

車体接着を10年以上安定化させる 界面設計技術の開発

Long-term stabilization of automotive adhesion

軽量化 / 接着 / 長期安定

light weight / adhesion / Long-term stabilization

研究開発の概要 Research Highlights

■ 背景

2050年カーボンニュートラル、大幅なCO₂削減にむけて市場が大きい自動車(65兆円)の軽量化に着目しました。

■ 開発内容

モビリティ軽量化のため、適材適所で異種の軽量部材使用を加速させる異種接着接合技術、とりわけ課題である「接着長期安定」の実現に取り組みました。

■ 成果

不安定箇所となる接着界面に着目し、独自のナノ界面観察、水分超加速劣化法、界面強度の可視化法を駆使し、長期安定要因を特定しました。更に、車用鉄材・アルミ材で「接着長期安定」を実現する、ナノ・マイクロ構造を再現できるレーザー表面処理条件を見出し、10年を超える長期安定接着界面を実現しました。

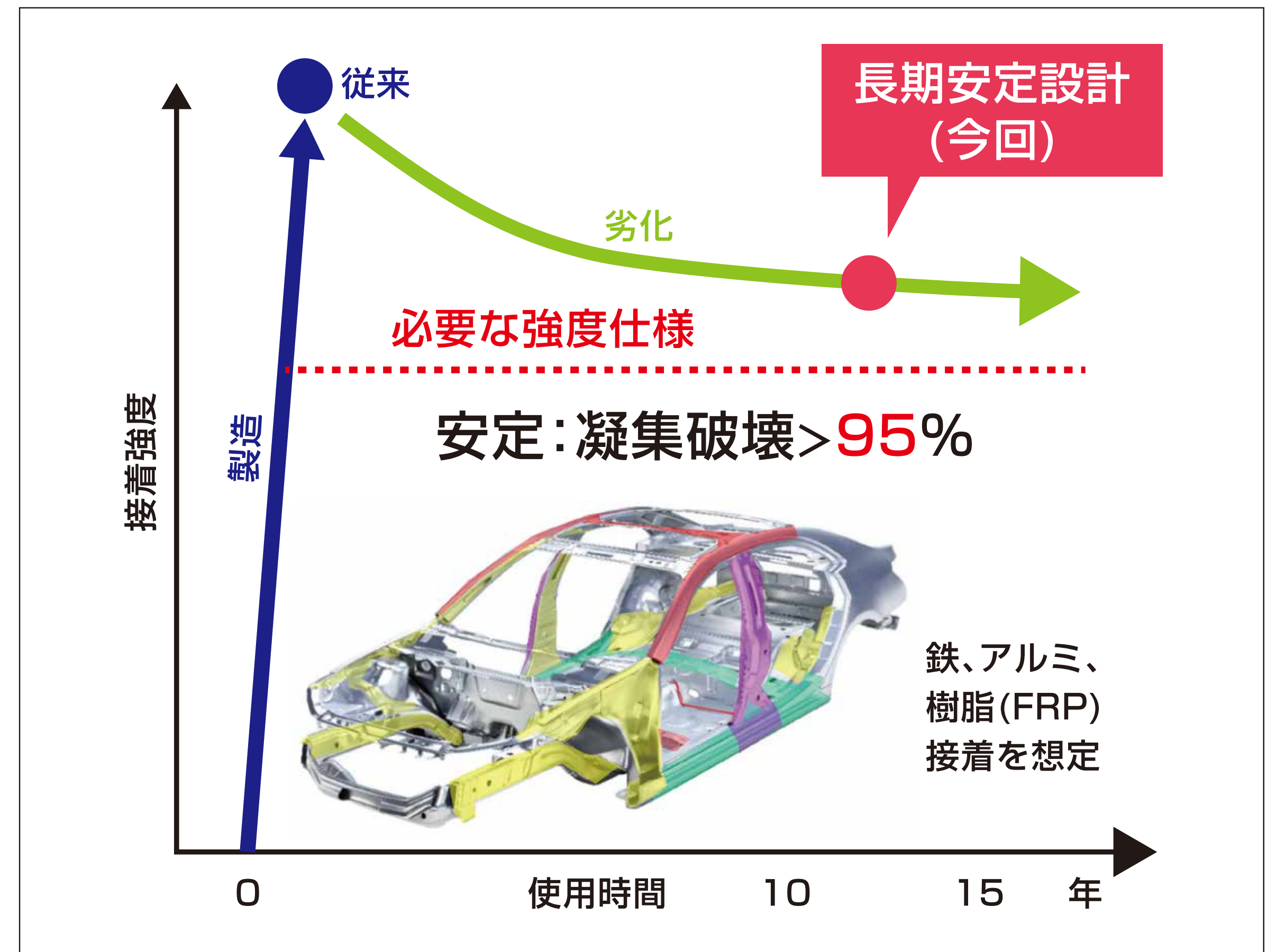
■ 今後の展望

CFRP材でも「接着長期安定」を実現し、車体製造ラインへの実装、また長期安定評価の国際標準をめざします。

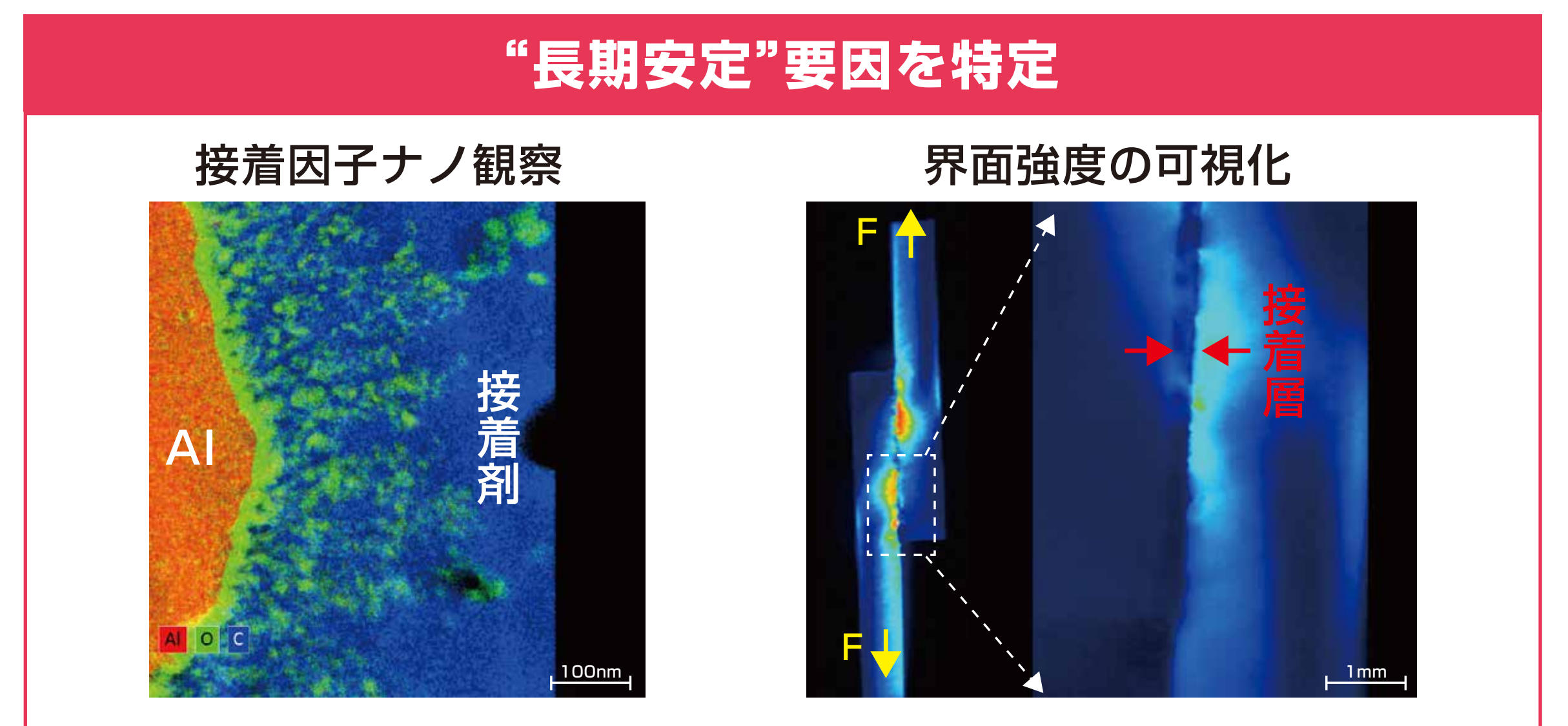
来場者に向けて For Visitors

「車体・車用部品の接着接合の実用化に向けて連携しましょう」「新しい応用先*との連携も模索しています」

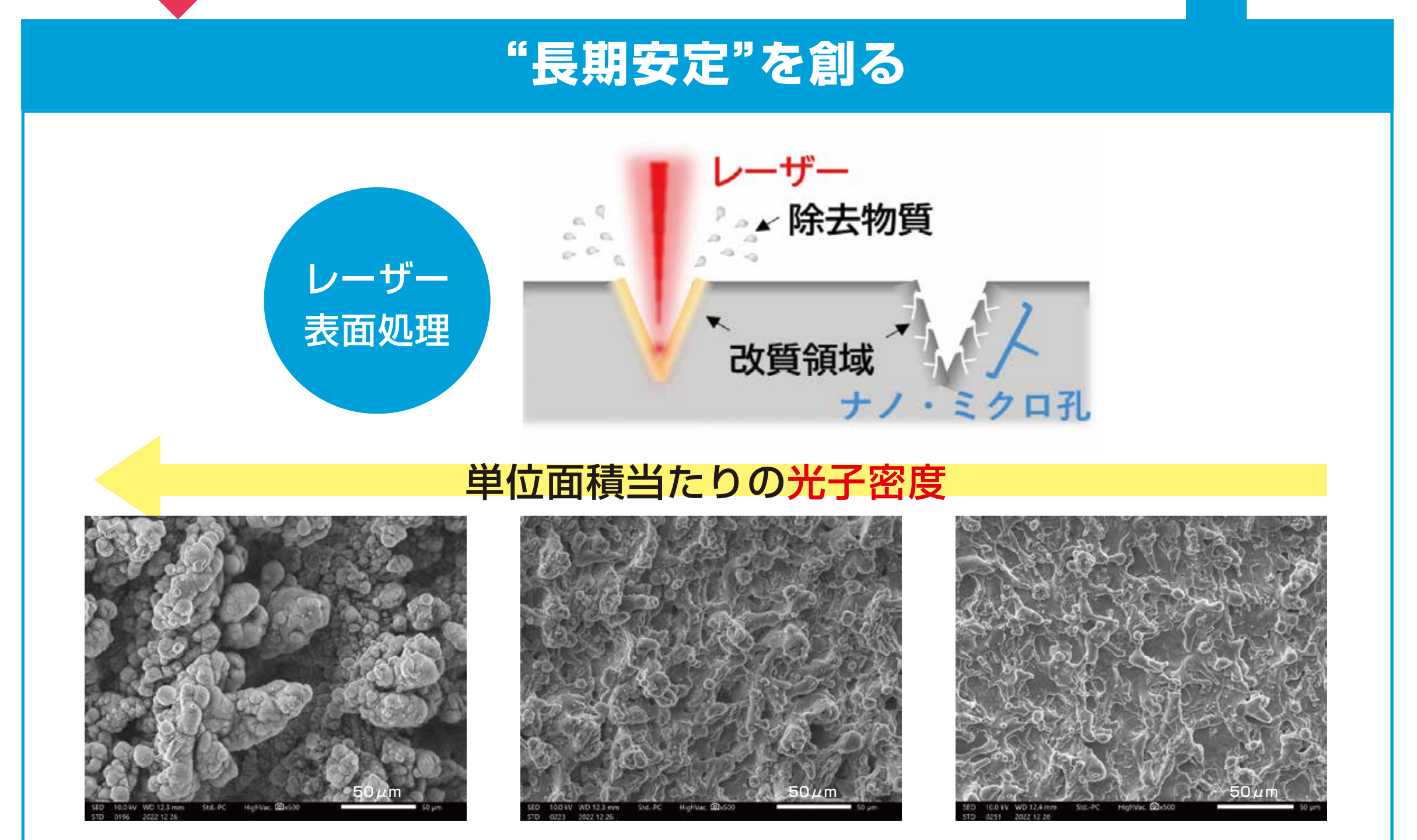
*: グリーンモビリティ(電気自動車のバッテリーケース、航空)、クリーンエネルギー(水素タンク、風車ブレード)、半導体(熱マネジメント、薬液タンク)など



車体接着の長期安定設計
Long-term stabilization of automotive adhesion



10年安定接着界面を達成!



接着長期安定要因を特定し、設計
