

広域首都圏公設試験研究機関

航空機産業 支援事例のご紹介

2017



経済産業省 平成25年度補正予算事業
「地域オープンイノベーション促進事業」(関東地域)

導入機器の紹介 導入機器の活用事例

広域首都圏公設試験研究機関による航空機産業支援事例

製品化支援事例 研究事例

発行: 地方独立行政法人
東京都立産業技術研究センター
経営企画部 経営企画室

〒135-0064 東京都江東区青海 2-4-10
TEL. 03-5530-2426
FAX. 03-5530-2458

URL. <http://www.iri-tokyo.jp/>

平成29年10月発行 [登録番号29(本)5号]

R70

石油系溶剤を含まないインキを使用しています。

◆はじめに	03
◆経済産業省平成25年度補正予算事業「地域オープンイノベーション促進事業」(関東地域)の紹介	03
導入機器の紹介	04
◆経済産業省平成25年度補正予算事業「地域オープンイノベーション促進事業」(関東地域)	
導入機器の活用事例	
国際線による航空輸送をシミュレートした減圧試験 (地独)東京都立産業技術研究センター	07
摩擦材開発用の織物試作 茨城県工業技術センター	08
航空機内装用プラスチックミラーの強度評価 茨城県工業技術センター	08
航空・宇宙関連部品の開発 栃木県産業技術センター	09
FRP(繊維強化プラスチック)の耐候性評価 群馬県立産業技術センター	09
揮発溶剤回収技術の検討 埼玉県産業技術総合センター	10
電子線後方散乱回折(EBSD)システムを用いたはんだ接合部の信頼性評価 千葉県産業支援技術研究所	10
航空機産業用高性能デバイスの開発支援 (地独)神奈川県立産業技術総合研究所	11
難削材翼形状部品の切削加工技術開発 新潟県工業技術総合研究所	11
マグネシウム合金のプレス加工技術の開発 長野県工業技術総合センター	12
マグネシウムダイカスト鋳造向け素材開発 山梨県産業技術センター	12
プラスチック製品の非接触形状測定 山梨県産業技術センター	13
取り出しやすいティッシュケースへの改良 静岡県工業技術研究所	13
◆広域首都圏公設試験研究機関による航空機産業支援事例	
製品化支援事例	
航空機姿勢表示装置のノイズ対策 (地独)東京都立産業技術研究センター	14
航空機構造部材加工用多結晶ダイヤモンド(PCD)大型焼結体の開発 栃木県産業技術センター	14
航空・宇宙機器用Ti合金ボルトの強度試験 長野県工業技術総合センター	15
航空機向け部品のエックス線内部検査 静岡県工業技術研究所	15
◆広域首都圏公設試験研究機関による航空機産業支援事例	
研究事例	
粉末冶金法によるマイクロ組織制御を用いたマグネシウム焼結合金の高靱性化 (地独)東京都立産業技術研究センター	16
熱可塑性CFRPのプレス加工技術に関する研究 茨城県工業技術センター	16
難燃性マグネシウム合金の摩擦攪拌接合条件の最適化 茨城県工業技術センター	17
画像処理技術を用いた目視検査プロセスの改善に向けた研究 群馬県立産業技術センター	17
オゾン酸化処理によるCFRTPの強度向上 埼玉県産業技術総合センター	18
メカニカルコーティング(MCT)による酸化チタン光触媒の成膜 千葉県産業支援技術研究所	18
電子線リソグラフィによるナノパターンの試作 (地独)神奈川県立産業技術総合研究所	19
薄肉形状部品の高能率加工技術開発 新潟県工業技術総合研究所	19
金属粉末積層造形装置により造形された品質評価に関する研究 山梨県産業技術センター	20
三次元座標測定機を用いた非接触形状測定の精度向上に関する研究 山梨県産業技術センター	20
◆「地域オープンイノベーション促進事業」	
大学におけるオープンプラットフォーム構築支援事業	
東京理科大学 トライボロジーセンター	21
慶応義塾大学 理工学部中央試験所	21
◆「地域オープンイノベーション促進事業」(関東地域)参画機関一覧	22

はじめに

関東甲信越静地域の広域首都圏公設試験研究機関(以下、「公設試」)では、平成26年3月に関東経済産業局が策定した「関東地方産業競争力強化戦略」で特定した4分野の中から「航空機関連産業分野」に注目し、経済産業省平成25年度補正予算事業「地域オープンイノベーション促進事業」(関東地域)(以下、「本事業」)に採択され、関東甲信越静地域における航空機関連産業の育成、地域企業によるイノベーション創出の促進等に必要な試験研究・検査設備を11都県12機関に導入いたしました。さらに事業終了後も、これらの機器の広域的活用を促進するための広報事業、産業支援機関との情報交換・交流等の事業を行ってまいりました。

この事例集では、本事業で導入した試験研究・検査設備の活用事例およびこれまでに各公設試を利用いただいた企業が航空機関連等の製品化を達成した事例、また、航空機関連産業に应用可能な各公設試の研究事例を集めました。航空機関連産業に参入する中小企業の皆さまに、その事業展開の参考として役立てていただければ幸いです。

最後に、日頃より公設試の事業にご理解、ご支援をいただいております経済産業省ならびに同省関東経済産業局にお礼申し上げますとともに、本事例集の作成にあたりご協力いただきました各企業の皆さま、関係者の皆さま方に心から感謝申し上げます。

平成29年10月

経済産業省平成25年度補正予算事業
「地域オープンイノベーション促進事業」(関東地域)
運営管理者
地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター
理事長 **奥村 次徳**

経済産業省平成25年度補正予算事業 「地域オープンイノベーション促進事業」(関東地域)の紹介

関東地域(1都10県)の公設試験研究機関(以下、「公設試」)が連携して経済産業省平成25年度補正予算事業「地域オープンイノベーション促進事業」を活用し、13機種の試験機器を導入して航空機産業への参入支援を強化しました。

さらに、広域首都圏の公設試が保有する試験機器を一括検索できるシステムを運用し、中小企業が公設試を利用する際の利便性が向上しました(URL:<https://tkm.iri-tokyo.jp/about/index.html>)。

公設試に整備した機器をご利用いただくことにより、中小企業によるイノベーション創出が促進され、広域首都圏の航空機産業における新たな事業展開が推進されることを目指しています。



