

リズム・キープ感と時間知覚

荒生 弘史

広島国際大学

The feeling of rhythm keeping and time perception

Hiroshi ARAO

*Hiroshima International University**

If time-marking events constitute a temporal pattern as in music, they are often perceived as being played at a particular tempo, lending a sense of “rhythm keeping.” The present study examined how actual event timing in drum phrases would affect the formation of this impression. A sense of rhythm keeping was derived even with physically non-isochronous patterns if some beats were subdivided by markers. This tolerance for timing deviations varied along the base tempo of the phrases, being only partially consistent with the prediction from the conventional illusion of a divided time interval. These results were discussed in terms of the processing of time intervals and sequences of them.

Key words: feeling of rhythm keeping, time perception, illusion of a divided time interval

1. はじめに

「リズムが甘い」、「リズム・キープができていない」などの評は、演奏者にとっては決してありがたいものではない。リズム・キープという言葉は、テンポ・キープとも言え換えられ、一定のテンポにより、リズムや一定のドライブ感（ノリ）を維持すること、とされる（最新音楽用語事典，1999）。現代のポピュラー音楽（とりわけ打楽器等によるリズム・セクション）をはじめ、パーカッションによる民族音楽などにおいては、テンポの一貫性が重視されるものがあり、その点において故意のテンポ変動はむしろ避けられる（Merker, Madison, & Eckerdal, 2009）。この種の音楽では、演奏タイミングにずれが生じて、等テンポ性からの逸脱が明瞭に知覚されてしまうと、もはや「演奏ミス」の烙印を押されかねないのである。ただし、必ずしも物理的な等テンポから寸分のずれもない機械的な演奏が行われるわけではなく（そもそも人間にはそれが極めて困難であり）、演奏から

一貫した等テンポ性が感じられる場合であっても、微妙なテンポの揺らぎは常に存在するはずである（cf. Penel & Drake, 2004）。つまり、演奏タイミングが物理的な等テンポから逸脱している場合であっても、それらの逸脱が知覚されない状況にあれば、全体として一貫したテンポを保ち生起している印象（すなわち、リズム・キープ感）が得られる場合があると考えられる。本稿では、この印象が生起する背景について、従来の時間知覚研究の知見と照らし合わせて検討した試みを紹介する。

音楽における拍節的なリズム・パターンは、各事象の時間長が相互に比較的単純な比率となるように分割あるいは結合されたものとして理解できる場合が多い。本稿の実験に用いた Figure 1 のフレーズは、4 分音符と 16 分音符からなり、物理的な等テンポに基づく、前者一つ分の長さを 4 分割すると後者一つ分の長さとなる（より正確には、各音の開始時点から次の音の開始時点までがそれぞれの長さとなる）。物理的な等テンポを一貫して保つ演奏の場合は、1 小節分にあたる物理的な長さはどれもすべて等しく、もちろんより細かい単位である 1 拍分にあたる長さもすべて等しいものとなる。

このフレーズにおける 16 分音符部分は、4 分音符にあたる長さをより細かく分割した構造になっている。フレーズ全体を考えるのではなく、ある単一の時間間隔を

* Department of Kansei Design, Faculty of Psychological Science, Hiroshima International University, 555-36 Kurose-Gakuendai, Higashi-Hiroshima 739-2695



Figure 1. The phrase with subdivisions of beats used in the experiment.