Design and characterization toward long-term stabilization of adhesion

関連サイト

接着・接合技術コンソーシアム(T-CAB) | 産業技術総合研究所
<https://unit.aist.go.jp/nmri/airl/T-CAB/>



産業技術総合研究所 4Dビジュアルセンシング研究チーム
https://unit.aist.go.jp/ssrc/team_fdvis.html



NEDOプロジェクト名称 クリーンエネルギー分野における革新的技術の国際共同研究開発事業

実施期間 2021年度 ~ 2024年度

問い合わせ先 国立研究開発法人 産業技術総合研究所

● 接着・界面現象研究ラボ Mail: air1-ml@aist.go.jp ● 4Dビジュアルセンシング研究チーム Mail: nao-terasaki@aist.go.jp

次世代航空機の開発 水素航空機向けコア技術開発

Development of next-generation aircraft / Development of core technology for hydrogen aircraft

航空機 / 水素 / 軽量化

Aircraft / Hydrogen / Weight Saving

研究開発の概要 Research Highlights

■ **カーボンニュートラルに資する次世代航空機に向けた新技術開発が急加速中**

■ **次世代航空機の一つである水素航空機の実現に向け、そのコア技術を開発**

低NOx水素燃焼器、液化水素燃料タンク、水素燃料供給システム、機体構想という水素航空機のキー技術の開発に取り組んでいます。

■ 進捗

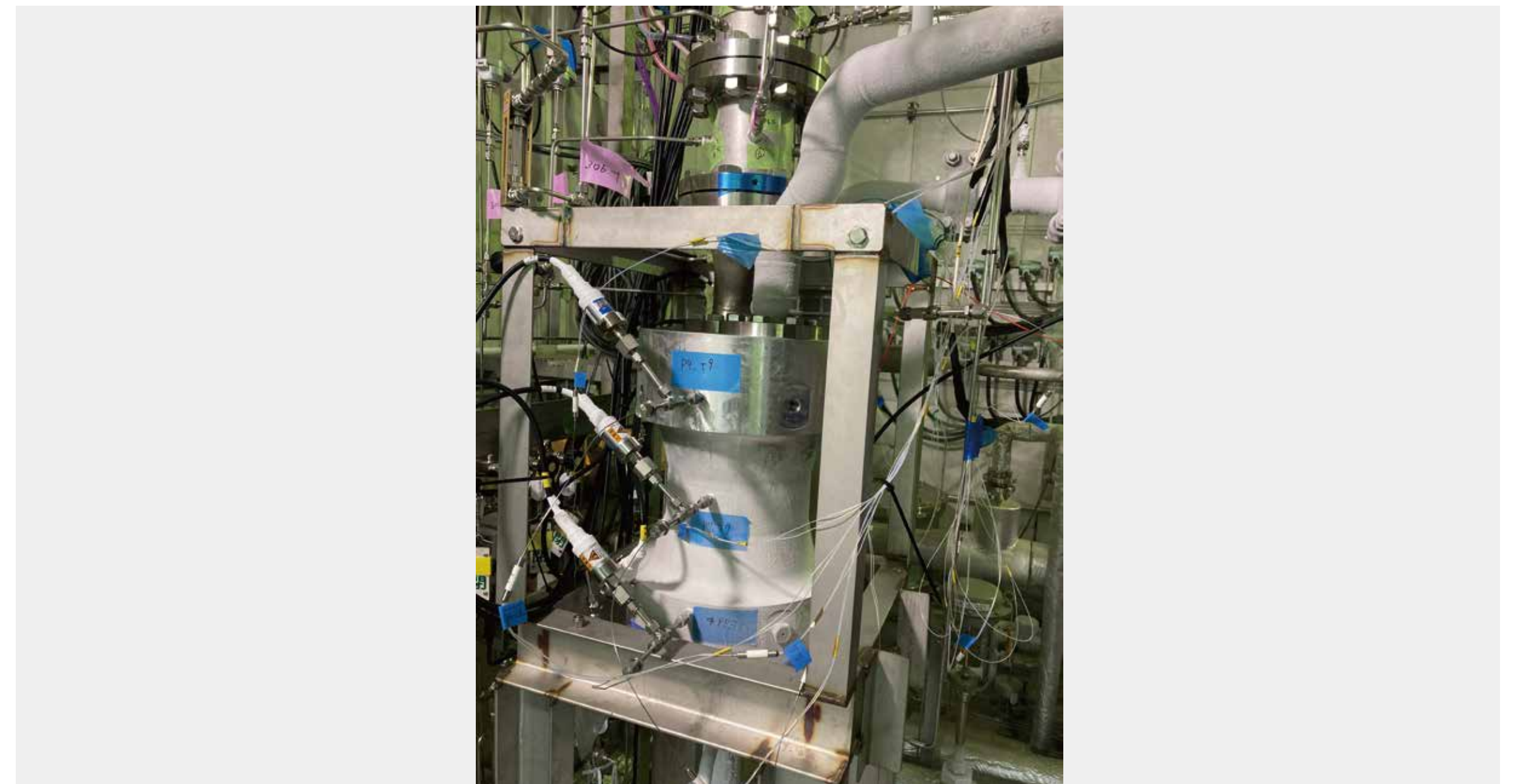
液化水素燃料タンクから水素燃焼器までの主要構成品の仕様設定および要素試験を実施し、順調に目標を達成中。各種試験により水素燃料の影響特性が得られています。

