

(論文要旨)

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

2016年3月
仮屋崎 圭司

1. 本研究の背景

東京圏の鉄道は、高密度な鉄道網整備、列車の長編成化、高頻度運行、相互直通運転の実施、ホームドアの設置等の施策により、世界に誇れる都市鉄道システムを形成している。しかしながら、これらの施策は、大きな成果を上げた一方で、その副作用として、①通勤時間帯の慢性的な列車遅延、②人身事故、車両故障等により発生した列車遅延の広域的な連鎖、③一度発生した列車遅延の回復に数時間も要するといった回復困難性の問題等を顕在化させ、ある種のパラドクスとして、東京圏の鉄道に新たな課題を生じさせている。東京圏の都市鉄道は、未だ混雑率190%を超える路線が多く存在しており、慢性的に発生する列車遅延は、遅れ時間が日毎に異なるため、利用者は車内の混雑に耐えながら、所要時間の増加、さらに到着時間の不確実性という幾重ものストレスを強いられている。その社会的費用は年間2,000億円以上と試算される。

都市鉄道の混雑問題と列車の運行方式に関しては、国内外問わず今までに多くの研究がなされてきた。代表的なものとしては、利用者の経路選択、駅における旅客流動、運行ダイヤの最適化等である。また、さらに時代が進み、列車運行と旅客行動のシミュレーションに関する研究も多く発表されている。しかしながら、これらの研究の多くが列車の車内混雑緩和または駅構内の混雑緩和の視点から利用者便益が論じられてきたものであり、列車運行に関する列車遅延の発生、波及および回復のメカニズムに言及し、実効性の視点から列車遅延対策を分析し、技術的、制度的な検討を加えた具体的な解決方策に関する研究の不足が上記の深刻な問題を引き起こしている。

2. 本研究の位置付け

列車遅延の発生要因の一つとして、旅客の駆け込みや混雑する車両への無理な乗車に伴うドアの再開閉、安全確認時分の増加等に伴う駅停車時間の増加が一般的に知られている。高頻度運行下では駅停車時間の増加が、直ちに後続列車の駅間走行速度の低下を誘引し、列車遅延の影響が後続列車へ波及する。運行間隔が短いため、駅間での走行時間の増加は後続列車で回復することなく、その区間の走行時間の増加量として引き継がれる。さらに走行時間が増加するとその影響は後続列車へ次々と伝播し、上流駅間へと波及する。東京圏鉄道が膨大な量の旅客を輸送し、未だに混雑率190%以上の路線が多く存在するなか、列車遅延の発生を抑制することは極めて困難である。抜本的な対策としては、大規模投資を伴う路線容量の増強、あるいは、利用者意識の改革が求められるが、これらは現実的な対策でなく、また

急務である都市鉄道の信頼性回復を成し遂げるには、あまりに長期的な時間を要してしまう。このため、列車遅延の対策にあたっては、列車遅延発生抑制のみならず、発生してしまった列車遅延に対する拡大・波及の抑制方法、さらには、列車遅延発生状況における早期回復方法といった視点からの検討が極めて現実的かつ有効な手法と考える。そこで、本研究は、既往の研究において所与の条件として与えていた列車運行を、列車運行挙動の分析結果に基づく変数として列車遅延メカニズムに反映することにより、これまで効果的な対策を打ち出せていない高頻度運行下における列車遅延の回復方策について、慣習的な概念から脱却し、新たな理念による実効性の高い手法の提案を行うものである。また、列車遅延メカニズムの列車運行を動的な変数として扱う点において学術的な新規性を有している。なお、本研究は、実データを用いた遅延回復メカニズムの解明といった実証研究として、また、分析結果に基づいた具体的な対応策の提案といった政策研究として位置付けられる。

3. 本研究の成果

本研究では、駅の旅客流動と駅間の列車運行との相互作用により拡大・波及する列車遅延を対象とし、①高頻度運行下において列車遅延が回復する要因とその特性について明らかにし、②列車遅延が回復傾向にある列車群の運行状態から、列車の運行方式が列車遅延の回復に及ぼす影響とその効果について明らかにしている。さらに、③時空間的な列車遅延の回復のメカニズムを踏まえ、具体的な解決方法を提案している。特に、本研究の主要な部分となる①では、列車遅延が顕在化した輸送状況下において、駅での乗客発生率、列車運行間隔等から推定される列車の駅停車時間と、軌道の物理的な制約および先行列車との距離に基づいた速度制約による駅間走行時間との関係について、高頻度で運行する複数の列車を対象として分析した。これにより、遅延回復の契機となった列車の運行状態とその特性、また、その列車が後続列車へ及ぼす影響とその特性を定量的に明らかにしている。②では、①で得た知見を踏まえ、列車の閉塞区間、列車間隔の変化による当該列車の運行状況の変化、また前後に連続して走行する他の列車へ及ぼす運行上の変化が、路線全体の遅延回復に及ぼす影響を明らかにし、その影響を定量的に示した。この2点から駅の旅客流動と連続して走行する列車群の挙動を時系列的に分析し、技術的、制度的な検討を加え、③を導いている。

4. 本研究の意義

高頻度運行下において列車遅延が連鎖する現象に関して、列車運行と旅客乗降との連動性を考慮し、①顕在化した列車遅延の回復要因を明示する点、線路閉塞や信号設備による路線の輸送力と高頻度運行を行う列車1本1本の動的な分析から、②列車遅延が回復するメカニズムを明示する点、列車の運行方式に着目し、③運行本数の減少による輸送力低下を伴わない遅延回復方策を明示する点、これらの3点に本研究の学術的な特色がある。また列車遅延対策の技術的、制度的な検討は本研究に実務的な有用性を付加している。本研究の成果は、従来の車内混雑緩和等を中心とした政策から脱却するとともに、鉄道の信頼性を取り戻し、利用者への新たなサービス向上へと展開できる鉄道計画へ発展するものである。