

Title	モーションキャプチャシステムを用いた対人距離の定量的評価
Sub Title	The quantitative evaluation of interpersonal distance using a motion capture system
Author	大森, 由紀乃(Ōmori, Yukino) 辻, 愛里( Tsuji, Airi) 鈴木, 健嗣( Suzuki, Kenji) 山本, 淳一( Yamamoto, Jun'ichi)
Publisher	慶應義塾大学大学院社会学研究科
Publication year	2019
Jtitle	慶應義塾大学大学院社会学研究科紀要：社会学心理学教育学：人間と社会の探究 (Studies in sociology, psychology and education : inquiries into humans and societies). No.87 (2019. ) ,p.79- 90
JaLC DOI	
Abstract	It is important to provide interpersonal interaction support to children with ASD who have problems with communication. An intervention program called NDBI (Naturalistic Developmental Behavioral Intervention) which focuses on supporting interpersonal interaction for children with ASD has demonstrated that it is necessary for the child and therapist to keep an appropriate distance while playing with each other. Therefore, measuring interpersonal distance could be important for analyzing the effects of the intervention and monitoring the support of children with ASD. In this study, we used motion capture methods to measure the interpersonal distance between children with ASD and their therapists in a play scene. We examined whether interpersonal distance changed between pre- and post-intervention to determine the effects of the intervention. In this study, to evaluate the behavior of children with ASD who have difficulty being equipped with measurement devices, we conducted a reproduction experiment with two adults. Moreover, the procedures were as followed. Firstly, we selected two video clips from recorded scenes. One was pre-intervention and one was post-intervention. Then two adults recreated the two scenes as the therapist and the child. Secondly, we used motion capture system to measure their interpersonal distance and their variations in the recreated scenes chronologically. We referenced the previous study of Rogers & Fine (1977), and used the mean value of interpersonal distance and the frequency of rapid change in interpersonal distance as indexes. As a result, the recreated post-intervention scenes showed a smaller mean value of interpersonal distance and lower frequency of rapid change in interpersonal distance. Therefore, this study demonstrated that it could be possible to evaluate the effects of the intervention using motion capture system to automatically measure fluctuations in interpersonal distance. In the future, it would be necessary to gather data in clinical situations targeting children with ASD.
Notes	論文
Genre	Departmental Bulletin Paper
URL	<a href="https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN0006957X-00000087-0079">https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN0006957X-00000087-0079</a>

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the



モーションキャプチャシステムを用いた対人距離の定量的評価  
The Quantitative Evaluation of Interpersonal Distance  
Using a Motion Capture System

大森 由紀乃\* · 辻 愛里\*\* · 鈴木 健嗣\*\*\* · 山本 淳一\*\*\*\*  
*Yukino Omori, Airi Tsuji, Kenji Suzuki and Junichi Yamamoto*

It is important to provide interpersonal interaction support to children with ASD who have problems with communication. An intervention program called NDBI (Naturalistic Developmental Behavioral Intervention) which focuses on supporting interpersonal interaction for children with ASD has demonstrated that it is necessary for the child and therapist to keep an appropriate distance while playing with each other. Therefore, measuring interpersonal distance could be important for analyzing the effects of the intervention and monitoring the support of children with ASD. In this study, we used motion capture methods to measure the interpersonal distance between children with ASD and their therapists in a play scene. We examined whether interpersonal distance changed between pre- and post-intervention to determine the effects of the intervention. In this study, to evaluate the behavior of children with ASD who have difficulty being equipped with measurement devices, we conducted a reproduction experiment with two adults. Moreover, the procedures were as followed. Firstly, we selected two video clips from recorded scenes. One was pre-intervention and one was post-intervention. Then two adults recreated the two scenes as the therapist and the child. Secondly, we used motion capture system to measure their interpersonal distance and their variations in the recreated scenes chronologically. We referenced the previous study of Rogers & Fine (1977), and used the mean value of interpersonal distance and the frequency of rapid change in interpersonal distance as indexes. As a result, the recreated post-intervention scenes showed a smaller mean value of interpersonal distance and lower frequency of rapid change in interpersonal distance. Therefore, this study demonstrated that it could be possible to evaluate the effects of the intervention using motion capture system to automatically measure fluctuations in interpersonal distance. In the future, it would be necessary to gather data in clinical situations targeting children with ASD.

