

The subjective continuity and discontinuity of crossing glide tones

黒田, 剛士
Faculty of Design, Kyushu University

<https://doi.org/10.15017/16819>

出版情報 : 九州大学, 2009, 博士 (芸術工学) , 課程博士
バージョン :
権利関係 :

第1章 序論

1.1 本章の目的

言語や音楽の聴取といった日常の経験からわかるように、私たちは音を聴く際に音節やフレーズというような時間的まとまりを積極的に捉えている。このようなまとまりを捉えるためには、その時間的範囲を示す境界を音の中に見出す必要がある。この時間的な境界を見出す働きは、音がつながっている、もしくは途切れているという知覚を決定する聴覚体制化の働きに支えられている。本論文では、音の連続-不連続の知覚を決定する聴覚体制化の仕組みについて論ずる。

本章では、本論文に関わる従来の研究の流れについて述べ、本論文全般において用いられる用語について解説した。

1.2 知覚、錯覚、体制化

私たちを取り囲む外的世界を意識化することは、知覚 (perception) の働きの一つである。知覚によって生ずる表象は、外的世界からの物理的情報を基にして形成される。しかし、知覚表象は物理的情報を直接的に反映しているわけではない。例えば、入力される光の波長が変化すると知覚される色が変化するが、光の波長それ自体に色が含まれているわけではない。色という表象は入力される光の波長に応じて知覚系の中で作られる。知覚研究の目標は、物理的情報を基にして表象を形成する知覚系の仕組みを理解することである。

外的世界に適応するためには、外的世界の様子や外的世界と自己との関係を把握することが必要になる。この役割を知覚は担う。しかし、知覚系は身体という限られた生理的資源を基にして構築されている。また、外的世界の把握は、個体の生存や種の存続を保障する程度の精度であればよい。それゆえ、知覚系は外的世界の物理的情報を完全に正しく把握するようにできているわけではない。ある特殊な状況においては、物理的観測から予測されるものと大きく異なる知覚表象が生ずる場合がある。これを錯覚 (illusion) という。錯覚は、知覚系の誤作動によるものではなく、知覚系それ自体の構造によるものである。錯覚を調べることは、知覚系の仕組みを調べることである。本論文では、ある錯覚現象の生ずる条件について実験を行なうことで検証し、その結果を基にして知覚の仕組みについて考察する。

知覚がなされる際には、外的世界にある全てのものが一度にまとめて処理されているわけではない。身体という限られた生理的資源を基にして効率的な知覚を行なうためには、いくつかの対象を選択する必要がある。選択を行なうためには、対象と背景とが別のものとして、また、ある対象とある対象とが別のものとして明確に分離されている必要がある。このような分離を行なうことも知覚の役割である。分離を行なうためには、それと同時に、いくつかの部分に関連あるものとし、それらを一つの対象として統合する必要がある。このように、知覚系の行なう働きには分離と統合とがあり、これらを総称して体制化

(organization) という用語が用いられる。体制化を達成するためには、ある要素とある要素とが関連しているかどうかを判定するための基準を必要とする。ある物理的入力に対してどのような体制化が生ずるのかを明らかにすることは知覚研究の課題の一つである。物理的入力と体制化の内容との関係を定式化して述べたものを体制化原理という。ゲシュタルト心理学 (Gestalt psychology) という学問領域のかかなりの部分において、知覚体制化に関する原理が追求されてきた。

1.3 聴覚の体制化と聴覚の情景分析

本論文では聴覚 (audition) における体制化について論ずる (Handel, 1989; Bregman, 1990; Darwin, 1997; Carlyon, 2004; Snyder & Alain, 2007 参照)。聴覚における体制化の役割は、聴覚の生理的器官の特徴に着目したときによく理解することができる。聴覚系はあらゆる方面からの音を捉えることができる。しかし、複数の音源からの音が同時に到達することは問題でもある。耳に到達する音波には、複数の音源による音波が混ざっている。その混合音波を各音源に対応するように分離しなければ、音源のそれぞれを認識し、それぞれからの意味情報を認識することができない。この作業は、周波数分析のような音響分析、および音の高さや大きさの把握をするだけでは達成することができない。それにも関わらず、日常の経験からわかるとおり、聴覚系はいともたやすくこの作業を達成している。

様々な音源からの音が混ざっている入力情報を、各音源に割り当てることができるように分離し、統合する働きは、体制化そのものである。聴覚体制化により、音源に対応する聴覚表象が形成される。音源に対応する表象が形成されれば、音源の存在を認識することも可能になる。このように、聴覚は体制化を通じて外的世界の情景を分析していると言えることができる。Bregman (1990) は、このような聴覚体制化による外的世界の把握を聴覚の情景分析 (auditory scene analysis) と呼んだ。

