

ミラーニューロンをめぐる研究動向の検証： 神経細胞水準からみる「他者」の色合いの解 明に向けて

ENDO, Noyuri / 遠藤, 野ゆり

(出版者 / Publisher)

法政大学キャリアデザイン学会

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

生涯学習とキャリアデザイン / 生涯学習とキャリアデザイン

(巻 / Volume)

12

(号 / Number)

2

(開始ページ / Start Page)

37

(終了ページ / End Page)

46

(発行年 / Year)

2015-03

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00010738>

ミラーニューロンをめぐる研究動向の検証 —神経細胞水準からみる「他者」の色合いの解明に向けて—

法政大学キャリアデザイン学部准教授 遠藤 野ゆり

1 はじめに

(1) ミラーニューロンの発見

ひとはどうやって他者を理解するのか。このアポリアには、哲学、心理学、脳科学、教育学、さまざまな分野の研究が取り組んできた¹⁾。そして、現在最も熱く議論されているものの一つとして、脳神経科学において発見されたミラーニューロン説が挙げられる。

サルにおいては、他者の行為を見たときに活性化する脳の神経細胞が、自分自身で同様の行為をおこなっているときに活性化する神経細胞と同じである、という事実が1996年にイタリアのジャコモ・リゾラッティらの研究グループによって発見された(リゾラッティ, 2009)。ミラーニューロンは、他者の行為を自らの行為のごとく捉えて活性化する、この神経細胞群のことである。このように名付けられたのは、このニューロンは、「他者の行為を観察者の脳内に直接映し出しているように見える」(リゾラッティ, 2007, p.18)からである。より脳神経科学的に正確に記述するならば、ミラーニューロンとは「他個体の目標志向的な動作の観察、ならびに知覚運動刺激の模倣時に反応するニューロン」のことであり、「サルの運動前野 (premotor cortex) に位置する F5 領域に存在するニューロンの単一計測により」明らかにされたものである(野村, 2011, p.110)。すなわち、ある対象へと向かう何らかの志向的な動作の観察と、そこで知覚したことの模倣という二

つの点において、鏡のように、他者の行為を自らの脳に映し出す作業をする神経が存在している、ということになる。

サルをはじめとする霊長類で観察されたこれらの「ミラーニューロンと同様の機能」が、その後、「ヒトの神経イメージング研究により、頭頂領野下部に位置する小頭頂小葉 (inferior parietal lobule) (BA40)」に備わっていることが確認されている(野村, 2011, p.111)。端的にいえば、サルにおいて発見された、他の個体がある意図をもって対象物と関わる行為している際のその意図が、自分自身が同様の目的をもって行為する際と同様の神経反応が生じるという事態において理解されているということ、これと同様の事態がヒトにおいても生じていそうだということ、この二点が発見されたのである。

ミラーニューロンや類似の機能をもつ神経は、その後、複数の領域²⁾で発見された。これらは、例えば「知覚情報が運動系の応答に脳の中で直接変換される」(リゾラッティ, 2007, p.23)といった仕方でネットワークをもって機能することから、ミラーニューロンシステムと呼ばれる³⁾。ただし、ミラーニューロンのきわめて原初的な反応が、ヒトの多様で高次な活動に、複雑なネットワークとして果たす機能は、実はいまだ十分に解明されていない。そもそも、発見されたミラーニューロンは、F5領域にある神経群というきわめて大雑把な神経群に対する仮説であり、その領域にある複雑な神経やその回路について仔細が明らかに

なっているわけではない。ただ、後で概観する多くの研究によって、以下のことが確認されつつある。すなわち、「運動の表出に関わるニューロンが、他者の動作を観察した時にも反応するというミラーニューロンの性質は、他者の動作を観察しているときに、他者の脳内に立ち上がっている運動の信号を自分の脳内でも再現することを意味する」のであり、こうした「他者の脳の内部の状態をシミュレーションする」という機能説ゆえに、ミラーニューロンは、「他者行為の認識、共同注視、模倣、心の理論、共感などの社会的認知機能に関わりがある」(村田, 2012, p.61)、と推測されるようになってきているのである。