**広域首都圏の公設試が連携して
航空機産業への参入支援を強化**

導入機器の紹介

1) 耐久性試験装置 (3機種)

航空機に用いる部品・材料の耐久性を評価することができます。

- ① 減圧恒温槽 (東京都)
- ② オゾン環境試験機 (群馬県)
- ③ 振動複合環境試験装置 (栃木県)

2) 先端材料加工装置 (5機種)

航空機用の先端材料を試作・加工することができます。

- ① 炭素繊維強化プラスチック製造機 (茨城県)
- ② 電子線描画装置 (神奈川県)
- ③ 5軸マシニングセンター (新潟県)
- ④ 高精度サーボ式プレス特性評価装置 (長野県)
- ⑤ 樹脂材料造形システム (静岡県)

3) 高度分析装置 (5機種)

化学分析や金属材料の構造解析などにより、航空機用材料開発を支援します。

- ① ガスクロマトグラフ質量分析計 (埼玉県)
- ② 電子線後方散乱回折システム (千葉県)
- ③ X線分析顕微鏡 (山梨県)
- ④ 多機能型CNC三次元座標測定機 (山梨県)
- ⑤ アライメント調整機能付き引張試験機 (茨城県)

(地独) 東京都立産業技術研究センター

減圧恒温槽



メーカー名: エスベック(株)
型式: MZT-11H-H

●機器の紹介

航空機搭載用電子機器の急激な温度変化や圧力ストレスを模擬するなど、高地環境(減圧、低温)における電子機器等の信頼性を評価します。

●主な仕様

圧力範囲: 90kPa(海拔千 m)~高度約 1.1kPa(海拔 3万 m)
温度範囲: -70~+140°C(減圧運転時)
槽内寸法: W1000×H1000×D1000(mm)

環境試験の主な関連規格

- (a) 航空機搭載機器: RTCA/DO-160D, JIS W0812
- (b) 減圧試験方法: IEC 60068-2-13, 2-40, 2-41 (同 JIS 規格)
- (c) 温度高度試験: MIL-STD-810C-手法 504

栃木県産業技術センター

振動複合環境試験装置



メーカー名: IMV (株)
型式: i250/SA5M

●機器の紹介

航空機に搭載される電子機器等に対して、航空機の運用状態における振動や熱ストレスを模擬した過酷な環境条件下での機器の耐久性・信頼性を評価します。

●主な仕様

加振力: 40 kN
試験周波数範囲: 3Hz ~ 2kHz
温度範囲: -55 ~ +180°C
内寸法: W1300×D1300×H1000(mm)

環境試験の主な関連規格

- (a) 航空機搭載機器: RTCA/DO-160D, JIS W0812
- (b) 荷重貨物輸送試験: JIS Z0232
- (c) 電気・電子-衝撃試験: IEC 60068-2-27

群馬県立産業技術センター

オゾン環境試験機



メーカー名: スガ試験機(株)

●機器の紹介

航空機などの輸送機、建築物、衣料品などあらゆる分野で用いられる塗膜、プラスチック、ゴムなどのオゾンによる劣化や紫外線による劣化を屋外暴露試験に代わり短時間で評価できます。

●主な仕様

オゾン濃度範囲: 20 ~ 2,500 ppm
温度範囲: RT+10 ~ 60°C
放射照度範囲: キセノンアーク灯試験: 60 ~ 180 W/m²(300 ~ 400nm)
サンシャインカーボンアーク灯試験: 255±25 W/m²(300 ~ 700nm)
ブラックパネル温度: 63 ~ 95°C

環境試験の主な関連規格

- (a) 耐オゾン性試験: JIS D0205, K6259, K6330-7, L0890
- (b) 耐候(劣)試験 1. キセノンアーク灯: JIS B7754, K6266, K7350-2, JASO M351
2. サンシャインカーボンアーク灯: JIS B7753, C8917, D0205, H8685-1

茨城県工業技術センター

炭素繊維強化プラスチック製造機 (CFRP試織機)



メーカー名: (株)トヨシマビジネスシステム
型式: 小型織機 織華
(TNY101A-20, TNY101A-20T)

●機器の紹介

航空機の CFRP 等複合材料に使用される基材織物の研究開発・物性評価に必要な織物を試作することができます。

●主な仕様

織幅: 最大 20 インチ
開口装置: ドビー式 26 枚
緯糸挿入: レビア方式
対応繊維種類: 炭素繊維ほか

茨城県工業技術センター

アライメント調整機能付き引張試験機



メーカー名: インストロンジャパン
型式: INSTRON 5984

●機器の紹介

材料や製品の静的強度を評価する機器です。この試験機には、チャック間の軸を調整できる「アライメント調整機能」が付いており、ASTM や ISO などの航空機関連規格に準拠した試験が可能です。

●主な仕様

荷重: 150 kN または 10 kN
治具: 高精度アライメント用グリップ、コンポジット試験治具、三点曲げ治具、コード試験用グリップ、ボルト引張治具、自動伸び計(10 ~ 700 mm)
認証: ロードセル、伸び計ともに NVLAP

対応規格 (a) アライメント機構 [Nadcap AC7122 および AC7101, ASTM E1012]
(b) コンポジット試験 [ASTM D3846 および D7131M (BOEING CAI)]
(c) 繊維強化プラスチック複合材の曲げ特性 [ISO 14125]

埼玉県産業技術総合センター

ガスクロマトグラフ質量分析計



メーカー名: アジレント・テクノロジー(株)
型式: 7200 Q-TOF GC/MS

●機器の紹介

有機系素材に含まれる揮発性成分の分析を行います。多成分の混じった未知試料について、煩雑な前処理を自動で行いながら、質量数などで物質を特定することができます。

●主な仕様

試料導入方法: 液体注入、ヘッドスペース法、SPME 法、熱分解法、加熱脱着法など
イオン化法: EI 法、CI 法
質量分離方式: 飛行時間型
検出質量範囲: 20 ~ 1,050 u

千葉県産業支援技術研究所

電子線後方散乱回折システム



メーカー名: アメテック(株)
型式: OIM 7, 0 Hikari

●機器の紹介

走査型電子顕微鏡 (SEM) に取り付けることにより電子線後方散乱回折 (EBSD) パターンを測定・解析します。航空機のエンジン材料に使用される耐熱合金などの開発において必要となる微小領域の結晶系や結晶方位の分布に関する情報を評価します。

