

産業DXのための高品質・高信頼性ネットワーク

産業用イーサネットスイッチ

Modiconがつくる正しいデータ活用は

強固なネットワークから

著者

シュナイダーエレクトリックホールディングス株式会社
商品企画部 田中秀樹

概要

IoTやオートメーション、自動化など産業現場におけるデジタルトランスフォーメーション（DX）を実現するには、安心と安全を担保した、信頼性の高い通信ネットワークのインフラが絶対不可欠。かつての主役は専用線であるフィールドバスでしたが、いまでは産業用Ethernetが主流になるなど、産業ネットワークのあり方も変化してきています。

そこで今回は、産業ネットワークを取り巻く環境の変化と、それに対応するために必要なこと、そして産業用イーサネットスイッチ「Modiconスイッチ」を使ったシュナイダーエレクトリックのご提案について紹介します。

実は産業ネットワーク構築に強いシュナイダーエレクトリック

シュナイダーエレクトリックといえば、日本の製造業や産業分野では「Pro-face」ブランドでプログラマブル表示器やIoTゲートウェイ等を展開している産業機器の会社というイメージを持たれている方が多いと思います。

しかし、そんなシュナイダーエレクトリックがなぜ産業ネットワーク構築を語るのかというと、実はPro-faceはあくまでシュナイダーエレクトリックの一側面でしかなく、グローバルでは「Modicon」や「Harmony」、「AVEVA」といった主要ブランドで産業に関わるあらゆるハードウェア・ソフトウェアを取り扱い、産業プラットフォームとしても「EcoStruxure」を展開し、トータルで製造業・産業分野のDXやデジタル化、IoTを支援しているという特長があるからです。なかでもネットワーク・通信分野では、ハードウェアとしてネットワーク機器の販売に加え、産業用に特化した通信サービス「Air Connect」によって通信キャリアとしてサービスを提供するなど、とてもユニークです。

Pro-faceと合わせ、プロトコル、セキュリティー、産業ネットワークのすべての技術と製品・サービスを持ち、ワンストップで提案できるのは、国内・世界を見渡してもシュナイダーエレクトリックだけ。日本国内でもその強みを活かし、システムインテグレータやネットワークインテグレータとともに高品質で高信頼性の産業ネットワーク構築からDX実現へのサポートを行っています。

産業用ネットワークの 主役はフィールドバス から産業用Ethernetへ

もともと産業現場で使われる機器は「フィールドバス」と呼ばれる専用の通信線で接続されていました。具体的には、PROFIBUSやModbus RTU、DeviceNet、CC-Linkなどがそれに当たります。それに対し、ここ20年ほどで、国際標準規格のEthernetをベースに、堅牢性や低遅延など産業用に通信の信頼性を高めた産業用Ethernet、例えばPROFINETやEtherNet/IP、EtherCAT、Modbus TCP、CC-Link IEなどが急速に普及し、今では主流となっています。実際にHMSインダストリアルネットワークによる「産業用ネットワーク市場シェア動向」によると、2020年に新規設置されたノードでは、産業用Ethernetが65%、フィールドバスが28%とされています。

産業用Ethernetは国際標準のEthernetがベースなので、製品設計や部品の調達などで融通が効き、メーカーとして製品開発がしやすく流通させやすかったことや、年々技術が進化して速度や信頼性が高まり、Ethernetのアプリケーション領域が広がっていたことなどが普及の背景にあります。

OTとITの融合も 産業用Ethernetの 普及を後押し

近年は、デジタル化やDX、データ利活用を理由に、製造現場（OT）とオフィス（IT）を同じEthernetで集約・連携させていこうという動きが進んでいます。

OTとITを集約させることは、工場における生産の状況をリアルタイムに可視化して柔軟に対応することによる総所有コスト（TCO）の低下と投資収益率（ROI）の向上、ネットワークの保守と管理が一元化できることによるコストと労力の削減、また物理ネットワークと仮想ネットワークのセキュリティーを向上につなげるなど、いくつものメリットを生み出します。

