

リトミックにおける集団の振る舞いからみる社会性の発達 Development of Sociality from the Perspective of Children's Group Behavior during Eurhythmics

市川 淳¹, 藤井 慶輔², 長井 隆行³, 大森 隆司⁴, 岡 夏樹¹

Jun Ichikawa, Keisuke Fujii, Takayuki Nagai, Takashi Omori, Natsuki Oka

¹ 京都工芸繊維大学, ² 理化学研究所革新知能統合研究センター, ³ 電気通信大学, ⁴ 玉川大学
Kyoto Institute of Technology, RIKEN Center for Advanced Intelligence Project, The University of
Electro-Communications, Tamagawa University
j-ichikawa@kit.ac.jp

概要

本研究では、生きるうえでの基盤であり、他者に対して良好な関係を図る態度や行動である社会性を、保育園で観察される集団の振る舞いから定量的に評価することを試みた。子どもが音楽に合わせて自由に活動するリトミックを定期的に撮影し、取得した位置データを分析した。結果、6才ごろの活動はそれより前の月齢の活動に比べて他の子どもに向かって近づく頻度が高いことを確認した。本研究は、発達のサポートを検討する保育士に有益な情報を提供することが期待される。

キーワード：発達 (development), 集団 (group), 社会性 (sociality), リトミック (eurhythmics), 身体表現 (body expression)

1. 導入

他者に対して良好な関係を図る態度や行動（以下、社会性と呼ぶ）[1, 2] は、人が生きるうえでの基盤になる。社会性が関係する行動としては、手をつなぐことから協力して複雑な課題や目標を達成することまでさまざまである。他者の状態を推定する心の理論 [3] や自発的に他者を助ける援助行動 [4] といった発達心理学や認知科学における重要なテーマも社会性の1つと言える。

社会性の発達を検討した研究のアプローチとしては、援助行動を促進させる要因を検討する統制実験（例えば、[5]）や大多数を対象にした質問紙調査（例えば、[6]）がある。しかし、実験状況および実験状況に基づく行動の生態学的妥当性や、質問紙の回答に関連する行動が実際、どのようなかたちで現れるかわからない点が問題として挙げられる。

他方で、教育現場の観察から社会性の発達を検討するアプローチもある [1]。ここでは、研究者が子どもの活動を観察し、どのように他者に関わったかなどをエ

ピソード形式で記述する。記述から定性的に発達を検討するアプローチの強みとしては、上述した統制実験や質問紙調査に比べて、行動の詳細を検討できることが挙げられる。しかし、記述が研究者の観察スキルに依存することや、集団の振る舞いを分析することが要求された際に時間的、労働的コストがかかることが問題として挙げられる [7, 8]。例えば、活動における拡散や密集は他者との関係が物理的な距離に反映されることを踏まえると [9, 10]、社会性が関連する集団の振る舞いと言える。しかし、拡散・密集の定義や仮に拡散、あるいは密集していると主観的に評価したとしても、それを構成する個人の行動メカニズムを記述で説明することは難しい。本研究では、社会性の発達と関連づけて教育現場で観察される子どもによる集団の振る舞いの特徴を検討する。

近年、生物学やスポーツ科学の分野で鳥や魚の移動 [11, 12]、スポーツのプレー [13] を対象に集団の振る舞いについて検討されている。先行研究では各個体の位置データを用いて、個体間の距離や速度ベクトルなどを求めて分析を行っている。現場で位置を計測するだけでなく、シミュレーションを行う場合もある。重要な点として、シミュレーション研究を含めて多くの先行研究が、各個体がルールや規則に基づいて行動すると仮定していることが挙げられる。魚の群移動に関する先行研究 [12] では、各個体が「衝突を避けて逃げる」、「平均速度に合わせる」、「離れ過ぎないように接近する」という3つの規則に基づいて行動すると仮定しており、各行動をとる近傍半径が変わるだけで集団の振る舞いが混沌としたり、トーラスと呼ばれるドーナツ状になったり、同じ方向に向かって整列して進むことが示唆されている。

