

AR マーカーにより人物と場所を結び付ける

歴史学習支援システムの構築

竹中裕樹^{*1}, 曾我真人^{*2}

^{*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

Development of a history learning support system that connects characters and places with AR markers

Hiroki Takenaka^{*1}, Masato Soga^{*2}

^{*1} Graduate School of Systems Engineering, Wakayama University

^{*2} Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

人は何かをするときに「知覚」、「認識」、「理解」、「適切な行動選択」、「行動」の5つを順番にサイクルさせる。このサイクルのことをインタラクションサイクルといい、このサイクルを循環させることによって知識を蓄えることや、素早く行動を終えることができるようになる。しかし、一般的な学習方法の一つである教科書を読む学習では、学習者は行動を起こすことがなく記憶に残りにくい。本研究ではARマーカーと地図を用いて、テキストを読んだ後武将が布陣を構えた位置や、進軍した位置を学習者に提示させることで行動を起こし、人と場所を関連づけて記憶させようと考えた。実験では実験群と統制群を用いてそれぞれ別の学習をさせ、紙媒体の学習と比べてシステムの学習に有意性があるかを検証した。

キーワード: AR マーカー, 学習支援, 歴史学習

1. はじめに

1.1 研究背景

文部科学省は2022年を目標に、「歴史総合」という新科目を高等学校の教育に必修科目として組み込むことを決定した⁽¹⁾。また、山川出版社が20~60代の男女を対象に行ったアンケートの結果によると、学生時代に歴史の勉強が好きだったかという問いに対して、「嫌い」と回答したのは全体の56%に上り、半数以上の方が歴史学習に対して苦手意識を持っていたことが分かった⁽²⁾。この苦手意識を克服するためにはシステムを用いた学習支援が有効であると考えられる。

我々の研究グループでは学習意欲の向上と学習したことを長期記憶とすることを目的として、ARマーカーを用いた歴史学習支援システムを構築した⁽³⁾。このシステムは学習者に、タブレット上に表示された史実の説明を読ませた後、地図上にARマーカーを置くと

いう行動を取らせることで、インタラクションサイクルを完成させようと考えた。ここで、インタラクションサイクルについて説明する。人は何かをするときに「知覚」、「認識」、「理解」、「適切な行動選択」、「行動」の5つを順番にサイクルさせる。このサイクルのことをインタラクションサイクルといい、このサイクルを循環させることによって知識を蓄えることや、素早く行動を終えることができるようになる。また、学習者に行動を取らせながら学習させることで、その学習したことをエピソード記憶として記憶できると考えられる。エピソード記憶とは、「個人が体験した出来事に関する記憶」のことで、体験を伴った記憶のために長期の記憶がしやすいとされている⁽⁴⁾。そのため、インタラクションサイクルを完成させることと、エピソード記憶に残らせることを目的に学習者に行動を取らせるシステム構成としていた。また、ARマーカーを用いた理由は、ARを用いた学習が学習意欲の向上に有用で

あることや、テキストを読んで思い浮かべるイメージ図を、AR マーカーを使い動かして実際に作り出すことで、より史実の流れを理解しやすくなり記憶の定着につながると考えたためである。

しかし、このシステムには問題点があった。それは情報提示が文字だけと、場所と合わせて覚えるには情報が少ない点や、説明文が読みにくいなどユーザーインターフェース上の問題、更に学習したことのアウトプットがなかったため、学習内容を理解できたかどうかを確認する方法がないということである。そのため、学習支援システムとしては未完成な部分が多くあった。

1.2 研究目的

本研究では、先行研究時のシステムの問題点を改善させる機能を追加して、学習した内容をより記憶に残りやすくさせ、学習支援システムとして完成させることを目的とした。追加する機能に関しては、まずテスト機能をつけて、学習したことを理解できたかどうかを学習者にフィードバックできるようにして、学習者に学習内容を正しく記憶させる。テスト機能では一問ごとに正誤の判定を行い、学習者の記憶している情報と正解が一致するかを即座に確認できるようにした。AR の機能の追加として戦国武将の 3D モデルを作成し、そのモデルに動作を加えることでその時その武将が何をしていたのかを視覚的にも分かりやすくした。また、3D モデルを史実の説明に合わせて地図の上を移動させることで、その武将が治めていた場所や戦った場所などを提示し、その後で AR マーカーを配置させることで学習者に場所と人物を関連付けて覚えさせる。学習させる史実の内容は、先行研究の時と同じく関ヶ原の戦いを用いた。これは、多くの武将が参加しており、それらが各地へと移動していくため AR マーカーを動かして場所と関連付けて学習する手法と相性がいいと考えたためである。

