

Web 調べ学習における介入すべき学習者の抽出と可視化

古賀隆行*、堀越泉*、田村恭久**

*上智大学大学院理工学研究科

**上智大学理工学部

Extraction and Visualization of Struggling Learners during Investigative Learning

Takayuki Koga*, Izumi Horikoshi*, Yasuhisa TAMURA**

* Graduate School of Science and Technology, Sophia University

** Dept. Information and Communication Sciences, Sophia University

** ytamura@sophia.ac.jp

概要:本研究では Web 調べ学習を対象とし、閲覧履歴を収集する機能を開発した。そして、実際の Web 調べ学習における学習者の閲覧履歴を収集・分析し、介入すべき学習者を抽出した。その結果を用いて、介入すべき学習者を教員へ提示するダッシュボードを開発し、その効果を分析した。一般的に、調べ学習では教員が個々の学習者の状況を把握しにくいという問題がある。一方、Web を用いた調べ学習では学習者 PC で閲覧履歴が取得できる。この利点を活かし、学習者の閲覧履歴を収集・分析し、教員へ提示することで学習者の状況把握を支援する研究が行われている。先行研究では、収集した閲覧履歴を調べ学習終了後に分析し、教員へ提示する。この場合、教員は提示されたデータを参考に、授業後に介入すべき学習者を判断することになる。これに対して、本研究では調べ学習中の支援を目指した。また、介入すべき学習者を教員に判断させるのではなく、システムが提示することを試みた。そのために、授業中に介入すべき学習者を提示する教員向けダッシュボードを開発し、その効果を分析した。その結果、介入すべき学習者をシステムが提示することによって、不要な介入を抑える効果があることが明らかになった。

Abstract: In this study, we focused on investigative learning and developed a function to collect browsing history. Using the developed functions, we collected and analyzed the browsing history of learners in the actual class of investigative learning and extracted struggling learners. Then we developed a dashboard that presented struggling learners to teachers and analyzed the effectiveness of the dashboard. In general, there is a problem that it is difficult for the teacher to grasp the situation of each learner in investigative learning. On the other hand, if learners use the internet for investigative learning, the browsing history can be acquired by the learner PC. Utilizing this advantage of investigative learning using the Web, some studies have been conducted that aim to support learner's situation grasp by collecting and analyzing the browsing history of the learners and presenting it to the teachers. In these prior studies, the collected browsing history is analyzed after the class, and presented to teachers. In this case, the teacher will determine the learner to support after the class, referring to the presented data. On the other hand, in this research, we tried to support teachers during the class still going. Also, we tried to develop the system which can present struggling learners rather than make the teachers decide which learners should support. For that purpose, we developed a dashboard for teachers presenting learners who are struggling and need support in the class and verified the effect. As a result, it became clear that when the system detects Struggling learners and presented them to a teacher, there is an effect for the teacher to prevent making unnecessary supporting.

キーワード: 学習履歴分析、調べ学習

Keywords: Learning Analytics, investigative learning

1. はじめに

調べ学習という学習方法は小学校から大学まで様々な学校教育で取り入れられている。この調べ学習には、様々な形態がある(辻村 2011)。例えば、学習者があるテーマに対して学校や地域の図書館から資料を集めることで情報を収集し、結果をまとめて発表する学習活動が行われている。一方、近年では教育の情報化が進展し、学校現場でパソコンやインターネットを学習ツールとして活用する関心が高まっている(文部科学省 2011)。そのため、図書のような紙媒体を用いた調べ学習だけでなく、Webを用いた調べ学習が行われる機会が増加している。

一般的に、調べ学習では教員が個々の学習者の状況を把握しにくいという問題がある。一方、Web 調べ学習では学習者 PC で閲覧履歴を取得できる。この利点を生かし、学習者の閲覧履歴を収集・分析し、教員へ提示することで学習者の状況把握を支援する研究が行われている。先行研究では、収集した閲覧履歴を調べ学習終了後に分析し、教員へ提示する。そして、教員は提示されたデータを参考に、授業後に介入すべき学習者を判断することになる。

これに対して、本研究では調べ学習中の支援を目指している。また、介入すべき学習者を教員に判断させるのではなく、システムによる提示を目指している。そのために、学習者の閲覧履歴を収集する機能を開発する(第2章)。そして、実際の Web 調べ学習における学習者の閲覧履歴を収集・分析し、介入すべき学習者を明らかにする(第3章)。最後に、介入すべき学習者を教員へ提示するためのダッシュボードを開発し、その効果を分析する(第4章)。

本研究の効果として、教員は授業中ならでの介入を行うことができると考える。例えば、授業中に課題内容が理解できずに困っている学習者に対して、課題内容の補足説明を行うことができると期待される。

2. 閲覧履歴を収集する機能の開発

2.1 先行研究との比較

Web 調べ学習における学習者の状況把握を支援するために閲覧履歴を収集している先行研究として、金西らは、学習者へ提示する Web ページを教員が事前に探す、もしくは作成すれば、その閲覧履歴を収集できるツールを開発した(金西・妻鳥・矢野 2000)。これにより、教員は学習者の状況を把握することができるが、学習者が Web 調べ学習を行う上で収集できる資料は事前に教員が準備したものに限られる。森谷ら(2004)・地神ら(2004)・瀬下ら(2005)は、Web 調べ学習における学習者の活動を支援する Web アプリケーションを開発し、その操作ログと Proxy サーバによって収集した閲覧履歴を用いて可視化することで教師支援を目指した。この Web アプリケーションには、他者との意見交換や収集した情報をまとめる作業が容易になるという利点がある。しかし、学習者は Web アプリケーション上で定義された学習活動に沿って調べ学習を行わなければならない。渡邊ら(2008)は、Proxy サーバに機能を拡張するプログラムを追加することで学習者の閲覧履歴を収集・可視化した。学習者は Proxy サーバを経由して Web へアクセスするように自身の端末を設定する必要がある。そのため、学習者への負担が懸念される。

これらの従来研究では、学習者に複雑な端末設定を要求する、教員が学習者へ提示した範囲の Web ページの検索に制限される問題がある。これに対して、本研究では閲覧履歴を収集する Web ブラウザの追加機能(アドオン)を開発した。これにより、閲覧履歴を収集する上で学習者はアドオンをインストールするだけでよい。そのため、学習者の負担が少ないと期待される。また、Web ブラウザの追加機能であるため、学習者の活動や検索する Web ページを制限せずに閲覧履歴を収集することができる。

2.2 開発

学習者の閲覧履歴を収集するために、図 1 に示す機能を開発した。具体的には、(i)閲覧履歴をリアルタイム収集し、サーバへ送信する Web ブラウザの追加機能(アドオン)、(ii)アドオンによって送信された閲覧履歴をデータベースへ保存するデータ受信・記録プログラムを開発した。

2.3 実験

2.3.1 概要

アドオンの使用感に関する確認及び開発した機能の動作確認を行うために、研究室内で実験を行った。実施日は 2017 年 11 月 9 日、被験者は 2 名であった。

2.3.2 学習活動の内容

企業情報システムを扱う雑誌「日経情報ストラテジー」の記事から業務改善の事例を 3 本抜粋し、業務内容もしくは改善手法を比較させた。この際、他人に向けて説明することを考慮し、難しい専門用語などの使用は避けるように指示した。

