

身体を動かすことを通してローマ字習得を支援するシステム

八幡 開^{1,a)} 赤澤 紀子¹ 武田 弾¹ 中山 泰一¹ 角田 博保¹ 鈴木 貢²

概要: 近年、情報機器を用いた教育が促進されている。本稿では、情報機器 (Kinect) を用い、小学生低学年向けに体を動かしてのローマ字習得支援システムを提案する。提案システムは、児童が空中にアルファベットを書くことによるローマ字習得を支援する。実際に児童にシステムを使用してもらいその利用状況を調査したところ、児童がローマ字習得に楽しく取り組めたこと、システムを利用して新たにローマ字を覚えられたことを確認した。

Support System for Romaji Learning through Exercise

Abstract: Education with information devices has been increasing over the years. We propose support system for Romaji learning through exercise with Kinect for elementary school students in the lower grades. The proposed system supports that students study Romaji by writing alphabet in the air. We had some elementary school students operate the system and confirmed that they studied Romaji merrily and learned new Romaji.

1. はじめに

近年、小中高等学校や大学の普通教室においても、電子黒板やタブレット PC などの情報通信機器 (ICT デバイス) が普及しつつある。教育の情報化に関して様々な研究及び検証が行われている。その中で、非接触型のデバイスに注目して、教育に活用する研究もおこなわれている [1][2]。

我々は、出題される問題に対して、非接触型のデバイスである Kinect を利用して、空中に文字を書くことで解答するシステムを提案構築している。先行研究として我々は、九九を学習するシステムを構築し、学童保育クラブに所属する小学生を対象に、学習体験を行った [3]。そこで、九九を学習するシステムは、児童が楽しみながら学習できること、協働的な学びを行うことができることが分かった。だが、九九を学習するシステムは、数字の認識率をさらに強化する必要があることや、アルファベットの学習に効果を発揮するのではないかと考えている。

そこで、本論文では、文字認識率を向上させると共に、

情報教育、教育の情報化に重要であるローマ字 (英字) に着目して、身体を動かしてローマ字の学習を支援するシステムを構築、文字ごとの認識率の調査および評価を行い、一定の認識率を示すことができた。さらに、小学生を対象に学習体験を行った。この学習体験では、出題された問題に、児童たちは楽しく身体を動かしながら文字を空中に書き、解答することができた。さらに、解答がわからない児童に、周りの児童が解答を教えるなど、協働的な学習の様子が見受けられた。さらに、体験の前後でローマ字を記述するペーパーテストを行い、学習後に正答率が向上することを示すことができた。このことより、本システムを使って学習することは、学習者の学習意欲、知的好奇心をひきだし、協働学習にも結び付くと考える。さらに体験前後のペーパーテストから、学習効果があることも示すことができた。

本論文の2章では、日本における教育の情報化の推進について我々の先行研究の概要と評価検証について述べる。3章では、身体を動かして学習することの学習効果についてと本研究の支援対象であるローマ字の学習について述べる。4章では、提案システムの構成と利用法について述べる。5章では、提案システムの文字認識率実験と児童に対する実験について述べる。6章では、まとめと今後の課題について述べる。

¹ 電気通信大学大学院情報理工学研究所
Graduate School of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications

² 島根大学大学院総合理工学研究科
Interdisciplinary Faculty of Science and Engineering, Shimane University

a) yawata-k@igo.cs.uec.ac.jp

2. 背景

総務省のフューチャースクール推進事業や、文部科学省の学びのイノベーション事業において、教育の情報化を実効的に推進するため、連携による相互的な実証研究が実施されている。ICTの特長を生かし、効果的に活用した指導を行うことにより、子供たちが分かりやすい授業を実現するとともに、これまでの一斉指導による学び（一斉学習）に加えて、子供たち一人一人の能力や特性に応じた学び（個別学習）、子供たち同士が教え合い学び合う協働的な学び（協働学習）など、新たな学びを推進することを重要視している [4]。

