

三菱電機技報

4

2024
Vol.98 No.4

FA

No.4

特集	FA	FA
巻頭言		
社会動向から見たスマートファクトリーの 実現課題と将来展望……………	1-01	Challenges and Future Prospects for Realizing Smart Factories from Perspective of Social Trends Kazuhiro Kusunoki
楠 和浩		
巻頭論文		
デジタルマニュファクチャリングに向けた 最新のFA技術……………	2-01	Advanced FA Technologies for Digital Manufacturing Hiroyuki Akita
秋田裕之		
外観検査ソフトウェア“MELSOFT VIXIO”……………	3-01	Visual Inspection Software “MELSOFT VIXIO” Shinichiro Nishiuma, Kazuhito Kimura, Daisuke Ammi
西馬伸一郎・木村一仁・安味大輔		
表示器“GSシリーズ”への 新製品追加と中国語入力機能……………	4-01	New Product Addition to “GS Series” and Chinese Input Function Ryosuke Takahashi, Kazuki Kitabayashi, Takashi Tanaka
高橋良輔・北林和樹・田中 俊		
FA製品でのサイバーセキュリティーや AI関連の法令規格対応……………	5-01	Compliance for FA Products with Cyber Related Laws and Regulations Such as Cybersecurity Mitsushiro Fujishima
藤島光城		
三菱電機SCADAソフトウェア“GENESIS64”……………	6-01	Mitsubishi Electric's SCADA Software “GENESIS64” Shunsuke Omura, Yuki Shimizu
大村駿輔・清水勇貴		

三菱電機では、サステナビリティ経営を実現する4つのビジネスエリアとして、「インフラ」「インダストリー・モビリティ」「ライフ」「ビジネス・プラットフォーム」を設定しています。

三菱電機技報ではこの4つのビジネスエリアに分類し特集を紹介しています。

今回の特集ではインダストリー・モビリティ領域の“FA”をご紹介します。

巻頭言

社会動向から見たスマートファクトリーの実現課題と将来展望

Challenges and Future Prospects for Realizing Smart Factories from Perspective of Social Trends



楠 和浩 *Kazuhiro Kusunoki*

早稲田大学 研究戦略センター 教授

Professor, Center for Research Strategy, Waseda University

2011年にドイツから“インダストリー4.0”というコンセプトが発表された。そこでは、IoT(Internet of Things)や生産自動化技術を駆使し、工場内外のモノやサービスと連携することで、今までにない価値や、新しいビジネスモデルの創出を狙った次世代製造業を目指すことが目標とされた。コンセプト提案から10年以上が過ぎ、現在では、“インダストリー4.0”の具現化である“スマートファクトリー”の実現に向け、世界中で様々な議論が交わされている。

昨今の“スマートファクトリー”の議論では、ITやAIを活用したサプライチェーンの再構築や、データ活用による新たな企業価値創造など、製造業の持続可能性や自律性などの経営課題に関する議論が多く見られる。逆に言うと、製造現場そのものに関する議論は少なくなっているように思う。そこで、ここでは“モノづくり”又は“モノ”の観点から製造現場での方向性について考えてみたい。

Z世代以降の人口構成比が増加するに従い、価値観の多様化がより一層進み、個別カスタマイズ品を求めるユーザーが増加する。さらに、ネットワーク社会がますます進み、製品に対する興味は短時間で変化し、製品ライフサイクルは短くなっていく。その結果、製造業は、これまで以上に個別カスタマイズ製品を、数多く短周期で市場に投入していく必要性に迫られると予想される。

これに対しては、製品(モノ)の“作り”で対応する方法と、“作り方”で対応する方法が考えられる。

まず、製品そのものの“作り”で対応するには、カスタマイズ又は差別化機能のベースをソフトウェアで実現する方法がある。多くの品種又は機種を提供する際に、都度ハードウェア開発を実施した場合には、製品リリースまでにかかる時間が長くなるだけでなく、新しい品種や機種対応の生産設備の立ち上げも必要となる。これに対して、一般的にはソフトウェアで製品の機能バリエーションを増やす方が、市場に対する製品提供までの時間は短くなる。また、この方法では、製品リリース後の個別カスタマイズや機能アップにも迅速かつ柔軟に対応できるという利点もある。なお、このような方法の場合、ソフトウェアのアップデートの仕組みも工場の一部(製造機能の一部)として必要である。

また、既に自動車製造で実現しているように、性能・安全性を担保し基本機能を満足するプラットフォーム製品に、カスタマイズ部品を組み合わせる一つの製品とする方法も考えられる。この際、プラットフォーム製品の物理インターフェースが開示されれば、会社間をまたがった多品種・多機種の製品展開も実現できる。

一方、“作り方”による対応としては、いわゆるエコシステムの形成による方法がある。例えば、先に挙げたプラットフォーム製品をベースにしてカスタマイズ対応製品を実現する方法では、プラットフォーム製品を作る工場と、カスタマイズ部品の製造及び完成品を作る工場を分けることも可能である。この際、これらの工場は同じ会社に属する必要はなく、生産規模に合わせた企業(大企業又は中小企業からベンチャー企業まで)間の取引によって実現することが可能である。ただし、その場合には、調達やインターフェース情報の交換方法、市場での品質保証の方法など、実現環境の整備は必須である。

最近、AIなどの情報技術が話題の中心となり、“モノ”に対する話題や興味が少なくなっているように感じる。しかし、どんなに情報技術が発達しても、“モノ”や“モノづくり”が世の中から無くなることはない。製造業は、常に両方の視点を持って技術開発を進めることが大事なのではないだろうか。

デジタルマニュファクチャリングに向けた最新のFA技術

Advanced FA Technologies for Digital Manufacturing



秋田裕之*
Hiroyuki Akita

*インダストリー・モビリティBA インダストリー・モビリティBA戦略室 プリンシパルエキスパート(工博)

要 旨

製造業では、変化に強いレジリエントなものづくりやサステナブル社会の実現に向けて、エコシステム全体での生産活動の効率化を狙ったDX(Digital Transformation)が進められている。生産現場では、全プロセスで個別識別された情報をリアルタイムにつなぎ制御することで生産効率の最大化が図られる。これを実現する“デジタルマニュファクチャリング”の3要素として、生産現場の自動化を進めること、バックヤード業務のデジタル化を業務全域で揃(そろ)えていくこと、生産現場とバックヤード業務をシステム統合することが必要と考える。三菱電機では、3要素の技術に磨きをかけるとともに、標準化、オープン化、セキュリティー強化を進めて、エコシステム連携のスキームづくりをより一層推進していく。

1. ま え が き

サステナブル社会のニーズや就労人口問題、VUCA(Volatility, Uncertainty, Complexity, Ambiguity)リスクへの対応のため、企業にはレジリエントな事業体質への変革が求められている。製造業では、2011年Industry4.0(独)で提唱されたIoT(Internet of Things)によってDXが進み、2016年Society 5.0(日)、2021年Industry5.0(独)では人、社会、環境の価値向上が提唱された。生産現場では、ヒト・モノ・コトがサイバー上で関連付いて、日々現場で生じる問題をシステム全体で自己修復する自律制御型のFAによって、多様なものづくりに対応することが提案されている⁽¹⁾。

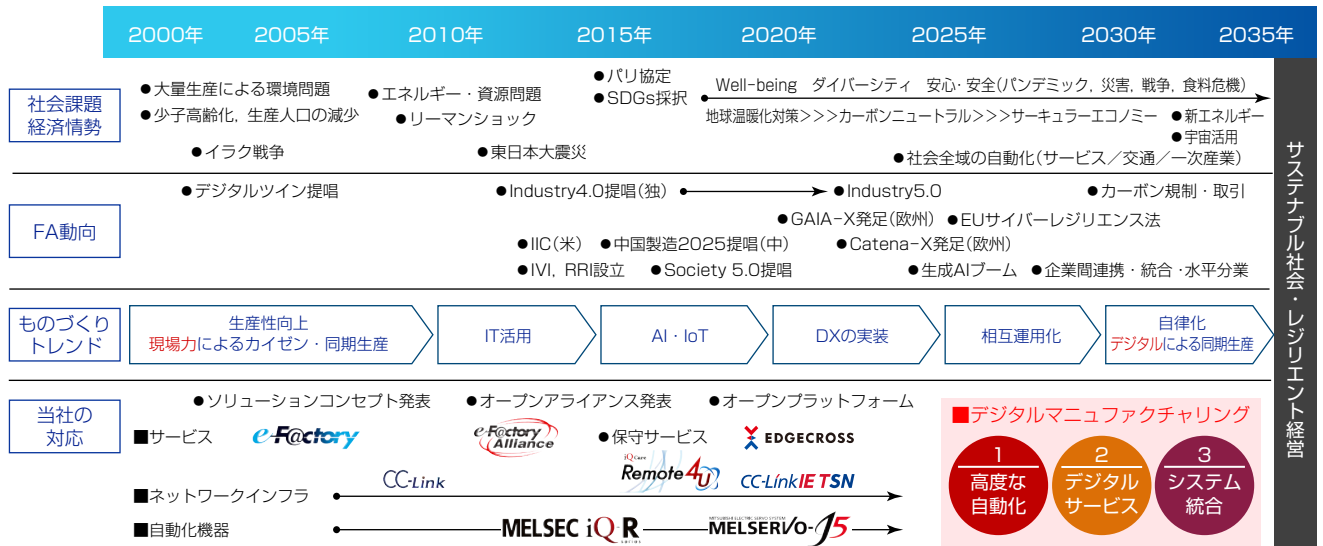
欧州ではGAIA-X、Catena-X等によってエコシステムがつながることで全体としての生産性やエネルギー効率を追求する動きが活発化し、各社の特徴を活用した水平分業が進んでいる⁽²⁾。エコシステム間では相互運用性を高めるためにオープン化が進んで、製造現場ではかつて現場力を高めて目指したジャストインタイムのものづくり(同期生産)が進化し、生産フローがデータドリブンで自律制御されることでより広範囲に変種変量の同期生産が実現されていく(図1)。

当社では自動化機器の提供に加えて、大規模化する生産システムのインフラ整備として高速大容量ネットワーク技術を展開してきた。また、2003年以降“e-F@ctory”と称して業務改善サービスを強化し、2018年にはオープンプラットフォームとして一般社団法人Edgecrossコンソーシアムを数社共同で立ち上げた。今後、工場の自律化、相互運用化に向け自動化、デジタルサービス、システム統合によるデジタルマニュファクチャリングを推進することが重要な役割と考える。

2. デジタルマニュファクチャリングのニーズ

図2に示すようにデジタルマニュファクチャリングでは、“生産現場の自動化”“バックヤード業務のデジタル化”“システム統合”を深化させ、製品、治工具、設備のデータがオープンネットワークを通じて個別識別されてつながり、リアルタイムに分析し制御することで工場全体の“7ゼロ指標(PICQMSD)+E(エネルギー)”⁽³⁾の改善効果の最大化が期待できる。

“生産現場の自動化”の今後の見通しとしては、変動に柔軟な生産に向けてロボット、サーボモーター、AMR(Autonomous



SDGs : Sustainable Development Goals, IIC : Industrial Internet Consortium, IVI : Industrial Valuechain Initiative, RRI : Robot Revolution & Industrial IoT Initiative

図1-ものづくりを取り巻く環境変化と当社の対応

■デジタルマニュファクチャリング：製品、治工具、設備の情報が個体識別されてつながり、リアルタイムに分析することでPICQMDS+Eを最適制御



PICQMDS : Production, Inventory, Cost, Quality, Maintenance, Delivery, Safety, OT : Operational Technology

図2-デジタルマニュファクチャリングの3要素

Mobile Robot (自律走行搬送ロボット)など汎用性の高い機器のニーズが拡大する。機器や設備はオープンにサイバー空間に接続され、ソフトウェアをダウンロードすることによって更新・機能拡張でき、変化への追従性が高められる。現場でのプロセス管理の面では、現場で稼働する制御機器や駆動機器がセンサーとしての役割を担いリアルタイムのプロセス状態を個体識別して取得することで傾向分析やトレーサビリティが強化される。また、生産ラインの制御機器が他の設備や自動倉庫、AMRと通信し連携することで、チョコ停や変動が生じた場合に工場全体で最適な生産スケジュール、物流計画に自動変更するなど、工場全体の自律制御が進められる。一方で自律制御された工場で人と機械が安全に協調するためには、機械が異常を検知した場合の即応性や、異常・故障に対する自律的な原因分析技術が必要になる。

“バックヤード業務のデジタル化”については、工場での生産・出荷・保全の業務フローで、それぞれの業務が標準化されたデジタル化によって合理化されるとともに、業務全域で情報を連携することでシステム全体の最適制御が可能になる。設備・ライン立ち上げの業務フローでは、デジタルツインを用いることで設備や生産ラインの開発の合理化が図られる。デジタルツインモデルは、設備開発の段階だけでなく生産運用の段階でも現場改善や、工場全体の自律制御のために有用である。

