

ともに働く人々の共感と自己拡大 そしてアフォーダンス知覚の実験研究

——「世界が新しく見えてくるとき」を考える*）——

中込正樹，小田切史士，牧 和生

目次

序 本実験研究の目的と意義

第1節 実験方法と実験タスク

第2節 実験結果とその含意に関する議論 (1)

第3節 実験結果とその含意に関する議論 (2)

まとめとして

序 本実験研究の目的と意義

ギブソンのアフォーダンス理論は、人間が環境をいかに知覚するかを解き明かす独創的な知覚理論・哲学である。¹⁾ これまでも多くの研究や考察が積み重ねられてきたが、しかしまだ奥の深い問題が残されている。その残されている重要な問題の1つは、「社会的存在としての人間」が環境をいかに知覚するのか、という問いへの挑戦である。これまでのアフォーダンス理論の延長上で考えると、人はまず環境を「社会的環境」と「自然環境」に分け、その上でそれぞれの環境のアフォーダンスを知覚するというふうに理解できる。こう理解すれば何も難しい問題はないと感じられるかも知れない。しかしこの考え方は、人間

*） 本実験論文は、2015年度青山学院大学経済研究所・短期研究プロジェクトの研究支援によって行われた成果である。ここに感謝の意を表したい。

1) 本論文は実験研究の成果を示すのが目的なので、アフォーダンス理論の内容を改めて詳しくは説明しない。アフォーダンス理論についてはGibson (1966, 1977, 1979) を参照されたい。またその内容の解説は佐々木 (1994), Lombardo (1987), Reed (1993, 1996) などを参照されたい。

の「社会性」という問題を過小評価している。たとえば隣人に対して強い「共感」を感じて生きているときと、逆にほとんど「共感」を感じることなく生きているときを比較してみよう。共感を強く感じているときには、「私たち」という視点から環境を新たに知覚することになる。つまり人は強い共感を感じると、「自己拡大 (self expansion)」によって、「私たち」という視点を強化して、これまで社会的環境として知覚してきたものの一部を「自己」の中に包摂し、そうした新たな視点から世界を知覚し直すことになる。²⁾これに対して共感をほとんど感じないときには、たとえ隣人が隣に座っていても、あくまでも「私個人」という視点からこれまでのように環境を知覚するであろう。「私たち」という視点から世界を見るか、「私個人」という視点から世界を見るか、どちらから見るかによって、同じ世界を見るにしても、大きく異なったアフォーダンスを知覚することになる。このような人間のアフォーダンス知覚の有り様は、まさに「社会的存在としての人間」に特有なものである。従来のアフォーダンス研究はこうした人間の社会性から生じるアフォーダンス知覚の特性を、ほとんど無視してきたのではないだろうか。³⁾

もちろん従来のアフォーダンスの研究も、完全に人間の社会性の問題は無視してきたわけではない。たとえば Reed (1996) は、子供の文化的発達プロセスの問題を、大人と子供の共働関係のなかのアフォーダンスの問題として論じている。具体的にはリードは、「自由運動場」と「促進行為場」という概念を用いて、大人が子供のアフォーダンス知覚を制御して、子供の文化的発達をいかに

2) 自己拡大については、Aron et al. (1991, 1996, 1998, 2004) などの研究を参照されたい。

3) 私は本年度執筆した別論文で、歴史民俗的認知経済学の研究として、名もない多くの先人たちが「転用の知恵」を発揮して、農具の改善・改良を行ってきたと論じた。その先人たちの知恵は、生業としての農業を共働して行ってきた人々の実体験の中で発揮されてきたものである。発明・発見は、何も科学的知識で武装した近代的な研究所によってのみ達成されるものではない。強い人間的・心理的な「つながり」を持ちながら、共働の実体験を積み重ねることは、ともに「私たち」という視点から新たな可能性の世界を見ることになる。私は先の研究の中で、このことを歴史的・民俗的事実として強く認識した。詳しくは、中込 (2016) を参照されたい。なお本実験研究は、この先の拙著論文の主張を裏付ける意味を持っている。

導いていくのかという問題を考察している。このリードの研究については、河野 (2013) は次のように説明している。

「エドワード・リードは「自由運動場 (field of free movement)」と「促進行為場 (field of promoted action)」を対立させることで、文化的な成長がいわば子どもとその子の属するコミュニティの知識を豊かに持つ有能な他者との間の闘争の過程であることを際立たせる。「促進行為場」とは「他者が子どもに利用できるようにしたり、子どもに向けて強調するすべてのアフォーダンスが含まれ、他者が子どもに禁じているアフォーダンスが排除されている場」(Reed (1996) の訳, 270 頁) のことである。自由運動場が子どもが自分で注意を向け、利用する環境を指すとすれば、促進行為場は他者の行為によって注意を促され、その他者から利用することが期待される環境を指す。促進行為場が子どもにとって大人によって準備され、子どもをある文化的な枠組みに導く空間と考えれば、それはヴィゴツキーの最近接発達領域を大人の側から捉えたものということになる。子どもの発達を自由運動場と促進行為場の闘ぎ合いの場、調整の過程として捉える視点は、先に述べたヴィゴツキーのいう文化的発達の形成過程として捉えることもできる。」(241-242 頁)

リードの研究はヴィゴツキーの研究と絡めて考えると、きわめて興味深い内容を持つものであるが、アフォーダンス研究としては、従来の「個人単位」の方法論に立脚していることは確かである。具体的に言えば、子どもと親の間に発生する共感とそれにとまなう「自己拡大 (self expansion)」が、アフォーダンス知覚をいかに変化させていくか、こうした問題がまだ積極的に議論されていないのである。われわれの研究は、このような意味で、従来のアフォーダンス研究がもつ古いフレームワークを突破して、さらに深く「社会的存在としての人間」が環境をいかに知覚するのか、という問いへの挑戦を進めていくことができると考えている。

本論文は、「ともに働く人々の共感と自己拡大そしてアフォーダンス知覚の実験研究」という題目で行われた実験研究の結果を説明する。上述のように、これまでのアフォーダンスに関する実験研究が、ほとんど「個人」の立場からの

研究だったのに対して、本研究では複数の人がともに働くとき、その両者間の共感、友情、仲間意識の強さが、仕事の達成可能性に関するアフォーダンス知覚をどのように変えるのか、こうした問題に関して実験を行い、その得られた結果の含意を検討する。アフォーダンス知覚の研究を、「共感を含む社会的関係性の中にある人間」という視点から拡張することで、これまでの社会科学諸理論に対しても、新たな変革への1つの起爆剤になるのではないかと期待している。

第1節 実験方法と実験タスク

実験内容

概略的に、われわれの実験内容を説明する。今回は、走り高跳び用のスタンドとバーを用いたアフォーダンスの実験研究を行った。被験者の身体的大きさとアフォーダンス知覚の関係性を、共感、友情、仲間意識の強さと関連づけて調べるためである。

被験者の身体的大きさとアフォーダンス知覚との相対的關係性については、すでに Warren (1984), Warren-Whang (1987), Mark (1987), Carello et al. (1989), Mark et al. (1990) などが研究を行って明らかにしている。また三嶋 (1994) も、これらの先行研究を出発点として、われわれと同様に、走り高跳び用のスタンドとバーを用いたアフォーダンスの実験研究を行っていて興味深い。このような実験により、被験者の直感的なアフォーダンス知覚の特性が明らかにされてきた。われわれの実験は、三嶋 (1994) の実験手続きに一部修正を加える形をとりつつ、さらに fNIRS (機能的近赤外分光装置) を用いた脳科学的な実験を行い、また内容的にも新たに2人ゲームのアフォーダンスの実験研究を行って、従来の実験研究の射程を拡張した。

