

クリッカー等の教室応答システムを用いた 確率・統計分野のアクティブラーニング

樋口三郎*1

Email: hig@math.ryukoku.ac.jp

*1: 龍谷大学理工学部

©Key Words クリッカー, 確率・統計, アクティブラーニング

1. はじめに

1.1 教室応答システム(CRS)

教室応答システム(CRS)とは、教室内で学生の応答を収集し、即時に集計して学生および教員に提示するシステムのことをいう。クリッカー⁽¹⁾は、専用ハードウェアを用いて複数選択肢による応答を収集する CRS である。クリッカーは、比較的大規模なクラスにアクティブラーニングの要素を導入する際にしばしば使われる。従来型の講義の中で、教授者が発する間に学習者が応答するという単純な形や、また、応答をきっかけとする学習者間の議論をコースの中心とする Peer Instruction⁽²⁾のような形で利用される。

1.2 統計教育とサンプルの選択

統計学の教育において、サンプル(標本)の例を具体的に示して説明することは重要である。教育に有用なサンプルを得るには、人為的にある特徴をもつサンプルを作成する、数学的に定義された母集団から擬似乱数などを用いて標本抽出する、観察や実験でサンプルを得る、などの方法がある。

学習者の興味を得るには、学習者自身の属性のサンプル、または学習者が生成に関与したサンプルを用いるのが効果的である。各学習者の実験の結果をクリッカーを利用して収集してサンプルとする試みを Rogers⁽³⁾が行ったことを、Bruff⁽⁴⁾が報告している。樋口⁽⁵⁾は、飛行機の墜落のような稀な事象の間隔が指数分布に従うことを説明するのに、サイコロを用いた実験とクリッカーによるその結果の収集・提示

が有効であることを主張した。

1.3 中心極限定理のデモとクラス規模の検討

本報告では、中心極限定理の意味を説明するためにクリッカーによって学習者が関与してサンプルを作成する活動とその評価について述べる。さらに、この活動が学習に有効であるための、学習者数への制約を、学習者への質問紙調査の結果に基づいて考察する。

2. 中心極限定理を説明するための活動

2.1 中心極限定理

中心極限定理とは、独立同分布に従う多数の確率変数の和が、適当にスケールすると、個数の大きい極限で標準正規分布に従うことを主張するものであり。正規分布の普遍性を示す重要な定理である。

2.2 活動の手順

定理の内容を説明する次の活動をデザインした。

1. M 人の学習者に各 1 個のサイコロを配る。
2. 離散的確率変数 R は、確率 $1/3$ で値 0 、確率 $2/3$ で値 1 をとるものとする。このサンプルを得るために、サイコロを振って得た目が $1, 2$ なら $R=0$ また $3, 4, 5, 6$ なら $R=1$ とする。この t 回目の試行の結果を R_t とする。
3. $X_9=R_1+\dots+R_9$ がどのような分布に従うかを学習者が予測し、教授者が提示した選択肢の中から選んで回答する。
4. 学習者がサイコロを t 回ふった時点で、値 $X_t=R_1+\dots+R_t$ をクリッカーで回答する。これによりサイズ $N=M$ のサンプルが得られ、クリッカー用ソフトウェアによってヒストグラムとして提示される。

2.3 結果

$M=54$ のクラスで授業内でこの定理を説明するよりも早い時点でこの活動を行った。クリッカーとしては、Socratec Nano Type-T (IC Brains)を使用した。この機種は $0, 1, \dots, 9$ を送信するキーを有し、 X_t として 10 種類の値を回答することができる。そこで、手順 4 では $t=1, 5, 9$ で回答を得ることとした。