●主な仕様

解析可能データ
・結晶方位マップ
・結晶粒(粒界)像
・相分布
・極点図
・逆極点図
・結晶粒像
・方位分散関数
・方位差分散関数 等

導入機器の紹介

(地独) 神奈川県立産業技術総合研究所

電子線描画装置



メーカー名：(株) エリオニクス
型式：ELS-550

●機器の紹介

電子線に感光する樹脂薄膜にナノメートルからマイクロメートルのパターンを描画する装置です。主に、基板に直接描画することによる少量多品種の試作品の開発や半導体チップの原盤となるマスクの作製に用いられます。

●主な仕様

加速電圧：50 kV、30 kV、20 kV
ビーム電流強度： $1 \times 10^{-12} \sim 5 \times 10^{-8}$ A
最小ビーム径：2 nm
最小描画線幅：10 nm(100 nm ピッチ)
つなぎ精度：100 nm 以下(高精度リニアエンコーダー搭載)
均一描画面積：1 mm²(静電型ビーム偏向器を改良)
最大試料サイズ：127 mm²基板

長野県工業技術総合センター

高精度サーボ式プレス特性評価装置



メーカー名：(株) 放電精密加工研究所
型式：MPS430UD

●機器の紹介

航空宇宙関連部品を高精度にプレス加工するために必要な加工特性や材料特性を測定し、金型の剛性やプレス成形性、各種材料の変形特性を評価します。

設置場所：精密・電子技術部門(長野県岡谷市)

●主な仕様

プレス方式：4 軸独立ボールねじサーボモータ駆動
最大加圧能力：294 kN(30 t)
最大ストローク：150 mm
ボルスタ有効寸法：500×500 mm

新潟県工業技術総合研究所

5軸マシニングセンター



メーカー名：DMG森精機(株)
型式：HSC 55 linear

●機器の紹介

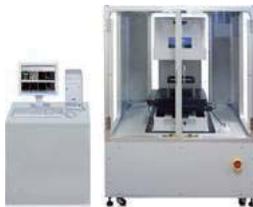
同時5軸制御加工が可能なミーリング加工機です。チタン合金や超耐熱合金など航空機用難加工材料の切削加工技術に関する研究開発や企業への技術移転に使用します。

●主な仕様

主軸回転速度：最高 28,000 min⁻¹
テーブル寸法：400×400 mm
同時5軸制御加工が可能

山梨県産業技術センター

X線分析顕微鏡



メーカー名：(株) 堀場製作所
型式：XGT-5200 Type SL

●機器の紹介

光学画像・レントゲン画像を観察し、見たいところをすぐ定量・定性マッピング分析できる顕微鏡で、マクロ領域からミクロ領域(10 μm)まで広範囲に観察および分析が可能です。さらに試料室が大きいので、航空宇宙産業用部品など大型試料の非破壊・元素分析に活用できます。

●主な仕様

X線管球：50 kV、1 mA(Rh ターゲット)
検出元素：Na～U
空間分解能：10 μm
サンプルサイズ：W 500×D 500×H 300(mm)

山梨県産業技術センター

多機能型CNC三次元座標測定機



メーカー名：Carl Zeiss社
型式：ACCURA II



固定式スキニングプローブ

●機器の紹介

タービンブレード等航空機産業用の製品・部品の形状や寸法を測定するための測定機です。プロービングシステムを変更することで、高精度の測定からレーザーを使用した非接触で短時間の測定まで幅広く対応できます。

●主な仕様

測定範囲：X 900×Y 1200×Z 800(mm)
プロービングシステム：固定式スキニングプローブ VAST XT gold
回転式スキニングプローブ VAST XXT TL3
非接触式画像プローブ VISCAN
非接触式ラインレーザープローブ Line Scan

静岡県工業技術研究所

樹脂材料造形システム



メーカー名：Stratasy Inc.
型式：FORTUS 400mc-L

●機器の紹介

各種樹脂により、機能モデル用造形物、組み付け・アッセンブリ確認用造形物、ダイレクト部品などの造形に使用します。航空・宇宙関連の部品等の試作・開発に利用できます。

設置場所：浜松工業技術支援センター

●主な仕様

方式：熱溶解積層法(FDM)
ワークサイズ：W406×D355×H406(mm)
積層ピッチ：0.127 mm
3次元CADシステム、3次元CAEシステム

造形できる材料の特徴

- ・ABS：汎用
- ・ABS-ESD7：静電気帯電防止
- ・PC：高引張り強度
- ・PPSF：耐熱、耐化学薬品
- ・ULTEM9085：耐熱、難燃

経済産業省平成25年度補正予算事業「地域オープンイノベーション促進事業」(関東地域)

導入機器の活用事例

(地独) 東京都立産業技術研究センター

活用機器 ▶ 減圧恒温槽

国際線による航空輸送をシミュレートした減圧試験

株式会社ハイパーテックジャパン

●支援の背景

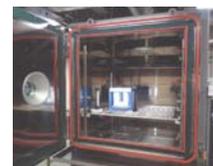
一般的な航空機は、エベレストの山頂を超える高度約10,000mを巡航します。その際、与圧のされた貨物室であっても0.8気圧相当の減圧環境にさらされるため、地上で空気を充填し、密閉した物体は、その減圧下において膨張します。コストや資材保管スペースの観点から、近年空気緩衝材の使用が増加していますが、航空輸送時にも必要な緩衝性能が保持されるかどうかは検証が必要です。

●支援の内容・成果

空気緩衝材に既定の空気を充填し、重石をのせて均一に荷重をかけた状態で国際線による貨物輸送をシミュレートした減圧試験を実施しました。結果、緩衝材としての機能を保持していることが確認できました。

展開製品 空気緩衝材 AirCarry

製品や使用状況に合わせたオーダーメイド設計を行う株式会社ハイパーテックジャパンの緩衝材。航空機等で輸出入される、衝撃にナイーブな精密機器にも対応し、産業の活性化に貢献しています。



減圧恒温槽内部



減圧試験の様子



制御パネル

導入機器の活用事例

茨城県工業技術センター

活用機器 ▶ 炭素繊維強化プラスチック製造機 (CFRP試織機)