本実験で「Web 調べ学習」として扱う活動は、課題内容を理解すること、日経 BP 社の Web ページ（上智大学の図書館情報検索サイトからアクセス可能）に掲載されている当該雑誌の記事から事例を 3 本抜粋すること、意味が分からない言葉を調べることである。

上記の Web 調べ学習において、学習者が行う活動を以下①～⑤のフェーズに分類した。

- ① 課題把握：Moodle（上智大学の学習管理システム；LMS）上に載せてある課題のページを閲覧することで課題の内容を把握する
- ② 情報収集の足がかり：情報収集の足がかりとして上智大学公式サイトから図書館情報検索サイトにアクセスする
- ③ 事例を探す：事例の年度別の目次ページ、号別の目次ページを閲覧することで事例を探す
- ④ 事例を読む：号別の目次ページから読みたい事例があれば PDF ファイルを開き、事例を読む
- ⑤ 不明語彙検索：事例を読んだ結果、意味が分からない用語があれば Web 検索を行い、意味を理解する

本実験では、Web 調べ学習が始まってから（アドオンのインストール完了後）約 20 分間を閲覧履歴の収集範囲とした。

2.4 分析方法

・ アドオンの使用感に関する確認

実験の冒頭に、被験者に対してアドオンのインストール方法を書面及び口頭で説明し、アドオンをインストールさせる。実験終了後、正しくアドオンをインストールできたか、Web 検索が制限されることがなかったか、確認する。

・ 開発した機能の動作確認

被験者が Web 閲覧を行う実験中に、データが保存されるサーバへ定期的にアクセスする。そして、サーバが停止しないか、データを収集・保存できているのか、確認する。

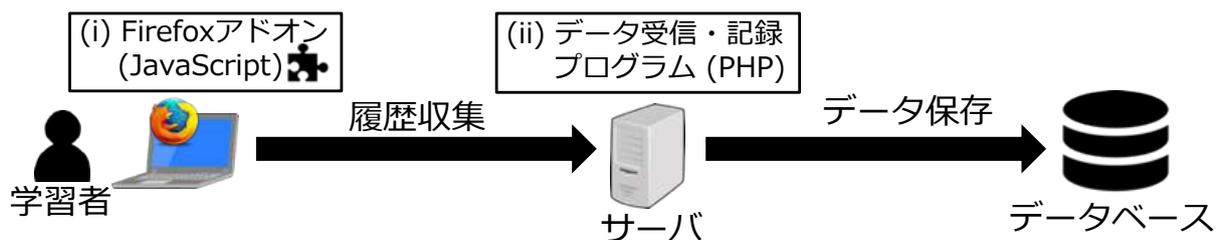


図 1 開発した機能の概要

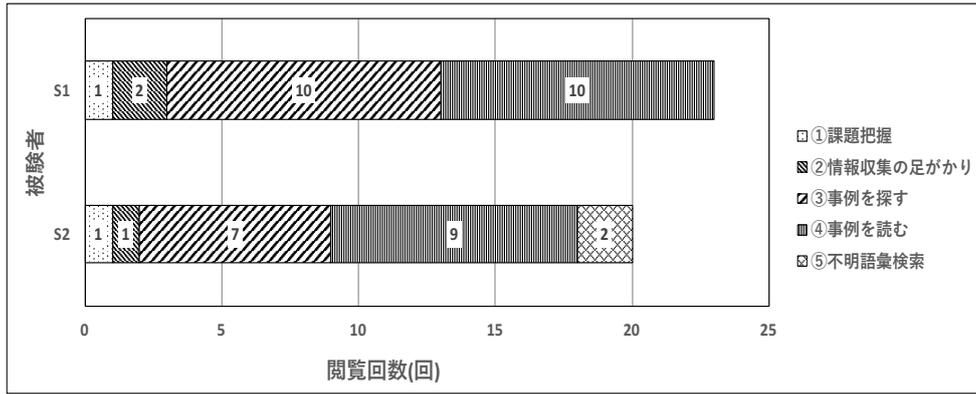


図 2 フェーズ別の閲覧回数

2.5 結果と考察

実験の結果、アドオンの使用に際して学習者は簡単な説明のみで使用を開始することができた。また、Web ページへのアクセス障害もなく、開発した機能は正常に動作した。次に、収集したデータから被験者 2 名 (S1, S2) におけるフェーズ別の閲覧回数を可視化した (図 2)。S2 の可視化結果から、「③事例を探す」「④事例を読む」(教員が提示した Web ページを閲覧した履歴) だけでなく、「⑤不明語彙検索」(教員が学習者に提示していない Web ページを閲覧した履歴) も収集できたことが確認できる。さらに、合計閲覧回数だけでなく、フェーズごとの閲覧回数が学習者によって異なることが可視化結果によって容易に判断できる。

図 3 は、フェーズの時系列遷移を可視化した結果である。

これにより、学習者の活動が時間の経過によってどのように遷り変わっていくのか容易に判断できる。

学習者の活動が「2.3.2 学習活動の内容」で述べた 5 種類のフェーズに分類された単元であるため、図 2 や図 3 のように閲覧履歴を可視化することができた。したがって、調べ学習における他の単元においても事前に設計された学習活動の種類によって同様の可視化が行えると考える。

