

社会指向型の新生産システム

1. はじめに

近年の生産のグローバル化や多様化する消費者ニーズに対応するために、合理性とロバスト性をあわせ持つ生産システムへの期待が高まっている。このような生産システムを実現する際に、基本的で重要となる技術課題に資源配分問題が挙げられる。これは、たとえば生産計画とは、さまざまな粒度のタイムスロットに工場リソースと製品を適切に配分する問題であり、ERP（企業資源計画）システムの機能とは、各業務に対し企業内リソース（人、モノ、金）を適材適所に配分することとらえることができる。

いっぽう、社会科学の基本的な考え方は、それぞれの学理が対象とする社会における社会厚生（あるいは効率化）を目指すものであり、たとえば経済学は、対象とする経済市場において富と財の合理的な配分を考えるものである⁽¹⁾。したがって、社会科学における資源配分の考え方を工学へ融合することにより、新しい資源配分メカニズムの導出が可能となり、さらにこの社会性を生産システムへ取り入れることで、最適性とともなロバスト性をも有する新しい生産システムの実現が可能になると考えられる。

本稿では、社会指向型の次世代生産システムを実現するしくみとして、マルチエージェントアプローチの適用について、筆者らの取り組みを中心にそのいくつかを紹介する。

2. 社会指向型生産システム

生産システム全体の効率性を実現するためには、さまざまな状況でも効率よくまた柔軟に適應できるようなシステム理論を考える必要があり、そのような特徴を持つものを追求していくと、われわれ人間が生活する社会モデルにたどり着く。人間は、外からの要因で変化していきながら、何かを経験すると賢くなり適應的に振る舞う。われわれの住む社会は確かに無駄も多いけれども、さまざまなものに対し社会を構成する意思決定主体（人間）がお互いにインタラクションを行い適應的に反応しながら、どのような状況においても何とかうまく成り立っていく。

そういう社会モデルが持っている頑健性や効率性をシステムに実現させる一例として、理論で構成されている経済学の考え方をシステム論に取り入れることが考えられる。この経済理論に従うシステム理論を展開する際に、われわれはマルチエージェントシステムを利用しており、経済学で証明されているとおり、社会的交渉の結果として社会全体の効率性を最大化する最適解（厳密にはパレート最適解）を得ることが可能となる⁽²⁾。さらに、この考えを生産スケジューリング問題へ適用し、従来法よりも優れた結果を短時間で求めることができることを確認した⁽³⁾。

また、ディスプレイオークションという手法では、それぞれの要素における意思決定は単純であるが、要求に従い交渉を繰り返すことによって徐々に秩序が形成されロバストな生産が可能となる⁽⁴⁾。これは、最適性よりも先に述べた社会のもつ頑健性や自律分散性を利用するアプローチである。このように、社会科学における考え方を工学へ融合させることで、新しいシステム理論が展開できる。そしてこの概念を、人間系に含まれる代表的な分野である生産システムへ適用することはとても親和性が高く有効であると考えられる。

このように、人間くささが自然に表現される社会指向型生産システムの考え方は、筆者らのグループの研究により、少しずつその有用性が認識されるようになってきている。たとえば、人間系の生産ラインにおける機械加工ラインのスケジューリング自動化を検討する上で、人間の交渉の仕方を模した形でシステム化し、さらにその効率を上げていくことを検討することは、現場にもわかりやすく素直に受け入れやすい。これも社会指向型生産システムの大きな特徴である。

3. 実仮想融合型生産システム

ここで説明した社会指向型生産システムを実世界に展開するうえで、われわれは実仮想融合型の生産システムを提案している（図1）。これは、実生産システムと計算機内に構築された社

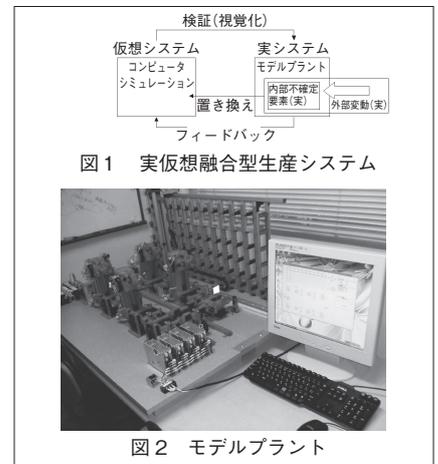


図1 実仮想融合型生産システム

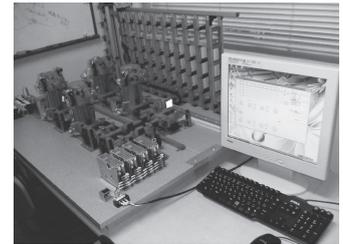


図2 モデルプラント

会性を有する生産シミュレータ（仮想生産システム）が相互にインタラクションを行うことで、さまざまな環境の変化に対し、社会性を利用した交渉行為の結果として、自律的・適應的に対応できる生産システムを狙ったものである。図2に、われわれが実システムとして利用しているドイツFischertechnik社のモデルプラントを示す。このモデルプラントは、実ラインと同等のセンサ、アクチュエータ、シーケンス制御系を有しており、実仮想融合実験が可能である。

4. おわりに

本稿では、社会指向型生産システムの概要、およびその実装例として実仮想融合型の生産システムを紹介した。従来より自律分散型生産システムの考え方は提案されてきたが、ここに示す社会指向型生産システムは、理論だけにとどまらず、実用性も兼ね備えた新しい概念と考えられる。

（原稿受付 2008年3月18日）

〔貝原俊也 神戸大学〕

●文献

- (1) たとえば、奥野正寛・ほか、ミクロ経済学Ⅰ/Ⅱ、(1985)、岩波書店。
- (2) 貝原俊也・藤井 進・吉村徳泰、ワルラス型仮想市場の均衡解に対するパレート最適性の検証、システム制御情報学会論文誌、17-10 (2004)、444-450。
- (3) 貝原俊也・藤井 進・松永祐樹、完全競争市場下における市場指向プログラミングの単一工程並列機械生産スケジューリング問題への適用、日本機械学会生産システム部門講演会2006講演論文集、(2006-6)、43-44。
- (4) 貝原俊也・藤井 進・指尾健太郎・藤本智子、格子型機械配置生産システムにおける自律的レイアウト創成機能に関する研究、精密工学会誌、73-868 (2007)、481-486。