

【研究論文】

音楽的表現において幼児の拍の認識を表す身体的な動きの特徴的变化
—頭の動きの円滑性に関する定量的分析を中心に—

Characteristic Changes in Body Movements that Early Childhood Children Represent the Recognition of Beats in Musical Expression: Focusing on a Quantitative Analysis of the Movement Smoothness of Head

佐野 美奈

SANO Mina

¹⁾ 常葉大学保育学部

要旨

この研究の目的は、拍の認識を表す身体的な動きの特徴的变化を、幼児の音楽的表現の動作解析結果の定量的分析から明らかにすることである。中でも、動きの円滑性は、一定の拍をとる等の規則的な動きをあまり速くない一定の速度で行っているときに生じるものである。そのために、2016年度から2019年度までの4年間に取得した段階的な活動過程における音楽的表現に関するモーションキャプチャーデータから算出した骨盤円滑性、頭円滑性を中心に三元配置分散分析を行った。その結果、実践過程の第3段階における骨盤円滑性の顕著な増加と、頭円滑性の緩やかな増加が、特徴的であることがわかった。

キーワード：段階的な音楽経験、幼児の音楽的表現、骨盤円滑性、頭円滑性、三元配置分散分析

I はじめに

これまでの筆者による音楽的表現の動作解析結果から、幼児の音楽的表現における身体的な動きには、音楽的諸要素の認識を示す表現が見られることが検証されてきた (Sano, 2018a)。また、機械学習による幼児の音楽的発達度の分類・判別の際、正規化感応度分析によって、その発達度に寄与する複数の動作特徴量についても、変化の特徴が見い出された (Sano, 2019 ; Sano, 2020)。

筆者は、幼児期特有の発達の特徴としてのふりや劇化を生かした音楽経験プログラム (佐野 2015) の実践過程において、身体的な動きの要素の変化の視点から、音楽的表現の発達過程の定量的分析が必要であると考えた。これまでも、幼児の音楽的諸要素の認識度を捉えようとする音楽テストが実施されてきたが、それらは、歌唱等による音楽再生表現力のテストであったり、音や音楽を聴いた幼児の反応によって音楽的諸要素の認識度を捉えようとするものであったりした (Seashore, 1936; 音楽心理研究所 1969; 宮崎 1970; 水戸ら 2006; 山根 2009; 吉富ら 2014)。しかしながら、幼児の音楽的表現は、大人が想定する評価基準に沿わないものが多く、そうした音楽テストのみでは、幼児の音楽的諸要素の認識度について、十分には検討できないと考えられる。

そのため、音楽的表現の動作解析を行うことで、これまで十分に捉えられなかった幼児の音楽的諸要

素に関する認識の表れを、身体的な動きの要素の変化によって定量的に捉える方法を考えた。

筆者が用いた動作解析の方法は、3D モーションキャプチャー技術の援用であり、2016 年度から 2019 年度までは、全身 17 か所にモーショントラッカーを装着した対象児が 1 人ずつ行う音楽的表現における身体的な動きの変化を捉えるものであった。モーションキャプチャーは、教育分野や音楽分野で援用されているが、大人を対象としており、特定の動作に関する習熟度の分析、音楽の特徴によって異なる動きの分析等の研究報告が散見される（佐藤ら 2010；安藤・住川 2012；Dahl and Friberg, 2007；Thompson & Luck, 2012；Burger et al., 2013）。幼児の音楽的表現については、身体的な動きの要素の重要性が指摘されていたにもかかわらず、特に動作解析の対象とはされてこなかった（Jaques-Dalcroze, 1921）。また、筆者が行ってきた機械学習による音楽的表現の分類・判別は、幼児の音楽教育方法の開発のために必要である。しかしながら、機械学習についても、幼児の音楽的表現について援用された研究報告は、これまで見られなかった（五十嵐ら 2001；児玉ら 2015；松本ら 2014；Young, D., 2008）。

本稿では、3D モーションキャプチャーによる音楽的表現の動作解析結果のうち、拍の認識を表す身体的な動きの円滑性と移動平均加速度に着目して、定量的分析を行う。なお、本稿は、その一部を第 32 回日本乳幼児教育学会での研究発表の内容を基にして記述している（佐野 2022）。

II 研究の目的と方法

この研究の目的は、拍の認識を表す身体的な動きの特徴的变化を、幼児の音楽的表現の動作解析結果の定量的分析から明らかにすることである。中でも、動きの円滑性は、一定の拍をとる等の規則的な動きをあまり速くない一定の速度で行っているときに生じるものである。そのために、2016 年度から 2019 年度までの 4 年間に取得した音楽的表現に関するモーションキャプチャーデータから算出した骨盤円滑性、頭円滑性を中心に定量的分析を行うこととした。研究の方法は、以下のとおりである。

