

装置系での生産スケジューリングの実現

01011280 Ike Ltd. *池ノ上 晋 IKENOUYE Susumu
01013150 富士通総研 大西 真人 OHNISHI Makoto

1. はじめに

スケジューリング作業の自動化や最適化は従来よりOR技術の大きな目標である。最近現実の世界に適應するべく世界中でソフトウェアパッケージとして数理計画法等を利用した製品が発表されてきた。石油や化学産業などの装置系でのスケジューリングシステムの実現（開発）への取り組みについて述べる。

2. 装置系産業のスケジューリング

石油や化学等の装置系産業は原料の海外依存度が高く、製品販売の流れとの調和を大規模な工場の生産管理の中でこなしている。そこにスケジューリングシステムの必要性があり、従来から業務システムの垂直水平のシームレス、自動化、最適化についての努力がなされている。そこでは実際の生産活動のベストタイミングを追求し、業務自体の合理化と共に機会利益の追求をしている。全社管理業務の中で複数種類のスケジューリング業務が階層的に行われているのが現状である（図1）。

3. スケジューリングシステム開発へ

スケジューリングシステムの開発に向けて、全体の管理システムの中の位置付けや、スケジューリング対象の切り出し、制約条件の種類や深さ、重さ、優先度などを解析する。また計画結果の評価の方法を定め、システムが持つべき存在意義を全体として事前に議論する（図2）。この事前分析は、他のシステムと同様に、実用システムとして開発していく際に不可欠な作業である。特に最適化を標榜する際には十分に議論する必要がある、ある程度の理想系の姿を意識し具体的な開発目標を定めていく必要がある（図3）。

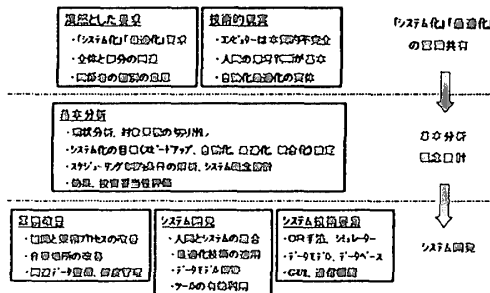


図2 システム構築への手順

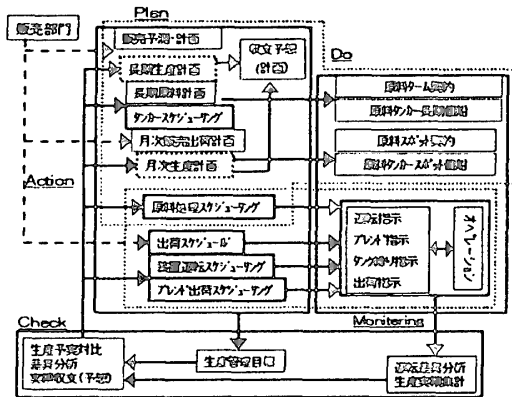


図1 階層的スケジューリング業務

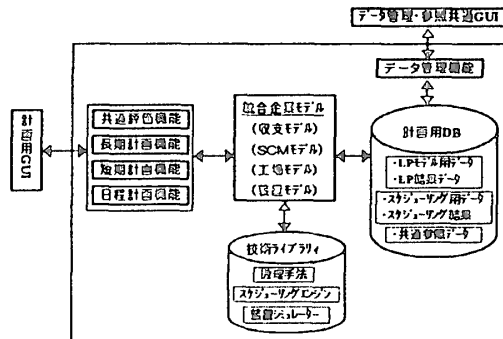


図3 統計計画環境におけるスケジューリングシステムのイメージ

4. 装置系スケジューリングシステムの実際

装置産業のスケジューリング機能の特徴は、「選択組合せ・順序決定・数値計算」問題である。そこには、原料輸入の量やタンクの順序、生産設備への投入の順序と量などの内容が含まれている。そこでは、生産量の最大化や段取り時間の最小化などを目指している。

従来、この分野では計画作成支援機能を中心としたシステムが多く稼動している。最適化を目指した挑戦も多くなされたが、現時点では、制約条件の変化やモデルの改造などに柔軟に対応し、安定した計算速度を維持することは困難である。一般使用者には特殊なモデルやアルゴリズムへの違和感もまだ存在している。

混合整数計画法を直接利用したソフトウェアパッケージも発売されているが、柔軟性と応答速度の点で十分なものではない。一方で、装置の入り出の数量バランス、タンクの在庫変化、混合比のLPなどを組み込んだスケジューリングシミュレータが製品化、実用化されている。

最新のハードウェア環境ではかなりの最適化の計算が行えるようになり(図4)、更に他の手法、制約論理やシミュレーション理論と組み合わせることも十分に考えられる時代になっている。

<p>化学工場の樹脂連続生産装置の運転計画スケジューラ・プロトタイプ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・計画期間: 30日(最小単位は1日) ・装置数: 3 ・製品数: 8 ・目的: 総費用(段取替え費用+生産費用+在庫費用)最小化 ・制約: 作業時間上限、段取替え回数上限等 ・混合整数計画法で定式化 ・OPLでモデル化し、CPLEXで求解 ・変数: 6392(うち0-1変数: 5702)、制約式: 9470 ・Pentium4 1.4GHzメモリ512MBでCPU Time 約5分 ・汎用パッケージで解けるサイズはこの程度が限界 ・それ以上の場合は、問題依存の工夫が必要

図4 最適化計算のサイズ例

5. 今後へ

(1) 開発の方法論の議論

スケジューリングシステムは本質的に人間の思考作業を支援するものであり、この特徴に即した開発のステップが必要であると考えられる。担当者の思考とそれ以外の制約条件を十分に解析する手順を洗練したい。その解析の結果を見ながらOR技術の具体的な応用を考えていく(図5)。

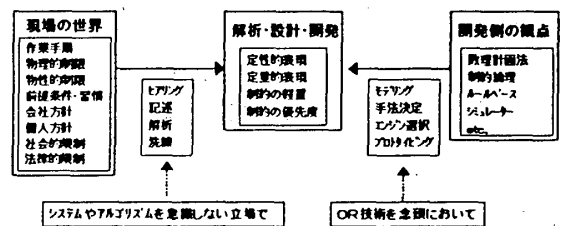


図5 「制約」の捕え方

(2) 実用性の追求

実用的には、使用者側からみるとアルゴリズムやモデリングの内容は表には出なくても「高速高度制約充足型スケジューリングシミュレータ」が強く求められている。ORの要素技術は現時点でもすでに十分にこの要望に答えられるので、現実的で具体的な対象と環境の中で努力を続けたい。

参考文献

- [1]草刈君子、宮崎知明、池ノ上晋、原油タンクスケジューリングへの適用～数理計画法による定式化～、1995年日本OR学会秋季研究発表会アブストラクト集。
- [2]池ノ上晋、黒田寿男、田村禎只、高瀬裕司、宮崎知明、計画業務の一元化を目指した統合生産計画システム(計画立案環境)、1999年日本OR学会春季研究発表会アブストラクト集。