

# 幼児のリズム同期測定法の検討：成人を対象とした実験から

茂 野 仁 美\*

## A Study of Method for Measuring Rhythmic Synchrony in Young Children: from Experiments for Adults

Hitomi Shigeno

---

【キーワード】 リズム同期, 測定方法, 成人, 幼児

Rhythm synchronization, Measurement methods, Adult, Children

### 1. 問題と目的

#### (1) はじめに

人が「音楽に合わせる行動」には、リズムに合わせる、音程を合わせる、他の音と調和のとれた音を出すこと（ハーモニー）がある。このうちリズムに合わせる「リズム同期」は、乳児と養育者の間でやり取りされるリズムカルなやりとりから始まっていて、初期の対人関係の構築やコミュニケーションと関わっていることが多くの研究から明らかにされてきている。先行研究からは、年少の幼児であれば「共振」する形の表現からリズムに合わせることが始まり、意識的な模倣を繰り返し、年齢とともに正確に知覚して運動をコントロールしてリズム同期へと発達していくと考えられる（茂野, 2019）。さらに大人と子どもの間におきる音楽やリズム遊びでの同期は、向社会性の発達に関わることが明らかになっている（Cirelli, 2014）。年長の子どもや、大人にとって、すでに音楽は意味を持つものであり、特別に演奏家のような音楽に深くかかわった職業でなくとも、作業をしながら鼻歌を歌うことや、回文のような言葉の語感にリズムをとらえ面白いと感じたり、選択的に好みのアーティストの演奏を聴いたりするなど、多くは日常的な行動に含まれている。しかし、乳児やごく初期の幼児にとって音楽は楽しいから行うものではなく、まずは養育者や保育者などすでに音楽が意味を持つものとして行動に組み込まれた他者からの働きかけによって音楽の存在を知っていく。その過程で、一つのコミュニケーション方法であることも経験的に知ることにもなる。一方、乳幼児の向社会性の発達に関わることが明らかにされていることに加え、近年、対人関係など社会性において偏りがみられる自閉症スペクトラム症児の障害の根本に、リズム同期の障害があることも指摘されている（佐藤, 2019）。

保育や教育の場においては、対人関係など社会性の側面で、保育者や教師が「気になる」と感じる子どもへの理解と対応がもとめられ、その対応についての実践研究は多くみられるようになっている。し

---

所属および連絡先

\* 大阪教育大学総合教育系特任講師・大阪千代田短期大学非常勤講師

かし、保育や教育の日常的な場面での音楽のリズムから「リズム同期」の様相については十分に明らかにされていない。本研究では、保育や教育の場で日常的に行われている音楽によるリズム遊びの場面により近い形で、人のリズム同期の様相をとらえるための実験方法について、先行研究が行ってきた方法を参考に、保育や教育の場で使用する楽器を用い、子どもにとって自然な操作でリズム同期を測定する方法を検討するため、成人での実験と検証を行うことを目的とする。

## （２）リズム同期の実験方法の動向

音楽のひとつの要素である「リズム」に同期することについては、様々な研究がなされているが、乳幼児を含めリズムに関わる行動を対象とした実験とその方法について、国内の研究では大きく分けて楽曲を使うものと、単純な音刺激による実験の２つに分けることが出来る。

まず１つ目の方法は、楽曲による実験である。水野（2012）は、幼児の段階での拍・リズムの群化・体制化処理の程度と、その他の音楽要素がどのように関与して音楽理解に至るのかを明らかにする実験において、「きらきら星変奏曲ハ長調 K265」（モーツァルト作曲）の実験者による生演奏を聴かせ、手拍子反応で計測している。被験児には、手拍子を電氣的パルスに変換する装置を付けた手袋を装着させ、時系列データをリアルタイムで読み取り、コンピュータ上に表示・保存する形で採取したという。その結果、３歳児は音楽理解の中でリズムの支配する割合が高く、それを手がかりに変奏内の音楽のまとまりに気づく、４歳児ではリズム・旋律の輪郭や調整が関与して音楽理解が図られ、変奏内の大楽節単位のまとまりまでを感じることができ、５歳児はリズム・旋律の輪郭・調性が複合的に作用し、拍やリズムの階層的なレベルでのグルーピングが行われ、変奏内の大楽節単位のまとまりまで感じ取ることができたと報告している。また、水野・安藤・吉田（2015）は、小学１年生から６年生の児童を対象に音楽的拍感の獲得について、水野（2012）と同様の装置で、実験者によるピアノの生演奏で「きらきら星変奏曲ハ長調 K265」を用いて実験を行った。音刺激に録画 DVD を用いず生演奏としたのは、生演奏で生じる演奏者の演奏リズムと聴取者の呼吸リズムの同調した音楽感受を可能にし、それによって子どものより自然な手拍子を発生させることができると考え採用したと説明されている。この実験の結果、小学校学習指導要領の音楽の全学年を通して指導する内容にある「拍の流れを感じ取りながら音楽に合わせて歌ったり演奏したりする」音楽的拍感は、小学校６年間で次第に定着し、さらに音楽の内容に沿って拍の間隔を変えながら音楽を感受する感覚も６年間で次第に定着していくと結論付けた。

