

令和 6 年 6 月 3 日現在

機関番号：12604

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2023

課題番号：18K00601

研究課題名（和文）日本語の母音無声化における心内処理に関する基礎的研究

研究課題名（英文）An experimental study of mental processing of Japanese vowel devoicing.

研究代表者

吉田 夏也（Yoshida, Natsuya）

東京学芸大学・教育学部・研究員

研究者番号：60316320

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：無声化が生じにくい音声環境で無声化が起きている刺激を作成し、語彙性判断実験をおこなって反応速度を計測したところ、通常の音声に対する反応時間と有意な差が見られなかった。この結果からは、無声化母音が心内辞書には記載されずに音声処理過程の後段階で発生している可能性が示唆された。さらに、視線計測装置を利用して実験中の被験者の視線軌跡を分析した。その結果、上述の刺激では、時間の経過とともに目標画像に視線が集中する傾向が見られた。通常音声に対する話者の視線軌跡も同様の傾向を示すことから、無声化母音が心内辞書に記載されていないことが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

無声化母音が生起するメカニズムに関して、基本的な問題である言語処理のどの段階で生起しているのかという問いに対して、これまで一致した見解が受け入れられているとは言いがたかった。処理の初期段階である心内辞書に無声化母音に記載されているのか、それとも辞書には記載がなく処理の後段階である発声機構をコントロールする段階で受動的に生起しているのかという基本的な問題すら明らかになっていなかった。本研究によって、無声化母音は心内辞書に記載があるとは言えない結果が得られたことで、この現象をどのレベルであつかうべきかという未知の基本的問題の解決に貢献したと考える。

研究成果の概要（英文）：In Tokyo Japanese, high vowels can be devoiced typically between voiceless consonants. Traditionally, devoiced vowels are treated as allophones of corresponding vowels in which the devoicing process is a result of phonetic implementation. An opposing view is that devoicing is lexically specified since there are cases of interactions between devoicing and compounding that can be naturally accounted for by lexical phonology. To investigate this issue, this study conducted an eye-tracking experiment. Edited mismatch stimuli where devoiced before a voiced consonant (M2) were auditorily presented with pictures of the target word, a competing word, and a distractor presented visually. This design is based on a prediction that M2 invoke confusion in the recognition process if devoicing is specified lexically. Results showed that M2 stimuli showed a similar pattern of fixation rates to natural stimuli. This can be interpreted as partial support for the traditional view of devoicing as above.

研究分野：音声学

キーワード：無声化 心内処理 視線計測

1. 研究開始当初の背景

日本語の母音のうち「イ」と「ウ」に関しては、他の母音とは異なり、声帯を振動させずに発音する、いわゆる無声化という現象が見られることは広く知られている。どのような条件で無声化が生じやすいかという記述的研究においては、これまで見解の相違がほとんど見られない。それに対して、無声化の生起するメカニズムに関しては、一致した見解が見られない。たとえば、日本語の母音無声化は、心内処理（脳内でおこなわれていると考えられる処理）において、文法や意味のような高次レベルの統御は受けないとする見解がある。この考えにしたがえば、無声化母音は心内辞書には記載されていないと考えられる。心内辞書には、音韻情報、文字情報、形態情報、統語情報、意味情報などが含まれており、これらが言語の理解や産出に深く関わっていると考えられているからである。

