

敏捷性能力向上のためのトレーニング機器の開発
Development of the training apparatus for the agility improvement

山 本 敬 三 松 澤 衛
Keizo YAMAMOTO Mamoru MATSUZAWA

北翔大学生涯学習システム学部研究紀要
第 12 号 (2012)

敏捷性能力向上のためのトレーニング機器の開発

Development of the training apparatus for the agility improvement

山 本 敬 三 松 澤 衛
Keizo YAMAMOTO Mamoru MATSUZAWA

アブストラクト

本研究の目的は、敏捷性能力を安価で手軽に定量評価かつトレーニングできる機器を開発することとした。敏捷性能力の評価には、全身反応時間を適用し、スポーツ等の指導現場で簡便に利用できるシステム開発を目指した。開発ではWindows PCと家庭用ゲーム機のコントローラ（バランスWiiボードとWiiリモコン、任天堂社製）を用いた。まず、コントローラとPCを無線接続し、リモコンの方向キーからの入力信号でPCモニタに運動課題を提示させる。次に、バランスWiiボード上に立った被験者が提示課題に従って運動課題（提示された方向への跳躍動作）を行う。課題提示から被験者が離床するまでの時間を反応時間として計測し、敏捷性を定量化する。本システムによって、簡便に敏捷性を計測およびトレーニングできる環境を指導現場に提供できた。

背景と目的

多くのスポーツにとって、敏捷性がパフォーマンスに重要な能力であることは周知の事実である。スポーツにおける敏捷性とは、状況の認知能力と素早く正確な判断能力、そしてその判断結果に従って、運動プログラムを作成し、実行する能力といえる。この能力の定量的な評価には、全身反応時間計測装置が用いられることが多いが、高価であるため、指導現場ではコーチや選手の主観的判断で個々人の敏捷性能力を評価することが多い。敏捷性の測定の主眼点は神経系の良否を判断することと言える。跳躍動作を課題とした全身反応時間の測定では、被験者は提示される刺激（主にランプ等の光による視覚刺激）に従って、素早く跳躍運動を行う。刺激提示から足が離地するまでの時間を全身反応時間と定義し、敏捷性を評価する。刺激となる光は目の網膜を刺激し、その刺激は視床、感覚野、運動野といった中枢神経内を伝導され、最終的には錐体路を経て下肢伸展筋群に達するアルファ運動ニューロンを刺激する。この反応にかかる時間は0.3～0.4秒と言われる。こうした反応運動は随意運動といわれ、運動に判断が求められることからトレーニングによって時間の短縮が可能である（北川, 2002）。

スポーツ動作においては、陸上競技や水泳のスタート動作などに代表される、刺激に対して常に前方への跳躍動作を行う課題の他に、周囲の状況に応じて運動方向を判断する運動課題も

存在する。後者は、特に球技に不可欠な能力の一つで、その定量評価には選択反応時間が用いられることが多い。選択反応時間の計測では、提示刺激が複数存在するため、被験者は刺激内容を瞬時に判断し、それに従う動作が課せられる。中枢での情報処理能力が求められる。三好ら（2005）は男子サッカー児童を対象に選択反応時間計測を行い、熟練度の高い群ほど、反応時間が短縮することを示した。

この敏捷性は、研究レベルにおいては専用の装置を用いて定量評価がなされているが、指導現場に測定機器があることは稀である。そのため、敏捷性のトレーニングやその効果検証のための方法や機会は極めて少ない。そこで、本研究ではこの敏捷性能力をトレーニング現場で簡便に計測でき、指導現場でも導入しやすい安価なシステム（Wii React）を開発することを目的とした。

方 法

開発システムのコンセプトは下記の通りである。

1. 日常の指導現場で利用できる程度に安価で、簡便な装置であること
2. 計測を安全に行うことができ、かつ正確であること
3. 一人でもトレーニングが行えること

Wii Reactは、家庭用ゲーム機の外部コントローラ（バランスWiiボード1台、Wiiリモコン1つ、任天堂社製）とWindows PCで構成される。この構成は、本研究室が以前に開発したスキージャンプ用トレーニング機器（Wii Trainer）と同様とした（松澤ら, 2011, 山本ら, 2011a）。これにより、Wii Trainerの使用者が新たな機器を加えることなく、Wii Reactを使用できる。

開発用のソフトウェアおよびハードウェア構成は松澤ら（2011）の手法と同様とした。バランスWiiボードの4つの足には歪みゲージが内蔵されており、ボード上の物体重量を計測することができる。また、Wiiリモコンには、方向キーの他に複数のボタンが装備されている。全身反応時間の計測時は、ボード上に被験者を立たせ、PCモニタに提示される矢印の方向へ跳躍し、ボードから飛び降りる課題を課す。矢印が表示されてから被験者がボードから離床するまでの時間を全身反応時間と定義する。応時間計測プログラムのフローチャートを図1に示す。

