

特 集 論 文

関連するSDGs



当社における生産技術の取組み

Nissin Electric's Approach to Production Engineering

柏瀬 雅一
Kashiwase Masakazu

概要

当社グループは中長期計画「VISION2025」において6つの成長戦略に取り組んでいる。それらの礎となる5つの事業基盤強化項目の中には「モノづくり力の強化」と「生産性向上」の2つがあり、このモノづくり力を支える生産技術はプロセス、生産システム、管理、および設備の4つの技術により構成されている。「VISION2025」における事業基盤強化のための主課題は、SEQCDD（S：安全、E：環境、Q：品質、C：コスト、D：物流・納期、D：開発）をさらに向上させるために生産技術力を強化することである。当社は、近年の第4次産業革命の下にIoT（Internet of Things）、AI（Artificial Intelligence）、ロボット等の情報技術を製造に組み込んでおり、工場スマート化がモノづくりに浸透してきているので紹介する。

Synopsis

The Nissin Electric Group has implemented six growth strategies as part of its medium-to-long-term business plan VISION2025. Enhancing manufacturing capabilities and improving productivity are among the five strategies aimed at strengthening the company's business foundation. The production engineering supporting the company's manufacturing capabilities comprises process technology, production system technology, management technology, and facilities technology. Our main goal is to improve SEQCDD (Safety, Environment, Quality, Cost, Distribution and delivery time and Development) by strengthening our manufacturing technology. Building on the recent Fourth Industry Revolution, we have introduced information technologies such as the Internet of Things (IoT), artificial intelligence (AI), and robotics into our production system. In this paper, we report that these technologies have spread throughout our production systems, helping to realize smart factories.

■ 1. はじめに

当社の総合力は、開発力・販売力・生産力により成り立っている。生産力は正にモノづくり力であり、これに注力せねば開発力と販売力に影響が及ぶ。

当社グループは、中長期計画「VISION2025」の中で次の6つの成長戦略を示している。

- ① 環境配慮製品の拡大
- ② 分散型エネルギー対応
- ③ 再生可能エネルギー対応
- ④ DXの製品・事業への適用
- ⑤ 新興国環境対応需要の捕捉

⑥ EV拡大に伴う事業拡大

当社はこれらの成長戦略を支える事業基盤の強化に取り組んでおり、主課題をSEQCDD（S：安全、E：環境、Q：品質、C：コスト、D：物流・納期、D：開発）のさらなる向上に設定する等、モノづくり力の強化と生産性向上等に注力している。

生産技術本部生産技術部では同部が中核となり、モノづくり基盤強化等の機能において、設計改革、技術革新、生産ライン改革等の視点から、生産性向上等の主要分科会活動を進めている（図1）。

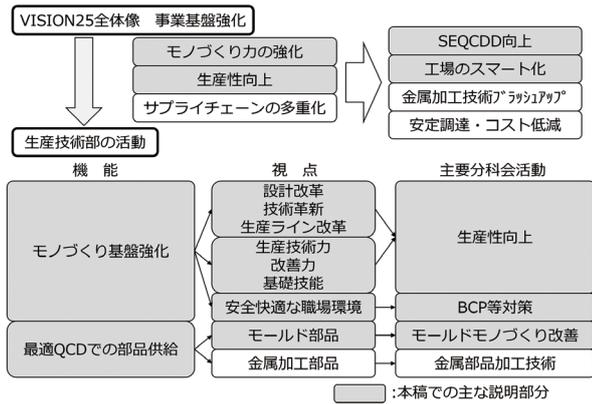


図1 生産技術部「VISION2025」の取組み

表1 生産技術部の活動テーマ体系

テーマ	活動	分科会	ワーキンググループ・プロジェクト
1.分科会テーマ	全社横断活動	金属部品加工技術	・切削加工ワーキンググループ ・板金ワーキンググループ ・溶接ワーキンググループ
	本部門活動	生産性向上	・新NPS効率化プロジェクト ・先進技術活用プロジェクト
2.部内重点管理テーマ	ビジョン・基本戦略	・生産技術部のリソース活用 高度加工部品販売	
	主な機能・業務	・3D-CAD活用できる技術者の拡大	
	業務改革	・モールド製品の高品質化・生産効率化	
	安全快適職場環境	・重要な技術・技能の指導者拡大 ・地区整備・インフラ保全効率化 他	
3.グループ毎の管理テーマ	18テーマ活動	・仕組み、ルールの構築 ・人材育成 等	

太字: 本稿での主な説明部分

生産技術部の活動テーマの体系を表1に示す。分科会テーマの生産技術本部門活動のために設置された生産性向上分科会は、新NPS（日新電機プロダクションシステム）効率化プロジェクトと先進技術活用プロジェクトに取り組んでいる。