このように生産現場のデータと全業務フローを連携させる“システム統合”を進めて工場全体を制御することで、日々生き物のように変化する工場のコンディションや需要変動に対して、工場のROI(Return on Investment)を最大化することが期待できる。

3. 生産現場でのリアルタイム制御技術の進化

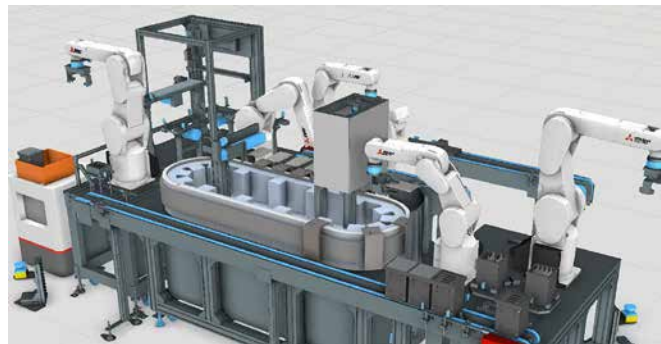
変動に柔軟な生産への対応事例として、ロボット、サーボモーターなど汎用性の高い機器によって生産ラインを構築するリニアトラックシステムと、工場全体の自律制御に求められる即応性や異常原因分析につながる要素技術である、多軸同期制御技術、高速制御技術、AI画像検査技術について述べる。

3.1 リニアトラックシステムと多軸同期制御技術

変種変量生産のニーズに向けてロボットやサーボ軸の多用化が想定されるが、それぞれが連動して機能するためには多軸サーボ軸のリアルタイム制御技術が必要になる。図3は、複数ロボットとリニアトラックシステムを組み合わせた生産ラインコンセプトのモデルラインである。ロボットの組立て工程に同期して複数のワークがリニアサーボ駆動で搬送され適時組立てを実現するとともに、生産機種の変化や生産数量の変化に対して柔軟にプロセスを変更できる。各工程で生じるわずかな時間差やトラブルに対してロボットやリニアトラックの干渉回避や動作変更が必要になるが、図3(b)に示すデジタルツインと連動させることで、あらかじめ動作をシミュレーションし多軸サーボ軸をリアルタイムで制御できトラブル予防が可能になる。



(a) 実機



(b) 3Dシミュレーションモデル

図3-リニアトラックシステム

3.2 高速駆動制御技術

図4(a)にモーターの巻線工程でのノズルの回転軸と送り軸の同期制御によるリアルタイム制御の高速化の事例を示す。一般的に製造リードタイムのネックになる巻線工程には設備費低減の目的から高速化が求められる。一方で、電線を整列に配置させるためには、電線を巻き付けるノズルの回転中に送り軸を階段状に駆動する必要があるが、動作が高速化するにつれて追従遅れによる整列崩れが発生し、品質不良につながるため巻線速度が制限される。この事例では、通信速度の高速化とともに、駆動曲線に電子カムを用いて加速度及びその微分(ジャーク)を滑らかにつなぐことで当社従来比7倍の高速化を実現した。この技術は、多軸の同期制御で指令値に対する追従性の高さを示す性能であり、工場の自律制御で現場の安全性確保や、3.1節に述べたロボットとサーボ軸が協調制御する場合で動作の品質を高める技術である。なお、PLC(Programmable Logic Controller)“iQ-Rシリーズ”，汎用サーボ“MELSERVO-J5”シリーズでは電子カム制御の適用範囲を拡大しており、様々な用途で活用できる高速制御技術である。

3.3 AI外観検査ソフトウェア“MELSOFT VIXIO”

図4(b)にAI技術を用いた画像検査技術として3.2節に述べた整列巻線状態を検査した事例を示す。AI学習に必要なサンプルは良品約100点と少ないことが特長であり、入手性の良さから導入に要する時間を大幅に短縮できる。また、この

事例では巻き乱れをコンター図で視覚的に表現し改善をアシストするとともに、巻き乱れ結果から巻線工程の条件を変更する機能を織り込んでいる。AI外観検査の技術と加工条件へのフィードバック技術は工程内の自律制御に必要な要素であり、今後も進化させていく。

(本号“外観検査ソフトウェア“MELSOFT VIXIO””<https://www.giho.MitsubishiElectric.co.jp/giho/pdf/2024/2404103.pdf> 参照)

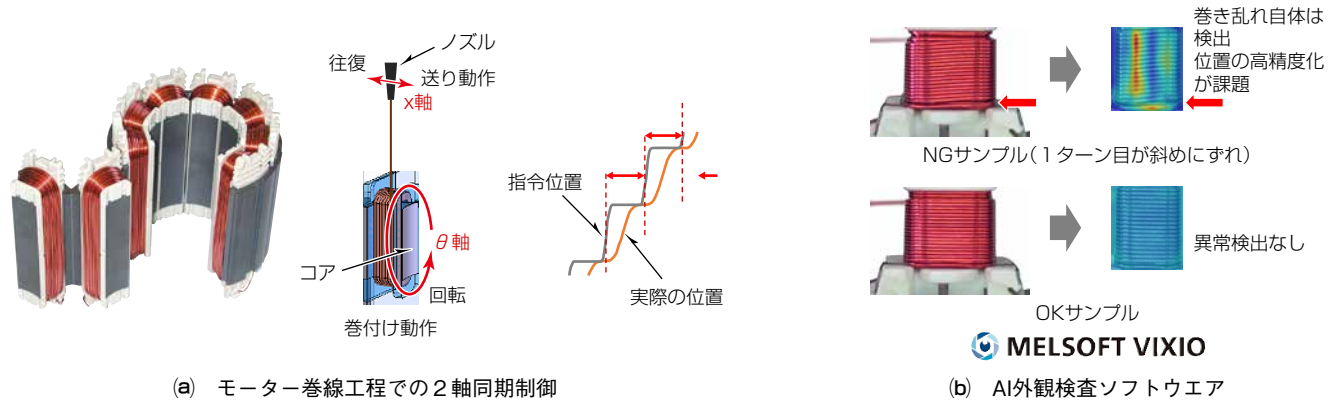


図4-リアルタイム制御の高速化事例

4. バックヤード業務でのデジタルサービス

設備を用いたものづくりでは設備開発期間短縮や設備のチョコ停改善、サイクルタイム改善など設備に起因する多くの改善が求められる。これらの対策のキーになるデジタルツイン技術について、3Dシミュレーターとモジュラーデザインコンセプトを述べる。また、生産業務全般でデータ収集・可視化・分析・診断による継続的な運用改善を支援するツールであるデータマネジメントソリューションについて述べる。

4.1 3Dシミュレーター“MELSOFT Gemini”

製造設備や製造ラインは、製造する製品や生産量によって一品一様のカスタム仕様である場合が多く、製造後、瞬時に計画どおりのサイクルタイムで想定どおりに動作することが難しい。多くの場合は計画との差異によるデバッグや調整作業に多くの手間を必要とし、手戻りが必要な場合には生産遅延や設備コスト増加の問題につながる。

3Dシミュレーター“MELSOFT Gemini(メルソフトジェミニ)”では、サイバー空間上にシミュレーションモデルを構築し、現実の生産や加工をサイバー空間上で精緻に模擬できる。それによって、設備動作を事前に検証して手戻りの少ない実機立ち上げが可能になる。図5の例では、サイバー空間でマウスを用いたロボットティーチングによって開発工数が削減でき、プログラムデバッグでは、ラダープログラムと連動した3Dモデルの動作検証によって、様々な角度、速度で視覚的に動作確認ができるため、実機で見つけにくかったバグの発見が容易になりデバッグ時間が短縮できる。

また、生産運用時には、サイバー空間上に構築したシミュレーションモデルと生産現場の制御機器や駆動機器からのデジタルデータを連携させることで、設備稼働率向上、サイクルタイム短縮、歩留り改善といった生産性向上の効果が得られる。図6では、人と設備が混在したラインでのデジタルツイン活用例を示す。実機の動きをPLCの信号で取得し、サイバー空間のデジタルモデルのプログラムの動作タイミングに同期させることで、人作業を変更した場合の改善効果や増員の影響等をシミュレーション上で確認できる。改善策の良否判定をサイバー空間で効率良く検証でき、改善活動の効率化が図れる。その他、実機と計画との動作時間の差分の見える化や、リピー設備で変更したポイントの事前検証など、様々な活用策によって現場での改善活動をサポートする。

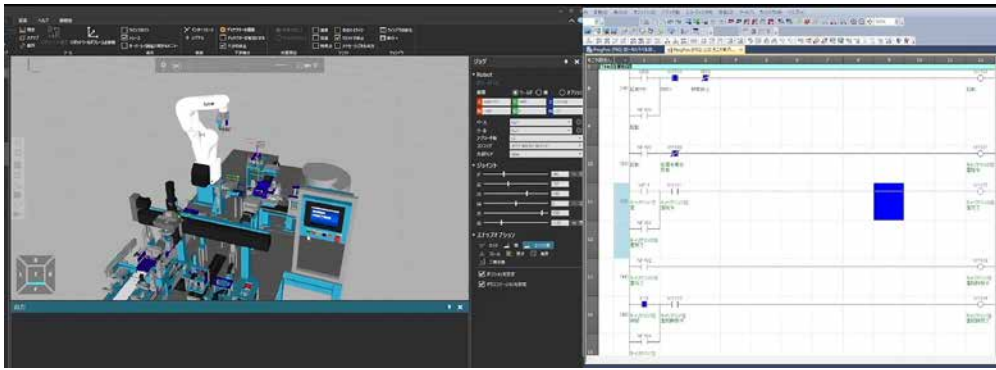


図5-デジタルツインによるプログラム検証例

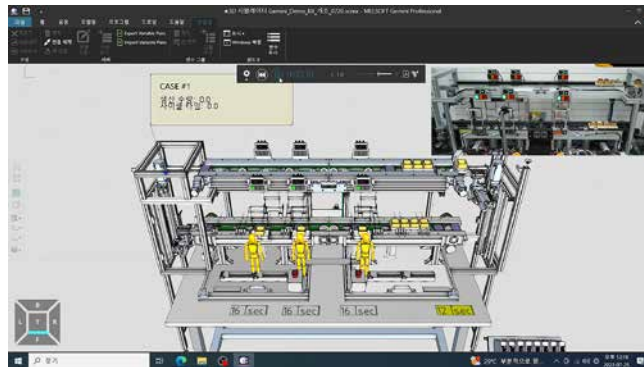
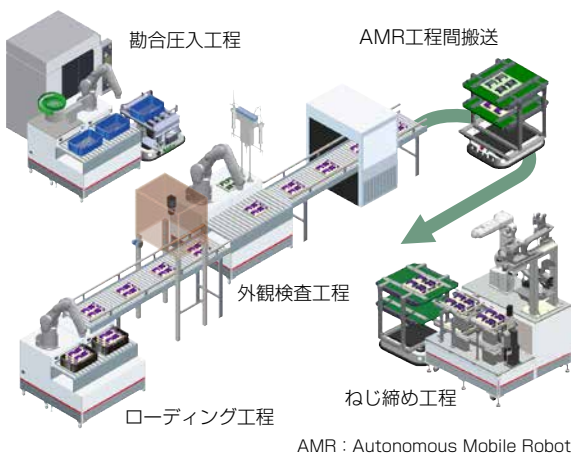


図6-デジタルツインによる人・機械の協調モデル例

4.2 生産ラインのモジュラーデザイン“ブロックコネクトセル”^(注1)

設備設計から製造、運用まで一連の業務プロセスを合理化するサービスとして設備のモジュラーデザインを実現した。図7に示すように、ねじ締め、洗浄、外観検査等の装置及び搬送用AMRを標準化し実機として提供しており、組み合わせることでライン構築が可能である。製品に合わせて治工具、ロボットハンドを製作することで、様々な組立て作業に適合できる。組み合わせたラインは3Dシミュレーター“MELSOFT Gemini”で動作検証が可能であり、ワークの動線や工程のサイクルタイムを事前に検証することで開発工数を削減できる。バックヤード業務としては、設備稼働率管理、生産進捗管理、ねじ締め品質管理などのサービスを提供しており、デジタルマニュファクチャリングを丸ごと提供することで、生産ラインの早期立ち上げと生産運用での生産管理、品質管理を支援する。

(注1) 三菱電機システムサービス(株)製



(a) ブロックコネクトセルモデル図

ねじ締め品質データ

位置	ねじ締めトルク (N/m)	ねじ浮き高さ (mm)	判定	異常
①	99999.99	99999.9	OK	
②	99999.99	99999.9	OK	
③	99999.99	99999.9	OK	
④	99999.99	99999.9	OK	
⑤	99999.99	99999.9	NG	ねじ浮き異常
⑥	99999.99	99999.9	OK	
⑦				
⑧				