1. 4 段階の音楽経験プログラムの実践過程に関する継続的な動作解析

音楽経験プログラムは、前述のとおり、筆者が幼児期特有のふりや劇化を生かした音楽経験を、1 年間で完結するように、4 段階に構成したものである。その活動は、第 1 段階が音への気づき、第 2 段階がリズムの経験、第 3 段階が音楽的諸要素の認識、第 4 段階が劇化と音楽経験の統合を目的としている（佐野 2015）。2016 年度から 2019 年度までに、大阪府内および奈良市内の K 保育園、U1 保育園、F 幼稚園、Y 幼稚園、N こども園、D 保育園および U2 保育園の 3 歳児、4 歳児、5 歳児が、その 4 段階の活動実践に参加した。

次に、活動段階に特徴的な音楽的表現を抽出し、対象児 1 人ずつ行う音楽的表現に対して、3D モーションキャプチャーによる動作解析を行った。その際、対象児は、第 1 段階では《あなたのお名前は》（民謡）を用いた自己紹介の歌遊び、第 2 段階では《パンやさんにおかいもの》（作詞：佐倉智子 作曲：おざわたつゆき）の歌遊び、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》より抜粋の田中常雄編著）に合わせたイメージの動き、第 4 段階では《やまのおんがくか》（ドイツ民謡）を歌いながら歌詞のイメージの動きと応答唱の音楽的表現を行った。

動作解析には、既定測定部位の17か所に小型軽量のワイヤレスのモーショントラッカーを装着した対象児が、1人ずつ該当の音楽的表現を行い、その際の身体的な動きが捉えられるMVNシステムを用いた。既定測定部位は、頭部、胸部、左右肩、骨盤、左右の上腕と下腕、左右手、左右下肢上部、左右下肢下部、左右足である。動作解析に要する1人当たりの測定時間は30秒間で、タイムフレームは1/60秒である。

なお、この研究は、筆者所属先の研究倫理委員会による審査と許可を受けており、対象園の責任者および保護者に署名された同意書によって許可された3歳児、4歳児、5歳児のみが参加したため、測定可能人数は、次のとおりとなった。2016年度の測定可能人数は、K保育園で55人、U1保育園で31人であった。2017年度の測定可能人数は、F幼稚園で49人、Y幼稚園で45人であり、2018年度にはNこども園で47人であった。2019年度の測定可能人数は、D保育園で52人、U2保育園で38人であった。また、測定日は、次のとおりであった。2016年度において、K保育園では、第1段階の測定日は5月23日、6月20日、第2段階の測定日は7月11日、8月15日、第3段階の測定日は9月5日、10月30日、第4段階の測定日は12月26日、1月25日であった。U1保育園では、第1段階の測定日は5月20日、6月24日、第2段階の測定日は7月15日、8月19日、第3段階の測定日は9月23日、第4段階の測定日は12月16日であった。2017年度において、F幼稚園では、第1段階の測定日は5月30日、6月2日、第2段階の測定日は7月4日、7月11日、第3段階の測定日は10月13日、第4段階の測定日は12月5日、1月16日であった。Y幼稚園では、第1段階の測定日は5月26日、第2段階の測定日は7月14日、9月8日、第3段階の測定日は10月20日、第4段階の測定日は12月15日、1月12日であった。2018年度において、Nこども園では、第1段階の測定日は5月25日、第2段階の測定日は7月27日、第3段階の測定日は10月12日、10月19日、第4段階の測定日は12月14日、12月28日であった。2019年度において、D保育園では、第1段階の測定日は5月31日、第2段階の測定日は8月27日、第3段階の測定日は10月25日、第4段階の測定日は12月18日であった。U2保育園では、第1段階の測定日は6月18日、6月25日、第2段階の測定日は8月20日、第3段階の測定日は10月16日、10月23日、第4段階の測定日は12月4日であった。

2. 動作解析結果の定量的分析

動作解析により取得し、算出したモーションキャプチャーデータの平均値について、統計上の有意差が見られるかを検討するために、活動段階要因（4水準）、対象園要因（7水準）、年齢要因（3水準）による対応の無い三元配置分散分析を行った。

