

無線フィールド機器を統合した制御システム

The Control System Integrated with Field Wireless Devices

中元 康之*¹齋藤 寛之*¹永富 浩嗣*¹

Yasuyuki Nakamoto

Hiroyuki Saito

Koji Nagatomi

近年プロセス制御市場において無線通信を利用した制御システムに対する期待が高まっている。成長期であるフィールド無線市場を活性化させ、大規模環境での無線システムの活用を促進するため、無線フィールド機器および無線システム機器の新製品開発が急務となっている。そこで当社は、無線フィールド機器を統合した分散型制御システム CENTUM VP R5.02 およびフィールド無線用 OPC サーバ R2.0 を開発した。本稿では CENTUM VP を中心に、ホストの通信インターフェースの機能、特徴について紹介する。

In recent years, expectations for control systems with wireless communications are increasing in the process control market. There is also an urgent need for the development of new field wireless devices and wireless system devices to activate the growing field wireless market and promote the use of field wireless systems in large areas. Yokogawa has developed the CENTUM VP R5.02 distributed control system (DCS) and the OPC server for field wireless devices, both of which integrate field wireless devices. This paper introduces the functions and characteristics of the communication interface of host systems, focusing on the CENTUM VP.

1. はじめに

無線通信を利用した制御システムは、フィールド機器の電源ケーブルおよび通信ケーブルが不要なことにより導入コストおよびメンテナンスコストが削減できること、フィールド機器の設置が容易となることのメリットがあるため、プロセス制御市場における期待が高まっている。

当社はその期待に応えるべく、国際計測制御学会（ISA: International Society of Automation）のインダストリアル・オートメーション用無線通信規格 ISA100.11a 準拠の無線フィールド機器を統合した分散型制御システム CENTUM VP R5.02 およびフィールド無線用 OPC (OLE for Process Control) サーバ R2.0 を開発した。CENTUM VP は、無線フィールド機器の状態監視機能およびバンプレスな出力機能をサポートする。これにより、従来の 4-20 mA 通信に代表される有線通信の制御システムでしか実現されなかったプロセス制御を無線システムでも実現する。また冗長化構成によりプロセス制御の信頼性を向上させる。

本稿では CENTUM VP を中心に、ホストの通信インターフェースの機能、特徴について紹介する。

2. システム構成

図 1 にシステム構成図を示す。

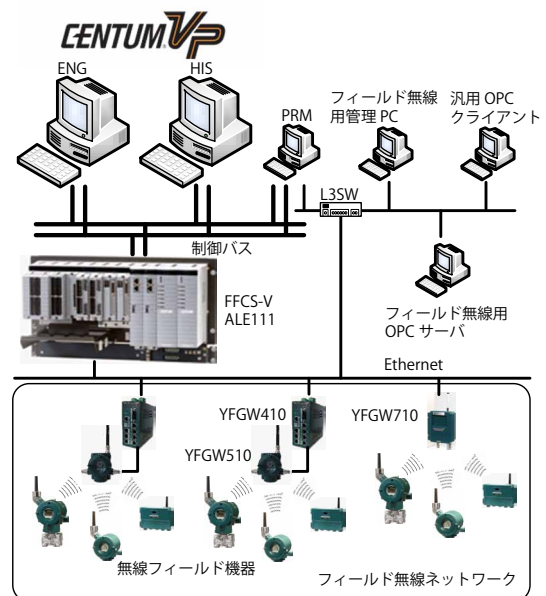


図 1 システム構成図

*1 IA プラットフォーム事業本部
システム事業部 PA システム技術部

■ YFGW410: フィールド無線用管理ステーション
ホストシステムと接続するゲートウェイ機能、フィー

ルド無線ネットワークの設定・管理をするシステムマネージャ機能を提供する。YFGW510 を経由して無線フィールド機器と接続する。

- YFGW510: フィールド無線用アクセスポイント
YFGW410 と無線フィールド機器を接続する。
- YFGW710: フィールド無線用一体型ゲートウェイ⁽¹⁾
ゲートウェイ機能, システムマネージャ機能を提供し, 無線フィールド機器と直接接続する。
- 無線フィールド機器
ISA100.11a 規格に適合した無線フィールド機器。
- フィールド無線用管理 PC
フィールド無線ネットワーク全体を設定・管理する。
- FCS (FFCS-V) /HIS/ENG
CENTUM VP においてそれぞれ制御機能, 操作監視機能, エンジニアリング機能を提供する。
- ALE111
イーサネット通信モジュール。YFGW 通信機能を使用して YFGW410 または YFGW710 と接続する。YFGW 通信機能は YFGW410 または YFGW710 を経由して無線フィールド機器からデータを取得または設定する。
- フィールド無線用 OPC サーバ
OPC クライアントからの要求を受け, YFGW410 または YFGW710 を経由して無線フィールド機器からデータを取得または設定する。
- 汎用 OPC クライアント
OPC Foundation 準拠の OPC クライアント。フィールド無線用 OPC サーバに, 無線フィールド機器のデータの読み出しまたは書き込みの要求を送信する。
- PRM
統合機器管理パッケージ。オンラインで無線フィールド機器や装置を管理する。

