

令和 3 年 5 月 26 日現在

機関番号：32692

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17K02947

研究課題名(和文)中国語発音改善法の提案とそれに基づく発音学習システムの構築と検証

研究課題名(英文) Proposal of a method of improving Chinese pronunciation and construction and verification of a pronunciation learning system based on the method

研究代表者

陳 淑梅 (Chen, Shumei)

東京工科大学・教養学環・教授

研究者番号：50296737

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、中国語発音の基本となる声調、母音、子音の「発音の質」を可視化することにより、学習者が中国語発音のメカニズムを目で見えて理解できること、発音と手本となる発音との差異が直観的に確認できること、発音を自ら修正・改善できるようになることである。計画通り、母音、子音中のそり舌音と舌面音の可視化の制作に着手し、実験を重ねて、中国語発音改善法に基づく発音学習システムの制作を行った。また、研究成果の一部の有効性とユーザビリティについて評価を行い、使用者目線でのユーザビリティは特段の問題点なく実現できたことを確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

中国語の学習者にとって、大きな壁とされている中国語の発音について、音声の質を分析し、音声信号の声道伝達関数やホルマントを求め、それらを可視化した。音声の質の可視化の実現によって、中国語発音のメカニズムを自然に理解し、自分の発音と手本となる発音との違いをビジュアル的に確認でき、学習者が無理なく自己トレーニング可能になって、最終的に自ら改善できることに繋がる。これによって、苦手意識をなくし、楽しく「発音」をマスターできるようになると期待できる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to build a Chinese pronunciation learning system that allows students to enjoy learning by visualizing the "pronunciation quality" of tones, vowels, and consonants, which are the basis of learning Chinese pronunciation. The features of this study are that the mechanism of Chinese pronunciation is visually understood, that it is able to intuitively confirm the difference between the students' pronunciation and the pronunciation of a standard model, and that the pronunciation can be corrected and improved by students themselves. As planned, we started to build a system that visualizes the production of vowels as well as retroflex and lingual consonants. The system was gradually completed by repeating experiments. It was actually used in a 2019 Chinese beginner's class, Tokyo University of Technology. The results verified the effectiveness and usability of this study.

研究分野：中国語、中国語教育

キーワード：中国語学習 発音 音声の質 可視化 学習システム 発音改善法

## 1. 研究開始当初の背景

日本人(日本語母国語話者)が中国語を学習する場合、発音が学習上の大きな壁となる。母音“e”と“ü”、子音の有気音と無気音、そり舌音、さらには声調(中国語の高低アクセント)など、日本語にはない言語的要因が多数存在するため、道半ばで挫折する学習者が後を絶たない。これは中国語を教える側にとっても、克服しなければならない極めて重要な課題である。この解決を目指し、NHK教育テレビ「テレビで中国語」とNHKラジオ「まいにち中国語」では、音の上り下がり(声調)を視覚表示するアプリ「声調確認くん」を開発・利用している。学習者は自分の声調が正しいかどうかを視覚的に確認することができるため、学習者自身で発音の修正ができる。このアプリは現在多くの視聴者に利用されているが、その理由は、乾燥無味になりがちな声調学習に、新たな学習動機付けを与えることに成功しているからであると推察される。本研究ではこの成功事実に着目し、前述のアプリでは未対応の「中国語の母音と子音」を取り上げることとした。具体的には、母音に関しては口の開きと舌の位置を中心に、子音に関しては舌の位置、舌の動きおよび息の出し方などを中心に、それぞれ音声の質を分析しそれを可視化することで、無理なく自己トレーニングすることのできる中国語発音改善法を確立する。さらにはこの手法を用いることで、中国語発音を楽しく勉強することのできる発音学習システムの構築を目指そうと考えた。

## 2. 研究の目的

本研究の最大の特徴は、音声の質を可視化することにより、学習者が自身で、中国語発音のメカニズムを無理なく自然に理解することができるとともに、自分の発音と手本となる発音との差異を確認・改善できることである。本システムを東京工科大学の中国語初級クラスに導入し、有効性とユーザビリティの評価を行い、当初の目的を達成する。日本人学習者が自身の中国語発音レベルを高めるために、学習者自身が発音方法を理解すること、正確な発音モデルと自身の発音の差異を客観的に認識すること、その認識に基づき自分の発音をモデルに近づけるように自己改善を重ねていくことが不可欠である。このような考えのもと、本研究では中国語の発音の質を可視化し「目で見える音声モデル」を構築するとともに、学習者の発音と手本となる発音の「差分」を一目瞭然となるように視覚表示し、手本に近づけるためのアドバイスを提示するシステムを構築し、持続的に自己改善可能な発音教育システムを提案する。

