

日本語での中和環境における英語音の知覚 — *Who is Fu?*

青柳 真紀子 (獨協大学) Yue Wang (Simon Fraser University)  
aoyagi@dokkyo.ac.jp, yuew@sfu.ca

## 1. はじめに

本研究は、母語の音韻規則が外国語音の知覚におよぼす影響を探るものである。具体的には、日本語話者が英語音 /f/ と /h/ を同定する際に、日本語の音韻規則 (fu-hu の中和) の影響を受け、/\_u/ の環境で難しくなることについて取り上げ、その要因を検討する。

外国語音を聞く際、母語における最も近い音素に知覚同化させることが知られている (Best & Tyler, 2007)。簡単に言えば、外国語の二つの音素が母語でも二つの音素に対応していると聞き分けは容易になり、ひいては産出も習得しやすい (Flege, 1996)。英語の /f/ と /h/ は、それぞれ日本語の /ϕ/ と /h/ に知覚同化され、/f/-/h/ の対立は概して /ϕ/-/h/ として保たれる (例: ファ vs ハ)。一見すると、/f/ と /h/ の聞き分けは容易に思われる。ところが、日本語 /hu/ は /h/ → [ϕ] となり、/ϕ/ と /h/ とともに [ϕ] として中和し、区別がなくなる (フ vs フ)。これにより、日本語話者にとって *fah-hah* (/fa/-/ha/) の同定は容易である一方、*Fu-who* (/fu/-/hu/) の同定は困難となり得る。

この /fu/-/hu/ の中和が絡む困難についての記述は見られるが (竹林, 1997; Kondo *et al.*, 2015 等)、知覚面での実証的な研究は多くない。そのうち、Lambacher *et al.* (2001) は日本人大学生の /f/ と /h/ の同定率が u の環境で低いことを示したが、その要因についてはほとんど触れていない。このように、母音環境が影響することは分かるが、そもそも日本語話者が摩擦音 /f/-/h/ そのものの違いが判別できるかどうかはよく分かっていない。

本研究では、まず、/f/ と /h/ を含む語の同定に加えて /f/ と /h/ 単独の同定を検証をし、次に、/\_u/ の環境 /fu/, /hu/ から抽出した /f/-/h/ の同定能力が、元の語全体 /fu/, /hu/, つまり /u/ の提示でどのように変化するかを検証する。これにより、日本語話者が示す /fu/, /hu/ の同定の困難について、摩擦音の音声処理とそれに対する音韻知識関与の点から考察する。

## 2. 先行研究

## 2.1. 無声唇歯摩擦音 /f/ と無声両唇摩擦音 /ϕ/

英語等の /f/ は日本語において /ϕ/ で代用されることが多い。現代日本語では /ϕ/ は /hu/ の異音 [ϕu] としてウ段でのみで存在するが、外来語では /f/ の代用子音としてすべての母音とともに使われている<sup>1</sup>。このように、/f/ は /ϕ/ で代用され、英語の /f/-/h/ の対立は概して保たれる (例: ファ vs ハ)。しかし、既述のように /ϕ/ は元来 /\_u/ の環境での /h/ の異音であることから、/hu/ と /ϕu/ はともに [ϕu] として中和し、対立を失う (フ vs フ)。唇での摩擦の有無や程度は対立を作らないので、[h] と [ϕ] は相互交換的で音声的には両者の間のどのあたりでも出現する。このように、日本語において調音的にも聴覚的にも区別す

<sup>1</sup> /f/ を u の母音つき /ϕu/ で代用する場合もあるが (例: fan > ϕu.an ファン, film > ϕu.i.ru.mu フィルム, felt > ϕu.e.ru.to フェルト), 今日, u が二重母音化, さらには脱落して, /ϕ/ は単独で /f/ の代用子音として機能することが多い (例: fan > ϕan ファン, film > ϕi.ru.mu フィルム, felt > ϕe.ru.to フェルト)。

る必要がないことから、これが転移して英語においても /fu/ と /hu/ の同定は難しくなり、これは /fa/ と /ha/ など他の母音の場合の同定と比べても明らかである。

