

# 企業ロボットと分析・管理系

石井 信明\* 松井 正之\*\*

## Enterprise Robot and its Analysis and Management Phase

Nobuaki ISHII\* Masayuki MATSUI\*\*

### 1. はじめに

これまで人間が作り上げてきた生産企業体、公共事業体などのさまざまな人工体は、現在、IoT（モノのインターネット）、人工知能（AI）、ビッグデータなど、個別の情報通信技術（ICT）の発展がおよぼす衝撃に見舞われている。この先には、ICT でヒト・モノ・カネ・知の膨大な社会・経営の情報が結ばれ、これらを利用したロボットや AI などが社会の重要な意思決定にかかわる ICT 管理化社会が到来する可能性がある。

今後到来する ICT 管理化社会はロボットおよび AI などを、経済、経営、福祉、教育や家事・育児などさまざまな場面で利用する社会である。我々はこの ICT 管理化社会を人間社会となじみのある、人間中心の ICT 共生社会にする必要がある。企業ロボット研究（以下、本研究）では、そのための自然の理知を反映した科学あるいは仕組みを明らかにすることに挑戦している。

昨年度の「工学研究（Vol. 2）」における報告<sup>[1]</sup>では、企業ロボットの概念として 3 相型の人工体を提示した。本稿では、企業ロボット研究の必要性、および、本研究で提案している 3 相型人工体の中央相に当たる「分析・管理系」について考察を行う。

### 2. 企業ロボット研究の必要性

これまで、ヒト型ロボットや AI 応用をはじめとしたさまざまな技術が人工体に利用されている。しかし、これらは、動作系—知能系の二相からなる人工体の発展が中心であり、動作系と知能系それぞれが先鋭化した研究として展開してきた。両者の協調、調和、さらには人間とのかかわりを中心とした研究は少ない。

たとえば、サイバーフィジカルシステム（CPS：Cyber-Physical System）<sup>[2]</sup>、IoT（Internet of Things）、Digital Twin、Industry 4.0 など、仮想空間と物理空間をつなげた次世代技術の研究・開発が進み、社会、産業に大きなインパクトを与えている。しかし、これらはやはり動作系—知能系の二相からなる人工体を前提としており、そこには人間の要求を分析し、その達成を導く管理の仕組みとの関係が明示的には示されていない。

そのため不自然で、協調性や因果性に欠ける動作をするロボット、人間の感覚と合致しない誤作動の AI など、人間社会とのなじみへの観点が不十分な人工体が出現する可能性が否定できない。

これらのことから本研究では、図 1 に示すように、これまで動作系—知能系の二相とする人工体の中央に、人間がかかわる相として「分析・管理系」を加えた 3 相型の人工体を考案し、今後到来が予測される ICT 管理化社会において、より人間・社会に近い人工体の発展を目指している。

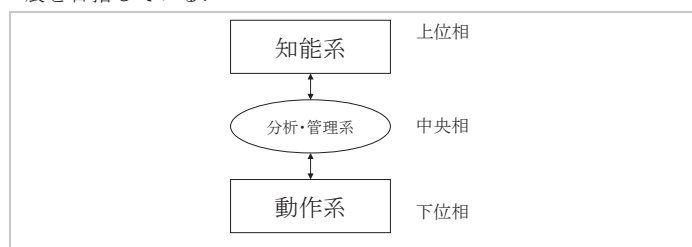


図 1 人工体理論のスキーム

このように本研究は、近年急速に展開が進んでいる人工体について、その中央相の研究<sup>[3]</sup>によりこれまでの人工体研究を飛躍させ、きたるべき ICT 管理化社会を人間社会となじみがあり、人間中心の安心・安全な社会とすることに貢献する。そのために、ICT 管理化社会における人工体の体系化、分析・管理系の人工体開発、さらに応用分野として、近年の企業情報システムの主流である ERP/SCM の次世代<sup>[4]</sup>に向けた発展とその体系化に挑戦する。

### 3. 「分析・管理系」の役割

サイバーフィジカルシステムをはじめとした近年の人工体は、クラウド環境での展開を前提としている。下位相の動作系では、モノとモノがネットワークでつながり、モノ単体では実現できないサービスが可能となっている。たとえば、スマートホンで自宅のエアコンを遠隔操作するなどである。上位相の知能系においても、AI 応用をはじめとした様々なクラウドサービスがネットワークでつながったサイバー空間を作り出し、経営、生産、公共など様々な分野でサービスを提供する。Amazon、Google、Microsoft など、最先端の IT 企業はクラウドサービスを成長と利益の源泉と考えている。

しかしながら、クラウド化した人工体においては下記の様な課題があげられる。

(1) アーキテクチャ：クラウド上に有用なサービスがあったとし

\*教授 経営工学科

Professor, Dept. of Industrial Engineering and Management

\*\*客員教授 工学研究所

Visiting Professor, Research Institute for Engineering

でも、それらの設計思想、構成要素、そして仕様の共通化がなければいずれかの企業グループに属するクラウドサービスに限定した利用を強いられる。アーキテクチャを分析・管理する仕組みがないと、多くの選択肢の中から最適化した解を得るといふ、クラウド本来の良さを享受できない。

