

- 鉄道一般
- 車両
- 施設
- 電気
- 運転・輸送
- 防災
- 環境
- 人間科学
- 浮上式鉄道

WCRR2019における論文発表の概要



WCRR2019では、70の論文発表セッションにおいて合計353件の論文発表が行われました。論文発表セッションは、有識者の座長が企画・運営を主導した「オーガナイズドセッション」、一般的な口頭発表形態である「オーラルセッション」、短い口頭発表と電子ポスターを組み合わせた「インタラクティブポスターセッション」の3種類のセッションから構成され、7つのパラレルセッションにおいて発表、議論が行われました。論文発表分野は、鉄道研究のほぼすべての分野を網羅しています。ここでは、WCRR2019における論文発表の状況およびトレンドについて紹介します。

はじめに

WCRR2019では、約640件の応募論文に対する厳正な審査の結果、350件の論文が採択されました。これらに加えて有識者の座長の企画によるオー

表1 国・地域別論文数

国・地域	論文数
日本	113
フランス	53
イタリア	38
中国	32
ドイツ	30
英国	16
米国	13
オーストラリア	8
オーストリア	8
スペイン	6
韓国	5
オランダ	4
ベルギー	4
カナダ	3
スウェーデン	3
台湾	3
インド	2
イラン	2
ロシア	2
スイス	1
スロベニア	1
ブラジル	1
ハンガリー	1
ラトビア	1
ポーランド	1
ポルトガル	1
ハンガリー	1
総計	353

ガナイズドセッションの招待論文を含めて、最終的には、70の論文発表セッション(7セッションが並行実施)において合計353件の論文が発表されました(表1)。ここでは、WCRR2019における論文発表の状況とトレンドについて紹介します。

論文発表セッション

WCRR2019の論文発表セッションは以下の3種類から構成されます。

- ①オーガナイズドセッション
- ②オーラルセッション
- ③インタラクティブポスターセッション

オーガナイズドセッションは、WCRRでは今回初めて採用した方式であり、世界的に注目度の高いトピックスについて、当該分野の有識者の座長のリーダーシップのもと、掘り下げた議論を行うものです(図1)。

オーガナイズドセッションの運営方



図1 オーガナイズドセッションの様子

法は座長に一任されており、通常の口頭発表形式のセッションに加えて、パネルディスカッション主体のセッションもありました。いずれの場合も、テーマを絞った統一感のあるセッションにすることを目指しました。

オーラルセッションは、件名ごとのプレゼンテーションと質疑から構成される通常の論文発表セッションです。

インタラクティブポスターセッションは、発表者全員が5分ずつのプレゼンテーションを行い、その後に発表者ごとに用意したディスプレイに表示された電子ポスターの前で質疑応答を行うものです(図2)。同様の発表形式は過去のWCRRでも行われたことがありますが、電子ポスターと組み合わせるのは今回が初めてです。

オーガナイズドセッション

WCRR2019のオーガナイズドセッションとしては、注目度の高い先端的技術テーマに関するもの(6件)および分野横断的なテーマに関するもの(4件)の合計10件が実施されました(表2)。

先端的技術テーマに関するオーガナイズドセッションの例

ドイツ鉄道のロルフ・ヘルディ氏およびラルフ・マルクセン氏を座長として迎えて実施された「本線上の自律運転」のセッションでは、センサーフュージョンと車々間通信によるソフト連結、遠隔運転、高速線用無人検測車両、自律運転化の便益、自律運転技術を活用したドアツードアモビリティに関する発表が行われました。続けて行われた質疑では、自律運転に取り組む動機付け、ドライバーレス化の必要性、自律運転への移行プロセスのあり方などに関して活発な議論が行われました。