1.3 関連研究

1.3.1 地図上 AR アニメーションを用いた戦乱史実学習支援システムの開発

田端が開発した歴史学習を支援するソフトウェアである⁵⁾。こちらのシステムは、3DCG のアニメーションを用いて史実の流れに沿って学習することで、容易

に史実の流れや特徴などを覚えられるようにすることを目標に構築されている。こちらは AR マーカーとして登録された日本地図を Web カメラで映すことで、地図上に 3D モデルや史実の説明などがアニメーションで表示されるシステムとなっている。学習者はそのアニメーションを視聴することで史実の流れに沿って歴史の学習を行う。こちらのシステムではアンケートを用いた評価実験を行っており、その結果によると 3D モデルの表示やそのモデルの移動を提示することで、武将の名前や出身地の理解をしやすくすることや学習意欲の向上が見込めることが分かった。関連研究のシステムと本システムは、どちらも AR マーカーを用いた歴史学習支援システムとなっているが、関連研究のシステムはアニメーションの視聴をさせるだけで学習者に行動を取らせないのに対して、本システムは AR マーカーを動かすという行動を取らせて学習をさせる。つまり、この 2 つのシステムには学習方法という点で異なっており、その点によって記憶のしやすさや学習意欲の向上の度合いなどが異なるのではないかと考える。

1.3.2 マーカーを用いた拡張現実感の英単語学習システムの試作

間城らが開発した英単語の学習を支援するシステムである⁶⁾。こちらのシステムは、英語学習の学習意欲を保つことができずに自分から学習をしなくなる問題の解決策として開発された。パソコンに表示された問題の解答となる英単語を、AR マーカーとして登録されたアルファベットのカードを並べ替えて解答し、正しく綴りや単語の意味を覚えているかを学習者にフィードバックするシステムとなっている。こちらの研究ではアンケートを用いた評価実験を行っており、実験結果によると学習を楽しく行えることや学習意欲の向上といった目的を達成している。この研究結果から AR マーカーを用いた学習支援システムは、学習意欲の向上に対して有効的であると考えられる。

2. システム概要

2.1 システム構成

本システムを構成しているものは以下の通りである。

2.1.1 Android タブレット

本システムアプリケーションをインストールしたタブレット端末である。本研究で使用した Android バージョンは 8.0.0 であり、他の OS で動作できるかは未確認である。

2.1.2 戦国武将の AR マーカー

本システムで使う戦国武将の AR マーカーであり、全部で 26 種類ある。この AR マーカーを配置し動かすことでシステムを進めていく。この AR マーカーを映すと 3D モデルが表示され、移動や刀を振るなどのアニメーションが再生される。

2.1.3 戦国武将の 3D モデル

戦国武将の AR マーカーを映したときに表示される 3D モデルである。青い鎧の武将と赤い鎧の武将の二種類が登場し、青い鎧の武将は関ヶ原の合戦において東軍、赤い鎧の武将は西軍に所属していることを表している。

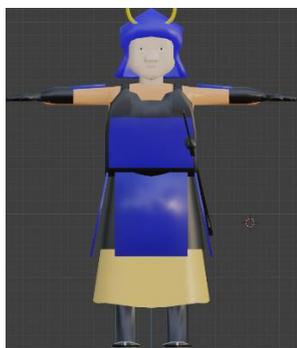


図 1 戦国武将の 3D モデル

2.1.4 LOCATION AR マーカー

地図の指定された場所に配置することでこの AR マーカーを原点とし、武将の AR マーカーがどこに置かれたのかを検出する AR マーカーである。戦国武将の AR マーカーの位置や、戦国武将の AR マーカー同士間の距離を測り、正誤の判定に使用する。また、3D モデルの移動はこの AR マーカーを基準にして動いているため、正確な位置を知るためにはこの AR マーカーと戦国武将の AR マーカーはセットで映す必要がある。



図 2 LOCATION AR マーカー

2.1.5 地図

この上に武将の AR マーカーや LOCATION AR マーカーを配置する。日本全体を映した地図 1、岐阜県の一部を拡大した地図 2、関ヶ原の戦いの戦場を拡大した地図 3 の 3 種類となっており、システムを進めていくごとに地図を替えていく。

2.2 システムの説明

本システムの目的や操作方法について説明する。本システムは史実の説明を読み進めて、その流れに沿って学習するシステムとなっている。学習する方法として、まず「学習モード」にて史実の流れを確認し、その後テストモードにて学習した内容を理解できたかどうかの確認を行うことが、このシステムによる学習の流れである。システムの使い方としては、地図を広げて Android タブレットを持ち、地図上に AR マーカーを配置するというようになっている。

