

中国語声調感知モバイルアプリの開発と評価について

康茗淞 伊藤 篤 羽多野 裕之

宇都宮大学 〒321-8505 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2

E-mail: s944302@gmail.com, {at.ito, hatano}@is.utsunomiya-u.ac.jp

あらまし 中国語発音学習の一般的な学習方法は、簡単な単語を覚えること、モデル音声を模倣することであるが、日本人による中国語発音学習には次のような 3 つの課題がある；(1)中国語には日本語にない発音，ならびに声調要素があること，(2)これらの習得速度には個人差があるため教室での一斉授業は生徒全員の発音を正す事が困難であること，(3)中国語初心者は，発音練習の中で自分の発音の誤りに気づき修正することが難しいことである．

本研究では，声調は難しいという現状の課題を解決するため，声調感知実験の結果に基づいた評価用アプリの開発を行った．ここでは，プログラムインストラクションのスモールステップの考え方にに基づき，声調の学習において疎かにされがちな音声情報の認識を重視し，声調感知実験の結果を利用して学習課題を設計した．開発したアプリは，中国語初心者の声調の基本的発音能力の向上のため，難易度設計に基づき，段階的に感知課題を提示するものである．一般的な中国語教材と我々が開発した感知訓練アプリによる声調発音能力向上の評価実験を行った結果，我々が作成した教材は，中国語サンプル音声を聞き発音練習する一般的な教材に比べ有効性が高いことを示すことができた．

キーワード 中国語学習，声調言語，発音学習，感知訓練，学習ツール

Development and Evaluation of a Chinese Tone Perceptual Training App

MingSung KAN Atsushi ITO Hiroyuki Hatano

Utsunomiya University, 7-1-2 Yoto, Utsunomiya, Tochigi, 321-8505, Japan

E-mail: s944302@gmail.com, {at.ito, hatano}@is.utsunomiya-u.ac.jp

Abstract The general method for learning Chinese tone is focused on performing exercises of simple conversation. The existing research on Chinese tone learning mainly includes phonetic experiments with one- or two-syllable phrases. The main method of teaching Chinese tone consists of having students repeat phrases that emphasize combinations of tones. Given the difficulty of learning Chinese tone, we developed a new learning method that emphasizes step by step acquisition. In this paper, we describe the results of an investigation into the application of our learning method with Japanese native speakers learning Chinese for the first time. The experiment showed that for learning Chinese tone, the newly developed method is more effective than the existing general teaching methods for beginning learners.

Keywords Chinese Language Study, Tone Language, Pronunciation Study, Perceptual Training, Learning Tool

1. はじめに

中国語初心者が発音を学習する手段は，教師，或いは教材から中国語の発音構成・要素を知識として知り，そして再び教師，或いは電子教材からの音声を聴き，発音練習する，という流れが一般的である．中国語教室や大学の初心者を対象

とした中国語授業は，最初の段階で発音の基本要素，声調・子音・単母音・複母音・無気音・有気音・そり舌音・鼻母音などについて一通り生徒に教え，そのあとの内容は主に文法・用語と会話についての学習となる．

しかし，音節単位で構成された中国語漢字の発音は四百以

康茗淞・伊藤 篤・羽多野 裕之，

“中国語声調感知モバイルアプリの開発と評価について”，言語学習と教育言語学 2018 年度版，pp. 11-18，日本英語教育学会・日本教育言語学会合同編集委員会編集，早稲田大学情報教育研究所発行，2019 年 3 月 31 日．

Copyright © 2018-19 by Tanaka, H., Yamamoto, T., & Sato, J. All rights reserved.

上となり、更に発音の難点と言われる声調を付けると、その数は千三百を超える。基礎の発音練習、特に中国語の特徴にして難点である声調の練習は不足していると考えられる。更に発音の学習には、有効な音声情報と教師からのフィードバックが必要となり、教室での一斉授業では生徒全員の発音を正す事は困難である。このような場合には、教材のサポートによる、自分の発音に関する能力の確認と訓練が重要になると考えられる。以下に、本論文の構成を述べる。

2 章では中国語発音に関する研究背景と本研究が用いた学習理論について述べる。3 章では、2 章の関連研究と学習理論に基づき、声調学習法の提案と、従来の研究と違う視点から出発した本研究の特徴を示す。4 章では感知訓練を中心としたアプリの開発について述べる。5 章では開発したアプリの評価のため実験方法と結果を示し、最後にまとめと今後の課題を示す。

2. 研究背景

2.1. 関連研究

我々が調査した声調に関する文献は主に声調誤り傾向の調査と原因分析、学習方法に関することは少なく、調査と原因分析の結果として、間違いやすい声調と組み合わせ、母語による逆行転移、指導不足、そして学習方法は声調の組み合わせを重視したモデル音声の提示と発音訓練、教師による指導がほとんどである。

声調学習に関する研究[1-14]について、調査手法やターゲットなどにより分類した結果を図 1 に示す。

図 1 に示すように、声調に関する研究は主に 1, 2 音節を調査対象とし、被験者のエラーパターンを分析しており、文レベルの発音の声調エラーを対象にした研究もあるが、学習方

法に関する内容はなく、若しくは母語による影響、指導不足などの意見のみ書かれている。声調の学習対策について記した論文は声調の組み合わせを重視した教師、若しくはコンピューターサポートシステムを使用したモデル音声を真似して発音する「リピーティング」という練習法がほとんどである。

中国語学習の難点である声調の習得に関する研究史は、丁雷の「声調難」の問題[15]に基づくものが多い。これらの先行研究では、間違いやすい声調の傾向を基に音声実験を設計し、収集した実験データ分析によるエラーパターンを考察しているが、声調学習の方法を研究したものは少なく、声調の学習の新しい手法が期待されている。学習方法に関する研究[16]は二音節語の感知と発音訓練を実行し、その発音と感知能力の向上を比較した結果、感知訓練のみで、両方の能力を向上することに対して十分効果的であるという結果を示している。

