

# 発話音素列に着目した学習者の 発音傾向抽出手法の検討

齊藤 祐希<sup>\*1</sup>, 上村 航平<sup>\*2</sup>, 鷹野 孝典 教授<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 神奈川工科大学 情報学部 情報工学科,

<sup>\*2</sup> 神奈川工科大学 大学院 工学研究科 情報工学専攻

## An Method of Extracting Learner's Pronunciation Tendency Based on Spoken Phoneme Sequences

Yuki Saito <sup>\*1</sup>, Kohei Kamimura <sup>\*2</sup>, Kosuke Takano <sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> Department of Information and Computer Sciences, Faculty of Information Technology, Kanagawa Institute of Technology

<sup>\*2</sup> Graduate School of Engineering, Kanagawa Institute of Technology  
Course of Information and Computer Sciences

This study presents a method to extract the pronunciation tendency of a learner from the learner's pronunciation history. The proposed method converts a spoken word into a phoneme sequence and, by comparing it with the correct pronunciation, extract the wrong pronunciation pattern as the pronunciation tendency, when the frequency of the wrong pronunciation pattern is high. The extracted pronunciation tendency can be applied to the support of pronunciation practice for an individual learner, for example, by incorporating it into a pronunciation practice system. In the experiment, we confirm the feasibility of the proposed method.

キーワード: 英語, 発音傾向, 英語発音, 発話音素列, 抽出手法, 発音学習

### 1. はじめに

日本の英語教育の傾向が読み書きに重点を置いていることや日本語と英語との音響的違いから、英語発音を苦手とする日本人は依然として多い。そのため学習者毎に異なる発音の傾向(癖)を認識することは英語の発音能力の向上に有効だと考えられる。

本研究では、ある発音を意図して、別の音素に発音誤りしてしまう頻度が高いものを発音傾向として捉え、英単語の発音履歴から学習者の発音傾向を抽出する手法を提案する。本手法は、英単語の発話音声を音素列に変換し、正解音素列との比較から、ある音素列に対して異なった発音をする頻度が高い場合に、その音素列の組を発音傾向として抽出する。抽出した発音傾向は、発音練習システムなどに組み込むことで、学習者

毎の発音練習支援に応用できる。実験では実験者の発話データを用いて提案手法の実現可能性を確認する。

### 2. 関連研究

英語発音学習支援を目的とした学習システムや学習手法に関する研究が多くなされている。

野村らは、Moodleを用いて、学習者は授業時間以外でも本システムを利用して発音の学習や練習を行うことができ、指導者は学習者の学習履歴を把握しながら効率的に学習管理を行うことが可能である英語発音指導システムを構築した<sup>(4)</sup>。文献<sup>(5)</sup>や<sup>(6)</sup>では、強勢音節検出における各特徴量の確率密度スコアに対する「重み」を変動させ、最高検出率を呈する重みを話者の「発音上の癖」ととらえる分析法や、従来の英語発

音指導法の問題点を解決する手段として「Praatを用いた発音指導システム」が提案されている。さらに文献(7)において、大崎らは、日本人英語の特徴的な誤りに着目し、日本人英語+日本人日本語マルチパス置換モデルの導入及びスペルに依存させた状態共有を導入することで、日本人英語の音声認識性能の向上を検討した。

### 3. 提案手法

#### 3.1 概要

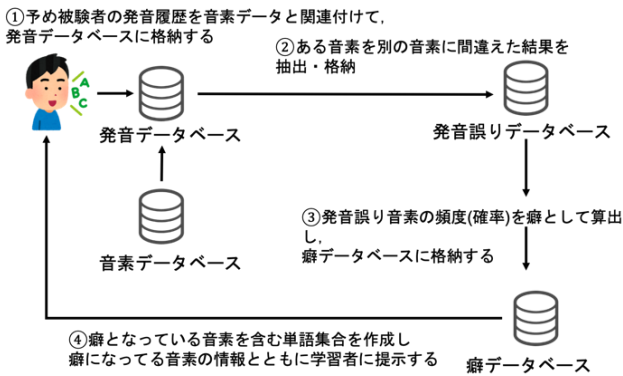


図 1 提案手法の概要

提案手法では、学習者の発音音声から苦手な発音の傾向を抽出する(図1)。以下に、実行手順を示す。

Step-1: [発話音声の抽出] 学習者は、総計  $n$  語の英単語を発音する。

Step-2: [発音音声に対する音素列の作成] Step-1 の発音音声から、発音音素列  $p$  を作成する。発音音素列の作成には、音声認識の手法を利用し、認識された英単語の音素列を抽出する。

Step-3: [正解音素列との比較] 正解となる音素列  $c$  と発音された音素列  $p$  を比較する。両者が異なる場合に、正解音素と発音を誤った音素の組み合わせを抽出する。抽出する音素は、発音誤り音素を基準に  $1 \sim k$  個の音素列として抽出する。

