

# ポリリズムにおけるリズム知覚の研究

藤 澤 はづき

## 1. はじめに

我々の行動の中には多くのリズム運動が存在している。その中でも、音楽を演奏する、ダンスをするなどの複雑な行動の基本的なメカニズムを明らかにするために研究がなされてきた。それらの研究ではポリリズム刺激を用いた両手タッピング課題の研究が多く行われた。

## 2. ポリリズムとは

ポリリズムとは、時間間隔の比が整数倍ではない2つの拍系列の同時提示である。例えば図1のように2拍と3拍の音系列が同時に提示されるような音刺激（この場合のポリリズムを2 vs 3 という）のことをいう。

## 3. ポリリズムを用いた研究

Wing & Kristofferson (1973) は、片手による（正確には1つの運動部位を用いた）タッピングの基礎的なモデルを提唱した。

このモデルでは、タイムキーパーという内的な時間管理プロセスの存在が仮定されている。それは内的クロックとも言われ、個体が一定のテンポを保つために、内的に時間を計っている時計のようなものであると考えられている。タイムキーパーによって運動命令（motor command）が生成され、命令から運動までの運動遅延（motor delay）の後、実際に観察されること

のできる運動反応が起こる。さらにこのモデルは両手タッピングのモデルに応用された。その結果、被験者の反応のタッピング間インターバルから階層性統合運動組織化という学習ストラテジーが人間の両手タッピングで最も採用されることが分かった (Jagacinski, Marshburn, Klapp, & Jones, 1988)。階層性統合運動組織化は基準となる片手の拍系列のタッピングに、もう片方の拍系列のタッピングを差し込むという方略である。このとき、提示されたポリリズムにおいて基準となる拍系列を地、もう一方の拍系列を図とする内的表象があるとも考えられている (Oshinsky & Handel, 1978)。またポリリズム・タッピング課題を用いた研究のほとんどが、ポリリズムのうち相対的にテンポの速いほうの拍系列が基準の拍系列になるとしている (Summers, Ford & Todd, 1993; Summers, Rosenbaum, Burns & Ford, 1993)。さらに基準の拍系列のタッピングは、もう一方の拍系列のタッピングよりも正確であるという結果を示した。一方、タッピング課題を用いずにポリリズムの知覚を調べたものもある。

Jones, Jagacinski, Floyd & Klapp (1995) はポリリズム (図1) の2拍の2音目のタイミングをずらし、時間間隔の変化を検出させる課題で実験を行った。この実験から2 vs 3のポリリズムにおいて両系列の音の高さの差が小さいとき、時間間隔の変化の検出率が高くなるとした。これについて Jones et al. (1995) は時間間隔を変化させなかった3拍の系列が基準となり、変化を検出しやすくする手掛かりの役割を果たしたのではないかと考察した。

## 実 験 1

### 〈目的〉

Jones et al. (1995) の実験では2拍の系列のみを変化させていた。しかし、両系列の音の高さの差が小さいとき、3拍の系列が基準となって変化を検出しやすくする手掛かりの役割を果たしたのならば、逆に3拍の時間間隔を変化させると、変化のない2拍の系列が

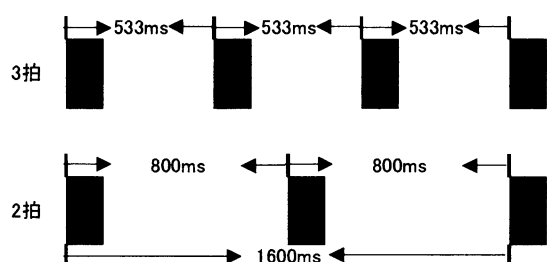


図1 2 vs 3のポリリズム

基準となるはずである。Jones et al. (1995) らが3拍の系列を変化させなかったのは、タッピング課題による先行研究から、速いほうの系列が基準の拍系列になることを前提にしたからではないだろうか。しかし課題が時間間隔の変化の検出である場合、ポリリズム・タッピング課題で用いられる学習ストラテジーは必要としないはずである。ポリリズム・タッピング課題で見られた学習ストラテジーが検出課題でも用いられるのであれば、階層性統合運動組織化を用いる際に形成される心的表象はタッピングのためのものではなくポリリズムを聞くだけで形成されるものであると考えられる。実験1は2 vs 3のポリリズムの知覚において、ポリリズム・タッピング課題がない場合でもタッピング課題でみられる階層性統合運動組織化のような心的表象を形成するかを検討した。課題は Jones et al. (1995) の実験にならない、ポリリズム・タッピング課題は行わず音系列の時間間隔の変化を検出した。音系列は2つの系列(2拍と3拍)を同時に再生させる条件(ポリリズム条件)と、その2つの音系列をひとつずつ再生させる条件(単一拍系列条件)を設定し、被験者はそれぞれの条件で時間間隔の検出を行う。またこの実験1では、ポリリズム・タッピングの結果から基準の拍系列になるとされている3拍の系列も、Jones et al. (1995) の実験で2拍を変化させる方法で同じく変化させた。

