

# 言語経験による音象徴処理の変化

## Linguistic experience alters the processing of sound symbolism: An EEG Study

浅野 倫子<sup>1,2,3</sup>, 北城 圭一<sup>4</sup>, Guillaume Thierry<sup>5</sup>, 喜多 壮太郎<sup>6</sup>, 岡田 浩之<sup>3</sup>, 今井 むつみ<sup>2</sup>  
Michiko Asano, Keiichi Kitajo, Guillaume Thierry, Sotaro Kita, Hiroyuki Okada, Mutsumi Imai

<sup>1</sup> 日本学術振興会, <sup>2</sup> 慶應義塾大学, <sup>3</sup> 玉川大学, <sup>4</sup> 理化学研究所BSI,

<sup>5</sup> Bangor University, <sup>6</sup> University of Birmingham

asano@sfc.keio.ac.jp

### Abstract

Sound symbolism refers to a non-arbitrary relationship between linguistic sounds and meanings. Sound symbolism has been discussed in relation to the ontogenesis of language. Our previous ERP study revealed that preverbal infants who are just about to start word learning show the N400 response to sound symbolically mismatched speech sound-visual shape pairs, suggesting that the infants detected semantic anomaly in this case. Most of lexical words are, however, not sound-symbolic, and sound-meaning correspondence does not necessarily provide reliable information for semantic processing. In this study, we tested adults using the same sound-symbolically matched/mismatched stimuli as in our previous infant study. Adults showed no N400 effect, but showed a response resembling the P600, which is said to reflect re-evaluation process of stimuli, to sound-symbolically incongruent pairs. The results suggest that linguistic experience alters the processing of sound symbolism; adults do not process sound symbolism in a regular semantic network.

**Keywords** — Sound Symbolism, Linguistic Experience, Electroencephalogram

### 1. 研究の背景と目的

「キピ」という非単語の音に尖ったイメージを感じる人は多いだろう。また、「ぴよんぴよん」のような擬態語の意味は直感的に理解しやすい。これらのような、言語音と意味（概念）との間の恣意的ではない結びつきのことを音象徴という。一般的に言葉とは、意味や概念に恣意的に付けられた抽象的なシンボルであるが[1]、音象徴を含む言葉は抽象度の低いシンボルとして考えることができる。そのため音象徴は、言語の原型だと推測されたりと、しばしば言語進化や言語発達との関連において論じられてきた ([2][3][4]など)。

筆者らのこれまでの研究では、前言語期の乳児

でも音象徴に対する感受性があり、それが語意学習において促進的役割を果たす可能性が明らかにされている[5]。この研究では、言葉を話せるようになる前である生後 11 カ月の乳児に対して、音象徴の適合性を操作した新奇語音声と新奇視覚図形の組み合わせを提示し、脳波測定により反応を調べた。その結果、音声と図形の組み合わせが音象徴的に不適合な場合は、適合的な場合に比べて大きな N400 成分(刺激の提示後 400ms 付近での陰性成分)が見られた。N400 は通常、既知単語と誤った指示対象の組み合わせが提示されたときなど、意味的な逸脱に対して生じる事象関連電位であることから[6]、乳児は新奇語と新奇図形の組み合わせが音象徴的に適合している場合、あたかもそれが既知語とその指示対象の組み合わせであるかのように振舞ったと考えることができる。語意学習をするためには、何よりもまず、音声単なる音の羅列ではなく、何らかの指示対象を持つことに気づく必要がある。音象徴では音と意味の間に恣意的ではないつながりがあることから、音象徴がその「気づき」を得るのを助け、その後の言語音と意味の結びつけ作業、すなわち語意学習の足がかりとなっている可能性がある。

しかし、世の中に実在する単語のほとんどは音象徴を含まず、言語音と意味（指示対象）の組み合わせは恣意的である[1]。11 カ月児のように、音象徴的な不適合性を意味逸脱として処理してしまうと、言語処理の妨げとなりかねない。成人でも音象徴に対する感受性があることは良く知られているが[4][7]、乳幼児のそれとは異なる可能性がある。そこで本研究では、言語経験によって音象徴

の脳内処理が変容する可能性について、脳波測定実験により検討した。具体的には、成人では音象徴的な不適合性に対して N400 ではなく他の事象関連電位が見られると予測した。