例えば、最近ではOTとITはお互いに現場で使われる機器が増え、扱うデータも大きくなり、管理と保守にかかるコストが増大していますが、OTとITを統合してエンドツーエンドのEthernet環境を構築することで、製造現場とオフィス間を安全でシームレスにつなぎ、ネットワークや機器の管理などの運用を効率化することができます。

また、営業や受注データと工場の稼働状況を掛け合わせて分析することで生産のためのリソースを最適化でき、空いたリソースを他の製品の生産に回して稼働率を向上させることも可能となります。

こうした動きも産業用Ethernetの普及を後押ししています。

例：OTとITを融合させることによる運用上のメリット

- より迅速で低コストでの製造現場のアップグレード、拡張、および交換
- 製造現場全体の運用を改善するためのリアルタイムデータへのアクセス
- より迅速なインストール、リモートトラブルシューティング、および修正措置機能
- リアルタイムの在庫の可視性
- デジタルツインによる本番データと仮想サポートグループの共同レビュー
- 生産能力の向上
- スケジューリング、計画、品質のトラッキング、および配送情報のためのERPとの製造現場システムの統合

求められる高品質・高信頼性のネットワーク

近年、産業のデジタル化やDXが進むにともない、取り扱うデータ量が増大し、外部からのサイバー攻撃なども受けやすくなっています。そのため通信・ネットワーク環境に対してよりシビアで高度な安定性や信頼性が求められるようになり、その流れは年々強まっています。具体的には、低遅延やゼロ遅延、セキュリティー、トラブル時の早期復旧と原因究明などに対する要求です。

いま稼働している既存システム、いわゆる「レガシーシステム」と言われるもののネットワークは、構築当時の状況に合わせているので、大半は脆弱なものとなっています。それを今の企業を取り巻く環境と今後の未来予測に合わせたものに変えていくことが重要です。

強固なネットワーク環境はマネージドスイッチの活用から

では、いまと未来に合わせたシステム構築するには何を行えばいいのでしょうか？その答えのひとつが「マネージドスイッチ」の採用です。

レガシーシステムの多くは、ネットワークのハブや切換器（スイッチ）に「アンマネージドスイッチ」が使われています。アンマネージドスイッチは、機器自体が安価で、ケーブルを接続してプラグアンドプレイですぐ動作し、接続された機器のMACアドレスを自動的に管理して、パケットを伝送先の機器へ届けることができるという手軽さがあります。そのため、機器同士を接続できれば良い、高度な管理は必要ない、安価に済ませたいというニーズに合っており、いまも広く使われています。

しかしながら、「トラフィックが増大した時、ネットワークの負荷を分散して遅延を抑えたい」、「ネットワークを冗長化してシステムダウンを防ぎたい」、「不正な操作やアクセスを監視・検知してセキュリティーを高めたい」「トラブル時のネットワークの状態を見て分析したい」といった場合でも、アンマネージドスイッチにはそれらの機能は備えていません。産業Ethernetに高品質で、高信頼性と安定性が求められるなかでは、アンマネージドスイッチだけでは十分な備えが難しいというのが実態です。

それに対し、マネージドスイッチは、その名の通り「ネットワークを管理できるスイッチ」であり、リスクに対応した機能を備えており、高品質で高信頼性のネットワーク構築には不可欠なものとなっています。

1. トラフィックフィルタリング機能

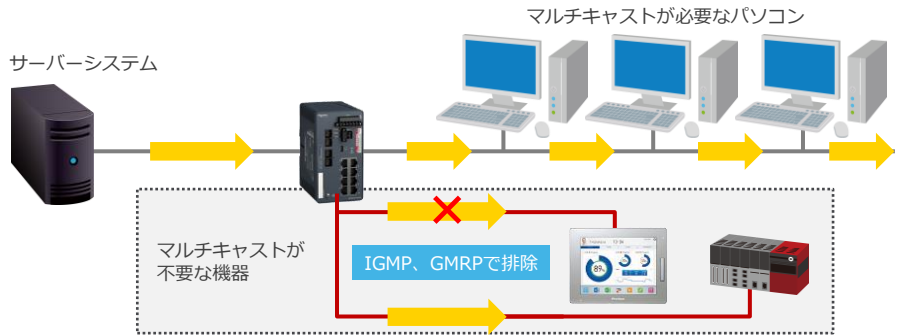
様々なトラフィックフィルタリング機能により、データ・帯域幅・トラフィックを制御し、効率の良いネットワーキングを実現します。

