

TAによる机間指導を支援する 声掛け促進システムの開発と実践

上野 真¹ 吉野 貴浩² 江木 啓訓^{1,a)}

概要: プログラミングの課題を一人でやるプログラミング演習授業において、孤独な学習になりがちな傾向にある。このような問題に対して、ティーチングアシスタント (TA) が声を掛けることで、学生の孤独感を軽減できる可能性がある。そこで本研究では、TA の机間指導における声掛けを支援するシステムの提案を行う。このシステムは、学生の出席率、宿題提出率、確認問題、孤独感のアンケートのデータを用い、声かけする順番を決定する。その後、声を掛けるべき学生の自動提示を行い、どの学生に声をかけるべきか明示する。更に、声掛けのシナリオをランダムに提示し、どのように声をかけるべきかヒントを与える。理工系大学の学部1年生を対象としたプログラミング演習の授業で導入した結果、システムによってTAの学生に対する声掛けが促進され、それにより学生の孤独感が軽減した可能性が示唆された。

1. はじめに

1.1 学生の孤独感

「誰一人置き去りにしない (No one will be left behind)」という基本理念の下に国連で定められたSDGsにおいて、社会的孤立・孤独はSDGsの重要な観点の一つであるとされている [1]。

大学をはじめとする教育機関の授業において、学生の感じる孤独感について焦点が当てられた研究が存在する。

Kenらは、学生の孤独感と大学中退には相関があることを指摘し、改訂した孤独感尺度の得点で大学退学を予測した [2]。このことから、孤独感を感じる学生を減らすことで、大学退学・中退の学生数を減らすことができる可能性があると考えられる。

また、教師のサポートと社会的な教室環境が、高校生の孤独感に影響するか調査した研究がある [3]。教師のサポートは、社会的な教室環境を間接的に介して、学生の孤独感に関連することが指摘されている。さらに、教師は教室内の社会的環境を促進することによって、生徒の孤独感に対し手助けができることを示唆している。このことから、教員とともに教育活動に携わるティーチングアシスタント (TA) が学生の孤独感を軽減できる可能性があると考えられる。

1.2 オンライン授業と対面授業

COVID-19によって、多くの教育機関が、オンライン授業を余儀なくされた。そうした中で、従来の対面授業とオンライン授業を比較し、調査する研究が進んでいる。Barryらは、内容言語統合型学習において、オンライン授業が対面授業に取って代わることができるか調査した [4]。分析の結果、学生は他の学生や教員とコミュニケーションを取れるという点から対面授業を好むことがわかった。

また、プログラミング演習科目における対面授業・オンライン授業を比較した研究がある [5]。岡本らによると、オンラインにおいてチャットで質問を行った学生には十分な支援ができたが、チャットで質問できなかった学生には支援が行き届いていない可能性があるとして指摘している。一方で、対面授業においては、教員・TAが学生の学習進捗を把握しながら授業を実施したつもりであったが、授業後半で躓いた学生等に支援ができなかった指摘している。これらの結果から、オンライン・対面授業ともに「質問のしにくさ」を解消する必要があると結論付けている。

このような「質問のしにくさ」という課題に対し、質問投稿を管理し解決することを狙いとしたaskTAというシステムが開発されている [6]。アンケートの結果から、システムの使用により、学生の質問をするハードルが下げられた可能性が指摘されている。一方で、学生が質問を投稿する際に、概要がうまくまとめられないことやボタンを押し間違えてしまうことがあり、システムを利用する際に学生に対して負担がかかってしまう課題がある。本研究では、TAが自ら声を掛けることで、学生に負担をかけることな

¹ 電気通信大学 大学院情報理工学研究科 情報学専攻

² 電気通信大学 情報理工学域

^{a)} hiro.egi@uoc.ac.jp

く、「質問のしにくさ」を解決する。

1.3 TA の存在

TA は一般的に、その授業を履修した上級生・大学院生が担当することが多い。また、TA は教員よりも学生と年齢が近いことや同じ授業を経験していることから、心理的距離が近いことが考えられる。実際に、TA の親しみやすさは学生の学習経験に良い影響を与え、学習の定着率向上の寄与する可能性があるという指摘がある [7]。さらに、TA には学習意欲を継続させたり [8]、高めたりする [9] ことも指摘されている。これらの理由より、TA を介さずに学習を支援するシステムが多く開発されている現在においても、TA は学生にとって必要な存在であると考えられる。

