

はじめに

本書は、FOUNDATION™ フィールドバスおよび FF 機能ブロックをサポートしている技術について、より多くのことを知りたいと希望される方々のために作成されました。横河電機株式会社（以下、横河と記します）は、できるだけ多くの方々にフィールドバスの採用を促進していただくために本書を提供します。

本書は商業的な意図を持つものではありません。

本書はフィールドバス技術に関する参考書であり、フィールドバス協会が発行している FOUNDATION フィールドバスに関するいかなる技術的な内容についても、それを越えることを意図していません。もし本書にフィールドバス協会の出版物と矛盾する説明が含まれている場合は、フィールドバス協会の出版物を正とします。かかる矛盾は、本書がフィールドバス協会の技術的な更新に追従できていないためです。

横河は、読者の方が FOUNDATION フィールドバスについてより多くの知識をえるために本書を利用され、その知識をユーザのプラントや装置に適用いただければ幸いです。フィールドバスは 21 世紀の計装言語です。

■ 本書の構成および本書をお読みいただきたい方

本書は 3 つの章から構成されています。

1 章 フィールドバスの概要

2 章 フィールドバスの通信技術

3 章 フィールドバスアプリケーション

1 章では、フィールドバス技術の詳細説明に先立ち、FOUNDATION フィールドバスの概要を説明します。

フィールドバス実装を推進するためにより多くの情報が必要な場合は、フィールドバスに関する他のドキュメントを参照してください。

2 章では、FOUNDATION フィールドバスにおける通信技術について説明します。フィールドバス導入技術者およびフィールド技術者は本章で説明する通信技術の知識が必要となります。

3 章では、FOUNDATION フィールドバス上で動作するアプリケーションについて説明します。これらはデジタルネットワークにおける計測と制御にとって非常に重要な項目です。デジタル通信による計装に関係されるすべての技術者は、プロジェクト遂行のためにこの知識が必要となります。

■ 参考文献

- ・ 社団法人 日本電気計測工業会発行：日本電気計測工業会規格 JEMIS 038 「JEMIMA フィールドバス」
- ・ 横河電機（株）発行：TI 38K03A01-01「フィールドバス概説書」
- ・ 横河電機（株）発行：TI 38K02A01-01E「Fieldbus Book - A Tutorial」
本書の英文版です。

■ 商標

- ・ 「FOUNDATION フィールドバス」の「FOUNDATION」はフィールドバス協会の商標です。
- ・ その他、本文中に使われている会社名・商品名は、各社の登録商標または商標です。
- ・ 本文中の各社の登録商標または商標には、TM、®は表示していません。



重要

＝本書の利用に関して＝

本書の内容、記述に関しては以下の理由により、当社は明示または黙示の保証を含み、商業性、特定目的への適合性等その他一切の保証を行うものではありません。また、本書の内容、記述、その使用・利用、瑕疵、誤謬、欠落、誤記（論理的な誤りを含む）その他落丁や乱丁によって生じた損失、損害その他の発生した費用については、法律上、契約上その他の請求原因に関わらず、またその予見の有無に関わらず当社は一切免責とさせていただきます。

本書は、フィールドバス協会が開発した FOUNDATION フィールドバス仕様に基づいています。フィールドバス協会は世界中の主要な計装メーカーとユーザが参加、運営する団体で、IEC (International Electrotechnical Commission) の規格を基にしたオープンな通信仕様と製品開発用各種ツールの開発、サポートサービス等を行っています。

本書は、このフィールドバス協会が開発した FOUNDATION フィールドバス仕様の現状での情報に基づいて作成されており、現状での一般的な情報の伝達を目的としています。FOUNDATION フィールドバス仕様は、フィールドでの実地検証その他の試験の結果によって、内容や仕様が追加され、変更され、または訂正される可能性があります。本書の記載もそれによって修正される可能性があります。

FOUNDATION™ フィールドバス 参考書

TI 38K02A01-01 3 版

目 次

1.	フィールドバスの概要.....	1-1
1.1	フィールドバスとは.....	1-1
1.2	フィールドバスの利便性.....	1-3
1.3	FOUNDATION フィールドバス.....	1-5
2.	フィールドバスの通信技術.....	2-1
2.1	通信のモデル.....	2-1
2.1.1	OSI 参照モデル.....	2-1
2.1.2	プロトコルデータ単位.....	2-3
2.1.3	VCR (仮想通信路) 経由の通信.....	2-4
2.2	物理層.....	2-5
2.2.1	“31.25 kbps” 物理層.....	2-5
2.2.2	信号化方法.....	2-6
2.2.3	配線ルール.....	2-7
2.2.4	本質安全の考慮.....	2-9
2.3	データリンク層.....	2-10
2.3.1	媒体アクセス制御.....	2-10
2.3.2	アドレス.....	2-11
2.3.3	リンクアクティブスケジューラ (LAS).....	2-13
2.3.4	スケジュールされた通信.....	2-14
2.3.5	スケジュールされていない通信.....	2-15
2.3.6	リンクの保守.....	2-16
2.3.7	データリンク PDU.....	2-16
2.4	アプリケーション層.....	2-17
2.4.1	アクセス副層.....	2-17
2.4.2	メッセージング副層.....	2-21
2.5	システム管理プロトコル (SMKP).....	2-26
2.5.1	タグとアドレス指定.....	2-26
2.5.2	タグのロケーション.....	2-26
2.5.3	アプリケーションタイムの同期化.....	2-26
3.	フィールドバスアプリケーション.....	3-1
3.1	仮想フィールドデバイス (VFD).....	3-1
3.1.1	FF 機器内の VFD.....	3-1
3.2	FF 機能ブロック.....	3-2
3.2.1	FF 機能ブロックとは.....	3-2
3.2.2	リンクおよびスケジュール.....	3-6
3.2.3	パラメータ.....	3-7
3.2.4	重要なパラメータ.....	3-9
3.2.5	ビューオブジェクト.....	3-10
3.3	基本的な FF 機能ブロック.....	3-11
3.3.1	AI (アナログ入力) ブロック.....	3-11
3.3.2	AO (アナログ出力) ブロック.....	3-16
3.3.3	PID ブロック.....	3-20
3.3.4	リソースブロックとトランスデューサブロック.....	3-23
3.3.5	単位コード.....	3-25

3.4	システム管理	3-27
3.4.1	機器管理.....	3-27
3.4.2	FF 機能ブロック管理	3-28
3.4.3	アプリケーションタイム管理.....	3-28
3.5	デバイスサポートファイル	3-29
3.5.1	デバイス記述	3-29
3.5.2	ケーパビリティ (Capabilities) ファイル.....	3-31

1. フィールドバスの概要

本章ではフィールドバス技術の詳細説明に先立ち、FOUNDATIONフィールドバスの概要を説明します。より多くの情報が必要な場合は、フィールドバスに関する他のドキュメントを参照してください。

本書では、FOUNDATIONフィールドバスのことを、単に、フィールドバス、または、FFと記す場合があります。

1.1 フィールドバスとは

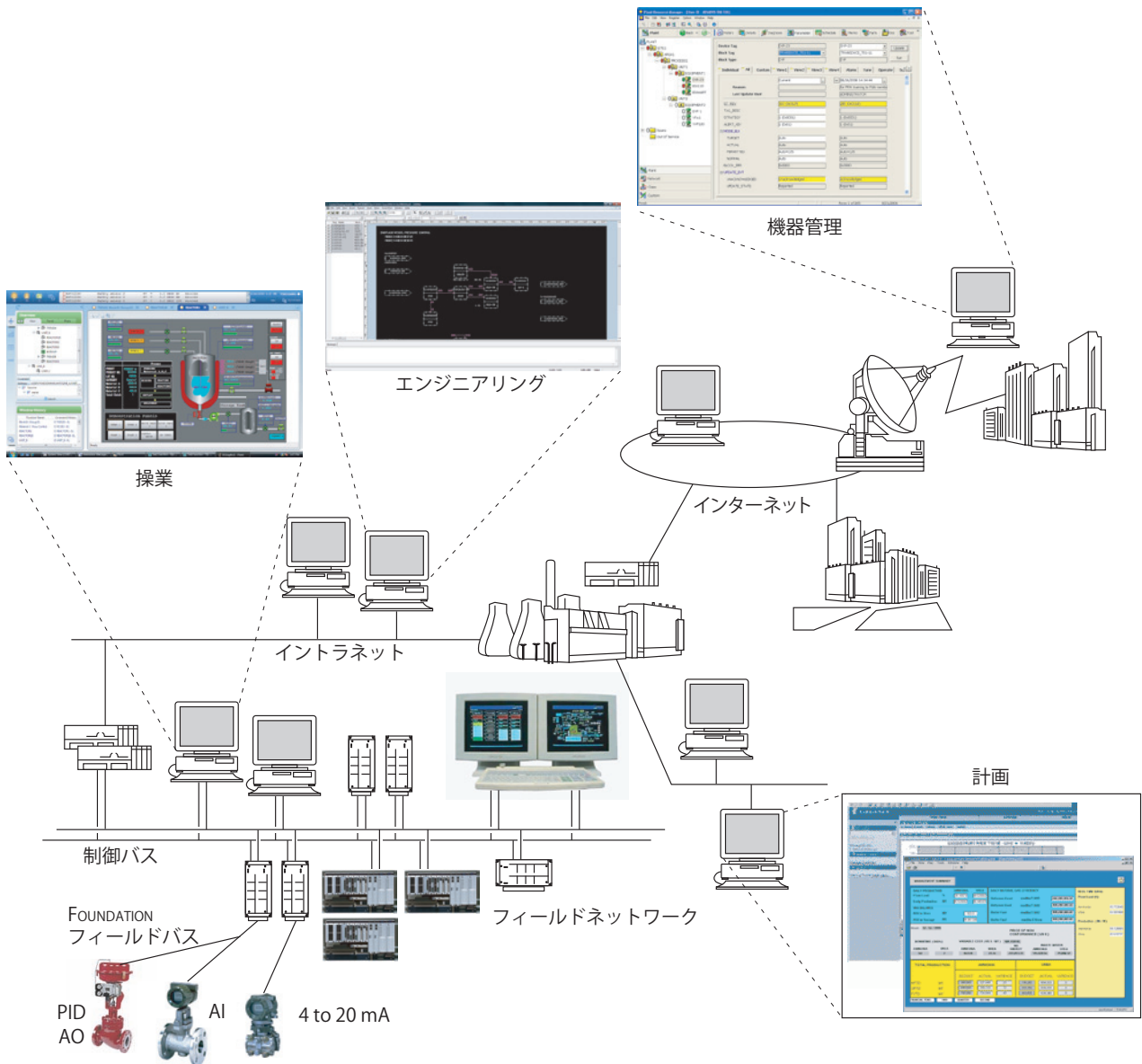
フィールドバス協会は「フィールドバスは、マイクロプロセッサを利用した測定デバイスと制御デバイス間の、デジタル双方向式のマルチドロップ通信リンクである」と定義しています。フィールドバスは産業オートメーション用のローカルエリアネットワーク（LAN）のうちの1つです。

近年の産業は情報技術（IT）とネットワークなしで生き残ることはできません。デジタル通信はその最新にして強力な技術により、生産ラインから企業レベルまで、すべての経済的および社会的活動を支えています。フィールドバスは最新のデジタル通信技術の一部であり、他のデジタル通信技術と密接に結びついています。フィールドバスは通信ネットワーク階層の最下位に位置し、より高位のデータベースと情報を交換します。

計装業界では、中央計器室と現場間で測定データや制御データを伝送することを目的に、「標準信号」が決められています。空気信号や4～20 mAの電気信号などの標準信号は、相互運用性と容易な保守をもたらしてきました。1980年代にはスマート通信（ハイブリッド通信）が導入され、デジタル通信時代の始まりとなりました。しかしこれは、伝送速度が遅いことや、各社ごとに異なったプロトコル・データ形式であることなど、多くの制限事項を持っていました。

フィールドバスの構想はこれらの問題を解決するために提案されました。産業オートメーション用の「標準化された」デジタル通信は急速に生産システムを変えつつあります。

図 1.1 に制御システムにおけるフィールドバスの位置づけを示します。

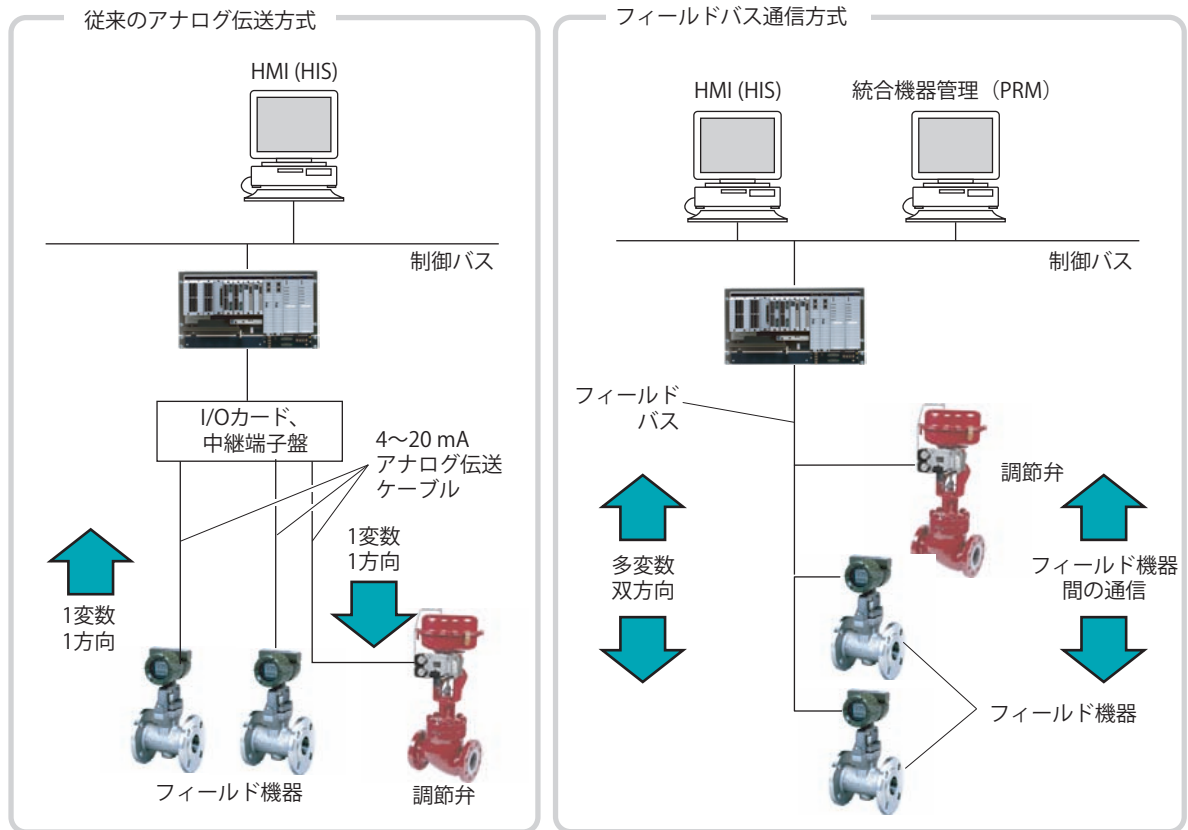


F010101.ai

図1.1 フィールドバスの位置づけ

1.2 フィールドバスの利便性

フィールドバスは生産ラインのライフサイクルコストを低減することにより、当該プラントの総保有コスト（TCO：Total Cost of Ownership）を低減できると期待されています。図 1.2 に従来のアナログ伝送システムとフィールドバス通信システムの比較を示します。



F010201.ai

図 1.2 アナログ伝送システムとフィールドバス通信システムの比較

■ 計画段階における利便性

フィールドバスはユーザのプラント設備群を、デジタル通信ネットワーク上の単一のプラントオートメーションシステムに統合することを可能にします。これらのネットワークベースシステムは、複数のメーカーから供給されるデバイスを専用のソフトウェアなしに接続し、中央計器室のフットプリント削減や、いっそうの情報生産性の向上を実現します。

■ 設置段階における利便性

フィールドバスは、機器をマルチドロップ構成で接続することにより、従来のアナログ伝送システムにおける、1対1配線構造と比べて、設置コストと材料コストを低減できます。また、インテリジェント化されたフィールド機器は試運転とプラントスタートアップの期間を短縮し、かつ作業に要する費用を安価にします。

■ 運転段階における利便性

フィールドバスはユーザのプラントの制御を効果的に最適化するため、制御システムの各種の装置をひとつのシステムに統合します。加えて統合されたヒューマンマシンインタフェース（HMI）が運転操作に提供されます。FFの機能ブロックの中には、制御機能を持つものもあり、これにより制御機能をコントロールシステムからフィールドに移行することが可能となります。

■ 保守段階における利便性

フィールドバスはプラント制御に影響を与えることなくフィールド計器の自己診断、キャリブレーション、および環境条件に関する情報をユーザへ通知します。フィールドバスはインテリジェント化された計器の機器情報にリモートでアクセスし、状態監視保全や予知保全などを可能にし、ユーザの予備および交換用計器の在庫を大幅に削減できます。さらに機器管理用のソフトウェアパッケージを用いることにより保守コストを最小にすることができます。

■ 改造段階における利便性

フィールド計器の機能は日々強化されています。フィールドバス機器は市場の標準的な計器になりつつあり、ユーザのプラントの寿命を、コスト効率よく、かつ容易に延長できます。単純にフィールドバス機器を接続するだけで、直ちに先進の機能がもたらす恩恵を享受できます。そしてフィールドバス機器はオンラインでのアップグレードが可能であるため、アップグレードのコストを削減できます。

1.3 FOUNDATION フィールドバス

フィールドバスは製品ではなく、エンドユーザが 1.2 項で示したメリットを得られるようにする技術です。これらの利便性を実現するためには、下記の条件が必要です。

- 多くのベンダがフィールドバス機器を提供する
- これらのデバイスは、相互運用できる。

フィールドバス協会は、これらのゴールを達成するために、1994 年に設立されました。同協会の主な活動は、以下のとおりです。

- ユーザとベンダの両者のために、ただ 1 つの国際的なプロセスオートメーション用のフィールドバスを推進すること
- FOUNDATION フィールドバス仕様を提供すること
- 教育を含むフィールドバス実装のための技術を提供すること
- 相互運用性を達成するためのインフラを整えること

FOUNDATION フィールドバスは、IEC で規格化されている国際標準フィールドバス (IEC61158) のうちの 1 つの方式です。フィールドバス協会とその会員は、前述のメリットをエンドユーザに提供する技術として FOUNDATION フィールドバスを採用します。

2. フィールドバスの通信技術

本章では、「FF機能ブロック」と他のアプリケーションをサポートするための、基礎的な通信技術について説明します。通信技術は、配線以外の動作を直接見ることはできませんが、通信の基礎的なメカニズムについて正確な知識を持つことは、「FF機能ブロック」がプラントの計装において、どのように動作するかを知る上で重要です。すでにフィールドバス通信の知識を持っているか、または「FF機能ブロック」について先に知りたいと希望される場合は、本章をスキップして3章を参照ください。

本章では、フィールドバスがユーザアプリケーションをどのように動作させ、またサポートするかを説明します。これによってフィールドバスがプラント制御システムのアプリケーションに対しに注意深く設計されているかについて理解いただけると考えます。

