

抽選型報奨金制度導入による鉄道利用者の時差通勤の有効性

Effectiveness of Off-peak Commuting of Urban Railway Passengers by Lottery Incentive

指導教授 轟 朝 幸

M2010 小林 聡 一

1. はじめに

現在の都市鉄道において、朝ラッシュ時間帯に定常的な混雑が発生している。これにより、利用者は肉体的・精神的な苦痛を強いられ、鉄道事業者は定常的な遅延に悩まされている。この問題を解決するために、鉄道会社ではハード面での混雑緩和施策を講じてきた。しかしハード面での対策では大規模な投資が必要で、改良まで時間が掛かるため実施しにくい。そのため今後の混雑緩和施策として、短期間で実施できるソフト面での混雑緩和が重要となる。

この様な社会状況において、ソフト面での混雑施策が少数ながら実施されている。その例として東京地下鉄株式会社（以下東京メトロ）東西線では、「東西線早起きキャンペーン」を実施している。しかしこのキャンペーンは期間が限定されていることもあり、混雑緩和に対して大きな成果が上がっていない。一方海外に目を向けると、シンガポールではゲームの勝敗によって報奨金額が変動する施策（抽選型報奨金制度）を行い、混雑緩和に大きな成果を上げている。わが国でも、抽選型報奨金制度は2013年度から一部の鉄道会社にて実施されているが、報奨金額の違いによる効果などは詳細に把握されていない。

関連の既存論文として、植原ら¹⁾は時差通勤推進施策として、乗車ポイント付与によるインセンティブ導入を行った場合、時差通勤の可能性が一番高いことを明らかとした。また佐藤²⁾は交通エコポイントの付与方法の一つとして、抽選型報奨金制度を導入した場合の利用可能性について述べている。しかし、「時差通勤推進施策」として「抽選型報奨金制度導入時の利用者行動分析」を行っている論文は筆者が知る限りでは存在しない。

以上を踏まえ、本研究ではシンガポールで現在行われている制度を応用し、時差通勤に協力する利用者に対して抽選で賞金が当たる抽選型報奨金制度の導入を仮定する。そして抽選型報奨金制度が導入された場合の鉄道利用者行動についてオーダードロジットモデル（以下 OLM）を用いて分析する。

2. 時差通勤推進施策の整理

(1) 日本の事例

主に冬期の着ぶくれラッシュ対策の一環として、日本のいくつかの鉄道会社では、時差通勤推進のためのインセンティブ付与が行われている。本研究では東京メトロ東西線で実施されている「東西線早起きキャンペーン」について述べる。

「東西線早起きキャンペーン」は2006年より毎年12月～2月に実施されている。2012年度までの施策では、対象区間（東京メトロ東西線、西船橋駅から門前仲町駅）を4つに区切り、各区間に指定された時間帯（6:00～7:30の間で区間ごとに指定された30分間×2パターン）に乗車した人を対象とした。対象区間のいずれかの駅を含む IC 定期券を所有する乗客が、乗車時間に応じたポイント付与を受ける。取得したポイント数に応じ、金券（1,000～4,000円）に交換できる³⁾。この施策を行った結果、2010年度には約1.2万人が参加したことが東京メトロに対するヒアリング調査よりわかった。しかし2012年度実施施策では、参加者は約1.1万人と減少している。さらにキャンペーン参加者の9割以上が既にキャンペーン実施時間帯前後に利用している乗客であり、実際に混雑時間帯から早朝時間帯に移動した人数は600人程度に留まっている。これはラッシュ時混雑率の1.5%に過ぎず、早起きキャンペーンの目的であるラッシュ時の混雑緩和を達成したとは言い難い。

そこで、2013年度より抽選型報奨金制度を導入した。このキャンペーンでは、対象乗車駅が東西線と相互直通している東葉高速鉄道線が追加された。またポイントが取得できる時間も始発から7:45までとなり、取得ポイント数も4区分された時間帯ごとに異なるようになった。また、これまでのキャンペーンより少ないポイント数で応募できるようになった。これにより、今までは最短でも17日参加しないと景品がもらえなかったが、5日の参加で抽選に参加できるようになった。なお、抽選方式であるものの、景品は定額型の時よりも豪華になった³⁾。

(2) シンガポールの事例

シンガポールの MRT (Mass Rapid Transit) 全線と LRT 全線では時差通勤推進施策として、変動型報奨金制度を 2012 年 1 月より導入している。この制度では専用カード保持者に対して、平日の指定された時間帯 (6:30~9:30、30 分ごとにポイント付与数に変化する) に乗車すると、1 km ごとに乗車ポイントが付与され、乗車ポイント数に応じてゲームに挑戦できるものである。そのゲームの勝敗によって報奨金額が 1~200 S ドルで変化する。その結果、2012 年 11 月時点で約 4 万人が参加し、混雑緩和に一役買っている。