他方で、先行研究における動物やスポーツのプレイヤーと本研究で対象とする子どもの違いとして、子どもは明確な規則やルールに基づいて必ずしも行動する

わけではないことが挙げられる。一時的な動機で行動することがある。従って、子どもの集団の振る舞いを定量的に評価することはより難しいと考えられ、実際に先行研究は数少ない。Nakamae et al. [14] では、子どもに加速度センサを付けて、誰とどこで何をして遊んでいたかについて分析しているが、どのように他の子どもと関わっていたかの詳細は不明である。従って、子どもによる集団の振る舞いを評価することは挑戦的であり、集団の振る舞いに関するより深い理解に向けて意義があると考えられる。

以上を踏まえて、本研究では、保育園に訪問して子どもの活動を定期的に撮影した。そして、活動における集団の振る舞いを定量的に分析した。社会性の発達を検討したこれまでの研究のアプローチではわからなかった可能性がある、複雑で多くの動物に共通して見られるような原始的な社会性を定量的に評価することを試みた。具体的な取り組みとしては、3段階から構成される。1つ目は、各子どもの他者に対して良好な関係を図る行動に注目したビデオアノテーションである。どのように集団の振る舞いを分析すべきかの方針を決めるために予備的な検討を行った。2つ目に、アノテーションの結果に基づいて、集団の振る舞いに関する月齢による差異について仮説を立てた。そして、3つ目に、仮説を検証するために位置データを用いて集団の振る舞いを分析した。目的としては、月齢に伴い、集団の振る舞いにどのような特徴が観察されるかを社会性と関連づけて検討することである。発達のサポートを検討する保育士に有益な情報を提供することが期待される。

なお、本研究では、リトミックにおける集団の振る舞いに注目する。リトミックは音楽に合わせて身体を動かす表現活動であり、社会性や創造性などを育むことを目的とする。音楽は他者と良好な関係を促進すると言われており [15]、社会性を検討するうえでリトミックは適した環境と考えられる。

2. 対象活動

リトミックのなかでも最も単純な、走る活動を分析対象とする。これは、指導者によるピアノの演奏中、子どもが自由に会場を走る活動である(図1)。走る活動に注目した理由としては、主に2つ挙げられる。1つ目は、リトミックの実施時に活動を頻繁に行っている点である。当日のプログラムは指導者が子どもの様子を踏まえて、その場で柔軟に変更を行う。しかし、走る活動はウォーミングアップとしてよく行われるため、異なる学年の活動を定期的に撮影する場合に、ク



図1 走る活動。

ラス間での活動の比較や、クラス内における活動の変化を議論しやすい。2つ目は、活動の自由度が比較的高い点である。指導者は、特定のスペースや誰と走るかに関する明確な、言語的な指示は行わない。従って、自発的に他者に対して良好な関係を図る行動を記録できることが期待される。

3. 撮影

玉川さくら保育園にご協力を頂いた。撮影やデータの収集を行うにあたって、保育園に対して事前に説明を行い、保護者には何ら不利益が生じないことを含めて事前に文書を配布した。京都工芸繊維大学、電気通信大学、および玉川大学の倫理・安全審査の承認は得られている。

同一会場(玉川さくららぼホール、広さ:10 m × 8.5 m)で行われたリトミックでビデオ撮影を行った。学年が異なる2クラス分の活動を定期的に撮影した。保育園のスケジュールや会場の確保といった都合を踏まえて、2018年6月現在、計7回(2016年10月、2017年1月・5月・8月・11月、2018年2月・5月)の撮影を実施した。

撮影を開始した2016年10月時点における月齢のレンジは、クラスAで男児46~49か月、女児43~53か月、クラスBで男児63~66か月、女児56~63か月であった¹。クラスBの方が1学年上である。なお、クラスBでは2018年2月に走る活動は行われず、同年5月には卒園していたため、直近2回の分析はクラスAのみである。活動に参加した子どもの平均人数は、クラスAで男児5.71人($SD = 0.45$)、女児6.57人($SD = 0.90$)、クラスBで4.00人($SD = 0.63$)、7.00人($SD = 0.63$)であった。リトミックは各クラスで約

