

心理学のデモンストレーション教材の研究と開発

Demonstrations of Perceptual Phenomena for Introductory Psychology

宮崎謙一 (新潟大学人文学部)

MIYAZAKI Ken'ichi (Faculty of Humanities, Niigata University)

This article describes audio-visual demonstrations produced for effective instructions in introductory psychology, especially in the basic area of perception. These demonstrations are important because many students have stereotyped views on psychology and do not understand the significance of the basic problems of psychology as a science. In recent days, it has been quite easy to produce and display the demonstrations by using a computer and various software developed for making and displaying visual and auditory materials. In this paper, selected examples of demonstrations in visual and auditory perception are introduced, including visual demonstrations such as various optical illusions, phenomena of size constancy, subjective contours, and apparent motions, and auditory demonstrations such as pitch paradoxes, auditory stream segregation, and melodic illusions. Technical details and software used for producing these demonstrations are also described.

Keywords: audio-visual demonstrations, perception, perceptual illusions, instruction of psychology, presentation, Macintosh

心理学に限らず、さまざまな分野の教育において、視聴覚的な教材提示が今日広く行われている。従来は視聴覚教材の提示というビデオやスライド、OHPシートなどが一般的であった。しかしビデオはともかく、スライドやOHPはすでに一昔前のものとなり、現在ではコンピュータを用いたプレゼンテーションが広く行われるようになってきている。Microsoft社のPowerPointに代表されるようなプレゼンテーション・ソフトウェアを、教員が授業で用いているだけでなく、学生も授業での発表などに活用している。こうしたコンピュータ・ソフトウェアを駆使した教材提示の一般的な技法の紹介と解説は、すでに数多くある。本稿では、特に心理学の授業で用いる効果的なデモンストレーションと、その作成の方法にしばって紹介することにする。

1 心理学のデモンストレーション教材の意義

心理学で扱われる問題はきわめて多岐にわたり、人間に関するあらゆることから(人間に関係するならば人間以外の動物に関することからまで)が取り上げられ

る。心理学が人間の経験を扱うものであることから、その授業においては、さまざまな心理学的効果を学生が実際に体験できるような形で教材を提示する工夫が必要である。そのように工夫された視聴覚的なデモンストレーション教材を用いると学生にもわかりやすく、また興味を持たせることができるのでたいへん効果的である。特に心理学の基礎的領域である感覚や知覚、認知に関して学生の理解を容易にするためには、このような教材は欠かせない。

一般心理学の教科書の多くは、まず心理学という学問の性格について(つまり心理学とは何か)と、その歴史的経緯についての章から始まり、そのあとに感覚と知覚、そして記憶や学習、思考など、広く認知過程と呼ばれる諸問題を扱う章が続く。ところが心理学を初めて学ぶ学生にとっては、感覚と知覚の問題が心理学の教科書の最初の方に出てくる基礎的な問題であることがなかなか理解できないことが多い。実際、たとえば教科書の感覚についての章では、目や耳などの感覚器官の構造を示す図があり、それらがどのように働くかについての説明が書かれている。これを見ただけ

では、学生はどうしてこれか心理学なのだろうと疑問に思うのも無理もないことである。

学生のこのような反応は、心理学の授業を担当する中で筆者が感じている学生の傾向に関連している。学生の多くは、心理学がいわゆる人の「心理」を研究する学問であり、人のさまざまな行動がどのような「心理状態」から生じるのかを分析したり、人の気持ちや性格（あるいは本当の自分）がわかるようになることが心理学の目的だと思い、またそうしたことに期待を抱いて授業に臨んでくる。学生の心理学についてのこのような見方や期待は、心理学に対する広く流布している誤解を映している。テレビや雑誌などのマスメディアがそうした誤解を広める役割をはたしており、このことは最近特に目立つ心理偏重の時代趨勢という根深い心理-社会的問題とも関連する。このような偏った見方は、心理学の正しい理解を妨げることになるのみならず、それどころか、もっと重要なことには、人々の生活をおびやかす危険をはらんでさえいると筆者は考えている。しかしそれについて論じることは本稿の趣旨をはずれるので、それは別の機会にゆずることにする。

教養教育における心理学教育は、学生がこのような偏った心理学についての見方を正し、人間について正しい理解ができるようになるための基礎を与えるものでなければならないと考えられる。そのような見方からすると、日常生活の中でだれもが経験することがらが、心理学の基礎的研究の対象になっていることを学生に理解させることは重要な課題である。人の「心理状態」を分析することや性格を判定することよりも、心理経験そのものの性質を明らかにすることが心理学の基本的な問題であることを学生に理解してもらうためには、だれもが経験する知覚や認知の諸現象の不思議さ、おもしろさを体験的に理解することが有効である。その目的のために、デモンストレーション教材がたいへん効果的であるが、その作成には創意と工夫、そして技術が必要である。

2 視覚に関する知覚効果のデモンストレーション

感覚や知覚の経験は、人間の心理経験の基礎となるものである。それに関するデモンストレーションは、特別の仕掛けや工夫がなければ不可能というわけでもない。昔から、心理学の教科書などには、錯視図形をはじめとする基本的な知覚現象の図が載せられ、その効果が体験できるようにされていたし、またそうしたデモンストレーション図版だけを集めた教材なども作成されてきた。今日、この種の教材の作成と提示は、コンピュータとグラフィック/プレゼンテーション用のソフトウェアを用いれば、簡単に行うことができる。さらにそれらを用いると、単に図版を順番に提示する紙芝居的なやり方だけでなく、精密な時間的系列として提示することや、動画の形での提示、音声を付加することなども比較的容易に行うことができ、デモンストレーションの範囲と効果が顕著的に向上した。

2.1 線分の長さや大きさに関する錯視

知覚の問題が心理学の問題であることを学生に理解させるためには、我々の知覚経験が物理的な刺激配置だけでは説明できないことを体験的に示すことが効果的であり、その典型的なものが錯視図形である。錯視図形を授業で提示するときには、単にスライドショーとして順番にスクリーンに投影するのではなく、ちょっとした工夫をするだけで提示をきわめて印象深いものにすることができる。

