ソーシャルゲームにおけるガチャの排出確率について　～統計的仮説検定を用いた考察～

五十嵐（いがらし）　正晴（まさはる）

§1. はじめに

ある生徒が教室で，次のような発言をしていた。

「あのガチャの確率，絶対におかしい！」

ソーシャルゲームにおける“ガチャ”とは，電子的なくじであり，抽選によってゲーム内で使用可能な仮想的なアイテムを取得することができる仕組みである。このガチャにおいては，各アイテムの排出確率が設定されており，希少価値の高いアイテムは，その確率が 0.01 (1%) のものや 0.001 (0.1%) のものなどがある。

思い返せば，私が高校生であった 6 年前にも似たような会話は頻繁にされていたように思う。確かに，排出確率が 0.01 であるとき，100 回引けば 1 回当たることを直感的に期待する。これは，期待値が 1 であることだけではなく，くじ引きでしばしば使用される“新井式廻轉抽選機”（以下ガラガラという）の影響も少なからずあるのではないだろうか。ガラガラでは，引いたものが除外されるため，次のことが成り立つ。

当たりの玉が 1 個，はずれの玉が $(n-1)$ 個，合計 n 個の玉が入ったガラガラがある。このガラガラを n 回引くとき，少なくとも 1 回は当たるという事象を A とすると，$P(A)=1$ である。

では，引いたものが除外されないガチャの場合はどうだろうか。新学習指導要領では，数学B「統計的な推測」の学習内容として「仮説検定を扱うこと」になっている。また，数学Ⅰ「データの分析」の学習内容においても，仮説検定の考え方を扱うことになっている。本稿では，仮説検定を用いてガチャの排出確率と排出個数の関係性を検討し，冒頭の生徒の発言について考察する。

§2. 排出確率の表記について

ガチャの確率表記が，本来の確率より高く記載されている場合，景品表示法第五条第二号違反（有利誤認）となる。当然，そのようなことは通常ないと考えられるが，平松綾子教授の研究（〔3〕）におけるアンケート調査結果から，ガチャの確率表記自体を信用していないユーザーは多いことがわかる。

このアンケート調査結果には，確率論と統計学が混同されていることが根底にあると推察される。得られた事実から考察する統計学の考え方を，そのまま確率論に適用してしまうことにより，確率表記が誤っているという結論を安易に導いてしまうのではないだろうか。排出確率が 0.01 であるとき，100 回引けば 1 回当たることが期待されるが，少なくとも 1 回当たる確率は約 0.63 である。

§3. 仮説検定

本稿では，有意水準 α を 0.01 とし，二項分布 $B(n,\ p)$ に従う確率変数 X は，$np>5$ かつ $nq>5$ のとき，近似的に正規分布 $N(np,\ npq)$ に従うものとする。ただし，$q=1-p$ である。

さて，冒頭の発言について詳細を尋ねたところ，排出確率 0.006 のあるキャラクター c を狙って 300 回もガチャを引いたが，一度も当たらなかったことで憤慨していたようである。$0.006=\dfrac{3}{500}$ であることから，排出確率が誤っていると言いたくなる気持ちは理解できる。果たして，統計学的に考えて排出確率が誤っていると言えるのだろうか。条件を満たすために，850 回ガチャを引いて，一度もあるキャラクター c が当たらなかった場合を考える。

帰無仮説 H_0 を「排出確率は 0.006 である」とし，対立仮説 H_1 を「排出確率は 0.006 より小さい」と

する。ガチャを850回引いたとき，排出されたcの個数をTとすると，Tは確率変数であり，二項分布$B\left(850,\ \frac{3}{500}\right)$に従う。$850\cdot\frac{3}{500}>5$ かつ $850\cdot\left(1-\frac{3}{500}\right)>5$ であるから，Tは近似的に正規分布$N\left(850\cdot\frac{3}{500},\ 850\cdot\frac{3}{500}\cdot\left(1-\frac{3}{500}\right)\right)$に従う。

また，$R=\frac{T}{850}$ とすると，Rは近似的に正規分布

$N\left(\frac{3}{500},\ \frac{\frac{3}{500}\left(1-\frac{3}{500}\right)}{850}\right)$に従う。

$Z=\frac{R-\frac{3}{500}}{\sqrt{\frac{\frac{3}{500}\left(1-\frac{3}{500}\right)}{850}}}$ とすると，Zは近似的に標準正規分布$N(0,\ 1)$に従う。

$R=0$ を代入すると

$$Z=\frac{0-\frac{3}{500}}{\sqrt{\frac{\frac{3}{500}\left(1-\frac{3}{500}\right)}{850}}}\fallingdotseq -2.27$$

標準正規分布表より，$P(Z\leqq -2.33)\fallingdotseq 0.01$ であり，$-2.27>-2.33$ であるから，H_0は棄却されない。したがって，「排出確率は0.006より小さい」ということはできない。

では逆に，何回このガチャを引いて一度もあるキャラクターcが当たらなければ，H_0を棄却できるだろうか。

nは $\frac{3}{500}n>5$ かつ $\left(1-\frac{3}{500}\right)n>5$ を満たす自然数，すなわち $n\geqq 834$ を満たす自然数とする。先ほどのZについて，850をnに置き換えると

$$Z=\frac{0-\frac{3}{500}}{\sqrt{\frac{\frac{3}{500}\left(1-\frac{3}{500}\right)}{n}}}=-3\cdot\sqrt{\frac{n}{1491}}$$

$Z\leqq -2.33$ を解くと　$n\geqq\frac{81270633}{90000}$

これを満たす最小の自然数は，$n=904$ である。したがって，このガチャを904回以上引いて一度もあるキャラクターcが当たらなかったとき，H_0は棄却され，「排出確率は0.006より小さい」と言える。300回程度ではまだ試行回数が全然足りないという残酷な結果が出てしまったのだ。

余談ではあるが，このガチャを1回引くためには，約280円が必要であった。有償で904回以上引くためには，約253,120円以上必要となる。

§4. まとめ

昨今の数学教育においては，日常生活への関連づけが常に模索されている。大学入学共通テストをはじめとして，日常生活と関連づけた問題を目にする機会が多々あるが，日常生活における課題を数学的な視点で捉えて解決するというより，数学的な視点を日常生活に取り入れて作成された問題を解かされている側面が強いように感じる。これは，作問自体を否定する主張ではなく，日常生活に関連づけようとすると，どうしてもそうなってしまうように感じるという主張であり，日常生活と関連づけた作問を次々とされている作問者の方々には敬意を表したい。

本稿で検討した内容は，まさに生徒の日常生活で発生した困りを数学的な視点で問題解決に向かわせるものではないだろうか。実際に，生徒らが各々頻繁に利用しているソーシャルゲームにおいても同様の検討をするよう促したところ，計算に四苦八苦しながらも目を輝かせながら解き進め，結果に対してあれこれと議論を繰り広げたり私に質問をしたりと，アクティブ・ラーニングを行っていた。数学を日常生活に関連づけるよさというのは，こういったところに存在しているのではないだろうか。

《参考文献》

〔1〕「高等学校学習指導要領（平成30年告示）解説【数学編　理数編】」 文部科学省
〔2〕「不当景品類及び不当表示防止法（昭和37年法律第134号）」 消費者庁
〔3〕「ランダム型アイテム提供における確率表記によるユーザの行動変化」 平松綾子　著（第10回横幹連合コンファレンス）

（山口県　山口農業高等学校西市分校）