本章では、フィールドバス協会の仕様であり、IEC規格のサブセットであるFOUNDATIONフィールドバスの技術について説明しています。

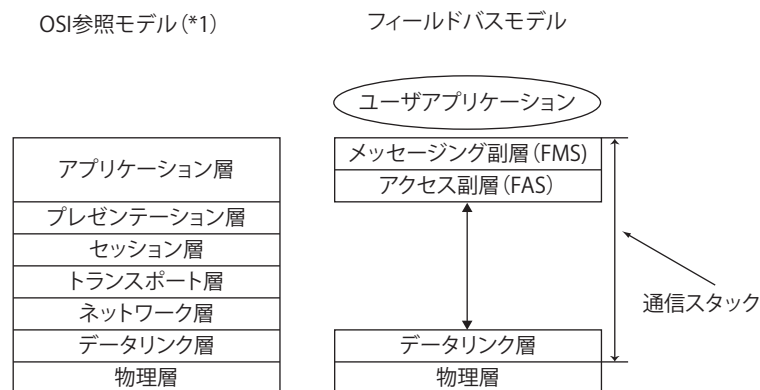
2.1 通信のモデル

2.1.1 OSI参照モデル

通信仕様を、開放型システム間相互接続 (OSI: Open System Interconnection) の層モデル (OSI参照モデル) を参照して説明します。

FOUNDATIONフィールドバスは、物理層 (PHL: Physical Layer)、データリンク層 (DLL: Data Link Layer)、およびアプリケーション層 (APL: Application Layer) の3層からなる、簡素化されたOSI参照モデルに従って仕様が規定されています。

OSI参照モデルについては、図2.1を参照してください。データリンク層からアプリケーション層は、主にソフトウェアで占められており、「通信スタック」と呼ばれることもあります。



FMS: Fieldbus Message Specification
FAS: Fieldbus Access Sublayer

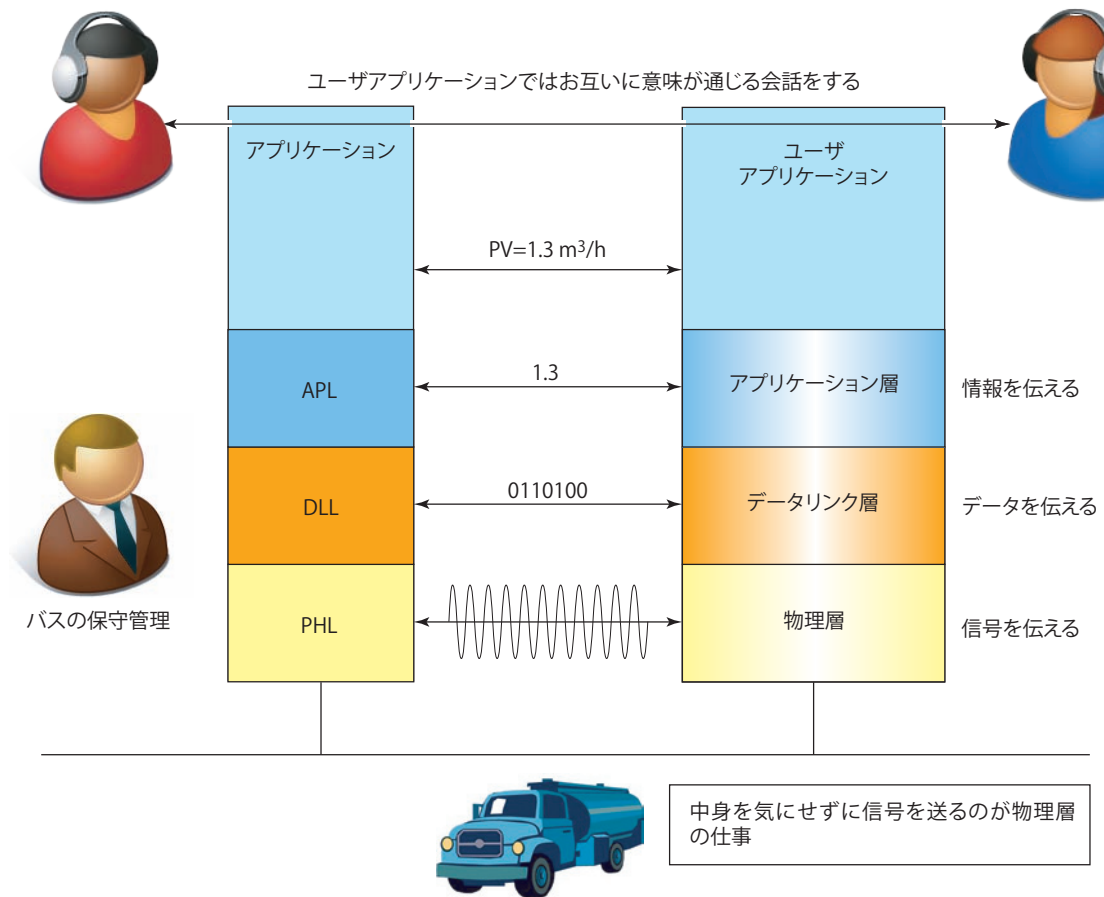
*1: OSI参照モデルにおいて、ユーザアプリケーションは定義されていません。

F020101.ai

図2.1 OSI参照モデルとフィールドバスモデル

OSI 参照モデルでは、ユーザアプリケーションを規定していませんが、フィールドバス協会は通信のみでなく、FOUNDATION フィールドバス通信を使用するいくつかのユーザアプリケーションを、アプリケーション層の上位に規定しています。FOUNDATION フィールドバスのアプリケーション層は、アクセス副層（FAS：Fieldbus Access Sublayer）およびメッセージング副層（FMS：Fieldbus Message Specification）の、2つの副層からなります。FASは、データリンク層にFMSサービスを結びつける役割を持っています。

図 2.2 は、FOUNDATION フィールドバスのアーキテクチャを示しています。



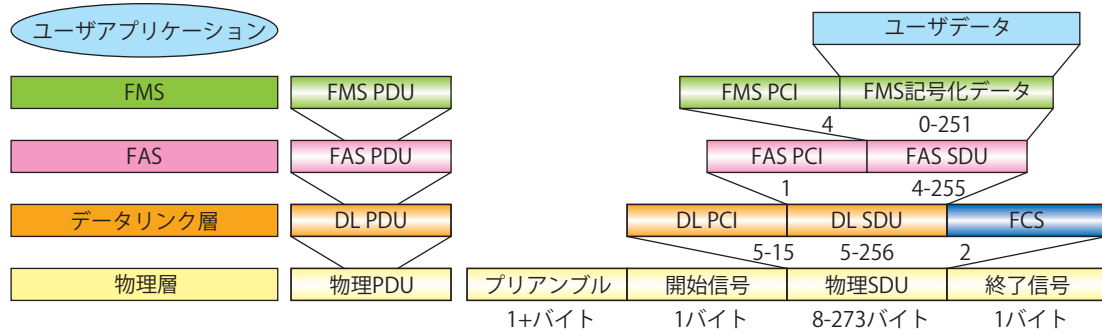
F020102.ai

図2.2 FOUNDATIONフィールドバスのアーキテクチャ

2.1.2 プロトコルデータ単位

図 2.3 は、ユーザデータが FOUNDATION フィールドバス上で、どのように伝送されるかを示しています。各層では上位層からの情報にプロトコル制御情報（PCI：Protocol Control Information）と呼ばれる層制御情報を付加します、その結果、下位層になるほど、より多くの情報が付加されることとなります。

同一層の間で交換されるデータ単位は、「プロトコルデータ単位（PDU：Protocol Data Unit）」と呼ばれます。PDU は、1つ上の上位層の PDU である「サービスデータ単位（SDU：Service Data Unit）」と呼ばれるオプションデータを含むことがあります。ただし、同一通信層間の機能を実行する際には、SDU を含まない PDU を交換し合います。



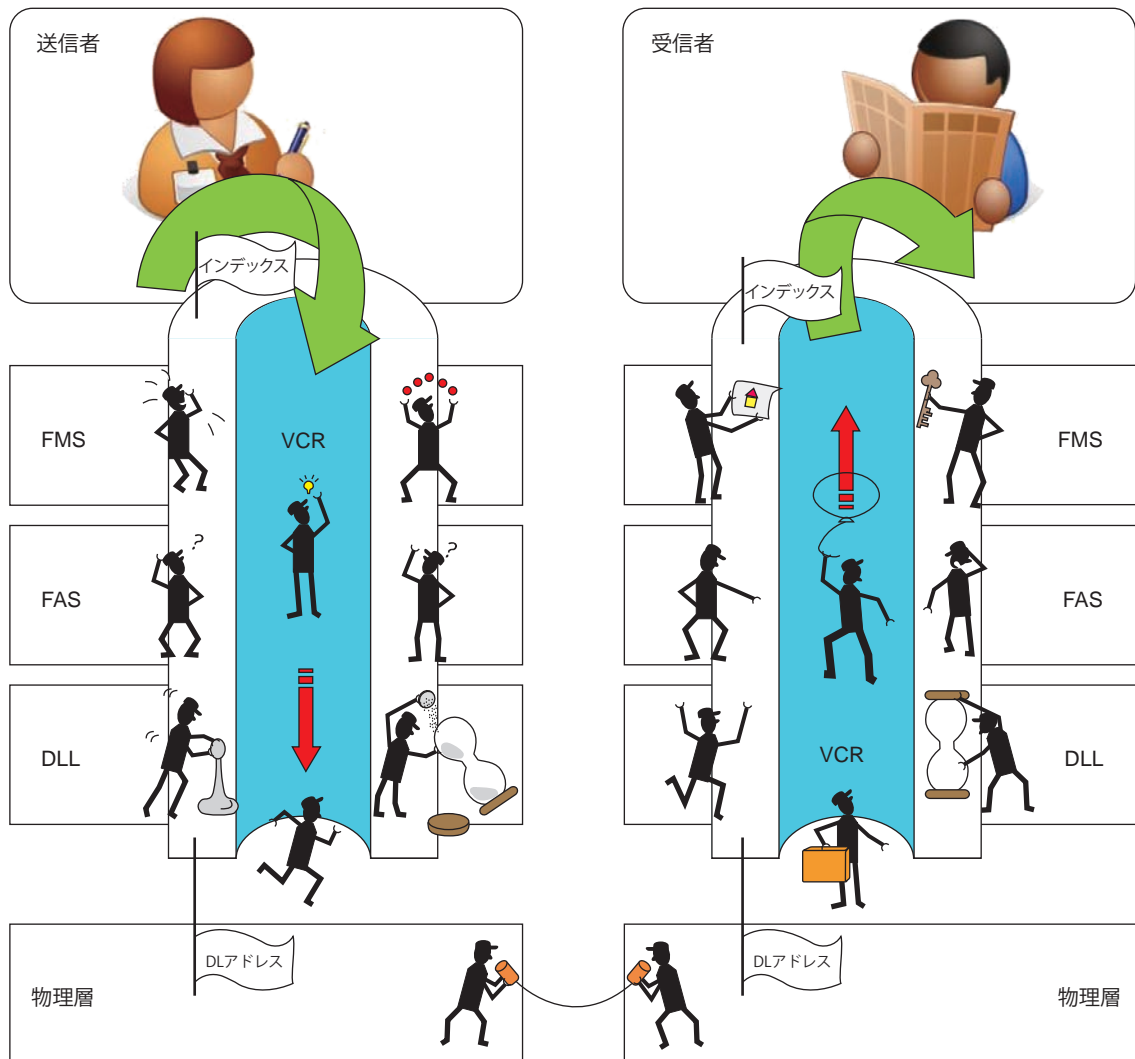
FMS : メッセージング副層
 FAS : アクセス副層
 PDU : プロトコルデータ単位
 SDU : サービスデータ単位
 PCI : プロトコル制御情報
 FCS : フレームチェックシーケンス (Frame Check Sequence)

F020103.ai

図2.3 ユーザデータの伝送

2.1.3 VCR（仮想通信路）経由の通信

ユーザアプリケーションは、メッセージを FOUNDATION フィールドバスを通して交換します。ユーザアプリケーションがメッセージを送送するとき、そのメッセージは通信線（物理層）に届く前にプロトコル制御情報（PCI）を付加するために仮想通信路（VCR：Virtual Communication Relationship）と呼ばれるチャンネルを通過します。その後、メッセージ受信アプリケーションへ到着します。メッセージに付加された PCI は、メッセージが受信側の VCR を通過する際、各通信層がそれぞれ特有の機能を実行するために使用されたのち、順に除去されます。図 2.4 を参照してください。



F020104.ai

図2.4 VCR経由の通信路

フィールドバス機器は多くの VCR を持っており、同時にいろいろな機器またはアプリケーションと通信できます。これは、VCR が情報をデータの欠損なく正しい相手に伝送することを保証することにより可能となります。ユーザアプリケーションは、アプリケーション層において指定された「VCR インデックス」と呼ばれる機器固有の識別子で VCR を識別します。また、VCR はデータリンク層において指定される「データリンク (DL:Data Link) アドレス」で、他の機器から識別されます。1つの VCR はメッセージを格納するための1つのキュー(待ち行列：先入れ、先出しメモリ)、または1つのバッファ(データを貯めるメモリ)を持っています。ネットワーク構築機能は、ネットワーク管理機能を通して、VCR にインデックスおよび DL アドレスの情報を設定します。

2.2 物理層

物理層は、1 および 0 からなるデータを、1 つのノードから他のノードに伝送する目的で、ケーブルなどの伝送媒体に対し電気／光信号を、または伝送媒体から電気／光信号を送信および受信するためのメカニズムです。物理層の規定は、配線、信号、波形、電圧、および電気と光に関係するその他のすべてにわたります。IEC 規格は、いろいろな通信速度とともにいろいろな媒体を規定していますが、フィールドバス協会は、この一部である低速の電線と光ファイバ媒体、および Ethernet を選択しました。

2.2.1 “31.25 kbps” 物理層

“31.25 kbps” 物理層は、1992 年に IEC が承認した最も一般的な物理層です。

31.25 kbps は、最新の通信技術と比較すると遅いように思われますが、従来の 4 ~ 20 mA アナログ伝送をフィールドバスへ置き換えるために必要な速度です。この仕様は現在プラントの各種環境で使用されているフィールド機器に適用できるように考えられています。多くのユーザは、2 線式伝送器を持つような容易な設置性を望んでいます。また、爆発性ガスが存在するプラントの危険エリアにおいては、消費電力の大きいハイパフォーマンスの電子機器を使用できません。このような低消費電力の機器を要求するこれらのアプリケーションのために、31.25 kbps の伝送が選択されました。

フィールド機器は、自身の電子回路へエネルギーを供給するための電流を伝送媒体から取り込むことができます。これは「バス給電」と呼ばれ、既存の 2 線式伝送器に対応するフィールドバスの機能です。

2.2.2 信号化方法

フィールドバスは、伝送媒体に電気信号を伝送するため、スマート（ハイブリッド）伝送器と同様の技術を利用しています。図 2.5 は信号伝送の等価回路を示しています。供給電圧は、典型的なインダクタからなるインピーダンスコンディショナを通して電源から供給されます。供給電圧は、デバイスの端子の部分で 9～32 V です。インピーダンスコンディショナは、信号周波数帯において 400 Ω 以上の電源出力インピーダンスとなります。

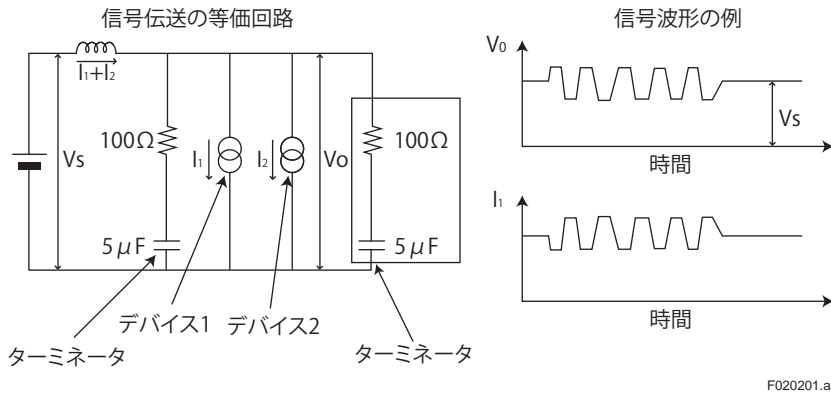


図2.5 信号伝送の等価回路

各ケーブル端には、100 Ω インピーダンスのターミネータを取り付けます。これにより、ケーブルが平衡伝送ラインとなり、比較的高い周波数の信号を、最小の歪で伝送できます。図 2.5 において、 I_1 、 I_2 は、デバイス 1、デバイス 2 を通過する電流です。デバイス 1 が自身を通過する電流 I_1 を 10 mA 増加すると、電源のインピーダンスコンディショナがインダクタを通して電流変化を防ぐために電流がターミネータのキャパシタから供給され、電線間の電圧は、0.5 V (= 10 mA × 50 Ω (ターミネータの 100 Ω が 2 個並列)) 低下します。逆に、デバイス 1 が自身を通過する電流 I_1 を 20 mA 減少すると、ターミネータのキャパシタに電流が供給され、電線間の電圧は 1 V 高くなります。このようにして回路の平均電流 (V_s) を一定に保ち、1 Vp-p 振幅の変調信号を生成します。

信号のデータは、1 ビット区間 (31.25 kbps の場合、32 μs) の中央における電圧変化として記号化されます。データ「1」は、ビット区間の中央において電圧低下として記号化され、一方、データの「0」は、電圧上昇として記号化されます。その他にフレームの区切りのための開始/終了信号のように、通常データとは区別して特別に認識したいような信号を作り出すために、ビット区間間で一定電圧として記号化される N+ および N- があります。N+ および N- は、PHL SDU (= DL PDU) の開始と終了を記号化するため、開始と停止の境界子として使用されます。物理層は、DL PDU における 0 と 1 のいかなる組み合わせも伝送できます。

図 2.6 に物理層の信号の波形例を示します。受信物理層は、プリアンプル、および 8 個 1 組 (バイト) のフレーム開始信号により、ビット区間を開始します。フレーム終了信号は物理層信号の終了を示します。

信号波形

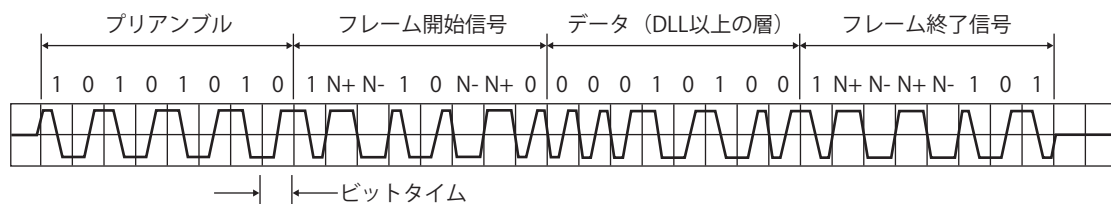


図2.6 物理層の信号波形の例

2.2.3 配線ルール

IEC 標準は、フィールドバスネットワークの任意の場所にある機器が受信する信号について、最少振幅と最悪波形を規定しています。物理層の受信回路はこの信号を受信できる必要があります。

ユーザは受信信号の品質がすべての受信ノードにおいて保証される限り、いかなる方法でも伝送ラインを構築することができます。ISA SP50 委員会は、ネットワーク設計を単純化するために配線ルールのセットを開発しました。フィールドバスがこれらのルールに従って設計されているならば、受信信号は、許容ノイズレベル下において常に最低限の要求を満足します。これらのルールは、少し堅苦しく思えますが、稼動可能なネットワークを容易に設計するためには便利なものです。多くの場合、プロジェクトではその仕様に従って独自の配線ルールが決められています。

