

自閉症スペクトラム障害児の 視覚的手がかりに対する左右半球処理

角 愛鹿¹・本田 鮎美²・平野 晋吾¹・寺田 信一^{1,3}

(¹高知発達障害研究プロジェクト・²筑波大学大学院人間総合科学研究科・
³高知大学人文社会科学系教育学部門特別支援教育心理学研究室)

Lateral Processing of Visual Cues in Children with Autistic Spectrum Disorder

Aika SUMI¹, Ayumi HONDA², Shingo HIRANO¹, and Shin-ichi TERADA^{1,3}

¹ *Kochi Research Project for Developmental Disorders, Kochi, Japan*

² *Graduate School of Comprehensive Human Science, University of Tsukuba, Ibaraki, Japan*

³ *Laboratory of Psychology for Special Support Education, Education Unit, Humanities and Social Sciences Cluster, Kochi University, Kochi, Japan*

Abstract :

29 cases of autistic spectrum disorder (ASD) and 27 cases of intellectual disorder (ID) were presented two kind of pictures. We investigated the process of habituation in the response to one of pictures and the process of discrimination to another of them. For examine event related change (ERC) of EEG basic rhythm, we calculated envelope of 6-10Hz band using demodulation method, and analysed the first peak of envelope. The measure of ERC reflected peak of ERP. ASD and ID groups were significantly different on the measures of temporal asymmetry. Moreover, the deviation of latency at left temporal site was large for ASD group. Early latency subgroup of ASD had good outcomes of cognitive tasks. In another point of view, a part of ASD group showed few habituation. These results suggested that ASD group should be divided to subgroups by left temporal activity.

キーワード：自閉症スペクトラム障害 (ASD), 基礎律動事象関連性変動 (ERC), 形態性処理, 言語性処理

I. はじめに

自閉症スペクトラム障害 (Autistic Spectrum Disorder: ASD) の認知面の障害特性として、言語性の認知処理よりも視覚処理に優位性があることが知られている。例えば、Kamio ら¹⁾ (2000) は、プライミング実験によって、ASD 児では言語性処理よりも形態性処理の方が好成績であることを示している。このことから、言語性処理の弱さや他の障害特性によってもたらされる生活上の不利な面を、視覚的要素を充実させた構造化によって最小限に抑えることが重要であると言われている。この特徴は 20 年以上にわたって TEACCH プログラム (Schopler ら²⁾, 1995) などの中で観察されており、絵カード交換式コミュニケーション法 (PECS, Bondy & Frost³⁾, 2001) などでも応用され、教育的介入手段の一つとして利用されてきた。廣瀬ら⁴⁾ (2000) は、物理的構造化と視覚化など、視覚的手がかりを有効に使用することで自発行動を促す学習環境をつくることが可能であることを示している。また、この特性に応じた指導法としてソーシャルストーリー™ (グレイ⁵⁾, 2006) の有効性が示されている。ソーシャルストーリー™ は健常児が常識・暗黙の了解として日常生活の中で獲得している社会的な情報をイラストやシンボルなどを使用してできるだけ明確で具体的に描写し、視覚的に示すため、視覚に優位性を持つ多くの ASD 児の特性が考慮された社会性指導であるといえる。

しかし一方で、ASD の一見有利に見える視覚的な認知的処理特性が必ずしも生活の中で有利に働くとは言えないことも示されている (Happe and Frith⁶⁾, 2006)。例えば、ASD 児の多くが全体よりも局所的な視覚処理にバイアスを持っていると言われており、ジグソーパズルや積木模様課題、埋め込まれた図形を見つけ出す埋没図形課題で、高い成績を上げることが知られている (e. g., Shah & Frith⁷⁾, 1993; Koyama, et al.⁸⁾, 2008)。この傾向は、Frith⁹⁾ (1989) のいう中枢性統合の弱さ (Weak Central Coherence: WCC) を反映している例として採りあげられることが多い。WCC は、全体を見るかわりに、部分的な細部に注意を払う認知処理の一形態として定義される。ASD 児の多くはこの形式を採用することで、隠れた絵をより簡単に見出すことができ、視覚的な錯覚の影響を受けにくい一方で、情景や物語の全体を捉えて、その中から要点を抽出することが困難になっていると考えられる (Frith¹⁰⁾, 2003)。また刺激に対する慣れが生じにくいために、継次的な刺激処理においては、何度も新奇刺激に対するような反応を繰り返すことも知られている。このような特性を背景に、視覚的構造化のみでは効果が出にくい個別の行動や状況が存在することが指摘されている (内田¹¹⁾, 2009; 高橋¹²⁾, 2008)。

このような面を考えると、実際の生活や指導に障害特性を踏まえた取り組みを取り入れる際には、単純に視覚的優位性を有利な面として採りあげるだけではなく、ASD 児一人ひとりの発達段階や障害されている機能特性を適切に評価することが不可欠である。そのような評価を可能にするためには、ASD 全体に共通する障害特性を適切に捉えたとともに、異なる認知処理特性をもつ ASD サブグループの存在も仮定する必要があるであろう。

認知機能の基盤となる神経メカニズムを調べる為の生理心理学的指標としては、時間分解に優れる事象関連脳電位 (Event-Related Brain Potentials : ERP) が用いられることが多い。しかし ERP の算出には、同一の刺激を数十回～百回程度の繰り返し提示した際の頭皮上脳波記録が必要となり、長時間にわたり被験者が画面を見続けたら、音に注意を向け続ける事が要求される。特に知的障害を持つ子どもたちに、多数回で長時間に及ぶ課題を課すことは事実上不可能である。これに対し、少ない試行でも認知・運動準備に関連した脳活動の変動を捉えることのできる指標として、脳波基礎律動の事象関連性変動 (event related change : ERC) が知られている。寺田ら¹³⁾ (2001) や鈴木ら¹⁴⁾ (2009) は、重症心身障害児と対象児は異なるものの、呼びかけや図形刺激呈示時の ERC を用いた認知機能評価を実施しており、客観的評価指標としての ERC の有効性を示しつつ、指導手がかりの根拠として有用であることを提起している。

本研究では、ERC を指標として採用することによって、できるだけ少ない試行回数で知的障害を伴う ASD 児の視覚的刺激に対する応答特性を検討することを試みるとともに、左右半球の優位性が異なるサブグループにおける行動特性の違いと、ASD 児における慣れの生じ難さについて検討した。

II. 方法

1. 対象児

自閉症スペクトラム障害 (ASD) 群 29 例 (CA : 4 歳 9 ヶ月-16 歳 9 ヶ月, DA : 1 歳 6 ヶ月-10 歳 8 ヶ月), 知的障害 (Intellectual Disorder : ID) 群 27 例 (CA : 6 歳 6 ヶ月-17 歳 11 ヶ月, DA : 1 歳 7 ヶ月-11 歳 8 ヶ月) が実験に参加した。対象児のプロフィールを Table 1. に示す。

2. 刺激材料

慣化・脱慣化課題では、「犬」と「魚」の絵を視覚呈示刺激とした (Fig. 1.)。「犬」の絵を慣化刺激, 「魚」の絵を脱慣化刺激として呈示した。

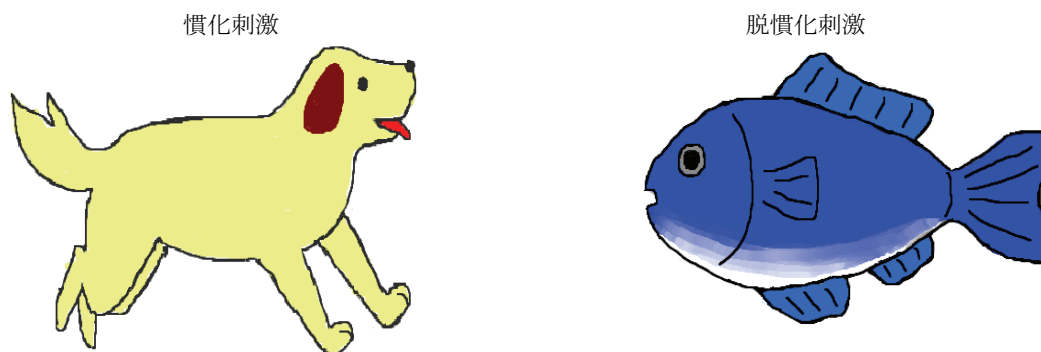


Fig. 1. 慣化・脱慣化課題で用いた刺激図形.

