

聴覚呈示された同音異義語の処理過程 —音韻から形態へのフィードバックは生じるのか— Feedback Activation from Phonology to Orthography in Processing of Auditorily Presented Homophones

水野 りか, 松井 孝雄
Rika Mizuno, Takao Matsui

中部大学
Chubu University
mizunor@isc.chubu.ac.jp

Abstract

Feedback activation from phonology to orthography occurs in processing of visually presented homophones. The aim of this study was to examine whether such feedback activation also occurs for auditorily presented homophones. If feedback activation does not occur, lexical decision time to homophones would be shorter in proportion to their phonological familiarity as compared to nonhomophones. If it does occur, lexical decision time to homophones would be shorter in proportion to their phonological familiarity as above, but it would be longer than that of nonhomophones because the activation of the orthographic representation of their multiple mates would consume processing capacity. The experimental results supported the latter, indicating that feedback activation from phonology to orthography occurs even in processing of auditorily presented homophones.

Keywords — homophones, auditory presentation, feedback activation

1. 問題と目的

視覚呈示された同音異義語の語彙判断課題は、単語の語彙アクセス過程での音韻的符号化の様子や音韻情報の関与の程度を調べるのによく用いられてきた (Yates, 2013)。英語では、同音異義語の出現頻度が同じ音韻の仲間 (mate) より低い時に同音異義語の語彙判断時間が非同音異義語より長くなる、いわゆる同音異義語効果 (homophone effects) が生じることがいくつかの研究で確認されてきた (e.g., Rubenstein, Lewis, & Rubenstein, 1971)。Rubenstein et al. (1971) は、この現象は同音異義語の音韻情報が出現頻度順に仲間の形態情報を活性化すると仮定すれば説明できるとした。そして最近では Pexman, Lupker, & Jared (2001) が、

同音異義語効果は PDP モデル (Seidenberg & McClelland, 1989) で仮定されているような音韻から形態へのフィードバックが生じ、その結果、出現頻度の高い仲間の形態情報の活性度が高くなるという考え方で説明すべきと主張した。

一方、日本語の同音異義語の場合は、英語と同様同音異義語効果が認められるとする知見や (川上, 2006; Tamaoka, 2007)、仲間の少ない同音異義語では同音異義語効果が認められるが仲間が多い同音異義語の語彙判断時間は非同音異義語よりむしろ短くなるという知見が得られていた (Hino, Kusunose, Lupker, & Jared, 2013)。前者でも仲間の多い同音異義語が刺激であったことから、結果は一貫していなかったことになる。

水野・松井 (2016a) は、日本語の仲間の多い同音異義語の語彙判断時間が非同音異義語より時には長く、時には短くなったのは、同音異義語の音韻的親近性が影響したためではないかと考えた。英語の同音異義語はほとんどの場合仲間が 1 つで、多くても 2 個、まれに 3 個のものがある程度である (Reed, 2012)。しかし日本語の同音異義語の仲間は 3 つ以上の場合が多く、10 個以上ある場合も少なくなく、「こうしょう」に至っては 47 個もある (松村, 2014)。仲間の数が多ければ、その音韻に接する頻度も多くなり、音韻の親近性が高くなる (Ziegler, Tan, Perry, & Montant, 2000)。仲間の数に大きなばらつきがあれば必然的に音韻的親近性の変動も大きくなるため、それが仲間の多い同音異義語の語彙判断時間の変動を大きくした可能性は否めない。そこで水野・松井(2016a)は、仲間の

数の多い同音異義語と少ない同音異義語の総出現頻度を統制して実験を行い、仲間の多い同音異義語でも同音異義語効果が認められ、その大きさはむしろ仲間の少ない同音異義語よりも大きいことを見出した。次に水野・松井 (2016b) は、仲間の数の多い同音異義語で、音韻的親近性が高い条件と低い条件を設定して語彙判断時間を測定・比較し、音韻的親近性が低い場合は同音異義語効果が認められるが、高い場合には語彙判断時間が短くなり非同音異義語との差がなくなることを確認した。そして、日本語の同音異義語の処理でも音韻から形態へのフィードバックによって複数の形態情報が活性化されて同音異義語効果が生じるが、音韻的親近性が高い場合は語彙判断時間が短くなり同音異義語効果が顕在化しない場合があると結論した。