■ 今後の展望

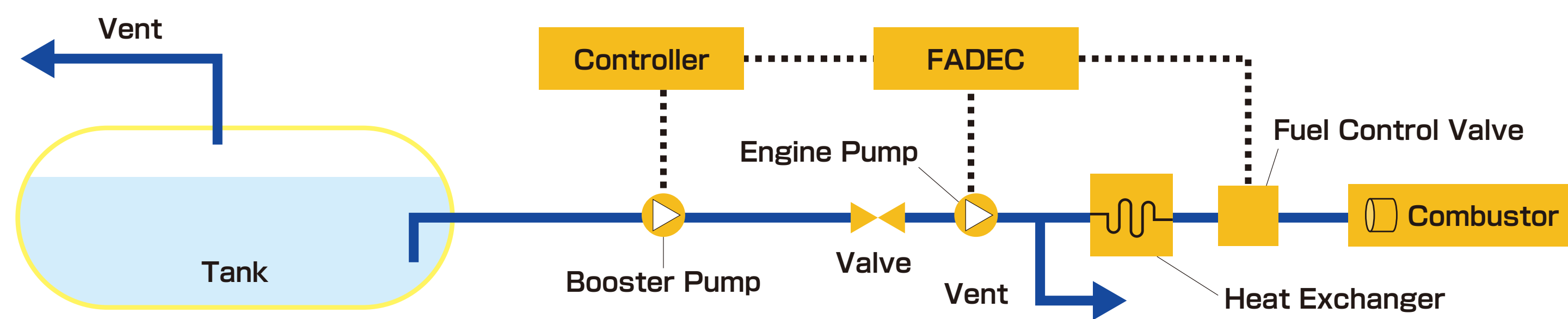
主要構成品を接続し、一気通貫で地上実証試験を実施予定



水素航空機の機体構想案
Hydrogen Aircraft



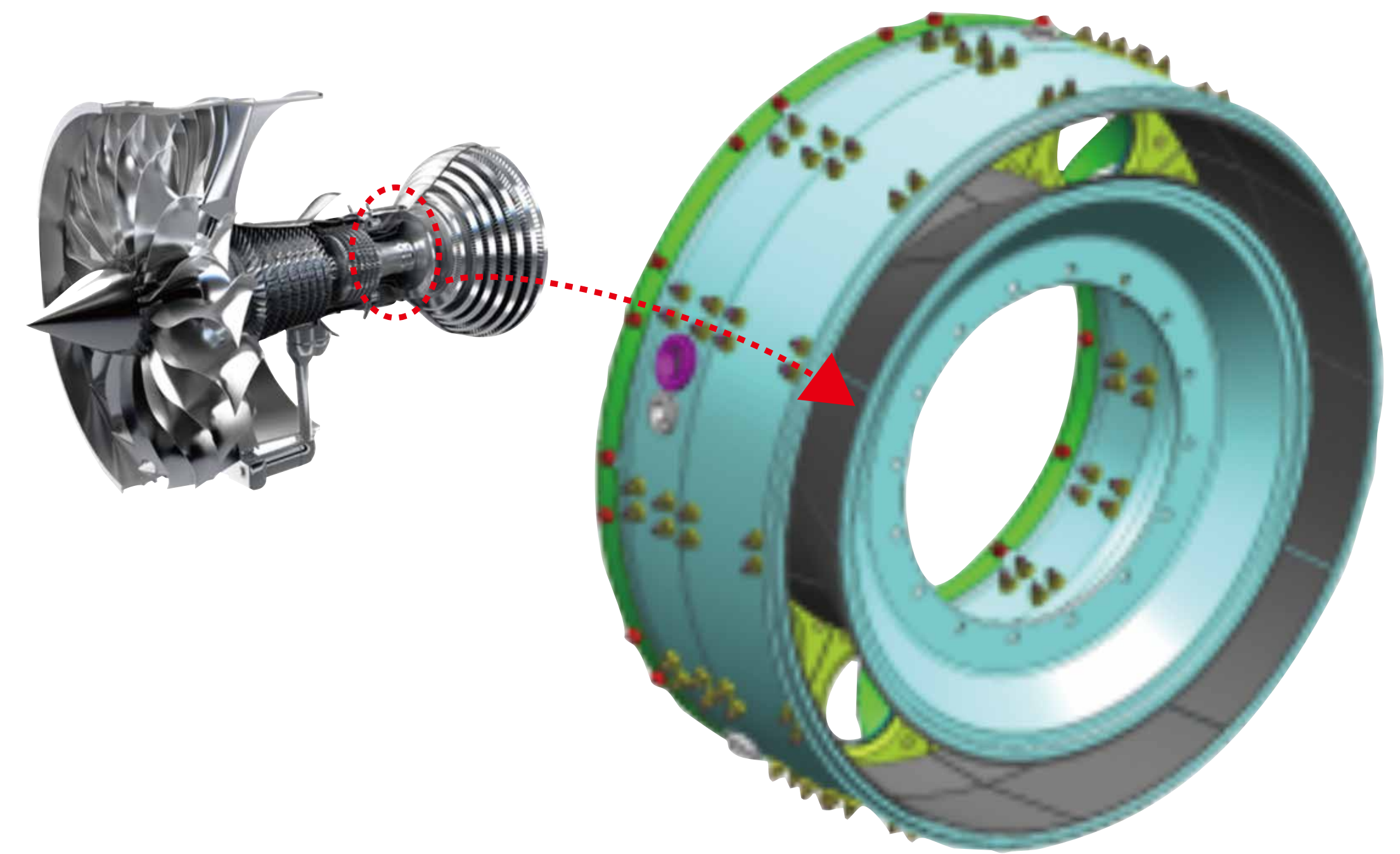
液化水素ポンプの実液試験
Liquid Hydrogen Pump



来場者に向けて For Visitors

液化水素を燃料とする水素航空機の課題は様々ですが、その一つ一つを解決してコア技術の開発をすすめ、水素航空機の実用化に向けて着実に前進していきます。

私たちは、水素航空機を通して環境問題に取り組んでまいります。



航空エンジン用環状燃焼器
Engine Combustor

関連サイト

NEDO次世代航空機の開発

<https://green-innovation.nedo.go.jp/project/development-next-generation-aircraft/>

川崎重工業株式会社 プレスリリース

https://www.khi.co.jp/pressrelease/detail/20211105_1.html

日機装株式会社 水素航空機向け液化水素ポンプの実液試験に成功

https://www.nikkiso.co.jp/news/files/ddee9e9765c73a7eff974423df737561_1.pdf



NEDOプロジェクト名称 クリーンエネルギー分野における革新的技術の国際共同研究開発事業

実施期間 2021年度～2025年度

問い合わせ先 川崎重工業(株) 航空宇宙システムカンパニー
水素航空機コア技術研究プロジェクト総括部 Tel: 078-921-1509 Mail: irie_y@khi.co.jp

水素を活用した航空機のための 境界層制御技術の研究開発

Boundary layer control technique for hydrogen-fueled aircraft

境界層制御 / 水素航空機

boundary layer control / hydrogen-fueled aircraft

研究開発の概要 Research Highlights

■ 背景

脱炭素社会に向けた水素航空機の開発気運の高まりとともに、新しい空気抵抗低減技術が期待されています。

■ 研究開発内容

水素航空機の液体水素を活用して機体表面を冷却し、空気抵抗を低減する新しい境界層制御技術の調査研究を行いました。

■ 成果

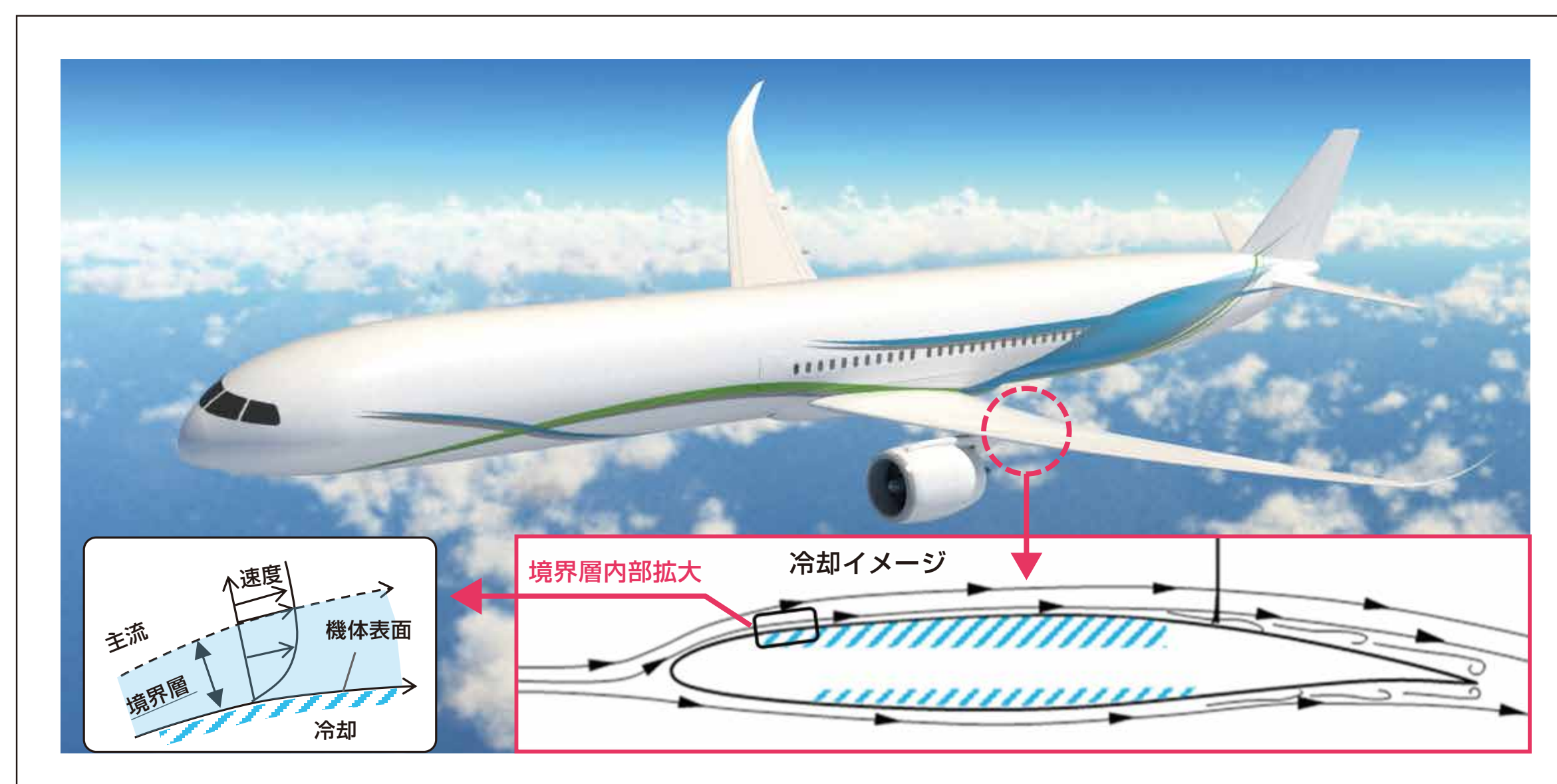
航空機で使用される翼型形状、速度域の条件下で表面を冷却すると、境界層が安定化して空気抵抗の少ない領域(層流域)を拡大させ、空気抵抗を減少させる効果があることを風洞試験で確認しました。