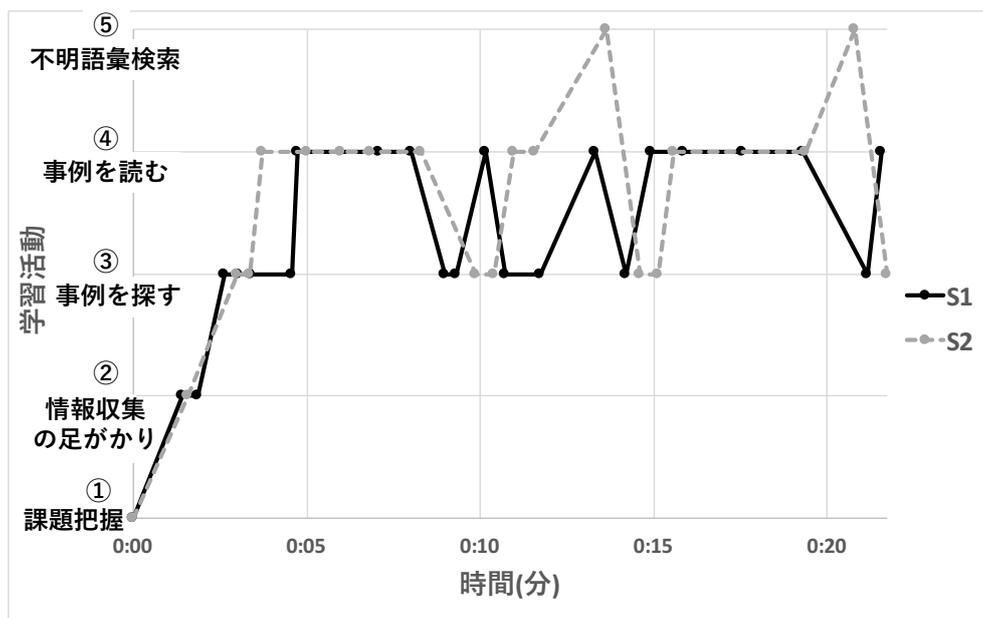


図 3 フェーズの時系列遷移

3. 介入すべき学習者の抽出

3.1 先行研究との比較

Web 調べ学習における学習者の状況把握を支援するために閲覧履歴を収集・分析・可視化している先行研究として、加藤ら(2013)は、調べ学習における学習者の状況を把握するためには、収集した資料の量と Web 検索に利用したキーワードが重要な手がかりになると考えた。そこで、学習者一人ひとりの資料登録数と検索キーワード利用数をグラフ化するシステムを開発し、教員に可視化した。渡邊ら(2010)は、学習者の Web 検索履歴に着目し、検索キーワードの利用数をタグクラウドによって可視化した。また、検索キーワードの組み合わせがどのように変化していくのか可視化するため、表形式で時系列順に検索キーワードの可視化も行なった。瀬下ら(2005)は、調べ学習における学習者の活動を「調べる」、「まとめる」、「発表する」、「交流する」の4種類のカテゴリに分類し、各カテゴリの遷移を可視化することで学習者の活動状況や特徴を教員に提示した。

これらの先行研究に対して、本研究では可視化結果から介入すべき学習者を抽出し、提示することを目指す。ここで、「2.5 結果と考察」から、調べ学習の単位において学習者が行う活動を数種類のフェーズに分類することで閲覧履歴を可視化できることが明らかになっている。そのため、本研究では学習者が課題内容を把握してから課題の回答を入力・提出するまでの学習活動を数種類のフェーズに分類し、閲覧履歴を可視化することで Web 調べ学習における介入すべき学習者を抽出する。これにより、教員が可視化結果から介入すべき学習者を選定する作業負担を軽減できると考える。また、抽出した介入すべき学習者を教員に提示すれば学習者の状況把握を支援することができる。と考える。

3.2 開発

「2.2 開発」に記載した機能を使用した。

3.3 実験

本実験は、学内の「『人を対象とする研究』に関する委員会」に研究計画等審査申請書を提出し、承認されたのちに実験を行った。

3.3.1 概要

実際の Web 調べ学習における学習者の閲覧履歴を収集するために、コンピュータールームで調べ学習が行われる授業で実験した。対象科目は上智大学開講の全学共通科目「情報フルエンシー(システムコンサルティング)」、実施日は2017年11月14日、被験者は43名であった。

本実験では、被験者にアドオンをインストールさせる必要があるため、実験の冒頭にアドオンのインストール方法を口頭及び書面で説明し、インストールさせた。

3.3.2 学習活動の内容

IT 人材に求められるスキルやキャリアを示した指標である「IT スキル標準」において、コンサルタントを除いた職種から2種類を選択し、それぞれの職種に求められるスキルの中からコンサルタントでも必要と考えるスキルとその理由を記述させた。後日、PowerPoint を用いてスライド資料を作成させ、学生同士で発表・相互評価を行った。スライド資料を作成する際、他の学生に向けて発表することを考慮し、難しい専門用語などの使用は避けるように指示した。

本実験で「Web 調べ学習」として扱う活動は、課題内容を理解すること、IT スキル標準センターが公開している Web ページ (IPA 独立行政法人情報処理推進機構 IT スキル標準センター 2011) においてコンサルタント以外の職種で求められるスキルの中からコンサルタントでも必要と思えるスキルを選択し、その理由を記述すること、専門用語の意味を調べることである。

上記の Web 調べ学習において、学習者が行う活動を以下①～⑥のフェーズに分類した。

- ① LMS へログイン:Moodle から本単元のコースにアクセスする
- ② 課題把握:Moodle 上のコースに載せてある課題のページを閲覧することで課題内容を把握する
- ③ 情報収集の足がかり:課題のページに記載されている URL から IT スキル標準の Web ページへアクセスする。
- ④ 職種選択:IT スキル標準の Web ページから職種別に概要やスキル領域が記載された

PDF ファイルを閲覧する。

- ⑤ Web 検索 : PDF ファイルを閲覧した結果、意味がわからない専門用語や疑問点があれば Web 検索を行う。
- ⑥ 回答入力・提出 : Moodle 上のコースから課題に対する回答を入力・提出する。

本単元は 90 分で構成されるが、アドオンのインストール終了時 (授業開始から約 12 分後) から授業終了時までを閲覧履歴の収集範囲とした。

3.4 分析方法

URL や Web ページのタイトルから、収集した閲覧履歴を「3.3.2 学習活動の内容」に記載した①～⑥のフェーズに分類し、可視化する。その後、各フェーズにおけ

る特徴的な学習者の行動に着目し、考察することで介入すべき学習者を抽出する。

3.5 結果と考察

Web 調べ学習における介入すべき学習者を抽出するために、まず本単元の特徴を述べる。図 4 は、全学習者におけるフェーズ別の合計閲覧回数と平均閲覧回数を可視化した結果である。図 4 より、「④職種選択」が全フェーズの約 40% を占めていることが確認できるため、本単元では IT スキル標準の Web ページのような教員が学習者に提示した Web ページの閲覧が多い単元であったと言える。また、学習者一人あたり「②課題把握」を 16 回行なっているため、課題内容の理解が難しかった可能性がある。

