

首都圏における鉄道事故の発生と運行停止時間の確率分布の推定

東京大学大学院 学生員 ○藤生 慎
 東京電機大学大学院 学生員 吉澤 智幸
 東京電機大学 正会員 高田 和幸

1. はじめに

首都圏では、通勤目的トリップの60%以上が鉄道を利用しており、一度事故が生じると多くの旅客の移動が妨げられる。東京都内、とりわけ山手線内では、鉄道ネットワークが密に張り巡らされており、事故が発生しても他の代替路線を利用して移動することが可能な状況にあると言える。しかしながら山手線の外側では、代替路線がある地域は限られており、都心と郊外とを結ぶ路線で事故が生じ運行が停止した際には、移動が困難となる旅客が多数発生し、多大な社会費用を生じる。

道路ネットワークの信頼性について分析を行った研究事例は数多く見られるが^{1)~3)}、鉄道ネットワークの信頼性に関する研究はほとんど行われていない。そこで本研究では、事故などの緊急時においても旅客の損失時間の少ない鉄道ネットワークの構築を目指し、まずは鉄道事故の発生状況、事故発生時の運行停止時間について統計分析を行い、それぞれの確率分布を特定化した。

2. 使用データ

本研究では、国土交通省関東運輸局が取りまとめている鉄道運転事故等届出書（平成14年度）を電子情報化して分析に使用した。なお分析の対象地域を都市交通年報⁴⁾で扱っている範囲に限定し、計537件の事故データを分析に用いた。

当事故統計データには、事故発生日時、場所、事故原因、最大遅延時間、死傷者数等に関する情報が含まれている。

3. 鉄道事故の発生原因

鉄道運転事故等届出書においては、事故原因を49に区分しているが、ここでは事故原因を表1に示す8つの原因に区分した。

事故原因の内訳を図1に示す。図に示す通り、運行の遅延を伴う事故の多くが、「自殺」によるものである。また「車両障害」、「人災」による事故の割合も多いことが見て取れる。こ

表-1 事故原因の分類

事故原因	例
自殺	
車両障害	電気装置、ブレーキ装置等
人災	ホーム上で接触、ホームから転落等
天災	雷害、水害、風害等
踏切外事故	線路内支障、線路内立ち入り等
車両外装置故障	信号故障等
踏切事故	直前横断、側面衝突等
その他	

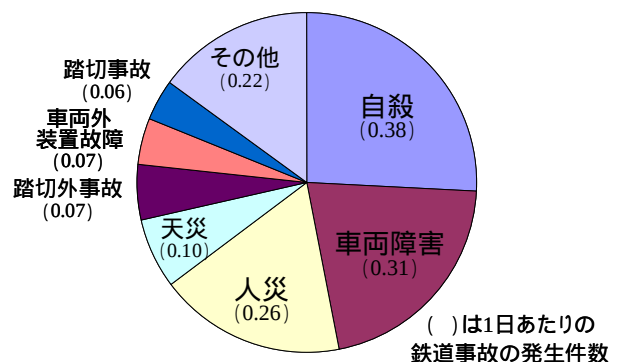


図-1 事故原因の内訳

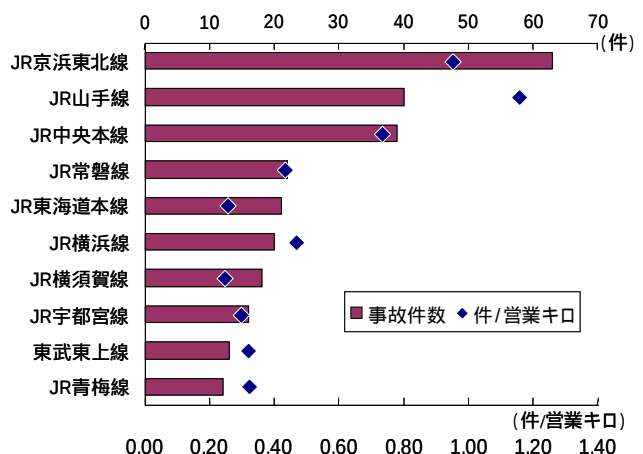


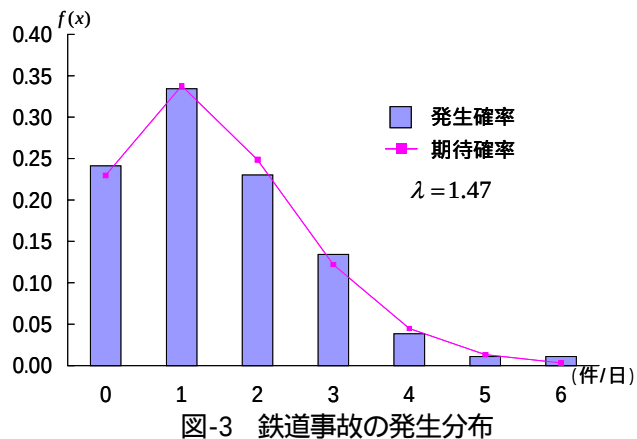
図-2 路線別の鉄道事故発生状況

れら自殺、人災などは、鉄道事業者が制御不可能な事故原因であり、事故の発生を完全に抑えることが不可能であることを示している。

また事故件数の多い10路線を図2の棒グラフで示す。また、プロットした点は、路線1km当りの事故件数を表している。山手線、京浜東北線などの利用客の多い路線で事故件数が多いことが見て取れる。これは駅構内での接触事故が起きやすいためと考えられる。一方、常磐線、東武東上線のような都

