

教員の授業進行補助を目的とした 学習者の書き込み活動の可視化

印部 太智^{1,a)} 丸山 一貴^{2,b)}

概要：リアルタイム遠隔授業では学習者の活動を教員が把握することは難しい。先行研究では授業中に学習者のページ閲覧状況を教員が把握可能とするものもあるが、ページ閲覧中の学習者の活動は把握できない。そこで本研究では学習者が能動的に行う書き込み活動に注目する。学習者が書き込みを行った箇所とそのタイミングを授業中の教員が把握し、授業の進行を調整するための支援システムを提案する。学習者の書き込み箇所を教員に提示する手法として、教員が使用している授業資料の文字の透明度を変更する。これにより教員は学習者の書き込み箇所に対する補足説明や別の説明への移行の判断が行いやすくなる。また、授業後の振り返りを可能にするリプレイ機能も実装した。速隔で行った模擬授業から、学習者の書き込み箇所を教員が把握することで、授業の進行の判断を行いやすくなったことが示された。

キーワード：授業支援システム、一斉授業、授業資料、リアルタイム遠隔授業

1. はじめに

教員1名に対して複数の学習者が授業を受ける、一斉授業と呼ばれる授業形態が、学校教育機関ではよく行われている。一斉授業において教員は板書やスライドなどの授業資料を用いて情報提示を行う。学習者はノートや授業資料そのものに、提示された情報を記録する。ノートに記録する場合、「文字の強調」や「図」を用いて振り返りやすいノートの作成をするために方略を用いる [1]。授業資料に書き込みを行う場合、学習者は「下線」や「囲み」といった非言語情報や「メモ」や「文字」といった言語情報を書き込むことが報告されている [2]。授業中の教員は、このような学習者が書き込みする際のペンの動きや目線などから授業の進行を調整してきた。

大学 ICT 推進協議会が発表した「高等教育機関における ICT の利活用に関する調査研究 結果報告書」[3]によると、Moodle[4] や manaba[5] といった学習管理システムの導入率は学部研究科で 70% を超えるなど、ICT 利活用の環境整備が進んでいる。教員は授業資料を学習管理システム上に公開し、学習者は自らの ICT 機器でその資料を閲覧しながら授業を受けるといった、活用ケースが見られるよ

うになっている。このような環境整備によって、授業中の学習者の活動がデータとして手に入るようになり、教員や学習者への支援が行われてきた [6][7]。さらに、2020 年は COVID-19 の影響により、本稿執筆時点で多くの大学が面接授業と遠隔授業を併用し授業を実施していることが報告されている [8]。我々が所属する明星大学でも遠隔会議システム Zoom[9] を用いたリアルタイム遠隔授業が行われているが、この実施形態では学習者の活動把握は難しく、教員が今まで行ってきた授業進行の調整は難しいと考えた。

本研究の目的は、学習者の書き込み活動を授業中の教員にフィードバックし、教員が授業の進行を調整するための支援システムを提案することである。我々はこれまで、学習者の授業資料に対する書き込み活動に注目し、その書き込みが行われた箇所 (以下、注目箇所) を、教員が使用している授業資料の文字にヒートマップで色分けされたハイライトを付与して提示することで、授業中の進行調整を支援する手法を提案してきた [10]。この提示方法では、授業中の教員は学習者の注目箇所の内容を把握しきれなかった。そこで提示方法を改善し、教員が授業資料内の注目箇所を把握しやすいようにその文字の透明度を変更する方法を提案する。これにより学習者の注目箇所とそこに書き込んだタイミングを把握し、教員はその箇所の補足説明や別の説明への移行などといった授業進行に関する調整を行うことができる。また、従来手法と提案手法を授業後の教員が任意に切り替えて授業中の学習者全体の活動を分析するリブ

¹ 明星大学大学院 情報学研究所
Graduate School of Information Science, Meisei University

² 明星大学 情報学部
School of Information Science, Meisei University

a) 20mj003@stu.meisei-u.ac.jp

b) kazutaka.maruyama@meisei-u.ac.jp

レイ機能についても述べる。

2. 関連研究

長谷川ら [11] は、教員と学習者間の双方向性の向上を目的とした、授業中の学習者のコメントを教員が説明中の授業資料に提示する、リアルタイムコメントスクロール手法を提案している。この研究では、授業中の学習者は文字形式のコメントを投稿し、そのコメントがスライド上に流れることで、教員と学習者がコメントの内容を確認し、教員には学習者のコメントをリアルタイムにフィードバックし、他の学習者にもコメント投稿を促すことが可能になる。一方、文字であるコメントを把握するために教員は授業を止めてしまうことも報告されている。本研究では、システムがフィードバックした情報を教員が把握するために授業を止めてしまうことがないように、授業資料の文字に対して学習者に付与した囲みや下線を集約したものを、教員側の授業資料の文字の透明度を変更し表示する。