## 2.2. 無声唇歯摩擦音 /f/ と無声喉頭摩擦音 /h/

英語の /f/ は、音響的にはスペクトルピークや傾きを含むスペクトル情報、振幅、CV 振幅比、持続時間、CV 推移などの点から特徴づけられている (Jongman *et al.*, 2000)。しかし、各種摩擦音間の音響的比較および知覚的比較の研究にはほとんど /h/ が含まれない (McMurray *et al.*, 2011 等)。*/h/* は後続母音の無声開始部のようなもので特定の狭窄点をもたないことから、摩擦音としてのある一定の音響的特長に欠けるためであろう (Ladefoged, 2005)。このように音響的にも知覚的にも /f/ と /h/ が直接比較されることは多くなく、ましてや /fu/ と /hu/ 限定の環境ではほとんど見られない。

日本語話者の英語発音の注意点として /f/ はよく上げられ、両唇 [ϕ] ではなく唇歯 [f] の摩擦であることが指導される (牧野, 2005 等)。その際 /h/ との混同が触れられることもあるが、/\_u/ の環境 /fu/ - /hu/ での違いへの注意喚起や、その知覚についての言及は多くない。

調音面において、Kondo *et al.* (2015) は、日本語話者にとって英語の /f/ - /h/ は /fu/ - /hu/ の音素配列に特化して困難であるとしている (Table 2(b))。実際、96 人による読上げ発話において /f/ と /h/ の混同がよく見られることが示されているが、混同の母音環境については特に触れられていない。Nogita (2010) も日本人英語学習者 4 人の英語読上げ実験で *food-who'd* における /f/ と /h/ の混同を示している。

本題の知覚面では、Lambacher *et al.* (2001) が、日本人大学生 100 余名に対する英語子音聞き取り実験により、/f/ と /h/ は、u の環境 /\_u/, /u\_u/, /u\_/ で同定正答率と識別感受性 (*d'* スコア) が低いことを示しているが、その要因については分析されていない。

## 3. 実験

### 3.1. 目的

日本語での中和環境 (/ϕu/ - /hu/ = フ vs フ) に対応する英語音の対立 /fu/ - /hu/ の知覚について、日本語話者と英語話者を対象に調査をする。まず、/f/ と /h/ を含む語 (実験 1)、および語から抽出した摩擦音部分のみ (実験 2) について語彙、子音の同定実験を行う。次に、語から抽出した母音部分のみについて、先行子音の検知実験を行う (実験 3)。

実験 1 で /\_u/ の環境の影響を確認した後、実験 2 で摩擦音単独での同定、さらに、実験 3 で後続母音部に残る情報による先行子音の検知について検証する。焦点は、/fu/ と /hu/ から抽出した /f/ と /h/ の摩擦音の同定が、元の語全体 /fu/ と /hu/ の提示、つまり /\_u/ の環境の提示によってどのように変化するかを見ることである。これにより、母音環境を限定した中和という音韻規則が、子音そのものの知覚に与える影響を考察する。

### 3.2. 方法

<使用した語> 実験には、表 1 に示すように /f/ と /h/ から始まり、/\_i/, /\_u/, /\_a/, および問題の母音 /\_u/ との境界を示すための /\_oo/ を含めた 4 母音が後続する 1 音節対語、さらに、渡り音をはさんで /u/ が続く (/\_ju/) 1 音節対語の計 5 対 10 語を使用した。また、*see - she, sip - ship, said - shed, sue - shoe, sock - shock* をダミーとして使用した。

表 1. 使用した語<sup>2</sup>

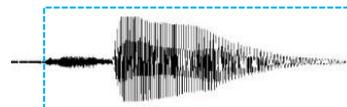
	/i/	/u/	/a/	/ou/	/ju/
/f/	<i>fee</i>	<i>Fu</i>	<i>fah</i>	<i>foe</i>	<i>few</i>
/h/	<i>he</i>	<i>Who</i>	<i>hah</i>	<i>hoe</i>	<i>Hugh</i>

<録音> 成人北米英語母語話者 4 人 (男 2, 女 2) が実験語を単独で読み上げたものを録音した (マイク Shure KSM, サンプリング周波数 44.1kHz, 量子化 16bit).

<刺激音> 以下の 3 種類の刺激音を作成した.

実験 1: 語全体 表 1 の 10 語. 語全体を 65dB に標準化した.

