

音源定位への光刺激の影響における同期性の効果の空間異方性

北島律之・山下由己男

九州芸術工科大学 芸術工学部 画像設計学科
〒815 福岡市南区塩原 4-9-1

(受付 1996 年 9 月 30 日；改訂受付 1996 年 12 月 10 日；受理 1996 年 12 月 16 日)

The Anisotropic Effect of Synchronization between Light and Sound Stimuli upon Localization of Sound Stimuli

Noriyuki KITAJIMA and Yukio YAMASHITA

Kyushu Institute of Design
4-9-1 Shiobaru, Minamiku, Fukuoka 815

(received 30 Sep 1996; received in revised form 10 Dec 1996; accepted 16 Dec 1996)

We measured the influence of light stimuli upon the localization of sound stimuli with a method of pointing toward perceived positions. While subjects looked at a small circle stimulus which was controlled its on-set timing, six short sounds were presented. In experiment 1, we tested the localization bias on sound stimuli separately in vertical and horizontal directions. In experiment 2, the positions of stimuli were localized within a 2D plane which was parallel to subjects' foreheads. The sound stimuli were presented in a random order at several positions in a horizontal, a vertical, or an oblique direction. The results indicated that the localization bias appeared when both stimuli of light and sound were presented synchronously and the effect of synchronization upon the localization bias was more remarkable in the vertical direction rather than in the horizontal direction.

1. はじめに

空間知覚における視覚と聴覚の相互作用のこれまでの研究では、視覚が聴覚に及ぼす影響を調べたものが主であり、腹話術効果や定位バイアスを調べる実験事態が用いられてきた。腹話術効果を調べる実験は、異なった位置または同じ位置から提示される2種の感覚

モダリティーへの刺激に対し、それらの信号源の異同を問うものであり、ここでは融合感が問題とされている。また、定位バイアスを調べる実験では、2つの刺激を提示したときの各々の知覚位置を直接報告させるものであり、ここでは、一方の感覚モダリティーへの刺激（主に音）の定位が、もう一方のモダリ

ティーへの刺激（主に光）の方へズレを生じることが問題とされている。前者の研究として Jackson¹⁾や Choe *et al.*²⁾などが知られ、後者の研究として Pick *et al.*³⁾などが知られている。従来2つの実験事態は各々独自に調べられることが多く、それらの関係は明らかにはなっていなかった。例えば、定位バイアスを生じさせるためには、2つの刺激に対し、融合感をもつことが必要不可欠なものかさえも明確にはされていなかった。しかしながら、Bertelson and Radeau⁴⁾は定位バイアスが、融合感をともなわないときにも消滅しないことを見つけ、定位バイアスは必ずしも腹話術効果にともなう融合感を必要としないことを示唆した。もし、定位バイアスが融合感を得ないときにも生じる現象であるなら、定位バイアスは腹話術効果よりも感度の良い相互作用の指標となることが考えられる。そこで、本研究では以下に示す相互作用の2つの問題点を調べるため、定位バイアスを用いた。

相互作用の特性は未だに多くの部分が明らかになっていない。その最も大きな問題の1つは、異なった感覚モダリティーを結びつける刺激属性は何かということである。考え得る刺激属性は、被験者に対する教示や文脈といった認知レベルのものと、両刺激の入力タイミングや空間的距離といった感覚レベルのものに大別できるであろう⁵⁾。認知レベルの属性の重要性は Jack and Thurlow⁶⁾や Thurlow and Jack⁷⁾により提出されているが、認知レベルの属性の重要性を疑問視する研究^{8,9)}もまた提出されている。一方、感覚レベルに関して Thomas¹⁰⁾や Radeau and Bertelson¹¹⁾が、両刺激の入力タイミングの同期性が重要な属性であることを報告した。近年 Radeau⁵⁾は、教示や文脈といった認知属性のみが含まれる条件と、入力同期性といった感覚属性のみが含まれる条件を用いて、音の定位が光により受ける影響を調べた。その結果、感覚属性による影響は認知属性によるものよりもはるかに大きく、同期性が相互作用を拘束する条件で

あることを報告した。

このように、同期性は相互作用における重要な属性であるとされているが、定位バイアスという実験事態において、入力タイミングを組織的に操作した研究は報告されていない。先に述べた Thomas¹⁰⁾や Radeau and Bertelson¹¹⁾は、入力タイミングには組織的に操作を加えているが、定位課題を被験者に課したのではなく、課題は隠された音源からの音が正中面に対して左右どちらから聴こえるかといった、強制選択的な手法であった。また Radeau⁵⁾の実験では定位課題を用いているものの、光と音の入力が同期した条件しか行っておらず、双方の刺激の入力タイミングに関しては特に操作を行わなかった。

また、相互作用の研究における別の問題として、これまで扱われてきた空間が水平面内に限られていたことが挙げられる。一般的には、音源、視覚刺激ともに水平面内に置かれ、水平方向のみの影響が調べられている。しかしながら実生活において我々は、上下左右様々な位置からの光と音に囲まれており、むしろ水平面内に限られた光と音というのは、不自然に感じられるところである。興味深いことに、光の方向弁別は前額平行面内のどの方向においても、それ程精度が変わらない一方で、音は正中面内では著しく劣化することが知られており¹²⁾、正中面内での定位バイアスには水平面内でのそれとは異なる結果が予想される。例えば、光刺激が存在することで十分に大きなバイアスが観察されるかもしれない。

