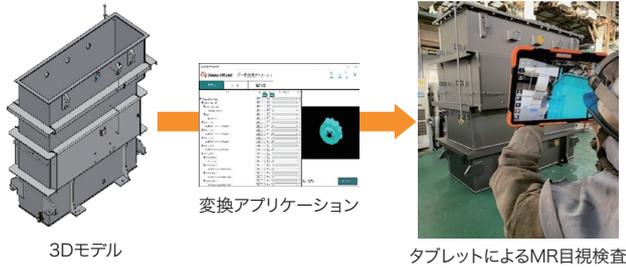


## MR技術による組立・溶接工程の目視検査の品質向上



MR目視検査の概要  
Overview of mixed reality (MR) inspection



MR目視検査結果の例  
Example of MR inspection results

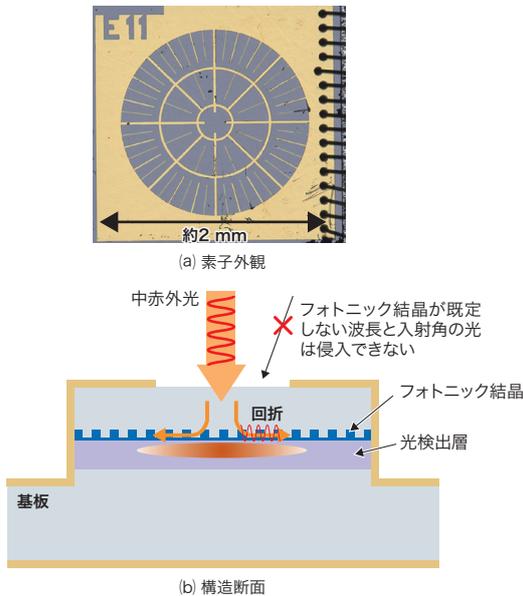
組立・溶接工程では、部品の付け忘れや位置・向きミスを検知するために、目視検査を実施する。見逃しを防ぐためにベテランによるダブルチェックなどで対策してきたが、完全な見逃し防止は難しく、人間系での対応には限界があった。また、1台当たりの検査工数削減や属人性の排除も課題になっていた。

これらを解決するために、東芝デジタルソリューションズ(株)製の、製造現場の3D(3次元)CADデータ活用ソリューション Meister MR Linkを導入した。タブレット上で3Dモデルを現物に重ねて表示する複合現実(MR: Mixed Reality)技術によるMR目視検査を変圧器タンクの製造現場に適用し、その効果を検証した。実際の運用では、3Dモデルの位置合わせに時間を要するため、検査開始視点を3Dモデルの初期位置に設定することで効率化した。

その結果、担当者の技量によらずミスを確実に発見できるようになり、適用後8か月間連続で後工程へのミス流出ゼロを実現した。また、1台当たりの検査工数を約1/5に短縮でき、検査を効率化した。更に、検査結果を写真として残せるようになり、トレーサビリティ向上に寄与した。

総合研究所 生産技術センター

## 熱ノイズ低減機能を備えた中赤外波長域の面型量子カスケードディテクター



面型量子カスケードディテクターの素子外観と構造断面  
Quantum cascade detector: External view (top) and schematic cross-sectional structure (bottom)

中赤外波長域は、様々な物質の吸収帯が存在し、分光測定で気体の種類や濃度を推定するガスセンシングに広く活用でき、高感度な光検出器が開発されてきた。従来のHgCdTe(テルル化カドミウム水銀)検出器は水銀を含むため、環境負荷の少ない材料への代替が検討されている。しかし、その候補とされるInSb(インジウムアンチモン)やInAsSb(インジウムヒ素アンチモン)の検出器は、液体窒素冷却や、周辺環境からの熱ノイズを低減するための波長・入射角フィルターが必要である。

