

# 学習履歴の閲覧意図に応じて異なる複数の視点を 切り替え可能なログデータ可視化手法の検討

今野 裕太<sup>\*1</sup>, 児玉 雅明<sup>\*1</sup>, 趙 秀敏<sup>\*2</sup>, 大河 雄一<sup>\*1</sup>, 三石 大<sup>\*3</sup>

\*1 東北大学大学院教育情報学研究部・教育部, \*2 東北大学高度教養教育・学生支援機構,  
\*3 東北大学教育情報基盤センター

## A Study on the Visualization Methodology which Enables to Switch Different Viewpoints According to the Purposes

Yuta KONNO<sup>\*1</sup>, Masaaki Kodama<sup>\*1</sup>, Xiumin ZHAO<sup>\*2</sup>, Yuichi OHKAWA<sup>\*1</sup>, Takashi MITSUSHI<sup>\*3</sup>

\*1 Graduate School of Educational Informatics, Tohoku University

\*2 Institute for Excellence in Higher Education, Tohoku University

\*3 Center for Information Technology in Education, Tohoku University

現在我々は、大学1年次における第2外国語としての初級中国語学習を対象にブレンディッドラーニングを試行しており、そのための復習用教材としてのスマートフォンアプリケーションを開発・提供している。その上で、アプリケーションの利用を通じて記録される学習履歴や操作履歴を学習者や教員に提示し、学習の進捗把握や指導に役立てたいと考えている。しかし、利用者が学習履歴や操作履歴を閲覧する目的は多様であり、どのように提示すればよいかを一意に決定することは難しい。そこで本研究では、学習者に対しては、復習により習得を目指したスキルに基づき、アプリケーションを利用した復習の進捗状況と目標を可視化する。一方教員には、学習者全体の学習状況の把握や、学習に問題を抱えている学習者の発見のために、異なる複数の閲覧視点を選択可能な、閲覧目的に応じた可視化の検討を行った。

キーワード: 学習履歴, 可視化, ブレンディッドラーニング, マイクロラーニング

### 1. はじめに

現在我々は、大学1年時における第2外国語としての初級中国語学習を対象に、対面授業とeラーニングによる復習から構成されるブレンディッドラーニング<sup>①</sup>を実践しており、その際に使用する復習用eラーニング教材として、スマートフォン用アプリケーションの開発を行っている。一般にスマートフォン用アプリケーションを利用した復習では、さまざまな学習履歴を取得可能である。そのため、蓄積された学習履歴や操作履歴などのログデータを、教員が学習状況を把握するためや授業改善へ活用するため、学習者が学習状況や学習成果を把握するために活用できる可能性がある

る。そこで我々は、開発しているスマートフォン用学習アプリケーションの利用を通じて取得・蓄積された学習履歴や操作履歴を教員や学習者に提示し、学習状況の把握や、学習者に対する指導への活用が行えないか検討することとした。一方、現在我々が復習用に提供しているスマートフォン用学習アプリケーションは、ログデータを基にした利用者に対する情報提供への考慮が不十分であり、教員による学習者の復習状況の把握や、学習者による学習者自身の復習状況の把握は困難である。また、教員や学習者が学習履歴を閲覧する際の目的は多様であるため、学習履歴や操作履歴などを可視化して提示する場合に、どのような形式で教員や学習者自身に提示することが効果的かを一意に決定

することは困難である。他の既存研究においても、学習履歴を分析し、教員や学習者に情報提供を行うシステムは多く存在する。しかし、システム上であらかじめ決められた視点でしか可視化結果を閲覧することできないのが一般的である。そのため、個々の利用者が各自の閲覧目的に応じて学習履歴を詳細に把握することは困難である。もし、利用者の目的に応じて、閲覧視点をさまざまに切り替え可能にでき、各利用者の閲覧目的に対応した可視化結果を提供できれば、利用者が学習状況を詳細に把握することが可能になるとともに、1つの閲覧目的に対しても多様な視点から考察を行うことも可能だと考えられる。

本研究では、取得される学習履歴に基づいて、様々な閲覧目的を想定した複数の異なる閲覧視点を用意するとともに、閲覧視点の切り替えを可能にすることによって、システム開発者が事前に想定しない視点を含めて、教員と学習者双方へ可視化結果を提示する手法を検討している。具体的には、学習者に対しては、学習形式ごとに習得を目指すスキルを定義し、スキルを基に復習状況や到達目標が閲覧可能な可視化を行う。一方教員には、複数の異なる閲覧視点の切り替えや組み合わせ、新たな視点の作成を行えるようにすることを通して、教員の閲覧目的に応じて学習者の復習状況の可視化を行う。本稿では、復習用教材としてのスマートフォンアプリケーションの開発、および学習履歴から提示可能な可視化内容と、可視化する際のユーザインタフェースの検討について報告する。

