

5か園における音楽的表現の動作解析による比較分析
: モーションキャプチャーによる定量的分析を通して

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2020-02-10 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 佐野, 美奈 メールアドレス: 所属:
URL	https://osaka-shoin.repo.nii.ac.jp/records/4432

5 か園における音楽的表現の動作解析による比較分析 — モーションキャプチャーによる定量的分析を通して —

児童教育学部 児童教育学科 佐野 美奈

要旨：この研究の目的は、2016 年度の K 保育園と U 保育園、2017 年度の F 幼稚園と Y 幼稚園、2018 年度の N 認定こども園における幼児の音楽的表現の MVN システムを用いた動作解析に基づいて、定量的分析を行うことである。本稿では、MEB プログラムの実践過程における第 1 段階から第 2 段階までの取得データを分析の対象とした。MVN 測定結果の三元配置分散分析により、顕著であったのは、N 認定こども園の第 2 段階における右手と右足の移動平均加速度であった。そのため、右手と右足の動きを中心に、移動距離、移動平均速度、移動平均加速度、動きの円滑性、左右の手間隔に関する分析結果について、比較考察した。そして、音楽的表現における右手の動きと右足の動きに関する特徴量の中でも、特に、移動平均加速度および動きの円滑性、左右手の間隔の変化に、発達の特徴を捉えられることがわかった。

キーワード：動作解析、動きの特徴量、定量的分析、幼児期の音楽的表現、認定こども園

I はじめに

近年、筆者は、幼児の音楽的表現における身体的な動きの要素の変容を捉えるために、3D モーションキャプチャーによる動作解析と定量的分析を行っている。それは、幼児期の音楽的表現には、音楽的諸要素の感受ばかりでなく、ふりや劇化といった身体的な動きの要素が、その発達の特徴として、頻繁に生じるためである。

これまで、乳幼児の音楽的諸要素の感受という観点からは、主に、身体的な動きによる瞬間的な反応を捉える実験的な研究が見られる (Hannon, E., & Johnson, S., 2005; Zener, M., & Eerola, T., 2010)¹⁾²⁾。筆者は、なるべく自然な園生活の中で継続的に音楽的表現における身体的な動きの要素を可視的に捉える方法として、3D モーションキャプチャーを用いることを考えた。

一方、教育分野におけるモーションキャプチャーの使用は、日本においては、伝統の舞踊等、特定の動作の熟達度の差異に関する定量的分析が行われてきた (佐藤ら 2010; 安藤ら 2010)³⁾⁴⁾。但し、研究対象は、大人であり、海外でも、Burger ら (2013a)⁵⁾ により、音楽の特徴と大人の動きとの相関性について、モーションキャプチャーによる研究報告がなされている。

このように、幼児の音楽的表現について、身体的な動きの要素の視点から定量的に捉える手法は十分考え

られてきたとは言えない。そのため、関連する研究報告が見られず、筆者は、前述 Burger らの研究 (2013b)⁶⁾ を中心に参照して、モーションキャプチャーによる研究の方法を検討している。

筆者は、実験室で統制された環境における音楽的表現ではなく、日常の園生活における音楽的表現の変容を捉えるため、まず、MTw システムを用いた。それは、各幼児の頭部に 1 個ずつワイヤレスのモーショントラッカーを装着して、複数幼児の音楽的表現を同時に動作解析する方法であった。その結果、移動平均加速度の変化が重要であることがわかった (佐野 2016)⁷⁾。当時、動作軌跡と移動距離の算出のために、有線接続型 MVN システムを併用し、異なる保育形態における幼児の音楽的表現の変容に関する比較分析を行っていた (Sano, 2016)⁸⁾。

そうした結果に基づき、この 3 年間は、直近に開発された無線接続型の MVN システムを用い、測定部位を全身 17 か所として、音楽的表現の動作解析を行ってきた。それは、より多様なデータの取得により、音楽的表現における動きの要素に関する発達の特徴や特徴量を抽出するためであった (佐野 2017; Sano 2018)⁹⁾¹⁰⁾。

本稿では、この 3 年間でやってきた 5 か所の保育園、幼稚園、認定こども園における幼児の音楽的表現の動作解析について定量的分析を行い、その一部について、

比較分析を行う。

II 研究の目的と方法

1. 研究の目的

この研究の目的は、筆者が行ってきた K 保育園、U 保育園、F 幼稚園、Y 幼稚園、N 認定こども園における幼児の音楽的表現の動作解析に基づいて、定量的分析を行うことである。それらの比較分析をとおして、幼児の音楽的表現における身体的な動きの要素の変容について考察する。

2. 研究の方法

この研究では、無線接続型 MVN システムを用いて、異なる保育形態の 2 か所の保育園、2 か所の幼稚園、1 か所の認定こども園における幼児の音楽的表現の動作解析を行った。無線接続型 MVN システムは、幼児の全身測定部位 17 か所に、小型軽量のワイヤレス・モーショントラッカーを 1 個ずつ装着するものである。装着がかってより簡便になり、幼児への負担も殆どないことから、3 歳児、4 歳児、5 歳児の各 10～15 名程度を順次測定することができた。但し、幼児 1 人ずつの測定であり、移動、装着、準備、測定を全て含めて、各 5～10 分間を要した。

2016 年度には、異なる保育形態の保育園として、遊び中心の保育形態の U 保育園と日常生活の感覚訓練に特化したモンテッソーリ・メソッドによる保育形態の K 保育園の園児を対象とした。その内訳は、U 保育園で、3 歳児 11 人、4 歳児 9 人、5 歳児 11 人、K 保育園で、3 歳児 17 人、4 歳児 17 人、5 歳児 20 人であった。

2017 年度には、異なる保育形態の幼稚園として、遊び中心の保育形態の F 幼稚園と日常生活の感覚訓練に特化したモンテッソーリ・メソッドによる保育形態の Y 幼稚園の園児を対象とした。その内訳は、F 幼稚園で 3 歳児 18 人、4 歳児 14 人、5 歳児 16 人であり、Y 幼稚園で、3 歳児 16 人、4 歳児 14 人、5 歳児 15 人であった。