当社は CENTUM VP と YFGW410 および YFGW710 を接続する通信インターフェースとしての YFGW 通信機能と, フィールド無線用 OPC サーバを開発した。本稿では新たに開発された YFGW410 を接続対象の中心として, 各通信インターフェースの機能および特徴を紹介する。

3. CENTUM VP におけるプロセス制御機能

3.1 YFGW 通信機能の機能概要

YFGW 通信機能の基本機能は, YFGW410 と接続すること, Modbus/TCP 通信により YFGW410 経由で無線フィールド機器からデータを取得または設定すること, そして無線フィールド機器の異常を検知し, HIS に送信することである。HIS は操作監視画面にその異常を示す異常アラームを表示する。表 1 に YFGW 通信機能の基本仕様を示す。

データ更新周期について, YFGW 通信機能は 1 秒以内に 128 局のデータを取得し, HIS に送信できる。

表 1 YFGW 通信機能の基本仕様

項目	仕様
接続機器	YFGW410・YFGW710
最大接続 YFGW410・YFGW710 数	4 台/ALE111
最大接続無線フィールド機器数	128 台/ALE111
通信容量 (1 通信あたり)	最大 125 ワードの読み出し 最大 123 ワードの書き込み ^{*1}
通信可能局数	128 局/ALE111
データ更新周期	1 秒/128 局 ^{*1}
冗長化構成	ネットワーク冗長化 ^{*1}

^{*1} 接続機器が YFGW410 の場合のみ

また YFGW 通信機能は, YFGW410 との接続において従来のアナログ通信と同等の計装エンジニアリング機能を提供する。従来のアナログ通信ではアナログ入出力モジュールのポート端子とフィールド機器を 1 対 1 で接続し, フィールド機器からデータを取得または設定していた。一方, 無線フィールド機器は YFGW410 において機器タグで管理され, 無線フィールド機器のパラメータは YFGW410 のレジスタに割り付けられて管理されている。YFGW 通信機能は対象のレジスタ番号を指定することで, 無線フィールド機器からデータを取得または設定することができる。物理的には ALE111 と無線フィールド機器の 1 対多接続であるものの, YFGW410 を経由して YFGW 通信機能と無線フィールド機器のソフトウェア的な 1 対 1 接続を実現することができる。

3.2 無線フィールド機器の状態監視機能

CENTUM VP で無線フィールド機器の状態監視をするために, YFGW 通信機能は無線フィールド機器のパラメータに付随するデータステータスを活用する。データステータスは ISA100.11a 規格に準拠したステータスであり, 無線フィールド機器のデータおよび無線通信の品質を表す。表 2 にデータステータスの分類を示す。

表 2 データステータスの分類

分類	データ品質	HIS 表示
Bad	不良	異常アラーム
Uncertain ^{*1}	不良/正常どちらともいえない	異常アラームまたはデータ+復帰メッセージ
Good	正常	データ+復帰メッセージ
Good-Cas ^{*2}	正常	データ+復帰メッセージ

^{*1} YFGW 通信機能は Bad または Good どちらか一方としてデータ処理する

^{*2} ISA100.11a 規格の普及団体である WCI (Wireless Compliance Institute) が新たに規定したステータスである。出力読み返し値のデータステータスに用いられる

YFGW 通信機能は, 無線フィールド機器のデータと同時にデータステータスを取得し, データステータス Bad の場合, データステータスから識別した異常要因を, データステータス Good の場合, 正常なデータをそれぞれ

HIS に送信する。HIS は異常要因が送信された場合、異常要因に応じた異常アラームおよび機能ブロックの異常アラームを、正常が送信された場合、データおよび異常からの復帰メッセージをそれぞれ操作監視画面に表示する。これによりオペレータは無線フィールド機器の状態、データ品質を監視できるだけでなく、無線通信におけるデータ途絶やコンフィグレーション異常など視覚的に判別し難い異常要因も異常アラームから容易に特定できる。

また YFGW 通信機能は、YFGW410 が独自に保持する YFGW410 および YFGW510 のそれぞれの状態を示すステータス、無線フィールド機器のバッテリー残量を示すステータス、無線フィールド機器が保持する自己診断情報を取得し、HIS に送信することができる。よってオペレータは、無線フィールド機器の状態監視に加え、各ステータスおよび無線フィールド機器の自己診断情報を監視することで異常要因の特定が容易となる。また無線フィールド機器およびバッテリーの交換などメンテナンスも適切に実施することができる。

