

GI基金事業への取組状況について

提案プロジェクト名：航空機主要複合材構造部品の軽量化・生産高レート化・複雑形状化に関する研究

三菱重工業株式会社

2023年9月28日

© Mitsubishi Heavy Industries, Ltd. All Rights Reserved.

MISSION NET ZERO

三菱重工業グループは、CO₂削減に貢献できる当社グループの製品・技術・サービス、世界中のパートナーとの新しいソリューション、イノベーション等により、グローバル社会全体のNet Zero実現に貢献していきます。

そのために、私たちは、グループ員一人ひとりが、「MISSION NET ZERO」を胸に、Net Zeroの未来に向けて行動していきます。



目標年	当社グループのCO ₂ 排出削減 Scope1,2	バリューチェーン全体を通じた社会への貢献 Scope 3 + CCUS削減貢献
2030年	▲50% (2014年比)	▲50% (2019年比)
2040年	Net Zero	Net Zero

•Scope1,2 : 算出基準は、GHGプロトコルに準じる。

Scope3 : 算出基準は、GHGプロトコルに準じる。但しこれに独自指標のCCUSによる削減貢献分を加味。

略語

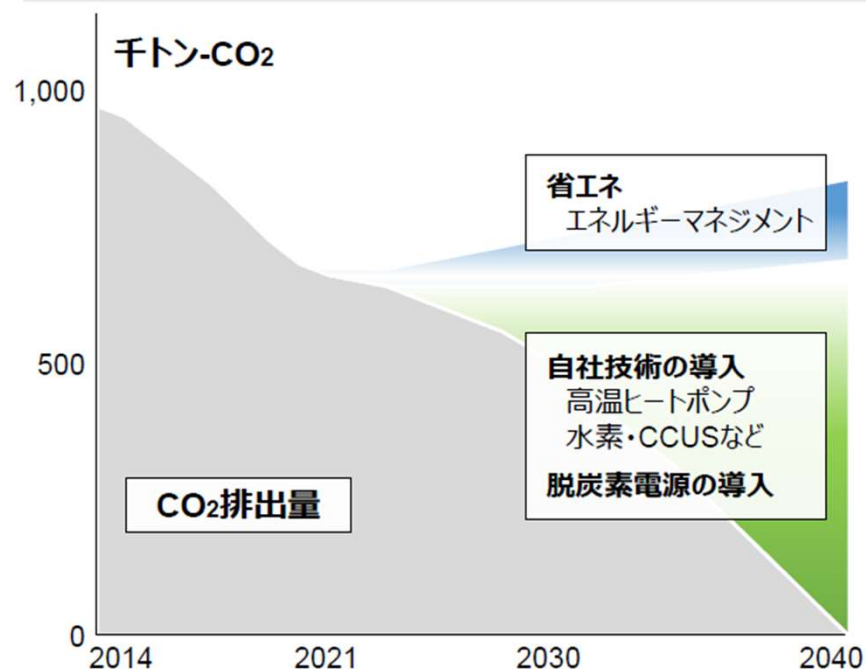
- GHG: 温室効果ガス (Greenhouse Gas)
- CCUS: Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage

MISSION NET ZEROに向けたロードマップ



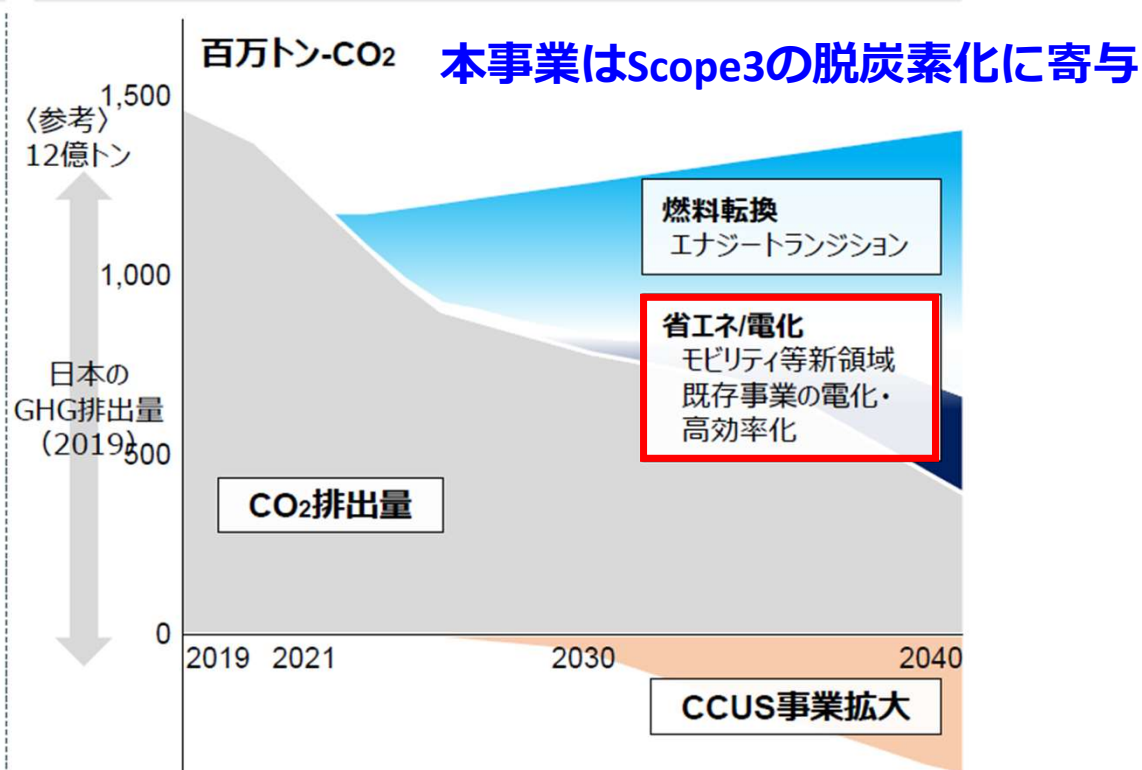
当社グループのCO₂排出削減 Scope1,2

自社技術を自社工場へ導入



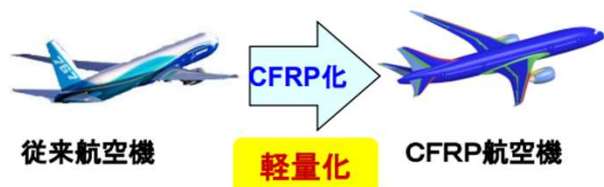
バリューチェーン全体を通じた社会への貢献 Scope3 + CCUS削減貢献

脱炭素技術を早期に確立し、社会実装に貢献



略語
- CCUS: Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage

航空機のライフサイクル全体では、複合材による機体軽量化がCO2削減に大きく寄与



<前提>

機体：中型旅客機（ボーイング767）国内線仕様

運航：国内線（羽田⇄千歳：500マイル）

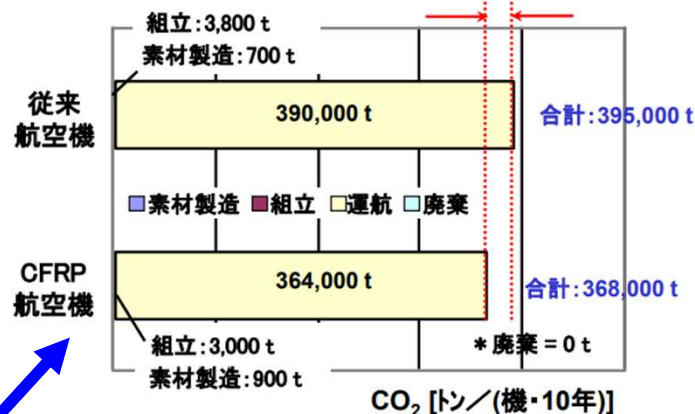
生涯運航距離：年間2,000便、10年（出典：全日空）

CFRP航空機：CFRP50%適用、20%軽量化（従来機対比）

<ライフサイクルCO₂排出量>

<航空機1機当たり>

削減効果：27,000トン(7%)



<炭素繊維1トン当たり>

炭素繊維製造時のCO₂排出量

ライフサイクルCO₂削減効果
(製造時含む)

