

鉄道不正乗車の実態分析
-ICカード降車タッチデータに基づく実証分析-

川西諭^a 阮金澤^b

要旨

本研究では、鉄道会社の IC カード降車タッチデータから、自動改札ゲートのない駅や無人時間帯のある駅における不正乗車の実態を調査した。現在のシステムでは自動改札ゲートがあり駅員がいる駅で降車する場合は不正乗車が極めて難しいが、駅員がいない駅では不正がしやすく不正乗車が問題となっている。不正乗車をする利用者は、駅員のいない駅で、タッチをしないで降車をしていると考えられるため、自動改札ゲートのある駅と無人の駅との間の往復の降車タッチ数を比較すると、無人駅での降車タッチ数が少なくなると予想され、その比率を不正乗車の代理変数として、不正乗車の割合の決定要因を統計学的に分析した。分析の結果、自動改札ゲートのない駅、無人時間帯の長い駅ほど、また往復運賃が高い区間ほど不正乗車が多くなる傾向が明らかになった。

Keyword: 不正乗車

JEL Classification Numbers: K42

^a 上智大学経済学部 s-kawani@sophia.ac.jp

^b 上智大学大学院経済学研究科修士 j-ruan-8e2@eagle.sophia.ac.jp

1. Introduction

自動改札機および IC カードの普及によって、鉄道不正乗車は大幅に少なくなったと言われているが、利用者が少ない地域の駅には自動改札ゲートのない無人駅も少なくなく、そのような駅では 2022 年 9 月現在においても不正乗車が問題となっている。

鉄道会社ではこのような不正乗車の対策を検討しているが、現状ではどの程度の不正乗車が行われているかが十分に把握されているとは言えない。鉄道会社は IC カード降車タッチデータ（以下、降車タッチデータ）を保管している。この降車タッチデータは、降車駅の改札で退出する際に乗客がタッチした電子記録のデータである。このデータはタッチした人の記録だけが残る。タッチをしていない不正利用者の記録は明示的には残らない。鉄道会社が不正乗車の実態を把握できていないのはこのためである。

現在、著者たちは、大手鉄道会社と協力して、行動経済学に基づいた不正乗車対策を検討する共同研究を進めており、本研究ではその準備として不正乗車の実態を降車タッチデータから統計学的に推定する方法の開発を行った。

不正乗車の割合を推定するために我々は不正利用者の行動パターンに注目した。鉄道会社が不正利用が多いとしている駅は、自動改札ゲートがなく、無人時間帯がある駅（早朝および夜間は無人となる駅が多い）である。こうした駅の近くに住む長距離通勤通学利用者の中には、前述の仕組みを悪用して、通勤通学先の駅（比較的利用者数が多い駅）から帰る際に運賃が足りない切符で入場して、不足分を払わずに降車をしている人がいると考えられる。しかし、こうした不正利用者も通勤通学先の駅へ出かける際には不正がしにくく、切符の利用は手間がかかるので IC カードを利用して乗車駅と降車駅の両方でタッチをしていると考えられる。

以上のような想定通りに不正が行われているのであれば、自動改札ゲートのある駅と無人の駅との間の往復の降車タッチ数を比較すると、無人駅での降車タッチ数が少なくなると予想される。そのような傾向がタッチデータに現れるかどうかを調べたのが図 1 である。

図 1 は自動改札ゲートがなく早朝夜間に無人となる A 駅とそこの往復利用者が比較的多い主な通勤通学駅（B 1～B 8 駅）との間の非定期券利用者の往復のタッチ数の比較をしたものである。程度の差はあるものの、8つの通勤通学駅すべてについて往路（A 駅から通勤通学駅への移動）のタッチ数よりも復路（通勤通学駅から A 駅への移動）のタッチ数の方が少なくなっている。不正利用をするメリットがない定期券利用者ではこのような往復のタッチ数の不均衡が見られないことから、この差は不正乗車によるものと推定される。

不正乗車のしやすさは A 駅の条件によって変わると考えられる。自動改札ゲートがある駅や駅員がいる時間帯が長い駅では不正乗車はしにくい。また、距離が長く運賃が高ければそれだけ不正乗車の利益は大きくなることから自動改札ゲートがなく無人時間帯がある比較的不正がしやすい駅であるが、自動改札ゲートがあり終日駅員のいる駅では不正はほとんどないと考え