Keywords: autism spectrum disorder (自閉スペクトラム障害), quantitative evaluation (定量的評価), motion capture system (モーションキャプチャシステム), interpersonal distance (対人距離), interpersonal interaction (対人相互作用)

\* 慶應義塾大学大学院社会学研究科心理学専攻修士1年

\*\* 筑波大学システム情報系

\*\*\* 筑波大学システム情報系

\*\*\*\* 慶應義塾大学文学部

## 1. 序論

### 1-1. 自閉スペクトラム症の支援と対人距離

自閉スペクトラム症 (Autism Spectrum Disorder 以下 ASD) とは非言語的なコミュニケーション行動の欠陥, 限定された興味・活動・行動を主な症状にあげる発達障害である (American Psychiatric Association, 2013)。この定義によれば, ASDの人々にとって他者とのコミュニケーション, つまり対人相互作用は大きな課題であるため早期からの支援が必要である。

Schreibman, et al. (2015) は自閉スペクトラム症児 (以下, ASD児) の効果が実証されてきた支援方法について統括的にレビューを行った。その結果, 対人相互作用を含むNDBI (Naturalistic Developmental Behavioral Interventions) が有効な支援であると結論づけた。NDBIは, 幼児期からの早期発達支援法の一つでありおもちゃや遊び教材を使った自然な文脈の中でセラピストとの相互作用を促すことを支援の基本としている (Schreibman, et al., 2015)。これに基づくと, ASD児に対人相互作用を促す支援には, セラピストとの安定した相互作用の機会を確保し, セラピストと子どもの双方向的な引き込みを進めることや集中的に課題を実施することが必要である。

ところがASD児は人への興味よりものに対する興味が強いことや多動傾向により, 支援の初期は定型児に比べて短時間の中で他者に対する急速な接近や回避を繰り返すことで, 対人距離のレンジが広がるという特徴がある (Rogers & Fine, 1977)。それらを不安定な対人距離としてみると, 支援前の段階ではこの不安定な対人距離のためにASD児と他者との間に相互作用の機会が生まれづらくなっていると考えられる。よって, NDBIで想定されるような遊具を使った遊びの中では, 他者とのやりとりが続く程度の距離を保ちながら遊びを続けることが求められる。まとめると, 安定した対人距離を確保することがNDBIを実施する上で重要である。これらのことから, 対人距離の計測, 評価は支援効果の分析やセラピスト自身が実際の支援の進み方をモニターし評価する上でも有効であると考えられる。

### 1-2. 実際の支援の場における自閉スペクトラム症児の対人距離研究

これまで, ASD児に対する実際の介入支援の場においてASD児の対人距離を評価した研究としてRogers & Fine (1977) が挙げられる。Rogers & Fine (1977) はASD児1人を対象に, play therapyの前後でセラピストとの距離が変化するかについての研究を行なった。この研究では, 各参加児に週2回30分のplay therapyを5ヶ月間行い, その介入の前後で子供とセラピスト間の対人距離が変化するかを検討した。具体的には介入の前後でセラピストと子どもが自由に遊ぶ時間を設け, その様子をビデオカメラで記録した。ビデオで得た映像を15秒間隔でタイムサンプリングし, サンプリングされた映像から対人距離を実測した。その結果, ASD児に関しては介入前後で対人距離が有意に変化したとは言えなかった (介入前2.71フィート, 介入後2.02フィート) が, 対人距離の変動が生じた回数は減少しており, ここに介入の効果が反映されていると言える。北・稲垣・軍司 (2009) は述べる。なぜなら, 対人距離の変動が小さくなったということは, ASD児の衝動的な行動が減少し, 円滑に遊びが継続されていることを客観的なデータで示しているからである。このように, ASD児への支援の現場でも, ASD児と他者の対人距離は重要視されている。

しかしながら, 観察手法としては15秒ごとのタイムサンプリング法を用いており, 連続的に行動の安定性を計測するには至っていない。さらに, ビデオ上のタイムサンプリングは手作業であり, 時間や手間がかかる評価法である。

### 1-3. 対人距離の自動計測による支援効果分析

上記の問題に関する提案として、工学分野との連携による工学的デバイスを使ったASD児の対人距離の自動計測が挙げられる。ASD児の対人距離を自動的に定量化した先行研究として佐久間他（2012）の二次元尺度による行動解析でソーシャルスキルトレーニングの効果を分析した研究がある。この研究では、ASD児に対するソーシャルスキルトレーニングの効果を計るため、介入の事前事後で複数の参加児がペア活動を行った。ペア活動中の参加児間の対人距離やコミュニケーション行動について運動の自動計測装置を用いて計測、解析を行い、参加児同士の対人距離が介入前後で変化するかを検討するのが目的であった。しかし、この研究では被計測対象児が小学校就学以降の児童であり、早期支援研究の一環として幼児期の支援効果を分析、検討するには至っていない。

幼児期のASD児を対象とした対人距離の自動計測に関連した研究としては、Tsuji, Matsuda & Suzuki (2016)、辻・松田・山本・鈴木（2018）のモーションキャプチャシステムを用いたASD児の接近行動の評価がある。モーションキャプチャシステムとは身体に着けたマーカーの赤外線反射により、運動中の人間のマーカー接着部位を時系列に3次元座標で記録するシステムである。Tsuji, Matsuda & Suzuki (2016)では3歳から5歳のASD児4人が研究に参加した。実験事態としては、ASD児1人とセラピスト1人がモーションキャプチャ計測用のマーカーを着けた帽子を装着して介入前後で一定時間遊びを行うこととした。この遊び場を、モーションキャプチャを使って計測し、ASD児から大人へ接近する行動の生起頻度が介入前後で変化するかを検討している。更に、辻・松田・山本・鈴木（2018）は、ASD児への接近行動を聴覚刺激でフィードバックする介入方法を実施・検証している。

