

# 書 評



生天目 章 (著)

## マルチエージェントと複雑系

森北出版, 1998年, 3800円 (税別)

ISBN 4-627-82561-7

「多数の自律主体 (エージェント) 間の相互作用に埋め込まれた特性にはどのようなものがあるのだろうか? また, その特性を利用することによって, 集団 (マルチエージェント) 全体の行動をコントロールすることは可能であろうか?」

会社組織の管理職やマルチエージェント・システムの設計者なら, 一度はこのような疑問を感じたはずである。しかし, 複雑系には「個人と集団の目的の重みによる行動の差異」や「エージェント数による集団利得の変化」などさまざまなレベルや種類の特性が存在するだけでなく, それらが相互に絡み合っているため, どの特性がどのような効果を示すのかがはっきり特定されていない。そのため, これといった解法もなく困っているのも現状であろう。本書は, その「もやもや」を取り払ってくれる数少ない本のうちの1つである。特に, 人工知能, ゲーム理論, 意志決定理論, 経済学, 経営学などの諸分野から題材を取得し, 複雑系の立場から, 冒頭のチャレンジングな問いに対して真向から答えている。

それでは, どのように上記の問いに対して答えているかを以下の目次を通して見ていくことにしよう。

- 第1章 マルチエージェント論
- 第2章 エージェントの合理的な行為
- 第3章 連続的な相互依存行為
- 第4章 集合行為の操作
- 第5章 集合行為の自己組織性
- 第6章 離散的な相互依存行為
- 第7章 相互作用行為としての知識取引
- 第8章 マルチエージェントの非合理性
- 第9章 動的な相互作用と複雑系
- 第10章 集散的な相互作用と複雑系
- 第11章 複雑系と創発的知能

まず, 第1章では本書が対象とする複雑系を定義し, その系の中で必要となるマルチエージェント論の背景や基本的なアプローチを述べている。特に, 次章以降で必要になる概念 (たとえば, 集合行為, 均衡解, 個人/集団合理性, 私的/共有知識, 利得 (効用), 戦略, 利己/利他的など) を具体的な例題を通して説明している。

次に, 第2章では本書で扱うエージェントの機能と構成について説明し, 次の3つの要素を持つ主体を自律エージェントとして扱っている: (1) 自己の目的とその目的の

達成レベルを定量的に評価する機構 (本書では効用関数), (2) 目的を実現するために必要な知識や推論機構, (3) 環境の変化に適応するための学習機構。また, このような自律エージェント単体や集団が自己あるいは集団の利得 (効用) を最適にする行為を合理的行為と定義し, この合理性をベースに次章以降を展開している。

第3章ではエージェントレベルで合理性を満たす均衡解 (競争解) と集団レベルで合理性を満たす均衡解 (協調解) を具体的に計算し, それらが異なることを示す。そして, この差異から各エージェントは個人と集団としての一員の間でさまざまなジレンマを感じることを説明している。

第4章では個人の合理性を満たす (利己的) エージェント集団の行動は全体から見て最適でないことを示し, これらをどのように工夫すれば良いかという操作法について議論する。具体的には, エージェント間の競争の度合, エージェント数の変化, 組織の階層化が集団全体の効用に影響を与えることを示す。

前章では利己的エージェント集団の行動をいかに望ましいものに変更するかを議論したが, 第5章ではそれらのエージェントを外部から操作しなくても, 各エージェントが他のエージェントに対する自己の行為の影響を考慮するだけで集団全体にとって望ましい解に収束することを示す。

第6章では各エージェント行動が互いの利得 (効用) に影響を与える相互依存的状态を想定し, 相手と競合する場合と相手との共通利得がある場合の均衡点をそれぞれ模索する。特に, 前者では自分の利得だけを考慮し, 後者では相手の利得を考慮して自己の行動を決定することによって均衡点が見出される。

第7章ではエージェント間で知識を取引きする相互作用に焦点を当てる。特に, 異なる取引き条件のもとで各エージェントの合理的な取引き戦略 (行動) をそれぞれ求め, 高い価値の知識を取引きするための条件について明らかにする。

第8章ではエージェント間で共通の目的を持っていたとしても, 集団全体として最適な行動が達成されないジレンマを説明し, このジレンマを引き起こす行動が各エージェントの内部属性 (自分だけ有利になろうとする動機) に大きく依存することを示す。

そして, 第9章では社会性 (これによって利己的か利他的かが決まる) の概念を導入し, その影響を調査する。この章も第7章と同様の知識の取引きを想定し, エージェント全体で保有する共通知識, 各エージェントの私的 (固有) 知識を用いて社会性を議論する。

第10章では種々の社会性を扱い, ある集団の中で特定の社会性を持つエージェントを入れ換えたり加えたりするだけで, 集団全体の行動をまったく新しいものに変更できることを示す。