¹両親から幼児の月齢に関する調査を行ったところ、クラスAで男児1名、女児3名、クラスBで女児1名については回答が得られなかった。さらに、クラスAの女児1名は、撮影期間の途中で退園したことを確認したため、以上の子どもを除く月齢を示した。

30分間行われた。ピアノの演奏中に子どもが走った平均時間はクラス A で 69.9 秒 ($SD = 24.2$), クラス B で 47.3 秒 ($SD = 5.61$) であった。

4. ビデオアノテーション

4.1 手続き

集団の振る舞いに関する分析方針に向けた予備的な検討として、ビデオアノテーションを実施した。手を握るなど、他の子どもに対して良好な関係を図る明確な接触行動を動画から見つけて、その内容や開始してから終了するまでの一連の時間をソフトウェア ELAN を用いてタグ付けを行った²。

4.2 結果

全体を通して、他の子どもに対して良好な関係を図る行動としては 4 種類を確認した。1 つ目は手・腕を握る、2 つ目は抱きつく、3 つ目はハイタッチする、4 つ目は、他の子どもを守るために攻撃的で危ないと思うスライディングなどを止めに入る行動である。

それらの行動の 1 分あたりの頻度を図 2 上段に示す。横軸が撮影日で、縦軸は頻度である。折れ線グラフの点線は新年度を迎えて学年が 1 つ上になったことを表す。注目すべき点として、クラス A で言えば 2018 年 5 月、クラス B で言えば 2017 年 5 月以降、つまり、年長である 6 才 (72 か月) ごろに頻度が増加することを確認した。さらに、クラス B では、増加して到達した水準を維持する特徴を確認した。クラス B は、2017 年 5 月より前に比べて約 3 倍に頻度が増加した。

次に、どのくらい他の子どもに関わるかを表す、走る時間に対する行動 1 回あたりの時間の割合を図 2 下段に示す。横軸が撮影日で、縦軸は割合である。両クラスともに 6 才ごろに割合が増加する傾向を確認した。ただし、クラス B では推移が上下に変動する特徴を確認し、2017 年 5 月以降における変動係数は約 0.5 であった。クラス B における時間の推移は、頻度の推移とは異なる特徴であった。これは、他の子どもを気にせず走ることのみに集中したい態度や、周囲とぶつかりそうになったために手をすぐに離れたことなど複数の要因が結果に影響を与えたと考えられる。

4.3 仮説：集団の振る舞いに関する月齢による差異

他者への関心や理解に関する心の理論は 6 才ごろに発達することから [3], 他の子どもに対して良好な関係を図る行動の頻度や時間が増加する傾向は、社会性の発達を示す可能性がある。ビデオアノテーションの結果を踏まえて、集団の振る舞いに関する月齢による差異について仮説を立てた。6 才ごろの活動は、それより前の月齢の活動に比べて、以下の頻度が高いことが考えられる。

1. 他の子どもと身体接触できるくらい距離が近い状態になる頻度
2. 他の子どもの方向へ走る頻度

2 つの仮説を検証するために、位置データを用いて集団の振る舞いを分析した。

5. 集団の振る舞いの分析

5.1 手続き

約 3 m の高さから俯瞰撮影した 20 fps の動画 (図 1) に対して、動作解析ソフト (ディテクト社, Dipp-Motion V/2D) を用いて 2 次元で位置のデジタイズを行った。研究の開始時期の都合上、俯瞰撮影は直近 3 回のみ行った。リトミックで定期的に撮影を行い、データ数を増やすことは今後の課題である。

本分析では 3 つの指標を求めた。模式図を図 3 の (1) から (3) に示す。(1) 子ども間の距離 d は、各時間フレームにおける子どものペア全てで算出した。(2) $\theta_{otherchild}$ は、各子どもの速度ベクトルと現在時刻 t におけるペアの位置で構成されるベクトルがなす角度である。全てのペアで角度を算出した。この角度が 0 度に近ければ、他の子どもに向かうことを示す。(3) $\theta_{centerofchildren}$ は、重心と各子どもの速度ベクトルがなす角度である。全ての子どもによる活動を通した平均的な位置を重心と定義して、固定された重心を基準に各子どもが走る方向を示す。