たとえば単純ではあるが、有名な錯視である Müller-Lyer 錯視を提示する場合を考えてみよう。この錯視は、線分の長さが、両端の補助線の向きによって違って見えるという現象である。図1のように最初に2本の等しい長さの線分を出して、等しい長さに見えることを確認させた後に、両端に補助線を付け加えたものに切り替える（補助線が徐々に見えてくるフェードインや、補助線が徐々に伸びていくアニメーションの技法を使うとより効果的である）。等しい長さに見えたはずの2本の線分が、補助線が現れたとたんに異なる長さに見えるという体験の不思議さとおもしろさ

から、学生はなぜこんなふうに見えるのかという疑問を持ち、知覚の問題に導かれていく。また図2で、(b1)と(b2)のどちらが、(a)の線分と同じ長さに見えるかをたずねると、ほぼ全員が(b2)であると答えるが、客観的に等しい長さなのは(b1)の方である。アニメーションを使って(b1)と(b2)を動かして、(a)と並べて直接長さを比較できるようにする提示の仕方も効果的である。

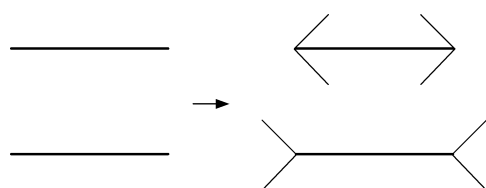


図1 Müller-Lyer 錯視 (1)

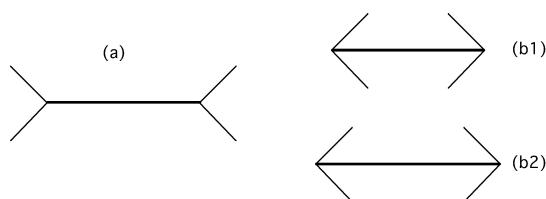


図2 Müller-Lyer 錯視 (2)

Müller-Lyer 錯視と同様の、線分の知覚上の長さに関する錯覚に Ponzio 錯視がある。図3に示したように、2本の等しい長さの線分が、交差する2本の斜線の間におかれると、斜線が狭まっているところにおかれた線分は、広いところにおかれた線分比べて長く見えるようになる。これも上のような提示法を用いて効果的に示すことができる。

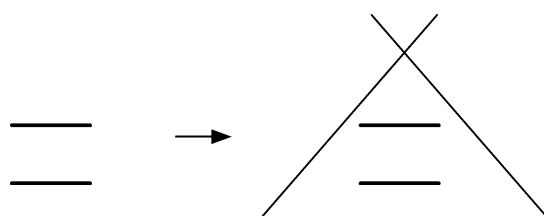


図3 Ponzio 錯視

錯視を幾何学的な図形でのみ見ていたのでは、これが単なる錯覚現象にすぎないものと見なされ、不思議

ではあるけれども、これが現実の知覚経験とどう関連するのかが見えてこない。錯視現象が現実の知覚の働きの1つの側面を表したものであることを理解させることが重要である。たとえば錯視を実際の情景の中に提示すると、この錯覚現象が、2次元の光学的配置から3次元世界(奥行き)を知覚する仕組みと関連していることに気づくことができ、知覚の恒常性の問題を理解することにつながる。

たとえば図4では、廊下の手前と奥に2人の人物がいる。これは写真ではあるが、床や天井と壁との境界線の収束状況などから、これが現実の奥行きを含む場面を表していることがわかる。したがって写真上の大きさからいうと、遠くにいる人物は近くにいる人物にくらべてずっと小さく写っているのであるが、現実の奥行き空間でそうであるように、2人の人物はほぼ同じ大きさに知覚される。これが大きさの恒常性である。写真に写っている像の大きさは、この場面を見ている人の網膜に投影される像と対応する(図5a)。



図4 奥行き場面における人物像の大きさの錯覚

ところが図4の写真の奥にいる人物を、大きさを保ったままで前の人物の位置まで移動させると、写真が表す奥行き空間の中では、人形のように小さく見えてしまうことになる。現実の3次元世界では、遠くにいた人物が近くに移動すると、距離が近くなるにつれて目の網膜に映るその人物の像は大きくなるのであるが、図4の写真の上では像の大きさが変わらないので、大きさの恒常性が崩れ、移動した人物がこびと

のように知覚されてしまう(図5b)。図4に見られる収束する廊下の線と知覚上の人物の大きさの変化は、図3のPonzo錯視と幾何学的に同じであることがわかり、この錯視と大きさの恒常性が関連する現象であることが理解される。

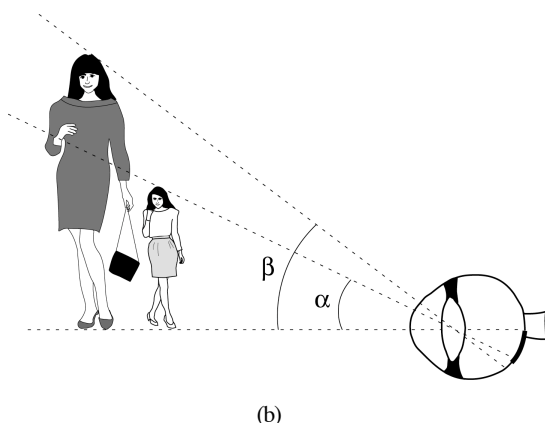
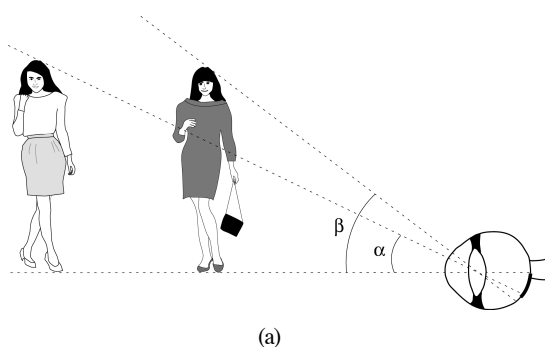


