

## スマートプラントの制御・管理に関する研究

### Control and Management of Smart Plant

研究代表者 天野 嘉春  
(基幹理工学部 機械科学・航空学科 教授)

#### 1. 研究課題

プロセス産業では、従来のアナログ信号による制御系の構築に替わり、フィールドバスと呼ばれるデジタル双方向通信によってデバイス間通信を基盤とした分散時間制御系へと移行しつつある。高精度に定時性を確保した通信方式を採用することで、連続時間系と同等のプラント制御を実現している。しかし、国際通信規格としてオープン化された後も各種の規格が乱立し、ユーザーの目的を達成するためには、往々にして複数の通信規格の機器を接続することが必要であり、真の意味でのシステム全体の制御・管理を実現するための相互運用性が十分に確立したとは言えない状況にある。このため、現在提唱されている複数の通信規格との相互運用性の厳密な評価が、しかも中立的な学術的立場からの評価が、要請されている。一方で、例えばあるフィールドバス信号では、制御信号における通信の不確かさを包含した確度情報 (status) やデバイス内部での各種アラーム、診断情報などを取得できるようになっている。これら様々な情報を積極的に活用することで、プライマリアプリケーションとしてのプラント制御の実現以外に、セカンダリアプリケーションとしてのプロセス診断やそれを基盤とする機器管理が大いに進展することが期待されている。

スマートグリッドによる電力網の改革では、需給情報を需要家にフィードバックすることによる需給バランス調整機能や系統安定化のための協調制御技術の開発が進んでいる。しかし、たとえば家庭内のエネルギー機器の協調制御のための具体的な枠組みはHEMS (Home Energy Management System) を中核とした漠たる概念が提示されているにとどまっている。

以上のような状況を踏まえ、プロセスオートメーション分野の企業、NPO などとの協力のもと、IONL (Industrial Open Network Lab) として、本プロジェクト研究では以下の3点を明らかにすることを目的とした。

(1) 既に開発が先行し実績のあるプロセス制御用通信規格を対象に、異種の通信規格機器の相互運用性試験を実施し、主にユーザーのためのシステムの制御・設計の技術的課題を抽出し、ユーザー視点に立った評価を行う。その結果を、各通信規格を相互接続するための新たな技術的提言として関連箇所にフィードバックすることで、真にオープンなプロセス制御用通信規格を提案する。

(2) 特定のスマートデバイス (高精度流量計) の診断技術の開発を行い、デバイス側からの通信する情報の要求仕様を明らかにする。

(3) 民生用エネルギーシステムの協調制御のための、最適計画方法手法、全体統合のための概念検討、そして、そこで必要とされる情報要求仕様を明らかにする。

このうち、2015年度は主に、フィールドバスのテストセグメント (H1・HSE) と各種無線通信規格 (WirelessHART, ISA100) との接続成立性確認試験の実施と課題の抽出を行ったのでこれについて報告する。

## 2. 主な研究成果

### 2.1 無線通信を含む遠隔監視制御技術 (F-ROM) の検証

F-ROM (FOUNDATION for Remote Operations Management) は、従来のデジタル、アナログ I/O および FOUNDATION Fieldbus H1/HART 通信などの有線機器および ISA100.11a、WirelessHART®などの無線機器を接続した、通信プロトコルに依存しないシステムインフラストラクチャである。石油・ガスパイプライン設備、海上石油・ガス生産設備など遠隔操業監視が必要な設備へ適用される。非営利法人日本フィールドコムグループとベンダー企業との協力のもと、本ラボに試験環境を設営した。すなわち、本学喜久井町キャンパスに設置したF-ROM デモエリアと、3カ所に分散したエネルギー機器の性能試験装置とを、無線通信 (WirelessHART, ISA100.11a) で接続したF-ROM 技術実証用統合システムを設営した (図1)。

