

グループディスカッション不参加者に対するチャットボット教材の有効性

村上 祐子^{1,a)}

概要: 数理・AI・データサイエンス（リテラシーレベル）モデルカリキュラムでは動機づけを重視しており、推奨する授業の一つにグループディスカッションがある。グループディスカッションは複数人で議論する経験を通じて教育効果を得るため、授業を欠席するなどによりグループディスカッションに参加しなかった学生に教育効果を持たせるためには工夫が必要だと考えられる。本研究では、チャットボットに着目し意見交換形式の教材による教育効果を検証する。グループディスカッションに参加できない学生を対象にチャットボット教材を使用させ、授業前後の学習意欲の変化を調査した。授業前の学習意欲を8割までと自己評価する学生に対して、チャットボット教材が学習意欲の向上する効果があることが明らかになった。

キーワード: AI, データサイエンス, チャットボット, グループディスカッション, 学習意欲

Effectiveness of chatbot teaching materials in introductory data science education

YUKO MURAKAMI^{1,a)}

1. はじめに

グループディスカッションなどのアクティブラーニング形式の授業は、学習意欲の向上に効果があるとされている。吉澤らによると、教員が板書し学生がノートをとる形式よりも、グループディスカッションは内発的動機付けを高めることができることを実際に双方の授業を行うことで示している [1]。

AI 戦略 2019 [2] では、全ての大学生に対してデータサイエンスについて基礎的知識の修得の必要性を述べており、数理・データサイエンス教育の教材開発や教育機会の提供が求められている。そのため、数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアムが公開している数理・データサイエンス・AI（リテラシーレベル）モデルカリキュラム [3] では、データサイエンスの学修において動機づけを

重視しており、推奨する授業方法の一例として「データ・AIが引き起こす課題についてグループディスカッション」を挙げている。AIを利用したサービスの問題を題材として、複数人で議論することにより、データ・AIの活用の課題を多角的な視点から理解することが期待される。文部科学省による数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度に採択された複数の大学において、グループワークを取り入れている実績がある [4], [5]。二瓶・西牧 [5]によると、AI活用事例についてグループワークを取り入れることで「自分一人では気づくことができなかった意見や発想に触れることができ」という効果が報告されている。このように、グループディスカッションはデータサイエンスの導入教育として学習意欲を高める契機となると期待される。

グループディスカッションに参加できない学生に対しては教材の工夫が求められる。谷口は、欠席回数が比較的少ない学生に対しては、授業資料の後日確認により成績への効果があると報告している [6]。しかしながら、グループ

¹ 広島大学
Hiroshima University, Higashi-Hiroshima, Hiroshima 101-0062, Japan

^{a)} yuk0mura@hiroshima-u.ac.jp

ディスカッションは他者との意見交換を通じて、学習意欲の向上が求められるため、グループディスカッションに参加できなかった学生にも同様の経験を提供する教材が必要であると考えた。

本研究ではグループディスカッションの代替教材として、チャットボットの活用を検討した。チャットボットとは、人間の会話を模倣して設計された会話型コンピュータシステムであり、人工知能を駆使して、人間同士が話したり、書いたりするように違和感ないやりとりができるようになっている。チャットボットは個人学習における学習支援システムとして実践例が報告されている [7], [8]。このような学習支援システムは、教授者(チャットボット)と学習者(学生)と役割に主従関係が想定されるものであったが、植田らのように学生と同じ立場で問題を解決しようとするシステムの開発例もある [9]。このようにチャットボットを利用することで、グループディスカッションにおける他者との意見交換の状況の模倣することが可能ではないかと考えた。広島大学では初年次学生を対象とした数理・AI・データサイエンスリテラシーレベルに対応する授業科目においてグループディスカッションを実施しているが、不参加者に対してチャットボットによる会話型教材を使って補習をするように指示した [10]。

本稿では、グループディスカッションに不参加であった学生に対するチャットボット教材の効果について、学習意欲の観点から評価する。ここで学習意欲とは「AI(授業内容)を学習することに対する価値観」として、授業前後の変化から教材効果を議論する。