摩擦材開発用の織物試作

株式会社ネフテック



図1 CFRP試織機



図2 展開製品

●支援の背景

株式会社ネフテックでは、自動車産業や航空機分野などで利用されるカーボン複合材料やセラミック素材の開発、製造に取り組んでいます。今回、基材に新規開発糸を用いた摩擦材の開発を行うにあたり、性能評価試験のため、基材織物の試織を実施したいとの要望がありました。

●支援の内容・成果

生産織機による試織は、多量の材料や時間、コストが必要となるため、特に炭素繊維などの高価格材料や開発段階の希少材料の場合、基材織物工程からの開発には取り組みにくい現状にあります。しかし導入したCFRP試織機(図1)では、幅50cm以内での製織が可能であり、試織に適した装置となっています。

今回、試織実施の要望を受け、新規開発糸を用いた試織について支援を行いました。株式会社ネフテックでは試作した織物を基に、C/Cコンポジットの基礎的なデータを収集し、摩擦材の開発につなげています。開発した摩擦材は、航空宇宙分野や自動車分野での実用化が期待できます。

●展開製品 カarbonブレーキ・カーボンラッチ(図2)

金属製品と比べて、軽量で熱変形が少なく、優れた弾塑性をもつことから、燃費の向上や整備費の低減に貢献し、航空機用ブレーキや車両用ブレーキへの展開が期待されます。

茨城県工業技術センター

活用機器 ▶ アライメント調整機能付き引張試験機

航空機内装用プラスチックミラーの強度評価

プラスチック加工業

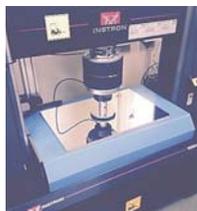


図1 アライメント調整機能付き引張試験機による独自規格の試験の様子



図2 プラスチックミラーの設置状況

●支援の背景

本プラスチック加工業者は、アクリル樹脂などの汎用エンジニアプラスチックを中心に、什器やディスプレイ等を製造しているメーカーです。他社にはない樹脂加工の技術力を活かし、航空機内の内装製品も手掛けており、機内に設置されるプラスチックミラーを納入しています。

今回、製品の納品先独自の試験規格に従って、製品強度を保っているか定期検査が必要であったため、茨城県工業技術センターのアライメント調整機能付き引張試験機を活用し、強度試験を実施しました。

●支援の内容・成果

プラスチックミラーの試験体を用いて、独自の試験規格の強度試験を行い、製品強度を確認しました。

また今回の製品は航空機関連製品ですが、国際航空宇宙産業における製品に対する国際的な認証制度「Nadcap」に対応した「アライメント調整機能付き引張試験機」(図1)を使用していることで、試験結果に対する信頼性を高めることが出来ました。

現在は、新規ミラーの提案も進めています。

●展開製品 航空機内装用プラスチックミラー(図2)

この製品は、航空機内に設置される鏡です。

栃木県産業技術センター

活用機器 ▶ 振動複合環境試験装置

航空・宇宙関連部品の開発

富士フィルター工業株式会社



振動複合環境試験装置

●支援の背景

富士フィルター工業株式会社は、宇宙用ロケットのフィルター開発を行っており、過酷な振動環境においても部品の内部機構に破損や変形が生じないことが必須条件となっています。

このため、栃木県産業技術センターの振動複合環境試験装置による評価試験での加振機への試験体の取付方法や治具、加振条件について提案し、振動環境下における本製品の評価を支援しました。

●支援の内容・成果

利用者指定の条件で試験を行い、振動環境下での本製品の耐久性に関するデータを取得しました。試験結果を基に、宇宙用ロケットのフィルターの製品化を進めています。

群馬県立産業技術センター

活用機器 ▶ オゾン環境試験機

FRP(繊維強化プラスチック)の耐候性評価

株式会社ニューケミカル



●支援の背景

FRP成形の高い技術を有している株式会社ニューケミカルは、航空機部品や、工業用FRP、医療機器用FRP、FRP製鳥居の製造を行っており、多岐にわたる分野で多くの実績があります。導入したオゾン環境試験機の促進耐候性試験について紹介したところ、紫外線による褪色性を確認するためのキセノンアーク灯試験を行うことになりました。

●支援の内容・成果

キセノンアーク灯試験は耐候性試験の中でも、特に太陽光の紫外外部及び可視部の分光放射照度分布に近い光源です。また、太陽光の約3倍の高照度試験が可能であることから、180W/m²(300~400nm)の促進性に優れた高照度での試験を実施しました。

褪色性についての問題は発生していませんが、耐候性試験を実施したサンプルと実施していないサンプルを比較すると若干の色の違いが見られ、製品の展開に役立つ結果となりました。

オゾン環境試験機は、キセノンアーク灯試験、サンシャインカーボンアーク灯試験、オゾン劣化試験に対応しており、加えてキセノンアーク灯試験とオゾン劣化試験を同時に行うことも可能です。

●展開製品 ラバトリー周りのFRP部品

このFRP部品は航空機内のラバトリーに使用されており、プラスチックとガラス繊維を組み合わせることで単一材料では得られない強度を持つことから、航空機の軽量化に役立っています。

導入機器の活用事例

埼玉県産業技術総合センター

活用機器 ▶ ガスクロマトグラフ質量分析計

揮発溶剤回収技術の検討

株式会社オーノ商会

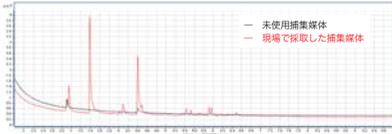


図1 クロマトグラム

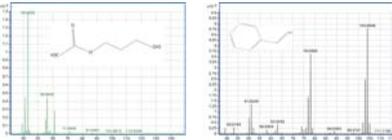


図2 質量スペクトル：測定時間 3.39min (左)、4.40min (右)

表1 GC-TOF/MS測定条件

前処理	ヘッドスペース法 捕集媒体7gをバイアル瓶(公称20mL)に採取/80°C、60min加熱
GC部	装置：7890B GC system Agilent Technologies製 気化室温度：180°C 注入量250μL/注入法：スプリット法 スプリット比：10:1 カラム：J&W社製 HP-5ms/オープン温度：40°C(10min) -10°C/min→240°C(10min)
MS部	7200 Accurate-Mas Q-TOF GC/MS Agilent Technologies製 TOF(シングルMSモード) イオン化法：EI イオン源電子エネルギー：70eV、エミッション電流：35μA マスレンジ：30-800amu、イオン源温度：230°C



