

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5926210号  
(P5926210)

(45) 発行日 平成28年5月25日 (2016. 5. 25)

(24) 登録日 平成28年4月28日 (2016. 4. 28)

(51) Int. Cl. F I  
**A 6 1 B 10/00 (2006. 01)** A 6 1 B 10/00 H  
**A 6 1 B 3/113 (2006. 01)** A 6 1 B 3/10 B

請求項の数 17 (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2013-30686 (P2013-30686)	(73) 特許権者	504300181 国立大学法人浜松医科大学
(22) 出願日	平成25年2月20日 (2013. 2. 20)		静岡県浜松市東区半田山一丁目20番1号
(65) 公開番号	特開2013-223713 (P2013-223713A)	(74) 代理人	110000578 名古屋国際特許業務法人
(43) 公開日	平成25年10月31日 (2013. 10. 31)		
審査請求日	平成26年11月4日 (2014. 11. 4)	(72) 発明者	森 則夫 静岡県浜松市東区半田山一丁目20番1号 国立大学法人浜松医科大学内
(31) 優先権主張番号	特願2012-63237 (P2012-63237)		
(32) 優先日	平成24年3月21日 (2012. 3. 21)	(72) 発明者	鈴木 勝昭 静岡県浜松市東区半田山一丁目20番1号 国立大学法人浜松医科大学内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	土屋 賢治 静岡県浜松市東区半田山一丁目20番1号 国立大学法人浜松医科大学内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 自閉症診断支援システム及び自閉症診断支援装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被験者の眼球を撮像するカメラ部 ( a 1 ) または被験者の頭部に装着し眼球の動きを検出する電極部 ( a 2 ) と、前記被験者の視線先に設置される表示部 ( a 3 ) とを少なくとも具備する視線検出ユニット ( A ) を用いて、前記表示部 ( a 3 ) の画面上を見る前記被験者の視線位置情報を検出する視線検出手段と、

前記被験者の視線位置情報を視線位置情報記憶部に入力する視線位置情報入力手段と、前記表示部 ( a 3 ) の画面上に、特定人物画像 ( I ) と特定非人物画像 ( I I ) よりなる2以上の画像を連続表示する複合画像を表示した時の前記被験者の視線位置情報と、少なくとも自閉症者又は定型発達者のいずれか一方の視線位置情報とを比較する視線位置評価アルゴリズムにより、前記被験者の視線位置を評価する視線評価手段と、  
 を具備すること特徴とする自閉症診断支援システム。

【請求項2】

前記視線位置評価アルゴリズムは、静止画像 ( i ) と、一部分が動作する動画像 ( i i ) とからなる前記特定人物画像 ( I ) の、前記静止画像 ( i ) または一部分が動作する前記動画像 ( i i ) のいずれかを前記表示部 ( a 3 ) の画面上に表示したときの、前記定型発達者と前記自閉症者の前記動画像 ( i i ) の動作箇所への視線の視線動向の対比または相違に基づき前記被験者の視線位置を評価することを特徴とする請求項1に記載の自閉症診断支援システム。

【請求項3】

前記視線位置評価アルゴリズムは、静止画像（i）と、一部分が動作する動画像（i i）とからなる前記特定人物画像（I）の、前記静止画像（i）または一部分が動作する前記動画像（i i）のいずれかを前記表示部（a 3）の画面上に表示したとき、前記定型発達者では前記動画像（i i）の動作箇所への視線の移動頻度が多いのに対し、前記自閉症者では前記動画像（i i）の動作箇所への視線の移動頻度が少ない傾向であるという前記定型発達者と前記自閉症者の視線動向の対比または相違に基づき前記被験者の視線位置を評価することを特徴とする請求項 1 に記載の自閉症診断支援システム。

【請求項 4】

前記特定人物画像（I）は、顔の静止画像（i a）と、目のみを開閉する顔の動画像（i i a）と、口のみを開閉する顔の動画像（i i b）との 3 種からなることを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の自閉症診断支援システム。

10

【請求項 5】

前記目のみを開閉する顔の動画像（i i a）を表示しているとき、前記自閉症者の前記顔の動画像（i i a）の目の周囲への視線の移動頻度が、前記定型発達者の前記顔の動画像（i i a）の目の周囲への視線の移動頻度に比べて少ない傾向であるという前記定型発達者と前記自閉症者の前記視線動向の対比または相違に基づき前記被験者の視線位置を評価することを特徴とする請求項 4 に記載の自閉症診断支援システム。

【請求項 6】

先ず前記口のみを開閉する顔の動画像（i i b）を表示した後に、引き続き前記目のみを開閉する顔の動画像（i i a）を表示したとき、前記目のみを開閉する顔の動画像（i i a）を表示したときの前記自閉症者の視線の移動頻度が、前記顔の静止画像（i a）または前記口のみを開閉する顔の動画像（i i b）を表示したときの前記定型発達者の視線の移動頻度に比べて、少ない傾向であるという前記定型発達者と前記自閉症者の前記視線動向の対比または相違に基づき前記被験者の視線位置を評価することを特徴とする請求項 4 に記載の自閉症診断支援システム。

20

【請求項 7】

前記特定人物画像（I）は、前記被験者の知っている人物の画像を用いることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の自閉症診断支援システム。

【請求項 8】

前記特定非人物画像（I I）は、出現予測画像（ ）、錯視認識画像（ ）または相違点検索画像（ ）から選ばれる少なくとも一種類を含むことを特徴とする請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載の自閉症診断支援システム。

30

【請求項 9】

前記特定非人物画像（I I）は、少なくとも移動体画像（ 1 ）から構成される動画である出現予測画像（ ）であり、先ず、前記移動体画像（ 1 ）を前記表示部（a 3）の画面上を移動するよう表示し、次に、前記移動体画像（ 1 ）を前記表示部（a 3）の画面上の外側に移動させることにより、あるいは任意で前記出現予測画像（ ）の一部を構成する遮蔽体画像（ 2 ）により非表示状態とした後、前記表示部（a 3）の特定位置から前記移動体画像（ 1 ）を再表示したとき、

前記定型発達者では前記移動体画像（ 1 ）が再表示される位置への視線の移動頻度が多いのに対し、前記自閉症者では前記移動体画像（ 1 ）が再表示される位置への視線の移動頻度が少ない傾向であるという前記定型発達者と前記自閉症者の視線動向の対比または相違に基づき前記被験者の視線位置を評価することを特徴とする請求項 1 に記載の自閉症診断支援システム。

40

【請求項 10】

前記移動体画像（ 1 ）を再表示したときの前記被験者の視線位置を評価する際、1 度目に再表示したときの前記移動体画像（ 1 ）が再表示される位置への視線の移動頻度を評価の対象とせず、前記移動体画像（ 1 ）の規則的な動きを予見できる 2 度目の再表示からの前記移動体画像（ 1 ）が再表示される位置への視線の移動頻度を評価の対象とすることを特徴とする請求項 9 に記載の自閉症診断支援システム。

50

## 【請求項 1 1】

錯視を生ずる要素（ 1 ）と錯視を生じない要素（ 2 ）を含む絵柄から構成される前記錯視認識画像（ ）を前記特定非人物画像（ I I ）として前記表示部（ 3 a ）の画面上に表示したとき、前記定型発達者では前記錯視を生ずる要素（ 1 ）と前記錯視を生じない要素（ 2 ）である各要素の位置間の視線の移動頻度が多いのに対し、前記自閉症者では前記各要素の位置間の視線の移動頻度が少ない傾向であるという前記定型発達者と前記自閉症者の視線動向の対比または相違に基づき前記被験者の視線位置を評価することを特徴とする請求項 8 に記載の自閉症診断支援システム。

## 【請求項 1 2】

前記特定非人物画像（ I I ）の前記相違点検索画像（ ）は、外観が同一または類似する複数の同種絵柄（ 1 ）と同種絵柄と形状が異なる 1 乃至若干数からなる異種絵柄（ 2 ）との組み合わせからなる画像であり、前記表示部（ a 3 ）に前記同種絵柄（ 1 ）中に前記異種絵柄（ 2 ）を混在させるように表示したとき、

前記定型発達者では前記同種絵柄（ 1 ）と前記異種絵柄（ 2 ）を表示した各絵柄の位置間の視線の移動頻度が少ないのに対し、前記自閉症者では前記各絵柄の位置間の視線の移動頻度が多い傾向であるという前記定型発達者と前記自閉症者の視線動向の対比または相違に基づき前記被験者の視線位置を評価することを特徴とする請求項 8 に記載の自閉症診断支援システム。

## 【請求項 1 3】

前記複合画像を前記表示部（ a 3 ）の画面上に表示する前に、前記被験者の視線を予め所定の位置に誘導するための予備画像誘導画像（ ）を前記表示部（ a 3 ）の画面上に表示させることを特徴とする請求項 1 に記載の自閉症診断支援システム。

## 【請求項 1 4】

前記被験者の視線位置の評価は、検出した前記被験者の視線位置情報から得られた視線の移動頻度と、前記表示部（ a 3 ）の画面上に表示したそれぞれの画像の表示時間から求めた平均時間あたりの前記画像の表示頻度に基づき行われることを特徴とする請求項 1 に記載の自閉症診断支援システム。

## 【請求項 1 5】

前記視線位置評価アルゴリズムは、過去の前記被験者の視線位置情報および前記被験者に対する自閉症であるか否かの確定診断情報を記録したデータベースに基づいて、視線の移動頻度について閾値を設定することを特徴とする請求項 1 に記載の自閉症診断支援システム。

## 【請求項 1 6】

前記視線評価手段による前記被験者の視線位置の評価結果を表示する表示手段を具備することを特徴とする請求項 1 に記載の自閉症診断支援システム。

## 【請求項 1 7】

特定人物画像（ I ）および特定非人物画像（ I I ）よりなる 2 以上の画像を連続表示する複合画像を用いて自閉症診断を支援する自閉症診断支援装置であって、

（イ）視線検出手段を用いて、被験者の視線先に表示される前記複合画像を見る前記被験者の視線位置情報を、検出する視線検出部と、

（ロ）前記視線検出部により検出された前記視線位置情報を記録する視線位置情報記録部と、

（ハ）前記視線位置情報記録部に記録された前記被験者の視線位置情報を表示する視線位置情報表示部と、

（ニ）前記視線位置情報表示部に表示された前記被験者の視線位置情報を、少なくとも自閉症者又は定型発達者のいずれか一方の視線位置情報と比較する視線位置評価アルゴリズムにより、前記自閉症者または前記定型発達者の視線位置情報との類比について評価する視線位置情報評価部と、

（ホ）前記視線位置情報評価部で得られた評価結果を出力する評価結果出力部と、

（ヘ）前記評価結果出力部が出力した評価結果または前記視線位置情報評価部が取得し

10

20

30

40

50

た評価結果を記録する評価結果記録部とを、  
具備することを特徴とする自閉症診断支援装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自閉症診断支援方法およびシステム並びに自閉症診断支援装置に関し、詳しくは、視線検出技術を用いて、自閉症患者の早期確定診断を支援する自閉症診断支援方法およびシステム並びに自閉症診断支援装置に関する。

なお、以下、自閉症と、総じて記載するが、本発明は、アスペルガー症候群やアスペルガー障害（社会性・興味・コミュニケーションについて、特異性が認められる広汎性発達障害）といった自閉症の類縁疾患も含み、適用できるものである。

10

【背景技術】

【0002】

自閉症は、社会性の障害を主症状とする発達障害の一つであり（有病率1%といわれている。）、正しく診断または発見されなければ、その子どもの日常生活、学校生活に大きな支障をきたし、さらには、自尊心の低下、不安や抑うつなどの精神症状の出現が予測される。

【0003】

しかし、自閉症に対する有効性の確立された薬物療法は、見出されておらず、早期診断と、これに基づく早期（3歳未満）の教育的介入とが、予後を改善させる唯一の道筋である。

20

ところが、今日の標準的臨床的技法では、早期に自閉症の診断を確実に行うことは、容易でない。例えば、従来の自閉症診断では、小児科医・児童精神科医が乳幼児の行動から評価、診断を行っているが、専門家（専門医）が少なく、かつ早期診断が難しく、また、評価者毎の評価に相違があり、客観的な評価が困難な現状である。

【0004】

現在、専門医の自閉症診断では、面談で経験的に外見から判断したり、血液採取による成分検査が行われている。しかし、外見判断では、専門医による豊富な経験を必要とし、また、数値化困難といった問題がある。他方、血液検査では、採取する煩雑さの問題がある。しかも、乳幼児の診察においては、面談での意志疎通がほぼ行えないことや、血液成分での検査では、3歳未満の検証例がまだ研究段階であることから、現状では、有効、確実な検査手段となっていない。さらには、乳幼児が自閉症であるか親が気づかず、医師へ相談すること自体が行われず、或いは遅れてしまうという深刻な問題もある。

30

したがって、上記の現状において、大人だけに限らず、子ども、特に乳幼児の自閉症に対して、客観的評価にもとづく、専門家（専門医）の早期発見・早期確定診断を可能とする方法、装置や支援システムの開発が望まれている。

【0005】

一方、近年、未診断の自閉症の乳幼児の注視点分布に異常が見出されていることが判明しつつある。すなわち、自閉症の乳幼児は、他者の視線に正しく注目することができないという特徴を有することが明らかになってきている。これは、自閉症の本態である社会性の障害に由来し、しかも、極めて早期に出現する徴候であると、考えられているものである。