## 2. 先行研究とその課題

### 2.1 既存の復習用 e ラーニング教材の概要

現在、我々が復習用に提供している e ラーニング教材は、4つの学習形式から構成されるスマートフォン用アプリケーションである。具体的には、音声を聞いて発声する「リピーティング」、音声に合わせて発声する「シャドーイング」、単語を並び替えて正しい中国語の文章を完成させる「文型練習」、学習者の発音を判定する「力試し」から構成される。学習者がアプリケーションを利用した際には、クラスや個人を識別するユーザ ID をはじめとして、学習履歴が記録された日時、実施した学習形式の種別、実施した学習単元と問題番



図 1. アプリ上で学習者に提示される復習状況

The screenshot shows a web interface with a table titled '学習履歴' (Learning History). The table has columns for '学習日' (Learning Date), '学習内容' (Learning Content), '種別' (Type), '問題番号' (Question Number), '所要時間' (Required Time), and '到達結果' (Achievement Result). The table lists multiple entries for 'リピーティング' (Repetition) and '文型練習' (Text Pattern Practice) with their respective dates, times, and results.

学習日	学習内容	種別	問題番号	所要時間	到達結果
2017/11/15 19:25:22	リピーティング	1	1		0/2
2017/11/18 17:29:38	リピーティング	1	1		0/2
2017/10/24 13:56:58	リピーティング	1	1		0/4
2017/10/19 10:55:11	リピーティング	1	1		0/9
2017/12/12 17:53:01	文型練習	1	1		0/11 ○
2017/10/05 12:30:48	文型練習	1	2		0/4 ×
2017/10/05 12:30:40	文型練習	1	1		0/9 ○
2017/08/21 16:05:01	文型練習	1	1		0/3 ×
2017/08/21 16:04:33	文型練習	1	2		0/4 ×
2017/08/21 16:04:29	文型練習	1	1		0/2 ×
2017/08/21 16:04:26	文型練習	1	2		0/29 ×
2017/08/21 16:03:53	文型練習	1	1		0/8 ○
2017/06/19 15:21:29	文型練習	1	1		10/16 ×
2017/06/16 20:05:14	文型練習	1	3		3/2 ×
2017/06/16 20:03:52	文型練習	1	2		10/26 ×
2017/06/15 16:00:34	文型練習	1	4		0/0 ×

合計: 1' 21' 55 / 9/45 (20%)

図 2. Web 上で学習者に提示される復習状況

号、解答にかかった時間、解答の正誤を学習履歴としてネットワーク上のサーバに記録する。しかし、現在アプリケーション内で実際に学習者に提示される復習状況は、図 1 に示すように、4つの学習形式のうちの「文型練習」と「力試し」の総取り組み問題数中の正解問題数と正解率に限られる。そのため、学習者は復習にかかった時間の推移や、学習単元や問題単位での解答状況などが把握できず、学習者がアプリケーション上で自身の復習状況を振り返ることはきわめて困難であると考えられる。授業期間終了時に学習者に実施したアンケート結果からも、「アプリケーション上でもっと復習状況を提示してほしい」や「正解率以外の詳細な復習状況がみたい」などの要望が寄せられていた。また、学習者はアプリケーション内だけでなく、ネットワークを通して Web 画面上でも自身の復習状況を閲覧することが可能となっている。しかし、学習者に提供されるのは、図 2 に示すように学習形式ごとで時系列に並べられた表であり、この表から学習状況を知るには、学習者自身がログデータを整理しなければならず、学習データ分析の専門知識を持たない学習者に

