

# 待ち行列モデルの性能評価結果を利用した アカデミックスキルの教育方法

田中 秀明<sup>†</sup>宇都宮 陽一<sup>‡</sup>奥田 隆史<sup>†</sup>愛知県立大学 情報科学部 情報科学科<sup>†</sup> 株式会社 LSET 研究開発部<sup>‡</sup>

## 1 はじめに

「新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて～生涯学び続け、主体的に考える力を育成する大学～」(答申) [1] にて提言されたように、個人にとっても社会にとっても将来の予測が困難な時代が到来しつつある中で、大学での学び(学修)の質を高めることと、それに付随する学修時間の増加・確保が問われている。学修の質を向上させるには、学生の学習/学修スタイルを高等学校までの受動的な暗記型から、大学で求められる能動的かつ主体的な学習スタイルへと転換させることが不可欠である。つまり「大学生として学ぶ(学修する)ための技術=アカデミックスキル(スタディスキル)」を身につけることが必須条件となる [2][3]。

アカデミックスキルは多くの大学では初年次教育の一環として、「フレッシュマンセミナー」、「スタディスキルズ」、「初年次ゼミ」等の講義名として教育されている [3]。講義内容には、大学で学ぶための準備(時間管理, 健康管理, メンタル管理, アーサティブな対人関係, ネットワーキング, アルバイト等), 講義の受け方(ノートの取り方, 講義時間外学習等), 実験や課題のレポート作成方法(図書館利用, 日本語作文技術, クリティカルリーディング等)などが含まれている [4][5]。ただし, これらを講義で学んだからといっても, 学修方法や学修習慣を滋養として身につけ実践することには直結しないのが現状である。

学修スキルを教え, それを使いこなすまでにさせることは, 数学や物理, 英文法のように数式や文字で表現された知識や知識の使い方を教育することに比較して困難であり, その教育方法論も研究されていないのが現状である [6]。多くの教員はスタディスキル教育やフレッシュマンセミナーでは, “継続は力なり”, “急がばまわれ”等の諺(ことわざ)や抽象的な表現で, 学修自体や学修継続の重要性を説明することが多くなる傾向がある。なお, 諺を利用して叱ることは, 比喩的であり, 暗示的でもあり, 叱るときに相手を追い込んでしまわないから有用であるという説もある [7][8]。

本研究では, 学修習慣の重要性を表現する“継続は力なり”という諺の意味することを, 学生に課される課題を到着客(ジョブ), 課題を処理するサーバーを学生と捉えた待ち行列モデルの解析結果を利用して説

明することの有効性を示す。以下, 第2節で待ち行列モデルを示し, 処理率と平均システム内課題数(処理中・待ち課題)との関係を示す。第3節では学修継続により処理率も向上するモデルを提案し, 継続することで処理率も向上していき, 平均システム内課題数が減少していく状況を示す。第4節では学修時間にムラがないことの重要性を示す。最後に第5節でまとめる。

## 2 待ち行列モデルの処理率向上の意味

本稿では学生に課される課題を到着処理待ちのジョブとして捉え, サーバーである学生はその課題を処理すると考えることにより, 学生の課題処理過程を待ち行列モデル [9] として表現する(図1参照)。

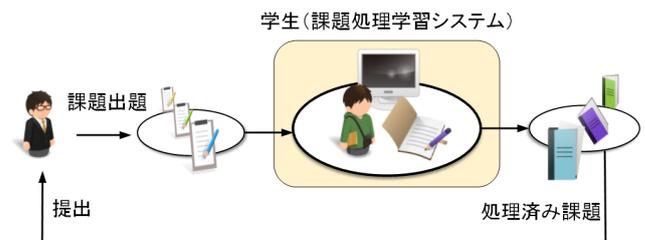


図1 待ち行列モデルとしての学生による課題処理

ここで, 学生は複数の講義を受講するため課題は平均到着率 $\lambda$ のポアソン分布に従うものとする。学生は課題を途中で放棄しないということを前提とし, 課題は課題ごとに難易度や所要時間が異なるため, 学生は平均サービス率 $\mu$ (平均処理時間 $h$ )で処理する1個の窓口からなる1個のM/M/1待ち行列システムとして表現することができる。

