

# フットタッピングによるテンポ同期の実験研究

—タッピングの精度に着目して—

愛知教育大学 新山王 政 和

## 研究の背景と問題の所在

子どもの音楽活動において、演奏経験の多寡とは無関係に、自然発生的にフットタッピング（演奏中の足踏み行為）が生ずることはよく知られている<sup>(1)</sup>。アメリカの指導法には、基礎の段階に限定して、拍やリズムの確認のために、あるいは一貫したテンポを維持するために意図的にフットタッピングを使用する場合もみられるのだが<sup>(2) (3) (4)</sup>、日本においては教師によってこの行為が指導されることは稀であろう。それにもかかわらず、特に合奏において頻繁にこのフットタッピングが生じてしまうのはなぜなのか、何かこの行為を行わなければならない理由が存在するのか、またこれに対しては単純にその行為をやめさせただけでよいのか、教師自身もその対処について非常に混乱し、苦慮していることが分かった。前回の研究では、なぜこの行為が生じてしまうのか、アンケート調査の結果と音楽テストの結果を照合することによって、フットタッピングを行ってしまう子ども自身の意識と基礎的な音楽能力の関係について分析を試み、その結果を次の4点に整理して報告した<sup>(5)</sup>。少し長くなるが、その骨子について箇条書きに要約して記しておきたい。

- ①合奏中にフットタッピングを頻繁に行う子どもは、それを行わない子どもに比べて、基礎的な音楽能力の劣る傾向がみられた。
- ②個人で演奏する時にフットタッピングをしないと一定のテンポ（拍間）を維持することのできない子どもは、そうでない子どもに比べて、基礎的な音楽能力の劣る傾向がみられた。
- ③フットタッピングをした方が“正確に演奏できる”と感じている子どもは、そうでない子どもに比べて、基礎的な音楽能力の劣る傾向がみられた。
- ④フットタッピングをした方が“安心して演奏できる”と感じている子どもは、そうでない子どもに比べて、基礎的な音楽能力の劣る傾向がみられた。

つまり、演奏中に生じたフットタッピングは、単に癖や惰性によるものばかりではなく、少なくとも子どもの意識の面からは、その背後に基礎的な音楽能力の優劣が介在している可能性を否定できないことが確認された。

ところで、このフットタッピングと楽器演奏上の諸要素の関係については、M. A. Pierce が次のような興味深い実験研究を行っている<sup>(6)</sup>。なお、各実験はMM=80, MM=92, MM=69の3種類のテンポで行われている。被験者は、中学校バンド・プログラム（吹奏楽クラス選択者）において管楽器を選択している子どもで、初級、中級、上級の各演奏レベルから抽出された64名である。

- ①個人演奏時の“テンポの正確さ”（tempo accuracy）とフットタッピングの間には、重要な関係が確認された。（ $p < 0.001$ 、評価基準は、テンポが1/4拍以内に保持できるか、各小節ごとに評価。）
- ②個人演奏時の“リズムの正確さ”（rhythm accuracy）とフットタッピングの間には、重要な関係はなかった。（評価基準は、全てのリズムの関係がミス無しで演奏されるか、各小節ごとに評価。）

③個人演奏時の“音符の正確さ” (note accuracy) とフットタッピングの間には、重要な関係はなかった。(評価基準は、全てのピッチがミス無しで演奏されるか、各小節ごとに評価。)

さらに Pierce は、テンポは明白に、また重要にフットタッピングと関連づけられた楽器演奏上の唯一のアスペクトであり、“リズムの正確さ” と “音符の正確さ” に関しては、フットタッピングの行為とは重要には関連づけられていないということを報告している。つまり、子どもの意識に反して、あるいはアメリカでの指導法の意図に反して、仮にフットタッピングをしながら演奏したとしても、必ずしもそれによってリズムや音符は正確にはなり得ないことを示唆していることになる。なお“テンポの正確さ”、“リズムの正確さ”、“音符の正確さ”の各変数についての詳細は、文末の「注および引用文献」に原文を引用しているので参照されたい。<sup>(7)</sup>

また D. L. Walters は、パーソナル・テンポに関する実験研究を行い、音楽に体の動きを一致させる能力について次のように報告している<sup>(8)</sup>。被験者は、幼稚園から小学校3年生までの子ども237名からなる母集団より無作為に抽出された96名である。彼は、まず全ての被験者に次の4種類のテストやアンケートを実施し、その結果に基づいて被験者を男女別にそれぞれ4段階のグレード・レベルに分けた上で実験と分析を行っている。

①ドレイクの音楽能カテストの中からリズムに関するサブ・テストの部分。

②James Froseth によって、この実験のために開発された「音楽のテンポに対する筋運動感覚の反応テスト (the Primary Measure of Kinesthetic Response to Tempo in Music)」結果を安定 (stability) させるために2回実施された。

③膝打ちによるパーソナル・テンポのテスト。時間をおいて4回行われた。

④実験以前の音楽的影響の程度を調べるための短いアンケート。

そして、あるテンポで演奏された音楽に体の動きを一致させる能力について、次のように整理している。

a) より高いグレード・レベルの子どもほど、よりすぐれている。

b) 男女差とは無関係である。

c) リズムに関する才能 (rhythmic aptitude) が高い子どもほど、よりすぐれている。

d) 事前によりよい音楽的影響を経験した子どもほど、よりすぐれている。

以上の先行研究の報告について、小学校、中学校、養護学校高等部の各音楽科教諭と議論した際に、そのフットタッピングの行為そのものの精度、つまりフットタッピングのタイミングの正確さの問題が新たに浮上してきた。なぜなら、先行研究によって“テンポの正確さ”との間に重要な関係が確認されているフットタッピングそのものが、もし本当に正確なタイミングで行われており、その助けによって演奏にもよい結果が得られるのであれば、タップ音やタップの動作による周囲の演奏者に対する影響さえ解決すれば、足踏み行為そのものの有無はさほど重要な問題にはならないと思われたためである。そこで今回の実験研究においては、子どもの足踏み行為の正確さ、つまりフットタッピングのタイミングの“ずれ”が実際にはどのようになっているのか、“Known to be True”でもあるこの問