作業中	部品コード	判定
取出パレット	AAAAAAAAAA	OK
返却パレット	AAAAAAAAAA	
蓋	AAAAAAAAAA	
本体	AAAAAAAAAA	

ねじ締め位置

取り出し	母材高さ	ねじ締め挿入角度	深さ不足(底突き)	ねじ締め空回り	ねじ浮き	ねじ喰(く)いつき	ねじ締め
OK	NG	OK	OK	NG	OK	-	-

(b) ねじ締め品質管理の例

出典：三菱電機システムサービス(株) 展示資料

図7-生産ラインのモジュラーデザイン

4.3 生産現場でのデータマネジメントソリューション“GENESIS64”“EcoServerⅢ”“Maisart”“EcoAdviser”

生産オペレーションでは、生産進捗、仕掛、在庫、ライン稼働率、品質、エネルギー等の状態把握と分析によってそれぞれのデータを関連付けた総合的な改善が求められる。当社ではデータマネジメントのためのSCADA(Supervisory Control And Data Acquisition)ソフトウェアとして、大容量データを扱うことができ、生産現場のシステムだけでなく、MES(Manufacturing Execution System)やERP(Enterprise Resource Planning)などのITシステムともつながる“GENESIS64”を提供している(図8)。毎秒10万点の高速データ収集で膨大なデータ蓄積と高信頼性を担保し、IT情報とOT情報を統合・加工する機能によってサーバーや機器の制約を超えたデータ活用を可能とする特長を持っている。(本号“三菱電機SCADAソフトウェア“GENESIS64””<https://www.giho.MitsubishiElectric.co.jp/giho/pdf/2024/2404106.pdf> 参照)



図8-GENESIS64

また、エネルギー管理では、原単位管理による精緻な省エネルギー活動を支援している。フィールドネットワークに接続した計測機器からの消費電力データと制御機器からの生産情報を関連付けてデータ収集するデータ収集サーバー“EcoServerⅢ”，データ分析・診断に関しては、当社AI技術“Maisart”によってエネルギーロス診断、省エネルギー対策の効果検証をトータルサポートする省エネルギー支援アプリケーション“EcoAdviser”を提供している。

5. システム統合に向けたインフラ整備

工場全体の改善効率を最大化するためには、業務フローに必要なデータを現場から必要なタイミングで収集し、業務間と同じデータをひも付けして活用することが必要である。データ連携のためのインフラ技術として必要性の高い高速・大容量ネットワーク技術、セキュリティーサービスについて述べる。

5.1 高速・大容量ネットワーク“CC-Link IE TSN”

今後、ロボットやサーボモーターの多軸同期制御の必要性が増す中、TSN(Time Sensitive Networking)技術の特徴である①高速・大容量、②リアルタイム性、③制御通信と情報通信の統合は、将来の自律型デジタルマニュファクチャリングに期待される通信技術と言える。それらを実現する当社の高速・大容量ネットワーク“CC-Link IE TSN”の概要を図9に示す。長距離配線性能としては、ツイストペアケーブルの最大局間距離100mに対して550mまで伸ばすことができ、容量拡大として従来比2倍のリンクデバイス点数を確保した。大規模な生産システムでの多軸同期制御や人と機械の協調制御での品質、安全の確保に有用な技術として今後も進化を図っていく。

5.2 OTセキュリティー

デジタルマニュファクチャリングで、クラウドを用いてオープンに接続するには、マルウェア感染による操業停止、機密データ流出などの脅威に対して、制御システムに関するセキュリティー規格IEC62443や経済産業省の工場向けセキュリティーガイドラインに基づいたOTセキュリティーへの対策が急務になっている。当社では、金融業界などで培ったセキュリティーの実績、FA事業で培った生産現場管理の実績、各製作所でのIEC62443の取得、経済産業省のセキュリティーガイドラインへの参画の知見を基に、OTセキュリティー課題の抽出から対策立案、導入、運用に至るまでの提案をワンストップで提供している。OTセキュリティーのシステム導入には工場を稼働停止させて現状分析する必要があったが、これを避ける技術として、セキュリティー対策の試行・評価をシミュレーションできる工場模擬環境と仮想攻撃

ツールを開発し工場の可用性を担保した。運用面では、データアナリストが常駐する24時間体制のオペレーションセンターによるサービスを提供し、運用上で発見したリスク分析結果をセキュリティー対策にフィードバックすることで改善のPDCA(Plan, Do, Check, Action)を提供する。

制御とITを融合した産業用ネットワーク技術

CC-Link IE TSN

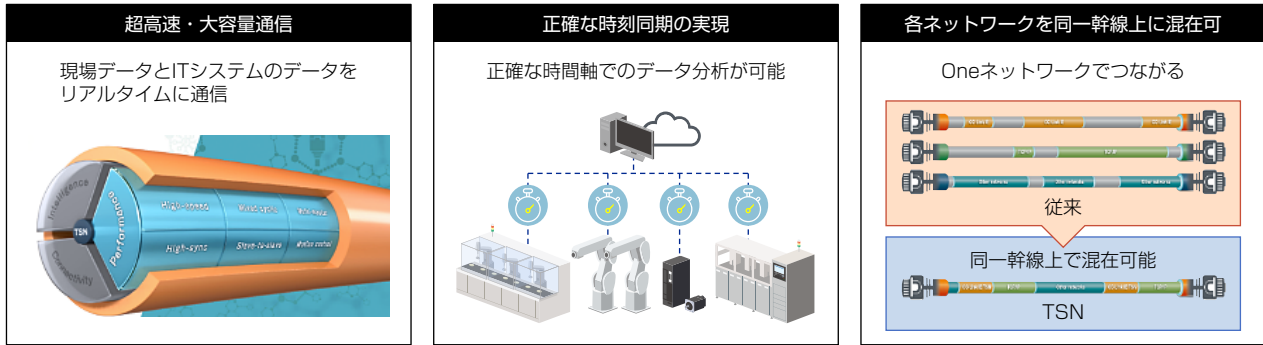


図9- 高速大容量通信技術CC-Link IE TSN

6. む す び

デジタルマニュファクチャリングの3要素として、生産現場の自動化をより高度化・標準化し変化しやすく進化させること、バックヤード業務のデジタル化を業務全域で揃えていくこと、生産現場とバックヤード業務をシステム統合することを挙げて、それぞれの技術、サービスについて述べた。個別識別された情報がリアルタイムにつながり改善効率を最大化できるものづくり、これをデジタルマニュファクチャリングのあるべき姿と考えて、標準化、オープン化、セキュリティーを強化し、エコシステム連携のスキームづくりをより一層進めていく。デジタルマニュファクチャリングの進化によって、エコシステム全体での社会課題解決と変化に強いレジリエントな製造業のものづくりを支援していく。

参 考 文 献

- (1) 榎木哲夫：DXのその先のFA：暗黙知とシステミック思考，三菱電機技報，97，No.4，1-01（2023）
- (2) 経済産業省，厚生労働省，文部科学省：2023年版ものづくり白書 概要，3～10（2023）
<https://www.meti.go.jp/report/whitepaper/mono/2023/pdf/gaiyo.pdf>
- (3) 樋野本宜秀，ほか：生産革新活動の深化とグローバル拡大，三菱電機技報，87，No.12，706～710（2013）

外観検査ソフトウェア “MELSOFT VIXIO”

西馬伸一郎*
Shinichiro Nishiuma
木村一仁*
Kazuhiro Kimura
安味大輔*
Daisuke Ammi

Visual Inspection Software "MELSOFT VIXIO"

*名古屋製作所

要 旨

外観検査の自動化では、“ランダムに発生する傷”や“色ムラ”といったルール化困難な不良に対して官能的な検査を実現するために、AIによる画像検査が期待されている。現在、複数のメーカーからAI外観検査を可能にする製品・機能が市場に展開され始めているものの、導入に関しては様々な課題が存在する。

三菱電機では、それらの課題を解決する外観検査ソフトウェア“MELSOFT VIXIO”(メルソフトヴィクシオ)を開発した。

1. ま え が き

現在、製造現場で目視による検査工程は数多く存在している。しかし、世界的な人手不足から目視検査の持続は困難になりつつあり、検査自動化のニーズが高まっている。

このような市場背景の下、当社ではFA現場向けに特化し、カメラ設定・AIモデル設定・検査実施・FA機器連携を一つのソフトウェアに統合し、プログラミングレスでシステムを構築可能な外観検査ソフトウェアMELSOFT VIXIOを開発した(図1)。



図1 -MELSOFT VIXIO

MELSOFT VIXIOは、生産ライン上での外観検査システムをプログラミングレスで簡単に構築できるソフトウェアである。この製品では、撮像(カメラ設定・撮像指令)、画像データ管理、AIモデル生成、検査実行、トレーサビリティといった、外観検査システム構築に必要な全ての機能をプログラミングレスで設定可能である。さらにAIモデル生成については、業界最速レベルのモデル生成が行える良品学習や、不良品画像1枚からでもモデル生成が可能な異常箇所学習といった、NG画像の収集が難しいFAの現場にマッチしたAIを取りそろえている。

2. 現状の目視検査工程の課題

現在、複数のメーカーからAI外観検査を可能にする製品が展開され始めているが、導入に関して次の課題が存在する。

2.1 連携機器に合わせた作り込みが必要

一般的なAI画像検査ソフトウェアでは、外観検査システムに必要な機能を全て持っている製品は少なく、特に生産現場で制御を担うシーケンサとの通信部分についてはプログラムの作り込みが必要な場合が多い。

カメラ撮像についても、カメラベンダーごとに設定ツールが異なり、検査システム化ではカメラ連携用のSDK(Software Development Kit, ソフトウェア開発キット)を用いたプログラムの作り込みも必要な場合がある。

これらの要因によって、システム構築時に多くの工数が発生するという課題が存在する。

2.2 高精度なAIモデルを効率良く作成するのが困難

外観検査工程にAIを導入する場合、生産現場では高精度な不良品検出能力が求められる。

一般に高精度の画像認識AIを生成するためには大量の画像データ(数百~数千枚)を必要とし、AIモデルの学習も数時間から場合によっては数日かかることが多い。

さらに良品と不良品を判定する分類タスクを実行する場合には、検出対象のクラス(良品, 不良品)に属する画像を、各クラスの枚数になるべく均等になるように用意するのが一般的である。しかし多くの生産ラインでは、不良品の発生は極めて少ないため、学習に使用する不良品画像がそもそも入手困難である。

またAIモデル生成を行うシステムでは、ハイパーパラメーターと言われるAIモデルの構造を定義するパラメーターの値によって精度が大きく変動するため、これらの値を検査内容に応じて調整することがよく行われる。しかしハイパーパラメーターの調整には、高度なAI知識と試行回数が必要で、さらに調整のたびにAIモデルの作成が必要なため、設定作業が非常に煩雑になる。

これらの要因によって、精度の良いAIモデルを効率良く作成することが困難であるという課題が存在する。

2.3 検査結果のトレーサビリティ確保が困難

一般的な外観検査システムでは、検査に使用した画像と、良品・不良品などの検査結果、異常度、検査対象のワークのシリアル番号やロット番号、ワークの生産時の加工条件などは別々に保存されることが一般的である。このような関連するデータが散逸している状況ではトレーサビリティが確保できず、万が一不良品の流出が発生した際の原因究明や対策が困難になるという課題が存在する。

3. MELSOFT VIXIOの特長

3.1 簡単システム構築

“連携機器に合わせた作り込みが必要”という課題に対して、MELSOFT VIXIOでは、低工数でのシステム構築を可能にした。

(1) 産業用カメラの共通規格に対応

MELSOFT VIXIOの開発に当たって、産業用カメラの共通規格であるGenICam^(注1)及びGigE Vision^(注2)に対応した。

GenICamとは、各カメラに対して、インターフェースや実装されている機能にかかわらず、汎用的なプログラミングインターフェースを提供するソフトウェア規格である。この規格に準拠することによって、インターフェースに関係なく統一的なAPI(Application Programming Interface)を使用できる。

GigE Visionとは、産業用カメラとコンピューターを高速かつ信頼性のあるEthernet^(注3)接続で結ぶ規格である。この規格に準拠しているカメラやアプリケーションであれば、異なるベンダーの製品でも相互に接続可能である。

MELSOFT VIXIOでは、これらの共通規格を使用して設定を行う。そのため各カメラベンダーの専用ツールを使用せず、MELSOFT VIXIOだけで撮像設定を完了できる。一般的な外観検査システムとMELSOFT VIXIOのカメラ連携設定の比較を図2に示す。