図5 目に入る外界のイメージ

2.2 線の傾きや形のゆがみに関する錯視

直線が傾いて見えたり、形がゆがんで見えたりする一群の錯視がある。その中でもっとも顕著なものがZöllner錯視である。図6のように、最初に平行線のみを出し、次に短い補助線を重ねたものを提示すると、最初平行だった直線が傾いて見える。

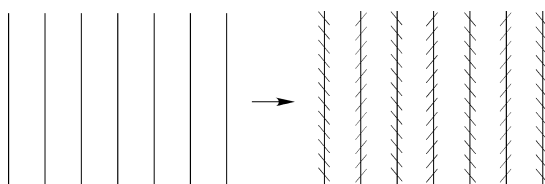


図6 Zöllner 錯視

形のゆがみに関する錯視としては、同心円の中に置かれた正方形がゆがんで見える Orbison 錯視がある。最初に正方形と同心円をならべて提示し、正方形を動かして同心円と重なるところで止める。図7のように、正方形の内側にくぼむようにゆがんで見える。ここで同心円をフェードアウトさせて消し去ると、ゆがんだ正方形が正しい形にもどる。

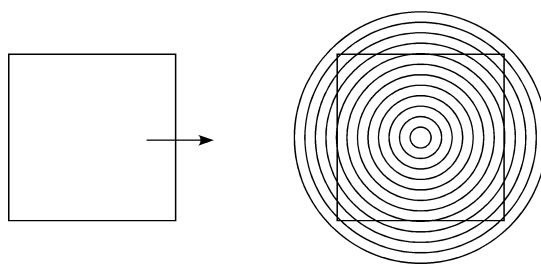


図7 Orbison 錯視

2.3 形の知覚



図8 Pregnant Dalmatian (James)

目に入る明暗のパターンから事物の形を知覚するに至る過程は、知覚経験を生む基礎であり、知覚の体制化と呼ばれる。この過程は知覚経験として自覚にのぼる以前の、自覚されないレベルで起こっているために、心理学を学び始める学生は、それが心理学の問題となることをほとんど理解していない。こうしたことがらが心理学の問題となることに気づかせるために、図8 (Pomerantz & Kubovy, 1981) が有効である。これは、ある場面の写真から、明暗の階調と細部を取りのぞいて、白黒の不定形の形の散らばりにしてしまった

ものである。これを見るとき、ふだんは気づかないうちに我々の中で営まれている知覚的体制化の過程を自覚することになる。ここにはほぼ中央に斑点模様のダルマシアン犬がいる。しかし初めてこれを見た場合には、見えてくるまでにはしばらくの知覚的思考が必要である。また静止画だけではなかなか見えないダルマシアン犬も、動画を用いて動かすと、形が実体化して即座に見えるようになる。

形の知覚の問題を考えるうえで興味深い現象として、主観的輪郭がある (Kanizsa, 1979)。図9の右の図にあるように、部分が欠けた円と線分が、ある特定の位置関係に置かれたとき、中央に物理的には存在しない三角形が見えてくる現象である。図9の左のように、欠けた円や線分の配置をずらすと、主観的輪郭は見えないが、これらが徐々に動いていって、ある特定の配置になったときに中央に主観的輪郭が立ち現れてくるという見え方は印象的である。

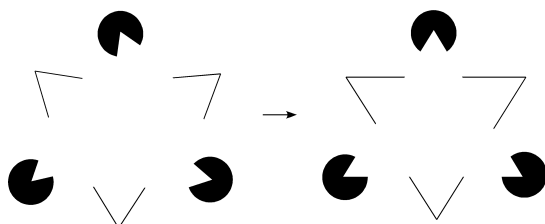


図9 主観的輪郭

2.4 運動に関する知覚現象

静止図形を交互に切り替えるだけで、実際には動いていないのに、動きが知覚される仮現運動の現象がある。たとえば画面上に小さな光点を2つ並べて、これらを交互に点滅させる。点滅速度がゆっくりの時は、一方が消えて他方が点灯する交代がそのまま見えるだけであるが、点滅速度がある速さになると、一方の点が消えて他方が点灯する間に、2点間をあたかも光点が素速く移動するように見える。

図10は仮現運動の別の現れ方を示している。縦長の長方形と横長の長方形を少し離して交互に切り替えると、立っている柱が倒れ、倒れている柱が立ち上がるような動きが感じられる。

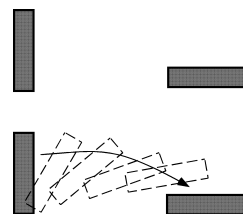


図10 仮現運動 (I)

一定の方向の運動をしばらく見続けてから、静止した図を見ると、そこに前に見ていた運動と反対方向への動きが感じられる。これを運動残効と言ひ、我々が動きを知覚するメカニズムを理解するのに効果的な現象である。運動残効を体験するためには、たとえば映画の最後にあるクレジットロールのように、文字列や水平の縞模様を上方向に動かしていく動画を作成し、その後で静止画を提示すればよい。それが静止しているということがわかっているにもかかわらず、下方に沈んでいくような感覚が生じる。自然の風景を利用するのも効果的である。水が流れ落ちる滝の映像をしばらく映し、その後で滝の静止画を提示すると、滝の水が上に向かっていくように見える。あるいは図11のようならせんを矢印の方向に回転させ、その後でそれを静止させると、らせんが反対方向に拡大していくように見える。

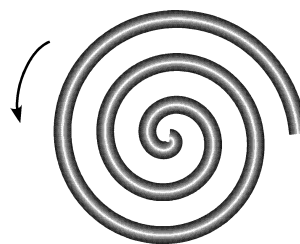


図11 運動残効

3 聴覚の錯覚

視覚的な知覚現象や錯覚は、教科書などでは図を用いることによって簡単に示すことができるので、比較的によく知られてきた。そして現在では、プレゼンテーション・ソフトウェアを用いることによって、上で述べてきたような知覚効果を非常に印象的に提示することができる。しかし、聴覚における知覚現象は、印刷媒体では体験することができないため、今まであまり