## 3. 研究の方法

音声の質を可視化するために、まずは手本となる発音とその発声時の動画を収録する。具体的には、声調に関しては、単独の一音節に対する四つの声調と、二音節に対する四つの声調の組み合わせの各パターンを対象とする。母音に関しては、六つの単母音を対象とし、子音に関しては、有気音と無気音、そり舌音と舌面音を対象とする。次に、それらを用いて、発音の質を可視化する手法を検討する。音声の特徴については、音声信号の分析によりホルマント周波数等の音響特徴量を求め、それらを可視化する。また、発音方法の特徴については、発声の様子を動画で撮影し特徴点を抽出し、口の形状特徴の抽出結果を動画に重ね合わせ可視化する方法を検討する。確立した発音の質の可視化と、既存の中国語教育の知見をもとに、個々人へのアドバイスを生成する規則を作成する。母音、子音と声調に分けて、それぞれの誤った発声方法とそれに対する改善アドバイスをグループ化・ルール化する。これらの成果は、東京工科大学の中国語初級クラスの協力のもと、提案手法の有効性とユーザビリティの観点から評価を行う。

## 4. 研究成果

本研究の目的は、中国語発音学習の基本となる母音、子音の「音声の質」を可視化することを通じて、学習者が楽しく学習できる中国語発音学習システムを構築することである。計画に基づいて、まずは手本となる発音の音声の質を可視化する手法を検討し、音声信号の録音した素材に対する分析により声道伝達関数やホルマントを求め、それらを可視化した。また、発音方法の特徴については、発声の様子を動画で撮影し特徴点の抽出を行い、口の形状の特徴をもとめ、それに合わせて動画に重ねる手法を検討し、可視化した。

2020年度は制作した音声可視化システムについて、実験を重ね、改善を行った。また、予定通り、単母音、複母音、子音中の有気音と無気音、そり舌音の音声の質を可視化し、中国語発音改

善法を確立させた。具体的には、中国語を母語とする話者 13 名(男 7 人、女 6 人)の音声と、中国語学習者日本人男性 7 名の音声データ、および、発話時の口の形状変化動画を総合的に分析し、マハラノビス距離を尺度とすることで類似性(一致性)が判別できることを実験の結果、明らかにした。それにより、英語学習と同様、基本周波数 F1 と F2 に着目することで、口の開きと舌の位置の対立を利用する指導指針が得られた。さらに、F3 を利用することで、円唇・非円唇の対立を表すことのできる可能性があるとの知見を得た。これらの知見を、中国語学習システムに取り込むことでより優れたシステム実現を目指した。

一方、構築した発音学習システムが実際にどの程度有効であるかを検証・評価するために、東京工科大学の中国語初級クラス(200 名)を対象として、オンライン授業ではあったがデータの収集を行った。このようにして得られたデータに基づき、音響的側面からの分析を中心に改善方法を検討した。当初の計画では 400 名の学生からデータを収集する予定であったが、コロナ禍の影響のため授業が対面からオンライン授業へと変更されたこともあり、その半数の 200 名のデータしか得られなかった。しかしながら、マハラノビス距離を主たる尺度とする新たな発音指導は、本発音指導システムにおいて有効に機能していることが確認・示唆され、当初の目的は達成された。なお、システム自体のユーザビリティに関しては、検証のためのデータ数(意見者数)が前述のように少なかったこともその一因として考えられるため、厳密な結論を主張することはできないが、特段の問題点は見出されなかったことより、実際の教育現場での利用には差しさわりのないと考えられる。

以上の通り、本研究は当初の計画に沿って遂行されており、その結果、以下のような研究成果が集大成として得られた。

(1) 音声の可視化をするために実施された諸実験により、中国語発話関連の基礎的データ(音声データと口の動きに関する動画データ)が得られた。これらは、多くの中国語発話研究に今後も広く役立つものである。

