



PROFINET System Description Technology and Application

PROFINET システム解説 (日本語版)

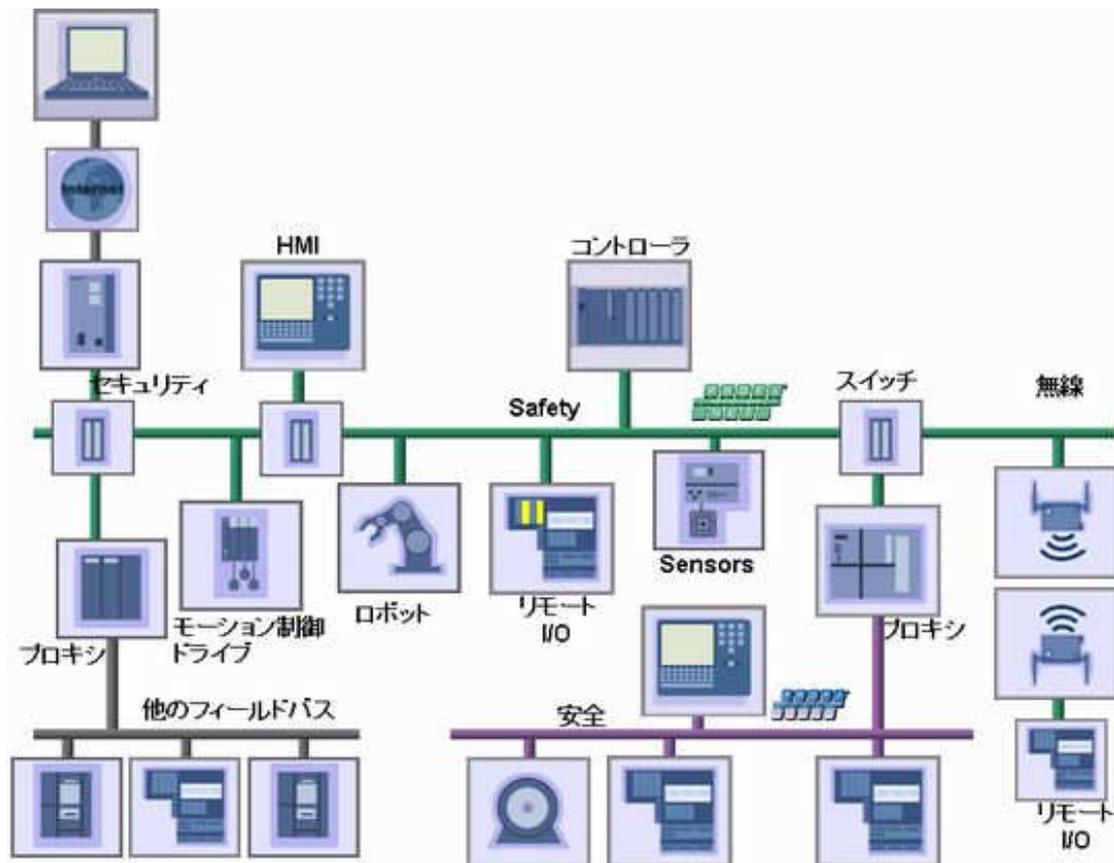


Figure 1: PROFINET はオートメーションのネットワークに対する要求にすべて対応します

はじめに

新しい製品、新しい技術がマーケットに続々投入されるため、産業用オートメーションの分野は常に変革を求められます。たとえば近年のフィールドバス技術の普及は、大きな変革の1つといえます。その結果、制御の中央集中型から分散型のオートメーション・システムへの移行がすすみました。国際プロフィバス協会は、この分野における世界のマーケットリーダーとして 20 年間にさまざまな技術標準を確立してきました。

最近のオートメーション分野では、IT（情報技術）、とりわけ TCP/IP や XML などの標準技術がますます重要になっています。IT を最新のオートメーション技術に取りこむことで、オートメーション・システム間の通信をはじめ、コンフィグレーションや診断、さらにはリモートサービス機能における選択の幅が拡大しました。PROFINET には初めからこうした機能が盛り込まれています。

PROFINET は、産業用 Ethernet の革新的なオープンスタンダードです。PROFINET はオートメーションのあらゆる要求に対応します。アプリケーションがファクトリーオートメーションであれ、プロセスオートメーションであれ、または回転機制御、

安全機能が要求されても、PROFINET は最初に選択されるべき通信技術と言えるでしょう。

自動車工業におけるスタンダードとして、機械産業で広く使用される技術として、食品・飲料・梱包・搬送などの実績のある技術として、PROFINET はすべてのアプリケーションにご使用できます。また、新しく PROFINET を採用するアプリケーションも増えています。たとえば、船舶、列車、さらには毎日営業される飲料品店での営業でも使われています。そして、新しい展開として、PROFINET Energy プロファイルは、生産工程のエネルギーバランスの向上のために使われています。

PROFINET は国際規格 IEC 61158 と IEC 61784 に規定されています。PROFINET のさらなる発展により、ユーザは長期的視点から、オートメーションのプロジェクトを考えることができます。

エンドユーザは PROFINET を使い、設置、エンジニアリング、コミッションングのコストを削減できます。経営層は、PROFINET を採用することで自律的なプラント運転を実現し、さらに保全費用を削減すると共に、プラントの拡張と安定した稼働を達成できるのです。

目次

1. PROFINET の概要1	5.3 RT モードの最適化10
1.1 マーケットとアプリケーション.... 1	6. オプション機能 11
1.2 メリット..... 1	6.1 現場機器へのアクセス..... 11
1.3 PROFINET の種類..... 1	6.2 拡張された機器識別データ..... 11
1.4 コンフォーマンスクラス.....2	6.3 INDIVIDUAL-PARAMETER-SERVER.....12
1.5 標準化.....2	6.4 稼働中のエンジニアリング..... 12
2. モデルとエンジニアリング 2	6.5 タイムスタンプ..... 13
2.1 PROFINET IO のデバイスのクラス. 2	6.6 FAST RESTART..... 13
2.2 IO デバイスのデバイスモデル..... 3	6.7 冗長化機能..... 13
2.3 デバイス記述..... 3	6.8 TCI ツール..... 14
2.4 CR(COMMUNICATION RELATIONS).....3	7. フィールドバス統合 14
2.5 アドレス指定..... .4	8. アプリケーションプロファイル 15
2.6 システムエンジニアリング..... 4	8.1 PROFISAFE..... 15
2.7 WEB 統合..... 5	8.2 PROFIDRIVE.....15
3. コンフォーマンスクラス A の機能 5	8.3 PROFIENERGY..... 15
3.1 周期データ交換.....6	9. PROFINET FOR PROCESS AUTOMATION 15
3.2 非周期パラメータ通信.....6	10. 設置 16
3.3 デバイス/ネットワーク診断..... 6	10.1 ネットワークの構築.....16
4. コンフォーマンスクラス B の ネットワーク診断と管理 7	10.2 ケーブル.....17
4.1 ネットワーク管理プロトコル.....7	10.3 コネクタ.....17
4.2 隣接機器の検知.....7	10.4 セキュリティ.....17
4.3 トポロジーの表現.....7	11. PROFINET IO と認証 18
4.4 機器の交換.....8	11.1 技術サポート..... 18
4.5 ネットワーク診断と IO システム診断 の統合..... 8	11.2 開発用ツール..... 19
5. アイソクロノスリアルタイムと コンフォーマンスクラス C 9	11.3 認証試験..... 19
5.1 同期通信..... 9	12. PROFIBUS & PROFINET INTERNATIONAL (PI) 20
5.2 同期通信と非同期通信の混在.....10	12.1 PI の役割.....20

本書について

本説明書は 2010 年末の時点での PROFINET 技術の基本的な内容を説明しています。

Chapter 1 は PROFINET の紹介、そしてマーケットのポジションとモジュール設計の要点を示します。

Chapter 2 は PROFINET システムの基本モデルとエンジニアリングを説明します。

Chapters 3 から 5 はコンフォーマンスクラスの観点から PROFINET 通信の基本機能をカバーします。

Chapter 6 はさまざまなアプリケーションで使用するオプション機能の説明です。

Chapters 7 から 9 はフィールドバス統合、プロファイル、そして PROFINET のプロセスオートメーショントピック、さらなる PROFINET のメリットなどを記述します。

Chapter 10 はトポロジー、ケーブル、コネクタ、Web 統合、セキュリティなどのネットワーク関連の説明です。

Chapter 11 は製品開発と認証についての情報を提供します。

Chapter 12 は世界最大の産業用オートメーション団体である PI (PROFIBUS & PROFINET International) の情報を提供します。

1. PROFINET の概要

1.1 マーケットとアプリケーション

PROFINET は PI (PROFIBUS & PROFINET International) が作成したオートメーションのための通信規格です。モジュール単位で機能追加ができるので、PROFINET はすべてのアプリケーションとマーケットに使用できます。たとえば、FA、PA、安全アプリケーション、そしてアイソクロノス技術によりあらゆる回転制御もカバーできます。また、アプリケーションプロファイルを用いて、エンジニアリングの効率化も実現できます。

プラントメーカーと機械メーカーは PROFINET を使うことで、設置コスト、エンジニアリング、そしてスタートアップのコストを最小にできます。

エンドユーザーにとっては、プラントの容易な拡張、高い稼働率、そして効率的なオートメーションが期待できます。

長年にわたる PROFIBUS の経験と産業用 Ethernet の多くの実現例が PROFINET の仕様に生かされています。PROFINET はハイレベルのデータ交換の手法として UDP/IP を使うことができます。同時に、PROFINET 独自のプロトコルでさまざまなリアルタイム要求に対応できる周期データ交換のプロトコルも備えています。

PROFINET は今まで使用しているフィールドバスと容易に統合できますので、現在の資産をそのまま生かします。PROFINET は今までのシステムを変えることなく PROFIBUS, AS-Interface, INTERBUS, Foundation Fieldbus そして DeviceNet などと接続できるからです。つまり、プラントオペレータ、機械・プラントメーカー、機器メーカーの資産はそのまま保護されます。

PROFINET 機器の認証手順はすでに確立していますので、PROFINET 機器の高品質と容易な接続性は証明済みです。

1.2 メリット

すべてを 1 本のケーブルで

統合された Ethernet ベースの通信を使うことで PROFINET は高速の入出力データ通信から機器のパラメータ監視・設定までの要求に対応できます。つまり、オートメーションのリアルタイム通信に使えと同時に、IT レベルからの直接機器にアクセスすることもできます。

柔軟なトポロジー

PROFINET は IEEE 規格の Ethernet に 100% 互換です。したがって、ライン、リング、スターなどのトポロジーも自由に選択できます。

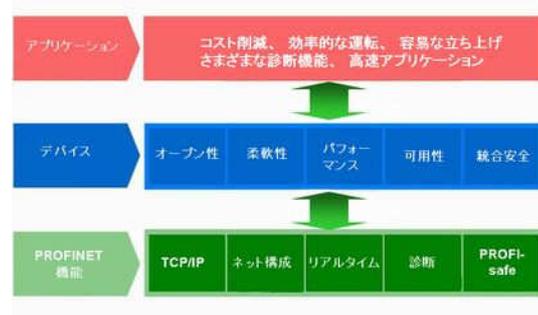


Figure 2: PROFINET の機能とメリット

また、銅線、光ファイバーのどちらも使えます。PROFINET は WLAN や Bluetooth などの無線も使用できます。PROFINET は工場現場の要求にこたえることができます。

あらゆるリアルタイム要求を満足

すべての通信が 1 本のケーブルを通ることになります。リアルタイム通信で考えても通常の IO 通信とモーション制御用の高いリアルタイム性を要求する通信が同居できます。高精度通信の場合、アイソクロノス技術を使って 1 μ 秒以下のジッタ（揺らぎ、ぶれ）で通信を実行することができます。

