

平成 30 年 6 月 25 日現在

機関番号：32205

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K04570

研究課題名(和文) 自閉症スペクトラムの伝達意図理解とメタ表象の障害に関するミューリズムによる研究

研究課題名(英文) The Mu-rhythm study about the ASD's disorder in understanding communicative intention and metarepresentation

研究代表者

田中 見太郎 (Tanaka, Kentaro)

作新学院大学・人間文化学部・名誉教授

研究者番号：70217024

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：二つの実験研究と一つの理論研究が実施された。μ抑制研究は、前回の科研費研究を継承するもので、伝達意図を持った指さしを観察すると明確なμ抑制が生じることが確認された。心の理論研究では、3～6歳児を対象に無知識課題と誤信念課題を用いた実験が実施された。その結果、素朴心理学(信念・欲求心理学)が生じる発達段階の存在が確認された。日本哲学会大会ワークショップでは、三つの提題を行った。田中は、他者の心問題について脳神経科学の観点から論じた。諸富は、他者の心問題への生理心理学的アプローチについて紹介した。日高は、他者の心理解に障害を持つケース(自閉症スペクトラム障害)について紹介した。

研究成果の概要(英文)：We conducted two empirical studies and one theoretical study. The Mu-suppression study took over the last KAKENHI study and confirmed that a clear Mu-suppression occurred when observing the pointing with communicative intention. In the theory-of-mind study we conducted an experiment which used an ignorance task and a false-belief task and confirmed the existence of a developmental stage in which the belief-desire psychology appears. In the 76th conference of The Philosophical Association of Japan, three theses were put forward. Tanaka discussed the problem of other minds from a neuroscientific point of view, Morotomi introduced the approach of physiological psychology toward the problem and Hidaka introduced the case of ASD in which a disorder in understanding of other minds is observed.

研究分野：哲学

キーワード：μ抑制 自閉症スペクトラム障害 心の理論 ミラー・システム 他者の心問題 伝達意図 メタ表象

1. 研究開始当初の背景

本研究の背景となる研究は、本研究グループ自身による先行科学研究(平成 24~26 年度科学研究費補助金研究:基盤研究 C;課題番号 24531259;研究代表者・田中)である。本研究は 24~26 年度研究の継続研究となっている。

(1) 24~26 年度研究では、自閉症スペクトラム障害(ASD)の原因をミラーニューロン・システム(MNS)の機能不全に求める「壊れた鏡仮説」(Ramachandran & Oberman, 2006)の検証に取り組んだ。ASD は、行為の目標理解は可能だが、伝達意図理解が困難だという指摘がある(Southgate et al., 2008)。そこで、この研究では、自動詞的行為/他動詞的行為の概念区分を導入することで、ASD の MNS は目標指向的な他動詞的行為の意味理解に関しては健全だが、ジェスチャーのような自動詞的行為の意味理解に関して機能不全を有するのではないかという作業仮説を立て、その予備的検証として三つの実験を実施した。いずれの実験も健常成人を対象に、自閉症スペクトラム指数(AQ)を取ったうえで、他者行為の観察時の脳波(EEG)を計測した。目的は、MNS の活動を示す指標とされる μ 抑制が、他者行為の観察時に認められるかどうかを調べるためだった。第一実験では、Oberman et al. (2005)の追試として、無意味な自動詞的行為(手の開閉)の観察時の EEG を計測した。第二実験では、単純な指さし行為(対照への単なる指さし)の観察時と他動詞的行為(対象を集める行為)の観察時の EEG をそれぞれ計測した。第三実験では、伝達意図を持った指さし行為の観察時の EEG を計測した。その結果、同じ自動詞的行為でも、無意味な自動詞的行為 単純な指さし 伝達意図を持った指さしの順で μ 抑制が強まること分かった。そこで、これらの実験結果を ASD 研究にいかに関用するかが、課題として残されることとなった。

(2) ASD のもっともよく知られた障害の一つは、心の理論(或いはメタ表象能力)の障害である(Baron-Cohen, Leslie & Frith, 1985)。24~26 年度研究では、理論的考察として、哲学的考察と脳神経科学的考察の二つの考察を行った。哲学的考察では、Dretske の哲学的表象論をベースにメタ表象についての概念分析を試み、信念理解以外にも、ふり理解、視覚的視点取得レベル 2、知識理解等がメタ表象に相当することを明らかにし、日本哲学会機関紙『哲学』で発表した。脳神経科学的考察では、昨今の社会認知に関する fMRI 研究をレビューし、一般に心の理論に関与するとされる MPFC と TPJ の機能的特徴について考察した。その結果、MPFC はメンタライジング一般には関与するが、心の理論に特異的に関わるわけではなく、心の理論(メタ表象)に選択的に関与するのは TPJ であるという結論を得た(この結果は『心理学評論』誌に発表した)。そこで、これらの成果を実証的研