2.2. 学習理論

我々は、研究のバックグラウンドとして、認知心理学の情報処理[17]と行動主義心理学[18, 19]のプログラムインストラクションを、声調学習アプリの開発に応用することとした。

認知心理学は、人の認知機能（知覚・記憶・思考など）の情報処理特性を解明することを目指しているが、本論文では、中国語学習の難点である声調の学習は、学習者の声調という音声情報の処理と考え、これに応用する。ここでは、人間の学習を脳のデータ処理と例え、情報の受け取り、貯蔵と長期記憶について検討し、現知知識を基に新しい内容を学習すると考えている。人間には 3 種類の記憶貯蔵スペース、感覚記憶・短期記憶・長期記憶がある。

更に、情報処理における学習には段階性があり、以下の 3 種類の処理過程が含まれる。

①発見・認識 - 環境にある物、見落とす物に気づかせ、知

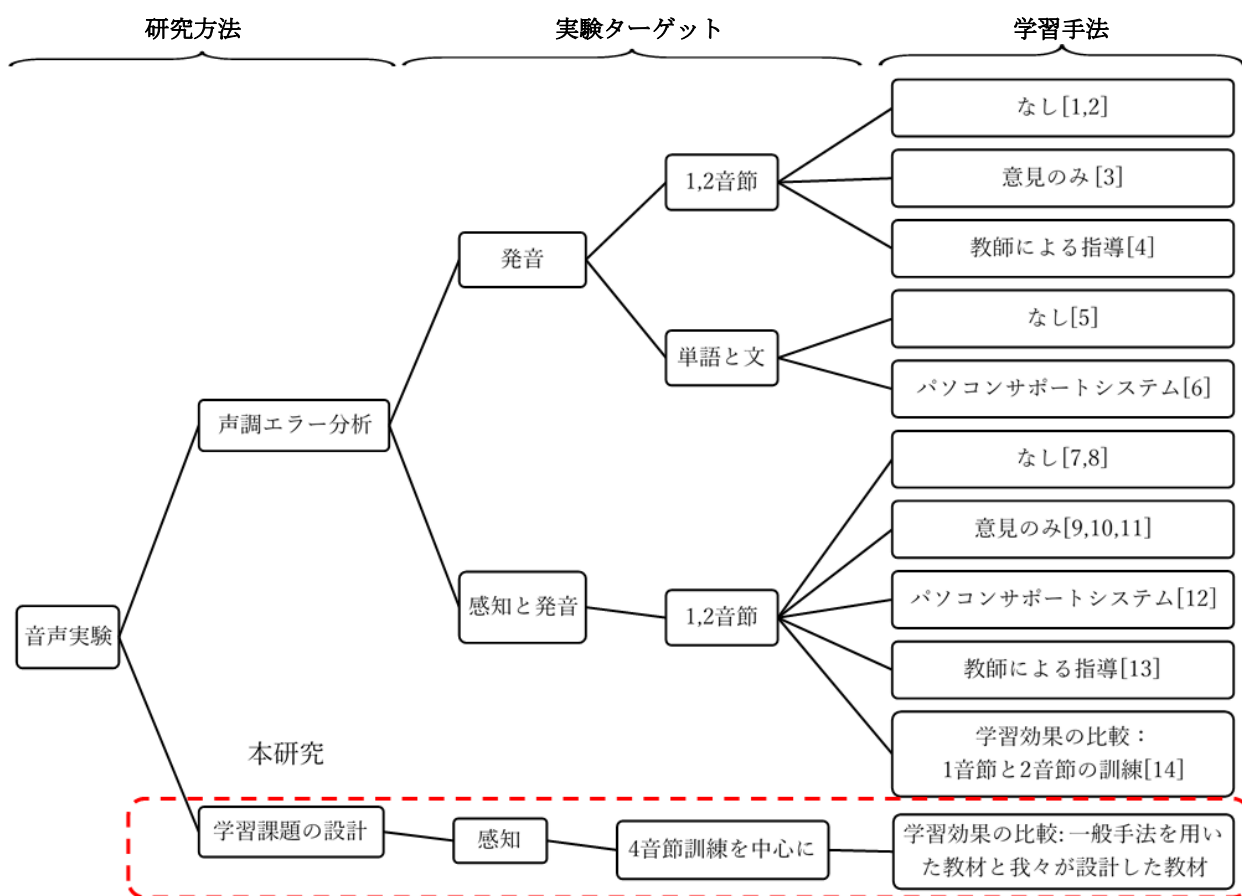


図 1. 関連研究と本研究の位置づけ

らせる

②コーディング・記憶 - それを有意義な情報にし、若しくは長期記憶にする

③修正 - 長期記憶を修正、再学習する

行動主義から発展したプログラムインストラクションは、教材を多数の細かい項目で編成し、順序を持って学習者自身のペースで進めることを可能とする学習法である。教室での一斉授業と比べ、学習の際の難点の発見、自主性、問題に対する回答のフィードバックがすぐに確認できる事と、自己ペースで進めるなどのメリットがある。そして使用者の各項目の実際の回答データに基づき、教材の編集と修正を行われ、有効性についての検証と改善が容易になる。

3. 声調学習法の提案

声調学習の一般的学習法では、中国語入門レベルの授業で発音構成について習い、声調に関する知識を獲得し、そして発音を練習する。発音練習の機会は、主に単語、文法や用語の学習における会話練習である。我々は、声調の学習とは、声調の知識から感知能力、そして感知能力から発音能力に進む事だと考えている。その声調発音能力をある程度身につけてから、会話練習に入ることで、不正確な発音を身に着けてしまい、学習の進捗が滞ることが避けられると考えている。