40

【0006】

本発明者らは、この異常を正しく検出し、それを客観的な自閉症の早期診断指標として、好ましい視線検出技術を用いれば、活用できると、着目した。

このような注視点の分布を得るにあたり、公知の視線を検出する技術（「視線検出技術」「視線検知技術」「視線入力技術」「視線認識技術」「視線追跡技術」などと称される）としては、例えば座標系に対する瞳孔の位置を測定するための第1の撮像カメラと、前記座標系の既知の位置に配置され角膜反射点を形成するための光源を備え、瞳孔の中心と角膜反射点間の距離  $r$  と前記距離  $r$  の前記座標系の座標軸に対する角度  $\theta$  のデータを取得

50

する第2の撮像カメラとを用いて前記各撮像カメラからの情報により、視線方向を演算する演算手段とを用いる被験者の視線検出方法やその利用技術（視線検出装置、視線検出技術など）などが提案されている（例えば、特許文献1～5参照。）。

【0007】

また、上記特許文献に開示された「視線検出技術」と類似した他の技術として、特許文献6には、ユーザの頭部の方向に光線を発する1つ又は複数の光源と、ユーザの頭部からの光線を撮像カメラにて受光し、そのピクチャを反復的に取り込む検知器と、眼の位置及び/又は凝視方向を決定するために前記検知器に接続された評価ユニットと、を備える眼検知装置であって、前記評価ユニットは、前記検知器によって取り込まれたピクチャ内の、単数又は複数の目の像が位置している領域を決定し、前記領域の決定後、前記検知器によって取り込まれた像の前記決定された領域に対応する連続的な、又は後続のピクチャに関する情報だけを前記評価ユニットに送るように前記検知器を制御するように構成されていることを特徴とする眼検知装置が開示されている。

10

【0008】

また、特許文献7には、視線認識対象の眼球に光を照射し当該眼球の角膜上に3点以上の特徴点を持つ像を撮像カメラにて結像させ、前記角膜上に結像された像の特徴点から前記眼球の角膜曲率中心を求め、角膜曲率中心と瞳孔中心の位置情報から視線方向を認識する視線認識装置において、角膜曲率中心と瞳孔中心の位置関係から仮の視線方向を計算する仮視線計算手段と、仮の視線方向と瞳孔の位置情報から限定された角膜領域を求める角膜領域判定手段と、前記限定された角膜領域内に前記像の特徴点がある場合には、仮の視線方向を視線認識結果とし、限定された角膜領域内に像の特徴点の一部がない場合には、限定された角膜領域内に存在する像の特徴点を選択し、選択された像の特徴点から前記眼球の角膜曲率中心を求めて、角膜曲率中心と瞳孔中心の位置情報とから視線方向を認識し、視線認識結果とする処理手段とを備えることを特徴とする視線認識装置が開示されている。

20

【0009】

さらに、特許文献8には、(a)ユーザの眼を監視する眼撮像手段（撮像カメラ）によって生成されたビデオデータを受信するビデオデータ入力手段と、(b)閾値よりも高い輝度を有する前記眼撮像手段によって生成された画像の部分の表示を提供する適応閾値手段、および前記画像の前記部分を所定の妥当性基準と比較することによって有効な基準スポットを選択するスポット同定手段を含む、点光源で前記ユーザの眼を照明することによって、前記ユーザの眼上に形成される基準スポットの位置を前記ビデオデータから決定するスポット位置指定手段と、(c)前記ビデオデータから、前記基準スポットに対する前記ユーザの眼の瞳孔の中心位置を決定して、前記ユーザの注視線を決定する瞳孔位置指定手段であって、前記瞳孔位置指定手段が、前記有効基準スポットの位置に対する前記瞳孔を含む前記眼撮像手段によって生成された前記画像の一部を含む瞳孔追跡ウィンドウを選択する選択手段、閾値よりも大きい勾配を有する前記瞳孔追跡ウィンドウ内の前記画像部分の勾配の前記部分の選択によって瞳孔の縁部を決定する縁部決定手段、および瞳孔の縁部について選択された点を参照することにより瞳孔の中心の位置を決定する中心決定手段を含み、前記該中心決定手段が、瞳孔画像データの複数の画素の中から、3つの閾値を超える画素を実質的に無作為に選択して、さらなる処理のための3つ組を形成する3つ組選択手段、および前記選択した画素の各々を通過する仮想円の中心および半径を決定する3つ組処理手段を含む、瞳孔位置指定手段と、(d)前記瞳孔およびスポット位置指定手段によって決定した前記ユーザの注視線から前記ユーザの注視点を表示する表示手段とを備えるユーザの眼運動を監視するための視標追跡システムが開示されている。

30

40

【0010】

さらにまた、特許文献9～11には、前記までの眼球を撮像するカメラ（眼撮像手段）を用いず、代わりに頭部に装着したユーザの眼球の動きを検出する電極を用いた視線検出ユニット2であり、主としてイヤホンやヘッドホンを用いる電子機器を対象に、耳周辺に接触する部位へと前記電極を装着することで、ハンドブリーで視線による機器の操作や制

50

御指示を行うことを目的に研究されている技術として開示されている。

【0011】

しかしながら、上記カメラまたは電極を少なくとも具備する「視線検出技術」などを、自閉症診断支援に適用する先行技術は、本発明者らが研究成果展開事業（先端計測分析技術・機器開発プログラム）に係る委託研究開発において、開発課題名：自閉症乳幼児診断用の注視点検出装置を開発しているなかで出願した、特許文献12や特許文献13のように、僅かに見出される程度である。

ちなみに、後述するが、本発明では、上記特許文献1～11のような「視線検出技術」を適用できる位置づけであり、特に、上記特許文献1～5に開示の技術は、瞳孔が小さく言葉を理解しえないことから指示どおり静止しないであろう乳幼児に適した技術の一つである。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0012】

【特許文献1】特許第4517049号公報

【特許文献2】特許第4452835号公報

【特許文献3】特許第4452836号公報

【特許文献4】特許第4491604号公報

【特許文献5】特許第4528980号公報

【特許文献6】特許第4783018号公報

20

【特許文献7】特許第3453911号公報

【特許文献8】特許第4181037号公報

【特許文献9】特開2006-340986号公報

【特許文献10】WO2009/142008号公報

【特許文献11】特開2011-120887号公報

【特許文献12】特開2011-206542号公報

【特許文献13】特願2011-192387号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

30

本発明の目的は、上記問題点に鑑み、従来から提案されている「視線検出技術」を用いて、特に乳幼児の自閉症に対して、客観的評価にもとづく、早期発見・早期確定診断の支援を可能とする自閉症診断支援方法およびシステム並びに自閉症診断支援装置を提供することにある。

【0014】

ここで、自閉症の診断支援をするにあたり、高い確度で被験者の視線の動きを検出することは当然としても、重要な思想背景として、「自閉症の疑いのある被験者を間違いなく抽出すること」を念頭におかなければならない。換言すれば、医師が自閉症診断をするにあたり感度および特異度が高い支援を要求される。

つまり、仮に1千人という被験者のなかに、10人の自閉症者が内在していたとすれば、被験者のうち定型発達者を数人“自閉症の疑い有り”と判定しようともこの10人の自閉症者を確実に捉えるスクリーニングをすることが重要となる。

40

従って、本発明の大きな課題は、上記の“自閉症の疑い有り”とした定型発達者を出来る限り少なくできることはさらに望ましいとしたうえで、自閉症者を確実に捉えるようなスクリーニングのできる診断支援をすることを本発明の課題とするものである。

【0015】

そして、本発明者らは、先に挙げた特許文献12および13に記載の発明を提案したが、自閉症診断支援において、上記の大きな課題を解決するにあたり、自閉症者が他者の視線に正しく注目することができない傾向を評価するだけでなく、そのほかの自閉症者特有の視線の傾向をも複合的に考慮することによって、優れたスクリーニングができることを

50

見いだした。

【0016】

なお、評価に役立てる（或いは評価する）と記載するが、自閉症の本態である社会性の障害に由来する徴候を視線の動きから検出し、もって客観的な早期診断指標を示唆することをいい、医療行為（確定診断）そのものを示すものではない。

本発明によれば、専門家（専門医）が少ない地域の場合や、学校や保健所の集団検診など自閉症に関する専門家（専門医）がその場に不在となる場合においても、データ検出だけ行う検査自体は実施でき、評価結果に基づいた専門家（専門医）による確定診断は、その後または通信手段による遠隔地での早期発見を可能とすること、あるいは、分野の異なる医師などが評価結果を基に専門家（専門医）による確定診断を得よう推奨を可能とすること、といった利便性を高めることができる支援方法を実現するものである。

10

【課題を解決するための手段】

【0017】

本発明者らは、上記課題を解決すべく鋭意検討した結果、前記自閉症の乳幼児の注視点分布の異常に対して、自閉症の本態である社会性の障害に由来すると考えられ、しかも、極めて早期に出現する徴候であると考えられているため、この異常を正しく検出する技術として、前記先行技術文献の「視線検出技術」などに挙げた「視線検出技術」を適用し、かつ、この技術と連携して、特定の「複合画像」を被験者に表示させることにより、被験者である定型発達児（健常児ともいわれ、以下、大人や子ども、幼児や乳幼児も含め「定型発達者」と称する。）と自閉症児（以下、大人や子ども、幼児や乳幼児も含め「自閉症

20

【0018】

すなわち、本発明の第1の発明によれば、被験者の眼球を撮像するカメラ部（a1）または被験者の頭部に装着し眼球の動きを検出する電極部（a2）と、被験者の視線先に設置される表示部（a3）とを少なくとも具備する視線検出ユニット（A）を用いて、被験者の自閉症を診断する支援方法であって、

該表示部（a3）の画面上に、特定人物画像（I）と特定非人物画像（II）よりなる2以上の画像を連続表示する複合画像を表示し、該視線検出ユニット（A）を用いて、該複合画像を見る被験者の視線位置情報を検出した後、被験者の視線位置情報を、視線位置情報記憶部に入力し、自閉症者及び/又は定型発達者の視線位置情報とを比較する視線位置評価アルゴリズムにより、被験者の視線位置を評価することを特徴とする自閉症診断支援方法が提供される。

30

【0019】

また、本発明の第2の発明によれば、第1の発明において、前記視線位置評価アルゴリズムは、前記特定人物画像（I）が静止画像（i）と、一部分が動作する動画像（ii）とからなり、表示部（a3）の画面上に、静止画像（i）または一部分が動作する動画像（ii）のいずれかを表示したときの視線の移動頻度において、定型発達者では該動画像の動作箇所への視線の移動頻度が多いのに対し、自閉症者では視線の移動頻度が少ない傾向であるという定型発達者と自閉症者の視線動向の対比または相違に基づくことを特徴とする自閉症診断支援方法が提供される。

40

さらに、本発明の第3の発明によれば、第2の発明において、前記特定人物画像（I）は、顔の静止画像（ia）と、目のみを開閉する顔の動画像（iia）と、口のみを開閉する顔の動画像（iib）との3種からなることを特徴とする自閉症診断支援方法が提供される。

【0020】

また、本発明の第4の発明によれば、第3の発明において、前記視線の移動頻度は、目のみを開閉する顔の動画像（iia）を表示しているときの目の周囲への視線の移動頻度が、定型発達者の視線の移動頻度に比べて、自閉症者では視線の移動頻度が少ない傾向であるという定型発達者と自閉症者の視線動向の対比または相違に基づくことを特徴とする

50

自閉症診断支援方法が提供される。

さらに、本発明の第5の発明によれば、第3の発明において、前記視線の移動頻度は、先ず口のみを開閉する顔の動画像(i i b)を表示した後に、引き続き目のみを開閉する顔の動画像(i i a)を表示したときの(i i a)への視線の移動頻度が、顔の静止画像(i a)または口のみを開閉する顔の動画像(i i b)を表示したときの定型発達者の視線の移動頻度に比べて、自閉症者では視線の移動頻度が少ない傾向であるという定型発達者と自閉症者の視線動向の対比または相違に基づくことを特徴とする自閉症診断支援方法が提供される。

【0021】

また、本発明の第6の発明によれば、第1～3のいずれかの発明において、前記特定人物画像(I)は、被験者の知っている人物の画像を用いることを特徴とする自閉症診断支援方法が提供される。

10

さらに、本発明の第7の発明によれば、第1～6のいずれかの発明において、前記視線位置評価アルゴリズムは、前記特定非人物画像(II)が出現予測画像( )、錯視認識画像( )または相違点検索画像( )から選ばれる少なくとも一種類を含むことを特徴とする自閉症診断支援方法が提供される。

【0022】

また、本発明の第8の発明によれば、第1の発明において、前記特定非人物画像(i i)の出現予測画像( )は、移動体画像( 1)と任意で遮蔽体画像( 2)との組み合わせから構成される動画であり、先ず、移動体画像( 1)が表示部(a 3)の画面上を移動するよう表示し、次に、該移動体画像( 1)を表示部(a 3)の画面上の外側あるいは遮蔽体画像( 2)により非表示状態とした後、表示部(a 3)の特定位置から移動体画像( 1)を再表示したときの視線の移動頻度において、定型発達者では視線の移動頻度が移動体画像( 1)が再表示される位置へと移動頻度が多いのに対し、自閉症者では視線の移動頻度が少ない傾向であるという定型発達者と自閉症者の視線動向の対比または相違に基づくことを特徴とする自閉症診断支援方法が提供される。

20

さらに、本発明の第9の発明によれば、第7の発明において、前記再表示したときの視線の移動頻度は、1度目に再表示したときの移動頻度を評価の対象とせず、移動体画像( 1)の規則的な動きを予測できる2度目の再表示からの移動頻度を評価の対象とすることを特徴とする自閉症診断支援方法が提供される。

