

令和元年6月13日現在

機関番号：53203

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K01049

研究課題名(和文) IT技術を用いた中国語の発音教育システムの開発

研究課題名(英文) Development of training system of Chinese pronunciation using information technology

研究代表者

星野 朱美 (hoshino, akemi)

富山高等専門学校・その他部局等・教授

研究者番号：90300566

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,500,000円

研究成果の概要(和文)：日本人学生が中国語を学習する時「有気音」と「無気音」は調音の区別が最も難しい。そこで学生の自習のため、コンピューターを用いて、自分で発音のチェックができるように自動判別システム(CAI)を開発した。中国語話者の50名の有気音の「唇音」と「舌根音」の発話VOT中のパワーと有声期間中のパワーの特徴とフォルマントF1～F4を抽出することにより「有気音」と「無気音」の自動判別システムを開発した。そのシステムを用いて発話を自動判別し、正確率は「唇音」の「有気音」と「無気音」正確率は、それぞれ95%と98%で、「舌根音」の「有気音」と「無気音」正確率は、それぞれ92%と93%以上の高い値を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

いままでの研究者は色々な手法で中国語の音声認識や音声合成を研究しているが、VOTの長さだけでなく、その期間中のパワーやフォルマントにも着目した新たな評価基準を用いた独創的な中国語発音教育システムの開発は、まだなされていない。更にこれまで、中国語の発音解析の研究はなされているが、発音の教育訓練用のシステムを意識した研究は公表されていないし、市販されている教材もない。このシステムを用いて、帰宅後の自習も自分の発音が正確かどうか、チェックできる。中国語の学習のための助けになる。

研究成果の概要(英文)：Chinese aspirates are usually difficult to pronounce for Japanese students. In particular, discriminating between the utterances of aspirated and unaspirated sounds is the most difficult to learn for them. For the students' self-learning, the automatic judgment system has been developed using a computer, so as to check their pronunciations by themselves. We extracted the features of correctly pronounced aspirated bilabial and aspirated velar by observing the spectrum evolution of breathing power during both voice onset time and voiced period of sounds uttered and formants F1-F4 by 30 Chinese native speakers. We developed automatic discrimination system for Chinese bilabial and velar aspirated sounds and unaspirated sound. The success rates of the system were higher than 91% and 98%, 92% and 93% for bilabial aspirated and unaspirated and dental aspirated and unaspirated, respectively.

研究分野：教育工学関連

キーワード：中国語 有気音 唇音 舌根音 発音教育システム

1. 研究開始当初の背景

(1) 地球上の3人中1人が中国語を話すと言われている。中国以外の国で中国語が話される国と地方は、香港、台湾、シンガポール、また、東南アジアには華僑も多い。それらの国との経済や文化の交流によって、我が国においても英語の次に中国語を学習する学生が多くなっている。

(2) しかし、中国語の発音の殆どが日本語に無い音なので、多くの学生は中国語の発音を難しく感じている。その中でも「有気音」と「無気音」は調音の区別が困難であるとともに、発音を正しく聞き分けることもできない。また、教師は授業時に一对一での発音矯正訓練は、多くの学生を対象にした場合には時間的にも不可能である。また帰宅後の自習も自分の発音に対して正確な評価手段はなく、自分の発音が正確かどうか、チェックする手段がない。(3) 現在のところ、それらの発音訓練用の教材で市販されているものはない。

2. 研究の目的

本研究では、唇音の「有気音」と「無気音」の対、pa[p'a]-ba[ba], pi[p'i]-bi[bi], po[p'o]-bo[bo], と pu[p'u]-bu[bu], 舌根音の「有気音」と「無気音」の対、ka[k'a]-ga[ka], ke[k'y]-ge[kɤ], と ku[k'u]-gu[ku]の発話の音節に対して、まず、今までに開発した VOT の自動測定システム、VOT と有声期間中のパワーやフォルマント F1~F3 の自動測定システムのプログラムを改良する[1]。新しいシステムにより中国語話者と日本語話者の発話の VOT の長さ、VOT と有声期間中のパワーの大きさや特徴、周波数スペクトルなどをそれぞれ分析することにより、正確な発話の特徴やパターンを抽出する。次にそれらのパターンを新たな発話の評価基準として用い、唇音と舌根音の「有気音」・「無気音」の発話音節の自動判別システムを開発する。

