

2014年秋季シンポジウムルポ（第72回）



石井 利昌（北海道大学）

平成26年8月27日（水）に、北海道科学大学5号館1階5106室にて第72回シンポジウム「メタヒューリスティクスの新たなる挑戦」が開催されました。4件の講演に対し、参加者は127名と盛況でした。まず、講演に先立ち、実行委員長の加地太一氏（小樽商科大学）から、今回のシンポジウムのねらいは、ここ数十年の間にさまざまな手法が提案され成熟の域に達してきた観もあるメタヒューリスティクスが今後どのように展開していくのかについての一端を知ることである、との説明がありました。

最初の講演は、柳浦睦憲氏（名古屋大学大学院情報科学研究科）によるもので、「実践的問題解決のためのメタヒューリスティクス」と題して行われました。まず、近似解法の基本戦略である局所探索法について、近傍、移動戦略、探索空間、解の評価、初期解の五つの要素を中心とした解説がありました。さらに、多スタート型手法としてGRASP法、反復局所探索法、局所最適解から抜け出す方法としてタブー探索法、誘導局所探索法、多点探索型手法として遺伝アルゴリズムなど、実用的かつ汎用的なメタ戦略について紹介していただきました。また、汎用的な問題解決の試みとして、問題を性質によって10種類の問題に分類分けし、それぞれにメタ戦略を用いたソルバーを適用するという考え方を披露されました。

2番目の講演は、永田裕一氏（徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部）によるもので、「多点探索の最前線」と題して行われました。全体を通して、Mona Lisa TSP Challengeというコンペティションで世界一位を達成するに至った、遺伝アルゴリズムを用いた高性能アルゴリズムを構成するための基本的な考え方について、巡回セールスマン問題（TSP）を例に解説していただきました。まず、遺伝アルゴリズムの問題点として、交叉手続きの計算コストが高いことを挙げられ、それを改善するための局所探索の活用方法についての詳細な解説がありました。それまで主流であったLK法と呼ばれる手法を用いず、それを上回る性能を実現したということで、今回紹介していただ



柳浦睦憲氏



永田裕一氏



久保幹雄氏



山本雅人氏

いた手法はTSPの近似解法の新境地を開いたということでした。

3番目の講演は、久保幹雄氏（東京海洋大学大学院海洋工学系流通情報工学）によるもので、「実際の数理最適化問題を瞬時に解くための実装技術」と題して行われました。実際問題であらわれる難しい最適化問題を短時間で解くための方法論について、いくつかのポイントに分けて解説していただきました。まず、モデルの抽出について、最終的な解法も視野に入れたうえで解ける問題にモデル化すること、クライアントからの付加／変更条件に柔軟に対応できる問題にモデル化することの重要性などの説明がありました。解法選択については、MIPソルバーかメタヒューリスティクスかなどさまざまな場合を想定した解説がありました。また、データの可視化や解析における利便性等のPython言語の有用性を示され、全体を通してPython言語による具体的な実装例を交えて説明していただきました。

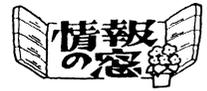
4番目の講演は、山本雅人氏（北海道大学大学院情報科学研究科）によるもので、「ニューラルネットワークとメタヒューリスティクス」と題して行われま

した。CGアニメーションなどで用いられる人工生物の行動を実現させる際、その行動を設計者が与えることには大きな労力が必要であるとの説明があり、これに対し、ニューラルネットワークとメタヒューリスティクスを用いて人工生物に自律的に行動を獲得させて解決する方法について解説していただきました。具体的には、センサー情報から行動を決定するニューラルネットワークコントローラを、粒子群最適化法などのメタヒューリスティクスで進化・最適化させて解決を図る、ということでした。さらに、この考え方をジョブショップスケジューリング問題へ応用する方法

についても紹介していただきました。

全体を通じて、メタヒューリスティクスの問題解決能力の高さを改めて感じさせられるとともに、ますます多様化・複雑化する社会の中で今後より一層その能力が求められるのではないかと、思いました。また、今回のシンポジウムでは、基本的なことから実際の応用に至るまでさまざまな視点からの解説があり、専門家だけでなく、これからメタヒューリスティクスを活用したいと考えている初心者にも大変有意義であったのではないかと思います。