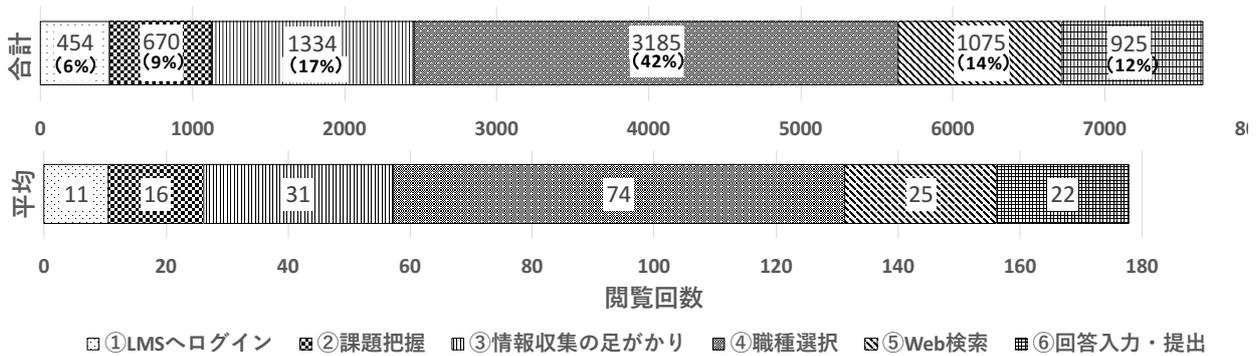


図 4 全学習者におけるフェーズ別の合計閲覧回数・平均閲覧回数

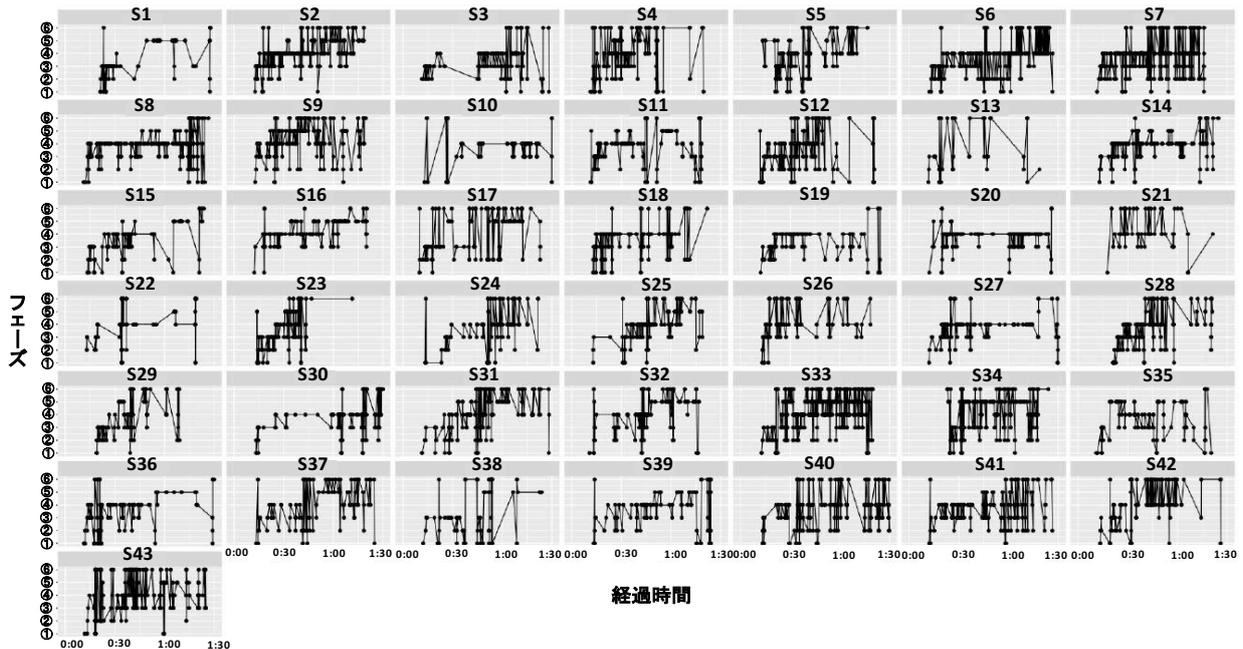


図 5 全学習者におけるフェーズの時系列遷移

上述した本単元の特徴を考慮した上で各フェーズに着目し、Web 調べ学習における介入すべき学習者を抽出する。図 5 は、被験者 43 名 (S1~S43) における各フェーズの時間経過による遷移を可視化した結果である。

この中で「⑤Web 検索」のフェーズに着目すると、S3 や S18 などの 11 名 (約 25%) の学習者が⑤を行わなかった (図 6)。ただし、本科目は全学年・全学部が受講するため、IT 関連の知識が豊富な学習者は少数に限られることが想定される。このことから、⑤を行っていない学習者は⑤を行う必要がなかったのではなく、必要最低限の活動だけ行った学習者であると懸念される。そのため、教員は課題に対して学習者がより探求できるように働きかけるのが有効であると考えられる。

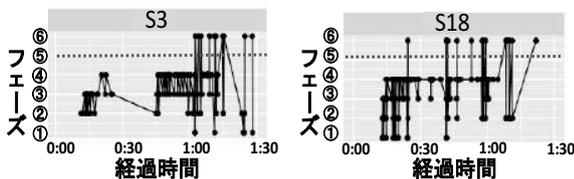


図 6 Web 検索を行わなかった学習者

次に、「②課題把握」のフェーズに着目する。S5 や S43 のような学習者は、調べ学習の冒頭で②を繰り返したが、それ以降は一度も行わない、または 1~3 回程度だけ行っている (図 7)。これは、学習者が調べ学習の冒頭で課題内容を理解できたと判断したことによって、その後は課題ページを閲覧しなかった、または最終確認として閲覧した結果だと考える。

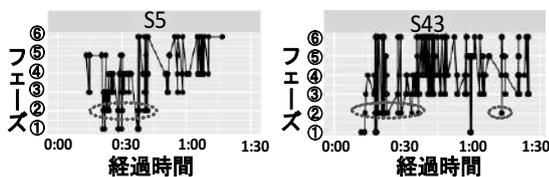


図 7 課題把握に苦戦しなかった学習者

一方、S6 や S7 などの 8 名 (約 18%) の学習者は、調べ学習の冒頭で②を繰り返した後、一定時間が経過してから再び②を繰り返している (図 8)。これは、学習者が調べ学習を進めている途中で課題内容が理解できなくなってしまい、課題把握に苦戦した結果だと考える。よって、教員は再度課題内容についての説明を行うのが

有効と考える。

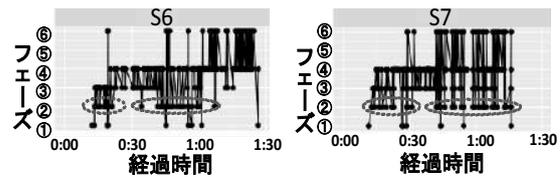


図 8 課題把握に苦戦していた学習者

本単元において課題内容については教員が口頭で説明したため、学習者によっては②に一度も遷移しない場合が存在する。一方で、「③情報収集の足がかり」は教員が学習者に提示した Web ページを閲覧することであるため、全ての学習者が到達すべきフェーズである。このことから、学習者が③に到達するまでに費やした時間の平均値を算出し、平均値以上の時間を費やした学習者を教員に提示すべきだと考えた。結果として、平均時間は授業開始から約 15 分後であり、S10 や S21 などの 7 名 (約 16%) の学習者が平均値以上の時間を費やして③に到達していた (図 9)。これらの学習者は課題ページにアクセスできない、何をすればいいのか分からない等のつまずきが懸念されるため、教員は視察に行くべきだと考える。

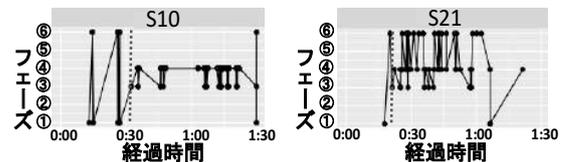


図 9 教員が提示した Web ページを一定時間内に閲覧しなかった学習者のフェーズ遷移

本単元における学習者の活動を 6 種類のフェーズに分類したことで、閲覧履歴を可視化することができた。そして、各フェーズに着目した考察を行った結果、以下 (ア)~(ウ) のような介入すべき学習者が抽出できた。

(ア) 教員が提示した Web ページを一定時間内に閲覧しなかった学習者

平均値以上の時間を費やして「③情報収集の足がかり」を行った学習者

(イ) Web 検索を行わなかった学習者

調べ学習終了までに一度も「⑤Web 検索」を行わなかった学習者

(ウ) 課題把握に苦戦していた学習者

調べ学習の冒頭で「②課題把握」を繰り返した後、一定時間が経過してから再び「②課題把握」を繰り返している

これらの介入すべき学習者(ア)～(ウ)は、収集した閲覧履歴を授業後に分析することで抽出することができた。次章では、介入すべき学習者を授業中に教員へ提示する事を目指す。そのために、介入すべき学習者(ア)～(ウ)を以下(A)～(C)のような「授業中に介入すべき学習者(要介入者)」として教員へ提示する。

