

## ストーリー理解のための学習アプリケーション —伊勢物語, 土佐日記, 幼児向け童話類—

横山 恵理<sup>†</sup> 山之内 萌<sup>†</sup> 須永 宏<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 大阪工業大学情報科学部 〒573-0196 大阪府枚方市北山 1-79-1

E-mail: <sup>†</sup> {eri.yokoyama, e1b19015, hiroschi.sunaga}@oit.ac.jp

**あらまし** 本稿は、教育のデジタルトランスフォーメーション (DX) として、学習コンテンツの提供により学習効果を向上させる取り組みの一環で、『伊勢物語』や『土佐日記』などの古典文学、および幼児・児童向けであるがグリム童話などの理解を支援するアプリケーションについて提案するものである。古典教材は学習者が授業内容の理解を深めること、幼児向け童話は絵を動かすことによって興味を持たせることを狙うが、共通のプラットフォームでアプリケーション化する仕組みを確立する。前者は、作品内容を十分に理解するためには、作中和歌の詠歌状況を把握することが重要である。和歌が詠まれた情景の画像と和歌をマッチさせることで記憶の定着を図って行く。後者に関しては、幼稚園児から小学校低学年を対象とする。アプリケーション上で絵が流れて行く中、主要な登場人物が現れ、学習者はキーアイテムやキーワードを選択し、クエスト形式で進めることが望ましい。『伊勢物語』や『土佐日記』は和歌十首、童話学習も十種程度の登場人物に関する設問を行う。古典文学の授業にアプリケーションを導入した結果、古典文学の興味を深めた、和歌について認識を新たにしたなどの意見を得た。童話に関しては一般向けに展示し、幼児教育に適しているという評価を得た。これらは種々の題材に適用可能なプラットフォームであるので、今後の展開が期待される。

**キーワード** 教育の DX, 古典学習, 幼児教育, 童話

## Learning Applications to Understand Stories —the Tales of Ise, the Tosa Diary, and children's stories—

Eri YOKOYAMA<sup>†</sup> Moe YAMANOUCHI<sup>†</sup> Hiroshi SUNAGA<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Faculty of Information Science and Technology, Osaka Institute of Technology

1-79-1 Kitayama, Hirakata-shi, Osaka, 573-0196 Japan

E-mail: <sup>†</sup> {eri.yokoyama, e1b19015, hiroschi.sunaga}@oit.ac.jp

**Abstract** This paper proposes a learning support application to help students understand classical narrative literature such as *the Tales of Ise* and *the Tosa Diary* and another application to help small children understand children's stories such as Grimms' fairy tales as part of our university's efforts to enhance the learning effect through educational digital transformation. These applications are built on a common platform. The application for *the Tales of Ise* and *the Tosa Diary* is designed to be used in class in high school and entrance examinations, while the application for children's stories is designed to intrigue children by moving pictures. In the former, the user is asked to match waka poems with the corresponding visual scenes, which is expected to boost their memory retention. In the latter, which targets children in kindergarten and lower grades, the user is asked to pick key items or words when the main characters appear in moving pictures. We chose a quest form to engage children. Ten questions are asked about *the Tales of Ise* and *the Tosa Diary* each, while approximately the same number of questions are asked about the characters in the children's stories. We have introduced the former in a classical Japanese literature class in our university and received many reviews from the students saying they were able to see waka poems in a new light. Meanwhile, we put the latter on public display and received favorable reviews saying the application is suitable for early childhood education. We look forward to the future development of this study since this platform is applicable to various subjects.

