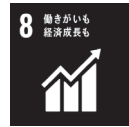


## 特 集 論 文

関連するSDGs



# 部品加工工場のスマート化と加工技術の維持向上

Making Parts-processing Plants Smarter and Improving Processing Technology

井上 美次  
Inoue Yoshitsugu

川崎 陽育  
Kawasaki Yousuke

## 概要

当社の生産技術部加工グループの部品加工工場は、当社関係会社および社外顧客向けに、生産設備や装置に関わる金属加工部品を生産し、納入している。現在、さまざまな需要に対応するため、ものづくりの革新を実現し、「装置部品ソリューション事業」におけるマザー工場となることを目指している。本稿では、この部品加工工場のスマート化と加工技術の維持向上に向けた取組みについて紹介する。

## Synopsis

Our production engineering department's processing plant has produced and delivered processed metal parts and equipment to related production facilities, our group companies, and customers. To meet various demands, we are currently working to realize innovations in manufacturing with the aim of becoming a mother factory for equipment and parts solution business. This article introduces the efforts to make factories smarter and maintain and improve processing technology.

## 1. はじめに

日新電機本社の部品加工工場（図1）は、以前は精機事業部部品製造課の管轄にあった。この精機事業部部品製造課は、当社製品の内作加工部品と外作加工部品を一手に引き受けて部品加工技術を磨いてきたが、バブル崩壊の影響を受け、設備・加工能力の一部を残して2003年に組織解体された。

2004年に生産技術部加工グループ（以下、加工グループ）として再編成されて以降、加工グループ下での工場は、当社製品の一部のコア部品の生産と、切削・溶接を中心とした技術の維持・継承に努めてきた。

一方で、電力機器製品に使用する部品の加工は2000年に日新電機タイ株式会社（NET）でスタートし、その技術は、他社の部品の受託生産を行う「部品事業」（現装置部品ソリューション事業）に継承され、NET、日新電機ベトナム有限会社（NEV）、日新電機ミャンマー株式会社（NEM）、および装置部品ソリューション事

業の拡大とともに、ASEANを中心に維持・拡大を続けている。

加工グループでは、NET/NEV/NEM内で解決することが困難な技術的案件に対して技術支援を行うテクニカルチームが2020年に発足し、装置部品ソリューション事業の拡大に貢献しながら、一方で相互に技術補完することで加工技術のスパイラルアップを図っている。

加工グループが維持・継承してきた加工技術は、装置部品ソリューション事業の顧客にも満足いただけるものである。加工グループは、維持・継承してきた加工技術をもう一度見つめなおし、強みとして活かすべく、高難易度・高付加価値の部品をターゲットとした社外顧客の受託生産を開始した。そして、装置部品ソリューション事業のマザー工場となるべく「部品加工技術に再び、輝きを取り戻す」をスローガンに、加工技術の維持向上へ向けての取組みを進めている。



図1 加工グループ工場 外観

## 2. 加工グループの保有技術

### 2.1 高気密・真空部品の製造技術

当社のビーム・プラズマ事業では、イオン注入装置や成膜装置を製造・販売している。いずれの装置も高気密・真空の容器とその扉（図2）、扉へ接続されるフランジやポート（図3）など、大小さまざまな加工部品が必要となる。

これらの部品が $1 \times 10^{-10}$  Pa m<sup>3</sup>/s 以下の真空度を満たすためには、気密シール面上には微細なキズもあってはならない。また、溶接におけるわずかなピンホールも真空度に影響する。この特徴を理解したうえで、適切な溶接方法の選択、切削加工の条件出し、および気密シール面の研磨と保護が重要となる。加工グループは、このような部品の加工を行うことで、高気密・真空部品の製造技術とノウハウを蓄積し、維持し続けている。



図2 成膜装置扉 製罐・切削加工

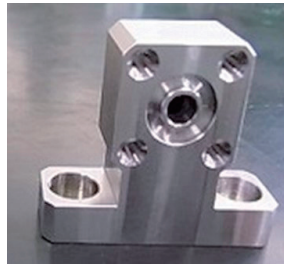


図3 高真空・気密部品

### 2.2 溶接・ろう付け技術

加工グループでは、前項の高気密・真空部品のほか、アルミニウム材料の部品、電力機器で使用される駆動軸、銅ブスバー、銅パイプ、研究開発で使用される試作品など、多岐にわたる部品に対して溶接・ろう付けを行っている（図4）。さまざまな部品に対応するため、技術と知識を向上させる取組みを続けており、その成果は、溶接技能者によるJIS検定の取得や、京都府の溶接競技会への参加・入賞（図5）などに表れている（図6）。

