

# 2018年秋季研究発表会ルポ



齋藤 毅 (愛知大学), 今泉 充啓 (愛知学泉大学),  
水谷 聡志 (愛知工業大学), 脇坂 賢 (鳥羽商船高等専門学校)

## 1. はじめに

2018年9月6日(木)と7日(金)の2日間、「スマートモビリティ社会とOR」をテーマに、名古屋市立大学滝子(山の畑)キャンパスにおいて秋季研究発表会が開催された。台風21号が非常に強い勢力を保ったまま研究発表会期間中に東海地方を直撃する可能性があったために開催が危ぶまれたが、台風は少し西寄りのコースをシンポジウム前日(4日)に通り過ぎたため、何とか予定どおりに開催することができた。ただし、四国、関西方面には大きな傷跡を残したようである。また、6日未明には北海道胆振東部地震が発生し、全道での交通網の麻痺などにより、当日北海道を出発する予定の方々に参加できなくなってしまった。この場をお借りし、被災した方々にお見舞い申し上げます。

大きな災害を気にかけてながらの大会ではあったが、特別講演2件、企業事例交流会6件、一般発表115件(うち特別セッション4件)、参加者333名の盛会となった。

## 2. 研究発表

今大会における分野ごとの発表件数は以下のとおりである。

企業事例	6	機械学習	6
大規模インフラ	4	金融	10
AHP	4	情報・通信	4
DEA	2	信頼性	9
エネルギー・環境	5	政策・行政	3
ゲーム理論	6	待ち行列	7
スケジューリング	3	都市・地域	6
ネットワーク	3	防災・減災	3
マーケティング	3	輸送・交通	6
意思決定	3	離散最適化	10
医療・福祉	6	連続最適化	9
確率・統計	3		

この中から、何件かの発表について報告する。

初日の「政策・行政」における呂文若氏(京都大学)らの「社会的ネットワークの観点から適切な国会議員定数を考える」では、適切な代表という概念を規定し、スモールワールド型社会的ネットワークを用いたモデルに基づき、効率的な議員定数が考察された。最適解は人口の約4/9乗に比例する値であり、実際、各国の議員定数とよくマッチしている。質疑応答も、各国が議員定数を決める際にはこのようなことを考えているのかなど、活発に行われた。

「信頼性(1)」における土肥正氏(広島大学)らの「非同次出生過程とソフトウェア信頼性モデリング」では、ソフトウェア信頼性を評価するモデルに非同次出生過程(NHBP)を適用することが提案された。NHBPはソフトウェア信頼性モデリングにおいてよく利用されている非同次ポアソン過程(NHPP)を特別な場合として含むため、モデルの一般化と適合性の向上が期待される。複数のバグ発見個数データに対し、モデルの適合性をAICを用いて比較した結果、NHPPよりNHBPのほうが適合性が高くなる傾向が示された。

「意思決定」における山本邦雄氏(MCS研究所)らの「AIの開発手法研究(AI分類)」では、展示会などでは機械学習、ニューラルネットワーク、深層学習などの位置づけについて説明者ごとにバラバラな解説がなされ、学習者を混乱させていることが紹介され、どのような解説があるのか、その分類がなされた。さらに、これらの差異の正しい解説がなされ、これを踏まえた上で、今後あるべきAIの開発体系の整理がなされた。

「信頼性(3)」における大鑄史男氏(名古屋工業大学)の「Dynamical Optimal Structure of a Safety Monitoring System and Its Signature」では、 $n$ 個のセンサーにより環境を監視する安全監視システムの最適な構造について考察が示された。各センサーは環境の状態に応じてアラームを発生し、それらのアラームを統合してシグナルが発せられる。システム信頼度と平

均コストを解析するため signature が用いられ、コスト最小化の意味での最適構造は  $k$ -out-of- $n$ : G system であるという結論が示された。

「金融 (1)」における内海裕一氏 (日本政策金融公庫) らの「個人企業のクレジットスコアリングモデルにおける業歴の有効性」では、個人企業に対するクレジットスコアモデルの変数に個人企業の業歴別デフォルト率を追加することの有用性が検証された。個人企業の実態を把握するには経営者個人の資産や負債も調査する必要があるが、公表したがない企業が多いため、入手が容易で客観的な情報である個人企業の業歴別デフォルト率をモデルに加えたものである。結果として、この変数の導入はモデルの精度を向上させることが示された。

