

待ち行列モデルを用いた課題処理過程における 取組順序の影響分析とその評価

Effect Analysis of Task Process Order Selection in the Student's
Task Processing Process Using Queuing Models

鈴木 一輝* 奥田 隆史**
Kazuki Suzuki* Takashi Okuda**

愛知県立大学大学院情報科学研究科* 愛知県立大学情報科学部情報科学科**
Graduate School of Information Science and Technology, Aichi Prefectural University*
Department of Information Science and Technology, Faculty of Information Science and
Technology, Aichi Prefectural University**

<あらまし> 大学入学から卒業までを通して、大学生が学ぶうえで必要とされる基本的な学びの技術（スタディスキル）が注目されている。我々の研究グループではスタディスキルの1つである課題を分割して処理する方法に着目し、待ち行列モデルの解析を通して最適に課題を分割する手法を提案した。本稿では学生の課題の取り組み順序（課題取組順序手法）に着目し、課題処理量、課題処理時間に与える影響を検証することを目的とする。

<キーワード> 待ち行列モデル, 取組順序, 学士力

1. はじめに

高校までの学び方と大学での学び方は質的に異なっている（井手ほか2007）。高校までの学び方は教員から教えてもらったことを覚えることを中心とした受動的な学習スタイルである。一方で大学での学び方は自分で問題を発見し、仮説を立て、思考し、解決のため自分なりの答えを出す主体的な学修スタイルである（世界思想編集部2013）。このような学び方が変化した理由の1つは文部科学省中央審議会が提唱した「学士力」にあげられるような能力（論理的思考力・問題解決能力）を備えた学生を社会が求めているからである（文部科学省2008）。この社会ニーズに対応するために学生は受動的な学習スタイルから主体的な学修スタイルへ移行することが必要である。

しかし、多くの学生は学修スタイルへ移行することを苦手としているといわれている（佐藤ほか2008）。このような学生を支援するために、近年社会ではスタディスキルが注目されている（天野ほか2008, 学習技術研究会2015）。スタディスキルは学生が学ぶうえで必要とされる基本的な学びの技術のことである。スタディスキルの具体的な項目には「読み方」、「ノート取り方」、「発表の仕方」、「スケジュールの立

て方」などがあげられる（キャロル2017）。このような基本的な学びのスキルを身につけることで、主体的な学修スタイルへと移行することが可能となる。また21世紀のデジタル時代や情報化社会にも対応することができる（森2015）。

我々の研究グループは、スタディスキルの1つである課題を分割して処理する方法（課題分割手法）に着目し、学生が課題をこなす過程を待ち行列モデルとして捉え、その性能評価結果を利用することの有効性を示した。当該モデルでは教員から学生に課される課題をジョブ、課された課題をこなす学生をサーバーとして捉えることにより、課題処理過程を待ち行列モデルを用いて表現した。このモデルの性能評価により、最適な課題分割手法の使い方を明らかにし、学生に提示することでスタディスキル修得の支援をおこなった。

本稿では学生の課題の取り組み順序（課題取組順序手法）に着目し、課題処理量、課題処理時間に与える影響を検証することを目的とする。シミュレーションにはNTTデータ数理システムのS⁴ Simulation System(エスクワトロシミュレーションシステム)を用いることとする。

以下、第2章では本研究に関連する研究について、第3章では学生の課題処理過程について、第4章では学生の課題処理過程の評価モデルとして待ち行列モデルについて、第5章でS4 Simulation System ツールを用いた編集モデルについて述べる。第6章では数値例として、課題処理時間（平均待ち時間）、課題処理量（平均システム内課題数、未完了課題数）に及ぼす影響をシミュレーションにより検証する。最後に、第7章でまとめと今後の課題について述べる。

2. 関連研究

スタディスキル修得支援に関する研究は教育工学や認知心理学の分野でおこなわれている。例えば、伊藤（2009）は大学の初年次学生を対象にスタディスキル修得支援に関する講義（学生の関心が高いと思われるテーマを設定し、そのテーマに取り組みることにより基本的スキルや素養を身につける）を実施し、その効果を検証した。また、向後ほか（2011）はeラーニングを活用した導入教育（大学での基礎的な学習方法について訓練するための教育）をおこなった。ノートの取り方や講義の聞き方などをデジタルコンテンツとしてオンデマンド配信し、スタディスキル修得支援にeラーニングを用いることの必要性和有効性の検証をおこなった。