究に適用することが次の課題となった。

2. 研究の目的

(1) 24~26 年度研究で、自動詞的行為(指さし)の意味(伝達意図)が強くなるにつれて、その観察時に μ 抑制が強まる傾向が確認された。このことは、指さしの伝達意図理解に MNS が関与していることを示唆している。そこで、伝達意図を持った指さし行為の観察時に生じる μ 抑制が AQ の高低とどのような相関を持つかを検証することとした。

(2) 24~26 年度研究の第一、第二実験では、参加者自身が手の開閉や指さしの行為を遂行する際にも強い μ 抑制が検出されたが、第三実験では、観察条件で μ 抑制が認められたにもかかわらず、遂行条件で有意の μ 抑制が認められなかった。そこで、第三実験に新たな工夫を加えて、再度実験を実施することとした。

(3) 24~26 年度研究において、哲学及び脳神経科学の観点から、心の理論・メタ表象に関して理論的考察を実施した。27~29 年度研究では、心の理論・メタ表象に関する実証研究を企画し、実施することとした。

(4) 24~26 年度研究の成果を基に、哲学の「他者の心問題」に脳神経科学、生理心理学、発達障害研究の三つの観点から考察を加えること、またその結果を哲学の分野で発表することを企画した。

3. 研究の方法

(1) μ 抑制研究では、二つの実験を実施した。第一の実験では、健常成人を対象に、自閉症スペクトラム指数 AQ を測定した上で脳波計測を行うこととした。手順としては、まずホワイトノイズ映像観察時の脳波を測定し、その際の μ 波成分をベースラインとした。次に観察条件として指さし観察(伝達意図を持った指さしを観察する)条件と食事観察(人がモノを食べる光景を観察する)条件とを設定し、それぞれの条件の下での脳波を計測し、その際の μ 波成分を測定した。

第二実験でも、健常成人を対象に、自閉症スペクトラム指数 AQ を測定した上で脳波計測を行った。第一実験と同じくホワイトノイズ観察時の μ 波成分をベースラインとした。観察条件として指さし観察(演者の指差しを観察する)条件、遂行条件として参加者自身による指さし遂行条件を設定し、それぞれの条件の下での脳波を計測し、その際の μ 波成分を測定した。

(2) 3~6 歳の定型発達児を対象に心の理論課題を用いた実験を実施した。課題は、二つの物語を絵本の形で制作し、幼児に読み聞かせた(課題 1: 主人公が対象をその場に置いたまま退室する その間に対象が場所 A に移される 主人公が戻って対象がなくなっていることに気づく、課題 2: 主人公が対象を場所 B に仕舞って退室する その間に対象が場所 A に移される 主人公が戻って対象を探

そうとする)。読み聞かせの後、課題1では、予備質問:「対象は今どこにあるか」と、質問:「主人公は対象がそこにあることを知っているか」が尋ねられた。課題2では、課題1と同じ予備質問と質問 a:「主人公は対象がそこにあることを知っているか」、質問 b:「主人公は対象をどこに探すか」、質問 c:「主人公は対象がどこにあると思っているか」が尋ねられた。参加児の答が記録され、分析が行われたが、予備質問に答えられなかった参加児の答は分析から除かれた。

(3)日本哲学会第76回大会(2017年)で公募ワークショップを募集しており、「社会脳と他者の心問題」というテーマで企画書を提出したところ採択された。提題者は3名とし、田中が「脳神経科学から見た他者の心問題」と題して『他者の心問題』という哲学的な問題を脳神経科学の観点から見るとどのようになるかを考察することとした。諸富は「ヒトの脳はどのようにして他者理解を行っているか」と題して自身の心理生理学の研究成果を基にヒトの他者理解のメカニズムについて紹介することとした。最後に日高が「他者理解に障害を持つとはどのようなことか」と題して発達障害研究の観点から ASD が抱える『他者の心問題』を紹介することとした。