(2) ミラーニューロン論の展開

熱心に議論されているこの神経群の発見に対して、日本では当初は、十分な議論や理解がされてこなかったようである⁴⁾。その背景には、ミラーニューロンが、その機能においても、いや存在そのものにおいても、いまだ詳らかになっていないという、ミラーニューロンそのものの曖昧さがあるだろう。例えば脳神経学者の村田が、「ヒトとサルの頭頂葉内の領域の相同性については議論が分かれている」(村田, 2005, p.54)と指摘しているように、サルにおいて直接測定されたものが、イメージングという間接的な手法でしか確認できないヒトのニューロンにも当てはまるかどうかさえ、議論の余地があることなのだ。

しかし、ミラーニューロンの発見は、私たちが他者を理解しているときの神経の作用を明らかにするという点で、重要な意味がある。とりわけ、脳神経科学的な医療や、他者理解に困難を覚えるとされる発達障害者への支援を模索するうえでは有意義なことが、近年確認されつつある。他方で、こうした神経科学的発見が、他者を理解するという私たちの体験そのものを本当に解明しうるのか、哲学、人間学的な見地からの疑問も依然として残っている。

そこで本稿では、ミラーニューロンをめぐって主に本邦では現在どのような議論がなされている

のかを検証し、ミラーニューロンに関する議論のなしうる貢献の可能性と、ミラーニューロン説によっては明らかにならない課題とを明示したい。

2 ミラーニューロンをめぐる諸議論の概要

ミラーニューロンをめぐって、現在熱心に行なわれている研究は、大きく、4つに大別することができよう。1つは、ミラーニューロンそのものの解明である。どのような機能をもつのか、脳神経のどのような位置を占めるのか、といった科学的解明は、いまだ道半ばであることがうかがえる。2つ目は、神経科学的な観点からみた、他者理解に困難がある人びとへの理解促進の研究である。とりわけ、アスペルガー症候群スペクトラムのように、脳の器質的理由により他者理解に困難が生じる場合、その困難が脳のいかなる器質によるのかを理解することは、適切なサポートの道を明らかにすることにもつながる。3つ目は、ミラーニューロンの解明による医療の進展の可能性である。特に脳神経科学の貢献できる領域として、リハビリテーションの領域が挙げられる。そして最後に、ミラーニューロンによって可能になるとされる他者理解とはそもそも何であるのかについての、哲学的な研究が挙げられる。

(1) ミラーニューロンの解明

そもそも、ミラーニューロンはサルにおいて発見されたものであり、他方「ヒトでニューロンを記録するわけにはいかない」(村田, 2005, p.54)ため、ヒトのミラーニューロンについては、間接的な確認が必要である。ヒトとサルでは同じ脳の領域であっても「少し異なる役割をもった回路」(同所)とみなすべきだからである。そこでまずは、こうした事情もふまえて、ヒトにおけるより高次の「他者理解」の神経科学的解明について、感情認識等の研究者である野村の指摘に従いつつ、その一端を確認したい。

ミラーニューロンシステム論によれば、「動作

や行為に内包される感情的要素が知覚される」ことにより、「怒りや恐怖といったネガティブな基本的感情」や、弱いながらも「幸福感情」といった「感情を他者ととも共有することが可能になる」(野村, 2011, p.112)。それだけでなく、こうした「比較的シンプルな感情(基本的感情)に加えて、われわれは、『恥』や『罪悪感』などの他者の内省的な感情に対して共感し、必要とされている行動選択をすることができる」(同)ようになる⁵⁾。

こうした共感とは、「物理的痛みへの共感」(野村, 2011, p.113)にさえつながるといふ。実際、他者がケガをしているのを見ると、思わず顔をしかめたり、他者の患部と同じ位置の自分の身体に痛みを覚えたりすることがある。他者の痛みを知覚することは、同時にそれが私自身の痛みとして体験されることでもあるのだ。とはいえ、「他者の痛みは自らの身体に加えられた物理的な痛みそのものとして感じるものではなく」、他方「自らの身体に痛み刺激が加わると、体性感覚野に加えて、後部島皮質における血液量が特異的に生じる」といったことから明らかになるように、「知覚される他者の痛みは、自らに加わる痛みの感覚とは本質的に異なるものである」(野村, 2011, p.115)。にもかかわらず、「自他に関する痛みを共通表象する『痛みの関連領域(pain network)』のはたらしきにおいて“近似”、自身の痛みとして実感される」(野村, 2011, p.115)、というのである⁶⁾。