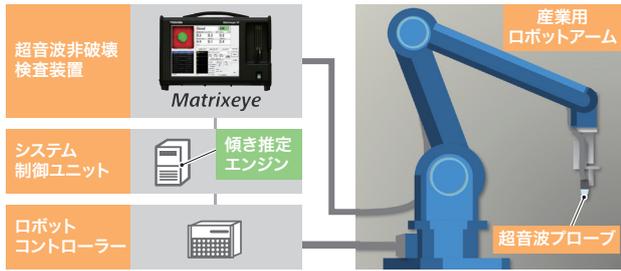
今回、国立研究開発法人 物質・材料研究機構と協力し、面型量子カスケードディテクターの開発に世界で初めて(注)成功した。この素子は冷却不要で、フォトニック結晶で特定の波長と入射角の光だけを検出層へ導くため、外付け光学フィルターも不要である。並行して開発している面発光型量子カスケードレーザーと組み合わせ、高感度ガスセンシングへの応用を目指す。

この研究の一部は、防衛装備庁 安全保障技術研究推進制度 Grant Number JPJ004596の支援を受けて実施した。

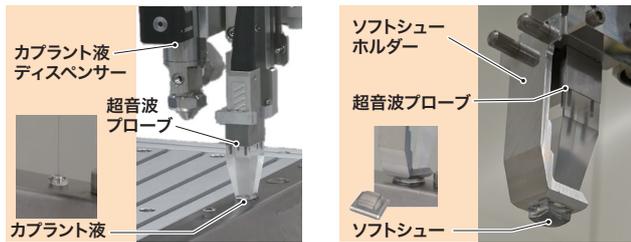
(注) 2025年11月時点、当社調べ。

総合研究所 生産技術センター

## ■ カプラント液不要のスポット溶接自動検査ロボット



スポット溶接自動検査ロボットの構成  
Configuration of automatic spot-welding inspection robot



従来の検査ヘッド  
Inspection head using conventional liquid couplant

開発した検査ヘッド  
New inspection head with soft shoe attached to probe tip

スポット溶接で部品接合する自動車などの生産工場では、検査効率化と品質安定化のため、スポット溶接自動検査ロボット導入の要望がある。

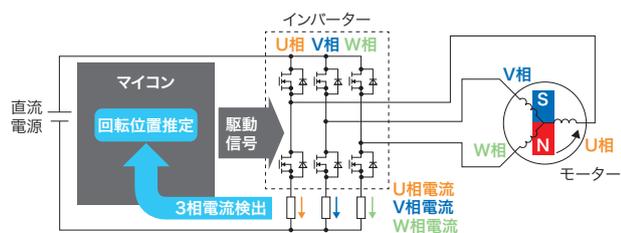
当社は、超音波による非破壊検査と、検査時の超音波プローブ角度を最適化する傾き推定エンジンによるロボット制御とを組み合わせた、スポット溶接自動検査ロボットを開発している。従来の超音波非破壊検査では、超音波プローブから検査対象内部に超音波を伝搬させるために、液状カプラントの塗布と拭き取り作業が必要であった。

これらを不要とするために、液状カプラントの代替としてプローブ先端に装着する固体ゲル状の接触媒質“ソフトシュー”を開発し、自動車部品を対象とした性能評価を重ねてきた。この中で、ソフトシューの形状の改良により、検査対象への密着性を高めて、測定ばらつきの低減や良否判定の再現性向上を実現した。

今後は、ソフトシューを取り付けやすくする機構の改良など、実運用上の改善に取り組み、生産ラインへの適用を進めていく。

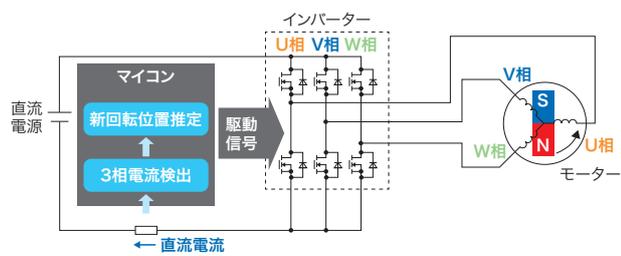
総合研究所 生産技術センター

## ■ 電流検出部を1個に減らした永久磁石モーターの低速域における回転位置推定技術



3個の電流検出部で3相の電流を検出し、低速域の回転位置を推定

従来のモーター駆動システム  
Conventional motor drive system with three current detectors



1個の電流検出部で3相の電流を検出し、低速域の回転位置を推定

開発したモーター駆動システム  
New motor drive system with one current detector

位置センサーなしで永久磁石モーターを駆動するためには、他の方法で正確な回転位置を得る必要がある。高速域での回転位置の検出方法は確立されているが、低速域の検出手法には改善が必要であった。