また、教育の情報化に関して、第2期教育振興基本計画等が閣議決定され、新たな政府方針が示されている。その中で、一方向・一斉型の授業だけでなく、ICTなども活用しつつ、学習意欲、知的好奇心を引き出すような新たな形態の学習の推進や、ICTの特長を生かし、効果的に活用した指導を行うことにより、子供たちが分かりやすい授業を実現するとともに、これまでの一斉指導による学び（一斉学習）に加えて、子供たち一人一人の能力や特性に応じた学び（個別学習）、子供たち同士が教え合い学び合う協働的な学び（協働学習）など、新たな学びを推進することが示されている [5]。

情報通信技術の発展に伴い、様々な入力デバイスが開発され、近年は Kinect や LeapMotion[6][7] など非接触型の入力デバイスが注目されている。

我々の提案するシステムは、この非接触型の入力デバイスを使用することにより、空中に文字を書く入力方法を採用し、身体を動かすことにより学習を行うシステムを構築している。

先行研究で我々は、九九の学習を行うシステムを構築した。さらに、学童保育クラブに通う小学1年生から3年生40人を対象に、このシステムを使った九九の学習体験を行った。児童らは、自ら互いに教え合いながら学習を行っていた。体験後のアンケートでは、69%の児童が、友達にこのシステムを使った九九の勉強方法を勧めたいとの回答を得た。学童保育クラブの指導員からは、「児童の真剣に学習する様子や、自発的に教え合い学び合う様子を見ることができた。」「このシステムは、九九の学習だけでなく、アルファベットの学習にも役立つのではないか」との助言を得ることができた。これらのことより、このシステムを用いることにより、学習意欲を持ち、協働的に、九九の学習を行うことができることが分かった。さらに、このシステムは、九九の学習支援のみならず、アルファベットやひらがななどの文字の学習支援にも効果を発揮する可能性があることが分かった [3]。

そこで我々は、教育の情報化及び情報教育の推進に重要性を増しているローマ字に着目して、身体を動かしながら

ローマ字を学習するシステムを構築し、学習効果について評価検証を行うこととした。

3. 本システムが支援する学習について

一斉授業においても個別学習においても、児童が、学習は難しいと感じることがある。この難しさを軽減するために、ゲームを取り入れた学習が行われている。Kinectは、ゲームのコントローラとして開発されたデバイスであるが、教育においても使われることがある。

我々は、Kinectを用い、身体を動かすことを通じて学習することにより、児童は楽しみながら学習し、学習することへの意欲を増加させ、効果的に学習を進めることができると考える。

3.1 身体を動かして学習すること

小学生などの児童期の子供は、ジェスチャーやアクションを喜ぶ、模倣や反復練習を好む、物事に対して偏見が少ないなどの特徴がある。このような特徴を持った児童期の子供は、実物や映像等、できる限り具体的な形で、また、視覚、聴覚はもとより、五感を使って印象付けるような教材と指導により、効果的に学習できる [8]。また、記憶と動作の関係について、Stivickによると「幼児・児童期のこどもは感覚や運動を通じて物事を捉え、記憶していく」、Asherによると「左脳が運動・動作と直結して、動作を通じて言葉を塊として認知・記憶していく」と述べている [9][10]。

これらのことより、我々の実装したシステムを使い、身体を動かすことにより、空中に文字を書いて問題に解答することは、小学生にとって効果的な学習方法であると考ええる。

3.2 ローマ字学習

ローマ字とは、日本語の音をアルファベットで表記したものである。従来からローマ字は、名前の表記や、駅名や道路の標識などに使われてきた。近年、社会での情報化が進み、コンピュータで日本語を入力時に使われる、ローマ字の重要性が高まっている。これを受けて、今までローマ字は小学校4年生で学習していたが、現在は小学3年生で学習を行っている [11]。

アルファベットの学習およびローマ字の学習を本研究の問題として取り上げることは、教育効果が得られると考えている。

4. 提案システム

4.1 システムの概要

提案システムは Kinect, コンピュータ, プロジェクタ, スクリーンを用いる。システム利用の流れは以下の通りである (図 1)。

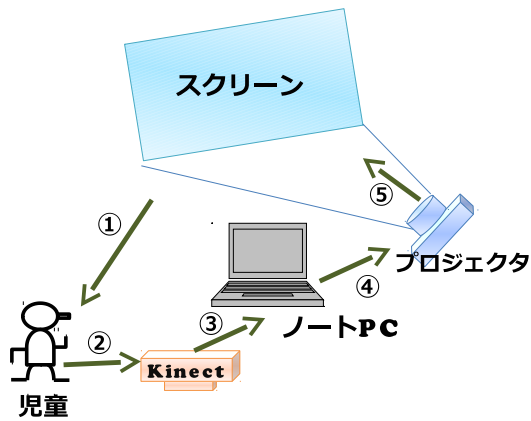


図 1 システム利用の流れ

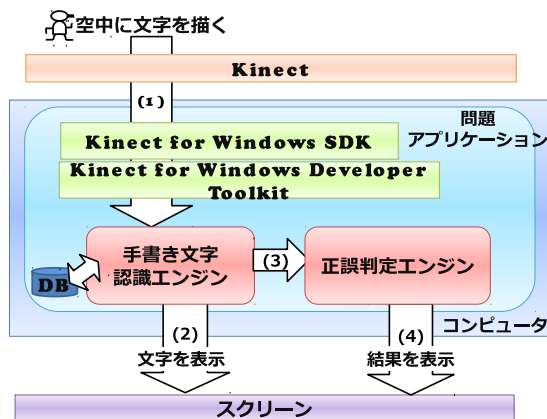


図 2 プログラム動作の流れ

- (1) 問題が画面に表示される。
- (2) 児童は文字を空中に書き、問題に解答する。
右手を握ると空中に線を書くことができ、これを用いて空中に文字を書く。誤った文字を書いた場合は、左手を挙げることによって文字を消去することができる。正しい文字が書けたら両手を挙げることによって解答を確定できる。
- (3) Kinect は児童の動作を読み取り、その情報をコンピュータに送信する。
- (4) コンピュータ（ローマ字問題出題プログラムが動作している）は、結果を返す。
- (5) その結果をスクリーンに表示する。
提案システムはいくつかのライブラリやエンジンを用いている [12][13][14][15]。Kinect for Windows SDK と Kinect for Windows Developer Toolkit は人体の骨格を検出し、Zinnia は手書き文字の認識を行い、OpenCV と OpenCV 日本語表示機能は画像と日本語の表示を行っている。
ローマ字問題出題プログラムは、手書き認識エンジンと入力の正誤判定エンジンで構成されている。プログラムの動作の流れは以下の通りである (図 2)。
- (1) 手書き認識エンジンは文字の書き順情報を取得する。
- (2) 手書き認識エンジンは取得した書き順情報に対して確

- からしい文字コードを返す。
- (3) 児童が解答を確定すると、正誤判定エンジンは入力された解答が正解と一致するか判定する。
- (4) 正誤判定エンジンは判定した結果を返す。

4.2 手書き文字認識

Kinect は、人物の骨格を検出しジェスチャーやポーズを認識することができる。認識できるジェスチャーには手の開閉があり、これを利用することで空中に文字を書くことができる。今回我々が作成したプログラムは、その空中に書いた文字を認識することができる。プログラムは、空中に書いた文字の書き順情報を手書き認識エンジンに渡すことで文字認識を行っている。

利用した手書き認識エンジンは、サポートベクターマシン (SVM) を用いた Zinnia である。Zinnia はアルファベットの書き順を (x, y) 座標の連続として受け取り、確からしい文字順に認識結果を返す。Zinnia の利用には学習データが必要である。学習データは S 式で記述し、これを用いてモデルファイルを生成する (図 2 の DB)。Zinnia は、このモデルファイルをもとに文字の認識をする。

4.3 ユーザーインターフェイス

我々は、若い児童が提案システムを簡単に使えるようルールを最小化した。学習を容易にするために、空中にアルファベットを書かせることにした。また、プログラムを操作するジェスチャーを設定した。ジェスチャーは、

- 左手挙手
- 両手挙手
- 右手開閉

の 3 種類である。

提案システムを用いてローマ字学習を行う手順は次の通りである。

- (1) プログラムが起動すると、図 3 のように表示される。このとき、画面に映るのは鏡像である。
- (2) 左手を肩より上に挙げることで画面左上に問題が表示され、文字が入力できるようになる (図 4)。
- (3) 児童は、解答となるアルファベットを一文字ずつ空中に書く (図 5)。右手を握る (閉じる) ことでペンダウン、右手を離す (開く) ことでペンアップを行う。
- (4) 書き終えた線は色が変わり、線が書き終わったことを児童に知らせる (図 6)。
- (5) 文字を書き終えてから 3 秒間何もしないと、プログラムによって文字認識が行われ判定された文字が画面上部に表示される (図 7)。
- (6) 判定された文字や書いている線を消去し、書き直したい場合は左手を肩より上に挙げる (図 8, 図 9)。
- (7) 解答入力終了後、両手を頭より上に上げることで画面上に自分の入力した文字が大きく表示される。 (図 10,



図 3 学習開始時

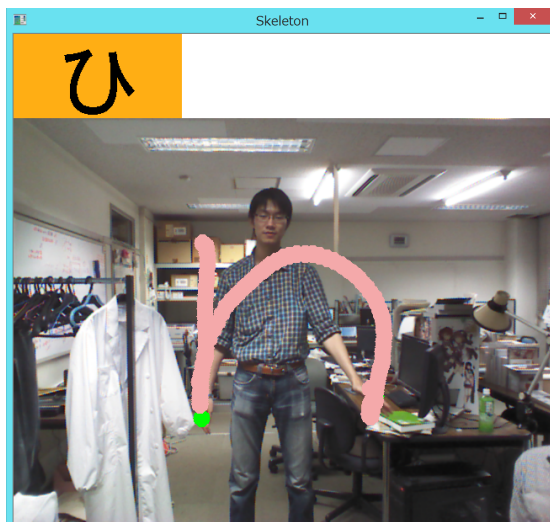


図 6 文字を書き終える

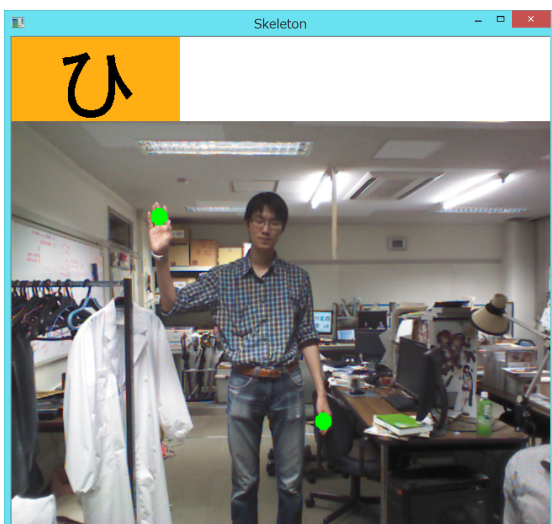


図 4 問題表示



図 7 認識結果を表示

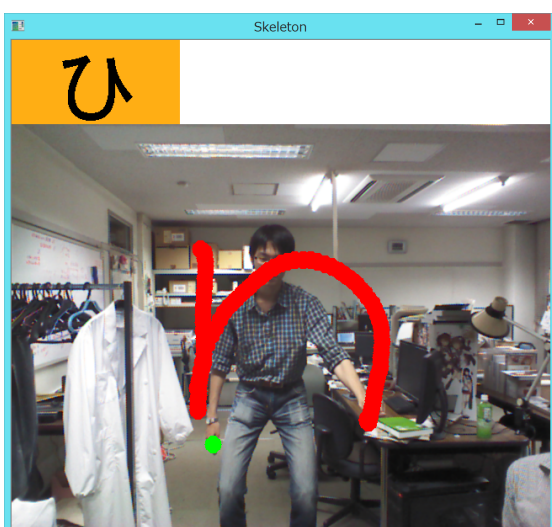


図 5 文字を書く



図 8 文字消去直前

図 11).
(8) その後、解答の正誤判定が行われ○または×が表示さ

れる (図 12).



図 9 文字消去



図 12 解答の正誤表示

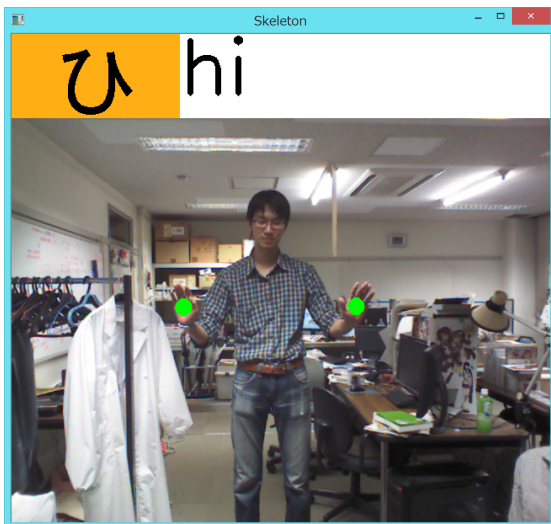


図 10 解答入力終了

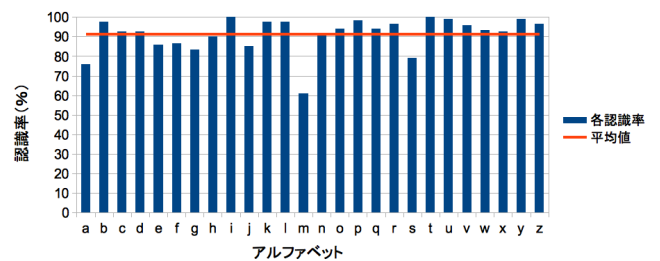


図 13 各アルファベットの認識率

実験を行った。アルファベット 26 文字の 5 回入力を 1 セットとして、3 セットを学生 8 人に行わせた (図 13)。

平均認識率は 91.38 % であったが、a, m, s などのいくつかのアルファベットは平均を大きく下回る値を示した。原因としては文字認識エンジンの学習不足、Kinect の骨格検出による誤入力が考えられる。a と m は前者、s は後者であるとみられる。前者はより多くの学習データを文字認識エンジンに読み込ませる、後者はシステムへの慣れで改善できると考えられる。

Kinect は手が身体の前を通過する際、骨格の検出が正しく行われない場合がある。また、手が腰よりも下に位置する、手の平が下を向いている際、手の開閉の認識が正しく行われない場合がある。s を入力する際、書き終わりで手の平が下を向いてしまい、手の開閉が検出されず余分な線が入力されることが実験中に多く見られた。骨格の検出は手を身体からできるだけ離す、手の開閉は手の平を Kinect へ向けることである程度改善が可能である。

5.2 児童によるシステムの利用

提案システムを実際に小学生に使用させた。実験は小学 2 年生 1 人、小学 4 年生 4 人の合計 5 人で行った。また、システム使用の前後でペーパーテストを実施し、システムの利用による影響を確認した。実験時間はおよそ 1 時間 30

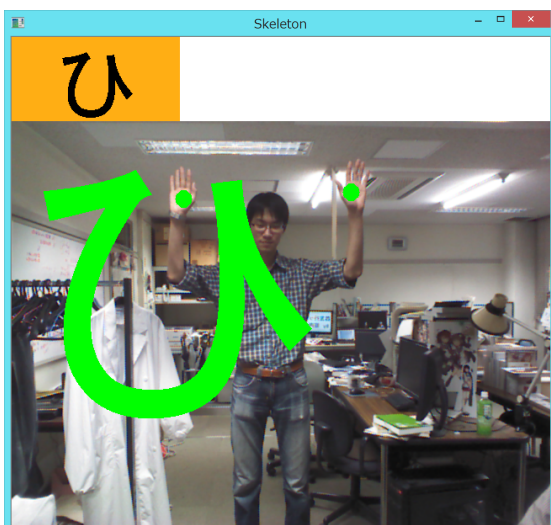


図 11 自分の入力した文字が表示

5. 実験と評価

5.1 認識率

提案システムが、実際にアルファベットを認識できるか

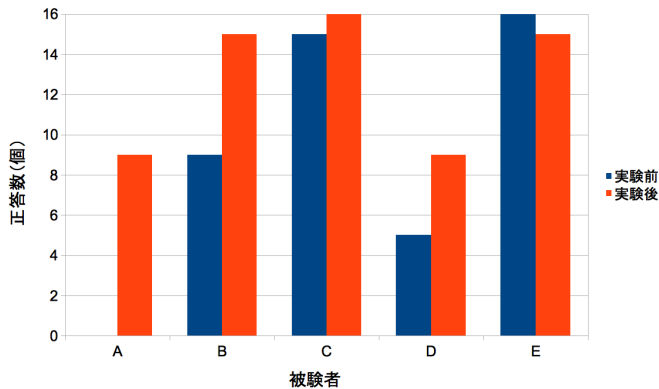


図 14 ペーパーテストの結果

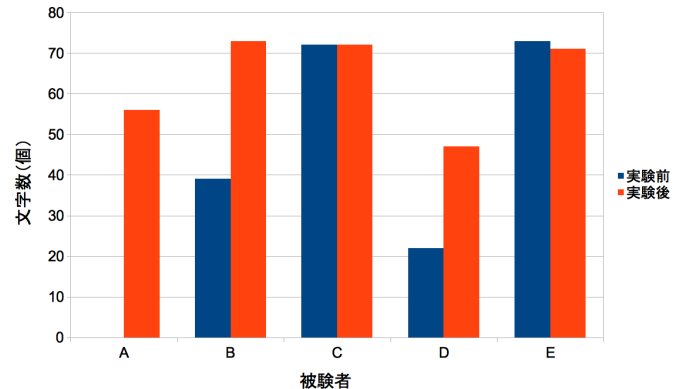


図 15 アルファベット 1 文字単位での正答数

分であった。実験の手順は次の通りである。

- (1) ローマ字のペーパーテスト
- (2) システムの使い方の説明
- (3) システムの体験
- (4) ローマ字のペーパーテスト

ペーパーテストは、ひらがなで書いてある単語をローマ字で書く問題を 16 題用意した。出題範囲は、50 音すべてを試すほど集中力が持続しないと考え、あ行、か行、た行、ば行の 20 文字に限定した。ローマ字入力する際に母音は必須であるため、あ行は出題範囲に含めた。他の 3 行は前述の認識率実験の結果より、認識率の高い文字を選んだ。また、システム使用前と使用後で同様の問題が出題されると、使用前のペーパーテストの内容を覚えているため、使用後のペーパーテストに影響を及ぼす。そのため、システム使用の前後で出題単語は異なる。その際、出題されるひらがなは過不足無く出題されるようにした。

システム使用前後のペーパーテスト結果は、図 14 のようになった。多くの児童がシステム使用後、成績が上がっているのが分かる。なお、被験者 A が小学 2 年生、他 4 人が小学 4 年生である。3 章で述べたようにローマ字は小学 3 年生の学習であり、2 年生である被験者 A はシステム使用前のペーパーテストは白紙であった。しかし、システム使用後は半分以上の問題を解くことができた。したがって、システムを利用することは初めてローマ字を学習する際、ローマ字を既に学習した後のどちらでも有効であると考えられる。

また、ペーパーテストの解答をみると「母音はわかるが子音に分からない」、「子音はわかるが母音に分からない」といった記述が見られた。そこで、アルファベット 1 文字単位で正答数を数えたところ図 15 のようになった。どちらの結果も同様の傾向であるが、実験後、被験者 A が正しく書いたアルファベットの数はローマ字を既に学習していた被験者 D を上回っている。場合によっては、提案システムが従来の学習よりも効果的であると考えられる。

システムの利用は 1 人ずつ交代で行ったが、利用していない児童は利用している児童へアドバイスをしたり、自分が代わりにやろうとしたりと積極的に学習に関わろうとする姿勢が見られた。児童がシステムの利用を楽しんでいるのは明らかであった。体験時間を過ぎてもやり続けたり、児童ができるだけ自分の番を保とうとする様子からも見て取ることができた。

ペーパーテストの結果と実験中の児童の様子より、提案システムは児童の学習意欲を引き出し、楽しみながらも学習効果を発揮すると考えられる。

6. まとめと今後の課題

本研究は、児童が身体を動かしてローマ字を習得することを支援するシステムの提案と構築を行った。実験を通して、ローマ字学習に対して効果が見られること、児童が楽しみながら学習に取り組めることを確認した。また、システムを利用する際に児童たちは、お互いに教え合うという協働的学習を自然に行っていたことも確認した。

今後は、システムをより使いやすくすること、より学習効果を高めることの 2 点を実現するために以下を検討している。

- Kinect v2 の利用
 - より児童が意欲を出して取り組む機能の追加
問題を正解するごとに得点を与えたり、解答時間の表示、単語の入力といったものを検討している。
- 実験後、児童たちに話を聞いたところ「学校でも使ってみたい」といった意見も聞かれた。そのため、提案システムを学校で利用できるようにする場合の改良や改善についても検討する必要がある。

参考文献

- [1] 鳥袋 舞子, 兼宗 進: ドリトル言語における Leap Motion 対応と教育的利用の可能性, 情報教育シンポジウム, pp. 239-243 (2014).
- [2] 青木麟太郎, 大村基将, 紅林秀治: 簡易モーションキャ

- ブチャを取り入れた技能学習の提案, 情報教育シンポジウム, pp. 185-188 (2014).
- [3] N. Akazawa, Y. Takei, M. Suzuki, Y. Nakayama, and H. Kakuda : *Trial of Learning Support System using Kinect in After School Care Programs*, Journal of Information Processing, Vol. 22 (2014).
- [4] 文部科学省: 学びのイノベーション事業実証研究報告書 [online], 入手先 http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shougai/030/toushin/1346504.htm.
- [5] 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部: 世界最先端 IT 国家創造宣言 [online], 入手先 <http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/decision.html>.
- [6] Microsoft : Kinect for Windows [online], 入手先 <http://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindows/default.aspx>.
- [7] Leap Motion [online], 入手先 <https://www.leapmotion.com>.
- [8] 中山兼芳: 児童英語教育を学ぶ人のために, 世界思想社 (2001).
- [9] Asher and J. J. : *The Total Physical Response Approach to Second Language Learning*, The Modern Language Journal, Vol. 53, No. 1, pp. 3-17 (1969).
- [10] Stevick, E. W : *aching and Learning Languages*, Cambridge University Press (1982).
- [11] 文部科学省: Q&A, 入手先 http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/newcs/qa/02.htm.
- [12] Microsoft : Downloads and documents for Kinect developers[online], 入手先 <http://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindows/develop/downloads-docs.aspx>.
- [13] OpenCV [online], 入手先 <http://opencv.org/>.
- [14] まとめ? ブログ [online], 入手先 <http://kgxpx834.blog58.fc2.com/blog-entry-19.html>.
- [15] Zinnia.OnlineHandRecognitionSystemwithMachine Learning[online], 入手先 <http://zinnia.sourceforge.net/index.html>).