■ 今後の展望

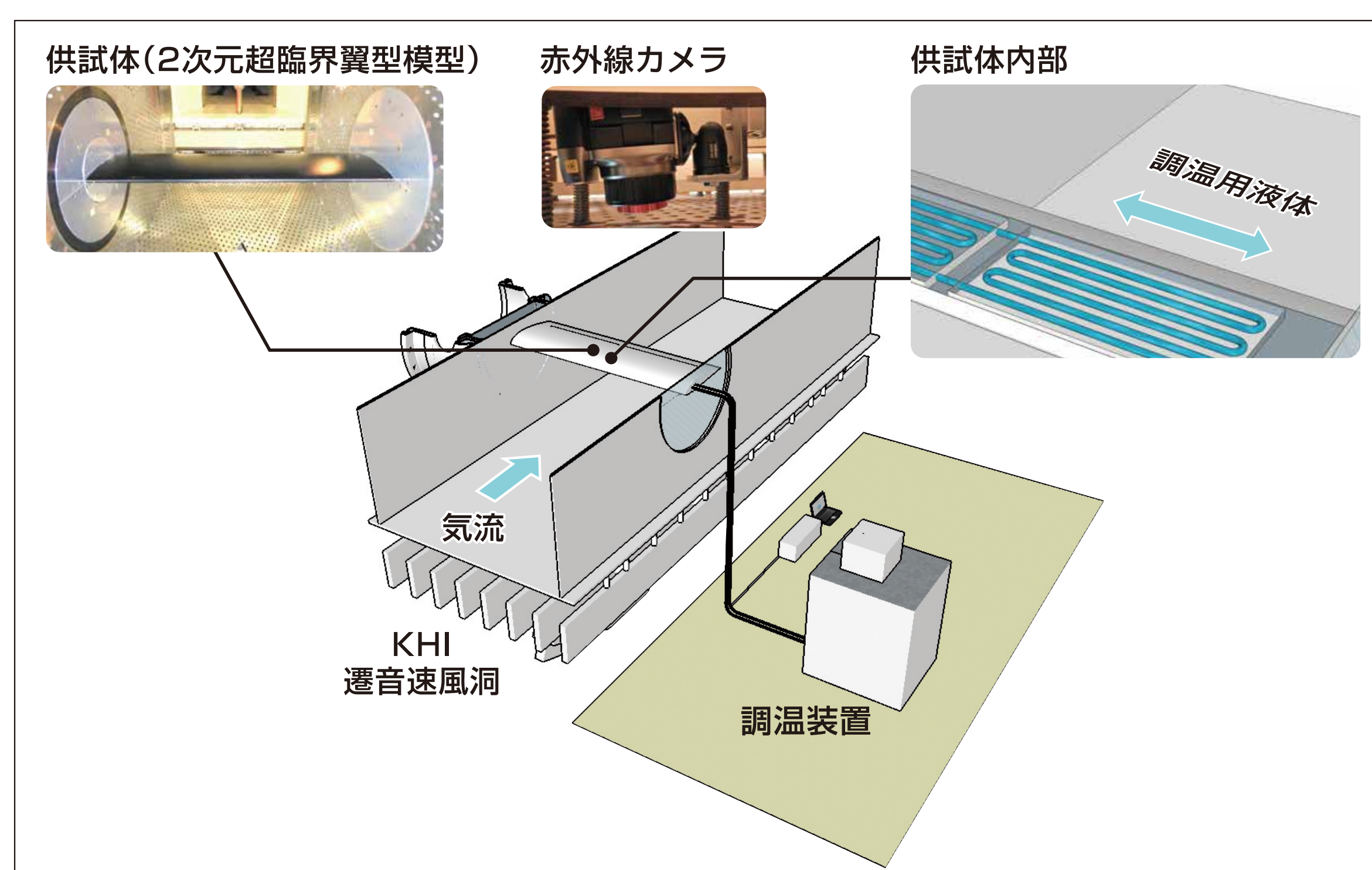
社会実装に向けて、より実際に近い航空機形状での実効性、適切な冷却範囲や冷却システムの成立性等の研究開発を進めていく予定です。

来場者に向けて For Visitors

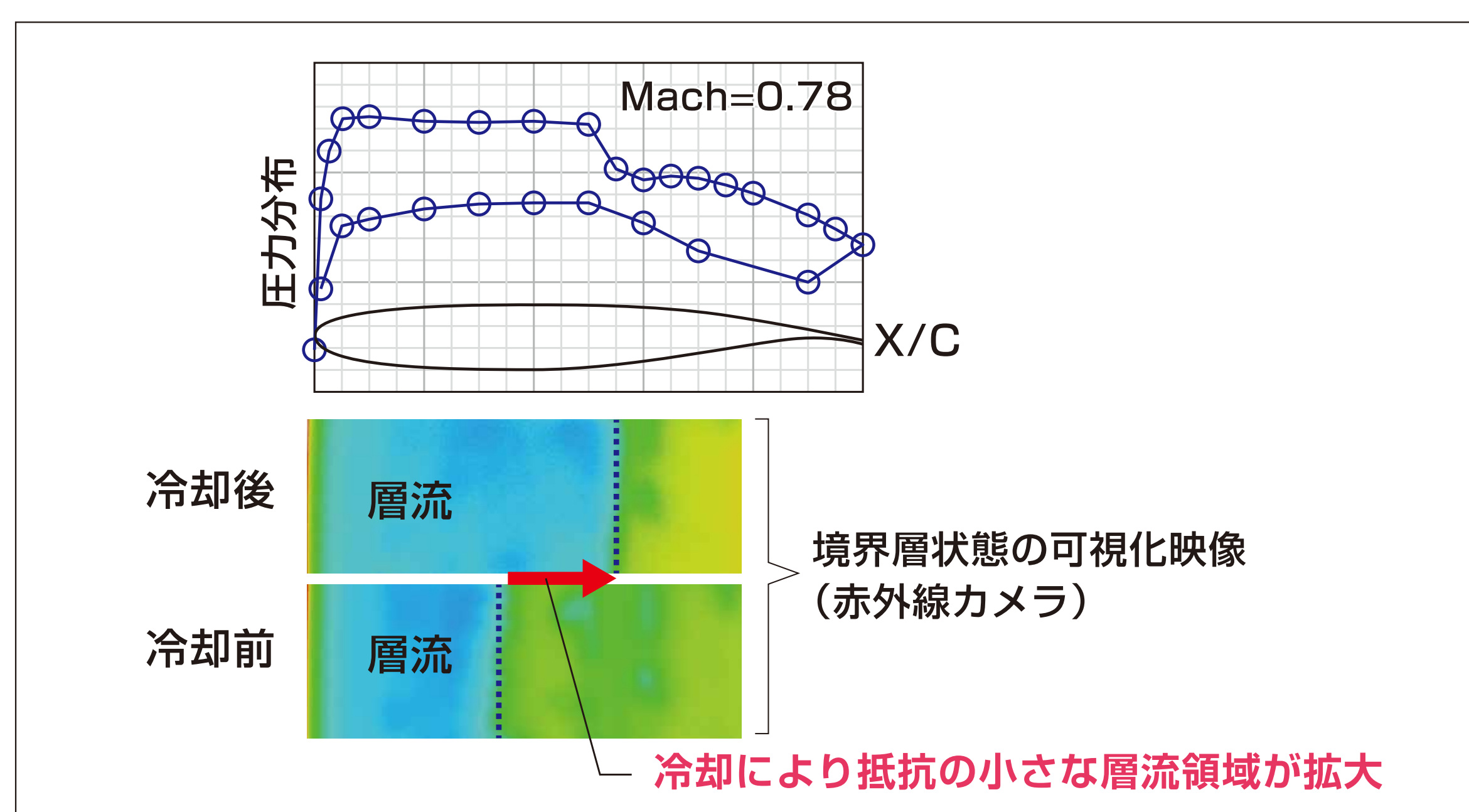
航空機の表面を冷却することで空気抵抗を低減する新しい境界層制御技術のシーズが得られました。今後は、水素航空機への適用、社会実装へ向けて課題を解決して参ります。共同研究や他分野含むビジネスマッチングのご要望があれば担当者にお声がけください。



水素航空機と境界層制御
Hydrogen-fueled aircraft with boundary layer control



境界層制御 風洞試験状況
Wind tunnel Test with boundary layer control



壁面冷却による層流域拡大効果
Laminar area expansion effect with wall cooling

関連サイト

第60回飛行機シンポジウム 2A15 水素を活用した航空機のための境界層制御技術の研究開発

<https://branch.jsass.or.jp/flightcom/wp-content/uploads/sites/20/2022/10/6366239f5e53425321a22158a04b60c9.pdf>

第61回飛行機シンポジウム 3E07 壁面冷却による層流域拡大効果に関する2次元翼風洞試験

<https://branch.jsass.or.jp/rotcom/wp-content/uploads/sites/21/2023/11/34a0cc9ca8a4a6775eedd45f9f293c0a.pdf>



NEDOプロジェクト名称

NEDO先導研究プログラム / エネルギー・環境新技術先導研究プログラム /
水素を活用した航空機のための境界層制御技術の研究開発

実施期間

2021年度～2022年度

問い合わせ先

川崎重工業株式会社 航空宇宙システムカンパニー 航空宇宙技術本部 システム技術開発部
空力技術課 担当:浅野 Tel: 058-382-5346 Mail: asano_hiroyoshi@khi.co.jp

抵抗スポット溶接によるアルミダイキャスト / 鋼板-マルチ材料構造

Multi-material structure of Al diecast/Steel by Spot Welding

抵抗スポット溶接 / アルミダイキャスト / マルチ材料

Spot weld / Al diecast / Multi-material

研究開発の概要 Research Highlights

■ 背景

CN化に向けた自動車の軽量化において車体のマルチ材料化が選択肢の一つです(Fig.1)。

■ 開発内容

マルチ材料化に対して強度目的で適用可能な鋼板とアルミ展伸材/アルミダイキャストの接合技術の実現が求められています。

■ 成果

融点が低く発熱しやすいアルミダイキャストと融点の高い鋼板のスポット溶接は、チリの発生やダイキャストの表面性状の影響により適正な接合条件を確保することが困難でした。今回、接合メカニズムに基づいた界面の温度分布をMBR*の考え方で電極形状や接合条件などで適正化し、強度部材へ適用可能な接合強度を確保することができました(Fig.2、3)。[特許出願済み]