最後に, 第11章では今までの章をまとめ, 今後の展開を示している。ここで注目すべき点は「感情」という観点

が集団全体の行動に大きな影響を与えることを示唆しているだけでなく、これを実際の課題として挙げている点である。つまり、本書は社会性など数式で表現することが難しいものも数式で扱っているが、さらに「感情」まで扱おうとしているのである。どのような結果が出るのかが、今後、非常に楽しみである（著者の最近の研究を追っていく必要があるだろう）。

以上より、本書は利得（効用）に基づくエージェントという切口ではあるが、これらをベースにしたマルチエージェントの特性を整理し、冒頭の問いに答えていると言える。たとえば、エージェント間の競争度合の変化による集

団利得の向上（第4章）、自己行為の影響の考慮による集団利得の向上（第5章）、知識取引における高価値知識の取得条件（第7章）、社会性を持つエージェントの投入による集団行為の変更（第10章）などが挙げられる。もちろん、本書で扱った切口以外でもマルチエージェントの特性は整理可能であるが、複雑系、マルチエージェント系に興味を持つ人には良書と言える。

〔高玉圭樹／（株）ATR 人間情報通信研究所〕

編集者注：本誌の印刷スケジュールの都合により異なる号での掲載となりましたが、前号にも同一書籍に対する書評が掲載されております。両書評を比較していただき、参考にしていただけたらと思います。

## おひいすらん

今月から新しい年度に入りました。正月が私達の精神的な節目の時期であるのに対して、4月は国や多くの会社にとってと同じく、当会にとっての新しい事業年度のスタートに当たります。皆様の一層の活発なご参加とご支援をどうぞよろしくお願いいたします。事務局員一同も会員の皆様により充実したサービスをご提供できるようがんばって参ります。

昨年度は当会にとっていろいろ実り多い年でした。例えば出版関係だけに目をやっても、まず会員の皆様にお届けしているこの会誌の編集が一新されました。皆様にはより親しみやすいものになったことと思います。論文誌では、研究会論文誌の発刊が開始されました。基幹論文誌の方も査読期間が短縮され、そのせいか掲載論文数が大幅に増加しました。また、会員の皆様にはまだ公開はされていませんが、会誌と論文誌をweb上で購読できるようにするという準備も着々と進んでおります。さらに、長年準備を続けてきた英文図書「日本のIT技術シリーズ」の第1、2巻が発行されるに至りました。

さて、今年度はどのような事業が展開されるかは、厳密には5月20日の総会での承認を待たねばなりません。あえて1つだけ挙げるとすれば当会の憲法である定款の改訂です。どのように改訂されるかは1月号の会告にご紹介してありますが、第2章の目的および事業の部分が当会のこれからの進路に対する決意を表しているといえます。すなわち、情報処理から情報技術への活動範囲の拡大、産業への寄与の明記、国際活動のIFIP以外への拡大などです。具体的な事業の展開を期待してください。

さて、私事になりはなはだ恐縮ですが、今月から私が学会事務局に入って2年目に入ります。そこで、事務局の側から見た学会ということについて一言述べてみたいと思います。会員として学会を見た場合には、私も40年の経験がありますが、やはり技術の成果が関心の中心だったと思います。若い頃は自分の仕事を発表し、年をとると後輩

のために研究発表の場を作るといった立場の変化はありませんが、技術を磨く場としての学会という見方は共通していたと思います。それに対し事務局員になりますと、学会を事業の場として見るようになっていきます。事務局員は技術の専門家でなく、学会から給料をもらっているのですから、これは当然といえば当然のことです。事業にとって大切なのはCustomer Satisfaction すなわちCSですが、学会も会員の皆様にとってのCSを重視して運営してゆく必要があります。40年の歴史を持っている当会ですから、すでに十分考え尽くされていることかもしれませんが、技術が進歩し学会の置かれている環境が変化すれば、CSも当然変わります。当会の会員の約7割が企業の会員であり、大メーカー以外にも新しいアイデアを持って参入してくるベンチャー企業がどんどん誕生してくることを考えると、企業の人、特に当会の名前も聞いたことのない新しい事業分野の人にとってのCSは何かを明確にしてゆく余地があります。考えますに、当会は情報処理産業に携わる人たちに対し、職業人としての資格、生活を維持発展することに貢献してゆくことがCSにつながるのではないのでしょうか。その1つは、教育です。たとえ学校での技術教育が即戦力的なものに改革されたとしても、それは到底その後の30年なり40年通用するものではなく、生涯にわたっての教育が必要です。我が国でも終身雇用が崩れて行く中で、生涯教育という面で当会が会員の皆様の頼りになる存在になることがCSの1つかと考えます。

ある講演会で工学院大学の橋本秀雄先生が、工学部は工学（という学問）の部と読むべきではなく、工（すなわちエンジニア）の学部と読むべきことのお話をされました。当会も、情報処理学会の会ではなく、情報処理（技術者）の学会を目指すことが今後の課題でしょう。と、こんなことを1年経った今考えています。

（柳川隆之／事務局長）