2. 分析対象

2.1 対象授業の位置づけ

広島大学では、初年次の学生を対象として、データサイエンスリテラシーレベルの授業科目を開講している。この科目の目的は、情報科学とデータサイエンスに関する基礎的な知識・技能を修得し、最新技術にも対応できる態度を育成することである。対象授業は、科目最初の授業であり、ガイダンスの直後に実施した。授業の目標はデータサイエンス科目の導入として、データサイエンスが社会に与える影響を理解することであった。対象学部は、教育学部、工学部、情報科学部、生物生産学部、総合科学部、文学部、法学部、理学部、経済学部の9つであり、複数の学部が同じクラスで授業を受けることになっている。

2.2 対象者

履修登録者は2025人であった。そのうち、グループディスカッションに参加できず、チャットボット教材を活用した34人(授業欠席者9名、ネットワークの接続不良などでグループディスカッションのみ不参加25名)を対象とした。

2.3 授業の流れ

授業は、Teamsを用いた同時双方向形式で(1)AI活用事例の紹介(15分)、(2)個人ワーク(15分)、(3)グループディスカッション(30分)、(4)まとめ(30分)の構成で実施した。

(1)AI活用事例の紹介では、グループディスカッションで議論する事例としてAI面接を紹介した。AI面接は、採用面接で人工知能を使って受験者を評価する方法である。受験者は専用アプリを通じて質問に回答し、人工知能は回答内容や様子から性格や能力を評価し、企業の判断に役立てるものである。授業資料では、データサイエンスの発展により、紹介したアプリのように、回答内容、音声、表情などの質的データから受験者の特徴を数値化することで、人材評価の公平性の維持や、受験者、企業双方の負担削減の可能性を紹介した。AI面接の背景知識を統一するため、授業資料に加えてニュース動画の視聴や、インターネットコラムの読解も促した。

(2)個人ワークでは、AI面接に対する意見を記述することを課題とした。(3)のグループディスカッションの事前学習という位置づけで実施した。

(3)グループディスカッションでは、Teamsのブレイクアウトルーム機能を用いて、当時授業に参加中の学生をランダムに5-6人のグループに分けて、AI面接の導入の是非について議論させた。ネットワーク不良などの問題で、どのグループにも割り振られなかった場合や、割り当て後でも発言ができなかった場合、相手の音声が聞こえないといった不調があった場合には、チャットボット教材を利用するように案内した。

(4)授業のまとめでは、全体クラスに戻ってグループでの議論内容をクラス全員と共有した。最後に、授業課題や諸連絡を通知し、授業を終了した。

3. 教材開発

Botpress Technologies, Inc. の Botpress を使用して、チャットボットの会話の構築と運用を行った。会話の流れは以下の5段階に分かれる。

(1) テーマ提示

チャットボットが議論のテーマを提示した。就職活動中であるという想定で、AI面接を「受きたい/受けない」の2択で回答させた。回答に関わらず、チャットボットは回答者に同調して返答する。

(2) 理由を尋ねる

チャットボットは回答者に対して、(1)での選択の理由を尋ねる。チャットボットは、あらかじめ設定された複数のカテゴリーに文章を大別し、それにしたがって自身の意見を述べる。チャットボットの意見について、感想を書くように促した。

(3) 反対意見の提示と反論を求める

(1)での選択と反対側の意見を提示し、自分が支持する立場としてどのように説得するのか尋ねた。グループディスカッションにおいて自分の意見と異なる意見が出る状況を再現する狙いがあった。図1は「AI面接を受講したくない」という意見を支持した学生に対して、反対の「AI面接を受講したい」学生の代表的な意見を紹介し、その意見を覆せるような説得を促す場面を表している。

