

# 聴覚による方向識別に関する研究(其の四)

## (方向識別機転)

岡山大学医学部生理学教室(主任 林 香苗教授)

田 村 節 治

[昭和29年2月14日受稿]

### 緒 言

音方向識別に関しては極めて広範囲の文献が存する。之は1914年迄には O. Klemm, 更に1923年迄には Kreidl & Gatscher により批判的に述べられて居り, その後も尚種種の研究が相次いで行われている。

音方向知覚機転に関する従来<sup>1)</sup>の学説を列举すると,

#### Akustische Theorie (経聴神経説)

1. 強差説 (Kreidl & Gatscher)
2. 位相差説 (Rayleigh, Stefanini, Lo Surdo und Stewart)
3. 時差説 (Hornbostel, Aggozotti)
4. 音色差説

#### Nicht akustische Theorie

触覚説

三半規管説

頭・眼の運動感説

その他耳朶の作用

等がある。

生理学の未だ幼稚な時代には(約1世紀前)漠然と三半規管が音の方向感に与ると考えられていた。その後之は平衡器管である事が分つたが, 尚 Preyer, Münsterberg 其他此の考えを抱く人があり, 最近 Kraus の如き三半規管のみに方向識別能を結びつけんとする試みも無いわけでは無い。

19世紀末一耳が難聴乃至聾るとき, 他側に音が偏して聞こえる事から強差説が現れ, 又 Rayleigh が両耳に入る音の Pitch を問題にしてから物理学者の多くは位相差説を唱え, その後 Hornbostel & Wertheimer は位相差

よりも時差に帰せんとする時差説を発表してから, 此等3説は最も有力なる学説として多くの支持者を擁し, 音方向識別に当つて主役を演じるものと考えられ, 他の諸説は補足的に働くものと見做されている今日の趨勢である。

耳の3 Dimension については水平面に於て最も良く, 前額面之に次ぎ, 矢状面に於て極めて悪い事は一般に認められた事実である。音方向定位 (Schall-lokalisierung) に於て両耳が一定の間隔を置いて位置を占めている事が左右の方向定位, 左右の弁別に意義深い事である。

左右の弁別が双耳によつて最も容易に行われる事は方向識別が双耳作用に基く事を示すもので, 両耳の興奮差に基く時差説・強差説が各々単独では方向識別の全てを説明し得ぬにせよ, 諸種の実験結果と相俟つて今日最有力学説たる地歩の失われていない所以である。

一耳が難聴乃至聾るとき, 音源が健側に偏して聞える事実, 又一耳を閉塞すると見掛上の音源が開放された耳側に向つて聞かれる誤認定位の事実, 之等は夙に Politzer が認めた事柄であるが, 下つては Kreidl & Gatscher によるも強差説の有力なる根拠であり, 時差 位相差説では説明出来ぬ事柄であつた。然し強差説を立てんとするならば音源の方向によつて, 両耳に入る音の感覚的強さに差が出来る事, 或いは実験的にそれ丈の差を作つたとき複耳性に或一定方向に音像が出来る事を証明しなければならない。

之に関しては古くは Rayleigh, Stewart の研究があり, 更に近くは Steinberg & Snow

の発表がある。

所謂強差効果に関して、Stewart は音叉の近くから同長同大の二本の管により音を左右耳に別々に導き、管口と音叉間の距離の差により強差を出し、音像を作り、位相を等しくし強さのみを変えると、音像の位置であると感ずる角  $\theta$  と右耳及び左耳の強度  $I_R$ ,  $I_L$  との間には次の如き関係があり。

$$\theta = k \log \frac{I_R}{I_L}$$

之を Logarithmic law と名付けた。こゝに  $k$  は定数であるが各人によつて異り、周波数 (287, 594, 1148 の 3 種を用いた) の増加と共に少しく減少したとなしている。Stewart は同時に位相差効果の測定をも併せて行い、その結果強差は方向定位するに当つて重要な因子たり得ず、位相差が純音々源の方向定位に於ける最も重要な因子であると結論した。

純音による強差効果、時差 (位相差) 効果の測定は Stewart 以後 Halverson, Banister, Trimble 等により更に精密な異耳性の実験が行われた。Halverson は強差の変動による定位の移動は僅かであり、強さの変化に由る定位の変化は不連続的で位相の変化に対するような規則正しさは無いと述べ、Banister は 133 d.v./sec. より 1705 d.v./sec. に至る周波数の範囲に於て位相効果を認め、Trimble は方向定位が強差・相差両因子に依る限り、相差よりも更に強差に懸つていと結論した。

かく実験結果に相当の開きがあり、強差・相差の何れを是とするか、断じ難いものがある。

位相差も Wittmann の立証せる如く、山の到着時差という点から見れば結局時差に帰する。純音ならば連続音に適用されるのである。

先に私は耳軸を含む水平面上の純音々源を使用し、片耳聾者は定位不能なる事を確め、左右弁別の正確さが双耳作用に基く事を明にした、而して左右聴力の相違者は健側に偏倚して音源が定位されるが、左右聴力差の大なる程前正面よりの偏倚角度が大である事を数字的に示し、亦聴覚疲労時に於ける定位の変

