

飛行ネットワークを対象とする座席管理は複雑で大規模な問題であるばかりでなく、そこでは各ルートの乗務員の割当て・飛行機の配分などの問題も含むことになる。

これらのどれも複雑で難解な問題であるが、航空会社の収益管理に関する科学的方法の研究はその緒についたばかりであるといつてよいであろう。その収益管理の中で座席管理モデルは比較的単純でありながら現実的に有益であると思われる。航空産業は大きな市場をもつ産業であり、1便当りの数パーセントの収益の改善が大きな年間収益の増加に貢献する可能性がある。この座席管理をいかに工夫し効率的に運用するかが、きたるべきわが国での航空料金の自由化と国際化の下で航空会社にとって喫緊の問題となるであろうと推察する。

#### 参 考 文 献

- [1] J. J. Beckmann, "Decision and Team Problems in Airline Reservations" *Econometrica* 26, 134-145 (1958).
- [2] P.P. Belobaba, "Airline Yield Management: An Overview of Seat Inventory Control," *Transportation Science* 21:2, 63-73 (1987).
- [3] P.P. Belobaba, "Air Travel Demand and Airline Seat Inventory Management," Ph. D. Dissertation, Report R87-7, Flight Transportation Laboratory, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Mass. (1987).
- [4] K. Littlewood, "Forecasting and Control of Passenger Bookings," *AGIFORS Symp. Proc.* 12, 95-117 (1972).
- [5] M. Mayer, "Seat Allocation, or a Simple Model of Seat Allocation Via Sophisticated Ones," *AGIFORS Symp. Proc.* 16, 103-135 (1976).
- [6] H. Richter, "The Differential Revenue Method to Determine Optimal Seat Allotments by Fare Type," *AGIFORS Symp.* 22, 339-362 (1982).
- [7] M. Rothstein and A. W. Stone, "Passenger Booking Levels," *AGIFORS Symp. Proc.* 7, (1967).
- [8] 沢木勝茂, "航空機の座席管理モデルについて"『南山経営研究』第3巻第1号, 1-14 (1988).

## 物流効率化とシミュレーション

上野 信行, 中川 義之

### 1. ま え が き

製造業においては、注文構成の多品種・小ロット・高級化・短納期化などが急速に進んでおり、これらに対応したより合理的な生産体制・物流管理体制を整備することにより、コストの徹底的削減と製造期間短縮や Just-in-time 納入などの非価格競争力向上を図ることが重要な経営課題となっている。

そこで、先進的な工場では、近年、生産・物流統合管理システムが開発されており、製造所全体の“物の流れ”を一貫して計画・管理し、受注～生産～出荷に関わるすべての注文の動きの先読みを行なうことにより、適正な

うえの のぶゆき, なかがわ よしゆき

住友金属工業㈱ 数理解析室

〒541 大阪市中央区北浜 4-8-4

操業計画を立案し、これを遵守する作業により物流効率化を図っている[1]。

今回、上記の一環として、特に、工場払い出しから出荷にいたる構内物流効率化を目的に、従来のリフト・カーによる個別・小規模輸送に変わって、トレーラー&パレット輸送方式を導入することになった。

本報告は、新しい輸送方式の導入にさいして、ORの代表的手法であるシミュレーションと線型探索法を組み合わせた新しい技法を開発し、その設備仕様・輸送ルール確立等の検討を行なったものである[2]。

いわば、製造業における物流効率化事例検討への1つの「ORの切り口」を示したものであるといえるが、この切り口は、実践的OR活動の目から見ると、「現場課題解決の常套的な切り口ではあるが、恒常的に研ぎ澄ましなくてはならない切り口」である。

