

# 産業用スマートシステムデザインの研究

研究代表者 天野 嘉春  
(基幹理工学部 機械科学・航空宇宙学科 教授)

## 1. 研究課題

産業用システムのスマート化はデジタル・トランスフォーメーション (DX) の進展にともない、必要不可欠な目標と認識されている。本研究では、人工知能等を積極的に活用するなどした製造システムの自動化技術を軸に、デバイスのインテリジェント化から、製造システムのスマート化およびインテリジェント化へと進化するため、製造システムにおけるマネジメントシステムの基本要件を、計装系の側面から再定義することを目的としている。すなわち、製造時におけるエネルギー・資源の有効利用や、様々な機能目的に対応したマネジメントシステムの全体最適化を自動化する仕組みを、複数のマネジメントシステム間の通信で実現される事業体全体の最適化に必要な基本機能として再定義することで新たなシステム設計論の展開を図る。特に製造システムにおけるエネルギー管理の国際標準規格への展開を進めつつ、同時に、製造システムの IIoT (Industrial Internet of Things) 化に不可欠な、フィールドデバイス用デジタル通信規格の最新技術を基盤に、AI などを積極的に利用するインテリジェント化に対する種々のユースケースの分析をシステム設計の視点から実施する。スマート製造の本質的な基本機能を抽象し、事業体全体の全体最適化を図るシステムの自動化をシステム的设计論を開発する。

## 2. 主な研究成果

2022 年度もひきつづき、COVID-19 の蔓延に起因して、対面、現場での活動が制限される中、毎年継続してきた技術セミナーのいくつかは、オンライン中心に実施した。年度末に開催しているユーザセミナーも、オンライン・対面のハイブリッド形式での開催となった。

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のうち FCG すなわちフィールドコムグループ (HART, Foundation Fieldbus) による FCG セクションに加え、ファクトリーオートメーションで多く使用されている IO-Link セクション、そして、ミドルウェア層に対応する技術の開発、普及をはかる FDT グループ日本支部による FDT セクションの 3 セクション体制で技術セミナーなどを開催した。それぞれのセクション毎に企画する技術セミナー、体験セミナーは、IONL による理工総研第 3 種行事として実施した。

スマート社会技術融合研究機構の動力エネルギーシステム研究所と IONL との共催セミナーとして、「第 2 回カーボンニュートラル社会研究会 (動力エネルギーシステム研究所 特別企画)」を 2022 年 11 月 14 日にオンライン開催した。

講演テーマ・講師：

「プロセス製造業向けカーボンマネジメントサービス」

講師：小泉 清一 様（横河デジタル株式会社）

Sustainable Development Goals (SDGs)の推進に伴うグリーンエネルギーシフトやカーボンプライシングの導入など、プロセス製造業における事業環境は大きく変化している。その変化に対応するために、従来の IT 領域のみ、または OT 領域のみの改善ではなく、両者の領域を超えた IT/OT Convergence の導入が広がりつつある。これまで分断されていたプラント制御機器のレイヤ、および Enterprise Resource Planning (ERP) や Customer Relationship Management (CRM) 等の IT システムのレイヤにおいて、クラウド やエッジコンピューティング等の柔軟性を備えた IT 技術を活用して IT のデータと OT のデータをデータレイクに蓄積することにより、IT または OT 単体の制御では対応が困難なプラント操業業務の最適化が可能となる。本講演では OT 領域への Digital Transformation (DX) の一環として、プロセス製造業向けカーボンマネジメントサービスを開発し、その実証実験を進めている。本講演では、本サービスの背景とアプローチが紹介された。

FCG, IO-Link, FDT セクションそれぞれが一同に会して、例年実施している「スマート製造とフィールド情報ユーザセミナー 2023」を理工総研第 2 種行事として実施した。2022 年度はオンライン開催と一部対面のハイブリッド形式で実施した。工場における自動制御システムおよび各種センサーシステムのデジタルデータを用いて、Digital Transformation を実施するにあたり、現場が抱えている課題がプロセスオートメーションシステムのユーザ（三菱ケミカル（株）福田様から報告があった。パネルディスカッションでは、ユーザ報告を受け、工場内外でのデータ活用のための課題を明らかにし、将来のスマート製造への展望を討議した。

このほかに、IONL から天野他が参加する国際規格活動を継続実施した。すなわち、IEC TC65/JWG14 で、生産製造システム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は順調に FDIS への移行することを確認し、IS（国際標準規格）発行にむけた活動へと継続することとなった。

