

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 7 日現在

機関番号：63905

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25871059

研究課題名(和文) 視覚脱失が社会的紐帯の形成メカニズムに与える影響

研究課題名(英文) The effect of visual deprivation on the development of the ability to understand others and form social ties

研究代表者

北田 亮 (Kitada, Ryo)

生理学研究所・システム脳科学研究領域・助教

研究者番号：50526027

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：生後の視覚経験はその後の他者理解能力の発達にどのような影響を及ぼすのか？生後の視覚経験が不可欠とする説が発達心理学で支持される一方で、本研究は、成人の先天盲でも単純な手の動作を晴眼者と同様に認識することが可能であり、動作の認識に関わる脳内ネットワークは、視覚でも触覚でも活動し、先天盲でも晴眼者でも活動することを明らかにした。この結果は、他者理解能力の背景となる脳内メカニズムの一部は、視覚経験に関係なく発達することを示している。

研究成果の概要(英文)：How visual experience in early life affects the development of the ability to understand other's behavior? In the field of developmental psychology, vision is considered to be critical. By contrast, I showed that born blind individuals can recognize simple hand actions. Moreover, the common brain regions underlying the recognition of hand shapes are activated between vision and touch. Activation of such regions were observed in both blind and sighted individuals. These results indicate that the brain networks for the recognition of other's actions can partially develop even in the absence of early visual experience.

研究分野：認知神経科学

キーワード：視覚障害者 機能的磁気共鳴画像法 触覚 視覚 行動理解 視覚野

1. 研究開始当初の背景

ヒトは他者の様々な行動を理解し模倣をすることができる。この能力は他者と自分をつなぐ社会的な紐帯に重要な役割を果たす。1990年代から行われた電気生理学・心理物理学・脳機能イメージングなどの学際的研究により、動作理解と模倣に関する認知科学的メカニズムが明らかになってきた。しかしその一方で、このメカニズムがどのように発達するのか、認知脳科学において重要な問題となっている。例えば先天的因子と感覚経験のような後天的因子がどのように組み合わせることで、動作理解と模倣に関するメカニズムが形成されるのかについては不明である。

ヒトは通常、目を使うことで他者の動作を理解する。発達心理学で広く支持されている仮説では、他者理解と模倣の発達には視覚の役割が不可欠と考えられている(Meltzoff & Decety, 2003)。しかしその一方で先天的な視覚障害者(先天盲)は、ボタンをとめるなど、日常に必要な動作を保護者や教師から学習することができる。質問紙を用いた縦断的研究によれば、先天盲は、幼少時に自閉症と同様な社会認知能力の遅れを示すが、成人時にはその遅れを取り戻している(Hobson & Lee, 2010)。これらのことは他者の動作理解と模倣のメカニズムの形成には、視覚経験に独立した側面と視覚経験に依存した側面がある可能性を示している。では動作理解のどの側面が視覚経験に依存し、どの側面が依存しないのだろうか。

上記の問題に取り組む一つのアプローチは、視覚以外の感覚を利用して、動作理解における心理物理学特性と神経基盤を先天盲と晴眼者で比較することである。他者の動作は顔とその他の体部位によって行われる。顔と身体部位による動作の認識には、それぞれ異なる神経基盤が関与する(Haxby et al., 2000; Downing et al., 2001)。顔の主要な動作である基本的表情(例えば幸福表情)は、どの文化に属する人でも同じように生成と認識ができる。さらに新生児でも基本的表情を認識できるので、先天的因子が強い。他方で異文化間においてジェスチャーの意味が異なるように、四肢の動作は顔に比べて後天的な経験要素が強い。このように顔と顔以外の体部位が行う動作の認識のメカニズムは異なるため、個々の検証が必要である。

申請者は2010年から心理物理学実験と機能的磁気共鳴画像法(fMRI)を活用して、顔の基本的表情の認識に関わるメカニズムに視覚脱失が与える影響を検証した。その成果として、(1)先天盲でも晴眼者でも触覚による顔の基本的表情の認識が同様に可能であること、(2)その表情認識に関わる神経基盤が先天盲でも晴眼者でも共通していることを発見した(Kitada et al., 2013)。この成果は視覚経験がなくとも、晴眼者と同様の他者の動作理解に関するメカニズムが形成される可能