1.4 本研究の目的

以上を踏まえ、学生の孤独感を感じてしまう課題に対して、ティーチングアシスタントが学生に声掛けを行うことで、学生の孤独感を軽減できる可能性があると考えた。本研究では、学生から TA に今後も期待される孤独感軽減という役割を踏まえて、TA の声掛けを促進するシステムを提案する。

2. 関連研究

本研究と同様に、教員や TA の行動を支援する研究が勃興している。プログラミング演習における TA 支援として、進捗状況把握のためにコーディング過程を TA に可視化するシステム C3PV が提案されている [10]。評価実験の結果、C3PV は、学生間の相対的な比較から、プログラミング演習中に、演習が遅れており支援を必要とする学生を早期に効率良く検出可能であることが確認された。一方で、検出結果を TA 自らが閲覧・判断し、指導にあたる学生を選ぶ必要があり、TA に負担がかかってしまうという課題がある。

教員が効率的に指導できるよう支援するために開発されたプログラミング学習カルテを使用し、個々の学生の理解状況を TA に示した研究がある [11]。実践の結果、行き詰まりのおそれが高い学生を、教員が優先して指導すべき学生として、早い時点から適切に抽出した。しかし、カルテを作成するためには膨大な作業負荷がかかり、TA が教室を巡回しながら運用することを考えると、負担が大きくなってしまふ。

授業中に、TA がどのような学生を重点的にサポートするかを定めた学習支援方略に基づいて、TA を支援するシステムが提案されている [12]。実際の演習における評価の結果、システムを使用しないクラスとの比較から、システムの導入によって声掛けが促される可能性が示唆された。このシステムは、学習状況から声掛けの候補となる学生の一覧を表示している。しかし、どの学生に声を掛ければ良

いか、学生に対し具体的にどのように声を掛ければ良いかわからず、指導を開始できないという課題がある。

3. 研究手法

以上のような課題を解決するために、本研究では、TA の机間指導における声掛けを支援するシステムの提案を行う。具体的に、声掛けシナリオの生成、声を掛けるべき学生の自動提示を行い、TA の学生に対する声掛けを支援する。TA が、どの学生に声を掛け、どのように声を掛ければよいかヒントを受け取ることができれば、学生への声掛け回数が増える。声掛けの回数が増えることで、TA と学生とのコミュニケーション回数が増えれば、孤独感軽減のきっかけとなり得ると考えた。

4. システム設計

4.1 声掛け促進システム

図 1 に、システムの全体構成図を示す。システムは、指定されたクラスの全学生の確認問題、孤独感のアンケートの結果を取得し、待ち行列グループを作成する。次に、作成された待ち行列グループの中で声掛けされる優先順位が高いグループの先頭学生の名前・学籍番号・座席情報・確認問題の結果等の情報を取得する。最後に、取得した情報、ランダムに生成されるシナリオをタブレット上に表示する。TA は、図 2 のようにタブレットを持ち巡回し、提示された学生の近くに移動して声掛けを行う。声掛けが終了し、TA がボタンを押した後、システムが次に声掛けすべき学生を取得し、タブレットに表示する。TA がこれを繰り返し行い、多くの学生に声掛けし、学生の孤独感解消を狙う。

4.2 ユーザインタフェース

図 3 に、TA が閲覧するタブレットの画面を示す。画面左上に声掛けされる優先順位が高い学生の学籍番号と名前を表示する。画面右上には、座席表を表示し、その学生が座っている席を赤色で表示する。画面右下には、その学生の出席率、宿題提出率、確認問題正答率、前回授業の確認問題の点数、当日の確認問題の点数を取得し、表示する。画面左の中央部には、ランダムに声掛けシナリオを表示している。別シナリオ表示のボタンを押すことで、ランダムで新たなシナリオを再表示することが可能である。画面左下には、その学生に声掛けした結果を登録するボタンであるボタンを設置する。青色のボタンは、TA がその学生に声掛けし、その授業の間、声掛けしなくても自力で取り組みそうであると判断した時に押される。赤色のボタンは、TA がその学生に声掛けし、その授業の間、もう一度声掛けする必要があると判断した時に押される。黄色のボタンは、その学生が授業中に寝ている・席を外しているなどといった、声掛けできない状況であると TA が判断した