高い可用性

PROFINET の仕様には冗長化対応とインテリジェントな診断コンセプトも含まれます。非周期で行う診断通信では、ネットワークそして機器の状態、またトポロジーも表示されます。メディアとシステム冗長化コンセプトはシステムの可用性を著しく増加させます。

安全システムとの統合

PROFIBUS で実証済みの安全プロファイル・PROFI-safe のコンセプトが使用できます。通常の制御用の通信と安全通信が同居できますので、機器、エンジニアリング、設置のコストを軽減できます。

1.3 PROFINET の種類

PROFINET は PROFINET CBA と PROFINET IO の 2 つの種類があります。Figure 3 ではこの関係を示します。

PROFINET CBA はコンポーネントを使った機器間通信で TCP/IP またはリアルタイム通信で実行できます。CBA では、グラフィックベースのツールを使って、プラント内のインテリジェント機器を簡単に接続できます。PROFINET IO は通常の制御で使う入出力データの通信方法です。周期データの通信方法として real-time (RT) 通信と isochronous real-time (IRT) 通信を提供します。

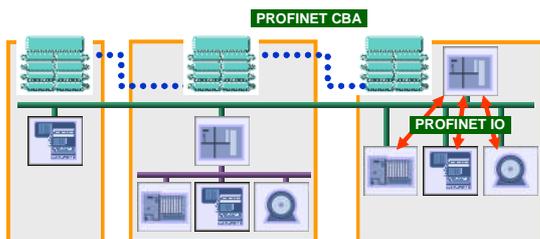


Figure 3: PROFINET の種類

PROFINET CBA と PROFINET IO は単独でも、一緒にでも使用できます。たとえば、PROFINET IO のユニットは PROFINET CBA のモジュールのプラントビューで見られることもできます。

本書では PROFINET IO について説明します。

1.4 コンフォーマンスクラス

PROFINET IO でどのような機能をサポートすべきかは、コンフォーマンスクラス(“CC”)によって、明確に区分されています。CC では機器が最低限どのような機能を持つべきかが定義されています。

CC は 3 つのクラスがあり、それぞれアプリケーションを意識して決められています。(Figure 4).

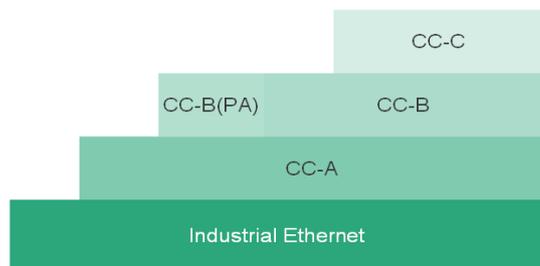


Figure 4: コンフォーマンスクラスの構成

CC-A は PROFINET IO の RT 通信の基本機能です。すべての IT サービス (例 TCP/IP) は制限なく使用できます。典型的なアプリケーション用途はビルディングオートメーションです。無線通信はこのクラスで使用可能です。

CC-B は IT 標準技術によるネットワーク診断などを追加しています。プロセスオートメーションでは冗長化機能が重要であり、CC-B(PA)として、CC-B に追加されています。

CC-C では帯域制御による同期制御 (IRT 通信) をサポートします。つまりアイソクロノスアプリケーションの基礎となります。

コンフォーマンスクラスは認証試験とケーブルのガイドラインのクラス分けとしても用いられます。

CC については以下の仕様書に詳しく記述されています。"The PROFINET IO Conformance Classes"

1.5 標準化

PROFINET は国際規格 IEC 61158 と IEC 61784 で定義されています。PROFINET のコンセプトは IEEE802 の標準 Ethernet をベースとして、ユーザと共同で定義作業を進めました。つまり、標準の Ethernet でカバーできない範囲だけ、追加の機能が作成されました。

2. モデルとエンジニアリング

この章では PROFINET IO システムのモデルの概念を説明します。また、データのアドレス指定の方法についても例をあげて説明します。

2.1 PROFINET IO のデバイスのクラス

PROFINET IO はデータ交換においては、プロバイダー/コンシューマモデルを採用しています。PROFINET IO システムの構築は PROFIBUS システムと同じような方法をとります。以下のようなデバイスのクラスが PROFINET IO では定義されています。(Figure 5):

IO コントローラ: IO コントローラは一般的には制御プログラムが走るコントローラです (例 PLC)。IO コントローラは PROFIBUS のクラス 1 マスターと同様ともいえます。IO コントローラはプロバイダーの観点からみると、システムのコンフィギュレーション時に規定された IO デバイスに出力データを送ります。また、コンシューマの観点からみると IO デバイスから入力データを受け取ります。

IO デバイス: IO デバイスは分散型 IO 現場機器であり、PROFINET IO を介して、1 つまたは複数の IO コントローラと接続されます。PROFIBUS と言うとスレーブ機器に相当します。IO デバイスは入力データのプロバイダーであり、出力データのコンシューマです。

IO スーパーバイザ: IO スーパーバイザはプログラム機器、または PC、または HMI (Human Machine Interface) になることができます。コミショニングとか機器診断の目的で使用されます。PROFIBUS で言うところ、クラス 2 マスターに相当します。

システムには少なくとも 1 つの IO コントローラと、1 つまたはそれ以上の IO デバイスが存在します。IO スーパーバイザはコミショニングとか、トラブルシューティングなどの必要時のみに接続されます。

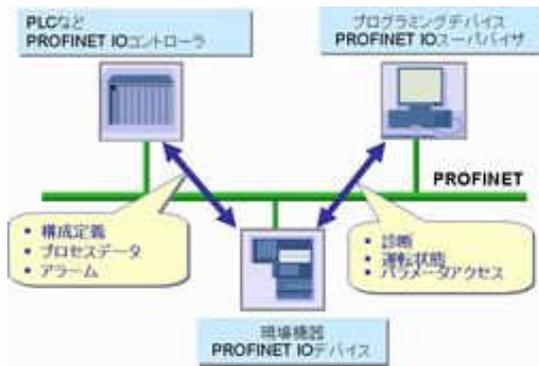


Figure 5: PROFINET IOの通信パス

2.2 IOデバイスのデバイスモデル

デバイスモデルによって、すべての現場機器の技術的および機能的な構成がモデル化されます。モデルはDAP(Device Access Point)と特定のデバイスファミリに属するモジュールで構成されます。DAPはEthernetのアクセスポイントであり、通信プログラムを実行します。さまざまな種類のIOモジュールがDAPに接続され、通信プロセスが実行されます。

以下の構成がIOデバイスで標準化されています。

- スロット(slot)はI/OモジュールがモジュールタイプのIOデバイス内に置かれる場所を示します。モジュールは1つまたは複数のサブモジュールを持ち、異なるスロットに置かれます。
- サブスロットはスロット内にあり、実際のプロセス(入力、出力)のインターフェースとなります。サブスロットデータの特性(ビットデータ、バイトデータ、ワードデータなど)はベンダーが決定します。サブスロットのデータはデータの信頼性を示すステータス情報を持ちます。
- インデックスはサブスロット内のデータであり、非周期の読み書きサービスによってアクセスできます。たとえば、パラメータのモジュールへの書き込みができます。また、ベンダー特有のデータはインデックスを使って読むことができます。

周期I/Oデータはスロットとサブスロットを使ってアドレス指定します。アドレス指定の方法はベンダーが自由に設計できます。読み書きサービスによる不周期データ通信については、スロット、サブスロット、そしてインデックスを使ってデータのアドレスを特定します。(Figure 6).

さまざまなプロファイルでアクセスの競合を避けるため、もう一つの階層としてAPI(Application Process Identifier/Instance)が規定されています。

PROFINETには機器のスロットの拡張ができず、ベンダーで指定された状態で使用するコンパクト現場機器と、ユーザが自分のアプリケーションに合わせてスロットの指定を規定できるモジュールタイプの現場機器の2種類のデバイスがあります。

2.3 デバイス記述

システムエンジニアリングのために現場機器のGSDファイル(General Station Description)が必要になります。XMLベースのGSDファイルにはPROFINET IOデバイスの特性と機能が記述されます。つまり、エンジニアリングとデータ交換に関連するデータが含まれます。現場機器のベンダーはGSDML仕様に基づくXMLベースのGSDファイルを提供しなければなりません。

2.4 CR(Communication relations)

上位のコントローラとIOデバイスが通信するために、通信パスが確立されなければなりません。通信パスはエンジニアリングシステムからのシステム構成データに基づき、IOコントローラがセットアップします。これによりデータ交換の様子が明確に規定されます。

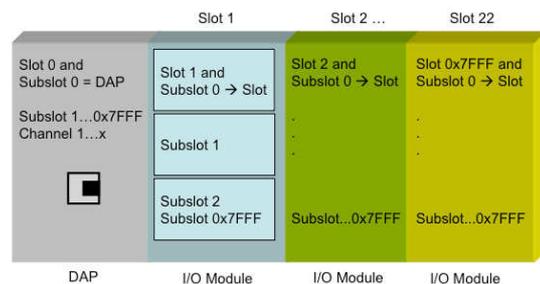


Figure 6: スロットとサブスロットに基づくPROFINET IOデータのアドレス指定

すべてのデータ交換はAR(Application Relation)(Figure 7)にて定義されます。AR内のCR(Communication Relations)にてデータを明示します。その結果、一般的な通信パラメータを含むすべてのデバイスモデリングのデータがIOデバイスにダウンロードされます。1つのIOデバイスは複数のARを複数の異なるIOコントローラと結ぶことができます。

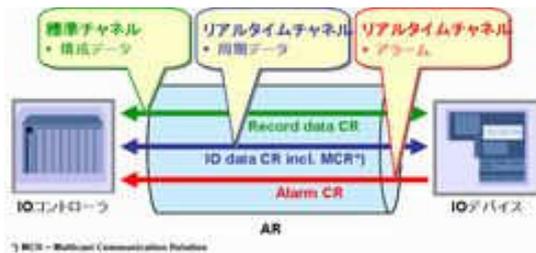


Figure 7: AR(Application relations)と CR(communication relations)

周期データ交換(IO data CR)、非周期データ交換(record data CR)、そしてアラーム(alarm CR)のための通信チャンネルは同時にセットアップされます。

複数の IO コントローラを 1 つの PROFINET システムで使用することができます(Figure 8)。複数の IO コントローラが 1 つの IO デバイスの同じデータをアクセスしたいなら、コンフィギュレーション時に定義しなければなりません。(shared devices, shared inputs)。

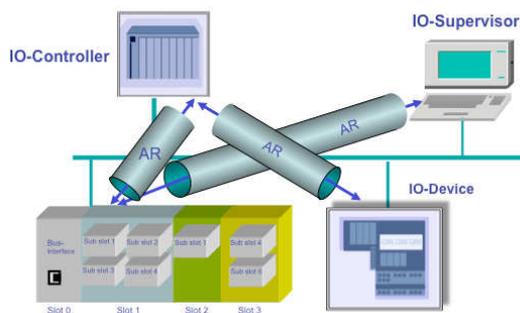


Figure 8: 現場機器は複数の AR を持つことができます

IO-Controller は複数の IO デバイスに対してそれぞれ 1 つの AR を確立できます。1 つの AR 内で、複数の IOCR と API がデータ交換として使用できます。この方法は複数のプロファイル (PROFIdrive とかエンコーダーとか) が通信され、異なるサブスロットが必要とされる場合に有効です。特定の API によって、IOCR 内のデータ通信を区別することができます。