２つ目の方法は、単純な音刺激による実験である。岡野・丹羽（1976）は、幼児のリズム反応の発達の検討を、リズムパターンの要素と、全体の学習のどちらが優先するのかについて明らかにすることを目的に実験を行った。３～６歳児を対象に 440Hz の純音で ♩ = 54 のテンポで３種類のリズムパターンをテープレコーダーから聴かせ、タッピングで表出させるものである。タッピングはブザー音となり、竹井式リズム反応測定器で機械的に記録される仕組みだという。この実験の結果、幼児は、リズムパターンを１つのまとまりとして大まかに把握したり、とらえやすい部分に注目したりして漠然ととらえ、知覚が分化するにつれ、その部分と全体の関係をも認知し正しく反応するに至ることが示された。菅・辻・菅・梅本（1985）らは、リズム構造の理解がある程度可能と予想される 5、6 歳児を対象に、リズムへの同期反応を分析し、リズムに関するスキームの形成の発達の検討の実験を行った。１拍が 1sec、半拍

が 500msec での種類のリズムパターンを提示し、被験者は直径約 4cm のボタンスイッチで、聞こえてくる音がどんなリズムがわかったら、ボタンを押し始めるように教示される。刺激、反応共にマイコンでの記録との説明であった。この結果、5、6 歳児のリズムに関するスキームの形成において、3 連続の半拍があることと、リズムが長いことで、反応することも同期することも難しいと考えられている。この中でリズムをある程度聴取してから反応する者のほうが反応においても同期に関しても成績が良い結果であったと報告された。吉田（2001）は、5、6 歳の幼児を対象に幼児にとって同期しやすいテンポの音とはどの程度のものであるか、テンポの異なる音に対して、個々の幼児の歩行のテンポはどのように変化するかを明らかにする実験を行った。電子メトロノームから発信される、1 分間に 80、95、110、125、140、155 の 6 種類のテンポ（bpm）の 440Hz の純音による聴覚刺激を与え、直線のコースの歩行をビデオ撮影で記録している。その結果、幼児は 80bpm と 95bpm では刺激音に対する歩行の同期が難しく 125bpm と 140bpm への同期は易しいことが示された。佐々木（2002）は、子どもの動作テンポ調整の発達的特徴を明らかにする実験を行った。一刺激音の持続時間約 8msec で 2kHz の純音を刺激音として、被験児は前方に置かれたレコーダーから聞こえる刺激音に合わせて、机の上に置かれた打叩盤を利き手でたたく。途中で音が聞こえなくなっても、そのまま同じ速さで続けて打叩を行うように指示が与えられた。一試行につき一種類の一定間隔で連続したものが提示され、その音刺激間隔は、9 種類であったという。記録はカセットテープレコーダーに録音したものを、音声周波数解析装置でデジタル化し分析に用いた。この結果、課題テンポ 500msec と 540msec は同期しやすいことを示唆している。また、3 歳を代表する年少の幼児ではテンポの提示がなくなると、自己の至適なテンポが有意になっていくことが推察できた。高橋・松山（2017）は、幼児と成人を対象にした、テンポの変化に対する同期課題の比較実験を報告した。5～6 歳の幼児と 20～22 歳の成人に、MIDI シーケンサー内蔵のピアノ音色のハ音（C3）でのクリック音に合わせ、ドラムパッドを利き手でタップすることを教示した。その記録は、同期刺激提示用の MIDI シーケンサーと演奏データ記録用の PC 上のシーケンサーは MIDI Sync によって同期させ、打叩データは PC 上のソフトに MIDI フォーマットで行っている。その結果、成人は同期におけるテンポの変化に比較的うまく追従でき、テンポの変化の方向に対しても頑健性を持っていると考えられるが、幼児ではテンポの速い方向に変化する場合には、幼児の追従能力には大きな個人差があり、変化の方向による差異の存在の可能性がある」と結論付けている。

### （３）活動の中のリズム同期

前節（２）で述べたリズム同期の実験方法の動向をまとめると、以下のような指摘が考えられる。まず、リズムに対する自然な反応を実験場面で扱う研究は少ない。幼児や児童にとって、音楽に合わせて手拍子を打つことは自然なことであっても、装置の付いた手袋を装着して手拍子を打つことは不自然なことである。子どもの生活する場面に近いとは言えない。リズムに合わせて楽器を打ち鳴らすことはあっても、打叩盤やボタンをタップすることや、その音がブザー音ということは日常で体験することではない。また、既存の音楽では、メロディやハーモニーも含まれていて複雑な音楽理解が必要であり、単にリズムだけに言及して考察することは難しいと考えられる。さらに、先行研究では、音楽的なリズムではなく、あるテンポやテンポの変化の追従性からリズム同期を検討している。保育場面や音楽の授業で