性を示している。

2. 研究の目的

本研究は上記の背景と成果に基づき、手の動作理解に関わる認知科学的メカニズムに視覚経験の有無が与える影響を明らかにし、顔表情の認識に関わるメカニズムと比較しようとするものである。

3. 研究の方法

28名の視覚障害者と28名の晴眼者を対象に、機能的磁気共鳴画像法(fMRI)を用いた実験を行った。視覚障害者群と晴眼者群では年齢がほぼ同じ(平均年齢は両群で33歳)で、性別比も同じであった(19名が男性)。視覚障害者群のうち18名が生後1歳までに全盲になった先天盲であった。MRI実験には生理学研究所のSiemens Allegra(図1左)を使用した。

(1) 刺激と課題(図3B)

単純な手の動作を描写した3次元模型を作製した。車玩具と急須の模型を統制条件として使用した。これらの物体は手と同様な既知性があり、手と同様に凸型の特徴があり、探索手続きが類似することから選んだ。カテゴリーごとに作成した4つのサンプルにそれぞれA, B, C, Dと名称を付けた。参加者は模型を探索し、どのサンプルであるかをボタン押しで回答した。

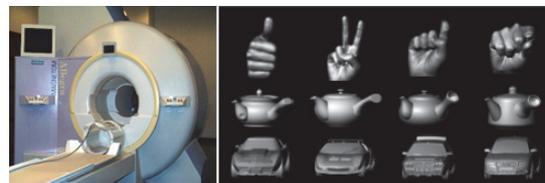


図1 使用したMRI装置と物体サンプル

(2) 実験計画と解析

被験者群(晴眼者と視覚障害者の)の被験者間要因と物体のカテゴリ(手の動作・車・急須)の被験者内要因による2要因計画で実験を行った。どちらの被験者群も物体に触れ、それがどの手の動作か、どの車か、どの急須かを、ボタンで回答した。晴眼者はさらに、同じ物体を見るだけで識別する視覚課題を行った。

fMRIデータの解析には、標準的なソフトであるSPM8を用いた。車や急須に比べて手の認識時に強く活動した脳部位を各群で同定し、その類似性と相違性を調べた。

4. 研究成果

(1) 識別成績

視覚障害者群も晴眼者群も20分程度の訓練で、どのカテゴリのサンプルも、10秒以内に9割以上の正答率で識別できるようになった。

(2) 晴眼者の神経基盤

視覚課題でも触覚課題でも、外側側頭-後頭領域や縁上回に共通の活動があることが示された(図3左、中央)。特に外側側頭-後頭領域には見た身体部位に対して特異的に反応するとされる領域(Extrastriate Body Area, EBA)が存在するが(図3白枠内)、その領域は触覚でも活動することを示している。

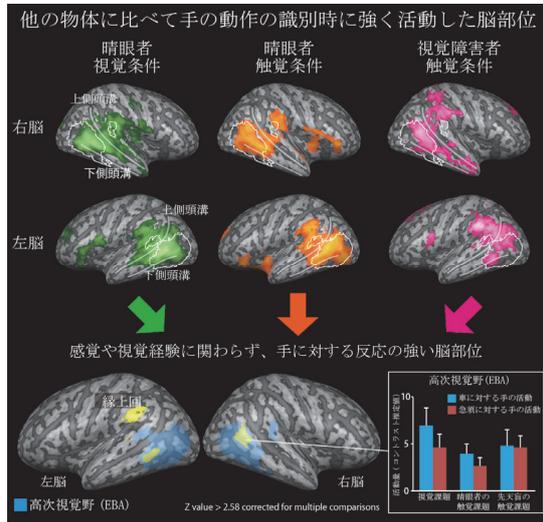


図2 実験結果

(3) 視覚障害者の神経基盤

視覚障害者でも晴眼者と同様に、縁上回や外側側頭-後頭領域の活動が観察された(図3右)。視覚障害者の一部は視覚経験があるため、先天盲と定義された参加者のみを対象とした解析も行ったが、同じようなパターンが観察された。

これらの結果は、手の動作の認識には、感覚に関係なく、視覚経験に関係なく、縁上回と外側側頭-後頭領域が関わることを示唆している。これらの領域が視覚経験に関わらず機能しているため、晴眼者と視覚障害者は同様に他者の手の動作を認識できるのかもしれない。本研究成果の意義は、視覚の動作認識に専ら関わると考えられていたEBAが、触覚による身体部位の認識にも関わり、視覚経験に関係なく発達することを、世界で初めて実証した点にある。

