

# 企業ロボット研究へのモデリング&シミュレーションの活用

石井 信明\* 松井 正之\*\*

## Using Modeling and Simulation for the Research of Enterprise Robot

Nobuaki ISHII \* Masayuki MATSUI \*\*

### 1. はじめに

神奈川大学工学研究所に設置された「企業ロボット開発研究所」(以下、本研究)では、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の調査・研究を行っている。現代社会は、IoT(モノのインターネット)、人工知能(AI)、ビッグデータなど、個別に発展してきた情報通信技術(ICT)がおよぼす相乗的効果による未知なる世界の入り口にいる。おそらくこの先には、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、経済、経営、福祉、教育や家事・育児など社会のさまざまな場面で重要な意思決定にかかわるICT管理化社会が到来する。しかし、その社会が我々にどのような影響を及ぼすかは、想像の域を出ない。我々が気づかない間に企業ロボットが社会に浸透し、人間はそれに疑問すら持たない可能性もある。

このような状況下にあつて、本研究では、ICT管理化社会を人間社会となじみのある、人間中心のICT共生社会にすることを目標に、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。

一昨年度の「工学研究 (Vol. 2)」<sup>[1]</sup>では、企業ロボットの概念として三相型の人工体を提示した。また昨年度の「工学研究 (Vol. 3)」<sup>[2]</sup>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三相型人工体の中央相に当たる「分析・管理系」について考察を行った。本稿では、人間中心のICT共生社会の観点から、企業ロボット研究へのモデリング&シミュレーション(以下、M&S)の活用の可能性について考察を行う。

### 2. 企業ロボットにおける科学技術とアートの融合の必要性

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、科学技術分野を中心とした動作系-知能系の二相からなる人工体の発展が中心といえる。さらに、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おり、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)、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、統計、アルゴリズム、ロジック、プログラムなど、科学技術を中心とした動作系-知能系の二相からなる人工体を前提としている。そこには人間の要求を分析し、その達成を導く仕組みとの関係が明示的には示されていない。言い換えると、抽象化、創造、協働、コミュニケーションなど、人間の思考を反映するアートの側面が不足している。

科学技術がICT共生社会の実現に必要であることは間違いない。しかしハード思考アプローチである科学技術のみでは、人間になじみのあるICT共生社会の実現は不可能であろう。一方で、アートはソフト思考アプローチであり、優れたマネジメントには欠かせない。しかし、膨大な情報が利用できる現在、人間中心のより良い社会を築くためには、アートだけでは不十分である。

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-知能系の二相としてきた人工体の間に、人間の思考を反映するアートの側面を考慮できる相として中央相を加えた三相型の人工体を<sup>[3]</sup>を考案した。すなわち、それぞれ人工知能、制御理論を中心として発展している知能系とセンサー等を含めた動作系に対し、それらに挟まる形の中央相として人間の思考を反映したアートの側面を取り入れることが出来る「分析・管理系」を加える構造である。この人工体スキームにより、ICT管理化社会において、より人間・社会となじみのある人工体の発展が目指せると考えている<sup>[1], [2]</sup>。

中央相に必要な人間の思考を反映する仕組みには様々な方法が考えられるが、以下では、M&Sの利用について考察を行う。

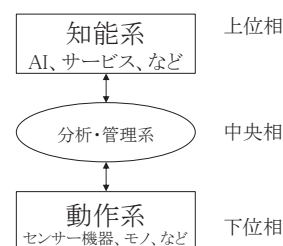


図1 人工体理論のスキーム

\*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

### 3. M&S による人間の思考の反映

M&S におけるモデリングには、抽象化、単純化、創造、ステークホルダとの協働、コミュニケーションのプロセスがあり、多くのステークホルダを巻き込みながらモデルが作られていく。作られたモデルを用いたシミュレーションでは、システムの動的かつ複雑な挙動に関する情報を収集する。その結果を統計手法、AI など、様々な数理技術を用いて分析し、管理に利用する。より良い成果を上げるためには優れたモデルの作成とシミュレーションシナリオの準備が必要であるが、そこにはアートの領域がある。すなわち M&S は、図 2 に示すように、科学技術のハード思考とアートのソフト思考の両面を併せ持っており<sup>[1]</sup>、人間の意思を反映する中央相の仕組みとして重要な役割が期待できる。