子どもの表現活動のひとつとして合奏などの指導をする際、保育者や教師はテンポではなく、楽譜から音楽の流れをもとに対面で指導を行うのが通常である。それらはたいていが、西洋音楽の形式に表記することができるものである。佐々木（2002）や吉田（2001）は手で打叩盤を叩くタッピングや歩行などについて、テンポの変化からリズム同期を調べているが、実際の保育や授業で取り組まれている手あそびや、リズムカルな動きを伴う体操やダンスでは、一定のテンポの中で、西洋音楽の表記に用いられる音の長さを表すさまざまな音符の組み合わせによって構成されているものである。同じテンポであっても、四分音符と八分音符で打ち鳴らした場合、同じテンポである指標が示されずに聞いた場合や、音楽の形式について知識を持たないのであれば、テンポのちがいとして知覚される。先行研究がテンポという視点から検討しているのであれば、それは四分音符や八分音符などの音価と同じではないと考えるのが妥当ではないか。

以上の先行研究をもとに、本研究では以下の2点について検討を行うことを目的とする。第一に、楽器や測定機器の構成、被験者に求める行動が、一般的な音楽のリズムを表現している実験方法の可能性を検討する。第二に、提示方法、提示リズムおよび音が進行していく過程での成人の反応から、幼児への実験方法の適用の可能性、分析方法について検討を行う。

## 2. 方 法

### （1）対象

対象は14名の成人と、10代の未成年1名である。年齢の内訳は、14歳が1名、18～20歳が11名、40～49歳が1名、70～79歳が2名である。

このうち5年以上の音楽に関わる経験のある者が9名、5年未満および経験のないものが6名である。

### （2）課題

条件1、条件2、条件3と3種類の提示リズムのすべてにおいて、冒頭では「今から聞こえてくる音のまねをして太鼓をたたきましょう。それでは用意。1、2、3、はい」という教示が実験者の声の録音や動画、対面で直接示された。被験者は提示リズムに自らの打叩を速やかに同期させ、素手で太鼓を打叩することが求められた。また、スピーカー、モニターと太鼓までの間隔はそれぞれ約70cm、対面の場合は実験者と被験者の太鼓の間隔が約70cmであった。

#### ①条件1：音源

実験者の太鼓の打叩音が録音された音源をスピーカー（Anker Soundcore Motion+）を通して再生する。概要図は図1のaである。実験者は筆者が行った。

#### ②条件2：映像

実験者の顔が映し出され課題の教示の語りかけと、打叩する手元は見えないが提示リズムの音が聞こえる動画をモニターで再生した。概要図は図1のbである。実験者は筆者が行った。

#### ③条件3：対面

実験者が対面でリズムを提示した。実験者の打叩する手元はつい立てで隠されており、被験者からは実験者の顔が見えているだけである。実験者は被験者と同じ太鼓を打叩するため、音に変化を持たせ聞き取りやすくすることを目的にマレットを用いて太鼓を打叩した。概要図は図1のcである。実験者は筆者が行った。

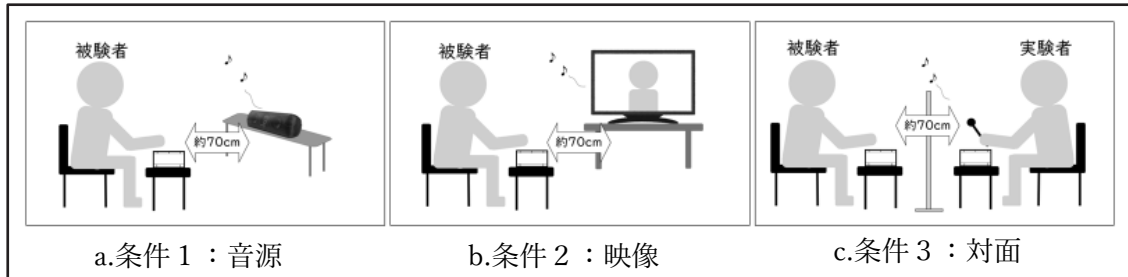


図1 条件1、条件2、および条件3の概要

### (3) 手続き

条件1、2、3の順番は、対象者を「条件1、2、3の順番で行うグループ」、「条件2、3、1の順番で行うグループ」、「条件3、1、2の順番で行うグループ」、「条件1、3、2の順番で行うグループ」、「条件3、2、1の順番で行うグループ」とランダム化し、提示方法が偏らないようにした。条件内で示す提示リズム3種類についても同じ順番とならないように、ランダムに提示した。

また、それぞれ一番目に行う条件実施の前には、対象者に太鼓の試打を実験者の打叩に同期させて行うように指示をし、その際、打叩音が後述するデジタルオシロスコープで検知することができているか確認を行った。オシロスコープでの検知が出来ない場合には、打叩の位置や音量について指示を出し、それを継続して打叩するように指示をした。その後、課題で上述した教示と合図を与え、実験を開始した。

条件1～3で提示したリズムは、♩=100 (BPM100) のテンポ、四分の四拍子で「二分音符」、「四分音符」、「八分音符」で構成されたものである。いずれも16音で構成されている。二分音符、四分音符、八分音符の各譜例を図2に示す。

### (4) 反応の記録方法

対象者には、小型の太鼓 (REMO RH501000 リズムクラブ・フロアタム) を利き手、素手で打叩するように教示した。太鼓の打叩位置は中心で、赤いシールで示されているものである。太鼓は、対象者が打叩しやすくなるよう椅子の高さに合わせた台の上に置いた。

太鼓の打叩面の裏の中心にはピエゾピックアップ (AD-35) を装着し、デジタルオシロスコープ (岩崎通信機製 DS-5414A) で電気信号として16音の位相を記録した。