一方、無声化母音が心内辞書に記載されているという見解もみられる。たとえば Ogasawara <引用文献> は、無声化を起こす、起こさない、無声化する環境、無声化しない環境という条件を組み合わせた刺激を作成して、これを聴取させたのちシャドーイングを行わせるという実験をおこなった。実験の結果、無声化しない環境に無声化母音があるときのみ反応速度が有意に遅いが、無声化する環境では母音が無声であっても有声であっても、反応速度に差がないと報告している。Ogasawara は、この結果から無声化する環境には、有声母音とならんで無声化母音も心内辞書に記載されていると結論付けている。この研究は、無声化と心内辞書の関係を追求めたもので、興味深いものであるが、Ogasawara の実験結果を見ると、刺激が有声音であっても、無声化環境ではほとんどのシャドーイング音声が無声化を起こしていた。これは刺激と発話とのあいだに相関がないということを示しており、必ずしも無声化母音が心内辞書に記載されていると解釈する必要がないことを意味する。また、非無声化環境に無声化母音を配置することは、音節構造を大きく変化させるので、日本語話者にとっては発音が困難で、この結果、反応速度が遅くなった可能性もあり、これも必ずしも心内辞書との関連があるとは断定できない。本研究では、このような先行研究の結果を参考に、聴取に重点を置いた実験をおこない、新しい知見を得ることを目的としている。

2. 研究の目的

無声化母音が心内辞書に記載されているならば、実在語と人工語がともに無声化母音を持っている場合、単語の知覚に関して、何らかの違いが生じるはずである。なぜなら、人工語は心内辞書に記載されていないので、無声化母音や非無声化母音の処理過程が実在語とは異なると推測できるからである。また、非文字情報（絵など）を提示して実験をおこなった場合にも、文字を提示した時とは、反応が変化する可能性がある。この場合には、文字情報ではなく意味情報から心内辞書にアクセスするからである。これらの実験を通して、無声化母音が心内辞書に記載されているかという問題を明らかにすることを目的としている。

3. 研究の方法

(1): 語彙性判断実験 1

無声化した母音と通常の有声母音が弁別されていることを予備実験によって確認したのち、語彙性判断実験をおこなった。この実験では、以下のような無声化に関してミスマッチ（稀にしか生じない音声的変種）を起こした単語を作成したものを刺激として使用した。M1：無声子音に挟まれた狭母音が無声化していない場合、M2：有声子音に隣接する狭母音が無声化を起こしている場合、の2種類である。このミスマッチ音声を含む単語と自然に発話された単語の2種類の音声を被験者に提示して、語彙の判断を求めるという語彙性判断実験をおこなって、ミスマッチ刺激と自然な刺激で反応速度と正答率に違いが生じるかを観測した。なお、提示する単語の長さ、なじみ度（familiarity）に影響を受けるので、実験に使用する単語はこれらの点を考慮した。実験時間は1名あたり30分程度であった。

図1：語彙性判断実験 1

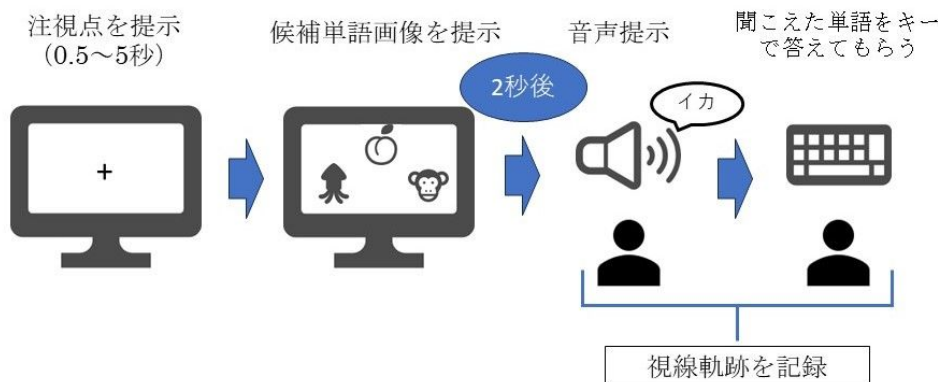


(2): 語彙性判断実験 2 (視線動態計測)

実験1では候補単語を画面上に文字で提示していたが、実験2では画像で提示した。実験2で

使用した単語は、実験 1 と同様に 2 種類のみスマッチを起こしている音声を作成した。ただし、この実験では画像から単語を想起させるために、心象性（具象性：思い浮かべやすさ）がペア間で同程度に高い単語を選択した。結果として、実験 1 と 2 では、単語セットが異なっている。また、実験 2 では音声を提示した瞬間からキーを押した瞬間まで被験者が画面上のどこを見ていたかを視線計測装置を使用して記録した。実験時間は 1 名あたり 30 分程度であった。

