

e-Learning を用いたプログラミング学習に対する高い動機づけ維持のための取り組み

中野 瑛斗 伊藤 恵

近年、急速な技術の進歩とデジタル化の拡大に伴い、IT 人材不足が深刻な社会問題となっている。このような状況下で、IT 人材に限らず様々な分野で活用される e-Learning が、IT 人材不足を解決する一つの手段として利用されている。しかし、e-Learning では、学習に対する高い動機づけの維持が難しいという問題がある。学習全般において、動機づけを高めるためには Ryan ら [8] によると、自律性、有能感、関連性が必要とされている。そこで本研究では、プログラミングのアルゴリズムの学習に焦点を当て、既存の LMS(Learning Management System) に学習者の自律性、有能感、関連性を高める機能を加えることで、高い動機づけを維持させることを目的とした、e-Learning システムを提案する。

1 はじめに

本研究は、既存の学習管理システム (LMS: Learning Management System) に、学習者の自律性、有能感、関連性を高める機能を加えた e-Learning (electronic Learning) システムを提案する。これにより大学生の e-Learning を用いたプログラミング学習に対する高い動機づけを維持させることが目的である。動機づけ (motivation) は、心理学の一般的な定義によれば、「特定の行動が始発し、持続し、方向づけられ、最終するプロセス」とされる [4]。動機づけは、学習において重要な役割を持ち、Ryan ら [8] の自己決定理論によると、自律的な動機づけであるほど深い学習理解を促すとされている。

近年、急速な技術の進歩とデジタル化の拡大に伴い、IT 人材不足が深刻な社会問題となっている。2019 年に行われた独立行政法人情報処理推進機構の調査 [3] によると、IT 企業における IT 人材の質が大幅に不足しており、特に従業員数が 301 名以上 1,000 名以下の IT 企業では、IT 人材の質が「大幅に不足してい

る」割合が 33.8% である。2018 年に行われた独立行政法人情報処理推進機構の調査 [2] によると、IT 企業が IT 人材に求める質には「高い技術力 (IT)」や「IT 業務の全般的な知識・業務ノウハウ」があることが明らかになった。したがって、本研究で取り扱う学習対象はプログラミングスキルとし、特にどんなプログラミング言語でも一般的に必要なとされるアルゴリズムの習得に焦点を当てる。

このような状況下で、IT 人材に限らず様々な分野で活用される e-Learning が、IT 人材の質的な不足を解決する一つの手段として利用されている。e-Learning とは情報技術を用いて行う学習形態のことであり、主に LMS を使用した学習を指す。e-Learning を用いて、プログラミングの学習を自律的に行うことで、高い学習効果を得て、IT 人材としての質が向上する。しかし e-Learning では、学習に対する動機づけの維持、向上が難しい問題がある。

Ryan ら [8] や岡田 [6] によると、自己決定理論では、非動機づけ (amotivation)、外発的動機づけ (extrinsic motivation)、内発的動機づけ (intrinsic motivation) という三つの動機づけ状態を想定している。非動機づけは、行動と結果との随伴性を認知しておらず、活動に全く動機づけられていない状態である。外発的動機づけは、自律性の程度から 4 種類に区分される。

Using e-Learning to Maintain High Motivation for Programming Learning.

Eito Nakano, Kei Ito, 公立はこだて未来大学, Future Univercity Hakodate.

自己決定理論の下位理論の一つである有機的統合理論では、価値観や調整を取り込むプロセスである「内在化」と個人が調整をより完全に自分のものに変え、それが自己の感覚から発せられるようにするプロセスである「統合」を仮定することで外発的動機づけを精緻化し、内発的動機づけとの間に連続性を持たせている。一つ目の外的調整は物理報酬の獲得や罰の回避を目的とする動機づけである、二つ目の取入れ的調整は部分的に内在化が生じ、明らかな外的統制がなくても行動が開始される。しかし、行動の目的は不安や恥の感情を低減し、自己価値を守ることであり、内面での被統制感から動機づけられる。三つ目の同一化的調整は、行動の価値を自己と同一化し、個人的な重要性から自律的に行動する動機づけである。四つ目の統合的調整は、ある活動に対する同一化が他の活動に対する価値や欲求と矛盾なく統合され、自己内で葛藤を生じずに活動に取り組む動機づけである。内発的動機づけは、活動それ自体を目的として、興味や楽しさなどの感情から自発的に行動する動機づけである。この一連の動機づけ概念は、自律性の一次元上に付置され、外的調整や取入れ的調整は統制的な動機づけ、同一化的調整や内発的動機づけは自律的な動機づけであるとされている。

