

視機能検査に用いる重心動揺計測システムの開発

System Development of Stabilometer for Oculomotor Test

上野 貴広† 築田 明教‡ 川端 秀仁‡ 長嶋 祐二†
Takahiro Ueno Akinori Yanada Hidehito Kawabata Yuji Nagashima

1. はじめに

視覚認知とは、視覚から入る情報に対して分析、理解することである。視覚認知が弱いと、字の読み書きが遅い、足し算や引き算などの計算、模写などに影響がでる場合がある。

視覚認知の弱い児童は、弱さをもたない児童と比べ、眼球運動時の重心動揺の揺れは大きいと推測される。これは、視覚認知の弱い児童が視覚認知の弱くない児童と比べ、眼球運動が苦手だからだと考えられる。そこで、視覚認知の弱い児童で、眼球運動の訓練を行うと重心動揺の揺れ幅が小さくなるのではないかと推測される。これを調べるためには、眼球運動と重心動揺の関係を計測する必要がある。

医療用に販売されている重心動揺計測器は、高価であり、簡単に利用できない。安価で手軽に使用できる重心動揺計測システムが望まれる。任天堂株式会社の販売しているバランス Wii ボード(以下 Wii ボード)は安価であり、重心動揺計測が可能である。

本研究では、眼球運動検査において、視覚認知の弱い児童の眼球運動と重心動揺の関係を計測する、重心動揺計測システムの開発を行った。重心動揺計測には Wii ボードを用いた。

2. Wii ボードの精度

先行研究により、Wii ボードはアニメ社の重心動揺計である GRAVICORDER G-6100 とほぼ変わらない精度である^{[1] [2]}。GRAVICORDER G-6100 は既定位置の誤差 $\pm 1\text{mm}$ 以内である。

3. NSUCO

NSUCO は Northeastern State University College of Optometry Oculomotor Test であり、眼球運動検査法の一つである^[3]。NSUCOでは被験者の眼前40cm程度の位置に、20cm程度離れた直径1cm程度の青と赤の二つの指標を呈示して行う。

(1) 固視 一つの指標を 10 秒間視る。

評価は、指標を何秒間視られたのかを基準に 1 点から 4 点で行う。

(2) パースト 動く一つの指標を、顔を動かさずに目だけで追尾する。指標は直径約 20cm の円を描くように時計周り、反時計周りの計 2 回動く。

評価は以下のとおりである。

(a) Ability 指標を追従可能かどうかで 1 点から 5 点で採点する。

(b) Accuracy 固視修正を行ったかどうかで 1 点から 5 点で採点する。

(c) Body & Head Movement 顔または体が動いていない

いかで 1 点から 5 点で採点する。

(3) サッケード 左右に一つずつ配置されている指標を、顔を動かさずに交互に視認する。視る指標は検査者が指示をする。

評価は以下のとおりである。

(a) Ability 何回交互に視認できたかで 1 点から 5 点で採点する。

(b) Accuracy 視線と指標がずれていないかで 1 点から 5 点で採点する。

(c) Body & Head Movement 顔または体が動いていないかで 1 点から 5 点で評価する。

NSUCO の得点は、検査者の熟練度に大きく依存する傾向がある。そこで、より手軽かつ精度よく眼球運動を評価できるシステムが望まれる。

5. 重心動揺計測システムの開発

5.1 開発設計

現在販売されている Wii ボードに付属しているソフトでは、リアルタイムでの重心動揺計測で取得したデータを数値として閲覧することができない。そこで本システムでは、汎用性をもたせるために、パソコン上で Wii ボードのデータを取得し、ファイル保存ができるソフトの開発を行った。

眼球運動と重心動揺の関係を、NSUCO を参考にして眼球運動課題を提示しながら重心動揺を計測する方法を用いた。

5.2 眼球運動課題の呈示

眼球運動課題呈示には、黒色の背景に直径 1cm の白い枠線の円を呈示する。なお、指標の大きさと視距離は NSUCO の検査条件と等しくした。それぞれの呈示時間は以下の通りである。

注視 円をモニター中央に 10 秒間呈示する。

パースト 円を直径 20cm 描くように時計周り反時計周りに 1 周 10 秒で計 2 回動く。

サッケード 円をモニターの中央から 20cm 離れた位置に右左に交互に 2 秒ごとの計 20 秒呈示する。

5.3 開発環境

開発環境には、Microsoft 社の .NET Framework 4.0 及び C#を用いた。さらに、Brian Peek 氏が公開している Wii ボードのデータをパソコン上で取得できるライブラリである WiimoteLib_1.7 を使用した。

5.4 システムの機能

開発したシステムの機能は、以下のとおりである。

なお、すべての機能に CPUTime を用いている。

機能 1 重心動揺計測 約 10ms ごとに、計測時の時間と重心位置を計測する。

機能 2 ファイル保存 計測したデータを、csv 形式で保存する。

機能 3 再生 ファイル保存したデータから、重心動揺

†工学院大学

‡かわばた眼科

のを再生する。さらに再生している軌跡画像を拡大できる。拡大倍率は、1倍から10倍まで調整可能である。

機能 4 Web カメラ Web カメラにより被験者が眼球運動を行っているか確認できる。

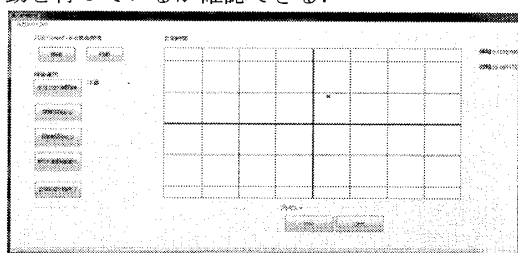


図 1. 重心動揺計測システム実行例

6. 実験内容

6.1 実験環境

実験は、17 インチのモニターであるパソコン 1 台、Wii ボード 1 台、Bluetooth アダプタ 1 台を用いて行った。被験者はモニターから 40cm 離れた位置に Wii ボード上に立った。

