

推薦論文

# 空耳フレーズを用いた外国語発音教育に向けた一検討

羽鹿 諒<sup>1,a)</sup> 山西 良典<sup>1,b)</sup> ジェレミー ホワイト<sup>1,c)</sup>

受付日 2017年4月26日, 採録日 2017年10月3日

**概要:** 外国語の発音は、単語の読み方を母語の発音の範囲で変換することが多いが、本来の外国語の発音とは異なる場合がある。本研究では、無関係な音を母語による発音として誤って認識してしまう現象である「空耳」に着目した。外国語で歌われた楽曲を聴取するとき、歌詞の一部を母語によって歌われたものとして認識することがある。空耳を応用し、外国語の単語や文節を母語の異なる単語や文節の読みに置換することができれば、より本来に近い発音の把握につながる。本稿では、洋楽歌詞からの空耳フレーズの自動生成による英語発音の把握支援を主たる目標とし、その要素研究として発音が類似した単語を多言語間で横断的に検索可能であるかについて、基礎的な検証を行う。空耳聴取が成立する単語かフレーズを 160 ペア収集し、それぞれを国際音声字母に基づいて発音記号化することで、空耳聴取とカタカナ英語の発音がどれだけ本来の英語発音に類似するかを、レーベンシュタイン距離の算出により比較した。結果として、空耳フレーズとその元になった英語の発音記号におけるレーベンシュタイン距離は、カタカナ英語との比較に比べて平均 1 割、最大 3 割程度減少した。また、student's *t* 検定による有意差検定を行い、有意水準を下回る結果を得たことで、空耳により聴取されるフレーズの発音は英語本来の発音に近くなることが示唆された。一方で、発音記号数で標準化した場合のレーベンシュタイン距離は、空耳フレーズよりもカタカナ英語が有利であることが確認された。これらの要因と結果について考察を行い、本研究の展望についてまとめて議論した。

キーワード: 空耳, 洋楽歌詞, 英語教育, 国際音声字母 (IPA)

## A Study towards Application of Mishearing Japanese Phrases on Educating Pronunciation of Foreign Language

HAJIKI RYO<sup>1,a)</sup> YAMANISHI RYOSUKE<sup>1,b)</sup> JEREMY WHITE<sup>1,c)</sup>

Received: April 26, 2017, Accepted: October 3, 2017

**Abstract:** When we listen to music in a foreign language, sometimes we might misunderstand a part of the lyrics, confusing it with similar sounds in our native language. This phenomena, called *soramimi* in Japanese, can be happen whenever you hear any sound or spoken word, and it can be used to support acquiring pronunciation techniques of English for native Japanese speakers. Although the pronunciation of each word in a foreign language can be imitated by dividing its sounds, like with the phonemes of the native language, it often causes a discrepancy of pronunciation between the original and imitated sounds. We believe that listening with *soramimi* to any phrase spoken in a foreign language is useful to grasp the actual pronunciation from its sounds and not the linguistic features. In this paper, we describe the results and discuss the potential of *soramimi* in training native Japanese speakers to speak English more naturally. For this research we collected 160 pairs of words or phrases with phonetic interchangeability with *soramimi*. And, we verified that English phrases were more phonetically similar to its corresponding *soramimi* phrase in Japanese than “Katakana-English” phrase by comparison between the Levenshtein distance and the International Phonetic Alphabet (IPA). As a result, we confirmed that the average of the Levenshtein distance between English phrases and *soramimi* phrases were 10 to 30 percent smaller than the one between English phrases and Katakana-English phrases; through the student's *t*-test, it was confirmed that there were significant differences. The results suggested that *soramimi* are more likely to be similar to the native English pronunciation than Katakana-English. Normalization and variance of calculated Levenshtein distance says that *soramimi* phrases are more positive compared to “Katakana-English” phrases at the same time. The results also confirmed that the Katakana-English is closer to native pronunciation than *soramimi* for the Levenshtein distance normalized by the number of IPA symbols. This paper concludes with a discussion of the the cause of the results and future direction of this research project.

**Keywords:** *Soramimi*, Music lyrics in English, English education, International Phonetic Alphabet

<sup>1</sup> 立命館大学情報理工学部  
The College of Information Science and Engineering,  
Ritsumeikan University, Kusatsu, Shiga 525–8577, Japan

a) ryo@imaginaryshort.com

b) ryama@media.ritsumeik.ac.jp

c) jwhite@fc.ritsumeik.ac.jp

本稿の内容は 2016 年 11 月のエンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2016 にて報告され、同プログラム委員長により情報処理学会論文誌ジャーナルへの掲載が推薦された論文である。

## 1. はじめに

### 1.1 日本人と外国語発話

多くの日本人にとって、日常生活の中で触れる可能性が高い外国語の1つに英語がある。日本国内においても、英語は世界的な公用語として中学校以降の教育カリキュラムのなかで学ばれている。平成30年度から施行予定の新学習指導要領でも、小学校3年次から英語教育が行われることが述べられており [1]、今後の公教育において、英語教育はさらに重要性を増していくことが推察される。しかしながら、日本人には長い時間の教育にもかかわらず、英語の習得を難しいと感じる人が多い。これは、独自に発展してきた日本語の際立った特徴に起因すると考える。主な特徴として、日常生活の中でひらがな、カタカナ、漢字の3種類の文字表記を使い分ける点や、様々なルーツが複雑に融合した独自の文字表現、発音方法を持っているという点があげられる。さらに、日本語を母語とする民族がほぼ日本人しかいないという点も特色の1つとしてあげられる。これらのことから、日本語は世界的にも希少な特徴を持つ言語の1つであると考えられる。