2.5 アドレス指定

PROFINET IO ではそれぞれの現場機器はユニークな名前を持ち、またその名前によってシステム内で識別されます。この名前と IP アドレス、MAC アドレスによって、PROFINET の機器は識別されます。DCP プロトコル(Dynamic Configuration Protocol)はこの 3 つアドレス表現を統合するために使われます。

IP アドレスはデバイス名をもとに DCP プロトコルを使って指定します。DHCP (Dynamic Host Con-

figuration Protocol)については、オプションで使用できます。現場機器がどちらの方法でアドレス決定をするかは、GSD ファイルに記述されます。

オプションとして、隣接機器検知の方法を使って、トポロジーをもとに自動的に機器の名前を設定することもできます。

PROFINET IO デバイスは周期伝送では MAC アドレスを使ってアドレス指定をします。

MAC アドレスと OUI (organizationally unique identifier)

PROFINET 機器はすべて MAC アドレスを持ちます。MAC アドレスは世界中で唯一のものになります。会社識別コード(bits 47 to 24)は各社が IEEE から取得でき、この部分は OUI (organizationally unique identifier)と呼ばれます。

PI は自社で IEEE に OUI の申請をしない機器ベンダーに MAC アドレスを提供します。つまり機器ベンダーは PI の OUI とベンダー管理部(bits 0 から 23)を使うことになります。PI はベンダー管理部を 4k ほどのレンジに分けて配布します。

PI の OUI は、00-0E-CF です。したがって、MAC アドレスの構成は以下になります。この OUI を使うことで、16,777,214 製品分の MAC アドレスが供給できます。

ビット範囲 24-47						ビット範囲 0-23					
0	0	0	E	C	F	X	X	X	X	X	X
会社コード → OUI						連続番号					

2.6 システムエンジニアリング

IO コントローラのベンダーは、PROFINET システムを構築するためのエンジニアリングツールを提供しなければなりません。

コンフィギュレーション時にエンジニアは、GSD ファイルに定義されたモジュール・サブモジュールを実機と同じく指定し、同時になかのデータをスロット・サブスロットにアサインします。つまり、エンジニアはツール内で実システムをシンボル化して構築します。Figure 9 に GSD 定義、コンフィギュレーション、そして実システムの間関係を示します。

システムエンジニアリングが終了したら、エンジニアはシステムデータを IO コントローラにダウンロードします。つまり、IO コントローラはデータ交換のためのすべての情報を持つこととなります。

IO コントローラが IO デバイスとデータ交換を始める前に、IP アドレスを指定する必要があります。

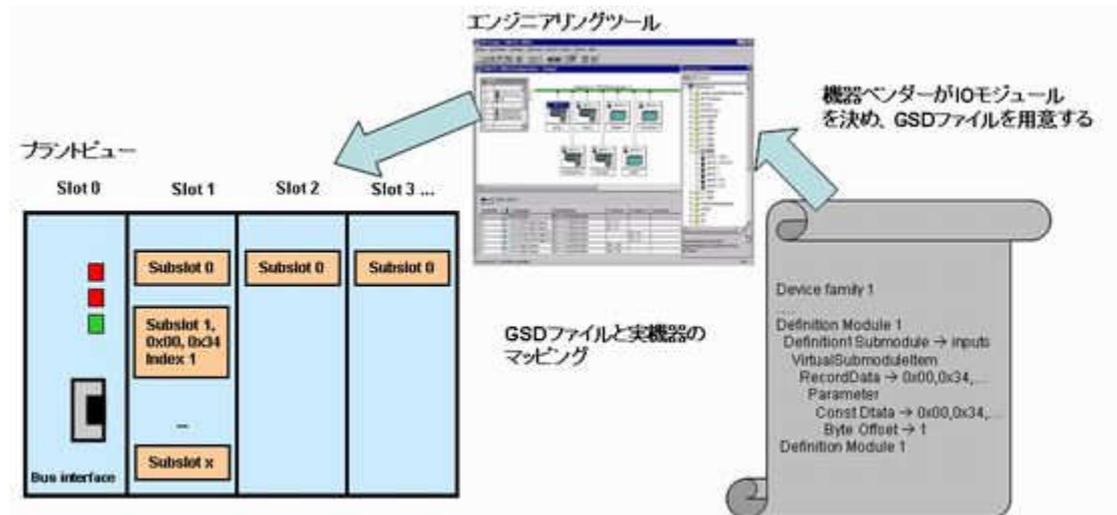


Figure 9:システム構成時に GSD ファイル内の定義を IO デバイスに割り付けます

IO コントローラは、DCP プロトコルを使用して、この作業を行います。

システムのスタートまたは再スタートごとに、IO コントローラはユーザが関与することなく、自動的にシステムの初期化パワーアップを実行します。システムパワーアップの間に IO コントローラは IO デバイスと指定された通信関係 (CR) とアプリケーション関係 (AR) を確立します。つまり、周期 IO データ、アラーム、非周期読み書きサービス、そしてモジュール・サブモジュールが決定します。システムパワーアップが無事に終了すると、周期プロセスデータ交換、アラーム、非周期データ通信が開始できます。

2.7 Web 統合

PROFINET は Ethernet をベースにしており、TCP/IP をサポートします。つまり、現場機器内の Web サーバをそのままアクセスできます。現場機器によっては、診断情報とかその他の情報は Web ブラウザで簡単にアクセスすることができます。つまり、簡単な診断ならエンジニアリング用のシステムがいらないとも言えます。PROFINET の仕様としては、この点は特別な仕様、定義はしていませんが、Ethernet ではオープンかつ無料の機器を自由につなぐことができるわけです。

3. コンフォーマンスクラス A の基本機能

コンフォーマンスクラス A の基本機能には以下の機能が含まれます。リアルタイム入出力 (IO) データ交換、非周期データ通信 (要求ベースの読み書き・パラメータや診断データ、また機器情報の読み出しをする I&M (Identification and Maintenance) 機能も含める)、機器からのアラーム送出モデル、そして 3 つのアラームレベル (メンテナンス要求、緊急メンテナンス要求、診断) を伴うネットワークエラーです。 (Table 1).

要求	使用する技術・命令
周期データ交換	RT を使用した PROFINET 通信
非周期パラメータデータ / デバイス ID (HW/FW)	Read Record / Write Record I&M0
デバイス/ネットワーク診断 (アラーム)	診断・メンテナンス

Table 1: 基本機能のリスト

3.1 周期データ交換

周期 IO データとはある決められた周期ごとに“IO データ CR”にて伝送されるプロバイダーとコンシューマ間の非確認のリアルタイムデータ通信です。周期時間はコネクションごとに設定でき、アプリケーションで求められる要求に対応できます。また、250 μ 秒から 512 m 秒の間で入力と出力でも異なる周期時間を設定できます。

通信接続は複数のタイムサイクルごとにモニタリングされます。伝送フレームのデータ伝送部(サブスロットのデータ)の後には、プロバイダステータスが付加されます。このステータスデータはコンシューマサイドで監視されます。つまり、データの有効性が周期データだけでチェックできることとなります。また、逆方向のデータについてはコンシューマステータスが付加されます。

メッセージのデータ部の後には、データの有効性、冗長化、診断ステータス(データステータス、伝送ステータス)を示す付加情報が提供されます。プロバイダーの周期情報(サイクルカウンタ)も送られますので、この情報が最新であるかが簡単に分かります。周期データがきちんと通信されたかは通信関係のコンシューマがモニターします。もし、データがモニタリング時間以内に到着しない場合は、コンシューマがアプリケーションにエラーメッセージを送ります。(Figure 10).

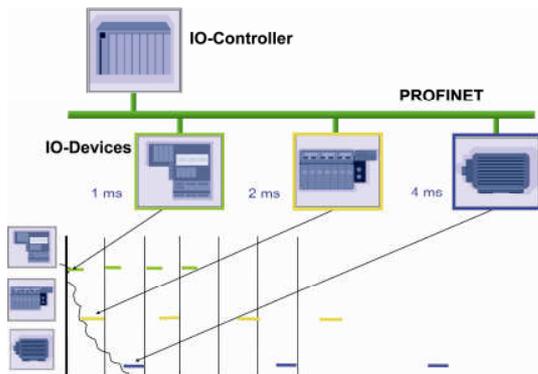


Figure 10: 周期時間監視を伴うリアルタイム通信

周期データ交換は標準のネットワーク機器、たとえばスイッチとか標準の Ethernet コントローラを使って実現できます。また、レイヤ 2 での通信で Ethertype 0x8892 を使い、TCP(UDP)/IP の情報を使いません。ネットワーク機器内で周期データを最適に取り扱うために VLAN タグ (IEEE802.1Q) の高プライオリティが指定されます。

3.2 非周期パラメータ通信

非周期データ交換は“データ読み込み CR”を使って、パラメータ設定、IO デバイスのコンフィギュレーション、機器情報読み込みなどに使われます。このサービスは標準 IT 技術の UDP/IP を使用し、インデックスでさまざまなデータレコードを識別します。機器ベンダーが指定するデータレコードの他に、以下のようなデータレコードが定義されています。:

- ネットワークまたは機器の**診断情報**(これはいつでも読み込むことができます)
- IO デバイス内のイベントの発生情報を含む**エラーログ**(アラームとエラーメッセージ)
- **I&M 機能**(Identification and Maintenance information)

現場機器の識別情報を読み込めることは、保守に役に立ちます。たとえば、機器について不正な動作、またはサポートされていない機能情報などが推測できます。この情報は I&M 機能のデータ構成にて指定されます。

I&M 機能は 5 つの異なったブロック (IM0-IM4) で構成され、インデックスによりアドレス指定されます。すべての IO デバイスはハードウェアとファームウェアのバージョン情報を示す IM0 機能を持たなければなりません。

会員は I&M 機能の仕様を PI のウェブサイトからダウンロードできます。

3.3 デバイス/ネットワーク診断

ステータススペースの保全方法は運転と保守にとって、重要性を増しています。つまり、デバイスとか機器は自分のステータスを自分で判断して、決められた手法でその情報を通信します。PROFINET IO でも、IO デバイスが IO コントローラに高い信頼性を持ってアラームとかステータスを通知する方法が決められています。

アラームのコンセプトは、システムで定義されるイベント(たとえばモジュールの抜き差しとか)とコントローラの技術を使って検出される故障(負荷電圧の不足、断線など)の通知の両方をカバーします。これには、“good(良)”、“defective(不完全)”、“maintenance required(保守要求)”、“maintenance demanded(保守命令)”などの状態モデルが使われます。たとえば、冗長化時のエラーが発生した場合、“maintenance required(保守要求)”の信号が送られます。ただし、冗長化により、機器は機能を維持しています。

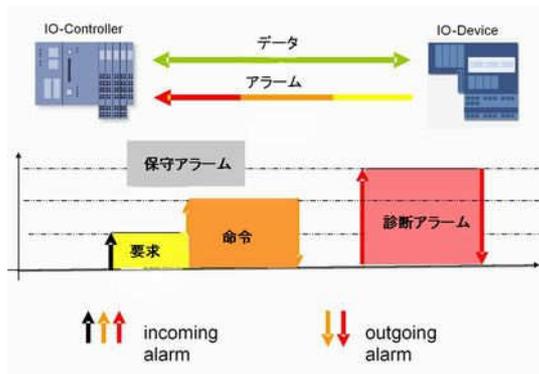


Figure 11: プライオリティをもってアラームを伝達する診断モデル

診断アラーム：診断アラームは IO デバイス内部、または接続するコンポーネントでエラーまたはイベントが発生した場合に使われます。このアラームは故障状態の通知となります。(Figure 11)。

さらに周囲温度が設定を超えた場合などは**プロセスアラーム**が定義できます。この場合、IO デバイスは運転を継続します。プロセスアラームは診断アラームと異なったプライオリティを持ちます。