は、自身の復習状況を把握することが困難であると考えられる。

一方教員は、学習者の学習履歴を図3に示すようにWeb画面上で閲覧可能であり、教員が学習履歴を閲覧したいクラスや課、学習形式を選択すると、対象となった学習者の「リピーティング」、「シャドーイング」への取り組みの有無と、「力試し」、「文型練習」の点数が一覧表示されるとともに、各学習者の個別の学習履歴も図2の学習者の場合と同様に取得可能である。しかし、図2、図3に示した可視化結果は、システムによってあらかじめ決められた視点であり、教員が復習状況を閲覧するにはきわめて限られた視点である。また、記録された学習履歴がそのまま表形式で表示されるため、教員自身で閲覧目的に応じて、ログデータの選択や抽出を行う必要があり、一般の教員が閲覧目的を達成するためにこれらの作業を行うことは困難であると考えられる。加えて、一覧表示されるのは学習者の生の学習ログデータであるため、学習者がどのくらい復習してきたのか、全体的にどの問題の正解率が低いかなど、これまでの学習履歴を学習者の復習状況の把握や授業改善へと活用することは、分析のための専門知識を持たない教員には困難であると考えられる。授業担当教員からも「復習をしたかどうか」、「 $\wedge$ 切を守ったかどうか」など、学習者の復習状況や、復習につまずいている学習者を容易に把握したいという要望があった。

## 2.2 学習履歴の可視化に関する既存研究

学習者の学習履歴を取得・蓄積し、分析した結果として得られる情報を教員や学習者に可視化して提供する試みは数多く行われている<sup>(2)(3)(4)</sup>。しかし、これら既存研究の多くは、システムが用意したごく少数、もしくは限られた視点でしか学習履歴を閲覧できないことが問題点として挙げられる。例として、LMSを活用した講義における、学習者の学習データの収集および可視化に関する研究<sup>(2)</sup>では、学習データとして、レポートやテストなどの受験記録を扱い、科目名や学習者の氏名、得点や試行回数、試行時間などが学習履歴として記録される。この学習履歴を基に、全学習者の試行時間の分布や、テストごとの試行回数、試行回数と得点分布などが可視化して提示される。可視化結果を

氏名 A	リピーティング	シャドーイング	力試し	文型練習
山田 太郎	✓	✓	20点	50点
山田 太郎	✓	✓	20点	60点 満点
山田 太郎	✓	✓	40点 満点	60点 満点
山田 太郎	✓	✓	30点	60点 満点
山田 太郎	✓	✓	10点	60点 満点
山田 太郎	✓			
山田 太郎	✓		30点	60点 満点
山田 太郎	✓	✓	40点 満点	60点 満点
山田 太郎	✓	✓	20点	0点
山田 太郎	✓	✓	0点	60点 満点
山田 太郎				
山田 太郎	✓	✓	20点	60点 満点
山田 太郎	✓		0点	60点 満点
山田 太郎	✓	✓	20点	50点
山田 太郎				
山田 太郎	✓	✓	30点	60点 満点
山田 太郎	✓	✓	40点 満点	50点
山田 太郎	✓	✓	40点 満点	60点 満点
山田 太郎	✓	✓	40点 満点	60点 満点

図3. Web上で教員に提示される復習状況

1つのグラフ上に表示することで、全体を俯瞰して概況の把握が可能だが、テスト間・レポート間の比較や、テスト全体と特定のテスト間で比較を行いたいと考えても、実施することは困難である。

また、英語学習を対象に、学習分析のために学習履歴を可視化するシステム開発を行った研究<sup>(3)</sup>では、電子教材のページ遷移時刻や、辞書の参照回数、音声再生の開始時刻・再生時間・再生位置に加え、問題解答時の時刻や正誤、入力文字数などが学習ログとして記録している。記録したログデータを基に、個人ごとの学習状況がグラフ上に表示され、いつどのページを閲覧したか、どのようにページが遷移したか、いつ問題に解答したかなど、学習者がどのように学習を進めているかを把握可能である。また、複数のグラフを並べて表示することで、特定の学習者同士の学習状況の比較も可能である。しかし、グラフ表示の単位が学習者個人に固定されているため、学習者全体の平均と特定の学習者の比較や、ある集団と特定の個人の比較などを行いたいと考えても、実施することは困難であった。加えて、これら可視化結果が提示されるのは主に教員に対してであり、学習履歴が学習者自身の復習状況の把握のためには利用されておらず、学習者自身はシステムを利用してどのように学習しているか、いつどのような学習をしたかを把握することは困難であった。

一方、ビデオ教材を中心としたeラーニングにおける学習行動の分析に関する研究<sup>(4)</sup>では、学習者がWeb

上で閲覧可能なビデオ教材において、特定の部分を繰り返し再生した、特定の部分で再生を停止した、などを可視化する際に、閲覧する視点の切り替えを可能とすることによって、学習状況の把握や講義の改善などを試みている。これにより、多様な視点で学習行動を確認できる可能性があるが、この研究での学習対象は時間的に連続するビデオ教材であり、本研究で対象とする語学学習のブレンディッドラーニングの復習のように、複数の異なる学習形式の教材を、断続的に繰り返し実施する学習において、必要とされる学習の持続性や、学習の積み重ねを確認できる視点の検討は行われていない。そのため、この手法を本研究の対象にそのまま適用することは困難である。