そこで、本研究では光による音の定位バイアス課題を用いて、視覚と聴覚の相互作用における入力刺激の同期性の役割と、空間異方性の存在の有無を調べることを目的とした。

2. 実験1

2.1 方法

2.1.1 被験者

20代前半の男性5名で、全員が正常な視力

と聴力を有しており、実験目的を知らされていなかった。

2.1.2 装置

実験は2 m 四方の暗室で行われ、その部屋の壁には広範囲な周波数帯の音を吸収できる吸音材を用いた(図1)。被験者は壁近くに用意された椅子に座り、あごのせ台に頭を固定した。被験者の右側の壁には穴があけられており、暗室外からの液晶プロジェクターの映像が、被験者の頭上に設置されたミラーに反射した後、前方96 cmにある綿製のスクリーン上に投影された。また、スクリーンから3 cm 後方に、スクリーンと平行な2次元平面上で半径約20 cmの円を外周として、その範囲内を自由に移動することができる、板型のラウドスピーカー(振動部は直径2.5 cm)が用意された。スピーカーは直線レール上をステッピングモーターにより移動でき、レールは別のステッピングモーターで回転することができた。2つのステッピングモーターは暗室外に置かれたコンピュータ(EPSON PC-486HX)により操作された。刺激の制御はすべてこの1台のコンピュータにより行われた。

2.1.3 音刺激

コンピュータで作成された信号が、アンプによる増幅の後、板型のラウドスピーカーから提示された。コンピュータからはオンとオフをランダムな順に20 kHzの周波数レイトで出力したため、音は擬似的にホワイトノイズとなった。音圧レベルは実験で用いたすべての刺激位置で 76 ± 0.5 dB(A)であった。

2.1.4 光刺激

スクリーン上、被験者の眼の高さに赤い十字形の固視点(0.5 cd/m²)が映し出され、それを囲むように半径0.56 degの円(3.0 cd/m²)が提示された。

2.1.5 手順

実験は、音源の水平方向の位置判断を求める実験ブロック(水平ブロック)と、垂直方向の位置判断を求める実験ブロック(垂直ブロック)に分けて行った。水平ブロックではレールは水平に設定され、音は固視点の左右4.3, 8.6 degのいずれかの位置から提示された。一方、垂直ブロックではレールは被験者の正中面を通るように設定され、音は固視点の上下4.3 deg, 8.6 degのいずれかの位置から提示された。どちらのブロックでも、各試行

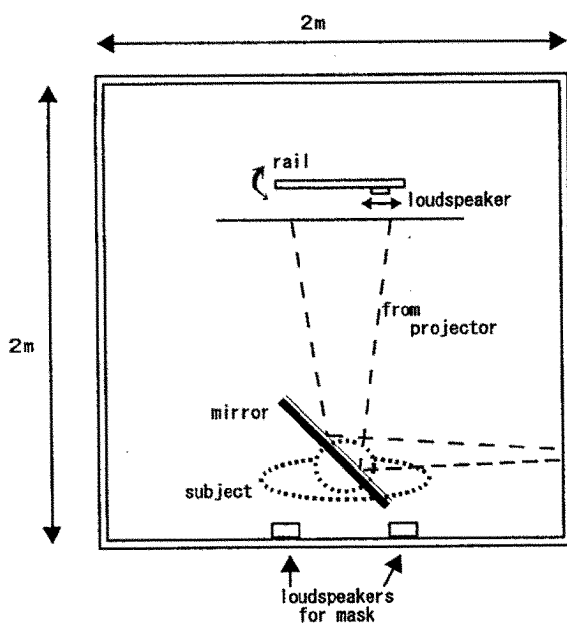


図1 実験装置

において音は 142 ms の持続時間で、4 つの位置の内の 1 つの位置から連続的に 6 回提示された。それらの間の休止時間は 992, 1134, 1276 ms の内からランダムに選ばれ、音の系列にリズム的な要素が入るのを妨げた。

また、光系列を操作することで、次に示す 5 つの条件が設けられた。

- (1) 統制条件：光が全く提示されない。
- (2) 持続条件：光が最初の音の 2 秒前から最後の音の 2 秒後まで持続して提示される。
- (3) 同期条件：光が完全に音と同期して提示される。
- (4) 光遅延条件：光が音に 250 ms 遅れて 142 ms 間提示される。
- (5) 光先行条件：光が音に 392 ms 先だつて 142 ms 間提示される。

持続条件以外では、固視点は最初の刺激が提示される 2 秒前から最後の刺激提示が終了して 2 秒後まで、スクリーン上に映し出された。ただし持続条件のみは、光刺激と固視点が最初の音の 2 秒前から最後の音の 2 秒後まで提示されていた。光遅延条件と光先行条件で用いた 250 ms の刺激間の時間差は、各感覚モダリティーに対する単純反応時間の差よりも十分に大きく¹³⁾、知覚上、2 つのオンセットを判別することが可能であった。また、物理的に同期して提示された光と音は、単純反応時間では音の反応時間が短いにもかかわらず、光を先に知覚してしまうという傾向があり¹³⁾、厳密に言えば、本研究や Radeau⁹⁾の研究などで用いられた同期性とは、感覚的というよりも物理的なものである。

1 セッションには 4 つのスピーカー位置×5 つの条件の計 20 試行があり、ランダムな順に行われた。各ブロックはセッションの 3 度の繰り返しからなっていた。また、被験者の内 2 人 (NT, YM) は水平ブロックを先に行い、残りの 3 人 (KM, TN, RK) は垂直ブロックを先に行った。

