

事業戦略ビジョン

実施プロジェクト名：燃料電池電動推進システムの開発

実施者名：株式会社IHIEアロスペース
代表名：代表取締役社長 並木 文春

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

ICAOが2050年までに航空機からのCO2排出量実質ゼロとする目標を採択したことにより、電動化、水素等の新技術の航空機への導入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

次世代航空機の実現に向けた技術的課題と海外の動向

- ボリュームゾーンである単通路機においては水素燃焼、電動化率の向上に係る技術開発について主要なOEMを中心に取り組まれている。特に電動化率の向上に係る技術開発は今後使用される燃料がSAF、水素のいずれの場合においても必須となる燃費改善に大きく貢献するため非常に重要。
- 一方で、100席以下の小さいサイズの航空機においては、水素燃料電池推進の適用に関する開発実証が海外スタートアップ企業を中心に取り組まれている。これらの技術は、単通路機サイズへ直接適用するには出力密度等にギャップがあるためハードルが高いものの、水素燃焼、電動化率の向上を航空機システムとして成立するうえで技術課題は共通しているため、単通路機市場への参画を目指すうえで、水素燃料電池航空機関連技術に対する知見を国内において獲得しておくことが重要。

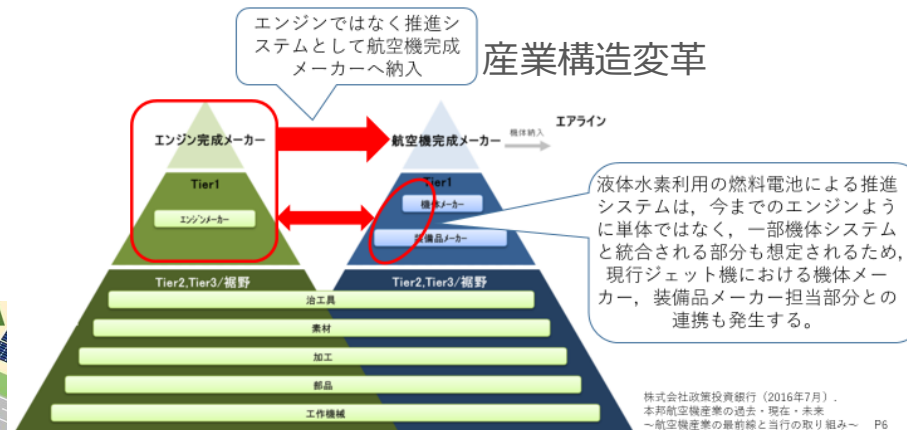


「次世代航空機の開発」プロジェクトに関する研究開発・社会実装計画（改訂案）の概要（抜粋）

- 市場機会：
カーボンニュートラル社会実現に向けた各種規制や税制導入によるパラダイムシフトに対する機体OEMによる次世代ゼロエミッション航空機の投入
- 社会・顧客・国民等に与えるインパクト：
民間航空機ゼロエミッション化の実現

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

航空分野での水素利用環境整備



- 当該変化に対する経営ビジョン：
「グループ経営方針2023」
 - ESGを価値観の軸においた経営
 - 航空エンジン・ロケット事業を成長事業に
→ 航空輸送のカーボンニュートラル化実現のため、次世代航空機の軽量化・電動化による貢献を目指し、社会実装に向けた研究開発・事業化に注力。

成長事業：航空エンジン・ロケット分野

- 民間航空エンジン、防衛分野の強化・拡大に加え、事業改革を断行し、当社の成長をけん引
- ライフサイクル・バリューチェーン視点での新たな事業領域の創出にも取り組む



1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

新造航空機市場のうち次世代リージョナル機を最初のターゲットとして想定

セグメント分析

各種国際的なスタディにより、次世代航空機として燃料電池推進システムによる航続可能とされる90分以下航続のリージョナル機市場を主軸ターゲットとし、Short haulの1,000nm以下の市場も視野に燃料電池電動推進システム適用先として見込む。

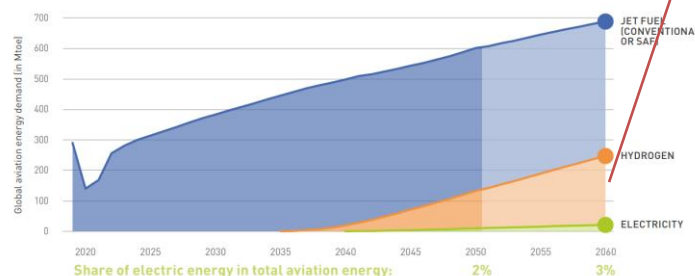
(航空機市場のセグメンテーション)

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Commuter » 9-19 seats » < 60 minute flights » <1% of industry CO ₂	SAF	Electric or Hydrogen fuel cell and/or SAF	Electric or Hydrogen fuel cell and/or SAF	Electric or Hydrogen fuel cell and/or SAF	Electric or Hydrogen fuel cell and/or SAF	Electric or Hydrogen fuel cell and/or SAF	Electric or Hydrogen fuel cell and/or SAF
Regional » 50-100 seats » 30-90 minute flights » ~3% of industry CO ₂	SAF	SAF	Electric or Hydrogen fuel cell and/or SAF	Electric or Hydrogen fuel cell and/or SAF	Electric or Hydrogen fuel cell and/or SAF	Electric or Hydrogen fuel cell and/or SAF	Electric or Hydrogen fuel cell and/or SAF
Short haul » 100-150 seats » 45-120 minute flights » ~24% of industry CO ₂	SAF	SAF	SAF	SAF potentially some Hydrogen	Hydrogen and/or SAF	Hydrogen and/or SAF	Hydrogen and/or SAF
Medium haul » 100-250 seats » 60-150 minute flights » ~43% of industry CO ₂	SAF	SAF	SAF	SAF	SAF potentially some Hydrogen	SAF potentially some Hydrogen	SAF potentially some Hydrogen
Long haul » 250+ seats » 150 minute + flights » ~30% of industry CO ₂	SAF	SAF	SAF	SAF	SAF	SAF	SAF

市場投入時期

Aviation energy demand evolution

The global aviation energy demand associated with the T5 scenario, where demand for direct use of electricity from the 51-100 segment starts in 2039 after the entry into service of all-electric aircraft in this segment of the fleet.



ターゲットの概要

市場概要と目標とするシェア・時期

- リージョナル機はゼロエミッションに向けてハイブリッド機や電動化を進めているところ、水素利用の推進システムも視野にForecastを発表している。
- 運航機数は現在から10年の間にリプレイス含め1500機以上のDeliveryを計画している。
- この中で2035年頃からリージョナル機が燃料電池電動推進システムを搭載し、ゼロエミッション化されるとして、ゼロエミッション化ターボプロップ機をターゲットとする。

