

動作タイミングと時間量に関する教育現場からの話題提供

新山王 政和

MASAKAZU SHINZANO

愛知教育大学教育学部

Aichi University of Education

mshinza@aeu.ac.jp

筆者は、実際に子供達が音楽活動を行っている小中高校へ出向いて、そこで行われている音楽行動や生の反応を確認した上で、その結果を授業や講習会等で紹介してきた。これは、情操や感性と言う情緒的な指導に依存してしまう音楽科の現状を改め、現実に起こっている事象に即した指導法を探ることの大切さを説くためである。今回の報告は、その事例の中から学生や教育現場の教員が強く興味を示した「タイミング」と「時間量」に関連する「テンポの同期」「ステップ動作のタイミング」「指揮基本動作のタイミング」「パフォーマンスにおける時間量」の4つを選び、日本心理学会第81回大会公募シンポジウムに於いて話題提供として報告するために、その概要を簡潔にまとめ直したものである。

Key Words : テンポ同期 動作タイミング 時間量 音楽指導法

はじめに

25年以上教育養成に籍を置いてきた筆者は、人と音との関わりへ客観的に向き合うことの大切さを説いてきた。しかし音楽では情操や感性などの情緒的な面に多く目が向けられ、そこで生じている現実を分析的に捉えた指導法を避け、「やってみせること」に依存した指導を最善とする風潮が未だに根強い。これを改めるべく、音や音楽に対する子供の反応と冷静に向き合い、そこで得た事象に基づいて指導法を整理し直し、再構築することを提案している。今回の報告は、これまで筆者が教員養成の授業や小中高校教員を対象にした講習会等で紹介した事例の内、タイミングや時間量に関わるものを4つ選び出し、拙著(2013)『日本の学校吹奏楽を科学する！』Stylenote から概要をまとめ直したものである。

1992年から一年間、村尾忠廣が愛知教育大学へ招いたJ.C.カールセンは、「実験室ではなく、教室に於いて自然な反応を調べること」「演奏状態に近い実験方法を工夫すること」等に拘っていた。これを受けて筆者も、小中高校の教員と議論を重ねた上で現場目線からテーマと仮説の設定を行い、実際に学校へ出向いて実験データを収集する作業を重ねた。これにより音楽活動や音楽科授業の現場で起こっている

現実の一端を知ることへ繋がった。

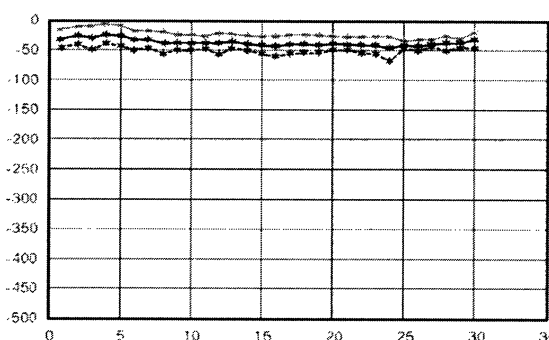
1. フットタッピングとテンポの同期

1. 1 問題の背景

小中高校の教員と議論した際に、そのフットタッピング(足踏み)の精度(タイミングの正確さ)の問題が浮上した。もし足踏みそのものが正確に行われており、その助けによって演奏により結果が得られるのであれば重要な問題にはならない。しかし足踏みが自他ともに悪影響を及ぼす原因になっていれば看過することはできない。そこで足踏みの実態を知るために、メトロノームで示したビートに足踏みを一致させるテンポマッチングの実験を試みた。詳細は拙著(2013)の第4章～6章を参照されたい。

1. 2 タイミングを一致させることの確認

複数の先行研究によって、指や足の触感覚の情報と、耳で聞いた聴感覚の情報を大脳皮質レベルで一致させるためには、神経組織の長さの違いの分だけ指や足のタップ動作を早める必要があり、それは約30msであることが報告されている。筆者も、いずれの実験でも最初にこれを確認している。一例として、第2章で紹介するマーチングステップ未経験者30名の着地タイミングの平均を図1に載せておく。