表 1 に、第 2 章の関連研究背景と本研究の違いを示す。

3.1. 声調情報の感知と記憶

声調の認知は、聴覚によって音声情報を感覚記憶として受け入れ、現有知識・声調の定義や特徴などを基に、その音声情報を意義付け、より長く記憶することである。しかし、声調の学習が困難になる原因は、声調の特徴である音声刺激の高低変化が上手く聞き取れない、或いは感覚記憶にある情報を声調に関する知識と結びつけることができないからであると考えられる。

声調の習得に必要な能力は、声調が成り立つ条件に対する正しい知識の理解と、人間の情報処理における感知能力である。本論が提案する学習法は声調の音響的特徴を感知する能力を重点に置き、そして情報処理の発見・認識という最初の段階から次の段階、コーディング・記憶へ進むため、声調の符号化・イメージによる印象強化を重視している。

3.2. 認知状態からプログラムインストラクション設計

プログラムインストラクションのような段階的な学習法は、目標となる声調の課題に対して、簡単なレベルに、少しずつ難しい要素を加え、徐々に難度の高い課題に近づけていくことを意図している。こういうスモールステップの特性を有効

にするため、項目の内容設計は使用者の声調の学習に関する実験データをベースに行う必要がある。提案した声調学習の 3 段階、知識、感知、発音に応じ、知識の獲得から、声調感知能力向上を図るため、学習者の声調認知調査に基づき、難点となる要素と有効と思われる訓練項目を設計することとした。

4. 学習ツールの構築

中国語発音でよく使われる学習法は、模倣による発音練習、「リピーティング」法である。この方法で学習を進めるためには、聞いた音声に対する認知能力が重要である。そこで、中国語に初めて触れる日本語母語話者の、中国語の声調を聞き分ける能力を測定する実験を行い、発音練習課題はなく、感知訓練課題のみで構成されるアプリを構築した。

4.1. 声調とは

声調のイメージは趙元任の五度数声調標記法[20] (図 2) を使用し、そして自然会話における第三声 (図 3) の運用及び学習の負担や効率を考慮して、は“半三声” [21, 22]を用いて感知調査を実行した。

中国語では、半三声使用頻度が全上声より高く、全上声を

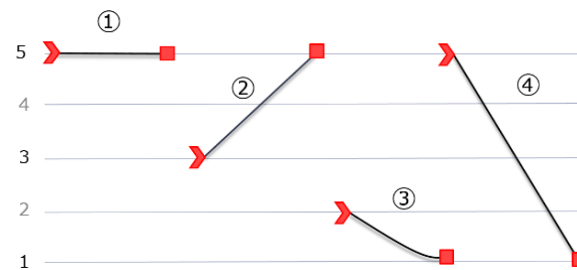


図 2. 声調イメージ

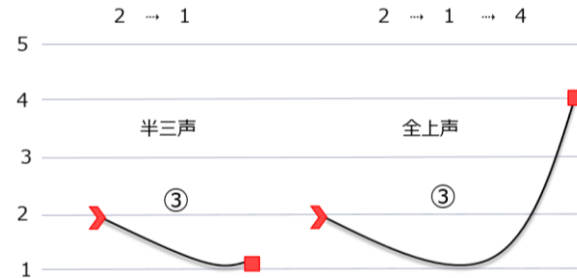


図 3. 第三声の 2 つの表し方

表 1. 研究背景と本研究の特徴と目的

	声調学習に関する既存研究 (図 1)	本研究
目的	声調エラーの調査で、声調という難点の学習の突破口を見つける	学習者の声調に対する認識を重視した新しい学習手法を開発する
被験者	学習歴が一致しない場合が多い	ゼロスタートの学習者
調査手法	音声実験による声調誤り調査	感知実験による学習課題設計
分析方法	データ統計と音声分析	データ統計と学習効果の比較
着眼点	誤り傾向、母語による逆向転移、指導不足	適切な学習方法、訓練課題の設計
学習手法	誤りに着目した課程設計、主に模倣による発音練習。(二音節語と会話練習による強化訓練)	感知能力を重視したステップ化感知訓練課題。(声調の違いを強調した 4 音節音声を中心)
教材	モデル音声の提供と模倣による発音練習	感知問題を解くことで、声調に対する理解を深める

代用することが可能で、かつより簡単な第三声の表し方。図2, 3に示すように、全上声は第二声と同じ、上がりという音声特徴を持ち、張沛榛の二音節中国語声調発音研究[23]では、第三声の発音エラーが出やすい理由の一つとして第三声を“全上声”で話す傾向がある事が示されている。

4.2. 声調の感知状態

筆者が実施した声調認識実験による調査[24]では、最初の実験として、多音節中国語の聞き取り状態を確認するため、中国語学習経験のない8名の被験者を対象に、普通と遅めの発声による四字熟語声調聞き分け調査を行った。その正答率分布曲線を図4に示す。四字熟語の感知状態から、中国語初心者には、正しく声調を認識できないことがわかる。そのため、中国語発音練習の一般手法であるリピーティングは、声調の認識がほぼできない状態で行なわれており、声調の学習が進まない可能性が高いことがわかった。

プログラムインストラクションの段階的な学習法を実現するため、学習の初期段階で有効と思われる声調聞き分け課題を設計し、次の実験を行った。その実験は声調の相対的高低差をより感知取れる課題を作ることを目標とし、四音節の認識実験を、以下の三つのルールを用いて実行した。

- ①一つの問題に、必ず高さ変化が特徴である声調四種類すべてを含める事
- ②一つの問題に使用する音素は一種類（感知実験では日本語の母音“イ”、“ウ”に近い“i”、“u”と、日本語にない“ü”、“e”を用いた）
- ③スピードを落とす割合を大きくする（一音節2秒）

この3つのルールを用いることにより、学習者は4種類声調の違い、比較に集中し、音素の変化に気を取られず、かつ音高の変化をゆっくり聞き取ることができる。そして話し手を男性から女性に変え、音域を変えた声調でも、訓練で獲得した声調の分類能力と違う音素の認識経験が通用することを確認した。