表2.1 ケーブルの種類と最大伝送距離

ケーブル種類	ケーブル形式	ケーブル最大長 (参考値)
Type A (対より線各対毎シールド)	# 18AWG (0.82 mm ²)	1,900 m
Type B (対より線一括シールド)	# 22AWG (0.32 mm ²)	1,200 m
Type C (対より線シールド無し)	# 26AWG (0.13 mm ²)	400 m
Type D (平行線一括シールド)	# 16AWG (1.25 mm ²)	200 m

注： 当社は、Type A の使用を推奨しています。
Type B、Type D については、使用制限があります。
当社は、Type C の使用を推奨しません。

表2.2 接続デバイス数による最大分岐長 (*1)

フィールドバス上のデバイス数	最大分岐長
1 ~ 12 台	120 m
13 ~ 14 台	90 m
15 ~ 18 台	60 m
19 ~ 24 台	30 m
25 ~ 32 台	0 m

*1： 分岐ケーブルの最大長は、ルールに従って設計することが基本ですが、実際のアプリケーションでは基準値を超える場合も考えられるため、より実用的な分岐ケーブル長が必要となります。そのため、IEC で規定された値は推奨値であるとして、横河では独自に CENTUM システムによる延長の可能性を評価し、下記の範囲内であれば延長を可能としています。

- ・ケーブル：Type A を使用
- ・機器台数：16 台以内 (実用上のセグメント当たりの接続機器台数を想定)
- ・単位分岐長：120 m 以内
- ・最大トータル分岐長 (単位分岐長の合計)：1,440 m
- ・最大トランクケーブル長 (幹線ケーブル長)：{1,900 m - (トータル分岐長)}

なお、分岐配線を行うジャンクションボックス (JB: Junction Box) の数には制約はありません。

分岐ケーブルの最大長は、規格 IEC61158-2 において、推奨値として示されており、Type A、Type B、Type C、Type D ケーブルとも同じ値となっています。

幹線ケーブルと分岐ケーブルについては、図 2.7 を参照してください。

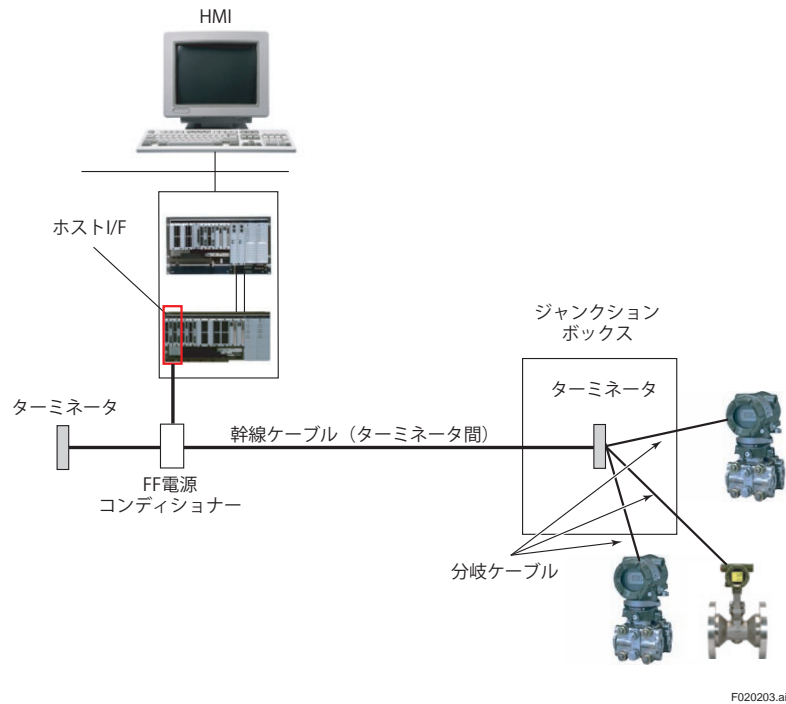


図2.7 幹線ケーブルと分岐ケーブル

横河では Type C を推奨していません。

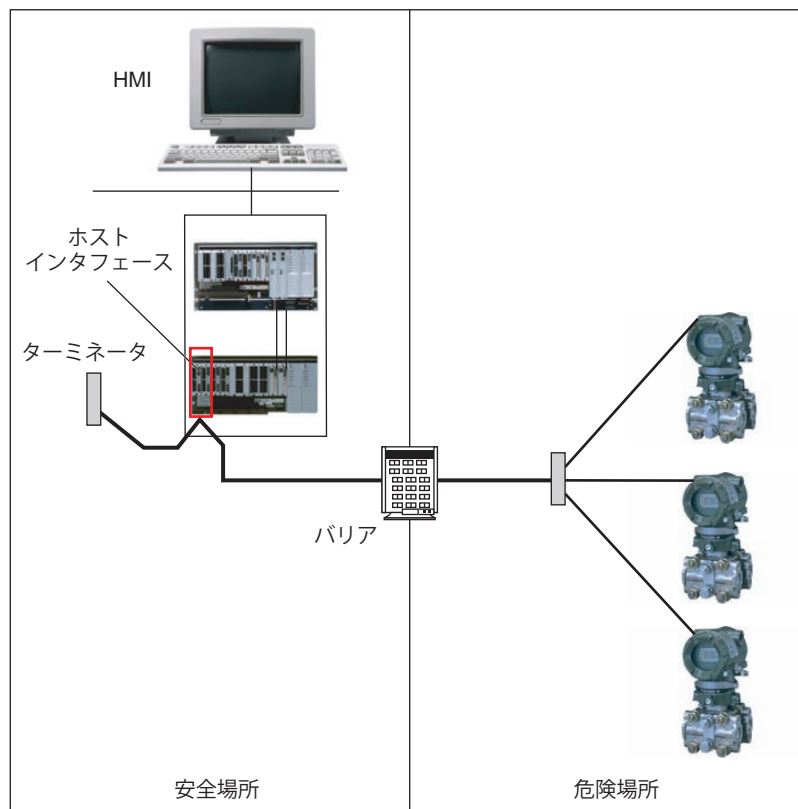
ユーザは、ケーブル設置図面を見て上記ルールに適合しているかどうかをチェックできません。フィールドバス上のデバイス数については、上記ルール以外にも注意すべきことがあります。

2.2.4 防爆対応への考慮

防爆対応の1つである本質安全防爆（本安と略します）設置は、爆発性ガスが存在するプラントにおいて重要です。本安は、危険場所に設置された機器の放電または表面温度によって、爆発性ガスが、点火されるのを防ぐための、機器の設計および設置のルールです。本安フィールド機器は、自身のみ故障が発生した場合でも点火を防ぐよう注意深く設計されています。

本安バリアは、図 2.8 に示すように、安全場所から危険場所を電氣的に分離するために設置します。バリアは、危険場所に設置された機器に供給する電圧、電流および電力を厳しく制限します。そのため、フィールド機器は制限された電源で動作しなければなりません。機器とバリアは、安全機関（IEC、FM、CENELEC、PTB など）によって提供されているものと同一の設計規格に合致していなければなりません。

本安は、爆発性ガスが常時存在する場所である「Zone 0」に対し、唯一適用可能な技術です。爆発性ガスが、常時ではないがほとんどの場合存在する場所である「Zone 1」においては、本安に加え、防爆技術も適用できます。防爆はハウジング設計の技術であり、フィールドバス技術とは異なるものです。



HMI: Human Machine Interface

F020204.ai

図2.8 安全場所と危険場所の分離

2.3 データリンク層

データリンク層は、1つのノードからデータを必要とするノードにデータを伝送するためのメカニズムです。データリンク層は、伝送要求の優先度と順序を管理します。データリンク層の規定は、データ、アドレス、優先度、媒体アクセス制御、およびその他メッセージ伝送に関するすべての事項に渡ります。データリンク層は、低速物理層上で動作するために効果的な方法で媒体を使用するメカニズムを持っています。FOUNDATION フィールドバスデータリンク層は、IEC61158-3/4 の type 1 に規定されています。

2.3.1 媒体アクセス制御

データリンク層の最も重要な機能はフィールドバスの媒体アクセス制御（MAC：Medium Access Control）です。同一ケーブルに接続された機器のなかでは、ある時刻において唯ひとつの機器のみが信号の伝送を許可されます。MACは、この目的を達成するための方法です。同じ物理層の信号を共有している機器の集団は、「リンク」と呼ばれます。リンクアクティブスケジューラ（LAS：Link Active Scheduler）（*1）は、リンク内の媒体へのアクセスを制御する役割を持っています。LASは、プロトコルデータ単位（PDU）を送信する権利である「トークン」を所有し、他の機器に対してメッセージを送信することを許可するためにトークンを与えます。そして機器がメッセージを送信した後に、機器からLASにトークンが戻されます。

データリンク層が持つ他の機能にアプリケーションメッセージの伝送サポートがあります。アプリケーションメッセージは、緊急度に対しいろいろなレベルを持っており、データリンク層はそれらの緊急度に応じたサポートをします。データリンク層はアプリケーションメッセージに対してURGENT（緊急）、NORMAL（通常）、および、TIME_AVAILABLE（通信可能時）の順序で「優先順位」を提供します。URGENTメッセージは、他のNORMALまたはTIME_AVAILABLEの優先順位が待ち行列にある場合でも、直ちに伝送されます。各優先順位に許可される最大データサイズを、表 2.3 に示します。

*1：LASの機能については、2.3.3 項で説明します。

表2.3 各優先順位の最大データサイズ

優先順位	最大データ（DLSDU(*1)）サイズ
URGENT	64 バイト
NORMAL	128 バイト
TIME_AVAILABLE	256 バイト

*1：DLSDU：データリンクサービスデータ単位（Data Link Service Data Unit）

2.3.2 アドレス

データリンク層における通信パートナーは、Link、Node、および Selector の 3 つのコンポーネントからなるデータリンク (DL) アドレスで識別されます。

表 2.4 は、DL アドレスを構成する Link、Node および Selector のビット長を示しています。

表2.4 データリンクアドレスを構成するLink、NodeおよびSelectorのビット長

データリンクアドレスの コンポーネント	ビット長
Link	16 ビット
Node	8 ビット
Selector	8 ビット

Link フィールドは 16 ビットからなり、「リンク」を識別します。通信が同一リンク内である場合、このフィールドはしばしば省略されます。このフィールドはメッセージがブリッジを通して他のリンクに送信される場合に必要です。

Node フィールドは、8 ビットからなり、ノードアドレスを識別します。FF 機器は、0x10～0xFF の範囲のノードアドレスを持っており、これを機器クラスであるリンクマスタ (LM) 用、BASIC 用、デフォルト用、一時用に区分けして運用します。通常、機器は機器自身の機器クラスに従い、LM または BASIC 用に割り当てられたアドレスを持っています。機器がノードアドレスをなくした場合はデフォルト用に割り当てられたアドレスのうちの 1 つを使用しして通信します。ハンドヘルド通信機器など一時使用の機器は、一時接続用のノードアドレスを持っています。

表 2.5 および図 2.9 は、フィールドバスリンク内で使用されるノードアドレスのレンジです。レンジの中にはサイズ V(NUN) の非使用のアドレス領域があります。もし機器が、この非使用内のアドレスを持っている場合、その機器はリンクに加わることはできません。非使用のアドレスレンジを規定する V(FUN) および V(NUN) は、ネットワーク管理機能を通してアクセスできるパラメータです。

表2.5 フィールドバスリンク内で使用されるノードアドレスとデバイスクラスの対応

フィールドバスリンク内の ノードアドレス	デバイスクラスと用途
0x10 ~ V(FUN)	リンクマスタクラスのデバイス用
V(FUN) + V(NUN) ~ 0xF7	BASIC クラスのデバイス用
0xF8 ~ 0xFB	アドレスをなくしたデバイスに対するデフォルトアドレス
0xFC ~ 0xFF	ハンドヘルド通信機器などの一時使用デバイスに対するアドレス

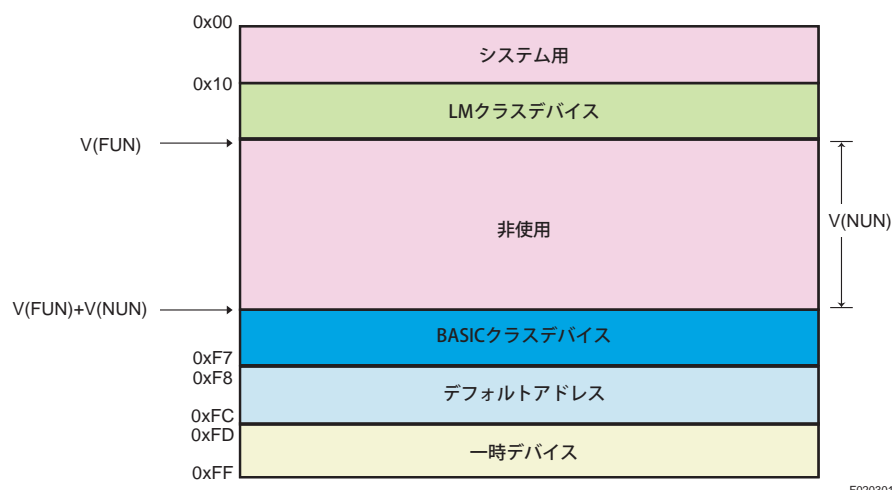


図2.9 フィールドバスリンク内で使用されるノードアドレスレンジ

Selector フィールドは、VCR を識別する 8 ビットのデバイス内部アドレスです。ある VCR が他の VCR に接続される場合、その VCR はこのフィールド内で示される「データリンク接続端点 (DLCEP : Data Link Connection End Point) アドレス」で識別されます。また、ある VCR が他に結合されず、送信/受信メッセージにオープンである場合、その VCR はこのフィールド内で示される「データリンクサービスアクセス点 (DLSAP : Data Link Service Access Point) アドレス」で識別されます。DLCEP と DLSAP は、異なるレンジを持っています。いくつかの DL アドレスは、特定の目的のために確保されています。たとえば警報などのアプリケーションメッセージの受け入はあらかじめ確保された、同じ「グローバル」DLSAP を共有しています。

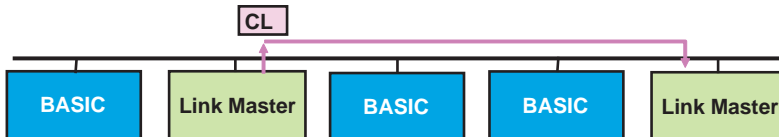
2.3.3 リンクアクティブスケジューラ (LAS)

リンクアクティブスケジューラ (LAS: Link Active Scheduler) は、媒体へのアクセスを制御する役割を持っています。FF 機器は、機器クラス (BASIC、リンクマスタ (LM: Link Master)、およびブリッジ) にクラス分けされています。LM クラスの機器は、LAS として動作する能力を持っていますが、BASIC クラスの機器は LAS として動作する能力を持っていません。ブリッジクラスの機器は、LM の能力に加えリンクに接続する機能を持っています。リンクにおいては、必ず 1 台の機器のみが LAS として動作します。そのため、リンク内に少なくとも 1 つの LM (またはブリッジ) クラスの機器が存在する必要があります。リンクが起動された時点で LAS が存在しない場合、またはそれまで存在した LAS が故障した場合、複数の LM 機器が、LAS の役割を獲得することを試みます。その場合、最小のノードアドレスを持つ LM 機器が、この獲得競争に勝ちます。他の LM 機器は、LAS の活動を観察しており、LAS が無くなった場合、その役割を引き継ぎます。図 2.10 は、LM クラスの機器が LAS になる過程を示します。

(1) フィールドバススタートアップ



(2) 1つのリンクマスタが“LAS”を要求



(3) 1つのリンクマスタがLASになる



CL : LAS要求 (Claim LAS)

F020302.ai

図2.10 LM機器がLASになる過程

LAS は通常の通信とは異なる付加的な機能です。このため、LAS は通常の通信で使用されるノードアドレスとは異なる専用の DL アドレス (0x04) を持っています。

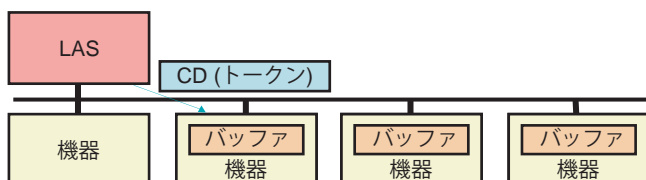
2.3.4 スケジュールされた通信

FF 機能ブロック同士が連携した動作をするためには、スケジュールされた通信が必要です。LAS は通信スケジュールの管理も担当します。FF 機能ブロックは通常、それぞれが同期して動作するようアプリケーションが構築されています。LAS は、このアプリケーションに同期するようにデータ伝送についての通信部分を管理しています。

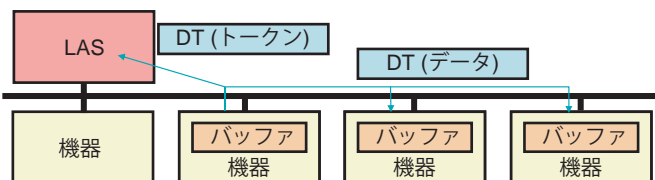
データを出力する FF 機能ブロックは「パブリッシャ（発行者）」と呼ばれ、またこのデータを受信する他の FF 機能ブロックは「サブスライバ（引用者）」と呼ばれます。LAS は、ネットワークスケジュールを使用し、パブリッシャからサブスライバへの周期的なデータ伝送を制御します。

スケジュールされた通信を行う時間になると、LAS は、パブリッシャの DLCEP にデータ要求（CD：Compel Data）PDU を送ります。パブリッシャは、CD を受信するとただちに DLCEP のデータバッファに保存されているデータ伝送（DT：Data Transfer）PDU を送信します。サブスライバは LAS から送信されたパブリッシャへの CD を受信すると、パブリッシャからデータが送出されることを知り、そのデータを受信します。受信されたデータはサブスライバのバッファに保存されます。この仕組みにおける CD PDU は、LAS からパブリッシャに与えられたトークンに相当し、また、DT PDU は、パブリッシャから LAS に戻されるトークンに相当します。図 2.11 を参照してください。

- (1) LAS はパブリッシャに CD（データ要求）を出す。



- (2) パブリッシャはデータを発行し、サブスライバはデータを獲得する。トークンは LAS に返却される。



F020303.ai

図2.11 スケジュールされた通信におけるLAS制御

データリンク層は、そのデータに対する PCI として、「鮮度」を示す情報を付加します。この情報によってサブスライバは、受信したデータが最新のものかどうかを知ることができます。

2.3.5 スケジュールされていない通信

スケジュールされている通信以外の通信は、非同期の方法で通信します。そのためLASはリンク上の全てのノードに、メッセージを送るための機会を与える責任があります。

LASは、ノードにパストークン（PT：Pass Token）PDUを送ることによって、トークンを与えます。

PT PDUには、優先度と持ち時間情報が含まれており、ノードが与えられた優先度、またはそれより上位の優先度の送信すべきメッセージを持たない場合、あるいは与えられた時間が終了した場合、そのノードは、リターントークン（RT：Return Token）PDUにて、トークンをLASに返却します。

LASは、優先度を変化させることによって、メッセージ伝送を制御します。トークンが短い時間間隔で、すべての機器に与えられている場合、LASは優先度を下げることによって、ノードにより多くの時間を与えます。逆にトークンが「目標トークン巡回時間」というネットワークパラメータの範囲内で、すべての機器に行きわたらない場合、LASは優先度を上げ、トークンを要求された時間間隔ですべての機器に与えるようにします。