2014年秋季研究発表会ルポ



原口 和也 (小樽商科大学), 後藤 允 (北海道大学)

1. はじめに

「ORの普及」というテーマの下、2014年秋季研究発表会は8月28、29日の2日間にわたって開催された。会場となった北海道科学大学(札幌市手稲区)は札幌の西部に位置し、そのキャンパスからは、かつて冬季オリンピックの会場となった手稲山(標高1023.1m)の山容を望むことができる。最寄りのJR手稲駅から路線バスで10分程度の距離にあるが、幸い両日とも天気に恵まれ、徒歩で会場に向かった参加者も少なからずいたようである。

地方での開催にもかかわらず328名もの参加があり、盛況を博した。本稿ではその内容を手短かに振り返る。

2. 研究発表

研究発表では44のセッションが設けられ(企業事例交流会を除く)、最大8個が並行して行われた。発表件数は128であった。

1日目午前の「離散最適化(1)」のセッションでは、「Pythonによるデータ収集・分析および最適化」と題し、岩城氏(構造計画研究所)が実務におけるPython言語の使用例を紹介した。Python言語は習得が簡単なため、教育にも有用であることが指摘された。重藤氏(キャノンITソリューションズ)らによる「通過節点と通過経路に制約を持つ最短経路問題の解放高速化」では、氏らが過去のOR学会研究発表会(2012秋、2013春)でも発表してきた解法の高高速化のための方策が提案され、数値実験の結果と合わせて報告された。柿本氏(長岡技術科学大学)らによる「時間割編成問題への制約充足アルゴリズムの適用と評価」では、実際に基づいた高専の時間割編成問題を単体法によって解いたこと、並びに個々の制約条件の重要度に関する考察が報告された。

1日目午後の「信用リスク」のセッションでは、尾木氏(日本政策金融公庫)らが「小規模企業向け信用スコアリングモデルにおける業歴の頑健性と経営者の個人資産との関係性」について発表し、前回発(2010

年)の三つの課題を解消したモデルを提案した。具体的には、データを2倍、可測期間8年、業歴を経営者の個人資産の代理変数とした。業歴35年で事業承継の時期となりデフォルト率が高くなるため、3次関数が統計的に支持され、業歴変数を加えると、AR値は7%上昇することが示された。質疑応答では、廃業や買収の扱い方、業歴0年のときのデフォルト率について議論された。Haejun JEON氏(大阪大学)らによる「The effects of business cycle and debt maturity on a firm's investment and default decisions」では、設備投資と資本構成を同時に最適化するリアルオプションモデルが提案された。設備投資をして、資産価値の変化に関するパラメータを増減させること、マルコフ連鎖する経済変数と負債の満期を考慮することが特徴である。分析の結果、最適な負債比率は負債満期の増加関数となること、投資閾値が負債の満期に対して二峰となりDiamond and He(2014)と一致すること、投資によって不確実性が高くなる場合、投資閾値は単峰となりJensen and Meckling(1976)と一致することが示された。廣中氏(東京工業大学)による「日本のクレジット市場における信用リスクの変動要因について」では、市場で直接観測できないファクター frailtyの存在を仮定した格上げ・格下げ・デフォルトの発生強度モデルが提案された。frailtyを考慮した場合、モデルの説明力が向上することが示された。質疑応答では、比例ハザードモデルの形、最尤法について議論された。

2日目午前の「離散最適化(3)」のセッションでは、神山氏(九州大学)が「時刻ラベル付き非巡回ネットワーク上の有向木詰込み問題」という題目で発表を行った。通信を行うべき時刻(時刻ラベル)が各辺に付されたネットワーク上で、通信可能な有向木を詰め込む問題、すなわち辺素な通信可能な有向木を最大数求める問題が考えられる。非巡回かつプリフロー条件を満たすネットワークに対し、 k 個の辺素な通信可能な有向木が存在するための必要十分条件が構成的に与えられた。「成分素シュタイナー木埋込問題の近似アルゴ