聴覚体制化の研究は、聴覚情景分析が提唱される前からなされていた。しかし、聴覚体制化の研究の重要性が認知されるようになったのは、それが聴覚情景分析の枠組みの中において論ぜられるようになってからである。それまでは、多くの場合、視覚体制化において機能するゲシュタルト原理が聴覚体制化においても同じように機能するかどうかという観点で研究が進められていた。しかし、聴覚体制化の原理は、視覚体制化の原理が応用されて出来上がったものではない。聴覚体制化の原理は、音源の存在を把握するという目的の下に、聴覚において独自に発展したものである。例えば、ある物体の発することのできる音の周波数は、その物理的性質により限られている。そのため、時間的に連なるいくつかの音が周波数的に近接している場合には、それらを一つのまとまりとして知覚して、単一の音源に帰属できるようにするのが妥当な方法であるといえる。このような原理は、聴覚体制化において実際に備わっている。このようなことが聴覚情景分析について論ずる際に初めて述べられ、聴覚体制化の重要性が認知されるに至った。

1.4 音脈の形成

聴覚体制化を研究する際に題材として用いられてきたのは、音脈 (auditory stream) の形成である。音脈とは、日常では「音列」や「音のパターン」という言葉で表されるような知覚内容（例えば、メロディー、ひとつながりの足音など）を指し、継時的に鳴る複数の音の時間的まとまりの知覚内容として定義される。音脈の形成を研究するために、実験室では周波数の異なる二つの正弦波音の交替する音パターンが用いられてきた。このような音パターンは、ある状況では二音が一つの連なりをなすように知覚され（図 1.1a）、別の状況では高い音と低い音とのそれぞれが連なりをなすように知覚される（図 1.1b）。言い換えると、前者では一つの音脈を生じていた音パターンが、後者では二つの音脈に分離される。後者の現象を音脈分凝という（Miller, 1947; Miller & Heise, 1950; van Noorden, 1975; Bregman & Campbell, 1971; Bregman & Rudnick, 1975）。この音脈分凝がどのような条件において生ずるのかを調べることで、いくつかの聴覚体制化の原理が見出されてきた。以下では、その原理のうち、本論文に関連するものについて述べる。

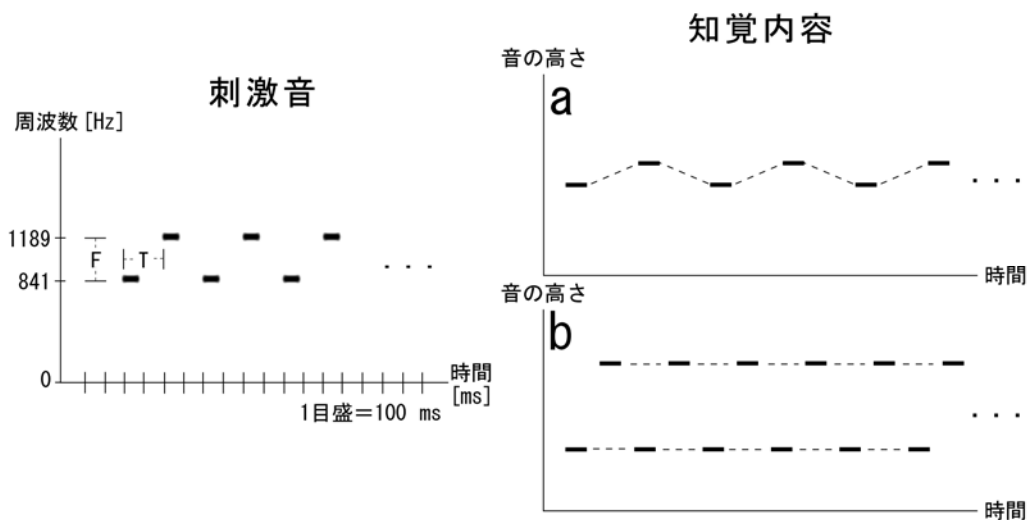


図 1.1 音脈分凝：刺激音に示したのは周波数の異なる二音の交替音列である。このような音列は、周波数的距離 (F) が短く、時間的距離 (T) が長くなると、a のように一つの音脈として知覚されやすくなる。周波数的距離が長く、時間的距離が短くなると、b のように二つの音脈として知覚されやすくなる。

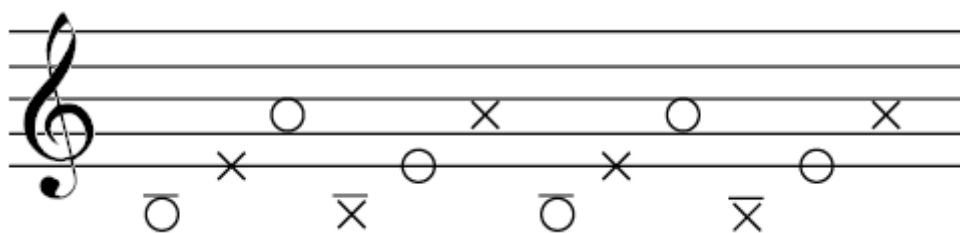


図 1.2 楽器音の音色の違いによる音脈分凝：○と×とで示した音符のそれぞれについて、互いに音色の類似した楽器音が用いられる場合には、3 音の上昇メロディーの繰り返し音列が知覚される。音色の大きく異なる楽器音が用いられる場合には、○と×とのそれぞれによる 3 音の下降メロディーの繰り返し音列が知覚される (Wessel, 1979)。

