

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



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

広域首都圏公設試験研究機関航空機産業支援事例

製品化支援事例

研究事例

CONTENTS

◆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	
血液搬送装置の減圧環境評価 東京都立産業技術研究センター	07
研究会活動によるCFRP関連産業への参入支援 茨城県工業技術センター	08
軽金属材料による航空機部品の試作開発 茨城県工業技術センター	08
光ファイバひずみ・温度計測システムの信頼性評価 栃木県産業技術センター	09
航空機用ワイパーブレードの開発 群馬県立産業技術センター	09
GC/TOF-MSによる高分子樹脂の劣化原因調査 埼玉県産業技術総合センター	10
超音波ホモジナイザー先端工具の結晶方位解析 千葉県産業支援技術研究所	10
新規高性能デバイスの開発を目的とした受託研究 神奈川県産業技術センター	11
ステンレス製部品の切削加工技術開発 新潟県工業技術総合研究所	11
CFRPのプレス加工技術開発支援 長野県工業技術総合センター	12
X線分析顕微鏡によるプリント基板構成部品の元素分析 山梨県工業技術センター	12
航空機用部品の寸法・輪郭形状・幾何形状の検査 山梨県富士工業技術センター	13
新規3Dプリンター(同時5軸制御による加法的製造装置)の開発 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	
航空機向け電子基板の環境試験 東京都立産業技術研究センター	14
CFRP/チタン合金重積材の穴あけ用ドリルの開発 栃木県産業技術センター	14
航空機牽引用連結ボルト(シャーボルト)の性能評価 千葉県産業支援技術研究所	15
超高周波誘導加熱装置による熱処理条件の確立 山梨県工業技術センター	15
研究事例	
軽量異種金属材料の高強度接合方法の開発 東京都立産業技術研究センター	16
編織技術を活用した炭素繊維強化樹脂の加工性向上に関する試験研究事業 茨城県工業技術センター	16
テーラードブランク材の加工技術に関する試験研究事業 茨城県工業技術センター	17
ブレード製造用治具の試作開発 群馬県立産業技術センター	17
誘電加熱を利用した軽量・高強度部材の接合 埼玉県産業技術総合センター	18
電子線描画装置を用いたナノパターンの試作 神奈川県産業技術センター	18
5軸マシニングセンターを積極的に活用した切削加工技術開発 新潟県工業技術総合研究所	19
次世代航空機用無潤滑摺動部材の開発 長野県工業技術総合センター	19
チタン製品のバリ取り技術の研究 山梨県富士工業技術センター	20
切削加工プロセスの可視化・数値化 静岡県工業技術研究所	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	
学校法人東京理科大学 トライボロジーセンター	21
学校法人慶応義塾大学 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(1都10県12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」)の活用により、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。そして、平成26年度以降、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。

本事例集では、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成果事例を集めました。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28年3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 片岡 正俊

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構築し、ホームページ上で運用しています。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/index.html>)。

本事業では、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などを目指しています。



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減圧恒温恒湿槽 (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)
- ③5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電子線後方散乱回析システム (千葉県)
- ③X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)

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

東京都立産業技術研究センター

減圧恒温恒湿槽



メーカー名: エスバック(株)
型式: MZT-1H-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カ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)~1.2kPa(海拔 3 万 m)
温度範囲: -62~+150°C
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

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

コンポジット試験用治具



(ASTM D3846)



(ASTM D7131M)



高精度アライメント用
グリップ



コード試験用
グリップ

●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】

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) 包装貨物輸送試験：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(光)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

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

有機系素材中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：EDAX
型式：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

神奈川県産業技術センター

電子線描画装置



メーカー名：(株) エリオコクス
型式：ELS-S50

●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： $1 \times 10^{-12} \sim 5 \times 10^{-8} \text{A}$
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

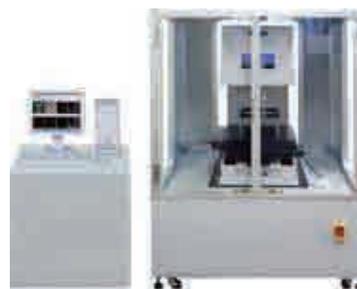
同時5軸制御加工が可能なミーリング加工機です。チタン合金や超耐熱合金など航空機用難加工材料の切削加工技術に関する研究開発や企業への技術移転に使用します。

●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

山梨県工業技術センター

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)

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



固定式スキャンングローブ

●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：固定式スキャンングローブ VAST XT gold
回転式スキャンングローブ 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

樹脂材料造形システム



メーカー名：Stratasys 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・宇宙関連の部材等の試作・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

導入機器の活用事例

血液搬送装置の減圧環境評価



減圧槽制御装置



試験槽内の血液搬送装置

●支援の背景

輸血用血液の搬送において、交通事故や災害などで輸血が必要な救急搬送が生じる場合、防災ヘリやドクターヘリによる血液の搬送が行われています。

この血液の品質維持や有効利用のために、ヘリに搭載して長時間温度管理のできる血液搬送装置が望まれています。

●支援の内容

ヘリコプターの飛行高度を想定した高度環境試験により、保存動作の評価を行い、「血液搬送装置」として必要な機能を保持していることを確認しました。

ドクターヘリに「血液搬送装置」を搭載することにより、血液の安定搬送が可能となり、車両搬送の補強手段となる予定です。

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

研究会活動によるCFRP関連産業への参入支援

繊維強化樹脂研究会



試織したCFクロス



炭素繊維強化プラスチック製造機 (CFRP試織機)

● 支援の背景

「炭素繊維強化樹脂(CFRP)」は、「軽量」かつ「高強度」な素材として航空機や自動車部品等に利用されており、「工業材料」としての用途は拡大していくものと期待されています。

茨城県工業技術センターでは、企業のCFRP関連産業への参入支援を目的として、平成25年度より繊維強化樹脂研究会を立ち上げており、地域の研究機関や大学、公設試におけるCFRP研究および技術に関する情報の提供、会員企業や県内外のCFRP関連技術を有する企業間のネットワーク構築を支援しています。

● 支援の内容

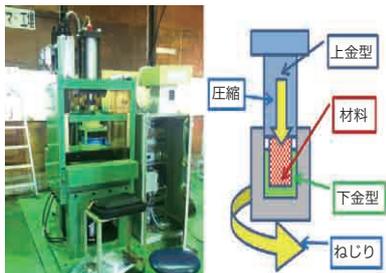
平成27年度は、公設試や大学におけるCFRP研究の講演のほか、「炭素繊維強化プラスチック製造機 (CFRP試織機)」により試織したCFクロスとナイロンシートを用いたCFRPプリプレグシートの加工やプレス成型の実演などを行い、会員企業の航空機や自動車材料などのCFRP関連産業への参入に向けた支援を行っています。

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

軽金属材料による航空機部品の試作開発

荻野工業株式会社



ねじり鍛造加工機 (左) と
ねじり鍛造加工の概念図



アライメント
調整機能付き
引張試験機

● 支援の背景

荻野工業株式会社では世界的に成長が期待されている航空機部品産業において、これまで自社で培ってきた加工技術、特に自動車エンジン部品や油圧部品の製造技術が航空機部品製作に応用できると考え、AS9100 認証取得や生産設備の準備を進めてきました。

