

3F-5

製品出荷トラック配車組エキスパートシステム

入月克巳, 福村 聡

川崎製鉄㈱

1. はじめに

生産管理に代表される製鉄所のシステム化は、情報技術の進展を背景として複雑な判断・意思決定を含む業務サポートへと範囲を拡げている。特に最近では生産管理において顧客の多様なニーズへの迅速な対応が必要とされており、きめの細かい計画機能を持つ事を狙いとしたシステム開発が指向されてきた。

従来から計画問題のシステム化手法としてORがあるが、現実の問題への適用、特に詳細度を要求される問題では限界がある。すなわち、総じてこれらの問題は、多数の制約条件を満たし、ある評価指標で良好な組合せを多数の組合せの中から選ぶ“組合せ最適化問題”として定式化できるが、手順的な方法では組合せの探索が困難であり実用時間の解決が不可能であることが多い。

我々はこのような業務のシステム化方策として、エキスパートシステムが有効であると認識している。すなわち熟練計画者は効率の良い手順とそれで行き詰まった際の試行錯誤を効率よく行っており、このノウハウを活用する事によりシステム化が可能と考える。

製鉄所の製品出荷トラックの日次作業計画立案のエキスパートシステム構築において、組合せ問題の中で“多重世界機構^[1]”を用いた試行錯誤処理を実現した。当論文では、多重世界機構をいかに有効に利用し実用問題に適用したかを中心に述べる。

2. 問題の概要

製品出荷トラック配車組とは、出荷品の情報に基づいて出荷用のトラックの一日の作業スケジュールを決定する業務である。つまり出荷品を適当な出荷ロット単位に編成し、適切なトラックに割り当て、その作業時刻を決める事である。問題をモデル化して捉えると以下ようになる。

(1)前提条件

①出荷品

- ・輸送すべき出荷品は出荷日の前日に決まる。属性は、納入先、納入時刻、重量、形状、寸法、積み姿指定など
- ・納入先に関する属性として、作業時間帯、輸送トラックタイプの制限など

②トラック

- ・登録車両のうち、補修などで使用できないものや使用時間帯の制限があるものがある。属性は、積載可能能力、荷台形状、車両形状、車両寸法等

③問題の規模

- ・対象出荷品数： 400～800 (個)
- ・対象トラック数： 80～100 (台)
- ・便数： 140～150 (便) (トラック平均約1.5回転/日)

(2)制約条件

出荷品とその納入先、トラック、タイミング(時間)の4つの要素相互間に制約条件が存在する。

区分	制約条件の例
出荷品:タイミング	納入時間を守る
出荷品:トラック	出荷品の荷姿が**ならば、荷台形状が**のタイプのトラックでは輸送できず、**のタイプが望ましい
納入先:トラック	納入先**には**m以上のトラックは入れない。
納入先:タイミング	納入先**は作業時間帯**の間に到着する。
トラック:タイミング	トラック**は前日に遠距離輸送をしているので、当日は遠距離輸送不可

(3)評価項目

- ・トラックの積載率を上げる
(積載率) = (積載重量) / (トラックの積載能力)
- ・複数置場の出荷品の混載を極力避ける
異なる置場が混在するほど作業は煩雑になる。
- ・トラック毎の作業時間を均等化する。
作業量が平等に割り当てられるように配慮する。

3. 組合せ問題解決方式

当問題は典型的な組合せ問題として捉えることができる。組合せ問題は、いくつかの選択肢の中から1つを選び、行き詰まった際には戻って別の選択肢を選ぶという試行錯誤的な処理によって解決される。このような場合の試行錯誤処理のアプローチとして多重世界機構を利用した。

