

## 後続子音の調音方法の日本語話者による英語の母音の同定と弁別への影響

野澤 健 (立命館大学)

t-nozawa@ec.ritsumei.ac.jp

### 1. はじめに

一般に、母語以外の言語の母音の知覚実験を行う場合、前後の子音の影響を最小限にするため/hVt/のような構造が用いられる。また、子音の影響を考慮する場合、先行する子音の調音位置の影響が中心であった(Nozawa & Wayland 2012 など)。

このような現状を踏まえて、母音の音響的特性に大きな影響を与えることは知られていても、それが非母語話者の母音の知覚にどのように影響するかはあまり研究されて来なかった後続子音の調音方法に焦点を当て、母音の知覚へのその影響について述べていく。具体的には、鼻音/n/と接近音/l/の影響である。鼻音は母音の F1 領域に鼻音のフォルマントを起こすため、母音の高さに関する情報が影響を受ける可能性がある。英語の母語話者を対象にした実験では、後続の鼻音により鼻音化する文脈(/bVnd/)で鼻音化した母音の高さの知覚は影響されなかったが、本来鼻音化しない文脈での鼻音化した母音/bVd/は、対応する口腔母音よりも低く知覚されるという報告がある(Krakow et al. 1988)が、アメリカ英語の一部の方言で鼻音の前で/e/-/i/中和する(pen/pin merger)こと(Labov et al. 2005)や音素として鼻母音を持つ言語では鼻母音の音素数は口腔母音の音素数よりも少ないこと(Beddor, 1993)などからも鼻音は母音を不明瞭にすると考えられる。また、アメリカ英語固有の現象として、鼻音の前で/æ/が緊張母音化(tensing)し、[eə]のような響きを持つことが挙げられる。図 1 に同じ話者の発話による pat と pan の波形とスペクトラムを示す。Pan の方が F2 が大きく曲がっているのがわかる。

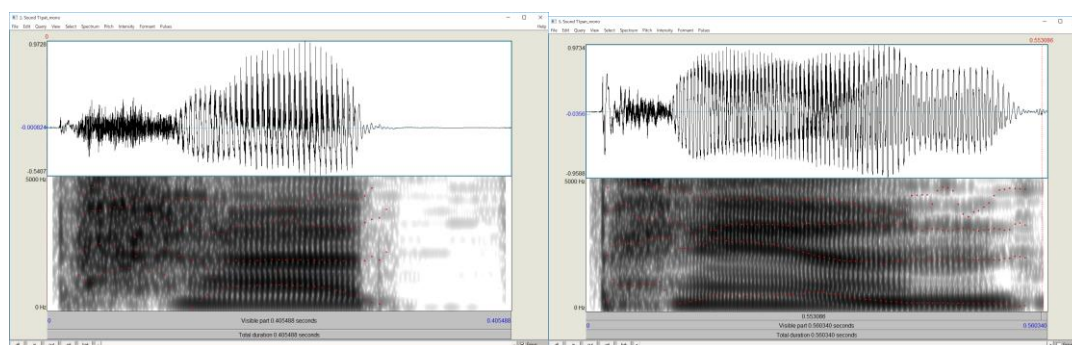


図 1; アメリカ英語母語話者の発話による pat と pan の波形とスペクトログラム

一方、母音に後続する/l/は、先行する母音の F2 を継続的に降下させることが知られている(Olive et al. 1993)。図 2 に同じ話者の発話による Pete と peel の波形とスペクトラムを示す。Peel では、F2 が連続して下降しているのがわかる。

このように/nや/lの前では、母音が閉鎖音の前とは異なる動きを見せるので、非母語話者である日本語話者の英語の母音の同定・弁別に大きな影響を及ぼすのではないかと考えられる。

