

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 19 日現在

機関番号：12612

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2016

課題番号：26540141

研究課題名(和文)音象徴性と共感覚の解明を目指したfMRI計測研究

研究課題名(英文)A study of fMRI measurement of brain activities for the understanding of sound symbolism and common senses

研究代表者

田中 繁(TANAKA, SHIGERU)

電気通信大学・脳科学ライフサポート研究センター・特任教授

研究者番号：70281706

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：音象徴性に基づいて日本語オノマトペが主観的印象を表現するときの脳活動部位を同定するために、機能的磁気共鳴画像法を用いて、オノマトペの音声呈示と文字呈示による脳活動の計測を試みた。オノマトペ呈示に対して有意な反応を示す典型的な脳活動パターンを同定できたが、一般の形容詞・副詞の呈示による活動パターンとの統計的有意差が検出できなかった。このことから、個々のオノマトペは、語彙の意味空間において、一般の形容詞・副詞と同様なニッチを獲得しているため、音象徴性に基づいて作られたという事実以上の固有の性質を持たないと考えられる。

研究成果の概要(英文)：To identify active brain regions representing subjective impression expressed by Japanese onomatopoeias based on sound symbolism, we performed fMRI measurements in response to auditory and visual presentations of onomatopoeias. Although we obtained typical patterns of brain activities when onomatopoeias were presented, we did not detect statistically significant differences in fMRI signals between onomatopoeias and standard adjectives and/or adverbs. This result suggests that each onomatopoeia has acquired its own niche in the semantic space spanned by Japanese vocabularies at the same level of adjectives and adverbs, and hence does not have a special characteristic other than the fact that it has emerged from sound symbolism.

研究分野：理論神経科学

キーワード：音象徴性 オノマトペ 脳活動計測 磁気共鳴画像法

### 1. 研究開始当初の背景

本提案者は、哺乳類一次視覚野における視覚情報表現のメカニズムについて実験と理論の両面から長年研究を進めてきた。しかし、質感や主観的印象を生成する脳内メカニズムを理解するためには、特定のモダリティの感覚信号によって活性化する脳活動を調べるだけでは不十分であり、客観と主観を結び付ける感覚刺激に対する脳活動の計測が必須であると考えに至った。そのような感覚刺激を生成する一つの方法として、言語体系に依存せず人類共通に見られる音象徴性の活用が挙げられる。

本研究は、従来、哲学や心理学の対象であった主観を、オノマトペの基礎となる音象徴性を利用して脳研究の俎上に乗せる試みである。音象徴性は言語体系に依存しないとされていることから、ヒトの脳の基本的性質であると考えられ、日本語において特に豊かに存在するオノマトペ(擬態語、擬音語)を用いることによって、海外の研究者には真似のできない脳研究が可能になると期待される。また、ソシュール以来、言葉の恣意性に基づいて言語学は構築されてきたが、音象徴という非恣意性も取り入れることによって、新たな神経言語学構築の可能性が示唆される。

最近の認知言語学の研究から、「オノマトペから想起される主観的印象は、各音韻に対する音象徴的印象の線形和として現象論的にモデル化できる」という報告もあるが、その科学的説明は脳研究に委ねられている。本提案者は、オノマトペ呈示によって呈示のモダリティに関わる大脳皮質感覚野・感覚連合野のみならず、側頭頭頂接合部・ウェルニッケ野および他の大脳皮質の領野が活性化し、オノマトペ特有のクオリアが表現されていると予想している。

### 2. 研究の目的

脳科学の最終目標の一つは、脳を含む身体から如何にして心が創発するのかを明らかにすることにあるが、心という主観的現象を客観的に解明する研究は一般的に困難である。一方、認知言語学では、音象徴性(音韻と快・不快を伴う感覚イメージとの間の強い結び付き)によって、オノマトペは物の質感や様態の主観的印象を微細に表現できるとされている。本研究提案は、オノマトペの持つ音象徴性とfMRIによる脳活動計測を活用して、客観的音韻刺激から主観的印象への脳内の変換過程を明らかにすることを目的とする。具体的には、視覚・聴覚・体性感覚野およびそれらの連合野だけでなく、全脳におけるオノマトペに対する脳活動を計測し、音象徴性と共感覚生成の脳内メカニズムの解明に迫りたい。