しかし、アルミニウム合金やマグネシウム合金など、軽金属材料を使用した部品の多くは機械加工で対応すると外形切削や穴あけなどに多くの加工時間が費やされ、また多くの治具が必要となるためコストが高くなり、航空機油圧部品メーカーの要求に合わせるのが困難でした。

このようなことから、経済産業省のものづくり補助金などを活用し、機械加工に代わる技術としてねじり鍛造を活用した精密鍛造技術に関する研究を開始しました。

現在、芝浦工業大学、有限会社渡辺機械と連携し、安価で高強度・軽量な航空機油圧部品開発を進めています。

● 支援の内容

茨城県工業技術センターでは、カラー粘土を使用したねじり鍛造加工の可視化シミュレーションなどを行い、機械的特性の向上に向けた評価を実施しました。また、試作品については、航空宇宙産業におけ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」を使用し、精度の高い試験結果を提供することで質の高い支援を行っています。

光ファイバひずみ・温度計測システムの信頼性評価

株式会社富士テクニカルリサーチ



FBI-Gauge光ファイバひずみ・温度計測システム

展開製品

FBI-Gauge光ファイバひずみ・温度計測システム

光ファイバに沿った連続的なひずみ・温度の分布を最小1mmピッチで取得するシステムです。光ファイバの設置条件を変えることで、点での計測から、連続的な線や広範囲な面での計測が可能です。

● 支援の背景

株式会社富士テクニカルリサーチは、位置情報と表面温度を最小1mm間隔で計測できる光ファイバ型センサを対象物に貼り付けることで、ひずみ・温度計測を行うとともに、計測結果を3次元イメージで表示できるシステムを製品化しています。本システムを活用した事例として、飛行翼の疲労試験でのひずみセンサがあります。従来利用されていたひずみゲージの代わりに、セッティングが容易な光ファイバ型センサを用いるため、精度を保ちつつセッティング時間を短縮することができます。

本システムの光ファイバ型センサに振動をかけた場合の信頼性評価に関する相談があり、栃木県産業技術センターの振動複合環境試験装置で光ファイバ型センサを加振し、本システムの精度を確認することを提案しました。

● 支援の内容

振動複合環境試験装置を開放機器として利用し、ランダム波や正弦波で加振条件（周波数、変位）を変えて試験を行い、本システムの精度を確認しました。栃木県産業技術センターでは、光ファイバ型センサのセッティング方法や加振条件の設定で支援を行いました。

航空機用ワイパーブレードの開発

株式会社フコク



展開製品 ワイパーブレード

ワイパーブレードは材料開発のほか、表面処理、カットやコーティングといった技術が極めて重要です。「凹凸のない均一なエッジを創るには」「ガラス形状に最適なカーブを創るためには」などの様々な難題を解決している株式会社フコクは、ユーザーの信頼を勝ち取り高いシェアを実現しています。

● 支援の背景

自動車をはじめ列車、船舶から航空機に至るあらゆる分野で使用されるワイパーブレードのメーカーである株式会社フコクは、群馬県立産業技術センターで樹脂製のプレートについてキセノンアーク灯試験を実施した実績があります。そこで、導入したオゾン環境試験機の特徴を紹介したところ、高濃度のオゾン性を評価する試験を行うことになりました。

● 支援の内容

ゴム製品の耐オゾン性を評価する試験は、JISにおける50pphmの濃度が一般的ですが、オゾン環境試験機はその50倍の濃度まで対応できることから、2500pphmでの耐オゾン性について試験を実施しました。

従来の50pphmでは問題無いワイパーブレードにおいても、2500pphmではオゾンクラックが発生しており、短時間での評価試験が可能であることが確認でき、高い耐候性を有する製品開発に役立ちました。

オゾン環境試験機は、高濃度のオゾン性評価、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に対応しており、加えてオゾン性評価とキセノンアーク灯試験を同時に行える特徴を活かし、今後も支援を実施します。

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

GC/TOF-MSによる高分子樹脂の劣化原因調査



高分子材(分析のため細断済み)

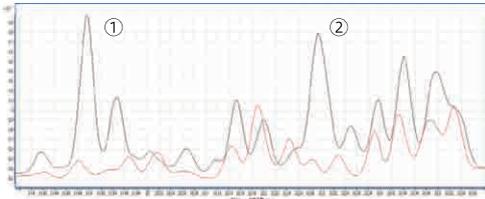


図1 クロマトグラム(黒:正常品、赤:不具合品)

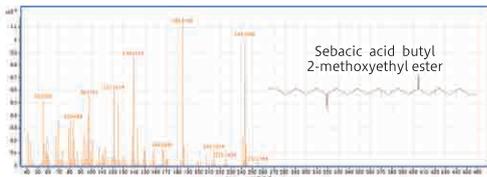


図2 ①の質量解析スペクトル

表1 GC-TOF/MS測定条件

試料導入部	マルチショット・パイロライザー MODEL EGA/PY-3030D frontier-lab社製 検体供試量1.0mg±0.2 シングルショット法 加熱温度: 360°C 加熱時間: 3min インターフェース温度: 320°C
GC部	装置: 7890B GC system Agilent Technologies製 酸化室温度: 320°C 注入法: スプリット法 スプリット比: 200:1 カラム: J&W社製 DB-1ms オープン温度: 40°C(1 min) → 10°C/min → 320°C(20 min) 出口インターフェイス温度 320°C
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

● 支援の背景

工業用途の高分子樹脂について、使用現場において従来と比較して亀裂が生じやすくなったという事案が発生しました。対応策を検討するにあたり、原料、製造工程、使用環境のいずれに原因があるのかを究明したい旨の相談がありました。

● 支援の内容

四重極飛行時間型ガスクロマトグラフ質量分析装置(GC/TOF-MS)にパイロライザーを設置し、高分子材を360°Cに加熱した発生ガスのGC/TOF-MS測定を行い、不具合品と正常品についてクロマトグラムを比較しました(図1)。

両者ともおおむね同様の保持時間に対してピークが認められる一方、不具合品では複数個所の保持時間におけるピークが小さく描写されました。両者で明らかに大きさの異なる図1中①、②で示したピーク成分について質量スペクトル解析を行ったところ、①についてはセバシン酸エステル類(図2)、②についてはセバシン酸アミド類であることが示唆され、それぞれ可塑剤、改質剤またはその分解生成物であると考えられました。

可塑剤、改質剤あるいは酸化防止剤などの添加物含有量が不具合品においては正常品よりも著しく少なくなっていることが判明し、高分子樹脂中の添加物含有量が少なくなっていることが、劣化の早い原因と示唆されました。