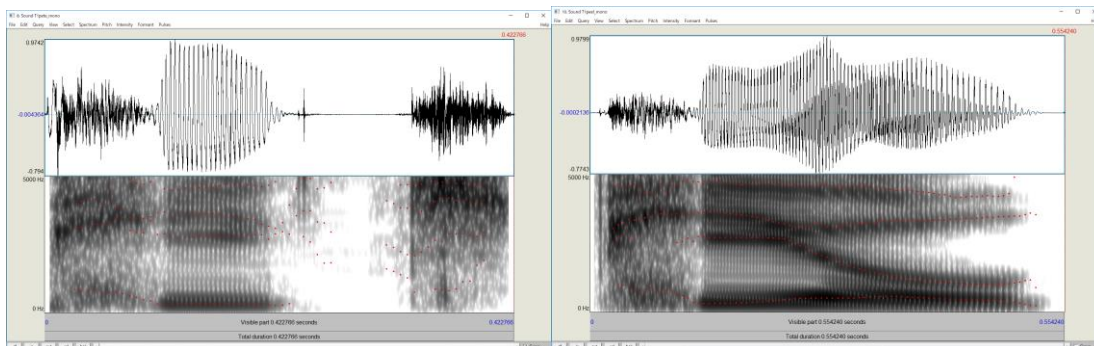


図2：アメリカ英語母語話者の発話による Pete と peel の波形とスペクトログラム

## 2. 実験

### 2.1. 音声刺激

音声刺激は、これまでの実験(Nozawa & Wayland 2012 等)で使用した音声及び同時期に録音した音源を使用した。4人のアメリカ英語の母語話者(女性)の発話をアラバマ州オーバーンでサンプル周波数 44.1KHz で録音した。4人の話者の内訳は、ニューヨーク州出身2名、カリフォルニア州出身1名、ウィスコンシン州出身1名である。これらの話者が /i, ɪ, e, æ, ɑ, ʌ/ の6母音を /hVt/, /pVt/, pVn/, /pVl/の子音環境の中で発したものを音声刺激として使用できるように編集したものを実験に使用した。6母音×4子音環境×4話者=96の音声刺激を使用することとなった。

### 2.2. 実験参加者

実験参加者は、日本の大学に通う日本語話者 33名(34名が参加したが、最後まで参加できなかったもので、33名のデータについて述べる)である。内訳は男性5名、女性28名で、実験参加時の平均年齢は19.4(18-22)才である。英語力を示す指標としての TOEIC (R) の得点は、自己申告で330点から990点で平均628点(5名が受験経験がない)である。英語以外の外国語の学習歴があると回答したものが8名、海外での生活経験があるものが10名、うち1名は海外(マレーシア)生まれであった。全員、聴覚は正常である。

### 2.3. 実験方法

実験参加者は、以下の3つの実験に参加した。実験用の音声はすべてコンピュータで再生され、実験参加者はヘッドフォンを通じて音声を聴いた。

#### 2.3.1 知覚同化実験

実験参加者は、1回の試行に1つの音声刺激を聴き、音声刺激の母音に最も近い日本語の母音を解答用紙の選択肢の中から選び、選んだ日本語の母音としての良し悪しを7段階(1=良くない、7=良)で評価した。選択肢は、/p/で始まる子音環境のものは「パ」、「ピ」のよう

にパ行音のカタカナで表示し、/hVt/についてはハ行音のカタカナで表示した。子音環境ごとに分けて、音声は提示し、実験参加者は/pVt/では/p/で始まり/t/で終わる語を聴くが最後の/t/は無視して、その直前までの音を日本語で表記するとどれが一番近いかを選ぶように指示を受けた。各音声刺激は順番を変え 2 回提示された。こうして、6 母音×4 話者×2 回=48 回の試行が各子音環境ごとに作成された。実験参加者が解答を終えたのを確認して、実験参加者がマウスをクリックして次の試行に移った。ITIは 1,000ms に設定した。

### 2.3.2 同定実験

実験参加者は、1 回の試行に 1 つの音声刺激を聴き、聞こえた音声を表す選択肢にカーソルを動かし、解答した。選択肢は各子音環境の中で 6 母音で、表 1 に示しているように綴り字を用いた。この中には実験参加者には馴染みのない語や実在しない語が含まれるが、実験参加者には語の意味に左右されずに聞こえたと選択肢を選ぶように指示した。実在しない語については、het は head と同じ母音を持つ語で語尾が d ではなく t になったものであるとか、pul は pulse から s の音を除いたもので、pull とは異なるなどの説明を加えた。各音声刺激は、順番を変え 2 回提示された。こうして、6 母音×4 話者×2 回=48 回の試行が各子音環境ごとに作成された。これで各母音の同定能力は 8 つの試行で測定されることとなった(4 話者×2 回)。ITIは、1,000ms に設定した。また、10 秒間解答しないともう一度同じ音声刺激を聴くことが許された。4 つの子音環境の提示順は参加者ごとに変えられた。