捕集媒体

●支援の背景

塗装現場等では作業環境保全や揮発溶剤再利用について、ますますの技術向上や効率化が求められています。
今回、流動性のある特殊な捕集媒体を用いた溶剤回収システムを検討する企業から依頼を受け、回収性能の確認試験を行いました。

●支援の内容・成果

未使用の捕集媒体、および塗装現場で稼働中のシステムから採取した捕集媒体を、それぞれバイアル瓶に封じ、80°C、60分間加熱し、ヘッドスペースガスを四重極空間飛行時間型ガスクロマトグラフ質量分析計(GC/TOF-MS)に打込み、両者のクロマトグラムを比較しました。
未使用の捕集媒体と比較し、現場で採取した捕集媒体についてのクロマトグラムでは、測定時間3.39min、4.40min等に明瞭なピークが認められました。質量スペクトル解析を行った結果、それぞれ酢酸ブチルエステル(3.39min)、およびエチルベンゼン(4.40min)と予測されました。これらの揮発性溶剤が含まれていたことから、溶剤回収の効果があることが確認できました。

●結果

捕集媒体の流動性を活用することにより、固形状の吸着剤や触媒ではなし得ない独創的な溶剤回収システムの開発が期待されます。

千葉県産業支援技術研究所

活用機器 ▶ 電子線後方散乱回折システム

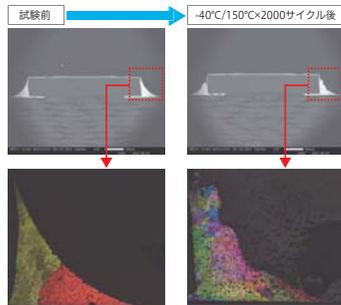
電子線後方散乱回折(EBSD)システムを用いたはんだ接合部の信頼性評価

株式会社日輝



製造者：アメテック(株)
型式：OIM 7, 0 Hikari
FE-SEM
製造者：日立ハイテクノロジーズ(株)
型式：SU6600

活用した電子線後方散乱回折システム



はんだ接合部断面のEBSD解析事例

●支援の背景

これまで、はんだの信頼性(冷熱サイクル)試験における評価については、顕微鏡によるミクロ組織観察、発生・進展したクラックの観察による評価しか出来ておらず、クラック進展経路や信頼性試験による結晶粒の変化に関する情報が不十分でした。
今回、信頼性試験を実施したはんだ接合部について、結晶方位、結晶粒の状態変化を観察したい旨の相談がありました。

●支援の内容・成果

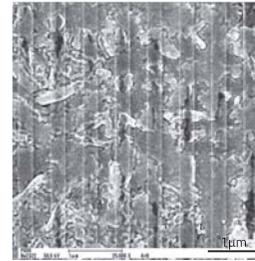
電子線後方散乱回折(EBSD)システムを用いて、信頼性試験前後のはんだ接合部断面についてそれぞれ結晶方位解析を行い、試験前、試験後のサンプルを比較しました。
その結果、組織のクラック進展と併せて結晶粒がどのような形状や方位分布をしているかを可視化することができ、はんだ組織の劣化やクラック進展挙動を把握することができました。

(地独) 神奈川県立産業技術総合研究所

活用機器 ▶ 電子線描画装置

航空機産業用高性能デバイスの開発支援

一般機械器具製造業



試作例のSEM写真
(600nm周期の線パターン)

●支援の背景

電子線描画装置は、ガラスなどの平らな板の上に塗布した電子線レジスト(電子線照射により現像液との反応性が変化する樹脂)に数十nm(1nmは1mmの10万分の1)程度の非常に小さな線や円形等の形状を描くことができる装置です。
今回、絶縁基板上に成膜した機能性薄膜をナノサイズのパターンに加工し感度を上げ、航空機産業における新たな高性能デバイスとして実用化したいとの相談を受け、本装置を用いた研究開発へと発展しました。

●支援の内容・成果

シリコン基板と異なり絶縁基板は、平坦性が低いこと、帯電しやすく電子線描画に適さないことが問題として挙げられます。そこで、精密研磨によりシリコン基板と同等の平坦性を確保した絶縁基板に、機能性薄膜と帯電防止として導電性薄膜を成膜しました。その後、この上にレジストを塗布しました。そして、電流値、電子線を照射する時間を実験因子として、線状のレジストパターンを試作しました。
精密研磨、機能性薄膜と導電性薄膜形成、電子線描画の条件検討を行った結果、機能性薄膜の表面が粗い状態でも左図のような600nm周期のレジストを用いたナノパターンが得られることを確認しました。今後は、レジスト製ナノパターンをマスクとして機能性薄膜をエッチングして、航空機産業に使用するデバイスの開発につなげます。

新潟県工業技術総合研究所

活用機器 ▶ 5軸マシニングセンター

難削材翼形状部品の切削加工技術開発

輸送用機械器具製造業



切削加工の様子

●支援の背景

企業が主体となり実施した小型ターボジェットジェネレーターの開発において、そのタービン翼部材として、軽量かつ高温強度を有するチタンアルミ合金の適用に取り組んでいました。しかし、チタンアルミ合金は難削材であるため、切削加工技術開発が課題でした。

●支援の内容・成果

加工能率と工具寿命の観点から最適な加工条件を導出し、5軸マシニングセンターを使用した切削加工により、タービン翼を想定したモデル部品を製作しました。加工品の形状精度を評価した結果、目標とする加工精度を達成し、開発品への適用につなぐことができました。



切削加工した翼モデル部品

導入機器の活用事例

長野県工業技術総合センター

活用機器 ▶ 高精度サーボ式プレス特性評価装置

マグネシウム合金のプレス加工技術の開発

三全精工株式会社

● 支援の背景

長野県では、地域企業の下請・受託加工型企業が提案型・研究開発型へ転換し成長期待分野へ進出するために、「研究開発型企業育成事業」を実施し、技術的課題の解決、新技術又は新製品の試作開発等による支援をしています。