ここでは、骨盤円滑性、頭円滑性、頭移動平均加速度の分析結果について示す。

Ⅲ 結果と考察

対応の無い三元配置分散分析の結果について、頭円滑性、骨盤円滑性、頭移動平均加速度の順に示す。なお、動きの円滑性については、移動平均速度と移動平均加速度の比によって算出している (Burger et al., 2013)。

1. 頭円滑性の変化について

次の表1に、頭円滑性の平均値を示す。

表1 頭円滑性の平均値

活動段階	対象園	年齢	平均値	標準偏差	N
第1段階	K 保育園	3 歳児	0.19	0.058	17
		4 歳児	0.17	0.043	17
		5 歳児	0.17	0.059	20
	U1 保育園	3 歳児	0.19	0.065	11
		4 歳児	0.21	0.037	8
		5 歳児	0.24	0.063	10
	F 幼稚園	3 歳児	0.17	0.07	18
		4 歳児	0.36	0.765	14
		5 歳児	0.13	0.021	15
	Y 幼稚園	3 歳児	0.19	0.069	16
		4 歳児	0.16	0.071	14
		5 歳児	0.17	0.072	15
	N こども園	3 歳児	0.17	0.054	13
		4 歳児	0.16	0.065	12
		5 歳児	0.17	0.052	19
D 保育園	3 歳児	0.17	0.037	15	
	4 歳児	0.13	0.032	15	
	5 歳児	0.16	0.04	16	
U2 保育園	3 歳児	0.19	0.043	16	
	4 歳児	0.2	0.069	12	
	5 歳児	0.24	0.087	10	
第2段階	K 保育園	3 歳児	0.19	0.047	8
		4 歳児	0.19	0.062	14
		5 歳児	0.2	0.051	17
	U1 保育園	3 歳児	0.21	0.052	10
		4 歳児	0.22	0.063	9
		5 歳児	0.24	0.074	11
	F 幼稚園	3 歳児	0.16	0.059	13
		4 歳児	0.15	0.047	14
		5 歳児	0.12	0.024	16
	Y 幼稚園	3 歳児	0.15	0.066	15
		4 歳児	0.14	0.037	14
		5 歳児	0.15	0.071	14
	N こども園	3 歳児	0.16	0.051	17
		4 歳児	0.16	0.071	10
		5 歳児	0.14	0.042	18
D 保育園	3 歳児	0.17	0.036	18	
	4 歳児	0.16	0.031	15	
	5 歳児	0.18	0.034	16	

		3 歳児	0.15	0.023	13
	U2 保育園	4 歳児	0.17	0.054	10
		5 歳児	0.19	0.079	10
第 3 段 階	K 保育園	3 歳児	0.22	0.06	18
		4 歳児	0.26	0.093	17
		5 歳児	0.18	0.043	18
	U1 保育園	3 歳児	0.19	0.041	11
		4 歳児	0.18	0.039	8
		5 歳児	0.18	0.076	9
	F 幼稚園	3 歳児	0.21	0.031	17
		4 歳児	0.19	0.038	12
		5 歳児	0.21	0.031	17
	Y 幼稚園	3 歳児	0.15	0.055	13
		4 歳児	0.16	0.043	13
		5 歳児	0.19	0.053	14
	N こども園	3 歳児	0.2	0.059	16
		4 歳児	0.23	0.053	11
		5 歳児	0.21	0.072	20
D 保育園	3 歳児	0.15	0.054	18	
	4 歳児	0.15	0.046	16	
	5 歳児	0.2	0.056	18	
U2 保育園	3 歳児	0.24	0.063	15	
	4 歳児	0.2	0.053	12	
	5 歳児	0.22	0.071	10	
第 4 段 階	K 保育園	3 歳児	0.18	0.055	15
		4 歳児	0.19	0.051	12
		5 歳児	0.16	0.055	19
	U1 保育園	3 歳児	0.21	0.041	9
		4 歳児	0.16	0.043	9
		5 歳児	0.21	0.059	10
	F 幼稚園	3 歳児	0.16	0.041	13
		4 歳児	0.17	0.033	12
		5 歳児	0.17	0.047	16
	Y 幼稚園	3 歳児	0.16	0.043	13
		4 歳児	0.2	0.074	14
		5 歳児	0.16	0.044	15
	N こども園	3 歳児	0.17	0.057	15
		4 歳児	0.15	0.036	10
		5 歳児	0.16	0.072	20
D 保育園	3 歳児	0.17	0.031	18	
	4 歳児	0.14	0.035	14	
	5 歳児	0.16	0.059	18	
U2 保育園	3 歳児	0.16	0.037	16	
	4 歳児	0.15	0.03	11	
	5 歳児	0.2	0.033	10	

