

令和 6 年 5 月 19 日現在

機関番号：21601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2021～2023

課題番号：21K02980

研究課題名(和文) 社会的推論に関する知識構造の定量的理解と脳内表現の解明

研究課題名(英文) Data-driven approach to the organization of the social knowledge and its neural representation

研究代表者

岡本 正博 (Okamoto, Masahiro)

福島県立医科大学・医学部・助教

研究者番号：90548976

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)：研究では、「自由記述による人物評定」と「符号化モデル」を組み合わせ、他者や自己に関する情報の認知的および神経科学的表現様式を定量的に明らかにすることを目的としている。まず、他者の性格と行為の認知に着目し、自由記述文から他者の性格を認識する際の3つの枠組みとそれに関連する動作表現を抽出し、心理実験によって関連性を検証した。つぎにそれらの脳内表現を「符号化モデル」によって調査した。側頭葉の前部や前頭前皮質において他者のエピソードに関連する脳活動がみられた。最終年度では、自己と他者の認知構造の関係を探るために、他者と自己の認知的な類似性を調査したが、有意な差を検出するには至らなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

社会的知識に関する研究では、人物の性格を判断したり、特定の人物に関するエピソードを読んだりしている最中の脳活動が機能的磁気共鳴画像法によって記録され、統制条件(非人物に関する判断など)における脳活動と比較されてきた。この手法によって、社会的知識の処理に関与する脳領域が明らかにされてきた。しかし、その表現様式を解明する研究は行われていない。これはヒトの社会的知識が複雑で多元的であり、実験条件と統制条件を比較する手法では網羅的に評価することが難しいためだと考えられる。本研究課題では、知識構造に焦点を当て、脳内の人物関連知識の表現様式を統合的かつ定量的に明らかにしようとする点において独自性が高い。

研究成果の概要(英文)：The objective of this study is to elucidate the cognitive and neuroscientific aspects of self- and other-related information through the combination of "free-form character evaluation" and "coding models." Initially, we focused on recognizing the personality and behavior of others by extracting three frameworks for analyzing their personality and related behavioral expressions from free-form sentences. This was confirmed through psychological experiments. Subsequently, we examined the brain representations associated with these frameworks using an "encoding model." We observed brain activity related to other individuals in the anterior part of the temporal lobe and the prefrontal cortex. Lastly, in the final year, we explored the cognitive similarity between the self and others to understand the relationship between the cognitive structure of the self and others. However, we were unable to detect any significant differences.

研究分野：社会的認知

キーワード：対人認知 対人記憶 認知次元 自伝的記憶

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

社会的推論：

私たちが社会のなかで生きるうえで、他者の気持ちや考えを推し量ったり、相手の行動を予測したりする能力は欠かすことができない。そのような能力の特性を明らかにすることは、社会的存在としてのヒトの有り様を明らかにするうえで重要である。

情報処理装置としての脳内表現：

デヴィッド・マーは脳神経系を情報処理装置とみなして、その全容解明のためには3つの水準で脳を理解する必要があることを提唱した。すなわち、ハードウェア(計算を実現する物理的機構)としての理解、アルゴリズムと表現(脳に入出力される情報の表現様式と入力から出力に変換されるアルゴリズム)としての理解、計算理論(計算の目的と妥当性)としての理解である。

社会的認知における認知次元：

他者をどのように認識するかを認知心理学的手法を用いて研究する領域(社会的認知研究)では、第2の水準(アルゴリズムと表現)の理解に重要な示唆を与える認知モデルが提唱されている。たとえば二重処理モデル(Brewer, 1988)や連続体モデル(Fiske and Neuberg, 1990)である。いずれのモデルも、他者に出会ったときに相手の様々な情報から当人の全体的な印象を抱くにいたるまでの過程を説明するものであるが、興味深いのは、得られた情報を処理する際に、既存の知識を上手に利用する点である。たとえば相手の職業が看護師だった場合、相手の性格を類推するために、看護師に対する一般的なイメージ(「優しい」など)を当てはめる。このように、既存の知識を利用して、素早く効率的に相手の性格や人となりを類推するモデルが提唱されている。また、我々が他者を認知する際の基本的な枠組み(認知次元)が存在することが明らかになっている。たとえば、林(1978)は、「個人的親しみやすさ」「社会的好ましさ」「活動性」の三次元で他者の性格を認知していることを明らかにした。このように、社会心理学領域では、人物に関係する知識が脳で表現されており、それらを参照しながら相手の印象を形成するアルゴリズムが実装されていることを示唆している。

