

## 連携機関

- 福井県工業技術センター、(株)ミツヤ、(株)SHINDO、他25社
- (株)IHI、(株)IHIエアロスペース

## 功労者候補者

- 福井県工業技術センター
- (株)ミツヤ
- (株)SHINDO

## 事例の概要

福井県工業技術センターは国内で最初に設立された公設試であり、かつての絹織物の大産地からナイロンやポリエステル織物の産地へと変化してきた福井県の地場産地技術を支えてきた。現在は、炭素繊維など次世代繊維新素材に関する加工製造技術や評価技術の研究開発を行っている。

福井県工業技術センターでは、平成8年に炭素繊維束を薄くする「開織技術」の基本特許を出願し、国際特許を取得した。この技術を用いて、福井県内外の繊維、化学、プラスチック等業種のべ27企業に特許の実施許諾による技術移転を行った。中小企業は20社。

福井県工業技術センター、ミツヤ、SHINDOがIHI、IHIエアロスペースと連携して開発した炭素繊維部材を使った新世代ジェットエンジンが、平成26年12月にアメリカ連邦運輸局から型式承認され、平成27年第4四半期から営業運航が予定されている。すでに飛行試験機体などのためのエンジンを複数台納入。更に2,000台以上を受注しており、今後5年をかけて納入。

開織技術を用いた基材は、最大限の軽量・高強度性を必要とする航空部品その他、スポーツ用具や輸送用機械部品向けなどに、産地企業から幅広く出荷され、実施許諾企業の平成25年度売上実績は約1.6億円。

## ポイント

## 1. 連携の工夫・特長・波及効果

・福井県工業技術センターでは、「開織技術」の基本特許および周辺特許を取得し、これまでに福井県内外ののべ27企業に特許の実施許諾による技術移転を行った。さらに広域的な産学官共同研究を通して、大手重工業メーカーと共同で実用化・実証化を進め、世界の最先端技術分野にまで製品展開された。

## 2. 社会（地域を含む）への貢献

・福井県内外のべ27企業に開織技術の実施許諾による技術移転を行った結果、繊維産業をはじめとする地場産業の航空機部品分野、健康スポーツ用品分野、自動車部品分野等の新市場進出に大きく貢献した。

## 3. 技術への貢献

・平成8年に世界に先駆けて炭素繊維束等の「開織技術（福井県特許）」を開発し、従来の1/2以下の厚さの薄層プリプレグシート（炭素繊維を同一方向に配列し、シート状にしたものに樹脂を含浸させたもの）を実現した。また、それを利用した炭素繊維複合材料の力学的優位性を実証した。

## 4. 市場への貢献

- ・すでに飛行試験機体などのためのエンジンを複数台納入。更に2,000台以上を受注しており、今後5年をかけて納入。
- ・エンジンの他に、福井県特許の許諾企業による関連製品等の平成25年度売上実績は約1.6億円。
- ・多方面で活用可能な競争力の高い高性能部材を実現したことが、国内の設備投資や雇用など大きな経済波及効果をもたらしている。



