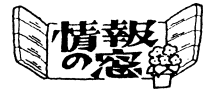


# 2017年秋季研究発表会ルポ



小出 武 (甲南大学), 辻村 元男 (同志社大学),  
林坂 弘一郎 (神戸学院大学)

## 1. はじめに

特別テーマ「学の実化を目指して」の下、2017年9月14日(木)と15日(金)の2日間にわたり、2017年秋季研究発表会が開催された。大会期間前後の週末は台風の影響で天気は崩れる中、大会期間は気持ちのよい秋晴れに恵まれた。会場は大阪府吹田市、阪急電鉄北千里線関大前駅の目の前にある関西大学千里山キャンパス。発表件数は、前回の創立60周年記念大会の影響からか、企業事例交流会を含め100件とやや少なめであったが、311名が参加する活気ある大会となった。

研究発表会では六つの会場に分かれた30のセッションが設けられた。組まれたセッションは、「企業事例交流会(2)」、「信頼性」、「金融(3)」、「都市(3)」、「鉄道(2)」、「確率・統計一般」、「ゲーム理論(2)」、「マーケティング(2)」、「離散最適化(2)」、「評価」、「スケジューリング」、「スポーツ」、「生産」、「ORによる大規模インフラストラクチャー分析」、「最適化一般」、「連続最適化(2)」、「医療・健康」、「待ち行列」、「モビリティ」、「予測・推定」であった(セッション名内の括弧書きの数はセッション数を表す)。

## 2. 研究発表

1日目午前の「信頼性」における田村慶信氏(東京都大学)らの研究「ソフトウェア画面構成を考慮した深層学習に基づくOSSプロジェクトのフォールト識別法」では、オープンソースソフトウェアのバグトラッキングシステムから得られるフォールトデータと画面データを入力データとした深層学習によりソフトウェアフォールトの緊急度を自動的に判断する方法が提案された。井上真二氏(関西大学)らの研究「Interval Estimation of Software Reliability Based on a Discretized Model by a MCMC Method」では、差分方程式から得られる離散化モデルに対して、すべての

フォールトを検出できないという意味でのデータの不完全性を考慮しながら、マルコフチェーン・モンテカルロ法に基づいたパラメータの区間推定法が提案された。大鑄史男氏(名古屋工業大学)の研究「多状態システムにおける重要度の定義について」では、完全故障状態と完全正常状態に加えてその間のさまざまな劣化状態をもつ多数の部品から構成されるシステムについて、ある部品の状態が変わることによってシステムの状態が変化するような集合要素をCritical状態ベクトルと呼び、これを用いて部品のシステムにおける重要度が求められることが示された。中村正治氏(金城学院大学)らの研究「更新時に障害を伴うバックアップシステムの最適方策」では、データベースの更新時に障害が発生することを仮定し、増分バックアップが差分バックアップよりも効率的である条件とそれぞれの最適方策が解析的に示された。

「金融(1)」における大西匡光氏(大阪大学)らの研究「価格インパクトを考慮した最適執行戦略(続)」と枇々木規雄氏(慶應義塾大学)らの研究「過渡的インパクトを考慮した多期間最適執行戦略モデルの構築とその応用」は、機関投資家の最適な売買戦略について、彼らの売買執行が市場に与える影響(価格インパクト)を考慮して分析をしたものであった。大西氏らの分析は期待効用最大化の観点から、枇々木氏らの分析は執行コスト最小化の観点からなされたものであった。柴原聖大氏(慶應義塾大学)らの研究「私的年金と生命保険を考慮したリタイアメント・プランニングのための多期間最適化モデル」は保険に関する研究で、私的年金に生命保険を加えることは、リタイア後に想定以上に長生きをすることによって発生する資産枯渇リスク(長生きリスク)をヘッジすることに有効であることを示された。伊藤雅剛氏(慶應義塾大学)らの研究「Generalized Recovery Theoremを用いた収益率分布の推定方法—観測データを用いた先験情報の設定—」では、収益率分布の推定に関して、観測された

データを用いた先見情報を設定し、オプション価格から精度の高い実分布を推定する方法を提案された。

1日目午後の「ゲーム理論 (1)」における宮田鉄矢氏 (防衛大学校) らの研究「目標・探索者双方が個人情報を持つ情報不完備探索ゲーム」では、初期位置および初期エネルギーという目標の個人情報に加え、探索資源の探知能力という探索者の個人情報も考慮した情報不完全探索ゲームについて議論し、その均衡解を導出した。森吉竜太郎氏 (電気通信大学) らの研究「見間違えのある繰り返しゲームにおける戦略のダイナミクス」では、繰り返し囚人のジレンマゲームにおいて、相手の行動についてノイズを含むシグナルを観測する場合について分析し、 $k$ 期相互処罰戦略やしつべ返し戦略の拡張戦略が生き残る条件について、解析的、および実験的に分析した。

「鉄道 (2)」における松永龍弥氏 (三菱電機(株)) らの研究「移動者の嗜好を考慮した鉄道運行計画の最適化」では、早く、安く、楽にといった移動者の多様な移動要求を考慮して、混合01整数計画問題として定式化された運行計画と移動経路のモデルが汎用解法で求解可能であり、満足度の高い運行計画が得られることが示された。楠優美子氏 (長岡技術科学大学) らの研究「Max-Plus代数を用いた鉄道スケジューリング手法—実際の運用に向けた状態方程式の拡張—」では、都市部のように前を走る列車を追い越さない高密度な鉄道システムに対して停車駅が列車ごとに異なる路線でも検証が行えるように既存モデルが拡張され、拡張した状態方程式でのスケジューリングが可能であることが示された。山内達貴氏 (中央大学) らの研究「利用者均衡配分に基づく優等列車停車駅の最適化」では、首都圏における鉄道の混雑緩和のために、列車種別ネットワークを導入し、優等列車の停車駅を最適化する局所探索法が示された。また、京王線への適用では、急行列車を停止させない駅を増やすことで混雑が緩和することも示された。

「マーケティング (2)」における瀬賀信一郎氏 (ヤフー(株)) らの研究「機械学習とオペレーションズリサーチによるポイント付加最適化」では、ネットショッピングやオークションでの新規購入者数を最大化することを目的としたポイント付与最適化について報告された。ユーザ情報を基に機械学習を用いて購入確率を算出し、対象の問題を整数計画問題としてモデル化して付与ポイント数を決定したところ、一律に付与する方法より、購入者数が33%増加したと報告された。

2日目午前の「最適化一般」における三木彰馬氏 (関西大学大学院) らの研究「深層学習を用いた巡回セールスマン問題の解法」では、巡回セールスマン問題において、畳み込みニューラルネットワークによる機械学習を用いて頂点が描画された画像から最適経路に採用されやすさを表したエッジの価値を算出し、ヒューリスティック手法においてエッジコストの代わりにエッジの価値を用いることで、解の精度が向上できたと報告された。

2日目午後の「医療・健康」における伊藤和哉氏 (東京理科大学) らの研究「カタストロフリスク回避の費用便益分析：罹患リスクの影響」では、タイプの異なる災害を考慮し、災害回避の費用便益分析を行い、最適な災害回避についての考察が示された。金川明弘氏 (岡山県立大学) らの研究「ディープラーニングを用いた見守りのための閉眼状態検出」では、介護分野での応用を念頭に、畳み込みニューラルネットワークを使い、人が目を開けているか閉じているかの画像解析による成果を示された。南野友香氏 (鳥取大学) らの研究「医療の質評価のための調剤薬局におけるインシデントデータ分析」では、調剤薬局におけるインシデントデータを時系列分析し、インシデント発生に季節性のある可能性は低いことを示された。柴崎三郎氏 (讀陽堂松原病院) による研究「MDGs指標データに基づく5歳未満児死亡率に関する政策モデル構築の試み」では、国際連合のミレニアム開発目標の指標データを用いた因子分析をした結果、5歳未満児死亡率に強い影響を与える指標を示された。

### 3. 特別講演

1日目午後の最初に関西大学常任理事・副学長・システム理工学部教授の前田裕氏による「学の実化から世界へ」と題した特別講演が行われた。まず大会実行委員長の木村俊一氏から前田氏の略歴と専門領域について紹介があり、前田氏の講演が始まった。前田氏の研究は確率近似からスタートし、最適化、その後はニューラルネットワークの学習とそのハードウェア (FPGA) 化などである。オペレーションズ・リサーチ学会も親しい分野である。

関西大学は1886 (明治19) 年に関西法律学校として、児島惟謙 (こじま これかた) 以下12名の創立者によって設立された。このころの日本は明治維新後、国内の近代化を進め、法治国家の礎を国民に知らせなければならぬ時代であった。大阪を始め西日本にま

だ法律を教える学校が存在しないため、関西法律学校が西日本で法律を教えるためにスタートした。

初年度の入学試験には300人が受験し、合格者は150人、入学者は100名超であった。しかし3年後の卒業生はわずか17名であった。

その後、大阪商業会議所会頭であった山岡順太郎の尽力により資金を集め、1922（大正11）年に法学部と商学部をもつ大学に昇格した。翌年、山岡順太郎により関西大学の学是である「学の実化」と、その四つの要素「学理と実際の調和」「国際的精神の涵養」「外国語学習の必要」「体育の奨励」も決められた。なお、学の実化について、現在は「harmony between academia and society」という英訳が主に用いられている。

関西大学は1967年までに6学部の構成へ拡大し、1994年に総合情報学部、2007年には工学部を改組しシステム理工学部、環境都市工学部、科学生命工学部を設置、さらに政策創造学部を新設した。2009年には他大学に先駆けて外国語学部を、2010年には社会安全学部と人間環境学部を設置し、現在五つのキャンパスと13学部の構成である。

2016年に130周年を迎えた関西大学はイノベーション創生センター、なにわ大阪研究センター、および梅田キャンパスを開設した。イノベーション創生センターでは、大型の補助金などを活用して最先端の研究装置、設備を配置し、企業および省庁などとの共同研究・受託研究を促進するとともに、教員や学生、企業や研究機関との交流の場、起業支援やベンチャー支援の機能も整備し、教職員・学生の企業やベンチャービジネスを促進させている。

なにわ大阪研究センターは「地域」「学び」「歴史」が響きあう研究拠点であり、ここでの研究成果の一つとして、オーストリア・グラーツにあるエッゲンベルク城「日本の間」に設置された屏風が豊臣期大坂図屏風であることが明らかになったことが挙げられる。梅田キャンパスでは地域・社会人・大学がともに発展するために、社会人教育、起業家育成の支援、異業種交流による価値創造などが行われている。

関西大学の現在の取り組みとして、教育の質保証のための組織づくり、IRの推進などが挙げられる。また国際化の取り組みとして、TRIPLE I (Intercultural Immersion Initiatives) 構想を進めている。ここでは関西大学が求めるグローバル人材像として、「専門的知識の習得」「グローバルシーンに対応可能な卓越



特別講演 前田裕氏

した高度の言語運用力」「実践的コミュニケーション力」「国際的課題解決能力・行動力」「国際適応力・異文化理解力」を挙げている。

また、KU-COIL (Collaborative On-line International Learning) と呼ばれる授業形態も推進している。これはICTを用いて海外の研究機関と交流学習を行う仕組みである。たとえばマレーシア、タイ、台湾の大学とゼミ単位で研究テーマの発表を行ったりしている。

最後に「体育の奨励」として、アイススケートやヨットなどでオリンピックの日本代表選手を輩出しており課外活動にも力を入れていることが紹介され、盛大な拍手で幕を閉じた。

#### 4. 受賞講演1

研究発表会2日目の午前には、第7回（2017年）研究賞受賞者である増山博之氏（京都大学）による受賞講演「マルコフ連鎖—安定性のトリニティをめぐる—」が行われた。まずは、増山氏の研究分野である待ち行列とマルコフ連鎖について、導入的な説明がなされた。次いで、増山氏の研究テーマとの出会いについて紹介された。卒業論文でのファイナンスとの出会い、そして大学院進学後の待ち行列への変更のいきさつを紹介された。金融工学から待ち行列への研究上の岐路はあっさりと言われたようである。

大学院時代は、待ち行列に関する数値計算のアルゴリズム構築をテーマに、修士論文・博士論文を書かれ、学位を取得されたが、課題も抱えられており、それについて紹介された。ある待ち行列モデルに関連したM/G/1型マルコフ連鎖の定常分布の計算誤差評価である。当時、増山氏は、漸近解析の結果との比較などされたが、望ましい結果を得られなかったそうである。そこで、学位取得後は、元々解析学が好きだったこと

もあり、M/G/1型マルコフ連鎖などの漸近解析に挑戦を始められたと、研究上の経路を紹介された。

M/G/1型マルコフ連鎖を特別な場合として含む一般的な構造化マルコフ連鎖としてGI/G/1型マルコフ連鎖がある。GI/G/1型マルコフ連鎖の定常分布の陽表現を得ることは困難であり、数値的に定常分布を求めるのも容易ではない。そこで、増山氏は、定常分布の裾漸近特性について研究を進められ、研究賞受賞対象論文を含む、多くの素晴らしい研究成果を発表された。とりわけ、「裾の長い」査読プロセスを経て研究成果が公刊されたお話しは、増山氏から若手研究者への熱いエールとして記憶に残るものであった。

漸近解析を進めるとともに、増山氏の関心はマルコフ連鎖の切断近似にもあった。一般に、無限次元の状態空間をもつマルコフ連鎖の定常分布は計算できず、推移確率行列を切断近似して、その定常分布を求める。近似によって求められた分布であるため、誤差評価が重要となる。増山氏は、ある先行研究との出会いをきっかけに、切断近似への研究を進められ、研究賞受賞対象論文を含む多くの研究成果を発表された。

切断誤差評価の研究においては、それまでに行った、裾漸近解析の研究成果が大いに役に立っており、増山氏曰く、「バラバラの既知の結果を融合させるため、必要な道具を揃えられた」とのこと。講演のタイトルにもある「安定性のトリニティ」とは、「ドリフト条件」「エルゴード性の強さ」「裾減衰速度」の三つのことである。漸近解析での研究経験によって、ドリフト条件の構築やエルゴード性の強さに関する勘が養われたとのことであった。研究テーマが有機的に繋がった証である。

その後は、今後の研究についても紹介され、精力的

に研究を進められている様子が伝えられた。

最後に、増山氏は、研究生活を送るうえでの気分転換の方法や、勇気づけられた言葉を紹介され、講演を聴講した人々は明日への活力を大いに与えられた。受賞講演の紹介を、増山氏が紹介された言葉でまとめた。

“We do not count a man's years, until he has nothing else to count.” (Ralph Waldo Emerson)

## 5. 受賞講演2

研究発表会2日目の午後には、第7回(2017年)研究賞受賞者である後藤順哉氏(中央大学)による特別講演「ノルムを用いた最適化モデリング」が行われた。司会は吉瀬章子氏(筑波大学)、講演に先立って高野祐一氏(専修大学)から後藤氏の経歴や業績について紹介があった。

まずは初学者にも理解できるように、ノルムの基本について丁寧に説明がなされた。特によく用いられる $l_2$ ノルム(ユークリッドノルム)、 $l_1$ ノルム、 $l_\infty$ ノルム(最大値ノルム)に加え、機械学習の分野で登場するノルムではない“ $l_0$ ノルム”についても紹介があった。

次に、三つの最適化モデルを題材に、それらに現れるノルムの利用について問題提起がなされた。リッジ回帰やLASSO回帰などの正則化付き最小二乗モデルは非ゼロ要素の少ない解が求まる手法として利用されるが、本来の意味で好ましいのは $l_0$ ノルムによる正則化である。LASSO回帰での $l_1$ 正則化と $l_0$ 正則化の違いはどれぐらいなのか、それが一つ目の問題定義である。二番目の例はポートフォリオ選択からである。平均・分散モデル(MVモデル)は $l_2$ ノルムの最小化問題として表現できるのに対し、平均・絶対偏差モデル(MADモデル)は $l_1$ ノルムを介して線形計画問題として定式化できる。MADモデルがMVモデルと非常によく似たポートフォリオを生成すると先行研究で報告されているが、実際にどれぐらい近いのか、また絶対偏差より良い候補はないのかが二つ目の問題である。最後の例として、ロバスト最適化におけるノルム、とりわけ最大 $k$ ノルムについて説明があった。最大 $k$ ノルムとは、 $n$ 次元ベクトルの要素の絶対値を大きいものから $k$ 個合計した値と定義される。ロバスト最適化において高々 $k$ 個の変数についてのみロバスト性を考慮させることができる点、並び替えを介さずに最適化計算によって値が求まることの説明がよいLPの教材となる点、また金融工学におけるCVaRとの深い繋が



受賞講演 増山博之氏



受賞講演 後藤順哉氏



大阪名物 粉物船盛り

りなど、最大 $k$ ノルムに関する事項について紹介があった。またパラメータ $k$ は区間  $[1, n]$  内の整数から実数へ拡張することができ、3次元空間における最大 $k$ ノルムやその双対ノルムのノルム球はカタランの立体やアルキメデスの立体（半正多面体）を含む。

続いて、最大 $k$ ノルムと $l_p$ ノルムの近さに関して説明があった。後藤氏はノルムの等価性に着目し、二つのノルムの比に対するタイトな下限 $L$ とタイトな上限 $U$ を求め、 $U/L$ （または $\log U/L$ ）を二つのノルムの近さと定義した。後藤氏らによる研究より、最大 $k$ ノルムと $l_p$ ノルムに対するタイトな上下限が導出され、 $l_p$ ノルムに対して最も近い最大 $k$ ノルムは、 $k = \lceil p\sqrt{n} \rceil$ であることが証明された。3次元空間での $l_2$ ノルムに最も近い最大 $k$ ノルムの双対ノルム球は一見対称性が低いものの、7~9世紀新羅のサイコロと同じような形であることが紹介された（そのサイコロは宴会で使用されたものらしく、目には「三杯一気飲み」や「音楽なしで踊れ」などが書かれているそうである）。このノルムの近さは最適化問題における最適値の近さ、および最適解の近さに関係する。この結果によって、前述のポートフォリオモデルにおいて分散を絶対偏差で近似するより、CVaR偏差で近似するほうがより近い最適値・最適解が得られやすいことが示された。

最後に初めに提起された問題に対する回答が与えられた。 $l_0$ ノルムが定数 $K$ 以下であることは、 $l_1$ ノルムと最大 $K$ ノルムが等しいことと必要十分であること（ $l_0$ 制約のDC分解表現）を用いて、 $l_1$ 正則化と $l_0$ 正則化の違いは最大 $K$ ノルムに関する項であり、この項は $l_1$ 正則化の修正項を意味することが示された。

講演は図や例を多用し、分野外の聴衆にもわかりやすく行われていた。無関係に見える他分野の研究成果が自分分野の研究を進展させる重要な鍵になるかもしれない、そう感じられる大変有意義な講演であった。

## 6. 懇親会

懇親会は、キャンパス内の食堂にて行われた。出席者は110名であった。テーブルの上に並べられた数々の料理の中で目を引いたのは、大阪名物「粉物」による船盛りである。木村俊一実行委員長に伺ったところ、料理を提供してくれた大学生協独自の計らいとのこと。学会をもてなそうとしてくれる思いが非常に嬉しく感じた。

大山達雄会長、特別講演をされた前田裕関西大学副学長の挨拶のあと、森田浩関西支部長の乾杯の音頭で懇親会が始まった。始まるや否やシェフがステーキを焼く鉄板に待ち行列ができ上がった。ゆったりとした会場にて、たくさんの食べ物飲み物を満喫することができた。最後に、東海大学で開催される2017年春季研究発表会について、実行委員長の松井泰子先生からご案内があった。

## 7. おわりに

前回大会の春季研究発表会が創立60周年記念大会で非常に多くの参加者を集めたことから、秋季大会の参加者数が減少するのではないかと心配していたものの杞憂に終わりホッとしています。実行委員会委員の皆様、特に会場となった関西大学の先生やスタッフの皆様にご心から御礼申し上げます。