### 2.3 問題点のまとめ

ここまでで述べた既存の語学学習 e ラーニング教材の可視化手法の問題点をまとめると、次のようになる。

(P1) 学習者に対して十分に情報が提供されておらず、学習者自身が復習状況を把握することが困難  
蓄積された学習履歴は教員向けの学習履歴の提供にとどまっており、学習履歴が閲覧可能であっても、学習者自身でデータを整理する必要があり、容易な学習状況の把握は困難である。

(P2) 多様な閲覧目的を考慮した可視化がなされていない

可視化結果の閲覧視点は、システムによって提供される視点のみに限定されており、学習者や教師の閲覧目的が多様であるにも関わらず、ごく少数の限られた視点でしか学習履歴を確認できない。

## 3. 異なる複数の視点を切り替え可能なログデータ可視化手法

### 3.1 問題点に対する提案

2.3 節で示した既存の学習用アプリケーションの問題点に対して、本研究では学習者および教員のそれぞれに適切な学習状況を提供するため、学習履歴の可視化の検討を行うこととした。ここでは、対象ユーザごとの可視化に求められる要件について検討を行う。

#### 3.1.1 学習者を対象とした可視化の要件

学習者に学習履歴を基にした学習状況の可視化が、十分に提供されていないという問題に対して、「リピー

表 1. 教材と習得可能なスキル

学習形式	各形式において習得を目指すスキル			
	読む	聞く	話す	書く
リスニング	✓	✓		
リピーティング	✓	✓	✓	
シャドーイング		✓	✓	
文型練習				✓
力試し	✓		✓	✓

ティング」や「シャドーイング」など全ての学習形式を閲覧可能なアプリケーションを開発するとともに、各形式で習得を目指すスキルを指標として、学習者自身の復習状況の把握や到達目標の可視化を行う。

ここで習得を目指すスキルとは、語学学習における「読む」、「聞く」、「話す」、「書く」の4技能を想定しており、e ラーニング教材における各学習形式が、それぞれどのスキルの習得を目標とした学習形式なのかをあらかじめ定義することで、可視化に用いるパラメータを求める。具体的には、「リピーティング」は音声聞き、文章を読みながら音声に続けて話す復習であるため、「聞く」、「読む」、「話す」スキルの習得を目標とした学習形式であり、「力試し」教材は問題を読み、実際に話して発音を判定する復習であるため、「読む」、「話す」スキルの習得を目標とした教材である。

本研究では、これまで復習に利用していた教材の各学習形式に「リスニング」を加えた5種類の学習形式が、どのスキルの習得を目標としているのかを表1のように定義する。学習者がアプリケーション上で復習を行うと、利用した学習形式の種類によって、学習者がどのスキルの習得を目指して復習したのかを表すためのポイントを記録する。例えば、学習者が復習に「リスニング」を利用した場合は、「聞く」スキルの習得を目指して復習を行ったと判断し、「聞く」スキルのポイントを付与する。また「リスニング」は、音声を聞くだけでなく、設問を読んで問題に解答するため、「聞く」スキルと同時に「読む」スキルも習得を目指したと判断し、「読む」スキルのポイントも同時に付与する。

このように、復習に利用した学習形式の種別により、学習者がどのスキルを習得しようとしたのかをポイントとして付与し、ポイントの獲得状況、すなわちどのスキルの習得を目標に復習したのかを、アプリケーション上で復習状況として可視化する。スキルに基づき、

各学習者の復習状況を可視化することにより、現状で学習者自身はどのスキルの習得を目指して復習したのか、自分が得意もしくは苦手なスキル（学習形式）は何かなどを把握可能となり、復習した結果がポイントの形で蓄積されることによる達成感も得られると考えられる。また、一定期間におけるポイントの獲得状況の推移などもあわせて提示することで、学習者自身が、4つのスキルそれぞれを習得するために、いつどのように復習を行ってきたのか、復習が不足している学習形式はないか、バランスよく復習できているかなど、これまでの復習状況を振り返ることができ、学習者が抱えていた「復習したかわからない」という不安を解消できると考えられる。また、これからどのスキルの習得を目指して復習するかなど、今後の復習方針の決定の支援も可能である。