3. 利用者意識調査

(1) 調査概要

抽選型報奨金制度が実施された際の利用者行動を把握するために、アンケート調査を実施した。アンケート調査概要を表-1 に示す。

本研究では、東京メトロ東西線を対象路線とした。これは、同路線が 2012 年度まで定額型ながら報奨金付与による時差通勤推進施策を 7 年、継続的に実施しており、アンケート回答者が報奨金制度に対して理解しやすい路線と考えられるためである。

表-1 アンケート調査概要

項目	内容
調査日時	スクリーニング: 2013年10月25日(金)~30日(水) 本調査: 2013年11月 1日(金)~ 8日(金)
対象者	①東京メトロ東西線を朝利用している人 ②津田沼・東葉勝田台→門前仲町間から乗車する人 ③東陽町→中野間で降車する人
配布方法	①東京都・千葉県在住/パネルに対するスクリーニング ②対象者に対して本調査の実施
本調査内容	①日常行動について ②現在の東西線利用状況について ③抽選型報奨金制度が実施された際の参加意向について ④個人属性 ⑤自由記述欄
回答方法	アンケートサイトにて質問事項に回答
有効回答数	302
有効回答率	96.80%

(2) 基礎集計結果

モデル分析の前に、アンケート調査より得られたデータを集計し、抽選型報奨金制度および定額型報奨金制度実施時における利用者行動について分析する。抽選型・定額型報奨金制度導入時における各施策の仮定 (天気、混雑率、乗車時間など) と各施策に対する全体の参加意向割合を図-1 に示す。なお各施策の当選金額と当選確率に対する期待値は全て等しくした。また抽選型・定額型の報奨金制度が実施された際の利用者行動について、「4. ほぼ毎日参加する」、「3. 時々参加する」、「2. あまり参加し

ない」、「1. ほぼ参加しない」の 4 肢の回答から選択している。

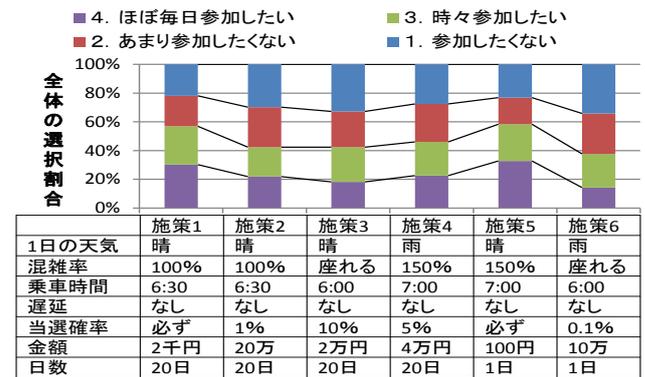


図-1 各施策の参加意向割合(N=302)

図-1 より、抽選型報奨金制度 (施策 2~4・6) よりも定額型報奨金制度 (施策 1・5) における参加割合 (ほぼ毎日参加したい・時々参加したい) が約 10% 高い。このことから、参加すれば確実に賞品をもらえる「定額型」の報奨金制度を好む人が多い傾向であることがわかった。しかし定額型報奨金制度に対して参加意向が低い人の中に全体の 2~4% ほど抽選型報奨金制度に対して参加意向を示している人もおり、そのうち 2012 年度実施の早起きキャンペーンに参加していない人が 8 割程度いることから、抽選型報奨金制度導入により新規利用者を取り込むことが可能であると推察できる。また毎日抽選に参加できる施策 (施策 5・6) よりも、20 日ごとに参加できる施策 (施策 1~4) の方が参加者は多く、10% の割合で当選する場合 (施策 3) に参加意向が少なくなることがわかる。これは、毎日参加できる・当選確率が高い (当選金額が低い) 場合よりも、提示された抽選金額が大きい方が魅力的であるためと推察される。

4. 分析方法

本研究では、抽選型報奨金制度導入時における利用者行動を分析するために、OLM を用いる。非集計分析では、人々の行動は合理的に行われることを前提としているため、効用が最大になる施策を選ぶことを仮定している。そのため施策間の「当選金額と当選確率に対する期待値」が同じ場合は、各施策の選択確率は同様になる。しかし本研究で扱う「当選金額と当選確率に対する期待値」は、当選確率と当

選金額で構成されており、期待値が同じ場合でも当選金額が大きい場合はそれを過大に評価し、施策を選択すると考えられる。そのため選択肢間の効用差を閾値で考慮することができ、効用の差は潜在的な心理量と解釈することができる OLM⁴⁾ を用いる。