実証研究では、統合的調整が扱われることは少なく、外的調整、取入れ的調整、同一化的調整、内発的動機づけの4側面から動機づけの効果を検討することが多い。

また、自己決定理論において、自律的な動機づけを得るためには、有能感と関連性を支援し、内在化を引き起こすだけでなく、自律性の支援で統合することが必要であるとされている。また、自律性を高めるには「選択」や「自己の方向性を決定する機会」を与えること、有能感を高めるには、「最適な課題、効果を促進するフィードバック、卑下的な評価からの解放」を提供すること、関連性を高めるには、「目標を発信している人、グループ、文化への帰属意識とつながり」を持つことが挙げられている。

そこで本研究では既存のLMSに、学習者の自律性、有能感、関連性を高める機能を加えることで、e-Learningを用いたプログラミング学習に対する高

い動機づけを維持させることを目的としたシステムを提案する。

2 関連研究

2.1 メタ認知を高めるプロセスにより動機づけを維持した研究

山本ら[9]は大学生を対象に、毎日の学習の進捗を記録し、週末にその週全体を振り返る取り組みを行った。対象は週に5日間、90分×2コマの日本語科目を14週間受講し、この学習方法と自律的動機づけの関係を調査した。実験を行う前と後に、対象者に、西村ら[5]の自律的学習動機尺度をもとに改変した24項目を回答してもらい、対象者の動機づけの分類を行った。その結果、学習の記録と振り返りを行うことで、「同一化的調整」の維持と、統制的な動機づけの上昇を抑制する効果がある可能性が示唆された。この研究では、学習の振り返りというメタ認知を行うことによって、自律的な動機づけを維持することを示している。しかし、この研究では、学習の記録と振り返りを行っており、学習の目標は立てていない。本研究では、学習の記録や振り返りに加えて、学習の目標や学習手順をe-Learningの受講前に設定するメタ認知を行うことで、学習者の自律的な動機づけを高く維持する。

2.2 フィードバックで動機づけを高めた研究

Deci[1]は、心理学入門クラスの学生を対象に実験群の12名と対照群の12名の二つのグループにわけ、パズルを三日間(計3セッション)にわたり、1セッション1時間で解かせた。実験群では、第3セッションを除いた各セッションが終わるごとに、ポジティブなフィードバック(例: That's very good!)を受けた。対照群では、言葉の強化を受けずにパズルを解いた。その結果、言葉による強化と肯定的なフィードバックを受けた実験群では、対照群に比べ、意欲スコアの低下が見られなかった。このことから、肯定的なフィードバックを学習者に与え続けることで、受講者に動機づけを維持させることができると推測される。しかし、一人一人の受講者に対し、e-Learningの管理者がフィードバックを返すことは、e-Learningシステ

ムが大規模になるほど、負担がかかる。そこで、本研究では、受講者同士でポジティブなフィードバックを送りあう機能を実装することで、受講者の有能感を高め、自律的な動機づけを高く維持させる。