作成したプログラムの主要部分を以下に示す。

①初期化（WiiリモコンのAボタンが押された時の処理）

WiiリモコンのAボタンが押された時に変数の初期化と床反力波形やCOP軌跡の描画を消去する。ここで、変数*i*は、時間計測用の変数である。

```
function onAPressed ( pEvt:ButtonEvent ) :void {
    // 変数の初期化
    i = 50;
```

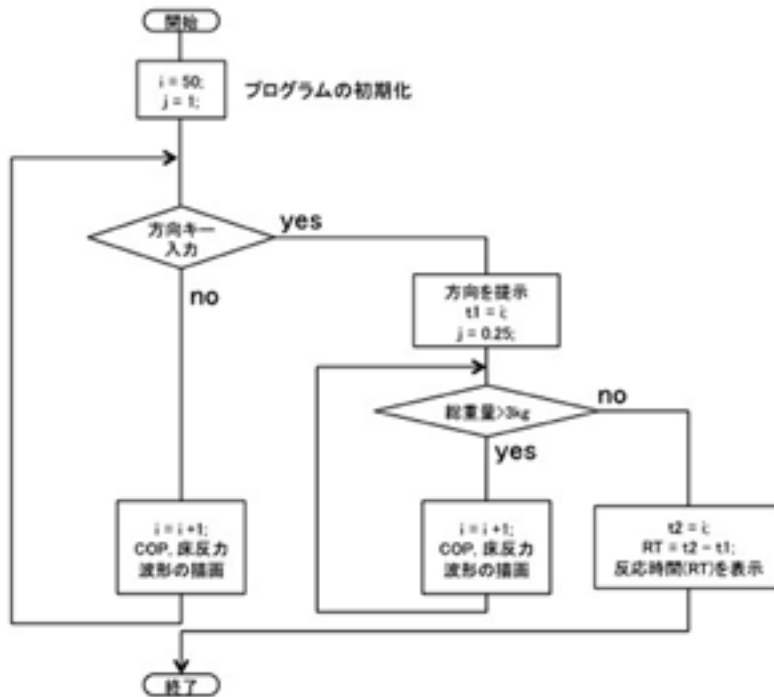


図1 反応時間計測のフローチャート

変数 i は、時間計測用の変数、変数 j は COP と床反力波形の描画色を決定する変数である。 $t1$ および $t2$ にはそれぞれ方向キーが押された時の i の値、被験者が離床した時（総重量が 3kg 未満）の i の値を代入する。反応時間 RT は $t2$ から $t1$ を減算することで算出される。

```
myText2_txt.text = "0";
```

```
j=1;
```

```
t1 = 50;
```

```
t2 = 50;
```

```
//床反力波形，COP および提示課題の矢印画像の消去
```

```
circle2.graphics.clear () ;//COP 軌跡の消去
```

```
container.removeChild ( circle2 ) ;
```

```
circle1.graphics.clear () ;//床反力波形の消去
```

```
container.removeChild ( circle1 ) ;
```

```
removeChild ( up ) ;// 提示課題矢印の画像「up」の消去
```

```
}
```

②課題提示（方向キーが押された時の処理）

方向キーの上ボタンが押されたとき，課題提示の矢印の画像「up」の回転角度を 0 度として表示する（上向き矢印が表示される）。方向キーによって，回転角度を指定して，矢印の描

画を行なう。同時に、変数jに0.25を代入し床反力波形やCOP軌跡の描画色を赤から緑へ変更する。変数 t1にはボタンが押された時点でのiの値が代入される。

```
function onUpPressed ( pEvt:ButtonEvent ) :void {
    up.rotation = 0; //課題提示矢印の画像「up」の回転角度を0度とする。
    up.x = 500; //課題提示位置 (x座標)
    up.y = 271; //課題提示位置 (y座標)
    addChild (up) ; //課題提示矢印の表示
    j=0.25; //床反力波形, COP描画色を決定するパラメータ
    t1 = String (i) ; //t1にiの値を代入
}
```

③ランダム課題提示 (WiiリモコンのBボタンが押された時の処理)

提示矢印の方向をランダム決定して描画する。まず、Mathクラスのrandom()関数を用いて、1～8までのランダムな整数を取得し、変数rに代入する。変数rに45を乗算して、課題提示矢印の画像「up」の回転角度を決定する。変数jおよび t1については、上記②と同様の処理を行う。

```
function onBPressed ( pEvt:ButtonEvent ) :void {
    r = Math.floor (Math.random () * 8) +1;
    up.rotation = 45 * r;
    up.x = 499;
    up.y = 269;
    addChild (up) ;
    j=0.25;
    t1 = String (i) ; //t1にiの値を代入
}
```

