

ARC WHITE PAPER

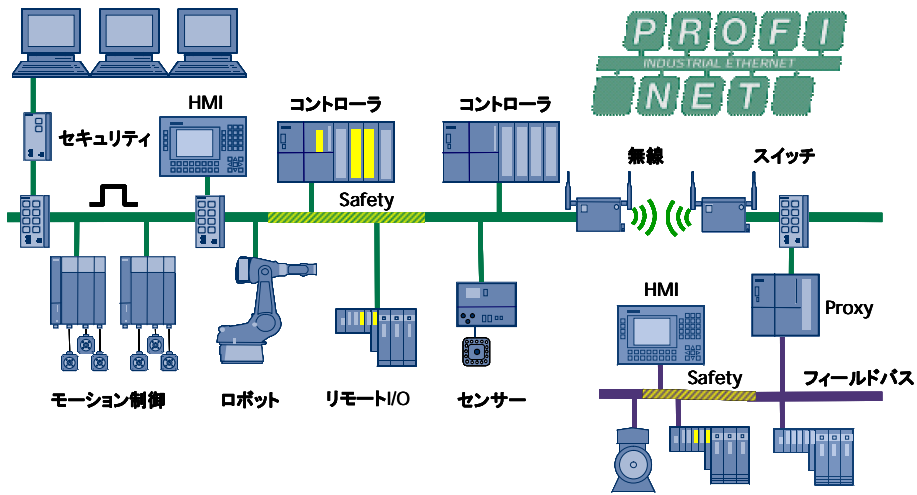
By David W. Humphrey

NOVEMBER 2005

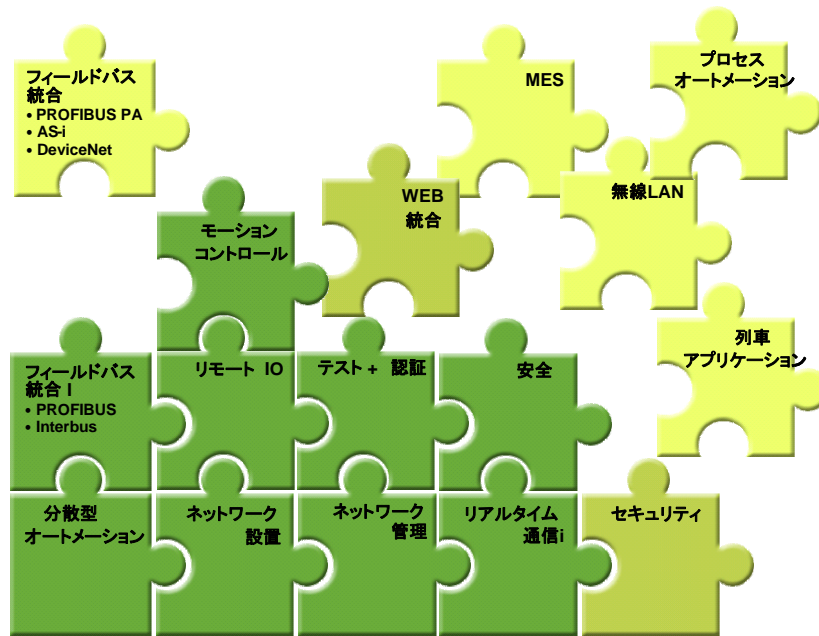
Profinet: あらゆるアプリケーションに対応する 産業用 Ethernet ソリューション

オーバービュー	3
産業用 Ethernet: ビジネスとしての展望.....	4
あらゆるソリューションに対応する産業用 Ethernet Profinet	5
Profinet のアプリケーション: 5 種類のケーススタディ	12
結論とリコメンド	22





Profinet はオートメーション機器から全社システムまで、
 全工場をネットワークでつなぐことができる。
 同時に、モーション制御、安全通信、無線通信などのアプリケーションもカバーする



Profinet ワーキンググループは製造業ユーザからの要求を満たす
 さまざまなアプリケーションプロファイルを開発している

オーバービュー

現在、産業用オートメーションの世界において、**Ethernet** ほど注目を集めている技術はない。**Ethernet** は 1970 年代に開発され、それ以降、オフィスの IT 環境では幅広く利用されてきた。しかし、1980 年代になるまでは、**Ethernet** が工場の中に入り込むことはなかった。もともと **Ethernet** は厳密な時間と応答を問題とするような制御に適していなかったからである。しかし、プロフィバス協会を含む産業コンソーシアムにより、**Ethernet** に改良が加えられ、製造業のユーザがそのアプリケーションに採用できるレベルまで、**Ethernet** の能力が高められた。新しい技術を付加することで、設置環境が非常に悪い場所への対応、高速の応答が要求されるアプリケーションの対応など、従来の産業用ネットワークが仕様面で対処できなかった

多くの分野にも **Ethernet** はその可能性を広げている。

IT 世界での幅広い普及、国際規格として定着、さらに多様な将来の発展性から、産業用 **Ethernet** は製造オートメーションの世界のネットワーク通信分野に革命を起こしている。

製造業にとって **Ethernet** を採用する最も大きなメリットは、全社レベルで一つまり、現場ロボット、移送ライン、そしてビジネスアプリケーションレベルまで一使用するネットワークを一種類のネットワークを用いて構築できるということにある。たとえば、**Ethernet** を使って、現場機器の通信を行うと、工場で動くセンサーから直接データが入力されるという新しいアセット管理の方法が可能になる。このような情報

は、リアルタイム環境のもとで高度な保守システム、または状態監視のソフトに利用され、トラブルの発生前にそれを予測したり、機器の故障時間を短縮したり、さらには運転コストの低減に役立てたりすることができる。つまり、**Ethernet** のコピキタスな IP アドレス機能と、ルーティング機能を使うことで、私たちは今まで各社独自のネットワークの中に隠れて、見えなかったものを、透過的に見ることができるようになる。

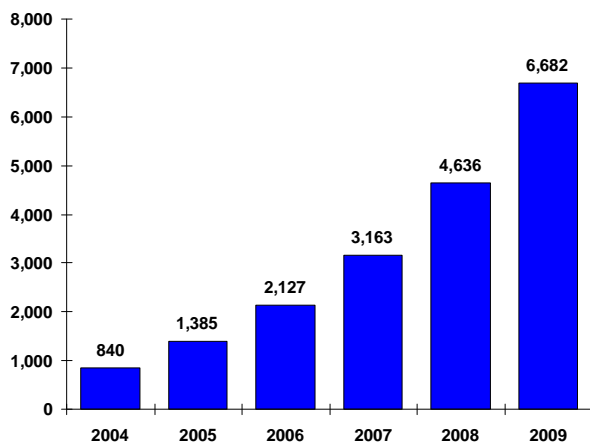
Ethernet という単一のネットワーク技術の採用により、数々のネットワーク問題が解決され、工場と全社情報システムとが容易に情報交換できるようになる。つまり、長年にわたり、工場をビジネスの世界から隔離してきた壁がなくなることになる。**Ethernet** 採用は、保守コストの削減とネットワークの機能の拡張につながるると同時に、工場の中の“オープンシステム”の拡大にも貢献する。オープンシステムが増えることは、PC ベースの制御システムが普及することにもつながる。PC ベースの制御システムでは、産業用コントローラに求められる機能と PC 特有の先進的なデータ保管機能、データハンドリング機能、そしてネットワーク機能をあわせ持つからである。産業用 **Ethernet** は、IT の世界での幅広い普及、国際規格とし

て定着、さらに多様な将来の発展性から、産業オートメーションのネットワーク技術に大きな改革をもたらしている。

通信がある時間内に確実に実行されるという保証がないこと、そして環境の悪い場所での使用がハード的に考慮されていないことから、もともとの **Ethernet** は、産業用アプリケーションの多くには適していない。このため、オートメーションのベンダーはコンソーシアムを結成し、いわゆる“産業用 **Ethernet**”を実現するための技術開発を行っている。プロフィバス協会は産業用ネットワークとして非常に普及している **Profibus** をプロモーションしているが、この協会も工場現場で使用できる標準の **Ethernet** として、**Profinet** の開発を開始した。プロフィバス協会の目標は、製造業特有の課題を解決すると同時に、あくまで標準の **Ethernet** をベースとして **Profinet** を構築するということである。