紹介されることがなかった。もちろん現在では書籍にCDをつけるなどの方法が可能であるが、伝統的に心理学の教科書では知覚の問題は視覚をもって代表させることが慣例であるため、聴覚的な知覚の問題が紹介されることはあまりない。ここでは聴覚領域での知覚効果と錯覚現象のいくつかを紹介する。

3.1 音高の錯覚

音の知覚上の高さ(音高)は、一般的には音波の基本周波数によって決まる。従って、ピアノの鍵盤上でドレミファソラシのように、音階が上がっていくように音を鳴らすと、当然音は高くなっていく。しかしシの上のドの音は、たしかにシよりも高いのであるが、音楽的意識で聞くと、1オクターブ下の出発点のドの音と同じ性質をもつように聞こえる。従ってドレミファソラシに続いてその上のドに移ったときには、音高が1オクターブ下がったと同時に、出発点のドの音に戻ったような感じがすることになる(図12)。



図 12

音階の中で、オクターブ関係にある音 (C3-C4-C5-..., D3-D4-D5-..., C, D は音高名, 数字はオクターブ位置を表す) が音楽的に同じ高さの性質を持つように知覚される現象をオクターブ等価という。このことから、音高が音波の周波数とともに直線的に変化する音色的な高さだけでなく、1オクターブで循環する音楽的な高さの側面をもっていることがわかる。音楽的な音高は音楽的な意識で聞くとときに現れてくる音高の側面であるが、専門の音楽的訓練を受けたことがなくとも、だれにでも感じられる。

音高のこれらの2つの側面は普通は一緒に変化する。音高が直線的に変化すると同時に1オクターブで循環するという知覚上の特性は、図13のような円柱の側面を巻いていくらせんで表すことができる

(Shepard, 1982)。円柱の底面の円周上には、1オクターブ内の音階音が並び、円柱の高さは周波数に対応した直線的な音高の側面を表している。この図で、直線的な音高の側面から見れば、ドレミファソラシからその上のドに移ると、音が上がり続けていることになるが、循環する音楽的な高さの面から見ると、その同じ音が最初のドと同じ性質の音としても聞こえるために、もともにもどったような感じもすることになる。

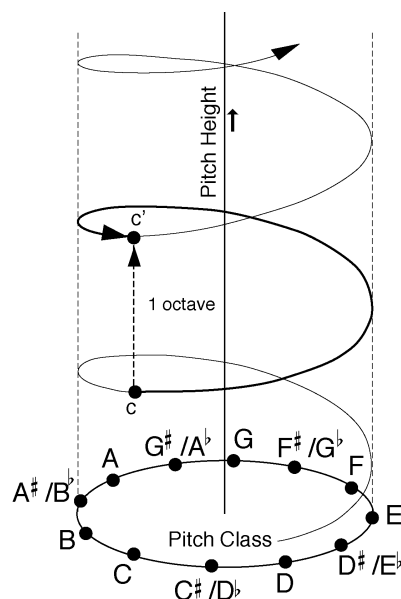


図13 ピッチらせん

普通の楽器で音階を上に向かって順に音を鳴らしていくと、音はオクターブごとに循環しつつどんどん高くなっていく(螺旋を上昇していく)。ところが1オクターブ関係の音が物理的に全く同じ音になるように音響スペクトルに特殊な処理をすると、音色的高さを固定してしまうことができる。その音で音階を順に上がっていく音を鳴らすと、音がいつまでも上がり続ける、無限音階になる。これはエッシャーの絵にある無限階段の聴覚版の錯覚ということができる。この音を最初に合成したのはアメリカの心理学者の Roger N. Shepard で、彼の名をとってこの音をシェパード・トーンと呼ぶこともある。

普通の音(楽器音や人の声など)は、基本周波数の整数倍の周波数を持つ部分音(倍音)の集まりであるが、

シェパード・トーンを構成する部分音は 2^n ($n=0, 1, 2, \dots$)倍の周波数である。すなわち、すべての部分音がオクターブ関係にあり、同一の音楽的高さをもっている。シェパード・トーンは、このような倍音の集まりに図14のような山型の振幅包絡を付加した音である(Shepard, 1964)。このような音で、音階をドレミファソラシのように順に上がっていくと、それぞれの音を構成する部分音は高い周波数に移動していくが、シの次のドは、最初のドと全く同じスペクトル構造の音であることがわかる。したがってこれを繰り返していけば、一つ一つの音はたしかに音階を1ステップずつ上がっていくが、1オクターブごとに出発点に戻るの、いつまでも上昇し続ける音の系列として聞こえることになる。

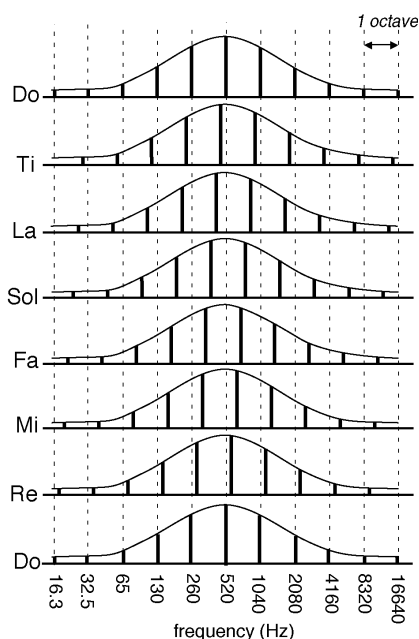


図14 シェパード・トーンのスペクトル

オリジナルのシェパード・トーンは、スペクトル包絡を固定して音色的高さを一定に保ちながら、個々の倍音の高さである音楽的高さを変化させることによって、無限に上昇または下降し続けるように聞こえるものであった。ところが音楽的高さと音色的高さの音高の2つの側面を、同時に逆方向に変化させると、さらに不思議な音を作ることができる。たとえば音楽的高さがドーレーミ...と上昇するときに、音色的高さが

