

2019年秋季企業事例交流会ルポ（第44回）



滝本 恭司（中国電力株式会社）、小柳 淳二（鳥取大学）

1. はじめに

今回の企業事例交流会は、「東広島芸術文化ホールくらはら」の小ホールで行われ、広さや設備など素晴らしい環境のもと、9月12日（木）に3セッションで6件の講演が実施され、それぞれ企業でのORの利用に工夫している様子がうかがえる興味深い内容でした。座長は（株）富士通研究所の松本和宏氏が、すべて務められ、写真も提供していただきました。深く感謝いたします。以下にそれぞれの講演の概要を紹介しますが、発表者のみの氏名、所属を記載し、共同研究者については、省略させていただきます。

2. 条件変化に伴う再計画を考慮した鉄道車両基地構内入換スケジューリング方式

前川勇樹氏（株式会社日立製作所）



鉄道車両基地は、複雑に張り巡らされた線路上に点検・整備・清掃などの作業を行うさまざまな設備が配置され、全国各地でユニークな構内レイアウトになっている。さらに構内入換スケジューリングは、本線のダイヤの乱れなどによる計画変更にも対応する必要がある。このような特徴ゆえに、車両基地の計画業務は長年にわたり属人的に行われてきた。

日立製作所では、計画エンジンと計画担当者との間でインタラクティブなシステムを開発している。まず、

計画ノウハウのうち明文化可能な部分を定式化し初期計画を立案する。次に暗黙知部分についてGUIから人手で計画案の一部を修正し、再計算する。計画変更の必要が生じた場合は、新たな情報を加えて将来計画を再度立案する。これにより、計画業務効率化や未熟練者支援を実現した。

近年中に製品化が予定されているこのシステムの今後は計画品質の向上にも力を入れるそうである。たとえば、条件変更の際の再計算量の減少などである。興味深いのは、現状のシステムデフォルトの計画は作業量の平準化を行っているが、人である計画担当者は作業員が休憩を取りやすいよう作業量に配慮する。このような人間的な要素も品質評価指標として取り込みたいということであった。

3. 軌道保守計画支援システム開発の過去、現在、そして将来

三和雅史氏（（公財）鉄道総合技術研究所）



鉄道事業では安全性と信頼性が優先され、メンテナンス費用の事業費に占める比率が約40%を占めるため、保守計画の効率化は大きな課題である。2件目は本線のさまざまな保守計画の最適化システム開発の経緯についての講演だった。

たとえば、軌道のズレの保守計画については、近年では営業車両による検測が可能になり、膨大なデータが蓄積されている。これらのデータに基づいて線路状態を予測し、それを最良に保つことを目的として保守

をスケジューリングする数理モデルを構築した。さらに、計算時間を実用的な水準に短縮するため、線路を小さな区間に分割した後にスケジューリングする階層化を行った。このモデルを用いた結果、保守区間が短縮すると同時に線路状態も改善したという。このシステムは2009年からJR各社で導入されている。

線路の敷石の保守計画では、2年後の実用化を目指して開発中のモデルにより、保守機械の回送距離を現在のおよそ半分に短縮できる見込みである。最近では、車両のタイプ・住宅などの周辺環境を含めて鉄道事故などが及ぼす被害などのリスクを考慮した保守計画モデルも開発しているようだ。

4. SASにおけるORの利用

辻 仁史 (SAS Institute Japan 株式会社)



データ分析による意思決定行為 (アナリティクス) は大きく次の四つに分類される。データの可視化を行う「記述的アナリティクス」、因果関係を調べる「診断的アナリティクス」、因果関係から将来を推測する「予測的アナリティクス」、予測を基に最適な行動を実行する「最適化・指示的アナリティクス」である。予測アナリティクスと最適化・指示的アナリティクスの例として製薬会社の営業 (MR) が取り上げられた。MRとしては、できるだけ医者にはコンタクトをとり、売り込みをかけたいが、医者側は業務のためにコンタクトに時間をとられたくないという状況がある。このような状況で、各コンタクトの種類 (セミナーなど) にどのように比重をかけてコンタクトをとるのかを、シグモイド関数などを利用して売上をモデル化し、セールス活動に役立てる方法が講演された。また、小売業での業務改善として発注・補充計画について、需要予測モデルや人的リソースの最適化についての話がなされた。売上に影響する「フェイス数」(陳列によく見えるように並べる数) の最適化や、補充をひとか