表 1: 同定実験に用いた選択肢一覧

	/i/	/ɪ/	/ɛ/	/æ/	/ɑ/	/ʌ/
hVt	heat	hit	het	hat	hot	hut
pvt	Pete	pit	pet	pat	pot	putt
pVn	peen	pin	pen	pan	pon	pun
pVl	peel	pill	pell	pal	pol	pul

### 2.3.3 弁別実験

AXB 方式を採用した。実験参加者は、1 回の試行に 3 つの音声刺激を聴き、2 番目の音声刺激が最初の音声刺激と最後の音声刺激のどちらと同じカテゴリーの母音を含むか、つまり AAB か ABB かを選択することにより解答した。選択肢は 2 つ用意されていて、AAB の場合は First、ABB の場合は Last を選択するように指示された。6 つの母音のペア、/i/-/ɪ/、/ɛ/-/ɪ/、/æ/-/ɛ/、/æ/-/ɑ/、/æ/-/ʌ/が設定された。それぞれの子音環境で各母音のペアの弁別能力は 12 の試行で測定された。例えば/i/-/ɪ/の場合、/i/-/i/-/ɪ/の試行が 3 つ、/i/-/ɪ/-/ɪ/の試行が 3 つ、/ɪ/-/i/-/i/の試行が 3 つ、/ɪ/-/ɪ/-/i/の試行が 3 つの計 12 の試行で弁別能力が測定された。各試行の 3 つの音声刺激はすべて異なる話者の発話によるもので構成された。ISI、ITIともに 1,000ms に設定した。同定実験同様 10 秒間解答しないと同一試行を再度聴くことが許された。4 つの子音環境の提示順は参加者ごとに変えられた。

奇数番号の参加者は、同定実験を先に、偶数番号の参加者は弁別実験を先に行った。

## 2.4. 結果

### 2.4.1 知覚同化実験

各子音環境での 6 母音が日本語のどの母音のカテゴリーの音として分類されたかを表 2 に示す。選択率を見ると、常に同じ日本語の母音のカテゴリーに結びつけられた母音はほとんどない。すべての子音環境において最も多く結びつけられた日本語の母音が同じなのは、/i/、/e/だけである。ただし、/pVn/、/pVI/では/i/が「イ」と結びつけられた率は 50%を下回っていて、/hVt/、/pVt/とは明らかに異なることがみてとれる。/æ/、/a/、/ʌ/はいずれの子音環境においても 50%以上の率で同じ日本語の母音とは結びつけられてはいない。図 1 と 2 で見たフォルマント周波数の変動の影響は/pVn/での/æ/や/pVI/での/a/と/ʌ/などに見られる。

表 2: 知覚同化実験の結果:最も多い回答の選択率( )内の数字は日本語の母音として良し悪しの

判定の平均

	/i/	/ɪ/	/e/	/æ/	/a/	/ʌ/
hVt	ヒ—49.6 (4.8)	ヒ 75.0 (3.9)	へ 60.6 (3.8)	ハ 45.5 (3.3)	ハ 42.4 (3.9)	ハ 39.0 (3.6)
pVt	ピ 53.0 (5.2)	ピ 77.3 (3.8)	ぺ 50.4 (4.0)	パ 31.1 (3.8)	パ 41.3 (4.7)	プ 38.6 (3.9)
pVn	ピ 62.5 (4.5)	ピ 40.5 (3.5)	ぺ 62.5 (4.2)	ペ 33.7 (3.6)	ポ 24.2 (4.5)	パ 47.4 (4.5)
pVI	ピ 37.1 (3.9)	ピ 39.4 (3.5)	ぺ 42.8 (3.1)	ペ 27.7 (3.2)	ポウ 27.7 (4.3)	ポ 34.8 (4.1)