モーションキャプチャシステムは現在では主に人間やロボットの動作分析研究で使用されており、リハビリテーションや運動療法といった領域に導入されている。例えば、Faber, Chang, Kingma, Dennerlein, & van Dieen (2016)は、人体の関節運動の様子を評価するデバイスとしてのモーションキャプチャシステムの妥当性を検討している。このようにモーションキャプチャは従来、身体や運動の評価として評価されてきた。しかし運動中の人間の身体部位を3次元座標で自動的に記録できるという特徴から、辻らの研究のように複数人がマーカーを装着することによって対人距離を自動で計測し続けることが可能である。前述のような辻らの研究のようにモーションキャプチャシステムを使った対人距離の自動計測により、介入事前事後のセラピストと子どもの関わりの変化を定量的に分析するための系統的研究の基盤を作る試みが積極的に行われている。しかしながら、Tsuji, Matsuda & Suzuki (2016)、辻・松田・山本・鈴木（2018）では帽子にマーカーを付け、装着者への負担を可能な限り軽減しているものの、感覚過敏によってマーカー付きの帽子を被ることを嫌がるASD児についての評価は想定されていない。

### 1-4. 本実験の意義

上記を踏まえて本実験では、触覚に過敏性があり帽子をかぶることにに対して嫌悪的なASD児とセラピストの遊び場を介入の事前事後で評価する試みを行った。具体的には介入の事前事後でビデオ撮影したASD児とセラピストの遊び場面映像を成人で再現した。そして、その再現場面をモーションキャプチャで計測し、再現場面中の対人距離を評価した。

## 2. 目的

本実験の目的は、過敏性によって帽子の装着に嫌悪的なASD児のNDBI介入前後の変化を、モーシヨ

ンキャプチャシステムを使って定量的に示すことである。そこで、介入によってセラピストとの遊びを続けられるようになったASD児1人とセラピスト1人の遊び場면을介入前後から1場面ずつ抽出して成人で再現し、この再現場面の対人距離やその変動について、モーションキャプチャを用いて時系列で計測した。指標としては、Rogers & Fine (1977) の先行研究を参考に、対人距離の平均値や急速な対人距離変動を使用した。

Rogers & Fine (1977) の先行研究によれば効果のある介入の前後ではASD児の多動傾向が抑えられ、一定の距離で円滑に遊びが行われているはずであり、それにともなって対人距離の急速な変動が少なくなると予想できる。

### 3. 方法

#### 3-1. 再現対象シーンの抽出

##### 3-1-1 対象事例

再現の対象となった子ども（再現対象児）はASDと診断された無発語の5歳女児であった。セラピストの言語報告によれば、介入前の遊び場面では1つのおもちゃに対する注意の持続時間が数秒から数十秒程度と非常に短く、あるものから別のものへの注意の転動が激しかった。そのため頻繁に部屋の中を探索するという行動が特徴として挙げられていた。しかし、介入後の遊び場面ではメインセラピストとのくすぐりやタッチといった身体接触をはさみながら安定して1つのおもちゃで遊ぶことができた。再現対象児は質的な観点からは明らかな支援効果が見られた事例であり、それを廻行的に分析した。再現対象児は感覚過敏があり、帽子を一定時間装着して遊びを続けることが困難であったため、直接マーカークラス帽子をかぶって測定するのではなく、3-2に示すように成人での再現実験によって遊び場면을評価した。

##### 3-1-2 介入内容

再現対象児はメインセラピスト1人と週に1回1時間NDBI介入を行っていた。介入は、メインセラピスト1人と、環境整備や安全管理、実験協力を担当するサポートセラピスト2、3人が毎回参加していた。セラピストは全員3年以上の臨床歴を持っていた。セラピストは再現対象児に対して、NDBI (Schreibman et al., 2015) に基づいた介入を週に1時間計10回行った。介入では、パズルや食べ物のおもちゃ、音のなるおもちゃ等のおもちゃを使った自然な文脈で子どもから自発的な反応を引き出すことを目的とした。実験室における再現対象児とセラピストの関わりは全て通常のビデオカメラと俯瞰カメラで記録した。なお、介入開始前と10回の介入を挟んだ1週間後にもセラピストと再現対象児の遊び場면을ビデオ映像に記録した。これをそれぞれ介入前実際セッション、介入後実際セッションとする。

##### 3-1-3 シーン抽出と再現プロトコル作成

再現した場面は介入前の遊び場面として、介入前実際セッション、介入後の遊び場面として、介入後実際セッションから各180秒間ずつ、計2場面クリップした。各セッション中で、メインセラピスト1人がおもちゃとおもちゃ箱を使って再現対象児と遊んでいるシーンの中から、子どもがあるおもちゃを選択しておもちゃに手を触れるかおもちゃを指で指した時を起点としてその時点から180秒間クリップした。メインセラピストが他の実験や課題を行っている場面や、再現対象児が2人以上のセラピストと関わっている場面は抽出の対象から除外した。この映像記録を参考に、後述の再現実験に使う再現プロトコルを作成した（表1、表2）。

