音の高低の空間的定位に関する発達の検討¹

広島大学 古 浦 一 郎²
 広島女学院大学 山 内 光 哉
 広島大学 利 島 保

発生的観点からすると、すべての感覚様相は、それぞれ最初から分化した姿を示すのではなく、混然とした一つの母胎から次第に分化するものであり、しかも、そのような過程は、発達した成人においてもなごりをとどめている。このことについては、すでに多くの研究者が指摘している (Katz (1960) の「感覚統一の命題」Satz der Einheit der Sinne; Werner, 1930, 等)。

上記の観点からすると、聴覚と視覚の関連、ことに音の高低と空間知覚の高低の関連が、説明できるのではありませんか。音の高低はそれ自体、物理的な振動数に対応するものであり、空間位置の属性をもっていない。しかし、振動数の大である高い音は、空間的にも高く、振動数の小である低い音は、空間的に低く聞こえてくる³。

Miller, Werner & Wapner (1958) の被験者は、音を上昇させると飛行機の上昇音を、また、音を下降させると、爆弾の投下音を、というような音印象の生ずることを報告している。しかし、このことは古くから指摘されてきている。Stumpf (1883) は、すべての言語において高い、低いという形容詞が、音の高低に適用されていることを指摘している。その後、Pratt (1930) は、音の高い、低いということが、単なる比喩またはアナロジーによるものであるという、Stumpfの説に異論をとらえた。彼によると、すべての音には、「内在的空間的性格」intrinsic spatial character が存在しているとして、実際に振動数 4,096 cps から 256 cps までの音について実験をおこない、高い音は、低い音よりも現象的に空間に高く定位されるという事実を確認している。その際、被験者および自分の内省によって、音の高低の判断は用語

の上だけでなく、(つまり外在的な連想でなく) 現象的に直接おこなわれるものであるとしている。しかし、本当にそうなのであろうか。彼の使用した被験者は、成人なので、必ずしも言語による外的連想を除外できているとはいえない。いいかえれば、高い音を「高い」と称し、低い音を「低い」という社会的言語学習が、完全におこなわれているためであるかもしれない。これに対する彼の結論は、上にのべたように、操作的ではなく内省的であるので、必ずしも実験に密着したものとはいえない。

そこで、筆者らの目的は、次の2つの点を明らかにすることに帰着する。

1. 音そのものが、内在的な空間的性格をもつということは、すでに言語的連想の十分発達している成人の被験者のみを対象にしたのでは明確にされない。言語的連想の十分おこなわれていない年少の被験者、つまり、音に対して高い、低いという言語学習をまだ十分おこなっていない被験者について、比較検討を試みる。

2. 発達の年少の被験者においては、年長の被験者にくらべて、おそらく感性体験が未分化であろうから、高い音は高く、低い音は低く定位され、視空間知覚と聴覚の結びつきは一そう強力であろう。すなわち、低い発達段階における、感覚の統一性、未分化性が強くあらわれることを確かめる。

方 法

装置 縦 250 cm, 横 200 cm, の黒遮光布をはった衝立の正面に、下から 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, の目盛のあるスケールをつける。各目盛の間隔は 23 cm であり、床面から 0 の目盛までの高さは 10 cm, したがって、床面から目盛 10 までの高さは 240 cm である。

衝立の裏面には、スケールにそって5個のステレオ用レーザー (東芝製) が取り付けられている。各レーザーの間隔は 35.6 cm で、最下位のレーザーから床面までの高さも 35.6 cm となっている。これらの位置が、判断値の天上・床効果をあまり生じない位置であることは、予備実験の結果から明らかにされている。これらのレーザーは、被験者に適切な音刺激を与えるスピーカーの

¹ Development of the vertical localization of high and low tones.