こうした共感能力に基づき、さらに高次な「対象の好悪」や「利害に関する社会的価値評価基準で調整される共感性の一端」が明らかになってきている⁷⁾。また、「喚起された感情」(野村, 2011, p.119)や、「不快感情」、「身体的苦痛」、「社会的排斥」、「不公平な他者・提案の受容」(野村, 2011, p.120)など、向社会的な性質を規定する多様な要因が、ミラーニューロンと密接に関係している、といえる⁸⁾。

さらに、野村においてはあまり議論されていないが、ミラーニューロンの大きく寄与するところに、模倣という行為があり、これが、自分自身の

身体と他者の身体とを理解するうえで重要な働きをしている、という指摘がある。村田は、ミラーニューロンの機能の一部として自己身体感覚と模倣の神経回路のつながりを明らかにしている。サルにおける実験の結果、「ミラーニューロンは自己の手の視覚像にも反応し、体性感覚入力や運動に伴う遠心性コピーが同時性を保って統合されたときに、自己の運動の認識、自己身体の認識に関わると考えられる」(村田, 2005, p.18)ことが明らかになった、という。村田はさらに、ミラーニューロンシステムが「自己の手の運動をモニターする機能」をもちうるという仮説のもと、上の研究を推し進め、ミラーニューロンシステムが「他者の脳内の運動の表象をも予測するように働き、高次な認知機能にかかわってきた」可能性を指摘している(村田, 2007, p.9A)。さらにはこうした機能が「脳内における自己と他者の区別、認識のメカニズム」にもつながっている(村田, 2005, p.43)のである。

このように、ミラーニューロンが果たしうる役割、機能は、私たちの行為のかなり高次の次元にまでおよぶうることが、推測されている。しかし、すでに述べたように、ミラーニューロン、あるいはそれらのネットワークとしてのシステムの詳細は、実はいまだ明らかになっていない。そこで、ミラーニューロンの機能を明らかにする以外にも、そのシステムの細部を検証する試みが多くなされている。例えば末吉は、「身体部位の違いによる活動脳部位の変化が脳波へも影響する可能性、観察する動作の対象物のある場合、また観察側が女性の方が、よりMNS(ミラーニューロンシステム)が活動する可能性がある」ことを明らかにしている(末吉, 2010, p.15)。また柴田寛らは、二人の人物のインタラクション場面を想定した映像を見て、それを三人称で語るように要求する実験から、左IFGが社会的文脈に応じた行為の理解に重要な役割を果たすことを明らかにしている(柴田寛ら, 2007, p.69)。

(2) 自閉症の症状の要因説明

ミラーニューロンの仔細がいまだ曖昧だとしても、ミラーニューロンの機能不全という考えで説明可能な諸症状がある。特に、他者の気持ちを理解しにくいといった特性をもつアスペルガー症候群のかかえる脳の障害が注目されてきている。インドの脳科学者ラマチャンドランらは、「他人に共感したり、相手の意図をくみ取るといった能力にミラーニューロンが関係している」という仮説のもと、「ミラーニューロンと呼ばれる新たに発見された脳神経細胞と自閉症との関係を調べた結果、「ミラーニューロンシステムの機能障害が自閉症のいくつかの症状の原因になっているという仮説は、論理的に妥当」という見解に到りつつある、という（ラマチャンドラン, 2007, p.28）。

ではどのような症状においてミラーニューロンシステムが影響しているのか、という検証も既に、詳細に行なわれつつある。例えば竜田らは、高機能自閉症 10名、アスペルガー症候群 10名の 20名と、健常児 10名とに、提示した「動画上の運動を模倣」する様子を観察し、広汎性発達障害児の脳機能特性を、ミラーニューロンシステムの観点から明らかにしている。その結果、広汎性発達障害児群には、「課題施行中の集中力低下 8例・鏡像模倣 1例・左右逆模倣 4例・鏡像模倣だが鏡になっていない模倣 5例・動画と非同調な模倣 13例」といった「何らかの異常な模倣行動が認められ、健常児群には認められなかった」ことが明らかになった（竜田ら, 2010, p.850）。「模倣には身体図式が関係している」ことからすると、上記の実験の結果からは、「広汎性発達障害児群も身体図式に障害があった」と考えられることになる（同所）。ただし、自閉症者の身体的不器用さはよく指摘されることであり、本検証が、自閉症者の身体図式のどのような解明になっているのかは、明らかではない。