(2) シーケンサ連携機能の実装

当社シーケンサの主力製品であるMELSEC iQ-R, MELSEC iQ-F, MELSEC-Qシリーズとの連携を、直感的な設定操作だけで実現可能である。

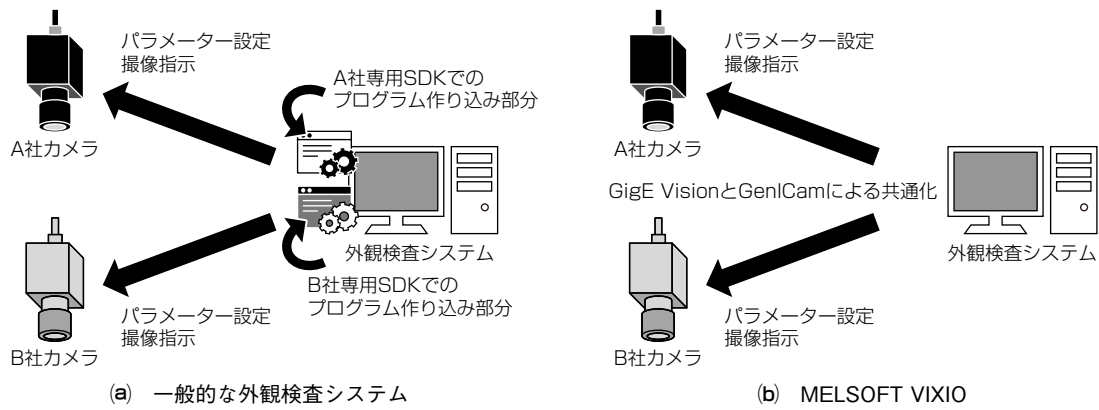


図2-カメラ連携設定の比較

シーケンサからデータを受信し、これを検査開始のトリガーとして使用することや、ロット番号等の工程情報を受け取って検査結果に格納すること、さらに検査完了の通知と、良品・不良品といった検査結果をシーケンサに送信するなどの連携が可能になっている。

(3) Webアプリケーション方式による複数人同時操作の実現

MELSOFT VIXIOは、動作するパソコンにWebサーバーを構築し、Webブラウザから操作画面へアクセスする方式を採用した。これによってAIモデルの作成や検査タスクの設定などの操作を複数人で行うことが可能になる。さらに検査タスクのモニターをタブレットに表示することで、外観検査システムから離れた任意の位置で検査の状況を把握できるようになるなど、従来のWindows^(注4)アプリケーションでは実現が困難なユースケースにも対応可能にした。システム構成を図3に示す。

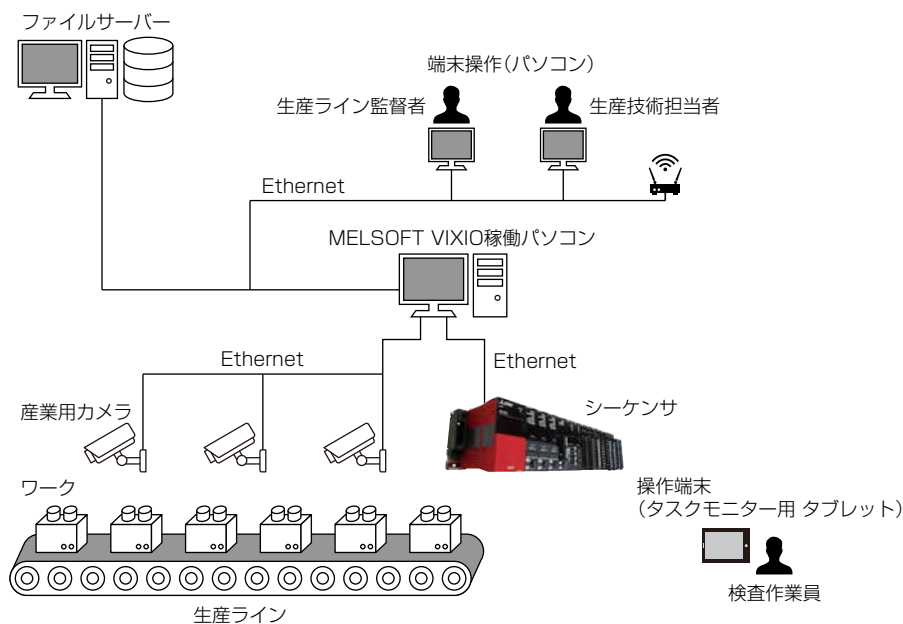


図3-MELSOFT VIXIO運用時のシステム構成

操作画面のデザインに当たっては、製品全体に統一感を持たせるためのデザインガイドラインや、特にユーザビリティを確保したい画面のデザイン例を各画面のデザイン作業前に作成することで、操作性の確保と、洗練されたレイアウトを実現した。

(注1) GenICamは、EMVA(European Machine Vision Association)の登録商標である。
 (注2) GigE Visionは、Association for Advancing Automationの登録商標である。
 (注3) Ethernetは、富士フイルムビジネスイノベーション(株)の登録商標である。
 (注4) Windowsは、Microsoft Corp.の登録商標である。

3.2 高速・高精度AIアルゴリズム搭載

“高精度なAIモデルを効率良く作成するのが困難”という課題に対して、MELSOFT VIXIOでは、検査対象のワークの性質や検出したい不良の発生頻度に応じて選択可能な二つのAIアルゴリズムを用意することで対策を行った。

2.2節に述べたとおり、画像認識AIの学習では、良品・不良品の画像をそれぞれ数百枚から数千枚用意することが一般的である。しかし量産品の生産ラインでは、不良品の発生は極めて少なく、学習に使用する不良品画像がそもそも入手困難である。

そこで、この課題を次のAIアルゴリズムで解決した。

3.2.1 良品学習

良品学習は、良品画像だけを用いて学習を行うアルゴリズムである。良品学習では、学習時間の高速化を図った。一般的にAIの学習(特にディープラーニングを使用したもの)には数時間、場合によっては数日必要なものが多いが、良品学習では独自軽量AIに対して、ハードウェアアーキテクチャーに合わせた最適化や計算順序の工夫を行うことで、非常に高速な学習を可能にした。

さらに一般的なAIの学習や検査実行ではGPU(Graphics Processing Unit)が必須であるため、これも導入のハードルになっていた。良品学習ではCPUだけでの学習及び検査実行を実現した。

結果として学習用の画像が100枚程度の場合には、学習の所要時間が10秒以内という速度性能を実現した。

3.2.2 異常箇所学習

異常箇所学習は、少数の不良品画像を用いて学習を行うアルゴリズムである。不良品画像は最少で1枚あれば学習が実施可能である。

学習に当たっては、事前に学習画像の不良箇所にマーキングを行う必要がある。しかし一般的なAI学習時のマーキングと異なり不良箇所の厳密な領域選択は不要であり、MELSOFT VIXIOでは不良箇所の位置を数点のピクセルで指定するだけでマーキングが完了する。

3.3 検査結果の一元管理

“検査結果のトレーサビリティ確保が困難”という課題に対して、MELSOFT VIXIOでは、検査結果保存機能を用意することで対策を行った(図4)。

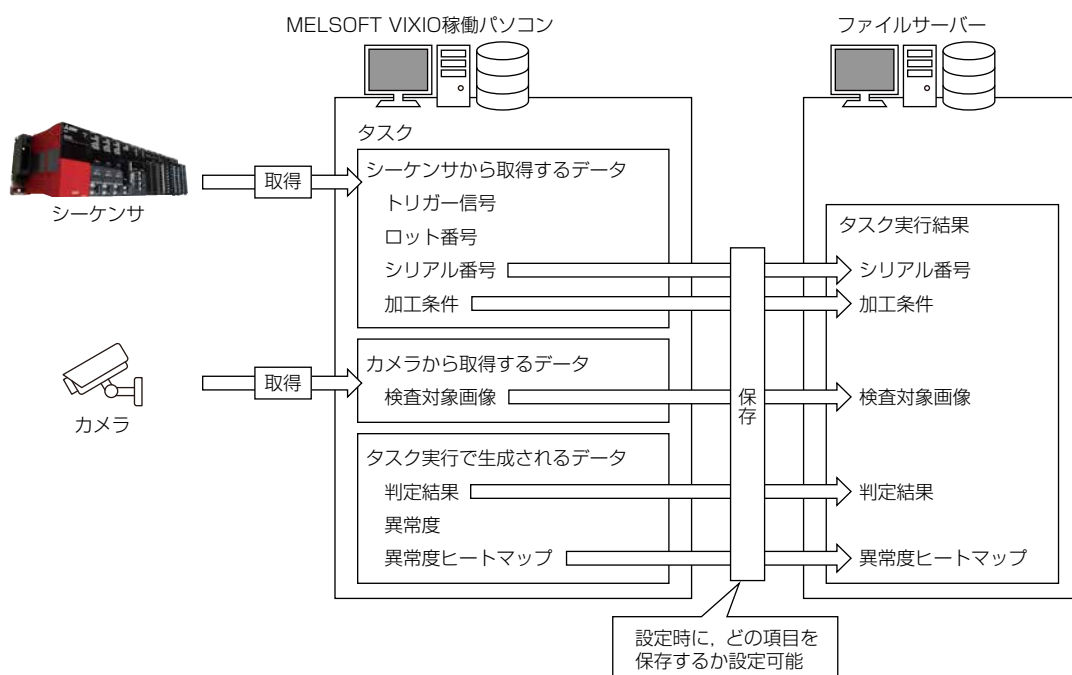


図4-検査結果の保存

この機能では、検査時のタスクで扱うデータを検査結果に簡単にひも付けて、タスクの実行単位(典型的には検査対象のワーク単位)での保存が可能である。検査対象のシリアル番号やロット番号、加工条件などは、検査時に連携するシーケンサから情報を取得する。検査結果保存の設定画面から、保存する対象を選択できるため、トレーサビリティの確保に必要な項目だけを保存可能である。

4. ユースケース

近年急速に普及しているAI外観検査システムではあるが、これをもって従来検査員が行っていた目視検査工程や、既存のルールベース外観検査システムを完全に代替することは難しい。

この章では、MELSOFT VIXIOがターゲットとするユースケースについて述べる。

4.1 ルールベース検査との併用による精度向上

ルールベース検査^(注5)は、検査工程で広く用いられている一方で、色や形状、大きさが想定できない不良(ルール化が難しいもの)に対して誤検出又は見逃しが多く発生するという課題がある。

これに対してMELSOFT VIXIOを併用することで、得意な領域を補完し合い、外観検査工程全体としての精度を向上させることができる。

(注5) 画像処理技術を使用して、指定位置の長さや面積等を求めることによって良否を判定する手法

4.2 目視検査の一次スクリーニング

目視検査工程では、小さな傷やムラなど、NG品の“可能性のあるもの”を目視で仕分けて、その後一次スクリーニングでNGになったものを、品質保証担当が詳細調査するというプロセスを採用することが多い。この一次仕分け工程にMELSOFT VIXIOを導入することで、NG品の可能性のあるもの(いつもと違うもの)の一次スクリーニングが可能になる。これによって一次スクリーニングの工数の削減、及び検査品質の平準化を実現できる。

4.3 目視検査員とのダブルチェック

検査員が目視で検査を行う工程では、検査員の熟練度や、ノウハウの差で見逃しが発生する場合がある。さらに検査時の確認画像が残らないため、不良流出時に画像での再確認ができないといった課題が存在する。

これに対してMELSOFT VIXIOを導入することで、AIによる外観検査を実施し、AIによる判定結果を基にしながら目視でダブルチェックを行うという仕組みが考えられる。これによって不良の見逃しを低減でき、さらに検査結果を画像で全数残せるため検査のトレーサビリティを確保できる。

5. む す び

外観検査システムに必要な機能を一つのパッケージに統合したMELSOFT VIXIOの開発背景、特長、及びその実現に適用した技術について述べた。

MELSOFT VIXIOは外観検査システムの構築にかかる工数の削減を実現するとともに、生産品の品質確保に大きく貢献する。さらに検査工程でのトレーサビリティの確保によって、万が一の不良品流出時の原因分析も容易になる。

今後は総合FA機器メーカーという当社の特色を生かして、シーケンサやGOT(Graphic Operation Terminal)、サーボシステム、ロボットといった他製品との連携を強化していく。

これによって、より簡単に高速・高精度な外観検査システムの構築を可能にし、検査工程の更なる自動化や生産性向上に貢献していく。

表示器“GSシリーズ”への 新製品追加と中国語入力機能

New Product Addition to "GS Series" and Chinese Input Function

*三菱電機㈱ 名古屋製作所
†三菱電機ソフトウェア㈱

要 旨

GSシリーズは、2013年に市場投入した三菱電機表示器事業での海外向け低価格ラインアップであり、継続的に機能拡張を行っている。中国市場での更なる付加価値向上を目指し、次の開発を行った。

- (1) 大画面モデルのGS2512-WXTBDの開発
- (2) 中国語入力(ピンイン変換)機能の搭載

これらの機種開発、機能開発によって、中国市場でのシェア拡大を目指す。

1. ま え が き

三菱電機では、中国市場へ向けた低価格ラインアップであるGSシリーズを2013年に発売以降、継続的に機能強化を行っている。しかし、市場では更なる高機能化及び大画面化でありつつ低価格なモデルが求められており、現行機種のGS21-Nモデルのアーキテクチャーでは、これらの市場ニーズへの対応が困難な状況である。