また、フランス国鉄のステファン・

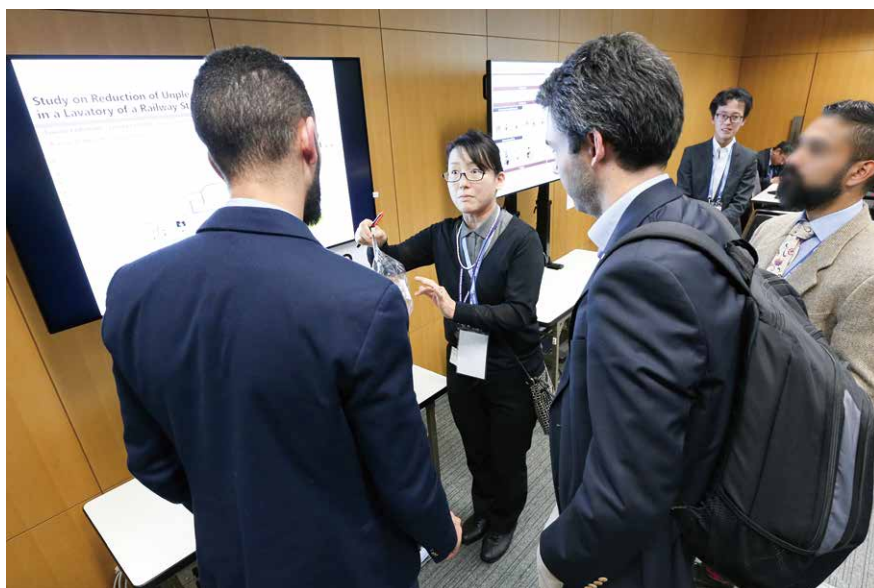


図2 インタラクティブポスターセッションの様子

表2 オーガナイズドセッション一覧

先 端 的 技 術 テ マ ー マ 関 係 オ ー ガ ナ イ ズ ド セ ッ シ ョ ン	リアルタイム運行制御のための意思決定 (Decision-Aid for Real-Time Railway Operation Control)
	本線上の自律運転 (Autonomous Trains on Main Lines)
	デジタル技術による予防保全 (Digital Technologies for Predictive Maintenance)
	営業列車による車両・インフラのモニタリングとCBM (On-Board Monitoring for Vehicle/ Infrastructure Diagnostics and CBM)
	車両のダイナミックスのための地上・車上計測の仮想的手法による統合 (Integration of On-Board and Wayside Measurements with Virtual Methods Towards Safer, More Cost-Effective, Risk-Conscious and Innovation Spurring Assessment Methods for Running-Dynamics)
	浮上式鉄道 (Maglev Systems)
分 野 横 断 的 テ マ ー マ 関 係 オ ー ガ ナ イ ズ ド セ ッ シ ョ ン	鉄道のホライズン・スキャンニング：国際協調の観点から (Horizon Scanning for the Railways: An International Collaboration Perspective)
	革新的な製品開発のための国際認証 (Global Certification for Innovative Product Development)
	鉄道開発のためのグローバル・ビジョン (Global Vision for Railway Development)
	研究から利益へ：イノベーションの迅速化 (From Research to Benefits: How to Accelerate the Innovation Process)

マリー氏を座長として迎えて実施された「デジタル技術による予防保全」のセッションでは、車両の遠隔診断と状態監視保全、車両保守のためのサイバーフィジカルシステム、軌道部材のモニタリング、ディープニューラルネットワークによる軌道部材の異常診断に関

する発表が行われました。

分野横断的テーマに関するオーガナイズドセッションの例

英国鉄道安全標準化機構のオリビエ・マルトー氏を座長として迎えて実施された「鉄道のホライズン・スキャンニング：国際協調の観点から」(☞参照)

☞ ホライズン・スキャンニング (Horizon Scanning)

おもに、科学技術の新潮流が将来の産業、経済、社会に与える大きなインパクトをいち早く捉えることを目的とした一連の活動。意思決定者がそれらのインパクトを事業に効果的に活用するとともに、変化に柔軟に対応することを目指す。

のセッションでは、鉄道が採用すべき先進技術の優先度決定戦略、鉄道産業向けの製品・サービス提案のための予測手法、国際連携によるホライズン・スキャニング、鉄道を巡る変化への対応について発表が行われました。将来予測の結果を研究開発の意思決定にどう活用していくか、新技術導入にともなう困難へどう対応するかなどについて議論が行われました。