Step-4: [発音傾向の抽出] Step-3 で抽出した音素の組み合わせの出現頻度を算出し、学習者毎にその出現頻度の高いものを発音傾向として抽出する。

#### 3.2 提案手法を用いた学習ツールの提案



図 2 苦手発音単語練習システムの設計画面

提案手法を適用した発音学習ツールの設計(図2)について述べる。本発音学習ツールの特徴は、提案手法で抽出した発音傾向から、学習者の苦手な発音を含む英単語群を抽出し、学習者に提示する点にある。学習者は、ある音素について発音を間違いやすいというだけでなく、どのように間違えたかを意識しながら発音することで、発音間違いを減らし、結果的に発音傾向の改善にもつながると考えられる。その際、口の動きや舌の動きを明確に意識することで、より効果的な発音学習が可能となる。

#### 3.3 授業等での利用

上記の発音学習システムにより、学習者個人が自分の発音傾向を把握しながら、自分のペースで学習することができる。一方、提案手法は、授業などに取り入れることで、受講者の発音傾向を分析し、発話者の発音傾向の特徴が分析できる。分析結果を、発音確認テストなどで使用し、そのデータを元に発音練習方針の作成も可能である。

### 4. 実験

提案手法により、学習者の発音音素列と正解音素列の差分から、学習者の発音傾向を抽出可能であることを確認する。

#### 4.1 実験環境

表1に示す被験者5名に1124語[1]の英単語を発音してもらい、発音履歴データを発音傾向の抽出に用いる。また、録音は独自に開発した録音システムを用いる(図3)

表 1 被験者情報

被験者 ID	性別	所属
A	男性	大学院生
B	男性	大学院生
C	男性	大学生
D	男性	大学生
E	男性	大学生

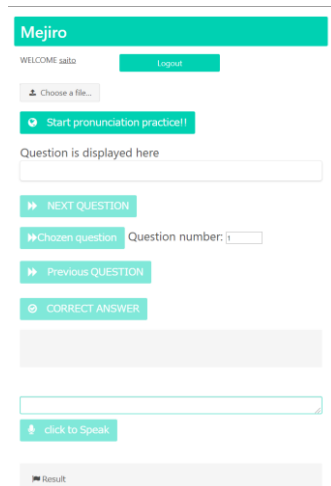


図 3 録音システム

## 4.2 実験方法

被験者に文献[1]から選定した 1124 語の英語を発音してもらい、発話された音声を Google speech API[2]を用いて既存の英単語に変換し、weblio 英和辞典・和訳辞典[3]から対応する英単語の音素列を関連付ける。その後、正解音素列と発話された音素列を比較し、誤った発音の組み合わせを抽出し、出現頻度を算出する。出現頻度が高いものを被験者の発音傾向とする。抽出する音素列の長さは 1~3 とし、それぞれ 1-gram, 2-gram, 3-gram のように表記する。

## 4.3 実験結果

表 2~4 に、被験者 A, B の, n-gram 音素列 (n=1~3) 毎に算出した発音傾向のうち上位 10 件を示す。なお空白の結果は“-”と表記した。他の被験者 C~E についても同様に発音傾向を得ることができた。

これらの発音傾向から、被験者 A~E について特有であった発音傾向を抽出した結果を、表 5~9 に示す。また、表 10, 11 に共通 (被験者の過半数以上) であった発音傾向を抽出した結果を示す。

まず、表 5~9 の結果から、被験者ごとに間違いやすい特有の発音傾向があることがわかる。例えば、被験者 A は[lou]の発音を[rou]と発音する頻度が高く、他の

被験者には同様の誤りが見られないことから、被験者に特有の発音傾向と言える。

一方、表 10, 11 の結果から、1-gram と 2-gram について、各被験者に共通して見られる発音傾向があることが確認できる。例えば、1-gram の場合では、全員が[a]を[α]と発音したり、[i]を[i]と発音したりする傾向がある。また、表 11 の結果より、[i]を[e]と発音する傾向については特に前に[r]の音がある場合に間違いやすく、[ri]を[re]と発音する傾向が過半数以上の被験者に見られることが確認できた。

以上の結果より、提案手法により、学習者の発音音素列と正解音素列の差分から、学習者の発音傾向を抽出可能であることが確認できた。

表 2 A, B の発音傾向(1-gram)

順位	A			B		
	正解	発音	頻度	正解	発音	頻度
1	ɪ	i	64	ɪ	i	67
2	l	r	41	a	α	46
3	a	α	39	e	α	25
4	ɪ	e	26	ɪ	e	23
5	e	æ	18	e	æ	22
6	ɪ	ə	15	ɪ	ə	18
7	α	α	15	-	d	18
8	r	l	14	ə	r	15
9	ə	ɪ	10	ɔ	α	14
10	s	-	10	-	p	14

表 3 A, B の発音傾向(2-gram)

順位	A			B		
	正解	発音	頻度	正解	発音	頻度
1	aɪ	ɑɪ	17	aɪ	ɑɪ	18
2	ɪ:	i:	12	eɪ	ɑɪ	13
3	li	ri	9	-r	pr	13
4	st	-t	7	rɪ	ri	12
5	dɪ	dɪ	6	ɪ:	i:	9
6	rɪ	re	6	en	æɪ	8
7	rɪ	ri	6	ɪz	ɪs	7
8	en	æɪ	5	ɪn	en	7
9	eɪ	aɪ	5	nt	nd	7
10	rɪ	eɪ	5	ɪs	ɪs	6