そこで三菱電機では、市場ニーズに対応した新機種であるGS25モデル12.1型ワイド機種を2023年1月に市場投入した。中国市場での三菱電機表示器のラインアップを図1に示す。

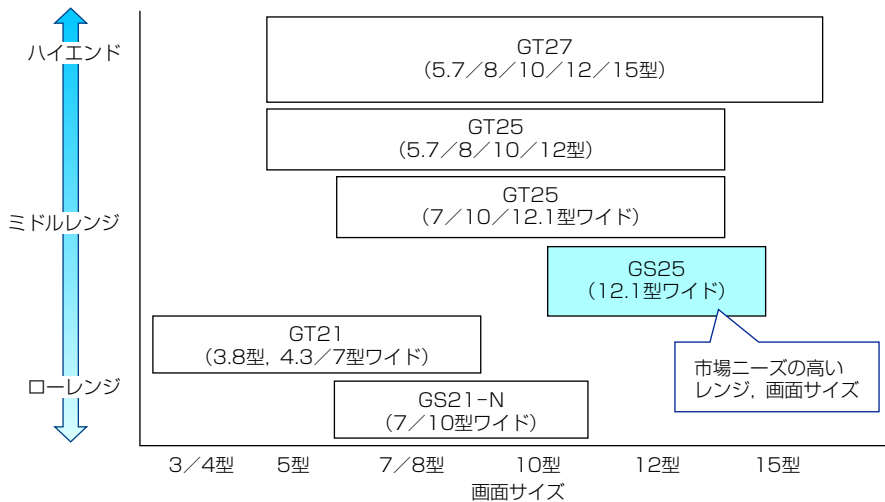


図1-中国市場での三菱電機表示器のラインアップ

本稿では、製品の特長、及び市場ニーズの高いGOT(Graphic Operation Terminal)による中国語入力(ピンイン変換)機能に関して述べる。

2. 開 発 目 的

三菱電機では顧客ニーズに合わせて、GT27モデル等ハイエンド機種からGSシリーズ等ローレンジ機種を市場投入することで、ラインアップの拡充及び機能強化を図っている。その中でも低価格かつ12型ワイド等画面サイズの大きなモデルへの要望が近年増加しているが、三菱電機及び中国ローカル企業でもラインアップされていない状況である。

そのため市場ニーズの高い、低価格かつ大画面モデルであるGS25モデル12.1型ワイド機種を開発することで、中国市場での三菱電機表示器のラインアップ拡充及び付加価値向上を目指した。また、中国市場から特に要望の高い中国語入力（ピンイン変換）機能、リモートで装置のメンテナンスを可能にするGOT Mobile機能を搭載することで、機種追加との相乗効果を狙う。このモデルは豊富なインターフェース、機能を内蔵したGT25ワイドモデルのアーキテクチャーをベースとすることで部材の共通化を図り、開発工数の短縮を実現した。

また、中国にある三菱電機のグループ会社“三菱電機自動化機器製造有限公司(MEAMC)”で製造をすることで製造コストの低減を図り、コスト競争力の高い新機種を開発した。

3. 特 長

3.1 製品仕様

このモデルのハードウェア仕様を表1に示す。GT25ワイドモデルをベースにしたことで、豊富なインターフェースによる多様な機器への接続及び機能を実現した。

表1-ハードウェア仕様

項目	GS25モデル	GS21-Nモデル (従来機種)
画面サイズ	12.1型ワイド	7/10型ワイド
解像度	WXGA (1280×800ドット)	WVGA (800×480ドット)
格納用メモリー(ROM)	32MB	15MB
動作用メモリー(RAM)	128MB	-
インターフェース	RS-232	1 ch
	RS-422/485	1 ch
	Ethernet ^(注1)	2 ch
	USB(ホスト)	1 ch(背面)
	USB(デバイス)	1 ch(前面)
	音声出力インターフェース	1 ch
		-

(注1) Ethernetは、富士フイルムビジネスイノベーション(株)の登録商標である。
 WXGA : Wide eXtended Graphics Array, WVGA : Wide Video Graphics Array

3.2 12.1型WXGA液晶搭載

このモデルでは、大画面かつ高解像度である12.1型WXGAの液晶モジュールを搭載している。現行機種のGS21-Nモデル(10型)と比較すると、約1.4倍の画面サイズ及び約2.7倍の解像度を実現しており、より多くの情報を1画面内に表示可能にした(図2)。

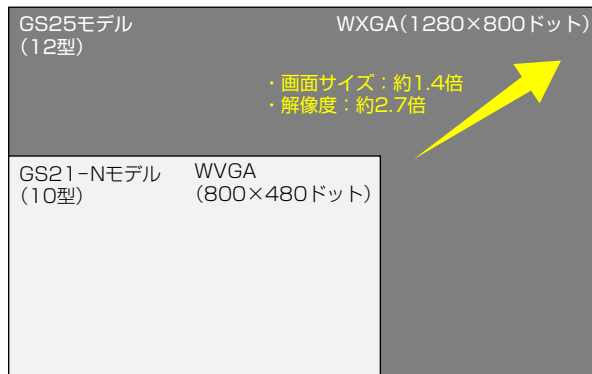


図2-画面サイズ及び解像度の比較イメージ

3.3 中国語入力(ピンイン変換)機能

中国語入力(ピンイン変換)機能は、ピンインを入力することで対応した漢字に変換する機能であり、GOTに対して、作業者が商品名等を中国語で入力できる(図3)。



図3-中国語入力機能の使用イメージ

この機能には、ピンイン入力画面上での変換候補の表示に加えて、別ウィンドウで複数の変換候補の一覧を表示する“変換候補ウィンドウ”を実装している。変換候補ウィンドウを使用することで、変換したい単語を容易に選択できる(図4)。

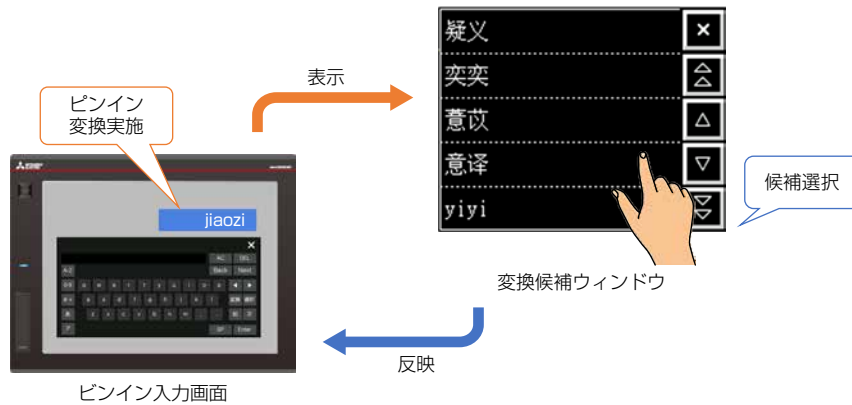


図4-変換候補ウィンドウの使用イメージ

3.3.1 中国語入力(ピンイン変換)機能の開発背景

従来、GOTで中国語を入力するには、漢字を入力する操作画面をパソコンで作成し、GOTへ転送(GOTへの操作画面の書き込み)するため、あらかじめ設定した漢字だけが入力可能であった。このため、新規に入力したい漢字があるたびに操作画面の修正と転送が必要であり、ユーザーの負担になっていた。中国語入力(ピンイン変換)機能の開発によって、操作画面の修正及び転送が不要になり、ユーザーの負担を大幅に削減できる(図5)。

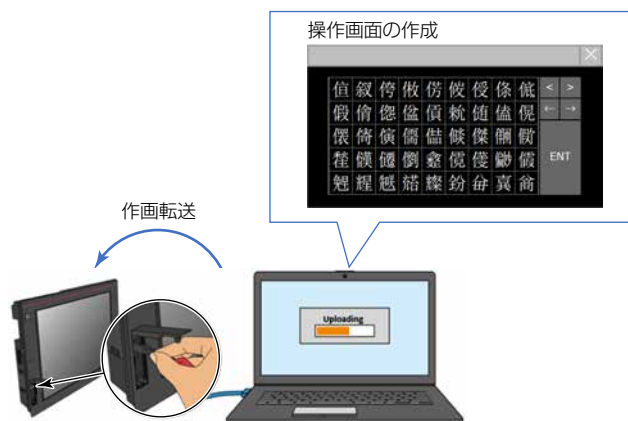
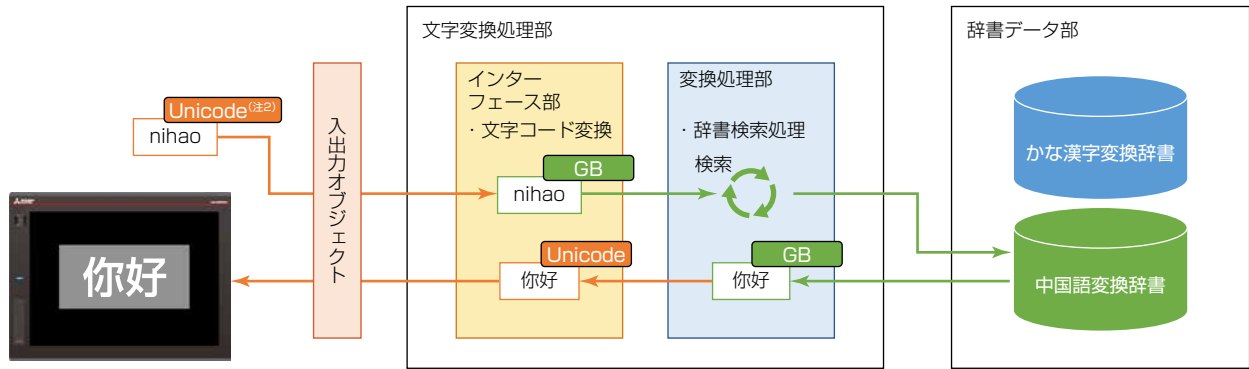


図5-従来手法

3.3.2 中国語入力(ピンイン変換)機能のソフトウェア構成

中国語入力(ピンイン変換)機能では、入力されたピンインを漢字へ変換する文字変換処理部と、ピンインに対する変換候補を持つ辞書データ部が存在する。文字変換処理部のインターフェース部では、辞書データに適した文字コードに変換及び再変換する文字コード変換処理を行う。変換処理部では、辞書データを用いて入力されたピンインから変換候補を検索する処理を行う(図6)。



(注2) Unicodeは、Unicode, Inc.の登録商標である。

図6-ソフトウェア構成イメージ

文字変換処理部の特長として、辞書データを入れ替えることによって様々な文字変換の機能を容易に開発できる。GOTでは、従来機能である“かな漢字変換機能”(かな入力から漢字に変換する機能)を開発時にその他言語での利用を見込んで設計を行っており、今回の機能開発時にはこれを活用することで、小規模な開発工数での対応を可能にした。

3.3.3 異なるモデルでの同一機能の実現

中国語入力(ピンイン変換)機能では、アーキテクチャーの違いからミドルレンジ機種、ローレンジ機種などの異なるモデルでも同様の機能を実現する必要があった。そこで、インターフェース部をモデルごとのアーキテクチャーに合わせた設計にすることで、モデル間の差異を吸収し、同一機能を提供可能にした(図7)。

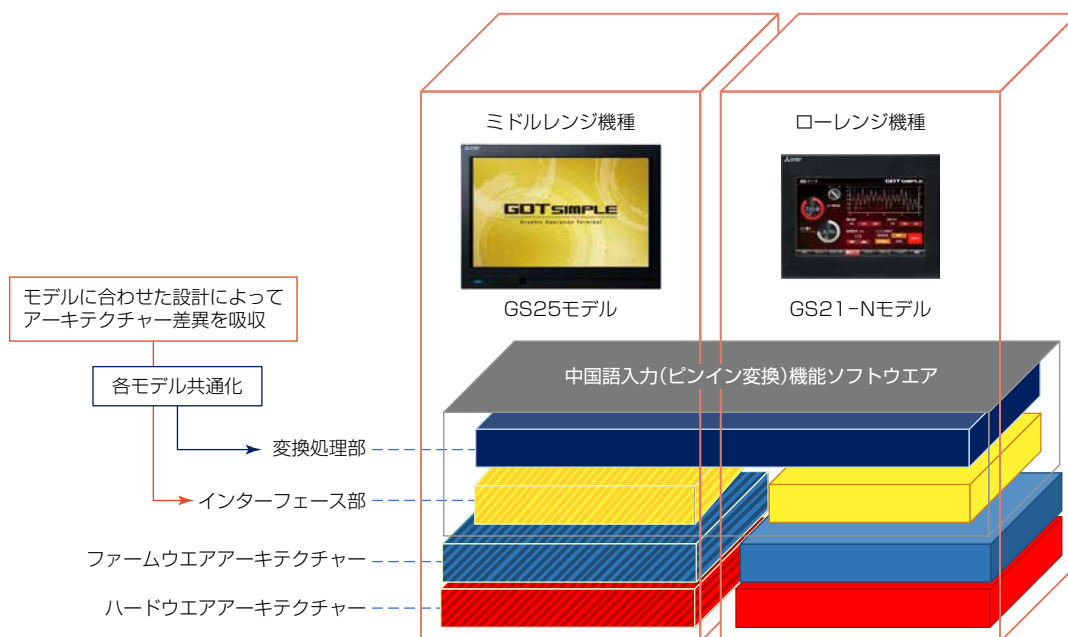


図7-機種間アーキテクチャー差異

3.4 二つのEthernetポートを標準搭載

Ethernetポートを標準で2ポート搭載し、事務所等の情報系ネットワークと生産現場の制御系ネットワークを物理的に遮断し、セキュアなネットワークの構築を可能としている(図8)。