走り高跳び用のスタンドとバーの使用法は、次のとおりである。まず被験者に高さを告げずに一定の低いバー (実際には 50 cm に設定) を一度自由に跨いで超えてもらった後、今度はそのバーを見ながら、直感的に、さらにどこまで高いバーを跨げるとするか、自分の両手を縦方向に開いて示してもらい、それを

係員がすばやく計測記録するというものであった。被験者に両手を開いて自分のアフォーダンス知覚を表現してもらった理由は、「身体感覚としてのアフォーダンス知覚」という意味を重視したからである。もし被験者にセンチメートルの数字を用いて「さらにどこまで高く跨げるとするか」を表現してもらうとしたら、この「身体感覚としてのアフォーダンス知覚」という意味が被験者の心理の中で薄れてしまうのではないかと考えたからである。

実験では、まず2人ゲームを行い、次に1人ゲームを実施した。1人ゲームは、2人ゲームの結果を評価するためのベースラインとなる基準値を得るためのものであった。2人ゲームでペアになる被験者は、その日初めて出会う男女であった。こうした初めて出会う男女のペアでも、いざいっしょに実験をするとなると、その共働関係のなかできわめて短時間のうちにともに共感しうる心理的状況を生み出し、その共感の感情は彼らのアフォーダンス知覚に大きな影響を及ぼしていく可能性がある。このことを、われわれは実験で示そうとしたのである。

この時、2人ゲームと1人ゲームの脳の活性度の変化を計測することで、被験者はどのくらい相手に「共感」しながら、または相手を「思いやって」判断を下したのかを、データの的に推測することができる。特に前頭葉内側部は、共感をつかさどる脳の部位として一般的に認められているので、その部位の活性度の変化を比較することで、被験者の共感の強弱を判断することができると期待した。⁴⁾そしてこのような相手への「共感」や「思いやり」が、実際に2人ゲームにおける「さらにどこまで高く跨げるとするか」の判断にどのような影響を及ぼしたのかを解析することにした。この解析を行うことが本実験研究の目的である。われわれはこれらの解析結果を用いて、これまでのアフォーダンス実験ではまだ行われることがなかった「共働する人々のアフォーダンス知覚」の特性を明らかにしたいと考えた。

4) この点については、後でも詳しく述べるように、Damasio et al. (1990), Damasio (1994, 1999, 2003) などの研究や、メンタライジングおよび「心の理論」に関する Gallagher-Frith (2003), Amodio-Frith (2006) などの研究、また子安 (2000), 子安・大平 (2011) などの考察を参照されたい。

被験者

被験者は青山学院大学と青山学院大学大学院の学生さんたち 14 人 (男子 7 人 女子 7 人) であった。これら被験者は全員が右利きであり、年齢は 18 歳から 32 歳まで、平均年齢は 20.57 歳であった。各被験者には、実験実施の 2 時間前から、食事禁止とカフェインを含むお茶などの飲用禁止をお願いし、実験に備えてもらった。これらの禁止措置は、満腹とカフェインの摂取により、被験者の脳の活性度が鈍ることを防ぐものであった。また被験者には、実験実施に便利のようにズボンまたはスラックスで来るようお願いし、女子のスカートは禁止した。このような条件下で、青山学院大学倫理審査委員会が定める規定に従って、実験の安全性と個人情報の保護の条件のもとで実験が行われることを説明し同意を得た。そして自由意思で実験に参加するということを明記した「実験参加承諾書」にサインしてもらった。

使用した実験機器

使用した脳機能計測用の機器は図 1 で示されている fNIRS (機能的近赤外分光装置) で、機種名は Spectratech 製の OEG-SpO₂ モデルであった。サンプリン

図 1 実験で使用した fNIRS (機能的近赤外分光装置)*



* Spectratech 製 OEG-SpO₂ モデル

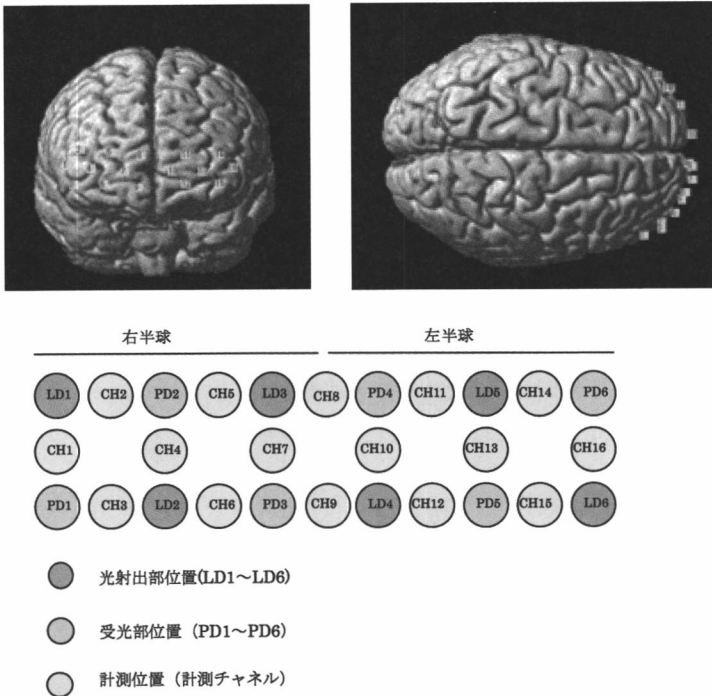
グレートは 6.10 Hz である。計測単位は濃度長変化を示す mMmm である。実験を始める前の値をベースラインとして、実験開始後どのように脳機能（または脳の活性度）が変化したかを、この濃度長変化の数字によって表すことができる。具体的には被験者の前頭葉部分にヘッドバンドで固定されたプローブは 16 カ所の計測位置〈計測チャンネル〉を有しており、それぞれからオキシヘモグロビンの変化量、デオキシヘモグロビンの変化量、そしてこれら 2 種類のヘモグロビンの合計変化量という 3 種類の脳血流のデータを得ることができる。前頭葉部分に固定された 16 チャンネルの位置は、図 2 で示されている通りである。なおこれらのデータのうち、特にオキシヘモグロビンの変化量のデータは、アメリカを含む諸外国で汎用されている fMRI によるデータと高い相関を持っていることが、Strangman et al. (2002) により証明されている。そのため、われわれも以下の実験のデータ解析を、この学術的信用度が高いオキシヘモグロビンの変化量のデータを用いて行うことにした。

また覚醒度の低い被験者による実験を避けるために、念のため、すべての被験者の皮膚電位を計測した。覚醒度が低下すれば、脳の活性度が実験内容と無関係に著しく低下してしまうからである。使用した皮膚電位計は SPN-01（西澤電機計器製作所製）であり、計測ソフトとしては SKINOS Mod-002 を用いた。しかし今回の被験者については、実験中の覚醒度の著しい低下を示す SPL 値（単位 mV）の大幅な変化はみられず、したがって被験者のキャンセルは発生しなかった。⁵⁾

走り高跳び用のスタンドとバー受けは、Evernew 製の一般向けの製品（T210-2 EBG156）であった。2 本の支柱はそれぞれ直径 3.2 cm のアルミ製で、50 cm–210 cm までの高さの計測が可能なものであった。バーは Toei Light 製の初期練習用の製品（G1194）で、長さは 2.7 m であった。色は目立つように 27 cm ごと

5) 実験時の被験者の覚醒度の低下を示す SPL 値の上昇は、被験者平均で 0.003667 mV であり、個人的に最大の SPL 値の上昇も 0.032 mV に抑えられていた。また実験に立ち会った係員の注意深い観察でも、実験中に覚醒度が極度に低下して実験の継続が困難になった被験者や、実験に際して極度の緊張状態に陥った被験者は見当たらなかった。

