

## 発音表示をする中国語学習システムの作成

富井史康 石田みゆき 武田紀子 飯田善久  
(成蹊大学 工学部 経営・情報工学科)

### 1. はじめに

中国語を学ぶ上で、正しい発音の習得は不可欠なことである。一般に、発音の練習は、手本となる発音を聞いて、それを真似して発音しながらなされていく。このために、中国語の発音における重要な要素である四声の変化を、手本の発音と学習者の発音について図示し、比較することにより学習の手助けをするシステムが開発され、実用化されている。<sup>1)</sup>しかし、実際の自然な発音では、音の強弱、緩急、前後の音の影響による四声の変化やゆらぎ、息継ぎ等が生じるので、学習者はそれらを含めた正しい発音ができるように練習しなければならない。そこで、四声を表す音の高低のみならず、音の強弱を色により図示することにより、従来の方法では困難であった、自然な発音を習得することを目的としたシステムを作成し、その教育的効果について考察した。

また、発音練習の対象は、単音節～4音節までの単語と単文であり、学習者は、ネットワークサーバー上のデータベースに登録されている語、単文を選択しながら学習を進めていく。

### 2. 中国語の発音表示

中国語は声調言語であるので、声調が異なると、異なった語となる。声調には、四声と呼ばれる4つの基本的なものがある。

- 第1声：高いレベルで平坦
- 第2声：中低レベルから高いレベルへ上昇
- 第3声：低いレベルからさらに低いレベルへ下降し、その後中高レベルへ上昇
- 第4声：高いレベルから低いレベルへ下降

また、多音節単語では、前後の音により第3声は、変調し(3声+3声→2声+3声)、最後の音節は轻声と呼ばれる短い弱い音になる場合がある。

始めに、声調を表示する試作システムを作成し、1～2音節の語の教師の発音と学習者の発音を表示、比較したところ、学習者の発音の方が、はっきりと高低の変化がみられた。発音された音声のエネルギーの推移をみると、初心者発音は、四声の正確さに集中するあまり、1音節ごとにしっ

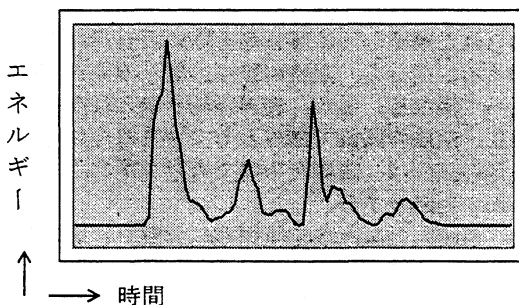


図1 四音節の語 (ba3i nia2n da4 ji4) を発音したときのエネルギー (教師音の実測値)

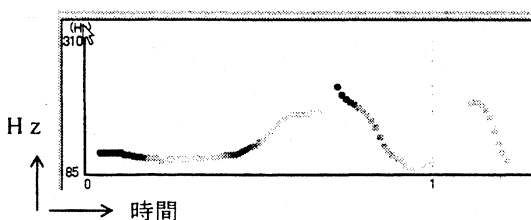


図2 ba3i nia2n da4 ji4 の発音のピッチとエネルギー (教師音)

かり発音される傾向があるのに対し、教師の発音は、音節ごとに強弱があり、音節により音の長さも異なっていた。(図1) 図2は、図1で使用したものと同一4音節の教師音の高さと、エネルギーの強さ(濃淡で表示)を発音された時間によって表示させたものであるが、各音節の長さは異なるし、音節間の間隔も異なる。また、後ろの2音節は、ともに4声の発音であるが、下降の仕方が異なっている。

このような自然な発音を習得する手助けをするために、音の表示は、その高低と強弱を発音された時間に沿って行うこととした。

#### 2. 1. ピッチの抽出

音の高低を求めるためのピッチの抽出は、以下のような手順でなされる。

##### 1. 有声部の抽出

はじめに、発音が行われていないと思われる

無声部のエネルギーとの比較により有声部を抽出し、これを1つの連続した発声音1とする。ここで、いくつかの録音データを検証した結果、すべての録音データにおいて、最初の30 msには有声部がみられなかったため、この部分のエネルギーから無声部のエネルギーを算出することとした。