タブレット

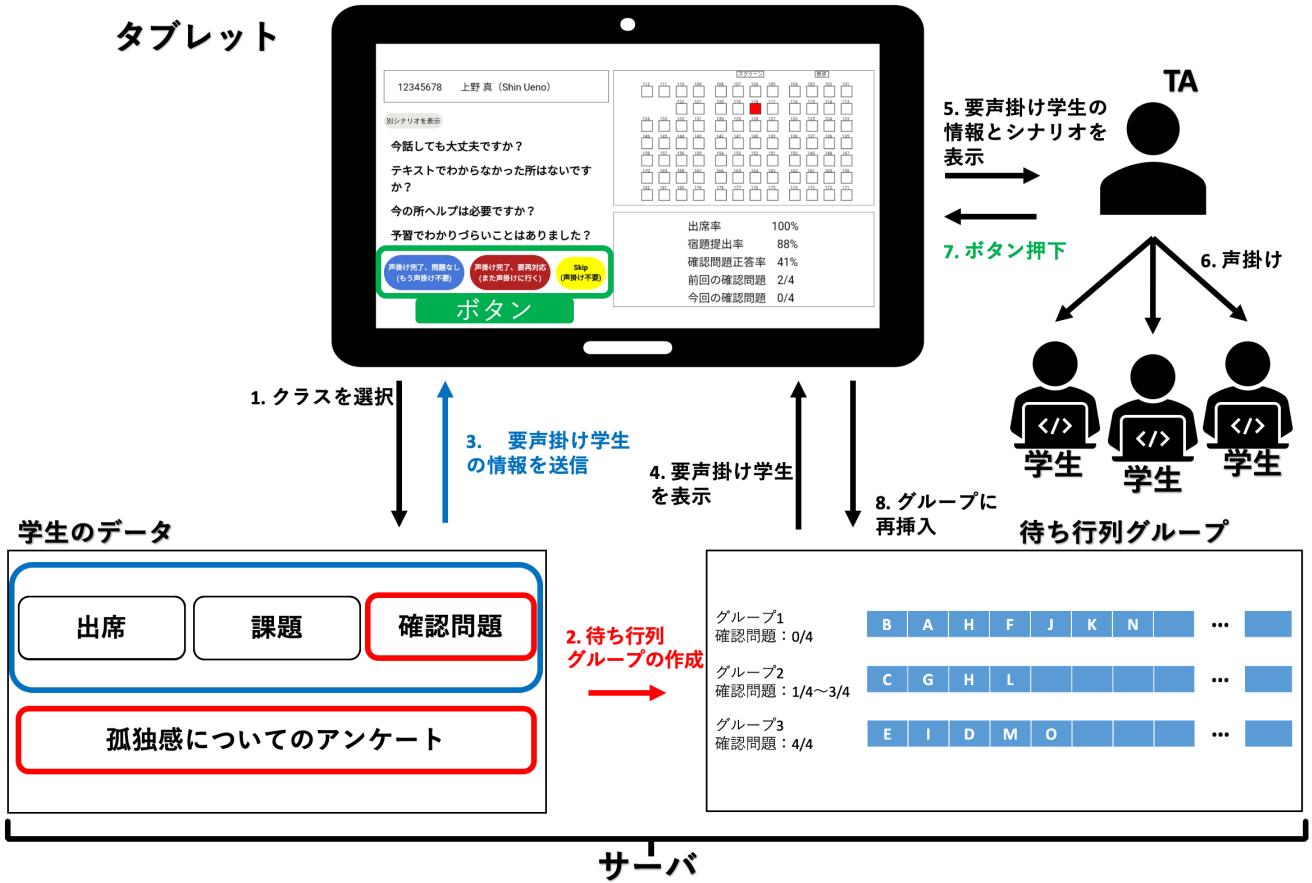


図1 システムの構成図

Fig. 1 Overview of the method

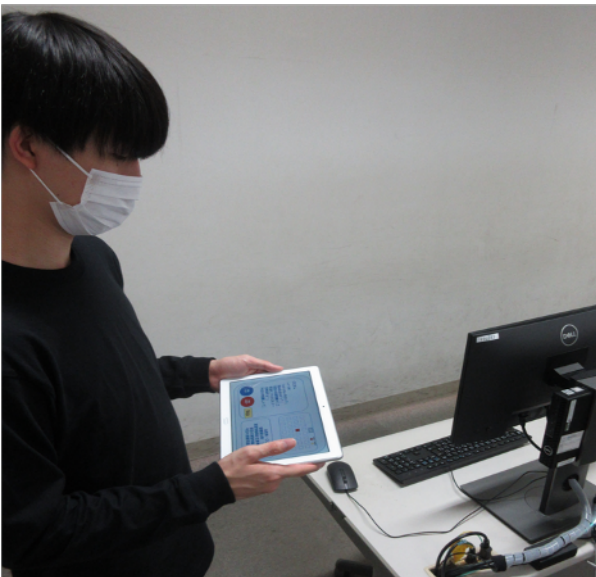


図2 TAがシステムを利用する様子

Fig. 2 Photo of TA holding with tablet



図3 タブレット画面

Fig. 3 Screen of the tablet

時に押される。TA がいずれかのボタンを押した時、次の声掛けすべき学生が同様に表示される。

4.3 待ち行列グループ

4.3.1 待ち行列グループの作成

図 4 に、声掛けすべき学生を決定する待ち行列のイメージを示す。A,B,C…は対象となる個々の学生である。声掛けすべきであるという判定は、個々の学生に対して、授業冒頭に行く確認問題の結果、事前の孤独感についてのアンケートに基づいて決定する。本システムを導入するプログラミング演習授業では、授業当日までに予習を課し、予習内容の確認を授業冒頭の確認問題で行っている。そこで、確認問題の結果が、授業内容の理解度であると考え、学生を確認問題の結果によって3つのグループに分割する。次に、それぞれのグループ毎で、孤独感を感じているというアンケートの点数の高い学生から順に、各グループの待ち行列として並び替える。以上のように作成された待ち行列の中で優先度が高いグループの先頭の学生が、画面に表示される。図 4 に例示した条件では、一番最初に学生 B が表示される。

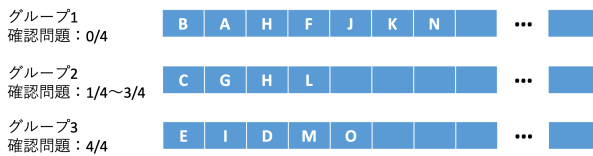


図 4 待ち行列グループ

Fig. 4 Groups of the prioritized queues

4.3.2 待ち行列グループへの再挿入

