6K-7

キャリーオーバー制くじの最適設計

佐伯 一成[†1], 芝田 遥[†2], 荒川 正幹[†3]
宇部工業高等専門学校

1. はじめに

キャリーオーバー制くじとは、当選者が出なかった場合などに、賞金が次の回に持ち越されるくじのことである。日本のくじでは、ロト6、totoBIG、チャリロトなどがこれにあたる。くじに関する研究としては、くじの特徴の分析 [1, 2]、効用関数の推定 [3, 4]、くじの最適設計 [5-7]などが行われている。しかし、これらの研究においては同時に 1 種類のくじしか対象としておらず、キャリーオーバー制くじに関する経済学的解釈や、最適設計のための方法論は確立されていないのが現状である。また、日本のくじについては、これまで研究の対象となっていない。

そこで本研究では、日本のキャリーオーバー制くじであるロト6、totoBIG、チャリロトを対象とし、売上金額の推定および平均売上金額を最大化するための理論の構築を目的とした。結果として、ストック制という新たな仕組みを導入することによって、キャリーオーバー制くじの平均売上金額を向上させることが可能であるとの結論を得た。

2. 手法

2.1. 売上金額の推定

くじの平均売上金額を最大化するためには、各開催における売上金額を推定することが必要である。くじの売上金額は、くじの仕組みやキャリーオーバー金額をはじめ、くじの認知度や人気、宣伝広告、当日の天候、他のくじの開催日程など、様々な要因に左右されることが知られている[7]。しかし、本研究においては単純化のため、キャリーオーバー金額のみを説明変数とした回帰分析によって売上金額の推定を行った。

ロト6、totoBIG、チャリロトについて、過去の売上データを収集し、キャリーオーバー金額およびその累乗項を説明変数として、最小二乗法による重回帰分析を行った。モデル式は以下の通りである。

$$\text{売上金額} = \alpha_i \sum_{j=0}^{n} a_j x^j \qquad (1)$$

ここで、a は回帰係数、x はキャリーオーバー金額、n は次数である。α_iは、本研究において提案する指数であり、くじ i の人気度を表す。3 種類のくじの間では売上金額が大きく異なっており、共通の式によって売上金額を推定するためにはその調整が必要である。本研究においては、この売上金額の違いがくじの人気によるものであると仮定し、人気度を導入することでこの調整を行った。なお最適な次数については、分割数を 10 とした交差検定法により決定した。

2.2. シミュレーション

くじの仕組みの違いによる平均売上金額の違いを評価するためコンピュータシミュレーションを行った。くじは一枚 200 円とし、最高当選金額は、キャリーオーバーが無い場合には 2 億円、ある場合には 4 億円とした。当選は 1 等のみとし、控除率は 50%に設定した。つまり、売上金額の半分が 1 等の当選金として購入者に分配される。当選者が少なく、当選金が余った場合には、次の回へのキャリーオーバーとなる。売上金額については、前節で示した推定式によって算出した値を平均とする正規乱数によって決定した。試行回数は、各設定において 100 万回である。

2.3. ストック制

キャリーオーバー制くじにおいては、キャリーオーバー金額が少ないとき、売上金額が極端に少なくなってしまうという問題が存在する。この問題を解決するため、本研究では新しい仕組みとしてストック制を提案する。

ストック制の基本的な考え方は、キャリーオーバーが多い時にその一部をストック金として貯めておき、当選者が出てキャリーオーバーが少なくなったときに、ストック金からキャリーオーバーへと補充を行うものである。キャリーオーバーの上限および下限を定め、くじ終了時に上限を超えている場合には、超えた部分をストック金へと移動する。逆に下限を下回った場合には、ストック金の残高の範囲内でキャリーオーバーへ資金の移動を行う。また、これとは別にストック率を設定し、毎回の売上金額の一部をストック金として積み立てる。

このストック制を導入することで、キャリーオーバーが極端に少ない状態を減らすことができ、結果として平均売上金額の向上が期待される。

Rational Design of a Lottery System
[†1] Kazunari Saeki, Ube National College of Technology
[†2] Haruka Shibata, Ube National College of Technology
[†3] Masamoto Arakawa, Ube National College of Technology

Copyright ©2012 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

3. 結果

3.1. 売上金額の推定

ロト6、totoBIG、チャリロトについてデータを収集し、キャリーオーバー金額を説明変数として売上金額を推定するための式を構築した。人気度 α については、各くじの売上金額をもとに調整を行った結果、ロト 6 は 25、totoBIG は 1、チャリロトは 0.0125 となった。(1)式の次数を変えて交差検定法を適用した結果、モデルの予測性は次数 3 の場合が最も高いことが分かった。得られた回帰式は以下の通りである。

$$\text{人気度調整済売上金額} = 1.78 * 10^{-20}x^3 - 2.80 * 10^{-10}x^2 + 1.34\,x + 1.08 * 10^8 \quad (2)$$