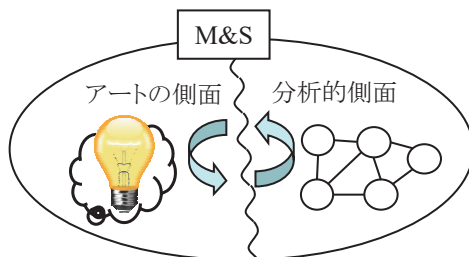


図2 モデリング&シミュレーションの構造

図3は、人工体の三相型構造に M&S の当てはめを試みたものである。この例では、動作系からの IoT データなどと知能系あるいは人間が指示するシミュレーションシナリオによりモデルを用いてシミュレーションを行い、その結果の分析に基づいて管理ための意思決定を行うことを示している。

すなわち分析・管理系では、人間の思考を反映したモデルを用いて複雑系システムの挙動データをシミュレーションにより収集し、その分析を知能系による AI、統計などの数理技術を利用しながら行う。知能系は、シミュレーション結果の分析と意思決定について、人間の判断を支援することになる。そして分析データに基づき、AI、あるいは人間が管理のための意思決定を行う。意思決定は指示として動作系伝えられ、その結果が分析・管理系に伝えられる。

このように、M&Sを三相型人工体中央相の分析・管理系に用いることで、モデリングを通じて人工体に人間の意思を取り入れた、人間社会となじみのある ICT 共生社会の実現に近づくことができる。

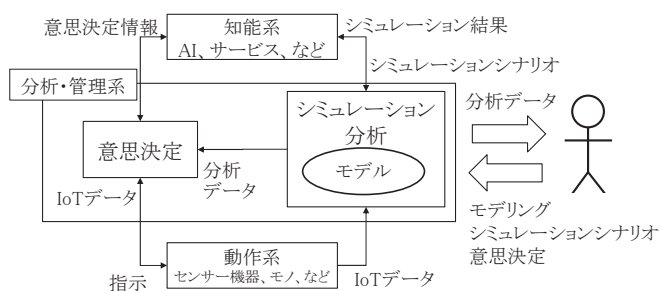


図3 三相型構造とM&Sの役割の例

### 4. これまでの研究成果

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。2019年以降の主な研究成果は、次の様に公表している。

Ishii, N. and Ohba, M., A method of supply chain evaluation based on the structure of an information network, *Procedia Manufacturing*, 39, 1501-1509 (2019).

Shiokawa, H. and Ishii, N., A Method of Collaborative Inspection Planning by Integrating a Production Planning System, *Procedia Manufacturing*, 39, 727-736 (2019).

Matsui M. and Ishii N., A Demand-to-Supply Enterprise robot and its ODICS II type for convenience store application, *Procedia Manufacturing*, 39, 381-388 (2019).

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

松井正之, 石井信明, 大戸-藤田理恵, 企業ロボットの開発 (3) : ヒューマノイド H=W 系ロボットによる企業体の新・方法&時間研究法例, 日本設備管理学会 2020 春季研究発表会, B-1.4, (電気通信大学) (2020).

松井正之, 知識社会における情報不等式問題 II —知識系ペアマップ創出, カメレオン多様性と人工体マネジメント考一, 第11回横幹連合コンファレンス, B-3-1 (2020).

松井正之, 自然対人工体のあるべき姿, 中央2重性とカメレオン基準, 第11回横幹連合コンファレンス, B-3-2 (2020).

大場允晶, 石井信明, 災害時の対応サプライチェーン情報ネットワーク価値評価, 第11回横幹連合コンファレンス, B-3-5 (2020).

### 5. まとめ

本研究では、従来の人工体が動作系と知能系の二相構造ととらえられ、それぞれが個別に先鋭化している状況に着目している。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・管理系を加えた三相構造を提案し、人工体の中央相に着目した研究を進めている。

本報では、その一端として、M&Sの活用について考察を行った。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、科学技術とアートが融合する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] 石井信明, 松井正之, 企業ロボットと分析・管理系, 神奈川大学工学研究, 3, pp.127-128 (2020).
- [3] Greenwood, A. G., A specification for effective simulation project management, *Proceedings of the 2020 Winter Simulation Conference*, 2482-2492 (2020).