2018 年度には、幼保連携型認定こども園として、N 認定こども園の 3 歳児 17 人、4 歳児 12 人、5 歳児 19 人を対象とした。

(1) MEB プログラムの実践と活動項目の抽出

対象園では、保育者が、MEB プログラム（佐野 2010）¹¹⁾ を活動段階順に実践した。MEB プログラムは、筆者がかつて考案した音楽的表現育成プログラムの実践過程における質的分析結果（佐野 2015）¹²⁾ に

基づくものである。MEB プログラムは、4 段階から成っている。第 1 段階は、音への気づきと事象のイメージの確立が中心の活動、第 2 段階は、動きによるリズムの経験が中心の活動、第 3 段階は、音楽の諸要素の認識と音楽のイメージによる動きが中心の活動、第 4 段階は、劇化と音楽の統合過程を創出する活動となっている。

ここでは、MVN システムによる測定と動作解析のために、MEB プログラムの活動内容から、各段階に特徴的で短い活動項目を抽出した。まず、第 1 段階では、《あなたのおなまえは》（インドネシア民謡）による自己紹介の歌遊びであり、第 2 段階では、手拍子や足踏みを中心とした手遊び歌《パンやさんにおかいかの》（作詞：佐倉智子 作曲：おざわたつゆき）とふりの動き、第 3 段階では、《ライオンの大行進》（サンサーンス作曲《動物の謝肉祭》より《序奏と獅子王の行進》主題部分の抜粋の田中常雄編著）の音楽に合わせたふりの動きであった。第 4 段階では、ストーリー性のある歌《山の音楽家》（水田詩仙作詞、ドイツ民謡）を歌いながら歌詞のイメージの動きをし、応答唱をした。

(2) 活動段階別の測定

活動段階別に MVN システムによる測定と動作解析を行っているが、本稿では、第 1 段階から第 2 段階までの取得データを分析の対象とした。これは、動きによるリズムの経験に活動の中心が移行していく過程で、特徴的であった移動平均加速度の比較分析を中心に考察するためである。

第 1 段階と第 2 段階の測定項目について、対象園の測定項目、および測定日は、表 1 のとおりである。

毎回、午前 9：30 より測定を始めた。各幼児に、既定の測定部位の全身 17 か所に 1 個ずつモーショントラッカーを装着し、保育者のピアノ伴奏に合わせて行われた該当の音楽的表現における身体的な動きに関す

表 1 MVN による段階別の測定時の活動項目と測定日

	第 1 段階	第 2 段階
活動段階別の測定時の活動項目	《あなたのおなまえは》を用いた自己紹介の歌遊び	《パンやさんにおかいかの》の歌遊び
U 保育園	5 月 20 日	7 月 15 日
2016 年度	6 月 24 日	8 月 19 日
K 保育園	5 月 23 日	7 月 11 日
2016 年度	6 月 20 日	8 月 15 日
F 幼稚園	5 月 30 日	7 月 4 日
2017 年度	6 月 2 日	7 月 11 日
Y 幼稚園	5 月 26 日	7 月 14 日
2017 年度		9 月 8 日
N 認定こども園	5 月 25 日	7 月 27 日
2018 年度		

も園が F 幼稚園 Y 幼稚園よりも大きかった。第 2 段階で、4 歳児の K 保育園が Y 幼稚園よりも大きかった (5%水準)。

活動段階 * 園別 KUFYN * 年齢要因の年齢要因について、単純主効果は、第 1 段階の N 認定こども園 ($F(2, 389) = 18.43, p < .005$) で有意であった。多重比較によれば、第 1 段階では、N 認定こども園で 5 歳児、4 歳児、3 歳児の順に大きく、第 2 段階では、U 保育園と N 認定こども園で、5 歳児、4 歳児、3 歳児の順に大きかった。

表 4 からわかるとおり、K 保育園 3 歳児、F 幼稚園 3 歳児と 5 歳児、および N 認定こども園の 5 歳児で、活動段階による統計上の有意差が見られた。但し、それら以外は、右手移動距離の平均値にあまり変化が見られなかった。活動第 1 段階では、幼児が歌い、自

己紹介で自分の名前を答える際、各々自発的な動きが生じていたため、第 2 段階での活動内容による総移動距離とあまり差異が生じなかったと考えられる。

(2) 右手移動平均速度の変化について

右手移動平均速度の算出したデータについて、活動段階 (2 水準)、園別 KUFYN (5 水準)、対象年齢 (3 水準) の 3 要因による対応のない、三元配置分散分析を行った。

被験者間効果の検定の結果、主効果・交互作用は、園別 KUFYN 要因 ($F(4, 389) = 15.451, p < .005$)、年齢要因 ($F(2, 389) = 19.852, p < .005$)、活動段階 * 園別 KUFYN 要因 ($F(4, 389) = 4.925, p < .005$)、園別 KUFYN * 年齢要因 ($F(8, 389) = 5.411, p < .005$) で有意であった。そこで、単純主効果および多重比較の検定を、Bonferroni の方法で行った。