産業用 Ethernet: ビジネスとしての展望

今日、製造業のユーザは、よりシンプルであり、よりモジュラータイプであるオートメーション・ソリューションを求めている。これは、専用とかベンダー固有でないネットワーク及びインタフェースを使用したソリューションである。そこでは工場現場で発生、保存されていたデータを最大限に活用するため、生産データとビジネスシステムのシームレスな統合が求



Ethernet 機器の総出荷数
(単位: 1000 台)

出典: ARC Advisory Group

められる。Ethernet を使えば、工場現場で生産キーパフォーマンス指標(KPI)とか他の生産性データを、従来の産業ネットワークよりも、簡単に、効率的に集めることができる。

また、オートメーションユーザは SNMP とか DHCP などの最新の IT コンポーネントと技術を製造現場でも利用でき、エンジニアリングコストと保守コストを削減できる。リモートアクセス、最新のネットワーク診断などの標準サービスを導入すれば、簡単にトラブルを解決でき、ダウンタイムを短縮できるので、生産性とプラントの運用性をあげることもできる。Ethernet を導入すれば、既設のオートメーション機能をまったく犠牲にせず、この

ような成果を上げることができるのである。

自動制御コントローラ間における Peer-to-peer 通信
リモート IO、AC ドライブ、RFID リーダなどの 分散型現場機器との接続
エンジニアリングとメンテナンスツール
製造工程の監視
複数軸の同期を含む モーション制御アプリケーション
緊急停止、レーザスキャナ、安全バリアなど 安全関連機器との接続
データ収集とプラントデータベース、MES、 上位エンタープライズシステムとの結合性

産業用 Ethernet は全ての産業アプリケーション
をカバーする

既存の産業用ネットワークの中には、アプリケーションに特化したネットワークもある。たとえば、分散モーション制御は **SERCOS** のような専用ネットワークで制御されてきた。PLC ベンダーは自社固有のネットワークと共に、**Profibus** とか **DeviceNet** のようなオープンなリモート IO 用ネットワークをサポートしている。ただし、安全システムは一般にハード結線であった。結局、工場の現場にはたくさんのネットワークが存在することとなり、全てをまかなうというものはなかった。**Ethernet** は通信帯域が広く、スループットも高い、そして複数のプロトコルをサポートできる。したがって“1本”のケーブルで全てに対応できることになる。しかし、**Ethernet** を工場現場の通信基盤として採用するには、オートメーションに関する全ての要求を満足させなければならない。産業分野での典型的なアプリケーションにおけるこれらの要求とは、PLC 間の相互通信、現場機器との接続、エンジニアリング・保守・そして監視ツールのサポート、安全関連機器、それからプラントデータ収集、MES システム、上位エンタープライズシステムとの接続性などが含まれる。

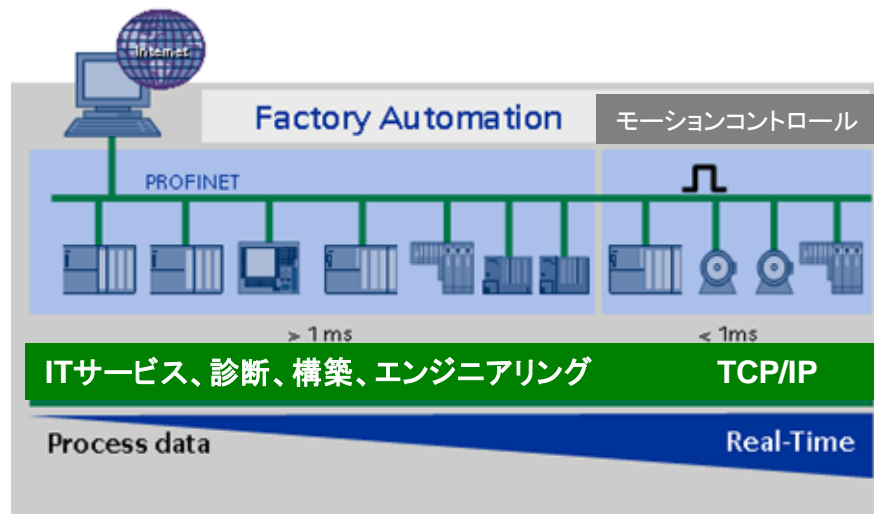
次世代工場通信に求められる要件を考慮すると、**Ethernet** が論理的な選択肢であると ARC は考えている。**Ethernet** により、エンタープライズレベルのアプリケーションにシームレスに接続できる一方、一般的な IT ツールを使って、ユーザの要求を満たすことができる。もっとも重要なことは、一般の **Ethernet** の機能を全てサポートした上で、プロフィバス協会のような産業用団体がパフォーマンスの追加、拡張ができるという“柔軟性”を **Ethernet** が十分持っていることである。その結果、全社で単一の、オープンなネットワークソリューションを採用できることになる。産業用ネットワークの全てアプリケーションに対応することは、最終のメリットである **TCO(Total Cost of Ownership)** の削減につながるわけである。

あらゆるアプリケーションに対応する 産業用 Ethernet ソリューション Profinet

プロフィバス協会(**Profibus International (PI)**)は、1200 以上の会員企業を持つ世界的な団体であり、前項に述べられたネットワークに求められる要件について、もう 5 年以上検討を続けている。工場で使用できる **Ethernet** と

は、**Ethernet** 自体にいくつかのプロトコルを簡単に加えるというだけでは済まないと、プロフィバス協会は初期段階で判断した。**Profinet** を成功へと導くため、プロフィバス協会は、**Profinet** のサービスと機能の範囲を討議する多数のワーキンググループを設置した。各グループでは、安全、モーションコントロール、無線通信など、特定の産業アプリケーションに対する要件を検討したのである。

Profinet 開発のためのプロフィバス協会の努力は相当のものだった。つまり、簡単に **Ethernet** とか **TCP/IP** を使うだけでは、産業用デバイスとして自動的に互いに通信することにはならないからである。**HTTP** とか **E-メール** に使う **SMTP** などのアプリケーションプロトコルを実時間性が重要である産業アプリケーションのデバイス間のデータ交換に使用するのには適当でないからである。プロフィバス協会は開発が始まった当初からその点を認識しており、産業アプリケーション特有のニーズに対応するプロトコルを開発したのである。

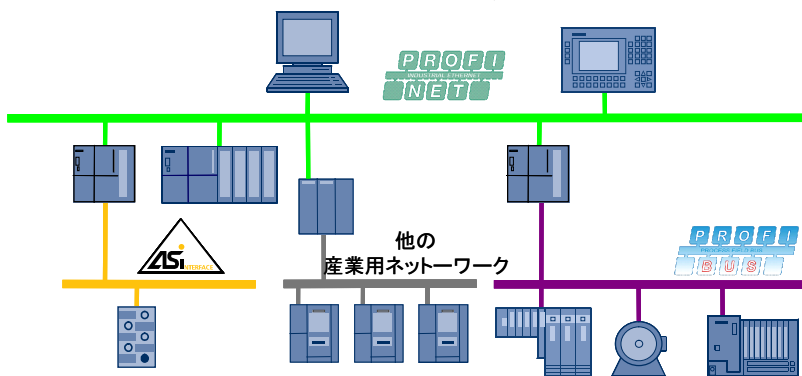


Profinet はモーション制御などのアプリケーション要求に対応するために産業用 **Ethernet** のパフォーマンスを向上させた

TCP/IP はインターネットでよく使用されるネットワーク層とトランスポート層のプロトコルであり、2つのデバイスがデータを共有する一連のサービスを提供している。ただ、**TCP/IP** では2つのデバイスの効率的な通信を保証していないことはあまり知られていない。身近な例として電話を例として説明する。電話で受話器を上げて、外国へのダイヤルを回せば、電話回線自身はつながる。しかし、受信側の電話機がなり、誰かが答えたとしても、それだけでは両者が通信できたことにはならない。つまり、お互い言葉がわからなければならぬ。これは自動制御機器がプロセスデータを利用するために、共通のアプリケーションプロトコルが必要であるの