2019年度から始まった新NPS効率化プロジェクトは、全社一貫活動であったNPS効率化プロジェクト（2015年～2019年）を後継するもので、プロジェクト名の変更とともに活動もワーキンググループ（WG）形式に変更された経緯がある。

この2つのプロジェクトと部内重点管理テーマの推進部門の取組みには、図2に示す様に、生産技術部が全事業部門の生産技術関係部門と連携した生産性向上分科会が組織される。具体的な体制として、加工、モールド、技術、教育、工場管理部が関係部門と協業する組織体制がとられている。

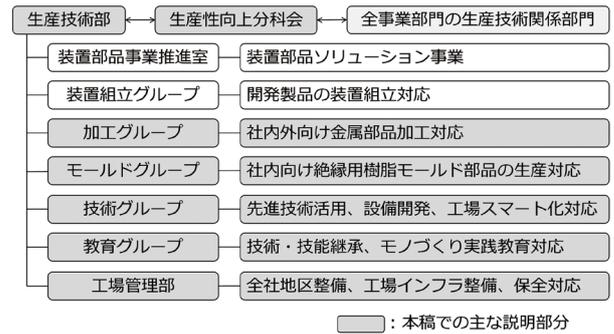


図2 生産技術部の組織とミッション

本稿では、分科会テーマの本部門活動として生産性向上分科会の活動、部内重点管理テーマの活動としてモールド製品の高品質化、重要な技術・技能の指導者拡大、および工場管理部についての取組みを報告する。なお、装置部品関連部門の活動は別稿とする。

2. 生産性向上の課題と解決への取組み

生産性向上分科会は、新NPS効率化と先進技術活用の2つのプロジェクトの両輪を回して活動している。これらの活動の目標達成度は、重要業績評価指標（KPI: Key Performance Indicator）を用いて定量的かつ継続的に計測・監視されている。

2.1 新NPS効率化プロジェクト

このプロジェクト活動のコンセプトは、「モノづくりしやすさの追求」であり、その目的は、製造部門の枠を超え、モノづくりに関わる営業から設計、製造、工事に至るまでの改善力を強化すること、また、複数の部門や部署間を跨った業務の流れや仕様等の情報の流れを整流化することである。

このプロジェクトには5つのWGがあり、表2に示す活動に重点的に取り組んでいる。

表2 新NPS効率化プロジェクトの重点活動

業務フロー	WG	活動内容
仕様決定	営業	・情報の整流化による業務の効率化 ・要求仕様の精度向上による基本設計へ引継ぎの最適化
	エンジニアリング	・エンジニアリング部門の基本設計から各事業部門の設計担当への情報伝達の最適化
生産	設計	・エンジニアリング部門との連携による詳細設計の効率化 ・モノづくりがしやすい設計への改善
	生産技術・製造	・設計部門と製造部門のコンカレントな全体最適活動 ・I E実践活動による改善力向上 ・設計と品質保証の関係部門との連携による生産性向上
工事	工事	・工事期間の短縮 ・設計、製造、品質の関係部門との連携による生産性向上

特徴的な活動を次に4つ挙げる。

- (1) 営業WGとエンジニアリングWGでは、当社の少量多品種の生産形態を活かし、顧客から要求される一品一様の仕様を満たすべく、技術と設計部門との正確な情報伝達を最適化し、業務効率の向上を進めている。
- (2) 設計WGでは、フィードバック機能を用い、製造しやすく、かつ品質保証しやすい設計への改善を進めている。
- (3) 生産技術・製造WGでは、IE（生産工学）実践研修のプログラムを通じて実際に工場が抱える品質や生産性の課題に取組み、人材育成と課題解決を一石二鳥で効率良く行っている。
- (4) 工事WGでは、現地における設置工事の安全や据え付けのしやすさを改善・提案するしくみを構築している。

この中で、IE実践研修のプログラムは、各事業部門から推薦された改善キーパーソンが、モノづくりの課題解決に半年間注力するものである。2020年下期に導入して以来、2023年上期までの受講生は164名（2025年度末までの目標200名）であり、内9名（同目標20名）がIE指導者として認定を受けた。今日、これらのIE指導者が実際にIE実践指導に関わっており、当社グループ全体でIE手法が普段使いされるようになってきている。

2. 2 先進技術活用プロジェクト

生産技術は、「製品設計情報」をモノづくりのための「生産指示情報」に変換する技術である。ここでの生産指示情報は、加工工程、製法と加工方式、製造条件、および設備と治工具の選定を示し、モノに付加価値を付け、保証するための情報である。