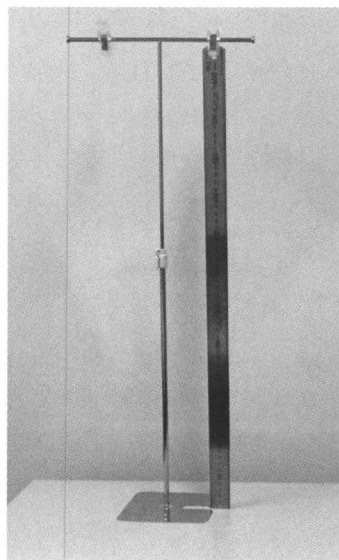
図2 fNIRSによる脳活性度変化の計測位置*



* 上の2つの図では、日本人の標準脳を用いて、fNIRS (Spectratech 製の OEG-SpO₂ モデル) 用の 16 チャンネルを前頭葉部分に固定したときの位置を示している。上の左図は、前面から見たときの写真、上の右図は上方から見たときの写真である。これらはともにわれわれが実験時に作成した写真である。また下の図は、16 チャンネルの計測位置を、fNIRS の光射出部位と受光部位との位置関係で示している。この図は「光イメージング脳機能測定装置、概要説明書技術編 (Rev 1.1)」(Spectratech 社発行) 23 頁より引用した。

に白と黒の交互の彩色が施されていた。その他使用した実験道具は、被験者が「さらにどこまで高く跨げるとするか」を両手で縦方向に広げて示したとき、その手の間隔をすばやく測るための自作装置であった。これは、スチール製の定規を図3のように縦に固定して作った。このとき、定規の目盛りは被験者側から見えなように、計測する係員のほうに向けておいた。

図3 被験者が両手で縦方向に示した距離を計測するための自作の装置



実験環境

実験は、窓のない静かな 40 m² の個室で行った。実験実施時期が夏期だったので、被験者の快適性を確保するために、設定温度を 25 度摂氏にしてエアコンディショナーを使用した。被験者に余計なストレスを与えないために、実験室には被験者以外には 2 人の係員がいただけだった。1 人は fNIRS 等の計測機器を操作するための係員であり、もう 1 人は被験者が「さらにどこまで高く跨げるとするか」を両手を広げて示したとき、その手の間隔をすばやく定規で測るための係員であった。その係員たちも、実験中は被験者の視界に入らないように、それぞれ右斜め後ろと左斜め後ろに座っていた。図 4 (1) (2) の 2 つの図は、2 人ゲームと 1 人ゲームにおける被験者・係員・実験用道具および計測機器の位置関係を示している。さらに実験が始まったら、天井の大きな照明は消灯して暗くし、被験者には走り高跳び用のバーのみが見えるように、懐中電灯を 2 つ使ってバーに光を当てて部分照明にした。被験者に走り高跳び用のバー

の高さ以外の余計な情報を与えないためと、落ち着かせて安心させ集中力を持って実験を行ってもらうための配慮であった。

なお走り高跳び用のバーの下の方の部分は、意図的に少し汚しておいた。これは被験者に、バーの下をくぐるのではなく、なるべく跨いで超えたいというインセンティブを与えるものであった。もしバーの下をくぐるとしたら、ズボンなどの衣服を汚す恐れがあると予想させたのである。また「実験後、跨げると言ったバーの高さを含めて、実際にいろいろとバーの高さを変えて、くぐったり跨いだりしてもらうからね」と被験者に伝え、バーの高さをなるべく高く回答するインセンティブを強める工夫を行った。

図4 実験機器および被験者・係員の位置状況

(1) 2人ゲームの時

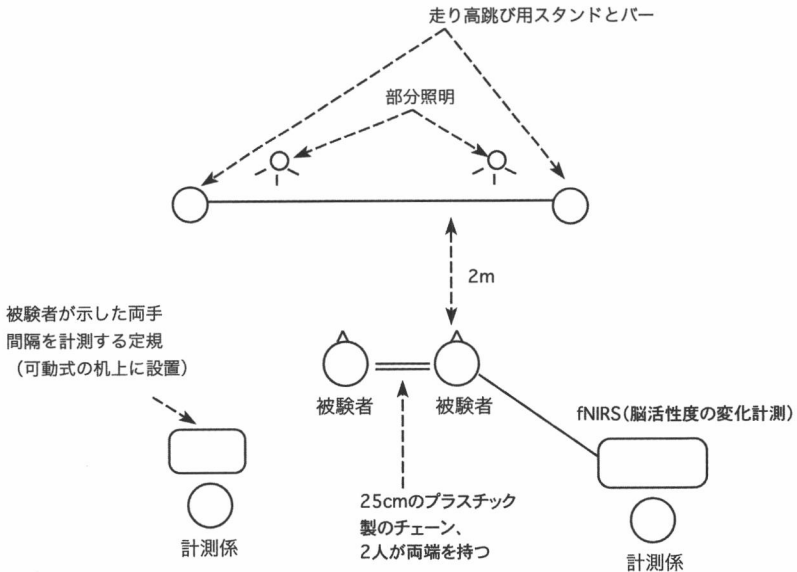
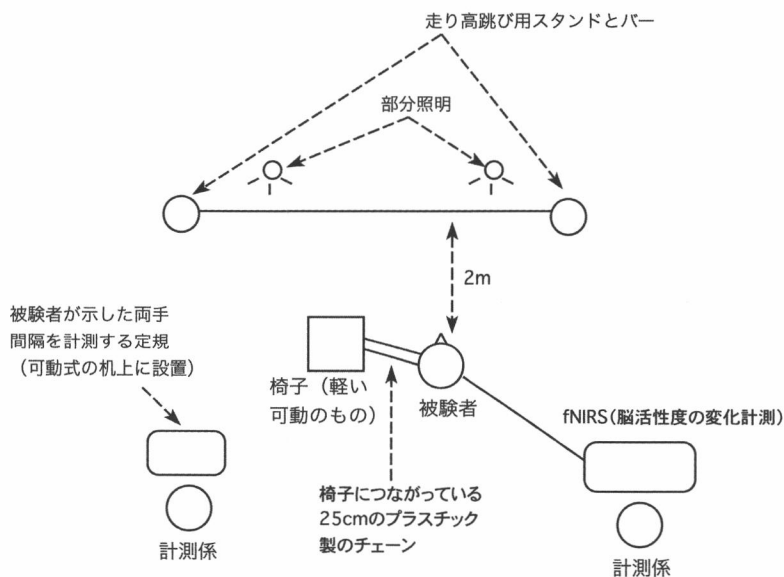


図4 実験機器および被験者・係員の位置状況（続）

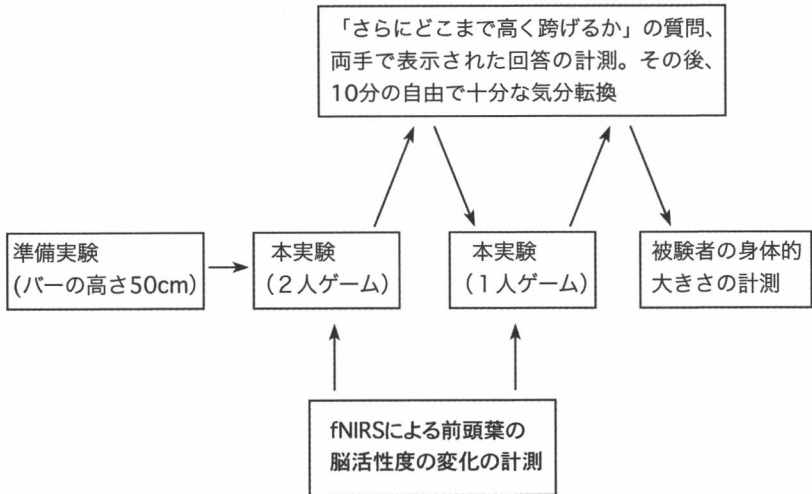
(2) 1人ゲームの時



実験手順の詳細

先に述べたように実験は、見ず知らずの男女のペアで行った。その日初めて会った男女の被験者のペアであっても共感が発生して、それがアフォーダンス知覚に影響を及ぼすかどうかを調べるためであった。実験手順は、図5で示されているように、3ステップで構成されていた。各ステップ間には、被験者に十分な気分転換をしてもらうために、10分の休み時間を設けた。第1ステップは、いわば本実験のための準備であった。まず走り高跳び用のバーの高さを50cmに設置して、それを基準の高さとした。この高さは成人なら容易に跨いで超えられるものである。被験者2人にはバーの高さが50cmであることを告げずに、とにかく「準備運動だ」ということで一度自由に跨いで超えてもらって、この基準となる高さの「感覚」を身体で覚えてもらった。