**Keyword** Educational DX, Classical Narrative Literature Education, Early Childhood Education, Children's Stories

## 1. 1. 研究の背景と目的

発表者らはこれまで教育のデジタルトランスフォーメーション (DX) の一環として、古典教材を用いた教育活動をサポートする多数の Web・タブレット向けアプリケーションを開発、授業に導入し、作品理解や教育の質向上に寄与してきた[1]-[11]。従来の古典教育では、絵巻物や屏風絵などの絵画資料や、くずし字で記された文字資料などは、紙媒体の配布資料を教材としていた。発表者らは教育の DX 化を図り、Web やタブレットを用いてパズルゲームを体験しつつ、コンテンツを詳細に鑑賞したり、コンテンツ上にコメントを書き込みできるようにしたりして、個人学習のみならずグループで知識を共有できるワーク (図 1) を実現している。また、古典作品の理解を求めるクエストゲームなど種々のタイプの形式も実現している。クエスト系は図 2 のように迷路を RPG のように歩き、百人一首や地域史に親しんでもらうというものである[7]。

国宝信貴山縁起絵巻学習(上巻)



図 1. 絵巻物グループワークアプリケーション

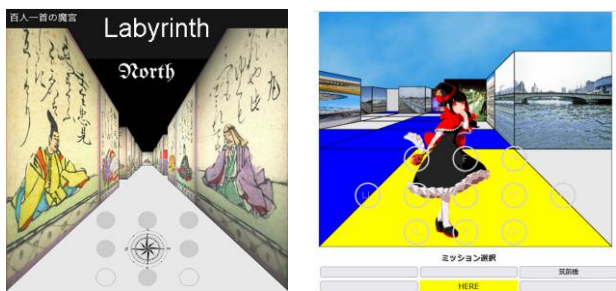


図 2. クエスト系アプリケーション

これらは学習者が画像ファイルのコンテンツを細部まで鑑賞したり、種々の画像に触れたりすることで、それらに関する知識の定着および理解度の向上を目標としている。今回の提案では、『伊勢物語』と『土佐日記』を取り上げる。いずれも作中人物が訪問先で和歌を詠む章段が多いという特徴があり、作品理解のためには、詠者や土地、出来事といった設定に関する知識を習得したうえで、和歌の内容および詠歌状況を読み解く必要がある。童話に関しては、幼児・児童が様々な物語に触れる機会を提供できるよう、学習者がアプリケー

ション上で東西の著名な物語のキャラクターやアイテムに出会うという設定で展開する。これらの背景を踏まえ、2 章ではシステム化の前提と要求条件を説明する。3 章で方式提案としてアプリケーション実装技術について述べる。4 章にて結論と今後の研究課題について述べる。

## 2. システム化の前提と要求条件

### 2.1.HTML5 Canvas 機能

ブラウザ上、画像を中心とした教材になるので、プログラムは JavaScript で記述し、HTML の各要素、特に画像表示の基盤となる Canvas の操作を主要な処理とする。Canvas は HTML のタグの一つで、横軸、縦軸の x, y 座標を意識して図形を描画し、画像ファイルを配置することができる。Canvas に対してリスナーを設定し、クリックやマウスの動作の座標を得ることができるので、Canvas 上に描画されたキャラクターやアイテムに対してタッチした際の処理や、画像ファイルを多層に重ねるなどのプログラミングができる。

また、1 秒間に数十回の描画を繰り返し行うこともできるので、アニメーション動作も表現できる。キャラクターなどを動かすことで学習効果が高まると考えられる場合、この記法を用いればよい。じっくり考えるタイプの学習では動かさなくても良く、解説などしっかり読んでもらえるような形態にする。

### 2.2.アプリケーションイメージ

『伊勢物語』、『土佐日記』のように和歌と散文で構成される古典教材に関しては、詠者、地名(名所)、出来事という設定を把握したうえで、作中和歌および詠歌状況を正しく読み解くことが重要となる。語彙・文法に関する断片的な知識重視の学習ではなく、作品全体の理解も視野に入れ、詠歌状況や章段構成をも学べる設計を目指した。このため、ストーリーに応じて背景を変更し、作中人物の吹き出しを用いて、詠歌状況や出来事を説明している(図 3)。