では、形態情報が呈示されない場合つまり同音異義語が聴覚呈示された場合にも、視覚呈示された場合と同じように、音韻から形態へのフィードバック（以下、音-形フィードバック）は生じるのだろうか。聴覚呈示された単語処理の代表的なモデルの1つは、ニューラルネットワークモデルのTRACEモデルである (McClelland & Elman, 1986)。このモデルでは、入力された単語の音韻情報はそれと類似した音韻情報を持ついくつかの候補の表象を活性化するが、様々な情報をもとに活性度は競合・抑制を経て収斂され、最終的にもっとも活性度の高い候補が同定されると仮定されている。したがって、Pexman et al. (2001) のPDPモデルの考え方もTRACEモデルも、基本的な考え方は極めて類似していると言える。ただし、TRACEモデルはあくまでも聴覚的認知のモデルであるため、文脈の影響については明記されているが、Pexman et al. (2001) が提案したような音-形フィードバックについては特に触れられていない。ただし、Ziegler, Petrova, & Ferrand (2008) は音と綴りの一貫性をフィードバック一貫性 (feedback consistency) と呼び、一貫性のない場合に比べてある場合の方が聴覚呈示による語彙判断時間が短くなったことから音-形フィードバックの存在を示唆し

ており、生起する可能性は十分考えられる。

そこで本研究では、音韻的親近性の高い同音異義語と低い同音異義語の同音異義語効果を聴覚呈示実験で測定し、音-形フィードバックが生起するのか否かを検討する。

もしも聴覚呈示では音-形フィードバックが生じないならば、同音異義語の仲間の形態情報は活性化されないため、同音異義語効果は生じないと考えられる。そして、聴覚呈示では形態の手がかりがないので入力語は同定できないが、語彙判断を行うだけなら同定は不要で単語か否かを判断すればすむので、単語らしさを反映する音韻的親近性が高い同音異義語の語彙判断時間は低い同音異義語よりも短くなると予想される。また、音韻的親近性を反映する総出現頻度は刺激語自体の出現頻度を揃えるため必然的に仲間のない非同音異義語の方が同音異義語より低くなることから、非同音異義語の語彙判断時間の方が同音異義語よりも長くなると予想される。

一方、聴覚呈示でも音-形フィードバックが生じるならば、同音異義語の場合は仲間の形態情報が活性化されて呈示された同音異義語自体の活性度が単語と判断するための閾値に達するのが遅れるため、音韻的親近性の高低にかかわらず同音異義語効果が生じると予想される。ただし音韻的親近性が高いほど語彙判断は迅速に行われるため、同音異義語効果は音韻的親近性が低い場合の方が顕著になると予想される。

2. 方法

2.1 参加者

日本語を母語とする大学生22名（女性11名、男性11名）。

2.2 実験計画

分析は、水野・松井 (2016b) の視覚呈示実験のデータを併せて、呈示方法（視覚・聴覚）と音韻的親近性（高・低・非同音異義語：統制）の2要因混合計画とした。

2.3 刺激

選定は刺激語を視覚呈示した水野・松井 (2016b)