全ての指標で子どもごとに 1 を最大値とする正規化したヒストグラムを作成した。そして、月齢で頻度の差異を検討した。各指標において階級ごとに、月齢を被験者間要因とする 1 要因の分散分析を 5% 水準で行った。要因の主効果が確認された場合は、HSD 法による多重比較を実施した。要因の水準は、クラス A の 2017 年 11 月、2018 年 2 月・5 月、さらにクラス B の 2017 年 11 月である³。

²Software ELAN URL: <https://tla.mpi.nl/tools/tla-tools/elan/>

³留意すべき点として、本来ならばクラス A のみで月齢を被験者内要因とする 1 要因の分散分析を行う必要がある。しかし、参

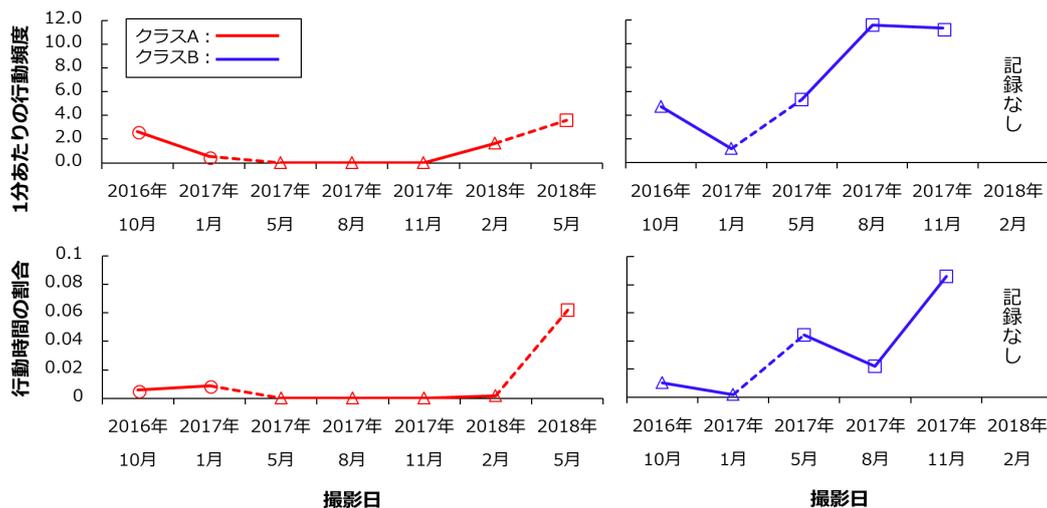


図2 他の子どもに対して良好な関係を図る行動の1分あたりの頻度と走る時間に対する行動1回あたりの時間の割合。

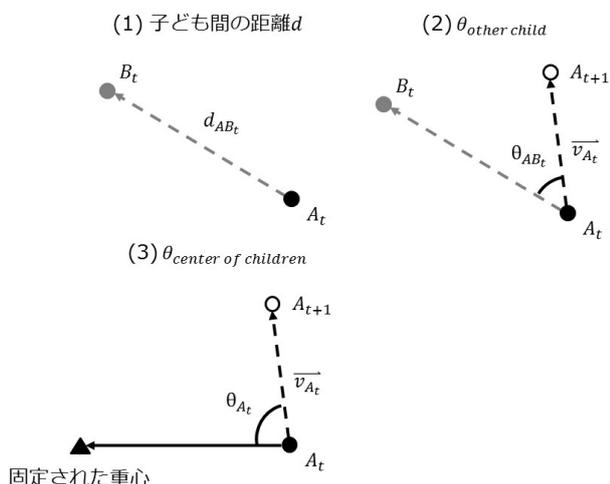


図3 集団の振る舞いの分析指標. t から $t+1$ までのインターバルは 0.05 秒である。

5.2 結果

各指標の結果を図4に示す。いずれも横軸は階級で縦軸は正規化した頻度の平均を示す。エラーバーは標準誤差である。分散分析の結果、注目すべき点として以下の特徴を確認した。