次に、連続した発声音1のエネルギーから決められた閾値を元に雑音等を除いた有声部を抽出する。従って、閾値の値は、個々の発声音によって異なる。また、軽声が切り取られないように、前述の閾値で無声として切り取られた最後尾の部分は、閾値を下げて有声音があるかどうかの判断をする。

2. 連続した有声部を時間窓に分解し、窓関数をかけ各窓のピッチを求める。ピッチは、計算量を考え、AMDF (Average Magunitude Difference Function) で求めることとした。

### 3. 平滑化

AMDF で得られた各音節のピッチパターンから、以下の方針で、正しいピッチパターンを推定する。

- ・隣接した窓のピッチの値の変動が大きい等、明らかに適正なピッチパターンが得られていないと思われる部分は、無声部とみなす。
- ・ピッチパターンにおける独立点群は、前後の値により平滑化される。

## 2. 2. エネルギーの計算

音の強弱を求めるために、有声部のピッチの計算のために分割した各時間窓のエネルギーを計算する。

## 2. 3. 発音の表示

発音は、横軸を時間 (秒)、縦軸を周波数 (Hz) としたグラフ上に表示される。ピッチから求められる周波数は、発音された時間にそって表示されるので、1音節の長さ等により、音の緩急が分かり、音の間隔により、息継ぎ等が分かる。また、グラフには、エネルギーの大きさに対応する色が付けられ、音の強弱は、480段階の色の濃淡によって表される。

## 3. 中国語発音学習システム

### 3. 1. 発音の学習

本システムでは、次のような環境で学習を進めていく。

#### 1. 学習したい語の選択

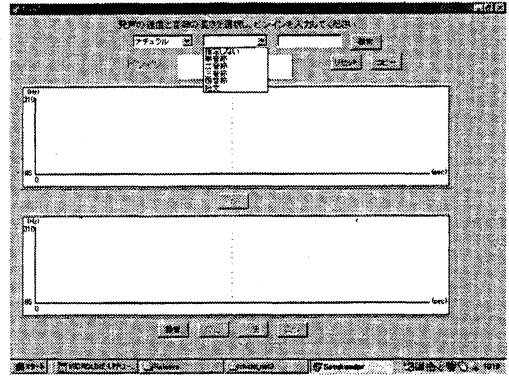


図3 学習画面

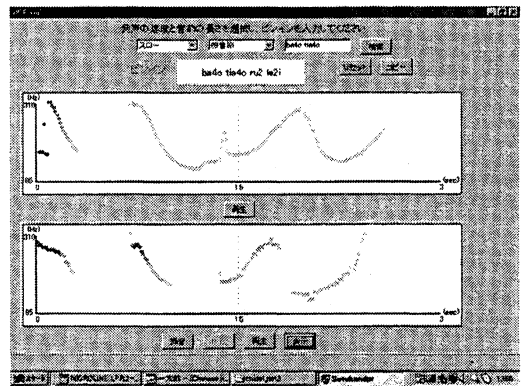


図4 発音の表示

発音の学習は、図3の画面で、学習したい語の選択をすることから始まる。教師音として用意されているものは、1音節～4音節までの語、短文(5音節以上の語を含む)である。そして、それぞれにつき、自然な早さの発音(ナチュラル)、ゆっくりした発音(スロー)が用意されている。学習者は、発音の速さ、中国語の発音記号であるピンインを指定すると、該当する音声ファイルが選択される。また、音節の長さを指定すると、該当する長さからなる音声ファイルが選択される。

#### 2. 発音の練習

学習したい語が選択されると、画面の上部にその音のピンインが表示され、発音が聞かれると同時に、解析された音のグラフが表示される。続いて、学習者がマイクに向かって発音練習をすると、学習者の音の解析結果が、下部に図示され、両者を比較したり、音声を再生、再録音