被験者の課題は、固視点を見ながら音を聴き、その音源の位置を各試行の終了後に報告

することであった。固視点が消滅した後、被験者はまず光の提示についての判断を行い、光の提示があった場合（すなわち統制条件以外の場合）、手にしているトラックボールの左ボタンをクリックし、光の提示がなければ右ボタンをクリックした。これは被験者の光に対する注意を維持するために行われた。いずれかのボタンをクリックされることで、水平セッションでは固視点とそれを中心にして水平に左右 11.8 deg の長さの直線がスクリーン上に投影され、垂直セッションでは固視点とそれを中心にして上下に 11.8 deg の長さの直線が投影された。被験者にはそれらの直線上のどこかの位置から音が提示されることが前もって教示されており、被験者は、音源があったと思われる位置に、トラックボールを用いてカーソルを動かし、クリックで位置を決定するように求められた。こうして、光の存在の有無をまちがえた場合、セッションの最後に同じ試行のやり直しが行われた。すなわち、1 セッションで必ず 20 試行分のデータがとられた。

また、試行間にスピーカーを移動させることで発生するステッピングモーターの駆動音を消すため、被験者の左右後方に設置された 2 個のラウドスピーカーから、刺激と同様な疑似ホワイトノイズを与えた。ただし各々のスピーカーからの音は 81 dB (A) で、スピーカーが動く間を含め、一定の 5 秒間連続して提示された。

2.2 結果と考察

図 2 の左の列に、3 つのセッションを平均した、5 人の被験者の水平ブロックでの結果を、右の列に垂直ブロックの結果を縦に並べて示す。白抜き四角は統制条件の結果を、白抜き菱形は持続条件の結果を各々表し、また、黒丸は同期条件の結果を、白抜き上三角は光遅延条件の結果を、白抜き下三角は光先行条件の結果を各々表す。水平ブロックにおいて、正の符号は固視点より右側、負の符号は左側を示し、垂直ブロックにおいて、正の

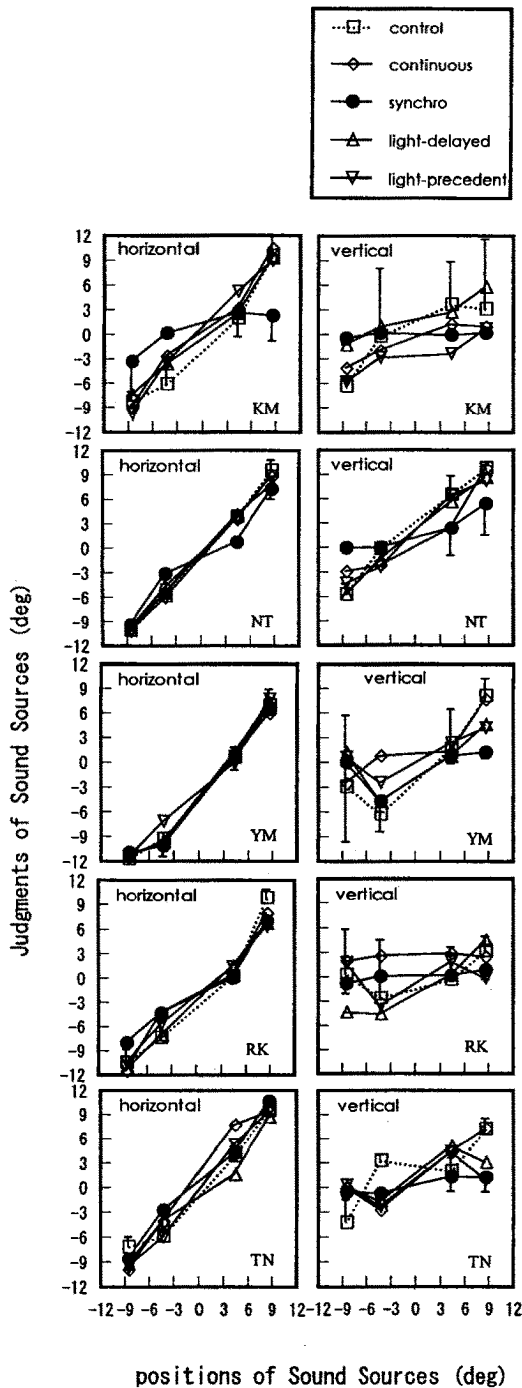


図2 水平、垂直ブロックにおける音源位置の判定 (実験1)。左の列は水平ブロックの結果を、右の列は垂直ブロックの結果を表す。また、各行が被験者毎の結果である。標準偏差は統制条件と同期条件のみに示す。

符号は固視点より上側、負の符号は下側を示す。音源の位置を正確に知ることができたときは、傾きは右上がり 45 deg となる。光の位置の方へバイアスがかかったときには、それに比べて各シンボルは円刺激の中心の 0 deg (固視点の位置) に近くなるはずである。