3. 研究の方法

(1) 唇音の「有気音」と「無気音」の相違点

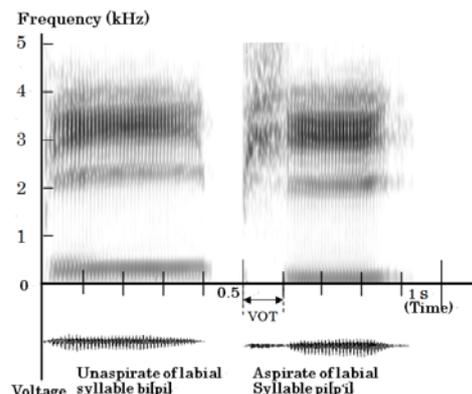
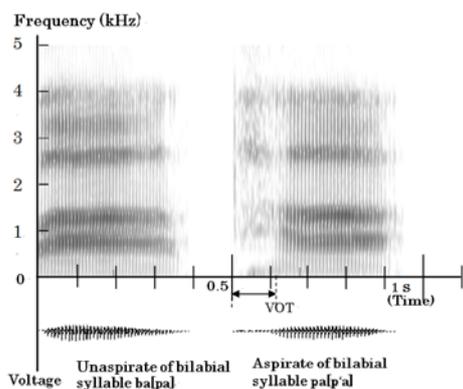


Fig.1 Spectrograms of unspirated aspirated syllable ba[ba] (left), and aspirated syllable pa[p'a] (right), pronounced by a Chinese

Fig.2 Spectrograms of unspirated aspirated syllable bi[bi] (left), and aspirated syllable pi[p'i] (right), pronounced by a Chinese

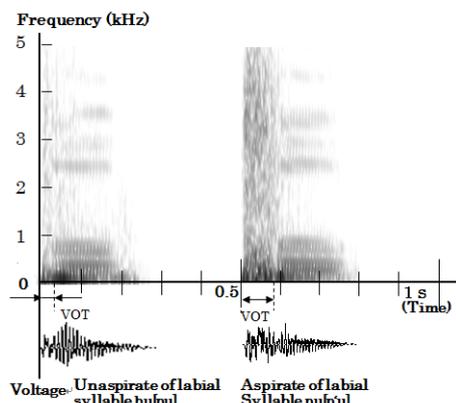
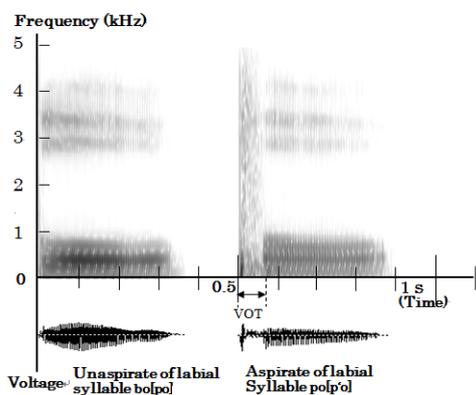


Fig.3 Spectrograms of unspirated aspirated syllable bo[bo] (left), and aspirated syllable po[p'o] (right), pronounced by a Chinese

Fig.4 Spectrograms of unspirated aspirated syllable bu[bu] (left), and aspirated syllable pu[p'u] (right), pronounced by a Chinese

Fig.1 は「有気音」pa[p'a]と「無気音」ba[ba]のスペクトログラムを示す。右側の有気音 pa[p'a]は、解放段階で強く息を吐くと、声帯振動が始まる前に急激に強いパワーが放射される。破裂後から声帯振動開始時点までの時間を音響学的には有声開始時間 VOT(voice onset time)と言