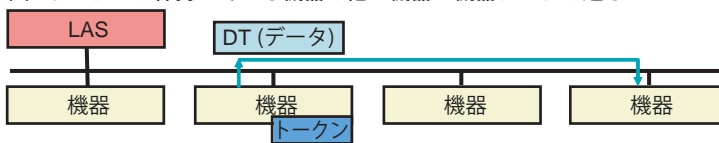
スケジュールされていない通信は、次のスケジュールされた通信が開始する前に終了する必要があります。そのため機器は、PT PDUで与えられた時間間隔内にLASへトークンを返却しなければなりません。

トークンは、DLCEPまたはDLSAPでなく、ノードに与えられます。そのため機器内のすべてのDLCEPおよびDLSAPはメッセージを送ることが可能でなければなりません。図2.12を参照してください。

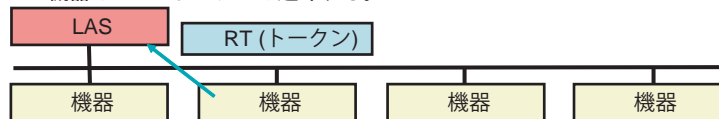
- (1) LASはPT（パストークン）を1つの機器に出す。



- (2) トークンを保持している機器は他の機器に機器データを送る



- (3) 更なるデータを持たないか、または与えられた時間が過ぎた場合、機器はLASにトークンを返却する。



F020304.ai

図2.12 スケジュールされていない通信におけるLAS制御

2.3.6 リンクの保守

LASにはリンクを保守する役割があります。LASは、LASが検出したすべての機器に、トークンを与えます。新規に接続された機器がリンクに加わるには、その機器はLASによって認識され、そのノードアドレスが「ライブラリスト」と呼ばれるトークン順回リストに入れられなければなりません。

LASは、ライブラリストに含まれないノードアドレスに、プローブノード (PN: Probe Node) PDUを送ります。新規に接続された機器は、LASからPNを送信されるまで待ち、PNを受信後に、プローブ応答 (PR: Probe Response) PDUをLASに返却します。そしてLASは、新規に接続された機器の全DLL機能を活性化した後、ライブラリストにこの機器を追加します。(本書では、この活性化の手続きの説明は省略します。) この機器探索は、あらかじめ設定された間隔で繰り返されます。

機器がリンクから外れた場合、その機器はPTに応答しなくなります。LASはこれを検出し、ライブラリストからその機器のノードアドレスを削除します。

ライブラリストにおいて変更が検出された場合、LASはその変更を広報するため、すべてのLM機器は最新のライブラリストを共有し、LAS機能の引継ぎの準備ができています。また、LASは改めて設定された間隔で、接続されている機器すべてに対し、データリンクタイム (時刻リンクスケジューリングタイム: Link Scheduling (LS) Time) を広報します。リンク上のすべての機器は、FF機能ブロックを実行するために必要な時刻を共有することが可能となり、その時刻は「ネットワークタイム」とも呼ばれます。

2.3.7 データリンクPDU

表 2.6 は、FOUNDATION フィールドバスにおける、データリンク・プロトコルデータ単位 (DL PDU) の一覧を示します。

表2.6 データリンク・プロトコルデータ単位 (DL PDU) 一覧

DL PDU	名称	機能
EC	コネクション確立	DLCEP (データリンク接続端点) を接続する
DC	コネクション切断	切断する
CD	データ要求	発行者にデータを要求する
DT	データ転送	データ単位を送る
PT	パストークン	トークンを与える
RT	リターントークン	トークンを返却する
RI	リクエスト間隔	より長い時間のPTを要求する
PN	プローブノード	新規ノードを搜索する
PR	プローブ応答	リンクに加入する
TD	時刻配布	時刻を同期する
CT	時刻要求	TDを要求する
RQ	ラウンドトリップタイム問合せ	TDにおける遅れを測定する
RR	ラウンドトリップタイム応答	
CL	LAS要求	LASになる
TL	LAS伝送	LASに役割を要求する
IDLE	アイドル	不活動、タイムアウトを防止する

2.4 アプリケーション層

アプリケーション層 (APL: Application Layer) は2つの副層からなります。アクセス副層 (FAS) はデータ伝送を管理し、メッセージング副層 (FMS) はユーザデータの記号化および解読を行います。

2.4.1 アクセス副層

アクセス副層 (FAS) は、確立された通信の一部です。フィールドバスは、データリンク層 (DLL) とアプリケーション層 (APL) 間の3～6層を持たないため、FASは直接、APL要求をDLLサービスに配置します。これはVCR管理の最重要部分です。

FASは、アプリケーションに対し、3つの通信の型を提供します。表2.7に、3つの型を示します。ネットワーク管理者は、お互いに通信している型に従って、正しくVCRを構築することが要求されます。一度構築されると、FASはこれらの型に従って通信の手段を提供します。

表2.7 アクセス副層 (FAS) における通信の型

型 (モデル)	データリンク層 (DLL)	スケジュール担当者	方向
クライアント/サーバ	キュー (待ち行列)	ユーザ	双方向
パブリッシャ/ サブスクライバ	バッファ	ネットワーク	1方向
ソース/シンク	キュー (待ち行列)	ユーザ	1方向

■ クライアント／サーバ型

クライアント／サーバ型は多くの通信技術で使用されています。

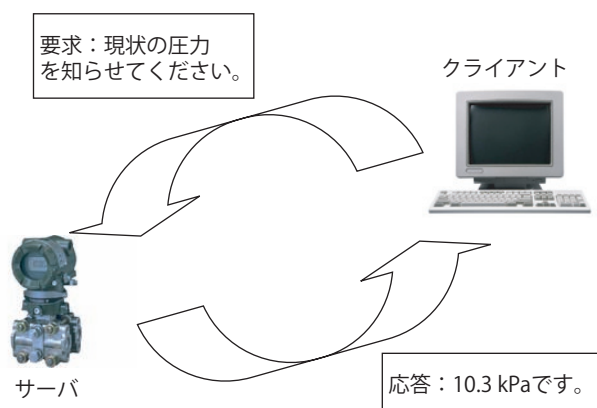
「クライアント」と呼ばれるアプリケーションは、「サーバ」と呼ばれる別のアプリケーションに、FMS を通して特定のアクションを行うための要求を出します。サーバは要求されたアクションを終えた後、その結果をクライアントに伝送します。これは、DLCEP を用いる 1 対 1 の双方向通信です。

この通信が使用される例として、ヒューマンマシンインタフェース（クライアント）が、FF 機能ブロック（サーバ）のデータを読む場合があります。クライアントは、サーバにリード（読み）要求を送り、サーバはクライアントにデータを送り返します。

クライアントは一度に多くの要求を送ることができます。クライアント VCR は、これらの要求を保管するためのキュー（列）を持ち、当該ノードがトークンを得たときに要求を 1 つずつ送ります。図 2.13 を参照してください。

クライアント／サーバ型通信の特徴は、下記のとおりです。

- 1 対 1 の双方向通信
- 一般的な通信に使用される
 - 手動操作によるパラメータ値の読み込み／書き込み
 - コンフィギュレーションデータのダウンロード
 - 保守情報の取得
- 応答時間は下記に依存
 - 機器の処理能力
 - フィールドバスの通信量



F020401.ai

図2.13 クライアント／サーバ型通信

■ パブリッシャ／サブスクライバ型

パブリッシャ／サブスクライバ型は、計装用データの伝送用に FF 機能ブロックにリンクするためのものです。

パブリッシャ／サブスクライバ型は、スケジュールされた 1 対多数の 1 方向通信です。

発行者（パブリッシャ）である FF 機能ブロックが動作すると、その出力データは、パブリッシャ VCR のバッファに蓄えられます。そして LAS は、パブリッシャ VCR に CD を送り、パブリッシャ VCR に DT PDU 中のデータを伝送させます。

サブスクライバ VCR はこの DT PDU を受け、引用者（サブスクライバ）である FF 機能ブロックにこのデータを与えます。

LAS があらかじめ設定されたスケジュールで CD を送信することで、周期的なスケジュール通信が行われます。

パブリッシャ VCR はバッファ内のデータを定期的に送信するため、サブスクライバは受信したデータが前回受信した後に更新されたかどうかを知ることができるようになっています。

この通信が使用される例としては、アナログ入力（AI）ブロックの出力を、PID 制御ブロックのプロセス値（PV）入力に結合があります。

図 2.14 を参照してください。

パブリッシャ／サブスクライバ型通信の特徴は、下記のとおりです。

- ・ 1 対多数の 1 方向通信
- ・ 計装用のデータの伝送
FF 機能ブロックを接続
- ・ 最優先の周期的スケジュール通信

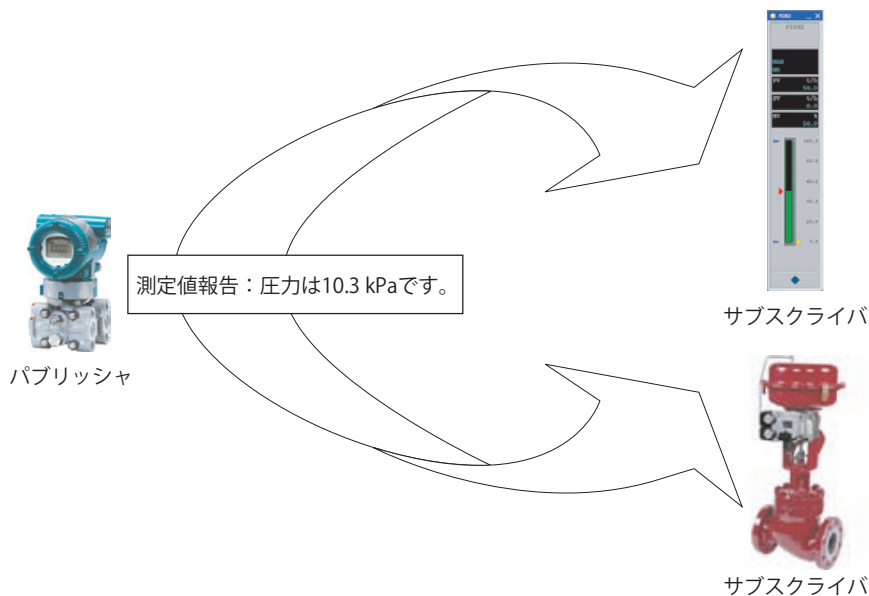


図2.14 パブリッシャ／サブスクライバ型通信

■ ソース／シンク型

ソース／シンク型は、メッセージを広報するためのものです。

ソース／シンク型は、スケジュールなしの1対多数の1方向通信です。この型は、「レポート通知型」と呼ばれることもあります。

ソース VCR は、機器がトークンを得た際、メッセージキューの中のメッセージを割り当てられたグローバル DLSAP アドレスに送信します。複数のシンク VCR は、同じグローバルアドレスを持ち、ソースから同じメッセージを受信します。

FF 機器は、この型の通信を主に2つの目的で使用します。1つはソースにおいて検出されたアラームまたはイベントをレポートすることであり、もう1つはソース FF 機能ブロックのトレンドデータを伝送することです。

図 2.15 を参照してください。

ソース／シンク型通信の特徴は、下記のとおりです。

- 1 対多数の 1 方向通信
- イベント通知
 - 機器アラームまたはプロセスアラーム
 - トレンド
- オンデマンドの不定期通信

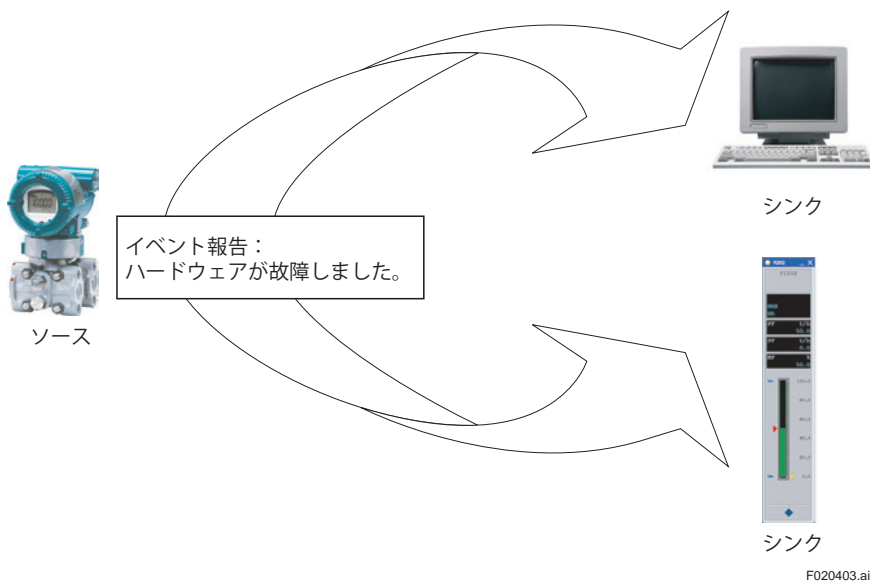


図2.15 ソース／シンク型通信

2.4.2 メッセージング副層

メッセージング副層（FMS：Fieldbus Message Specification）は、ユーザアプリケーションがフィールドバスサービスを使用するためのサービスインタフェースです。FMSは、ユーザアプリケーションからのサービス要求を記号化し他のアプリケーションに送付します。受け側のFMSは送付されたサービス要求を解読し、アプリケーションに通知します。

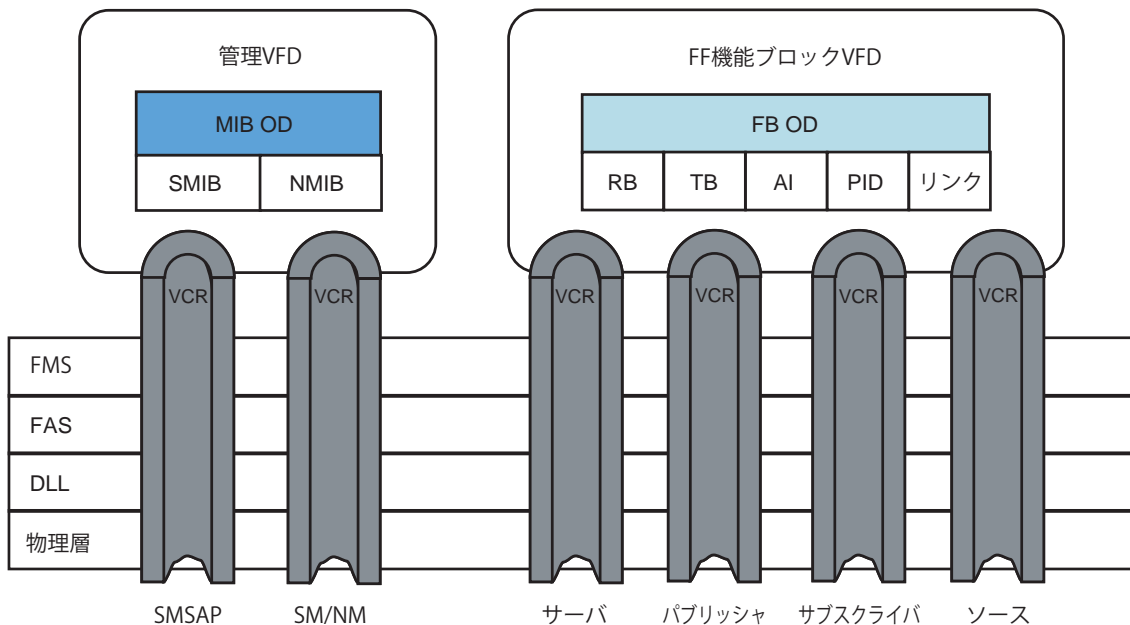
■ 仮想フィールドデバイス（VFD）

FF 機器は、お互いに独立し、相互に影響しない複数のユーザアプリケーションを持つことができます。FF 機器は、このような個別のアプリケーションを実行する仮想フィールドデバイス（VFD：Virtual Field Device）から構成されています。VCR に与えられた識別子は、VFD を識別して動作します。

FF 機器は、少なくとも2つのVFDを持っています。1つは、ネットワークとシステム管理アプリケーションが存在する管理VFDです。管理VFDはフィールドバスシステムにおいて、機器の管理やVCRを含むネットワークパラメータを構築するために用いられます。

もう1つは、FF機能ブロックが存在するFF機能ブロックVFDです。FF機器は、2つ以上のFF機能ブロックVFDを持つことができます。

図 2.16 を参照してください。



F020404.ai

- VFD : 仮想フィールドデバイス (Virtual Field Device)
- OD : オブジェクト辞書 (Object Dictionary)
- SMIB: システム管理情報ベース (System management Information Base)
- NMIB: ネットワーク管理情報ベース (Network Management Information Base)
- SMSAP: システム管理サービスアクセス点 (System Management Service Access Point)
- FB : FF 機能ブロック (Function Block)
- RB : リソースブロック (Resource Block)
- TB : トランスデューサブロック (Transducer Block)
- VCR : 仮想通信路 (Virtual Communication Relationship)

図2.16 管理VFDとFF機能ブロックVFD

■ FMSオブジェクト

VFDにおけるアプリケーションは、属性、アプリケーションの動作、およびFMSサービスからなる「オブジェクトモデル」を用いて、ネットワーク上の他のアプリケーションに示されます。

● オブジェクトの例

FF機能ブロックは、他のアプリケーションがアクセスできるパラメータオブジェクトを持っています。またアラームやFF機能ブロックの結合情報もオブジェクトです。これらの動作は、FF機能ブロックのアプリケーション仕様書で詳細が規定されています。

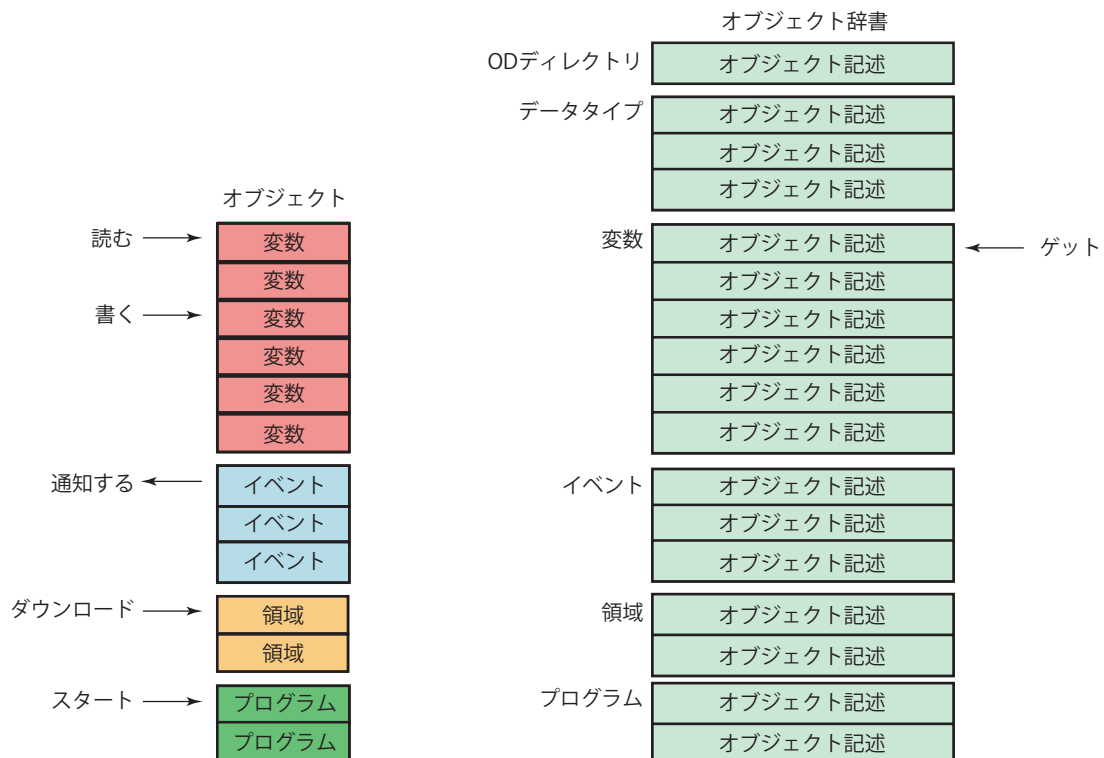
ネットワーク動作は、メッセージ管理情報ベース（NMIB：Network Management Information Base）オブジェクトを通して管理されます。システム動作は、システム管理情報ベース（SMIB：System Management Information Base）オブジェクトを通して管理されます。スケジュール情報とVCRもまたオブジェクトです。