2.2.1 学習モード

まず学習モードの操作について説明を行う。学習モードはタイトルの「学習モード」のボタンを押すことで始まる。ボタンを押した後、このシステムの操作についての説明が流れ、その後システムが起動する。システムが起動すると、カメラも起動して画面にボタンと史実を表すテキストが表示される。図 3 はシステムを起動した後、地図を画面に映したものである。このテキストを最後の文章まで読み進めていくことが、学習モードの目的となる。このテキストを読み進めるには、テキスト中に出てくる赤色や青色に色づけされた戦国武将の名前に対応した AR マーカーを正しい位置に配置して、その AR マーカーを画面の中に映してボタンを押す必要がある。この手順をとらせることによって、学習者に AR マーカーを配置する行動をとらせ

てインタラクションサイクルを完成させようと考えた。このとき、AR マーカーを置く際の正しい位置の提示方法として、LOCATION AR マーカーと戦国武将のAR マーカーを同時に画面内に映すことで、戦国武将の3Dモデルが移動するという機能がある。この移動した位置を確認することで、学習者は正しい位置を知ることができる。

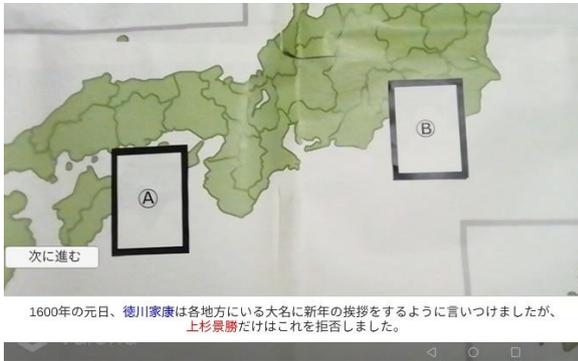


図3 学習モード画面

2.2.2 テストモード

次にテストモードの説明を行う。テストモードはタイトル画面の「テストモード」のボタンを押すことで始まる。システムが起動すると、カメラも起動して画面にボタンと使う地図の指示が表示され、ボタンを押すことで問題文が表示される(図4)。問題の数は全部で25問であり、一問あたり4点である。問題の内容は、正解の武将は誰なのかを答える問題と、ある武将がいた場所を答える問題の二つになっている。どちらの問題に対しても学習者はAR マーカーを使って解答し、不正解だった場合正しい情報を学習者にフィードバックして正しく記憶させる。



図4 テストモードの画面

3. 検証実験

本システムの学習による有用性や学習意欲の向上を確かめるために、検定やアンケートを用いて実験を行った。

3.1 検証実験の概要

まず、実験群と統制群を用いた検証実験について説明する。被験者数は実験群8名、統制群8名の合計16人で行った。被験者は20歳~25歳の情報工学系の大学生、および大学院生である。被験者には、歴史学を専攻する学生や院生はいなかった。

3.1.1 実験の手順

行った実験の手順について説明する。実験群、統制群の実験の流れは図5の通りで行った(図5)。

まず実験群と統制群それぞれに、事前テストを行わせた。問題の内容は一問一答形式で、戦国武将の名前を答える問題や、ある戦国武将が治めていた場所や布陣を構えた場所など、場所を答える問題を出題した。その後、実験群と統制群で分け、実験群ではシステムの学習モードを使った学習を、統制群では紙媒体のテキストを使った学習を行わせた。学習が終了した後は、システムによる学習の有意差を検証するために1回目の事後テストを行わせた。その後、再び実験群と統制群に学習を行わせて、学習が終了次第実験群はシステムのテストモードを使い、統制群は紙媒体のテストを使い自己採点をさせることで、学習したことを正しく記憶できているかどうかの確認をさせた。確認のテストが終了した後は2回目の事後テストを行い、テストの終了後アンケートに回答してもらった。その際、統制群にもシステムを一部使用してもらった。そして、2回目の事後テストが終了してから3日後に3回目の事後テストを行った。この時、被験者にはこの3回目の事後テストが終了するまで、学習した内容の復習を行わないように指示した。この一連の流れをもって本研究における実験を完了とした。