# 公設試が開発した炭素繊維複合材料技術の橋渡しによる地場産業の航空機分野進出

## 具体的成果等

### 1. 連携の工夫・特長・波及効果

- 福井県工業技術センターは国内で最初に設立された公設試であり、かつての羽二重等の絹織物の大産地からナイロンやポリエステル織物の産地へと変化してきた福井県の地場産地技術を支えてきた。現在は、炭素繊維など次世代繊維新素材に関する加工製造技術や評価技術の研究開発を行っている。
- 福井県工業技術センターは、技術シーズ創出と力学評価を行うとともに、地場企業さらには大手企業との連携によって開織技術の実用化を進めた。
- **技術シーズは福井県保有特許**であり、それを**福井県内の地域企業や県外企業に実施許諾することで技術普及**を図っている。また、実施許諾をしている企業との共同研究や国の研究開発支援施策を活用した更なる機能向上の研究を行うなど、事業化までのフォローを実施している。この成果は、基礎研究機関が有力なシーズを創出、共同研究等により中小企業に技術移転（橋渡し）を行い、更に機能強化を図ることにより**大手重工業メーカーとの連携を実現**させたことにより生まれた。このことは、地方創生のための地域産業の活性化のモデルケースとなりうる事例である。また、炭素繊維複合材料の研究開発には、大学も参加しており、産学官の連携強化、地域における橋渡し機能強化へ大いに貢献した。
- 福井県では開織技術をベースとした炭素繊維強化複合材料関連の研究開発を行う企業の創出、事業化を加速するため、オープンイノベーションの拠点として「ふくいCFRP研究開発・技術経営センター」(FCC)を工業技術センター内に設立した。研究開発から製品化に至るまでの諸問題に対して、研究開発のみならず販路開拓など技術経営も含めた支援を実施している。その技術経営活動の一環として、今年3月パリで開催された国際複合材料展示会「JEC Composites show 2015」において福井県ブースを設け、今回の開発品を始め、本県の保有する開織技術を用いて開発した炭素繊維複合材料製品や技術を世界に積極的にアピールした。(CFRP:炭素繊維複合材料)
- なお、FCCでは熱可塑性複合材料成形技術の専門研究者である福井大学の山根正睦特命准教授を技術連携統括として招き、技術開発を加速させるとともに、県内外の企業や大学との連携強化に携わっていただいている。
- これまで27企業への技術移転により、ジェットエンジン部材などの航空機部品分野、競技用自動車(二輪、四輪)外装材などの自動車部品分野、ラケットやゴルフのシャフトなどのスポーツ分野の事業化が実現できた。今後土木建築分野等への展開が図られる見込みである。
- また、平成17年に福井大学工学部の学生が、福井県工業技術センターの研修制度により研究に関わり、課題となっていた物性評価を研究テーマとして研究を実施した。学部と大学院の3年間「開織加工技術と複合材料積層板の評価技術」「積層シート材の成形技術とその評価技術」に関係した研究を行い、この成果は構造案内翼に用いる部材の課題解決に十分貢献した。この学生は大学院修了後、今回連携している大手重工業メーカーに入社している。その他、本研究開発関係で同様のケースが多数あり、先端技術研究分野における人材育成の場として活かされてきた。
- これらの取組みの波及効果として、福井県工業技術センターは、平成25年度からNEDOの「革新的新構造材料等研究開発」に参画しており、東大、名大の2研究拠点と連携して当センターで試作した熱可塑性プリプレグシートの自動車部材への適用を目標に研究開発を実施している。さらに、(株)IHは炭素繊維複合材料の航空エンジン部材へのさらなる適用を目標に、平成26年度から内閣府が進めるSIP(戦略的イノベーション創造プログラム)「革新的構造材料」事業において研究体制を構築し、開発をすすめており、福井県工業技術センターもこの事業に参画している。

具体的成果等

•(候補者の主な役割)

ジェットエンジン用部品の開発は、平成14年の地域新生コンソーシアム(経済産業省)で共同研究を実施して以来、10年以上の時間を要しており、航空機エンジンの厳しい条件に適合するための物性を達成することは非常に困難であった。そのため、共同研究機関のみならず、炭素繊維原糸メーカーも含めた研究開発会合をほぼ毎月行うなど、膨大なデータ収集と試行錯誤によりさまざまな課題をクリアし、開発成功にたどりついた。これにより航空機分野という最先端の技術分野への展開が可能となった。

- ▶ **福井県工業技術センター**: 炭素繊維束を空気流で幅広く薄くする「開織技術」を開発し、これを従来の1/2以下の厚さとなる厚さ0.02~0.1mmの「薄層プリプレグシート」を比較的 low コストの太繊維度炭素繊維束から製造する実用化技術に発展させた。また、平成26年2月末までに、福井県内外ののべ27企業に特許の実施許諾による技術移転を行った。さらに開発品の力学的優位性を実証した。

27企業の内訳 : 中小企業は20社 大企業7社(原糸メーカー等)