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

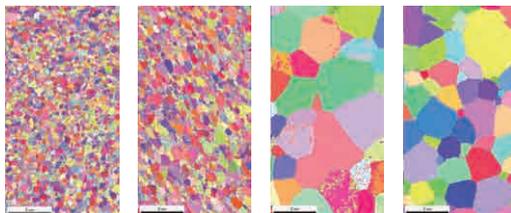
超音波ホモジナイザー先端工具の結晶方位解析

三井電気精機株式会社



製造者: アメテック(株)
型式: OIM 7, 0 Hikari

導入機器 電子線後方散乱回折システム



焼結原料A 焼結原料B 焼結原料C 焼結原料D

解析事例

展開製品 超音波ホモジナイザー



● 支援の背景

千葉県産業支援技術研究所では、平成13年より三井電気精機株式会社と超音波ホモジナイザーの先端工具の共同研究を進めてきました。

今回、既存の先端工具のさらなる高耐久性、高性能化への開発支援依頼があり、各種試作品に対して、導入した電子線後方散乱回折システムを用いた結晶方位解析、従来からの硬さや密度などの物性評価を行い、先端工具の高性能化に向けた開発を支援しました。

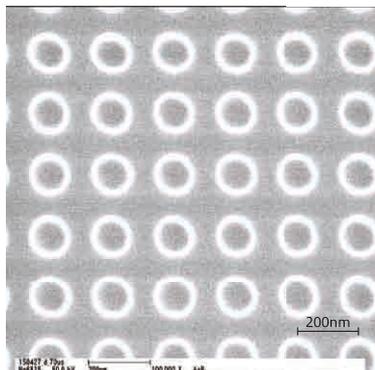
● 支援の内容

- ・ 各原料配合による試作と焼結条件の検討
- ・ 結晶粒径および方位の解析
- ・ 硬度、密度の測定と耐久性の評価

各種試作品の物性および耐久性の評価により、最適な原料配合および焼結条件を確立することができました。これにより、航空機などに搭載されるバッテリーの試料調整に使用される超音波ホモジナイザーの性能向上が図れます。

新規高性能デバイスの開発を目的とした受託研究

一般機械器具製造業



試作のイメージ図
(200nm周期のドットパターン)

● 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10nm（1mmの10万分の1）程度の非常に小さな線や円形などの形状を描くことができる装置です。この装置は航空機等に使用されるセンサ等の電子デバイスの開発に利用されます。

展示会でのPRやメールマガジン、ホームページなどで本装置の存在を知った依頼者から、絶縁基板上に成膜した機能性薄膜にナノサイズのパターンを形成し、新しい高性能デバイスを作りたいとの技術相談があり、本装置を用いた受託研究を行うこととしました。

● 支援の内容

シリコン基板と異なり絶縁基板は、平坦性が不明なこと、帯電しやすく電子線描画に適さないことが問題になると考えました。そこで、精密研磨を行った絶縁基板に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（ドーズ時間）、パターンの形状を実験因子として、設計した形状となるレジストパターンが得られる可能性を検討しました。

精密研磨、導電性薄膜形成、電子線描画の条件検討を行った結果、従来からレジスト製ナノパターン形成に使用されているシリコン基板と同様に絶縁基板に左図のようなレジスト製ナノパターンが得られることを確認しました。

今後は、本プロセスを用いて絶縁基板上の機能性薄膜をナノパターンに加工し、新しいデバイスの開発につなげます。

ステンレス製部品の切削加工技術開発

佐渡精密株式会社



活用した5軸マシニングセンター



製品のイメージ

● 支援の背景

これまで、佐渡精密株式会社とは新潟県工業技術総合研究所で開発した高速切削加工技術を部品加工に適用する共同研究を実施し、仕上げ加工において、工具寿命や加工面品位、加工時間などを十分満足できる結果を得ています。

今回はさらに生産性の向上を図り、競争力を高めるために、5軸マシニングセンターを積極的に活用した荒加工から仕上げ加工までの一連の加工工程の時間の短縮と工具寿命の延長を目的に共同研究を実施しました。

● 支援の内容

5軸マシニングセンターを積極的に活用した荒加工および仕上げ加工を適用することにより、従来の加工方法と比較し、大幅な加工時間の短縮と工具寿命の延長を達成しました。

この結果をもとに、社内で加工するほかの航空機部品（たとえば降着装置部品など）にも応用展開し、それらの部品加工においても加工時間の短縮や工具寿命の延長を実現しています。

導入機器の活用事例

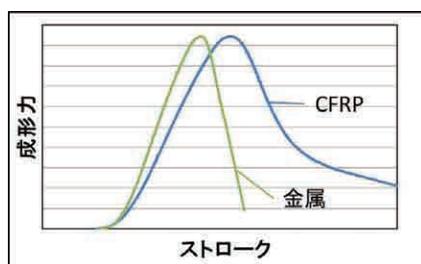
長野県工業技術総合センター

活用機器 ▶ 高精度サーボ式プレス特性評価装置

CFRPのプレス加工技術開発支援



実験に用いた金型



プレス特性

● 支援の背景

航空宇宙や自動車などの分野では、軽量化のため軽くて強度の高い材料が望まれています。そのため、最近では、航空機や人工衛星などの航空宇宙分野を中心に、CFRP（炭素繊維強化プラスチック）が多く使用されており、今後もさらなる適用範囲と用途の拡大が見込まれています。プレス加工は、多量の部品を速く安定して生産できるため、CFRPの加工手法として期待されています。

しかし、多くのプレス加工企業では金属の加工を行っており、CFRPの加工経験はありません。また、CFRPのような複合材料の加工特性は、金属の加工特性とは異なるため、従来の金型や加工技術を活かすことができません。

そこで、「高精度サーボ式プレス特性評価装置」により、複数の企業と協力して加工実験、およびプレス特性評価を行い、新たな加工技術の開発を支援しています。

● 支援の内容

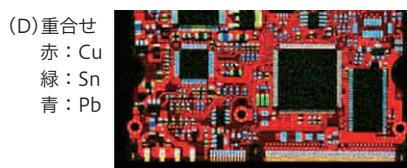
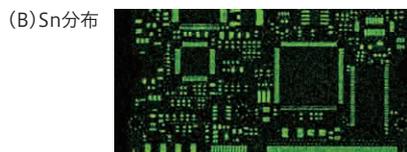
従来の金属用の金型を用いて、CFRPのプレス加工を試みたところ、特徴的なプレス特性を得ました。具体的には、成形に必要な力や、金型を押し付ける速度、また、加工後の製品の表面や形状などについて評価した結果、CFRP専用金型の開発と加工条件の最適化が必要であることが分かりました。

今後は、これらの評価結果をもとに、金型の構想設計を行い、製作する予定です。また、共同研究などを通じて、企業への普及と新たな産業分野への参入を推進します。

山梨県工業技術センター

活用機器 ▶ X線分析顕微鏡

X線分析顕微鏡によるプリント基板構成部品の元素分析



25mm

プリント基板の元素マッピング例
(測定範囲：約100×50mm)

● 支援の背景

プリント基板の品質は、電子機器の安定動作、長寿命化に大きく影響します。はんだ接合部の品質は、民生品では鉛フリーはんだに置き換わっていますが、産業用機器、航空機器などの分野では、従来からの共晶はんだが用いられています。

