THE INFLUENCE OF SPEECH STIMULATION UPON SPONTANEOUS BLINKING AND ITS APPLICATION TO OBJECTIVE AUDIOMETRY.

By
S. SHIROSHITA

From the Department of Otolaryngology, Faculty of Medicine Hokkaido University. (Director: Prof. S. Hirano)

The influence of speech-stimulation upon spontaneous blinking was investigated with electrocuculogram, and attempt was made to measure the hearing for speech by means of its application.

The following are the major findings;

1. In 40 cases (74.0%) out of 54 cases, which consisted of 30 cases with normal hearing and 24 cases with hard of hearing the inhibition or the facilitation of spontaneous blinking was observed when speech stimulation was given.

Inhibition type was found in 33 cases (82.5%) and Facilitation type was found in 7 cases (17.5%).

2. Cases who showed the difference of less than 0 ± 12.5 db between the threshold of the objective method (pure tone threshold, speech perception threshold, and speech discrimination threshold) were 80% in pure tone threshold, 92.3% in speech perception threshold and 84.6% in speech discrimination threshold.

3. From these results, the abovementioned method is considered to have possibility in clinical application as one of the objective audiometries.

自発瞬目におよぼす語音刺激の影響と、その他覚的 聴力検査への応用

北海道大学耳鼻咽喉科教室（主任：平野新治教授）

大学院学生 城 下 静 郎
シロ シタ シズ ロウ

目 次

第1章 緒 言

第2章 実験方法

1. 装 置
2. 被 検 者
3. 検 査 音
4. 実 施 方 法

第3章 実験成績

1. 正常聴力者についての実験成績
 - (1) 反応陽性率
 - (2) 反応型式
 - (3) 聴力測定成績
2. 難聴者についての実験成績

- (1) 反応陽性率

- (2) 反応型式

- (3) 聴力測定成績

第4章 総括ならびに考按

1. 実験成績の総括
2. 他覚的語音聴力検査の文献的考察ならびに本法成績との比較
3. 本現象発現の機序
4. 本法に対する批判

第5章 結 語

参 考 文 献

第1章 緒 言

近時電子工業の発達と共に優秀なオーディオメーターが

作製され、それによつて精密な聴力の測定が可能になったが、自覚的応答の不可能な、またはそれができてもその意志のない、乳幼児、精神病者、詐病者では測定ができない。そこで患者の自覚的応答を必要としない他覚的聴力測定法が必要とされてきた。現在までの他覚的聴力測定法を、音刺激に対する反応の型式から分類すると、条件反応と無条件反応に大別できる。まず条件反応を利用した聴力検査としては、Bordley¹⁾、森本²⁾、Goldstein³⁾等の皮膚電気反射法(GSR法)、杉森⁴⁾の瞳孔反応による法、吉江⁵⁾の瞬目反応による法、本川、藤森⁶⁾の脳波を利用する方法などが検討されてきたが、いずれにも難点があり、まだ完全な方法とはなっていないようである。次に無条件反応による方法としては、杉森⁴⁾の聴性瞳孔反応、Hahlbrock⁷⁾の聴性眼瞼反応、浅輪⁸⁾の脳波による法、下平、他⁹⁾のGSR法などがあるが、その多くは弱い音に対しては反応が現れず、聴力閾値上かなり強い音を用いなければならないので精度の点に欠点があると云わなければならない。

以上は純音による他覚的聴検法であるが、最近、KnappとGold¹⁰⁾、RuhmとMenzel¹¹⁾、WhippleとKodman¹²⁾等は語音を用いGSR法により聴力を測定し、かなり見るべき成績を上げている。さて、動物に音や光等の刺激を与えると当初はその刺激の方へ顔を向ける反応が見られる。これは詮索反応といわれ、また心理学的には注意集中(Attention)に伴う現象ともみられている(Lindsley¹³⁾)。同様な現象は人間においても認められ、とくにその個人の注意を引き起こすような聴覚的または視覚的刺激を与えると“まばたき”を止めて刺激の方を注視することは日常よく経験するところである。そこで私は自発瞬目を指標とし、それにおよぼす語音刺激の影響をElectrooculogramで観察することによつて聴力の他覚的測定を試みた。