業種 : 繊維から化学、プラスチック、機械製造と幅広い

- ▶ **(株)ミツヤ**: 平成11年から福井県が特許を保有する開織技術の実施許諾を受け、中間基材となるプリプレグシートの製品化技術を確立。薄くて高品質な「耐熱性薄層プリプレグシート」を開発。それをIHIグループに提供する形で航空機エンジンの構造案内翼の開発が実現できた。構造案内翼に炭素繊維複合材料が適用されるのは世界初。
- ▶ **(株)SHINDO**: 高い賦形性が要求される航空機エンジンのファンケース用の炭素繊維複合材料の中間基材となる多軸挿入編物の製編技術確立を行った。航空機エンジンのファンケースすべてに炭素繊維複合材料が適用されるのは世界初。

工業技術センターは地域産業の技術を前提とした開発を行ってきた。地場繊維企業が持っているノウハウを利用した開発に工業技術センターが関わることで最大の効果を発揮することができる。

SHINDOやミツヤが持つ、デリケートな糸やシートを扱うノウハウと工業技術センターが有する開織技術を融合することにより、ジェットエンジン部品に必要な炭素繊維材料の高速、高精度加工装置とその運転調整に関する技術開発が可能となった。

- ▶ **(株)IHI、(株)IHIエアロスペース**: (株)ミツヤ、(株)SHINDOから供給された炭素繊維複合材料の中間基材を用いた航空エンジン部材の生産技術、量産技術を確立した。海外の複合材料メーカーや航空エンジンメーカーと比較して低コストでかつ軽量、耐衝撃性、耐熱性を有する航空エンジン用軽量複合材料部品を製造出来る革新技術について世界で初めて実証・評価し、海外の大手エンジンメーカーの採択につなげた。

具体的成果等

2. 社会(地域を含む)への貢献

- プリプレグシートは炭素繊維複合材料の製造には不可欠な中間素材であり、開発した薄層プリプレグシートや超軽量炭素繊維織物等の新たな形態の薄層中間基材によって、壊れにくいという「高性能」と太繊維の炭素繊維束を原料に使用できるという「低コスト」を両立した炭素繊維複合材料が提供できるようになった。
- この炭素繊維複合材料を用いた航空機エンジン部材は、耐熱性と強度に優れている。バードストライクなどの衝撃やファン動翼の破損に対しても壊れにくいなど、高い性能の実現につながった。
- また、炭素繊維複合材料を用いたファン部品の軽量化や大型化などにより、これまでと比べ燃費15%低減、NOx2桁削減、機体騒音50%の軽減を実現した。
- 今回の炭素繊維複合材料技術のビジネス化は本県の航空機分野における新産業の創出の第一歩となり、地域経済の活性化、雇用創出に貢献する。
- 平成26年度第55回産業技術連携推進会議総会(平成27年2月13日開催)において、公設試が技術シーズを創出して地域の企業に橋渡した好事例として、開織技術の活動を紹介講演した。
- **新聞記事掲載:平成27年1月23日読売新聞「エアバス機に福井の技術力」など多数。**
- 福井県内外のべ27企業に開織技術の実施許諾による技術移転を行い、エンジンの開発以外にも事業化した事例が多数ある。超軽量炭素繊維織物やプリプレグシートによる、テニスラケットやゴルフシャフト、自転車用のホイール、レーシングカー用外装材、模型飛行機用材料、レース用バイクのカウル、ヘルメット、産業ロボットのアーム部品用の基材が出荷されている。その他、まだ大きな売り上げには至っていないが、スポーツ分野や建材分野での出荷やサンプル試作が進んでいる。また27社の中には開織技術の関連装置を製作する企業も含まれる。
- 国際貢献: JEC Composites show 2015(パリ)で、開発品を出展(ブース名「FUKUI JAPAN」(企業、福井県工業技術センターの共同出展))
- 国内外の受賞歴:
  - **平成15年度繊維学会技術賞** (強化繊維束の開織技術、開織系織物製織技術等の技術革新性が認められた。)
  - **平成20年度先端材料技術協会「製品・技術賞」** (炭素繊維束の開織技術や、薄層プリプレグシート、開織系織物等の新しい中間素材の開発などによる、日本の炭素繊維技術向上への寄与が認められた。)
  - **平成24年度高分子学会北陸支部地域産業振興賞** (北陸地域への炭素繊維関連技術の普及促進が認められた。)
- その他: 福井県工業技術センターでは、県内企業や大学(福井大、同志社大等)からの研修生を受け入れ、人材育成も行っている。