20トン

▲1400トン

1機当たり炭素繊維
約20トン使用

航空機ではScope3 (運航)におけるCO₂排出量が圧倒的に多い

CO₂ 削減量 27,000トン/(機・10年)

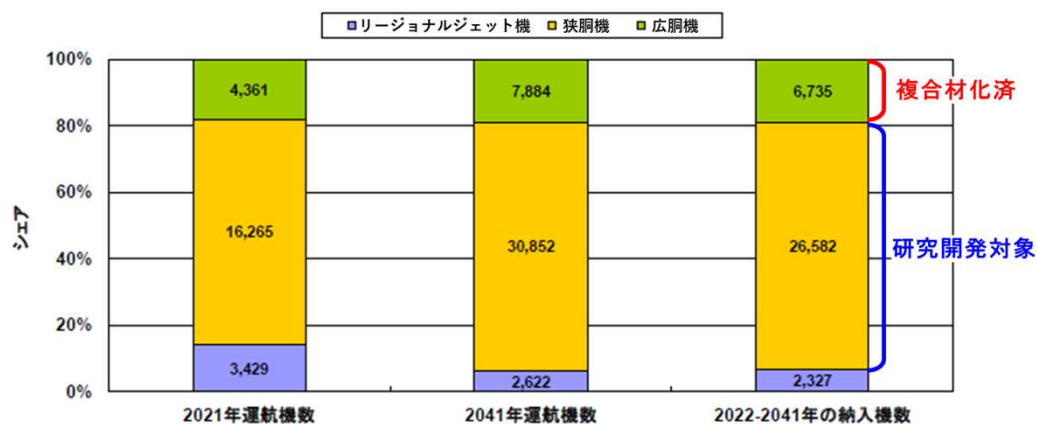
(炭素繊維協会LCAモデル： <https://www.carbonfiber.gr.jp/tech/lca.html>)

次世代複合材技術による将来狭胴機（主翼構造）の軽量化を実現し、脱炭素に貢献

背景

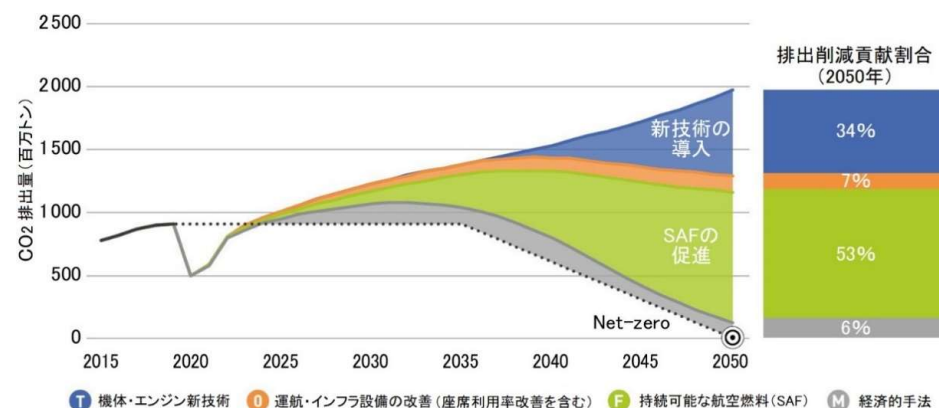
- 将来需要は狭胴機に集中(下左図)
- SAF（供給量に課題有り・高価）や水素（体積エネルギー密度低）を燃料とする将来機では、燃費改善につながる機体軽量化の重要度がさらに高まる(下右図)
- 従来製法では、狭胴機の軽量化・生産高レート化に課題あり、複合材化が進んでいない

機体サイズ別市場予測



出典：(一財)日本航空機開発協会「民間航空機に関する市場予測2022-2041」

航空輸送産業が目指すカーボンニュートラル社会のゴール



出典：ATAG, Waypoint 2050 Scenario 3: aspirational and aggressive technology perspective

