

# ユビキタス環境における漢字教育支援システムの評価

三輪 譲二<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 岩手大学工学部 〒020-8551 岩手県盛岡市上田 4-3-5

E-mail: <sup>†</sup> miwa@cis.iwate-u.ac.jp

**あらまし** 本報告では、ユビキタス環境における漢字学習支援システムの運用評価結果について述べる。このシステムは、連合学習支援、手書き漢字入力を用いた辞書検索支援、漢字文章読解支援の3つの支援機能を、世界の漢字学習者に無料で公開している。このシステムは、Web ベースのため、パソコンばかりでなく、iPhone などのユビキタス環境でも利用できる特色をもっている。また、連合漢字学習支援のページでは、約1年間の公開運用実験の結果、iPhone や iPod Touch からの利用が約16%あり、ユビキタス環境での学習支援システムが益々重要になってきていることが分かった。

**キーワード** Web 利用、ユビキタス環境、手書き漢字認識、漢字学習、日本語教育

## An Evaluation of a Computer-Assisted Kanji Learning System in a Ubiquitous Environment

Jouji MIWA<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Faculty of Engineering, Iwate University 4-3-5 Ueda, Morioka-shi, Iwate, 020-8551 Japan

E-mail: <sup>†</sup> miwa@cis.iwate-u.ac.jp

**Abstract** This paper describes a web-based kanji learning system and its field testing. By using the system on the Internet, any learner can easily learn kanji at anytime and in anywhere via PC, iPhone or iPod touch.

The system has three functions such as associative kanji learning, dictionary search using kanji handwriting recognition and web-dictionary search using text parsing. In the first function, one kanji in one group is displayed with English meaning, reading, no. of strokes, radical, stroke order, grade of JLPT and so on. In the function, learners repeatedly learn the kanji with associative knowledge. In a mode of checking, learners check the reading or meaning in their memory. In the function, learners also write the kanji on palm or over head by their hand. In a stage of testing, learners examine reading and meaning of kanji. Scores after the testing are useful for learners to achieve improvements.

About 16% of accesses is via iPhone or iPod touch. So the system is useful for kanji learning in the ubiquitous environment such as PCs and mobiles.

**Keyword** Web-based System, Ubiquitous Environment, Handwriting Recognition, Kanji Learning, Japanese Teaching

### 1. まえがき

最近、看護や介護の外国人労働者の受け入れや、30万人留学生受け入れ計画などにより、地球規模での日本語教育が益々重要になってきている。特に、米国やヨーロッパなどの非漢字圏の日本語学習者にとって、漢字学習は非常に大きな障壁となっている。

また、最近の若者たちは、図1に示すように、Digital Natives[1]と呼ばれており、長時間のビデオゲームなど

を楽しんで来た世代であり、従来の教科書やアナログ機器による学習環境では物足りないと感じるようになってきている。さらに、Apple社のiPhoneのように、無線LANと完全ブラウザを実装したモバイル機器が、手軽に使用できるユビキタス学習環境が整ってきている。

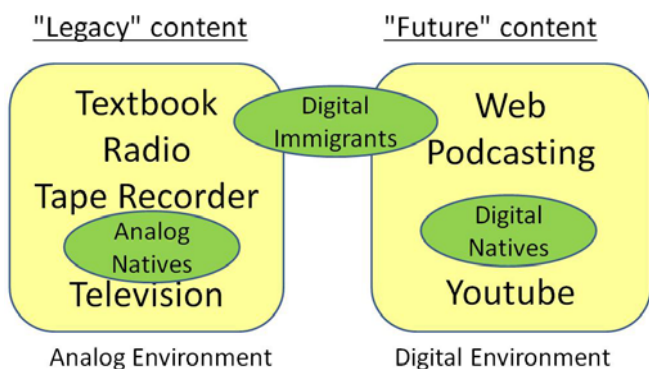


図 1 アナログとデジタル環境のコンテンツ比較

このため、本報告では、いつでも、どこでも、だれにでも、手軽に、繰り返しユビキタス環境で利用可能な漢字学習支援システムの開発結果とその運用評価結果について述べる。この漢字学習支援システムでは、連合学習支援、手書き漢字入力を用いた辞書検索支援、漢字文章読解支援の3つの支援機能を提供する。