(A) 教員が提示した Web ページを閲覧しない学習者
教員が初めて③を行なった時刻(閲覧すべき Web ページを教員が学習者に対して初めて提示した時刻) から 5 分経過しても③を行わない学習者

(B) Web 検索を行わない学習者
Web 調べ学習が開始してから 60 分経過しても⑤を行わない学習者

(C) 課題把握に苦戦している学習者
②を 16 回(平均値)以上行なっている学習者

4. 教員向けダッシュボードの開発と有効性の検証

4.1 先行研究との比較

学習者の閲覧履歴を収集・分析し、教員へ提示することで学習者の状況把握を支援する先行研究として、瀬下ら(2005)は学習者の Web 調べ学習における「学習スタイル」を可視化し、教員へ提示している。また、加藤ら(2013)は学習者が「何を」「どのように」調べたのか可視化し、教員へ提示している。これらの先行研究では、収集した閲覧履歴を調べ学習終了後に分析し、教員へ提示する。そして、教員は提示されたデータを参考に、授業後に介入すべき学習者を判断することになる。

これに対して、本研究では調べ学習中の支援を目指している。また、介入すべき学習者を教員に判断させるのではなく、システムが提示する。そのために、授業中に介入すべき学習者を提示する教員向けダッシュボードを開発し、その効果を分析する。これにより教員は、授業中ならではの介入を行うことができると考える。例え

ば、授業中に課題内容が理解できずに困っている学習者に対して、課題内容の補足説明を行うことができると期待される。

4.2 開発

4.2.1 概要

Web 調べ学習における学習者の閲覧履歴を収集・分析し、介入すべき学習者を教員へ提示するために、「2.2 開発」で記載した機能に新機能を追加し、図 10 に示すシステムを開発した。具体的には、(i)閲覧履歴をリアルタイム収集し、サーバへ送信する Web ブラウザの追加機能(アドオン)、(ii)アドオンによって送信された閲覧履歴をデータベースへ保存するデータ受信・記録プログラムに加えて、(iii)データベースに保存されたデータを一定時間ごとに分析し、介入すべき学習者を抽出する分析プログラム、(iv)分析プログラムによって抽出された介入すべき学習者を教員へ提示するためのダッシュボードを開発した。

4.2.2 ダッシュボードについて

本研究では、「3.5 結果と考察」で記載した要介入者(A)～(C)を教員へ提示すれば、調べ学習中の学習者の状況把握を支援できると考える。そのため、図 11 のような要介入者の座席をハイライトするダッシュボード(図 10-(iv))を開発した。

このダッシュボードは、教室の座席配置を模しているため、教員はハイライトされた席に座っている学習者へ優先的に介入することができる。グレーにハイライトされている座席は、PC が稼働していない座席である。

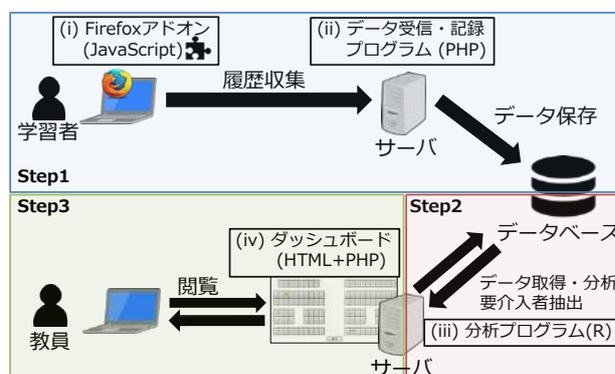


図 10 開発したシステムの概要

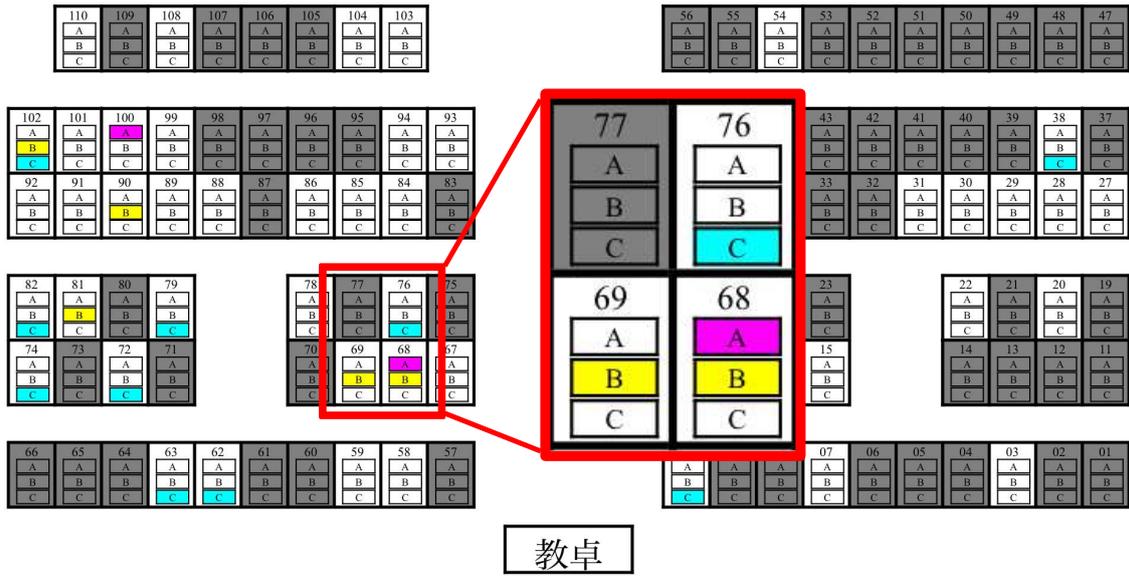


図 11 Web 調べ学習を実施した教室の座席配置を模したダッシュボード

4.3 実験

本実験は、学内の「『人を対象とする研究』に関する委員会」に研究計画等審査申請書を提出し、承認されたのちに実験を行った。

4.3.1 概要

授業中に介入すべき学習者をシステムが提示することの有効性を検証するために、コンピュータールームで調べ学習が行われる授業で実験した。対象科目は上智大学開講の全学共通科目「情報フルエンシー（システムコンサルティング）」、実施日は2019年1月8日、被験者は51名であった。

本実験では、被験者にアドオンをインストールさせる必要があるため、実験の冒頭にアドオンのインストール方法を口頭及び書面で説明し、インストールさせた。その際、途中でインストール手順が分からなくなった被験者や授業に遅れてきた被験者へ対応するために、教員・TA 以外に4名の補助要員を配備した。