時間-周波数平面上で近接した音（成分）は、同じ音脈に属するものとして統合されやすい。これは近接の原理と呼ばれる。例えば、図 1.1 に示した二音の交替音列において、二音の周波数の差（図 1.1 の F）を操作すれば、二音の周波数における近接性を変えることができる。周波数の近い二音は一つの音脈にまとめられやすく、二音の周波数が離れると音脈分凝が生じやすくなる。また、二音の交替速度を操作すれば、二音の時間的な近接性（図 1.1 の T）を変えることができる。交替速度が速くなると、周波数の同じ音同士における時間的距離が縮まり、音脈分凝が生じやすくなる。

物理的性質、および知覚的性質の類似した音は同じ音脈にまとめられやすい。これは類同の原理と呼ばれる。類同の原理は、スペクトル、もしくは音色の類同性に適用されることが多い (van Noorden, 1975; Wessel, 1979; Singh, 1987; Iverson, 1995; Cusack & Roberts, 2000)。例えば、二つの複合音の交替するパターンにおいて、その二音において包含される倍音成分が異なると、その二音の基本周波数が同じであっても（知覚される音の高さが同じであっても）、音脈分凝が生じやすい (van Noorden, 1975)。図 2 のように上昇する 3 音符の繰り返しのパターンは、○と×とで音色の大きく異なる楽器音を用いた場合、上昇する 3 音の繰り返しのパターンではなく、○と×とのそれぞれによる下降する 3 音の繰り返しのパターンとして知覚されやすい (Wessel, 1979)。

1.5 音事象の形成

一つの音脈には、複数の音が時間的に連なりをなして含まれていることが多い（ただし、一つの音が時間的に持続して音脈をなす場合もある）。このように音脈を構成する一つ一つの音は音事象（auditory event）と呼ばれる。音事象も体制化によって形成される表象の一種である。このことについて Bregman (1990) は以下のように示唆している。

“ひとつの長い音、例えば、定常的な純音があったとしよう…。その経験内容は、より小さな単位 [音事象] から成り立っているのであろうか。もし、そうであるの

ならば、その単位はどこから始まってどこで終わるのであろうか。...[ゲシタルト心理学者が述べるところによると] 質的に変化することのない入力には、複数の単位は含まれない。その入力、ある種の不連続性によって分断されるときにのみ、複数の単位として体制化される。この考えに従えば、知覚的単位はそれ自体が知覚体制化の過程によって形成されるのである。複数の単位が形成された後、それらは類同性やその他の要因によってさらに高次の体制化〔音脈の形成〕を生ずるのである。” (Bregman, 1990, p. 70, 著者訳)

音事象の形成については、二つの研究を挙げて論ずることができる。一つは、時間的に重なる周波数成分の統合について調べた研究である。もう一つは、音の連続-不連続の知覚について調べた研究である。

1.6 時間的に重なる周波数成分の統合

複合音とは、複数の周波数成分が時間的に重なる音のことである。複合音をなす成分は、別個にして呈示すれば、それぞれを一つの音事象として知覚することができる。しかし、音声や楽音といった複合音を聴く際の経験からわかるように、このような音に含まれる成分のそれぞれを別個の音事象として知覚することはほとんどない。これらの成分は統合されて、一つの音事象として知覚される。

時間的に重なった成分を統合するだけでは、私たちが日常行なっているような音の知覚は実現されえない。ある音源からの複合音は、ほとんどの場合、異なる音源からの複合音と時間的に重なっている。互いに重なった成分は、各音源に対応するように正しく割り当てられなければならない。時間的に重なるいくつかの成分を一つの音事象に割り当てるために、あるいは異なる音事象に割り当てるために、聴覚系はどのような原理に従うのであろうか。これまでに見出されてきた原理のいくつかを以下に述べる (Bregman, 1990; Darwin, 1997 参照)。

二つの成分が同時に始まる、もしくは終わるとき、それらは一つの音事象に統合されやすい (Rasch, 1978; Darwin & Sutherland, 1984; Turgeon, Bregman, & Roberts, 2005; Holmes & Roberts, 2006)。二つの成分が時間的に重なっていても、その始まり、もしくは終わりがずれているとそれらは別個の音事象として知覚されやすい。

倍音関係にある二つの成分は一つの音事象に統合されやすく、非倍音関係にある二つの成分は別個の音事象として知覚されやすい。調波複合音は、倍音関係にある成分（基本周波数の成分とその倍数関係にある周波数の成分）から構成される音であり、一つの音事象として知覚されやすい。しかし、この中の一つの成分の周波数をずらして倍音関係から外すと、その成分は分離し、調波複合音の高さが知覚されている中に、もう一つの（調子外れの）音の高さがあるように知覚される (Moore, Glasberg, & Peters, 1986)。