MBR: Model-Based Research(モデルベースリサーチ)

■ 今後の展望

部材レベルへの適用を想定した連続生産性、市場信頼性、リサイクル性等の技術を確立し実用化を目指します。

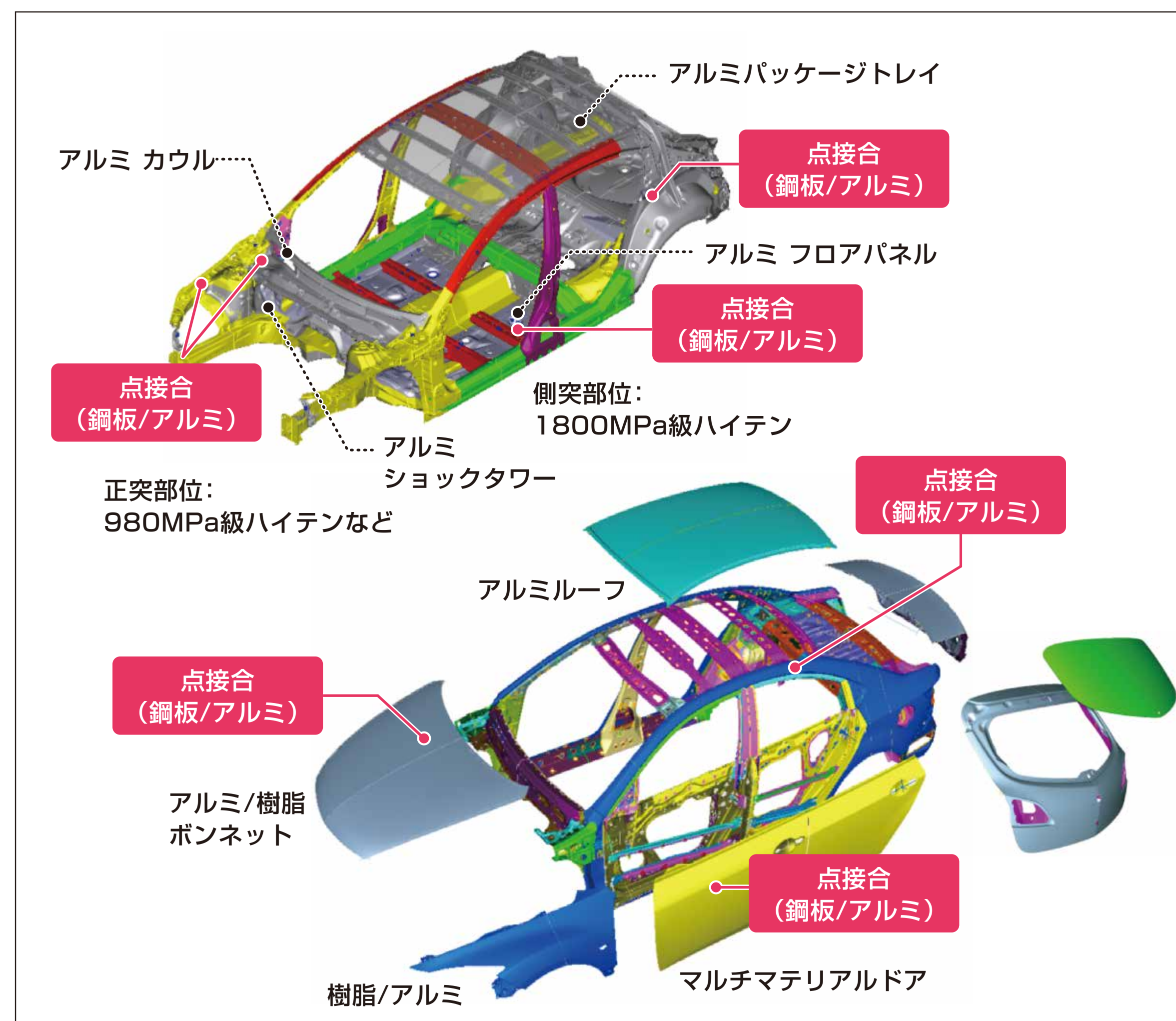


Fig.1 Body Structure of Multi-material

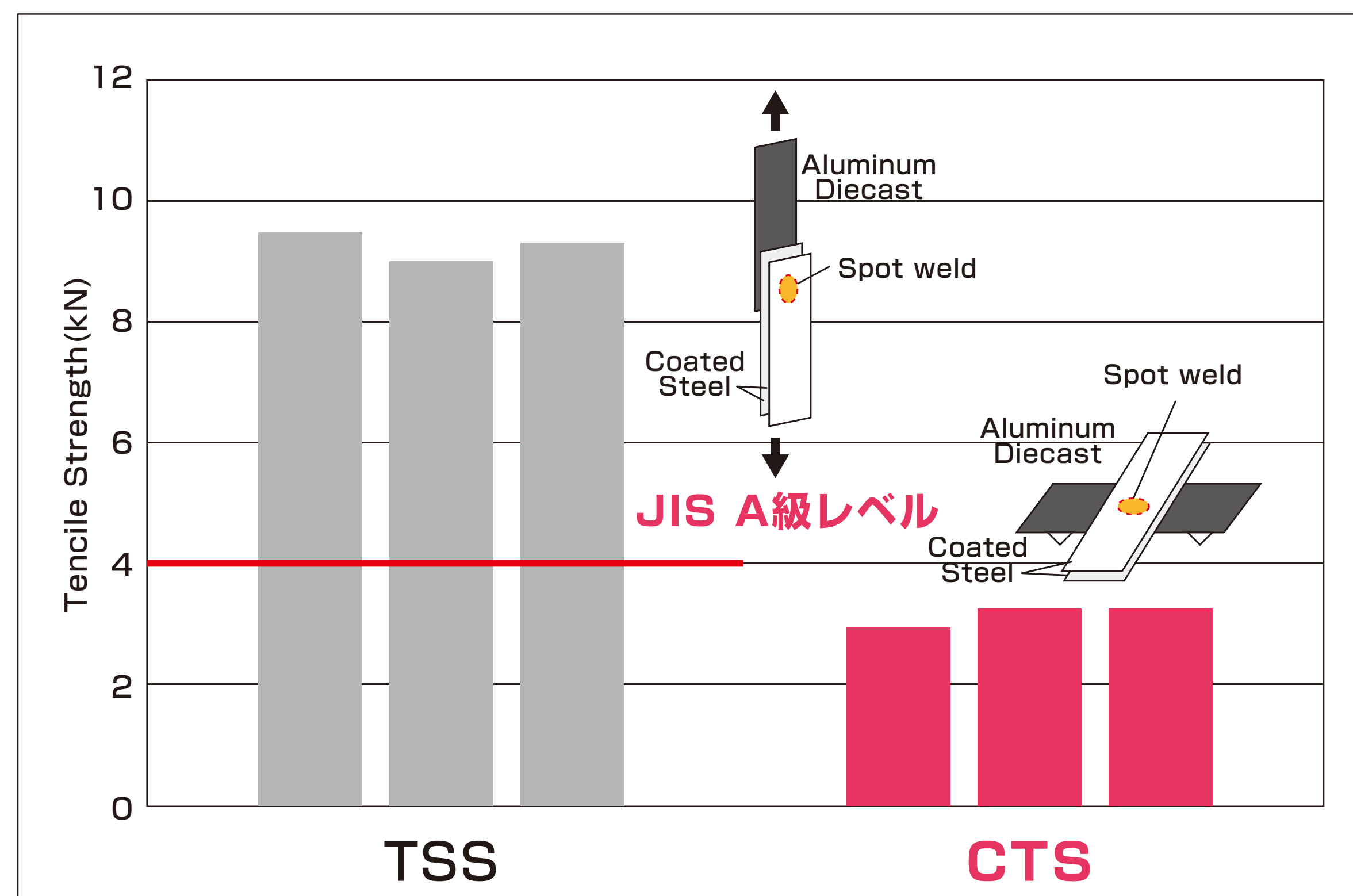


Fig.2 Tensile Strength of Spot welded Specimens

来場者に向けて For Visitors

車体軽量化に向けた強度部材へ適用可能なアルミダイキャスト材と鋼板フレームの点接合技術を開発しました。本接合技術は、従来の抵抗スポット溶接機を活用可能で設備の大幅な変更なくマルチ材料構造を実現できる可能性があります。