以上のような理由により、本研究においては、学習者向けの学習状況の可視化に習得を目指すスキルを指標とした値を用いることとした。

### 3.1.2 教員を対象とした可視化の要件

既存の学習アプリケーション内で利用者に提供される学習履歴の可視化において、多様な閲覧目的の存在が考慮されていないという問題に対して、本研究では、多様な閲覧目的を想定し、学習履歴を閲覧する視点を複数用意するとともに、教員が必要に応じて視点の切り替えや組み合わせ、新たな視点の作成などを行えるようにすることを提案する。ここでは、特に教員を対象に、学習者の復習状況の把握や、特定の学習者の発見を容易にする可視化手法の要件について検討した。

本研究ではまず、語学学習のブレンディッドラーニングの復習を対象に、教員が学習履歴を閲覧する際、目的として想定されるものの洗い出しを行い、それぞれの閲覧目的が達成可能であると考えられるパラメータの組み合わせを視点として検討を行った。検討した閲覧目的、視点およびその視点で表示するパラメータの組み合わせを表2に抜粋する。教員は、用意された閲覧視点の中から目的に応じて視点を選択し、視点同士の切り替えや組み合わせ、教員自らが新しい閲覧視点を作成することにより、教員の閲覧目的に応じた復習状況の把握が可能になると考える。例として、教員が「ちゃんとアプリケーションを利用して復習しているかどうか」を閲覧目的とした場合、その判断基準は

表2. 検討した閲覧目的に対する視点とパラメータ

閲覧目的	視点	パラメータ
復習をしているかどうか	<ul style="list-style-type: none"> <li>・復習日時×復習時間</li> <li>・復習日時×復習回数</li> <li>・復習時間×成績</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・復習時間</li> <li>・復習回数</li> <li>・テスト成績</li> <li>・復習日時</li> </ul>
難しい単元はどこか	<ul style="list-style-type: none"> <li>・学習単元×復習時間</li> <li>・学習単元×復習回数</li> <li>・学習単元×成績</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・復習時間</li> <li>・復習回数</li> <li>・問題ごとの正解率</li> <li>・テスト成績</li> </ul>
得意なスキルは何か	<ul style="list-style-type: none"> <li>・学習形式×復習時間</li> <li>・学習形式×復習回数</li> <li>・学習形式×正解率</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・復習時間</li> <li>・復習回数</li> <li>・正解率</li> </ul>
復習と成績は関係しているか	<ul style="list-style-type: none"> <li>・成績×復習時間</li> <li>・成績×復習回数</li> <li>・成績×復習日時</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・復習時間</li> <li>・復習回数</li> <li>・復習日時</li> <li>・テスト成績</li> </ul>

教員ごとに異なるが、復習したかどうかを判断する観点として、学習者が復習にかけた時間や復習にかけた回数、問題の正解率など、複数の要因が含まれることが考えられる。そこで、この閲覧目的を達成するために、復習日時と復習回数の関係や、復習日時と復習時間の関係、復習回数と復習時間の関係など、復習したかどうかを判断できると想定される複数の視点をあらかじめ用意する。その中から教員が必要に応じて視点を選択し、視点同士の切り替えや組み合わせにより、教員の閲覧目的を達成可能な復習状況の可視化を行う。

また、あらかじめ用意された閲覧視点を利用する以外にも、教員自らが閲覧視点を作成することも可能とする。具体的な作成方法としては、グラフ上に表示する要素として、復習時間や復習回数などを自由に選択して新たな視点を作成する方法と、一定時間以上復習した、一定回数以上復習したなど、あらかじめ用意された視点に対して教員がフィルタや閾値を設定した視点を新たな視点として利用する方法などが考えられる。新たな視点を作成可能とすることで、教員自らが指定した条件において、学習者の絞り込みが可能であり、我々システム提供者が事前には気づけなかった視点で、復習がうまくいっている、もしくは復習につまずいていると予想される学習者を発見できる可能性がある。

このように、あらかじめ用意した閲覧視点と教員が自由に作成できる閲覧視点をあわせて利用し、それらの閲覧視点の切り替えや組み合わせによって、異なる閲覧目的に対応した学習履歴の可視化を実現するとともに、教員の持つ閲覧目的に対して複数の観点から考察することを可能にする。

### 3.1.3 閲覧視点切り替えの要件

上に述べたとおり、本研究で提案する可視化は、多

様な視点を切り替え可能にすることにより、多様な目的に応じた学習履歴の閲覧を実現しようとするものである。そのため、視点の切り替えにおいては、下記の切り替え・絞り込みを行える必要がある。