3. 手続き

初めに閉眼安静時脳波を 2 分間記録し, その後, 慣化・脱慣化試行遂行時の脳波を記録した。慣化刺激を 3 回呈示したのち, 脱慣化刺激を 1 回呈示し, その後, 再び慣化刺激を 1 回呈示することを刺激セットの単位とし, 犬・魚セット以外の 2 セットと等確率に, 各セット約 16 回をランダム呈示した。対象児には画面中央の凝視点を見る事のみを課題とする, 受動的な検査とした。刺激接続時間は 275ms~300ms, 課題刺激間隔はオフセットで 700ms~715ms, 課題間隔は約 3 秒とし, 実験者が対象者の状態を観察し, 次の課題を呈示可能と判断したときに, ボタン押しで呈示した。呈示画面は対象者前方 65cm~75cm に設置した。

4. 記録方法

脳波は, 国際 10-20 法に準じ, Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2, F7, F8, T5, T6 の 14 部位から右耳朶を基準電極として導出した。また, 眼球運動と心電図のモニターのために, 右眼窩上下より垂直眼電図を, 左右鎖骨中点より心電図をそれぞれ導出した。脳波記録は 200Hz で A/D 変換した後パーソナルコンピュータのハードディスクに記録した。

5. 分析方法

刺激呈示前 0.28s から刺激後 1s を分析区間の単位とし, 150 μ V 以上の電位をアーチファクト除去の基準としてその区間は分析対象から除外した。安静時脳波については, 1 区画を 5.12s とし, 4 区画について中心周波数 \pm 2Hz で envelope を算出した。中心周波数は 4Hz, 8Hz, 12Hz とした。それぞれの帯域についてパワの平均と標準偏差を算出した。課題遂行時については, 刺激前 0.28s から刺激後 1s の区間について中心周波数 \pm 2Hz で demodulation 法により envelope を算出した。課題遂行時の envelope 波形に対して, 安静時のパワの平均と標準偏差に基づいて正規化した。得られた envelope 波形は刺激の立ち上がり時間でそろえ, 加算平均した。各加算回数は, 各刺激 5 回~21 回加算平均した。その後, 刺激前 0.28s 区間と刺激後の各時点 \pm 0.14s との paired-T 値を算出した。p=0.01 に相当する t-値を超えてピークを形成する時点を ERC のピーク潜時とし, 分析の対象とした。

また, 分析区間の素データを加算平均することによって事象関連電位(Event Related Potentials: ERP)を算出し, ERP 成分と ERC のピーク潜時とを比較した。

Table 1. 対象児プロフィール

群	No.	性別	障害診断名	CA	DA	認知	言語
ASD 群	1	男	自閉症	16:09	2:05	2:08	1:11
	2	女		16:05	2:05	3:00	1:05
	3	男		16:02	7:05	8:05	6:10
	4	男		13:00	6:07	8:01	5:04
	5	男		12:01	2:08	3:08	1:05
	6	女		10:06	5:03	5:04	5:02
	7	男		6:02	2:06	2:05	2:06
	8	男		8:07	1:10	1:11	1:01
	9	男		11:02	2:05	3:03	1:02
	10	男		6:07	1:06	1:05	0:10
	11	男		11:01	1:07	1:06	0:10
	12	男		14:02	8:00	9:06	7:04
	13	男		14:03	3:05	4:10	2:02
	14	女		12:09	7:03	7:09	7:01
	15	男		14:11	8:02	8:10	7:10
	16	男		13:01	4:10	5:10	4:01
	17	男		14:11	7:03	8:10	6:07
	18	男		13:07	2:04	3:00	1:07
	19	男		13:07	8:09	9:00	8:07
	20	男		13:10	2:01	3:00	1:02
	21	男		15:00	5:09	6:06	5:01
	22	男		10:02	6:06	7:04	6:01
	23	男		9:08	2:01	2:02	2:01
	24	女		10:06	2:02	2:07	0:11
	25	男		7:06	4:10	6:11	3:01
	26	男		高機能自閉症	11:04	7:06	8:02
	27	男	アスペルガー症候群	7:07	6:09	6:08	6:10
	28	男		4:09	5:02	5:00	5:04
	29	男		7:10	10:08	10:08	10:08
ID 群	30	男	ID	17:08	7:10	7:05	8:01
	31	男	ID	17:07	10:04	10:05	10:02
	32	男	ID(軽度)PDDの疑い	16:07	11:08	12:07	10:08
	33	女	ID	17:11	8:03	8:05	8:01
	34	男	ID	17:09	9:02	7:07	10:08
	35	男	ID	16:02	5:06	5:07	5:05
	36	男	ID	15:07	6:06	5:11	6:08
	37	男	ID	15:07	9:09	9:08	10:04
	38	男	ID	12:09	7:06	7:03	7:08
	39	男	ID	8:05	1:07	1:07	1:00
	40	男	ID	12:04	7:02	7:01	7:03
	41	男	ID	13:05	7:01	7:11	6:08
	42	男	ID	12:09	6:08	6:11	6:05
	43	女	ID	14:04	2:07	2:10	2:04
	44	女	ID	14:02	4:03	4:02	4:05
	45	男	ID	12:10	8:03	9:06	7:10
	46	女	ID(軽度難聴)	11:00	4:04	3:09	4:08
	47	男	ID	15:11	8:11	9:11	8:03
	48	男	ID	6:06	3:02	3:05	2:09
	49	女	ID	7:02	3:07	3:07	3:05
	50	女	ID	12:03	2:02	2:03	1:07
	51	男	ID	12:05	1:11	2:08	1:02
	52	男	ID(弱難聴、言語遅延)	7:07	3:10	5:00	2:08
	53	男	ID	6:08	2:03	2:03	2:00
	54	女	ID(発達遅滞)	7:01	2:04	2:02	2:05
	55	女	ID	16:03	10:04	11:11	9:05
	56	男	ID(軽度)	16:09	8:07	10:01	7:10

6. 検査結果との比較法

新版 K 式発達検査 2001 の下位検査項目の通過年齢には、検査の標準化調査において、通過率 50% の年齢群の下限年齢を適用した。未通過年齢は、通過率 0% の年齢群の上限年齢を用いた。新版 K 式発達検査 2001 の生活年齢 (CA)、発達年齢 (DA)、認知・適応領域、言語・社会領域、さらに Table 2. の下位検査項目と脳波データを比較検討した。

Table 2. ERC の結果と比較した新版 K 式発達検査 2001 の検査項目

認知・適応領域	積木の塔、形の弁別、トラックの模倣、家の模倣、門の模倣、模様構成、積木叩き、図形記憶
言語・社会領域	絵の名称、了解、語の定義、絵の叙述、語の差異、語の類似、3 語類似、文章整理、数復唱