4. 研究成果

(1) μ 抑制研究の結果は以下の通りだった。

a. 第一実験

「研究の背景」で述べた作業仮説(ASDのMNSは目標指向的な他動詞的行為の意味理解に関しては健全だが、ジェスチャーのような自動詞的行為の意味理解に関して機能不全を有するのではないか)を検証する目的で、健常成人のAQを取り、AQ高群と低群のグループ分けを行った。観察条件として、自動詞的行為に相当する指さし観察条件と他動詞的行為に相当する食事観察条件を設けた。指さし観察では演者が指さす図形を覚えてもらうという課題、食事観察では演者が口にす食品を覚えてもらうという課題を設定した。作業仮説に従えば、AQ高群と低群とで、食事観察条件下での μ 抑制には差がないが、指さし観察条件下で高群の抑制の程度が弱まることが期待された。しかし、結果は、食事観察条件だけでなく、指さし観察条件でも、AQ高群と低群とで μ 抑制の程度に差は生じなかった。結果の解釈としては、二つの可能性が考えられた。一つはHamilton(2008)のEP-Mモデルに基づく解釈である。EP-Mモデルによれば、対象さえ明確であるなら、ASDでも伝達意図の理解ができるとされる。本実験では、指さしの対象が明確であったがゆえにAQ高群と低群とで μ 抑制に差が生じなかったと解釈することが可能である。可能性の第二は、AQ得点が指標として適切ではなかったということが考えられる。AQは、社会的スキル、注意の切り替え、細部への注意、コミュニケーション、想像力の5項目の質問から

成り立っている。 μ 抑制を引き起こす他者行為の知覚・認知能力を検査するものではない。このためにAQ高群と低群とで μ 抑制に差が生じなかったとも考えられる。いずれにしても、本実験は、AQ得点に頼るのではなく、実際にASD者を対象に、再度実施することが今後の課題となった。なおこの研究の結果は、臨床神経生理学第44号に発表した。

b. 第二実験

「研究の目的」で書いたように、本実験は、24~26年度研究の第三実験を修正したものである。条件は、コントロール条件、観察条件、遂行条件の三条件からなっている。コントロール条件は物体の運動の(線が伸びていく)動画を観察する条件、観察条件は指さしの動画を観察する条件、遂行条件は参加者自身が指さしを遂行する条件だった。前回実験と異なる点は、観察条件では、伝達意図の他に伝達内容も付与されるものとなっている点である。具体的に言えば、提示された二つの図形のうちより持ち点の高い図形の方を演者が指さして教えるという形を取った。遂行条件も、前回のように、ただ対象を指さすというのではなく、実験者に見えていない図形を参加者が見て、それに対応する図形を指さして、実験者に教えるという、明確に伝達意図を伴った条件となった。その結果、 $n=7$ という少ない事例数ながら、観察条件で有意な μ 抑制が認められ、遂行条件でもかなりはっきりとした μ 抑制が観察された。この実験は、いったん第36回日本生理心理学会大会で発表した。さらにn数を増やす($n=20$ 以上)ことを目指して継続中である。

(2)心の理論実験の結果は以下の通りだった。

人間には、自分の持っている知識は他者ももっといと勘違いしてしまう傾向(「知識の呪い」)がある。幼児が誤信念理解に失敗する原因をこの傾向に求めるのが「知識の呪い」仮説である。先行研究では、知識の呪いにかかった幼児が誤信念理解に失敗することは実験的に確かめられている。しかし、この逆は確かめられたことがない。そこで、本研究では、「知識の呪い」が解かれた幼児が果たして誤信念理解に成功するのかどうかを検証することとした。課題1は、参加児の「知識の呪い」がより確実に解かれるようにするための訓練課題であり、実験の主眼は課題2にあった。質問 a:「主人公は対象がそこにあることを知っているか」は知識の呪いが解かれていることを確かめるものであり、質問 b:「主人公は対象をどこに探すか」は主人公の行動予測の可否を通して主人公の誤信念が理解できているかどうかを確かめるもの、質問 c:「主人公は対象がどこにあると思っているか」は誤信念理解の可否を直接問うものだった。

実験の結果わかったことの第一は、知識の呪いが解かれることは誤信念理解が可能になるための十分条件であり得るということ

だった。質問 a に正答した参加児のほぼ全員 (39/40) が質問 c (誤信念理解を直接問うもの) に正答した。興味深かったのは、知識の呪いが解かれても、必ずしも主人公の行動予測が可能にならないという、第二の事実だった。質問 a に正答した参加児 40 名のうち 13 名が質問 b に誤答したのだった。この結果は、誤信念理解 (主人公は誤って対象が場所 A にあると信じている) ができても、必ずしもその行動予測 (主人公は場所 A を探す) ができるわけではないということの意味している。誤信念理解から行動予測を導き出す推論は、一般に信念・欲求心理学と考えられている。本研究は、幼児期のある段階で (4~5 歳期) 信念・欲求心理学が発達してくることを証立する結果となった。

