

# 精神遅滞児の脳波トポグラフィ的研究

広重佳治\*<sup>1</sup>, 福田友\*<sup>2</sup>, 田中和子\*<sup>3</sup>

キーワード：脳波トポグラフィ、基礎波、精神遅滞児、発達

## はじめに

精神遅滞 (mental retardation) は単一症状を示す疾患ではなく、アメリカ精神医学会による診断基準 (DMS-IV, 1994年) によれば、18歳未満に発症した明らかに平均以下の全般的知的機能 (おおよそ70以下の知能指数) と同時に少なくとも2つの技能領域において適応機能の欠陥または障害によって特徴づけられる症候群である。従って、その脳波学的研究においては、脳の器質的疾患やてんかんの有無と異常波の関係にとどまらず、知能という高次な精神活動あるいは精神発達と脳波の発達現象との関連性が問題とされる。

小児脳波の発達は脳機能の発達の鋭敏な指標であり、主に波形の形態と基本周波数について覚醒時や睡眠時さらには刺激反応性などの点から多面的に検討されている<sup>12)</sup>。脳波の発達現象については、健常児において年齢の推移とともに10Hzの周波数成分 ( $\alpha$ 波) が特に後頭部脳波において優勢となることが広く認められている。一方、精神遅滞児脳波は徐波化傾向、周波数の不安定性、低電位性律動異常、速波性律動異常などが一般的特徴としてあげられるが、後頭部脳波の周波数の発達傾向については障害の相違や精神遅滞度との関係あるいは周波数構造の分析などの点から基礎的な研究が進められている<sup>7,13)</sup>。

脳波の発達を定量的に評価する方法として、今日の医療電子工学やコンピュータ技術の発展とともに広く普及したパワースペクトル分析がある。これによって頭皮上の1部位あるいは2部位間の周波数構造について詳細な情報の収集が容易となり、健常児のみならず精神遅滞児の脳波解析に広く応用されている。近年、頭皮上の多部位から導出された脳波の空間分布をコンピュータ技術により脳波地図 (EEG map) として2次元表示する脳波トポグラフィ (EEG topography) が開発され、特定の周波数あるいは時刻における脳機能の局所的ダイナミックスの画像表示が可能となっている。脳腫瘍などの脳内占拠病変の診断あるいは潜水時の高圧神経症候群の機能変化や精神活動時の大脳機能局在の把握において、脳波トポグラフィの有効性が確認されている<sup>10,15)</sup>。精神遅滞児を対象とした脳波トポグラフィ的研究は著者らの知る限り少なく<sup>2)</sup>、その空間的生理機能に関する知見の蓄積は十分でないようである。

本研究は、精神遅滞児の精神発達と脳波の関係の解明および障害児教育の現場に有用な基本的情

\*<sup>1</sup>学校教育課程人間教育講座

\*<sup>2</sup>兵庫県立豊岡高等学校常勤講師 (元教育学研究科院生)

\*<sup>3</sup>本学非常勤講師 (鳥取大学名誉教授)

報の提供を目的とする先行研究<sup>13)</sup>の一環として行われ、安静閉眼時の多部位脳波の空間分布の特徴を脳波トポグラフィの手法を用いて検討した。

## 方法

### 対象

対象は本学教育地域科学部附属養護学校の男子生徒32名、女子生徒18名の計50名（1992～1997年4月現在までの在籍生徒、年齢6～17歳）であり、毎年同校で実施している脳波検査を受検したものである。その内訳は表1に示す通りで、既に格別な神経疾患の認められない生理群（内因性精神遅滞児）が27名、精神遅滞と関係があると思われる神経疾患の認められる病理群のうち染色体異常児（ダウン症候群・プラダーウィリー症候群・9Pマイナス症候群）が12名、自閉症児が8名およびその他（脳性マヒ・ウイルス動脈輪閉塞症・外胚葉形成不全）が3名であった。発達と脳波の関係が本研究の目的であるから、抗てんかん薬の影響が考えられるてんかん児は対象より除いた。表中の障害と病歴は保護者による記載、診断を受けた医師および医療機関よりの聴取に基づいた。精神発達の状況は、附属養護学校担任教師による諸検査と記録あるいは学校における児童の行動観察に基づいた。脳波記録の回数は、アーチファクトの少ない脳波記録を分析対象として抽出したため、在学年数より少なくて一様でなかった。

