

講義における学生の質問行動を促進するチャットボットの評価

鈴木 舜也*¹ 吉野 孝*²

Evaluation of a Class Support Chatbot to Encourage Students to Ask Questions

Shunya Suzuki*¹ and Takashi Yoshino*²

Abstract – The questioning behavior of students in a lecture helps to improve the understanding of not only the questioner him or herself but also other students around him or her. In addition, it can be a very useful feedback for the lecturer to improve the class. However, for many students, questioning behavior causes psychological resistance. In this study, we have developed a chatbot system to encourage students to ask questions. In fiscal year 2021, the system was implemented in an on-demand online class for general education courses in the field of information technology, and its effectiveness in encouraging students to ask questions was verified. The results of the experiment showed that students found it easier to ask questions using the system compared to the conventional question forum. In particular, it was found that checking the questions and answers of other students may encourage them to ask more questions.

Keywords : student's questions support, chatbot, remote lecture, social media, large class

1. はじめに

講義における学生の質問行動は、講義内容の理解度を深める上で非常に有益である^[1]。これは質問者はもちろん、質疑応答の様子を聞いている周囲の学生にとっても同様であると考えられる。

しかし学生にとって、質問を始めとする自主的な発言には少なからず心理的な抵抗感があるとされている^[2]。原因として、気恥ずかしさや、周囲から自身の能力を低く見られることを恐れることなどが挙げられる^[3]。また昨今のCOVID-19感染症拡大が進む中、多くの教育機関が遠隔授業を取り入れるようになった。これにより教員や他の学生とのコミュニケーションが希薄になることで、ますます質問がしづらい状況となること^[4]や、学生が孤独感を感じる状況が問題視されている^[5]。

これらを解決する手段の一つとして、情報技術を用いた教員と学生間のコミュニケーションを支援する試みがある。また我が国では、各教科等の目標を達成する際に効果的に情報機器を活用することを目的とし、教育業界におけるICT活用が求められている^[6]。Webサービスや専用のアプリケーションを通じたコミュニケーションは、匿名性や非対面性により意見発信の抵抗感が軽減されることが大きな利点とされている^[7]。

近年では、中でもチャットボットが教育の分野におい

ても注目されている^[8]^[9]。チャットボットはテキストベースで人間との対話を自動的に行えるコミュニケーションツールであり多分野で急速に普及が進んでいる。

教育支援を目的としたチャットボットは、24時間自動で応答が可能であることから、学生は時間帯を気にせず、効率的な学習を進めることができるだけでなく、擬似的なコミュニケーションは好奇心や楽しさを生み出すなど、学習に対するやる気を促進するなど有用性が示されている^[10]。

しかし教育分野におけるチャットボットの多くは未だ実用的なものは少なく、また生活のサポートや授業コンテンツの一つとしての利用目的が多く^[11]、質問支援を目的としたものはさらに少ない。また学生とチャットボットによる一対一の対話で完結する質疑応答は、他の学生の理解度には貢献しないという課題がある。学生の講義に対する満足度や成績の向上には、学生と教員だけでなく、他の学生との相互作用が寄与することは基本的なことであるとされている^[12]。

そこで我々は、大学講義における学生の質問行動を促進することを目的としたシステムを開発した^[13]。本研究における質問行動の促進とは、従来では学生が気軽にできなかった質問を可能にすることを指す。その手段として、本システムは自然言語で応答可能なチャットボットを用いて、学生と教員の仲介を行うことで、質問時における心理的抵抗感の軽減を図る。またシステム上から他の学生の質疑応答を自由に閲覧できることに加えて、教員が重要度が高いと判断した質疑応答は全学生に対して教員側から通知することを可能とす

*1: 和歌山大学大学院 システム工学研究科

*2: 和歌山大学 システム工学部

*1: Graduate School of Systems Engineering, Wakayama University

*2: Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

ることで、質問を誘発させる効果を期待する。本稿では、チャットボットの設計方針や機能、そして実験結果および考察を述べる。

2. 関連研究

2.1 質問行動に関する研究

学生の質問能力と批判的思考能力について調査した Santoso らの研究がある^[1]。この研究では、質問能力と批判的思考能力には強い相関があることを示しており、学生が良い質問能力を持っていれば、批判的思考能力も優れていると解釈できることを示唆している。同時に、学生の質問は他の学生を巻き込み、他の質問を誘発させることが重要であり、教員はそのような学生の質問を促すことが必要であることを主張している。

一方で、多くの学生は質問行動に抵抗感を感じる場合が多い。Mahdi は英語学習において、学生は恥ずかしさや、失敗して恥をかくことを避けることで、学習意欲が低下してしまうことを示している^[3]。また Marian らは、周囲に注目されることを嫌う内向的な学生は、授業中に手を上げたり、発言したりすることをほとんどしないことを課題としている^[2]。これらから内向的な学生と外向的な学生のバランスを考えた授業や課題を実施する必要性があり、学生は自分の好きな方法で新しい情報を処理する機会を手に入れることで、学習効果は向上するとしている。

そこで本研究では、質疑応答は質問者だけでなく他の学生にも共有することで、質問の誘発を図る機能を実装する。また内向的で質問行動を苦手とする学生でも、手軽に質問することが可能なシステムを提案することを目指す。

2.2 質問支援システムに関する研究

Harunasari らは、対面形式の講義における質問や議論を支援することを目的として、オープンチャットを講義中に導入し、学生のやる気や講義の理解度の向上に効果があるか検証を行った^[7]。その結果、オープンチャット導入前と比較して、導入後の講義における質問数は5倍に増加したことや、学生のやる気を向上させる効果があることを示した。

永田らは、遠隔形態講義においてどのような学習者であっても質問しやすい環境を整える重要性を示した^[14]。予備実験より、LINE¹を用いたテキストチャット及びスタンプを用いたコミュニケーションにより、気軽に質問できるようになる学生が多いことがわかった。

島谷らは、講義中の発言を促すことを目的として、ロボット質問支援システムを開発し、実証実験を行った^[15]。このシステムは、学生がWebアプリケーションを通じて発言したい質問を投稿することで、ロボットが代わりに発言するシステムである。実験の結果、

学生の質問数が増加したことが確認され、またシステムを導入することで、システムを介さない質問も増加させる可能性を示した。インタフェースを介したことによって質問者が匿名化され、なおかつ質問がロボットを介して教員に伝えられるという間接的なコミュニケーションが質問の心理的抵抗感を軽減したとしている。