分割すること自体に関しては、前々世紀からすでに記述のみられる「分割時間の錯覚 (illusion of a divided time interval)」が知られている (e.g., Hall & Jastrow, 1886; 神宮, 1982; 中島, 1979; Thomas & Brown, 1974)。二つの短音で区切ることにより両端を定義した時間間隔は、その内部にさらに短音を加えられ分割されると、両端の区切り音だけの分割を含まない元の時間間隔にくらべ、しばしば過大評価される。この現象が生じる背景として、分割によるチャンキング (Thomas & Brown, 1974), 分割された時間ごとにかかる処理時間 (ten Hoopen, Miyauchi, & Nakajima, 2008) などがあげられている。ここで Figure 1 のフレーズに立ち返り、仮に、2小節目の3~4拍目が16分音符によって分割されることにより、過大評価されることを想定してみよう。もしそのような過程が機能しフレーズ全体の印象にも関与するのであれば、16分音符で示される部分は、他の4分音符で示される部分にくらべ、若干速めのテンポで演奏することにより、全体としては一貫した等テンポで演奏されている印象をもたらすことになる。もし物理的な等テンポに基づいてこのフレーズを演奏すると、16分音符の部分は分割により過大評価され、他の4分音符の部分にくらべ「間延び」した印象をもたらすことになる。

一方、一定の時間間隔が繰り返され（それより細かい分割を含まない）等時性を保つフレーズの時間的処理については、複数の間隔が連なることによる有利性 (multiple-interval advantage) が指摘されている (Miller & McAuley, 2005; McAuley & Miller, 2007)。概して、区切られた単独の時間間隔に対するよりも、それらが連なりとして生起する複数の時間間隔に対する場合の方が、テンポや時間間隔に関わる判断において弁別閾が小さくなるなどの点で有利になる（ただし、呈示された時間間隔が予期の基盤や時間的な参照点あるいは同化対象として機能すると、時間知覚のうえでは歪みとしてあらわれる場合もある）。この種の系列的な処理の特性が生じる背景としては、複数の同じ時間間隔を繰り返し「見る」ことができ、手がかりが増えることや (multiple-look model; Drake & Botte, 1993; Miller & McAuley, 2005), 系列の進行につれて徐々に時系列に基づく予期

が形成され、時間軸上のより狭い領域において予期が可能になること (dynamic attending theory; Jones, 2009; Large & Jones, 1999), などが想定されている。Figure 1 のフレーズの処理においても、この種の文脈効果が何らかの形で生じる可能性がある。総合すると、Figure 1 のフレーズが一貫したテンポで演奏されていると感じられる演奏タイミングを左右する要因として、これまでの時間知覚研究の知見からは、(1) 分割時間の錯覚による16分音符部分の過大評価と、(2) フレーズとして形成されるため、複数の間隔が連なることによる有利性が生じること、の2点が相互に作用することがあげられる。

2. リズム・キープ感をもたらす演奏タイミング

本稿における実験では、一貫したテンポで演奏されていると感じられる演奏タイミングを導出するために精神物理学的手法を利用した。極限法を用いた実験では、Figure 1 のフレーズについて、1拍の長さが400, 600, 800 msの3種類の基本テンポを設定し（1分あたりの拍数であるBPMで表すと、それぞれ150, 100, 75となる）、16分音符部分のみに手を加えたものを刺激として用いた。16分音符1つ分の長さは、各基本テンポにおける物理的等テンポに基づくものから、2%刻みで正負それぞれの方向に10段階に変化させたものとした。聴取者には、16分音符部分の長さを段階的に変化させたものを順に呈示し、全体が一貫した等テンポで演奏されているように感じるか、特に16分音符部分が、他の箇所より「はやい」、「どちらでもない」、「おそい」のいずれに感じられるかの判断を求めた。もう一つの方法として調整法を用いた実験では、フレーズと基本テンポについては極限法実験と同じものを用い、16分音符部の長さを聴取者が自在に調整できるようにした（同音符8個の全てが連動し、1個当たり最少変量は1ms）。聴取者には、フレーズ全体が最も一貫した等テンポで演奏されているように感じられるポイントに到達するまで調整を行うよう求めた。極限法と調整法のいずれの手法を用いた場合も、「主観的等テンポ点」ともいえる主観的等価点 (PSE) を求めた。この値を物理的な等テンポからのずれ（すなわち恒常誤差）として、各手法および各テンポごとにまとめたのがFigure 2である。ここでは、PSEの値の物理的等テンポにおける時間長からのずれを比率として表している。正の値は物理的等テンポにおける時間長よりも長いPSEが得られたことを示しており、負の値は逆に短いPSEが得られたことを示している。