### 記録と資料整理

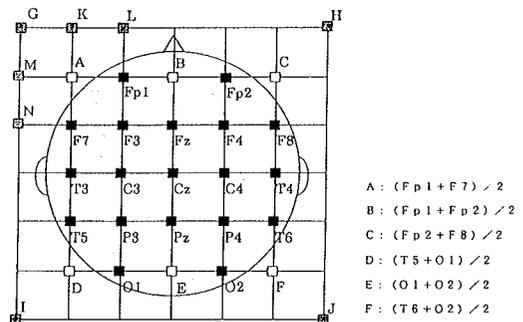
脳波記録は本学附属養護学校保健室にて実施した。1回の記録は30～60分

表1 対象児一覧表

No.	性別	障害名	精神発達遅滞度	記録時年齢(才)
1	男	精神遅滞	軽	11, 12
2	女	精神遅滞	軽	12, 13, 14
3	男	精神遅滞	軽	13, 14
4	男	精神遅滞	軽	13, 14, 16
5	女	精神遅滞	軽	14, 15, 17
6	男	精神遅滞	軽	15
7	女	精神遅滞	軽	15, 16
8	男	精神遅滞	軽	15, 16
9	女	精神遅滞	軽	15, 16
10	男	精神遅滞	軽	15, 16, 17
11	男	精神遅滞	軽	16, 17
12	女	精神遅滞	軽	16, 17
13	男	精神遅滞	軽	17
14	男	精神遅滞	軽	17
15	男	精神遅滞	軽	17, 17
16	男	精神遅滞	中	10
17	男	精神遅滞	中	12
18	女	精神遅滞	中	12
19	女	精神遅滞	中	12
20	男	精神遅滞	中	12, 13
21	女	精神遅滞	中	13, 14, 15
22	男	精神遅滞	中	15
23	男	精神遅滞	中	15, 16
24	男	精神遅滞	中	16
25	女	精神遅滞	中	17
26	男	精神遅滞	中	17
27	男	精神遅滞	中	9, 9
28	女	9Pマイナス症候群	中	13
29	男	プラダーウィリー症候群	中	13, 14
30	男	プラダーウィリー症候群	中	14, 15, 16, 17
31	女	ダウン症候群	軽	6
32	女	ダウン症候群	中	10
33	男	ダウン症候群	中	12
34	男	ダウン症候群	中	12, 16, 17
35	男	ダウン症候群	中	15, 16
36	女	ダウン症候群	中	15, 17, 17
37	男	ダウン症候群	中	16, 17
38	男	ダウン症候群	中	6
39	女	ダウン症候群	重	16
40	男	自閉症	軽	12, 12, 13, 14
41	男	自閉症	軽	14
42	男	自閉症	軽	17
43	女	自閉症	軽	17
44	男	自閉症	中	12, 13
45	男	自閉症	中	15, 16, 17
46	女	自閉症	中	17, 17
47	男	自閉症	重	17
48	女	ウイルス動脈輪閉塞症	中	9, 11
49	男	外胚葉形成不全	軽	14
50	女	脳性マヒ	中	15, 17

間の安静閉眼状態下で行い、閉眼が不可能な児童については両眼を布で覆った。脳波は国際電極配置法 (10-20法) に従って頭皮上に配置した 19 部位 (FP1, FP2, FZ, F3, F4, F7, F8, T3, T4, T5, T6, CZ, C3, C4, PZ, P3, P4, O1, O2) の電極から両耳朶を基準電極とする基準電極法により導出し、多用途脳波計 (三栄測器 IA57 型, 時定数 0.3 秒) を用いて紙記録すると同時に、磁気テープに記録した。

脳波トポグラフィについては、磁気記録した脳波のなかから筋電等のアーチファクトの混入が少ない 30 秒間の記録 90 例を随時抽出し、2 次元表示処理システム Quick EEG (キッセイコムテック社製) を用いて脳波地図を作成した。この方法では、19 部位より導出された脳波が分析時間 2 秒、標準化周波数 128 Hz の条件で AD 変換され、それぞれの部位においてハミング窓 (hamming window) を用いて高速フーリエ変換 (FFT) によるパワースペクトル分析が行われた (分解能 0.5 Hz, 上限周波数 40 Hz)。これをもとに、 $\theta 1$ ,  $\theta 2$ ,  $\alpha 1$ ,  $\alpha 2$ ,  $\alpha 3$ ,  $\beta$  帯域のパワ値とともに 6 ~ 12 Hz の周波数帯域において 1 Hz 毎のパワ値が算出され、各帯域毎および 1 Hz 毎の脳波地図が作成された。図 1 に示すように、脳波地図は 5 × 5 格子点で構成され、実際には測定していない 6 部位についてはパワ値を推定した。これら 25 部位のパワ値より補完すべきすべての値をサンプリング定理を応用した補間公式により計算した。求められた補間値を量子化して、赤がパワの最大部分、青がパワの最低部分を表す 15 段階尺度で脳波地図を色彩表示した。



$$V(x,y) = \sum_{m=-6}^6 \sum_{n=-6}^6 f(m,n) \frac{\sin[\pi(x-m)] \cdot \sin[\pi(y-n)]}{\pi(x-m) \cdot \pi(y-n)}$$

f(m,n): 格子点の値  
補間係数  $\text{sinc}x/x$ :  
 $|x| \leq \pi$  のとき  $\text{sinc}x/x$   
 $|x| > \pi$  のとき 0

図 1 2 次元表示処理システム Quick EEG における脳波地図作成のためのアルゴリズム

## 結果

### 1. 精神遅滞児脳波の頭皮上空間分布

脳波活動のうち、発達と最も関係が深い基礎波についてその空間分布の様相を 6 ~ 12 Hz の周波数帯域において 1 Hz 毎に作成した脳波地図 (EEG map at one frequency) により検討した。脳波地図の尺度値は、原記録の基礎波 ( $\alpha$  波) の出現様態との照合により、最大パワ (赤表示) の空間分布が得られるように記録毎に設定した。

図 2 a は、軽度の内因性精神遅滞 (女子 12 歳) の原脳波および分析時間 2 秒の脳波地図の時間経過を示している。原記録は軽度不規則  $\alpha$  波律動 (irregular sharp alpha wave rhythm) であり、特に後頭優位 (O1, O2) に 9 Hz 前後の高振幅  $\alpha$  波が出現した。他の部位は低振幅脳波で徐波の混入を認めた。脳波地図は 8 Hz ~ 10 Hz の周波数において後頭優位の最大パワ分布を示し、9 Hz と 10 Hz の分布は前頭領域に拡張する傾向があった。8 Hz の分布は左右の後頭でほぼ左右対称であるが、時間経過により左優位 (00:01:10) あるいは右優位 (右端) の半球差を示すことがあった。