このプリント基板に使われている各種部品、はんだなどの品質を元素分析で確認したいという要望に対し、X線分析顕微鏡による分析を行いました。

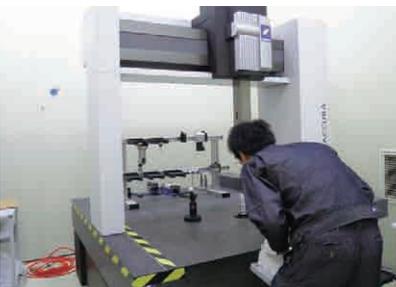
● 支援の内容

導入したX線分析顕微鏡は、X線照射径としてΦ10μm、Φ0.4mm、Φ1.2mmを選択でき、最大200mm×200mmの領域の元素マッピング機能を有する蛍光X線分析装置です。また、元素マッピングを行うときに、透過X線像を取得する機能も有しています。

これらの機能を用い、プリント基板に使われている配線、はんだ、難燃剤、印刷インクなどに含まれる元素の定性分析結果をもとに元素マッピングを実施し、構成元素を確認しました。得られた元素情報を重ね合わせることで、構成部品の情報を視覚的にわかりやすく表示でき、基板の解析を行うことができました。

航空機用部品の寸法・輪郭形状・幾何形状の検査

山陽精工株式会社



● 支援の背景

山陽精工株式会社では、チタン合金製やアルミ合金製の航空機関連部品の製造を行っていますが、特殊な形状の部品が多く、輪郭形状や幾何形状の精度評価に苦慮していました。

● 支援の内容

山梨県富士工業技術センター職員と企業担当で協力し、三次元座標測定機による最適な測定方法について検討し、輪郭形状や幾何形状の精度評価を行いました。中でも、測定が難しい部分円筒形状や架空原点を持つ製品の位置度などを重点的に検討し、信頼性の高いデータを得る手法を提案しました。測定結果にバラツキの少ない最適な測定方法を提案したことにより、信頼性の高い測定結果を得ることができました。

この結果は、山陽精工株式会社における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

新規3Dプリンター（同時5軸制御による加法的製造装置）の開発

静岡文化芸術大学、榎本工業株式会社

● 支援の背景

新たな3Dプリンターを開発するにあたり、造形物の勘合や可動部分の寸法精度等の評価を行うためのモデルを設計したので、既存の3Dプリンターによる造形物との比較評価がしたいとの要望がありました。

● 支援の内容

提供されたCADデータを基に、積層方向を変えて評価用モデルを造形しました。造形物の評価は静岡文化芸術大学で行いました。また、積層方向を変えて引張試験片、曲げ試験片を造形し、造形物の強度特性、表面粗さ等の評価を行い、データを提供しました。

造形物の寸法精度に課題があり、勘合部分や可動部分は手作業による修正が必要であることが分かりました。積層方向により、寸法精度、表面粗さ、強度特性などが異なることが分かり、装置開発の基礎的データとなりました。

展開製品 同時5軸制御AMM 3D5X-α

開発中の3Dプリンターは、同時5軸制御でサポートなしで造形する機能と切削加工を組み合わせることで、中空構造など複雑で精度の高い製品の製造が可能となります。ダイレクトデジタルマニュファクチャリングや軽量化の求められる航空宇宙産業などでの活用が期待されます。



評価用モデル造形物



3Dプリンター試作機 3D5X-α

製品化支援事例

東京都立産業技術研究センター

航空機向け電子基板の環境試験



振動試験の様子

●製品の特徴

- ・航空機に使用される電子基板です。
- ・過酷な環境下（振動や温度）でも故障せずに、確実に動作することが必要です。

●公設試の支援内容

- ・振動試験の実施にあたり、ジグの設計方針などについてアドバイスを行いました。
- ・振動試験と温度試験を1カ所で実施できる体制を確保しています。

[必要な設備]

振動試験機：2kHzまでのランダム振動に対応できること
恒温層：温度を短時間で変化させられること（15°C/分）

企業名 **北栄電気株式会社**

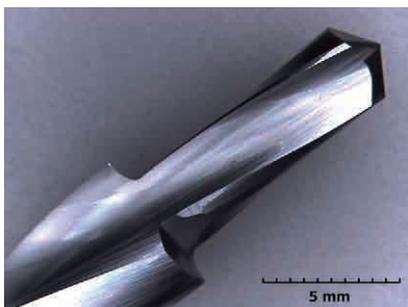
URL <http://www.hokuei-denki.co.jp/>

所在地 東京都大田区矢口2-29-18

事業内容 各種電子機器・産業機器の組立・配線、ほか

栃木県産業技術センター

CFRP/チタン合金重積材の穴あけ用ドリルの開発



CFRP/チタン ドリル

●製品の特徴

- ・下穴用と仕上げ用の刃を併せ持つ形状の採用により、CFRP/チタン合金重積材を1工程で短時間に穴あけ可能です。
- ・チタン切りくずのカールによる加工穴内面の損傷が抑制されるよう、下穴用ドリル直径と仕上げ用切れ刃の先端角を調整したドリルです。

●公設試の支援内容

- ・共同研究で、試作ドリルを用いたCFRP/チタン合金重積材の切削実験や加工穴内面の仕上げ品質の評価を行い、新規形状のドリル開発を支援しました。

販売開始時期 **平成26年1月**

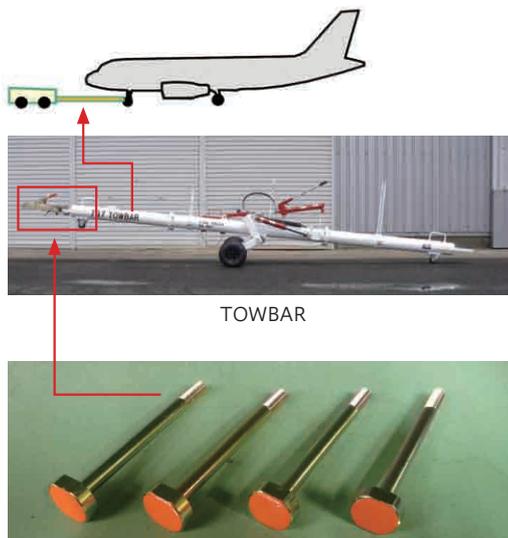
企業名 **株式会社ツール工房**

URL <http://www.t-cobo.co.jp>

所在地 栃木県下野市下古山176-1

事業内容 特殊切削工具製作

航空機牽引用連結ボルト (シャーボルト) の性能評価



TOWBAR

B737-400,-800 TOWBAR用 シャーボルト

● 製品の特徴

当該連結ボルトは、熱処理条件を変えることにより、せん断力が細かく設定されて製造されています。このため特定のせん断荷重領域で破断するので、緊急時には航空機体と牽引車両双方にダメージを与えずに、破断してくれます。

