

機関番号：32612

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2010～2013

課題番号：22243043

研究課題名(和文)人はどのようにヘレン・ケラーの問題を解決するのか：身体と言語を繋ぐ音象徴性の役割

研究課題名(英文) Sound symbolism bootstraps infants into referential insight

研究代表者

今井 むつみ (Imai, Mutsumi)

慶應義塾大学・環境情報学部・教授

研究者番号：60255601

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 36,200,000円、(間接経費) 10,860,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は乳幼児がどのようにすべての単語は世界の対象を指示し、それぞれに異なる意味を持つという洞察を得るのかという問題を検討した。前言語期の11カ月乳児に音と対象の間に音と意味の関係が存在する(音象徴性がある)組み合わせと音象徴性がない組合せを提示し、脳波を観測した。すると対象に対して音象徴のある新奇な音列に比べ、音象徴性がない音列が組み合わせされると意味逸脱を示唆するN400反応と左半球に持続する同期を示した。乳児は生得的に持つ複数の感覚モダリティを統合する能力を足がかりに音と意味を対応付け、その経験から音の連なり、つまり単語には意味があるという洞察を得るという可能性を支持する知見が得られた。

研究成果の概要(英文)：Relating speech sound to meaning is a critical step for infants to break into language. Using EEG phase synchronization and event-related brain potentials, we show that sound symbolism helps 11-month-olds establish this link. Sound-symbolically matched shape-sound pairs (e.g., a spiky shape followed by the sound 'kipi') elicited smooth long-distance phase synchronization, suggesting effortless binding. In contrast, sound-symbolically mismatched shape-sound pairs elicited effortful communication over the left hemisphere, and increased brain potential negativity 400 ms after word onset. This suggests that infants spontaneously map speech sounds and the referent by biologically endowed multi-modal integration ability, and this ability bootstraps infants into referential insights for speech sounds and grasp the symbolic nature of words.

研究分野：心理学

科研費の分科・細目：心理学・教育心理学

キーワード：音象徴性 語意学習 語彙発達 日本語教授法 コミュニケーション支援

1. 研究開始当初の背景

伝統的に語の音と意味の関係は恣意的で対応関係はないとされている (Saussure, 1916)。他方、心理学者の間ではことばの音と指示対象の間に一貫した関係性があり、人はその関係性に気づくことができるという現象が指摘されており、この現象は音象徴性 (sound symbolism) と呼ばれる。音象徴性は近年脳神経科学の分野で、感覚野内での隣接する異なるモダリティ間の連結や感覚野と運動野の連結などを示唆するものとして注目されており (Ramachandran & Hubbard, 2001; Westbury, 2005)、言語の発生と進化にも関わっているのではないかと指摘されている (Kita, 2008)。これを裏付ける形で、今井らは成人を対象にした脳機能イメージング研究において、音象徴性が低い通常の動詞・副詞と比べ、音象徴性を持つ擬態語の処理では、左半球の言語に関わる部位の活動に加え、右半球の自然音の処理をするSTSや運動の知覚やシミュレーションにかかわる部位の賦活を確認した (Kanero, Imai et al., 2014)。発達神経科学的にも言語学習以前に (生後7ヶ月) 機能的な視聴覚間統合が発生することが認められており (Walker et al., 2012)、子どもは乳幼児期には脳内における異感覚モダリティがよく分離されておらず、言語の音と視覚など他モダリティの間の意味的マッピングを成人よりも感じやすいとも言われている (Maurer et al., 2006)。

2. 研究の目的

こどもは目覚ましい速度で効率よくことばを学習する。しかし、これまでの研究では記号としてのことばと意味を結び付ける最初の足がかりが何なのかについては明らかにされていない。言語発達の中で、子どもはどうやって最初に音と意味の対応関係を理解するのだろうか。言語学習の基盤となる能力の中で特に重要な能力として発達心理学、認知心理学、脳神経科学の分野で最近注目されるのが、音と意味の関係 (音象徴性) を感じ、これを足がかりとして新しい語を学習していく能力である。本研究は「ヘレン・ケラーの問題」である、乳児がどのようにして最初に言語の音声ラベルと意味を結びつけるのかを明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 言語学習がはじまった当初の