● オブジェクト辞書

オブジェクトは、VFD内でユニークである「インデックス」と呼ばれる番号で識別されます。VFDは「オブジェクト辞書(OD: Object Dictionary)」という情報を持っており、これはオブジェクトを説明するための「オブジェクト記述」と呼ばれる情報の集合で構成されています。クライアントアプリケーションは、「Get OD」サービスで、ODの説明を読むことができ、またオブジェクトが値である場合は、その値を読むことができます。

最も基本的なオブジェクトは、値を含む「変数」です。変数には値のみの単純な構成のものや、レコード（構造）、または行列があります。FF機能ブロックパラメータ、VCR、NMIB、およびSMIBは、レコード変数の例です。

他のオブジェクトは、イベント、領域、およびプログラムです。これらは、次の項（■ FMSサービス）で説明します。図2.17は、オブジェクトとオブジェクト記述の関係を表しています。



F020405.ai

図2.17 オブジェクトとオブジェクト記述の関係図

オブジェクト辞書におけるオブジェクト記述は Extension Attribute をサポートします。この Extension は、機能ブロックのアプリケーションにおいて、オブジェクトのネーミングや DD リファレンスをサポートします。この DD リファレンスはオブジェクトの対応するデバイス記述で、デバイス記述に従ってクライアントアプリケーションがオブジェクトをハンドリングできるようにするものです。

■ FMSサービス

FMS は、FMS オブジェクトにアクセスするサービスを提供します。表 2.8～表 2.12 は、サービスクラスによって、それらのサービスをまとめています。

● 変数アクセス

変数は、データの格納場所です。その値は、他のアプリケーションによって読み／書きできます。アプリケーションは、InformationReport サービスを用いて、他のアプリケーションからの要求なしに、変数データを送信することができます。FOUNDATION フィールドバスは、データの発行およびトレンドのレポートに、このサービスを使用します。

変数がレコードまたは行列であり、複数の変数からなる場合、変数全体または「サブインデックス」で指定された、1つの変数のみを伝送することも可能です。

表2.8 変数アクセスサービス

サービス	機能
Read	変数の値を読む
Write	変数に値を書く
InformationReport	値を送信する
DefineVariableList	変数のリストを定義する
DeleteVariableList	変数リストを削除する

● イベント管理

イベントは、アプリケーションが重要なことを検出したことを通告するために用いられます。故障、データ更新、およびアラームはイベントの例です。イベントは、クライアント／サーバ型を通して認知されるまで、ソース／シンク型で繰り返し送信されます。その送信は、他のイベント関連サービスを通して、有効または無効にすることができます。

表2.9 イベントサービス

サービス	機能
EventNotification	イベントをレポートする
AcknowledgeEventNotification	イベント通告の到着を通知する
Alter EventConditionMonitoring	イベントを不能または可能にする

● 領域（ドメイン）管理

領域（ドメイン）は、連続するメモリエリアです。プログラムエリアはドメインで構成されています。クライアントは、FMS サービスを通してデータをドメインにダウンロードしたり、ドメインの内容をアップロードしたりすることができます。

ドメインは、FMS による記号化の最大サイズより大きい場合があるため、FMS ではドメインを分割して、アップロードまたはダウンロードすることができるようにしています。部分的なダウンロードおよびアップロードを管理するために、開始や中止のサービスが用意されています。

表2.10 領域（ドメイン）サービス

サービス	機能
RequestDomainDownload	ダウンロードを要求する
(Generic)InitiateDownloadSequence	ダウンロードを開始する
(Generic)DownloadSegment	データを送る
(Generic)TerminateDownloadSequence	ダウンロードを中止する
RequestDomainUpload	アップロードを要求する
InitiateUploadSequence	アップロードを開始する
UploadSegment	データを読む
TerminateUploadSequence	アップロードを中止する

● プログラム呼び出し

プログラムは、他のアプリケーションで管理することができるデータ処理機能です。これは、PLC のラダープログラムのために設計されており、FF 機能ブロックアプリケーションに対し使用できます。

プログラムのダウンロードは、ドメイン管理が使用されます。

表2.11 プログラムサービス

サービス	機能
CreateProgramInvocation	プログラムオブジェクトを生成する
DeleteProgramInvocation	プログラムオブジェクトを削除する
Start	プログラムを開始する
Stop	プログラムを中止する
Resume	プログラムを再開する
Reset	プログラムをリセットする
Kill	プログラムを削除する

● その他のサービス

FMS は、オブジェクト辞書とコンテキスト管理に対し、その他のサービスを提供します。オブジェクト記述は、「GetOD」サービスによって読むことができます。オブジェクトをダウンロードする際には、そのオブジェクト記述も同時にダウンロードする必要があります。アプリケーション間の結合は、「コンテキスト」を通して管理されます。開始および中止サービスのような基本的なもの以外にも、パートナーの状態情報をその他のサービスによって伝送することができます。

表2.12 その他のFMSサービス

	サービス	機能
OD (オブジェクト辞書) 管理サービス	GetOD	オブジェクト辞書を読む
	InitiatePutOD	OD のロードを開始する
	PutOD	OD を機器にロードする
	TerminatePutOD	OD のダウンロードを中止する
コンテキスト 管理サービス	Initiate	FMS 接続を確立する
	Abort	FMS 接続を止める
	Reject	適正でない要求を拒否する
	Status	機器のステータスを読む
	UnsolicitedStatus	要求されていないステータスを送る
	Identity	VFD 識別 (メーカー、形名) を質問する

2.5 システム管理プロトコル (SMKP)

システム管理は、フィールドバスシステムを管理するため、「システム管理カーネルプロトコル (SMKP: System Management Kernel Protocol)」と呼ばれる専用のプロトコルを持ちます。このプロトコルは、システムスタートアップ、間違ったコンフィギュレーション、デバイス故障、および、その交換などの異常状態の下においても運用可能でなければならないため、アプリケーション層を使用せず、直接データリンク層を用いています。

2.5.1 タグとアドレス指定

フィールドデバイスは、本書の 3.4.1 項「デバイス管理」において説明しているように、ノードアドレスのほか機器タグで識別されています。SMKP は、機器にそれらを割り当てるためのサービスを提供します。

機器がそのアドレスを変更する場合、変更前のアドレスはなくなり、異なったアドレスでリンクに戻ります。このため、その動作はデータリンク層において複雑になり、特別なプロトコルがこの目的のために定義されています。

2.5.2 タグのロケーション

機器タグと FF 機能ブロックタグは人間には使い易いものですが、通信にとっては長いデータである必要はありません。SMKP は通信を単純にするため、ノードアドレスとインデックスで、機器タグとブロックタグを置き換えるサービスを提供します。

2.5.3 アプリケーションタイムの同期化

フィールドバスアプリケーションは相互に作用するため、時間を同期化する必要があります。たとえばイベントメッセージは、トークン巡回とバス通信量の多寡に依存して遅れて受信されるため、それが検出された時を示すタイムスタンプを必要とします。SMKP は、すべての管理 VFD が同期化された時刻を共有するためのメカニズムを提供しています。

3. フィールドバスアプリケーション

本章では、FOUNDATIONフィールドバス上で動作するFF機能ブロックと他のアプリケーションについて説明します。これらのアプリケーションをサポートする通信技術は、本書の2章で説明しています。

本章では、計測と制御アプリケーションが、どのようにFOUNDATIONフィールドバス上に実装されるかについての知識を提供します。

これらのアプリケーションが、ユーザのプラントの安全な制御と効率的な保守を実現するために、いかに注意深く設計されているかを理解いただけると考えます。

3.1 仮想フィールドデバイス (VFD)

FF 機器は、互いに独立し、相互作用のない、複数のユーザアプリケーションを持つことができます。FF 機器は、このような個々のユーザアプリケーションに対応する、仮想 FF 機器 (VFD : Virtual Field Device) から構成されています。

アプリケーションの観点から見た場合、VFD は異なる FF 機器のように扱われます。通信サービスは、VFD の独立性を保障しています。VFD と通信の関係については、図 2.16 「管理 VFD と FF 機能ブロック VFD」を参照してください。

3.1.1 FF機器内のVFD

FF 機器は、少なくとも 2 つの VFD を持っています。1 つは、ネットワークとシステム管理アプリケーションが存在する「管理 VFD」です。これは、フィールドバス上のデバイスを管理するため、および VCR を含むネットワークパラメータを構築するために使用されます。もう 1 つは、FF 機能ブロックが存在する「FF 機能ブロック VFD」です。FF 機器は、2 つ以上の FF 機能ブロック VFD を持つことが可能です。

3.2 FF機能ブロック

本節は、FOUNDATION フィールドバスにおける、FF 機能ブロック（特にそのモデルとパラメータ）について説明します。ユーザのアプリケーションの構築、保守、およびカスタマイズは FF 機能ブロックを通して行われます。

3.2.1 FF機能ブロックとは

FF 機能ブロックは、計測と制御における共通の機能的モデルです。これは、PID 制御やアナログ入力およびアナログ出力のような、フィールド計器と制御システムで使用される機能を一般化した概念です。FOUNDATION フィールドバス仕様書「Function Block Application Process - Part 1」は、FF 機能ブロックの基礎的概念を説明しており、「Function Block Application Process - Part 2」以下は、各種 FF 機能ブロックの詳細を説明しています。

FF 機能ブロックパラメータは、通信サービスを介して監視すること、およびアクセスすることができ、そのブロックの動作は、パラメータの値に依存します。FF 機能ブロックは、実質的に、ネットワーク上のどのデバイスに存在してもよく、あるアプリケーションから他の各アプリケーションに接続された FF 機能ブロックのセットは、1 台のデバイスに存在することも、デバイス間に分散することもできます。

FF 機能ブロック VFD の中には、3 つのブロックのクラス：リソースブロック、FF 機能ブロック、およびトランスデューサブブロックがあります。

■ リソースブロック

リソースブロックは、機器のハードウェアおよび VFD 内の FF 機能ブロックの全体を制御します。

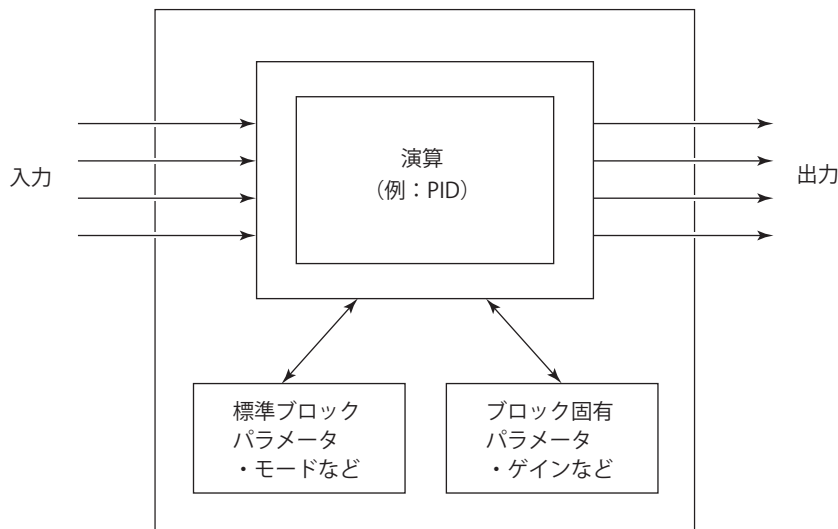
リソースブロックから、製造者名、デバイス名、デバイス記述（DD：Device Description）のレビジョンなどの情報が得られます。リソースブロックは、リソース（メモリおよび CPU 時間）がどれほど利用可能であることを示します。またハードウェアの状態を見ることができます。

■ FF機能ブロック

FF 機能ブロックは、計測と制御の一般化されたモデルです。例えば、AI ブロックは変換器からの生データを調整し、測定値を共通フォーマットにより提供します。FF 機能ブロックは、3つのクラスに分類されます。

- (1) フィールドバス協会仕様で仕様がされた標準ブロック
- (2) 標準ブロックに対してパラメータや演算機能を追加した拡張ブロック
- (3) オープンブロック、または個々のメーカーで設計されたメーカー特有のブロック

FF 機能ブロックは、入力、出力、および内部パラメータを持っています。ブロックの中で生成されたデータは、出力パラメータとして扱われることで、その他の FF 機能ブロックの入力パラメータにリンクすることが可能になります。



F030201.ai

図3.1 FF機能ブロックの例 (PIDブロック)

表 3.1 は、フィールドバス協会で定義された FF 機能ブロックをリストアップしたものです。主要な機能は、ここに実装されています。「Function Block Application Process – Part 2 (以下 FF 仕様書第 2 部と記します)」では、計測と制御において最も基本的なブロックを規定しています。「FF 仕様書第 3 部」では高度制御ブロックを規定しています。「FF 仕様書第 4 部」では、FOUNDATION フィールドバス以外のデバイスに対する I/O インタフェースを提供します。「FF 仕様書第 5 部」で規定されたブロックは、PLC プログラムのように、ユーザのアプリケーションを FF 機能ブロックと相互運用可能に作成することができます。

表3.1 FF機能ブロック一覧

FF機能仕様書番号	頭文字表記	名称
第2部 (*2): 制御と計測における基本的なブロック	AI	アナログ入力
	AO	アナログ出力
	BG	バイアス/ゲイン
	CS	コントロールセクタ
	DI	デジタル入力 (*1)
	DO	デジタル出力 (*1)
	ML	マニュアルローダ (手動操作器)
	PD	PD コントロール
	PID	PID コントロール
	RA	レシオ (比率)
第3部 (*3): 高度制御ブロック	DC	デバイスコントロール
	OS	出力スプリッタ
	SC	シグナルキャラクタライザ (信号特性器)
	LL	リード (進み) / ラグ (遅れ)
	DT	デッドタイム (無駄時間)
	IT	インテグレータ (積算器)
	SPG	設定値ランプ発生器
	ISEL	入力セクタ
	AR	演算器
	TMR	タイマ
	AAL	アナログアラーム
	TOT	トータライザ
第4部 (*4): 多点 I/O ブロック	MAI	多点アナログ入力
	MAO	多点アナログ出力
	MDI	多点デジタル入力
	MDO	多点デジタル出力
第5部 (*5): フレキシブル機能ブロック	FOD	フィクスト OD
	FPR	フィクストプログラマブルリソース
	VOD	バリアブル OD
	VPR	バリアブルプログラマブルリソース

*1: フィールドバス協会の仕様書は、“digital input” および “digital output” ではなく、“discrete input” および “discrete output” の用語を使用しています。本書では「デジタル入力」および「デジタル出力」の用語としました。

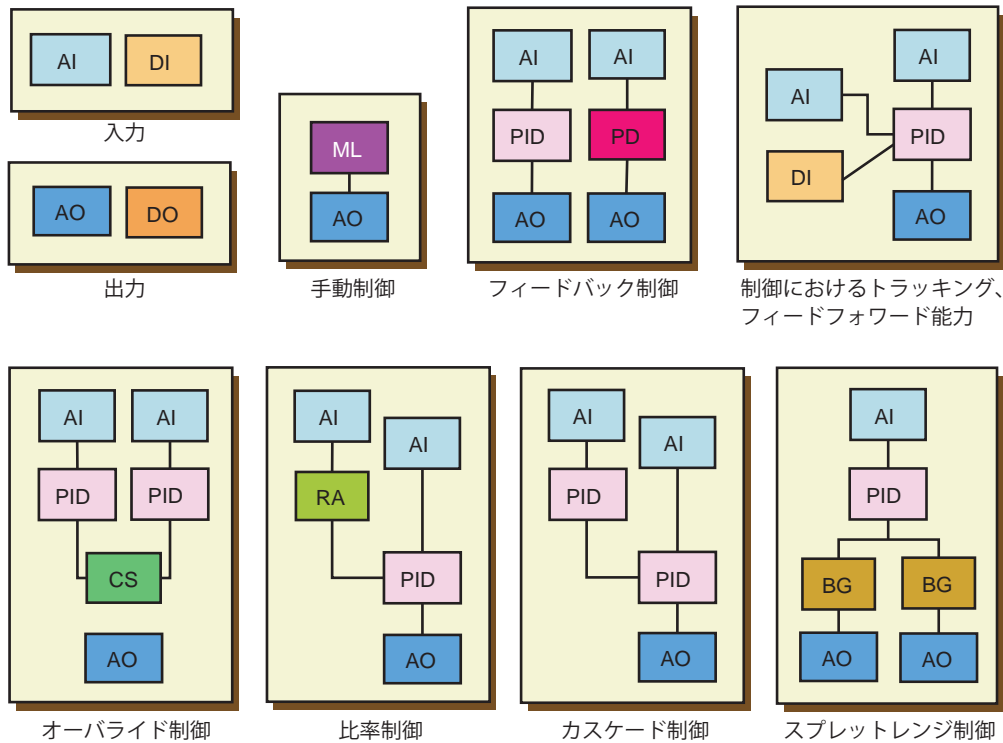
*2: 詳細は、フィールドバス協会の仕様書 文書番号 FF-891 を参照してください。

*3: 詳細は、フィールドバス協会の仕様書 文書番号 FF-892 を参照してください。

*4: 詳細は、フィールドバス協会の仕様書 文書番号 FF-893 を参照してください。

*5: 詳細は、フィールドバス協会の仕様書 文書番号 FF-894 を参照してください。

いろいろな計測と制御アプリケーションは、これらのFF機能ブロックを結合することにより構築できます。図3.2は、FF仕様書第2部ブロックを使用する典型的な例を示します。



F030202.ai

図3.2 FF機能ブロック仕様書第2部で示されたブロック間の結合の例

■ トランスデューサブロック

トランスデューサブロックは、センサと操作器のモデルです。これは、FF機能ブロックと同じような表現となるように設計されています。圧力伝送器のような一般的なセンサは、トランスデューサブロックとしてモデル化されています。トランスデューサブロックは、FF機能ブロックのCHANNELパラメータを通して、FF機能ブロックに連結されます。FF機能ブロックは一般的なモデルですが、トランスデューサブロックはハードウェアや測定原理に依存した設計になっています。たとえば、圧力伝送器と電磁流量計は異なる測定原理を持っていますが、出力値としてはアナログ測定値を提供します。FFでは、データ出力のような共通部分はアナログ入力ブロックとしてモデル化され、測定原理などの差異は機器ごとに異なるトランスデューサブロックとしてモデル化されています。