● 公設試の支援内容

連結ボルトに対して、せん断試験、金属組織試験、結晶方位解析、破面解析及び硬度試験をすることにより、このボルトの評価を行いました。

企業名 堀口エンジニアリング株式会社

URL <http://www.horiguchi-engi.co.jp>

所在地 東京都渋谷区恵比寿西2丁目1番10号

事業内容

- 1 各種内燃機関及び車両の製造修理
- 2 建設機械、工作機械、船舶機器等の部品の製造修理
- 3 航空機用支援器材、整備作業台、昇降台等の設計製造修理

超高周波誘導加熱装置による熱処理条件の確立



製品名：
超高周波誘導加熱装置



チタン合金(φ6)の
断面マクロ組織

● 製品の特徴

近年、機体接合部の締結部品にチタン合金の採用が増え、小径部品の場合、既存の熱処理方法では組織の粗大化により組織品質が低下し、素材のもつ靱性が損なわれてしまいます。

開発した超高周波誘導加熱装置は、従来の加熱装置よりも高い周波数帯域のため、小径丸棒においても極浅硬化層を形成させることが可能です。

● 公設試の支援内容

超高周波誘導加熱装置を用いたチタン合金の熱処理において、加熱中の材料表面の温度を実測し、昇温速度・到達温度・保持時間等が材料特性（硬さ測定および引張試験等）に及ぼす影響について調査し、最適な熱処理条件を導き、開発支援を行いました。

販売開始時期 平成27年11月

企業名 有限会社丸眞熱処理工業

URL <http://www.marushin-heat.co.jp>

所在地 山梨県甲斐市玉川1578

事業内容 金属熱処理

研究事例

東京都立産業技術研究センター

軽量異種金属材料の高強度接合方法の開発



写真 2D-FSW装置 (2次元摩擦攪拌接合装置) (左) と接合中の外観 (右)。

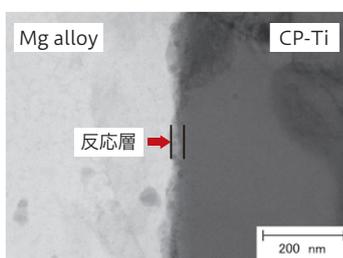


図 第3元素を事前添加したMg-6Al-0.6Zn合金とCP-TiとのFSW接合界面のTEM像。合金元素による反応層の厚さは50nm未満まで抑制されている。

● 研究の目的

航空機など高速移動体の軽量化には、ねじやビスなどの締結部品の削減が有効なため、締結部品を使用しない異種金属の接合方法の検討が進められています。そこで、摩擦攪拌接合 (FSW) によるマグネシウム合金とチタンの接合について検討しました。FSWとは先端に突起 (プローブ) のある接合ツールを回転させて接合部に押し込み、摩擦熱によって軟化した材料を攪拌 (かくはん) して接合します。通常の溶接よりも低い温度で接合でき、金属組織の微細化などにより接合部の機械的性質に優れることが特徴です。(写真)

● 研究の内容

低い温度で接合できる特長を生かし、マグネシウム合金とチタンとの接合の際に生成する脆い反応層 (金属間化合物層) を低減して、脆化を抑える接合方法の開発として、脆化の要因となる反応層の厚さ低減に有効と考えられる元素を部分的に添加し、その効果を検証しました。

● 結果

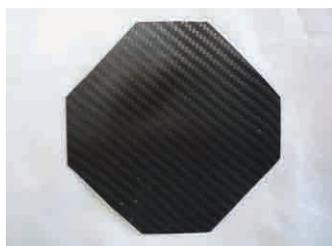
アーク溶接で生成する反応層の厚さが数 μm であるのに対し、FSWの適用により数百nm (従来の1/10程度) まで抑制することが可能であることがわかりました。また、反応層を生成する元素を、第3元素の添加により安定化することにより、さらに金属間化合物厚さを50nm未満まで低減し、脆化を抑制した接合部を得ることが可能でした (図参照)。

● 成果展開

本研究は、東京都立産業技術研究センターでの基盤研究成果を基に、科学研究費補助金 (24560902) により実施しました。以後、軽金属材料以外の高融点・高強度合金に対しても適用と展開を進め、軽金属に関する成果の一部は、製品に適用される予定です。

茨城県工業技術センター

編織技術を活用した炭素繊維強化樹脂の加工性向上に関する試験研究事業



作成したCFRPシート



プレス後のCFRPシート (平織 (左) と45°傾けたもの (右))

● 研究の目的

ものづくり産業において活用が進められている炭素繊維強化樹脂 (CFRP) について、中小企業のCFRP関連分野への参入を促進するため、量産向けの扱いやすい熱可塑性樹脂をベースとしたCFRP成形加工に必要な基礎的データの蓄積や量産化に資する既存加工技術の転用を進めること、および編織技術を活用した新たな炭素繊維クロス部材の作成による成形性や加工性の向上の検討を目的に本研究を実施しました。

● 研究の内容

基材となるCFクロスの種類によるプレス加工性を評価するため、「炭素繊維強化プラスチック製造機 (CFRP試織機)」により製織した平織、綾織、朱子織の3種類のCFクロスについてCFRPシートを作成し、プレス成形加工を実施、加工性について検討しました。

● 結果

プレス成形加工後の試験片状態を観察したところ、朱子織は平織に比べて成形時のしわが少ないのですが、織 (おり) 組織の乱れが見られました。一方、平織は織組織がきれいに保持されているなど、それぞれの織り方による特徴がプレス加工時にも表れていることが確認できました。また、それぞれの織組織を45°傾けて作製したシートを使ってプレス成形加工を行ったところ、繊維方向の違いにより変形の仕方が異なることも確認されました。

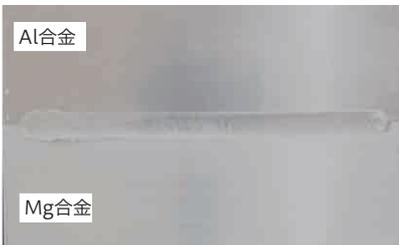
● 成果展開

CFRPの成形加工に必要な基礎的データを蓄積し、量産加工に資する成形加工技術に関する知見を得ることで、航空機や自動車材料などのCFRP関連産業への中小企業の参入を支援していく予定です。

テーラード blanks 材の加工技術に関する試験研究事業



摩擦攪拌接合機



異材接合 (Al合金 + Mg合金)

● 研究の目的

輸送機器業界では、環境対策の観点から車体重量の軽量化が課題となっており、マルチマテリアルの活用が検討されています。本研究では、マルチマテリアルを実現するために必要なテーラード blanks 材の開発とその加工方法の確立を目的に開発を進めています。

● 研究の内容

異種材料を板幅方向、板厚方向に様々な接合方法（圧接、摩擦攪拌接合など）を用いて3次元テーラード blanks 材の作製を目指しました。また、得られたテーラード blanks 材の加工技術として、ブロー成形法を金属板に適用した成形方法を検討しました。

なお、接合強度の評価にあたっては、試験片チャック時のねじれが少なく、破断までの伸びが測定できる、アライメント機能付き引張試験機を使用しました。

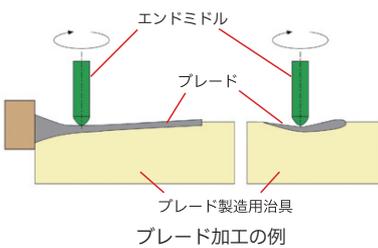
● 結果

異材接合 (Al合金 + Mg合金) については、摩擦攪拌接合により、継ぎ手効率 (母材に対する接合強度) 80%を実現しました。熔融溶接においては、脆い金属間化合物の生成により継ぎ手効率が大きく低下するのに対し、非常に良好な結果といえます。また、圧延による圧接 (高温高压) ではクラッド材 (Al合金 + Mg合金) の製作に成功しました。金属ブロー成形法については現在検討を進めています。