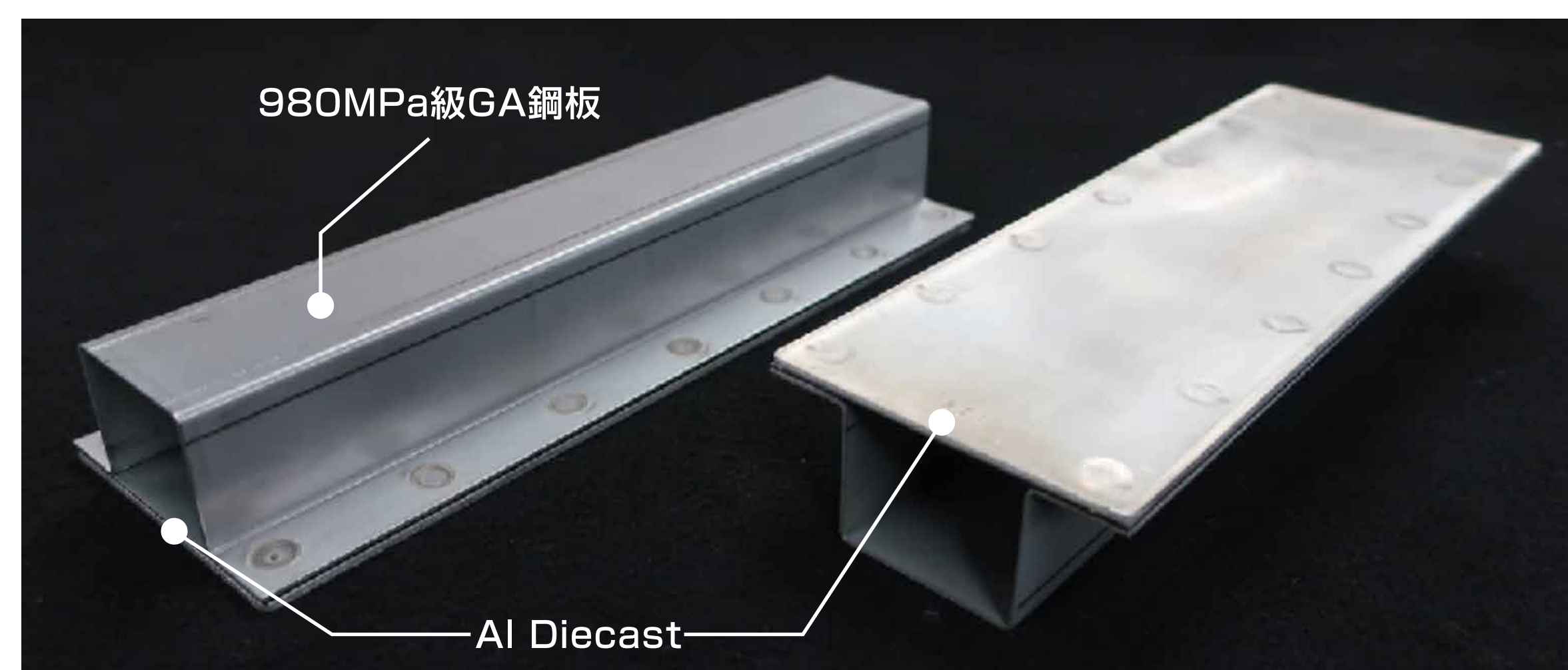


Fig.3 Multi-material Frame

関連サイト

マツダ技報

<https://www.mazda.com/ja/innovation/technology/gihou/>



NEDOプロジェクト名称 革新的新構造材料等研究開発 / 革新的新構造材料等研究開発

実施期間 2019年度 ~ 2022年度

問い合わせ先 マツダ株式会社 技術研究所 Tel: 070-7577-0407 Mail: fukahori.m@mazda.co.jp

熱可塑性CFRPの高度な連続引抜き成形技術

Advanced Pultrusion for Thermoplastic CFRP

構造部材 / CFRP / 軽量化

Structural element / CFRP / Light weight

研究開発の概要 Research Highlights

■ 背景

当社は、20年以上に渡り、エポキシ熱硬化性プリプレグと当社独自で開発した連続引抜き成形技術(ADP)等を使い、航空機メーカーにストリンガーや床構造部材などの1次構造部材を納入しています。

■ 開発内容

当社の独自製法を熱可塑性CFRPにも応用し、熱可塑性樹脂の特徴を生かした高レート生産と溶着等の2次成形加工で高付加価値化を実現します。

■ 成果

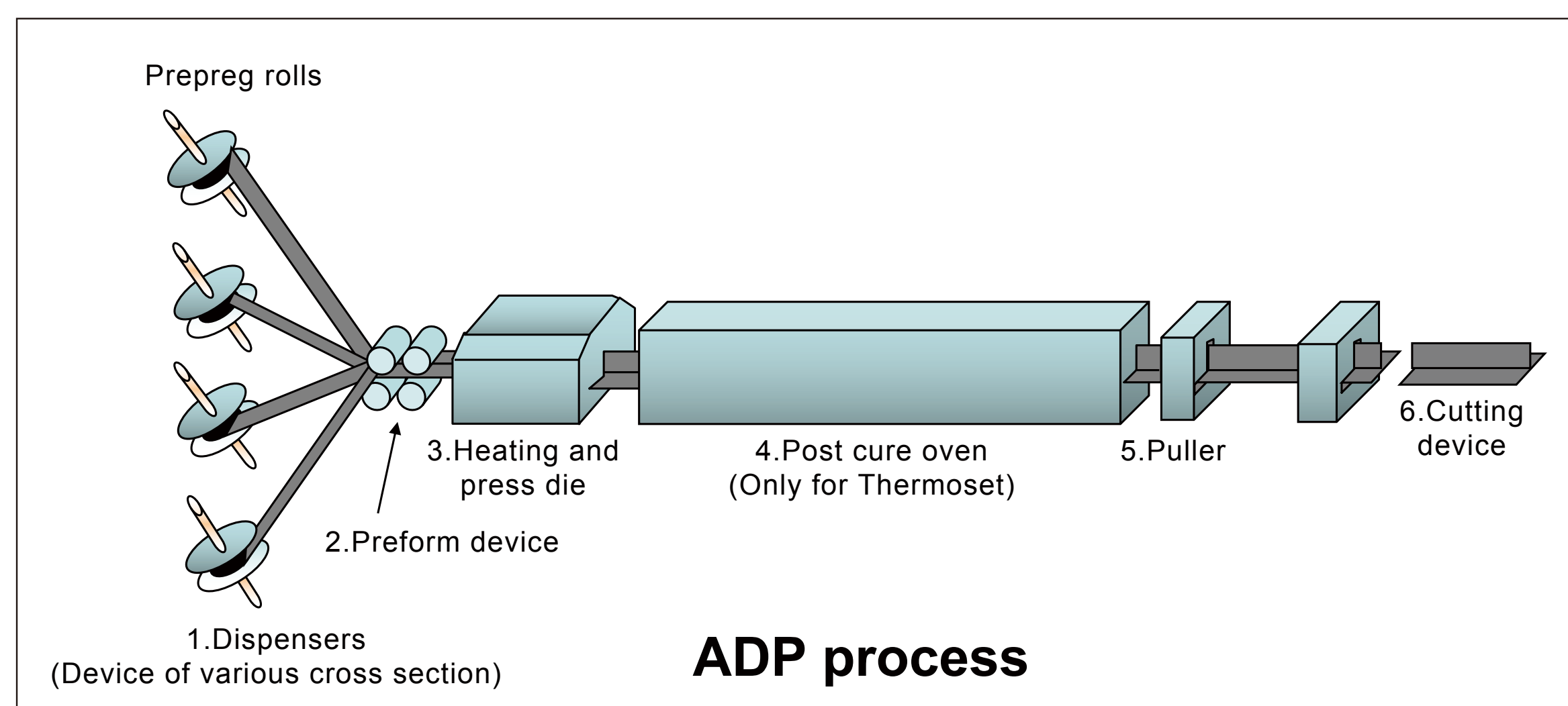
熱可塑性プリプレグと既存の熱硬化CFRP用ADP成形ラインを使い、航空機に適用可能な長尺部材及び曲率を持つカーブ部材の成形に成功しました。

■ 今後の展望

高レート化、量産化しても高品質が維持できるように開発を進めています。



民間航空機用構造部材の納入実績
Delivery of Airframe part for civil Aircraft



熱可塑、熱硬化性CFRP ADPプロセス
(ADP process for Thermoplastic and thermoset CFRP)

多様な断面、形状に対応可
possibility of various cross sections



来場者に向けて For Visitors

航空機だけでなく、軽量化が求められるドローンやeVTOL関連など他産業にも幅広く適用できます。溶着、プレス成形などの2次成形加工も可能で、部品単体での付加価値向上、大型組立品の部品としても使用が考えられます。

関連サイト

ジャムコHP>航空機器製造>独自技術、炭素繊維複合材(CFRP)の連続成形製法(特許取得)における強み
<https://www.jamco.co.jp/ja/business/jco/strength/case01.html>



NEDOプロジェクト名称 次世代複合材創製・成形技術開発 / 熱可塑性CFRPを活用した航空機用軽量機体部材の高レート成形技術の開発

実施期間 2020年度 ~ 2024年度

問い合わせ先 (株)ジャムコ 航空機器製造事業部 業務計画部 営業グループ 森田 Mail: t_morita@jamco.co.jp

次世代航空機の開発 熱可塑複合材を用いた軽量補助翼の開発

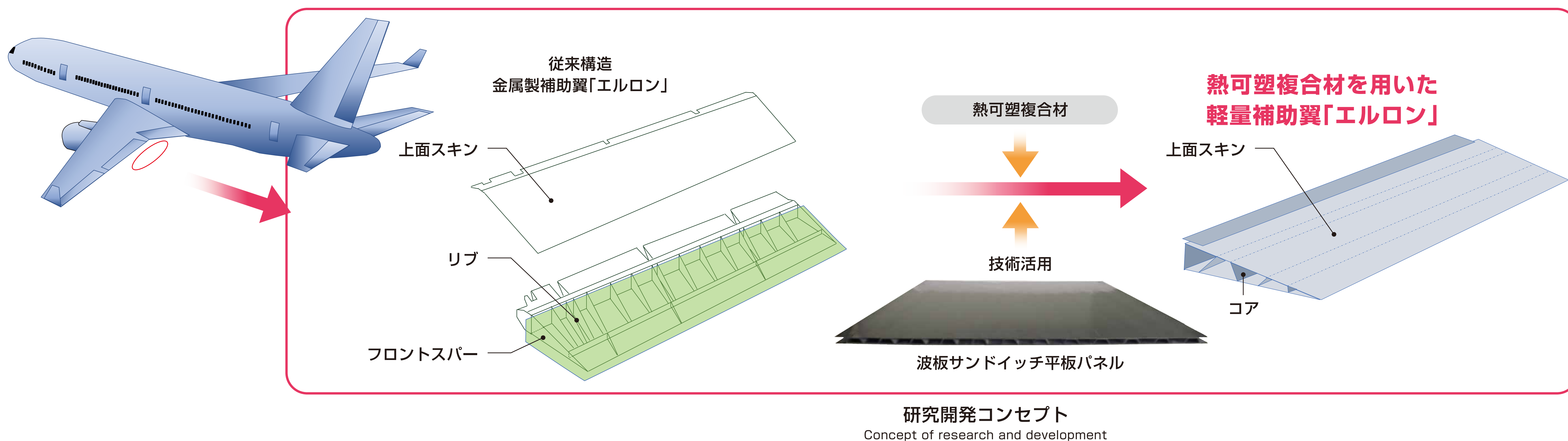
Development of Next Generation Aircraft Lightweight Aileron Using Thermoplastic Composites

