

言語音の知覚における REA と大脳半球優位性について (第4報)

—— 両耳分離聴と REA に関する先駆的、先導的研究の文献的考察 ——

吉野 公喜

本研究は、言語音の聴覚中枢処理過程を解明するための一方法としての両耳分離聴法に関して、1950年代の先駆的研究とその後続く1970年代までの先導的研究を文献的に考察したものである。

Broadbent, Kimura の初期の研究は、大脳半球の機能的特殊化と耳間優位性を、記憶保持という選択的注意で説明しようとするものであった。その後になされた、Geschwind, Schankweiler & Studdert-Kennedy, Berlin, Cullen らの先導的研究は、彼らの主張に若干の相違はあるものの、両耳分離聴における REA の発現機序については、REA を生起させる音響的、音節的特徴の分析及び対立刺激語の持続時間、signal の onset-offset asynchrony, signal の強さの同値性等の競合条件の分析の重要なことを示唆した。

Entus の乳児研究への両耳分離聴法の適用は、言語音に対する大脳半球の半球間機能差は生後3週までに形成されることを明らかにしている。

キーワード： 両耳聴 両耳分離聴法 右耳優位 半球優位 語音知覚

1. はじめに

発達の初期から聴覚的学習を十分に高めている感音難聴児は、聴覚中枢路及び聴覚皮質が正常に機能しているとき、たとえ入力情報のある部分が中枢経路に伝達されなくても、聴覚系の高次中枢機構の働きがもっている内的冗長度 (intrinsic redundancy; Bocca, et al, 1954) のために入力情報の理解が可能となる。しかしながら、聞こえの悪さを訴えながら通常の聴能訓練プログラムでは言語理解も受聴の明瞭さも改善させることができずにいる聴覚障害児、聞こえの悪さをそれほど自覚してはいないが (多くの場合、hearing sensitivity の低下は、軽度か正常範囲)、語音受聴明瞭度が低下したり、外的冗長度 (extrinsic redundancy) が低減している各種歪語音に対する受聴明瞭度が極端に低下している聴覚障害児、そして聴覚的感度がそれほど悪くなくても音節や文章における両耳聴分離が著しく低い聴覚機能障害児が、聾学校以外の養護学校、特殊学級、難聴学級、言語治療教室あるいは普通学級に在籍していることが見いだされる。

近年、聴能学の進歩により、中耳伝音機構、内耳伝搬-変換機構とそこにおける聴覚的情報の処

理機能については、かなりなまでの解明がなされてきた。しかしながら、ヒトの聴覚中枢系については、その機構や機能が複雑で、いまだ不明のことが多く、Audiology (聴能学), Neuro-otology (神経耳科学), Neuro-audiology (神経聴能学), Neuro-linguistics (神経言語学) の分野で種々のアプローチが試みられている。

本稿は、聴覚中枢系における言語音処理機能検査と位置づけられる両耳分離聴法 (Dichotic Listening Technique) とその結果としての右耳優位性 (Right Ear Advantage) について、1950年代の先駆的研究から1970年代後半にいたるまでの先導的研究を文献的に考察したものである。

2. 両耳聴現象

一般に、ヒトは左右の両耳を有効に使って情報処理の効率化を図っている。Bergman (1957) は、両耳聴によって、方向覚、ピッチ覚の向上やカクテルパーティ効果等を期待できることを報告している。彼はさらに、この両耳聴によって、多くの者純音オージオメトリの最小可聴閾値の下降やスピーチオージオメトリの語音受聴明瞭度の改善を得られると言う。この現象は、両耳加算効果 (binaural summation effect) と呼ばれることが

多いが、この呼び方は、かならずしも一般化されているわけではない。両耳聴は、図1にまとめられるように、両耳に同種の刺激を呈示し、その弁別、識別を求める方法—diotic listening—と両

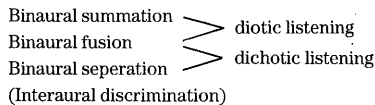


Fig. 1 Binaural Listening

耳に異なった種類の刺激を同時に呈示 (simultaneous presentation) し、その弁別あるいは識別を求める方法—dichotic listening*—とに分けられる。後者の場合、さらに異種刺激を分離させるのか融合させるのか、両刺激の onset, offset を同時にするかずらすかによって方法が異なってくる。

太田 (1966) は、上述の両耳聴現象を次のように分類する。

- ① 両耳に同時に同一刺激を与えることにより、その閾値、loudness あるいは明瞭度に変化を呈する場合を binaural summation とする。純音や複合音における loudness の summation, 閾値における summation, 両耳聴における語音明瞭度曲線の steepness の変化あるいは両耳聴での Difference Limen の変化等がこれに含まれる。
- ② 両耳に与えた同種刺激に位相差、時間差があるが、両耳聴では単一音像として受けとる場合および両耳に異なる刺激を与えて単一音像として受けとる場合を binaural fusion とする。前者の場合には、方向聴覚や音像偏倚に関係し、両耳の時間的積分と考えられる switched speech が含まれる。後者の場合には、濾波語音の両耳合成及び両耳聴現象が含まれる。
- ③ 両耳に同時に異刺激を与えて、その各々を分離弁別する場合を binaural separation または interaural discrimination とする。

3. 両耳分離聴法の先駆的研究

両耳聴現象のうちで、異なった刺激音を両耳に

* 脚注

The term "dichotic" has come into use to describe the simultaneous presentation of different stimuli to the two ear.