同時に条件1と条件2は、録音の音源並びに動画からの音は、スピーカー (Anker Soundcore Motion+) にピエゾピックアップ (AD-35) を装着し、デジタルオシロスコープで16音の位相を記録した。

条件3では、被験者の太鼓だけでなく、実験者も太鼓の打叩面の裏にピエゾピックアップを装着した



太鼓を使用してリズムを提示し、オシロスコープで16音の位相を記録した。記録機材の構成について、図3に示す。

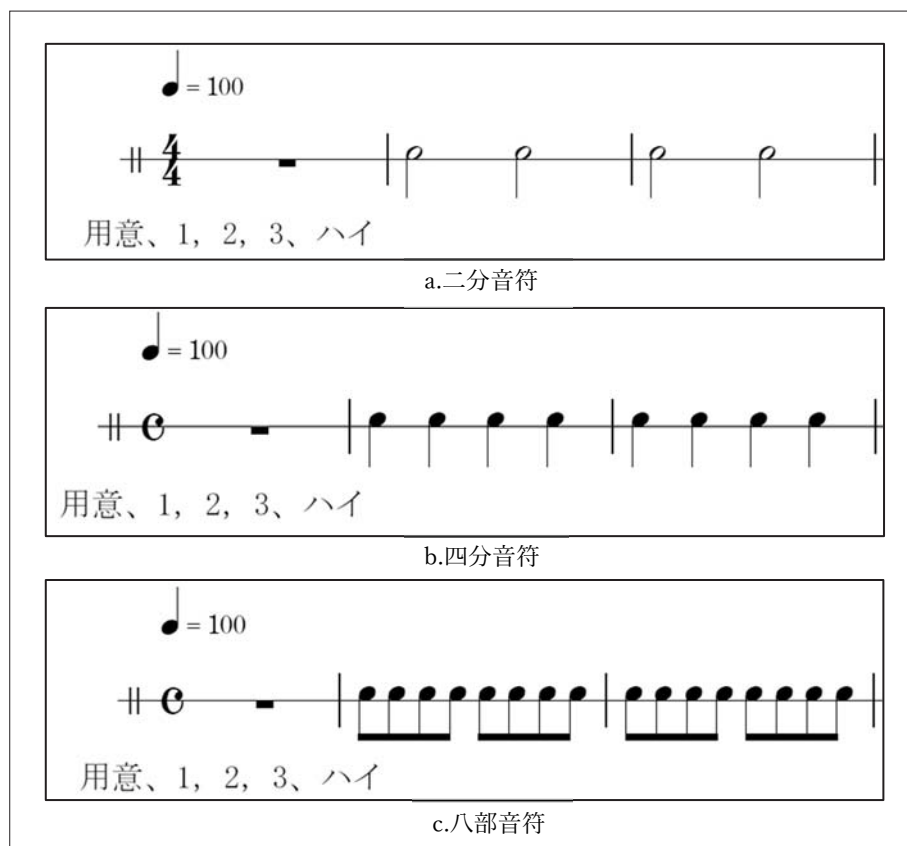


図2 提示リズムの譜例

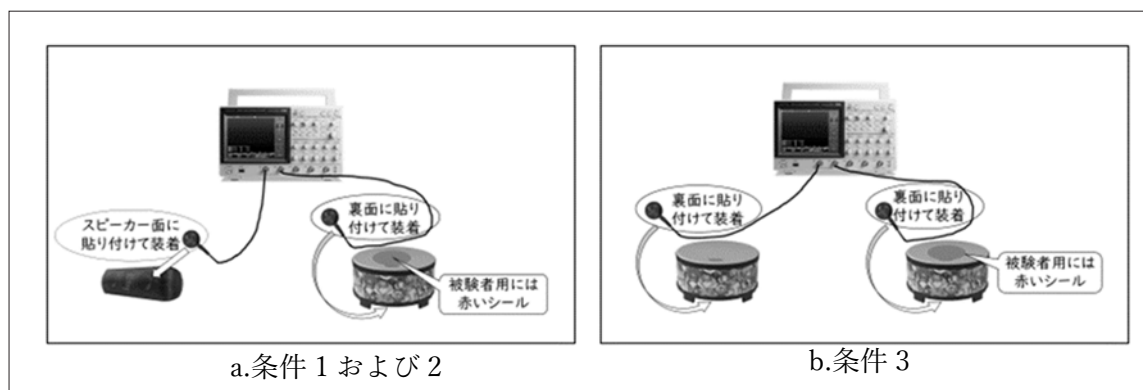


図3 機材構成

## (5) 分析方法

提示音と被験者の打叩音は、デジタルオシロスコープで音を電気信号の波形で記録することとした。提示音と被験者の打叩の同期および先行と遅延は、オシロスコープ上ではそれぞれ別のチャンネルで計測され図4の概略図のように示される。波形ごとに提示音と被験者の打叩音が記録された時間の差(msec)の計測を行った。a1とa2は提示音に対して被験者の打叩が遅延しているため「+」として、b1とb2の場合は被験者の打叩が先行しているため「-」で計測した。