III. 結果

1. 基礎律動事象関連性変動 (ERC) のピーク潜時と事象関連電位 (ERP) 成分との時間関係

Fig.2. に、ERC と ERP の波形の時間関係を示した。6-10Hz の周波数帯域で構成される ERP 成分と ERC 成分のピーク潜時は重なっており、ERC のピーク潜時によって大脳における事象関連性の応答特性を捉える事が可能であることが示された。Table 3. に ASD 群における ERC 算出のための加算平均回数を、刺激セットの第 1 から第 5 の刺激毎にまとめた。各刺激共に 14 回未満の加算回数 (平均: 13.78 ± 2.46 回) で ERC を算出することが可能であった。

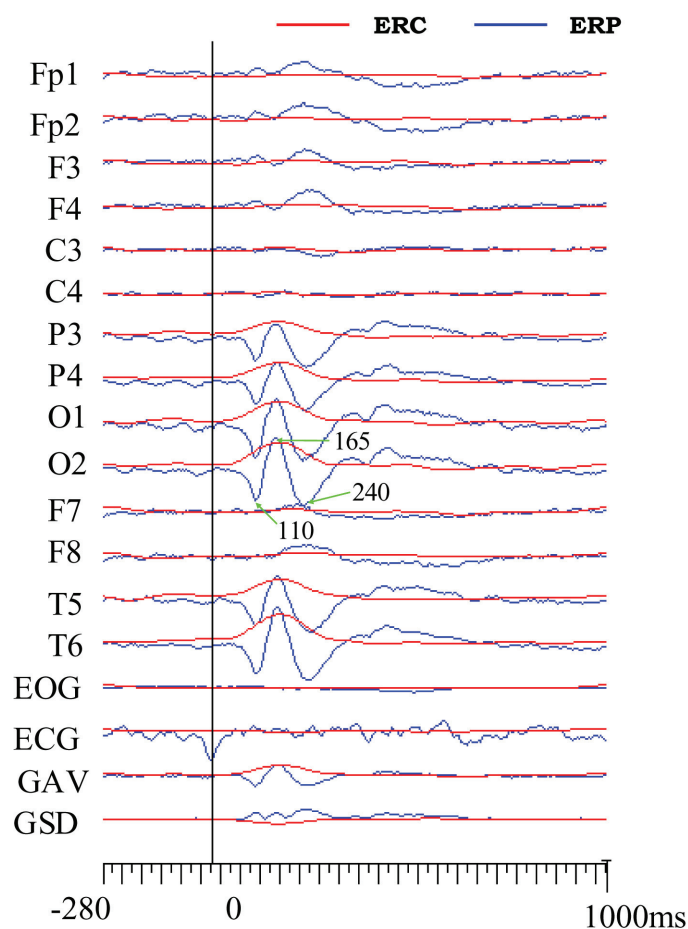


Fig.2. ERP 波形と ERC 波形の時間関係.

Table 3. ASD 群の ERC 算出における加算回数

	刺激セット中の呈示位置					平均
	1	2	3	4	5	
平均	13.68	13.70	13.88	13.77	13.89	13.78
標準偏差	2.58	2.45	2.35	2.62	2.29	2.46

2. 絵刺激に対する大脳の応答性

Fig. 3.に, ASD 群における第 1 刺激から第 5 刺激までの各刺激に対する ERC 波形を頭皮上部位毎に示した. ピーク潜時は左右頭頂部 (P3, P4), 左右後頭部 (O1, O2), 左右側頭部 (T5, T6) において算出した. 例えば Fig. 3.の T5 部位においては, 赤円で囲った時間帯におけるそれぞれの波形の頂の時点がピーク潜時(140ms)として算出された. 本研究では, まず, 第 1 刺激に対する ERC 波形のみを分析対象とした.

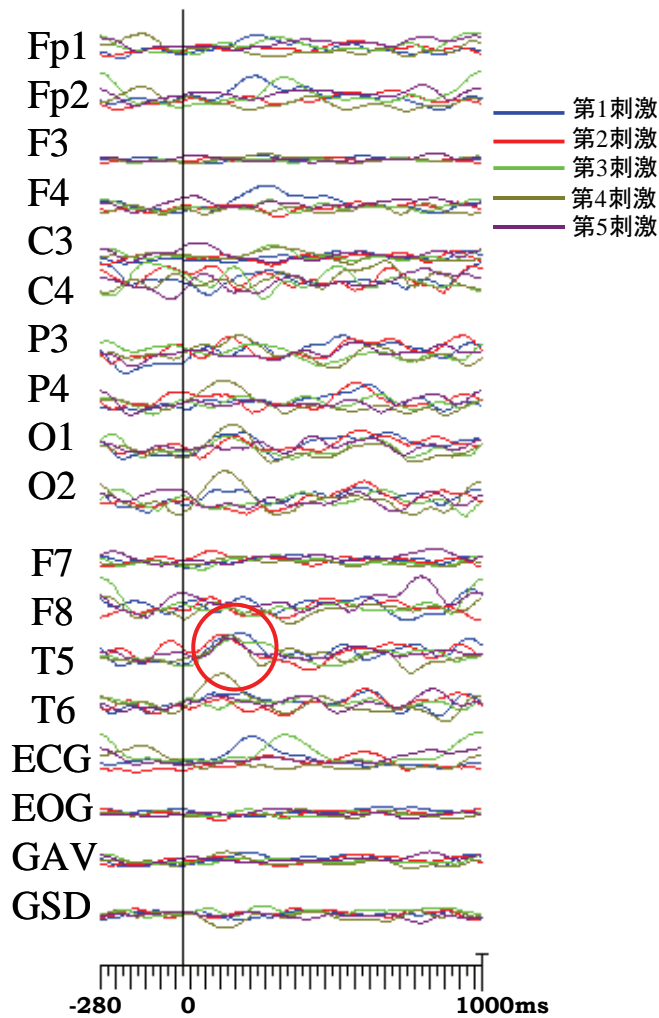


Fig.3. ASD 群の ERC 波形式例 (対象児 15).

(1) ASD・ID 群の ERC ピーク潜時

Fig.4.に ASD 群・ID 群それぞれの ERC ピーク潜時を左右半球間関係として示した. ASD 群と ID 群における P3, P4, O1, O2, T5, T6 の ERC ピーク潜時について, ASD・ID 群間の等分散性の検定を行った結果 (Table4.), O2, T5, T6 で有意差 ($p < .05$) が認められ, O2, T5, T6 では等分散性が仮定できず, ASD 群と ID 群でピーク潜時の分散が異なる (Fig.4.の楕円囲み) ことが示された. 等分散性が仮定できた P3, P4, O1 の潜時については

一元配置の分散分析を、等分散性が成り立たない O2, T5, T6 の潜時については Mann-Whitney 検定を行ったが、ASD 群と ID 群の平均潜時に有意差は認められなかった。

Table 4. 両群の潜時における分散の比較 (等分散性の検定)

	Levene 統計量	自由度1	自由度2	有意確率
潜時 P3	0.939	1	36	0.339
潜時 P4	2.843	1	40	0.100
潜時 O1	1.002	1	39	0.323
潜時 O2	6.928	1	37	0.012 *
潜時 T5	5.834	1	44	0.020 *
潜時 T6	6.533	1	41	0.014 *

*p<.05

O2, T5, T6 において等分散性が仮定できなかったことから、これらの部位では ASD 群と ID 群で ERC ピーク潜時のバラつきに差があることが示された。