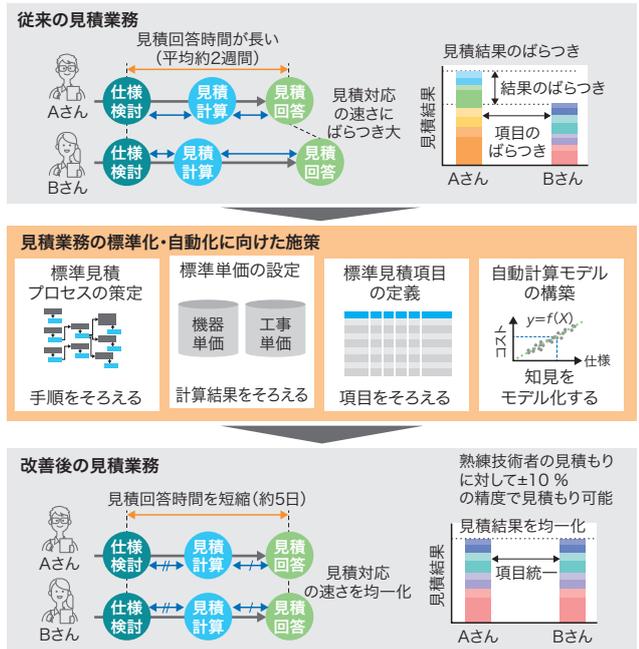
当社は従来、インバーターの各相に電流検出部を設けて3相の電流値を検出することで、低速域の回転位置を推定していた。しかし、電流検出部が3個必要であるため、コスト低減が課題であった。

今回、直流電源とインバーターの間に1個の電流検出部を設け、そこに流れる直流電流を駆動信号に応じたタイミングで検出することで3相の電流値を求める手法を考案した。また、これに対応した回転位置推定技術を新たに開発した。この技術により電流検出部を1個に減らし、コストを低減できる。

今後、民生用や車載用のモーター駆動システムなど、幅広い製品への適用を進めていく。

総合研究所 生産技術センター

## ■ 太陽光発電・蓄電池システムの見積業務プロセス変革



再エネ事業における見積業務の課題と標準化・自動化による改善施策  
Standardization and automation solutions for improving renewable energy project quotation accuracy

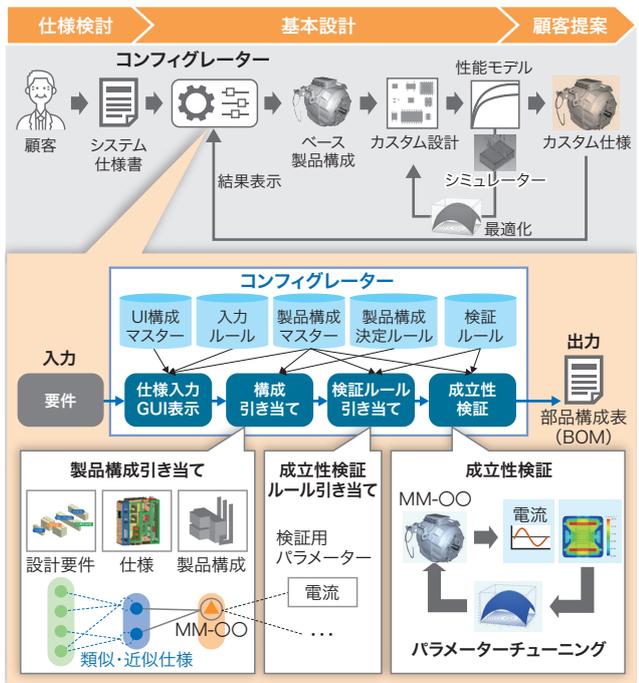
再生可能エネルギー（以下、再エネと略記）市場の拡大に伴い、太陽光発電システムの引き合いが急増している。また、再エネ関連制度の変更により、顧客の事業採算性の精緻な評価が求められるようになり、精度の高い見積もりが不可欠となっている。一方、見積業務は技術者依存が大きく、精度の向上や見積回答時間の短縮が課題であった。