### 2.4.2 同定実験

6 母音の各子音環境での平均正答率を図 3 に示す。4 つの子音環境と 6 母音を被験者内要因にした反復測定分散分析の結果、子音環境の主効果 $[F(3, 96)=47.46, p<.001]$ 、母音の主効果 $[F(5, 160)=40.80, p<.001]$ 、子音環境と母音の交互作用 $[F(15, 480)=11.38, p<.001]$ といずれも有意であった。Bonferroni で調整した多重比較の結果、/e/を除くすべての母音が子音環境の影響を受けていることがわかった。/i/と/æ/は共に/pVn/、/pVI/での正答率は/hVt/、/pVt/よりも有意に低かった( $p<.001$ )。/ɪ/についても同様であったが、更に/pVn/では/pVI/よりも有意に正答率が低かった( $p=.024$ )。/a/は、逆に/hVt/の方が/pVt/、/pVn/よりも有意に正答率が低かった(それぞれ  $p=.032$ 、 $p=.039$ )。また、/ʌ/は、/pVt/の方が他の 3 つの子音環境に比べて有意に正答率が高かった

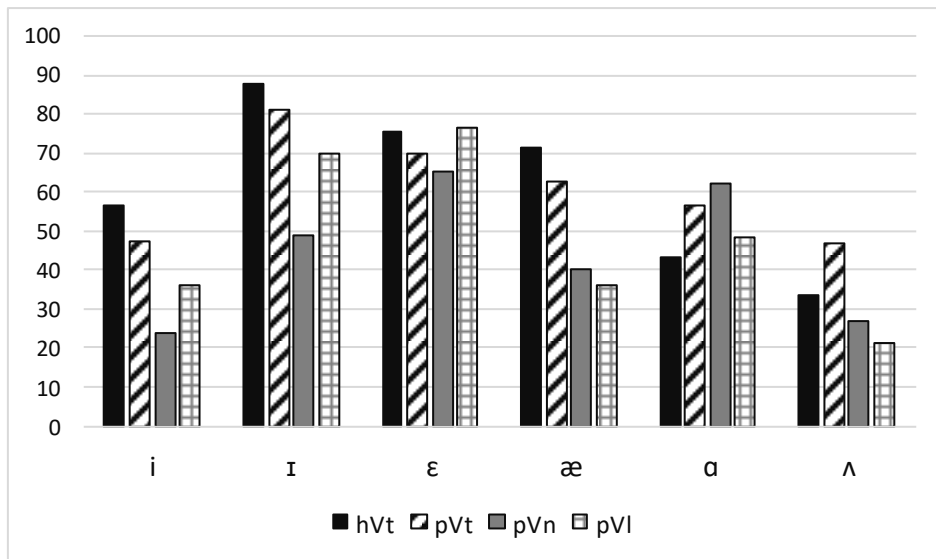


図 3: 同定実験の正答率(%)

#### 2.4.2 弁別実験

6 母音の各子音環境での平均正答率を図 4 に示す。

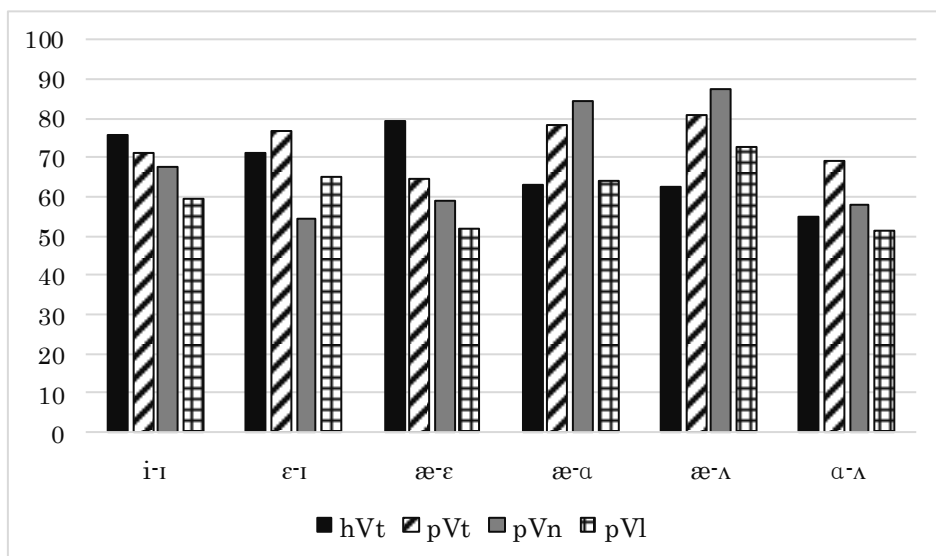


図 4: 弁別実験の正答率(%)