この研究は、発達障害システム研究第 15 巻第 1 号に発表した。

(3) 日本哲学会ワークショップ「社会脳と他者の心問題」

a. 「脳神経科学から見た他者の心問題」(田中)

人間がどのようにして他者理解を行っているかという「他者の心問題」には、素朴心理学を用いた理論化 (セオライジング) によるとする理論説 TT、心的なシミュレーションによるとするシミュレーション説 ST、MS を通した運動知識によるとするミラーリング説 MT の三つの仮説が存在する。この提題では、脳神経科学の近年の知見をレビューすることを通して、セオライジング、心的シミュレーション、ミラーリングのそれぞれに関与する脳内領域を特定することを試み、それに基づいて TT、ST、MT それぞれの妥当性を検討した。そして、) 前頭前野内側部 MPFC が心的シミュレーションに関わっていること、) しかし、MPFC の心的シミュレーションが心理化 = メンタライジングによるシミュレーションであるのに対して、MS によるシミュレーションは身体化 embodiment によるシミュレーションであり、二つのシミュレーションは本質的に異なったものであること、) 一般に側頭頭頂接合部 TPJ は MPFC と共にメンタライジング・システムを形作ると考えられているが、実際には二つの領域は違ったネットワークに属しており、TPJ はむしろ MS と親近性が高いこと等を報告した。

b. 「ヒトの脳はどのようにして他者理解を行っているか」(諸富)

この提題では、心理生理学の立場から、ヒトがどのようにして他者理解を行っているかについて、以下の項目に分けて紹介と報告を行った。) 心理生理学において、他者理解に関わる脳活動の指標として何を用いるか、) 顔刺激に特異的に出現する事象関連脳電位 P170 と N170 の頭皮上分布について、) 表情刺激によって出現する事象関連脳電位 P310 と N170 の振舞について、) 自己顔、既知顔、未知顔に伴う事象関連脳電位 P300

の振舞について、) fMRI による心の理論 (他者の心を推論する) に関わる脳部位の析出について。) では、脳活動の一次信号の測定法として、脳波 EEG、事象関連電位 ERP、脳磁図 MEG を、二次信号の測定法として、機能的磁気共鳴画像 fMRI、近赤外線スペクトロスコピー-NIRS を紹介した。) ~) では、諸富自身の研究成果を基に、顔知覚、表情知覚、自己顔知覚等に伴って出現する事象関連電位とその振舞及びその発生源について、紹介と解説を行った。) では、Gallagher et al. (2000) をもとに、心の理論に関わる脳内部位を特定化する fMRI 研究について紹介を行った。

c. 「他者理解に障害を持つとはどのようなことか」(日高)

最初に自閉症スペクトラム障害の諸欠陥について解説し、次のそれらの欠陥のうち社会性の障害、特に社会認知の障害に焦点を絞って、その原因仮説について紹介・解説した。最初に「心の理論」仮説を取り上げた。この仮説は Baron-Cohen, Leslie and Frith (1985) の実験結果に基づくもので、この実験では高機能自閉症者の大半が誤信念理解に失敗することが示され、著者たちは、ASD の社会性の障害の原因は心の理論能力の線敵的欠陥にあるという仮説を提唱した。次に「心の理論」仮説の対抗仮説として、「壊れた鏡」仮説、即ち ASD の原因は MS の機能不全にあるとする仮説を取り上げ、紹介・解説した。MS の機能は、一般に行為理解 action understanding と共感 empathy (情動理解) であると考えられている。そこで、行為理解の研究例として、我々自身の μ 抑制研究を紹介・解説し、共感研究の例としては、近年の Rayson et al. (2016) や Moore et al. (2012) の μ 抑制研究を紹介・解説すると同時に、その問題点も指摘した。

提題の後、40 人前後のフロア出席者との間で質疑・応答の時間をもち、活発な議論が行われ、盛況のうちに 2 時間 30 分のワークショップを終えることができた。

参考文献

- Baron-Cohen, S., Leslie, A., & Frith, U. (1985). Does the autistic child have a 'theory of mind'? *Cognition*, 21, 37-46.
- Gallagher, H., Happe, F., Brunswick, N., Fletcher, P., Frith, U., & Frith, C. (2000). Reading the mind in cartoons and stories: an fMRI study of 'theory of mind' in verbal and nonverbal tasks. *Neuropsychologia*, 38, 11-21.
- Hamilton, A. (2008). Emulation and mimicry for social interaction: A theoretical approach to imitation in autism. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 61 (1), 101-115.
- Moore, a., Gorodnitsky, I., and Pineda,

J. (2012). EEG mu component responses to viewing emotional faces. *Behavioural Brain Research* 226 (2012) 309- 316.

Oberman, L.M., Hubbard, E.M., McCleery, J.P., Altschuler, E.L., Ramachandran, V.S., Pineda, J.A. (2005). EEG evidence for mirror neuron dysfunction in autism spectrum disorders. *Cognitive Brain Research*, 24(2), 190-98.