需要家

主なプレーヤー

課題

想定ニーズ

機体
OEM

Airbus
Boeing等

- 脱炭素航空機の開発
- 脱炭素航空機のTC取得

- 次世代ターボプロップ機

運航者
整備者

エアライン

- 脱炭素航空機の導入
- 脱炭素航空機の運航・整備体制の構築

- 既存航空機と脱炭素航空機の置換・運航

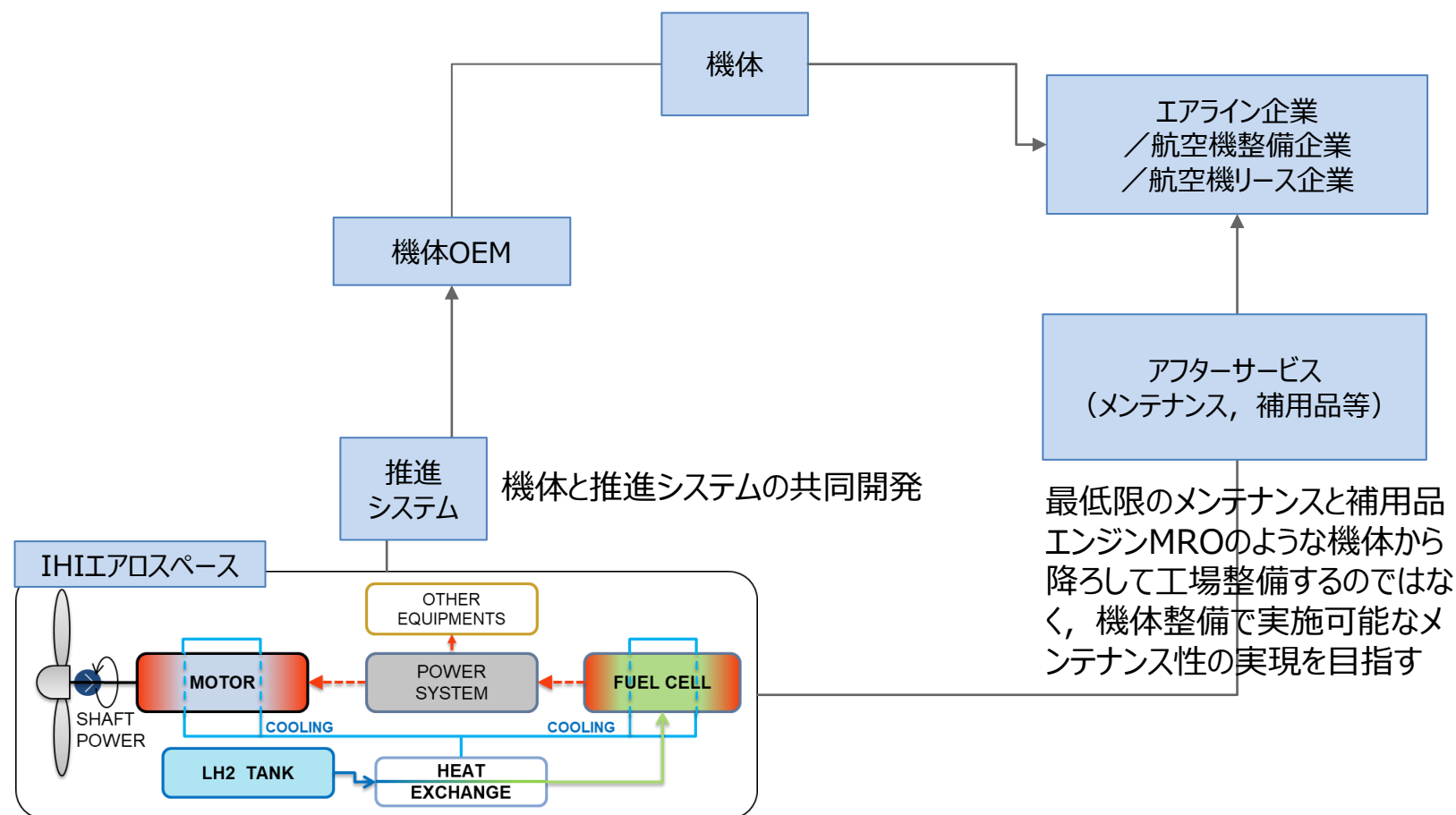
1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル

次世代リージョナル機に必須となる燃料電池推進システムを提供する事業を創出/拡大

社会・顧客に対する提供価値

- 提供価値：二酸化炭素の排出ゼロ
- カーボンニュートラル社会実現に向けて検討されているゼロエミッション推進システムの実現による、カーボンニュートラル航空輸送の実現
- ビジネスモデル：現行エンジンのMRO
ビジネスモデルよりも部品の交換頻度・消耗度の低い、メンテナンス性の高い推進システムの提供
 - 現行エンジンのMRO事業のようなアフターサービスでの収益確保ではなく、システムそのもので収益を確保し、アフターサービスはオーバーホール頻度を低く、補用品の提供等を想定。
 - 機体OEMへの推進システム提供とエアライン、機体整備、航空機リース企業等へのアフターサービスの提供

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）



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）

市場導入（事業化）しシェアを獲得するために、ルール形成（標準化等）を検討・実施

標準化戦略の前提となる市場導入に向けての取組方針・考え方

- 事業終了後に機体OEMとの共同開発による社会実装を目指すため、共同開発開始前にForeground IPとBackground IPの想定検討を進め、運航・整備性等で共通インフラとなりうる部分の標準化検討を行い、パフォーマンスベースレギュレーションによる標準化を目指す。
- 推進システムのコンポーネント・制御則等に関するIPはBackgroundとする。

国内外の動向・自社のルール形成(標準化等)の取組状況

（国内外の標準化や規制の動向）

- 国内：航空機の脱炭素化に向けた新技術官民協議会への参加による標準化・規制動向に関する議論，パフォーマンスベースレギュレーションを目指した国内議論をリード
- 国外：SAE InternationalやEUROCAEでの航空での水素使用ガイドラインに対し，パフォーマンスベースレギュレーションを目指した議論参画。IHIグループとしてSAE International AE-7Fでの議論に参画。

（市場導入に向けた自社による標準化、知財、規制対応等に関する取組）

- 機体OEMとの共同開発によるType Certificate（TC）を取得することを目指し，早期に機体OEMの要求，航空認証における安全性要求を踏まえた設計検討を実施し，ガイドライン策定と並行した開発を実施。

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（オープン）

- 推進システムのハンドリング，運航に必要なルール・レギュレーションについては標準化により市場拡大を目指す。

知財戦略（クローズ）

- 推進システムのコア技術、及び独自技術による部分は共同開発前にBackground IPとして自社にて保有し，参入障壁とする。

1. 事業戦略・事業計画／（4）経営資源・ポジショニング

航空・宇宙・防衛産業メーカーとして培ってきた経験・ノウハウを活かして、社会・顧客に対して高い信頼性の推進システムおよびサプライチェーン維持・管理体制による脱炭素航空輸送の実現という価値を提供

自社の強み、弱み（経営資源）

ターゲットに対する提供価値

- 脱炭素航空機に必須となる新規リージョナル機用軽量燃料電池推進システムの提供
- 安定的経営，技術管理，品質管理体制（運航中のエンジン部品量産体制構築済み）

自社の強み

- 航空・宇宙・防衛産業メーカーとして様々な国家プロジェクト，システム開発の経験・ノウハウによる，信頼性の高い技術管理，生産管理，品質管理体制によるシステム開発，サプライチェーン維持・管理能力
- NEDO先導研究による液体水素燃料電池電動推進システムの研究開発実績

自社の弱み及び対応

- システムやコンポーネント単位での航空認証取得の経験がない
 - 航空認証取得するための設計インプットを開発初期から入れ込み，最終的には機体OEMとの共同開発により，機体OEM側の機体TCと一緒に獲得する。

競合との比較

提供価値として

- 脱炭素航空機に必須となる新規リージョナル機用軽量燃料電池推進システムの提供
- 安定的経営，技術管理，品質管理体制（運航中のエンジン部品量産体制構築済み）

	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">推進システムコンポーネントの設計・製造	<ul style="list-style-type: none">機体OEM（顧客候補）	<ul style="list-style-type: none">エンジン部品量産体制構築経験等のノウハウによるOEMからの管理要求対応実績あり	<ul style="list-style-type: none">自社投資および協力企業とのパートナーリング
	<ul style="list-style-type: none">推進システムインテグレータ	<ul style="list-style-type: none">機体OEM（共同開発先）	<ul style="list-style-type: none">国際的な競争力を持つ他産業との連携	<ul style="list-style-type: none">外部資金活用も視野に入れた事業運営
競合 ZeroAvia	<ul style="list-style-type: none">FC含めシステム全体の開発中	<ul style="list-style-type: none">エアラインレトロフィットによる改造機販売	<ul style="list-style-type: none">サプライチェーン構築中（量産体制なし）信頼性等のエアライン管理要求対応が必要	<ul style="list-style-type: none">投資家（VC含む）やローンチカスタマーからの収入買収によるExit

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／製品開発の後、2034年の事業化、2045年頃の投資回収を想定

投資計画

	研究開発						事業化	投資回収
	2024年度 …		2029年度 9月まで合計	2029年度 …		2034年度 … まで合計	2045年度 まで合計	2045年度
売上高	-	-	-	-	-	約36億円 …	約2,400億円	約240億円
原価	-	-	-	-	-	約29億円 …	約1,900億円	約192億円
研究開発費	…	…	約172億円	…	…	約39億円 …	約400億円	約40億円
設備投資費	…	…	約4億円	…	…	↑ …	↑	約4億円 +量産設備
販売管理費	-	-	-	-	-	- -	-	-
営業利益	…	…	…	…	…	約1億円 …	約79億円	約8億円
取組の段階	事業化可能性の検証		事業化検討 (体制構築)	OEMとの共同開発 (2029～2034年)		事業化		投資回収
会社全体の 売上高研究開 発費比率	-	-	-	-	-	- -	-	-