また、ロシア鉄道のボリス・ラビダス氏、UICのジェルジー・ウイズニウスキー氏、デニス・シュット氏を座長として迎えて実施された「鉄道開発のためのグローバル・ビジョン」では、UICが策定したグローバル・ビジョンの第2版(GVRD II)が紹介されたほか、将来技術を前提として鉄道が実現すべき12項目の「能力」の提案、データ通信ネットワークと同様のレイヤー分けによる旅客・貨物輸送の規制・標準の再構築の提案などが行われました。質疑では、鉄道のデジタル化や鉄道用次世代通信システムFRMCS(Future Railway Mobile Communication System)への移行を円滑に進める方法に関する議論が行われたほか、法規制、資金計画、人材など、技術以外の課題への取り組みの重要性を指摘する意見もありました。

オーラルセッション／インタラクティブポスターセッション

オーガナイズドセッション以外の論文発表セッションは、オーラルセッションとインタラクティブポスターセッションの二種類の発表形態に分けられます。各論文をいずれの発表形態とするかについては、アブストラクト投稿時に行った著者の希望調査の結果を考慮して決定しました。なお、どちらの発表形態でも同等の条件・基準で論文評価を行い、分野ごとにもっとも優れた論文に論文賞を授与しました(図3)。



図3 論文賞の授賞式の様子

各セッションでは、表3に示す8つの分野に渡る幅広い内容の研究発表が行われました。以下では、各分野における研究発表の特徴・傾向などについて紹介します。

①速達性、機能性およびサービス品質の向上

顧客の行動、選好、満足度などに関する基礎的研究としては、鉄道の魅力の定量的評価手法、旅客行動の把握・予測手法、カスタマーエクスペリエンスの評価モデルなどに関する発表が行われました。また、鉄道の顧客サービス向上のためのハード・ソフト・プラットフォーム技術に関しては、ゲートレス非接触自動料金収受システム、車両の混雑率計測・可視化技術、高速鉄道車両内ネットワーク、貨物列車向けの無線通信基盤などに関する発表が行われました。

また、列車ダイヤ・運行管理に関しては、輸送力向上策、運転整理アルゴリズム、駅構内の旅客流動などに関する発表がありました。発表論文のなかから、接続駅での旅客の定時性を最大化する運転整理アルゴリズムに関する発表が論文賞を受賞しました。

②経済、政策および計画

この分野の研究発表は、経済・財政、

競争環境、関連事業など、狭義の鉄道オペレーションに限定されない、より広い観点からの研究発表が含まれている点の特徴です。代表的な例としては、自由化された鉄道市場における体系的な列車ダイヤ、輸送以外の顧客サービスを中心とした鉄道事業の国際比較、鉄道インフラ建設・更新のためのプロジェクトファイナンスなどです。発表論文の中から、鉄道改革プロセスと周期式ダイヤの導入に関する発表が論文賞を受賞しました。

③持続可能性

持続可能性は、環境、経済、社会のそれぞれの観点から議論されるべき広い概念です。WCR2019での持続可能性に関する発表論文の圧倒的多数は、地球環境および沿線環境にフォーカスしたものでした。具体的には、電力貯蔵装置、燃料電池車両、省エネ走行技術、車両からの排出物対策、鉄道インフラストラクチャーのカーボンフットプリント、騒音振動低減対策などです。一方、経済性にフォーカスした発表としては、ワンマン運転のための駅ホーム監視システムや地方線区向けの簡易な信号システムなどがありました。発表論文のなかから、鉄道施設のライフ

表3 論文発表分野

①	速達性、機能性およびサービス品質の向上
②	経済、政策および計画
③	持続可能性
④	安全および防災
⑤	車両
⑥	インフラストラクチャー
⑦	境界領域（鉄道システムインターフェース）
⑧	磁気浮上式鉄道