図 5 に待ち行列グループへの再挿入のルールを示す。青色のボタンが押された場合、優先順位が一番低いグループの行列の最後尾に並べる。赤色のボタンまたは黄色のボタンが押された場合、元の優先順位のグループの行列の最後尾に並べる。また、黄色のボタンが2回連続で押された場合、授業に参加していないと判断し、優先順位が一番低いグループの行列の最後尾に並べる。学生の指導の平等性という観点から、以上のような行列への再挿入のルールを設けた。

4.4 声掛けシナリオ

声掛けシナリオは、TA 経験のある大学生、大学院生にインタビューし、得られた回答から重複を除き決定した。決定したシナリオを4セットの合計20項目用意し、別シナリオを表示というボタンを押すことで、ランダムにシナリオが表示されるように設計した。

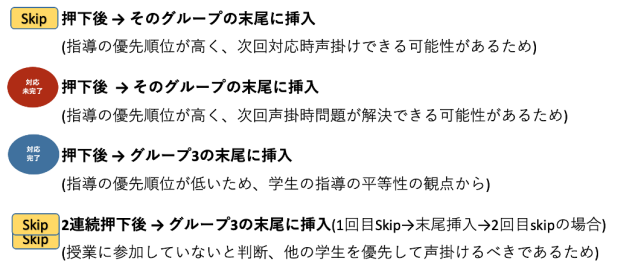


図 5 行列の再挿入ルール

Fig. 5 Reinsertion rules for queues

5. 実験

5.1 実験設計

理工系大学の学部1年生を対象としたプログラミング演習の授業において、実験を行った。Ruby 言語と C 言語について学習する必修の授業科目であり、半年間で1コマ(90分)を週に1回実施する。毎回の授業は、教員による説明をほとんど行わず、事前に公開する教材に基づく予習を前提としている。授業の冒頭に、前回の学習内容の確認問題に取り組む。確認問題は、短冊型プログラミング問題[13]の形式で実施する。これは、正解プログラムを行単位で分割し、並べ替えて選択記号を付し、その選択肢から解答する形式である。学生は出題された問題に対して、表示されている選択肢を解答フォームにドラッグ&ドロップで操作し、プログラムを組み立てて完成させる。短冊型プログラミング問題の問題例を図6に示す。授業時間中は演習課題に取り組むことを中心とし、教員1名とTA2名が質問に対応する。座席は指定せず、自由に着席するものとしている。本実験では、同じ内容を扱った2つのクラスで4人のTAを分析対象とした。