そこで、太陽光発電・蓄電池システムの見積業務を対象に、案件ごとに異なっていた仕様や項目を構成や、規模、工事範囲などのパターンで分類し、共通要素を抽出して標準プロセスを整備した。これにより、見積もりに必要な仕様、項目、計算手順、及び単価を統一し、ばらつき抑制と効率化を実現した。

更に、標準化した仕様を基に、発電容量や環境条件などの主要パラメーターから原価を推定する計算モデルを構築・活用してコストを自動算出する概算見積ツールを開発した。その結果、見積回答時間を従来の約50%に短縮し、市場変化への迅速な対応を可能にした。精度は、熟練者の見積もりに対し $\pm 10\%$ を達成し、業務適用可能な水準であることを確認し、運用を開始した。

総合研究所 生産技術センター

## ■ MBD手法により仕様調整・事前検証を自動化する設計コンフィグレーター



GUI: Graphical User Interface

開発した設計コンフィグレーターを活用するエンジニアリングプロセス  
Engineer-to-order product development process using design configurators incorporating model-based development (MBD) concept

受注設計型の製品では、顧客ごとに異なる特殊要求に対応する必要があるため、従来は設計者が過去の設計事例を参照しながら、仕様の検討・調整・妥当性検証を手動で繰り返すことでカスタム設計を行っていた。このような設計手法は属人性が高く、設計変更や後戻りが頻発し、設計リードタイムの長期化を招くという問題があった。

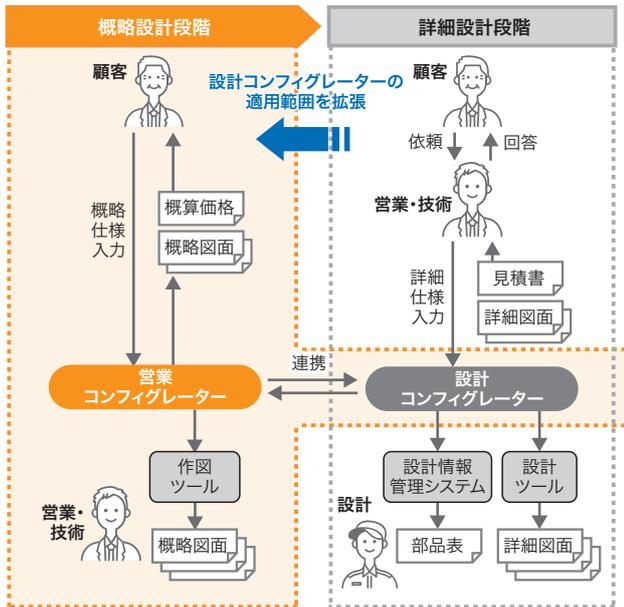
これを解決するために、仕様情報から製品構成を自動生成する“設計コンフィグレーター”にモデルベース開発 (MBD) の考え方を導入し、製品構成決定と事前検証を自動化した。このツールは、まず顧客の特殊要求仕様に基づいて、既存製品群から類似構成を抽出する。次に、製品の性能計算モデルを用いて設計に必要なパラメーターを導出し、外部シミュレーターと連携することで、仕様の自動調整及び事前検証を実現している。

インフラシステム製品を対象に設計現場で開発した設計コンフィグレーターの試験運用を行った結果、設計の後戻り低減が可能なることを確認し、設計リードタイムを短縮できる見込みを得た。

今後、実製品の設計業務にこの設計コンフィグレーターを適用し、効率化を推進する。

総合研究所 生産技術センター

## ■ 概略設計での図面作成・概算見積もりを自動化する営業コンフィグレーター



営業コンフィグレーター及び設計コンフィグレーターを活用した受注設計型の製品開発フロー  
Engineer-to-order product development process using sales and design configurators

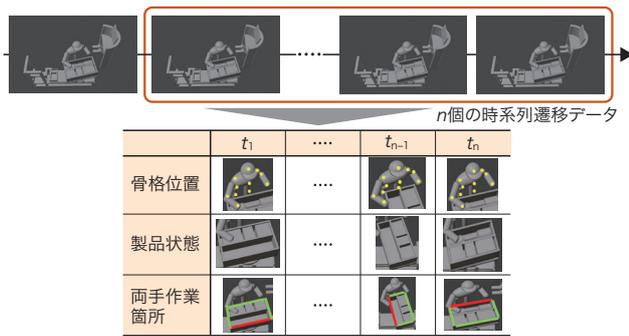
受注設計型製品において、計画初期に行う概略設計と、計画進行後に行う詳細設計では、顧客から入手可能な仕様情報量が異なる場合が多い。また、概略設計では、複数案を同時に検討したり、仕様変更が生じたりすることもあり、限られた仕様情報を基に、検討案に対する概算見積もりや図面などを短時間で回答する必要があるという問題がある。