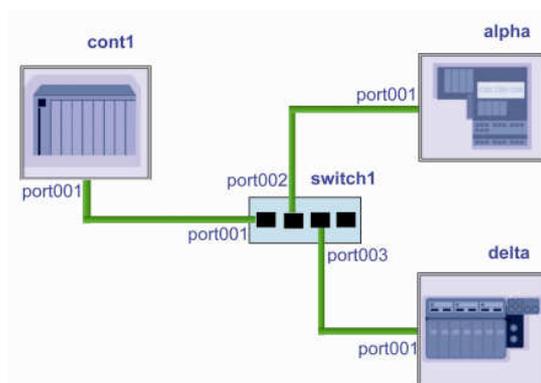


Figure 13: PROFINET 機器は隣接機器の情報をチェックします

4. コンフォーマンスクラス B のネットワーク診断と管理

コンフォーマンスクラス B ではさらにネットワークの診断機能とトポロジー検出機能が追加されます。PROFINET は SNMP (Simple Network Management Protocol)を使います。MIB2 (Management Information Base 2) と LLDP-EXT MIB (Lower Link Discovery Protocol-MIB)の 1 部がデバイスに統合されます。SNMP と同時に、すべての診断とトポロジー情報が非周期 PROFINET 通信

を使って、PDEV (Physical Device Object)から呼び出すことができます。

4.1 ネットワーク管理プロトコル

現在、SNMP はネットワーク機器と機能の保全とモニタリングのためのデファクトスタンダードです。SNMP はネットワーク上の統計データを読み、隣接機器のデータと情報を読むため、ネットワーク機器にアクセスします。管理システムで PROFINET 機器を監視するために、SNMP を実装することがコンフォーマンスクラス B と C の機器では必須となっています。

4.2 隣接機器の検知

現場ではさまざまな機器がライン、スター、ツリーなどのトポロジーで接続されています。どの現場機器が、どのポートに接続し、またポート番号などを識別するために、PROFINET IO では IEEE802.1AB である LLDP を使用します。

PROFINET の現場機器はスイッチポートを経由して隣接機器と情報を交換します。隣接機器が何であるかは、識別され、接続位置も定義されます。(たとえば、Figure 12 では delta device はスイッチ 1 のポート 3 にポート 1 経由で接続します)。

4.3 トポロジーの表現

機器がどのように結合されているか、またポートの診断情報の図を表示することができます(Figure 12)。この情報は隣接機器の検知の際に収集され、SNMP プロトコルで格納されます。このような図でオペレータにプラント状態のオーバービューを提示できます。

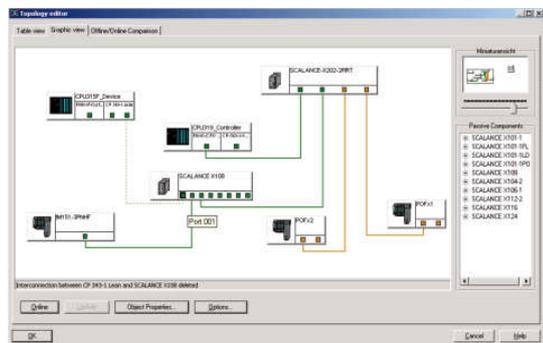


Figure 12: プラントトポロジー

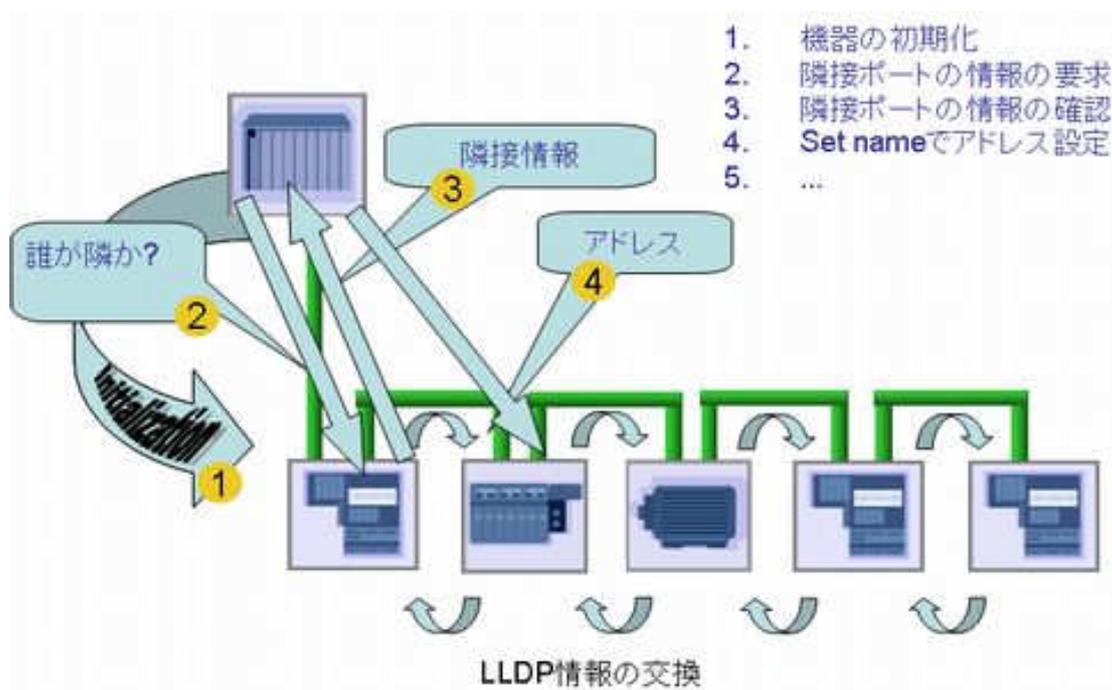


Figure 14: PROFINET IO では機器交換が容易です.

4.4 機器の交換

現場機器が故障して、リプレース機器を設置した時、正しい位置に接続されたかチェックできます。さらにリプレース機器は再エンジニアリングなしで立ち上がることもできます。つまり、リプレース機器は前の機器と同じ機器名とパラメータを受け取ることができるからです。(Figure 14).

4.5 ネットワーク診断と IO システム診断の統合

スイッチは PROFINET の IO デバイスとしてシステム構成で定義されることもできます。このとき、スイッチはエラーを直接 IO コントローラに送ります。つまり、このタイプのスイッチは IO デバイスとして、故障とか、運転モードなどを“アラーム CR”を使って、非周期で IO コントローラに送付します。この方法を使えば、ネットワーク診断も IO システムの診断に統合することができます。(Figure 15).

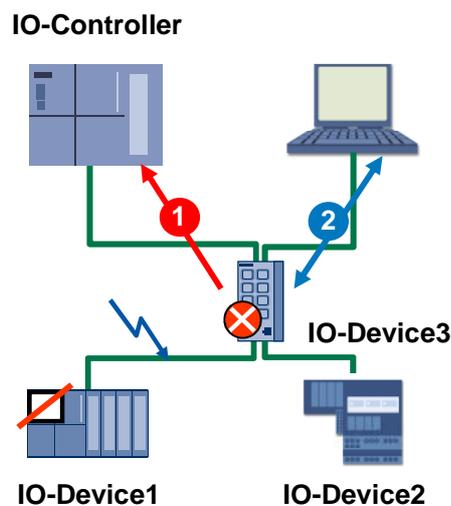


Figure 15: ネットワーク診断を IO システムの診断に統合します

5. アイソクロノスリアルタイムとパフォーマンスクラス C

パフォーマンスクラス C は最も厳しいリアルタイム性の要求に対応する時刻同期機能を持ちます。パフォーマンスクラス C のネットワークでは、フレームの到着時刻の揺らぎを 1μ 秒以下で実現できます。周期通信の packets は同期 packets と同じくある決められた帯域にて通信されます。診断とか、TCP/IP などの他の packets は Ethernet の残りの帯域を使用します。

パフォーマンスクラス C では最小更新時間の初期値は 250μ 秒に決められています。さらに最新の技術では、最小更新時間は 31.25μ 秒まで低減できます。周期時間が 250μ 秒以下に設定するとき、より多くのデータを通信するため、メッセージフレームの最適化方法 (dynamic frame packing, DFP) が使用されます。この方法では、ライン状に接続されているノードのフレームは 1 つのフレームにパックされます。さらに 250μ 秒以下の周期通信では、TCP/IP のフレームも細分化され、小さな packets に分けて通信されます。

5.1 同期通信

周期時間を 1μ 秒以内でのブレで同期的に (同じ時間に) 通信するために、同期通信に関係するすべての機器は共通の時計を持ちます。時刻マスターは同期フレームを使い、システム内 (IRT ドメ

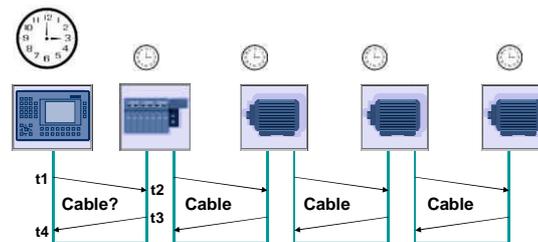


Figure 16: 時刻マスターによる IRT ドメイン内の時刻パルスの同期

イン) のすべての機器の時刻パルス発生を同じ時間に同期させます。(Figure 16). システム内で同期されるすべての機器は間に非同期機器を入れずに、直接互いに接続されます。1 つのネットワークで複数の独立した時刻システムが定義できます。

正確な同期を取るために、システム内で各機器をつなぐケーブルの長さは Ethernet メッセージを使って測定され、その結果が同期計算に使われます。特別なハードウェアがこのクロック同期計算に使われます。

同期通信の通信サイクルは異なるインターバルに分けられます (Figure 17)。最初に同期データが赤いインターバルで通信されます。赤い部分での通信はデータの衝突はなく、決められた時間に必ず到達します。次のオープンなグリーン部分ではすべてのデータが IEEE802 の規則に従い、プライオリティ通りに通信されます。

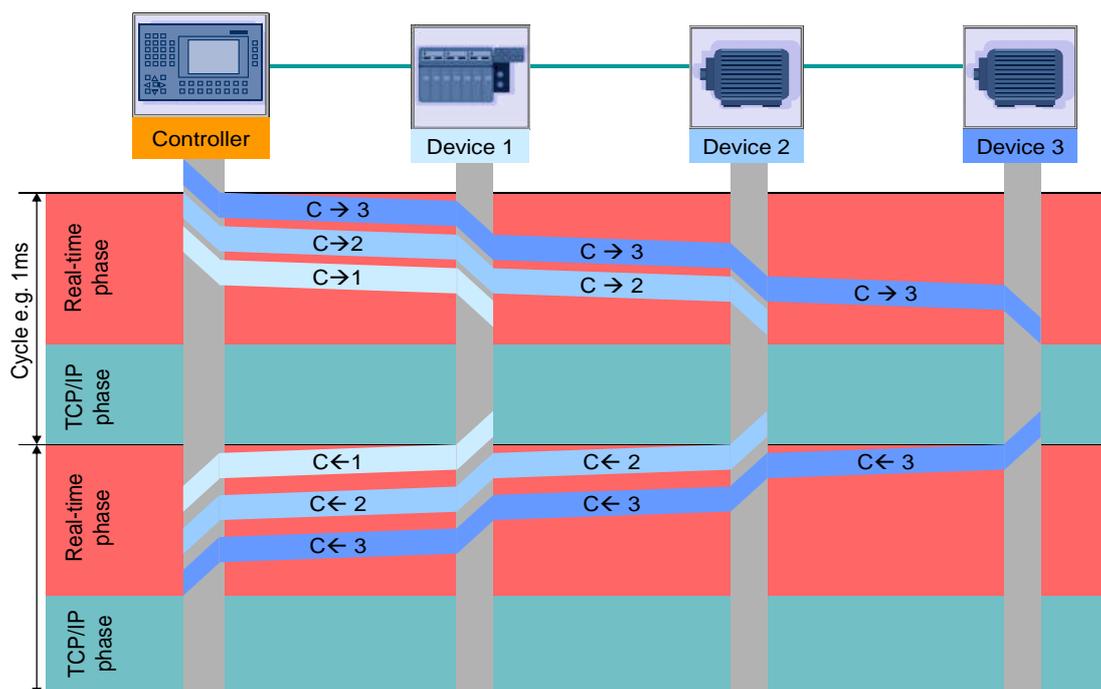


Figure 17: IRT 通信では通信サイクルはスケジュールされた通信部分(赤)とオープン通信部分(緑)に分かれます

それぞれの部分の通信時間は設定できます。もし、あるデータが次の赤いインターバルが始まるまでに通信の終了が確定できない場合は、通信は一時的に保留され、次のグリーンインターバル時に送信されます。

5.2 同期通信と非同期通信の混在

1 つのシステム内で同期通信と非同期の通信を混在させることもできます。例を Figure 18 に示します。この例では、同期を担当するスイッチは Device1 から 3 とつながっています。四角に囲まれた範囲では、時刻同期システムが生きていますので、正確な同期通信が実行できます。他の 2 つの機器は標準の Ethernet ポートを介してつながり、非同期通信を実行します。つまりこの 2 つの機器はスイッチのグリーンインターバル時にのみ通信できます。

5.3 IRT モードの最適化

もし周期時間の短縮が最も重要な要求であるなら、同期通信は DFP (Dynamic Frame Packing) を用いてさらに最適化できます。(Figure 19).