う。この図の VOT は 120ms で、1050Hz~1850Hz, 2450Hz~3050Hz, 3650Hz~4450Hz に黒い縦縞が見られ、強いパワーが生成されたことを示す[1][2]。

Fig.2 は「有気音」pi[p'i]と「無気音」bi[bi]のスペクトログラムを示す。右側の有気音の VOT は 100ms で、2000Hz~5000Hz に黒い縦縞が見られ、強いパワーが生成されたことを示す。左側の無気音 bi[bi]では閉鎖の段階が終わって殆どすぐ声帯振動によるフォルマントが現れており、この発話の VOT は殆どゼロである。

Fig.3 は「有気音」po[p'o]と「無気音」bo[bo]のスペクトログラムを示す。右側の有気音の VOT は 80ms で、2000Hz~5000Hz に黒い縦縞が見られ、強いパワーが生成されたことを示す。左側の無気音 bo[bo]では閉鎖の段階が終わって殆どすぐ声帯振動によるフォルマントが現れて、VOT は殆どゼロである。

Fig.4 は「有気音」pu[p'u]と「無気音」bu[bu]のスペクトログラムを示す。右側の有気音の VOT は 90ms で、50Hz~5650Hz に黒い縦縞が見られ、強いパワーが生成されたことを示す。左側の無気音の VOT は短く、25ms である。

(2) 舌根音の「有気音」と「無気音」の相違点

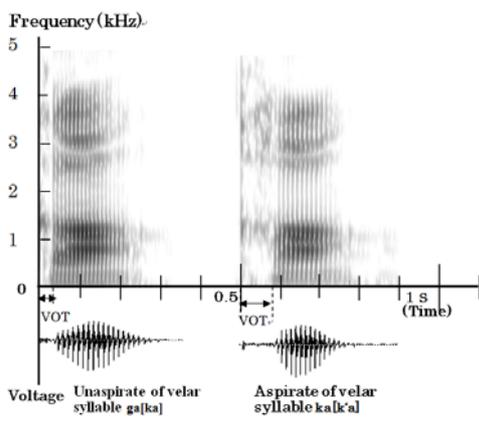


Fig.5 Spectrograms of unaspirated syllable ga[ka] (left), and aspirated syllable ka[k'a] (right), pronounced by a Chinese

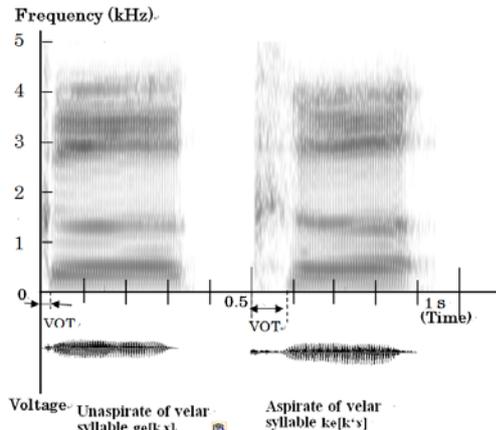


Fig.6 Spectrograms of unaspirated syllable ge[ke] (left), and aspirated syllable ke[k'ɤ] (right), pronounced by a Chinese speaker.

Fig.5 は「有気音」ka[k'a]と「無気音」ga[ka]のスペクトログラムを示す。右側の有気音の VOT の長さは 92ms で、850Hz~1450Hz, 2450Hz~4250Hz に黒い縦縞が見られ、強いパワーが生成されたことを示す。左側の無気音の VOT は短く 18ms で、特徴的なパターンが見られなかった。

Fig.6 は「有気音」ke[k'ɤ]と「無気音」ge[ke]のスペクトログラムを示す。右側の有気音の ke[k'ɤ] の VOT は 97ms で、1050Hz~2450 Hz に黒い縦縞が見られ、パワーが強いことが見て取れる。左側の無気音 ge[ke]の VOT は非常に短く、8ms である。

