

令和 5 年 6 月 14 日現在

機関番号：20103

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19K12121

研究課題名（和文）内的表象の投影による意味の創発に関わる認知・神経メカニズムの解明

研究課題名（英文）Cognitive and neural mechanisms involved in semantic emergence through projection of internal representations

研究代表者

寺井 あすか（Terai, Asuka）

公立ほこだて未来大学・システム情報科学部・教授

研究者番号：70422540

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：無意味な模様・風景・物体などが異なる物に見えるパレイドリア現象として、人間が外界を認識する際に「新たな意味」を創造する現象が報告されている。このような外界からの刺激による内的表象の形成・投影による新たな意味の創発に関する認知・神経メカニズムとして、比喩生成を対象とし、MRI実験・深層学習モデルを用いた計算機実験を中心とした検討を行った。さらに、コーパスに基づく比喩生成モデルの構築により、比喩理解において指摘されている認知メカニズムと同様のメカニズムが比喩生成においても必要とされるかについて検討した。また、他の言語表現処理への比喩生成メカニズムの応用可能性について検討した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

画像説明課題を用いたMRI実験の結果として、抽象画像に対する字義的説明生成と比喩的説明生成における脳活動の比較を通じ、比喩生成と意味認識の関連を示唆した。また、抽象画像に対する比喩生成に関する物体認識モデルを用いた計算機実験では、抽象画像に対する比喩生成における形状特徴の影響について検討した。さらに、コーパスに基づく比喩生成モデルに基づき、比喩理解において重要な役割を果たすことが知られている概念特徴の顕現性に関し、課題に依存するが比喩生成においても一定程度的影響を持つことが示された。

研究成果の概要（英文）：Pareidolia is the tendency for perception to impose a meaningful interpretation on meaningless patterns, landscapes, or objects. It can be regarded as a phenomenon in which humans create “new meanings” when they recognize the external world. In order to elucidate the cognitive and neural mechanisms of the emergence of new meanings through the formation and projection of internal representations by stimuli from the outside world, the mechanisms of metaphor generation for abstract images were examined mainly using MRI experiment, computational experiment using convolutional neural network model. Furthermore, it was examined whether the same cognitive mechanisms that have been pointed out in metaphor comprehension are also required in metaphor generation based on a corpus-based metaphor generation model. Furthermore, the applicability of the metaphor generation mechanism was examined to other linguistic expressions processing.

研究分野：認知科学

キーワード：創造的思考 比喩生成 内的表彰 計算機実験 MRI実験

1. 研究開始当初の背景

無意味な模様・風景・物体などが異なる物に見えるパレイドリア現象 (Hadjikhani et al. 2009) として、人間が外界を認識する際に「新たな意味」を創発する現象が報告されている。この新たな意味の創発は、外界の刺激だけではなく、人間の心理状態も影響を及ぼすことが知られており、パレイドリア現象を活用した心理テストとしてロールシャッハ検査法が開発されている。また、パレイドリア現象に関する MRI 実験では、抽象的な図形が人の顔に見えた際に、実際の顔を見た場合と同様に紡錘状回顔領域の賦活が見られ (Liu et al. 2014)、新たな意味として内的表象が形成されていることが示唆されている。すなわち、外的刺激の認識において、心理状態などの影響を受けた内的表象が形成され、それらを外的刺激に投影することで新たな意味や解釈が生成されていると考えられる。

このパレイドリア現象に見られる、外的刺激 (雲の形) に対し異なる概念 (人間の顔) を用いて生成された新たな意味や解釈の言語表現として「比喩生成」があげられる。「比喩生成」では、ある対象を表現することを目的とし、形成された内的表象を言語表現として投影する現象である。

比喩に関する多くの先行研究は、与えられた比喩表現によりどのような内的表象が構築されるのかという「比喩理解」に関するものであり、比喩生成に焦点を当てた研究は少ない。比喩理解については、喩えられる語の比喩による表象変化に関わる認知メカニズムの理論モデルの提案 (Glucksberg & Keysar 1993 他)、心理実験による表象変化の実証 (楠見 1995 他)、計算機シミュレーションによる検証 (Kintsch 2000, Terai et al. 2012 他) が行われている。また、言語的比喩 (例: タバコは銃弾だ)、視覚的比喩 (例: ピストルの弾倉にタバコが装填されている写真) の理解では、相互に視覚・言語に関わる脳領域の関与が見られることから、比喩理解が視覚を含むマルチモーダルなメカニズムであることが示されている (Oja et al. 2017)。

一方、比喩生成に関わる研究では産出される比喩表現に対する、説明対象の違い (Williams-Whitney et al. 1992)、男女差 (Hussey & Katz 2006)、作業記憶容量 (Chiappe & Chiappe 2007) 等の影響が示されている。先行研究では過去の体験説明、特定のメッセージの伝達 (対象となる喩えられる語とその特徴に対する比喩生成) 等を対象とした課題が用いられている。

