

社会システムの分析と人工知能技術

1303950 筑波大学 *寺野 隆雄 TERANO Takao

• Symbol systems are almost the quintessential artifacts, for adaptivity to an environment is their whole *raison d'être*. in [Simon 1982], p. 27.

• Herbert Simon is fond of arguing that the social sciences are, in fact, the "hard" sciences. in [Epstein 1996] p. vii.

1 はじめに

本稿では、社会システムの分析研究が少なくとも部分的には実験科学の方法で実行可能であること、それらに近年発展した(分散)人工知能の技術の適用が有効であること、ならびに、そこから得られる知見がORの対象とするようなきわめて実践的な問題の解決にも適用可能であることを主張する。

2 研究の動機

従来の人工知能研究の多くは、高度な意思決定支援システムに人工知能技術、特に、エキスパートシステム技術を適用するという観点からなされていた。たとえば分散人工知能の研究[石田 1996]においては、「社会に学ぶAI」をキーワードに、コンピュータ上の自律的なエージェント群があたかも人間社会のように相互に作用を及ぼしながら処理を進める形態を主要な研究対象としている。実際、社会システムは、いわゆる「複雑系」であり、その構成員もしくはエージェントは、みずから内部状態をもち、それらの相互参照によって、複雑な適応行動が創発する。

しかしながら、「現実の社会システム」を分析する手段を提供するはずの経営学や社会学の研究には、事例分析に基づいた議論[Cohen 1991]あるいは数値的手法の適用[Cyert 1963]を中心としたものが多い。「社会に学ぶ」ことを可能とし、人工知能理論の道具となりうるような精密なモデルは少ないのである。そのため、従来は社会システムの分析にあたっては、トップダウンの接近法しか手段がなかったといえる。

それに対して、「計算論的組織理論」と呼ばれるボトムアップのシミュレーションに基づく接近法が最近注目を集めている[Masuch 1992], [Epstein 1996]。ここでは、単純な機能をもつエージェント群を準備しておき、適当なパラメタ設定によって、社会システムにみられる協調、競合、流行、問題解決などの現象を説明しようとするものである。以下では、このような接近法に対して、人工知能における記号処理の手法の有効性について議論する。

3 人工システムとしての機械と組織

コンピュータシステムも人間が行動を行なう場である組織もともに人工的な存在であり、工学的設計や数理的な分析の対象となりうる。Simonのいう「人工物の科学(Sciences of Artificial)」はまさにこのような問題を対象としている。

ところが、企業経営などの非技術分野における意思決定問題や組織科学の問題は、従来のコンピュータシステムが対象にしてきた分野・タスクと比較して、はるかに定義しにくく構造が不明確である。もちろん、知識システム技術は、悪構造の問題に新しい接近方法を与えた。にもかかわらず、この手法で作られたシステムはコンピュータ上のものである限りにおいて、そのシステムの扱いうる問題は、もはや構造・定義が明確な良構造・良定義の問題になっている。

一方、組織科学の研究では、いわゆる伝統的な手法が定量的かつ定型的な情報に基づく「形式的な」分析のみを可能にするという理由で、組織行動の問題を必要以上に「意味的な」世界において議論する局面が多い。確かに、Simonの提唱した「限定的合理性(Bounded Rationality)」の問題は、人工知能を含む従来の形式的なアプローチでは扱いきれないものであった。

しかし、この十数年、著しく発展した人工知能研究の成果を、組織科学が対象とするような悪構造の問題-社会システムの問題-に対して適用し、ふたたび物理的記号システム仮説(Physical Symbol System Hypothesis)の妥当性を検討する時期がきていると考えられる。これによれば記号による対象の記述と厳密な理論展開に加えて、プログラムの実行という形での理論のシミュレーションが可能である。特に、組織科学分野において、情報の意味を積極的に扱い、組織の知識創造、学習(Organizational Knowledge Creation; Organizational Learning)のプロセス[野中 1996]をより厳密に分析するには有効である。この特質は、社会システム研究に、新たな道具を提供できる可能性が極めて高い。

4 社会システムの分析に適用可能な人工知能技術

我々が利用可能な人工知能技術には次のようなものが挙げられる。

エージェント技術による構成員の実現

エキスパートシステムの手法によれば、社会システムの構成員の問題解決知識と問題解決能力とを知識ベース、推論機構という形式で自由に設計でき、しかも、エージェントが環境と相互作用を行うことによって、問題解決能力の向上、または、組織体そのものの問題解決能力の向上をはかるようなシステムの実現が可能となる。

分散・協調問題解決機能の実現

モデルに与えられる問題は、個々の構成員のみで解決できるものであっては、「社会システム」を対象としている意味がない。したがって、エージェントは、ある程度の問題解決能力を持ち、自ら解決できない問題に遭遇したときに他と協調する仕組みが必要である。このためには、対象問題に対する知識、他エージェントの内部状態を参照する知識、情報交換を行うための知識などが重要となる。しかし、これらには計算可能性の問題が付随しており統一的な解決法は存在しない。