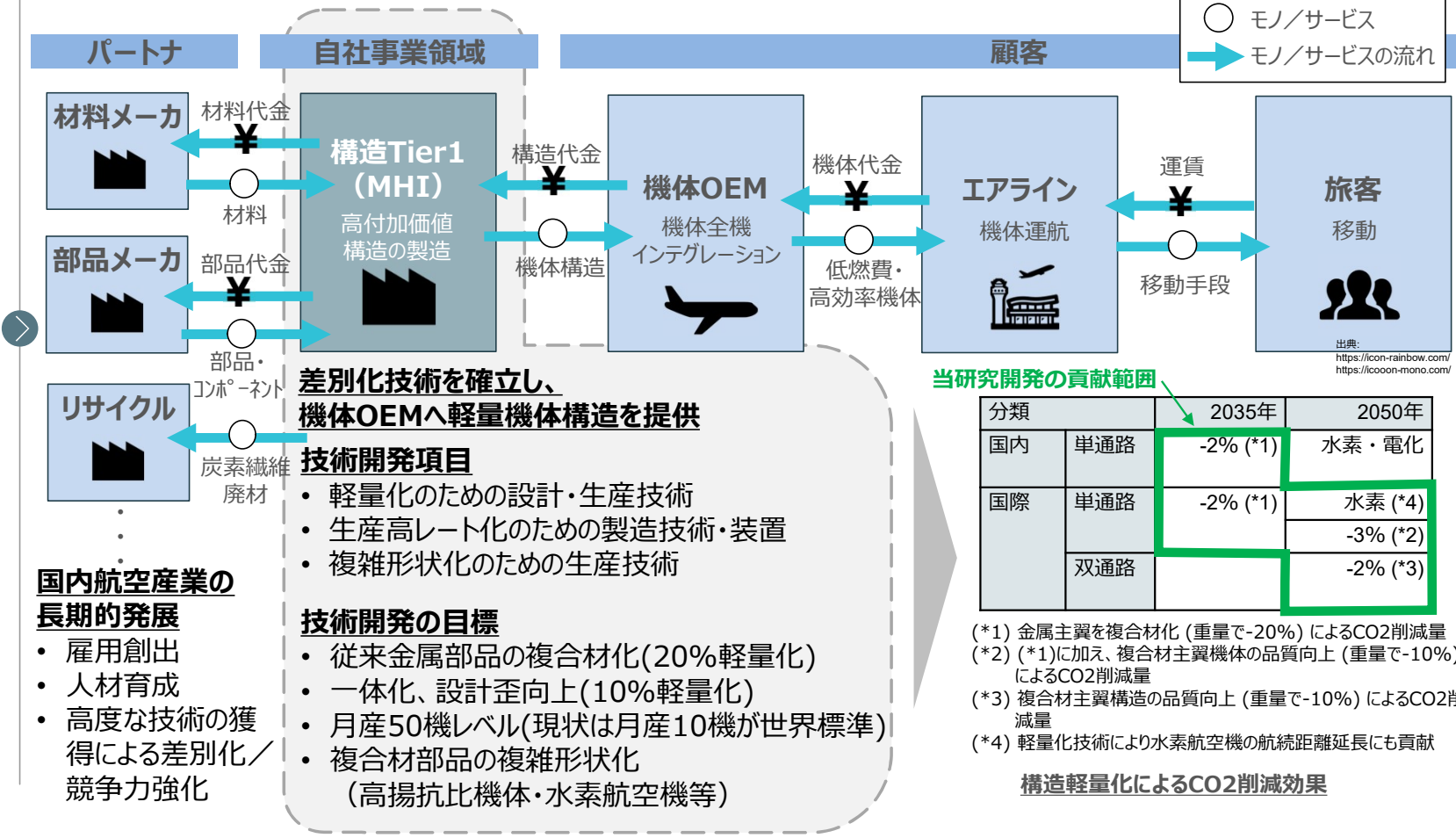
提供価値・ビジネスモデル



社会・顧客に対する提供価値

- 社会
 - 移動手段
 - 航空輸送のCO2削減
 - 裾野が広い産業のため、雇用創出や人材育成に貢献
 - 資源の有効活用(リサイクル)を通じて環境負荷低減と地球環境保護に貢献
- 顧客
 - CO2削減に貢献する機体構造
 - 軽量化
 - 生産高レート化
 - 部品の複雑形状化