フィールドバス協会では、各センサやアクチュエータのタイプごとに標準化されたトランスデューサモデルを開発しており、将来的な相互運用性の利便性に貢献しています。

- ・ 圧力トランスデューサブロック
- ・ 温度トランスデューサブロック
- ・ ポジショナトランスデューサブロック

3.2.2 リンクおよびスケジュール

計測または制御アプリケーションは、互いに接続された FF 機能ブロックから構成されます。図 3.3 は、AI、PID、および AO ブロックからなる PID 制御の例です。これらブロックは、FF 機能ブロック VFD 内の「リンクオブジェクト」を通して接続されます。リンクオブジェクトは、デバイス内の 2 つの FF 機能ブロックの接続や、パブリッシャ VCR あるいはサブスクライバ VCR と 1 つの FF 機能ブロックの接続を行います。

FF 機能ブロックは演算が実行される前に入力パラメータを得る必要があります。また出力パラメータは演算実行後に発行される必要があります。そのため演算実行とパブリッシャ／サブスクライバ通信は、ブロックがデバイスの中で分散されている場合でも、タイミングが調整されている必要があります。

システム管理とデータリンク層は、リンクアクティブスケジューラ (LAS) により分配され同期化されているリンクスケジューリング (LS) タイムを使用して、タイミングを調整します。

FF 機器内のシステム管理は、FF 機能ブロックスケジュールに従い、FF 機能ブロックをスタートします。LAS は、LAS スケジュールに従い伝送されるべき出力データが出力されるように、CD PDU を送信します。これら 2 つのスケジュール (FF 機能ブロックスケジュールと LAS スケジュール) は、「マクロサイクル」と呼ばれる制御周期において、オフセット (順番) として定義されています。そして、図 3.3 に一例を示します。

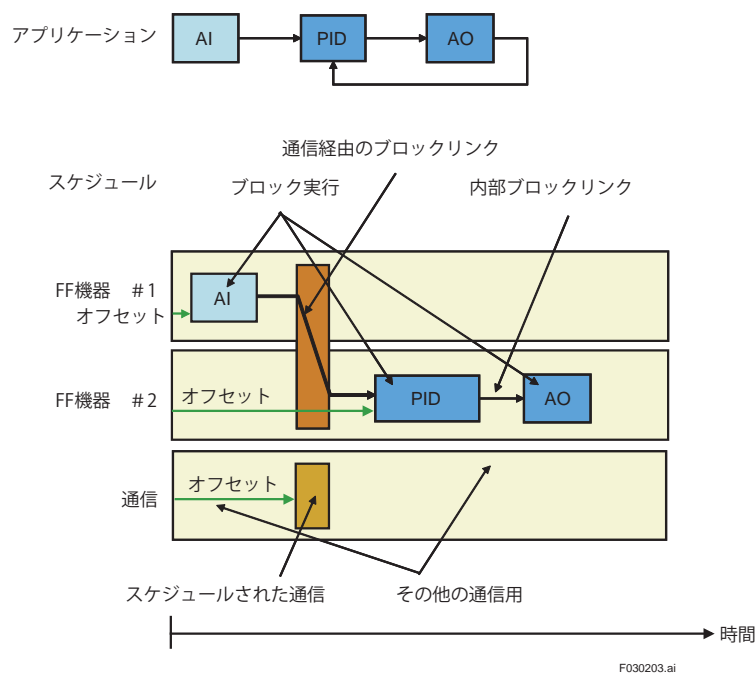


図3.3 FF機能ブロックと通信のスケジュールの例

3.2.3 パラメータ

FF のブロックはパラメータを持っており、FMS インデックスを使用してアクセス可能です。ブロックのパラメータは連続的なインデックスを持っています。

■ パラメータクラス

ブロックパラメータは、入力、出力、および内部パラメータの、3つのクラスに分類されます。FF 機能ブロックはそれらすべてを持っていますが、リソースブロックとトランスデューサブロックは、内部パラメータのみを持っています。

● 入力パラメータ

入力パラメータは、FF 機能ブロックの入力であり、他の FF 機能ブロックの1つの出力パラメータを受け入れることができます。そのデータタイプは、出力パラメータのタイプと等しくなければなりません。

● 出力パラメータ

出力パラメータは、FF 機能ブロックの出力であり、他の FF 機能ブロックの入力パラメータに接続することができます。FF 機能ブロックからの1つの出力パラメータを、2つ以上の FF 機能ブロックに接続することも可能です。これは、パブリッシャ/サブスライバ型通信によってサポートされています。出力パラメータは、値およびその状態（品質）からなるレコードで構成されています。

● 内部パラメータ

内部パラメータは、入力および出力に該当しないパラメータです。このパラメータには、オンデマンド（要求あり次第）の読み/書きの要求を通してのみアクセスできます。データタイプは、フィールドバス協会が定義しているいずれかのタイプです。

■ パラメータ属性

ブロックパラメータはいくつかの属性を持っています。

● アクセス権

FF 機能ブロックパラメータは、読み込み可能 (r と表される)、および/または、書き込み可能 (w と表される) です。パラメータが書き込み可能である場合においても制限を持つ場合があります。たとえば、AI ブロックの OUT パラメータは、ブロックモードが、O/S (アウトオブサービス) または MAN (手動) の場合、書き込み可能です。その他のブロックモードでは、このパラメータに対する書き込み要求は拒絶されます。またの値の書き込み要求に対しメーカーが独自のレンジチェックをしている場合があります。たとえば、多くの PID ブロックは比例ゲインをゼロに設定する要求を拒否します。

● ダイナミックまたはスタティック

ダイナミック (動的) パラメータは、FF 機能ブロックの実行中に動的に変化するものです。その値は、電源がオフになると失われます。またスタティック (静的) パラメータは、ブロック実行によって変化しませんが、オンデマンド要求によって書き込むことができ、電源がオフになっても保存されています。ノンボラタイル (不揮発) パラメータは動的に書き込まれますが、電源オフ後、電源が再投入された時、電源オフ直前の値が保存されます。

● パラメータのステータス

入力パラメータ、出力パラメータ、および内部パラメータには、ステータス付きのレコード構造のものがあります。

ステータスは、このパラメータの値の品質を示します。値が使用可能であれば、ステータスは GOOD です。値が使用不可であれば、ステータスは BAD です。ブロック値の使用可能性について 100%保証できない場合、ステータスは UNCERTAIN とすることができます。ステータスには追加フィールドがあり、より詳細な情報を示すことができます。

3.2.4 重要なパラメータ

その他の重要なパラメータについて説明します。

■ ブロックモード (MODE_BLK)

すべての FF 機能ブロックは、MODE_BLK パラメータで表される自身の動作モードを持っています。これは、TARGET、ACTUAL、PERMITTED、および NORMAL の 4 つの要素のレコードです。

TARGET は、書き込み可能な要素であり、オペレータが当該ブロックをそのモードにしたい場合に使用されます。

ACTUAL は、ブロックの実際のモードを示し、読み込みのみの要素です。通常 ACTUAL は TARGET と同じですが、いくつかの理由により、ACTUAL が TARGET と異なったままである場合があります。

PERMITTED は、どのモードがこの FF 機能ブロックにおいて許可されているかを示します。NORMAL は、オペレータが FF 機器起動時に期待するモードを記録し、ガイドするものです。PERMITTED と NORMAL の 2 つの要素は書き込み可能ですが、必要でなければ変更しないようにしてください。

モードには、O/S、MAN、AUTO、CAS、RCAS、および ROU があります。O/S (アウトオブサービス) モードではブロックは実行されず出力パラメータのステータスは BAD にセットされます。MAN (手動) モードでは、ブロックは実行されますが、その出力はブロックの実行状態に左右されず、手動で変更可能です。AUTO (自動) モードでは、ブロックは上流からの設定に影響されず独立して動作します。CAS (カスケード) モードではブロックは、設定値を上流から受け、その値に従って動作します。出力または制御用の FF 機能ブロックのモード (ACTUAL) は、そのブロックに接続された下流ブロックのステータスまたはローカル操作により、IMAN (初期化手動) または LO (ローカルオーバーライド) になる場合があります。PERMITTED で指定可能なモードは、FF 機能ブロック、リソースブロック、またはトランスデューサブロックによって異なります。リソースブロックは、PERMITTED として、O/S および AUTO モードのみを受け入れます。トランスデューサブロックは PERMITTED として、O/S、MAN、および AUTO モードを受け入れます。

■ スケーリングパラメータ

FF 機能ブロックの中には、データについて 0 ~ 100 % のスケーリングが必要なものがあります。スケーリングが必要なパラメータは、EU@100%、EU@0%、UNITS_INDEX および DECIMAL_POINT の 4 つの要素を持っています。EU@100% および EU@0 % は、それぞれ工業単位における 100 % および 0 % の値です。UNITS_INDEX は、kg/s、MPa、m のような工業単位を示し、FF 仕様で規定されたコードで表されます。小数点位置 DECIMAL_POINT は、オペレータが希望する分解能を実現するため、小数部の桁数を示します。表 3.10 (3.3.5 単位コード参照) は、重要な UNITS_INDEX の例を示しています。

3.2.5 ビューオブジェクト

FF 機能ブロックは多くのパラメータを持っていますが、オペレータがそれらをひとつずつ読むことは現実的ではありません。このためフィールドバス協会は、ビューオブジェクトという FMS 変数リストの概念を利用しています。ビューオブジェクトは、複数のブロックパラメータから構成されている変数リストです。FF 機能ブロックには4つのビューオブジェクトが定義されています。

- VIEW 1(Operation-Dynamic)：オペレータにとってプラントを運転するために必要な動的 (Dynamic) パラメータのリスト
- VIEW 2 (Operation-Static)：オペレータにとって設定のために必要な静的 (Static) パラメータのリスト
- VIEW 3 (All Dynamic)：詳細表示または診断に使用される動的 (Dynamic) パラメータのリスト。
- VIEW 4 (Other Static)：設定および保守目的に使用される静的 (Static) パラメータのリスト。このリストは、すべての静的パラメータで構成されていない場合があります。

3.3 基本的なFF機能ブロック

フィールドバス協会は、FF仕様書第2部において、10個のFF標準機能ブロックの仕様を規定しています。また表3.1に示すように、FF仕様書第3部、4部、5部においても、さらに多くのFF機能ブロックの仕様を規定しています。

この中で重要なのはAI、DI、PID、AO、およびDOです。さらに一般的にそれらのうちのAI、PID、およびAOの3つがよく使用されます。

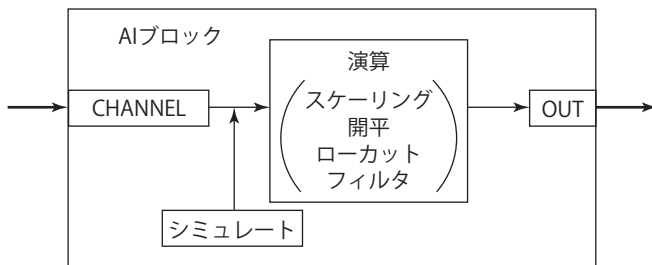
本節は、3つ（AI、AO、およびPID）の重要なFF機能ブロックとリソースブロックおよびトランスデューサブロックについて説明します。また本節では、横河の計測と制御に関する長い経験に基づく、ユーザが使用可能なブロックパラメータの「推奨値」を提供します。推奨値を示す表において、パラメータがビット列（ビットごとに意味を割り当てられた変数型）である場合、フィールドバス協会で規定されたビットの名称を記載しています。またパラメータがユーザが設定できない動的パラメータの場合は、「動的値」と表示しています。

3.3.1 AI（アナログ入力）ブロック

AI（アナログ入力）ブロックは、センサのような入力機器のために設計されています。AIブロックは、トランスデューサブロックによって測定されたデータを受け、そのデータに対し下記の処理を行います。

- ・ スケーリング
- ・ 開平演算（オリフィスプレート用）
- ・ ローパスフィルタ
- ・ アラーム生成

図3.4にAIブロックの内部構成を示します。



F030301.ai

図3.4 AIブロック

■ スケーリングと開平演算

L_TYPE パラメータは、スケーリングと開平演算を制御します。AI の内部パラメータである PV (プロセス値) の値は、L_TYPE パラメータによって決められます。

L_TYPE パラメータの値が「Direct」である場合、OUT パラメータの値は、トランスデューサブロックから受けた値 (CHANNEL 値) と等しくなります。

L_TYPE パラメータの値が、「Indirect」である場合、OUT パラメータの値は、CHANNEL 値を XD_SCALE および OUT_SCALE パラメータでスケーリングされたものとなります。XD_SCALE は、CHANNEL 値の 0 % と 100 % 値および工業単位を示し、一方 OUT_SCALE は、OUT パラメータ値の 0 % と 100 % の値および工業単位を示します。

L_TYPE パラメータの値が「Indirect SqRoot」である場合、出力値はスケーリングされた値の開平となります。開平演算では出力値が 0 近傍のとき精度が悪くなるため、一般に PV 値が LOW_CUT パラメータの値より低いとき、PV 値を強制的にゼロにするカットオフ機能が使用されます。

■ ローパスフィルタ

PV パラメータの値は一次指数関数のローパスフィルタを適用することによって、より安定にすることができます。フィルタの時定数は、秒単位で PV_FTME パラメータによって設定できます。PV_FTME パラメータの値がゼロに設定されている場合は、フィルタは適用されません。

■ アラーム生成

PV パラメータの値が、LO_LIM または LO_LO_LIM パラメータの値より小さい場合、LO または LO_LO アラームが生成されます。また PV パラメータの値が、HI_LIM または HI_HI_LIM パラメータの値より大きい場合、HI または HI_HI アラームが生成されます。

■ モード

AI ブロックが取りうるモードは O/S、MAN、および AUTO です。MAN モードでは、ユーザは OUT パラメータの値を変更できます。AUTO モードでは、PV パラメータの値とステータスは、それぞれ OUT パラメータの値とステータスにコピーされ、出力パラメータとして扱われます。

■ CHANNELパラメータ

CHANNEL パラメータは AI ブロックがトランスデューサブロックから得る値を決定するものです。

1 以上 (上限はトランスデューサブロックに依存) の値を設定します。

選択されたトランスデューサブロックの値 (CHANNEL 値) は、SIMULATE パラメータ (TRANSDUCER_VALUE および TRANSDUCER_STATUS) で確認することができます。

■ シミュレーション

本機能はプラントのスタートアップにおいて非常に有効です。SIMULATE パラメータの ENABLE_DISABLE 機能を Active (有効) に設定すると、AI ブロックは、トランスデューサブロックからの値 (TRANSUDCER_VALUE と TRANSDUCER_STATUS) の代わりに、CHANNEL 値として SIMULATE_VALUE および SIMULATE_STATUS を使用します。本機能は、シミュレーションスイッチ (ハードウェア) が、ON である場合のみ動作します。この機能を使用した後、ENABLE_DISABLE の値を Disabled (無効) に戻すことを忘れないでください。

■ 推奨パラメータ値

表 3.2 の 3 つのアプリケーション用の推奨値を、表 3.3 に示します。これらのパラメータの多くは、MODE_BLK.TARGET が、O/S である場合にのみ変更できることに注意してください。

表3.2 AIブロックの3つのアプリケーション

アプリケーション	説明
アプリケーション AI1 : 単純な測定	センサで取得したプロセス値をそのまま使用するアプリケーションです。横河製差圧伝送器 EIX の場合、センサで取得した差圧などのプロセス値をそのまま出力します。
アプリケーション AI2 : AI でのスケール変換	センサで取得したプロセス値を単位変換して使用するアプリケーションです。横河製差圧伝送器 EIX の場合、センサで取得した差圧をリニアで単位変換し、レベルとして出力するような場合に使用されます。 0 %レベル = L_0 m = P_0 kPa 100 %レベル = L_1 m = P_1 kPa
アプリケーション AI3 : オリフィス板の流量測定	差圧流量測定で使用されるアプリケーションです。横河製差圧伝送器 EIX の場合、センサで取得した差圧を開平演算で単位変換し、流量として出力するような場合に使用されます。 0 %流量 = F_0 m ³ /h = P_0 kPa 100 %レベル = F_1 m ³ /h = P_1 kPa

表3.3 AIブロック推奨パラメータ値

パラメータ表記	アプリケーションAI1	アプリケーションAI2	アプリケーションAI3
1. ST_REV	動的値		
2. TAG_DESC	任意の文字列		
3. STRATEGY	1		
4. ALERT_KEY	1		
5. MODE_BLK			
Target	AUTO		
Actual	動的値		
Permitted	O/S+MAN+AUTO		
Normal	AUTO		
6. BLOCK_ERR	動的値		
7. PV	動的値		
8. OUT	動的値		
9. SIMULATE			
Simulate Status	動的値		
Simulate Value	動的値		
Transducer Status	動的値		
Transducer Value	動的値		
En/Disable	Disable		
10. XD_SCALE			
EU@100%	100	P1	P1
EU@0%	0	P0	P1
Units Index	トランスデューサ単位	kpa	kpa
Decimal Point	1	任意	任意
11. OUT_SCALE			
EU@100%	100	L1	F1
EU@0%	0	L0	F0
Units Index	出力単位	m	m ³ /h
Decimal Point	1	任意	任意
12. GRANT_DENY	動的値		
13. IO_OPTS	Low Cutoff		
14. STATUS_OPTS	Propagate Fault Forward		
15. CHANNEL	トランスデューサブロック出力を受けるため、1から始まる適当な値		
16. L_TYPE	Direct	Indirect	Indirect Sq Root
17. LOW_CUT	0		
18. PV_FTIME	0		
19. FIELD_VAL	動的値		
20. UPDATE_EVT	動的値		
21. BLOCK_ALM	動的値		
22. ALARM_SUM	動的値		
Current	動的値		
Unacknowledged	動的値		
Unreported	動的値		
Disabled	0		
23. ACK_OPTION	Auto Ack Enabled (1)		
24. ALARM_HYS	0.5		
25. HI_HI_PRI	0		
26. HI_HI_LIM	+無限大		
27. HI_PRI	0		
28. HI_LIM	+無限大		
29. LO_PRI	0		
30. LO_LIM	-無限大		
31. LO_LO_PRI	0		
32. LO_LO_LIM	-無限大		
33. HI_HI_ALM	動的値		
34. HI_ALM	動的値		
35. LO_ALM	動的値		
36. LO_LO_ALM	動的値		

F030304.ai



ブロック推奨パラメータ値の表のパラメータ名に付けられた番号は、ブロックヘッダーからのインデックスの順番を示します。ベンダによっては、灰色の欄のパラメータは、FF 機能ブロックをオペレーション状態にできない値で出荷されている場合があります。その場合はこれらのパラメータ値を表に示すような意味のある値に設定する必要があります。

3.3.2 AO (アナログ出力) ブロック

AO(アナログ出力)ブロックは、バルブポジションのような出力機器のために設計されています。AOブロックは、上流の制御ブロックから制御値を受け、演算後、現在の制御値を上流の制御ブロックに送り返すため、制御ブロックはその送り返された値をもとに次の制御値を計算できます。

またAOブロックのモードがCAS(カスケード)以外で、制御ブロックで制御されていない状態である場合、制御ブロックはAOブロックから得られる現在の制御値に追従することもできます。

AOブロックは、データの流れとして2つの方向を持っています。1つ(前向きパス)は上流の制御ブロックからトランスデューサブロックへの流れであり、もう1つ(後ろ向きパス)はトランスデューサから上流の制御ブロックへの流れです。