情報技術の活用により、匿名化や使い慣れたソーシャルメディアを利用できる点は、学生の質問促進に効果的であることがわかる。しかしこれらのシステムは、投稿された全ての質問に教員または補助員が応答する必要があり、Jin らは大規模講義において教員が全ての質問に回答することは困難であることを示している^[16]。また COVID-19 の影響で増加した、非対面かつ非同期であるオンデマンド形式の講義において、質問支援はより重要な課題となっていると考えられる。そこで本研究では間接的なコミュニケーションを実現し、自動応答による教員の負担を軽減できる可能性がある点から、チャットボットに注目した。また学生が気軽に利用できるプラットフォームとしてLINEを採用し、LINEボットとしてシステムを実装する。

2.3 チャットボットの活用に関する研究

Kaur らは、コロナ禍の医学教育をサポートするためのチャットボットを作成し、チャットボット導入の妥当性について調査を行った^[17]。実験の結果から、チャットボットを利用した学生が、授業の復習や情報の探索に役立ち、効率的な学習が可能となると感じたことがわかった。

Wu らは、人間らしい応答を行うチャットボットを構築することで、E-Learningにおける学習支援と学生の孤立感の軽減を目指した^[18]。作成したチャットボットは、人間の応答には及ばないものの、学習支援と孤立感の軽減には効果的であることを示している。

小菅らは、学習者の理解不足箇所を特定し、学習を支援するチャットボットを提案した^[19]。この研究では、チャットボットとの対話から学生の理解度に応じて、前提知識の掘り下げ質問や、学習動画の提供、TAや教員の個別対応の提案などを行うシステムを開発している。実験の結果、従来のアンケートのみでは抽出できなかった理解不足箇所の抽出が可能となり、個々の学生に応じた支援を行うことで、学生の理解度を深めることに繋がったことを示唆している。

チャットボットは、自然言語を用いた自動的な対話を可能とし、また効率的な処理を可能とすることから、ユーザ満足度を高めるとされている。一方で、教育分野におけるチャットボットの研究事例はプロトタイプのものが多いとされており、なかでもチャットボットを用いた質問対応を行った事例は未だ少ない。またチャットボットはユーザとの一対一のコミュニケーションが

1: <https://line.me>

多く取られており、チャットボットに入力された質問は質問者のみで完結し、他の学生の質問を知る機会が不足するという課題がある。

そこで我々は、チャットボットを活用した学生の質問行動の促進、および対応の効率化を図るのに加え、質問者以外の学生にも質問とその回答を共有することで、理解度の向上や、さらに学生の質問を促すことに貢献すると考えた。

3. 質問支援チャットボット「SUSAN」

3.1 設計方針

学生の質問を促進するためには、システムはより多くの学生が学習の時間や場所に関わらず手軽に利用可能であることが望ましい。そこで、国内で多くの学生が利用していることや、2.2節で挙げた永田らの研究より、本システムではLINE上で動作するシステムとした。

また24時間対応が可能であり、自然言語での対話によって利用可能なチャットボットとして構築することで、質問対応の効率化、および意見の発信のしやすさによる質問行動の促進を目指す。

さらに他の学生の質疑応答を閲覧できる専用Webアプリケーションと連携し、また重要な質疑応答についてはシステム側からプッシュ通知を行う機能を実装する。これにより、より理解を深めることや、質問の誘発を図る。

3.2 システム構成

システム構成図を図1に示す。「SUSAN」はLINE上で動作するチャットボットである。ユーザは自身が所持するスマートフォンにインストールしたLINE上で「SUSAN」を「友だち追加」²することで利用を開始することができる。また「SUSAN」はスマートフォンだけでなく、PCやタブレットなどLINEが動作する端末であればデバイスを問わず利用可能である。

ユーザからメッセージが入力されると、(a) 質問対応機能によって、メッセージの文章を解析し、対応する応答メッセージの作成および返信を行う。入力メッセージの解析にはGoogle社³が提供する自然言語処理プラットフォームであるDialogflow⁴を利用する。Dialogflowでは主に「インテント」と「コンテキスト」と呼ばれるパラメータを設定することで、対話フローを制御する。「インテント」とは一回の対話におけるユーザの意図を事前に想定し、分類したものである。インテントには想定される入力メッセージの例（「質問があります」「質問を送信する」など）を設定する。Dialogflowは入力メッセージに対して想定メッセージ

をもとにインテントとのマッチングを行い、マッチング結果をシステムに返す。「コンテキスト」は、インテントマッチングをより正確に制御するための追加条件である。連続した対話に対してより適切なインテントマッチングを行うため、直前に行われた対話の内容から文脈として条件を追加する。例として、「質問があります」というメッセージの入力後には、質問文が入力されると想定されるため、質問文の入力待ち状態を表すコンテキストを追加する。本システムではこれらの機能を利用し、ユーザからの入力メッセージと直前までの対話にもとづくコンテキストをDialogflowに入力することで、マッチングしたインテントと、以降の対話におけるコンテキストを受け取る。システムはDialogflowの解析結果にもとづいて、対応する応答メッセージの生成・送信処理を行う。これらを繰り返すことで、ユーザの入力に対して適切な応答を可能にしている。

また(b) 質問共有機能によって、過去に投稿された質疑応答内容の閲覧や、システム側から重要な質疑応答をプッシュ通知することができる。

過去に投稿された質問は(c) 質疑応答管理機能によって管理され、(a) 質問対応機能にて入力された質問と類似する質問があるか確認することや、教員による回答の登録、および質疑応答の一覧情報の取得を行う。

3.3 機能

システムのメインとなる画面を図2(a)に示す。

基本的な2つの機能である「質問対応機能」と「質問共有機能」の詳細について述べる。

質問対応機能は、「SUSAN」に対して質問文を入力すると、教員へ送信し、回答依頼を行う機能である。動作画面の例を図2(b)に示す。類似する既出の質問が存在し、かつ教員による回答がされていた場合は、自動回答として該当する類似の質疑応答の内容を応答メッセージとして提示する(図2(c))。

質問共有機能は、過去に「SUSAN」に投稿された質疑応答の内容を閲覧することができる機能である。動作画面の例を図2(d)に示す。質疑応答情報はLIFF⁵を用いたWebアプリケーションで表示した。

教員は専用のフォームから投稿質問の確認および回答を行う。画面の例を図2(e)に示す。回答すると質問者に回答を送信し、質問文をDialogflowの新たなインテントとしてシステムが自動的に設定することで、以降自動回答を可能にしている。また予想される類似の質問文を追加入力することで、自動回答の精度向上を図ることができる。そして、質問内容が重要であると判断した場合、質問者以外の他の学生に対しても質