図5 実験手順



第2ステップからが本実験である。2人の被験者に走り高跳び用のバーから2m離れて立ってもらい、実験環境のところの図4で示したように、被験者の1人にfNIRSの16チャンネルのプロープを前頭葉に固定してもらい、脳の活性度の変化が計測できる体制を整えた。ここで室内の大きな照明を消灯して、高跳び用のバーのみが懐中電灯で照らし出されて見えるように部分照明にした。そして被験者2人に短いプラスチック製のおもちゃのチェーン(25cm)の両端をいっしょに持ってもらって、そのチェーンを持ちながら、「2人で同時にバーを跨いで超えるとしたら、先の基準の高さより、さらにどこまで高いバーが跨げれると思うか」と質問し、「始め」の合図で10秒間考えてもらった。この被験者が考えている時間の脳の活性度変化をfNIRSで計測した。なお2人にチェーンを持ってもらったのは、自発的な共感と自己拡大を促すためであり、どの程度チェーンを強く張って持つかについては、被験者の自発性を尊重して、各人の自由に任せ、細かい指示は出さなかった。また10秒たったところで直ちに「さらにどこまで高く跨げるか」を、実際に両手を縦方向に広げて示してもらい、その手の間隔をすばやく準備してあった計測用具で測定した。(このとき、

もう1人の相手の被験者には、この両手を広げてアフォーダンス知覚を表現している姿が見えないように注意を払った。)センチメートルの数字ではなく、自分の両手で自分のアフォーダンス知覚を表現してもらった理由は、先にも述べたように、被験者の「身体感覚としてのアフォーダンス知覚」という意味を重視したからである。

実験の第3ステップでは、被験者の1人(fNIRSの計測をしなかった被験者)には実験室を出てもらい、残った1人で実験を行った。このとき被験者には、2人ゲームと同じプラスチック製のチェーンを持ってもらった。そのチェーンは被験者の隣に置かれた可動の軽い椅子につながっていた。この理由は、「プラスチックのチェーンでつながっているのが人間か非人間か」という点だけが違って、あとは同じ条件で2人ゲームと1人ゲームを行いたいという趣旨であった。また第2ステップと同様に、高跳び用のバーのみが懐中電灯で照らし出されて見えるように部分照明にした。そして「1人でバーを跨いで超えるとしたら、最初の基準の高さより、さらにどこまで高く跨げると思うか」と質問し、「始め」の合図で10秒間考えてもらった。この考えてもらっている時間の脳の活性度変化をfNIRSで計測した。10秒たったところで、第2ステップの実験と同様に、直ちに「さらにどこまで高く跨げるか」を実際に両手を広げて示してもらい、その手の間隔をすばやく計測用具で測定した。

以上の実験がすべて終了したところで、被験者全員に再度集まってもらって、各人の身長・目までの高さ・腰骨までの高さ・股下の長さ(足の長さ)を計測した。この身体的計測データは、被験者が2人ゲームと1人ゲームにおいて両手で示した「さらにどこまで高く跨げると思うか」の回答と関連づけて、アフォーダンス実験の結論を導くために使用された。

第2節 実験結果とその含意に関する議論(1)

われわれは2人ゲームにおける「さらにどこまで高く跨げると思うか」の回答を、1人ゲームの同じ質問の回答をベースラインとして評価した。評価には、基準が必要である。われわれはこの評価法に基づいて、被験者が共働する他者

の身体的特徴(身長・目までの高さ・腰骨までの高さ・股下の長さ)を見て、自分の身体的特徴との違いを考慮しつつ、「さらにどこまで高く跨げるとするか」の問題に対してどのように判断したかを分析した。ここでは以下のように被験者の判断の内容を数値化して考えた。2人ゲームと1人ゲームにおける回答の違い(単位 cm)を、自分と相手の身体的特徴の違い(身長・目までの高さ・腰骨までの高さ・股下の違い, 単位 cm)で割り算して、それを「共働時のアフォーダンス知覚の変化率」と名付けて計算を行ったのである。

$$(\text{共働時のアフォーダンス知覚の変化率}) = (Y_2 - Y_1) / (X_2 - X_1) \cdots \cdots (1)$$

ただし

Y_2 = 2人ゲームの共働時の「さらにどこまで高く跨げるとするか」の回答

Y_1 = 1人ゲーム時の「さらにどこまで高く跨げるとするか」の回答

X_2 = 相手の身体的特徴(身長・目までの高さ・腰骨までの高さ・股下など, cm)

X_1 = 自分の身体的特徴(身長・目までの高さ・腰骨までの高さ・股下など, cm)

この「共働時のアフォーダンス知覚の変化率」は、さまざまな要因によって、大きく変化することが予想される。第1は、各被験者が相手の被験者に対して抱く「共感」や「思いやり」などの心理の強弱によって、大きく変化するのではないかという可能性である。例えばもし相手が自分より背が低いとか体全体が小さいときには、相手に強い「思いやり」を持てば、「さらにどこまで高く跨げるとするか」の回答は大きく引き下げられるので、「共働時のアフォーダンス知覚の変化率」はプラスの大きな値を示すことになるかと予想される。しかし共感をあまり強く抱かず相手のことをあまり考えなければ、「さらにどこまで高く跨げるとするか」の回答は1人ゲームの時の回答とあまり変わらない可能性がある。つまり相手に強い「共感」や「思いやり」を持たない場合には、「共働時のアフォーダンス知覚の変化率」は小さな値しか示さないことが予想される。これとは逆に、相手のほうが自分より背が高かったり体が大きかったらどうい

う変化が生じるであろうか。後でも詳しく説明するように、われわれの実験結果では、驚くことに多くの被験者は、「さらにどこまで高く跨げるとするか」の回答を大きく引き上げたのである。したがって「共働時のアフォーダンス知覚の変化率」はこのときにもプラスの大きな値を示すことになった。この意味は、被験者が大きな相手を見て、「相手に合わせて、自分はもっとがんばらなければならない」「そうしなければ申し訳ない」というように感じたということだろう。ここでも相手の状況を思いやることで、アフォーダンス知覚の調整が生じている。しかしもし相手のことを強く思いやらない場合には、アフォーダンス知覚の変化は小さいものとなるだろう。われわれの実験でも少数ではあるが、こうした変化率が小さいケースもあった。