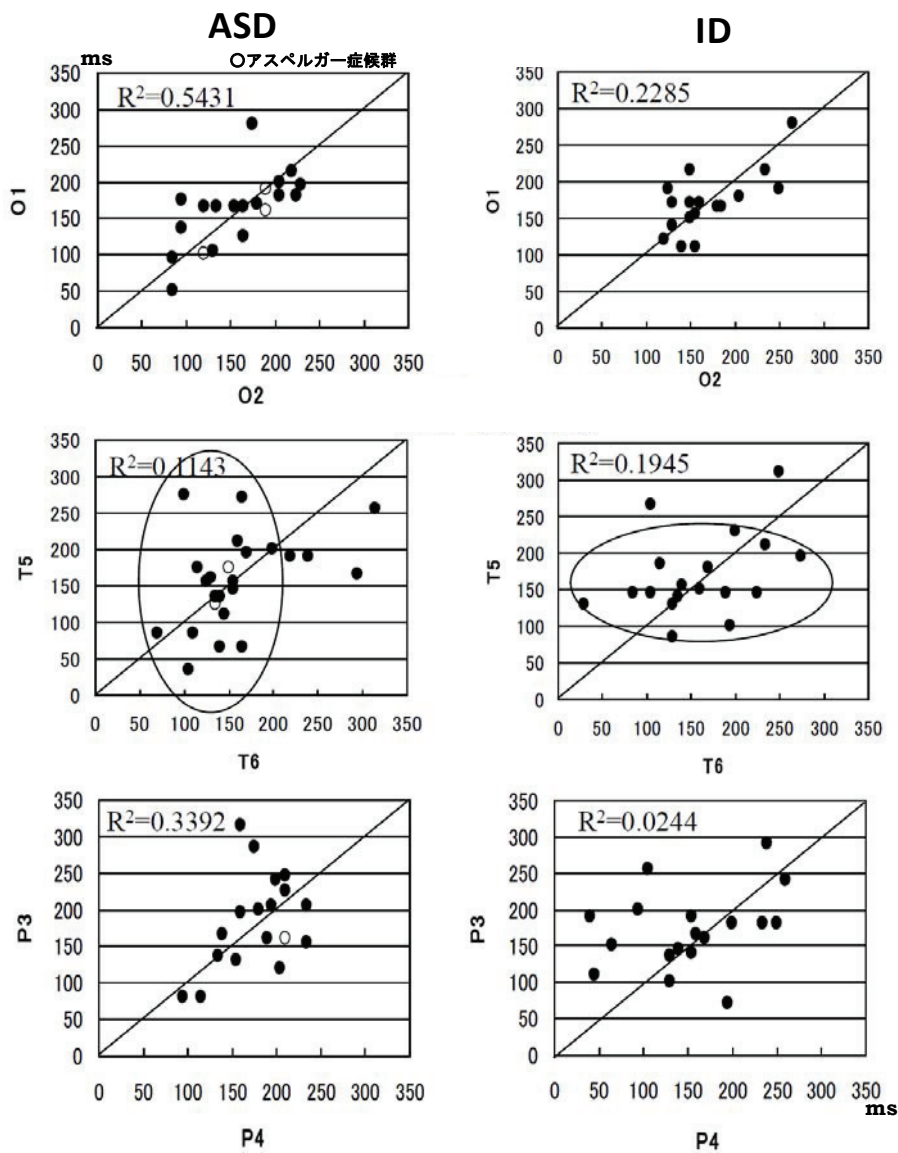


Fig.4. ERC ピーク潜時における左右半球間の関係.

T5, T6 の関係を示す中段の楕円囲みは、ASD 群と ID 群で潜時のバラつきの傾向に違いがあること (等分散性が仮定できなかった) を示している。ASD 群は ID 群に比べて左半球 (T5) において分散が大きく、逆に右半球 (T6) における分散は小さかった。

(2) ASD 群のサブグループの行動特徴

ASD 群内の潜時の分布より、ASD 群内を I ~ IV のサブグループに分けた (Fig.5.). ASD 群の I ~ IV 群の行動特徴について Mann-Whitney 検定 (Table 5-1), 検査項目の年齢が二値の場合は χ^2 独立性の検定 (Table 5-2) を行った. その結果, [トラックの模倣] は, I 群と III 群 ($\chi^2(1)=2.864, .05 < p < .10$), II 群と III 群 ($\chi^2(1)=2.933, .05 < p < .10$), III 群と IV 群 ($\chi^2(1)=2.933, .05 < p < .10$) において有意傾向が認められた. III 群が他の群に比べて通過しているケースが多かった. [門の模倣] は, I 群と III 群 (両側検定: $U=12.0, .05 < p < .10$) において有意傾向, III 群と IV 群 (両側検定: $U=6.0, p < .05$) において有意な差が認められた. III 群が I・IV 群に比べ成績が良かった. [図形記憶] は, I 群と III 群 (両側検定: $U=13.5, .05 < p < .10$) において有意傾向が認められた. III 群が I 群に比べ成績が良かった. [語の差異] は, III 群と IV 群 ($\chi^2(1)=2.933, .05 < p < .10$), I 群と IV 群 ($\chi^2(1)=3.782, .05 < p < .10$) において有意傾向が認められた. I・III 群は IV 群に比べ未通過であるケースが多かった. 左側頭部で ERC ピーク潜時の早い III 群は, [トラックの模倣], [門の模倣], [図形記憶] で成績が高かった.

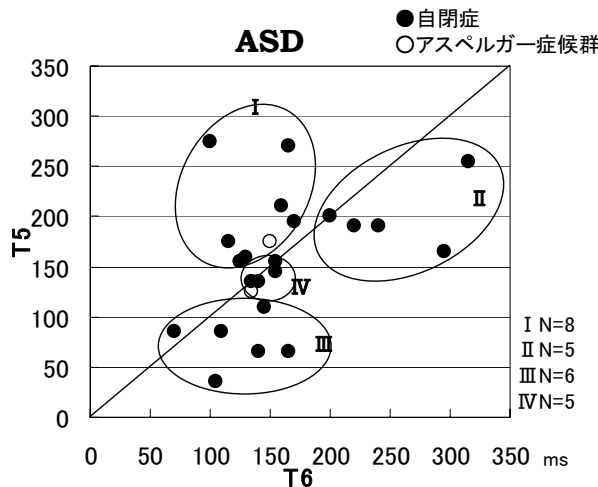


Fig.5. ASD 群の ERC ピーク潜時帯によるサブグループ分け.

Table 5-1. ASD サブグループ間における課題成績の差異 1

課題	グループ1	グループ2	平均値		標準偏差		平均ランク		順位和		有意確率
			グループ1	グループ2	グループ1	グループ2	グループ1	グループ2	グループ1	グループ2	
門の模倣	I	III	36.75	42.00	5.946	0.000	6.00	9.50	48.00	57.00	0.051 †
	III	IV	42.00	36.00	0.000	6.000	7.50	4.20	45.00	21.00	0.036 *
図形記憶	I	III	64.50	98.00	12.728	42.539	6.19	9.25	49.50	55.50	0.089 †

†.05 < p < .10, *p < .05
Mann-Whitney 検定による

Table 5-2. ASD サブグループ間における課題成績の差異 2

		I	III	有意確率
トラックの模倣	未通過	3	0	0.091 †
	通過	5	6	
		II	III	有意確率
トラックの模倣	未通過	2	0	0.087 †
	通過	3	6	
		III	IV	有意確率
トラックの模倣	未通過	0	2	0.087 †
	通過	6	3	
語の差異	未通過	6	3	0.087 †
	通過	0	2	
		I	IV	有意確率
語の差異	未通過	8	3	0.052 †
	通過	0	2	