手順 3 の段階で図 1 の回答を得た。多くの学生が正しい選択肢 4 を予想しているが、他の選択肢をと

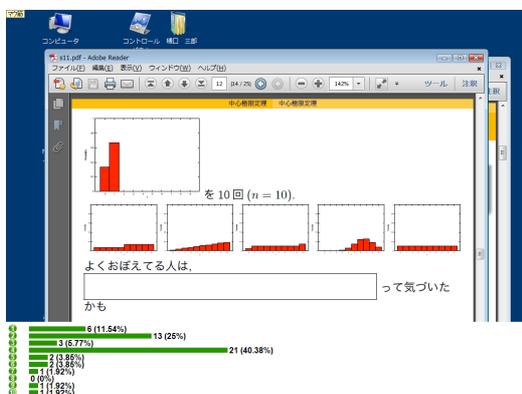


図 1 X_9 の各予想の学習者数。クリッカー用ソフトウェアのスクリーンショット

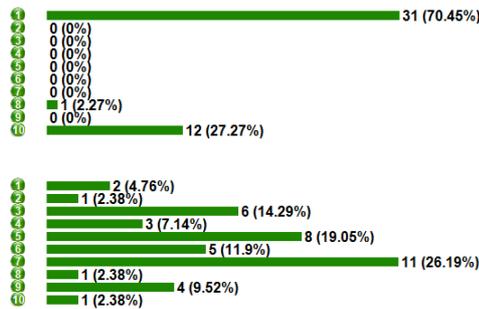


図 2 (上から順に) $X_1=R_1, X_9$ のヒストグラム

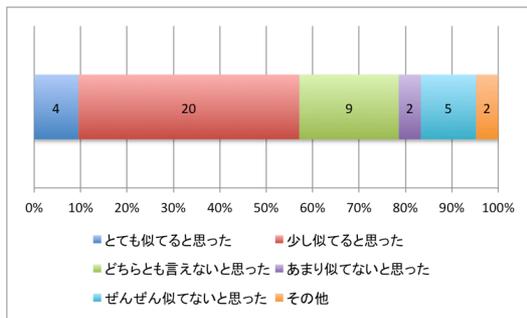


図 3 正規分布と X_9 のサンプルのヒストグラムを比較した学習者の感想

た学生も多い。手順 4 で得た X_1 の X_9 のヒストグラムを図 2 に示した。これが R の確率、および正規分布に似ると考えた学習者の比率(これもクリッカーによって調査した)を図 3 に示す。

3. クラスの学習者数の下限の評価

この活動は、クラスの学習者数 M が小さいとき効果的でないことが予想される。なぜなら、 M は X_9 のサンプルサイズ N に等しく、これが小さいと、ヒストグラムの形が正規分布曲線に似ないためである。この活動が意味を持つ N の範囲を知るには意味がある。そのために、次の実験を行った。

サイズ $N=40, 60, 80$ の X_9 のサンプルを擬似乱数により 20 個生成し、ヒストグラムを描く。質問紙に正規分布とこれらのサンプルのヒストグラム(図 4)を示し、各サンプルにより「 X_9 が正規分布に従う」という自己の信念が強化されるかどうか、サンプルについて 2 択の回答を求めた。

$M=64$ 名の学習者から得た回答で、各サンプルについて肯定的な回答の比率を求めて縦軸とし、サンプルサイズごとに比率で順位をつけて横軸方向に並べた(図 5)。これから、 $N=40$ のクラス/サンプルサイズでは、活動から信念を強める学習者の比率が 50% 以上になるようなサンプルが得られる確率は $2/20=0.1$ 、 $N=60$ では $15/50=0.75$ であると推定される。

ただし、 $N=60$ と $N=80$ の比較では、必ずしもサンプルサイズが大きいくほど比率が高くなるとは言えない。これは直観に反するが、別のサンプル群のヒストグラムによる予備実験でも似た傾向が得られている。この現象のありうる説明として、 N が大きくなると外れ値が出現しやすくなり、信念を強化しない

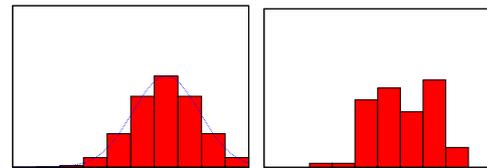


図 4 質問紙上に示した正規分布のヒストグラム(左)と、サンプルのヒストグラムの例(右)

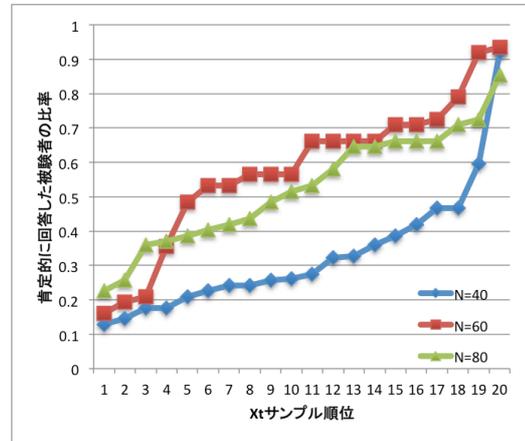


図 5 各サンプルで信念を強めた学習者の比率

方向に作用する、というものがある。より多くのサンプル群と広い N の範囲で検証する必要がある。

4. おわりに

この報告での実験は、特定の環境、すなわちサイコロ、特定の機種のクリッカーとソフトウェアを使用するという制約のもと行った。環境をより学習効果を高めるように改良することも必要である。

現在の環境では R, X の離散的な値しか扱えなかったが、この場合にはヒストグラムの形は階級の選択によって大きく変化する。ヒストグラムの形の類似で中心極限定理を説明するのが適切か、より深い検討が必要である。

この報告では、正規分布とサンプルのヒストグラムが似ていると学習者が考えたか、信念が強化されたかを調査したが、今後はプレ・ポストテストを行うなどして、この活動の学習効果を調査することも必要がある。

参考文献

- (1) 鈴木久男, クイズで授業を楽しもう, pp166-183. 清水亮, 橋本勝, 松本美奈(編), 学生と変える大学教育, ナカニシヤ出版, 2009.
- (2) Eric Mazur, *Peer Instruction: A User's Manual*. Benjamin Cummings, 1996.
- (3) Derek Bruff, *Teaching with Classroom Response System*. Wiley, 2009.
- (4) Richard Rogers, "Using personal response system to engage students and enhance learning," in *Making statistics more effective in schools and business conference*, 2003, <http://www.umass.edu/cft/prs>.
- (5) 樋口三郎, 数学物理系授業におけるクリッカー等を用いたアクティブラーニングの試み, 第 19 回大学教育研究フォーラム, 2013.