図5 実験の手順

3.1.2 実験の目的

検証実験での目的は、システムによる学習は紙媒体による学習よりも記憶に残りやすいのかどうかについて検証することである。実験において複数回事後テストを行っているが、1回目の事後テストではシステムの学習と紙媒体の学習では、事前テストからそれぞれどれだけ点数を伸ばすことができるのかを確認する。2回目の事後テストでは学習した後、システムを使ったテストによる復習と、紙媒体のテストを使った復習を行った後の実験群と統制群の点数の差や、1回目の事後テストからどれだけ伸びているかを確認する。3回目の事後テストでは2回目の事後テストから3日後に実施し、システムによる学習は紙媒体による学習よりも時間を空けても記憶に残っているのかを検証する。

3.2 実験の結果と考察

実験群と統制群の得点の推移は以下の図の通りになった(図6)(図7)。これらの図から読み取れることは、統制群の方が実験群よりも、1回目の事後テストでの得点の伸びが全体的に良いということが分かる。実際、事前テストから事後テスト1の向上値を有意水準5%で片側t検定に掛けてみたが、実験群に有意差は見られなかった。また、事後テスト1から事後テスト2の向上値や、事後テスト2から事後テスト3での低下量も片側t検定に掛けてみたが、いずれも有意差が出ないという結果になった。

この結果から本システムを用いた学習方法は、紙媒体による学習方法よりも有効的に記憶に残りやすいとは言えないことが分かった。これは、起用した被験者が全員学生であり、文字ベースの学習に対して慣れているため文字による学習の方がやりやすかったという可能性がある。そのため文字ベースの学習に慣れていない、または文字の学習に苦手意識を持っている学習者に対しては違った結果になるのではないかと考える。具体的には小学生や中学生など、長い文章を読んで学習することに苦手意識を持ちやすい年齢層では異なった結果を得られるのではないかと考える。

他にも有意差が出なかったのは、実験で行った事後テストは全て紙と文字形式によるテストであり、文字による情報の提示より視覚の提示に多く力を入れた実験群よりも、事後テストと同じ形式である統制群の方が知識の呼び出しがしやすかったからではないかと思われる。そのため、事後テストの問題の形式を文字で出題・解答するのではなくARマーカーを使い、実験群の学習に近いものになれば実験群の知識の呼び出しがしやすくなる可能性がある。

また、期間を空けた実験で得点が低下している被験者の人数は全被験者中4名と少なく、3日後に行うのでは空けた期間が短すぎると思われる。実際、被験者の一人に実験の終了後に聞き込みをしたところ、問題を見てすぐにスラスラと解答をすることができたという回答を得た。そのため、空ける期間を一週間もしくはそれ以上の期間など、もっと長期のものにして行うことで、長期記憶になったかどうかの検証ができるのではないかと考える。

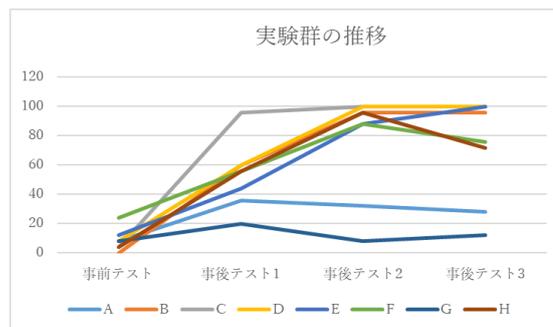


図6 実験群の推移

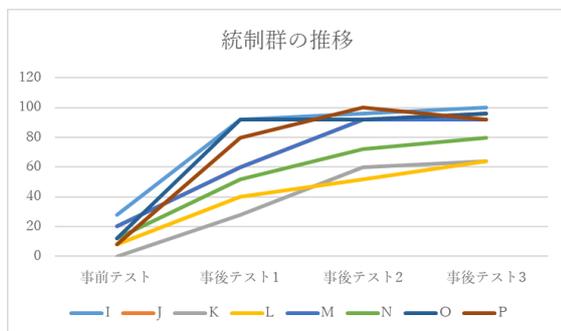


図 7 統制群の推移

3.3 アンケート結果と考察

次にアンケートの結果を見ていく。アンケートの内容は5段階評価と自由記述の二種類である。この実験の目的は、システムを使って学習した時にどう感じたのかを明らかにしてシステムを評価することである。

5段階評価アンケートの質問の内容と結果は以下の通りである(表 1)。なお、統制群の被験者はシステムを途中までしか使用していないため、質問 12 の結果は全て実験群によるものである。