2. 研究の目的

本研究では、「比喩生成」を対象とし、視覚刺激からの意味の創発と言語表現としての表出に関わる認知・神経メカニズムを明らかにすることを目的とする。視覚刺激 (抽象画像) からの比喩生成を対象とした MRI 実験、計算機実験を行うことで、視覚・言語のマルチモーダルな意味の創発メカニズムの解明を行う。また、コーパスに基づく比喩生成モデルの構築により、比喩理解において指摘されている認知メカニズムと同様のメカニズムが比喩生成においても必要とされるかについて検討を行う。さらに、他の言語表現処理 (キャッチコピー等) への比喩生成メカニズムの応用可能性について検討する。

3. 研究の方法

(1) 視覚刺激からの比喩生成に関する MRI 実験

実験参加者は右利きの日本語母語話者 31 名。刺激として 32 種類の抽象画像 (カラー: 24 枚, 白黒: 8 枚) を用いた。実験は画像説明課題と事後課題からなっている。画像説明課題 (図 1) では、画像を 180 秒間スクリーンに提示し、参加者自身がボタンを押すことで画像を時計・反時計回りに 90 度ごとに画像を回転させながら、自由に口頭で提示された画像の説明を行ってもらった。課題遂行中の被験者の発話を全て録音するとともに、脳血流を MRI を用いて測定した。画像説明課題は 8 セッションからなっており、各セッションにて 2 枚の画像が提示された。また、画像説明課題終了直後に、事後課題として参加者に対しインタビューを行い、課題遂行中に被験

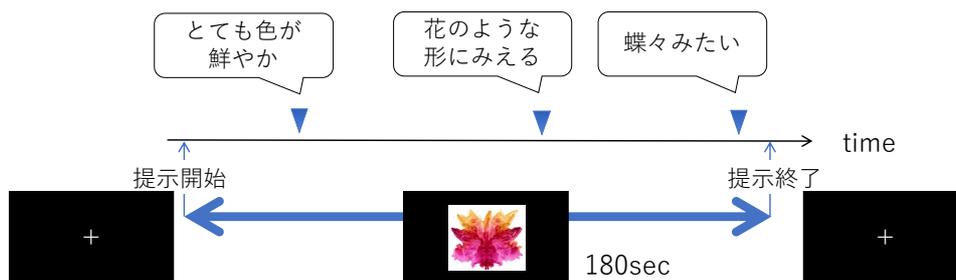


図 1 画像説明課題

者により生成された説明が提示された画像のどの部分に対するものかについて回答してもらった。

(2) 視覚刺激からの比喩生成に関する計算機実験

抽象画像における形態特徴が比喩生成に与える影響を、物体認識モデルを用いた計算機実験により検討した。既存の物体認識モデル (Convolutional Neural Network: AlexNet) に対し、エッジ検出・ぼかし処理を行った画像データ (ILSVRC-2012) を用いた再学習を行うことにより、事前学習済みの物体認識モデル (AlexNet)、形状特徴を多くまたは少なく認識するように再学習した物体認識モデル (エッジ特徴認知促進・抑制モデル) の3種類を用いた計算機実験を行った。画像説明課題で用いられた抽象画像、それらをエッジ検出・ぼかし処理を行った画像を入力とした3種類のモデルによるシミュレーション結果を比較し、画像説明課題において抽象画像に対して生成された比喩として使用された概念をどの程度予測できるかについて検証を行った。

(3) コーパスに基づく比喩生成モデル

「XはDxにおけるY」という形式の隠喩表現を対象として、コーパスに基づく比喩生成モデルを構築した。比喩理解において重要な役割を果たすことが知られている概念特徴の顕現性に関し、評価表現の重みづけをおこなったTF-IDFにより顕現性の推定を行った。顕現性を考慮しないモデル (without salience)、評価表現の重みづけ ($\alpha=0, 5, \alpha \rightarrow \infty$) をおこなった顕現性に基づくモデルにより、3種類の課題 (item) に対して生成された比喩リスト (上位10個) を提示し、参加者14名により比喩リストの妥当性を7段階で評定してもらった。

4. 研究成果

(1) 視覚刺激からの比喩生成に関するMRI実験

画像説明課題で生成された全ての説明に対し、評価者2名により、全ての説明を字義通り説明または比喩を含む説明 (比喩的説明) に分類した。説明発話オンセット8秒前から0.8秒前を対象とし、説明の種類 (比喩 > 字義通り) と時間的変化の相互作用を検証した結果、字義通り説明と比較し、比喩的説明生成では両側中側頭回において発話オンセットに向けて急激な賦活が見られることが示されている。同様に、発話オンセットにおいても比喩的説明生成は字義通り説明生成と比較し、両側中側頭回において強い賦活がみられた。このことは、比喩生成と意味認識の関連を示唆している。