さらに提示リズムは二分音符は2音、四分音符は4音、八分音符は8音で1小節が構成されている。試行開始1音目から順に4音ずつで区切り、1試行を4つのパートに分けて絶対値による平均値（msec）を求め分析を行った。

それぞれ、音の進行の順に1群目、2群目、3群目、4群目と呼称する。また、各条件において被験者は連続して提示される16音を聴き取り同期することが求められている。音楽心理学においては、リズムは端的に且つ全体として知覚されるものとされている。さらに、音列の初頭付近で後のリズムを知覚するための枠組みが与えられる履歴効果がある（中島, 1994）。このことから、本研究においても16音のうちの初頭にリズムを知覚し枠組みが与えられて以降では同期させることが容易になることが予想される。そこで、16音を構成している最終盤となる4群目の提示音と被験者の打叩の差（msec）の平均と1群目、2群目、3群目それぞれの平均との差を求め、分析に用いることとした。また、本研究で対象とした被験者のうち音楽経験のある者と音楽経験のない者についても違いがあるかどうか検討を行うこととした。分析にはSPSS Statistics26を使用した。

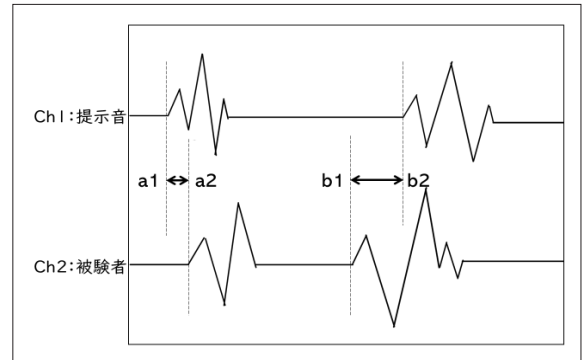


図4 提示音と被験者の打叩の波形概略

### （6）倫理的配慮

被験者には、本研究の目的、調査方法、研究参加への自由意志の確保、不参加または途中で参加撤回による不利益がないこと、収集した個人情報番号・記号に置き換え、個人を特定できない様式で分析を行うこと、データの保管方法、研究の公表について、書面と口頭での説明を行った。また参加にあたっては同意書への署名による同意を得たうえで、研究を実施した。

## 3. 結 果

条件1、2、3での打叩の結果について、二分音符、四分音符、八分音符での各提示リズムを各群目ごとに時間差の平均（msec）を絶対値への変換を行い、標準偏差を求めた。表1に示した。

次に、4群目の時間差（msec）の平均と各群目の時間差（msec）の差の平均と標準偏差を求めた。表2に示した。

提示リズムに対する被験者の打叩の時間差、4群目と各群目の時間差、それぞれについて、提示リズム、リズムの提示方法、音の進行を個人内要因として、繰り返しのある分散分析を行った。この際、Mauchlyの球面性検定において、音の進行での球面性の仮定が棄却された。自由度の修正のためHuyuh-Feldtの $\epsilon$ による補正を自由度が1より大きい反復測定F値の検定に用いて行った。その結果、提示方法  $F(1.608, 22.509) = 0.123, ns$ 、提示リズム  $F(1.989, 27.847) = 0.284, ns$ 、音の進行  $F(1.095, 15.330) = 18.856, p < .01$  となり、主効果で有意差が見られたのは音の進行のみであった。1次の交互作用については提示方法×提示リズム  $F(3.782, 52.948) = 0.877, ns$ 、提示方法×音の進行

$F(2.352, 32.935) = 0.269$ ,  $ns$ 、提示リズム×音の進行  $F(2.561, 35.849) = 1.405$ ,  $ns$  であり有意差は得られなかった。2 次の交互作用についても提示方法×提示リズム×音の進行  $F(4.679, 65.500) = 1.439$ ,  $ns$  となり、有意ではなかった。

表1 提示リズムに対する被験者の打叩の時間差 (msec) の平均と標準偏差 (n=15)

|      |     | 条件1 (音源) |               | 条件2 (映像) |               | 条件3 (対面) |               |
|------|-----|----------|---------------|----------|---------------|----------|---------------|
|      |     | <i>M</i> | ( <i>SD</i> ) | <i>M</i> | ( <i>SD</i> ) | <i>M</i> | ( <i>SD</i> ) |
| 二分音符 | 1群目 | 40.1     | 75.7          | 82.1     | 91.5          | 41.3     | 67.5          |
|      | 2群目 | 56.7     | 148.7         | 56.2     | 69.9          | 14.0     | 55.5          |
|      | 3群目 | 53.3     | 155.2         | 34.0     | 83.5          | 22.8     | 65.1          |
|      | 4群目 | 67.3     | 152.8         | 38.3     | 92.6          | 33.3     | 64.1          |
| 四分音符 | 1群目 | 76.5     | 105.3         | 65.8     | 91.1          | 51.6     | 95.2          |
|      | 2群目 | 4.3      | 37.9          | 14.2     | 50.9          | 5.0      | 17.3          |
|      | 3群目 | -13.7    | 38.7          | 7.7      | 56.7          | 1.8      | 26.3          |
|      | 4群目 | 9.7      | 21.1          | 21.0     | 47.5          | -2.0     | 20.6          |
| 八分音符 | 1群目 | 76.4     | 70.3          | 47.4     | 73.3          | 116.2    | 65.5          |
|      | 2群目 | 23.6     | 37.4          | 22.7     | 34.9          | 18.3     | 34.3          |
|      | 3群目 | 16.5     | 16.3          | 19.0     | 29.5          | 5.0      | 22.9          |
|      | 4群目 | 2.7      | 15.7          | 9.5      | 13.3          | 2.8      | 14.5          |