表1  
介入前セッション再現プロトコル

おおよその時間	行動
①冒頭	子ども役：風船で遊んでいるが、直後に箱の中身を調べる。 セラピスト役：風船を膨らませる遊びをするが体を背ける。
②40秒	子ども役：食べ物のおもちゃを触る。 セラピスト役：「りんご！おいしい」と子ども役に声をかけるやりとりを試みる。
③1分20秒	子ども役：2つの箱の間を行き来して、おもちゃを探す。
④1分30秒	子ども役：風船を選択する。 セラピスト役：風船を膨らませる。子ども役はそれを見ている。
⑤1分40秒	子ども役：後方へ移動して壁際へ行く。部屋内を風船から離れる方向に移動する。
⑥2分20秒	子ども役：箱のところですわり、太鼓を選択するがすぐハイハイで離れる。
⑦2分30秒	子ども役：再び風船を選択するが寝っ転がって移動する。 セラピスト役：風船を飛ばして子ども役に見せる。
⑧2分50秒から最後	子ども役とセラピスト役：対面になり、セラピスト役は風船を膨らませる。 子ども役：20秒位ですぐ離れた箱のところへ行く。

表2  
介入後セッション再現プロトコル

おおよその時間	行動
①冒頭	セラピスト役と子ども役：ホースを使い、対面で遊んでいる。 セラピスト役「いる人？」に対して子ども役「はい」やタッチ、簡単な身体摸倣のやりとりを挟みながらホースを引っ張る遊びをする。
②1分30秒	子ども役・セラピスト役：セラピスト役の「1、2、1、2」の掛け声で部屋を一緒に歩き、子ども役は着席する。
③1分40秒	セラピスト役：子ども役に海苔を差し出す。 子ども役：海苔を食べ、セラピストとパズルやタッチの活動をする。
④2分20秒	セラピスト役：子ども役の離席に対して着席する様に指示する。 子ども役：いったん逃避しておもちゃ箱へ向かうが、セラピスト役の指示で着席する。
⑤最後まで	セラピスト役：子ども役とタッチしながらパズルを一つずつ提示する 子ども役：セラピスト役にタッチしながら、提示されたパズルを受け取ってピースをはめる。

### 3-2. 実際セッションの遡行的再現

#### 3-2-1 演者

子ども1人・セラピスト1人による遊び場面のシミュレーション再現のため、成人女性2人（子ども役・セラピスト役）が参加した。演者は、いずれも運動機能や知的能力に障害はなかった。シミュレーション再現には自閉症児1人とセラピスト1人が遊んでいる場面のビデオ映像を参考として用いた。以下、この2人による介入前実際セッションの再現を介入前セッション再現、介入後実際セッションの再現を介入後セッション再現とする。

#### 3-2-2 装置

演者の空間内での動きを測定するため、モーションキャプチャシステムを用いた。モーションキャプチャシステムとは身体に着けたマーカーの赤外線反射により、運動中の人間の各部位の3次元座標を時系列で記録

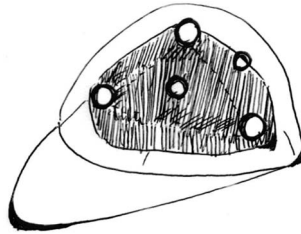


図1 モーションキャプチャシステム用帽子  
図中の球体はマーカーである。図のように、マーカーを付けた布を帽子に縫い付けて使用した。

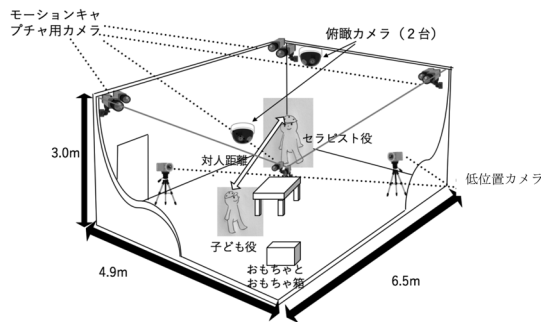


図2 実験事態図  
実験室の床の中央を座標 (0, 0, 0) とした。

するシステムである。マーカーとは、モーションキャプチャが3次元座標を測定する際の計測点のことであり、被計測者は図のように複数のマーカーを計測したい身体の部位に装着する必要がある。演者は5個のマーカーをつけた帽子を装着した(図1)。モーションキャプチャのデータ収録のため、実験室内にモーションキャプチャシステム用カメラを設置した。これらのカメラは実験室の天井四隅に2台ずつ、合計8台設置された(図2)。モーションキャプチャシステムで得たデータはパーソナルコンピュータに保存された。定量的計測の妥当性評価のため、モーションキャプチャのカメラとは別に、実験室の天井に設置された俯瞰カメラを用いてビデオ記録を行なった。更に実験室の隅にビデオカメラ(以下、低位置カメラ)を2台設置した。

