

抽選型報奨金制度導入による鉄道時差通勤に関する研究 ー東京地下鉄東西線を対象としてー

日本大学大学院 学生員 ○小林 聡一
日本大学 正会員 轟 朝幸
日本大学 正会員 川崎 智也

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ている。またラッシュ時間帯に多くの旅客が乗降することにより、乗降時間が拡大し、列車の定時運行を妨げている。これらの問題を解決するために、鉄道会社では新線開業や複々線化、設備改良による列車の増発などハード面での混雑緩和施策を講じてきた。しかし既存のハード面での対策では大規模な投資が必要であり、改良まで時間が掛かるため実施しにくい。またラッシュ時間帯の需要に設備を合わせた場合、1日の大半を占める非混雑時間帯では供給過剰となってしまう。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対策が重要となる。

この様な社会状況において、ソフト面での混雑緩和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では期間が限定されていたこともあり、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取得金額が変動する施策を行い、混雑緩和に一定の成果を上げている。しかしながら、我が国ではシンガポールのような取得金額が変動する制度は2013年12月2日から2014年2月28日まで東京メトロ東西線で実施されているキャンペーンを除いてない。

既存論文として、植原¹⁾は時差通勤推進施策として通勤時刻転換を行う上で、4つの異なるインセンティブを付与した場合の利用者行動についてアンケート調査を行った。その結果、乗車ポイント付与によるインセンティブを導入した場合、移動可能性が一番高いことが明らかとなった。また佐藤²⁾は交

通エコポイントの付与による利用者行動について明らかにしている。その際一つの方法として抽選型報奨金制度の導入した場合の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。

そこで本研究では、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. 実施事例の整理

（1）日本における事例

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。なおここでは、2012年度までに実施されてきた施策と2013年度に実施されている施策について記述する。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まで）を4つに区切り、各区間に指定された設定時間帯（6:00～7:30のうちの指定された30分間ごとが2つ）に乗車した人を対象とする。対象者が対象区間のいずれかの駅を含むIC定期券を所有した場合に乗車時間に応じたポイント付与を行うものである。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年度に約1.2万人が参加している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。しかしそれ以降は参加者が減少しており、

キーワード 抽選型報奨金制度、鉄道、時差通勤、オーダードロジットモデル、混雑緩和

連絡先 〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1 744 号室 運輸交通計画研究室 TEL. 047-469-5219

2012 年度実施施策では約 1.1 万人となっている。さらにキャンペーン参加者の 9 割以上が既に早朝時間帯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とがヒアリング調査から明らかとなっている。これはラッシュ時における混雑率の 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。

以上のことを踏まえ、早起きキャンペーンの参加者減少に歯止めをかけるために、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、対象範囲はこれまでと同様であるが、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 時 45 分までとなり、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。それ以上に特徴的なのは、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、抽選でいままでのキャンペーンよりも遙かに豪華な景品を取得することが出来ることである。

3) 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 日参加で抽選参加ができるようになった。そのためキャンペーン参加者が増加することが予想されることもヒアリング調査から明らかとなった。

(2) シンガポールにおける事例

シンガポールの地下鉄では時差通勤促進施策として、賞金変動する制度を導入している。この制度では、専用カード保持者に対して、時差通勤に協力すると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。そして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。このような変動型報奨金制度を 2012 年 1 月より導入したところ、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。また抽選型、定額型報奨金制度導入時における各施策の仮定を表 2 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促進施策を 5 年以上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	96.8%

表 2 各報奨金制度実施時の仮定

	施策1	施策2	施策3	施策4	施策5	施策6	現状
1日の天気	晴	晴	晴	雨	晴	雨	晴
混雑率	100%	100%	座れる	150%	150%	座れる	250%
乗車時間	6:30	6:30	6:00	7:00	7:00	6:00	現状
遅延	なし	なし	なし	なし	なし	なし	5分
当選確率	必ず	1%	10%	5%	必ず	0.1%	なし
当選金額	2千円	20万	2万円	4万円	100円	10万	なし
参加に必要な日数	20日	20日	20日	20日	1日	1日	なし

(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、抽選型報奨金制度及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。各施策に対する参加意向割合を図 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ている。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 : ほぼ毎日利用する」、「3 : 時々利用する」、「2 : あまり利用しない」、「1 : ほぼ利用しない」の 4 肢の回答から選択している。