2.3 つながり感で動機づけを高めた研究

湯川ら[10]は、LMSに、フラクタル図を利用し、受講者の学習進度を可視化する学習状況把握機能と、受講者間のリアルタイムのコミュニケーションをチャット誘導インタフェースによって促すコミュニケーション状況把握機能を実装することで、受講者間で仲間である、苦楽を共にしているといった感情である「つながり感」を醸成し、e-Learningにおける学習への動機づけを維持することを示した。しかし、コミュニケーション状況把握機能に関しては、機能利用群と非利用群で有意な差は見られなかった。この研究では、主に匿名での学習進度を可視化することで関連性を高め、受講者の動機づけを高めているが、匿名での学習進度の表示よりも、学習目標や学習手順を受講者間で閲覧できるようにすることで、「目標を発信している人、グループ、文化への帰属意識とつながり」を持つことができ、さらに強い関連性を持つことができる。そこで、本研究では、学習状況の表示とともに、e-Learningを受講する目的や学習手段といったメタ認知を可視化し、他の受講者と共有することで、よりグループへのつながりを高め、関連性を支援することができ、自律的な動機づけを高く維持できるのではないかと推測した。

3 提案手法

本研究では、学習者の自律性、有能感、関連性を支援する機能を既存のLMS(Moodle^{†1})に加えることで学習者のプログラミングのアルゴリズムの学習に対する動機づけを向上させることを目指す。

自律性、有能感、関連性を支援する具体的な方法として、自律性はメタ認知を行う機会を提供する。学習目標や学習手順を自身で設定することでメタ認知を行うことができ、自己決定理論の「選択」と「自己の

方向性を決定する機会」を行い、自律性が高まることが推測される。有能感に関しては、課題に対するポジティブで効果的なフィードバックを提供する。ポジティブで効果的なフィードバックを提供することにより、自己決定理論の「効果を促進するフィードバック、卑下的な評価からの解放」を与えることができ、有能感を高めることが推測できる。関連性に関しては、メタ認知の内容を受講者間で確認できるような場の提供をする。メタ認知の内容を共有することにより、自己決定理論の「目標を発信している人とのつながり」を得ることができ、関連性を高めることが推測できる。これらの具体的な方法を以下に示す。また、システムの大まかな構造は図1に示す。

3.1 メタ認知設定機能 (自律性支援)

この機能では、受講者に今後の学習目標や学習順序などを設定させ、メタ認知を促す。学習目標に関しては、Moodleにメタ認知の内容を書くためのフォーラムを用意し、そのフォーラムにメタ認知に関する質問事項(「あなたの学習目標は何ですか」、「どんな手順で学習をしますか」)を用意しそれを記述してもらう。また、学習順序に関しても、学習目標を設定するフォーラムに、e-Learningシステムに用意したプログラミングのアルゴリズムを学ぶ教材の情報を表示し、それを受講者が順番に選択することで学習順序を決定してもらう。これにより自律性の向上を促す。

3.2 メタ認知ピアレビュー機能 (有能感・関連性支援)

3.1節のメタ認知設定機能で設定したメタ認知の内容(学習目標、学習手順等)を他の受講者に閲覧してもらい、その内容に対し、ポジティブで効果的なフィードバックを返してもらうことで、受講者同士のコミュニケーションを促す。