図 2 b は軽度の精神遅滞を示す自閉症 (男子 12 歳) の原脳波とその脳波地図である。原記録は 10

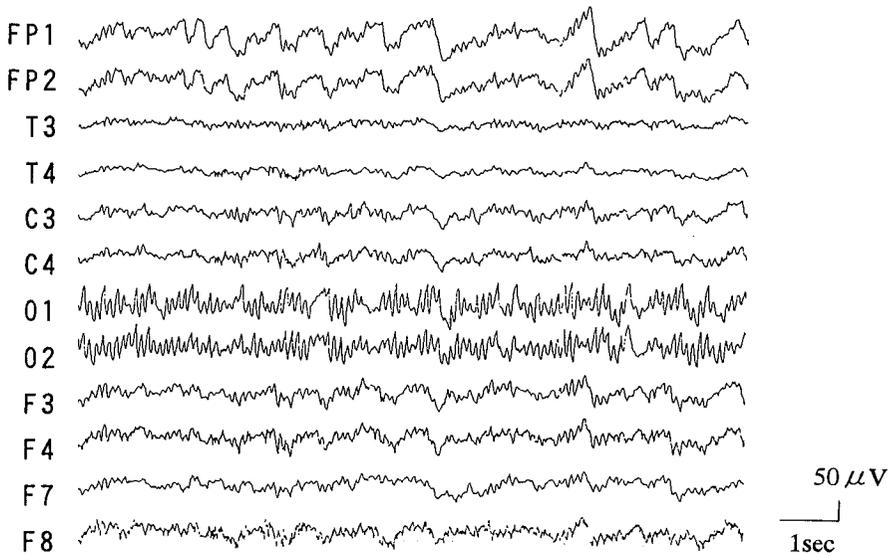
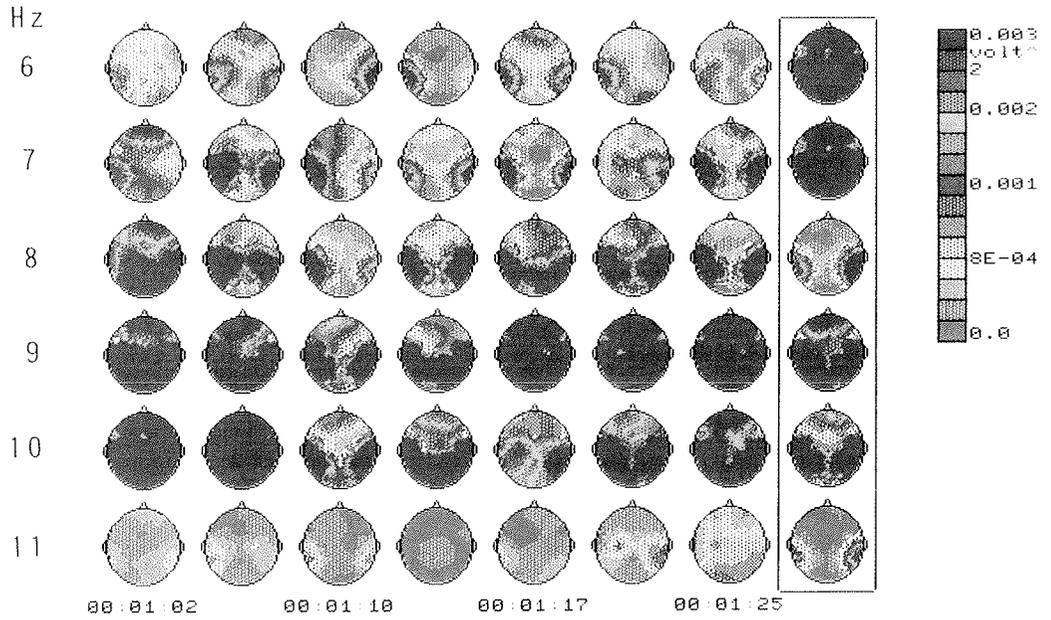


図 2 a 軽度不規則  $\alpha$  波律動と脳波地図 (軽度精神遅滞, 12歳女)  
脳波地図の上方が鼻側を表す。

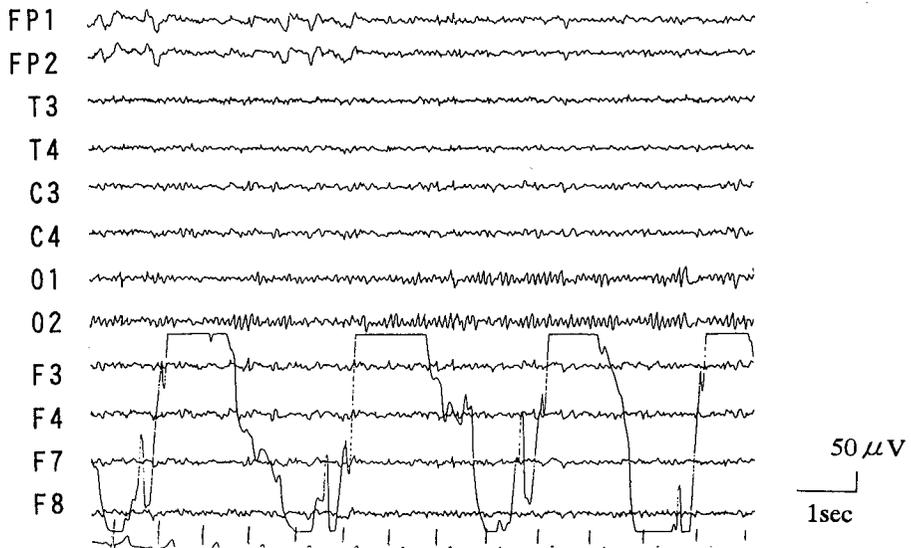
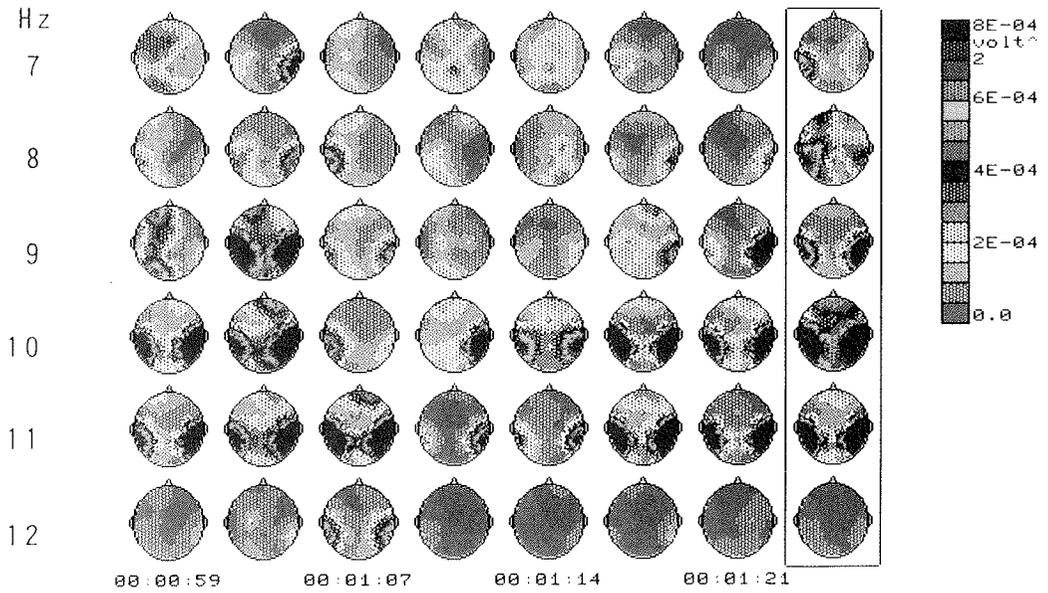