Shimada ら [6] は、学習支援システムを用いて授業中の活動の支援を目的とした研究を行っている。その中で、授業中の学習者の状況を教員が把握する手法を提案している。授業中の学習者が閲覧しているページを1分ごとに取得し、教員が説明しているページ番号と全ての学習者が閲覧しているページ番号をグラフ化し、ヒートマップで示している。また教員が説明中のページとその前後のページに情報を絞り、どのページまで学習者が見ているのか把握する手法をヒートマップ手法と組み合わせる方法として提案している。教員はシステムから提示された情報から、彼らが内容理解につまずいたことで説明中のページに追いついていないのか、理解し終えたことで次のページに進んでいるのかなど、学習者の状況を推測し授業の進行に調整することができる。この研究で教員が把握できる状況は、それぞれの学習者が見ているページの情報であり、教員が現在説明しているページ内の細かい注目箇所までは把握できない。本研究では、授業中の学習者の注目箇所を教員に提示することで、この研究よりも細かい単位で授業の進行調整を可能にする。

岩倉ら [7] は、学習者の筆記データから個別指導を必要とする学習者を教員に通知し、授業中の教員による学習者の状況把握を容易にすることで、一斉授業中の個別指導が行いやすいシステムを提案している。この研究では、授業中にタブレット上に行った学習者の筆記行為やページの操作などの情報を記録し、総書き込み時間や総描画範囲の偏差を求めて、その偏差から外れている上位3名下位3名の学習者をグラフ化した状態を教員に提示している。これにより指導が必要な学習者の状況を、教員は授業中に発見し個別の指導を行いやすいものになっている。本研究も ICT 環境を用いて、学習者の書き込みを取得し、授業中の教員に対する補助を行う手法である点は同様である。本研究では

取得した情報のうち、学習者の書き込み箇所注目して分析を行っている。また教員に対してグラフによる提示方法ではなく、学習者の授業資料の書き込み箇所を教員の授業資料に示す提示方法を提案する。

杉原ら [12] は、授業中に行われる演習の解答状況をリアルタイムに教員にフィードバックする手法を提案している。教員に全ての学習者の状況を提示したり、学習者同士に相互に解答を提示することで授業中のインタラクティブ性の向上が期待できる。この手法は演習中の利用を意図しており、教員は必要に応じて個別の指導を行うことがある。そのため、書き込みを集約せず個々の内容を確認できるようにしている。本研究では、教員と学習者共に ICT 機器を使用しながら授業を受けることを想定する。また、教員が主導で授業を行っている最中であり、個別の指導よりも全体に向けた情報提示を行うために、学習者全体の状況を把握する手法を提案する。

坂東ら [13] は、教育実習中の教員に寄せた他の教員からのコメントを映像と合わせて提示するという授業終了後の振り返り手法を提案している。授業中の教員を撮影した映像と他の教員が寄せたコメントが書き込まれた時間を併合し、時間ごとのフィードバックを受け取りやすくしている。これにより、教員は指導の改善箇所を発見し、次の授業に備えやすくなる。このように、授業を振り返ることで学習者に対して説明不足な部分を教員が把握することで、次の授業の改善に繋がる。本研究では、授業中の教員が説明中のページの前後に行われた書き込みを確認し、進行速度の振り返りを行うために、時間ごとにフィードバックを再現するリプレイ機能を提案する。

3. 提案手法

本研究を授業中に使用する際のイメージ図を図1に示す。授業を聞いている学習者は授業資料に対して書き込みを行う。図1(a)であれば、「0回以上」や「RまたはS」の下線や囲みが該当する。その書き込みはシステムを介してリアルタイムに集約され、学習者の注目箇所として教員に提示される。教員に対しては図1(b)の青枠内の文字列のように、教員の手元にある授業資料中の文字をその箇所に書き込んだ人数に応じて浮かび上がらせることで情報提示を行う。

3.1 学習者の書き込み分析

齊藤ら [1] は、学習者がノートをとる際に行う方略として、大きく6つの分類に分けて分析を行っている。魚崎 [2] の報告から、学習者が授業資料に行う方略は大きく以下の2つに分類できる。

言語情報 手書き文字や数字など、それ単体が言語的な意味を有するもの。

非言語情報 下線や囲みなどの授業資料中の特定箇所を目

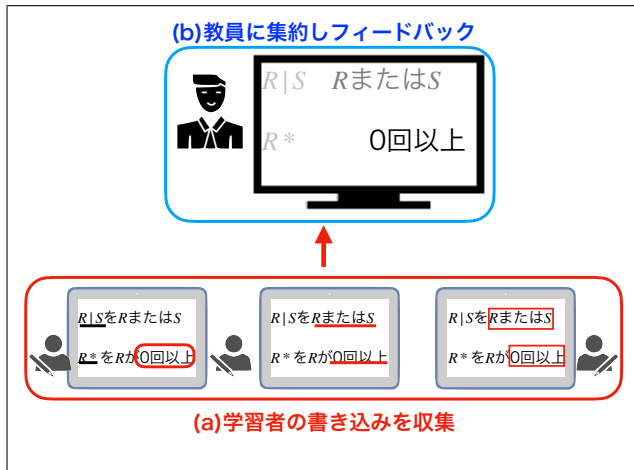


図 1 提案手法を授業中に使用する際のイメージ

表 1 学習者が使用した書き込みの種類

実験協力者	下線	丸囲み	四角囲み	波線	矢印	文字
筆者	○	○	○	○	○	○
A	○	○	○		○	○
B		○			○	○
C	○	○			○	○
D	○	○			○	
E	○	○				
F	○	○	○		○	○
G	○	○	○	○	○	○
H	○	○			○	○