とりわけ、発音方法については独自性が強い。国際音声字母 (International Phonetic Alphabet, 以下 IPA) を見てみると、英語の場合は母音が19、子音が28ある一方で [2]、日本語の場合には母音が7、子音が25であり [3]、特に母音数が大きく異なる。また、無声音を除くすべての発音に関して、母音と子音がつながって初めて発音として扱われる点も、日本語が持つ他の言語と異なる特徴の1つとしてとらえられる。そして、この特性は日本人の言語文化の1つである「カタカナ英語」につながると考える。カタカナ英語は、外来語や借用語の読み方のような、英語には存在し日本語には存在しない発音を日本人が把握するために、表記や発音にカタカナをあてることで日本語の音素による理解を図ることができる、いわば中間言語のような役割を果たすものといえる。このアイデアを英語教育に向けて応用した事例として、Nishida の試作 [4] をあげることができる。Nishida は、日本人の英語学習者について英語発音の際の障壁を抑えるため、入力した英文の発音をカタカナ英語の読み方に交換し、提示する仕組みの提案を行った。

こうした、外来語や借用語を母語の発音で扱う文化は、外国語を身近に用いるきっかけになる一方で、発音や聴取といった外国語の習得に困難をもたらす要因になるとも考えられる。特に、日本人による英語の理解のなかで、英語の発音を日本語の発音で補うとき、“L”と“R”の差異や、“TH”といった日本語の発音構造にない音は親しみやすく発声しやすい音に置き換えられていることがある。カタカナ英語は、上述のとおり、オリジナルの発音に近くなるようあてがわれたものではなく、日本人にとって親しみやすいように工夫されたものである。そこで、外国語学習の際

のツールとして、母語の要素による親しみやすさを担保しながらも外国語の正しい発音につながる、新しいアイデアを実現することを考えた。

### 1.2 空耳とエンターテインメント

一方、聴取に関して、外国語を聴取したときに起こりうる現象の1つに、いわゆる「空耳」があげられる。様々な言語圏の文化が入り混じる現代の生活において、外国語で歌唱された楽曲や、機械による読み上げ音声などを耳にすることがある。このとき、こうした音声があたかも母語で発音されたもののように錯覚してしまう現象として、空耳を定義できる。

空耳は、外国語独特の発音を母語としてとらえることで音に対する印象を親しみやすくする効果があるといえる。空耳は、時に私たちの生活の中でエンターテインメントの1つとしても扱われてきた。たとえば、テレビ朝日系列で放送されているテレビ番組「タモリ倶楽部」\*1では、外国語の楽曲のフレーズの中で日本語に空耳できるものを紹介する、「空耳アワー」が1992年から継続して放送されている。また、いわゆる「空耳ネタ」を取り入れることで、楽曲にユーモアを付与する仕掛けが施された邦楽も存在する\*2。

このような空耳の現象は、理論的には任意の言語ペア間で起こりうる。なかでも、日本人が英語を空耳できる原因としては、日本語を母語とする人々にとって、聴取あるいは発話が可能で音数が少ないことが考えられる。翻って、空耳により聴取できた音こそが外国語に対して日本語話者が無理なく把握できる音情報である可能性がある。たとえば、空耳聴取により理解された日本語の単語（つまり、空耳フレーズ）を用いた外国語の発話練習ができれば、外国語の学習者にとって発音感覚を捕らえやすく、また、外国語のネイティブ発音に近似した発音の教育が期待される。

### 1.3 研究目的と論文構成

本研究の最終目標としては、空耳フレーズを応用した発音学習によって、日本語に存在する言葉を用いることで外国語の発音への意識的な障壁を取り除いたネイティブ発音に近似した発音教育を目指す。本稿では、このアイデアの中核となる空耳発話についての基礎的な検討のため、カタカナ英語と空耳フレーズのうち、どちらが本来の英語の発音に類似した発音であるかを検討・議論する。ここで語の曖昧さ回避のため、本稿における「カタカナ英語」および「空耳」、「空耳フレーズ」について定義を行う。カタカナ英語とは、英語を日本語のローマ字表記とみなし、日本語の範疇で発音できるよう音素を補って読むものとする。カタカナ英語はローマ字読みに近いという親しみやすさが

\*1 テレビ朝日「タモリ倶楽部」, <http://www.tv-asahi.co.jp/tamoriclub/> (accessed 2017-07-14)

\*2 たとえば、聖飢魔IIの「不思議な第三惑星」など。

表 1 IPA 変換結果の例  
Table 1 Examples of IPA Transcription.

英文 (洋楽歌詞)	英文 IPA 文字列	和文 (空耳フレーズ)	和文 IPA 文字列
It's your life	.ɪts .jɜː .laɪf	一張羅	i...tyɔ̃.u.la
Want some beats	.'wʌnt .səm .'bi:ts	わさび	wa.sa.bi
Shown by hand joke	.'ʃɒn .baɪ .hænd .'dʒɒk	商売繁盛	f.lyɔ̃.u.ba.i.ha.nn.jyɔ̃.u

ある一方で、本来の発音とは大きく異なるため発音学習用の教材ではあまり用いられない。理想的なカタカナ英語であれば、発音をとらえやすく、学習用の教材として用いることも可能であるが、これを取得することは難しい。空耳は、無関係な音を母語による発音として誤って認識してしまう現象であり、空耳フレーズとは、外国語による発話を母語の別フレーズとして認識したものである。空耳フレーズは、ローマ字ではなく聴取した音そのものを母語の発音内でとらえているため、カタカナ英語に比べれば本来の発音に近いと考え、本稿でその有用性について検証する。なお、空耳や空耳フレーズの関係は、任意の言語ペア間で起こり得るが、本稿においては主に日本語と英語のペアについて扱う。

以降、2章では、洋楽歌詞およびその洋楽歌詞が空耳されることで聴取された日本語の空耳フレーズからなる複数のペアに関して、IPA 記法による発音文字列への変換やデータクレンジング、発音特徴の比較手法について記す。3章では提案する空耳変換規則の妥当性の検証について、4章では結果に関する考察を示す。そして、5章では空耳フレーズの英語発音教育への展望について記す。