ルールを付けて簡単にした感知課題を用いた2つの実験結果を図5, 図6に示し、被験者の正答率変化から、上記の3つのルールを利用する事で、七割以上の被験者がより声調イメージで音声を分類することができると判明した。

簡単にした感知課題を用いた実験に続き、一音節漢字、声調バリエーションを制限した四字熟語と四字熟語を含めた複合実験を数回実施し、被験者の四字熟語に対して、声調を聞き分ける能力の変化を調べた。その結果を図7に示す。図7によると、ルールを付けて簡単にした感知課題(1実験14問)を解くことで、複雑な音素とより多変な声調組み合わせをもつ四字熟語に対し、声調を聞き分ける能力の向上を確認した。

4.3. イメージ映像説明と感知問題を用いた学習

声調習得の課題は、声調のもつ相対的高低差の把握にある。五度数表記法に基づき声調の特徴とピッチ変化を示す動線を作成し、モデル音声と同期させ、記憶しやすいイメージ映像として、学習者に提供した。4.2の感知実験でおよそ7割の被験者において、大きな感知能力向上が見られたため、基礎能力の獲得を目的とした練習問題は、音素を統一し、4音節に声調4種類すべて含めた声調認識問題を最初の学習ポイントとした。さらに、残り3割の被験者の感知能力向上のため、より高低差が感知しやすい純音を用いて声調の高さ変化を表現した認識問題を作成した。周波数変化の幅、及び高さから、男女の声、違う音素、変化を少しずつ加え、感知能力を育つことが有効だと考えている。

入門級として設計した感知訓練項目の構成は以下：

1. 説明項目
2. ピー音声調認識 - 大幅
3. ピー音声調認識 - 低音

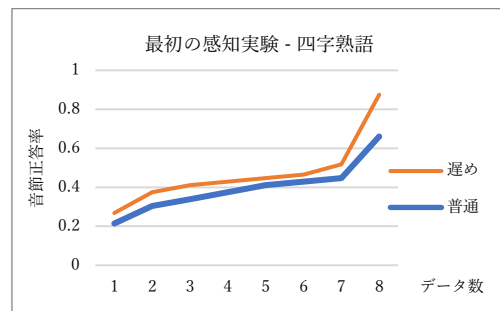


図4. 感知実験1 正答率分布曲線

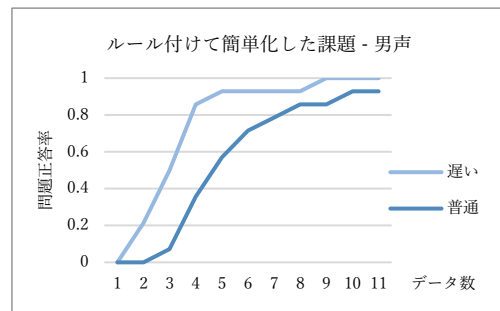


図5. 感知実験2 正答率分布曲線

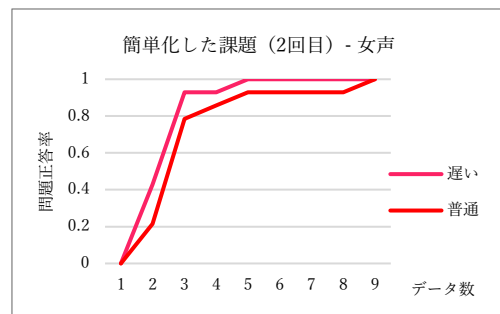


図6. 感知実験3 正答率分布曲線

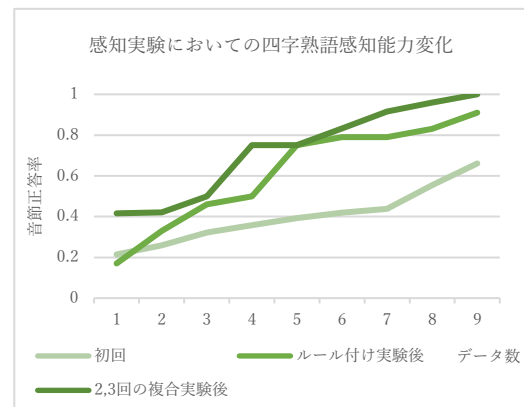


図7. 各段階での四字熟語声調感知正答率分布曲線

4. ピー音声調認識 - 中音
5. ピー音声調認識 - 高音
6. 男声で声調認識 - “ハイ”
7. 男声で声調認識 - “ハ”, “イ”
8. 女声で声調認識 - “ハイ”
9. 女声で声調認識 - “ハ”, “イ”
10. 実力テスト

説明項目では、声調の意義、音素“ハイ”を用いた4種類声調のテンプレート、中国語フレーズ“ニーハオ”、一から十を数える映像説明と、挑戦問題として入れた四字熟語感知

問題 4 問. 説明項目以外の項目は全て 4 音節の問題で、一問に 1 種類の音素と 4 種類声調すべて含めた感知訓練問題で構成され、使用する音声は純音と 3 つの音素、“ハイ”、“ハ”、“イ”で、長は 1 音節 0.5 秒、男女声課題では 1 音節 2 秒のモデル音声も提示する. 説明項目とテスト項目を除いて、1 項目は 10-12 問、そしてこの感知訓練アプリは図 8 のように、課題音声と選択肢を提示することで、声調能力の向上を図る. 各項目はまず項目説明と声調テンプレートを提示した後に感知訓練問題に入る.

上記 10 項目に続き、学習を進めるため、複雑な発音構成を含んだ感知課題の訓練に向け、一音節漢字、ルールを付けた四字熟語、四字熟語など、中・上級者向けの感知問題も作成した. そして学習活動を促すため、課題音声は何度も再生が可能とし、一部の問題に四種類の声調音声サンプルを判断材料として提示した. また、難易度調整のため、違う回答形式を組み合わせで出題する設計が望ましいと考え、一部の感知訓練項目は記述問題にした.