### 3-2-3 用具

各遊び場面のシミュレーション再現にあたって、実際のセッションで用いていたおもちゃと、おもちゃ箱(ダンボール箱)、机・椅子(介入後セッション再現のみ)を用意し、遊びに用いた。おもちゃはおもちゃ箱に入れて実験室内に設置した。各再現場面で行なった活動は、表3の通りである。介入前実際セッションの再現で使用した用具は、風船・食べ物のおもちゃ・太鼓であった。同様に介入後セッション再現でホース・パズルを使った。

### 3-2-4 手続き

本実験では、2人の演者がそれぞれセラピスト役・子ども役となってセラピストと対象児によるフロア遊び場面をおよそ180秒間演じ、各セッション再現の対人距離をモーションキャプチャシステム用カメラ・俯瞰カメラ・通常カメラで撮影、記録することを全体の流れとした。この流れで介入前の遊び場面を1場面(介入前セッション再現)、介入後の遊び場面1場面(介入後セッション再現)再現している。



表3  
各セッション再現で行われた遊びや活動

	介入前 セッション再現	介入後 セッション再現
行った遊び・活動	①風船 ②ままごと ③風船 ④太鼓	①ホース ②パズル ③タッチ

まず、表1、表2の再現プロトコルと実際セッションの映像を演者2人で確認し、再現の流れをロールプレイングで確認した。具体的には、演者2人が3-1.再現対象シーンの抽出で抽出した映像とそれに対応する台本を見ながらロールプレイングで子ども役とメインセラピスト役の行動を再現する練習をおこなった。ロールプレイングは各再現場面でおよそ30分ずつ行われた。

その後、子ども役とセラピスト役がマーカー付きの帽子を被り、実験室でおよそ180秒間、再現対象児の遊び場面を再現した。

再現場面中の対人距離をモーションキャプチャシステムや各カメラで記録、計測した。

### 3-2-5 実際の遊び場面とセッション再現の対応評価

再現対象児の実際の映像に則ってセッション再現が行われていることを保証するため、演者と異なる第三者1人に評価を依頼した。評価では、評定者が表1、表2の再現プロトコルを事前に渡され、実際の映像と再現セッションの映像を見ながらプロトコルにある項目が再現されているかを各項目についてA（プロトコルの項目にある行動が実際セッション／セッション再現双方にあり、プロトコル通りの再現が行われている）／B（プロトコルの項目にある行動が実際セッション／セッション再現双方にあるが、プロトコルにある内容とセッション再現にやや齟齬がある例：プロトコルでは10秒間離席しているがセッション再現場面では20秒以上離席行動が続く等）／C（プロトコルの項目が実際セッションにはなかったり、セッション再現においてプロトコルの項目が大きく齟齬のある状態で再現されていたり、まったく再現されていなかったりする）の3件法で評定した。

## 4. データ処理

### 4-1. 計測データ

モーションキャプチャシステムから出力された位置情報データを分析、考察した。本実験では、モーションキャプチャのFPS（Frame Per Second）は30とした。また、実験室の床の中央を座標（0,0,0）と設定した。

### 4-2. 介入効果の評価指標

各セッション再現における対人距離の平均値（m）と、急速な対人距離変動が起きた頻度を指標とした。

#### 4-2-1 対人距離の平均値

各セッション再現中の180秒について対人距離AB（m）とその変遷を時系列で計測した。このABを1秒ごとに算出した。再現セッションは各180秒ずつ行われているので、1つの再現セッションにおいて

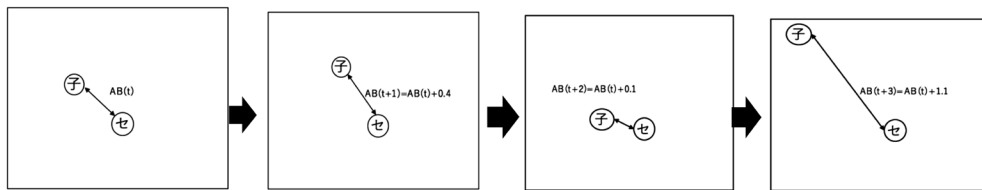


図4 急速な対人距離変化が起きている例  
「セ」は「セラピスト役」, 「子」は「子ども役」の意味である。

180個の対人距離がデータとして算出される。各再現セッションにおいて、この180個の対人距離ABの平均値・最大値・最小値・分散を算出した。また、算出された介入前後の180個の対人距離データについて、対応のある  $t$  検定と F 検定を行い、介入前後の対人距離平均値間の差や分散の等質性を検討した。

#### 4-2-2 急速な対人距離変化

ある時点から3秒以内に対人距離が1m以上増加あるいは減少した場合を急速な距離変化として、その生起のタイミング、頻度を算出した(図4)。図4のように、演者2人が相手方から逃避(もしくは接近)すると、検出される。