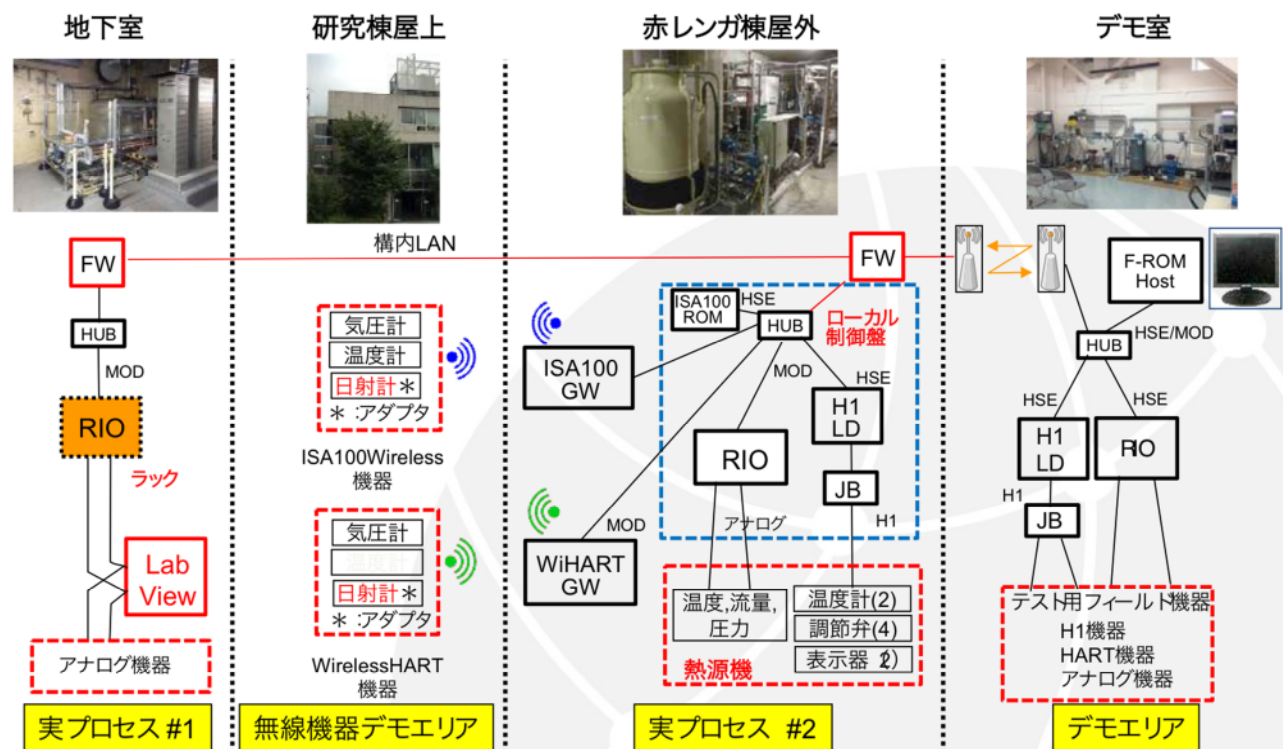


図1. F-ROM 技術実証デモ装置の概要

F-ROM 技術実証用統合システムの設営と併行して、2014年度9月から2015年度7月にかけて、ベンダー、ユーザー、学生がともに学ぶことができるワークショップを企画した。ここではF-ROMに関わる要素技術スタディ (第1回~3回) を実施した。概要は以下の通り。

第1回

(1) F-ROM 概要, 超入門 Modbus

2014年10月21日 14:00-17:00

出席: ユーザー企業12名, 学内4名, ベンダー企業10名

(2) Foundation Fieldbus の基礎, エンジニアリング, 実習

2014年10月22日 10:00-17:00

出席: ユーザー企業8名, 学内3名, ベンダー企業9名

第2回

(1) HART/WirelessHART

2014年12月16日 10:00-17:00

出席: ユーザー企業9名, ベンダー企業13名

(2) ISA100 Wireless の基礎, エンジニアリング, 実習

2014年12月17日 10:00-17:00

出席: ユーザー企業9名, ベンダー企業13名

(3) F-ROM について: Dave Glanzer 氏講演

2014年12月17日 9:30-10:00

出席: ユーザー企業9名, ベンダー企業13名

第3回

(1) Modbus とリモート I/O

2015年2月12日 10:00-14:30

出席: ユーザー企業8名, ベンダー企業12名

(2) F-ROM 技術詳細

2015年2月12日 14:30-17:00

2015年2月13日 10:00-14:00

出席: ユーザー企業9名, ベンダー企業11名

(3) 評価テスト・今後の進め方

2015年2月13日 14:00-15:30

出席: ユーザー企業9名, ベンダー企業11名

システムエンジニアリング・評価テスト: 2015年3月~4月末

ユーザーによる評価結果;

- (1) さまざまな通信プロトコル, 特に2つの無線仕様 (WirelessHART, ISA100.11a) の情報を統合するというコンセプトは非常に望ましい.
- (2) 既設システムのデジタル統合化を F-ROM 技術の活用で実現したい.
- (3) 現状の仕様では, ファンクションブロックという Foundation Fieldbus の仕様に統一されるメリットがあるが, F-ROM ゲートウェイが個々に存在し, それぞれを別々にエンジニアリングするという複雑なコンフィギュレーション (デメリット) であり, バランスがとれていない.
- (4) 今後各種通信プロトコル機器のパラメータ情報まで統合したアセット管理システムの運用可能となることが期待される.