他方で、自閉症の要因特定だけでなく、自閉症者の対人関係改善のために、運動活動を定期的に取り入れる、という手法も研究されている。運動活動と対人関係は、一見無関係のように見えるが、

運動刺激そのものによるミラーニューロン機能の改善が、対人関係にも好影響を与える、という仮説がたつからである。例えば森らの研究では、アスペルガー症候群と高機能自閉症の 2名にキャッチボール運動を定期的に行なってもらった結果、「キャッチボールを課題とした運動介入をすることで互いの動作が共振をして、コミュニケーションの土台が形成された」（森ら, 2013, p.75）、と考えられることがわかった。

以上のように、いまだその要因が十分に解明されていないアスペルガー症候群について、その症状の一部がミラーニューロンシステムの機能不全という原因の特定がなされることや、その知見に基づいた機能改善の手法の開拓が、今後もさらに期待されている。

(3) リハビリテーションにおけるミラーニューロンシステムの寄与

機能改善は、自閉症を対象としたものだけではない。脳卒中などにより運動機能に支障をきたすケースでは、ひとの知覚に刺激を与えることで、運動機能を回復する試みがなされている。というのも、ミラーニューロンの発見により、知覚刺激と運動感覚とが密接に結びついていることが、科学的にも証明されてきたからである。

リハビリテーションの領域においては、ミラーニューロンシステムに基づいた、ミラーセラピーが議論されている。ミラーセラピーとは、ラマチャンドランが幻肢の痛みを取り除くために、鏡で仕切った箱（ミラーボックス）を用い、実際には存在しない肢体の一部をあたかもあるかのように経験させる、という治療方法である。比較的安価であること、重度麻痺に応用できることから、臨床的価値は大きい、と武市らは指摘する（武市ら, 2012, p.850）。武市らはさらに、脳卒中患者の麻痺側足関節背屈に対してミラーセラピーを行なった結果、「運動麻痺改善を促進した」ことを明らかにし、その要因として、「運動の視覚的錯覚による効果」と「実際に麻痺側足関節運動量が増したこと」、「両側性運動による両側大脳半球

の賦活化ならびに脳梁を介した運動促進」という三つを挙げている（同所）。ミラーセラピーはこのように、上肢運動に対する有効性が多く示唆されているが⁹⁾、那須は、その背景にある「視覚を用いた運動錯覚が大脳皮質に及ぼす影響」を明らかにしている（那須ら、2013）。

また池岡らは、上肢機能障害に対し、他者の行為の観察と身体運動の反復練習を組み合わせた「運動観察治療」を施し、大きな改善が見られたことを明らかにしているが、「この治療の神経科学的な背景メカニズムには、ミラーニューロンシステムの関与が考えられている」（池岡ら、2010, p.3）という。山崎らもまた同様に、運動観察治療を施した脳卒中片麻痺患者に対する運動観察後の即自的効果を測定し、「運動観察直後のパフォーマンスの改善がみられた」ことを明らかにしている（山崎ら、2013, p.186）。同様に、測上らは「亜急性脳卒中片麻痺患者に対する運動観察治療の可能性」（測上ら、2009, p.2）を探っている。

ミラーセラピーや運動観察治療法といったリハビリテーションの方法は、知覚という直接情報が私たちの運動に重要な役割を担うことを含み込んだ、ミラーニューロンシステムの機能を利用して、今後も有効な方法がさらに見出されるものと期待される。