申請者の過去の研究において、感覚や視覚経験に依存しない顔のネットワークは下前頭前野と中側頭回にあることを発見したが(Kitada et al., 2013)、手の動作の識別に関わる領域とは重複しなかった。このことは同じ動作の識別でも、異なる神経基盤が両者に関わる可能性を示唆している。今後はさらなる検証を行い、顔表情と手の動作の認識に関わるメカニズムの違いを明らかにしたい。

また視覚障害者と晴眼者の脳内ネットワークは全く同じではない。視覚障害者では後頭頂葉の一部である角回が強く活動し、視覚障害者は晴眼者に比べて、外側側頭-後頭領

域の後部の活動が減少していることが分かった。今後はこの違いが、視覚障害者の触覚による優れた認知機能にどのような役割を果たすのかについて、検討していきたい。

<引用文献>

① Andrew N. Meltzoff, Jean Decety, What imitation tells us about social cognition: a rapprochement between developmental psychology and cognitive neuroscience, *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 358, 2003, 491-500

② R. Peter Hobson, Anthony Lee, Reversible autism among congenitally blind children? A controlled follow-up study, *J Child Psychol Psychiatry*, 51, 2010, 1235-1241

③ Haxby JV, Hoffman EA, Gobbini MI. The distributed human neural system for face perception, *Trends Cogn Sci*, 4, 2000, 223-233

④ Paul E. Downing, Yuhong Jiang, Miles Shuman, Nancy Kanwisher, A cortical area selective for visual processing of the human body. *Science*, 293, 2001, 2470-2473

⑤ Ryo Kitada, Yuko Okamoto, Akihiro T. Sasaki, Takanori Kochiyama, Motohide Miyahara, Susan J. Lederman, Norihiro Sadato, Early visual experience and the recognition of basic facial expressions: involvement of the middle temporal and inferior frontal gyri during haptic identification by the early blind, *Front Hum Neurosci*, 7, 2013, 7

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 6 件)

① Dianne T Pawluk, Rick J Adams, Ryo Kitada, Designing Haptic Assistive Technology for Individuals Who Are Blind or Visually Impaired, *IEEE Trans Haptics*, 査読有, vol. 8, 2015, 258-278
doi: 10.1109/TOH.2015.2471300.

② Haruka K Takahashi, Ryo Kitada, Akihiro T. Sasaki, Hiroaki Kawamichi, Shuntaro Okazaki, Takanori Kochiyama, Norihiro Sadato, Brain networks of affective mentalizing revealed by the tear effect: the integrative role of the medial prefrontal cortex and precuneus, *Neuroscience Research*, 査読有, vol. 101,

2015, 32-43
doi: 10.1016/j.neures.2015.07.005.

③ Hiromichi Kawamichi H, Ryo Kitada, Kazufumi Yoshihara K, Haruka Takahashi, Norihiro Sadato, Interpersonal Touch Suppresses Visual Processing of Aversive Stimuli, *Frontiers in Human Neuroscience*, 査読有, vol. 9, 2015, 164
doi: 10.3389/fnhum.2015.00164.

④ Yuko Okamoto, Ryo Kitada, Hiroki C Tanabe, Masamichi J Hayashi, Takanori Kochiyama, Toshio Munesue, Makoto Ishitobi, Daisuke N Saito, Hisakazu T Yanaka, Masao Omori, Yuji Wada, Hidehiko Okazawa, Akihiro T Sasaki, Tomoyo Morita, Shoji Itakura, Hirotaka Kosaka, Norihiro Sadato, Attenuation of the contingency detection effect in the extrastriate body area in Autism Spectrum Disorder, *Neuroscience Research*, 査読有, vol. 87, 2014, 66-76
doi: 10.1016/j.neures.2014.06.012.

⑤ Ryo Kitada, Kazufumi Yoshihara, Akihiro T Sasaki, Maho Hashiguchi, Takanori Kochiyama, Norihiro Sadato, The brain network underlying the recognition of hand gestures in the blind: the supramodal role of the extrastriate body area, *The Journal of Neuroscience*, 査読有, vol. 34, 2014, 10096-10108
doi: 10.1523/JNEUROSCI.0500-14.2014.

