

論文要旨と審査結果報告

都市鉄道における列車遅延の回復メカニズムの解明と列車遅延防止対応策

学位申請者氏名： 飯屋崎 圭司

論文提出日： 平成27年 9月 1日 (火)

論文発表会開催日：平成27年10月30日 (金)

審査委員会開催日：平成27年10月30日 (金)

論文最終版提出日：平成28年 3月 2日 (水)

学位名：博士(公共政策分析)= Ph.D. in Public Policy

審査委員 (主査)：森地 茂 (本学アカデミックフェロー)

審査委員：日比野 直彦 (本学准教授)

審査委員：園部 哲史 (本学教授、博士課程委員会委員長)

審査委員：岩倉 成志 (芝浦工業大学工学部土木工学科教授)

審査委員：富井 規雄 (千葉工業大学情報科学部情報工学科教授)

I. 論文要旨

本論文は、従来の都市鉄道政策の負の側面として顕在化する列車の運行遅延を対象に、鉄道事業者の取組み及び列車運行実績値を用いた現状分析を行い、列車遅延の発生・波及及び回復メカニズムの解明を試みた実証研究である。列車遅延発生時に各列車のダイヤに対する遅れを最小化するために、列車間隔を短くすることが行われている。その例外として、列車間隔を拡大するのは、後続列車との間隔が開きすぎるとその分駅の乗客が増加し、後続列車の遅れが拡大すること（いわゆる団子運転）を防ぐための、停車時間の拡大である。本研究では、先行列車との間隔を大きくすることによって、次の駅へ早く到着できる領域があることを提示し、実データを用いて検証している。すなわち、列車運行手法の最適化を検討するため、遅延メカニズムにおける列車運行挙動を動的な変数として扱い、実際の信号コードを反映したシミュレーションモデルを用いた分析を行っている。その結果、高頻度運行下における遅延の拡大抑制及び早期回復方策について、慣習的な概念から脱却した新たな理念を提示している。

第1章は、東京圏の鉄道政策の経緯及び鉄道サービスレベルの現状を踏まえ、東京圏の都市鉄道が抱える新たな課題である列車遅延の概要が示される。また、人口減少社会においても増加傾向にある東京の夜間人口、女性・高齢者の社会進出の進展、訪日外国人旅行者の著しい増加等を背景に、社会問題化する列車遅延が今後も解消されることなく、現状以上に悪化する可能性が高いことについての問題意識が提示される。

第2章は、本研究に関連する既往研究及び鉄道事業者の列車遅延対策が体系的に整理される。そして、列車運行挙動の動的分析から列車遅延メカニズムの解明及び列車運行の最適化を試みる本研究の学術的新規性、並びに団子運転の解消を目的とする既往の運行管理と異なり、列車遅延の早期回復を目的とした運行管理手法の提案を試みる実務的新規性が示される。

第3章は、列車遅延メカニズムの解明に向けて、複数のデータを用いた遅延現象の定量分析を行い、列車遅延に影響を与える要因を整理している。定量分析では、列車遅延の発生及び波及・拡大の要因が、利用者混雑（乗降時間拡大による遅れ）と列車混雑（過密ダイヤによる遅れ）とに分類され、その影響度合いが時系列で推移することが示されている。加えて、列車遅延の回復が列車運行間隔に作用されることを提示し、列車運行の改善による遅延の拡大抑制及び早期回復方策の可能性が示唆される。

第4章は、駅での利用者乗降と、列車群の運行挙動とを時系列で一体的に分析するため、離散型シミュレーションモデルを構築している。セルオートマトン法を適用し、実際の線路閉そく区間と同様にセルを分割することにより、列車群の運行挙動が再現可能であることを実証している。また、列車到着間隔の乱れと駅停車時分との連動性をモデルに内生化した、定常的な列車遅延現象を再現している。