特に、近年これらの情報は、IoT（Internet of Things）、AI（Artificial Intelligence）、ロボット等の情報技術が組み込まれた生産システムへの対応が求められており、いわゆる第4次産業革命の下にモノづくりの在り方を変えてきている。

これらの先進技術を活用し、工場のスマート化を目指すプロジェクトが進められている。工場のスマート化とは、工場の各設備からIoT機器等を利用してデータを蓄積し、AIを用いてそれらを解析し、その結果を製造現場で有効活用することで、継続的かつ発展的に品質と生産性の向上を進めることである。当社では、3次元CAD、IoT、AI、ロボット等の先進技術が各部門で導入されている。先進技術活用プロジェクトの目的と活動内容を表3に示す。

表3 先進技術活用プロジェクトの目的と活動内容

目的分類	活動内容
1 品質の向上	・不良率の低減 ・品質の安定化・ばらつき低減 ・設計品質の向上
2 コストの削減	・材料の使用量の削減 ・生産のためのリソースの削減 ・在庫の削減 ・設備の管理・状況把握の省力化
3 生産性の向上	・設備・人の稼働率の向上 ・人の作業の効率化、作業の削減・負担軽減 ・設備の故障に伴う稼働停止の削減
4 製品化・量産化の期間短縮	・製品の開発・設計の自動化 ・仕様変更への対応の迅速化 ・生産ラインの設計・構築の短縮化
5 人材不足・育成への対応	・多様な人材の活用 ・技能の継承
6 新たな付加価値の提供・向上	・多様なニーズへの対応力の向上 ・提供可能な加工技術の拡大 ・新たな製品・サービスの提供 ・製品の性能・機能の向上
7 その他	・リスク管理の強化

当社は工場のスマート化の指標を表4に示すマトリックスによって表している。管理対象レベル（横軸）を設備や作業からライン工程、さらには工場全体に広げることで、見える化レベル（縦軸）をデータ取得から可視化、さらに分析、改善指示に展開していくことで、工場のスマート化は進む。各事業部門が2025年度末までの目標レベルを設定し、その達成を目指して取り組んでいる。

表4 工場スマート化の目標設定表の事例

↑ 見える化レベル	d.改善・指示		▶部材の自動発注	▶JIT化部材の自動発注	
	c.分析・予測			▶異常メール通知	
	b.可視化	▶工場進捗見える化		▶構内使用電力の一覧	
	a.データ化	▶"バーコード"タグレット入力	▶製造環境情報の収集		
工場のスマート化 ・管理対象レベル 1.→4. ・見える化レベル a.→d.		1. 設備 作業者	2. ライン 工程	3. 工場全体	4. サプライ チェーン 全体
		管理対象レベル →			

各事業部門は、工場スマート化の目標を設定後、達成目標に向けた先進技術導入の事例を活動のキーワード（表5）としてDX具現化活動を展開している。

表5 工場のスマート化 活動キーワード

No	項目	各事業部門の活動のキーワード	方向性
1	類似図面検索	・図面検索システム、 ・流用設計システム構築 ・SCAN機能拡張 ・図面のペーパーレスシステム活用	設計図面検索 製造生産性向上 標準化誘導
2	進捗・稼働監視	・設備IoT化による稼働監視 ・設計、部材入出庫、製造、検査進捗管理 ・予防保全の一元管理	設備、進捗IoT 稼働監視 予防保全
3	製造ナビゲーション	・3D製造ナビゲーション適用拡大 ・仮想現実(VR)による製造 ・動画マニュアルによる技能継承	3D-CAD活用 進捗IoT トレーサビリティ
4	作業改善支援	・帳票類の電子化 ・Webカメラによる工場可視化、 動作分析 ・工程設計用モーションキャプチャー	作業実績取得 動作分析 IE支援 ペーパーレス化
5	工場シミュレーター	・生産スケジューラ活用と拡張 ・Web工程表 ・IoTによる実績自動収集	工程設計の自動化 進捗IoT スループット連携
6	気づき支援CAD	・3D-CAD自動設計システム ・自動チェック機能	3D-CAD活用 自動チェック機能 設計の自動化
7	購買連携サプライチェーンマネジメント(手配連携)	・3D-CADデータによるBOM連携 ・部材手配自動化	在庫管理 発注自動化 棚卸自動化

生産技術部は、プロセス、生産システム、管理、および設備の4つの技術を適用していく過程において、IoT、AI、およびロボットを道具として活用し、生産技術の技術課題の解決能力を高めている。