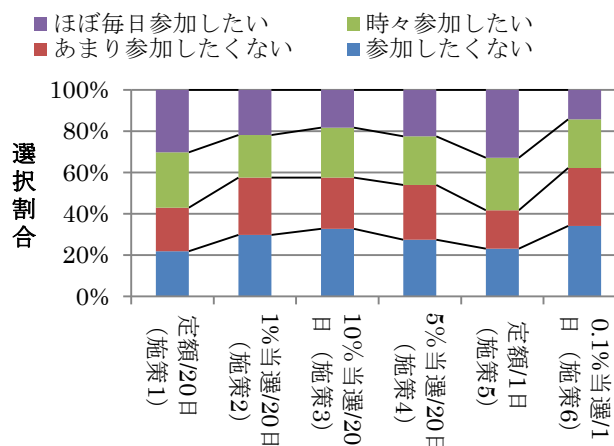


図 1 各施策の選択結果 (N=302)

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傾向があることがわかった。また毎日抽選に参加できる施策よりも、20 日ごとに参加できる施策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分かる。これは、当選金額が低い（当選確率が高い）場合や毎日の参加ができるよりも、見かけの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。

本来 OLM は一対比較形式など、2 つの選択肢の相対的な選好度を尋ねる場合に用いる。このような場合、各選択肢の効用値は単なる大小関係ではなく、効用の差の大きさが選択肢毎に異なることが考えられる。OLM ではこの様な効用の差を閾値で考慮することができる。また選択肢間の効用の差は潜在的な心理量と解釈することができる。⁴⁾ そのため、本研究のような非合理的で利用者の心理的、主観的な部分により施策が選択される場合の利用者行動分析を行うのに適している。OLM の式を式(1)、(2)に示す。また本モデルで採用した変数を表-3に示す。

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

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

$P(k)$: 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

表-3 モデルで用いる変数

変数	説明
当選金額(千円)	施策実施時にもらえる金額
標準偏差(千円)	施策実施時の期待値に対する標準偏差
1日で挑戦ダミー	施策1日参加で抽選に参加できる施策を1
通勤時間から指定時間の差(分)	現状の通勤時刻から施策参加条件時刻までの差
東西線乗車時間(分)	東西線(直通列車も含む)に乗りしている時間
混雑率の差(%)	最混雑時間と施策実施時(仮定)の混雑率の差
早起きキャンペーン非認知ダミー	早起きキャンペーンを知らない人を1
時差通勤可能ダミー	時差通勤が可能と答えた人を1
ギャンブル好きダミー	ギャンブルが好きであると答えた人を1
雨天ダミー	施策実施仮定時に雨天とした施策を1
出発駅から東西線までの差(分)	出発駅から東西線乗車駅までの所要時間(待ち時間は含まず)
始発駅ダミー	東西線の始発駅から乗車する乗客を1
時差通勤参加していないダミー	時差通勤を現在していない人を1

なお表-3に示す「標準偏差」とは、各施策の当選金額と当選確率の期待値からの標準偏差を示し、0に近いほど当選確率が高いことを示す。また、1日で挑戦ダミーとは、1日時差通勤に参加した場合に1回抽選に参加できる、施策5・6を1としてほかの施策を0としたダミー変数である。

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-4に示す。各パラメータ及び閾値のt値は90%有意水準でおおむね良好であり、的中率も約38%とある程度の説明力を有することが分かる。なお「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を推計すると、他変数のt値が低くなるため、そのまま採用している。

表-4 パラメータ推計結果

変数	係数	t値
当選金額(千円)	0.00355	1.831
標準偏差(千円)	-0.00639	-2.890
1日で挑戦ダミー	-0.28666	-1.771
通勤時間から指定時間の差(分)	-0.00860	-7.137
東西線乗車時間(分)	0.01131	2.930
混雑率の差(%)	-0.00211	-1.425
早起きキャンペーン非認知ダミー	-0.39420	-3.922
時差通勤可能ダミー	1.15468	11.660
ギャンブル好きダミー	0.47512	5.037
雨天ダミー	-0.36094	-3.731
出発駅から東西線までの差(分)	0.01055	1.979
始発駅ダミー	-0.34001	-3.003
時差通勤参加していないダミー	-0.69906	-7.065
閾値	1→2	-1.9129
	2→3	-0.6394
	3→4	-2.2675
サンプル数	1812	
的中率	38.3%	