と同じ理由である。**Profinet** は **Ethernet** に接続されるオートメーション機器間のインターオペラビリティを保証するアプリケーションプロトコルである。

Profinet は、**TCP/IP** プロトコルを制限または変更することなく利用している。デバイスのパラメータ設定、プログラム、ネットワーク診断(SNMP)などのオートメーション用タスクは他の **IT** アプリケーションと同じく、**TCP/IP** のチャンネルで実行される。しかし、リモート **IO** とかモーション制御の通信など、高速で確実な応答が求められるアプリケーションでは、**TCP/IP** は、オーバーヘッドが大きく時間がかかるため不向きである。この問題を解決するため、プロフィバス協会の技術者は、厳密なリアルタイム性を要求するデータの通信用にリアルタイム(**RT**)チャンネルを追加した。



Profinet は他のネットワークを容易に統合でき、工場の幹線ネットワークとなり得る

この方法によると、標準の **Ethernet** ハードウェアとネットワーク機器(スイッチ)を使いながらも、**IEEE** で定義した優先タグ機能により、データを優先的に処理できる。その結果、1 から 10 ミリ秒の通信周期が実現でき、**Ethernet** を産業用アプリケーションに利用する道を開くことができた。

リモート **IO** と他の現場機器とのリアルタイム通信を **Profinet IO** と呼び、**RT** チャンネルが用いられる。**Ethernet** と無線 LAN は共に **IEEE 802.xx** で定義されているため、**Profinet** の用途はアクセスポイント間の無線通信にも容易に拡張できる。

Profinet は既存のフィールドバス資産を無駄にしない

産業用 **Ethernet** は注目すべき新しい技術であろう。しかし、現在ネットワークとして稼働しているユーザの資産はどうなるのか？稼働中のシステムを投げ捨て、単に技術面の優位性というだけで **Ethernet** にリプレースするユーザはほとんどいない。**Profinet** を使えば、ユーザは資産を無駄にしない。つまり、プロキシ技術により **Profinet** のネットワークと既存の **Profibus** および他のフィールドバスシステムを統合できるからである。プロキシは 2 つの異なるネットワーク間で透過的な通信を提供するゲートウェイである。プロキシを採用すると、ユーザはフィールドバス・ベースと **Ethernet** ベースの各サブシステムを混在させることが可能になり、また **Profinet** システムへの移行も徐々に行うことができる。

プロキシを採用するもう一つのメリットは、**Profinet** を工場の“幹線”ネットワークとして導入し、既存のフィールドバスシステムを大きなネットワークシステムに取り込むことができる点である。個々のフィールドバスシステムはその独自の機能を保持し、同時に工場のほかのネットワークシステムと接続する。これにより、現場機器を監視するアセット管理などプラントレベルでのアプリケーションが実現できる。

ドイツ自動車会社は **Profinet** 採用を表明

ドイツのトップ自動車会社(アウディ、**BMW**、ダイムラー・クライスラー(メルセデス・グループ)、フォルクスワーゲン)のコンソーシアムは **2004** 年の末に、**Profinet** を将来の望ましいネットワークとして採用することを表明した。この時期は、**Profinet IO** 対応の機器が市場に出始めた時であったが、このコミットにより、単に自動車業界だけでなく、より幅広いオートメーションのマーケットの中で **Profinet** への注目が一気に高まった。

このコミットの発表することで、**AIDA** はビジネスのメリットという観点からポジティブなリターンを期待している。この見返りは、短期的には **Profinet** という単一ネットワークの採用によってエンジニアリング、開発、統合コストを削減することが含まれるが、長期的には運転時の保守コストの低減となる。

AIDA(ドイツ語で“ドイツ国内自動車製造業のオートメーションイニシアティブ”)からの声明によると、**Profinet** が技術的メリットだけでなく、ビジネス的にもメリットを生むようなアプリケーションにおいてこのコミットが適用されるとのことである。これは、コントローラとデバイスレベル

で使用されてきた今までのネットワーク及び他の **Ethernet** ベースの産業用ネットワークと比較すると **Profinet** が優位になるであろうこと、そして多種の異なる産業用ネットワークを保全するコストが、**Profinet** により削減されるであろうことを示している。

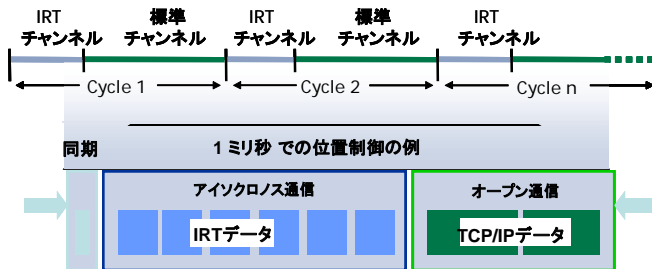
AIDA のメンバーによれば、**Profinet** の仕様の中に安全関連情報を取り込めることが、コミットを出す上で重要な点であった。というのも、ドイツの自動車会社はしばしば、2種類のバス制御用として **Profibus** か **Interbus**、そして安全ネットワーク機器として **SafetyBus p** を使っているからである。ただし、制御用バスの場合、従来の **Profibus** と **Interbus** のネットワークからの移行の方法を提供するため、何社かがプロキシを販売する予定である。

1990 年代のフィールドバス戦争の間の苦い経験があり、複数の互換性のない産業用ネットワークが工場内に設置されるのを防ぐために、4社のコンソーシアムが結成された。**AIDA** は、複数の階層化をベースとし、マスター・スレーブ構成で、しかも低いボーレートとなる現在のネットワークを使う限り産業用ネットワークのメリットは達成できないと考えている。複

数のネットワークを使用すると、それらをいかに共存させるかをいう問題が発生し、結果として統合化、トレーニング、運転のコストが高くなる。そしてこれは製造業の損益に悪い影響を与える。**AIDA** はさらに、技術的なパラダイムシフトの時期に来ていると考えている。つまり、さまざまな従来のネットワークをサポートし、工場特有のアプリケーションを付加する余地を十分残した上で、すでに機能が十分検証されたユビキタスなメディアへ移行する機会が来たということである。初期には懐疑的な意見もあったが、現在 **Ethernet** は産業用の機能を付加されており、全てのオートメーションベンダが納得できる唯一のネットワーク・メディアとなっている。

このコミットの発表することで、**AIDA** はビジネスのメリットという観点から、ポジティブなリターンを期待している。この見返りは、短期的には **Profinet** という単一ネットワークの採用によってエンジニアリング、開発、統合コストを削減することが含まれるが、長期的には運転時の保守コストの低減となる。一番大きなコスト削減は、開発アプリケーションから現場機器まで、全てをシームレスにつなぐ標準でユビキタスな通信ツールから得られると **ARC** は考える。これにより現在のオートメーションシステム

を構築するためかかる多くのコストが削減されるからである。



モーション制御の重要なデータは **Profinet** の IRT チャンネルにより通信されるので、厳しいリアルタイム要求に対応できる

Interbus-S はドイツの自動車工場で多く採用されている従来のネットワークだが、**Profinet** はすでに **Interbus-S** とつなぐ解決策を用意している。**Interbus** の主要なサポーターであるフェニックス・コンタクト社は何年かぶりにプロフィバス協会に再加入した。同時に、従来の **Interbus-S** を **Profinet** の幹線につなぐ最初のプロキシモジュールを発表した。この方法により、