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">機体OEMの機体システムとの共同開発となるため、推進システムとして確保すべきBackground IPの範囲をS/G 1までに目途付け。特に軽量化、高高度での作動性及び熱マネジメント等に有効な材料技術や機器設計についてはBackground IPとして非開示。品質の確保されたコンポーネントを適用した形のシステムを実証する。	<ul style="list-style-type: none">宇宙事業に関する知見や経験、液体水素のハンドリングが可能な試験場を保有しており、これを有効活用する。開発・試験において、現有設備・施設を有効活用する。事業化に向けた量産化・製品化は本事業終了後の共同開発フェーズにて投資を計画。	<ul style="list-style-type: none">直接のお客さまの先の需要者でありオペータであるエアラインとの連携により運用上の要求を取り入れた設計・開発による直接需要者の先の要望の取り込むことにより、社会実装へ繋げる。サブスケール試作試験、エアショーでの展示等を中心に情報発信し、機体OEMとのパイプを構築する。国際的に優位な他産業とのパートナーングによるAll Japan体制による高品質なシステムをPRしていく。
進捗状況	<ul style="list-style-type: none">計画的に実施。次頁に詳細を示す。	<ul style="list-style-type: none">計画的に実施。次頁に詳細を示す。	<ul style="list-style-type: none">計画的に実施。次頁に詳細を示す。
国際競争上の優位性	<ul style="list-style-type: none">宇宙用ロケットのシステムインテグレーションの実績。品質が確保され、かつ技術的バックデータの多い国内他産業の技術・コンポーネントを活用したシステムによる差別化。機体OEMとの共同開発前にBackground IPを確保し、参入障壁を構築する。	<ul style="list-style-type: none">自社相生試験場での液体水素関連試験設備保有。大型複合材製ケーシング及び複合材材料開発～製造設備を保有。	<ul style="list-style-type: none">航空エンジン部品メーカーとしてのプレゼンス、燃料電池等のコアコンポーネントについては国際的競争力を持つ国内メーカーとの連携によるブランド、信頼性、品質確保で差別化。

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

進捗状況① 直接／間接顧客であるOEM の動向およびエアラインとの連携

研究開発・実証

- 品質が確保されたコンポーネントを適用したシステム設計：
他のモビリティで実績のあるコンポーネントを保有する企業と連携し、性能データの取得、航空適用に関する検討等を実施し、推進システム設計へ反映した。
- 推進システムの安全検討のため、国土交通省航空局、空港と調整を実施した。空港への水素搬入や消防対応等について議論を実施した。

設備投資

- 既存の設備等を活用するため、新規に大きな設備投資はしていない。
- 推進システムのシステム検討のためソフトウェアを導入した。

マーケティング

- エアラインとの連携：
 - 国内エアラインと連携し、空港でのオペレーション、メンテナンスを想定し、機体への液体水素タンクの配置、運用安全等について議論を実施した。
 - 議論した内容を推進システムのシステム検討に反映した。
- 機体OEMの動向
 - Airbus（欧）：水素航空機の開発プログラム（ZEROe）が進行中。
- 競合他社の動向
 - ZeroAvia（欧、米）：2025年までに10～20席クラスのターボプロップ機用600kW、2025年までに40～80席クラスのターボプロップ機用2～5MWの燃料電池推進システムを開発中。
 - Stralis（豪）：2050年までに50席クラスのリージョナル機を50,000時間の飛行を目指す。Ion Pair方式の燃料電池スタックの開発を進めており、HT-PEM方式の燃料電池よりも高い出力密度を目指す。
 - Fokker NG（蘭）：Fokker社のIPを活用したNext Generation（NG）機体として水素推進システムの機体インテグレーションを企画。
- 展示会等への出展
 - 国際航空宇宙展（JA2024）へパネル展示を実施した。
 - 2025年のパリエアショーへのパネル展示等について事前準備を開始した。

1. 事業戦略・事業計画／（7）資金計画

国の支援に加えて、2034年の事業化までの研究開発予算については外部資金調達を模索

資金調達方針

	2024 年度	2025 年度	2026 年度	2027 年度	2028 年度	2029 年度	...	2034 年度
A：GI 基金事業に係る費用				約172億円				
うち、GI 基金事業における自己負担額				約40.2億円				
B：GI 基金事業の成果を活用して実施する事業に係る費用（C+D）				約228億円				
C：研究開発費				約228億円				
D：事業化に係る費用				↑				
うち、設備・機械装置等費				↑				
合計支出額（A+B=E+F）				約400億円				
E：自己資金				約100億円				
F：外部調達額				約300億円				
うち、国・自治体等からの支援額（含GI）				約132億円				

※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

液体水素を用いた 4 MW級の燃料電池電動推進システムとしてTRL6以上を確立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		アウトプット目標	
1.液体水素燃料を用いた燃料電池電動推進システム		液体水素を用いた 4 MW級の燃料電池電動推進システムとしてTRL6以上を確立 ・座席数40席以上で1フライトあたりの航続可能時間：3時間以上 ・巡航高度20,000フィート程度で航続距離が500nm以上の実証	
研究開発内容		KPI	KPI設定の考え方
1	・燃料電池電動推進システムのシステム設計（Phase0）	・システム要件の設定 ・システムの立案（安全性） ・技術課題の抽出と検証計画の作成	・安全性要求、機能/性能要求、耐環境性要求を満足するシステムを立案することで、燃料電池電動推進システムの基本設計（②）のインプットとする。
2	・燃料電池電動推進システムの基本設計（Phase1）	・細部機能/性能要求を満足するサブシステム/コンポーネントの立案 ・開発仕様案の策定（システム重量） ・開発体制の構築	・システム設計での設計結果（①）を受け、細部機能/性能要求を満足するサブシステム/コンポーネントを立案し、開発仕様案を策定することで、サブシステム/コンポーネントの開発（④）のインプットとする。
3	・サブスケール試作による課題の洗い出し（Phase1）	・サブシステム/コンポーネントの技術開発に向けた課題の洗い出し（搭載性）	・サブスケール試作により搭載も想定した小型化、配置方法を検討することで課題を洗い出し、サブシステム/コンポーネントの開発仕様案（②）を検討する際のインプットとする。
4	・サブシステム/コンポーネントの開発（Phase2）	・試験、解析による開発仕様案の検証 ・サブシステム/コンポーネントの開発仕様確定（出力密度） ・システム実証試験計画の立案 ・目標売価・コストに基づく採算性	・基本設計での設計結果（②）を受け、サブシステムレベルの試作評価により、サブシステム/コンポーネントの開発を実施し、開発仕様を確定することでシステム実証（⑤）のインプットとする。
5	・システム実証（Phase3）	・フルスケールサイズ燃料電池電動推進システム 1 基を地上にて 3 時間以上の運転	・開発仕様（④）を受け、フルスケールサイズの燃料電池電動推進システム 1 基を試作し、アウトプット目標である 3 時間以上の運転を地上にて実証する。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（全体像）

各KPIの目標達成に必要な解決方法

	KPI	現状	達成レベル (2030年)	解決方法	実現可能性 (成功確率)
1	燃料電池電動推進システムのシステム設計 (Phase0)	初期コンセプト (提案時TRL1 → 現状TRL2)	技術課題の抽出 (TRL2)	安全性要求、機能/性能要求、耐環境性要求を満足するシステムを立案し、机上検討、シミュレーションにより検証する。それらを実現するための技術課題を抽出し、検証計画を作成することで成熟度を高める。	実現性は高い。 (90%)
2	燃料電池電動推進システムの基本設計 (Phase1)	技術課題の抽出 (TRL2)	机上でのコンセプト検証レベル (TRL3)	システム設計で抽出した技術課題を解決するための設計データの取得、実体を用いた実現性検証を実施し、細部機能/性能要求を満足するサブシステム/コンポーネントを立案することで成熟度を高める。	実現性は高い。 (90%)
3	サブスケール試作による課題の洗い出し (Phase1)	机上でのコンセプト検証レベル (TRL3)	—	自動車および電動航空機等の産業用として既に製造されている機器を用いて、サブスケールでの試作を実施し、搭載も想定した小型化、配置方法を検討することで課題を洗い出す。	保有技術を活用することで実現性ありと想定 (80%)
4	サブシステム/コンポーネントの開発 (Phase2)	机上でのコンセプト検証レベル (TRL3)	コンポーネント検証レベル (TRL4)	開発仕様案に基づき、サブシステム/コンポーネントの技術開発を行い、設計、試作、試験評価を通じて成熟度を高める。 システム性能予測モデルを活用することで、実証試験での評価項目、試験条件を適切に設定する。 機体OEM、エンドユーザと連携し、推定精度を高める。	各社が保有する技術を活用することで実現を目指す (70%)
5	システム実証 (Phase3)	コンポーネント検証レベル (TRL4)	地上実証レベル (TRL6)	サブシステム/コンポーネントを段階的に検証を進め、地上において全系システム試験を実施、評価することで成熟度を高める。	各社が保有する技術を活用することで実現を目指す (70%)

