

令和 5 年 9 月 21 日現在

機関番号：25406

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18H01041

研究課題名(和文)現場で実践される集団の児に対する外的刺激のインタラクション評価と発達障害推定法

研究課題名(英文)How to estimate developmental disabilities by evaluating interactions to external stimuli to young children in a group

研究代表者

島谷 康司(Shimatani, Koji)

県立広島大学・保健福祉学部(三原キャンパス)・教授

研究者番号：00433384

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,400,000円

研究成果の概要(和文)：発達障がい児の行動変容を表現する確率的状態遷移モデルの確立と発達障がい児群の行動評価法を構築した。複数台のカメラを用いて定型発達児と発達障がい児の集団行動を計測し、遊び状態を推定するとともに、確率的ペトリネットモデルに基づき遊び状態の遷移やインタラクション状態などを検証した。結果、定型発達児群の行動から逸脱する児を検出し、医師の診断や保育士の知見と一致することを示した。さらに、空間メモリを用いて幼児の行動規範指示に対する行動変容システムを構築した。空間メモリを配置したことを幼児に説明した条件では、幼児の行動量が大きく増加したことから、幼児のインタラクション評価、発達障害の推定が可能となった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

多動性障害などの特性を持つ発達障害児は集団内行動が困難な場合がある。本研究の意義は発達障害児の外的刺激に対する行動変容を評価し、有効性を検証することである。本研究では、各遊びの空間に事前に空間メモリを配置し、幼児が空間メモリに侵入すると幼児にとって楽しい音声刺激が生じるよう設定した。結果、幼児は空間メモリに侵入して遊ぶ回数や時間数が増えることが証明された。また、空間メモリの配置によって発達障がい児の行動遷移の特徴量を抽出し、発達障がい児の行動変容特性を捉えることができた。保育実践の集団行動場面ににおける外的刺激に対する幼児の行動変容評価は、幼児の社会性評価に重要であり意義があると考えられる。

研究成果の概要(英文)：We constructed a probabilistic transition model of behavior that shows behavioral change in young children with developmental disabilities(DD) and a method for evaluating the behavior of children with DD. We measured the group behavior of children with typical and DD using multiple cameras to estimate their play states, and verified the transitions in play behavior and the number of interactions based on the probabilistic Petri net model. As a result, we were able to detect children who deviated from the behavior of children with typical children. The results were consistent with pediatricians' diagnoses. Furthermore, we constructed a behavior change system for young children's behavioral normative instructions using "the spatial memory". Under conditions in which placement of the spatial memory was explained to the toddlers, the amount of toddler behavior increased significantly, allowing for the evaluation of toddler interactions and the estimation of DD.

研究分野：発達科学

キーワード：発達障害児 行動特性 外部刺激 インタラクション 集団 アテンション

### 1. 研究開始当初の背景

集団内で外的刺激に対する発達障害児の行動変容(行動や振る舞いの変化)を定量的に評価する方法は無い。申請者は、集団内の幼児の自然な行動をマーカーレスで定量評価する方法論を確立している(図1)。本研究では『発達障害児は外的刺激に対して容易に気が散る』という実践現場の深刻な問題に対し、刺激に対する不自然な行動変容を定量化するには?という学術的問いを取り扱った。具体的には、考案した幼児集団内行動評価システム(図1)を発展させ、集団内幼児の外的刺激に対する行動変容評価システムを開発し、外的刺激に対する発達障害児の確率的行動モデル、そして確率的深層学習モデルに基づいた発達障害児行動評価インデックスを考案し、発達の気になる子の見える化を目指した。本研究は、外的刺激(定量的・半定量的)を加えた複数幼児の行動をネットワークカメラで同時計測し、行動の特徴量から発達障害の主症状に基づく評価指標の算出と幼児の行動変容モデルを構築する。そして深層学習に基づいて集団内の発達障害児の行動変容評価法を確立し、有効性と実用性を検証することとした。