Rogers & Fine (1977) では15秒ごとにタイムサンプリングを行い対人距離を実測したが本実験では3秒を単位としてより精密な分析を行うことを試みた。例えばある時点  $t$ (s) での対人距離を  $AB(t)$  とし、 $AB(t)=1.9$ ,  $AB(t+1)=2.5$ ,  $AB(t+2)=3.3$ ,  $AB(t+3)=2.7$ ,  $AB(t+4)=2.0\dots$  の時、 $AB(t) \sim AB(t+3)$  で1回とカウントし、次の計算の始点は  $AB(t+1)$  として  $AB(t+1) \sim AB(t+4)$ 、同様に  $AB(t+2) \sim AB(t+5)$ ,  $AB(t+3) \sim AB(t+6)\dots$  を分析の単位とした。対人距離変化の閾値として本実験では3秒以内に対人距離が1m以上増加あるいは減少した場合の有無を計算している。よって、図4下部のように接近や回避を繰り返していれば急速な対人距離変化が起きている回数は増加する。本実験では、180秒のおもちゃを使った遊び場面のセッション再現においてこのような変化が頻繁に起きている状態を、二者間で安定して遊びが行われていない状態と考えた。この指標は、子ども役とセラピスト役の遊びが安定して行われていないことを示す現象が生起した頻度を計測するために用いた。

## 5. 結果

### 5-1. 各セッション再現で算出された対人距離 (m)

最初にセッション再現中に時系列で計測した対人距離の結果を図5にしめす。また、急速な対人距離変動があった時間帯と、その時間に子ども役やセラピスト役のどのような行動があったかを記す。セラピスト役や子供の行動特徴は低位置カメラや俯瞰カメラによる映像記録から確認した。図5によれば介入前セッション再現では0.5m前後～3m以上の広い範囲で対人距離が推移し、特に子ども役のおもちゃを探す行動によって大きく変動している。一方介入後セッション再現では対人距離はおよそ0.7m～2.2mの範囲で推移しており、介入前セッション再現より対人距離変動の幅が狭く大きな変動が殆どないことがわかる。

### 5-2. 対人距離の平均値 (m)

各セッション再現での対人距離の平均値 (m)、最小値 (m)、最大値 (m) を元に作成した各セッション再現の箱ひげ図を図6に示した。対人距離の平均値について対応のある  $t$  検定を行うと介入前後で有

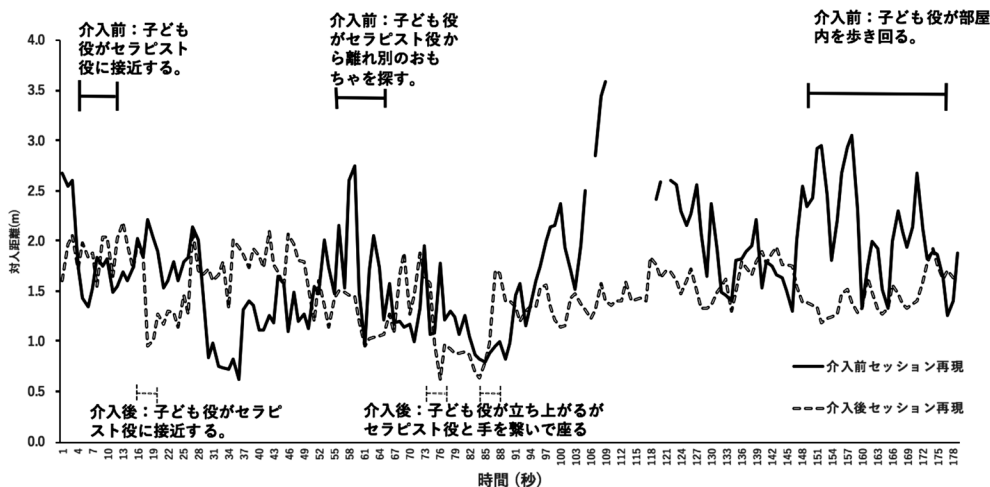


図5 セッション再現中の対人距離  
グラフ中で折れ線が途切れている箇所は欠損値である。

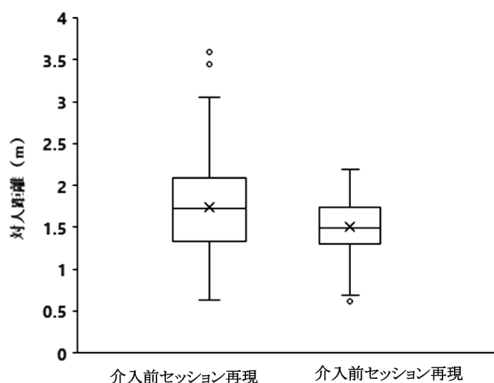


図6 各セッション再現の箱ひげ図  
介入前セッション再現で欠損値となった10秒間は分析の対象から除外した。

意な差があり ( $t(169)=4.86, p<.05$ ), 介入後セッション再現では介入前セッション再現より有意に対人距離の平均値が低かった。次に介入前後のセッション再現における平均値の変化を図7に表した。ただし、介入前セッション再現で欠損値となった10秒間は分析の対象から除外した。更に、得られた各セッション再現での分散0.10, 0.32についてF検定を行ったところ、 $F(170, 180)=3.27, p<.05$ となり、等分散であるとは言えなかった。