④反応時間の測定

課題提示後に、バランス Wiiボード上の被験者が跳躍動作をして、離床した時点におけるiの値を変数 t2に代入し、t2と t1の差分から反応時間を算出する。離床の判定は、ボードにかかる総重量が3 kgf以下とした。反応時間は t2と t1の差を100で除して、秒単位に換算し、モニターに表示させる。

```
if ( int (pEvt.target.balanceBoard.totalKg) > 3 ) {
    t2 = String (i) ; //t2にiの値を代入する
```

```

i = i + 1; //iに1を加える
}
else
{
myText2_txt.htmlText = String ((t2 - t1) /100) + " sec";
}

```

結 果

Wii Reactのスクリーンショットを図2に示す。グラフィカル・ユーザー・インターフェイス (GUI) には、簡易操作マニュアル、COP軌跡、運動課題の提示 (矢印で表示)、反応時間および床反力鉛直方向成分の波形を表示させた。提示される矢印の方向はWiiリモコンの方向キーに割り当てられており、方向キーで任意に決定することができる。また、一人でも計測およびトレーニングできるように提示方向をランダムに表示できるボタンをWiiリモコンのBボタンを割り当てた。Bボタンを押すと、8方向の矢印 (前後左右と右前方, 右後方, 左前方, 左

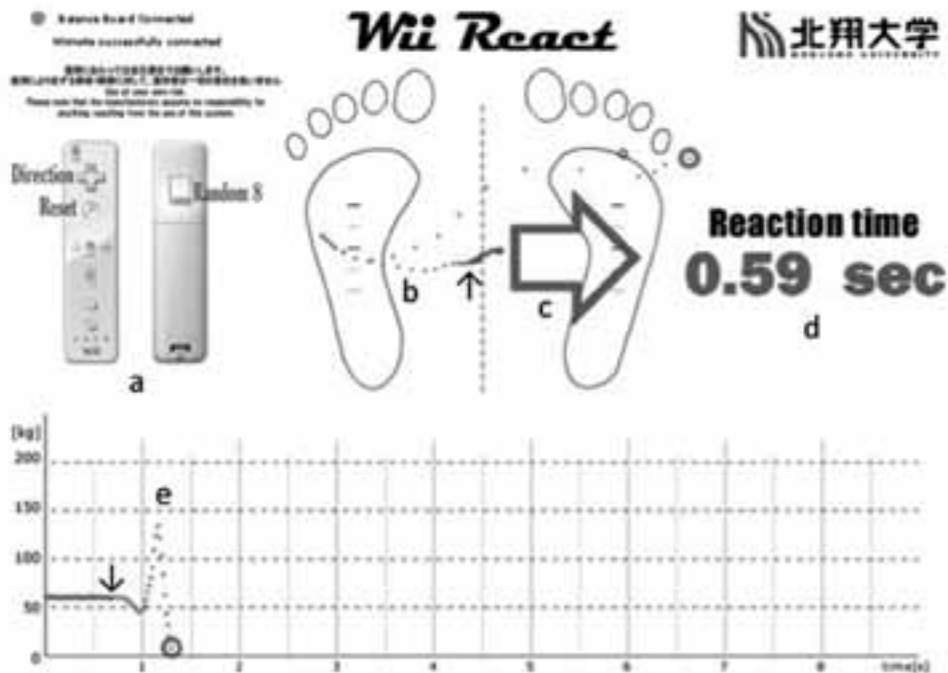


図2 Wii Reactのスクリーンショット

- a) 簡易操作マニュアル
- b) COPの軌跡、↑は方向キーが押された時点を表す
- c) 提示された運動課題 (右方向への跳躍動作)
- d) 反応時間
- e) 床反力鉛直方向成分の波形、↓は方向キーが押された時点を表す

後方) がランダムに表示され、より複雑な運動課題が提供される。

実際の計測およびトレーニングでは、被験者をバランス Wii ボード上に立たせ、被験者からモニターが見えるようにPCを配置する(図3)。指導者が方向キーを押すことで任意の課題を提示し、被験者は課題に沿った方向へ跳躍動作を行う。矢印が提示されてから被験者が離床するまでの時間を全身反応時間として計測し、モニターに表示する。