が逆に下降するようにスペクトル包絡を変化させると、音が音階が上がっていくにもかかわらず、いつの間にか最初よりもずっと低い音になってしまう(図15, 16),

シェパード・トーンを、音階にしたがって順次鳴らす他に、グリッサンドの形で連続的に提示すると、さらに印象的である。

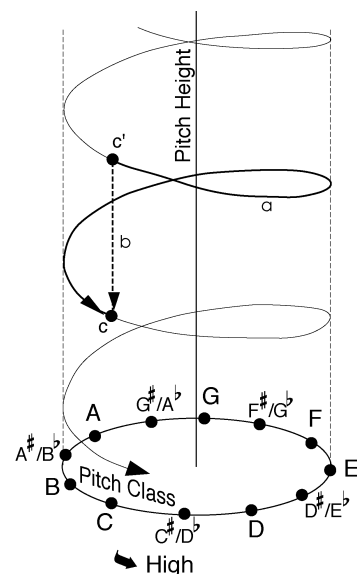


図15 音楽的音高と音色的音高が逆方向に変化するピッチらせん

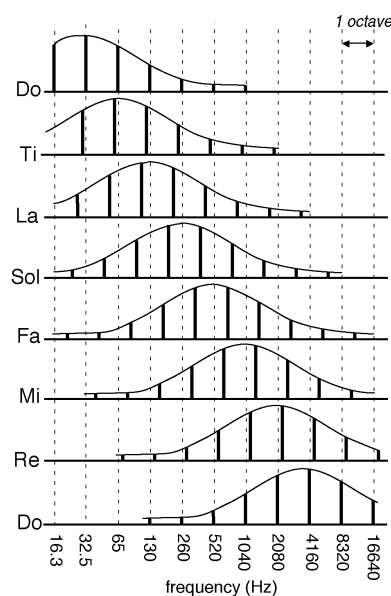


図16 音楽的音高と音色的音高が逆方向に変化する音のスペクトル

3.2 音の流れの分離現象

高音と低音が交互に交代する系列は、ゆっくりと提示される限りは、あるがままに高音と低音の交代として聞こえる。しかしこの系列が速く提示されると、高音と低音の交代が感じられなくなり、高音と低音の系列が分離して平行に流れているように知覚される (図 17)。この現象を音の流れの分離 (auditory stream segregation) と言い、聴覚の基本的な知覚的体制化のひとつである (Bregman, 1990)。

音の流れの分離は、音高(基本周波数)の違いだけでなく、より一般的には周波数スペクトルの違いから生じると見るべきである。したがって、音高のへだたりがあまりなくても、音色が大きく異なる音が交代する系列は、同じ音色の音どうしがつながりを作って、音系列の分離が生じる。図 18 は音色の違いによる系列の分離が起る例である。図 18(a)では、すべての音が同じ音色で提示されるので、3 音ずつ上昇するパターンの繰り返しに聞こえる。ところが図 18(b)では、1 音ごとに音色を交互に切り替わるようになっている (黒音符と白音符は異なる音色の音であることを表す)。この音系列は音高に関しては (a) と全く同じであるが、同じ音色の音どうしがつながりをつくるために、右に示してあるような下降する 2 つのパターンが分かれて知覚される。2 つの音色が大きく異なる場合、音の流れの分離現象はきわめて強力で、そうとうにゆっくりと演奏しても、そして楽譜のような上昇パターンで出ていることがわかっていても、右のような下降パターンしか聞こえない。

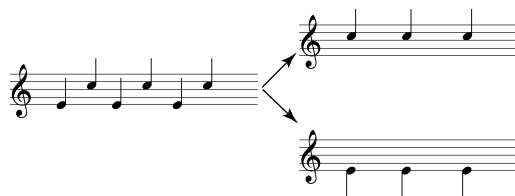


図 17 音高による音の流れの分離



図 18 音色による音の流れの分離。白音符と黒音符は音色が異なることを表す

人間にとって、聴覚は、言語や音楽などの人間に特有の活動の基盤であるだけでなく、より一般的には、まわりの世界で何か起っているかを知らせる重要な情報チャンネルである。このような見方からすると、音を通してまわりの世界を知覚する上で、音高や音色の違いによる音の流れの分離が果たしている重要な役割が理解できる。日常の音環境では、さまざまな音が入りまじって耳に飛び込んでくる。我々はその音の塊を解きほぐして、それぞれの音をそれが発生した音源と正しくむすびつけなければならない。このとき、音高や音色が似たものどうしをつながりとしてまとめるというやり方が、正しく音環境を知覚するのに有効なヒューリスティクスとして人間に(おそらく動物にも)発達してきたものと考えられる。

3.2 疑似対位法

複数の声部が互いにその独立性を保ちつつ絡み合って進行しながら、かつ全体として統一のとれた音楽となるような作曲上の技法を対位法という。疑似対位法は、単一声部だけで、擬似的に対位法的な効果が生じることをねらったもので、音高の違いによる音の流れの分離現象を利用した巧みな技法であると言える。この技法を利用して作られた音楽は 17-18 世紀のバロック時代に数多く見られる。図 19 はその一例で、テレマンのフルート・ソロのためのファンタジーの一部である。フルートのソロで演奏される曲であるから、一度にただ一つの音しか出ていないにもかかわらず、高音域の音と低音域の音を巧妙に組み合わせることにより、聴き手には、高音声部と低音声部が対位法的に絡み合って進行しているように知覚される。



図19 テレマン、フルート・ソロのためのファンタジーより

3.3 音階錯覚

音階をドレミファソラシドと上昇する系列と、逆にドシラソファミレドと下降する系列を、ステレオ・ヘッドフォンを通して同時に、しかも左右に別々に提示する。さらにそのとき、1音ごとに左右の耳への入力を切り替えるようにする。図20左の楽譜に示されているように、右耳(白音符で示されている)にはド-レ-ラ-ファ-ラ-レ-ド、左耳(黒音符で示されている)にはド-シ-ミ-ソ-ソ-ミ-シ-ドのメロディが出されることになる。ところが知覚の上では、図20右の楽譜に示されているように、ド-シ-ラ-ソ-ソ-ラ-シ-ドの高音メロディと、ド-レ-ミ-ファ-ファ-ミ-レ-ドの低音メロディが聞こえてくる。さらに高音声部は右耳に、低音声部は左耳に聞こえる人が多く、この傾向は右利きの人では顕著に見られ、左利きの人ではあまりはっきりとは見られないことが知られている (Deutsch, 1975)。