乳児における音象徴性への感受性
語意学習当初 (10 - 12ヶ月) の乳児が物体の形や人の運動などの視覚刺激とラベルの音の間のマッピング能力 (音象徴性を感じる能力) を持つかを調べるため、視覚刺激 (モノの形状と) と言語音 (新奇ラベル) を対提示したときの脳波測定を行う。具体的には、「キピ」「モマ」という2種類の新奇な言語音を聞かせた際、それと同時に視覚刺激として尖った線画と角がない丸みをおびた線画をそ

れぞれ見せた時の脳波を計測した。これは言語音と視覚刺激の間に対応がある場合と対応がない場合に、それぞれどのような脳波が観測されるのかを調べるために行っており、音象徴の観点から、「キピ」といったカ行やイ段の言語音と尖った線画との間および「モマ」といったマ行やア段・オ段の言語音と丸みを帯びた線画間に音象徴性があると想定される。前言語期の乳児であっても音象徴性を感じる能力があれば、視覚ラベル音の不一致の際 (つまり、丸みを帯びた線画が提示されている最中に「キピ」という言語音を聞いたり、尖った線画提示中に「モマ」と聞いたりした場合) に成人の N400 に近い成分が検出されることが予想されるため、そういった特徴的なパターンに着目し計測を行った。また成人において、実験刺激視聴時にどのような脳波計測されるのかを確認するため、乳児と同様に成人についても脳波計測を行った。実験参加乳児は玉川大学赤ちゃんラボの登録者から募り、玉川大学におけるシールドルームにて行った。また成人の実験参加者は大学生を中心とし、実験室は乳児と同じシールドルームにて行った。ただし、乳児と成人とは当然頭部の大きさ・形状に違いがあるため、用いる電極数は乳児と成人で異なる。

(2) 養育者の子どもへの語りかけと幼児の発話における擬態語使用の関係

養育者が乳幼児に語りかけるときの擬態語の使用と幼児の擬態語使用の量的、質的变化を自然状況に近い中での発話誘発実験によって検討した。動詞・擬態語の両方で表現しうる図1のような6種類のアクションシーンのアニメーションを2歳、3歳の子どもと養育者のペアに見せ、養育者に自分の子どもにアニメーションについて話してもらい、養育者の発話と子どもの発話のやり取りを録音・録画した。また、同一のアニメーションについて、実験者への説明をしてもらい、その発話を同様に録音・録画しておく。こうすることで養育者 - 子どもペア間に用いられる発話と養育者が通常アニメーションの説明時に用いる発話 (もしくはそれに含まれる語彙) とを対にして収集することができる。実験参加者は玉川大学赤ちゃんラボの登録者から募り、玉川大学赤ちゃんラボ実験室にて行った。



図1: 「パチ」のアニメーションシーン

(3) 養育者 - 子ども間の日常会話における擬態語使用状況

養育者が日常会話において乳幼児に対し、どのようなときに擬態語を使用するのか、その場面と乳幼児の年齢との間に見られる関係について、擬態語使用発話の統語的構造、縦断的变化を家庭内の自然状況での発話を東京学芸大学の松井智子教授によりコーパス化されたデータを用いて検討した。当データには映像データも含まれており擬態語の使用状況がより明確に分析でき、養育者が乳幼児のこういった行動や環境の状況に対して擬音語をどのように使用するかを分析した。対象児の年齢は2歳から5歳までであり、週1日ずつ15分から30分程度で記録されている。