Table 1
Means and SDs of attributive values of the stimuli in each condition

	Nonhomophone		Homophone				Nonword	
	M	SD	Low PF*		High PF		M	SD
			M	SD	M	SD		
Total F.			11,481.75	14,532.46	43,946.75	26,163.33		
Total CL of Frequency			3.80	0.49	4.57	0.26		
F	4,997.25	7,095.65	5,159.50	6,587.58	4,986.00	4,030.17		
CL of Frequency	3.44	0.45	3.44	0.49	3.56	0.35		
Number of Mates			8.59	5.06	11.32	7.32		
Familiarity	5.76	0.25	5.54	0.30	5.66	0.30		
Number of Moras	3.40	0.49	3.60	0.58	3.55	0.59		
Neighborhood Size	138.70	80.27	125.90	78.74	120.05	66.22	120.97	69.52
Character Frequency	543,287.05	496,061.87	600,811.50	479,120.23	489,715.75	360,558.54	535,859.28	373,432.51
CL of Character Frequency	5.62	0.30	5.55	0.38	5.64	0.38	5.61	0.33
Stroke Count	21.95	4.94	22.40	5.56	20.10	5.32	21.37	5.15

Note. PF stands for phonological familiarity, and CL for common logarithm.

で行ったため、その際の留意点を記す。刺激語の出現頻度は天野・近藤 (2003b) で調べるものとした。水野・松井 (2015b) は、天野・近藤 (2003b) の2文字の漢字の出現頻度の範囲が1から32,000強と非常に幅広いことに着目した。そして、このように大きなばらつきがある場合、例えば、出現頻度10と出現頻度1,000には比較的大きな違いがあるが出現頻度10,000と出現頻度11,000にはさほど大きな違いはないと感じるように、頻度が低い場合よりも高い場合の方が心理的ないしは実質的な差が小さいと考えた。そして、物理量と心理量の違いに関する Fechner (1860) の法則に則り、出現頻度の常用対数値を求め、心理的な差を線形に増大させるべきだと考えた。そして、出現頻度効果、すなわち、出現頻度が高いほど語彙判断時間が短くなる効果を、出現頻度と出現頻度の対数値で比較し、対数値の方が出現頻度効果をより明確に把握できることを明らかにし、対数値をとることの妥当性を示した。よって、刺激の出現頻度関連の差の検定はすべて、常用対数値で行うものとした。

水野・松井 (2016b) の刺激は2文字の漢字表記語で、仲間の多い同音異義語で音韻的親近性の低い低条件の20語と音韻的親近性の高い高条件の20語を選定し（例えば、「競技」は出現頻度9,831で仲間の数は5だが総出現頻度は79,352と高く、「解説」は出現頻度は「競技」とほぼ同じ9,794

で仲間の数も5と同じだが総出現頻度は18,890と「競技」よりもかなり低い）、総出現頻度に有意差があることを確認した。非同音異義語は20語、非単語は60語とした。総出現頻度と同音異義語数は大辞林第三版 (松村, 2014) でアクセントが同じであることが確認されたものから求め、非単語には日本語母語者の語彙判断時間に影響することが確認されている転置非単語（前後の文字を入れ替えることで単語となる非単語） (Mizuno & Matsui, 2013) が含まれないよう留意するとともに単語3条件に用いられている漢字は使用しないようにした。同音異義語2条件の同音異義語数、単語3条件の刺激の出現頻度 (天野・近藤, 2003b)、親密度、モーラ数 (以上、天野・近藤, 2003a) と、非単語を含めた4条件の形態的隣接語数 (川上, 1997)、文字の出現頻度 (天野・近藤, 2003b)、画数 (天野・近藤, 2003a) の平均には差がないことを確認した。

本実験では、以上の計120語を Globalvoice-English3 Professional (Hoya サービス(株)) で音声ファイル化した。その上で、SoundEngine ver. 5.0 (Coderium (株)) で500msの長さに揃え、使用した。漢字表記の場合の非単語条件を含めた4条件の刺激語の各種属性値をTable 1に示す。

2.4 装置

PC (Fujitsu, FMV Esprimo D583/H), 21 inch 液晶

ワイドモニター (IO-DATA, LCD-MF223EWR), 及び, ヘッドホン (Sony, MDR-XB500) を用いた。実験制御は Super Lab 4.5 (Cedrus Co.) で行い, 反応は反応ボックス (Cedrus Co., RB-730) で取得した。反応ボックスの右端のボタンに「単語」, 左端のボタンに「非単語」のラベルを貼った。