## 2. IPA への変換とデータクレンジング

入力された英文と空耳フレーズをそれぞれ IPA 記法による発音記号列（以下、IPA 文字列）に変換し、レーベンシュタイン距離を用いて、カタカナ英語と空耳フレーズとの発音についてそれぞれの英語本来の発音への類似性を検証した。

### 2.1 英語フレーズおよび空耳フレーズの IPA への変換

IPA 記法には、一般的な変換規則が存在するが、たとえば Wikipedia [3] や文献 [5] に示されるように、実際のルールや表記に用いられる記号はそれぞれの規則によって異なる。また、入力された英文または和文を IPA 文字列に変換するためのオープンソースプロジェクトはいくつか存在する<sup>\*3,\*4,\*5,\*6</sup>が、それぞれにおいて用いられる記号や記法が

<sup>\*3</sup> “string\_to\_ipa”, [https://github.com/hilarysk/string\\_to\\_ipa](https://github.com/hilarysk/string_to_ipa) (accessed 2017-07-18)

<sup>\*4</sup> “IPA\_generator”, [https://github.com/mphilli/IPA\\_generator](https://github.com/mphilli/IPA_generator) (accessed 2017-07-18)

<sup>\*5</sup> “IPAtTranslator”, <https://github.com/puhrez/IPAtTranslator> (accessed 2017-07-18)

<sup>\*6</sup> “easypronunciation.com”, <http://easypronunciation.com/en/japanese-kanji-to-romaji-converter> (accessed 2017-07-18)

わずかに異なる。

本稿では、英文の IPA 変換については IBM Watson Developer Cloud 上で利用できる、「Text to Speech」サービス<sup>\*7</sup>を用いた。また、和文の IPA 変換については、Long が製作し Github 上で公開されているライブラリ<sup>\*8</sup>を用いた。これらのライブラリはいずれも Python 言語により利用できること、また、著者らのうち 1 名の主観により双方の IPA 表記のフォーマットが類似していると判断できたために用いた。これらのライブラリの適用により、表 1 に示すような IPA 文字列が得られ、入力された英文と和文のそれぞれに対して生成される。ここで、英文の IPA 文字列は単語ごとに区切られているが、和文のものはひらがなの一文字ごとに区切られており、また、和文中の小文字（“ゃ”や“ょ”など）は“l（小文字 L）”から始まる。これらについては、2.2 節に示す処理によってデータクレンジングを行い、英文の IPA 文字列と和文の IPA 文字列との間で互換を図る。

### 2.2 IPA 文字列のデータクレンジング

IPA 文字列の中では、発音の区切りやイントネーションを表すため、いくつかの特殊記号が用いられる。本来、IPA 記法において現れる特殊記号は、利用するライブラリや変換規則に依存する。本稿では、データ処理の過程で特殊記号を表 2 に示すように取り除いた。対象とする特殊記号は、「.」、「'」、「,」、「\_」、「/」、「“ ”（スペース）」とした。

空耳フレーズとカタカナ発音との比較検討を行うにあたって、カタカナ英語については著者らのうちの 1 名が検証に用いる英文からカタカナ英語を文字起こしした。また、上述のとおり、「子音が母音と組み合わせられて初めて音として聴取できる」という日本語の発音特性を取り入れ、英文の IPA 文字列に含まれる子音のうち、母音に隣接していないものについて図 1 に示すルールに従って取り除く「英文間引き」IPA も生成した。それぞれの例を、表 3、表 4 に示す。なお、本稿の実験でのカタカナ英語の文字起こしおよび、英文の IPA 文字列における子音の取り除きについては、3.1 節において詳細を述べる。

<sup>\*7</sup> IBM Watson Developer Cloud, <https://www.ibm.com/watson/developercloud/text-to-speech.html> (accessed 2017-07-18)

<sup>\*8</sup> “Japanese-Phonetic-Notation”, <https://github.com/54microlong/Japanese-Phonetic-Notation> (accessed 2017-07-18)

表 2 データクレンジング結果の例  
Table 2 Examples of IPA data cleansing.

英文 IPA 文字列	処理済み英文 IPA 文字列	和文 IPA 文字列	処理済み和文 IPA 文字列
.ɪts .jɜ .ˈlaɪf	ɪtsjɜlaɪf	i...tyɔ.u.la	ityɔula
ˈwɑnt .səm .ˈbɪts	wantsɒmbɪts	wɑ.sa.bi	wasabi
ˈfɒn .bɑr .ˈhænd .ˈdʒɒk	fɒnbɑrhænddʒɒk	f.lyɔ.u.ba.i.ha.nn.ji.lyɔ.u	flyɔubaihannjyɔu

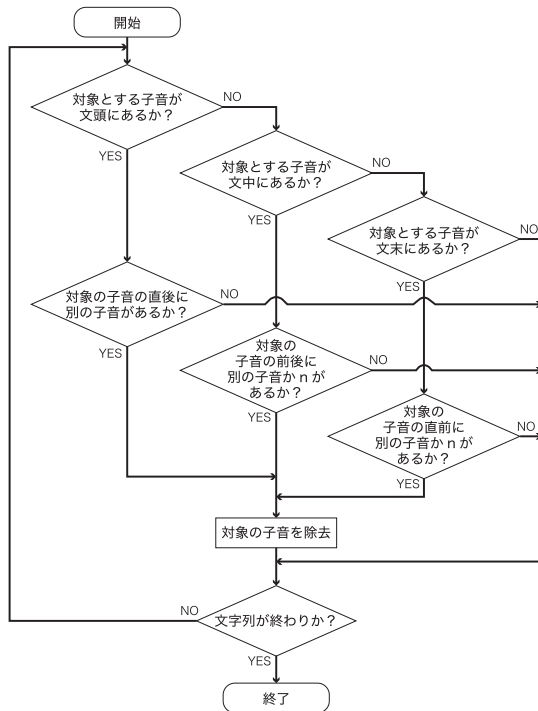


図 1 英文 IPA 文字列からの子音間引きアルゴリズム

Fig. 1 A flowchart of an algorithm for consonants reduction from a text expressed in IPA.

