

企業ロボットの概念

松井 正之* 石井 信明** 山田 哲男*

Concept of Enterprise Robot

Masayuki MATSUI* Nobuaki ISHII** Tetsuo YAMADA*

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 管理化社会が実現する可能性がある。

学術世界では、すでにこれらに向けた動きが見られる。たとえば国際経営工学会議(ICPR)の歴代会長(SEG da Costa, Shimon Nof)は、それぞれソクラテス CEO ロボットモデル(注 1)、高度 ICT 社会における e-Work, e-Business および e-Service のコラボレーション研究(注 2)を提唱している。

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。ICT 管理化社会をより豊かな社会とするには、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。

(注 1) D. Wollmann and M. T. Steiner, Complex adaptive systems integrating the decision making process in industrial companies: a scientific conceptual model, Applied Mechanics and Materials, 670-671, 1601-1607 (2014)

(注 2) S. Y. Nof, J. Ceroni, W. Jeong, and M. Moghaddam, Revolutionizing Collaboration through e-Work, e-Business, and e-Service, Springer (2015)

2. 企業ロボット研究がめざすこと

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進展が中心であり、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いる。そのため不自然で、協



図1 生産企業体とサンドイッチ理論

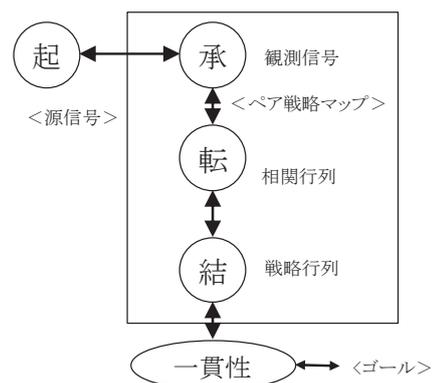


図2 スマート方程式化法の基本形例

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、人間社会となじみへの観点が不十分になっている。たとえば、人々が AI・ロボットにいだく恋愛感情、依存などの課題が指摘されている（平成 28 年 7 月 2 日、日本経済新聞）。

これらのことから本研究では、ミクロ(動作系)-マクロ(知能系)の二相としていた従来の人工体の中央部に、「分析・管理系」を加えた三相型の人工体を考案し、より人間・社会に近い人工体を想定する。さらに、三相型の人工体を説明するサンドイッチ(S=W)理論、および、三相型人工体の中央相を定式化するためのスマート方程式化法^[1]を活用する。一例として、図 1 に人工体としての生産企業とサンドイッチ理論の概念を示す。ここでは、ペア戦略マップの発展として製品と企業の間をスマート方程式化法に展開している^[1,2]。

三相型人工体では、図 2 に示す起承転結ロジックから「起」と「一貫性」に当たる動作系および知能系との入出力の間を、「承・転・結」の各種の変換行列^[1,2]を用いることで、人工体の中央相に当たる分析・管理系の定式化を行うことができる。

このように本研究は、近年注目されている人工体の中央相の研究^[3]により、これまでの人工体の研究を飛躍させ、きたるべき ICT 管

*客員教授 工学研究所

Visiting Professor, Research Institute for Engineering

**教授 経営工学科

Professor, Dept. of Industrial Engineering and Management

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ことを目指す。そのために、ICT 管理化社会における人工体の体系化、管理タイプの人工体開発、さらに、近年の企業情報システムの主流である ERP/SCM の次世代⁴⁾に向けた発展とその体系化に挑戦する。

3. 企業ロボット研究のテーマ

本研究では、生産企業体において図1の中央相にペア戦略マップの存在を実証したように、動作系-知能系の中央部に分析・管理系を含めた三相型の人工体に着目した研究を行う。そして、(1)各種人工体の中央相にあたる分析・管理系の構造・仕組み、および、(2)ICT管理化社会において人間社会となじみのある人工体として動作系と知能系の調和をとる分析・管理系のあるべき姿を明らかにすることを試みる。

すなわち、三相型人工体の中央相に当たる部分の具体的な研究テーマとして、次のようにテーマを設定し、研究を進める予定である。

＜企業ロボットの研究テーマ＞

① 需給対応分析・管理問題の研究：ヒト（経営）のロボット化研究

入出力が事業体の需要と供給データ、ゴールが売上あるいは利益とリードタイム（LT）の場合を想定し、人工体の中央相にあたる分析・管理系の構造・仕組みを明らかにする。

② 福祉協働タイプ分析・管理問題の研究：ロボットのヒト化（経営）研究

ロボットのヒト化研究と位置づけ、人工体の動作系と知能系の調和をとる分析・管理系のあるべき姿を明らかにする。ヒト・モノ・カネ・情報と協働を駆使するロボットの調教・教育・アプリを検討する。

③ アルゴリズム実証化研究と人工体機能開発

テーマ①、②の成果を実証するためのアルゴリズムの実証化研究を行い、需給対応管理、福祉協働タイプなどの各種の人工体に向けた機能の開発と実証を行う。

テーマ①および②では、図3に示すように、これまでの研究成果であるスマート方程式¹⁾²⁾を活用する。すなわち図2に示したように、人工体の入出力を起承転結のマトリックス展開の連鎖でゴールに結び付ける方程式に定式化する。ゴールから入力への逆変換も考慮することで、ゴールを達成するための条件も明らかにする。

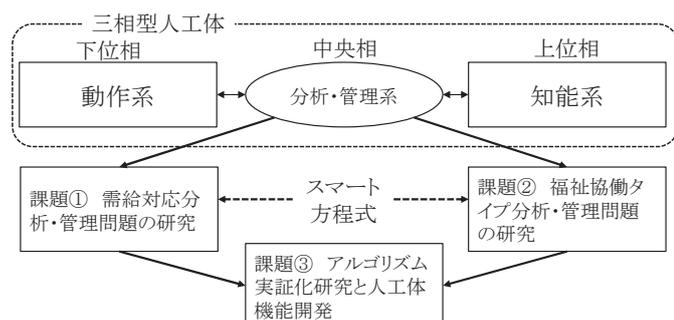


図3 人工体と企業ロボットの研究テーマ

さらに、テーマ③においてテーマ①、②における定式化の成果をアルゴリズムに展開した実証化研究により、三相型人工体の中央相となる分析・管理系の構造・仕組み、および、動作系と知能系の調和をとる分析・管理系のあるべき姿とその具現性を明らかにする。

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。これまでの主な研究成果には、次のものがある。

M. Matsui, Fundamentals and Principles of Artifacts Science: 3M&I-Body System, Springer Briefs in Business, Springer (2016)

松井正之, IO 行列系研究 III: 松井の方程式法のペア行列展開と簡約化, 第7回横幹連合コンファレンス論文集, C-3-1, 1/3 (2016)

M. Matsui 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期大会, 東海大学 (2018).

5. まとめ

ロボットおよび IoT/AI が企業経営および我々の生活に入り込む ICT 管理化社会はすでに始まっている。企業ロボット研究では、ICT 管理化社会が、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、両者を結びつける中央相として分析・管理系を加えた3相構造を想定した。この中央相に着目した研究により、企業ロボット研究では、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] M. Matsui, Fundamentals and Principles of Artifacts Science: 3M&I-Body System, Springer Briefs in Business, Springer (2016).
- [2] 松井正之, 中島健一, 高野倉雅人, 林憲玉, 石井信明, 山田哲男, 企業ロボットの開発—自働経営管理とアルキメデス(分散)対ソクラテス(集中)方式, 平成28年度日本経営工学会春季大会予稿集, 早稲田大学 (2016)
- [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 (著書) (2009)