システムがライン状につながっている場合、いくつかの機器の同期データは 1 つの Ethernet フレームに統合されます。個々の周期リアルタイムデータは、それぞれのノードでピックアップされます。現場機器からコントローラへのデータも同時に最適に同期化されることから、これらのデータもスイッチによって 1 つの Ethernet フレームにまとめられます。

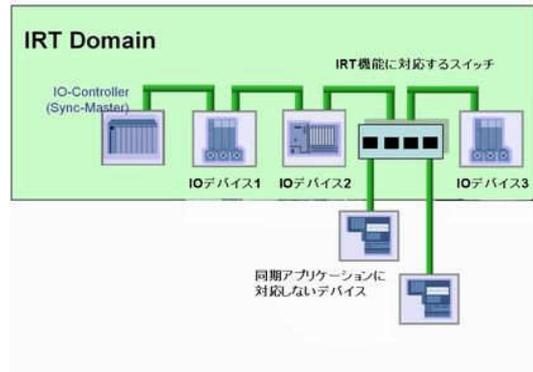


Figure 18: 同期通信と非同期通信の混合運転

理想的には、レッドインターバルではただ 1 つのフレームですべての機器への通信が完了します。フレームの中身は、スイッチによって、組み立てられたり、分解されたりします。

DFP 技術は最も厳しい要求に最適化しています。非同期通信との混在は可能ですが、他のインターバルの機能は制限される場合があります。たとえば 31.25 μ 秒までの短い周期時間を実現するには、グリーンインターバルも同時に時間を短縮しなければなりません。そのため、標準の Ethernet フレームも短く分割されて、小さなデータとして通信され、最終的にもとの形に組み立てられます。

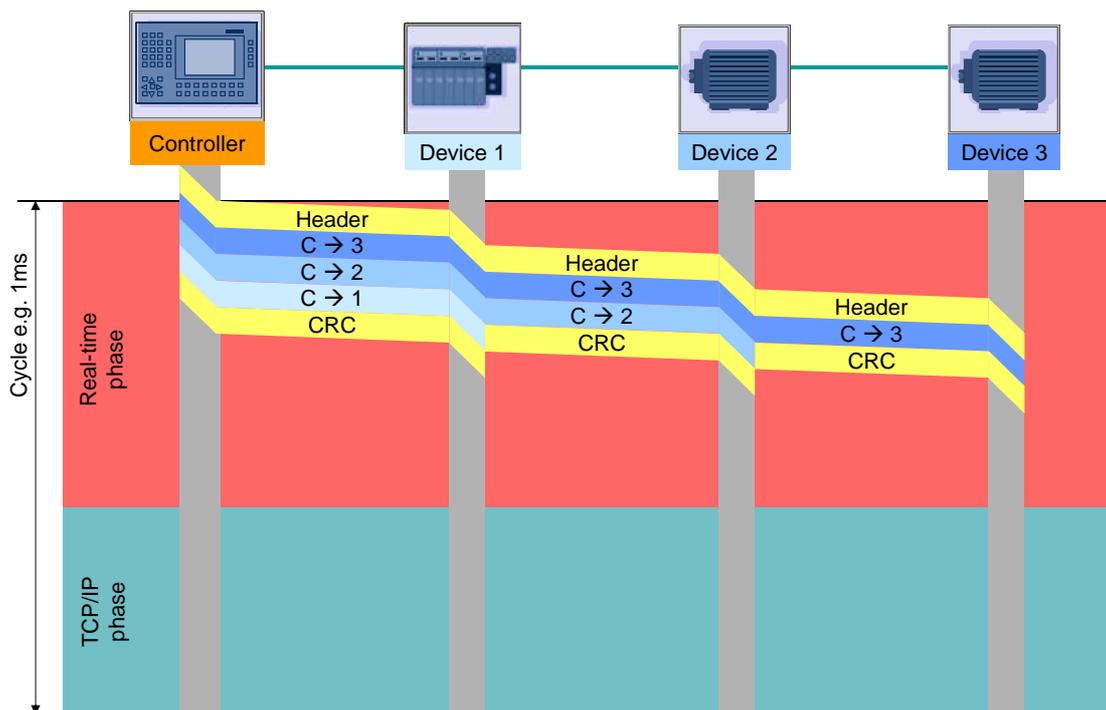


Figure 19: 複数のメッセージを 1 つのグループメッセージにまとめます

6. オプション機能

PROFINET にはコンフォーマンスクラスで定義されるデフォルトの機能の他にもたくさんのオプション機能があります(表参照)。機器にどのような追加機能があるかは、データシート、マニュアル、GSD ファイルなどで確認してください。

要求	機能、解決方法
複数コントローラによる入力のアクセス	シェアドインプット (Shared input)
複数コントローラへのデバイス機能の送付	シェアドデバイス (Shared device)
拡張デバイス識別	I&M 機能 IM1-4
パラメータセットを使う機器への自動パラメータ設定	Individual parameter server
運転時のコンフィギュレーション変更	Configuration in Run (CiR)
入出力のタイムスタンプ	Time sync
電源再開後のクイックスタート	Fast start-up (FSU)
リングトポロジーによる可用性の向上 y	MRP/MRPD
デバイス独自のエンジニアリングツールの呼び出し	Tool Calling Interface (TCI)

Table 2: オプション機能のリスト

6.1 現場機器への複数アクセス

シェアドデバイスは、2 つの異なるコントローラが同じデバイスをパラレルにかつ独立してアクセスする方法です(Figure 20)。シェアドデバイスの場合、選択されたコントローラに対する機器内のさまざまな IO モジュールの指定を行います。たとえば、シェアドデバイスを使う例として、安全アプリケーションがあります。この時、安全 CPU は機器の安全 IO 部分をアクセスしますが、制御のコントローラも同じ機器の標準 IO 部をアクセスできます。安全を守る場合、安全 CPU は出力の電圧供給を安全に停止させるため、安全 IO 部分を使うこととなります。

シェアドインプットの場合、二つのコントローラによってアクセスされる同じ入力があります(Figure 21)。つまり、入力が二つのコントローラで使われるなら、ハード的に 2 回結線したり、CPU-CPU 通信でデータを流したりする必要はなくなります。

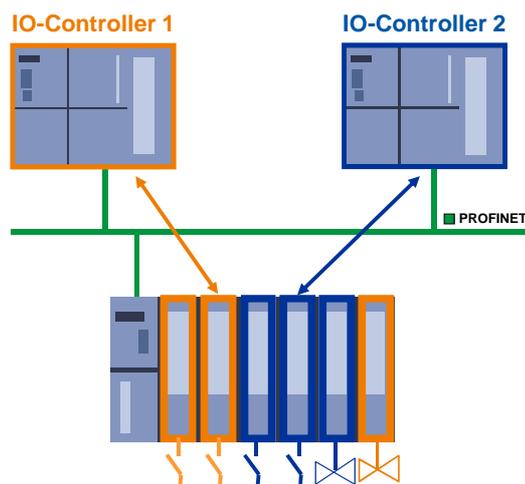


Figure 20: シェアドデバイス : 複数のコントローラがデバイスの異なるモジュールをアクセス

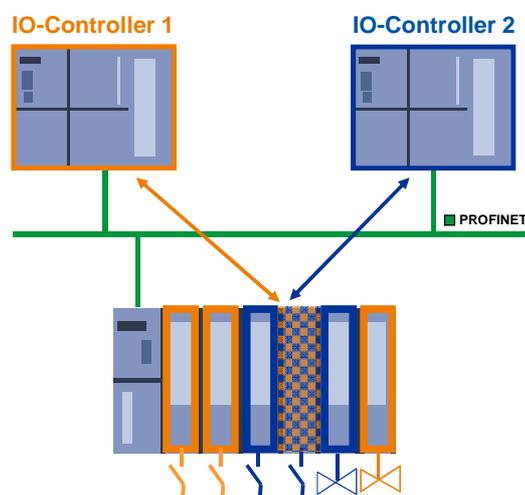


Figure 21: シェアドインプット : 入力を複数コントローラで共有します

6.2 拡張された機器識別データ

I&M データでは、標準的で簡単な機器の識別と保全情報の表示が定義されます。I&M1-4 の中に、プラント特有情報(取り付け位置、日付など)が含まれ、またこのデータはコンフィギュレーション時に指定され、機器に書き込まれます。(Table 3)。

IM1	TAG_FUNCTION TAG_LOCATION	プラント情報 使用場所情報
IM2	INSTALLATION_DATE	設置日時
IM3	DESCRIPTOR	コメント
IM4	SIGNATURE	サイン

Table 3: 拡張機器 ID

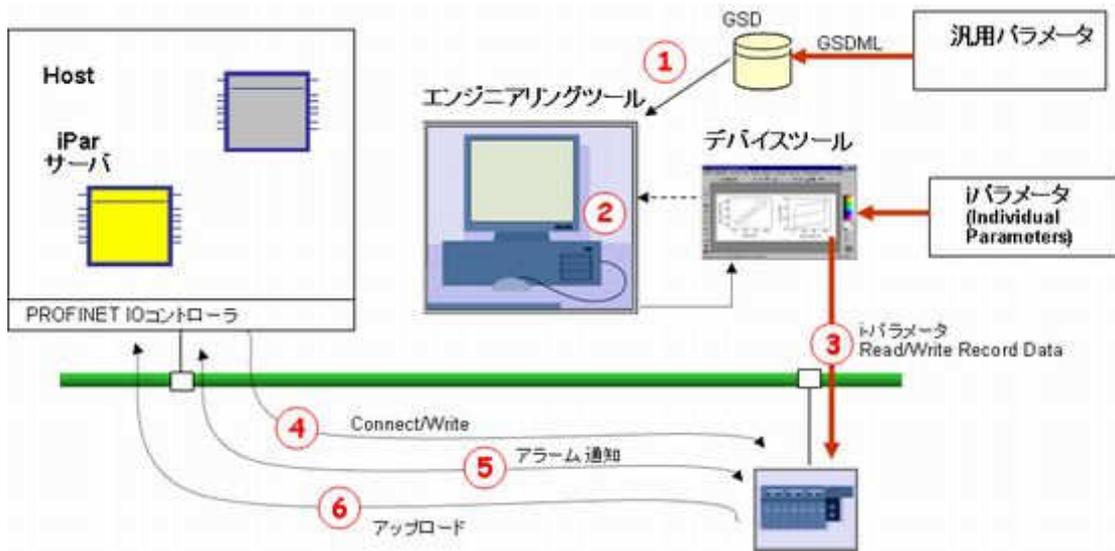


Figure 23: 機器交換時にパラメータサーバが自動的にバックアップデータを再ロードします

6.3 Individual-Parameter-Server

Individual parameter server 機能とは、現場機器のパラメータのバックアップと再ロードをするための機能です。(Figure 22).