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	これまでの（前回からの）開発進捗	進捗度
1 燃料電池電動推進システムのシステム設計（Phase0）	<div>1. システム成立性の確認</div> <div>a. システムへの入力の設定</div> <div>b. システム分析</div> <div>c. システム成立性の確認</div> <div>d. 技術課題の抽出</div> <div>e. 検証計画の作成</div>	<div>【①-1a】</div> <div>・既存のレギュレーション要求、新技術ガイドライン等を踏まえ、機能/性能、安全、オペレーション、耐環境性に関するシステム要件の仮定を完了。</div> <div>【①-1b】</div> <div>・仮定したシステム要件を満足するために必要な機能分析およびアーキテクチャ設計を実施。</div> <div>・エンジン4基を搭載するケースについて、システムを立案。</div> <div>・システムの機能分析をもとにFHAを実施し、危険な発動機異常の発生を防ぐための安全設計を実施。</div> <div>【①-1c】</div> <div>・シミュレーションにより、応答性を確保できることを確認。</div> <div>・立案したシステムについて、各コンポーネントに対するKPI目標値を仮設定。</div> <div>【①-1d】</div> <div>・システム分析の検討結果を踏まえ、技術課題を抽出した。</div> <div>【①-1e】</div> <div>・技術課題の抽出結果を踏まえ、検証計画を作成した。</div>	<div>○：計画通りに進捗</div> <div>○：計画通りに進捗</div> <div>○：計画通りに進捗</div> <div>○：計画通りに進捗</div> <div>○：計画通りに進捗</div>

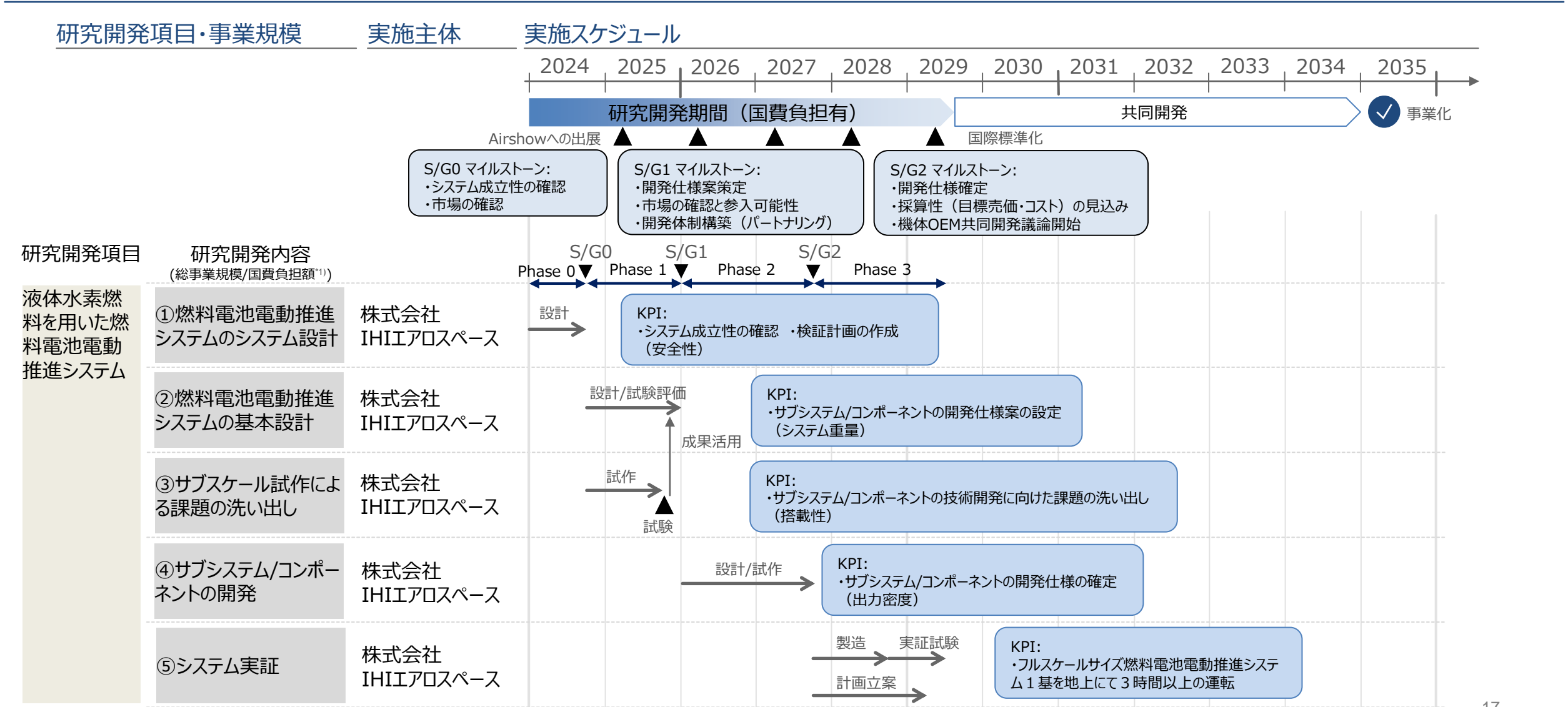
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

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	技術課題	解決の見通し
2 燃料電池電動推進システムの基本設計（Phase1）	1. サブシステム/コンポーネントの開発仕様案の策定	<p><u>新しい技術</u></p> <ul style="list-style-type: none">・極低温環境における複合材料、水素供給系付帯部品の長期的な健全性・液体水素の軽量/高圧貯蔵タンク・機器の安全作動範囲内での熱制御、流量制御、電力制御、駆動制御・コンポーネントの高出力化 <p><u>既存技術の活用</u></p> <ul style="list-style-type: none">・スロッシングにおける圧力急変等の水素の状態変化に伴う対応・LH2タンク外装材料からの水素、空気リークの抑制・LH2タンクにおける外部入熱からの熱防御・液体水素の供給、充填/排出・モデルベースでのシステム性能予測手法の構築 <p>・システムの軽量化</p>	<p>・Phase1以降で、要素レベルでの設計データの取得、実体を用いた実現性検証を実施することで解決する。</p> <p>・地上設備、自動車等のモビリティ、宇宙分野における既存技術を活用し、航空機での運用環境を想定した設計データの取得、実体を用いた実現性検証を実施することで解決する。</p> <p>・推進システムの重量、容積の機体性能への影響を検討することで許容質量を見直す。</p> <p>・重量、性能、安全等の観点で航空機への配置検討を実施するとともに、2035年時点での技術進展を見通しを予測しつつ、推進システムの質量を見直す。（Phase1以降も継続して実施する。）</p>