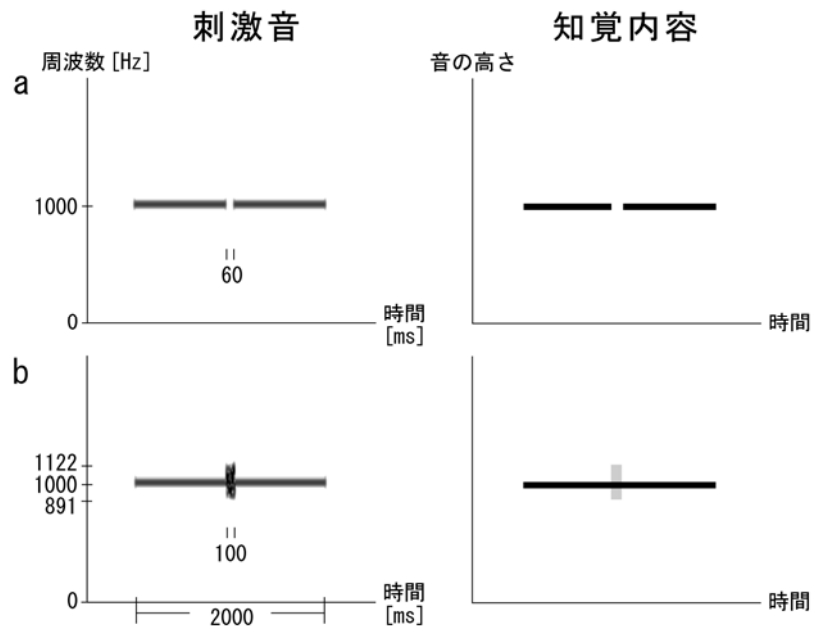


図 1.3 連続聴錯覚：物理的に途切れた正弦波音（a）の空隙部を十分にレベルの高い雑音で満たすと（b），その音がつながっているように知覚される。各音の立ち上がり時間と立ち下がり時間は 20 ms であり，持続時間に含まれている（空隙には含まれない）。b の時間的中央においては，正弦波音の立ち下がりと雑音の立ち上がりとが，また，正弦波音の立ち上がりと雑音の立ち下がりとが時間的に重なっている。そのため，雑音の持続時間は空隙よりも 40 ms 長い 100 ms となっている。

1.7 音の連続-不連続の知覚と連続聴錯覚

音事象という表象は，その特徴として始まり（onset）と終わり（termination; offset）という時間的境界を有する。この境界は，無音区間と音事象とを区切るものである。そして，始まりと終わりという境界で示された音事象は，音が途切れなく持続している区間を示す。したがって，音事象の形成は，音がつながっているか，途切れているかの知覚を決定する。ある時間的に続く音の入力が一つの音事象に統合される場合には，その音は「つながっている」ように知覚される。その入力が二つの音事象に分離される場合には，その音は「途切れている」ように知覚される（ただし，後者の場合においては，「時間的に連なる二つのつながった音」と表現される場合もあるだろう。しかし，途切れが見出されなければ二つの音が知覚されることはないので，この場合は「途切れている」と同じ意味であるとみなす）。音の連続-不連続の知覚について調べることは，音事象の形成について調べることであると言える。

音の連続-不連続の知覚について調べた従来の研究のほとんどは，連続聴錯覚（auditory continuity illusion）という現象を用いている。物理的に途切れた音の時間的空隙の部分に他の音で満たすと，物理的に途切れているはずの音がつながっているように知覚される

(図 1.3)。これが連続聴錯覚である。この錯覚の仕組みについては第2章において詳しく論ずる。

1.8 音の始まりと終わり

音事象は始まりと終わりという時間的境界を有する。音の始まりと終わりとを検出することは、音事象を形成するための第一歩となる。聴覚体制化のいくつかの研究において、音の始まりと終わりがどのようにして検出されるか、そしてそれらがどのような知覚的効果を有するかについて検証がなされている。

無音状態から音が生じて振幅が増加すれば、音の始まりが検出される。振幅が減衰して無音状態になれば、音の終わりが検出される。振幅の変化が急峻であれば、音の始まりと終わりととの検出が促進され、音事象の時間的境界が明確に定まるようである。Bregman, Ahad, and Kim (1994) は、振幅の時間的変化が音の高さの知覚におよぼす影響について調べるために、非倍音関係にある3つの成分の時間的に重なるパターンを用いた。各成分は時間的に(60 ms から 100 ms) ずれて始まり、聴取者は成分の始まる順序を答えた。始まる際の振幅変化(立ち上がり)の時間的長さを体系的に操作したところ、その長さが短くなると(およそ 40 ms 以下になると)、成分の始まる順序が正しく知覚されやすくなることがわかった。各成分がずれて終わる際の順序も、終わる際の振幅変化(立ち下がり)の時間的長さが短くなると正しく知覚されやすくなることがわかった。音の始まりと終わりは、立ち上がりと立ち下がりの時間的長さが短いときに明確に検出され、それらの検出は、始まる成分と終わる成分の周波数の分析を促進するようである。

音の始まりは、無音状態から振幅が増加するときのみ検出されるわけではない。既に呈示されている音の振幅が増加することによっても検出される場合がある。Bregman, Ahad, Kim, and Melnerich (1994) は、倍音関係にある5つの成分からなるパターンを用いた。パターン全体の呈示されている間、5つあるうちの2つの成分の振幅が増加し、減衰した。これら2つの成分の振幅変化は時間的にずれて生じた(最初の立ち上がりから次の立ち上がりまでの時間間隔は 1500 ms であった)。振幅の増加が急峻であれば、パターン全体の中に2つの音の高さによる上昇メロディー、および下降メロディーが明確に知覚されることがわかった。成分が既に呈示されている場合であっても、その振幅が急峻に増加すれば、新たな音(の高さ)が生ずるように知覚されるようである。

