

マルコフ連鎖によるアクティブラーニングの有効性評価モデル

早稲田大学 北原 あゆみ KITAHAIRA Ayumi
01307080 早稲田大学 豊泉 洋 TOYOIZUMI Hiroshi

1 はじめに

子供への学習効果を吸収的マルコフ連鎖でモデル化し、「アクティブラーニング」の効果を検討した。

現在の教育で注目されているのが、子供同士、あるいは子供と教員との連携によって成立する主体的・対話的な教育、すなわち自ら目的意識をもって学ぶ中でアウトプットを重視した「アクティブラーニング」である [2]。しかしこの「アクティブラーニング」は、子供の気質や過去の学習経験によっては不利益になったり、時間的ロスが多いのではないかという懸念点がある [2]。

本研究では、ラーニングピラミッド [3] や学習方法の実態調査による学習定着率 [4][5] をもとに、アクティブラーニングの効果进行分析するモデルを提案する。本モデルを使うことで、最適な教育方法を導き出すことが期待できる。

2 アクティブラーニングによる学習

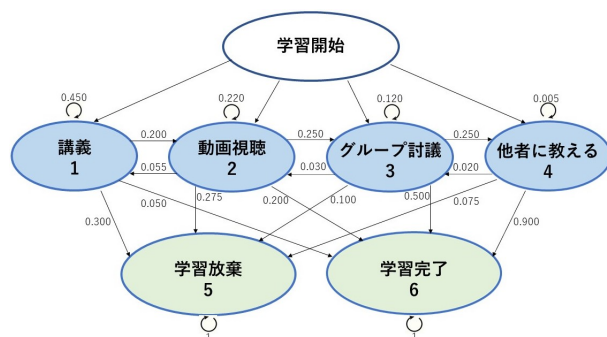


図1 学習ステップのマルコフモデルの状態遷移図
([3] ラーニングピラミッドより学習定着率, [4][5] 各学習方法の実態調査より作成)

現在展開されている主要な学習方法を「1 講義」、「2 動画視聴」、「3 グループ討議」、「4 他者に教える」の4つの一時的状態、「5 学習放棄」、「6 学習完了」の2つの

吸収的状態を、吸収的マルコフ連鎖としてモデル化する(図1)。ただし、一時的状態の「3 グループ討議」、「4 他者に教える」はアクティブラーニングであり、学習定着率が高い。

p_{ij} を状態 i から j への遷移確率とし、推移確率行列 $P = (p_{ij})$ とする (1)。ここで、 Q は一時的状態から一時的状態、 R は一時的状態から吸収的状態、 O は吸収的状態から一時的状態、 I は吸収的状態から吸収的状態に推移する確率を表す。

$$P = \begin{pmatrix} Q & R \\ O & I \end{pmatrix} = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0.450 & 0.200 & 0 & 0 & 0.300 & 0.050 \\ 0.055 & 0.220 & 0.250 & 0 & 0.275 & 0.200 \\ 0 & 0.030 & 0.120 & 0.250 & 0.100 & 0.500 \\ 0 & 0 & 0.020 & 0.005 & 0.075 & 0.900 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \end{matrix} \cdot (1)$$

(1) を用いて、任意の初期状態 (1, 2, 3, 4) から「5 学習放棄」と「6 学習完了」それぞれの吸収的状態に推移する確率は (2) のように表せる [1]。

$$(I - Q)^{-1}R = \begin{matrix} & \begin{matrix} 5 & 6 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0.709 & 0.290 \\ 0.451 & 0.549 \\ 0.151 & 0.849 \\ 0.078 & 0.922 \end{pmatrix} \end{matrix} \cdot (2)$$

さらに、吸収的状態に推移するまでのステップ数 t_i (学習時間) は (3) のように表せる [1]。

$$\begin{pmatrix} t_1 \\ t_2 \\ t_3 \\ t_4 \end{pmatrix} = (I - Q)^{-1} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2.524 \\ 1.940 \\ 1.497 \\ 1.035 \end{pmatrix} \cdot (3)$$

学習定着率の高いアクティブラーニングから開始する方が学習完了に推移する確率が大きい。また、学習定着率の高いアクティブラーニングの方が吸収状態までのステップ数が少ない。