立たせるもの。図や表などの視覚的にわかりやすいもの。

これらの報告に基づき、授業資料に対する書き込み内容の調査を行った。筆者を含めた9名(学部生5名, 大学院生4名)に授業時間外に実際に授業で使用されている授業資料を用いて、任意の書き込みを行ってもらった。その結果、表1の調査結果が得られた。多かった書き込みとして、言語情報の文字と非言語情報の下線や囲みが挙げられる。このうち、文字情報を教員に提示する場合、授業進行の妨げになることが考えられる。そのため、本研究では学習者の書き込みのうち、下線や囲みといった非言語情報に対象を限定し教員にフィードバックする。

3.2 教員への提示方法

これまで、我々は図2のように学習者の書き込み箇所を教員側の授業資料にハイライトすることで、注目箇所の提示手法を提案してきた [10]。この手法では、ある箇所に書き込んだ学習者の数に応じてヒートマップのようにハイライトの色を段階的に変化させていた。しかし、この手法で想定した提示方法では、文字単位で色を付与するため、教員が授業中に提示された情報を認識することが難しい場面があった。数段階の色が付与された場合に、グラデーションのように色が分布されてしまうため、その色を解釈する

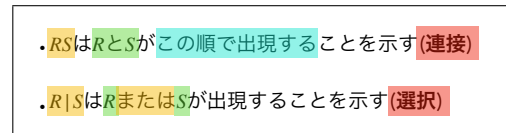


図 2 従来研究での教員への提示方法

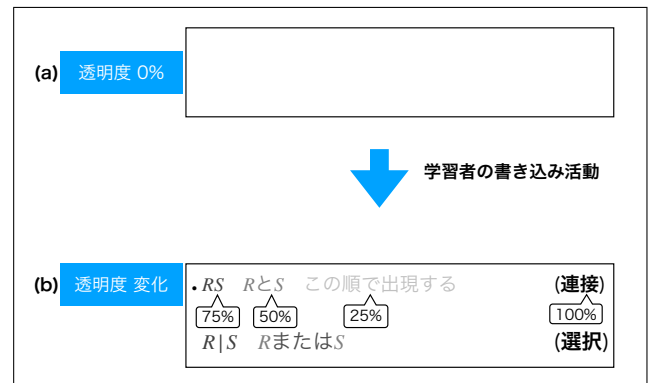


図 3 授業資料の透明度を変更

必要があったことが原因であると考えた。

そこで本研究では、教員への提示方法として、授業資料の文字へのハイライトを付与する代わりにその文字の透明度を人数に応じて変更する手法を提案する。図3に本研究で想定する提示方法を示す。授業資料の説明を開始する時点では図3(a)のように資料にはなにも表示されない。学習者が説明を聞きながら書き込み活動を行うことで、図3(b)のように文字が浮かび上がり表示される。図2と図3(b)は、同様の割合で書き込みが行われた場合の表示である。この時、文字の透明度は最大で5段階に変化させることが適切であると考えている。5段階の変化であれば、授業中の教員が提示される情報の変化を認識しやすいと判断した。これにより、教員側はその資料全てに書き込みが行われた場合であっても、本来の授業資料が表示されるため、従来手法よりもフィードバックを解釈する必要がなくなり、授業中に学習者の注目箇所の把握が容易になる。

教員はフィードバックを受け取ることで、意図した場所に書き込みが少ない場合、追加の説明を行ったり学習者を指名しその内容を確認することなどができる。反対に、書き込みが十分に行われていると判断した場合、その箇所の説明は十分であると判断し、次の内容に説明を移すことができる。

3.3 リプレイ機能

授業時間外に学習者の注目箇所を把握する手法として、リプレイ機能をこれまで提案してきた [10]。図4にリプレイ機能のイメージ図を示す。従来手法では、シークバーを用いて授業資料中の任意のページに、授業開始時刻から終了時刻までに得られたフィードバックの変化を再現するだけであった。今回のリプレイ機能では、学習者の注目箇所の変化を再現する際に、図5に示すように、ヒートマッ

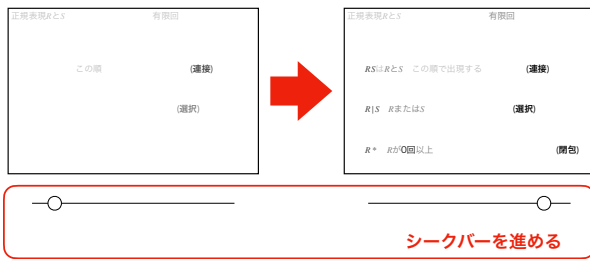


図 4 授業後に詳細な内容把握を支援するリプレイ機能

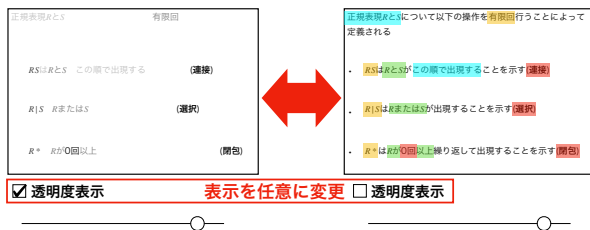


図 5 リプレイ機能では、従来手法と提案手法を任意に切り替え可能

で変化させる従来手法と文字の透明度を変化させる提案手法を教員は自由に切り替えて表示する。教員はリプレイ機能を活用することで、学習者の理解が不十分な部分を発見し、次の授業で補足説明を行ったり学習者に課題を与えるなど学習効果を向上させることができる。