教員が、いつ・誰に・どのような介入を教員が行ったのか記録するため、ウェアラブルカメラを教員へ装着して動画データとして収集した。また、ダッシュボードの

画面録画を行うことで、ハイライトの変化を動画データとして収集した。

4.3.2 学習活動の内容

本実験における Web 調べ学習の学習活動は、「3.3.2 学習活動の内容」と同様である。

4.4 分析方法

(i) 介入すべき学習者をシステムが提示する有効性

「(a)ダッシュボードはハイライトしなかったが教員は介入した学習者」と「(b)ダッシュボードはハイライトしたが教員は介入しなかった学習者」の人数を算出する。(a)の人数が少ない場合、ダッシュボードによって介入の無駄を抑えられたと言える。(b)の人数が少ない場合、ダッシュボードによって介入の漏れを抑えられたと言える。

(ii) 介入すべき学習者を授業中に提示する有効性

要介入者(A)～(C)の割合を昨年度(第3章)の実験データ(授業中に介入すべき学習者を提示していない)と比較する。今年度の方が要介入者(A)～(C)の割合が低い場合、介入すべき学習者を授業中に提示することで要介入者の割合が減少したと言える。

4.5 結果と考察

(i) 介入すべき学習者をシステムが提示する有効性

介入すべき学習者を教員に判断させるのではなく、システムが提示することによって介入の無駄や漏れを抑えられたのか検証するために、教員の介入数とダッシュボードのハイライト数を図 12 に示す。ただし、ダッシュボードがハイライトした要介入者は3種類あるが、図 12 では別々に考えるのではなく、要介入者(A)~(C)の中から1種類でもハイライトしたことのある学習者を「ダッシュボードがハイライトした学習者」としている。

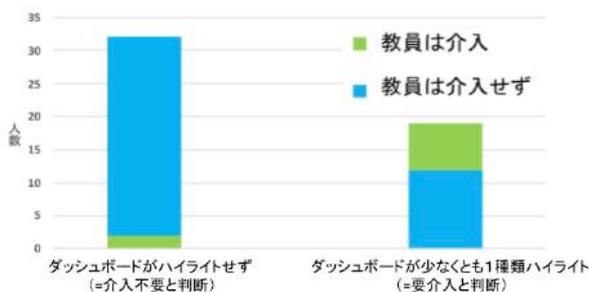


図 12 教員の介入数とダッシュボードのハイライト数

図 12 より、ダッシュボードがハイライトしなかった(介入不要と判断した)学習者に着目すると、教員が介入した人数は介入しなかった人数よりも明らかに少ないことが分かる。よって、本来ならば教員は介入すべき学習者が分からないので、介入する必要がない学習者にも介入を度々行ってしまう可能性があるが、開発したダッシュボードによって教員は介入する必要がない学習者への介入を最小限に抑える事ができた(介入の無駄を抑えることができた)のではないのかと考える。一方、ダッシュボードがハイライトした(要介入と判断した)学習者に着目すると、教員が介入しなかった人数が介入した学習者の人数よりも多いことが分かる。つまり、教員は介入すべき学習者全員へ介入できなかった(介入の漏れを抑えることができなかった)のかもしれないと考える。

次に、要介入者(A)~(C)のそれぞれについて介入の無駄や漏れがあったのか検証するために、要介入者(A)~(C)のそれぞれにおける教員の介入数とダッシュボードのハイライト数を表 1~3 に示す。

表 1 要介入者(A)~(C)それぞれにおける教員の介入数とダッシュボードのハイライト数

| 要介入者(A) | | | 要介入者(B) | | | 要介入者(C) | | |
|---------|----|----|---------|----|----|---------|----|----|
| ハイライト | あり | なし | ハイライト | あり | なし | ハイライト | あり | なし |
| 介入 | 0 | 0 | あり | 4 | 0 | あり | 4 | 2 |
| なし | 4 | 47 | なし | 0 | 47 | なし | 8 | 37 |

表 1 より、要介入者(A)の場合は介入の無駄(青字)は無く、介入の漏れ(赤字)があったことが分かる。ここで、要介入者(A)において介入の漏れを抑えることができなかった理由を考察するために、ウェアラブルカメラによって収集した動画データを確認した。その結果、要介入者(A)としてハイライトされた学習者は教員の介入が行われる前にハイライトが消えていた。つまり本実験においては、教員が提示した Web ページ(IT スkill 標準の Web ページ)を教員による介入が無くても全学習者が閲覧できたことになる。しかし、要介入者(A)としてハイライトされた学習者 4 名のうち 3 名が授業開始時刻に遅刻した学習者であった。本実験では、授業に遅れてきた学習者に対して、アドオンのインストール方法と課題内容を補助要員が対面で説明した。そのため、本来ならば遅刻してきた学習者は要介入者(A)としてハイライトされ続けるはずだが、補助要員の支援によって自力で IT スkill 標準の Web ページを閲覧することができたのではないのかと考える。よって、少なくとも 3 名については介入の漏れではないと考える。要介入者(B)に着目すると、介入の無駄(青字)と漏れ(赤字)は無かったことが分かる。要介入者(C)に着目すると、介入の無駄(青字)と漏れ(赤字)があったことが分かる。ここで、要介入者(C)において介入の無駄と漏れが生じた理由を考察するために、ウェアラブルカメラによって収集した動画データを確認した。その結果、早い時間帯に要介入者(C)としてハイライトされた 4 名のみ教員は介入を行っていたことがわかった。なぜ、遅い時間帯にハイライトされた 8 名には介入を行わなかったのか、教員へ聞き取りを行った結果、「早い時間帯にハイライトされた 4 名へ介入を行なったが介入の必要は無かった。だから、それ以降にハイライトされた学習者についても介入の必要は無いと考え、介入しなかった」という回答を得た。また、介入した結果介入の必要が無いと判

断した4名は、課題内容を確認しながら課題の回答を記入していたという意見も得た。教員の回答・意見を考慮すると、早い時間帯にハイライトされた4名については課題内容が理解できないから課題把握を行っていたのではなく、むしろ課題の内容を十分理解し、確認のつもりで課題把握を行っていた可能性が考えられる。よって、現状の要介入者(C)の抽出方法では、介入する必要がない学習者も抽出していると考えられる。一方、介入の無駄として判断した2名については、学習者が自ら教員へ課題内容について質問していた。よって、本来ならば要介入者(C)としてハイライトすべき学習者であったと言えるため、現状の要介入者(C)の抽出方法では、介入すべき学習者を抽出できていないと考える。以上の考察を踏まえると、現状の要介入者(C)の抽出方法では、介入すべき学習者を抽出できていない、介入する必要がない学習者を抽出している危険性がある。だからこそ、介入の無駄や漏れを抑えることができなかつたと考える。よって、介入すべき学習者(C)の解釈を変更することで介入の無駄や漏れを減らすことができると考える。

(ii) 介入すべき学習者を授業中に提示する有効性

● 要介入者(A)について

実験の結果、ITスキル標準のWebページ(教員が提示したWebページ)を教員が学習者に対して初めて提示した時刻は授業開始から21分後であった。そのため、要介入者(A)を教員へ提示した時刻は授業開始から26分後である。本実験における要介入者(A)の割合の遷移を図13に示す。