極限法と調整法による実験結果（異なる12名ずつの聴取者群）は、よく似たパターンを示しており、顕著に

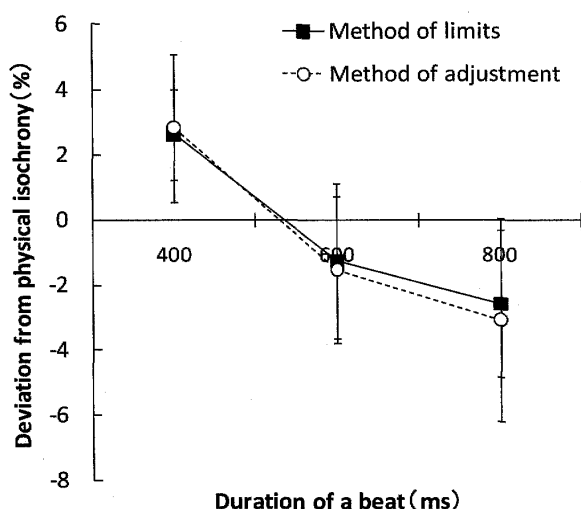


Figure 2. Deviation from physical isochrony as a function of the duration of a beat in the experiment using phrases with subdivisions. Error bars represent 95% confidence intervals.

見られるのは3種の基本テンポによりPSEのずれの方向性が変動する効果である ($F(2, 44) = 22.2, p < .001$)。実験手法の効果は大局的には大きな変動因ではない ($F < 1$)。手法の要因をおしなべて、物理的等テンポによる値 (± 0) を比較対象とすると、1拍あたり400 msの速い基本テンポにおけるPSEの正方向へのずれが全般に顕著に見られ ($p < .005$)、1拍あたり600 msの中程度の基本テンポでPSEが負方向へ転換するが目立ったものではない ($p < .1$)。そして、1拍あたり800 msの遅い基本テンポにおいてPSEがさらに大きく負方向へ遷移する ($p < .005$)。つまり、リズム・キープ感をもたらす演奏タイミングは基本となるテンポに依存し、テンポが速い折には16分音符による分割部分を物理的等テンポにくらべ若干長めに演奏することになり、テンポが遅い折にはそれを若干短めに演奏することになる。分割時間の錯覚からは、16分音符を若干短めに演奏することがリズム・キープ感をもたらすことが考えられたが、この方向に当てはまる結果が得られたのは1拍が800 msの最も遅いテンポの場合だけであった。

3. 分割のないパターンにおける リズム・キープ感

PSEの物理的等テンポからのずれが、演奏テンポの変化に伴い正負反転してあらわれることは、リズム・キープ感をもたらす演奏タイミングに、正負どちらか特定の方向を持つ効果が関与するわけではないことを示している。この結果については、16分音符による分割自体が実



Figure 3. The phrase without subdivisions of beats used in the experiment.

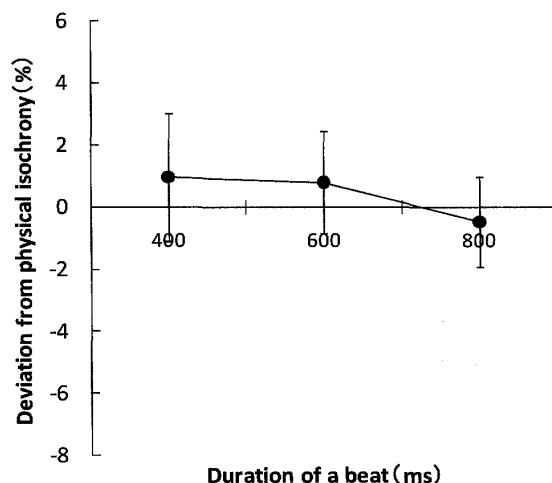


Figure 4. Deviation from physical isochrony as a function of the duration of a beat in the experiment using phrases without subdivisions. Error bars represent 95% confidence intervals.