表 3 英文とそのカタカナ英語の組合せの例

Table 3 Example of pairs: English sentence and Katakana English expression.

英文	英文 IPA 文字列	カタカナ英語	カタカナ英語 IPA 文字列
wants to	wantstu	ワンツトゥ	wanntsutwu
curiosity	kjuɪəsɪrɪ	キュリオシテイ	kyulioʃthi
nine and	namænd	ナインアンド	nainnanndɔ

表 4 英文 IPA とその間引き結果

Table 4 Example of pairs of IPA data and its shortened sequence.

英文	英文 IPA 文字列	間引き英文 IPA 文字列
wants to	wantstu	wantu
curiosity	kjuɪəsɪrɪ	juɪəsɪrɪ
nine and	namænd	namæn

2.3 IPA 文字列間のレーベンシュタイン距離の算出

比較を行う 2 種類の IPA 文字列について、それぞれの類似度を測るためにレーベンシュタイン距離を算出する。レーベンシュタイン距離は、2 系列の類似度を測る指標と

して扱われ、音声間の距離を測る DP マッチング [6] と同等の計算式で算出される。本稿の検証において取り扱うデータは発話音声記号についての文字列であるため、比較を行う IPA 文字列ペアの類似度検証には、レーベンシュタイン距離を用いる。表 5 に、算出された IPA 文字列間のレーベンシュタイン距離の例を示す。基本的には、レーベンシュタイン距離の算出の特性上、対象となる IPA 文字列が長くなるにつれて距離は大きくなる傾向にある。

3. アイデアの検証

3.1 検証の環境設定

1 章で述べたとおり、本稿における検証の目的は、従来通りの日本語の発音法により再現される英語発話（つまり、カタカナ英語）と空耳フレーズのうち、どちらがより英語本来の発音に類似するかを検証することにある。そこで、今回の検証にはウェブ上で第三者によって公開されている、テレビ番組「タモリ倶楽部」のなかで 1992 年から現在までに紹介された、外国語の曲の歌詞の一部とそれから空耳により聴取された和文のペアのデータベース\*9 および、聖飢魔 II の楽曲「不思議な第三惑星」の歌詞の一部をマスターデータとして用いた。これら 2 種類のデータベースのうち、英語により歌唱された曲の歌詞とそれから聴取された空耳フレーズからなる 1,000 のペアを取得し、それらすべてに対して著者のうち 1 名が、英語歌詞と空耳フレーズおよびそのカタカナ英語の文字データを生成した。本検証では、このうち 160 の空耳ペアデータを無作為に抽出し、以下のデータを取得・生成したうえで用いた。

- 英文
- 和文（空耳フレーズ）
- カタカナ英語
- 英文の IPA 文字列 / ①
- 英文の IPA 文字列から母音が隣接しない子音を除いた文字列 / ②
- 和文の IPA 文字列 / ③
- カタカナ英語の IPA 文字列 / ④

子音の取り除きは、実験に用いた 160 ペアのうちの 55 件について行い、平均 1.309 文字、最小 1 文字、最大 3 文字の除去を行った。なお、サンプル数の信頼性については、4 章にて述べる。

\*9 「空耳アワーアップデート」, <http://www7a.biglobe.ne.jp/~soramimiupdate/>

表 5 レーベンシュタイン距離計算結果の例

Table 5 Examples of the Levenshtein distance calculation.

英文	生成された英文 IPA 文字列	和文	生成された和文の IPA 文字列	IPA 文字列間のレーベンシュタイン距離
It's your life	ɪtʃɔːlaɪf	一張羅	ityɔːla	7
Want some beat	wantsɒmbɪt	わさび	wasabi	6
Shown by hand joke	ʃɒnbaihændʒɔːk	商売繁盛	ʃlyɔːbaihannjɔː	11

表 6 IPA 変換の結果例

Table 6 An example of IPA transcription.

英文 (洋楽歌詞)	英文 IPA 文字列 ①	間引き英文 IPA 文字列 ②	和文 (空耳フレーズ)	和文 IPA 文字列 ③	カタカナ英語	カタカナ英語 IPA 文字列 ④
so let me restart	solɛtmɪ.rɪstɑːt	solɛtmɪ.rɪstɑː	空耳スター	sɔlamimista-	ソーレットミー リスタート	sɔ-letɔmi- lista-tɔ

表 7 レーベンシュタイン距離の計算結果

Table 7 The results of the Levenshtein distance.

比較対象のデータペア	レーベンシュタイン距離の平均	分散
英文 ① - 空耳フレーズ ③	8.781	16.371
英文 ① - カタカナ英語 ④	9.244	21.497
間引き英文 ② - 空耳フレーズ ③	8.250	13.475
間引き英文 ② - カタカナ英語 ④	9.244	21.884

ここで、②は、①の発音中のアクセントにのみ着目した IPA 文字列表記を示す。上記のうち、①と③、②と③、①と④、②と④のそれぞれのペアについて、レーベンシュタイン距離を算出した。これにより、「英文の発音と英文のカタカナ読みの発音の距離」および「英文の発音と空耳フレーズの発音の距離」を比較する。加えて、それぞれのペアのレーベンシュタイン距離の算出結果より、有意差検定を行うことで、優位性の検証を行った。また、検証対象とした IPA 文字列の長さがレーベンシュタイン距離の算出結果に影響を与えることが考えられるため、レーベンシュタイン距離を文字列長で標準化した結果についても考察を行った。英文  $p$  に対する標準化されたカタカナ英語 IPA 文字列と和文 IPA 文字列のレーベンシュタイン距離  $sl_{kata}(p)$ ,  $sl_{sora}(p)$  は、それぞれ式 (1), (2) によって算出される。

$$sl_{kata}(p) = \frac{dist(\text{カタカナ英語}, \text{英文})}{length(\text{カタカナ英語})}, \quad (1)$$

$$sl_{sora}(p) = \frac{dist(\text{空耳フレーズ}, \text{英文})}{length(\text{空耳フレーズ})}, \quad (2)$$