(3) VOT とパワーの自動測定

① VOT の自動測定アルゴリズム

「有気音」と「無気音」の発話の分析により有気音発話の正確さは VOT 中の音声周数の高さとパワーの強さに密接な関係があることが分かった。

本自動判別システムでは中心周波数 50Hz~6850Hz, 帯域幅 200Hz の 35 チャンネル (CH) のフィルターバンク (FB) を形成する。入力された音声信号を 11.025kHz で標本化し、FB に通し、CH 毎に音声パワーの時間変化を求め、それぞれの CH でフレーム間のパワーの差分を計算し、その差が正の値となる CH 数が最も多い時点をパワーの変化のピークとし、破裂点 t1 とする。一方、母音の声帯振動が始まる時、フォルマントが現れる。この時点を VOT の終了時点 t2 とすると、VOT は

$$VOT = t2 - t1 \quad (1)$$

となる。

② パワーの自動測定アルゴリズム

これまでに筆者らは VOT および VOT 中の平均パワーの自動測定システムを開発したが[2,3], 今回は「そり舌音」と「舌歯音」の特徴抽出のため、35 CH の FB により、VOT 中および有声期間中の周波数スペクトルの自動測定を行った。

$$P_i = \sum_{j=1}^J P_{i,j}(t_j) \quad (2)$$

この値に 5ms を掛けて、i-CH のエネルギー W_i ($i=0\sim34$) が式(3)のように得られる。

$$W_{i,VOT} = P_i \times 5ms \quad (3)$$

VOT 期間中の CH 毎の平均パワー $P_{i,av}$ は $P_{i,av} = W_{i,VOT} / VOT$ となる。有声期間中の平均パワーも同様に定義できる。

4. 研究成果

(1) 自動判別用のパラメータ

本研究では、中国話話者 50 名の唇音の「有気音」と「無気音」の対、pa[p'a]-ba[ba], pi[p'i]-bi[bi], po[p'o]-bo[bo], と pu[p'u]-bu[bu], 舌根音の「有気音」と「無気音」の対、ka[k'a]-ga[ka], ke[k'ɤ]-ge[kɤ], と ku[k'u]-gu[ku] の発話の音節に対して、今回開発した発話のパワースペクトルの自動測定システムを用いて、発話のスペクトルを詳細に解析し、35CH 毎にそれぞれ VOT 中のパワーと有声期間中のパワーを自動的に計算することにより、VOT 中と有声期間中それぞれの「有気音」と「無気音」の特徴的なパターンを抽出した。それらのパラメータを用いて、発話の自動判別を行う[4]。

Table.1, Table.2 と Table.3 は唇音の「有気音」の発話の評価基準と有声期間中の発話のフォルマント周波数値を示している。Table.4 は唇音の「無気音」の有声期間中の発話のフォルマント周波数値を示している。

Table.5 と Table.6 は舌根音の「有気音」の発話の評価基準と有声期間中の発話のフォルマント周波数値を示している。Table.7 は舌根音の「無気音」の有声期間中の発話のフォルマント周波数値を示している。

(2) 唇音自動判別手順

本研究では、唇音の「有気音」と「無気音」の音節対、ba[ba]-pa[p'a], bi[bi]-pi[p'i], bo[bo]-po[p'o], bu[bu]-pu[p'u] に対して、日本人学生 50 名、中国話話者 50 名唇音の発話を用いて判別基準を作成し、その基準に基づき自動判別システムを開発し、評価実験を行った。

Fig.7 は中国語の唇音の「有気音」と「無気音」の音節の自動判別の流れ図である。

Step1 では「有気音」と「無気音」の発話をマイクによりコンピュータに入力する。Step2 では各発話を 35 チャンネル (CH) のフィルターバンク (FB) により自動解析する。Step3 では各発話の VOT の長さを自動的に測定する。Step4 では VOT が 20ms 以上であれば Step5 へ進む。20ms 以下で、VOT 中各 CH のパワーに特徴的な差異が無ければ、有声区間中の平均パワーを自動的に計算する。「無気音」のフォルマント抽出システムを用いて、「無気音」の F1-F4 の値を測定し、Table.4 に示す条件を用いて、「無気音」の音節の自動判別を行う。Step5 では VOT が 60ms 以上であれば、Step6a へ進んで、パワーから有気音の音節の自動識別を行う。判別基準値は Table.1 と Table.3 に示す。60ms 以下なら、step6b へ進む。有気音の VOT が一定の長さの時、有気音の発話の正確さは VOT 中のパワーにも依存する。そのため、ループの有気音の識別システムを作成した。Step6b は CH 毎にそれぞれ VOT 中の平均パワーと有声期間中の平均パワーを自動計算する。