### 5-3. 急速な対人距離変化

各セッション再現において、3秒以内に1m以上の変化幅を持つ対人距離変動が起きた頻度を記載したものを図8に示す。これによれば、急速な対人距離変化の頻度は、介入前セッション再現で18回に対し介入後セッション再現で4回と減少していた。

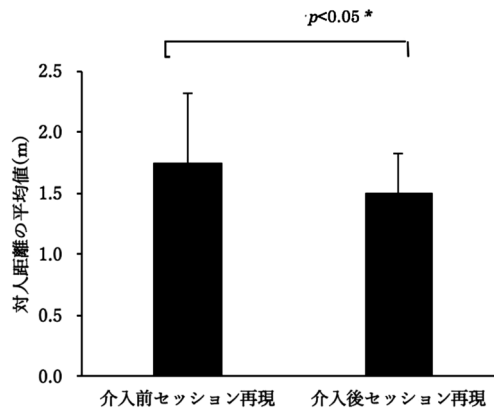


図7 各再現場面の対人距離の平均値の変化  
介入前セッション再現で欠損値となった10秒間は分析の対象から除外した。

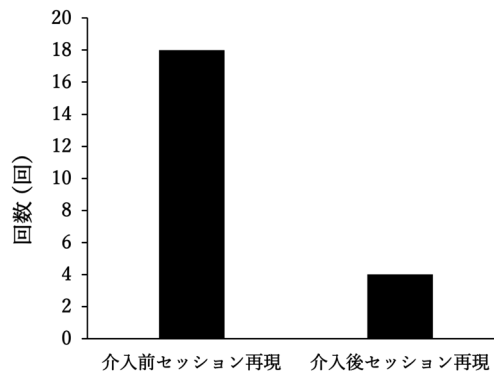


図8 各セッション再現において急速な対人距離変動が起きた頻度  
介入前セッション再現で欠損値となった10秒間は分析の対象から除外した。

#### 5-4. 実際セッションとセッション再現の対応評価

評定者1人のビデオ観察により、セッション再現が実際のセッションに即して行われているかをA, B, Cの3件法で評価したところ、介入前セッション再現で13/13項目でA評価、介入後セッション再現で6/7項目でA評価、1/7項目でB評価を得た。

## 6. 考察

本実験では過敏性により計測用帽子の装着に嫌悪的なASD児のNDBI介入前後の変化を、モーションキャプチャシステムを使って計測し、定量的に示せるかを検討することが目的だった。この目的のため介入前後におけるASD児1人とセラピスト1人の遊び場を介入前後から1場面ずつ抽出して成人で再現し、この再現場面の対人距離やその変動について、モーションキャプチャを用いて時系列で計測した。また、本実験では、感覚過敏のASD児とセラピストの遊び場を評価するため、直接子どもに帽子を装着するのではなく成人での再現実験によって計測を行った。成人による再現実験では再現の評価

として演者以外の第三者に再現が正しく行われているかを項目別に評定してもらった結果、ほぼ全ての項目で正確に再現されているという結果であったため、妥当な再現ができたと考える。

### 6-1. 対人距離の平均値

対人距離の平均値について $t$ 検定を行ったところ、有意に介入後セッション再現の方が近い距離で遊びが展開されていることがわかった。これは、Rogers & Fine (1977)とは異なる結果だった。まず、先行研究と異なる結果が出た理由について、計測の精度が考えられる。先行研究では15秒毎のタイムサンプリングを行ったが、本実験では1秒ごとに対人距離を算出していた。これにより、結果に違いが出た可能性がある。先行研究も本実験も、1人のASD児の介入前後の自然な遊び場면을対象としたものであり、介入前後で遊びの種類の統制が現実的に困難であったことも原因として考えられる。次に、本実験で対人距離が介入後セッション再現で有意に短くなったことについて考察する。再現プロトコルにおいて、介入前セッション再現では子ども役が触った食べ物のおもちゃに対して、セラピスト役が「りんご、美味しい」と言ったり、風船を膨らませて子ども役に見せたりして子ども役への関わりをしたが、子ども役はそれに対して別のおもちゃの探索や部屋の中をうろつく等の反応をしたため、二者の間でやりとりが少なかったと言える。それに比べ介入後セッション再現の方が、タッチやパズルの受け渡しなどの二者間のやりとりが続いている。これらのことが、介入後セッション再現での対人距離の近さにつながったと考える。このことは、自然な遊びの中でやりとりを促したという介入の効果が反映されていることを示す可能性を示唆している。