² LINE アプリケーションの機能の一つ

³ <http://www.google.co.jp/>

⁴ <https://cloud.google.com/dialogflow>

⁵ LINE 上で動作する専用ブラウザを用いた Web アプリケーションを構築可能なフレームワーク。名称は LINE Front-end Framework の頭文字からなる。

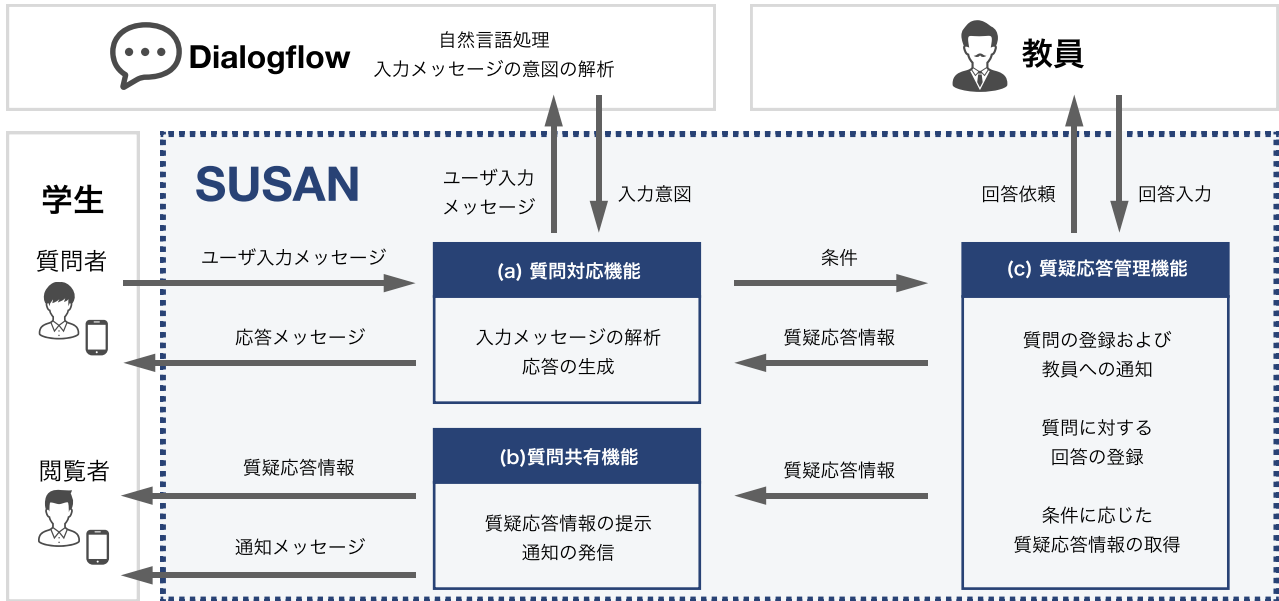


図1 システム構成図
Fig.1 System architecture.

疑応答の内容をプッシュ通知⁶することができる。これにより、学生側が能動的に質問を確認する場合だけでなく、教員側から質疑応答内容を提示し、閲覧を促すことができる。

4. 実験

4.1 実験の目的

「SUSAN」は、講義における学生の質問行動を促進するため、チャットボットを用いたシステムを開発した。そこで本実験ではシステムを導入し以下の項目について検証することを目的とする。

検証項目1: 「SUSAN」は学生の気軽な質問を可能とすることができるか

2.1節や2.2節で述べたように、質問行動は学生にとって有益である一方で、心理的抵抗感が伴い、積極的に行われづらい。そこで「SUSAN」は匿名利用を可能にし、かつ多くの学生が慣れ親しむソーシャルメディアであるLINE上で動作するチャットボットとして構築することにより、学生がより手軽に質問することができると考えた。「SUSAN」を講義に導入することで、より気軽な質問を可能とすることができるか検証する。

検証項目2: 他者の質疑応答の共有は学生の質問行動の促進に有効であるか

2.1節で述べたように、質問は他の学生から誘発させる必要があり、そのためにはまず他者の質問事例を知らせることが必要である。加えて他の

学生の質問の存在を認識させることは、閲覧者の質問をすることに対する心理的な抵抗感を軽減できるとも考えた。特にオンデマンド形式の講義では、学生同士のインタラクションが希薄化するため、他者の質問事例を知らせることは重要であると考えた。

また、2.3節で述べたように、チャットボットを用いた授業支援システムは存在するが、質問支援および他の学生の質疑応答の内容の共有を行った事例は少ない。

そこで、「SUSAN」の「質問共有機能」により、学生が容易に他の学生の質疑応答を閲覧できる他、教員側から重要な質疑応答を通知することで、質疑応答の状況を容易に認識できるようになり、より多くの質問を促進できるのではないかと考え、これを検証する。

4.2 実験の概要

実験は本学の全学部向けの講義である、2021年度「データサイエンス入門B」(以下、DS-Bとする)で行った。本講義は、「データサイエンス入門A」(以下、DS-Aとする)に続く、データの特徴を数値化または視覚化する技法の習得を目的とし、特に統計解析ツールであるRを用いたデータサイエンスの基本的な手法について扱う。DS-AおよびDS-Bはともにクォーター科目で授業回数は8回であり、7回の講義映像配信によるオンデマンド形式の講義と、最終回に全体のフォローアップとして同時双方向形式の講義が行われた。受講生はDS-Aが372名、DS-Bが329名であった。2つの講義の質問状況を比較し、提案システムの

⁶ アプリケーションを起動していなくても、システムが自動的に情報を通知する仕組み。

講義における学生の質問行動を促進するチャットボットの評価

表 1 質問頻度に関するアンケート結果
Table 1 Questionnaire on frequency of asking questions.