Interbus-S のこれまでの設置ベースも保護されるわけである。

Profinet が高速モーション制御への道を開く

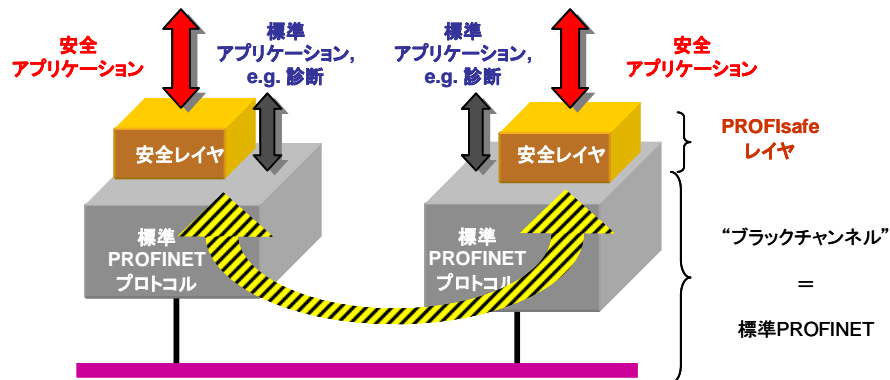
数百にもものぼる回転軸をマイクロ秒の単位で正確に制御する高速モーション制御のアプリケーションを実行するため、**Profinet** はアインクロス・リアルタイムチャンネル(**IRT**)を用いる。この場合、高いレベルでの同期性を保証するため、ハードウェアに標準 **Profinet ASIC** を使う。**ASIC** により通信の時分割が行われ、一定の時間は信頼性のある周期データの通信だけに使われ、残りの時間は標準 **TCP/IP** の通信に使われることになる。

数百にもものぼる回転軸の同期を、機械的でなく、電気的に取る方法において、**IRT** 付の **Profinet** は新しい技術の先駆者といえる。モーション制御の

ネットワークに産業用 **Ethernet** を採用することによって得られる将来的なメリットは、業界をリードする機械メーカーが、モジュラ構成で、かつネットワーク機能を備える次世代の機械をデザイン・開発することである。たくさんの数の回転機を使う機械では、複数の軸間の同期が機械的な“ギア”によって行われることが多かった。最近 **10** 年くらいに、この機械式の方法が電気式に取って変わることが増え、軸間の同期が短時間で行えるようになった。この変化により機械の運用が非常に柔軟になった。つまり、製品の種類の切り替えが時間とか日単位でなく、数分で終わり、**1** 台の機械でよりたくさんの種類の製品を担当できるようになったのである。

Profisafe は Profinet に安全機能を付加

Profisafe は TÜV により認定された **PROFIBUS** 用の安全アプリケーションプロファイルであり、プロフィバス協会が **1999** 年に発表した。そして **2005** 年には **Profinet** 対応の認定も得ることができた。**Profisafe** の発表は、一本のバスでコントロールと安全のメッセージを同時に流すことができる、つまり安全用に別のバスシステムがいらないという意味から産業用ネットワークの新しい時代の到来を告げるものだった。



Profisafe は標準の Profinet 通信を実行すると同時に
安全機器の通信データの信頼性をチェックする

標準的な産業用ネットワークで使われている通信技術は、安全規格を満足するレベルには達していない。通信データは、消失するかもしれないし、間違って伝わるかもしれないし、また正しい順番で伝わらないかも知れない。データの品質が安全レベルの要求を満たすようにするため、**Profisafe** ではアプリケーション層に安全データのチェック機能を追加した。ここではウォッチドックタイマー監視、データの番号付け、順番のチェック、さらに追加の同時性のチェックなどを行っている。これらの機能は標準のデ

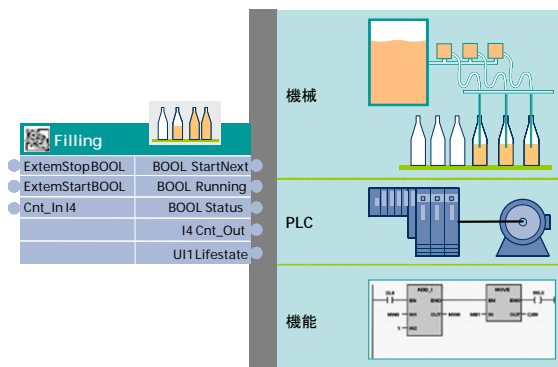
ータフレームの中で実現されるので、制御通信と安全通信が同じネットワーク上に共存できる。

Profisafe は、**Profibus** と **Profinet** の両方のシステムでシームレスに動くよう設計されている。つまり、**Profisafe** というオプションを付加し、単一のシステムとして完全な **SIL3** レベルに認定されたシステムを、冗長化構成によりさらにストップしにくいシステムとすることができる。**Ethernet** と無線通信の技術の両方ともが **IEEE 802.xx** で規定されている規格であるため、**Profisafe** は無線機器にも拡張できる。以上のような機能により、非常に柔軟なシステムを構築できる。実際、シーメンス社は安全システムにおいてこの機能を十分に活用している。

Profinet CBA では通信はグラフィカルに表現される

Profinet CBA (Component-Based Automation) を採用すると、制御システム内に **PLC** が複数存在する時にモジュール構成の分散アプリケーションを構築できる。**Profinet CBA** は、現場間および上位との通信レベルでの相互運用性(**interoperability**)という問題にまったく新しい考え方を提案している。つまり、コントローラ間の通信を実現するのに複雑なプログラムを組む必要はなく、単にコントローラ間の通信の経路をグラフィカルに描けばよいだけとなる。

コントローラ間でデータ交換を行いたいとき、最初に標準のプログラムツールを使って、各機器の機能に基づいた“**Profinet** コンポーネント”を作成する。



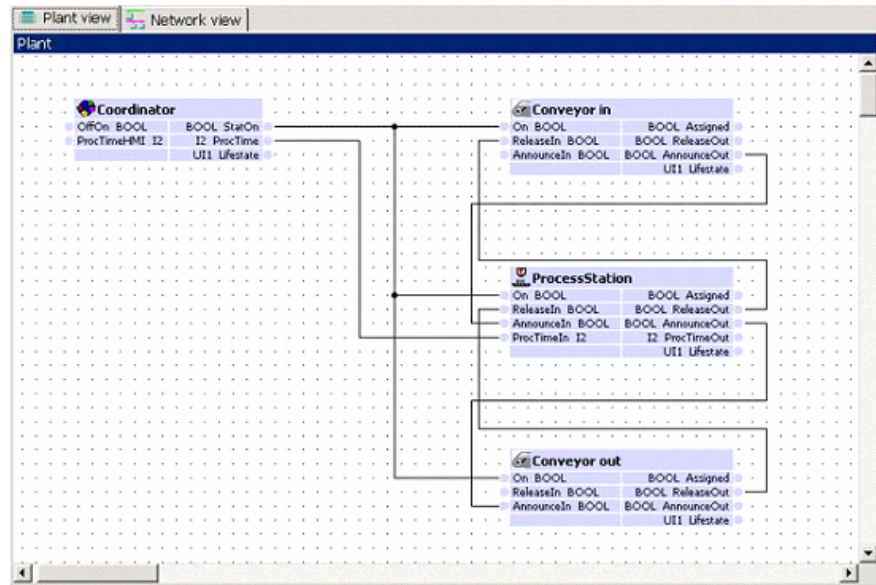
Profinet CBA を利用して、ユーザは機能コンポーネントを作成し、他のネットワークコンポーネントとのデータのやり取りが可能になる

これらのコンポーネントは機器の機能を通信オブジェクトとして中に持ち、さらにネットワーク上のほかの **Profinet** コンポーネントと通信するための入力と出力端子が定義されている。最後にスタートアップ時に、各端子をグラフィカルなツールで接続すればよい。以上の操作には **PLC** 通信の知識とか、**PLC** 内のコードを変更とかの必要性はまったくない。コンポーネントは標準の **XML** を使って記述されるので、機器メーカーでなくても、端子の定義とか、仕様の変更は可能になっている。さまざまなベンダーから提供される **Profinet** コンポーネントは、相互接続エディターのライブラリとして保存できる。**Profinet** の認証

が正しく行われているため、ユーザが求める相互接続性を保証できる。

オブジェクト指向の手法を採用しているので、エンジニアリング時でも、また客先のスタートアップ時でも、**PLC** 間のデータ通信は、すぐにそして

簡単に設定、変更できる。この方法のメリットは、**PLC** 内部のコードをチェックしたり、変更することなしに、**PLC** 間のデータ接続をすばやく行えることである。そのため、エンジニアリングコストを削減して、プログラミングの間違いを少なくすることができる。