題について、メトロノームで示されたテンポにフットタッピングを一致させるというテンポ同期の実験を手がかりにして、“演奏中の足踏み”という一現象を事実として確認し直すことを試みた。よって本論は、フットタッピングという音楽行動を分析的な視点から再検証した基礎研究であり、一資料として臨床研究においてもその根拠となり得るよう、確認された事実を整理して報告したものである。

## フットタッピングの分類

本研究ではどのような種類のフットタッピングを問題にしているのかを明確にしておくために、この足踏みの行為について次のように整理した。

まず、一般的に楽器演奏中のフットタッピングのスタイルは次の3種類に分けられ、総じて音楽的経験を多く積んだ熟練者になるほど、床に叩きつけてタップ音（足音）を発生する必要がなくなり、さらにその行為の動作そのものも小さくなる。

- ①踵を床につけて足の裏で床を叩いてタップするものや、踵を支点にして足を上下させるが足の裏は床につけないでタップ音も鳴らさないもの。
- ②足の指先を床につけて踵で床を叩いてタップするものや、足の指の付け根を支点にして足を上下させるが踵は床につけないでタップ音も鳴らさないもの。
- ③足の裏全体を床につけた状態で、親指を中心にして足の指だけを動かすもの。

なお今回の実験では、フットタッピングのスタイルは自由としたが、結果的には全ての被験者が①の踵を支点にするスタイルでタップを行った。

さらに前回の研究結果に基づいて、これらのフットタッピングを子どもの意識とその行為への依存の程度により、質的に異なる次の2種類に分類する。

- ①身体表現の一つの種類として、あるいは一部として現れたもので、自らの意志によってその有無を制御することができるもの。
- ②体の一部分を動かすことによって自らの演奏をコントロールし、演奏のテンポ（拍間）を保持するための手段の一つとして現れたもの。

そして、これら2つの種類のフットタッピングは、厳密に区別して取り扱われなければならない。これまでの研究や指導上の混乱の多くは、これらの子どものフットタッピングを単に一つの種類のものとして取り扱い、同じ次元で論じようとしたために生じたものであると考えられる。そして今回の研究で取り上げているのは、楽器演奏上、特に合奏において問題となる②の種類フットタッピングである。よって、自らの意志によってタップを踏みながら演奏するジャズ演奏者のスタンツやステップング等については、本論の研究対象には含めていない。

## テンポ保持の能力とテンポ同期の能力

今回の研究において、メトロノームで示されたテンポにフットタッピングを一致させるというテンポ同期の能力に着目したのは次の理由による。プロの演奏家や音楽大学の学生等の場合には、個人の

レベルにおいて正確なテンポを保持し制御する能力、すなわちテンポ保持能力が重視され、演奏上不可欠な能力の一つとして必要になるであろう。ちなみにこのテンポ保持の能力については、先行研究によって次のことが明らかにされている<sup>(9)(10)(11)</sup>。長くなるがその要旨を引用する。「音楽演奏者は自らの音楽的表現を行うために、正確に身体運動を制御する能力を有すると考えられる。音楽演奏者の基礎的な時間的制御能力を測定するため、中程度のピアノ演奏能力を有する音楽専攻学生に等間隔タッピングを行わせ、その時間間隔ゆらぎを測定した。その結果、等間隔タッピングの時間的制御に、過去約 20tap の時間間隔を保持する記憶機構が介在することが示唆された。～略～熟練したピアノ奏者は、非熟練者や非音楽者よりもゆらぎが小さかった。」つまり、音楽演奏時の時間的制御能力の臨界周期は約 20tap であり、これをもとにして次の新たな周期が制御されること。そしてその制御能力は訓練によって向上することが確認されている。しかし一般の子どもの場合には、このような個人のレベルにおける厳密なテンポ保持の能力も必要ではあるものの、それよりはむしろ自分の演奏テンポを適切に修正しながら、指揮者より示されたテンポや周囲の演奏に一致させていく能力の方が現実的問題としてより重要であろう。よって、本研究においてはテンポを同期させる能力、つまりメトロノーム音にフットタッピングを一致させる能力を手がかりにして分析を進めた。

## 実験の手続き

具体的な実験の方法は次のとおりである。まず、被験者は一人ずつメトロノーム音を聞いた上で、自由にフットタッピングを開始し、メトロノーム音を聴きながら約 50 タップにわたって足踏みを行い、その様子は全て VTR に記録された。その中から初めの 5 タップを除いた 6 タップ目からの 35 タップ分について、メトロノーム音と足が着地した時間の差、つまりタップのタイミングの“ずれ”を一つずつ測定した。実験中のタッピングの回数については「同期反応の成立は早く、通常の場合 3 タップ目から達成される。」<sup>(12)</sup>という報告、および前述した「音楽演奏時の時間的制御能力の臨界周期は約 20tap である。」<sup>(13)</sup>という報告を参考にしている。実験のテンポは「時間間隔が 400ms から 800ms の時に同期は最も規則的であり、～略～音と音の間が 200ms から 1800ms の時に同期が可能であるといえる。」<sup>(14)</sup>という報告、および「自己固有のリズムは約 0.56 秒である。」<sup>(15)</sup>という報告を参考に、MM=66 と MM=108 の 2 種類を設定した。また実験中、被験者がメトロノームの振り子の動きを見てタイミングの見当をつけてフットタッピングをすることのないように、メトロノームは被験者から見えない位置に置いた。分析の最小単位は 1/30 秒、つまり約 33.3 ミリ秒(ms)である。実験の対象は公立中学校オーケストラ部に所属する 1 年生で、最終的な有効被験者数は 32 名である<sup>(16)</sup>。