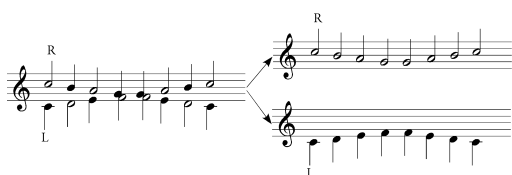


図20 音階錯覚。左: 実際に提示されるメロディ。白音符は右耳に、黒音符は左耳に提示される音を表す。右: 知覚される2つのメロディ。

高音メロディと低音メロディが分かれて聞こえることは、音高の違いによる音の流れの分離効果と見することもできる。しかし知覚されるメロディを作っている音が実際には左右の耳の間で切り替わっているにもかかわらず、メロディそれ自体は左または右の一定の場所から聞こえるという点で、この現象は聴覚的錯覚といえることができる。脳の視覚情報処理系では“what”

メカニズムと“where”メカニズムとがいっしょに働いて、視覚世界の認知を成立させていることがわかっているが、この錯覚現象はそれと同様のメカニズムが聴覚情報処理系にも存在することを示唆するものと考えることができる (Deutsch, 1999)。

この音階錯覚と似た効果を、チャイコフスキーの交響曲第6番短調「悲愴」の第4楽章冒頭に聞くことができる(図21)。楽譜で見ると、弦楽4部が上下にジグザグの動きをしているが、上2つ(第1ヴァイオリンと第2ヴァイオリン)と下2つ(ヴィオラとチェロ)をそれぞれ組み合わせると、右の楽譜に示したような、高音から低音へと音階的に下降するメロディになることがわかる。チャイコフスキーの時代には、第1ヴァイオリンと第2ヴァイオリンがそれぞれオーケストラの左右の両側に、ヴィオラとチェロがその内側に配置されていた。したがってこの曲冒頭部は、客席の聴衆には、図21右のような美しいメロディが左右に微妙な揺れをとまって聞こえたはずであり、おそらくそれが作曲家がこのように書いた理由だったと思われる。しかし現代の多くのオーケストラの楽器配置では、第1ヴァイオリンと第2ヴァイオリンはステージの左側に、ヴィオラとチェロは右側にそれぞれ配置されるので、作曲者が意図したような効果はあまり期待できない。

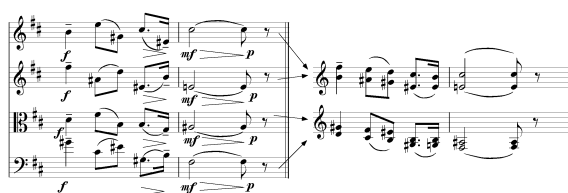


図21 チャイコフスキー 交響曲第6番「悲愴」第4楽章開始部分

4 デモンストレーション作成の技術

上で紹介したような視覚と聴覚における知覚的効果のデモンストレーションの作成は、単に静止画をスライドショーとして示すだけならば、グラフィック作成ソフトウェアを用いることによって比較的容易にできる。しかし、一定の時間制御のもとで画像や動画を提示するデモンストレーション、あるいは聴覚デモンストレ

ーションの作成には、特殊な難しさがある。ここでは心理学用デモンストレーションを作成し、提示するのに用いているコンピュータ・ソフトウェアを中心に、その作成と提示の実際を解説する。ただしここで用いているのは Apple 社の Macintosh であるので、以下の記述は使用ハードウェアの制約を受ける場合がある。

4.1 オーサリング・ソフトウェア

プレゼンテーションや双方向的教材、心理学実験プログラムの作成などに用いるソフトウェアをオーサリング・ソフトウェアとしてまとめて紹介する。これらのソフトは、それ自体のなかで、テキストや画像などの提示素材を作ることできるようになっている。しかし提示素材はそれぞれを作成するための別の専用のソフトウェアで作り、それらをオーサリング・ソフトウェアで読み込むようにした方が効率的であり、無理がない。

PowerPoint (Microsoft) <Macintosh, Windows>

プレゼンテーションの目的で最も広く使われているもので、プレゼンテーション・ソフトウェアの代名詞のようにもなっている。別のソフトウェアを使って作った外部ファイルとリンクすることによって、画像や音声などを簡単に組み込むことができるので、さまざまに応用がききたいへん便利である。ただ、作成に用いたのと別のコンピュータで提示しようとするとき、作成時に用いたフォントが提示コンピュータに組み込まれていないと、表示が乱れたり、最悪の場合文字化けを起こすことがあるので注意を要する。Macintosh で作成したものを Windows コンピュータで提示しようとするときなどに、しばしばこのようなことが起こる。両方に共通するフォントを用いるか、または文字を画像として提示するなどのやり方をとる必要がある。上で紹介したような楽譜を表示するためには、楽譜専用のフォントを用いているが、そのような特殊なフォントが用意されていないコンピュータでも提示できるように、これらはすべて画像化して PowerPoint に組み込むようにしている。

Director (Macromedia) <Macintosh, Windows>

Macintosh がまだ白黒 2 値のビットマップ表示しかできなかった時代に、アニメーション作成のためのソフトウェアとして出発した。現在では大幅に機能が拡張され、多様な用途に用いられている。心理学デモンストレーション作成に関していえば、時間制御をともなう画像の高速の切り替えやアニメーションなどを含む提示を作成するのに有効である。また Lingo と呼ばれるプログラミング言語を用いて、柔軟に動作する双方向的な提示を作ることができる。提示に用いる画像や音声などの素材を Cast として取り込み、それを Score と呼ばれるコマの流れの中に配置していくことによって作成していく。それぞれのコマや配置したオブジェクトごとに Lingo によるプログラム (スクリプト) を書き込むことができるので、非常に柔軟に動作を設定することができる。