30

【0023】

また、本発明の第10の発明によれば、第7の発明において、前記特定非人物画像(II)の錯視認識画像( )は、錯視を生ずる要素( 1)と錯視を生じない要素( 2)を含む絵柄から構成される画像であり、錯視を生ずる要素( 1)を表示したときの視線の移動頻度において、定型発達者では視線の移動頻度が錯視を生ずる要素( 1)と錯視を生じない要素( 2)を表示した位置間の移動頻度が多いのに対し、自閉症者では視線の移動頻度が少ない傾向であるという定型発達者と自閉症者の視線動向の対比または相違に基づくことを特徴とする自閉症診断支援方法が提供される。

さらに、本発明の第11の発明によれば、第7の発明において、前記特定非人物画像(II)の相違点検索画像( )は、外観が同一または類似する複数の同種絵柄( 1)と同種絵柄と形状が異なる1乃至若干数からなる異種絵柄( 2)との組み合わせからなる画像であり、表示部(a 3)に同種絵柄( 1)中に異種絵柄( 2)を混在させるように表示したときの視線の移動頻度において、定型発達者では視線の移動頻度が同種絵柄( 1)と異種絵柄( 2)を表示した位置間の移動頻度が少ないのに対し、自閉症者では視線の移動頻度が多い傾向であるという定型発達者と自閉症者の視線動向の対比または相違に基づくことを特徴とする自閉症診断支援方法が提供される。

40

【0024】

また、本発明の第12の発明によれば、第1の発明において、前記複合画像面を表示部(a 3)の画面上に表示する前に、被験者の視線を予め所定の位置に誘導するための予備画像誘導画像( )を表示体上に表示させることを特徴とする自閉症診断支援方法が提供

50

される。

また、本発明の第13の発明によれば、第1の発明において、記定型発達者と自閉症者の視線の移動頻度の評価は、検出した被験者の視線位置情報から得られた移動頻度の多少が、表示部の画面上にそれぞれ画像を表示した時間から平均時間に基づき、頻度を検出することを特徴とする請求項1に記載の自閉症診断支援方法。

さらに、本発明の第14の発明によれば、第1の発明において、前記視線位置評価アルゴリズムは、過去の被験者の視線位置情報および該被験者に対する自閉症であるか否かの確定診断情報を記録したデータベースに基づいて、視線の移動頻度について閾値を設定することを特徴とする自閉症診断支援方法が提供される。

#### 【0025】

一方、本発明の第15の発明によれば、(a)被験者の眼球を撮像するカメラ部(a1)または被験者の頭部に装着し眼球の動きを検出する電極部(a2)と、被験者の視線先に設置される表示部(a3)とを少なくとも具備する視線検出ユニット(A)を用いて、表示部の画面上を見る被験者の視線位置情報を検出する視線検出手段と、

(b)該被験者の視線位置情報を入力する手段と、

(c)該被験者の視線位置情報を、特定人物画像(I)および特定非人物画像(II)よりなる2以上の画像を連続表示する複合画像として表示部(a3)の画面上に表示したときの位置情報に基づき、該被験者の視線位置情報と、自閉症者及び/又は定型発達者の視線位置情報とを、比較する視線位置評価アルゴリズムにより、該被験者の視線位置を評価する視線評価手段と、

(d)該被験者の視線位置の評価結果を表示する表示手段とを、具備することを特徴とする自閉症診断支援システムが提供される。

#### 【0026】

また、本発明の第16の発明によれば、特定人物画像(I)および特定非人物画像(II)よりなる2以上の画像を連続表示する複合画像を用いて自閉症診断を支援する自閉症診断支援装置であって、

(イ)視線検出手段を用いて、被験者の視線先に表示される該複合画像を見る被験者の視線位置情報を、検出する視線検出部と、

(ロ)該視線検出部により検出された視線位置情報を記録する視線位置情報記録部と、

(ハ)該視線位置情報記憶部に記録された被験者の視線位置情報を表示する視線位置情報表示部と、

(ニ)該視線位置情報表示部に表示された被験者の視線位置情報を、自閉症者及び/又は定型発達者の視線位置情報と比較する視線位置評価アルゴリズムにより、自閉症者または定型発達者の視線位置情報との類比について評価する視線位置情報評価部と、

(ホ)該視線位置情報評価部で得られた評価結果を出力する評価結果出力部と、

(ヘ)該評価結果出力部が出力した評価結果または視線位置情報評価部が取得した評価結果を記録する評価結果記録部とを、具備することを特徴とする自閉症診断支援装置が提供される。

#### 【発明の効果】

#### 【0027】

これら各発明の構成により、前記課題を解決することができる。

先ず、本発明の第1、第15、第16の発明によれば、前記特許文献などに開示されている「視線検出技術」を応用して、かつ、この技術と連携して、特定の「2以上の画像が連続する複合画像」を特定の構成で被験者に表示することによって、自閉症者を確実に捉えるスクリーニングの思想背景に基づいて、自閉症患者の早期確定診断の支援を可能にするものであり、また、専門医でなくても、自閉症である可能性の高さまたは低さを示し、診察必要性を示唆することがことができる。そして、特に、専門医が自閉症と特定できる年齢となる前の乳幼児の自閉症に対しても、客観的評価にもとづく、早期発見・早期確定診断の支援を可能にするという効果を発揮する。

また、本発明の第2の発明によれば、特定の動画像を被験者に表示することによって、

10

20

30

40

50

画面上の動作箇所に対する定型発達者と自閉症者の視線の移動頻度の相違する傾向を抽出し、評価に役立てることができる。

さらに、本発明の第3の発明によれば、特定の顔画像を被験者に表示することによって、定型発達者と自閉症者の視線の移動頻度の相違する傾向を抽出し、評価に役立てることができる。

【0028】

また、本発明の第4の発明によれば、顔画像の口の開閉を行う動画像を被験者に表示することによって、定型発達者と自閉症者の視線の移動頻度の傾向を、より評価に役立てることができる。

さらに、本発明の第5の発明によれば、特定の顔画像を特定の順に（口の開閉のあと目の開閉をする順に）被験者に表示することによって、定型発達者と自閉症者の視線の移動頻度の傾向を、より評価に役立てることができる。

10

【0029】

また、本発明の第6の発明によれば、被験者にとって知っている（馴染みのある）顔画像を用いることによって、表示される顔画像の目を直視しやすい状態として定型発達者の目を見る傾向を高めて、自閉症者が目を比較的に見ないとする移動頻度の傾向を、より評価に役立てることができる。

さらに、本発明の第7の発明によれば、特定非人物画像として出現予測画像や錯視認識画像、相違点検索画像を用いることによって、特定人物画像での視線の移動頻度の傾向だけでなく、これらの画像に対する定型発達者と自閉症者の視線の移動頻度の相違する傾向をも抽出し、複合して評価に役立てることができる。

20

【0030】

また、本発明の第8の発明によれば、特定人物画像と連続して出現予測画像や錯視認識画像、相違点検索画像を表示することによって、これらの画像に対する定型発達者と自閉症者の視線の移動頻度の相違する傾向を抽出し、複合して評価に役立てることができる。

さらに、本発明の第9の発明によれば、出現予測画像を用いて移動体が画面上に出現する位置を被験者が見ているかどうかを抽出することによって、定型発達者が比較的予測して移動体を見る傾向と、自閉症者によって表示部を比較的予測するよう見ない傾向を評価に役立てることができる。

【0031】

30

また、本発明の第10の発明によれば、出現予測画像において移動体が一定の動きのパターンに基づいて画面上に繰り返し表示させたときに2度目以降に移動体が画面上に出現する位置を被験者が見ているかどうかを抽出することによって、被験者の予測する能力差を少なくし、評価に役立てることができる。

さらに、本発明の第11の発明によれば、錯視認識画像を用いて被験者に表示することによって、定型発達者が錯視を生ずる部分を見る傾向と、自閉症者によっては錯視を生ずる部分を見ない傾向を、評価に役立てることができる。

【0032】

また、本発明の第12の発明によれば、錯視認識画像を用いて被験者に表示することによって、定型発達者が錯視を生ずる部分を見る傾向と、自閉症者によっては錯視を生ずる部分を見ない傾向を、評価に役立てることができる。

40

さらに、本発明の第13の発明によれば、相違点検索画像を用いて被験者に表示することによって、定型発達者が相違点を探そうとする傾向や相違点を探し出した際の傾向と、自閉症者の相違点を探そうとしない、あるいは逆に短時間で相違点を探し出す能力が極めて高い傾向を評価に役立てることができる。

【0033】

また、本発明の第14の発明によれば、誘導画像（ ）を表示することによって、次の画像を表示する際の被験者の視線位置を予め所定の位置に誘導することができ、表示されるとき視線の位置のズレによる評価の変化を少なくし、安定した定型発達者と自閉症者の移動頻度の傾向を得ることで評価に役立てることができる。

50

## 【図面の簡単な説明】

【0034】

【図1】本発明の自閉症診断支援方法およびシステムの構成の概略を示す図である。

【図2】複合画像の一例を示す図である。

【図3】特定人物画像(I)の一例を示す図である。

【図4】特定非人物画像(II)の出現予測画像( )の一例を示す図である。

【図5】特定非人物画像(II)の錯視認識画像( )の一例を示す図である。

【図6】特定非人物画像(II)の相違点検索画像( )の一例を示す図である。

【図7】誘導画像( )の一例を示す図である。

【図8-1】視線位置評価アルゴリズムの一例を示す図である。

10

【図8-2】視線位置評価アルゴリズムの一例を示す図である。

【図8-3】視線位置評価アルゴリズムの一例を示す図である。

【図9-1】視線位置情報を表示した一例を示す図である。

【図9-2】視線位置情報を表示した一例を示す図である。

【図10】視線位置を評価した一例を示す図である。

## 【発明を実施するための形態】

【0035】

本発明を実施するための形態は、以下の実施例に述べるものをその一つとするとともに、更にその技術思想内において、改良し得る種々の手法を含むものである。

説明にあたっては、先ず、本発明において好適に用いられる視線検出ユニット2について説明し、その後、複合画像について説明しながら、視線位置評価アルゴリズムや実質的に自閉症診断支援システムに相当する自閉症診断支援装置全体について併せて説明する。

20

次いで、自閉症診断支援装置の作動態様について説明しながら、自閉症診断支援方法について併せて説明する(以下の説明においては、便宜上、前記の自閉症診断支援装置と称して、自閉症診断支援システムや自閉症診断方法についても、説明することがある。 )。

## 【実施例】

【0036】

先ず、本発明の自閉症診断支援システムの視線検出手段(a)に用いられる視線検出ユニット2(視線検出部)について説明する。

【0037】

30

視線検出ユニット2は、図1に示すように、被験者Aの目を撮像するカメラ部22と画像を表示する表示部21を有しており、必要に応じて、瞳孔を確実に撮像するための撮像補助照明部23が設けられている。表示部21は、市販のディスプレイを用いることができ、液晶ディスプレイ、CRTやプロジェクタなど、特に限定されず、表示部分の大きさや形状も任意である。また、図示しないが、前記カメラ部22の代わりに、ヘッドホンやイヤホンのように頭部に接触して眼球の動きを検出する電極(電極部)を用いてもよい。撮像補助照明部23は、カメラ部22の感度や周囲の明るさ等必要に応じて設けられる。

【0038】

視線検出ユニット2は、被験者Aの瞳孔を検出して被験者Aのしている対象(表示部21)の位置を視線位置情報32として出力するようになっており、具体的には、被験者Aとカメラ部22と表示部21との位置関係から、被験者Aが表示部21の画面上のどの位置をいつ見ているかを視線位置情報32として出力できるように構成されたものである。

40

【0039】

すなわち、自閉症診断支援における視線の移動の解析において、後述する表示画像情報の絵柄の位置や時間と視線位置情報の位置や時間を合致して特定できればよいものであり、視線位置情報32は、数値データや画像データいずれに限定するものでない。

詳細に説明すると、視線位置情報32は表示部21の画面の位置に合致する2次元のX, Yといった相対的な位置座標と撮像時刻を数値データとして出力するものであったり、表示部21の画面の位置とは関係なく、視線検出ユニット2のカメラ部22から撮像した被験者Aの目の位置からカメラ部22固有の絶対的な位置座標と撮像時刻を数値データと

50

して検出するものであってもよく、あるいは、数値データではなく画像データの場合は、カメラ部22で撮像した視線位置が、表示した画像データへとプロット点として直接視線位置を合成して出力するものであってもよい。

【0040】

望ましい例としては、視線位置情報32は、視線検出ユニット2に用いる表示部21(ディスプレイ)の解像度や表示されるドット位置情報(座標情報)に合致する位置情報に変換して出力すれば、画面上に表示する絵柄の位置との整合がしやすくできる。一例として、視線位置情報32は、被験者Aの視線位置情報32を、表示部21の画面上の2次元データ(X, Y座標)に合わせて変換すればよく、例えば、表示部21が縦480ドット、横640の画面解像度のディスプレイであれば、視線検出ユニット2の視線位置情報32の出力も画面解像度に相当する縦480、横640から画面上の位置を示す位置情報に変換して出力されるように調整しておくといよい。

10

なお、視線位置情報32とは、前記説明した画面上の平面的な2次元データ(X, Y座標)に限るものでなく、立体的な3次元データ(X, Y, Z座標)であってもよい。

【0041】

ちなみに、市販、公知の各種検出手段として好適なものは、できるだけ被験者Aの視線位置を精度良く検出することが重要となるが、例えば、前記特許文献1~5の視線検出技術(その他各種出願、公開中の発明も含め)の公報に挙げられた技術を視線検出ユニット2として適用すれば、視線を検出するうえで困難とされる、静止せず動き回る乳幼児であったり、眼鏡をかけた被験者Aであったり、被験者Aごと異なる目の曲率などの補正を要する場合において、誤差が少なく高い精度でかつ小型化、簡便に視線を検出できる構成とできるため、視線位置情報の検出において適格かつ簡便に視線を検出する技術の一つとして、極めて好適である。