## 2. 漢字学習支援システムの構成

### 2.1 システム構成

本システムでは、連合漢字学習支援[2]、手書き漢字入力を用いた辞書検索支援、漢字文章読解支援[3]の3つの機能を提供する。

連合漢字学習支援では、日本語教科書の章毎の比較的少ない数の漢字を、記憶、復習、評価の3つのモードで、繰り返し学習する機能である。

また、手書き漢字入力を用いた辞書検索支援は、読みはもちろんのこと、画数や部首などを用いて漢字を検索できない学習者を支援するための機能である。

さらに、漢字読解支援は、Web ページや PDF 資料など、既存の漢字を含む文章を字句解析し、読み、意味、発音などの情報を提供する機能である。

### 2.2 連合漢字学習支援

最初の連合漢字学習支援では、図 2 に示すように、記憶、復習、評価の3つのモードにより構成されている。

記憶モードでは、日本語教科書の章毎の漢字リストに準拠させることにより、1回で学習する漢字数を10個程度に制限した漢字を用いた。また、このモードでは、漢字毎に、形、意味、読み、画数、筆順、部首、単語例、文章例などのテキストや画像情報が、検索ページと共に有機的にリンクされており、漢字の持っている様々な情報を、繰り返し表示させ、連合的に漢字を覚えることができる仕組みを取り入れている。

また、筆順表示も、QuickTime などのビデオ形式ではなく GIF アニメ形式を使用しているため、ブロード

バンド利用でなくてもストレスを感じないで漢字学習を進めることができる。

また、復習モードでは、漢字の筆順を空書きなどで覚えていくが、その際に、漢字の意味や読みを隠して表示することにより、未暗記の漢字を確認しながら学習を進めていくことができる。

さらに、評価モードでは、漢字マッチングクイズを行う。このクイズでは、5個の漢字が左側にランダム順で表示され、右側の英語の意味、音読み、訓読みの対応する項目を選ぶものである。この際に、パソコンでは、右側の選択肢を対応する左側の選択肢までドラッグします。また、iPhone や iPod Touch では、右側の選択肢をクリックした後、対応する左側の選択肢をクリックします。間違った対応をした場合は、再度、対応する選択肢をクリックすれば、後の対応の方が有効となります。このように、5個の漢字の違いを相互に比較しながら対話型で解答できるため、漢字のさらなる連合型暗記に結びつかせる狙いもある。

なお、クイズの成績は、ログインしない場合でも、クイズ中に閲覧できるようになっており、自分の得意漢字を容易に知ることができる。スコア表示では、最初に、教科書名、章名、試験回数、スコア、解答平均時間、実施日時のスコアのまとめが表示される。また、章別詳細スコアでは、スコア、漢字名、解答時間、実施日時が表示される。なお、誤りの漢字に対しては、リンクが表示されるため、リンクをクリックすると、漢字復習モードに移動することができる。なお、CSV形式のスコアが表示されるので、先生にメールで送ったり、MS Excel などに成績を取り込んで、学習履歴などの処理に利用したりすることができる。

本システムのユーザインターフェースは、パソコンでも iPhone のようなモバイル機器にも対応するように作成しているので、教室や家庭ばかりでなく、モバ



図 2 連合漢字学習の記憶、復習、評価モードの例

イルのユビキタス環境で、ブレンディドラーニングとして、漢字を学習することができる。

図 3 に、iPhone における台湾語版手書き認識を用いた検索例を示す。



図 3 手書き認識を用いた検索例

図 4 に Google Language Translation API を用いた機械翻訳の例を示す。この例では、「会」の漢字から、日本語の「あなたが出かける前にお会いしたい。」と、英語の「I want to see you before you go.」という対の例文を表示させ、英語から他の言語に翻訳することにより、日本語とさまざまな言語の翻訳を、できるだけ正確に翻訳して利用できるようになっている。

### uPal: English to Japanese Translation/多言語翻訳



図 4 多言語機械翻訳の利用例

### 2.3 手書き漢字入力を用いた検索支援

非漢字圏の日本語学習者は、画数、編、旁などの漢字の知識が少ないため、漢和辞典などを用いて漢字

辞書を引くことが困難である。このため、従来は、4 コーナー特徴やスキップコードなどを用いた辞書索引が用いられてきている。しかし、学習者が、これらの特徴の意味を理解していないと使用できないという欠点があった。このため、漢字の形と筆順情報を用いたオンライン手書き漢字認識を、漢字や辞書検索のために用いることとした。しかし、この方式では、筆順の誤りがあると正しく認識できない場合が生じるため、図 5 の例のように、1 画目と 2 画目の筆順を誤ったり、3 画目のストロークの筆記方向を誤った場合でも、正しく認識するように、1 個の漢字に対して、複数の筆順方向辞書と構造辞書を備えることで対応した。