Table.1 Evaluation Criteria on Utterance of Bilabial Aspirated Syllables During VOT (VOT > 60ms)

Syllable	Patern	Channels(CH)	Frequency domain(Hz)	VOT range	Ave.Power in VOT
pa[p'a]	①	CH06~CH09	1050~1850	40ms or more	4 or more
	②	CH13~CH15	2450~3050	40ms or more	3 or more
	③	CH19~CH21	3650~3050	40ms or more	3 or more
pi[p'i]		CH10~CH31	1850~6150	55ms or more	28 or more
po[p'o]		CH01~CH26	50~5650	60ms or more	34 or more
pu[p'u]		CH01~CH26	50~5650	70ms or more	42 or more

Table.2 Evaluation Criteria on Utterance of Bilabial Aspirated Syllables During VOT (20ms<VOT <60ms)

Syllable	Pattern	Channels(CH)	Frequency domain(Hz)	VOT range(ms)	Ave.Power in VOT
pa[p'a]	①	CH06~CH09	1050~1850	20<VOT<60	7 or more
	②	CH13~CH15	2450~3050	20<VOT<60	6 or more
	③	CH19~CH21	3650~4450	20<VOT<60	6 or more
pi[p'i]		CH10~CH26	1850~5650	20<VOT<60	35 or more
po[p'o]		CH01~CH26	50~5650	20<VOT<60	40 or more
pu[p'u]		CH01~CH26	50~5650	20<VOT<70	48 or more

Table.3 Evaluation criteria for formants of labial aspirated syllables during voiced period after VOT

Syllable	F1(Hz)/(CH)	F2(Hz)/(CH)	F3(Hz)/(CH)	F4(Hz)/(CH)
pa[p'a]	450~1050/(CH4-CH5)	1050~1650/(CH6-CH8)	2450~3050/(CH13-CH15)	3250~4450/(CH19-CH21)
pi[p'i]	50~450/(CH1-CH2)	1850~2450/(CH10-CH12)	2650~3650/(CH14-CH18)	3650~4250/(CH19-CH20)
po[p'o]	50~250/(CH1)	250~650/(CH2-CH3)	650~1050/(CH4-CH5)	2650~3050/(CH14-CH15)
pu[p'u]	50~450/(CH1-CH2)	450~850/(CH3-CH4)	2250~2650/(CH12-CH13)	3050~3450/(CH16-CH17)

Table 4 Evaluation criteria for formants of labial unaspirated syllables during voiced period after VOT

Syllable	F1(Hz)/(CH)	F2(Hz)/(CH)	F3(Hz)/(CH)	F4(Hz)/(CH)
ba[ba]	650~1050/(CH3-CH5)	1050~1650/(CH6-CH8)	2450~3050/(CH13-CH15)	3650~4450/(CH19-CH21)
bi[bi]	50~450/(CH1-CH2)	1850~2450/(CH10-CH12)	2650~3650/(CH14-CH18)	3650~4250/(CH19-CH20)
bo[bo]	50~250/(CH1)	250~650/(CH2-CH3)	650~1050/(CH4-CH5)	2650~3050/(CH14-CH15)
bu[bu]	50~450/(CH1-CH2)	450~850/(CH3-CH4)	2250~2650/(CH12-CH13)	3050~3450/(CH16-CH17)

Table.5 Evaluation Criteria on Utterance of Velar Aspirated Syllables During VOT

Syllable	Patern	Channels(CH)	Frequency domain(Hz)	VOT range	Ave.Power in VOT
ka[k'a]	①	CH05~CH07	850~1450	60ms or more	12 or more
	②	CH13~CH20	2450~4250	60ms or more	26 or more
ke[k'ɤ]		CH7~CH12	1050~2450	60ms or more	7 or more
ku[k'u]		CH1~CH6	50~1250	60ms or more	16 or more