航空機 / 熱可塑複合材 / SDGs

Aircraft / Thermoplastic CFRP / SDGs

研究開発の概要 Research Highlights

- **熱可塑複合材を用いた航空機部品の検討が活発**
軽量化、高レート/低コスト生産性はもちろん、リサイクル性の観点から、熱可塑複合材の適用検討が世界的に進められています。
- **熱可塑複合材による波板サンドイッチ構造を適用した軽量補助翼の研究を開始**
主翼の後縁外側に取り付ける補助翼「エルロン」について、現在の金属製品と比較して30%以上の重量軽減を可能とする一体成型技術を、当社が保有する既存の波板サンドイッチ平板パネル成型技術を活用して開発しています。



- **詳細設計が完了、小型部分供試体(200mm×200mm)の製造に成功**
上記保有技術を波及させ、エルロンの設計を完了しました。詳細設計にて重量軽減効果を確認し、構造の主要要素を模擬した小型部分供試体による製造性確認も実施し、内部品質も良好です。

来場者に向けて For Visitors

2025年に実大供試体の製造による技術実証を行い、2035年頃に投入予定の次世代航空機主翼部品への実装を推進し、2050年カーボンニュートラルへ貢献します。

関連サイト

新明和工業(株)
<https://www.shinmaywa.co.jp/>



NEDOプロジェクト名称 グリーンイノベーション基金事業 / 次世代航空機の開発 / 航空機主要構造部品の複雑形状・飛躍的軽量化開発

実施期間 2021年度 ~ 2023年度

問い合わせ先 新明和工業(株)航空機事業部 技術部 研究課課長 杉本 直彦 Tel: 078-412-9154 Mail: sugimoto.n@shinmaywa.co.jp

航空機向け熱硬化性CFRP部材の 熱溶着接合技術

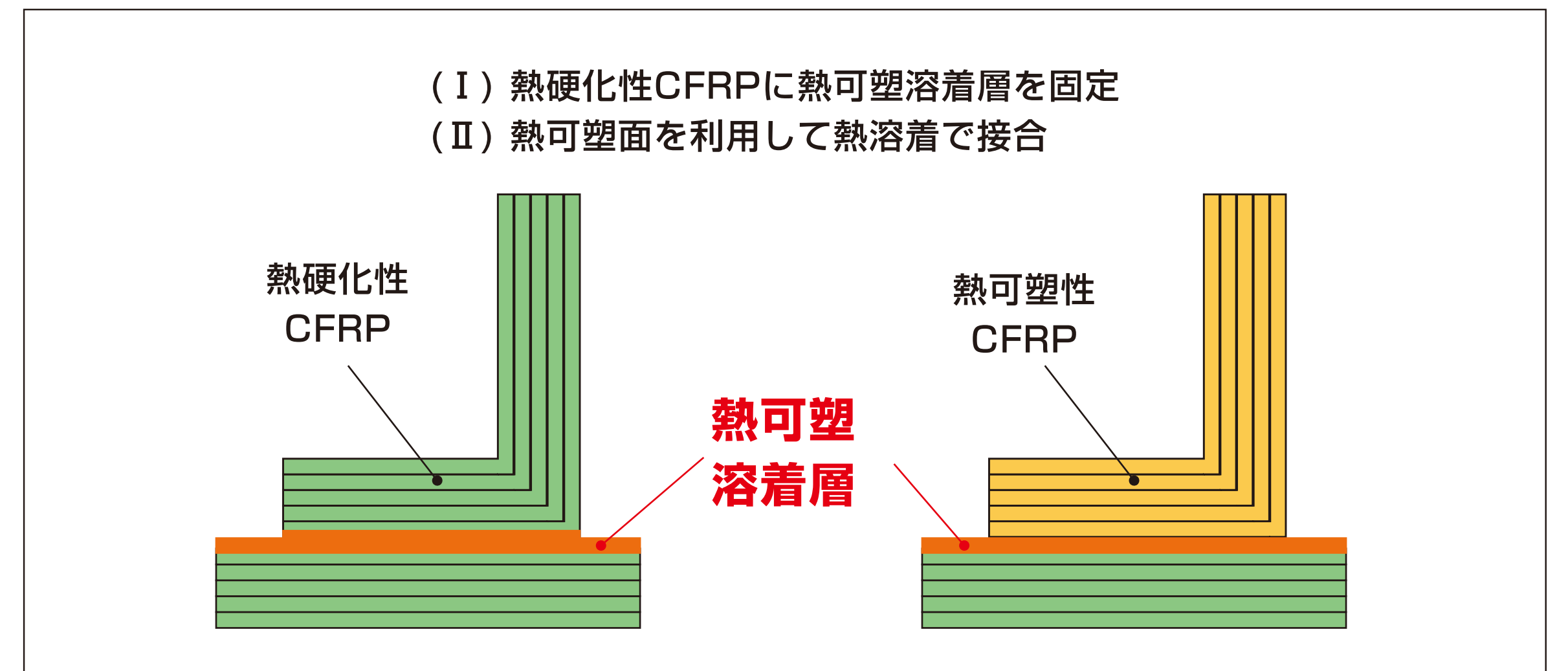
Thermal Welding Technology of Thermoset CFRP Parts for Aerospace Application

航空機 / CFRP / 接合

Aircraft / CFRP / Joining

研究開発の概要 Research Highlights

- CFRP製航空機の高レート生産およびマルチマテリアル化を可能にする高速高強度接合技術の開発**
 ボトルネックである組立工程を刷新し、Al合金製航空機同等以上の高レート生産を達成する技術を開発します。
- 熱硬化性CFRPの表面に強固に形成された熱溶着層を介した熱溶着接合技術の開発**
 東レの固有技術によって、通常は溶着困難な熱硬化性CFRPを溶接のように高速・高強度で接合することを可能にしました。
- 熱溶着性を有する熱硬化性CFRPのDB構築**
 熱溶着性を有する熱硬化性CFRPの力学特性および接合特性は、従来航空機実績材と同等以上であることを確認しました。
- 高レート生産プロセス実証**
 熱溶着接合による部材の組立を自動化し、高レート生産プロセス実証のスケールアップを進めます。
 2024年度にTRL3(デモンストレーターでのコンセプト実証)を達成し、実用化に向けた開発ステージに進みます。

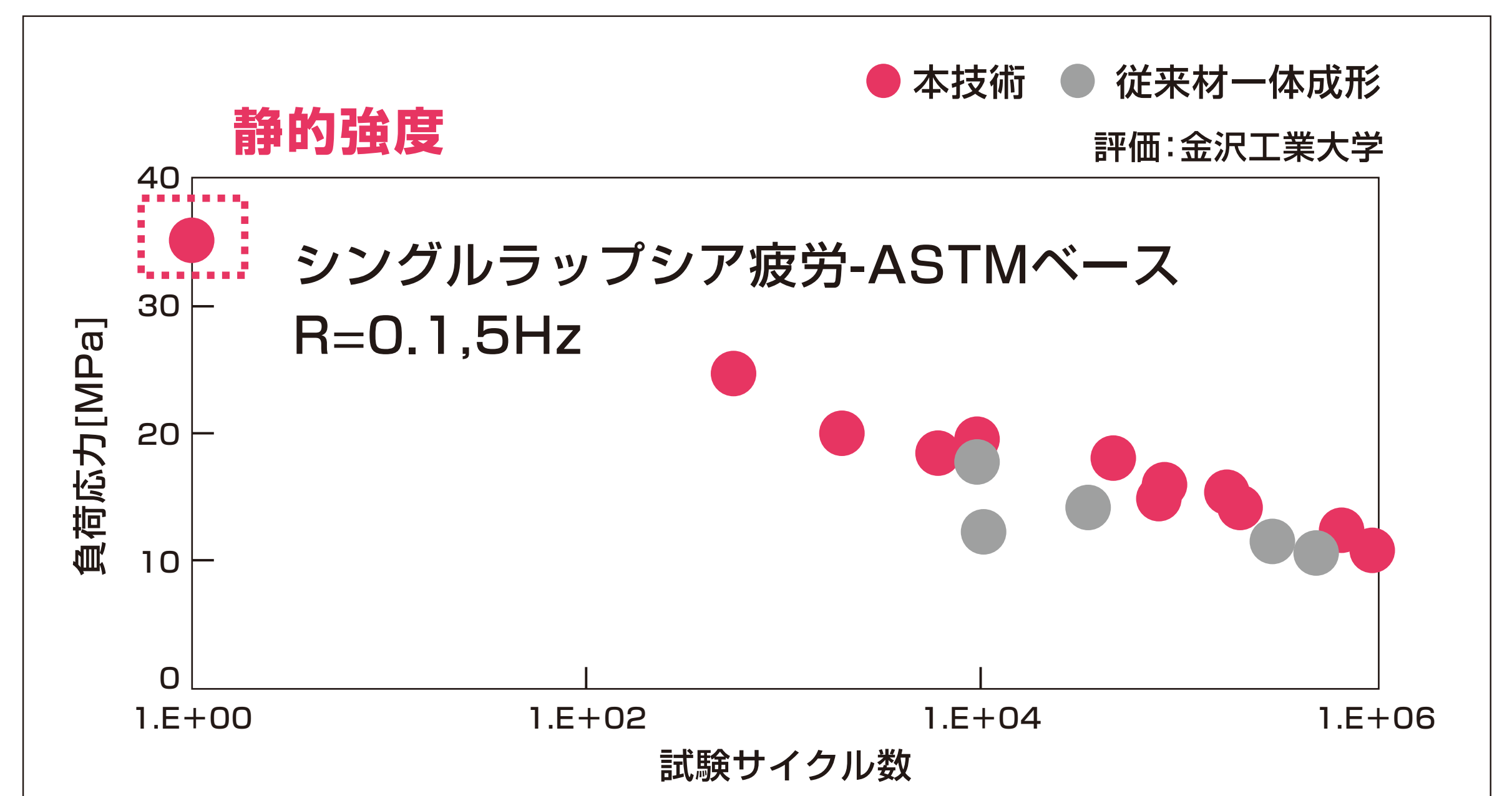


東レ固有の熱溶着性を有する熱硬化性CFRPを利用した熱溶着接合
Thermal Welding Technology Utilizing Weldable Thermoset CFRP