表2 4 群目と各群目の時間差 (msec) の差の平均と標準偏差 (n=15)

|      |     | 条件1 (音源) |               | 条件2 (映像) |               | 条件3 (対面) |               |
|------|-----|----------|---------------|----------|---------------|----------|---------------|
|      |     | <i>M</i> | ( <i>SD</i> ) | <i>M</i> | ( <i>SD</i> ) | <i>M</i> | ( <i>SD</i> ) |
| 二分音符 | 1群目 | 71.1     | 107.9         | 70.9     | 83.4          | 50.8     | 38.2          |
|      | 2群目 | 23.0     | 13.8          | 34.5     | 21.6          | 42.1     | 34.5          |
|      | 3群目 | 24.7     | 15.9          | 29.3     | 25.3          | 28.0     | 23.3          |
| 四分音符 | 1群目 | 91.3     | 84.1          | 71.1     | 66.0          | 74.6     | 79.4          |
|      | 2群目 | 22.7     | 17.4          | 18.4     | 16.2          | 18.3     | 13.8          |
|      | 3群目 | 33.4     | 19.2          | 21.1     | 15.9          | 21.5     | 23.7          |
| 八分音符 | 1群目 | 58.7     | 69.3          | 58.7     | 51.7          | 96.0     | 73.2          |
|      | 2群目 | 31.9     | 32.1          | 27.2     | 26.8          | 25.5     | 22.0          |
|      | 3群目 | 16.5     | 13.0          | 17.5     | 23.7          | 11.2     | 12.8          |

単純主効果での有意差の見られた音の進行について Bonferroni 法での多重比較を行った結果、1 群目と 2 群目および 1 群目と 3 群目において有意差が認められた、2 群目と 3 群目では有意差が見られなかった。

さらに、被験者の音楽経験の有無と 4 群目の時間差 (msec) の平均と標準偏差を求めた。表 3 に示した。4 群目と各群目の時間差について、個人間要因として音楽経験の有無、個人内要因として刺激提示方法、提示リズム、音の進行で繰り返しのある分散分析を行った。Mauchly の球面性検定においては音の進行での球面性の仮定が棄却されたため、自由度の修正のため Huyuh-Feldt の  $\varepsilon$  による補正を



自由度が1より大きい反復測定のF値の検定に用いて行った。結果、 $F(1.000, 13.000) = 0.607$ ,  $ns$ であり音楽経験の有無の主効果は有意な差はなく、提示方法の主効果は $F(1.754, 22.805) = 0.146$ ,  $ns$ 、音楽経験有無×提示方法の交互作用は $F(1.754, 22.805) = 0.115$ ,  $ns$ で有意差は見られなかった。また、提示リズムの主効果は $F(2.000, 26.000) = 0.243$ ,  $ns$ 、音楽経験有無×提示リズムの交互作用は $F(2.000, 26.000) = 0.133$ ,  $ns$ で有意差は見られなかった。さらに音の進行の主効果は $F(1.193, 15.512) = 19.419$ ,  $p < .01$ であり、こちらは有意差のみられる結果であった。なお、音楽経験有無×音の進行の交互作用は $F(1.193, 15.512) = 0.814$ ,  $ns$ で有意差は見られなかった。

年齢についての検討は、検討に十分なサンプル数ではなかったため、行っていない。

表3 音楽経験の有無と4群目と各群目の時間差(msec)の差の平均と標準偏差(n=15)

|                     |      |     | 条件1 (音源) |             | 条件2 (映像) |             | 条件3 (対面) |             |
|---------------------|------|-----|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|
|                     |      |     | <i>M</i> | <i>(SD)</i> | <i>M</i> | <i>(SD)</i> | <i>M</i> | <i>(SD)</i> |
| 音楽経験<br>あり<br>(n=9) | 二分音符 | 1群目 | 42.5     | 38.5        | 51.0     | 41.7        | 51.3     | 38.5        |
|                     |      | 2群目 | 23.3     | 13.4        | 38.1     | 24.2        | 46.6     | 37.3        |
|                     |      | 3群目 | 28.1     | 16.3        | 36.7     | 29.2        | 26.2     | 26.2        |
|                     | 四分音符 | 1群目 | 81.5     | 59.1        | 78.3     | 80.5        | 75.2     | 91.5        |
|                     |      | 2群目 | 22.8     | 17.7        | 13.5     | 15.8        | 18.6     | 15.3        |
|                     |      | 3群目 | 34.5     | 22.3        | 19.2     | 11.3        | 17.2     | 24.2        |
|                     | 八分音符 | 1群目 | 63.1     | 66.5        | 49.8     | 39.8        | 79.9     | 60.9        |
|                     |      | 2群目 | 24.4     | 29.1        | 25.6     | 26.5        | 27.5     | 26.3        |
|                     |      | 3群目 | 18.1     | 15.6        | 20.0     | 28.9        | 8.6      | 9.4         |
| 音楽経験<br>なし<br>(n=6) | 二分音符 | 1群目 | 113.9    | 163.0       | 100.8    | 122.1       | 50.1     | 41.3        |
|                     |      | 2群目 | 22.5     | 15.7        | 29.2     | 17.9        | 35.3     | 31.9        |
|                     |      | 3群目 | 19.6     | 15.2        | 18.3     | 13.9        | 30.8     | 20.2        |
|                     | 四分音符 | 1群目 | 105.8    | 117.4       | 60.3     | 39.9        | 73.8     | 65.1        |
|                     |      | 2群目 | 22.5     | 18.5        | 25.8     | 15.0        | 17.9     | 12.6        |
|                     |      | 3群目 | 31.6     | 15.0        | 23.9     | 22.1        | 27.9     | 23.6        |
|                     | 八分音符 | 1群目 | 52.1     | 79.4        | 72.1     | 67.7        | 120.1    | 89.0        |
|                     |      | 2群目 | 43.3     | 35.6        | 29.6     | 29.6        | 22.5     | 15.2        |
|                     |      | 3群目 | 14.2     | 8.6         | 13.8     | 14.1        | 15.0     | 17.0        |