水平ブロックの結果においては、どの被験者も統制条件において、ほぼ正確に音源の位置を判断することができた。また光刺激が付加されても、同期条件以外では統制条件との差がほとんど見られなかった。しかしながら、同期条件では被験者間に大きな差が現れた。同期条件で最も大きなバイアスが観察されたのは被験者 KM である。音源が左に 8.6 deg にある場合を除けば、同期した光 (固視点) にきわめて近い位置に音源を報告した。ただし音源が左に 8.6 deg にあっても比較的大きな固視点へのバイアスが見られている。また、被験者 NT は固視点の左右 4.3 deg に音源があったときには、固視点方向へのバイアスが観察されたが、音源が固視点から 8.6 deg にあったときは、全くバイアスが観察されなかった。明らかに NT では、空間距離が相互作用を引き起こす刺激属性の 1 つと考えられる。また、被験者 RK もわずかにではあるが、すべての音源位置において、同期条件での判定には固視点方向へのシフトが見られる。以上の 3 人の被験者には、同期条件において定位バイアスが見られたが、被験者 YM と被験者 TN に関しては、同期条件でのバイアスは全く観察されなかった。このように、水平方向の定位バイアスには個人差があったが、光と音が同期しても被験者によってはバイアスが観察されないことがあることは既に知られている。Radeau⁹⁾の研究では、得られたデータに検定を行った結果、水平方向の有意なバイアスが観察されたものの、16 人の内の 11 人にのみ定位バイアスが見られただけであった。

垂直ブロックの結果においては、統制条件において、すべての被験者の位置判断が、水

平ブロックよりも大きく固視点の方へシフトする傾向が見られた。ちなみに、3人(KM, YM, RK)の標準偏差はかなり大きなものであったが、2人(NT, TN)の標準偏差は水平ブロックのそれと比較しても、それ程大きなものではなかった。全体的に音源位置の判定が固視点に近くなる傾向にあるが、中でも、同期条件ではほとんどの音源位置において全被験者とも、他の条件よりも固視点に極めて近い位置に判定を行っていた。

条件毎のバイアス量を比較するために、水平ブロック、垂直ブロック双方の各条件において、判断位置と固視点の間の距離をすべての音源位置にわたり平均した。図3は図2から計算されたそれらの値であり、この値も 0 deg に近い程、光刺激の方向へのバイアスが生じていることになる。各ブロック毎に、被験者を繰り返し要因として分散分析を行った結果、どちらのブロックにおいても条件によ

る有意差があったが、垂直ブロック ($F(4,16)=10.41, p<.0005$)の方が、水平ブロック ($F(4,16)=3.31, p<.05$)に比べはるかに顕著であった。また、水平ブロックにおいて、同期条件と他の条件との間について下位検定を行った結果、統制 ($t=3.08, p<.01$)、持続 ($t=2.80, p<.05$)、光遅延 ($t=2.36, p<.05$)、光先行 ($t=3.00, p<.01$)のすべての条件との間に有意差があった。垂直ブロックにおける同期条件では、統制 ($t=6.02, p<.0005$)、持続 ($t=4.35, p<.001$)、光遅延 ($t=4.86, p<.0005$)、光先行 ($t=3.93, p<.005$)のすべての条件との間により顕著な有意差があった。他のすべての組み合わせについては有意差は認められなかった。

3. 実験2

本実験では、前額平行面内のある領域内の位置から音刺激が提示された。すなわち、音

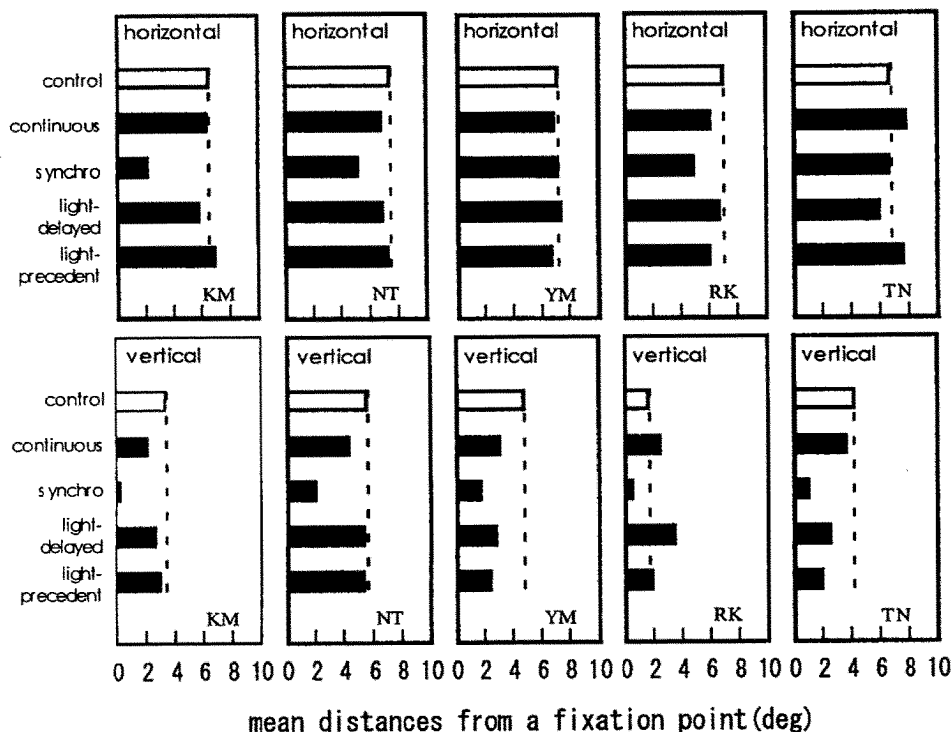


図3 各条件において判定された位置の固視点からの平均距離(実験1)。第1行は水平ブロックの結果を、第2行は垂直ブロックの結果を表す。また、各列が被験者毎の結果である。破線は統制条件での値を示す。