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



略語
- MHI: Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.
- OEM: Original Equipment Manufacturer

世界有数の複合材構造開発力を活かし、航空輸送CO2削減を実現する機体構造を提供

自社の強み、弱み（経営資源）

ターゲットに対する提供価値

- 構造軽量化を実現する設計歪の向上
- 単通路機への複合材適用拡大に必要とされる生産高レート化
- 水素航空機や高アスペクト比機で想定される革新的機体形状を実現するための複合材部品の複雑形状化
- 日本の強みである複合材技術の国際的優位性の維持・伸長

自社の強み

- 複合材技術
 - 設計/製造技術連携による世界水準の開発力
 - 当時実用化された世界最大の民間機主翼を開発
 - 10機以上の月産レートを実現
- 部品製造・加工パートナーとの信頼関係
 - 量産実績に裏付けされたSCM

自社の弱み及び対応

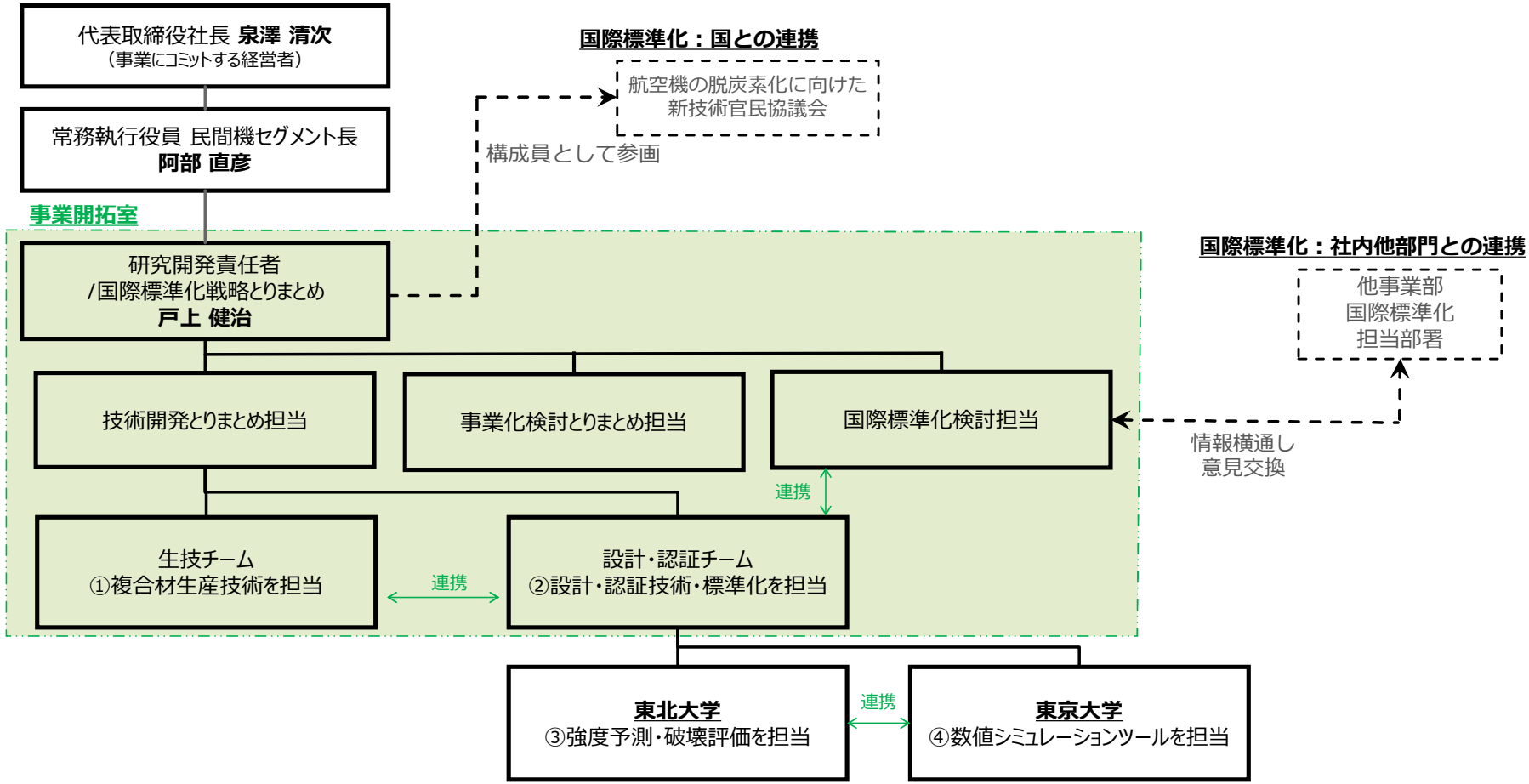
- 先進複合材開発の進捗
 - 産業レベルの先進複合材開発は欧州が先行。産官学連携した研究開発でキャッチアップを図る。

