

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6066913号
(P6066913)

(45) 発行日 平成29年1月25日 (2017.1.25)

(24) 登録日 平成29年1月6日 (2017.1.6)

(51) Int. Cl.	F 1
A 6 1 B 5/16 (2006.01)	A 6 1 B 5/16 3 0 0 A
A 6 1 B 5/18 (2006.01)	A 6 1 B 5/18
A 6 1 B 3/113 (2006.01)	A 6 1 B 3/10 B

請求項の数 2 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2013-536962 (P2013-536962)	(73) 特許権者	513094228
(86) (22) 出願日	平成23年11月7日 (2011.11.7)		オブタラート・オーストラリア・プロプラ イエタリー・リミテッド
(65) 公表番号	特表2013-545523 (P2013-545523A)		オーストラリア国ビクトリア州3121, リッチモンド, チャーチ・ストリート 6 58, ビルディング5, レベル3
(43) 公表日	平成25年12月26日 (2013.12.26)	(74) 代理人	100140109
(86) 国際出願番号	PCT/AU2011/001420		弁理士 小野 新次郎
(87) 国際公開番号	W02012/061871	(74) 代理人	100075270
(87) 国際公開日	平成24年5月18日 (2012.5.18)		弁理士 小林 泰
審査請求日	平成26年10月29日 (2014.10.29)	(74) 代理人	100101373
(31) 優先権主張番号	2010904936		弁理士 竹内 茂雄
(32) 優先日	平成22年11月8日 (2010.11.8)	(74) 代理人	100118902
(33) 優先権主張国	オーストラリア (AU)		弁理士 山本 修
前置審査			

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 作業テストへの適応性

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

a) 1.5 から 3 秒の間のランダムな間隔で短い視覚刺激を表示可能な視覚刺激ディスプレイと、

b) 前記視覚刺激に応答する自発的な眼球および眼瞼の運動を測定するための眼球監視装置と、

c) 前記眼球監視装置からのデータを収集および記憶するための中央処理ユニットおよびデータ記憶装置と、

d) 前記短い各視覚刺激に続く、瞬きの遅延の指標、瞬き中の上眼瞼の開閉運動の相対速度の指標、眼瞼の開閉の振幅対速度比率の積の平均、眼瞼の開閉の振幅対速度比率の積の単位時間当りの標準偏差、瞬きの時間、瞬き中の眼瞼運動のばらつき、自発的な瞬きによっては適切に反応できないことの1つまたは複数を計算するようにプログラムされたデータ分析装置と、

e) 任務への適応性を測定するために前記指標に関する値をアルゴリズムに入れるようにプログラムされた前記データ分析装置とを含む、任務への適応性を測定するためのシステム。

【請求項2】

前記アルゴリズムは、

a) 眼瞼閉鎖時の振幅速度比率 (AVR) の平均値

b) 眼瞼閉鎖時の振幅速度比率 (AVR) の標準偏差

- c) 眼瞼再開放時の振幅速度比率 (AVR) の平均値
 d) 眼瞼再開放時の振幅速度比率 (AVR) の標準偏差
 e) AVR の積 (眼瞼閉鎖 × 眼瞼再開放) の平均値
 f) AVR の積 (眼瞼閉鎖 × 眼瞼再開放) の標準偏差
 g) 瞬きの遅延の平均値
 h) 瞬きの遅延の標準偏差
 i) 不作為の誤りの百分率
 j) 作為の誤りの百分率
 k) 誤りの合計 (不作為の誤りと作為の誤りの合計) の百分率
 l) 瞬きイベント間時間 (各瞬きにおける眼瞼閉鎖時の最大速度と眼瞼再開放時の最大速度との間の時間) の平均値 10
 m) 瞬きイベント間時間 (各瞬きにおける眼瞼閉鎖時の最大速度と眼瞼再開放時の最大速度との間の時間) の標準偏差
 n) 合計瞬き時間の平均値
 o) 合計瞬き時間の標準偏差
 p) 眼瞼閉鎖時間の平均値
 q) 眼瞼閉鎖時間の標準偏差
 r) 各変数の百分率の対の間の差
 の2つ以上に基づいている、請求項1に記載のシステム。
 【発明の詳細な説明】 20
 【技術分野】
 【0001】
 本発明は、特に自動車もしくは機械の運転者または他のデスクワーカーに割り当てられた仕事を実行するための作業適応性をテストする方法に関する。
 【背景技術】
 【0002】
 ある時点で人が効果的かつ安全に仕事を行うのに適応できなくなる形で、知覚、認知、記憶、および精神運動パフォーマンスに障害がある可能性がある、多くの因子が存在する。これらの因子には、睡眠不足、閉塞性睡眠時無呼吸などの睡眠障害、脳機能に影響を及ぼす外傷性脳損傷および他の急性疾患、ならびに、合法的に使用されるか否かを問わず、アルコールおよび向精神薬の影響が含まれる。そうした障害の性質は、ある程度、その原因に依存する。例えば、睡眠不足に係するパフォーマンス障害は、主に眠気により引き起こされるが、アルコールは、眠気に加えて脳機能の他の変化を引き起こす。この障害は、一部、仕事特有のものである。 30
 【0003】
 任務への適応性を測定する、産業界の最新の試みは、血中アルコールの評価および尿または唾液の薬物試験に集中している。そうした評価は、頻繁に、特に日常的に使用するには極めて煩雑かつ高価とみなされる。
 【0004】
 より広い意味では、眼球測定に基づいて任務への適応性を測定することを主旨とする既存の技術および方法が存在する。ほとんどが、弱光状態のもとで測定される際に眠気を催す被験者の瞳孔のサイズおよび瞳孔の揺動する傾向を測定する瞳孔運動撮影によるものである (Kristjansson SD、Stem JA、およびBrown JW、「Detecting phasic lapses in alertness using pupillometric measures (瞳孔測定を使用した覚醒中の相動性低下の検出)」、Applied Ergonomics、2009年、40、978~986頁)。 40
 【0005】
 さらに、強烈な閃光に対する瞳孔の反応は、しばしば、その収縮が始まる前の遅延およびその収縮速度により測定される。 50