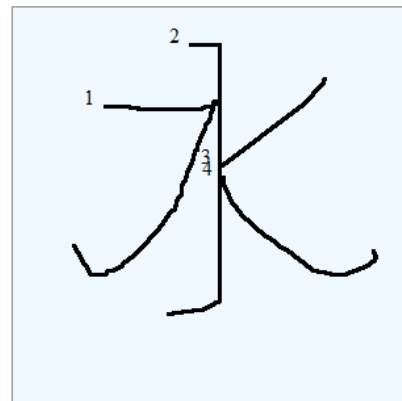


図 5 誤った筆順と方向の例（「水」）

本システムで用いたオンライン手書き漢字認識システムでは、常用漢字の 2,000 個の漢字が認識でき、図 6 の表示例が示すように、Ajax を用いて、1 ストローク描く毎に、サーバと通信をして漢字認識を行い、その認識結果を、クライアント側に表示するものである。

図 6 の利用例では、最初に、「左」の漢字を手書き漢字認識を用いて入力し、テキストボックスに漢字を移動し、次に、「右」の漢字を入力した例である。この画面では、後で、筆順を確認できるように、ストローク毎に数字の番号をつけて表示される。

なお、この例では、筆順誤りがあるが、正しく認識されている。しかし、認識ボックスに、x マークが記されており、筆順が誤った「右」であることが学習者に分かるようになっており、漢字学習の際の「気づき」を生む工夫をしている。

また、図 6 において、back は、1 ストローク分遡り、again は、最初ストロークからの漢字入力であり、input は、正しく認識されない場合に、テキストボックスから、漢字を入力するメニューである。

さらに、図 6 の上部では、Yahoo, Google, MSN, Goo, J-Care-Navi, Reading Tutor, Wikipedia, uPal, Kanji などの Web 辞書を選択できるようにしてある。このと

き、Kanji を選んだ場合、前述の Associative Kanji Learning の漢字を検索して表示できる。

**uPal: Japanese-English Dictionary**

Please search one word in Japanese or English.

Yahoo
  Google
  MSN
  Goo  
 uPal
  J-Care-Navi
  ReadingTutor  
 Kanji
  Wikipedia

左  Search Reset

Write a kanji using hand-writing recognition.

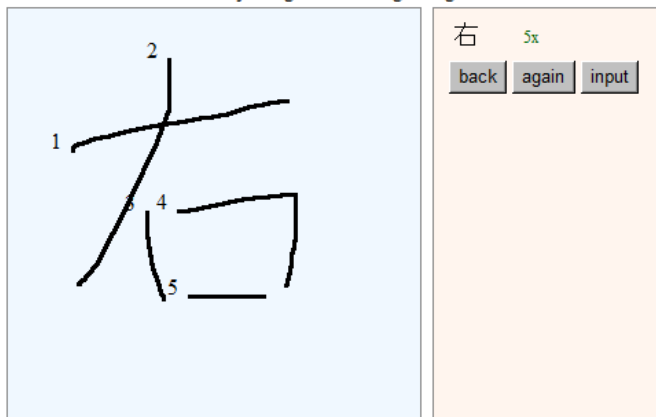


図 6 手書き認識を用いた辞書検索例

2.4 漢字読解支援

Web 型テキスト音声合成を用いた日本語文字音声言語教育支援システムの全体構成を、図 7 に示す。このシステムは、JSP (JavaServer Page) でプログラミングされ、Web アプリケーションとして動作する。

このシステムでは、図 7 の例のように、日本語教育教材のテキスト文書を、システムのトップページのテキストボックスに入力し、Parse ボタンをクリックすると、Sen[6]の API により構文解析され、図 7 の例のように、名詞、動詞、形容詞、形容動詞の単語に対して、リンク付の HTML が自動表示される。次に、このリンク付けされた単語をクリックすると、図 8 の例のような検索ポップアップウィンドウが表示される。このウィンドウにおいて、Search ボタンをクリックすることにより、複数の単語辞書サイトを利用した検索ができ、単語の意味理解などの文字言語の教育支援に役立てることができる。このように、検索単語は、テキスト文書から自動的にリンクされるため、テキストのカット&ペーストなどの無駄な操作が不要という利点を持つ。また、図 8 の例において、ヘッドホンのボタンをクリックすることにより、その単語の音声合成 (TTS: Text to Speech) が自動処理され、「雨」と「飴」の例のように、単語アクセントの相違などを音声で聞くことができ、音声言語の教育支援に役立てることができる。なお、TTS として Galatea[4][5]を利用して

