

## 特集「エージェント」にあたって

服部 宏充

(京都大学大学院情報学研究科)

栗原 聡

(電気通信大学大学院情報システム学研究科)

3.11 東日本大震災において中央集権的な情報システムのぜい弱性が露呈し、自律分散システムへの注目が高まりつつあることや、あらゆる人とモノのネットワーク化の加速によるさまざまな社会情報システムの大規模複雑化など、「自律性」と「ネットワーク」が重要なキーワードとなりつつある現在において、エージェントはこれらのキーワードに極めて近い重要な研究分野である。複数のエージェントが互いに協調・競合しつつ全体としてのタスクを達成する枠組みであり、協調メカニズムや協調ネットワークなど、研究テーマは多岐にわたる。また、ロボットなどのデバイスと人との自然な対話やインタラクション関係の構築を目指した研究においても、デバイス上に実装されるシステムは自律性を有し、当該研究分野はヒューマンエージェントインタラクション研究分野と密接な関係がある。まさに、エージェント技術は、これからの情報社会システムの基盤を支える要素技術であり、このタイミングで最新の研究動向を把握しておくことは極めて重要である。その中、今回本誌において、情報処理の代行やその支援、自律的・協調的な問題解決、インターネット情報検索や統合など広範な分野における基盤技術としてのエージェント研究の現在の状況を、エージェント研究に携わるアクティブな研究者の方々に解説していただく機会を得ることができたことは極めて感慨深い。以下が各解説の概要である。

- 伊藤らによる「未来の社会を支えるマルチエージェントシステム研究 (1) (2)」では、国際会議 AAMAS, PRIMA, 国内ワークショップ JAWS, その他の国際会議での研究発表を中心に、エージェントとマルチエージェントに関する研究のトレンド、今後の展開、産業展開、日本と世界の比較、他分野での動向について俯瞰的なサーベイを示す。理論と応用の研究について AAMAS, PRIMA, JAWS のトレンドを紹介する。そこから今後の展開や産業展開について紹介する。次に、日本、米国、欧州での研究トレンドの比較を行う。そして、ほかの工学分野（例えば、電力分野および土木交通について）でのマルチエージェントシステムの研究動向について紹介する。現在開催されている関連の国際

会議・ワークショップに関して網羅的に紹介し、特徴を明らかにする。

- 平山らによる「制約充足や最適化に関するエージェント研究の最近の動向」では、マルチエージェントシステムにおける分散協調問題解決の枠組みの一つである分散制約充足および分散最適化の最近の動向を解説する。分散制約充足問題 (DisCSP: Distributed Constraint Satisfaction Problem) は制約充足問題における変数や制約が複数のエージェントに分散された問題であり、いわゆる分散問題解決の基本問題として MAS の分野では比較的古くから研究されている。また、近年では、主に応用上の要請およびハードウェアの計算性能向上を要因として、制約を充足するだけでなく目的関数値の最適化を目指す分散最適化問題の研究が盛んであり、そこでは AI の探索手法だけでなく、数理計画手法などを取り入れたさまざまな解法が提案されている。本稿では、まず、DisCSP の定式化と解法を紹介し、次に DisCSP を最適化に拡張した分散制約最適化問題 (DCOP: Distributed Constraint Optimization Problem) の定式化と代表的な解法を紹介する。さらに、代表的な整数計画問題の一つである一般化割当問題を分散環境に拡張した一般化相互割当問題 (GMAP: Generalized Mutual Assignment Problem) とそれに対する双対分解法の基本アイデアを紹介する。
- 岩崎らによる「ゲーム理論・メカニズムデザインに関する研究動向」では、組合せオークションやマッチングに代表されるメカニズムデザインに関する研究の最近の動向に加えて、防犯・警備などのセキュリティ問題に対するゲーム理論の新しい応用について概説する。メカニズムデザインとは、あるルール (メカニズム) のもとでの利己的なプレーヤの集団の振舞いの分析や、社会的に望ましい結果を達成するメカニズムの設計のための理論である。なかでも、現実からの要請に基づく目的を達成するためのメカニズムデザインは、マーケットデザインとも呼ばれ、2012 年のノーベル経済学賞がマーケットデザイン