動を両耳の聴力の変化に照し合せて、方向定位に対する強差の影響の少からぬ事を想定した。而して左右聴力の相違している者に於て左右耳の聴力差に対する偏倚角度の割合は高音・低音の周波数の如何に関せず一様である事を認めた。之は Banister, Newman & Stevens, Hecht の如き低音は時差で、高音は強差で説明せんとする理論では不合理な事柄である。

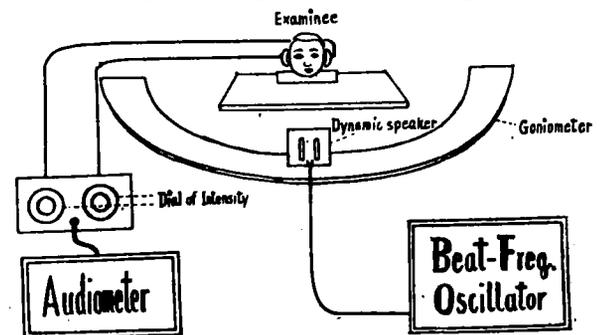
そこで方向識別上強差・時差の持つ役割はどのようなものであるか、之を究明せんとして以下の実験を行つた。

### 実 験 装 置

検査室は第 2 編・第 3 編に於て使用した吸音施設を施された防音室である。

被験者の耳軸を含む水平面上に半径 1m の半円形の角度計を設置し、半円の中心に被験者の頭部を置き、角度計の中央  $0^\circ$  に向つて正しく頭を向け、軽く頭部を固定した。(第 1 図) 被験者は健全な聴能の保有者で、正坐位に於て軽く閉眼させた。

Fig. 1. Experimental Set-up



2 個の受話器が Audiometer に連結され、受話器は夫々左耳・右耳に同程度に軽く当てられた。而してこの Audiometer (Double audiometer) は発振する音が 2 個の受話器に於て各々位相を変えず、強さのみ独立に変化する事が出来るのである。

この Audiometer より発する純音はブラウン管オシログラフにより予め波形は確められ、2 個の受話器から異耳性に両耳に入る音波は被験者に於て綜合され、主観的融合音像が結ばれるが、この融合音源の方向を出来るだけ

正確に測定する為、従来行われた被験者をして指示せしめる方法の曖昧さを考慮し、別に基準音源を設けた。

この基準音源として唸周波発振器に連結したダイナミック・スピーカーを使用した。スピーカーは口径5吋で、第2編・第3編に使用したものである。而してこの基準音源を角度計の上に移動させて、融合音像の方向と一致せる方向を被験者に口述させる事により、融合音源の方向として略々正しく判断する事が出来た。

試験するに当つて、唸周波発振器から出る音(基準音)は Audiometer から出る音(試験音)の周波数と略々同数とした。之は Pratt, Trimble によると調子の高い音は空間的にも亦高く定位されるとされて居る事によるのである。尤も之に関しては Dimmick & Gaylord は否定的な結果を見て居り、その当否は俄に断じ難いが、同様の著者の実験を併せ考えると、周波数の異なる2音源の方向の比較は一種の心理表象に依るものと思われるが、その程度には個人差のある、音程の高低から来る音方向の上下観念が走り、比較を一層難しくする事は免れないようである。

〔実験I〕

強差効果による偏倚度の測定に先立ち、異耳性に与えられた融合音像は左右両耳の強差が無い場合、両耳に与えられる相等しい強さの音を弱い音から強い音に変化させても、即ち音の強さにより方向定位に影響は無いものかどうか検証とした。

Fowler は2個の受話器を持つた Audiometer による balance-test に於て、健常人に於ては音の強さが増量されると両耳に於ける Loudness (音の大きさ) は等しい、となしている。之が直ちに方向定位に適用されて、両耳に同時に与えられた相等しい強さの音は正しく前正中線に定位されるであろうか。而して健常人と雖も左右両耳の最小可聴閾は必ずしも一様では無く 5d.b. 内外の相違は屢々見受けられる所である。

そこで異耳性音源の最小可聴閾附近に於ける

定位状態。両耳に与えられる強さとの関係が一応問題である。之を偏倚度測定の基準である前正中線に於て行つた。

被験者の正面 1m の距離に基準音源を置き、先づ被験者の両耳に当てられた受話器を夫々単独に Switch を入れて発振し、両耳各々の最小可聴閾を測定し、次に同時に Switch を入れて両耳に音を送り、片耳の音の強さを漸次 5d.b. づつ増量し、夫々の強さに応じて、他耳の強さを加減して前正中線に音像を抱くようにし、融合音像が基準音源に一致すると見られる時の両耳の音の強さを求めた。