20

【0042】

代表的な視線検出手段としては、静岡大学製注視点検出装置[情報科学技術フォーラム講演論文集(9(3)), 589-591, 2010-08-20]で発表された装置、「頭部移動を許容するステレオカメラによる較正容易な注視点検出装置」が挙げられる。本発明ではこのユニットを用いて、視線位置情報32が表示部21の画面上の位置情報に変換して出力されるように調整したものを適用したものと説明する。

【0043】

なお、視線検出ユニット2は、後述する本体ユニット1や表示部21の動作や指示にそって、被験者Aの視線位置情報を検出するが、本体ユニット1や表示部21と必ずしも連動している必要はない。連動していない場合は、本体ユニット1側において、視線検出ユニット2から常時出力される視線位置情報を受信、集計し、解析によって、表示画像情報の各表示した絵柄の位置と、被験者Aの表示した際の視線位置とを特定すればよい。

30

【0044】

次に、本発明の表示画像情報31に用いられる複合画像について説明する。

複合画像は、上の視線検出ユニット2の表示部21に表示するための表示画像情報31であり、図2A~Cに示すように、特定人物画像(I)、および、特定非人物画像(II)を、連続して表示するよう構成されている。このような複合画像は、一つの画像が数秒から十数秒で構成された画像であり、長くても全体で数分程度の画像となっている。(I)(II)の順や連続する画像総数は限定しない。

40

なお、前記連続とは、必ずしも時間的な連続性をもって表示するというものでなく、後述する誘導画像を画像間に表示する場合も含め、一連の診断支援における連続性で理解すべきである。

【0045】

前記特定人物画像(I)とは、先ず、人物画像として、実在する人物、アニメーションの人物や擬人化した動物等の画像が選択され、かつ、画面上で全体に静止している状態(静止画像)(i)と画面上で何らかの動きのある状態(一部が動作する動画像)(ii)とで構成された画像である。静止画像(i)とは、人物画像が体や表情を静止させた状態

50

の画像をいい、動画像を一時停止させた状態を含むものであり、動画像（*i i*）とは、人物画像が体の一部分を動かしている状態の画像をいい、顔の表情の変化を含むものである。

【0046】

ここで、特定人物画像（*I*）において、全身または体の一部が表示されるように構成するとよいが、表示部21の画面の大きさによるが、動画像として、特に表情において目や口の周囲の動きを被験者Aに確認させるうえで、上半身か顔周辺からなる画像を表示することが望ましく、大きさでは等身に近い大きさ、鮮明さでは目や口の動きが明確に表示できる画像であることが望ましい。

【0047】

また、被験者Aの知っている人物（馴染みのある顔）を用いた画像であれば、被験者Aが人物画像（特に目）を直視しやすくできる点で望ましく、たとえば被験者Aの一親等または二親等の人物の画像を用いるとよい。

これらに用いられる画像は、予め撮像した画像のほか、リアルタイムに撮像する画像でもよく、特に、限定しない。

【0048】

そして、特定人物画像（*I*）としては、上記の人物画像のうち、図3Aに示すように、目を開け口を閉じた状態の画像（全体を静止した顔画像）（*i a*）と、図3Bに示すように、口を閉じた状態で目の開閉を連続して数秒行う画像（目のみを開閉する顔画像）（*i i a*）と、図3Cに示すように、目を開けた状態で口の開閉を連続して数秒行う画像（口のみを開閉する顔画像）（*i i b*）を含む画像が望ましく、この場合は、上記の画像でそれぞれ数秒を一組として構成する。

【0049】

ここで、表示部21において、（*i i a*）の画像では、目の開閉は、動きを明確に看取されるよう配慮し、通常の瞬間的な瞬きよりも緩やか且つしっかりと開閉させつつ、目の動きを静止せず（間を置かず）に、次の瞬きを開始する動作を繰り返す画像を用いることが重要である。

よって、本発明においては、通常の瞬間的な瞬きは上記目の開閉に含めない。Wikipediaによれば、通常の瞬きの速さが平均で0.1～0.15秒、通常の瞬きの回数が子供では5～18回/分、大人では男性が20回/分、女性が15回/分程度である（すなわち、目を開いた状態を静止する時間が子供は1.2～3.3秒間、大人は男性が約3秒間、女性が約4秒間程度）としているが、本発明では、瞬きの速さは、通常の0.2～0.5倍の速度、通常目の開いた状態を維持する時間がほぼ無く目を閉じる動作を行うか長くとも1秒以下（通常の3～12倍かこれ以上）とする画像を用いることが、被験者Aが動きのある位置を意識させる上で望ましい。

【0050】

また、（*i i b*）の画像では、図3Dに示すように、通常の話すときの口の動きをするとよいが、口の開閉を明確に看取されるよう意識して大きく動かすように配慮し、口が大きく動く様が見える画像とすることが望ましく、また、乳幼児では馴染みのあるあやし言葉や挨拶言葉といった相手への反応を伺う用語を用いると、被験者Aに、より画像に意識させる上で望ましい。画像とともに音声を連携させても、よいことは勿論である。

このように、被験者Aへと、動作箇所（とくに目、口の周囲）へと意識して視線を誘導させることができるような画像として構成される。

【0051】

次に、前記特定非人物画像（*II*）について説明する。

本発明で用いられる特定非人物画像（*II*）は、出現予測画像（ ）や錯視認識画像（ ）、相違点検索画像（ ）を含む画像であり、いずれも数秒を一組として、特定人物画像（*I*）とともに構成する。これらは1乃至複数を連続した画像として構成する。このような連続した画像としては、例えば、（*I*）（ ）や（ ）（*I*）のように連続したり、複数では（*I*）（ ）（ ）や、（ ）（*I*）（ ）や、（ ）（*I*）

10

20

30

40

50

( ) ( I ) ( ) と連続したり、各種のバリエーションが挙げられる。

【 0 0 5 2 】

出現予測画像 ( ) とは、一定の法則に基づいて表示部を移動する絵柄 ( 移動体 ( 1 ) ) という ) があり、該移動体が、画面の外側に非表示となるか、あるいは、画面上に表示される他の絵柄 ( 遮蔽体 ( 2 ) という ) と重なり、あたかも遮蔽体 ( 2 ) の背景へと一定時間非表示となったのちに、再び、画面上に表示されるように構成された動画像をいう。絵柄は、とくに限定されない。

【 0 0 5 3 】

そして、上記の一定の法則に基づいて移動するとは、図 4 A 及び図 4 B に示すように、画面上の移動体 ( 1 ) が表示部に出現して一定の方向に移動しながら画面の外側へと消える一連の動作がされ、再び同じ位置から出現するように構成した画像や、図 4 C 及び図 4 D に示すように、画面の外側に消えた位置から反対方向に出現するように構成した画像によって、移動体 ( 1 ) の再表示される位置が、被験者 A に容易に特定できるように構成されている状態をいう。ちなみに、図 4 A ~ D は、説明する上で矢印や絵柄を複数表示したように示したが、実際には 1 つの絵柄を用いている。ただし、移動体を複数表示することを否定するものではない。

10

【 0 0 5 4 】

あるいは、図 4 E ~ G に示すように、画面上に遮蔽体 ( 2 ) を表示させる場合には、移動体 ( 1 ) が画面上を移動するなかで遮蔽体 ( 2 ) と重なり非表示となったあと、再び遮蔽体 ( 2 ) から出現するように構成した画像によって、移動体 ( 1 ) の再表示される位置が、被験者 A に容易に特定できるように構成されている状態をいう。なお、これらの状態を複合して構成してもよい。

20

【 0 0 5 5 】

これによって、被験者 A へと、画像の再表示される特定位置 ( 予測される画面上の位置 ) へと意識して視線を誘導させることができるような画像として構成される。

【 0 0 5 6 】

錯視認識画像 ( ) とは、表示部の画面上に錯視を生ずる要素 ( 1 ) と錯視を生じない要素 ( 2 ) を含む絵柄から構成される画像をいい、このような絵柄としては、錯視画像として、錯覚画像、錯視図形などとも呼ばれている一般的な定義のもの [フリー百科事典『ウィキペディア ( Wikipedia ) 』「錯視」に各種掲載ある。 [http://en.wikipedia.org/wiki/Peripheral\\_drift\\_illusion](http://en.wikipedia.org/wiki/Peripheral_drift_illusion) 等] が用いられる。

30

【 0 0 5 7 】

このような錯視認識画像 ( ) としては、図 5 に示すものが挙げられる。図 5 A がエビングハウス錯視図形を適用した例、図 5 B がカニツアの三角形錯視図形を適用した例、図 5 C がフレーザー・ウィルコックス錯視図形を適用した例である。

【 0 0 5 8 】

また、これらの派生・改良にあたる錯視図形も絵柄として適用できるものであり、図 5 D が、図 5 B のカニツアの三角形錯視図形を改良した例、図 5 E が、図 5 C のフレーザー・ウィルコックス錯視図形を改良した例である。

40

【 0 0 5 9 】

これらの絵柄を本発明の錯視認識画像 ( ) として適用するには、錯視を生ずる要素 ( 1 ) と錯視を生じない要素 ( 2 ) を、表示部 2 1 の画面上に同時に表示させた絵柄として構成する。

【 0 0 6 0 】

ここで、図 5 A に示すように、エビングハウス錯視図形を適用した場合は、図 8 H に示すように 2 つの円形の集合のうち、それぞれ中央で大きさが異なって見える錯視を生ずる円の部分が錯視を生ずる要素 ( 1 ) に、その周囲を囲むように配置される円それぞれを含む要素 ( 1 ) の周りの部分が錯視を生じない要素 ( 2 ) とした構成として画像に用いる。

50

また、図 5 B, D に示すように、カニツアの三角形錯視図形を適用した場合は、図 8 I に示すように、画面上に存在しない図形が示される部分が錯視を生ずる要素 ( 1 ) に、画面上に表示された絵柄の部分が錯視を生じない要素 ( 2 ) として構成として画像に用いる。

なお、前記の“存在しない図形”とは、本発明においては、画面上で必ずしも存在しないか無色透明かというものではなく、画面全体の背景色と同一色であり、つまり画面上の背景色と見分け不能な状態を表現しているものである。

【 0 0 6 1 】

また、図 5 C, E に示すように、フレーザー・ウィルコックス錯視図形を適用した場合は、当該絵柄全体が錯視を生ずる要素 ( 1 ) として構成されるため、図 8 K に示すように、画面上の一部分 ( 図示では画面左半分 ) に当該絵柄を表示することでその部分を錯視を生ずる要素 ( 1 ) に、当該絵柄を表示しないその他の部分 ( 図示では画面右半分 ) を錯視を生じない要素 ( 2 ) として構成として画像に用いる。

10

この錯視図形の錯視を生ずるメカニズムは、まだ完全に解明にされていないと思われるが、この錯視図形は、いずれも静止画として構成されており、この静止画を静視していると、恰も視野における視点の周囲 ( 視野の中心を除くピントがあっていない部位 ) において、静止画であるにも拘わらず、「視線を少し外した部分の絵柄が上下左右方向や回転方向にゆらいで動いているように、見せかける錯視要素」を含む図形であることは共通している。

【 0 0 6 2 】

20

その効果は、総じて色盲・色弱・盲目といった目の不自由な者でない限り、同じ効果を見る者に感じさせることができるとされている。なお、色盲・色弱の者については、本人が識別できる配色やグレーの画像を選択するとよい。

なお、図 8 J, K に示すものは、表示部全面のうち、左側に錯視図形、右側に錯視要素を生じない図形を表示させた例である。

【 0 0 6 3 】

錯視を生じない図形は、外観 ( 形状や模様、色彩等の形態構成要素 ) は錯視図形と近似するが、柄の色彩が錯視を生じない絵柄となるように描かれた模様となっており、視線を少し外した部分の絵柄が上下左右方向や回転方向にゆらいで動いているように見せかける錯視要素を生じないようになっている図形であり、たとえば、絵柄の影 ( 点ごとの配色 ) の付け方を替える ( 一方向からの光源により生じる影の位置にする ) 等により、錯視要素を生じなくすることができる。

30

【 0 0 6 4 】

これによれば、被験者 A は、一見して画面全体に同じ絵柄が展開されているように看取されるが、絵柄を全体に見ているうちに錯視を生ずる部分 ( 図示では画面左半分 ) と、錯視を生じない部分 ( 図示では画面右半分 ) になるように見分け可能に構成されているものである。

【 0 0 6 5 】

具体的には、被験者 A は、表示部 2 1 に表示された画面のいずれか一部を見ることとなるが、錯視画像によって錯視要素を感じさせることや、被験者 A が目線を動かすと、画面の一部つまり特定錯視画像によって視線を少し外した部分の画像に錯視要素を感じさせることができる。ここで、被験者 A が錯視要素を感じた際に、その部分に視線を誘導することや、特定錯視要素画像ではその部分に視線を合わせると、その視線を合わせた部分に錯視要素が生じなくなることを看取させることができるから、被験者 A の視線を画面上で、頻繁に移動させることができる。

40

しかし、被験者 A が自閉症者である場合には、錯視要素を感じない、または感じたとしても、本人が興味のある部分を注視する意志が強いことから、自然と、錯視要素の影響を受けない傾向が生じる、つまり、自閉症者の視線は、画面上で頻繁に移動する傾向が希薄となるのである。