現場機器の基本的なパラメータ設定は、GSD ファイルを使って実行されます。たとえば GSD ファイルは IO モジュールに関するパラメータなどを持つことができます。これらのパラメータはスタティックであり、システムのパワーアップ時にロードされます。いくつかのデバイスでは、パラメータ数が多かったり、ガイダンス、またはセキュリティの観点から、初期にパラメータをセットするのが適当でないことがあります。このようなデバイス、またはトポロジーのデータは個別パラメータ individual parameters (iPar)と呼ばれます。また、パラメータによってはコミショニング時にしか値が決まらないものもあります。このよう

な機器が故障、または交換される時、特別なツールなしに、新しいデバイスにパラメータをロードする必要があります。Individual parameter serverはそのための便利で、統一化された方法です。

6.4 稼働中のエンジニアリング

機器とかネットワークの再コンフィギュレーション、または機器なりモジュールなりを挿入、削除、交換する場合も冗長化とか、休止しない運転がプロセスオートメーションでは重要です(Figure 22)。“Configuration in Run” (CiR)は PROFINET システムを継続的に、ネットワークに影響を与えずにエンジニアリングする方法です。これにより、プラントの修理、変更または拡張時でも、プラントをシャットダウンする必要がなくなります。

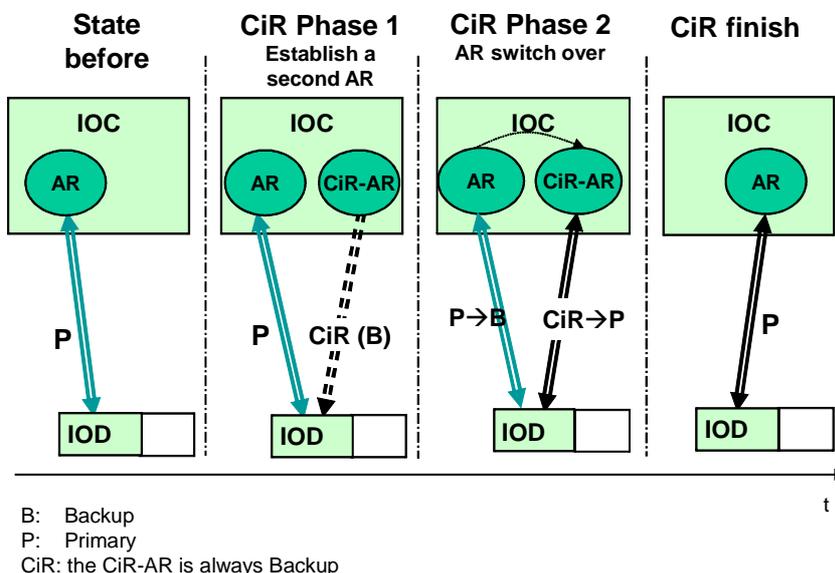


Figure 22: 冗長化接続を使用すると停止せずにシステム構成の変更ができます

6.5 タイムスタンプ

大きなプラントでは、アラームとかステータスメッセージを時系列的に並べたいという要求があります。このため、メッセージにタイムスタンプをつけることが PROFINET ではオプションで可能です。タイムスタンプをつけるため、機器は時刻同期機能を持たなければなりません。そのためのマスタークロックと同期機能が提供されます。

6.6 Fast restart

Fast Start Up (FSU) を使うと、2 回目以降のスタートの時、すでに格納されたパラメータデータを使うため、スタート時間が短縮されます。このオプションは標準のスタートアップ(電源 OFF/ON 後とかリセットで使います)と並行して使われます。このためには通信パラメータを保存しておかなければなりません。

6.7 冗長化機能

Ethernet ではマルチポートスイッチをつないでスター結線ができ、ライン結線の結合に使われています。これは特にコントロールキャビネット間の通信に使われます。つまりキャビネットをライン状につなぎ、現場機器をスター状に結線します。ただし、機器間のラインが切断された場合、機器にはアクセスできないこととなります。運転の可用性を大きくしたいなら、システム設計時、に冗長化通信を考慮しなければなりません。つまり、冗長化コンセプトをサポートする PROFINET 機器の採用です。

簡単に冗長化通信ができるよう、ラインはリング状につながれます。エラーが発生すると、別のルートを使って、すべての機器への通信が確保されます。つまり 1 つのエラーに対する回避です。2 つ目のエラーが起きる前に、初めのエラーへの対策がされなければいけません。

PROFINET ではリング状のメディア冗長化について、異なるレベルの要求に対し 2 つの方法を提示しています。

Media redundancy protocol (MRP)

IEC62439 の MRP プロトコルは、TCP/IP と RT フレームについて、エラー後典型的には 200 ミリ秒以内での復帰ができる PROFINET の冗長化方法です。この方法は、1 つの media redundancy manager (MRM) と複数の media redundancy clients (MRC) をリング状に組み合わせます。Figure 24 を参照してください。

media redundancy manager (MRM) の役割は、リング構成で形成されたシステムの機能をチェックします。具体的には、周期的にテストフレームを送出します。送出したフレームがすべて自分のところに戻ってくれば、リングは正しく動いています。MRM はフレームの周回を防ぎ、リング状のトポロジーをラインとして動作されます。

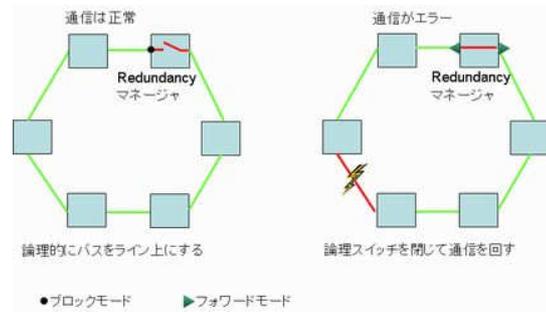


Figure 24: バスの論理的切断によってフレームのループを防止する

media redundancy client はフレームを次に回すだけのスイッチであり、一般的には積極的な役目を持ちません。ただし、フレームを他の MRC または MRM に送るために 2 つのポートが必要です。

Media redundancy for planned duplication (MRPD)

IEC 61158 はトポロジーを最適化した IRT 通信のために、冗長化コンセプトとして MRPD (Media Redundancy for Planned Duplication) が説明されています。この方法では、エラーが起きた場合、現在のバスからもう 1 つのバスへスムーズに切り替わることができます。システムがパワーアップするとき、IO コントローラはコミュニケーションリング内で通信される 2 つのバス(方向)を個々のノードへとロードしておきます。そのため、各ノードにとって、両方のバスが使えますから、通信のノードをすべて監視できるので、どのノードがエラーを起こしたかはすぐに分かります。単にスケジュールをロードするだけでも、フレームの最終宛先が分かりますので、フレームを周回から防ぐことができます。

6.8 TCI ツール

回転制御機器とか、レーザスキャナなどの複雑な機器はその機器独自のエンジニアリングソフトウェアとかツールを持っていることがあります。ツールコーリングインタフェース(TCI)を使うと、これらのツールをエンジニアリングシステムから直接呼び出し、パラメータ設定とか診断に使うことができます。この時、PROFINET 通信は現場機器の設定に直接使われます。さらに他の技術、たとえば EDDL とか FDT など、必要なソフトを追加して使用できます。TCI には以下の主要なコンポーネントが含まれます。

- **Call インタフェース:** ユーザはさまざまな現場機器のインタフェース (Device Tools = DT) をエンジニアリングシステム (ES) から呼ぶことができます。これらの機能はユーザが関与して、はじめに DT 内でスタートします。
- **通信インタフェース:** TCI の通信サーバが現場機器のインタフェース (DT) と実際の現場機器との通信を介在します。

TCI の仕様は無料です。したがって、ベンダーは TCI の仕様を持つどのような ES でも自律的に動作できる DT を作成できます。複雑な仕様をもつ機器はすでにユーザインタフェースがありますが、TCI を使うと低価格の機器のパラメータ設定も便利に行うことができます。

7. フィールドバス統合

PROFINET は PROFIBUS とか他のフィールドバス (INTERBUS、DeviceNet など) との統合モデルを規定しています。 (Figure 25).

つまり、どのような種類のフィールドバスとも PROFINET をベースとしたシステムは結合できます。そしてフィールドバスシステムから PROFINET へのスムーズな技術移行が可能となります。ここでは以下の要求が考慮されています。:

- エンドユーザは現在のシステムを新しく PROFINET ベースのシステムに容易に移行したい。
- プラントメーカーや機械メーカーは今まで使用している証明済の、かつ使い慣れている機器を PROFINET システムでもそのまま使用したい。
- 機器ベンダーは現在のフィールドバス機器を多くの費用をかけることなく、PROFINET システムに統合したい。

プロキシまたはゲートウェイの技術を使って、フィールドバス機器を容易にかつシームレスに PROFINET システムに統合できます。プロキシは Ethernet 上でフィールドバスの代理として動きます。プロキシにより、低位のフィールドバス機器が上位の PROFINET システムに接続されます。その結果、フィールドバスの利点である高速応答、正確な診断、自動的なシステム構築が PROFINET 上でも同様に実現できます。しかも、設計が簡単になります。そして、フィールドバスシステムの広範囲の診断機能を活用して、スタートアップ、操業も楽になります。また、機器とソフトウェアツールは今までと同様の方法で取り扱いでき、PROFINET システム内で使用できます。

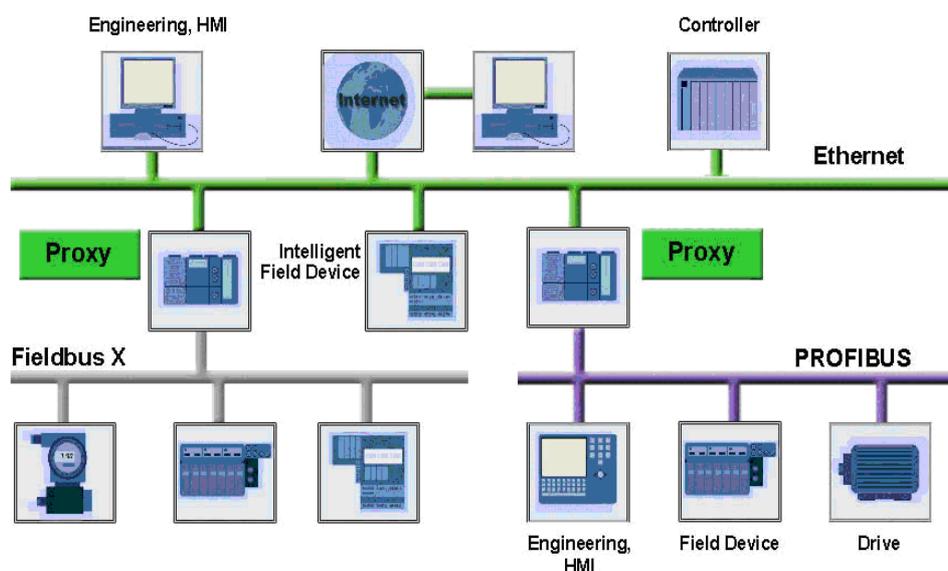


Figure 25: PROFINET によるフィールドバスシステムの統合

8. アプリケーションプロファイル

PROFINET は決められたデータを伝送する技術です。どのようなデータが送られたかを理解し、PC なり、PLC で使うのはユーザの仕事となります。

アプリケーションプロファイルとは、機器またはシステムの特定の仕様、パフォーマンス、特徴、そして動作に対応するため、ベンダーとユーザが共同で開発した仕様です。“プロファイル”という言葉は特定のデバイスクラス、または特定の産業のアプリケーションの仕様のまとまったデータの集まりをさす仕様です。

