

## 特集「ものづくりのデジタル化とオントロジーの活用」にあたって

長野 伸一  
((株) 東芝)

西村 悟史  
(産業技術総合研究所)

GOFAIという言葉をご存じだろうか。人工知能研究の創生期からの、知識表現や記号処理によって汎用的な知能の実現を目指していた“Good Old-Fashioned AI (古き良きAI)”を指したものである。本特集をご覧になって「まだ研究する余地はあるのか」と思われた読者は少なくないと想像する。ものづくりは人工知能技術の応用先として、その応用からのシーズの発見元として、相互の関係は深く、本誌でも過去に小特集や解説記事を掲載している [稗方 09, 富山 99]。昨今の Internet of Things を始めとするセンサ技術の発展と相まって、生産過程でのデータ取得とサイバー空間上でのそれらの連携など、インダストリー 4.0 と呼ばれる動きも見られる [Lee 15]。日本においても、新エネルギー・産業技術総合開発機構により、人工知能技術を設計に適用する研究分野の必要性が示されている [NEDO 19]。このような背景のもと、今回、ものづくりへのオントロジー活用に関する特集を企画した理由について述べる。

第一の理由は、昨今のスマート製造や CPS (Cyber-Physical System) に代表されるものづくりのデジタル化に関する最新の取組みを紹介することにある。組織の間や生産プロセスの間でデータを流通させる際に、データの形式や意味が一致しないことに起因する相互運用性の問題があり、それを解決する要素技術としてオントロジーが期待されている。オントロジーは、人工知能とシステム工学とでは捉え方に違いがある。人工知能において、オントロジーは知識表現の一つであり、人間が対象世界をどのように捉えたか (概念化したか) を明示し、概念間の関係性に着目して一貫性をもって記述する規約を提供する。一方、システム工学では、データ仕様を曖昧なく記述することに関心があり、設計部品や製品などを特徴付ける属性に着目して概念化する。産業界では情報モデルとも呼ばれ、ドイツが主導するインダストリー 4.0 など欧州のプロジェクトを中心に、システム間で交換するデータの相互運用性を実現するために、情報モデルに関する国際規格の開発が進められている。

第二の理由は、ものづくりへの応用の観点からデータ駆動型 AI と論理知識型 AI の関係を論じることにある。近年の人工知能技術は、深層学習に代表されるような、大量のデータを前提とした「データ駆動型 AI」のことを指すことが多い。データ駆動型 AI の飛躍的な発展は、

さまざまな社会・産業の分野で適用されつつある。一方で、自動運転などの説明性の求められる応用先を始めとして、人間が理解・解釈できる推論の根拠を提供するためにオントロジーや知識ベースを用いる「論理知識型 AI」が必要になるという認識も広がりつつある。ものづくりの分野に絞ってみても、第一の理由として述べたとおり、データの相互運用を実現するためのオントロジーや情報モデルが注目されている。その中で、データ駆動型 AI と論理知識型 AI がどのような関係にあるのか、今後どのような関係になるのかを、ものづくりへの AI 応用を例題に、考察するきっかけを提供する。

本特集では、「ものづくりのデジタル化とオントロジーの活用」というテーマのもとで、設計から製造、運用保守に至るものづくりのサイクルの各段階でのものづくり過程または製品のデジタル化とオントロジーの活用に関する取組みについて 5 編の解説記事を集めた。さらに、データ駆動型 AI および論理知識型 AI を研究されている専門家の方々に産学の垣根を越えてお集まりいただき、特集記事の内容をもとにした座談会を行った。

まず、來村徳信氏より、「ものづくりにおけるオントロジーとその役割」と題し、ものづくりを例としてオントロジー一般の解説と、その役割について解説をいただいた。いくつかの観点からオントロジーを分類し、国際標準の規格を含む実践例を交えた解説となっており、本分野を概観するサーベイ論文として読むこともできる。