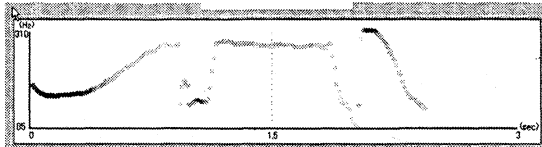


図5 ba2i chil fa4n の表示

しながら、発音練習を進めていく。(図4)

### 3. 2. 教師音データの検索

教師音データは、成蹊大学中国語音声教育データベース作成委員会<sup>21) 22)</sup>で作成されている音声データファイルに格納されているものを使用している。音声データは、サーバー上に格納されており、サーバープログラムは、学習者から、教師音の要求がネットワークを通して出されると、適切な音声データを検索して学習者に返す。

## 4. 結果

本システムを使用し、教師音、学習者の発音が表示され、それを見ながら発音練習を進めることができた。

### 4. 1. 表示結果

約280個の教師音の音声データについて、発音の表示が正しくなされているかを調べた。

まず、発音された各音節が、表示された図の中の線と対応がとれ、四声が正しく表示されたかどうかを調べた結果を示す。(表1)

次に、各音節との対応はとれるが、各音節に対する表示の前後に、四声では見られない部分が表示されたり(図5)、1音節の表示と判断できるが、図は切れている等について、表1で正解とされたデータについて調べ、結果を示す。(表2)

四声の表示については、4音節語までは、95%以上の正解率を得ることができたが、音節が長くなるほど、精度が落ちる。これは、音節が長くなるほど、各音節の発音に強弱の差がでたり、2音節以上を連続して発音される場合が多くなるため、閾値を連続した発声音ごとに变化させても、音が落とされやすいからである。

音節の前後に、四声でない部分が表れるのは、有気音の前であることが多い。この場合は、有気音を発音するとき、最初に強い呼気音が入るため、それが、雑音のように表示されるためと思われる。しかし、このような音は、大体、エネルギーが小さいため、色は、薄く表示される。

また、1音節が2本以上の線に切られるのは、3声に多く、これは、発音者のくせ(3声で、下

表1 四声の取得

音節	正解	誤り	正解率
1音節	82	0	100 %
2音節	113	1	99.1
3音節	46	2	95.8
4音節	27	1	96.4
短文	9	1	90.0

表2 四声の表示における雑音等

音節	四声以外有	音が切れる	その他
1音節	13 (15.9%)	12 (14.6%)	2 (2.4%)
2音節	32 (28.3)	5 (4.4)	3 (2.7)
3音節	11 (23.9)	4 (8.7)	2 (4.3)
4音節	13 (48.1)	1 (3.7)	1 (3.7)
短文	5 (55.6)	0 (0)	0 (0)

がったところで一端切るようにしてから、上がる)によるもので、この発音者の特徴を表している。このように、発音者のくせが表示に反映されるため、教師音の発音者の選択は大切なことといえる。

### 4. 2. 教育的効果

本システムを利用して、発音練習をした学習者のアンケート結果をまとめる。

まず、表示に関しては、

- ・表示の見易さ
- ・音の高低、強さの分かり易さ
- ・教師音と自分の発音の比較のし易さ

の項目すべてに対して、“よい”という結果が得られた。

前節で述べた、四声以外の雑音が表示されることについては、気になるという感想はなかった。反対に、有気音の特徴を意識するためには、このような雑音の表示があった方がいいという感想もあった。

また、自然な早さのモードでの練習では、音節が長くなると、四声の不正確さが目立つようになり(図5)、教師音の表示と比べて、四声は、うまくできていても、強さ、緩急、音節の区切り方が違うため、色の濃淡、長さ等が異なる場合も多かった。(図6)音の強弱、緩急は、自然な発音のためには不可欠であるが、はっきりと欠点を把