(1) *fee-he*, *Fu-who*, *fah-hah*, *foe-hoe*, *few-Hugh*



実験 2: 摩擦音部 (a) 上記 *fee-he*, *fah-hah*, *Fu-who* から摩擦音部 [f] と [h] を抽出したもの, および (b) [f] と [h] を単独で発したものを, 計 8 刺激. (a) は波形上で摩擦開始部分から後続母音の最初の有声周期開始部分までとした. 摩擦部全体を 45dB に標準化した.

(2a) *f(ee)*, *h(e)*, *f(ah)*, *h(ah)*, *f(u)*, *wh(o)*

(カッコ内は分離された母音)

(2b) *f(iso)*, *h(iso)*

(iso: 単独での発話)

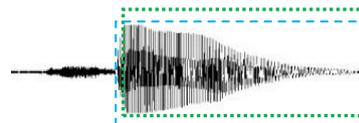


実験 3: 後続母音部 実験語のうち *fee-he*, *fah-hah*, *Fu-who* から上記(2)の摩擦音部分を除いた母音部分で波形上, (a) 母音の 1 つ目の周期への立ち上がりから母音終了点までと, (b) 3 つ目の周期への立ち上がりから母音終了点までを抽出したもの, 計 12 刺激. (a) の方が, 先行子音 (f または h) の同時調音的情報をより多く含んでいると考えられる.

(3a) *(f)ee\_1stV*, *(f)ah\_1stV*, *(f)ah\_1stV*, *(h)ee\_1stV*, *(h)ah\_1stV*, *(h)ah\_1stV*

(3b) *(f)ee\_3rdV*, *(f)ah\_3rdV*, *(f)ah\_3rdV*, *(h)ee\_3rdV*, *(h)ah\_3rdV*, *(h)ah\_3rdV*

(カッコ内は分離された子音)



<手順> 作成された刺激は以下のとおり実験ソフト *Paradigm* 上に準備された.

実験 1 語全体: 計 160 刺激 ([10 語 x 4 話者] x 2 回 + ダミー 80 刺激 = 160)

実験 2 摩擦部のみ: 計 96 刺激 ([2 子音 x 4 母音環境 x 4 話者] x 3 回 = 96)

実験 3 母音部のみ: 計 96 刺激 ([3 母音 x 2 子音環境 x gating2 段階 x 4 話者] x 2 回 = 96)

刺激は被験者毎にランダムに提示され, 直後に選択肢 (例:  *fee*  *he*) が画面に表示される. 被験者はヘッドセットで刺激を聞き, 画面上で強制二者択一の同定判断をする.

被験者は日本語母語話者大学生 14 人 (男 6, 女 8) と北米英語母語話者大学生 14 人 (男 2, 女 12) で, 手順説明の際に実験語の意味と音, 特に /f/ と /h/ の対語群 (*who* は綴りは 'wh' でも /h/ で始まる語) であることを確認した. 練習と休憩を入れて合計 45-50 分であった.

<sup>2</sup> *Fu* は中国人名 (*Mr. Fu*), *fah* は音符名 (ドレミ「ファ」), *hah* は間投詞, *Hugh* は人名.

## 4. 結果と考察

### 4.1. 実験1 (fとhを含む語全体の同定)

まず, 英語母語話者 (EngNS) の f と h の対語の正答率は母音環境にかかわらずほぼ 100% であった (*hah* は 99%). これに対し, 日本語話者 (Jpn) は *Fu/who* と *few/Hugh* の正答率が低い (図 1). *Fu/who* は予想通りだが, *few/Hugh* は日本語でも対立があるので (フュー/ヒュー) 予想外であった. 語彙親密度の影響だと思われる反応が見られ, *Fu/who* では聞き慣れない *Fu* に対し頻出の *who* (/h/) の回答率と正答率が高く, 逆に *few/Hugh* では不慣れな *Hugh* に対し頻出の *few* (/f/) が高い. 対語間の反応の偏りが関与することから<sup>3</sup>, 信号検出論に基づく識別感度 ( $d'$ ) を見ると (図 2), /\_u/ と /\_ju/ で同定が困難であることが分かる. Jpn 上級者 (TOEIC850 以上) の *few/Hugh* は比較的よいことから, *Fu/who* の困難さが確認される.