Profinet オブジェクト間の通信は単に絵を描けばよいので、スタートアップのとき、**PLC** のプログラムを変更することなく、現場で簡単にコントローラとコントローラの通信を指定できる

機器間通信をサポートすることに加えて、**Profinet CBA** を使えば、上位システム、**HMI** などから生産データを簡単にそして直接アクセスすることができる。全ての機器に対して、**Profinet** エンジニアリングツールを用いてタグ名をつけることができ、同時にあらゆる **OPC** サーバで使用可能な、**OPC** シンボルリストを生成することもできる。

Profinet のアプリケーション: 5 種類のケーススタディ

Profibus は全世界ですでに **1300** 万台以上が設置され、おそらく世界で最も多く使用されているフィールドバスであろう。この成功の理由として、国際プロフィバス協会という非常に幅広い技術リソースを持つ上部団体の存在、**1200** 以上の会員が持つマーケットのポジション、さまざまな製造業のニーズに対応する **Profibus** のアプリケーションプロファイルの提供などがあげられる。以下の章では、たくさんのアプリケーションの中で、**Profinet**

を採用し、そのメリットを確認した 5 つのエンドユーザを例として取り上げる。

Profinet CBA により、フレキシブルな葉巻製造プロセスが実現

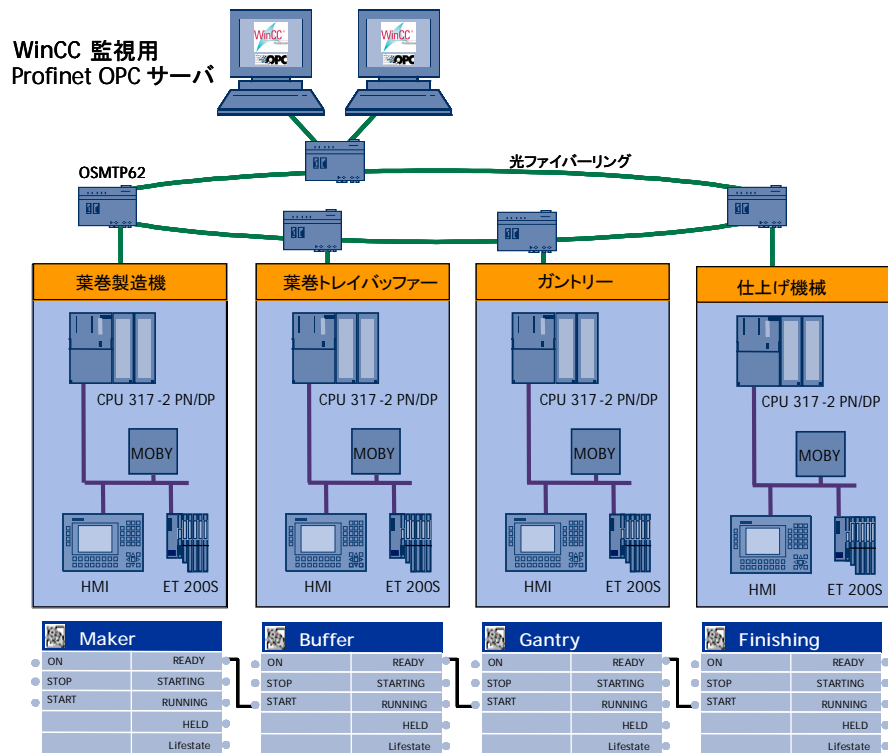
最高級の葉巻は現在でも手巻きで作られる。しかし量産を望む声に応じて、ある葉巻メーカーは数種類の専用機械をアメリカの工場の一つで採用した。この機械には、葉巻を巻くロッド機械、タバコの葉で包み葉巻の先端をシールする仕上げ機械（「アイロンレディー」として知られる）、そしてゼロハンで包み葉巻の帯をつける包装機械などが含まれる。これらの機械は当然、オートメーション機能を備えて運転され、高速で動きながら複雑な機械的な作業を行っている。仕上げ機械の場合は特にこの記述が当てはまるといえる。

この会社でもコスト削減の要求があった。そこで、機械と機械の間に存在し、人手を使わなければならないためボトルネックとなっているプロセスを改善する作業が開始された。加えて、これから増える製品の種類をこなすために生産プロセスにもっと柔軟性を持たなければならないとの指摘があった。既設の生産機械を改造するのは簡単ではないことから、生産の柔軟性を増すには、機械間での製品の受け渡しを改善する必要がある。

仕事の流れ、仕掛り (**Work in Progress:WIP**) を完全にトラックし、正しい時間に正しい仕上げ機械が作業できるようルートを決定することが、目標を達成するための鍵だった。この方法により、生産能力を最大にすることができ、同時に品種変更した際の機械の修正を最小限にとどめることができる。**Siemens** のソリューションプロバイダー・プリズムシステム社が作ったシステムは、コンベヤとトライバッファーが絡み合う複雑なシステムの中で、千を超すトレイのルートと動きを制御できる。システムは **20** 以上の **Siemens 317-2 PN/DP** コントローラを使い、**WinCC** 監視ソフトが動くパネル **PC** で監視されている。トレイ上の **RFID** タグにロット情報の読み込み、書き込みを行うことで作業をトラックすることができる。しかし、このシステムで技術的に重要な点は、**Ethernet** を介して、ネットワークでつながれた **PLC** 間の通信を **Profinet CBA** を使って接続することである。

Profinet CBA を採用することで、プリズム社はコンポーネント間の通信関係をフレキシブルに構築することに成功した。また、コンポーネントは再利用可能である上、コンポーネントを使うことで開発作業が複数のエンジニアで分担できるようになった。**Profinet CBA** の機能では、インテグレートは機械とかコンベアモジュールの機能をカプセル化し、それらを通信インタフェースが定義された **Profinet** コンポーネントとして、提供できるようになる。スタートアップの時、エンジニアは客先の工場で、稼動した

コンポーネントをシステムに簡単につなが合わせることができる。プリズム社はさらに **Profinet CBA** の技術を、機械と **WinCC** 監視ソフト間で直接、トラッキングとトレースのデータをやり取りするためにも使用した。



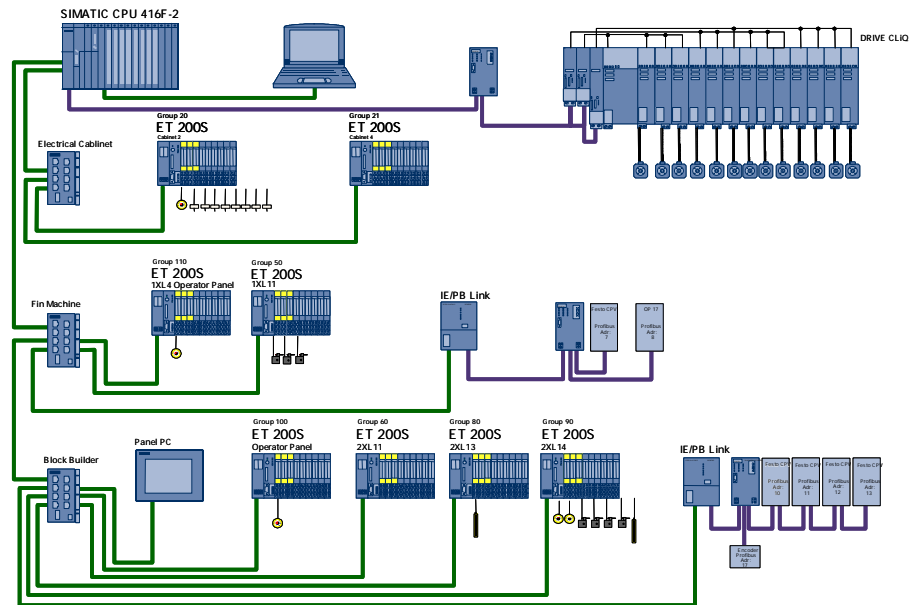
Profinet CBA は柔軟な原料の搬送システムの Key 技術となっている