5. アプリの声調発音能力向上効果の比較

我々が開発した声調発音能力育成アプリの有効性を確認するため、中国語に初めて触れる日本語母語話者を対象に、既存の中国語フレーズの模倣練習を中心にしたアプリと、我々が開発したアプリの声調発音能力向上効果を比較する実験を行った[24].

5.1. 実験方法

実験では、被験者を 2 グループに分けて異なるアプリによる学習を行い、発音能力を試す試験を実施して効果を評価した.

実験の流れは以下のとおりである.

- ① 知識の獲得
- ② アプリによる訓練 (3 日)
- ③ 発音能力テスト
- ④ 再度-アプリによる訓練 (3 日)
- ⑤ 再度-発音能力テスト
- ⑥ アンケート

5.1.1. 被験者

本実験は、中国語学習経験がない、20~22 歳の宇都宮大学に在籍する大学生 10 人を、年齢と性別を考慮し 2 グループに分けて実施した.

NHK 声調確認くんの使用者は、平均年齢 20.6 歳、男性 3 人、女性 2 人、本研究で開発したアプリの使用者は、平均年齢 20.6 歳、男性 2 人、女性 3 人であった.

5.1.2. 知識の獲得

アプリによる訓練に入る前に、説明会で中国語の基礎知識を説明した. 内容は中国語発音表記、中国語の発音構成、声調の意義、中国語の入力と、メインである声調イメージ、ピッチ高さの特徴、第三声と軽声の説明である. 声調イメージは趙元任の五度数声調表記法[20](図 2)で表現した. 特に、第三声は、その二種類の表現と使用場面について紹介した.

実験の説明として、アプリの使い方、アプリの使用、声調発音テストの日程とテストする 4 つの声調イメージ(図 2)を伝えた.

5.1.3. 比較するアプリ

本実験は、我々が開発したアプリと比較する対象アプリを、一般的な発音練習方法を中心とした、豊富な中国語フレーズと発音練習のサポート機能が複数含まれた NHK 語学講座の「声調確認くん」[25]にした. このアプリは中国語モデル音声(男・女声)・録音・再生・モデル音声と録音の高さの軌跡を音節区切りで表示する機能が含まれる(図 9).



図 8.4 音節モデル音声と声調組み合わせを提示する



図 9. NHK 語学講座の「声調確認くん」使用画面、紫色の線はモデル音声、緑色の線は録音の高さ追跡結果

このうち、被験者が使用するのは合計 168 個のフレーズ含んだ「テレビで中国語」. 「テレビで中国語」は一音節から六音節のフレーズがあり、違う音節のモデル音声を聞き、発音、録音、高さの追跡機能を利用したアプリと、我々が開発した感知問題を解く学習方法を中心としたアプリの、使用後の声調発音成績を比較する.

5.1.4. アプリ使用

アプリの使用は一日 30 分、そして三日間の使用後、発音テストを受け、これを 2 回行った. アプリの使用は被験者個人のペースで行い、NHK アプリ使用者は 168 個のフレーズ含んだ「テレビで中国語」の利用することにしたが、幾つのフレーズ、どのフレーズで声調発音を練習するかは被験者個人の学習ペースに任せ、アドバイスとして、簡単な項目から始めることを勧めた. 我々が開発したアプリは、正答率と使用状況は記録として残り、NHK 声調確認くんの使用者には毎日の使用状況を記録してもらった.

5.1.5. 発音テスト

合計二回の発音テストは声調の相対的高低差の把握と、発音において重要な声調組み立て能力を測定するため、四つの発音課題を用いたテスト内容を設計した.

1. 声調テンプレート: 音素“ハイ”と四つの声調のイメージ(図 2)を提示し、被験者の発音を要求する(合計 8 音節).
2. 声調テンプレートの分解: 音素“ハイ”と第一声から第四声の声調イメージを個別に提示し、被験者の発音を要求する(合計 8 音節).
3. テンプレートの順変え: テンプレートの順変え動画イメージを提示し、被験者の発音を要求する(合計 96 音節).
4. 二音節音素変化: 二つの音素(テスト 1 回目: “ハ”, “シ”と“カ”, “ミ”, 2 回目: “シ”, “ロ”と“ヨ”, “ル”)と二音節の声調イメージを提示し、被験者の発音を要求する(合計 60 音節).

5.1.6. アンケート

本実験では使用状況、認識正答率と発音テスト結果のほか、使用者アンケートによる、年齢、言語、音楽経験、アプリ使用、発音課題と中国語の声調学習に対する感想を調査した。

解答形式は1点から6点、①全くあてはまらない ②あてはまらない ③あまりあてはまらない ④ややあてはまる ⑤あてはまる ⑥非常にあてはまる、とした。

5.2. 実験結果

5.2.1. アプリ使用状況

NHK 声調確認くんで利用するフレーズ数は被験者それぞれ、一回目は12から79、二回目は18から105以上となる。利用する例文数の違いは使用例文数の少ない被験者は同じ例文での繰り返し練習を行った。そして二回目の使用項目数が比較的に多いのは、アプリを用いた発音練習に慣れたと考えている。

感知訓練アプリの感知問題項目の利用数は、一回目5項目から14項目、二回目は2項目から6項目となる。二回目の使用項目数が比較的に少ないが、より難度の高い項目へ進んだのが原因であると考えている。使用ログによると、利用する時間と回数は被験者によって、かなり差があると見られ、一日30分の使用をしっかりと行なわなかった被験者がいることがわかった。

5.2.2. 発音テスト結果

それぞれのアプリの使用者グループに対し、四音節テンプレート順変えの発音課題を実施し、母語話者が発音の良し悪しについて五段階評価を行った。各グループの被験者は5名である。一回目と二回目の発音結果を図10に示す