(1) 子ども間の距離 d では、50 cm の階級で月齢要因の主効果を確認した ($F(3, 45) = 8.68, p < .001, \eta^2 = 0.37$)。さらに、多重比較を行ったところ、クラス B の 2017 年 11 月の頻度は、クラス A の 2017 年 11 月

や 2018 年 2 月、2018 年 5 月の頻度に比べて有意に高かった ($ps < .05$) (図4の (a, b))。50 cm 未満という他の子どもに身体接触できる距離の階級で、月齢が 6 才に最も近いクラス B の 2017 年 11 月の活動で頻度が有意に高かった結果は、他の子どもに対して良好な関係を図る行動が関連すると考えられ、仮説 1. と一致する結果が得られたと言える。

(2) $\theta_{otherchild}$ では、比較的 0 度に近い階級で月齢要因の主効果は確認されず、仮説 2. と一致する結果は得られなかった。そこで、他の子どもへどのように近づいたかを検討するために追加分析を行った。ある時点において子ども間の距離 d が 50 cm 未満を記録した際に、そこから 0~1 秒、1~2 秒、2~3 秒前の各区間に遡って、各区間でその距離が 100 cm 以上 200 cm 未満を記録した時の $\theta_{otherchild}$ を求めた。つまり、他者に近づこうとする時の角度を算出した。0~1 秒前の区間において分散分析を行った結果、20 度の階級で月齢要因の主効果を確認した ($F(3, 43) = 7.34, p < .001, \eta^2 = 0.34$)。さらに、多重比較を行ったところ、クラス B の 2017 年 11 月の頻度は、クラス A の 2017 年 11 月や 2018 年 2 月、2018 年 5 月の頻度に比べて有意に高かった ($ps < .05$) (図4の (c, d))。これは、クラス B の 2017 年 11 月の活動で、他の子どもに向かって近づく頻度がより高いことを示唆しており、仮説 2. は支持されたと言える。

そして、(3) $\theta_{centerofchildren}$ のヒストグラム全体を図4 (e) に示す。80 度、90 度、100 度、110 度の階級で月齢要因の主効果を確認した ($ps < .005$)。多重比較を行ったところ、どの階級もクラス A の 2017 年 11

加した子どもの人数が撮影日ごとに異なることを考慮して、被験者間要因で統計検定を行った。それに伴い、参考までにクラス B の 2017 年 11 月の活動を水準として加えて分散分析を実施した。