質問	評価の分布					中央値	最頻値
	1	2	3	4	5		
普段 Moodle のフォーラムや教員へのメールを用いて質問することがある	29	60	42	32	3	2	2

評価の分布：1：強く同意しない，2：同意しない，3：どちらともいえない，4：同意する，5：強く同意する

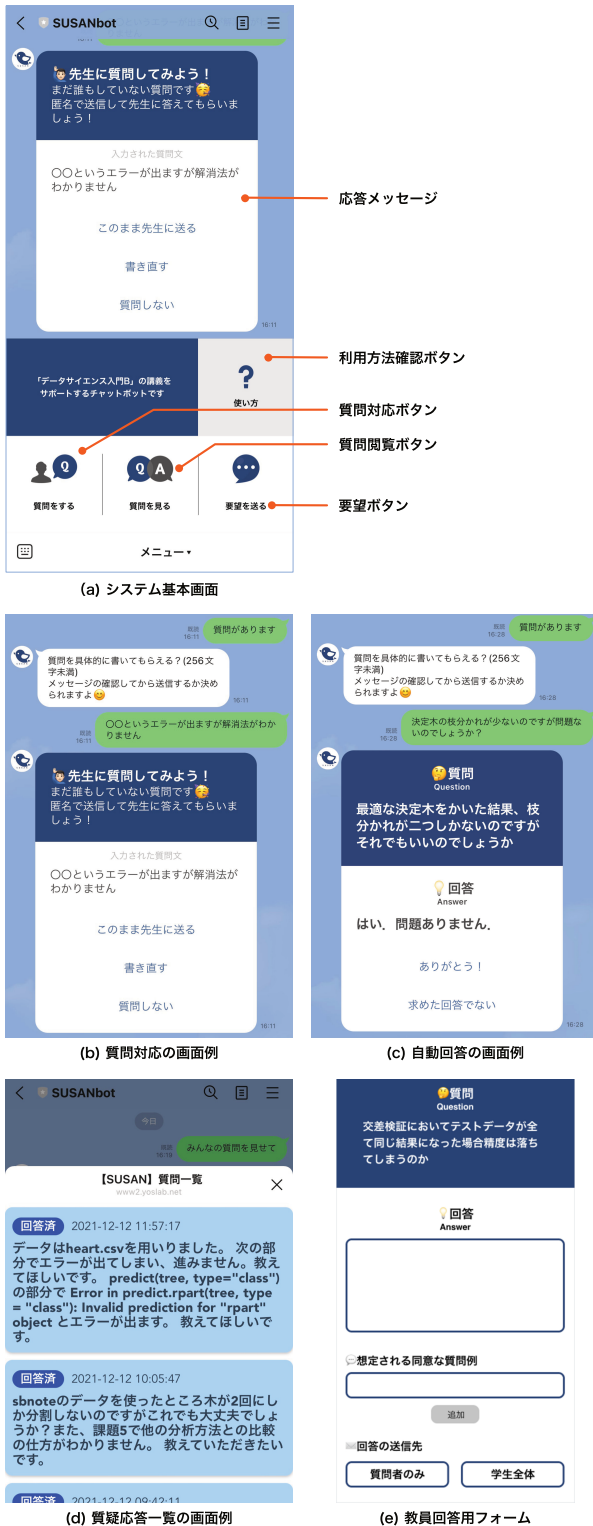


図 2 基本機能の動作画面例
Fig. 2 Examples of an operation screen.

有効性について検証を行う。

DS-B の初回講義にて全受講生に対して、実験について説明資料を配布し、内容に同意する学生にのみ、「SUSAN」の LINE ボットアカウントの「友だち追加」を依頼した。説明資料中では、匿名で利用できること、ユーザの LINE アカウントに登録しているユーザ名や

プロフィール画像の取得・記録は行っていないことや、実験協力およびシステム利用による成績への影響はないことを伝えた。その結果、166 名の学生 (男性:126 名, 女性: 37 名, その他: 2 名) に実験協力者としてシステムを自由に利用してもらった。

なお、本学ではオープンソースの E-Learning プラットフォームである Moodle⁷ を利用しており、これにより講義の資料や映像を提供する他、フォーラム (掲示板) を用いて随時質問や相談を受け付けている。Moodle フォーラムに質問が投稿されると、教員および受講生にメールで通知が行われる。また投稿時には任意の件名を設定することができる。一覧表示時には件名および投稿者名のみが表示され、投稿内容は表示されない。このことから、システム利用前に、ユーザには過去の Moodle フォーラムやメールを用いた質問の頻度とその理由についてのアンケートを実施し、実験終了後にシステムに対する評価アンケートを実施することで、従来システムと提案システムの比較を行う。

実験は授業期間であった 2021 年 12 月 9 日から 2022 年 2 月 10 日にかけて実施し、実験期間中はユーザにシステムを自由に利用してもらった。実験最終日に実験評価アンケートを Web ページ上で回答するよう依頼した。

またチャットボットの自動回答に関して、今回の実験では事前の学習データは利用しなかった。そのため、質問投稿時にはその時点で投稿されていた既出質問に対してのみ Dialogflow のインテントマッチングを行い、類似質問が存在した場合自動回答を行った。

4.3 実験の結果

4.3.1 実験前までの質問頻度についての調査

実験協力者の質問頻度を調査した。「普段 Moodle のフォーラムや教員へのメールを用いて質問することがある」という問いに対して、5 段階リッカート尺度を用いた評価の結果を表 1 に示す。中央値・最頻値は共に 2 となった。2 と回答した人の理由として「全学生に名前が見える状態での質問は少ししづらい」や「自分の質問がそれくらいわかるでしょと思われそうで怖い」といった、他人に見られることを忌避する回答が得られた。加えて、「質問をする前に調べたり、友達に

7. <https://moodle.org/>

表2 DS-A および DS-B における質問数と質問者数

Table 2 Number of questions and questioners in the lecture of DS-A and DS-B.

	DS-A		DS-B	
	質問数 (件)	質問者数 (人)	質問数 (件)	質問者数 (人)
Moodle フォーラム	合計	23 15(重複なし)	11 7(重複なし)	
	平均	3.29	3.00	1.57
	標準偏差	1.25	1.00	1.14
教員への メール	合計	33 11(重複なし)	20 8(重複なし)	
	平均	4.71	2.00	2.86
	標準偏差	5.50	2.38	1.57
SUSAN	合計	-	-	113 32(重複なし)
	平均	-	-	16.14
	標準偏差	-	-	13.21
全体	合計	56 26	144 47	
	平均	8.00	5.00	20.57
	標準偏差	6.08	2.71	10.71

*質問者数の平均・標準偏差は講義各回における質問者数から求めた。

聞いたりして解決しているから」や、「丁寧に文章を書かなければと考えると、とても時間がかかり、面倒になる」という回答も得られた。

4.3.2 DS-A および DS-B における質問数の比較

DS-A および DS-B それぞれ 7 回の講義における、学生からの質問数について調査した結果を表 2 に示す。質問方法として、DS-A では Moodle フォーラムへの投稿と教員へのメールの 2 種類があり、DS-B ではそれに加え、「SUSAN」の質問投稿機能を含めた 3 種類があった。各回の講義映像が配信されてから次の配信の前日までに投稿された質問を、各回の質問として扱い、学生の投稿とそれに対する教員の投稿を 1 組として質問件数を数える。また各質問方法での投稿について、自己解決および教員の回答に対するお礼を含む報告を除き、講義に関する有効な質問のみを抽出した。