【図1 フットタッピングによる同期タイミング:縦軸がビート発音時と足の着地タイミングとの時間差(ms), 横軸はタップの序数。上から MM=112、2つのテンポの平均、MM=66】

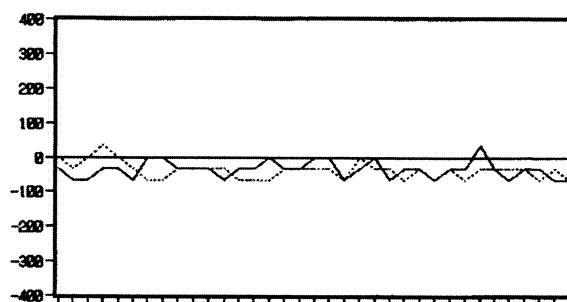
1. 3 実験の手続き

- ①MM=66 と MM=108 の 2 種類を設定した。
- ②被験者はビートを聴きながら約 50 回にわたってタップを行い、その様子を撮影した。
- ③初めの 5 回を除いた 6 タップ目からの 30 回分について、ビート音と足が着地した時間差 (タイミングのズレ、ms) を測定した。ビデオのコマ送りを用いた視覚的な分析であり、最小単位は 1/30 秒。
- ④被験者は、公立中学校のオーケストラ部 32 名。

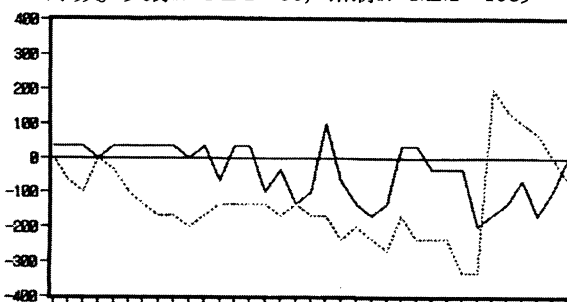
1. 4 テンポ同期の発達段階

分析結果を整理して、テンポ同期の発達段階を①(上位) から⑤(下位) の 5 段階に措定した。

- ①テンポを正しく知覚する能力や、タップのズレを正しく知覚する能力が身に付いており、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を行うことができる。
- ②テンポを知覚する能力やタップのタイミングのズレを知覚する能力は身に付きつつあるが、逸脱の大きいイレギュラーも発生してしまう。
- ③テンポを知覚する能力やタップのタイミングのズレを知覚する能力は身に付きつつあるが、適切に調整する能力が不足しており、イレギュラー発生後の反応が過剰すぎて、適度な修正を行うことができない。
- ④テンポを知覚する能力やタップのタイミングのズレを知覚する能力が欠如しており、テンポの予期やフィードバックによる修正や調整を行うことができない。
- 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を理解しておらず、単にビート音に反応している可能性もある。



【図2a 発達段階①の被験者:縦軸がビート発音時と着地タイミングとの時間差(ms), 横軸はタップの序数。実線が MM=66, 点線が MM=108】



【図2b 発達段階⑤の被験者:ビート音よりも早いタイミングで反応してしまい、徐々に速くなる】

1. 5 まとめ

テンポ同期は次の 4 段階が繰り返され、不安定な足踏みはかえって混乱の原因になると考えられる。

- ①適切にテンポを知覚する (ビートとビートの間隔を知覚する)。
- ②ビートの予期を行う (次に来るビートのタイミングを予測する)。
- ③ビートとタップのタイミングのズレを適切に知覚する。
- ④適切なフィードバックと適度な修正反応を行う。