3. 部内重点管理テーマ

3.1 モールド製品の品質化

先進技術活用の具体例として、生産技術部で製造しているモールド製品の品質化を目的とした、検査工程の自動化事例を紹介する。この事例では、製造における前工程条件としてモールド注型と硬化炉に関するデータをIoTにより取得し、検査結果との因果関係を検証し改善に繋げている。

検査する部位は、モールド製品のフランジ面にガスを封止するオーリングの組み付け溝である。注型時にこの溝にボイドと呼ばれる気泡等が存在すると、表面が欠損状態となるため組立後の検査でガスリーク不良として検出される。この溝のボイド欠陥寸法の不良判定基準は、ガスリークが発生するリスクが高くなる近似径0.07mm以上であり、従来は熟練した検査員が全数目視検査を行っていた。

この検査を自動化するには、検査員の判定ノウハウの暗黙知を形式知化する必要があった。異常と判定された506事例の欠陥部を観察・定量化した結果、図3に示す欠陥部の大きさと発生度数を得た。また、目視検査の観察から、欠陥部分は球面状に凹んでおり、熟練した検査員は、その凹みの影を観察していることが判った。

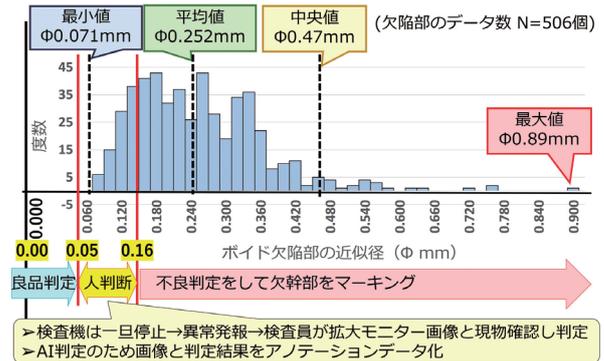


図3 欠陥部の画像処理検査判定方法

ただし、この欠陥の目視検査を画像処理検査に置き換えるには多くの技術的な課題があった。例えば、オーリング溝の形状は曲面であり、光を当てるために複雑な動きをロボットに教示し、実行させる必要があった。また、小さな欠陥を見つけるためには高倍率のレンズで撮像する必要があった。

中でも難題は、倍率を高くすると、ロボットの微小な振動が拡大され、かつ焦点深度が浅くなるため画像がぼけること、また、視野が狭くなるため撮像回数が増えて検査時間が長くなり、合理化効果が得られないことであった。したがって、最適な拡大倍率とロボット動作、および採算基準のすべてを満たす検査条件を求めた。

さらに、振動等の影響を極力受けない高剛性な構造を設計し、検査性能と検査時間が両立する光学系の倍率を選定した。しかしながら、0.05~0.16mmの範囲にある欠陥に対する画像処理検査の判定性能は、匠の技に及ばず良否判定が難しかった。そのため、この曖昧な欠陥寸法が測定された際は、一旦検査を停止させて検査員にアラームを発報し、モニター画面にて検査員が判定する運用方法にしている。また、本画像処理検査における画像と判定結果を記録してアノテーションデータとして蓄積し、AI判定の学習用データに活用している。

自動検査ロボットの概念図、撮像画面、および画像処理判定結果の事例を図4に示す。モールド製品のオーリング接触面(曲面)に存在した凹みの影を捉え、エッジを抽出して円近似し、欠陥部分の径を演算して閾値と比較判定するシステムである。自動検査ロボットの外観写真を図5に示す。