(4) ミラーニューロンと意識

これまで概観してきたように、ミラーニューロンは、実際の機能やその回路など、そのものの解明が道半ばであるとしても、発達障害の要因特定や、理学療法的な治療に大きな寄与をなしてきた、といえる。しかし、ミラーニューロンがここ二十年で（先に述べたように、うち本邦では最近数年に議論の多くが限られているが）くり返し議論されてきたのは、冒頭で述べたように、私たちは直接経験することのない他者の行為の意図や思いをいかにして経験可能か、という重要な問いに答える、という期待があるからだろう。

それゆえ、脳神経科学的なこの発見は、哲学の

分野においてさえ熱心に議論されている。例えば、哲学者の佐藤は、メルロ・ポンティの思索に基づき他者の表情の読み取りにおける「表情と感情の対応関係は…象徴的」と捉え、こうした「象徴的手法による感情の感得は…対象の生を私において生きるという形で、いわば対象に『共鳴』することで表現される」（佐藤、2012, p.28）という。そして、こうした共鳴は「まさにシミュレーション理論が『シミュレート』と呼んだ事柄であり、神経レベルでは、ミラーニューロンの活性化と、目にした行動、表情に対応する身体筋肉が活性化することに対応している」（同所）、という。こうした自らの思索を、佐藤は、「ミラーニューロンの発見という新しい事態を受けた他者問題の解明に貢献しようと試みた」もの（佐藤、2012, p.29）、と位置づけている。

多少なりとも角度を変えると、哲学者の柴田健志は、相互相克と表現される、『存在と無』（1943）におけるサルトルの他者論が、『文学とは何か』（1945）では「相互性」と変化した、という先行研究の指摘に対し、『存在と無』における行為と対象物との関わりに関するサルトルの記述をミラーニューロン論に即して捉え直すことで、実は、『存在と無』におけるサルトルの他者論もすでに、相互性という観点を備えている、ということを指摘している（柴田健志、2010）。あるいは、内藤もまた、和辻の倫理論を語る上で、「他者の存在や行動、思考が自己の自覚以前に既に意味を持ったものとして認知されていることの傍証が得られたということは、倫理や社会の自己に対する存在論的な優位を発生論的に考えるうえで極めて重要である」（内藤、2014, p.15）、と指摘する。ミラーニューロンに言及するこれらの研究からは、自己と他者の関わりを解明する哲学のさまざまな議論が、ミラーニューロンの発見を無視できずにいることを明らかにしているといえよう。

他方、哲学の問題としてミラーニューロン論に正面から対峙しているのは、柴田健志の2011年の研究である。柴田健志は「ニューロンの発見が持つ意味を哲学的な観点から考察する」（柴田健

志, 2011, p.93) とし、ミラーニューロンが心を読むことやシミュレーション作用にいかん機能しているかを明らかにしている。そして、私たちが対象を捉えるときに、それは複数の他者と共に、という仕方であることを明らかにしている。

柴田健志の論を、少し詳しくみておきたい。柴田健志は、従来の他者理解論が、theory theory (「理論」理論) という説と、シミュレーション理論の二つに大別できたことを指摘する。「理論」理論は、私たちは「心の理論」をもっており、それに基づいて推論している、という考え方である (cf. 柴田健志, 2010, p.96)。シミュレーション理論とは、「他者の意図を理解するときわれわれはいわばその人になったふりをしている」という考え方である (柴田健志, 2011, p.97)。これら二つの理論はいずれも、他者の意図を理解したり模倣したりする行為が乳幼児期から見られる、という事実に基づき、疑義が呈されてきた。他方、「ミラーニューロン理論が提案するのは脳神経水準でのシミュレーションであり、われわれの意識の外で暗黙に生じているシミュレーション」 (柴田健志, 2011, p.101) である。リゾラッティと共にミラーニューロンを発見したガレーゼが、メルロ・ポンティを引用しつつ「身体化されたシミュレーション」という言葉づかいをしていることに注目した柴田健志は、「推論を基本にして組み立てられたマインド・リーディングに関する従来の説明は、いずれもミラーニューロンの発見によって端的に退けられる」 (柴田健志, 2011, p.100)、と結論づける。そしてこの結論が意味する重要なポイントは、マインド・リーディングもそうであったように、「『知覚系』、『運動系』、『認知系』を「脳内で機能的に独立した領域で設定されている」 (柴田健志, 2011, p.105) 従来の認知論的枠組みは否定され、「知覚と運動の混成系」 (柴田健志, 2011, p.106) という新たな捉え方が必要だ、ということである。