【 0 0 6 6 】

50

ここで、表示した錯視画像と非錯視画像のいずれかまたは双方を、時折左右に動かす、点滅させるなどにより、被験者Aの視線を意図的に特定の位置へと誘導しやすくしてもよいが、表示部21全面に似た絵柄の静止画像を表示することこそ、被験者Aの視線を誘導する行為を行わず、より自然な状態で被験者Aの視線の移動を検出することができ、他方、言葉による意思伝達がしえない乳幼児において、特に望ましくすることができる。

【0067】

その他の錯視を生ずる絵柄についても、上のような要素に基づき、錯視を生ずる要素(1)と錯視を生じない要素(2)を表示部の画面上に同時に表示させた構成として画像に適用すればよい。

【0068】

これによって、被験者Aへと、錯視を生ずる要素(1)の表示される特定位置へと視線を誘導させることができるような画像として構成される。

【0069】

前記相違点検索画像( )とは、外観が同一または類似する複数の同種絵柄(1)と、同種絵柄と形状が異なる1乃至若干数の異種絵柄(2)との組み合わせからなる画像であり、表示部に同種絵柄(1)中に異種絵柄(2)を混在させるように表示するよう構成した画像をいう。

このような画像としては、図6Aに示すように、外観が同一の絵柄(同種絵柄:1)を画面上に多数点在して表示する中で、同種絵柄とは色あるいは向きの1要素だけ特徴を変化させた絵柄(異種絵柄2)が1または若干数含まれて構成された画像をいう。図では、ワニが10匹いるうち、逆向きのワニを1匹だけ混在させている。

【0070】

あるいは、図6Bに示すように、上記の同種絵柄(1)を画面上に多数点在して表示する中で、同種絵柄とは外観、向き、色彩から2要素以上の特徴を異ならせた絵柄が1または若干含まれて構成した画像をいう。同図中では、ライオンとネコが6匹ずついるうち、逆向きのネコを1匹だけ混在させている。

【0071】

このような複数の同種絵柄(1)と1乃至若干数の異種絵柄(2)の表示することで、錯視画像のように、画面全体において、一見して多数の同じ絵柄が分散しているように看取させるなかで、被験者Aに、絵柄の違いによる刺激での視線が誘導させることなく、被験者A自らの意志により、一見同じように見える画像群から、異種絵柄の存在を発見させる視線の移動を興させて、見たい位置を誘導させない、規制させない、より自然な状態で、被験者Aに視線の移動を生じさせることができる。

これによって、被験者Aへと、同種絵柄(1)や異種絵柄(2)の表示される特定位置へと意識して視線を誘導させることができるような画像として構成される。

【0072】

続いて、これらの複合画像と合わせて表示する誘導画像( )について説明する。

前記誘導画像( )とは、複合画像を表示部21の画面上に表示する前に、被験者Aの視線を予め所定の位置に誘導するための絵柄を表示するものであり、画面の特定の位置に数秒間絵柄を表示する構成からなる画像である。

【0073】

このような誘導画像( )としては、図7Aに示すように、画面の一部に表示しその絵柄を被験者Aに注目させることで、次に表示される画面の、最初の視線の位置を意図的に所定の位置に誘導させるための絵柄である。

このため、誘導画像( )は、視線を所定の位置に誘導させるべき画像であるから、静止画であっても動画であってもよいが、絵柄の大きさが画面全体に表示されるものでなく適度に小さいことが望ましい。

ただし、図7Bのように、画面全体に拡大された絵柄が次第に縮小させるように表示してもよいし、あるいは、静止した絵柄でなく、移動する絵柄が画面の特定の位置に縮小するように消えたり、画面外に移動するように消えたりするような画像であっても、視線を

10

20

30

40

50

誘導する思想からして適用できることは勿論である。

【0074】

ここで、誘導画像( )において重要なことは、図7Cのように、次に表示する複合画像において、視線の位置を評価するための位置との関係を考慮して、誘導画像( )を表示することにある。

【0075】

より具体的に説明すると、特定人物画像(I)で口を開閉する顔画像(iib)で口の位置に視線が移動するか評価したいときには、評価に影響しない口と離れた位置に誘導画像( )を表示すれば、たまたま被験者Aが見ている位置に口が表示された場合、つまり表示した瞬間の、被験者Aの意図によらない視線位置の評価を除外できるので、評価の精度をより向上させることができるものである。

あるいは、目を開閉する顔画像(ia)で目の位置に視線が移動するかを評価したいときにおいて、意図的に目が表示される位置と同じ位置に誘導画像( )を表示させることで、顔画像が表示された瞬間に、自閉症者であれば意識的に目をそらせる傾向を評価することに役立てることができる。

【0076】

さらに、特定非人物画像(II)の( )( )( )についても、同様であるが、表示した最初の若干秒の視線位置は、評価から除外するよう考慮しつつも、意図的に、出現予測位置と同じ位置や、錯視の生ずる位置や、異種絵柄の位置へと、誘導画像( )を表示することで、ひとつの見るべき位置のヒントのような視線位置を被験者Aに内示する誘導要素としても役立てることができる。

【0077】

このような視線検出ユニット2と各種の複合画像を用いることにより、自閉症診断支援システムは、次のように被験者Aの視線の動向を評価する。

まず、自閉症診断支援システムの入力手段(b)として、本体ユニット1が、複合画像の表示画像情報31を視線検出ユニット2の表示部21へ送信し、視線検出ユニット2から被験者Aの画面上の視線位置情報32を受信する。

【0078】

ここで、該表示画像情報31とは、複合画像の絵柄のデータや表示するタイミングのデータから構成されるものである。複合画像が予め視線検出ユニット2側に用意されていれば、本体ユニット1から複合画像を表示するタイミングの指令を送信すればよい。

また、視線位置情報32とは、前述した被験者Aの視線の位置を示す情報であり、本体ユニット1が表示部21の座標に合わせた位置座標データや視線の位置がマーカーで示された画像データとして受信する。受信した視線位置情報32は、検査者Bの表示部11に表示し検査者Bに確認させるとよい。

【0079】

次に、自閉症診断支援システムの視線評価手段(c)として、本体ユニット1が、メモリーやハードディスクなどの記録媒体(視線情報記録部)に複合画像に応じた被験者Aの視線位置情報32を記録する。記録した視線位置情報32は、検査者Bの表示部11(視線位置情報表示部)に表示し検査者に確認させることができる。

【0080】

ここまでにおいて、図1では、検査者Bが別の表示部11で画面上に表示される視線位置情報32や視線位置情報の検出結果情報34が、リアルタイムまたは後に確認できるようになっているが、本体ユニット1や視線位置検出ユニット2は、構成上、被験者Aまたは検査者Bの表示部11などに組み込まれることを妨げない。例えば、極端に一体的な構成とするならば、被験者Aの診断と検査者Bの確認を同時に進行しないものとして、被験者Aと検査者Bの動作を切替式にすれば、構成すべて(各表示部や本体ユニット1の全体)を一体にでき、兼用することも可能である。ちなみに、検査者B側と被験者A側のユニットは、同室に配置することを制限するものでなく、被験者Aを遠隔地で検査者Bが検査することや、記録された被験者Aの検査画像を後日に別の場所で検査者Bが評価する

10

20

30

40

50

ことも、本発明に含むものである。

【0081】

続いて、視線評価手段(c)は、複合画像の画像ごと、視線位置情報32から被験者Aが前記特定位置を見ているかのアルゴリズムを実行する。

【0082】

具体的には、本体ユニット1の視線評価手段(c)が、複合画像に対して、これより詳細に説明する刺激エリアSや非刺激エリアNを設定し、設定した各エリアS, Nにおける被験者Aの視線の移動頻度を求める。

前記刺激エリアSとは、特に定型発達者に対して視線の移動を誘導される傾向を判断するための画面上の範囲であり、特定人物画像(I)の動作箇所や特定非人物画像(II)の各特定位置の絵柄を包囲した範囲である。

また、前記非刺激エリアNとは、特に自閉症者に対して視線の移動を誘導されない傾向を判断するための画面上の範囲であり、誘導刺激エリアSを除く特定位置の絵柄を包囲した範囲である。

【0083】

さらに、後に説明するが、刺激エリアSと非刺激エリアNは、単数あるいは複数存在することもあり、また、エリアの縮小拡大、移動、一定時間のみ発生したり、互いに位置を交換する場合も含まれる。

【0084】

なお、各エリアS, Nの範囲は、特定位置の絵柄ごとに外形(輪郭)にそって設定するが、簡便に設定するには、表示体の画面上を縦横適宜の大きさの碁盤目(ブロック)に分割して、そのブロックごとに絵柄と合致した位置のブロックをひとつの小エリアとしこの小エリアの連続する集合体をもって一つの絵柄を設定しても良い。この場合は、絵柄の輪郭の一部がブロック内に半分以上含まれた場合は小エリアと設定するか、僅かでも絵柄に合致していれば小エリアと設定するなど適宜決定すればよい。なお、表示体21の画面外については、全て非刺激エリアNとして設定したり、あるいはエリア外として設定から除外させることも適宜決定すればよい。

【0085】

このようなエリアS, Nの設定は、複合画像の特定位置ごとに、予め、または、自動的に表示される各複合画像に対して特定の絵柄に一致する位置に設定されるようにしてもよいが、表示画像情報31の画像に対して、各エリアの位置情報も複合画像全てを対象に、本体ユニット1において付与されて、視線位置情報に保存される。付与するタイミングは、被験者Aへ表示画像を表示する前後を問わない。本体ユニット1が、被験者Aの視線の移動頻度を記録情報33として保存し解析する時点までに、行われればよい。

【0086】

この付与としては、本体ユニット1において、画像中の色データや絵柄判定プログラムなどから自動的に各エリア情報を設定させてもよいし、検査者Bにおいて、手動的に画像ごと各エリア情報を設定や調整ができるようにしてもよい。

【0087】

このような各エリアに対して、被験者Aの視線の移動頻度として、複合画像を表示する時間あたりの各エリア累積滞在時間平均滞在時間、最長滞在時間、エリアS, N間の移動回数、移動方向や移動速度などの記録情報33を視線位置評価アルゴリズムで評価するのである。

【0088】

以下、複合画像ごとに自閉症者及び/又は定型発達者の視線位置情報とを比較する視線位置評価アルゴリズムについて説明する。

まず、特定人物画像(I)のアルゴリズムについて説明する。

本体ユニット1が表示部21に、特定人物画像(I)を表示することで、被験者Aに人物画像の動作箇所を見るように促すのであるが、とくに、静止画像(i)として画面全体が静止した顔画像で動作箇所を示さない状態に対し、目のみを開閉する顔画像(iia)

10

20

30

40

50

で目の位置に動作箇所を示した状態と、口のみを開閉する顔画像 ( i i b ) で口の位置に動作箇所を示した状態を表示し、被験者 A が動作箇所の位置を見る傾向を確認する。

【 0 0 8 9 】

たとえば、下記表 1 のうち ( i i a ) を 5 秒間表示したときの定型発達者と自閉症者の視線の移動頻度を抽出した一例を、図 9 A に示したが、被験者の視線の位置を 3 3 ミリ秒ごとに、1 回顔画像上にプロット点として表示したところ、図中のプロット点のドットの分散具合から見て分かるように、明らかに自閉症者は、目を見ずに口周辺に視線が集まっていることが看取できている。

【 0 0 9 0 】

そのために視線評価手段 ( c ) は、図 8 A に示すように、目のみを開閉する顔画像 ( i i a ) で目の位置に刺激エリア S を、口の位置に非刺激エリア N を設定し、各エリア S , N の特定位置における被験者 A の視線の移動頻度を求める。

10

また、図 8 B に示すように、口のみを開閉する顔画像 ( i i b ) で口の位置に刺激エリア S を、目の位置に非刺激エリア N を設定し、各エリア S , N における被験者 A の視線の移動頻度を求める。

なお静止画像 ( i ) では、目と口の位置はいずれも非刺激エリア N とする ( 刺激エリア S が存在しない状態 ) 。また、図 8 C に示すように各エリアを多重に設けて、直接的に見ているかどうかを分析してもよい。なお多重エリアを設けることは、顔画像に限るものではない。

【 0 0 9 1 】

20

【表 1】

特定人物画像(顔画像)の表示状態	エリア設定		定型発達者(定)／自閉症者(自) 視線の移動頻度の傾向
	目の周囲	口の周囲	
静止画像(i)	エリアN	エリアN	定:エリアNの最長滞在時間が短い。 エリアN間の移動回数が多い。 自:エリアNの最長滞在時間が長い。 エリアN間の移動回数が少ない。
目の動画像(iia)	エリアS	エリアN	(i)に対し 定:エリアSの累積滞在時間 および最長滞在時間が長い。 エリアN内の累積滞在時間 および最長滞在時間が短い。 エリアSN間の移動回数が多い。 エリアSのうち目を直接見て目の輪郭近く の累積滞在時間の増加傾向が少ない。 自:エリアSの累積滞在時間 および最長滞在時間が短い。 エリアN内の累積滞在時間 および最長滞在時間が長い。 エリアSN間の移動回数が少ない。 エリアSのうち目を直接見ず目の輪郭近く の累積滞在時間の増加傾向が多い。
口の動画像(iib)	エリアN	エリアS	(iia)に対し 定:エリアSの累積滞在時間 および最長滞在時間が短い。 エリアN内の累積滞在時間 および最長滞在時間が長い。 エリアSN間の移動回数が多い。 自:エリアSの累積滞在時間 および最長滞在時間が長い。 エリアN内の累積滞在時間 および最長滞在時間が短い。 エリアSN間の移動回数が少ない