さらに、いくつかの技術は、眼球をある点から別の点まで既知の角距離動かすのにかかる時間に基づいて、衝動性眼球運動の速度を測定する(Rowland LM、Thomas ML、Thome DR、Sing HC、Krichmar JL、Davis HQ、Balwinski SM、Peters RD、Kloepfel-Wagner E、Redmond DP、Alicandri E、およびBelenky G、「Oculomotor responses during partial and total sleep deprivation (部分的睡眠不足および完全な睡眠不足の間の眼球運動反応)」、Aviation, Space and Environmental Medicine、2005年、76、C104~113頁)。これらの眼球測定は、睡眠不足および鎮静剤により誘発される眠気により影響を及ぼされるが、それらの影響の程度は小さい。例えば、衝動性眼球運動速度は、睡眠がなければ、24時間後に約3%だけ低減する。

10

【0006】

任務への適応性を評価するためのそうした方法の有効性および精度が、大いに疑問視されてきた(Watson A、Miller L、Dawkins M、Lorenz C、およびLatman NS、「Evaluation of validity of the PMI FIT 2000-3 Fitness-for-Duty/Impairment screener (PMI FIT 2000-3 任務への適応性/障害選別法の有効性の評価)」、Journal of Clinical Engineering 2006年、31、206~212頁)。

20

【0007】

米国特許第5422690号は、変化する光刺激を使用した自己選別テストを開示する。動く光を追う際の瞳孔拡張および眼球追跡が測定される。同じ被験者に関して、瞳孔直径および衝動性眼球運動データが、基準値データと比較される。

【0008】

米国特許第7344251号および第7438418号は、被験者が仕事を行うとき、凝視点瞳孔運動を測定することにより知的習熟度を特定する方法を開示する。

米国特許第7380938号は、光刺激に反応した眼球運動を追跡するための2つのカメラシステムを開示する。このシステムは、個人の以前の結果を記憶し、適応性を評価するために、これが使用される可能性がある。

30

【0009】

米国特許第7682024号は、衝動性眼球運動を記録するために光ナビゲーションチップを使用する衝動性眼球運動検出器を開示する。

本発明の発明者の1人によるWO2003/039358およびWO2007/016739は、眠気を検出するための方法および眼鏡を開示する。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明の目的は、その観点から人が特定の仕事を開始するのに適しているか否か、もしくは作業時間に適しているか否か、または仕事を既に開始していた場合、それを続けるのに適しているか否かを示す、特定の時刻における脳機能および精神運動パフォーマンスの短時間のテストとして使用されることを目的とする、任務への適応性のテストを提供することである。

40

【課題を解決するための手段】

【0011】

この目的を達成するために、本発明は、短い視覚刺激に反応した自発的な瞬きを監視する、任務への適応性を測定する方法を提供し、瞬きの遅延の指標、瞬き中の上眼瞼の開閉運動の相対速度の指標、眼瞼の開閉運動の振幅対速度比率の積、瞬きの時間、瞬き中の眼瞼運動のばらつき、自発的な瞬きを行うことによっては短い視覚刺激に適切に反応できないことの2つ以上を含むアルゴリズムを使用して、任務への適応性が測定される。

50

【 0 0 1 2 】

本発明のテストは、特に眼瞼運動および認知機能に係る神経筋機能をテストする点で先行技術と異なる。本発明による、任務への適応性のテストにより明示される障害は、注意力および精神運動スキルを必要とするほとんどどんな仕事にも適用され、特に、ある種の車両の運転、または産業装置の監視もしくは他の使用を含む仕事に適用される。

