

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 26 日現在

機関番号：32639

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350985

研究課題名(和文) 模倣と視線・指さしの神経機構

研究課題名(英文) Neural Mechanisms of pointing, gaze, and imitation

研究代表者

神代 真里 (Kumashiro, Mari)

玉川大学・脳科学研究所・嘱託研究員

研究者番号：40462791

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：ミラーニューロンが他者とのコミュニケーションや模倣、言語の神経基盤の候補であるにも関わらずサルはそれら社会的行動を取らないとされ、その神経細胞特性を突き止める手段がなかった。申請者は独自に開発した「共同注意」を経てサルから模倣を引き出すことに成功したが、サルの社会的行動に疑問を呈された。そこで本研究ではサル-ヒト間の社会的行動の確立を調べ、それら神経機構の探求に繋げることを目的とした。結果からヒトとの相互関係がサルの視線を伴う指さし行動を増やし、問題行動を減らすことが分かった。また、サル-ヒト間キャッチボール法を独自に考案し、食物報酬なしでサルはヒトとコミュニケーションを取ることが分かった。

研究成果の概要(英文)：Mirror neuro is the candidate neural mechanism for communication with others, imitation, and the language. However, monkeys are considered to lack those social behavior, and thus it has been difficult to investigate the neural mechanisms. I originally developed a method for developing the “joint attention” between monkey and human, and induced the ability of imitation from the monkey. Since the question arose in the monkey’s social behavior, I planned in this study to investigate the establishment of social behavior between monkey and human, and then to explore the underlying neural mechanisms. I found that monkey-human interaction increased the pointing with eye gaze of the monkey, and decreased the problematic behavior. Furthermore, I developed the monkey-human catch-ball method that the monkey communicated with the human without food reward.

研究分野：神経科学

キーワード：指さし 共同注意 サル 模倣 コミュニケーション ミラーニューロン 社会的称賛

## 1. 研究開始当初の背景

サルの腹側運動前野で発見された「ミラーニューロン」(Gallese, et al., 1996)の応答は目的ある行動に限定され、餌や小さい塊という対象を必要としていた(Gallese, et al., 1996; Umiltà, et al., 2001; Kohler et al., 2002 Science; Ferrari, et al., 2003, 2005; Foggasi, et al., 2005 Science; Caggiano, et al., 2009 Science)。様々な運動での操作対象がない場合にも成立するべき「模倣」の概念に比べると、ミラーニューロンの応答特性は極めて限定的である。しかし、ヒトが指の動きを模倣する際に、サルの腹側運動前野(F5)と相同性 44 野を含む領域が活動したため(Iacoboni, et al., 1999 Science)、それをミラーニューロンによるものとイメージが先行し、ミラーニューロンシステムこそがヒトの模倣の基盤である、と拡大解釈されてきた(Rizzolatti, et al., 2004)。証拠に基づいて模倣の神経基盤を探る研究が今こそ望まれる。模倣の神経基盤を探るには、模倣する動物が必要である。本申請者は、ヒトの模倣をしないとされてきたサル(Whiten and Ham, 1992)に、両者が同じものを見る「共同注意」を教えることで世界初のサルの模倣に成功した(Kumashiro, et al, 2003, 2008)。模倣に必要なのはミラーニューロンよりもっと広い応答特性をもった「共同注意ニューロン」であると仮定した。

## 2. 研究の目的

本研究では、「共同注意ニューロンこそが模倣の神経基盤である」という仮説を検証することを目的とした。しかしながら、視線や指さし、模倣を使用したサルの社会的行動に疑問を呈された。そこでサルとヒト間の社会的コミュニケーション行動の確立

を現在までとは異なるアプローチによって示す実験を行い、それらコミュニケーション中の共同注意や模倣の神経基盤を探るための実験パラダイムを確立し、「共同注意ニューロンこそが模倣の神経基盤である」という仮説を検証することを目的とした。

