

平成 23 年 5 月 27 日現在

期間番号 : 13802

研究種目 : 若手研究 (B)

研究期間 : 2009~2010

課題番号 : 21730546

研究課題名 (和文)

広汎性発達障害の早期介入指標としての
乳幼児における注視点分布解析法の開発

研究課題名 (英文)

Analysis of visual fixation patterns among infants
— a potential index for early intervention for children with
pervasive developmental disorders —

研究代表者

井上 淳 (INOUE Jun)

浜松医科大学・医学部附属病院・臨床心理士

研究者番号 : 90535577

研究成果の概要 (和文) :

研究の概要 広汎性発達障害児の社会的予後は、心理学的介入(療育)を早期に開始できるかどうかによってきまる。近年、妥当性の高い早期兆候として、「注視点の異常」が指摘されている。この所見は早ければ1歳前後で得られることから、注視点の異常の存在を正しく評価できれば、広汎性発達障害を早期に見だし、療育を早期に開始できる可能性が広がる。そこで、われわれは、静岡大学工学部海老澤教授の協力を得て、新たに開発した頭部固定の不要な注視点検出機器を用い、広汎性発達障害児の注視点の異常の検出法を確立する。

方法 2~12歳の定型発達児20名および3~10歳の自閉症をはじめとする広汎性発達障害児17名を対象とした。児を装置の前に安座させ、画像を呈示して、30分の1秒ごとの間隔で近赤外線を用いた注視点検出を行った。刺激画像として、女性の顔の静止画、動画を用意し、それぞれ40秒提示しつつ、眼領域、口領域、それ以外の領域に注視点は何回とどまったかを検出し、データとした。

結果 広汎性発達障害児は、定型発達児と比較して、静止画呈示の際に口領域およびその他の領域に有意に頻回に注視点が集まった。ただし、この傾向が確認されたのは広汎性発達障害児全児ではなかった(陽性予測率=70%)。

結論 定型発達児にくらべて広汎性発達障害児の「目を見ない」傾向が確認され、また、新しい機器によって効率よく検出できることが示された。

研究成果の概要 (英文) :

Social and behavioural outcomes of children with pervasive developmental disorders (PDD) depend upon timing she/he receives clinical intervention; the earlier intervention measures are initiated, the better the outcome is. Thus, early diagnosis of PDD is a crucial key to start the intervention and to improve prognosis. Recently, studies have suggested that visual fixation patterns of children with PDD differ significantly from those of typically developing children at as early as 1 or 2 years of age. If one can successfully detect the abnormalities in the visual fixation patterns among those with potential diagnosis of PDD, the children and the family do not have to wait for firm diagnosis made at around the age of 3 years by an expert clinicians, who make the diagnosis on the basis of their subjective judgments. In this study, we planned to employ a novel device with which visual fixation pattern is easily detected without any fixation of head movement, to detect investigate diagnosis as early as 2 years, without any expertise of clinicians.

We enrolled typically developing children (N=17, 2 to 12 years) and children with a clinical diagnosis of PDD (N=20, 3 to 10 years). With the device called "eye-tracker", which

Professor Yoshinobu Ebisawa (Shizuoka University, Department of System Technology) invented, we measured the timing and duration of visual fixation of children of the both groups, and analysed proportion of duration in which each individual gazed on the target areas, such as “eye area”, “mouth area”, and “other area”.

The results showed that children with PDD had shorter duration of gazing on “eye area” than did typically developing children. As for diagnosis of PDD, an index of [duration on eye area] divided by [duration on mouth area] was proposed, and, if the index is smaller than 0.7, the children were successfully judged to have a diagnosis of PDD, with a positive predictive value of 70%.

With our novel device, we successfully detected an aberrant visual fixation pattern in children with PDD, and found that the early diagnosis of PDD can be drawn without any expertise.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,100,000	630,000	2,730,000
2010年度	1,200,000	360,000	1,560,000
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究代表者の専門分野：臨床精神医学

科研費の分科・細目：社会精神医学

キーワード：疫学、メンタルヘルス、在日外国人、子ども

1. 背景

広汎性発達障害は通常3歳までに発症する発達障害であり、有病率は関連疾患を含めると1/100～50人といわれており、その最大の特徴は、社会性の欠如、例えば、場の空気が読めない、視線から意味を汲み取れないなどの病状のほか、相手の目を見ない注視点異常が知られている。