連絡先: 〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂 東京電機大学理工学部建設環境工学科 TEL 049-296-2911

キーワード: 鉄道事故, 事故発生分布, 運行停止時間



心と郊外とを結ぶ路線においても、事故が多発していることが見て取れる。

4. 鉄道事故の発生分布

鉄道事故の発生分布について考察した。ランダムに発生する事象の単位時間当たりの発生回数がポアソン分布に従うことから、ここでは1日あたりの鉄道事故の発生件数がポアソン分布に従っているか否かを検証した。事故原因別の1日あたりの事故発生件数は図1に示されている。これらの平均発生回数を用いて分布の適合度検定を行った。事故原因別に検定を行った結果、適合度の統計的有意性は検証されなかった。そこで全事故を集計して1日辺りの事故の平均件数を求め、再度、検定を行った。その結果、事故の発生件数がポアソン分布に従っていることが検証された。図3は、発生件数の分布形を示している。

5. 最大遅延時間

使い始めてから破損せずに t 時間経過した時点での破損率が $\frac{m}{\alpha} t^{m-1}$ で表されるような製品の寿命は、(1)式の確率密度関数で表されるワイブル分布に従っている。

$$f(x) = \frac{mx^{m-1}}{\alpha} \exp\left(-\frac{x^m}{\alpha}\right) \dots (1) \quad (1) \text{式中の } m, \alpha \text{ は、}$$

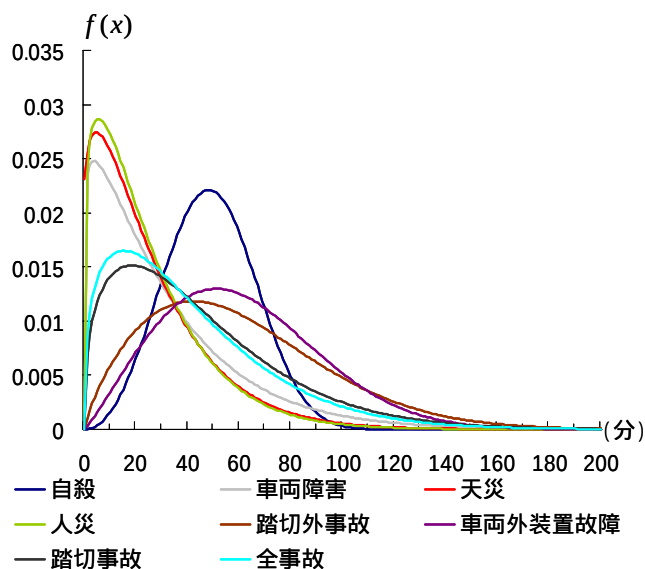
それぞれ関数形とスケールを表すパラメータである。ここでは、事故により最も長く停車した列車が、再び運行を開始するまでの時間（最大遅延時間）がワイブル分布に従っていると考え、分布のパラメータを推定して適合度検定を行った。全事故、および事故原因別に推定したパラメータ値と適合度検定の結果を表2に示す。

全事故、自殺、車両障害、人災、踏切外事故、車両外装置故障、踏切事故については、ワイブル分布に従って

表-2 パラメータ推定値と適合度検定の結果

パラメータ	全事故	自殺	車両障害	人災	天災	踏切外事故	車両外装置故障	踏切事故
m	1.32**	2.77**	1.09**	1.18**	1.17**	1.77**	2.13**	1.36**
α	152.2**	73296.5	45.6**	48.2**	49.9	1729.1	8141.3	199.7
検定	**	*	*	**		**	**	**

** 1%有意 * 5%有意



いることが検証された。推定したワイブル分布の確率密度関数を図4に示す。

6. まとめ

本研究では、首都圏の鉄道事故統計データを作成し、鉄道事故の発生、および最大遅延時間の確率分布を特定化した。その結果、事故の発生件数はポアソン分布、最大遅延時間はワイブル分布により、概ね表現できることが確認された。今後は、鉄道事故による損失時間の推計を行う。

参考文献

- 1) 田中伸治, 高橋清, 家田仁: 日本列島周辺で発生する地震が全国ネットワークに与える影響の評価手法, 土木学会第52回年次学術講演会, pp574-575, 1997
- 2) 山地由顕, 塚口博司, 林孝之: 震災復興における道路ネットワークの信頼評価, 土木学会第58回年次学術講演会, pp457-458, 2003
- 3) 近藤光男, 青山吉隆: わが国の中都市における道路ネットワークの評価に関する研究, 土木学会第46回年次学術講演会, pp436-437, 1991
- 4) 国土交通省総合政策局監修: 平成14年版 都市交通年報, 財団法人 運輸政策研究機構