4. 研究成果

(1) 言語学習がはじまった当初の

乳児における音象徴性への敏感性

前言語期の11ヵ月児に対し、音と対象の間に音象徴性が高い組み合わせと音象徴性がない組合せではどのような脳波が観測されるのかを調べた。すると音と対象が合わない組み合わせ(3. 研究方法における「キピ」と丸みを帯びた線画および「モマ」と尖った線画)に対し、乳児はN400と見られる特徴的なパターンを観測した。このN400は通常成人においては脳内で意味処理を行っている際に観測されるパターンであるとされている。しかしその一方で、成人に対して11ヵ月児と同様の音声と線画の組み合わせの提示を行ってもN400は観測されなかった。こうした意味処理に関連するパターンが、音象徴的な結びつきにより11ヵ月児においてのみ観測されたことは、少なくとも前言語期の11ヵ月児に対して音象徴的な言語音と刺激対象との関係が何らかの意味的な処理と関連しているということを示しているという点で非常に興味深く、意義深い成果である。当成果については論文投稿中である。

(2) 養育者の子どもへの語りかけと幼児の発話における擬態語使用の関係

養育者が子どもに対する語りかけをする発話中の擬態語の音韻/音響的特徴などの観点から動作に関連する発話抜き出し分析したところ、2歳児に対しては、養育者は単なる呼びかけとして、即時的に擬音語を用いる割合が高く、擬音語を間投詞として連呼する機会が多いのに対し、3歳児にはより広範で類似した行為を表現するために用いており、他の語彙同様に、助詞や軽動詞を組み合わせで動詞化したり、成人と同様に動詞とともに副詞的に用いることにより文中に統語的に組み込む形で使用されることが分かった。

(3) 養育者 - 子ども間の日常会話における擬態語使用状況

養育者の擬音語を含む割合は対象児の

年齢が進むにつれ、一貫して減少していく傾向にあった。擬音語が使用される状況は、養育者が単独で何か周辺の環境を説明する場合よりも幼児が擬音語を用いて何かを説明しようとするのに合わせて協調的に用いる状況の方がはるかに多い。そのため、(2)における実験結果よりもはるかに間投詞的、感動詞的用法が多用される傾向が高く、擬音語という極めて音象徴性の高い語が単なる発話における語としての機能以上に養育者-幼児間の協調行動を助ける役割を担っていることが示唆された。

このように、音象徴性は語彙学習の当初において乳児に「語とは何か」を気付かせるだけではなく、その後も言語という抽象的な記号体系を子どもがデコードするための手がかりとして長期に亘り貢献するという知見が得られた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 11 件)

Kanero, J., Imai, M., Okuda, J., Okada, H., Matsuda, T. (2014). How Sound Symbolism Is Processed in the Brain: A Study on Japanese Mimetic Words PLoS ONE Vol. 9(5): e97905. DOI: 10.1371/journal.pone.0097905 [査読有]

Malt, B., Ameel, E., Imai, M., Gennari, S., Saji, N., & Majid, A. (2014). Human Locomotion in Languages: Constraints on Moving and Meaning. Journal of Memory and Language. Journal of Memory and Language, Vol. 74, 107-123. DOI: 10.1016/j.jml.2013.08.003. [査読有]

Imai, M., Schalk, L., Saalbach, H., & Okada, H. (2014). All giraffes have female-specific properties: Influence of grammatical gender on deductive reasoning about sex-specific properties in German speakers. Cognitive Science, Vol. 38, 514-536. DOI:10.1111/cogs.12074 [査読有]

Saji, N., & Imai, M. (2013). Evolution of verb meanings in children and L2 adult learners through reorganization of an entire semantic domain: The case of Chinese carry/hold verbs. Scientific Research in Reading, Special issue: Reading in Chinese, Vol. 17, 71-88. DOI: 10.1080/10888438.2012.689788 [査読有]

高橋英之・岡田浩之. (2012). 幼児はいかに他者という記号をロボットに見いだすか?, 人工知能学会誌, 27(6), 612-618. [査読有]

Saalbach, H., Imai, M. & Shalk, L. (2012). Grammatical gender and inferences about biological properties in German-speaking children. Cognitive Science, Vol. 36,

1251-1267. DOI: 10.1111/j.1551-6709.2012.01251.x [査読有]

Saalbach, H. & Imai, M. (2012). The Relation between Linguistic Categories and Cognition: The case of numeral classifiers. *Language and Cognitive Processes*, 27, 381-428. DOI: 10.1080/01690965.2010.546585 [査読有]