図2b 規則的な $\alpha$ 波律動と脳波地図 (自閉症, 12歳男)

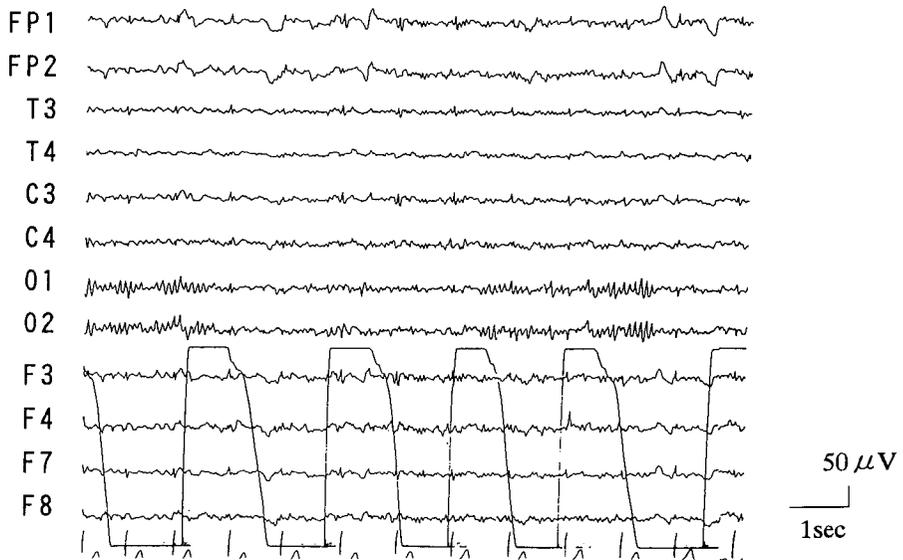
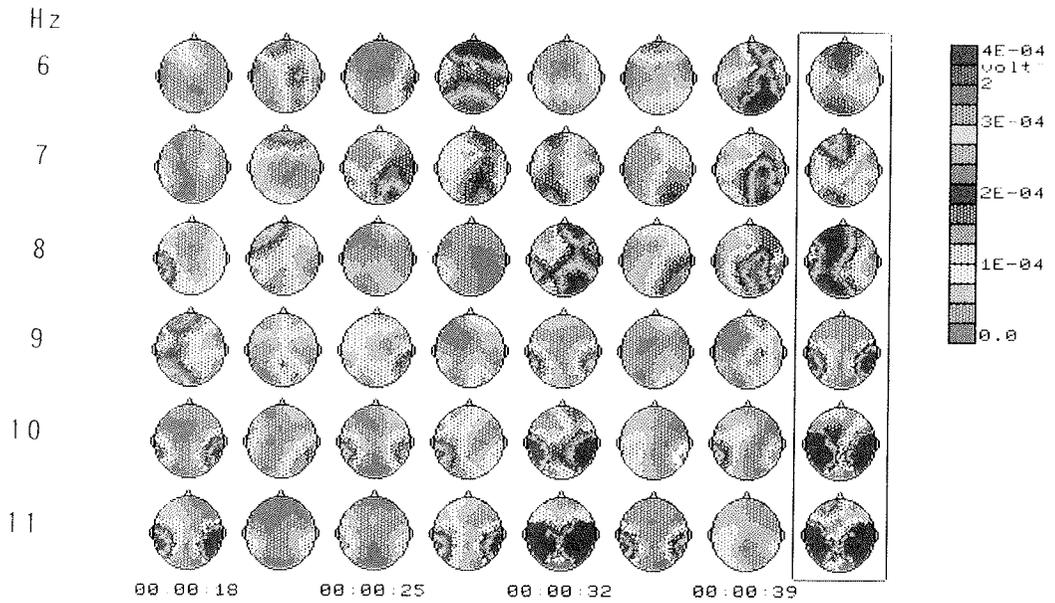


図2c 広汎性低電位脳波と脳波地図 (ダウン症, 15歳女)