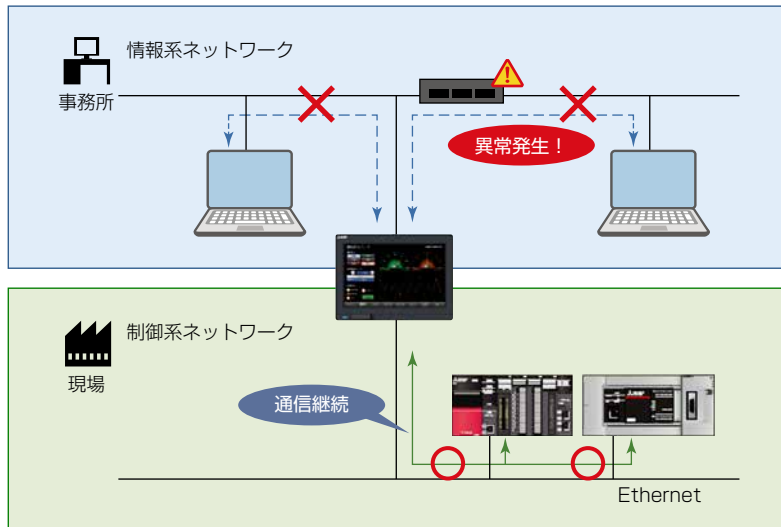


図8-ネットワーク構築例

3.5 音声出力インターフェース搭載

3.5mmのステレオミニプラグに対応した音声出力インターフェースを搭載し、汎用の音声出力機器を接続することで、容易な音声通知システムの構築を実現した。音声出力機能によって、イベント内容を画面への表示だけでなく音声で通知でき、必要な情報をより確実に作業者に通知できる(図9)。

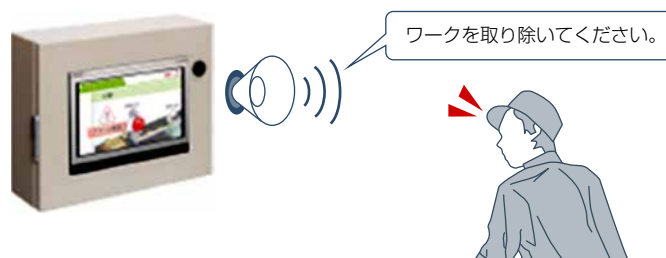


図9-音声出力機能の使用イメージ

3.6 GOT Mobile機能

GOT Mobile機能は、スマートフォンやタブレット、パソコン等の様々な端末からWebブラウザを用いてGOTへアクセスし遠隔の装置の監視・制御が可能になるリモートソリューションの一つである。この機能を利用することで、事務所内で生産現場の稼働状況の確認や、保守作業者がモバイル端末を用いて装置の制御を行うことができ、リモートでのメンテナンスが容易になる(図10)。

この機能では、1台のGOTに対して同時に5端末からアクセスが可能であり、現場・事務所等の離れた作業場所から複数人での操作が可能になる。複数人で同時に操作する際、操作権を排他制御することで同じパラメーターの同時書換え事故の防止対策を図っている。

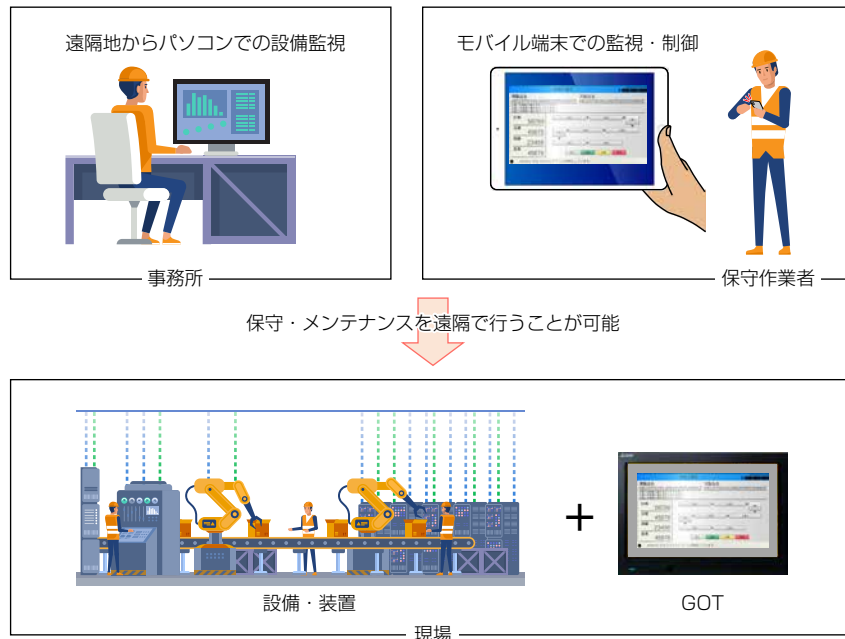


図10-GOT Mobile機能イメージ

4. む す び

中国市場でニーズの高い中国語入力(ピンイン変換)機能等に対応し、かつ大画面でありつつも低価格のGS2512-WXTBDについて述べた。

今後は、一新したアーキテクチャーを活用することで、更なる市場ニーズへの対応を継続して実施し、三菱電機表示器の付加価値向上を図る。

FA製品でのサイバーセキュリティやAI関連の法令規格対応

Compliance for FA Products with Cyber Related Laws and Regulations Such as Cybersecurity

*名古屋製作所

要旨

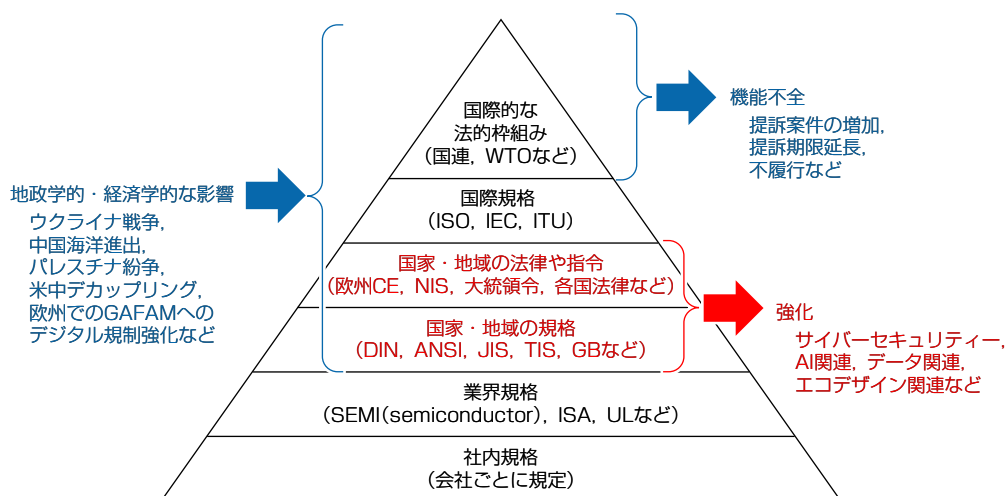
海外市場に製品やサービスを投入する多くの企業にとって、従来の電気安全法や有害物質を規制した欧州RoHS(the Restriction of the use of certain Hazardous Substances in electronic equipment)指令などフィジカル関連の法令規格への体制や人材育成はできているが、サイバーセキュリティやAIなどのデジタル関連(以下“サイバー関連”という。)の法令規格への体制や、人材育成は十分とは言えない状況にある。この状況は法令規格違反が大きなニュースになる現代では企業経営を揺るがしかねない問題に発展する危険性もある。

また、各国や地域のサイバー関連の法令規格に迅速かつ真摯に取り組むことは、様々な変革で企業競争力の底上げにつながる。

1. ま え が き

現在、製造DX(Digital Transformation)や産業IoT(Internet of Things)、第4次産業革命など世界中の工場やオフィスの情報をデジタル化して、インターネットによってリアルタイムにデータ共有することで製造変革やビジネスモデル変革を実現し、また、Society 5.0やSDGs(Sustainable Development Goals)等で環境問題の解決や人の幸福を追求するウェルビーイング(Well-being)を実現する社会変革が進みつつある。

このような世界規模で大きな変革が進む中では、国や地域を超えたグローバルゼーションでの協力体制が必要である。しかし、図1に示すように近年のウクライナ戦争や中国の海洋進出、中東でのパレスチナ問題、米中のデカップリングや欧州での米GAFAM(Google, Amazon, Facebook, Apple, Microsoft)へのEU一般データ保護規則(European Union, General Data Protection Regulation: GDPR)など、“地政学的・経済学的な影響”からディグローバルゼーション(=脱グローバルゼーション)の流れも活発化し、国際的な紛争や貿易問題を調停する機関である国連やWTO(世界貿易機関: World Trade Organization)の“機能不全”も指摘されている。



ISO: International Organization for Standardization, IEC: International Electrotechnical Commission, ITU: International Telecommunication Union, CE: Conformance Européenne, NIS: Network and Information Systems Directive, DIN: Deutsches Institut für Normung, ANSI: American National Standards Institute, JIS: Japanese Industrial Standards, TIS: Thailand Industrial Standards, GB: Guo jia Biao zhun, ISA: International Society of Automation, UL: Underwriters Laboratories Inc.

図1-法令規格の影響力の変化

このような国際情勢の中で、中国はインターネットにも国境があるとして、2017年6月に中国サイバーセキュリティ法(以下“中国CS法”という。)を施行した。また、今後も2024年に欧州CRA(Cyber Resilience Act)やAI規則案、データ法、デジタル製品パスポートなどサイバー関連の法令規格や要件の新設や強化が続々と検討されている。

また、近年のSNS(Social Networking Service)等の普及で情報が拡散し炎上する社会環境下では、たとえ製品の品質に問題がなくても、法令規格等に対して違反した企業のイメージダウンによって経営に与えるダメージも非常に大きいことは言うまでもない。

本稿では、既に施行された中国CS法や、今後施行が予定される欧州CRAの概要や経緯について述べるとともに、今後の課題について述べる。

2. 中国CS法

中国CS法は海外からのサイバー攻撃や中国国内の企業秘密漏洩(ろうえい)、及び個人情報流出などの国家安全を保障するため、中華人民共和国主席自らが署名し発行された法律である。関連法も多く発行されており特に“サイバーセキュリティ法”“データセキュリティ法”“個人情報保護法”の関連三法が重要とされている。

この法律には“報告義務”もあり、違反した場合は是正勧告、警告、罰金、営業許可の取消し、“違反に関わった人”に対する罰金や刑事責任も科せられる。また、中国CS法は国防にも関連するため、海外企業にとって最近強化された“反スパイ法”の影響も無視できず中国域内で活動する従業員の安全確保のためにも遵守が必要な状況である。

2.1 中国CS法の調査経緯と課題

2015年6月に中国CS法の草案が出され、2016年11月に全国人民代表大会常務委員会で可決、公布され、2017年6月から施行された。同時期に公開された“ネットワーク重要設備及びネットワークセキュリティ専用製品目録”(2017年第1号、2023年7月に改定)に三菱電機FA分野でも該当製品があり先行調査を開始した(表1)。

表1-ネットワーク重要設備及びネットワークセキュリティ専用製品目録(2017年第1号公布から一部抜粋)

分類	設備/製品名称	要求範囲
ネットワーク適用の重要設備	ルーター	スループット(双方向)≥12Tbps, ルーティングテーブル容量≥550,000
	スイッチ	スループット(双方向)≥30Tbps, パケットスイッチングレート≥10Gpps
	サーバー	CPU数≥8個, CPU一つ当たりのコア数≥14個, メモリー容量≥256GB
	PLC	基本演算処理速度≤0.08μs
ネットワークセキュリティ関連製品	データバックアップマシン	バックアップ容量≥20T, バックアップ速度≥60MB/s, バックアップ時間間隔≤1h
	ファイアーウォール	スループット≥80Gbps, 最大同時セッション数≥3,000,000, 1秒当たりの新規セッション数≥250,000
	ウェブアプリケーション・ファイアーウォール	スループット≥6Gbps, 最大HTTP同時セッション数≥2,000,000
	Intrusion Detection System(不正侵入検知システム)	最大検出速度≥15Gbps, 最大同時セッション数≥5,000,000
	Intrusion Prevention System(不正侵入防止システム)	最大検出速度≥20Gbps, 最大同時セッション数≥5,000,000
	セキュアゲートウェイ	スループット≥1Gbps, システム遅延≤5ms