第2に考えなければならない可能性は、この「共働時のアフォーダンス知覚の変化率」が具体的には身長・目までの高さ・腰骨までの高さ・股下の違いのうち、どの身体的特徴の違いに一番注目して決定されたのかという問題である。つまり各被験者は自分と相手の身体的特徴の違いを、具体的には「どこを見て判断したのだろうか」ということである。もしわれわれが、各被験者のあまり注目しなかった身体的特徴のデータを使用して、「共働時のアフォーダンス知覚の変化率」を計算するならば、その導出された「共働時のアフォーダンス知覚の変化率」は統計的に有意なものにならない可能性がある。われわれは「共働時のアフォーダンス知覚の変化率」の含意を考えるのに当たって、まず各被験者は自分と相手の身体的特徴の違いを、具体的には「どこを見て判断したのだろうか」という問題から調べることにした。

そこでさっそく全被験者について、身長・目までの高さ・腰骨までの高さ・股下の長さの項目ごとに共働時のアフォーダンス知覚の変化率を計算し、それぞれの平均値に関し平均値=0の帰無仮説が棄却できるか否かの統計的検定(Welch法)を行った。表1が得られた平均値および検定によるP値である。股下(足の長さ)のみが、共働時のアフォーダンス知覚の変化率の平均値が1以上(1.018)で、相手への高い共感や思いやりの可能性を示し、統計的有意(5%有意)で平均値=0の帰無仮説を棄却できることが確認できた。この股下のデータ

表1 自分と相手の身体的特徴の違いごとの「共働時のアフォーダンス知覚の変化率」とその統計的有意性

	共働時のアフォーダンス知覚の変化率	
	平均値	p 値 (Welch 法)
身長に関して	-0.258267524	0.683891536
目の高さに関して	0.179705764	0.460762849
腰の高さに関して	0.368895639	0.490541589
股下(足の長さ)に関して	1.018425926	0.03518974

のみに関して統計的有意が確認できたことは、三嶋 (1994) の実験結果とも一致して、われわれの実験の信頼性を示すものである。さらにわれわれの結果の 1.018 という数字自体も、三嶋の 1 人ゲームでの結果 (アフォーダンス知覚を股下で割った値、つまり「自己の身体を内包した π 値」) の 1.07 という数字ときわめて近いものとなっていて興味深い。多少われわれの実験結果の数字のほうがかさいが、それはわれわれの実験では三嶋の実験と異なって、fNIRS 計測のためのヘッドバンドとそれに接続するラインが被験者の身体に設定されていたこと、またわれわれの実験では 1 人ゲームも 2 人ゲームもともに、プラスチック製のチェーンを持ちながらの状態のアフォーダンス知覚の計測を行ったことが、多少の抑制的心理を被験者に与えていた可能性があるということで説明がつくであろう。

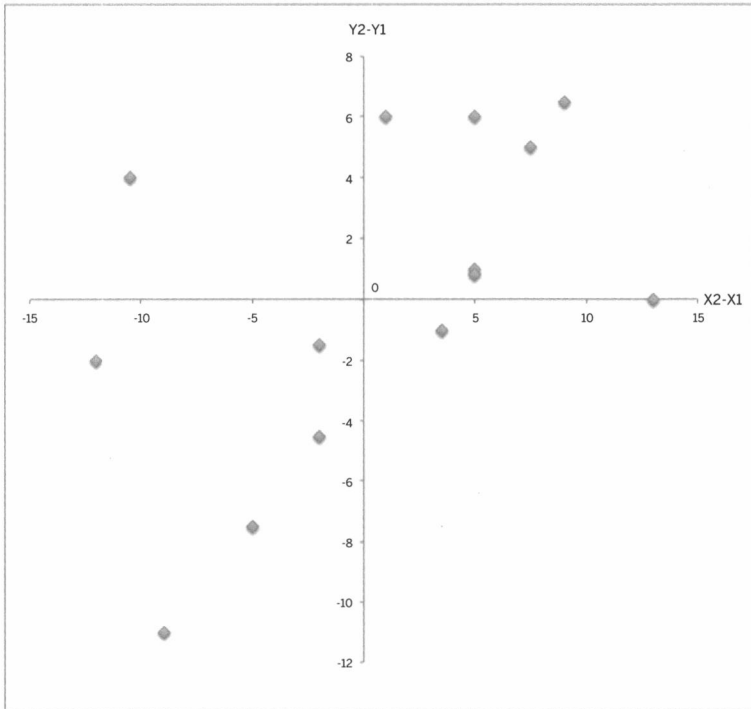
それにしても、相手の股下が自分と 1 cm 異なるとき、それに共感して、共働時のアフォーダンス知覚を 1.018 cm 変化させたというわれわれの実験結果は、三嶋の 1 人ゲームの実験結果 1.07 という数字に驚くほど近いものであり、被験者の共働時の共感力の影響が、きわめて「理想的な強さ」であったことを示していると言える。ここで「理想的な強さ」と言った意味は、われわれの実験の被験者が、共働する相手のことを意識的にせよ無意識的にせよ十分に考慮しながら、「ほとんど自分の股下が仮に変化するとしたらそのとき生じたであろうアフォーダンス知覚の変化とほぼ同様のアフォーダンス知覚の変化を、この 2 人

ゲームの相手に対する思いやりの中で実際に示した」ということである。この点については、少し追加的にその意味を考える必要がある。2人ゲームの中での共感、共働時のアフォーダンス知覚に影響を与える可能性が推測される。したがってもし実験内容が、被験者の共感を過度に強めるような刺激要因を含むものであったり、逆に共感を過度に弱めるような抑制的な要因を含むものであったら、当然その結果として、全被験者に関する共働時のアフォーダンス知覚の平均的变化率は、大きな影響を受ける可能性がある。もし被験者の共感を過度に強めるような刺激要因を含む実験内容なら、共働時のアフォーダンス知覚の平均的变化率は上昇するであろうし、逆に共感を過度に弱めるような抑制要因を含む実験内容なら、共働時のアフォーダンス知覚の平均的变化率は低下するであろう。しかしわれわれの実験の結果 1.018 は、上述のように、ほとんど先行研究の1人ゲームの π 値 1.07 に近いものであった。これはわれわれの実験内容が、被験者の共感を過度に強めたり逆に弱めたりするような刺激要因を含まない「中立的」な実験内容であったことを意味するものである。われわれの実験は、以上の意味で、「理想的状態で行われた」と主張できるだろう。

分析と考察をさらに進めていこう。各被験者は共働時において、相手との身長・目の高さ・腰の高さの違いではなく、主に股下(足の長さ)の違いを認識しながら、「どこまで高く跨げると思うか」の回答を考えていたことがわかった。そこで以下の分析では、この股下(足の長さ)の違いのデータから得られた共働時のアフォーダンス知覚の変化率を用いて、実験結果の含意を検討していくことにする。

各被験者が相手に対して抱く「共感」や「思いやり」などの心理の強弱が、共働時のアフォーダンス知覚の変化率にどの程度大きな影響をもたらすのか、より詳しく考えてみよう。図6は、横軸に $X_2 - X_1$ つまり(相手の股下)-(自分の股下)をとり、縦軸に $Y_2 - Y_1$ つまり(2人ゲームの共働時の「さらにどこまで高く跨げると思うか」の回答)-(1人ゲーム時の「さらにどこまで高く跨げると思うか」の回答)をとって、全被験者(14人)の結果を散布図で示したものである。第1象限の7人のケースでは、相手のほうが身体的に大きくて、それを配

図6 散布図*



*ただし

Y_2 =2人ゲームの共働時の「さらにどこまで高く跨げるとするか」の回答 (cm)

Y_1 =1人ゲーム時の「さらにどこまで高く跨げるとするか」の回答 (cm)

X_2 =相手の身体的特徴(股下(足の長さ), cm)

X_1 =自分の身体的特徴(股下(足の長さ), cm)