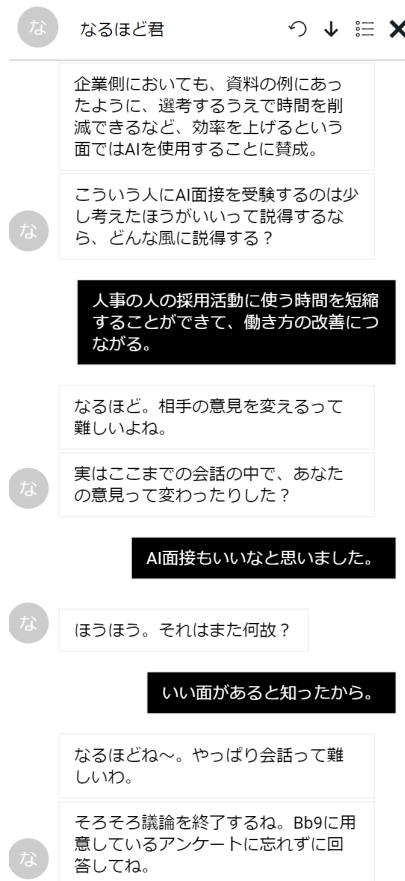


図1 「AI面接を受講したくない」という意見の学生に対して反対の意見を提示したときの反応

Fig. 1 Reaction when presented with an opposing view to a student who expressed the opinion 'I don't want to take the AI interview.'

(4)議論のまとめここまでの議論の内容に基づいて、自分の意見が変化したかどうかを尋ね、その理由を説明するように促した。図1の後半のように会話が展開される。参加者が自分の意見を再評価する機会を提供して、課題の背景にある多面的な要素や複雑さを理解できることを期待した。

(2)により、学生が自分の意見を他者に表明し、それに対する相手の反応を得る機会を再現している。また、(3)により、学生と反対立場の意見の表示とそれに対する反応を求めることで、他者の意見を聞き、反応する機会も再現している。

4. 分析方法

授業テーマがデータサイエンス・AIであることから、ICTの前提知識が授業内容の学習意欲に関係する可能性がある。そのため、ICTに関する知識度合いについて調査した。ICTに関する知識度合いの調査では河村らが策定した情報プレースメントテスト [11] から50問を出題し、授業直前に実施した。河村らは、13校3232件に対して情報プレースメントテストの分析を行っており、これは一般的な大学生集団のICTに関する知識の分布を表している。チャットボット教材を利用した学生集団との情報プレースメントテストの結果と比較することで、授業前の学生のICTに関する知識度合いの特徴について評価する。また、比較検証のため、グループディスカッションを実施した学生に対する情報プレースメントテストの結果とも比較する。

AIに関する学習意欲のアンケートは、Deciらの自己決定理論に基づく一般的な学習意欲に関する質問項目 [12]のうち「Value/Usefulness」をもとに、AIに関する質問項目として質問文を作成した [10]。Value/Usefulnessは、学習内容に対する個人の価値観や有用性の認識を測定するための項目であり、具体的な学習内容を指定しても評価の信頼性が保証される [13]。「AIを学習することは自分にとって有益である」といった7つの質問について、「1. 全くそう思わない」から「7. とてもそう思う」まで7段階のリッカート尺度で自己評価させた。このアンケートは授業前後にチャットボット教材利用者、グループディスカッション実施者双方に実施した。アンケートの概要を表1に掲載する [10]。

表1 アンケートの概要 [10]
Table 1 Summary of the questionnaires [10].

1	AIについて考えたり学んだりすることは、自分にとって何らかの価値があると思う。
2	AIについて考えたり学んだりすることは、将来、AIを活用していくために役に立つ。
3	AIについて考えたり学んだりすることは、これからの社会を生きていくために重要である。
4	自分にとって価値のあることなので、これからぜひAIについて学びたい。
5	AIについて考えたり学んだりすることは、将来、自分を助けてくれる。
6	AIについて考えたり学んだりすることは、自分にとって有益である。
7	AIについて考えたり学んだりすることは、重要だと思う。

授業前後のAIに関する学習意欲を比較し、導入教育の効果を評価した。作成した7つの質問は、チャットボット利用者、グループディスカッション実施者で授業前後両方の学習意欲アンケートに回答した学生1820名を対象に因子分析を行い、1因子であることを確認した。また、クロ