図3.5にAOブロックの構成を示します。

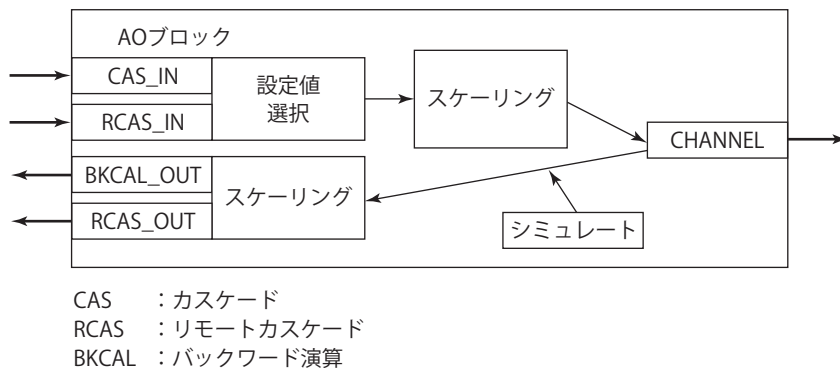


図3.5 AOブロック

F030302.ai

■ 前向きパス

コントローラは AO ブロックを制御するために、SP パラメータに設定値を与えます。SP パラメータの設定は、AO ブロックのブロックモードによりいくつかのパス（道）があります。CAS モードでは、コントローラからパブリッシュ／サブスクライバ型通信で出力された設定値を CAS_IN パラメータで受け、その値が SP パラメータに与えられます。AUTO モードでは、SP パラメータに対してクライアント／サーバ型通信で直接値が与えられます。RCAS（リモートカスケード）モードでは、コントローラから CAS_IN パラメータへの書き込みのほか、リモートコントローラが RCAS_IN パラメータに対し設定値を与えます。

CAS または RCAS モードでは、CAS_IN または RCAS_IN パラメータは、コントローラに対しては、PV_SCALE パラメータの値でスケールされ、トランスデューサブロックに対しては XD_SCALE パラメータの値でスケールされます。ほとんどの場合、それらのパラメータは同じ単位（例えば%）であり、またスケールは EU@0% と EU@100% が単純に 0 と 100 に対応します。値が SP パラメータに与えられる前に、CAS_IN または RCAS_IN パラメータで受けた値は、上下限リミットと変化率リミットの制限機能を通過します。上下限リミットでは値がリミットより大きい（小さい）ならば、値は SP_HI_LIM（SP_LO_LIM）パラメータで指定された制限値となります。変化率リミットでは前回値から今回の CAS_IN または RCAS_IN パラメータ値が、SP_RATE_HI パラメータ値より大きい（または SP_RATE_LO パラメータ値より小さい）場合、変化率を制限された値が、PS を計算するために使用されます。通信に問題の無い場合、SP パラメータの値は、OUT パラメータに出力されます。コントローラのシャットダウンなど通信に以上が発生した場合、OUT パラメータは値を維持するか、または事前にフォールトステート動作を指定されていれば FSTATE_VAL パラメータで設定された当た値が与えられます。

OUT パラメータの値は、CHANNEL を通して、トランスデューサブロックに与えられます。

■ 後ろ向きパス

コントロールバルブのような、操作器の現在位置（バルブの場合は開度）は、後ろ向きのパスを通して処理されます。バルブの開度は、トランスデューサブロックのスケール（XD_SCALE）で、READBACK パラメータに与えられ、SP パラメータと同じスケール（PV_SCALE）に変換されます。このように、PV パラメータは、SP パラメータとスケールでバルブの開度を示します。

上流の制御ブロックに送信する読み返しの値は BKCAL_OUT パラメータに与えられます。BKCAL_OUT パラメータは通常 SP パラメータの値が与えられます。BKCAL_OUT パラメータには実際のバルブ開度を示す PV パラメータの値を与えることも可能ですが、これはプロセス制御において通常ありません。

■ フォールトステート

フォールトステートは、通信異常などで AO ブロックが上流のコントローラから設定値を受けられなくなった場合、コントロールバルブを閉または開にする必要があるような非常にクリティカルなプロセスに対して準備されています。

■ モード

AO ブロックは、O/S、MAN、LO（ローカルオーバライド）、AUTO、CAS（カスケード）、RCAS（リモートカスケード）、および ROUT（リモート出力）のうちのどれか 1 つのモードとなります。



重要

CAS モードにするためには、MODE_BLK.TARGET 中の CAS と AUTO ビットの両方を設定する必要があります。

■ 推奨パラメータ値

表 3.4 の 2 つのアプリケーションに対する推奨値を、表 3.5 に示します。これらの多くのパラメータは、MODE_BLK.TARGET が O/S である場合のみ変更できることに注意してください。

表3.4 AOブロックのアプリケーション

アプリケーション	説明
アプリケーション A01： 現在の目標位置で制御	AO ブロックは上流のブロックと接続されています。上流のブロックへの読み返し値には、設定値（SP パラメータ）が返されます。
アプリケーション A02： 現在のバルブ開度で制御	AO ブロックは上流のブロックと接続されています。上流のブロックへの読み返し値には、実際のバルブ開度が返されます。

表3.5 AOブロックの推奨パラメータ値

パラメータ表記	アプリケーション AO1	アプリケーション AO2
1. ST_REV	動的値	
2. TAG_DESC	任意の文字列	
3. STRATEGY	1	
4. ALERT_KEY	1	
5. MODE_BLK		
Target	CAS+AUTO	
Actual	動的値	
Permitted	O/S+MAN+AUTO+CAS+RCAS	
Normal	CAS+AUTO	
6. BLOCK_ERR	動的値	
7. PV	動的値	
8. SP	動的値	
9. OUT	動的値	
10. SIMULATE		
Simulate Status	動的値	
Simulate Value	動的値	
Transducer Status	動的値	
Transducer Value	動的値	
En/Disable	Disable	
11. PV_SCALE		
EU@100%	100	
EU@0%	0	
Units Index	%	
Decimal Point	1	
12. XD_SCALE		
EU@100%	100	
EU@0%	0	
Units Index	%	
Decimal Point	1	

パラメータ表記	アプリケーション AO1	アプリケーション AO2
13. GRANT_DENY	動的値	
14. IO_OPTS	SV-PV track in MAN SP-PV track in LO (*2) Use PV for BKCAL_OUT	
15. STATUS_OPTS	NONE	
16. READBACK	動的値	
17. CAS_IN	動的値	
18. SP_RATE_DN	+無限大	
19. SP_RATE_UP	+無限大	
20. SP_HI_LIM	100	
21. SP_LO_LIM	0	
22. CHANNEL (*1)	トランスデューサブロック出力を受けるため 1から始まる適当な値	
23. FSTATE_TIME	0 (*2)	
24. FSTATE_VAL	0 (*2)	
25. BKCAL_OUT	動的値	
26. RCAS_IN	動的値	
27. SHED_OPT	Normal Shed Normal Return (1)	
28. RCAS_OUT	動的値	
29. UPDATE_EVT	動的値	
30. BLOCK_ALM	動的値	

F030305.ai

*1: CHANNELに関する情報は、機器の取扱説明書に記載されていますので、参照してください。

*2: この設定は、上流のコントロールブロックからのデータが通信エラーまたはブロック障害によって、異常となった場合、コントロールバルブが現在位置を保持するアプリケーション向けです。もし、対象のプロセスが非常にクリティカルで、制御データが利用不可能になった場合、バルブが事前に決められた安全な位置となる必要があるならば、下記設定にてフォールトステートオプションを使用してください。

- IO_OPTS: "Fault State to value" + "Use Fault State value on start"

- FSTATE_VAL: バルブ安全位置

- FSTATE_TIME: 異常発生からフォールトステート動作が開始するまでの時間 (秒)

リソースブロックの FEATURES_SEL パラメータにも、"Fault State supported" を設定する必要があります。



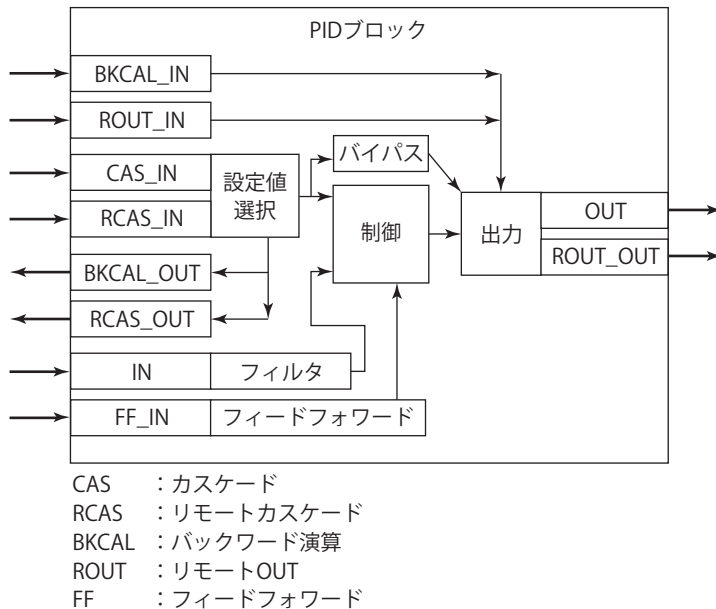
重要

ブロック推奨パラメータ値の表のパラメータ名に付けられた番号は、ブロックヘッダーからのインデックスの順番を示します。ベンダによっては、灰色の欄のパラメータは、FF機能ブロックをオペレーション状態にできない値で出荷されていることがあります。その場合はこれらのパラメータ値を表に示すような意味のある値に設定する必要があります。

3.3.3 PIDブロック

PID ブロックは、PID 制御機能を標準化したモデルです。プロセス値は、IN パラメータを通して入力され、制御出力は OUT パラメータから出力されます。他の入力/出力パラメータは、いろいろな制御方式（例えばカスケード制御）を提供するためのものです。

図 3.6 に PID ブロックの構造を示します。



F030303.ai

図3.6 PIDブロック

■ モード

PID ブロックは、O/S、MAN、IMAN（初期化手動）、LO（ローカルオーバライド）、AUTO、CAS（カスケード）、RCAS（リモートカスケード）、および ROUT（リモート出力）など、いろいろなモードを持ちます。

● 初期化手動モード

PID ブロックは、下流の AO ブロックが PID からの制御を受け付けない場合（通信異常や AO ブロックが O/S、MAN、または LO モードなど）、初期導入手動（IMan：Initialization Manual）モードになります。このとき PID ブロックは、AO ブロックなどからの下流ブロックの出力値に追従します。

● 通常時のモード

通常 PID ブロックは、AUTO または CAS モードです。O/S モードは PID ブロックの作動を停止します。MAN モードは出力を操作するために使用されます。

■ セットポイント（設定値）

PID ブロックは、そのモードにより、いくつかの方法で制御の設定値を受け取ります。

● SP

ユーザは、MODE_BLK.TARGET が、AUTO または MAN モードである場合、SP パラメータに設定値を、直接書き込むことができます。

● CAS_IN

ユーザは、MODE_BLK.TARGET が、AUTO または MAN モードである場合、SP パラメータに設定値を、直接書き込むことができます。

■ PIDパラメータ

GAIN、RESET、および RATE パラメータは、それぞれ、PID 機能における P、I、および D 項目に対する調整常数です。GAIN は、無次元数であり、RESET および RATE は、時定数（秒）です。また他の PID パラメータとして、BAL_TIME パラメータを持っています。

■ 推奨パラメータ値

表 3.6 の 2 つのアプリケーションに対する推奨値を、表 3.7 に示します。これらのパラメータの多くは、MODE_BLK.TARGET が、O/S である場合のみ変更できます。

表3.6 PIDブロックのアプリケーション

アプリケーション	説明
アプリケーション PID1 : シングルループ	PID ブロックは AO ブロックまたは他の PID ブロックに設定値を与えます。オペレータはこの PID ブロックに対して設定値を指定します。
アプリケーション PID2 : カスケードループ	PID ブロックが他の PID ブロックから設定値を与えられます。(カスケードループにおける下流の PID ブロック)

表3.7 PIDブロックの推奨パラメータ値

パラメータ表記	アプリケーション PID1	アプリケーション PID2	パラメータ表記	アプリケーション PID1	アプリケーション PID2
1. ST_REV	動的値		31. BKCAL_OUT	動的値	
2. TAG_DESC	任意の文字列		32. RCAS_IN	動的値	
3. STRATEGY	1		33. ROUT_IN	動的値	
4. ALERT_KEY	1		34. SHED_OPT	Normal Shed Normal Return (1)	
5. MODE_BLK			35. RCAS_OUT	動的値	
Target	AUTO	AUTO+CAS	36. ROUT_OUT	動的値	
Actual	動的値		37. TRK_SCALE		
Permitted	O/S+MAN+AUTO+CAS+RCAS+ROUT		EU@100%	100	
Normal	AUTO	AUTO+CAS	EU@0%	0	
6. BLOCK_ERR	動的値		Units Index	%	
7. PV	動的値		Decimal Point	1	
8. SP	動的値		38. TRK_IN_D	動的値	
9. OUT	動的値		39. TRK_VAL	動的値	
10. PV_SCALE			40. FF_VAL	動的値	
EU@100%	100		41. FF_SCALE		
EU@0%	0		EU@100%	100	
Units Index	%		EU@0%	0	
Decimal Point	1		Units Index	%	
11. OUT_SCALE			Decimal Point	1	
EU@100%	100		42. FF_GAIN	0	
EU@0%	0		43. UPDATE_EVT	動的値	
Units Index	%		44. BLOCK_ALM	動的値	
Decimal Point	1		45. ALARM_SUM	下記Disabled以外は動的値	
12. GRANT_DENY	動的値		Disabled	0	
13. CONTROL_OPTS	No OUT limits in MAN Obey SP limits if CAS or RCAS		46. ACK_OPTION	Auto Ack Enabled (1)	
14. STATUS_OPTS	Target to MAN if BAD IN Target to next permitted mode if BAD_CAS_IN		47. ALARM_HYS	0.5	
15. IN	動的値		48. HI_HI_PRI	0	
16. PV_FTIME	0		49. HI_HI_LIM	+無限大	
17. BYPASS	OFF (1)		50. HI_PRI	0	
18. CAS_IN	動的値		51. HI_LIM	+無限大	
19. SP_RATE_DN	+無限大		52. LO_PRI	0	
20. SP_RATE_UP	+無限大		53. LO_LIM	-無限大	
21. SP_HI_LIM	100		54. LO_LO_PRI	0	
22. SP_LO_LIM	0		55. LO_LO_LIM	-無限大	
23. GAIN	1		56. DV_HI_PRI	0	
24. RESET	10		57. DV_HI_LIM	+無限大	
25. BAL_TIME	0		58. DV_LO_PRI	0	
26. RATE	0		59. DV_LO_LIM	-無限大	
27. BKCAL_IN	動的値		60. HI_HI_ALM	動的値	
28. OUT_HI_LIM	100		61. HI_ALM	動的値	
29. OUT_LO_LIM	0		62. LO_ALM	動的値	
30. BKCAL_HYS	0.5		63. LO_LO_ALM	動的値	
			64. DV_HI_ALM	動的値	
			65. DV_LO_ALM	動的値	

F030306.ai

*1: アプリケーション PID2 については、CONTROL_OPTS に「SP-PV track in MAN」「SP-PV track in ROUT」「SP-PV tracking in LO or IMan」のどれか 1 つを追加してください。



重要

ブロック推奨パラメータ値の表のパラメータ名に付けられた番号は、ブロックヘッダーからのインデックスの順番を示します。ベンダによっては、灰色の欄のパラメータは、FF 機能ブロックをオペレーション状態にできない値で出荷されている場合があります。その場合はこれらのパラメータ値を表に示すような意味のある値に設定する必要があります。

3.3.4 リソースブロックとトランスデューサブロック

リソースブロックとトランスデューサブロックのモードは FF 機能ブロックの動作に影響します。

トランスデューサブロックの多くのパラメータは機器の機能に依存しています。パラメータの定義と動作は機器ごとに異なるため、設定内容について個々に検討する必要があります。リソースブロックとトランスデューサブロックに対する推奨値を、それぞれ表 3.8 と表 3.9 に示します。

これらのパラメータの多くは、MODE_BLK_TARGET が O/S の場合のみ、変更できることに注意してください。

表3.8 リソースブロックの推奨パラメータ値

パラメータ表記	値	パラメータ表記	値
1. ST_REV	動的値	21. MIN_CYCLE_T	固定値
2. TAG_DESC	任意の文字列	22. MEMORY_SIZE	固定値
3. STRATEGY	1	23. NV_CYCLE_T	固定値
4. ALERT_KEY	1	24. FREE_SPACE	固定値
5. MODE_BLK		25. FREE_TIME	固定値
Target	AUTO	26. SHED_RCAS	640000
Actual	動的値	27. SHED_ROUT	640000
Permitted	O/S+AUTO	28. FAULT_STATE	動的値
Normal	AUTO	29. SET_FSTATE	OFF(1)
6. BLOCK_ERR	動的値	30. CLR_FSTATE	OFF(1)
7. RS_STATE	動的値	31. MAX_NOTIFY	固定値
8. TEST_RW	動的値	32. LIM_NOTIFY	(3, MAX_NOTIFY) から大きいもの
9. DD_RESOURCE	固定値	33. CONFIRM_TIME	640000
10. MANUFAC_ID	固定値	34. WRITE_LOCK	Unlocked(1)
11. DEV_TYPE	固定値	35. UPDATE_EVT	動的値
12. DEV_REV	固定値	36. BLOCK_ALM	動的値
13. DD_REV	固定値	37. ALARM_SUM	他のコンポーネントは 動的値である
14. GRANT_DENY	動的値	Disabled	0
15. HARD_TYPES	固定値	38. ACK_OPTION	Auto Ack Enabled(1)
16. RESTART	ここには書かない	39. WRITE_PRI	0
17. FEATURES	固定値	40. WRITE_ALM	動的値
18. FEATURE_SEL	FEATURES(*1)からコピー	41. ITK_VER	固定値
19. CYCLE_TYPE	固定値		
20. CYCLE_SEL	CYCLE_TYPEからコピー		

F030307.ai

*1: フォールトステートを使用しないならば、FEATURES_SEL の Fault State supported を設定しないでください。詳しくは表 3.5 における AO ブロックに対する注 *2 を参照してください。



重要

ブロック推奨パラメータ値の表のパラメータ名に付けられた番号は、ブロックヘッダーからのインデックスの順番を示します。ベンダによっては、灰色の欄のパラメータは、FF 機能ブロックをオペレーション状態にできない値で出荷されている場合があります。その場合はこれらのパラメータ値を表に示すような意味のある値に設定する必要があります。

表3.9 トランスデューサブロックの推奨パラメータ値

パラメータ表記	値	パラメータ表記	値
1. ST_REV	動的値	16. CAL_POINT_LO	キャリブレータ(調整者)によって書き込まれる
2. TAG_DESC	任意の文字列	17. CAL_MIN_SPAN	固定値
3. STRATEGY	1	18. CAL_UNIT	キャリブレータ(調整者)によって書き込まれる
4. ALERT_KEY	1	19. SENSOR_TYPE	固定値
5. MODE_BLK		20. SENSOR_RANGE	固定値
Target	AUTO	21. SENSOR_SN	固定値
Actual	動的値	22. SENSOR_CAL_METHOD	キャリブレータ(調整者)によって書き込まれる
Permitted	O/S + AUTO	23. SENSOR_CAL_LOC	キャリブレータ(調整者)によって書き込まれる
Normal	AUTO	24. SENSOR_CAL_DATE	キャリブレータ(調整者)によって書き込まれる
6. BLOCK_ERR	動的値	25. SENSOR_CAL_WHO	キャリブレータ(調整者)によって書き込まれる
7. UPDATE_EVT	動的値	26. SENSOR_ISOLATOR_MTL	固定値
8. BLOCK_ALM	動的値	27. SENSOR_FILL_FLUID	固定値
9. TRANSDUCER_DIRECTORY	固定値	28. SECONDARY_VALUE	動的値
10. TRANSDUCER_TYPE	固定値	29. SECONDARY_VALUE_UNIT	
11. XD_ERROR	動的値		
12. COLLECTION_DIRECTORY	固定値		
13. PRIMARY_VALUE_TYPE	固定値		
14. PRIMARY_VALUE	動的値		
15. CAL_POINT_HI	キャリブレータ(調整者)によって書き込まれる		