もし、被験者がポリリズム・タッピング課題を行わないときは階層性統合運動組織化を用いないのであれば、心的表象は形成されず2拍と3拍の系列で時間間隔の変化の検出率に差はない。しかし、タッピング課題の有無に関係なくポリリズムを聞くと階層性統合運動組織化を用いて3拍を基準の拍系列とする心的表象を形成するのならば、3拍の系列を変化させた条件では、2拍の系列を変化させた条件より検出率が高くなるだろう。

#### 〈方法〉

**被験者:** 甲南女子大学の学生10名。

**刺激:** Jones et al. (1995) の実験にならない図1のように設定した。周波数は2拍が294 Hz, 3拍が394 Hzであった。5サイクルを1試行として提示し、4サイクル目に変化を含むサイクルを挿入した。時間間隔の変化は2拍の2音目もしくは3拍の2音目の挿入を早める、あるいは遅らせることにより操作した。刺激は両耳分離提示で行い、2拍は左耳、3拍は右耳に提示した。  
**装置:** 刺激はミニディスクに録音し、MD デッキ (ZS

-M 35, Sony) で再生したものをヘッドホンステレオで提示をした。

**手続き:** 被験者にはまず時間間隔の変化を含まない2 vs 3のポリリズムを10サイクル聴かせ、次からこのポリリズムの時間間隔が、5サイクル中の4サイクル目に変化することを説明した。その後、全条件を5回ずつ聴く(32条件×5回=160)。被験者は、1試行終了ごとに4サイクル目に変化があったかどうかを用紙に記入した。音系列の種類(単一拍系列, ポリリズム)×拍系列(3拍系列, 2拍系列)×変化量(±20 ms, ±40 ms, ±60 ms, ±80 ms)で被験者内計画であった。

#### 〈結果と考察〉

分散分析の結果、音系列の種類以外の要因以外、すべての要因の主効果とすべての交互作用が有意であった。全体として、単一拍系列では3拍のほうが2拍よりも検出率が高く、ポリリズムでは拍系列の差はなかった。図2より、単一拍系列の3拍と2拍を比較すると2拍の検出率は他と比べて非常に低い。これは単一拍系列の2拍系列のSOAに対する変化量の割合が一番小さいからだと考えられる(ex: 変化量が40 msの場合、3拍は40/533, 2拍は40/800)。さらに、ポリリズム条件の2拍と3拍における時間間隔の変化の検出率に有意な差は見られなかった。従って2 vs 3のポリリズムの知覚においてポリリズム・タッピング課題がない場合、階層性統合組織化は用いられていないことがわかった。しかしポリリズムの2拍条件では、単一拍系列の2拍条件に比べて検出率が上がっている。逆にポリリズムの3拍条件は、単一拍系列の3拍条件に比べて検出率が下がった。ポリリズム条件のとき、2拍と3拍は同時に提示されているので時間間隔の変化は2拍の2音目と3拍の2音目の間、つまりSOAが約267 msのところできている。これはほかの変化があるSOAのなかで最も短い。従ってSOAに対する変化量の割合は最も大きいので一番検出率が高くなるはずである。このことは、ポリリズムと単一拍系列

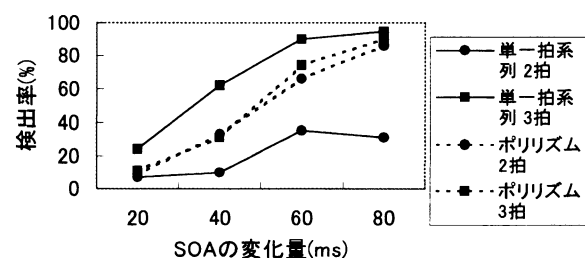


図2 各条件における検出率の平均値

の時間間隔の違いが関係していると考えられる。単一拍系列は常に等間隔であるが、2 vs 3 のポリリズムは SOA が 2 種類である (533 ms と 267 ms)。異なる時間間隔が隣り合わせた音系列の変化を検出するのは、単一拍系列の時間間隔の変化を検出するよりも困難であると考えられる。一番 SOA の長い単一系列条件の 2 拍に比べると SOA がすべて短いので検出されやすいが、同じ SOA をもつ 3 拍と比べるとより検出が困難であったと思われる。