「都市・地域 (2)」における八尾優作氏 (慶應義塾大学) らの「道案内の数理モデル」では、景観悪化や歩きスマホによる事故を最小限に抑えつつ観光客の移動需要を満足させるための、最適な道案内看板設置問題が検討された。看板がない交差点では移動者が道なりに進むとして「道なり」を規定し、道なりに到達可能なノードと接続する疑似アークを追加した拡張ネットワークを作成し、整数計画問題として定式化した。最適解の例として、東急東横線日吉駅西口の道路網における最適な案内看板数、およびそれらの設置位置が示された。

「待ち行列 (1)」における松尾容典氏 (千葉大学) らの「客のグルーピングのある待ち行列の安定条件」では、2種類の客が到着する待ち行列について考察がなされた。タイプ1の客は、到着時に行列の最後尾に並んだ後にサービスを1人で受け、タイプ2の客は、到着時に  $N$  人未満のタイプ2のグループが存在すればそのグループに加わった後にサービスをまとめて受けると仮定された。このようなモデルに対して系内容数の期待値が有限となる安定条件が示された。また、豊泉洋氏 (早稲田大学) による発表「変動の激しい到着過程をもつ無限サーバ待ち行列」では、インターネット上の多くのサービスにおいて突発的に大きな需要が起こる現象に着目し、客の到着はポアソン過程に従い、集団サイズは一般化された幾何分布に従う、激しい到着過程をもつ集団到着無限サーバ待ち行列についてモデルが作成された。また、システムが安定する条件が示された。

2日目、「待ち行列 (2)」における山崎和俊氏 (関西大学) らの「周期的補充機会下での最適在庫問題」では、周期的な補充機会において在庫量を観測したとき

に、在庫量がある閾値を下回っていた場合にその閾値まで補充することを繰り返す周期的バリア戦略に関する在庫管理モデルについて解析が行われた。本研究では、在庫コストと補充コストの総和がスケール関数を用いて表され、これをもとに最適戦略が示された。

岡村寛之氏 (広島大学) らの「A Note on Estimation of Queueing Models with Utilization Data」では、Mt/M/1/K 待ち行列モデルにおけるパラメータの推定の問題が取り上げられた。今回は、パラメータの推定にデータ観測コストが低いデータが用いられるケースを対象とし、EM アルゴリズムにより到着率関数 (強度関数) の最尤推定を行っている。数値例においては、実際の業務で使われているシステムの CPU の利用率データから Mt/M/1/K 待ち行列の到着率関数を推定した結果が示された。最後に、本研究の手法の応用の可能性として、クラウドシステムの到着率予想の問題があることが報告された。

「金融 (3)」における柴原聖大氏 (慶應義塾大学) らの「公的年金の繰下げ受給と退職後の家計の長生きリスク」では、退職後の長生きリスクを適切にヘッジするための公的年金、私的年金の活用法、および持続可能な公的年金制度のあり方が議論された。本研究では多期間最適化モデルの枠組みで家計を定量的に分析し、公的年金と私的終身年金の組み合わせよりも、公的年金の繰下げ受給と私的定期年金の組み合わせのほうが家計に優しいことおよび、繰下げ受給者が増えた場合でも公的年金財政を破綻させず、かつ受給者の長生きリスクもヘッジできる繰下げプレミアムの引き下げ幅が示された。

「AHP」における慶應義塾大学の小澤正典氏らの「AHP による一対比較行列の動的な作成指示法」では、比較順序の偏りをできるだけ少なくするために、スポーツスケジューリングの研究などでよく目にするサイクル法 (ルーカス法) を用いることにより、ほかの順序方法に比べて、ウェイトのずれを小さくできることが示された。秀明大学の大山口菜都美氏らによる「三角図法による評価基準への重みづけの可視化法」では、AHP において、評価基準の重みをどのように与えればどの代替案が選ばれるようになるのかについて、評価基準が二つ、代替案が三つの場合における、三角図法による可視化手法が提案され、基準の根拠や数値の見える化や各評価基準による評価の裏付けなどへの応用なども示唆された。