際に決定的な要因であるかを検証する必要がある。もし判断や調整の手続き上、分割の有無にかかわらず対象の時間間隔が系統的に過大評価や過小評価されることがあれば、16分音符自体の存在にかかわらず、上記の実験結果が生じる可能性がある。この点に関して、Figure 3に示されるフレーズを用いて検討した。ここでは、Figure 1におけるフレーズのスネア音による16分音符8個分が、同音による4分音符2個に置き換わっている。聴取者は、この部分の長さを自在に操作し、フレーズ全体が最も一貫した等テンポで演奏されているように感じられるポイントまで調整するよう求められた。基本となるテンポはさきほどと同じ3種であった(1拍の長さが400, 600, 800 ms)。

なお時間知覚研究では、Vierordtの法則として知られる、恒常誤差の生じる方向の正負反転はしばしば観察される (e.g., Eisler, Eisler, & Hellström, 2008; 神宮, 1994a)。対象となる時間間隔がある間隔よりも短いと過大評価され、長いと過小評価される傾向があり、系統的な過大・過小評価の生じない中間地点の時間間隔は無記時程 (indifference interval) とされる。神宮 (1994b) は、この無記時程がしばしば0.6 s前後にあらわれ、時間知覚における一つの変節点となることを指摘してい

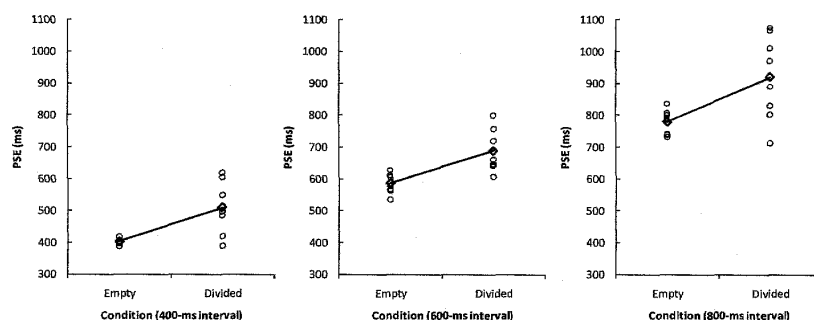


Figure 5. Points of subjective equality (PSEs) for non-divided (empty) and divided intervals. Circle markers indicate PSE data from each trial. Diamond-shaped markers indicate mean values calculated from these PSEs in each condition.

る。この変節点は、さきほどの実験における恒常誤差の方向性の転換点に近い。なお、無記時程（やそれに類する概念）に関しては、生物学的な規定要因に基づく一貫性が考えられてきた一方で、必ずしも一律の絶対的な値や範囲となるわけではなく、とりわけ実験に用いる複数の時間間隔（系列）と相対的な関係において生じる場合も多い (e.g., Eisler, Eisler, & Hellström, 2008)。

実験の結果 (Figure 4: 著者を含む 12 名の聴取者による), PSE のずれの方向性が 3 種の基本テンポにより変動する効果は、前実験と対照的に顕著ではなく、基本テンポによらずほぼフラットといえる ($F < 1$)。各基本テンポにおけるずれを物理的等テンポによる値 (± 0) と比較してもいずれも有意な隔たりはみられない。つまり、分割を含まない Figure 3 のフレーズでは、ほぼ物理的な等テンポ点からリズム・キープ感が得られることがわかる。したがって、前実験において PSE の物理的等テンポからのずれが顕著となり、その方向性が 3 種の基本テンポにより正負反転した効果は、16 分音符による分割が関与するものと考えられるであろう。加えて、この実験手続きを用いること自体によって、必ずしも常に系統的な過大・過小評価がもたらされるわけでもないこともわかる。