Hz前後の規則的な $\alpha$ 波律動 (regular alpha wave rhythm) が後頭優位に出現し、 $\alpha$ 波の振幅は右後頭部で増大する傾向があった。脳波地図は10Hzと11Hzの周波数において後頭部に最大パワが持続的に局在する傾向が明瞭である。その空間分布の多くは左右対称あるいは右優位であるが、10Hzの脳波地図には左後頭優位となる時期もあった (00:01:07)。9Hzの脳波地図にも後頭優位の分布がみられるが、間欠的な現れにとどまった。

図2cは中度の精神遅滞を示すダウン症候群 (女子15歳) の原脳波と脳波地図である。原記録は目立った基礎律動の少ない広汎性低電位脳波 (diffuse low voltage EEG) であるが、10Hz前後の低振幅 $\alpha$ 波の断続的な出現を後頭部に認めた。そうした特徴は10Hzと11Hzの脳波地図において確認され、最大パワの後頭部局在が間欠的に現れた (00:00:18, 00:00:32, 右端)。

以上、三例の精神遅滞児の後頭部脳波の基礎波は、視察印象では9Hzないし10Hzが主要な周波数であるが、これを脳波地図で眺めると複数の周波数が後頭領域に最大パワ分布を同時に示した。加えて、その分布は左右対称あるいは非対称さらには前方拡張などの多様な空間関係を時間経過とともにみせた。次に、脳波地図の後頭領域に最大パワの分布を認めた周波数を優勢周波数と定義し、その出現様態を障害の種類、発達遅滞度および年齢との関連から調べた。

## 2. 優勢周波数の障害別頻度分布

対象児を内因性精神遅滞 (48例)、染色体異常 (22例)、自閉症 (15例) の3群に分けた。各群において、優勢周波数を認めた記録の頻度を周波数別に集計した。図3aにその相対頻度分布を示す。内因性精神遅滞群の優勢周波数は6~12Hzに分布し、9Hzを主体とした。染色体異常群の優勢周波数も9Hzを主体とするが、その分布範囲は精神遅滞群にくらべて狭く限定された。一方、自閉症群の優勢周波数は10Hzを主体とし、高帯域に偏る分布を示した。次に、対にした群 (自閉症群

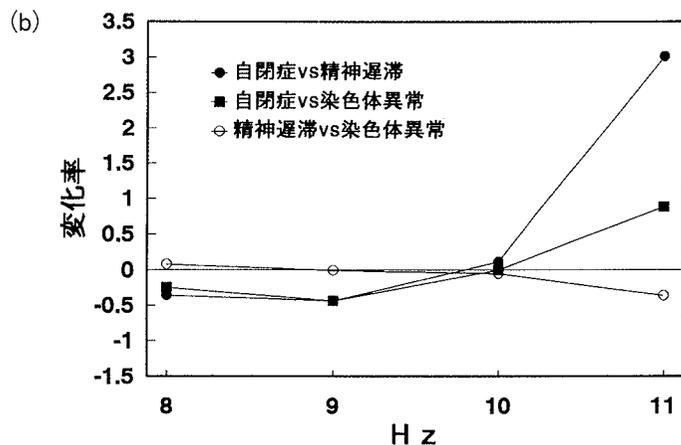
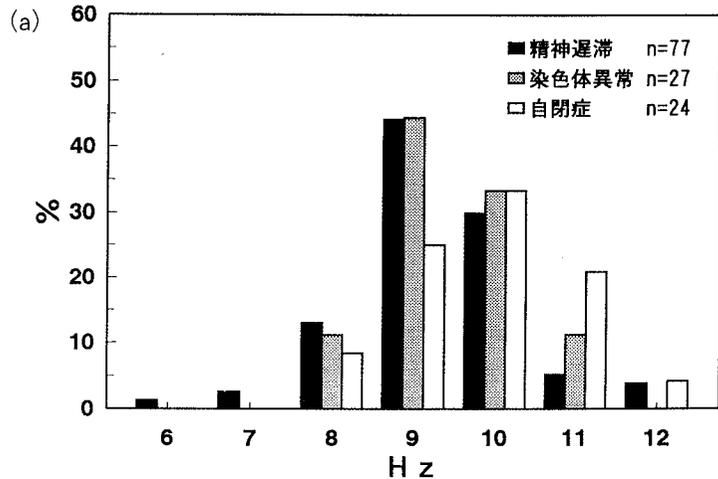


図3 精神遅滞児脳波の障害別優勢周波数

と精神遅滞群，自閉症児群と染色体異常群，および精神遅滞群と染色体異常群)の間で優勢周波数の増加率あるいは減少率を計算し<sup>(注1)</sup>，障害の相違による優勢周波数(8~11 Hz)の変化を調べた。その結果を図3bに示す。自閉症群は内因性精神遅滞群および染色体異常群にくらべて8 Hzと9 Hzが減少し，11 Hzが増加する傾向があった。しかし，精神遅滞群と染色体異常群の差異は明瞭でなかった。

### 3. 優勢周波数の遅滞度別頻度分布

養護学校で実施された知能検査，個人カルテおよび養護教諭からの聞き取り調査に基づいて精神発達遅滞の程度を軽度(38例)，中度(50例)，重度(2例)の3群に分類した。図4aに，例数の少ない重度群を除いた精神遅滞群の優勢周波数の相対頻度分布を示す。軽度群と中度群の優勢周波数はともに9 Hzを主体とするが，その分布範囲は軽度群で8~12 Hz，中度群で6~11 Hzというように若干の差異があった。同様に，優勢周波数(8~11 Hz)の変化率を両群間で計算し<sup>(注2)</sup>，精神遅滞度の相違による優勢周波数の変化を調べた。その結果は，図4bに示すように，軽度群は中度群にくらべて8 Hzが減少し，11 Hzが増加する傾向があった。