これらの数式において、 $dist$  と  $length$  はそれぞれ、IPA 文字列間のレーベンシュタイン距離と IPA 文字列長を示す。

### 3.2 検証結果

IPA 文字列への変換結果の例を、表 6 に示す。また、表 7 に、比較を行った 4 つのペアについてレーベンシュタイン距離の平均と分散を示す。表 7 より、英文 IPA 文字列と和文 IPA 文字列のレーベンシュタイン距離は、英

表 8 同条件下における英文の IPA 文字列に対する、空耳フレーズの IPA 文字列とカタカナ英語の IPA 文字列のレーベンシュタイン距離に関する有意差検定の結果。表中の値は  $p$  値の少数第 3 位までを示し、5%有意差には “\*”，1%有意差には “\*\*”を示す。

Table 8 The results of student's  $t$ -test between the Levenshtein distance of English IPA and each *Soramimi* IPA and Katakana-English IPA under the same condition. The number in the table shows the  $p$  value in the three decimal places. Each “\*” and “\*\*” shows 5% and 1% significance, respectively.

	英文 ① - カタカナ英語 ④	間引き英文 ② - カタカナ英語 ④
英文 ① - 空耳フレーズ ③	0.013 *	—
間引き英文 ② - 空耳フレーズ ③	—	0.000 **

文 IPA 文字列とカタカナ英語 IPA 文字列のレーベンシュタイン距離に対して、おおむね 9 割程度に減少することがわかった。表 7 に示すレーベンシュタイン距離について、student's  $t$  検定により有意差検定を行った。なお、検定の有意水準はボンフェローニの調整により、有意水準 5% を 0.025, 1% 有意水準を 0.005 として設定し、対応ある二群のデータによるものとして行った。結果を表 8 に示す。同表より、どちらの比較結果においても設定した有意水準よりも小さい  $p$  値が示され、有意差が確認できた。このことから、空耳により聴取された和文の IPA 文字列は、カタカナ英語の IPA 文字列よりも有意に英語本来の IPA 文字列に類似していることが確認され、空耳聴取から得られる発音特徴が英語の本来の発音に近いことが示唆された。

表 9 に、4 種類の IPA 文字列についてそれぞれの平均と分散を示す。これより、カタカナ英語 IPA 文字列は他の 3 種類に比べ、平均して IPA 文字列が長く、また、分散も大きい。次に、表 10 に標準化したレーベンシュタイン距離の平均と分散を示す。標準化した結果については、英文 IPA 文字列とカタカナ英語 IPA 文字列の方がレーベンシュ

表 9 IPA 文字列の長さの平均と分散

Table 9 The values of average and variance of each IPA expressions.

	英文 IPA 文字列	間引き英文 IPA 文字列	和文 IPA 文字列	カタカナ英語 IPA 文字列
平均	10.900	10.450	10.088	14.875
分散	25.728	23.285	21.817	49.522

表 10 標準化したレーベンシュタイン距離の計算結果

Table 10 The normalized results of the Levenshtein distance.

比較対象のデータペア	レーベンシュタイン距離の平均値	分散
英文 IPA 文字列 ① / 和文 IPA 文字列 ③	0.897	0.052
英文 IPA 文字列 ① / カタカナ英語 IPA 文字列 ④	0.629	0.018
間引き英文 IPA ② / 和文 IPA 文字列 ③	0.847	0.046
間引き英文 IPA ② / カタカナ英語 IPA 文字列 ④	0.623	0.011

表 11 検証結果中の特異な事例：カタカナ英語と空耳が拮抗した場合

Table 11 An example of peculiar results: Katakana-English competing with *soramimi*.

英文 (洋楽歌詞) とその IPA 文字列 ①	for now and evermore	fɜːnauəndɛvɜːmɔː
間引き英文 IPA 文字列 ②	fɜːnauəndɛvɜːmɔː	
和文 (空耳フレーズ) とその IPA 文字列 ③	ほんならええわもう	hɒnnnalae:wamɔː
カタカナ英語とその IPA 文字列 ④	フォアナウアンドエバーモア	fɔːanauandɔːɛbɜːmɔː
①と③のレーベンシュタイン距離	12	
②と③のレーベンシュタイン距離	12	
①と④のレーベンシュタイン距離	12	
②と④のレーベンシュタイン距離	12	

表 12 検証結果中の特異な事例：カタカナ英語が優位な場合

Table 12 An example of peculiar results: Katakana-English wins.

英文 (洋楽歌詞) とその IPA 文字列 ①	in the mail	ɪndɪmeɪl
間引き英文 IPA 文字列 ②	ɪndɪmeɪl	
和文 (空耳フレーズ) とその IPA 文字列 ③	へんだねー	henndane-
カタカナ英語とその IPA 文字列 ④	インザメール	ɪnzameɪ-lu
①と③のレーベンシュタイン距離	8	
②と③のレーベンシュタイン距離	8	
①と④のレーベンシュタイン距離	6	
②と④のレーベンシュタイン距離	6	

タイン距離が小さくなったことから、IPA 文字列化されたときの文字列長の差異によってもたらされたものであると考察される。つまり、カタカナ英語では英文 IPA に比べて不必要に IPA 文字列が長くなるのが問題であると示唆された。

なお、本検証におけるサンプル数の妥当性を確認した。検証対象それぞれのペアのレーベンシュタイン距離の標準偏差は、①と③のペアでは 4.046、②と③のペアでは 3.671 となった。これらの値から得られた信頼度 95%、誤差 1.0 以下の条件において、それぞれのペアに必要なサンプル数は 62.887、51.770 と算出された。この結果より、今回実験に用いた 160 というサンプル数は妥当であると判断した。

## 4. 考察

### 4.1 レーベンシュタイン距離の差

ここでは、和文 IPA 文字列と英文 IPA 文字列のレーベンシュタイン距離に着目し、例をあげながら考察を行う。表 11 および表 12 に示す事例は、英語本来の IPA 文字列と比べてカタカナ英語とのレーベンシュタイン距離が空耳フレーズとの組合せよりも短かったか、もしくは同等の結果を示した例である。これらの例においては、英文の IPA 文字列と、母音に隣接しない子音を除いた IPA 文字列の間に相違がない。また、英文とカタカナ英語の IPA 文字列、英文と空耳フレーズの IPA 文字列の比較においてもそれぞれの文字に類似がみられることから、レーベンシュタイン距離が大きくなったと考えられる。表 13 および表 14 に示す事例はそれぞれ、空耳フレーズと英文の IPA 文字列間

表 13 検証結果中の特異な事例：空耳和文が優位な場合

Table 13 An example of peculiar results: *soramimi* Japanese wins.