同定実験同様、4 つの子音環境と 6 つの母音のペアを被験者内要因にした反復測定分散分析を行った。その結果、子音環境の主効果 $[F(3, 96)=13.46, p<.001]$ 、母音のペアの主効果 $[F(5, 160)=21.63, p<.001]$ 、子音環境母音のペアの交互作用 $[F(15, 480)=12.96, p<.001]$ のいずれも有意であった。全体を通して、/pVt/での正答率が他の 3 つの子音環境に比べて  $p<.05$  の水準で高く、逆に/pVl/での正答率は他の 3 つの子音環境よりも  $p<.05$  の水準で低かった。Bonferroni で調整した多重比較の結果、以下に示すように全ての母音のペアの正答率に少なくとも

$p < .05$  の水準で有意差があった。

表 3: 弁別実験の多重比較の結果

/i/-/ɪ/	/ɛ/-/ɪ/	/æ/-/ɛ/	/æ/-/ɑ/	/æ/-/ʌ/	/ɑ/-/ʌ/
pVl < hVt, pVt	pVt > pVn, pVl hVt > pVn	hVt > 他全 pVt > pVl	hVt < pVt, pVn pVl < pVt, pVn	hVt < pVt, pVn pVl < pVn	pVt > 他全

### 3. 結論

以上見てきたように、母音に後続する/n/と/l/は日本語母語話者の英語の母音の知覚に大きく影響することがわかった。3つの実験結果がどのように関連しているかは、表や図を見ただけではわかり辛い。例えば/æ/は、冒頭で述べたように鼻音の前では前寄り・高めの位置に移動する。この影響が表2にも表れている。/æ/は一般に「ア」に近い母音とされているが、鼻音の前では「エ」に近い母音に聞こえるため、同定実験での正答率は低くなる。/æ/が/ɛ/に近づくため、弁別実験での/æ/-/ɛ/の正答率は下がり、逆に/ɑ/や/ʌ/とは離れるため、/æ/-/ɑ/と/æ/-/ʌ/の正答率は高くなる。音節末の/l/には音響的には母音との分節化が難しいが、実験参加者がどこまでを母音として、どこからを/l/として知覚したのかという問題が残る。

4人の話者の発話を音声刺激として使用したが、4人の音声刺激に対して同じ反応を示した訳ではない。知覚の実態を解明するには個々の音声刺激に対する回答を分析する必要がある。今回は日本語の母語話者であること以外に特に条件を設けずに参加者を募り、実験結果に大きな個人差が生じた。個々の実験参加者ごとに実験結果の関連を精査する必要がある。本研究は、科学研究費補助金 C(16K02650)の補助を受けたものである。

### 参考文献

- Beddor, P. S. (1993) The Perception of Nasal Vowels, In Huffman, M.K. & Krakow, R. A. (eds.) *Nasals, Nasalization, and the Velum (Phonetics and Phonology Volume 5)* pp. 171-196. Academic Press.
- Krakow, R. A., Beddor, P. S., Goldstein, L. M. & Fowler, C. A. (1988) Coarticulatory Influence on the Perceived Height of Nasal Vowels, *Journal of the Acoustical Society of America* 83, 1146-1158.
- Labov, W., Ash, S. & Boberg, C. (2005) *Atlas of North American English: Phonetics, Phonology & Sound Change*. Mouton de Gruyter.
- Nozawa, T. & Wayland, R. (2012) Effects of Consonantal Contexts on the Discrimination and Identification of American English Vowels by Native Speakers of Japanese, *Journal of the Japan Society of Speech Sciences* 13, 19-39.
- Olive, J. P., Greenwood, A., & Coleman, J. (1993) *Acoustics of American English Speech*. New York: Springer-Verlag.