頭円滑性の算出データについて、対応の無い三元配置分散分析を行った結果、被験者間効果の検定の主効果は、活動段階要因 ($F(3, 1093)=4.935, p<.005$) と対象園要因 ($F(6, 1093)=3.872, p<.005$) で有意であった。Bonferroni の方法による多重比較の検定を行った結果、K 保育園の 4 歳児の第 3 段階、F 幼稚園の

4歳児の第1段階および5歳児の第2段階が大きかった。

このように、頭円滑性の変化について、3歳児では、図1に示したとおり、第3段階までU2保育園、K保育園の順に大きく、第4段階でU1保育園が増加し最大となっていた。4歳児では、第3段階までK保育園、N保育園の順に大きく、第4段階でY幼稚園が増加し、大きかった。5歳児では、図2に示したとおり、第1段階でU1保育園とU2保育園、第2段階でU1保育園が大きく、第3段階でU2保育園が大きかった。第4段階でU1保育園、U2保育園の順に大きかった。

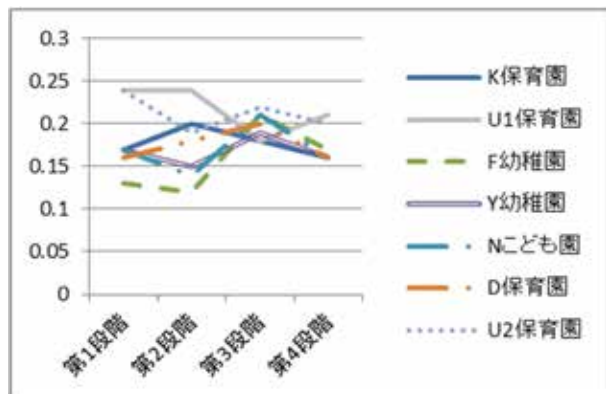


図1 3歳児の頭円滑性の変化

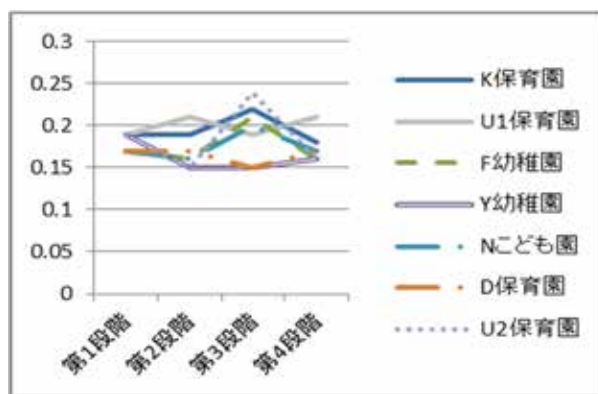


図2 5歳児の頭円滑性の変化

図1、図2に示したとおり、移動平均加速度の大きさが大きかったD保育園では、特に5歳児で低迷しており、3歳児で第2段階から減少していたK保育園は、5歳児で第3段階に増加していた。頭円滑性については、緩やかな増減であり、移動平均加速度の大きな増減とは対照的な変化が特徴的であった。

2. 骨盤円滑性の変化

骨盤円滑性のモーションキャプチャーデータに関しても、同様の方法を用いて、対応の無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、表2のとおりであった。

表2 被験者間効果の検定の主効果・交互作用

要因	自由度	F 値	有意確率
活動段階	3	78.306	$p < .005$
対象園	6	2.899	<i>n.s.</i>
年齢	2	2.676	<i>n.s.</i>
活動段階 * 対象園	18	8.636	$p < .005$
活動段階 * 年齢	6	1.933	<i>n.s.</i>
対象園 * 年齢	12	5.088	$p < .005$
活動段階 * 対象園 * 年齢	36	4.038	$p < .005$

表2に示したとおり、被験者間効果の主効果・交互作用は、活動要因 ($F(3, 1093)=78.306, p < .005$)、活動段階 * 対象園要因 ($F(18, 1093)=8.636, p < .005$)、対象園 * 年齢要因 ($F(12, 1093)=5.088, p < .005$)、活動段

階 * 対象園 * 年齢要因 ($F(36, 1093)=4.038, p<.005$) で有意であった。そこで、単純主効果の検定および Bonferroni の方法により、多重比較の検定を行った。