進行は自動アニメーションにはせず、右下の「次へ」ボタンをクリックすることで行う。作中人物の吹き出しや背景画像は作品の散文部分と対応させてたものであるが、学習者が散文部分の内容を確認しつつ、詠歌状況にあう和歌を選択する所要時間は習熟度によって大きく異なる。そのため、各学習者のペースで学習が進められる設計とした。下方の短冊は、和歌の選択用の画像であり、和歌の先頭一文字を表示している。クリックで和歌全文がポップアップし、学習者が正解と判断すれば OK ボタンを押し、別の和歌を選ぶ場合はキャンセルボタンを押し、学習者が正答と判断した和歌に対し OK ボタンを押すと、画面が切り替わり、正解・不正解、および解説がポップアップする。



図 3 伊勢物語学習アプリケーション

童話に関しては、幼児・児童が物語世界や作中人物に親しみを感じることや、作中に登場する特徴的なアイテムやエピソードを知ることが目標としている。文学全体への興味を高め、読書習慣を身につけることも目指す。画面（図 4）は自動的に右へ流れて行く。即ち、主人公が前に進んでいるように見え、何らかの場面に遭遇すると動きが止まり、吹き出しにより会話が始まる。この会話の中で、アイテムが表示され、ストーリーに相応しいものを選択して次の場面へ進んでいく。正しいアイテムが選択されない場合、ストーリーが途中で進まなくなる。



図 4 童話学習アプリケーション

### 2.3. 要求条件

上述の通り、古典教材は断片的な知識重視の設計にせず、作品理解の手助けとなるような画像も活用し、ブラウザを効果的にビジュアルに表現することによって、学習意欲と学習効果の向上を狙う。童話教材は、幼児・児童に童話の存在自体を認めてもらい、豊かな読書体験へと導きたい。

要求条件を整理すると以下ようになる。

- ・ビジュアルにストーリーの流れを把握できる。
- ・読解のための知識だけではなく、物語を構成する主要場面や詠歌状況を学べる。
- ・これをプラットフォームとして、出題内容の追加ができ、他の古典作品にも展開しやすいこと、童話に関してはそのカバー範囲を広げられるような拡張性を持たせる。
- ・背景に使用する画像はデジタル公開されている古典籍画像に差し替え可能であり、学習者が日本の伝統的な言語文化に触れる機会も提供できる。

### 3. アプリケーション実装技術

Web ブラウザ向けアプリケーションとして JavaScript で構築する。描画は HTML5 の Canvas 機能を JavaScript プログラムで制御する。その他 HTML 要素の動的な操作も含む。

#### 3.1. 画面構成と描画

図 3 のアプリケーションイメージのように、本アプリケーションでは、背景、登場人物、吹き出し、会話文の文字、和歌一覧の選択ボタンが対象になる。図 4 の童話アプリケーションでは、主人公の他、登場人物（動物や木や建物など含む）を描画し、これをアニメーションとして動かす。和歌の選択ボタンの位置には獲得したアイテムが置かれている。

背景や主人公含む登場人物は Canvas で描画する。画面範囲を div タグとして、Canvas を

```
canvas = document.createElement("canvas");
```

により動的に生成し div の子要素として設定する。

```
maindiv.appendChild(canvas);
```

この Canvas に対し、

```
context = canvas.getContext("2d");
```

によりコンテキストを取得し、この context を用いて、長方形の描画 fillRect(), 画像の描画 drawImage()を行って行く。この上に登場人物の画像を描画していくが、画像が重ならないよう最前面に来るべき画像は後から描画する。

吹き出しは、Canvas 上の画像ではなく、div 要素をオーバーレイして描画する。初期状態で土台となるメインの div 上にブラウザ利用者目線で Canvas が上になり、ポップアップ div が下になるように配置する。メイン

div のスタイルで position:relative を与え、Canvas とポップアップ div には position:absolute を与える。目線上方には z-index 属性値に相対的大きな値を設定する。Canvas には 1, ポップアップには 0 を設定しておけば、ポップアップは隠れている。会話が始めると、ポップアップの z-index 値を 2 などの大きな値に変え上方に描画する。

オーバーレイは場面に応じて、セリフや画像、ボタンなどを HTML 書式で記述する。これをポップアップオーバーレイの innerHTML としてセットする。ボタン押下で次のセリフや解答を提示する際は、この innerHTML の内容を変更し、主人公の移動の状態になると z-index 値を 0 にして背景画像の後ろに隠す。

### 3.2. アニメーション描画

童話アプリケーションはアニメーションによりストーリーが進むが、共通プラットフォームを用いて構築しているので、古典教材の方もアニメーション機能を備えている。ただし、古典教材はボタンクリックで場面を切り替えてストーリー展開をしている。アニメーションを実現するのは、あるシーンの画面を構築する関数を draw() として定義し、これを

```
pid = setTimeout('draw()', 50);
```

のように setTimeout() 関数で 50 ミリ秒後に draw() 関数を呼び出すことである。場面を描画する。Canvas の枠内で主人公の描画位置を変えず、背景画像を少しずつずらして動いている様子を見せる。

Canvas の画像ファイル描画は、new Image() にて画像ファイル名を指定し image オブジェクトを作り、これを引数に以下のように指定する。

```
drawImage(image, sx, sy, sw, sh, dx, dy, dw, dh)
```

関数にて、画像ファイルから切り出したい左上座標 (sx, sy) と幅 sw, 高さ sh を指定し、貼り付け先座標の左上 (dx, dy) と幅 dw, 高さ dh を指定することで、切り取り・拡大縮小した形で描画される。このことから、図 5 のように Canvas の枠幅より長い背景画像の横軸の切り出し位置を少しずつ左 (x 軸マイナス方向) にずらして行くことで主人公が動くように見える。なお、図形サイズと枠サイズは異なるので、その分の変換も行っている。

なお、上記コードの setTimeout の戻り値で pid があるが、これは現在アニメーションを行っているプロセスの識別子で、スタートボタンを押した数だけプロセスが生成し描画が異常になる。これを防ぐために、最初に生成した pid 以外のプロセスは kill している。

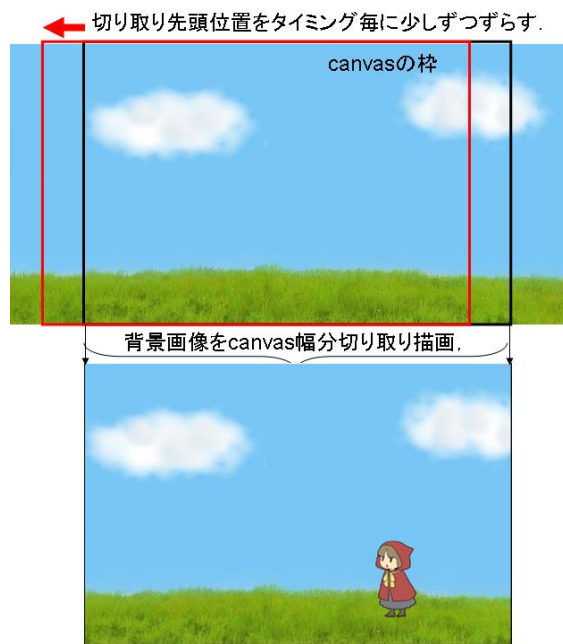


図 5. アニメーション描画

### 3.3. データ管理と画面遷移

プラットフォームとして今後の拡張性を考える場合は、Json 形式でテキストエリア内にて管理する方法を取るべきであるが、今回の試作実装では、JavaScript プログラム内の初期配列データとして与えることとした。管理すべきデータは、場面毎のセリフデータ、出題データ、解答データ、解説データなどである。解説データは、次のような多重配列であり、各場面で読まれる歌の解説として表示行、一行ずつの文字列を内側の配列要素として宣言している。

```
[["時知らぬ 山は富士の嶺 いつとてか 鹿の子まだらに雪の降るらむ", "季節をわきまえない山は富士の山だ、いったい今をいつとと思ってか、", "鹿の子まだらに雪が降っているのだろうか。"], [". . . ."]]
```

セリフ進行とその中に出て来る問題文は、場面毎の配列要素を持つ配列で、場面毎の要素では、0 番目は吹き出しの左右の向きであり、画像描画上適切な方が設定されている。1 番目は、問題の出題があるかどうか、2 番目はセリフの文字列、3 番目が存在する場合は、和歌配列のインデックスである。

```
. . .
[1,0, "この河は隅田川か。ここからは舟で移動だな。"],
[1,0, "都からずいぶん遠くまで来たものだ。"],
[0,0, "早く舟に乗らないと、日が暮れてしまいますよ。"],
[1,0, "乗り遅れてはいけない、急ごう。…ん？今日では見ない鳥だな。この鳥はなんというのだろうか？"],
[0,0, "それはゆりかもめ、都鳥ですよ。"],
[1,1, "都鳥か…。",8],
[1,0, "毎年、水無瀬の桜は見ているが渚の院の桜は一際美しいな。"],
. . .
```

出題された状態では、図 3 下方にある選択画像を推して解答すると正解判定がなされる。出題状態でない

場合は、単に和歌の解説がポップアップするのみである。判定の結果、正解であれば、正解配列の該当位置の次の様な文字列が表示される。

["本文 からころも 着つつなれにし つましあれば はるばる来ぬる 旅をしぞ思ふ","訳 唐衣を着慣れるように、慣れ親しんだ妻が都にるので、ああ、こんな所まではるばると来てしまったなあ、としみじみ旅の空を寂しく思う。","解説 この歌には枕詞、序詞、掛詞、縁語、係り結び、折句が用いられている。","枕詞…「唐衣」は「着」にかかる枕詞。他にも「裁つ」、「袖」、「紐」などにかかる。","序詞…「唐衣着つつ」は「なれ」を導く序詞","掛詞…「着慣れる」と「慣れ親しむ」、「妻」と「棲」、「張る張る」と「遙々」、「来」と「着」","縁語…「なれ」、「つま」、「はる」、「き」は「唐衣」の縁語","係り結び…強調の係助詞「ぞ」+ハ行四段活用「おもふ」の連体形","折句…まくら(頭文字)の文字に添って言葉を折り込む技法。ここでは「かきつばた」のこと。"],

不正解の場合はヒントデータとして解答のサポートとなる文字列を表示する。この状態で「次へ」ボタンを押すと、出題画面の一つ前に戻り、正解になるまで繰り返すことになる。

["伊勢物語<九段一>","東国の沢に淋しくかきつばた","伊勢物語で有名な歌の一つですね。お題の花と五七五七七の頭文字に注目です。"],

正解になると、次のセリフを、正解後配列から問題文のインデックスの位置の要素を取り出す。次の形式で、吹き出しの向き、セリフ、次の場面番号(背景画像のファイル番号)が得られ、背景画像を変更する。

[1,"妻は元気にしているだろうか。恋しくなってきたな。",6],

図6は、出題箇所です正しい解答を選ぶ部分とそれが正解であった場合の様子である。

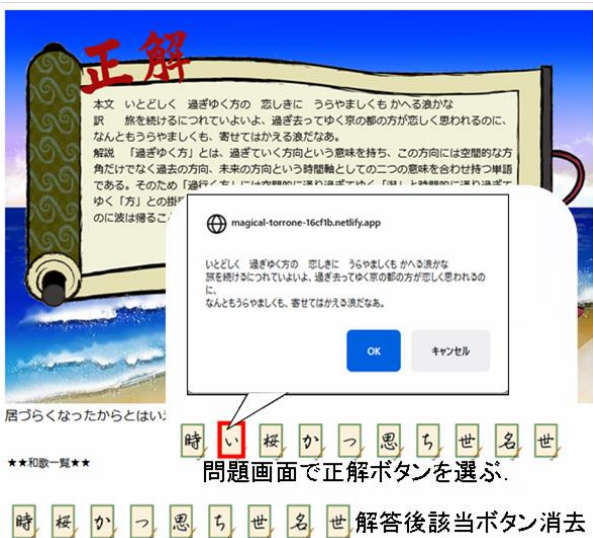


図6 正解画面

この場合は、「いとどしく 過ぎゆく方の 恋しきに うらやましくも かへる浪かな」が正解であり、図の

OK ボタンを押すと正答判定がなされ、正解の解説を示すとともに、選択されたボタンが消える。なお、不正解の場合は消えることはなく、前述の通りヒントが表示される。その後、解答後の主人公のセリフが入り、図7のように次の場面に移る。



図7 次画面

### 3.4. 童話アプリケーションのデータ管理

童話アプリケーションは、様々な童話の特徴的な場面やキャラクター、アイテムを次々に出現させ、幼児・児童に童話の存在を知ってもらうことを重視している。

データ構造は、古典教材と基本的に同じプラットフォームアプリケーションを利用しており、ストーリー進行用の配列にはセリフまでは同じだが、問題出題の部分を変えている。4番目の要素に選択肢となる画像の配列、5番目の要素はそれをインデックス値とした配列である。

[0,0,"私は隣国の王子です。この城の中にいる姫に会いにこの国まで来たのですが、茨に囲まれて入ることができないのです。"],  
 [0,1,"申し訳ありませんが、この茨を取り除くものをお持ちではないでしょうか。", ["item4.png", "item8.png", "item15.png", "item16.png"], [4,8,15,16]],  
 [0,0,"あのさ!"],  
 [0,0,"今度、お母さんと森の中に行くんだ。その時まで、どうしても目印になるものが必要なんだ。"],  
 [0,1,"何か目印になるものを僕にちょうだい!お願い!", ["item15.png", "item4.png", "item9.png", "item16.png"], [15,4,9,16]],  
 [0,0,"おや、赤ずきん。"],  
 [0,1,"どうしたんだい?こんなところまで。", ["item1.png", "item16.png", "item16.png", "item16.png"], [1,16,16,16]],

この選択肢の画像は、図8の吹き出しにある画像であり(四つ目の16はno imageの画像)、このポップアップdivの中のimgタグで描画している。これにonclick属性で正解判定関数に飛び、既に使用されたものでなければ次の場面へ、使用されたものならば未使用のもの

のが選ばれるまで、選択の吹き出しを繰り返す。

古典文学アプリケーションと異なり、この時点で正解は示されないが、進めて行くと、全て使用済みの選択肢しか表示されなくなる。この場合、上記の繰り返しになるので、ストーリーが停止する。最初から適切なものを選ばないと END シーンに辿り着かないというものである。



申し訳ありませんが、この茨を取り除くものをお持ちではないでしょうか。

図 8 童話アプリケーションの設問シーン

## 4.まとめ

### 4.1. 評価

授業外学習で「伊勢物語学習アプリケーション」を使用し、アンケート評価を行った（調査対象者：文学系科目受講生，1～4年次生 62名，2023年1月17～20日）。「本アプリケーションを使用することで物語に興味をもつことができたか」という質問に対しては以下の回答が得られ，64.5%が興味を抱いたといえる。

- ・とても興味をもった…10人（16.1%）
- ・やや興味をもった…30人（48.3%）
- ・変化なし…22人（35.4%）

また、アプリケーションを通して学んだ内容については「ちはやふるという枕詞が授業中に教わった神にかかるだけではなく、宇治にかかることに気付いた」という和歌の技法に関する発見や「在原業平は恋愛のイメージがあったので旅に出ていたと知ることができたのは新鮮」という物語全体に関する新知見が得られたという意見が寄せられた。これらは学習者自身が授業中に習得した基礎知識に、アプリケーションによる授業外学習を通して得た知識や発見を結びつけて、古典作品の理解をより深めることができた例といえる。

童話アプリケーションに関しては、オープンラボにて来場者からのアンケート評価を行い、幼児・児童教育として面白さがある、多様な分野に展開できそうという意見が得られた。時系列的にはこちらを先に構築しており、その後の発展形で古典文学方面に拡大したので、汎用性を実現できたともいえる。

### 4.2. 結論と今後の課題

古典作品や童話への興味関心を喚起し、深い作品理解や豊かな読書体験へと導くアプリケーションの導入を試みた。アプリケーションを用いた教育実践に対してアンケートを実施した結果、その目的を達成することを示すデータが得られた。本アプリケーションは共通プラットフォーム化しているため、他の古典作品や童話のデータを設定し、学習活動および読書活動を拡大させていくことが可能である。古典教材については高等学校国語科「言語文化」「古典探究」に取り上げられる作品を中心に、童話については多様なジャンルの作品をそれぞれ加えていくことが今後の課題である。

## 文 献

- [1] 須永 宏, 横山 恵理, "画像コンテンツを用いた学習アプリケーションの開発と導入 —文学授業向けアプリケーション—", 画像関連学会連合会第4回秋季大会 3A01, December 2017.
- [2] Eri Yokoyama, Hiroshi Sunaga, Makoto Hirayama, "COOPERATIVE E-LEARNING APPLICATIONS BASED ON HTML-5 CANVAS FOR JAPANESE CLASSICAL LITERATURE EDUCATION", IEVC2019 (2019-08).
- [3] 須永 宏, "ニューラルネットワーク、遺伝的アルゴリズム学習支援アプリケーション", 信学技報 SC2019-15 (2019-08)
- [4] 大土友麻, 須永宏, 横山 恵理, "くずし字学習アプリケーション「文字あわせマッチング」の開発とその活用", 情報処理学会人文科学とコンピュータ研究会 (SIG-CH)「じんもんこん 2019 (人文科学とコンピュータシンポジウム)」ポスター43.
- [5] 山下千晴, 須永 宏, "プログラム言語「なでしこ」の学習支援アプリケーション", 信学技報 SC2019-45 (2020-03).
- [6] Eri Yokoyama, Hiroshi Sunaga, Makoto Hirayama, "Cooperative E-learning Applications Based on HTML-5 Canvas for Japanese Classical Literature Education", IEEE Transactions on Image Electronics and Visual Computing Vol.8 No.2, 2020.
- [7] 須永 宏, 横山 恵理, "文学学習アプリケーション —百人一首のラビリンス—", 画像電子学会第1回デジタルミュージアム・人文学 (DMH) 研究会 Proceedings-3 (2021-03).
- [8] Eri Yokoyama, Hiroshi Sunaga A Digital Transformative Education Method for Japanese Classical Literature —Hyakunin-Isshu E-Learning, IEVC2021-Digital Museum and Humanities 53 (2021-09).
- [9] 久保田陸斗, 須永 宏, 平山 亮, "E-ラーニングによる DX 化支援方式—Web アプリケーション構築のための CSS 学習支援システム—", 信学技報 SC2024-35 (2022-03).
- [10] 中野 匠, 須永 宏, "E-ラーニングによる DX 化支援方式—オートマトン学習アプリケーション—", 信学技報 SC2021-37 (2022-03).
- [11] 横山 恵理, "須永 宏, 平山 亮, 古地図を用いた文学学習アプリケーション —くずし字の理解と今昔名所比較—", 2022年度第50回画像電子学会年次大会[P1] 企画セッション【デジタルミュージアム・人文学に役立つ技術 (1)】 P1-1 #58.