しかし、シミュレーション結果を利用したスタディスキル修得支援に関する研究はまだない。また、これらの実証実験は結果を出すまでに時間と費用がかかる点が問題点としてあげられる。

学生の学び方に関する研究として学習者特性が研究されている。学習者特性とは「指導や介入によって容易に変容しないと考えられる変数」と定義されている（認知心理学会編2013）。例えば、引っ込み思案な人がある日突然外交的な性格になることは考えにくいことなどである。Schommer（1990）は知識や学習の性質が学習者の行動や態度によって学習の質が変化することを指摘している。また市川（2013）は学習者が学習における失敗に対して、どのような考えや態度をもっているのか質問調査や面接をおこない、学習者の行動や態度を分析した。

このように近年では学習者の能力や性格だけでなく、知識や学習に関する行動や態度、考え方も学習者特性の一面として捉えられている。日本の大学において、学生は自ら学び方を選択しなければならない。

なぜなら、大学での学び方は高校までの学び方と質的に異なるっているためである（常見2012）。

高校までの学び方は、決められたカリキュラムに従い教員から教えてもらったことを記憶することが中心である。また、答えが決まった問題が多く、求められる答えは他の学生とほぼ同じ内容である。

一方、大学での学び方は自分専用の時間割を作成し講義を受講する。また、答えのない問題に対して、自分で仮説を立て、思考し、解決し、自分なりの答えを出すことや新たな知識を生み出すことが求められる。このような大学での学びは、論理的思考力や問題解決能力といった形で、社会においても必要となる。

そのため、学び方の変化に伴い教員から課される課題の内容や種類は多様化し、学習者の課題への取り組み方も多様化すると考えられる。

3. 学生の課題処理過程

本研究では、ある学生に着目する。学生は卒業に必要な単位数を満たすように講義を履修する。履修講義において、各教員から学生にさまざまな課題が課される。学生は課題に対して以下の3つのいずれかの認識

- (A) 得意科目の課題
- (B) 不得意科目の課題
- (C) それ以外の課題

をもつものとする。これらの課題に対して、学生は課題の取り組み方を選択し（取組順序選択）締め切り期日（締切日）までに教員に課題を提出できるように学修を進めていく。

このような学生の課題処理過程（図1参照）について、教員から学生に課される課題をジョブ、その課題をこなす学生をサービスシステムとして捉えることにより、ある学生の課題処理過程を待ち行列モデルとして表現する。

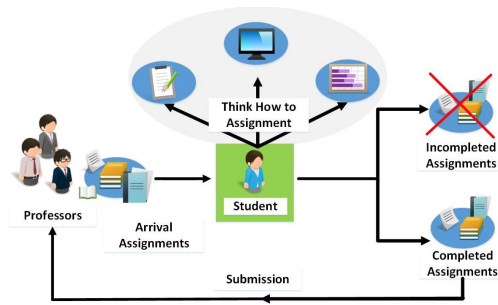


図1 学生の課題処理過程

4. 学生の課題処理過程の評価モデル

本研究で用いる待ち行列モデルを図2に示す。このモデルにおいて、教員から学生（サービスシステム）に到着する課題（ジョブ）を「到着課題」と呼ぶ。学生は到着課題を「課題取組順序選択手法」を用いて処理をおこなう。

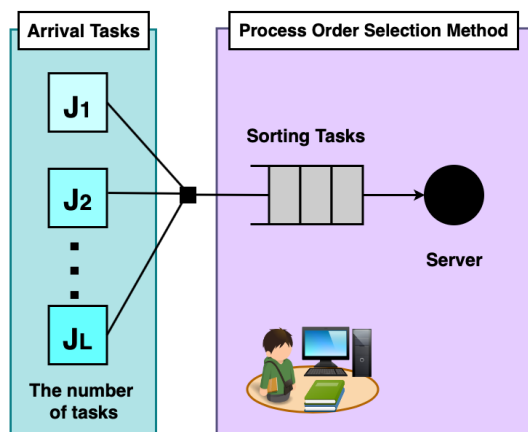


図2 待ち行列モデル

4.1. 到着課題

到着課題は、2つの属性

- (1) 到着間隔：課題が課されてから次の課題が課されるまでの時間（課題は一定間隔で到着する）
- (2) 締切日：課された課題の提出期限（課題は課された日から数週間後までに提出しなければならない）