- 表示対象ユーザの切り替え  
可視化において、学習状況を表示するデータを、特定の学習者、学習者グループ(あるクラスの学習者、成績の良い学習者など)、全学習者の平均などに絞り込み表示が行える。それにより、教員は学習者全体の復習傾向や学習單元ごとの難易度を把握できるとともに、表示対象ユーザを切り替えることで、気になる学習者や学習者グループの詳細な復習状況も把握することができる。
- 表示対象の学習単元の切り替え  
学習状況の表示を行う対象となる学習コンテンツを、特定の学習單元・問題や学習形式、教材全体などで絞り込み、切り替え表示が行える。それにより、復習傾向や学習者が難しいと感じている学習單元を把握することができる。
- 表示スケールの切り替え  
復習時間や復習回数を時系列で表示する場合に、日単位や週単位などを切り替えることで、学習者や教員が閲覧したい期間を指定して復習時間や復習回数の推移を表示する。
- 複数の視点間での比較表示  
複数の閲覧視点を重ねて表示することによって、複数の可視化対象を一度に比較可能とする。

### 3.2 閲覧視点の切り替えによる可視化のためのユーザインタフェース設計

前述した要件に従い、記録された学習履歴を閲覧視点の切り替えや組み合わせによって、学習者と教員それぞれの閲覧目的を達成可能な可視化を実現する。ここでは、そのためのユーザインタフェース (UI) の設計について述べる。

#### 3.2.1 学習者を対象とした可視化のための UI 設計

前節でまとめた要件に基づき、学習者にはスマートフォンアプリケーション上での復習状況の可視化を検討している。具体的には図4に示すように、学習者がこれまで習得を目指して復習してきたスキルをポイントの形で表現した学習者の現状と、いつどのスキルを

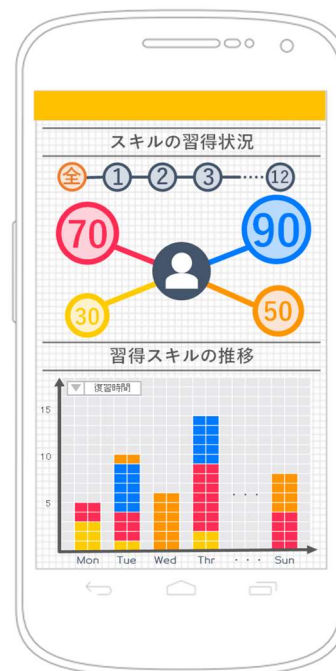


図4. 学習者に提示される復習状況

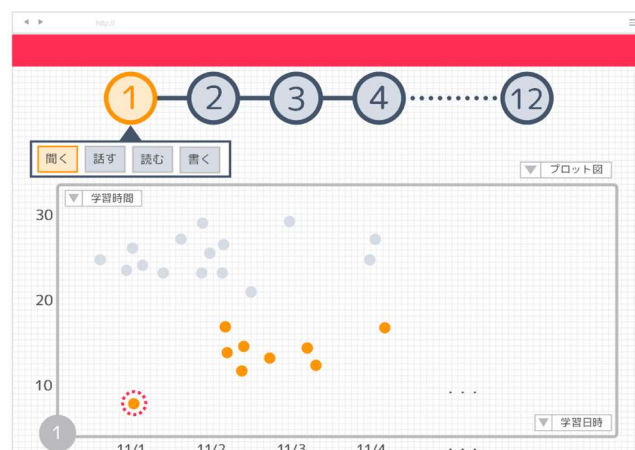


図5. 教員が閲覧する場合の基本視点

身につけるために復習したかの推移を表すグラフにより構成する。学習者の現状は、学習單元全体もしくは学習單元ごとに切り替え可能であり、教材全体を通しての現状や、ある特定の学習單元に着目した場合の現状を学習者に提示する。これにより学習者は、どの学習形式を利用した復習が不足しているのか、学習單元全体もしくは学習單元単位で復習不足な学習形式や、得意もしくは苦手な学習形式は何かなど、これまでの復習状況を様々な視点から考察することができると思われる。また、学習形式ごとの獲得ポイントの推移を示すグラフは、表示する時系列を週単位や月単位など切り替え可能とし、スキルごとに色分けした積み上げ棒グラフにより表示する。これにより、学習者が閲覧したいと設定した期間において、どのスキルの習得を目指して復習をしてきたのか、特定のスキルの習得