競合との比較

自社	技術	顧客基盤	サプライチェーン	その他経営資源
(現在)	• 国産航空機開発での複合材構造開発実績	• 海外OEM	• 海外OEM機種で量産に基づくサプライチェーンとその管理を実施	• 複合材部品製造・研究資源所有
	↓	↓	↓	↓
(将来)	• 以下の技術の伸長。構造コンポーネント新規受注獲得に繋げる。 • 軽量化 • 生産高レート化 • 複雑形状化	• 高度技術提案でOEMとの関係を強化 • ファブレス新興OEM	• 部品製造・加工パートナーとの連携強化や波及により、雇用創出や人材育成を図りサプライチェーンを強靱化	• 研究開発知見、及び社内他事業事例を活用したDX、シミュレーション技術の伸長
競合業者	技術伸長に関連する以下の動きあり。 • GKN社：RTM開発注力 • Spirit社：A220複合材主翼製造	• OEMに限られるため、Tier1構造コンポーネント業者間の競争が依然厳しい。	• 各社独自のサプライチェーンを構築し、管理を強化	国際的M&Aや各国の国プロを活用し国際競争力を高める動きあり。 • GKN社：英国NCC連携・活用 • Spirit社：Bombardier Belfast買収

略語
 - DX: Digital Transformation
 - M&A: Mergers and Acquisitions
 - NCC: National Composite Centre
 - OEM: Original Equipment Manufacturer
 - RTM: Resin Transfer Molding
 - SCM: Supply Chain Management

イノベーション推進体制／組織内の事業推進体制

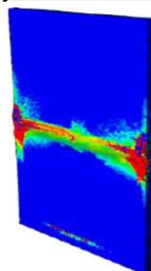


研究開発の目指す方向性

① 軽量化

- ・ 設計技術高度化
- ・ 部品一体化
- ・ 品質向上、欠陥レス

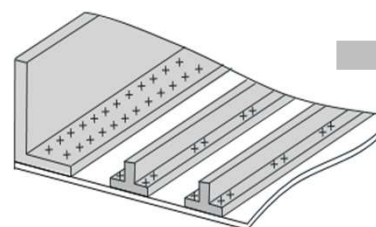
a) 設計・認証技術



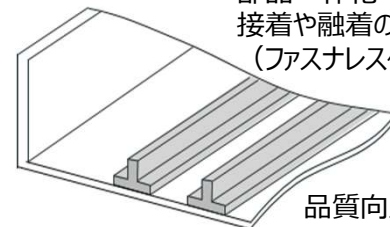
- 破壊シミュレーション技術導入により設計歪向上と認証効率化
- 接合面の性能品質保証方法の高度化

b) 生産技術

従来



目標

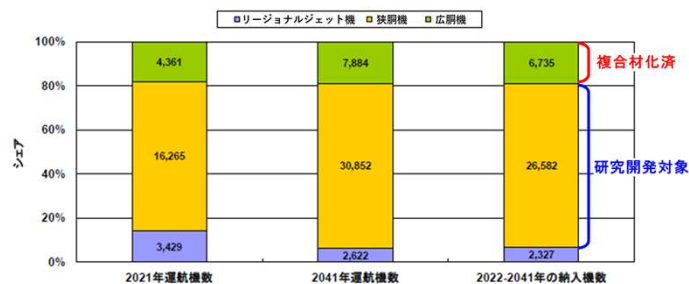


部品一体化
接着や融着の適用
(ファスナレス化)