熱溶着性を有する熱硬化性CFRPの力学特性
Mechanical Properties of Weldable Thermoset CFRP

特性		従来材	本技術	判定
力学	0°引張弾性率(Vf=56%)	150GPa	150GPa	同等
	0°引張強度(Vf=56%)	2600MPa	2800MPa	同等
	モードI層間靱性(G _{IC})	600J/m ²	600J/m ²	同等
	有孔板引張強度(室温)	510MPa	530MPa	同等
	有孔板引張強度(-59℃)	480MPa	480MPa	同等
	有孔板圧縮強度(室温)	300MPa	290MPa	同等
	有孔板圧縮強度(H/W)	250MPa	280MPa	同等
接合	衝撃後圧縮強度	300MPa	300MPa	同等
	シングルラップシア強度	35MPa	35MPa	同等
	接合品G _{IC}	600J/m ² 一体成形	910J/m ² 熱溶着	優

評価: 金沢工業大学, ASTM準拠



熱溶着性を有する熱硬化性CFRPの疲労特性
Joint Fatigue Property of Weldable Thermoset CFRP

来場者に向けて For Visitors

熱硬化性CFRPの熱溶着技術によって、熱硬化性CFRP部材の組立工程を刷新するとともに、熱可塑性CFRPとの適材適所でのマルチマテリアル化を可能にすることで、航空分野のみにとどまらず、社会全体に価値をもたらせるよう、CFRPのさらなる適用範囲拡大に貢献します。

関連サイト

東レ株式会社ホームページ
<https://www.toray.co.jp/>



次世代複合材創製・成形技術開発プロジェクト紹介ページ (NEDOホームページ)
https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100171.html



NEDOプロジェクト名称 次世代複合材創製・成形技術開発 / 航空機部品における複合部材間および他材料間の高強度高速接合組立技術の開発

実施期間 2020年度 ~ 2024年度

問い合わせ先 東レ(株)複合材料研究所 Tel: 089-960-3696 Mail: hiroshi.kobayashi.y9@mail.toray

航空機の軽量化を実現する 複合材主翼の高レート生産技術の開発

Development of High-Rate Production Technology for Composite Wings for Realizing Lightweight Aircraft

複合材 / 高レート生産

Composite / High-Rate Production

研究開発の概要 Research Highlights

■ 高レート生産技術の必要性

Necessity of High-Rate Production

次世代航空機(図1)向けの複合材部品の高レート生産技術の実用化を目指し、複合材構造品の使用範囲を拡大する必要があります。

It is necessary to expand the range of use of composite structural products with the aim of commercializing high-rate production technology for composite parts for next-generation aircraft (Fig.1).

■ 次世代航空機の主翼開発

Development of the wing of the next generation aircraft

製造の自動化による生産高レート化を実現するための次世代複合材技術の研究開発に取り組んでいます。

We are engaged in research and development of next-generation composite materials technology to realize high-rate production through manufacturing automation.

■ 現時点の成果

Current Results

生産高レート化向け装置の必要性能・仕様設定を完了し、小物部品から試験と生産シミュレーション(図2)の組み合わせによる開発に着手しています。

We have completed the necessary performance and specification setting of equipment for the high-rate production, and are now starting development of small parts through a combination of testing and production simulation(Fig.2).

■ 今後の展望

Future Prospects

生産高レート化により、生産レートが大型旅客機の数倍になる次世代小型旅客機の複合材化を実現し、空の脱炭素化に貢献します。

By increasing the production rate, we will realize the composite material of the next generation small passenger aircraft, whose production rate is several times higher than that of large passenger aircraft, thereby contributing to decarbonization of the sky.

来場者に向けて For Visitors

空の脱炭素化に貢献するため、取り組んでいる複合材技術の開発は、新たな領域への挑戦です。ぜひ、本ブースにお立ち寄りください。

図1. 次世代航空機のイメージ

Fig.1 Examples of next-generation aircraft



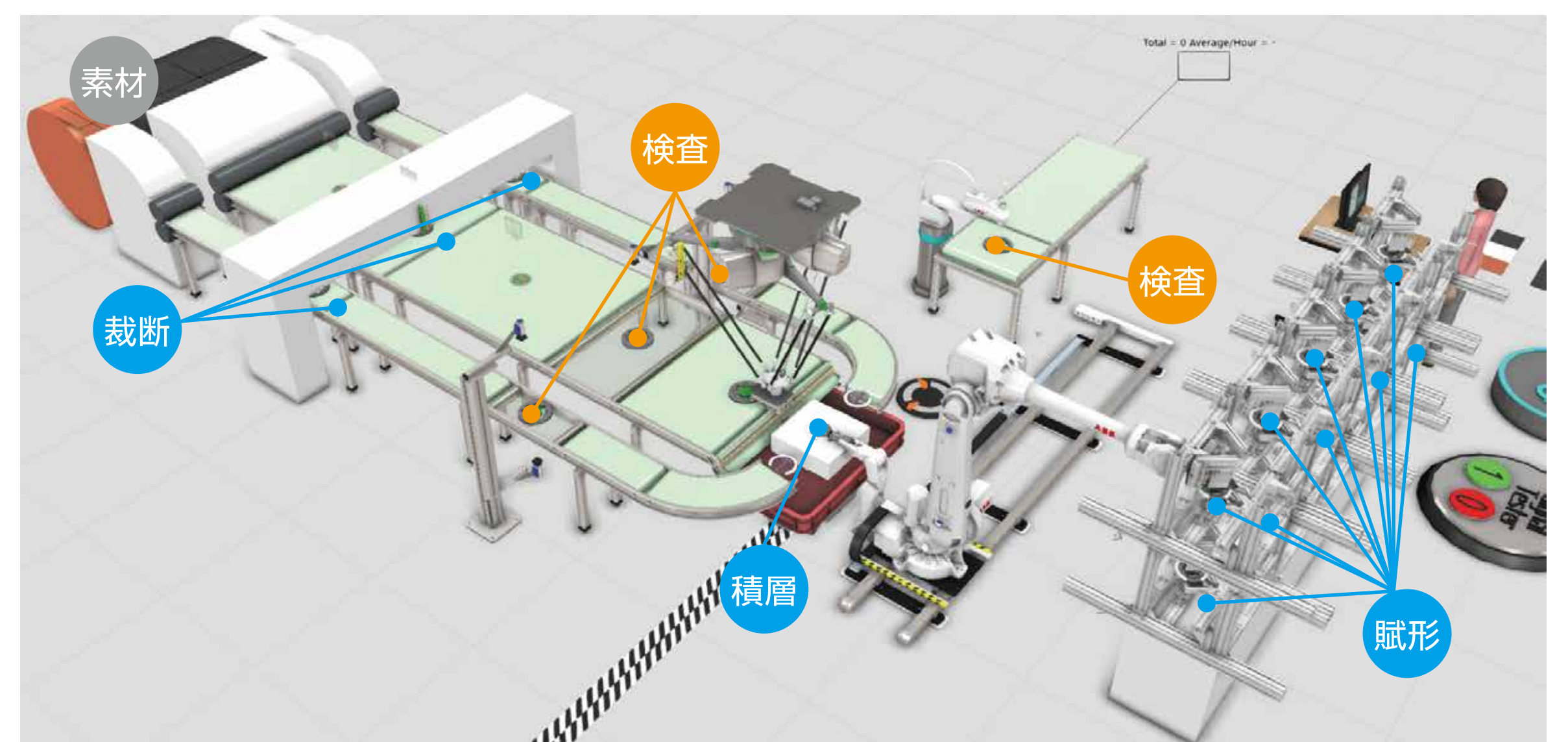
出典: Airbus <https://www.airbus.com/en/newsroom/stories/2020-09-these-new-airbus-concept-aircraft-have-one-thing-in-common>



出典: Boeing <https://view.ceros.com/boeing/bca/p/3>

図2. 小物部品の生産シミュレーション

Fig.2 Simulation of the production of small parts



関連サイト

三菱重工業株式会社ホームページ(三菱重工技報)

<https://www.mhi.co.jp/technology/review/jp/abstractj-59-4-170.html>

次世代航空機の開発プロジェクト紹介ページ(NEDOホームページ)

<https://green-innovation.nedo.go.jp/project/development-next-generation-aircraft/>



NEDOプロジェクト名称 グリーンイノベーション基金事業 / 次世代航空機の開発 / 航空機主要構造部品の複雑形状・飛躍的軽量化開発

実施期間 2021年度 ~ 2026年度

問い合わせ先 三菱重工業株式会社 民間機セグメント 事業開拓室 次世代構造技術グループ



国立研究開発法人
新エネルギー・産業技術総合開発機構
New Energy and Industrial Technology Development Organization