4. 実装

提案手法を達成するために、HTML/CSS/JavaScript を用いた Web アプリケーションを作成した。また、学習者側の書き込みを集約するために Node.js によるサーバを作成し、クライアントとサーバに機能を分割している。システムを作成するにあたって Web アプリケーションを採用した理由は、学習者それぞれが扱う ICT 環境の差異を吸収するためである。クライアントとサーバ間の通信はリアルタイム性を重視するために、WebSocket を用いた。

4.1 学習者側の機能

学習者側では、授業資料に書き込みを行う機能を実装している。図 6 に、学習者側の機能を示す。有している機能は以下の通りである。

ペン機能 書き込みを行うための機能。ペンの色の変更や太きを変更可能。

選択機能 授業資料に書き込まれた線を選択し、移動や拡大縮小が可能。

消しゴム機能 書き込んだ線をストローク単位で削除可能。

ページ移動機能 ページを 1 ページ単位で移動する。この機能は教員側も有する。「prev」ではページを戻り、「next」ではページを進める。

これらの機能のうち、消しゴム機能とページ移動機能以外は、書き込みを行う学習者の利便性を考え実装したが、

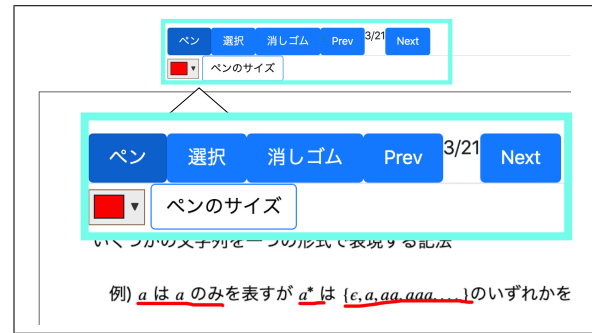


図 6 学習者側の画面構成

教員に対するフィードバックには影響しない。

また、以下の書き込み情報をデータベースに記録し、リプレイ機能を利用する際に学習者の書き込みを再現するために用いる。

ユーザ ID ページ移動の際のユーザ ID と同一。書き込みデータとユーザ ID に基づいて書き込んだ人数を計算し、教員にフィードバックする情報になる。

書き込みデータ 学習者が書き込んだストローク単位のデータ。ストロークの座標情報や色情報などをまとめて記録する。

ページ番号 書き込みされたスライドのページ番号。

授業資料名 書き込みデータは全て一括して記録するため、資料ごとの書き込みを示すために書き込みを記録している。

操作情報 書き込みの追加 (insert) あるいは削除 (remove)。

操作時間 書き込みの追加や削除を行った時間 (「YYYY/MM/DD hh/mm/ss」の形式で保存)。

4.2 教員側の機能

教員側では、提案手法に基づいた情報提示を行う。実際にシステムが提示するフィードバックを図 7 に示す。このシステムでは透明度の有効性を確認するため、これまでの研究で用いたハイライト表示システムを利用し、PDF の文字列の上に背景と同色のハイライトを付けることで、擬似的に文字の透明度を変更している。図 7 は、筆者が作成し本研究の実験に使用した「アルゴリズムとデータ構造」の資料のタイトルページである。システムの表示を確認するため擬似的に書き込みを行ったものを示している。今回実装したシステムでは、文字の透明度は学習者の人数をそのまま 0 から 1 の範囲に正規化した値を使用している。これは提案手法のうち文字の透明度を変更する部分を重視し、参加人数が少ない模擬授業による検証を想定し実装を行っているためである。例えば「データ構造」の部分に複数人の書き込みがあるため文字が濃く、「アルゴリズム」の部分は書き込みを行った人数が少ないため文字が薄く提示される。

図 8 に示す教員側が有している機能は以下の通りである。

アルゴリズム データ構造

二分木

図 7 システムが提示する教員へのフィードバック

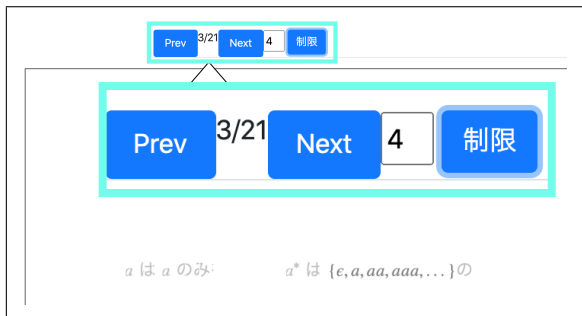


図 8 教員側の画面構成

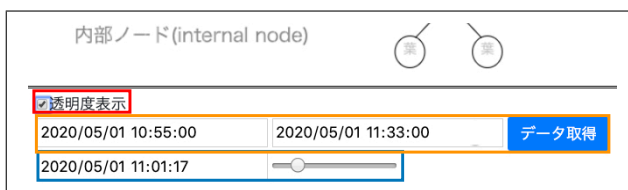


図 9 リプレイ画面の機能

ページ移動機能 基本機能は学習者側と同様である。学習者が先のページに書き込みを行った場合、そのページのフィードバック情報を保持し、教員がそのページにたどり着いたタイミングで提示する。