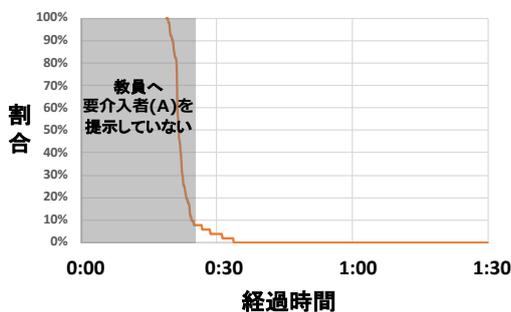


図13 今年度における「教員が提示したWebページを閲覧しない学習者」(要介入者(A))の割合

図13より、要介入者(A)を教員に対して提示し始めた時刻での割合は8%(4名)であった。そして、時間が経過するに従って割合は下がり、授業開始から33分後には0%になったことが分かる。介入すべき学習者を授

業中に提示する有効性を検証するために、昨年度の実験データ(授業中に要介入者(A)を提示していない)に対しても、要介入者(A)の割合の遷移を可視化する(図14)。

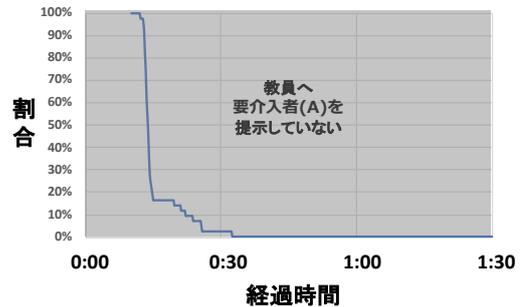


図14 昨年度における「教員が提示したWebページを閲覧しない学習者」(要介入者(A))の割合

図14より、昨年度においても介入すべき学習者(A)の割合は最終的に0%になったことがわかる。しかし、昨年度のデータにおいては、ITスキル標準のWebページを教員が学習者に対して初めて提示した時刻を記録していなかった。そのため、教員に対して提示し始めた時刻での割合が分からず、本年度の実験データと比較することができなかった。

● 要介入者(B)について

本実験における要介入者(B)の割合の遷移を図15に示す。ただし、ここでの要介入者(B)とは、授業開始から60分経過してもWeb検索を行わない学習者を対象としているため、60分が経過した直後から要介入者(B)を教員へ提示している。

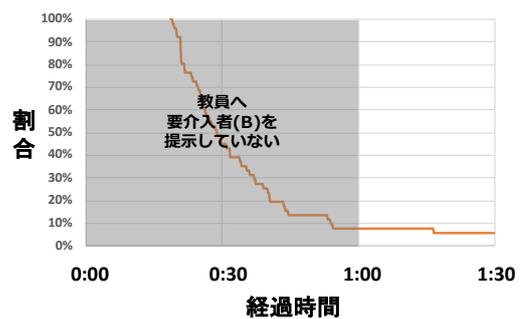


図15 今年度における「Web検索を行わない学習者」(要介入者(B))の割合

図15より、要介入者(B)を教員に対して提示し始めた時刻での割合は8%(4名)であり、授業終了時には6%(3名)になったことが分かる。介入すべき学習者を授業中に提示する有効性を検証するために、昨年度の実験データに対しても、要介入者(B)の割合の遷移を可視化し、図15と比較する(図16)。

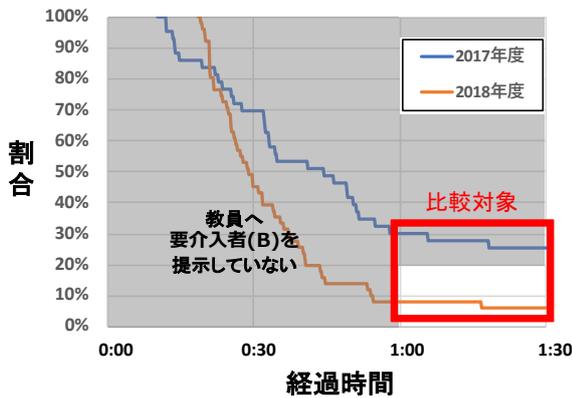


図 16 今年度と昨年度における「Web 検索を行わない学習者」(要介入者(B))の割合の比較

図 16 より、昨年度も今年度と同様に要介入者(B)の割合が減少していることがわかる。

● 要介入者(C)について

本実験における要介入者(C)の割合の遷移を図 17 に示す。ただし、ここでの要介入者(C)とは、課題内容が記載されている Web ページを 16 回(昨年度の平均値)以上閲覧した学習者を対象としているため、対象となる学習者が存在した場合は授業開始から教員に対して提示していた。

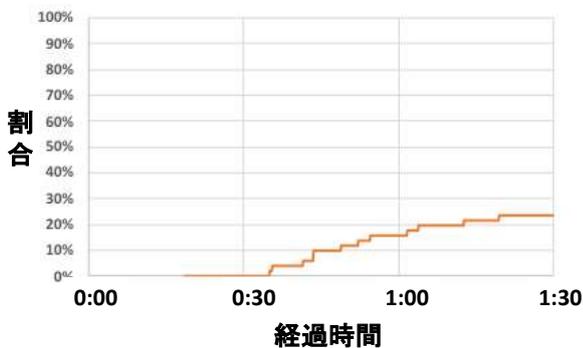


図 17 今年度の「課題把握に苦戦している学習者」(要介入者(C))の割合

図 17 より、授業開始から 35 分が経過した時に初めて要介入者(C)としてハイライトされる学習者が現れた。そして、時間が経過するに従って割合は増加し、授業終了時には 24% (12 名) になったことが分かる。

要介入者(A)、(B)においては、ダッシュボードによってハイライトされた後にハイライトが消える可能性がある。一方、要介入者(C)においては、一度ハイライトされた学習者は授業終了時までハイライトされ続けるという違いがある。ここで、要介入者(C)としてハイライトされた学習者へ教員が介入したことによって、学習者

は課題内容を理解できたと仮定し、要介入者(C)の割合の遷移を可視化する(図 18)。

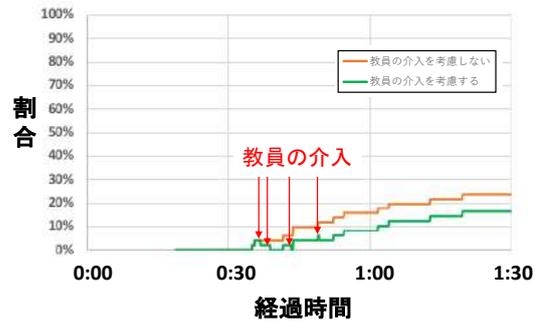


図 18 教員の介入を考慮した場合における今年度の「課題把握に苦戦している学習者」(要介入者(C))の割合

図 18 より、要介入者(C)としてハイライトされた学習者へ教員が計 4 回の介入を行なったことで、最終的な割合は 16% (8 名) まで減少したことが分かる。介入すべき学習者を授業中に提示する有効性を検証するために、昨年度の実験データに対しても、要介入者(C)の割合の遷移を可視化し、図 17 と比較する(図 19)。