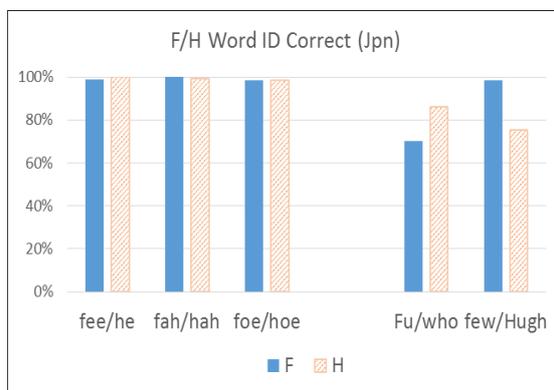


図 1. f/h 語彙同定の正答率 (Jpn)

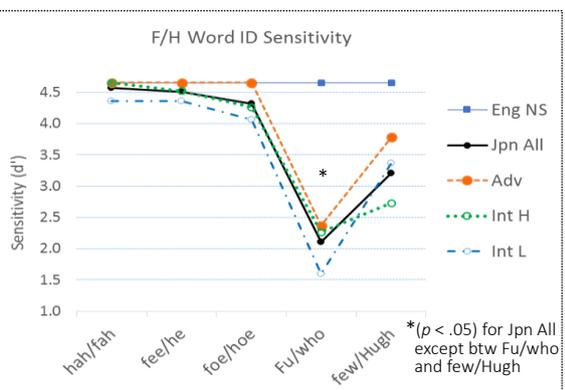


図 2. f/h 語彙同定の識別感度 (EngNS, Jpn)

### 4.2. 実験2 (抽出されたfとhの同定)

摩擦音部分のみでも EngNS の正答率と識別感度は母音環境に関係なくほぼ完璧である. Jpn は, *Fu/who* から抽出された *f(u)-wh(o)*, および単独発話された *f(iso)-h(iso)* で感度が低下するが, 全般として摩擦音のみでもかなり子音を同定できることがわかる (図 3, 4). 本研究の焦点である語全体と抽出子音単体での感度の差については, 別に 4.4 節に示す.

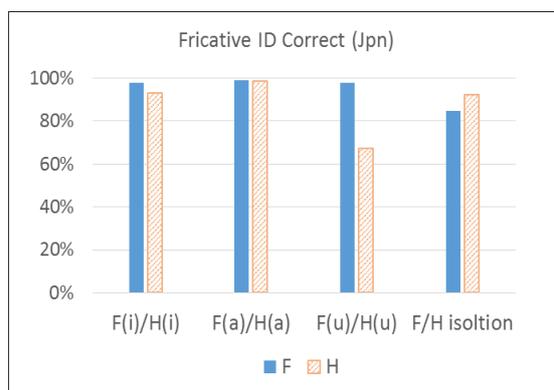


図 3. 抽出された f/h の同定正答率 (Jpn)

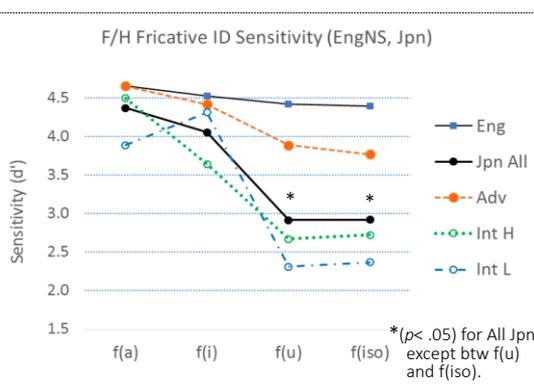


図 4. 抽出された f/h の識別感度 (EngNS, Jpn)

<sup>3</sup> 仮に常に *f* と回答すると, *f* の正答率は 100% になるが *h* は 0% となる. この *f* の 100% は *f/h* の完璧な判別力を意味しない. 一方, *f* の正答率が 100% で *h* も 100% であれば, *f* の 100% の意味合いは先の例とは全く異なる. よって, *f* と *h* 単体での正答率ではなく, 両者の正答と誤答の兼合いが識別感度には重要となる.