同時に呈示、聴取させ、それぞれの刺激音を分離させる方法は、前述の如く同時両耳分聴法 (simultaneous dichotic listening method あるいは dichotic listening test) と規定される。

本論稿では、この同時両耳分離聴法を両耳分離聴法とし、dichotic listening technique, dichotic listening test, dichotic test, Dichotischer Diskriminations Test 等をすべて同義に論ずるものである。

左右両耳に、異なった言語音を呈示、聴取させ、その言語音の情報処理の仕組みを実験心理学的に解明しようとした最初の研究は、Broadbent に代表される。Broadbent (1952 a, 1952 b, 1954, 1956, 1957) は、大脳に上行到達された両耳からの2つの信号はそれぞれ別々に知覚、識別されることを見いだした。Broadbent (1954) は、ゲシュタルト心理学の立場から「Broadbent Filter」なる聴知覚機構を唱えて、興味ある知見を報告した。彼は、6個の異なった数字3対を1対ずつ同時に両耳に与えて、聴取した順序にこだわらず、できるだけ多く復唱するよう被験者に求めた。結果は、両耳間に再生率の差のあることを示し、この差はたとえば右耳から入った情報が時間的順序で知覚機構 (perception system) を占有してしまうと、後続する情報は保持機構 (storage system) あるいは遅延機構 (delay system) に貯えられるのであるが、その情報内容が複雑になると保持機構が作用しなくなることによって生ずると説明した (表1)。Broadbent によれば、本来 memory span 内にある数系列であっても、左右耳に1対ずつ3対呈示される場合には、右耳で聴取した3個の数字の後に左耳で聴取した数字が復唱されるが、左耳聴取の再生率は著しく劣るということであった。Broadbent の結果は、片方の耳で聴いた数字をまず先に書き、次に地方の耳で聴いた数字を後に書くということであった。

例えば、刺激系列のあるグループが、

チャンネル1 (右耳) …… 7—2—3

チャンネル2 (左耳) …… 4—1—5 の場合、復唱は、7—2—3—4—1—5 とか、7—2—3—4—1 というようであり、7 (右耳)—4 (左耳)—2 (右耳)—1 (左耳)—3 (右耳)—5 (左耳) のように復唱する例は、ほとんどみられなかった。このことは、左右同時分離聴にあっては、聴取された時間系列が順序どろりに再

Table 1 CORRECTLY RECALLED LISTS OF DIGITS

Group	Conditions			% Correct*		
	1	2	3	1	2	3
1 (6-digit lists)	Conventional	Binaural: correctly recorded with all digits on one ear before any on the other	Binaural: correctly recorded in any other order	93	62	3
1 (8-digit lists)	Conventional	As above	As above	56	13	2
3	Conventional	Binaural	Control for binaural	42	5	5

* For Group 1, both lengths of list pooled, $p < .001$ for the difference between Cond. 1-2 and 2-3. All Ss showed these differences. For Group 3, $p < .001$ for 1-2 and 1-3.

生されないことを示している。対で入力された数字の処理が左半球でなされるとすれば、左耳→右半球→脳梁伝搬→左半球という経路をとる数字の伝達が右耳→左半球なる経路で入力される情報よりも時間的に早いことが考えられるにもかかわらず、知覚処理—再生の系でこのように filter out されてしまうものかは、きわめて興味のもたれるところである。

Broadbent は、彼の一連の実験結果を両耳競合における注意（選択的注意）の問題と関連づけ、知覚—保持—再生の系でまとまりやすい系列が先行し、次に短期記憶スパン内で保持されていた系列がひきだされて再生されることになるが、そこにあっては痕跡活動（trace activity）の減少が生じ、結果的に記憶の痕跡が崩壊されることになると述べる。Broadbent の主張は、知覚—保持—再生の過程で数字系列の処理に右耳—左半球処理機構が優位にはたらく場合、痕跡崩壊効果（recall decay effect）が受けにくくなるというものである。

この Broadbent technique の原理を用いて、Feldmann (1960, 1962) は、Dichotischer Diskriminations Test を開発し、後迷路性障害の聴能学的鑑別診断に適用した。Feldmann は、同音節でしかも音調が等しい有意義 3 音節語と 2 桁数字を検査材料とし、健常者が単耳聴（monotonic listening）でも、両耳聴（dichotic listening）でも、ともに 100% の正答率が得られる刺激系列を準備し、脳神経学的に顕著な障害を有する患者に実施した。

結果は、次のように要約される。

- ①両側性の中枢障害では、左右耳共に明瞭度が同程度に低下する。
- ②脳幹下部に片側性の障害がある場合、左耳、右耳の 1 側耳のみの単語聴取では、100% か 100% 近く正しく聴きとれるが、両耳同時聴では障害

部位と同側の聴取耳に明瞭度の著しい低下をみる。

- ③脳幹上部あるいは皮質に障害がある場合、1 側耳聴取では 80~100% 正答を得得いても、同時両耳聴では障害部位と反対側の聴取耳で 0~30% という著しい低い明瞭度が示される。

Kimura 法で知られる Kimura (1961 a, 1961 b, 1963, 1964, 1967) は、Broadbent technique をさらに発展させ、一連の dichotic listening technique (DLT) を実施し、言語音、非言語音に対する半球優位性と耳間優位性を実験的に検討した。この両耳分離聴法の目的とするところは、脳梁で結合された状態にある 2 つの脳半球を実験的な操作によって競合状態にし、可能なかぎりできる両半球が分離された条件下で、各々の脳半球の機能的な差異を見いだそうとするものであった。Kimura の研究は、Broadbent、Jerger (1960) の影響を受けているとは言え、その後のカナダ、米国における脳半球の機能差に関する先駆的研究と評価される。

Kimura は、1961 年でてんかん発作をくりかえし、てんかん発生部組織（epileptogenic tissue）の切除を受けた症例を対象とし、左右脳半球の側頭部損傷部位と左右耳の正答率の関係を検討した。Kimura の手続きは、1 項目 3 対 6 個の数字を呈示、聴取させ、そして復唱させるという点で Broadbent 原法と同じであるが、呈示条件を同時呈示条件（simultaneous condition）、交互呈示条件（alternating condition）、単耳呈示条件（digit span condition）の 3 条件とすることで異なっていた。Kimura (1961 a) の結果は、次のように要約される。

- ①左側頭葉損傷患者は、右側頭葉損傷患者よりも digit span が短かった。
- ②直後再生における聴覚的短期記憶（auditory

memory span ; AMS) の低さは、一般的な注意欠如によるというものではなかった。

- ③単耳聴における AMS が良くても、両耳同時聴条件で達成度の劣るものが認められた。
- ④左大脳半球は、言語材料の認知のために特殊化されている (機能特殊化説※の提唱)。

このような結果から、Kimura (1961 a) は、側頭葉の切除においては、それが右側であろうが左側であろうが、切除部と反対側耳に到達する数字の知覚が障害され、一方前頭葉の手術の場合には、このような効果は認められないことを見いだした。