ユーザーによる F-ROM 技術評価結果については, 広く一般に周知するため, プレス発表 (2015年7月10日 於 早稲田大学喜久井町キャンパス) を実施した. 詳細は, IONL の Web 情報 (\*) または専門業界雑誌 (計装, 2015年9月号, Vol.58, No.9, p.7) を参照されたい. また, そ

の概要をまとめて最新の動向として計測自動制御学会にて講演 (3) した。

\* <http://www.amano.mech.waseda.ac.jp/hp/research/ionl/>

## 2.2 技術セミナー

日本フィールドコムグループとの協力のもと、特に PA(Process Automation)用のフィールドバス規格として最も利用されている FOUNDATION フィールドバスの教育・普及活動を行った。IONL はフィールドコムグループから正式認定されたエンドユーザー教育サイトである。2011年度からは、フィールドバス協会が新しく設定した教育認証プログラムに則った、認定講師、認定教材による教育プログラムをスタートさせた。通常年 4 回開催するフィールドバス技術セミナーは、2 日コースを基本とし、FOUNDATION フィールドバスの基礎を理解し、導入時に必要な検討項目、エンジニアリング、保守などを、ラボ設置のデモ設備(ホスト:4 システム、デバイス:22 台、アクセサリ:5 セット)を参照しながら説明を受け、実習できるようになっている。

2015 年度も 4 回開催し、累計 121 人目の修了者を輩出した。4 冊のテキストを改正した。

## 2.3 国際共同研究

タイ King Mongkut's 工科大学との共同研究の成果を、国際会議にて報告した<sup>(2)</sup>。同内容は、ICIC Express Letters に推薦、掲載された<sup>(1)</sup>。

## 3. 共同研究者

吉田彬 (基幹理工学部 助手), 森岡 義嗣 (招聘研究員), 池田 卓史 (嘱託), 梅原 篤樹 (嘱託), 小島 正博 (嘱託), 込堂 雅幸 (嘱託), 津金 宏行 (嘱託), 黒川 晋平 (嘱託), 小田信二 (嘱託), 竹下恵介 (嘱託)

## 4. 研究業績

### 4.1 学術論文

- (1) Thaksin Sangsuwan, Sawai Pongswatd, Amphawan Julsereewong, Yoshitsugu Morioa, Yoshiharu Amano, Communication Schedule Optimization of Cascade Control Using FoundationFieldbus, ICIC Express Letters, Vol.10, 1, 2016/1, pp.197-204.
- (2) Thaksin Sangsuwan, Sawai Pongswatd, Amphawan Julsereewong, Yoshisugu Morioka and Yoshiharu Amano, Communication Schedule Optimization of Cascade Control Using Foundation Fieldbus, Proc. Tenth International Conference on Innovative Computing, Information and Control August 20–22, 2015, Dalian, China (ICIC2015), 811,pp.1-8.

### 4.2 総説・著書

なし

### 4.3 招待講演

- (3) 込堂雅幸, フィールドコムグループ最新動向 ~F-ROM技術~, 計測自動制御学会産業応用部門2015年度大会, 計測・制御ネットワークシンポジウム, 計測自動制御学会産業応用部門, 2015/10/27, 東工大.

#### 4.4 受賞・表彰

なし

#### 4.5 学会および社会的活動

- (4) プレスリリース : 早稲田大学 F-ROM ワークショップ 成果発表開催 , [http://www.sice.jp/info/info\\_news/news\\_20150625-3.html](http://www.sice.jp/info/info_news/news_20150625-3.html),
- (5) 技術セミナー (理工研第 3 種行事) ; 森岡義嗣ほか, フィールドバスサポートスペシャリスト, 2015/6/1-2, 2015/9/7-8, 2015/12/14-15, 2016/3/7-8, 早稲田大学, 2015.
- (6) フィールドコミュニケーション ユーザーセミナー 2016 (理工研第 2 種行事), 早稲田大学, 2016/3/9, 参加者数 : 120 名.

### 5. 研究活動の課題と展望

Industrial Internet of Things (IIoT) の様々な業種への展開が活発に図られていることを受け, プロセスオートメーション分野における IIoT 推進のための基盤技術としてのフィールドバス技術の発展に寄与していきたい. 2015 年度と同様に技術者教育については継続的に取り組むが, HART 通信規格を取り込んだ幅広い通信規格への拡大を予定している.