会話に情報伝達エラーが起こる可能性がないと考えられる声調発音の発音割合を良好発音率と見なし、NHK 声調確認くん使用者、課題-順変えに対して、テスト一回目の良好発音率は平均46.2%、二回目56.7%であった。

感知訓練アプリ使用者は、テスト一回目の良好発音率は平均56.9%、二回目76.7%であった。

二種類のアプリ、被験者各5人の、発音課題-二音節音素変化の発音結果を図11に示す。

NHK 声調確認くん使用者、課題-音素変化に対して、テスト一回目の良好発音率は平均41.7%、二回目51.7%であった。

感知訓練アプリ使用者は、テスト一回目の良好発音率は平均62.7%、二回目67.7%であった。

二種類のアプリ使用者がこの二つの発音課題におけるテストの1回と2回目の良好発音率の平均値の差についてT検定を行い、P値は0.026375と0.005058。

5.2.3. アンケート結果

声調学習に関する六つのアンケート項目の総合得点を表2に示す。これによると、NHK 声調確認くんの使用者はよりアプリの学習に面白さを感じ、アプリの使用をしっかりと行い、声調の学習に専心した。これに対し、感知アプリの使用者はより声調の難しさを感じた。我々は、より難しいと感じるのは、より自分の能力不足に気づくためと考えている。今後は、アプリの使い勝手と、さらなる学習効果の向上を目指す考えである。

5.3. 考察

5.3.1. アプリ使用について

NHK 声調確認くんの使用は少数の例文（一回目12～14個程度）を繰り返し練習する二人の被験者と、どんどん新しい例文へ進める（一回目59～79個程度）三人となった。使用する例文の数と発音テストでの成績に正の相関が見られない。

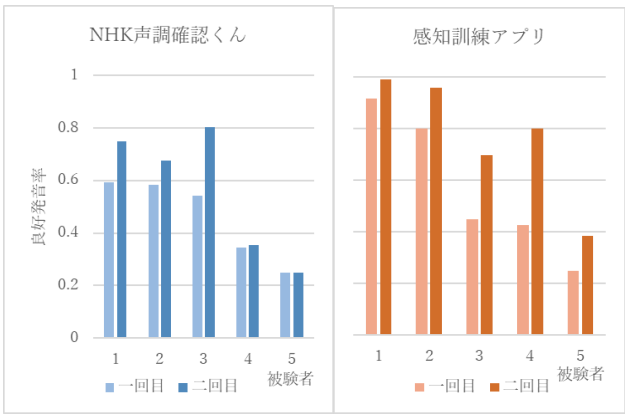


図 10. 四音節テンプレート順変え発音課題正答率

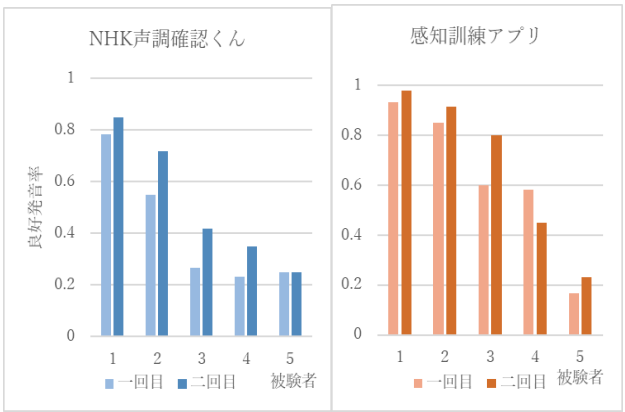


図 11. 二音節音素変化発音課題正答率

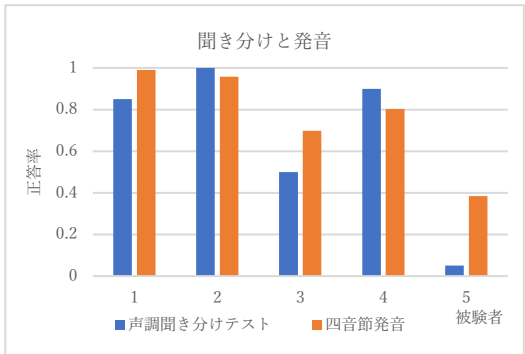


図 12. 声調感知テストと発音テスト結果

表 2 アンケート結果

項目名称/総合得点	NHK	感知
声調の学習に専心した	25	21
一回目のアプリ使用をしっかりと行った	27	20
二回目のアプリ使用をしっかりと行った	27	22
このアプリは声調の理解に役立つ	27	25
発音テストは声調の良い訓練になる	26	25
発音テストは面白い	27	26
このアプリで声調学習は面白い	26	22
このアプリの学習方法が面倒くさい	12	14
声調の聞き分けが難しい	22	25
声調の発音が難しい	21	25

我々の感知訓練アプリでは、使用する項目と感知問題の正答率・回答時間が自動記録される。被験者五人、入門項目として制作した、純音を使った声調感知問題での平均正答率は73.3%~92.5%となり、純音での声調聞き分け項目は、中国語に初めて触れる被験者でも高い正答率を持つ事がわかった。しかし、人の声を使った声調感知問題での平均正答率は34%~94%となり、かなりの個人差が見られた。純音による教材から人の声による教材に移行する過程を、何らかの訓練手法により補完する事が必要と考えている。

感知アプリの使用者は、アプリ訓練二回目の終盤でアプリ内の“実力テスト”という感知項目を使用することとした。その内容は感知課題の総合-純音周波数変化の幅、及び高さから、男女の声、違う音素、などの変化を少しずつ加えた感知問題集である。

その声調感知実力テストの得点と、二回目四音節テンプレート順変えの良好発音率を図12に示す。

図12に示すように、良好発音率が一番低い5番目の被験者の、声調聞き分けテストの正答率は5%であり、声調を認識することが難しい状態である。これは、声調発音能力が低いことと関係があると思われる。