3.3 無線フィールド機器に対するバンプレスな出力動作

出力機能を備えた無線フィールド機器の出力パラメータは、YFGW410 のレジスタに割り付けられている。YFGW 通信機能は、FCS の制御演算値を対象のレジスタに書き込み、YFGW410 を経由して制御演算値を無線フィールド機器に対して出力することで、CENTUM VP から無線フィールド機器を操作することができる。また YFGW 通信機能は、データステータスが付随した無線フィールド機器の出力読み返し値を取得し、HIS に送信できるため、オペレータは無線フィールド機器の状態および出力値を監視できる。ただし CENTUM VP から無線フィールド機器を操作する場合、従来の有線システム同様、無線フィールド機器の出力値が急変しないようにする必要があるので、YFGW 通信機能は出力動作の停止および再開を適切に判断し、再開時はバンプレスな出力動作を実現する。

YFGW 通信機能がレジスタへの書き込みを停止すると、無線フィールド機器に対する出力が停止する。なお、YFGW 通信機能は以下のいずれかの異常が発生した場合、レジスタへの書き込みを停止し、無線フィールド機器をフェイルセーフに遷移させプラントを安全に保つようにする。

- ・ FCS の異常停止
- ・ 無線フィールド機器の無線通信の異常

FCS が異常停止した場合、CENTUM VP がプラントを制御できなくなるため、YFGW 通信機能はレジスタへの書き込みを停止する。また YFGW 通信機能は、出力読み返し値のデータステータスから無線通信の異常を検知した場合もレジスタへの書き込みを停止する。

YFGW 通信機能は FCS が正常に動作している環境において、出力読み返し値のデータステータスから無線フィールド機器の復帰を検知して初めてレジスタへの書き込み、つまり出力動作を再開する。このとき YFGW 通信機能は出力読み返し値をトラッキングし、出力値と制御演算値の整合をとってレジスタへの書き込みを再開することで、バンプレスな出力動作を実現する。

YFGW 通信機能は、無線フィールド機器のデータステータスを活用した無線フィールド機器の状態監視およびバンプレスな出力動作により、無線システムにおいて安全かつ容易にプロセス制御を実現することができる。

3.4 冗長化構成による信頼性向上

図 2 に示すように ALE111 および YFGW410 を冗長化構成とすることで、当制御システムは信頼性の高いプロセス制御を実現する。

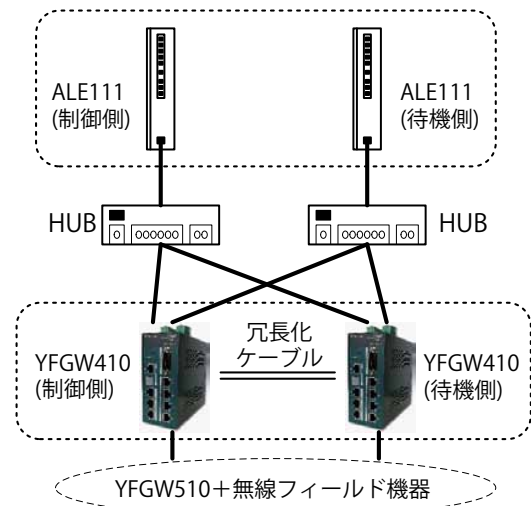


図 2 ALE111 および YFGW410 の冗長化構成図

■ ALE111 冗長化構成

ALE111、HUB または ALE111-HUB 間で異常が発生した場合、ALE111 と YFGW410 間の Modbus/TCP 通信が途絶するため、YFGW 通信機能は無線フィールド機器からデータを取得または設定できない。ALE111 を冗長化構成として制御側 ALE111 において上記異常が発生した場合、冗長化切り替えにより、待機側 ALE111 が即座に制御動作を開始する。よって元待機側 ALE111 の YFGW 通信機能は、継続して無線フィールド機器からデータを取得または設定することができる。

■ YFGW410 冗長化構成

YFGW410 で異常が発生した場合、YFGW410 と無線フィールド機器間の接続が途絶するため、YFGW 通信機能は無線フィールド機器からデータを取得または設定できない。YFGW410 を冗長化構成として制御側

YFGW410 において上記異常が発生した場合、冗長化切り替えにより、待機側 YFGW410 が即座に制御動作を開始する。元待機側 YFGW410 と無線フィールド機器の接続は継続しているため、YFGW 通信機能は継続して無線フィールド機器からデータを取得または設定することができる。