F030308.ai

注：本表は、典型的なトランスデューサブロックパラメータを示しています。トランスデューサブロックは、機器に依存するため、異なるパラメータ構成である可能性があります。ただし、STRATEGY、ALERT_KEY、およびMODE_BLKについては上記の値に設定してください。



重要

ブロック推奨パラメータ値の表のパラメータ名に付けられた番号は、ブロックヘッダーからのインデックスの順番を示します。

ベンダによっては、灰色の欄のパラメータは、FF機能ブロックをオペレーション状態にできない値で出荷されている場合があります。その場合はこれらのパラメータ値を表に示すような意味のある値に設定する必要があります。

3.3.5 単位コード

フィールドバス協会は、工業単位に対し指定された数字コードを規定しています。ここでは主要な単位について示しています。

一般的なヒューマンインタフェースでは、このようなコードによる数値表記の代わりに、デバイス記述 (DD: Device Description) によって提供される単位が表示されています。

表 3.10 に示されていない単位については、フィールドバス協会のドキュメントを参照してください。

表3.10 フィールドバス協会（文書番号FF-131）で定義されている主要な単位コード

圧力		流量		温度	
コード	単位	コード	単位	コード	単位
1130	Pa	1322	kg/s	1000	K
1132	MPa	1330	lb/s (*2)	1001	°C
1133	kPa	1351	l/s	1002	°F (*2)
1134	mPa	1352	l/min	長さ	
1135	μPa	1353	l/h	コード	単位
1136	hPa	1356	CFS (*2)	1010	m
1137	ba	1357	CFM (*2)	1011	km
1138	mbar	1358	CFH (*2)	1012	cm
1139	torr (*1)	1363	GPM (*2)	1013	mm
1140	atm	体積		1018	feet (*2)
1141	psi (*2)	コード	単位	1019	inch (*2)
1142	psia (*2)	1034	m ³	1020	yard (*2)
1143	psig (*2)	1036	cm ³	1021	mile (*2)
1144	g/cm ²	1037	mm ³	面積	
1145	kg/cm ²	1038	l	コード	単位
1146	inH ₂ O (*2)	1039	cl	1023	m ²
1147	inH ₂ O(4°C) (*2)	1040	ml	1024	km ²
1149	mmH ₂ O (*2)	1517	kl	1025	cm ²
1150	mmH ₂ O(4°C) (*2)	1042	in ³ (*2)	1027	mm ²
質量		1043	ft ³ (*2)	1030	in ² (*2)
コード	単位	1044	yd ³ (*2)	1031	ft ² (*2)
1088	kg	1046	pint (*2)	1032	yd ² (*2)
1089	g	1047	quart (*2)	1033	mile ² (*2)
1090	mg	1048	gallon (*2)	電気	
1092	t	1050	bushel (*2)	コード	単位
1093	oz (*1)	1051	barrel (*2)	1209	A
1094	lb (*2)	速度		1211	mA
密度		コード	単位	1234	V/m
コード	単位	1061	m/s	1240	V
1097	kg/m ³	1062	mm/s	1242	kV
1100	g/cm ³	1063	m/h	1243	mV
1102	t/m ³	1064	km/h	1281	Ω
1103	kg/l	1065	knot (*1)	1284	kΩ
1106	lb/in ³ (*2)	1066	in/s (*2)	時間	
1107	lb/ft ³ (*2)	1067	ft/s (*2)	コード	単位
周波数		1068	yd/s (*2)	1054	s
コード	単位	1069	in/min (*2)	1057	μs
1077	Hz	1070	ft/min (*2)	1058	min
1079	GHz	1071	yd/min (*2)	1059	h
1080	MHz	1072	in/h (*2)	1060	d
1081	kHz	1073	ft/h (*2)	その他	
1082	1/s	1074	yd/h (*2)	コード	単位
1083	1/min	1075	MPH (*2)	1342	%
1085	RPM			1422	pH
				1423	ppm
				1424	ppb

F030309.ai

*1： 国内において用途を限定された法定計量単位です。

*2： 非法定計量単位です。輸出する場合を除き、国内向けには販売できません。

3.4 システム管理

システム管理は、すべての FF 機器に対して重要なアプリケーションです。これは、FOUNDATION フィールドバスシステムにおいて、機器の情報および動作を管理します。

3.4.1 機器管理

FOUNDATION フィールドバス上の機器は、下記の 3 つの識別子で識別されます。

- 機器 ID：製造業者により与えられる、当該機器に対する全世界においてユニークな文字列です。これは、当該機器に恒久的に固定され、変更されることはありません。
- 機器（PD：Physical Device）タグ：ユーザにより指定される、プラントまたはフィールドバスセグメントにおいて、ユニークな名前です。これは、プラントにおいて特定のアプリケーションの目的に対し、機器を識別するために使用されます。
- ノードアドレス：8 ビット長で表される、16 進 2 桁の数値で、ネットワークのコンフィギュレーションにおいて、ユーザによって指定されます。フィールドバスセグメントにおいてユニークな値です。

機器 ID は、当該機器に対しユニークであり、同じ機器 ID は世界中どこにも存在しません。そのため管理目的に適しています。

機器タグは、プラントにおいて当該機器識別するため、ユーザによって指定されます。32 文字の文字列で構成されます。古い、故障した機器を交換するときには、新しい機器に対し、同じ機器タグを与えることが一般的です。

機器 ID と機器タグはデータが大きい（32 バイト（*1））ため、通常の通信にこれらを使用することは好ましくありません。代わりに、ノードアドレスが通信において機器を識別するために使用されます。

たとえば、ある圧力伝送器は、機器 ID 「59454300031999DEC22001102344」で出荷され、機器タグ「F11001」およびノードアドレス 0xF5 が設定されます。

FF では、これら 3 つの識別子を互いに関連させるためのサービスが提供されています。

FF 機器のシステム管理エージェントは、当該機器のコンフィギュレーションをするため、管理者からのシステム管理カーネルプロトコル（SMKP）要求に応答します。このエージェントの機能は、次のとおりです。

- 機器 ID と機器タグの情報を知ること
- ノードアドレスの設定および消去をすること
- 機器に対する、機器タグの解除および付与をすること
- 特定の機器タグのノードアドレスを見つけ出すこと

ノードアドレスが消去された場合でもその機器は通信に参加できなければなりません。そのため、特別なアドレス（0xF8～0xFB）が用意されており、アドレスの消去された機器は、このアドレス範囲内の 1 つを使って、ネットワークに参加できます。

*1：機器タグは、横河の CENTUM 統合生産制御システムで使用する場合、英数字 16 文字となります。

3.4.2 FF機能ブロック管理

本書の 3.2.2 項で説明したように、FF 機能ブロックの演算は決められた時間に開始されなければなりません。システム管理エージェントは、FF 機能ブロックにスケジューリング情報を与え、必要な時間に指定された FF 機能ブロックの演算を開始します。

マクロサイクルはアプリケーションの実行される期間です。スケジュールは、マクロサイクルのスタートからのオフセット時間として設定されます。

3.4.3 アプリケーションタイム管理

システム内のすべてのシステム管理エージェントは、1つのアプリケーションタイム（またはシステムタイム）を保持します。これは、タイムスタンプ付きイベントを記録するために使用されます。

システムタイムとリンクスケジューリング（LS：Link Scheduling）タイムは同じではありません。LS タイムは、データリンク層におけるローカルなものであり、通信と FF 機能ブロック実行に使用されます。システムタイムは、より一般的であり、アプリケーションで使用され、複数のフィールドバスセグメントからなるシステムの中のすべての機器において同一の値です。

3.5 デバイスサポートファイル

ヒューマンマシンインタフェースおよびフィールドバスエンジニアリングなどのアプリケーションは、機器について多くの情報を必要とします。いくつかの情報は、機器の相互運用を確保するため、またエンジニアを支援するため、フィールドバス協会によって標準化されています。

3.5.1 デバイス記述

デバイス記述 (DD: Device Description) は、ブロックに関するパラメータを提供します。ユーザは、インデックス番号ではなく名前によって機能ブロックパラメータを読むことができ、またその値はそのデータタイプと表示仕様書に従ってそれを適切に表示されます。

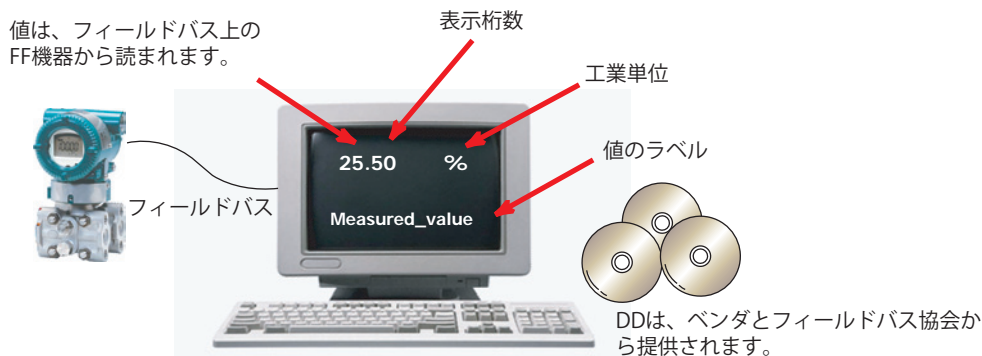
たとえばユーザは、単位コードである 1133 の代わりに、「kPa」という文字列を選択することで、単位の設定ができます。新しい機器を使用するとき、ユーザはホストシステムのソフトウェアを更新することなく、単純にその DD を実装することによって、そのすべての機能を使用できます。

キャリブレーションや診断、およびその他の機能について専用の手順（通信のシーケンス）が必要な場合、ユーザには DD に実装された DD メソッドを走らせることで機能を扱えます。DD メニューは DD メソッドとパラメータセットのリストを示します。

DD は、ヒューマンマシンインタフェースやシステム構築および保守に対して有用です。図 3.7 に DD（デバイス記述）を用いた表示例を示します。

DD の機能の特長は、下記のとおりです。

- DD は、パラメータ（特に非標準パラメータ）に関する情報を与えます。
 - 名前とその説明
 - データ構造と属性
 - アクセス権
 - ヘルプメニュー
 - キャリブレーションメソッド
 - グラフィック画面を含むディスプレイフォーマットなど



F030501.ai

図3.7 DDを用いた表示例

■ デバイス記述言語（DDL）とデバイス記述（DD）

デバイス記述言語（DDL：Device Description Language）は、機器のデバイス設計者が機器の機能とデータの意味を記述できる言語です。この言語で記述されたテキストは、「DD バイナリ」ファイルを生成するため「トリーナイザ」ソフトウェアでコンパイルされます。DD バイナリは、2つのファイルからなります。1つは、拡張子「.ffo」または「.ff5」を持つ DD バイナリで、もう1つは、拡張子「.sym」または「.sy5」を持つ DD シンボルリストです。一度、DD バイナリがユーザのマシンに実装されると、ユーザは、当該機器にアクセスすることができます。

機器ベンダがすべての情報を書くことは困難です。このためフィールドバス協会は、共通の DD と、辞書として DD ライブラリを提供しています。機器ベンダは、DDL を用いてベンダ特有の部分のみを記述します。図 3.8 は DD の階層構造を示します。フィールドバス協会は、ブロックパラメータの標準部分を仕様化するとともに、DD ライブラリを提供します。デバイスプロファイルは、温度伝送器および流量計など、いろいろな機器の共通部分を定義するためのものです。ベンダ特有の部分は、ベンダの DD ファイルにおいて指定されます。

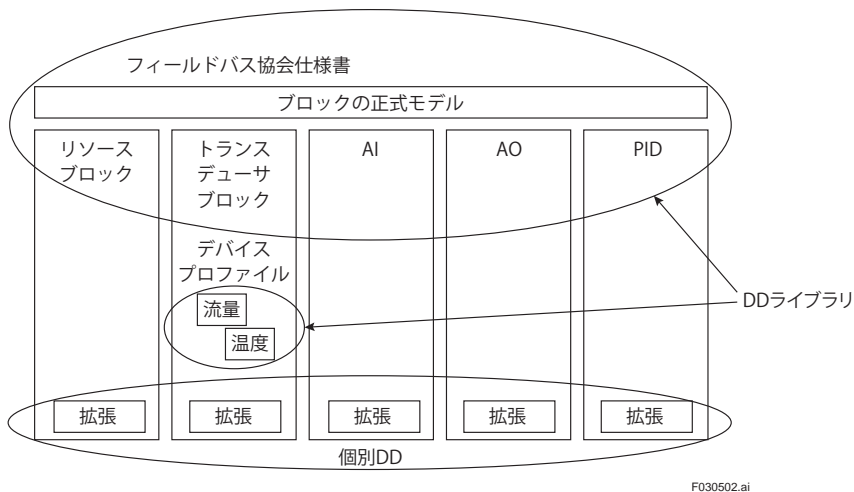


図3.8 DD（デバイス記述）の階層構造

F030502.ai

■ デバイス記述サービス

デバイス記述サービス（DDS：Device Description Service）は、ユーザのヒューマンマシンインタフェース用のソフトウェアです。これはパラメータのFMSオブジェクト記述に蓄えられたキーである「DD アイテム ID」を使用して、DD バイナリの中にある情報を表すことができます。DD バイナリファイルは、下記のディレクトリ構造で管理されています。

< DD ホームディレクトリ >

+Manufacturer ID 製造業者 ID

+--- Device type 機器タイプ

製造業者 ID は、フィールドバス協会によって製造業者に与えられるユニークなコードです。ユーザはこの ID によって、機器の製造業者を識別できます。製造業者 ID は、3 バイトで表わされる、16 進 6 桁の数で示されます。横河の製造業者 ID は、「YEC」を表象する 594543 です。

機器タイプは、2 バイトで表される、16 進 4 桁の数で表現され、同一製造業者の他の機器を識別します。横河の EJX はデバイスタイプが 000C となっています。

3.5.2 ケーパビリティ (Capabilities) ファイル

ケーパビリティファイルは、当該機器におけるネットワーク/システム管理と FF 機能ブロックの能力についての情報をユーザに与えます。この情報の中の一部は機器自身に存在します。しかしこのケーパビリティファイルは、ユーザが実機器を持つことなく、フィールドバスシステムを構築することが出来るため、オフラインでのシステム構築に有用です。ケーパビリティファイルは拡張子「.cff」を持っています。ケーパビリティファイルは、共通ファイルフォーマットを意味する「CFF (Common File Format)」と呼ばれることがあります。図 3.9 は、システム設計と保守において、どのようにケーパビリティファイルが使用されるかを示しています。

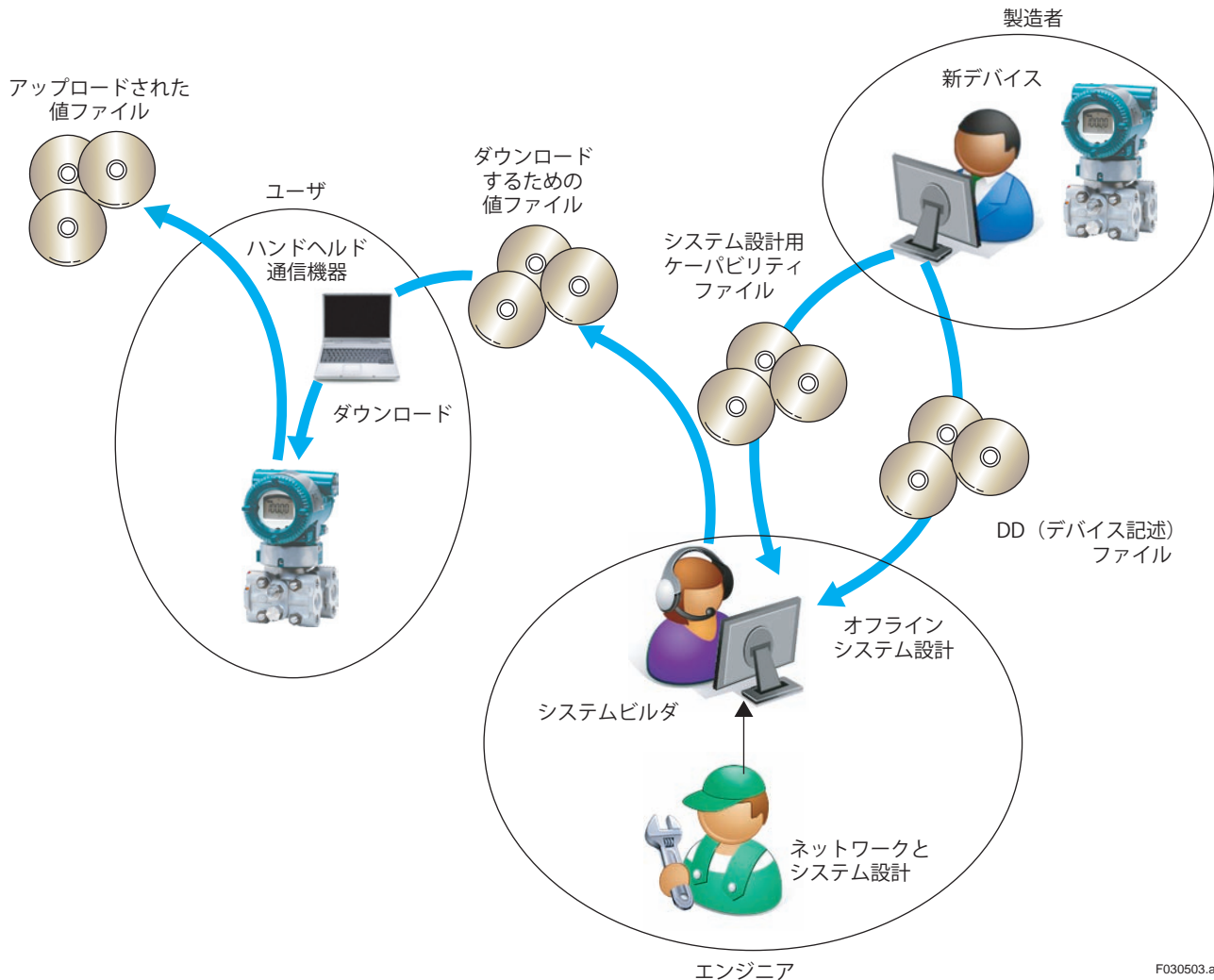


図3.9 ケーパビリティ (Capabilities) ファイルの使用

F030503.ai

Technical Information 改訂情報

資料名称 : FOUNDATION™ フィールドバス参考書
資料番号 : TI 38K02A01-01

'03年3月／初版

新規発行

'09年3月／2版

FOUNDATION フィールドバスの表記を改める。

2004.10 月発行の補遺票を本紙に反映。

2. フィールドバスの通信技術

2.2.3 配線ルール

トータル分岐長（単位分岐長の合計）を 960 m 以内から 1440 m 以内に修正。

'12年6月／3版

全面見直しによる改訂。

著作者	横河電機株式会社
発行者	横河電機株式会社
	〒180-8750 東京都武蔵野市中町 2-9-32
印刷所	港北出版印刷株式会社