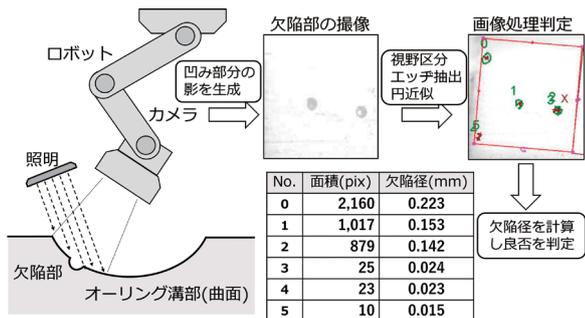


図4 撮像方法の概念図と画像処理判定の事例

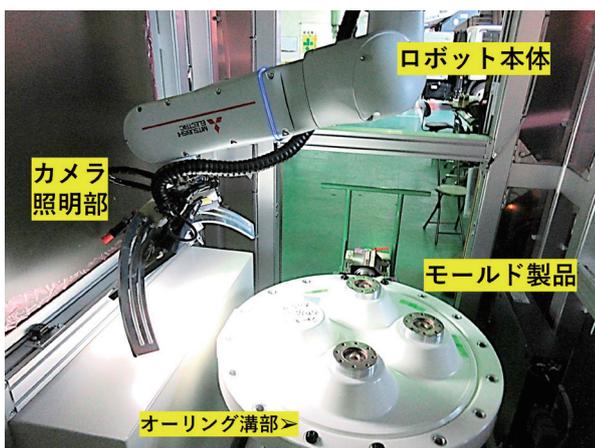


図5 モールド部品用外観自動検査ロボット

モールド製品が欠陥部となる原因は、金型に樹脂を注入する際に残存する気泡である。この気泡を抑制するため注型設備は負圧状態で注液しているが、負圧条件が異常であると金型内面に気泡が残存して不良を発生させることがある。

注型工程の真空度、注型時の樹脂温度、および硬化工程の炉内温度をIoT機器により収集する仕掛けを設け、検査工程で欠陥不良が発生した際には上流工程のデータを突き合わせることができるようにした。これにより、プロセス条件に起因する不良を低減して品質向上を図っている。IoT機器で収集したプロセス条件は、常時机上で監視することができ(図6)、その結果、品質不良が約20%減少するに至っている。さらに、生産安定化のためモールド材料の混合装置のモーターにM2M振動センサーを設置する等、予防保全活動を強化している。

今後はAIにより製造条件の最適化を図り、全社の先駆けとなるモデル職場を目指している。



a) 注型設備一覧画面 b) 硬化炉の温度計測表示画面
図6 注型設備と硬化炉のIoTデータ表示画面

3. 2 重要な技術と技能の指導者拡大

当社は、技術者と技能者がモノづくりの追求により匠の技を研鑽し、その重要な技術と技能を製造工程で継承する仕組みを構築してきた。そして、技術の熟練者をテクニカル・エキスパート (TE)、技能の熟練者をマイスターと呼び、インセンティブを与えている。

現在、TE44人とマイスター16名が任用されている。「VISION2025」では、次代のTEとマイスターの育成により指導者の拡大を進め、さらにこれらの指導者の適正配置を図るため、各部門がTE5名とマイスター3名を擁することを目標としている。

TE/マイスターの認定業務が記載されたテキストを対象としたAIテキストマイニングから、「配線」、「組立」、および「試験」が頻出語として抽出され、これらの業務が要となっていることが分かる(図7)。



図7 TE/マイスター認定業務のデータマイニング

3. 3 工場管理部の地区整備推進と保全改革

生産技術部内に、京都・梅津の設備グループと保全グループ、前橋の工務グループから構成される工場管理部を組織している。

工場管理部は京都の梅津、九条、久世の3地区と前橋製作所、ひいては関係会社、寮に至るインフラ整備を担当している。各地区と製作所等の工場建屋は老朽化しているため、全社の地区整備の活動としてリニューアル化を推進している。

また、梅津の保全グループは「保全一新」をコンセプトに約80,000㎡の敷地に点在しているインフラ設備の点検のシステム化を図っており、IoT機器の導入による遠隔操作でのリアルタイムの状況確認と設備からのデータに基づいた管理に取り組んでいる。さらに予備品の在庫管理システムの導入も併せて採用を検討している。

■ 4. おわりに

当社の生産技術部門は、次の3項を役割と認識して生産技術力の向上に取り組んでいる。

- (1) SEQCDDのさらなる向上として、競合他社との同質競争ではなく、独自の価値を付加した力をつけること。
- (2) 製法と生産革新を図るべくSEQCDDの力を維持するため、絶え間なく製法とモノづくりの仕組みを変革していくこと。

(3) 生産性向上の目的を達成するための大局的な方策の実践の推進を図ること。これは、規模、拠点、アウトソーシングを含めた人、生産方式、生産の仕組みづくりに適用される。

生産技術部門は、これらの役割を果たすべく、匠の技の継承と工場のスマート化をIoT、AI、およびロボットの手段を用いて実現し、生産性向上の課題解決に取り組んでいる。

中でもロボット等を用いた自動化に関しては、手作業を単純に設備に置換するような見かけの自動化は、良い動作だけではなく悪い動作も繰り返すため採用できない。品質保証の要である匠の技は残し、付加価値を生まない作業を排除する考え方が重要である。

当社の生産技術者が本来持つべき基本的なモノづくりの知識と匠の技術を見極め、消えそうな技術があれば学び直し、「温故知新」の考え方とおおり、モノづくりの本質という「故」を掴んだ上で、情報技術の「新」を知ってモノづくり力を強化することが重要である。

✎ 執筆者紹介



柏瀬 雅一 Kashiwase Masakazu
特別フェロー