データ主導型学習と知識主導型学習の適用

とくに組織学習の概念を分析する上では、個々のエージェントは十分知的な能力を持つと仮定することが自然である。エージェント単独では、与えられた問題の範囲でデータ主導型の学習を行ない、協調問題解決時には知識主導型学習を行なう能力をもつことが望ましい。

エージェントシステムに対する発展的計算手法の適用

遺伝的アルゴリズム [Goldberg 1989] に代表される発展的計算手法は、OR分野においてはメタヒューリスティックの一種と考えられている。しかし複数の内部状態をもつ主体からなる複雑系 (Poly-agent system) の様々な (知的な) 行為を模擬する上では、これらの発展的計算手法は、生成検査法と大域的探索とをサポートするために重要な役割を果たす。

5 おわりに

我々が、人工知能技術を社会システムに適用しようという研究を開始するきっかけとなったのは、数年前「組織学習」という用語に触れ、それと、「機械学習」との関連を考え始めたことによる。以来、いくつかの「操作的な」モデルの開発と分析を行ってきた [寺野 1995], [Aiba 1996], [幡鎌 1996], [Hatakama 1996]。

しかしこれらは単にコンピュータでモデルを作成しシミュレーション分析を行うというアプローチではない。実際、最近になって、ここで得られた知見が実際の問題解決に有効な事例が見出され、その中には、いわゆる専門家の能力をしのごく結果を得たものもある

[Terano 1996], [高玉 1996]。詳しくは引用した論文を参照されたい。

社会システムに対する実験的なアプローチはまだ始まったばかりである。興味をもつ方々の参加を期待したい。

参考文献

- [Aiba 1996] Aiba, H., Terano, T.: A Computational Model for Distributed Knowledge Systems with Learning Mechanisms, *Expert Systems with Applications*, Vol. 10, No. 3/4, pp.417-427, 1996.
- [Cohen 1991] Cohen, M.D., Sproull, L.S. (eds.): Special Issue: Organizational Learning: Papers in Honor of (and by) James G. March. *Organization Science*, Vol. 2, No.1, 1991.
- [Cyert 1963] Cyert, R.M., March, J.G.: *A Behavioral Theory of the Firm*. Prentice-Hall, 1963.
- [Epstein 1996] Epstein, J. M., Axtell, R.: *Growing Artificial Societies - Social Science from the Bottom*. MIT Press, 1996.
- [Goldberg 1989] Goldberg, D. E.: *Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning*. Addison-Wesley, 1989.
- [Hatakama 1996] Hatakama, H., Terano, T.: A Multi-Agent Model of Organizational Intellectual Activities for Knowledge Management. Schreinemakers, J. F. (ed.): *Knowledge Management - Organization, Competence and Methodology*, Ergon Verlag, pp. 143-155, 1996.
- [幡鎌 1996] 幡鎌 博, 寺野隆雄: 組織における知識活動のマルチエージェントモデル - 知識重視型経営手法・CSCW・組織学習の統合をめざして - 経営情報学会誌, Vol.5, No. 2, pp. 41-62, 1996.
- [石田 1996] 石田亨, 片桐恭弘, 桑原和宏: 「分散人工知能」コロナ社, 1996.
- [Masuch 1992] Masuch, M., Warglien, M. (eds.): *Artificial Intelligence in Organization and Management Theory*. North-Holland, 1992.
- [野中, 1996] 野中郁次郎, 竹内広高 (梅本勝博 (訳)): 「知識創造企業」東洋経済新報社, 402 pp., 1996.
- [Russel 1995] Russell, S., Norvig, P.: *Artificial Intelligence - A Modern Approach*. Prentice-Hall, 1995.
- [Simon 1982] Simon, H.A.: *The Sciences of the Artificial, 2nd Edition*. MIT-Press, 1982.
- [高玉 1997] 玉圭樹, 中須賀真一, 寺野隆雄: 組織学習指向型分類子システム. 人工知能学会全国大会 (第 11 回) 論文集, 07-04, pp. 201-204, 1997.
- [寺野 1995] 寺野隆雄: ネットワーク上の分散知能. in 高木, 木嶋, 出口 (他): 「マルチメディア時代の人間と社会 - ポリエージェントソサエティ -」日科技連出版社, シリーズ・社会科学のフロンティア 1, (5 章), pp. 151-183, 1995.
- [寺野 1996] 寺野隆雄: 社会情報システム学と人工知能理論. 太田 (他): 「社会情報システム学・序説 - 2100年メディア生起への旅 -」富士通ブックス, (7 章), pp. 143-159. 1996 年 1 月.
- [Terano 1996] Takao Terano, Satoru Oikawa: Genetic Algorithm-Based Feature Selection in Multiple Inductive Learning Agents. *Proc. 4th Int. Workshop on Rough Sets, Fuzzy Sets, and Machine Discovery*, pp. 347-352, 1996.