OLM の式を式(1)、(2)に示す。

$$P(k) = \frac{1}{1 + \exp(V_1 - \theta_{k-1})} - \frac{1}{1 + \exp(V_1 - \theta_k)} \quad (1)$$

$$V_i = \beta_1 Z_{1i} + \beta_2 Z_{2i} + \dots + \beta_k Z_{ki} \quad (2)$$

$P(k)$: k 番目のカテゴリーを選択する確率

V_i : 選択肢 i を選択する際の効用確定項

θ_k : k 番目における閾値

β_k : k 番目のパラメータ

Z_{ki} : k 番目における選択肢 i の説明変数

5. 分析結果

(1) パラメータ推定

パラメータ推定の結果を表-2に示す。各パラメータおよび閾値の t 値は 90% 有意水準でおおむね良好であった。また尤度比が 0.11 と低めで、的中率は約 42% だったが、ある程度利用者の傾向を掴むモデルが構築できた。なお「混雑時間帯と施策実施時間帯の混雑率の差」の t 値が 1.43 と低くなっているが、この変数を除いてモデル構築を行うと他変数の t 値が低くなるため、そのまま採用している。また閾値の t 値も高いことから、各選択肢間の区切りは有意性が高く、選択肢間にどの程度心理的な差が存在するかを十分表現できた。また回答が施策参加に対してポジティブな選択になるにつれて、閾値の係数もあがることがわかった。これはモデルを作成する上で、効用が高い人ほど施策参加しやすいと考えるため正しく表現できている。

表-2より「当選金額の期待値に対する当選確率の標準偏差」の係数が負、すなわち当選確率が高いほど施策参加者が多くなることがわかった。東京メトロへのヒアリング調査より既に早朝時間帯に利用している人は確実に金銭を取得したいという傾向が強いことがわかっているため、この様な結果になったと推察される。また前述の通り図-1で示した基礎集計からも、定額型報奨金制度を好む傾向があることが示唆される。「早起きキャンペーン非認知ダミー」(認知が0、非認知が1)の係数が負となっており、東西線早起きキャンペーンを知らない参加者は

施策には参加しにくいことがわかった。このことはヒアリング調査からも施策の周知が重要であると判明しているため、利用者に対する施策の十分な周知が重要であることが推察できる。

表-2 パラメータ推計結果

変数	係数	t値
当選金額(千円)	0.00355	-1.83
当選金額の期待値に対する当選確率の標準偏差(千円)	-0.00639	-2.90***
1日で挑戦ダミー	-0.287	-1.77*
通勤時間から指定時間の差(分)	-0.0086	-7.14***
東西線乗車時間(分)	0.0113	2.93***
混雑時間帯と施策実施時間帯の混雑率の差(%)	-0.00211	-1.43
早起きキャンペーン非認知ダミー	-0.394	-3.92***
時差通勤可能ダミー	1.15	11.7***
キャンセル好きダミー	0.475	5.04***
雨天ダミー	-0.361	-3.73***
出発駅から東西線乗車駅までの所要時間(分)	0.0105	1.98**
始発駅ダミー	-0.34	-3.00***
時差通勤参加していないダミー	-0.699	-7.07***
閾値		
	1→2	-1.91
	2→3	-0.639
	3→4	0.701
サンプル数		1812
尤度比		0.11
的中率		42.1%

*:90%有意、**:95%有意、***:99%有意

(2) 感度分析

パラメータ推定の結果をもとに、感度分析を行った。当選金額の期待値(当選確率と当選金額の積)が2,000円になるようにし、施策選択確率を把握する。感度分析の結果を図-2に示す。

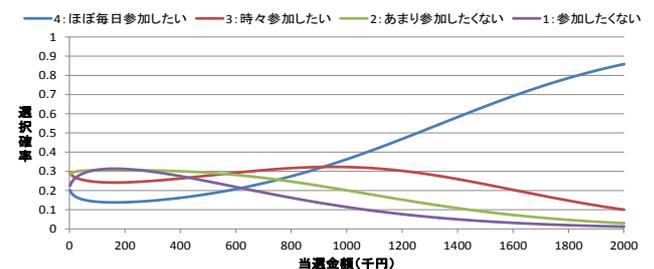


図-2 感度分析の結果

図-2より、「4:ほぼ毎日参加したい」、「3:時々参加したい」の様な施策参加に対してポジティブな選択をする確率は、当選金額16.2万円(当選確率約1.24%)程度まで減少してからまた上昇することがわかった。また「2:あまり参加したくない」「1:参加したくない」の様な施策参加に対してネガティブな選択をした確率はポジティブな選択とは逆に当選金額16.2万円を極大値とする山型のグラフとなった。これはポジティブな選択とネガティブな選択がトレードオフの関係だからである。図-2においてポジティブな選択に着目すると、当選金額60万円を超えた場合に定額施策(2千円)よりも選択確率が、高くなることが分かった。また「3:時々参加したい」を選択する確率と「4:ほぼ毎日参加したい」を選択する確率が当選金額95万円を超えると逆