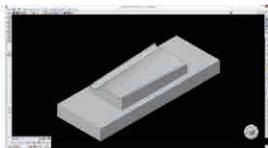
● 成果展開

研究成果は、各種学会や展示会 (東京ビッグサイトで開催された先端材料技術展) や、茨城県工業技術センター成果発表会などで周知しています。現在、航空輸送部品の開発プロジェクトに参画し、本技術の製品化検討を実施中です。

ブレード製造用治具の試作開発



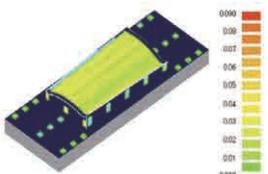
ブレード加工の例



ブレード製造用治具設計例



ブレード製造用治具製作例 (熱処理後)



ブレード製造用治具形状評価例

● 研究の目的

航空機用ターボファンエンジン静翼ブレード製造では、精密な製造用治具製作が求められます。切削加工技術を高度化し、品質要求が極めて高い航空機規格のブレード製造用治具の高精度加工を実現することを目的に本研究を実施しました。

● 研究の内容

ブレードは長さに対して厚さが非常に薄いため、加工時にブレード自体のたわみによるびり振動を抑えるため、高精度に加工された治具が必要になります。三次元CAD/CAMによる設計と三次元測定機による測定結果の加工条件へのフィードバックにより、高精度三次元形状加工のための加工条件を確立しました。

● 結果

三次元CAD/CAMによる加工条件の設定、粗加工、熱処理、仕上げ加工の各工程において形状評価を行い、加工条件にフィードバックすることで航空機ブレード製造用に求められる $\pm 5 \mu\text{m}$ の形状精度の治具製作を実現しました。

● 成果展開

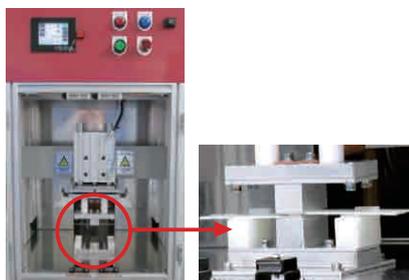
本研究は、「平成24年度ものづくり中小企業・小規模事業者試作開発等支援補助金」により、株式会社布施製作所との共同研究にて実施しました。現在、事業化を進めています。

● 共同研究企業 株式会社布施製作所 (群馬県太田市西新町9-3)

研究事例

埼玉県産業技術総合センター

誘電加熱を利用した軽量・高強度部材の接合



誘電加熱接合装置

接合時の状況



接合試験片の引張せん断試験後の状況

● 研究の目的

近年、航空機や自動車分野において軽量化による燃費向上が求められており、繊維強化樹脂 (FRP) が注目されています。FRPの構造部材としての利用には、重量増につながるボルトやナットなどを用いずに高強度が得られる接合方法が求められています。

そこで、誘電加熱を利用して繊維強化樹脂などの軽量・高強度部材を短時間・高強度で接合する新たな方法を開発することを目的として、本研究を実施しました。

● 研究の内容

構造部材への適用も可能なガラス繊維強化ポリプロピレン (GF-PP) について、種々の誘電セラミックスを添加した熱可塑性接着層をGF-PP間に挟み、この中間接着層を誘電加熱を用いて選択的に溶融させることにより短時間・高強度で接合する方法を検討しました。

● 結果

GF-PPを10s以内の短時間で接合することが可能になり、接合試験片の引張りせん断試験では高接合強度 (約14MPa) が得られ、材料破壊が起きました。また、接合試験片は50℃、80%RHの環境下で1000h暴露した後も引張せん断強度の低下はほとんど見られず、実用に耐え得る接合方法であることが明らかとなりました。

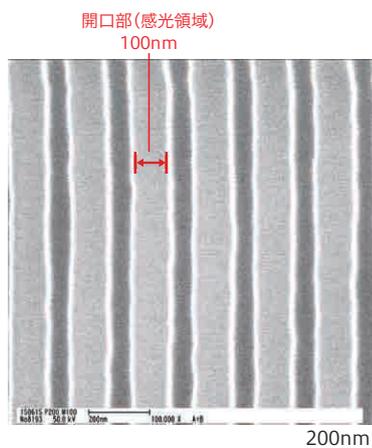
● 成果展開

【特許】 特開2013-166904 接着層及びその接着剤を使用した樹脂接合方法
特開2014-37489 誘電加熱を用いた樹脂の接合方法及び接着層組成物

【今後の予定】 本手法を用いて、自動車、鉄道車両および航空機などの軽量化に必須で、軽量素材を適材適所に使用するマルチマテリアル化に対応すべく、アルミニウムなどの軽量合金と炭素繊維などの各種繊維強化樹脂を強固に接合させる異種材料接合方法などの検討を行う予定です。

神奈川県産業技術センター

電子線描画装置を用いたナノパターンの試作



幅が100nmのラインアンドスペースパターンの試作結果

● 研究の目的

電子線リソグラフィはフォトリソグラフィと比べて高精細なパターンが得られる優れた手法です。一方で、本手法は電子線の散乱による近接効果と呼ばれる現象などの影響のために描画条件の予測が難しいといった課題があります。そこで基礎検討として描画条件の調査を行いました。

● 研究の内容

ポジ型の電子線レジストをシリコン基板に塗布した試料に対して、電子線描画装置を用いてラインアンドスペースパターンを試作しました。一例として100nmの幅が得られる描画条件を探すために、照射する電子線の量(ドーズ量)と電子線に感光される領域の幅について調べました。

● 結果

目標とする幅と同じ寸法の100nmで電子線の描画領域を設定した場合は100 $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ のドーズ量で感光領域の幅が目標とする幅より若干広くなり、これより幅を減らすためにドーズ量を減らしたところ、レジスト残渣が見られ、完全な感光ができない結果となりました。

そこで、次に感光領域の広がり considering、電子線の描画領域の幅を80nmにした結果、150 $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ のドーズ量にて目標とする幅が100nmのパターンが形成されることを確認しました。また、このパターンを1mm角の領域に形成するのに必要な描画時間は21分程度と短く、装置の性能の高さを確認しました。

● 成果展開

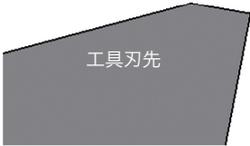
- (1) 航空機や自動車などに搭載される小型の加速度センサーやジャイロセンサーの技術開発
- (2) ガラスやレンズなどの光学素子に対する機能性の付与(反射防止など)の技術開発など微細加工に関する中小企業への技術支援や、研究開発段階での微細パターンの試作に活用できます。