慮してアフォーダンス知覚である「さらにどこまで高く跨げるとするか」の回答を引き上げている。また第3象限の5人のケースでは、相手のほうが身体的に小さくて、それを配慮してアフォーダンス知覚である「さらにどこまで高く跨げるとするか」の回答を引き下げている。これら第1, 3象限のケースは、先にも説明したように、その結果の意味を共感から「自然」に理解しうるものである。しかし第2象限の1人と第4象限の1人のケースについては、その意味を理解することが正直に言って難しかった。なにか直感的に相手に対して「う

表 2 股下(足の長さ)の違いから得られた共働時のアフォーダンス知覚の変化率の上位・下位 2 グループ間の結果の違い

	共働時アフォーダンス知覚変化率(股下に関して)	
	上位 7 人のグループ	下位 7 人のグループ
平均値	1.949206349	0.075238095
p 値 (Welch 法)	0,03711295	
p 値 (F 検定)	0.00073 ($F = 28.6012 > F_{0.025}(6,6) = 5.8198$)	

まが合わない」というような心理的な「ひっかかり」があったのかも知れない。しかしこうした「個人的性癖」から生じる問題も、時には発生する確率的攪乱と考えて、本研究では、そのような攪乱にもかかわらずに成立する統計的有意な結果を求め、その含意を考えていくことにした。

さてわれわれが解析したい「共働時のアフォーダンス知覚の変化率」は、(1)式を思い出すと、図 6 の散布図の各点と原点 (0, 0) とを結んだ直線の傾きとして示される。その傾きの大きかったグループ (つまり共働時のアフォーダンス知覚の変化率の大きかったグループ) と傾きが小さかったグループ (つまり共働時のアフォーダンス知覚の変化率の小さかったグループ) の 2 つに分けて、それぞれの傾きの平均値 (つまり共働時のアフォーダンス知覚の変化率の平均値) を計算し、その違いの統計的有意性を調べた。F 検定により等分散の帰無仮説が棄却されたので Welch 法によって P 値を求めた。その結果が表 2 である。共働時のアフォーダンス知覚の変化率の大きかった上位 7 人のグループの平均値は 1.949 であり、下位 7 人のグループの平均値 0.075 より格段に高い値となっていた。またこれら 2 つの平均値間の違いも統計的に有意 (5% 有意) であった。

ところでこのような共働時のアフォーダンス知覚の変化率の大きな違いは、各被験者が相手の被験者に対して抱く「共感」や「思いやり」などの心理の強弱によって生じると推測することができるが、この「共感」や「思いやり」の心理の強弱によって生じる」という推測を、何らかな方法でもっと直接的に証

明することはできないだろうか。たとえばアンケート調査を行えば、被験者に「どのくらい相手に対して共感できたか」を尋ねることが可能であるが、しかし共感の度合いを本人が必ずしも正確に意識した記憶しているかどうかかわからないし、また被験者が正直に回答するかどうかともわからない。被験者が実験者を「喜ばせようとして」、共感度を過大に回答することだって考えられる。そこで本研究では、以下のようにfNIRSによって、前頭葉部分の活性度の変化を調べ、そのデータ分析から被験者の「共感」や「思いやり」の心理の強弱を直接的に推定することにした。この方法を利用すれば、共働時のアフォーダンス知覚の変化率の大きさが、確かにこうした被験者の「共感」や「思いやり」の心理の強弱によって生じたものだという可能性を、より強く主張できるようになるだろう。なおわれわれのこの脳科学的な研究方法は、特に前頭葉の内側部が、人間の共感能力の発揮を担う脳部位であることを示す多くのニューロサイエンスの研究成果に基づいている。こうしたニューロサイエンスの研究内容については具体的には、Damasio et al. (1990), Damasio (1994, 1999, 2003) の研究や、共感とメンタライジングおよび「心の理論」の機能が前頭葉内側部を中心に発揮されると主張するGallagher-Frith (2003), Amodio-Frith (2006) などの研究、また子安 (2000), 子安・大平 (2011) などの考察を見られたい。

第3節 実験結果とその含意に関する議論 (2)

本節では、脳科学的な実験結果を用いて、前節までで得られたアフォーダンス知覚の結果の裏付けを行なう。前節と同様に、被験者を共働時のアフォーダンス知覚の変化率の大きかった上位7人のグループと下位7人のグループに分けて、それぞれの被験者群が2人ゲームと1人ゲームで示した前頭葉の活性度の変化を求めた。表3は、fNIRSにより計測された脳の活性度の時系列変化を、グループごとに加算平均し、その加算平均して導出した時系列変化の中からそれぞれランダムサンプリングによって40データずつを抽出し、その40データの平均値と平均値=0の帰無仮説が棄却できるか否かのWelch検定の結果(P値)を、チャンネルごとに示したものである。脳活性度変化の表示単位は、濃度長

mMmmである。表3より、ほとんどのチャンネルの平均値は統計的に有意(5%有意)で平均値=0の帰無仮説を棄却することができるが、それでもいくつかのチャンネルの値は統計的に有意になっていない。上位7人のグループの表を見ると、2人ゲームにおける第13チャンネルと第16チャンネルの平均値が統計的には有意でない。また下位7人のグループでは、1人ゲームにおける第10チャンネルの平均値が統計的に有意になっていない。われわれは慎重を期して、これら第10, 13, 16チャンネルのfNIRS計測値を用いなくて、分析を進めていくことにする。

表3 fNIRS データの解析

(上位7人について)

	2人ゲームの結果		1人ゲームの結果	
	平均値	p 値 (Welch 法)	平均値	p 値 (Welch 法)
ch1	-0.367722725	5.13E-18	-0.377783948	9.81E-19
ch2	-0.009191651	0.000660069	-0.005426617	0.03931595
ch3	-0.113286725	8.13E-20	-0.115900225	5.15E-25
ch4	-0.026962682	2.84E-10	-0.053644225	7.81E-18
ch5	-0.013423205	8.65E-09	0.010004237	2.54E-07
ch6	0.148608873	0.001613527	-0.131791905	0.035749056
ch7	0.426994625	0.000306849	-0.087618675	1.34E-07
ch8	-0.007881515	0.000267309	-0.002557388	0.016030364
ch9	0.1264568	0.00023041	-0.091387435	4.62E-17
ch10	-0.021718623	6.93E-05	-0.118441725	3.37E-27
ch11	0.010166918	2.00E-06	0.019907983	1.12E-11
ch12	-0.045620175	5.48E-21	-0.084310875	9.25E-27
ch13*	0.01463873	0.051361836*	0.040047268	1.59E-05
ch14	-0.009082316	0.051361836	-0.007895299	0.024566749
ch15	-0.111956043	2.81E-08	-0.113549158	4.00E-10
ch16*	0.007747165	0.125228053*	-0.042393506	1.29E-12

表3 fNIRS データの解析 (続)

(下位7人について)

	2人ゲームの結果		1人ゲームの結果	
	平均値	p 値 (Welch 法)	平均値	p 値 (Welch 法)
ch1	0.03998412	3.39E-10	-0.03274812	7.46E-11
ch2	0.015978512	7.85E-08	-0.026474406	8.00E-06
ch3	-0.05220988	5.44E-17	0.014345318	8.57E-05
ch4	-0.030590485	8.39E-19	0.025312311	6.46E-12
ch5	0.011974417	1.65E-09	0.029496125	4.47E-34
ch6	-0.128004875	0.009888147	-0.005542667	0.031949694
ch7	0.064506488	1.27E-15	-0.026383874	6.84E-08
ch8	-0.006691607	5.11E-06	0.032997425	3.58E-33
ch9	0.0828515	1.57E-16	-0.032326273	5.82E-12
ch10*	-0.021781196	1.21E-15	0.007571259	0.071443877*
ch11	0.026570507	1.27E-12	0.061548325	1.79E-30
ch12	0.044525102	7.21E-14	-0.01899805	0.00843068
ch13	0.045489527	2.58E-10	-0.091838678	1.20E-11
ch14	-0.073741168	5.31E-16	0.021355411	1.45E-05
ch15	-0.18424605	1.23E-08	0.109026925	2.21E-05
ch16	0.045403575	1.35E-22	0.011034123	0.000211194