社会的推論における脳内表現：

他者の認知に関する神経科学的研究領域(社会的認知神経科学研究)における一連の研究は、マーの第3の水準(ハードウェア)の理解に重要な示唆を与える。たとえば、他者の心の状態を推測する際に側頭葉から前頭葉にわたる広範な領域で神経活動がみられることが報告されている(Amodio and Frith, 2006)。また、他者の性格を判断する際に、前頭前野内側部や前部および後部帯状回が活動することが報告されている。さらには、基本的な認知的枠組みの存在も示唆されている。Tamirら(2018)は、対人認知におけるもっとも重要な機能は「他者の行為の予測」であるとして、性格をふくめた他者に関する知識が構造化され、少なくとも階層(「行為」「心的状態」「性格」)にわたって表現されているというモデルを提唱した。

他者と自己の脳内表現および処理：

前頭前野内側部や前部および後部帯状回は、他者の性格を判断する際に活動することは先に述べた。同様の脳領域は、被験者自身の性格を判断する際にも活動することが報告されており、自己に関する情報が他者に関する情報と同じように脳内で表現・処理されることを示唆する。一方、「自分とはどのような人間なのか」という自己に関する知識が、他者に関する知識に比べて特殊な認知的性質(自己参照効果)をもつことが古くから指摘されているが、意見の集約がみられていない。自己知識に関わる脳領域の研究ではこれまで、自己および他者参照課題における脳活動を機能的MRIによって記録し、2つの条件間での比較が行われてきた。とくに自己および他者の性格の認知に焦点が当てられていることが多い。しかし、我々が特定の人物に関して持つ情報は多元的であり、日常で意識するのはその一部分のみであり、どの部分が意識されるかは状況によって刻々と変化する。このため、実験群と統制群を比較する従来型のアプローチだけでは、我々がもつ多元的かつダイナミックな人物関連情報を処理する脳内メカニズムを明らかにすることは難しいのではないかと考えられる。

2. 研究の目的

本研究課題の核心をなす問いは「Q. ヒト脳において人物に関係する知識はどのように表現されているか」である。上述のように、社会的認知や社会的推論においては、他者に関する情報が比較的少ない次元に集約される形で表現されているという知見の蓄積が進んでおり、「自己認識」に関しても同様の表現や処理が行われていると類推することは可能であるが、このような情報

## 【1 研究目的、研究方法など(つづき)】

表現に関する知見の蓄積はまだあまり進んでいない。社会的認知や社会的推論には性格のみならずさまざまな情報が複合的に影響を及ぼしあっていることが考えられるため、本研究では、他者や自己に関する自由記述から認知的な知識構造を抽出する。さらに、「自由記述による人物評定」と「符号化モデルを用いた機能的脳画像データの解析」を組み合わせることで、ヒト脳内における人物関連情報表現を統合的かつ定量的に評価し、人物に関する情報が脳内でどのように表現されているのかを明らかにする。そのうえで、自己と他者の脳内表象の違いを検証する。

### 3. 研究の方法

本研究では、「自由記述による人物評定」と「符号化モデル」を組み合わせ、機能的磁気共鳴画像データを解析することで、ヒト脳内における人物関連情報表現を統合的かつ定量的に評価し、その表現様式に関する仮説を検証する。具体的には下記の3つのフェーズで研究を進める。

#### 1. 刺激セットの選定と人物知識の定量評価

符号化モデリングを行う際には、刺激セットを考え得るすべてのパターンから偏りなく選ぶのが望ましい。本研究課題では、多次元の性格特性尺度を用いて身近な友人や家族の印象を評価してもらい、似たような印象の人物ばかりが刺激セットに集中しないように、ターゲットを選ぶ。ターゲットに関する知識や印象の評価には、上述の性格特性尺度を用いた質問紙による評価の他に、自由記述の内容から評価する。各ターゲットに対する自由記述を word2vec や doc2vec、TF-IDF 法を用いて多次元の特徴量に変換する。多次元の特徴量を PCA やクラスタリングを用いて解析し、被験者が持つ人物知識の構造を評価・視覚化する。