の理論と実践に対して与えられている。また、防犯・警備などのセキュリティ問題へのゲーム理論の応用であるセキュリティゲームは、国際会議 AAMAS を発祥とするゲーム理論の実践例として注目を集めている。特に公共施設の警備に関するセキュリティゲームは、ロサンゼルス国際空港の警備計画に実際に用いられるなど、目覚ましい成果をあげている。

- 山本らによる「ソーシャルメディアにおけるエージェント技術」では、エージェントシミュレーションを用いたソーシャルメディアの研究動向について、ゲーム理論などを用いたソーシャルメディアの性質を理解するための分析的シミュレーションやソーシャルメディア設計のためのシミュレーション手法を紹介する。分析的シミュレーションの枠組みでは、ソーシャルメディアを公共財と捉えた分析が有力である。従来の社会における規範維持のメカニズムとソーシャルメディア上の規範維持のメカニズムに、どのような相違点・一致点があるのだろうか。また、その違いはソーシャルメディアを設計する際にどのように考慮されるべきであろうか。この問題に対して、本稿では一般化メタ規範ゲームという統一的な枠組みを提案することで、ソーシャルメディアの公共空間としての特徴を概説する。設計のためのシミュレーションにの枠組みでは、Q&Aサイトを事例として取り上げ、人々がソーシャルメディアのコンテンツ作成に貢献するために有効となる報酬制度の在り方に関して概説する。Wikipedia や Q&A サイトは、参加者が自らの知識を他者に提供することで成立しているため、参加者にとってどのような動機を提供するかが大きな設計課題となる。その一つの解として、適切な報酬制度の設計があげられる。交換される知識の性質や参加者の多様性によって、望ましい報酬制度がどのように変化するのかを紹介する。
- 大澤による「ヒューマンエージェントインタラクションの研究動向」では、ヒューマンエージェントインタラクション (HAI) 研究を構成するポリシー、研究の歩み、そして最新の研究動向について述べる。HAI は、人とエージェントとのインタラクションを扱う研究分野であり、人間とエージェントとのイ

ンタラクシオンデザインや、エージェントのアピランス・機能のデザイン、人と人、人とエージェントとの関係性のデザインなどを取り扱う研究分野である。人工知能、認知科学、バーチャルエージェント、ロボティクスなどの関連研究を横断する学際的な研究分野であり、関連分野での先駆的な研究、7年間にわたる国内シンポジウムを経て、来年には初の国際会議が開催される予定である。

- 我々担当編集者による「エージェント研究におけるシミュレーション」では、シミュレーションの観点からエージェント研究分野を俯瞰する。近年のエージェントシミュレーション技法は、クラウドやスーパーコンピュータによる大規模化の方向と、限られた計算資源において対象とする実問題に依存した独特のモデル化による対応、また、構成論型のアプローチなど、特徴的な取組みに分化しつつある。適用範囲も ITS, スマートグリッド, 電子市場, など多岐にわたっており、本稿ではそれぞれの取組みにおける基本的な考え方を解説するとともに、合わせて具体的な研究例を紹介する。
- 石川らによる「関連分野から見たエージェント技術」では、産業界の取組みも強い領域であるサービスコンピューティング領域に注目し、エージェント技術との関連、その応用についての歴史や展望を論じる。自律性や社会性といった特性を追求するエージェント技術は、さまざまな領域において有用であると考えられ、明示的あるいは暗黙的に活用されている。いずれも、国内の代表的な研究者に執筆いただくことができ、充実した特集を組むことができたことと自負している。この場を借りて執筆者および関係者各位に感謝する。また、エージェント研究分野の国内における交流の場として、日本ソフトウェア科学会「マルチエージェントと協調計算」研究会、電子情報通信学会「人工知能と知識処理」研究会、情報処理学会「知能システム」研究会、本学会「データ指向構成マイニングとシミュレーション」研究会、IEEE Computer Society Japan Chapter が協同で開催する学会横断的なイベントである JAWS (Joint Agent Workshops and Symposium) が毎年開催されており、2013 年は 9 月に南紀白浜にて開催予定である。ぜひ JAWS の動向についても注目していただきたい。