「輸送・交通 (1)」では、早稲田大学の中野楓太氏らによる「鉄道車両運用計画の定式化に対する相互直通

運転の拡張」は、車両運用計画に関するモデルに対して、鉄道事業者間での相互直通運転にかかる乗り入れ距離の平準化に関する拡張とその実験結果が示された。

東洋大学の今泉淳氏らによる「列生成法による鉄道車両の休日運用の作成」の発表では、前後の発表の鉄道ダイヤに関する研究をはじめとした、車両運用に関する計画の位置づけなどについても概説いただいた後、平日ダイヤと休日ダイヤの違いに対応する総回送距離の最小化を図る車両運用の作成について、集合分割問題として定式化し、実際の時刻表に基づく入力データに対して短時間で結果が得られることが示された。

鉄道総研の加藤怜氏らからは、「分割併合を含む路線に対する車両運用計画作成手法の基礎的検討」と題して、Giacco らのモデルの拡張によって、分割併合が行われる路線を対象とした車両運用計画の作成について提案された。

「確率・統計」における加藤憲一氏（神奈川大学）の「図書館における資料貸出回数と経年数の分析」では、公立図書館の貸出データを用いて、所蔵資料の時系列的な償却効果を表す指標として定義した経年数と貸出回数の関係について分析が行われた。クロス集計などの結果から個別の資料によっては、経年によって貸出回数が減少しないケースがあることが報告された。今後、経年数と貸出回数の関係に基づく詳細なモデルの構築を行い、また分析の精度を向上させることにより、その分析結果は、個別の資料に対する補充・廃棄、あるいは配架の場所等の決定の際の有効な判断材料となることが期待される。

「エネルギー・環境 (3)」における牧本直樹氏（筑波大学）らの「容量市場と電源投資—リスク回避的発電事業者の意思決定—」では、電力価格が不確実で容量市場が存在する状況下における、電力事業者の設備投資意思決定問題が考察された。平均・分散効用のもとで、発電事業者がリスク回避的な場合の投資時点と容量市場への売電比率を最適化する投資問題を解析し、最適投資時点と最適売電比率が導出され、リスクヘッジの必要性や売電価格が高い状況で容量市場が利用されることや、容量市場の存在が投資を遅らせる原因になり得ることなどが示された。

「機械学習 (1)」における白方健司氏（同志社大学）らによる発表「自然言語処理及び RNN による株式市場の予測」では、日経平均株価指数変化率を予測するため、主成分回帰 (PCR) モデルおよびリカレントニューラルネットワーク (RNN) を用いた検討が報告された。日本銀行の金融経済月報から各レポートに含まれる単

語が形態素解析により抽出され、単語頻度の時系列データが説明変数として使用された。PCR モデルと RNN によるモデルとを数値例により比較したとき、RNN はより高い予測精度を与えることが示された。

後藤順哉氏（中央大学）らによる発表「分布的ロバスト最適化の事後分布とパラメータ選択」では、期待値報酬を最大にする最適化問題において、真の確率分布に関する情報が不足しているとき、意思決定者にとって最悪な分布のもとで最適化を行う分布的ロバスト最適化についての研究成果が発表された。パラメータの値を決定する問題において、観測標本の数が大きくなるならば期待値の減少よりも分散の減少が主となることが示され、それを考慮して値を決めるべきであることが報告された。

「輸送・交通 (2)」における小田元氏（中央大学）らの「過疎地域における時間依存交通流に基づく公共交通の設計」では、岩手県大槌町を対象として、住民の移動を時間拡大ネットワーク上で表現し、出発時刻と出発地が近い住民をクラスタリングし住民の移動利便性を高めるようなバス路線と時刻表の構築手法とその適用について報告された。

山内達貴氏（中央大学）らの「利用者均衡配分に基づく時間帯別列車運行計画の最適化」では、優等列車や各駅停車などの列車種別ごとの本数の最適化について、1 時間ごとの運行本数を最適化する局所探索法についての提案がなされ、京王電鉄の 5 路線を対象とした実験結果について示された一方、質疑においては、優等列車の追い越しや追い抜きなどの線路配線などに関する制約などに関する指摘などがあり、活発な議論がされた。今回の輸送・交通セッションでは、鉄道スケジューリングに関する研究が半数を占め、同分野を対象にする研究者同士、質疑でも活発な議論が交わされた。