2. 視覚的に軽快なマーチングステップ

2. 1 問題の背景

これまで西洋的なノリと日本的なノリの違いについて「大陸の騎馬民族/日本の農耕民族」等の民族性の違いによって説明したり、「針葉樹林帯生活者/広葉樹林帯生活者」等の生活環境の区分で説明したりすることが多かった。村尾忠廣は音楽的な知覚と認知の視点から「タゴ・ビートの概念」を提案し、南曜子は「言語構造の違い」に起因するものであると考えた。そこで筆者は、足の動作(ステップ動作)を取り上げて、その違いの検証を試みた。詳細は拙著(2013)の第7章~10章を参照されたい。

2. 2 実験の手続き

- ①MM=66 (スローマーチ) と MM=112 (クイックマーチ) を設定した。

- ②被験者はビート音を聴きながら35回以上足踏みを行い、その様子を撮影した。
- ③初めの5回を除いた6拍目からの30回分について、ビート音と足が着地した時間差(タイミングのズレ、ms)を測定した。ビデオのコマ送りを用いた視覚的な分析であり、最小単位は1/30秒。
- ④経験者は、マーチングコンテスト全国大会へほぼ毎年出場する高校の28名。未経験者は、全国大会レベルの吹奏楽コンクール参加経験を持つがマーチング経験は無い高校の30名。

2.3 MM=112におけるマーチング経験者と未経験者の比較

- ①経験者：足の着地タイミングの平均は-174.16msで、足の着地の方が「付点16分音符」約1個分ほどビート音より先行している。
- ②未経験者：足の着地タイミングの平均は-23.407msで、足の着地はビート音とほぼ同時である。

2.4 MM=66におけるマーチング経験者と未経験者の比較

- ①経験者：足の着地タイミングの平均は-400.23msで、足の着地の方が「8分音符」約1個分ほどビート音より先行している。
- ②未経験者：足の着地タイミングの平均は-52.888msで、足の着地はビート音とほぼ同時である。

2.5 加速度センサを用いたビート音とステップ動作の関係性を分析する

平井重行氏(京都産業大学准教授)により制作された「動作解析システムAtom8」を用いて、「足の着地タイミング」「ビート音と足の位置」「足の動作加速度」について分析した。

2.6 実験の手続き

センサ部分は90mm×60mm×20mm×100gであり、縦方向と横方向の傾斜度、軸回転速度の3つを最小計測単位1/11,025秒で計測することが可能だが、実際には約1/66に圧縮して約1/167秒で分析した。

- ①MM=112とMM=66を設定した。
- ②被験者はビート音を聴きながら35回以上足踏みを行い、それを計測した。
- ③初めの5回を除いた6拍目からの30回分を分析した。分析の最小単位は約1/167秒。
- ④経験者は、5年以上のマーチング・バンド経験を持つ10名。未経験者は、マーチング経験を持たないA大学音楽科卒業生12名。

2.7 MM=112の結果

- ①足の着地タイミングの比較

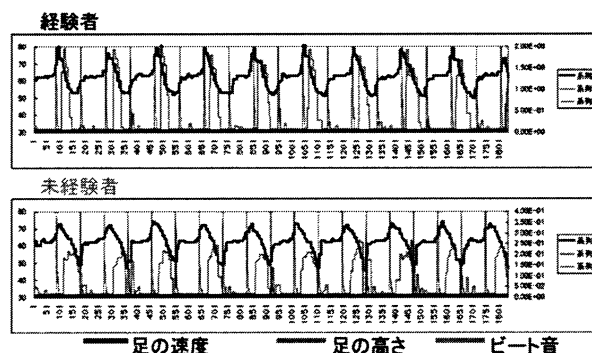
経験者は足の着地タイミングが早く、未経験者は足の着地タイミングが遅い。

- ②ビート音と足の位置の比較

経験者はビート音とほぼ同時に足上げ動作が始まっており、未経験者はビート音とほぼ同時に足が着地している。

- ③足の動作加速度の比較

経験者は足上げ動作の加速度が大きく、未経験者は足下げ動作の加速度が大きい。



〔図3 MM=112に於けるステップ動作：枠内上半分にある黒線が足の動作加速度、下から上がっている灰色線が足の位置(高さ)、枠線の上下を区切る薄灰色の直線がビート発音時〕