表 4 活動段階 * 園別 KUFYN * 年齢の活動段階要因による多重比較

園別 KUFYN	年齢	(I) 活動段階	(J) 活動段階	平均値の差 (I-J)	標準誤差	有意確率 b	95% 平均 差信頼区間 b 下限	上限
K 保育園	3 歳児	第 1 段階	第 2 段階	1.522*	0.739	0.04	0.068	2.976
		第 2 段階	第 1 段階	-1.522*	0.739	0.04	-2.976	-0.068
	4 歳児	第 1 段階	第 2 段階	0.436	0.622	0.484	-0.787	1.66
		第 2 段階	第 1 段階	-0.436	0.622	0.484	-1.66	0.787
	5 歳児	第 1 段階	第 2 段階	1.104	0.569	0.053	-0.015	2.222
		第 2 段階	第 1 段階	-1.104	0.569	0.053	-2.222	0.015
U 保育園	3 歳児	第 1 段階	第 2 段階	0.576	0.754	0.445	-0.906	2.057
		第 2 段階	第 1 段階	-0.576	0.754	0.445	-2.057	0.906
	4 歳児	第 1 段階	第 2 段階	1.117	0.838	0.183	-0.531	2.765
		第 2 段階	第 1 段階	-1.117	0.838	0.183	-2.765	0.531
	5 歳児	第 1 段階	第 2 段階	-0.159	0.754	0.833	-1.64	1.323
		第 2 段階	第 1 段階	0.159	0.754	0.833	-1.323	1.64
F 幼稚園	3 歳児	第 1 段階	第 2 段階	-1.280*	0.628	0.042	-2.514	-0.045
		第 2 段階	第 1 段階	1.280*	0.628	0.042	0.045	2.514
	4 歳児	第 1 段階	第 2 段階	-1.074	0.652	0.1	-2.356	0.207
		第 2 段階	第 1 段階	1.074	0.652	0.1	-0.207	2.356
	5 歳児	第 1 段階	第 2 段階	-1.666*	0.62	0.007	-2.885	-0.447
		第 2 段階	第 1 段階	1.666*	0.62	0.007	0.447	2.885
Y 幼稚園	3 歳児	第 1 段階	第 2 段階	-0.799	0.62	0.198	-2.018	0.42
		第 2 段階	第 1 段階	0.799	0.62	0.198	-0.42	2.018
	4 歳児	第 1 段階	第 2 段階	-0.766	0.652	0.241	-2.047	0.516
		第 2 段階	第 1 段階	0.766	0.652	0.241	-0.516	2.047
	5 歳児	第 1 段階	第 2 段階	-0.494	0.641	0.441	-1.754	0.766
		第 2 段階	第 1 段階	0.494	0.641	0.441	-0.766	1.754
N 認定 こども園	3 歳児	第 1 段階	第 2 段階	-0.493	0.635	0.438	-1.743	0.756
		第 2 段階	第 1 段階	0.493	0.635	0.438	-0.756	1.743
	4 歳児	第 1 段階	第 2 段階	0.463	0.738	0.531	-0.989	1.915
		第 2 段階	第 1 段階	-0.463	0.738	0.531	-1.915	0.989
	5 歳児	第 1 段階	第 2 段階	1.495*	0.567	0.009	0.38	2.61
		第 2 段階	第 1 段階	-1.495*	0.567	0.009	-2.61	-0.38

その結果、活動段階*園別 KUFYN*年齢要因の活動段階要因について、単純主効果は N 子どもの園の 5 歳児 ($F(1, 389)=20.753, p<.005$) で有意であり、多重比較によれば、F 幼稚園の 5 歳児で第 2 段階が第 1 段階よりも大きく、N 認定子どもの園の 5 歳児で第 1 段階が第 2 段階よりも大きかった。

活動段階*園別 KUFYN*年齢要因の園別 KUFYN 要因について、単純主効果は、第 1 段階の 5 歳児 ($F(4, 389)=31.452, p<.005$) で有意であった。多重比較によれば、第 1 段階の 4 歳児で、N 認定子ども園が Y 幼稚園より大きかった。5 歳児で、N 認定子ども園が、K 保育園、U 保育園、F 幼稚園および Y 幼稚園より大きく、Y 幼稚園が F 幼稚園より大きかった。第 2 段階の 5 歳児で、N 認定子ども園が、K 保育園と F 幼稚園よりも大きかった。

活動段階*園別 KUFYN*年齢要因の年齢要因について、単純主効果は第 1 段階の N 認定子ども園 ($F(2, 389)=32.947, p<.005$)、第 2 段階の N 認定子ども園 ($F(2, 389)=6.442, p<.005$) で有意であった。多重比較によれば、第 1 段階の Y 幼稚園で 4 歳児が 5 歳児より大きく、N 認定子ども園で、第 1 段階と第 2 段階の 5 歳児が 3 歳児 4 歳児よりも大きかった。

N 認定子ども園が他の 4 園よりも大きく、5 歳児が 3 歳児 4 歳児よりも大きかった。

(3) 右手の移動平均加速度の変化について

右手移動平均加速度の算出したデータについて、活動段階 (2 水準)、園別 KUFYN (5 水準)、対象年齢 (3 水準) の 3 要因による対応のない、三元配置分散分析を行った。

被験者間効果の検定の結果、主効果・交互作用は、園別 KUFYN 要因 ($F(4, 389)=47.482, p<.005$)、年齢要因 ($F(2, 389)=19.027, p<.005$)、活動段階*園別 KUFYN 要因 ($F(4, 389)=5.94, p<.005$) で有意であった。そこで、単純主効果および多重比較の検定を、Bonferroni の方法で行った。

その結果、活動段階*園別 KUFYN*年齢要因の活動段階要因について、単純主効果は、K 保育園の 5 歳児 ($F(1, 389)=4.262, p<.005$) で有意であった。多重比較によれば、K 保育園と N 認定子ども園の 5 歳児で第 1 段階が第 2 段階よりも大きく、F 幼稚園の 5 歳児と Y 幼稚園の 4 歳児で、第 2 段階が第 1 段階よりも大きかった。

活動段階*園別 KUFYN*年齢要因の園別 KUFYN 要因について、単純主効果は、第 1 段階の 4 歳児

($F(4, 389)=7.913, p<.005$)、5 歳児 ($F(4, 389)=36.323, p<.005$)、第 2 段階の 4 歳児 ($F(4, 389)=4.63, p<.005$)、5 歳児 ($F(4, 389)=22.386, p<.005$) で有意であった。多重比較によれば、第 1 段階では、4 歳児で、N 認定子ども園が、K 保育園、U 保育園、F 幼稚園および Y 幼稚園よりも大きかった。5 歳児で、N 認定子ども園が、K 保育園、U 保育園、F 幼稚園および Y 幼稚園よりも大きく、また、K 保育園、Y 幼稚園、F 幼稚園の順に大きかった。第 2 段階では、4 歳児で、N 認定子ども園と Y 幼稚園が、K 保育園と U 保育園よりも大きかった。5 歳児で、N 認定子ども園が、K 保育園、U 保育園、F 幼稚園および Y 幼稚園よりも大きく、Y 幼稚園が K 保育園と U 保育園よりも大きかった。