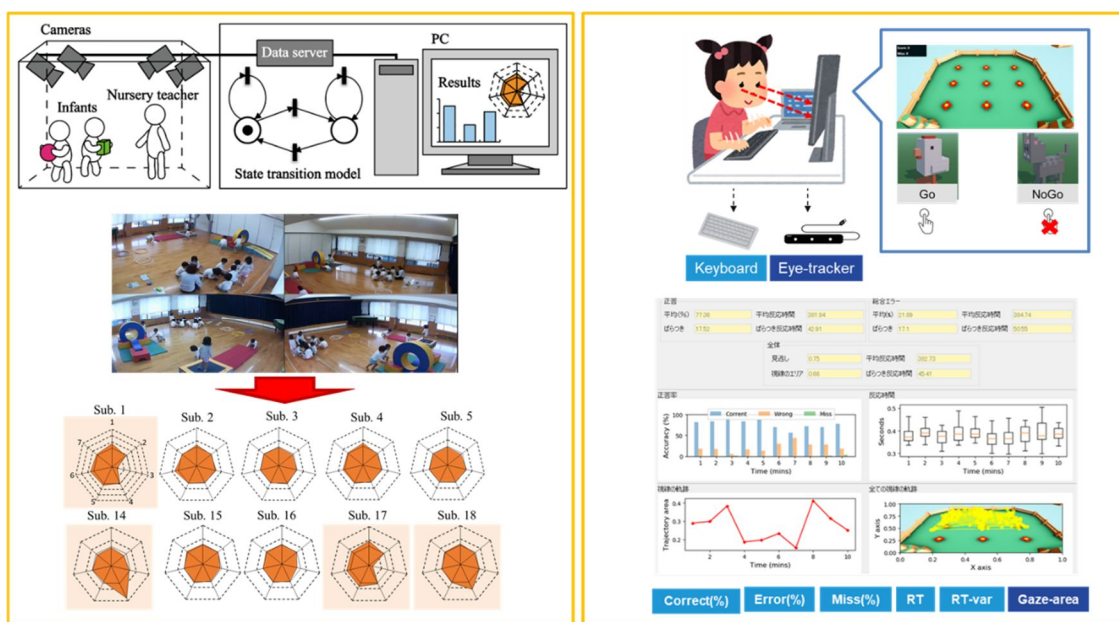


図1 申請者が考案した従来型の幼児集団内のマーカーレス行動評価と視線による注意機能評価システム(右田 2014、発智 2020)

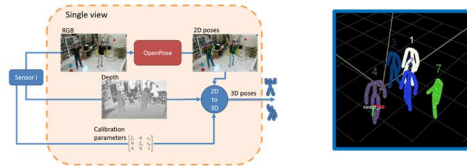
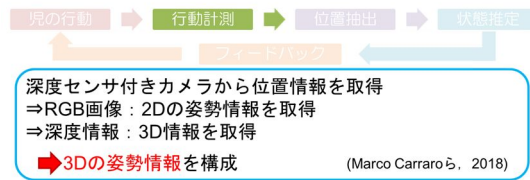
### 2. 研究の目的

本研究では動画像による幼児の自由行動の定量評価法を発展させ、新たに(1)集団内の幼児の外的刺激に対するインタラクション行動変容評価システムを開発し、(2)外的刺激に対する発達障害児の確率的行動モデルを構築する。さらに(3)確率的深層学習モデルに基づいた新しい発達障害児行動評価インデックスを考案し、各種の外的刺激に反応する発達障害児の行動変容の定量的評価および集団における発達の気になる子の見える化を実現する。

### 3. 研究の方法

これまで、我々は複数台のカメラを用いてマーカーレスで児の行動を捉え、複数児の行動の定量的評価が可能なシステムを提案した(図1)。ただし、幼児の自然な遊び状態および行動のみを評価しており、幼児のインタラクションに関して評価はできていなかった。そこで、幼児の運動・行動によって作動する「空間メモリ(M. Niitsumaら 2006)」を応用し、遊び空間に外部刺激を与えることで、幼児と玩具および幼児と幼児もしくは幼児と養育者との間にインタラクションを生じさせ、その様子を行動解析し、評価を行った。本提案システムでは、複数のカメラを用いて頭部、頸部、胸部、両肩、両肘、両手関節、両臀部、両膝、両足部の計15部位から幼児の姿勢推定及び幼児の遊び空間上のオブジェクトの位置をとらえ、その相対位置や空間メモリ付近の幼児の人数に応じて幼児に外部刺激(音声刺激)を与え、その時の行動の特徴量から定型発達児の評価指標と発達障害の主症状に基づく評価指標の算出と彼らの行動変容モデルを構築した(図2)。そして、発達障害児療育の実践現場にて養育者からのシステムに関するフィードバックを得た。

