

論 文 要 旨

2020 年 3 月 13 日

※報告番号	甲 第 262 号	氏 名	小林 渉
主論文題名			
都市鉄道の遅延連鎖現象のモデリングと時間信頼性の評価			
内容の要旨			
<p>東京圏の都市鉄道は、複数の路線で混雑率が非常に高い状況にある。混雑率は 150%以下とする混雑対策の取り組みに加え、遅延対策の必要性が示された。列車遅延は東京圏の多くの鉄道路線で慢性的に発生しており、何らかの対策が求められている。上述の背景を踏まえ、本研究では列車遅延現象の再現と、需要分散策を含めた都市鉄道の列車遅延対策について、遅延の減少量の直接的効果と、時間信頼性向上に利用者便益の計測手法の確立を目的とする。</p> <p>3 章では、TSM 施策評価に向けた実路線ベースの列車遅延連鎖予測シミュレーションシステムの開発を行った。システムは駅間走行や駅での乗降行動を再現する 5 つのサブモデルで構成している。走行時間の推計は、駅、信号、分岐、勾配等の設備を実路線と同位置に配置し、列車間の相互作用によって加減速の判断を逐次行うシステムで、高い精度で走行再現をした。乗降時間の推計は、扉付近での乗降軌跡データを用いて、歩行速度や属性の実態分析を行った、利用者同士の相互作用を組み込んだエージェントモデルで構築し、最混雑 1 扉の乗降行動を模擬した。確認時間推計モデルや運転間隔調整モデル、乗車位置選択モデルを統合したシミュレーションを用いて、平日 20 日間の現況再現性を行った結果、始発駅から 31.5km 先の渋谷駅断面で、到着遅延時間の残差 RMS が 34.3 秒であった。路線全体として列車遅延の発生・拡大・最大・収束へ至る、日々発生している遅延の過程を詳細に再現できた。またデータが完全にそろわなかった場合に現況再現に与える影響についても考察をした。</p> <p>4 章では、TDM 施策評価に向けた乗車時刻選択モデルと始業時刻選択モデルの構築をおこなった。2 つのモデルは、TDM による遅延対策を検討する際に、列車の時間帯別需要に変化を与える。遅延対策との関連性は、時間帯別需要の変化によって駅での停車時間が変動し、路線全体の列車運行に効果が波及していくため遅延対策に該当する。まず鉄道通勤者の乗車時刻選択モデルを構築した。スケジューリングモデルにより、希望到着時刻として仮定した企業の始業時刻を基準に早着と遅着はそれぞれ不効用である考え方に基づいて定式化をおこなった。本研究では説明変数の一つである旅行時間について、所要時間と列車の遅れに区別したうえで、東京圏の大都市交通センサスマスターデータより得られた通勤者の鉄道乗車に関する RP データと列車運行実績データを統合し、ランダム効用理論に基づき通勤者の乗車時刻選択モデルを推定した。所要時間と列車遅れの表現法について検討した結果、利用者は走行遅延の増加（すなわち列車乗車中に発生する遅れ）には敏感に反応するものの、駅到着時点で既に発生していた</p>			

遅れには関心が薄いことが示唆された。

続いて鉄道通勤者の乗車時刻決定行動に強い影響をもたらす、企業の始業時刻に関して、始業時刻変更を念頭に置いた TDM 施策の検討のため、Discrete game に基づく時空間的な集積性を考慮した始業時刻選択モデルを構築した。モデルは、個々の企業の集合体としての各地域が利得最大化を仮定したうえで、利得関数に他地域の選択確率や空間的・経済的近接性を含めた時間集積変数を導入した。始業時刻選択に他地域の選択割合が含まれる入れ子の構造のため、構造推定的一种である NPL を用いてパラメータ推定を行った。パラメータ推定の結果、モデルの適合度に課題はあるものの、経済的な近接性を示すパラメータは東京 23 区よりも郊外部が大きくなり、産業的に近い地域と始業時刻を合わせる傾向を示唆した。同時就労への集積性のパラメータは有意に推定されなかった。

5 章では、時間信頼性改善による旅行時間変動価値の算出をおこなった。4 章でスケジューリングアプローチに運行ダイヤからの遅れを明示的に考慮して、パラメータ推定した乗車時刻選択モデルを用いて旅行時間変動価値を算出した結果、走行遅延 1 分減少の価値は、早着時間の約 3.14 分減少、あるいは、遅着時間の約 1.48 分減少と等価であるという推計結果が得られた。これは、利用者の利便性の観点からの列車遅延対策の重要性を改めて示唆するものである。

最後に 6 章では、列車遅延対策の検討をおこなった。

鉄道事業者へのインタビュー調査で明らかになった遅延対策のうち半分以上のものについては軽微な変更で検討が可能になることを示した。

本研究では、TSM・TDM の遅延対策に関して、単一の遅延地策と複合的な対策を合わせて 8 ケースについてシミュレーションを実施した。

その結果、講じる遅延対策によって主要断面での遅延減少率は異なることが確認できた。さらに、列車遅延対策で生じる利用者便益の試算もおこない、移動閉そくシステムでは路線全体で 978 万円/日、7 案複合案の場合は 1,118 万円/日という試算結果となった。