2.5 手続き

個別実験で, 利き手で「単語」ボタンが押せるよう左利きの参加者の時は反応ボックスを 180 度回転させた。参加者はヘッドホンをつけ, 20 試行の練習の後, 120 試行の本試行を行った。試行の呈示順は被験者ごとにランダムにした。参加者には聞こえた刺激が単語か非単語かをできるだけ早く正確に判断して該当ボタンを押すよう教示した。各試行では 1,000 ms のインターバルの後, 画面中央にアスタリスクが 500 ms 呈示され, その後マイクのマークが視覚呈示されると同時に刺激が聴覚呈示された。反応が正解ならピンポン, 誤りならブーというフィードバックが 500 ms 呈示された後, マイクのマークは消え, 次の試行に進んだ。

3. 結果

平均から±2.5SD 以上離れたデータ (1.02%) は分析の対象から除外した。Figure 1 には, 各条件の正答の語彙判断時間と SD を水野・松井 (2016b)

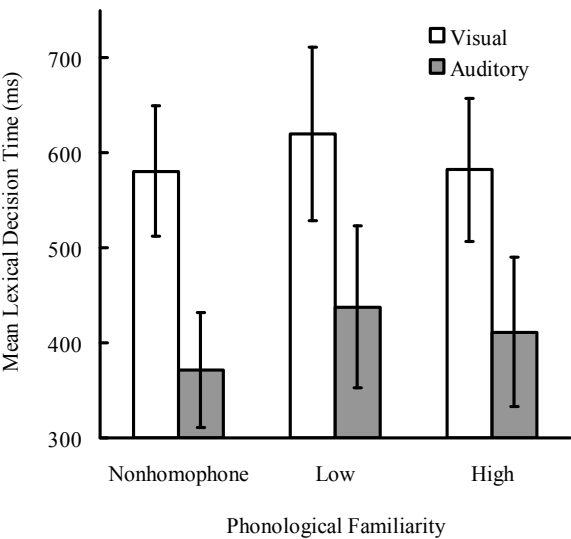


Figure 1. Means and SDs of lexical decision time in visual (Mizuno & Matsui, 2016b) and auditory presentation in each condition.

Table 2
Means and SDs of error rates (%) in visual (Mizuno & Matsui, 2016b) and auditory presentation in each condition.

	Nonhomophone		Low PF*		High PF	
	M	SD	M	SD	M	SD
Visual	5.96	5.71	7.55	5.14	6.17	6.21
Auditory	6.59	6.97	13.41	7.60	16.82	7.62

Note. PF stands for phonological familiarity

の視覚呈示のデータと併せて示した。なお, 水野・松井 (2016b) で参加者分析と項目分析結果が一致していたため, ここでは項目分析は割愛した。

語彙判断時間について, 呈示方法を参加者間, 音韻的親近性を参加者内とする混合 2 要因分散分析を行った結果, 呈示方法の主効果 ($F(1, 67) = 91.27, p < .0001, \eta_p^2 = .58$), 音韻的親近性の主効果 ($F(2, 134) = 56.58, p < .0001, \eta_p^2 = .46$), 及び, 交互作用が有意だった ($F(2, 134) = 7.80, p = .0006, \eta_p^2 = .10$)。音韻的親近性の単純主効果は, 視覚呈示でも ($F(2, 134) = 19.57, p < .0001$), 聴覚呈示でも ($F(2, 134) = 44.91, p < .0001$) 有意だった。下位検定の結果, 視覚呈示では低条件と高条件, 低条件と非同音異義語条件に有意差があり ($p < .01, HSD = 20.97$), 低条件の語彙判断時間だけが他の 2 条件より長かったが, 聴覚呈示では 3 条件すべての間に有意差があり ($p < .01$), 低条件と高条件の語彙判断時間がなし条件より長く, 低条件の語彙判断時間が高条件よりも長かった。なお, 視覚呈示と聴覚呈示では刺激呈示と測定のタイミングが異なるため, 語彙判断時間については呈示方法の単純主効果の分析は行わなかった。