【 0 0 1 3 】

別の態様では、本発明は、

- a) 視覚刺激ディスプレイと、
 - b) 眼球および眼瞼の運動を測定するための眼球監視装置と、
 - c) 眼球監視装置からのデータを収集および記憶するための中央処理ユニットおよびデータ記憶装置と、
 - d) 前記短い視覚刺激に続く、瞬きの遅延の指標、瞬き中の上眼瞼の開閉運動の相対速度の指標、眼瞼の開閉運動の振幅対速度比率の積、瞬きの時間、瞬き中の眼瞼運動のばらつき、自発的な瞬きによっては適切に反応できないことの1つまたは複数を計算するようにプログラムされたデータ分析装置と、
 - e) 任務への適応性を測定するために前記指標に関する値をアルゴリズムに入れるようにプログラムされた前記データ分析装置と
- を含む、任務への適応性を測定するためのシステムを提供する。

【 0 0 1 4 】

以下のリストは、アルゴリズムに使用される変数をほぼ重要な順番にランク付けする。

- a) 眼瞼閉鎖時の振幅速度比率 (AVR) の平均値
- b) 眼瞼閉鎖時の振幅速度比率 (AVR) の標準偏差
- c) 眼瞼再開放時の振幅速度比率 (AVR) の平均値
- d) 眼瞼再開放時の振幅速度比率 (AVR) の標準偏差
- e) AVR の積 (眼瞼閉鎖 × 眼瞼再開放) の平均値
- f) AVR の積 (眼瞼閉鎖 × 眼瞼再開放) の標準偏差
- g) 瞬きの遅延の平均値
- h) 瞬きの遅延の標準偏差
- i) 不作為の誤りの百分率
- j) 作為の誤りの百分率
- k) 誤りの合計 (不作為の誤りと作為の誤りの合計) の百分率
- l) 瞬きイベント間時間 (各瞬きにおける眼瞼閉鎖時の最大速度と眼瞼再開放時の最大速度との間の時間) の平均値
- m) 瞬きイベント間時間 (各瞬きにおける眼瞼閉鎖時の最大速度と眼瞼再開放時の最大速度との間の時間) の標準偏差
- n) 合計瞬き時間の平均値
- o) 合計瞬き時間の標準偏差
- p) 眼瞼閉鎖時間の平均値
- q) 眼瞼閉鎖時間の標準偏差
- r) 各変数の百分率の対 (10 番目および 90 番目の百分率が好ましい) の間の差

これらの変数を使用するアルゴリズムは、睡眠不足、アルコールの消費、大麻およびベンゾジアゼピンなどの鎮静剤を含む様々な薬物、ならびに急性脳損傷または病気による、任務に対する障害を予測することに適用される。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 5 】

【 図 1 】 睡眠不足の被験者に関する、本発明の方法の結果を示したグラフである。

【 図 2 】 睡眠不足の被験者に関する、本発明の方法の結果を示したグラフである。

【 図 3 】 睡眠不足の被験者に関する、本発明の方法の結果を示したグラフである。

【 図 4 】 睡眠不足の被験者に関する、本発明の方法の結果を示したグラフである。

【 図 5 】 睡眠不足の被験者に関する、本発明の方法の結果を示したグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0016】

ここで、本発明は、本発明の好ましい実施形態に関して説明される。

図1～5は、睡眠不足の被験者に関する、本発明の方法の結果をグラフで示す。

本発明のアルゴリズムに含まれる眼球および眼瞼の運動の主な特徴は、以下の通りである。

【0017】

1. 瞬きの遅延：刺激に反応してできる限り速く自発的に行われる瞬き中の刺激の開始と眼瞼閉鎖の開始との間の間隔。瞬きの遅延は、約1から3秒の間で変化する擬似乱数的間隔で数回（典型的には約30～50回）繰り返される短時間の視覚刺激に反応して行われる連続するそうした瞬きに関して測定される。このテストは、視覚刺激に反応してボタンが押される、より一般的な手動反応時間テストに相当する。しかし、反応テストとしての瞬きの自発的な開始は、どの手動反応にも内在する、神経伝導のより大きい距離ならびに骨および関節の運動に関連する複雑な因子を避ける。瞬き中の眼瞼の運動は、そうした制限を有しない。瞬きの遅延は、一般に、同じ刺激に反応する手動反応時間よりも短い。適応している人と適応していない人とを最も良く区別する瞬きの遅延の測定値は、他に適応していると思われる人で測定される遅延の95%、好ましくは97.5%（すなわち、平均+2標準偏差）より長い、人の瞬きの遅延の百分率を含む。

10

【0018】

2. 瞬き中の上眼瞼運動の相対速度：瞬き中の眼瞼運動は、反射調節のもとで、瞬きが自発的に、または無意識に開始されるかどうかである。瞬き中に上眼瞼が閉じる最大速度は、その運動の振幅に線形的に関連する。眼瞼が大きく動くほど、眼瞼はそれを速く行う。この関係は、メインシーケンス（main sequence）と呼ばれてきた。瞬き中に眼瞼が再び開く場合、異なるメインシーケンスが存在する。これらの関係は、覚醒した被験者の脳によって極めて正確に制御されるが、それらの制御は、眠気を誘う状態において、または脳機能に影響を及ぼす薬物により、緩和され、間欠的に失敗する。