## 実験 2

### 〈目的〉

実験 1 では、ポリリズム・タッピング課題の結果から明らかになった心的表象が、ポリリズム・タッピングがない時に形成されるのかどうかを検討した。実験の結果、ポリリズム条件の 2 拍と 3 拍における時間間隔の知覚の正確さに差はなかった。このことから 2 拍と 3 拍が両耳分離聴で提示されても、ポリリズム・タッピング課題がない限り被験者は階層性統合運動組織化と呼ばれる学習ストラテジーを用いないことが明らかになった。しかしポリリズム・タッピング課題を達成する場合には、統合運動組織化を用いる必要がある。ではポリリズム・タッピング課題を階層性統合運動組織化により達成するとき、心的表象は両手でタッピング動作をする前に形成されているのだろうか。もしくは実際に両手を動かすことにより形成されるのだろうか。Handel & Oshinsky (1981) は、2 vs 3 もしくは 3 vs 5 のポリリズムの場合、両系列の音の高さや提示のテンポに関わらず、速い方の系列が拍子リズムになることを明らかにした。拍子リズムとは階層性統合運動組織化における基準となる拍系列のことである。しかし彼らの実験で被験者は、拍子リズムとなる系列を選ぶよう教示されている。従ってポリリズムの知覚において拍子リズムが存在するというより、教示によって階層的な内的表象の形成が被験者に促されたのではないだろうか。それならば「タッピングをする」という教示を与えると、被験者はタッピング動作を行う前に階層性統合運動組織化の学習ストラテジーを用いてポリリズムを聞くことができるのではないだろうか。しかし、ポリリズム・タッピングを課題とした多くの研究は課題の前かなりの時間をタッピングの練習試行に費やしている。それでは実際に学習ストラテジーを用いて両手を動かすことにより、心的表象が形成されるのだろうか。

第 2 実験では、タッピングに対する構えの要因を設け、第 1 実験と同じ課題を行った。ポリリズム・タッピングを行うという構えにより階層性統合運動組織化の心的表象が形成されれば、ポリリズム刺激の 3 拍と 2 拍の検出率に有意な差が見られる。しかし、タッピングをすることによってのみ心的表象が形成されるのであれば、タッピングをしない条件では実験 1 と同じく、2 拍と 3 拍の検出率に差はないだろう。

### 〈方法〉

被験者：女子大学生 30 名。

刺激：実験 1 で用いたポリリズム条件の  $\pm 40$  ms と  $\pm 60$  ms を使用した。

装置：実験 1 と同じ。

手続き：構えの要因は、検出課題の前にタッピングをしながら刺激を聞き、その後に検出課題を行う条件 (タッピング条件)、課題をする前にあとで両手タッピング課題があるという教示のみを与える条件 (教示のみ条件)、タッピングをするという教示がなく検出課題のみの条件 (コントロール条件) の 3 水準を設定し、変化を検出する拍系列の要因は 2 拍と 3 拍、SOA の変化量は  $\pm 40$  ms と  $\pm 60$  ms であった。構えの要因は被験者間で行い、それ以外の要因は全て被験者内で行った ( $3 \times 2 \times 2$  の混合計画)。どの構えの条件も被験者は刺激の全条件を 10 回 (8 条件  $\times$  10 回 = 80 条件) 聞いた。またコントロール条件以外は被験者がポリリズム・タッピング課題を出来るようになるまで、もしくは出来るであろうと考えられるようになるまで刺激を聞いた。

### 〈結果と考察〉

分散分析の結果、拍系列の主効果 ( $F(1, 27) = 19.25, p < .001$ ) と SOA の変化量的主効果 ( $F(1, 27) = 6.36, p < .001$ ) のみが有意であった。また、交互作用は構え  $\times$  拍系列 ( $F(2, 27) = 5.53, p < .01$ )、拍系列  $\times$  SOA の変化量 ( $F(1, 27) = 12.00, p < .005$ ) が有意であったので、それぞれの単純主効果の検定を行った。その結果、タッピング条件における拍系列の効果 ( $F(1, 27) = 25.63, p < .001$ ) と、教示条件における拍系列の効果 ( $F(1, 27) = 4.50, p < .05$ ) のみが有意であった。また、60 ms における拍系列の効果 ( $F(1, 54) = 30.57, p < .001$ )、2 拍における変化量の効果 ( $F(1, 54) = 69.96, p < .001$ )、3 拍における変化量の効果 ( $F(1, 54) = 173.75, p < .001$ ) が有意であった。