葉巻メーカーは **Profinet CBA** を採用した今回の方法に **80%**にも相当する生産時間の短縮だけでなく、さまざまなメリットを見出している。さらに、このメーカーは最新の搬送プロセスにおいても同様のアプローチを利用することで、原料の正確なトラックとトレースやロス削減を実現したとしている。

フォルクスワーゲン社 ラジエータ生産に Profisafe と Profinet を採用

オフィスでの **Ethernet** にも言えることだが、**Profinet** の本当の価値はケーブルとかコネクタにあるのではなく、**Ethernet** を伝送メディアとして使っている多くのサービスとアプリケーションプロファイルの活用にある。たとえば、“**Profinet IO**”は **Profinet** のコントローラと現場機器間データ通信をリアルタイムに行うアプリケーションである。さらに、“**Profisafe**”アプリケーションは、**Profinet** で通信するデータが、国際的安全基準にマッチ

したデータ品質のレベルであることを保証するため、通信のデータチェックにもう一段のチェックレイヤを加えている。



ハノーバにある **Volkswagen** のラジエータ製造プロセスでは安全機器の通信に **Profinet** をベースとする **Profisafe** プロファイルを使用し、**Category 4 (EN 954-1)**に対応している

ドイツ・ハノーバのフォルクスワーゲン社は車のラジエータの生産ラインに **Profinet** を導入して、**Ethernet** によるリアルタイムデータ通信と安全機能を実現する決断をした。このプロジェクトの目的は、複雑に絡むケーブルを使うのではなく、一つの産業用ネットワークを採用し、高い生産品質と高レベルのプロセスの安全を同時に実現することにある。今回対象となった生産ラインは以前ワイヤー接続タイプの安全機器と組み合わせたピルツ社の **PNOZ** コントローラを採用していた。

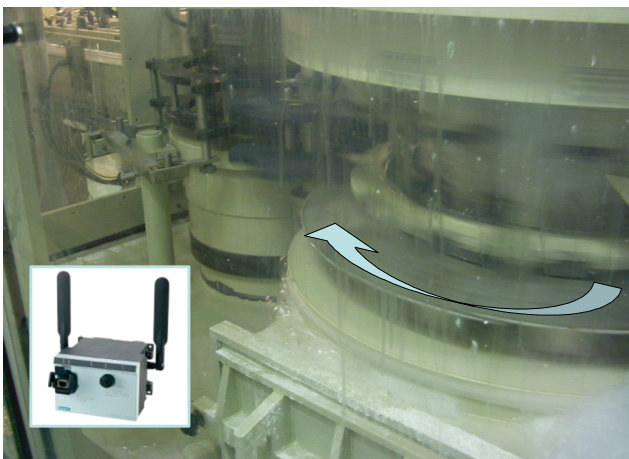
ラジエータの生産プロセスでは、コイルから鋼板が巻き取られ、第一工程マシンに高速で移送される。ここで、冷却フィンが形成され、鋼板が切断される。切断されたフィンは圧縮空気のコアビルダと呼ばれる第二工程に運搬され、いくつかのフィンが組み合わせられてラジエータの原型にプレスされる。シーメンス社の **Sinamics S120** サーボドライブと **Simotion D435** ドライブベース モーションコントローラが **Profibus** を介してネットワークで結合され、モーション制御を実行している。緊急停止スイッチとかライトカーテンなどの安全コンポーネントは **Simatic ET200S I/O** に結線されており、**Profinet** 上で **Profinet IO** と **Profisafe** のテクノロジーを利用して安全コントローラ **Simatic 416F-2** とデータ通信している。プロセス監視用のパネル PC **Simatic PC 670** も **Profinet** に接続されている。

フォルクスワーゲン社によると、このシステムは **EN954-1** に対応する安全カテゴリー4 に認定され、同社の厳しい安全レベルの要求も満足している。**Profinet** を使用した通信では、通常の現場機器 **50** 台、そして安全機器 **11** 台をバスに接続しても、応答時間が **22** から **40** ミリ秒のレベルを達成できる。典型的なプロセスのサイクル時間も **11** ミリ秒毎に実行できる。**11** ミリ秒はこのアプリケーションには十分な時間である。同社は以下のようにこの構成のメリットを述べている。一番重要なのは、**1** 台のコントローラで一般制御と安全関連の両方を担当できることである。以前は、それぞれのアプリケーションに別々の **PLC** が必要だった。それに加えて、既設の **HMI** とか押しボタンがある古い生産ラインに、新しいオートメーション機器が簡単に追加できるというメリットがある。新しい安全機器を使えば、入出力線の短絡、断線の検出といった新しい診断機能を利用することもできる。

ハノーバでのラジエータラインが成功であったため、さらにハノーバとボルフブルグの **2** つのプレスラインで **Profinet**、**Profisafe** そして安全関連機器を使ったプロセスの改造が行われた。以前のプロジェクトと比べて、より小型の **300** シリーズ **PLC** を採用し、フォルクスワーゲン社は大きなコスト削減ができると期待している。

HG インターナショナル社は充填機のスリップリングを無線通信にリプレース

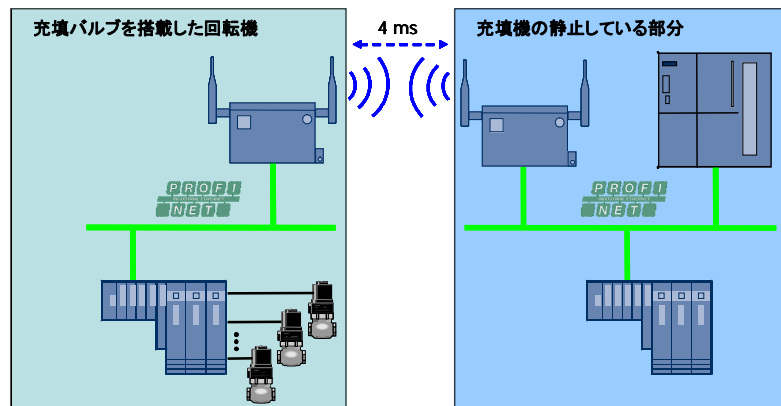
無線 LAN は、拡大する産業用 **Ethernet** の分野の中でも画期的な技術の一つと考えられている。無線と **Ethernet** は共に **IEEE802.xx** 規格に関連しており、オフィスでも工場でもケーブル配線をした **Ethernet** をそのまま延長利用するため無線が使われる。無線を使うことで設置上の問題を解決できた事例を、多くのユーザが報告している。これらユーザのうちの **1** 社が **HG** インターナショナル(**HGI**)である。



HGI 社の充填機のケースでは、無線機器をスリップリングの代わりに使用して、ネットワークの信頼性をあげることに成功した

オランダに本拠をおき、**HGI** 社は消費者向けに **250** 以上の特殊洗剤、保護薬品、つやだし製品などを生産している。高速に、そして正確にプラスチックボトルに製品を充填するため、同社では飲料業界で使用されているのと同じ回転式の充填機を使用している。充填作業の制御は、充填機の回転部分に取り付けられているバルブで行われる。充填機はいつも回転しているため、バルブコントローラへの開閉制御信号の伝送はスリップリングが使われる。スリップリングはかなり信頼性が高い

が、厳しい環境の中摩擦などのためパフォーマンスが劣化することがある。**HGI** 社はスリップリングを使った通信でエラーがたびたび発生すること、そしてその際プロセスの運転に影響が出ることに満足できなかった。同社は赤外線を使った通信も考えたが、この方法も信頼性という点では物足りなかった。



HGI 社は 2 個の **Scalance W** をアクセスポイントに採用した。これにより、コントローラは **Profinet IO** を経由して、回転する機器に無線で通信できるようになる