上限機能 現在、透明度を変更するための人数の上限値は授業参加者全員である。ところが学習者全体の何割程度の書き込みを教員が想定し授業の説明を行うかは、教員によって異なると判断し、正規化の上限値を変更可能にしている。今回はテキストボックスに人数を入力し、「制限」ボタンを押すことで値を変更する。

4.3 リプレイ画面の機能

リプレイ画面では実際に授業を行った時間の書き込みを読み込み、教員側でその時間に提示された情報を示す。リプレイ画面の機能を図 9 に示す。基本的に教員側の機能と同一である。リプレイ画面独自の機能は以下の通りである。

表示切り替え機能 (赤枠) 「透明度表示」にチェックが入っているときに透明度表示を行い、チェックが入っていないときにハイライト表示を行う。

授業時間選択機能 (橙枠) リプレイ画面に接続したとき、最初に授業を行った時間を入力する。実際に授業を行った時間内の全ての書き込みを取得する。

リプレイ時間選択機能 (青枠) シークバーと時間入力欄に経過時間を入力し 1 秒ごとに時間を操作する。

5. 実験

本研究の提示方法を検証する模擬授業形式の実験を行っ

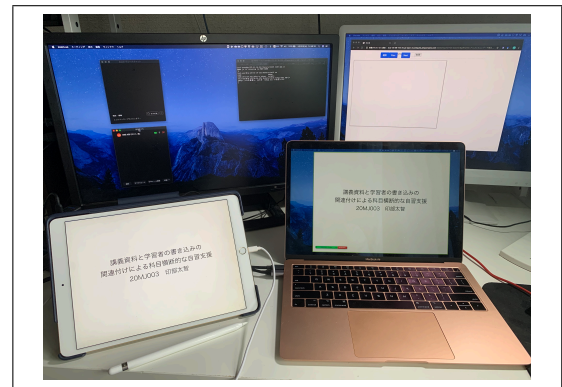


図 10 実験環境

た。実験では教員役を筆者が行い、実験協力者には学習者として参加してもらった。実験協力者は学部生 2 名、大学院生 1 名であった。模擬授業に用いた授業資料は筆者が作成したもので、タイトルを含めて全 15 ページのものを用いた。資料の内容は「二分木」の導入に関する内容で、20 分程度を想定して作成した。資料中で 1 ページあたりの内容が多く、説明に時間を要すると筆者が考えていたページは、3 ページ、11 ページである。本実験を行うにあたって実験協力者には、特に制約を設けず手書き文字や図などを含めて自由に書き込みを行うことを指示した。

また、実験は Zoom の画面共有機能を用いて、実験中の学習者の様子を筆者は確認できない状況で行われた。実験中筆者は、図 10 に示す iPad から実装したシステム以外のプレゼンテーションツールを使用し授業資料を提示し、Apple Pencil を用いて一部箇所の説明を補い、別の画面でシステムからフィードバックを受けながら実験協力者に対し説明を行った。また、実験中の内容は Zoom の画面収録機能を用いて映像として記録した。

6. 実験結果

実験した結果をシステムに記録したデータに基づいて分析を行った。実験時間は約 33 分であった。図 11 に、実験時間中に、各ページに筆者が滞在していた時間を示す。ページの平均は約 2 分で、最も長いページで 3 分 30 秒であった。

実験協力者の書き込みストローク数を分析したところ、全体で 301 本の書き込みが確認された。各ページの書き込み数を実験協力者別にグラフ化した分析結果を図 12 に示す。実験協力者はそれぞれ凡例 A から C に分類される。分析から文字を書き込んだ実験協力者は C のみであった。そのため、図 12 では C のみストローク数が他の 2 名よりも多くなっている。実験協力者 3 名が書き込んだページは全 10 ページあり、いずれも筆者の説明に合わせて書き込みが行われていることが判明した。なお、7 ページはすでに説明したページの再掲だったため、実験協力者の書き込みはなかった。