### 4. 優勢周波数の年齢別頻度分布

養護学校の小学部，中学部，高等部に相当する年齢に合わせて6~11歳(9例)，12~14歳(30

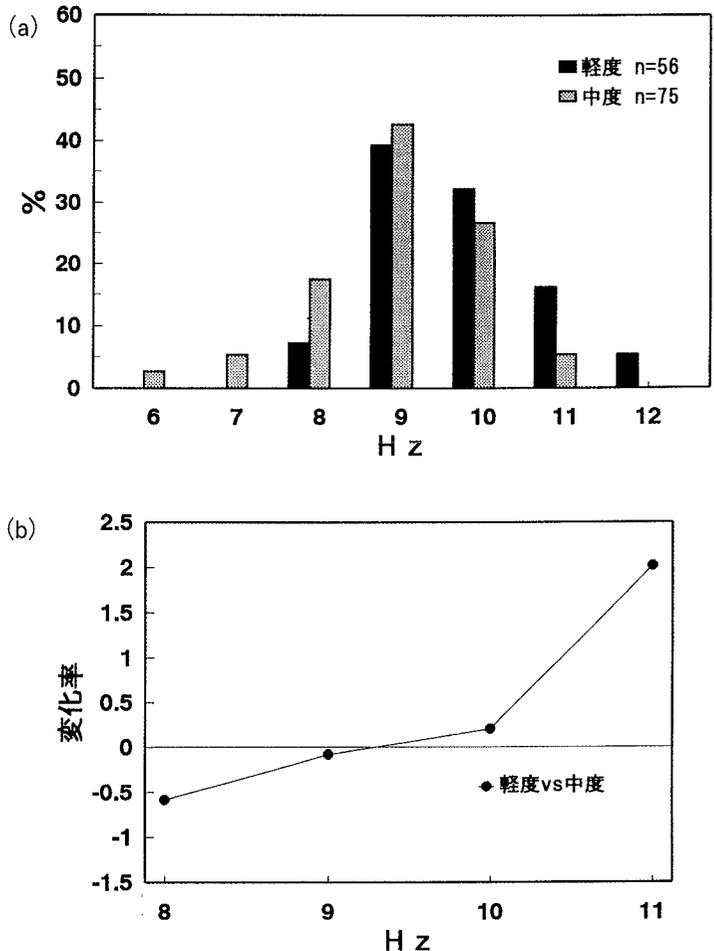


図4 精神遅滞児脳波の遅滞度別優勢周波数

(注1) 自閉症群vs精神遅滞群 = (自閉症群の頻度 - 精神遅滞群の頻度) / 精神遅滞群の頻度， 自閉症群vs染色体異常群 = (自閉症群の頻度 - 染色体異常群の頻度) / 染色体異常群の頻度， 精神遅滞群vs染色体異常群 = (精神遅滞群の頻度 - 染色体異常群の頻度) / 染色体異常群の頻度。

(注2) 軽度群vs中度群 = (軽度群の頻度 - 中度群の頻度) / 中度群の頻度

例), 15~17歳 (51例) の3群分けた。これら3群の優勢周波数の相対頻度分布を図5aに示す。いずれの年齢群も優勢周波数は9Hzを主体とするが, 6~11歳群と12~14歳群では8~11Hzの帯域に集中し, 15~17歳群では6~12Hzの広帯域に分布するという差異があった。優勢周波数(8~11Hz)の変化率を対にした群間で計算し<sup>(注3)</sup>, 年齢の相違による優勢周波数の変化を調べた。図5bにみられるように, 12~14歳と15~17歳の年齢長群は6~11歳の年少群にくらべて8Hzが減少し, 10Hzと11Hzが増加する傾向があった。両年齢長群の優勢周波数の変化率には一定の傾向がみられなかった。

### 考察

本研究は, 精神発達遅滞と脳波の関係に関する基礎資料の収集および障害児教育の指針を立てるに有用な基礎情報を

教育現場に提供すること目的とした先行研究<sup>13)</sup>の一環として, 本学附属養護学校の精神遅滞児50名を対象として行われた。今回は, 頭皮上の19部位から導出した脳波記録90例に脳波トポグラフィを適用し, 閉眼安静時脳波の基礎波( $\alpha$ 波)の空間分布の様相を精神遅滞の障害, 発達遅滞度および年齢との関係から検討した。

健常児脳波については, 一般に年齢の推移とともに基礎波の周波数が徐々に増加し, 8~11Hzの $\alpha$ 波へと成長する特徴がある。これは後頭部脳波において明瞭であり, 幼児から16歳までの周波数の経年変化はほぼ年齢の対数関数として増加し, 12歳以降で成人の周波数(10Hz前後)に達する<sup>8)</sup>。小児脳波にパワースペクトル分析を適用した研究によると, 後頭・中心部脳波の優勢周波数は幼児期