英文（洋楽歌詞）とその IPA 文字列 ①	Hanna needs going to keep the	hænənɪdʒɔŋtəkɪpðə
間引き英文 IPA 文字列 ②	hænənɪdʒɔŋtəkɪpðə	
和文（空耳フレーズ）とその IPA 文字列 ③	はなにすごくきくぜ	hananɪsgokukikuze
カタカナ英語とその IPA 文字列 ④	ハンナニーズゴーイングトゥーキープザ	hanmnani-zugō-inngutwu-ki-puza
①と③のレーベンシュタイン距離	14	
②と③のレーベンシュタイン距離	12	
①と④のレーベンシュタイン距離	20	
②と④のレーベンシュタイン距離	21	

表 14 検証結果中の特異な事例：空耳和文が優位な場合

Table 14 An example of peculiar results: *soramimi* Japanese wins.

英文（洋楽歌詞）とその IPA 文字列 ①	Do or say heavy metal kick it to late night	dʊzseɪhevɪmɛrəlɪkɪttɪleɪntnaɪt
間引き英文 IPA 文字列 ②	dʊzseɪhevɪmɛrəlɪkɪttɪleɪntnaɪt	
和文（空耳フレーズ）とその IPA 文字列 ③	どうせヘビメタ聞き取れない	dəʊseɪheɪbɪmɛtakɪkɪtɔlənaɪ
カタカナ英語とその IPA 文字列 ④	ドゥーオアセイヘビーメタル キックイットトゥーレートナイト	dɔlu-ɔaseɪheɪbi-mɛtalukɪkɪtɔtɔw-le-tɔnaɪtɔ
①と③のレーベンシュタイン距離	18	
②と③のレーベンシュタイン距離	17	
①と④のレーベンシュタイン距離	26	
②と④のレーベンシュタイン距離	24	

のレーベンシュタイン距離が、カタカナ英語と英文の IPA 文字列間との比較よりも極端に小さくなった例を示している。レーベンシュタイン距離が大きくなった例と同様に、英文の IPA 文字列と子音を除去した IPA 文字列の差はほぼないものの、空耳フレーズと英文の IPA 文字列の比較において現れる文字が類似していることから、結果が小さくなったと考えられる。また、本稿において行った検証が有意であったかを確認するため、算出したレーベンシュタイン距離を発音記号数で標準化し、その結果の分散を求めることで、結果の精査を行った。表 10 に示すとおり、標準化したレーベンシュタイン距離の平均と分散をみると、空耳フレーズよりもカタカナ英語が有利に働いていることが確認された。主な要因として、発音文字列のばらつきや上述の発音情報に関するいくつかの問題にもよるが、カタカナ英語では英文そのものよりも不必要な発音記号（多くの場合、母音）が含まれていることで IPA 文字列長が長くなることが考えられる。

IPA 記法において用いられる記号の種類は、英語の場合と日本語の場合において異なる。英語の発音の中でも日本語の発音に似た音であり、かつ、記号が異なる表記のものがあった場合、これはすべて異なる文字として扱われる。このとき、算出したレーベンシュタイン距離が人の知覚する発音の近さを十分に反映していない可能性がある。この問題に対応するためには、類似する音を示す発音記号については算出される数値を小さくできるよう、中間辞書（たとえば、“S”と“TH”は類似した音である、のような弁別素性の知見 [7] など）を設けて結果を精錬する必要がある

と考える。あるいは、ARPAbet [8] のような、発音規則を単純化して表す手法や、soundex [9] のような、複数の異口同音語を同一のシンボルで扱える手法を用いることが考えられる。こうした手法では、中間辞書ではない人の認知に近い表現により情報量を減らすことができるため、著者らが実現を目指している手法に近い結果の精錬を行えると考えている。

#### 4.2 歌唱による発音の変化

マスターデータとして取り扱った英文に関して、正しい英文の発音と楽曲の中で歌唱されている発音が異なることがあるという点があげられる。今回英文から IPA 文字列を生成する際に用いた IBM Watson 上の自然言語処理エンジンは、日常会話で用いられる一般的な英語の発音に対応するように設計されている。一方で、歌唱中の発音の場合は、歌手によってアレンジが加えられたり、楽曲のジャンルに適した発音にされたりすることが考えられる。この2種類の発音の差が、最終的に検証結果に影響を及ぼすことがあると考える。そのため、今後の検証実験においては、歌唱中の発音についてデータを取得してモデル化する方法を検討する。

### 5. 空耳の英語発音教育への展望

本研究の応用として、著者らは、空耳の概念を英語教育の手段の1つとして用いることができると考えた。ある「空耳ルール」にしたがって、ある特定の英文から空耳フレーズを生成する、というものである。ここで、言語の発

音教育についての先事例と、空耳フレーズを英語発話教育へ応用するための構想および課題について述べる。これには、英語を教育する立場と、教育される立場のそれぞれの視座からの優位性があると考えられる。