†.05 < p < .10

本表の検査項目は年齢設定が二値の項目であったため、Mann-Whitney 検定は適用できず、 χ^2 独立性の検定によった。

(3) ID 群のサブグループの行動特徴

ID 群内の潜時の分布より、T6 潜時にばらつきがあったため、I～IIIのサブグループに分けた (Fig. 6). ID 群の I～III群の行動特徴について、Mann-Whitney 検定、検査項目の年齢が二値の場合は χ^2 独立性の検定を行った。その結果、[DA] は I 群と III 群 (両側検定: $U=3.0$, $.05 < p < .10$) において有意傾向、II 群と III 群 (両側検定: $U=2.0$, $p < .05$) において有意な差が認められた。[認知・適応] は I 群と III 群 (両側検定: $U=2.0$, $.05 < p < .10$) において有意傾向、II 群と III 群 (両側検定: $U=2.0$, $p < .05$) において有意な差が認められた。[言語・社会] は I 群と III 群 (両側検定: $U=3.0$, $.05 < p < .10$) において有意傾向、II 群と III 群 (両側検定: $U=3.000$, $p < .05$) において有意な差が認められた。[形の弁別] は II 群と III 群 (両側検定: $U=5.000$, $.05 < p < .10$) において有意傾向が認められた。[トラックの模倣] は I 群と III 群 ($\chi^2(1) = 3.6$, $.05 < p < .10$) において有意傾向、II 群と III 群 ($\chi^2(1) = 4.286$, $p < .05$) において有意な差が認められた。[門の模倣] は II 群と III 群 (両側検定: $U=5.0$, $.05 < p < .10$) において有意傾向が認められた。[模様構成] は I 群と III 群 (両側検定: $U=3.0$, $.05 < p < .10$) において有意傾向、II 群と III 群 (両側検定: $U=1.0$, $p < .05$) において有意な差が認められた。[積木叩き] は II 群と III 群 (両側検定: $U=4.500$, $.05 < p < .10$) において有意傾向が認められた。[図形記憶] は I 群と III 群 (両側検定: $U=5.0$, $.05 < p < .10$)、II 群と III 群 (両側検定: $U=5.0$, $.05 < p < .10$) において有意傾向が認められた。[了解] は I 群と III 群 (両側検定: $U=3.500$, $.05 < p < .10$) において有意傾向、II 群と III 群 (両側検定: $U=3.5$, $p < .05$) において有意な差が認められた。[語の定義] は I 群と III 群 ($\chi^2(1) = 3.214$, $.05 < p < .10$) において有意傾向、II 群と III 群 ($\chi^2(1) = 6.667$, $p < .05$) において有意な差が認められた。[絵の叙述] は I 群と III 群 ($\chi^2(1) = 2.723$, $.05 < p < .10$)、II 群と III 群 ($\chi^2(1) = 3.600$, $.05 < p < .10$) において有意傾向が認められた。[語の差異] は I 群と III 群 ($\chi^2(1) = 3.214$, $.05 < p < .10$) において有意傾向、II 群と III 群 ($\chi^2(1) = 4.286$, $p < .05$) において有意な差が認められた。これらの結果から、発達年齢や多くの課題において、I 群と II 群間には差はなく、III 群は I 群、II 群よりも成績の相当年齢が低かった ([形の弁別] [トラックの模倣] [門の模倣] [模様構成] [積木叩き] [図形記憶] [了解] [語の定義] [絵の叙述] [語の差異])。)

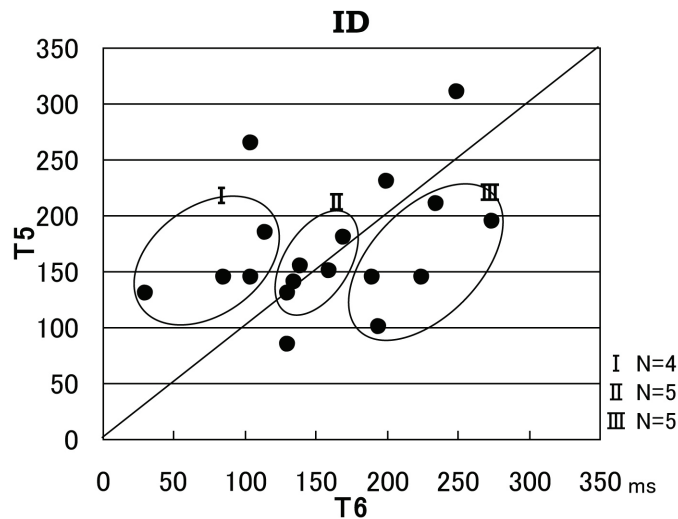


Fig.6. ID 群の ERC ピーク潜時帯によるサブグループ分け.

2. 刺激の反復呈示に対する慣化・脱慣化

第 1 成分の第 1 刺激から第 5 刺激において、最大値を示したピーク z 値を指標として、慣化・脱慣化過程を検討した。慣化とは第 3 刺激の z 値が第 1 刺激及び第 2 刺激の z 値より減弱すること、脱慣化とは第 4 刺激の z 値が第 3 刺激の z 値より増強することとした。Table 6.に、T5・T6 の慣化と脱慣化の生起パターン (H-1～H-16) を示した。

Table 6. 左右側頭部における慣化・脱慣化

パターン	T5		T6	
	慣化	脱慣化	慣化	脱慣化
H-1	○	○	○	○
H-2	○	○	○	×
H-3	○	○	×	○
H-4	○	○	×	×
H-5	○	×	○	○
H-6	○	×	○	×
H-7	○	×	×	○
H-8	○	×	×	×
H-9	×	○	○	○
H-10	×	○	○	×
H-11	×	○	×	○
H-12	×	○	×	×
H-13	×	×	○	○
H-14	×	×	○	×
H-15	×	×	×	○
H-16	×	×	×	×

○ : 生起, × : 生起せず

Table 7. は ID 群と ASD 群の T5・T6 における慣化・脱慣化について、パターン分けを行い、各群において認知・適応領域の年齢、言語・社会領域の年齢が高い順に並べて示したものである。ID 群は T5 の脱慣化が生じず T6 の脱慣化が生じる〔×○〕群の発達年齢が高かった (Table 7-1.)。ASD 群は両側とも脱慣化が生じる〔○○〕群の発達年齢が高かった (Table 7-2.)。

Table 7-1. ID 群の発達年齢による慣化・脱慣化パターン

パターン	T5		T6		N	認知適応
	慣化	脱慣化	慣化	脱慣化		
H-5	○	×	○	○	1	121
H-6	○	×	○	×	1	119
H-7	○	×	×	○	1	116
H-14	×	×	○	×	1	114
H-1	○	○	○	○	2	98
H-15	×	×	×	○	5	92.6
H-3	○	○	×	○	2	79.5
H-11	×	○	×	○	3	67
H-16	×	×	×	×	8	58.75
H-9	×	○	○	○	2	38.5
H-12	×	○	×	×	1	26
H-2	○	○	○	×	0	
H-4	○	○	×	×	0	
H-8	○	×	×	×	0	
H-10	×	○	○	×	0	
H-13	×	×	○	○	0	

パターン	T5		T6		N	言語社会
	慣化	脱慣化	慣化	脱慣化		
H-7	○	×	×	○	1	124
H-6	○	×	○	×	1	99
H-5	○	×	○	○	1	94
H-14	×	×	○	×	1	94
H-15	×	×	×	○	5	91.4
H-1	○	○	○	○	2	88.5
H-3	○	○	×	○	2	75
H-11	×	○	×	○	3	74.66667
H-16	×	×	×	×	8	50
H-9	×	○	○	○	2	35
H-12	×	○	×	×	1	29
H-2	○	○	○	×	0	
H-4	○	○	×	×	0	
H-8	○	×	×	×	0	
H-10	×	○	○	×	0	
H-13	×	×	○	○	0	

Table 7-2. ASD 群の発達年齢による慣化・脱慣化パターン

パターン	T5		T6		N	認知適応
	慣化	脱慣化	慣化	脱慣化		
H-10	×	○	○	×	1	114
H-11	×	○	×	○	4	90.5
H-3	○	○	×	○	4	83
H-8	○	×	×	×	1	83
H-1	○	○	○	○	4	64.25
H-13	×	×	○	○	2	62
H-14	×	×	○	×	2	59.5
H-15	×	×	×	○	3	54.33333
H-16	×	×	×	×	5	50.6
H-5	○	×	○	○	1	32
H-12	×	○	×	×	1	31
H-4	○	○	×	×	1	29
H-2	○	○	○	×	0	
H-6	○	×	○	×	0	
H-7	○	×	×	○	0	
H-9	×	○	○	○	0	

パターン	T5		T6		N	言語社会
	慣化	脱慣化	慣化	脱慣化		
H-10	×	○	○	×	1	88
H-11	×	○	×	○	4	75.25
H-3	○	○	×	○	4	68.5
H-13	×	×	○	○	2	63
H-14	×	×	○	×	2	55
H-1	○	○	○	○	4	46.25
H-15	×	×	×	○	3	37.66667
H-8	○	×	×	×	1	37
H-16	×	×	×	×	5	33.6
H-4	○	○	×	×	1	30
H-5	○	×	○	○	1	23
H-12	×	○	×	×	1	11
H-2	○	○	○	×	0	
H-6	○	×	○	×	0	
H-7	○	×	×	○	0	
H-9	×	○	○	○	0	

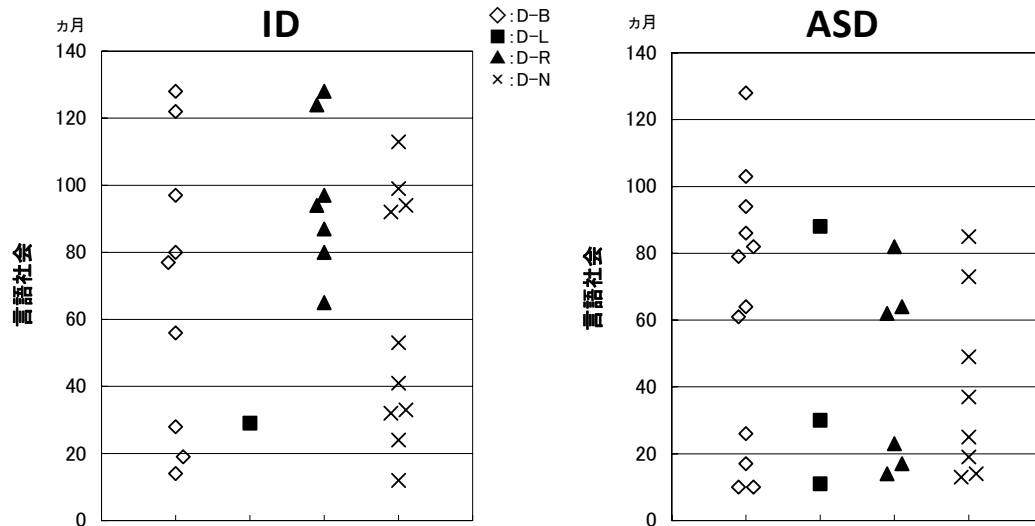


Fig.7. 言語社会領域によるサブグループ分け.

T5・T6 両側で脱慣化が生じる [〇〇] 群を D-B 群, T5 で脱慣化が生じ T6 で脱慣化が生じない [〇×] 群を D-L 群, T5 で脱慣化が生じず T6 で脱慣化が生じる [×〇] 群を D-R 群, T5・T6 両側の脱慣化が生じない [××] 群を D-N 群とした.

ここで T5・T6 両側で脱慣化が生じる [〇〇] 群を D-B 群, T5 で脱慣化が生じ T6 で脱慣化が生じない [〇×] 群を D-L 群, T5 で脱慣化が生じず T6 で脱慣化が生じる [×〇] 群を D-R 群, T5・T6 両側の脱慣化が生じない [××] 群を D-N 群とした. 言語・社会領域の年齢について, ID 群は D-R 群が全体的に高く, ASD 群は D-B 群が全体的に高かった. 各群の言語・社会領域の年齢の中央値は, ID 群の D-B 群は 77 ヶ月, D-L 群は 29 ヶ月, D-R 群は 94 ヶ月, D-N 群は 47 ヶ月である. ASD 群の D-B 群は 71.5 ヶ月, D-L 群は 30 ヶ月, D-R 群は 42.5 ヶ月, D-N 群は 31 ヶ月であった (Fig. 7.).

Table 8-1. ID 群の D-B, D-R, D-N サブグループにおける行動特徴の差異

グループ1	グループ2	項目	平均値		標準偏差		平均ランク		順位和		有意確率
			グループ1	グループ2	グループ1	グループ2	グループ1	グループ2	グループ1	グループ2	
D-B	D-R	門の模倣	36.67	42.00	6.32	0.00	6.94	10.50	62.50	73.50	0.049 *
		了解	45.00	60.00	14.47	0.00	6.17	11.50	55.50	80.50	0.010 *
		文章整理	66.67	85.71	13.56	12.83	6.28	11.36	56.50	79.50	0.021 *
		復唱	38.00	73.71	21.42	26.99	6.00	11.71	54.00	82.00	0.014 *
D-B	D-N	CA	172.56	129.90	32.18	47.32	12.28	7.95	110.50	79.50	0.094 †
		DA	189.71	129.90	20.34	47.32	12.57	6.50	88.00	65.00	0.015 *
D-R	D-N	認知・適応	97.71	64.40	24.94	37.05	11.43	7.30	80.00	73.00	0.097 †
		言語・社会	100.00	70.30	30.48	42.78	11.43	7.30	80.00	73.00	0.097 †
		形の弁別	96.43	59.30	22.77	36.56	11.64	7.15	81.50	71.50	0.071 †
		模様構成	36.00	30.00	0.00	6.93	11.50	7.25	80.50	72.50	0.033 *
		積木叩き	79.71	55.80	17.90	29.54	11.50	7.25	80.50	72.50	0.080 †
		了解	92.57	60.60	44.07	45.56	11.50	7.25	80.50	72.50	0.081 †
		文章整理	60.00	43.20	0.00	15.82	12.00	6.90	84.00	69.00	0.016 *
		復唱	85.71	72.00	12.83	16.00	11.29	7.40	79.00	74.00	0.096 †
			73.71	41.40	26.99	22.88	12.21	6.75	85.50	67.50	0.023 *

†.05 < p < .10, *p < .05

(1) ID 群の行動特徴

ID 群の D-B, D-R, D-N 群の行動特徴について, Mann-Whitney 検定を行った結果を Table8-1.に示す. 検査項目の年齢が二値の場合は χ^2 独立性の検定を行った. D-L 群は対象児が少ないため検定を行わなかった. その結果, D-B 群と D-R 群においては, [門の模倣] (両側検定: $U=17.5, p<.05$), [了解] (両側検定: $U=10.5, p<.05$), [文章整理] (両側検定: $U=11.5, p<.05$), [復唱] (両側検定: $U=9.0, p<.05$) に有意な差が認められた. D-R 群は D-B 群に比べ, 成績の相当年齢が高かった. D-B 群と D-N 群においては, [CA] (両側検定: $U=24.5, .05 < p < .10$) に有意傾向が認められた. D-B 群は D-N 群に比べ, 生活年齢が高かった. D-R 群と D-N 群においては, [CA] (両側検定: $U=10.0, p<.05$), [形の弁別] (両側検定: $U=17.5, p<.05$), [了解] (両側検定: $U=14.0, p<.05$), [復

唱] (両側検定: $U=12.5, p<.05$) に有意な差が認められ, [DA] (両側検定: $U=18.0, .05<p<.10$), [認知・適応] (両側検定: $U=18.0, .05<p<.10$), [言語・社会] (両側検定: $U=16.5, .05<p<.10$), [模様構成] (両側検定: $U=17.5, .05<p<.10$), [積木叩き] (両側検定: $U=17.5, .05<p<.10$), [文章整理] (両側検定: $U=19.0, .05<p<.10$) に有意傾向が認められた。生活年齢, 発達年齢や多くの課題において, D-R 群は D-N 群に比べ, 成績の相当年齢が高かった。以上より, 生活年齢, 発達年齢, 認知・適応領域, 言語・社会領域に差がみられることから, 発達年齢の全般的な違いがみられるといえる。また, D-R 群の言語・社会領域は高いといえる。

(2) ASD 群の行動特徴

ASD 群の D-B, D-R, D-N 群の行動特徴について, Mann-Whitney 検定を行った結果を Table8-2. に示す。検査項目の年齢が二値の場合は χ^2 独立性の検定を行い, その結果を Table18 に示す。D-L 群は対象児が少ないため, 行っていない。その結果, D-B 群と D-R 群においては, [模様構成] (両側検定: $U=17.0, .05<p<.10$), [図形記憶] (両側検定: $U=21.0, .05<p<.10$), [文章整理] (両側検定: $U=21.0, .05<p<.10$), [語の定義] ($\chi^2(1)=0.063, .05<p<.10$) に有意傾向が認められ, [絵の叙述] ($\chi^2(1)=0.017, p<.05$) に有意な差が認められた。D-B 群は D-R 群に比べ, 成績の相当年齢が高かった。D-B 群と D-N 群においては, [積木叩き] (両側検定: $U=26.5, .05<p<.10$), [了解] (両側検定: $U=28.0, .05<p<.10$) に有意傾向が認められ, [絵の叙述] ($\chi^2(1)=0.007, p<.01$) に有意な差が認められた。D-B 群は D-N 群に比べ, 成績の相当年齢が高かった。以上より, 群間の違いは, 特定の課題成績でのみみられた。また, D-B 群の言語・社会領域は高いといえる。次に, D-R 群の言語・社会領域が高いといえる。D-B 群は D-R 群に比べ, [模様構成] [図形記憶] [文章整理] [語の定義] [絵の叙述] の課題で成績が高かった。

Table 8-2. ASD 群の D-B, D-R, D-N サブグループにおける行動特徴の差異

グループ1	グループ2	項目	平均値		標準偏差		平均ランク		順位和		有意確率
			グループ1	グループ2	グループ1	グループ2	グループ1	グループ2	グループ1	グループ2	
D-B	D-R	模様構成	82.00	59.00	33.29	23.21	11.08	6.33	133.00	38.00	0.066 †
		図形記憶	85.00	60.00	34.12	0.00	10.75	7.00	129.00	42.00	0.075 †
		文章整理	73.00	60.00	16.55	0.00	10.75	7.00	129.00	42.00	0.074 †
D-B	D-N	積木叩き	81.50	44.25	60.08	35.70	12.29	7.81	147.50	62.50	0.076 †
		了解	42.25	31.13	14.27	11.67	12.17	8.00	146.00	64.00	0.079 †

†.05<p<.10
Mann-Whitney 検定による

		D-B	D-R	有意確率
語の定義	未通過	7	6	0.063 †
	通過	5	0	
絵の叙述	未通過	5	6	0.017 *
	通過	7	0	

†.05<p<.10, *p<.05

		D-B	D-N	有意確率
絵の叙述	未通過	5	8	0.007 **
	通過	7	0	

**p<.01

年齢設定が二値の検査項目は, Mann-Whitney 検定は適用できないため, χ^2 独立性の検定によった。

IV. 考察

1. ERC による脳機能評価の有用性

ERP 波形と ERC 波形の比較によって, ERC ピーク潜時が, 6-10Hz 周波数帯域にある ERP 成分のピーク潜時をよく表現していることが示された。また, ERC 算出のための加算回数は平均約 14 回で十分な精度を持ち, 被験者にかかる負担が軽減可能であることが示唆された。加えて, 受動的な検査パラダイムを併用することで, 長時間の注意持続や教示の理解が困難な被験者のアセスメントを行う際に非常に有用なツールになることが示唆された。

ASD の認知処理特性を客観的に把握するための方法としては, 各種の心理検査や認知機能検査が確立されて, 現場で有効に用いられている。しかし知的障害を同時に持つ ASD 児など, 検査を受けること自体が困難な子どもでは,

指導に有効な手がかりを得ることが難しい現状がある。本研究で用いた生理心理学的な手法は、言語や行動による意志表出を要求される検査への参加が困難な子どもの実態把握に有効な指標ということができよう。鈴木ら¹⁴⁾は更に、生体電気現象のポータブル計測機器の導入により、支援現場における短時間の測定と解析結果の指導員や親への迅速なフィードバックが可能となることを示唆している。

2. 視覚処理過程の違いによる ASD サブグループ

ERC ピークの平均潜時の比較では、ASD 群と ID 群で有意差がみられなかったが、右後頭部 (O2) 及び左右側頭部 (T5, T6) において、潜時の分散に有意な群間差が認められた。ASD 群において左側頭部 (T5) の ERC ピーク潜時の早いサブグループと遅いサブグループで、新版 K 式発達検査 2001 の検査結果を比較したところ、潜時の早いサブグループで認知・適応領域の〔トラックの模倣〕、〔門の模倣〕、〔図形記憶〕の課題成績が高かった。一方で、ASD 群は右側頭部 (T6) における ERC ピーク潜時の分散は小さく、T5, T6 ともに潜時遅延がみられたサブグループ (II) は、T5 のみで潜時遅延の見られたグループ (I) との間に新版 K 式発達検査 2001 の課題成績の有意差は見られなかった。

〔トラックの模倣〕、〔門の模倣〕、〔図形記憶〕などの課題は、視覚的な例を元に形態処理を行う認知過程を測定していると考えられ、主に言語処理過程と関係すると考えられる左側頭部における刺激評価が円滑である (ERC ピーク潜時が速い) と、課題成績がよいというものであった。その結果は、例えば、トラックの模倣であれば、「トラック」という単語によってなされる意味処理に基づき、トラックの形態記憶が喚起されるというように、これらの課題にも左側頭部が何らかの役割を果たしていることを示唆する。右側頭部における ERC ピーク潜時の分散は小さかったことから、ASD 児では、形態性処理過程そのものには大きな個人差はなく、言語性処理における個人差が形態に関わる問題解決に影響を与えていることが示唆された。

これらのことから、左側頭部で ERC ピーク潜時の早いサブグループでは形態処理性の機能を主に使用する認知過程であっても、視覚の手がかりだけではなく、言語的な手がかりも同時提示していく (有澤¹⁵⁾, 2000) ことが、認知処理を促進させる可能性示唆された。反対に、潜時の遅いサブグループでは、図形記憶も低く言語性処理も円滑に行われない可能性が示されたことから、視覚の手がかりが特に有効なグループであると考えられるが、提示した後すぐ隠すのではなく、継続的に呈示しておくことで視覚的記憶の弱さを補うことが重要であると考えられる。

このように視覚の手がかりは重要であるが、その視覚化の効果については障害のあり方によって異なる。視覚的手がかりをより有効にするためには、Fig.8.に示すように絵の分析・統合が左右半球に優位性を持つ言語性処理 (左半球)、形態性処理 (右半球) の両処理過程を検討していく必要があり、そのバランスや脳内の左右半球差をみていく必要があると考えられる。

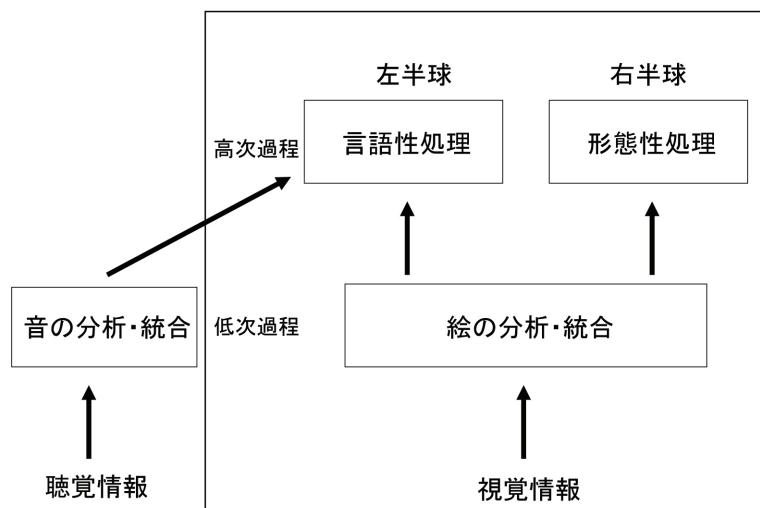


Fig.8. 視覚処理過程における大脳半球の優位性.