Ramachandran, V. & Oberman, L. (2006). Broken mirror: A theory of autism. *Scientific American*, October 16, 63-69.

Rayson, H., Bonaiuto, J., Ferrari, P. and Murray, L. (2016). Mu desynchronization during observation and execution of facial expressions in 30-month-old children. *Developmental Neuroscience*, 19, 279-287.

Southgate, V., Gergely, G., & Csibra, G. (2008). Does the mirror neuron system and its impairment explain human imitation and autism? In *The Role of Mirroring Processes in Social Cognition*. (Pineda, A., ed.), Humana Press.

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 5 件)

・行為遂行時および他者行為観察時における Mu リズムの変動 伝達意図を持つ自動詞的行為についての検討 .杉野信太郎・田中見太郎・松本秀彦・諸富隆. *生理心理学と精神生理学*, 33 (2). P95. 2015. (査読有)

・他者行為観察時における Mu リズム抑制と AQ 得点の関係 .諸富隆・杉野信太郎・日高茂暢・田中見太郎. *臨床神経生理学*, 44 (5). p406. 2016 (査読有)

・「知識の呪い」と誤信念理解の関係 - 心の理論の異なった発達段階の存在 .田中見太郎・齋藤明子・諸富隆. *発達障害支援システム学研究*, 15 . p17-24, 2016. (査読有)

・ASD のある子どもへの模倣を用いた療育に関する文献的研究. 高柴政希・日高茂暢・田中見太郎. *日本 LD 学会第 26 回大会 web 発表論文集*, PE1-7, 2017. (査読有)

・伝達意図を持つ「指さし」行為の遂行時及び観察時における Mu リズム抑制 .杉野信太郎・日高茂暢・田中見太郎・諸富隆. *生理心理学と精神生理学*, 35 (査読有; 印刷中) [学会発表](計 5 件)

・行為遂行時および他者行為観察時における Mu リズムの変動 伝達意図を持つ自動詞的行為についての検討 .杉野信太郎・田中見太郎・松本秀彦・諸富隆. 第 34 回日本生理心理学会大会 . 2015 .

・他者行為観察時における Mu リズム抑制と AQ 得点の関係 .諸富隆・杉野信太郎・日高茂

暢・田中見太郎. 第 46 回日本臨床神経生理学会大会 . 2016 .

・ASD のある子どもへの模倣を用いた療育に関する文献的研究. 高柴政希・日高茂暢・田中見太郎. *日本 LD 学会第 26 回大会* . 2017 .

・社会脳と他者の心問題 .田中見太郎・日高茂暢・諸富隆. *日本哲学会 76 回大会公募ワークショップ* . 2017 (査読有)

・伝達意図を持つ「指さし」行為の遂行時及び観察時における Mu リズム抑制 .杉野信太郎・日高茂暢・田中見太郎・諸富隆. 第 36 回日本生理心理学会大会 .

[図書](計 件)

[産業財産権]

出願状況 (計 件)

名称 :
 発明者 :
 権利者 :
 種類 :
 番号 :
 出願年月日 :
 国内外の別 :

取得状況 (計 件)

名称 :
 発明者 :
 権利者 :
 種類 :
 番号 :
 取得年月日 :
 国内外の別 :

[その他]
 ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

田中 見太郎 (Tanaka Kentaro)
 作新学院大学・人間文化学部・名誉教授
 研究者番号 : 70217024

(2) 研究分担者

諸富 隆 (Morotomi Takashi)
 作新学院大学・人間文化学部・名誉教授
 研究者番号 : 60003951

高浜 浩二 (Takahama Kozi)
 作新学院大学・人間文化学部・教授
 研究者番号 : 40616299

日高 茂暢 (Hidaka Motonobu)
 作新学院大学・人間文化学部・准教授
 研究者番号 : 20733942

松本 秀彦 (Matsumoto Hidehiko)
 高知大学・教育研究部人文社会科学系教育学部門・准教授

研究者番号：70348093

(3)連携研究者

()

研究者番号：

(4)研究協力者

杉野信太郎 (Sugino Shintaro)

福島県警・科学捜査研究所