今回の実験では DS-A および DS-B における質問数について、サンプルが少ないため正規分布であると仮定できない。また分散が異なると考えられたため、帰無仮説を DS-A および DS-B における全体の質問数の分散が等しいとし、F 検定を行った結果、帰無仮説は棄却され、有意差が認められた ($F = 0.15, p = 0.019 < 0.05$)。これらより、不等分散の状況で利用できる Brunner-Munzel 検定^[20]を用いた比較を行った。その結果、DS-A および DS-B における全体の質問数について、有意差が認められた ($W_N^{BF} = 0.01, p = 0.007 < 0.05$)。また、DS-A および DS-B における Moodle フォーラムおよびメールを用いた質問数について、それぞれ比較を行った。その結果、Moodle フォーラムでは有意差が認められた ($W_N^{BF} = -2.37, p = 0.036 < 0.05$) が、メールでは有意差は認められなかった ($W_N^{BF} = -0.23, p = 0.821 > 0.05$)。また、32 名の学生が SUSAN に質問を投稿したが、そのうち 17 名は 4.3.1 項の質問頻度についてのアンケートにて、1 または 2 と回答した学生であった。

システムは 75 件の質問に対して自動回答を行い、そ

表3 Moodle フォーラムとの比較に関するアンケート結果

Table 3 Questionnaire on comparison with forum.

質問	評価の分布					中央値	最頻値
	1	2	3	4	5		
Q1 Moodle フォーラムと比較して、本システムの方が質問しやすいと感じた	1	1	11	17	12	4	4
Q2 Moodle フォーラムと比較して、本システムの方が疑問の解消に役立ったと感じた	0	3	11	14	14	4	4, 5

評価の分布：1：強く同意しない、2：同意しない、3：どちらともいえない、4：同意する、5：強く同意する

のうち 3 件は適切な回答であり、72 件は学生が求めた回答ではないとして新規の質問として投稿された。自動回答の適切・不適切の判定は、自動回答のメッセージに埋め込まれた「ありがとう」「求めた回答ではない」という 2 つのユーザ返答用ボタンの利用を基準としている。「ありがとう」ボタンを利用し、なおかつその後と同じ意味の質問文を投稿していない場合を適切な自動回答ができた件数とし、それ以外の場合と「求めた回答ではない」ボタンを利用した場合を適切な自動回答ができなかった件数としてカウントした。またシステムに投稿された質問のうち、既出質問と内容が類似しているものが 8 件あり、それら全てにシステムは自動回答をしていた。しかし、学生側が自動回答の内容を「求めた回答ではない」とし、新規の質問として投稿していることがわかった。

なお教員は投稿された全ての質問に対して回答し、システムでは 12 件の質疑応答について全学生に対しプッシュ通知を行った。

4.3.3 従来システムと比較した質問のしやすさに関する質問

Moodle フォーラムと比較した「SUSAN」の評価に関する問いに対して 5 段階リッカート尺度を用いた評価の結果を表 3 に示す。

Q1「Moodle フォーラムと比較して、本システムの方が質問しやすいと感じた」は中央値・最頻値は共に 4 であった。4、5 と答えた人の理由として、「名前や学生番号が他の人に知られずに質問できるから」や、「LINE の中であるため、Moodle よりも質問するまでの手間が省ける」という回答が得られた。Moodle フォーラムは質問時に名前や学生番号が公開され、受講生全体にメールで通知されるため、質問したことが他の受講生に周知されてしまうのに対し、「SUSAN」は匿名で質問が可能であり、他の学生に質問者について知られることはない。また普段から使い慣れた LINE 上から利用できるため手軽であり、ユーザ認証など Moodle に比べて利用にかかる工数が削減されることで、質問の手間が軽減できたと考えられる。一方で 1、2 と答えた人の理由として、「使い方がいまひとつわからない」や「課題はパソコン上で行うのに対して、質問はスマホで行わなければならないと不便だった」という回答

講義における学生の質問行動を促進するチャットボットの評価

表 4 質問促進の要因に関する質問
Table 4 Questionnaire on factors promoting the question.

質問	評価の分布					中央値	最頻値
	1	2	3	4	5		
Q3 「匿名であること」によって質問しやすいと感じた	0	0	8	17	17	4	4, 5
Q4 「他の質問が見えること」によって質問しやすいと感じた	0	1	9	17	15	4	4
Q5 「チャット形式」によって質問しやすいと感じた	0	1	19	14	8	4	3
Q6 「身近な SNS(LINE) で動作すること」によって質問しやすいと感じた	2	3	8	14	15	4	5

評価の分布：1：強く同意しない，2：同意しない，3：どちらともいえない，4：同意する，5：強く同意する

が得られた。本システムは LINE アプリケーション上であれば、スマホやパソコンなどデバイスを問わず利用できるよう設計しているが、このような回答が得られたことから、システムの利用方法についての説明が不十分であったことが考えられる。

Q2 「Moodle フォーラムと比較して、本システムの方が疑問の解消に役立ったと感じた」は中央値が 4、最頻値が 4, 5 であった。4, 5 と答えた人の理由として、「他の人の質問数が増えたから」や「SUSAN は自分が見たい質問を見つけやすいから」といった回答が得られた。本システムでは質問数が従来より増加したことにより、自身の疑問に関する質問および回答が既に存在する事例が増加したことが考えられる。また Moodle フォーラムで既出質問を確認する際は、まず投稿の件名が一覧表示され、その中から一つずつ詳細ページを開いて質問内容を確認する必要があるが、本システムでは図 2(d) のように、質問文を省略せずに一覧表示される。これらから、Moodle フォーラムよりも多数の質問と回答を一覧しやすい本システムのインターフェースが評価されたと考えられる。一方で 2 と答えた人の理由として、「チャットで質問するやり方がわからなかったから」という回答が得られたことから、Q1 と同様にシステムの利用方法についての説明が不足していることや、チャットボットとの対話フローの設計に不十分な点があったと考えられる。

4.3.4 質問促進の要因に関する質問

本システムにおける質問促進の要因と考えられる 4 つの項目に関する問いに対して、5 段階リッカート尺度を用いた評価の結果を表 4 に示す。

Q3 「『匿名であること』によって質問しやすいと感じた」は、中央値が 4、最頻値が 4, 5 であった。4, 5 と答えた人の理由として「周りからの目を気にしなくて良いため、些細なことも気軽に質問できると感じる」、「くだらない質問をしていると周りに思われたくないから」といった回答が得られた。非匿名では他人から自身の能力を低く見られてしまうことに対する忌避感から質問がしづらくなってしまふのだと考えられ、2.1 節の Mahdi の主張と合致する。1, 2 と答えた人がい

