

Betz 氏細胞分布域の展開及び分布密度に関する研究

岡山大学第1 (陣内) 外科教室 (指導: 陣内伝之助教授)

副 手 内 海 一 成

〔昭和33年1月6日受稿〕

内 容 目 次

第1章 緒言並に文献的考察

第2章 実験方法

第1節 実験材料の選択

第2節 肉眼的脳溝模式図の作り方

第3節 運動領附近の脳溝の走行状態による分類 (太田)

第4節 標本の作り方

第5節 実験方法に関する考察

第1項 展開方法

第2項 Betz 氏細胞の分布密度の測定方法

第6節 Betz 氏細胞の基準について

第7節 標本転写図の作り方

第8節 Betz 氏細胞分布域の展開図及び分布密度図の作り方

第3章 実験成績

第1節 肉眼的脳溝模式図と展開図との関係について

第2節 Betz 氏細胞分布密度について (附) 中心溝の深さについて

第4章 総括並に考按

第5章 結 論

第1章 緒言並に文献的考察

大脳皮質運動領は前中心回に存し, Betz 氏細胞分布域に相当することは周知のとおりであるが, 人間では脳溝内に陥没している部分がむしろ多く, 運動領がまつたく脳溝内に没するものさえあり, また中心溝後部に運動領のある例もあるといわれている。私はこのようなことがどうしておこるかを解明するために本研究を試みた次第である。

大脳皮質運動領の存在が初めて知られたのは, すでに1691年 Robert Boyle¹⁾の臨床経験によるのであるが, 彼は頭蓋骨陥没骨折により起つた反対側四肢の運動麻痺が骨片除去手術によつて治癒したことから大脳皮質に運動領の存在することをのべている。しかし当時は未だ注意をひくに至らなかつた。その後大脳局在説の先駆者ともいふべき Franz Joseph Gall (1810)²⁾があらわれ, 種々の精神作用には特別の中樞があるという画期的な考えをのべたが, これに刺戟せられ切除実験により, その領域の機能を知ろうとする傾向があらわれ出した。しかるに一方, M. J. Pierre Fluorence (1830)³⁾が, 彼の実験から皮質のどの部分を切除しても同一症状を呈すると誤認して大脳同価説を唱えたために, 一時抬頭しかけた大脳局在説も再び影をひそめる結果となつたので

ある。しかしやがて Paul Broca (1861)⁴⁾は左側前頭回における限局性病変によつて起つた失語症の報告を行い, また John Huhlings Jackson (1864)⁵⁾は初めて精神の器官である大脳が運動機能をあわせて有していることを明確にのべた。彼はいわゆる Jackson 氏癲癇を報告し, 「大脳の回転は運動をあらわす神経的の配列をもっている筈であり, 回転には運動及び印象以外の何物も存在しない」とのべ, 大脳皮質に単運動を支配する分野のあることを認め, 大脳同価説の誤謬を反撃したのであるが, 当時はこれらの偉大な業績も学界の注目をひかなかつた。一方 Berlin (1758) はカルミン染色による標本で Baillarger の唱える6層形成を確め, また皮質における3種の神経細胞, すなわち, 錐体細胞, 顆粒細胞, 紡錘状細胞を区別した。

しかし, 今日の大脳皮質の細胞構築学的研究の基礎を築いた解剖学的局在説の始祖と呼ばれる Meynert (1867~1868)⁶⁾があらわれ, 皮質構造に部位的相違のあることを明らかにし, Berlin の発見した大脳皮質における3種の神経細胞の機能について, 錐体細胞は運動細胞, 顆粒細胞は感覚細胞, 紡錘状細胞は連合細胞であるという説を唱え, また大脳皮質を (1) Molekularschicht, (2) äussere Körnerschicht, (3) Pyramidenschicht, (4) innere Körnerschicht,

(5) Spindelzellenschicht の5層に分け、さらに彼は大脳半球前部が運動性であると考えた。ここに及んで大脳同価説は大いに動揺してきたのである。さらに Jackson の経験と Meynert の研究から暗示を受けた Hitzig (1870)⁷⁾ は Fritsch (1870)⁷⁾ との共同研究によつて初めて犬の大脳皮質実験を行い、感応電流及び平流電流をもつて犬のS状回を刺戟し、感応電流では Jackson 氏癲癇様痙攣を起し、平流電流では反対側の四肢に単運動を起す部分のあることを発見し、皮質興奮説の誤謬を完全に立証するとともに、その刺戟の結果が大脳表面の部位により異なるところから Fluorence³⁾ 以来数十年間風靡した皮質同価説を完全に覆えし、大脳皮質の局在性に不動の根拠を与えたのである。一度 Fritsch u. Hitzig⁷⁾ の共同研究が発表されると大脳局在問題は一躍学界の中心問題となり、その後この方面の実験的研究はとみに盛んになり、ついで Ferrier (1876)⁸⁾ は猿の“hand area” 剔除によつて反対側の手に運動麻痺が起ることを経験し、かくして生理学的に運動領の概念が確立せられ、その後 Exner (1881)⁹⁾, Beever and Horsley (1894)¹⁰⁾, Sherrington u. Grünbaum (1902)¹¹⁾, Cushing (1909)¹²⁾, Holmes and May (1909)¹³⁾, Munk (1890)¹⁴⁾, Vogt 夫妻 (1919, 1923)¹⁵⁾¹⁶⁾, Foerster (1926)¹⁷⁾, Woolsey (1933)¹⁸⁾, Luciani and Tamburini (1878)¹⁹⁾, Werner (1896)²⁰⁾, Bechterew (1911)²¹⁾, Krause (1910)²²⁾, M. Rothmann (1902)²³⁾, Penfield and Boldrey (1937)²⁴⁾, Weed and Langworthy (1926)²⁵⁾, Wheelis (1932)²⁶⁾, W. K. Smith (1935)²⁷⁾ らによつてすぐれた研究があいついて報告され、枚挙にいとまがない。

一方 Fritsch u. Hitzig⁷⁾ の画期的発表後、W. Betz (1874)²⁸⁾ は人脳前中心回並に旁中心小葉に巨大細胞の存在することを発見した。これがいわゆる Betz 氏細胞である。ついで犬においても Sulcus cruciatus 附近にこれを発見したが²⁾、その分布域が Fritsch u. Hitzig⁷⁾ の電気刺戟により単運動を起した部に一致することから、これを運動起始細胞と考えるに至り、今日における運動領の解剖学的研究の基礎を築いたのである。これに続いて Bewin Lewis and Henry Clark (1878)²⁹⁾ は「Transaction of the Royal Society」なる著書のなかで大脳各断面の Betz 氏細胞の分布状態を詳しく研究し、かつ彼は Meynert の5層形成を Berlin 及び Baillarger の6層形成にかえし、また Betz 氏細胞は Betz²⁸⁾ の唱えるごとく第4層ではなく、第5層に存在する

とした。

一方 Golgi (1880)³⁰⁾ は鍍銀法で前中心回細胞の形状に関する詳細なる研究を行い、Cajal (1900)³¹⁾ もまた前中心回の細胞の形状に関する優秀なる研究を行つたが、そのなかで第3～第5層の大錐体細胞もまた錐体路としての価値があるという注目すべき発言を行つている。さらに Hammarberg (1895)³²⁾ は初めて Nissl 氏染色をもちいてこれらの領域の細胞構築学を研究し、個々の層の厚さ、細胞の大きさ、細胞密度の綿密なる計測を行い、かつ、運動領は第2及び第4層を欠くとのべている。かくのごとくして運動領の細胞構築学的研究は急速な進歩をとげていつたのであるが、また一方この頃より大脳各部の微細構造の相違から脳図を作成しようとする意慾が徐々にあらわれてきたのである。

まづ Schlapp (1898)³³⁾ は不完全ながら猿脳で初めて細胞構築学的脳図を作成し学界の注目を集めた。Flechsig (1927)³⁴⁾ は髓鞘構築学的基礎にもとずいて一定の機能をもつた個々の分野に分つた。Campbell (1905)³⁵⁾ は初めて人脳の立派な脳図を作り、とくに Area Praecentralis を非常に詳細に分析し、この部を“motor area”と命名した。さらに彼は細胞構築学的にこの“motor area”に類似せる領域がその前方に接して存在することを認め、この部分を“intermediate precentral area”と命名した。しかし大脳皮質の細胞構築を比較解剖学、発生学などの方面から広く、かつ、詳細に研究したものは Korbinian Brodmann (1909)³⁶⁾ で、彼の名著「Vergleichende Lokalisationslehre in ihren Principien dargestellt auf Grund des Zellbaues」は少なくとも解剖学的立場からもはや何人をも大脳の局在性を疑うことができないようにした画期的業績であるが、このなかで彼は人脳を52分野に区別し、Betz 氏細胞存在部を分野4とし、Campbell の intermediate precentral area を分野6と呼んだのである。

その後出たこの方面の研究でもつとも総合的のものは Vogt 夫妻 (1919)¹⁵⁾ の「Allgemeine Ergebnisse unserer Hirnforschung」及び C. V. Economo u. Koskinas (1925)³⁷⁾ の「Cytoarchitektonik der Hirnrinde des erwachsenen Menschen」である。Vogt 夫妻¹⁵⁾ は髓鞘構築学的に深く大脳皮質を研究し、人脳を200分野に区分しているが、これはいまだ決定的なものとはいいがたく、Vogt 夫妻¹⁵⁾ による完全なる脳区図は発表されていないが、これに対する総合的な詳細な追試もいまだ行われていないよ

うである。しかし彼等は自家研究による大脳皮質微細構造を基礎として猿脳 (*Cercopithecus*) の前中心回及び旁中心小葉を電気刺激した結果、尾部、下肢、軀幹、上肢、頸部の順に強縮性個別運動が起るのを実証し、分野4を強縮性個別運動に対する1次野といい、これに対して彼のいわゆる2次野、3次野の刺激によつて起る強縮性個別運動は皮質内綜合線維により1次野を介して行われるとのべ、また強縮性個別運動には皮質運動領のどくにその内層があればよいとのべている。ついで *Economo u. Koskinas*³⁷⁾ は細胞構築学に関する従来の研究を集大成し、これに自己の所見を加えて詳細に報告した。彼は大脳半球を54分野、107部に区分しているが、分野4に相当する部を FAg、分野6を FB とし、両者の間に構造は FAg に類似するが Betz 氏細胞を欠く FA があることを指摘している。また同一脳回転でも峯、腹、谷では構造上の差異が存在し、峯では内層が厚く、谷では外層が厚いとのべ、外層は受衝及び綜合作用を営み、内層は主として能動作用を営むという層的局在の学説を主張した。これに少しく遅れて *O. Foerster* (1926)¹⁷⁾ は *Vogt* 夫妻の猿脳における刺激実験を基礎として人脳を刺激し、一層詳細な模式図を作成した。その後 *Penfield and Boldrey* (1937)²⁴⁾ も人脳につき精密な皮質運動及び知覚中枢の刺激実験を行い、日常もつともよく使用する中枢はもつとも広汎に存在するという従来からの臆説を立証した。また *Fulton* (1935)³⁸⁾ は猩々の leg area の剔除を行い、反対側下肢の運動麻痺を認める実験を行つているが、彼は *Brodmann* の分野4を motor area、分野6、彼の adjacent motor field、*Campbell* の intermediate precentral area を premotor area と呼んだ。臨床家はこの *Brodmann* の分野4及び分野6をあわせて皮質運動領と呼ぶようになった。これらの研究によつて電気刺激でもつとも容易に反応を起す部は前中心回で、しかも Betz 氏細胞の存在する分野4が刺激閾値がもつとも低く、個々の筋並に筋群に局限せる個別運動を示す部分であることが明かになり、錐体路の起始は Betz 氏細胞であろうと考えられるに至つたのである。このことは *Dusser de Barenne* (1933, 1934, 1934)³⁹⁾⁴⁰⁾⁴¹⁾ の laminal coagulation で、第6層まで破壊された場合は電気刺激に対してまったく興奮性を失うが、これに反して第4層までの破壊で第5層の Betz 氏細胞が健全な場合には単運動が起るといふ事実、また延髄における錐体路の切断により単

