

# フィールドバス採用によるコストダウン

工業システム事業部

梶浦 孝一  
Kouichi Kajiuura

## キーワード

フィールドバス, 設備, 制御, コスト

フィールドバスに対するユーザの期待がいかなるものであったかを概観する。従来計装と比較してフィールドバス計装で工事費の削減がどの程度実現できるか、弊社の提案できる制御システムとして何があるかを検討した。その結果、フィールドバス協会の規格に従った機器で構築したシステムで、ユーザにメリットを提供できることが判明したので報告する。

## Cost Reduction through Applications of Fieldbus

This article outlines user expectations for Fieldbus. How much are construction costs able to be reduced with Fieldbus instrumentation, compared with conventional instrumentation? What kinds of control systems will we be able to offer? A study of these themes showed that systems built using equipment conforming to the Fieldbus specifications should offer significant advantages to the user.

### 1. はじめに

フィールドバス協会の規格に従った関連機器が Intermac'97 で展示・紹介された。ついにフィールドバス時代が始まった感ありと言えるであろう。しかし、展示会を通して聞かせていただいたユーザの計装エンジニアの方々のフィールドバスシステム導入に対する気運は、現時点ではそれほど高まっているとは言い難い。それは、フィールドバスシステムの採用を検討される場合に、採用のメリットを具体的にどこで出せるのか、何が本当に改善されるのかをメーカーが提示できていないことによるものであろうことは想像に難くない。

このような状況の中で、この報告ではフィールドバスを採用した場合のメリットを従来システムとの比較を中心に、少しでもより具体的に紹介し、計装エンジニアの方々のフィールドバスに対する期待への回答としたい。

ここではとくに、ユーザから見たフィールドバスの導入

メリット<sup>(1)</sup>として挙げられている「工事費の削減」と「制御のフィールド分散」について考察した結果、および、フィールドバスの特長を十分に生かせる弊社独自の発電所向け発熱量測定システムの概要を報告する。

### 2. フィールドバスへの期待

フィールドバスの検討が始まったのは80年代中頃であり、物理層の規格がIEC(国際電気標準会議(International Electrotechnical Commission))で決まった頃(90年代初期)、計装エンジニアの方々は次に示すような期待をいただいていた<sup>(2)</sup>。

エンジニアリング業務の簡素化

変換器類が無くなることによる設備費の削減

既存ケーブルの再利用による安価な拡張性の提供

計器のトラブルに対するの対応あるいは、機器診断情報の入手

表.1 ユーザから見たフィールドバスの導入メリット(ユーザ諮問委員会:日本)

設計・建設	・ 工事費の削減(計装配線)
	・ 設計の簡素化(パソコンでの設計, 繰り返し, パターン化設計)
	・ ループ構成機器の簡素化(補器類の削減)
保全	・ 修復時間の短縮(故障原因追求の容易さ, リモート補修)
計装の高度化	・ 故障の局所化(故障時の波及少ない, 故障の早期発見と告知)
	・ 故障の軽減化(診断機能搭載による早期発見)
	・ 新しい安全設計(他のループからの切り離し)
統合化のメリット	・ 複合トランスミッタ機能
	・ PID制御のフィールド分散
	・ オープンなコミュニケーションによる制御ツールの導入の容易さ
計装エンジニアリング	・ 分散化達成によるDCSの負荷低減
	・ MMIのパソコン化
	・ 遠隔地からの保守, 共通情報による保守のしやすさ

簡略化された工場全体の管理

フィールドバスで採用しているデジタル通信方式は, 従来の4-20mA信号のアナログ通信方式と比較し, 先ず第一に, 計測データの精度の向上, 情報量の増大といった, 通信方式の違いによる利点を有している。

一方, 95年に発足したフィールドバス協会のユーザ諮問委員会WG1は, 表.1に示す「ユーザから見たフィールドバスの導入メリット」を96年の報告で挙げています。フィールドバス規格の全容が明らかになり, FT(フィールドトリアル)が行われていく中で, ユーザがフィールドバスに対しメリットとして意識している内容は主として次の点である。

設計費, ループ構成機器, 工事費など初期コストの低減  
 診断技術の向上による故障個所の特定, 修復時間の短縮  
 などによるランニングコストの削減

故障の局所化, 軽減化による計装の高度化

PID制御のフィールド分散などによるDCSの負荷分散  
 遠隔地からの保守, 共通情報による保守のしやすさ

このことから, フィールドバスシステムが, 計装エンジニアの方々の日頃の懸案事項を一つ一つ解決する方向へ進んでいるとみることができるであろう。以下では, ユーザがメリットとして捉えている中の, 工事費の削減, DCSの負荷分散の計装例を中心に説明する。

