

# 幼児期の音楽的表現の発達過程における身体的な動きの要素の特徴

—MEB プログラムの第3段階への変化に着目した MVN システムによる定量的分析をととして—

佐野 美奈

(大阪樟蔭女子大学)

## Characteristics of Elements of Body Movement in the Process of Development of Musical Expression in Early Childhood: Quantitative Analysis through the MVN System Focusing on the Change to the Third Phase of the MEB Program

Mina SANO

### Abstract

The current study sought to examine the characteristics of body movement changes in the developmental process of early childhood musical expression. Early childhood students participated in the Musical-Expression Bringing-up (MEB) program devised by the author. Children's body movement in musical expression was examined during the practical process of the activity phase, using a motion capture device. Quantitative analysis with a three-way non-repeated measures analysis of variance was conducted to examine changes in the elements of movement regarding data collected in 2016 and 2017. In the current study, MVN data from the first phase to the third phase were quantitatively analyzed to identify characteristic changes. The results revealed characteristic changes in movement distance, the moving average of acceleration, and movement smoothness, in various body parts, including the pelvis, right hand, and right foot, particularly in the third phase of the MEB program. The moving average of acceleration of the right hand in 3-year-old and 5-year-old children gradually increased at each phase of activity at each kindergarten, while the children's data from nursery schools revealed rapid increases in the third phase. Furthermore, the change in movement smoothness of the right foot exhibited by children in nursery schools was generally larger than that of children in kindergartens.

In conclusion, in the third phase of the practical process of the MEB program, the movement distance of the right hand and the moving average acceleration of the right foot were altered, and children listening to music and expressing their own images exhibited changes in the moving average of the acceleration of the right hand.

### I 研究の経緯

これまで、幼児期に特徴的なふりや劇化を生かした筆者考案による MEB プログラム (Musical Expression Bringing-up program) を 3 歳児、4 歳児および 5 歳児に実践し、その実践過程の質的分析を行い、その教育的効果に関する検証を行ってきた (佐野 2012)。MEB プログラムは、4 段階の活動から成っている。その第 1 段階「はじめの活動」は、自己紹介の歌遊びや生活音および楽音への気づきの活動、第 2 段階「はじめの活動からパントマイムへ」は、身体音や動きを中心としたリズムの経験が含まれる。第 3 段階「即興表現からストーリー創造へ」で、幼児は、音楽のイメージの動きによる表現やリズムパターンの感受等、音楽的諸要素の認識を促す活動を経験する。第 4 段階「ストーリーの劇化」で、幼児は、劇化と音楽経験を統合する活動へと進む。同時に、筆者は、音楽的諸要素の認識が MEB プログラム実践前後で異なるかについての音楽テストの結果分析も行った。その音楽テストは、「音の強弱」「音の長短」「リズム」「音の

高低」「音の協和」「表現・鑑賞」の6領域で各10項目の60項目から成っており、4歳児と5歳児に実施されてきており、定量的分析の結果からは、MEBプログラム実践の音楽的諸要素の認識に対する効果が明らかとなってきた (Sano 2013; Sano 2014)。

さらに、近年では、幼児期の音楽的表現における身体的な動きの要素がどのような特徴を有するののかについて考察するために、モーション・キャプチャーによる定量的分析を行ってきた。モーション・キャプチャーの技術の援用は、主に伝統的な舞踊や鋸引きといった特定の動作について分析した結果を教育支援開発システムに生かそうとする研究 (安藤ら 2010; 佐藤ら 2010)、音楽に対する人の反応についての実験的研究等に見られる (Burger et al. 2013a)。それらの研究は、これまで全て大人を対象とされている。音楽的表現に関する研究の乳幼児に関しては、音に対する反応を捉えた実験的研究が見られるが、それらにモーション・キャプチャーの技術は援用されていない (Hannon & Johnson 2005; Zenter & Eerola 2010)。活動の実践過程における幼児の音楽的表現の変容を捉えるためには、これまでモーション・キャプチャーの技術は援用されてこなかった。

そこで、筆者は、活動実践による音楽的表現の発達過程を検証するために、モーション・キャプチャーを援用した定量的分析について検討した。その定量的分析によって、幼児の音楽的表現の発達過程における身体的な動きの特徴を抽出することを考えた (Sano 2017)。ここでは、2016年度の2か所の保育園での分析結果 (Sano 2018a) をもとに、2017年度に新たに行った2か所の幼稚園でのMVN測定結果を合わせて定量的分析を行った結果について考察する。

## II 研究の目的と方法

この研究の目的は、幼児期の音楽的表現の発達過程における身体的な動きの変化の特徴を抽出することである。そのために、2016年度には、2か所の保育園で、筆者考案のMEB (Musical-Expression Bringing-up) プログラムを実践し、その実践過程における音楽的表現を活動段階別にモーション・キャプチャーで捉え、特徴的な動きの要素の変化について、定量的分析を行った。2017年度には、新たに2か所の幼稚園で、2016年度の保育園においてと同様の内容と方法の調査を実施し、2016年度と2017年度の結果を合わせて定量的分析を行った。この研究では、特に、4段階から成るMEBプログラムのうち、音楽的諸要素の認識を明確な目的とする第3段階に向けて、幼児の音楽的表現における動きの要素がどのような変化の特徴を持つかについて考察したいと考え、分析対象とする活動を、第1段階から第3段階までとした。具体的な研究方法について、次に述べる。