## 分析の手続き

分析は、次に記した 3 項目のデータと 4 つの補助的なデータを併用して行った。なお、これらのデータは文末の「資料・被験者のデータ一覧表」にまとめてある。一覧表の各データは、各欄の上段がテンポ MM=66 の結果を、下段がテンポ MM=108 の結果を表している。

①分散：メトロノーム音と被験者の足の裏が床に着地した時点（以下、タップ点と略す。）とのタイ

ミングの“ずれ”の変動の様子（バラツキの大きさ）を表した分散の値。この値が大きいほどメトロノーム音とタップ点との“ずれ”が一定ではなく、フットタッピングのタイミングが安定していないことを表している。

- ②平均：メトロノーム音とタップ点とのタイミングの“ずれ”の平均値。0がメトロノーム音の発音時であり、プラス値の場合はメトロノーム音よりも遅く、マイナス値の場合はメトロノーム音よりも早くタップしたことを表している。単位はミリ・秒（ms）。
- ③SD：メトロノーム音とタップ点とのタイミングの“ずれ”の変動（バラツキ）の様子を表した標準偏差（Standard Deviation）の値。①の分散値と同様に、この値が大きいほどメトロノーム音とタップ点との“ずれ”が一定ではなく、フットタッピングのタイミングが安定していないことを表している。

以下の4項目は分析を進める際に補助的に使用したデータである。

- ④ハズレ度：タイミングの“ずれ”の大きさを総量的に把握するために用いた値で、メトロノーム音とタップ点の間に生じた“ずれ”を絶対値に置きかえて得られた“ハズレ値”の平均。この値が大きいほど、メトロノーム音からの逸脱が大きいことを表している。つまり、仮に分散や標準偏差の値が小さい場合でも、この“ハズレ度”の値が大きい場合には、メトロノーム音から大きく外れたタイミングでタッピングをしていることになる。また平均値が小さい場合でも、この“ハズレ度”の値が大きい場合には、一つ一つのタップのタイミングが一定ではない、つまり早くなりすぎたり、あるいは遅くなりすぎたりしていることになる。
- ⑤166ms以上ハズレの頻度：メトロノーム音より166ms（最小分析単位5コマ分）以上早いか、あるいは166ms以上遅いか、どちらかに大きく外れたタイミングでタップされた回数と、括弧内はその割合。つまり、異常に早いタイミングでタップしたり、異常に遅いタイミングでタップした回数とその割合を百分率で表している。
- ⑥133ms以上跳躍の頻度：1つ前のタップのタイミングと現時点のタップのタイミングに133ms（最小分析単位4コマ分）以上の差が現れた回数と、括弧内はその割合。つまり、急に早くタッピングしたり、急に遅くタッピングした回数で、極端なイレギュラーにより突然早いタイミングでタップしたり、突然遅いタイミングでタップした回数とその割合を百分率で表している。
- ⑦跳躍後100ms以上ハズレの数：一つ前の項目の133ms以上のイレギュラーが発生したタップのすぐ次のタップのタイミングが、メトロノーム音よりも100ms（最小分析単位3コマ分）以内に修正されなかった回数と、括弧内はその割合。つまり、極端なイレギュラーにより突然早いタイミングでタップしたり突然遅いタイミングでタップした直後のタッピングにおいて適切なタイミングに修正することができなかった回数。

併せてグラフについても説明しておく。文中引用するグラフ①～⑥は、各被験者ごとのメトロノーム音とタップ点とのタイミングの“ずれ”の変動の推移を表したものである。横軸がタップの序数、

つまり左から1回目2回目となり右端が35回目のタッピングを表している。縦軸はメトロノーム音とタップ点のタイミングの“ずれ”をミリ・秒で表しており、グラフ中央の“0”（ゼロ）がメトロノーム音の発音時を、プラス値（グラフ中央より上）がメトロノーム音よりも遅くタップしたことを、マイナス値（グラフ中央より下）がメトロノーム音よりも早くタップしたことを表している。なお、実線がテンポ MM=66 の場合の結果、破線がテンポ MM=108 の場合の結果である。

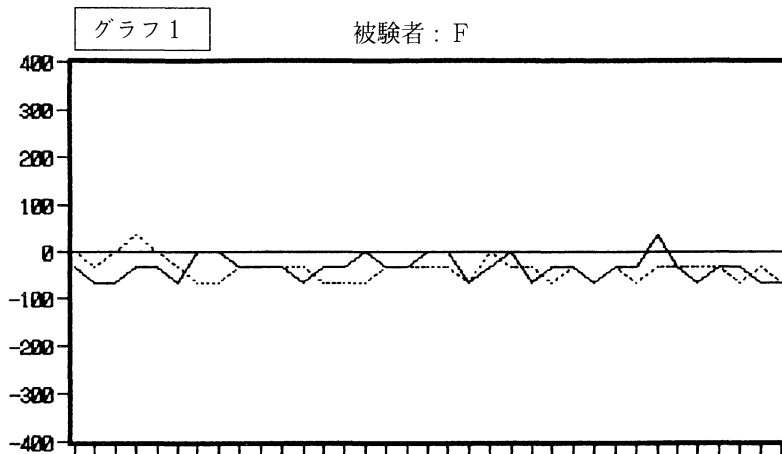
## 分析結果と考察

メトロノームで示されたテンポにフットタッピングを一致させるテンポ同期の実験で得られたデータを分析したところ、全ての被験者において、程度の差こそあるものの絶えずフィードバックによる修正と調整が細かく行われ、メトロノーム音よりも前（早い）、あるいは後（遅い）のどちらか一方に、一定の“ずれ”で安定するという例は1件も見られないことが明らかになった。そこで、タイミングの“ずれ”の変動（バラツキ）の特徴に基づいて被験者を5つのグループに分類し、分析と考察を進めた。分析によって得られたデータは、文末の資料「被験者の実験データ一覧表」にまとめている。テンポ MM=66 と MM=108 の間の関係を調べた分散値による相関係数は 0.61882 ( $p < 0.001$ )、絶対標準残差値（残差の標準偏差）の3倍を越えて異常値とみなされた被験者1名（被験者N）を除いた場合は 0.75022 ( $p < 0.001$ ) であった。