大脳半球側頭葉と反対側にある交叉耳 (contralateral ear) の結合 (connection) が、同側耳 (ipsilateral) との結合よりも強くかつおびただしいことは、従来 Rosenzweig (1951) や Tuntri (1946) が動物を対象とした生理実験で明らかにしてきたところであるが、ヒトにあってはまた確認され得るといふ。Kimura (1961 a)

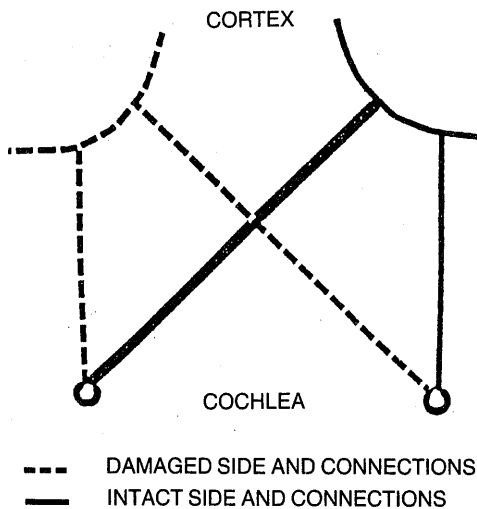


Fig. 2 Relative strengths of connecting pathways represented by thickness of line

※脚注

Kimura の述べる機能特殊化説は、以下のように要約される。

左大脳半球は、言語性の刺激材料の認知機能に優れ、他方右大脳半球は非言語性の認知機能に優れている。すなわち、言語性の刺激材料認知は、多くの人において左大脳半球が優位となるよう生物学的に特殊化されている。

は、内耳と大脳皮質側頭葉の間に介在する交叉経路、非交叉経路の相対的な強さを図 2 のように示す。図は、片側性の側頭葉切除にあっては、内耳とそれに影響を受ける交叉した反対側の大脳皮質の結合セット (set of connection) は、相対的に非機能的であることを示している。両耳分離聴のように、2つの経路に競合があるとき、左右いずれかの皮質に入力する経路は、入力耳に対して反対側経路と同側経路との間にはオーバーラップがあるが、反対側経路が同側経路に対して優位になると言う。Kimura のこの論文は、言語音の両耳分離聴にあっては、その全体的識別への影響は、右側頭葉切除よりも左側頭葉切除においてより著しいことを見だし、皮質における聴覚受容領域 (auditory receiving area) の精巧なはたらきと、この聴覚受容領域を含む左側頭葉の言語材料の知覚における特異性を強調したものである。

Kimura (1961 b) は、さらに発来性のでんかん患者120名を対象に DLT を適用して、言語優位半球 (dominant hemisphere) と半球損傷部位との関係を実験的に検証しようとした。Kimura は、Wada and Rasmussen (1960) によって開発されたアミタールソーダ注入法※ (以下、アミタールソーダ法) によって、言語優位半球を確定した。彼女は、結果の分析にあたって、アミタールソーダ法によって優位半球の確定が困難であったケースをすべて対象から除外した。

結果は、言語優位半球が左半球にあるてんかん発来性の損傷部位 (the site of the lesion) と左右耳の識別率の関係は、損傷が左右の片側性側頭部位、両側性側頭部位、前頭部位、皮質下部位のいずれかにもかかわらず、右耳の識別率が良好で

※脚注

Kimura が実施した Wada ら (1960) のアミタールソーダ注入法による優位半球の確定は、次のようなものである。左右の大脳半球に、それぞれ異なる日に鎮静催眠作用を有するアミタールナトリウム (sodium amytal) を頸動脈より注入し、片マヒ (hemiplegia)、半盲症 (hemianopia)、失語症 (dysphasia) の徴候を確認した。Kimura は失語の徴候原因としての責任半球側を“優位半球 (dominance hemisphere)”と呼び、彼女の dominance hemisphere は、一貫して dominance hemisphere for speech and language の用いられている。

Table 2 HEMISPHERE DOMINANCE AND MEAN SCORES FOR THE EWO EARS

Locus of speech	N	Left ear	Right ear	Right minus left
Left hemisphere	107	76.64	83.01	6.37
Right hemisphere	13	85.00	74.85	-10.15

Table 3 SPEECH VERSUS HANDEDNESS (MEAN SCORES)

Handedness	N	Left ear	Right ear
	<i>Left-dominant group</i>		
Right-handed	93	77.03	83.73
Left-handed	10	72.50	77.00
	<i>right-dominant group</i>		
Right-handed	3	83.67	81.67
Left-handed	9	85.00	71.44

あることを示していた。左半球が言語優位半球である健常成人 (N = 13) は、達成度に ceiling effect が認められるも、右耳の方が良いことを示していた。

言語半球優位性と左右耳の平均識別得点の関係は、表2のように、言語が左半球で代表されている場合には右耳の得点が高く、言語が右半球で代表されている場合には左耳の得点が高くなっている。Kimura はまた、言語優位半球と利き手との関係を表3のように表わし、言語優位半球が左半球にある者の90.3%が右利きであること、そして言語優位半球が右半球にある者の75%が左手利きであることを示し、かつまた左半球が言語優位半球で右手利きの者は、識別率において右耳が著しく良く、右半球が言語優位半球で左手利きの者は、左耳が著しく高い値をとることを明らかにしている。

さらに Kimura は、利き手と耳間優位性に関して、利き手の如何にかかわらず、言語優位半球と反対側耳が同側耳よりも識別得点の高いことを示し、利き手は耳間優位性を生み出す因子にはならないことを明らかにしている。Kimura は、右半球を言語優位半球にもつ13名のうち9名は、左半球に広範な損傷を有していたので、おそらくはこの損傷のために言語が右半球で代表されるようになったであろうとし、これら9名の右半球は言語優位半球であり、しかも左半球に比べて右半球が正常なために左耳優位が見いだされたとしている。Kimura のこの論文(1961 b)は、①言語優位半球が左半球にある場合には右耳が優位に、そして言語優位半球が右半球にある場合には左耳が優位となること、②耳間優位性は利き手及びてんかん性

発射の部位 (the locus of epileptic discharge) とは独立していることを強調している。Kimura は、さらにこの論文で、非言語的材料の両耳分離聴における処理行動は、右耳よりも左耳において識別率の高いことを示唆している。