急峻な振幅変化が音の始まり、および終わりとして検出されることは、正弦波音を振幅変調する(振幅を周期的に増加減少させる)ことでも確かめることができる。変調周波数が低いときには振幅はゆっくりと上下するので、変調音は音の大きさの変化するつながった音として知覚される。しかし、変調周波数が高いときには振幅の変化が急峻になるので、変調音は複数の短い音の連なりとして知覚される(Zwicker, 1952; Terhardt, 1968; van Noorden, 1975)。

音入力の中に振幅の急峻な立ち上がりと立ち下がりがあれば、それぞれが音の始まり

と終わりとして検出される。しかし、急峻な振幅変化はスペクトルの広がりを生ずることに注意しなければならない。このようなスペクトルの広がり、擬音語で表すとコツツという音やプチッという音として聴こえてしまい、音の始まりや終わりとは異なる知覚効果を生じてしまう場合がある。宮坂・境（1980）は、振幅変化の時間が 15 ms 以上、もしくは 20 ms 以上であれば、スペクトルの広がり、知覚されにくいことを示した。本論文では、スペクトルの広がり、知覚による実験結果への影響を抑えるために、実験に用いた刺激音の立ち上がり、立ち下がり、の時間を 20 ms にした。また、スペクトルの広がり、をよりよく抑えることができるように、立ち上がり、立ち下がり、の包絡線の形状をコサイン関数曲線の形状とした（Durrant & Lovrinic, 1995 参照）。

振幅の変化だけではなく、周波数の変化も音の始まりと終わりとして検出される場合がある。Darwin and Bethell-Fox（1977）は、渡り音、母音、渡り音の音節（例えば、/wæu/）として知覚される合成音声を用いて、これを繰り返して呈示した。この渡り音の途中で基本周波数が急峻に変化するように操作をすると、渡り音ではなく、破裂音の知覚されることがわかった（上述の例でいうと/bæb/）。Darwin and Bethell-Fox は、基本周波数の急峻に変化する時点において、音節が始まるように、もしくは終わるように知覚され、このことにより渡り音をなす遷移部分が分断され、この部分が渡り音というよりも破裂音として知覚されると説明している。

音の始まりと終わりは、視覚図形における輪郭線と似た役割を果たすことがある。このことを示した Crum and Bregman（2006）は、音色が時間的に変化して知覚される音パターンを用いた。このパターンは、明るさが時間的に変化するように知覚され、最初は暗く、そして徐々に明るくなるように知覚された。このパターンのいくつかの箇所に時間的空隙を挿入すると、音色の時間的な変化が（段階的になり）わかりやすくなることがわかった。視覚においては、輪郭線に囲まれた領域の中で明るさや色の同化の生ずることが知られている（Koffka, 1935 鈴木訳 1988）。すなわち、輪郭線に囲まれた領域内は、均一の、もしくは均一に近い明るさや色であるように知覚されやすい。視覚における明るさと同様に、聴覚の明るさにおいても同化が生ずると考えられる。単独で呈示されたときに音色が徐々に明るくなるパターンの各所に空隙を挿入すると、その空隙の境界において終わりと始まりとが検出される。そして、始まりと終わりとに囲まれた領域内（音事象）において音色の同化が生ずる。同化が生ずると、空隙をまたぐ音事象間における明るさの変化は、漸次的というよりも不連続的になる。このようにして、音色の変化が検知しやすくなったと考えられる。

このように、音の始まりと終わりは、それらの生ずることで音の高さ、音素、そして音色の知覚に影響をおよぼしうる。音の始まりと終わりは、独自の知覚的効果を有する要素であると認めることができる。知覚要素は、体制化によって統合される対象となりうる。聴覚系が音の始まりと終わりとを検出し、ある原理に従ってそれらを結びつけて音事象を形成することは、十分に考えられることである。そして、このような仮定をすることで、

以下に述べるような聴覚の錯覚現象を説明することができるのである。

1.9 空隙転移錯覚

空隙転移錯覚 (gap transfer illusion) とは、近年において発見された聴覚の錯覚現象である。この現象を発見したのは中島・佐々木 (1993) である。中島・佐々木は、周波数変化音の交差するパターンの知覚について研究する過程において、空隙転移錯覚を偶然に発見した。

図 1.4a に示したのは、1500 ms の二つの周波数変化音が X 状に交差するパターンである。この周波数変化音は時間に対して周波数が指数関数状に（対数周波数軸上を直線状に）上昇、および下降する。以降、このような周波数変化音をグライド音と呼ぶ。視覚の体制化に類推すると、X 状に交差する直線は、二つの直線が交差するパターンとして知覚され、二つの折れた線が角で接するようなパターンとして知覚されることはほとんどない。これは、よい連続の原理で説明されている。視覚における知覚的統合は、急峻に変化することのない滑らかなつながりをなす線（図形）が生ずるようになされる。しかし、このような原理は聴覚においてほとんど見られない。図 1.4a のパターンは、交差点を境にして周波数が上のパターンと下のパターンとに分かれるように知覚される。すなわち、音の高さが下降してから上昇するパターンと、上昇してから下降するパターンとの二つが知覚される。これは、周波数近接の原理が働いて、周波数の高い部分と低い部分とのそれぞれが統合されるためであると考えられている (Tougas & Bregman, 1985; McPherson, Ciocca, & Bregman, 1994)。