① マルチキャストフィルタリング (IGMP)

IPカメラやマルチメディアサーバー等からのマルチキャストメッセージの送信が不要なデバイスに対して、IGMP SnoopingやGMRPを使用して排除し、無駄なパケット送信を防ぎます。

図1

マシンのコントローラーとHMIやSCADAなどの制御デバイスに対して、IPカメラやマルチメディアサーバーからのパケット送信を排除します

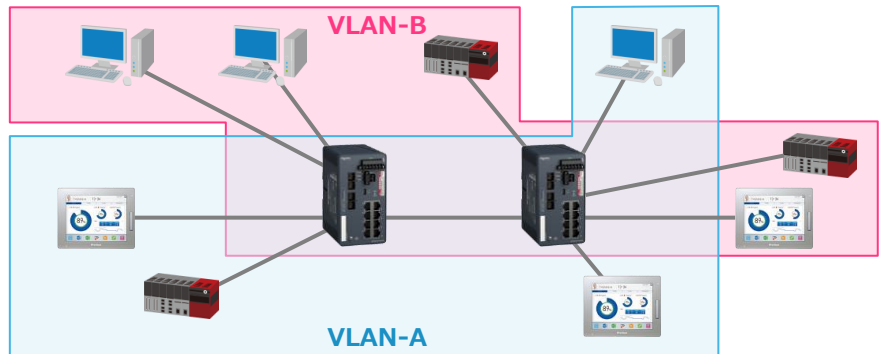


② VLAN

論理的にネットワークセグメントを分離します。これによりセグメント毎にトラフィックのコントロールでき、不正なパケットが他のセグメントへ流れ込むのを防御するため、セキュリティの向上にも寄与します。

図2

VLAN-Aセグメントに配信されたパケットは、VLAN-Bへは配信されない



③ QoS : トラフィックの優先度

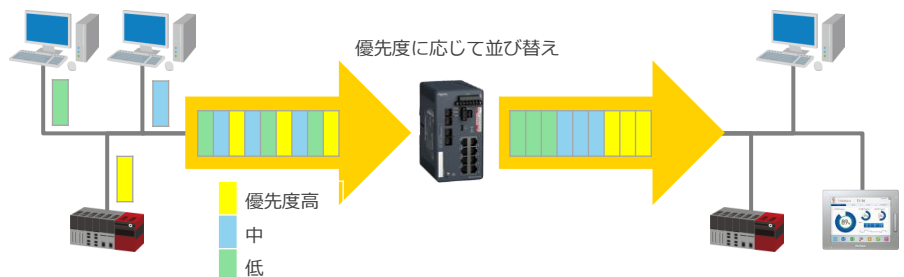
IEEE802.1Dに準拠したサービスとなります。アプリケーションやユーザーなどによってデータの優先度を設定し、クリティカルなデータの損失を防ぎます。Modiconスイッチでは、Ethernet/IPとModbus/TCPプロトコルのQoS DSCPに対応しています。