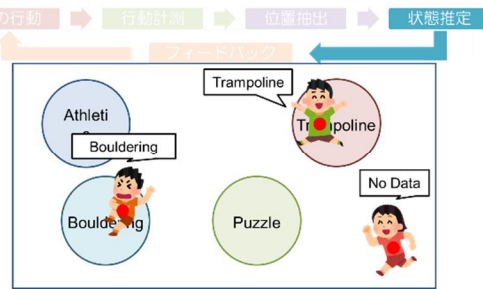
## 行動計測



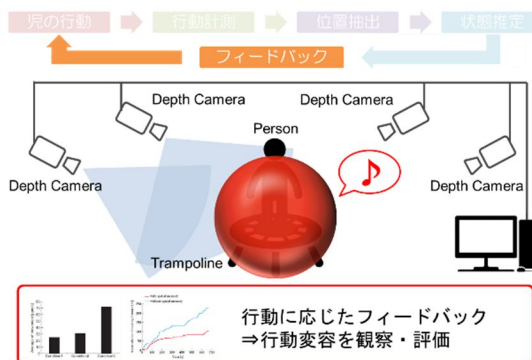
## 位置抽出 - 画像学習



## 位置抽出 - 画像学習



## フィードバック - 玩具



## フィードバック - 他者

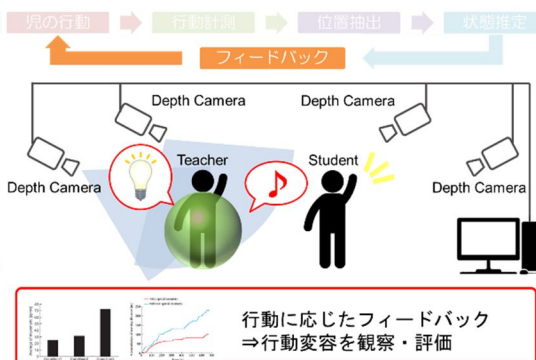


図2 空間メモリを応用した外部刺激に対する幼児のインタラクション評価システム

## 4. 研究成果

保育実践現場において、多動性障害などの特性を持つ発達障害児は集団内行動が困難な場合がある。本研究の目的は、集団内の発達障害児の行動変容を促すための評価方法を確立することであった。本研究では、複数台のカメラを用い、いくつかの遊びの空間(玩具周囲)に事前に1か所の玩具のみに空間メモリを配置し、幼児がその空間メモリに侵入すると幼児にとって楽しい刺激(音声刺激)が生じるよう設定し、システムが与える音声刺激に対する幼児らの反応を評価した。実証実験の装置等の配置を示す(図3)。

実証実験：対象は、3-6歳児6名。6名の被験児は、グループ1(定型発達児1名、ASD児2名)、グループ2(定型発達児2名、ADHD児1名)の2グループに分かれて計測実験を行った。空間メモリは、トランポリンの半径1m以内に近づくとき4種類の同様のうち1つがランダムで流れ、トランポリンから離れると停止するという条件とした。