ンバッハによる α 係数は $\alpha = 0.97$ であり、高い信頼性を有している。

授業の始めに、研究目的で学生に情報プレースメントテストと学習意欲の自己評価、および教材に関するアンケートを利用することを説明し、同意を得られる学生に回答してもらった。また、本研究で使用したテストやアンケートは、学生の授業評価には一切関与しないことを伝えた。さらに、学生の回答の有無が彼らの授業評価に影響を与えないことも明示した。

5. 結果

はじめに、授業以前に学生がもつ ICT に関する知識についての結果を述べる。表 2 にチャットボット教材利用者、グループディスカッション実施者別に情報プレースメントテストの得点分布を表す。平均値は 24.6 点、標準偏差 11.5

表 2 情報プレースメントテストの得点分布

Table 2 Distribution of information placement test scores.

階級	度数	
	チャットボット (n = 17)	グループディスカッション (n = 1615)
(0, 10]	3	140
[11, 20]	2	531
[21, 30]	7	631
[31, 40]	4	281
[41, 50]	1	32

点であった。最小値、最大値はそれぞれ 3 点、42 点、中央値は 27 点となった。これより、歪度は -0.57、尖度は -0.46 となっており、0 から著しく離れた値ではないことから、ある程度正規分布に従っていることが分かった。これは河村ら [11] の分析結果とも一致する。また、グループディスカッションに参加した学生集団の知識度合いの分布との間にも特徴的な差は見られない。ゆえに、本研究対象の集団は一般の大学生と同じ ICT の知識集団であると言える。

次に、チャットボット利用者とグループディスカッション実施者別に授業前後の学習意欲の変化について検証する。授業前後の自己評価点の平均について、各質問別、またその合計点に対して集計した結果を表 3 に示す。() 内の数値は標準偏差を表す。また、P 値はウィルコクソンの符号順位和検定の結果である。チャットボット利用者の分析は $n = 24$ の小標本につき、有意差検定ではサインランク検定表による限界値と T 値を比較した。7 問合計点について、授業前は 38.2 点、授業は 37.8 点であり、授業前後に有意な差はなかった。グループディスカッション実施者は授業前の合計点が 37.6 点から授業後には 40.2 点と有意な差が確認できている。

図 2 は授業前後の学習意欲アンケートの点数分布を教材利用別にまとめたものである。グループディスカッション

実施者は授業前後で学習意欲の評価の点数が向上していることが分かる。一方で、チャットボット利用者は、授業前後で学習意欲の評価を「25 点以上 29 点以下」と回答した人が増加していた。また、「45 点以上」と高評価する学生も減っていた。これらの効果により、授業前後で学習意欲の平均点が伸びていないと考えられる。

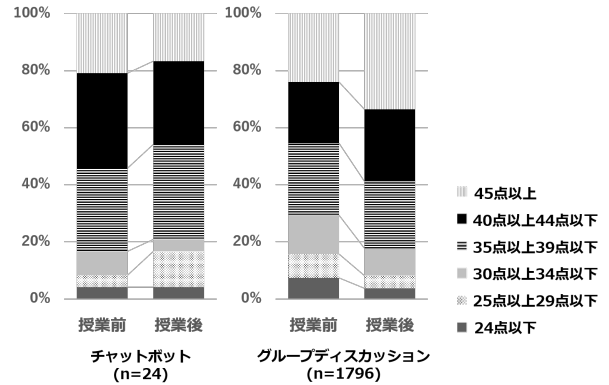


図 2 授業前後の学習意欲アンケートの回答分布

Fig. 2 Distribution of responses to pre- and post-lesson motivation to learn questionnaires.