### 1. 保育園と幼稚園でのMEBプログラムの実践過程におけるMVNによる測定の方法について

2016年度にU保育園とK保育園、2017年度にF幼稚園とY幼稚園で、MEBプログラムを活動段階順に実践した。測定時の活動内容について、各活動段階において特徴的な活動項目を抽出し、対象児がその活動内容を行う様子をMVNシステムで測定した。各活動段階につき1回の計4回分のMVN測定データが収録された。ここでは、分析対象とする第3段階までの測定について述べる。対象児は、活動の第1段階で、《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、第2段階で、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もの》(作詞:佐倉智子 作曲:おざわたつゆき)とふりの動きをした。第3段階で、《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をした。活動段階別の測定日、および測定人数は、以下のとおりである。

#### (1) 2016年度のU保育園とK保育園の測定日と測定人数について

第1段階の活動実践を3歳児4歳児5歳児に対して、5月6月に行った。U保育園の測定を5月20日と6月24日に行い、K保育園の測定を、5月23日、6月20日に行った。測定人数は、表1に示したとおり、U保育園29人、K保育園54人であった。第2段階の活動実践を3歳児4歳児5歳児に対して、7月8月に行った。U保育園の測定を7月15日と8月19日に行い、K保育園の測定を7月11日と8月19日に行った。測定人数は、表1に示したとおり、U保育園30人、K保育園53人であった。第3段階の活動実践

を3歳児4歳児5歳児に対して、9月から11月まで行った。U保育園の測定を9月23日に行い、K保育園の測定を9月5日と10月30日に行った。測定人数は、表1に示したとおり、U保育園28人、K保育園39人であった。

## (2) 2017年度のF幼稚園とY幼稚園の測定日と測定人数について

第1段階の活動実践を5月6月に行った。F幼稚園の測定を5月30日と6月2日に行った。Y幼稚園の測定を5月26日に行った。測定人数は、表1に示したとおり、F幼稚園49人、Y幼稚園45人であった。第2段階の活動実践を7月9月に行った。F幼稚園の測定を7月04日と7月11日に行い、Y幼稚園の測定を7月14日と9月8日に行った。測定人数は、F幼稚園43人、Y幼稚園43人であった。第3段階の活動実践を9月10月に行った。F幼稚園の測定を10月13日に行い、Y幼稚園の測定を10月20日に行った。測定人数は、F幼稚園46人、Y幼稚園40人であった。

## (3) MVNによる測定方法について

測定は、毎回午前9時30分より始めた。各幼児の既定の身体部位17か所（頭、左右肩、左右上腕、左右下腕、左右手、胸、骨盤、左右上肢、左右下肢、左右足）に各1個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行われた音楽的表現における身体的な動きに関するデータをタイムフレーム1/60秒で取得した。1人ずつ順に測定するため、移動、装着、準備、測定を含めて幼児1人に要する時間は平均5～10分間であり、測定のみ時間は各30秒間であった。対象児に関しては、事前に対象園の責任者および保護者への説明後に許可の得られた幼児のみがMVN測定の該当者となった。また、多人数の測定には長時間を要するため、各活動段階の測定日を2日ずつ設定し、2日目を予備日とした。取得したデータについて、身体各部位の移動軌跡、移動距離、移動平均速度、移動平均加速度、動きの円滑性を抽出し、年齢別、活動段階別に分析し、幼児の音楽的表現における動きの要素の特徴を見い出そうとした。なお、動きの円滑性とは、移動平均速度/移動平均加速度の比によって算出されるものである (Burger et al. 2013b)。

## 2. MVN測定結果の定量的分析の方法について

IIの1の方法により、MVNによる測定を行った結果として、特徴的な変化が見られたのは、骨盤、頭、右手、右足の移動距離、移動平均加速度、動きの円滑性であった。そこで、本稿では、これらのデータを対象として、保育園幼稚園要因、対象年齢（3歳児、4歳児、5歳児）の要因、MEBプログラム（第1段階、第2段階、第3段階）の要因による三元配置分散分析を行った。なお、左右のある測定部位については、その取得データの類似性により、分析対象を右側とした。

## III 結果と考察

保育園幼稚園要因（4水準）、年齢要因（3水準）、段階要因（3水準）によってMVN測定データの平均値に違いがあるか検討するため、U保育園（n=31）、K保育園（n=55）、F幼稚園（n=49）、Y幼稚園（n=45）の園児のデータに対して3要因とも対応のない三元配置分散分析を行った。その結果、実践の活動段階に関しては、音楽的諸要素の認識を目的とした活動内容の第3段階で、5歳児の平均値の大きさが顕著であった。ここでは、MVNの測定部位に関する動きの変化の特徴として、骨盤、右手、右足の各移動距離、移動平均加速度、動きの円滑性の分析結果の一部と考察について示す。