誤答率は Table 2 に示す通りで, 角変換の後, 上と同様の混合 2 要因分散分析を行った結果, 呈示方法の主効果 ($F(1, 67) = 16.46, p = .0001, \eta_p^2 = .20$), 音韻的親近性の主効果 ($F(2, 134) = 13.75, p < .0001, \eta_p^2 = .17$), 及び, 交互作用が有意だった ($F(2, 134) = 8.90, p = .0002, \eta_p^2 = .12$)。条件の単純主効果は視覚呈示では有意でなく ($F(2, 134) = 2.07, p = .13$), 聴覚呈示では有意で ($F(2, 134) = 20.58, p < .0001$), 下位検定では低条件と高条件の誤答率が非同音異義語条件よりも有意に高く (p

< .01, $HSD = 5.60$), 低条件と高条件の誤答率には有意差はなかった。呈示方法の単純主効果は、音韻的親近性の低条件と ($F(1, 201) = 6.54, p = .01$) 高条件で有意で ($F(1, 201) = 31.20, p < .0001$), とともに聴覚呈示の方が視覚呈示よりも高かったが、非同音異義語条件では有意でなかった ($F(1, 201) = 0.17, p = .68$)。

4. 考察

視覚呈示の場合は (水野・松井, 2016b) 音韻的親近性が低い場合のみ同音異義語効果が認められ、音韻的親近性の高い同音異義語の語彙判断時間は非同音異義語と変わらなかった。このことは、視覚呈示では同音異義語の音韻情報が複数の仲間の形態情報を活性化したが、呈示された同音異義語自体の形態情報で最終的に意味的収斂が生じ、音韻的親近性が高い場合には同音異義語でも迅速な語彙判断が行われたことを示唆している。一方、聴覚呈示では、音韻的親近性が高い場合の語彙判断時間は音韻的親近性が低い場合より短かったものの、いずれの場合も同音異義語効果が認められた。このことは、聴覚呈示でも音-形フィードバックが生じたことを示している。そして、視覚呈示とは異なり音韻的親近性が高い場合にも同音異義語効果が認められたのは、聴覚呈示では形態情報がなく意味的収斂が生じないため、音韻的親近性が高くても同音異義語の語彙判断時間が非同音異義語と同じになるほど短縮はしなかったためだと考えられる。

誤答率については、視覚呈示では 3 条件に差がなかったが、聴覚呈示では同音異義語の 2 条件の誤答率が非同音異義語条件よりも高かった。そして、2 種の同音異義語条件はともに聴覚呈示の方が高かったが、非同音異義語条件では呈示方法で差がなかった。形態情報がないことだけが影響したならば非同音異義語でも呈示方法で差が認められるはずであるが、そうでなかったことは、仲間の有無が影響したことを端的に示している。そして、聴覚呈示でだけ同音異義語の 2 条件の誤答率が高かったのは、視覚呈示の場合は形態情報によ

り活性化が収斂して呈示された同音異義語の意味情報だけが活性化されたのに対し、聴覚呈示の場合は音-形フィードバックによって活性化された複数の仲間の形態情報がそれぞれの意味情報も活性化して意味的混乱が生じたからではないかと考えられる。ただし、この誤答の生起過程については今後さらに検討が必要である。