表-4より「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分かった。これは既に早朝時間帯に利用している人は確実に金額を取得したいという傾向が強いためであると東京メトロへのヒアリング調査からも明らかとなっている。ほかにも、基礎集計より定額型報奨金制度を好む傾向があることも要因として考えられる。

また「早起きキャンペーン非認知ダミー」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分かった。このことはヒアリング調査からも「機材の使い方が分からずにキャンペーンに参加してもらえない」ということが分かっているため、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。

ほかにも時差通勤ができる人は係数が正となっており、報奨金制度に参加しやすいことが分かった。対して、現在時差通勤を実施していない人は係数が

負となり、参加しにくいことが分かった。これらの理由としては、現状の通勤行動を変えることに対する抵抗と推察される。なお全ての施策に対して「1：ほぼ利用しない」と回答した人に対して理由を回答してもらったところ、早起きするのがつらい、早く出社しても意味が無いなど、生活スタイルを変更することに対する抵抗感についての意見が7割もいた。このことから時差通勤を実施していない人は、施策に参加しにくいことが予想できる。

(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。なお本研究では当選確率と当選金額に対する期待値が2000円になるようにし、その場合の選択確率を把握する。感度分析を行うに当たり、当選確率の標準偏差と当選金額のパターンを表-5に示す。また他の変数は表-6に示す通り固定した。

感度分析結果を表-7に示す。なお表-7における「選択結果」とは、アンケートの際に回答してもらった、「4：ほぼ毎日利用する」、「3：時々利用する」、「2：あまり利用しない」、「1：ほぼ利用しない」の4肢の回答を示す。

表-5 感度分析に用いる条件

変数	条件				
	定額	case1	case2	case3	case4
標準偏差(千円)	0	6.324	20	63.24	200
当選確率(%)	100	10	1	0.1	0.01
当選金額(千円)	2	20	200	2,000	20,000

表-6 感度分析に用いる共通仮定

変数名	数値	変数	数値
1日で挑戦タミー	0(なし)	ギャンブル好きタミー	1(あり)
通勤時間から指定時間の差	90分	雨天タミー	0(なし)
東西線乗車時間	30分	出発駅から東西線までの差	10分
混雑率の差	200%	始発駅タミー	1(あり)
早起きキャンペーン非認知タミー	1(あり)	時差通勤参加していないタミー	1(あり)
時差通勤可能タミー	1(あり)		

表-7 感度分析結果

条件	定額	case1	case2	case3	case4
選択結果	3 (時々利用する)	2 (あまり利用しない)	2 (あまり利用しない)	4 (ほぼ毎日利用する)	4 (ほぼ毎日利用する)

表-7より、当選確率が0.1%・0.01%と低いcase3・case4の選択結果が定額時よりも選択可能性が高いことが分かった。期待値は同額で設定しているため、定額型の報奨金制度よりも、当選確率が低くても、当選金額が極端に大きい場合では抽選型報奨金制度の方が時差通勤に協力してもらえる可能性が高いことが分かった。これは参加者に対して、極端に大きな当選金額が定額型報奨金制度よりもインパクトを与えているためだと考えられる。なお当選

確率が高めのcase1・case2の条件では定額型よりも時差通勤に参加しにくいこともわかった。これは基礎集計でも明らかになったとおりであり、1～10%程度の当選確率の場合は確実に賞品をもらえる定額型報奨金制度を好むことが分かった。

6. まとめと今後の課題

本研究より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。その結果、当選確率を示す標準偏差は負、当選金額は正に働いていることがわかった。このことから、当選確率が高いほど、また当選金額が高いほど施策参加利用者が増えることが分かった。また東京メトロ東西線の乗車時間が正の要因を及ぼすことがわかった。このことから、乗車時間が長い鉄道路線に導入すると有効であることがわかる。ほかにも、施策について十分に利用者に対して周知することが施策参加を促すことが分かった。

モデルの結果を利用して、期待値が同じ場合の感度分析を実施した。その結果、定額型報奨金制度実施よりも、低確率高当選金額下における抽選型報奨金制度実施の方が利用者の移動可能性が高いことが分かった。

本研究ではある一定条件下における利用者行動について把握することができた。しかし全体的な利用者行動を把握するまでには至らなかった。そのため今後はアンケート調査結果をもとにシミュレーションを行い、どの程度混雑が改善するか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，季刊運輸政策研究，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リリース，<http://www.tokyo-metro.jp/index.html>
- 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ー理論/モデル/調査/応用，技報堂出版，2002