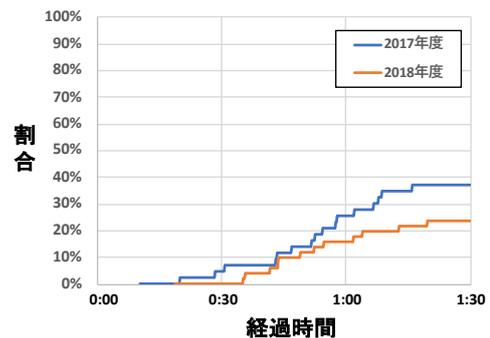


図 19 今年度と昨年度における「課題把握に苦戦している学習者」(要介入者(C))の割合の比較

図 19 より、昨年度においては要介入者(C)の割合が最終的に 37% (16 名) だったことがわかる。そして、今年度の割合 (24%) の方が昨年度よりも低いことが分かる。しかし、前述したように、要介入者(C)においては、一度ハイライトされた学習者は授業終了時までハイライトされ続けるため、教員の介入によって割合が減少した結果がわからない。そして、昨年度のデータにおいては、ウェアラブルカメラによって教員の行動履歴を収集していなかったため、図 18 のように教員の介入を考慮した割合が分からない。よって、本年度の実験データと比較することができなかった。

5. 総合考察

第2章から第4章までに議論をまとめると、以下のよう
に整理できる。

- **アドオンによる学習者の閲覧履歴収集(第2章)**
 - アドオンによって、学習者へ複雑な端末設定を要求せず、Web 検索の範囲も制限せず
に閲覧履歴を収集できる
 - 学習者の活動を数種類のフェーズに分類
することで閲覧履歴を可視化することができる
 - 調べ学習によっては様々な学習活動が想
定されるが、事前に設計された学習活動の
種類によってフェーズ分類・可視化を行う
ことができる
- **介入すべき学習者の抽出(第3章)**
 - 数種類のフェーズに分類・可視化された閲
覧履歴において、各フェーズに着目し、特
徴的な行動を考察することで介入すべき
学習者を抽出できる
- **介入すべき学習者を教員へ提示するダッシュボ
ード開発と効果分析(第4章)**
 - 介入すべき学習者をシステムが提示する
ことによって、介入の無駄や漏れを抑える
ことができる

6. 結論

本研究の目的は、Web 調べ学習を対象とし、授業中に
介入すべき学習者を教員へ提示するダッシュボードを
開発し、その効果を分析することであった。そのために、
学習者の閲覧履歴を収集する機能を開発した。そして、
実際の Web 調べ学習における学習者の閲覧履歴を収
集・分析し、介入すべき学習者を明らかにした。その結
果を用いて、介入すべき学習者を教員へ提示するための
ダッシュボードを開発し、その効果を分析した。結果と
して、介入すべき学習者をシステムが提示することによ
って、介入の無駄(介入が不要な学習者へ介入すること)
を抑えることができた。

7. 今後の課題

- **介入すべき学習者の再検証**

本研究では、数種類のフェーズに分類・可視化された閲
覧履歴から介入すべき学習者を抽出し、教員へ提示した。
一方で、介入すべき学習者として抽出した学習者は介入
が必要であると仮定しているため、本当に介入が必要だ
ったのかアンケートによる聞き取り、提出された課題の
評点等から検証する必要がある。
- **ダッシュボードを教員が閲覧した上で介入を
行ったのか判断する方法を検討**

教員が介入した学習者において、ダッシュボードがハイ
ライトしていた場合、教員はダッシュボードを閲覧し
たことによって介入を行ったと仮定している。そのため、
本当にダッシュボードを閲覧した結果として教員は介
入を行ったのか、視線情報等から判断する方法を検討す
る必要がある。
- **介入すべき学習者(A)~(C)以外のパターンを
検討**

教員に提示する介入すべき学習者の種類は3パターン
であったが、それ以外にも課題回答に着手する時間が遅
い学習者、課題回答のために参照すべき PDF ファイル
を一回しか閲覧しない学習者等の介入すべき学習者が
考えられるため、教員に対して提示する価値のあるパ
ターンを検討する必要がある。
- **ダッシュボードの有効性を再検証**

ダッシュボードによる有効性を検証するために、昨年度
と今年度のデータを比較するつもりだったが、昨年度の
データにおいてはウェアラブルカメラによって教員の
行動履歴を収集していなかった。また、閲覧すべき Web
ページ(IT スキル標準の Web ページ)を教員が学習者
に対して初めて提示した時刻を記録していなかったの
で、有効性を正しく検証できなかった。そのため、今年
度に行った実験と同様の実験を再度行い、収集データか
らダッシュボードの有効性を検証する必要がある。

参考文献

- 地神聡美, 森谷友昭, 高橋時市郎. (2004b). 学習活動代表値に基づく Web 調べ学習履歴の分析, 情報科学技術フォーラム一般講演論文集, 3(3), 485-486.
- IPA 独立行政法人情報処理推進機構 IT スキル標準センター. (2011). IT スキル標準,
https://www.ipa.go.jp/jinzai/itss/download_V3_2011.html, (2019年1月28日確認)
- 金西計英, 妻島貴彦, 矢野米雄. (2000). LOGEMON : Web 教材を使用した授業での教師支援システム・学習者の閲覧履歴の視覚化による教師支援, 電子情報通信学会論文誌, 83(6), 658-670.
- 加藤茉文, 松村敦, 宇陀則彦. (2013). 調べ学習指導者支援システム, 情報処理学会第75回全国大会講演論文集, 735-736.
- 森谷友昭, 地神聡美, 高橋時市郎. (2004a). 学習活動別時間に基づく Web 調べ学習履歴の分析, 情報科学技術フォーラム一般講演論文集, 3(3) 483-484.
- 文部科学省(2011). 教育の情報化ビジョン～21世紀にふさわしい学びと学校の想像を目指して～,
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2017/06/26/1305484_01_1.pdf, (2019年1月28日確認).
- 瀬下仁志, 田中明通, 丸山美奈. (2005). 学習者主導の学習活動における活動プロセスの可視化・分析, 日本教育工学会論文誌, 29(3) 359-369.
- 辻村敬三. (2011). 「調べ学習」とは何か・・・類型化の試み, 京都府総合教育センター平成23年度研究紀要, 1, 9-17.
- 渡邊貴志, 矢吹太朗, 佐久田博司. (2008). Web 利用履歴のリアルタイムモニタリングによるクラスの学習状況把握ツールの開発, 電子情報通信学会技術研究報告, 109(335), 37-42.
- 渡邊貴志, 矢吹太朗, 佐久田博司. (2010). 学習者の Web 利用履歴を活用する e-Learning 環境の構築, 第2回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム.

著者紹介

古賀隆行

2017年上智大学工学部卒、2019年3月上智大学大学院博士前期課程 修了。Web 調べ学習における学習者の閲覧行動に着目し、研究を行う。

堀越泉

2016年上智大学工学部 卒、2018年3月上智大学大学院博士前期課程 修了。現在、同博士後期課程在学中。細粒度学習ログを用いた学習分析を行う。学習分析学会、日本行動計量学会、教育システム情報学会、日本教育工学会、各会員。

田村恭久

上智大学工学部教授。1987年上智大学大学院博士前期課程 修了。1996年博士(工学)。専門分野は教育工学、研究テーマはeラーニング、ラーニングアナリティクス、協調学習支援など。学習分析学会理事長、日本eラーニング学会会長、ICT Connect 21 理事・技術標準 WG 座長、ISO/IEC JTC1/SC36 WG8 project coreditor。