次に、足達嘉信氏により、「建設分野における三次元情報モデルの概要」として、建物に着目し、ライフサイクル全体におけるその情報管理に利用される BIM (Building Information Modeling)、およびそのデータ規格である Information Foundation Classes (IFC) について解説をしていただいた。IFC は標準化されており、その全体像やクラス定義、それを用いて記述された建物モデルの活用方法まで記載されている。

続いて、渡辺政彦氏らにより、「組込みソフトウェア開発とオントロジー」と題し、製品の中でも組込みソフトウェアに注目した解説記事を執筆していただいた。本稿では、オントロジーおよび Semantic Web Rule Language [Horrocks 14] にて記述されたルールを、リアルタイム性と省リソース化を実現したうえで、組込みソフトウェアに適用する方法について解説されている。加

えて、その実践例として、空間移動としての自動運転システム、および介護における見守り機器での活用事例を交えて解説をいただいた。

長野伸一らより、「派生開発製品の機能構成を図解するセマンティック技術」として、ソフトウェア資産を整理する解説が続く。多品種少量生産のものづくりが求められるなか、過去の製品仕様を再利用し、プロダクトライン開発へ移行することが製品開発の効率化に求められる。この現状に対して、製品間の共通部分を特定し、再利用するために、自然言語技術とオントロジーを活用する研究動向について解説されている。

最後に、西村悟史らは、「介護現場の情報統合のためのオントロジー開発—介護機器開発への応用可能性—」と題し、ものづくりのサイクルにおける運用保守、および設計へのフィードバックを目的としたオントロジーの利用について解説した。本稿では、介護機器の利用を含む介護現場において起こる事象を収集する情報システムと、そこで得られたデータを統合する役割を担うオントロジーについて記載している。また、介護分野におけるデータ収集や統制語彙の現状についても概観した。

これらのテーマを踏まえ、座談会では、折原良平氏、高本仁志氏、小林一郎氏、西岡靖之氏、山口高平氏にお集まりいただき、長野が司会として議論を執り行った。この座談会では、オントロジーの活用事例、データの共有・流通における課題、データ駆動型 AI と論理知識型 AI の融合に関して議論いただき、学会・研究コミュニティへの期待で締め切っていた。

本特集では、オントロジー研究について詳しくない本誌の読者に対しても、「ものづくり」という誰にでも想像しやすい例題で、解説記事および座談会の議論がまとめられたと考える。また、ものづくりの産業分野の方に対しては、近年注目を集めている「データ駆動型 AI」とは毛色の少し違う「論理知識型 AI」に分類されるオントロジーという研究分野について、実際の取組みを踏まえて理解を深めていただきやすい特集になったのではないと思う。

最後に、本特集の執筆にご協力いただいた皆様に感謝いたします。

#### ◇ 参考文献 ◇

- [稗方 09] 稗方和夫, 古賀 毅, 青山和浩, 大和裕幸: 製造業で使われる人工知能技術, 人工知能学会誌, Vol. 24, No. 44, pp. 579-586 (2009)
- [Horrocks 04] Horrocks, I., Patel-Schneider, P. F., Boley, H., Tabet, S., Grosz, B. and Dean, M.: SWRL: A semantic web rule language combining OWL and RuleML, *W3C Member Submission*, Vol. 21, No. 79, pp. 1-31 (2004)
- [Lee 15] Lee, J., Bagheri, B. and Kao, H.-A.: A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems, *Manufacturing Lett.*, Vol. 3, pp. 18-23 (2015)
- [NEDO 19] 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構技術戦略研究開発センター: AIを活用したシステムデザイン(AASD) 技術分野の技術戦略策定に向けて, 技術戦略研究センターレポート, Vol. 34, pp. 1-20 (2019)
- [富山 99] 富山哲男: 小特集「エンジニアリングへの応用: 研究と現場の溝を越えて」にあたって, 人工知能学会誌, Vol. 14, No. 3, p. 384 (1999)