なかったことから、多く学生が匿名での質問を求めていると考えられる。

Q4 「『他の質問が見えること』によって質問しやすいと感じた」は、中央値・最頻値が共に 4 であった。4, 5 と答えた人の理由として「他の人の質問で解決したこともあり、自分も気軽に質問しようかという気持ちになった」、「同じ悩みを持った人が自分以外にもいたというのに気づいたときの安心感が大きかった」といった回答が得られた。他の学生の事例を見て自分から質問しようとする心理的ハードルが下がったことが考えられる。また質問しない場合でも、他の学生の質問が見えることによって、自分が感じた疑問は他の学生にとって低レベルなものかもしれないという不安感を払拭し、他の学生も自分と同じ迷いを持つのだという安心感を生むことが考えられる。

Q5 「『チャット形式であること』によって質問しやすいと感じた」は、中央値が 4、最頻値が 3 であった。3 と答えた人の理由として「チャットでの質問もコメントでの質問も形式自体にあまり変化を感じなかったから」、「フォーラムと変わらない」といった回答が得られた。チャット形式の有無に関わらず、テキストベースの入力を求めるという点において従来のフォーラムと本システムの差はなかったと考えられる。一方で 4 と答えた人の理由として「メールのような形式的な文を書かずに本題の質問を送れるから」、「質問をしてもすぐに反応がもらえるわけではないので、チャットボットが反応してくれる方が寂しくない」という回答が得られた。チャットボットとの対話によって堅苦しさをなくし、また 2.3 節の Wu の研究でも述べられているように、孤独感を軽減できた可能性がある。

Q6 「『身近な SNS(LINE) で動作すること』によって質問しやすいと感じた」という問いについては、中央値が 4、最頻値が 5 であった。4, 5 と答えた人の理由として「スマホは一日に数度は絶対に開くものなので、常に持ち歩くので、気づいた時にすぐ質問できる」、「通知を見てサッと確認できるから」という回答が得られた。学生にとってスマートフォン及び LINE は日常的に利用され、Moodle やメールよりも身近であることから、より手軽な質問を実現することができたと考えられる。一方で 1 と答えた人の理由として「学業要素を身近に持って行きたくないから」という回答が得られたことから、プライベートと学業を分けたい人にとっては本システムの利用は不向きである可能性が考えられる。

4.3.5 システムへの満足度に関する質問

システムへの満足度に関する問いに対して 5 段階リッカート尺度を用いた評価の結果を表 5 に示す。

Q7 「本システムは使いやすいと感じた」は中央値が 4、最頻値が 5 であった。4, 5 と答えた人の理由とし

表5 システムの満足度に関する質問
Table 5 Questionnaire on system satisfaction.

質問	評価の分布					中央値	最頻値
	1	2	3	4	5		
Q7 本システムは使いやすいと感じた	0	3	7	15	17	4	5
Q8 他の講義でも本システムを継続して利用したいと感じた	1	3	6	18	14	4	4

評価の分布：1：強く同意しない，2：同意しない，3：どちらともいえない，4：同意する，5：強く同意する

て「UIがシンプルでいいから」，「moodle フォーラムの質問はメールで届くのでメールボックスから探す必要があるが，SUSANは質問が見つかりやすいから」といった意見が得られた。操作が単純で使いやすいUIデザインである点や，スマホ・LINEで利用できる手軽さについての評価が多く見られた。一方で，2と答えた人の理由として「プログラミングが絡む講義において字数制限があるのは正直不便です」という回答が得られた。本システムではDialogflowを用いて質問文中から意図の抽出を行うため，APIの仕様を踏まえて入力される質問文に対して256字の字数制限を設けた。しかし今回実験の対象とした講義における質問では，プログラムの不具合についての問い合わせが多く，中には実行したプログラムコードをそのまま質問文に入力するユーザがみられた。これらから，本システムを導入し十分な評価が得られる講義は制限される可能性がある。

Q8「他の講義でも本システムを継続して利用したいと感じた」は中央値・最頻値が共に4であった。4, 5と答えた人の理由として「他の講義も本当は気軽に質問したいと思っている」，「理系科目に本システムが導入されると勉強が効率化するように感じたため」といった回答が得られた。本システムを導入することにより質問に対する学生の心理的抵抗感を軽減することができ，それは他の講義でも応用することができると思われる。ただし前述の通り全ての講義に対して有効ではないことが考えられるため，導入することができる講義の条件について検討が必要である。

5. 考察

5.1 検証項目1：「SUSAN」は学生の気軽な質問を可能とすることができるか

従来の質問方式と「SUSAN」を用いて投稿された質問数とその理由について着目し考察を行う。

「普段Moodleのフォーラムや教員へのメールを用いて質問することがある」(表1)およびQ1「Moodleフォーラムと比較して，本システムのほうが質問しやすいと感じた」(表3)のアンケート結果の比較より，従来の質問方式と比較して「SUSAN」は学生にとって質問しやすいシステムであったことが考えられる。またDS-Aにおける質問数と比較して，「SUSAN」に投

稿された質問数は2倍に増加し，DS-AおよびDS-Bにおける全体の質問数について有意差が認められた。また普段の質問頻度が少ないと回答した学生も，本システムを用いて質問を行ったことが明らかになった。

DS-BはDS-Aを踏まえた発展内容であるため，多少の難易度の差があると考えられるが，「SUSAN」導入後のMoodleフォーラムおよびメールを用いた質問数が減少し，「SUSAN」を用いて多くの質問数が投稿されたことから，「SUSAN」が質問促進のきっかけになったと考えられる。

Moodleのフォーラムに対する否定的な意見として非匿名性に関する意見が多く見られたのに対して，Q1の回答の理由として匿名利用が可能な点を肯定的に捉えるものが15件あった。さらにQ3「『匿名であること』によって質問しやすいと感じた」(表4)に肯定的な回答をした人が42人中34人と81%のユーザが匿名性を重要視していることがわかる。

また，Q3の理由として「先生に知られるのはいいですが，他の人に知られるのは少し恥ずかしい」という回答が得られたことから，質問したことを知られる対象として忌避されるのは学生間のみであり，教員に対しては匿名である必要はない可能性がある。このことから，今後はユーザと学生の紐付けを行った上で，学生間のみ匿名化し，教員は質問者がどの学生であるかを特定できる半匿名状態で利用できるようにすることで，質問行動の促進効果はそのまま，教員は質問者を把握することができる可能性がある。