#### 4. 考 察

本研究は、保育や教育の場で日常的に行われている音楽によるリズム遊びの場面により近い形で、人のリズム同期の様相について検討するための実験方法について、成人を対象に機材の構成のあり方、刺激の提示方法、分析方法について検討を行った。

本実験においては、提示される16音を試行開始1音目から順に4音ずつで区切り、1試行を4つのパートに分けて平均値を求め分析を行った。また、各条件において被験者は連続して提示される16音を聴き取り同期することが求められた。この提示される16音がどのリズムで提示されるかを理解し、同期させるまでには時間を要することが予想される。つまり16音のうちの後半に進むごとに同期させ

ることが容易になることが予想されるため、4 群目の時間差 (msec) と 1 群目、2 群目、3 群目それぞれの時間差の平均との差を求め分析を行った。

その結果、3 種類の提示リズム、3 種類の提示方法において、被験者の打叩の反応に特徴の違いは認められなかった。また、音楽経験の有無による違いも認められなかった。一方、音の進行につれて提示リズムへの同期が容易となっていき、いずれの提示リズム、提示方法においても 2 群目以降つまり、5 音目以降では同期もしくは、同期に近いタイミングでの打叩が可能であることが示唆された。吉岡・石倉 (1987) によると、成人への聴覚刺激に対する発声応答並びにタッピング応答の実験で、反応時間は応答の回数の経過に応じて徐々に短縮し、0msec に収束すると述べられている。リズム速度によって多少の異なりはあるが最初の 2~3 打で急速に短くなり、4~5 打目には反応時間に大きな変動はなく落ち着き始めるとも述べている。本研究の方法においても、1 群目の 4 音のうちに音列の初頭付近でのちのリズムの枠組みが与えられる履歴効果が働き 5 音目以降の同期もしくは、同期に近いタイミングでの打叩が可能となったことが確認され、吉岡ら (1987) の結果と一致するものと言える。

成人のリズムへの同期について、西・多田・曾根 (2003) のインターネット環境を用いた音楽セッションにかかわる実験では、30msec 以内の遅延においては演奏者が遅延のあることすら認識せず、かつ演奏も正常に行うことができ、30msec から 50msec 程度の遅延であれば、遅延があることは認識しているが、演奏は可能であると述べられている。本研究ではいずれの提示方法、提示リズムにおいて、2 群目以降の被験者の打叩との時間差 (msec) の平均を見ると、四分音符と八分音符で 30msec を下回っている。一方で二分音符では 2 群目以降でも 50msec を上回っている。本研究の各提示リズムは ♩=100 (BPM100) のテンポで提示しているが、一つの音の立ち上がりから次の音の立ち上がりまでの間隔を時間に置き換えると、二分音符が 1200msec、四分音符が 600ms、八分音符が 300ms となる。吉岡ら (1987) の実験において 2600msec の速度から徐々にリズムとして捉えはじめる速度であるとしている根拠として、与えられる音がリズムとして知覚されるのは、およそ 2.5sec であること (Wundt, 1874)、「普通」と認識するのは 0.64sec であり、「ゆっくり」と認識するのは 1.07sec であること (Vierordt, 1868) を挙げている<sup>(注)</sup>。これらをふまえると ♩=100 (BPM100) のテンポで提示した二分音符での音の立ち上がりから次の音の立ち上がりまでの間隔が 1200msec であるので、1.07sec の「ゆっくり」をさらに上回る非常にゆっくりとして知覚されることになる。しかし、Nakajima, Shimojyo, & Sugita (1980) によると、二つの短音のみを提示した場合、その間隔がおよそ 150-2000ms の範囲にある時に、鮮やかなリズムの印象が生ずると述べられている。このことから、リズム構造として知覚はできるが、同期させて打叩を調整するには難しさが伴うのではないだろう。