試験音・基準音何れも周波数 512, 4096 の2種について行つた。

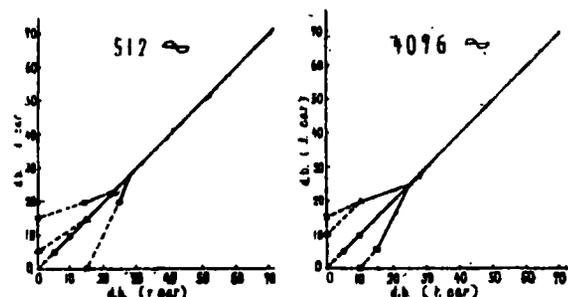
〔結果〕

左右耳各々の最小可聴閾附近に於ける定位は不能である。換言すれば両耳に与えられた音を融合する事が出来ず、音像は結ばれない。

両耳に与える音の強さを最小可聴閾より 5~15d.b. 増量すると始めて正中線音像を結ぶようになり、以後は両耳に等量増強すると正しく前正中線に定位された。

最小可聴閾に於て両耳に多少の優劣がある場合、弱い音では音像は優側に偏倚して聞かれ、両耳に入る音の等量の増強に対し漸次正中線に向つて移動し、一定量の強さに達すると正中線に固定され、以後は両耳に優劣無き場合同様、両耳に等量の増強があると前正中線の基準音源に一致して聞かれた。(第2図)

Fig. 2. Localization for dichotic median



実線が 45° 線に一致する部から左右相等しい Intensity で前正中線定位が行われる。破線は定位不能の部である。

- × △ □ 左右聴力差の例
- 左右聴力の等しき例

左右両耳が相等しい最小可聴閾を持つならば結像可能なる強さよりも大なる強さ（左右等量）に対し、常に前正中線に定位する故、最小可聴閾より 5~15d.b. が結像閾で、之を以て定位閾と見做す事が出来る。

左右聴力差のある場合一定の強さに於て融合音像は前正面に正しく定位されるが、この場合両耳に与えられる音の強さは最小可聴閾の如何に関せず左右相等しい強さであり、左右間の僅かの Loudness の相違（感覚の相違）があるとしても補正され前正中線に定位されるものと考えられる。

左右聴力に優劣がある場合結像閾に於ては優側に前正中線感が偏倚している故、前正中線に正しく定位する為には更に両耳に等量の増強をせねばならないから、前正中線定位閾は更に増強された額となる。そして此の定位閾を決するのに重要な役割は劣側耳にあり、劣側耳の最小可聴閾から 5~15d.b. 強い結像閾に補正量 5~10d.b. を加算した額が正中線定位閾となるのであるが、劣側耳の最小可聴閾より 25d.b. 以内の増強に於て融合音像は正しく正面に定位された。

本実験に於ける最小可聴閾は左右何れかの片耳の最小可聴閾であり、その附近に於ては定位不能である事を観察した 両耳を用いた場合には binaural summation (at threshold, of Loudness) があり、片耳の最小可聴閾、Loudness と異なる事は古くは Tarchenow, Preyer, Körting に見られ、下つては Gage, Hughes, Caussé and Chavasse, Shaw, Newmann, Hirsh, Keys, Pollack 等により強調せられている事柄である。而して Wittmann は異耳性に聞かれる音印象の強さは単耳性に個々に聞かれる強さより大である故、異耳性に与えられた刺激は閾値附近に於ても音源認知が可能であるとなしているが、之は本実験の結果から否定されねばならない。

定位閾を越えて大なる左右相等しい強さの音により抱かれる異耳性融合音像は、強さの如何に関せず、左右に動揺する事無く、正しく前正中線に定位されるが、此の際前正中線

に正しく置かれた比較対照されている基準音源の存在は、被験者自身の前正中線感の動揺を防遏し、極めて正確に方向感を表示出来た。吾人の前正中線感の範囲は後報の通り 8~16° と大略算せられるが、基準音源を設ける事により、4~8° という正確さを見るのである。

異耳性融合音源によるこの実験で注意を要する事は、融合音源を生成せんとする事からくる疲労が生じ易い事で、疲労を生じた場合極めて定位が不確実となり、動揺を来す。こゝに異耳性実験の難しさがある。

#### 〔実験Ⅱ〕

前実験に於て、左右等しい異耳性 2 音源は一定の強さに達すれば融合音像として確実に前正中線に定位され、動揺を来さない事が確かめられた。

左右耳に入る音を片耳（左右に優劣があるときは劣耳）の最小可聴閾より 30d.b. 増しの強さに保ち、左右耳に等しい強さの音が前正中線（角度計上の 0°）に置かれた基準音源に一致して聞かれる事を確かめた後、片耳のみ 5d.b., 10d.b. と漸次強さを増し、前正中線（0°）から側方に向つて移動する融合音像の偏倚角度を、角度計上に移動させた基準音源と一致する所を以て前正中線からの偏倚角度と見做し、之を測定した。

この実験に於ては左右耳の時差・相差は無い。周波数 512, 4096 の 2 種について、右耳の強さのみ増した場合と、左耳の強さのみ増した場合との両者の場合を観た。被験者 10 名。

#### 〔結果〕

前正中線（0°）に最初定位された融合音像は片耳の強さを増強すると、増強した耳側に移動し、d.b. 数の増量に比例してその偏倚角度を増大した。偏倚角度が 60°~70° を越えると、強さの増量に対する偏倚角度の増しが稍々小くなる傾向があり、90° 附近に於ける定位は極めて難渋で、更に強さを増量すると片耳にのみ強く響くだけで融合音像は結び得ない。（第 1 表）。

偏倚角度が片耳の強さ（d.b.）、即ち両耳間

第1表 左右耳の強差による偏倚角度

被験者	張差	5 1 2 ~					4 0 9 6 ~				
		Freq.	5db	10db	20db	30db	40db	5db	10db	20db	30db
右 耳	I	18°	35°	68°	83°		20°	40°	72°	85°	
	II	17°	30°	61°	77.5°		13°	28°	53°	73°	81°
	III	20°	36°	55°	85°		21°	33°	56°	88°	
	IV	10°	20°	39°	62°	84°	10°	28°	54°	66°	85°
	V	12°	25°	40°	71°	87°	11°	22°	46°	67°	
	VI	20°	40°	75°	85°		20°	41°	77°	85°	
	VII	9°	19°	36°	55°	77°		17°	45°	65°	86°
	VIII		18°	48°	70°						
	IX	11°	22°	37°	51°						
左 耳	I	25°	34°	62°	78°		20°	40°	70°	85°	
	II	10°	25°	50°	73°		13°	26°	53°	69°	
	III	20°	38°	58°	90°		18°	43°	58°	90°	
	IV	12°	24°	38°	58°	70°	13°	30°	47°	60°	75°
	V	13°	21°	47°	67°		11°	21°	48°	66°	83.5°
	VI	21°	41°	80°			21°	41°	79°		
	VII	9°	18°	37°	55°	72°		21°	45°	65°	98°
	VIII		20°	50°	70°						
	IX										

の強差に比例して増大した事は、

$$\theta = k \cdot d.b. \left( = k \cdot 20 \log \frac{P_1}{P_0} \right)$$

であり、Stewart の Logarithmic law に一致している。唯問題となるのは k の値である。

k の性質に関して次の特性が認められた。

1. 右耳の強さを増強した場合と、左耳の強さを増強した場合、この両者の場合に於て略一致した値である。

2. 周波数により変化しない。

3. k の大小は一に個人差に帰せられる。

左右耳各々強さを増強した場合の両者に k の相違を見なかつた事は定位が両耳の興奮差に基く故当然の事と考えられる。

周波数により k の変らぬ事は、片耳に 20d.b. 増強した儘で両耳への音波周波数を 128 ~ 8096 ~ に変化しても音像の位置に変化を来さなかつた事により確められた。唯方向感を抱く範囲が高周波に於ては広い者が多い、故、この点感度が少々悪い事は否めない。

音の強さ ( $\Delta I$ )、若しくは音圧 ( $\Delta P$ ) の変化として認知し得る最小変化 Differential

Limen について、Riesz は  $\Delta P/P$  は音の強さが増すと共に急速に減じ、低音・高音に於ては中音に於けるより大であると述べて居り、その値に関しては Jerger は 15d.b. (Sensation-Level) に於て常人で

Freq.	250	500	1,000	2,000	4,000
Average D.L.	2.0	1.8	1.7	1.7	1.6

の値を見て居り、周波数に関して格別の相違は見当らないようである。而して強さに関して Luescher は閾値より 10d.b. に於て 30~50% (50% = 6.02d.b.) の値を占め、60d.b. に達すると 5~6% (6% = 0.54d.b.) の値をとるとなしている。

そこで Audiometer に於て 0.2d.b. Step を用いると、その強さの変化に対し、吾人の感覚を以てしては大きさが連続的に変化して聴取される。

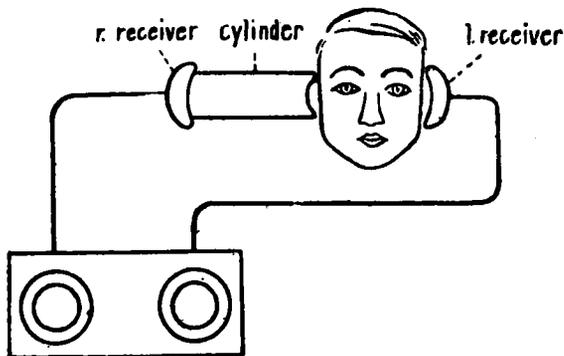
そこで本実験に於て、即ち両耳に入る音を等しい強さから片耳の強さを漸次増強すると、同耳側に向つて融合音像が移動するが、このとき 5d.b.-Step で強さを増した場合には音像

の移動は階段的であり、不連続的であるが、0.5d.b.-Step を使用すると音像は片耳に向つて連続的に移動する。之より Halverson の唱える「強さの変化による定位の変化は不連続的で規則正しさが無い」との結論は考え直されねばならない。

〔実験Ⅲ〕

左右受話器のうち1側だけ受話器と外聴道との間に円筒を挿入し、片耳に筒を通して音波が送られ、円筒の長さだけ時差を生ぜしめる事により両耳間の時差効果を見んとした。片耳に当てられる筒は内径 3cm の竹製で、内部に軽く吸音剤が施されており、長さ 5cm, 10cm, 16cm, 20cm の4種とした。筒の外耳道附着縁は前方に僅かに空隙を作り、前正中線に置かれた基準音源が正しく正面に定位されるように、他側の受話器の附着縁に対して加減された。(第3図)

Fig. 3. Apparatus for Time Difference



左右両耳の音の大きさを等しくする為、先づ受話器附着耳に最小可聴閾より 30d.b. の強さを与え、次に受話器附着耳、筒附着耳に交互に音を送り、左右等しい大きさと感ずる強さに筒附着耳の強さを加減した。

次に同時に両耳に音を発し、基準音源と交代に発振し、回路の電鍵を手動式に断続して click tone とし、4種の時差変化による音像位置の偏倚を見た。

$$\begin{aligned} \Delta s &= \sqrt{x^2 - r^2} + r(\theta_0 + \theta) - \sqrt{x^2 - 2xr \sin\theta + r^2} \\ &\approx \sqrt{x^2 + r^2} + r\theta - \sqrt{x^2 - 2xr \sin\theta + r^2} \end{aligned}$$

なる式で与えられる。

本実験では  $x=100\text{cm}$  であり、 $r=8\text{cm}$  とすると第(5)図の如き Curve となる。

〔結果〕

異耳性音源を連続音にして与えると定位は可成り困難である。然し click tone にすると極めて明瞭に音像の位置を認める事が出来る。而して筒の短いものから長いものに換えるに連れて音像の偏倚角度が増し、第(2)表に示す如くなる。

第2表 筒の長さ と 偏倚角度

筒の長さ 被験者	5cm	10cm	16cm	20cm
I	15°	26°, 28°	45°, 50°	84°
II	16°	30°, 35°	59°, 60°	70°
III	16°	35°	60°, 61°	78°, 80°
IV	15°	25°, 30°	60°	75°, 65°
V	18°	33°	52°, 64°	72°, 80°

時差説では偏倚角度の決定因子として音源から左右耳への音伝達路の距離差 Wege-Unterschied (W.-U.) が問題である。音源が無限遠点にある場合、即ち音が平行線として入射する場合を考え、W.-U.として Hornbostel & Wertheimer は簡単に

$$\Delta s = k \sin \theta$$

( $\Delta s$  は  $\theta$  なる偏角の方向に於ける W.-U.) となし、 $k$  は経験上 21cm 位の値をとると云っている。W.-U. の計測器を用いて W.-U. を実測した A. Meyer は、正弦曲線で無く、各  $\theta$  に応ずる W.-U. 値を求める事は  $\theta$  が 80° に増す迄均一に角度数に比例して直線状に増し、80° から 85° 位で W.-U. が 21cm となる。之以上になると後頭を廻る音波がある為 21cm 以上の W.-U. は無く、亦側方音源の定位の不正確さ、側方音源の幾分前方へ移動されているように見えるという事実の説明をなしている。

今有限距離の音源を考えるに、音源距離  $x\text{cm}$ 、耳軸を含む水平面による頭部の切断面を半径  $r$  なる円と見做すと(第4図)

Fig. 4. Difference of sound-ways from a source

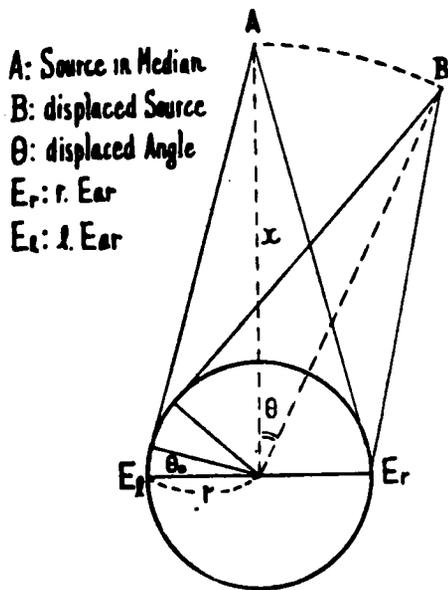
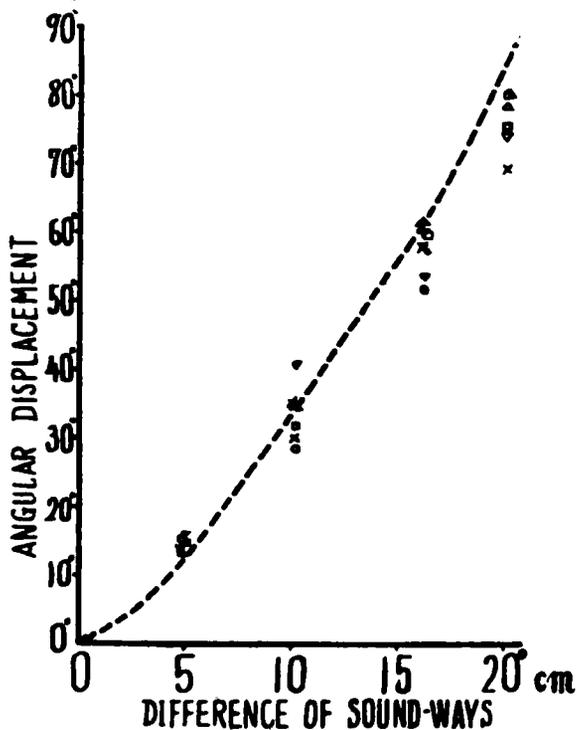


Fig. 5. Variation of Time Difference



因に  $0^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $90^\circ$  の 4 箇所について被験者の W.-U. の実測値と比較すると、

$\theta$	$0^\circ$	$30^\circ$	$45^\circ$	$60^\circ$	$90^\circ$
$\Delta s$	0	9.1	12.3	16.29	21.7 (cm)
実測値	0	7.5~9	12~12.5	15.~16.5	20~22 (cm)

となり略々一致している。

第 (2) 表に示す時差の相違による偏倚角度の相違は第 (5) 図に示す W.-U. の変化

による偏倚角の変化に略完全に符号している。

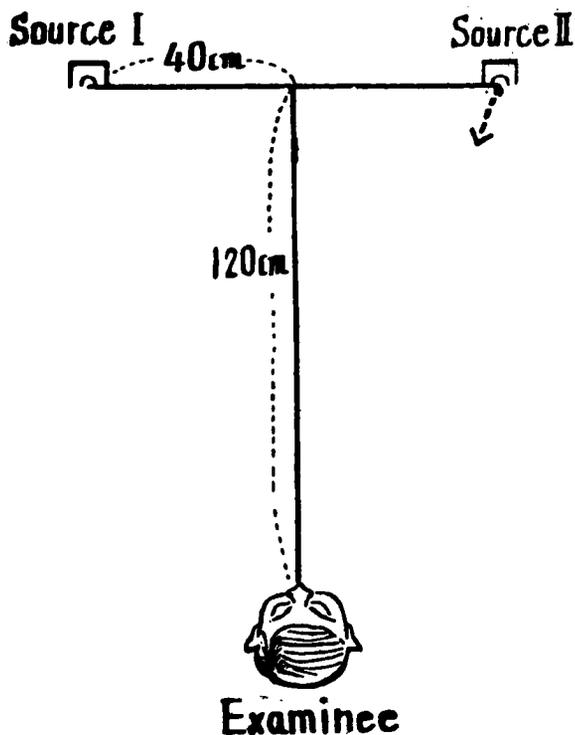
第 (2) 表は 512 $\sim$  による値として示したものであるが、異耳性音源・基準音源共に唸周波発振器に繋ぎ 100 $\sim$  から 8000 $\sim$  に迄変化させても両音源の位置変化は見なかつた。従つて周波数の如何に関せず W.-U. により定位されるものと見做され、Rayleigh の高周波に於ける人頭の Schattenwirkung は一考を要する事になる。

実験 I, II, III に於て何れも両耳に当てられた受話器の音が 30d b. 以上の強さで行われた。それ故各耳に当てられた受話器より発する音が他側耳に入り、所謂他側耳の陰影曲線なるものゝ作用がありはしないかという懸念がある。之に関して次の実験を行つた。

〔実験IV〕

被験者を閉眼させた儘、その前方 1.2m の距離にて左右 40cm 離れた 2 箇所に、同一唸周波発振器より導かれた 2 箇のダイナミック・スピーカーをを夫々置き、両スピーカーを交互に発振させると被験者は各々を明瞭に定位出来るのに、同時に発振させると、その何れのスピーカーをも定位し得ない。512 $\sim$ , 60d b. にした。(第 6 図)

Fig. 6. Two sources of sound



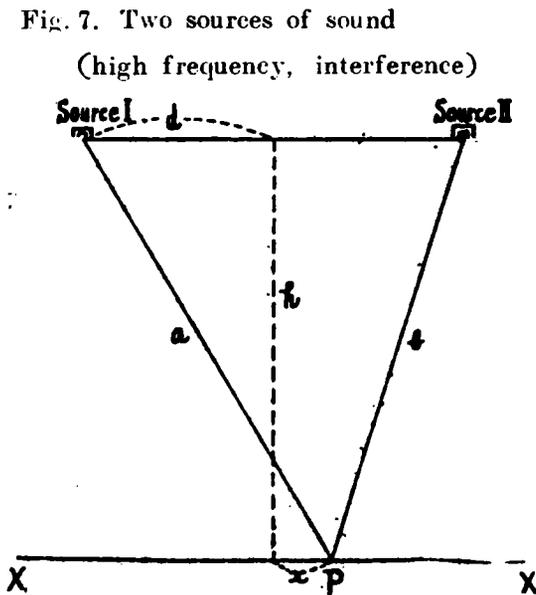
両音源を同時に発振し乍ら1個のスピーカ-を10~20cm被験者に近づけ僅かに強さを増強すると、近い側の音源のみ定位して、遠い方の音源は全然関知されない。

之は次の如く理解される。両スピーカ-から同時に音が発した場合には両スピーカ-より発する音波は何れも正弦波形を呈する略同等と見做されるものなる故、両耳に入る位相が混ぜられて定位が出来ない。兎が、1側のスピーカ-を近づけて僅かに強さを増すと、左右耳に入る大なる振幅のみ問題となり、小なる振幅は等閑に附される事になるのである。同種2音源のある場合は小なる強さの音は問題とはならない。

この実験に於て故意に高周波を2音源に用いると音波に合成の起る事を見逃してはならない。之に関して次の実験を行つた。

〔実験V〕

第(7)図に示す如く、距離2dなる2音源を結ぶ直線に、距離hにて平行なる直線X X'上、



に、両音源から、同時に音波の山の達する位置Pは次式で与えられる。

$$x = \pm \sqrt{\frac{d^2 + h^2 - \frac{(n\lambda)^2}{4}}{4d^2 - (n\lambda)^2 - 1}}$$

$$a - b = n\lambda \quad (n = 0, 1, 2, 3, \dots)$$

今他耳を遮蔽して1耳聴にしてX X'上を移動すると音の強い所と弱く聞える所とを認める。この強く聞かれる個所と山の達する位置を比較すると

$x$	0	11.4	22.8	34.9
強く聞かれる個所	0	12	24	32

となり略々一致している。従つてX X'上に強く聞かれる所は両音源から発する音波の山の至る個所である事が判る。

次に耳軸をX X'上に置き、両耳聴にして右耳を音の強い所に置くと斜め右方に音像が結ばれ、右方に頭部を移動させ左耳に強い所が来るようにすると音像は左方に移動して斜め左方に結ばれる。合成波により両耳で生成された音像である。

従つて耳軸を通る直線上に左右に同種の2つの音源を置いた時、両音源の距離の変化により、見掛け上の音像が左右に移動するというHalverson, Engelhardtの意見には合成波による因子を考慮せねばならない。

総 括

実験II, IIIを総合し、片耳だけ円筒を介して受話器を当て時差を一定に保ち乍ら、左右耳の強差を変化すると、更に次の成績が確認される。

1. 左右耳に時差があつてもStewart常数は変らない。
2. 偏倚角度は強差による変量に時差による変量だけ補つた値である。

従つて偏倚角度 $\theta$ は

$$\theta = k_1(d \cdot b) + k_2(t_1 - t_2) = f_1(I) + f_2(T)$$

となる。従つて強差・時差各々独自の変量が存するわけであるが、強差は余程大きくないと音像の偏倚には至らず、それは我々の到底日常起り得ない強差量である。我々の日常遭遇する音源は一般に時差により定位されるものと思考される。

強差の影響は余程身近の音源に対しては見受けられぬ事も無いであろうが、重要なのは

生体自体の聴力の変化した場合である。即ち既述の片耳難聴者の見掛け上の音源の健耳側への偏倚、疲労時の音像の偏倚等何れも強差の影響した場合である。

## 結 論

聴覚による方向識別に関して最も重要なものは前正面に於ける左右の弁別であり、従つて従来の方向識別に関する研究はこゝに集中されて来た。

この左右別知覚機転に関して従来最も有力であつた時差説・強差説の間を次の通り説明

する。左右別定位は周波数に関せず時差・強差の和として認識されるが、正常人の日常に於ては強差の影響は僅小で、時差が主役を演じ、強差は補助因子としての効果しかみられない。病的聴覚者、聴覚の疲労した際、或いは人為的に片耳を閉塞した場合等の際、時差の他に更に強差効果が強力な因子として立働くのである。

本論文の要旨は昭和29年5月23日、第31回日本生理学会総会に於て発表す。

摺筆に臨み終始御懇切なる御指導、並に御校閲を給りたる林教授に深謝す。

## Synopsis

### Sound localization (4) ……

This test was held in a sound-proof room, and the sources of the sound were all of pure tone. The audiometer receivers were connected to a double audiometer. The examinee had an apparent source of sound and the intensity difference and the time difference varied between both ears.

The angular displacement of the apparent source was measured in contrast to the pure tone from a loud speaker connected to a beat frequency oscillator and was audible through spaces between the receivers and the ears.

It was ascertained that the value of displacement was proportional to the logarithm of the ratio of intensities. (Stewart's logarithmic law) Stewart's constant is different according to individuals. The constant does not vary with the increasing frequency. The value of the angular displacement was proportional to the difference of the lengths of two sound-ways. The relation of the angular displacement ( $\theta$ ) with the time difference (T) and intensity difference (I) were as follows ;

$$\theta = f_1(I) + f_2(T)$$

Intensity difference must be of extensively great quantity to remove the apparent source. Time difference is the most important factor in actual localization. Intensity have more influence upon localization in acoustically fatigued Person and in patients with deafness.

## 主 要 文 献

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| 1) 柴 讓二 耳鼻咽喉科会報 (昭和16年)             | 学研究, 11, 2輯, P. 207 (昭和15年)                                      |
| 2) 橋田邦彦, 眞田琴次: 方向知覚に関する主要業績 (昭和16年) | 7) 尾島碩心. 聴覚に於ける疲労現象について<br>心理学研究, 11, 3輯, P. 314.                |
| 3) 八木秀次. 音響科学 (昭和16年)               | 8) 北川信太郎他. 耳鼻咽喉科, 21.(2), P. 47 (昭和24年)                          |
| 4) 小幡重一. 実験音響学 (昭和12年)              | 9) Angell & Fite. Psychol. Rev. 8, P. 225—246,<br>449—458 (1901) |
| 5) 高田 実: 騒音防止 (昭和16年)               |  |
| 6) 和田陽平. 最近に於ける音定位の研究, 心理           |  |

- 10) Bloch, E. Z. f. Ohr. usw., Bd. 24, S. 25—86 (1893)
- 11) Baley, S. · Beit Z. anat. Physiol. usw., Bd. 7, S. 69—99. (1913)
- 12) Stevens & Newman Amer. J. Psy., Bd. 48, P. 297—306 (1936)
- 13) Zakrzewski, A. : Practica oto usw. Bd. 1 S. 5—18. (1938)
- 14) Angell Psy. Rev. Bd. 10, 1—14 (1903)
- 15) Preyer Pfrügers Archiv. Bd. 40, S. 586 (1887)
- 16) Wittmann, J. Archiv. f. ges. Psy., Bd. 51, S. 21—122. (1925)
- 17) Starch Psychol. Rev. Mon. Sup. 1, 1—45. (1904),
- 18) Licklider Handbook of experimental Psychology (edited by S. S. Stevens) P. 1026—1034 (1951)
- 19) Leux J. Psy. u. Neurolog. Bd. 44 S. 644 (1932)
- 20) Gamble Psy. Rev. Bd. 9 P. 357—373. (1902)
- 21) Allers & Schmiedeck · Psy. Forschung Bd. 6, S. 92 (1925)
- 22) Goldstein & Rosenthal : Psy. Forschung Bd. 8, S. 318—335 (1926)
- 23) Schaefer . Nagel Handbuch der Physiologie des Menschen, I Band, S. 509—512.
- 24) Sewall, E. Z. f. Sinnesphysiology, Bd. 42, S. 115—123 (1908)
- 25) Flügel . Britisch J. of Psychol. P. 105—134. (1920)
- 26) Békésy, G. von Physik. Z. Bd. 31, S. 824—835 (1930)
- 27) Urbantshitsch, V. : Pflüg. Arch. Bd. 24, S. 574—579. (1881)
- 28) Banister, H., · Brit. J. Psy. Bd. 17, P. 142—153 (1926), Brit. J. Psy. Bd. 15, P. 80—81 (1924—25), Bd. 16, P. 263—292 (1926)
- 29) Politzer, A. Arch. f. Ohr usw. Bd. 11, S. 231—236 (1876)
- 30) Hocart & McDougall · Brit. J. Psy., Bd. 2, P. 386 (1908)
- 31) Meyer, J. : Mschr. f. Ohr usw., Bd. 46, S. 449 (1912)
- 32) Veits . Z. f. Hals usw. Bd. 14, S. 269—296 (1926)
- 33) Starch : Psy. Rev. Suppl. 6 1—45. (1904)
- 34) Ferre & Collius : Amer. J. Psy., Bd. 22, P. 250—P. 297. (1911)
- 35) Kreidl, A und Gatscher, S. · Handbuch der Neurologie des Ohres von Alexander-Marburg-Brunner, I Band S. 407, Zbl. f. Physiologie, (1923) Bd. 34, S. 490 Pflüg. Archiv. (1921), Bd. 200, S. 366—373 (1923)
- 36) Kraus, M. : Arch. f. O.—N.—u K. heilkunde, Bd. 157, S. 301—320 (1951)
- 37) Rayleigh The Theorie of Sound.
- 38) Hornbostel, E. M. von . Psy. Forsch. Bd. 4, S. 64 (1923), Haudbuch d. normalen u. pathologischen Physiologie, Bd. 11, S. 602—618 (1926)
- 39) Stewart, G. W. Physical Review 15, P. 425—445 (1920)
- 40) Newman, B. . Anual Review of Psychologie volume 1, 1950.
- 41) Halverson, H. M. Amer. J. Psy. Bd. 33, P. 178—212 (1922)
- 42) Trimble, O. C. · Psy. Rev., Bd. 35, P. 515—523 (1928), Amer. J. Psy. Bd. 43, P. 638—640 (1931), Amer. J. Psy. Bd. 47, P. 264—284 (1935)
- 43) Dimmick & Gaylord · J. Exp. Psy., Bd. 17, P. 593—599 (1934)
- 44) Fowler, E. P. : Medicine of the Ear, Thomas Nelson and Sons, P. 447—451. (1948)
- 45) Luescher, E. . J. of Laryngology and Otology, Vol. 65, P. 486—510 (1951)
- 46) Jerger, J. F. · Laryngoscope, Vol. LXII N. 12, P. 1316—1332 (1952?)
- 47) Meyer, A. : Arch. f. Ohr. usw. Bd. 147, S. 219—249. (1940)
- 48) Engelhardt, A. . Z. f. Biologie, Bd. 105, 3Hft, S. 174—180 (1952)
- 49) Bartlett & Mark · Brit. J. Psy., 13, H. 2, P. 215—218 (1922)
- 50) Skramlik, Emil von : Z. f. Biologie, Bd. 106, H. 4, S. 239—284 (1953)