一般的には以下の 2 つのアプリケーションプロファイルの種類があります。:

- **General application profiles** は異なった産業のアプリケーションで使えます。(例としては PROFIsafe と PROFIenergy を上げることができます)
- **Specific application profiles** は特定の産業用の仕様として開発されたものです。例は PROFIdrive とかプロセスオートメーション用機器のプロファイルになります。

プロファイルはマーケットの要求により、PI が設定します。会員はプロファイルの仕様を PI の HP からダウンロードできます。

8.1 PROFIsafe

PROFIsafe は IEC61794-3-3 に基づく機能安全 (Fail-safe) を実装するため、定義されており、IFA と TÜV によって認められています。PROFIsafe は、PROFIBUS と PROFINET で同じように使うことができます。

PROFIsafe を採用すると、安全コントローラが同じネットワークの安全機器に制御信号と同じようにデータを送ることができます。通常の制御と安全を統合化できますので、追加配線を削減できます。

8.2 PROFIdrive

PROFIdrive は PROFIBUS と PROFINET の標準ドライバインタフェース仕様です。PROFIdrive は IEC61800-7 の仕様であり、ドライブと制御機器間の標準通信(プロトコルと意味)が定義されています。したがって、ベンダーに依存しない、再利用できるアプリケーションが作れます。

PROFIdrive プロファイルは、産業用オートメーションのほぼすべての回転機器をカバーします。PROFIdrive は回転機器の挙動、回転機器へのアクセス手順を定義します。また、PROFIsafe、PROFIenergy と一緒に使うこともできます。

8.3 PROFIenergy

エネルギーコストの増大と法的義務の順守のため、企業はエネルギーの節約を進めなければなりません。近年の高効率のドライブ採用とプロセスの最適化により、たくさんのエネルギーが削減されてきました。しかし、今日のプラント、工場では、操業の休止、停止時でも多くのエネルギーが消費されています。PROFIenergy h じゃこの状況を改善します。

PROFIenergy は効率的なエネルギー管理をお手伝いします。現在必要のない機器の電源を切ったり、エネルギー要求のパラメータを設定したりすることで、大幅なエネルギー削減が達成できます。そのために電力を大きく消費するロボットとか、レーザマシン、またはオートメーションのサブシステムなどは、PROFIenergy のコマンドで管理されます。PROFIenergy 機能を内蔵する PROFINET ノードは、コマンドによって、アイドル運転に移行できます。この方法により、動く必要のない機器や機械の一部は、短い休止時間でも、昼休みのような長い停止時間でも、また工場全体がシャットダウンするときでも、消費電力をセーブできます。つまり、PROFIenergy は、エネルギーを節約しながらも、工場の生産を最適化できます。

9. PROFINET for Process Automation

ファクトリーオートメーションと比較してプロセスオートメーションにはいくつかの異なる特徴があります。プラントの設備は数十年にわたって使われます。このことはプラントの運転の場合、古い技術と新しい技術を、共通性を持たせながら一緒に使わなければならないことを示します。加えて、プラントの信頼性への要求は、特に連続プロセスの場合、非常に高くなっています。以上の理由により、新しい技術の導入への決断については、プロセスオートメーションはファクトリーオートメーションに比べて、かなり保守的と言えます。

PROFINET をすべてのプロセスオートメーションで使っていただくために、PI はユーザの協力を得て、要求カタログを作成しました。この中で、ユーザ会社は継続的に発展できるシステムを現在 PROFIBUS を使って構築していますが、これをいつでも PROFINET にも変更できることを示しました。要求とは以下のものです。周期・非周期データ交換、フィールドバス統合(PROFIBUS PA, HART, and FF)、デバイスのパラメータ設定、Configuration in Run、診断、保守、冗長化、そしてタイムスタンプです。

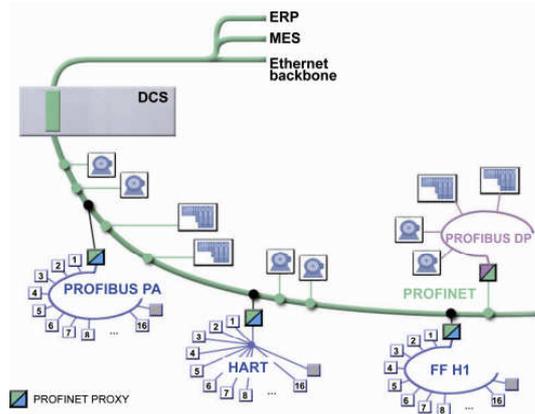


Figure 26: PROFINET のプロセスオートメーションでの使用例

ただし、現在すでに現場で使用されている PROFIBUS PA のような防爆エリアで使用できるエネルギー伝達を制限した通信方法は Ethernet ではまだまとまっていません。この分野では PROFIBUS PA が理想的な方法ともいえます。

10. 設置

PROFINET は 100 Mbps、全二重 Ethernet をベースにしています。より高速な通信を使うこともできます。(たとえば、スイッチ間、PC、画像システムなど)

PROFINET では通信機能の定義だけでなく、ケーブルとかコネクタのインフラ部品の定義もしています。通信は銅線、または光ファイバーを使います。コンフォーマンクラス A(CC-A)のネットワークにおいては、無線通信(Bluetooth, WLAN) (Table 4)も使用できます。

すべてのコンフォーマンクラスのために、ケーブルガイドでは IEC61784-5-3 に基づく 2 ペアケーブルを定義しています。ギガビットの伝送が求められるシステムでは、4 ペアケーブルの使用も可能です。

CC-A のケーブルガイドを見ると、CA-A ネットワークでは、ISO/IEC-24702 によるアクティブ、およびパッシブなコンポーネントが使えます。同様に、アクティブなインフラコンポーネント(例、スイッチ)も IEEE 801.x により、プライオリティ付きの VLAN タグをサポートすれば、使用できます。

理解しやすく、システムの構築されたガイドが PROFINET IO のトラブルのない設計、設置、コミッショニングのために用意されています。これらの資料は PI の Web サイトでダウンロードできます。より詳しい情報はこれらのマニュアルを参照してください。

10.1 ネットワークの構築

PROFINET IO の現場機器の接続はネットワークコンポーネントとしてスイッチを使います。機器に統合されているスイッチ(機器にポートが 2 つあります)も使われます。PROFINET で使用するスイッチは“オートネゴシエーション”(異なる伝送速度に対応)と“オートクロスオーバー”(送信、受信のストレート、クロスに対応)が必要です。結果として、通信は自律的に確立します。通信のケーブルは一つで、1 対 1 のワイヤケーブルが使われます。

PROFINET は Ethernet 通信として以下の技術をサポートします。

- ライントポロジー；現場機器内のスイッチを使います。(Figure 27).
- スタートポロジー；通常コントロールキャビネット内のスイッチを使います。
- リングトポロジー；メディア冗長化のためにライン結合がリングに閉じられます。
- ツリートポロジー；上のトポロジーのコンバージョンです。

ネットワークケーブルとコンポーネント	使用技術	コンフォーマンクラス
受動的ネットワークコンポーネント(コネクタ、ケーブル)	RJ45, M12	A, B, C
銅線または光ファイバー伝送システム	TX, FX, LX,	A, B, C
無線	WLAN, Bluetooth	A
IT スイッチ	VLAN タグ付き IEEE 802.x 対応	A
デバイス機能付きスイッチ	PROFINET with RT	B
デバイス機能、バンド幅予約付きスイッチ	PROFINET with IRT	C

Table 4: 異なるコンフォーマンクラスでのネットワークコンポーネント

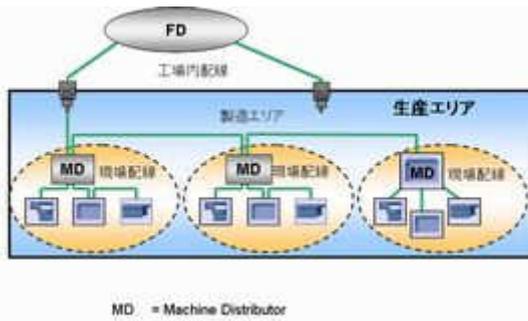


Figure 27: 工場内の Ethernet トポロジーは通常ライン構成をとる

10.2 ケーブル

現場機器またはスイッチなどの 2 つのノード間を銅線で伝送する場合の最大セグメント長は 100m となります。銅線の仕様は AWG232 で規定されます。設置ガイドでいろいろなケーブルのタイプが定義され、さまざまな産業に対応できます。PROFINET は標準 Ethernet で動作しますので、ケーブル長はほぼ制限がないとも言えます。

PROFINET のケーブルは以下のように規定されます。:

- **PROFINET Type A:** 標準的に敷設されるケーブル。設置後は動かない。
- **PROFINET Type B:** 標準的なフレキシブルケーブル。設置後、ときどき動いたり、揺れたりする。
- **PROFINET Type C:** 常時、可動している場合の特殊ケーブル。(可とう)

もし、プラント内で同電位を確保できないなら、絶縁のため光ファイバーケーブルを使用します。光ファイバーは銅線と比べて EMC についてもメリットがあります。光ファイバーを採用する場合、産業用途として最適な 1mm の POF (polymer optic fibers) がサポートされています。

10.3 コネクタ

PROFINET は使用される環境条件を 2 つのクラスに分けています。これは不必要な複雑さを避けると同時に、オートメーションの要求を十分に満たしています。つまり、オートメーションのアプリケーションに対する PROFINET の環境クラスは、制御盤の中のように環境から守られる“屋内”と、外の現場にそのまま設置されるような“屋外”の 2 つのクラスに分けられます。(Figure 28).

PROFINET のプラグの選択はアプリケーションによります。もし、使用される場所がオフィス環境と同じような場所であったら、データ伝送は RJ45 のプラグを介して、いわゆる“屋内”環境に対応して、行われます。“屋外”環境に対しては、RJ45 を使ったデータ伝送と互換性のあるプッシュ・プルプラグが開発されています。M12 コネクタも PROFINET のコネクタです。.