「医療・福祉 (2)」における金光俊輔氏（慶應義塾大学）らの「訪問介護施設の評価と効率的運用に関する研究」では、訪問介護士の離職率が高く、かつ事業所ごとに偏りが大きい問題に鑑み、事業所ごとの訪問介護士の負担を評価・分析する評価モデルを構築した。モデルは要介護者の要介護度、介護者の移動時間、およびサービス提供可能時間を考慮した割当問題として定式化された。また、評価例として広島県福山市のケースが示され、施設の負担が偏る原因を地理的要因、および施設特性の観点から説明された。

「ゲーム理論 (2)」における前島萌氏（電気通信大学）らの「地域上限制約付きマッチングの効率性改善に關

する研究」では、多対一マッチング問題の一つである学生と学校をマッチする学校選択問題が取り上げられ、特に、複数の学校が属する地域に対する定員の上限（地域上限）が設けられたケースのマッチングメカニズムについて報告が行われた。本研究では、平均的には無駄な空きシートの数を減らすという意味で効率性を改善する Demand-Driven Deferred Acceptance (DDDA) メカニズムが提案された。評価実験により、提案された DDDA メカニズムは、既存の Priority List Based Deferred Acceptance (PLDA) メカニズムに比べ効率的なマッチングが行われていることが確認されその有効性が示された。

### 3. 学会賞表彰式

研究発表会初日の午後、吉瀬副会長（筑波大学）の進行のもと、学会賞表彰式が挙行された。表彰式に先立ち、本年8月に逝去された故伊理正夫元会長（1992～1993年度学会長）のご冥福を祈り、全員で黙祷を捧げた。

引き続き、研究賞奨励賞が1名に、60周年記念論文賞が2編（各1名）に、事例研究賞が1件（3名）に、学生論文賞が6名に授与された。研究賞と論文賞は該当者なしであった。

### 4. 特別講演1

学会賞表彰式に引き続き、高原勇氏（筑波大学未来社会工学開発研究センター長・トヨタ自動車株式会社 BR-未来社会工学室長）による特別講演「モビリティイノベーションと社会応用—Society5.0 実現にむけて」が開催された。

福島雅夫氏（南山大学）からご略歴が紹介され、ご講演は所属される筑波大学未来社会工学開発センター、およびトヨタ自動車株式会社（以下、トヨタ）における職歴の説明から始まった。

筑波大学未来社会工学開発センターは2017年4月、産学連携の先導モデルとすべく、筑波大学とトヨタ自動車によって設立された。社会工学を中核に研究し、Society5.0を実現するモビリティインフラの先端研究拠点を目指している。また、トヨタではボデー設計を主に担当され、側面衝突に備えたエアバッグの開発にも携わられたとのことである。

さて、テーマにもあるモビリティイノベーションは「CASE」、すなわち「Connected」（つながる。自動車の情報を遠隔地で使えるようにする）、「Autonomous」（自動運転）、「Sharing」（シェアリング）、「Electric」



写真1 特別講演1：高原勇氏

（電動化）が大きな柱と考えられている。このうち自動運転については、高原氏はテストドライバーになるための訓練を原体験としておもちである。トヨタでは危険回避能力と自動車の限界性能を実感として評価できる能力をもたせるべく、一定の条件を満たす社員に対してテストドライバーへの挑戦権を与えている。この訓練では自動車の状態や操作の情報が車外のコーチにリアルタイムに伝えられ、指導を受ける。また、走行時の操作情報はすべて記録され、運転の操作精度や再現性を振り返ることができるほどである。自動運転に通じるものがあるといえよう。

自動運転は現在、2020年のオリンピックに向けて実証実験が行われている。降雪時など悪天候の対応に課題は残るが、自動車専用道路で白線認識が明確ならば自動走行が可能なレベルに達している。

自動運転では、自動車に人間が行っていた認知、判断、操作という工程を代行させ、かつ人間と協調させる必要がある。そのためにダイナミックマップ（高解像度デジタル地図とGPSからの自己位置情報を合わせたもの）と車載センサーを駆使するが、この過程で得られる走行時の位置情報と操作情報を「IoT車両情報」と呼ぶ。このIoT車両情報を遠隔地でリアルタイムに広域に集めて解析し、自動車交通網を最適化したい。

さらに最適化、たとえば渋滞ゼロのために用いるデータは最小限に留めたい。あらゆる自動車からあらゆるデータを集めた場合、データの収集や管理などに要するエネルギーが渋滞の社会コストより高くなりうる。そのために現在、関東バス（筑波大学内をルートにもつ）の走行情報や車内混雑度からつくば市の渋滞を予測しようと研究を進めている。高速道路における渋滞研究はある程度進んでいるため、今後は特に一般道における渋滞構造の解明と解消を重視したい。