### 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:10名）

### 4. 研究業績

#### 4.1 学術論文

#### 4.2 総説・著書

- (1) 高橋誠一郎, 特集:工場保安へ向けた防爆技術のさらなる役割と進展方向 Ethernet-APL (Advanced Physical Layer) ~防爆計装から見た注視点とメリット, 計装 2022年9月号 Vol.65 No.9, (2022.9)
- (2) 若命敬一, “IO-Link 現場センサ、アクチュエータのためのデジタル通信技術”, 計装 2022年2月号 Vol.65 No.2, (2022.2)

- (3) 元吉伸一, “IO-Link Wireless - 仕様概要とその応用”, 計装 7月号, Vol.65 No.7, (2022.7)
- (4) 伊藤, 小川, 竹内, 「ITとOTを繋ぐDXを実現するオープンな標準FDT UEとそのソリューション」, 計装7月号, Vol.65 No.7, (2022.6)
- (5) 伊藤, 守屋, デジタル通信を活用した高精度差圧式流量計とその将来動向, SICE「計測と制御」Vol. 61 No. 11

#### 4.3 受賞・表彰

#### 4.4 学会および社会的活動

##### 招待講演

- (1) Y. Amano, ”Automation” from the perspective of an Energy Management System, SICE 2022, JEMIMA Special Talk, Kumamoto, Japan, 2022/9/6, 2022

##### 口頭発表

- (1) S. Takahashi, Y. Amano: User Requirements Analysis for Digitalization of Field Devices in Process Automation, SICE Annual Conference KUMAMOTO, 2022
- (2) 茅野、伊藤、他、脱炭素への KEI モデルの適用、SICE MSCS2023, 2M2-1, 立命館大学、2022/3/10
- (3) 伊藤、制御部門マルチシンポジウム特別セッション「カーボンニュートラル社会の実現に向けた産業界の挑戦と SICE への期待」へのパネリストとして参加、SICE MSCS2023, 2A2-1、立命館大学、2022/3/10

##### 開催セミナー

- (1) フィールド通信技術セミナー「HART：導入・実践コース」（理工総研第3種行事）  
2022.6.6-7 参加者 4名  
2022.9.12-13 参加者 2名  
2022.3.22-23 参加者 3名
- (2) 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」（理工総研第3種行事）  
2022.12.13-14 参加者 2名
- (3) フィールド通信技術セミナー「計装初心者のための入門講座」（理工総研第3種行事）  
2022.7.15 参加者 23名
- (4) フィールド通信技術セミナー「IO-Link 体験セミナー」（理工総研第3種行事）  
3回開催
- (5) フィールド通信技術セミナー「IO-Link 技術セミナー」（理工総研第3種行事）  
3回開催
- (6) フィールド通信技術セミナー「FDT 体験セミナー」（理工総研第3種行事）  
2022/11/22
- (7) フィールド通信技術セミナー「FDT 技術セミナー」（理工総研第3種行事）  
2021/11/23

そのほかの研究代表者のおもな社会的活動は以下の通り.

1. エヌエフ基金 研究開発奨励賞 選考委員会委員 (2017-)
2. 日本機械学会 発電設備規格 火力専門委員
3. 日本機械学会 関東支部 第 29 期支部長, 第 29 期商議員
4. 日本機械学会 動力エネルギーシステム部門 カーボンニュートラルに向けたエネルギー貯蔵技術研究会委員 (2021. 11. 29-2024. 3. 31)
5. NEDO 技術委員、ピアレビューなど
6. 一般社団法人 電子情報技術産業協会 制御・エネルギー管理専門委員会および WG1 連携制御 アドバイザー
7. 温室効果ガス審査協会 令和 3 年度二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金 (工場・事業場における先導的な脱炭素化取り組み推進事業のうち設備更新事業) 審査委員会委員 (2022/7/1-2023/3/31)
8. JAXA 宇宙工学委員会 工学班員
9. 国際会議 ICOPE-2023 Scientific Committee Chair, Steering Committee member
10. 国際会議 ECOS 2022 International Scientific Committee member
11. 国際学会 ECOS International Incorporation, Board member
12. 国際規格 IEC TC65-JWG14, JWG17 international expert, および国内委員
13. Guest Editor: ENERGY, Special Issue VSI: ECOS 2021
14. Guest Editor: Frontiers in Energy Research - section Process and Energy Systems Engineering, Research Topic: Selected Papers from ECOS 2021
14. その他 ドローン安全推進協議会委員長など

## 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。今後も、フィールドデバイスの通信技術から、OT/IT の境界領域に跨ぐ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。2021 年度には前年度に引き続き、学内他箇所 (ACROSS) でのセミナー合同開催や、日本の産業用自動化システムにおける国際規格提案を実施した。次年度以降は、新たに、カーボンニュートラルに係わるスマート製造における自動化システムにおけるエネルギーマネジメントの活動を実施する予定である。