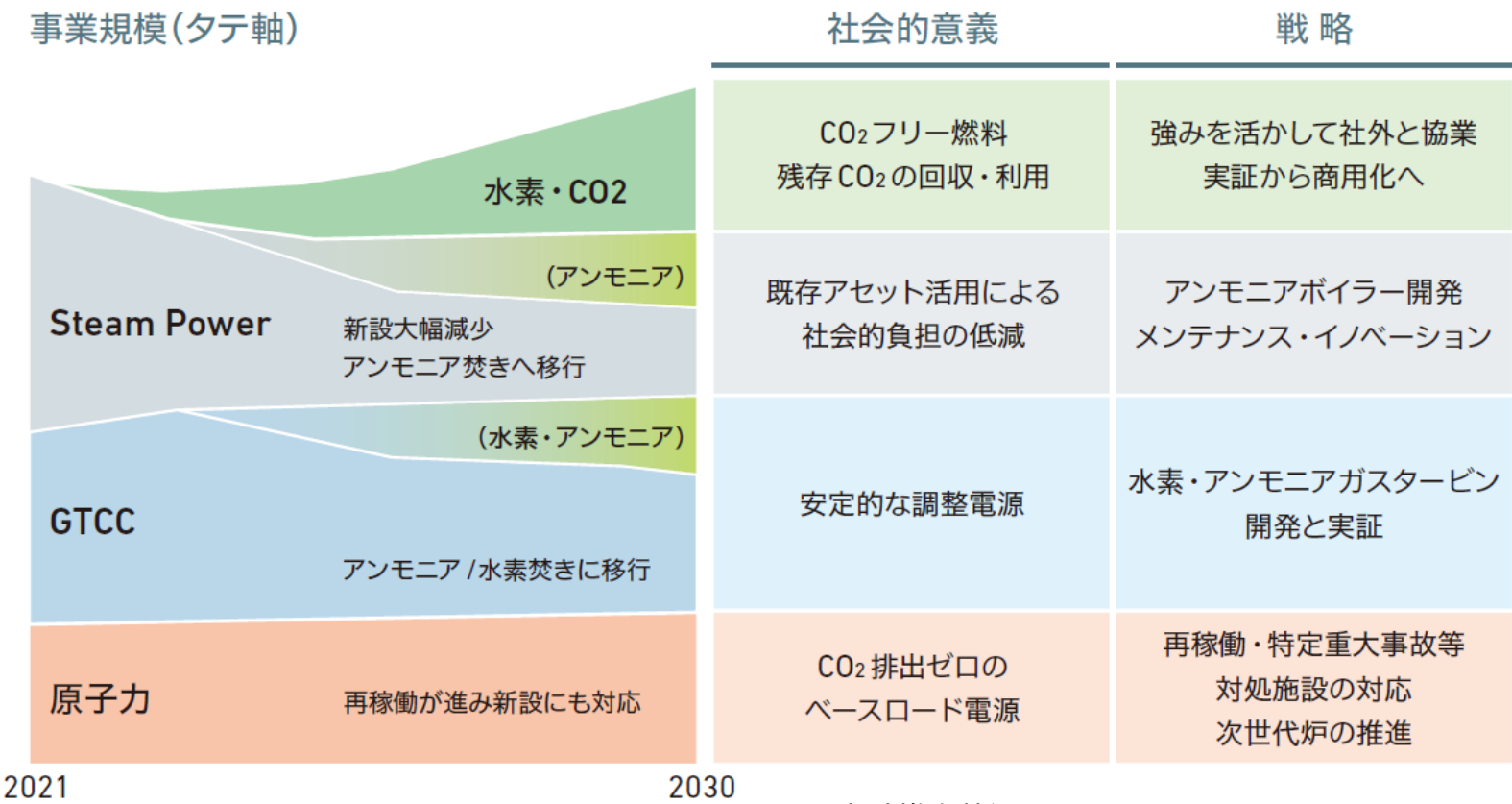
経営戦略の中核においてエナジートランジション事業を位置づけ、広く情報発信

2021事業計画の策定・公表

・IR情報として定期的に発信

エナジートランジションを経た事業の伸長

既存インフラの脱炭素化に加えて、水素・CO₂を事業化する



21事計推進状況 2021.5.10
https://c-hotline.net/docs/co/arc/OUPG1783/src/dl/mhi210510_1.pdf

f in

- 開発ターゲット：専焼バーナ ボイラ混焼率50%以上（なお専焼ボイラ開発は含まない）

4. その他

研究開発（技術）におけるリスクと対応

- 検討したバーナ構造では、NOxが脱硝装置の処理容量を大幅に上回ってしまうリスク
→アンモニアのボイラ内への直接噴霧方式のバーナを見直し、アンモニア分解装置にてNH3をH2／N2に分解したのちボイラ内で燃焼させ、NOx低減を図る方法などの代替案。
（特開2018-96616、特開2004-36983）

社会実装（経済社会）におけるリスクと対応

- アンモニアサプライチェーン構築が進まないことによる燃料アンモニアの不足リスク
→ 製造から輸送貯蔵に至る技術開発、インフラ投資について関係機関と協調しつつ推進
- 収益性が確保できないリスク
→ 再生可能エネルギーと同様の固定価格買取等の制度措置

その他（自然災害等）のリスクと対応

- 台風、地震による設備不具合の発生リスク
→ 実証試験にて保護装置・安全停止などの動作確認を実施



- 事業中止の判断基準：アンモニア燃料発電の収益性が確保できない場合