加工グループは、当社グループの社内溶接技能認定の合否判定を担い、また、当社事業部、国内外関係会社の溶接技能者や検査担当者を対象とした溶接教育・指導などを通して、当社全体の溶接技術力向上を図っている。



図4 銅パイプ、ブスバーへの銀ろう付け



図5 京都府溶接技術協議会 ティグ溶接の部 優秀表彰授与



図6 日本ボイラ協会 優良ボイラー溶接士 表彰授与

### 2.3 切削加工技術

2003年の精機事業部の解体に伴い、多くの切削加工設備が失われた。しかしながら、加工グループは、主力となるマシニングセンタや汎用加工機を残すことで、当社事業部の製品で必要とされるさまざまな部品を切削加工する能力を維持している。加工

グループの切削加工は、汎用加工機による加工と、NC旋盤・マシニングセンタ等の自動機による加工の2つに分類される。

汎用加工機を用いた各種切削加工は、旋盤、フライス盤、ボール盤のマニュアル操作により行われている。IT化・自動化が進む現在においても、これらの汎用加工機の重要性は損なわれていない。汎用機による切削加工では、材料や形状に応じて加工条件や刃物を自分で設定し、加工が進行する様子を目視と手ごたえで感じ取ることができる。このような実体験を通して、材料の固定、条件設定、刃物の選択、必要な加工治具の検討、刃物の摩耗の具合、加工歪みの傾向の把握など、切削加工に必要な技術力や経験が培われる。

汎用機で培った技術と知識が無ければ、自動機の適切な扱いや、自動機が本来有する高精度加工能力を発揮させることも不可能である。そのため、加工グループでは、モールド製品や±0.01mmクラスの精度を求められる駆動軸などの加工を汎用加工機で行い（図7）、そこでの技術を高めながら、それをマシニングセンタやNC旋盤などの自動機での加工（図8）へ活用し、人の技術力と加工機の性能を融合させた高精度切削加工を実現している。



図7 モールド製品、駆動軸の旋盤加工

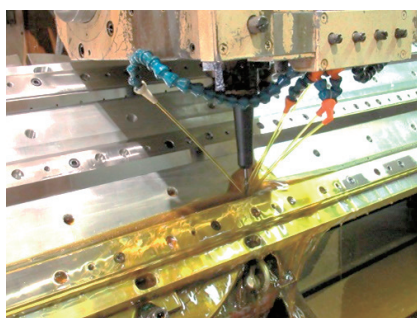


図8 マシニングセンタ加工

### 3. マザー工場としての取組み

#### 3.1 技能研修、教育

加工グループでは、保有する技術・技能を当社製品に広く展開していくため、日本国内の関係会社に対して、設計者、溶接・機械加工の技能者、新入社員を対象とした「ものづくり研修」や、前述（2.2節参照）のように溶接技能教育を実施している。また、設計者からの加工相談は随時受付けており、部品加工の視点から設計にフィードバックを行うことで、製品設計がより良いものとなるよう支援している。

また、加工グループは、NET/NEV/NEMなどの海外グループ会社に対しても活動しており、現地での溶接指導や、リモートによる加工相談および講習を実施している（3.3節参照）。

#### 3.2 加工技術の向上

加工グループは、長年培ってきた部品加工技術を活用し、核融合実験設備JT-60SAのイオン源電極部品やITERで使用される部品の試作加工検証を受けている（図9）。

イオン源電極部品においては、欠けやすいモリブデン材料に対して100箇所の高精度穴加工（ $4 \pm 0.01\text{mm}$ ）を行う技術や、合計100箇所の水冷配管（銅パイプ、 $\phi 1.6\text{mm}$ ）接続部を同時に真空ろう付けするノウハウが求められる（図10）。モリブデン材に対して最適な加工条件を設定する技術力と、複数箇所を同時に真空ろう付けするためのろう材の配置、固定、温度プロセスの設定等のノウハウの融合により、この部品加工が実現している。

ITERの部品においては、最先端の解析技術を基に設計された構造・形状を満足するための切削加工や溶接方法が求められており、加工グループでは、試作を行いながら、新たな技術を探求している。

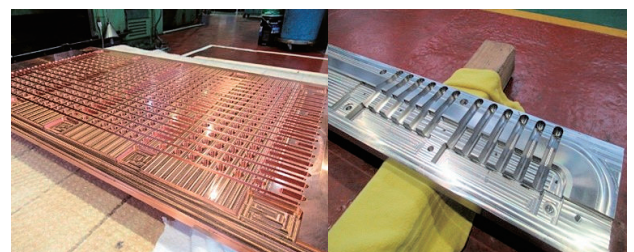


図9 ITER加工検証 試作品

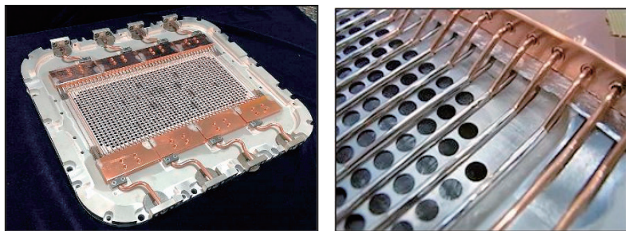


図10 イオン源電極

### 3. 3 海外拠点への技術支援・協業

保有している技術を海外拠点へ展開していくため、積極的に海外拠点へ技術支援を実施している。具体例としては、NET/NEV/NEM単独では対応が難しい高難易度の加工品について、段取りや、治具・工具のアドバイスをリモートで行ったり、実際に現地へ赴いて技術指導・試作立上げを行い、実施した内容・手順を現地技能者へ引継いだりなど、状況に応じて対応している。

また、支援だけでなく、協業によりQCD（Q：品質、C：コスト、D：物流・納期）の最適化を図っている。例えば、日本顧客向けの半導体装置の部品は、NET/NEV/NEMで溶接・塗装した製品を加工グループが輸入し、高精度の切削仕上げ加工を行ってから顧客へ供給する新しいスキームを立上げた（図11）。この新スキームの、顧客満足と装置部品ソリューション事業の拡大への貢献が期待される。

このように、加工グループは、培った加工技術を海外拠点へと展開しながら、協業による技術交流と、高難易度製品へのチャレンジで得た新たな技術を海外拠点と共有化していくことで、スパイラルアップを行っている。



図11 新たなスキームによる、顧客への製品提供

## 4. スマート化

加工グループは、最新のICT/IoT技術を取り入れることで、生産効率向上、品質向上、およびリードタイム短縮を実現する取組みを、生産技術部技術グループとの協業で進めている。以下、その具体例を紹介する。

### 4. 1 ネットワークカメラによる工場監視

工場内をネットワークカメラで撮影し、その映像から工業の状態をリアルタイムで監視し（図12）、また、録画を用いたトレーサビリティ管理を強化することで、設備が異常停止した際の、速やかな異常発見と復旧処置を実現している。

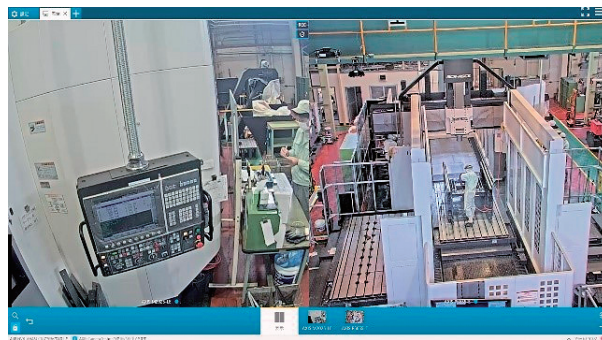


図12 工場監視

### 4. 2 生産現場の作業状況の見える化

BI（Business Intelligence）ツールにより、生産計画に対する実績の進捗状況、作業者の負荷率、および設備の稼働率を見える化し（図13）、状況に応じて都度改善を行うことで生産現場の作業効率化を実現している。

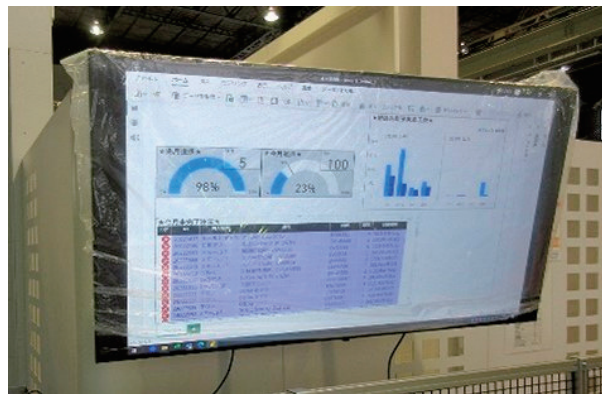


図13 工場の見える化

### 4. 3 設備稼働状況の判別システム

各マシニングセンターの設備データの自動収集と監視を行い、稼働状況の判別に表示灯式のIoT機器を利用することにより、異常時の速やかな発見と稼働実績による改善を行い、最適な設備運用を実現している（図14）。

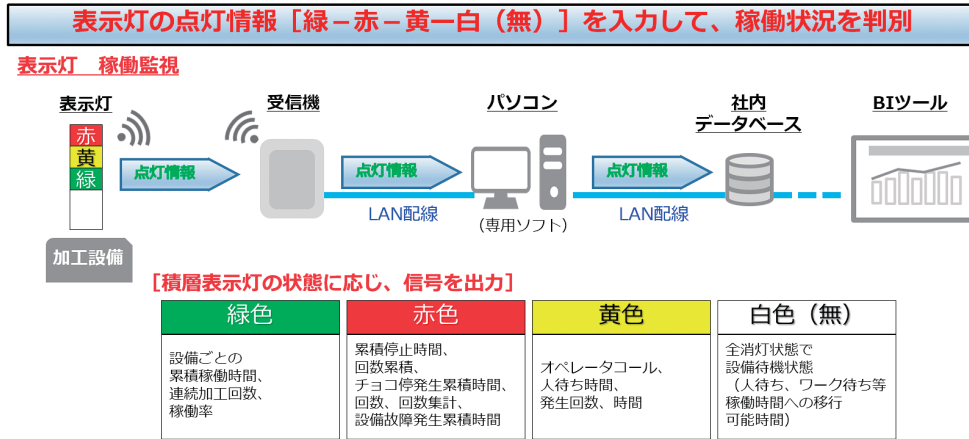


図14 設備稼働状況 判別システム構成

#### 4. 4 技能継承を目的とした動画撮影システム

視線カメラを利用して熟練作業者の作業状況（視線）を動画として撮影し、この動画を用いて、作業初心者に技術継承を行うことにより、技能の正確性と作業性の効率化を実現している（図15）。

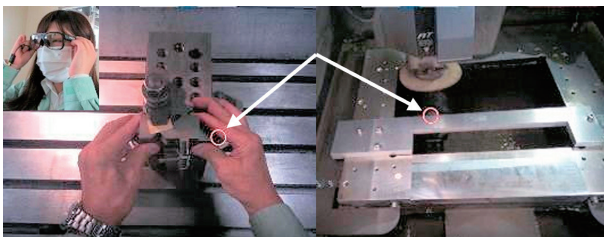


図15 視線 動画撮影システム

#### 5. まとめ

加工グループがこれまで培ってきたさまざまな加工技術は「装置部品ソリューション事業」との関わりにより新たな展開をみせている。

加工グループは、今後も新たな技術・ノウハウを取入れ、技術向上と人材育成の両輪を回し、さらにIoT/ICTとの融合を果たすことで、「装置部品ソリューション事業」におけるマザー工場として当事業の拡大・発展に貢献し、また、日新電機グループ全体の加工技術向上に繋がるように取組んでいく所存である。

#### 執筆者紹介



**井上 美次** Inoue Yoshitsugu  
生産技術本部  
生産技術部 グループ長



**川崎 陽育** Kawasaki Yousuke  
生産技術本部  
生産技術部 室長