PLC: Programmable Logic Controller, HTTP: Hyper Text Transfer Protocol

出典: 中国公開情報: ネットワーク重要設備及びネットワークセキュリティ専用製品目録(2017年第1号)

当社にとって当時最大の課題は、該当製品に対するこの法律の国家規格(中国GB規格)がまだ策定されておらず、さらにサイバーセキュリティの適合性評価基準や評価機関、最終的に認証を与える機関等が不明であった点である。

また、社内では電気安全法や有害物質を規制した欧州RoHS指令など、ハードウェア面(フィジカル)での法令規格の体制や人材は育成できていたが、サイバーセキュリティなどソフトウェア面での最新のサイバー関連技術の法令規格に対する体制や、人材育成は十分とは言えない状況であった。

2.2 中国CS法への対応

この法令の規格を策定する中国の標準化委員会(SAC/TC28, TC260, TC124)や、評価や認証の候補機関に問合せを行いながら、中国CS法で求められる要件や、評価や認証の時期、評価機材の手配などの該当製品の対応計画を立てた。

また、社内全体の製品やサービスのセキュリティレベル向上やインシデント発生時に対応を行う組織であるPSIRT

(Product Security Incident Response Team)⁽¹⁾や、中国拠点や販売拠点との連携体制を構築し、中国及び日本国内に専門の要員を配置、育成するなどの対策を実施した。

2018年3月に公表された“ネットワーク重要インフラ設備及びネットワークセキュリティ専用製品のセキュリティ評価及び認証を実施する機関のリスト(第1回)”で該当機関が明らかになったが、該当リストにはそれ以前から候補として挙がっていた機関が含まれており、早期に関係性を構築しておいたことで、該当製品に対する評価及び認証等が比較的スムーズに行えた点からも、2017年から始めた先行調査の意義は大きかった。

また、2022年12月～2023年10月にかけて該当製品のGB規格(技術要件、試験方法)が公開されたが、現地拠点経由で策定中の規格の適正化に向けて意見を出した。この認証取得は中国関連法令や国家標準規格に準拠した適切なセキュリティ対策済みの製品であることが公的に証明され、取引先やユーザーに対して政府認証を受けた証しとしてアピールできるメリットがある。

なお2017年当初、製品認証取得の対応時期の猶予期間は2019年1月までであったが、実際には2023年7月以降に延期された。現在では中国国内で認証を取得していないものは原則販売できなくなっている。また、中国政府の調達リストにも掲載されないため、中国企業の20%を動かすとされている国有企業への販売もできない。当社FAの該当製品は2023年6月までに評価を完了し認証を取得済みである。

3. 欧州CRA

欧州CRAは欧州域内の法的枠組みの中で有効になる法律である。例外を除いて“デジタル要素を備えた全ての製品が対象”になり対象範囲が広い。また、EU指令がCRAに準拠する形式で改定&承認されるため、デジタル製品で“CEマーキング”を取得するにはCRA対応が必須になる。

ほかにもインシデントや脆弱(ぜいじゃく)性の“報告義務”も必要であり、それらなしにEU市場で製品を販売できない。

さらに違反時の罰則として最高1,500万ユーロ又は当該企業の全世界売上高の2.5%のどちらか高い方の罰金と厳しい規定がある。

3.1 欧州CRAの調査経緯と課題

欧州でのサイバーセキュリティに関する取組みとして、2016年8月にネットワーク及び情報システムに関するリスク対策やインシデントの対処能力、安全水準の向上を掲げてNIS指令が施行された。また、2018年5月には一般データ保護規則であるGDPRが施行された。さらに2019年6月に欧州ネットワーク・情報セキュリティ機関であるENISA(European Network and Information Security Agency)の権限強化や、サイバーセキュリティ認証制度の整備のためにEUサイバーセキュリティ法が施行された。

この時点までは具体的なデジタル製品のサイバーセキュリティに関する必須要件が含まれていなかったが、2022年9月に欧州委員会から欧州CRAの草案が発表され、重要なデジタル製品リストのクラスI(低リスク)、クラスII(高リスク)に当社FA分野の該当製品があり先行調査を開始した(表2)。

表2-重要なデジタル製品(欧州CRA草案から一部抜粋)^(注1)

	製品名
クラスI(低リスク)	20. マイクロコントローラー、21. ASIC及びFPGA、22. PLC、DCS、CNC、SCADA、産業オートメーション及び制御システム(IACS)(クラスII製品以外)
クラスII(高リスク)	7. 産業用のルーター、モデム、スイッチ、12. PLC、DCS、CNC、SCADA、産業用オートメーション及び制御システム(IACS)、14. ロボットセンシング及びアクチュエーター・コンポーネント及びロボットコントローラー

ASIC : Application Specific Integrated Circuit、FPGA : Field Programmable Gate Array、DCS : Distributed Control System、CNC : Computerized Numerical Control、SCADA : Supervisory Control And Data Acquisition、IACS : International Annealed Copper Standard

(注1) 欧州CRA公布時には該当製品の見直しが入る見込み

出典 : 欧州公開情報 : 重要なデジタル製品(欧州CRA草案)

現在、欧州委員会、議会、理事会の三者間対話(トリローク)が完了し、2024年度の公布に向けて準備中である。また、“製品適用”の施行時期は、草案段階では2025年末を目指すとされていたが、トリロークで若干延期の方向で調整されている。ただし、この法案は2022年2月の地政学的な問題(ウクライナ戦争)が発生し、実際に多くのウクライナのインフ

ラ設備がサイバー攻撃の被害を受けたため、早期の施行が望まれている状況に変わりはない。

なお、インシデントや脆弱性の“報告義務”は“製品適用”より早く施行される見込みである。

3.2 欧州CRAの対応

2023年1月に草案に対する意見公募(パブリックコメント)があり、欧州で日本の産業界を代表して活動しているJBCE (Japan Business Council in Europe)⁽²⁾と連携し、海外からは時差もあるため24時間以内のENISAへの“報告義務”の遵守が難しい点や、報告開始時点の定義が不明確など、当社からも意見を出して働きかけを実施した。

現時点では中国CSの経験を生かして本社を含めた体制を構築しつつ、自社のデジタル製品での欧州市場投入品をリストアップし、該当製品に対して次に挙げる欧州CRAの主な要件への対応を検討している。

(1) SBOM対応

SBOM(Software Bill of Materials)とはソフトウェア部品表のことで、製品に含まれるOSS(Open Source Software)等のソフトウェア・コンポーネントや、その依存関係をリスト化したものである。SBOMを活用すればサプライチェーンに潜む脆弱性リスクの可視化が可能である。

(2) 報告義務対応, 脆弱性修正対応

インシデントや脆弱性情報を一元管理するとともに、ENISAへの報告体制や、製品やサービスへの脆弱性対応を迅速に行える開発体制が必要である。

(3) 製品及び開発プロセスへの対応

コンポーネントに関するセキュアな製品開発のプロセスやライフサイクル全体でのセキュリティ対応プロセスを規定したIEC 62443-4-1や、産業制御システム向けセキュリティ技術要件であるIEC 62443-4-2等が有力な規格候補として挙げられている。

これら以外にも多くの要件があるため、注意が必要である。また、欧州CRA公布後も具体的な適合性評価方法などの準拠すべき整合規格や、関連法令(AI規則案、機械規則、無線指令など)への影響など、不確定要素も多いため、施行開始までは引き続き情報収集に努める必要がある。

4. 今後の課題と対応

欧州では欧州CRA以外にもAI規則案、データ法、デジタル製品パスポート等、また中国や米国などでも欧州同様のサイバー関連の法令規格の新設や強化が検討されている。中国CS法など一部は既に施行され始めているが、罰則が科される猶予期間も含めて考えると、その多くが2030年頃までに順次対応が求められる状況にある。

しかしながら2章や3章で述べた対応事例は決して順調に進んだわけではない。新たなサイバー関連の法令規格ということに加えて、各国や地域で個別の対応が必要であり、該当製品の担当部門だけで情報収集し、対応するには能力的にもリソース的にも不足した状況であった。

そこで情報を入手した筆者所属部門で、該当する法令規格を正しく解釈をするために、公開された海外のWebサイトを調査し、不明点は調査会社やコンサルタントを活用し情報を収集した。また、海外拠点や販売店、海外業界団体などへ調査協力を依頼した。同時に社内に関係者も多岐にわたったため、各関係部門を集めて定期的に打合せをするなど周囲を粘り強く説得した結果、中国CS法や欧州CRAに関しては継続的に相談や対応ができる推進部門と担当者が明確化された。

他のサイバー関連の法令規格に関しても同様な体制が必要であり、特にAIなどではデジタル技術の要素が異なるため、同じ体制では推進できない課題がある。

この課題に対して、例えば市場投入する海外拠点や販売拠点から現地のサイバー関連の法令規格情報を入手し、それだけでなく社内でも伝達の途中で情報が途切れることなく末端の設計者にまで情報が届くように、法令規格に関する一元管理や、役割を明確にしたリソースの確保が必要である。

また、欧州JBCEやJETROなど海外で活動している産業関連団体や、政府機関との情報共有体制を構築し、得られた情報から海外市場投入済み製品の変更要否、市場投入継続時の費用(脆弱性発見時の対応)など、ビジネス影響度を調べ、場合によっては市場投入を中止する等の判断が必要である(図2)。

総じて、従来のフィジカル関連の法令規格体制をサイバー関連の法令規格へも対応できる体制に強化することや、サイバー関連に精通した人材の育成と強化が必要である。これは日本企業の多くが解決すべき共通課題である。

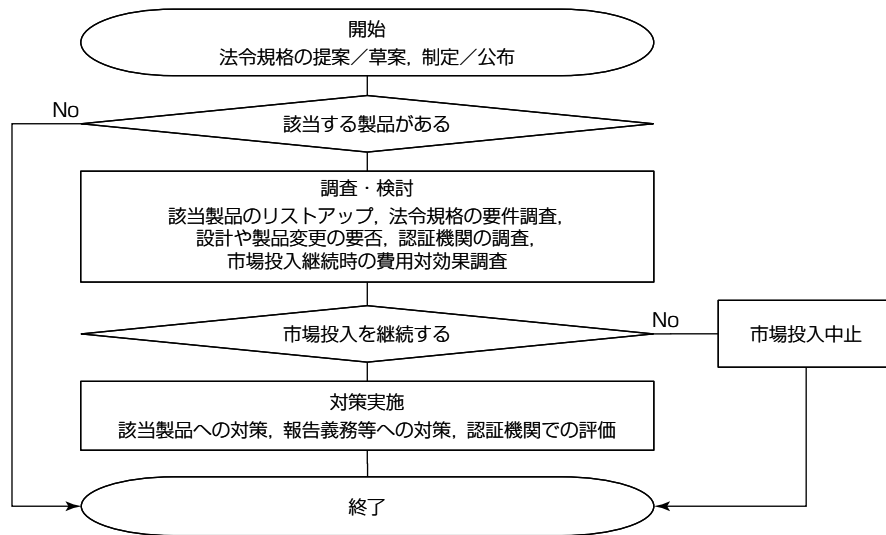


図2-法令規格対応のフローチャート

5. む す び

世界規模で様々な変革が進む中、近年の地政学的・経済学的な課題からディグロバリゼーション化が進み、中国CS法や欧州CRA、そして今後はAI規則案、データ法、デジタル製品パスポートなど、サイバー関連の法令規格や要件の新設や強化が検討されている。

海外へ製品を市場投入する企業の経営者や管理者は、このような変化に対応するために、あらかじめ適切な人員を配置し、人材育成を強化するとともに組織的な体制を構築することが急務と言える。

各国や地域のサイバー関連の法令規格に迅速かつ真摯に取り組むことで、製造変革やビジネスモデル変革、社会変革など様々な変革に人的かつ組織的に適応できるようになるため、企業競争力の底上げにつながる。本稿がその一助になれば幸いである。

参 考 文 献

- (1) 三菱電機PSIRT
<https://www.MitsubishiElectric.co.jp/psirt/>
- (2) JBCE(Japan Business Council in Europe)
<https://www.jbce.org/ja/>

三菱電機SCADAソフトウェア “GENESIS64”

Mitsubishi Electric's SCADA Software "GENESIS64"

*FA本DX推進プロジェクトグループ

要 旨

近年、製造業でもデジタルトランスフォーメーション(DX)が推進される中で、データを一元的に収集・蓄積・運用できるSCADA(Supervisory Control And Data Acquisition)ソフトウェアは存在感を増している。

三菱電機では、SCADAである“GENESIS64”を開発しているICONICS社を完全子会社化し、共同開発によって製品強化を進めてきた。GENESIS64は、外部システムや機器との高い接続性を持ち、豊富なデータ見える化手段と多角的な分析機能を提供することを特長とする。また、当社FA関連製品との親和性強化によって、ユーザーへの付加価値を高めている。

GENESIS64を用いることで、包括的なデータの活用ができるようになり、製造業での生産性と品質の向上に貢献する。

1. ま え が き

DXが各業界で急速に進む中、製造業でも生産性や品質の向上を目的としたDX推進が活発に行われている。DXの基本になるデータの収集とその利活用は、DX推進活動での課題として重要視されてきた。この状況下で、製造プロセス全体にわたる膨大なデータを効率的に収集及び蓄積して、効果的に見える化や分析ができることを特長としたSCADAシステムは世界的に浸透が進んでいる。

GENESIS64は、当社が2019年に完全子会社化したICONICS社との共同開発によって製品強化を進めてきたSCADAソフトウェアである(図1)。本稿では、GENESIS64の特長を述べる。



図1 - GENESIS64

2. GENESIS64の特長

2.1 豊富な見える化手段

GENESIS64には、製造現場などの被監視対象から収集したデータを、目的に応じて効果的に見える化できる様々な機能を搭載している(図2)。



図2-GENESIS64による見える化の例

一般的なりアルタイムデータの表示はもちろんであるが、3D機能を用いた実環境に近いモデル構築、地図データと組み合わせた複数拠点の広域監視、KPI(Key Performance Indicator)ダッシュボード画面への統計情報表示など、用途に応じた多彩な見える化手段を提供している。これらの画面作成には豊富なテンプレートを用意しており、部品を一から作成することなくデザイン性の高い画面を構築できる。また、画面をWeb上に公開することで各種ブラウザやモバイル端末からの遠隔監視が可能である。

2.2 データの利活用

GENESIS64は、毎秒10万点という膨大な量のデータを高速で収集及び蓄積できる。サーバー故障などによるデータの取りこぼしが許されないユーザー向けに二重化や分散構成にも対応しており、信頼性の高い監視システムを構築できる。また、収集したデータはそのまま格納するだけでなく、用途に応じて柔軟に加工できる。データを分析するための機能も多数提供しており、様々な観点からの現場改善や経営層の意思決定に貢献している(図3)。

2.3 オープンな接続性

GENESIS64は、様々なシステムやデバイスとの接続性に優れており、柔軟にシステムを構築できる(図4)。

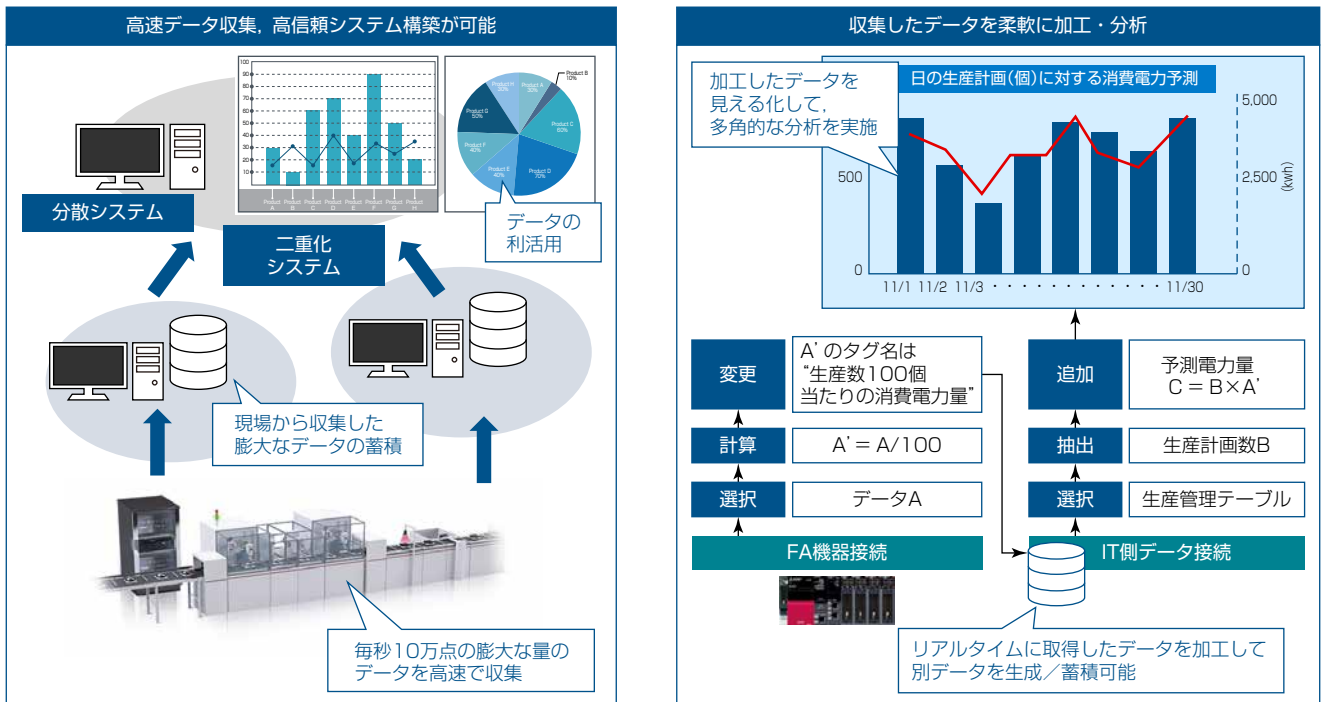
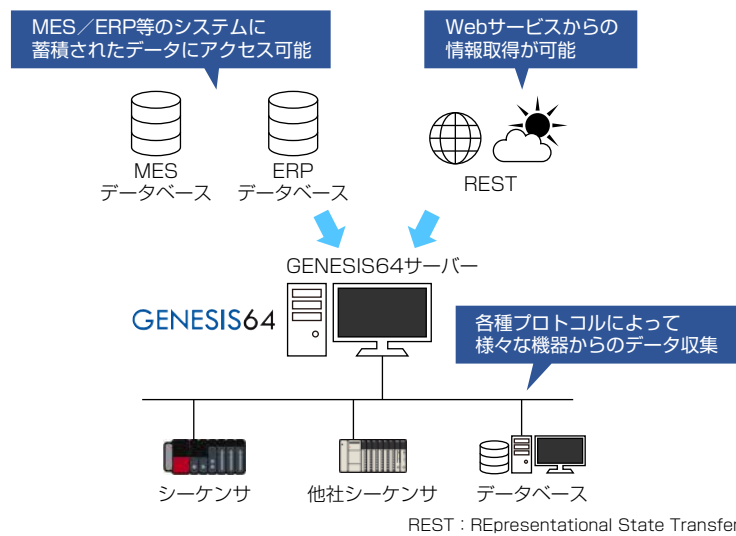


図3-GENESIS64によるデータの利活用



REST: REpresentational State Transfer

図4-GENESIS64の接続性

(1) 業界標準プロトコルに対応

OPC^(注1), BACnet^(注2), MODBUS^(注3)などの業界標準であるプロトコルに対応しており、幅広い分野の機器との接続が可能である。

(2) 上位系システムとの接続性

製造実行システム(MES)や基幹業務システム(ERP)などのITシステムと接続して、現場にあるOT(Operational Technology)システムのデータと統合管理することで、製造全体での最適化を実現する。

(3) 外部Webサービスとの連携

REST API(Application Programming Interface)を通して外部Webサービスと接続し、取得したデータを監視画面上に表示できる。

(注1) OPCは、OPC Foundationの登録商標である。

(注2) BACnetは、ASHRAEの登録商標である。

(注3) MODBUSは、Schneider Electric USA, Inc.の登録商標である。

2.4 当社FA機器との高い親和性

GENESIS64は、当社FA機器及び関連製品との連携を強化し、当社顧客への付加価値向上に貢献している(図5)。

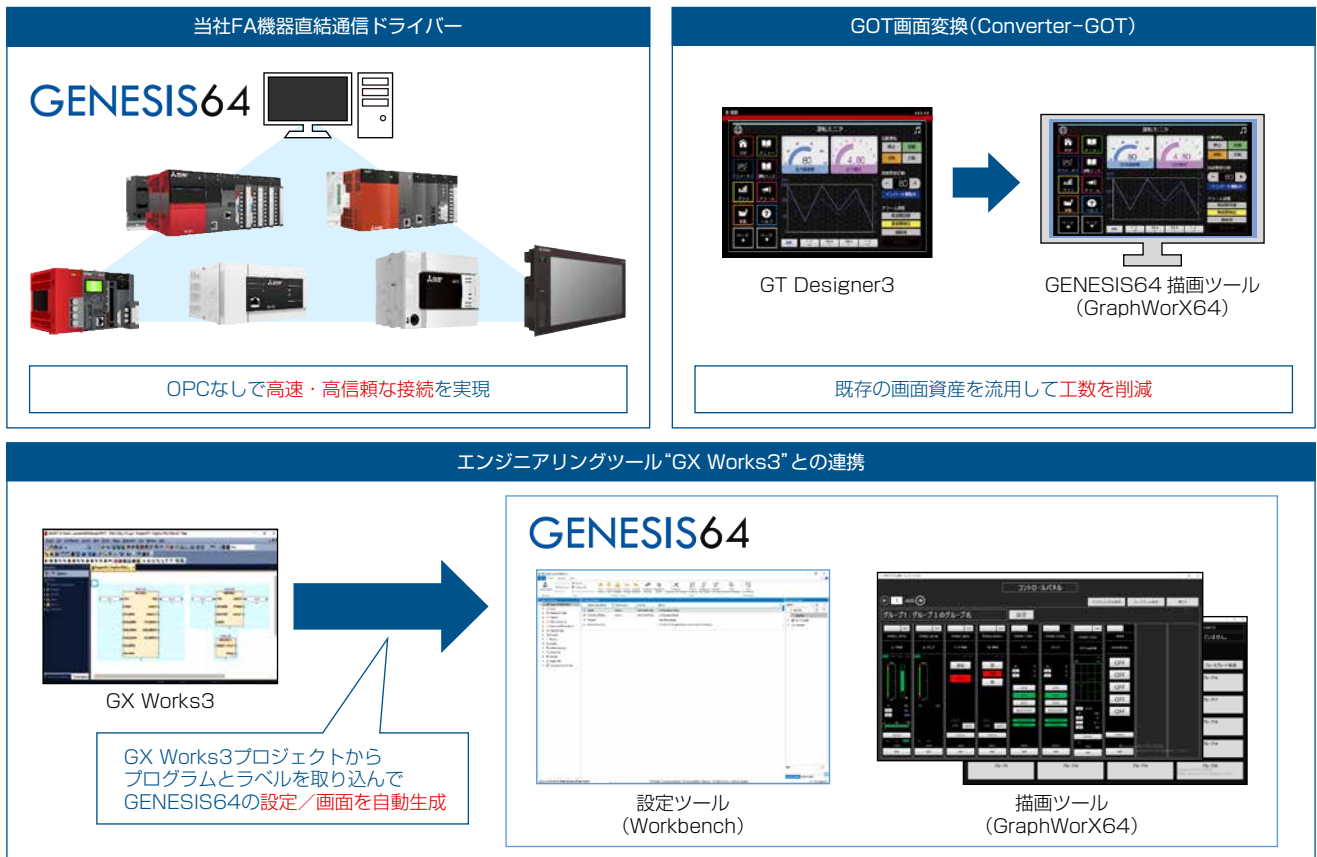


図5-GENESIS64と当社FA機器との親和性

(1) 当社FA機器直結通信ドライバー

当社FA機器と接続するための専用ドライバー(Mitsubishi Electric FA Connector)を搭載しており、OPCサーバーの導入なしに高速・高信頼のデータ収集が可能である。設定も簡素化しており、ネットワーク上に設置された機器を自動で検知して接続可能である。

(2) GOT画面変換機能(Converter-GOT)

当社HMI(Human Machine Interface)機器のGOT(Graphic Operation Terminal)用に作成された画面データをGENESIS64用に変換する機能を提供する。GOT用に設計した画面資産を活用して、システムの拡張にかかるエンジニアリング工数の削減が可能である。

(3) GX Works3との連携

当社エンジニアリングツールである“GX Works3”で作成した計装用プログラムを読み込んで、監視対象システムへの通信設定や監視画面を自動生成する機能を提供する。また、GX Works3プロジェクトで定義されたラベル情報を直接取り込んで、GENESIS64の通信用タグを自動で生成可能である。

3. む す び

SCADAソフトウェアであるGENESIS64の特長を述べた。製造業でのDX推進の流れは加速することが予想され、その中でSCADAの重要性は更に高まっていく。今後も、GENESIS64の機能向上と当社FA製品との親和性強化によってGENESIS64の付加価値向上を図っていく。

三菱電機株式会社