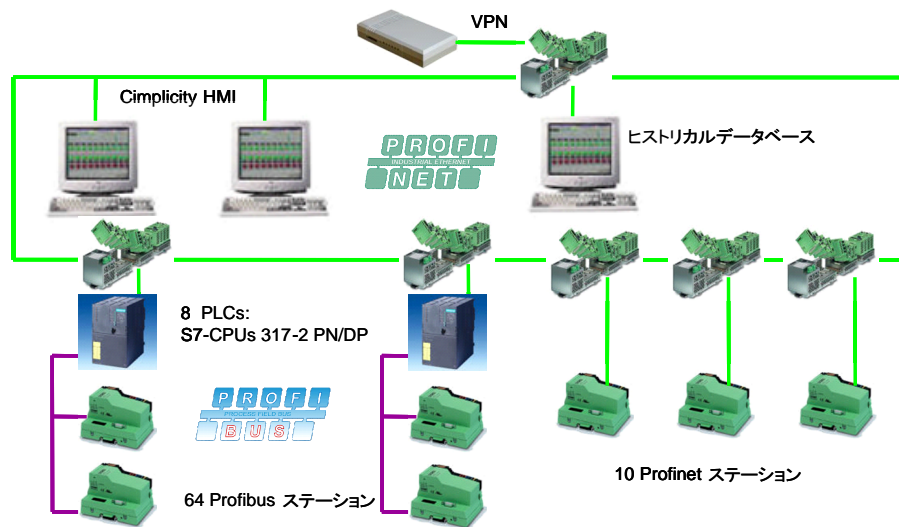
この問題を解決するため、シーメンス社 **S7-300PLC** と回転するバルブの間を **Profinet** でつなぎ、その媒体に無線 LAN 技術を採用する方法を **HGI** 社は開発し、テストした。実際の構成ではシーメンス社の **Scalance W** 無線アクセスポイントを採用し、充填料バルブを制御する回転機の上には **ET200S IO** ブロックを搭載した。これら 3 つの機器には、リアルタイムでの制御データの通信をサポートする **Profinet IO** の技術が採用されている。

HGI 社は、このシステムは 4 ミリ秒の制御サイクル内にバルブを駆動するという同社の要求を満足したと話している。さらに、結果として別途考えられた方法に比べて、コストメリットもあった。入出力制御ができるというメリットだけでなく、**Profinet** の通信上に無線を採用できることは、無線結合をいれても機能的な変化がないことであり、プログラム作成と保守の面からもメリットがあったのである。

オランダの製造業者がマルチベンダー環境の **Profinet** を選択

あまり知られていないことなのだが、オランダはマッシュルームの栽培が盛んであり、世界一の輸出国である。同国の 450 のマッシュルーム農場は半自動化されたシステムを使って、デリケートな作物の栽培と収穫を行っている。生産量を最大にするため、今日マッシュルームは特別な建物の中で、注意深く気象条件をコントロールして栽培される。さらに特別に作られた肥料を使用することが栽培のポイントとなっている。 “indoor verse

compost” (IVC)として知られるこの肥料は、オランダ・マッシュルーム協同組合 **Coöperatieve Nederlandse Champignonkwekersvereniging (CNC)**が開発した特殊なプロセスで作られる。IVC は鳥と馬の肥料に水と他の成分を混ぜて作られる。混合物は最初、長い自然のトンネルの中で、何回か空気にさらされてから、低温殺菌をされる。最後に、肥料は一定温度で菌糸—これがマッシュルームの種となるのだが—と共に保存される。この最終プロセスでは 2 週間、同じ環境を継続して保持しなければならない。



CNC は Profinet と Profibus と接続し、プラント内の長距離伝送、および品質関連と保全関連のデータへのアクセスを実現している。

トンネルの中の温度、湿度そして空気の流量を制御するために、これまで CNC はあるメーカー独自の **VME/DOS** ベースの制御を採用してきた。しかし、このシステムも採用後かなりの時間が経過し、部品が壊れたり、また壊れた部品の代替部品がもう手に入らなかつたりという状況になってきた。さらにそのエンジニアリングのツールは時代遅れとなり、プログラムの作成、保守には非常に多くの技術者のスキルが必要だった。CNC はこの古い制御システムをモジュール型の設計とリモートサービスの機能がある新しい、オープンなシステムにリプレースすることを決めた。設計と機能構築はオランダのシステムインテグレータ・**Alewijnse** 社が受け持った。あるプラントでの新しいシステムは 100 個のトンネルを制御している。ここでは、**Profibus** と **Profinet** を使い、フェニックス・コンタクト社のリモート IO 経由して 3900 点の IO 信号を 8 個のシーメンス社の 317-2 PN/DP に接続している。Cimplicity SCADA サーバは OPC 経由で 56,000 タグの監視と、2,500 点のデータログを実行している。

ネットワークの 1 セグメントは数キロメートルに渡る光ファイバーであり、これをフエニクス・コンタクト社の 8 個の産業用 **Ethernet** スイッチで接続している。ここでは **PLC** と **SCADA** システム間の接続を確実にするため、スパニングツリー・アルゴリズムが採用されている。一つのスイッチは工場ネットワークとオフィスネットワークの間で生産データを通信させるブリッジとして使われている。このデータは、品質管理部門が肥料の流れを最適化し、また制御するために使われる。保全部門はアラーム情報を解析し、また保全作業のスケジュールのためにその結果を使用する。

Alewijnse 社が **Profinet** を採用した理由は、マルチベンダーサポートと、光ファイバーリングを使ってトンネル間の長い距離をつなぐブリッジ機能を評価したからである。将来を考えると、**Profinet** の無線機器のサポートが評価されている。この会社は移動機器に無線を搭載する予定だからである。**CNC** と **Alewijnse** 社は **Ethernet** を活用して **VPN (Virtual Private Network)** 経由で、複数プラントの生産ネットワークをリモートでアクセスしているのである。

Profinet CBA が下水処理施設の通信技術に採用される

地方の自治体にとって、雇用の機会をたくさん提供できるような産業にその魅力を示すためには、インフラを整備することは非常に重要である。アメリカのアラバマにある自治体がより多くのビジネスを誘致するために、下水処理の能力を増強すると決めたのも、これと同じ理由である。下水処理



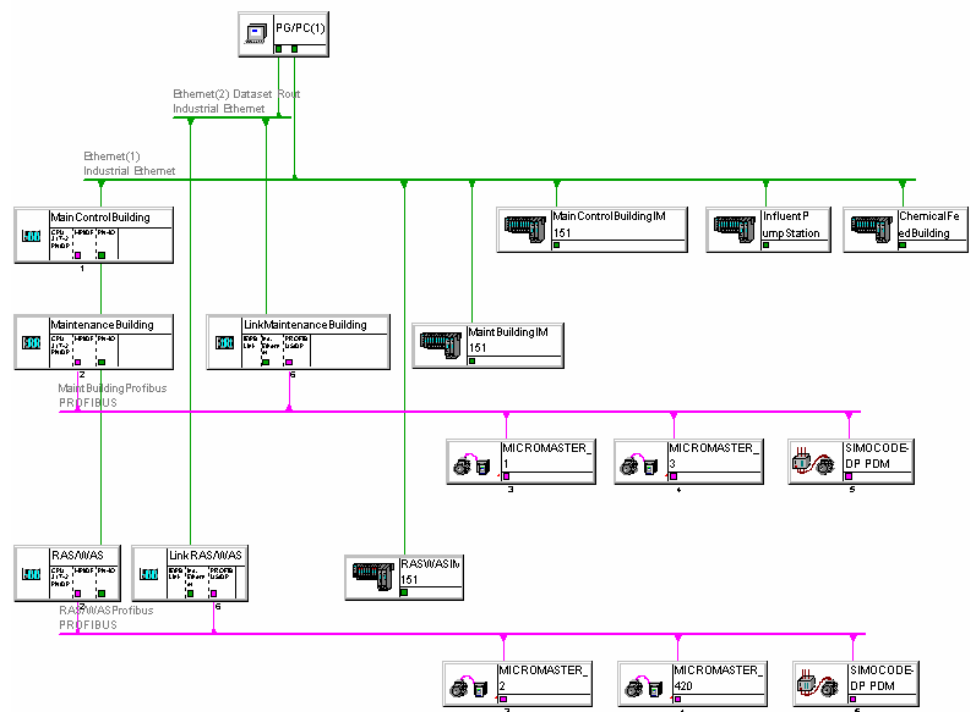
この水処理プラントでは、離れて設置されているコントローラとドライブをつなぐため、リング状の光ファイバーにて **Profinet** を使っている