学修を進めることにより学生の課題処理能力が,  $\mu$ から $\alpha\mu$ となった場合を考える。前者の平均システム内課題数を $L_1$ , 後者を $L_\alpha$ とし,  $\rho = \lambda/\mu$ とすると,

$$L_1 = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} = \frac{\rho}{1 - \rho}, \quad L_\alpha = \frac{\rho}{\alpha(1 - \rho)} \quad (1)$$

となり,  $L_\alpha = \alpha^{-1}L_1$ の関係を得る。例えば,  $\alpha = 1.5$ となるように処理能力を向上させれば, 平均システム内課題数は当初の67%まで減少させることができる。 $\alpha = 1.25$ でも80%まで減少させることができる。

## 3 学修継続により処理能力が向上するケース

第2節で示したように処理能力が向上すれば, 劇的に平均システム内課題数を減少させることができるが, 実際には人間の能力はS字状学習曲線を繰り返しながら, 時間とともに向上・減衰していくことが知られている [10]。特に最初のSは最も時間がかかるが, 2回目以降のSになるとその時間は指数的に減少していく。こ

Using queuing based model to teach academic study skills

<sup>†</sup>Hideaki TANAKA, Takashi OKUDA

<sup>‡</sup>Yoichi UTSUNOMIYA

<sup>†</sup>Department of Information Science and Technology, Faculty of Information Science and Technology, Aichi Prefectural University

<sup>‡</sup>Life Stage Engaging Technologies, Ltd.

の能力向上の現象は、待ち行列システムにおいて、累積課題処理数が大きくなるとサーバー処理率が向上していくことに対応する。

本節ではこの場合の平均システム内課題数について検討する。学生の課題処理能力が向上・減衰するという現象は、待ち行列モデルにおいては課題処理率の増加・減少すると考え、サーバ能力成長型 M/M/1 システム (図2 参照) とみなすことにする。なお、学生の意識付けが大切であることから、本稿で利用する課題処理率の変動関数は単純なものとし、学生の初期課題処理能力  $\mu_0$ 、学生が現在までに完了した累積課題数  $m$  に従うものとし、

$$\mu_m = \mu_0 + \Delta\mu_m \quad (2)$$

とする。ここで  $\Delta\mu_m$  は、①:  $n$  個の課題をこなしていくと向上率  $a\%$  で増加し続ける、②: ある課題の処理時間がある制限時間 (上限課題処理時間) を超えた場合は減衰率  $b\%$  で減少したままで元に戻らない、

$$\Delta\mu_m = \begin{cases} \mu_0 \times a\% \times \left[ \frac{m-1}{n} \right], & \text{①} \\ -\mu_0 \times b\%, & \text{②} \end{cases} \quad (3)$$

ものとする。さらに、③として、②に従って課題処理能力が減衰するが①で戻る場合を想定する。

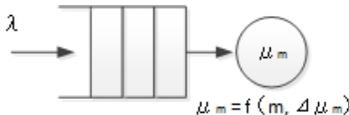


図2 サーバ能力成長型 M/M/1 システム

課題の平均出題率  $\lambda = 1/24$  [課題数/時間],  $\mu_0 = 1/20$  [課題数/時間],  $a = b = 1$ , 上限課題処理時間を 72 時間としたシミュレーション結果を図3に示す (5 回の平均値, 離散事象シミュレーションパッケージ Csim20[11])。図3から、条件②の場合、平均システム内課題数は大幅に増加していき最終的には取り返しのつかないことになるが、③のように軌道修正をすることで減少させることを示す結果となった。