①分散値が1,000未満で、タイミングの大きな逸脱もなく、イレギュラーも発生しなかったグループ。

（該当する被験者：F、O、X、え）

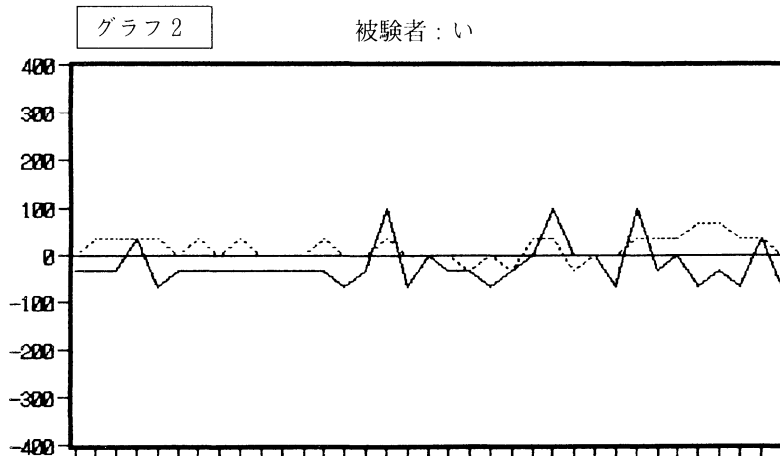
タップのタイミングの“ずれ”のバラツキを表した分散値が1,000までで（データ項目①：分散<1,000）、166ms以上の大きく外れたタイミングでのタップも無く（データ項目⑤が0）、尚且つタップのタイミングが突然133ms以上早くなったり遅くなったりするイレギュラーも発生しなかった（データ項目⑥が0）被験者を、グループ1として分類した。該当する被験者は4名である。このグループの中から“被験者F”の例を取り上げて説明する。グラフ1および資料から読み取れるとおり、“被験者F”の場合、MM=66においては平均値である-35.24msを中心にして、MM=108においても-38.10msを中心にして絶えず上下に細かく修正と調整が行われている。このグループの他の被験者もほぼ同様の結果を表していることから、上級者の場合であっても必ずしも常に正しいタイミングで安定してフットタッピングが行われている訳ではなく、適正なフィードバックによる修正反応に常に依存していることが確認された。このように上級者の場合でもメトロノーム音を聴きながら絶えず調整を行ってはいるものの、タイミングの“ずれ”そのものが小さく修正反応も最小限で、しかも適切であることから、テンポを適正に知覚する能力が既に身に付いており、それに基づいてメトロノーム音とタップのタイミングの“ずれ”を適正に知覚し、必要な修正と調整を行っているものと考えられる。



②分散値が 1,000 以上 4,000 未満で、イレギュラー発生後の修正反応が適切に行われたグループ。

(該当する被験者：D、E、G、I、J、L、M、P、Q、R、S、T、い、お、か)

次に、タップのタイミングの“ずれ”のバラツキを表した分散値が 1,000 から 4,000 の間で (データ項目①:  $1,000 \leq \text{分散} < 4,000$ )、タップのタイミングが突然 133ms 以上早くなったり遅くなったりするイレギュラーが発生した場合に (データ項目⑥が 0 でない)、その次のタップにおいてメトロノーム音よりも 100ms 以内のタイミングに適切に修正することのできた (データ項目⑦が 0) 被験者を、グループ 2 として分類した。該当する被験者は 15 名である。このグループの中から“被験者い”の例を取り上げて説明する。グラフ 2 および資料から“被験者い”の場合 MM=66 においては平均値である  $-20.95\text{ms}$  を中心にして、MM=108 においては  $15.24\text{ms}$  を中心にして修正と調整を行いながらタッピングをしているものの、先に取り上げたグループ 1 に比べると、タップのタイミングの変動が著しいことが分かる。つまり、メトロノーム音を聴きながら絶えず修正や調整を行ってはいけるものの、時折そのタイミングが大きく逸脱したり、あるいは突然極端に早くなったり遅くなったりするイレギュラーが発生してしまう点である。しかし、次に取り上げるグループ 3 との相違点は、イレギュラーが発生した場合に、その次のタップにおいて適切に修正を行い適正なタイミングに復帰することができる点である。このグループの他の被験者もほぼ同様の結果を表していることから、このグループの被験者はタップのタイミングの変動は著しいものの、テンポを知覚する能力やメトロノーム音とタップのタイミングの“ずれ”を知覚する能力がある程度身に付いており、それに基づいて必要な修正と調整を行うことができるものと考えられる。



③分散値が1,000以上4,000未満で、イレギュラー発生後の修正反応が不適切だったグループ。

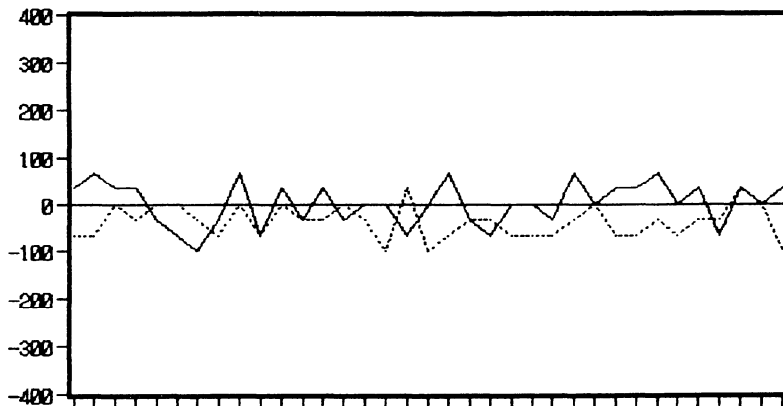
(該当する被験者：B、C、H、U、Y、Z、あ)