る。

なお、図 7 の全体構成に示すように、日本語教材テキストとして、前述の例のようなプレーンのテキストばかりでなく、HTML や PDF のファイルも、その URL をテキストボックスへ入力することにより、自動的にファイルを webget した後、上記と同様に、テキストの構文解析をすることができる。このため、Web コンテンツや e-Learning システムで提供する日本語教材のテキストなどを、カット&ペーストすることなく、学習教材として手軽に利用できる特色を持っている。なお、PDF ファイル中からテキストを抽出するためには、PDFBox[7]の API を用いている。

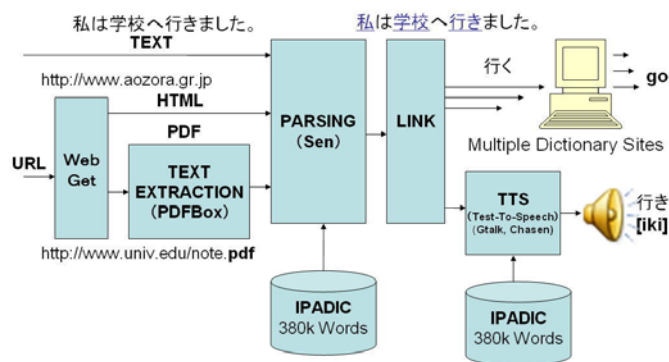


図 7 漢字読解支援部の構成

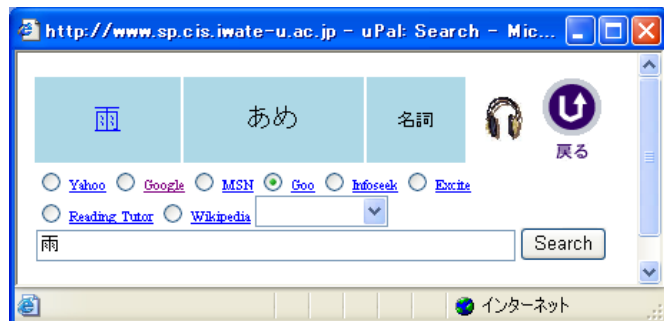


図 8 選択された単語検索メニュー表示例

日本語の新聞記事は、生きた日本語教材として効果的である。学習者が検索したい単語をクリックすると、図 8 の例のように、検索ポップアップウィンドウが表示され、Yahoo, Google, MSN, Goo, Infoseek の複数の辞書の検索や、Wikipedia の検索ができる。特に、Wikipedia の検索結果は、日日辞書として利用することができ、情報工学などの専門科目の日本語教育支援にも役立てることができる。このように、新聞社の Web 版の記事の URL を入力するだけで、カットアンドペーストすることなしに、効率的に複数の辞書を検索することができる。なお、この図 8 の例では、マウスを「雨」

の文字の上に置くと、ステータスバーに「雨」の文字が表示され、検索語を誤り無く選択できる工夫をしている。

また、本システムでは、単語ごとにリンクが付与されるため、元のリンクは、プレゼントボックスの画像に変換される。さらに、リンクや画像などの相対 URL は、絶対 URL に自動変換され、元の Web ページの表示と同一のページ構成となる。このように、リンクページも自動的に絶対 URL に変換され、元のリンクを階層的に辿ることができる。

青空文庫[8]では、著作権の切れた約 4000 個の日本語の文学作品を Web 上に公開している。図 9 に青空文庫において、「夏目漱石の草枕」の利用例を示す。Index of Aozora Bunko(Reding using uPal Helper)と記述された青空文庫のインデックスページをクリックする。「夏目漱石」から「な」の著者のリンクをクリックする。次に、著者「夏目漱石」をクリックする。さらに、「公開中の作品」から「草枕」をクリックする。「図書カード」から「いますぐ XHTML 版で読む」をクリックする。すると、図 9 のように、「草枕」の作品が表示される。