活動段階*園別 KUFYN*年齢要因の年齢要因について、単純主効果は、第 1 段階の N 認定子ども園 ($F(2, 389)=27.336, p<.005$)、第 2 段階の N 認定子ども園 ($F(2, 389)=17.229, p<.005$) で有意であった。多重比較によれば、第 1 段階では、Y 幼稚園で 5 歳児が 4 歳児より大きく、N 認定子ども園で、5 歳児が、3 歳児と 4 歳児よりも大きかった。第 2 段階では、N 認定子ども園で、5 歳児が、3 歳児と 4 歳児よりも大きかった。

図 1 は、5 歳児について、段階・園別の右手移動平均加速度の変化を示している。

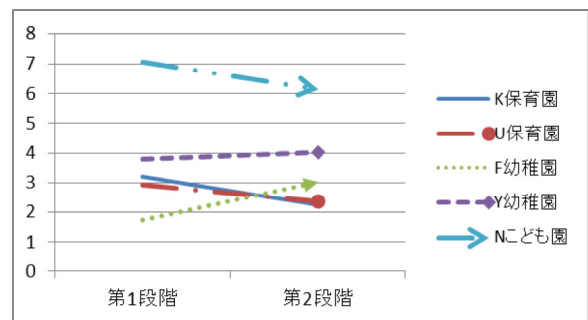


図 1 5 歳児の園別の右手移動平均加速度変化 (m/s²)

図 1 から、第 1 段階から第 2 段階まであまり変化していないが、他園よりも、N 認定子ども園の平均値が大きいことがわかる。第 2 段階が第 1 段階よりも有意に大きかったのは、K 保育園の 5 歳児、F 幼稚園の 5 歳児、Y 幼稚園の 4 歳児の平均値であった。第 2 段階で移動平均加速度の増加した幼児達は、役割演技のある歌遊びによって、音楽的表現の発展度を増したと捉えられる。

(4) 右手の動きの円滑性について

右手の動きの円滑性の算出したデータについて、活

動段階 (2 水準)、園別 KUFYN (5 水準)、対象年齢 (3 水準) の 3 要因による対応のない、三元配置分散分析を行った。なお、動きの円滑性については、Burger らの研究 (2013) を参照して、移動平均速度/ 移動平均加速度の比によって算出した。

被験者間効果の検定の結果、主効果・交互作用は、園別 KUFYN 要因 ($F(4, 389)=5.813, p<.005$) で有意であった。そこで、単純主効果および多重比較の検定を、Bonferroni の方法で行った。

その結果、活動段階 * 園別 KUFYN * 年齢要因の活動段階要因について、単純主効果は、F 幼稚園 4 歳児 ($F(1, 389)=12.916, p<.005$) で有意であった。多重比較によれば、F 幼稚園の 4 歳児で、第 1 段階が第 2 段階よりも大きかった。

活動段階 * 園別 KUFYN * 年齢要因の園別 KUFYN 要因について、単純主効果は、第 1 段階の 4 歳児 ($F(4, 389)=5.07, p<.005$) で有意であった。多重比較によれば、第 1 段階の 4 歳児で、F 幼稚園が、K 保育園と Y 幼稚園および N 認定こども園よりも大きかった。

活動段階 * 園別 KUFYN * 年齢要因の年齢要因について、単純主効果は、第 1 段階の F 幼稚園 ($F(2, 389)=8.477, p<.005$) で有意であった。多重比較によれば、第 1 段階の F 幼稚園で、4 歳児が、3 歳児と 5 歳児よりも大きかった。右手の動きの円滑性は、概して音楽の一定のリズムを規則的な右手の動きで表現しようとするときに生じる傾向にあった。

(5) 左右手の間隔の変化について

左右手の間隔の算出したデータについて、活動段階 (2 水準)、園別 KUFYN (5 水準)、対象年齢 (3 水準) の 3 要因による対応のない、三元配置分散分析を行った。

被験者間効果の検定の結果、主効果・交互作用は、園別 KUFYN 要因 ($F(4, 389)=7.211, p<.005$)、年齢要因 ($F(2, 389)=23.214, p<.005$) で有意であった。そこで、単純主効果と多重比較の検定を Bonferroi の方法で行った。

活動段階 * 園別 KUFYN * 年齢要因の活動段階要因について、単純主効果は、N 認定こども園の 5 歳児 ($F(1, 389)=11.7, p<.005$) で有意であった。多重比較によれば、F 幼稚園の 5 歳児で、第 2 段階が第 1 段階より大きく、N 認定こども園で、第 1 段階が第 2 段階よりも大きかった。

活動段階 * 園別 KUFYN * 年齢要因の園別 KUFYN 要因について、単純主効果は、第 1 段階の 5 歳児

($F(4, 389)=12.748, p<.005$) で有意であった。多重比較によれば、第 1 段階の 5 歳児で、N 認定こども園が他園よりも大きかった。

活動段階 * 園別 KUFYN * 年齢要因の年齢要因について、単純主効果は、第 1 段階の N 認定こども園 ($F(2, 389)=22.053, p<.005$) で有意であった。多重比較によれば、第 1 段階では、Y 幼稚園で 5 歳児が 4 歳児より大きく、N 認定こども園で 5 歳児が 3 歳児 4 歳児よりも大きかった。第 2 段階では、F 幼稚園で 5 歳児が 3 歳児 4 歳児より大きく、Y 幼稚園と N 認定こども園で 5 歳児が 4 歳児よりも大きかった。5 歳児では、幼児が自発的に始めた手拍子を音楽の拍に合わせる事が多く、そのために、左右手間隔は大きくなっていた。