表 4 A, B の発音傾向(3-gram)

順位	A			B		
	正解	発音	頻度	正解	発音	頻度
1	li-	ri-	18	--i	ndɪ	12
2	--s	---	13	---	ʌnd	11
3	-st	--t	13	--i	fai	10
4	-pa	-pɑ	9	-in	aɪn	10
5	--r	--d	9	end	ænd	8
6	ai-	ɑi-	8	eɪt	ɑɪt	7
7	loo	roo	7	i:t	i:t	7
8	-di	-di	7	-ri	prə	7
9	--i	--i	7	-kɑ	-kɑ	6
10	-in	-in	7	--d	ʌnd	6

表 5 特有の発音傾向(A, B)

gram	A			B		
	正解	発音	頻度	正解	発音	頻度
1-gram	r	l	14	-	d	18
	s	-	10	-	p	14
				ɔ	ɑ	14
2-gram	st	-t	7	r	pr	13
	dɪ	di	6	ɪn	en	7
	eɪ	aɪ	5	ɪz	ɪs	7
3-gram	loo	roo	7	--i	ndɪ	12
	ntɪ	nti	6	---	ʌnd	11
	spe	spæ	6	-ri	prə	7

表 6 特有の発音傾向(C, D)

gram	C			D		
	正解	発音	頻度	正解	発音	頻度
1-gram	r	e	11	æ	ʌ	21
				e	d	20
				e	ɪ	22
2-gram	ɪk	ek	6	rɪ	dɪ	24
	ɪ	ɪt	5	eɪ	dɪ	16
	ɪz	ɪt	5	nt	nd	14
3-gram	-mɪ	meɪ	6	-rɪ	ndɪ	20
	r:l	eɪl	6	--r	ʌnd	18
	ɪkt	ekt	6		ndɪ	15

表 7 特有の発音傾向(E)

gram	E		
	正解	発音	頻度
1-gram	:	ɪ	15
	ə	æ	13
	ə	e	12
2-gram	ɪk	æk	7
	ɪn	ɪn	7
	nd	nt	7
3-gram	r:t	eɪt	8
	ɪkt	ækt	8
	rɪ:	eɪt	8

表 10 共通発音傾向 (1-gram)

正解	発音	人数	被験者 ID
e	ɑ	3	B,C,E
ɪ	ə	3	A,B,C
e	æ	4	A,B,C,E
ɪ	e	4	A,B,C,E
l	r	4	A,C,D,E
a	ɑ	5	A,B,C,D,E,
ɪ	i	5	A,B,C,D,E,

表 11 共通発音傾向 (2-gram)

正解	発音	人数	被験者 ID
eɪ	ɑɪ	3	B,C,E
en	æn	3	A,B,E
rɪ	eɪ	3	A,C,E
rɪ	re	3	A,C,E
r:	i:	4	A,B,C,D
aɪ	ɑɪ	5	A,B,C,D,E

## 5. まとめ

本研究では、ある発音を意図して、別の音素に発音誤りしてしまう頻度が高いものを発音傾向として捉え、学習者の英単語の発音履歴から学習者の発音傾向を抽出する手法を提案した。また実験により、提案手法を用いて、学習者の発音傾向を算出し、さらに学習者間で共通の発音傾向や、学習者ごとに特有の発音傾向が抽出できることを確認した。

今後の課題として、提案手法に基づいた発音練習システムを実装し、提案手法により抽出した発音傾向が、学習者の苦手発音の改善に有効であるかを、実証実験により評価していく予定である。

## 参 考 文 献

- (1) 加藤草平, ロス・タロック, 中村信子, 工藤郁子, 石橋敦子, “TOEIC®L&R テスト 基本単語帳”, 2018
- (2) Web Speech API  
[https://developer.mozilla.org/ja/docs/Web/API/Web\\_Speech\\_API](https://developer.mozilla.org/ja/docs/Web/API/Web_Speech_API)(2019年12月5日確認)
- (3) Weblio 辞書 英和辞典・和英辞典  
<https://ejje.weblio.jp/>(2019年12月5日確認)
- (4) 野村尚美, 平塚紘一郎: e-Learning を用いた英語発音指導システム, 仁愛女子短期大学研究紀要, Vol.10, No47, pp17-21 (2015)
- (5) 峯松信明, 藤澤友紀子, 中川聖一: 英単語発音上の癖の自動推定・視覚化とそれに基づく発音能力の韻律的評定, 電子情報通信学会論文誌 D Vol.J83-D2 No.2 pp.486-499(2000)
- (6) 峯松信明, 藤澤友紀子, 中川聖一: 英単語音声の強勢音節検出における HMM と DP マッチングの比較 音声言語情報処理 29-3 (1999)
- (7) 大崎功一, 峯松信明, 広瀬啓吉: 日本人英語発音に観測される発音上の癖を考慮した音声認識, 電子情報通信学会技術研究報告 SP,102(749),7-12,(2003)