活動段階 * 対象園 * 年齢要因の活動段階要因について、K 保育園 (3 歳児 : ($F(3, 1093)=12.46, p<.005$), 4 歳児 : ($F(3, 1093)=19.876, p<.005$)), N こども園 (4 歳児 : ($F(3, 1093)=25.999, p<.005$), 5 歳児 : ($F(3, 1093)=53.309, p<.005$)), D 保育園 の 5 歳児 ($F(3, 1093)=14.531, p<.005$), U2 保育園 (3 歳児 : ($F(3, 1093)=29.326, p<.005$), 5 歳児 : ($F(3, 1093)=9.645, p<.005$)) で有意であった。多重比較によれば、K 保育園 U1 保育園の 3 歳児と 4 歳児の第 3 段階、Y 幼稚園の 5 歳児の第 3 段階、N こども園の 3 歳児、4 歳児および 5 歳児の第 3 段階、D 保育園の 5 歳児の第 3 段階、U2 保育園の 3 歳児の第 3 段階、5 歳児の第 3 段階および第 4 段階が大きかった。

活動段階 * 対象園 * 年齢要因の対象園要因について、単純主効果は、第 1 段階の 5 歳児 ($F(6, 1093)=5.774, p<.005$)、第 3 段階 (3 歳児 : ($F(6, 1093)=14.759, p<.005$), 4 歳児 : ($F(6, 1093)=13.77, p<.005$), 5 歳児 : ($F(6, 1093)=13.498, p<.005$)) , 第 4 段階 (4 歳児 : ($F(6, 1093)=3.387, p<.005$), 5 歳児 : ($F(6, 1093)=6.527, p<.005$)) で有意であった。多重比較によれば、第 1 段階の 5 歳児の F 幼稚園、第 3 段階において、3 歳児で U2 保育園、K 保育園の順に大きく、4 歳児で N こども園、K 保育園の順に大きく、5 歳児で N こども園、D 保育園の順に大きかった。第 4 段階において、4 歳児の U1 保育園、5 歳児の U2 保育園が大きかった。

活動段階 * 対象園 * 年齢要因の年齢要因について、単純主効果は、第 3 段階 (N こども園 : ($F(2, 1093)=17.602, p<.005$), D 保育園 : ($F(2, 1093)=10.548, p<.005$), U2 保育園 : ($F(2, 1093)=27.233, p<.005$)), 第 4 段階の U2 保育園 ($F(2, 1093)=10.733, p<.005$) で有意であった。多重比較によれば、第 1 段階の N こども園と U2 保育園の 3 歳児、第 3 段階において、K 保育園の 3 歳児と 4 歳児、U1 保育園の 4 歳児、N こども園の 4 歳児と 5 歳児、U2 保育園の 3 歳児が大きかった。第 4 段階において、U1 保育園の 4 歳児、D 保育園の 3 歳児、U2 保育園の 5 歳児が大きかった。

このように、骨盤円滑性の変化については、図 3 に示したとおり、3 歳児の第 3 段階まで U2 保育園、第 4 段階で D 保育園が大きく、4 歳児では、第 3 段階まで、N こども園、K 保育園の順に大きく、第 4 段階で U1 保育園、F 幼稚園、Y 幼稚園の順に大きかった。5 歳児では、図 4 に示したとおり、第 3 段階まで、N こども園、K 保育園の順に大きく、第 4 段階で U2 保育園が増加して最大となった。

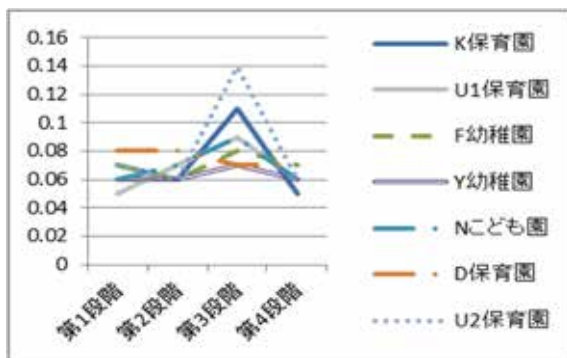


図 3 3 歳児の骨盤円滑性の変化

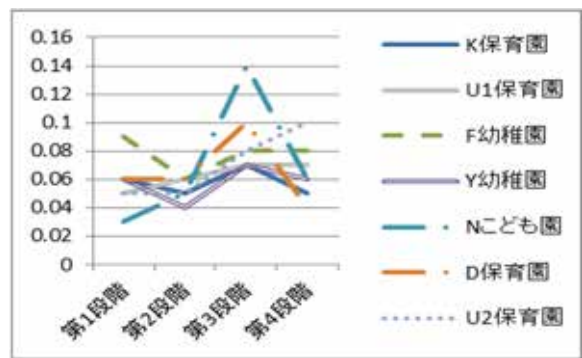


図 4 5 歳児の骨盤円滑性の変化

3. 頭移動平均加速度の変化

頭移動平均加速度の算出モーションキャプチャーデータについても、同様の方法で、対応の無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、表3のとおりとなった。