Kimura (1963) は、前述の2論文に続いて、言語優位半球の1側固定化とその年齢的発達を問題とした。Kimura のこの論文の目的は、両耳分離聴課題において、right ear superiority が顕著となる年齢を見いだすこと、そしてその年齢が大脳半球の言語的優位もしくは言語的側性化※ (lateralization) の間接的な情報となり得るか否かを検討することであった。

被験児は、聴力が正常であり、知能が平均以上の4歳から9歳までの男、女計145名であった。各年齢グループとも同数で、男女がそれぞれ等しくなるようにグループ構成がなされたが、典型的な左手利きは、主要な分析から除かれた。このことは、Kimura (1961 b) の先の論文で明らかとなったことであるが利き手と言語半球優位性との間に高い相関はないにしても、言語優位半球が右半球にある確率は、純粋右手利きよりも純粋左手利きに多いという報告 (Good glass & Quasfasel 1954 ; Rasmussen, et al. 1963) のあることに依ったものであった。

実験手続きは、前述の2論文と同様に spoken digits を個別的に両耳分離聴で聴取させたものである。しかしながら、成人用とくらべ課題を容易にするために、1グループに数字が1対の場合と2対の場合とが含まれている点で先の論文と異なっていた。刺激の呈示、聴取は、各被験児の快適聴取レベルでなされた。呈示された刺激項目は120であり、左右耳それぞれ60であった。結果は、表4のように一貫して右耳の得点が左耳のそれよ

※脚注

側性化 (lateralization) については、Kimura の論文では初期には specialization が用いられていたが、1963年の本論文において lateralization が使われるようになった。

Table 4 MEAN NUMBER OF DIGITS CORRECTLY REPORTED FOR EACH EAR

Group	N	Left	Right	t
Age 4: F	11	23.2	35.8	2.75*
M	6	16.0	30.0	2.71*
Age 5: F	9	32.9	44.1	2.83*
M	8	25.6	38.6	3.65**
Age 6: F	10	39.3	53.3	4.37**
M	10	35.7	44.9	2.63*
Age 7: F	9	45.8	50.0	1.31
M	11	44.1	49.9	2.51*
Age 8: F	13	48.9	54.7	4.30**
M	10	50.2	55.0	3.84**
Age 9: F	12	52.4	55.1	2.09
M	11	52.9	55.5	3.71**

* $p < .05$.

** $p < .01$.

Table 5 MEAN TOTAL SCORE FOR EACH AGE-SEX GROUP

Age	F	M	t
4	63.4	52.4	1.35
5	77.0	64.3	2.52*
6	92.6	80.6	2.11*
7	95.8	94.0	.35
8	103.6	105.2	.50
9	107.5	108.4	.27

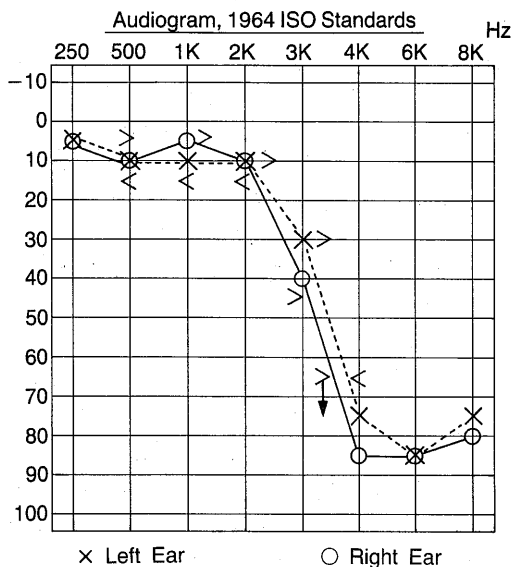
* $p < .05$.

りも良いこと、そして性差のないことが示される。さらに、年齢が長ずるに従い、耳間における得点差が減少してくることが示されている。Kimuraは、right ear superiorityの出現は4歳で認められ、しかも全体として男児、女児にその差の認められないことを述べている。しかし、性差に関しては、Kimuraが表5に示すように、4歳から6歳までの就学前、とりわけ5歳、6歳における「左耳得点+右耳得点」の全得点をみると、女児は男児に比較して著しく高い得点を示し、言語音の聴覚的処理に発達の傾向の早いことを示唆している。Kimuraのこの論文は、言語に対する左半球優位性は、4歳、おそらくは4歳以前に確立されるものであり、これはまた非言語的材料に対する右半球優位に先行するものであろうと推論している。Kimuraのこの見解は、左半球に損傷を受けた子どもは、それが6歳時に起こっても言語に障害は起きないという臨床報告と矛盾することであるが、これに対して彼女は、左半球が言語音の処理に機能的優位性を確立する一方で、右半球

もまたある程度の参与 (participation) にあずかることが考えられ、左半球が幼小児期に決定的障害を受けた場合には、右半球がこれを補償してゆくものであろうと述べている。すでに述べたように、Kimuraは半球優位性と性差に関して、純粹右手利きの男児と女児には発達の有意な差は認められないが、脳の機構上何らかの徴候を疑わしめる子どもにあっては、性差が存在するかもしれないことを示唆している。この後、Kimuraは10数年間に亘って精力的に実験的研究を続け、その後の大脳半球機能差に関する研究に先駆的な役割を果たしてきたものである。

Kimuraの諸論文には、断片的にあいまいさや矛盾があるとは言え、羅列的ながら次のような論論がうかがえる。

- ①ヒトの左右両半球は、聴覚的インプットの情報処理に対して非対称的である。
- ②左右両半球は、相互補足的に機能する。
- ③各耳に同時に送りこまれた刺激は、交叉経路に沿って反対側の半球により効果的に伝えられる。
- ④左側頭葉は、主に speech sounds の知覚に対してであり、右側頭葉は主要には tonal pattern や tonal quality のような non-verbal characteristics の弁別、識別のために機能する。
- ⑤談話文中の emotional tone は、右耳よりも左耳でより良く識別される。すくなくとも human emotional sounds (humming, laughing, crying) の右耳優位は認められない。
- ⑥ヒトの発生機構から生成されたメロディックパターン及び非言語的音声 (vocal non-speech sounds) の認知は、右側頭葉システムに依存している。ヒトが生成する言語音、非言語音は、ともに同じ発生・発語器官によるものの、左右両半球でそれぞれ異って優位に情報処理される。
- ⑦左半球は、ヒトのスピーチ・システムによって作られるある音の産成と知覚にとって重要である。
- ⑧逆走行言語音 (backward speech sound) は、非言語音のためのシステムよりも、通常言語音に対するシステムとオーバーラップする神経心理学的システムによって処理される。
- ⑨ある半球の speaking system とある種の手による活動 (manual activity) との間には、ある種のオーバーラップがある。スピーチの最中の手の動きは、主要にはスピーチをコントロール



Speech Audiometry

Thresholds: Left 10dB Right 8dB

Discrim: Left 98% Right 94%

SISI Scores

	Left	Right
Low Freq.	0%	0%
Mid Freq.	10%	5%
High Freq.	85%	90%

Bekesy Audiogram

Type	Left	Right
	I	I

Fig. 3 Audiogram of WJ

Table 6 *Dichotic Tests: Digit and Word Lists*

<i>Digits</i>		<i>Words</i>	
<i>List 1</i>	<i>List 2</i>	<i>List 1</i>	<i>List 2</i>
2	6	horse	snake
9	4	bird	wolf
1	8	cow	fox
7	5	goat	dog
5	3	sheep	crow
8	2	cat	toad
3	10	lamb	rat
10	7	frog	mule
6	1	mouse	fish
4	9	bull	pig
8	1	wolf	bird
3	5	mule	frog
7	10	snake	horse
6	2	crow	sheep
9	4	rat	lamb
1	6	fish	mouse
2	8	dog	goat
10	3	pig	bull
5	7	toad	cat
4	9	fox	cow

Table 7 *Dichotic Test: Frequent and Infrequent Words*

<i>Left Ear (Frequent Words)</i>		<i>Right Ear (Infrequent Words)</i>	
1. cut	13. ask	1. aft	14. nave
2. peace	14. dark	2. bare	15. pith
3. turn	15. chop	3. bode	16. quell
4. nose	16. gave	4. churl	17. trice
5. joy	17. burn	5. dolt	18. rife
6. rose	18. south	6. eke	19. sate
7. inch	19. fly	7. fife	20. vie
8. but	20. fun	8. gibe	21. waif
9. else	21. come	9. hemp	22. squab
10. quite	22. page	10. irk	23. thwart
11. step	23. house	11. jaunt	24. loth
12. four	24. meat	12. larch	25. pap
	25. love	13. mauve	

する半球と反対側の手によってなされる。スピーチは左半球によってコントロールされるため、右手はより多くの自由な動き（free movement）を作る。

⑩ある知的機能に対しては、男性の脳と女性の脳は異なった機構を有するかもしれない。

4. 両耳分離聴法と REA に関する先導的研究

Broadbent に始まり、Kimura によって確立された両耳分離聴法は、その後、発達心理学、言語心理学、神経心理学、言語病理学、神経聴覚学、聴能学、音響心理学の分野で、大脳半球機能差研究の実験的アプローチとしてさかんに用いられるようになってきた。多くは、Right Ear Advantage, Right Ear Superiority, あるいは Right Ear Effect の発現機序の解明が、半球機能差の研究に結びつけられたものであった。

Broadbent, Feldmann, Kimura に続いて、Sparks and Geshwind (1968) は、脳梁伝搬機構である交連（neocortical commissures）を完全切除した成人男性（WJ, 52歳）に数字及び単語を同時両耳聴法で聴取させ、興味ある知見を報告した。被験者 WJ の言語性及び動作性性能は、

それぞれ106,78であり、失語は認められなかった。WJ の聴能学的所見は、図3に示すように純音オーディオメトリでは両耳とも2000 Hz までは正常な値を呈していたが、3000 Hz 以上に高音急墜型の聴力像が認められた。また、語音聴取閾値、語音受聴明瞭度も正常であったが、4000 Hz にあってリクルーメント陽性が疑われた。

数字、単語による両耳聴課題は、最小可聴閾値上44 dB の強さで呈示された。結果は、表6にみられるように数字、単語の競合にあっては、左耳の聴取は0%であり、それに対して右耳の聴取は100%であることを示していた。また、表7にみる対立競合条件にあっては、連想価の高い単語であっても左耳聴取は0%で、連想価の低い単語の右耳聴取は88%という値を示すということであった。さらにまた、右耳に白色雑音やカクテルパーティでのおしゃべり（cocktail party table）がマスキングとして混入されても、単語の聴取は、右耳でそれぞれ100%、95%という高い値を示していた。Sparks and Geshwind は、これらの結果から数字及び単語は左半球で処理されること、そして両耳聴課題の聴取にあっては、図4にみられるように、左耳に呈示された言語材料の報告に、

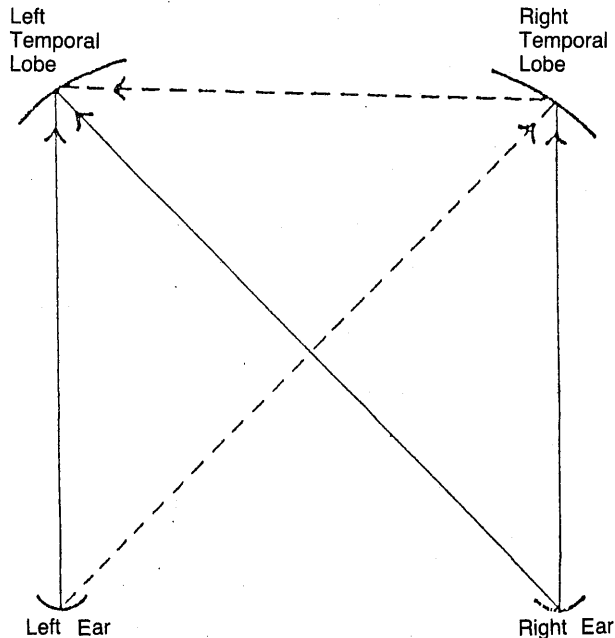


Fig. 4 Diagrammatic representation of auditory pathways. The broken lines represent the indirect (but probably more important) route from the left ear to the dominant left temporal lobe.

脳梁経路が最も重要であることを強く示唆した。脳梁経路は、ある外シナプスを含むので、この脳梁経路を経由して左耳から左側頭葉への言語材料のやや遅延した到達は、右耳から左側頭葉に受容される言語材料の処理を容易にするということである。健常者の両耳聴にあっては、左耳に入力される言語材料の suppression は、両耳から左側頭葉に到達するシグナルに著しい類似性がある場合のみ生じるものであり、この類似性が著しいとき、左耳における達成度が低くなるという。彼らは、これらの結果から、次のような仮説を述べるにいたっており、著しく興味のもたれるところである。

- ①多くの健常者にあっては、両耳聴課題の聴取において、右側頭葉から左側頭葉への脳梁経路は、左耳からの同側の聴覚経路よりも重要であるかもしれない。
- ②脳梁の切除あるいは右側頭領域の損傷の後でも、とりわけ特別な訓練が与えられるならば、下位レベルで情報伝搬がなされるようになり、その結果左耳からの同側経路の達成度が改善をみるものであろう。

Haskins Laboratories の Shankweiler , (1966), Shankweiler and Studdert-Kennedy (1966, 1967 a, 1967 b) は、Kimura その他の先駆的研究が有意義である数字や単語を用いたのに対して、スピーチの知覚過程解明の立場から無意味音節を用いて、知覚過程のどのような側面が脳の側性化のメカニズムに関与しているかを両耳分離聴法によって明らかにしようとしたものであった。Schankweiler and Studdert-Kennedy は、合成音である CV 音節と定常母音とを対立刺激として dichotic listening technique を健常成人に実施した。破裂子音と母音とを対立競合させて知覚させることは、破裂子音が範疇的に知覚されるのに対して、母音は連続的に知覚されるというこれまでの実験結果 (Lane, 1965, Liberman, et al. 1967) に基づくものであった。彼らが用いたターミナル型合成音の刺激系列における対立音節の時間的配列は、図 5 に示すとおりである。彼らの研究の特徴は、合成音声を用いたこと、大型コンピュータによる競合刺激に対する signal onset の制御が十分になされていること等、従来報告にみられない点である。すなわち、破裂子音の知覚には著しい右耳優位が認められることに対して、母音の知覚にはわずかながらの右耳優位

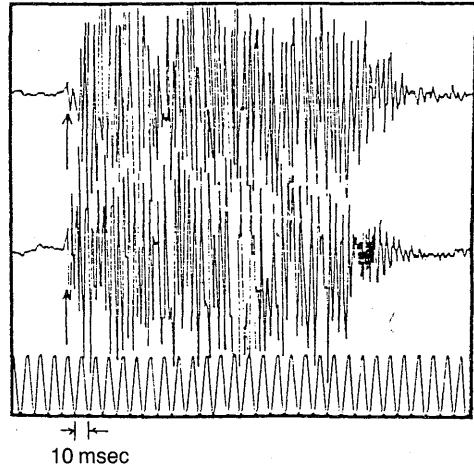


Fig. 5 Temporal alignment of syllables for dichotic presentation.

が示されるが、そこには著しい耳間優位性は認められない。このように母音知覚は、弱くしかも変動のある右耳優位が認められる点において、一貫して強い右耳優位が顕著な子音知覚及び左耳優位が著しい楽音や他の非言語音の知覚とは区別される。母音の場合、独立した母音 (isolated vowel) であっても、CVC 音節に含まれている母音 (embedded vowel) であっても、あるいは持続時間が300~500 msec の長さであっても、持続時間が150から40 msec に変化するものであっても、それが長母音 (longer vowel) であれ、短母音 (shorter vowel) であれ、いずれも著しい耳間優位性を示さなかったという。Schankweiler and Studdert-Kennedy は、その知覚が範疇的になされる子音と連続的になされる母音とは、耳間優位性が異なり、子音が左半球で処理されることに対して母音は両半球で処理されることを強調したものであった。破裂音の知覚に対する側性化効果 (laterality effect) には、ホルマント変動が重要となることを述べている。その後、Studdert-Kennedy and Schankweiler (1970) は、破裂子音 / b, d, g, p, t, k / 及び母音を両耳分離聴法で健常成人 (18~26歳) に聴取させ、耳間優位性と音節の特徴との関係を明らかにしている (図 6)。すなわち、6 子音のうち / b, g / の 2 子音が他の子音よりも高い右耳優位性を示しており、voicing に関しては無声子音よりも有声子音に右耳優位傾向の強いことが知られる。母音については、/ i, æ / に右耳優位傾向が若干認

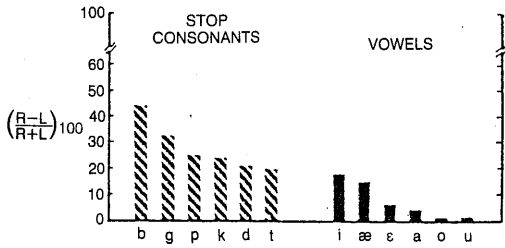


Fig. 6 The right-ear advantage for individual stop consonants and vowels on single-error trials.

められるも統計的に有意な右耳優位性は認められない。彼らの一連の研究は、次のようにまとめられる。

- ①破裂音のうち、語頭破裂音（initial stop consonants）に対しては、著しい右耳優位が得られる。
- ②語尾破裂音（final stop consonants）に対してもいくぶん弱いとは言え、右耳優位が顕著である。
- ③母音に対しては、統計的に有意な右耳優位は得られない。
- ④語頭破裂音における有声化（voicing）と調音点の調音的特徴に対しては、著しいそして独立した右耳優位が得られる。

Entus (1977) は、Siqueland and Delucia

(1969)、Eimas et al. (1971) の the nonnutritive high amplitude sucking paradigm (HAS) を両耳分離聴法と結びつけ、成人男性によって発話された CV 音節 (/ma, ba, da, ga/) と楽音（ピアノ、ビオラ、バズーン、チェロ）を、生後22日から133日の乳児に聴取させた。聴取実験の手続きは、sucking response habituation-dishabituation がとられた。結果は、図7に示されるように乳児にあっても、範疇的知覚において CV 音節の場合は右耳優位そして楽音の場合は左耳優位が認められる。Entus のこの結果は、大脳半球の非対称性はヒトの生物学的資性（biological endowment）をあらわすものであること、そしてこの半球の機能的非対称性は生後3週間までに形成化されるという神経心理学的及び生物学的証拠を示している。

Berlin, et al. (1973 a, 1973 b) Cullen, et al. (1974) は、両耳分離聴法によって得られる REA の発現について、発達の観点そして刺激のもつ音響的特徴の面より分析し、検討を加えた。彼らは、両耳分離聴における競合刺激の強さの差、onset-offset の時間的差、S/N 比、そして音節的特徴の違いと REA の関係を明らかにした。これらの結果は、次のようにまとめられる。

- ①両耳同時に、しかも S/N 比が等しい場合、

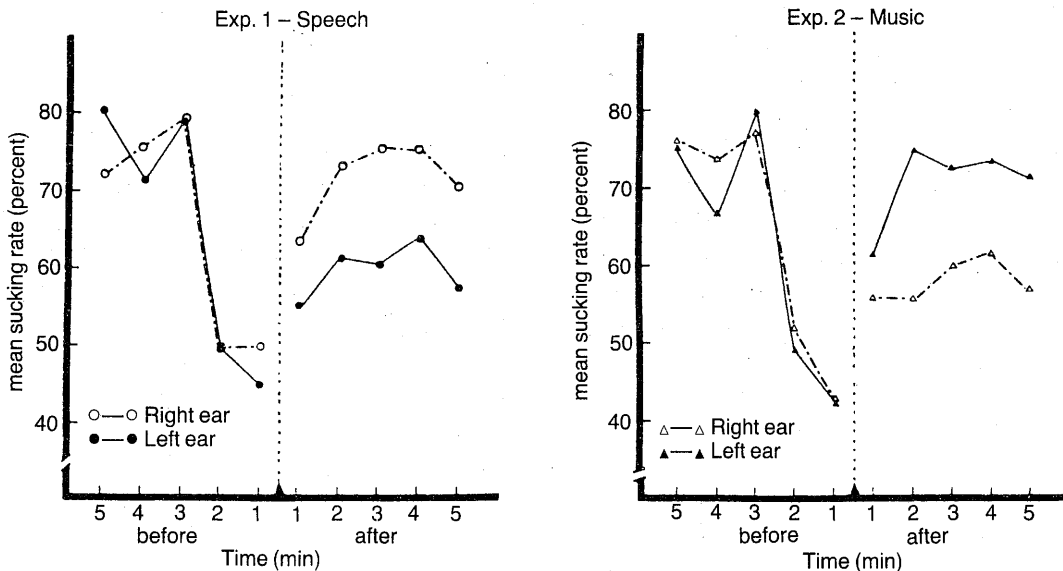


Fig. 7 Mean number of sucks per minute, as a percentage of the maximum predecrement sucking rate, for 5 min before and after the decrement criterion in Experiment 1 (speech) and Experiment 2 (music).

語音知覚における左右耳の達成度は低くなるが、REAは顕著である。

- ② 聴取シグナルを60 dB SPLとし、noise (band noise)を変化させる条件で左右チャンネルのS/N比の差が12 dB (12 dB S/N difference)になるとREAがみられなくなる。
- ③ 左耳へのメッセージが右耳へのメッセージの後の30~60 msec後に到達するとき、左耳は右耳と同様の達成度を示す。
- ④ 無声破裂子音/p, t, k/は、通常有声破裂子音/b, d, g/よりもより良く知覚される。この有声子音に対する無声子音の知覚の優勢さは非常に強いので、この競合状況で右耳に有声子音を、そして左耳に無声子音を一貫して聴取させるとき、左耳優位 (LEA) が認められる。
- ⑤ 両耳分離聴は、REA (R-value) の大きさに比例して左半球の優位性を明らかにする。
- ⑥ 両耳分離聴における達成度の低さと耳間優位性の差の欠如は、ある意味では病的である。
- ⑦ 両耳聴語音検査は、その刺激が合声音声か自然音声かを問わず、結果は似かよっており、語音に対する左半球優位に相応の結果を与える。

5. まとめ

Broadbent, Kimuraらの両耳分離聴法による高次聴覚中枢、とりわけ大脳半球レベルでの語音処理機構に関する先駆的研究は、半球の機能的特殊化 (大脳半球優位性) と耳間優位性を、言語音一非言語音の対立、言語の有意義性、注意や記憶保持という刺激語の2分法的対立と被験者の選択的注意と記憶のメカニズムで説明しようとするものであった。その後の半球機能差とREAに関する先導的研究は、REAの値を大脳半球優位性の指標とするとき、脳梁伝搬の機構と機能、刺激語音の音響的、音節の特徴、対立刺激音の呈示音圧やonset、offsetの競合条件を変数として検討を加えることの必要性を強調してきたものである。REAの発現機序については、発現年齢、音響的、音節の特徴等に関して研究者間に主張の違いが認められる。

これらの先駆的、先導的研究は、REAの発現機序については、刺激語音のもつ構造的特徴の分析、Signal Onset-Offset Asynchrony, 言語文化性、固体変動性、性差、そして利き手の問題と関連づけることの必要性を示唆している。これら

について、著者は1978年以来実験的に検討を重ねてきており、その一部は本紀要第5巻1号 (1981)、第6巻1号 (1982)、第8巻1号 (1982) に収められている。