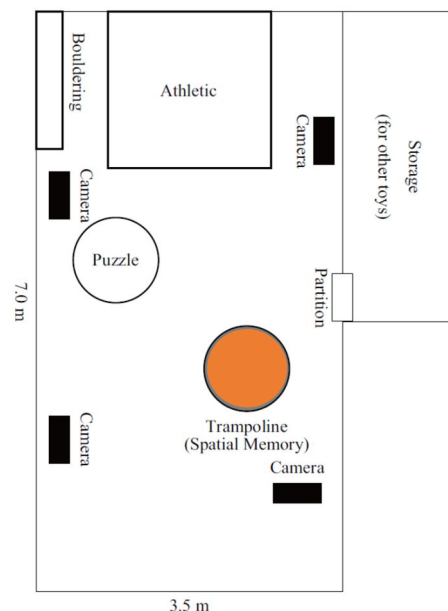


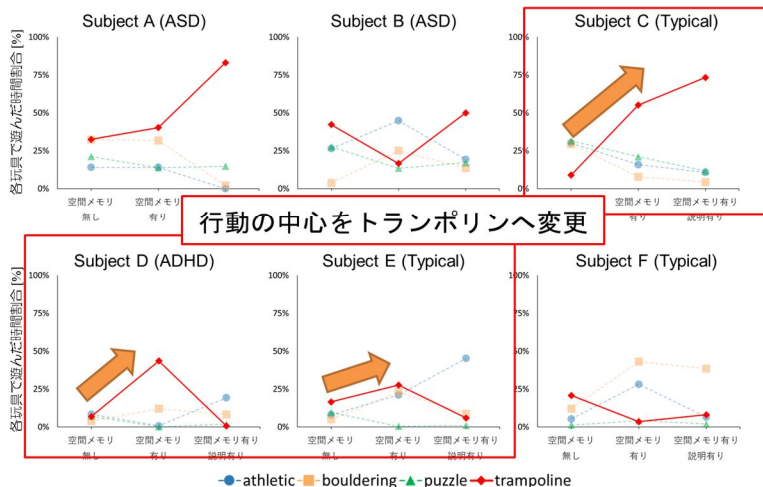
図3 実証実験 装置等配置図

**実証実験**：対象は、3-6歳児9名。9名の被験児は、グループ1(定型発達児1名、ハイリスク児2名)、グループ2(定型発達児2名、ASD・LD児1名)、グループ3(定型発達児2名、ハイリスク児1名)の3グループに分かれて計測実験を行った。

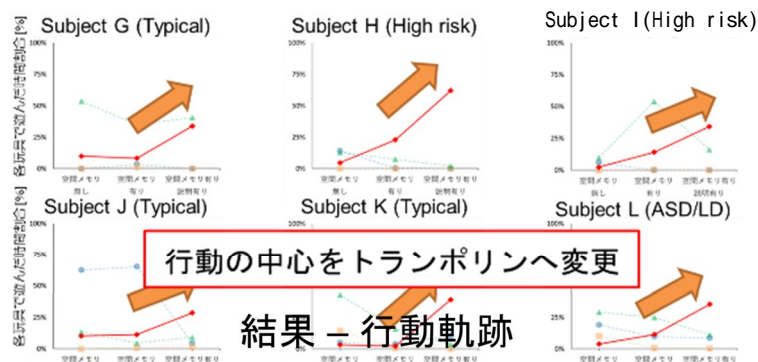
空間メモリは、トランポリンの半径1m以内に近づくと4種類の童謡のうち1つがランダムで流れ、トランポリンから離れると停止するという実験1での条件に加えて、トランポリン付近にいる幼児の数によって異なるピッチの童謡が流れるという条件とした。なお、トランポリン付近にいる幼児が1名のみの場合には通常のピッチで童謡が流れ、2名の場合は元ファイルより6ピッチ高い童謡が、3名以上の場合には元ファイルより6ピッチ低い童謡が流れる条件とし、集団交流の意味付けを行った。

実証実験の結果、幼児は空間メモリの配置されたトランポリンに侵入して遊ぶ回数や時間数が増え、行動中心をトランポリンへ移動させることが証明された(図4)。また、空間メモリの配置によって幼児の行動遷移を起こし、滞在時間を加減できることが示された。実証実験の空間メモリ導入前後の各被験児群の行動軌跡から、発達障がい児やハイリスク児は定型発達児とは異なる行動変容を見せた。つまり、定型発達児は、空間メモリ配置後は1つの場所を何度も往復する様子が観察されたものの、発達障がい児やハイリスク児はさまざまな玩具への往復を見せた(図5)。さらに、各児の空間メモリ前後の平均速度変化率およびサンプルエントロピー変化率(これらの2つの指標は空間メモリ機能を理解した幼児が探索行動を示している)を算出し、定型発達児のデータに基づいて被験児の行動特徴の定量化を行った結果、定型発達児はボーダーラインより大きなレイダーチャ

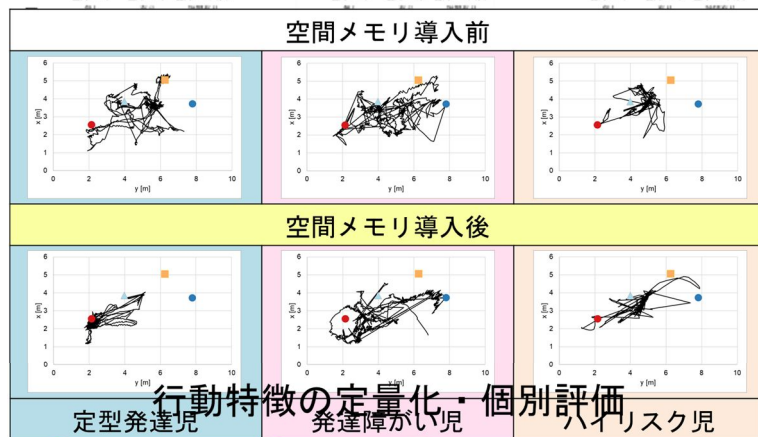
## 実験 I - 結果 (行動変化)