現在その診断として、小児科医・児童精神科医が乳幼児の行動から評価を行っているが、専門家が少なく早期診断が難しく、また、評価者ごとの評価に相違があり、客観的な評価がなされていないのが現状である。一方、自閉症は、早期に療育を開始することにより、社会性の涵養を通じて社会適応が向上することが知られている。このような現状において、客観的評価にもとづく、早期発見・早期診断を可能とする装置の開発が望まれている。

研究協力者の海老澤、土屋らはこれまでに、瞳孔検出と角膜反射角を解析し、3次元空間の注視点検出が可能な注視点検出装置のプロトタイプ機の開発、検出精度の実証を行ってきた。これは、乳幼児の頭部の動きに追従でき、高精度・安価である。

一方、近年、広汎性発達障害児の注視点分布(Visual fixation pattern)への関心が集まっている。乳幼児であっても、1歳前後において、後に広汎性発達障害と診断される児と定型発達児の注視点の分布を比較すると、前者が口に、後者が目の周辺に集まるという(Klin et al., 2002; Jones et al., 2008)。この分布特性は自閉症に特異的であり、再現性があることが知られている。

そこで、この知見を背景に、これまでに協力者らが開発を進めてきた装置を活用して、広汎性発達障害診断補助デバイスの開発を着想した。これが臨床応用できれば、広汎性発達障害のスクリーニングに有用な装置として、保健所における健康診査の標準検査(1歳6ヶ月時)に採用され得る仕様ではないかと考え、その予備研究として今回の研究を起案した。

2. 研究の目的

本課題では、高精度に注視点検出を行う装置を用い、自閉症の特徴である相手の目を見ないといった注視点異常を定量的に検出することにより、自閉症乳幼児の早期発見に向けた、自閉症乳幼児診断用装置の開発を目的とする。

3. 研究の方法

1) 安定した実験系の確立

乳幼児用のカメラ校正ソフトを開発し、被験者毎に行うカメラ校正の簡易化することにより、搬送設定時と再設定時の時間短縮、操作の容易化を実現する。

ついで、プロトタイプで用いているアナログ出力カメラをデジタル出力カメラとし、ピクセル数を例えば倍にすることで高解像度とし、測定精度を約1.5°まで向上する。これによって遠い位置の被験者瞳孔中心位置と角膜反射点位置の視線検出精度を向上する。また、高出力近赤外線パルス光源の照射時間の短縮化や光量の増加等によって、シャッター時間を短縮して、取り込み画像のブレを減少させて精度向上を行う。

さらに、乳幼児の頭部の動きを規制せずに測定可能とするため、4台の広視野ステレオカメラで瞳孔の3次元位置を検出しつつ、瞳孔周辺画面を拡大し、位置補正ソフトウェアを追加し、測定レンジの広範囲化と検出精度の向上を同時に実現する。

2) 刺激画像の検討

Klin et al., 2002およびJones et al., 2008の類似する先行研究の画像を参考に、その問題点をクリアする以下の画像仕様を考慮した。

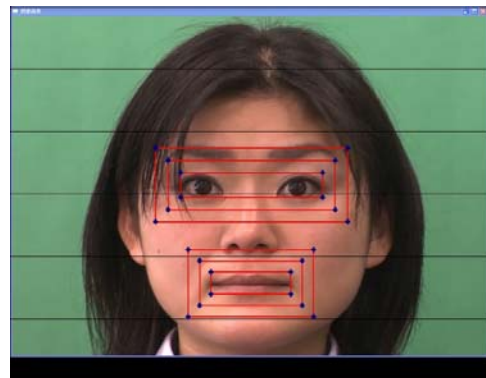
乳幼児の前方に、女性の静止画、および2種類の動画を提示する(各20秒間)。

①静止画・女性が乳児を注視するもの(図1)

②動画1・静止画と同じ女性が乳児を注視しつつ、瞬きをくりかえすもの、

③動画2・同じ女性が乳児を注視しつつ、「パッパッパ」という音声を発するよう口を動かすものである(音声の出力はない)。すなわち、静止画は乳幼児の注視点に制約を加えない視覚刺激、動画1は乳幼児に女性の目周囲を注視するよう促す視覚刺激、動画2は女性の口周囲を注視するよう促す視覚刺激である。従来の人物を用いた視覚刺激(Klinら、Jonesらの意匠)は画像背景の処理をはじめ、瞬き、口の動きが統制されていない「複雑」な視覚刺激である。これは、表情の読み取りや色情報などによるdistractionが起りやすいため、標準的な視覚刺激として不適切である。これらと比較して、本法の視覚刺激は安定した結果を生むものである。