5.3.2. 発音テスト結果について

図10、図11に示した2グループアプリ使用者の2つの基本課題における成績を図13にまとめる。感知訓練アプリの使用者は、課題-テンプレートの順序変更に対して、テスト一回目の平均良好発音率がNHK声調確認くんの使用者より10.7%高い、二回目は更に20%まで上がった。

課題-テンプレートの順序変更において、一回目と二回目の平均良好発音率向上の幅、上達度は、感知訓練アプリ使用者19.8%、NHK声調確認くん10.5%であった。

発音課題-二音節音素変化に対して、テスト一回目の平均良好発音率がNHK声調確認くんの使用者より21%高い、二回目16%であった。

課題-二音節音素変化においての上達度は、感知問題集使用者5%、NHK声調確認くん10%であった。図11によると、感知アプリ使用者の一人は逆に13.3%の下がりが見られた。

感知訓練アプリは2人、良好発音率95%以上の被験者が出ており、良好発音率の高いNHK声調確認くん使用者は第四声を、第三声として発音することが多く、二つの課題において一番良い成績は、良好発音率80.2%と85%であった。

違うアプリを用いて訓練後の発音テスト成績を、関連研究でよく用いられる、二音節語を対象とした、より識別の高い、問題を単位で計算した正答率を図14（二音節音素変化課題）に示す。図14の2グループのアプリ使用者の一回目のテストの成績データの平均値の差についてT検定を行った結果、P値は0.040331であり、一回目と二回目のテストの結果を合わせてT検定を行った結果、P値は0.004082であり、ともに統計的に有意であることを示した（有意水準0.5）。

5.3.3. アンケート

感知訓練アプリの、声調の理解に役立っていると思われる、各訓練課題に関するアンケート結果を、表3に示す。表3によると、一番役に立つと思われる項目は28点の、変化を少しずつ加えて進める実力テストである。次は27点の男女声変化、遅いスピードと26点の音素変化である。一番得点が低かったのは映像説明であった。今後は、得点が高かった4つの手法を重点に置いてアプリを改良する方針である。

6. まとめ

本論文では、中国語に初めて触れる中国語学習者に対するインプットを重視し、言語に対する感知状態から発音の改善を図ることを目的としたアプリの設計について述べた。学習手順の提案と課題設定を行うとともにアプリを開発し、効果測定実験を実施した。

実験では、イメージを用いて声調を説明し、中国語に初め

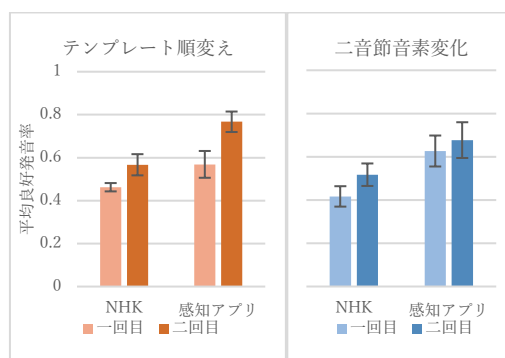


図13. 発音テスト結果（平均と分散）

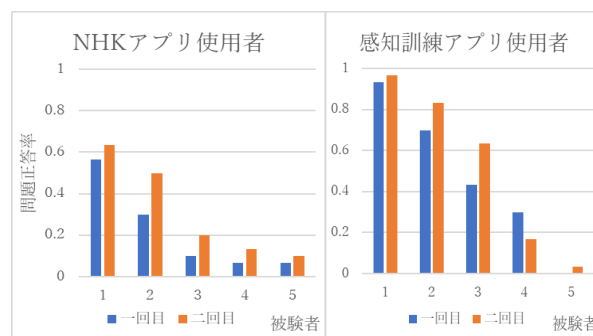


図14. アプリ使用者の二音節音素変化課題の問題正答率

表3 アンケート結果（感知訓練課題）

項目名称	得点
(文字説明) 声調の理解に役立つ	21
(映像説明) 声調の理解に役立つ	20
(ピー音) 声調の理解に役立つ	23
(遅いスピード) 声調の理解に役立つ	27
(音素を固定) 声調の理解に役立つ	24
(四音節に四種類声調)...	25
(ピー音の三種類高さ変化)...	23
(男女声変化) 声調の理解に役立つ	27
(音素変化) 声調の理解に役立つ	26

て触れる者に声調に関する知識を持たせ、被験者を2グループに分けて、一般的な中国語学習アプリと我々が開発したアプリを用いた、短期間のアプリによる訓練と、訓練後の声調発音能力について二つの基本課題でテストを行い、効果を測定した。その結果、我々が開発した感知訓練アプリを使用した被験者の平均声調良好発音率は、二つの基本課題において、NHK声調確認くんより20%と16%高くなった。

しかし、声調の感知において、かなりの個人差が見られ、今回設計した感知課題では上手く声調を認識できず、学習効果が表れなかった被験者がいた。今回の実験結果によると、比較的発音成績が低い二人は、アプリの使用項目数は少なく、能力差対策とモチベーションを高めるため、今後は、学習効果が見られない被験者にも対応するサポート課題の設計、違う音素への汎用的な対応力を訓練する感知問題をアプリに追加する予定である。また、表2に示すように、一般の中国語学習ソフトの方が面白いとの声が多く、使い勝手の向上も今後の課題である。