10

20

30

## 【0092】

このように、自閉症者は、定型発達者に比較して、上の(i a)(i i a)(i i b)何れの傾向においても、動作箇所、すなわち、刺激エリアSである目や口の周囲への視線の移動がみられるものの、ある特定の興味をもった位置を注視する傾向があるため、刺激エリアSとともに非刺激エリアNについてもあわせて視線の移動頻度を求めることが有意となる。

## 【0093】

中でも、図8Dに示すように、口のみを開閉する顔画像(i i b)には、定型発達者も自閉症も共通して、いちど視線を口の周囲に合わせやすい傾向が見いだせることを利用し、先ず口のみを開閉する顔画像(i i b)を表示し、引き続き目のみを開閉する顔画像(i i a)を表示した際のそれぞれの刺激エリアSと非刺激エリアNの逆転する視線の移動の傾向を分析するとよい。

40

## 【0094】

あるいは、図示しないが、口のみを開閉する顔画像(i i b)において、定型発達者は比較的目の位置も見る傾向があることから、口のみを開閉する間の、目の位置の移動頻度を抽出してもよい。この場合は、口の周囲を非刺激エリアNに設定し、目の周囲を刺激エリアSに設定することで、口のみを開閉する間の目の位置の移動頻度を検出するとよい。

## 【0095】

50

このアルゴリズムによって、定型発達者と自閉症者の視線の移動の共通要素や共通しない要素の両面から、定型発達者と自閉症者の視線の移動頻度の相違する傾向を抽出し評価に役立てることができる。

【 0 0 9 6 】

次に、特定非人物画像（ I I ）のアルゴリズムについて説明する。

出現予測画像（ ）では、本体ユニット 1 が、図 4 A ~ G に示すように移動体（ 1 ）が再表示されるタイミングで、再表示される特定部位を被験者 A が見る傾向を確認する。

そのために、視線評価手段（ c ）は、図 8 E ~ G に示すように、再表示されるタイミングで再表示される特定位置にそれぞれ刺激エリア S を、遮蔽体（ 2 ）がある場合には、遮蔽体を囲む位置に非刺激エリア N を設定し、各エリア S , N における被験者 A の視線の移動頻度を求める。重要なことは、移動体（ 1 ）を被験者 A が見る傾向があるか、移動体が消えたのち再表示する部分を予測的に見る傾向があるか、を分析することが望ましいことにある。

【 0 0 9 7 】

【表 2】

出現予測画像の表示状態	エリア設定			定型発達者(定)／自閉症者(自) 視線の移動頻度の傾向
	移動体位置	再出現位置	遮蔽体位置	
①移動体が表示され消えるまでの間 (移動表示中)	エリアS	エリアN	エリアN	定:エリアSの最長滞在時間が長い。 エリアSN間の移動回数が多い。 自:エリアNの最長滞在時間が長い。 エリアN間の移動回数が少ない。
②移動体が画面外または遮蔽対裏に消えている間	エリアN (遮蔽体がある場合は無しでも可)	エリアS	エリアN	(i) に対し 定:エリアSの累積滞在時間および最長滞在時間が長い。 エリアN内の累積滞在時間および最長滞在時間が短い。 エリアSN間の移動回数が多い。 自:エリアSの累積滞在時間および最長滞在時間が短い。 エリアN内の累積滞在時間および最長滞在時間が長い。 エリアSN間の移動回数が少ない。
③移動体が再表示される間 (前後若干秒)	エリアN (遮蔽体がある場合は無しでも可)	エリアS	エリアN	(iia) に対し 定:エリアSの累積滞在時間および最長滞在時間が長い。 エリアN内の累積滞在時間および最長滞在時間が短い。 エリアSN間の移動回数が多い。 自:エリアSの累積滞在時間および最長滞在時間が短い。 エリアN内の累積滞在時間および最長滞在時間が長い。 エリアSN間の移動回数が少ない。
④移動体が再表示され消えるまでの間	エリアS	エリアN	エリアN	上①と同じ。

【 0 0 9 8 】

そこで、上記特定位置に設ける刺激エリア S とは、再表示されるタイミング前後の若干時間にだけ刺激エリア S が設定されるものであり、そのタイミング以外の同位置が非刺激エリア N あるいはエリア設定外と設定している。また、移動体（ 1 ）は、前記再表示さ

10

20

30

40

50

れている位置の刺激エリア S が存在中は非刺激エリア N あるいはエリア設定外であり、それ以外は別の刺激エリア S の位置づけとして移動頻度を求めるとよい。

なお、再表示される位置の刺激エリア S の位置は、再表示される位置に固定してもよいし、移動体 ( 1 ) の移動に伴い刺激エリア S も追従して移動させてもよい。刺激エリア S の設定する時間は移動体 ( 1 ) の移動速度や被験者 A の反応遅さにより調整すればよいが、再表示される前後 1 ~ 2 秒程度まででよい。

【 0 0 9 9 】

ちなみに、自閉症者が目を直視しないように、移動体そのものでなく移動体前後の位置を意図的に見ている傾向の有無を捉えるために、図 8 G のように、刺激エリア S の前後に隣接するような刺激エリア S を複数設けて、直接的に見ているかどうかを分析してもよい。

10

【 0 1 0 0 】

このアルゴリズムによって、特定人物画像 ( I ) とは異なる、出現予測画像 ( ) における刺激エリア S と非刺激エリア N を変化させることによる定型発達者と自閉症者の視線の移動頻度の相違する傾向を抽出し、自閉症者を確実に捉えるスクリーニングの高い評価に役立てることができる。

【 0 1 0 1 】

錯視画像 ( ) では、本体ユニット 1 が、図 5 A ~ E に示すような錯視画像を表示することで、被験者 A に錯視を生ずる要素の位置を見るように促し、錯視を生ずる要素の位置をみる傾向を確認する。

20

【 0 1 0 2 】

そのために、視線評価手段 ( c ) は、図 8 H ~ M に示すように、錯視を生ずる要素 ( 1 ) の位置に刺激エリア S を設定し、錯視を生じない要素 ( 2 ) の位置に非刺激エリア N を設定し、各エリア S , N の特定位置における被験者 A の視線の移動頻度を求める。

たとえば、表 3 のうち図 8 K のように、左右 ( 1 ) と ( 2 ) をそれぞれ左右に並べて 5 秒間表示したときの定型発達者と自閉症者の視線の移動頻度を抽出した一例として図 9 C を示すが、被験者の視線の位置を 33 ミリ秒ごとに 1 回錯視画像上にプロット点として表示したところ、図中のプロット点のドットの分散具合から見て分かるように、自閉症者は ( 2 ) の一点に視線が集まっていることが看取できている。

30

【 0 1 0 3 】

ここで、上記視線の移動頻度は、視線の移動から、錯視に興味をもって見ているかを判定するには、表示開始から終了までの間に、刺激エリア S と非刺激エリア N のそれぞれの累積滞在時間や最長時間、比率から確認でき、エリア S とエリア N 間の移動回数、累積時間の比率が少ないときは錯視に興味を示さないことが確認でき、これらによって傾向を確認し、判断が行えるものである。

【 0 1 0 4 】

なお特に、図 8 I に示すように、カニツツアの三角形錯視図形を適用した場合は、錯視を生ずる要素 ( 1 ) のうち、画面上に存在しない図形が看取されると、意識的に画面上に存在しない図形の輪郭付近を見る傾向を促すことができ、結果として、定型発達者ほど、刺激エリア S の位置、とくに、刺激エリア S の輪郭付近の位置への移動頻度を高くさせる効果が得られて望ましい。

40

なお、図示していないが、輪郭付近の位置への視線の移動頻度を詳細に確認するには、画面上に存在しない図形を囲む刺激エリア S を多重のエリアにして、具体的には図 8 I の刺激エリア S を存在しない図形の輪郭にそって大小 2 重のエリア S を設けて大きいエリアと小さいエリア間の視線の移動だけを抽出すればよい。

【 0 1 0 5 】

他方、特に、図 8 K に示すように、フレーザー・ウィルコックス錯視図形を適用した場合は、錯視を生ずる要素 ( 1 ) を直視した状態よりも、錯視を生じない要素 ( 2 ) の位置を見ているときに視界の中で錯視を生ずる要素 ( 1 ) の位置が恰も動きを生じているように看取されるため、錯視を生ずる要素 ( 1 ) を見るように促すことができ、結果

50

として、定型発達者ほど、刺激エリアSと非刺激エリアNの位置の移動頻度を高くさせる効果が得られて望ましい。なお、図8LやMに示すように各エリアを多重に設けて直接的に絵柄を見ない傾向や、エリア内を分割して一つの絵柄の部分的な視線の移動傾向を分析してもよい。

【0106】

【表3】

錯視画像の表示状態	エリア設定		定型発達者(定)／自閉症者(自) 視線の移動頻度の傾向
	錯視を生ずる位置	錯視を生じない位置	
図8H エビングハウス錯視図形	エリアS	エリアN	共通する傾向 定:エリアSの累積滞在時間 および最長滞在時間が長い。 エリアN内の累積滞在時間 および最長滞在時間が短い。 エリアSN間の移動回数が多い。 自:エリアSの累積滞在時間 および最長滞在時間が短い。 エリアN内の累積滞在時間 および最長滞在時間が長い。 エリアSN間の移動回数が少ない。
図5I カニツァの三角形錯視図形			上の傾向に加えて 定:画面上に存在しない図形が示される部分(図形)の輪郭近くの累積滞在時間の増加傾向が多い。 定:画面上に存在しない図形が示される部分(図形)の輪郭近くの累積滞在時間の増加傾向が少ない。
図8J, K フレーザー・ウィルクックス錯視図形			上の傾向に加えて 定:錯視画像の中でもエリアSN間の移動回数の増加傾向が多い。 定:ほかの錯視画像とエリアSN間の移動回数の増加傾向が少ない。

10

20

30

【0107】

表示部21の画面上に表示されると、被験者Aに対して錯視を生ずる部分について看取させることとなる。ここで、全般的に、表1の被験者Aの傾向から、自閉症者特有の視線の動きを確認できるのである。

これによって、被験者Aへと、錯視を生ずる要素と錯視を生じない要素との違和感によって、画面の錯視を生ずる特定位置へと意識して視線を誘導させることができるよう画像として構成される。

40

【0108】

相違点検索画像( )では、本体ユニット1が、図6A、Bに示すような複数の同種絵柄(1)と1乃至若干数からなる異種絵柄(2)を表示することで、被験者Aに同種絵柄(1)の位置や異種絵柄(2)の位置をみる傾向を確認する。

そのために、視線評価手段(c)は、図8N~Oに示すように、異種絵柄(2)の位置に刺激エリアSを設定すればよく、加えて図8P~Qに示すように、同種絵柄(1)の位置に非刺激エリアNを設定し、各エリアS、Nにおける被験者Aの視線の移動頻度を求める。同種絵柄(1)の位置に非刺激エリアNを設定しない場合は、異種絵柄(2)の位置の刺激エリアS以外を非刺激エリアNとすればよい。

たとえば、下記表4のうち図8Qを5秒間表示したときの定型発達者と自閉症者の視線

50

の移動頻度を抽出した一例を、図9Aに示したが、被験者の視線の位置を33ミリ秒ごとに1回顔画像上にプロット点として表示したところ、図中のプロット点のドットの分散具合から見て分かるように、明らかに自閉症者は画面の全体の絵柄を見ていない傾向が看取できている。

【0109】

ここで、上記視線の移動頻度は、視線の移動から次の要素をもって確認できる。すなわち、異種絵柄(2)を発見したかを判定するには、表示開始から終了までの間に、刺激エリアSの累積滞在時間や最長時間から確認でき、他方、瞬間的に刺激エリアS中に視線の移動があった場合はまだ発見していない、探している期間であると判断できる。また、各種絵柄から少数の異種絵柄(2)の存在を探そうとしているか、傾向があるかを、判定したり、あるいは一つの絵柄を注視している傾向があるかを判定するには、各同種絵柄(1)に設けた非刺激エリアN同士またはエリアSとエリアNにおける、移動回数、累積時間の比率によって傾向を確認し、判断が行えるものである。

【0110】

【表4】

相違点検索画像の表示状態	エリア設定		定型発達者(定)/自閉症者(自) 視線の移動頻度の傾向
	異種絵柄位置	同種絵柄位置	
図8N, O 異種絵柄にエリアS、それ以外をエリアNに設定した場合	エリアS	エリアN	共通する傾向 定: エリアSを発見するまでの時間が長い(平均的である) 並びに エリアSとN間の移動回数が多い。(各絵柄それぞれの移動が多い。) 自: エリアSを発見するまでの時間が平均より顕著に短い もしくは エリアSの累積滞在時間が顕著に少ない(全くない) 並びに エリアSとN間の移動回数が少ない。
図8P, Q 異種絵柄にエリアS、同種絵柄にエリアNに設定した場合			上の傾向に加えて 定: 一つのエリアN内またはエリアSやN以外のエリアの滞在時間が短くかつエリアN間の移動回数が多い。 エリアS, Nのうち絵柄を直接見て絵柄の輪郭近くの累積滞在時間の増加傾向が少ない。 自: 一つのエリアN内またはエリアSやN以外のエリアでの滞在時間が長くかつエリアN間の移動回数が少ない。 エリアS, Nのうち絵柄を直接見ず絵柄の輪郭近くの累積滞在時間の増加傾向が多い。

【0111】

これにより、表示部の画面全体に表示された画像のそれぞれを、自らの意志で見ながら、一見同じように見える同種絵柄中の一部に異種絵柄を自らの意志で見(一見して同じ絵柄にも係わらず、外観の異なる部分に違和感、不自然さを感じさせ、それに興味をもつ。)ことを利用して、被験者Aの同種絵柄や異種絵柄との間に視線の移動を生じさせることができ、このように自閉症者と定型発達者との傾向を視線の移動に確認することで、視線の移動頻度を求めることが有意となる。