Table.6 Evaluation criteria for formants of Velar aspirated syllables during voiced period after VOT

Syllable	F1(Hz)/(CH)	F2(Hz)/(CH)	F3(Hz)/(CH)	F4(Hz)/(CH)
ka[k'a]	450~850/(CH3-CH4)	1050~1250/(CH5-CH6)	2450~2850/(CH13-CH14)	3050~3450/(CH16-CH17)
ke[k'ɤ]	250~650/(CH2-CH3)	1050~1450/(CH6-CH7)	2850~3050/(CH15)	3050~3450/(CH16-CH17)
ku[k'u]	50~450/(CH1-CH2)	450~850/(CH3-CH4)	2850~3050/(CH15)	3650~3850/(CH19)

Table 7 Evaluation criteria for formants of Velar unaspirated syllables during voiced period after VOT

Syllable	F1(Hz)/(CH)	F2(Hz)/(CH)	F3(Hz)/(CH)	F4(Hz)/(CH)
ga[ka]	450~650/(CH3-CH4)	1050~1250/(CH5-CH6)	2450~2850/(CH13-CH14)	2850~3250/(CH15-CH16)
ge[kɤ]	250~450/(CH1-CH2)	1050~1450/(CH6-CH7)	2850~3050/(CH15)	3050~3450/(CH16-CH17)
gu[ku]	50~450/(CH1-CH2)	450~850/(CH3-CH4)	2850~3050/(CH15)	3650~4250/(CH19)

Step7b では VOT の特徴パターンの抽出システムを用いて, CH 毎に各発話の VOT の特徴パターンを抽出する。「有気音」の判別基準は Table.2 に示した。ここで正しい判別には閾値の調整が重要である。VOT 中に特徴的なパターンがあれば, F1~F4 の測定システムを用いて, CH 毎に各発話の有声区間中の平均パワーを自動的に計算し, F1~F4 の抽出を行った。ここでの判別基準は「有気音」の発話の F1~F4 までの値で, Table.3 に示した。

(3) 舌根音の自動判別手順

本研究では, 舌根音の「有気音」と「無気音」の音節対 $ka[k'a] - ga[ka]$, $ke[k'ɤ] - ge[kɤ]$, と $ku[k'u] - gu[ku]$ に対して, 日本人学生 30 名, 中国語話者 15 名の発話を用いて判別基準を作成し, その基準に基づき自動判別システムを開発し, 評価実験を行った。

Fig.8 は中国語の舌根音の「有気音」と「無気音」の音節の自動判別の流れ図である。Step3 では各発話の VOT の長さを自動的に測定する。Step4 では VOT が 60ms 以上であれば Step5 へ進む, 60ms 以下なら, 「無気音」の F1~F4 の値を測定する。Step5 では CH 毎にそれぞれ VOT 中の平均パワーと有声期間中の平均パワーを自動計算する。Step6 では今回開発した VOT の特徴パターンの抽出システムを用いて, CH 毎に各発話の VOT の特徴パターンを抽出する。舌根音の「有気音」の判別基準は Table.5 に示した。ここで正しい判別には閾値の調整が重要である。VOT 中に特徴的なパターンがあれば, 今回開発した F1~F4 の測定システムを用いて, CH 毎に各発話の有声区間中の平均パワーを自動的に計算し, F1~F4 の抽出を行った。ここでの判別基準は「有気音」の発話の F1~F4 までの値で, Table.6 に示した。

VOT 中の各 CH のパワーに特徴的な差異が無ければ, 今回開発した「無気音」のフォルマント抽出システムを用いて, 有声区間中の平均パワーを自動的に計算する。ここでの判別基準は「無気音」の音節の F1~F4 までの測定値から求め, Table.7 に示している。有声区間中の CH