を目指すような偏った復習をしていないかなど、これまでの復習状況を振り返る機会を与えるとともに、今後の復習活動の方針を決定するための支援ができると考えられる。

### 3.2.2 教員を対象とした可視化のための UI 設計

教員には、Web 上での学習履歴の可視化の提供を検討している。図 5 に示すように、学習者の学習履歴を基に学習者全体をプロットしたグラフを基本の閲覧視点とし、必要に応じて教員自らが閲覧視点の切り替えや組み合わせ、新たな視点の作成などを通してグラフ表示を変化させることで、閲覧目的の達成を目指して可視化を実現する。基本視点における閲覧視点の切り替え方法としては、グラフ上の軸要素の切り替えや、着目する学習単元の切り替え、着目する学習者群の切り替え、プロット図以外のグラフへの切り替え、フィルタや閾値の設定による対象となる学習者の切り替えなどが考えられる。このように、閲覧目的を達成するために視点を切り替えることに加え、複数の閲覧視点を並べて表示することで、1 つの閲覧目的に対して、複数の視点から考察を加えることも可能である。

図 5 の例では、ユニット 1 における「聞く」スキルの習得を目指した復習に関して、1 日ごとの学習者の復習時間を把握するための閲覧視点に対して、復習時間が 20 分以下の学習者を表示するようなフィルタを設定した閲覧視点に切り替えた場合の表示である。このような閲覧視点の切り替えや組み合わせの結果、教員が気になる学習者や復習につまずいている学習者を発見した場合、その学習者を表すプロットを選択して、学習者全体を俯瞰する閲覧視点から、図 6 に示すような特定の学習者の復習状況を詳細に把握するための閲覧視点へと切り替えを行う。

特定の学習者への着目視点における、閲覧視点の切り替え方法としては、グラフ上の軸要素の切り替えや、着目する学習単元の切り替え、プロット図以外のグラフへの切り替え、他の学習者や学習者群との切り替えなどが考えられる。図 5 に示した基本視点と同様に、着目視点においても、閲覧視点の切り替えに加えて、複数の閲覧視点を並べて表示することにより、特定の学習者間での復習状況の比較や、クラス単位や学習につまずいている学習者群と着目している学習者の比較、学習者全体の平均と着目している学習者の比較などが

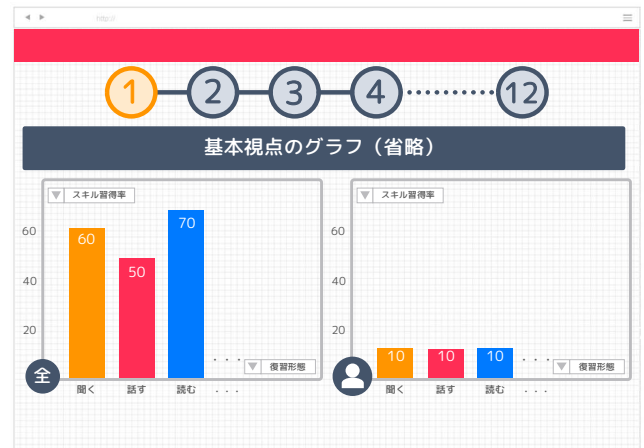


図 6. 特定の学習者への着目視点

Time	Activity	Duration
2017/11/22 12:00:00	START_STUDY	
2017/11/22 12:02:00	START_VIDEO	
2017/11/22 12:02:30	START_RECORDING	
2017/11/22 12:03:00	STOP_RECORDING	
2017/11/22 12:04:00	STOP_VIDEO	
2017/11/22 12:05:00	PLAY_RECORDED_VOICE	
2017/11/22 12:05:30	STOP_RECORDED_VOICE	
2017/11/22 12:07:00	STOP_STUDY	
	TIME_TO_STUDY	420
	TIME_TO_PLAY_VIDEO	120
	TIME_TO_RECORDING	30
	TIME_TO_PLAY_VOICE	30

図 7. 学習者の行動と記録される学習履歴

可能である。

図 6 の例では、ユニット 1 における、ある学習者の復習状況としてのポイント獲得状況と、学習者全体の平均的なポイント獲得状況の比較を行っている。着目している学習者の復習状況を複数の視点から閲覧するとともに、比較対象を学習者全体の平均から、クラス平均や復習につまずいている他の学習者へと切り替えることで、復習につまずいている場合に他の学習者(群)の復習状況と比較して、どこが異なるのか、もしくは共通な部分はどこかなど、つまづいている原因を複数の視点から複数の対象との比較により推測することも可能である。