5.2 結果

クラス1, 2ともに第8回(乱数とランダム性)、第9回(オブジェクト指向)の授業でシステムを導入した。表1



図 6 学習内容の確認問題

Fig. 6 Review test of study contents

に声掛け回数の一覧を示す。声掛け回数は、TA が自発的に学生に声掛けした回数をカウントしており、学生が挙手して対応した回数はカウントしていない。また TA1~4 共に、自発的な声掛けは、全てシステムを利用して行っていた。このため、システムを利用せずに自発的に声掛けを行っていた TA はいなかった。表 2 に学生の孤独感のアンケート結果を示す。自分自身が「この授業時間内の学習において、教員・TA からの支援や周りの学生との相談が不十分なため、孤独を感じる」と感じますか？という質問に対して、リッカート尺度 6 件法（1: 全く当てはまらない, 2: 当てはまらない, 3: どちらかという当てはまらない, 4: どちらかという当てはまる, 5: 当てはまる, 6: 強く当てはまる）で尋ねた。なお、アンケートには、アンケート結果がレポートの点数やその他の成績に一切影響しない旨を記述している。

表 1 声掛け回数

Table 1 The number of times of addressing

授業回	クラス 1			クラス 2		
	TA1	TA2	合計	TA3	TA4	合計
第 8 回	11	7	18	6	4	10
第 9 回	14	欠席	14	17	8	25

表 2 学生の孤独感についてのアンケート結果 (リッカート尺度 6 件法)

Table 2 Results of questionnaires about the sense of loneliness (6-point Likert scale)

授業回	クラス 1			クラス 2		
	母数	Ave.	S.D.	母数	Ave.	S.D.
第 7 回	52	2.96	0.88	58	3.02	0.93
第 8 回	52	2.88	0.78	60	3.05	0.85
第 9 回	49	2.31	1.33	60	2.10	1.13

また、TA1 から「確認問題や宿題が出来ていない人に対して、今まではどのように声掛けするか分からず、声掛けできなかったが、このシステムによって声をかけることが出来た。とても助かるツールだった。」というコメントをもらった。TA3,4 からは、「いつも教室を半分に分けて担当を分けていたが、システムに表示される学生には自分の担当外の学生が表示されるため、対応に少し手間取ってしまった」というコメントをもらった。

5.3 考察

声掛け回数について、TA 全員が、システムを使用するごとに回数が増えていった。これは、システムを使うことに慣れたこと、学生が声掛けに対し緊張感がなくなったことが考えられる。学生の孤独感についてのアンケートの結果について、孤独感の変化を考察する。クラス 1 は、第 8 回で TA が本システムを利用したことで学生の孤独感の平

均が 0.08 (第 7 回と第 8 回の平均の差) だけ減少し、同様に第 9 回でシステムを利用したことで 0.57 (第 8 回と第 9 回の平均の差) だけ減少したことがわかる。クラス 2 は、第 8 回で TA が本システムを利用して学生の孤独感の平均が 0.03 (第 7 回と第 8 回の平均の差) だけ増加し、同様に第 9 回でシステムを利用したことで 0.95 (第 8 回と第 9 回の平均の差) 減少した。クラス 2 の第 8 回を除き、本システムを利用することで学生の孤独感の平均が減少していることがわかる。また声掛け回数の結果と孤独感のアンケートの結果を総合して考えると、本システムによって TA の学生に対する声掛け回数が増加し、それにより学生の孤独感が減少した可能性がある。一方で、標準偏差が大きくなっていることを考えると、ばらつきが大きくなっている可能性がある。つまり、減少していない学生が一定数いる可能性もある。そのため、孤独感を強く感じていた学生が改善されたか個別に分析する必要がある。

また、TA のコメントについて、TA1 からは非常に良い評価を得られた。2 章で述べられている、どの学生に声を掛ければいいのかわからないという課題を実際に感じていた TA に対し、システムが解決の糸口になった可能性が高いと考えられる。特に、本システムにおける待ち行列グループの作成及び、声掛けされる優先順位の高い学生を一人だけ表示するという機能が、評価された可能性が高い。一方で、声掛けシナリオについては、コメントをもらっていないため、今後追加で調査する必要がある。TA3,4 からもらったコメントについて、一度 skip ボタンを押してもらい、もう片方の TA に声掛けしてもらおうよう調整することで、対応した。一度 skip された学生は元のグループの末尾に再挿入されるため、大抵の場合もう一度声掛けされることになる。一方で、元のグループに多くの学生が存在する場合、skip が押されるとその授業内でもう一度声掛けされない可能性がある。そのため、自発的に担当分けしているクラスに対し、本システムが十分に対応できているとは言い難く、今後柔軟に対応できるよう設計する必要がある。