2.8 MM=66の比較分析

- ①足の着地タイミングの比較

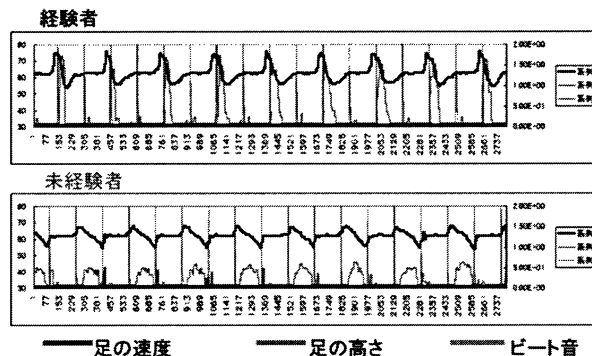
経験者は、足の着地タイミングがかなり早く、未経験者は足の着地タイミングが遅い。

- ②ビート音と足の位置の比較

経験者はビート音で足上げ動作が完了しており、未経験者はビート音と同時に足が着地している。

- ③足の動作加速度の比較

経験者は足上げ動作の加速度が大きく、未経験者は足下げ動作の加速度が大きい。



〔図4 MM=66に於けるステップ動作〕

2.9 まとめ

- ①経験者は足上げ動作を重視しており、未経験者は足下げ動作を重視している。

- ②経験者は足の移動距離が長くメリハリも利いている。未経験者は足の移動距離が短く動きは緩慢。
- ③経験者はビートを狙って足が跳ね上がり、足上げ時の動作加速度が大きい「拍点跳ね上げ型ステップ」。未経験者はビートと足の着地を一致させるように足を下ろし、足下げ時の動作加速度が大きい「拍点踏み下ろし型ステップ」または「拍点確認型ステップ」。

3. 指揮基本動作における動作タイミング

3. 1 研究の動機

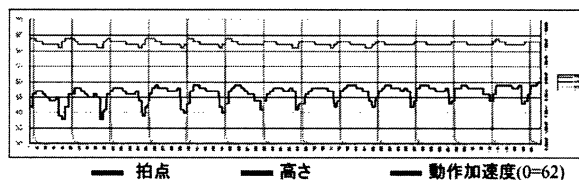
指揮経験の浅い教師による指導では、指揮者と子供が互いにテンポを探り合う状態に陥って少しずつ遅くなったり、「勘」に頼るように演奏を開始したりすることがある。よって基本的な指揮動作に限定して前章の「Atom8」を用いて分析した。詳細は拙著(2013)の第11章を参照されたい。

3. 2 実験の手続き

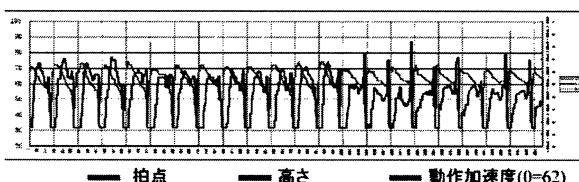
- ①MM=66 と MM=112 の2種類を設定した。
- ②被験者はビート音を聴きながら MM=66 では20秒以上、MM=112 では約10秒以上にわたって「メトロノームを指揮しているつもり」で指揮基本動作を行い、それを計測した。計測ポイントは、指揮基本動作（V字型上下運動）の最下点の折り返しポイントを打点として計測した。
- ③初めの数回を除いた20回分を分析した。分析の最小単位は約1/167秒。
- ④被験者は22名で、次の3グループに分けて行った。
- ・熟達者：プロの指揮者1名と10年以上の指揮経験を有する教師5名の計6名。
 - ・中堅：3年以上の指揮経験を有する教師8名。
 - ・初心者：指揮経験が3年未満の教師8名。