具体的成果等

3. 技術への貢献

◎具体的説明

- 福井県工業技術センターでは、H8年に炭素繊維束等を空気流で幅広く薄くする「開織技術」の基本特許を出願。これを発展させ、比較的低コストの太織度炭素繊維束(炭素繊維が12,000本～50,000本の束)から、従来の1/2以下となる厚さ0.02～0.1mmの「薄層プリプレグシート」を製造する技術や「開織糸織物製造技術」を開発した。(プリプレグシートは、炭素繊維複合材料で不可欠な中間素材)
- また、高耐熱性の樹脂を使用した熱可塑性薄層プリプレグシートを開発し、**新型航空機エンジン部材の開発に寄与した。**

◎現在の開発段階・状況(臨床試験等含む):

- 厚さ0.02～0.1mmの薄層プリプレグシートを加工速度10m/min以上で高速加工する装置を開発(平成25年1月、平成26年10月にそれぞれ記者発表)

◎特許: 主要なもの(成立(国内、海外)、出願(国内、海外))の特許名及びパテント番号

- WO97/41285「マルチフィラメント開織シートの製造方法、および開織シートの製造装置並びに開織シート」
- 特許2983531「開織糸織物の製造方法とその装置」

◎査読付論文等: 主要なもののタイトルや掲載誌情報

- 笹山秀樹, 川邊和正, 友田茂, 大澤勇, 影山和郎, 小形信男, “多方向強化複合材料積層板の初期破損に関する層厚さの影響”, 日本複合材料学会誌, 第30巻, 第4号, (2004) 142-148
- S. Shin, R. Y. Kim, K. Kawabe, Stephen W. Tsai, “Experimental studies of thin-ply laminated composites”, Composite Science and Technology 67, (2007), 996-1008

◎基礎研究の革新的な応用等、学術的側面での特記事項

- 開織技術の原理の解明、薄層プリプレグシートを積層した炭素繊維複合材料薄層積層板の力学物性評価等の論文の評価は高く、**平成15年度繊維学会技術賞、先端材料技術協会平成20年度協会賞「製品・技術賞」等を受賞。**
- 元スタンフォード大のS. W. Tsai名誉教授と共著で海外誌に論文掲載するなど、**海外でも高評価を得ている。**



具体的成果等

4. 市場への貢献

◎具体的説明

- ・開発を進めてきた炭素繊維部材が使用されている新世代エンジンが、平成26年12月にアメリカ連邦運輸局の型式証明を受け、平成27年秋には営業運航が予定されている。すでに飛行試験機体などのためのエンジンを複数台納入。更に2,000台以上を受注しており、今後5年をかけて納入。
- ・全世界の120席から220席クラスの中型機市場の需要予測から、2028年までの同新型エンジンの需要がさらに多く見込まれ、県内2社にはそれに相当する炭素繊維複合材料基材の製造、出荷が期待できる。
- ・福井県としても、航空機エンジン部材において、本県企業が製造する炭素繊維複合材料基材の適用範囲を拡大するために必要な技術開発を続けていくとともに、自動車部材など、その他の市場展開にも取り組むことで、炭素繊維複合材料関連の新たな市場形成を図っている。
- ・2社の基材をジェットエンジン部品に加工するため、IHIは福島県の相馬工場に、またIHIエアロスペースは群馬県の富岡事業所に、大規模な工場を新設した。このことにより国内での大きな設備投資と雇用の拡大が行われている。

具体的成果等

5. 補足資料等(データ)

(主要なもの(成立(国内、海外)、出願(国内、海外))の特許名、特許文献番号、発明者、出願人)