グループ3は、タップのタイミングの“ずれ”のバラツキを表した分散値が1,000から4,000まで(データ項目①： $1,000 \leq \text{分散} < 4,000$ )、タップのタイミングが突然133ms以上早くなったり遅くなったりするイレギュラーが発生した場合に(データ項目⑥が0でない)、その次のタップにおいてメトロノーム音よりも100ms以内のタイミングに適切に修正することができなかった(データ項目⑥が0でない)被験者のグループである。該当する被験者は7名であった。その中から“被験者Z”の例を取り上げて説明する。グラフ3および資料から、“被験者Z”の場合もグループ1と同じように修正と調整を行ってはいるものの、タップのタイミングの変動がかなり著しいことが分かる。しかもグループ2とも異なり、フィードバックによる修正反応が一つ一つ過敏すぎて、特にイレギュラー発生後の修正と調整が適切ではない。つまり、タップのタイミングが早かった時は遅くしすぎたり、逆に遅かった時は早くしすぎたりというように、過剰な反応を引き起こしてしまっている。よってこのグループとグループ1やグループ2との大きな相違点は、テンポを正しく知覚する能力や、フットタッピングのタイミングの“ずれ”を正しく知覚し適切な修正や調整を行うことのできる能力の優劣に起因しているものと考えられる。このグループの他の被験者もほぼ同様の結果を表していることから、実験を実施した時点では、このグループの被験者はテンポやタップのタイミングの“ずれ”を適切に知覚する能力を少しずつ身に付けつつある段階にあるものと推察される。



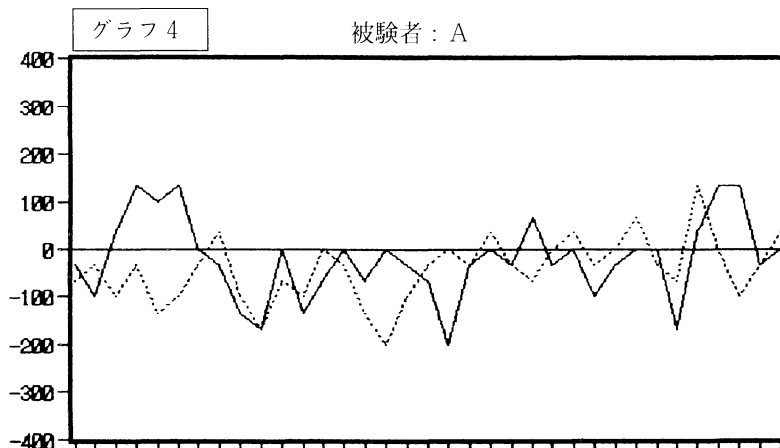
グラフ 3

被験者：Z



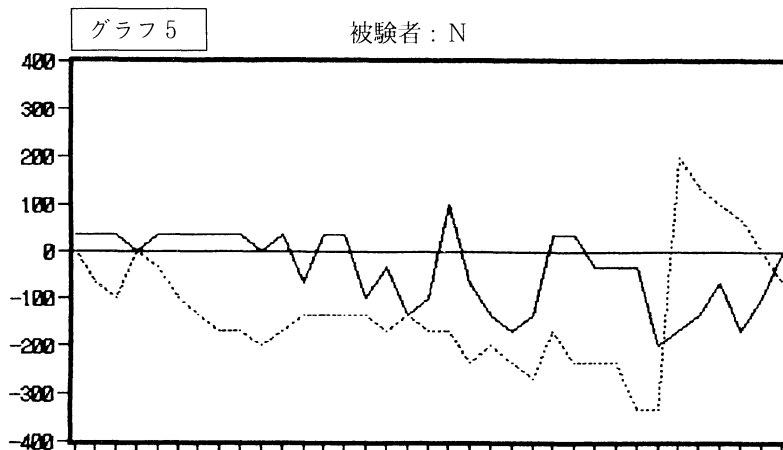
④分散値が 4,000 以上のグループ。(該当する被験者：A、K、V、W、う)

グループ 4 は、タップのタイミングの“ずれ”のバラツキを表した分散値が 4,000 より大きい（データ項目①： $4,000 \leq \text{分散}$ ）被験者である。グループ 3 と共通して、タップのタイミングが突然 133ms 以上早くなったり遅くなったりするイレギュラーが発生した場合に（データ項目⑥が 0 でない）、その次のタップにおいてメトロノーム音よりも 100ms 以内のタイミングに適切に修正することができない（データ項目⑥が 0 でない）。しかしグループ 3 との相違点は、分散値が 4,000 以上とかなり大きくタップのタイミングの変動がかなり著しいことと、166ms 以上の大きく逸脱したタイミングでのタップが見られる（データ項目⑤が 0 でない）ことである。該当する被験者は 5 名であった。その中から“被験者 A”の例を取り上げて説明する。グラフ 4 および資料から、“被験者 A”の場合、一見ただけでは非常に不規則なタッピングをしているように思われるのだが、詳細に分析してみると決して無秩序な状態のまま放置されている訳ではなく、なんとかタップのタイミングを合わせようと努めてはいるものの、1 回 1 回の反応が極端すぎて結果的には修正反応がかなり不適切になってしまっていることが分かる。これにより、このような初心者の場合には、まずテンポを知覚する段階で既に問題が生じており、さらにメトロノーム音との“ずれ”を知覚する段階にも問題のあることが分かる。このように、一見無秩序なフットタッピングをしているように思われる子どもの場合でも、実際にはメトロノーム音にタイミングを合わせようと絶えず努力はしているものの、テンポ知覚の能力やタップのタイミングの“ずれ”を適正に知覚する能力の欠如によって、フィードバックによる修正反応を適切に行うことができず、結果的にフットタッピングが非常に不規則な状態になってしまっている場合が考えられる。このグループの他の被験者もほぼ同様の結果を表していることから、実験を実施した時点では、このグループの被験者はテンポを適正に知覚する能力やタップのタイミングの“ずれ”を適正に知覚する能力が、まだ不足している段階にあるものと推察される。