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



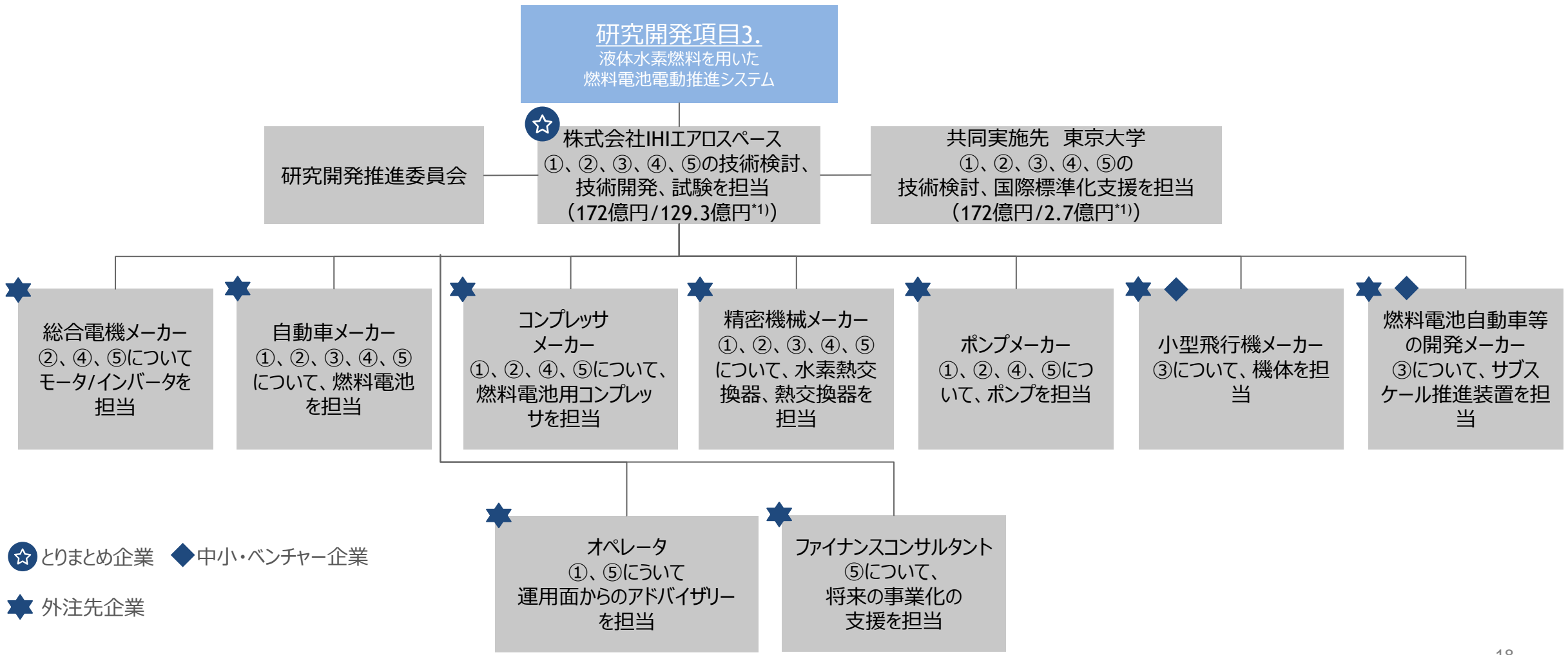
*1)インセンティブを含む。

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



*1)インセンティブを含む。

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

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、株式会社IHIエアロスペースが行う
- IHIエアロスペースは、①、②、③、④、⑤の技術検討、技術開発、試験を担当する
- 東京大学は①、②、③、④、⑤の技術検討、国際標準化支援を担当する
- 総合電機メーカーは②、④、⑤について、モータ/インバータを担当する
- 自動車メーカーは①、②、③、④、⑤について、燃料電池を担当する
- コンプレッサメーカーは①、②、④、⑤について、燃料電池用コンプレッサを担当する
- 精密機械メーカーは①、②、③、④、⑤について、水素熱交換器、熱交換器を担当する
- ポンプメーカーは①、②、④、⑤について、ポンプを担当する
- 小型飛行機メーカーは③について、機体を担当する
- 燃料電池自動車等の開発メーカーは③について、サブスケール推進装置を担当する

S/G1までに開発体制を構築し、共同実施または再委託に移行する

研究開発における連携方法

- 東京大学および外注先とは定例会を年数回開催し、情報共有、知的財産の有効活用に努める

その他企業との連携

- 推進システムの運用、機体システムについて、オペレータと連携しながら進める
- 将来の事業化について、ファイナンスコンサルタントと連携しながら進める

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.液体水素燃料を用いた燃料電池電動推進システム	1 燃料電池電動推進システムのシステム設計（Phase0）	<ul style="list-style-type: none">PEFC型燃料電池技術（自動車用）熱マネジメント技術	<ul style="list-style-type: none">自動車用途での製造実績あり 高高度での作動性確保が課題宇宙用機器で熱制御設計及び開発実績あり。高度、出力等に応じた流量制御技術が課題
	2 燃料電池電動推進システムの基本設計（Phase1）	<ul style="list-style-type: none">流体制御技術	<ul style="list-style-type: none">宇宙用機器でバルブ等を用いた流量、圧力制御設計及び開発実績あり。
	3 サブスケール試作による課題の洗い出し（Phase1）	<ul style="list-style-type: none">複合材料技術	<ul style="list-style-type: none">複合材を用いた航空エンジン用大型部品、宇宙用大型ロケットモータの製造実績あり
	4 サブシステム/コンポーネントの開発（Phase2）	<ul style="list-style-type: none">極低温流体貯蔵/供給技術	<ul style="list-style-type: none">他のNEDO事業での開発実績あり 宇宙用途での開発実績あり 熱収縮の異なる異材間での接合を含めた設計手法の構築が課題
	5 システム実証（Phase3）	<ul style="list-style-type: none">液体水素を用いた評価技術/設備	<ul style="list-style-type: none">液体水素を使える試験設備を保有し、液体水素ロケットエンジン等で試験実績あり

① 燃料電池電動推進システムのシステム設計（Phase0）

➤ 燃料電池電動推進システムのシステム設計の流れを以下に示す。

1. システムへの入力 の定義

- ・新規技術ガイドライン、既存の規格等を踏まえ、水素利用を伴う安全性要求を仮定する。
- ・寿命、メンテナンス周期等の要求事項を仮定する。
- ・当該システムの運用環境、考慮する規制、法規等の制約条件、前提条件を仮定する。

2. 運用設計

- ・水素航空機への水素供給から推進システムの運転に至る運用フローを仮定し、運用要求を分析する。

3. システム成立性の確認

- ・目標性能、運用要求を実現するために推進システムに必要な機能/性能要求を抽出する。
- ・航空機設計に関するガイドラインに従い、安全性要求、機能/性能要求、耐環境性要求を満足するシステムを立案する。その際、エンジンの発数、燃料電池/液体水素タンクの搭載位置等に関して複数のシステム構成案を立案し、机上検討、シミュレーションにより検証する。