20

【0019】

米国特許第7071831号では、覚醒度および脳機能の指標として、瞬き中に眼瞼が閉じ再び開く場合に、振幅と最大速度との比率（AVR）をどのようにして測定することができるかを本発明の発明者は説明した。それらの比は、さらに、本明細書で、眠気、およびパフォーマンスに障害がある多くの形態の脳機能障害を特徴付ける、神経筋機能の障害作用の指標としても使用される。この新規テストとの唯一の違いは、無意識にではなく、自発的に瞬きが行われることである。

30

【0020】

3. 瞬き中に眼瞼が閉じ再び開く場合のAVRの積

眼瞼が閉じる場合のAVRは、同じ瞬き内に再び開く場合のAVRと適度に相関する。それらは、その制御のいくつかの態様（十分に理解されていない）を共有しなければならないが、また互いに多少独立している。どちらも眠気と共に増加する傾向があるが、すべての人において必ずしも同時に、または等しく増加するわけではない。これらのAVRの積は、そうした差を許容し、その結果、単位時間当りのこの積の平均値およびその標準偏差が別の変数として計算される。

40

【0021】

4. 瞬きの時間：各瞬きの合計時間は、眼瞼が閉じるのにかかる時間、眼瞼が閉じたままの時間（通常、約1ミリ秒にすぎない）、および眼瞼が再び開くのにかかる時間を制御する、いくつかの反射の効果の組合せを反映する。各瞬きのこれらの構成要素は、別々に測定される可能性があるが、各構成要素が開始および終了するときを特定するのが難しい可能性があるので、しばしば、あまり正確でない。

【0022】

この問題は、最大閉鎖速度の時刻と、同じ瞬きの最大再開放速度の後続の時刻との間の間隔を測定することにより改善される。これらの時刻は、速度信号から容易に規定および

50

測定される。この手法は、以前、本発明の発明者の早期の特許、特に米国特許第 7 7 9 1 4 9 1 号に説明された。

【 0 0 2 3 】

5 . 瞬き中の眼瞼運動のばらつき：本発明のテスト中に記録される以上の変数のそれぞれに関する平均値、およびテスト時間中のそれらの変数の指標としてのそれらの標準偏差を測定する。

【 0 0 2 4 】

6 . 不作為の誤り：視覚刺激の開始後、所定の間隔内、好ましくは 1 から 2 秒内に瞬きできないことは、不作為の誤りすなわち応答できないことを示す。そうした誤りは、任務に適應している人にはめったに起こらない。不作為の誤りは、テストの時間と共に徐々に増加するが、この時間はこの場合には約 1 . 5 分にすぎない。しかし、これらの誤りは、テスト中の邪魔によりもたらされる可能性もある。

【 0 0 2 5 】

これは、人による大きいノイズまたは邪魔などの外部からの刺激を防ぐ、慎重なテスト手順により制限される可能性がある。邪魔によりもたらされる不作為の誤りは、障害を示す他の変化との関連性のその欠如により特定される。

【 0 0 2 6 】

7 . 作為の誤り：刺激への応答としてではなく、刺激の予測で行われる、不適当な時間の瞬き。

8 . 百分率の差：そうしたばらつきの別の指標は、各変数の百分率の対の間の差である。各変数の 1 0 番目と 9 0 番目の百分率が好ましい。このばらつきは、平均値および標準偏差によりもたらされる情報源に加えて、別の情報源をもたす。

これらの変数が測定される方法

任務への適應性の新規テストに使用される眼瞼運動の測定は、顔に取り付けられる電極からの眼電図の記録、眼球の高速ビデオカメラ映像、または赤外線反射率眼球運動記録法を含む、いくつかの方法で行われる可能性がある。赤外線反射率眼球運動記録法は、少なくとも 2 つの異なる症状を有する可能性がある、選択方法である。第 1 のものは、特許 W O 2 0 0 3 / 0 3 9 3 5 8 および W O 2 0 0 7 / 0 1 6 7 3 9 によるシステムのように、当技術分野で訓練された人による各被験者への最初の取付けを必要とし、その結果、赤外線放射体も受信機も、眼球に対する適当な位置に配置される、特別な眼鏡を使用する。第 2 の好ましい方法は、テスト被験者がテストを行う間にのぞき込む視覚装置の周りに固定された赤外線放射体（複数可）およびセンサ（複数可）を使用する。被験者は、一方もしくは他方の瞳孔、または両瞳孔の前の適当な位置にこの装置を配置し、その位置において、小さい「目標」光が被験者に見えるようにする。被験者は、テスト時間の間（約 1 または 2 分）、こうした位置で「目標」光の被験者からの見え方を継続して維持するように求められる。その際、刺激は、短い時間の間、スイッチオフされる光である可能性がある。あるいは、視覚刺激は、被験者の視野に入り、どんな眼球運動も必要とすることなくはっきりと見える別の拡散光（異なる色である可能性がある）によりもたらされる可能性がある。この刺激は、約 1 . 5 から 3 秒の間のランダムな間隔で、ほんの短い時間の間（1 0 0 ~ 4 0 0 ミリ秒程度）、続く。この方法は、眼鏡に対する要求および他人による被験者個々への取付けの要求を取り除く。