5. 結論と今後の課題

本研究結果は、同音異義語が聴覚呈示されても音-形フィードバックが生起して仲間の形態情報が活性化されることを示していた。しかし、日本語は同音異義語が多いだけでなく仲間の数も多いため、常にこうした処理が行われているのだとすると、英語のように仲間が少数である場合に比べて日本語の処理に時間がかかることになってしまう。実際にそうならないのは、McClelland & Elman (1986) が TRACE モデルで想定したような、文脈による活性度の収斂があるからであろう。水野・松井 (2015a) は視覚呈示された同音異義語の語彙判断も文脈によって促進されることを見出しているが、形態情報がない聴覚呈示では文脈の有無がより顕著な差を生む可能性がある。よって今後は、聴覚呈示された同音異義語の語彙アクセス過程への文脈の影響を検討する必要がある。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP16K04435 の助成を受けた。

引用文献

- 天野 成昭・近藤 公久 (2003a). NTT データベース
シリーズ日本語の語彙特性 第 1 期 CD-ROM
版 三省堂
- 天野 成昭・近藤 公久 (2003b). NTT データベース
シリーズ日本語の語彙特性第 2 期 CD-ROM
版 三省堂
- Fechner, G. T. (1860). *Elemente der Psychophysik*.
Leipzig: Breitkopf und Härtel.
- Hino, Y., Kusunose, Y., Lupker, S. J., & Jared, D.

- (2013). The processing advantage and disadvantage for homophones in lexical decision tasks. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 39, 529-551.
- 川上 正浩 (1997). JIS 一種漢字 2965 字を用いて作成される漢字二字熟語数表——Macintosh 版岩波広辞苑第四版に基づく類似語数調査——名古屋大学教育学部紀要教育心理学科, 44, 243-299.
- 川上 正浩 (2006). 同音異義語の存在が漢字二字熟語の語彙判断課題に及ぼす効果 日本認知科学会第 23 回大会発表論文集, 202-203.
- 松村 明 (編) (2014). 大辞林 第三版 三省堂
- McClelland, J. L., & Elman, J. L. (1986). The trace model of speech perception. *Cognitive Psychology*, 18, 1-86.
- Mizuno, R., & Matsui, T. (2013). Orthographic or phonological?: Exploration of predominant information for native Japanese readers in the lexical access of kanji words. *Psychologia*, 56, 208-221.
- 水野 りか・松井 孝雄 (2015a). 日本語の同音異義語処理への文脈の影響 日本認知科学会第 32 回大会発表論文集, 313-320.
- 水野 りか・松井 孝雄 (2015b). 語彙判断時間への出現頻度の影響—対数化のすすめ— 日本心理学会第 78 回大会発表論文集, 594.
- 水野 りか・松井 孝雄 (2016a). 音韻的親近性と仲間の数が日本語母語者による同音異義語の語彙判断に与える影響 認知心理学研究, 13, 71-79.
- 水野 りか・松井 孝雄 (2016b). 同音異義語の語彙判断時間への音韻的親近性の影響 日本認知心理学会第 14 回大会発表論文集, 129.
- Pexman, P. M., Lupker, S. J., & Jared, D. (2001). Homophone effects in lexical decision. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 27, 139-156.
- Reed, A. D. (2012). *Reed's homophones: A comprehensive book of sound-alike words*. Candler, NC: Pisgah Press.
- Rubenstein, H., Lewis, S. & Rubenstein, M.A. (1971). Evidence for phonemic recording in visual word recognition. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, 10, 645-657.
- Seidenbrg, M. S., & McClelland, J. L. (1989). A distributed, developmental model of word recognition and naming. *Psychological Review*, 96, 523-568.
- Tamaoka, K. (2007). Rebounding activation caused by lexical homophony in the processing of Japanese two-kanji compounds words. *Reading and Writing*, 20, 413-439.
- Yates, M. (2013). How the clustering of phonological neighbors affects visual word recognition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 39, 1649-1656.
- Ziegler, J. C., Petrova, A., & Ferrand, L. (2008). Feedback consistency effects in visual and auditory word recognition: Where do we stand after more than a decade? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 34, 643-661.
- Ziegler, J. C., Tan, L. H., Perry, C., & Montant, M. (2000). Phonology matters: The phonological frequency effect in written Chinese. *Psychological Science*, 11, 234-238.