源の位置が水平または垂直方向に限られるのではなく、前額平行面内のどこから提示されるかを被験者は知ることはできない。そのため被験者は、より自由度の高い音源位置を、2次元的に判定しなければならなかった。実験装置や刺激は実験1と同じであった。

3.1 被験者

実験1に参加した被験者の内、3名の被験者(KM, NT, YM)が実験2にも引き続き参加した。

3.2 手順

音、光の時間条件は実験1と同じであった。すなわち、音は142 msの持続時間を持ち992, 1134, 1276 msのうちからランダムな休止時間をとって6回提示され、光には実験1の手順に記述した5つの条件があった。ただし、レールは水平方向や垂直方向に固定されているのではなく、各試行毎に水平方向、垂直方向、左上がり45 degの斜め方向に設定されなされた。スピーカーは固視点から4.3, 8.6 deg離れたいずれかの位置をとることができたため、結果的に音は12箇所の位置から提示されることが可能であった。

1セッションにおいて、12のスピーカー位置×5つの条件の計60試行がランダムな順に行われ、1人の被験者はこのセッションを3回繰り返した。

被験者の課題も実験1と同様に、固視点を見ながら音を聴き、刺激の終了後に音の定位をおこなうことであった。しかし、本実験では定位を行うにあたり、音刺激の存在領域を示すため、固視点を中心とした半径11.8 degの円が提示された。被験者はトラックボールでカーソルを円内の音源があったと思われる位置に移動させ、位置を決定するためにクリックするように求められた。

また、光刺激の有無の判断の方法やステップモーターの駆動音を消すためのホワイトノイズは、実験1と同様であったが、ノイズの持続時間は6秒とした。

3.3 結果と考察

被験者が2次元的に判定を行った結果を図4に示す。プロットは各音源位置での3つのセッションの結果の平均を示し、各図は行方向には条件ごとに、列方向には被験者ごとに表している。横軸は水平方向の判定位置であり、縦軸は垂直方向の判定位置である。白抜き丸はスピーカーが水平方向にあった場合の判定位置を、白抜き四角は垂直方向にあった場合の判定位置を、白抜き三角は斜め方向にあった場合の判定位置を示す。また、被験者KMの統制条件の結果の図に示した黒のシンボルは、物理的に配置されたスピーカーの位置である。横軸の符号は正ならば固視点より右側を、負ならば左側を示し、縦軸の符号は正ならば固視点より上側を、負ならば下側を示す。

本実験の結果は、水平成分と垂直成分を分離して考えることとする。それは、人間が音源定位を実現する過程と適合しているように思われる。音源定位の手がかりとしては、両耳間の音圧差や時間差、耳介による特定の周波数帯のカットなどが知られており、前者は水平方向に¹⁴⁾、後者は垂直方向に働く¹⁵⁾とされている。そのため、前額平行面内の音源に対して定位を行うときには、水平方向と垂直方向の情報を合成していると考えられる。

統制条件の結果を見てわかるように、各被験者とも、音源の水平成分に比べ、垂直成分を正確に判定することができない。特に固視点よりも下には、ほとんど定位しない。また被験者KMとYMは、正中面上に音が提示された場合、横方向へ大きくずれた判定を行っている。

図4から、固視点と判断位置の距離を、各条件毎に水平成分と垂直成分を別にしてとったものが、図5である。音刺激の物理的方向と判定の各成分の組み合わせの各々に対して、被験者を繰り返し要因とした分散分析を行った。その結果、光刺激の条件による有意差は、音源が垂直方向にあったときの判定の