記録されたデータの分析

任務への適應性のこの新規テストは、使用される度ごとの 1 度限りのテストであり、さらに、そうした短いテストであるので、記録されたデータの処理は、テストが終了した後まで待つ可能性があり、すなわち、分析はオフラインで行われる。この処理は、瞬きの相対振幅、時間、および速度から、各テストの間の瞬きがどうであるかを遡及的に特定することを含む。次いで、計算された変数は、個々に、またはいくつか組み合わせて使用され、現時点の結果を同じ被験者の以前記録された結果と比較する。それにより、被験者間の差（被験者固有の差）は、取り除かれる可能性がある。これにより、テストは、それらの被験者の任務への適應性の小さい変化により一層感度が高くなる。あるいは、現時点の結

10

20

30

40

50

果は、他の被験者の母集団全体から以前記録された結果と比較される可能性がある。後者の比較は、前者よりも感度が高くなくとも、ある時刻に、どの被験者が著しい障害を有するかを依然として示す。

【0027】

不作為の誤りおよび作為の誤りは、任務に適していない人の特徴である。外部の邪魔がない状態で、1または2分の間、人が視覚覚醒度を維持することができないとき、人は、彼らに要求されるほとんどの仕事を数時間にわたって効果的かつ安全に行うことができない可能性が高い。しかし、そうした誤りは、より長くより変化しやすい瞬きの遅延、眼瞼が閉じ再び開く場合のより高い振幅/速度比、およびより長くより変化しやすい瞬きの時間にも関係する。これらの変化は、被験者に著しい障害がなければ、不作為の誤りが起こる可能性が低いとき、1分ほどの短い時間でも、テスト時間の開始から起こる。したがって、関連する変化は、不作為の誤りおよび作為の誤りが存在しなくとも、不作為の誤りの前兆およびある程度の障害の尺度とみなされる可能性がある。

10

【0028】

これらの変数は、通常、互いに大いに相関するが、それぞれも、それ自体で固有の情報を与える。これらの変数は、主に、一方では知覚、認知、短期記憶、視覚的注意力の維持、および覚醒度のテストと、他方では神経筋機能の反射制御のテストとの組合せである脳機能の態様をカバーする。変数のこの組合せは、任務への適応性の他の任意のテストで以前には使用されていなかった。

【0029】

任務への被験者の適応性は、ある時刻に記録され、その後即座に自動的に処理された1つのデータ、またはさらに可能性が高くは、データのある組合せにより特定される。最終結果は、いくつかの方法で表示され、さらに後に使用するために記憶される可能性がある。各テストの結果は、区別できる色の光を出現させて、「合格(Pass)」、「不合格(Fail)」、および「不明確(Uncertain)」という言葉として視覚的に表示される可能性がある。それに加えて、各テストは、その被験者の以前記録された最良の結果および/または比較可能な母集団サンプルからの結果との直接比較を参照しながら、単一の百分率(0から100%)により評価される可能性がある。

20

テスト被験者の特定および以前の結果の記憶

特定の被験者に関して繰り返し行われる、任務への適応性の1度限りのテストの状況では、テストが行われる度に被験者を一意的に特定することが必要である。これは、識別子、および記憶装置を携帯する同じ被験者からの以前記録された結果を記憶した、小さいメモリスティックなどの記憶装置により達成される可能性がある。テスト用装置/手順は、指紋読取機、およびその被験者を一意的に特定する、以前記録された指紋情報と比較された出力を含む可能性がある。それに加えて、記憶装置は、同じテストバッテリーにより以前記録された、被験者の最良の結果(すなわち、彼/彼女が任務に最も適していたとき)を記憶することができるが、必ずしも同じ装置によるものとは限らない。この記憶装置は、30~50個の反応のそれぞれに関する瞬きの遅延などのいくつかの変数の生データ、または平均値および標準偏差に関するそれらのデータの概要、さらにそれらの結果の日付および日中/夜間の時刻、ならびに雇用者の名前などの記憶を含むことができる。

30

【0030】

記憶装置は、繰り返し行われる、この新規の装置によるテストに必要である。記憶装置の使用は、被験者間の差を取り除くことにより、それらのテストの感度を増大させる。しかし、これは、法的処置のための結果の1度限りの収集のように、繰り返されることが予想されていないテストには適用しない可能性がある。それらの結果は、(例えば、被験者の年齢、およびテストが行われた日の時刻に関して)被験者の比較可能な母集団から収集されたデータのみと比較される可能性がある。