では、この二分音符のリズムを幼児での条件として適用する場合は適切であるかということを検討する必要がある。吉田 (2001) の研究では、幼児は BPM80 や 95 のテンポに同期させて歩行することは困難であり、反対に BPM125 と BPM140 では容易であったと報告している。BPM80 は一つの音の立ち上がりから次の音の立ち上がりまでの間隔が 750msec となり、BPM95 では 631.58msec となる。容易であったとされる BPM125 は 480msec、BPM140 は 428.57msec となる。また、佐々木 (2002) は幼児を対象に行った利き手で打叩盤タッピングする研究では、500msec と 540msec での同期のしやすさが示唆されたと述べている。これらのことから、幼児に対して行う場合は、本研究の二分音符のリズ

ムは難しいことが予想される。一方で、子どもが幼児期からリズム構造として「ゆっくり」を理解し同期を試みようとした場合の反応を検討することは、さまざまな幼児期の音楽的活動の題材の適応の仕方を示唆する可能性もあると言えるため、条件の決定にあたっては検討が必要である。

本研究の各条件での反応について、個人の結果でみると提示リズムに対して、先行して打叩している場合もあれば遅延して打叩している場合もある。おおむね提示リズムに同期させて打叩しようという意識を働かせて打叩しているといえる結果であった。しかし、被験者を個々に見た場合、特に二分音符の打叩において1名、同期が困難な者が見られた。四分音符や八分音符においては、この被験者が特に同期が困難ということではなかったが、この被験者の同期の困難さへの検討は十分に行えていない。幼児を対象とした場合であればさらに、同期の困難さのある者が見られることが予想されるため、個別に検討を行うことも視野に入れておく必要がある。

本研究は成人を対象として、楽器や測定機器の構成、被験者に求める音楽のリズムを表現する行動での実験方法の検討と、提示方法、提示リズムおよび音が進行していく過程を分析し、幼児への実験方法の適用の可能性を明らかにすることを目的に実施した。本研究で使用した楽器や測定機器の構成については、実験が可能であり、被験者へのリズムの提示方法や提示したリズムでの実行が可能であると考えられた。その結果、成人に適用した方法は幼児に対するリズム同期の実験でも適用可能であることが明らかとなった。ただし、幼児に対して行う際は、成人より身長等の身体的発達の個人差に留意して、太鼓を設置する台等を検討する必要があるであろう。

#### <注>

吉岡・石倉（1987）によると成人への聴覚刺激に対する発声応答並びにタッピング応答の実験で、2600msecあたりから徐々にリズムとして捉えはじめる「非常に遅い」あるいは「リズムの消失」の長さにはほぼ一致している根拠として、以下の古典的研究を引用している。

Vierordt, K. (1868). *Der Zeitsinn nach Versuchen*, Tübingen.

Wundt, W. (1874). *Grundzüge der Physiologische Psychologie*. Engelmann, Leipzig,

#### <引用文献>

Cirelli, L. K, Wan., S.J, &Trainor, L.J. (2014). Fourteen-month-old infants use interpersonal synchrony as a cue to direct helpfulness. *Phil. Trans. R. Soc. B* 369, 1-8.

水野伸子（2012）. 音楽鑑賞時の手拍子反応に見る幼児の音楽理解. *日本教育工学会研究報告書*, 12, (3), 153-160.

水野伸子・安藤久夫・吉田昌春（2015）. 児童の音楽的拍感の獲得：授業行動分析装置改良に伴う手拍子情報直接取得により. *岐阜女子大学紀要*, 44, 53-61.

Nakajima, Y. & Shimojyo, S. & Sugita, Y. (1980). On the Perception of Two Successive Sound Bursts. *Psychological Research*, 41, 335-344.

西堀佑・多田幸生・曾根卓朗（2003）. 遅延のある演奏系での遅延の認知に関する実験とその考察. *情報処理学会研究報告*, 127, 37-42.

- 岡野満里・丹羽劭昭（1976）. 幼児のリズム・パターンへの同期に関する発達的研究. *体育学研究*, 20（4）, 221-230.
- 佐々木玲子（2002）. 子どものリズムカルな運動の調整能の発達について. *慶応義塾大学体育研究所紀要*, 41, 1-14.
- 佐藤徳（2019）. 2章：共同行為：二人の身体と心をつなぐ行為の仕組み. 日本児童研究所（監修, 藤田博康 他編）. *児童心理学の進歩 2019 年版*, 28-51. 金子書房.
- 茂野仁美（2019）. 乳幼児保育におけるリズムへの同期の発達過程に関する文献研究. *大阪総合保育大学紀要*, 14, 85-96.
- 菅眞佐子・辻斉・菅千索・梅本堯夫（1985）. 幼児におけるリズム同期反応の分析. *日本教育心理学会第 27 回総会 発表論文集*, 212-213.
- 高橋範行・松山貴実（2017）. 幼児のリズム表現を支える同期能力の発達：突発的なテンポ変化に対する追従性. *愛知県立大学教育福祉学部論集*, 66, 67-73.
- 吉岡博英・石倉充紀（1987）. 聴覚・視覚への繰り返し刺激に対する反応時間の変化について. *音声言語医学*, 28, 228-8.
- 吉田和人（2001）. 幼児の歩行における同期に関する実験的研究：いろいろなテンポの聴覚刺激に対して. *日本生理人類学会誌*, 6（2）, 43-48.