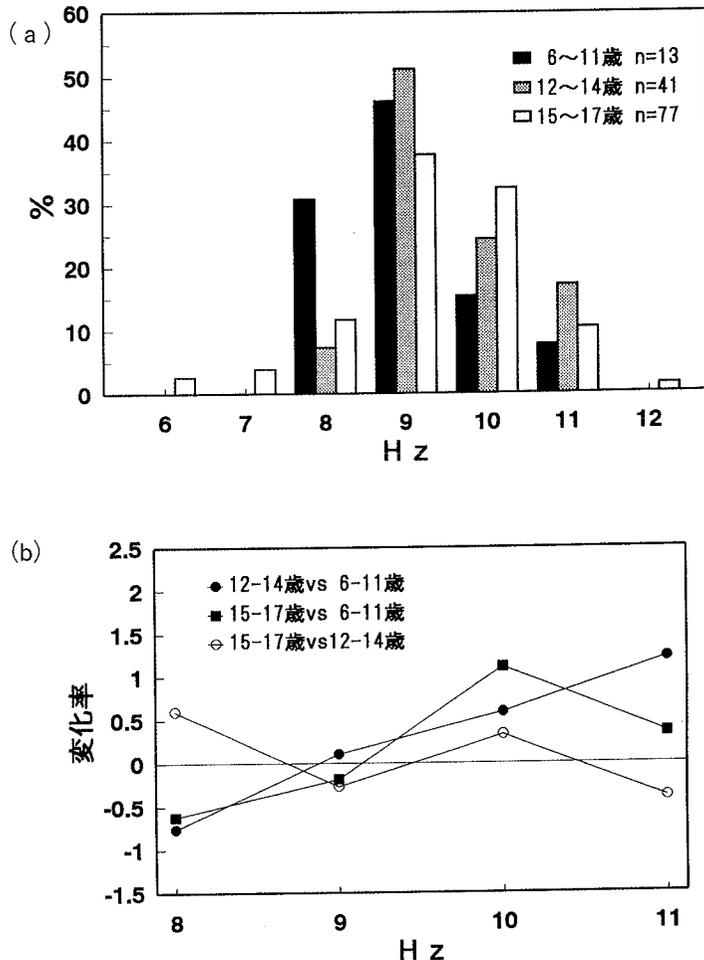


図5 精神遅滞児脳波の年齢別優勢周波数

(注3) 12~14歳群 vs 6~11歳群 = (12~14歳群の頻度 - 6~11歳群の頻度) / 6~11歳群の頻度, 15~17歳群 vs 6~11歳群 = (15~17歳群の頻度 - 6~11歳群の頻度) / 6~11歳群の頻度, 15~17歳群 vs 12~14歳群 = (15~17歳群の頻度 - 12~14歳群の頻度) / 12~14歳群の頻度

で3～9Hzの低い帯域に存在するが、年齢（3～15歳）の推移に伴って10Hz前後に収束することが明らかにされている<sup>5-7,9,11</sup>。

精神遅滞児の脳波は正常児に比較して徐波成分が多いが、既往に特別な神経疾患の認められない内因性精神遅滞児の場合、その主要な周波数は $\theta$ 波帯域から $\alpha$ 帯域に移行する経年変化を示すが、同年齢の健常児にくらべ数年の遅れがみられる<sup>3-5</sup>。堅田は、精神遅滞児の脳波が $\theta$ 帯域優勢から $\alpha$ 帯域優勢に変化する年齢は後頭部で11歳頃（健常児5歳）、前頭部で16歳（健常児10歳）であることから、健常児より6歳の遅れを指摘している。このように精神遅滞児の脳波には年齢的遅れがみられるが、脳波の基本周波数が発達してゆく過程は健常児と同様と考えられている。例えば、精神遅滞児の脳波は年齢とともに周波数が高くなり、10Hz前後の $\alpha$ 波に移行する<sup>3,4</sup>。また、精神遅滞児脳波の平均オートパワスペクトルにおいて最大パワを示すピーク成分（優勢成分）の周波数と年齢（7～18歳）の関係は明確ではないが、優勢成分と準優勢成分の周波数の関係は健常児のものと同様で、8Hz未満の優勢成分にともなう準優勢成分は8Hz以上の高い周波数に出現し、8Hz以上の優勢成分では8Hz未満の低い周波数に出現する傾向があるとされる<sup>7</sup>。さらに、てんかん児を除く精神遅滞児42名の後頭部脳波の基礎波の周波数的変化を発達的に調べた田中<sup>13</sup>も、内因性精神遅滞児（生理群）の脳波は約5～6年の遅れがあるものの9～10Hzの $\alpha$ 波が主要なパターンであり、健常児の発達に沿った発達傾向を示すことを確認している。

脳波の空間的特徴を2次元表示する脳波トポグラフィは精神遅滞児の認知や意識水準などの心理機能に関わる脳機能の時空間的特徴に関する新しい情報を提供するものとして期待される。ダウン症児の基礎波（ $\alpha$ 波）の空間分布を感覚刺激単純提示場面、単純反応場面、弁別反応課題および警戒条件場面において検討した研究によると、 $\alpha$ 帯域の空間分布は被験者によって著しく異なるとともに、精神活動の種類により後頭部で変動することが知られている。また、周波数の変動幅（8～11Hz）は正常性人に比べて大きく、左右半球間にパワ差がみられる場合もある<sup>2</sup>。しかし、安静時脳波の空間分布に関する研究報告はみられない。

本研究は発達と関係が深い安静閉眼時の基礎波（ $\alpha$ 波）について、その頭皮上空間分布の様相を1Hz毎に作成した脳波地図により検討した。精神遅滞児の脳波活動はその主たる周波数と頭皮上空間分布にかなりの個人差がみられるものの、9～11Hzの周波数において最大パワが後頭領域に局在する特徴があった。また、脳波地図の後頭領域に最大パワ分布を示す周波数（優勢周波数）の頻度分布の分析により、障害の種類、遅滞度および年齢との間で一定の関連性を示す結果を得た。

まず、優勢周波数の障害別頻度分布についてみると、内因性精神遅滞群と染色体異常群の優勢周波数はともに9Hzを主体としたが、その分布は染色体異常群で狭く限定された。他方、自閉症群の優勢周波数は10Hzを主体して高帯域に分布し、他の2群に比較して11Hzが増加し、8Hzと9Hzが減少する特徴があった。こうした優勢周波数の頻度分布の差異は、3群の平均年齢が統計的にはほぼ等質であることから（内因性精神遅滞：14.5±2.20歳、染色体異常：14.1±3.18歳、自閉症：14.9±2.03歳）、障害の相違によるところが大きいと判断され、障害児の脳波に脳の成熟度が反映されるとする知見<sup>13</sup>を基本的に支持するものと思われる。田中によると、自閉症児は6歳ですでに9～10Hzの $\alpha$ 波を示し、15歳以上では $\alpha$ 波が安定し、17～18歳ではfast  $\alpha$ 波となり、他の障害に比較して最も安定した脳波パターンである。さらに、自閉症児はその脳波的成熟とは裏腹に基本的な生活技能や社会的適応の面で劣るものが多いことから、脳の統合的機能（連合野）における発達障害が推測されている。同様に、自閉症の大脳半球の機能差を脳波学的に検討した研究によると、その言語機能について入出力レベルはほぼ正常に保たれているが、より高次な中枢レベルでの情報統合機能