表3 被験者間効果の検定の主効果・交互作用

要因	自由度	F 値	有意確率
活動段階	3	292.668	$p<0.05$
対象園	6	68.074	$p<.005$
年齢	2	17.936	$p<.005$
活動段階 * 対象園	18	4.945	$p<.005$
活動段階 * 年齢	6	3.184	$p<.005$
対象園 * 年齢	12	8.499	$p<.005$
活動段階 * 対象園 * 年齢	36	2.274	$p<.005$

表3に示したとおり、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 ($F(3, 1093)=292.668, p<.005$)、対象園要因 ($F(6, 1093)=68.074, p<.005$)、年齢要因 ($F(2, 1093)=17.936, p<.005$)、活動段階 * 対象園要因 ($F(18, 1093)=4.945, p<.005$)、活動段階 * 年齢要因 ($F(6, 1093)=3.184, p<.005$)、対象園 * 年齢要因 ($F(12, 1093)=8.499, p<.005$)、活動段階 * 対象園 * 年齢要因 ($F(36, 1093)=2.274, p<.005$) で有意であった。そこで、単純主効果の検定および Bonferroni の方法による多重比較の検定を行った。

活動段階 * 対象園 * 年齢要因の活動段階要因について、K 保育園 (3 歳児 : ($F(3, 1093)=46.788, p<.005$), 4 歳児 : ($F(3, 1093)=29.434, p<.005$), 5 歳児 : ($F(3, 1093)=23.634, p<.005$)), U1 保育園 (3 歳児 : ($F(3, 1093)=5.424, p<.005$), 5 歳児 : ($F(3, 1093)=16.208, p<.005$)), F 幼稚園 (3 歳児 : ($F(3, 1093)=14.866, p<.005$), 5 歳児 ($F(3, 1093)=12.601, p<.005$)), Y 幼稚園 (3 歳児 : ($F(3, 1093)=10.451, p<.005$), 4 歳児 : ($F(3, 1093)=5.447, p<.005$), 5 歳児 : ($F(3, 1093)=6.847, p<.005$)), N こども園 (3 歳児 : ($F(3, 1093)=15.369, p<.005$), 4 歳児 : ($F(3, 1093)=26.797, p<.005$), 5 歳児 : ($F(3, 1093)=62.934, p<.005$)), D 保育園 (3 歳児 : ($F(3, 1093)=29.304, p<.005$), 4 歳児 : ($F(3, 1093)=22.133, p<.005$), 5 歳児 ($F(3, 1093)=47.75, p<.005$)), U2 保育園 (3 歳児 : ($F(3, 1093)=10.653, p<.005$), 4 歳児 : ($F(3, 1093)=5.771, p<.005$), 5 歳児 : ($F(3, 1093)=5.71, p<.005$)) で有意であった。多重比較によれば、K 保育園、F 幼稚園、Y 幼稚園、N こども園、D 保育園および U2 保育園の 3 歳児、4 歳児、5 歳児の第 3 段階、U1 保育園の 3 歳児と 5 歳児の第 3 段階が大きかった。

活動段階 * 対象園 * 年齢要因の対象園要因について、単純主効果は、第 1 段階の 5 歳児 ($F(6, 1093)=12.599, p<.005$)、第 2 段階 (4 歳児 : ($F(6, 1093)=3.577, p<.005$), 5 歳児 : ($F(6, 1093)=6.619, p<.005$)), 第 3 段階 (3 歳児 : ($F(6, 1093)=8.379, p<.005$), 4 歳児 : ($F(6, 1093)=15.366, p<.005$), 5 歳児 : ($F(6, 1093)=33.081, p<.005$)), 第 4 段階 (4 歳児 : ($F(6, 1093)=17.417, p<.005$), 5 歳児 : ($F(6, 1093)=9.677, p<.005$)) で有意であった。多重比較によれば、第 1 段階と第 2 段階の 4 歳児および 5 歳児の D 保育園、第 3 段階において、3 歳児の K 保育園と D 保育園、4 歳児の K 保育園、D 保育園および N こども園、5 歳児の D 保育園、N こども園、第 4 段階の 4 歳児と 5 歳児の D 保育園が大きかった。