### 5.1 言語の発音教育についての先事例

発音の誤りや誤解は、他の言語を聞いたたり話したりするときある言語から別の言語へと変換するとき起こる [10]. こうした発音の誤りは本来、ある言語における発音のバリエーションや音の組合せ、あるいはアクセントとイントネーションのパターンがそのまま別の言語へと反映されるために起こることが知られている [11]. 一方で、日本人向けに作られた多くの英語教材において紹介される発音方法は、すべてひらがなかカタカナにより表記されているが、前述のとおり、日本語の発音のバリエーションは英語に比べて限られている。Smith は、カタカナ英語と本来の英語の発音方法や在り方の差異を指摘したうえで、大学生に向けた理想的な英単語の発音を習得させる方法について述べており [12], 日本人にとって従来の発音表記法は英語を学ぶ際の 1 つの障害になっていると推察できる。

ある言語の発音法に対して別の言語の発音法との差を解析することは、発音時の音の組合せのルールやアクセントとイントネーションのパターンが、別の言語の学習時に有益なりソースを得ることや空耳ルールの解明につながると考える。著者らの提案により実現できる教育分野への応用としては、別の言語の初学者に向けた新たな指導方法や別の言語の難しい単語や言い回しを学ぶ際の支援、あるいは旅行者が別の言語を事前に学習することなく旅行先で話すことができるような仕組みなどが考えられる。

こうした応用例は過去に実現されていないものの、コンピュータ援用言語学習 (Computer Assisted Language Learning, 以下 CALL) に関する研究は多く行われてきた。CALL の一部として扱われる領域の中には、音声認識技術を用いて学習者に発音を教育するための、コンピュータ援用発音訓練 (Computer Assisted Pronunciation Training) がある。過去にこれを応用したシステムの多くは、学習者の発話を読み込んで解析した後、音声波形やグラフなどの非直感的な形式によって、利用者に結果をフィードバックしていた [13]. 最近では、Forsythe の English Central [14] のようなプログラムが提案されたこともあり、自然な英語が再現できるスピーキングソフトウェアの性能が急速に向上した。しかしながら、ある言語を母語とする学習者が発話する際に、別の言語の発音システムや音の組合せのルール、あるいはアクセントとイントネーションを利用することに適応させることがいまだに解決すべき問題の焦点となっている。ここで、特にアクセントとイントネーションについて、空耳フレーズを英語教育の場面で適用することで問題の解決に一歩近づけると考えている。

### 5.2 空耳フレーズの英語発話教育への応用とそのための課題

まず、日本国内の高等教育の現場では、前述の Smith による試行の他にも英語教育の方法論にまつわる先事例がある。

Wang らは、英語話者の発音データベースを元にして開発した、日本語話者のためのオンライン英語発話学習ツールを提案している [15]. また、Walker が行った調査 [16] では、カタカナ英語を世界の中でローカライズされた英語の方言の 1 つとしてとらえ、それが持つ歴史的な意味や、日本国内における現況について述べられている。これらの事例では、現在の英語教育の制約の中で工夫を加えることにより、正しい英語の発音法を学習させる方法が示されている。一方、我々の提案は、ある英語に対する空耳フレーズをもとにした、従来の方法にとられない発音法の実現である。藤原 [17] や、ポンキッティパンら [18] は、日本語話者の日本語および英語の発話特徴に着目し、それぞれの類似性に関する報告を行っている。これらの報告では、ごく一般的な日本語あるいはカタカナ英語と日本語の音特徴について比較を行っている。しかしながら、本稿で扱う空耳フレーズにまつわる検証とは本質的に異なるもので、空耳フレーズの発話特徴に関する研究報告は少ない。

空耳フレーズを英語教育に応用する際には、いくつかの課題がある。視覚的な情報により空耳がコントロールできる可能性が考えられる。テレビ番組「タモリ倶楽部」の番組中では、外国語で歌唱された楽曲が流れるとともに、イメージ映像と空耳により聴取できる日本語の字幕が提示される。これにより、体験者のイメージがある程度固定され、二度目以降に同じ楽曲を聴取した際、空耳による理解が優先されることが起こりうる。今後、著者らの提案手法を応用したシステムを設計する際には、視覚情報により空耳のイメージを印象付けることができるかを検証したうえで、効果的に利用することができると考えている。また、楽曲を制作した音楽グループの出身地に応じて空耳変換の手法をアレンジする技法も、模索すべき課題の 1 つである。

日本語と同様、英語にも方言が存在する。特に、英語の場合は出身国や話者のバックグラウンドによって訛りの要素が発生することがある。そこで、この訛りの情報を用いることで、空耳変換の際のパラメータを調整し、日本人が英語を聴取した際に最も適合する空耳ルールを再現できると考える。

なお、現段階では基礎的な空耳ルールの検証を行うにとどまっており、教育現場において空耳ルールの有用性を確かめるための実地検証や、学習者と英語を母語とするネイティブスピーカーとの会話における空耳フレーズの効果の分析などはまだ行っていない。今後、言語教育の現場や日常会話のなかで利用できる仕組みへ昇華させるために、空耳ルールの厳密なデザインやプロトタイプソフトウェアの



作成, さらに, それを用いた実地検証として, 教育現場における被験者実験を行っていく.

## 6. おわりに

言語体系が大きく異なる2つの言語において, 発音を類似させることはきわめて困難である. 母語の発音をもとに外国語の発話を行おうとする場合に, ネイティブの言語と習得しようとする外国語との発音特性の関係に起因する問題が生じることが多い. しかしながら, 外国語を空耳により聴取した音情報を用いれば, 母語の発音をもとにしながらも本来の発音により近似した発音を実現できると考える. 本稿では, 特に日本語をネイティブ言語とする場合に英語を習得するケースを対象とし, 英語の発音方法について従来のカタカナ英語と空耳フレーズとでどちらが本来の英語の発音に類似しているのかを比較検討した. 国際音声字母を用いた発音要素の類似性の検証結果として, カタカナ英語の発音に比較して空耳フレーズの発音が英語本来の発音により近い発音であることが優位に示された.