これを解決するため、概略設計で活用可能な“営業コンフィグレーター”を開発した。このツールは、社内の技術部門が使用する設計コンフィグレーターと連携し、顧客に入力してもらう簡易な仕様情報から製品構成情報を取得し、概算見積もり及び提案に必要な図面を迅速に生成できる。また、詳細設計で顧客からの多様な要求に応えるため、営業コンフィグレーターから設計コンフィグレーターへ仕様情報を誤りなく引き継ぎ、概略設計から詳細設計に円滑に移行できる。

この営業コンフィグレーターは、既にインフラ施設向け製品に適用しており、今後、顧客からの要望に応じた機能拡張を進める。

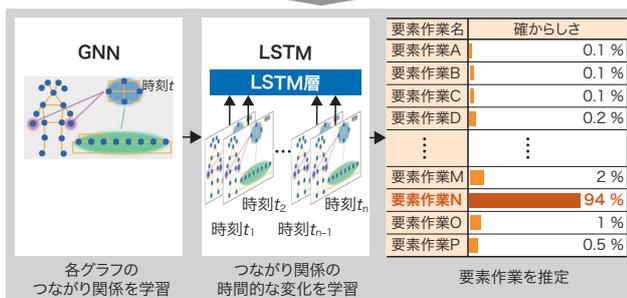
総合研究所 生産技術センター

## ■ 作業者の骨格位置と製品状態の時間変化から作業内容を高精度に認識する作業推定手法



製造現場の作業進捗管理に掛かる人員コストの削減に向けて、作業映像から進捗を自動で把握する取り組みを進めている。作業進捗の自動把握には作業内容を高精度に推定する必要がある。しかし、一人の作業者が長時間にわたり複雑かつ多様な組立作業を行う場合、類似の姿勢や位置での作業が存在するため高精度な推定は困難であった。

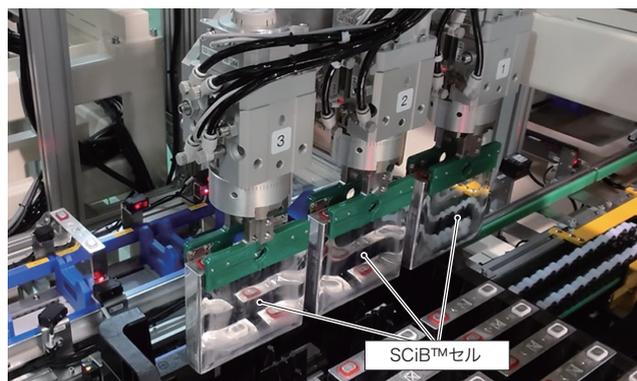
そこで、作業者の骨格位置、製品の状態、及び作業箇所といった複数の作業情報の時系列遷移データを統合的に学習し、作業内容を高精度に推定する手法を開発した。この手法の推定モデルは、作業情報及び作業情報間の特徴を学習するGNN (Graph Neural Network) に、それらの特徴の時間変化を学習するLSTM (Long Short Term Memory) を組み合わせて構成している。これにより、より詳細に作業内容の特徴を捉えた学習が可能になる。実際の作業データを用いて評価した結果、推定精度が90%を超えることを確認した。今後、国内外の工場に開発した手法を適用し、作業進捗管理の自動化を図る。



GNNとLSTMを組み合わせた作業推定手法の概要  
Overview of task estimation method combining graph neural networks (GNNs) and long short-term memory (LSTM) networks

総合研究所 生産技術センター

## ■ SCiB™ セル製造への自動外観検査装置の開発・導入



複数のSCiB™セルを同時に把持する自動搬送機構  
Automated transfer mechanism for simultaneous handling of multiple SCiB™ cells