第2章 実験方法

1. 装置

音刺激制御部分と記録部分よりなるが、その構成の概要を第1図に示す

(1) 音刺激制御部分

語音刺激はシールドルーム外に置かれたテープレコーダーよりオーディオメーター(小林理研, A1002D型)、制御スイッチを経てシールドルーム内の受話器に達する。

(2) 記録部分

音刺激記録部分; 制御スイッチより直接オツシログ

ラフに入つて記録される。

瞬目反応記録部分; 瞬目により眼球が内上転し網膜静止電位の変動が生ずる事実(本川¹⁴⁾)からElectrooculogram(広石¹⁵⁾)を用いて自発瞬目を記録した。すなわちこの電位変動は上下眼窩縁中央に固定された2枚の直径3mmの銀板電極より増幅器(日本光電AD3-1)に入り直記式オツシログラフ(日本光電WI-20)で記録された。

2. 被検者

正常聴力者30名(12才～50才)と難聴者25名(4才～75才)、計55名であつた。

3. 検査音

井伏鱒二著“本日休診”の最初の数頁を時間にして10分間、22才の比較的発音の明瞭な女性に同じ強さで朗読させ、これをテープレコーダーにて録音したものを用いた。

4. 実施方法

当教室所有の防音聴力検査音に備えられた、シールド室内の椅子に被検者を座らせ、アルコールで上下眼窩縁中央を清拭し電極を食塩糊で接着、紙絆創膏で固定した後、受話器を被検耳に当てさせた、約2分安静にさせた後、自発瞬目の記録を開始し直ちに、テープレコーダより語音を閾値下と思われる音圧で、10秒～20秒間与える。反応力(一)なら音刺激の間隔を10～20秒として10db またわ5db ステップの上昇法で与え、反応の有無を検し、75db まで反応のない場合は10db またわ5db ステップの下降法で反応の有無を検査した。このようにして得られた反応陽性の最小のdbを本法による閾値とした。本測定は多くは5～10分で終了した。次に自覚的に語音が聞え始めた時と、それを大体了解できた時の値を被検者の応答で知り、前者を最小可聴閾、後者を弁別可能閾とした。さらに純音気導および骨導聴力を自覚法で測定した(骨導聴力は難聴型を知るために測定された)。

第3章 実験成績

1. 正常聴力者についての実験成績

(1) 反応陽性率

30例のうち、語音刺激に対して反応のあつたものは23例(76.6%)であつた。

(2) 反応型式

反応のあつたものうち、多くのものは自発瞬目が語音刺激により抑制をうけたが(抑制型)、少数のものには自発瞬目が頻発するのが見られた(頻発型)。

第1表 正常聴力者における本法閾値と自覚法閾値との差 (db)

No.	年令	性	純音聴力	語音閾値	
				最小可聴閾	弁別可能閾
1	21	♀	0.00	5	0
2	21	♀	0.00	0	-5
3	21	♀	0.00	0	-5
4	23	♀	10.00	5	0
5	21	♀	0.00	5	-10
6	21	♀	10.00	15	10
7	31	♂	12.50	5	-5
8	41	♂	2.50	0	-5
9	22	♀	0.00	0	-5
10	22	♀	0.00	10	0
11	26	♂	-5.00	0	-5
12	25	♂	0.00	0	-5
13	21	♂	0.00	5	0
14	25	♀	5.00	0	-5
15	29	♂	0.00	5	0
16	41	♂	2.50	5	0
17	32	♂	0.00	0	-5
18	17	♀	0.00	10	0
19	20	♂	-5.00	-5	-10
20	12	♂	0.00	0	-5
21	20	♂	-5.00	-5	-10
22	50	♀	7.50	5	0
23	22	♂	0.00	0	-5

i) 抑制型：反応陽性の23例中20例(86.9%)に見られた。代表的な反応例を第2図に示す。

ii) 頻発型：反応陽性の23例中3例(13.1%)に見られた。代表的な反応例を第3図に示す。

(3) 聴力測定成績

本法による測定可能例についての測定成績は第1表に本法による閾値と自覚法による閾値との差をもつて示した。これを度数分布で表したのが第2表である。この表の中で純音聴力とは、0.5Kcps, 1Kcps および 2Kcps の閾値をそれぞれ、a, b, c とし $\frac{a+2b+c}{4}$ から求められる実用聴力(森本, 志井田¹⁶⁾)を示す。

(i) 本法閾値と自覚法閾値との差(第1表)