4 予備調査

アルゴリズムを学ぶ既存の講義が、自律性、有能感、関連性、また、その他の要因を満たしているのかを探るため、アンケートを用いて予備調査を行った。

^{†1} <https://moodle.org/?lang=ja>

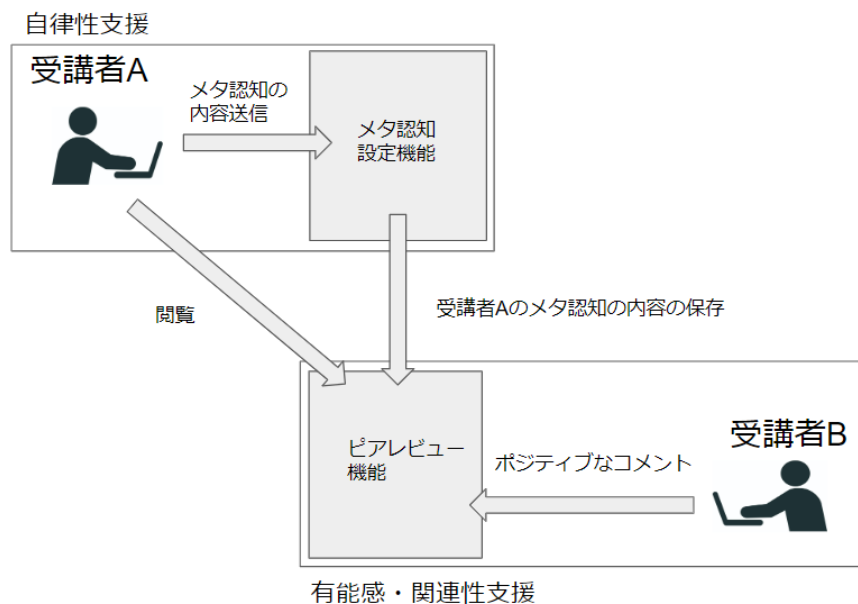


図 1 システム構成

4.1 対象者

対象者は著者らが所属する大学のアルゴリズムの習得に関する必修科目 A を受講したことがある学生 20 名に対してアンケートを行った。

4.2 質問項目

質問項目は以下のように用意した

- 受講した年度 (再履修等により複数回受講した場合は複数選択してください)
- あなたの所属コース
- 講義では「自身の選択や学習の方向性を決める機会」が与えられていたと思いますか (自律性に関する項目)
- 講義では「“最適な課題” や “効果に関連したフィードバック”」が提供されていたと思いますか (有能感に関する項目)
- 講義では「目標を発信している人、グループ、文化への帰属意識とつながり」を感じるがありましたか (関連性に関する項目)
- 講義では受講者の学習意欲が高まるような講義デザインにしていたと思いますか (その他に関する項目)

最後に、講義に関して気になることや思いついたことがあれば自由に記述していただいた。

アンケートの現時点の結果、自律性に関する項目では、回答者全体のうち 45%(図 2) が、有能感に関する項目では 70%(図 3) が、関連性に関する項目では 65%(図 4) が、「まったくあてはまらない」または「あてはまらない」と答えた。自律性、有能感、関連性のそれぞれに関する項目では「かなりあてはまる」を回答する者は一人もいなかった。

これらのことから、既存の講義では、受講者の自律性、有能感、関連性を十分に高められておらず、学習動機づけを維持できない要因となっていることが推測された。したがって、本研究では自律性、有能感、関連性に着目して、受講者の学習動機づけを改善していく。

5 今後の実験について

本実験では、4 節の提案手法で提案した機能を既存の LMS(Moodle) で再現した機能を被験者に利用してもらい、e-Learning でアルゴリズムを学んでもらうことで、動機づけがどう変化するかを確かめることと、Moodle の機能だけで高い動機づけの維持が

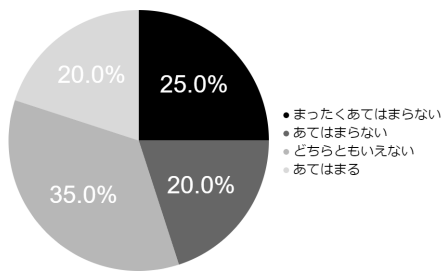


図 2 講義では「自身の選択や学習の方向性を決める機会」が与えられていたと思いますか

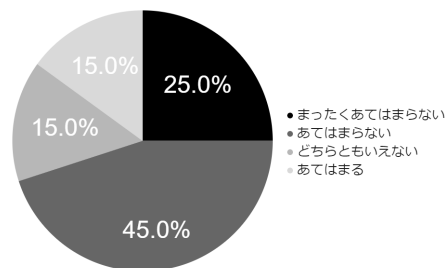


図 3 講義では「“最適な課題” や “効果に関連したフィードバック”」が提供されていたと思いますか

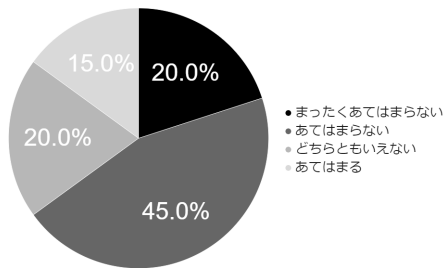


図 4 講義では「目標を発信している人、グループ、文化への帰属意識とつながり」を感じることがありましたか

十分実現できるのかを確認する。方法は、本研究で実装した LMS の機能を、使うグループと使わないグループに分け、用意した e-Learning を受講してもらう。受講者の動機づけの変化を測るため、岡田・中谷 [7] が作成した学習動機づけ尺度を用いて、学習に対する動機づけを測定する。その後、動機づけの変化を分析し、機能が有効的であるかを判断する。期間は一