さて統計的に有意であった各チャンネルにおける fNIRS データの平均値を用いて、2人ゲームと1人ゲームにおける脳の活性度変化の差を計算してみた。表4は、上位7人のグループと下位7人のグループに関して、2人ゲームと1人ゲームにおける脳の活性度変化の差を示している。前頭葉全体で見ると、上位7人グループの fNIRS 計測値の平均値は0.0806であり、下位7人グループの平均値-0.0262よりはるかに高い値を示している。つまり上位7人の被験者は、下

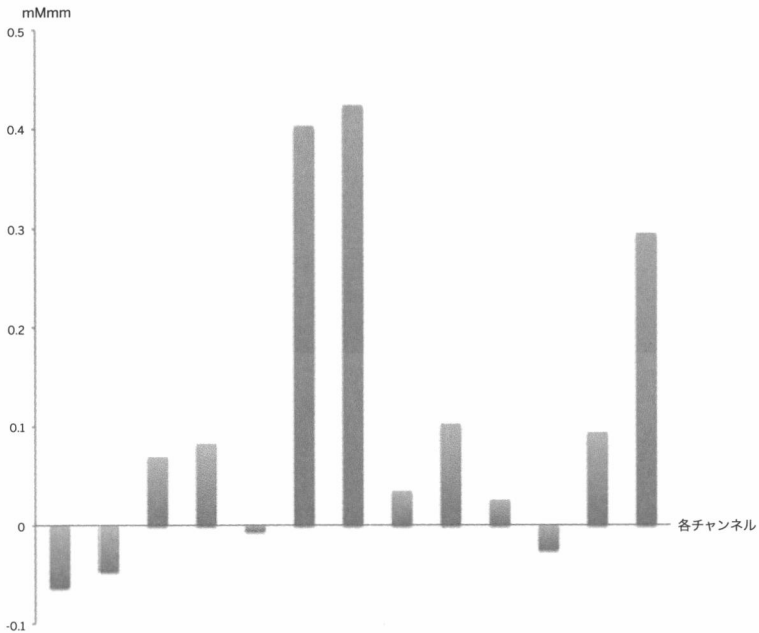
表4 fNIRS データの解析: 2人ゲームと1人ゲームにおける脳の活性度の差

	2人ゲームと1人ゲームの結果の差	
	上位7人	下位7人
ch1	0.010061222	0.07273224
ch2	-0.003765034	0.042452918
ch3	0.0026135	-0.066555198
ch4	0.026681543	-0.055902796
ch5	-0.023427441	-0.017521708
ch6	0.280400778	-0.122462208
ch7	0.5146133	0.090890362
ch8	-0.005324127	-0.039689032
ch9	0.217844235	0.115177773
ch11	-0.009741066	-0.034977818
ch12	0.0386907	0.063523152
ch14	-0.001187018	-0.095096578
ch15	0.001593114	-0.293272975
平均値	0.080696439	-0.026207836
p 値 (t 検定)	0.059003973	
p 値 (F 検定)	0.201687337 ($1 < F = 2.1415 < F_{0.025}(12,12) = 3.2773$)	

位7人の被験者と比べると、1人ゲームの時より2人ゲームの時のほうが、前頭葉全体の活性度を大きく高めていることがわかる。またこれら2つのグループの平均値の相違に関しても、F検定のP値の結果は $P=0.201687337$ で等分数の帰無仮説が棄却できないので通常のt検定を行ったところ。結果は $P=0.059003973$ であり、ほぼ統計的に有意(5%有意)であった。

われわれは表4の結果からさらに上位7人と下位7人の平均値の差を計算し、

図7 上位7人は下位7人より、2人ゲームと1人ゲームにおける脳活性度の差がどれだけ大きかったか（各チャンネルにおける平均値の差）*



* ch10, 13, 16を除いた統計的に有意なチャンネルのみの結果を示している。グラフは、左から順番に、ch1, ch2, ch3, ch4, ch5, ch6, ch7, ch8, ch9, ch11, ch12, ch14, ch15に関するデータを表示している。

それを図7のようにグラフで表した。前頭葉内側部に属するチャンネルは、図2を見ればわかるように、第5チャンネルから第12チャンネルであるが、これらのチャンネルに関して図7を見ると、第6, 7, 9チャンネルにおいて、特に上位と下位の被験者の脳の活性度の違いが大きくなっていることがわかる。上位の被験者たちは、1人ゲームの時より2人ゲームにおいて、前頭葉全体の活性度のみならず、共感をつかさどる前頭葉内側部の活性度を大きく高めている。この前頭葉内側部の大幅な高まりは、上位の被験者たちが共働時において、高い共感を相手に対して感じたことを示すものである。fNIRS計測から得られたデータは、上位7人の高い共感の心理の脳科学的な証拠である。われわれは、

この分析結果から、相手への高い共感、共働時のアフォーダンス知覚の変化率を大きくする可能性があるとは結論づけることができる。

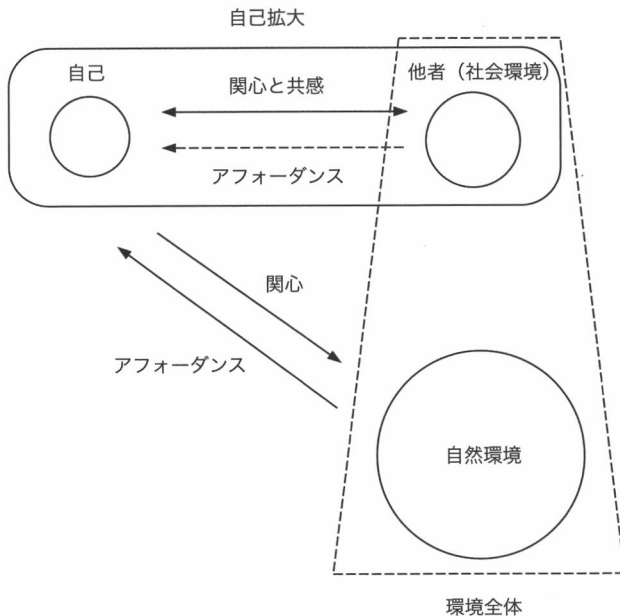
まとめとして

われわれは2人ゲームと1人ゲームの実験により、共働する2人の間で生じる共感、友情、仲間意識の強さが、仕事の可能性に関するアフォーダンス知覚に大きな影響を与える可能性を見つけ出した。「どこまで高いバーを2人でいっしょに超えることができるか」というアフォーダンス知覚は、当事者としての被験者たちの身体的大きさにも依存するが、その依存の関係は2人ゲームでは1人ゲームとは異なって、単に身体的な次元での関係性として成立しているわけではなかった。つまり2人で超えることができるバーの高さのアフォーダンス知覚は、2人の身体的大きさのみによって決まるのではなくて、2人の間で生じる共感、友情、仲間意識によっても、大きく変化するのである。共働する相手への強い共感や思いやりという心理的要因は、自分と相手との身体的大きさの相違（特に股下＝足の長さの相違）を考慮しながらも、どのようにバーの高さのアフォーダンスを知覚するのか、その知覚の内容を大きく変化させるのである。これは、1人ゲームでは見ることのできない、2人ゲーム特有の実験結果であった。