運動がまったくなくなるといふ *Marshall* (1933, 1934, 1935, 1936)⁴²⁾⁴³⁾⁴⁴⁾⁴⁵⁾、*Tower* (1935, 1940)⁴⁶⁾⁴⁷⁾ の実験及びいまだ Betz 氏細胞の分化も充分でなく、かつ、錐体路自身の myelinization も不完全な生後数週間の猿では運動領を強く刺激しても単運動は起らないという3つの事実からもよく理解しようところである。

前述のごとく *Brodmann*³⁶⁾、*Vogt* 夫妻¹⁵⁾¹⁶⁾、*Economo u. Koskinas*³⁷⁾、*Flechsigs*³⁴⁾ らによる大脳皮質の解剖学的研究により細胞構築学的に分野図が発表せられ、この運動領というべき部分が前中心回に存し、Betz 氏細胞を有する *Area gigantopyramidalis*、すなわち、*Brodmann* の分野4に相当することが判つてきて、解剖学的にも運動領の概念が定つてきたのである。ところがその後、この方面に関する研究があいついで行われるようになってから、これらの中枢配列の模式図や細胞構築学的分野図が必ずしも信頼すべきものでないとの見解が強くなつてきた。*Scarff* (1940)⁴⁸⁾ は大脳外側面の上部に下肢の領域があるといふ *Foerster* らの図は人体では誤りで、下肢の領域はすべて内側面に存し、*渡辺* (1947)⁴⁹⁾ もまた例外的なものを除き、これに賛意をあらわしている。また彼は前中心回上に運動中枢が必ずしも存するとは限らず、例外的には運動領全体が脳溝中に陥没していることすらあることを指摘しているし、なお各中枢の配列も必ずしも規則正しい配列をなさず、とくに手及び各指の中枢のごときは配列の不規則なることを確認しているが、*陣内* (1949)⁵⁰⁾ もかかる事実を指摘している。さらに *Penfield and Boldrey*²⁴⁾ の研究によれば、各中枢はたがいにあい重りあつて、かなり広い範囲にわたつて存在することを図示している。

一方、*陣内* (1949)⁵⁰⁾ は解剖学的の運動領、すなわち、Betz 氏細胞分布域も *Brodmann*³⁶⁾ の脳図に示されたごとき形のものではなく、脳溝内に深く陥没しているものであり、また Betz 氏細胞の1群が *Brodmann* の分野6中に島嶼状に孤立して存在することもあり、また運動領が中心溝の後にある例とか、運動中枢がまったく大脳皮質表面に発見できなかった例もあり、これらのことから胎生期に脳が頭蓋腔という限られた容器のなかに入つており頭蓋腔に比して脳が急速に發育してゆくために入りきらなくなつて、勝手に皺ができてゆき、たまたま力学的に中央がもつとも折れ曲り易いので、この部分が折れ曲つて中心溝ができたのであろうと仮定す

れば脳溝中に運動領が隠されてしまうこともあるし、もしもつとも深い脳溝を中心溝であるということに定義すれば、運動領がその後方に存在することも有りうる訳であるから、中心溝の前部が運動領であるというような考え方は改められるべきであつて、これからみても脳溝というものは何らの領域の位置判定の基準とはなりえないのではないかと推測している。

皮質運動領における Betz 氏細胞の疎密の差に関しては Campbell³⁶⁾ は Betz 氏細胞は集団をなしてあらわれ、人脳においては7ヶ所にあり、それぞれ一定の部位の運動中枢をなしているとのべ、それらの部位を彼の脳図に記入している。陣内 (1949)⁵⁰⁾ は電気刺激によりまったく運動中枢が発見できず、脳溝を開いて刺激してみたが、発見できなかった例を経験し、しかもこの例にはまったく運動麻痺が認められなかつたのであるから、その中枢がまったくなかつたとは考えられず、どこかに島嶼状に隠されているとしか考えられないとのべ、また他の例の組織検査によりその一部分に一群の Betz 氏細胞が島嶼状に孤立して存在するのを認めたことがあり、この例は Betz 氏細胞を一部ではあるが、剔除したにもかかわらず、術後麻痺がまったく起らなかつたことを経験し、これはごく一部であつて、これと同一の筋運動を司る大部分の Betz 氏細胞が残されていたためであろうし、このように運動領というものは必ずしも一箇所にまとまつて存在するとは限らないとのべている。

以上のごとき事実から、私は脳溝の走行状態の種々異つた大脳でも、その Betz 氏細胞分布域を平面上に展開して展開図を作成したならば、その展開図は一定の形態を示し、かつ、Betz 氏細胞の分布密度の状態をあわせて精査することにより上述の事実を立証しようとする興味ある結果がえられるのではないかと考えて本研究を企図したのである。

第2章 実験方法

第1節 実験材料の選択

実験材料としてはできるだけ健康成人に近い状態の脳髄を選ぶべきは勿論であつて、Economo³⁷⁾ は、年齢は40才を標準とし、死因はなるべく突然に起つた脳髄に変化の認められない疾患で死亡したものを、たとえば手術死、咯血死などの屍体の脳髄を材料としており、Berger (1921)⁵¹⁾ は39才の智力良好な婦人の脳髄を材料とした。また安部 (1928)⁵²⁾ は非精神病者で種々の年齢にわたり、皮下気腫、胃癌、脚

気、子宮筋腫、重症黄疸、心筋変性、肝硬変症、動脈硬化症兼特発性脱疽などの脳髄にほとんど変化の認められない疾患で死亡したものを選び、また死後6時間乃至24時間(冬期)以内の比較的新鮮なものを材料とした。以上の見地から私の選んだ材料は第1表に示すごとく5例、9半球であつた。

第1表 研究材料

症例	年齢	番号	半球側	死後時間	死 因	其 の 他
1	31 ♀	1	右	7時間 (春)	肺結核	右 利
		2	左			
2	42 ♀	3	右	8時間 (春)	急性腹膜炎 (胃潰瘍)	右 利
		4	左			
3	28 ♂	5	右	5時間 (夏)	心内膜炎	右 利
		6	左			
4	52 ♀	7	右	11時間 (冬)	子宮癌	右 利
		8	左			
5	25 ♂	9	右	8時間 (冬)	肺結核	左 利 (左側は都合 で使用せず)
		/	左			

第2節 肉眼的脳溝模式図の作り方

教室の太田 (1955)⁵³⁾ の方法にならない、まづ屍体解剖によつて取り出した人大脳をそのまま10%ホルマリン液中に極力原形を損ねぬようにするため、大脳は全体として軽くガーゼで包み、脳底部を下にして投入し、かつ、他のものとの接触、並びに不要の圧迫を極力避けるようにした。このようにして硬化した脳髄を取り出し、脳軟膜及び血管を大脳皮質を傷付けないよう注意深く除去した後、1半球ごとに運動領附近の脳溝の状態を写真に撮影した。この際両半球の運動領附近が焦点となるように写真上の誤差を可及的少くするようにした。次にそのフィルムを幻燈機にかけて引き伸ばし、おのおのについて運動領附近の肉眼的脳溝模式図を作成した。ただ太田と異なる点は大脳外側面のみでなく、大脳内側面の運動領附近の肉眼的脳溝模式図をも同様の方法で作成したことである。これは展開図作成を便ならしめるために必要である。

第3節 運動領附近の脳溝の走行状態による分類 (太田)

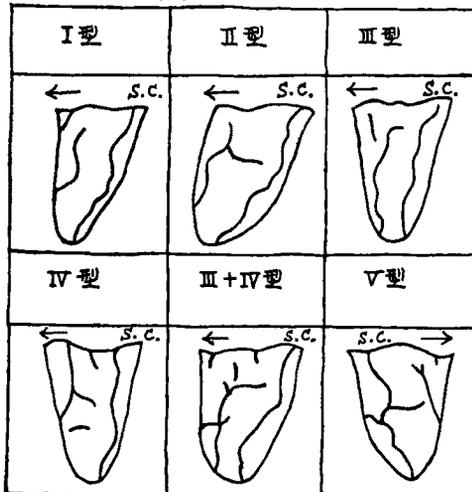
太田 (1955)⁵³⁾ は大脳外側面の運動領附近において同様の肉眼的所見を有するものを集めてそれぞれ5型に分類した。その分類の基準は第2表、第1図

第 2 表 太田氏の分類

I 型	運動領域附近において中心溝と上前中心溝が殆ど平行に走り、その間に中心溝及び上前中心溝の著明な分枝並びに著明な他溝の介在を見ないもの。
II 型	運動領域附近において中心溝と上前中心溝とが相並んで走り、その間に中心溝の著明な分枝並びに著明な他溝の介在を見ないことは I 型と同様であるが、上前中心溝から後方へ中心溝に向つて 1 本の著明な分枝所謂後縦枝を出すもの。
III 型	運動領域附近において上前中心溝上端がぐつと中心溝の方向に近付いて殆ど直角に近くこれに相対するもの、及び中間前中心溝が出現してその後端が殆ど直角に近く中心溝に相対するもの。
IV 型	旁中心溝が套角から前中心回上に比較的発達した形で現れたもの、或は前中心回上套角に近く比較的発達した小溝が出現したもの。
III+IV 型	III 型でもあり、また IV 型の特徴をも兼ね備えたもの。
V 型	他の脳溝の状態の如何にかかわらず運動領域附近において中心溝から前方へ著明な分枝を出すもの。

第 1 図

太田の分類



のごとくである。私の使用した材料を太田の分類に従つて分類したものが第 3 表である。太田の分類を使用したのは私の研究が運動領域附近の脳溝の走行状

第 3 表 運動領域附近の脳溝の走行状態による分類 (太田の分類)