(2) 中国語発音改善法に基づく発音学習システム制作に取り掛かった。

(3) 上記(2)で制作した発音学習システムを、東京工科大学中国語初級クラスにて実際に適用し、発音指導の有効性とユーザビリティについて確認した。

(4) 上記(3)の研究成果は、学術研究論文としてまとめて学外発表した。それとともに、教育の現場における発音要領の解説に適用することも行った。具体例を上げると、例えば、中国語教科書(『実学実用初級中国語ライト版』(朝日出版社 2019 年)、『初級中国語 12 課』(同学社 2019 年)、『テレビで中国語』テキスト(NHK 出版社 2019 年~2020 年)などであり、いずれも好評を博すことができた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Junya Shinzawa, Shumei Chen, Jinhua She, Hiroyuki Kameda, and Sumio Ohno	4. 巻 9
2. 論文標題 The First Step towards Automatic Quality Evaluation of Chinese Vowel Pronunciations for Foreign Learners for Self-training	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Information and Education Technology	6. 最初と最後の頁 70-73
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.18178/ijiet.2019.9.1.1176	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tsubasa Morimoto, Yasuhiro Matsuda, Kiwamu Matsuo, Fumihiko Yasuno, Emi Ikebuchi, Hiroyuki Kameda, Toshiaki Taoka, Toshiteru Miyasaka, Kimihiko Kichikawa and Toshifumi Kishimoto	4. 巻 18
2. 論文標題 Computer-assisted cognitive remediation therapy increases hippocampal volume in patients with schizophrenia: a randomized controlled trial	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 BMC Psychiatry	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1186/s12888-018-1667-1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Yasuaki Kusumoto, Yoshihiro Kita, Satomi Kusaka, Yoshinori Hiyama, Toshiki Kutsuna, Hiroyuki Kameda, Saori Aida, Masaru Umeda, Tetsuya Takahashi	4. 巻 29
2. 論文標題 Difference between tablet methods and paper questionnaire methods of conducting a survey with community-dwelling elderly	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Therapy Science	6. 最初と最後の頁 2100-2102
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1589/jpts.29.2100	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計9件（うち招待講演 0件/うち国際学会 3件）

1. 発表者名 Junya Shinzawa, Shumei Chen, Jinhua She, Hiroyuki Kameda, and Sumio Ohno
2. 発表標題 The First Step towards Automatic Quality Evaluation of Chinese Vowel Pronunciations for Foreign Learners for Self-Training
3. 学会等名 The 7th International Conference on Knowledge and Education Technology (ICKET 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Jinhua She, Shumei Chen, Sumio Ohno, and Hiruyuki Kameda
2. 発表標題 An iOS-Device-Oriented Personally Adapted e-Learning System
3. 学会等名 The 7th International Conference on Knowledge and Education Technology (ICKET 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroyuki Kameda and Saori Aida
2. 発表標題 A Proposal of a Methodology to Acquire Syntactic Rules Gradually by Inductive Logic Programming
3. 学会等名 Pcling2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 新澤 純也, 亀田 博之, 陳 淑梅, 大野 澄雄, シャ 錦華
2. 発表標題 中国語学習者の発音矯正自動化のための音声の特徴分析
3. 学会等名 2018年電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 董 子明, シャ 錦華, 陳 淑梅, 大野 澄雄, 亀田 弘之
2. 発表標題 iOS端末用個人適応技術日本語e-ラーニングシステムの構築
3. 学会等名 平成29年電気学会 電子・情報・システム部門大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山下 太輝, 大野 澄雄
2. 発表標題 深層学習による F0 パターン生成過程モデルの入力パラメータ推定
3. 学会等名 日本音響学会2018年春季研究発表会講演予稿集
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Jadi Alotaibi, Hiroyuki Kameda, and Saori Aida
2. 発表標題 Proposal of NEW CERT KICERT for Kingdom of Saudi Arabia
3. 学会等名 IEICE Society Convention
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 亀田弘之, 相田紗織
2. 発表標題 ブロックチェーンを用いたAI推論信頼性維持・管理システムの提案 - 人工知能活用社会へ向けての提言 -
3. 学会等名 電子情報通信学会ソサイエティ大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 亀田弘之, 大野澄雄, 岩下志乃, 相田紗織
2. 発表標題 IoT アプリ開発実践的 PBL プロジェクトの中間報告 - 先進的 ICT エンジニア育成を目指して -
3. 学会等名 工学教育研究講演会
4. 発表年 2017年

## 〔図書〕 計4件

1. 著者名 陳 淑梅	4. 発行年 2019年
2. 出版社 NHK出版	5. 総ページ数 960
3. 書名 テレビで中国語	

1. 著者名 陳 淑梅, 劉 光赤	4. 発行年 2018年
2. 出版社 朝日出版社	5. 総ページ数 123
3. 書名 実学実用	

1. 著者名 陳淑梅, 胡興智, 劉湯水	4. 発行年 2021年
2. 出版社 朝日出版社	5. 総ページ数 112
3. 書名 異文化おもしろ体験中級中国語	

1. 著者名 陳 淑梅	4. 発行年 2021年
2. 出版社 NHK出版	5. 総ページ数 720
3. 書名 テレビで中国語	

## 〔産業財産権〕

〔その他〕

3か月速習中国語I,  
<https://www.fisd.com.org/F00000101/>  
 アクティブラーニング型反転授業  
[https://text.asahipress.com/chinese/news\\_detail.php?id=171&liid=](https://text.asahipress.com/chinese/news_detail.php?id=171&liid=)

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	大野 澄雄  (Ohno Sumio)  (80256677)	東京工科大学・コンピュータサイエンス学部・教授   (32692)	
研究分担者	しゃ 錦華  (She Jinhua)  (10257264)	東京工科大学・工学部・教授   (32692)	
研究分担者	亀田 弘之  (Kameda Hiroyuki)  (00194994)	東京工科大学・コンピュータサイエンス学部・教授   (32692)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関		
中国	China University of Geosciences		