質問 1 このシステムは使っていて楽しかったか

質問 2 このシステムは使いやすいか

質問 3 このシステムの説明文はわかりやすいか

質問 4 AR マーカーをどこに置けばいいかわかったか

質問 5 武将がどこで何をしていたかわかりやすかったか

質問 6 場所と合わせて学習することで理解しやすかったか

質問 7 AR マーカーを動かすことで内容の理解がしやすかったか

質問 8 このシステムの学習は教科書を読む学習よりも日本史の学習をしたくなると思うか

質問 9 このシステムの学習は教科書を読む学習よりも日本史の理解がしやすと思うか

質問 10 このシステムは日本史の学習に役立つと思うか

質問 11 このシステムを用いることで、日本史の学習意欲向上につながると思うか

質問 12 このシステムを用いることで、関ヶ原の戦いの始まりから結末までの流れを理解できたと思うか

表 1 5段階評価アンケートの結果

質問番号	中央値	最頻値	平均値
1	4	4	4.25
2	3	3	3.53
3	4	4	4.25
4	4	4	4.19
5	4	4	4.19
6	5	5	4.69
7	4.5	5	4.44
8	4.5	4	4.5
9	4	5	4.25
10	4	4	4.44
11	4	4	4.31
12	5	5	4.63

この結果を見ると、システムを使った学習は楽しいという意見や、本システムを使うことで日本史学習の学習意欲が向上すると思うといった項目に同意する意見が多く得られた。また、自由記述のアンケートの「楽しいと思った点」の項目では 3D モデルがあることやアニメーションがあること、AR マーカーを動かして学習することが楽しかったと回答している被験者が多くいた。このことから、3D モデルとアニメーションを用いたことや動作をしながら学習を行うことで楽しく学習を行え、それによって学習意欲が向上する可能性があることが分かった。また、AR マーカーを動かして場所と関連づけて学習することや、システムを使った学習は理解しやすいという項目に同意する意見も多く得られた。本研究では検証実験で、学習における記憶のしやすさにおいての有意差は見られなかったが、このように理解しやすいという意見は多く得られた。これは史実と場所との関連付けやインタラクションサイクルを完成させたことが要因なのではないかと思われる。このことから、史実と場所を関連付けて学習する本システムの狙いは間違っていないと思われる。

しかし、システムの使いやすさに関してはあまり良い評価を得られなかった。これはタブレットを持ったまま、片手で AR マーカーの配置をすることや、AR マーカーに認識精度の低いものがあったことが原因と思われる。また、自由記述の「改善点」の項目では腕が疲れるという意見が多く得られており、学習の妨げになることが懸念される。対策として、タブレットを手を持つのではなく固定して使うことや、AR マーカーの認識精度をあげるために認識しやすい加工を行うことが考えられる。

4. おわりに

本研究では、先行研究時に開発したシステムの機能の改良と新たな機能を追加して、歴史学習支援システムとして改善させることを目的とした。検証実験では被験者を 16 名集めて、システムによる学習は紙媒体のテキストによる学習よりも記憶に残りやすいかどうかの検証を行った。検証の結果、本システムによる歴史学習は、紙媒体の学習よりも記憶に残りやすいとはいえないという結果になった。しかし、アンケートによる結果では、本システムを用いた学習は教科書による学習よりも楽しく学べ、学習意欲が向上する可能性が示唆された。そのため、本システムは学習者に歴史の学習意欲を向上させ、学習者自身に学習を促すという使い道ができる可能性があることが分かった。

参 考 文 献

- (1) 第一ゼミナール, “2022 年、高校の授業に新科目導入。
「歴史総合」とは?” 第一ゼミナール, 9 5 2016.
<https://www.daiichisemi.net/column/2022年、高校の授業に新科目導入。>「歴史総合」とは? [アクセス日: 2021 年 2 月 15 日].
- (2) 山川出版社, “HISTORIST,” 山川出版社, 2018 年 5 月
<http://www.historist.jp/articles/entry/themes/other/006335/>. [アクセス日: 2021 年 2 月 15 日]
- (3) 竹中裕樹 曾我真人 ” AR マーカーを用いた史実の流れの学習支援環境の構築” 教育システム情報学会 第 44 回全国大会 pp.351-352, 2019
- (4) 脳科学辞典 エピソード記憶 川崎 伊織, 藤井 俊勝.
<https://doi.org/10.14931/bsd.2598>. [アクセス日: 2021 年 2 月 15 日].

- (5) 田端 剛 “地図上 AR アニメーションを用いた戦乱史実学習支援システムの開発” 2019 年度 卒業論文
- (6) 間城 裕喜, 山内 俊明, 関 靖夫, 服部 哲, 速水 治夫 “マーカーを用いた拡張現実感の英単語学習システムの試作” マルチメディア、分散協調とモバイルシンポジウム 2011 論文集 2011 年 6 月 30 日 p1209-1214