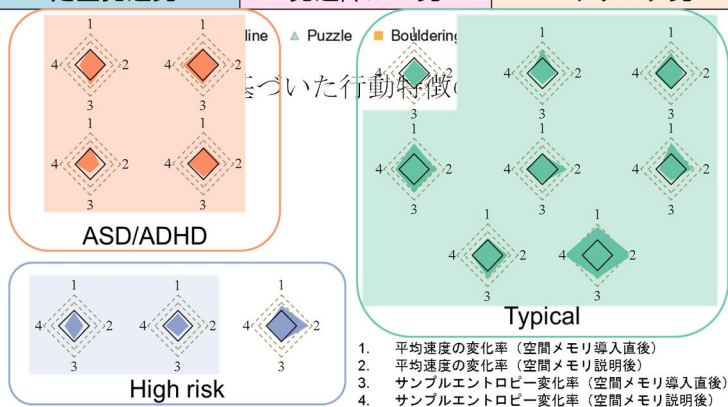
## 実験 II - 結果 (行動変化)



### 結果 - 行動軌跡



### 行動特徴の定量化・個別評価



行動特徴の定量化・気になる子の見える化が可能

図5 各対象群の空間メモリ配置前後の行動軌跡

ートを示す傾向にある一方、発達障がい児やハイリスク児はボーダーラインよりも小さい(もしくはライン上に収まる)傾向にあることが明らかとなった(図6)。

以上の結果から、本システムを利用して行動の特徴量から発達障害の主症状に基づく評価指標の算出と幼児の行動特徴の定量化および気になる子の見える化が可能となった。

今後はさらに被験者を増やし、深層学習に基づいて集団内の発達障害児の行動変容評価法の精度を向上させる必要があり、また、各施設で実用化に向けて引き続き取り組んでいく予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Prasetia Utama Putra, Keisuke Shima, Sergio A. Alvarez, and Koji Shimatani	4. 巻 11
2. 論文標題 Identifying Autism Spectrum Disorder Symptoms Using Response and Gaze Behavior during the Go/NoGo Game CatChicken	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 22012
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-021-01050-7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Prasetia Utama Putra, Keisuke Shima, and Koji Shimatani	4. 巻 17
2. 論文標題 A deep neural network model for multi-view human activity recognition	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0262181
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1371/journal.pone.0262181	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 0件/うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Prasetia Utama Putra, Keisuke Shima, Koji Shimatani
2. 発表標題 Catchicken: A Serious Game Based on Go/NoGo Task to Estimate Inattentiveness and Impulsivity Symptoms
3. 学会等名 IEEE 33rd International Symposium on Computer Based Medical Systems (CBMS), 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 発智 さやか, Prasetia Utama Putra, 坂田 茉実, 島 圭介, 島谷 康司
2. 発表標題 発達障がい児の早期発見を目指したマーカレス乳幼児行動評価システム
3. 学会等名 第20回計測自動制御学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 島谷康司, 発智 さやか, Putra Prasetia, 坂田茉実, 島圭介, 三谷良真
2. 発表標題 外部刺激に対する幼児のと衝動性の評価 - 運動課題とVisual Continuous Performance Taskの関係 -
3. 学会等名 第58回日本生体医工学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Prasetia Utama Putra, Keisuke Shima and Koji Shimatani
2. 発表標題 Markerless Human Activity Recognition Method Based on Deep Neural Network Model Using Multiple Cameras
3. 学会等名 5th International Conferenc不注意 on Control, Decision and Information Technologies (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 発智 さやか, Prasetia Utama Putra, 坂田 茉実, 島 圭介, 島谷 康司
2. 発表標題 発達障がい児スクリーニングを目的とした乳幼児行動モニタリングシステム
3. 学会等名 日本発育発達学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 土井 悠生, 坂田 茉実, 三上 隼人, Prasetia Utama Putra, 島 圭介, 島谷 康司
2. 発表標題 Go/NoGoゲームCatChickenによる児の注意機能評価システム
3. 学会等名 第23回計測自動制御学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 原和江, Prasetia Utama Putra, 坂田茉実, 島圭介, 島谷康司
2. 発表標題 空間メモリを用いたマーカレス乳幼児行動評価システム
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	島 圭介  (Shima Keisuke)  (50649754)	横浜国立大学・大学院環境情報研究院・准教授   (12701)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関