今回, 著者らは英語で歌唱された洋楽歌詞から日本語の空耳フレーズを自動生成するための基礎的な検証を行った. 今後はこの検証結果を基に, ある英語の文章からその文章を日本語話者にとって無理なく発話可能な発音方法 (特にアクセントやイントネーションなど) を利用者に提示するための, 英文から空耳フレーズを自動生成する仕組みの実現を目指す.

謝辞 本研究は, 一部, 科研費若手研究 (B) #16K21482 の助成のもと行われた. また, 例示のため歌詞の一部を引用させていただいた. 記して謝意を表す.

## 参考文献

- [1] 中央教育審議会: 幼稚園, 小学校, 中学校, 高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について (答申).
- [2] Wikipedia: Help, IPA for English (online), available from [https://en.wikipedia.org/wiki/Help:IPA\\_for\\_English](https://en.wikipedia.org/wiki/Help:IPA_for_English).
- [3] Wikipedia: Help, IPA for Japanese (online), available from [https://en.wikipedia.org/wiki/Help:IPA\\_for\\_Japanese](https://en.wikipedia.org/wiki/Help:IPA_for_Japanese).
- [4] Nishida, T.: Promoting Intercultural Awareness through Native-to-Foreign Speech Accent Conversion, *Proc. Collaboration Across Boundaries: Culture, Distance & Technology 2014*, pp.83–86 (2014).
- [5] 松村 明: 大辞林第三版: 大辞林特別ページ「日本語の音」(2007).
- [6] Needleman, S.B. and Wunsch, C.D.: A general method applicable to the search for similarities in the amino acid sequence of two proteins, *Journal of Molecular Biology*, Vol.48, pp.443–453 (1970).
- [7] Jakobson, R., Fant, C.G.M. and Halle, M.: *Preliminaries to Speech Analysis*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts (1951).
- [8] Carnegie Mellon University: The CMU Pronouncing Dictionary (online), available from <http://www.speech.cs.cmu.edu/cgi-bin/cmudict>.
- [9] The U.S. National Archives and Records Administration: National Archives: Soundex System (online), available from <https://www.archives.gov/research/census/soundex.html>.
- [10] Ohata, K.: Phonological Differences between Japanese and English: Several Potentially Problematic Areas of Pronunciation for Japanese ESL/EFL Learners, *The Asian EFL Journal*, Vol.6, pp.29–41 (2004).
- [11] Swan, M. and Smith, B.: *Learner English: A Teacher's Guide to Interference and Other Problems*, Cambridge Handbooks for Language Teachers, Cambridge University Press (1987).
- [12] Smith, S.J.: Katakana is not English, Japan Association for Language Teaching (online), available from <http://jalt-publications.org/old.tlt/files/97/jan/katakana.html> (accessed 2016-07-21).
- [13] Neri, A., Cucchiari, C. and Strik, W.: Automatic Speech Recognition for second language learning How and why it actually works, *Proc. 15th International Congress of Phonetic Sciences*, pp.1157–1160 (2003).
- [14] Forsythe, E.: *Evaluating EFL Learning Websites: A Review of Existing Websites Based on Expert and Empirical Analysis Factors*, Vol.11, 弘前大学 21 世紀教育センター (2016).
- [15] Wang, S., Higgins, M. and Shima, Y.: Training English Pronunciation for Japanese Learners of English Online, *The JALT CALL Journal*, Vol.1, pp.39–47 (2005).
- [16] Walker, R.: Katakana-English in a World of Englishes: Identification and Recognition, 東京女子大学紀要論集, Vol.60, No.2, pp.107–124 (2010).
- [17] 藤原保明: 英語に借用された日本語の表記と発音, 聖徳大学研究紀要, Vol.26, pp.69–76 (2015).
- [18] ポンキッティパン・ティーラポン, 峯松信明, 牧野武彦, 齋藤大輔, 広瀬啓吉: 日本人英語発声を対象とした単語明瞭度の自動予測: 特徴量とモデルに関する比較研究, 電子情報通信学会研究報告. SP, 音声, Vol.114, No.411, pp.31–36 (2015).

## 推薦文

英語学習は日本人にとって喫緊の課題であり, 空耳フレーズに着目して異国語の聴取や発話を支援するというアプローチは革新的である. また, 空耳フレーズの自動推定にむけた要素技術開発およびその基礎検討を行ったことは今後の研究の発展の上で重要であり評価できる. 総じてプログラム委員会において高い評価を受けたため, 推薦論文として推薦する.

(エンタテインメントコンピューティングシンポジウム  
2016 プログラム委員長 坂本大介)



## 羽鹿 諒

現在, 立命館大学情報理工学部在学中. 2013年インタラクシオン2013インタラクティブ発表賞. ユーザインタフェース, インタラクシオンデザインに関する研究に従事. 日本バーチャルリアリティ学会, ACM各学生会員.



山西 良典 (正会員)

2007年、名古屋工業大学工学部知能情報システム学科卒業。2009年、同大学大学院工学研究科情報工学専攻博士前期課程修了。2012年同大学院博士後期課程修了。博士(工学)。2012年、立命館大学情報理工学部助手、2013年、同特任助教。2014年、同助教、現在に至る。この間UBC(カナダ)客員助教。感性情報処理、音楽情報処理、言語情報処理、Webインテリジェンス、マルチメディア情報処理に関する研究に従事。人工知能学会、日本感性工学会、知能情報ファジィ学会、ACM、ACL各会員。本会シニア会員。



ジェレミー ホワイト

2003年カンタベリー大学卒業。2006年グリフィス大学大学院(School of Education Applied Linguistics)修士課程修了。2015年同大学大学院(School of Education Computer Assisted Language Learning)博士後期課程単位取得退学。修士(Applied Linguistics and Education)。2007年神戸夙川学院大学研究員。2009年立命館大学言語教育センター講師。2013年同大学情報理工学部准教授、現在に至る。コンピュータ援用言語教育、ゲーム学習に関する研究に従事。現在、京都大学大学院博士後期課程在学中。