文 献

- 1) Berlin, C.I., Hyghes, L.F., Lowe-Bell, S.S., and Berlin H.L. (1973a): Dichotic right ear advantage in children 5 to 13. *Cortex*, 9, 393-401
- 2) Berlin, C.I. Lowe-Bell, S.S., Cullen, J.K., Jr., Thompson, C.L., and Loovis, C.F. (1973b): Dichotic speech perception: An interpretation of right-ear advantage and temporal offset effects. *J. Acoust. Soc. Amer.*, 53, 699-709
- 3) Bocca, E., Calcars, C. and Cassinari, C. (1954): A new method for testing hearing in temporal lobe tumours. *Acta Oto Laryngol.*, 44; 219-221
- 4) Broadbent, D.E. (1952a): Speaking and listening simultaneously. *J. Exp. Psychol.*, 43, 267-273
- 5) Broadbent, D.E. (1952b): Listening to one of two synchronous messages. *J. Exp. Psychol.*, 44, 51-55
- 6) Broadbent, D.E. (1954): The role of auditory localization in attention and memory span. *J. Exp. Psychol.*, 47, 191-196
- 7) Broadbent, D.E. (1956): Successive responses to simultaneous stimuli. *Quart. J. Exp. Psychol.*, 8, 145-162
- 8) Broadbent, D.E. (1957): Immediate memory and simultaneous stimuli. *Quart. J. Exp. Psychol.*, 9, 1-11
- 9) Cullen, J.K., Jr., Thompson, C.L., Huges, L.F., Berlin, C.I., and Samson, D.S. (1974): The effects of varied acoustic parameters on performance in dichotic speech perception tasks. *Brain and Language*, 1, 307-322
- 10) Eimas, P.D., Siqueland, E.R., Jusczyk, P. and Vigorito, J. (1971): Speech perception in infants. *Science*, 171, 303-306
- 11) Entus, A.K. (1977): Hemispheric asym-

- metry in processing of dichotically presented speech and nonspeech stimuli by infants. in Segalowitz, S.J. et al. (Ed.) Language and Neurological Theory. Academic Press.
- 12) Feldmann, H. (1960): Untersuchung zur Diskrimination differenter Schallbilder bei simultaner monauraler und binauraler Darbeitung. Arch. Ohr. Nas. Kehl. heik. 171, 601-614
 - 13) Feldmann, H. (1962): Binaural hearing test. Intern. Audiol. 1, 222-229
 - 14) Jerger, J. (1960): Observations on auditory behavior in lesions of the central auditory pathways. Arch. Otolaryngol., 71, 797-806
 - 15) Kimura, D. (1961a): Some effects of temporal-lobe damage on auditory perception. Canad. J. Psychol. 15, 156-165
 - 16) Kimura, D. (1961b): Cerebral dominance and the perception of verbal stimuli. Canad. J. Psychol., 15, 166-171
 - 17) Kimura, D. (1963): Speech lateralization in young children as determined by an auditory test. J. Comp. Physiol. Psychol., 56, 899-902
 - 18) Kimura, D. (1964): Left-right difference in the perception of melodies. Quart. J. Exp. Psychol., 16, 355-358
 - 19) Kimura, D. (1967): Functional asymmetry of the brain in dichotic listening. Cotex, 3, 163-178
 - 20) Lane, H.L. (1965): The motor theory of speech perception: a critical review. Psychol. Rev. 72, 275-309
 - 21) Liberman, A.M., Cooper, F.S., Schankweiler, D., and Studdert-Kennedy, M. (1967): Perception of the speech code. Psychol. Rev. 74, 431-461
 - 22) 太田文彦 (1966) : 両耳合成能と両耳分離能. 耳鼻, 第69巻, 補冊3号, 27-50
 - 23) Schankweiler, D., & Studdert-Kennedy, M. (1966): Lateral differences in perception of dichotically presental synthetic consonant-vowel syllables and steady-state vowels. J. Acoust Soc. Amer. 39, 1256 (A)
 - 24) Schankweiler, D., (1966): Effects of temporal-lobe damage on perception of dichotically presented melodies. J. Comp. Physiol. Psychol., 62, 115-119
 - 25) Schankweiler, D., and Studdert-Kennedy, M. (1967a): An analysis of perceptual confusions in identification of dichotically presented CVC syllables. J. Acoust Soc. Amer. 41, 1581 (A)
 - 26) Schankweiler, D., & Studdert-Kennedy, M. (1976b): Identification of consonants and vowels presented to left and right ears. Quart. J. Exp. Psychol., 19, 59-63
 - 27) Sparks, R. and Geshwind, N. (1968): Dichotic listening in man after section of neocortical commissures. Cortex, 4, 3-16
 - 28) Siqueland, E.R., & DeLucia, C.A. (1969): Visual reinforcement of nonnutritive sucking in human infants. Science, 165, 1144-1146
 - 29) 吉野公喜 (1981) 言語音の知覚における REA と大脳半球優位性について.
心身障害学研究, 第5巻1号, 47-60
 - 30) 吉野公喜 (1982) 言語音の知覚における REA と大脳半球優位性について (第二報)
——両耳聴課題における刺激特性と注意賦活条件の検討—— 心身障害学研究, 第6巻1号, 21-35
 - 31) 吉野公喜 (1983) 言語音の知覚における REA と大脳半球優位性について (第三報)
——言語音のもつ音節的特徴、音響的特徴及びその時間構造を指標として—— 心身障害学研究, 第8巻1号, 57-72
 - 32) Wada, J., and Rasmussen, T.R. (1960): Intracarotid injection of sodium amytal for the lateralization of cerebral speech dominance. Experimental and clinical observation. J. Neurosury., 17, 266-282

Summary

Dichotic Right Ear Advantage and Hemispheric Lateralization for Speech (Part 4)

— Discussion on the pilot study of the dichotic listening task and REA —

Tomoyoshi Yoshino

Dichotic listening tasks, in which competing signals are presented to both ears, are used to study central auditory perception since Broadbent's study in 1954. Dichotic speech listening technique reveals the hemispheric lateralization and brain function or dysfunction. The dichotic right ear advantage for speech perception is the index of left-hemispheric language dominance. The study was to discussion on the pilot study of lateral differences in perception of dichotically presented speech sound and nonverbal sound.

In the early pilot study, Broadbent (1954, 1956), Feldman (1960, 1962) and Kimura (1961a, 1961b) presented different series of digits simultaneously to each ear and showed the superior performance of the right ear over the left. In the dichotic situation, it was showed that linguistic signals could travel the path from the right ear to the left hemisphere.

In the following pilot study, Sparks and Geshwind (1968), Schankweiler and Studdert-Kennedy, Entus (1977), Berlin, et al. (1973) and Cullen (1974) analyzed specific aspects of dichotic stimuli contributed to the right-ear advantage and showed that the right-ear advantage was closely related to the perception of certain parts—differ in duration, signal onset-offset asynchrony, acoustic-phonetic structure, syllabic form—of the sound pattern of speech, but not to others.

Key word: binaural listening , dichotic listening technique , right ear advantage , cerebral dominance
speech perception