の異常を示唆する障害があるとされる<sup>14)</sup>。

また、優勢周波数は発達遅滞度あるいは年齢によってその分布範囲に若干の変動がみられるが、遅滞度が軽度である場合には8Hzが減少し、11Hzが増加する傾向が認められた。同様の傾向は12～14歳群と15～17歳群においてもみられ、その優勢周波数は年少の6～11歳群にくらべて8Hzが減少し、10Hzあるは11Hzが増加した。精神遅滞児脳波における周波数の発達傾向は、従来、1部位の脳波に基づいて研究されてきたが、本研究で確認された優勢周波数と発達遅滞度あるいは年齢との関連性は精神遅滞児脳波の発達研究における2次元表示法の有用性を示唆していると考えられる。

本研究で検討した精神遅滞児脳波は、9～11Hzの最大パワーが後頭領域に局在する空間分布を示す点でほぼ共通しているが、同時に、その空間分布には最大パワーが後頭部に持続的に強く限局するもの、時間経過とともに左右差を示すもの、あるいは前頭領域へ拡張するものなど多様なダイナミクスが観察された。脳波の空間分布に生じるそうした時間変動を原記録の視察から直接とらえることは容易でない。 $\alpha$ 波の左右差と前後差という空間分布の非対称性は、言語機能、他の高次脳機能あるいは意識水準との関連が想定され、精神遅滞児の発達を評価する点で興味深い問題と思われる。脳波地図の歪みをもたらす種々のアーチファクトの影響<sup>1)</sup>を含め、さらに詳細な検討が求められる。

## 文献

- 1) Coburn K.L., & Moreno, M.A. Facts and artifacts in brain electrical activity mapping. *Brain Topography*, 1: 37-45, 1988.
- 2) 藤沢 清・木村勝廣 刺激-運動反応時における精神薄弱児脳波の情報処理—特にダウン症児の脳波についての検討—。福井大学教育学部紀 30: 65-90, 1981.
- 3) 梶谷 喬 精神薄弱児の脳波学的研究。精神神経学雑誌 65: 30-61, 1960.
- 4) 上出弘之・平井富雄・伊沢秀而 精神薄弱児の脳波。小児科臨床 13: 1056-1064, 1963.
- 5) 堅田明義 精神薄弱児の発達に関する生理心理学的研究—脳波のオートパワースペクトルによる検討—。心理学研究 44: 186-194, 1973.
- 6) 堅田明義 小児脳波の発達の特徴とスペクトル分析。臨床脳波 16: 495-502, 1974.
- 7) Katada, A., Ozaki, H., Suzuki, H., & Suhara, K. Developmental characteristics of normal and mental retarded children's EEGs. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 52: 192-201, 1981.
- 8) Lindsley, D.B. A longitudinal study of the occipital alpha rhythm in normal children: frequency and amplitude standards. *J. Genet. Psychol.*, 55: 197-213, 1939
- 9) Matousek, M. & Petersen, I. Automatic evaluation of EEG background activity by means of age-dependent EEG quotients. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* 35: 603-612, 1973
- 10) 松岡成明・角谷千登士 脳波トポグラフによる脳の機能診断。BME 1: 397-404, 1987.
- 11) Ohtawara, S. Neurophysiological development during infancy and childhood. In Yamaguchi, N. & Fujisawa, K. (Eds.), *Recent advances in EEG and EMG data processing*. Amsterdam: Elsevier. Pp. 369-375, 1981.
- 12) 島蘭安雄・喜多村孝一・大友英一(編) 脳波アトラス, 5巻 小児, 文光堂, 東京, 1978.
- 13) 田中和子 精神発達遅滞児の脳波学的研究—第1報—。鳥取大学教育学部研究報告 35: 223-239, 1993.
- 14) 東條吉邦 自閉症児における大脳の左右半球機能差に関する研究。風間書房, 東京, 1993.
- 15) 上野照剛・松岡成明 徐波を示す異常脳波の抽出とその表示法。医用電子と生体工学 14: 118-124, 1976.

(1999年6月10日受理)

## Topographic EEG mapping in mental retarded children Yoshiharu Hiroshige, Tomo Fukuda and Kazuko Tanaka

To investigate the relationship of mental development and electroencephalogram (EEG), computer-generated maps of EEG power spectral estimates derived from 19 leads were drawn during the resting state with eyes closed in 50 mental retarded children (6 to 17 years of age). EEG leads were placed on the scalp according to the 10-20 system with six additional interpolated locations. Ninety artifact-free EEG data of 30 sec were arbitrarily selected and were digitized at 128 Hz every 2-sec epoch. A standard fast Fourier transform was applied and magnitude spectral estimates (power) with 1Hz resolution were computed.

EEG powers at 6 to 12 Hz tended to be maximal occipitally, although their spatial distributions on EEG map at one frequency often showed interhemispheric or intrahemispheric variations as well as a large individual difference. Dominant frequencies of 8 to 11Hz, powers of which were maximal occipitally on EEG maps, were analyzed and found to be higher in elder children or in children of mild mental retardation. In addition, autistic disorder was distinguished from others in high dominant frequency. The dissociation between EEG maturation and behavioral malfunction seen in autistic disorder was discussed.