活動段階 * 対象園 * 年齢要因の年齢要因について、単純主効果は、第 1 段階の D 保育園 ($F(2,$

1093)=14.179, $p<.005$)、第3段階において、U1 保育園 ($F(2, 1093)=8.088, p<.005$)、N こども園 ($F(2, 1093)=15.871, p<.005$) と D 保育園 ($F(2, 1093)=29.967, p<.005$)、第4段階の D 保育園 ($F(2, 1093)=41.827, p<.005$) で有意であった。多重比較によれば、第1段階と第2段階の D 保育園の5歳児、第3段階において、K 保育園の3歳児、U1 保育園と D 保育園の5歳児、N こども園の4歳児と5歳児が大きかった。第4段階の D 保育園の4歳児が大きかった。

このように、頭移動平均加速度の変化について、図5に示したとおり、3歳児で K 保育園、D 保育園の順に大きく、4歳児で D 保育園が大きかった。図6に示したとおり、5歳児で、D 保育園、N こども園の順に大きかった。

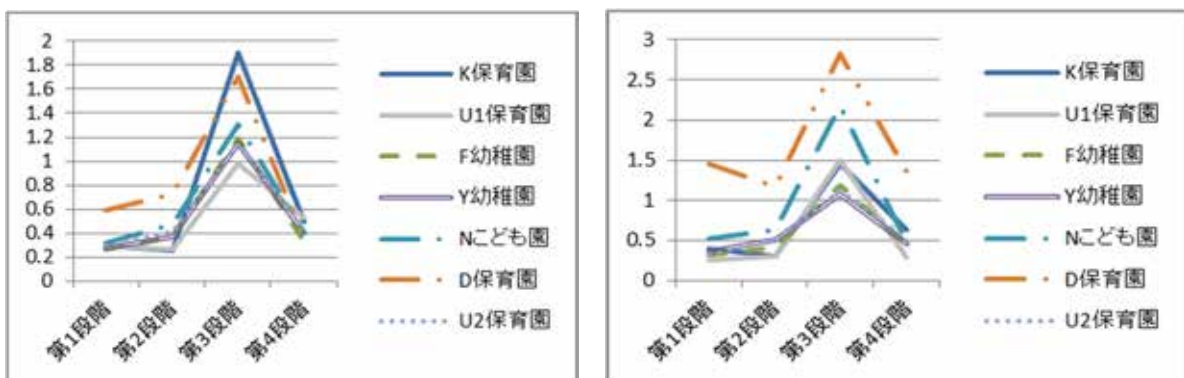


図5 3歳児の頭移動平均加速度の変化 (m/s^2) 図6 5歳児の頭移動平均加速度の変化 (m/s^2)

図5、図6に示したとおり、第3段階での増加という類似した変化の傾向が見られた。特に、3歳児では K 保育園、N こども園、5歳児では D 保育園、N こども園の第3段階での増加が顕著であった。3歳児と4歳児の K 保育園では、頭円滑性も相対的に大きく、基本的に拍をとりながら、ふりやイメージの動きも多く生じていたことがわかった。5歳児では、頭移動平均加速度の大きかった D 保育園や N こども園で、頭円滑性の第3段階における緩やかな増加が生じており、イメージによるふりや劇化の表現が大きくなる中で、音楽の有する規則性に対する認識を示す動きが生じていたことがわかった。

IV 考察とまとめ

本稿では、幼児の音楽的表現において、拍の認識を示す身体的な動きの特徴の変化を定量的に捉えるために、音楽的表現の動作解析を行い、三元配置分散分析による定量的分析を行った。かつての筆者による幼児の音楽的表現の質的分析 (佐野 2015)、および複数年に亘る継続的な音楽的表現の動作解析結果から、自発的に拍をとる動きには、頭の傾きをはじめとした無意識に行っているかのように見える動きが頻繁に観察され、それが骨盤円滑性や頭円滑性に関係していることが検証されてきたからである (佐野 2020)。

結果として、実践過程の第3段階における骨盤円滑性の顕著な増加と頭円滑性の緩やかな増加が、特徴的であった。骨盤円滑性の増加は、ここに一部のデータのみしか示すことができなかったが、頭、右

手、右足のいずれもが、無意識のうちに拍の認識を示していることによるものである。頭円滑性の変化に関しては、比較的捉えるために、頭移動平均加速度に関する分析結果も示した。それらより、実践過程の第3段階における頭円滑性の緩やかな増加と頭移動平均加速度の顕著な増加が対照的であることがわかった。