- (2) 人間の意志を反映させる仕組み：近年、製造業を中心に IT (情報技術) と OT (オペレーショナルテクノロジー) の融合による高度なサービスの開発が進んでいる。OT とは、様々な装置のオペレーションを高度化する技術のこととされる (<https://tech.nikkeibp.co.jp/it/article/COLUMN/20110817/365421/>)。たとえば生産にかかわる大量のデータを収集し、予知保全、予測制御などに利用することで、競争力を向上する。しかしここでも、効果的な IT と OT の融合にはオペレーションにかかわる知識・経験が必要であり、両者の間に分析・管理系の相が必要となる。
- (3) カイゼンと成長の仕組み：人間が関わりを持たない仕組みにはカイゼンと成長が期待できない。これらは現状に疑問を持つことが発端として始まる。近年、国内企業では、デジタル業務改革の主演として RPA (Robotic Process Automation) <sup>[5]</sup> の導入を急いでいる。しかし、RPA を過信すると業務プロセスの進化がとまる可能性が高い。RPA の導入と運用にあたっては、人間のかかわる分析・管理系の仕組みを同時に組み込む必要がある。
- (4) セキュリティーの確保：ICT 管理化社会では、世界中のモノと人がネットワークでつながり、膨大なデータが収集される。そのため、サイバー攻撃の危険が常にともなう。また、個人情報の管理も課題である。人工体には、人間の意志を適切に反映できる分析・管理系の仕組みを明示的に取り入れる必要がある。

クラウド化した空間で人工体を有効に活用するには、上記に示したように、中央相として「分析・管理系」が果たす役割が大きい。その概念図を図 2 に示す。ここに示す 3 相は階層構造ではなく、上位相と下位相が直接かかわることも想定している。中央相の「分析・管理系」は人間の意志を反映する相であり、人間の要求、各相の状況を分析し、人工体が人間の求める状態を維持するように管理する。

本研究では、生産にかかわる人工体の中央相の例として、ペア戦略マップ[4]を提案してきた。今後は、中央相の要件を洗い出し、より具体的な中央相の姿を提案する。

#### 4. これまでの成果

本研究は、2016 年 10 月より工学研究所内に設置された「企業ロボット開発研究所」を中心に進めている。現在は研究の途上であるが、外部資金の調達への挑戦、成果の発表を継続している。2017 年以降の主な研究成果には、次のものがある。

M. Matusi and N. Ishii, Artifacts formulation & realization: Matsui's matrix method, Riccati eEquation and enterprise robot, Proceedings of the 24th International Conference on Production Research, Poznan, Poland (2017).

松井正之, 松井の方程式の SW 体図解: 物理素粒子体式例, 企業体・物理体の双対系鎖と需給格子解構造, 第 8 回横幹連合コンファレンス論文集, A-5-1, 1/3 (2017)

N. Ishii and M. Ohba, A supply chain analysis and design method based on the value of information, Computer Aided Chemical Engineering, 44, 1591-1596 (2018).

松井正之, 石井信明, 企業ロボットの開発(2): 人工体原理によるコンビニ系企業ロボットの具現化問題と ODICS II ベース例, 平成 30 年度日本経営工学会秋季大会, 東海大学 (2018).  
松井正之, 中島 信, 仲田知弘, 産業のマトリックス法—一般形式, 産業連関決定法と業務適用方法論の考察, 第 9 回横幹連合コンファレンス論文集, E-3-1, 1/3 (2018).

M. Matsui, Theory, Formulation and Realization of Artifacts Science: 3M&I-Body System, Springer (2019).

M. Matusi and N. Ishii, A Realization Problem of a Demand-to-Supply Enterprise Robot and its ODICS II Type for Convenience Store Application, Proceedings of the 25th International Conference on Production Research, Chicago (2019).

#### 5. まとめ

本研究では、人工体が動作系と知能系の 2 相構造ととらえられ、それぞれが先鋭化している状況に着目した。そして両者を結びつける中央相として人間がかかわる分析・管理系を加えた 3 相構造を想定した。人工体の中央相に着目した研究により、本研究では、人間社会となじみのある、人間中心の ICT 共生社会の実現を目指し、自然の理知を反映した科学あるいは仕組みを明らかにすることに挑戦をしていく。

#### 参考文献

- [1] 松井正之, 石井信明, 山田哲男, 企業ロボットの概念, 工学研究, 2 (12), 158-159 (2019).
- [2] 岩野和生, 高島洋典, サイバーフィジカルシステムと IoT(モノのインターネット), 情報管理, 57 (11), 826-834 (2015).
- [3] 田中雅人, 三浦真由美, 田中政仁, 藤井高史, 石橋政三, 製造装置の PID 制御系における Human in the Loop, 平成 30 年度日本経営工学会春季大会予稿集, 名古屋工業大学 (2018).
- [4] 松井正之, 藤川裕晃, 石井信明, 需給マネジメント—ポスト ERP/SCM に向けて, 朝倉書店 (2009).
- [5] 阿部慶喜, 金弘潤一郎, RPA の真髄, 日経 BP (2019).

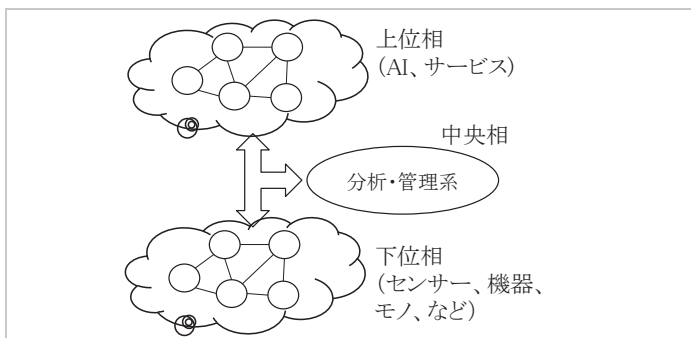


図 2 クラウド環境と人工体のスキーム