中島・佐々木 (1993) は、グライド音の交差するパターンを様々な条件で作成し、二つのグライド音が交差して知覚されるような条件を見出した。図 1.4b のように、交差する二つの周波数変化音のうち、一方の音が他方の音よりも時間的に短くなると、高さの上昇する音と下降する音とによるパターンとして知覚されやすくなる。二つのグライド音の持続時間の違いが交差知覚を生じやすくすることは、McPherson et al. (1994) の研究において示唆されているが、このことをデモンストレーションという形で鮮やかに示すことができた。

この交差知覚の生ずるデモンストレーションは、長いグライド音と短いグライド音とを区別しやすいようにどちらかに目印をつければ、一層わかりやすくなるはずである (中島, 2005)。そこで短い方のグライド音の時間的中央に時間的空隙が挿入された (図 1.4c)。このとき、物理的な内容と同じように途切れが短い音の方にあるかのように知覚された。すなわち、長い音はつながって、短い音は途切れて知覚された。

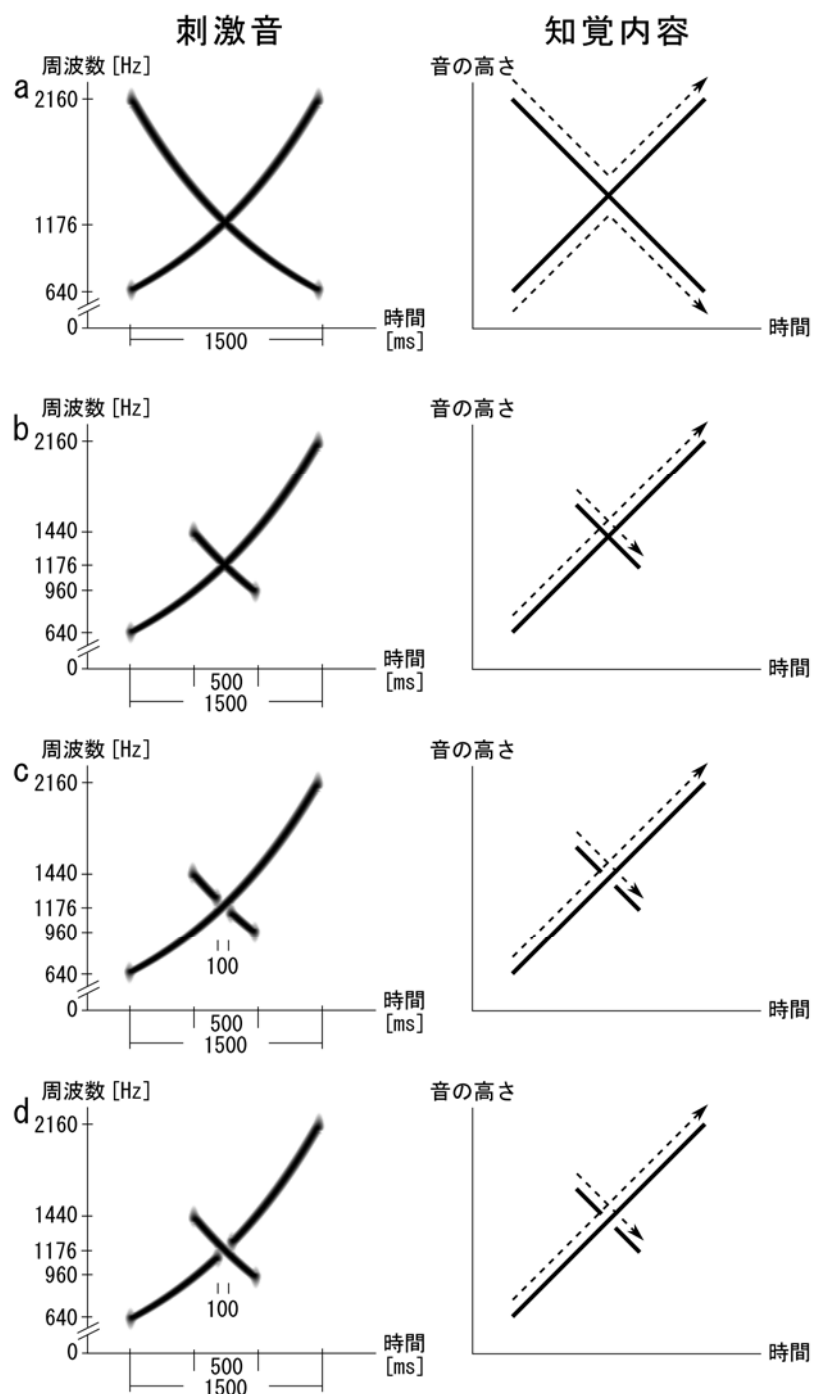


図 1.4 グライド音の交差するパターンの知覚，および空隙転移錯覚

次に，長い音の時間的中央に空隙が挿入された（図 1.4d）。すると，途切れが長い音の方ではなく，短い音の方にあるかのように知覚された。すなわち，長い音はつながって，短い音は途切れて知覚された。中島・佐々木（1993）は，この現象を空隙転移錯覚と名づけた。