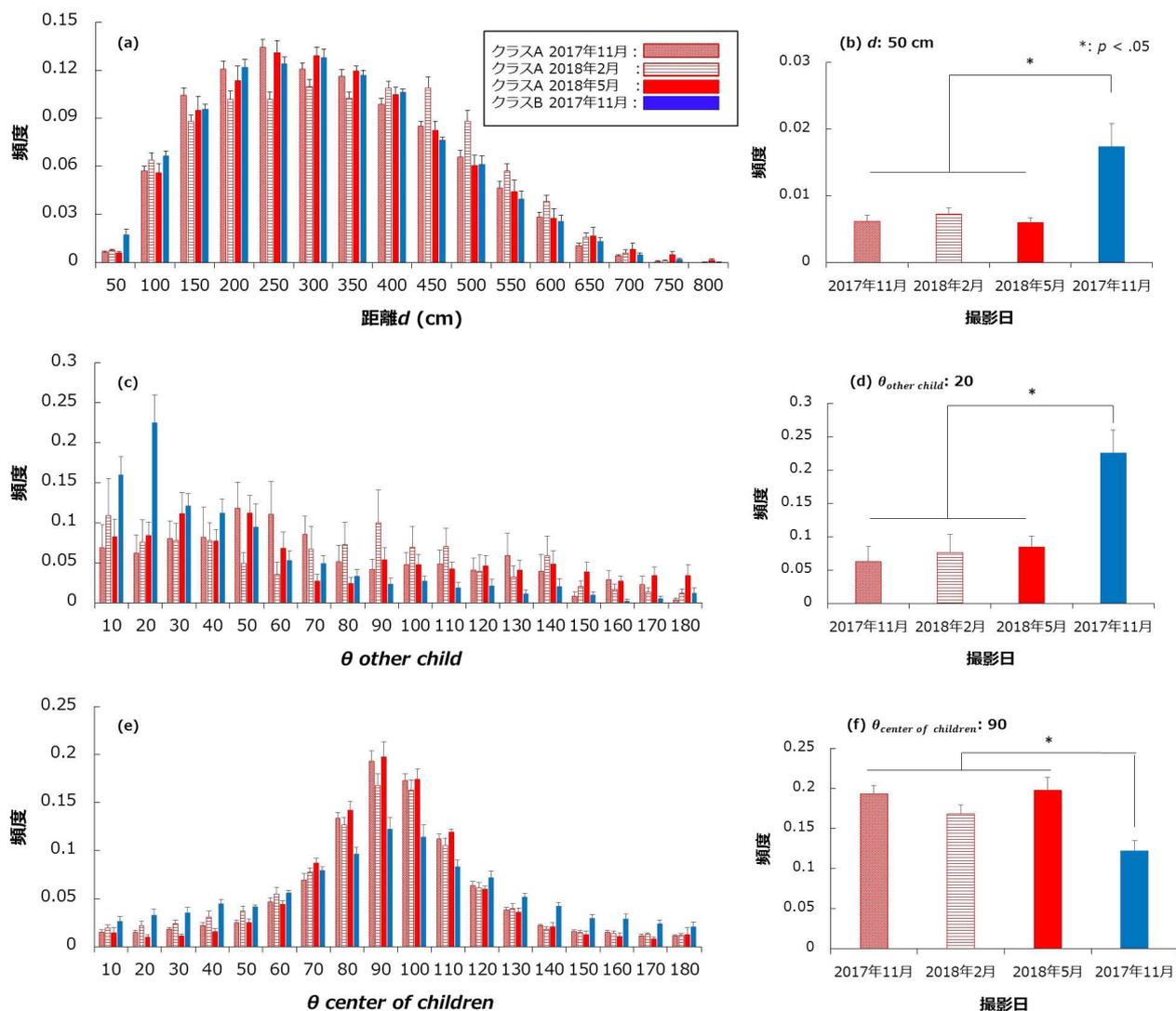


図 4 集団の振る舞いに関する分析指標のヒストグラム。

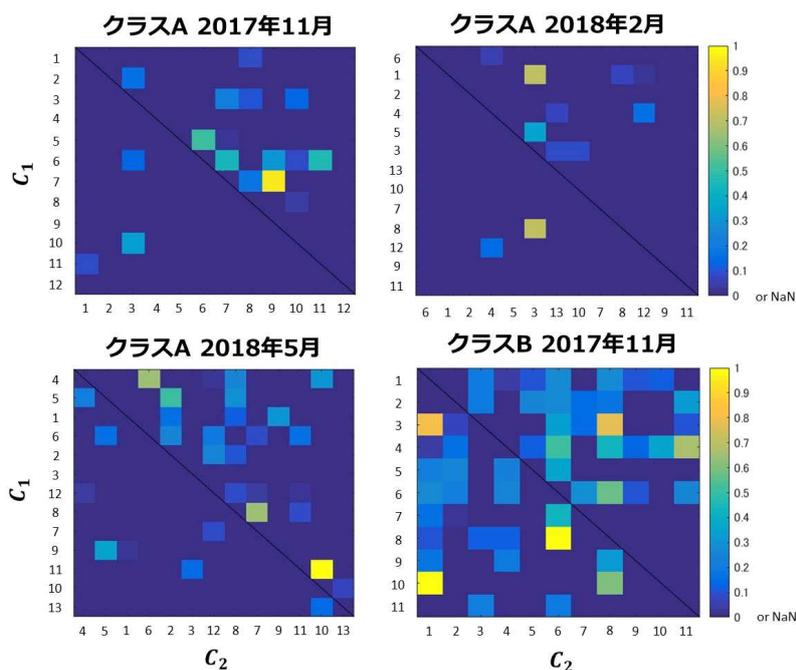


図 5 0~1 秒前の区間における 20 度の階級の頻度を特定のペアごとに表したヒートマップ。

月や2018年2月, 2018年5月のいずれかの頻度が, クラスBの2017年11月の頻度に比べて有意に高かった ($ps < .05$). 参考までに90度の階級における多重比較の結果を図4(f)に示す. 頻度が有意に高い階級が比較的90度に近い結果は, クラスAの子どもは重心を基準に円状に走る頻度がより高いことを示す. 他の指標の結果を踏まえると, 他の子どもを気にせず走ることのみに集中したい主体的な態度が関連するかもしれない.

6. 考察

本研究では, リトミックの走る活動を定期的に撮影した. そして, 集団の振る舞いを定量的に特徴抽出することを試みた. 結果, 6才ごろに, 1秒の短時間で他の子どもに向かって近づく頻度が相対的に高いことを確認した. 走る活動において, 指導者は「誰と走るか」や「どこを走るか」といった明確な, 言語的な指示は与えていない. また, 他者との距離が50cm未満というのは, 接触できるかつ, 親しい人のみ許される距離と言われている [9, 10]. 従って, 上述した結果には, 他の子どもに対して良好な関係を図る行動が関連すると考えられる. 本研究は, 教育現場において, 刻々と状況が変化し, 10数人の子どもが関わるダイナミックで原始的な社会性の特徴を示唆したと考えられる. ただし, 他の子どもに向かって近づく行動のなかには, スライディングするなど攻撃的な行動も含まれる可能性に留意する必要がある.