HyperCard / SuperCard (IncWell) <Macintosh 専用>

HyperCard は古くから Macintosh に付属して配布されていたもので、カード形式の個人用データベースとして、住所録や予定表などを簡単に作ることができるソフトウェアとして知られていた。必要な数のカードを作成し、それらの上に文字やグラフィックなどを書き込んで自由にそれらをめくって見るというのが

HyperCard の基本的な使い方である。

HyperCard はまた、HyperTalk と呼ばれるプログラミング言語を使って高度なアプリケーションを作成することができるきわめて先進的なソフトウェアであった。カード上にボタンや、文字を格納するフィールドなどのオブジェクトを置き、それらに HyperTalk で書かれたプログラム (スクリプト) を書き込んでおく。マウスでクリックすると、それらはスクリプトに従って動作する。HyperTalk はプログラミングの初心者でも習得が容易で、きわめて使いやすい言語である。それでいてこの言語はかなり高度な処理をコンピュータにさせることが可能であり、これを用いてスクリプトを書くことによって、より高度で複雑な動作をするスタックを作成することができるようになる。さらに拡張コマンド (XCMD) を組み込むことによって、機能を拡張したり、処理を高速化したり、外部機器の

制御ができるようにすることも可能である。しかしこのソフトは、現在ではMacintosh 本体に付属されなくなり、また久しくアップデートもされないままになっているのは残念なことである。

筆者はHyperCard を心理学の実験プログラムを作るのに用いている。たとえばMIDI (Musical Instrument Digital Interface) 情報を扱うことができるようにするHyperMIDI (EarLevel Engineering) という拡張コマンドを組み込んで、コンピュータで電子楽器を制御するシステムを構築した (宮崎, 1998)。これを用いて被験者に電子楽器の演奏を聴かせ、音楽鍵盤を用いて被験者の反応をデータとしてコンピュータに取り込む実験を行った (Miyazaki & Rakowski, 2002)。

SuperCard は、HyperCard が無料の付属ソフトであったのに対して、機能が拡張された市販品である。基本的な設計思想はHyperCard をそのまま受け継いでいて、HyperCard でできることは大部分 SuperCard でもできる。また SuperCard では SuperTalk というプログラミング言語が用いられているが、これはHyperTalk と似た言語なので、HyperTalk で書かれてスクリプトを SuperTalk に書き直すことは比較的容易である。

PsyScope (Carnegie-Mellon University) <Macintosh 専用>
PsyScope は、Carnegie-Mellon University で開発されたもので、心理学実験のプログラムを作ることができるソフトウェアである (Cohen, MacWhinney, Flatt, & Provost, 1993)。心理学の実験では、視覚や聴覚をはじめとするさまざまな刺激を作成し、それを厳密な条件のもとで被験者に提示する必要がある。従来はこのような実験を行うのに高価な実験装置とたいへんな労力が必要だったが、今日ではコンピュータを用いることによって、複雑な実験を行うことが比較的安価に、かつ容易にできるようになった。しかしその場合でも、プログラムは実験者が作成しなければならず、プログラム言語を習得する必要がある。また実験が異なればプログラムもまた新しく作らなければならない。

PsyScope を用いると、ユーザはプログラム言語を直接的に意識する必要はなく、条件や値を決めて行くだけで、背後でプログラム [スクリプト] が作られて

いく。これを用いると、文字や絵、写真、ビデオ、音などのさまざまな刺激を精密な時間制御のもとに提示し、キーボードや専用の Button Box を用いて、被験者の反応を取り込むことができる。

図22 は Template Window と呼ばれる、PsyScope の設定 window の一つで、ここに実験の1 試行の中で提示する刺激 (文字や、画像、音など) に対応するアイコンを配置し、それぞれの時間を設定していくことによって、試行内で起こる event の系列を作っていく。

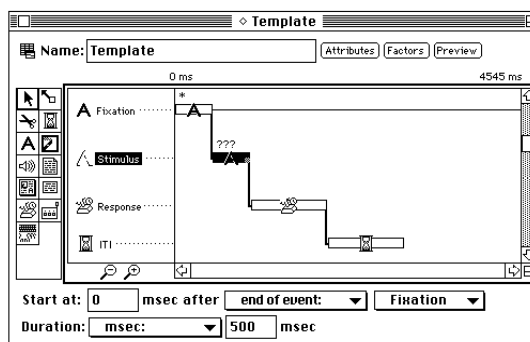


図22 PsyScope の Template Window. ここに文字や画像、音などの刺激 event、反応 event などのアイコンをおいて、実験の1つの試行の中で起こる event を構成していく。

HyperCard/SuperCard や PsyScope を用いて作成された実験システムは、そのまま教室で心理学実験のデモンストレーションに使うことができる。

4.2 グラフィック素材の作成

提示に用いる静止画像の作成には、一般に用いられているグラフィック・ソフトウェアをそのまま利用することができる。ここで主として用いているのは以下の3種類である。

PhotoShop (Adobe Systems) <Macintosh, Windows>

写真を中心とする画像の加工・編集に広く用いられている定番ソフトである。既存の画像の色調整や細部の修正などに重宝するが、最初から画像を作成することには向かない。

Canvas (Deneba Systems) <Macintosh, Windows>

Draw 形式(ベクトル・グラフィックス)と Paint 形式 (ピクセル・グラフィックス)の画像を同一画面の中で混在して扱うことができ、テキストを含むさまざまな画像作成にきわめて役に立つ。

Illustrator (Adobe Systems) <Macintosh, Windows>

グラフィック・デザイン用に開発されたソフトウェアであるが、文字や図形を細かく制御して精密な作図ができるので、デモンストレーションの作成に便利である。特に楽譜フォントをグラフィック画面の中に正確に配置することが容易にできるので重宝する。