### 1. MVNの測定部位に関する動きの変化

#### (1) 骨盤の動きに関する変化の特徴について

##### a. 骨盤移動距離の対象年齢別による活動段階別の変化の特徴

表1は、骨盤移動距離について、U保育園、K保育園、F幼稚園、Y幼稚園の3歳児、4歳児、5歳児の段階別平均値を示したものである。

保育園幼稚園要因（4水準）、年齢要因（3水準）、段階要因（3水準）によってMVN測定データの平均値

に違いがあるか検討するため、表1に示した園児の骨盤移動距離のデータに対して3要因とも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において主効果・交互作用は、保育園幼稚園要因 ( $F(3, 461)=21.374, p<.005$ )、活動段階要因 ( $F(2, 461)=323.346, p<.005$ )、保育園幼稚園 \* 年齢要因 ( $F(6, 461)=5.153, p<.005$ )、保育園幼稚園 \* 活動段階要因 ( $F(6, 461)=19.641, p<.005$ )、保育園幼稚園 \* 年齢 \* 活動段階要因 ( $F(12, 461)=5.087, p<.005$ ) で有意であった。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1. U 保育園 K 保育園 F 幼稚園 Y 幼稚園の3歳児 4歳児 5歳児の段階別による骨盤移動距離の平均値

保育園幼稚園	年齢	活動段階	平均値	標準偏差	N
U 保育園	3 歳児	第1段階	0.6511	0.28337	10
		第2段階	0.6326	0.34073	10
		第3段階	3.1142	2.16989	11
	4 歳児	第1段階	0.6312	0.12692	9
		第2段階	0.5896	0.34702	9
		第3段階	2.0173	0.79172	8
	5 歳児	第1段階	0.9778	1.13573	10
		第2段階	0.7491	0.29465	11
		第3段階	3.9809	2.13668	9
K 保育園	3 歳児	第1段階	0.8142	0.38527	17
		第2段階	0.5313	0.32438	7
		第3段階	10.5618	4.8503	18
	4 歳児	第1段階	0.7385	0.38985	17
		第2段階	0.5835	0.53006	14
		第3段階	10.8485	5.23863	17
	5 歳児	第1段階	0.817	0.445	20
		第2段階	0.558	0.19572	18
		第3段階	5.749	3.7887	18
F 幼稚園	3 歳児	第1段階	0.2832	0.07213	18
		第2段階	0.3357	0.10926	13
		第3段階	7.5983	4.32084	17
	4 歳児	第1段階	0.3682	0.275	14
		第2段階	0.4594	0.82202	14
		第3段階	4.4563	1.57333	12
	5 歳児	第1段階	0.3229	0.15022	15
		第2段階	0.302	0.13057	16
		第3段階	7.5983	4.32084	17
Y 幼稚園	3 歳児	第1段階	0.3126	0.24832	16
		第2段階	0.2521	0.096	15
		第3段階	3.687	1.46204	13
	4 歳児	第1段階	0.3108	0.17056	14
		第2段階	0.398	0.23913	14
		第3段階	3.8765	2.06579	13
	5 歳児	第1段階	0.3447	0.1579	15
		第2段階	0.423	0.31243	14
		第3段階	5.7766	3.11945	14

骨盤移動距離に関して、年齢要因 \* 活動段階要因の保育園幼稚園要因について、全年齢の第3段階で単純主効果は有意であった。多重比較において、3歳児および4歳児の第3段階で、K 保育園に他の幼稚園保育園に対する有意差が見られ、平均値が大きかった。また5歳児の第3段階で、F 幼稚園とU 保育園に有意差が見られ、F 幼稚園の平均値がU 保育園よりも大きかった。保育園幼稚園要因 \* 活動段階要因の

年齢要因について、U 保育園以外において単純主効果は有意であった。多重比較において、K 保育園の第 3 段階で 5 歳児に他の年齢に対する有意差が見られ、5 歳児の平均値が小さかった。F 幼稚園の第 3 段階で 4 歳児に他の年齢に対する有意差が見られ、4 歳児の平均値が小さかった。Y 幼稚園の第 3 段階で 5 歳児と 3 歳児に対して有意差が見られ、5 歳児の平均値が 3 歳児よりも大きかった。保育園幼稚園要因 \* 年齢要因の活動段階要因について、全年齢で単純主効果は有意であった。多重比較において、U 保育園の 4 歳児以外すべて、第 3 段階の他の段階に対する有意差が見られ、第 3 段階の平均値が他の段階に対して大きかった。

#### b. 骨盤の動きの移動平均加速度に関する変化の特徴

骨盤移動平均加速度について、保育園幼稚園別の年齢別および段階別の平均値に関する被験者間効果の検定において主効果・交互作用は、年齢要因 ( $F(2, 461)=6.148, p<.005$ )、活動段階要因 ( $F(2, 461)=216.702, p<.005$ )、保育園幼稚園 \* 活動段階要因 ( $F(6, 461)=3.264, p<.005$ )、年齢 \* 活動段階要因 ( $F(4, 461)=6.296, p<.005$ ) で有意であった。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、年齢要因 \* 活動段階要因の保育園幼稚園要因について、3 歳児と 4 歳児の第 3 段階で単純主効果は有意であった。多重比較において、3 歳児の第 3 段階で、K 保育園の U 保育園 Y 幼稚園に対する有意差が見られ平均値が大きく、3 歳児の第 3 段階で、F 幼稚園の平均値が U 保育園よりも大きかった。4 歳児の第 3 段階で K 保育園が他園よりも大きかった。保育園幼稚園要因 \* 活動段階要因の年齢要因について、K 保育園の 4 歳児以外で単純主効果は有意であった。多重比較で、U 保育園と F 幼稚園の第 3 段階で 3 歳児の平均値が 4 歳児よりも大きく、5 歳児の平均値が 4 歳児よりも有意に平均値が大きかった。Y 幼稚園の第 3 段階で 5 歳児の平均値が 4 歳児よりも大きかった。保育園幼稚園要因 \* 年齢要因の活動段階要因について、U 保育園の 4 歳児以外で、単純主効果は有意であった。多重比較において、U 保育園で 3 歳児と 5 歳児の第 3 段階の平均値と第 1 段階および第 2 段階との有意差が見られ、第 3 段階の平均値が大きかった。K 保育園、F 幼稚園および Y 幼稚園の 3 歳児、4 歳児、5 歳児の平均値は、第 3 段階で、第 1 段階および第 2 段階よりも有意に大きかった。