5軸マシニングセンターを積極的に活用した切削加工技術開発

工具刃先形状の検討例

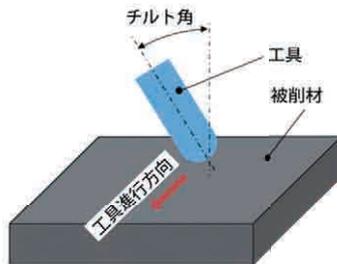
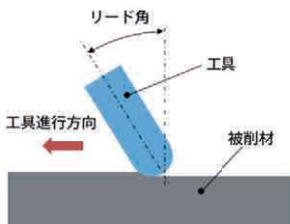


シャープエッジタイプ



チャンファーエッジタイプ

工具姿勢の検討例
(リード角およびチルト角の最適化)



●研究の目的

切削加工における加工時間の短縮と工具寿命の延長を目的に本研究を実施しました。

●研究の内容

- 5軸マシニングセンターを積極的に活用した切削加工技術の開発
- ・工具刃先形状および工具材種の検討 ・切削加工条件の検討
- ・工具経路および工具姿勢の最適化

●結果

5軸マシニングセンターを積極的に活用した切削加工技術により、従来の3軸加工と比較し、大幅な加工時間短縮と工具寿命の延長が可能であることがわかりました。

●成果展開

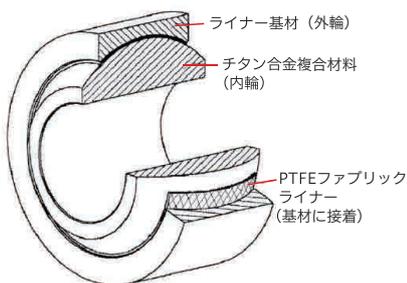
企業との共同研究を通じて、研究成果を技術移転しました。

長野県工業技術総合センター

次世代航空機用無潤滑摺動部材の開発 ~チタン合金複合材料を応用した低摩擦係数部材~



航空機向けボールねじ (試作品)



軸受への応用イメージ (例)

●研究の目的

航空機分野において用いられる軸受などの摺動部材は、軽量化・耐食性・耐久性とともに、給油不要なメンテナンスフリーであることが求められます。既に無潤滑摺動部材として、PTFE系ファブリックライナーを用いたものが提案されていますが、材料が使用中に摩耗してしまうなど、寿命の点では十分とはいえませんでした。

そこで、長野県工業技術総合センターで以前より開発を進めていたCNT添加チタン合金複合材料を用いて、航空機用すべり軸受への適用を検討しました。

●研究の内容

ミネベア株式会社(長野県北佐久郡御代田町)の保有技術であるPTFE系ファブリックライナーを有する無潤滑軸受に、長野県工業技術総合センターで開発したCNT添加チタン合金複合材料を使用し、軽量・長寿命の航空機用すべり軸受の研究開発を行いました。

●結果

CNT添加チタン合金複合材料は、PTFE系ファブリックライナーとの摩擦試験において、汎用チタン合金はもちろんのこと、硬さでは及ばない鉄鋼材料にも勝る性能を示し、長期間の連続運転に耐えることがわかりました。

●成果展開

本部材は、低い摩擦係数と長寿命ならびに無潤滑で使用可能な特徴から、軽量化が求められる航空機用すべり軸受部材だけでなく、自動車、工作機械などの他分野においても、メンテナンスが困難な用途あるいは構造上油を嫌う箇所や非磁性が求められる部品への応用が期待できます。

研究事例

山梨県富士工業技術センター

チタン製品のバリ取り技術の研究

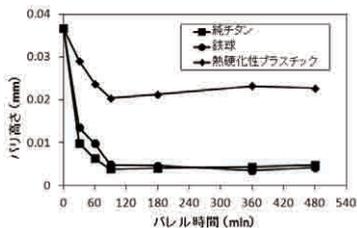


図1 純チタンのバレル加工によるバリ除去

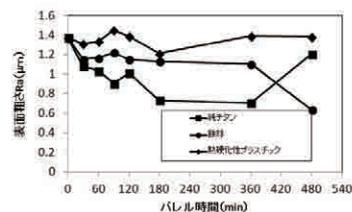


図2 純チタンのバレル加工による表面粗さ変化

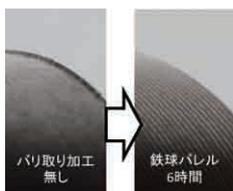


図3 純チタンの鉄球バレル加工によるバリ除去

● 研究の目的

航空機関連や医療機器関連の産業では、チタン材の利用度が増加しています。チタン材の機械加工では、材料の特性上、加工面にバリが発生しやすく、除去工程が必須となります。バリの除去方法には、やすり等で手作業で行う機械的除去方法のほか、電解研磨などによる化学的除去方法、遊離砥粒を用いたバレル研磨・ブラスト研磨などが多く利用されています。しかし、遊離砥粒を用いた手法は、砥粒がチタン材表面に残留するなどの問題があり、チタン材の利用の妨げになっています。

● 研究の内容

様々な遊離砥粒を用いてチタン材のバリ取り加工を試み、その効果と砥粒残留の影響を示しました。

● 結果

遊離砥粒加工で一般的に用いられるセラミックス系の酸化物や炭化物など砥粒を用いてチタン製品のバリ取り加工を行い、除去効果を検証しました。また、チタン製品の表面に砥粒が刺さり残留する現象も確認できました。特にブラスト加工では、残留深さが大きく、酸などで残留物を溶解する必要性が生じます。

そこで、残留の影響が少ないバレル加工を用い、純チタン、鉄球、熱硬化性樹脂などの砥粒を用いてバリ取り加工を行いました。純チタンと鉄球では、表面粗さの変化の小さいバリ除去加工ができました(図1,2,3)。

● 成果展開

本研究成果を活用して、手作業で行われているバリ取り作業を、機械装置を用いて代替することができ、品質の安定性、作業時間の短縮、作業費用の低減などが望めます。

静岡県工業技術研究所

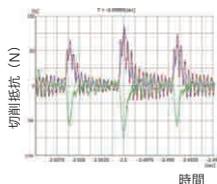
切削加工プロセスの可視化・数値化



高速カメラ画像



切削抵抗波形



CFRPの端面加工

● 研究の目的

チタン合金やCFRPなどは、軽量化・高強度化素材として注目されていますが、同時に難切削材としても知られています。特に航空機用に用いられる場合、企業には高度な加工能力が要求されます。そこで、これらの素材加工中の状況を可視化・数値化し、切削条件設定の指標となる評価技術を確立し、加工能力の向上を目指すことを目的とし、本研究を実施しました。

● 研究の内容

高速カメラと切削動力計を同期させ、切りくず生成状況の可視化と同時に、その瞬間に工具にかかる負荷およびその方向を数値化するシステムを構築し、各種条件下におけるチタン合金およびCFRPの切削条件を検討しました。

● 結果

最適な加工を行うには、工具にかかる負荷の方向を考慮することが効果的であることがわかりました。しかし、加工機、工具によって負荷の方向は大きく異なることから、最適な切削条件を導くには実機での評価が必要であることもわかりました。