Q5「『チャット形式』によって質問しやすいと感じた」(表4)では，回答理由としてMoodleフォーラムとの違いがないとするものが5件得られた。一方で肯定的な意見として，入力形式による堅さの無さや気軽さを述べたものが6件得られた。

加えて，「チャット形式なら24時間いつでも質問できるから」，「具体的に何をしたらいいのか分かりやすかった」という回答も得られた。これはチャットボットを利用することで，学習の時間帯を制限しないことや，対話によって質問のための操作の流れを誘導することができたと考えられる。また「チャットボットが反応してくれる方が寂しくない」という回答があったことから，チャットボットとの対話によって孤独感を軽減する可能性がある。

Q6「『身近なSNS(LINE)で動作すること』によって質問しやすいと感じた」(表4)では，肯定的な回答が多く，Q1の回答の理由としてLINEから質問できることで手間が省けるという意見も得られた。

LINEは多くの学生にとって馴染み深いソーシャルメディアの一つであるという点に加え，本システムではLINEアカウントを用いたユーザ認証が自動的に行われること，また機能を利用するまでに必要とする

工数が少ないことが手間を感じさせなかったと考えられる。

Q7「本システムは使いやすいと感じた」およびQ8「他の講義でも本システムを継続して利用したいと感じた」(表 5)より、本システムはユーザから高い評価が得られたことがわかった。肯定的な意見として、匿名性やLINEで利用できたこと、他の学生の質問が見えたことに関する回答が多数見られた。一方で、「プログラミングが絡む講義において字数制限があるのは不便」という意見が得られたことから、「SUSAN」の機能改善の必要性と、今後「SUSAN」を別の講義に導入するには講義内容との相性を検討する必要があると考えられる。またMoodleフォーラムを用いた質問数の減少について有意差が認められたのに対し、メールを用いた質問数については有意差が認められなかった。これらより、特にメールを用いた質問をする学生に対してはSUSANの質問促進の効果は得られない可能性がある。

以上より、「SUSAN」は従来の質問形式よりも多くの質問が投稿され、気軽な質問を可能としたことがわかる。また匿名で利用できる点、チャット形式で利用できる点、身近なSNSから利用できる点が質問促進に有効であったことがわかる。

5.2 検証項目 2: 他者の質疑応答の共有は学生の質問行動の促進に有効であるか

他の学生の質問を共有することで、学生の質問行動を促進することに繋がるのかについて着目し考察を行う。

Q4「『他の質問が見えること』によって質問しやすいと感じた」(表 4)では多くの肯定的な意見が得られた。理由として、他の学生の疑問が解決したことで、自身の質問意欲が向上したという意見や、Q7では「他の質問が見えることで課題をやる意欲が湧いた」という回答が得られたことから、他の学生の疑問が解決する事例を認識することが、質問に対する心理的抵抗感を軽減させることに繋がると考えられる。また学習時の安心感が得られたという回答が複数得られた。他の学生の質疑応答内容を開示することで、自分と他の学生の理解度が近いことを認識し、2.1節のMahdiの研究で述べた、質問行動における恥ずかしさを軽減できたと考えられる。

また、Q4に対して2と答えた人の理由として「他の質問が見えることで疑問が解決でき、質問したいことがなくなる」や、5と答えた人の理由にも「他の質問で自分のエラーが解決することもあり、むしろ質問する手間が省けたということもあった」という回答が得られた。これらより、他者の質問を共有することで類似する質問の投稿を抑制する可能性があることが考えられる。実際に、システムに投稿された全113件の質

問中、既出質問と質問文が類似しているものが8件のみだった。したがって、従来よりも多様な質問を促進できたと考えられる。

これらより、検証項目1の結果で述べたように質問行動の促進に効果があることによって質問数が増え、多数の質問を確認することによって質問意欲が向上し、更に質問数が増加するといった相乗的なサイクルが生まれている可能性がある。

一方で、今回の実験における課題点として、質問数が急増したことにより、教員の負担が増加したことが挙げられる。今回の実験では事前学習データを利用せず、本システムは実験期間中に投稿された質問のみを用いて自動回答を行った。システムのログを確認した結果、実験期間中に既出質問に対して自動回答を行い、それが質問者の求めた回答であると判断できた例は3件のみであった。大規模講義における多数の質問によって教員の負担が増えることは、2.2節のJinの研究からも想定できる。

自動回答しているにも関わらず学生が新規の質問として投稿した8件の質問を確認した。投稿の理由として、一つは自動回答よりも詳細な情報を求めたためであると考えられる。例として、ある学生は「第5回の演習で、最初のインストール後、`sokan<-read.csv("パス")`と入力した段階でエラーが起こります。line 数字~、nullと表示されます。どのように対処したらいいでしょうか。」という質問を投稿し、教員からの回答を受け取った後、上記と同一の質問文の末尾に「ファイル名を『パスをコピー』で入力しました」という文を追加した質問を投稿した。二度目の投稿の際にはシステムは自動回答として、一度目の投稿に対する回答を表示している。したがって、学生は教員からの回答を経ても解決できず、より詳細な情報を求めるため、新規の質問として投稿する場合があると考えられる。

もう一つの理由として、既出質問とは状況が異なると判断して投稿したと考えられる。類似の質問としてプログラム実行時のエラーに関する質問が複数投稿された。また、それらの質問文中に示すエラーは同じものであったが、状況説明に多少の違いがあるものや、「私も同じくエラーが出ます」という文が含まれるものが確認できた。これらから、学生が自動回答で得られた情報では対処しきれなかった場合や、自動回答で提示された既出質問とはエラーの原因や状況が異なると判断して投稿する場合があると考えられる。

これらは、今後継続的にシステムを運用することで、自動回答のための学習データを蓄積することで、柔軟に質問対応が可能となることが考えられる。同時に、同類の質問投稿が抑制されることによって、教員が同類の質問に対して複数回答する機会が削減され、教員の負担軽減に繋がることが、自動回答に必要なシステ

ムの要求コストを抑えられる可能性がある。

ただし、講義の形式、内容やその難易度、受講生によって、本システムに対する評価が変わる可能性がある。今後の課題として、異なる講義に対して本システムを導入した実験を行い、質問促進の有効性および評価について検証する必要があると考えられる。

6. おわりに

本研究では、大学講義における学生の質問行動を促進することを目的とした質問支援チャットボットシステムを開発した。また、システムの有用性を検証するために評価実験を行った。本研究の貢献は、以下の2点である。