### 6-2. 急速な対人距離の変化

急速な対人距離変化の頻度は、介入前セッション再現18に対し介入後セッション再現で4と減少していた。これは、Rogers & Fine (1977)を支持する結果になった。また、介入前後で対人距離の分散が等質ではなく、介入前セッション再現の方が対人距離のばらつきが大きかった。これは再現プロトコルにおいて、介入前セッション再現に比べ、介入後セッション再現で子ども役とセラピスト役が遊びを長く続けることができるようになったことを再現したためと考えられる。介入前セッション再現では、子ども役がセラピスト役から背を向け、おもちゃ箱に新しいおもちゃを探しに行ったり、部屋内を歩き回ったりする行動を再現した。一方で、介入後セッション再現では、子ども役とセラピスト役はパズルタッチのような軽い身体接触も挟みつつパズルとホースで比較的長く遊んだ。よって任意の対人距離変動が起きた頻度は、ASD児の衝動的な行動特性が抑えられ、安定した環境で遊びができるようになったという介入効果を定量的に表していると考ええる。

### 6-3. まとめ

本実験で実施したモーションキャプチャシステムを使った対人距離の自動計測により、介入事前事後のセラピストと子どもの関わりの変化を定量分析するための系統的研究の基盤を作ることができた。本実験では、再現による対人距離の自動計測によって、計測用機器の装着に制約のある参加者の対人距離の計測を行い、支援効果を分析する手法を考案したという点で意義があると考ええる。また、図5のように視覚的にセッション中の対人距離をビデオ映像と定量的データの対応を示すことができる可能性も示唆された。セラピスト自身も自分と子どもの関わり方の定量的データと映像を分析することによって、自分の現在の支援における子どもへの関わり方の分析や次回以降の支援の指針の考案に有用と考える。

#### 6-4. 本実験の限界と今後の展望

今後の展望として、実際のASD児を対象とした計測実験が挙げられる。本実験では、感覚過敏のASD児に対し、直接子どもに帽子を装着するのではなく大人での再現実験によって計測を行った。今後は、感覚過敏のASD児に対し、脱感作などを行って実際に帽子をかぶった状態で計測データを集めることを目標とする。また、今回の分析ではパズルやままごとなど、室内の狭い対人的空間で行われることを想定した遊びを対象としているが、例えばボール遊びなどより広い対人的空間で行われる遊びに対しても通用する評価指標であるのかを検討することが今後の課題としてあげられる。

さらに、今後実際のASD児やセラピストを対象として計測をするときは、本実験で想定したASD児1人とセラピスト1人の遊び場面のみならず、定型児1人とASD児1人や、保護者1人とASD児1人など多様な関係性で対人距離を計測することで、多くの水準の対人関係の定量的計測や、より緻密な支援効果の分析が可能になると考えられる。

#### 付記

実験の実施に当たり、JST-CREST「ソーシャル・イメージング:創造的活動促進と社会性形成支援」JPMJCR14E2の補助を受けた。本実験は慶應義塾大学文学部・文学研究科・社会学研究科における研究倫理委員会の承認を得て(受理番号: 16001-0-1)実施した。

#### 引用文献

- American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5<sup>th</sup> ed.). Washington, DC: Amer Psychiatric Pub Inc. (米国精神医学会 日本精神神経学会 (監修)・高橋 三郎・大野 裕・染谷 俊幸・神庭 重信・尾崎 紀夫・三村 将・村井 俊哉 (翻訳) (2014). *DSM-5精神疾患の診断・統計マニュアル 改訂第5版医学書院*.)
- Faber, G. S., Chang, C. C., Kingna, I., Dennerlein, J. T., & van Dieen, J. H. (2016). Estimating 3D L5秒1 moments and ground reaction forces during trunk bending using a full-body ambulatory inertial motion capture system. *Journal of Biomechanics*, *49*, 904-912.
- 北 洋輔・稲垣 真澄・軍司 敦子・細川 徹 (2009). Autism spectrum disorders児の対人距離に関する研究動向. *東北大学大学院教育学研究科研究年報*, *58*, 149-162.
- Rogers, A. L., & Fine, H. J. (1977). Personal distance in play therapy with an autistic and a symbiotic psychotic child. *Psychotherapy: Theory, Research and Practice*, *14*, 41-48.
- 佐久間 隆介・軍司 敦子・後藤 隆章・北 洋輔・小池 敏英・加我 牧子・稲垣 真澄 (2012). 二次元尺度化による行動解析を用いた発達障害児におけるソーシャルスキルトレーニングの有効性評価. *脳と発達*, *44*, 320-326.
- Schreibman, L., Dawson, G., Stahmer, C. A., Landa, R., Rogers, J. S., McGee, G. G., Kasari, C., Ingersoll, B., Kaiser, P. A., Bruinsma, Y., McNerney, E., Wetheby, A., & Halladay, A. (2015). Naturalistic developmental behavioral interventions: Empirically validated treatments for autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *45*, 1, 2411-2428.
- Tsujii, A., Matsuda, S., & Suzuki, K. (2016). Interpersonal Distance and Face-to-Face Behavior during Therapeutic Activities for Children with ASD. In Miesenberger, K., Buhler, C., Penaz, P., M., (Ed.), *Computers Helping People with Special Needs*. (pp. 367-374).
- 辻 愛里・松田 壮一郎・山本 淳一・鈴木 健嗣 (2018). ASD児を対象とする対人距離の時間変化 モデルとその応用 *電子情報通信学会論文誌*, J101-D (2), 370-376.