ここで、人気度調整済売上金額とは、各くじの売上金額を人気度で割ったものである。決定係数は 0.616 であり、この式を用いることで、おおむね良好に売上金額を推定可能であると言える。また、各項の係数の符号は、既往の研究の結論[3, 4]と一致した。

3.2. シミュレーション

前節で得られた回帰式を利用し、くじの仕組みが平均売上金額に与える影響を調査するためにシミュレーションを行った。キャリーオーバー金額の上限を 100 億円、下限を 10 億円とし、当選確率およびストック率を変更した場合の平均売上金額の等高線図を図 1 に示す。当選確率が低い場合にはストック率は大きな影響を与えていないが、当選確率が高い場合においては、ストック率の上昇とともに平均売上金額が増加する様子を確認することが出来た。また、ストック制を適用しない場合と比較し、平均売上金額が高くなることも確認された。

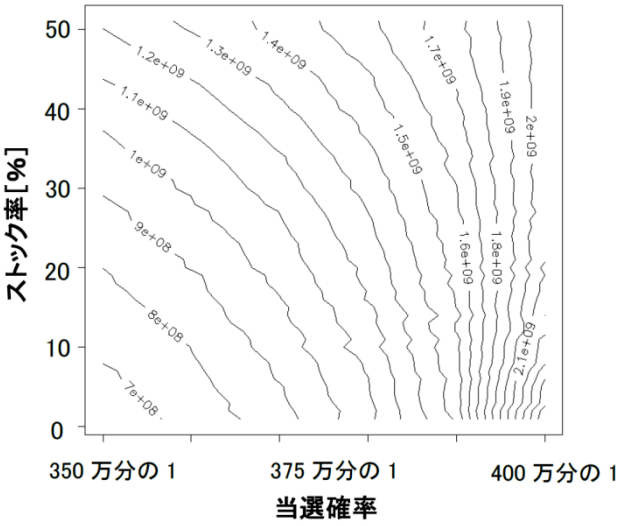

図 1 当選確率、ストック率の平均売上への影響

次に、チャリロトにストック制を導入した場合のシミュレーション結果を図 2 に示す。横軸はキャリーオーバーの下限であり、縦軸が平均売上金額を表す。ストック率は 10%、キャリーオーバーの上限は 100 億円とし、その他の値については実際のチャリロトと同様とした。シミュレーションの結果、キャリーオーバーの下限を 13 億円とした場合に売上が最大になることが分かった。ストック制が無い場合の平均売上金額は 1380 万円であり、ストック制を導入することでおよそ 51 % の売上増加が見込まれるとの結論が得られた。

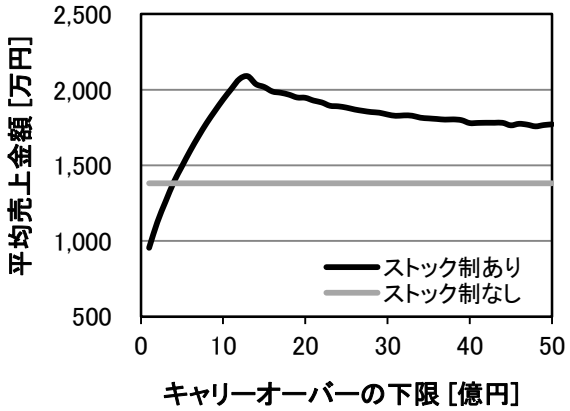

図 2 チャリロトにストック制を導入した時の平均売上

4. おわりに

ロト6、totoBIG、チャリロトのデータを用い、キャリーオーバー金額から売上金額を推定するモデルを求めた。そして、このモデルを利用したシミュレーションを行うことにより、ストック制の有効性を検証した。その結果、ストック制の導入は、平均売上金額の増加に有効であるとの結論を得た。

参考文献

[1] V. A. Matheson, et al., *Economics Letters*, **83**, 233–237 (2004).
[2] D. A. Peel, *Economics Letters*, **109**, 161–163 (2010).
[3] J. Golec, et al., *Journal of Political Economy*, **106**, 205–225 (1998).
[4] T. A. Garrett, et al., *Economics Letters*, **63**, 85–90 (1999).
[5] J. Zhang, et al., *Applied Mathematics and Computation*, **183**, 780–786 (2006)
[6] I. Walker, et al., *The Economic Journal*, **111**, 700–722 (2001).
[7] I. Walker, *Handbook of sports and lottery markets*, Elsevier, 459–479 (2008).

Copyright ©2012 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.