ポリマファイバーを使う光伝送を使用した場合は、SCRJ プラグコネクタが規定されています。SCRJ コネクタは、屋内環境に使用することができますし、またプッシュ・プルハウジングを装着して屋外環境にでも使用できます。M12 を使った光コネクタも使用可能です。ここでは 1mm POF (polymer optic fiber) を使います。

同時に、トポロジーまたは供給電圧によっては、コネクタから電圧供給をするタイプも使えます。プッシュ・プルコネクタの他に、7/8” プラグコネクタ、または M12 コネクタが使用できます。これらのコネクタの違いは、接続する継ぎ目が違うこと、そして最大アンペアが違うことです。

10.4 セキュリティ

大きな生産設備またはインターネットを介する場合、PROFINET は階層的なセキュリティコンセプトを規定しています。つまり、アプリケーションによって、1 つまたは複数のセキュリティゾーンを用意します。ゾーンを設けることで PROFINET の機器間に境界を作ることになりますが、逆に言うと、境界のなかの PROFINET 機器はセキュリティの要求を意識せずに、オートメーション機能に最適化できます。



Figures 28: PROFINET ではさまざまなコネクタが使用できます

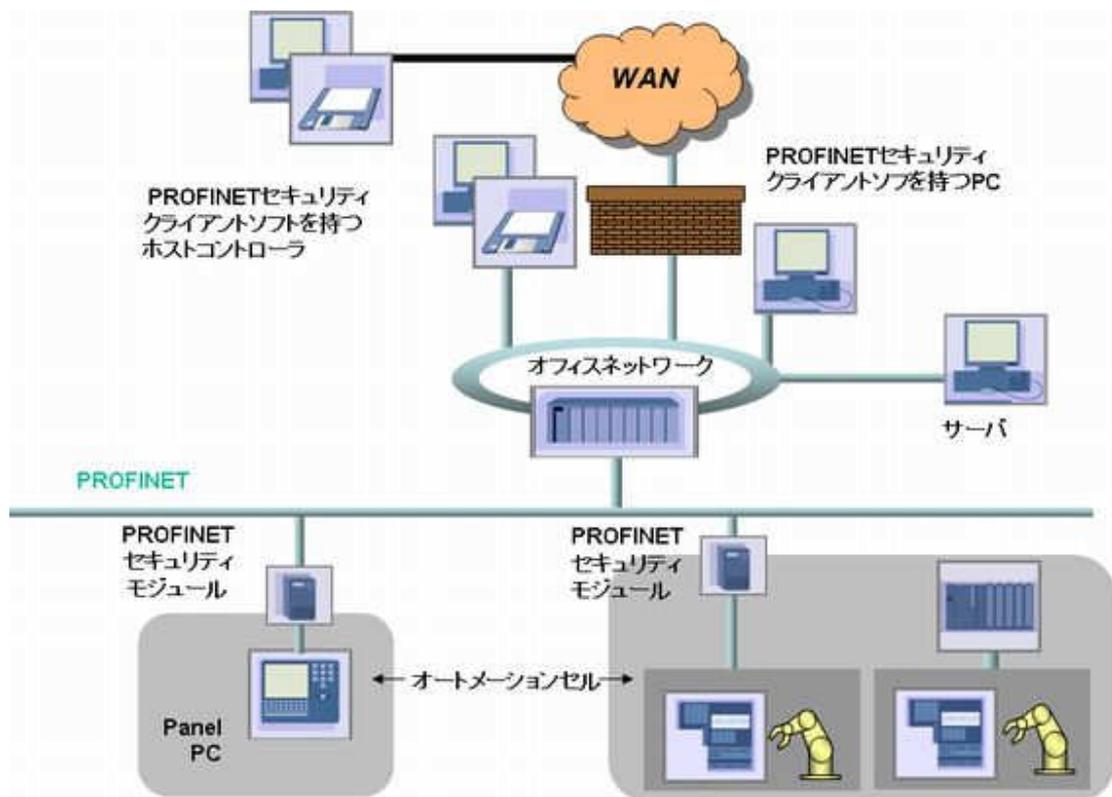


Figure 29: オートメーションネットワークとセグメント

セキュリティコンセプトは個々の機器に対する保護だけでなく、ネットワークを介する悪意のあるアクセスに対しても保護も意図しています。加えて、制御ネットワークをセグメントとして独立させ、分離、保護させるセキュリティモジュールも用意されています。外部からは限定され、承認されたメッセージだけが、セグメント内のデバイスをアクセスできます。(Figure 29).

11. PROFINET IO と認証

PROFINET は IEC 61158 規格で規定されています。この規格に従い、プラント内の機器はネットワーク化され、エラーなくデータ交換できます。ただ、相互接続性を確保するため、品質保証の手段が求められます。PI は認定されたテスト機関が発行するテストレポートに基づく PROFINET 機器の認証方法を定めています。PROFIBUS 機器では PI の認証は必須ではありませんが、PROFINET の場合は、すべての PROFINET 機器が認証を受けなければならないとなっています。PROFIBUS の 20 年以上の経験の結果、プラントシステム、エンドユーザ、そして機器ベンダーの保護のためには、高い品質を守るシステムが必要と判断した結果です。

11.1 技術サポート

ベンダーが PROFINET IO 機器を開発しようとするとき、現在ある Ethernet インタフェースをそのまま使用することもできます。また、PI の会員企業の中のある会社では、効率的に PROFINET IO インタフェースを開発するための方法を、何種類か提示しています。

PROFINET IO インタフェースの開発を容易にするために、PI 技術センターと会員会社では PROFINET IO の基本技術のセミナーを開いています。また、コンサルティングサービスや特別な開発トレーニングも用意されています。PROFINET IO 機器の開発を始める前に、機器ベンダーは自社開発が低コストでできるか、または既にマーケットで提供されている通信モジュールを採用することが要求を満足するかの検討をするべきです。

詳細情報については、“PROFINET IO 開発ガイド”を参照してください。(訳注；日本語版も用意されています)

11.2 開発用ツール

機器ベンダーが PROFINET IO 機器を開発・検査するとき、役に立つソフトウェアが用意されています。これらのツールは PI の会員(訳注; 日本プロファイバス協会も含めて)に無償で提供されます。たとえば、GSD エディターは機器の GSD ファイルを作るときに使います。この GSD エディターは正しい GSD ファイルの生成とそのチェックに使えます。

同じく、PROFINET の機能をテストするための PROFINET テスターソフトウェアも提供されます。現在のバージョンでは、IRT 機能を含むすべてのコンフォーマンスクラスの試験ができます。また、別のセキュリティテスターでは、負荷を増やした場合の機器の機能をチェックできます。

詳細なアナライザとして、フリーウェアである **Wireshark** を使えます。PROFINET のフレームのデコーディング(解析)機能はすでに Wireshark の標準機能に組み込まれています。

11.3 認証試験

認証試験は、PROFINET IO に対する最新知識を持ち、また規格を理解しているスペシャリストによって行われる標準化された手順となっています。テスト範囲は各ラボにあるテスト仕様書にて記述されています。テストはいわゆるブラックボックステストとして実施され、そこでは試験者が最初のユーザとなります。

試験で使われるテストケースは現場の状態を考慮して作成され、使用者の要求を反映しています。つまりこの試験に合格すれば、エンドユーザはその機器を安心して使用できます。多くの場合、システムで発生する事象を試験ラボでシミュレーションできるからです。

認定されたテストラボからの試験レポートにより、PI は機器ベンダーの機器を認証します。PROFINET 機器としてマーケットに出すにはこの認証が必須です。エンドユーザから見ると、認証された機器を使うことで、スムーズなスタートアップとその後の安定した稼働につなげることができます。つまりエンドユーザは使用するコンフォーマンスクラスに応じた機器の認証を機器ベンダーに要求するわけです。

12. PROFIBUS & PROFINET International (PI)

オープン技術の場合、その保守、さらなる開発、そしてプロモーションを考えると、企業に依存しない独立した組織が母体として求められます。PROFIBUS と PROFINET 技術の場合、1989 年のドイツ PROFIBUS 協会 (PNO : PROFIBUS Nutzerorganisation e.V.)、製造業、ユーザ、学術団体の集まりの非営利団体がこれに当たります。PNO は現在、PI (PROFIBUS & PROFINET International)、1995 年に設立された上部団体の下部組織となっています。27 の各国協会(RPA)と約 1400 の会員を 5 大陸に持ち、PI は産業用通信分野の最も大きな団体となっています。(Figure 30).

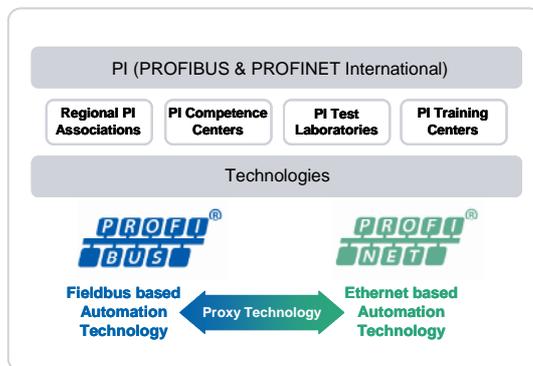


Figure30: PROFIBUS & PROFINET International (PI)

12.1 PI の役割

PI の主な役割は:

- PROFIBUS と PROFINET 技術の保守とさらなる開発
- 世界中での PROFIBUS と PROFINET のプロモーション
- 技術の標準化を進めることで、ユーザとベンダーの開発資産を保護
- 会員の要望の実現 Representation of the interests of members to standards bodies and associations.
- PI 技術センター (PICC) による世界中での技術サポート。
- PI テストラボ (PITL) による認証試験による品質保証
- PI テストセンター (PITC) によるトレーニング標準の確立

技術開発

PI は技術開発に関する機能をドイツ PROFIBUS 協会 (PNO) に委託しています。PNO の取締役会が技術開発活動の監督をします。実際の技術開発は PI の会員会社のエンジニアリング部門に属する 500 人以上のエンジニアが、50 以上のワーキンググループで活動をしています。

技術サポート

PI は世界中の 40 以上の認定された技術センターをサポートしています。PICC はユーザとベンダーに対し、技術全般のアドバイス、サポートを提供します。PI の一部として、PICC は独立したサービス提供者であると同時に、PI との契約を順守します。PICC は定期的にその適性をチェックされます。PICC のリストは Web に掲載されています。

認証

PI は PROFIBUS ・ PROFINET インタフェースを持つ機器の認証を担当する 10 か所のテストラボをサポートしています。PI の一部として、PITL は独立したサービス提供者であると同時に、PI との契約を順守します。PITL で提供する試験業務の内容は厳密に定められた監査により定期的にチェックされ、PITL のレベルを保ちます。PITL のリストは Web に掲載されています。

トレーニング

PI のトレーニングセンターは、世界レベルでのエンジニア、技術者の標準を確立する目的のため、設立されました。トレーニングセンターと技術者の認定方法を定めることで、PROFIBUS と PROFINET のエンジニアリングと設置サービスの品質を高く保つことができます。PITC のリストは Web に掲載されています。

インターネット

現在の PI の情報、PROFIBUS ・ PROFINET の技術情報は、PI の Web サイトで見ることができます。(www.profibus.com 、 www.profinet.com) たとえば、オンライン製品ガイド、用語説明、Web ベースのトレーニング、仕様・プロファイル・設置ガイド・その他技術資料のダウンロードなどができます。

Space for your notes:

Space for your notes:

本カタログは

PROFINET System Description – Technology And Application
Version June 2011
Order number 4.132

を日本プロフィバス協会が日本語に翻訳したものです。
日本語と原本の間に相違のあるときは原本を正とします。

特定非営利活動法人 日本プロフィバス協会

〒141-0022 東京都品川区東五反田 3-1-6 ウエストワールドビル 4F
電話・ファックス (03)6450-3739
URL: <http://www.profibus.jp> E-mail: info@profibus.jp

2011年9月発行

PROFINET System Description – Technology and Application

Version June 2011

Order number 4.132

Publisher

PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. PNO
Haid-und-Neu-Str. 7
76313 Karlsruhe
Germany
Tel.: +49 (0)721 / 96 58 590
Fax: +49 (0)721 / 96 58 589
germany@profibus.com

Exclusion of liability

PROFIBUS Nutzerorganisation has examined the contents of this brochure carefully. Nevertheless, errors can not be excluded. Liability of PROFIBUS Nutzerorganisation is excluded, regardless of the reason. The data in this brochure is checked periodically, however. Necessary corrections will be contained in subsequent versions. We gratefully accept suggestions for improvement.

Terms used in this brochure may be trade marks and their use by third parties for any purposes may violate the rights of the owner.

This brochure is not a substitute for the respective IEC standards, e.g. IEC 61158 and IEC 61784, and the associated specifications and guidelines of PROFIBUS & PROFINET International. In case of doubt, these documents take precedence.

© Copyright by PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. 2011. All rights reserved.