転した。これは当選金額が上がるほどよりポジティブな「4：ほぼ毎日参加したい」を選択する確率が上昇するためである。

6. 混雑率のシミュレーション

(1) 混雑率試算フロー

各施策実施の際に最大混雑率がどの程度変化するかを確認するために、混雑率の試算を行う。混雑率の試算ではアンケート結果のうち、現在7・8時台に乗り込んでいる251サンプルを対象とした。そこから、施策(表-3のcase1~case6)が実施された場合に時差通勤に参加する人数を5章で構築したモデルより推計し、混雑時間帯における実際の乗客数に按分することで時差通勤参加人数を算出した。算出した時差通勤参加人数と現在の輸送力より混雑率を算出する。なお本研究では、混雑率の試算結果が過大にならないようにするために「4：ほぼ毎日参加したい」と回答した人のみ、毎日時差通勤に参加すると仮定した。また、2012年度まで東西線で実施されていた定額型報奨金制度の参加推定数が約600人であることから、現状施策に近いcase1の参加人数を600人と仮定し、他の施策を実施した場合の参加者数を推計した。

表-3 想定するケース

変数	case1	case2	case3	case4	case5	case6
当選金額(千円)	1	20	200	800	1000	2000
当選確率(%)	100%	10%	1%	0.25%	0.2%	0.1%
当選金額の期待値に対する当選確率の標準偏差(千円)	0	6.325	20	40	44.72	63.25

(2) 試算結果

当選確率と当選金額に対する期待値を2,000円に固定し、当選金額を変更した場合における混雑率の試算結果を図-3に示す。

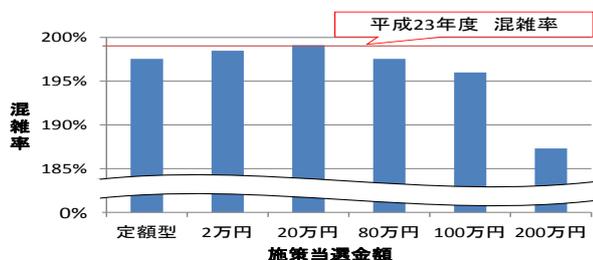


図-3 試算結果

図-3より、当選確率が比較的高いcase2(当選金額2万円)、case3(当選金額20万円)では現状の施策よりも混雑率が減少しないことが分かった。

またcase4(当選金額80万円)において現状施策と混雑率がほぼ一致し、その後は定額型施策よりも混雑緩和効果高いことが分かった。これは期待値が同じであることから、当選確率が下がるほど当選金額が上がるトレードオフの関係にあり、当選金額が上がるほど利用者は当選確率に対して正確に認知することができず、見かけの金額に引きつけられるためだと推察される。

7. まとめと今後の課題

本研究では、報奨金制度導入による時差通勤実施可能性についてOLMを利用し、各報奨金制度導入時に利用者に重視される要因を推定した。またモデルの結果を利用して、当選確率と当選金額の期待値が同じ場合に当選金額が変化した際の感度分析を実施した。その結果、高当選確率(低報奨金)下では施策参加に対してポジティブな選択は減少するものの、当選金額16.2万円を極小値としてそれからは参加意向が上昇することがわかった。

以上の結果を踏まえ、現状の最混雑時間帯よりどの程度混雑率が低下するかをシミュレーションした。その結果、当選確率0.25%以下にすると定額型施策よりも効果があることがわかった。

本研究ではアンケート調査時に当選金額20万円までしか聞いていないため、100~200万円のような極端に当選金額が高い場合はモデルの誤差が大きくなっている可能性も考えられる。そのため、より当選金額が高い場合の参加意向を調査する必要がある。

参考文献

- 1) 植原慶太、中村文彦、岡村敏之：インセンティブ導入による通勤時刻転換意向に関する研究、運輸政策研究、Vol.11、No.4、pp.2-9、2009
- 2) 佐藤仁美：環境交通行動促進を目的としたエコポイント施策の行動論的効果分析、名古屋大学博士学位論文、2008
- 3) 東京地下鉄株式会社：東京メトロニュース、<http://www.tokyometro.jp/news/2014/index.html> (最終閲覧日：2014.2.10)
- 4) 北村隆一、森川高行、佐々木邦明、藤井聡、山本俊行：交通行動の分析とモデリング—理論/モデル/調査/応用、技報堂出版、2002