

スマートプラントの制御・管理に関する研究

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

プロセス工業界ではプラントのスマート化のため、各種センサー、アクチュエータなどで構成するフィールドにおける制御系には従来、アナログ信号を用いてきた。これがデジタル信号へと代替が進んでいる。アナログ信号による制御系では、長距離信号ケーブルでの電圧降下による信号劣化や電磁ノイズの重畳による外乱に起因した、制御成績の劣化などの課題解決が要請されていた。制御信号のデジタル通信規格への適用により、これらの課題は本質的に解決されることが確認されている。すなわち、正確なプロセスデータがもたらされることで、製品品質の向上に寄与することが確認されている。また、Industrial Internet of Things (IIoT) として注目される技術として、フィールドに設置した制御用デバイスから送信される情報以外に、各種センサー信号を、プラント外からも IoT 関連技術を利用して利用できるような状況が整いつつある。プラントからの制御信号以外の様々な情報を統合して保存し、AI を利用した上位解析・判断システムによる新たなシステムマネジメントに関わる具体的なアプリケーションのあり方、可能性が活発に議論されている。

一方で、スマートグリッドによる電力網の改革では、末端の需要家に太陽電池などの分散電源の導入が急速に進展している。このため系統側から需給情報をプロシューマーとしての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への、需要側の積極的で確度の高い関与の仕組みを明らかにすることが期待されている。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 を中核としたマネジメントシステムの実装要件として、研究代表者等は別途研究を進めている。

以上の状況のもと、IONL (Industrial Open-Network Lab) として活動を継続し、スマートグリッドおよびファクトリーオートメーション分野での実装技術などと並列的に比較し、プロセスオートメーション用プラントのスマート化に欠かせないマネジメントシステムに適用する通信要件を明らかにする。具体的にはエネルギー制御系を含むプラントのエネルギーマネジメント機能を再定義し、複雑なエネルギーシステムのマネジメントシステムに適した CPS (Cyber Physical System) を提案することを目的とする。

2. 主な研究成果

既に関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評価を実施し、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った。産業用オープンネットワークに関する書籍出版と、最新技術の紹介を実施した。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している。

真にオープンなプロセス制御用通信規格の要件を明らかにする。

またキーとなるデバイスとしての流量計のインテリジェント化に関わる開発を継続的に実施した。その結果、2018年度から計測範囲を拡大して、データを収集して分析したところ、流体の状態量を計測された RAW データの解析により、流量信号以外の流体状態を決定づける情報が取り出されることを確認した。この結果は、引き続き2020年度にも継続し、詳細な構造と2相流体との力学的な干渉に関わる流動状態から、信号出力過程へのメカニズムを明らかにすべく、新たな実験装置の構築について検討した。最終的に気液2相流れの情報を診断する機能を付帯した計測器の実現へと開発を続けることとなった。

この他に、プロセスオートメーションに利用されるデジタル通信規格 (HART, Foundation Fieldbus) に加え、ファクトリーオートメーションで使用される IO-Link を対象に技術セミナーやワークショップそして、ミドルウェア層に対応する FDT 技術の開発、普及をはかる、FDT グループ日本の参加を得て、新たに FDT セクションを立ち上げた。

FCG, IO-Link, FDT 技術それぞれが一同に会して、例年実施しているユーザセミナーを実施すべく準備したが、あいにく新型コロナウイルスの蔓延防止のため、3月以降の企画はすべて中止となった。2月までの技術紹介および技術セミナー(第3種行事)はほぼ毎月実施し、述べ参加人数は、累計120名以上となった。

FDT セクションは2019年度から活動を開始した。2019年3月8日(金)のフィールド通信技術ユーザセミナー2019でセクションの紹介を行って以来、数度のWGやFDT本部事務長 Glenn Schulz を交えたワークショップ開催を経て、セクション活動の主な目的である2019年11月13日、14日のFDT体験セミナー、技術セミナーを開催した。

なお、2020/3/6(金)に IO-Link セクションと合同でデジタルソリューション活用セミナー2020@水島、2020/3/13(金)に FCG、IO-Link セクションと合同でフィールド通信技術ユーザセミナー2020@早稲田大学を開催予定であったが、COVID-2019 の日本国内での拡散傾向が続いており、開催予定日での収束が見込めないため、中止となった。