<事例に係る特許等の件数>

|            |              |     |             |
|------------|--------------|-----|-------------|
| 特許出願(申請)件数 |              | 88件 |             |
| 国内         | 69<br>(成立26) | 海外  | 19<br>(成立7) |
| 特許取得(成立)件数 |              | 33件 |             |
| 国内         | 26           | 海外  | 7           |
| ライセンス件数    |              |     |             |
| 国内         | のべ27         | 海外  | 0           |

① WO97/41825

1997年にPCT出願、指定国:スイス、独、英、伊、中国、日本、韓国、米国  
 名称:「マルチフィラメント開織シートの製造方法、およびその製造装置、並びに開織シート」  
 発明者:川辺和正、友田茂 出願人:福井県

② 特許第2983531

名称:「開織系織物の製造方法とその装置」  
 発明者:川邊和正、友田茂、新河戸宏昭 出願人:福井県

③ WO2005/002819

2004年にPCT出願、指定国:63カ国  
 名称:「繊維束の開織方法と、その方法に使用する装置」  
 発明者:川邊和正、友田茂 出願人:福井県

<事例に係る主な補助金・委託費の件数> 4件

| 年度  | 補助者・委託者(受託者ではない)について                        |  | 採択課題名                          | 交付金額<br>(単位:千円) |
|-----|---|--|--------------------------------|-----------------|
|     | 配分機関名                                       | 事業名                                    |                                |                 |
| H26 | 福井県工業技術センター                                 | SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)「革新的構造材料」        | 航空機用高生産性革新PMCの製造・品質保証技術の開発     | —               |
| H24 | (株)ミツヤ                                      | 経産省:革新的低炭素技術集約産業国内立地推進事業               | 航空機関連部材の製造                     | 141,081         |
| H24 | (株)SHINDO、(株)IHIIエアロスペース、(株)IHI、福井県工業技術センター | 経産省:イノベーション拠点立地支援事業「先端技術実証・評価設備整備費等事業」 | 航空エンジン用軽量複合材部品一体成形技術の実証・評価設備整備 | 178,886         |
| H23 | (株)ミツヤ、(株)IHIIエアロスペース、福井県工業技術センター、(株)IHI    | 経産省:イノベーション拠点立地支援事業「先端技術実証・評価設備整備費等事業」 | 航空エンジン用軽量複合材料部品の実証プラント整備       | 86,000          |

具体的成果等

5. 補足資料等(データ)

<事例に係る共同・受託研究の件数> 共同研究3件 / 受託研究0件

| 共同/受託研究 | 実施時期 | 共同研究/受託研究の参加機関(自社含む)                       | 内容                             | 実施額 (千円) |
|---------|------|--|--------------------------------|----------|
| 共同研究    | H26～ | 福井県工業技術センター、(株)IHI 他                       | 航空機用高生産性革新PMCの製造・品質保証技術の開発     |          |
| 共同研究    | H24  | (株)SHINDO、(株)IHIエアロスペース、(株)IHI、福井県工業技術センター | 航空エンジン用軽量複合材部品一体成形技術の実証・評価設備整備 | 178,886  |
| 共同研究    | H23  | (株)ミツヤ、(株)IHIエアロスペース、福井県工業技術センター、(株)IHI    | 航空エンジン用軽量複合材料部品の実証プラント整備       | 86,000   |

<付属資料>

1. 当該技術にかかる福井県所有財産権等(国内30件、海外9件)の一覧 (資料1)
2. 論文(国内外計30件)、執筆(4件)、雑誌掲載(4件)、外部発表(17件)、受賞(3件)、新聞掲載(5件)の一覧(資料2)  
 またその内、代表的なものとして、下記のコピーを添付。
  - ・論文 1件(海外1件) (資料3)
  - ・受賞関連 2件(2012年度高分子学会北陸支部 地域産業振興賞、2003年度繊維学会 技術賞) (資料4、5)
  - ・新聞掲載 5件(福井新聞 他、2015.1.23) (資料6)