## 2. 方法

日本語を母語とする成人 16 名が実験に参加した。被験者の課題は、画面に視覚提示される新奇図形と、それに重ねて聴覚提示される新奇語音声を受動的に見聞きすることであった。頭皮上の 30 電極にて課題遂行時の脳波を測定した。図形には丸みを帯びたものと尖ったものの 2 種類、音声には「きび」と「もま」の 2 種類があり、これらの組み合わせについて、図形と音声は音象徴の観点から適合的、不適合的の 2 条件が設けられた。実験刺激例と 1 試行の流れを図 1 に示す。これらの刺激および実験手続きはすべて、著者らによる先行研究[5]の 11 カ月児を対象とした実験と同一であった。実験終了後、刺激図形と刺激音声についての再認課題を実施し、被験者が実験刺激をきちんと見聞きしていたことを確認した。

## 3. 結果

典型的に N400 が現れる、頭皮上中心部の電極での、刺激提示後 351-550 ms の脳波の平均振幅を調べたところ、音象徴の適合性による効果は一切見られなかった（平均振幅について、音象徴の適合性×頭皮上中心部に位置する C3、Cz、C4、CP3、CPz、CP4 の 6 電極の被験者内 2 要因分散分析を行った結果、位置の主効果のみが有意であり [ $F(5,75) = 4.11, p < .01$ ]、音象徴の適合性による主効果および交互作用は無し[それぞれ  $p = .40, p = .89$ ]）。これはすなわち、音象徴的に不適合な音声と図形の組み合わせに対して、N400 は生じなかったことを意味する。一方、中心部から頭頂部にかけての領域では、不適合条件では適合条件に比べて、刺激提示後 601-900ms の脳波の平均振幅が有意に陽性寄りであり、P600 として知られる事象関連電位に似た脳波反応が現れていることが明

らかになった（平均振幅について、音象徴の適合性×頭皮上中心部～頭頂部に位置する C3、Cz、C4、CP3、CPz、CP4、P7、P3、Pz、P4、P8 の 11 電極の被験者内 2 要因分散分析を行った結果、音象徴の適合性の主効果および位置の主効果が有意 [それぞれ、 $F(1,75) = 4.83, p < .05$ ;  $F(10,150) = 8.55, p < .01$ ]）。P600 は統語的逸脱に対する反応として知られるほか[8]、刺激全般の再解析プロセスを反映すると言われている[9]。例として、中心部の電極である Cz と、頭頂部の電極である P3 における脳波波形を図 2 に示す。

## 4. 考察

先行研究[5]の 11 カ月児の結果とは異なり、成人では、音象徴的に不適合な音声と図形の組み合わせに対して N400 は見られず、代わりに P600 が見られた。これらの結果から、語意学習を始める直前の乳児と、言語に熟達した成人とでは、音象徴の処理のしかたが異なることが明らかになった。乳児は新奇語に出会ったとき、その語に含まれる音象徴性を利用して語音と意味を即時に結び付けようとする。しかし言語経験を積んで、語音と意味の関係性は基本的には恣意的であることを学ぶと、そのような音象徴に頼った意味処理は行わなくなるものと推測される。ただし成人は、語音と意味を即時に結びつけることはしなくても、その関係性の評価は行っており、それが P600 という事象関連電位に反映されていると考えられる。本研究の結果は、抽象度の高いシンボルである言語を身に着ける過程上で、必要な時期に必要な形で音象徴が利用されることを示唆する。

## 参考文献

- [1] de Saussure, F., (1983) "Course in general linguistics", La Salle, IL: Open Court (Original work published in 1916. Translated by Harris R).
- [2] Cytowic, R.E., & Eagleman, D.M., (2009) "Wednesday is indigo blue - discovering the

brain of synesthesia”, Cambridge, MA: MIT Press.

[3] Imai, M., Kita, S., Nagumo, M., & Okada, H., (2008) “Sound symbolism facilitates early verb learning”, *Cognition*, Vol. 109, pp. 54-65.

[4] Ramachandran, V.S., & Hubbard, E.M., (2001) “Synaesthesia - a window into perception, thought and language”, *Journal of Consciousness Studies*, Vol. 8, pp. 3-34.

[5] Imai, M., Asano, M., Arata, M., Kita, S., Okada, H., Kitajo, K., & Thierry, G., (2011) “Eleven month-old infants detect sound symbolism: Evidence from an ERP study”, *Boston University Conference on Language Development (BUCLD) 36*, Boston, USA (November 2011).

[6] Kutas, M., & Federmeier, K.D., (2011)

“Thirty years and counting: Finding meaning in the N400 component of the event-related brain potential (ERP)”, *Annual Review of Psychology*, Vol. 62, pp. 621-647.

[7] Nygaard, L.C., Cook, A.E., & Namy, L.L., (2009) “Sound to Meaning Correspondences Facilitate Word Learning”, *Cognition*, Vol. 112, pp. 181-186.

[8] Coulson, S., King, J.W., & Kutas, M., (1998) “ERPs and domain specificity: Beating a straw horse”, *Language and Cognitive Processes*, Vol. 13, pp. 653-672.