サイクルアセスメントに関する発表が論文賞を受賞しました。

④安全および防災

この分野には、安全性向上のための各種ハードウェア・システムの開発、乗務員などの人的要因、訓練などに関する取り組み、踏切安全性向上の取り組みなどに加えて、広範な自然災害への対策に関する発表が含まれます。近年の鉄道のデジタル化への潮流を受け、鉄道におけるサイバーセキュリティーやITS技術を活用したスマート踏切に関する論文もみられました。地震、風、局地豪雨などへの対策技術など、防災に関する発表も多くみられました。地震対策に関しては、圧倒的に日本からの発表が多いのは予想どおりでしたが、ほかには、同じ地震国であるイタリアから、早期地震警報を含む総合的な地震対策技術への取り組みについて発表がありました。発表論文の中から、セイフティークリティカルコミュニケーションの訓練に関する発表が論文賞を受賞しました。

⑤車両

この分野では、台車や車体の設計からブレーキ、パンタグラフなどの要素技術に至るまで広範な技術分野の発表が行われました。今回の特徴としては、車両あるいは車両部品のモニタリングや状態監視保全に関する発表が多数を占めたことです。車両の状態監視のためのセンシング、通信技術に関するものから、取得データのAIや画像処理技術などを用いた分析手法に関するものまで多岐に渡る発表が行われました。

発表論文の中から、画像処理を用いた車両床下の外観検査システムに関する発表（JR東日本 中島啓行氏ほか）が論文賞を受賞しました。

⑥インフラストラクチャー

この分野は、構造物、軌道、電力など、インフラ全般に渡る広範な話題をカバーしており、合計100件を超える発表がありました。この分野も車両分野と同様に、デジタル技術を用いた設備モニタリングや設備異常の検出など、状態監視保全を指向した取り組みが数多く発表され、これらの技術の鉄道現場への着実な導入が進みつつあることがわかります。設備状態の評価や異常検出にディープラーニングを含む機械学習手法を活用している例も散見されました。発表論文のなかから、画像認識、赤外線トモグラフィー、ベイズ分析、統計分析と打音検査を組み合わせたトンネル覆工の検査に関する発表（東京メトロ 野口弘毅氏ほか）が論文賞を受賞しました。

⑦境界領域（鉄道システムインターフェース）

この分野は、車輪・レールのインターフェース、パンタグラフ・架線のインターフェースなど、狭義の境界領域に関する研究に加えて、信号通信、電磁両立性 (Electromagnetic Compatibility, EMC)、認証などに関する研究も含まれます。発表論文のなかから、LTE、5G、Wi-Fi、衛星通信、自営通信などの多様なネットワークを用途や条件に応じて使い分ける「フレキシブル通信システム」に関する発表

が論文賞を受賞しました。

⑧磁気浮上式鉄道

磁気浮上式鉄道に関しては、前述のようにオーガナイズドセッションが開催され、リニア中央新幹線に関する包括的な報告がなされたほか、地上コイル監視のための無線センサー技術、超電導技術を活用したフライホイール蓄電装置などに関する発表がなされました。一般セッションでは、超電導磁気浮上式鉄道用の新しい高温超電導磁石の開発、超電導磁気浮上式鉄道が真空チューブを走行する際の温熱環境のシミュレーションなどに関する発表がありました。

状態監視保全に関する論文賞の設定

デジタル技術の鉄道保守への適用に対する関心の高まりを背景に、WCRR2019では状態監視保全 (Condition-Based Maintenance, CBM) に関連する論文の採択数が50件を上回りました。そこで、CBMに関連する一つのオーガナイズドセッションおよび6つの一般発表セッションを設定するとともに、論文賞選出部門として前記の7つ（論文数の関係から車両部門と磁気浮上式鉄道部門は、まとめて1部門としました）に加えて「状態監視保全、モニタリング、検査および検知」部門を分野横断的に設定することにしました。この部門からは、状態監視保全のためのパンタグラフすり板摩耗量推定モデルに関する発表が論文賞として選出されました。

おわりに

WCRR2019では、論文発表、論文査読、座長など、国内外の多数の皆様にご多大なるご協力をいただきました。この場を借りてあらためて感謝の意を表します。[RRR]