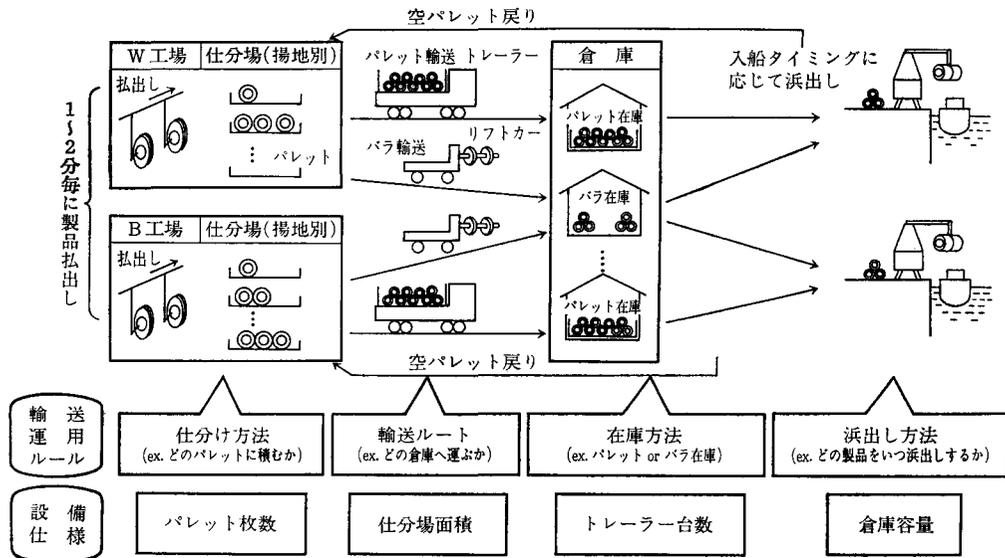


図 1 シミュレーションによる検討課題

## 2. 問題の概念

### (1) 背景

構内物流効率化・品質保証強化(錆, 疵完全防止)を狙いとして, ①工場~倉庫(含む屋外倉庫)~岸壁における製品搬送を, 従来のリフト・カーによる小規模輸送に加えて, パレットとトレーラーを導入するとともに②工場搬出時における現品仕分け作業の自動化・フレキシブルな積み込み・運搬指示等を実施するものである。

### (2) シミュレーションによる代表的検討課題

問題の対象と検討課題を図 1 に示す。

#### (1) 設備仕様の決定

- ① トレーラー台数
- ② パレット枚数  
(総数, 工場・品種別の専用パレット枚数)
- ③ 仕分場パレット置き場スペース(容量)等

#### (2) 最適パレット輸送・運用ルールの決定

- ① 各工場ミルエンドに確保すべき空パレットの枚数
- ② 品種別の適正輸送ルート
- ③ 浜だし時のパレット・バラ重量比

## 3. モデリング

モデル構築にさいし, 下記の項目を明確にした。

- ① 物流設備とその間の移動時間
- ② 製品発生分布の決定

### ③ 作業ルールの把握

- ・工場払いだし~倉庫の運搬具選択ルール
- ・倉庫保管ルール(パレット在庫またはバラ在庫)
- ・浜だし運搬具選択ルール
- ・浜だしルール(パレットとバラの浜だし重量比)

なお, 工場払いだし~倉庫の運搬具選択ルールの一例を図 2 に示す。

本ルールは, コイル(揚地  $j$ ) が仕分場到着時に, 同一揚地 ( $j$ ) のパレットが仕分場になく, かつ空パレット, トレーラーが仕分場横に待機中なら, まずリフト・カーにて当該コイルを倉庫へ運び, トレーラーは, 空パレットを仕分場に運んだ後, 積載量最大のパレット(揚地  $i$ ) を倉庫へ運ぶことを表わしている。

### ④ シミュレーション仕様

- ・シミュレーションの期間としては約 1 カ月
- ・製品発生個数 約 25000 / 月
- ・パレット, トレーラー, 製品 1 つ 1 つの動きを時々刻々 (1 分毎) シミュレーションする。