² Ichiro Koura (University of Hiroshima), Mitsuya Yamauchi (Hiroshima Jogakuin College), Tamotsu Toshima (University of Hiroshima)

³ “振動数”(物理的尺度)、“高さ(高低)”(生理心理的尺度)は、区別されなければならないが、一義的対応関係にあることから、また、本論文の性質上、主として高低を使用し、実験操作上の記述に関しては振動数を使用する。

TABLE 1
高度尺度上の判断値の分散分析

変 動 因	df	MS	F
被 験 者 間	69		
A (年 令 段 階)	6	4.877	—
誤 差 (b)	63	5.166	
被 験 者 内	280		
B (振 動 数)	4	154.462	72.18**
A × B	24	4.182	1.95*
誤 差 (w)	252	2.140	
全 体	349		

** $p < .001$ * $p < .01$

役目をもっている。

与えられる音刺激は、いずれも 40db の 500, 1000, 2000, 4000, 8000, cps の 5 つの純音で、これらの音は 500 cps の倍音関係にあるように選ばれている。音刺激は、山越 KK 製双発音装置を通じて各 レシーバーに伝えられるようになっている。

以上の装置は、広大防響室の中におかれて、実験が施行された。

被験者 幼稚園児、小学 1 年、3 年、4 年、中学 1 年、2 年、(以上広大付属)、大学生 (広大心理) の各 10 名 (内男女各 5 名)、総計 70 名。各群の平均年齢は、それぞれ、5 才 8 カ月、7 才 11 カ月、9 才 7 カ月、11 才 11 カ月、13 才 6 カ月、14 才 7 カ月、22 才 1 カ月である。なお、被験者はいずれも正常な聴覚の持主であり、上記 5 種の音の可聴な者はばかりである。さらに、彼らは、この実験の目的・装置内部について、全く知識をもたないものであった。

手続き 被験者は、1 人ずつ防響室に入れられ、スケールの正中面にある椅子に座る。眼の位置が、ほぼスケール番号 5 の位置 (床面から 125cm) になるように椅子の高さが調整される。スケールから被験者までの距離は約 250cm である。年少の被験者の場合は、多少体の動揺することはまぬがれなかった。

実験者は、最初、観察者に 5 種の音を提示し、次のように教示する。

“この 0 から 10 までの目盛の所から、いろいろな音が出てきます。その音がどのあたりから聞えてきたように思ったか、目盛の番号で答えて下さい”。

実際には、スケールの目盛りと対応関係にはない 5 つの位置に音源があるが、被験者は勿論このことを知らない。また、幼児の場合は、スケールの番号が言えるか否かを確認しておいた。さらに、できるだけ体を動揺させず、音を聴く場合には、眼の位置を番号 5 の位置におくように指示した。

このような教示の後、2, 3 の音をサンプル刺激として提示し、スムーズな反応がおこなえるかどうかを確認してから、本試行に入った。

刺激としては、5 つの音のどれかを、幕の後ろの 5 つの異なった位置からランダムに与えた。1 つの音が終わったら、次の音に移るが、その提示順序はまたランダムとした。このように 5 つの位置からランダムに刺激を与えたのは、被験者に一定の場所に音源が在るという印象を与えないためである。前に提示した音が、後に提示した音に対してなんらかの“けい留効果”をもつことは知られている (Rubin, Ware & Helson, 1965) が、今回はそれを要因として分離せず、ランダム化することによって、誤差にくみ入れた。なお、音提示の時間も、年少の被験者がいるので厳密に統制することが不可能であったが、ほぼ 2—3 秒の提示であった。実験者は、被験者に見えない衝立の後から音提示・教示をおこなった。

測度 5 個所から提示された、各音について判断された高さの目盛上の値を平均して、各被験者の判断の測度とした。

実験計画 年令段階を被験者間変数とし、振動数と年令 × 振動数を被験者内変数とする混合型計画法を用いた。

結 果

上記の各振動数についての各個人の測度を、各々の年齢群について平均してプロットしたものが、Fig. 1 である。一般に、振動数の少ない低い音が、振動数大である高い音よりも低く定位される傾向があることがわかる。しかしながら、年齢が大になるにつれて、各音についての判断は、次第に収れんする傾向があることがわかる。8000 cps のように高くなると、年齢と共にいちじるしい勾配で定位の位置が低くなっている。これらの傾向を一応直線的とみて、最少 2 乗法によって、それぞれの曲線に 1 次式を適用してみたところ、次の結果がえられた。

$$(500 \text{ cps}) \quad y = 0.00656x + 3.341$$

$$(1000 \text{ cps}) \quad y = 0.03300x + 4.037$$

FIG. 1. 各年齢群における高度尺度上の判断値平均

TABLE 2
年令における振動数の効果

	幼	小 1	小 3	小 5	中 1	中 2	大
<i>F</i>	11.62*	17.70*	17.25*	19.13*	5.27*	6.74*	6.15*

df=4, 252 * *p*<.001

TABLE 3
振動数における年令の効果

	500 cps	1000	2000	4000	8000
<i>F</i>	—	—	—	2.82*	3.90**

df=6, 315 * *p*<.05 ** *p*<.005

(2000 cps) $y=0.00682x+5.880$
 (4000 cps) $y=-0.06842x+7.738$
 (8000 cps) $y=-0.18553x+8.873$