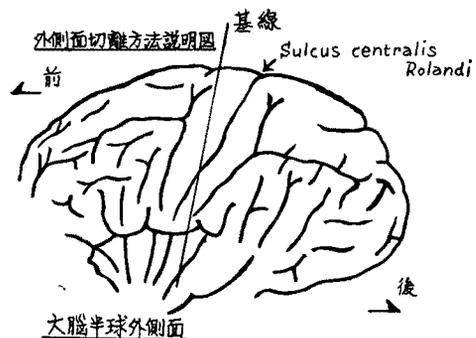
型	例 (半球番号)	例数
I 型	No. 1 No. 3	2
II 型	No. 2 No. 7 No. 9	3
III 型	No. 8	1
IV 型		
III+IV 型		
V 型	No. 4 No. 5 No. 6	3
計		9

態がいかに異つても平面上に展開した場合には展開図はほぼ同じ形を示すのではないかという想定のもとに行われたために、脳溝の走行状態のそれぞれ異つた材料を使用したということを示すために他ならないのである。

第 4 節 標本の作り方

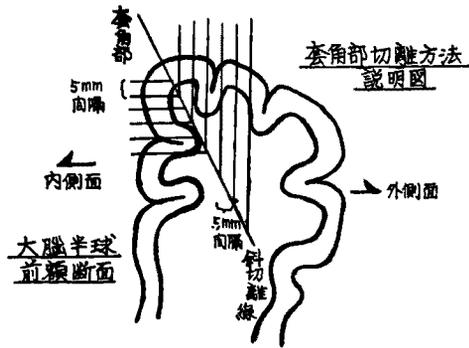
上述のごとく肉眼的脳溝模式図を作成し終つた後、そのおのおのについて運動領域を含んで相当広範囲に切り出し、まづ組織からホルマリンを除くため冬期ならば 2 日間、夏期ならば 1 日間流水中で水洗を完全に行つた。その後 60%, 70%, 80% アルコール中に各 1 日間、次いで 90% アルコール中に 4 日間投入した後、まづ第 2 図のごとく前額断方向で中心溝

第 2 図

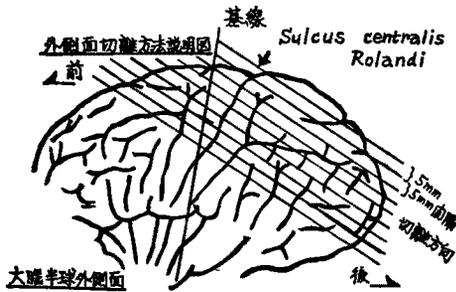


附近に基線を決め、その基線より脳底面に垂直に切を加え、次いで第 3 図のごとく套角部において大脳外側面及び大脳内側面より陥入する脳溝をなるべく損傷しないように套角より斜に外下方に切を加え、次いで基線と交叉する方向でなるべくどの脳溝とも平行でない方向に切離方向を決め、大脳外側面では第 4 図のごとく脳底部に垂直に、大脳内側面では第

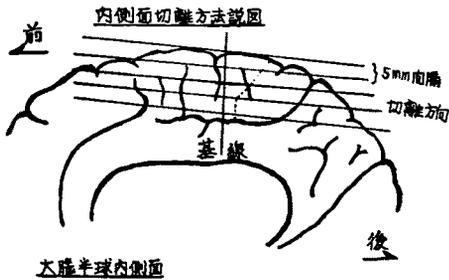
第 3 図



第 4 図



第 5 図



5 図のごとくその面に垂直に、厚さ 5mm の等間隔で切を加え、小片に分け、順次墨で番号を明記した。さらに各小片を純アルコール中に 10 日間投入したが、初めの 3~4 日間は毎日同液を交換した。次いで無水アルコール・エーテル等分液に 3 日間入れ、充分脱水させた後 2%, 4%, 6% ツェロイチン溶液中にそれぞれ 2 週間、10 日、1 週間浸し、次いでこれを濃厚ツェロイチン中に包埋し、包埋が終ればそれぞれの小塊を台木に固着せしめた。かくしてできたものを 70% アルコール中に保存し、順次ミクロームにより厚さ 25 μ 、5 枚間隔の連続切片を作り、この切片にチオニンによる Nissl 氏染色法を施し、パルサムに封入した。

なお、小片に分ける際に基線及び切離方向を大脳外側面及び大脳内側面ともに上述の肉眼的脳溝模式図に記入しておき、後述の展開図作成の際に利用した。

第 5 節 実験方法に関する考察

第 1 項 展開方法

細胞構築学的研究が諸家によつて進められてくるにしたがつて大脳各部の微細構造の相違から脳図を作成しようとする意欲が学界に芽生えてきた。まづ Schlapp (1898)³³ が猿脳で初めて不完全ながら細胞構築学的脳図を作成して注目をひいた。次いで Flechsig (1927)³⁴ は髄鞘構築学的脳図を作成し、Campbell (1905)³⁵ は初めて人脳の立派な脳図を完成した。しかしもつとも注目すべきことは、大脳皮質の細胞構築を比較解剖学、発生学などの方面から広く、かつ詳細に研究した Korbinian Brodmann (1909)³⁶ によつて人脳を 52 分野に区別した彼の脳図が発表せられたことである。次いで Vogt 夫妻 (1919)¹⁵ は髄鞘構築学的に深く大脳皮質を研究し、人脳を 200 分野に区分した。その後 Economo u. Koskinas は従来の細胞構築学的研究を集大成し、これに自己の所見を加えて大脳半球を 54 分野、107 部に区分した脳図を完成した。ここにおいて、これらの研究は一応完成したかにみえたが、Economo u. Koskinas (1925)³⁷ の微に入り、細にわたつた脳図も単に人脳の表面における状態をあらわしたのみにすぎなかつた。脳溝のなかの状態も一緒に平面に表現しようとしたのは大熊 (1927)⁵⁴ であつて、彼によつて初めて展開図というものが作成されたのである。そもそも、複雑な脳溝を含んだ立体である大脳を平面に展開することは三次元のを平面に展開することになり、正確にこれを表現することは困難であることは勿論である。大熊⁵⁴もまったく不可能なことであるとのべ、なんらかの条件をつけて展開図を作成するよりほかに方法がないとしている。次いで Filimonoff (1929, 1931, 1932, 1933)^{55,56,57,58} も展開図の作成を試みた。彼らの試みは面積を求めることを目的としていたが、脳外表の約 2 倍を占めるといわれる脳溝にかくれた部分の適確な研究には不都合である。

これらの欠点を補足するように案出されたのが西丸 (1949)⁵⁹ による方法であり、これにより面積の表現は誤差が非常に少く、比較的近似値をうることができるようになった。

しかし、関野 (1952)⁶⁰ は西丸⁵⁹の方法に 1~2

の欠点があるとして修正補足を加えている。関野の方法は西丸の方法と目的、方法も大体同様であるが、面積の近似値がえられて優秀なる方法と考えられる。しかし表現方法が非常に複雑で私の研究には不適当である。また私の研究は面積そのものの正確さは要求しないのであるから、私自身の構想による展開方法を考案し、これを使用して研究を進めたのである。

第2項 Betz 氏細胞の分布密度の測定方法

神経細胞の密度に関しては、すでに諸家によつて多数の報告がなされている。まず Hammarberg (1895)³² は Nissl 氏染色法による標本で人脳の構造を詳細に検査し、その神経細胞の数を算えている。彼は密度をあらわすのに 25μ の厚さの大脳皮質の連続切片を作り、その連続している4ヶ切片上の 0.1mm^2 、すなわち、 100μ 平方面積内にある神経細胞を算え、その総和を単位体積 0.1mm^3 内の細胞数、すなわち、細胞密度とした。この際2切片にまたがる細胞の重複計算を避けるため、核をみうる細胞体のみを1ヶの細胞として計算した。

Brodmann (1909)³⁶ は彼の「Vergleichende Lokalisationslehre der Grosshirnrinde」のなかで神経細胞の密度に関して解説している。Otto-Mayer (1912)⁶¹ は特殊の測微計をもちいて神経細胞の密度を計測している。杉田 (1918)⁶² は大脳皮質の一定部位より 10μ の厚さの切片を作り、その第3層(錐体細胞層)及び第5層(神経節細胞層)における 0.1mm^2 内の神経細胞数を測定し、これを訂正係数により新鮮なる脳髄、すなわち、固定液によつて収縮しない以前の状態にある脳の細胞数に換算している。H. Berger (1921)⁶¹ は前中心回の一定部位をアルコールで固定し、パラフィンに包埋し、 20μ の厚さの連続切片を作り、チオニンで染色し、その5枚につき 0.1mm^2 内の神経細胞数を測定し、その和を単位体積内の細胞数、すなわち、密度とした。Economo u. Koskinas (1925)³⁷ はその著書「Cytoarchitektonik der Hirnrinde der Erwachsenen」のなかで、 0.1mm^2 に相当する面積中の神経細胞の数を算え、それを4倍して単位体積 0.1mm^3 内の神経細胞数、すなわち、密度とする簡易計算法を記載している。その際の標本は 25μ の厚さを有する切片をトルイチン青で染色したものをもちいた。また彼はその際細胞の絶対数を求めず、単に相対的比較に使用しうべき数値を求めるに止めた。さらに彼は細胞密度を2様に解釈し、細胞の数密度とでも

称すべき Zellreichtum (0.1mm^3 中の細胞数)と細胞の容積密度とでも称すべき Zelldichtigkeit (単位容積内の細胞の容積の和が単位容積に対する比、または細胞の投影面積の和が単位面積に対する比)とを分つた。しかし今日一般に細胞密度は前者の意味にもちいられている。

安部 (1928)⁶² は大脳皮質の詳細なる細胞密度を計算しているが、彼は Economo u. Koskinas³⁷ と大体同様に 25μ の切片において 100μ 平方を4ヶ所算え、単位体積 0.1mm^3 内の細胞密度としている。また細胞密度をあらわす際に細胞の絶対数を求めるべきか、細胞の相対的比較の数で十分かという問題に対しても、彼は Economo u. Koskinas³⁷ と同様の考えのもとに核小体の有無に関せず、細胞体の認められるものはすべて算え、この際えた数値は勿論絶対数ではないが、同一条件、同一方法のもとに製作した標本について大脳皮質の神経細胞の疎密を比較するにはこの数値をえれば足りるとしている。

以上の文献にみる細胞密度は大脳皮質のそれぞれの分野における平均の密度をあらわすものであつて、1分野内の神経細胞の密度の差を比較した文献はほとんどみられなかつた。Betz 氏細胞のみに関する密度の詳細なる報告は教室の大塚 (1951)⁶³ が初めてのものである。次いで関野 (1952)⁶⁰、太田 (1955)⁵³ の人脳による報告がみられ、また教室の道中 (1956)⁶⁴ は猿脳における Betz 氏細胞の分布密度について報告している。大塚⁶³ は 25μ の厚さの連続切片を5枚間隔に連続的に検鏡し、まず標本にあらわれている部分の皮質第5層の厚さを各部で測定し、その厚さにしたがつておのおの中を加減して、その部の単位面積 1mm^2 を決定し、そのなかに含まれている Betz 氏細胞を算えて、その部の Betz 氏細胞の密度とし、広範囲に運動領附近の Betz 氏細胞の分布密度の状態を精査した。分布密度の表現方法は単位面積 1mm^2 中に含まれている Betz 氏細胞の数により、 1mm^2 中に5ヶ以上のもつとも密なる部分を(▲)、5~2ヶのやや密なる部分を(△)、2ヶ以下の疎なる部分を(△)であらわしている。太田⁵³、道中⁶⁴も大塚の方法によつて密度の状態を調べている。私もこの方法を使つて研究を進めることとした。

第6節 Betz 氏細胞の基準について

私の研究の骨子となるものは Betz 氏細胞であるが、私は Betz 氏細胞を巾 27.5μ 以上の神経細胞

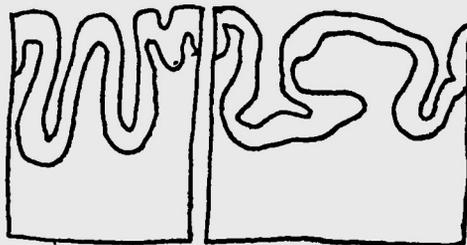
としたが、その理由について言及してみたいと思う。

最初 Betz (1874)²⁸⁾ が前中心回及び傍中心小葉にとくに大型の神経細胞を発見し、これを錐体路起始細胞なりと報告した際、この細胞は $30\sim 60\ \mu$ の大きさを有すると報告している。その後 Hammarberg (1895)³²⁾ は Betz 氏細胞は巾 $35\sim 40\ \mu$ 、高さ $50\sim 80\ \mu$ であると報告しているのみで、大錐体細胞と Betz 氏細胞の区別については言及していない。さらに Economo u. Koskinas³⁷⁾ も Betz 氏細胞の大きさを巾 $30\sim 60\ \mu$ 、高さ $60\sim 120\ \mu$ と報告しているが、彼は Betz 氏細胞をその特別な形状及び染色の具合、すなわち、多角形、星芒状、あるいは結節状をなした不恰好な細胞体、樹枝状、あるいは根状をなした巨大な突起、著明に濃染する虎斑 (Nissl 氏小体) などにより大錐体細胞と区別し、この両者の鑑別にはその大きさはあまり考慮していないようである。しかるに一方、彼は Betz 氏細胞も小なるものは大錐体細胞とその形状も類似し、両者の鑑別はしばしば困難であるとのべ、さらに両者の間には移行型が存在するとのべている。本邦においては安部 (1928)⁵²⁾ は巾 $50\ \mu$ 、高さ $80\ \mu$ 以上を Betz 氏細胞となし、両者の鑑別については明瞭な記載を欠いている。しかるに大塚 (1951)⁶³⁾ は彼独自の见解、すなわち、神経細胞の巾による度数分布曲線が2つのピークを有し、その谷が $25\ \mu$ に相当することから、アルコール固定、ツェロイデン包埋、Nissl 氏染色標本において、巾 $25\ \mu$ 以上の神経細胞を Betz 氏細胞とみなすことが適当であるとのべている。次いで太田 (1955)⁶⁵⁾ は大塚の方法にならいホルマリン固定、水洗、アルコール脱水、ツェロイデン包埋、Nissl 氏染色標本において巾 $27.5\ \mu$ 以上の神経細胞を Betz 氏細胞とみなすべきで、ほぼ同じ計測法を行って、大塚の $25\ \mu$ 以上より大きくなっている理由として、標本作成に際しての組織収縮度の相違によると考えられるとのべている。私は標本作成にあたってはまったく太田の方法と同じ方法をとつたので、予備実験を行わず、Betz 氏細胞の基準を太田の研究と同じく $27.5\ \mu$ 以上の巾を有する神経細胞にとって研究を進めた。

第7節 標本転写図の作り方

上述のごとく作成した全標本の肉眼的断面図を第6図のごとく、一枚一枚正確にセロハン紙に複写し、それを洋紙につきつぎに番号順に転写し、一方、全標本についてそれぞれ Betz 氏細胞分布域を検鏡によつて決定し、前境、あるいは後境のそれぞれを

第 6 図



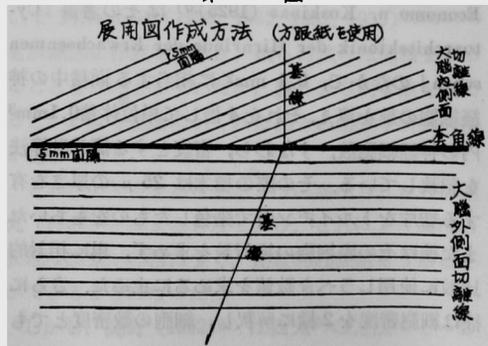
記入するとともに、その間における各部位の Betz 氏細胞の分布密度を第5層で $1\ \text{mm}^2$ 毎に求めて、これを転写図上のそれぞれの部位に記号をもつて記入し、転写図を作成した。なおこの際第5層の厚さは部位によつて異なるので、その厚さにより巾を加減し、丁度 $1\ \text{mm}^2$ となるごとくした。

第8節 Betz 氏細胞分布域の展開図及び分布密度図の作り方

第7図に示すごとく、まず方眼紙の適当な位置に水平方向に套角線を引き、次いで大脳外側面では套角線の下方に水平方向に各切離線を引き、それに交叉して一定の角度 (肉眼的脳溝模式図に記入した基線と切離線とのなす角度をいう) で基線を引き、大脳内側面では套角線の上方に基線を垂直方向に引き、それに交叉して一定の角度で各切離線を引く。

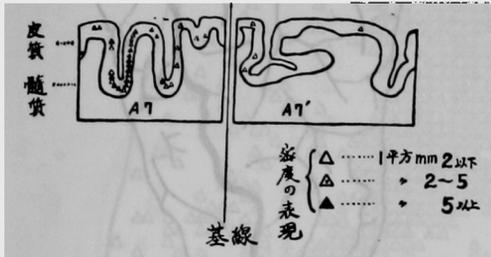
しかして基線の両側に各切片の転写図に記載したそれぞれの Betz 氏細胞密度をその位置に記入するのであるが、その際基線からその位置までの距離は蛇行せる皮質第5層の線に沿つて測定し、これを直線距離になおして記入するのである (軟性フーズで皮質第5層の線を形取り、それを伸して方眼紙上に投射記入した)。あわせて Betz 氏細胞分布域の前境及び後境をも記入し、その各点を連ねて Betz 氏細胞分布域の輪廓を作つた。

第 7 図



分布密度の測定方法及び表現方法は太田(63)になら
い、(▲)は 1mm² 中に 5ヶ以上、(△)は 5～2ヶ、
(△)は 2ヶ以下とした(第8図)。

第 8 図



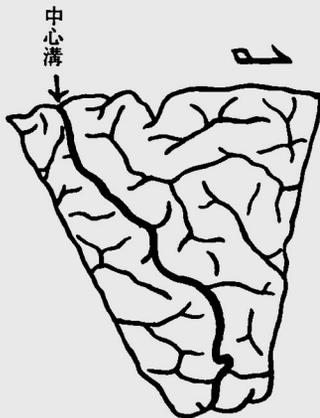
第3章 実験成績

第2章、第3節でのべた太田の分類による肉眼的
脳溝模式図と第2章、第8節でのべたとき方法をも
つて作成した Betz 氏細胞分布域の展開図9半球
について検討し、それぞれ脳溝の走行状態の異つた
各半球の展開図がいかなる形態を示すかということ
を検するとともに、上記9半球における Betz 氏細
胞の分布密度の状態を精査することとした。

第1節 肉眼的脳溝模式図と展開図との
関係について

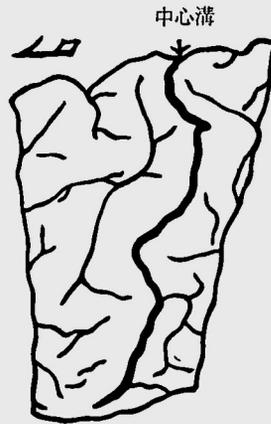
まず肉眼的脳溝模式図であるが、第9図から第17
図までに示したごとくで、それぞれ第9図が第1脳
の右半球、第10図が第1脳の左半球、第11図が第2
脳の右半球、第12図が第2脳の左半球、第13図が第
3脳の右半球、第14図が第3脳の左半球、第15図が
第4脳の右半球、第16図が第4脳の左半球、第17図
が第5脳の右半球の肉眼的脳溝模式図である。太田

第 9 図



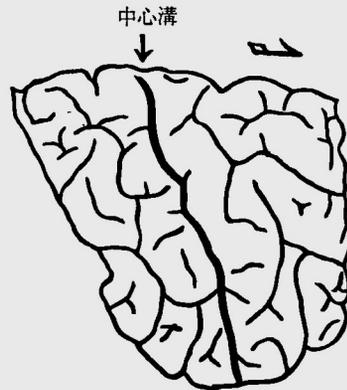
第1脳 右半球

第 10 図



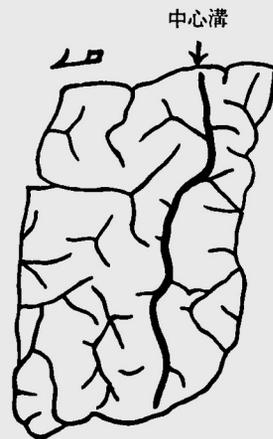
第1脳 左半球

第 11 図



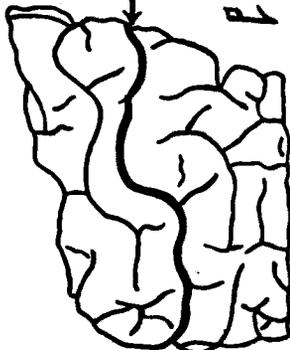
第2脳 右半球

第 12 図



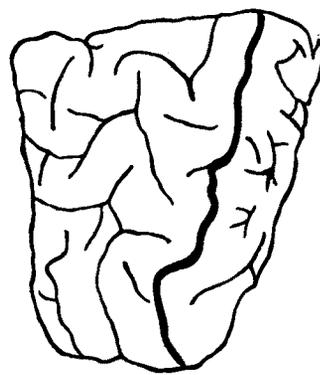
第2脳 左半球

第 13 図
中心溝



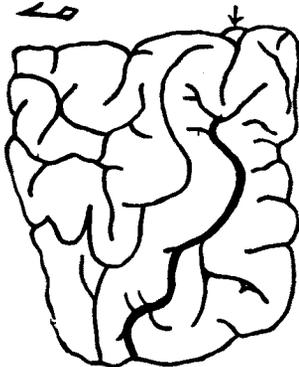
第3脳 右半球

第 16 図
中心溝



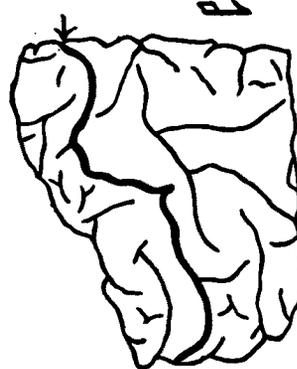
第4脳 左半球

第 14 図
中心溝



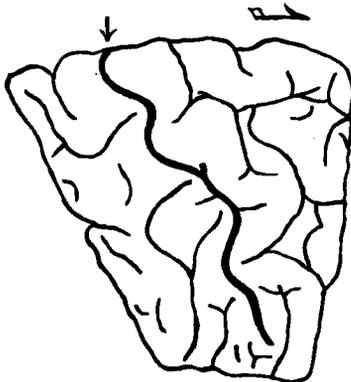
第3脳 左半球

第 17 図
中心溝



第5脳 右半球

第 15 図
中心溝

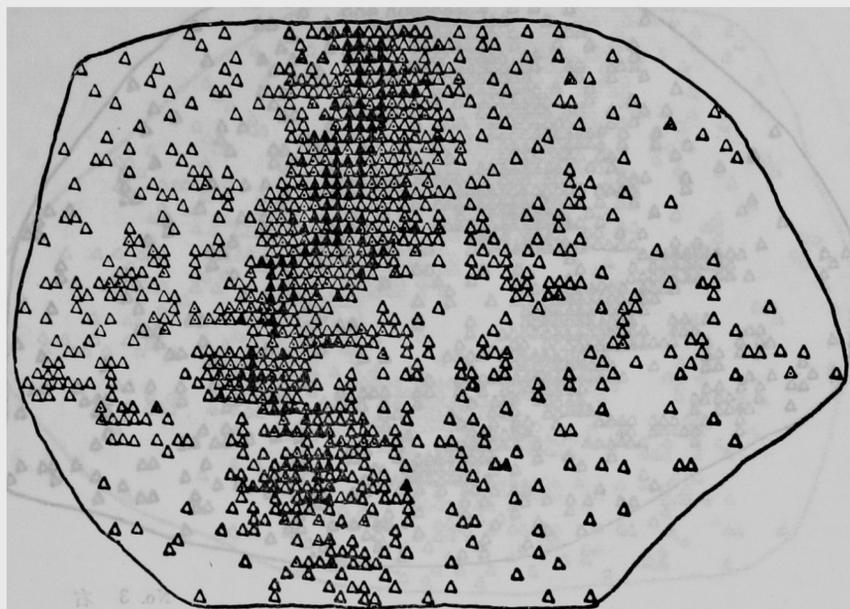


第4脳 右半球

の分類にしたがって分類すると第3表のごとく、第1脳の右半球はI型、第1脳の左半球はII型、第2脳の右半球はI型、第2脳の左半球はV型、第3脳の右半球はI型、第3脳の左半球はV型、第4脳の右半球はII型、第4脳の左半球はIII型、第5脳の右半球はII型であり、結局9半球中、I型が2半球、II型が3半球、III型が1半球、V型が3半球で、左右まったく同型のもののは第3脳1例にすぎなかつた。

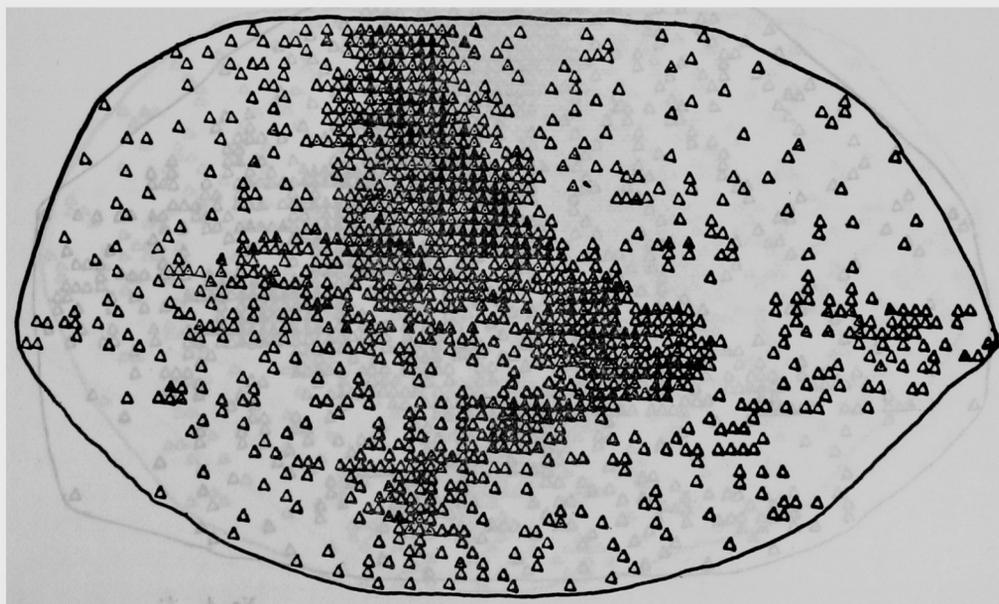
次に展開図であるが、第18図から第26図までに示したごとくで、それぞれ第18図が第1脳の右半球、第19図が第1脳の左半球、第20図が第2脳の右半球、第21図が第2脳の左半球、第22図が第3脳の右半球、第23図が第3脳の左半球、第24図が第4脳の右半球、第25図が第4脳の左半球、第26図が第5図の右半球の展開図である。

第 18 図



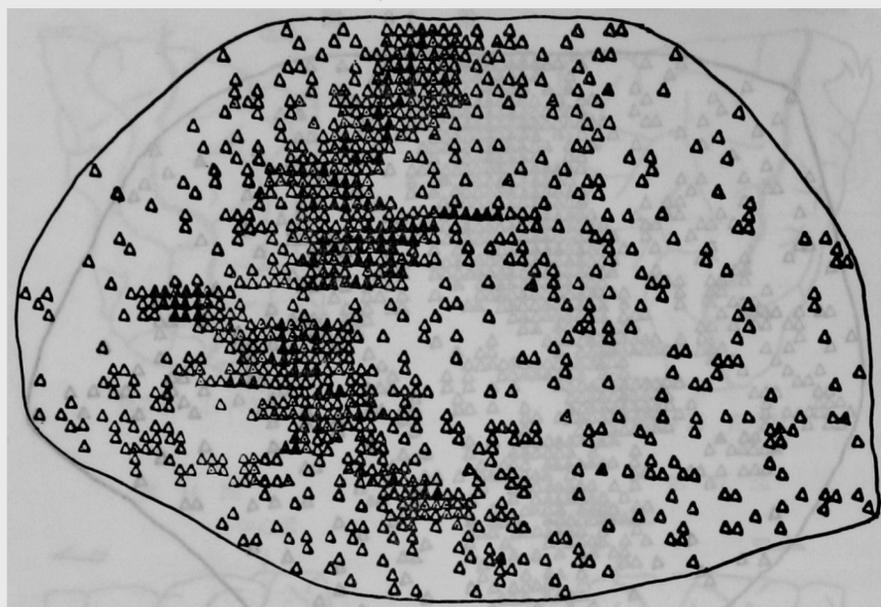
No. 1 右

第 19 図



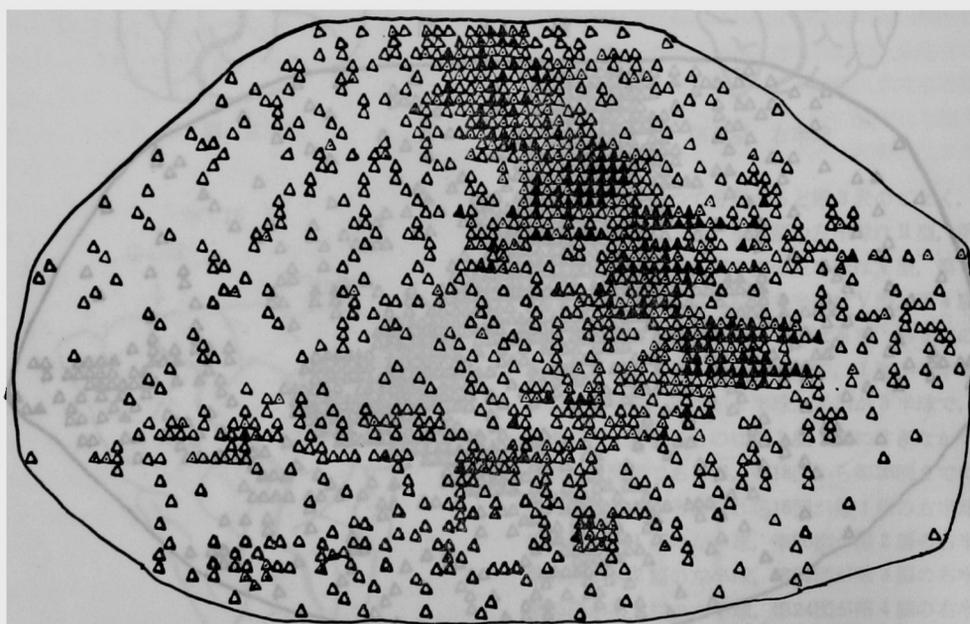
No. 2 左

第 20 图



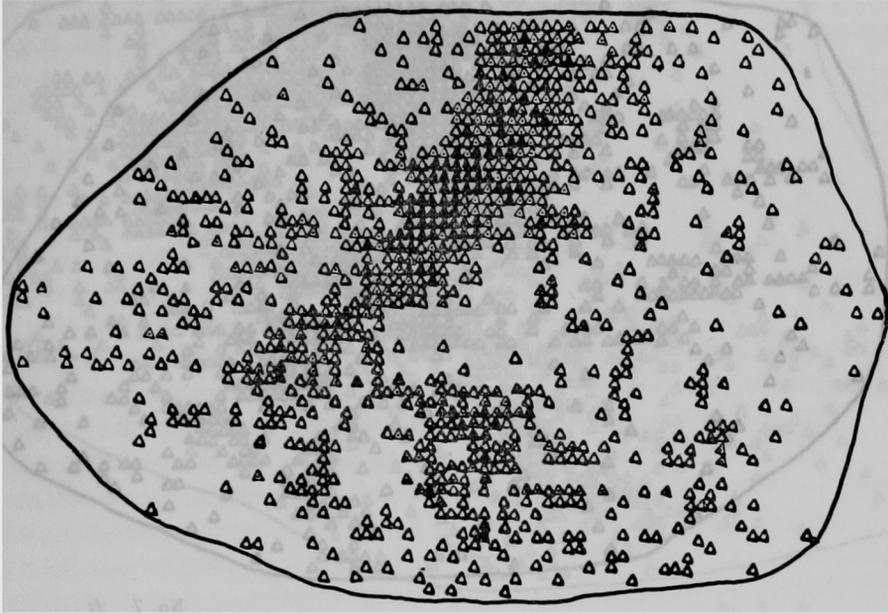
No. 3 右

第 21 图



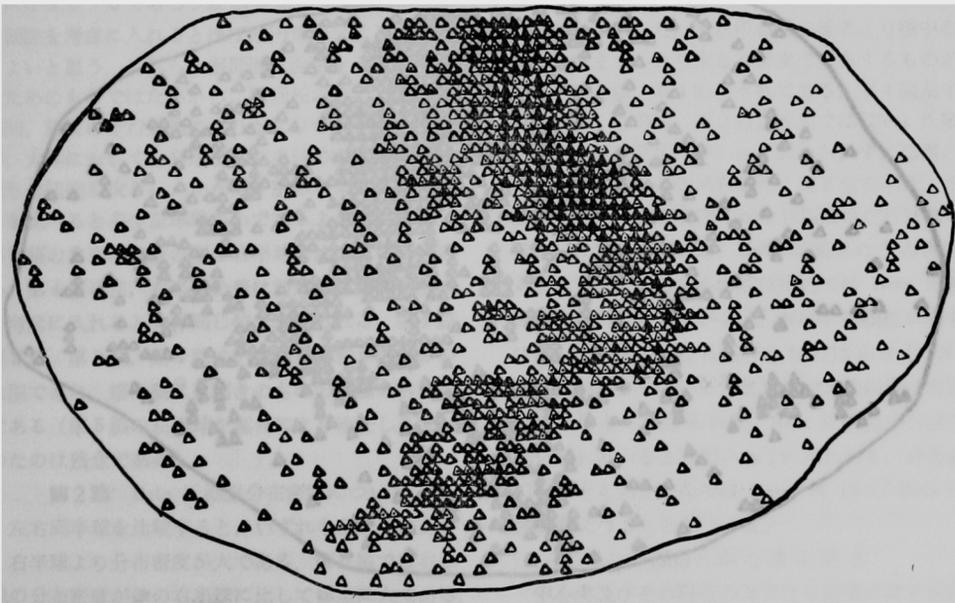
No. 4 左

第 22 図



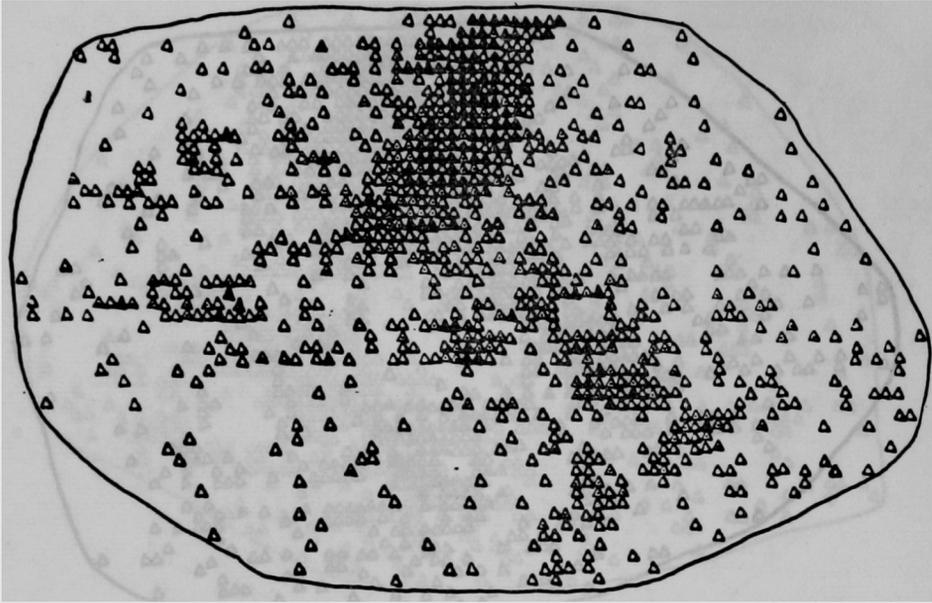
No. 5 右

第 23 図



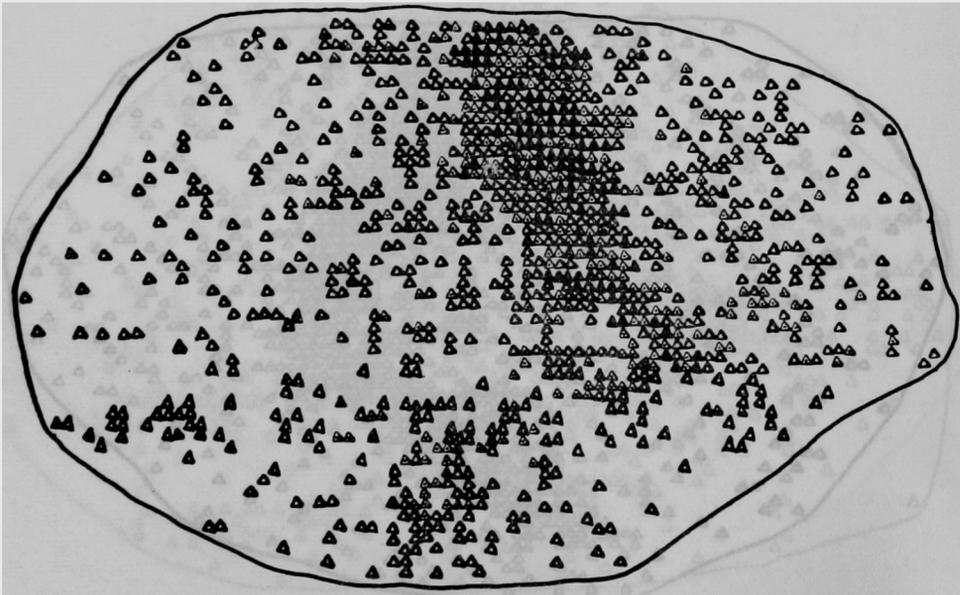
No. 6 左

第 24 图



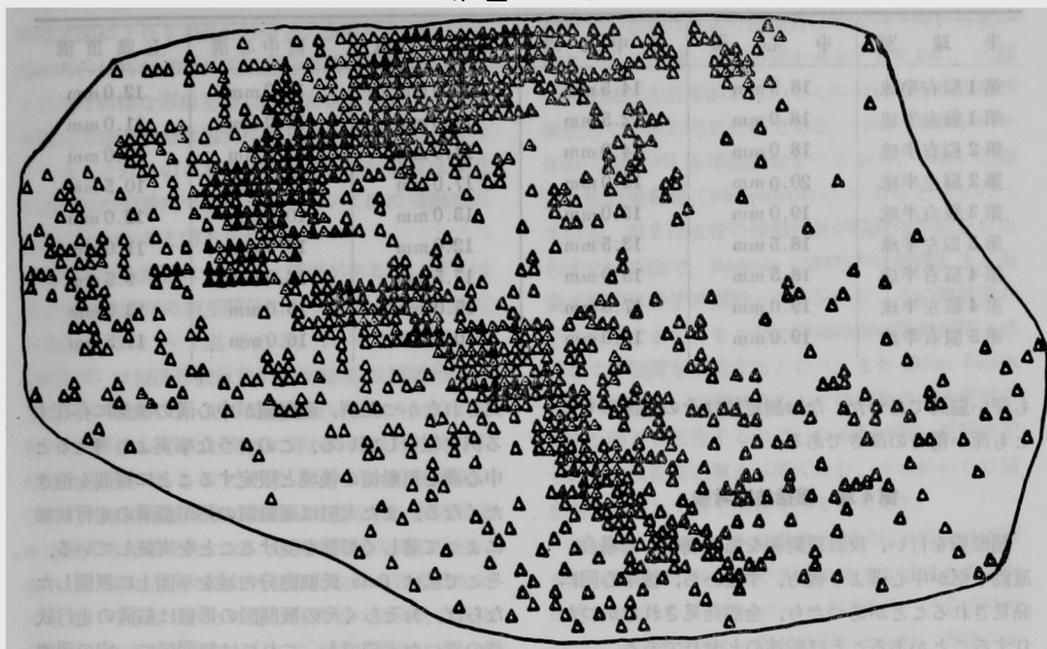
No. 7 右

第 25 图



左No. 8

第 二 二 六 図



No. 9 右

上述のごとく、肉眼的脳溝模式図は4型を示し、脳溝の走行状態が異つているが、展開図は各半球ともほぼ同様な不整楕円形を呈する。これらの展開図は厳密に言えば楕円形とはいえないものもあるが、実験にあつて5枚間隔で検鏡したため放棄した標本に存在しうるのである。最前端並に最後端の Betz 氏細胞を考慮に入れるとは楕円形を呈すると考えてよいと思う。これらの展開図は面積を正確に求めるためのものではないから、脳回転の隆起、脳溝の陥凹、脳溝の走行状態によりかなりの誤差はあるが、大体において右半球より左半球の方が展開図の拡りの範囲が大きい。ただ第4脳の右半球と左半球とを比べると多少左半球が小であるように思える。第5脳の右半球は他の脳の右半球に比べて相当大きい。第4脳の左、右半球の差は前述の放棄した標本を考慮に入れると大体同じ位と考えられる。第1脳、第2脳、第3脳、第4脳はいずれも右利きのもの的大脑であり、第5脳は左利きのもの的大脑の右半球である(第5脳の左半球を都合により検査しえなかつたのは残念である)。

第2節 Betz 氏細胞分布密度について

左右両半球を比較すると、いずれも左半球の方が右半球より分布密度が大である。第5脳では右半球の分布密度が他の右半球に比して極端に大である。密度のもつとも大なる部分はやはり中心溝の前壁で

あり、また大腦内側面の套角に近い部分、大腦外側面の上部である。しかし分布密度の大なる部分でも必ずしも一様ではなく、なかには疎なる部分があり、また分布密度の小なる部分でも一部分密な所もあり、集団を形成して分布する傾向はあるが、Campbell³⁵⁾のいう7ヶ所に集団を形成して分布するという像は認められなかつた。また中心溝の後壁より後中心回の回転峰までかなり大なる密度で分布するものがあつた。第2脳、第4脳がそれである。第4脳左半球、第3脳左、右半球、第2脳左半球では Betz 氏細胞が回転の峰に非常に少いか、認められず、脳溝の壁、谷底に多いことが認められた。第2脳右半球、第4脳右半球の分布密度図はかなり脳溝の走行状態の影響を受けて乱れている。Betz 氏細胞の分布密度のもつとも大である中心溝前壁附近では Betz 氏細胞の大きさも大なるものが多く、Nissl 氏顆粒が濃染しており、密度の疎なる部分のものは小さく、Nissl 氏顆粒が淡染している。また Betz 氏細胞は皮質第3層にも点々と認められ、Betz 氏細胞分布域は従来いわれているより広いように思われる。分布密度のもつとも大なる部では 1mm^2 に 15 の Betz 氏細胞を算えることができた。

〔附〕 中心溝の深さ

中心溝及びその附近の著明なる脳溝の深さを測定した。その結果は第4表のごとく、中心溝がもつと

第 4 表 中心溝附近脳溝の深さ(最大の深さ)

半 球 別	中 心 溝	後 中 心 溝	上 前 中 心 溝	下 前 中 心 溝	上 頭 頂 溝
第 1 脳右半球	18.5 mm	14.5 mm	15.0 mm	10.0 mm	12.0 mm
第 1 脳左半球	18.0 mm	12.5 mm	12.0 mm	13.0 mm	11.0 mm
第 2 脳右半球	18.0 mm	14.0 mm	14.0 mm	13.5 mm	10.0 mm
第 2 脳左半球	20.0 mm	13.0 mm	17.0 mm	12.5 mm	10.5 mm
第 3 脳右半球	19.0 mm	15.0 mm	13.0 mm	10.5 mm	12.0 mm
第 3 脳左半球	18.5 mm	13.5 mm	12.0 mm	14.0 mm	11.0 mm
第 4 脳右半球	18.5 mm	15.0 mm	17.5 mm	17.0 mm	9.5 mm
第 4 脳左半球	19.0 mm	17.0 mm	15.0 mm	16.0 mm	13.0 mm
第 5 脳右半球	19.0 mm	16.0 mm	10.0 mm	16.0 mm	11.5 mm

も深い脳溝であつた。なお測定値はその脳溝のもつとも深い部分の深さである。

第 4 章 総括並に考按

開頭術を行い、皮質運動領を電気刺戟した場合、運動中枢が中心溝より後方、すなわち、後中心回に発見されることがあつたり、全然発見されなかつたりすることがあることは前述のとおりである。

Brodman の Area 4 が部分的に脳溝中に潜在することは Vogt, Foerster の研究当時から知られていることである。

最近においても Lassek (1941)⁶⁵⁾ は分野 4 の Betz 氏細胞を詳細に計算した結果、17.9% の Betz 氏細胞は露出している回転峰上の皮質に発見されるが、残余の 82% は中心溝及び前中心溝にかくされていることを証明している。またこのことは Penfield and Boldrey (1937)²⁴⁾、渡辺 (1947)⁴⁹⁾、陣内 (1949)⁵⁰⁾ からも指摘しているところである。すなわち、Penfield and Boldrey²⁴⁾ は多数の患者について皮質刺戟を行い、それを総合して作った模式図を示し、一部の運動中枢が前中心回だけでなく、後中心回まで及んでいるとのべ、従来の脳模式図は信頼しがたいものであるとしている。渡辺⁴⁹⁾ は運動領及びその前後を電気刺戟して、大脳表面上にある部分の運動中枢をまったく発見することができなかつた数例を報告し、これらの例ではその部分の中枢が脳溝中に潜在しているということのみでは説明できないかも知れないが、回転の面積と脳溝中の面積は大差がないのであるから脳溝内の皮質のみにことごとくの中枢が存在し、回転峰上には一つも中枢が露出していないという珍しい例もその実在を否定することは不可能であるとべている。陣内 (1949)⁵⁰⁾ は一部の運動中枢のみが運動領皮質表面に認められ、他の中枢は発

見されなかつた例、運動領が中心溝の後部に存在する例を報告している。このような事実より考えると中心溝を運動領の後境と限定することに疑問を抱きたくなる。また太田は運動領の形が脳溝の走行状態によつて著しく影響を受けることを実証している。そこで私は Betz 氏細胞分布域を平面上に展開したならば、おそらくその展開図の形態は脳溝の走行状態の異つた大脳でも、これには無関係に一定の形態を示すのではなからうかと考えて本研究に着手したのである。

小川 (1937)⁶⁶⁾ ちもいうごとく、現在通常単に運動領と呼ばれるのは Betz 氏細胞分布域と考えられているので、私もこれに従つた。それは現在 Betz 氏細胞以外の錐体路起始細胞は解剖学的に決定が困難であるからである。Betz 氏細胞の基準を太田⁵³⁾ にならい巾 27.5 μ 以上の神経細胞としたのは前述のごとく私の標本の作成方法が太田とまったく同じ方法だからである。展開方法としては関野 (1952)⁶⁰⁾ の方法が面積を求める場合にはもつとも良い方法と考えられるが、私の研究においては運動領の形態を検討するのであるから関野の方法のごとく欠損部があらわれると都合が悪い。これとても近似値をうるにすぎないので、そもそも幾何学的に三次元のを平面上に展開することが無理なことである。そこで私は私自身の独想的な考えにもとづいて展開図を作成することとした。その方法は実験方法の部で詳述したとおりである。

この方法によつて、Betz 氏細胞分布域を 9 半球について平面上に展開して、その展開図を検するに、その形態は脳溝の走行状態いかにかわらず、各半球とも大体不整楕円形を呈することが判つた。Betz 氏細胞の分布状態は中心溝の後壁にかけてかなり密に分布する例があり、後中心回にも Betz 氏

細胞がかなり認められた。さきに太田⁶⁶⁾は肉眼的脳溝模式図により5型に分けると、それぞれの脳の表面にあらわれた Betz 氏細胞分布域の形態は各型によりほぼ同様な形態を呈し、脳表よりみた Betz 氏細胞分布域の形態は脳溝に著しく左右されるとのべている。これらのことを総合すると結局脳溝は一定の限られた頭蓋内で脳が成長していく際に受動的に生じてきたものと考えられる。

脳溝の発生原因については諸説があるが、第1は脳と頭蓋の発育の相互関係によつて脳溝及び回転が発生するという説である。V. v. Mihalkovics (1877)⁶⁷⁾は脳溝形成は薄い脳半球壁の皺襞形成によるものであつて、その発生は疑いもなく、強く発育する Hirnmantel と発育に遅れる頭蓋との間の不均衡に基因するものであるとのべ、A. Kölliker (1879)⁶⁸⁾は原始脳溝並に脳回転は脳半球の皺襞形成に由来するものであつて、外側の溝は内側の回転に相当し、逆に内側の溝は外側の回転に一致するものである。そしてこれらの原始脳溝並に脳回転の発生は明らかにある時期において脳半球が頭蓋に比してより強く発育することによるものであるとのべている。さらに G. Schwalbe (1881)⁶⁹⁾の説くところによれば、脳発育が多少なりとも頭蓋発育より早ければ、直ちに脳固有発育に対する Hemmung を生じ、それによつて皺襞形成を惹起するということが否定できないことであり、脳が頭蓋腔をみたさない場合に脳固有発育の部分的差異を生じなければ脳の外表は平面にとどまつている。なんとなれば、このような場合には脳の拡張はどこにおいても抑圧せられないからであるといつている。また Ecker によれば、事実、胎児の脳は頭蓋囊 (Schädelkapsel) をみたさないという (ただし、その時期は明らかでない)。O. Zietzschmann (1924)⁷⁰⁾も大脳半球は頭蓋囊よりはより速かに発育するために皺襞形成をなすのであるとのべている。陣内 (1949)⁵⁰⁾も頭蓋発育と脳発育との間の発育の差異によるものであらうと推測している。

第2は血管説である。すなわち、大脳溝の深部には血管が走つているので、この事実から溝の成生を説明しようとする試みであつて、Tiedemann (1816)⁷¹⁾は発生学的に脳溝が血管の脳質外層への進入により形成されるとのべた。その後の血管説は内容からいつて2つに分けられる。第1は栄養を主眼とする説であり、この考えは Vesalius (1543)⁷²⁾によつてすでにのべられたが、Reichert (1861)⁷³⁾

は大脳皮質の栄養を良くするために、ごく細い毛細血管でこと足りるように皮質はなるべく薄い必要があり、その反面、皮質の量を大とするために、大脳表面を拡げる必要があり、ここにおいて溝や回転が発生してくると考えたのである。Seitz (1886)⁷⁴⁾や Ries (1887)⁷⁵⁾も栄養説をとつており、Seitz は脳溝は脳の栄養溝 (Nährschlitze) であるとのべている。第2は血管の搏動自身が脳溝の形成をもたらすという説で、Richter (1887)⁷⁶⁾は脈搏による振動が脳内に分子の振動として伝わり、その際振動の干渉線ができて、そこでは神経細胞の発育が停止退行して、脳溝を形成するとのべ、また Elliot Smith (1910)⁷⁷⁾は太い血管があるとその搏動のため皮質の精緻な働きを阻害するので、なるだけ細い毛細管ですむように皮質の厚さが薄くなり、そのかわりに脳表面が拡大して溝や回転を作ると考えた。

次に第3の説は、大脳溝や大脳回転の発生の原因を脳自身の部分的発育の差異に帰する説である。この考えは Gall u. Spurzheim (1809)⁷⁸⁾がすでに抱いていて、発育のよい部分は回転となり、発育のわるい部分が溝になるとのべた。また Wundt (1873)⁷⁹⁾は脳の成長エネルギーのもつとも大きい方向と直角をなす方向にもつとも強い張力を生じて皺を作ると考え、胎生第6月までは脳の縦の方向に最大の成長力があるので横方向の溝ができ、それ以後では殊に前頭葉においては横の方向に成長力が強く、そのために縦の脳溝ができるとのべた。また大脳の白質と灰白質 (皮質) との間の発育差異に着目した考え方もある (Heschl, 1878)⁸⁰⁾。

そのほか Schnopfhausen (1891)⁸¹⁾は神経線維との関係についてのべ、投射線維 (Projektionsfasern) の発達したところは回転を作り、連合線維 (Assoziationsfasern) の等分点が列をなして並んだ所が脳溝になると考えた。

以上のごとく諸説があげられているが、私の成績からわかるように脳溝の形態の異なる脳でも、これを展開してみれば、Betz 氏細胞分布域が同様の形を示しているところからみると、やはり脳溝はあとから頭蓋腔の狭小のためにできたもののように思われ、またもつとも深い中心溝はまず最初に頭蓋と脳の発育の差によつて力学的に大脳半球の中央がもつとも折れ曲りやすいので、この部分が折れ曲つてできたものであらうと想像される。

次に、脳溝の深さに関して、原 (1921)⁸²⁾は詳細な検討を加え、男子非囚人で 20 mm 以上の深さの

脳溝は中心溝，上前中心溝，下前中心溝，上前頭溝，下前頭溝，後中心溝，中間頭頂溝，頭頂後頭溝，鳥距溝，上側頭溝であり，平均値は中心溝が24.5 mm，後中心溝 25.5 mm，上前中心溝 23 mm，下前中心溝 22.4 mm，中間頭頂溝が 24.7 mm と報告している。私の例数はわずか9半球であるが，中心溝がもつとも深く，深さの最大値は，中心溝 20 mm，後中心溝 17 mm，上前中心溝 17.5 mm，下前中心溝 17 mm，上頭頂溝 13 mm であつた。これは私の材料がフォルマリン固定及びアルコール脱水により縮小したためであろう。

次に，Betz 氏細胞の分布密度についてであるが，Campbell³⁵⁾は Betz 氏細胞は運動領において，とくに密度の大なる部分が島嶼状に7ヶ所に集団を作つて分布しているとのべているが，大塚⁶³⁾，太田⁶³⁾は Campbell の記載を確認しようとして Betz 氏細胞の分布状態を精査したが，Campbell のような結果はえられなかつた。私の研究においても，脳溝の走行状態の影響もあろうが，確かに密度の大なる部分でも必ずしも一様ではなく，疎密の差があり，多少とも集団を作つて分布している部分が認められたが，Campbell のように明瞭に7ヶ所の集団は認められなかつた。また大脳外側面において，Betz 氏細胞が回転の峰よりも溝壁，谷底にむしろ多いということは陣内⁵⁰⁾，渡辺⁴⁹⁾の報告のごとく，電気刺激で運動領表面に一部，または大部分の運動中枢を認めえなかつた例の存在を裏書きするものと思う。

私の成績で左右半球を比較してみると，右利きである第1脳，第2脳，第3脳，第4脳では左半球において，Betz 氏細胞の分布密度が大で，分布範囲が幾分大きく，左利きである第5脳の右半球では，

他の脳の右半球より著明に分布密度が大で，分布範囲の広いことは脳發育の個人差もあろうが，利手の側を支配する運動領の發育の良好であることを示すものとして興味あることである。ただ標本の入手の都合で第5脳の左半球を観察しえなかつたことは残念である。

以上綜合して考えると，もし大脳外側面中央部に存在するもつとも深い斜縦走る脳溝を中心溝であるということに定義すれば，Betz 氏細胞分布域は大體似たような不整楕円形を各大脳半球において示し，それに勝手に脳溝ができると考えれば，運動領が中心溝の後方，すなわち，後中心回にくることがありうるし，運動中枢が脳溝内に潜在しているということがあつてもなんら不思議ではなく，したがつて中心溝の前が運動領であるというような従来の考え方はまつたく改められるべきであると思う。これからみても脳溝というものはなんらの領域の位置判定の基準とはなりえないといえるであろう。

第5章 結 論

1) 運動領附近における脳溝の走行状態の異つた大脳半球でも，運動領，すなわち，Betz 氏細胞分布域を平面上に展開した場合，その展開図の形態はほぼ同様の不整楕円形を呈する。

2) 同一人大脳半球における運動領展開図の拡りの大きさは優位側のものが大きい。

3) Betz 氏細胞の分布密度も優位側の大脳半球において大である。

4) Betz 氏細胞は一般に回転の峰に少く，脳溝の谷底の部分に多い。

擧筆するに臨み御懇篤なる御指導と御校閲を賜つた恩師陣内教授に深謝する。

参 考 文 献

- 1) Robert Boyle: cited from *Physiology of the nervous system* by Fulton, 369 (1943)
- 2) Franz Joseph Gall: *Anatomie et Physiologie du système nerveux en général et du cerveau en particulier*, (1810—1819)
- 3) M. J. Pierre Fluorence: 平沢著，大脳の最高中枢 (1950) より引用 (1830)
- 4) Paul Broca: 平沢著，大脳の最高中枢 (1950) より引用 (1861)
- 5) H. Jackson: *Clinical lectures of the London Hospital*, 388—471 (1864)
- 6) Meynert: *Der Bau der Grosshirnrinde und seine örtlichen Verschiedenheit, nebst einem pathologisch-anatomischen Corollarium*. Leipzig (1868)
- 7) Fritsch u. Hitzig: *Arch. Anat. Physiol. Wiss. Med.* 37, 300—332 (1870)
- 8) Ferrier: *West Riding Lunatic Asylum med. Rep.* 3, 30—50 (1873)
- 9) Exner: *Untersuchungen über die Lokalisation der Funktionen in der Grosshirnrinde des Menschen*. (1881)

- 10) Beevor and Horsley: *Philosophical Transact.* 185 (1894)
- 11) Sherrington u. Grünbaum: *Tr. path. Soc. London.* 53, 127—136 (1902)
- 2) Cushing: *Brain.* 32, 44—53 (1909)
- 13) Holmes and May: *Brain.* 32, 1—43 (1909)
- 14) Munk: *Über die Funktionen der Grosshirnrinde.* Hirschwald, Berlin. (1890)
- 15) C. Vogt u. O. Vogt: *J. f. Psychol. u. Neurol. Lpz.* 25, 273—462 (1919)
- 16) C. Vogt u. O. Vogt: *J. f. Psychol. u. Neurol. Lpz.* 29, 216—218 (1923)
- 17) Foerster: *Dtschr. Ztschr. f. Nervenheilk.* 94, 15—58 (1926)
- 18) Woolsey: *Brain.* 56, 353—370 (1933)
- 19) Luciani and Tamburini: *Sulle funzioni del cervello.* Bd. 1 (1878)
- 20) Werner: *Allg. Zeitschr. f. Psychiatr.* 52, 134—165 (1896)
- 21) Bechterew: *Die Funktionen der Nervenzentra.* Bd. 3, Jena (1911)
- 22) Krause: *Berliner Klin. Wochenschr.* 1—5 (1910)
- 23) Rothmann: *Zschr. Klin. Med.* 44, 183—217 (1902)
- 24) Penfield and Boldrey: *Brain.* 60, 389—443 (1937)
- 25) Weed and Langworthy: *Contrib. to Embryol., Carnegie Instit. of Wash.,* 17, 89—106 (1926)
- 26) Wheelis: *J. comp. Neurol.* 56, 373—389 (1932)
- 27) W. K. Smith: *J. comp. Neurol.* 62, 421—442 (1935)
- 28) W. Betz: *Zbl. med. Wiss.* 37, 38, 578—580, 594—599 (1874)
- 29) Bewin Lewis and Henry Clark: cited from *histological studies on the localisation of the cerebral function by Campbell.* (1878)
- 30) Golgi: cited from *histological studies on the localisation of the cerebral function by Campbell.* (1880)
- 31) Cajal: *Studien über die Hirnrinde des Menschen.* H. 2, Die Bewegungsrinde, Leipzig. (1900)
- 32) Hammarberg: *Studien über Klinik und Pathologie der Idiotie nebst Untersuchungen über die normale Anatomie.* Upsala. (1895)
- 33) Schläpp: *Arch. f. Psychiat. u. Nervenkrankheiten.* 30, 583—606 (1898)
- 34) Flechsig: *Meine myelogenetische Hirnlehre.* Berlin, J. Springer. (1927)
- 35) Campbell: *Histological studies on the localisation of the cerebral function.* Cambridge. (1905)
- 36) K. Brodmann: *Vergleichende Lokalisationslehre des Grosshirnrinde,* Leipzig. (1909)
- 37) Economo u. Koskinas: *Die Cytoarchitektonik der Hirnrinde des erwachsenen Menschen.* Wien und Berlin, Julius Springer. (1925)
- 38) Fulton: *Brain.* 58, 311—316 (1935)
- 39) Dusser de Barenne: *Science.* 77, 546—547 (1933)
- 40) Dusser de Barenne: *Arch. of Neurol. and Psychiat., Chicago.* 31, 1129—1137 (1934)
- 41) Dusser de Barenne: *Brain.,* 57, 517—526 (1934)
- 42) Marshall: *Proc. Soc. exp. Biol., New York,* 31, 68—70 (1933)
- 43) Marshall: *Arch. of Neurol. and Psychiat., Chicago.* 32, 778—796 (1934)
- 44) Marshall: *Proc. Soc. exp. Biol., New York,* 32, 745—747 (1935)
- 45) Marshall: *Quart. Rev. Biol.,* 11, 35—56 (1936)
- 46) Tower: *Brain.,* 58, 238—255 (1935)
- 47) Tower: *Brain.,* 63, 36—90 (1940)
- 48) Scarff: *Arch. of Neurol.,* 44, 243 (1940)
- 49) 渡辺 新潟医学会雑誌, 61, 125—138 (1947)
- 50) 陣内 脳と神経, 1, 135—142 (1949)
- 51) Berger: *Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psychiatr.,* 69, 46—60 (1921)
- 52) 安部: *神経学雑誌,* 29, 461—534, 625—682 (1928)
- 53) 太田: *岡山医学会雑誌,* 67, 539—559 (1955)
- 54) 大熊: *岡山医学会雑誌,* 40, 927—953 (1928)
- 55) Filimonoff: *Journ. f. Psy. u. Neurol.,* 39, 323—389 (1929)
- 56) Filimonoff: *Jonrn. f. Psy. u. Neurol.,* 42, 210—230 (1931)
- 57) Filimonoff: *Journ. f. Psy. u. Neurol.,* 44, 1—96 (1932)

- 58) Filimonoff: Journ. f. Psy. u. Neurol., 45, 69—137 (1933)
- 59) 西丸: 精神神経学雑誌, 50, 11—18 (1949)
- 60) 関野: 精神神経学雑誌, 54, 95—127 (1952)
- 61) Otto-mayer: Journ. f. Psy. u. Neurol., 19, 233—251 (1912)
- 62) 杉田: 神経学雑誌, 18, 134—143 (1918)
- 63) 大塚: 岡山医学会雑誌, 63, 1—26 (1951)
- 64) 道中: 岡山医学会雑誌, 68, 901—933 (1956)
- 65) Lassek: Journ. comp. Neurol. 74, 193—202 (1941)
- 66) 小川, 細川: 日新医学, 37, 365—373 (1937)
- 67) Mihalkovics: Entwicklungsgeschichte des Gehirns., Leipzig. (1877)
- 68) Kölliker: Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Tiere. II. ganz ungearbeitete Auflage, Leipzig. (1879)
- 69) Schwalbe: Lehrbuch der Neurologie. (1881)
- 70) Zietzschmann: Lehrbuch der Entwicklungs-
- geschichte der Haustiere, II. Abt. Berlin. (1924)
- 71) Tiedemann: 中沢著(北海道医学会雑誌, 8, 1498—1537 [1930]) の綜説より引用 (1816)
- 72) Vesalius: 中沢著の綜説より引用 (1543)
- 73) Reichert: 中沢著の綜説より引用 (1861)
- 74) Seitz: 中沢著の綜説より引用 (1886)
- 75) Ries: 中沢著の綜説より引用 (1887)
- 76) Richter: 中沢著の綜説より引用 (1887)
- 77) Elliot Smith: 中沢著の綜説より引用 (1910)
- 78) Gall u. Spurzheim: 中沢著の綜説より引用 (1809)
- 79) Wundt: 中沢著の綜説より引用 (1873)
- 80) Heschl: 中沢著の綜説より引用 (1878)
- 81) Schnopfhagen: 中沢著の綜説より引用 (1891)
- 82) 原: 国家医会誌, 413—419, 274—286, 335—361, 391—411, 449—471, 499—522, 558—570, 593—596 (1921)

Extension and density of distribution of Betz cells.

By

Kazunari UTSUMI

Dept. 1st Surgery, Okayama University, Medical School.
(Director: Prof. Dr. D. Jinnai)

In 5 human brains (9 hemispheres) the distribution area of Betz cells were extended in a plane and their distributing density was studied.

1) The extended diagrams showed an irregular elliptic shape in each hemisphere without regard to the directions of the gyri.

2) In case of the same person the diagram was larger in the dominant hemisphere.

3) The distributing density of Betz cells was also larger in the dominant side.

4) Generally the Betz cells were found less in the ridges of the gyri and more in the bottom.

5) Campbell's suggestion that there are 7 groupings of Betz cells was not justified, but the distributing density was not homogenous even in the area of dense distribution.

From the facts above mentioned, if it is considered gyri are made passively when the brain grows in a limited cranium, it is concluded that, the distributing area of Betz cells may be placed posterior to the central sulcus or be hidden in the bottom of the sulci and the gyrus can not be the standard for the determination of localisation of the cerebral areas.