特に、5歳児では、拍をとる動きが継続している上に、イメージのふりや劇化の表現の多さが、頭移動平均加速度の急激な増加に表れていた。その変化には、対象年齢ばかりでなく、対象園による差異も見られ、頭移動平均加速度が大きいのはD保育園、頭円滑性が大きいのはU1保育園、U2保育園であった。別稿 (Sano, 2018a; 2020) で考察している右手、右足等の測定部位には、移動平均加速度と動きの円滑性の両方の顕著な増加が生じた対象園が見られたが、頭の動きに関しては、頭移動平均加速度の増加が顕著であった対象園で、いずれも頭円滑性は小さく、あまり変化のない傾向にあることがわかった。筆者による機械学習の際の正規化感応度の分析では、頭の動きは音楽的表現の発展度に寄与するそれほど明確な要因となっておらず、この動作特徴量に関しては、さらなる検証が必要であると考えている (Sano, 2019)。

謝辞

研究協力園の諸先生や子どもたちに、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 21K02369 を受けて行われている。

参考文献

- 安藤明伸, 住川泰希 (2012) 「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.
- Burger, B., Saarikallio, S., Luck, G., Thompson, M., & Toiviainen, P. (2013) Relationships between perceived emotions in music and music-induced movement, *Music Perception*, 30 (5), pp.517-533.
- Dahl, S., & Friberg, A. (2007) Visual perception of expressiveness in musicians' body movements, *Music Perception*, 24: 433-454.
- 五十嵐創, 尾崎知伸, 植野研 [他], 古川康一 (2001) 「機械学習手法を用いた音楽演奏時の呼吸の分析」『情報処理学会研究報告音楽情報科学 (MUS)』第41巻, pp. 27-32.
- Jaques-Dalcroze, E. (1921) *Rhythm, Music and Education*, GP Putnam's Sons.
- 児玉悠, 大羽成征, 石井信 (2015) 「機械学習を用いた一般生活環境下での行動認識手法の検討」(情報論的学習理論と機械学習)『電子情報通信学会技術研究報告 = IEICE technical report : 信学技報』114(502), pp.73-78.
- 松本鮎美, 三上弾, 川村春美, 小島明 (2014) 「画像処理や機械学習手法を用いた動作解析を行った小学生の動作学習支援のためのフォーム分類手法の検討」『映像情報メディア学会技術報告』38, 51(0), pp.9-12.
- 水戸博道, 岩口摂子, 内山恵子 (2006) 「幼児の歌の記憶」『宮城教育大学紀要』41, pp.65-71.

- 宮崎敏子 (1970) 「幼児期における音楽的感覚について [II] : 音高の識別を中心に」『長野県短期大学紀要』 25, pp.47-55.
- 音楽心理研究所 (1969) 『幼児の音楽特性』 日本文化科学社.
- Sano, M. (2018a) 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*, Vol.12, No.1. pp.61-80.
- Sano, M. (2018b) 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.
- Sano, M. (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 (International)*, Vol.7(7) pp.155-168.
- Sano, M. (2020) Verification of a classification prediction method for the development of musical expression in early childhood using a machine learning method based on 3D motion capture data, *Advances in Social Sciences Research Journal*, Society for Science and Education on United Kingdom. (International), Vol.7(9), pp.338-358.
- 佐野美奈 (2020) 「動きの円滑性を中心とした幼児の音楽的表現の発展度の分析」 日本乳幼児教育学会 第30回大会発表資料
- 佐野美奈 (2022) 「拍の認識を表す幼児の身体的な動きの分析」『日本乳幼児教育学会第32回大会研究発表論文集』 pp.148-149.
- Seashore, C. (1936) *Psychology of music*, New York: McGraw-Hill.
- 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.
- Thompson, M. , &Luck, G. (2012) Exploring relationships between pianists' body movements, their expressive intentions, and structural elements of the music, *Musicae Scientiae*, 16, pp.19-40.
- Young, D. (2008) Classification of common violin bowing techniques using gesture data from a playable measurement system, *Proceedings of the 2008 Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME08)*, Genova.
- 山根直人 (2009) 「幼児期における楽音の音高識別力について : 評定方法の再検討」『発達心理学研究』 20 (2), pp.198-207.
- 吉富功修, 三村真弓, 伊藤真 [他], 井本美穂 (2014) 「歌唱教材の音高が幼児の歌唱の正確さに与える影響」『音楽文化教育学研究紀要』 (26), pp.1-14.