(2) 視覚刺激からの比喩生成に関する計算機実験

抽象画像に対する比喩認識においてはエッジ抑制モデルが最も良い結果を示した。しかし、エッジ強調モデルの方がより高い認識を示す抽象画像も存在することから、比喩生成における形状特徴の影響は対象画像に依存することが示唆された。

(3) コーパスに基づく比喩生成モデル

4種類のモデルによる比喩生成結果に対する評定結果に対し、課題 (item) とモデルに関する2要因分散分析を実施し、5%水準で課題の主効果と交互作用がみられた (図2)。課題により顕現性の影響が異なり、特に喩えられる語に関連する記述が少なく、特徴量が抽出できない場合 (I2, I3)、評価表現に基づく特徴量の顕現性を考慮したモデルが、顕現性を考慮しないモデルよりも良い結果を示し、課題に依存するが比喩生成における顕現性の影響を示唆した。

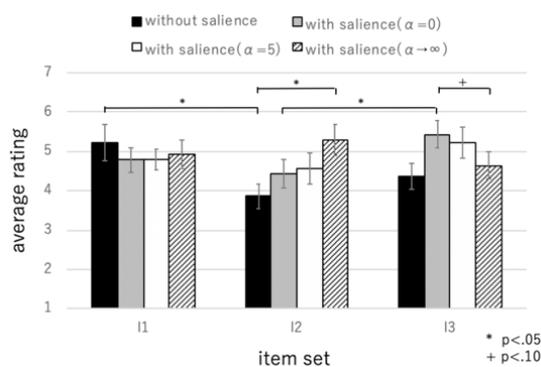


図2 評定結果

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 Asuka Terai, Kento Yamashita, So Komagamine	4. 巻 24(2)
2. 論文標題 Computer Humor and Human Humor: Construction of Japanese "Nazokake" Riddle Generation Systems	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics	6. 最初と最後の頁 199-205
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20965/jaciii.2020.p0199	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11件（うち招待講演 0件／うち国際学会 3件）

1. 発表者名 呉 航平, 寺井あすか
2. 発表標題 比喩生成を応用したキャッチコピー作成支援システムの提案
3. 学会等名 日本認知科学会第38回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Asuka Terai, Junichi Chikazoe, Takaaki Yoshimoto, Norihiro Sadato, Koji Jimura
2. 発表標題 Dynamic Neural Mechanisms Associated with Metaphor Generation for Visual Stimuli
3. 学会等名 Psychonomic Society 2021 Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 豊田哲士, 寺井あすか
2. 発表標題 ボケとツッコミを取り入れたオンデマンド講義シナリオの提案
3. 学会等名 第164回コンピュータと教育研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 村上和聡, 寺井あすか
2. 発表標題 リリック特徴を反映したキーワードに基づくラップリリック生成
3. 学会等名 第63回エンターテインメントコンピューティング研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 AsukaTerai, MasakiKitano
2. 発表標題 Salient Feature Extractionin Japanese Metaphor Generation
3. 学会等名 Joint 11th International Conferenceon Soft Computing and Intelligent Systems and 21st International Symposium on Advanced Intelligent Systems (SCIS-ISIS) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 呉航平, 寺井あすか
2. 発表標題 キャッチコピーに応用可能な比喩の生成
3. 学会等名 情報処理北海道シンポジウム2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐藤颯, 寺井あすか
2. 発表標題 パターン推定に基づくラップリリックの生成
3. 学会等名 情報処理北海道シンポジウム2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 関根壮汰, 寺井あすか
2. 発表標題 なぞかけにおける印象変化がユーモアに与える影響の日本語評価極性辞書に基づく検討
3. 学会等名 日本認知科学会第37回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Asuka Terai, Junichi Chikazoe, Takaaki Yoshimoto, Norihiro Sadato, Koji Jimura
2. 発表標題 Dynamic Neural Mechanisms Associated with Feature Emergence in Conceptual Blending
3. 学会等名 第42回日本神経科学大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 北野雅貴、寺井あすか
2. 発表標題 特徴の顕現性に着目した隠喩表現生成システム
3. 学会等名 情報処理北海道シンポジウム2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 A. Terai, T. Sugyo,
2. 発表標題 Construction of a Corpus-Based Metaphor Generation Support System Built on Japanese Literature
3. 学会等名 IEEE 11th International Workshop on Computational Intelligence and Applications (国際学会)
4. 発表年 2019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	楠見 孝 (Kusumi Takashi) (70195444)	京都大学・教育学研究科・教授 (14301)	
研究 分担者	地村 弘二 (Jimura Koji) (80431766)	群馬大学・情報学部・教授 (12301)	
研究 分担者	近添 淳一 (Chikazoe Junichi) (40456108)	株式会社アラヤ(研究開発部)・研究開発部・チームリー ダー (92684)	

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
---------	---------