### 4.3. 実験3（抽出された母音部によるfとhの検知）

母音部から先行子音 f/h 検知する課題の正答率は概して低くなるが，EngNS では全母音で，Jpn でも(f)u の場合を除いて偶発率以上となる．識別感度を見ると，EngNS は母音にかかわらず，母音が進んで先行子音の情報が減少するにつれ子音検知が難しくなる自然なパターン見られるが（図5），Jpn は(f/h)u ではこれが少なく，(f/h)eを除いて入渡り部の音響情報への感度が鈍い．特にここでも/\_u/の環境 (f/h)u での感度の悪さが見られる（図6）．

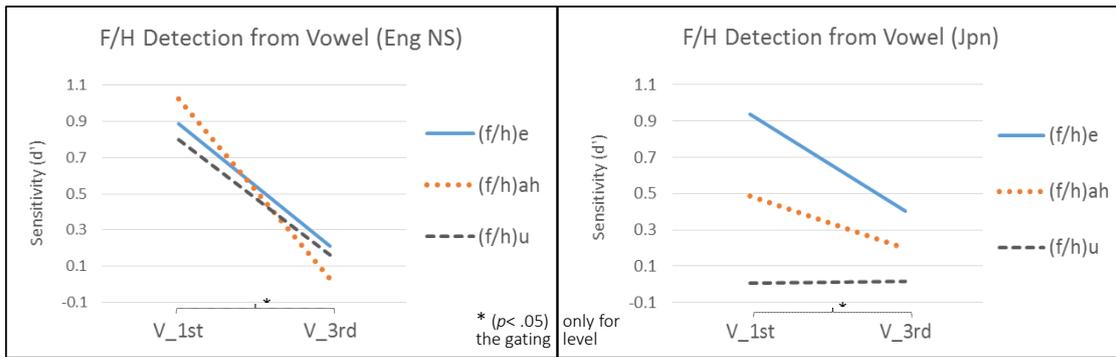


図5. 母音から先行 f/h を検知 (EngNS)

図6. 母音から先行 f/h を検知 (Jpn)

### 4.4. 子音のみ (C) と子音-母音 (CV) の知覚

通常，子音の同定は子音のみ (C<sub>1</sub>) よりも後続母音を伴った (C<sub>1</sub>V) 方が容易である (C<sub>1</sub> < C<sub>1</sub>V) (C<sub>1</sub>V と C<sub>1</sub>の C<sub>1</sub>は抽出前後の同じ子音)．例えば，[f]単独よりも[fa]の方が推移部のキューなど音響的情報が多く，また音節語として成立し，経験と予測からくる処理能力の向上も期待される (McMurray et al., 2015)．ところが，Jpn は，/\_u/の環境では子音のみの方が識別感度が高くなる (C > CV) (表2 下段)．つまり，fah/hah や fee/he から抽出された[f]，[h]の識別感度は，元の語全体が提示されると上昇する一方で，Fu/who から抽出された[f]，[h]では，単体ではできていた識別が，それが元々含まれていた抽出元の語全体が提示されるとできなくなってしまうと言える．一部のみでできていた識別が，それを含む全体の提示によってできなくなるということは，一般的な予測に反する．これは，音声的に[f]と[h]がある程度識別できていても，/\_u/の提示により/f/と/h/は異音になるこ

表2. “抽出されたCの同定”と“抽出元の語全体の同定”の感度比較 (Jpn)

	C		CV	
	f/h		fah/hah	
Jpn All	4.37	↗	4.57	
Advanced	4.65	↗	4.65	
Intermed H	4.50	↗	4.65	
Intermed L	3.89	↗	4.36	

	C		CV	
	f/h		fee/he	
Jpn All	4.05	↗	4.51	
Advanced	4.42	↗	4.65	
Intermed H	3.64	↗	4.52	
Intermed L	4.31	↗	4.36	

	C		CV	
	f/h		Fu/who	
Jpn All	2.91	↘	2.10	
Advanced	3.89	↘	2.37	
Intermed H	2.67	↘	2.26	
Intermed L	2.31	↘	1.60	

↗ : CよりCVで感度上昇  
↘ : CよりCVで感度低下

とから、異音識別の鈍化が引き起こされている可能性が考えられる。また、これは Boomershine *et al.* (2008) の示した音素と異音の知覚感度の違いと類似するものである。