また, クラスBの2017年11月の時点では, 保育園で集団生活を送った期間がクラスAの2017年11月や2018年2月, 2018年5月に比べて長いため, 本研究で確認された特徴が, 社会性の発達ではなく, 単に集団生活を過ごした時間が長いことによる結果である可能性が考えられる. しかし, 社会性の1つと言える心の理論は6才ごろに発達すること [3] や, 6才ごろの子どもを対象に援助行動を検討する場合があること [4] を踏まえると, 集団生活を過ごした時間の長さだけによる結果とは考えにくい. 撮影した動画を見ると, クラスBの2017年11月では, 子どもが自発的に鬼ごっこのような活動を行っていた. 幼児期における社会性の発達には, 追いかけてこに代表される1人ではできない活動に取り組むことに関連があると言われている [16]. 本研究では1クラスの1撮影日の特徴ではあるものの, これまで取り上げた先行研究の主張を考慮すると, 社会性の発達を示唆していると考えられる. 今後もクラスAの活動を定期的に撮影し, 月齢に伴う, 集団の振る舞いの変化を検討することで, 本研

究の結果の一般性を議論する必要がある.

他方で, 図5は, 図4(d)を特定のペアごとに表したヒートマップである. 興味深い点として, 両クラスともに, 特定の他者に向かって近づく傾向があることを確認した. 例えば, クラスBの2017年11月の活動では, 縦軸8番の子どもが横軸6番の子どもに近づく頻度がより高い. これは, リトミックの撮影時期や活動の種類は異なるものの, 計測した加速度データから模倣の類似度を検討した Nagai [8] で確認された社会性の特徴と同様であった. この研究では, 特定のペアで類似度が高くなることを確認している.

課題として, 指導者にクラスの対人関係についてアンケート調査を行い, 普段のリトミックにおいて仲が良いと思うペアを回答してもらい, 図5のヒートマップとどの程度, 一致するかを検証する. さらに, ヒートマップを指導者に見せて, クラスの対人関係について新たに気づいたことがあるかなどの質問を行うことで, 本研究の知見が保育士に有益な情報を提供するかを検討する.

謝辞

本研究はJSPS科研費(26118003)の助成を受けた. 撮影に多大なご協力を頂いたリトミックの指導者である潮木玲奈氏, 並びに玉川さくら保育園の関係者の皆様に感謝いたします.

