

# 沖縄サポーターティングインダストリー基盤強化事業

泉川達哉、松本幸礼

2010年に設置された金型技術研究センターでは、金型に関連する人材育成を行うことで、企業を誘致し県内サポーターティング産業の振興を図っている。これまでの人材育成事業では、主に金型に関連する技術講座を実施してきたが、より実践的な人材を育成するためには、実際の業務を通じての研修が必要だと考えられた。本事業は、工作機械や測定機器などの最新機器を導入し、それらの機器を企業と連携した製品開発の中で活用することで実践的な人材の育成に取り組んだものである。

## 1 はじめに

沖縄県は、県内総生産に占める製造業の割合が約4%で全国一低いことが知られているが、その製造業の内訳についても大きな偏りのあることが分かっている。

沖縄県の製造業の構成を模式的に示すと、図1のようにサポーターティング産業の集積が少なく、最終製品製造業が多い逆三角形の構図になる。最終製品製造業には、消費者が日常的に小売店で購入する製品を製造している企業が含まれる。食料品などは、その性質上、現地において生産することが求められるため、県内で作られているケースが比較的多い。また県内で主流となっている鉄筋コンクリート住宅に関わる建築資材についても県内で賄っているものが多い。しかしながら製造業の基盤を支えるサポーターティング産業の集積は殆ど見られない。2009年(平成21年)当時、国内に9,680社在るとされた金型専業メーカーが、沖縄県内に1社も無かったことは、その典型的な例である。

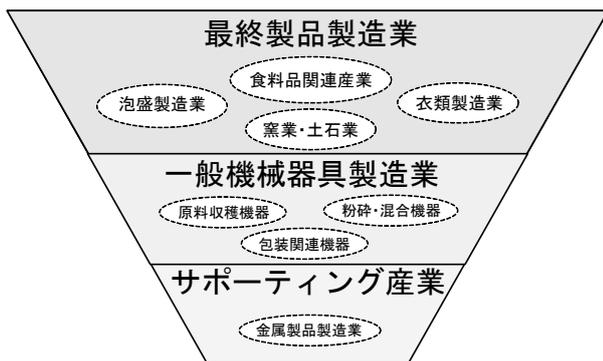


図1 県内製造業の構成

サポーターティング産業の集積が少ない沖縄では、工業系の教育機関を卒業した若者に対して就職の場を提供するのが難しいことや、立地後の協業体制の構築が期待できないことによる企業誘致への悪影響、或いは特産品を原料とした新製品を開発する場合でも類似する既存の本土製加工機を流用するしかないなどの不都合が生じている。

2010年、沖縄県工業技術センターは、サポーター

ング産業を振興するため、金型に関連する人材育成、機器提供、研究開発を行う金型技術研究センターを設置し継続的に活動を続けてきた。特に人材育成事業での研修生数は、長期研修（1年間）で32名、短期（約1週間）では延べ190名となっており、その間の関連する誘致企業数は7社あり、研修修了者の内31名が誘致企業や将来沖縄へ立地する予定の企業へ就職している。これまでの人材育成事業では、主に金型に関連する基本的な技術講座を行ってきたが、これらの活動を更に加速するためには、より実践的な人材育成を行うことが求められるようになった。

本事業は、工作機械や測定機などの最新機器を導入し、それらの機器を企業と連携した製品開発の中で活用することで、OJT形式で実践的な人材の育成に取り組んだものである。

## 2 人材育成

導入した機器を企業と連携した製品開発や部品加工の中で活用し、OJT形式の人材育成研修を実施した。表1にこれまでの成果を示す。

表1 人材育成の成果

	平成24年度	平成25年度
製品開発	3件	5件
部品加工	40件	53件
育成した技術者	8人	13人
利活用	277件	398件

事業の初年度は機器の導入のみで、実質的な人材育成の活動は平成24年度からとなっている。表中の「育成した技術者」とは、県内の機械加工業者が企業からの依頼を受け、製品開発や部品加工に取り組んだ場合は、その機械加工業者の技術者であり、開発案件を持ち込んだ企業の担当者が自ら成形などを行った場合は、その担当者のことである。また「利活用」とは、製品開発に取り組む中で使用した機器の延べ回数となっている。開発案