品質向上
(欠陥レス化)

② 高レート化

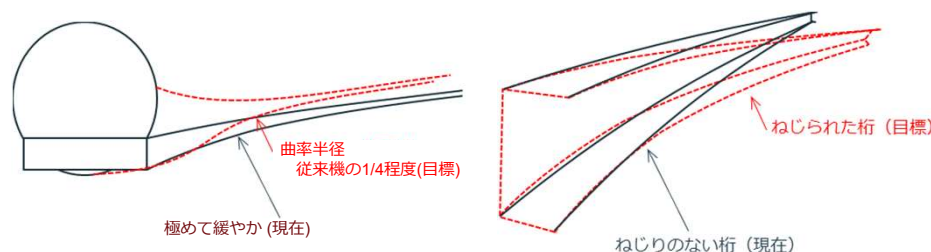
- ・ 自動化、省人化、高速化
- ・ 検査の高効率化、AI活用



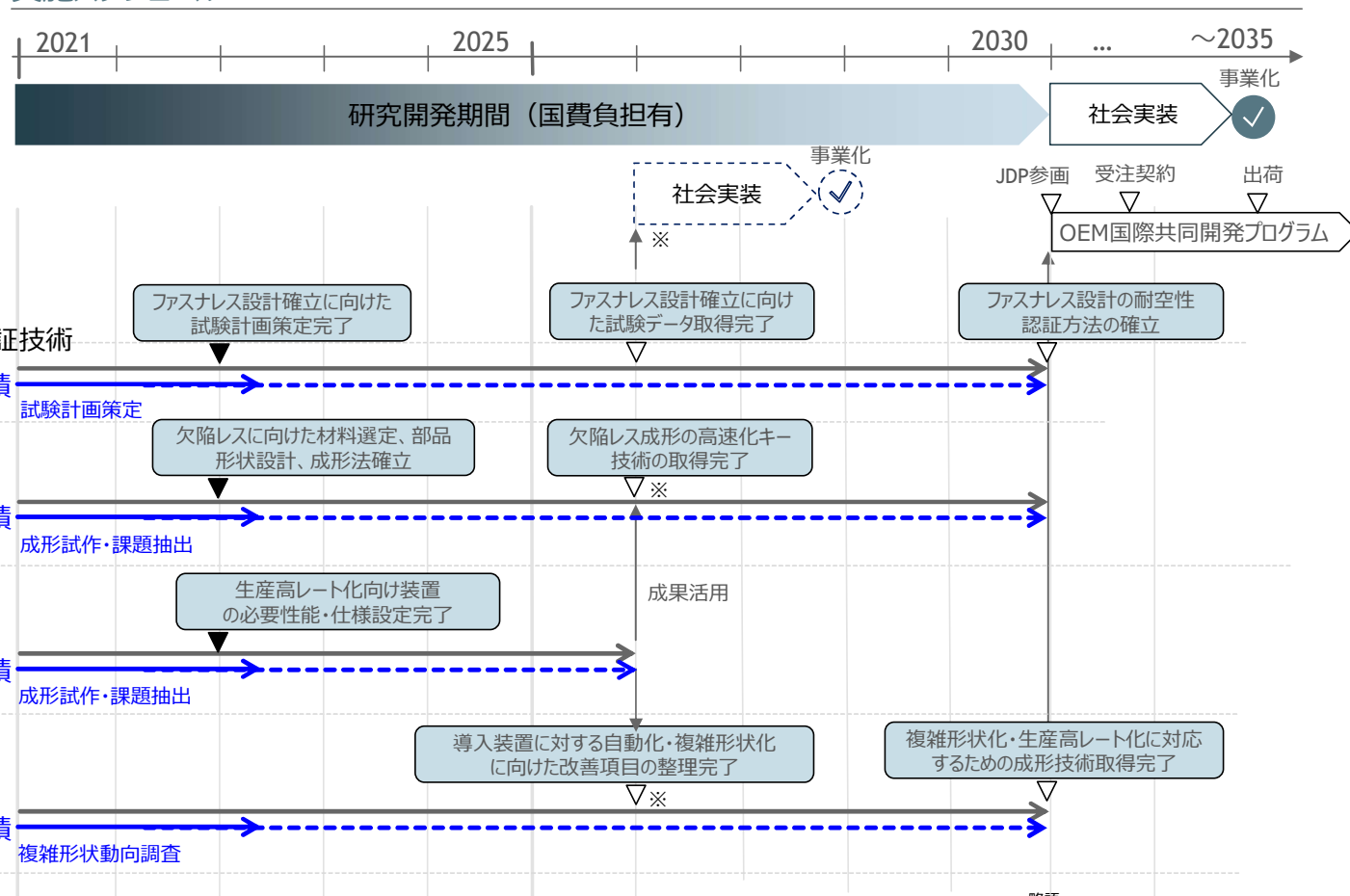
機数比較で狭胴機は
広胴機の数倍の需要

③ 複雑形状化

- ・ 部品一体化の延長線の技術伸長



三菱重工



略語

- JDP: Joint Definition Phase
- MHI: Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.
- OEM: Original Equipment Manufacturer

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（昨年度WGからの）開発進捗

進捗度

1 機体軽量化
の為の一体化
成形技術と設
計歪の向上

(a)設計・認証技術
ファスナレス設計確立に向けた
試験データ取得完了
(FY2026末)

(b)生産技術
高速化を両立する欠陥レス
成形のキー技術の取得完了
(FY2026末)

(a)設計・認証技術

- ・ファスナレス構造での設計歪向上に向けて、材料の基礎特性、強度試験用の供試体製造及び試験を継続実施。
- ・ファスナレス設計の認証方法確立、国際標準化に向けて、CMH-17の定例ミーティングに出席し、技術協議実施。また、次回の改訂版のドラフト案に対して、質問やコメントを送付し、積極的にプレゼンスを発揮。
- ・共同研究先の大学と共に、認証取得の枠組み、複合材業界のプラットフォームの調査や標準化事例、標準化に向けた課題整理等に関する技術協議を継続実施。

(b)生産技術

- ・主翼スパン^レ : 小物部品から試験と生産シミュレーションの組合せによる開発を開始。