YFGW 通信機能は、ALE111 または YFGW410 の冗長化切り替えが発生した場合、HIS に冗長化切り替えが発生したことを通知する。また待機側 ALE111 または待機側 YFGW410 に異常が発生した場合も同様、HIS にその異常を通知する。したがって、オペレータは操作監視画面から冗長化切り替えが発生したこと、待機側 ALE111 または待機側 YFGW410 に異常が発生したことを確認することができる。

4. 機器パラメータにアクセス可能なフィールド無線用 OPC サーバ

フィールド無線用 OPC サーバは、無線フィールド機器の操作監視に加え、機器パラメータにアクセスすることで無線フィールド機器の機能および特性の評価が可能である。これにより無線フィールド機器のプラント導入を促進することができる。

4.1 フィールド無線用 OPC サーバの機能概要

図3にフィールド無線用 OPC サーバの接続構成図を示す。

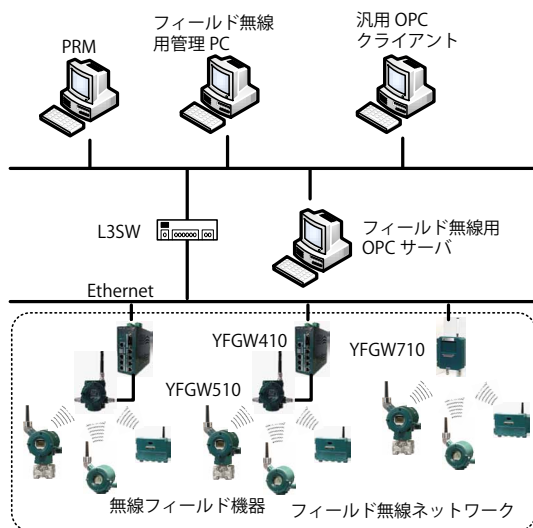


図3 フィールド無線用 OPC サーバ接続構成図

フィールド無線用 OPC サーバは、OPC Foundation 準拠の汎用 OPC クライアントと接続し、OPC クライアントから無線フィールド機器のデータの読み出し、書き込みの要求を受けて YFGW410 を経由して無線フィールド機器からデータを取得または設定する。

フィールド無線用 OPC サーバの特徴的な機能として無線フィールド機器から機器パラメータのデータを取得または設定する機能がある。フィールド無線用 OPC サーバは、無線フィールド機器のオブジェクト情報を無線フィールド機器の能力を表した CF (Capabilities File) ファイルから取得し、各オブジェクトのパラメータ情報を DD (Device Description) ファイルから取得している。DD ファイルは、当社が作成した機器共通のファイルであり、ISA100.11a が定義したパラメータと、WCI が定義したパラメータを記載している。フィールド無線用 OPC サーバは、これらのファイルに記載された機器パラメータのデータを取得または設定することができる。

4.2 機器パラメータを含めた操作監視機能

フィールド無線用 OPC サーバは、無線フィールド機器から機器パラメータのデータを含む大量のデータを取得または設定するために、OPC クライアントへのデータ送信の高速化、データの信頼性向上に努めている。

■ OPC クライアントへのデータ送信の高速化

フィールド無線用 OPC サーバは内部キャッシュに取得したデータを保持している。取得データと保持データが異なる場合のみ OPC クライアントへ取得データを送信するため、フィールド無線用 OPC サーバと OPC クライアント間の通信トラフィックを軽減する。

■ OPC クライアントの要求に対する信頼性向上

OPC クライアントの要求に対して YFGW410 からの応答の信頼性を測る。このためフィールド無線用 OPC サーバは応答フレームを解析し、異常であれば OPC クライアントに異常情報を送信する。

5. おわりに

今後、無線通信の技術の向上に伴い、大規模な無線システムにおけるリアルタイム性の高いプロセス制御、無線フィールド機器が自発的に発報するアラーム情報の監視など、無線通信を利用した制御システムの発展および改善の余地は多い。本稿で紹介した YFGW 通信機能およびフィールド無線用 OPC サーバは、その発展および改善に十分寄与するものと考えられる。

今後、当社は無線システムに関する新製品開発に加え、ISA100.11a 委員会および WCI の活動に積極的に参加し、無線システムの普及、発展に貢献する所存である。

参考文献

(1) 山本周二, 前田直樹, 他, “世界初 ISA100.11a 準拠 無線フィールド機器”, 横河技報, Vol. 53 No. 2, 2010, p. 13-16

* YFGW, CENTUM VP, PRM は横河電機 (株) の登録商標です。

* OPC, OPC Foundation は OPC Foundation の登録商標です。

* Ethernet, Modbus は、それぞれ XEROX Corporation, Schneider Electric 社の登録商標です。