4.3 オーディオ/音楽素材の作成

音楽を含む、聴覚的デモンストレーションでは、提示する音系列を MIDI データとして作成し、電子楽器音源やソフトウェア音源を制御して提示するやり方と、サンプリングして取り込んだ音を波形レベルで編集して提示するやり方がある。前述したオーサリング・ソフトウェアを使って提示する場合には、多くの場合、波形レベルのサウンド・ファイルを作成し、それを用いて提示することになる。

音提示に関しては、Macintosh 本体に 2 チャンネルの音出力があるので、ほとんどの場合コンピュータ本体だけで間に合うが、さらに多くのチャンネルを必要とする場合や、より高品位の音を出したい場合にはハードウェアを追加する。Mark of the Unicom 2408mkII, 828, Korg 1212I/O + Alesis AI-3, Digidesign Digi001 などを追加すると、8 チャンネルのオーディオ入出力が可能になる。

Peak (BIAS) <Macintosh 専用>

音を取り込んでハードディスクに保存し、さらにその音を波形レベルで編集するのに使用する。通常の 2 チャンネル (ステレオ) までの音刺激を扱うことができる。

DigitalPerformer (Mark of the Unicom) <Macintosh 専用>

電子楽器を制御する MIDI Sequencer の代表的なソフトウェアで、音楽制作に広く用いられている。聴覚デモンストレーションの中で用いている音楽刺激の多く

は、これを用いて作っている。最初このソフトは、Performer という名前で、MIDI データだけを扱う sequencer として誕生したが、後にデジタル波形データも混在して用いることができるように拡張され、DigitalPerformer と名前を変えた。コンピュータの内蔵メモリとハードウェアが許す限り、8 チャンネルや 16 チャンネルという多チャンネルの出力が可能である。

MAX/MSP (Cycling'74) <Macintosh 専用>

MAX はパリにある IRCAM(Institute de recherche et coordination acoustique/musique) で開発された電子音楽制作用の開発言語ソフトウェアである。ただし、これも前述の PsyScope と同様に、ユーザはさまざまな部品 (オブジェクト) をグラフィック画面に配置して、それらをパッチコードでつなぐようにして結合し、パラメタを設定したりするだけでよく、作成されるプログラム・ソースをユーザが意識する必要はない。当初は MIDI データを扱うだけのものであったが、後にデジタル信号処理 (DSP) により波形の生成を行う MSP と合わさって、きわめて強力な開発ツールとなった。

このソフトの便利な点は、聴覚デモンストレーションや聴覚実験で用いる音刺激を、波形レベルで発生させることができることである。たとえば、ホワイト・ノイズを発生させて、それにさまざまな特性のフィルタをかけて、望みのスペクトル特性を持つ刺激を作ることができる。Shepard トーンのような特殊なスペクトルの音も、これを用いて作ることができる。また波形生成だけでなく、双方向的な提示を作成したり、実験システムを構築することもできる。

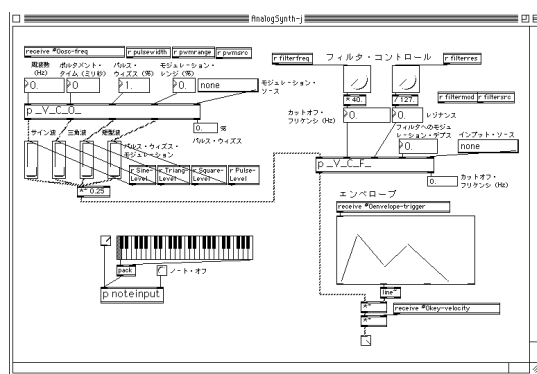


図23 MAX/MSP によるプログラミング例

5 終わりに

ここに紹介したデモンストレーション教材は、作成されて現在使用しているものの一部である。これらは教室にコンピュータを持ち込んで、画面をスクリーンに投影し、かつコンピュータのオーディオ出力を外部スピーカーで再生する環境で使用することを前提としている。HyperCard/SuperCard や PsyScope は Macintosh でないと動かないが、PowerPoint を使用したものは、Windows コンピュータでも動作する。

高解像度画像や動画、音を用いたデモンストレーションはファイルが巨大なものになるので、CD-ROM や DVD で使用できるようにすることができる。また web ページで、これらを公開していく予定である (<http://psyche.ge.niigata-u.ac.jp>)。

引用文献

Bregman, A.S. (1990), *Auditory scene analysis: The perceptual organization of sound*. Cambridge, MA: MIT Press.

Cohen, J., Macwhinney, B., Flatt, M., & Provost, J. (1993), PsyScope: An interactive graphic system for designing and controlling experiments in the psychology laboratory using Macintosh computers. *Behavior Research Methods, Instruments and computers*, 25, 257-271.

Deutsch, D. (1975), Two-channel listening to musical scales. *Journal of the Acoustical Society of America*, 57, 1156-1160.

Deutsch, D. (1999), Grouping mechanisms in music. In D. Deutsch (Ed.), *The Psychology of Music*, 2nd ed (pp. 299-348). New York: Academic Press.

Kanizsa, G. (1979), *Organization in vision: Essays on Gestalt psychology*. New York: Praeger.

宮崎謙一 (1998), Macintosh と HyperCard を用いた音楽知覚・認知のための実験システム. *音楽知覚認知研究* 4, 100-111,

Miyazaki, K. (2002), Recognition of notated melodies by possessors and non-possessors of absolute-pitch. *Perception & Psychophysics*, 64, 1337-1345.

Pomerantz, J.R. & Kubovy, M. (1981), Perceptual organization: An overview. In M. Kubovy & J. R. Pomerantz (Eds.), *Perceptual Organization* (Pp. 423-456). Hillsdale, N.J.: Erlbaum

Shepard, R.N. (1964), Circularity in judgments of relative pitch. *Journal of the Acoustical Society of America*, 36, 2346-2353.

Shepard, R.N. (1982), Structural representations of musical pitch. In D. Deutsch (Ed.), *The Psychology of Music* (Pp.343-390). New York: Academic Press.