3. 工事費の削減

3.1 配線費の削減

フィールドバス計装をするとケーブル配線方式が図.1に示すように, ツリー型, デイジーチェーン型, バス型などとなる。従来のコントローラと現場機器とのケーブル配線方式(1対1配線)では, 設置される機器の数だけケーブルを敷く必要があった。フィールドバスでは, 計器室とフィー

ルドを接続する1本のケーブルを使用して複数台の機器を接続できるため, 工事費が削減できるであろうということは, 容易に想像できるであろう。ただ, 今まではどの程度節約できるかについての詳細報告が少なかったと思われる。

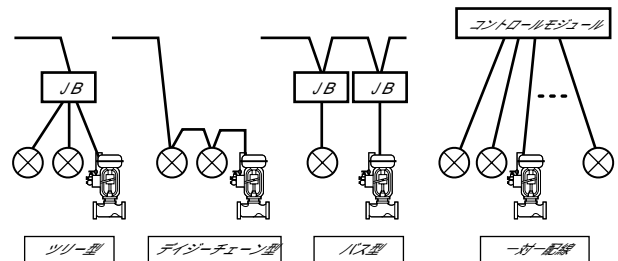


図.1 ケーブル配線方式

事例としてフィールドバス協会が発行しているTechnical Overview FOUNDATION™ fieldbusで紹介されているフィールドテスト(96年初頭にモンサント社にて実施)の場合を表.2に, また, 中部電力株式会社殿でのフィールドバス適用検討結果から, 従来計装とフィールドバス計装を比較したケーブル削減例を表.3に示す<sup>(3)</sup>。これらのケーブル長の比較では, 従来計装に比べほぼ80%の削減となっている。

表.2 フィールドテストでのケーブル削減例  
 (フィールドバス協会モンサント社実証試験事例)

計装方式	ケーブル長(m)	端子数
4-20mA アナログ	2300	120
デジタルフィールドバス	510	46
フィールドバス化による削減	1790	74
削減率	78%	62%

一般に、ケーブルを敷設する場合の工事費は、ケーブル代と敷設工賃であり、

[工事費合計] = (ケーブル単価) × (ケーブル長) + K × (ケーブル長) × (工賃) × (時間) となるであろう。

ケーブル代は20芯平行線・一括シールドが概略600円/m、タイプB(フィールドバスケーブルの仕様を表.4に示

す)が200円/mとすると、1Km計器室と現場が離れている場合、ケーブル代の差がほぼ40万円となる。工賃の項のKはケーブル敷設ルートにより変わり得る地域依存の定数であり、地域によって最大5倍ほどの差があると言われている。

表.3 フィールドバス適用検討結果(中部電力株式会社殿比較検討例)

	ケーブル本数 [本]						ケーブル総延長[m]
	蒸気タービン	ガスタービン	熱回収ボイラ	その他屋内	その他屋外	中央制御室	
従来計装	151.0	293.6	129.0	80.4	13.4	24.7	46459
フィールドバス(8機種/セグメント)	19.0	37.0	17.0	31.2	6.1	4.0	8674

表.4 ケーブルの種類と最大ケーブル長

タイプ	内容	ケーブル径	最大ケーブル長 [m]
A	対より線(個別シールド)	#18AWG	1900
B	対より線(一括シールド)	#22AWG	1200
C	対より線(シールド無し)	#26AWG	400
D	平行線(一括シールド)	#16AWG	200

### 3.2 工事費削減の実例

次に、97年10月から稼働しているカネカエンジニアリング株式会社殿経由でKANEKA (MALAYSIA) SDN. BHD 殿へ納めさせて頂いた弊社のフィールドバスシステム第1号の排水処理プラントでの計装実例から従来計装との比較を以下に簡単に記す。

表.5に示すシステム構成を従来計装で行った場合に比べ、コスト削減率で約10%の削減と報告されている。コスト削減はケーブルだけでなく、フィールドバス化することにより計器室のI/Oパネルの占有面積が減少し、計器室自体も小規模で済むことになり、大きなコストダウンにつながっているものと考えられる。

このシステムで使用されているフィールド機器(たとえば、圧力発信器、電磁流量計、あるいはバルブポジションなど)を量産化することにより、フィールドバスの本格的時代にはさらなるコストダウンの実現が期待できるとしている。