さて、こうした枠組みから、柴田健志は最大の結論を次のように導き出す。すなわち、「他者の意図を読み取るということは、対象への関わり方

を他者と共有しているということ、さらにこの共有という点を問いつめていくと、それが自他の同一性という存在論的な主張を含意していること」 (柴田健志, 2011, p.111) である。それゆえ、ガレーゼが対象世界を指して「共有空間」というとき、それは「ミラーニューロンが複数の身体のあいだに張り巡らせた空間」であり、「主観はそのような間主観的な空間の内部で発生する」 (柴田健志, 2011, p.115) のである。

しかしながら、柴田健志のこうした議論をふりかえると、以下のような疑問がわいてくる。複数性としての私たちの意識は、そもそも、フッサールの相互主観性理論を引きとる多くの議論で展開されてきたことではなかったか。例えば、フッサールの感情移入論を引きとってヘルトが指摘する、「匿名的な他者との共同主観」である我々、という在りようは、ミラーニューロンが示唆している私たちの在りようと、なんら違わないのではないか。事実、リゾラッティ自身が、次のように述べているのである。「かつて現象論の流れを汲む哲学者たちは、何かを本当に理解するためには自分の心でそれを経験しなければならぬと考えていた」のであり、ミラーニューロンシステムの発見は、「この概念を裏付ける…物理的根拠」の発見なのである、と (リゾラッティ, 2007, p.18)。

3 おわりに

以上のようにミラーニューロンをめぐる議論を概観すると、ミラーニューロンの発見が果たした役割が見えてくる。ミラーニューロンシステムという仮説は、私たちの知覚や運動が、神経細胞水準で連動していることを意味しており、そしてこのことは、現象学が事ながらそのものへと迫る中で明らかにしてきたことの実証になっている、ということである。そうならば、今後必要なことは次のことであろう。神経細胞水準で連動している知覚と運動の連動は、私たちの具体的な運動として出現する段階では、多様に展開する。知覚していても連動できない身体や、そもそも知覚できない

がゆえに連動しない身体等、その多くは私たちの身体そのものに表れる。そしてこうした違いや多様さが、私たちが複数性の意識として他者と共に生きる、というときに、その複数の他者がどのような色合いを帯びているのか、ということに関わってくることになる。それゆえ、その現実を感じる色合いの多様さから、神経細胞水準で瞬時にシミュレートされる他者の多様さを詳らかにすることこそ、今後の課題といえる。

謝辞 本稿は、科学研究費助成事業「複合的困難を抱える子どもの共同体意識形成のための支援モデルに向けたフィールド調査」の助成を受けております。

注

- 1) その端緒は、デカルトの「我思う、ゆえに我あり」という有名な句にあると考えられる。というのも、絶対的に疑いようのないものが自分自身の意識でしかない、というデカルトの考えは、たしかにその後の哲学的検証の中で否定されてきたとしても、他者の不確かさを端的に表している点ではまちがいがいがないからである。
- 2) 具体的には、F5,PF,STSa と呼ばれる領域である。
- 3) ただし村田によれば、「STSa と F5 は、直接の解剖学的結合は認められない」(村田, 2005, p.53) という。
- 4) 例えば論文検索サイト Cinii で「ミラーニューロン」をキーワードに検索すると、検出される論文の数は、1999年に2本、2001年に1本、2002年には3本に留まっている。その後、2004年からミラーニューロン発見の10年後である2008年までは年に平均7.8本であるが、2009年から2013年の平均は13.6本に増加する。(http://ci.nii.ac.jp/search?q=%E3%83%9F%E3%83%A9%E3%83%BC%E3%83%8B%E3%83%A5%E3%83%BC%E3%83%AD%E3%83%B3&range=0&sortorder=1&count=20&start