4. 検証計画の作成

- ・上記を実現するための技術課題を抽出し、それらを解決するための方策と検証計画を立案する。

② 燃料電池電動推進システムの基本設計（Phase1）

➤ 燃料電池電動推進システムの基本設計の流れを以下に示す。

1. サブシステム/コンポーネントへの入力定義

- ・ Phase0で仮定した安全性要求、および立案した検証計画をサブシステム/コンポーネントにブレークダウンする。

2. 開発仕様案の策定

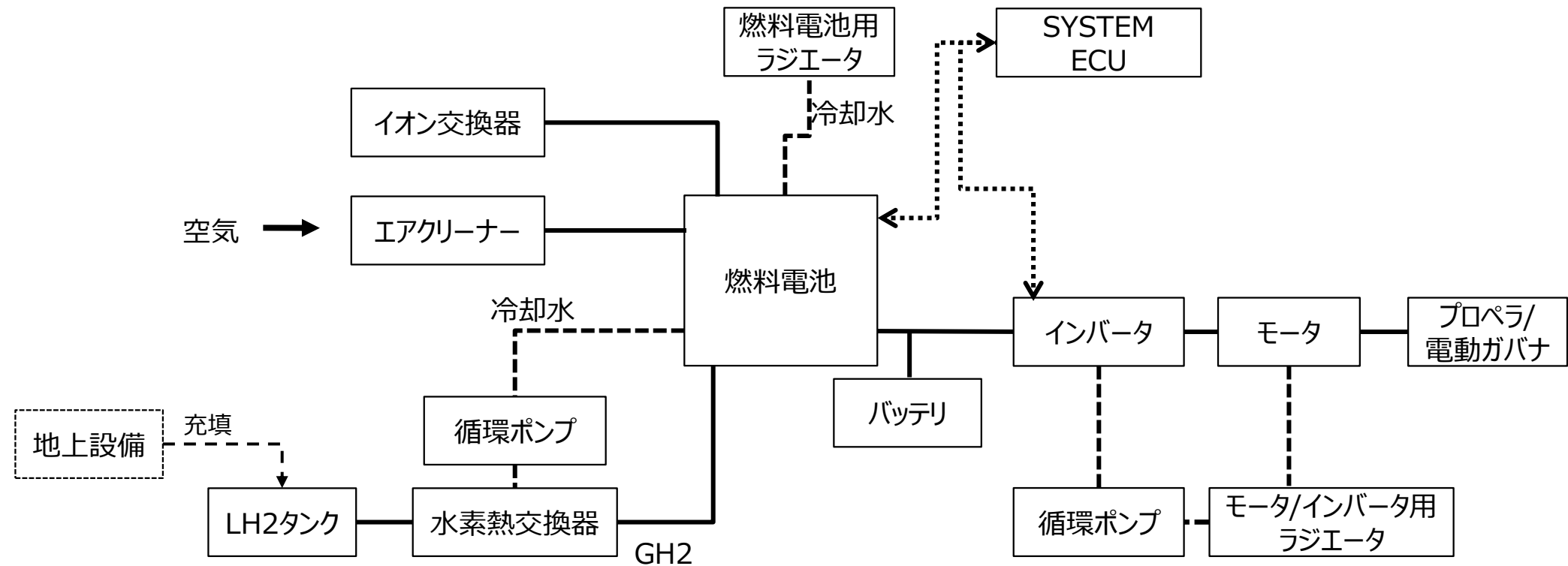
- ・ システム設計結果からサブシステム/コンポーネントに必要な細部機能/性能要求を抽出する。
- ・ システム設計で抽出した技術課題を解決するためのデータ取得、実体を用いた実現性検証を実施し、航空機設計に関するガイドラインに従い、細部機能/性能要求を満足するサブシステム/コンポーネントを立案する。
- ・ 上記の検討結果をもとに、サブシステム/コンポーネントの開発仕様案を策定する。

③ サブスケール試作による課題の洗い出し*1)（Phase1）

【搭載も想定した小型化、配置方法の検討】

航空機への搭載、運用も想定したサブスケール試作を実施することで、地上設備とのインタフェース、起動時に必要となるバルブ、水素検知器の設置場所、水素供給配管と高圧電線のルーティング等、基本設計において考慮すべき課題を抽出する。

なお、燃料電池をコアとする推進システムにおける課題を早期に抽出するため、自動車および電動航空機等の産業用として既に製造されている機器を使用する。



*1)既存設備等を活用した地上試験、または小型機への搭載を候補にPhase1にて実施方法を検討する。

④ サブシステム/コンポーネントの開発（Phase2）_燃料電池電源システムの技術開発

【国内外の動向調査】

- 自動車用途でLT-PEFC型燃料電池が実用化されており、国内企業はこれまでの開発において多くの知見を有する。
- バス、船等のモビリティ用途で高出力LT-PEFC型燃料電池の開発が進行中。
- エアモビリティ用途ではドローン等での低出力の燃料電池の実用化実績あり。
- 航空用途ではSOFC型、HT-PEFC型燃料電池の開発が進行中。反応温度が高いため、冷却システムの小型/軽量化が期待できる。

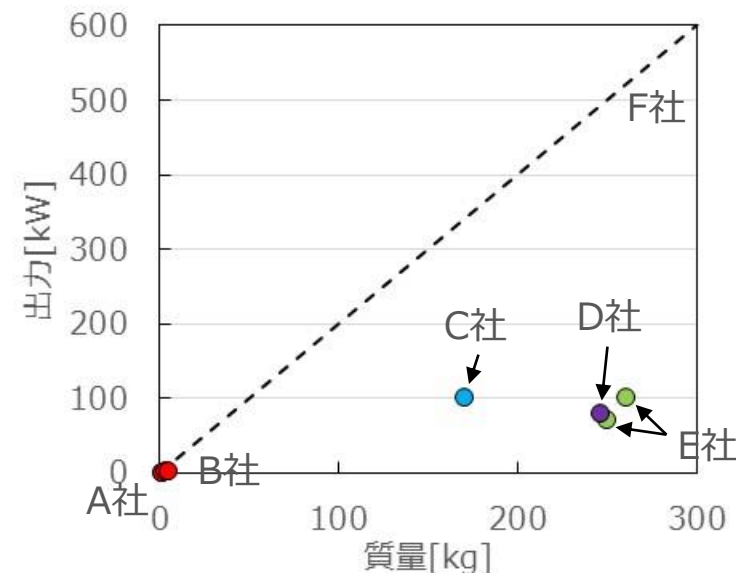
⇒2029年以降の機体OEMとの共同開発に参画するため、本事業では自動車用途で実績があり、高い信頼性を有するLT-PEFC型燃料電池を用いた推進システムの航空機適用を検討する。

【残された技術課題】

- 空気/水素流量および熱制御技術
- 軽量化

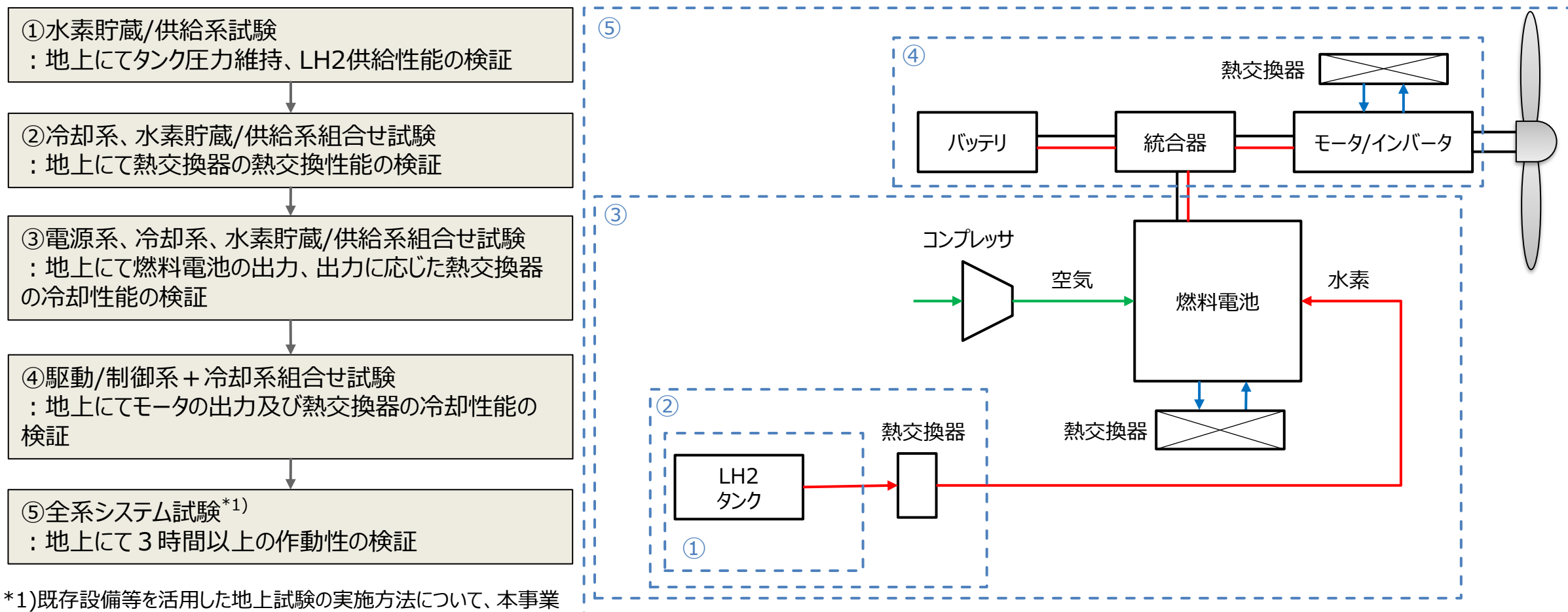
【開発方針】

- システム設計において燃料電池電動推進システムに適切な運用高度、システム電圧等の運用条件を設定することで解決する。
- 自動車メーカー、コンプレッサーメーカー、精密機械メーカーと連携し、これまでの開発実績を活用しつつ、サブシステムレベルでの試作、試験評価を実施することで解決する。



⑤ システム実証 (Phase3)

水素貯蔵/供給系、電源系、駆動系の単体検証、組合せ検証を段階的に実施した後、全系システム試験^{*1)}において「水素供給システム＋燃料電池」をコアコンポーネントとするフルスケールサイズの燃料電池電動推進システム 1 基を地上にて3時間以上運転できることを実証。