40

任務への適応性の新規テストの特徴

パフォーマンス不全のリスクを増大させる障害は、すべての人に同じ症状がある、単一の要素ではないので、新規テストは、パフォーマンスのいくつかの変数および様々な態様

50

を測定する。このテストは、認知機能および神経筋機能の指標を含む。テストは、短く、約1～2分しかかからない。テストは、最小限の説明しか必要とせず、被験者がテストを行うための予備的訓練を必要としない。テストは、被験者の一意的特定を可能にする。測定される変数は、以前使用されなかったいくつかのもの（例えば、瞬きの遅延の平均値および標準偏差）、ならびに我々の以前の発明および特許に我々が使用したいいくつかのもの（例えば瞬き中に眼瞼が閉じ再び開く場合のAVRの平均値および標準偏差）を含む。新規テストは、他者が任務への適応性の別のテストに使用した、瞳孔または衝動性眼球運動の測定に依存しない。

【0031】

精神運動パフォーマンスの指標として本発明のテストの実現可能性を判定するために、
 10 任務への適応性の短いテストとして10人のボランティアに対して睡眠不足実験が行われた。本発明のテストのパフォーマンスは、パフォーマンス障害の以前確認された指標である覚醒度のJohnsテスト(JTV)と比較された。

【0032】

人は、単純なパフォーマンステストを満足に完了することができないとき、作業中の他の活動を行うのに適していない可能性があることが推測された。10人の健康なボランティアが、連続する2日にわたり連続する25時間の間（1日目の午前10時～2日目の午前10時）に行われた研究に参加した。参加者は、1時間ごとにテスト（合計25セッション）を行った。このテストには、3時間ごとにJTVテスト（合計9セッション）が続いた。
 20

【0033】

テスト中に記録された眼球の変数からJTVでのパフォーマンス誤りを予測することができる眠気障害スコア(Drowsiness Impairment Score)を展開するために、複数の統計的回帰分析が使用された。

【0034】

重回帰のために使用すべき最良の予測因子を決定することは、有意水準および各予測因子に関するベータ(b^*)係数（従属変数を予測するための各独立変数の相対寄与率）の大きさに基づいた。

【0035】

予測因子の組合せは、回帰モデルにより説明される従属変数の偏差の割合を説明し、そのモデルの適合度の指標である R^2 値（重決定係数）の大きさにより決定された。
 30

予測因子の最終的な組合せは、重回帰の結果として以下に示される。

【0036】

【表1】

N=90	従属変数の回帰概要: 百分率 JTV EOs(OptaGo Reg) R= .78109561 R ² = .61011038 調整された R ² = .58690264 F(5,84)=26.289 p<.00000 評価値の標準誤差: 6.2413					
	b*	b*の標準誤差	b	bの標準誤差	t(84)	p値
妨害			-17.0538	4.43878	-3.84200	0.000236
瞬きの遅延の平均値 1	0.231287	0.078818	76.1541	25.95167	2.93446	0.004307
正のAVRの標準偏差 1	0.460178	0.081082	60.4409	10.64950	5.67547	0.000000
負のIED(ms)の平均値	-0.251152	0.100766	-0.0398	0.01597	-2.49243	0.014652
負のAVRの標準偏差	0.393500	0.100786	22.4676	5.75455	3.90432	0.000190
OptaGo誤りの百分率	0.150925	0.074621	0.5867	0.29006	2.02255	0.046300

10

【0037】

R^2 値 0.61 は、この回帰の極めて満足できる結果と考えられた。アルゴリズムは、
 b 係数により作られた、結果的な回帰方程式である。この方程式は、眠気障害スコアを計算するために任意のテストセッションに適用される可能性がある。

【0038】

10

20

30

40

50

図 1 は、25 時間の研究期間にわたる 3 時間ごとのテストセッションにおける、10 人の被験者の平均 (+ / - 標準誤差) 眠気障害スコアおよび続く彼らの J T V パフォーマンス (誤りの平均百分率) を示す。

【 0 0 3 9 】

これらのスコアの予測能力を評価するために、アルゴリズムは、各被験者に関するすべてのテストセッションに適用された。その際、眠気障害スコアの正および負の予測値を決定するために分割表を作るのに、テストスコアが使用された。

【 0 0 4 0 】

所与のスコアが、その後に即座に J T V パフォーマンスの障害を予測することができるかどうかを決定するために、多少無作為な閾値が選択された。

- J T V の障害は、> 5 % の誤りとして規定された (不作為の誤り E O O として規定された)。

- 本発明のテストでは、障害は、予測眠気障害スコア > 1 0 . 5 として規定された。

【 0 0 4 1 】

障害があるパフォーマンスを誤って予測する結果 (偽陽性) が、より低い水準の障害を検出し損ねる結果 (偽陰性) よりも大きいことが決定されたとき、スコア閾値は、控えめに選択された。この決定を行う際、より高い特異性 (偽陽性の数を制限する) と、高い感度 (障害があるパフォーマンスを正しく検出する) との間では常にトレードオフの関係が成立することになる。