ただし、*y*は高度、*x*は年齢をあらわしている。勾配を示す*x*の係数の値が示しているように、低い 500, 1000, 2000 cps のあたりでは + の値をもっているが、4000, 8000 cps の場合では、むしろ - の値を示している。それゆえ、高い年齢ほど各振動数の空間定位の差が少なくなっていることを示している。

なお、Table 1 には、Fig. 1 の平均値についての分散分析を示した。この結果、年齢群間には有意差はなかったが、振動数の間にはいちじるしい有意差があることがわかる。なお、年齢と振動数との間に、有意な交互作用が見られたので、単純主効果を検定した。すなわち、Table 2 に示すように、各年齢における振動数の効果はすべて有意であり、また、Table 3 に示すように、振動数における年齢効果は、4000, 8000 cps において有意となっている。これらのことは、いずれも以上に述べた平均値についての傾向を裏書きするものである。

考 察

冒頭に掲げた 2 つの点についてまず検討しよう。第 1 に、我々の実験の結果において、年長の被験者の 8000 cps をのぞき高い音（振動数大の音）は、低い音（振動数小の音）に比べて、空間に高く定位されることは、Pratt (1930) の対象とした年長の被験者と同様年少の被験者においても一般的にみとめられた。Pratt は、「内省」にもとづいて、音が、「内在的空間的性格」を有するとしている。しかし、言語学習をすでに十分おこなっていると考えられる年長の被験者を対象にしたのでは、少なくとも操作的に彼の主張を裏づけることにはならないのではないか。言語学習の不十分と考えられる年少児において、歴然と、振動数少の音が低く、振動数大の音が高く判断されているのは、言語学習によるものではなく、音そのものに固有な空間的性格があると考えてよい

だろう。しかも、この判断は、年少の被験者ほどいちじるしいから、言語的アナロジーによるものではないということは、ほぼ確実であろう。

第 2 に、——これは、発達の立場から一そう大切な事柄であるが——低次の発達段階におけるほど諸感覚が明確に分離されていないで統一的であるという、聴・視感覚間の未分化性の仮定は、筆者らの実験の場合にもはっきり肯定されると言えよう。低年齢ほど、高い音は実際に高く定位され、低い音は低く定位される傾向のあることを実験結果が示しているからである。いいかえれば、低年齢群ほど、音定位は、視空間の高低と密接に関係しており、感覚が未分化であることを示している。したがって、第 2 の仮説もまた、上記の実験事態では、実証されたと見なすことができよう。さらに、年長になるほど、音は空間的に極端に高く、または、低く定位されなくなると考えられる。

なお、従来の研究と本研究との異同点について付言しておこう。筆者らの結果の示すところでは、500—4000 cps については、例外なく高い音ほど高く定位されて、Pratt の結果や、これを追試した Trimble (1934) の結果と全く同一の結果を示している。しかし、8000 cps を導入した筆者らの実験では、この振動数が年齢と共に、いちじるしく下位に定位される傾向が認められる。とくに、大学生群においては、2000, 4000 cps をもこえて低く定位される傾向があった。いわば、音が非常に高くなると、かえって高く定位することへの補正がおこなわれるのではないか。これと類似の現象は、他の知覚の場合にも指摘されている。たとえば、Piaget (cf, 1967) は、大きさの恒常性の研究において、年齢と共にこの恒常性はいちじるしくなっていくが、成人においてはむしろ、実際の対象よりも過大視が生じるという“超恒常性” (surconstance) に注目し、これを被験者の側の能動的な“補正作用” (compensation) によるとしている。

恒常性の場合と同一面では論じられないにせよ、類似のメカニズムがここにも働いているのではないだろうか。一般に、年長になるほど、なんらかの補正作用が働いて、未分化な知覚様式である空間知覚と音知覚との結びつきが、解消されていくかどうかは、感覚相互作用の領域でなお研究すべき仮説として保留しておきたい。