⑤分散値が 10,000 以上で、大きく外れたタイミングでのタップの回数も多く、イレギュラー発生後の修正反応が不適切なグループ。(該当する被験者：N)

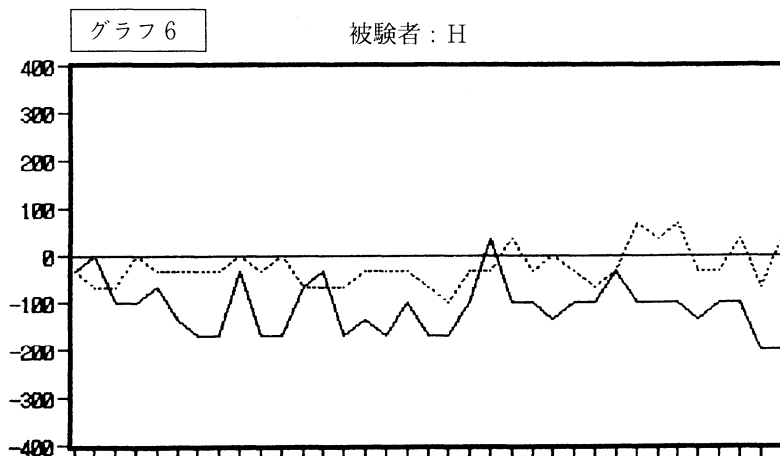
グループ 5 は、タップのタイミングの“ずれ”のパラツキを表した分散値が 10,000 以上にもなり(データ項目①：10,000 $\leq$ 分散)、166ms 以上外れたタイミングでのタップ(データ項目⑤)の回数も多く、タップのタイミングが突然 133ms 以上早くなったり遅くなったりするイレギュラー(データ項目⑥が 0 でない)が発生した場合に、その次のタップにおいてメトロノーム音よりも 100ms 以内のタイミングに適切に修正することができなかった(データ項目⑥が 0 でない)被験者である。該当する被験者は“被験者N”の 1 名であった。この“被験者N”の場合、グラフ 5 および資料から、タッピングのタイミングの変動が極めて大きく、また逸脱度の大きいタップやイレギュラーの発生回数も多いことが分かる。特に、MM=108 の場合、絶えず前へ飛び込んで早めのタイミングでタップが行われ、ついに 30 タップ目あたりで一つ前のメトロノーム音に追いついてしまい、それを追いついた上でさらに続けて早めのタイミングでタッピングしている。これらのことから、この“被験者N”はテンポを知覚する能力そのものが欠如しているものと推察される。これにより、初心者の中にはテンポを知覚することができない、つまりテンポの概念そのものを理解することができない子どもの存在を否定できないことが確認された。実際に小学校の教師から“速い・遅い”という感覚だけが先行してしまい、テンポ(速さの違い)そのものを意識することができない子どもが現実に存在するという切実な意見が寄せられていることから、このレベルについては今後さらに詳細な実験と分析が必要であろう。よって本論においては、グループ 4 のようなテンポ知覚や修正能力の欠如に起因する不規則なフットタッピングと、このグループ 5 のようにテンポの概念を理解することができないことから派生した無秩序なフットタッピングをきちんと見極め、区別した上で指導にあたるよう十分注意しなければならないということを報告しておく。



\*MM=108(点線)では、30 タップ目で1つ前のメトロノーム音に追いついている。

⑥共通の特徴：速いテンポの方が分散値が小さい。(該当する被験者 26 名)

全体を通じて、MM=66 より MM=108 の方がタッピングのタイミングの“ずれ”の変動（バラツキ）が小さい被験者が多く見られた。その中から“被験者H”の例を取り上げて説明を進める。グラフ 6 および資料から読み取れるとおり、“被験者H”の場合には MM=108 においてはメトロノーム音との“ずれ”の変動が小さいのに、MM=66 においては極めてそれが大きい。異常値の被験者 1 名を除いて比較した場合に、分散値および標準偏差 ( $p < 0.001$ )、ハズレ度 ( $p < 0.01$ )、166ms 以上ハズレの回数 ( $p < 0.02$ )、133ms 以上のイレギュラー発生回数、イレギュラー発生後に 100ms 以内に修正されなかった回数 ( $p < 0.06$ ) は、いずれも MM=66 より MM=108 の方が小さいことから（括弧内は有意差）、遅いテンポよりは速い方がテンポの同期を行い易いということが確認された。



\*MM=66(実線)より MM=108(点線)の方が、タイミングのバラツキが小さい。

⑦共通の特徴：タップのタイミングがメトロノーム音よりも先行する。(該当する被験者 22 名)

被験者全体を通じて、タッピングのタイミングの“ずれ”がメトロノーム音よりも早めになっていた被験者が多く見られた。(全被験者の平均：-25.15ms) このようなタッピングのタイミング先行の現象をサポートし得る先行研究を検索したところ、指先による純粋な同期実験の報告に次のようなものがあった。「人差し指による打拍と音との時間間隔を測定すると、打拍が約 30ms ほど音よりも先行しているが、被験者はこのずれを知覚していない。～略～被験者の同期の基準は、聴覚情報と触感覚情報の大脳皮質レベルでの時間的一致であると考えることができる。この時間的一致をより正確にするためには、末梢情報の伝達にかかる時間を見込んで打拍動作をわずかに音に先行させなければならない<sup>(17)</sup>。」この指先のタッピングのみならず、今回のフットタッピングによる実験でも同様の結果が確認されたことから、児童や子どものフットタッピングの状態を正しく把握するためには、タップのタイミングが少なくとも約 30ms ほどメトロノーム音より先行するのが最も正常な状態であり、もしその“ずれ”がプラス値の場合には実際はタップのタイミングがかなり遅れており、ただ単にメトロノーム音を聞いて反応しているだけの“他者依存型タッピング”の状態にある可能性もあるという、テンポ同期の重要な特徴を理解しておかなければならない。