文献

- [1] Carr, M. (2001) "Assessment in early childhood settings: Learning stories", London: SAGE Publications. (大宮勇雄, 鈴木佐喜子 (訳) (2013) "保育の場で子どもの学びをアセスメントする: 「学びの物語」アプローチの理論と実践", 東京: ひとなる書房)
- [2] 鯨岡 峻, 鯨岡 和子 (2014) "よくわかる保育心理学", 京都: ミネルヴァ書房.
- [3] Wellman, H. M., Cross, D., & Watson, J. (2001) "Meta-analysis of theory-of-mind development: The truth about false belief", *Child Development*, Vol. 72, No. 3, pp. 655-684.
- [4] Eisenberg, N., & Miller, P. A. (1987) "The relation of empathy to prosocial and related behaviors", *Psychological Bulletin*, Vol. 101, No. 1, pp. 91-119.
- [5] Cirelli, L. K., Einarson, K. M., & Trainor, L. J. (2014) "Interpersonal synchrony increases prosocial behavior in infants", *Developmental Science*, Vol. 17, No. 6, pp. 1003-1011.
- [6] Parker, J. G., & Asher, S. R. (1993) "Friendship and friendship quality in middle childhood: Links with peer group acceptance and feelings of loneliness and social dissatisfaction", *Developmental Psychology*, Vol. 29, No. 4, pp. 611-621.
- [7] Blaiklock, K. (2008) "A critique of the use of learning stories to assess the learning dispositions of young

- children”, *New Zealand Research in Early Childhood Education*, Vol. 11, pp. 77–87.
- [8] Nagai, T. (2017) “Analysis of Children’s Motion in Eurhythmics”, *Proceedings of International Workshop on Smart Info-Media Systems in Asia (SISA2017)*, pp. 162–167.
- [9] Hall, E. T. (1966) “The hidden dimension”, New York: Doubleday and Co. (日高敏隆, 佐藤信行 (訳): “かくれた次元”, 東京: みすず書房)
- [10] Gifford, R., & Price, J. (1979) “Personal space in nursery school children”, *Canadian Journal of Behavioural Science/Revue canadienne des sciences du comportement*, Vol. 11, No. 4, pp. 318–326.
- [11] Bialek, W., Cavagna, A., Giardina, I., Mora, T., Silvestri, E., Viale, M., & Walczak, A. M. (2012) “Statistical mechanics for natural flocks of birds”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 109, No. 13, doi: 10.1073/pnas.1118633109.
- [12] Couzin, I. D., Krause, J., James, R., Ruxton, G. D., & Franks, N. R. (2002) “Collective memory and spatial sorting in animal groups”, *Journal of Theoretical Biology*, Vol. 218, No. 1, pp. 1–11.
- [13] Fujii, K., Yokoyama, K., Koyama, T., Rikukawa, A., Yamada, H., & Yamamoto, Y. (2016) “Resilient help to switch and overlap hierarchical subsystems in a small human group”, *Scientific Reports*, Vol. 6, doi: 10.1038/srep23911.
- [14] Nakamae, S., Kataoka, S., Tang, C. Vasilache, S., Saga, S., Shizuki, B., & Takahashi, S. (2017) “Children’s social behavior analysis system using BLE and accelerometer”, In: Yoshino T., Yuizono T., Zurita G., Vassileva J. (eds) *Collaboration Technologies and Social Computing (CollabTech 2017)*, *Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 10397, pp. 153–167, Cham: Springer.
- [15] Kirschner, S., & Tomasello, M. (2010) “Joint music making promotes prosocial behavior in 4-year-old children”, *Evolution and Human Behavior*, Vol. 31, No. 5, pp. 354–364.
- [16] 杉原 隆, 河邊 貴子 (2014) “遊びとしての運動の重要性”. (杉原 隆, 河邊 貴子 (編著) “幼児期における運動発達と運動遊びの指導: 遊びのなかで子どもは育つ”, pp. 31–44, 京都: ミネルヴァ書房)