自動車から得られる情報だけでなく、交差点の固定

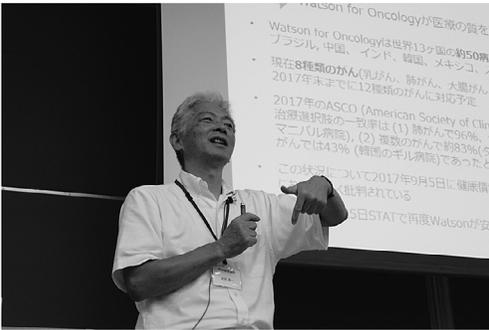


写真2 特別講演2：武田浩一氏

カメラや人工衛星からの情報も使いたい。ただし、固定カメラには個人情報保護の観点からの困難さがあり、衛星情報にはデータの所在がわかりにくい、データが特殊で扱いにくい、費用が高いなどの困難さがあるが、Society5.0 実現のためにもぜひ乗り越えていきたい。

地域存続へ貢献するための研究も進めている。農機や自動車が現れたことによる地域集落の変遷過程を踏まえ、来たるモビリティイノベーションを活用するために必要な地域の基盤をあらかじめ検討しておきたい。

地域経済活性化のためには新たな社会サービスの創出も重要だが、トヨタの提案する「e-Palette」はその一助になるだろう。たとえば移動式店舗が Web で注文した品物を乗せてくる、移動式の多目的スペースによって移動が価値創造の場となるなど、大きく社会を変えるモビリティインフラが提案されている。また、自動でランチを配送したり、自動で病院へ送迎したり、物流システムの新しい未来も提案されている。

最後に、未来社会工学開発研究センターやトヨタでは、モビリティイノベーションのための研究を進めるとともに、その研究に関わる研究者の方々と連携していきたいとお話があり、ご講演を終えられた。

なお、本講演に関する特集が本誌 2018 年 7 月号に掲載されているため、そちらも参照いただきたいとのことである。

## 5. 特別講演2

研究発表会 2 日目には、武田浩一氏（名古屋大学大学院情報学研究科価値創造研究センター長）による特別講演「自然言語処理とその応用—医療からスマートモビリティまで」が開催された。

鈴木敦夫氏（南山大学）からご略歴が紹介され、ご講演が始まった。お勤めになっていた日本 IBM 株式会社（以下、IBM）で長年従事された自然言語処理研究に基づくご講演である。

人間が知的情報を扱う際は音声、画像、言語の 3 種類を媒介とするが、人工知能によるこれらの認識は、深層学習が導入されて以降、人間と遜色ないレベルに達しつつある。

人工知能のブームは過去二度あり、今のブームが 3 度目である。初回は 1950 年代。コンピュータに楽観的な期待がかけられていた。二度目は 1980 年代。知的な計算として推論力が追及されたが、候補は列挙できたものの、文脈から正解を絞り込むには至らなかった。三度目の現在、現場のデータや人間の判断を大量に機械学習することで、人間の判断をかなり忠実に再現でき、実問題を解けるようになりつつある。

自然言語処理研究は、日本語についてはかな漢字変換技術や機械翻訳など、生産性向上の追及から始まった。その後、市場のニーズはテキストから知見や意思決定支援情報を獲得することにシフトし、テキストマイニング技術が登場した。たとえばコールセンターの場合、テキストマイニング技術によってコールを苦情、質問、要望に分類したり、どの製品のどの部分についてのコールかを分析したりし、結果を経営に活かすことが可能になった。現在の課題は質問応答である。通常の情報検索では検索ワードに関連した情報が一覧で出力され、答えを絞り込むには検索者の努力が必要である。質問応答技術が実装されれば、最初から知りたい情報がピンポイントで出力されるようになる。特に対話技術は普段の人間同士のコミュニケーションと同じような流れで人工知能に家電の制御やレストランの予約などの日常的ニーズに応えることができ、スマートスピーカーの発展とともに、おそらく次の 10 年を引っ張っていくものと思われる。

以上のような自然言語処理開発の中で、2006 年、IBM 基礎研究所で Watson プロジェクトが起動した。これは Jeopardy! という米国のクイズ番組で勝てる人工知能を作ろうという取り組みである。歴史・科学・スポーツなど、幅広い分野での知識が問われる番組であるため、この成功は人間並みの質問応答技術が開発された証左となり、商業的にも大きなインパクトをもたらすと期待された。

