行列演習プログラムの効果についての研究

経営システム研究室 金築由茉

1. はじめに

学習指導要領の改定により，数学 C が高等学校学習指導要領から外され「行列」は「線形代数」として大学で初めて学習するものになった．本研究では，行列に不慣れな学生に対し演習を行う手段として，行列演習プログラムを作成する．演習プログラムの効果実験を行い，作成した行列演習プログラムによる成績上昇効果について考察する．

2. 行列演習プログラム

Excel で行列式，逆行列の問題を自動で生成し，解答の正否がすぐわかるプログラムを作成する．演習問題として，行列式の値が大きくなりすぎるのは，適切でないため，行列式として絶対値 10 以下程度の問題を作成することを考える．行列の成分を乱数で決定すると，解答が条件にあわない場合があるため，行列式の数値を先に決め (d とする) $d = \alpha \cdot \beta$ となる整数 α，β を求め，行列式 α の上三角行列（対角成分のうち一か所だけ α それ以外は 1，対角以外の成分は絶対値 3 以下程度の整数乱数で決定）と，行列式 の β の下三角行列（上三角行列と同様に作成）を掛け合わせ，その後行と列を 1 回ずつ入れ替えることによって問題となる行列 P を作成する．例えば，行列式を -10 と決め，$\alpha = 2$，$\beta = -5$ とすると，

$$U = \begin{pmatrix} 1 & 2 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix}, L = \begin{pmatrix} -5 & 0 & 0 \\ 3 & 1 & 0 \\ -3 & -3 & 1 \end{pmatrix}$$

の行列を作成し，これらを元にし，

$$LU = \begin{pmatrix} -5 & -10 & 5 \\ 3 & 7 & -3 \\ -3 & -9 & 5 \end{pmatrix}, P = \begin{pmatrix} 3 & -3 & 7 \\ -5 & 5 & -10 \\ -3 & 5 & -9 \end{pmatrix}$$

という行列を作成する．

3. 実験方法

鳥取大学工学部社会開発システム工学科一回生 60 名を対象とし，以下の手順で実験を行う．

手順 1．事前テストを行う．(15 分，23 問)

手順 2．事前テストの正答数から，正答数がほぼ等しいペアを作り印刷組，PC 組に分ける．

手順 3．組ごとに演習を行う．(20 分)

手順 4．事後テストを行う．(15 分，23 問)

手順 5．組ごとの事前，事後テスト結果を比較する．

事前，事後テストは印刷した問題を使用し，それぞれ同程度の内容の問題 23 問を出題する．

手順 3 での演習はそれぞれ以下の方法で行う．

PC 組：行列演習プログラムを使用し，問題演習を行う．解答確認はプログラムにより行われる．

印刷組：印刷した問題を使用し，問題演習を行う．解答確認は，解答が印刷された別紙を見ることによって行う．

どちらの組も，1 問解くごとに解答を確認する．

4. 実験結果および考察

実験結果の解析は各組の正答数データを使い，カイ二乗検定，対応のある場合の t-検定を行う．

得点上昇値の平均はがとなった．カイ二乗検定では，正答数の増加を集計し，平均上昇数が PC 組が 3.077，印刷組 が 3.462 であったことから 3 点以下の上昇と 4 点以上の上昇の 2 群に分け，印刷組，PC 組と正答数の増加が独立かを検定した．

表 1: カイ二乗検定のための集計

得点上昇数	3 点以下	4 点以上	計
PC 組観測数	12	14	26
印刷組観測数	12	17	29
PC 組期待度数	11.345	14.655	26
印刷組期待度数	12.655	16.345	29

カイ二乗検定を行った結果，自由度 1 のカイ二乗分布の値 $k = 3.841$ と検定統計量 $T = 0.127$ を比較し,「帰無仮説 : 演習法と結果は独立である」を棄却しないとなった．

t-検定は PC 組，印刷組から 26 のペアを作り，有意水準 0.05 で行い，この結果も「帰無仮説：正答数は同等である」を棄却しないとなった．

これらのことから，二つの演習法には，ほぼ同等の効果があると考察する．

プログラムを使うことにより，学生は自習が可能になり，紙の節約や，教員の負担減に貢献すると思われる．一方，実験において，平均的には演習のほうが悪い上昇数になっている原因として，プログラムの使い方についてなれていない学生がいたことが考えられる．演習開始前に，行列演習プログラムの使い方をしっかり教えることで，さらに行列演習プログラムによる得点上昇数を伸ばすことが可能だと考える．