交互作用ではタッピング条件と教示のみ条件におい

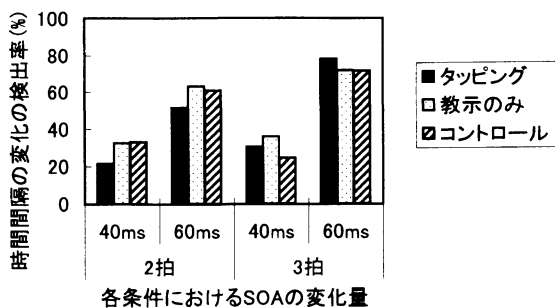


図3 各条件における検出率の平均値

て3拍のほうに変化の検出率が高いという結果が得られた。タッピング条件の被験者は「タッピング課題を行う。」という教示により、タッピングしながら刺激を聴取した。そのとき階層性統合運動組織化の学習ストラテジーが採用され、ポリリズムの知覚に影響しタッピング課題の結果と同様にテンポの速い拍系列のほうが正確に知覚されたと考えられる。さらに教示のみ条件の被験者は、実際に1度もタッピングをしなくても、後の課題に備えて学習ストラテジーを用いながら刺激を聴取していたので、タッピング条件と同じく3拍のほうに変化の検出率が高かったと考えられる。そして、タッピングに関する教示をまったく与えず検出課題のみを行ったコントロール条件では、実験1と同様に2拍と3拍の条件で検出率に差は見られなかった。また図3より、タッピング条件では3拍の検出率が高いというより、ほかの条件と比べるとむしろ2拍の検出率が低いとも言える。つまり先行研究での「3拍のほうに正確にタッピングできる。」という結果は、3拍のほうにより集中するので2拍のほうのタッピングがおそそかになると考えられる。

しかし、60ms条件で2拍より3拍の検出率が高くなり、実験1とは異なる結果となった。これは実験1でははじめの刺激の聴取回数を10回と決めていたのに対し、実験2ではコントロール条件以外は被験者の任意であったことが原因のひとつと考えられる。時間間隔に変化を与えない音系列の聴取回数が、後の時間間隔の検出課題に影響を及ぼす可能性があり、今後検討の必要がある。

## ま と め

実験1では、ポリリズム条件におけるSOAの変化量の全条件で2拍と3拍の検出率に有意な差は見られなかった。このことから、ポリリズム・タッピング課題で用いられる階層性運動組織化の心的表象は、ポリリズム・タッピングがない場合はポリリズムを聞いて

も形成されないことがわかった。実験2では「タッピングをする」という教示によって、ポリリズム・タッピングに対する構えができて階層性運動組織化の心的表象を形成するかどうかを検討した。その結果、実際にポリリズム・タッピングをした条件と教示によって構えを作った条件で3拍の検出率が高くなった。このことからポリリズム・タッピングをしなくてもタッピングをするという構えによって階層性運動組織化の心的表象を形成し、その後の課題の準備をしていると考えられる。

本研究の2つの実験は、先行研究で明らかにされてきた学習ストラテジーをタッピング間インターバルからではなく時間間隔の変化の検出を用いて明らかにした。またポリリズム・タッピングをすることが分かっているとき、人は学習ストラテジーを用いてポリリズムを能動的に聞き、のちの課題遂行を容易にしようとするということがわかった。しかしこのように能動的に聞くということが誰にでも出来るのだろうか。例えば、リズム運動の苦手な人は能動的に聞くという方略を用いることができないとも考えられる。また音楽経験が特になくともリズム運動が得意な人もいる。その場合、音楽に関する特別な訓練の経験という意味では前者と後者の経験値はほぼ同等である。ではこのような方略を使えるか否かはどのようにして決まるのかに関して、今後検討の必要がある。

## 引用文献

- Handel, S., & Oshinsky, J. S. 1981 The meter of syncopated auditory polyrhythms. *Perception & Psychophysics*, **30**, 1-9.
- Jagacinski, R. J., Marshburn, J., Klapp, S. T., & Jones, M. R. 1988 Tests of parallel versus integrated structure in polyrhythmic tapping. *Journal of Motor Behavior*, **20**, 416-442.
- Jones, M. R., Jagacinski, R. J., Floyd, L. R., & Klapp, S. T. 1995 Test of attentional flexibility in listening to polyrhythm patterns. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **21**, 293-307.
- Oshinsky, J. S., & Handel, S. 1978 Syncopation auditory polyrhythm: Discontinuous reversal in meter interpretation. *Journal of the Acoustical Society of America*, **63**, 936-939.
- Summers, J. J., Ford, S. K., & Todd, J. A. 1993 Practice effects on the coordination of the two hands in a bimanual tapping task. *Human Movement Science*, **12**, 111-133.
- Summers, J. J., Rosenbaum, D. A., Burns, B. D., & Ford, S. K. 1993 Production of polyrhythm. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **19**, 416-428.
- Wing, A. M., & Kristofferson, A. B. 1973 Response delays and timing of discrete motor responses. *Perception & Psychophysics*, **14**, 5-12.