このような長編の作品のテキストも、カット&ペーストの操作をすることなく、クリックだけで表示と単語辞書の検索が、簡単に実現できる。

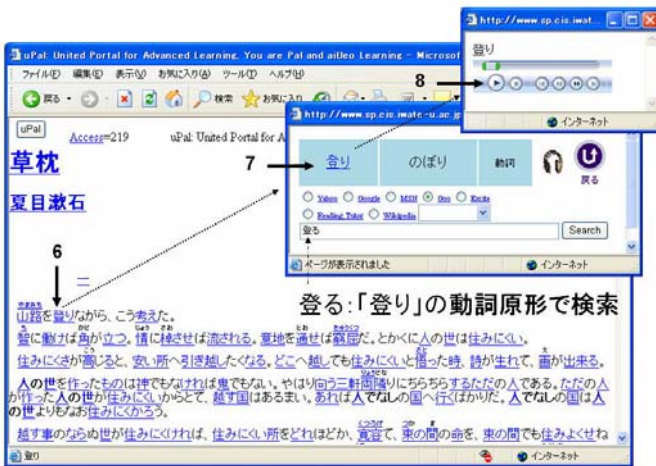


図 9 「草枕」の読解支援処理例

本システムでは、国際化の対応ため UTF-8 の文字コードを使用しており、また、検索情報の繰り返し利用や表示の見易さなどのため、JavaScript、クッキー、ポップアップウィンドウの機能を用いている。このため、本システムを利用するには、これらの機能を受け付ける設定をブラウザにする必要がある。

また、本システムでは、負荷を低減するため、HTML については 1000 行毎に、また、PDF ファイルは 1 ページ毎に表示する仕様としている。

さらに、文字コードは、Content-type から自動判定しているが、meta タグしてある場合は、後者を優先しているが、設定が誤っていると文字化けが生じる場合がある。

構文解析とリンクづけ処理は、Sen[6]を使用することにより、複雑な新聞社のページでも、数秒で処理が終わり、高速処理可能となった。また、生成された HTML ファイルは、元のファイルの約 6 倍程度に増大するため、転送の負荷が増大する問題がある。

図 10 に、PDF ファイルのテキスト抽出とリンク表示例を示す。この例から、1つのテキストボックスが、1つの行で表現され、本文とレイアウトがよく一致していることが分かる。

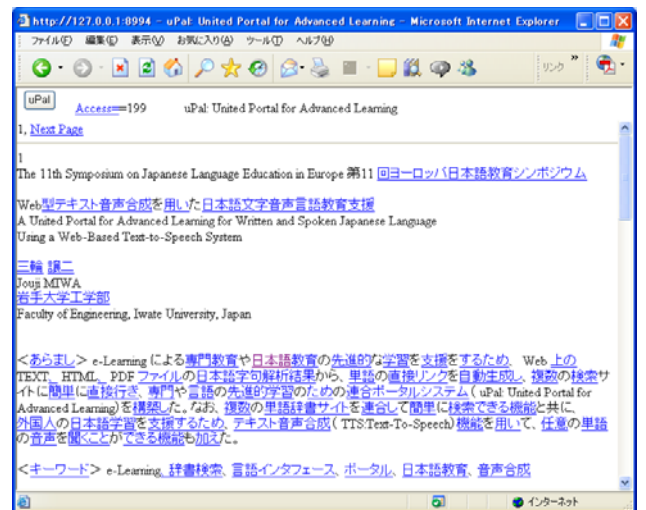


図 10 PDF ファイルの読解支援例

### 3. システムの評価

#### 3.1 連合漢字学習部の検討

連合漢字学習部は、2008年2月1日から記憶と復習モードを Web 上に公開した。このトップページには、世界中から 1 日平均 1000 件以上のアクセスがあった。また、5月14日から評価モードを公開し、表 1 に、1 年間の評価モードのアクセス割合を示す。

この結果から、アクセス割合は、PC が 84%、iPod Touch が 7%、iPhone が 8% であり、iPhone などのユビキタス環境からのアクセスが約 16% あることから、ユビキタス環境における学習システムが、今後益々重要になることが分かった。

表 1 機器別アクセス割合 (2008.2-2009.1)  
(試験モードのアクセス結果)

PC	iPod Touch	iPhone	個数
84%	7%	9%	27,990

### 3.2 手書き漢字認識部の検討

手書き認識部は、2008年12月24日に公開運用を開始し、約2か月が経過した。処理時間は、1漢字あたり、約10ms程度であり、利用者がストレスを感じるような長い処理時間ではなかった。