また、IEC TC65/JWG17 で、産業用生産システム用のエネルギーマネジメントシステムの実装に関わる国際規格への提案活動も開始した。

3. 共同研究者

森岡義嗣(理工総研 招聘研究員), 吉田 彬(スマート社会技術融合研究機構次席研究員)
この他嘱託 (FCG:7名, IO-Link:12名, FDT:6名)

4. 研究業績

4.1 学術論文

4.2 総説・著書

津金, 「雑誌計装8月号: WirelessHART および FieldComm Group の最新動向」, 計装8月号, 2019/8/1

高橋, 「雑誌計装10月号: PA-DIM (Process Automation Device Information Model) 活用のメリット」, 2019/10/1

梅原, 「雑誌計装12月号: DXを支えるフィールドコムグループの技術」 2019/11/11, 計装12月号, 2019/11/11

元吉, 「雑誌計装 3 月号: PROFINET over TSN とその進展方向」, 2020/3/1, 計装 3 月号

4.3 招待講演

4.4 受賞・表彰

4.5 学会および社会的活動

- (1) IIFES オープンネットワークゾーンセミナー「産業用ネットワークの新しい技術」
2019.11.27,29 参加者: 約 80 名/日 (2 日間で約 160 名)
 - (2) フィールド通信技術セミナー「HART: 導入・実践コース」, 2019. 6. 3-4 参加者名 10 名
 - (3) フィールド通信技術セミナー「フィールドバスサポートスペシャリスト」2019.9.2-3 参加者
名 2 名 フィールド通信技術セミナー
 - (4) IO-Link 体験セミナー 4/18, 6/18, 7/18, 9/19, 10/17, 1/21, 2/19, 早大, 参加者 30 名
 - (5) IO-Link 技術セミナー 4/18, 7/18, 10/17, 2/19, 早大, 参加者 16 名
 - (6) FDT 体験セミナー, 2019/11/13, 早大, 参加者 10 名
 - (7) FDT 体験セミナー, 2019/11/14, 早大, 参加者 12 名
- (2) ~ (7) は理工総研第 3 種行事として実施した.

そのほかのおもな社会的活動は以下の通り.

国際会議 ECOS 2019 Scientific Committee member

国際会議 IMECE/ASME Topic Co-organizer in 8-9 Energy Systems for Buildings

国際会議 ORC 2019 Scientific Committee member

NEDO 技術評価委員 (地熱/未利用熱), ピアレビュー他

JSME 火力設備技術専門委員会委員

JEMIMA FEMS 「平成 31 年度省エネルギー等に関する国際標準の獲得・普及促進事業委託費 (省エネルギー等国際標準開発 (国際電気標準分野)」 (募省 3 工場・プラントのエネルギーマネジメントシステム (FEMS) に関する国際標準化)」委員長

経産省地球環境局 CEFIA IoT 制御分野 専門委員

NWO 審査委員 Dutch Research Council (NWO)NWO domain Applied and Engineering Sciences (NWO domain TTW)

など

5. 研究活動の課題と展望

産業用のオープンネットワークを利用したデジタルトランスフォーメーションは, 末端の制御およびセンサ系に関わるフィールドから徐々に上位の制御・管理系へと浸透し, IT 技術との融合が模索されている. 2019 年度には, 新たにミドルウェアネットワークにおける技術として DFT が新たなセクションとして活動を開始した. これにより, プロセス制御用通信規格を扱う FCG セクション, FA よりの高速, 汎用センサーバスとしての IO-Link セクションとを統合する FDT セクションとの 3 セクション体制となり, 産業システム全体のデジタル化の基盤技術開発へとつなげていきたい. 産業用システムにおける自動化技術の進展において, デジタル通信を基盤とした自動化技術は, 社会システムにとって不可欠な技術となっている. 2019 年度から日本の産業用自動化システムにおける国際規格提案へ貢献を開始したが, 次年度以降も継続して産業界と連携して進めてゆく.