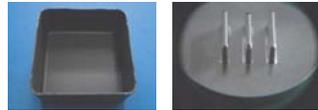
マグネシウム合金は、実用金属中最も軽く、比強度が高く、振動吸収性に優れ、リサイクルも可能であり、航空機の内装品、ブラケット等への応用が期待されています。しかし、マグネシウム合金は結晶構造的に常温でのプレス加工性が悪い材料で、冷間加工が難しい材料です。数百度まで加熱（温間加工）すれば加工しやすくなりますが、三全精工株式会社では温間加工の経験がないため、単独でその加工技術の開発に取り組むことが困難でした。そこで、研究開発型企業育成事業により、温間プレス加工に取り組んでいる長野県工業技術総合センターと共同で、マグネシウム合金の加工技術の開発に取り組みました。

● 支援の内容・成果

マグネシウム合金の温間プレス加工実験（温間加工用金型の開発、成形条件の最適化）、プレス成形シミュレーション、マグネシウム合金の温度による変形特性評価を行いました。その結果、70×70×深さ30mmの角筒絞り品が成形でき、さらに測定した材料データ（変形抵抗データ）をシミュレーションに入力することで解析精度が向上しました。これらの結果を元に、板鍛造品（厚さ1.5mm、長さ10mm、高さ5mmの突起形状）が成形できました。

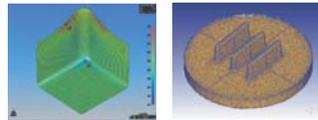
三全精工株式会社では、本開発を足掛かりとして独自の絞り・鍛造加工技術「SANZEN工法」を開発でき、提案型企業として事業化の目途が立ちました。

この技術は、今後、航空機に関連する部品加工にも適用することができます。



角筒絞り試作品

板鍛造試作品



絞りシミュレーション結果

鍛造シミュレーション結果

山梨県産業技術センター

活用機器 ▶ X線分析顕微鏡

マグネシウムダイカスト鑄造向け素材開発

KNコーポレーション合同会社

● 支援の背景

航空機や自動車に代表される輸送産業分野では、エネルギー消費量およびCO₂排出量の削減、燃費向上のために軽くて強度の高い材料の開発が望まれています。このような背景から、これまでの鉄系材料に代わって軽金属材料であるアルミニウムやマグネシウム材料等が多く使用されるようになり、今後も更なる適用範囲の拡大が見込まれています。特にマグネシウムは鉄の1/5程度の質量に相当し、適用範囲の拡大に最も期待されている材料です。また軽金属材料の製造方法である「ダイカスト鑄造法」は、複雑な形状の部品も多量に安定生産が見込める効率的な方法で、大量生産には欠かせないものの1つです。

しかし、マグネシウムは他の軽金属材料に比べ、材料強度（引張強さ、伸び等）が劣り、防燃特性が低いため、これまで軽量性を活かすことができませんでした。

そこで、材料強度を高め、さらに防燃特性を向上させた材料開発を行うために、数種類の元素をマグネシウム中に微量に添加し、各種特性を調査するためX線分析顕微鏡を用いました。

● 支援の内容・成果

X線分析顕微鏡は、照射径を10μmから1.2mmの範囲で選択でき、また200mm×200mmの面分析も可能となる蛍光X線分析装置です。

本装置を用い、ダイカスト鑄造したマグネシウム合金の試験片から製品までを対象に、材料強度試験と併せて成分分析を行うことにより、マグネシウム合金の材料開発支援を行いました。添加元素および添加割合の異なる数種類のマグネシウム合金に対し、材料成分の確認と材料強度試験や防燃試験を行い、その試験結果を元に材料開発を行うことで、質の高い支援が可能となりました。



X線分析顕微鏡による
マグネシウムダイカスト鑄造試験品の分析



マグネシウムダイカスト鑄造試験品
(KNコーポレーション合同会社製造)

①シャルピー衝撃試験片 ②引張試験片 ③耐食性試験片
④クリーブ試験片 ⑤疲労試験片

山梨県産業技術センター

活用機器 ▶ 多機能型CNC三次元座標測定機

プラスチック製品の非接触形状測定

プレミアムウォーター株式会社

● 支援の背景

ミネラルウォーター国内生産量第一位である山梨県において、ミネラルウォーターの製造・販売を行っているプレミアムウォーター株式会社では、ウォーターサーバー用のボトルも自社で製造しており、構成部品の開発・改良も行っています。

ミネラルウォーターボトルに取り付けるポリエチレン製ボトルキャップの改良に伴い、ボトルキャップの形状を測定したいという相談を受けました。軟質プラスチックであるポリエチレン製品を測定するに際して、接触式測定では形状変化が懸念されたため、導入した多機能型CNC三次元座標測定機を用いた非接触式レーザー測定を提案しました。

● 支援の内容・成果

多機能型CNC三次元座標測定機を開放機器として利用し、ポリエチレン製ボトルキャップの非接触式レーザー測定を行いました。その結果を製品のCADデータと照合することで製品の品質を確認しました。これら測定・評価結果はプレミアムウォーター株式会社における製品の品質管理に役立っています。



静岡県工業技術研究所

活用機器 ▶ 樹脂材料造形システム

取り出しやすいティッシュケースへの改良

株式会社コーヨー化成

● 支援の背景

ウェットティッシュの製造を行っている株式会社コーヨー化成より、「中身をより取り出しやすくしてほしい」という消費者ニーズに応えるため、ウェットティッシュケースを改良したいとの要望がありました。企業の改良アイデアを3Dデータ化するとともに、3Dプリンタを用いて迅速に試作を行うこととしました。また、試作物を用いて展示会でフィールドテストを行いました。

● 支援の内容・成果

企業の改良アイデアに対し、ユニバーサルデザインに配慮しつつ、機能性向上を盛り込んで3Dデータ化しました。次いで、3Dプリンタを用いて試作を行いました。造形物の精度・強度が十分にあることが確認できました。また、試作品の社内テストの結果、「取り出しやすさ」の機能確認ができました（特許出願中）。展示会に合わせて、さらに複数個の試作品をフィールドテストすることにより、ユーザーの意見がフィードバックされ、さらなる改良を行うことができました。