たまりに実行するための「ライン」についての話もあり、小売業での工夫の様子がうかがえた。

5. 三菱電機におけるOR適用事例～M&S技術の観点から～

白石 将 (三菱電機株式会社)



M&S (Modeling & Simulation) の三つの事例が紹介された。最初の事例は、アレイアンテナの問題であり、メインローブ、サイドローブの最適化は数式でのモデル化も最適化も高速に実現できる例として紹介された。次の反射鏡アンテナの問題では、入出力関係は数式で表現されているが、評価などが難しい例として紹介され、鏡面の最適化の計算時に、GPUの使用により10倍程度の高速化ができたことが示された。最後の事例では、航空機シミュレーションなどに関する話題が出された。シミュレーションでは生じたイベントに着目するEvent Base方式と、時間を進めていき、時間ごとにシステムの状態を更新するTime Step方式があるが、それぞれ一長一短がある。そこで、効率よくシミュレーションをするため、メッセージにより両方を使い分ける方法や、各シミュレーション結果をいちいち照合して矛盾なく実行していくのではなく、各シミュレーションを別個に実行していき、相互に関係する部分で矛盾が生じたときにシミュレーションをやりなおす「楽観的時刻管理方式」などの方法が紹介された。二番目の方法は聴衆の興味を引いたようで、多くの方が、この方式に対して質問された。

6. 日本パレットレンタルにおける物流ネットワーク最適化の取り組み

検崎 朴郎（日本パレットレンタル株式会社）



日本パレットレンタル（JPR）では、フォークリフトなどで使用される「パレット」をレンタルし、物流センターなどで回収し、メンテナンス後、またデポや客に戻している。そのため、多くのパレットを各生産拠点に納品し、その移動先からパレットを再びデポに戻す計画が必要である。たとえば、北海道地区で余ったパレットを関東地区に戻すなどの流通が必要となる。そこで、群馬大学との共同研究を実施し、デポ間輸送のコスト低減、増加する需要への対応などを進めているという講演内容であった。コスト低減ではデポ在庫の確保や各種容量制限を取り入れて、ネットワーク輸送問題を需要の季節変動も考慮に入れて多期間問題まで考慮して計算しており、最大20%程度コスト削減の可能性があることがわかった。デポの生産（メンテナンス）能力の増強についても、鹿児島などでの能力増強がコスト低減に役立つことが結果として示された。これらの分析には、自社の能力をあげるために、自社開発でPython、PuLPなどを使ってシステム開発をしていることも説明され、さらに、実務に役立てるために専門の部隊との連携や、集計期間を月単位から週単位に短縮すること、デポの配置問題などの将来の課題についても説明があった。

7. ローリー車による液化天然ガス（LNG）販売事業のロジスティクス最適化の実現に向けて

西井 匠（東京ガス株式会社）



今井 義弥（株式会社NTTデータ数理システム）



LNGの輸送に使用されるローリー車は、基地から客にLNGを配送するときに車種、時刻などの制約を満たすようにスケジュールを立てる必要がある。今まで手作業で実行していた本スケジュール問題を自動で行う事例について説明があった。ローリー車による配送は、一台が客先にいくと、他を回らずにまた基地に戻るなどの制約があり、一日に何回も配送するときには、同じ車両がピストンする場合や、間隔が短いときには複数台を使用する必要がある。また基地側では、積み込み設備に台数制約があり、積み込みにも時間がかかるため、翌日の早い時間の配送には、前日に積み込みを済ませておくなどの工夫についても説明があった。目的としては車両や乗務員の時間削減によるコスト低減である。

多くの制約がある問題を解くために、車両がどこにいくか、車両がいつ補給するか、乗務員がいつどの車両にのるかの段階に分けて分析しており、なるべく簡

単に解くために、配送パターンを考え、さらに積み込みを考えたスケジュールをたてるために、一筆書きを利用した解法が紹介された。将来的には、車両の配置

だけでなく、ドライバーの業務平準化などにも利用したいとのことである。