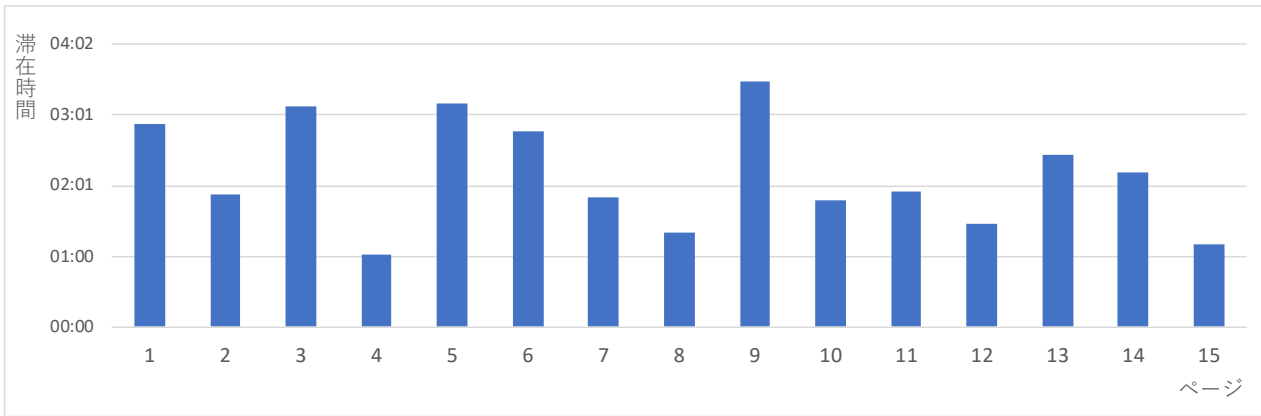


図 11 ページごとの筆者滞在時間

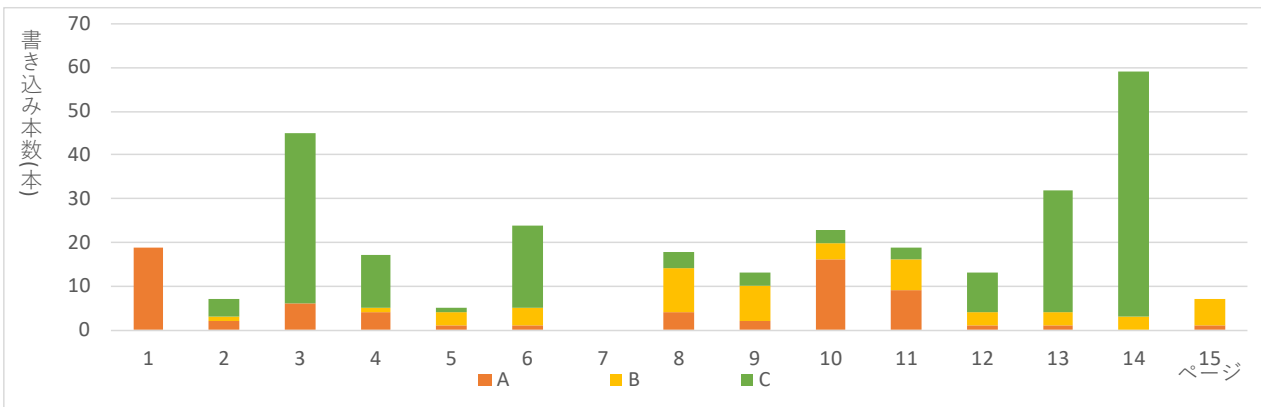


図 12 各ページのストローク数

7. 考察

7.1 実験結果の考察

実験時間が約 33 分と筆者が想定していた時間よりも超過している結果となった。今回、他の実験協力者の表情が見えない遠隔会議システムを用いていたため、学習者の様子を把握する手段は、本システムによる書き込みのフィードバックのみであった。そのため、遠隔会議システムを用いたことが大きな原因となっている。他方、筆者の主観ではあるが、システムからのフィードバックを得ることで、書き込みの有無という基準を設けて進行を判断することができた。

図 11 と図 12 から、実験協力者の書き込みが多いほど、多くの情報が筆者にフィードバックされているため、筆者は授業をスムーズに進行することができた。そのため 4 ページや 8 ページは、ページ滞在時間が短くとも内容を十分に伝達したと判断し別の説明に移ったと考えられる。3 ページは、筆者の説明が長かったため、実験協力者の書き込みが多い部分ではあるが、ページの滞在時間は長くなってしまっている。本研究は授業の進行を調整するために用いるものであるため、書き込みが十分であっても必要に応じて教員が説明を行うことは十分に考えられる。

特にページの滞在時間が長い 5 ページと 9 ページにつ

ノードuから作られる木を部分木(subtree)という
uを新しい根とする木を作る

図 13 5 ページに提示されたフィードバック

いて、リプレイ機能による再現と記録した映像を用いて詳細に考察した。図 13 に 5 ページの教員側の最終状態のフィードバックを示す。5 ページは少ないながら実験協力者全員が書き込みを行っている。しかし、このページ全体での書き込みは少ない。表示が薄いことを受けて実験中の筆者は、説明用に用意していた図を使って追加の説明を行っている。ところが、追加の書き込みは行われず、時間の都合から次のページの説明を行っている。このように、それぞれの学習者が異なる場所に書き込んだ場合、学習者のフィードバックが教員に対して明確にならないことが判明した。教員がとる行動として、伝えるべき内容の補足説明を行う場合や学習者に直接問いかけて内容の確認を行うことが考えられる。5 ページの筆者の行動から、教員は必要なタイミングで十分なフィードバックを受け取り、授業の進行のための判断が可能になる。

図 14 に、9 ページの説明中に教員に提示されたフィードバックを示す。図 14(a) はページに移動して 30 秒が経過した時点の教員側の画面の状態である。この時点では、筆