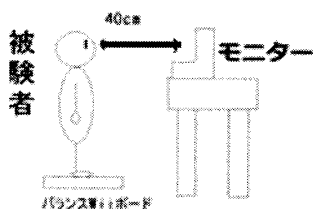


図 2. 実験環境の概要

6.2 実験方法

重心動揺は開眼、閉眼と 5.2 を計測する注視時の指標を被験者の目の高さに合わせるようにモニターを配置する。なお、すべての計測は CPUTime を用いている。

- (1) 開眼 開眼状態で、前方約 1m の壁面を見る。そして、正しい姿勢を 30 秒保持する。
- (2) 閉眼 閉眼状態で正しい姿勢を 30 秒間保持する。
- (3) 注視 正しい姿勢を保持しながら指標を 10 秒間集中して視る。
- (4) パスート 正しい姿勢を保持しながら動く指標を目だけで 20 秒間追尾する。
- (5) サッケード 正しい姿勢を保持しながらに呈示される指標を目だけで 20 秒間見る。

6.3 評価方法

NSUCO のパスート、サッケードの結果を合わせ平均化し、正常域の児童とそれ以外の児童の、それぞれの開眼、閉眼、注視、パスート、サッケード時の重心動揺の総移動距離、軌跡面積の平均を比較する。パスートとサッケードの平均化した最大点数は 5 点である。

7. 実験結果と考察

被験者は、視覚認知に弱さのある 5 歳から 12 歳までの男児 16 名、女児 4 名の合計 20 名である。

NSUCO のパスートとサッケードの結果を平均化し、正常域の児童とそれ以外の児童の年齢分布を図 3 に示す。

それぞれの開眼、閉眼、注視、パスート、サッケード時の重心動揺の総移動距離、軌跡面積の平均と標準偏差

を図 4 と図 5 示す。

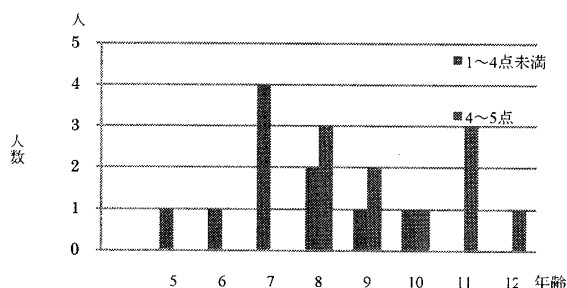


図 3. 被験者の年齢分布

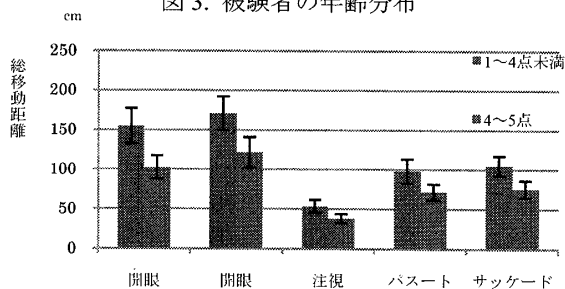


図 4. 総移動距離の平均と標準偏差

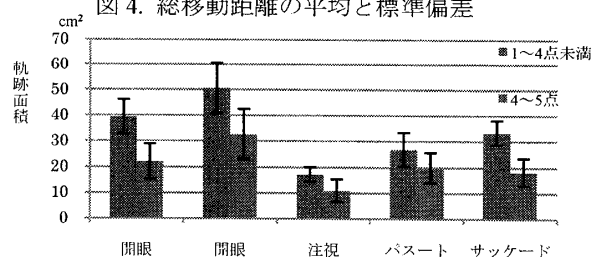


図 5. 軌跡面積の平均と標準偏差

図 4, 5 より、全体的に得点の高い児童は、得点の低い児童よりも、重心動揺の揺れが小さい結果になった。NSUCO の得点が高いほど、重心動揺の揺れが小さくなる傾向がみられた。この結果により NSUCO と重心動揺に相関があると思われる。

8. おわりに

ここでは、Wii ボードを用いた眼球運動検査時の重心動揺の計測を行った。本システムにより、安価で簡易に眼球運動課題を呈示しながら重心動揺の計測を可能にした。そして、NSUCO の得点が高いと、重心動揺の揺れが小さくなる傾向になった。

今後は、より多くの被験者により、NSUCO と本システムの関係性を調べていく。

謝辞

本研究に対し、協力いただいたすべての方に深く感謝いたします。本研究の一部は文部科学省科学研究費 挑戦的萌芽研究 21650152 の助成によるものである。

参考文献

- [1] Ross A. Clark, Validity and reliability of the Nintendo Wii Balance Board for assessment of standing balance, Gait & Posture Volume31, issue3, March 2010, Pages 307-310.
- [2] 平塚 剛, 三好 翔太郎, 永田 誠一, Balance Wii Board と重心動揺計の比較, 九州理学療法士・作業療法士合同学会誌, Vol. 2009 (2009), pp.146.
- [3] Leonard J, Applied Concepts in Vision Therapy, 1997, pp127-131.