この表から分ることは、本法閾値と純音平均聴力との差が(≤ 0)の値をとるものが20例(86.9%)で純音聴力の方が本法閾値より良好なものが大多数であつたと云うことである。

また、自覚語音閾値との比較では、最小可聴閾 $\leq$ 本法閾値 $\leq$ 弁別可能閾であるような例が23例中20例(86.9%)で、大多数のものにおいて本法閾値は両者の中間にあることが判る。

(2) 本法閾値と自覚法閾値の差の度数分布(第2表)

この表を作製する場合純音の平均聴力は小数点以下第1位の数を四捨五入して分類した。さらにこの表について、0dbを中心とする度数分布に注目してみると、本法閾値と純音聴力の差が 0 ± 2.5 db以内のものは56.5%、

第2表 正常聴者における本法閾値と自覚法閾値の差の度数分布

db	< -15 (+2.5)	-10 (± 2.5)	-5 (± 2.5)	0 (± 2.5)	5 (± 2.5)	10 (± 2.5)	15 (-2.5)	計
純音聴力	0	0	3	13	3	3	1	23
最小可聴閾	0	0	2	10	8	2	1	23
弁別可能閾	0	3	11	8	0	1	1	23

0 ± 7.5 db 以内のものは72.6%, 0 ± 12.5 db 以内のものは95.6%であり、平均して1.5db だけ純音閾値の方がよいことがわかつた。また語音最小可聴閾との差が 0 ± 2.5 db 以内のものは43.4%, 0 ± 7.5 db 以内のものは86.9%, 0 ± 12.5 db のものは95.6%で平均して1.5db だけ自覚法の方がよく、また弁別可能閾との差が 0 ± 2.5 db 以内のものは34.7%, 0 ± 7.5 db 以内のものは82.6%, 0 ± 12.5 db 以内のものは100.0%で平均して3.3db だけ本法の方が自覚法よりよいという成績となつた。

2. 難聴者についての実験成績

難聴者25名のうち、1名は4才の小児で親達が聾啞をうたがつて当科を受診したもので、自覚法は不可能であつたが本法によつて80dbに明らかな反応が認められたものである。その他の、

他覚および自覚法可能な24名については、

(1) 反応陽性率

24例中17例(71%)が語音刺激に対して反応を示した(第4図, 第5図, 第6図)。

第3表 難聴者における本法閾値と自覚法閾との差 (db)

No.	年令	性	純音聴力	語音閾値		難聴型
				最小可聴閾	弁別可能閾	
1	10	♂	8.75	0	-5	伝音
2	19	♀	11.25	5	0	〃
3	44	♂	21.25	5	0	〃
4	20	♀	20.00	5	0	〃
5	23	♂	-2.50	5	0	〃
6	20	♂	3.75	-5	-15	混合
7	12	♀	7.50	0	-15	〃
8	19	♂	-15.00	-5	-15	〃
9	42	♂	-16.25	-5	-20	〃
10	50	♂	0.00	0	-15	〃
11	75	♀	-2.50	25	10	感音
12	53	♂	-31.25	0	-20	〃
13	22	♂	15.00	15	0	〃
14	46	♂	12.50	10	-5	〃
15	25	♀	5.00	10	0	〃
16	26	♂	1.25	10	-5	〃
17	5	♂	2.50			〃

(2) 反応型式

(i) 抑制型：反応陽性の17例中13例(76.5%)に見られた。

(ii) 頻発型：反応陽性の17例中4例(23.5%)に見られた。

(3) 聴力測定成績

(i) 本法閾値と自覚法閾値との差(第3表)

この表より、本法閾値 $\geq$ 純音閾値であるような例が12例(70.5%)あり、最小可聴閾 $\leq$ 本法閾値 $\leq$ 弁別可能閾であるような例が16例中12例(74.8%)ある事がわかる。

(ii) 本法閾値との差の度数分布(第4表)

この表より次の事がわかった。すなわち、本法閾値と純音聴力の差が $0\pm 2.5\text{db}$ 以内のものは11.7%、 $0\pm 7.5\text{db}$ 以内のものは41.1%、 $0\pm 12.5\text{db}$ 以内のものは58.8%であり、平均して2.4dbだけ自覚法がよく、語音最小可聴閾との差が $0\pm 2.5\text{db}$ 以内のものは25%、 $0\pm 7.5\text{db}$ 以内のものは68.9%、 $0\pm 12.5\text{db}$ 以内のものは62.5%で平均して4.6dbだけ自覚法の方がよく、また、弁別可能閾との差が $0\pm 2.5\text{db}$ 以内のものは37.5%、 $0\pm 7.5\text{db}$ 以内のものは56.2%、 $0\pm 12.4\text{db}$ 以内のものは

第4表 難聴者における本法閾値と自覚法閾値の差の度数分布

db	<-15 (+2.5)	-10 (± 2.5)	-5 (± 2.5)	0 (± 2.5)	5 (± 2.5)	10 (± 2.5)	15 (-2.5)	計
純音聴力	3	0	2	2	3	3	4	17
最小可聴閾	0	0	3	4	4	3	2	16
弁別可能閾	6	0	3	6	0	1	0	16

62.5%で、平均して6dbだけ本法の方がよいという成績となつた。

第4章 総括ならびに考按

1. 実験成績の総括

正常聴力者30名(12才～50才)と難聴者25名(4才～75才)、計55名の55耳について、語音を聴覚刺激として与えた場合、その語音が自発瞬目におよぼす影響をElectrooculogramにより観察し、これを他覚的聴力検査に応用しようとした。その結果、語音刺激が自発瞬目を抑制または頻発することが判り、本法および自覚法の施行が可能であつた54例については、反応陽性率では正常聴力者が76.6%、難聴者が70.8%で、両者をあわせて74.0%であつた。このうち抑制型は、正常聴力者で86.9%、難聴者で76.5%、計82.5%であり、頻発型

は、正常聴力者で13.0%、難聴者で23.5%、計17.5%であつた。本法閾値と自覚法閾値との比較では、本法閾値 $\geq$ 純音閾値であるような例が正常聴力者で86.9%、難聴者で70.5%、計80.0%あり、最小可聴閾 $\leq$ 本法閾値 $\leq$ 弁別可能閾であるような例は正常聴力者で86.9%、難聴者で74.8%、計82.1%であつた。本法閾値と自覚法閾値との差の度数分布では両者の差が $0\pm 12.5\text{db}$ であるような例は、純音聴力については、正常聴力者95.6%、難聴者58.8%、計80.0%であり、平均して{1.5db(正)2.4db(難)1.9db(計)}だけ自覚法がよく、最小可聴閾については、正常聴力者95.6%、難聴者87.5%、計92.3%であり、平均して{2.8db(正)4.6db(難)3.7db(計)}だけ自覚法がよいが、弁別可能閾については、正常聴力者100%、難聴者62.5%、計84.6%であり、平均

して {3.3db (正) 6db (難) 4.7db (計)} だけ本法閾値の方がよい。

2. 他覚的語音聴力検査の文献的考察、ならびに 本法成績との比較

さて、先に緒言において述べたように、現在まで多くの研究者によつて種々の他覚的聴力検査が報告されてきたが、その殆んどは純音を聴覚刺激として用いている。しかし実用的語音聴力を定量的に知るといことも非常に重要であることは、我々臨床家が日常経験するところである。最近海外よりの文献に他覚的語音聴力検査の報告が、2, 3 見られるようになったのもこのような理由によるものと思われる。たとえば、Knapp 等¹⁰⁾ は GSR を用いて語音に対する反応を観察し、121 例中 106 例 (88%) が閾値に達した語音に対して明らかな反応を示したといっている。本法の反応陽性率は 74.0% であつた。たゞし、彼等はこの場合被検者が音に対して自覚的に応答するようにあらかじめ命じておき、音に対して皮膚電気反射が起り易い状態にしておくという方法をとつている。なお、彼等のいう閾値と本法における最小可聴閾とは同義であると考えられる。Ruhm 等¹¹⁾ は同じく GSR により語音を条件刺激とし電気ショックを無条件刺激とする条件反応を応用して聴力を測定し、30 例中の 28 例 (93%) に分化条件反応の形成に成功した。このうち 20 例 (71%) が自覚的語音聴取閾値の 8db 以内にあつた。本法では最小可聴閾の $0 \pm 12.5\text{db}$ 以内にあるものは 92.3% であつた。Whipple 等¹²⁾ は 40 名の正常聴力の白人女性 (17 才～25 才) について Ruhm 等¹¹⁾ の方法により追試を行い、他覚閾値、自覚語音閾値および自覚純音閾値 (本法におけるものと同じ) はそれぞれ、5.96 db, 6.50db および 5.81db であつたと云う。すなわち、(他覚閾値～自覚閾値) は語音では平均 -0.54db 、純音では平均 0.17db である。本法の正常聴力者 23 名について見ると、他覚閾値、最小可聴閾および純音閾値の平均はそれぞれ 1.52db, -0.87db および 0.43db であり (他覚閾値～自覚閾値) は語音では平均 2.39db 、純音では平均 1.09db であつた。