図 2：語彙性判断実験 2（視線動態計測）



4. 研究成果

(1)：語彙性判断実験 1 の結果

もし、無声化母音が心内辞書に記載されているなら、実在語の M1 と M2 刺激の反応速度は、通常音声のそれより遅くなると予想できる。なぜなら、聴取した音声于心内辞書の記載とは異なるので、処理に負担がかかると考えられるからである。一方、人工語の M1、M2 刺激の反応速度は、通常音声のそれと同程度になると予想できる。この場合は、ミスマッチ音声も通常音声も心内辞書に記載がないからである。

実験の結果、M1 刺激に対する反応速度は、通常音声より有意に遅くなっていたが、この傾向は実在語にも人工語にも同様に生じており、違いが見られなかった。一方、M2 刺激に対する反応速度は、実在語では通常音声と差がなく、人工語では M2 のほうが有意に早いという結果が得られた。いずれの刺激の結果においても、実在語と人工語のあいだで反応速度に統計的に有意な差は見られなかった。

この結果からは、無声化母音は心内辞書には記載がないものと考えられる。また、M1 と M2 で反応に違いがあるという新しい知見を得ることができた。

この実験結果を“Vowel devoicing in Tokyo Japanese: Its lexical status”というタイトルで、2019 年にオーストラリアで開催された第 19 回 ICPHS（国際音声科学会議）において発表した。

(2)：語彙性判断実験 2 の結果

実験 1 と同様の刺激に対して、視線軌跡を記録して分析した（以下、本分析を「視線動態」と呼ぶ）。なお、本実験では画像を使用しているため、人工語は使用しなかった。

無声化母音が心内辞書に記載されていると仮定すると、例えば「好き」が「杉」を選択する場合には、[sy]を聞いた時点で「好き」であり、[su]を聞けば「杉」と同定できることになる。しかし、ミスマッチ刺激はその同定のプロセスを裏切り、[suk]と聞いた時点で「好き」に、[syg]と聞いた時点で「杉」に切り替えることになり、どちらのミスマッチの種類でも処理に負担がかかると考えられる。したがって、視線動態は、通常音声とミスマッチ刺激（M1 および M2）の間で異なるパターンを取ると予想できる（図 3）。

一方、心内辞書に記載がないとすると、有声母音の変種として無声化母音も内包しているから、いずれの音声に対しても視線動態は、よく似た反応パターンを見せると考えられる。もしくは、語彙性判断実験 1 の結果とあわせて考えると、M1 だけ他の音声とは異なる視線動態が観察される可能性も考えられる（図 4）。

図 3

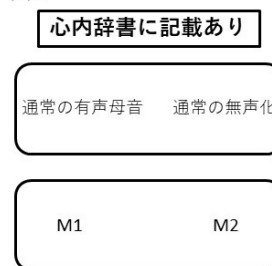
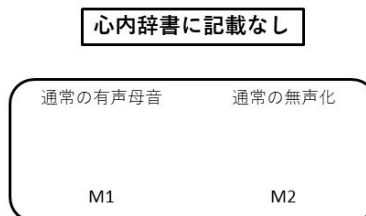


図 4



視線動態の観察結果は、各音声刺激の第1モーラ終了時点をもとに、長さが100ミリ秒の時間窓内でどの画像を注視しているか時間比であらわした。以下では、この時間比を「視線占有率」と呼ぶことにする。図5と図6のグラフでは、横軸が、7つの時間窓をあらわし、縦軸が2つの画像に対する視線占有率をあらわしている。