2. 右足の動きの変化について

(1) 右足移動距離の変化

右足移動距離の算出したデータについて、活動段階 (2 水準)、園別 KUFYN (5 水準)、対象年齢 (3 水準) の 3 要因による対応のない、三元配置分散分析を行った。

被験者間効果の検定の結果、主効果・交互作用は、園別 KUFYN 要因 ($F(4, 389)=7.727, p<.005$) で有意であった。そこで、単純主効果および多重比較の検定を、Bonferroni の方法で行った。

その結果、活動段階 * 園別 KUFYN * 年齢要因の活動段階要因について、単純主効果は有意ではなかったが、多重比較において、N 認定こども園の 3 歳児 5 歳児で、第 2 段階が第 1 段階よりも大きかった。

活動段階 * 園別 KUFYN * 年齢要因の園別 KUFYN 要因について、単純主効果は、第 1 段階の 5 歳児 ($F(4, 389)=4.651, p<.005$) で有意であった。多重比較によれば、第 1 段階の 5 歳児で、U 保育園が F 幼稚園 Y 幼稚園より大きかった。第 2 段階では、3 歳児で N 認定こども園が Y 幼稚園より大きく、5 歳児で N 認定こども園が F 幼稚園よりも大きかった。

活動段階 * 園別 KUFYN * 年齢要因の年齢要因について、統計上の有意差は見られなかった。

(2) 右足移動平均速度の変化

右足移動平均速度の算出したデータについて、活動段階 (2 水準)、園別 KUFYN (5 水準)、対象年齢 (3 水準) の 3 要因による対応のない、三元配置分散分析を行った。

被験者間効果の検定の結果、主効果・交互作用は、

園別 KUFYN 要因 ($F(4, 389)=22.642, p<.005$) で有意であった。そこで、単純主効果と多重比較の検定を、Bonferroni の方法で行った。

その結果、活動段階 * 園別 KUFYN * 年齢要因の活動段階要因について、単純主効果は、N 認定こども園の 3 歳児 ($F(1,389)=16.558, p<.005$) で有意であり、多重比較によれば、N 認定こども園の 3 歳児と 5 歳児で、第 2 段階が第 1 段階よりも大きかった。

活動段階 * 園別 KUFYN * 年齢要因の園別 KUFYN 要因について、単純主効果は、第 1 段階の 5 歳児 ($F(4, 389)=3.853, p<.005$)、第 2 段階の 3 歳児 ($F(4, 389)=11.726, p<.005$)、5 歳児 ($F(4, 389)=11.245, p<.005$) で、有意であった。多重比較によれば、第 1 段階では、4 歳児で N 認定こども園が K 保育園より大きかった。5 歳児で、N 認定こども園が、K 保育園、F 幼稚園および Y 幼稚園よりも大きかった。第 2 段階では、3 歳児と 5 歳児で、N 認定こども園が他園よりも大きかった。

N 認定こども園が他園より大きく、第 2 段階が第 1 段階よりも大きかった。

(3) 右足移動平均加速度の変化

右足移動平均加速度の算出したデータについて、活動段階 (2 水準)、園別 KUFYN (5 水準)、対象年齢 (3 水準) の 3 要因による対応のない、三元配置分散分析を行った。

被験者間効果の検定の結果、主効果・交互作用は、活動段階要因 ($F(1, 389)=23.718, p<.005$)、園別 KUFYN 要因 ($F(4, 389)=281.253, p<.005$)、活動段階 * 園別 KUFYN 要因 ($F(4, 389)=10.503, p<.005$) で有意であった。そこで、単純主効果および多重比較の検定を Bonferroni の方法で行った。

その結果、活動段階 * 園別 KUFYN * 年齢要因の活動段階要因について、単純主効果は、 $F(1, 389)=23.718, p<.005$ で有意であった。多重比較によれば、第 2 段階が第 1 段階より大きく、N 認定こども園が他園より大きく、F 幼稚園と Y 幼稚園が、K 保育園と U 保育園よりも大きかった。

活動段階 * 園別 KUFYN * 年齢要因の園別 KUFYN 要因について、単純主効果は、N 認定こども園の 3 歳児 ($F(1, 389)=17.492, p<.005$)、5 歳児 ($F(1, 389)=43.602, p<.005$) で有意であった。多重比較によれば、F 幼稚園の 4 歳児と Y 幼稚園の 5 歳児および N 認定こども園の 3 歳児、4 歳児、5 歳児で、第 2 段階が第 1 段階よりも大きかった。

活動段階 * 園別 KUFYN * 年齢要因の園別 KUFYN

要因について、単純主効果は、第 1 段階の 3 歳児 ($F(4, 389)=31.629, p<.005$)、4 歳児 ($F(4, 389)=29.142, p<.005$)、5 歳児 ($F(4, 389)=38.841, p<.005$)、第 2 段階の 3 歳児 ($F(4, 389)=67.322, p<.005$)、4 歳児 ($F(4, 389)=42.639, p<.005$)、5 歳児 ($F(4, 389)=104.56, p<.005$) で有意であった。多重比較によれば、第 1 段階の 3 歳児、4 歳児、5 歳児について、N 認定こども園が他園より大きく、3 歳児と 4 歳児で、F 幼稚園と Y 幼稚園が、K 保育園と U 保育園より大きかった。第 1 段階の 5 歳児で、F 幼稚園と Y 幼稚園が K 保育園よりも大きかった。第 2 段階の 3 歳児、4 歳児、5 歳児で、N 認定こども園が他園より大きく、F 幼稚園と Y 幼稚園が、K 保育園と U 保育園よりも大きかった。