件や部品加工の依頼を持ち込んできた企業には、拓南製鐵(株)や金秀アルミ工業(株)など、従来から沖縄の製造業を支えてきた企業の他、独自のアイデアを商品化したいというベンチャー企業なども含まれている。以下に製品開発と部品加工の例を示す。

### 2-1 高さ調整が容易な排水トラップ

協同バルブ商事(株)と、浴槽や浴室、洗面台などに使用される排水トラップの開発を行った。排水トラップは、浴槽などからの排水を内部に取り込み、接続された配水管に導くものである。排水トラップには図2に示すように、水の溜まった封水部があり、排水管内の悪臭や害虫などの屋内侵入を防ぐ重要な機能がある。近年、バリアフリー住宅のニーズが多くなっているが、従来型の排水トラップでは設置高さを大きく確保する必要があるため、段差の少ない構造を作ることが困難である。また、住宅構造物の高さが制限されている地域では、居住空間を大きく確保するため、排水トラップなどが設置されるスペースは出来るだけ薄くしたいという要望もある。

協同バルブ商事(株)では、図3に示すように従来型の排水トラップをインナー部とトラップ部から構成される構造へ改良した。改良した排水トラップはネジ機構により高さ寸法を容易に変えることができるため、既存商品のようにラインアップを多く揃えなくても様々な設置場所に対応することが可能である。また本排水トラップで採用しているネジ機構や封水部の保持機構は、既に特許として認められているが、その商品化のためにはネジの成形方法や固定爪の形状などの課題を解決する必要がある。ここでは量産金型を製作する前のステップとして、樹脂材料からの削り出しや簡易型による試作品を製作し、排水トラップの機能を果たすための構造について最適化を試みた。

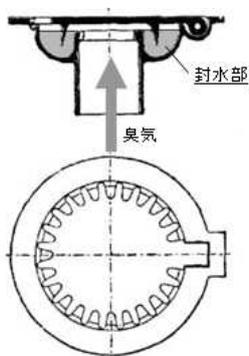


図2 封水部の構造



図3 改良した構造

排水トラップは7つの樹脂部品を用いているが、その

うち5つの部品について金型製作と樹脂成形を行った。図4に示すハンガーと防臭ボールの製作では、両者を固定する爪形状について、削り出しによって幾つかの形状を試作し、施工しやすく且つ固定剛性に優れた構造を決定した。また図5に示す全ネジ排水ニップルの製作では、金型製作コストを低減するため、置き駒方式でネジ部を成形するなど工夫した。

本事例は、卸売りをメインに行っていた企業が、営業先の工事現場の状況から、現行品の改良案に関するヒントを得て新製品開発に繋がったものである。



図4 ハンガー（上左）、防臭ボール（上右）



図5 全ネジ排水ニップル

### 2-2 骨接合プレートの試作

(株)デジタルデザインサービスからの依頼により骨接合プレートの試作に取り組んだ。骨接合プレートは、整形外科手術において切断された骨を、適切な位置で固定す

る医療用部品である。骨接合プレートの使用例を図6に示す。骨接合プレートの形状は、固定する骨や調整角度によって様々であるが、ここではT字型のプレートを試作した。

骨接合プレートの概略形状を図7に示す。骨接合プレートの表面粗度については、厚生労働省が示している「人工関節の審査ガイドライン」に記載されており、これによると骨接合プレートの表面粗さは $Ra=1.5 \mu m$ 以下にする必要がある。寸法精度については、特に指示の無い場合はJISの中級もしくは精級を使用することになっている。材質は純チタングレード2である。