Göksun, T., Hirsh-Pasek, K., Golinkoff, R. M., Imai, M., Konishi, H., & Okada, H. (2011). Who is crossing where?: Infants' discrimination of figures and grounds in events. *Cognition*, 121, 176-195. 10.1016/j.cognition.2011.07.002. [査読有]

Saji, N., Imai, M., Saalbach, H., Zhang, Y., Shu, H., & Okada, H. (2011). Word learning does not end at fast-mapping: Evolution of verb meanings through reorganization of an entire semantic domain. *Cognition*, 118, 45-61. DOI: 10.1016/j.cognition.2010.09.007 [査読有]

Kantartzis, K., Imai, M. & Kita, S. (2011). Japanese sound symbolism facilitates word learning in English speaking children. *Cognitive Science*, 35, 575-586. DOI : 10.1111/j.1551-6709.2010.01169.x [査読有]

Haryu, E., Imai, M., & Okada, H. (2011). Object Similarity Bootstraps Young Children to Action-Based Verb Extensions. *Child Development*, 82, 674-686. DOI : 10.1111/j.1467-8624.2010.01567.x [査読有]

[学会発表](計 27 件)

Saji, N., Akita, K., Imai, M., Kantartzis, K. & Kita, S. (2013, August). Cross-Linguistically Shared and Language-Specific Sound Symbolism for Motion: An Exploratory Data Mining Approach. the 35th Annual meeting of Cognitive Science Society(Cogsci2013), Berlin. German. (August ,3rd) [査読有]

Saji, N., Imai, M. (2013, April). The process of continuous reorganization of a complex semantic domain as children learn new words: Learning of carry/hold verbs in Japanese . Poster presentation at the SRCD 2013 Biennial Meeting, Seattle, Washington, USA. (April 18th). [査読有]

Ohba, M., Saji, N., Imai, M., Matsui, T. (2013, April). Care-takers' Gradual Incorporation of Mimetic Words in Sentential Structures. Poster presentation at the SRCD 2013 Biennial Meeting, Seattle, Washington, USA. (April, 20th) [査読有]

宮崎美智子, 高橋英之, 岡田浩之, 大森隆司, Gaze-contingency パラダイムを用いた乳児における行為の意図性の評価, 日本認知

科学会第 29 回大会, 2012 年 12 月 14 日仙台国際センター [査読有]

Asano, M., Kitajo, K., Thierry, G., Kita, S., Okada, H., & Imai, M. (2012, November). Linguistic experience alters the processing of sound symbolism. Poster to be presented at the 53rd Annual Meeting of the Psychonomic Society, Minneapolis, USA (November 16th). [査読有]

今井 むつみ, 予測と創造: モデルベース的意思決定プロセスの基礎, 日本心理学会第 76 回大会シンポジウム指定討論, 2012 年 9 月 9 日 専修大学 [査読無]

Sakai, H., Kubo, T., Ono, H., Sato, M., & Koizumi, M. (2012, August). Does word order influence non-verbal event description by speakers of OS language? CogSci2012 (Aug 4th) [査読有]

Long, S., Tsuyuguchi, Y., Sato, M., & Sakai, H. (2012, August). An ERP study on L2 grammatical aspect processing in Japanese. CogSci2012 (Aug 4th) [査読有]

Deng, Y., Ono, H., & Sakai, H. (2012, August). How Function Assignment and Word Order are Determined: Evidence from Structural Priming Effects in Japanese Sentence Production CogSci2012 (Aug 3rd) [査読有]

Ohba, M., Saji, N., Imai, M. & Matsui, T (2012, August). Developmental Adjustment of Iconic Language in Care-Takers' Input, Poster presented at the 34th annual meeting of the Cognitive Science Society. Sapporo, Japan. (August 3rd). [査読有]

Imai, M., Haryu, E. & Okada, H. Progressive alignment in verb learning (2012, August). Paper presented at the 34th annual meeting of the Cognitive Science Society. Sapporo, Japan.(August 2nd) [査読有]