図 2 は、3 歳児について、段階別・園別の右足移動平均加速度の変化を示している。

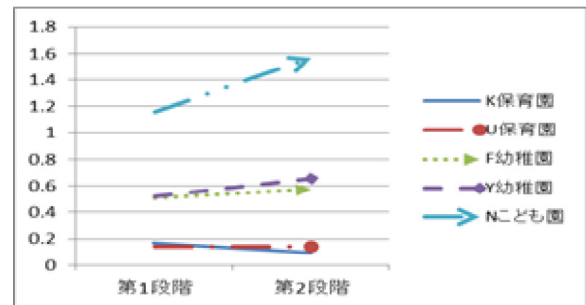


図 2 3 歳児の園別の右足移動平均加速度変化 (m/s^2)

図 2 から、N 認定こども園の平均値が他園より大きく、第 2 段階まで増加していることがわかる。このことから、N 認定こども園では、音に敏感に気づき、音楽の有するリズムを感受しながら、第 2 段階で同時に役割演技を音楽に合わせて行っていた幼児が多かったことがわかる。

(4) 右足の動きの円滑性

右足の動きの円滑性を算出したデータについて、活動段階 (2 水準)、園別 KUFYN (5 水準)、対象年齢 (3 水準) の 3 要因による対応のない、三元配置分散分析を行った。

被験者間効果の検定の結果、主効果・交互作用は、活動段階要因 ($F(1, 389)=18.008, p<.005$)、園別 KUFYN 要因 ($F(4, 389)=76.311, p<.005$)、活動段階 * 園別 KUFYN 要因 ($F(4, 389)=6.866, p<.005$) で有意であり、第 2 段階が第 1 段階よりも大きかった。そこで、単純主効果と多重比較の検定を、Bonferroni の方法で行った。

その結果、活動段階 * 園別 KUFYN * 年齢要因の活

動段階要因について、単純主効果は、K 保育園 4 歳児 ($F(1, 389)=12.469, p<.005$)、U 保育園 5 歳児 ($F(1, 389)=24.177, p<.005$) で有意であった。多重比較によれば、K 保育園の 3 歳児、4 歳児、5 歳児と、U 保育園の 4 歳児、5 歳児で、第 2 段階が第 1 段階よりも大きかった。

活動段階 * 園別 KUFYN * 年齢要因の園別 KUFYN 要因について、単純主効果は、第 1 段階の 3 歳児 ($F(4, 389)=10.561, p<.005$)、4 歳児 ($F(4, 389)=6.23, p<.005$)、5 歳児 ($F(4, 389)=5.107, p<.005$)、第 2 段階の 3 歳児 ($F(4, 389)=14.269, p<.005$)、4 歳児 ($F(4, 389)=23.65, p<.005$)、5 歳児 ($F(4, 389)=28.421, p<.005$) で有意であった。多重比較によれば、第 1 段階では、3 歳児で K 保育園と U 保育園が、F 幼稚園と Y 幼稚園および N 認定こども園より大きかった。4 歳児で、K 保育園が他園より大きく、U 保育園が F 幼稚園と N 認定こども園より大きかった。5 歳児で、K 保育園が、F 幼稚園と Y 幼稚園および N 認定こども園よりも大きかった。第 2 段階では、3 歳児と 4 歳児で、K 保育園と U 保育園が、F 幼稚園、Y 幼稚園および N 認定こども園より大きく、4 歳児で、U 保育園が K 保育園よりも大きかった。

活動段階 * 園別 KUFYN * 年齢要因の年齢要因については、統計上の有意差は見られなかった。右足の動きの円滑性については、K 保育園と U 保育園が、F 幼稚園、Y 幼稚園および N 認定こども園よりも大きかった。

図 3 は、5 歳児について、段階別・園別の右足の動きに関する円滑性の変化を示している。

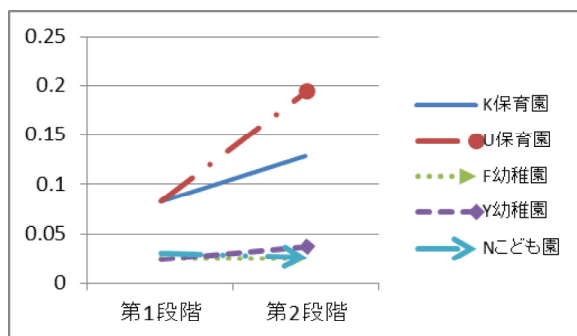


図 3 5 歳児の園別の右足円滑性に関する変化

図 3 から、右足の動きの円滑性に関しては、U 保育園と K 保育園、Y 幼稚園と F 幼稚園および N 認定こども園とに二分された様相を呈していることがわかる。3 歳児でも類似した変化を辿っていた。U 保育園と K 保育園の幼児達は、概して、音楽から感受した

拍をとることに右足の一定の規則的な動きで表現していたのである。

3. 個別データによる右手と右足の動きの変化について

前述の平均値についてばかりでなく、個別データについても精査していく必要がある。ここでは、平均値のデータとして顕著であった手足の動きの変化について着目した。MEB プログラムの実践過程の第 2 段階までにおいて、移動距離の大きかった幼児の例として、2018 年度の研究対象であった N 認定こども園の 3 歳児女児 A を取り上げる。

(1) 右手移動軌跡と右手移動距離

次に、N 認定こども園の 3 歳児女児 A について、図 4 は、MEB プログラムの第 1 段階の右手移動軌跡を、図 5 は、第 2 段階の右手移動軌跡を示している。