週間とし、学ぶ範囲はバブルソートやクイックソート等のソートアルゴリズムの学習を予定している。また、以下に Moodle の機能を用いた場合の実現方法について述べる。

5.1 メタ認知設定機能 (自律性支援)

この機能は、Moodle のフォーラムを作成する機能で、フォーラムを作成し、そのフォーラムの一番上に、管理者がこのフォーラムで書いて欲しいことを投稿する。また、学習手順も受講者に書いてもらうため、e-Learning で学習可能な学習内容を列挙して書いておく。その後、受講者が管理者の投稿を見て、学習目標や学習手順をフォーラムで投稿してもらう。

5.2 メタ認知ピアレビュー機能 (有能感・関連性支援)

この機能は、5.1 節のメタ認知設定機能で用いたフォーラムで、投稿されている受講者のメタ認知の内容が書いてある投稿に対し、他の受講者が返信する形で、ポジティブで効果的なフィードバックをもらう。

6 おわりに

本研究では e-Learning におけるプログラミングのアルゴリズムの習得に対する動機づけを高く維持するため、自律性、有能感、関連性に着目し、既存の LMS(Moodle) にメタ認知を行う機能、メタ認知を共有する機能を実装することを提案した。今後は実現したい機能を Moodle の機能を用いて再現したもので、被験者に e-Learning を受講してもらい、動機づけの変化を測定し、Moodle の機能だけで高い動機づけの維持が十分実現できるのかを確認する。

参考文献

- [1] Deci, E. L.: Effects of Externally Mediated Rewards on Intrinsic Motivation., *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 18, No. 1(1971), pp. 105-115.
- [2] 独立行政法人情報処理推進機構: IT 人材白書 2018 概要, 2018. https://www.saj.or.jp/documents/NEWS/committee/education/2018/1_0620_IPAshiryo.pdf (2023-7-27 access).

- [3] 独立行政法人情報処理推進機構: IT 人材白書 2020, 2020. <https://www.ipa.go.jp/archive/publish/wp-jinzai.html> (2023-7-27 access).
- [4] 鹿毛雅治: モチベーションの心理学—「やる気」と「意欲」のメカニズム, 中央公論新社, 東京, 2020.
- [5] 西村多久磨, 河村茂雄, 櫻井茂男: 自律的な学習動機づけとメタ認知の方略が学業成績を予測するプロセス—内発的な学習動機づけは学業成績を予測することができるのか?—, 教育心理学研究, Vol. 59, No. 1(2011), pp. 77–87.
- [6] 岡田涼: 自己決定理論における動機づけ概念間の関連性—メタ分析による相関係数の統合, パーソナリティ研究, Vol. 18, No. 2(2010), pp. 152–160.
- [7] 岡田涼, 中谷素之: 動機づけスタイルが課題への興味に及ぼす影響., 教育心理学研究, Vol. 54, No. 1(2006), pp. 1–11.
- [8] Ryan, R. M. and Deci, E. L.: Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions., *Contemporary Educational Psychology*, Vol. 25, No. 1(2000), pp. 54–67.
- [9] 山本晃彦, 末吉朋美: 「学習の記録」が自律的動機づけに与える影響., 日本語教育方法研究会誌, Vol. 28, No. 1(2021), pp. 106–107.
- [10] 湯川高志, 川野光太郎, 福村好美: 「e-Learning における『つながり感』の導入」., 日本教育工学会論文誌, Vol. 31(2008), pp. 61–64.