Sutton ら¹⁶⁾ (2005) は、高機能自閉症児の安静時脳波基礎律動から、ASD には左右半球の優位性が異なるサブグループが存在することを示し、そのような特徴を実証的に捉える事によって個々に応じた適切な介入を工夫することの重要性を強調している。本研究は、行動特性との関連はより慎重な解釈が必要であると考えられるものの、Sutton らの示した左右半球の優位性が異なるサブグループの存在を支持する結果であると言える。

3. 刺激の反復呈示に対する慣化・脱慣化

ID 群では左側頭部で脱慣化が生じない群 (D-R 群) において、言語・社会領域の発達年齢 (DA) が高かった。一方で、ASD 群では、両側とも脱慣化が生じる群 (D-B 群) で言語・社会領域の年齢が高かった。このことから、ID の D-R 群では局所的覚醒度が低いままでも、刺激処理が促進される程度に効率化が進んでいる可能性があるが、ASD の D-B 群では刺激を反復呈示しても慣れが生じず、何度も同じ処理を繰り返す非効率さを持つことが示唆された。

ASD の D-B 群の言語・社会領域 DA の中央値は 71.5 ヶ月と決して低くないが、効率化が進んでいないことから、言語処理による負荷が大きいため局所的覚醒度が下がらないと考えられるため、ストレスを軽減するためにも視覚的手がかりを用いた支援が必要であると考えられる。また、両側ともに覚醒度が高いため、形態性処理に関わる情報と言語性処理に関わる情報を左右半球間でやり取りするための準備状態は十分に用意されていると推測されるが、WCC や前頭葉の統合の弱さ (Ozonoff¹⁷⁾, 1995) は ASD 全体に共通する障害特性であるため、視覚・言語の両方の手がかり呈示はかえって混乱を招く可能性がある。このようなサブグループの ASD 児には、視覚的手がかりが単体で呈示された方が、負荷も少なく見通しを持って生活することができる可能性が高い。

ASD の左側頭部で脱慣化が生じない群 (D-R 群) では、言語・社会領域 DA が低かった。言語処理に関連する領域の局所的覚醒度が低いままであり、言語処理が十分なされる準備状態がまだできていないサブグループであると推測される。そのため、言語性処理に焦点的に注意を向けさせるなどの工夫をすることによって、局所的覚醒度を高める取り組みが重要であろう。

このように、左半球の活動の差異によって、ASD がサブグループに分かれることが推定され、ASD 児では刺激に対する慣化が生じにくいことから、特に言語・社会領域の発達において、情報処理の効率化が進みにくいことが示唆された。また慣化・脱慣化のパターンによって、視覚的手がかりや言語的手がかりの呈示の仕方に変化を加える事が有効な教育的支援となることが示唆された。

V. 今後の課題

本研究では 6-10Hz 帯域を ERC の分析対象としたが、10-14Hz 帯域は、注意過程や記憶処理過程が反映されることが示唆されていることから、今後、分析帯域の幅を広げる事も検討していく。また、右半球の処理特徴をより明確にするために、主観的輪郭などを用いた刺激の脳内処理過程を分析するなどして検討を重ねていく。

引用文献

- 1) Kamio, Y., Toichi, M. Dual access to semantics in autism : Is pictorial access superior to verbal access? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 41(7), 859-867(2000).
- 2) Eric Schopler, Gary B. Mesiblov and Kathy Hearsey, 自閉症と発達障害の進歩 Vol.1, 18 TEACCH システムにおける構造化された指導, 第II部 自閉症と発達障害-1995, 高木隆朗編者. 株式会社星和書店. 269-284 (1995).
- 3) Bondy, A.S. and Frost, L.A., PECS(絵カード交換式コミュニケーション・システム)トレーニング・マニュアル 第2版, NPO 法人それいゆ (2005).
- 4) 廣瀬由美子, 情緒障害特殊学級での自閉症児の社会性を高めるための指導-特に自発行動を促す学習環境の構造

- 化を中心にして－。自閉性障害のある児童生徒の教育に関する研究, 3, 71－82, 国立特殊教育総合研究所, (2000).
- 5) キャロル・グレイ著・腹巻智子訳・解説. お母さんと先生が書くソーシャルストーリー™ 新しい判定基準とガイドライン. クリエイツかもがわ (2006).
 - 6) Francesca Happé and Uta Frith, The Weak Coherence Account: Detail-focused Cognitive Style in Autism Spectrum Disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 36 (1), 5-25 (2006).
 - 7) Shah, A., and Frith, U., Why Do Autistic Individuals Show Superior Performance on the Block Design Task? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 34: 1351-1364(1993).
 - 8) Koyama, T., Inada, N., Tsujii, H., & Kurita, H. (2008), Predicting children with pervasive developmental disorders using the Wechsler Intelligence Scale for Children-Third Edition., *Psychiatry and Clinical Neurosciences* 62:476-478
 - 9) Frith, U., *AUTISM: Explaining the enigma*. basil blackwell, UK. 富田真紀・清水康夫訳 (1991) 自閉症の謎を解き明かす. 東京書籍(1989).
 - 10) Frith, C., What do imaging studies tell us about the neural basis of autism. *Autism: Neural Basis and Treatment Possibilities: Novartis Foundation Symposium*, 251, Wiley, London, 149-176(2003).
 - 11) 内田奈穂子, 山崎雅子, 寺田 信一, 広汎性発達障害児の障害特性に応じた小集団社会性技能指導と家庭・学校生活への適用, 高知大学教育実践研究 (23), 135-145, (2009).
 - 12) 高橋亜実. 高機能広汎性発達障害児に対するスキルの定着に焦点を当てた小集団SST, 高知大学卒業論文 (2008).
 - 13) 寺田信一, 林恵津子, 中川貴美子, 堅田明義: 重い障害の子の指導・療育のための認知評価. 福井大学教育地域科学部総合自然教育センター年報 Vol.4, 225-235, (2001).
 - 14) 鈴木保巳, 林恵津子, 寺田信一, 堅田明義, 重症心身障害児における運動の意図性評価－脳波基礎律動の事象関連性変動による事例検討－, 長崎大学教育学部紀要. 教育科学, Vol.73, pp.55-62; (2009).
 - 15) 有澤直人, 自閉症児の社会性を育てるための試み－通級指導学級における指導－. 自閉性障害のある児童生徒の教育に関する研究, 3, 59－70. 東京都江戸川区立二之江第三小学校 (2000)
 - 16) Sutton SK, Burnette CP, Mundy PC, Meyer J, Vaughan A, Sanders C, et al. resting cortical brain activity and social behavior in higher functioning children with autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*.46 (2) :211-222(2005).
 - 17) Ozonoff, S. Executive functions in autism, In E. Schopler & G. B. Mesibov(Eds.), *Learning and cognition in autism*(pp.199-219).New York: Plenum Press (1995).

平成22年 (2010) 12月15日受理

平成22年 (2010) 12月31日発行