【0112】

10

20

30

40

50

このアルゴリズムによって、定型発達者と自閉症者の視線の移動の共通要素や共通しない要素の両面から、定型発達者と自閉症者の視線の移動頻度の相違する傾向を抽出し評価に役立てることができる。

以上のような画像において、各エリアの集計によって特定のエリア中に被験者Aがどの程度注視しているかをそれぞれ把握できる。

【0113】

なお、刺激エリアSや非刺激エリアNが1つの画像中に複数存在する場合や、複数の画像を用いる際には、それぞれに刺激エリアSと非刺激エリアNが存在するので、その場合は、各エリアSやNの総数を集計するとよく、他方、刺激エリアS1、刺激エリアS2のように個別に集計することも任意にしてもよい。具体的には、平均滞在数によって、一度視線をほかに移動したのち、また同エリアに視線が戻り集中する場合もあることから、このような集計をすることが望ましい。

10

あるいは、位置情報のドットからドットに移動する間の移動量から視線をベクトル方向と量に換算して、目線の動きの頻度や早さの程度を一つの情報として集計してもよい。

【0114】

このように画像の特定位置に各エリアを設定し、その位置における視線の移動の情報を抽出することで、被験者Aの視線位置情報を基に、刺激エリアSを基準として、刺激エリアS内に停滞する傾向や刺激エリアS内から外、外から内へ移動する傾向等を簡便に集計でき、有効な分析・比較に貢献できる。

20

【0115】

さらに、後述するが、本体ユニット1がこのような記録情報を持つことによって、同じ画像情報を対象として、過去の同被験者Aの傾向の変化、または異なる被験者Aとの傾向の相異が行えるのである。

そのほかにも、既に定型発達者であると医師に確定診断された者や、自閉症であると医師に確定診断された者で行った同じ画像情報による記録情報と、比較することも容易となる。

【0116】

このように、視線評価手段(c)が、複合画像の各画像ごとアルゴリズムを実行した結果に基づき、前記記録情報に保存し、リアルタイムまたは検出後において、全体の複合画像から自閉症者特有の視線の動きか、定型発達者の視線の動きかを集計し、また、集計後、このような評価した結果を評価結果記録部に保存するとともに、被験者Aが自閉症者特有の視線の移動頻度の相違をもとに、任意で、基本となる定型発達者と認定された者の視線の動き(あるいは基本となる自閉症者と認定された者の視線の動き)と比較する(視線位置情報評価部)。

30

【0117】

記録情報とは、本体ユニット1において、表示部21に送信する表示画像情報(エリア情報を含む)と、視線検出ユニット2から入力した被験者Aの視線位置情報を保管して、両者の位置情報を整合し、解析するための視線の位置に関するデータとして保管される情報をいう。

【0118】

また、このような記録情報33とすることで、過去の被験者Aが、のちに定型発達者または自閉症と確定診断された場合には、その被験者Aの過去の記録情報に補足情報として保存することで、基準・比較対象を補強することも、可能となるほか、専門家(専門医)が少ない地域の場合や、学校や保健所の集団検診など自閉症に関する専門家(専門医)がその場に不在となる場合においても、記録情報を取得する検査自体は、実施でき、評価結果に基づいた専門家(専門医)による確定診断は、その後または通信手段による遠隔地での早期発見を可能とすること、あるいは、分野の異なる医師などが評価結果を基に専門家(専門医)による確定診断を得よう推奨し、記録情報を専門家(専門医)に通知する等を可能とすること、といった利便性を高めることができる。

40

なお、これら情報においては、検査者の所望する検討、より検証を考察したいために、

50

基準・比較対象を、年齢別、男女別、外見的な特徴別など、さまざまな傾向ごとに区分できるような補足情報を付加することも、好適な一つである。

【0119】

ここで、本発明では、過去の被験者Aの視線位置情報および該被験者Aに対する自閉症であるか否かの確定した診断情報を記録したデータベースに基づいて、前記錯視画像面エリアと非錯視画像面エリアを相互に移動する視線の移動頻度について、閾値を設定することが好ましい。

この記録情報には、前述したエリア位置情報と視線位置情報以外にも、補完的な情報を付加しても差し支えない。例えば、画像ファイルのタイトル名やプロパティ情報、画像を使用した時間歴、使用したユニットに関する仕様情報、被験者Aに関する個人情報、過去の診断履歴等を補完的な情報として含んでもよい。

10

【0120】

解析では、被験者Aに表示した画像の全体をまとめた集計、または一部の時間あたり、または表示した個別の画像ごと分割した集計を行うとよい。

さらに、必要に応じて、これらと、同一の画像による基準・対象となる定型発達者や自閉症者の記録情報との差違の集計を行うことが望ましい。

ここで解析において重要なことは、被験者Aの視線の移動頻度について、これを特定の画像に特定のエリアを設定したことにより、視線の移動頻度を集計できる基準を得ること、定型発達者や自閉症者の記録情報を視線の移動頻度の傾向を対比または相違することで、評価できるようにすることにある。そのため、このような評価においては、視線の移動頻度を比較するにあたり、本体ユニット1には、過去に検査した同一の検査者の視線位置情報や他の被験者Aの同一画像における視線位置情報を各種保存しておくとしてよく、とくに、診断情報として自閉症であると診断された者の視線情報（確定診断情報）との比較が望ましい。

20

【0121】

このような情報は、記録情報に蓄積、追加、修正等ができるようにしておくとしてよい。また、被験者Aの視線位置情報は、このような本体ユニット1に保存された視線位置情報と個別に比較したり、あるいは、保存した特定情報の平均値と比較するなど適宜行うことができる。

【0122】

また、画像ごとに表示するスピードや時間合計が異なると累積時間の比較に差が生ずるため、平均時間あたりの刺激エリアSや非刺激エリアNの頻度を特定するとよく、また、使用する表示体の大きさや比率、解像度の違いによる寸法差で比較に差が生じないように表示体に関する情報も視線位置情報記録部に保存しておくとしてよい。

30

ここで、視線位置情報として、本体ユニット1または視線検出ユニット2が表示された表示画像情報のどの位置に、いつ被験者Aの視線が向けられたかが明確に分かる時間情報としては、たとえば電波時計等を利用した実時間情報を、検出した視線位置情報に付与しておくとして、のちに記録情報の整合が確実にできて好ましい。ちなみに、評価の単位は、時間だけに限るものではなく、視線検出ユニット2が1秒あたりの検出回数に応じた回数で集計するなど適宜である。たとえば、視線検出ユニット2が1つの視線位置座標を獲得するまでの1つあたりの測定時間（例：1秒間に30プロット検出できる視位置検出ユニットであれば1プロット1/30sec）を1プロットの時間としてカウントしてもよい。

40

なお、視線位置情報評価部では、複合画像は決められた画像総数をすべて表示し評価するほか、表示中に自閉症特有の視線動向が一定の頻度得られた時点で表示を終了し評価するようにしてもよい。

【0123】

続いて、解析した結果を、表示部Aへと検出結果情報として出力する（評価結果出力部）。

検出結果情報とは、本体ユニット1において、記録情報を解析した内容を検査者の所望する様式で、検査者に対して表示し、印刷し、あるいは転送するものであり、表示部だけ

50

でなく、画面情報や録画情報をプリンターなどの印刷媒体や外部の保存媒体、再生媒体、別の表示媒体へと出力することを含む。

【 0 1 2 4 】

また、検出結果情報は、数値である必要はなく、図 1 0 A , B のグラフに示すように視線の集合した数や時間による濃度分布など棒グラフで示すほか、折れ線、バブル、散布、円等の各種の図表グラフなどに各種分布に変換した図表であったり、図 9 A ~ D に示すように、記録情報の解析した内容以外にも表示画像情報と視線位置情報を録画した画像やその視線を軌跡や重畳した色別変化を付けて表示する等々、各種再現して表示することを含む。

【 0 1 2 5 】

ちなみに、図 1 0 A , B に示すグラフは、複合画像の表示時間中に刺激エリア S や非刺激エリア N を見ている視線の位置を、エリア中に滞在している時間あたりの割合で示したものであり、常時刺激エリア S を見ている場合を 1 0 0 % として定型発達者 1 0 名と自閉症者 1 0 名を集計したものである。

【 0 1 2 6 】

図 1 0 A では、静止画像 ( i ) として静止した顔画像での視線移動の傾向に対し、図 1 0 B では、口のみを開閉する顔の動画像 ( i i a ) を表示しているときの目の周囲への視線の移動頻度の傾向が大きく変化した状態を示されており、ここでは、( i ) に比べて ( i i a ) において定型発達者の視線の移動頻度の変化が顕著に変化していることが分かる。

そして、検査者の視線の移動頻度がどちらの視線の移動頻度に近いか合致するかを類比することにより、自閉症の疑いの度合いを確認することができるのであり、このように複合画像の各画像ごとあるいは複合画像全体から、定型発達者と自閉症者の視線動向の対比または相違をする状態を視覚的に検査者へ提供できるので、比較検討が容易に行えるように支援することができる。

【 0 1 2 7 】

尚、比較表示するデータは、各々に測定した個人データ、特定の条件により選択したデータの平均値、標準値や、これら組み合わせ等、必要により適宜選択し表示するとよい。

このように記録情報の解析した内容を示せば、検査者への自閉症の症状の可能性を示す視線位置情報として好適となる。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 1 2 8 】

本発明の自閉症診断支援方法および自閉症診断支援システムは、特に、専門医が自閉症と特定できる年齢となる前の乳幼児の自閉症に対しても、客観的評価にもとづく、早期発見・早期確定診断の支援を可能にするので、有用である。

【 符号の説明 】

【 0 1 2 9 】

- 1 本体ユニット
- 1 1 表示部
- 2 視線検出ユニット
- 2 1 表示部
- 2 2 カメラ部
- 2 3 撮像補助照明部
- 3 1 表示画像情報
- 3 2 視線位置情報
- 3 3 記録情報
- 3 4 検出結果情報
- A 被験者
- B 検査者