【 0 0 4 2 】

眠気障害スコアの予測能力は、正および負の予測値を計算することにより評価される可能性もある。正の予測値は、独立に確認された異なるテスト (J T V) により障害があることが続いて示される、テストに不合格の (パフォーマンスに障害がある) 人の割合を示す。負の予測値は、 J T V パフォーマンスにより障害がないことが続いて示される、障害テストに合格した (パフォーマンスに障害がない) 人の割合を示す。2 つのタイプの予測値のうち、(障害がない人の障害を誤って予測する) 偽陽性を避けるために、これらのテストが高い正の予測値を有することがより重要であると考えられた。

【 0 0 4 3 】

分割表 2 は、アルゴリズムがある時刻における J T V パフォーマンス障害をいかに十分に予測することができるかを示す。

【 0 0 4 4 】

【表 2】

N=90	JTVに 障害がある	JTVに 障害がない
	障害がある テスト動作 (回帰スコア \geq 10.5)	8
障害がない テスト動作 (回帰スコア $<$ 10.5)	6	76
	14	76

【 0 0 4 5 】

正の予測値 = 1 0 0 % (テストに不合格の人は障害がある)

負の予測値 = 9 2 . 7 % (テストに合格した人は障害がない)

これらの結果は、本発明のテストが極めて高い正の予測値（100%）および高い負の予測値（92.7%）で、ある時刻におけるパフォーマンス障害を測定することができることを示唆する。言い換えれば、個人がテストに不合格であれば、実際に、彼らは他の仕事に障害がある、すなわち彼らはある時刻における仕事に適していないことがほぼ確実である。その代わりに、個人がテストに合格すれば、彼らは仕事に適している可能性が極めて高い。しかし、これらの少数派（7.3%）は、仕事に適していないことが続いてわかる可能性がある（偽陰性）。

【0046】

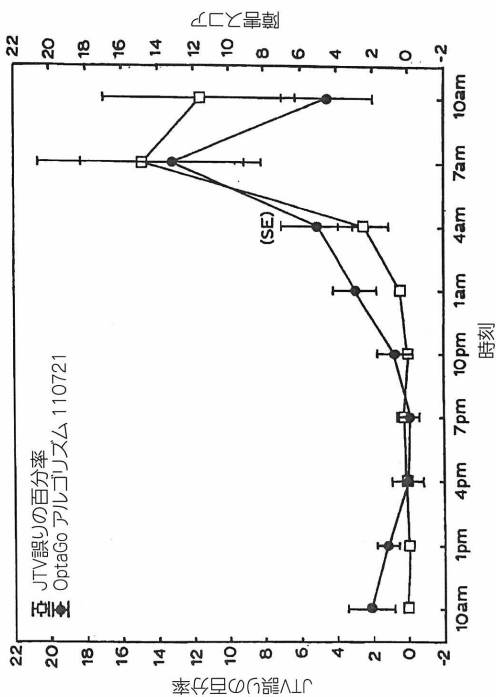
JTVのパフォーマンス障害は、覚醒度、すなわち眠気および徹夜睡眠不足の影響の通常の日内リズムにより変化した。本発明のテストの障害スコアは、さらに、強い日内リズムにより変化した。

10

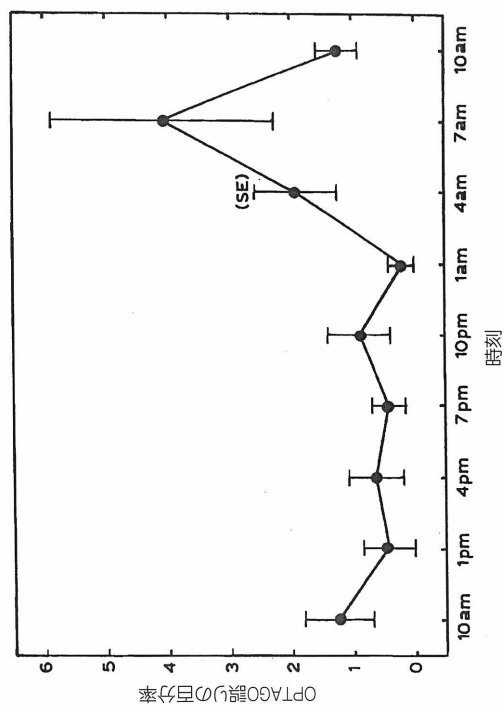
【0047】

本発明が任務への適応性を評価するための固有の信頼できるテストを提供することを当業者は理解するであろう。本発明は、本発明の核となる教示から逸脱することなく、記載された実施形態以外の実施形態により実施することができることも当業者は理解するであろう。本テスト方法は、アルコールならびに大麻、ジアゼパム、および他の鎮静剤などの薬剤による障害と、睡眠不足または閉塞性睡眠時無呼吸などの特定の睡眠障害による障害とをテストするのに適用できる。