結果を見ると、通常音声では、第1モーラ終了時から300-400ミリ秒経過後（ウィンドウ4：図5のグラフ内では左から4つ目の点）は、目標画像（音声と一致する画像：グラフ内では“TARGET”で示されている）と競合画像（音声と一致しない画像：グラフ内では“COMPETITOR”で示されている）の視線占有率に大きな違いはなく、ウィンドウ5以降に目標画像の視線占有率が大きく上昇する傾向が見られた。同じ傾向はミスマッチ刺激のうちM2刺激にも観測できた。通常音声とミスマッチ刺激で視線動態に違いが見られなかったことと後述のようにM1とM2で視線動態に違いがあったことから、無声化母音が心内辞書に記載されている可能性は低いと考えられる。

一方、M1刺激では時間が経過しても目標画像と競合画像の視線占有率の差は小さく、ウィンドウ7（グラフ内では最も右の点）になって初めて目標画像の占有率が有意に高くなっていった（図6）。このようにM1とM2の結果には非対称性が見られた。これは、自然発話中でもM1に相当する非無声化は、M2に相当する無声化よりも頻度が低いという報告〈引用文献②〉とよく一致する。

この結果を「母音無声化におけるミスマッチ刺激の非対称性：視線計測を利用して」という題目で、2023年に開催された第37回日本音声学学会全国大会で発表した。

二つの実験結果からは、文字刺激を使用した場合でも画像刺激の場合でも無声化母音が心内辞書に記載されている可能性は低いことが明らかになった。

図5

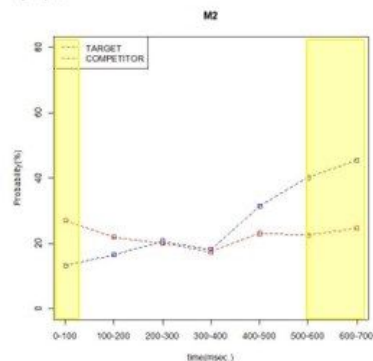
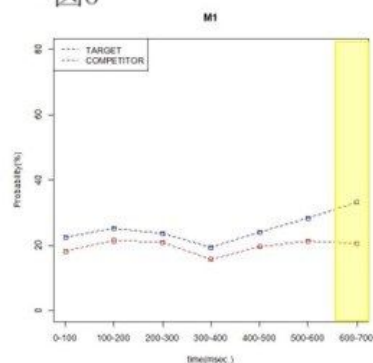


図6



< 引用文献 >

Ogasawara, Naomi 2013 Lexical representation of Japanese vowel devoicing. *Language and Speech* 56(1), 5-22

② Maekawa, K. and H. Kikuchi, 2005 Corpus-based analysis of vowel devoicing in spontaneous Japanese: An interim report. in J. Van de Weijer, K. Nanjo and T. Nishihara (eds.) *Voicing in Japanese* (De Gruyter, New York), 205–228.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Natsuya Yoshida, Mafuyu Kitahara and Ayako S. Shirose	4. 巻 --
2. 論文標題 Vowel devoicing in Tokyo Japanese: Its lexical status.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 19th International Congress of Phonetic Sciences, Melbourne, Australia 2019	6. 最初と最後の頁 2796-2800
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Natsuya Yoshida, Mafuyu Kitahara, Ayako S. Shirose
2. 発表標題 Vowel devoicing in Tokyo Japanese: Its lexical status
3. 学会等名 International congress of phonetic sciences (ICPhS) 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉田夏也・北原真冬・白勢彩子
2. 発表標題 無声化母音の知覚に関する実験
3. 学会等名 日本音声学会第338回例会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 吉田夏也・北原真冬・白勢彩子
2. 発表標題 母音無声化におけるミスマッチ刺激の非対称性：視線計測を利用して
3. 学会等名 第37回日本音声学会全国大会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	北原 真冬 (Kitahara Mafuyu) (00343301)	上智大学・外国語学部・教授 (32621)	
研究 分担者	白勢 彩子 (Shirose Ayako) (00391988)	東京学芸大学・教育学部・教授 (12604)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------