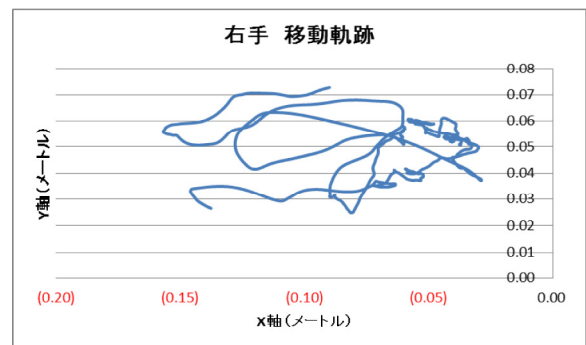


図 4 3 歳女児 N 認定こども園の第 1 段階の右手移動軌跡

図 4 に示した第 1 段階の右手移動軌跡の総移動距離は、0.8910m であった。

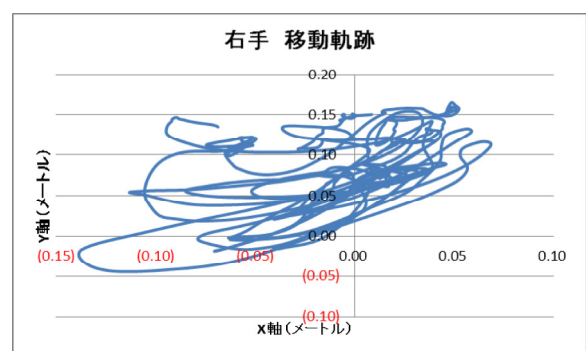


図 5 3 歳女児 N 認定こども園の第 2 段階の右手移動軌跡

図 5 に示した第 2 段階の右手移動軌跡の総移動距離は、5.9372m であった。

(2) 右足移動軌跡と右足移動距離

N 認定こども園の 3 歳児女児 A について、図 6 は MEB プログラムの第 1 段階の右足移動軌跡を、図 7 は、第 2 段階の右足移動軌跡を示している。

分析対象とした測定部位のうち、右手移動平均加速度と右足移動平均加速度は顕著であったが、図9に示した測定部位の中では、右手と右足の円滑性の数値は小さかった。このことから、女兒Aの、骨盤、頭、右肩の動きは、比較的一定であったことがわかる。

IV 考察のまとめ

本稿では、2016年度の対象であったK保育園、U保育園、2017年度の対象であったF幼稚園、Y幼稚園、2018年度の対象であったN認定こども園の3歳児、4歳児、5歳児に関する動作解析の定量的分析の結果について比較的に考察した。測定部位の中でも移動平均加速度の増加が顕著であった右手と右足の動きについて、KUFYNの5ヵ園の活動段階、保育形態、年齢による定量的分析を行った。特に、活動の中心が、動きによるリズムの経験に移行していく過程で、特徴的であった移動平均加速度の比較分析を中心に考察するために、活動段階を第2段階までとした。

その結果、右手移動平均加速度および右足移動平均加速度が、N認定こども園において大きいことがわかった。

右手移動平均加速度については、3歳児、4歳児、5歳児の全てで、N認定こども園が顕著であり、3歳児では、N認定こども園、Y幼稚園、続いてF幼稚園、K保育園、U保育園の順に大きかった。4歳児では、3歳児と同様の順であったが、第1段階よりも第2段階で増加していたのは、Y幼稚園とF幼稚園であった。5歳児では、N認定こども園、Y幼稚園、そしてK保育園とU保育園およびF幼稚園の順に、その平均値は大きかった。5歳児の右手移動平均加速度が最大であった。

右足移動平均加速度についても、3歳児、4歳児、5歳児の全てで、N認定こども園が顕著であった。また、いずれの年齢においても、N認定こども園、Y幼稚園とF幼稚園、U保育園とK保育園の順に、平均値が大きかった。3歳児と5歳児でその平均値は大きく、N認定こども園の平均値の第1段階から第2段階への増加が顕著であった。但し、右足移動平均加速度よりも右手移動平均加速度の平均値が、大きい傾向にあった。

さらに、動きの円滑性については、右手の動きの円滑性でN認定こども園の平均値の第2段階における減少が顕著であった。それに対して、右足の動きの円滑性に関しては、K保育園とU保育園が大きく、F幼稚園とY幼稚園およびN認定こども園との差異

が明確であった。

右手の動きの円滑性は、3歳児では、第2段階でU保育園が増加し、K保育園が減少していたが、F幼稚園、Y幼稚園、N認定こども園には、大きな変化は見られなかった。4歳児では、K保育園とU保育園の増加、あまり変化しないF幼稚園とY幼稚園とに、二分されているところに、N認定こども園の第1段階から第2段階への減少が顕著であった。5歳児では、K保育園とU保育園、F幼稚園とY幼稚園とに二分されたままで増加が見られた。N認定こども園は、第1段階でK保育園と同様に大きい平均値を示したが、第2段階で最小値となった。右足の円滑性は、3歳児、4歳児、5歳児の全てにおいて、K保育園とU保育園で増加していた。それに対して、F幼稚園とY幼稚園およびN認定こども園はあまり変化がみられず、平均値は小さい数値のまま推移していた。

このように、平均値においては、右手移動平均加速度と右手の動きの円滑性、右足移動平均加速度と右足の動きの円滑性は、それぞれ対照的な変化を生じる傾向にあった。それは、音楽の一定の拍をとる規則的な手足の動きが動きの円滑性として表われ、歌いながらふりの動きを大きく創出することが、移動平均加速度の増加として表われていたことを示していた。

左右の手間隔については、3歳児でN認定こども園とY幼稚園の第2段階での増加が顕著であり、K保育園も緩やかに増加していた。4歳児では、U保育園とN認定こども園が、第2段階で著しく減少したのに対して、Y幼稚園は第1段階の最小値から第2段階まで増加していた。5歳児では、第2段階でN認定こども園が著しく減少し、F幼稚園とY幼稚園が増加し、U保育園とK保育園が減少したが、それでもなお、N認定こども園の平均値が大きかった。また、5歳児の平均値は、3歳児4歳児よりも大きかった。

つまり、左右の手間隔の平均値は、自発的な手拍子を音楽に合わせることの多い5歳児で顕著であり、3歳児と5歳児では、N認定こども園が大きかったのである。

また、個別のデータを見ると、3歳児であっても、移動距離や移動平均加速度の大きい前述の事例によれば、対照的な変化を平均値において示していた移動平均加速度と動きの円滑性の両方が増加していることがわかった。それは、手拍子で拍を感受すると同時に、両手の動きによって、ふりの動きと音楽のイメージとの一致が表現されるという、音楽的表現の発展度が生