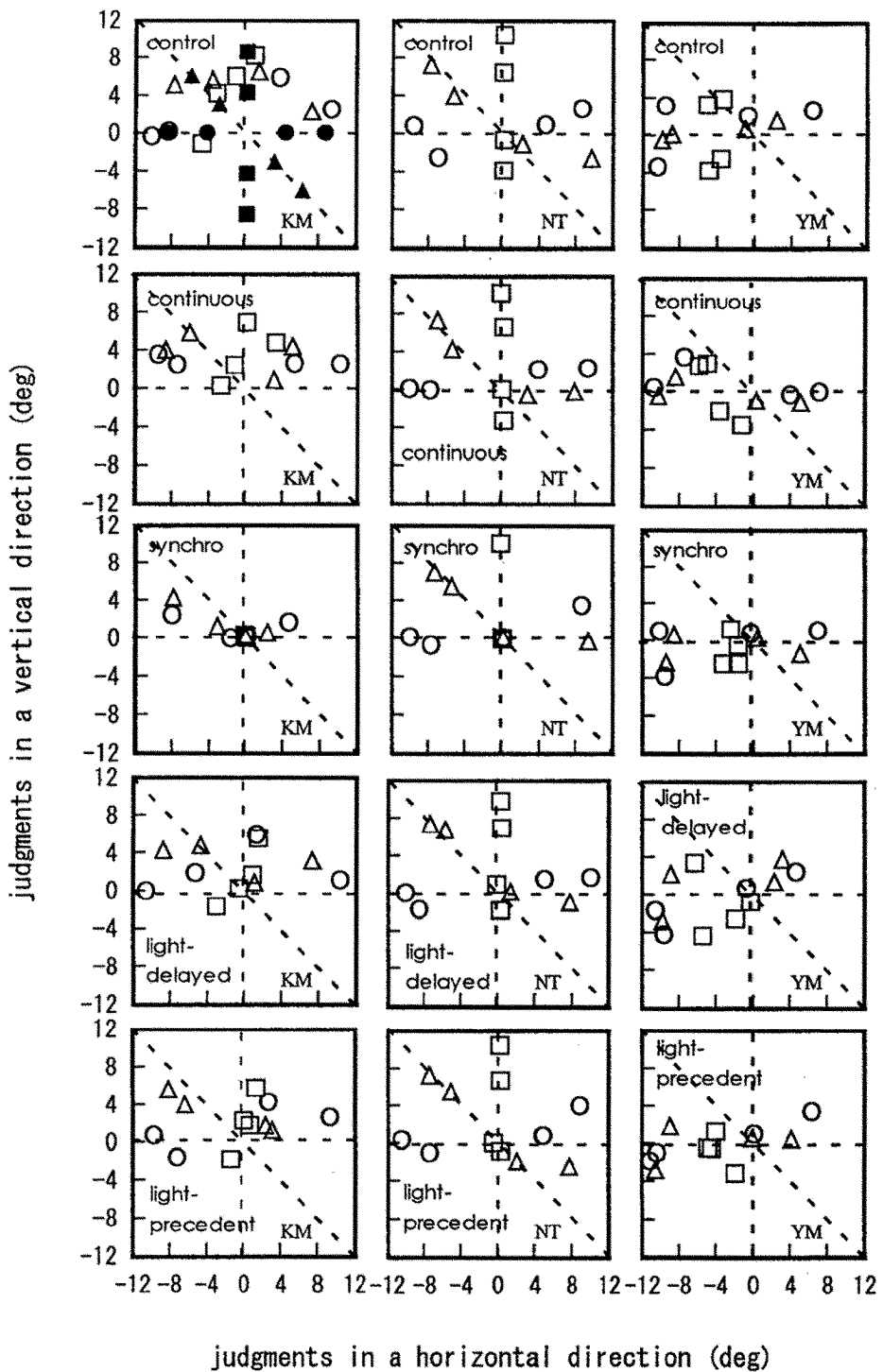


図4 2次元平面内における音源位置の判定(実験2)。横軸は判定の水平位置を、縦軸は垂直位置を表す。各列は各被験者に、各行は各条件に対応している。また、白抜き丸(○)は音源が水平方向にある場合、白抜き四角(□)は音源が垂直方向にある場合、白抜き三角(三角)は音源が斜め方向にある場合の音源に対する定位判定の結果を示す。黒で示された各シンボルは、設置された音源の実際の位置を表す。音源の物理的位置に判定を行った場合はシンボルは破線上にのることになる。

垂直成分のみに現れた ($F(4,8)=7.43, p<.01$)。さらに同期条件と他の条件との間について下位検定を行った結果、統制 ($t=5.17, p<.005$)、持続 ($t=3.95, p<.005$)、光遅延 ($t=3.14, p<.05$)、光先行 ($t=2.48, p<.05$)との間に有意差があった。また、統制条件と光先行条件の間にも現れた ($t=2.68, p<.05$)が、他のすべての組み合わせには有意差は認められなかった。

ポインティングの位置については個人差があるものの、検定の結果が示すように、音刺激が垂直方向にある場合、同期条件で垂直成分の判定が大きく固視点の方へシフトする傾向は実験1と共通である。また、実験1では見られなかったことだが、本実験においては音刺激が垂直方向にある場合、光先行条件で判定の垂直成分は固視点方向にズレを生じていた。これは実験1よりも難度の高い課題を