## テンポ同期のレベル

以上の分析結果にもとづいて、これまで関心がほとんど持たれていなかったフットタッピングによるテンポ同期のレベルを次のように整理する。なおその際に、先に触れた小学校、中学校、養護学校高等部の各音楽科教諭とも意見を交換し、実際の指導現場においてその児童や子どものフットタッピングを見極めるための判断基準にもなり得るように留意し、次の 5 つの段階を設定した。

レベル 1：テンポを正しく知覚する能力や、タップのタイミングの“ずれ”を正しく知覚する能力が既に身に付いており、それに基づいてテンポの予期や適切なフィードバックと適度な修正反応を行うことができる。

レベル 2：テンポを知覚する能力やタップのタイミングの“ずれ”を知覚する能力はある程度身に付いてはいるものの、逸脱の大きいタップやイレギュラーも発生してしまい、全体的にタイミングの変動が大きい。ただし、イレギュラー発生後に修正を適切に行うことができる。

レベル 3：テンポを知覚する能力やタップのタイミングの“ずれ”を知覚し適切な修正や調整を行う能力が不足しており、全体的にタイミングの変動が著しく、イレギュラー発生後の反応が過剰すぎて、修正を適切に行うことができない。

レベル 4：テンポを知覚する能力やタップのタイミングの“ずれ”を知覚する能力が欠如しており、全体的にタイミングの変動が極めて大きい。テンポの予期やフィードバックによる修正や調整を正しく行うことができず、逸脱の大きいタップやイレギュラーの発生回数も多い。

レベル 5：テンポを知覚することができず、“速い・遅い”という感覚でしか速さを捉えることができない。テンポに関する概念そのものが理解されていない。単にメトロノーム音を聞いてその都度反応しているだけの状態にある場合もある。

## 結 論

今回の実験研究によって確認された事項を次の4点に整理しておく。これらはこれまで一般に当たり前だと思われてきたことも含んでいるのだが、本当にそうなのか、それを信用できるのか、改めてそれらを分析的な視点から検証し直し、一現象を事実として客観的に確認していくことが、教育現場と結びついた臨床研究と同様に基礎研究として欠くことのできない重要な作業であると考えられる。

第1に、今回実験を依頼した中学校オーケストラ部員の場合には、指導にあたっている教師の予測以上にフットタッピングの精度が低くタップのタイミングの変動、つまりバラツキが大きいことを確認した。他の一般の児童や子どもにおいてはその精度がさらに低くなることも予想される。よってこのフットタッピングの問題を単なる癖や惰性の産物として安易に考えたり、その行為を放置したままにしておくことは好ましくない。しかもフットタッピングに依存している児童や生徒の場合、その背後に基礎的な音楽能力の優劣が介在している可能性が先行研究で指摘されているため、何らかの配慮と指導が必要であり、単純に足踏みの行為を強制的に止めさせただけで解決する問題ではないということを確認し直すべきである。

第2に、今回の分析のプロセスを通じて、テンポの同期とは、①適切にテンポを知覚し、②テンポの予期を行い、③タップのタイミングの“ずれ”を知覚し、④適切なフィードバックと適度な修正反応を行うことの繰り返しであり、さらにこの4つの能力は相互に関連しながら作用していることが明らかにされた。つまりテンポを一致させるためには、複雑に結びついたこれら4つの能力を適切にコントロールし連携させるという高度な作業が連続的に必要とされる。しかし実際の演奏活動においても、この一連の複雑で困難な作業であるテンポ同期の能力が不可欠であるため、これら一連の能力を育むための何らかの活動が準備されるべきである。

第3に、速いテンポの曲よりも遅いテンポの曲の方がテンポの同期はより困難であることが確認されたが、これは「なぜ子ども達は軽快な曲をより好むのか。」という問題や「子ども達はなぜ速いテンポの方に合わせたがるのか。」という問題にも重要な示唆を与えている。しかし、テンポを“速い・遅い”という感覚だけで捉えるのではなく、テンポの概念そのものをきちんと理解するようにさせるためにも、適宜遅い曲も意図的に取り上げて、遅いテンポにおけるテンポ同期の能力の発達を促す必要がある。特にマーチング活動だけを行っている学校の場合には特に留意しなければならないが、今回確認されたような弊害を正しく認識している教師は決して多いとはいえない。

第4に、テンポ同期においては、タップのタイミングがメトロノーム音よりも約30ms程度早くなるのが最も正常な状態である、というテンポ同期特有の重要な特徴を理解しておかなければならない。つまり、目で見ただけで確認できるほど遅いタイミングでタッピングしている場合には、実際にはそのタイミングはかなり遅く、テンポを同期させるどころかテンポの知覚や予期そのものが全く行われておらず、単にメトロノーム音にその都度反応しているだけの“他者依存型タッピング”の状態にある可能性があるため、そのような児童・生徒に対しては特に注意しなければならない。

以上の確認事項は、小学校、中学校、高等学校における吹奏楽やオーケストラ等の指導方法や活動内容に対して客観的事実として再び問題提示されたものであり、今後筆者も含めて関係者によるカリ

キュラムの開発研究が求められている。最後に、実際の指導現場における活動や指導のサンプルを3点ほど示しておきたい。なお、初めに紹介する2点については、現在協力を依頼している小学校において試行中の段階であり、また3番目の例についても筆者が授業において実際に使用しているものの、残念ながらまだその効果の有無について客観的な評価を得る段階にはない。いずれその有効性について分析的な視点から検証に取り組みたいと考えている。

第1に、手で主拍や裏拍を打ちながら歩くというリズム活動を適宜練習へ取り入れることであり、特にMM=100前後の速いテンポから練習を始めて少しずつ遅いテンポの練習も取り上げていくと効果的である。しかし、フットタッピングやマーチングも、正確なテンポ（拍間）を維持しながら演奏するための練習や、テンポの知覚やテンポ同期の能力を身につけさせる練習の段階では効果がある反面、その行為から自立できないままにいる子どもの場合には基礎的な音楽能力が不足している可能性が否定できないことも確認されていることから、いわば諸刃の剣であることが分かる。よって、これらの行為や活動を練習メニューに適宜取り入れながらも、最終的にはフットタッピングの有無を自らの意志でコントロールできるように、この行為からの自立を促すよう配慮しなければならない。