図1. 提示した静止画画像(動画でも同じ人物を提示した)。赤い囲みは、のちに示す「目周囲」「口周囲」領域。



3) 広汎性発達障害児の注視点異常検出

注視点検出が、広汎性発達障害診断法としての利用可能性の検証（信頼性と妥当性の検証）をおこなう。刺激画像に対して抽出された注視点分布データをsuperimposeさせ、以下のような解析を行い、診断基準とすることを検討した。

①提示された視覚刺激とシンクロしながら注視点の座標位置情報を30分の1秒ごとに収集する。座標位置情報は、時系列に沿って、視覚提示画面全体を25または36に分割した小領域への滞留時間として集められる。

②各領域に「目周囲」「口周囲」「それ以外」のいずれかの属性を与える。ついで、「目周囲」「口周囲」「それ以外」ごとの滞留時間を合計し、比較する。提示する人物を変えても、領域の属性を調整することによって普遍的に注視点分布の異常を抽出できる強みがある方法である。

4) 解析パラダイムの確立

注視点の分布、視点の移動速度及び注視点時間等のデータを測定し、そのデータを基にした解析を行う。

提唱される指標として、「目周囲÷口周囲」の滞留時間の比、および「目周囲÷（口周囲＋その他領域）」の滞留時間の比を用い、これらの比の値（index A, index B）が広汎性発達障害児において70%以上の陽性予測率（positive predictive value）をもたらすカットオフポイントを見出し、これを診断指標とする。

4. 研究成果

1) 安定した実験系の確立

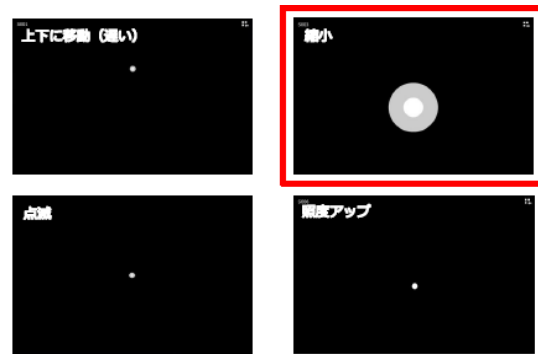
2009年後半～2010年前半にかけ、3～8歳の定型発達児40名のデータを収集した。正しい注視点分布の抽出のためには、適切な視点較正が不可欠であるが、幼児において、期待される構成ポイントを言語的指示によって正しく注視させるように計らうことは事実上不可能である。そこで、われわれは注視点較正を行うための様々な画像を用意し、最終的に、図1のような画像（動画、画面に提示された○の画像が提示後2秒の間にその直径が4分の1に小さくなる）によって安定した較正值の得られることが分かった。

2) 刺激画像の検討

3) 広汎性発達障害児の注視点異常検出

方法に示した3つの画像を、それぞれ20秒ずつ提示し、注視点分布のパターンを探索したところ、①静止画において、広汎性発達障害児の「目周囲」領域滞留時間が、定型発達児に比べて短かった（図3a, b）。ついで、②「目周囲」に注目させる動画において、①

図2. 視点較正用画像：4つの動画のうち、2秒間で直径が4分の1に小さくなる「縮小」動画が最も安定した結果をもたらした。



と同様の結果が得られたが、①と比較して、広汎性発達障害児・定型発達児ともに、「目周囲」領域の滞留時間が長かった。③「口周囲」に注目させる動画において、①と同様の結果が得られたが、①と比較して、広汎性発達障害児・定型発達児ともに、「目周囲」領域の滞留時間が短かった（図4a, b）。

図3a(上：広汎性発達障害児データ), 3b(下：定型発達児データ). ①静止画において、広汎性発達障害児における注視点分布は、「目周囲」領域が短く、定型発達児のそれと比較して有意に短かった。