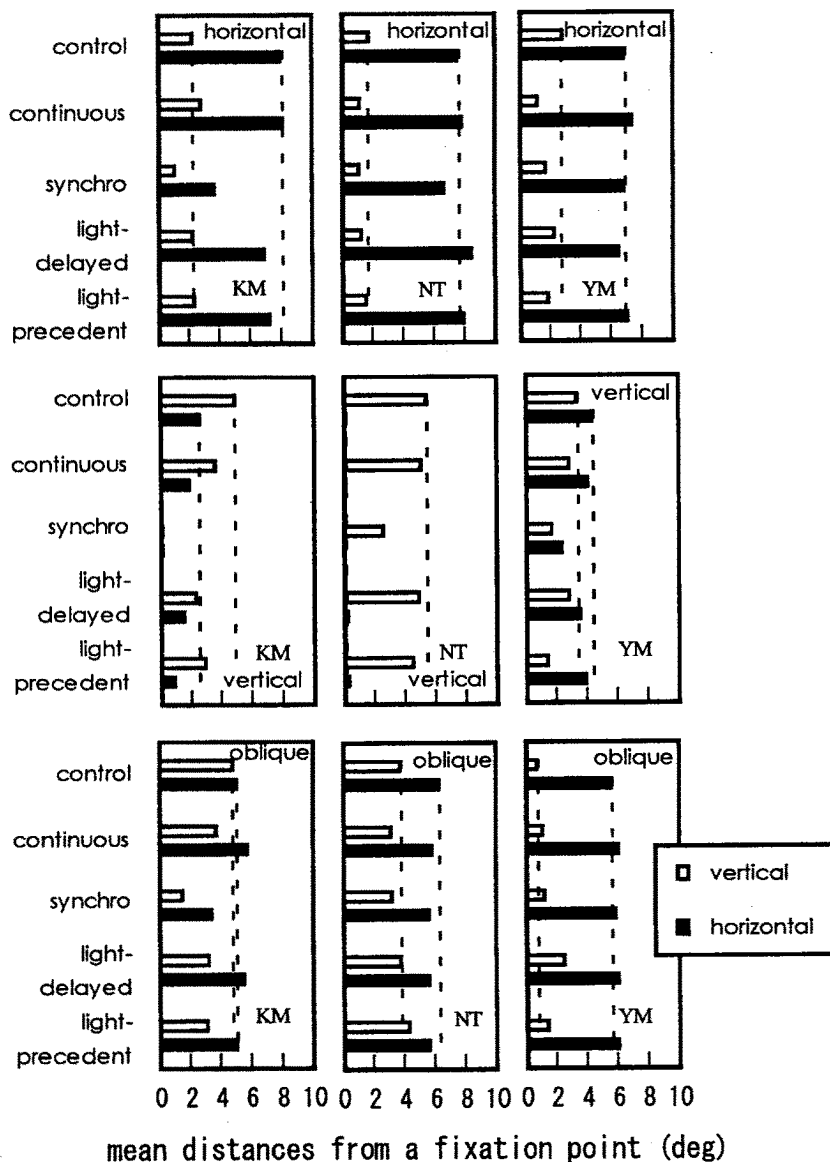


図5 判定された位置の固視点からの水平距離と垂直距離（実験2）。各行は各方向の結果を、各列は各被験者の結果を表す。破線は統制条件での値を示す。

被験者に課したため、音判定に対する構えが実験1と異なり、直前に提示された光刺激までも音刺激に影響を与えるようになったためと考えられる。このような、時間に関する光刺激の非対称性は、Choe *et al.*²⁾も述べている。

4. 全体的考察

光による音の定位バイアスは、光と音が同期したときに観察され、水平方向と垂直方向ではその傾向に相違が見られた。水平方向においてはバイアスは全体的に小さく、5人中2人は、バイアス自体がいかなる時間条件を用いても現れなかった。またバイアスが現れた被験者においても、1人を除きその大きさは非常に小さなものであった。この傾向は以前の研究⁵⁾においても同様に見られている。それに対し垂直方向では、光をとまなわないう統制条件に比べ、同期条件のすべての被験者において、音の判定が極端に光の提示位置（固視点）に寄っており、ほぼ同じ位置となっていた。音の判断位置が光の位置に極めて近いということは、この条件において、2つの刺激の間に融合が生じていたことを意味するものと考えられる。すなわち、水平方向では被験者によりばらつきがあり、全体的にわずかな定位バイアスしか見られないが、垂直方向では融合する程、顕著に生じていたことになる。この定位バイアスの異方性は、音の定位判定を2次元で行った場合にも同様に観察された。定位自体に個人差も見られたが、同期条件では、縦方向の判定は固視点付近に集まり、大きなバイアスを示された。

以上のように、光と音の同期性は、水平方向よりも垂直方向で顕著にバイアスへ影響を及ぼすことがわかった。このような定位バイアスの空間異方性が存在する原因について考察する前に、定位バイアス自体がどのような処理過程を経て生起するものなのかを考えることとする。

従来の定位バイアスを示した研究^{3,4,5)}では、

刺激提示の際、特に視線方向を一定にしていることが多く、光刺激の方へ眼球が向き、その方向へ音源定位を行った可能性も否めない。事実、Platt and Warren¹⁶⁾や鈴木¹⁷⁾は、視線を音源に向けることを許した条件では、定位の精度がその他の条件に比べ上昇することを報告している。しかしながら、本研究においては眼はつねに固視点に向けられており、光もその固視点を取り囲む小さな円であった。そのため、視線方向の影響を排除することができ、視線方向のシフト以外に定位バイアスをつくりだす大きな要因が示された。

Radeau⁹⁾は、相互作用を生み出す過程に、概念駆動型処理とデータ駆動型処理の2つの可能性を考えている。データ駆動型処理では、刺激の感覚的属性（同期性や刺激間距離）のみが作用するのに対し、概念駆動型処理では、感覚的要因のみでなく、刺激の認知的要因（教示や文脈）も働くと考えた。概念駆動型処理に働く同期性などの感覚的要因は、間接的に2つの刺激の発信源が同じであると推測させる役割をもつ。Radeauは認知的要因と感覚的要因の各々が含まれる刺激を用いて、別々に実験を行った。その結果、感覚的要因のみが含まれる刺激が、認知的要因のみが含まれる刺激よりも有意に大きなバイアスをもたらすことを示し、感覚的要因の重要性を説いた。また、認知的要因がほとんど相互作用をつくりださなかったため、概念駆動型の処理そのものを否定的にとらえ、感覚的要因もまた概念駆動型の処理を作動させることがないとした。すなわち、相互作用の処理はデータ駆動型がメインであることを主張した。

しかしながら、データ駆動型の処理が純粹に行われたとする見解には疑問が残る。というのは、視空間の注意と聴空間の注意が頭頂葉において結合するといわれており^{18,19)}、注意が空間知覚の相互作用に関与することは十分に考えられるからである。Radeauはこのことについて、特に触れていない。また、本研究では、光のオンセットと同時に音を提示すれ

ば強いバイアスが観察されているが、光のオンセットに対して不随意に視覚的注意が捕捉されることも知られている²⁰⁾。光のオンセットで視覚的注意の捕捉が生じ、聴覚的注意を介して音源定位にバイアスをつくりだすことも考えられる。