毎の平均パワーを自動的に計算することにより, F1~F4 の値が求められ, 自動的に判別することができた。

(4) 実験結果

唇音の実験結果については, Table 8 に示しているように本実験は日本人学生 50 名の唇音の「有気音」と「無気音」に対して, 自動判別システムの実験を行った。その結果, 正確な「有気音」の発話と判別されたのはそれぞれ 42,45,43,43 であったが中国語話者 9 名によれば, それぞれ 44,46, 45,45 個の発話が正確な「有気音」と評価され, 中国語話者が正確と判定した発話のうち, それぞれ 95%, 98%, 95%,95%を正確な発話と判定しており, いずれも高い判別率と言える。同じく日本人学生 50 名の「無気音」の発話は, 自動判別システムにより 44, 46, 43, 44 個が正確な「無気音」と判別され, 中国語話者 9 名には 45,47,45,46 個の発話が正確な「無気音」と評価され, それぞれ 100%, 95%, 97%, 95%とさらに高い判別率が得られた。

舌根音の実験結果については, Table 9 に示しているように本実験は日本人学生 30 名の舌根音の「有気音」と「無気音」に対して, 自動判別システムの実験を行った。その結果は正確な「有気音」の発話と判別されたのはそれぞれ 26, 23, 25 であったが, 中国語話者 9 名の聴取試験による,

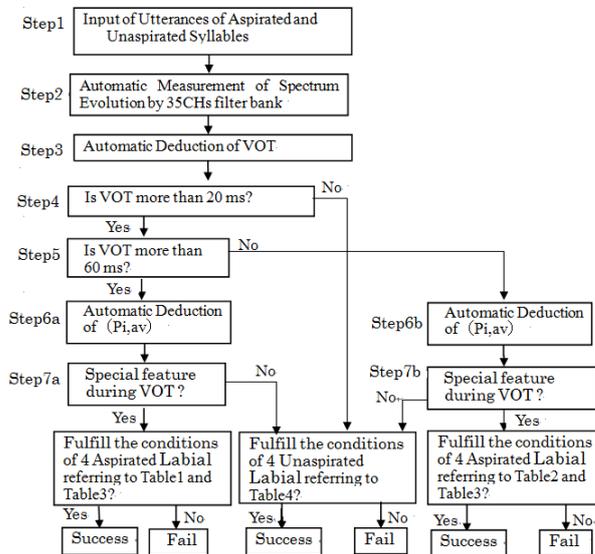


Fig7. Discrimination diagram of aspirated and unaspirated Labial syllables

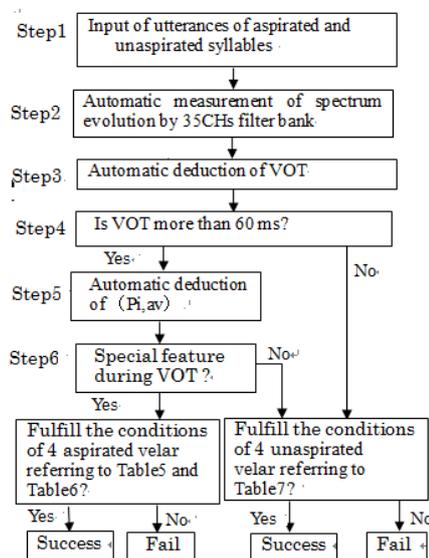


Fig8 .Discrimination diagram of aspirated and unaspirated Velar syllables

Table.8 Number of correctly judged student's pronunciations among a group of 50 by native Chinese speaker and our judgment system

	Unspirated labial syllables				Aspirated labial syllables			
	ba[ba]	bi[bi]	bo[bo]	bu[bu]	pa[p'a]	pi[p'i]	po[p'o]	pu[p'ui]
Number of correctly judged ones by native Chinese speakers (1)	45	47	45	46	44	46	45	45
Number of correctly judged ones by our judgment system (2)	44	46	43	44	42	45	43	43
Correct judgment ratio (2)/(1)	98%	98%	96%	95%	95%	98%	95%	95%