もしも、日本語において、一つのオノマトペが複数の形容詞・副詞によって初めて表現し得る意味をもつものであると同時に、一つの形容詞または副詞が複数のオノマトペによって初めて表現し得る意味を有するものであ

るならば、オノマトペと通常の形容詞・副詞とは語彙の意味空間において、それぞれ異なる基底関数を与えるものであると考えられる(図1)。また、通常の形容詞・副詞に比べて、オノマトペが快不快などの情動的意味合いをもより効果的に表現しているのであれば、情動系の脳領域も活性化すると考えられる。

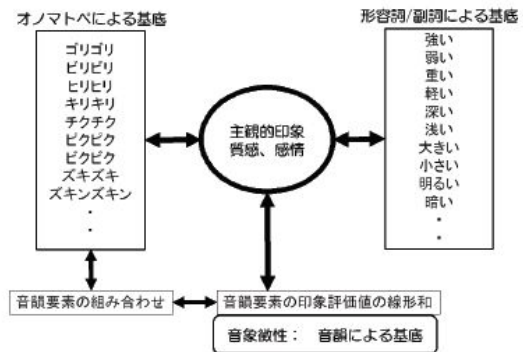


図1 主観的印象、質感、感情を表す基底

そこで、オノマトペの表現能力と通常の形容詞・副詞の表現能力における差異についても、fMRI計測によって明らかにしたい。

### 3. 研究の方法

被験者の行うタスクとしては、1ブロック8~16個のオノマトペ、反転オノマトペ(時間反転して逆再生したオノマトペ)または通常の形容詞・副詞からなる刺激列をランダムに聴覚的または視覚的に提示した。1試行は、24秒間隔の刺激ブロックと24秒間の無刺激期間において約20ブロックを呈示した。MRI計測中に覚醒を促すために、被験者には、刺激呈示直後に復唱してもらうか、何らかの照合に基づくボタン押しで反応してもらった。例えば、性格特性語の形容詞・副詞またはオノマトペを用いた計測では、刺激用の言葉の呈示を受けたら、心の中で想定した人物を説明する言葉として適当であれば「ハイ」のボタンを、不適当であれば「イエ」のボタンをできるだけ素早く押すよう促した。

MRI計測は、理化学研究所MRI支援ユニットのスタッフの協力のもとで、4TのMRI装置を用いて実施した。解剖画像と機能的画像を被験者1人当たり2回ずつ取得した。15人の健常な成人した大学生(男性11人、女性4人)を被験者として、一人の被験者の計測は、1回の計測あたり1時間以内に終了するようにした。同一の被験者には、日を変えて複数回計測に協力してもらった。計測したデータは、すべて理化学研究所において匿名化した。

計測においては、水平断面から約30度傾けた面に沿ってスキャンし、機能的画像は36枚のスライスに分割して取得した(図2)。

刺激列から想定される脳活動のモデルを構成し、データにおける各ボクセル毎の信号系列のt検定を行った。2次元スライスの解剖画像の上にt値を乗せたマップを描き、刺激の種類や呈示モダリティに対して有意に反応する

脳領域の同定を行った。

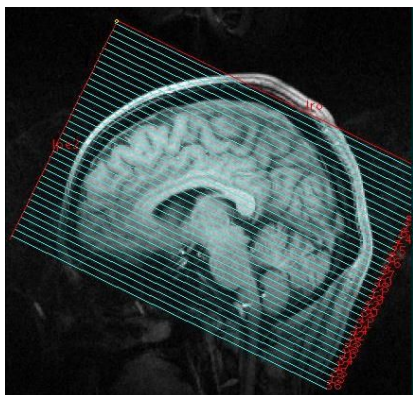


図2 脳画像とスライス分割

#### 4. 研究成果

聴覚的に提示したオノマトペと視覚的に提示した場合とで生じる脳活動領域を比較検討した。

図3～6は、図2に示した4枚のスライス面において、オノマトペの聴覚提示（音声）と視覚提示（文字）に対する脳活動のt値マップを示している。

##### (1) 聴覚提示に対する脳活動

聴覚提示では、一次聴覚野を中心とする上側頭回と背外側前頭前野の一部に両側に強い反応が得られた。左脳の上側頭回の後部にあるウェルニッケ野においては、非対称に活動領域の広がりが見られた。これらの活動領域は、従来の研究を再現するものである。また、左脳の紡錘状回の一部に視覚提示と共通して有意な反応が見られた。