4. 分割時間の錯覚は 2 方向性か？

上記の実験結果は、(1) 16 分音符による分割の効果は、異なる方向性を持ちうることで、(2) 具体的には、テンポが比較的速いときには主観的な時間間隔が縮小する方向に働き、遅いときには拡大方向に働くこと、を示唆している。分割時間の錯覚は、通常、分割されることにより時間間隔の過大評価が生じることを指す。したがって、この意味での錯覚と共通性が見られるのは、テンポが遅いときの結果における場合のみとなる。ただし実際には、従来の研究では、単独の時間間隔における分割の効果に

ついてさまざまな結果が混在している。神宮 (1982) は、視覚的フラッシュを区切り刺激および分割刺激として、0.8 s 以上の時間間隔では分割による過大評価の錯覚を報告するとともに、0.4 s 以下の時間間隔では過小評価となる「逆の分割時間の錯覚」を報告している。このように比較的短い時間間隔において逆方向の効果が生じることは、本研究における分割の効果とも一見共通性がある。一方で、中島 (1979) は、短音を区切り刺激および分割刺激として、120, 240, 480 ms の比較的短い時間間隔について、いずれも典型的な過大評価方向の分割時間の錯覚を報告している。これらの研究は、実験手法や刺激に関する諸要因が変わると、分割時間の錯覚の生じ方も変化することを示唆している。いずれにしても、これらをそのまま本研究に当てはめることは難しい。本研究に関しては、フレーズから分割部分を抜き出し、分割のない場合と対比させつつ、個別の時間間隔に対する知覚実験を行うことが必要である。

本研究において 1 拍分に当たる 400, 600, 800 ms の各時間間隔について、これまでに用いてきた音 (スネア音) を区切り刺激および分割刺激として用いて PSE を求めた。両端の区切り刺激のみの空虚条件と、その内部に三つの分割刺激を加えた分割条件 (16 分音符による均等分割に相当する) を設定した。これらの標準刺激の後に、同じ区切り刺激による空虚時間の比較刺激が呈示された。聴取者は、比較刺激の長さが標準刺激の長さと同しく感じられるまで繰り返し調整および聴取を行うよう求められた。

実験結果より (Figure 5: 著者を含む 2 名の聴取者による), いずれの時間間隔についても、分割を含む条件において顕著な過大評価が生じることがうかがえる。物理的等価点 (POE = 400, 600, 800 ms) から PSE が有意に隔たっているのは、各分割条件のみである ($p < .05$)。ここでの分割による効果は一方向性であり、フレーズ全体

のリズム・キープ感が得られる地点から示された正負両方向の効果とは対照的である。もう一点際立って対照的である点は、ここで示された過大評価がいずれも 10% を超える比較的大きなものであるのに対し、フレーズ全体のリズム・キープ感が得られる地点は正負の方向にわたり遷移するもののそれぞれ数%程度の差異にとどまっていることである。つまり、抜粋された状態での大きな錯覚量にくらべると、フレーズに埋め込まれることで、(1) 全般に物理的な等間隔/等テンポにより近い判断が行われ、(2) さらに、テンポが比較的速い場合には逆方向の分割時間錯覚様の効果が生じる場合もある、といえる。

5. まとめと展望：時間の処理、系列の処理

分割による時間的階層性を持つドラム・フレーズを用いた実験より、(1) リズム・キープ感は、物理的にジャストなタイミングである等間隔性/等テンポ性を保つ場合以外にも生起し、特定の方向のずれに対して寛容であること、(2) このことは、フレーズ内に分割が入ることにより生じるものであり、ずれに対して寛容になる方向は、分割時間錯覚様の効果、その逆方向様の効果としてあらわれること、(3) この効果は、フレーズの処理と関わっており、分割時間だけを抜粋したときに得られる錯覚とは方向性・規模ともに大幅に異なること、が示された。