Message Priority : 8段階に設定可能でHigh priorityのデータを優先的に送出

Port Priority : 優先度のないデータパケットにポート単位での優先度を設定可能

図3

マネージドスイッチを通過する際に優先度に応じてパケットの並び替えを実施



2. 冗長化

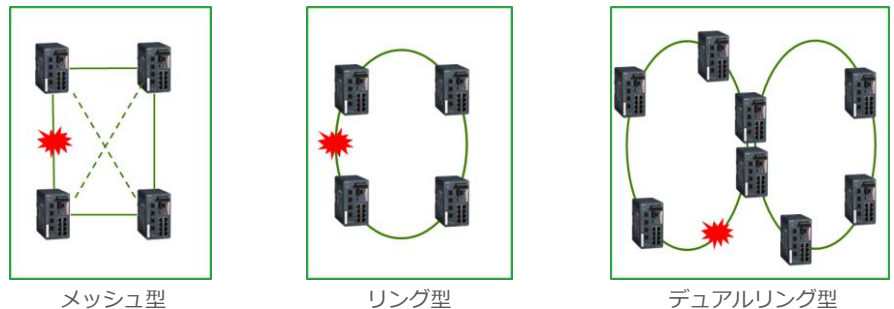
高度な冗長化性能によって、ダウンタイムを大幅に削減可能です。

① 冗長化プロトコル

ネットワーク上の2つのセグメントに1つのパスしか無い場合、そのパス上に障害が発生した場合、通信が途絶えてしまいます。そのため、スイッチを複数配置し、メッシュ型やリング型にネットワークを構築し、システムの障害に備えて、予備システムを追加し、障害発生時に即座に予備に切り替えることでダウンタイムを削減することができます。また、メッシュ型やリング型のトポロジーでは、マルチキャストメッセージによるループが発生してしまいますが、冗長化プロトコルのRSTPやMRPなどを使用することにより回避することができます。

図4

メッシュ型、リング型、デュアルリング型のネットワークトポロジー



② 電源の冗長化

マネージドスイッチでは、電源入力も二重化が可能でどちらか一方の電源が断線しても、オペレーションを続行することが可能です。また、アラームリレー出力を装備しているため、どちらかの電源が落ちた、温度異常が発生した、各ポートへの通信が途絶えた等のアラームを外部に通知することが可能です。