3. 3 まとめ

- ①ビート音と指揮動作の関係
熟達者はビート音で手が上がり始めるが、初心者はビート音で手は降りている。
- ②動作加速度の関係
熟達者は上げ動作の加速度が大きく（跳ね上がる）、初心者は下げ動作の加速度が大きい（叩く）。
- ③打点後の手の安定度
熟達者は余分な動きが少ないが、初心者は不必要な動きが多い。
- ④指揮動作全体の安定度
熟達者は手を動かす範囲や手の位置が一定であるが、初心者は手の動きの幅が安定していない。



〔図5a 熟達者の指揮動作：枠内上半分にある灰色線が手の動作加速度，下半分にある黒線が手の位置（高さ），枠線の上下を区切る薄灰色の直線がビート発音時〕



〔図5b 初心者の指揮動作〕

ここまでを整理すると「点で始まる“跳ねる文化”」と「点で終わる“止めの文化”」の違いを感じた。例えば運動会の行進では拍子に合わせて足を踏み鳴らす光景を目にするが、拍点を確認したり拍点を終止ポイントとしたりする日本的な動作は、西洋音楽では一般的とは思えない。動作は拍点から始まり、拍点から音楽が始まるものであり、点後の動作を楽しむのが西洋音楽のスタイルと思われる。

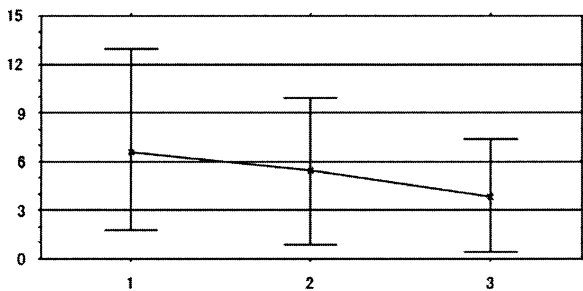
4. パフォーマンスにおける時間量

4. 1. 研究の背景

パフォーマンスでは、どのような動作の“かたまり”（動作時間量）がより自然であり、その狭間（ま）はどのような取り方がより自然とされるのか。少林寺拳法の「演武」を取り上げて動作時間量と間の関係について分析を試みた。記録ビデオの収集を市瀬香織（当時愛知教育大学大学院に在籍）が担当し、データの洗い直しと再分析を筆者が行った。詳細は拙著(2013)の第14章を参照されたい。

4. 2 動作を時間的に制御しようとする意識

1名で行う「単独演武」を取り上げ、18名の被験者に1日1回ずつビデオカメラの前で単独演武を行ってもらい、計5回の動作時間量のバラツキを分析した。その結果、経験年数が上がるほど分散値が小さくなり所要時間が安定する傾向が見られ（1年：6.5656，2年：5.5018，3年：3.8065）、熟達度とパフォーマンスの安定度の関係性が確認された。「リズムよく、テンポよく」の言葉どおり、動作を時間的に制御しようとする意識が芽生えたと言えよう。

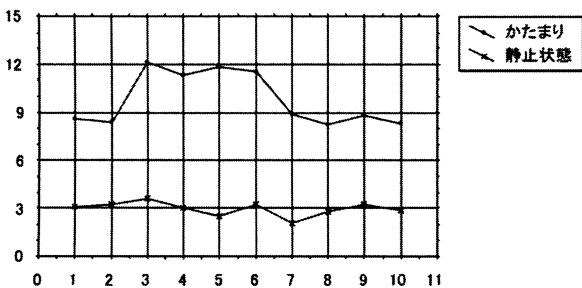


〔図6 単独演武の所要時間のバラツキ:縦軸が単独演武所用時間の分散値, 横軸が経験年数〕

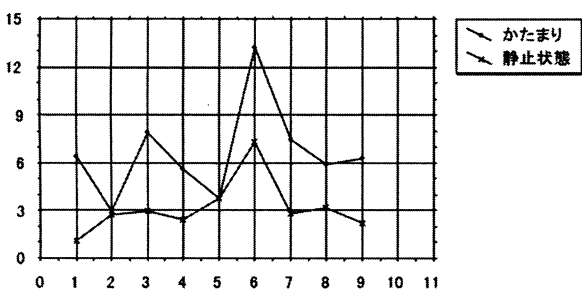
4. 3 時間量の制御と第三者による評価の関係

8名以上で行う「団体演武」を取り上げ、第三者による評価(大会成績)の関係を調べた。その結果、高評価の演武は間(ま)である静止状態の取り方は安定しているが動作時間量にはメリハリがあった。しかし低評価の演武は、間の長短と動作時間量の長短とがリンクしてしまっていた。