1.10 聴覚の文法

物理的に滑らかにつながった音が途切れて知覚されるような現象はこれまでに報告されていない。空隙転移錯覚において、物理的につながった短い音は途切れて知覚される。この現象は、新たな聴覚体制化の原理の存在を示唆している。Nakajima, Sasaki, Kanafuka, Miyamoto, Remijn, and ten Hoopen (2000) によって提唱された事象構築モデル (event construction model) は、短い音の不連続知覚を音の始まりと終わりとの近接性により説明している。このモデルでは、音の始まりと終わりとを音要素 (auditory subevent) と呼んでいる。これらはグライド音の立ち上がり部分、立ち下がり部分において検出される (図 1.5a)。このように検出された始まりと終わりとに近接の原理が適用される。すなわち、時間、および周波数的に近接した始まりと終わりとは優先的に一つの音事象に属していると解釈される。図 1.5a の刺激音において、空隙前の始まりと終わりは近接しており、これらは音事象を形成する。空隙後の始まりと終わりも同様に音事象を形成する。このようにして、短い音は途切れて知覚される。

空隙転移錯覚が生ずると、長い音は物理的に途切れているにも関わらずつながって知覚される。事象構築モデルはこの長い音の連続知覚も説明する。上述したように、途切れをなす終わりと始まりは短い音の知覚に割り当てられる。特別な事情がない限り、体制化において、同じ要素が異なる対象に重複して割り当てられるようなことはない (Bregman, 1990 参照)。したがって、この終わりと始まりとが長い音の知覚に重複して割り当てられることはない。残ったのは長いグライド音に対する始まりと終わりだけであり、これらは互いに結びつき音事象を形成する。このようにして、長い音はつながって知覚される。

Nakajima et al. (2000) は、事象構築モデルを仮定することで分離音現象 (split-off effect) という新たな現象を発見することができた (Remijn, 2003; Remijn & Nakajima, 2005 参照)。分離音現象は、持続時間が 500 ms 程度かそれ以上の二つのグライド音が時間軸上で部分的に重なる音パターンにおいて生ずる (図 1.5b)。事象構築モデルに従えば、このパターンの時間的中央において後続グライド音の始まりと先行グライド音の終わりとが近接しており、これらが互いに結びついて音事象を形成するはずである。そして、先行グライド音の始まりと後続グライド音の終わりとが互いに結びついて音事象を形成するはずである。実際に、この音パターンはつながった長い音の時間的中央に短い音があるパターンとして知覚される。事象構築モデルを仮定することで新たな現象を予測することができたことは、このモデルが妥当なものであることを示している。