## 3. 研究の方法

一つ目の実験では、サルの指さしは、サルが餌を見たら指をさす、つまり、ボタン押しのような道具的指さしなのか、それとも相手の行動を見ながら指さしを変えるコミュニケーション的指さしなのかを調べた。具体的には、視線と指さし、模倣のジェスチャーを使用してヒトとコミュニケーションを取ることができるサルを対象に、ヒトとコミュニケーションを取る条件(With 条件)とヒトがそのサルとのコミュニケーションを中断して部屋を退出する条件(Without 条件)の2つの条件を操作したコミュニケーション実験パラダイムを設定した。With 条件では、サルが3つの餌のうち一つを選んでヒトに指さしで伝える food-choice task を行った。ヒトはサルが指さした餌をサルに与えた。Without 条件では、ヒトが food-choice task を中断して部屋を退出し、実験室にはサルのみとなる。With と Without 条件順序は ABABA 方式を採用した。両条件におけるサルの行動、指さし行動の変化に注目した。

二つ目の実験では、サルが嫌いな食べ物を食べた時に、ヒトがサルを撫でる社会的称賛条件(Pet)と、サルが嫌いなものを食べた時にヒトがサルに拍手して褒めるといった社会的称賛条件(Clap)の2つの条件を設けて、サルの指さしや社会的行動に変化が見られるかどうかを調べた。

更なるサルとヒト間のコミュニケーション行動の確立として、食べ物の報酬なしにサル - ヒト間で物をやりとりするキャッチボール実験を行った。

#### 4 . 研究成果

一つ目の実験結果は、Without 条件でヒトが部屋から出て行ったにもかかわらずサルは手の届く所にある餌も食べずに、ヒトが戻ってくるまでヒトが退出したドアを見ていた。しかしながら、Without のコミュニケーション中断経験を積むとその行動は減少し、そのドアと反対側を見る行動が増え、4 日目には餌を食べ始めた。ヒトを見ながら欲しい物を指さず、視線を伴う指さし行動の回数も減少した。

二つ目の実験結果は、拍手条件 (Clap) で食べ物を投げるといふ問題行動が増加し、その後視線を伴うヒトへの指さし行動も減少した。ところが撫でる条件 (Pet) に変わると食べ物を投げる行動が劇的に減少した。

さらに、独自に開発したキャッチボールメソッドにも成功した。

以上の結果から、サルはヒトと意図的なコミュニケーションを取っている可能性が高いことが分かった。また、撫でるといふ社会的称賛が問題行動を緩和させることが分かった。ヒトとコミュニケーションを取ることができるサルを対象としたことにより、このような画期的なコミュニケーション実験パラダイムの確立や社会的称賛についての研究が可能となり、本研究は今後の社会的コミュニケーションや社会的称賛とそれによるコミュニケーション維持における神経機構解明の突破口となるだろう。

これらの成果は、論文で発表する予定であるため詳細は割愛する。この研究を継続し、サルの意図的なコミュニケーション行動の確立と皮質脳波記録から「共同注意ニューロンこそが模倣の神経基盤である」という仮説の検証や社会的コミュニケーションや社会的称賛におけるサル - ヒト間のコミュニケーション維持の神経機構を解明する。今後もサルでしか出来ない社会的コミュニケーションの脳科学研究の発展に寄与するよう努力する。

#### 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 2 件)

神代真里、鮫島和行 (2015)、サル類を対象とした行動解析 サルの‘心の理論’を目の動きから探る Labio 21、62巻、Pp32-35、2015年.

鮫島和行、大北碧、西山慶太、瀧本彩加、神代真里、村井千寿子、澤幸祐 (2016)、人-動物間における社会的シグナル、人工知能、31巻、Pp27-34、2016年.

[学会発表](計 2 件)

Mari Kumashiro, Kazuyuki Samejima, Pointing and gaze communication based on joint attention between a human and a monkey, 第 39 回日本神経科学大会, 2016 年 7 月 20 日 ~ 7 月 22 日, パシフィコ横浜 (神奈川県横浜市)

Mari Kumashiro, Kazuyuki Samejima, The

Japanese monkey prefers gentle stroking  
to hand clapping in an overcoming  
-difficulties procedure, 日本動物心理学会第  
76 回大会, 2016 年 11 月 23 日 ~ 11 月 25 日,  
北海道大学学術交流会館 (北海道札幌市)

## 6 . 研究組織

### (1)研究代表者

神代真里 (KUMASHIRO, Mari)

玉川大学 脳科学研究所 嘱託研究員

研究者番号 : 40462791