[9] Friederici, A.D., (2002) “Towards a neural basis of auditory sentence processing”, *TRENDS in Cognitive Sciences*, Vol. 6, pp. 78-84.

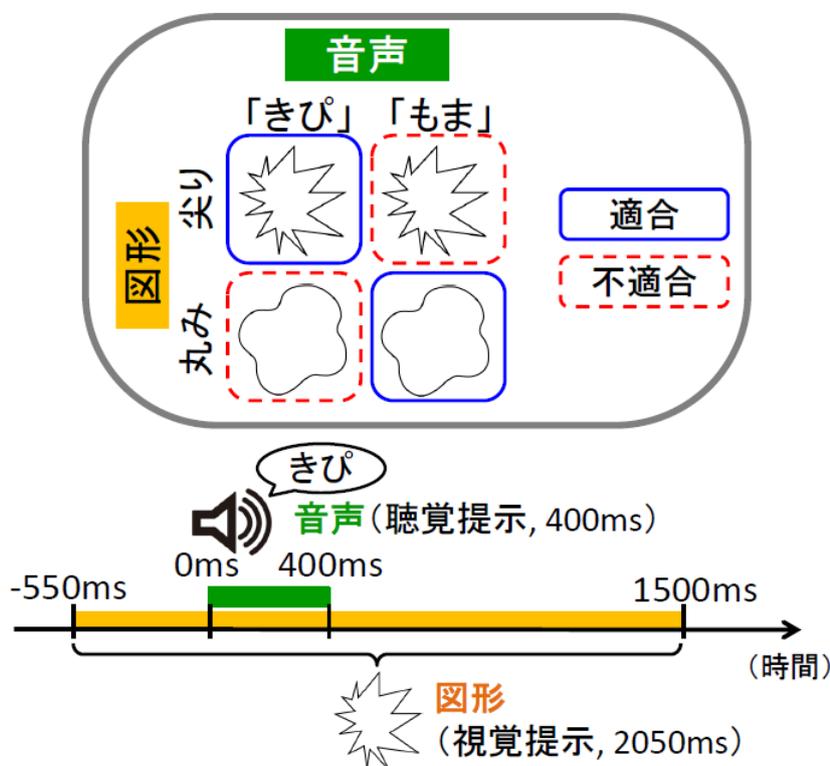


図1 実験刺激と1試行の流れ。丸みを帯びた図形と尖った図形はそれぞれ20種類ずつ用意された中から毎試行ランダムに選ばれた(全240試行)。

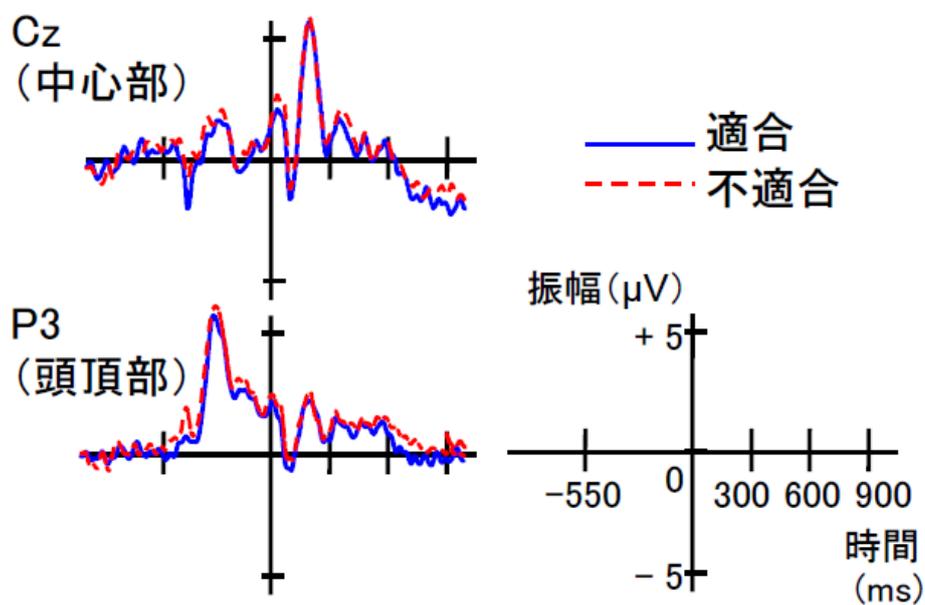


図2 頭中心部の電極 (Cz) と頭頂部の電極 (P3) における事象関連電位。横軸の-550ms は図形の視覚提示、0ms は音声の聴覚提示の開始時点に相当する。