## 5. 結論と今後

これまで見てきたように、語全体でも、摩擦音部のみでも、母音部のみでも、日本人被験者は他の母音環境と比べて /\_u/ の環境で /f/-/h/ の識別感度が低い (それぞれ 4.1, 4.2, 4.3)。これに加え、/\_u/ の環境で、同じ信号 C<sub>1</sub> の同定感度がその抽出元全体 C<sub>1</sub>V で鈍化すること (C<sub>1</sub> > C<sub>1</sub>V, つまり  $f(u)-h(u) > Fu-who$ ) が見られたことは (4.4)、/f/-/h/ について、より基礎的な音声処理が、より高次の音韻規則の知識によって阻害されていることを示すと考えられる。また、通常 C<sub>1</sub>V は C<sub>1</sub> の知覚を容易にするが、逆に阻害する一例でもある。

別の見方として、日本語話者は摩擦音 /f/-/h/ のみの識別時には音声として聞いていない可能性がある。Werker *et al.* (1985) が、英語話者がセイリッシュ語のある種の子音を言語音声としては同定できないが非言語音声としては同定できることから別モードでの知覚を示唆していることに類似するが、本研究のデザインではそれを検証するに至らない。

また、/\_u/ の環境の提示が /f/-/h/ の異音化と識別鈍化を引き起こすという仮説を検証するには、弁別精度を見る実験、子音部分に母音情報を加算していく実験、また、/\_u/ 環境の擬似提示 (音響ではなく「期待」の提示) によるプライム効果を確認する実験等、別の手法が必要となろう。現在、/f/-/h/ の音響差異の母音環境による変化を分析中だが、この結果とそれに基づいた知覚実験も音響と知覚の関係を探る基礎項目として必須である。

謝辞：本研究の一部は Simon Fraser University, Language and Brain Lab と Department of Linguistics の協力と助成を受けて行われ、また、河合裕美先生にも実験実施にご協力いただきました。ここに感謝します。

## 参考文献

- 竹林滋 (1997) 『英語音声学』東京：研究社。
- 牧野武彦 (2005) 『日本人のための英語音声学レッスン』東京：大修館。
- Best, C., & Tyler, M. (2007) “Nonnative and second-language speech perception,” In O.-S. Bohn & M. Munro (eds.) *Language Experience in Second Language Speech Learning*. Amsterdam: John Benjamins.
- Boomershine, A., Hall, K., Hume, E. & Johnson, K. (2008) “The impact of allophony vs contrast on speech perception,” In B. Avery, E. Dresher & J. Rice (eds) *Phonological Contrast*. N.Y.: Mouton de Gruyter.
- Flege, J. E. (1996) “Second language speech learning: Theory, findings, and problems,” In Strange, W. (ed.), *Speech Perception and Linguistic Experience: Issues in Cross-linguistic Research*. Timonium: York Press.
- Jongman, A., Wayland, R. & Wong, Serena. (2000) “Acoustic characteristics of English fricatives,” *J. of Acoustical Society of America* 108 (3), Pt. 1, 1252-1263.
- Kondo, M., Tsubaki, H. & Sagisaka, Y. (2015) “Segmental variation of Japanese speakers’ English: Analysis of “the North Wind and the Sun” in AESOP Corpus,” *J. of Phonetic Society of Japan* 19 (1), 3-17.
- Lambacher, S., Martens, W., Nelson, B. & Berman, J. (2001) “Identification of English voiceless fricatives by Japanese listeners: The influence of vowel context on sensitivity and response bias,” *Acoustical Science and Technology* 22 (5), 334-343.
- McMurray, B. & Jongman, A. (2011) “What information is necessary for speech categorization? Harnessing variability in the speech signal by integrating cues computed relative to expectations,” *Psychological Review* 118 (2), 219-246.
- McMurray, B. & Jongman, A. (2015) “What comes after /f/? Prediction in speech derives from Data-Explanatory Processes,” *Psychological Science OnlineFirst*, published on Nov. 18, 2015.
- Nogita, A. (2010) “Do Japanese ESL learners’ pronunciation errors come from inability to articulate or misconceptions about target sounds?” *Working Papers of the Ling. Circle of U. of Victoria* 20 (1), 82-116.
- Werker, J. & Logan, J. (1985) “Cross-language evidence for three factors in speech perception,” *Perception & Psychophysics* 37 (1), 35-44.