Saji, N., Akita, K., Imai, M., Kantartzis, K. & Kita, S (2012, August). The Internal Structures of Sound-Symbolic Systems: The Universal and Language-Specific Portions of Sound Symbolism. Poster presented at the 34th annual meeting of the Cognitive Science Society. Sapporo, Japan. (August 2nd). [査読有]

Asano, M., Imai, M., Kita, S., Okada, H., Kitajo, K., & Thierry, G. (2012, June). Preverbal infants are sensitive to sound symbolism: Evidence from an ERP study. Paper presented at the symposium "Relation between sound symbolism and infants' multi-modal learning" at 2012 International Conference on Infant Studies (ICIS), Minneapolis, USA (June 7th). [査読有]

Kanero, J., Imai, M., Okada, H., & Matsuda, T. (2012, March) The Role of STS in mimetic-word processing: Sound symbolism or biological motion? Paper presented at the 9th International Conference on the Evolution of Language (EVOLANG). Kyoto, Japan. (March 15). [査読有]

Imai, M., Asano, M., Miyazaki, M., Okada, H., Yeung, H., Kitajo, K., Thierry, G., & Kita, S. (2012, March) Sound symbolism helps infants' word learning. Paper presented at the 9th International Conference on the Evolution of Language (EVOLANG). Kyoto, Japan. (March 14). [査読有]

Imai, M., Asano, M., Arata, M., Kita, S., & Okada, H. (2011, November) Eleven month-old infants detect sound symbolism: Evidence from an ERP study. Poster presented at the 36th Boston University Conference on Language Development (BUCLD). Boston, USA. (November 5). [査読有]

Kita, S., Imai, M., & Kantartzis, K. (2011, July) Universal Sound Symbolism Facilitates Verb Learning and Generalization in Three-Year Olds. Paper presented at the 12th International Congress For the Study of Child Language (IASCL). Montréal, Canada. (July 21). [査読有]

〔図書〕(計 9 件)

今井むつみ, 針生悦子 筑摩書店 ちくま学芸文庫 言葉をおぼえるしくみ: 母語から外国語まで, 2014, 409.

今井むつみ 筑摩書店 ちくまプリマー新書、ことばの発達の謎を解く, 2013, 239.

佐治伸郎, 今井むつみ ひつじ書房 語彙獲得における類像性の効果の検討: 親の発話と子どもの理解の観点から、篠原和子・宇野良子 (編) 『オノマトペ研究の射程: 近づく音と意味』 2013, 416 (151-166)

Mutsumi Imai & Takahiko Masuda The role of language and culture in universality and diversity of human concepts. In M. Gelfand, C. Y. Chiu, & Y. Hong (Eds.). *Advances in Culture and Psychology*, Vol. 3. Oxford University Press. 2013, 358.

宮崎美智子, 梶川祥世, 村井千寿子, 高橋英之, 岡田浩之 新潮社、なるほど! 赤ちゃん学: ここまでわかった赤ちゃんの不思議, 2012, 222 (190-217).

今井むつみ, 岡田浩之, 野島久雄 北樹出版、新・人が学ぶということ 認知学習論からの視点, 2012, 249.

〔その他〕

(1) 報道関連等

2013年 6月 11日 NHK クローズアップ現代

2013年 5月 4日 朝日新聞教育・生活欄

(2) 招待講演

2014年 3月 21日 今井むつみ 「臨界期神話の誤謬と英語教育」 第26回発達心理学会日本学術会議・発達心理学分科会企画公開シンポジウム 早期教育の光と影 英語早期教育は是か非か?

2014年 3月 18日 今井むつみ 「母語と外国語の語彙習得のメカニズム」 HLC 春季セミナー招待講演 立教大学池袋キャンパス

2014年 3月 3日 Mutsumi Imai The Sound-Symbolism Bootstrapping Hypothesis for Language Acquisition and Language Evolution. Invited lecture, Institute of Linguistics, National Taiwan University, Taipei City, Taiwan

2014年 2月 5日 今井むつみ 「ことばの学習における推論 帰納・演繹推論とアブダクション」シンポジウム 「論理と感性の新たな学際研究に向けて」 慶應義塾大学 論理と感性センター、思考と行動判断研究拠点 共催シンポジウム 慶應大学三田キャンパス

2013年 11月 30日 今井むつみ 第1回コトノハカフェ 「言葉の意味とは何か-子どもが教えてくれること」パルト(東京・阿佐ヶ谷)

2013年 11月 10日 今井むつみ 認知学習論を学ぶ 札幌保健医療大学 第6回 FD (Faculty Development) 研修会

2013年 10月 26日 今井むつみ こどもの思考力を育むことばかけ 平成25年度京都市保育士会 第研修会 京都光華女子大学

2013年 9月 2日 今井むつみ 語彙習得における記号接地問題 子どもとL2学習者はどのように語彙システムを構築するのか. 言語処理(NLP)若手の会 招待講演. 東京大学駒場キャンパス

2013年 8月 21日 今井むつみ 言語力と思考力 岐阜県高等学校国語教育研究会 講演 岐阜県総合教育センター

2013年 7月 6日 今井むつみ 「ヒト特有の推論の起源」主催 国際高等研プロジェクト「心の起源」および 日本学術会議心理学・教育学委員会心の先端研究と心理学専門教育分科会主催 公開シンポジウム「心の先端研究の地平」招待講演 京都大学霊長類研究所

2013年 3月 11日 Mutsumi Imai Sound symbolism: Neural representation and relation to language development. Invited Talk presented at CNSR, University of Paris, Descartes. Centre Biomédical des Saints Pères, Paris.

2012年 11月 23日 Mutsumi Imai The relation between language and thought: count/mass syntax and the notion of individuation. Talk presented at the research seminar at the Department of Linguistics, National Taiwan University.

2012年 11月 23日 Mutsumi Imai Sound

symbolism bootstraps language learning. Talk presented at the research seminar at the Department of Psychology, National Taiwan University.

2012年9月13日 Mutsumi Imai The path from perceptual categories to conceptual categories: The role of language. Talk presented at the invited symposium. " Prediction and Creation: Basis of Model-based Decision-making Process. " (予測と創造：モデルベース的意思決定プロセスの基礎) 日本心理学会 第76回大会 専修大学

2012年9月9日 今井むつみ カテゴリーの発見、創造、修正：ことばの意味の習得過程 認知言語学会第13回全国大会 招待シンポジウム 意味の獲得・変容・喪失：認知言語学と関連分野との対話 大東文化大学 板橋キャンパス

2012年8月21日 今井むつみ 音象徴と言語の起源 招待ワークショップ 「進化言語学の展開」 日本進化学会第14回大会 首都大学東京

2012年7月27日 Mutsumi Imai Sound symbolism paves the way to language development in preverbal infants. Invited talk presented at the symposium " Interactive Brain Dynamics for Decision Making and Communication " (意思決定とコミュニケーションの脳ダイナミクスと相互作用) 包括脳合同ワークショップ 仙台国際センター

2012年7月1日 今井むつみ 音象徴の心と脳のメカニズム 日本言語科学会 招待講演 名古屋大学

2012年6月3日 今井むつみ 言語習得における音象徴の役割 関西言語学会 招待講演 江南女子大学

2012年5月5日 Mutsumi Imai Evolution of verb meanings in children and L2 adult learners through reorganization of an entire semantic domain: The case of Chinese carry/hold verbs. CLDC2012 (The 6th conference on Language, Discourse and Cognition. National Taiwan University

(3) アウトリーチ活動 (Workshop 開催)

2013年12月13・14日 Sound Symbolism Workshop 2013

2012年8月6・7日 Sound Symbolism Workshop 2012

(4) ホームページ等

<http://cogpsy.sfc.keio.ac.jp/imai/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

今井 むつみ (IMAI MUTSUMI)

慶應義塾大学・環境情報学部・教授

研究者番号：60255601

(2) 研究分担者

岡田 浩之 (OKADA HIROYUKI)

玉川大学・工学部・教授

研究者番号：10349326

酒井 弘 (SAKAI HIROMU)

広島大学・教育学研究科(研究院)・教授

研究者番号：50274030