=1 閲覧日 2015年1月19日)。

- 5) 野村はこうした解明を Moll ら (2002) の研究から明らかにしている。
- 6) 野村はこうした解明を Singer ら (2004) の研究に基づき整理している。
- 7) 以上の研究成果は、Singer (2004)、Singer (2006) による、と野村は指摘している。
- 8) 以上の研究成果は、Ochsner et al. (2002) 等によると野村は指摘している。
- 9) 例えば岩坂ら (2013)。

引用参考文献

- 測上健・河口沙織・井戸端宏樹・藤野隆・北裏真己・池岡舞・松尾篤 (2009) 「亜急性期脳卒中片麻痺患者に対する運動観察治療の可能性」『日本理学療法学会大会』日本理学療法士協会 p.2
- 星野聖、植山祐樹、谷本貴頌、佐藤智子、川淵一郎、廣池敦 (2003) 「見まねするロボットハンドの試作」『電子情報通信学会技術研究報告』電子情報通信学会 pp.97-102
- 池岡舞・徳永奈穂子・中村元紀・手塚康貴・松尾篤 (2010) 「脳卒中後の上肢機能障害に対する運動観察治療の効果」『日本理学療法学会大会』日本理学療法士協会 p.3
- 岩坂 憂児・坂上 尚穂 (2013) 「ミラーセラピーにおける上肢位置の影響について (第2報)」『第48回日本理学療法学会大会』日本理学療法士協会 p.41
- Moll J, de Oliveira-Souza R, Eslinger PJ, Bramati IE, Mourão-Miranda J, Andreiuolo PA, Pessoa L.(2002) The neural correlates of moral sensitivity: a functional magnetic resonance imaging investigation of basic and moral emotions *Neurosci* 第22巻第7号 pp.2730-2736
- 盛岡周・信迫悟志・藤本昌央・冷水誠・松尾篤 (2008) 「歩行観察におけるミラーニューロンシステムの作動条件 fNIRS 研究」『理学療法学会』日本理学療法士協会 第35巻 p.123
- 森司朗・中本浩揮・水落洋志・荒武祐二・幾留沙智・

- 畝中智志・平川忠敏 (2013) 「自閉症の対人関係改善のための運動介入の効果 ミラーニューロンの機能改善を通して」『スポーツパフォーマンス研究』第5巻 鹿屋体育大学 pp.64-76
- 村田哲 (2005) 「ミラーニューロンの明らかにしたもの 運動制御から認知機能へ」『日本神経回路学会誌』第12巻第1号 日本神経回路学会 pp.52-60
- 村田哲 (2007) 「身体性とミラーニューロン」『近畿大学医学雑誌』近畿大学 第32巻第1号 9A
- 村田哲 (2012) 「運動制御と認知を結ぶミラーニューロン」『電子情報通信学会技術研究報告』電子情報通信学会 pp.61-64
- 内藤可夫 (2014) 「和辻哲郎『人間の学としての倫理学』における倫理的存在論の着想—東洋倫理思想による存在論転換の試みの今日的可能性について」『人間と環境』電子版第7号 人間環境大学 pp.14-24
- 那須高志・畑幸彦・黒岩直美 (2013) 「視覚を用いた運動錯覚が脳皮質に及ぼす影響 ミラーセラピーとの比較」『第48回日本理学療法学会大会』日本理学療法士協会 p.13
- 信迫悟志・清水重和・玉置裕久・三鬼健太・森岡周 (2009) 「運動観察における意図推定の付与がミラーニューロン活動に与える影響 fNIRSを用いた検討」『理学療法科学』第24巻2号 理学療法科学学会 pp.191-199
- 野村理朗 (2011) 「『向社会的』共感の心理・生物学的メカニズム」子安増生・大平英樹編『ミラーニューロンと〈心の理論〉』新曜社 pp.103-131
- 小川健二・乾敏郎 (2007) 「動作模倣における動的な視覚運動マッチングに関わる神経基盤」『日本認知心理学会発表論文集』日本認知心理学会 p. 36
- Kevin N. Ochsner, Silvia A. Bunge, James J. Gross, John D. E. Gabrieli (2002) Rethinking Feelings: An fMRI Study of the Cognitive Regulation of Emotion *Cogn Neurosci* 第14巻第8号 pp.1215-1229.
- V.S. ラマチャンドラン・L.M. オバーマン (2007) 「自閉症の原因に迫る」『日経サイエンス』日経サイエンス pp. 28-36
- G. リゾラッティ・L. フォガッシ・V. ガレーゼ (2007) 「他人を映す脳の鏡」『日経サイエンス』第37巻第2号 日経サイエンス pp.18-26
- ジャコモ リゾラッティ・コラド シリガニア (2009) 『ミラーニューロン』茂木健一郎他訳 紀伊國屋書店
- 佐藤義之 (2012) 「他者理解とミラーニューロン」『人間フォーラム』第30号 京都大学大学院人間・環境学研究科 pp.26-29
- 柴田寛・行場次朗 (2007) 「他者から手渡された物体を受け取る動作の適切さの検討」『電子情報通信学会技術研究報告』電子情報通信学会 pp.1-6
- 柴田寛・乾敏郎・小川健二 (2011) 「社会的な文脈で行われる手の動作の理解過程 fMRI 研究」『電子情報通信学会技術研究報告』136号 電子情報通信学会 pp.69-74
- 柴田健志 (2010) 「サルトルの哲学における『責任』の問題 ミラーニューロン仮説にもとづく一解釈」『鹿児島大学法文学部紀要人文科学論集』第72巻 鹿児島大学法文学部 pp.1-30
- 柴田健志 (2011) 「意識の複数性 ミラーニューロン理論に関する哲学的考察」『鹿児島大学法文学部紀要人文科学論集』第73巻 鹿児島大学 pp.93-123
- Singer T, Seymour B, O'Doherty J, Kaube H, Dolan RJ, Frith CD. (2004) Empathy for pain involves the affective but not sensory components of pain *Science* 第303巻 pp.1157-1162
- Singer T1, Seymour B, O'Doherty JP, Stephan KE, Dolan RJ, Frith CD. (2006) Empathic neural responses are modulated by the perceived fairness of others *Nature* 第439巻 pp. 466-469
- 末吉可奈 (2010) 「他者行動の観察とミラーニューロン 脳波の Mu 波抑制の頭皮上分布について」『日本生理人類学会誌』第15巻第2号 日