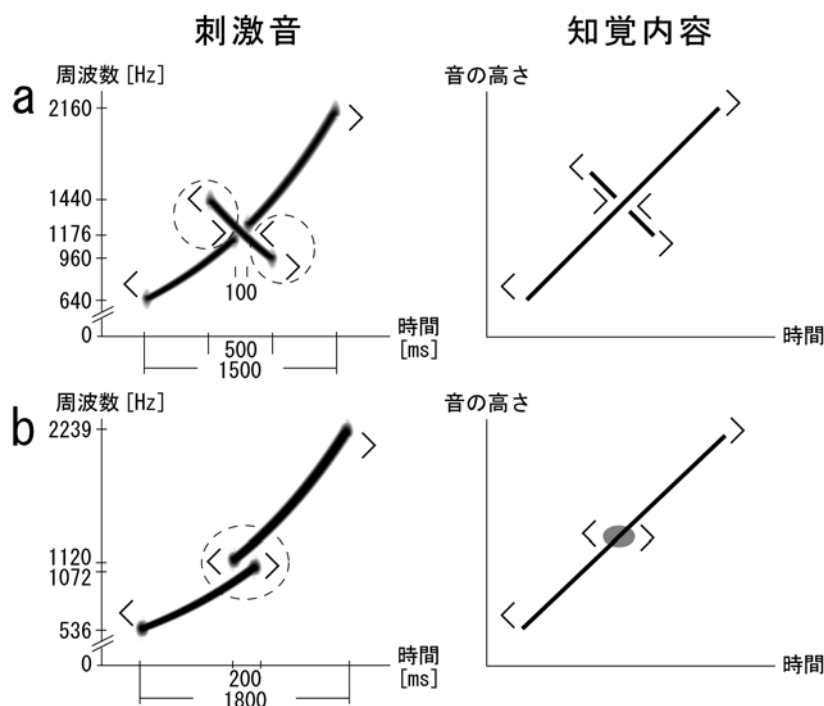


図 1.5 空隙転移錯覚 (a) と分離音現象 (b): 音の始まり (<) と終わり (>) を示し、近接性により知覚のうえで結びつくものを丸で囲んだ。

事象構築モデルによれば、近接した音の始まりと終わりは一つの音事象に属していると解釈される。しかし、音事象の形成をより厳密に説明するためには、以下のことを考慮しなければならない。音事象が形成されるためには、音の始まりと終わりとがこの順で時間的に並んでいなければならない。逆に、終わりと始まりとがこの順で並んでいても、これらが結びついて音事象を形成することはない。すなわち、音事象が形成されるためには、音の始まりと終わりとがある特定の並びにある必要がある。聴覚の文法 (auditory grammar) とは、この点を考慮して事象構築モデルを発展させた理論的枠組みであり、近年、この理論を様々な聴覚現象の説明に適用することが試みられている (Nakajima & Sasaki, 1996; Nakajima, 2006; Nakajima, 2008)。聴覚の文法という名前に含まれる文法という言葉は、並びに関する規則について考慮した理論であることを強調している。

1.11 空隙転移錯覚と連続聴錯覚

空隙転移錯覚における長いグライド音の連続知覚については、もう一つの仕組みが仮定されている (Nakajima et al., 2000)。空隙転移錯覚の生ずるパターンにおいて、長いグライド音の空隙部は短いグライド音のエネルギーで満たされている。この部分のエネルギーは、長いグライド音の欠落部分を補完するのに十分な量である。このエネルギーが長いグライド音に属するものとして解釈され、長いグライド音はつながって知覚される。

このような知覚の仕組みは、連続聴錯覚において仮定されることが多い。連続聴錯覚の生ずる音パターンにおいて、途切れた音の空隙部分は、その周波数範囲において、それを補完するのに十分なエネルギーで満たされている。この部分のエネルギーが、途切れた音に属するものとして解釈される。

しかし、このように連続聴錯覚において生ずると仮定されている仕組みが空隙転移錯覚における長い音の知覚においても生ずるとは考えにくい部分もある。連続聴錯覚が生ずるためには、途切れた音の空隙部分がより高いレベルの音で満たされている必要があるといわれている。しかし、空隙転移錯覚は、長いグライド音と短いグライド音とが同じレベルにあるときにはっきりと生ずることがわかっている。ただし、空隙転移錯覚の生ずるグライド音のレベル条件についてはよくわかっていない。このレベル条件について検証することで、空隙転移錯覚において長い音がつながって知覚される仕組みをより明確に理解することができるであろう。

1.12 本論文の構成

音の連続-不連続の知覚を決定する要因を明らかにすることが本論文の目的である。そのために、空隙転移錯覚と連続聴錯覚という二つの現象の生ずる仕組みについて検証した。

空隙転移錯覚において、長い音はつながって知覚される。上述したように、この知覚には二つの仕組みの関与することが示唆されている。一つは、音の始まりと終わりとを結びつける仕組みである。近接した音の始まりと終わりは優先的に結びつけられ、途切れをなす終わりと始まりは短い音の知覚に割り当てられる。そのため、長い音はつながって知覚される。もう一つは、音エネルギーの持続性を処理する仕組みである。長いグライド音の空隙部は短いグライド音のエネルギーで満たされており、このエネルギーが聴覚系において長い音に属すると解釈される。そのため、長い音はつながって知覚される。後者のように音エネルギーの持続性が音の連続-不連続の知覚を決定することは、連続聴錯覚の研究において従来から示唆されてきた。

このように、音の連続-不連続の知覚を決定する要因として、音の始まりと終わりととの配置、そしてエネルギーの持続性という二つが提案されている。音の連続-不連続の知覚を決定するために、これら二つの要因はどのように機能するのか、そして、二つの要因は互いにどのように関連しあうのかについて検証した。また、これにより得られた知見を音声のような日常の音の知覚に適用するためにはどうすればよいのかという問題についても検証した。

第1章では、本論文の研究の対象となる聴覚現象について述べ、研究の背景となる聴覚体制化の研究の流れについてまとめた。

第2章では、従来の知見に基づいて、連続聴錯覚の生起を決定する要因について検証した。連続聴錯覚に関する従来の仮説のいくつかを再検証し、音の連続-不連続の知覚に関して現在わかっている事柄を整理した。

第 3 章では、単一成分のグライド音の交差するパターンを用いて実験を行ない、空隙転移錯覚の生起に必要となるグライド音のレベル条件について検証した。そして、空隙転移錯覚において長い音がつながって知覚される仕組みについて考察した。ここで得られた知見を第 2 章における知見と照らし合わせることで、議論を深めた。

第 4 章では、第 3 章における知見を発展させ、複数の成分からなる音の連続-不連続の知覚を説明することを試みた。実験では、倍音関係にある 3 つの成分からなる調波グライド音の交差するパターンが用いられた。空隙転移錯覚は、このようなパターンにおいても生ずるが、交差する調波グライド音の間でスペクトル傾斜（スペクトル成分の相対的なレベル関係）が異なると生じにくくなる。このスペクトルの効果について、空隙転移錯覚に対する音圧レベルの効果という観点から説明を試みた。

第 5 章では、全ての章を踏まえての考察を行い、本論文において得られた知見を整理した。