られる。この仮説に基づいて、不正乗車が起こりやすい駅とそうでない駅を比較することで、不正乗車の実態を統計学的に推測することを本論文では試みる。

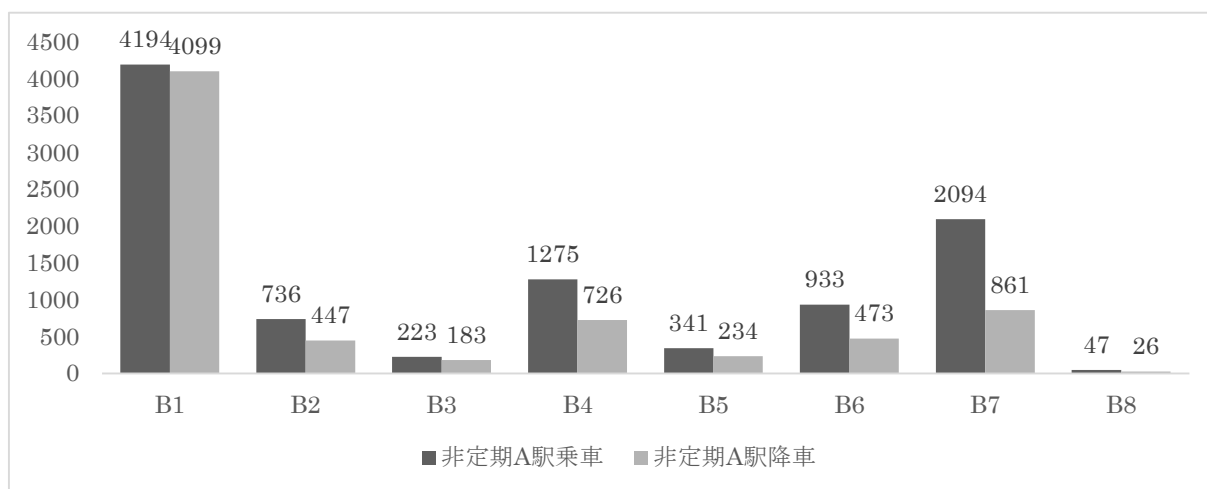


図1 非定期券でA駅と通勤通学8駅(B1～B8駅)の往復降車タッチ数

2. 不正行為に関する行動経済学的な先行文献

不正利用者の行動を分析する上で、参考としたのはダン・アリエリーの一連の研究 (Ariely, 2012) である。アリエリーは不正に関する様々な実験から期待効用最大化では説明ができない不正行為の傾向を明らかにして、行動経済学的なモデルを提唱した。そのモデルは、目先の利益から不正をしたくなる誘惑と善悪の判断から不正を自制する理性との葛藤の中で不正をするかどうかが決まるという考え方に基づいている。

3. 想定される不正乗車

今回の共同研究で、鉄道会社が問題視している不正乗車が多いとされている駅は自動改札ゲートがない駅と駅員のいない時間帯がある駅である。現在関東の鉄道の駅のほとんどにはゲートのある自動改札機が設置されて、ICカードまたは磁気の切符又は定期券がないと駅の外に出られないような仕組みになっている。しかし、利用者が少ない郊外の駅にはゲートのある自動改札機が様々な事情で設置されていない。それらの駅には代わりに簡易改札機というものがあり、ICカードの利用者は乗車をする前、および降車をした後にICカードをタッチすることになっている。この簡易改札機は磁気の切符または定期券には対応していないため、切符の利用者は駅員が駅にいれば駅員に切符を渡して退出し、駅員がいない時間帯は降車した後に回収箱に切符を投函して退出することになっている。

今回の研究で想定している典型的な不正乗車のパターンは以下のようなものである。不正乗車をしている人は郊外の利用者の少ない自動改札ゲートのない駅員不在の時間帯のある駅

(以下 A 駅) の近くに住んでいて、首都圏の職場又は学校の最寄り駅 (以下 B 駅) に通勤通学している。朝、A 駅から B 駅に向かう際には、IC カードで A 駅でタッチをして、B 駅に電車で移動し、B 駅でタッチしており、切符購入の手間が面倒であること、切符の方が若干高いことがあることを考えれば、行きに IC カードではなく切符を使う人はほとんどいないと考えられる。現在の IC カードのシステムでは、入場記録がなければ退場時にエラーが出て退場できない仕組みになっている。この仕組みのため、通勤通学往路で不正乗車することは難しく、A 駅から入場する際には必ずタッチをして入場していると考えられる。往路では不正が難しいが、復路では A 駅で切符のチェックがないために、不正が行われていると考えられる。B 駅では切符の券売機で正規運賃よりも安い切符 (おそらくは最も安い切符) を購入して入場して、電車で A 駅に移動し、退場する際には切符を持ったまま簡易改札機の横を素通りして退出する。これが今回の研究で想定する不正乗車のパターンである。