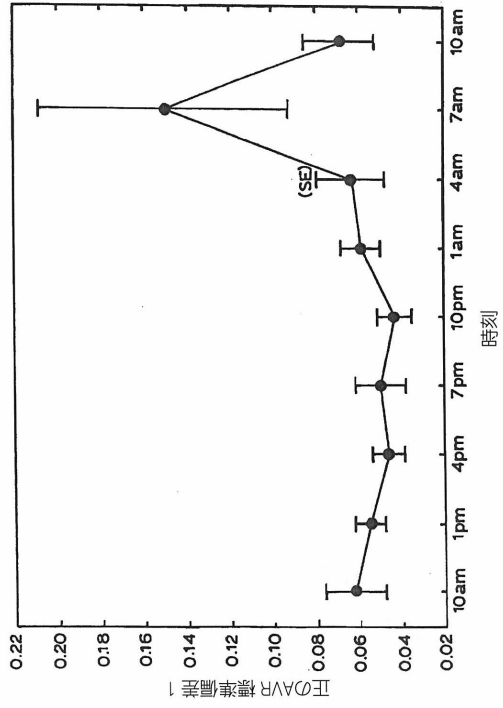
【図1】



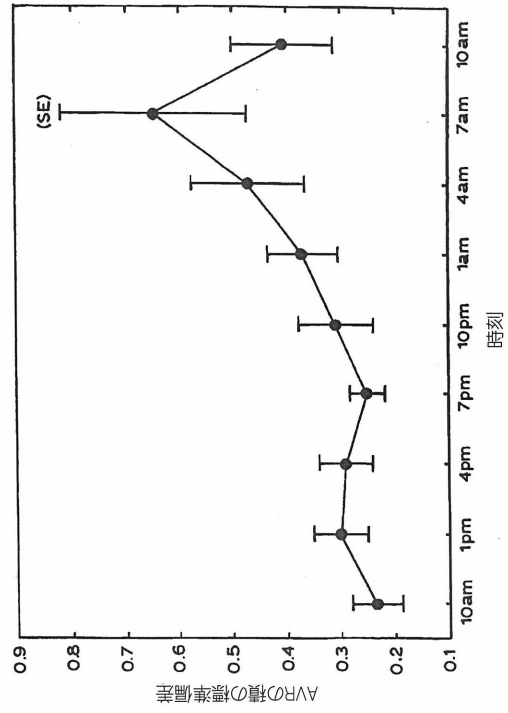
【図2】



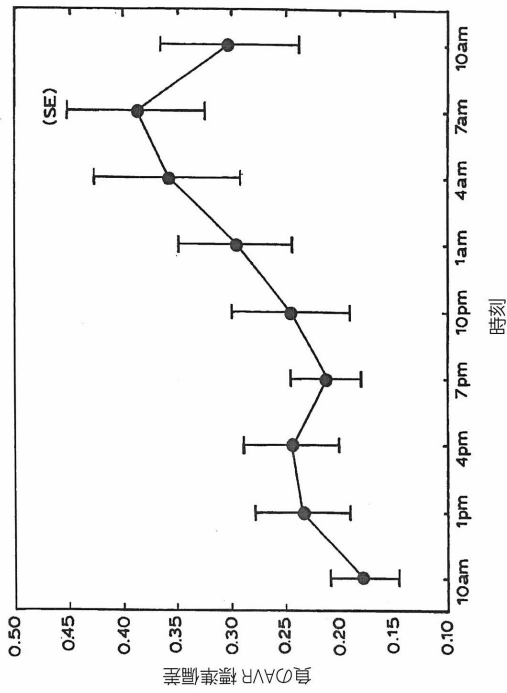
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(74)代理人 100162846

弁理士 大牧 綾子

(72)発明者 ジョーンズ, マレー

オーストラリア国ビクトリア州3929, フリンダーズ, キング・ストリート 7

(72)発明者 タッカー, アンドリュー

オーストラリア国ビクトリア州3094, モンモランシー, ルイーザ・コート 12

審査官 佐藤 高之

(56)参考文献 特開平04-071537(JP, A)

国際公開第2008/129356(WO, A2)

米国特許出願公開第2007/0066916(US, A1)

米国特許第05137345(US, A)

特開平05-064637(JP, A)

特開2005-065861(JP, A)

国際公開第2007/052729(WO, A1)

国際公開第2006/092022(WO, A1)

特開2009-090028(JP, A)

特開平06-090934(JP, A)

国際公開第03/039358(WO, A1)

米国特許出願公開第2010/0245093(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 5/00-5/22