1. 講義において学生がより手軽に質問することが可能となるシステムを提案し、実験の結果、質問行動の促進に効果があることがわかった。匿名であることで他の学生の反応を気にせず利用できることや、LINE上で動作することで質問までの手間を軽減できた。またチャットボットであることで学生の学習効率への貢献だけでなく、今後の質問対応における教員の負担軽減に繋げられる可能性が示唆された。
2. 他の学生が行った質疑応答情報を提示することで、質問促進の効果について確認した。自分と同様の疑問を持つ学生の存在を認識することで安心感を生み、自分も質問しようという意欲が向上することがわかった。また同類の質問を抑制することで、チャットボットの必要性能の削減に繋がる可能性が示唆された。

今後は提案システムを用いて引き続き実験を行い、より多くの学生に利用を促すことで、機能改善の検討を行う。

利益相反の開示

本論文に関して、報告すべき利益相反関連事項はない。

参考文献

- [1] T Santoso, L Yuanita, E Erman: The role of student's critical asking question in developing student's critical thinking skills, IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conference Series, Vol.953, pp.1-6 (2017).
- [2] Marian C, Lisa R: Responding to introverted and shy students: Best practice guidelines for educators and advisors, Open Journal of Nursing, Vol.3, No.7, pp.503-515 (2013).
- [3] Mahdi D: Motivating Reluctant EFL Students to Talk in Class: Strategies and Tactics, Theory and Practice in Language Studies, Vol.5, No.8, pp.1703-1709 (2015).
- [4] Gherhes V, Simon S, Para L: Analysing Students' Reasons for Keeping Their Webcams on or off dur-

- ing Online Classes, Sustainability, Vol.13, No.6, pp.1-13 (2021).
- [5] Knight H, Carlisle S, O'connor M, Briggs L, Fothergill L, Al-Oraibi A, Yildirim M, Morling J, Corner J, Ball J, Denning C, Vedhara K, Blake H: Impacts of the COVID-19 pandemic and self-isolation on students and staff in higher education: A qualitative study, International Journal of Environmental Research and Public Health, Vol.18, No.20 (2021).
- [6] 文部科学省: 教育の情報化に関する手引, 入手先 (https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/056/shiryo/attach/1249668.htm) (参照 2022-10-31). (Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology: A Guide to the Informatization of Education, available from (https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/056/shiryo/attach/1249668.htm) (accessed 2022-10-31)(in Japanese)).
- [7] Harunasari S Y, Halim N: Digital Backchannel: Promoting Students' Engagement in EFL Large Class. International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET), Vol.14, No.7, pp.163-178 (2019).
- [8] Guruswami Hiremath, Aishwarya Hajare, Priyanka Bhosale, Rasika Nanaware, Dr. K. S. Wagh: Chatbot for education system, IJARIT Vol.8, Issue 3, pp.37-43 (2018).
- [9] Colace F, Santo M, Lombardi M, Pascale F, Pietrosanto A, Lemma S: Chatbot application in a 5th grade science course, International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research, Vol.7, No.5, pp.528-533 (2018).
- [10] Deveci Topal A, Dilek Eren C, Kolburan Gecer A: Chatbot for E-Learning: A Case of Study, Education and Information Technologies, Vol.26, 6241-6265 (2021).
- [11] Heryandi A: Developing Chatbot For Academic Record Monitoring in Higher Education Institution, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol.879, pp.1-9 (2020).
- [12] Katrina A. Meyer: Face-to-Face Versus Threaded Discussions: The Role of Time and Higher-Order Thinking, Jaln, Vol.7, Issue 3 (2003).
- [13] 鈴木 舜也, 吉野 孝: 講義における学生の質問行動を促進するチャットボットの開発, マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム 2022 論文集, pp.343-349 (2022). (Suzuki S, Yoshino T: Development of a Class Support Chatbot to Encourage Students to Ask Questions, Multimedia, Distributed, Cooperative, and Mobile Symposium 2022. pp.343-349 (2022)(in Japanese)).
- [14] 永田 奈央美, 植竹 朋文: 反転授業を導入した遠隔形態講義における質問支援機能の提案, 情報処理学会研究報告, Vol.2018-CE-146, No.9, pp.1-7 (2018). (Nagata N, Uetake T: A Proposal of Questions Support Functions on a Remote Lecture which introduces Flipped Classroom, Information Processing Society of Japan, SIG Technical Report, Vol.2018-CE-146, No.9, pp.1-7 (2018)(in Japanese)).
- [15] Shimaya J, Yoshikawa Y, Ogawa K, Ishiguro H: Robotic question support system to reduce hesitation for face-to-face questions in lectures, Journal of Computer Assisted Learning, Vol.37, No.3, pp.621-631 (2020).
- [16] Jin S, Shin S: The effect of teacher feedback to students' question-asking in large-sized engineer-

- ing classes: A perspective of instructional effectiveness and efficiency, *Asia-Pacific Education Researcher*, Vol.21, No.3, pp.497-506 (2012).
- [17] Kaur A, Singh S, Chandan J, Robbins T, Patel V: Qualitative exploration of digital chatbot use in medical education: A pilot study, *Digital Health*, Vol.7, pp.1-11 (2021).
- [18] Wu E, Lin C, Ou Y, Liu C, Wang W, Chao C: Advantages and constraints of a hybrid model K-12 E-Learning assistant chatbot, *IEEE Access*, Vol.8 pp.77788-77801 (2020).
- [19] 小菅 李音, 高木 正則, 市川 尚: チャットボットを利用した学習者との対話による理解不足箇所の学習支援システムの開発と評価, *情報処理学会研究報告*, Vol.2019-CE-151, No.4, pp.1-6 (2019). (Kosuga R, Takagi M, Ichikawa H: Development and Evaluation of a Chatbot-Based Learning Support System to Help Learners Learn about Areas of Lack of Understanding by Interacting with Them, *Information Processing Society of Japan, SIG Technical Report*, Vol.2019-CE-151, No.4, pp.1-6 (2019)(in Japanese)).
- [20] Edgar B, Ullrich M: The nonparametric Behrens-Fisher problem: Asymptotic theory and a small-sample approximation, *Biometrical Journal*, Vol. 42, pp. 17-25 (2000).

(2022年10月31日受付)

著者紹介

鈴木 舜也



1997年生。2021年和歌山大学システム工学部システム工学科卒業。現在、同大学大学院システム工学研究科システム工学専攻博士前期課程在学中。教育支援に関する研究に従事。

吉野 孝 (正会員)



1992年鹿児島大学工学部電子工学科卒業。1994年同大学大学院工学研究科電気工学専攻修士課程修了。博士(情報科学)。現在、和歌山大学教授。コミュニケーション支援およびビッグデータの社会的応用に関する研究に興味を持つ。