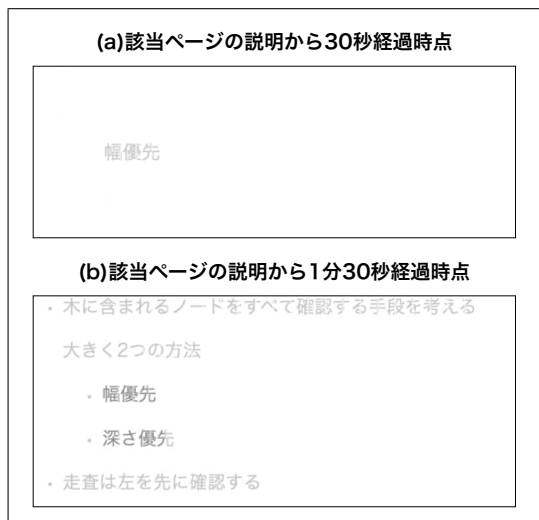


図 14 9 ページに提示されたフィードバック

者は説明中であり、実験協力者の書き込みは少ないため、説明を続けていたことがわかる。一方、1分30秒が経過した時点の図14(b)では、特に「幅優先」「深さ優先」の部分は実験協力者全員の書き込みが行われている。リプレイ機能と記録した映像を照らし合わせた結果から、リプレイ機能と実験中の映像とでは表示された時間に差があり、実験中に遅延があったことが判明した。実験中の筆者は表示に遅延があったか判断できなかったことから、9ページの説明を一通り終えたあと、提示される情報を待った上で、補足の説明を行った。その結果、滞在時間が長くなってしまった。今回の遅延は実装上の都合により発生したと考えている。実装を修正することで、この問題は解決できる。

教員に対する提示方法について比較考察を行う。ハイライトによる提示と透明度変更による提示について、図15に参加実験協力者全員が書き込みを行っている10ページの一部切り抜きを示す。この二つを比較すると、ハイライトを提示する手法は色の変化によって、学習者の注目箇所が明確になる。そのため、教員に十分なフィードバックが可能になる。一方これまでの研究から、限られた授業時間でハイライトされた箇所を確認しようとした場合、学習者の注目箇所が確認しにくい場面があった。透明度を変更する手法の場合、ハイライトを提示する手法ほど学習者の注目箇所が明確にはならない。しかし、教員は浮かび上がる文字に注目することができる。そのため、授業中の教員に対しては、透明度を変更する手法のほうが、学習者の注目箇所を把握しやすい。リプレイ機能を用いる場合、時間による制約がないため、ハイライトによる提示方法によって細かい分析が可能になる。

これらのことから提案手法を用いることで、学習者の注目箇所と場所をリアルタイムに把握し、授業の進行の調整を支援することが可能であるといえる。

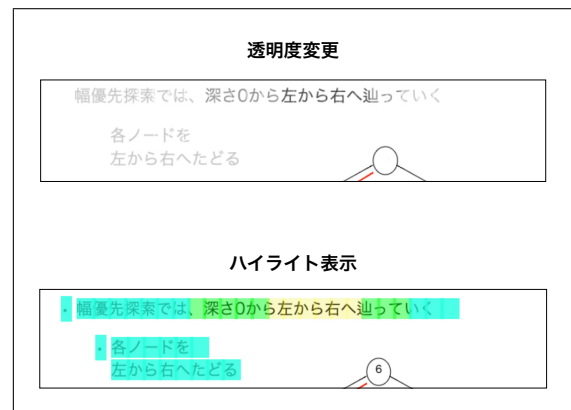


図 15 本手法と従来手法による表示の違い

7.2 議論

本研究で解決できない問題として、授業資料に書き込みを行っていない学習者の状況は教員に提示されないため、支援が必要な学習者の把握が難しいことが挙げられる。改善案として、岩倉ら [7] が示す手段を参考に書き込みが少ない学習者の状況をグラフ化し、授業中の教員が任意のタイミングでそのグラフを表示する方法が考えられる。今回の提案手法と組み合わせることで、教員は常駐的に学習者全体の注目箇所を把握し、必要に応じて個別の学習者に支援を行うことが可能になると考える。異なる手法として、クリッカーのようなレスポンスシステムを使う方法が考えられる。こちらは教員が任意のタイミングで学習者に操作を促すことで、教員は学習者の状況を把握できる。また、クリッカーと近い手法として吉野ら [14] はスマートフォン向けのアプリケーションを用いて、学習者が授業中に内容がわからない場合や質問したい場合に、アプリケーションのボタンを押下することで教員にフィードバックを送信するシステムを提案している。この手法では、授業資料のページ番号とあらかじめ用意された数種類のフィードバック用のボタンを、授業を受けている学習者が任意のタイミングで入力することで、教員に対して学習者の状況をフィードバックしている。クリッカーや吉野らの手法を用いる場合、学習者から直接的な反応を得ることが可能である。今回提案した手法は、学習者側に特定の操作を求めることなく、状況を把握できる利点があり、クリッカーや吉野らの手法とは相補的な関係にあると言える。そのため、面接授業時のような学習者の様子の把握には本手法を使用し、学習者からの直接的な反応が必要になった場合にはクリッカーを用いるといった、それぞれの手法を組み合わせることで、教員は支援が必要な学習者を把握可能になると考える。