以上より、フレーズ全体のリズム・キープ感をもたらす演奏タイミングについては、従来の意味での過大評価をもたらす分割時間の錯覚を単純にあてはめるだけでは理解できないことがわかる。Repp (2008) は、タッピング課題や、二つのフレーズのテンポの同異判断、時間間隔の産出課題を用いて、分割の効果を検討している。そして、ほぼ一様に典型的な分割時間の錯覚（過大評価）と合致するデータをもとに、拍が分割されることにより主観的にはより長く感じられる（テンポはより遅く感じられる）効果だけを報告している。なお、Repp による実験では、分割対象となる 1 拍分に当たる時間間隔として 600 ms 以上を用いており、本研究において逆方向の効果がみられたより短い間隔 (400 ms) は用いていない。本研究においてのみ逆方向の効果がみられたのは、用いた時間間隔に違いがあることをはじめ、刺激フレーズおよび分割の取り扱いの違い（フレーズ全体か一部か）や、実験手続きの違いも関与する可能性がある。

実験手続きにも関わる点として、分割により過小評価と過大評価との両方向の効果が生じた点について再考しておきたい。対象となる時間間隔が長くなるにしたがって、恒常誤差が正の方向から負の方向に遷移すること

は、時間知覚研究ではしばしば観察される (e.g., Eisler, Eisler, & Hellström, 2008; 神宮, 1994a)。最近では、Jones & McAuley (2005) および McAuley & Miller (2007) が、試行ごとに基本となる時間間隔（すなわちテンポ）が変化しうる等間隔による標準刺激系列を呈示し、その後の比較刺激とのテンポ比較を行う実験を行っている（刺激に分割は含まれない）。そして、恒常誤差の正負転換点の実験に用いる複数の時間間隔の平均値付近に生じることを示し、各試行の刺激によるローカルなテンポのみならず、実験全体によるグローバルなテンポの影響が試行をまたいで生じることを報告している。この結果は、無記時程に類する、知覚上の偏りが生じにくい時間間隔は、実験に用いた時間間隔/テンポにより形作られる面があることを示している。

本研究においては、分割を含む時間間隔について、1 拍あたりの時間間隔が比較的短い場合に物理的な等間隔点よりも長めに調整され、1 拍あたりの時間間隔が長い場合には逆に短めに調整された。この点において、上記の恒常誤差の遷移と似た効果が得られたと考えることもできる。ただし本研究においては、分割のない間隔に対してはこのような遷移は生じないため、あくまで分割の効果としてこのような遷移が生じるといえる。本研究においては、実験全体によるグローバルなテンポの影響を抑えるために、3 種の基本テンポごとの試行ブロックを用意し、各ブロック内ではすべて同一の基本テンポによる試行を行った（加えてブロック内の当初の試行は分析から除外していた）。これらの点は、試行ごとにテンポを変動させることでグローバルなテンポの影響を示した上記の事例 (Jones & McAuley, 2005; McAuley & Miller, 2007) と対照的である。本研究において、実験に用いるグローバルなテンポの影響をさらに詳細に検討するには、試行ごとにテンポを変化させることや、聴取者ごとに単一のテンポのみを用いるなどの手続きが必要であろう。

本研究では、分割された時間間隔に関しては、単独で呈示された場合の大きな過大評価が、フレーズに埋め込まれることで大幅に縮小し、若干の過小評価に転ずることさえあった。過大評価から過小評価への遷移が生じる背景については、すでに述べたように不明の面があるものの、分割部分がフレーズに埋め込まれることで全般には物理的な等間隔性により近い判断が行われるものとみなすことができるであろう。このことが生じる背景には、フレーズ全体を階層性のある拍節構造として把握する働き (e.g., 後藤, 2000) が重要な役割を果たしていると考えられる。この場合、聴取対象を拍（および異なる