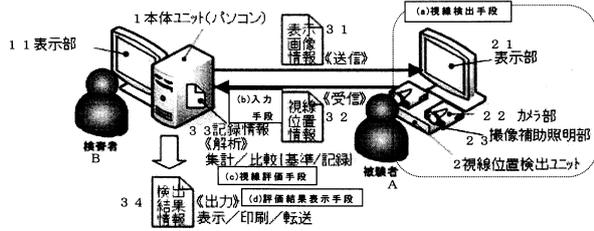
10

20

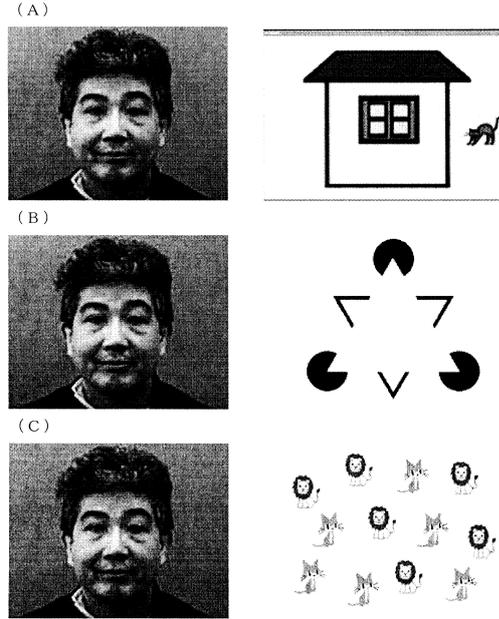
30

40

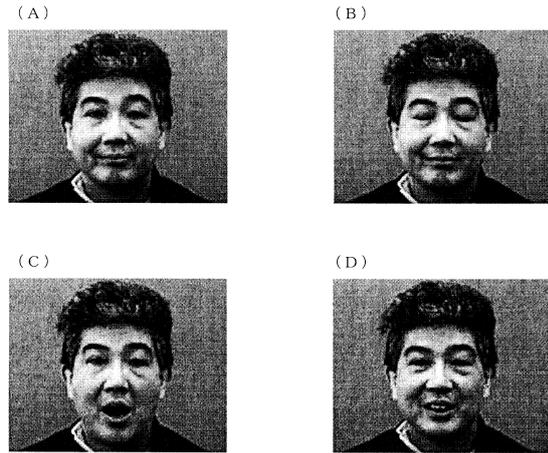
【図1】



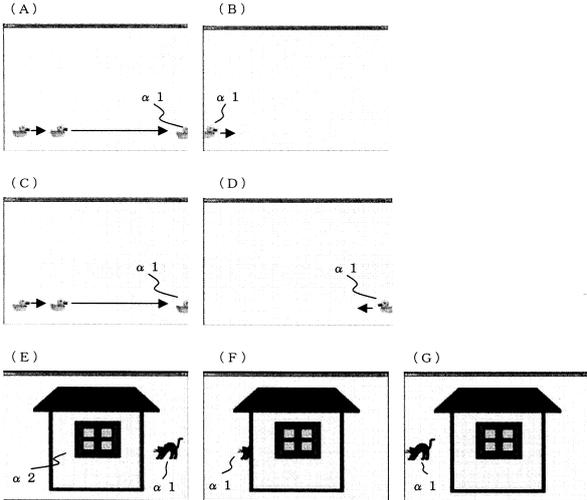
【図2】



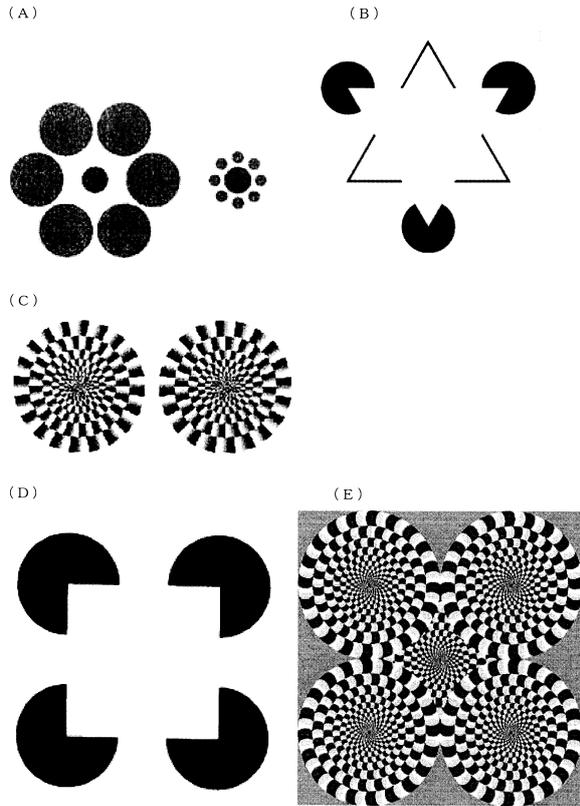
【図3】



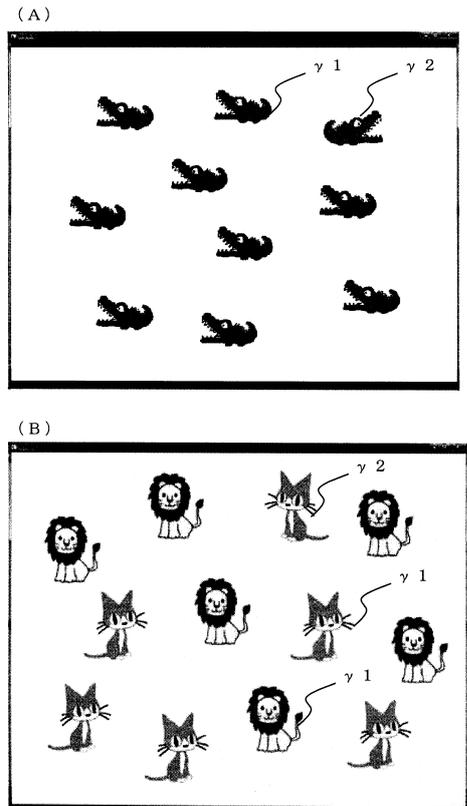
【図4】



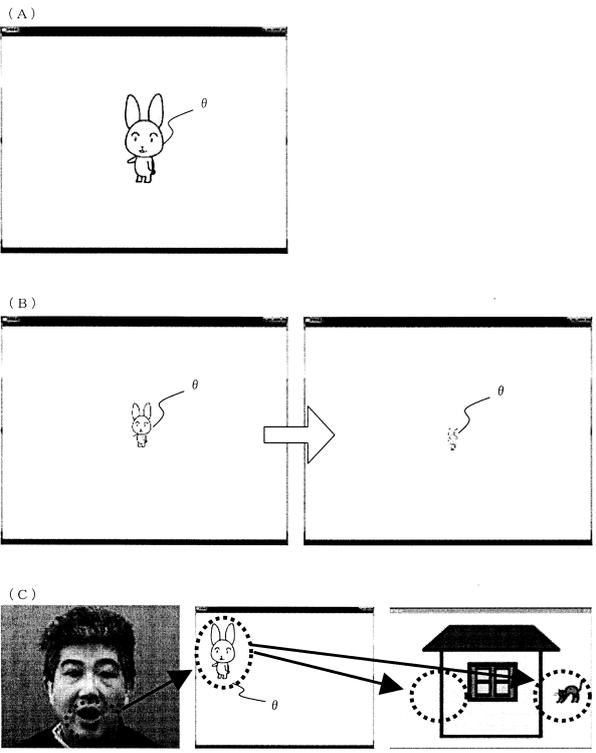
【 5 】



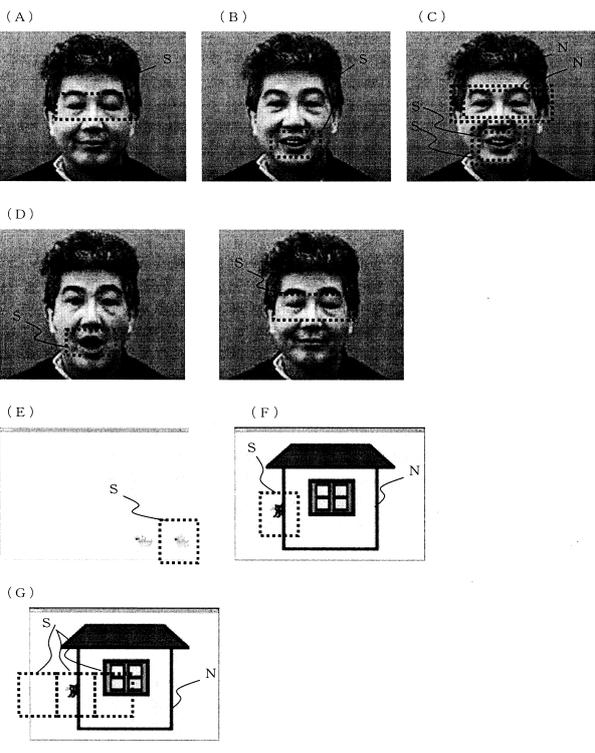
【 6 】



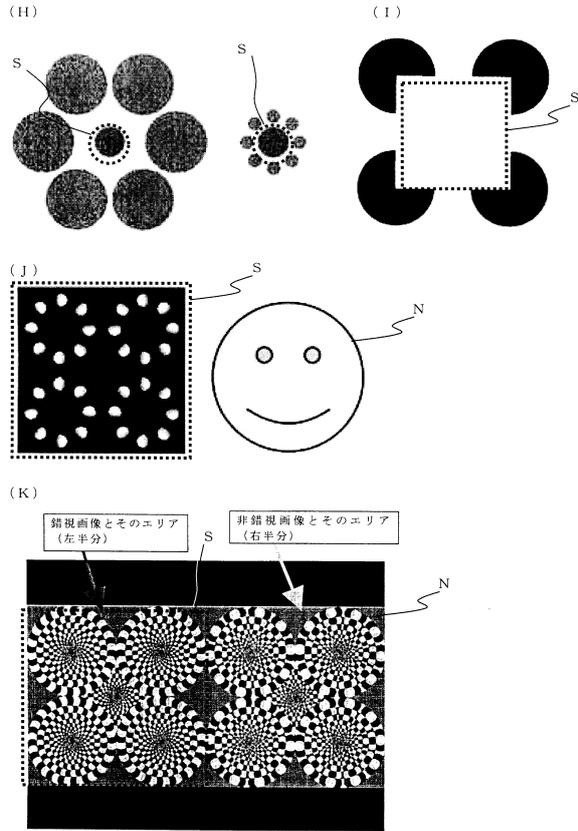
【 7 】



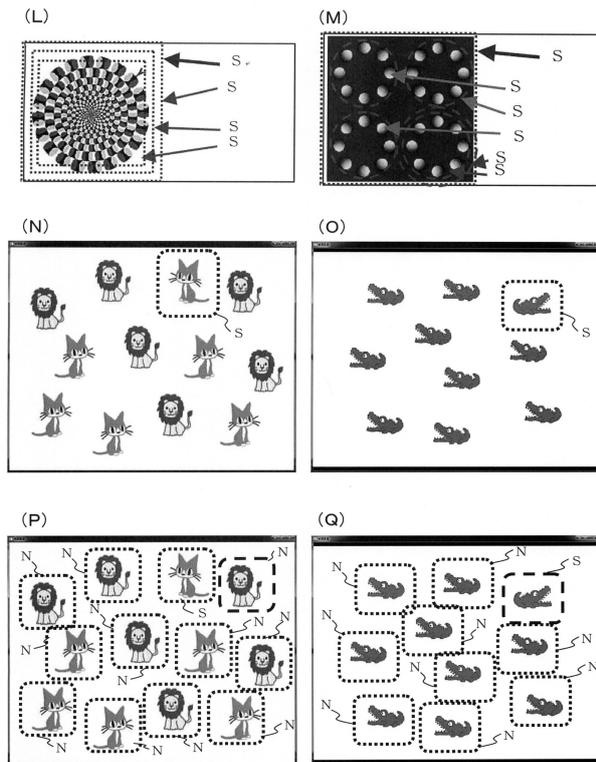
【 8 - 1 】



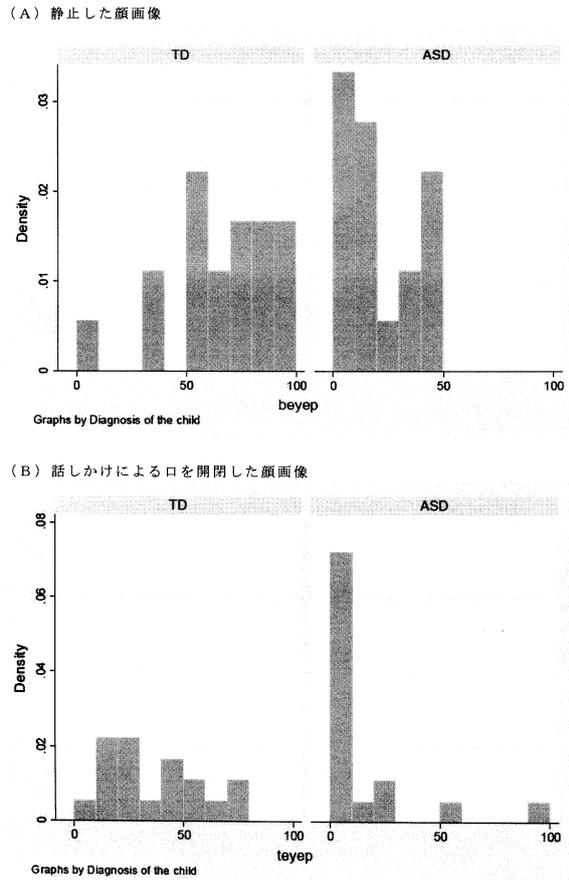
【 図 8 - 2 】



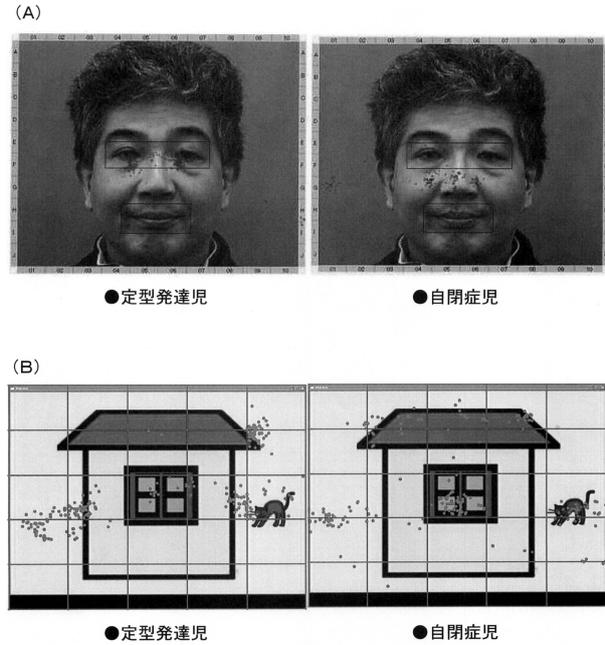
【 図 8 - 3 】



【 図 10 】

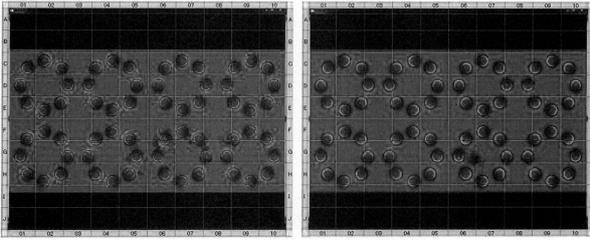


【 図 9 - 1 】



【図 9 - 2】

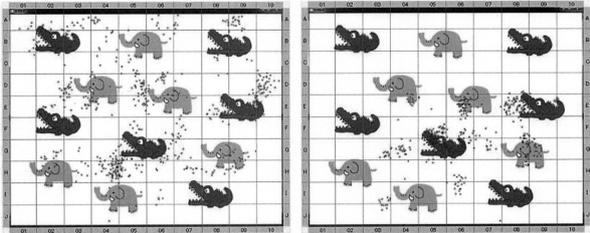
(C)



●定型発達児

●自閉症児

(D)



●定型発達児

●自閉症児

## フロントページの続き

- (72)発明者 新村 千江  
静岡県浜松市東区半田山一丁目20番1号 国立大学法人浜松医科大学内
- (72)発明者 桜井 敬久  
静岡県静岡市清水区宮加三789 株式会社タイカ内
- (72)発明者 徳谷 恵樹  
静岡県静岡市清水区宮加三789 株式会社タイカ内

審査官 島田 保

- (56)参考文献 特開2013-169375(JP,A)  
特開2013-052116(JP,A)  
特開2011-206542(JP,A)  
松村 佳亮、他、「近赤外瞳孔検出法に基づくカラーカメラ顔画像中の高精度実時間瞳孔位置推定」,映像情報メディア学会誌,日本,(社)映像情報メディア学会 The Institute of Image,2011年,第65巻 第12号,P1783-P1787

## (58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

A61B 3/00-3/18

A61B 10/00

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamIII)