

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 9 月 12 日現在

機関番号：32601

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2016

課題番号：26540185

研究課題名(和文)立体視が発音身体知獲得に与える影響の解明とその言語学習支援への応用

研究課題名(英文) Analysis of the influence of stereoscopic viewing on pronunciation physiological acquisition and its application to language learning support

研究代表者

佐久田 博司 (SAKUTA, Hiroshi)

青山学院大学・理工学部・教授

研究者番号：10170630

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：身体知としての発音学習のために、可視化やフィードバックによる改善を目的としたシステムを構築した。

発音を、随意筋で制御しやすい口腔内の運動が主となるプロセスとして、その一連の過程を、VRを利用した可視化情報として学習者に提示し、その観察による発音の改善の可能性を調査した。学習の事前事後の発音の変化および、関連した英語の単語聞き取り試験による理解度指標により、学習者の状態変化や変容を評価した。その結果、学習前後で、各評価テストの得点は、向上する傾向にあった。

研究成果の概要(英文)：For the pronunciation learning as physical knowledge, an e-learning system is developed that aims at improvement by visualization and feedback to learners.

As a process in which pronunciation is controlled mainly by voluntary muscles, this series of processes is presented to learners as visualization information using VR and the possibility of improving pronunciation by the observation was investigated. We evaluated learners' state changes and transformations based on changes in pronunciation before and after learning and comprehension index by related English word interview examinations. As a result, the score of each evaluation test tended to be improved before and after learning.

研究分野：情報学

キーワード：知的学習支援システム 言語教育

1. 研究開始当初の背景

日本の中高等学校における英語教育は1980年代末から「コミュニケーション重視の英語教育」が行われるようになった(文部省1989)。英語を母国語とするネイティブスピーカーの英語教員、または生徒同士が英語でやりとりを行ったり、英語で発表を行ったりする時間が増え、従来の試筆による問題を解くだけでなく、ネイティブスピーカーや生徒同士の英語による学習活動が加わっていったのである。しかし、発音の観点から言うと良い発話学習が行われているとは言い難い。そこで話されている英語は、多くの場合が日本語の発音の特徴を多く残し、英語でのコミュニケーションに必要な識別すべき子音母音が混同された「カタカナ発音」だからである。従来の日本の中高等学校における英語教育は「コミュニケーション重視の英語教育」を行っているにもかかわらず、コミュニケーション能力の獲得においては評価が低いのは、これが一因だといわれている。

立体視は実写映像や3次元図形を立体的に呈示することで、図形認識を容易にする。また、呈示物の奥行知覚位置を変えることで容易に認識できる利点を活かし、情報をわかりやすく、さらに強調させて呈示することができる。これらのことから、前述した学習者への視覚を使った発話のメカニズムの説明方法として、立体視を用いた学習が学習者に対し、英語を発音する時の口腔内の動きの理解を促すことが可能であると考えられる。

Olovらによるバーチャル教師(ARTUR)は、人間の顔と口腔内を3Dモデルを用いることで学習者と対面形式で学習を行った。学習者の発音が良くなるという有意傾向はみられたが、このシステムで学習者に提示される画像はモニター上に表示される口腔内のみで、舌の動き等の立体情報は表現できなかった。

2. 研究の目的

現在e-Learningの主流となっている従来の教育方法のオンライン化の方向性に加えて、本申請ではICTを活用する効果的な教育学習手法を提案し、実例によって検証することを主な目的とする。特色は、立体視を活用した動的なグラフィックス教材によって、問題解決および認知の脳内モデル形成を支援することで、代表者らのこの目的に沿ったライブラリ開発の実績や、立体認知に関する脳波計測による評価などの経験を基に、実証的に成果をユニバーサルデザインへの指針として蓄積する。研究成果は、個別の科目への反映と同時に、学内への応用展開が可能であり、門教育全般の、高効率化へのガイドラインとなることが期待できる。また、研究成果の一部は、聴覚障がい学習者の支援につながる可能性がある。

3. 研究の方法

実施する研究は、(1)全教材向けの共通ライブラリ(Engineer.js)および、その適用性検証のための(2)立体モデルによるコミュニケーションツールを開発し、本研究の目的である(3)英語学習向け教材の開発と実証、(4)聴覚障がい者向け発話訓練用教材の開発と実証について、適切な教材基盤上で公開し、それぞれの学習効果を被験者への試験、脳波測定などをデータマイニング手法によって総合して分析する。本研究は、3か年計画を想定しており、初年度には、ライブラリの整備、評価用脳波計測の準備、および英語学習への適用性の検証を行う。脳波測定は、図形理解に関連する前頭葉に特化した簡易型脳波計を適用する。2年目は、聴覚障がい者向け発話アプリ開発および、英語学習の実証実験を行う。3年目は、青山学院大学内施設において実用化実験を実施する。

本研究では、コンピュータグラフィックスによる可視化教材において、立体視によって対象物体を注視し、集中することによる知識獲得のプロセスを、分析し、教材に反映する。図1は、平行法によるC60(フラーレン)の裸眼立体視モデルを、(a)平面モデル、(b)ワイヤフレームモデル、(c)構造モデルとしてアニメーションによって比較した例であるが、場合に応じて各モデルを発音・発話に適用して、身体知としての脳内モデル化を支援する。各小テーマと担当者は表のとおりである。

本研究の特徴である脳波計測については、図形理解の研究結果[3]から、脳波計測を脳内モデルの指標の一つとして評価対象とする。脳波計測は、現在までは、国際10-20法によって、多点計測の結果を用いていたが、標準的な図形認知試験(MCT)における図形情報処理の知見から、前頭葉付近を集中して計測可能な、簡易型の計測器を適用する(購入品)。これは、従来の、被験者の作業環境における電磁波の雑音を避け、筋電を発生させる運動を抑制させるなどの強い制約ある手法に対して、携帯型、簡易装着などを特徴とする近年の計測技術を利用するものである。脳波の測定点は限定されるが、被験者への負担が少なくなり、多数のデータを得ることが期待できる。

4. 研究成果

関連研究として、身体知獲得[7,8,12,13,15]、教育工学に基づくシステム開発[3,4,15,16,22,23]と、ヒト型のエージェントを利用した教育システムの開発とその効果の調査研究[2,5,6,7,9,10,11,14,16,17,18,19,20,21,23]を実施している。

本研究では、発音学習において従来の聴覚のみに頼った英語教員の発音を真似する学習方法ではなく、視覚も用いて発音時の口腔内を立体視で見せることで、正しい発音方法

を学習者に理解させ改善させるための学習モデルを提案した。提案した学習モデルを元に、HMD を標準オプションとする Gear VR による VR アプリケーションを実装し、立体視で口腔内 3D モデルを表示させる学習システムを作成した。

言語学習は長期的に繰り返しトレーニングを行うことによって効果が得られるが、学習モデルの実現可能性を実験により検証した。そのため、本実験は大学生男女 16 名に提案した発音学習を 10 分間という短時間で行った。また、その短時間の学習前後に発音復唱テストと単語聞き分けテストを行い、そのテストの点数や正解率の比較を行った。実験の結果、学習効果は統計的に有意性があるとまでは結論づけることはできなかったが(図 2)、発音復唱テストと単語聞き分けテストともに平均点が向上したため、学習システムは有効に作動したことを確認した(図 1)。本研究で提案した学習モデルの実現可能性が確認されたため、次に講義中の使用等の組織的な検証を行う実証実験が必要である。[1]

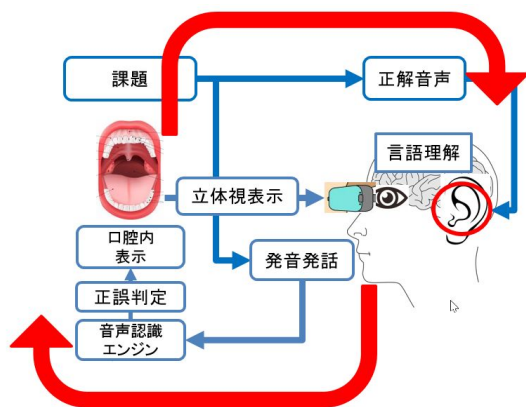


図 1. VR 立体視を利用した学習プロセス

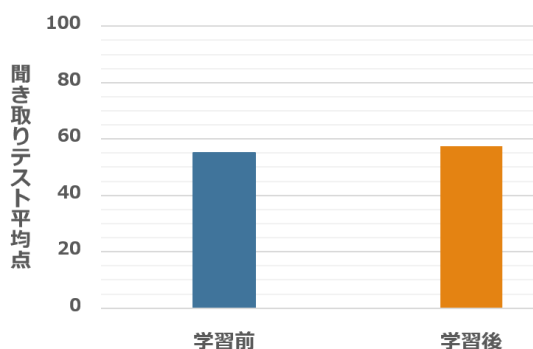


図 2. 学習前後の評価テスト比較

参考文献

[1] 白鳥優莉, 長谷川 大, 佐久田博司, “口腔内 3D ダイナミックモデルを用いた発音学習法の提案”, 情報処理学会, 第 79 回全国大会 4ZE-06, 2017 年 3 月
 [2] 堀田一希, 宮崎圭太, 安彦智史, “Leap Motion と 3D プリンタを用いた学習支援教

材の開発”, 情報処理学会, 第 79 回全国大会論文集, 7ZC-04, 2017 年 3 月
 [3] 齋藤宏太郎, 豊田哲也, 大原剛三, “オンラインプログラミング学習システムのための適応型出題モデルの提案”, 情報処理学会, 第 79 回全国大会, 4ZC-05, 2017 年 3 月.
 [4] 中島美彩子, 豊田哲也, 大原剛三, “プログラミング演習における教員と学生間での理解困難箇所共有システムの構築”, 日本教育工学会研究会 16-1, 研究報告集, pp. 587-592 (2016.3.5).
 [5] 長谷川大, 小林裕, 白川真一, 佐久田博司, 安彦智史, 安達栄治郎, 中山栄純, “アバター媒介型見守りシステムの開発”, 知能と情報 (日本知能情報ファジイ学会誌), Vol. 28, No. 6, pp.974-985, 2016 年 12 月.
 [6] Yu Kobayashi, Dai Hasegawa, Shinichi Shirakawa, Hiroshi Sakuta, Eijun Nakayama, “Development of Web-based Platform for Privacy Protective Avatar Mediated Distance-Care,” In Communications in Computer and Information Science (CCIS), Vol. 604, pp. 131-139, 2016.
 [7] 埴 俊樹, 白川 真一, 長谷川 大, 塩入 直哉, 大原 剛三, 佐久田 博司, “条件付き確率場を用いた発話テキストに対するジェスチャの推定”, 電気学会論文誌 C, Vol.136, No.3, pp.308-317, 2016 年 3 月.
 [8] 早川和輝, 長谷川大, 佐久田博司, “主観視点の 3D 手本動作教材提示によるドラム演奏学習支援および熟練者視線情報を利用した教材による学習効果”, 知能と情報 (日本知能情報ファジイ学会誌), Vol.28, No.1, pp.511-521, 2016 年 2 月.
 [9] 長谷川 大, 安彦 智史, 小林 裕, 佐久田博司, “自律移動型デジタルサイネージにおける生物らしさがもたらす情報伝達効果”, 情報システム学会誌, Vol.11, No. 1, pp.1-12, 2015 年 12 月.
 [10] Dai Hasegawa, Shinichi Shirakawa, Naoya Shioiri, Toshiki Hanawa, Hiroshi Sakuta, Kozo Ohara, “The Effect of Metaphoric Gestures on Schematic Understanding of Instruction Performed by a Pedagogical Conversational Agent,” In Lecture Notes in Computer Science (LNCS), Vol. 9192, pp. 361-371, 2015.
 [11] Yu Kobayashi, Mao Shinoda, Dai Hasegawa, Hiroshi Sakuta, “The Effects of Life-likeness on Persuasion and Attention-Drawing in a Mobile Digital Signage,” In Communications in Computer and Information Science (CCIS), Vol. 528, pp. 128-132, 2015.
 [12] Kengo Obana, Dai Hasegawa, Hiroshi Sakuta, “Change in Subjective

- Evaluation of Weight by the Proteus Effect,” (to appear in) Proceedings of the 19th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI2017), Vancouver, Canada, July 9-14, 2017.
- [13] Kenta Takeuchi, Dai Hasegawa, Hiroshi Sakuta, “Creating a Speech-Gesture Dataset for Speech-Based Automatic Gesture Generation,” (to appear in) Proceedings of the 19th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI2017), Vancouver, Canada, July 9-14, 2017.
- [14] Dai Hasegawa, Naoki Yokoyama, Hiroyuki Morikawa, Hiroshi Sakuta, Eijun Nakayama, “Evaluation of Avatar Mediated Distant-care System by the Elderly,” Proceedings of the 2nd Asian Conference on Ergonomics and Design (ACED2017), pp. 754-755, Tokyo, Japan, June 1-4, 2017.
- [15] Hiroyuki Morikawa, Toshiki Nagao, Dai Hasegawa, Hiroshi Sakuta, Eijun Nakayama, “Evaluation of Educational Material using 360-degree Video for Hazard Prediction Training in Nursing,” Proceedings of the 2nd Asian Conference on Ergonomics and Design (ACED2017), pp. 758-759, Tokyo, Japan, June 1-4, 2017.
- [16] Dai Hasegawa, Hiroshi Sakuta, “Gesture Occurrence Analysis in Japanese Lecture Videos,” the Proceedings of the 12th Annual Education and Development Conference (EDC2017), pp. 173-178, Bangkok, Thailand, March 4-7, 2017.
- [17] Dai Hasegawa, Satoshi Abiko, Hiroshi Sakuta, “Autonomous Mobile Digital Signage - Persuasiveness of Life-like Behaviors on Daily Zodiac Horoscope,” Proceedings of the 28th Australian Conference on Human-Computer Interaction (OzCHI2016), pp.150-154, Launceston, Australia, November 29 - December 2, 2016.
- [18] Kei Tanaka, Dai Hasegawa, Martin J. Dürst and Hiroshi Sakuta, “Avatar Chat: A Prototype of a Multi-Channel Pseudo Real-time Communication System,” In Proceedings of the 28th Annual Conference on Computer Animation and Social Agents (CASA2015), pp.25-28, Singapore, Singapore, May 12-13, 2015.
- [19] Hidemasa Kimura, Jumpei Hayashi, Yuichi Demise, Dai Hasegawa, Hiroshi Sakuta, “The Effects of Listening Agent in Speech-Based On-line Test System,” In Proceedings of 2015 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), pp.373-377, Tallinn, Estonia, March 18-20, 2015.
- [20] Akihiro Takeuchi, Dai Hasegawa, Hiroshi Sakuta, “Web-based Avatar Represented Lecture Viewer toward Interactive e-Lecture Performed by 3D Avatar,” In Proceedings of 2015 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), pp.283-286, Tallinn, Estonia, March 18-20, 2015.
- [21] Dai Hasegawa, Yucel Ugurlu, Hiroshi Sakuta, “A Human-like Embodied Agent Learning Tour Guide for E-learning Systems,” In Proceedings of 2014 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), pp. 50-53, Istanbul, Turkey, April 3-5, 2014.
- [22] Yucel Ugurlu, Dai Hasegawa, Hiroshi Sakuta, “Student Interactions with E-learning Systems: User and Topic Analysis,” In Proceedings of 2014 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), pp. 45-49, Istanbul, Turkey, April 3-5, 2014.
- [23] 林 明大, 長谷川 大, 佐久田 博司, “PCAによる学習プロセス制御を簡易に実現する電子教材作成ライブラリ IDML.js の提案”, 日本教育工学会第 31 回全国大会, P2a-BHAL-34, 2015 年 9 月

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 4 件)

塙 俊樹, 白川 真一, 長谷川 大, 塩入 直哉, 大原 剛三, 佐久田 博司, “条件付き確率場を用いた発話テキストに対するジェスチャの推定”, 電気学会論文誌 C, Vol.136, No.3, pp.308-317, 2016 年 3 月.

早川和輝, 長谷川大, 佐久田博司, “主観視点の 3D 手本動作教材提示によるドラム演奏学習支援および熟練者視線情報を利用した教材による学習効果”, 知能と情報 (日本知能情報ファジイ学会誌)vol.28, No.1, pp.511-521, 2016 年 2 月.

長谷川 大, 安彦 智史, 小林 裕, 佐久田 博司, “自律移動型デジタルサイネージにおける生物らしさがもたらす情報伝達効果”, 情報システム学会誌, Vol.11, No. 1, pp.1-12, 2015 年 12 月.

〔学会発表〕(計 19 件)

白鳥優莉, 長谷川 大, 佐久田博司, “口腔内 3D ダイナミックモデルを用いた発音学習法の提案”, 情報処理学会, 第 79 回全国大会 4ZE-06, 2017 年 3 月

堀田一希, 宮崎圭太, 安彦智史, “Leap Motion と 3D プリンタを用いた学習

支援教材の開発”, 情報処理学会, 第 79 回
全国大会論文集, 7ZC-04, 2017 年 3 月
齋藤宏太郎, 豊田哲也, 大原剛三,
“オンラインプログラミング学習システム
のための適応型出題モデルの提案”, 情
報処理学会, 第 79 回全国大会, 4ZC-05, 2017
年 3 月.

出願状況 (計 1 件)

名称: 発音学習支援システム及び発音学習支
援方法

発明者: 佐久田 博司, 長谷川 大, 林 明夫

権利者: 佐久田 博司, 長谷川 大, 林 明夫

種類:

番号: 特願 2016-44435

出願年月日: 平 28.3.8

国内外の別: 国内

取得状況 (計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年月日:

国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

佐久田 博司 (SAKUTA, Hiroshi)

青山学院大学・理工学部・教授

研究者番号: 10170630

(2) 研究分担者

鷲見 和彦 (SUMI, Kazuhiko)

青山学院大学・理工学部・教授

研究者番号: 90372573

(3) 研究分担者

岡田 昌章 (OKADA, Masaaki)

筑波技術大学・産業技術学部・教授

研究者番号: 60169117

(4) 研究分担者

大原 剛三 (OHARA, Kozou)

青山学院大学・理工学部・教授

研究者番号: 30294127

(5) 研究分担者

長谷川 大 (HASEGAWA, Dai)

青山学院大学・理工学部・助教

研究者番号: 30633268

(6) 研究分担者

湯浅 且敏 (YUASA, Katsutoshi)
青山学院大学・情報メディアセンター・助
教

研究者番号: 80623769

(7) 研究分担者

安彦 智史 (ABIKO, Satoshi)

仁愛大学・コミュニケーション学科・講師

研究者番号: 90560475