をもつものとする。ここ教員から学生に課される課題数の合計（総出題課題数）を J_L とする。

4.2. 課題取組順序選択手法

課題取組順序選択手法は、

- ① FCFS (first come first served)

到着順に処理をおこなう。

- ② FSFS (favorite subject first served) 待ち課題の中で学生が得意科目の課題から順に処理をおこなう。

- ③ WSFS (weak subject first serve) 待ち課題の中で学生が不得意科目の課題から順に処理をおこなう。

の3つを想定する。学生は①～③の取組順序のいずれか1つを選択するものとする。なお、学生は取組順序をシミュレーションの途中で変更しないものとする。

5. S⁴ Simulation System

S⁴ Simulation System のツール内での編集モデルは図3の通りである。アイテムを課題として捉え、各講義日に学生に出題されることを考えた。

学生の課題取組順序選択おこなうために各アイテムには、優先度を付けた。優先度の高い課題から処理を開始する。例えば、取組順序が②の場合、得意科目の課題に高優先度、それ以外の課題に中優先度、不得意科目の課題に低優先度をつける。

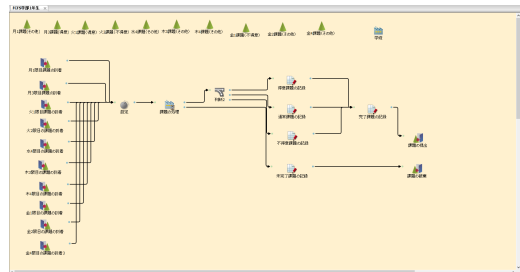


図3 S⁴ Simulation System 編集モデル

6. 数値例

本研究ではモデルの性能評価を(1)平均待ち時間（教員から学生に課題が課されてから提出し終わるまでの時間）、(2)未完了課題数（学生が課題を提出を終えられなかった数）、(3)平均システム内課題数（単位課題数あたりに学生が抱え込んでいる課題数）を求めると定義する。

教員から学生に課される課題は表1の時間割の各講義時に出題されることとする。締切日は課題が出題されてから1週間後(168時間後)の講義日までとする。課題の認識番号を $i = 1$ のとき得意科目の課題、 $i = 2$ のとき不得意科目の

課題 $i = 3$ のときそれ以外の課題とする。総出題課題数は $J_L = 150$ [課題] とする。課題の平均処理時間は $H_1 = 7$, $H_2 = 21$, $H_3 = 14$ とする。なお、結果はいずれも 50 回のシミュレーションの平均値である。

表 1：学生の時間割

Period	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday
1	(C)	(A)			(B)
2		(B)			(C)
3	(A)			(C)	
4			(C)	(C)	(C)

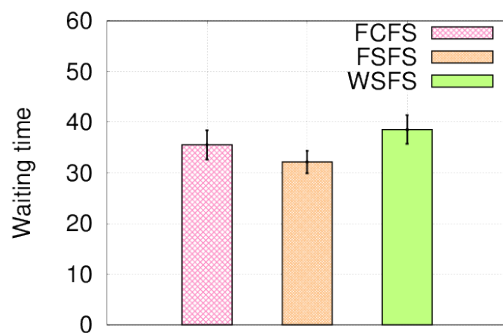


図 4 平均待ち時間の比較

表 2：平均システム内課題数の比較

	Mean System tasks
FCFS	1.60
FSFS	1.45
WSFS	1.97

表 3：未完了課題数の比較

	The Number of Incompleted Tasks
FCFS	0.46
FSFS	1.56
WSFS	5.92

各取組順序における平均待ち時間の比較結果を図 4 に示す。また、平均システム内課題数の比較結果を表 2、未完了課題数の比較結果を表 3 に示す。図 4 において横軸は課題の取組順序パターン (①～③)、縦軸は教員から学生に課題が課されてから処理を終えるまでの時間を

表す。図 4 から最も待ち時間が短い取組順序は 32.1 時間で②の FSFS であることがわかる。逆に最も待ち時間が長い取組順序は約 38.6 時間で③の WSFS であることがわかる。そのため約 6.5 時間の差が見られた。

表 2 の平均システム内課題数の比較について学生が最も溜め込む課題数が少ない取り組み方は 1.45 課題で②の FSFS であることがわかる。逆に最も溜め込む課題数が多い取組順序は 1.97 課題で③の WSFS であることがわかる。②と③の取り組み方で 0.52 課題の差が見られた。