このことから、動作時間量と間の取り方がリンクしない方が、より高く評価される可能性がある。



〔図7a 高評価の団体演武の時間量制御:縦軸が動作時間量の秒数, 横軸が動作(かたまり)の序数と間(静止状態)の序数〕



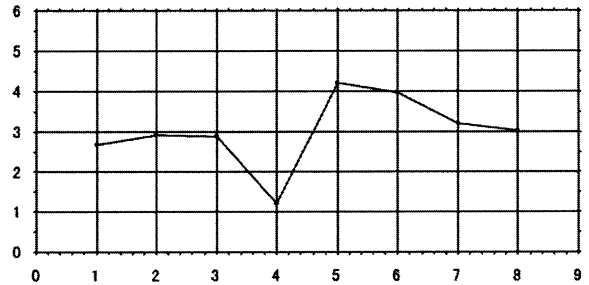
〔図7b 低評価の団体演武の時間量制御〕

4. 4 間の取り方と熟達度の関係

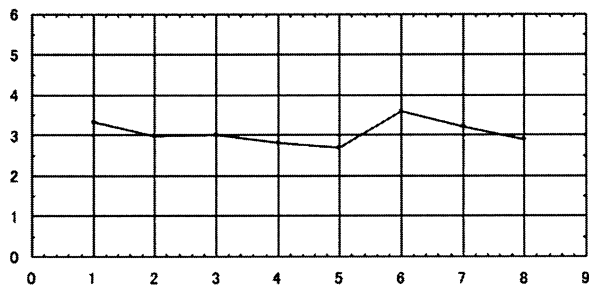
2名で行う「組演武」を取り上げて、演武の掛け合いの中で、どのように間を挟み込んで演技の「かたまり」を形づくっているのか調べた。高評価の組演武では、前節の団体演武で確認した「動作時間量と間の取り方がリンクしない」に加えて、「意表を突く」の言葉どおり間の取り方も含めて全体の時間量を意図的に変化させ、演技にメリハリをつくっていた。しかし低評価の組演武では熟達によって時間量

を一定に収斂させたものの、安定しているがゆえに逆に演技がマンネリ化してしまい、相手に動きを読み取られてしまっていた。

このことから、二人で行う組演武では、動作を読み取られないようメリハリを付け、動作時間量と間の取り方が意図的に変化させていた。



〔図8a 高評価の組演武の間の取り方:縦軸が動作時間量の秒数, 横軸が間(静止状態)の序数〕



〔図8b 低評価の組演武の間の取り方〕

4. 5 間(ま)の基本単位

全ての演武に含まれていた間(静止状態の時間量)の平均は3.166秒であった。これは多くの研究者が「一単位時間量は約3秒」と報告しているものと同じであり、呼吸の影響を受けていると示唆されている。間(静止状態)の取り方だけではなく、高評価を受けた演武では、動作のかたまり(動作時間量)は9秒弱と12秒弱を中心にして安定していたが、これは先の3.116秒の約3倍の時間量と約4倍の時間量に近いことから、動作時間の取り方も約3秒を基準にして制御されていることが推測される。

4. 6 まとめ

パフォーマンスにおける時間的制御(静止状態の時間量, 動作時間量)の特徴を整理する。

- ①「テンポよく、リズムよく」のように「動作のかたまり」を量的な時間として捉えようとする感覚が内的に形成され、演武全体を時間的にコントロールし、時間量を整えようとする。
- ②整えられた動作時間量は、より自然なものとして捉えられる傾向がある。
- ③整えられた間(ま)の取り方も、熟達度に応じて安定する傾向がある。