SCiB™セルの製造工程で、品質管理の高度化及び作業負荷の低減を目的として、外観検査を自動化する装置を新たに開発し、製造ラインに導入した。

従来は作業者が全数の目視検査及び手作業の運搬を行っており、検査品質の確保、短絡事故のリスク回避、並びに重量物の取り扱いに伴う安全性の確保、が課題だった。

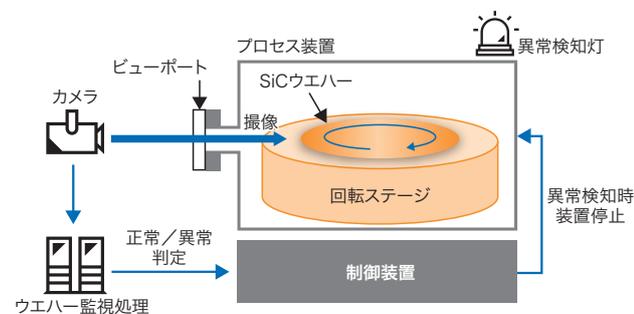
今回導入した自動外観検査装置は、ラインセンサーと縞（しま）照明を組み合わせたことで、SCiB™セルを高精度に撮像・検査することを可能にした。これによって、微小なへこみ・汚れの安定的な検出を実現し、検査品質の向上に寄与した。

更に、複数のSCiB™セルを同時に把持して搬送する自動機構を開発したことで、目標のタクトタイムを達成し、かつ、作業者の手作業を排除して、短絡事故の未然防止と作業安全性を確保した。

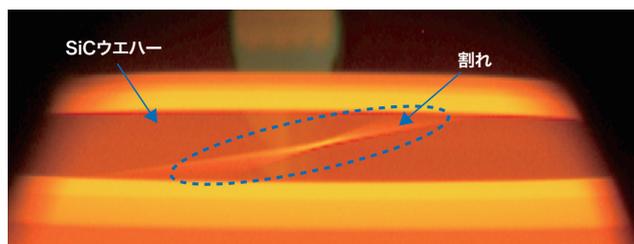
今後は、新規製造ラインへの展開を進めるとともに、検査結果を活用した製造プロセスの改善を目指す。

総合研究所 生産技術センター

## ■ SiC プロセス装置向けのウエハー異常検知技術



ウエハー異常検知システムの概略図  
Wafer abnormality detection system schematic



ウエハー割れの検知例  
Example of detected wafer crack

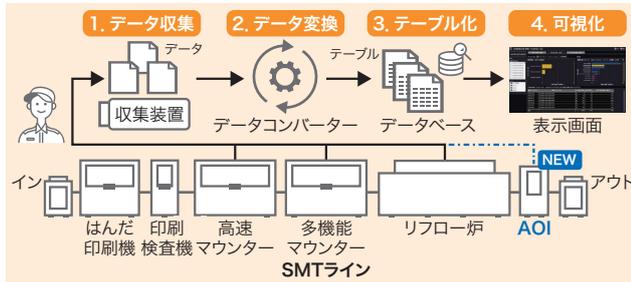
カーボンニュートラルの実現に向けて、低消費電力のパワー半導体であるSiC（炭化ケイ素）デバイスが注目されており、電気自動車の用途などを中心に適用が進んでいる。SiCデバイスの開発・製造に欠かせないSiCウエハーのプロセス装置向けに、稼働率の向上を目的として、カメラ画像からウエハー異常をリアルタイムに検知する技術を開発した。

SiCデバイスの製造工程では、内部欠陥に起因してプロセス中にウエハーが割れることがあり、割れが進行してウエハーが装置内に飛散すると、装置復旧に多大な時間が掛かることから、その対策が課題になっている。

開発したウエハー異常検知技術は、プロセス中のSiCウエハーを装置外部からカメラで常時監視し、画像解析を用いてウエハー割れをリアルタイムに検知する。動画像のフレーム差分処理によって、高精度で割れの検知が可能である。検証の結果、割れ異常を早期に検知してプロセス装置を安全に停止できることを確認し、装置稼働率の向上に有効であることを確認できた。