処理の能力増強は平均 **30%**増が目標とされた。これに加えて、ときどき発生する激しい雨による影響によるため、さらに高いピーク値になる場合も考慮されることとなった。この要求を満足するため、システムインテグレータの **Hi-Tech Systems** 社は **Smith Engineering Consultants** 社と **Ladd Engineering Associates** 社の協力を得て、**Profinet** をネットワークのバックボーンに選択した。

処理プラントは4エーカー以上の規模にもなるため、通常の工場よりも大きな範囲をカバーする方法を見つけなければならなかった。冗長性をもつ光ファイバーリングの産業用 **Ethernet** が選択され、**Profinet** がネットワークのプロトコルとして採用

された。リング状のネットワークの総延長距離は **6000** フィートであり、ステーション間の距離は **1200** フィートとなる。ネットワークのトラフィックは **Scalance X** 産業用 **Ethernet** スイッチで管理された。この機器は銅線ケー

ブル、光ファイバーをどちらも接続でき、またリング状接続による冗長化にも対応している。立地の面から見るとこのプラントはモータコントロールセンター（MCC）を持ついくつかの建物から構成されている。このMCCは、酸化予備処理、浄水処理、滅菌処理と続く一連のプロセスの中で、さまざまな工程で水が入ってきたり、または出て行ったりするときのポンプの動作と配管の洗浄を担当している。さらに別のステーションでは化学薬品の注入と他のポンプの動作を担当しており、ここではシーメンス社のリモート IO ET200S I/O が直接 Profinet の幹線ラインに接続されている。



この水処理プラントで使われてる Profibus 機器の接続形態は iMap エンジニアリングツールを用いて、グラフィック的に表現できる

システムの制御機器の構成は以下のようにになっている。シーメンス社の **Simatic 317-2 PN/DP** コントローラが **Profibus** と **Profinet** の両方のインターフェースを持っている。それぞれのバスは処理プラントをつなぐようラインを広げている。2種類のネットワークを一緒につなぐことで、いままで使用していた回転機器は **Profibus** に接続され、それと同時に客先の希望のとおり、コントローラおよび現場機器のプログラム作成、システム構築は **Profinet** を使って行うことができるようになった。回転機器のデータをメインコントローラのある建物に簡単に送ることができるように、**Profinet CBA** が PLC 間の通信を設定するために採用された。それぞれの PLC は

Profibus に接続されている **MCC** を監視しなければならないのだが、**CBA** を使うことで、データの伝送のためのプログラムを作る必要がなくなった。

今回のアプリケーションで **Profinet** を採用し、特にメリットがあったと思える点がある。それは、**IE/PB** リンクを経由することで、**Profibus** 上の機器と **Profinet** 上の機器とが、シームレスに情報を交換できるようになった点である。この機能はシーメンス社の **Simatic PDM** アセット管理ツールを使用して、回転機器のパフォーマンスを監視するときに必要となる機能であった。もう一つのメリットは、エンジニアがプログラム作成とか保全の目的で機器をアクセスしようとするとき、**Profinet** または **Profibus** 上にあるどの **PC** からでもどの現場の機器もアクセスできるようになったということである。

オートメーション機器間の通信について、もう一点加えるならば、今回のアプリケーションにおけるメリットとして、標準の **IT** サービスとリモートの診断機能を組み合わせがある。たとえば、この水処理施設では制御室まで **DSL/VPN** 接続機能を設置している。これにより、エンジニアはどの場所においても、ネットワークにつながるどの機器にもインターネットでアクセスできるようになったわけである。

結論とリコmend

工場内のコントロールと現場機器のレベルに **Ethernet** が浸透してゆくことは、製造業にとって大きな革命となる。**Ethernet** は広く世の中で普及しており、共通のサービスが提供でき、さらに複数のプロトコルを同時にサポートできるというメリットがある。したがって、産業用 **Ethernet** の普及は、製造業のアプリケーションにおけるネットワークの役割を効果的に再定義することとなった。

Ethernet を十分に活用することで、製造業者はいままでは技術的に難しく、アクセスすることのできなかったデータをアクセスすることができるようになる。これらのデータを効果的に利用することで、製造担当者も全社システムの担当者もものづくりの工程の中で、何が起きているのかを知り、より良く分かることができるようになる。結果として、コスト削減とか、生産性の向上に貢献できる。**Ethernet** を使い工場現場からのデータを収集する能力を非常に高めることができるので、たとえばアセット管理などのアプリケーションでこれらのデータが有効に利用されるならばその効果は更に高くなる。

Profinet の名の下に、産業コンソーシアムであるプロフィバス協会は工場内の **Ethernet** に対応する全てのソリューションを提供している。**Profinet** は標準の **Ethernet** を採用した上で、安全とか、モーションコントロールなどの分野にも、**Ethernet** を使ったソリューションを提供できるようにしている。また良く知られている **IEEE 802.xx** 規格を用いて、**Profinet** は標準の無線 LAN をベースとしたケーブルレスのネットワークをサポートすることもできる。

Profinet の **IRT** はスピード、通信容量、ある時間に必ずデータが到着するという正確さのレベルをアップさせ、ハイエンドのパフォーマンスが要求されるアプリケーションへの道を開いたといえる。これはほんの数年前には考えられなかったことである。このように飛躍的にパフォーマンスがアップしているため、既にいくつかの機械メーカーが産業用 **Ethernet** が提供する新しい機能を活用した次世代の機械を設計し始めている。

Analyst: David W. Humphrey

Editor: Harry Forbes

Acronym Reference: For a complete list of industry acronyms, refer to our web page at www.arcweb.com/Community/terms/terms.htm

API Application Program Interface	ERP Enterprise Resource Planning
APS Advanced Planning & Scheduling	HMI Human Machine Interface
B2B Business-to-Business	IT Information Technology
BPM Business Process Management	KPI Key Performance Indicator
CAGR Compound Annual Growth Rate	MRP Materials Resource Planning
CAS Collaborative Automation System	OpX Operational Excellence
CMM Collaborative Manufacturing Management	OEE Operational Equipment Effectiveness
CNC Computer Numeric Control	OPC OLE for Process Control
CPG Consumer Packaged Goods	PAS Process Automation System
CPAS Collaborative Process Automation System	PI Profibus International
CPM Collaborative Production Mgmt	PLC Programmable Logic Controller
CRM Customer Relationship Mgmt	PLM Product Lifecycle Management
DCS Distributed Control System	RFID Radio Frequency Identification
EAM Enterprise Asset Management	ROA Return on Assets
	SCE Supply Chain Execution

Founded in 1986, ARC Advisory Group has grown to become the Thought Leader in Manufacturing and Supply Chain solutions. For even your most complex business issues, our analysts have the expert industry knowledge and firsthand experience to help you find the best answer. We focus on simple, yet critical goals: improving your return on assets, operational performance, total cost of ownership, project time-to-benefit, and shareholder value.

All information in this report is proprietary to and copyrighted by ARC. No part of it may be reproduced without prior permission from ARC. This research has been sponsored in part by Profibus International. However, the opinions expressed by ARC in this paper are based on ARC's independent analysis.

You can take advantage of ARC's extensive ongoing research plus experience of our staff members through our Advisory Services. ARC's Advisory Services are specifically designed for executives responsible for developing strategies and directions for their organizations. For subscription information, please call, fax, or write to:

ARC Advisory Group, Three Allied Drive, Dedham, MA 02026 USA
 Tel: 781-471-1000, Fax: 781-471-1100, Email: info@arcweb.com
 Visit our web pages at www.ARCweb.com



3 ALLIED DRIVE DEDHAM MA 02026 USA 781-471-1000

BOSTON, MA | WASHINGTON, D.C. | PITTSBURGH, PA | PHOENIX, AZ | SAN FRANCISCO, CA
CAMBRIDGE, U.K. | DÜSSELDORF, GERMANY | MUNICH, GERMANY | HAMBURG, GERMANY | TOKYO, JAPAN | BANGALORE, INDIA | SHANGHAI, CHINA