⑥ 北田 亮, 触覚の心理学, *Clinical Neuroscience*, 査読無, 32巻, 2014, 183-186
<http://www.chugaiigaku.jp/item/detail.php?id=1470>

〔学会発表〕(計 16 件)

① 北田 亮, 触覚による物体認識に関わる脳内ネットワーク:階層性と並列処理, 日本基礎心理学会平成27年度第二回フォーラム, 2016年3月17日, 東北学院大学(宮城県仙台市)

② 北田 亮, 定藤規弘, 社会的認知の神経基盤に視覚障害が与える影響, 自然科学研究機構プロジェクト「自然科学研究における国際的学術拠点の形成」3プロジェクト合同終了シンポジウム「次ステージ機能生命科学の展望」, 2016年3月10日, 自然科学研究機構岡崎カンファレンスセンター(愛知県岡崎市)

③ Ryo Kitada, The effect of visual deprivation on brain networks underlying the recognition of face and body parts, 5th

NIPS-CIN Joint Symposium, 2015年11月5日, 自然科学研究機構生理学研究所(愛知県岡崎市)

④ 北田 亮, 他者理解の神経基盤, 日本社会心理学会第56回大会イブニングセッション, 2015年10月31日, 東京女子大学(東京都杉並区)

⑤ 北田 亮, 脳機能イメージングは心理学研究にどのように貢献できるのか -多感覚と視覚障害のfMRI研究を例として-, 2015年9月24日, 日本心理学会第79回大会シンポジウム, 名古屋国際会議場(愛知県名古屋市)

⑥ 北田 亮, 触覚による物体認識の脳内ネットワーク, 日本心理学会第79回大会国際賞奨励賞講演, 2015年9月23日, 名古屋国際会議場(愛知県名古屋市)

⑦ 北田 亮, 触覚による物体認知メカニズムの理解に向けて, 身体性情報学研究会/Motor Control研究会, 2015年6月26日, 京都大学(京都府京都市).

⑧ Ryo Kitada, The supra-modal brain network for the recognition of faces and bodies: is visual experience necessary for the development of high-order visual cortices?, The 5th International Conference on Cognitive Neurodynamics (ICCN), 2015 June 5th, 三亜(中国)

⑨ 北田 亮, 他者の行動理解と模倣に関わる脳内ネットワーク, 日本認知科学会知覚と行動モデリング(P&P)研究分科会ワークショップ「社会神経科学と知覚研究」, 2015年3月14日, 東京女子大学(東京都杉並区)

⑩ 北田 亮, 他者の身体と行動の理解に視覚経験は必要か? 関西学院大学CAPSシンポジウム「こころと身体の関係をつえ直す—学際的な身体科学研究の新展開」, 2015年2月21日, 関西学院大学上ヶ原キャンパス(兵庫県西宮市)

⑪ 北田 亮, 触覚による物体認識の脳内ネットワーク, 2014年11月13日, 第六回多感覚研究会, 広島大学(広島県広島市)

⑫ Ryo Kitada, The brain network underlying the recognition of gestures in the blind: the supramodal role of EBA, The 20th Annual Meeting of Organization for Human Brain Mapping, 2014 June 12th, Hamburg (Germany)

⑬ 北田 亮, 他者の動作理解に関わる神経基盤の形成に視覚脱失が与える影響, 第16回ヒト脳機能マッピング学会, 2014年3月6日,

仙台国際ホテル(宮城県仙台市)

⑭ 北田 亮, 他者の動作認識に関わる神経基盤の形成に視覚脱失が与える影響, 新潟脳研-生理研合同シンポジウム, 2014年2月27日, 自然科学研究機構岡崎カンファレンスセンター(愛知県・岡崎市)

⑮ Ryo Kitada, Hand preference in the superior part of the extrastriate body area develops supramodally, 社会神経科学研究会, 2013年11月28日, 自然科学研究機構岡崎カンファレンスセンター(愛知県・岡崎市)

⑯ Ryo Kitada, Neural representation underlying the recognition of facial and bodily expressions in the early blind, Blind Brain Workshop, 2013 Oct 17th, Pisa (Italy)

[図書] (計 1 件)

① Ryo Kitada 他, Springer Japan, Pervasive Haptics, 2016, 21-37

[その他]

<http://www.ryokitada.com/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

北田 亮 (Kitada Ryo)

生理学研究所・システム脳科学研究領域・
助教

研究者番号: 50526027