謝辞

本実験に協力していただいた学生の皆さんに感謝します。

文 献

- [1] Ke-Jia Zhang, Li-Mei Chen, "Tonal errors of Japanese students learning Chinese: A study of disyllabic words", available at: <https://aclanthology.info/papers/O05-1009/o05-1009> (accessed 20 July 2017), 2015.
- [2] HUI WEN WU, "A Study of Chinese Tone Production by Polish Speakers", available at: <https://hdl.handle.net/11296/e9nbkb/> (accessed 10 October, 2018, in Japanese), 2011.
- [3] HSIN-YI CHEN, "The Study of Chinese Phonetic Errors and Teaching Strategies of Vietnamese Spouses in Taiwan", available at: <http://paperupload.ntnu.edu.tw/CA4BD71DBC8AB41/e8f07f5da1cb3336.pdf> (accessed 10 October, 2018, in Japanese), 2007.
- [4] Sarang Kim, "Analysis and Teaching Research on Chinese Tone Errors of Korean Students", available at: <http://etds.lib.ntnu.edu.tw/cgi-bin/g32/gswweb.cgi?o=dstdcdr&s=id=%22N2005000097%22&searchmode=basic/> (accessed 10 October, 2018, in Japanese), 2005.
- [5] Ling Lin, "An Analysis of the Tone Errors of Hong Kong Students Who Are Studying in Taiwan", available at: <http://etds.lib.ntnu.edu.tw/cgi-bin/g32/gswweb.cgi?o=dstdcdr&s=id=%22G060285014I%22&searchmode=basic/> (accessed 10 October, 2018, in Japanese), 2017.
- [6] Kiyotake Takamatsu, "A Case Study of Mandarin Chinese Tone Combination Training :Error Corrections in Pronunciation for an Aged Japanese Learner", available at: <https://hdl.handle.net/11296/4seuaz> (accessed 10 October, 2018, in Japanese), 2018.
- [7] Ling-Yueh Cheng, "The Perception and Production of Mandarin Tones by L2 learners", available at: <https://hdl.handle.net/11296/fgsjr3> (accessed 12 October 2017), 2014.
- [8] Hua-Yi Lin, "Mandarin Tonal Acquisition of Novice Japanese Learners", available at: <http://etds.lib.ntnu.edu.tw/cgi-bin/g32/gswweb.cgi?o=dstdcdr&s=id=%22GN0693240217%22&searchmode=basic/> (accessed 10 October, 2018, in Japanese), 2007.
- [9] KIM LOAN TRAN THI, "Error Analysis of Mandarin Tones from Vietnamese Learners", available at: <http://etds.lib.ntnu.edu.tw/cgi-bin/g32/gswweb.cgi?o=dstdcdr&s=id=%22G0069124031%22&#XXXX> (accessed 10 October, 2018, in Japanese), 2005.
- [10] RUI HAN JIANG, "A Study on Mandarin Disyllabic Tones of German learners", available at: <http://etds.lib.ntnu.edu.tw/cgi-bin/g32/gswweb.cgi?o=dstdcdr&s=id=%22GN0697800194%22&searchmode=basic/> (accessed 10 October, 2018, in Japanese), 2012.
- [11] Ping-Lun Tsai, "Perception and Production of Chinese Lexical Tone by Adult English Speaking Learners", available at: <http://etd.lib.nctu.edu.tw/cgi-bin/g32/gswweb.cgi?o=dnthucdr&s=id=%22GH000934709%22&searchmode=basic/> (accessed 10 October, 2018, in Japanese), 2008.
- [12] NHU TINH NGUYEN THI, "A Case Study of Mandarin Chinese Tone Training: Error Corrections in Pronunciation for beginning Vietnamese learners", available at: <https://hdl.handle.net/11296/7bk39j> (accessed 11 February 2017), 2016.
- [13] Chia Chien Li, "Error Analysis and Remedial Instruction of Chinese Tones --- A study on American Learners of Mandarin", available at: <http://hdl.handle.net/11296/3wh27p> (accessed 12 April 2017), 2010.
- [14] NI HONG WU, "Initiating foreign students into Mandarin Chinese tone pairs and its effects on tone acquisition", available at: <https://hdl.handle.net/11296/3b65pc> (accessed 20 February 2017), 2015.
- [15] R. Ding, "Talking about the Recognition of the Problem with 'Tone is difficult' for Japanese Learners of Chinese as the SecondLanguage", available at: <http://ir.lib.shimane-u.ac.jp/en/38621> (accessed 18 October 2017), 2017.
- [16] Ai-Wen Hsia, "Training Non-tonal Speakers in the Perception and Production of Mandarin Tones in Disyllabic Words", available at: <https://hdl.handle.net/11296/8xez8w> (accessed 12 October 2017), 2010.
- [17] Takao Umemoto, "Course psychology 7 Memory", University of Tokyo Press, Tokyo, pp. 165-170, 1969.
- [18] Takasige Iwamoto, "Behavioral Psychology and Cognitive Psychology (V)", The Faculty of Letters, Hokkaido University, pp. 105-141, 1993.
- [19] Chiharu KOGO, "Instructional Design: The Art and Science of Instruction", Faculty of Human Sciences, Waseda University, March 2012.
- [20] Y. R. Chao, "Language Problems", The commercial Press, Beijing, pp. 59-81, 1980.
- [21] Youko Matsumoto, "A Proposal for the Method of Teaching Dynamic Tones in Chinese Intonation", available at: <http://hdl.handle.net/2065/45180> (accessed 20 July 2018), 2014.
- [22] Shigematsu Jun, "How Japanese Speakers Learn the Chinese Intonation", available at: <http://hdl.handle.net/2065/35375> (accessed 10 October, 2018, in Japanese), 1996.
- [23] P. S. Zhang, "An Analysis of Tone Errors Made by Japanese Learners of Mandarin in Disyllabic Words", available at: <https://hdl.handle.net/11296/f34wqa> (accessed 11 February 2017), 2013.
- [24] MingSung KAN, Atsushi ITO, "Development and Evaluation of a Chinese Tone Perceptual Training Application", 2018 IEICE Technical Report, vol. 118, no. 163, pp. 7-12, July 2018.
- [25] <https://www2.nhk.or.jp/gogaku/hatsuon/> (accessed 31 August, 2018, in Japanese)