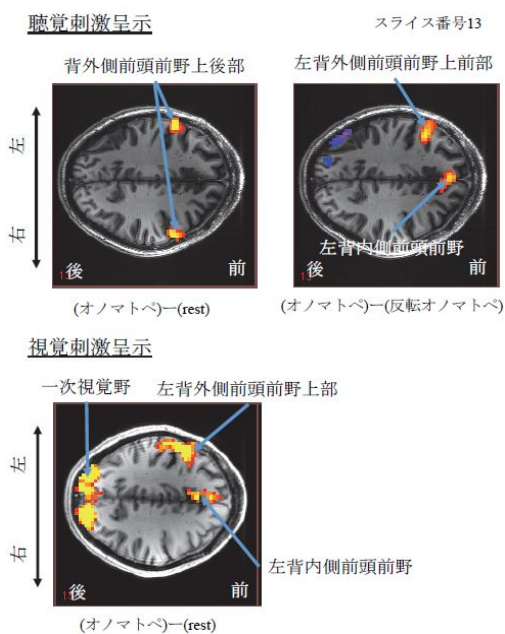


図3 脳活動のt値マップ1

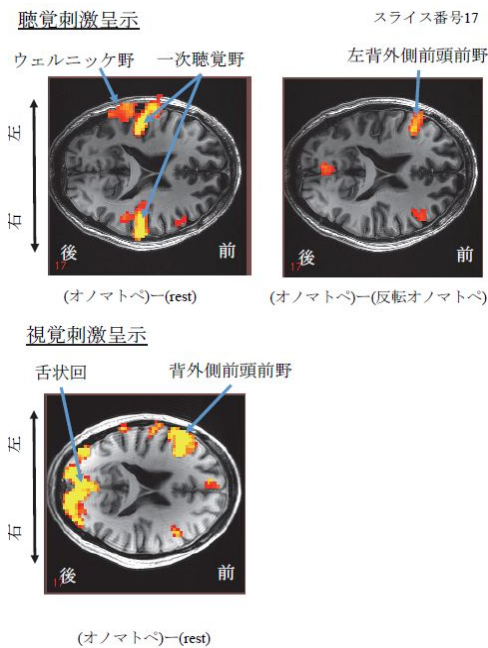


図4 脳活動のt値マップ2

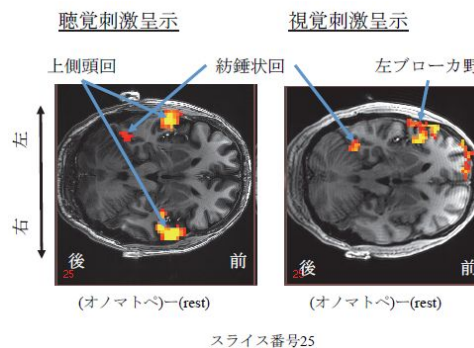


図5 脳活動のt値マップ3

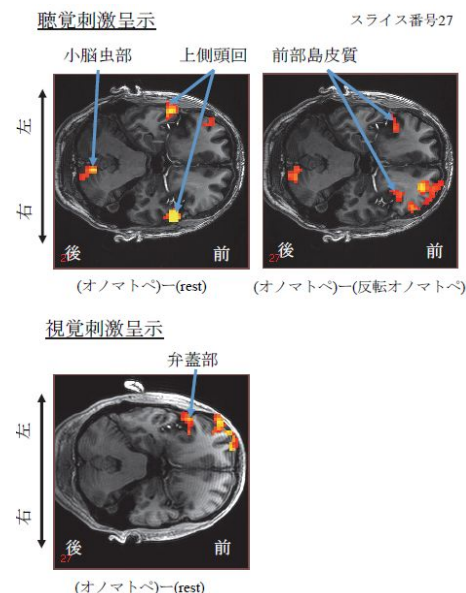


図6 脳活動のt値マップ4

含まれる周波数スペクトルは同一であるが、ヒトが発する音韻としての言語音が非言語音かの相違を、オノマトペの聴覚呈示と反転オノマトペの聴覚呈示による脳活動の有意差によって比較した。左背外側前頭前野と同じく背内側前頭前野および左舌状回の一部に有意差が見られた。また、右脳の前部島皮質と前頭極に、オノマトペ呈示に対して反転オノマトペ呈示よりも有意な反応が現れた。こうした聴覚刺激に対する反応には、男性話者と女性話者による有意差は見られなかった。