さらに、授業前後の学習意欲アンケートの点数の増減変化に着目する。表 4 は、授業前の学習意欲の点数に対して、授業後に学習意欲の増減があった人数の集計を表している。授業前の学習意欲の点数について、6 割未満 ((0, 29]), 6 割以上 7 割未満 ([30, 34]), 7 割以上 8 割未満 ([35, 39]), 8 割以上 9 割未満 ([40, 44]), 9 割以上 ([45, 49]) の 5 つの階級に分けて集計した。

チャットボット利用者は、授業前後で学習意欲が増加、減少した人が同程度であった。グループディスカッションは、授業前後で学習意欲が増加した人 (403 名) と減少した人 (1007 名) で約倍の違いがある。チャットボット教材は、グループディスカッションよりも、学習意欲を向上させる効果があることを示唆している。

チャットボット教材を利用した学生は、授業前の学習意欲が 9 割以上である [45, 49] の階級の学生以外は授業後に学習意欲が増加していた。一方で、授業後に学習意欲が減少した学生は、授業前の学習意欲を 7 割以上評価していた。特に、授業前の学習意欲が 8 割以上 9 割未満 ([40, 44]) と評価する学生は 8 人いるが、そのうち授業後に学習意欲が減少した学生は 5 人であり、過半数を超えている。このことから、チャットボット教材は授業前の学習意欲により効果に差があるのではないかと考えられる。グループディスカッション参加者の場合、授業前の学習意欲の全階級に対して、授業後に学習意欲が増加、あるいは減少した学生がいる。チャットボット教材と比較して、授業前の学習意欲は授業後の学習意欲の増減と明らかな関係は見当たらない。

チャットボット教材の効果を検証するため、表 2 で有

表 3 学習意欲アンケートの平均点.

Table 3 Average score of the academic motivation questionnaire.

問題	チャットボット利用者 (n = 24)			グループディスカッション実施者 (n = 1796)		
	授業前	授業後	P 値	授業前	授業後	P 値
1	5.6(1.1)	5.5(1.3)	0.189	5.3(1.4)	5.8(1.3)	< 0.001
2	5.8(1.4)	5.5(1.4)	0.079	5.7(1.4)	5.8(1.3)	< 0.001
3	5.3(1.4)	5.5(1.2)	0.174	5.5(1.3)	5.8(1.3)	< 0.001
4	5.0(1.5)	5.0(1.5)	0.259	5.1(1.5)	5.6(1.3)	< 0.001
5	5.4(1.4)	5.3(1.1)	0.103	5.2(1.4)	5.6(1.3)	< 0.001
6	5.5(1.4)	5.4(1.2)	0.040	5.3(1.4)	5.7(1.3)	< 0.001
7	5.5(1.4)	5.5(1.2)	0.399	5.4(1.4)	5.8(1.3)	< 0.001
合計	38.2(8.6)	37.8(7.0)	0.808	37.6(8.9)	40.2(8.1)	< 0.001

表 4 授業前の学習意欲点に対する授業後の学習意欲の増減の集計.

Table 4 Aggregation of increase or decrease in post-lesson motivation to learn relative to pre-lesson motivation scores.

階級	チャットボット		グループディスカッション	
	増加	減少	増加	減少
(0, 29]	1	0	68	177
[30, 34]	3	0	54	141
[35, 39]	3	1	122	246
[40, 44]	3	5	79	226
[45, 49]	0	3	80	217
合計	10	9	403	1007

意差が確認できた問6に注目する。問6の質問は「AIを学習することは自分にとって有益である」で、 $T = 78$ で有意水準 $\alpha = 0.05$ で帰無仮説を棄却できる結果となった。この質問の授業前後の点数の増減と、質問の合計点数の増減の独立性について χ^2 検定を実施した結果、 $\chi^2 = 8.71$, $p = 0.018$ となり、有意水準5%の確率で帰無仮説を棄却できる結果が得られたことから、授業前後の点数の増減について、問6の結果が質問合計点への結果へ関連することが示された。

問6について、授業前後で学習意欲が増加した人は4名、減少した人は6名、変化なしは14名であった。図3は、問6について授業前後での回答分布を表している。授業前後で学習意欲が増加した4名は、授業前の自己評価が1から5の評価であった。授業前にAIを学習することが自分に有益だと十分な意識がない学生には教材が有効な可能性がある。

一方で、「7. とてもそう思う」の回答率は授業前後で減少している。授業前に「7. とてもそう思う」と回答した7名のうち、5名が授業後の評価は低下していた。授業前からAIを学習することは有益だと高く評価していた学生には教材効果は薄いと言える。