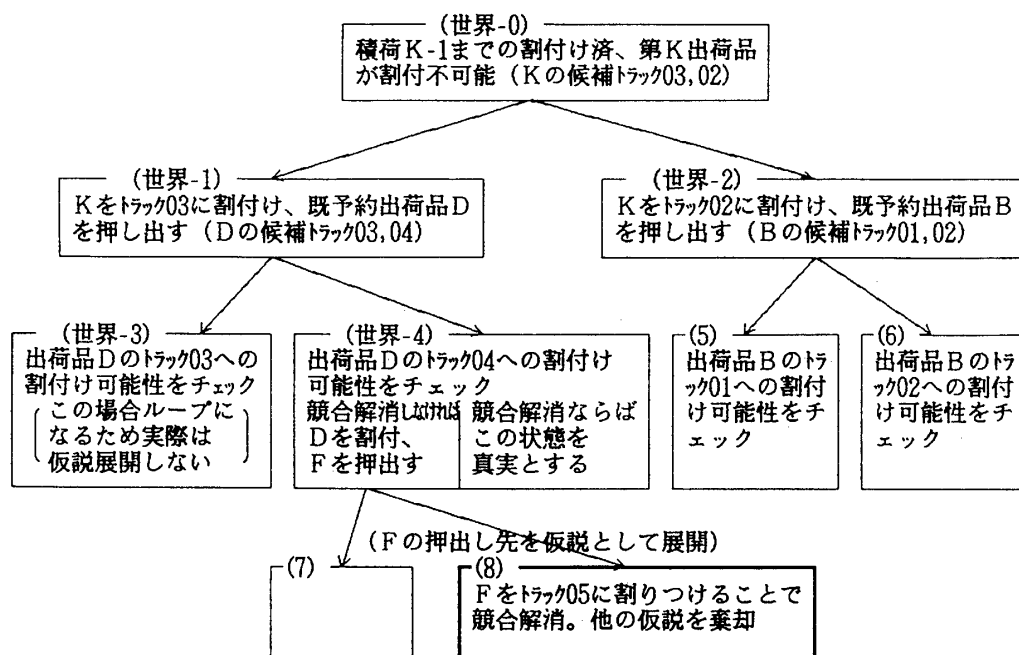


図1. 多重世界機構の適用方法

配車計画表 (既予約状況)		K 03,02		第一便指定	
車種	車番	積荷	候補トラック	積荷	候補トラック
I	01	A	01,02		
I	02	B	01,02	C	02,01
II	03	D	03,04	E	03,04
II	04	F	04,05		
II	05	F			

図2 配車表上のイメージ

出荷ロットに対し、制約を考慮して順次輸送トラックを決定していく際、ある時点で制約条件を満たす組み合わせができず、既に決定済の組合せまで変更しなければ、輸送トラックを決定できない状態（競合）が発生する。すなわち、ある出荷品の全候補トラックに既に予約がある場合に、既予約便の予約変更をしながら割付けを行うことが必要になる。

この時の予約変更先の選定を新たな仮説世界の生成と考え、ある世界で変更先がうまく収まればその世界を真とすることにより競合解消を得る。図1に多重世界機構の適用方法、図2に配車表上のイメージを示す。

エキスパートシステムで試行錯誤プロセスを実現する場合に考慮すべき事は、探索木構造の分かり易さ（汎用性）と探索効率のバランスをどう取るか、という点である。

当システムでは、

- i 通常は単一世界内で配車を進め、行き詰まった時だけ必要最小限の探索木（多重世界）を構成する。

ii 無駄な探索ノード（仮説世界）を生成しないように、仮説展開の前に簡易チェックを行うという工夫をした。また、探索木の構成も原理的には全ての可能な組合せを辿れる形としているが、計画者のヒューリスティクスを利用して競合解消の可能性の高い枝から検査する。ことで組合せの爆発を防いでいる。このような試行錯誤過程を多重世界機構の利用により実現し、実用システムに適用することができた。

4. システム評価

当システムは1990年10月より実運用を開始した。計画の質は、従来担当者が組んでいたものと同程度のレベルを確保している。自動計画組の後に担当者が介入できる機能を備えているが、現実の運用で修正が必要となっているのは出荷品数の3%程度である。これらは全て納入先ロットが元々小さく一便分に満たないものであり、計画担当者は異なる（が地理的に近い）納入先の出荷品を一車に積み合わせる対応を採った。完全な自動化に移行するためにはこのようなきめ細かな対応が必要である。

5. おわりに

当論文で示したように、多重世界機構を効率的に用いることにより、実用規模の組合せ問題をシステム化することができた。物流におけるこの種の組合せ問題は鉄鋼生産の過程に多いので、汎用メカニズムとして再構成し全社に普及していくことを考えている。

参考文献

- (1) 淵一博他「知識プログラミング」、共立出版、1988.9
- (2) ARTワイルスマニュアル 3.0、インファレンス社、1987