Table.9 Number of correctly judged student's pronunciations among a group of 30 by native Chinese speaker and our judgment system

	Unspirated velar syllables			Aspirated velar syllables		
	ga[ka]	ge[kɤ]	gu[ku]	ka[k'a]	ke[k'ɤ]	ku[k'u]
Number of correctly judged ones by native Chinese speakers (1)	28	27	28	27	25	27
Number of correctly judged ones by our judgment system (2)	27	25	26	26	23	25
Correct judgment ratio (2)/(1)	96%	93%	93%	96%	92%	93%

それぞれ 24, 25, 27 個の発話が正確な「有気音」と評価され、中国語話者が正確と判定した発話のうち、それぞれ 96%, 92%, 93%を正確な発話と判定され、いずれも高い判別率と言える。正確な「無気音」は、それぞれ 96%, 93%, 93%と高い判別率が得られた。

本研究は唇音と舌根音の「有気音」と「無気音」の自動判別を目的として、VOT 中の特徴パターンの抽出を行い、有声期間中の発話の周波数スペクトルを自動計算することにより、発話の特徴として F1~F4 を抽出した。求めた判別基準により自動判別システムを開発し、各発話の音節の VOT と有声期間中の平均パワーを自動測定することにより「有気音」と「無気音」の音節の自動判別の実験を行った。その結果、いずれも高い判別率が得られた。

<引用文献>

- [1] A. Hoshino and A. Yasuda, "Discrimination of Chinese pronunciations of aspirated dental and retroflex syllables according to breathing power and its frequency dependency during VOT," in *Proc. of Acoustics*, Nantes, France, April 2012, pp.339-344.
- [2] R. D. Kent and C. Read, "The Acoustic Analysis of Speech," Singular Publishing Group, Inc., San Diego and London, pp. 105-109, 1992.
- [3] C. Zhu, "Studying Method of the Pronunciation of Chinese Speech for Foreign Students (in Chinese)," Yu Wu Publishing Co. China, pp. 63-71, 1997.
- [4] L. Zhou, H. Segi and K. Kido, (1998). The investigation of Chinese retroflex sounds with time-frequency analysis. *Acoust. Soc. Jpn.* vol. 54, No. 8, 561 - 56.

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 1 件)

① Akemi Hoshino

"Automatic Recognition of Chinese Aspirated Sounds Pronounced by Japanese Students"

International Journal of Computer and Communication Engineering, 査読有,
Volume 6, Number 4, October 2017 pp.221-228

[学会発表] (計 6 件)

① Akemi Hoshino

"Automatic Discrimination System for Chinese velar Aspirated Sounds and Unaspirated Sounds Pronounced by Japanese Students"

2018 11th International Conference on Computer Science and Information Technology (ICCSIT 2018) (国際学会), December 21-23, 2018, Paris, France.

② Akemi Hoshino

"Automatic Recognition of Chinese Aspirated Sounds Pronounced by Japanese Students"

International Journal of Computer and Communication Engineering, 査読有,
2017 International Conference on Computer Science and Information Technology
(ICCSIT 2017) (国際学会), October 23-25, 2017. Florence, Italy

③ Akemi Hoshino

"Automatic Discrimination System for Chinese Bilabial Aspirated and Unaspirated Sounds Pronounced by Japanese Students"

The 20st International Conference on Asian Language Processing (国際学会), 査読有,
International Conference on Asian Language Processing (IALP2016) pp.180-183, Taina, Taiwan.

④ 星野朱美

「中国語の唇音の有気音と無気音の自動学習システムの開発」

日本音響学会 2017 年春季研究発表会, 3, 16, 2017, 明治大学

⑤ 星野朱美

「日本語話者向けの中国語の有気音発音訓練システムの開発」

平成 29 年度電気関係学会北陸支部連合大会, 9, 11, 2017, 富山大学

⑥ 星野朱美

「中国語の唇音の有気音と無気音の発話自動判別に関する検討」

日本音響学会 2016 年春季研究発表会, 3, 11, 2016, 桐蔭横浜大学

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。