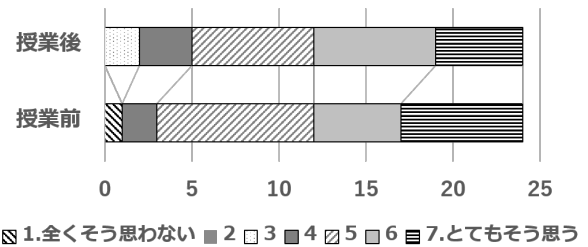


図 3 学習意欲アンケートの質問6の回答分布 (n=24)

Fig. 3 Distribution of responses to one question on the motivation to study questionnaire (n=24)

6. 考察

同時双方向形式でのグループディスカッションを欠席した学生を対象にチャットボット教材の効果を検証する。情報プレースメントテストの結果から、グループワークの不参加者の集団はICTについて一般大学生の集団の知識分布と同様であることが分かった。また、表3より授業前のAIに関する学習意欲はグループディスカッション実施者とチャットボット教材利用者との間で差がない。したがって、授業以前の知識、学習意欲はグループディスカッションの参加に関係なく、授業前後の学習意欲の変化から教材効果を考察することができる。

学習意欲アンケートの授業前後の増減の観点から、グループディスカッションした学生よりも、チャットボット教材を利用した学生のほうが学習意欲が向上した割合が多かった。チャットボット教材を利用した4割(10名)の学生が授業前後で増加していたが、平均点には有意な差がなかった。これは、チャットボット教材利用者の全体のうち、授業後の学習意欲の評価について9割以上となる「45点以上」の評価をつけた学生が下がってしまったこと、また、「25点以上29点以下」という比較的低い評価をつける学生が増えてしまったため、平均点に効果が表れなかったと考えられる。表4によると、チャットボットを利用した学生

については、授業前の学習意欲の点数を8割までと評価していた学生は授業後に学習意欲の点数が増加したが、授業前に9割以上と高い評価をしている学生は全員減少していた。ただし、授業前の学習意欲が7割以上の学生の一部には、授業後に学習意欲の点数が減少していることも分かった。これより、チャットボット教材は授業前の学習意欲が8割程度といった増加の余地のある学生には学習意欲を向上させる効果があるが、授業前に学習意欲が十分高い学生に対しては別の教材のほうが有効である可能性がある。

対照的にグループディスカッションは、授業前の学習意欲に関係なく、授業後に学習意欲が増減する学生がいることが分かった。言い換えると、授業前の学習意欲が十分に高くない学生に対して、グループディスカッションの教育効果が得られない学生が一定数いる。本研究により、チャットボット教材は授業前の学習意欲が7割程度までの学生は学習意欲が減少しないことが分かったので、授業前の学習意欲が中程度の学生に対しては、チャットボット教材のほうが教育効果を上げることができる。

授業前後の得点に有意な差があった問6の回答に着目すると、授業前に最高点に評価していた学生は授業後に低下しており、7段階評価のうち5番目まで評価していた学生は増加していた。この傾向は、学習意欲アンケート全体の評価と同様であった。問6の質問内容から、チャットボット教材は授業前にAIを学習することが自分に有益だと十分な意識がない学生に対しては有効であると評価できる。

本研究で実施した質問7問は、AIを学習することについての価値観や有効性を感じることができたかどうかという1因子のみで学習意欲を評価している点で限界がある。学習することの楽しさや興味という観点で評価することにより、教材の効果を別の観点から評価できる可能性がある。また、授業前の学習意欲により授業後の学習意欲に影響があるという本研究の考察から、本教材のレベルは学習意欲の非常に高い学生に対して合致していないということも考えられる。今後は実施した教材の難易度についても調査することで、より効果的な教材が開発できると期待される。

7. まとめ

本研究では、データサイエンスの導入教育におけるグループディスカッションの代替教材として、チャットボットを使った意見交換形式の教材の利用の有効性を評価した。グループディスカッションに参加できなかった学生を対象に授業内容であるAIの学習についての有効性という観点から学習意欲を評価した。チャットボット教材を利用した4割の学生に対して学習意欲の増加が確認できた。本教材は、授業前の学習意欲が教材効果に関係する可能性を示唆しており、授業前に学習意欲を8割まで評価している学生に対して学習意欲を向上させる効果があることがわかった。