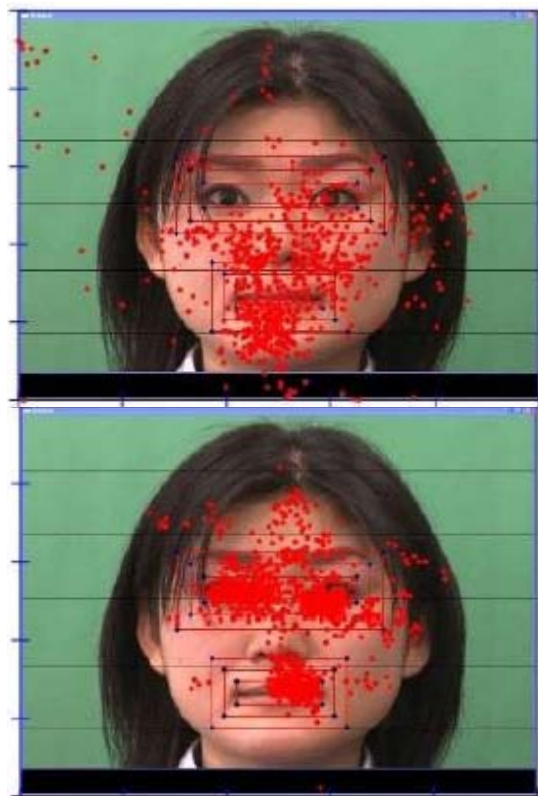
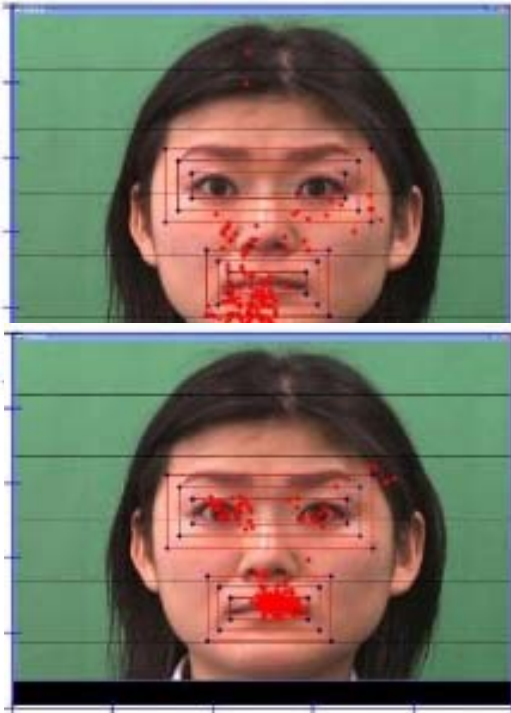


図 4a(上：広汎性発達障害児データ), 4b(下：定型発達児データ). ③口をパクパクさせ口周囲に注意を向けさせる動画において、広汎性発達障害児における注視点分布は、「目周囲」領域が短く、定型発達児のそれと比較して有意に短かった。ただし、全体として、①の静止画と比べて、「目周囲」領域の滞留時間が両群とも短かった。



4) 解析パラダイムの確立

方法で示したように、 $\text{index A} = \text{「目周囲} \div \text{口周囲」}$ の滞留時間の比、 $\text{index B} = \text{「目周囲} \div \text{(口周囲} + \text{その他領域)」}$ の滞留時間の比を前例において計算した。その結果、①静止画のデータをもとに index A を 0.7 として cut-off point を設定したところ、全 37 例中 22 例が 0.7 を下回った。このうち 15 例がすでに広汎性発達障害と診断されている児であったため、positive predictive value は 70% と判定された。

5) 結果のまとめ

結果 1) ~4) より、以下の知見を得た。

- 静岡大学工学部海老澤教授の開発した注視点分布検出装置を用いて、乳幼児にも適用可能な広汎性発達障害診断のための補助装置の開発に成功した。
- 1分程度で施行でき、視点較正も簡易であることから、実地での practicability も高いと考えられる。
- 人物の顔を使った静止画に「目周囲」「口周囲」領域を切り取って、その領域にとどまる滞留時間の総和をもとめ、その比

をとるとき (index A)、その値が 0.7 を下回ると、70%の確率で PPD と正しく診断されることが分かった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

Inoue J, Hoshino R, Nojima H, Ishida W, Okamoto N. Investigation of responders and non-responders to long-term donepezil treatment. *Psychogeriatrics*. 2010 Jun;10(2):53-61.

[学会発表] (計 0 件)

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

(注：2011年5月、本研究に関連した特許を2件出願する見込みである)

○取得状況 (計 0 件)

なし

[その他]

ホームページ等 なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

井上 淳 (INOUE Jun)

浜松医科大学・医学部附属病院・臨床心理士 (非常勤)

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

土屋 賢治 (TSUCHIYA Kenji)

浜松医科大学・子どものこころの発達研究センター・特任准教授

辻井 正次 (TSUJII Masatsugu)

浜松医科大学・子どものこころの発達研究センター・客員教授

松本かおり (MATSUMOTO Kaori)

浜松医科大学・子どものこころの発達研究センター・特任助教

海老澤嘉伸 (EBISAWA Yoshinobu)

静岡大学工学部・システム工学科・教授