表.5 システムの機器構成

	AI	AO	DI	PID	フィールドバス機器
ファンクションブロック数	22	19	2	7	28台

### 3.3 制御のフィールド分散

フィールドバスの最大の特徴として「機器の相互運用性(インターオペラビリティ)」がある。インターオペラビリティ実現のために、アナログ入力/出力(AO)、デジタル入力/出力、制御アルゴリズム(PID)などのファンクションブロックが用意されている。いずれのファンクションブロックもバス上のどの機器にも配置することができ、現場機器に制御アルゴリズムを搭載し、現場機器だけの構成で制御ループが実現できるようになった。このことから次のような可能性が生まれてくる。

DCSを必ずしも必要としない 機器費用の削減が可能となる

DCSが標準化されオープン化すると単純な制御アルゴリズムは現場機器へ移る MMI(マンマシンインタフェース)にパソコンを使用することによりコスト低減が可能となる

制御の二重化がまったく別の機器で実現可能となる 重要度に応じた冗長化が実現でき 適切なコストを選択できる

PIDはバス上のいずれの機器にも存在し得るため、いずれの機器に配置するか、つまり、PIDからAOへのデータを通信でやり取りするかどうかで応答性に影響が出てくるのが考えられる。中部電力殿でのFTでは、PIDを発信器、DCSそしてポジションのそれぞれいずれかに配置した状態で、制御性を比較した。結果としては、いずれの場合も制御性に特に差は見られず、制御の冗長化の可能性が示されたものとする。ポジションにPIDを置いた場合においても、125ms周期の制御が十分可能であることが確認できた。これは従来計装の簡易制御ループがフィールド機器内のファンクションブロックで置き換え可能であることを示している。DCSの負荷が軽減でき、DCSにはさらに高度なアルゴリズムを実行させることが可能となり、システムが実現する機能レベルに応じたシステム構成・コスト設定ができることを意味している。

さらに、フィールドバスでは実行周期を各機器毎に設定することができるので、システムが必要とするパフォーマンスに合わせた通信負荷を選べる。現時点では1台の実行に250msほど必要とするので、フィールド機器側に制御機能を持たせる場合、従来のDCSと同等のパフォーマンス(1秒周期)を保つためには、1セグメント当たり4台程度が良いであろうと考えられている。

#### 4. これからのフィールドバス化計装例

弊社の既存システムの中でフィールドバスに置き換えた場合に、導入メリットを提供できる例として、LNG火力発電所向 発熱量測定システムを検討してみる。

LNG発電における発熱量測定は、比重量、燃焼速度などとともに燃焼管理上きわめて重要な指標として管理されている。従来、弊社はSGC(スマート・ガスクロマトグラフ)と関連周辺機器を使用した「LNG火力発電所向 発熱量測定システム」を納入させて頂いている。このシステムは低価格かつ、優れた性能、機能を有する商品としてユーザから高い評価を得ているものである。

##### 4.1 システム構成

現行のシステム構成を図.2に、機器構成を表.6に示す。このシステムではSGC 2台でガス8成分を測定し、DEプロトコル通信(\*)で各成分の濃度値をSGY(スマート・シンクロナイザ)へ送る。SGYでは、総和補正を行った各成分の濃度値を算出後、発熱量、比重を計算しSPC(スマート・プロトコル変換器)へ送る。分析値の総和が95～105%を外れた場合、異常状態として接点出力で知らせる。また、SGYは2台のSGCが同期して運転するためにSGCへ同期信号を送っている。

SPCに送られた各成分値、発熱量、比重値はアナログ値へ変換され、DCSへ出力される。DCSでは総発熱量、発電効率を計算する。DCSは、また、濃度値の監視を行い、その結果を知らせ、特定成分の総和量に応じ燃焼系の制御を行う。