● 成果展開

構築したシステムと知見は、切削加工を行っている企業をはじめ、加工機メーカー、工具メーカーにおける加工条件の最適化や加工機、工具の開発などに活用しています。これらの企業においては、今後、航空宇宙関連産業や医療・福祉機器関連産業などの成長分野への参入が期待されます。

大学におけるオープンプラットフォーム構築支援事業

学校法人東京理科大学 トライボロジーセンター

東京都立産業技術研究センターとの連携

トライボロジーセンターおよび 金属粉末造形機（金属粉末AM）に関する連携



東京理科大学葛飾キャンパス

●連携の目的

平成27年4月、東京理科大学では、トライボロジーに関する先端研究の促進、地域企業のイノベーション促進を目的としてトライボロジーセンターを設立しました。

東京理科大学と東京都立産業技術研究センターは、地域の活性化と産業の振興を図ることを目的として、平成25年11月5日に産学連携に関する協定を締結しており、トライボロジーセンターの推進にあたっては、技術・ノウハウを連携・利活用しています。

●連携の内容

先端研究を行うのみならず、金属粉末造形機（金属粉末AM）を始めとする先端分析器を導入し、オープンイノベーションに資するため、広く中小企業との共同研究を実施することにより、先端技術の開発促進を図っています。

東京都立産業技術センターとは、共同研究「ドライコーティングのトライボロジー特性向上技術とその分析評価に関する研究」や、トライボロジーセンター長を中心とした教授陣との定期的な連絡会の実施により、技術ノウハウなどの連携を進めています。

●今後の展開

・トライボロジーセンターをイノベーション拠点として、産学官連携体制の強化と中小製造業の競争力向上に貢献します。

・中小製造業が保有する自動車関連や電気・電子関連技術をベースに、成長が見込まれる航空・宇宙関連産業などの先端産業への参入を支援することにより、中小製造業の再生と新たな成長戦略の実践に貢献していきます。

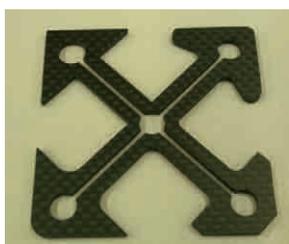


金属粉末造形機（トライボロジーセンターに導入）

写真提供：
キャノンマーケティングジャパン株式会社
c3D Systems Corporation

学校法人慶應義塾大学 理工学部中央試験所

導入機器活用事例 アブレッシブジェットカッター: Varuna 株式会社スギノマシン



強化プラスチック材料CFRP試験片の加工例

●支援の背景

材料強度と軽量化の両立により近年注目されている強化プラスチック材料CFRPについて加工支援を行いました。CFRPは、既存の金属材料のような粘性がなく、また硬度が高いことから、切削バイトなどを用いた技術では加工することができませんでした。また仕上げ面が粗悪であり、実用に対しての支障がありました。CFRPを安価で迅速に加工することが可能で、仕上げ面を損なうことのない方法について相談があり、支援を実施しました。

●支援の内容

導入機器のアブレッシブジェットカッターを用いて、切削加工を実施しました。アブレッシブジェットカッターは、高圧の水に研磨剤を用いて加工する既存の加工技術とは異なる手法で、レーザー加工機のような熱の影響もありません。このことから強化プラスチックCFRP材料の加工に最も適応するものです。

これまでの切削バイトを用いた加工機器では、切削バイト強度と材料強度の相関関係によって仕上げ面が粗悪になることがありました。またワイヤー放電加工機では、導電性がなく加工が困難であったり、放電の影響による仕上げ面の脆化など加工仕上げ面に悪影響が見られました。

しかし、アブレッシブジェットカッター（Varuna：スギノマシン）による切削加工では、材料の種類にかかわらず仕上げ面が一緒でした。

●その他

平成27年度、横浜市経済局および横浜北工業会、川崎中原工場協会に対し、本設備見学会を実施しました。今後、神奈川県産業技術センターと連携した航空宇宙材料評価に関するセミナーの開催等を検討しています。



アブレッシブジェットカッター
（Varuna:スギノマシン）

地域オープンイノベーション促進事業（関東地域）

1都10県12機関 公設試験研究機関 一覧



東京

地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター 本部

〒135-0064 東京都江東区青海2-4-10
TEL. 03-5530-2111 (代表) FAX. 03-5530-2765
<http://www.iri-tokyo.jp/>



茨城

茨城県工業技術センター

〒311-3195 茨城県東茨城郡茨城町長岡3781-1
TEL. 029-293-7213 FAX. 029-293-8029
<http://www.kougise.pref.ibaraki.jp/>



栃木

栃木県産業技術センター

〒321-3226 栃木県宇都宮市ゆいの杜1-5-20
とちぎ産業創造プラザ内
TEL. 028-670-3391 FAX. 028-667-9430
<http://www.iri.pref.tochigi.lg.jp/>



群馬

群馬県立産業技術センター

〒379-2147 群馬県前橋市亀里町884-1
TEL. 027-290-3030 (代表) FAX. 027-290-3040
<http://www.tec-lab.pref.gunma.jp/>



埼玉

埼玉県産業技術総合センター

〒333-0844 埼玉県川口市上青木3-12-18
TEL. 048-265-1311 (代表) FAX. 048-265-1314
<http://www.saitec.pref.saitama.lg.jp/>



千葉

千葉県産業支援技術研究所

〒264-0017 千葉県千葉市若葉区加曾利町889
TEL. 043-231-4325 FAX. 043-233-4861
<http://www.pref.chiba.lg.jp/sanken/>



神奈川

神奈川県産業技術センター

〒243-0435 神奈川県海老名市下今泉705-1
TEL. 046-236-1500 (代表) FAX. 046-236-1526
<https://www.kanagawa-iri.jp/>



新潟

新潟県工業技術総合研究所

〒950-0915 新潟県新潟市中央区鏡西1-11-1
TEL. 025-247-1301 FAX. 025-244-9171
<http://www.iri.pref.niigata.jp/>



長野

長野県工業技術総合センター

〒380-0928 長野県長野市若里1-18-1
TEL. 026-268-0602 FAX. 026-291-6243
<http://www.gitc.pref.nagano.lg.jp/>



山梨

山梨県工業技術センター

〒400-0055 山梨県甲府市大津町2094
TEL. 055-243-6111 FAX. 055-243-6110
<http://www.pref.yamanashi.jp/kougyo-gjt/>



山梨

山梨県富士工業技術センター

〒403-0004 山梨県富士吉田市下吉田6-16-2
TEL. 0555-22-2100 FAX. 0555-23-6671
<http://www.pref.yamanashi.jp/kougyo-fj/>



静岡

静岡県工業技術研究所

〒421-1298 静岡県静岡市葵区牧ヶ谷2078
TEL. 054-278-3002 FAX. 054-278-3066
<http://www.iri.pref.shizuoka.jp/>

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-tokyp.jp/>

平成 28 年 3 月 25 日発行 登録番号 27(本)21号



当誌紙の90%以上再生紙を使用しています

石油系溶剤を含まないインキを使用しています。