*1)既存設備等を活用した地上試験の実施方法について、本事業の中で検討を進め、Phase3にて細部試験計画を立案する。

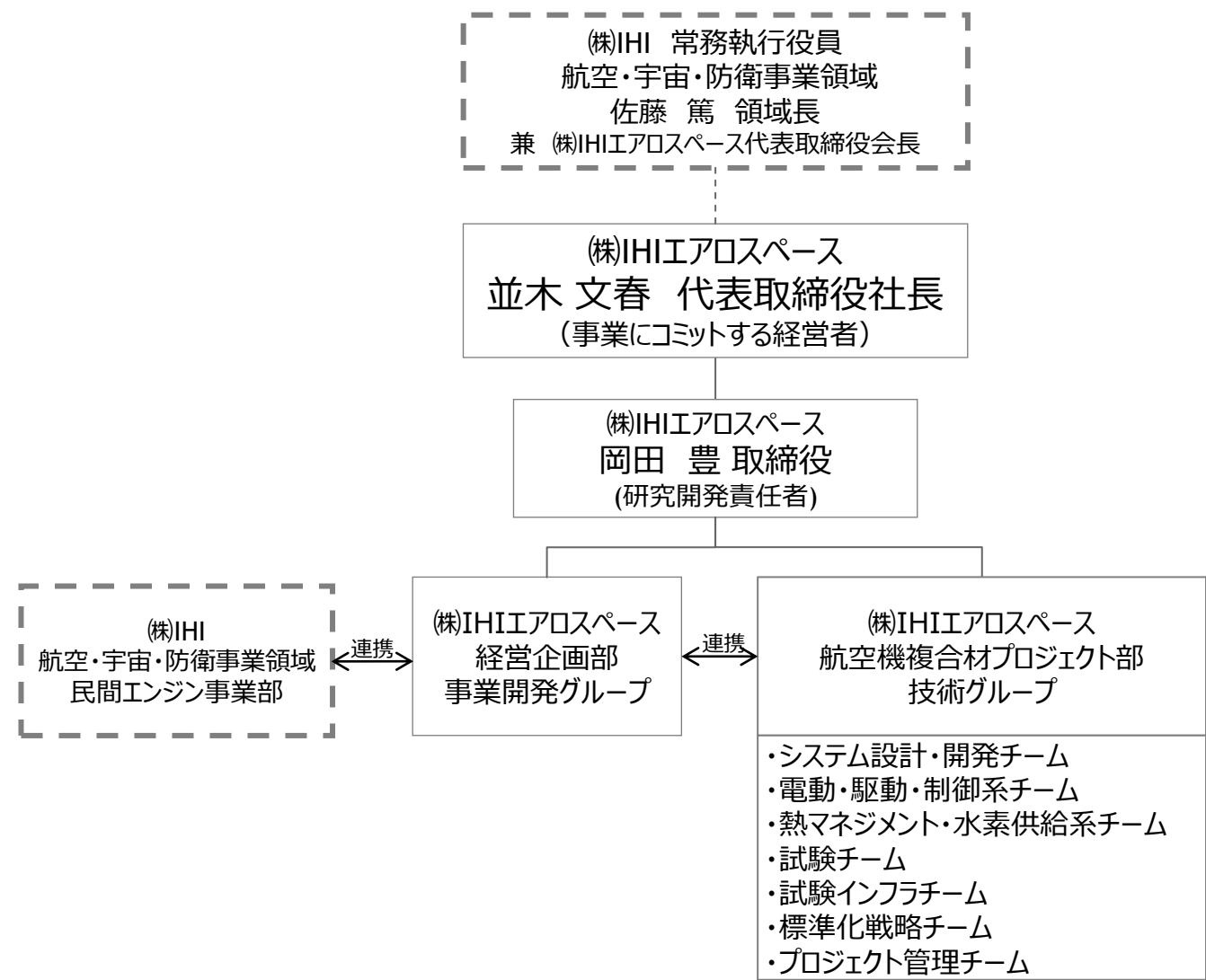
3. イノベーション推進体制

(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

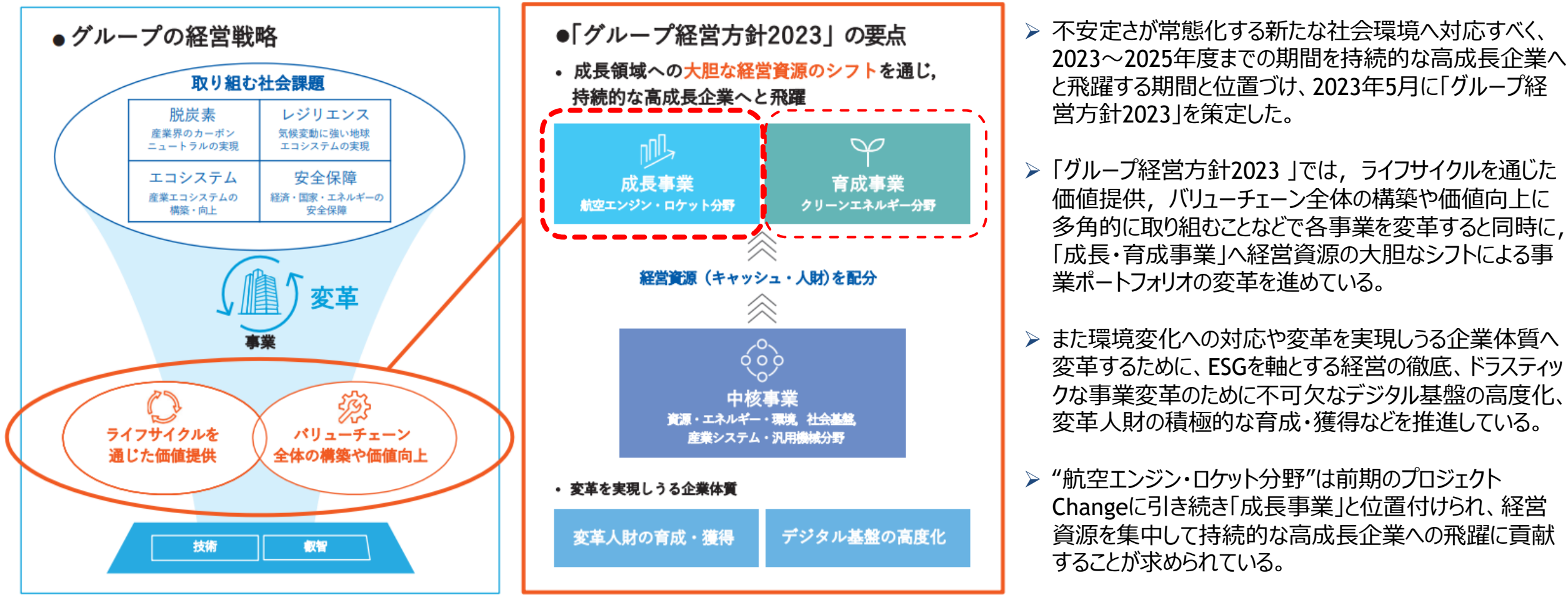
- 研究開発責任者
 - 岡田 取締役
- 担当チーム
 - システム設計・開発チーム
 - 電動・駆動・制御系チーム
 - 熱マネジメント・水素供給系チーム
 - 試験チーム
 - 試験インフラチーム
 - プロジェクト管理チーム
- 標準化戦略担当
 - 標準化戦略チーム
 - 東京大学との連携

部門間の連携方法

- IHIグループの経営戦略のもと、IHI航空・宇宙・防衛事業領域、およびIHI戦略技術統括本部との連携を通してIHIグループとして研究開発・事業化を推進する。
- IHIEアロスペース内の部門はプロジェクト定例会を週次にて開催する。
- 共同実施先の東京大学、外注先等を含めたプロジェクト定例会を月次にて開催する。

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

経営者等による電力制御及び熱・エアマネジメントシステム事業への関与の方針



2023年5月18日適時開示資料「グループ経営方針2023」より

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

経営戦略の中核に電力制御及び熱・エアマネジメントシステム事業を位置づけ、企業価値向上とステークホルダーとの対話を推進

- 2050年カーボンニュートラルの実現に向け、差別化された独自の軽量化技術、電動化技術の開発や水素燃料の適用に加え、SAF合成燃料の開発と事業化に向けた取組みを強化することで、環境に優しく、経済的な航空機におけるカーボンニュートラルの実現を目指している
- 国等からも支援を頂きながら研究開発・事業化を進めており、進捗についてはIR・プレスリリースなどにより広く情報発信している