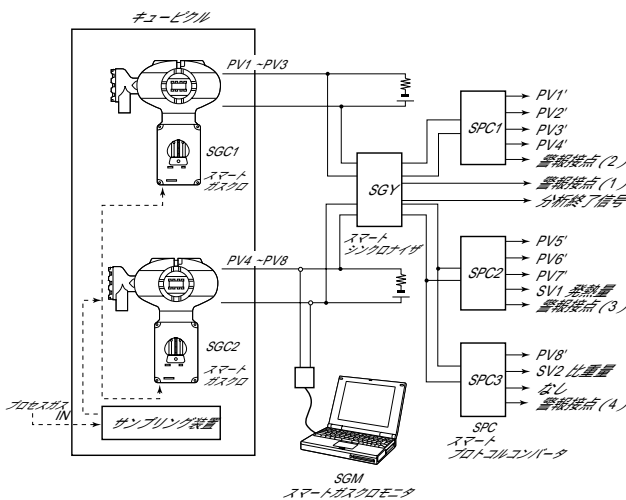


図.2 LNG火力発電所向 発熱量測定システム構成

表.6 システム機器構成

部位	機器	用途	台数
分析部	サンプリング装置		1式
	SGC 1	窒素、メタン、エタン測定用	1
	SGC 2	プロパン、ブタン、イソブタン、ペンタン、イソペンタン測定用	1
演算部	SGY	同期運転、総和補正・発熱量・比重量演算	1
	SPC	デジタル・アナログ変換	3
保全ツール	SGM	SGCの調整・保全ツール	1

(\*)ハネウエル社と山武が共同で開発したデジタル信号規約で、複数情報を伝送することが可能である。本通信方式を利用したスマートインテグレーションとフィールドバス通信との比較を表.7に示す<sup>(4)</sup>。)

表.7 DE通信とフィールドバス通信の比較

	DE通信	フィールドバス
フィールド機器互換性 (マルチベンダー化)	×	
フィールド機器データベース管理 (一括セーブ/リストア, 変更・確認)		
フィールド機器多変数伝送		
フィールド機器リモート調整 (レンジ変更, 校正を含む)		
フィールド機器異常時システム処理 (アラーム処理, 異常処理シーケンス起動)		
マルチドロップ配線	×	

#### 4.2 フィールドバス化による効果

このシステムをフィールドバスを使用して構築すると、従来システムでSGCと関連周辺機器間を接続していた配線が不要となり、かつ図.2からSGY, SPCを除いた構成となり、メンテナンスツールのSGMとSGC本体のみから成り立つことになる。現時点では、ファンクションブロックとして標準化が完了しているものはプロセスオートメーション業界を対象にしたPID, AI, AO, DI, DOなど10種類であるが<sup>(5)</sup>, SGYが行っている演算は、現在PS(暫定仕様)段階にある第2フェーズで追加される予定のファンクションブロックAR(演算)で実現可能であると思われる。しかし、従来使用されていたアナログI/O, デジタルI/Oの代わりにフィールドバス・インタフェース・モジュールを用意する必要があり、DCSをシステムの構成要素として使

用する限りは、コスト・ミニマムなシステム構成であるとは言いがたい。

ここでさらにSGCにARファンクションブロックとPIDファンクションブロックを搭載すると、MMIとしてのパソコンとSGCから成り立つシステムが構成でき、さらに画期的なコストダウンが計られ、かつシンプルなシステム構成とすることができる。

フィールドバス版SGCを使用したシステムと、弊社従来型システム、他社の同一システムとの比較を表.8に示す。

#### 6. おわりに

本報告で、ユーザの皆様が期待されていたいくつかの問題のうち工事費の削減、制御の分散について、少しでも期待を持ち続けて頂けることと思う。弊社オリジナルの現有システムのフィールドバス化を検討したが、特色ある現場機器を生かしたシステムを少しでも低価格で提供させて頂ければ幸せである。

従来のアナログ計装が全デジタル計装に変わり得るということは、パソコンの世界で実現した「プラグ・アンド・プレイ」が工業計器業界でも可能であることを示している。「エンジニアリング業務の簡素化」が「プラグ・アンド・プレイ」で実現でき、プラントの設計、建設、操業、保守というライフサイクルすべての面にわたってメリットを出せるシステムを、ユーザの皆様とともに造りあげていくこととしたい。

#### 7. 謝辞

本稿を完成するにあたり、カネカエンジニアリング株式会社殿のご理解とご協力を得ましたことを、この場をお借りして感謝の意を表します。

表.8 システム価格比較(弊社の従来型を1とする)

	他社の同一システム	弊社の従来型システム	弊社のフィールドバス版システム	DCSをも置き換えた期待システム価格
比率	1.9	1	0.9	約1/2

<参考文献>

- (1) フィールドバス協会ユーザー諮問委員会日本 WG 1 :「フィールドバス導入のメリット」活動報告
- (2) 特集 :「フィールドバスは問題を解決するか」, 計装 '92年3月号
- (3) 山田, 松村他:「事業用火力発電プラントにおけるフィールドバスの適用検討」第36回計測自動制御学会学術講演会予稿集
- (4) 内沼, 梶浦他:「フィールドバス時代への扉を開くスマート・フィールド・インテグレーション」Savemation Review Vol12. No2,
- (5) フィールドバス協会: "Function Block Application Process" Part1, Part2, Part3, FF-890,891,892