総合研究所 生産技術センター

## ■ 電子回路基板の製造工程の改善をアシストする Meister Apps における品質可視化機能の高度化



### Meister Apps 工程改善アシストパッケージ for SMTラインのプロトタイプアップデート版のシステム構成

Updated version of Meister Apps Process Improvement Assist Package for SMT Lines configuration



### Meister Apps 工程改善アシストパッケージ for SMTラインのアップデート版開発における表示画面

Screen displaying manufacturing knowledge in updated version of Meister Apps Process Improvement Assist Package for SMT Lines

電子回路基板製造のプリント基板に部品を取り付けるSMT（表面実装技術）ラインで、スマートマニュファクチャリングを実現するIoT（Internet of Things）システムとして、東芝デジタルソリューションズ（株）は、工程の中核であるマウンターの可視化を実現した“Meister Apps 工程改善アシストパッケージ for SMTライン”を製品化している。

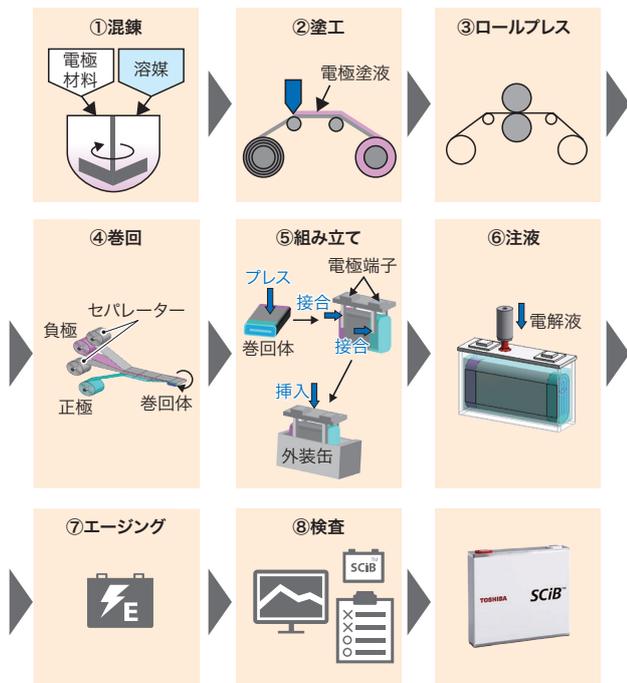
今回、市場での生産・品質管理の高度化要望に対応し、アップデート版をリリースした。新たにAOI（自動外観検査装置）のデータを活用して、生産状態と検査結果を組み合わせることで、不良傾向の検知と迅速な対策が可能となり、品質改善の速度と精度を向上させた。

このアップデートにあたっては、事前に社内拠点でプロトタイプを試行し、マウンターエラーとAOI不良の関連分析を実施した。その結果、異常の因果関係が明確化され、マウンター条件の見直しによる不良抑制など、新たな改善メリットが得られた。

現在、蓄積データを活用した改善アクションのリコメンド機能の開発を進めており、更なる機能の向上を目指していく。

総合研究所 生産技術センター

## ■ 巻きずれゼロへの挑戦で品質とスピードを両立させた電池製造技術



### SCiB™ 製造工程のプロセスフロー SCiB™ manufacturing process

電池製造工場での製造コスト削減を目的に、全工程を俯瞰（ふかん）して、材料歩留まり改善・生産能力向上を図り、効果を確認した。

電池製造工程の中で、巻回（けんかい）工程（電池の正極・負極・セパレーターを正確に重ねてロール状に巻き取り、電池性能を確保する）は、主な不良に、電極とセパレーターの重ね位置がずれる“巻きずれ”があった。改善策としては、ウェブ（長尺で柔軟な材料）ハンドリング技術と、当社電極の特徴を考慮した搬送ローラーの形状・材質の最適化に加え、装置のテンションコントロールによる搬送ローラーと電極の摩擦力制御を組み合わせ、巻きずれの低減を実現した。その結果、搬送の安定化と高速化を達成し、生産能力を大幅に向上させた。

また、この改善策で、巻回工程の不良率を約3%低減できたことにより、巻回を含む材料歩留まりに影響する主要な3工程を改善し、年間約6億円規模の材料ロス低減に貢献した。

今後は、データ解析を活用して更に製造工程改善を進め、品質とコストの両面で持続的な事業価値向上を目指していく。

総合研究所 生産技術センター