リズム」と題した宮野氏（九州工業大学）らの発表でも、グラフ上の詰め込み問題が取り扱われた。ただしグラフは無向で、詰め込む対象は成分（非ターミナル節点および辺）に関して素なシュタイナー木である。この問題に対する近似アルゴリズムが提案され、従来の近似アルゴリズムと比較すると、とりわけターミナル数が比較的少ない（90以下など）問題例において有効性が期待されることなどが指摘された。土中氏（九州大学）らの「最大辺支配問題に対する固定パラメータアルゴリズム」では、題目どおり、同問題に対して氏らの開発してきたアルゴリズムの概略が紹介された。

2日目午前の「ファイナンス」のセッションでは、芝田氏（首都大学東京）が「Investment strategies between three asymmetric firms」と題し、費用が非対称な3社のゲーム的狀況における企業の最適投資問題を分析した。分析の結果、first-moverが小さいとき費用が不利な企業が先に投資することがあることが示された。特に、費用の非対称性が小さいとき、ボラティリティが大きいときに起こりやすいことが示された。また、対照的な3企業を分析した従来研究と同様に、アコーディオン効果も存在することが示された。望月氏（明治大学）らによる「超低金利政策に対応するNelson-Siegelモデルの拡張」では、クーポン効果と債券先物効果を追加したゼロ金利制約に対応する期間構造モデルが提案された。分析の結果、5ファクターのときパラメータが安定してゼロ金利政策において理想的な形状となり、もっともよいことが示された。質疑応答では、オーバーフィッティングの可能性について議論された。木庭氏（兵庫県立大学）らによる「ネットワーク価格安定化におけるインフレーション／デフレーションモデル」では、需要と供給のバランスに地理的要因を加味した分析がなされた。分析の結果、ネットワーク上の価格は均衡しても、ファンド量は一定にならないこと、単一点注入よりも二点半注入のほうがファンド分配の点で勝ることが示された。

3. 特別講演

「都市空間のモデル化—都市のOR40年—」 腰塚武志先生（南山大学、前OR学会会長）

都市工学は今や本学会でも一大分野となっているが、その創始者ともいえる腰塚先生ご自身から、都市工学とは何かについて語られた。

腰塚先生は東京大学工学部都市工学科の第1期生で、



特別講演 腰塚武志先生

それが都市工学との出会いであったが、当時はまだ都市工学の基礎はなかった。1966年に伊藤滋先生がMITから持ち帰った線形計画法、多変量解析と出会い、1970年頃、助手時代に増山元三郎先生の「幾何学的調査法の話」を読まれたのがORとの出会いだったと説明された。都市のORの根幹をなす積分幾何学との出会いは、L.A. Santalóの「Introduction to Integral Geometry」であった。Bertrandの逆説において、点集合の測度と同じことを直線の集合の測度に対してほどこすというアプローチを知ったとき、ご自身は数学者にはなれないと悟ったと述べられた。

都市空間の特質としては、人や物を収容する、人や物が自由に行き来できる、基礎的単位を動き（OD）として考えることである。点で測ると面積になり、線分で測ると距離分布、通過量分布になることが説明された。また、都市とは多くの人がいて施設を共有するものであり、効率的、経済的だが、一度にすべての人が使用できない。都市空間のモデル化においては、この点をきちんと押さえることが必要であると強調された。

都市のORの代表的研究成果についても紹介があった。ご自身の「道路網と交差点」では、Croftonの公式から導いた推定式 $\sqrt{\pi}S$ によって、領域内の交差点数から道路延長を推定した。またご自身の「建物内の移動距離からみた低層建物と高層建物との比較」では、6階建ての平面移動距離は1階建ての58%に過ぎないことを示された。さらに、田口東先生の「東京首都圏電車通勤交通モデル」では個々の電車を別なリンクとした結果、震災時の試算はどこよりも正確であった。

本学会の研究発表大会において、都市のORは当初その他のセッションに割り当てられていたが、現在では複数のセッションが生まれ、全体で20件くらいの

発表になったことが説明された。研究部会活動としては、1997～1999年に研究部会「都市のOR」として活動し、1999年からは研究グループとして、2000年からは都市のORワークショップが冬に南山大学で、2001年からは都市のORセミナーが夏に筑波大学で開催されている。

最後に今後の課題として、都市空間における特殊性を追求すること、新しいORの分野を創ることが挙げられ、講演を締めくくられた。

「スポーツビジネスへの挑戦」

藤井純一先生（前近畿大学教授）

藤井先生は、セレッソ大阪代表取締役、日本ハムファイターズ代表取締役を経て、近畿大学ではスポーツマーケティングを教えられ、現在はコンサルティング会社を経営されている。今回は開催地が北海道ということもあり、日本ハムファイターズでの取り組みについて講演された。

日本ハムファイターズは当初、首都圏での日本ハムの知名度を上げるために東京ドームをホームとしていたが、業界No.1になったため広告塔としての役割は終了した。広告宣伝費の削減よりもプロ野球チームの存続に社会的意義があると考えたが、2003年には46億円の赤字があったため、2004年に費用削減のために札幌に移転したという経緯が説明された。移転後は自立した黒字企業になること、北海道民に支持されることをビジョンとして、企業理念「Sports Community」、経営理念「Challenge with Dream」、活動指針「Fan Service 1st」を掲げ、いわゆる普通の会社になることを目標とした。具体的には、株主の26%を北海道の会社に、本社からの出向をなくして新規採用は北海道出身者にする事で企業内部から地域密着型に転換

し、さらに常に優勝を争えるチームにするために育成型チームへ改革した。

ORに関連する内容として、チーム作りにおけるデータの一元管理についても紹介された。現在も活用するデータシステムは2006年より開発し、2008年から本格稼働しており、選手の細かい成績データや体調管理のデータなどもシステム上で一元管理されているとの説明があり、一例として現役選手のページの画面キャプチャも紹介された。さらに、集客を第一の基本として、マーケティングにもITを活用されている。顧客情報を一元管理し、IDをつけてウェブに載せることで、ファンクラブの継続率が大幅に向上し、その結果として売上は移転前2003年の21億円から、2010年には102億円まで増加したとの説明があった。

この他にもドラフト会議での裏話など、ご自身の経験を活かしたスポーツビジネスに関する幅広い話題を終始テンポよく進められ、大変活況な講演であった。

「多品種流と距離空間」

平井広志先生（東京大学、第4回研究賞受賞者）

平井先生が第4回研究賞を受賞されたことを受け、その記念講演が催された。講演に先立ち、司会の藤重悟先生（京都大学）から平井先生の研究業績の概要や、エピソードが紹介された。

講演の概要を以下にまとめるが、何分高度な内容なので、多少の不正確さには目をつぶっていただきたい。平井先生の研究テーマは、ネットワーク解析において主要な問題の一つとされる、多品種流問題である。この問題は、組合せ最適化などOR関連の教科書で比較取り扱われることの多い、最大流問題の拡張である。最大流問題とは、与えられたネットワーク（無向グラフ、辺の容量、ソース節点、シンク節点）におけるフ



特別講演 藤井純一先生



特別講演 平井広志先生

ロー（ソースからシンクへの「流れ」）のうち、フロー値が最大となるものを問う問題である。平井先生が取り扱っている多品種類問題は、ソースとシンクの対がただ一つに限定されず、複数与えられるような拡張ととらえられる。最大流問題では、フローの最大値とカットの最小値が一致すること（最大フロー最小カット定理）、また辺の容量がすべて整数ならばフローの最大値もまた整数になること（フローの整数性、より一般的に離散性）が知られているが、同様の性質は多品種類問題においては必ずしも成り立たない。平井先生はどのような問題クラスでこの性質が成り立つのかについて研究を続け、ついにフローの離散性が成り立つための新奇な十分条件を導いた。最後に、離散凸関数をグラフ上に導入する試みなど、平井氏が最近手がけている研究が紹介された。

非常に挑戦的な問題を取り扱っているという印象を受けたが、時折織り交ぜられるエピソードから、一連の研究成果を得るまで相当な努力を重ねられたであろうことがひしひしと伝わってくる講演であった。

4. チュートリアル

藤澤克樹氏（九州大学、JST CREST）が、「グラフ解析・ネットワーク分析入門」という題目でチュートリアル講演を行った。当該分野の最新の研究動向が、藤澤氏のチームの成果も交えて紹介された。交通ネットワークやソーシャルネットワークなど、物事の間をグラフ・ネットワーク化してその構造を解析することが盛んに行われている。しかしながらその規模はとてつもなく大きく、たとえば全米道路ネットワークは2,400万個の節点と5,800万本の辺を有し、Twitter[®]ネットワークは6,100万個の節点と14億本の辺を有する。このような巨大グラフを取扱い、解析（幅優先探索、クラスタリング、最短路探索をはじめとする最適化問題など）するためのデータ構造、分散コンピューティング環境、プログラミングモデルや、ScaleGraphなど、実際に解析を行うための処理系も紹介された。巨大グラフに挑むには、漠然とこれを相手にするのではなく、スモールワールド性やスケールフリー性など、グラフの特性に着目するのがコツのようである。藤澤氏のチームは解析計算のスピードを競うGraph 500コンテストに出場を続けており、2014年6月のコンテストでは見事優勝した。大会出場を通じて培われた技術を応用することで得られた、興味深い解析結果がいくつか紹介された。最後に都市OSを

作るという九州大学の取り組みと、藤澤氏が目指しているグラフ探索および数理最適化ライブラリによる大規模グラフ処理について、その処理基盤の構成が紹介された。

実際のビッグデータを相手にするには、アルゴリズムとデータ構造に関する知識や実装技術のみならず、分散計算などのコンピューティング技術、スーパーコンピュータを使いこなすためのハードウェア技術など、ありとあらゆる情報技術を駆使しなければ立ち行かないということが強く感じられた。藤澤氏の説明は具体例やユーモアを交えたもので大変わかりやすく、グラフ解析の最先端がどのような状況にあるのか、そのおおよそを掴むことができた聴衆も多かったのではないだろうか。

5. オーガナイズド・セッション

2日目午前には北守一隆氏（北海道科学大学）をオーガナイザーとし、テーマ「サービスサイエンスとOR」に関する発表が4件行なわれた。

「サービス・サイエンス（SSME）における知的シミュレーション基盤」（北守一隆氏・北海道科学大学）では、サービスサイエンスの全体像が説明された。特に、サービスは情報から組み立てられること、情報の価値自体も情報になるため複雑系として捉える必要があることが説明された。また、サービスサイエンスはIBMが1993年に研究部門として開始し、関係性をネットワーク構造で、厳密性を木構造で表すことが説明された。

「消費者行動におけるカテゴライゼーション～サービスサイエンス視点の考察～」（角田美知江氏・北海学園大学）では、消費者行動の定義、消費者情報処理理論、消費者購買行動の階層性について説明された。またスーパーマーケットの陳列順序を例に、消費者は同じカテゴリーの中で比較して選択すること、目的によってカテゴライゼーションが変わることが示された。消費者自身もつ知識や過去の経験と合わせると、新しい商品の価値を生み出す可能性のあるカテゴライゼーションが重要であることが指摘された。

「運送業における情報サービス—人的コミュニケーションを重複している事業協同組合における求貨求車システムの事例研究—」（関哲人氏・北海学園大学）では、JL連合会を事例とした共分散構造分析の結果が報告された。求貨求車システムとは、遊休車輛と余剰貨物の需給調整システムであり、組合せが膨大で

マッチングが困難なため、ウェブ掲示板を利用して繁忙期・閑散期、保有車輛、主要輸送方面などのメタ情報を事前に共有するという工夫がなされた。663企業を対象に調査、共分散構造分析結果、システムへのアクセスと登録による取引成約が認められ、人的交流会によるメタ情報の共有・促進の因果関係があることが示された。

「サービス品質に関わる情報品質—SCM as a Serviceの視点から—」(青山ゆう子氏・北海道大学)では、情報品質の論理的枠組みが説明された。情報品質とは情報利用者の利用目的への適合度であり、必要情報とは核をなす情報、十分情報とは冗長性を与える情報であることが示された。また、SOA (Service Oriented Architecture) によるソフトウェアを構築し、サービスロジックとして組み合わせることが提案された。

6. 懇親会

懇親会はサッポロビール園(札幌市東区)にて開催された。148名を超える申込みがあり、大変な盛況ぶりであったが、座席の都合のために一部の申込みをお断りせざるをえなかった。発表会1日目の日程が終了した後、貸切バス3台に分乗して発表会場からビール園まで移動した。

サッポロビール園は札幌の観光名所の一つとしても知られている。同所での開催は、北海道ならではの懇親会を行いたいという大堀隆文実行委員長(北海道科学大学)の肝煎によって実現したものである。大変リラックスした雰囲気の中で行われ、参加者は新鮮な生ビールとジンギスカンに大いに舌鼓を打つことができ

た。一般に懇親会は立食形式で行われることが多いため、座席が固定された同所での開催は一見馴染まないように思える。しかし固定席のため却って「普段交流できない人と交流できてよかった」という声もあり、また後半は席を立てて談笑する人も少なからず見られるなど、懇親という観点において特に問題はなかったようである。

7. おわりに

1日目に行われた学会賞表彰式では、研究賞をはじめとする各賞が表彰された。また表彰式の後、大宮明会長から会員に対してメッセージが寄せられた。ここでは2015-16年の2年間、「オリンピック・パラリンピックとOR」という統一テーマを掲げ、社会的な課題に対する解決法の公募やシンポジウムの開催を通じ、学会の活性化と社会へのアピールを図りたいという大宮会長のビジョンが示された。

前回の2014年春季研究発表会で新しく企画されたプレゼンテーション賞が、本発表会においても引き続き設けられることになった。全部で59件の応募があったが、選考の結果、田中未来氏(東京理科大学、発表題目:超球詰込み問題に対するMISOCPアプローチ)が受賞者として選ばれた。田中氏の名前は、大会のウェブサイトの後日公表された。また記念の盾が同氏に郵送された。

この研究発表会ルポは、実行委員(後藤、原口)で分担して執筆した。本発表会に携わったすべての参加者と関係者に心より御礼申し上げ、本稿のむすびとする。

2014年秋季企業事例交流会ルポ（第34回）



福居 文継（ほくでん情報テクノロジー）

第34回企業事例交流会は、2014年秋季研究発表会初日の8月28日に札幌市の北海道科学大学にて開催された。今回の企業事例交流会は、通常は4件であるところを、6件の発表があり、また、午前午後にわたっての3部構成の開催と、盛況な交流会となった。司会、および、コメンテーターは、

第1部 司会 斎藤努氏（構造計画研究所）、コメンテーター 並木誠氏（東邦大学）

第2部 司会 樫尾博氏（東京ガス）、コメンテーター 藤井浩一氏（NTTデータ数理システム）

第3部 司会 黒木裕介氏（東芝）、コメンテーター 森戸晋氏（早稲田大学）

の各氏が務められた。

この企業事例交流会は、企業においてORが実際に適用されている状況を問題の発生からさまざまな苦労を経て、やがて解決に至る事例として提供していただく場である。今回も各発表の後には、活発な質疑応答があり、理論と実務の交流という本交流会の目的が達成されていると感じた。また、筆者も企業におけるORについて考える良い機会であったと感じている。

以下、6件の発表と質疑応答の状況について報告する。

1. モデル予測制御による在庫最適化

松本和宏氏（株式会社富士通研究所）

企業にとって、在庫最適化は利益最大化等の観点から、きわめて重要な課題である。従来は、専門家の勘と経験に基づく属人的かつ非効率な判断であったものをデータ／事実に基づく定量的・客観的・高精度な判断にしようとする期待が高まっている中で、「モデル予測制御に基づく最適発注」について、実データに基づく検証を行ったものである。本手法のポイントは、POSデータをもとにした需



要予測に基づく最適化計算を逐次的に繰り返すもので、効果としては①需要が少ない時期における一括発注による利益の最大化、②長期的な予測に基づいての需要の急増期における先行発注による利益増、③予測にばらつきのあるケースにおいても複数の需要予測シナリオを用いて従来法と同等の利益を確保するものである。

チーズの販売データという実データに基づく検証結果からは、88店舗中87店舗において本方式の方の利益が多くなり、トータルでは平均約16%の利益向上という好結果が得られている。

コメンテーターからは、唯一利益が下回った店舗のケースの理由についての質問があったが、そもそもの需要予測の精度が著しく低かったことが原因とのことである。また、同業種での在庫の融通を考慮する場合についての質問については、サプライヤ、メーカ、卸等、業界をまたがる検討は今後の課題とのことで、本事例に対する期待の大きさもうかがうことができた。

2. ネットワークDEAによるバスサービスの総合的効率性評価

東本靖史氏（日本データサービス株式会社）

近年、どの地域においても、バス交通については利用者は減少などの課題が深刻化している。本事例の苫小牧市においては、市営バスが民間事業者に移譲することとなったため、各バス路線の利用状況や収支状況などから現状における運行特性を包絡分析法（DEA）により、評価することとした。

さらに、各バス路線の経営状況を詳細に分析するためには、バス停数、運行時間、沿線人口、および路線延長など各路線が持つ特色を踏まえ、多様な視点からの評価が必要である。そのため、段階的な分析が可能であるネットワークDEAを用いて「路線配置効率」と「運行効率」に細分化し分析を行ったものである。

路線配置効率については、路線バスが生活交通を支



えていることを踏まえた社会的重要度を評価し、運行効率については、どれだけ効率的に収入を得ているかを評価している。

評価の結果、各バス路線が有する特性を踏まえ、バス路線の具体的な課題を抽出することができ、さらには総合的な観点から評価を行うことが可能となった。路線によっては、路線配置効率が高いにもかかわらず、運行効率が低く、バス路線の競争などが課題となっていることが明らかとなった。また、路線位置効率と運行効率の双方が低い路線については、新たな交通システムとして、デマンドバスの提案をするなど、実際の路線形成にも資することとなった。

コメンテーターからは、この評価がどのように活用されたかの質問があったが、行政へも納得感があり、「路線計画の裏付け」となったことやデマンドバスが継続的に運行されていることなどが紹介された。

3. 小規模産業用・業務用需要家の電力需要マネジメントのための設備稼働スケジューリングツールの開発

坂東 茂氏（一般財団法人電力中央研究所）

2011年の夏季以降、全国的に節電が継続的に必要となっている。ピーク需要の削減は、エネルギーコスト削減対策としても効果がある一方で、設備稼働の停止や夜間への労働時間シフトによる労働コストの増加および労働環境への影響が懸念される。

複数の大型設備を所有する産業需要家から、設備稼働スケジューリングの相談があり、最大消費電力の削減とシフト時間の最適化を目的に最適運用を可能とするツールを開発したものである。目的関数には、基本料金、従量料金に加え、労働コストの合計としている。

本ツールは、産業用から民生用として、中・小規模の需要家も利用可能なものとしている。また、運用にあたっては、前週の申請により全設備の運用パターンを定めるとともに、予定変更による前日の再計算も可能とし、利便性を上げる工夫をしている。

コメンテーターからは、米国の事情との差異等について質問があり、日本の料金の状況（価格弾力性が低い）を踏まえた活発なディスカッションが行われた。



4. 都市ガス会社における数理技術の活用事例

中山香奈子氏（東京ガス株式会社）

事例紹介に先立ち、発表者の所属する東京ガスにおけるORの活用についての40年にわたる歴史についての紹介があった。さまざまな手法を会社のニーズに合わせて応用してきていると、筆者にとっても大いに参考となる話であった。



今回の事例については、①線形計画法を用いた地震発生時の社員出勤先最適化、②巡回セールスマン問題のヒューリスティクス解法を応用した保安点検ルートの策定、の2つの事例であった。いずれの事例においても、ORを用いた場合の効果が大きかったことのみならず、使われているロジックやモデルをできる限りシンプルにわかりやすく各部門に伝えるといった担当者の努力により、実際の業務で活かすことができているとのことである。また、実務でORを活用するためには、数理技術を用いたソリューション提案を従来型の現場オペレーションに融合させるスキルが重要で「そこそこ良くて現場の感覚で納得感のある解」が良いとのことであった。

コメンテーターからは、現場とのコミュニケーションにより、新たな課題の発掘につながっているか、との質問があったが、社内向け広報や報告会などのPRにより、問い合わせが増えてきた等の実験の経験に基づいたディスカッションが行われた。OR活用の決め手として、①使い手とのコミュニケーション、②実務的最適解、③使いやすい形でのツール化、の3点が挙げられたが、筆者も納得できる内容であった。

5. 新幹線総合システムにおける制約プログラミング適用事例

清水宏之氏（株式会社ジェイアール東日本情報システム）

鉄道における列車ダイヤの計画作成から運転整理に至るまでの編成業務について、丁寧に説明があり、業務全体の中での本発表の位置づけがよく理解できた。

なかでも、車両運用計画、乗



務員運用計画、編成割当計画等の各計画はまさにスケジューリング問題としてORが有効に応用されてきている。JR東日本の新幹線ダイヤにおいては、東京～大宮間がすべての列車が通る区間であり、この区間の運転整理をいかにするかが全体の鍵となっている。今回の事例となったCOSMOSの新機能は、走行順序変更により全体的な遅延緩和を可能とする運転整理提案を行うシステムであり、1分ごとに状況を把握しつつ、指令員の指示により、制約プログラミングを用いて制約充足解を短時間（数秒）で求めることができるものである。このように現場での利用にあたっては、人間の思考が不可欠であり、更なる人間の思考を支援することが、新幹線の全体的なスムーズな運行にとって欠くべからざるものとなっている。

コメンテーターからは、列車ダイヤの計画、運転整理はORが役立つ部門であり、このように制約条件が多いケースでは、制約プログラミングが適しているとのコメントがあった。次のターゲットは何か？との質問に対して、中長期計画への応用との回答があり、さらなる発展が期待できる分野であることが認識できた。

6. 列車運行実績ダイヤデータ分析システム @Plan

武内陽子氏（公益財団法人鉄道総合技術研究所）

前発表に引き続き、鉄道に関する発表であり、この分野におけるORの活用が盛んであることの印象を強くした。列車ダイヤにおいても、PDCAサイクルを回すことにより、よりよいダイヤの策定につなげることはきわめて重要である。すなわち、Plan：ダイヤ改正→Do：日々の運行→Check：現状把握→Action：改善方針の提案、である。

本発表においては、自動進路制御装置で記録される列車運行実績ダイヤデータ（日々の列車の各駅での着

発時刻）を有効利用し、分析するシステム「@Plan」の活用についての紹介があった。たとえば、「列車の着発遅延の大きさと頻度」の分析機能を用いると、ある列車の各駅にわたる遅延の推移をグラフ化することができ、どの駅で遅延が発生し、伝搬したのち、別のどの駅で遅延が回復する傾向にあることなどがわかるものである。また、ダイヤ改正による改善実態も確認することができる。

発表では、「@Plan」のデモを交え、わかりやすいGUIや分析結果のExcel表示などの動きも説明があった。このようなユーザフレンドリーなシステムであるからこそ、各方面で受け入れられているものと感じた。

コメンテーターからは、「@Plan」の作成期間や工夫した点などについて質問があった。また、列車遅延の考え方や他の実績データとの連携に関する意見もあり、今後のより効果的な活用方法の模索、実用化に弾みがつくものと考えられる。

最後になるが、6件の発表は先端理論もさることながら、実務への応用、事業への貢献を第一に考えてORを適用していることが重要であった。今後、不確実な時代であるからこそ、理論と実務の交流による融合がますます必要となってくるものと改めて感じることができ、今回、ルポを担当させていただいたことも合わせて感謝したい。