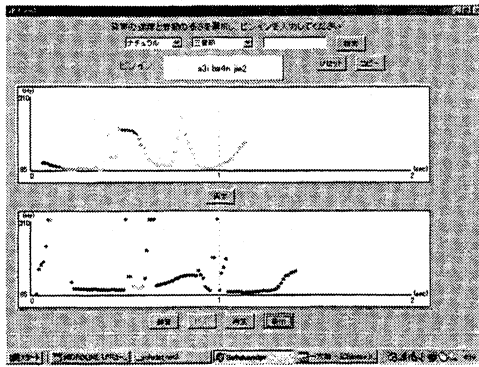


図5 a3i ba4n jie2 の発音練習  
初心者によるもの

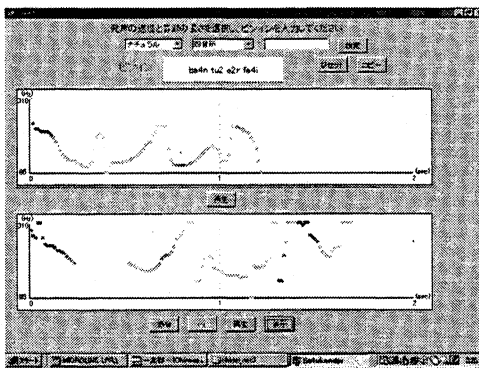


図6 ba4n tu2 e2r fe4i の発音練習

握することは難しい。本システムの利用により、教師音との比較が簡単にできると、視覚的に自分の発音の問題点、直すところを見つけることができる。

- システムの教育的効果に関する項目では、
- ・自分の発音の欠点等が理解できる
  - ・システムの使用により、発音に自信が持てるようになる
  - ・発音の向上に役立つ

に対し肯定的な結果を得ることができ、“教師音や、特に、自分の発音の分析結果を客観的に図で見られるので、発音の練習に役立つ”という意見も得られた。

システムの使用法に関しては、

- ・全体の使い方
- ・語の選択の仕方

について、“使い易い”という評価がある反面、“工夫が欲しい”という意見があった。改良点の

具体的提案としては、

- ・練習の対象となる語の発音記号であるピンインしか表示されないため、言葉の意味が分からない場合も多い。意味が分からないと興味がわかないので、漢字、意味を表示して欲しい。
- ・語の難易度のレベルを入れて欲しい。
- ・授業の補助として使うためには、教科書の章と語を関連付けて欲しい。
- ・挨拶、旅行会話等、分野別に検索できる機能が欲しい。

等があげられた。

## 5. おわりに

本システムは、発音練習の役に立つことが分かった。これから、より多くの人に、例えば、成蹊大学での中国語の授業の補助等に使用する予定である。そのためには、まず、表示の精度をあげなくてはならない。人には、聞こえるが、表示には表れない音の処理等について、改良しなければいけない。

また、より使いやすいシステムにするために、利用できるデータベースを充実させ、学習する語の漢字や意味の表示を出来るようにしたり、語の検索法の改良を図っていきたい。

なお、本システムの表示部は、成蹊大学で開発されている中国語音声教育教材<sup>3)</sup>の発音表示部に組み込まれる予定である。

## 6. 謝辞

本研究のきっかけを与えて下さった成蹊大学法学部 湯山トミ子教授に感謝致します。

(株)エムアイベンチャー社長 猪飼國夫博士には、多くの貴重なご助言をいただきました。

## 【参考文献】

- 1) NHK TV : 中国語会話
- 2) <http://www.seikei.ac.jp/gjc/chinese.html>
- 3) 湯山トミ子他：マルチメディア中国語音声教育教材の開発について、第13回私情協大会資料集、発表事例4、1999.9.
- 4) 楊行峻他：語音信号数式処理、電子工業出版社、北京、1998.9.
- 5) 新美康永：情報科学講座 音声認識、共立出版社、1979.10.
- 6) 王旭志他：中国語会話 CAI システムのための音声処理、信学技報、p.9-p.16、1992.10.