反転オノマトペはヒトが発する声として認識できるが、日本語の音素を含んでいないため記憶においても再生することが難しい。したがって、オノマトペと反転オノマトペに対する反応の有意差は、言葉の保持・再生に関わる音韻ループの関与に差が現れると考えられる。左脳の背外側前頭前野と背内側前頭前野は、ワーキングメモリにおいて重要な役割を果たしているとされているが、本結果は、これらの領域がワーキングメモリの音韻ループに関係していることを示唆するものである。

さらに、オノマトペと反転オノマトペの呈示による有意差が、情動に関与することが指摘されている右前部島皮質と右前頭極に現れた。このことは、これらの領域はヒトが発する自然な言語音に特異的に反応し、情動的反応に関連付ける役割をもつ可能性があると考えられる。

#### (2) 視覚呈示に対する脳活動

視覚呈示では、一次視覚野および舌状回に強い反応が見られた他、左脳の背外側前頭前野、背内側前頭前野およびブローカ野周辺に有意な反応が見られた。特に、舌状回は文字の認識に関係するという先行研究と整合すると同時に、ブローカ野の活動はオノマトペを受動的認識するときの内言によって読んでいることを示唆している。また、その際には音韻ループが活性化されているために、背外側および背内側前頭前野は有意な活動を呈したと解釈できる。全体として、左脳に有意な反応が見られた。

#### (3) 聴覚/視覚呈示に共通な活動

聴覚呈示と視覚呈示で共通して、オノマトペ呈示が rest に比べて有意な活動を示したのは、左背外側前頭前野、ウェルニッケ野、紡錘状回のそれぞれ一部であった。特に、背外側前頭前野はオノマトペを表現する領域とワーキングメモリに関わる領域に重なりがあるという点において重要な結果であると考えられる。

#### (4) オノマトペと非オノマトペの差異

しかしながら、性格特性語としてのオノマトペと通常の形容詞・副詞の視覚呈示によるMRI計測によって、個人差はあるものの、オノマトペ呈示と通常の形容詞・副詞の呈示による活動に有意差が見られないことが判明した。つまり、オノマトペ固有の脳活動と考

えていたものは、一般の形容詞・副詞に対しても現れる脳活動であったということである。すなわち、オノマトペ固有の脳活動を検出するためには、より高分解能で精密なMRI装置が必要であるということである。

また、別の解釈としては、日本語の単語の意味空間においては、オノマトペは既に形容詞・副詞としてのニッチを獲得している、異なる2つの基底関数系を構成しているというよりも、むしろ1つの基底関数系のなかに組み込まれていると考えた方が自然なのかもしれない。

いずれにしても、当初のオノマトペの音象徴性のメカニズムの解明と、オノマトペと通常の形容詞・副詞の間での変換性という大きな2つの目的は、本手法によっては容易には達成できないことがわかった。

#### (5) 結論：オノマトペとは何か？

どの言語体系においても、既存の形容詞・副詞だけでは表現しきれない概念や様態を言い表すときに、新しい単語を作り出す必要がある。日本語においては、擬音語や擬声語を容易に形容詞や副詞として文章に取り込むことが許される文法構造を有するために、自然とオノマトペが豊かに存在する言語になったと考えられる。つまり、日本語のオノマトペは、音象徴性という普遍的な性質に基づいて産み出されてきたという点においては他言語と共通の原理をもつが、CVCVのような特徴的な音韻の繰り返し構造をもつ以外は、既にある程度音象徴性から乖離して特定の意味をもつ単語として、一般の形容詞・副詞と同じ言語的階層に属すると考えられる。

#### 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 0件)

〔学会発表〕(計 0件)

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

田中 繁 (TANAKA, Shigeru)

電気通信大学・脳科学ライフサポート研究センター・特任教授

研究者番号：70281706

##### (2) 研究分担者

山崎 匡 (Yamazaki, Tadashi)

電気通信大学・大学院情報理工学研究科・助教

研究者番号：40392162

##### (3) 研究分担者

久野 雅樹 (Hisano, Masaki)

電気通信大学・大学院情報理工学研究科・准教授

研究者番号：20282907