展開製品 各種ウェットティッシュ製品

この製品は、従来の縦置き型から横置き型にティッシュケースを改良することで、ウェットティッシュをより取り出しやすくなりアイデア商品です。抗菌・除菌などの機能と合わせて、拡販を目指しています。



製品化支援事例

(地独) 東京都立産業技術研究センター

航空機姿勢表示装置のノイズ対策



スタンバイ姿勢表示装置

●製品の特徴

- ・圧力・姿勢センサを内蔵し、航空機向けの対気高度、対気速度、姿勢演算を行い表示するスタンバイ姿勢表示装置です。
- ・高密度実装基盤の放射ノイズ対策を考慮した製品設計ノウハウを蓄積するため、ノイズ対策を実施する前と後の近傍界ノイズのふるまいを定量的に把握することが必要でした。

●公設試の支援内容

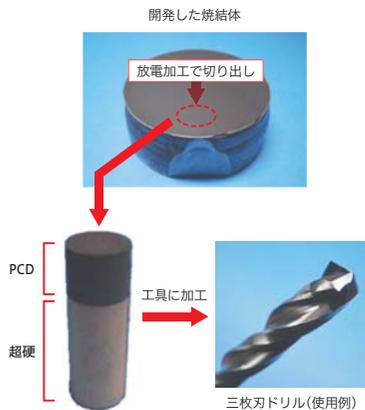
近傍界ノイズ測定を行いました。試験方法やノイズ源および伝搬経路の推定方法や放射ノイズ対策ソフトについてアドバイスし、ノイズ抑制効果を確認することができました。今後も測定結果を蓄積し、バージョンアップ基盤にフィードバックしていきます。

企業名 **東京航空計器株式会社**
URL <https://www.tkk-air.co.jp/>
所在地 東京都町田市小山ヶ丘 2-2-6

事業内容 航空宇宙および産機関連事業における計測機器・制御装置・半導体機器・交通機器等の設計・製造・校正・販売

栃木県産業技術センター

航空機構造部材加工用多結晶ダイヤモンド(PCD)大型焼結体の開発



●製品の特徴

- ・航空機構造部材として利用されるチタン合金やCFRP等の難削材を加工するための工具材料を開発しました。
- ・耐摩耗性の高いダイヤモンド粉と超硬を超高圧にて一体焼結し、ダイヤモンド層の厚みを10mm以上設けることが可能となりました。これにより、工具設計の自由度が高くなり、また従来のろう付け工具では不可能であった工具の再研磨も可能となりました。

●公設試の支援内容

戦略的基盤技術高度化支援事業（平成25～27年実施）を活用し共同研究に取り組みました。開発した焼結体素材を使った工具によるチタン合金やCFRPの切削実験、および切削シミュレーションによる工具刃先形状の検討を行うことで、本研究開発を支援しました。

販売開始時期 **平成28年12月**

企業名 **トーマイダイヤ株式会社**
URL <http://www.tomeidiamond.co.jp/>
所在地 栃木県小山市城東 4-5-1

事業内容 工業用及び宝石用ダイヤモンドの製造加工販売
各種超硬粒の製造・加工・販売

長野県工業技術総合センター

航空・宇宙機器用Ti合金ボルトの強度試験



材料強度試験機 ((株)島津製作所 AG-300kNXplus)



Ti合金ボルトの引張試験の様子

●製品の特徴

- ・本Ti合金ボルトは、航空・宇宙機器分野において、機器の確実な締結に用いられるものです。
- ・設計上の引張強さを保証するのはもちろんのこと、負荷された所定の荷重に対して、塑性変形による寸法変化を伴わないこと等が求められます。

●公設試の支援内容

ボルトに対して、破断までの引張試験、および指定荷重を負荷した後を除荷するプルーフ試験後の寸法計測を実施することにより、ボルトの引張強さ、及び塑性変形の有無について評価を行いました。

企業名 **非公開**
所在地 長野県内
事業内容 輸送用機械器具製造業

静岡県工業技術研究所

航空機向け部品のエックス線内部検査



使用機器：マイクロフォーカスX線透視装置
平成26年度 公益財団法人JKA
機械工業育成機器整備補助事業で導入

●製品の特徴

- ・航空機に使用される断熱材です。
- ・内部に欠陥があると強度不足や、断熱性の不均一が生じる不良品となるため、検査が必要でした。

●公設試の支援内容

・なるべく広い範囲を撮影できるように治具を工夫し、検査を行いました。

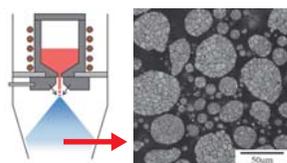
・欠陥部分のコントラストが低く判別しにくいいため、最適な撮影条件についてアドバイスしました。

企業名 **非公開**
所在地 静岡県内
事業内容 産業用機器製造業

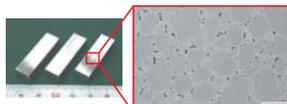
研究事例

(地独) 東京都立産業技術研究センター

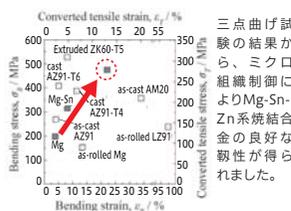
粉末冶金法によるマイクロ組織制御を用いたマグネシウム焼結合金の高靱性化



ガスアトマイズ法によるMg-Sn-Zn系合金粉末の作製



Mg-Sn-Zn系合金粉末の焼結試験片(左)とそのマイクロ組織(右)



● 研究の目的

航空機などの構造材料には、高比強度だけでなく、致命的な損傷を回避できる強靱性が求められ、また同時に、軽量性と低コスト化も求められます。そこで、金属粉末から独特の製品形状を得る粉末冶金法を軽量のマグネシウム合金へ適用し、靱性などの特性の改善と、効率的な製造プロセスの開発を目的に研究を行いました。

● 研究の内容

マグネシウム合金の焼結を強固するため、共晶融液による一時的液相 (TLP) 焼結が可能な合金系を選択して元素の挙動を調べ、これをもとに成分を調整した合金粉末をガスアトマイズ法で作製しました。ガスアトマイズ法による粉末マイクロ組織の微細化が、マグネシウム合金焼結体の強度特性におよぼす効果について検討しました。