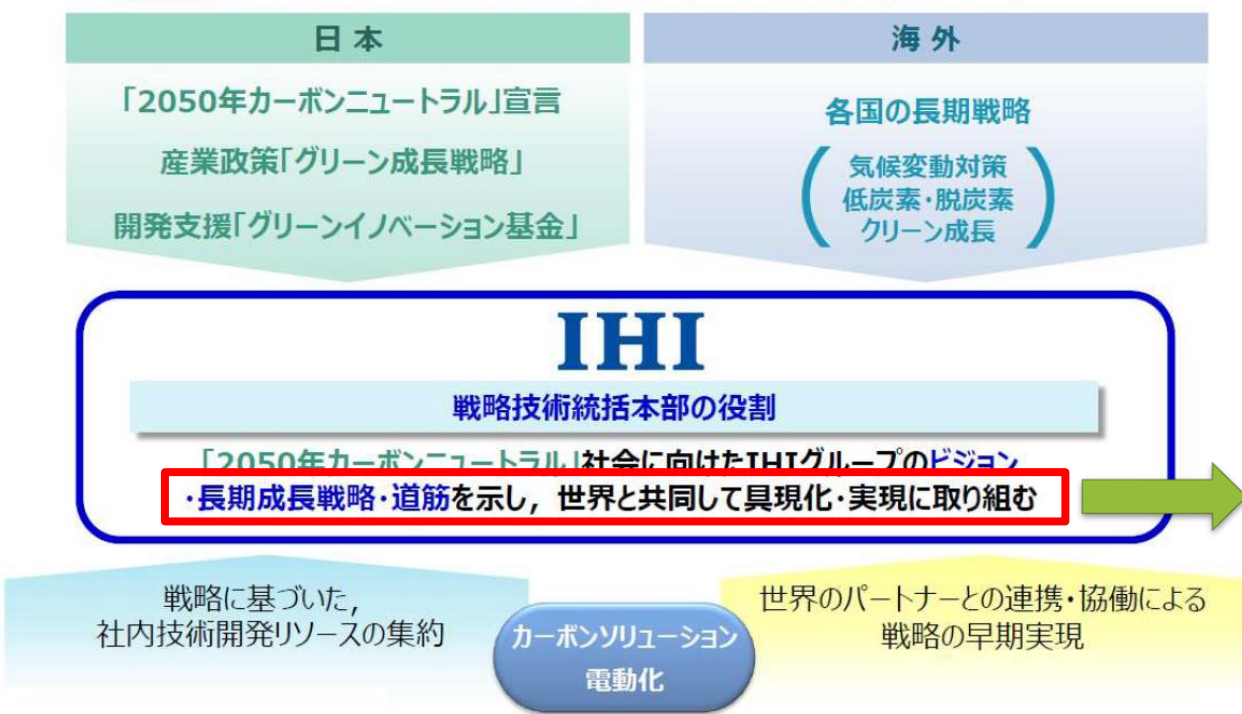
IHI統合報告書2023より

2023年9月20日 株式会社IHI事業領域説明会「航空・宇宙・防衛事業領域」より

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

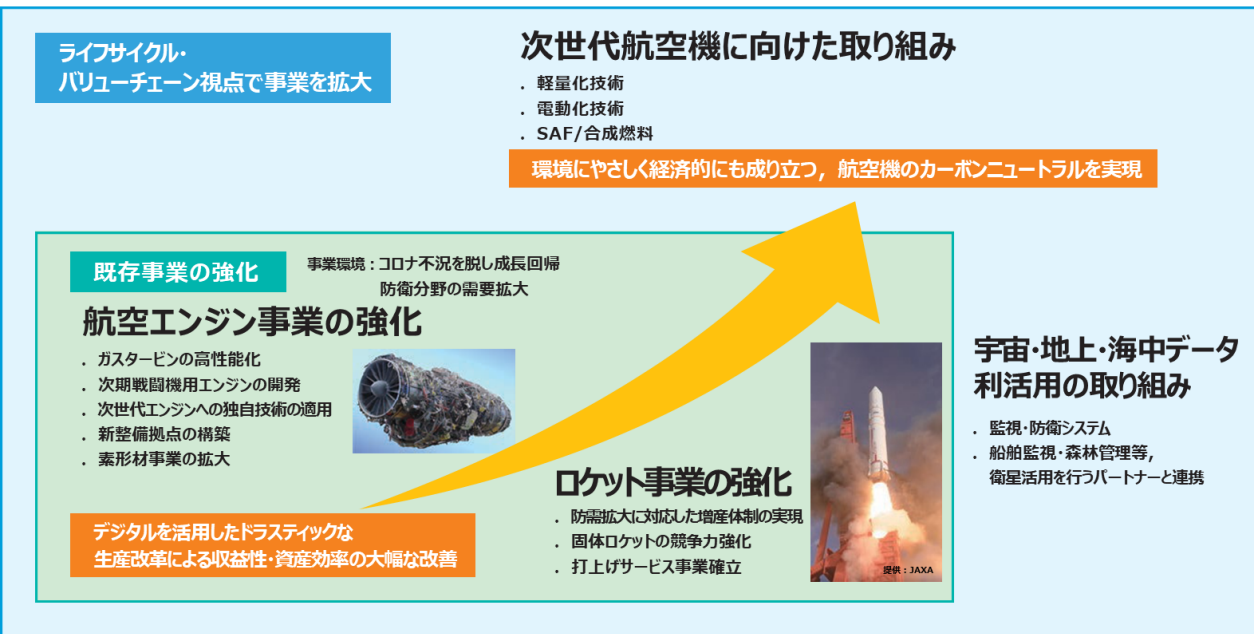
機動的に経営資源を投入し、着実に社会実装まで繋げられる組織体制を整備

- IHIグループ全体の技術を横断的に俯瞰し、カーボンニュートラル等の社会課題の解決に向けて必要な技術戦略を検討する部隊として、「戦略技術統括本部」を2021年4月1日に新設し、既存事業の枠を超えてグループ全体最適を行うこととしている
- 当本部において将来の戦略技術を立案するとともに、戦略技術に関連した研究開発工事は当本部管轄として進捗を管理し、社会実装に向け確実に研究開発を進めている



2021年5月13日2020年度決算説明会経営概況「プロジェクトChange」の進捗より

- 航空エンジン・ロケット事業を成長事業と位置づけ、
- 民間航空エンジン、防衛分野の強化・拡大に加え、事業変革を断行し、当社の成長を牽引
 - ライフサイクルやバリューチェーン視点での新たな事業領域の創出にも取り組む



2023年5月18日適時開示資料「グループ経営方針2023」より

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、不測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">• ステージゲート目標未達によるリスク<ul style="list-style-type: none">- 社内外の有識者との連携を図り，フェーズごとのレビューや有識者による設計・開発水準の維持・向上• ワーキンググループ改善要望を受けるリスク<ul style="list-style-type: none">- 全社プロジェクトとして位置づけ，定期的なプロジェクト進捗レビューの実施等，着実な研究開発の遂行	<ul style="list-style-type: none">• 航空分野での水素利用環境整備（安全基準・法制度等含む）の遅れによるリスク<ul style="list-style-type: none">- 研究開発と並行して，実運用にて想定されるハードルについて，エアラインや空港等との情報交換をしながら，適宜管轄省庁への情報アップデート・提案を実施• SAF，電動化の技術革新による燃料電池推進システムの需要喪失のリスク<ul style="list-style-type: none">- 早期の実用化が見込まれる大型車両等他のモビリティへの軽量で安全な燃料電池駆動システムの提供	<ul style="list-style-type: none">• 試験場や当社設備の天候，災害による機能不全，実施不能となるリスク<ul style="list-style-type: none">- 代替試験場等の検討を実施• 予見性のない急激な財務状況等の悪化によるリソースの変動等によるリスク<ul style="list-style-type: none">- 外部資金調達等，自社以外のリソース活用の模索

➤ 事業中止の判断基準：ステージゲート審査時に事業中止や見直しを判断する。