3. 本現象発現の機序

瞬目は顔面神経支配の眼輪筋の収縮によつて起り、随意的にもできるが他方種々の原因によつて反射的にも引起される。しかし通常みられる不随意的自発的な瞬目は正常成人の場合、1 分間 13～23 回の割合でおこることが知られている (南, 等¹⁷⁾)。

瞬目の上位中枢は大腦にあり、これによつて自発瞬目

の頻度が統制されるという。しかし自発瞬目の機序はまだよくわかっていない。自発瞬目の機序がよくわからないのに、音を聞かせた場合それがどうして抑制または促進するか機序を明らかにすることはできないわけであるが、次に敢えて考察を加えてみたいと思う。

Hernández-Peón, 等¹⁸⁾ は無麻酔の猫の蝸牛神経核に電極を刺入し、同期的音刺激に対する蝸牛神経核の誘発電位を観察したところ、安静状態では誘発電位は同振幅で規則的に現われたが、二十日鼠を瓶に入れて猫の前に置き猫、の注意をそれに向けさせたところ、誘発電位の振幅が著しく減じ、二十日鼠を取り去り猫が安静に戻ると誘発電位もまた旧に復するのを観察したが、それは特定の事物に対する注意集中により他の機能に対し、脳幹網様体から抑制作用が働いたことによると説明している。この考えを今度の成績にあてはめれば、語音刺激に注意を向けた事によつて自発瞬目が抑制される現象は一応説明されるように思われる。しかし自発瞬目の頻発型の発現機序はこれでは説明ができない。これを説明するのに都合のよい生理学的実験成績は見当たらないが、若し自発瞬目が精神的興奮によつて頻度が増す性質のものであるとし、語音刺激が精神的興奮を起すような外的また内的条件のもとに与えられたとすれば、それによつて自発瞬目の頻度がさらに増す可能性も考えられるわけである。実際に當つて被検者の精神状態がどのようなものであつたかの判定は困難であるので、自発瞬目の頻発型の機序は今迄の実験の範囲では不明といわなければならない。

4. 本法に対する批判

(1) 測定方法

無条件反応であるから測定の操作が容易であり、所要時間も 5～10 分の短時間であるという利点を有する。

(2) 測定成績

本章 2. に述べた如く、語音を用いた他の研究者の成績と比べてみると、測定成功率では彼等にやゝ劣るが、反応陽性な被検者については、その閾値の信頼度、精度ともに前記 3 者と殆んど同一か、むしろ優れていた。

本法は原理的には注意集中の自発瞬目によぼす効果をみるゆき方であるから、被検者の強い注意をひくような語音刺激を各被検者の個体にに応じて適当に選んで与え、また、音に対して充分注意が向くような環境を作つて検査を行うならば、さらに反応陽性率を高めることができるものと考えられる。たゞし、この場合被検者の精神的安静状態をきたさしめるよう充分な注意が肝要であ

ろう。

第5章 結 語

自発瞬目におよぼす語音刺激の影響を Elect rooculogram 上に観察し、これの他覚的聴力検査への応用を試みた。

(1) 被検者は正常聴力者 30 名と難聴者 25 名の計 55 名 (4 才~75 才) の男女で、その片耳について測定をおこない、同時に自覚的純音聴力および語音聴力の測定も行った。

(2) 反応陽性例は、本法ならびに自覚法の施行可能な 54 例中 40 例 (74%) で、語音により自発瞬目が抑制をうけるものが 33 例 (82.5%)、かえつて頻発したものが 7 例 (17.5%) あつた。このような反応の機序について考察を加えた。

(3) 純音平均聴力との差が $0 \pm 12.5\text{db}$ 以内のものは 32 例 (80.0%)、語音最小可聴閾との差が $0 \pm 12.5\text{db}$ 以内のものは 36 例 (92.3%)、語音弁別可能閾との差が $0 \pm 12.5\text{db}$ 以内のものは 33 例 (84.6%) であつた。本法閾値とこの 3 者との差は平均して、1.9db, 3.7db および -4.7db であつた。

(4) 測定成功率の点で他の方法にやゝ劣るが精度については満足すべき結果を得た。従つて本法は他覚的聴力測定法の一つとして、今後検討する 価値ある方法と思う。

参 考 文 献

- 1) Bordley, J. E.: An evaluation of the psychogalvanic skin response techniques in audiometry, Laryngoscope, 66, 1162~1185, 1955.
- 2) 森本正紀, 志井田守: 他覚的聴覚検査の経験, 耳鼻臨, 45, 60, 1952.
- 3) Goldstein, R.: Effectiveness of conditioned electrodermal responses in measuring pure-tone threshold in cases of non-organic hearing loss, Laryngoscope, 66, 119, 1956.
- 4) 杉森久一: 聴性瞳孔反応による他覚的聴覚検査について, 耳鼻臨床, 52, 818~828, 1959.
- 5) 吉江信夫: 条件瞬目反応による聴力測定, 日耳鼻, 64, 653~663, 1961.
- 6) 本川弘一: 脳波と条件反射, 脳研究, 7, 1, 1950.
- 7) Karl-Heinz Hahlbrock: Die audiometrische prüfung des akustischen lidreflex, Arch. Ohr.-Nas.-u. Kehl.-Heilk.-Heilk. 174, 139~149, 1959.
- 8) 浅輪勲: 音響刺激に対する人間大脳誘発電位を観察するための一新方法について, 日耳鼻, 62, 1143, 1959.
- 9) 下平正臣, 田中美

- 郷, 坂部長正: 鈴木篤郎編, 他覚的聴力測定, 第 3 章, 聴性皮膚電気反応, 1960, 日耳鼻信州地方会.
- 10) Knapp, P., and Gold, B.: The galvanic skin response and diagnosis of hearing disorders, Psychosom. med. 12, 6, 1950.
 - 11) Howard, B. Ruhm, M.A., and Otto, J. Menzel, M.A.: Objective audiometry in cases of nonorganic hearing loss, A.M.A. Archives of otolaryngology, 69, 212~219, 1959.
 - 12) Clifford, I. Whipple, and Frank Kodman: The validity of objective speech audiometry, The journal of laryngology and otology, 74, 84~89, 1960.
 - 13) Donald, B. Lindsley: Attention, Consciousness, sleep and wakefulness, Handbook of physiology, section 1, 3, 1571, 1960.
 - 14) 本川弘一: 電気の実験法, 138, 1953, 南山堂.
 - 15) 広石恂: Electro-oculogram に関する研究 (第 1 編), 日眼会誌, 57, 55, 1953.
 - 16) 森本正紀, 志井田守: 聴力検査の手引, 13, 1958, 医学書院.
 - 17) 南熊太, 山城主計, 南ミツ: 瞬目回数に関する研究, 臨床眼科, 11, 1012~1014, 1957.
 - 18) Hernández-Peón, R., H Scherrer and M. Jouvét: Science, 123, 331, 1955, cited by Donald, B. Lindsley. 1960.

付 図 説 明

- 第 1 図 装置の Blockdiagram
- 第 2 図 (正常聴力者) 0db の語音刺激 (V.S.) により自発瞬目 (S.B) は明らかに抑制をうけるも, -5db の V.S. にはあまり著しい抑制を示さない。
- 第 3 図 (正常聴力者) 5db の V.S. により S.B は明らかに頻発するのがみられる。
- 第 4 図 (伝音性難聴者) 35db の V.S. に対して S.B は抑制を示す。
- 第 5 図 (混合性難聴者) 60db の V.S. に対し S.B は明らかに抑制を示す。
- 第 6 図 (感音性難聴者) 50db の V.S. 開始と共に S.B は抑制をうけた。

稿を終るに臨み、終始御懇篤なる御指導と御校閲を賜った恩師平野新治教授並びに種々御助言を頂いた、本学第二生理学教室、藤森教授に感謝します。

(原稿到着 = 昭和 37.2.7 日)

城 下 論 文 付 図

第 1 図

第 2 図

第 3 図

第 4 図

第 5 図

第 6 図