第5章及び第6章は、列車運行挙動の変化が列車遅延に及ぼす影響についてシミュレーションモデルを用いた分析を行い、高頻度運行下における輸送力保持の観点から列車遅延対策が検討される。

第5章は、個々の列車の駅間走行挙動に焦点を当て、駅出発間隔と駅到着間隔の関係性を先行列車との列車間隔の違いから述べており、駅到着間隔を最小とするための走行挙動は列車間隔を適切に保持することに依存することを例証している。他方で、連続して走行する列車群の走行挙動の分析から、列車遅延の顕在箇所が転位することを示しており、駅別に実施する遅延対策が見かけ上の遅延回復に過ぎず、路線のボトルネック箇所に列車遅延を集積させている可能性を指摘している。これらの分析により列車遅延のメカニズム解明が深度化され、対応策の論拠が述べられている。

続く第6章は、本研究における知見を展開し、駅、列車走行、及び運輸指令の視点から、高頻度運行下で輸送力を保持することを前提とした列車遅延の拡大抑制及び早期回復方策が提示される。遅延発生時に過密となった列車間隔を駅及び駅間で拡幅するための運行管理手法が提案され、その遅延回復効果が定量的に提示される。そして、列車運行管理における基本方針として、「遅延回復のための列車間隔の拡幅」という新たな理念を導入することが、路線全体の遅延回復を早期化することを示している。また、この理念は輸送障害時における列車運行管理においても有効であることが示される。

第7章は、列車遅延に影響を及ぼす要因とその解決に向けた課題を前章までの分析結果を踏まえて包括的に論じている。駅での利用者流動や、列車の運行管理等の技術的課題に加えて、列車運行に係わる諸規程等の制度的課題について論じており、諸規程が列車運行

の柔軟性を低下させ、列車遅延を誘引している可能性を指摘している。

第8章は、各章の成果を総括し、論文の結論と政策含意が示される。高頻度運行下で発生した列車遅延は、前進することを優先する従来の慣習的な列車運行手法により波及・拡大する場合があるため、「遅延回復のための列車間隔の拡幅」の理念による列車運行手法を導入することの必要性が述べられ、これにより輸送力を保持した列車遅延の拡大抑制及び早期回復が実現するとしている。併せて、一時的な部分最適化を目指すことなく路線又はネットワーク全体の最適化を図ることの必要性を論じている。また政策含意として、列車遅延の状況に応じた的確な方策を施すため、路線の駅別及び駅間別に対応方策の検討を蓄積することの重要性が述べられている。

II. 審査報告

10月30日の論文発表会において、本人の論文についての報告と審査委員との質疑応答があったのち、引き続いて審査会が開かれた。その場に出された意見と解答はおおむね次の通りであった。

1. シミュレーションモデルの精度と限界と、それを用いた現状再現性、改善方法の提案に関し問題がないかについてのいくつかの質問があり、本人の説明で納得されたが、より正確に記述することを求められた。
2. 運行システムの改善に関し、提案されている意図的な遅れの範囲についての質問があり、その範囲は数十秒から数分であること、ただしその設定について考慮すべきことが説明された。また、モスクワなどで実施されているようなダイヤによる管理ではなく、列車間隔による管理に変えることの課題についての質問があり、その有効性と課題についての説明がなされた。これらに関しても、論文中に記述することが求められた。
3. 遅れの発生する要因やメカニズムと対策については、本研究の対象としていないことも含めて網羅的に記述することが求められた。

本研究は博士の学位に値すると、審査員全員の意見が一致し、上記の修正について、審査員全員の了解を得た上で、学位を授与すべきとの判断がなされた。

III. 最終提出論文確認結果

申請者によって作成された書類「学位論文発表会における意見と対応」と本論文の改訂版についての説明が各審査員に対してなされ、審査員全員が所要の修正について同意した。

IV. 最終審査結果

所要の修正が完了したので、博士(公共政策分析)= Ph.D. in Public Policy の学位を授与すべきであるとの結論に達した。