表 3 の未完了課題数の比較について、学生が提出できなかった課題数が最も多い取り組み方は 5.96 課題で③の WSFS であることがわかる。逆に学生が提出できなかった課題数が最も少ない取り組み方は 0.46 課題で①の FCFS であることがわかる。

図 4、表 2、表 3 の結果から教員から課された課題を最も早く提出できる取り組み方は「② FSFS」であることがいえる。しかし、表 3 の未完了課題数の比較結果を確認すると①よりも②の方が多いたことが確認できる。これは、得意科目の課題を優先して処理を行ったため、後回しにした不得意科目の課題の処理が、締切日までに終わらなかったことが原因であると考えられる。このことは直感的である。例えば、定期試験において自分が得意とする問題から優先して解き、不得意とする問題を後回しにした場合に、後回しにした問題を処理することができずに試験が終了してしまうことと同様であると考えられる。

7. おわりに

本研究では課題取組順序手法をどのように用いるのが良いのかを明らかにするために、学生の課題処理過程を待ち行列モデルとしてモデリングした。このとき、さまざまな課題取組順序手法が課題処理時間、課題処理量に与える影響をシミュレーションにより検証し考察をおこなった。その結果、教員から課された課題を早く提出した場合には「②FSFS」、きちんと課題を締切日までに提出したい場合には「①FCFS」の取り組み方が良いという結果を得ることができた。

本研究で得た知見やグラフを本大学・情報科学部の学生(大学3年生以上,大学院生を含む)97名に提示し,「大学生の学び」に関するアンケート調査を行なった。その結果,おおよそ,75%の学生が科学的根拠や知見に基づくデータやグラフの提示はこれからの自分の学修方法を変えるきっかけに”なる”と回答した。この回答から,学生時々の学修方法のきっかけを与えることができたと考える。

今後の課題として,①~③以外の新しい取組順序の考案,時間割と課題取組順序手法の影響調査などがあげられる。

参考文献

- 井手弘人, 内藤克浩, 根元泰雄 (2007) 理学部に合格したら読む本, 化学同人, 京都
- 世界思想社編集部 (2013) 大学生学びのハンドブック, 世界思想社, 京都
- 文部科学省 (2008) 学士課程教育の構築に向けて (答申). http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2008/12/26/1217067_001.pdf
(参照日: 2019.09.20)
- 佐藤望, 湯川武, 横山千晶, 近藤明彦 (2008) アカデミック・スキルズ-大学生のための知的技法入門第2版-, 慶應義塾大学出版界, 東京
- 天野明弘, 太田勲, 野津隆志 (2008), スタディ・スキル入門-大学でしっかりと学ぶために-, 有斐閣ブックス, 東京
- 学習技術研究会 (2015) 知へのステップ-第4版-, くろしお出版, 東京
- キャロル・ヴォルダーマン (2017) イラストで学ぶスタディスキル-自ら学習する力をつける-, 創元社, 大阪
- 森敏照 (2015) 21世紀の学びを創る, 北大路書房, 京都
- 田中秀明, 宇都宮陽一, 奥田隆史 (2017) 学生の成長を考慮した講義課題処理過程のモデル化とその性能評価, 電気学会論文誌 C, 137(3): 1-14
- 鈴木一輝, 奥田隆史 (2019) 待ち行列モデルを用いた学生の学習過程における課題分割手法の影響分析 -スタディスキル修得

を目指して-, 電気学会論文誌 C, 139(1): 1-7

- 伊藤綱男 (2009) 初年次教育としてのスタディスキルズ授業について, 土木学会教育論文集, Vol.1, pp.75-83
- 向後千春, 石川奈保子 (2011) 大学eラーニング課程における基礎学習スキルコンテンツの視聴状況, 日本教育工学会論文誌, 35: 13-16
- Schommer,M. (1990), Effects of beliefs about the nature of knowledge on comprehension, *Journal of Educational Psychology*, 82: 498-504
- 市川伸一 (2011), 学習と教育の心理学, 岩波書店, 東京
- 認知心理学会編 (2013), 認知心理学ハンドブック, 有斐閣ブックス, 東京
- 常見陽平 (2012), 大学生のための「学ぶ」技術-就活難民にならないための頭の鍛え方-, 主婦の友社, 東京