## 4. 解法のアプローチ

### (1) 問題の特徴と解法の基本的骨子

問題の特徴は,

- ① 大規模である。(対象製品 約 25000)
- ② 時々刻々の物の動的解析が必要である。

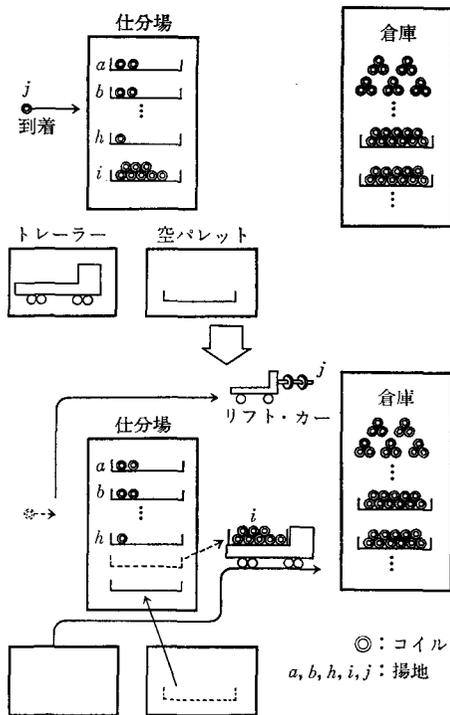


図2 作業ルール

(製品1品単位の把握要)

③評価指標の適正化が求められている。

輸送効率化(=バラ輸送量Min)を狙う設備仕様、および輸送ルートの決定を含んでいる。

したがって、解法としては、

①物の動きの精緻なモデリングが必要であり、このため、複雑なモデルを効率的に開発可能とする離散系シミュレーション技法[3]を活用した。

②設計パラメータの最適決定を含んでおり、この解決のために、線形探索法[4]を活用した。

上記①②を組み合わせた解法の手順を図3に示す。

## 5. むすび

実際のデータにもとづくケース・シミュレーションにより、多数の知見が得られた。たとえば、仕分場のパレット枚数は、全体効率化に影響がきわめて大きいことがわかった。これらの知見は、現場の運用ルールとして反映され、その効果として、輸送の効率化が認められた。

また、シミュレーション・プロセスに関しては、汎用ソフトを活用することによりモデル期間の短縮が図られ、代替案検討の容易化が実現した。また、②結果のアニメーション表示を行なうことによりモデルの検証が容

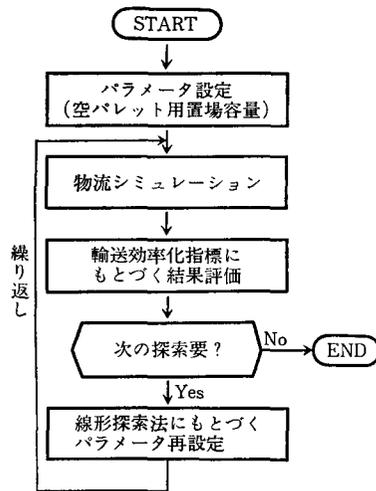


図3 解法の手順

易になるとともに、現場技術者との意思疎通が深まり、改善策の創出が容易になるという利点が生まれた。ともかくも、シミュレーションとアニメーションの組合せは、企業における実践的ORに不可欠で、かつ強力な「ORの切り口」であるといえよう。

(謝意)本研究にご指導いただきました早稲田大学森戸教授に心より感謝いたします。また本システムの開発に協力いただいた当社数理解析室のメンバー、製鉄所の関連部門関係者に厚くお礼申し上げます。

## 参考文献

- [1] 上野他：一貫製鉄所における生産・物流統合管理システム—多品種多段階工程操業スケジューリングの実用的解法—，第8回数理解析シンポジウム，11月，1987。
- [2] N. Ueno, Y. Nakagawa, Y. Okuno & S. Morito: STEEL PRODUCT TRANSPORTATION AND STORAGE SIMULATION: A COMBINED SIMULATION/OPTIMIZATION APPROACH, '88WSC Proceedings, 1988.
- [3] Pritsker, A. A. B.: Introduction to Simulation and SLAM II, 3rd ed. Halsterd Press (1986).
- [4] O.L. Mangasarian: Nonlinear Programming, McGraw-Hill (1969).