#### 2. 脳活動の記録と符号化モデルによる評価

符号化モデリングでは対象となる系の応答(出力)と刺激(入力)との間の関係を機械学習の手法で明らかにする。本研究課題では前項で選んだターゲット(友人や家族など親しい人)の顔写真や名前を刺激として用いる。刺激を視覚的に提示している最中の脳活動を機能的磁気共鳴画像法で記録し、BOLD 信号を応答とする。ターゲットの顔写真や名前が提示されたときには、その人の印象やその人とのエピソードを思い出してもらうよう指示する。

視覚刺激(入力)と BOLD 信号(出力)の関係を、前項で得られた多次元特徴量でモデリングする。つまり、BOLD 信号を特徴量の各次元に対する反応の総和として予測する(線形モデル)。モデルの妥当性は任意の新規刺激に対する応答を、構築されたモデルがどれくらい正確に予想できるかで評価する。

#### 3. モデルの解釈

前項で得られたモデルは刺激特徴量の各次元に対する選択性(重み)であり、多次元空間の超平面として表される。これを PCA によって、人が認知可能なレベルまで次元圧縮する。PCA で抽出された主成分を、暗黙の性格観(Hayashi, 1978)やパーソナリティ認知の基本次元(Passini and Norman, 1966)で予測される選択性と比較し、各主成分の意味を解釈する。

### 4. 研究成果

自由記述分を用いた他者に関する認知次元の抽出

自然言語を用いた他者に関する認知次元の抽出:

調査研究によって性格と行為の関係を抽出し、「性格 行為」および「行為 性格」の推論の非対称な関係を心理実験によって調べた。さらに、機能的 MRI を用いてそのような認知の神経相関を調べた。67名の協力者(男性34名、女性33名、年齢18-25才)に特性形容詞尺度(林, 1978)を用いた人物の印象評定を求めた。評定の対象には身近な人物のうち8名(好きな男性、嫌いな男性、好きな女性、嫌いな女性のそれぞれ2名)を任意に選んでもらい、それぞれの対象者について評価してもらった。同時に、それぞれの項目について判断材料となったエピソードの記述を求めた。印象評定の結果は主成分分析し、「親しみやすさ」「外向性」「責任感」の3つの次元が抽出された。それぞれの次元に対して特徴的な動作表現を対応分析によって抽出した。その結果、「個人的親しみやすさ」には「話す」「聞く」などの動作表現がみられた。また「社会的好ましさ」には「考える」「仕事する」などがみられ、「活動性」には「飲む」「参加する」などがみられた。

性格と行為の意味的関連における非対称性:

抽出された動詞と性格特性の関係を心理実験で調べた。参加者は、性格および行為の推論を求められる課題を行った。性格の推論が求められる課題では、何らかの行動をした人が特定の性格を持っている可能性の程度を答え、行為の推論が求められる課題では、ある性格の人が特定の行動をする可能性の程度を回答した。動詞および性格特性を、研究1で得られた3つのカテゴリ(「個人的親しみやすさ」「社会的好ましさ」「活動性」)に分類して、それぞれのカテゴリごとに動詞(動作)が性格判断に与える影響と性格が動作予測に与える影響を調べた。その結果、「個人的

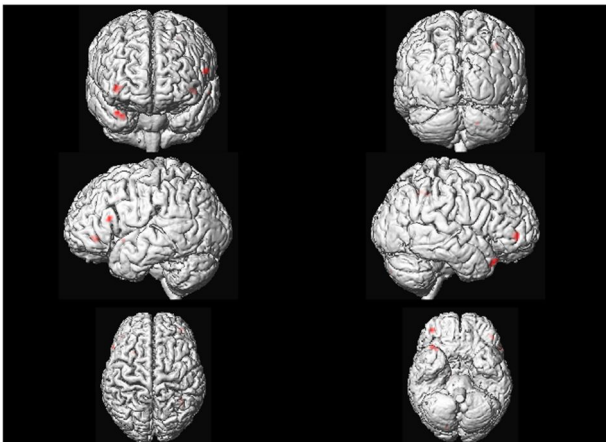
【1 研究目的、研究方法など(つづき)】

親しみやすさ)に属する性格特性を持つ人物は、「個人的親しみやすさ」および「活動性」に属する行為をすると判断されやすいことがわかった。反対に、「活動性」に分類される行為をする人は「活動性」に分類される性格を持つと判断される傾向があった。さらに、性格に基づいて行為を推論する課題と行為に基づいて性格を推論する課題の比較を行った。それぞれの課題における評定スコアをカテゴリごとに関し、性格の推論課題におけるスコアを行為の推論課題におけるスコアで直線回帰したところ、いずれのカテゴリでも、回帰直線の傾きの信頼区間は1よりも有意に大きかった。性格特性と行為は互いに関連付けられており、それらの関係は非対称でありことがわかった。これらの結果は、行為よりも性格特性により多くの人物関連知識が集約されている可能性を示唆する。