### (2) 右手の動きに関する変化の特徴について

#### a. 右手の移動距離の対象年齢別による活動段階別の変化の特徴

右手移動距離の平均値に関して、保育園幼稚園要因 (4 水準)、年齢要因 (3 水準)、段階要因 (3 水準) によって、その平均値に違いがあるか検討するため、対象児に対して 3 要因とも対応のない三元配置分散分析を行った。まず、被験者間効果の検定において主効果・交互作用は、保育園幼稚園要因 ( $F(3, 461)=27.187, p<.005$ )、活動段階要因 ( $F(2, 461)=156.777, p<.005$ )、保育園幼稚園 \* 年齢要因 ( $F(6, 461)=4.308, p<.005$ )、保育園幼稚園 \* 活動段階要因 ( $F(6, 461)=15.885, p<.005$ )、保育園幼稚園 \* 年齢 \* 活動段階要因 ( $F(12, 461)=3.357, p<.005$ ) で有意であった。次に、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、年齢要因 \* 活動段階要因の保育園幼稚園要因について、全年齢の第 3 段階で単純主効果は有意であった。多重比較において、3 歳児および 4 歳児の第 3 段階で、K 保育園に他の幼稚園保育園に対する有意差が見られ、平均値が大きかった。また、5 歳児の第 3 段階で、K 保育園、F 幼稚園、Y 保育園と U 保育園とに有意差が見られ、U 保育園が小さかった。保育園幼稚園要因 \* 活動段階要因の年齢要因について、U 保育園以外で単純主効果は有意であった。多重比較において、K 保育園の第 3 段階で 5 歳児に他の年齢に対する有意差が見られ、5 歳児の平均値が小さかった。Y 幼稚園の第 3 段階で 5 歳児に他の年齢に対する有意差が見られ、5 歳児の平均値が大きかった。保育園幼稚園要因 \* 年齢要因の活動段階要因について、U 保育園以外で単純主効果は有意であった。多重比較において、U 保育園以外で、全年齢の第 3 段階に他の段階に対する有意差が見られ、第 3 段階の平均値が他の段階に対して大きかった。

また、両手間隔の変化についても同様の分析を行ったところ、保育園幼稚園 \* 年齢 \* 活動段階要因について、単純主効果は K 保育園の第 3 段階で有意であり、K 保育園の 3 歳児と 4 歳児の第 3 段階が大きいことがわかった。

b. 右手の移動平均加速度に関する変化の特徴

右手移動平均加速度の平均値に関して、保育園幼稚園要因 (4 水準), 年齢要因 (3 水準), 段階要因 (3 水準) によって、その平均値に違いがあるか検討するため、対象児に対して 3 要因とも対応のない三元配置分散分析を行った。まず、被験者間効果の検定において主効果・交互作用は、保育園幼稚園要因 ( $F(3, 461)=10.175, p<.005$ ), 活動段階要因 ( $F(2, 461)=9.451, p<.005$ ), 保育園幼稚園 \* 活動段階要因 ( $F(6, 461)=6.610, p<.005$ ) で有意であった。次に、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、年齢要因 \* 活動段階要因の保育園幼稚園要因について、3 歳児と 4 歳児の第 3 段階、5 歳児の第 1 段階で単純主効果は有意であった。多重比較において、3 歳児と 4 歳児の第 3 段階で、K 保育園の U 保育園、F 幼稚園および Y 幼稚園に対する有意差が見られ、K 保育園の平均値が大きかった。5 歳児の第 1 段階で Y 幼稚園が F 幼稚園よりも大きく、5 歳児の第 2 段階で Y 幼稚園が K 保育園よりも大きかった。保育園幼稚園要因 \* 活動段階要因の年齢要因について、いずれにも有意差は見られなかった。保育園幼稚園要因 \* 年齢要因の活動段階要因について、K 保育園の 3 歳児と 5 歳児、F 幼稚園の 5 歳児で、単純主効果は有意であった。多重比較において、K 保育園で、3 歳児と 4 歳児の第 3 段階と第 1 段階および第 2 段階との有意差が見られ、第 3 段階の平均値が大きかった。K 保育園の 5 歳児で第 3 段階が第 2 段階よりも大きく、F 幼稚園 5 歳児で第 3 段階が第 1 段階よりも有意に大きかった。それらの変化を段階別に示したのが、図 1 と図 2 である。図 1 の 3 歳児の変化と図 2 の 5 歳児の変化から、K 保育園における第 3 段階での右手移動平均加速度の伸びが顕著であることがわかる。また、Y 幼稚園の 5 歳児は、第 1 段階から右手移動平均加速度が大きく、F 幼稚園の 5 歳児と同様に活動段階が進むにつれて増加している。

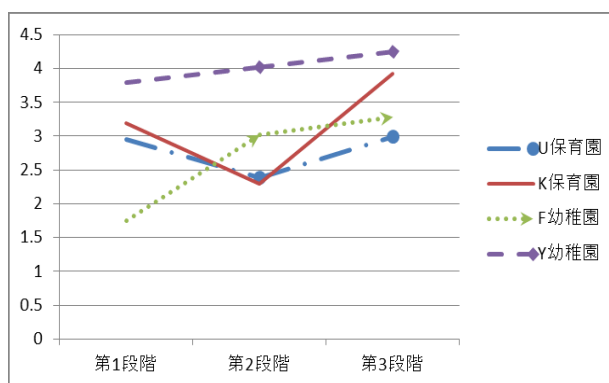
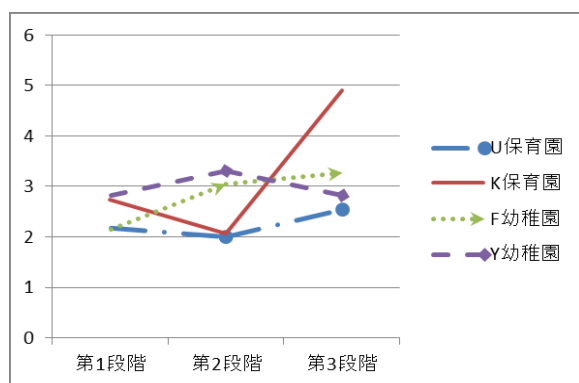


図 1. 3 歳児の右手移動平均加速度段階別変化

図 2. 5 歳児の右手移動平均加速度の段階別変化

c. 右手の動きの円滑性に関する変化の特徴

右手の動きの円滑性に関して、保育園幼稚園要因 (4 水準), 年齢要因 (3 水準), 段階要因 (3 水準) によって、その平均値に違いがあるか検討するため、対象児に対して 3 要因とも対応のない三元配置分散分析を行った。まず、被験者間効果の検定において主効果・交互作用は、保育園幼稚園要因 ( $F(3, 461)=6.333, p<.005$ ), 活動段階要因 ( $F(2, 461)=54.565, p<.005$ ) で有意であった。次に、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、年齢要因 \* 活動段階要因の保育園幼稚園要因について、4 歳児の第 1 段階と第 3 段階で単純主効果は有意であった。多重比較において、4 歳児の第 1 段階で、F 幼稚園と K 保育園 Y 幼稚園で有意差が見られ、F 幼稚園の平均値が大きかった。保育園幼稚園要因 \* 活動段階要因の年齢要因について、F 幼稚園の第 1 段階で単純主効果は有意であった。多重比較において、F 保育園の第 1 段階で 4 歳児が 3 歳児 5 歳児よりも大きかった。保育園幼稚園要因 \* 年齢要因の活動段階要因について、U 保育園 4 歳児以外で、単純主効果は有意であった。多重比較において、U 保育園で、3 歳児と 5 歳児の第 3 段階が第 1 段階よりも大きかった。K 保育園で、3 歳児 4 歳児の第 3 段階が第 1 段階および第 2 段階よりも大きく、5 歳児の第 3 段階が第 1 段階よりも大きかった。F 幼稚園の 3 歳児と 5 歳児で、第 3 段階が第 1 段階および第 2 段階よりも大きく、4 歳児で第 1 段階が第 2 段階よりも大きかった。Y 幼稚園で、3 歳児の第 3 段階が第 1 段階よりも大きく、4 歳児と 5 歳児の第 3 段階が第 1 段階および第 2 段階よりも大きかった。

### (3) 右足の動きに関する変化の特徴について

#### a. 右足の移動距離の対象年齢別による活動段階別の変化の特徴

右足移動距離の平均値に関して、保育園幼稚園要因 (4 水準)、年齢要因 (3 水準)、段階要因 (3 水準)によって、その平均値に違いがあるか検討するため、対象児に対して3要因とも対応のない三元配置分散分析を行った。まず、被験者間効果の検定において主効果・交互作用は、保育園幼稚園要因 ( $F(3, 461)=13.712, p<.005$ )、活動段階要因 ( $F(2, 461)=263.039, p<.005$ )、保育園幼稚園 \* 年齢要因 ( $F(6, 461)=4.752, p<.005$ )、保育園幼稚園 \* 活動段階要因 ( $F(6, 461)=15.546, p<.005$ )、保育園幼稚園 \* 年齢 \* 活動段階要因 ( $F(12, 461)=4.672, p<.005$ )で有意であった。次に、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、年齢要因 \* 活動段階要因の保育園幼稚園要因について、全年齢の第3段階について単純主効果は有意であった。多重比較において、3歳児の第3段階で、K 保育園が他の幼稚園保育園に対する有意差が見られ、平均値が大きく、F 幼稚園がU 保育園とY 幼稚園よりも平均値が大きく、Y 幼稚園はU 保育園よりも平均値が大きかった。4歳児の第3段階で、K 保育園が他の保育園幼稚園よりも有意に平均値が大きかった。5歳児の第3段階で、F 幼稚園が、U 保育園およびK 保育園よりも有意に平均値が大きかった。保育園幼稚園要因 \* 活動段階要因の年齢要因について、全ての園で単純主効果は有意であった。多重比較において、U 保育園の第3段階で5歳児が4歳児よりも大きく、K 保育園の第3段階で5歳児に他の年齢に対する有意差が見られ、5歳児の平均値が低かった。F 幼稚園の第3段階で、3歳児と5歳児が4歳児よりも大きかった。Y 幼稚園の第3段階で5歳児に4歳児に対する有意差が見られ、5歳児の平均値が大きかった。保育園幼稚園要因 \* 年齢要因の活動段階要因について、U 保育園の3歳児と4歳児以外で単純主効果は有意であった。多重比較において、U 保育園の5歳児の第3段階で他の段階に対する有意差が見られ、第3段階の平均値が他の段階に対して大きかった。K 保育園、F 幼稚園およびY 幼稚園で、3歳児、4歳児、5歳児の第3段階が、他の段階よりも有意に大きかった。

#### b. 右足の移動平均加速度に関する変化の特徴

右足移動平均加速度の平均値に関して、保育園幼稚園要因 (4 水準)、年齢要因 (3 水準)、段階要因 (3 水準)によって、その平均値に違いがあるか検討するため、対象児に対して3要因とも対応のない三元配置分散分析を行った。まず、被験者間効果の検定において主効果・交互作用は、保育園幼稚園要因 ( $F(3, 461)=10.175, p<.005$ )、活動段階要因 ( $F(2, 461)=9.451, p<.005$ )、保育園幼稚園 \* 活動段階要因 ( $F(6, 461)=6.610, p<.005$ )で有意であった。次に、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、年齢要因 \* 活動段階要因の保育園幼稚園要因について、3歳児と4歳児の第3段階、5歳児の第1段階で、単純主効果は有意であった。多重比較において、3歳児と4歳児の第3段階で、K 保育園のU 保育園、F 幼稚園、Y 幼稚園に対する有意差が見られ、K 保育園の平均値が大きかった。5歳児の第1段階でY 幼稚園がF 幼稚園よりも大きく、5歳児の第2段階でY 幼稚園がK 保育園よりも大きかった。保育園幼稚園要因 \* 活動段階要因の年齢要因について、いずれにも有意差は見られなかった。保育園幼稚園要因 \* 年齢要因の活動段階要因について、K 保育園の3歳児と5歳児、F 幼稚園5歳児で、単純主効果は有意であった。多重比較において、K 保育園の3歳児と4歳児の第3段階と、第1段階および第2段階との有意差が見られ、第3段階の平均値が大きかった。K 保育園の5歳児で、第3段階が第2段階よりも大きく、F 幼稚園の5歳児で、第3段階が第1段階よりも有意に大きかった。

#### c. 右足の動きの円滑性に関する変化の特徴

右足の動きの円滑性に関して、保育園幼稚園要因 (4 水準)、年齢要因 (3 水準)、段階要因 (3 水準)によって、その平均値に違いがあるか検討するため、対象児に対して3要因とも対応のない三元配置分散分析を行った。まず、被験者間効果の検定において主効果・交互作用は、保育園幼稚園要因 ( $F(3, 461)=41.906, p<.005$ )、活動段階要因 ( $F(2, 461)=6.526, p<.005$ )、保育園幼稚園 \* 活動段階 ( $F(6, 461)=4.233, p<.005$ )で有意であった。次に、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、年齢要因 \* 活動段階要因の保育園幼稚園要因について、3歳児の第3段階以外について単純主効果は有意であった。多重比較において、3歳児の第1段階で、U 保育園とF 幼稚園 Y 幼稚園で有意差

が見られ、U 保育園の平均値が大きく、第 2 段階で U 保育園と K 保育園が、F 幼稚園と Y 幼稚園よりも大きかった。4 歳児で、第 1 段階の U 保育園が Y 幼稚園よりも大きく、第 2 段階の U 保育園と K 保育園が F 幼稚園と Y 幼稚園よりも大きかった。5 歳児で、第 2 段階の U 保育園および K 保育園が F 幼稚園および Y 幼稚園よりも大きく、第 3 段階で K 保育園が F 幼稚園よりも大きかった。保育園幼稚園要因 \* 活動段階要因の年齢要因について、いずれも単純主効果は有意でなかった。多重比較においても、有意差は見られなかった。保育園幼稚園要因 \* 年齢要因の活動段階要因について、U 保育園の 4 歳児と 5 歳児、K 保育園の 4 歳児で、単純主効果は有意であった。多重比較において、U 保育園で、4 歳児の第 2 段階が第 3 段階よりも大きく、5 歳児の第 2 段階が第 1 段階および第 3 段階よりも大きかった。K 保育園で、4 歳児の第 2 段階が第 1 段階および第 3 段階よりも大きかった。

## 2. 特徴的な MVN 測定平均値の分析結果の考察

結果として、移動距離、移動平均加速度は、概して、K 保育園の 3 歳児と 5 歳児が大きく特徴的であったが、保育園と幼稚園による差異は、右手の移動平均加速度と右足の動きの円滑性に関する変化において見られた。

骨盤移動距離、右足移動距離は、3 歳児と 4 歳児で K 保育園、5 歳児で F 保育園が大きかった。右手移動距離の大きさは、3 歳児と 4 歳児で K 保育園、5 歳児で Y 幼稚園が顕著であった。骨盤移動平均加速度の大きさは、3 歳児と 4 歳児で K 保育園、5 歳児で U 保育園が顕著であった。

右手移動平均加速度の大きさは、Y 幼稚園と K 保育園が顕著であった。3 歳児と 4 歳児では K 保育園が大きかったが、5 歳児に関しては Y 幼稚園が大きかった。右手移動平均加速度は、F 幼稚園と Y 幼稚園で段階ごとに増加していたのに対して、K 保育園と U 保育園では第 1 段階および第 2 段階であまり変わらず第 3 段階で著しく増加していた。右足移動平均加速度は、F 幼稚園と K 保育園が大きく、3 歳児と 5 歳児で F 幼稚園、4 歳児で K 保育園の大きさが顕著であった。

右手の動きの円滑性に関しては、3 歳児で U 保育園、4 歳児で K 保育園、5 歳児で Y 幼稚園と U 保育園の大きさが顕著であり、第 3 段階で増加していた。

保育園と幼稚園の明確な差異が生じたのは、右足の動きの円滑性においてであり、図 3 と図 4 に示したように、U 保育園と K 保育園は、F 幼稚園と Y 幼稚園よりも大きかった。右足の動きの円滑性が、U 保育園と K 保育園で第 3 段階に減少しているのに対して、F 幼稚園と Y 幼稚園では増加していたが、それでもなお、U 保育園と K 保育園が、F 幼稚園と Y 幼稚園よりも大きかった。

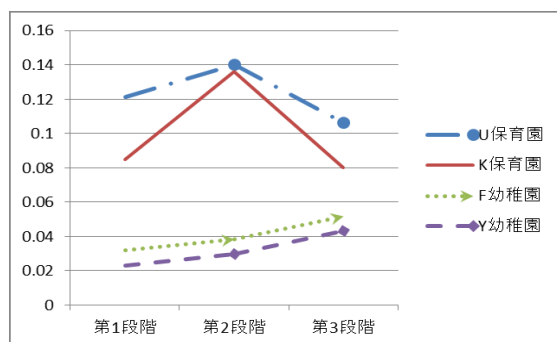


図 3. 3 歳児の右足円滑性の段階別変化

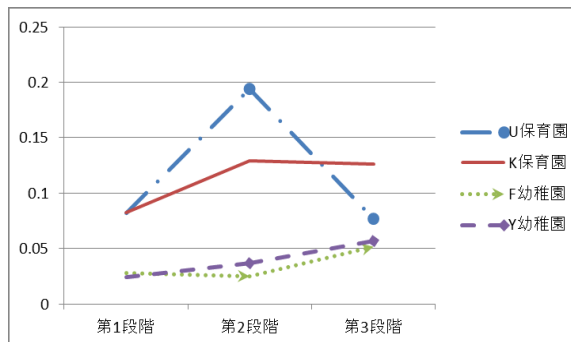


図 4. 5 歳児の右足円滑性の段階別変化

よって、移動平均加速度と円滑性の両方が大きいのは K 保育園であり、音楽的諸要素を感受しながら意識的に音楽的表現を豊かに創造していたのは K 保育園であったと考えられた。

## 3. 個別のデータにおける特徴について

MVN 測定平均値のデータに関する定量的分析の結果から、右手移動距離の第 3 段階での増加が顕著であることがわかったため、個別のデータに関する解析結果の段階別変化にも着目した。ここでは、そのうち、Y 幼稚園において右手移動距離が最大であった 3 歳児と 5 歳児の移動軌跡について例示する。



Y 幼稚園において、3 歳児で右手移動距離の最大であった男児 a の第 1 段階から第 3 段階までの右手移動軌跡を、図 5 から図 7 までに示す。図 5 に示した第 1 段階の右手移動距離は 1.83m、図 6 に示した第 2 段階の右手移動距離は 5.59m、図 7 に示した第 3 段階の右手移動距離は 8.61m であった。第 3 段階の右手移動平均加速度は  $4.08\text{m/s}^2$  であり、骨盤移動距離 3.63m、頭移動距離 4.17m、右肩移動距離 3.96m、右足移動距離 3.95m であった。

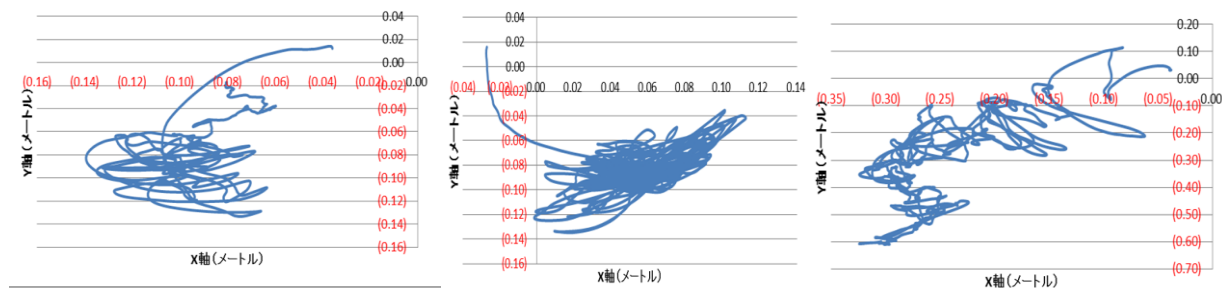


図 5 男児 a の第 1 段階の右手移動軌跡

図 6 男児 a の第 2 段階の右手移動軌跡

図 7 男児 a の第 3 段階の右手移動軌跡

Y 幼稚園で右手移動距離の最大であった 5 歳児男児 b の第 1 段階から第 3 段階までの右手の動きに関しては、第 1 段階の移動距離は 6.70m、第 2 段階の移動距離は 5.31m、第 3 段階の移動距離は 19.66m であった。第 3 段階の右手移動平均加速度は  $5.80\text{m/s}^2$  であり、骨盤移動距離 10.90 m、頭移動距離 11.10m、右肩移動距離 10.96m、右足移動距離 15.97m であった。

Y 幼稚園の 5 歳児の右手移動距離が著しく伸びていたのに対して、移動平均加速度については、F 幼稚園の結果と同様に、右足移動平均加速度の伸びが顕著であった。右手移動平均加速度は、第 1 段階から第 3 段階まで、他の測定部位における移動平均加速度よりも大きく、緩やかに増加していた。これは、Y 幼稚園の 5 歳児が、第 1 段階の活動時から、右手を多く使って音楽的諸要素の感受を表す動きをしていたことを示すものであると捉えられる。音楽的諸要素の認識を目的とした第 3 段階の活動においては、F 幼稚園児と同様に、音楽を聴いて自分なりのイメージを表現しようとして加速した動きが、右足移動平均加速度の変化に表れたものと考えられる。

#### IV 考察のまとめ

この研究では、2016 年度に 2 か所の保育園で始めた新型 MVN システムによる音楽的表現における身体的な動きの要素の定量的分析に基づき、新たに 2017 年度に同様の内容と方法で行った 2 か所の幼稚園での音楽的表現における身体的な動きの要素の定量的分析結果を合わせ、比較分析を通して、幼児期の音楽的表現における動きの変化に関する特徴を見い出そうとした。本稿では、それらの分析結果の中でも特徴的であった事項について取り上げて考察した。

それらの特徴は、特に 3 歳児と 5 歳児に関して、MEB プログラムの活動段階による、骨盤、右手、右足の動きに関する移動距離、移動平均加速度、動きの円滑性の変化に表れていた。MEB プログラムの実践過程の第 3 段階で、概していずれの測定部位の移動距離と移動平均加速度は増加していた。このことは、保育時間の異なる保育園と幼稚園でも同様であり、むしろ、MEB プログラムの実践過程が充実していたかという音楽経験の内容によるものと考察される。移動平均加速度と動きの円滑性は対立しがちであるにもかかわらず、その中でも K 保育園児は、移動距離、移動平均加速度および動きの円滑性の多くにおいて最大平均値を示していた。K 保育園児は、音楽的諸要素の認識を主な目的とする MEB プログラムの第 3 段階で、リズムやメロディ、音の強弱などの認識を、音楽の有する曲想やイメージと幼児自身のイメージとを一致させながら、特に右手の大きな動きで表現していたと考えられる。

その一方で、幼稚園と保育園とで分析結果に大きな差異があまり見られなかった中、右手移動平均加速度は、幼稚園で活動段階ごとに増加していたのに対して、保育園では第 3 段階で急に増加していた。また、右足の動きの円滑性は保育園児が幼稚園児よりも概して大きく、保育園で第 3 段階に減少しているのに対して、幼稚園では増加するという変化の仕方に差異が見られた。

さらに、平均値についてばかりでなく、個別データにも着目し、Y 幼稚園で右手の動きが大きかった園児のデータ例についても考察した。その結果、第3段階では、右手移動距離の著しい伸びと共に、右足移動平均加速度の伸びが顕著であり、音楽を聴いて自分なりのイメージを表現しようとして加速した動きが右足移動平均加速度の変化に表れたと考察された。

2018年度には、幼保連携型認定こども園の対象児に関しても、MVN測定と定量的分析によって多様なデータの取得と多面的な分析を行いつつある。今後は、機械学習を用いたモデル分類による音楽的表現の発達過程に関する評価方法の検討を、さらに進めていく必要がある (Sano 2018b)。

## 引用・参考文献

- 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.
- 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.
- Burger, B. et al. (2013b) Move the way you feel: Effects of musical features, perceived emotions, and personality on music-induced movement. Department of Music, University of Jyväskylä.
- Hannon, E., & Johnson, S. (2005) Infants use meter to categorize rhythms and melodies: Implications for musical structure learning, *Cognitive Psychology*, 50, pp.354-377.
- 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.
- 佐野美奈 (2012) 「3歳児による音楽経験の特徴の変容—音楽的表現育成プログラムの実践過程を通して—」『子ども研究』Vol.3, pp.34-41.
- Sano, M. (2013) Quantitative analysis about the educational effect of the music expression program, International Society for Music Education, *APSMER* (The 9th Asia-Pacific Symposium on Music Education Research), full-paper, no.39, pp.1-7.
- 佐野美奈 (2014) 「幼児の音楽的諸要素の認識に関する音楽テストの項目」『大阪樟蔭女子大学研究紀要』第4巻 資料 pp.67-74.
- Sano, M. (2017) Quantitative analysis of body movement in musical expression among three nursery schools in the different childcare forms utilizing 3D motion capture, *Information and Communication Technologies in the Music Field (ICTMF)*, Vol.7, nr.2, 2016, Media Musica, Central and Eastern European Online Library, pp.7-18.
- 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 (International)*, 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.
- Zenter, M., & Eerola, T. (2010) Rhythmic engagement with music in infancy, *PNA*, 107, 3, pp.5768-5773.

## 謝辞

研究協力園の皆様に感謝申し上げます。

MEXT/JSPS KAKENHI Grant Number 16K04579