じたものとして捉えられる。

以上より、音楽的表現における右手の動きと右足の動きに関する特徴量の中でも、特に、移動平均加速度および動きの円滑性、左右手の間隔の変化に、発達の特徴を捉えられることがわかった。このことは、活動第4段階までの分析結果と合わせた考察において、検証される必要がある。

さらに、これまでに抽出した動きの特徴量をもとに、別稿では機械学習を用いてモデル分類と判別を行い、音楽的表現の発達度を3段階に分類する評価方法を考案している¹⁴⁾¹⁵⁾。今後、その改善とおよび音楽的表現の発達度に関する判別手法の開発について考えていくつもりである。

注

- 1) Hannon, E., & Johnson, S. (2005) Infants use meter to categorize rhythms and melodies: Implications for musical structure learning, *Cognitive Psychology*, 50, pp. 354-377.
- 2) Zenter, M., & Eerola, T. (2010) Rhythmic engagement with music in infancy, *PNA*, 107, 3, pp. 5768-5773.
- 3) 佐藤克美, 海賀孝明, 渡部信一 (2010) 「舞踊の熟達化を支援するためのモーションキャプチャ活用」『日本教育工学会論文誌』34, pp. 133-136.
- 4) 安藤明伸, 住川泰希 (2010) 「モーションキャプチャと仮想空間を利用した鋸引き動作観察教材の開発と機能評価」『日本教育工学会論文誌』36(2), pp. 103-110.
- 5) Burger, B. et al. (2013a) Influences of rhythm and timbre - related musical features on characteristics of music-induced movement, *Frontiers in Psychology*, 4, p. 183.
- 6) Burger, B. (2013b). Move the way you feel: Effects of musical features, perceived emotions, and personality on music-induced movement. Department of Music, University of Jyväskylä.
- 7) 佐野美奈 (2016) 「3歳児と4歳児の音楽的表現の動作解析：日常保育とMEBプログラムの実践過程における比較分析を通して」『幼年教育研究年報』第38巻、pp. 25-34.
- 8) Sano, M. (2016) Quantitative analysis of body movement in musical expression among three nursery schools in the different childcare forms utilizing 3D motion capture, capture, / *Analiza cantitativă a mișcării corporale în exprimarea muzicală, în trei grădinițe cu diverse forme de educație preșcolară, folosind captarea tridimensională a mișcării, TIC în domeniul musical, / Information and Communication Technologies in the Musical Field (ICTMF)*, Vol.7, nr.2, Media Musica, Central and Eastern European Online Library, pp. 7-18.
- 9) 佐野美奈 (2017) 「幼児の音楽的表現における身体的な動きの要素の分析」『日本教育工学会論文誌』41(Suppl.), pp. 5-8.
- 10) Sano, M. (2018) Development of a quantitative methodology to analyze the growth of recognition of musical elements in early childhood from a viewpoint of change of body movement, *ASIA - PACIFIC Journal of Research in Early Childhood Education*, Pacific Early Childhood Education Research Association (International), Vol. 12, No. 1. pp. 61-80
- 11) MEBプログラムはMusical Expression Bringing-up Programであり、劇化と音楽経験の統合過程を段階的に創出する4段階の活動内容を指す。具体的な実践の概要やその質的分析については、佐野美奈 (2010) 「音楽経験促進プログラムの2年目の実践過程における保育者の創意工夫—4, 5歳児のストーリーの劇化へのかかわりを中心に—」『教育方法学研究』日本教育方法学会編、第35巻、pp. 25-34を参照。
- 12) 佐野美奈 (2015) 「幼児期における拍感の認識の形成過程を示す音楽的表現の特徴—K保育園の5歳児に対する音楽的表現育成プログラムの実践を通して—」『音楽教育実践ジャーナル』Vol. 12-2, pp. 120-131を参照。
- 13) 佐野美奈 (2016) 「MEBプログラムの音楽的表現に関する定量的分析：異なる保育形態の保育園児のMTwシステムによる動作解析を通して」『音楽文化教育学研究紀要』28号、pp. 25-34を参照。
- 14) Sano, M. (2018) Statistical analysis of elements of musical expression in early childhood using 3D motion capture and evaluation of musical development degrees through

- machine learning, *World Journal of Education*, Vol. 8, No. 3, pp. 118–130 を参照。
- 15) Sano, S. (2019) Predicting developmental degrees of music expression in early childhood by machine learning classifiers with 3D motion captured body movement data, *Journal of Educational Research and Reviews*, Vol. 7, No. 7, pp. 155–168 を参照。

謝辞

調査研究にご協力賜りました保育園、幼稚園、認定こども園の諸先生と子どもたちに感謝申し上げます。この研究は、科学研究費補助金（基盤研究（C）課題番号：16K04579）によるものの一部である。

Comparative Analysis of Body Movement as Musical Expression in Five Facilities of Early Childhood Education: Through Quantitative Analysis by Motion Capture

Department of Childhood Education, Faculty of Child Education
Mina SANO

Abstract

This study aims to perform quantitative analysis of the body movement of musical expression utilizing the MVN system during early childhood in the K nursery school and U nursery school in 2016, F kindergarten and Y kindergarten in 2017, and N certified children's facility in 2018. In this paper, the acquired data from the first phase to the second phase in the practical process of the MEB program was quantitatively analyzed. A three-way ANOVA of MVN measurement results showed that the moving average acceleration of the right hand and the right foot in the second phase of N certified children's facility was remarkable. Therefore, the results of the analysis were comparatively conducted regarding moving distance, moving average velocity, moving average acceleration, smoothness of movement, left and right hand spacing, focusing on the movement of the right hand and the right foot. It was found that developmental features can be specifically captured in the moving average acceleration, the smoothness of movement and the change in the distance between the right and left hands, among the feature quantities concerning the right hand movement and the right foot movement in the musical expression.

Keywords: Motion analysis, feature quantities of movement, quantitative analysis, musical expression in early childhood, a certified children's facility