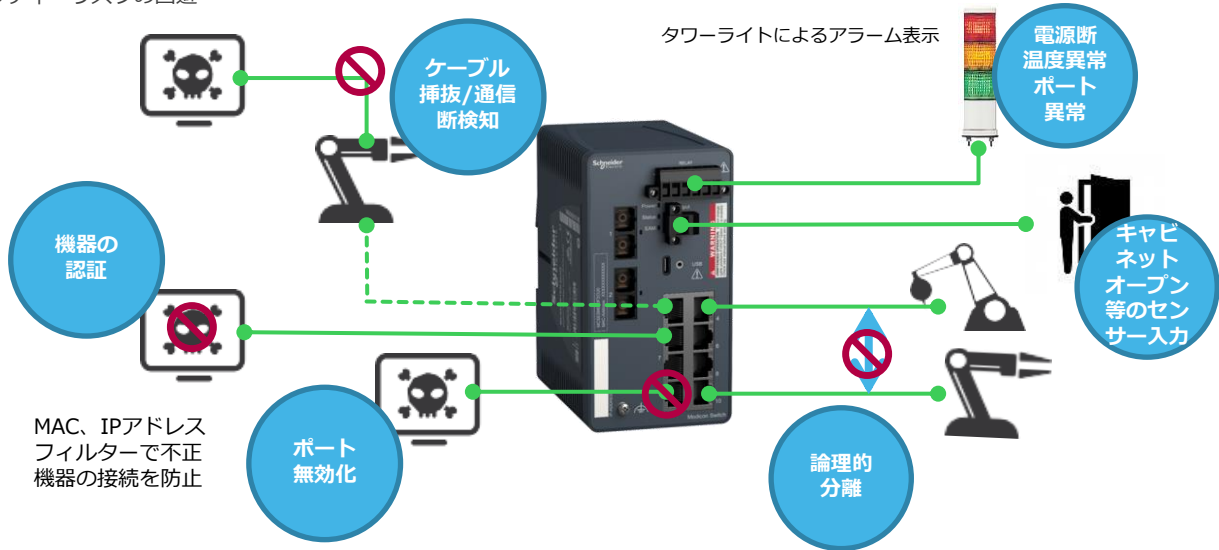
3. セキュリティ

マネージドスイッチでは、4つの脅威に対して、有効な対策を立てることが可能です。

- ① マルウェアやDoS攻撃などの不正パケットに対して、ACL（アクセスコントロールリスト）によって通過を許可するパケット、通過を拒否するパケットを決められ、VLAN機能により、被害を最小化することが可能です。また、DoS（Denial of Service）またはDDoS（Distributed DoS）攻撃と思われる異常に高いレートでのトラフィックを制限することが可能です。
- ② 未使用ポートにパソコンを接続して情報を不正入手する脅威にはポートアクセスコントロールにて、未使用ポートを無効することで対応が可能です。
- ③ 電源を落としたり、ケーブルを抜くなどの不正操作には、アラームリレーで外部のシグナリング機器へ発報したり、Digital Inputにセンサー入力やリミットスイッチ等のトリガーを入力することでSNMPトラップを発行し、ネットワーク管理者に通知することが可能です。
- ④ 未許可のデバイスの接続については、MIB（Management Information Base）に定義されたデバイス以外が接続された場合は、SNMPを通じてネットワーク管理者へ通知することが可能です。また、スイッチの内部設定へのアクセスには、HTTPSによって暗号化され、複数の管理人がアクセスする場合は、役割によって権限をコントロールするRBAC（ロールベースアクセスコントロール）が使用できます。

図5

セキュリティリスクの回避



4. トラブルシューティング

- ① ポートミラーリング：障害のあるポートが送受信するパケットを同時にミラーリングポートから確認でき、WiresharkなどのEthernetスニフィングソフトウェアにて確認が可能
- ② SNMPによって、スイッチの状況をモニター
- ③ SYSLOGやEVENT LOG、オーデットトレイル（監査証跡）などのログレポート
- ④ 等により、迅速なトラブルシューティングやモニターが可能です。

アンマネージドスイッチとマネージドスイッチの違い

アンマネージドスイッチとマネージドスイッチの違いは以下のようにまとめることができます。マネージドスイッチもアンマネージドスイッチもそれぞれに一長一短があり、使い分けることが重要です。高品質で高度な制御が必要な領域はマネージドスイッチを使い、単に機器同士がつながっているだけで良い、外部ネットワークとつながらない領域などでは安価で手軽に使えるアンマネージドスイッチで構成するといった使い方がおすすめです。

表1

アンマネージドスイッチとマネージドスイッチの違い一覧

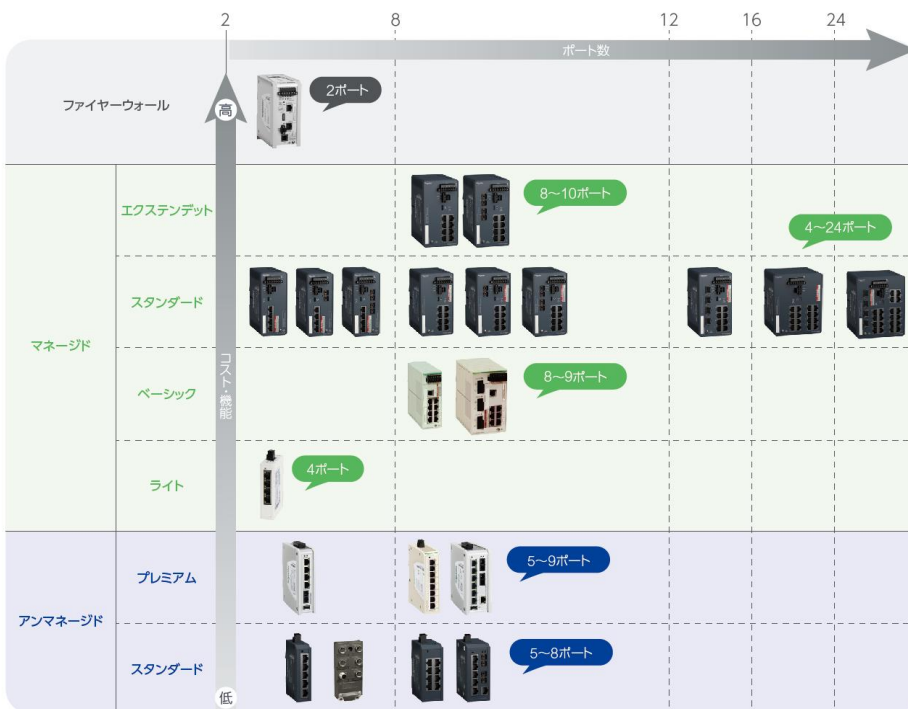
	アンマネージド	マネージド
ネットワークの集約	ネットワークセグメントごとに設置必要	集約可能
設定	不要（プラグアンドプレイ）	必要（Web UI）
冗長化	不可能 障害復旧に時間がかかる、ループする	ダウンタイムを大幅に削減可能、 ループ阻止、冗長化プロトコルにて自動復旧可能
トラフィックフィルタリング	不可能 ループが発生すると帯域を使い果たして、システムダウンを引き起こす。 一部の機種にてQoSに対応したモデルあり	マルチキャストフィルタリング（IGMP）パケットの優先度の設定（QoS）、VLANによる仮想ネットワークセグメントの設定、リンクアグリゲーションなどでデータ、帯域幅、トラフィックを制御
エラー出力	LEDのみ 一部の機能でアラームリレーあり	アラームリレー出力、 DIN→SNMPトラップ出力
セキュリティ	特になし	アクセスコントロール、DoS防御、多様なフィルタリング機能
ネットワーク診断機能	特になし	SNMP、SYSLOG、ポートミラーリング等
外部メモリー	無し	USBメモリーによるバックアップ&レストア
二重化電源	一部の機種で対応	完全対応

世界で採用されている 「Modiconスイッチ」

Modiconは、もともと米国の大手制御機器メーカーで、1968年に世界で初めてPLCを開発したメーカーとして世界で知られています。1997年にシュナイダーエレクトリックのグループに入り、以来25年あまりにわたってシュナイダーエレクトリックの制御機器の主要ブランドとして、そのPLCや産業ネットワーク機器は世界中で採用されています。これからご紹介するModiconの産業用イーサネットスイッチ*は、すでに産業オートメーションの分野で長い歴史があり、世界中で使われている実績のあるもので、このほど日本で発売を開始しました。*以前はConneXiumというブランドで展開

「Modiconスイッチ」は、マネージドスイッチとアンマネージドスイッチ、ファイアウォール、ポート数も2から24を超えるものまで幅広く取り揃え、お手頃価格で導入しやすい「ライト」から、高機能・高信頼性のハイエンドな「エクステンデット」まで、豊富なポートフォリオを取り揃え、用途に応じて最適なものを選ぶことが可能です。いわゆる汎用的な商用グレードのイーサネットスイッチと異なり、すべての機種で安全規格のUL61010またはUL508に適合し、使用周囲温度0°Cから+60°Cで動作することができます。一部機種では、絶縁保護コーティングを施し、-40°Cから+75°Cまでの環境でも動作できるものもあり、より高温度の環境にも対応が可能です。すべての機種は、コンパクトで堅牢な設計で、DINレールに対応し、制御盤やボックスに省スペースでの取り付けが可能。24Vdcの電源入力で、直流スイッチング電源から安定した電源供給を受けることができます。ほとんどの機種で入力電源を二重化でき、安定稼働を可能としています。

図7
Modiconスイッチのポートフォリオ一覧



マネージドスイッチの最上位機種である「エクステンデットマネージドスイッチ」は、デュアルリングスイッチとして非常に高い信頼性を持ち、インフラ設備などに最適です。「スタンダードマネージドスイッチ」は、高機能なマネージドスイッチの中でも最もよく使われるタイプで、20機種のバリエーションを持ち、サイバーセキュリティを高度に進化させたファームウェアを全てのモデルに実装しています。「ベーシックマネージドスイッチ」は、基本的な冗長化プロトコルであるRSTPをサポートするファームウェアを実装し、「ライトマネージドスイッチ」は、エントリーレベルで最も導入しやすいタイプとなっています。

アンマネージドスイッチでは、最上位機種種の「プレミアムアンマネージドスイッチ」は、アラームリレー、QoS、電源の冗長化などの高度な機能を持ちます。「スタンダードアンマネージドスイッチ」は、プラグ&プレイが可能な最もシンプルで使いやすいタイプとなります。

また「ファイアウォール」もあり、制御システムを含むさまざまなレベルのネットワークを有効なセキュリティゾーンに変えることができます。トランスパレントブリッジモードとルーターモードの両方で動作します。

耐環境性能、ギガビット Ethernet対応など多彩な新製品

2022年1月に発売した「スタンダードマネージドスイッチ」は、ファースト Ethernetポート4ポートから最大20ポートに対応したモデルを中心に、ギガビット Ethernetポート備えたもの、ギガビットEthernetに対応したSFPトランシーバーに対応したものの、さらにシングルモードおよびマルチモードの普及版FX光ファイバーSCコネクタに対応したモデル、8ポートで最大90Wまで出力できるPoEモデルと使用周囲温度 -40℃から70℃までに対応した耐環境モデルなど、合計20種類のラインアップを揃えています。さまざまな用途や環境、システムの規模に応じたモデルを選択することが可能です。

図8

Modicon スタンダードマネージドスイッチのポートフォリオ

<p>ノーマル 10/100BASE-T</p>  <p>4TX 8TX 16TX</p>	<p>ノーマル (耐環境モデル) 10/100BASE-T & -40~+70℃ & 絶縁保護コーティング</p>  <p>8TX</p>	<p>ギガビットイーサ対応 10/100BASE-T+10/100/1000BASE-TX</p>  <p>8TX+4GE</p>	<p>SFP対応 10/100BASE-T+SFP GE</p>  <p>8TX+4SFP GE 16TX+4SFP GE 20TX+4SFP GE</p>
<p>FX光ファイバー対応 10/100BASE-T+100BASE-FX</p>  <p>4TX+1MM 4TX+1SM 4TX+2MM 4TX+2SM 8TX+1MM 8TX+1SM 8TX+2MM 8TX+2SM</p>		<p>PoE対応 10/100/1000BASE-TX (PoE) 10/100/1000BASE-TX (PoE) & -40~+70℃</p>  <p>8GE (PoE) 8GE (PoE)</p>	
<p>FX光ファイバー対応 (耐環境モデル) 10/100BASE-T+100BASE-FX & -40~+70℃ & 絶縁保護コーティング</p>  <p>8TX+2MM 8TX+2SM</p>		<p>TX : ファーストイーサネット10/100 Base MM : 光ファイバーマルチモード SM : 光ファイバーシングルモード SFP : 光ファイバートランシーバー GE : ギガビットイーサネット10/100/1000 Base-TX PoE : Power on Ethernet</p>	

またアンマネージドスイッチも、プラグアンドプレイができるシンプルなスタンダードアンマネージドスイッチでは、5ポートと8ポートのモデルに加えて、シングルモードおよびマルチモードの普及版FX光ファイバーSCコネクタに対応したモデル、ギガビットEthernetに対応したモデルおよび水滴や塵埃に強いIP67モデルがあります。QoSのスイッチング機能と二重化電源などを備えたプレミアムアンマネージドスイッチは、全機種IP40適合で、使用周囲温度 $-40\sim+70^{\circ}\text{C}$ 、絶縁保護コーティングを施した耐環境性能に優れたモデルとなっています。8ポートのモデルに加え、シングルモードおよびマルチモードの普及版FX光ファイバーSCコネクタに対応したモデルも用意してあります。

図9

Modicon アンマネージドスイッチのポートフォリオ



産業Ethernetには それ専用の機器を

製造業をはじめとする産業のデジタル化やDXにおいて、工場や製造現場、ラボやオフィス間を通信でつなぐネットワークはデータを送る大動脈であり、最も重要なインフラのひとつです。オフィス等に使われているEthernetも、産業用Ethernetも同じEthernetをベースとした技術で連携も進んでいますが、あくまで別物。その認識は忘れてはいけません。当たり前の話ですが、産業用には産業スペックのものを、業務用・商用にはそれ用のものを使うことが大事です。

一般的なオフィスで使われる業務用・商用のEthernetの場合、ネットワーク機器は比較的清潔で静かな環境に設置され、ケーブルは壁の後ろ、天井、床の下に隠され、ネットワークスイッチ、ハードウェア、接続コンポーネントは保護された場所で使用されています。通信品質は産業用ネットワークに求められるほどシビアではありません。

それに対し産業用Ethernetが使われる製造現場は、日常的に電磁干渉（EMI、ノイズ）が飛び交い、温度環境も高温あるいは低温など場所によって差があり、電力／電圧の変動も頻繁で、機械からの振動も常態化しています。また、水やほこり、泥、油、溶剤などを扱う現場では、その雰囲気によって機器やケーブル等を腐食させるなど、おおむね厳しい条件下になります。

屋外やインフラ関連はもっと厳しくなります。例えば、上下水処理プラントなどのインフラ設備では、高いレベルの湿度や砂利、スラッジに対する耐性が必要で、場合によっては、石灰やメタン、硫化水素、塩素などの腐食性ガスに対する耐性が求められます。ソーラーや風力発電設備では、日常的に強い紫外線と風雨により、極端な温度変化や過度の湿度に晒されています。野生動物によるケーブルや機器の損傷、落雷による雷サージ、EMI干渉などもあります。しかしながらこうした過酷条件下でも、産業ネットワークの通信品質には一貫して遅延やデータ欠損がなく、確実に動作することが要求されます。

同じデータ通信が目的であっても、その利用環境や要求はまったく異なります。仕様が合っているからといって産業用ネットワークに汎用的なネットワーク機器を使うのはリスク以外にありません。産業用ネットワークを構築する際は、必ず環境に合った機器を使うことが必須です。その点、「Modiconスイッチ」は、産業用として長い歴史と世界中で実績を積み重ねてきた信頼性の高い製品であり、安心してお使いいただけます。例えばModiconマネージドスイッチは、同じくModiconブランドのPLCのM580/M340といった主にプラント向けの冗長化機能を持ったPLCを使用した大規模なシステムで海外での採用実績も多く、多くのエンドユーザー様やシステムインテグレーター様から指定化されています。世界No.1の接続機種数を持つPro-faceブランドのHMIにおけるあらゆるプロトコル検証にも使用されており、Pro-face製品同様安心して利用いただけます。

また、マネージドスイッチを展開するプレイヤーのほとんどが海外メーカーであり、製品導入に必要な十分なローカライズ環境（マニュアル、サポート）が整っていないことが多いですが、「Modiconスイッチ」は、日本語のマニュアルとサポートを提供し、安心してお使いいただけます。

さらに、マネージドスイッチは専門プレイヤーによる供給が多く、ソリューションとしてアプリケーションを含めたワンストップで解決できないことなどがあげられます。シュナイダーエレクトリックでは、世界No.1のコントローラー接続実績を誇るPro-faceのHMIを中心に、産業現場にマッチした数々のインダストリアルPC（IPC）やゲートウェイ、AVEVAを中心としたSCADA/Historian、効率的にマシンモニタリングを行うクラウドベースのアプリケーションなどの数々のポートフォリオと製造現場に最適なネットワークを構築できる「Modiconスイッチ」との組み合わせにて、お客様のDXの取り組みを加速させるソリューションをご提案することが可能です。

フィールドからエッジ、クラウドまでトータルで産業DXを支援

シュナイダーエレクトリックは、工場や製造現場といったフィールド層、それらからデータを集約・分析して現場の見える化を行い、同時にクラウドやIT層とのつなぎを担うエッジ層、さらにその上位でデータの蓄積から活用をつかさどるクラウド層まで、産業のデジタル化、DXに必要な全領域においてハードウェア・ソフトウェア、それらを統合したソリューションを提供しています。

産業用イーサネットスイッチは、各種多様な製品がリリースされていますが、各製品間で性能には大きな差が無いのが現状です。シュナイダーエレクトリックでは、産業用イーサネットスイッチを導入するだけでなく以下のようなメリットをご提案することが可能です。

- ① 日本語マニュアル、日本語によるしっかりしたサポートが可能
- ② Pro-faceと合わせて、IoT/DXをプロトコル、セキュリティ、ネットワークをワンストップで提案できるのは、シュナイダーエレクトリックだけ
- ③ システムインテグレーターやネットワークインテグレーターなどパートナーとの導入サポートや連携も可能
- ④ 産業用ネットワークだけでなく、ソフトウェア（SCADA/Historian）、ハードウェア（IPCやゲートウェイ）、ソリューション（インターネット接続、ARによる現場改善、クラウドベースマシンモニタリング、サイバーセキュリティコンサルティング）など、幅広く提案可能

製造現場でのDXおよびIoTソリューションの導入のご検討には、ぜひシュナイダーエレクトリックにご相談ください。

図10

シュナイダーエレクトリックが提唱するトータルIoTソリューション