● 結果

共晶型の合金系の中で、Snを添加したMg-Sn系が優れた焼結性をもつことが分かりました。また、Mg-Sn-Zn系の合金粉末の焼結により、固溶強化、結晶粒微細化がもたらされました。さらに、Mg-Sn相の寸法が強度変化の要因であることが明らかとなり、この相の大きさを約1 μm に制御することで良好な靱性が得られました。

● 成果展開

本研究は、東京都立産業技術研究センターの基盤研究をもとに科学研究費助成 (若手B: 26820330) により遂行されました。基本事項に関しての特許を出願済みです (特開2014-231638)。各要素技術を組み合わせ、工業的プロセスでの実用化を目指した研究を実施しています。

茨城県工業技術センター

熱可塑性CFRPのプレス加工技術に関する研究



図1 CFRP試験機

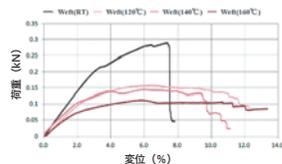


図2 高温曲げ試験における荷重変位線図

● 研究の目的

航空機を含む輸送関連機器業界では、燃費向上等を目的に筐体の軽量化が求められています。このような中、高強度で軽量のCFRP (炭素繊維強化プラスチック) は構造材料としての用途拡大が期待されています。

しかし、CFRPは成形が難しく、特に熱可塑性樹脂を使用した材料は実験データが不足しており、素材の製造条件からプレス成形までの一貫したデータの収集と体系化が必要となっております。

● 研究の内容

CFRP試験機 (図1) で平織の炭素繊維クロスを作製し、クロス10層と熱可塑性樹脂シート11層を交互に重ね熱間プレスで板成形し、試験片としました。

評価については、熱間曲げ試験とX線CTによる内部構造観察を行い、これらの結果をもとに温間プレス機による成形特性について検討しました。

● 結果

高温曲げ試験の結果 (図2) から、試験環境温度の上昇とともに最大曲げ荷重については低下し、伸びが増加することが確認できました。また、曲げ試験を実施したサンプルについてX線CTによる内部構造観察を行った結果、温度上昇に伴い繊維の破壊形態が引張側の繊維破断から圧縮側の座屈破壊へ移行することが確認できました。

このような結果から、熱可塑性CFRPを温間プレス成形する際は、圧縮力が作用する箇所の繊維の座屈に留意する必要があることが分かりました。

● 成果展開

今後については、平織以外の織り方についても試験を実施し、系統的なデータの収集をした上で、県内の中小企業へ技術展開を図ってまいります。

● 共同研究機関 国立大学法人 茨城大学

茨城県工業技術センター

難燃性マグネシウム合金の摩擦攪拌接合条件の最適化



図1 アライメント調整機能付引張試験チャック

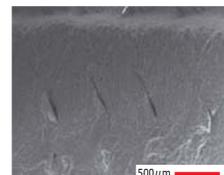


図2 断続的な内部欠陥

● 研究の目的

輸送機器において軽量化は必要不可欠な課題です。実用金属で最も比重の小さなマグネシウム合金は輸送機器軽量構造材料として実用化が求められており、その接合方法の確立が望まれています。本研究では、航空機において実績のある摩擦攪拌接合技術の接合条件の最適化を目的としています。

● 研究の内容

難燃性を付加した難燃性マグネシウム合金の摩擦攪拌接合時の接合条件 (接合速度、ツール回転数等) が接合部機械的特性へ与える影響を、引張試験 (アライメント調整機能付き) (図1) により精度高く系統的 (耐力、強度、破断伸び等) に評価することで、輸送機器製造において有益な接合条件を検討しました。

● 結果

摩擦攪拌接合技術を用いて難燃性マグネシウム合金接合に成功し、接合部の機械的特性については、母材に対して80%以上の接合強度を実現しました。

また、接合速度が速いと表面から確認できない内部欠陥が断続的に摩擦攪拌部 (内部) に発生することで (図2)、機械的特性が低下することが分かりました。

このように、接合部結晶組織の微細化が、接合部の機械的特性の向上へ寄与しています。

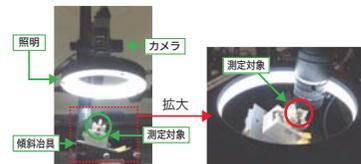
● 成果展開

本研究成果は各種学会 (軽金属学会、溶接学会等) で発表しています。また、茨城県工業技術センターの成果発表会などで、ものづくり企業等へ成果を公開し、技術相談等を通して、本研究成果の技術移転を積極的に進めています。

現在は、輸送機器 (航空機、高速車両、自動車等) 構造材料に関する開発プロジェクトに参画し、本研究成果を活用した新たな研究開発を行っています。

群馬県立産業技術センター

画像処理技術を用いた目視検査プロセスの改善に向けた研究



撮影機器の構成

工具撮影

項目	摩耗小	摩耗中	摩耗大
工具撮影画像			
画像処理による摩耗評価			



● 研究の目的

高い品質が要求される航空機用部品の製造では、その要求に応える高度な生産プロセスの構築が必要不可欠です。特に、エンジンに使用される耐熱合金の切削加工では、高い加工精度を維持するための使用工具の適正管理が重要な課題です。現状では、作業者が工具の摩耗度を目視により検査しているため、作業者間の評価のばらつきに起因する損失が問題となっていました。

そこで、本研究では、航空宇宙部品の切削による量産加工を行っている株式会社タヒラ (群馬県高崎市) の協力を得て、工具の目視検査について、画像処理技術により摩耗度を定量化する手法の開発に取り組みました。

● 研究の内容

熟練作業者による工具の目視検査と同等の評価結果を得ることを目標として、画像処理による検査プロセスの開発を行いました。具体的には、評価に適した工具摩耗の撮影方法や特徴化及び定量化アルゴリズムの検討を行いました。

● 結果

画像処理により、熟練作業者と同等の評価を実現する仕組みを構築しました。また、摩耗度を定量化したことで、作業者の評価ばらつきを排除した工具管理の適正化が可能となりました。

● 成果展開

画像処理技術を用いた検査技術は、従来の目視検査に代わる有効な手段として期待されます。画像処理により可視化・定量化された製造情報は、生産プロセスの改善に有効であり、ものづくり技術の高度化への展開が期待されます。

● 共同研究企業 株式会社タヒラ (群馬県高崎市吉井町池779-7)