第2に、合唱や声楽アンサンブルのような歌唱活動を取り入れることも効果的であると思われる。特に小学生や初心者の場合には、拍と拍の間が取れなかったり休符を待てなかったりすることから、徐々に演奏のテンポが速くなってしまいがちである。さらに子ども達自身も軽快な曲をより好むことから、教師はどうしてもテンポの遅い曲を取り上げる機会が少なくなりやすい。よって、適宜テンポの遅い曲を歌うことを通して、遅いテンポにおけるテンポ同期の力を育むことを期待できる。同時に、指使いやタンギングなどの技術的な問題を離れて、テンポの問題だけを意識して演奏することができるため、純粋にテンポのファクターにだけ焦点を当てた練習が可能になる。また、旋律系の楽器の子どもがリズム系のバス・パートを担当することなどを通じて、楽器の性格による音楽体験の過不足を補うことも期待できる。この歌唱活動の導入については、既に幾つかの中学校、高等学校の吹奏楽部において実践されており、その有効性を確認することが今後の課題である。

第3に、テンポの概念そのものが理解できていない子どもやテンポ知覚が困難な子どもに対しては、主拍のみメトロノーム音を鳴らし、他の拍を手で打たせるという練習も効果的であろう。つまり、メトロノーム音とメトロノーム音の間に他の拍を手で打たせる練習方法で、第1のサンプルと同様に、MM=100前後の速いテンポから練習を始めて少しずつ遅いテンポの練習も取り上げていくと効果的である。具体的には、メトロノーム音を1拍目と3拍目に感じてその間の2拍目と4拍目を手で打たせたり、メトロノーム音を1拍目と感じて2拍目と3拍目を手で打たせるという練習方法である。この方法は、一部の音楽家の間では一般的に行われている練習方法の一つであり、筆者も授業やレッスンにおいてしばしば用いているのだが、特に長期間継続することによってその効果を大きく期待することができる。これについても、今後その有効性の確認作業に取り組んでいきたい。

## おわりに

今回の実験研究では、教育現場の先生方との議論を端緒として、児童や子どものフットタッピング

のタイミングの正確さに着目して分析を進めたが、実際に足踏みをしてしまう子どもが少なくないという事実に驚き、指導者の苦悩ぶりを目の当たりにした。今後は、筆者が設定したテンポ同期のレベル4とレベル5についての詳細な分析や、提示した試案の有効性の検証、効果的な指導法の開発等にも教育現場とも密接に連携しながら取り組んでいきたい。

### 注および引用文献

- (1) Murray Houllif and John O. Pinto, "Can You Hear Those Tapping Feet?", Music Educators Journal Vo1.67-6, pp.44, Music Educators National Conference, 1981
- (2) John M. Cheary, Jr., "The Band Awards System", pp.26, C.L.BARNHOUSE COMPANY, 1987
- (3) Daniel L. Kohut, "Instrumental Music Pedagogy-Teaching Techniques for School Band and Orchestra Directors-", pp.49, PRENTICE-HALL Inc., 1973
- (4) The American School Band Directors Association, "The ASBDA Curriculum Guide-A Reference for School Band Directors-", pp.74, VOLKWEIN BROS. Inc., 1973
- (5) 拙稿「演奏時におけるフットタッピングの生起現象と音楽能力の関係」-高等学校吹奏楽部員における実験調査の結果にもとづいて-, 日本吹奏楽学会研究紀要第4号, pp.10, 1994
- (6) M. A. Pierce, "The Relationship Between Foot-Tapping and Instrumental Music Performance", Application of Research in Music Education 1990, pp.23, Music Educators National Conference, 1990
- (7) 実験で用いられた変数「テンポの正確さ」、「リズムの正確さ」、「音符の正確さ」の詳細については、以下にその原文を引用しておくので参照されたい。前掲書(6), pp.24  
"The accuracy criteria for awarding points for the rhythm, tempo, and note variables were: all rhythmic relationship in each measure performed without error; tempo maintained within 0.25 beat of metronome tempo within each measure; all pitches in the measure performed without error."
- (8) Darrel Lee Walters, "The Relationship Between Personal Tempo in Primary-Aged Children and Their Ability to Synchronize Movement with Music", Council for Research in Music Education No.88, pp.85, School of Music University of Illinois, 1986
- (9) 山田真司、井村和孝、新井裕子、小田満理子、西村英樹「音楽演奏者の時間的制御能力について」、情報処理学会研究報告、Vo1.95 No.46, pp.21, 1995
- (10) 富田幸二、小田満理子、山田真司、津村尚志「タッピング課題による知覚の研究その1」-下位分割併合処理を用いた分析方法の妥当性-、日本音響学会平成8年度秋季研究発表会講演論文集-1-, pp.633, 日本音響学会、1996
- (11) 小田満理子、富田幸二、山田真司、津村尚志「タッピング課題による知覚の研究その2」-下位分割併合処理の3拍子リズムへの適用例-、日本音響学会平成8年度秋季研究発表会講演論文集-1-, pp.635, 日本音響学会、1996
- (12) Paul Fraisse, "The Psychology of Music", pp.188, 寺西立年、大串健吾、宮崎謙一監訳、西村書店、1987
- (13) 前掲書(9)
- (14) 前掲書(12), pp.189
- (15) 渡辺富夫「リズムと動作の同期に関する研究」、日本機械学会論文集(C編)50巻第460号, pp.2435, 日本機械学会、1984
- (16) 実験の協力は、愛知県豊橋市立羽田中学校オーケストラ部(岩竹伸治教諭)に所属する1年生に依頼した。
- (17) 前掲書(12), pp.189