また、複数漢字辞書の割合は、現在、画数の少ないものを中心にして、全体の約25%であった。今後、画数の多い漢字に対しても、複数辞書を増やし、複数漢字認識される割合を少なくし、さらに、認識率を高めていく必要がある。

さらに、漢字認識性能は、表2に示すように、公開後の約2カ月の運用期間で、正しい漢字を選択したか、inputメニューで正しい漢字を入力した場合のみで統計を取ると、複数の認識結果も正答と考えると、96.3%と高い認識率が得られた。複数の漢字認識結果がある場合は、辞書検索を目的にした場合は、なんら問題はないが、漢字認識率だけで考えると、34.7%の複数漢字認識結果の割合を減らす必要があると考える。

なお、againメニューを押した場合は、認識誤りであった可能性があるため、今後は、この場合も統計に入れる必要があると考える。

表2 漢字認識部の性能結果(2か月間)  
(again,backメニューは除く)

1位	2位以下	誤認識 input	個数
61.6%	34.7%	3.7%	1242

### 3.3 漢字読解支援部の検討

漢字読解支援部は、2006年9月1日から、公開運用を開始した。しかし、rikai.comなどのような、ヒューマンインタフェースの優れたシステムが、他にも多数公開されているため、積極駅に利用される状況ではなかった。また、本システムは、テキスト音声合成機能を有していることを、大きな特色の一つとしていたが、音声合成処理が、非常に負荷の高い処理であるため、サーバに負荷がかかり、十分に機能を発揮させることができなかった。

## 4. むすび

本報告では、ユビキタス環境における漢字学習支援システムの運用評価結果について述べた。このシステムは、連合学習支援、手書き漢字入力を用いた辞書検索支援、漢字文章読解支援の3つの支援機能を、世界の漢字学習者に無料で公開しているおり、Webベースのため、パソコンばかりでなく、iPhoneなどのユビキタス環境でも利用できる特色をもっている。連合漢字

学習では、学習、記憶、試験の3つのモードからなっており、漢字を学習しやすい方式を採用した。また、手書き漢字入力をういた漢字や辞書検索、漢字読解支援の機能も学習者に役立っている。しかし、まだ、使いづらい部分があり、その点については改善していく必要がある。

公開運用実験の結果、連合漢字学習部では、iPhoneやiPod Touchからの利用が約16%あり、ユビキタス環境での学習支援システムが益々重要になってきていることが分かった。

なお、本漢字学習支援システムは、3つの機能全体として、「uPal: United Portal for Advanced Learning」の名称で、以下のURLで公開中である。

<http://www.sp.cis.iwate-u.ac.jp/icampus/u/>

## 謝辞

本研究の一部は、平成19-21年度科学研究費補助金・基盤研究(B),19320072,「ユビキタス環境における統合型日本語教育支援システムの地球規模の公開実験と評価」によった。

## 文 献

- [1] Marc Prensky, "Digital Natives, Digital Immigrants", On the Horizon, Vol.9, No.5, pp.1-6, Oct. 2001.
- [2] 三輪譲二:iPhone 向きの連合漢字学習システムの開発/, 日本教育工学会第24回全国大会, 1a-A207-06, pp.231-232, 上越教育大学, Oct. 2008.
- [3] 三輪譲二:先進的学習支援のための連合ポータルシステム、日本教育工学会第22回全国大会, 1p-E001-3, pp.531-532, Nov. 2006.
- [4] 川本, 下平, 新田, 西本, 中村, 伊藤, 森島, 四倉, 甲斐, 李, 山下, 小林, 徳田, 広瀬, 峯松, 山田, 伝, 宇津呂, 嵯峨山: カスタマイズ性を考慮した擬人化音声対話エージェントツールキットの設計, 情報処理学会論文誌, Vol. 43, No. 7, pp.2249-2263, Jul. 2002.
- [5] 阿部雅嗣, 三輪譲二: Web対応型音声合成システムとその応用, 電子情報通信学会、音声研究会, 技術報告, SP2004-138, pp.7-12, Jan. 2005.
- [6] SEN: <https://sen.dev.java.net/>
- [7] PDFBOX: <http://incubator.apache.org/pdfbox/>
- [8] 青空文庫: <http://www.aozora.gr.jp/>