質問から解答を計算する仕組みは、質問文の解析、キーワード抽出、正解クラス（国名など）の把握をしたうえで情報検索し、正解についての仮説を立てる。この仮説の正解らしさを裏づける情報を改めて検索し、もし存在すれば確信度のスコアを上げ、一定の閾値以上かつ全仮説内での最高スコアを獲得した仮説を、正解として解答するというものである。人間のように質

問を理解したうえで答えを導くのと異なり、表層的な表現を元に検索を行い、集めた候補に正解が含まれることを期待するというアプローチを採用している。

結局、2011年の対戦において人間のチャンピオンの3倍以上の賞金を獲得して首位となった。この正答率は最高連勝記録保持者に匹敵するものであった。成功の要因は、世界中のIBM基礎研究所や全米8大学の協力、Wikipediaなどの言語資源の活用などが挙げられる。

成功への反響は大きく、直ちにビジネス化された。ただし、Watsonは何でも答えてくれる人工知能との誤解が多く、結局、導入可能なのは情報源や学習データが入手可能なコールセンターや医療などの分野に限られた。より広範囲のアプリケーションに対しては、必要な機能を細分化したAPIを提供することとなった。

このうち医療分野では情報が5年ごとに倍増すると言われ、医師が最新情報に触れる機会が不十分と危機感をもっていた。メモリアル・スローン・ケタリングがんセンターもその一つであり、Watsonが役立つのではなかろうかと考え、IBMに共同研究を持ちかけた。訓練データの作成には苦労したが、数千時間の訓練を経て実用化され、現在、世界中の50を超える病院でセカンドオピニオン的に使われている。今のところ8種類のがんに対応しており、医師の治療選択肢との一致率は肺がんなどで90%程度と比較的高いが、がんの種類によっては50%を切ることもあり、地域差も見られる。

なお、この状況に対しては批判的な意見もある。たとえば健康情報メディアSTATが、Watsonが癌患者の生存率を伸ばしたという研究成果も報告されておらず、Watsonが誤った選択肢を提示することもあるとの批判をしている。ただし、Watsonの提示した情報に基づいて医師が治療法を変えたところ寛解したとの事例（東大医科研）もある。

モビリティの分野における自然言語処理は、乗客のコミュニケーションに使われることが多い。たとえば行く先を尋ねたり道案内したり、ナビゲーション的に

使われる。今後はスマートスピーカーによる対話の事例が蓄積されていくので、モビリティにおいても対話型のサービスが展開されるだろう。

最後に、自然言語処理研究者が今検討しているのは言語理解であり、自然言語・音声・画像が統合されたタスクの処理への関心が高まっていることを話され、ご講演を終えられた。

## 6. 懇親会

発表会初日の18時より、名古屋市立大学学生会館にて懇親会が開かれた。参加者は136名で、大盛況であったといえよう。三浦英俊実行委員（南山大学）の司会で、まずは齊藤裕会長（ファナック株式会社）より、AIが大きな役割を占めるであろう今後の社会においては最適化などを扱うORの意義は大きく、活発に研究を進めてほしいというお話をいただいた。

中川覃夫氏（愛知工業大学客員教授）の愉快的乾杯のご発声後、歓談の時間となった。会場にはビュッフェ形式で大量に料理が並び、ご当地グルメの味噌カツやきしめんのブースも設けられ、地酒も用意されていた。皆様、いろいろと食事を楽しまれ、会話も弾んでいたようである。

中締めとして田地宏一実行委員長からの挨拶、および実行委員の紹介があった。また、千葉工業大学で開かれる2019年春季研究発表会の井上明也実行委員長（千葉工業大学）からのご案内があった。

最後は茨木智中部支部長（名古屋市立大学、実行委員）の挨拶があり、同氏音頭の一本締めにて20時頃、閉会となった。

## 7. おわりに

末尾になりましたが、本大会を成功に導いてくださった田地宏一委員長（名古屋大学）、茨木智委員（名古屋市立大学、中部支部長）をはじめとする中部地区の実行委員の皆様、会場となった名古屋市立大学の皆様、およびサポートしてくれた学生の皆様に対し、心より御礼申し上げます。