3 アクティブラーニングを行わない学習

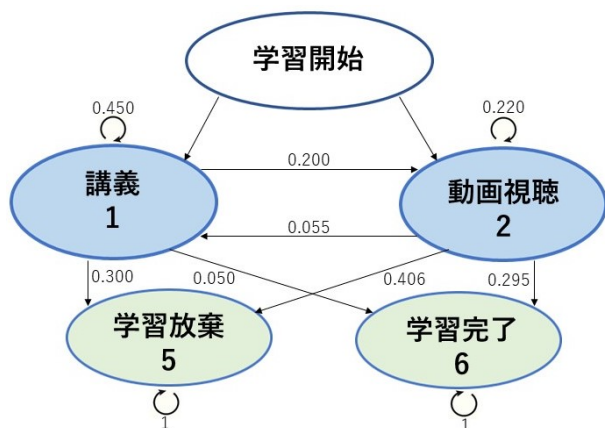


図2 アクティブラーニングを含まない学習ステップのマルコフモデルの状態遷移図
 ([3] ラーニングピラミッドより学習定着率, [4][5] 各学習方法の実態調査より作成)

図1のアクティブラーニングの部分を含まない、状態数が4のマルコフ連鎖としてモデル化する(図2)。ただし、図1の「2 動画視聴」から「3 グループ討議」への確率0.250を0.275 : 0.2で「5 学習放棄」と「6 学習完了」に配分する。

前節の計算と同様に、推移確率行列(4)より「5 学習放棄」と「6 学習完了」それぞれの吸収の状態に推移する確率(5)と、吸収の状態に推移するまでのステップ数 $t_i(6)$ を求める。

$$P = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & 5 & 6 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0.450 & 0.200 & 0.300 & 0.050 \\ 0.055 & 0.220 & 0.406 & 0.295 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \end{matrix} \quad (4)$$

$$(I - Q)^{-1}R = \begin{matrix} & \begin{matrix} 5 & 6 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0.754 & 0.234 \\ 0.574 & 0.395 \end{pmatrix} \end{matrix} \quad (5)$$

$$\begin{pmatrix} t_1 \\ t_2 \end{pmatrix} = (I - Q)^{-1} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2.345 \\ 1.447 \end{pmatrix} \quad (6)$$

学習定着率の高い「2 動画視聴」の方が「1 講義」よりも学習完了に推移する確率が高い。また、吸収の状態に推移するまでのステップ数も「1 講義」より「2 動画視聴」の方が少ない。

4 2つのモデルの比較

表1 2つのモデルにおける条件別の比較

	アクティブラーニングあり	アクティブラーニング無し
非アクティブラーニングから開始	学習完了率が高い (講義:0.290, 動画視聴:0.549) ステップ数大 (講義:2.524, 動画視聴:1.940)	学習完了率が低い (講義:0.234, 動画視聴:0.395) ステップ数小 (講義:2.345, 動画視聴:1.447)
アクティブラーニングから開始	学習完了率が高い (グループ討議:0.849, 他者に教える:0.922) ステップ数小 (グループ討議:1.497, 他者に教える:1.035)	

図1, 図2のモデルにおいて同一の学習方法から開始した場合の結果を比較すると、「講義」「動画視聴」のどちらから学習を開始しても、アクティブラーニングを行う方が「学習完了」に推移する確率が高いが、吸収的状态に推移するステップ数は多い。つまり「講義」「動画視聴」を学習開始とする場合に限っては、アクティブラーニングを行わない学習過程の方が短時間で学習を終えることが出来るが、「学習完了」に推移する確率は小さい(表1)。

したがって、学習を行う際には、はじめに基礎的な過程を経ている者か、初学者であるかに分類し、学習経験者である場合にはアクティブラーニングからスタートする図1のモデル、初学者でありかつ高い確率での「学習完了」を目指すのであれば「講義」や「動画視聴」からスタートする図2のモデル、初学者で短時間での学習を望むのであればアクティブラーニングを行わない図2のモデルを適用することが最適であると考えられる。

参考文献

- [1] 高橋幸雄, 森村英典. 『マルコフ解析』日科技連出版社, 1979, 314p.
- [2] キャリア教育ラボ, アクティブラーニングのデメリットとその課題とは?, <https://career-ed-lab.mynavi.jp/career-column/847/>
- [3] ユームテクノロジージャパン株式会社, 学習定着のカギはラーニングピラミッド! 効果的に学習する方法とは?, https://umujapan.co.jp/column/learningpyramid_20211001/
- [4] キャリア教育ラボ, 高校 2400 校の実態調査から見るアクティブ・ラーニングへの意識と効果, <https://career-ed-lab.mynavi.jp/career-column/220/>
- [5] 杉山成, 辻善人. アクティブラーニングの学習効果に関する検証—グループワーク中心クラスと講義中心クラスの比較による—, <https://core.ac.uk/download/pdf/59174936.pdf>