アフォーダンス知覚への共感、友情、仲間意識の影響は、自己拡大（self-expansion）の問題から生じたと考えられる。図8は単純化した図であるが、共働関係にあって共感しあう2人のアフォーダンス知覚の有り様を示している。共感、友情、仲間意識が生じているときには、自分といっしょに働く相手は、「他者」であるが「自己」の一部でもある。これらの共感、友情、仲間意識という意識が強くなればなるほど、相手はより強く「自己」の一部として感じられるようになっていく。このような相手への感情の変化が、アフォーダンス知覚の全体像を変えていく。仲間意識の度合いの変化によって、「世界が異なって見えてくる」のである。

もちろん 仲間意識によって「世界が異なって見えてくる」と言っても、それ

図8 共感、友情、仲間意識による自己拡大が、アフォーダンス知覚に及ぼす影響



は必ずしも人々に直接的な利益をもたらすかどうかはわからない。それは不利益をもたらす情報や認識を生み出す可能性もある。しかし「世界が異なって見えてくる」ことは、われわれに1つのチャンスを与えてくれることは確かである。人間は、相互の社会的関係性を変えることで、「世界を新しい視点から見つめ直す」ことができるのであり、そうしたチャンスを自ら自己組織的に作り出して利用してきたというのが、人間の歴史ではないだろうか。それも本実験研究で示したように、親子関係などの狭い濃密な人間関係だけでなく、見ず知らずの人どうしが急にいっしょに仕事をするというような場合にも、きわめて短時間の間にお互いに共感しあうことは可能であり、新たな社会関係性を構築して、世界を異なって見るようになるのである。人間が「本質的に社会的存在である」ということの意味は、この社会的関係性構築の能力および活用の力にあ

る。

人間の社会的関係性は、それ自身が「見えない社会資本」である。人間相互の社会的関係性の拡大と深化は、われわれに新しいさまざまなチャンスを与えてくれる「財産」であり「資本」である。「世界が異なって見えてくる」チャンスを与えてくれ、イノベーションへの道を切り開いてくれる。アフォーダンス理論が従来の「個人の立場からの知覚理論」という殻を打ち破って、われわれに社会的関係性のなかで生きることの重要性を新たに示せるようになること、それがわれわれの期待するものである。それはアフォーダンス理論を、真に「社会科学」の中に取り込むことになるからである。

参考文献

- Amodio, D. M., and Frith, C. D. (2006), "Meeting of Minds: The Medial Frontal Cortex and Social Cognition," *Nature Review Neuroscience*, vol. 7, no. 4, pp. 268–277.
- Aron, A., Aron, E. N., Tudor, M., and Nelson, G. (1991), "Close Relationships as Including Other in the Self," *Journal of Personality and Social Psychology*, vol. 60 (2), pp. 241–253.
- Aron, A., and Aron, E. N. (1996), "Self and Self Expansion in Relationships," In G. J. O. Fletcher and J. Fitness (Eds.), *Knowledge Structures in Close Relationships: A Social Psychological Approach*, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Aron, A., Norman, C. C., and Aron, E. N. (1998), "The Self-expansion Model and Motivation," *Representative Research In Social Psychology*, vol. 22, pp. 1–13.
- Aron, A., McLaughlin-Volpe, T., Mashek, D., Lewandowski, G., Wright, S. C., and Aron, E. N. (2004), "Including Others in the Self," *European Review of Social Psychology*, vol. 15, pp. 101–132.
- Carello, C., Groszofsky, A., Reichel, F. D., Solomon, H. Y., and Turvey, M. T. (1989), "Visually Perceiving What is Reachable," *Ecological Psychology*, vol. 1, pp. 27–54.
- Damasio, A. R., Tranel, D., and Damasio, H. (1990), "Individuals with Sociopathic Behavior Caused by Frontal Damage Fail to Respond Automatically to Social Stimuli," *Behavioral Brain Research*, vol. 41, pp. 81–94.
- Damasio, A. R. (1994), *Descartes' Error: Emotion, Reason, and the Human Brain*, New York: Putnam. (田中三彦訳『デカルトの誤り：情動、理性、人間の脳』、筑摩書房、2010年。)
- Damasio, A. R. (1999), *The Feeling of What Happens: Body and Emotion in the Making of Consciousness*, New York: Harcourt. (田中三彦訳『無意識の脳、自己意識の脳：身体と情動と感情の秘密』、講談社、2003年。)
- Damasio, A. R. (2003), *Looking for Spinoza*, New York: Harcourt. (田中三彦訳『感じる脳：情動と感情の脳科学、よみがえるスピノザ』、ダイヤモンド社、2005年。)
- Gallagher, H. I., and Frith, C. D. (2003), "Functional Imaging of 'Theory of Mind'," *Trends in Cognitive Science*, vol. 7, no. 2, pp. 77–83.

- Gibson, J. J. (1966), *The Senses Considered as Perceptual Systems*, Boston: Houghton Mifflin.
- Gibson, J. J. (1977), *The Theory of Affordances*, In R. E. Shaw & J. Bransford (Eds.), *Perceiving, Acting and Knowing*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Gibson, J. J. (1979), *The Ecological Approach to Visual Perception*, Boston: Houghton Mifflin. (古崎敬, 古崎愛子, 辻敬一郎, 村瀬見訳『ギブソン生態学的視覚論: ヒトの知覚世界を探る』, サイエンス社, 1985年。)
- 河野哲也編 (2013), 『倫理, 人類のアフォーダンス (知の生態学的転回, 第3巻)』, 東京大学出版会。
- 子安増生 (2000), 『心の理論: 心を読む心の科学』, 岩波書店。
- 子安増生・大平英樹 (2011), 『ミラーニューロンと「心の理論」』, 新曜社。
- Lombardo, T. J. (1987), *The Reciprocity of Perceiver and Environment: The Evolution of James J. Gibson's Ecological Psychology*, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates. (古崎敬, 境敦史, 河野哲也監訳『ギブソンの生態学的心理学: その哲学的・科学史的背景』, 勁草書房, 2000年)
- Mark, L. S. (1987), "Eyeheight-scaled Information about Affordances: A Study of Sitting and Climbing," *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, vol. 13, pp. 361-370.
- Mark, L. S., Balliett, J. A., Craver, K. D., Stephan, D. D., and Fox, T. (1990), "What an Actor Must Do in Order to Perceive the Affordance for Sitting," *Ecological Psychology*, vol. 2, pp. 325-366.
- 三嶋博之 (1994), 「「またぎ」と「くぐり」のアフォーダンス知覚」, *The Japanese Journal of Psychology*, vol. 64, pp. 469-475.
- 中込正樹 (2016), 「農具を発達させた知恵のフォークロア: 生業用民具の考古学および民俗認知経済学」, 『青山経済論集』, 68巻, 1号, 25-72頁。
- Reed, E. S. (1993), "The Intention to Use a Specific Affordance: A Conceptual Framework for Psychology", In R. H. Wozniak & K. W. Fischer (Eds.), *Development in Context: Acting and Thinking in Specific environments*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Reed, E. S. (1996), *Encountering the World: Toward an Ecological Psychology*, New York: Oxford University Press. (細田直哉, 佐々木正人訳『アフォーダンスの心理学: 生態心理学への道』, 新曜社, 2000年。)
- 佐々木正人 (1994), 『アフォーダンス: 新しい認知の理論』岩波書店。
- Strangman, G., Culver, J. P., Thompson, J. H. and Boas, D. A. (2002), "A Quantitative Comparison of Simultaneous BOLD fMRI and NIRS Recordings During Functional Brain Activation," *Neuro Image*, vol. 17, pp. 719-731.
- Warren, W. H. (1984), "Perceiving Affordances: Visual Guidance of Stair Climbing," *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, vol. 10, pp. 683-703.
- Warren, W. H., and Whang, S. (1987), "Visual Guidance of Walking through Apertures: Body-scaled Information for Affordances," *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, vol. 13, pp. 371-383.