- 本生理人類学会 p.47
- 武市理史・川端悠士 (2012) 「脳卒中患者の麻痺側足関節背屈に対する Mirror Therapy の効果 Single Case Design による検討」『第 47 回日本理学療法学会』日本理学療法士協会 p.850
- 田中恩・上原一将・窪田慎治・隠明寺悠介・守下卓也・藤本周策・平野雅人・船瀬広三 (2013) 「他者の把持動作観察時における体性感覚刺激が手指筋支配 M1 興奮性に及ぼす影響」『第 48 回日本理学療法学会』日本理学療法士協会 p.440
- 竜田庸平・福本礼・橋本俊顕・岩本浩二・宮内良浩・小川哲史・藤元麻衣子 (2010) 「運動模倣に
おける広汎性発達障害児の脳機能特性 光トポグラフィによる測定結果から」『第 45 回日本理学療法学会』日本理学療法士協会 p.850
- 上原一将・新田智裕・東登志夫・菅原憲一 (2009) 「手の左右弁別における心的回転の影響 Reaction times を用いた検討」『第 44 回日本理学療法学会』日本理学療法士協会 p.3081
- 山崎倫・岡田一馬・大森貴充・富岡真光・脇本謙吾 (2013) 「脳卒中片麻痺患者の歩行に対する運動観察後の即時的効果」『第 48 回日本理学療法学会』日本理学療法士協会 p.186

Review of the studies about Mirror neuron For the elucidation of the tone of “others” from the neuronal level view point

ENDO Noyuri

This paper tries to review the studies about mirror neuron which Rizzolatti and his team found in 1996. Mirror neuron system is regarded as the key to elucidate how we can read other people's intention, thoughts, feelings and so on.

The study should be classified into four groups. In the first group the research is towered to indicate the function of mirror neuron. In the second group the research tries

to specify the factor of autism and improve their human-relations by the means of motility. In the third group they try to product the means to treat cerebral palsy. The last group discusses what the significance for human beings of this scientific discovery is.

Mirror neuron can substantiate scientifically what phenomenology has shown by the means of deep insights and fertile written expressions.