レベルの他の単位) という秩序だった時間的枠組みにあてはめて、時間的な相互関係も含めて把握する働きと考えることができる。中島(2006)は、聴覚を特徴づけるゲシタルト原理の一つとして、音の時間構造を規則正しい繰り返しに対応づけて把握する傾向を指摘している(時間的規則性の原理)。さらに、この原理のあらわれと考えられる錯覚現象として、時間縮小錯覚(e.g., Arao, Suetomi, & Nakajima, 2000; Nakajima, ten Hoopen, & Van der Wilk, 1991)をあげている。聴覚においては、雑音による音圧変動を切り出して繰り返すと、繰り返しの頻度が比較的高い場合(>20 Hz)は音の高さの知覚と関わることが知られている。同様のことをより低い頻度において行うと(0.5~20 Hz)、音の高さとは異なる、繰り返しに関する知覚内容(インフラピッチ: infrapitch)が生じる(Warren, 2008)。後者は、音楽の拍節構造にみられる程度の繰り返し頻度のパターンを知覚する際にも、周期性の検出に関するメカニズムが一定の役割を果たしている可能性を示唆している。例えば、時間間隔の連なりにおいて物理的なテンポが変動すると、単に時間間隔どうしの知覚上の違いのみならず、インフラピッチの違いも知覚上の手がかりになるのかもしれない(cf. 末富・中島, 1998)。

最近の脳機能画像化法を用いた研究においては、リズム・パターンを聴取した際に、聴覚領域のみならず運動に関する領域にもある程度活動がみられることが示されている(Bengtsson et al., 2009; Chen, Penhune, & Zatorre, 2008; Grahn & Brett, 2007)。本研究との関わりから特に興味深い点は、聴取者に運動について全く指示や示唆を行うことなく、単に聴取を求める場合においても、この点が示されている点である(Bengtsson et al., 2009; Chen, Penhune, & Zatorre, 2008)。加えて、これらの研究においては、聴取時に賦活される運動関連領域がリズム知覚における予期と深く関わることが考えられている(Bengtsson et al., 2009; Grahn & Rowe, 2009)。一方、脳波を用いた研究では、 γ 帯域の活動がリズム知覚における予期を反映することが示唆されている(Snyder & Large, 2005)。時系列上のパターンが一定のテンポを保ち演奏されている印象を形成する際には、時系列上の予期およびそこからの逸脱が重要な情報となる可能性がある。これらの知見のように、時間の連なりから形成されるパターンの処理について、神経科学的な背景や実験指標に関する知見も蓄積されつつあり、今後の統合的な理解の進展が期待される。

付 記

本研究の一部は、科学研究費補助金(課題番号: 20330153)の助成を受けて行われた。また、本研究は、広島国際大学で行われた小出正彦、坂田雄基、天満 達の各氏の卒業研究等における実験をもとにしている。