4. 不正乗車の実態の重回帰分析

第 3 節で想定した不正乗車を明らかにするために以下のような重回帰分析を行う。

鉄道会社側から提供された IC カードの降車タッチデータを分析に使用する。この降車タッチデータには、データ期間のすべての日において、1 時間ごとの降車タッチ数が、券種 (定期券か否かなど)、乗車駅ごとにまとめられている。

今回、共同研究に置いて不正乗車対策を実施する関東郊外の A 駅とその周辺の比較対象となる 19 の駅 (A 駅群) とそれらの駅からの主要な通勤通学の目的駅となる 8 つの駅 (B 駅群) を抽出し、A 駅群の駅と B 駅群の駅との間の往復のタッチ数の比を被説明変数とする重回帰分析を行うこととした。A 駅群の 19 駅には終日無人で自動改札ゲートのない駅、早朝・夜間は無人で自動改札ゲートのない駅、終日有人であるが自動改札ゲートのない駅、終日有人で自動改札ゲートのある駅、早朝・夜間無人であるが自動改札ゲートのある駅の 5 種類が含まれている。駅名および路線名は共同研究契約の規定により秘匿としており、駅名を区別するために機械的に A1~A19, B1~B8 という名前を当てている。図 1 の A 駅は A1~A19 駅の一つである。

前節で述べたように、A 駅群の駅から B 駅群の駅への往復のタッチ数 (非定期券に限る) を比較した場合、A 駅群の駅が不正乗車をしやすい駅であるほど A 駅での降車タッチ数の乗車タッチ数に比べて少なくなるはずである。この比率 (以下、降乗車数) を、A 駅群 19 駅と B 駅群 8 駅の合計 152 ペアに対して計算し、重回帰分析の被説明変数として使用する。非定期券利用者みのタッチ数を分析対象にするのは、定期券で不正乗車するメリットがなく、不正がないと考えられるためである。

本研究では不正乗車に影響を与える可能性のある説明変数として、自動改札ゲートの有無 Gate, 改札有人時間帯の長さ Mins, 出発駅と目的駅間の片道正規運賃 Fare という三つの説明変

数を設定した。また、全152ペアの降乗車数割合を調べてみると、B6駅は、A駅群のほぼすべての駅に対して降乗車数割合が高くなっており、またこれとは対照的に、B8駅は、A駅群のほぼすべての駅に対して降乗車数割合が低くなっていることが確認されたため、分析ではB6駅とB8駅の2つの駅についてダミー変数を設定した。

	(1)	(2)	(3) [*]	(4) [*]
	$\ln(P_0)$	$\ln(P_0)$	$\ln(P_1)$	$\ln(P_1)$
自動改札有ダミー	0.115 [*]	0.134 ^{**}	0.126 ^{**}	0.146 ^{***}
Gate	(1.73)	(2.26)	(2.00)	(2.67)
改札有人時間の長さ	0.000348 ^{***}	0.000331 ^{***}	0.000315 ^{***}	0.000297 ^{***}
Mins	(3.78)	(4.03)	(3.60)	(3.92)
運賃	-0.000206 ^{***}	-0.0000673	-0.000202 ^{***}	-0.0000546
Fare	(-3.16)	(-1.07)	(-3.25)	(-0.94)
B6駅ダミー		0.278 ^{***}		0.299 ^{***}
		(5.34)		(6.22)
B8駅ダミー		-0.134 ^{***}		-0.123 ^{***}
		(-2.76)		(-2.74)
_cons	-0.290 ^{***}	-0.529 ^{***}	-0.270 ^{***}	-0.544 ^{***}
	(-4.13)	(-5.25)	(-4.04)	(-5.84)
<i>N</i>	152	152	152	152
<i>R</i> ²	0.432	0.555	0.440	0.585
adj. <i>R</i> ²	0.421	0.540	0.429	0.571

t statistics in parentheses

* $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$

表1 「非定期券降車者数と乗車者数の割合」を被説明変数とする重回帰分析の結果

※(3)と(4)はタッチ数が他の日と比べて3標準偏差以上多い異常日のデータを除いた分液結果

回帰分析の結果をまとめたものが表1である。表1の(1)列は駅ダミーのない推定結果、(2)列は駅ダミーあり推定結果、(3)と(4)は利用者が異常に多い日のデータを除いた分析結果である。

分析結果によると、自動改札がない駅で、有人時間帯が短い駅ほど不正乗車が多くなること、そして距離が長く運賃が高い区間ほど不正が多くなることが確認された。

以上の方法により不正乗車の実態をタッチデータから推定することが可能になることで、不正乗車が鉄道会社にもたらす被害金額の推定、不正乗車防止対策の効果測定などが可能となることが期待される。

参考文献

Ariely, D., 2012. The (Honest) Truth about Dishonesty: How We Lie to Everyone—Especially Ourselves. HarperCollins Publishers, New York, US.