謝辞 広島大学情報メディア教育研究センターの稲垣知

宏氏、隅谷孝洋氏、長登康氏には、授業設計に関する助言、また授業を実施いただきました。

参考文献

- [1] 吉澤隆志, 松永秀俊, 藤沢しげ子: 授業形式の違いが学修意欲に及ぼす効果について, 理学療法科学, Vol. 24, No. 3, pp. 1235-1244 (1990).
- [2] 統合イノベーション戦略推進会議決定: A I 戦略 2019 ~人・産業・地域・政府全てにA I~, 統合イノベーション戦略推進会議決定 (オンライン), 入手先 (<https://www8.cao.go.jp/cstp/ai/aistrategy2019.pdf>) (参照 2023-06-18).
- [3] 数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアム: 数理・データサイエンス・AI (リテラシーレベル) モデルカリキュラム, 数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアム (オンライン), 入手先 (<http://www.mi.u-tokyo.ac.jp/consortium/pdf/model-literacy.pdf>) (参照 2023-06-18).
- [4] 新原俊樹: 数理・データサイエンス・AI 教育プログラムの実状, 日本教育工学会論文誌, Vol. advpub, p. 46095 (オンライン), DOI: 10.15077/jjet.46095 (2023).
- [5] 二瓶裕之, 西牧可織: 北海道医療大学の数理・データサイエンス・AI 教育取組みの概要, 大学教育と情報, Vol. 2022 年度, No. 2, pp. 29-34 (オンライン), 入手先 (<https://cir.nii.ac.jp/crid/1520293898804301440>) (2022).
- [6] 谷口り子: 授業欠席者に対する Web 上の授業提示教材の効果, 日本教育工学会論文誌, Vol. 33, No. Suppl., pp. 1-4 (オンライン), DOI: 10.15077/jjet.KJ00005927762 (2009).
- [7] 小菅李音, 高木正則, 市川 尚: チャットボットと個別指導を併用した数学教育における理解困難箇所の学習支援の実践と評価, 情報教育シンポジウム論文集, Vol. 2020, pp. 31-38 (2020).
- [8] 峰内暁世, 松葉龍一, 戸田真志, 鈴木克明: チャットボットを利用した学びの促しを支援するツールの開発, 大学 ICT 推進協議会 2017 年度年次大会論文集, Vol. TF2-5, pp. 1-6 (2018).
- [9] 植田智之, 中西惇也, 倉本 到, 馬場 惇, 吉川雄一郎, 小川浩平, 石黒 浩: いじめ仲裁を促進する発話者を装うチャットボット, 技術報告 16, 現在, 大阪大学, 現在, 大阪大学, 現在, 福知山公立大学, 現在, 株式会社サイバーエージェント, 現在, 大阪大学, 現在, 大阪大学, 現在, 大阪大学 (2019).
- [10] 村上祐子: チャットボットを用いたデータサイエンス導入教育の実践報告, 大学 ICT 推進協議会 2022 年度年次大会論文集, Vol. 13PM1B-2, pp. 1-6 (2023).
- [11] 河村一樹, 稲垣知宏, 高橋尚子, 中鉢直宏, 徳野淳子, 立田ルミ, 李 凱, 堀江郁美, 山際 基, 小泉力一, 庄ゆかり, 和上順子: 大学における一般情報教育, 株式会社インプレス (2022).
- [12] Center for Self-Determination Theory: Intrinsic Motivation Inventory (IMI), Center for Self-Determination Theory (online), available from (<https://selfdeterminationtheory.org/intrinsic-motivation-inventory/>) (accessed 2023-06-18).
- [13] Deci, E. L., Eghrari, H., Patrick, B. C. and Leone, D. R.: Facilitating internalization: the self-determination theory perspective, *Journal of Personality*, Vol. 62, No. 1, pp. 119-142 (online), DOI: 10.1111/j.1467-6494.1994.tb00797.x (1994).