もし、不随意的な視覚的注意が定位バイアスの原因と考えられるなら、本研究で観察された定位バイアスの異方性は以下のように説明できると思われる。これまでに注意の研究は数多くなされているが、垂直方向に限った注意のシフトについては解明されていない。しかしながら、我々が生活を送っていく上で明らかかなように、左右の事象に関しては注意を払わなければならないことが多いが、上下方向に対して注意を払う機会は極めて少ない。すなわち、垂直方向は水平方向と比べ、注意を分配する必要がないと考えられる。そのため、注意を捕捉するような光刺激があれば、垂直方向においてはその一点に注意が集中する可能性があり、その結果、より顕著な定位バイアスが生じたのかもしれない。

また、この定位バイアスの異方性は、単に、垂直方向では音源定位自体の分散が大きいことも関与しているとも考えられるが、実験1における被験者NTやTNの統制条件での標準偏差は一貫して小さく、垂直方向での分散の大きさが原因のすべてとは思われない。

さらに、統制条件での知覚的位置が水平方向よりも垂直方向で固視点に近かったために、同期条件で融合が生じやすかったことも考えられるが、例えば実験1における被験者YMの垂直ブロックの結果を見ると、+8.6 degの音源位置では統制条件の判定がほぼ正確である（標準偏差もそれ程大きくない）にも拘わらず、同期条件では融合が生じているような判定であった。また、同様に一貫して標準偏差の小さな被験者NTにおいて、水平ブロックの-4.3 degと垂直ブロックの-8.6 degの統制条件の定位はほぼ同じであるが、同期条件の判定は垂直ブロックの方にはるかに大きなバ

イアスが生じていた。そのため、統制条件における知覚的位置の遠近は定位バイアスの異方性の大きな原因ではないように考えられる。

5. おわりに

本研究では、刺激の同期性は定位バイアスを生じさせる重要な刺激属性であり、それは垂直方向で融合をつくりだすほど顕著であることが示された。ただし、バイアスそのものを生み出す過程に、視線方向のシフトはそれ程関わりがないことは明らかとなったものの、それ以外の要因がどのようにバイアスに関与するかを明らかにすることはこれからの課題である。

大村英子教授（現、兵庫大学）には、研究の初期段階で多大なご指導を頂きました。記して御礼申し上げます。

文 献

- 1) C. V. Jackson: Visual factors in auditory localization. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 5, 52-65, 1953.
- 2) C. S. Choe, R. B. Welch, R. M. Gilford and J. F. Juola: The "ventriloquist effect": Visual dominance or response bias? *Perception and Psychophysics*, 18, 55-60, 1975.
- 3) H. L. Pick, Jr., D. H. Warren and J. C. Hay: Sensory conflict in judgments of spatial direction. *Perception and Psychophysics*, 6, 203-205, 1969.
- 4) P. Bertelson and M. Radeau: Cross-modal bias and perceptual fusion with auditory-visual spatial discordance. *Perception and Psychophysics*, 29, 578-584, 1981.
- 5) M. Radeau: Cognitive impenetrability in auditory-visual interaction. *Analytic Approaches to Human Cognition*. North-Holland, Amsterdam, 1992.
- 6) C. E. Jack and W. R. Thurlow: Effects of degree of visual association and angle of displacement on the "ventriloquism" effect. *Perceptual and Motor Skills*, 37, 967-979, 1973.
- 7) W. R. Thurlow and C. E. Jack: Certain determinants of the "ventriloquism effect". *Perceptual and Motor*

- Skills*, 36, 1171-1184, 1973.
- 8) T. C. Weerts and W. R. Thurlow: The effects of eye position and expectation on sound localization. *Perception and Psychophysics*, 9, 35-39, 1971.
 - 9) M. Radeau and P. Bertelson: The aftereffects of ventriloquism. Quarterly Journal of *Experimental Psychology*, 26, 63-71, 1974.
 - 10) G. J. Thomas: Experimental study of the influence of vision on sound localization. *Journal of Experimental Psychology*, 28, 167-177, 1941.
 - 11) M. Radeau and P. Bertelson: Auditory-visual interaction and the timing of inputs. Thomas (1941) revisited. *Psychological Research*, 49, 17-22, 1987.
 - 12) 黒沢 明, 都木 徹, 山口善司: 頭部伝達関数と方向弁別能力について. *日本音響学会誌*, 38, 145-151, 1982.
 - 13) F. B. Colavita: Human sensory dominance. *Perception and Psychophysics*, 16, 409-412, 1974.
 - 14) S. S. Stevens and E. B. Newman: The localization of actual sources of sound. *American Journal of Psychology*, 48, 297-306, 1936.
 - 15) R. A. Butler and R. A. Humanski: Localization of sound in the vertical plane with and without high-frequency spectral cues. *Perception and Psychophysics*, 51, 182-186, 1992.
 - 16) B. B. Platt and D. H. Warren: Auditory localization: The importance of eye movements and a textured visual environment. *Perception and Psychophysics*, 12, 245-248.
 - 17) 鈴木直人: 視線の方向が音源定位に及ぼす役割. *人文学*, 148, 33-48, 1990.
 - 18) M. J. Farah, A. B. Wong, M. A. Monheit and L. A. Morrow: Parietal lobe mechanisms of spatial attention: Modality-specific of supramodal? *Neuropsychologia*, 27, 461-470, 1989.
 - 19) S. A. Hillyard, G. V. Simpson, D. L. Woods, S. Van Voorhis and T. F. Münte: Event-Related brain potentials and selective attention to different modalities. Raven Press, New York, 1984
 - 20) J. Jonides and S. Yantis: Uniqueness of abrupt visual onset in capturing attention. *Perception and Psychophysics*, 43, 346-354, 1988.