文 献

- Arao, H., Suetomi, D., & Nakajima, Y. (2000). Does time-shrinking take place in visual temporal patterns? *Perception*, **29**, 819-830.
- Bengtsson, S. L., Ullén, F., Ehrsson, H. H., Hashimoto, T., Kito, T., Naito, E., et al. (2009). Listening to rhythms activates motor and premotor cortices. *Cortex*, **45**, 62-71.
- Chen, J. L., Penhune, V. B., & Zatorre, R. J. (2008). Listening to musical rhythms recruits motor regions of the brain. *Cerebral Cortex*, **18**, 2844-2854.
- Drake, C., & Botte, M. C. (1993). Tempo sensitivity in auditory sequences: Evidence for a multiple-look model. *Perception & Psychophysics*, **54**, 277-286.
- Eisler, H., Eisler, A. D., & Hellström, Å. (2008). Psychological issues in the study of time perception. In S. Grondin (Ed.), *Psychology of Time* (pp. 75-109). Bingley, UK: Emerald Group Publishing.
- 後藤靖宏(2000). リズム(旋律の時間的側面) 谷口高士(編著) 音は心の中で音楽になる 音楽心理学への招待 北大路書房 pp. 53-75.
- Grahn, J. A., & Brett, M. (2007). Rhythm and beat perception in motor areas of the brain. *Journal of Cognitive Neuroscience*, **19**, 893-906.
- Grahn, J. A., & Rowe, J. B. (2009). Feeling the beat: premotor and striatal interactions in musicians and nonmusicians during beat perception. *The Journal of Neuroscience*, **29**, 7540-7548.
- Hall, G. S., & Jastrow, J. (1886). Studies of rhythm. *Mind*, **11**, 55-62.
- 神宮英夫(1982). 視覚的刺激テンポの充実時程錯覚におよぼす効果 心理学研究, **53**, 296-299.
- 神宮英夫(1994a). 時間知覚研究の問題点と課題 大山正・今井省吾・和気典二(編) 新編感覚知覚ハンドブック 誠信書房 pp. 1555-1562.
- 神宮英夫(1994b). 時間知覚の感覚的過程と認知的過程 大山正・今井省吾・和気典二(編) 新編感覚知覚ハンドブック 誠信書房 pp. 1565-1570.
- Jones, M. R. (2009). Musical time. In S. Hallam, I. Cross, & M. Thaut (Eds.), *The Oxford Handbook of Music Psychology* (pp. 81-92). New York: Oxford University Press.
- Jones, M. R., & McAuley, J. D. (2005). Time judgments in global temporal contexts. *Perception & Psychophysics*, **67**, 398-417.
- Large, E. W., & Jones, M. R. (1999). The dynamics of attending: How people track time-varying events.

- Psychological Review*, **106**, 119–159.
- McAuley, J. D., & Miller, N. S. (2007). Picking up the pace: Effects of global temporal context on sensitivity to the tempo of auditory sequences. *Perception & Psychophysics*, **69**, 709–718.
- Merker, B. H., Madison, G. S., & Eckerdal, P. (2009). On the role and origin of isochrony in human rhythmic entrainment. *Cortex*, **45**, 4–17.
- Miller, N. S., & McAuley, J. D. (2005). Tempo sensitivity in isochronous tone sequences: The multiple-look model revisited. *Perception & Psychophysics*, **67**, 1150–1160.
- 中島祥好 (1979). 短音で示された分割時間の精神物理学的研究 日本音響学会誌, **35**, 145–151.
- 中島祥好 (2006). 聴覚 海保博之・楠見 孝 (監修) 心理学総合事典 朝倉書店 pp.160–168.
- Nakajima, Y., ten Hoopen, G., & Van der Wilk, R. (1991). A new illusion of time perception. *Music Perception*, **8**, 431–448.
- Penel, A., & Drake, C. (2004). Timing variations in music performance: Musical communication, perceptual compensation, and/or motor control? *Perception & Psychophysics*, **66**, 545–562.
- Repp, B. H. (2008). Metrical subdivision results in subjective slowing of the beat. *Music Perception*, **26**, 19–39.
- 最新音楽用語事典 (1999). リズム・キープ リットー ミュージック.
- Snyder, J. S., & Large, E. W. (2005). Gamma-band activity reflects the metric structure of rhythmic tone sequences. *Cognitive Brain Research*, **24**, 117–126.
- 末富大剛・中島祥好 (1998). リズム知覚研究の動向 音楽知覚認知研究, **4**, 26–42.
- ten Hoopen, G., Miyauchi, R., & Nakajima, Y. (2008). Time-based illusions in the auditory mode. In S. Grondin (Ed.), *Psychology of Time* Bingley, UK: Emerald Group Publishing pp.139–187.
- Thomas, E. A., & Brown, I. (1974). Time perception and the filled-duration illusion. *Perception & Psychophysics*, **16**, 449–458.
- Warren, R. M. (2008). *Auditory perception: An analysis and synthesis*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.