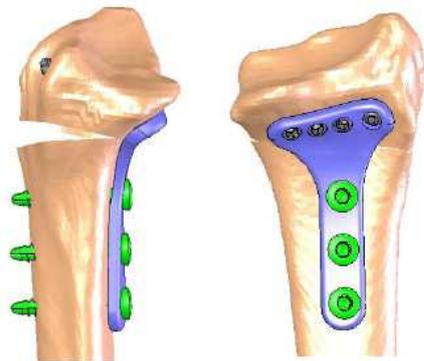


図6 骨接合プレートの使用例

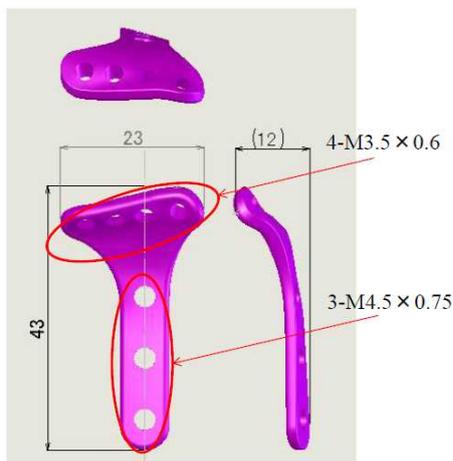


図7 骨接合プレートの概略

事前調査において、骨接合プレートの多くは、複合加工機による削り出しにて製作されていることが分かったが、ここでは図8に示すように5軸加工機を駆使し製作した。またツールパスはNTTデータエンジニアリングシステムズ製のCAD/CAM「Space-E」にて作成した。加工後の骨接合プレートを図9に示す。

非接触3次元測定機にて加工後の寸法を測定した結果、設計寸法23mm（横寸）および43mm（縦寸）に対して、

それぞれ23.131mm（誤差+0.131）、42.891mm（誤差-0.109）であることが分かった。これは寸法公差JIS B 0419-mHで示された範囲内に収まるものである。図10に寸法測定結果の表示例を示す。また小型表面粗さ測定機（ミットヨ SJ-210(0.75mNタイプ)）を用いて表面粗さを測定した結果、表面粗さは $Ra=0.521 \mu m$ であることが示された。加工後の寸法および表面粗度とも求められる精度をクリアしていることが示された。

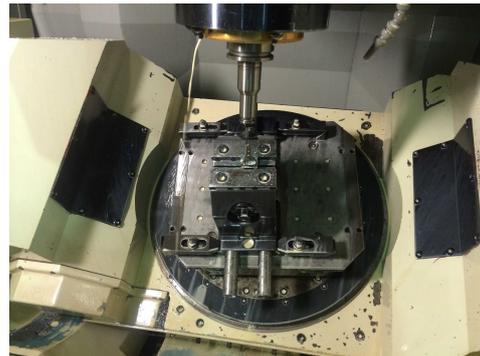


図8 5軸加工機による加工



図9 骨接合プレート

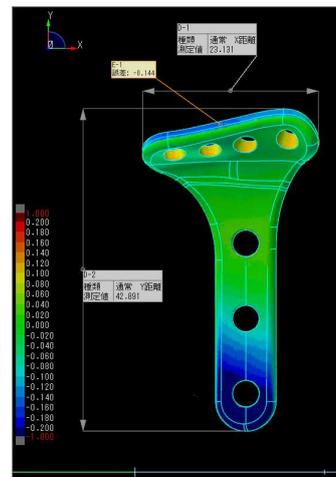


図10 寸法測定結果の表示例

### 3 導入機器

導入する機器は、金属製品製造業において一般的に活用される工作機械や測定機を選定した他、研究開発に用いる先進的な機器も含めた。初年度の平成 23 年度に 6 機種、平成 24,25 年度にそれぞれ 1 機種を導入した。

#### 3-1 高速マシニングセンタ（平成23年度導入）

高速マシニングセンタは、切削加工時の主軸の回転数を高くすることができるので高硬度材料の加工や、細かい刃物を使うような微細加工に優れている。本装置は駆動方式としてリニア機構が採用されているため、位置決め精度が高く、経年劣化が少ないことも特徴である。

表 2 高速マシニングセンタの仕様

メーカー(型式)	ソディック(HS650L)
移動量(mm)	620/500/300(X/Y/Z)
主軸回転数(rpm)	20,000
駆動方式	リニア



図11 高速マシニングセンタ

#### 3-2 5軸加工機（平成23年度導入）

5軸加工機は、図 12 のように従来の 3 軸加工機に回転 2 軸が追加されていることから、刃物の届く範囲が広くなり、工程を短縮することが可能である。また工具の首下長さを短くできることから、加工面精度の向上も期待できる。

表 3 5 軸加工機の仕様

メーカー(型式)	日新工機(MAX410i-F40)
移動量(mm)	450/460/410(X/Y/Z)
主軸回転数(rpm)	20,000
テーブルの大きさ(mm)	φ 425

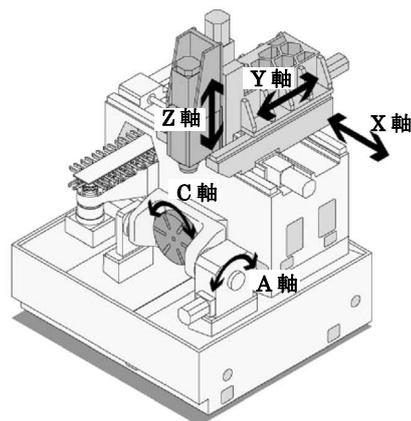


図12 5軸加工機

#### 3-3 複合加工機（平成23年度導入）

複合加工機は、旋削加工とフライス加工の機能を併せ持つ工作機械であり、ワークの持ち替え作業が少なくなることから高い加工精度および加工効率を実現することが可能である。図 14 は B 軸を使ったミーリング加工の例である。このような形状も複合加工機のみで削り出すことができる。導入した機器はワークや工具などの 3D モデルデータを使った動作シミュレーションにより干渉や衝突を防ぐ機能も備えている。

表 4 複合加工機の仕様

メーカー(型式)	オークマ(MULTUS B300 C900)
移動量(mm)と角度(deg)	580/160/935(X/Y/Z)、225(B軸)
最大加工径(mm)	φ 630
最大加工長さ(mm)	900



図13 複合加工機

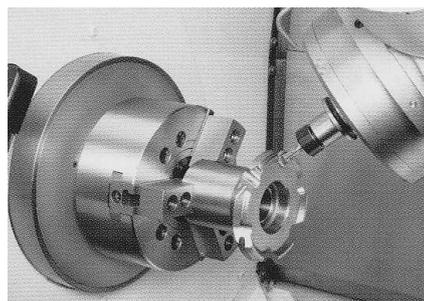


図14 複合加工機による加工例

### 3-4 真空熱処理炉（平成23年度導入）

熱処理は、金属を加熱、冷却することにより硬さなどの性質を改善するために行われ、硬さを必要とする刃物や機械部品などに広く活用されている。真空熱処理炉は、真空中で加熱処理を行うため、通常の熱処理において発生する変色を防ぐことができる。

表 5 真空熱処理炉の仕様

メーカー(型式)	中日本炉工業(NVF-300-PC)
炉内寸法	500×350×700(mm)
最高温度(°C)	1,300°C
処理量	300kg/バッチ
主な適用鋼種	SKD11,SKD61、SKH、SUS系



図15 真空熱処理炉

### 3-5 3次元測定機（平成23年度導入）

3次元測定機は、金型や機械部品などの寸法を接触式のプローブを用いて測定する装置である。導入した機器は3次元CADデータを取り込むことが可能で、測定データとCADデータを比較することができる。また形状をプローブでなぞるように連続的に測定する使い機能も備える。

表 6 3次元測定機の仕様

メーカー(型式)	東京精密(SVA-fusion 7/5/5)
測定範囲(mm)	650/500/450(X/Y/Z)
最小表示値	0.01 μm
最大許容指示誤差	1.9+4L/1000 μm

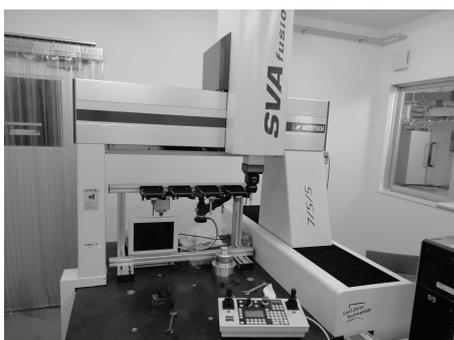


図16 3次元測定機

### 3-6 ダイカストマシン（平成23年度導入）

ダイカストマシンは、熔融金属を金型内に高圧で注入することにより複雑な形状を高精度で成形する装置である。導入した機器はマグネシウム専用機である。マグネシウムは比強度が高く、電磁シールド性にも優れているため、様々な電子機器の筐体に活用されているが、発火しやすいため扱いにくい。導入した機種は、円筒状のマグネシウム合金を装置に装填し、半熔融状態で金型に充填するピレット方式であるため、安全性が高く成形不良が少ないという特徴がある。

表 7 ダイカストマシンの仕様

メーカー(型式)	ソディックプラスチック(MP220)
最大型締力(kN)	2,156
タイバー間隔(mm)	560×560
金型厚さ 最小/最大(mm)	350/650
最大射出圧力(MPa)	60
理論射出容量(cc)	282.6



図17 ダイカストマシン

### 3-7 金属粉末積層造型機（平成24年度導入）

金属粉末積層造型機は、造形プレート上に数十ミクロンの厚さで敷き詰めた金属粉末にレーザーを照射し、粉末を熔融・固化させる工程を繰り返すことで任意の形状を製作する装置である。樹脂の粉末材料を用いる造形機とは異なり、造形時にサポート材を必要とするケースがあるため多少の制約はあるが、従来の金属成形に比べて以下のメリットがある。

- (1) 切削工具が入らないような複雑な形も造形可能
- (2) 輪郭だけを作ることもできるので軽量化が可能
- (3) チェーン構造なども工夫すれば一体造形が可能

表 8 金属粉末積層造型機の仕様

メーカー(型式)	EOS社(EOSINT M270)
造形サイズ(mm)	250×250×高さ215
積層厚さ(mm)	0.02~0.04
レーザー出力(W)	ファイバーレーザー200W
造形精度	±(造形サイズ0.07%+50 μm)
使用材料	マルエージング鋼



図18 金属粉末積層造型機

### 3-8 非接触3次元測定機（平成25年度導入）

非接触3次元測定機は、複雑な形状を短時間に測定するツールとして品質管理やリバースエンジニアリング分野で広く活用されている装置である。

品質管理分野では、加工後の金型が設計で想定した形状であるかの検証や金型で成形されたプラスチック製品などの精度検証で使用されており、リバースエンジニアリング分野では、設計や加工工程で使用するデータを容易に作成するツールとして用いられている。導入した機器は、これまで測定することの難しかった光沢のある物体についても精度良く測定できる他、複数の測定データを重ね合わせるオートフリーマッチング機能を備えているため、測定対象にターゲットシールを貼り付ける必要が無いなどの特徴がある。

表 9 非接触3次元測定機の仕様

メーカー(型式)	東京貿易テクノシステム(COMET_L3D.8M)
測定範囲 (レンズ毎に4パターン)	①80×60×40mm
	②140×105×80mm
	③325×240×200mm
	④565×425×350mm
解像度 (レンズ毎に4パターン)	①0.024mm
	②0.042mm
	③0.100mm
	④0.172mm
測定時間(1ショット)	1.7秒



図19 非接触3次元測定機

## 4 おわりに

平成 21 年度から行ってきた人材育成事業では、主に金型に関連する技術講座を実施してきたが、本事業では、より実践的な人材を育成するため、実際の業務を通じた OJT 形式の研修を行った。県内企業から依頼のあった製品開発や部品製作には、これまで県内で加工することができず県外へ依頼していたものも多くあったことから、このような取り組みを継続的に行うことが、県内機械金属製造業の受注機会増、サポーティング産業の強化に繋がるものと考えている。本事業は平成 25 年度で終了したが、導入した機器を有効に活用し県内の機械金属製造業、ものづくり系企業の支援を継続的に実施していきたい。

本研究は沖縄振興特別推進交付金の「沖縄サポーティングインダストリー基盤強化事業（2012 技 015）」で行ったものである。

編 集 沖縄県工業技術センター

発 行 沖縄県工業技術センター

〒904-2234 沖縄県うるま市字州崎 12 番 2

T E L (098)929-0111

F A X (098)929-0115

U R L <https://www.pref.okinawa.lg.jp/site/shoko/kogyo/>

著作物の一部および全部を転載・翻訳される場合は、当センターにご連絡ください。