- ④さらに熟達したレベルになると安定した“動作のかたまり”から意図的に逸脱することで、意表を突くこともある。
- ⑤より自然に感じられる動作時間量は、約3秒またはその倍数で形づくられる傾向がある。

おわりに

教育現場では、子供の音楽行動に注目した指導が重視されないことが少なくない。それらは「経験知」として練り上げられたものであろうが、中には発達段階上意味のあることとは思えないものもある。H29年3月に示された文部科学省新学習指導要領(音楽)は、子供の発達段階を意識して小中学校9年間を見通したカリキュラムが工夫されている。これをきっかけとして、より多くの教員が子供の音楽行動に関心を持ち、分析的な視点からき客観的かつ冷静な音楽指導を模索することを期待している。

[引用文献]

- ・拙著(2013)『日本の学校吹奏楽を科学する！～吹奏楽部って音楽の力がつくの？足踏みしながら演奏？軽快なマーチングステップ？指揮法の「たたき」って日本にしか無いの？ピッチを合わせると高くなる？揃いやすいタイミング？～』Stylenote

[主な参考文献]

- ・荻原省己(1993)「テンポ保持感覚の測定」, 音楽教育学 23-1 号付録, 日本音楽教育学会
- ・中村敏枝(1988)「演奏時間における楽譜からの逸脱-間の知覚との関係 (2)」, 日本音響学会 昭和 63 年度秋季研究発表会発表論文集, 日本音響学会
- ・富田幸二, 小田満理子, 山田真司, 津村尚志 (1996a)「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-, 日本音響学会
- ・富田幸二, 小田満理子, 山田真司, 津村尚志 (1996b)「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-, 日本音響学会
- ・中村敏枝(1989a)「フレーズの最後の長い音符の演奏時間-間の知覚との関係-」, 第1回音楽知覚認知国際会議発表講演論文要約集, 日本音楽

- 知覚認知研究会,
- ・中村敏枝(1989b)「音楽聴取時の呼吸-間の知覚との関連-」, 音楽心理学年報 1989, 日本音楽心理学音楽療法懇話会,
- ・南曜子(1999)「母国語のリズミカルな唱えを伴った手拍子の動きについて：日本人と英語圏ネイティブスピーカーとの比較」, 音楽教育学 29-2 付録, 日本音楽教育学会
- ・村尾忠廣(1988)「タゴリズムからの発見」, 季刊音楽教育研究 56, 音楽の友社
- ・村尾忠廣(1989)「<拍ノリ>の裏・表 タゴビートの裏・表」, 音楽教育学 18-1, 日本音楽教育学会
- ・山田真司, 井村和孝, 新井裕子, 小田満理子, 西村英樹(1995)「音楽演奏者の時間的制御能力について」, 音楽情報科学 10-4, 情報処理学会
- ・渡辺富夫(1984)「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, 日本機械学会
- ・文部科学省科学研究費補助金研究成果報告書(研究代表:村尾忠廣)『わらべ唄・自由斉唱におけるピッチの統一化と運動ビートの同期化プロセスの研究』(基盤研究 B2, No.10480045), 2001
- ・Michael A.Pierce, "The Relationship Between Foot-Tapping and Instrumental Music Performance", *Applications of Research in Music Education* 1990, p.23, Music Educators National Conference, 1990
- ・Ruth V.Brittin (1992), "Perceptions of Conducting: Accuracy in Detecting Modulated Beat", *Bulletin of the Council for Research in Music Education*, No.113, School of Music University of Illinois
- ・Paul Fraisse, Diana Deutsch 編著(1987), 『音楽の心理学』, 西村書店, P.188-189
- ・Kurt Redel, 杉山直樹訳(2002), 『指揮のテクニク』, 音楽之友社, 2002
- ・Darrel Lee Walters (1986), "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, School of Music University of Illinois, 1986