6. おわりに

学生の孤独感軽減を最終的な目的として、TA の学生に対する声掛け支援システムを開発した。教室での実践結果から、本システムを利用することで、TA の学生に対する声掛け回数が増加した。また、声掛け回数の増加に伴い、学生の孤独感が減少した可能性が示唆された。

今後の課題として、孤独感を強く感じていた学生がどのように変化したか個別に調査することが挙げられる。本システムでは、孤独感の減少を平均から考えた。しかし、孤独感を感じていない人が孤独感をさらに感じなくなっただけの可能性もある。その場合、本研究の目的である、孤独を感じている人を減らしたいということとは、少しずれてしまう可能性がある。そのため、孤独感を強く感じていた

学生（アンケートで、6: 強く当てはまる, 5: 当てはまるを選択した学生）のアンケート結果がシステムにより改善されているか個別に調査する必要がある。

また、江木らが開発したシステム [12] と比較し、システムを評価する必要がある。特に本システムの特徴である、声掛けシナリオが閲覧できる機能、声掛けすべき学生をまり行列グループで管理し、優先順位の高い学生 1 人が自動で提示される機能が、TA や学生にどのような影響を与えるか調査する必要がある。

謝辞 本研究の一部は、JSPS 科研費 19H01710 および電気通信大学 2022 年度研究活性化支援システムの助成を受けたものである。

参考文献

- [1] SDGs の達成に向けた共創的研究開発プログラム（社会的孤立・孤独の予防と多様な社会的ネットワークの構築）について。
<https://www.jst.go.jp/ristex/funding/solve-koritsu>.
閲覧日:2022 年 9 月 27 日.
- [2] Astrid Morin. Teacher support and the social classroom environment as predictors of student loneliness. *Social Psychology of Education*, Vol. 23, 12 2020.
- [3] Ken J Rotenberg and Jon Morrison. Loneliness and college achievement: Do loneliness scale scores predict college dropout? *Psychological Reports*, Vol. 73, No. 3, pp. 1283–1288, 1993.
- [4] Barry Kavanagh. Online clil during the covid-19 pandemic: Can it be a replacement for the face-to-face classroom? *JJ-CLIL*, p. 125, 2022.
- [5] 岡本雅子ほか. コロナ禍におけるプログラミング演習科目のオンライン授業実践とその考察. 情報処理学会論文誌教育とコンピュータ (TCE), Vol. 8, No. 2, pp. 64–75, 2022.
- [6] 又吉康綱, 中村聡史. askta: 消極性を考慮した オンライン演習講義支援システム. コンピュータ ソフトウェア, Vol. 39, No. 1, pp. 155–171, 2022.
- [7] C.O' Neal, M. Wright, C. Cook, T Perorazio, J. Purkiss. The Impact of Teaching Assistants on Student Retention in the Sciences: Lessons for TA Training. *Journal of College Science Teaching*, Vol. 36, No. 5, pp. 24–29, 2007.
- [8] Stuart Reges. Using undergraduates as teaching assistants at a state university. *ACM SIGCSE Bulletin*, Vol. 35, No. 1, pp. 103–107, 2003.
- [9] 木村剛隆, 久保田賢一. 大教室授業での ta による学習意欲を高める支援のあり方 (ict を活用した学習支援システムの開発と実践/一般). 日本教育工学会研究報告集, Vol. 17, No. 2, pp. 61–64, 2017.
- [10] 井垣宏, 齊藤俊, 井上亮文, 中村亮太, 楠本真二. プログラミング演習における進捗状況把握のためのコーディング過程可視化システム c3pv の提案. 情報処理学会論文誌, Vol. 54, No. 1, pp. 330–339, 2013.
- [11] 田口浩, 原田史子, 高田秀志, 島川博光ほか. プログラミング学習カルテの分析による人的教育資源の有効活用. 情報処理学会論文誌, Vol. 50, No. 10, pp. 2409–2425, 2009.
- [12] 江木啓訓, 横山裕紀, 今村瑠一郎. プログラミング演習における学習支援方略に基づく TA 支援システムの開発と実践. 情報処理学会論文誌 教育とコンピュータ (TCE), Vol. 8, No. 2, pp. 1–11, 2022.
- [13] 角田博保, 久野靖ほか. 短冊型問題: プログラミングの技能を評価可能な試験出題形式. 夏のプログラミング・シンポジウム 2016 「教育・学習」 報告集, Vol. 2016, pp. 73–80, 2017.