また、本研究の手法では、非言語情報を教員にフィードバックしているが、言語情報は教員にフィードバックされないことも問題として挙げられる。手書き文字の書き込みは、教員に対して授業中の内容を有効にフィードバックする重要なものである。特に教員が言語情報を含めた書き込

みを把握することで、教員は書き込まれた疑問を解消したり間違っただ書き込みを訂正したりと、授業の進行を変更する場面は増加する可能性がある。しかしリアルタイムコメントスクロールシステム [11] のように資料にコメントを流す手法では言語情報を理解するために授業が止まってしまうことが予想される。資料中の文字と手書きの言語情報とを結ぶ書き込みがある場合、その書き込み箇所のみ授業中は提示しリプレイ機能を用いて授業終了後に確認するなど、授業の進行に影響しない範囲で言語情報をフィードバックする方法が考えられる。

8. まとめ

本研究では、授業中の教員を補助することを目的として、学習者の注目箇所を教員に提示するシステムの提案を行った。その方法として、授業中の説明に使用する授業資料の透明度を変更する。提案手法に基づき Web アプリケーションを作成し、遠隔での模擬授業形式の実験を行うことで、提案手法の有効性を検証した。実験から、授業資料中の文字の透明度が変更されることで、学習者の注目箇所を把握し、授業の進行を助けることができたといえる。一方、書き込みがない学習者や言語情報を示す検討は不十分であったため、今後検討していく必要がある。

今後の課題として、現在までに最大でも 5 名が参加した模擬授業に検証が留まっており、実際に授業が行われる数十名程度の人数が参加した状態の実験はできていないことが挙げられる。数十名程度が集まった場合、今回の実験よりも透明度が変化していく様子は明確になり、進行に関する判断は容易になると考えている。そのため、実験人数を増やした場合でも、本研究が有効であるか検証していきたい。また、遠隔での実験となったため、実験協力者の様子を直に確認することはできていない。実験を評価する上で、実験協力者の様子を映像として記録し、提案手法の有効性を評価していく必要がある。

参考文献

- [1] 齋藤ひとみ, 源田雅裕, “ノートテイキングにおける方略使用の効果に関する検討”, 日本教育工学会論文誌, Vol. 31, No. Suppl., pp. 197–200, 2008.
- [2] 魚崎祐子, “配布資料の有無が授業中のノートテイキングおよび講義内容の説明に与える影響”, 日本教育工学会論文誌, Vol. 39, No. Suppl, pp. 101–104, 2016.
- [3] 大学 ICT 推進協議会, “高等教育機関における ICT の利活用に関する調査研究結果報告書 (第 2 版)(オンライン)”, 入手先 <https://axies.jp/_media/2020/07/2019_axies_ict_survey_v2.pdf>, (参照 2020-07-28).
- [4] Moodle.org, “Moodle(オンライン)”, 入手先 <<https://moodle.org/?lang=ja>>, (参照 2020-07-28).
- [5] 株式会社朝日ネット, “manaba(オンライン)”, 入手先 <<https://manaba.jp/>>, (参照 2020-07-28).
- [6] Shimada, A., Konomi, S. and Ogata, H., “Real-time learning analytics system for improvement of on-site lectures”, *Interactive Technology and Smart Education*,

- Vol. 15, No. 4, pp. 314–331, 2018.
- [7] 岩恵裕夢, 永井孝幸, “集団授業におけるデジタル板書データを活用した指導対象学習者通知システムの試作”, 情報処理学会研究報告, Vol. 2020-CLE-30, No. 6, pp. 1–8, 2020.
- [8] 文部科学省, “新型コロナウイルスを踏まえた大学等の授業実施状況 (令和 2 年 7 月 1 日時点) (オンライン)”, 入手先 <https://www.mext.go.jp/content/20200717-mxt_kouhou01-000004520_2.pdf>, (参照 2020-07-21).
- [9] Zoom Video Communications, Inc., “Zoom(オンライン)”, 入手先 <<https://zoom.us/jp-jp/meetings.html>>, 参照 2020-07-28.
- [10] 印部太智, 丸山一貴, “注目箇所の把握を目的とした授業資料への書き込みの可視化”, 情報処理学会インタラクシオン 2020, pp. 660–664, 2020.
- [11] 長谷川達人, 森朝春, ほか, “双方向授業の実現に向けたリアルタイムコメントスクロールシステム”, 情報教育シンポジウム論文集, Vol. 2019, pp. 176–183, 2019.
- [12] 杉原太郎, 三浦元喜, 國藤進, “Practicing on Stage: デジタルペンシステムによる授業過程の見える化とインタラクシオンの増加”, 情報処理学会インタラクシオン 2010, pp. 135–142, 2010.
- [13] 坂東宏和, 加藤直樹, 三浦元喜, ほか, “授業映像・写真・筆記コメントを同期表示できる授業評価記録・閲覧システムの提案と開発”, 情報処理学会論文誌教育とコンピュータ (TCE), Vol. 3, No. 1, pp. 17–25, 2017.
- [14] 吉野孝, 今川七海, “受講者の反応をリアルタイムにフィードバックする講義支援システムの開発と評価”, 情報処理学会研究報告, Vol. 2017-GN-102, No. 4, pp. 1–6, 2017.