性格と行為の意味的推論に関する脳内活動：

前述の推論課題中の神経活動を機能的MRIによって計測した。被験者は19～22歳の男性4名。被験者はスキャナの中で、前述と同様の課題を行った。動作表現として、「親しみやすさ」「外向性」「責任感」3つのカテゴリからそれぞれ2つ、合計6つの動作を選んで用いた。これまでの実験と異なり、動詞のみではなく適宜目的語などを付け加えてより意味の分かりやすい表現を用いた。性格表現として、3つのカテゴリからそれぞれ主成分係数の大きかった形容詞対を2つずつ選んで用いた。

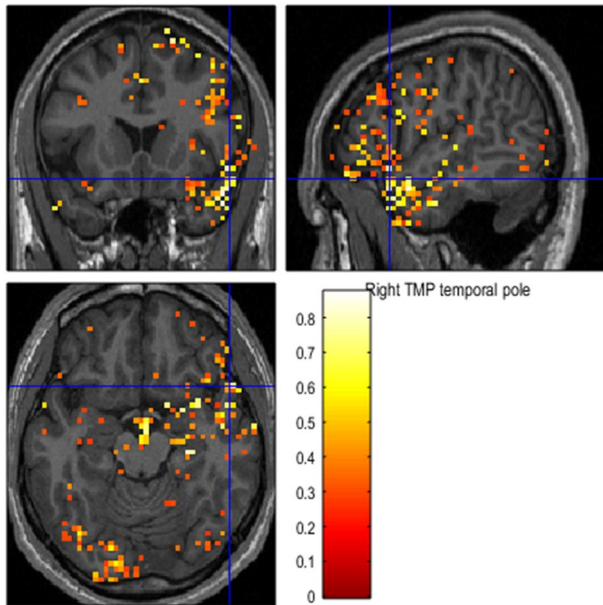
ベースラインとして、人や動物以外に関する性質または動作の推論条件を加えた。推論課題中の脳活動を比較したところ、右前頭前極、右側頭極、右角回、左下前頭前野、左三角部において有意な活動がみられた。また、前頭極の活動と「性格 行為」の結びつきの程度との間に正の相関がみられた。



脳活動の記録と符号化モデルによる評価：

前項で選んだターゲット(友人や家族など親しい人)の顔写真や名前を刺激として提示した。被験者にはターゲットの顔写真や名前が提示されたときに、その人の印象やその人とのエピソードを思い出してもらおうよう指示した。刺激を視覚的に提示している最中の脳活動を機能的磁気共鳴画像法で記録した。視覚刺激(入力)とBOLD信号(出力)の関係を、前項で得られた多次元特徴量でモデリングした。つまり、BOLD信号を特徴量の各次元に対する反応の総和として予測した(線形モデル)。側頭葉の前部や前頭全皮質を中心に、他者の認知に関係するとみられる脳の賦活がみられた。

【1 研究目的、研究方法など(つづき)】



自由記述分を用いた他者と自己に関する認知次元の検証：

自己と他者の認知構造の関係を明らかにするために、人間関係の近さが他者と自己の認知的な類似性にあたる影響を調べた。人間関係の近さは“Inclusion of Other in the Self Scale (IOS scale; Aron et al., 1991, 1992)”を用いて測定した。他者および自己への認識は前項までと同様に自由記述分から抽出した。とくに、特性(抽象的な知識)と行動(具体的な知識)に着目し、それぞれにおいて他者-自己間の類似度を計算した。それぞれの類似性を被説明変数とし、IOSの程度(高IOSと低IOS)を説明変数として、多変量共分散分析を行ったが、有意な差は検出できなかった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

Extraction and evaluation of action expression  
<https://doi.org/10.31234/osf.io/efczy>  
Extraction of action expression  
<https://doi.org/10.31234/osf.io/efczy>

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

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