### 3.3 可視化のための学習履歴取得手法の設計

前節までに提案した学習者と教員双方の可視化手法を実現するため、学習者が復習用 e ラーニング教材として利用するスマートフォンアプリケーションでの学習履歴取得手法の検討を行った。本研究では、教員が学習者の復習状況を把握するために、学習形式ごとに

学習履歴を記録する基準となる行動を定義し、行動ごとに学習履歴の記録を行うこととした。

学習者が利用するアプリケーションは、内容ごとに複数の学習単元に分け、それぞれの学習単元には、従来の4種類の学習形式に「リスニング」を加えた全5種類の学習形式が存在する。図7に学習者が「リピーティング」形式の復習を行った場合に記録される学習履歴の例を示す。学習履歴としては、学習者がある行動（動画の再生を開始した、音声の録音を終了したなど）をとった時刻と、実際にとった行動を示す情報が時系列で記録する。加えて、復習が終了した時点で、各行動（動画を再生していた、音声を録音していたなど）をとっていた時間も同時に記録する。また、問題に正誤判定がある「リスニング」や「力試し」、「文型練習」においては、取り組んだ問題とその正誤もあわせて学習履歴に記録する。図7に示したように「リピーティング」を復習に利用する場合は、動画を再生しながら、動画の音声に合わせて自分の音声を録音し、録音した音声を再生して確認する復習形式であるため、動画再生の開始・終了や録音の開始・終了などが学習者の行動として記録する。この学習者の行動は、アプリケーション内に配置されたボタンやテキストなどのコンポーネントから判断し、「再生ボタンが押されたか」、「音声が入力されたか」などをトリガーとして学習履歴を記録する。また、「リピーティング」の場合には、復習終了後に復習時間、動画の再生時間、音声の録音時間、音声の再生時間などを算出して学習履歴として記録を行う。図7の例では、START\_STUDYが記録されてから、FINISH\_STUDYが記録されるまでを復習時間とし、復習時間を420[sec]と記録する。同様の方法により、動画の再生時間や音声の録音時間なども記録する。

このように、学習者が復習において、いつどのような行動を取り、その行動をどのくらい継続させていたかなどを学習履歴として記録することにより、教員に対して学習履歴を可視化する場合に、学習者全体の概況を把握できるとともに、復習につまずいている学習者を発見した場合に、その学習者がどのように復習していたのかを、記録された行動に基づいて詳細に把握することができると考えられる。

## 4. おわりに

従来の、多くのeラーニング学習教材においては、学習者に対して十分な情報提供がなされておらず、教員と学習者双方は限られた視点でしか学習履歴を閲覧できない問題があった。本研究では、閲覧目的に応じてあらかじめ用意した異なる複数の視点の切り替えや組み合わせ、新たな視点の作成を通して、多様な閲覧目的を考慮したログデータの可視化が可能な手法を提案し、そのための可視化内容やインタフェースについて検討を行った。

今後は提案手法に基づき、学習者が復習に利用するアプリケーションの設計・実装および、教員が学習履歴を閲覧するために利用するWebアプリケーションの設計・実装を行う予定である。

## 謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費（15K1012, 15K02709, 17K1070）による。

## 参考文献

- (1) 趙秀敏, 富田昇, 今野文子, 朱嘉琪, 稲垣忠, 大河雄一, 三石大: “第二外国語としての中国語学習のためのブレンディッドラーニングにおけるeラーニング教材設計指針の作成と実践”, 教育システム情報学会誌, p.132-146 (2014) .
- (2) 中野裕司, 久保田真一郎, 松葉龍一, 戸田真志, 永井孝幸, 右田雅裕, 杉谷賢一: “LMS等を利用したオンライン科目の学習ログの抽出及び分析環境の検討”, 研究報告教育学習支援情報システム(CLE), p.1-6 (2014) .
- (3) 佐藤一裕, 荒本道隆, 中澤真, 小林学, 中野美知子, 後藤正幸, 平沢茂一: “Learning Analyticsのための学習履歴可視化システムの開発”, 経営情報学会全国研究発表大会要旨集, p. 349-352 (2016) .
- (4) M. Furukawa, K. Yamaji, Y. Yaginuma, T. Yamada: “Development of Learning Analytics Platform for OJ Online Courses”, 2017 IEEE 6<sup>th</sup> Global Conference on Consumer Electronics (GCCE 2017).