要 約

高い音が文字通り高い位置より聞こえ、逆に低い音が低い位置より聞こえる現象は、Pratt (1930) その他の研究者たちによって実験的に確認されている。しかし、高い音が“高い”，低い音が“低い”というような結びつきが、社会的な言語学習によるのか、または、音そのものに内在的な高低の現象的性格があるのかは、内省を越えて実証されていない。それゆえわれわれは、言語学習

のいちじるしくない年少の被験者をも加えて、幼稚園児から大学生にいたるまで発達の検討してみた。他方、もう1つの問題として、精神発達の未分化な年少の被験者ほど、音の高低と空間の高低との結びつきが強いであろうという仮設をもうけた。

実験の結果、年少児の被験者ほど高い音を空間的にも高いと判断し、低い音を低いと判断する傾向がいちじるしいことがわかった。したがって、音の高低の空間的定位は、言語的連想によるものというより、音の内在的性格によるものと考えられる。また、低年齢ほど空間の高低と、音の高低の未分化的統一の強いことも考えられる。

なお、実験結果から、Piaget のいうような、一種の補正作用によって、年齢が高くなるにつれて、このような未分化な知覚様式が解消されるのではないかという仮設が提出された。

引 用 文 献

- Katz, D. 1960 Allgemeine Entwicklungspsychologie. In D. Katz (Ed.), *Handbuch der Psychologie*. 2. Aufl. Basel & Stuttgart: Benno Schwabe. Pp. 255—274.
- Miller, A., Werner, H., & Wapner, S. 1958 Studies in physiognomic perception: V. Effect of

ascending and descending gliding tones on autokinetic motion. *J. Psychol.*, **46**, 101—105.

Piaget, J. 1967 Le développement des perceptions en fonction de l'âge. In P. Fraisse & P. Piaget (Ed.), *Traité de psychologie expérimentale: VI. La perception*. Paris: Presses Univ. de France. Pp. 1—62.

Pratt, C.C. 1930 The spatial character of high and low tones. *J. exp. Psychol.*, **13**, 278—285.

Rubin, E.D., Ware, M.E., & Helson, H. 1966 Anchor-effects in pitch-localization. *Amer. J. Psychol.*, **79**, 458—463.

Stumpf, C. 1883 *Tonpsychologie*. I. Bd. Leipzig: S. Hirzel.

Trimble, O.C. 1934 Localization of sound in anterior-posterior and vertical dimensions of "auditory" space. *Brit. J. Psychol.*, **24**, 320—334.

Werner, H. 1930 Untersuchungen über Empfindung und Empfinden: I. Das Problem des Empfindungs und die Methoden seiner experimentellen Prüfung. *Z. f. Psychol.*, **114**, 152—166.

—1968. 9. 14. 受稿—

条件づけ過程にみられる皮膚電位反射波形の特異性¹

山 崎 勝 男²

早 稲 田 大 学 渡 辺 尊 巳³

新 美 良 純⁴

ヒトの皮膚電位反射 (Skin Potential Reflex, SPR) の反射波形は純粋に局所皮膚から歪みのない導出した場合でも、刺激に対応してしばしば二、三相性波形を示すことが知られてきている (Forbes, 1936; Forbes & Bolles, 1936; Fujimori, 1956; Wilcott, Darrow & Siegel, 1957). 現時点ではそれら各々の反射波形の持つ一般性質についての知見はある程度の一致をみている

ものの (高橋, 1957; Nakayama & Takagi, 1958; Yokota, Takahashi, Kondo & Fujimori, 1959; 渡辺・山崎・新美, 1967), その精神生理学的意味付けは必ずしも明確化されているとは言い難い。

しかしながら、生体汗腺の活動電位を直接に増幅記録するこの SPR は、微弱とはいながらも生体に電流を通しておいて、その抵抗変化をみる通電法皮膚電気反射 (Skin Resistance Reflex, SRR) に比較して種々の利点を持つことは Wang (1957), Forbes (1964), Burstein, Fenz, Bergeron & Epstein (1965) の指摘をまつまでもない。

それ故に、これまでの条件 SRR の研究で解明出来な

¹ Orienting components of skin potential reflex in classical conditioning.

² Kastuo Yamazaki (Waseda University)

³ Takami Watanabe (Waseda University)

⁴ Yosizumi Niimi (Waseda University)