- ・主翼スパン^レ : 主翼スパン^レで得た物理シミュレーションの知見を主翼スパン^レに展開し、下記小規模試験と組合せ技術開発推進中。
 - 賦形試験：メカニカルマッピング工法でリクルス技術開発中
 - 含浸試験：樹脂経路最適化、基材変更効果、ネット成形推進中
 - 外観検査：画像認識試験装置を構築し試験を開始
- ・主翼リブ : 熱可塑の特徴を活かした主翼リブのデザイン検討推進中。昨年度抽出した課題解決（薄膜ヒーター耐久性向上）の活動開始。

(a)設計・認証技術

○
(理由)
設定した開発スケジュール通りに進捗中。

(b)生産技術

○
(理由)
設定した開発スケジュール通りに進捗中。

2 複合材適用
拡大の為の生
産高レート化

欠陥レス成形を両立するの高速化キー技術の取得完了
(FY2026末)

上記①(b)生産技術に同じ。

上記①(b)生産技術に同じ。

3 将来高効率
機体に必要な
部品の複雑
形状化

導入装置に対する自動化・
複雑形状化に向けた試験
データおよび改善項目の整理
完了
(FY2026末)

将来高効率機体に求められる複雑形状の把握を目的とした動向調査を実施。海外OEM（米国・欧州）が現在検討中の将来高効率機体の構想や、今後の開発計画を整理。

○
(理由)
計画通り進捗しているため。

略語

- OEM: Original Equipment Manufacturer

進捗度は以下の4段階で評価。

◎ : 計画に対して前倒しで進捗

○ : 計画通りに進捗

△ : 計画に対して遅れ気味であるが、直近のマイルストーン達成に影響ない見通し

× : 計画に対して遅れ気味であり、直近のマイルストーン達成に影響あり

MOVE THE WORLD FORWARD  RD MITSUBISHI
HEAVY
INDUSTRIES
GROUP