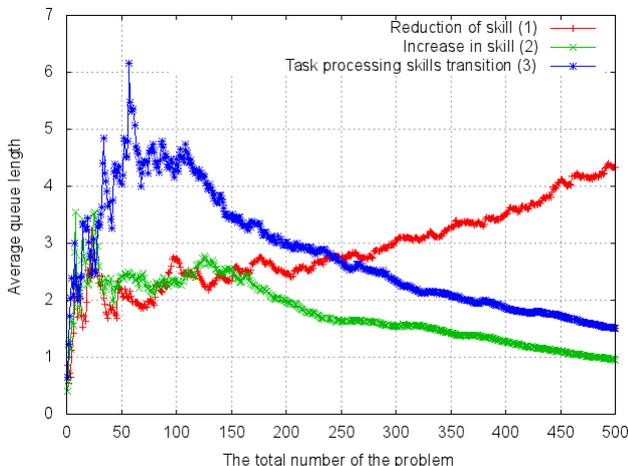


図3 平均システム内課題数の推移

#### 4 ムラなく学修することの重要性

第3節では処理能力を向上させれば、抱え込む課題が減ることを示したが、処理能力は劇的に向上するものでもない。そこで、本節では一夜漬けの学修を繰り返すよりも、一定のペースで学修する重要性を示す。

今、課題の出題は平均到着率  $\lambda$  のポアソン分布に従い、課題の処理時間は独立で任意の確率分布に従うとすると、その平均システム内課題数  $L$  は M/G/1 待ち行列システムのポラチェック・ヒンチンの公式により

$$L = \rho + \frac{\rho^2(1 + C_b^2)}{2(1 - \rho)} \quad (4)$$

となる。ここで、 $C_b$  は課題処理時間の変動係数であり、指数分布の場合は 1、一定分布の場合は 0 となる。つまり、平均課題処理時間 (= 課題処理能力) を減らすことができなくても、課題処理時間分布は一定になるように学修した方が平均システム内課題数を減らすことができることを示唆している。

#### 5 まとめ

本研究では、学修習慣の重要性を表現する“継続は力なり”という諺の意味することを科学的に示すために、学生に課される課題を到着客 (ジョブ)、課題を処理するサーバーを学生と捉えた待ち行列モデルの解析結果を利用して説明することを試みた。本稿で得られた知見やグラフを 32 名の学部 3 年生に紹介したところ、25 名がこの知見やグラフで説明された方が大学での学修における“継続は力なり”の重要性がわかるという回答をした。

今後は、今回得られた知見やグラフのアニメーション化、より複雑な学習曲線の導入について検討していきたい。また、他の諺 [7] や努力論 [12] についての科学的な表現へも取り組んでいきたい。

#### 参考文献

- [1] 中央教育審議会, 『新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて～生涯学び続け、主体的に考える力を育成する大学へ～ (答申)』, [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1325047.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1325047.htm), 平成 24 年 8 月 28 日.
- [2] 市川 尚, 羽倉 淳, 高瀬和実, “ID の内容を取り入れた初年次教育科目「スタディスキルズ」の実践”, 日本教育工学会 第 29 回全国大会予稿集, P3a-1-304-07, 2013.
- [3] 初年次教育学会 (編集), 『初年次教育の現状と未来』, 世界思想社, 2013.
- [4] 井手弘人, 内藤克浩, 根本泰雄, 『理系学部合格 (うか) たら読む本一大学生生活応援ガイド』, 化学同人, 2007.
- [5] 初年次教育テキスト編集委員会 (編集), 『フレッシュマンセミナーテキスト—大学新入生のための学び方ワークブック』, 東京電機大学出版局, 2009.
- [6] 曾我真人, 松田憲幸, 高木佐恵子他, “スキル学習に共通な特徴とスキル学習支援システムに必要な機能について”, 3D2-04, 第 18 回人工知能学会全国大会論文集, 2004.
- [7] 外山滋比古, 『ことわざの論理』, 筑摩書房, 2007.
- [8] 外山滋比古, 『20 歳から人生の考え方』, 海竜社, 2013.
- [9] 村上泰司, 『わかりやすい情報交換工学』, 森北出版, 2009.
- [10] 日本公文教育研究会, “学習の成果は、こうして上がる”, <http://www.kumon.ne.jp/hint/advice/seika.html>.
- [11] Mesquite Software, <http://www.mesquite.com>.
- [12] 芦田宏直, 『努力する人間になってはいけない—学校と仕事と社会の新人論』, ロゼッタストーン, 2013.