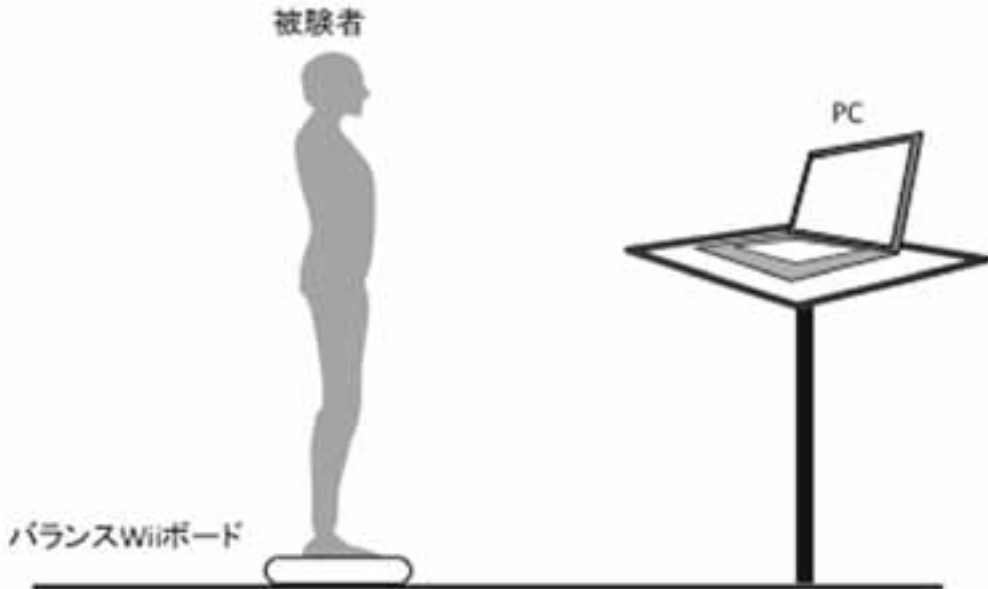


図3 反応時間計測時の機器配置例

PCモニターが被験者から見えるように、前方に配置する。

考 察

Wii Reactでは、計測機器に家庭用ゲーム機のコントローラを活用したことで、指導現場で安価で手軽に利用できるシステムを構築することができた。Wii Reactでは、課題提示をリモコンの方向キーで行えるため、検者が任意に課題設定できる。そのため、被験者の運動種目やポジションに合わせて選択的に課題を構築することができる。例えば、被験者がサッカーのゴールキーパーの場合、左右方向の運動課題が相応しいと考えられる。

GUIにCOP軌跡と床反力鉛直方向成分の波形を加えたことについては、静止立位時や跳躍動作時のバイオメカニクスの戦略を視覚化させる教育的意味を持つ。COP位置は身体重心位置をイメージしやすく、床反力波形は発揮された跳躍力の評価に役立つ。また、方向キーが押され運動課題が提示された後は、COP軌跡と床反力波形の描画色を変更させて、課題提示から離床までの運動戦略を視覚化および評価できるよう工夫した。

反応時間について、Wii ReactではコントローラとPCとのデータ通信にWiiFlashServerの

周期モードを利用している。白井ら（2009）の報告では、周期モードでは10msec毎に1回データが送られており、周波数にして100Hzでデータ転送がなされている。また、山本ら（2011b）による検証実験においても、同様のシステムであるWii Trainerで、1秒間に約100フレームがカウントされると報告されており、フレーム数から秒への単位換算で、フレーム数を100で除算する手法には問題がないと判断した。ActionScriptには時間を計測する関数が用意されているが、時間遅れや誤差が大きいため、今回は利用しなかった。

Wii Reactでは、課題提示をWiiリモコンの方向キーが押された時点（ t_1 ）とし、離床の判定をボードにかかる総重量を3kgf以下となった時点（ t_2 ）としている。ただし、リモコンやボードからの出力信号はBluetooth無線通信で送信され、PCで受信されるため、この送受信にかかる時間が生じ、タイムラグが発生している可能性がある。このタイムラグは目視では判定できない程度であったが、計測結果に影響をおよぼす可能性は否定できない。本システムで計測される反応時間の精度検証については今後の課題である。

また、本システムでは、被験者が提示課題と異なる方向への跳躍を行った場合においても反応時間を計測してしまう。従って、現段階では跳躍方向の判定は運動者や指導者が目視で行う必要がある。今後、システム上で跳躍方向の判定を行える様、COPの軌跡等を利用する方法を検討したい。

引用文献

- 1) 北川 薫 (2002) : 運動とスポーツの生理学. 9-10, 市村出版, 東京
- 2) 松澤 衛, 山本敬三 (2011) : バランスWiiボードを用いたスキージャンプ用トレーニング機器の開発. 北翔大学生涯学習システム学部研究紀要, 第11号, 1-13
- 3) 山本敬三, 松澤 衛 (2011a) : スキージャンプ・テイクオフ動作のバイオメカニクスのトレーニングの提案. 北翔大学生涯スポーツ学部研究紀要, 第2号, 1-10
- 4) 三好健夫, 広瀬統一, 福林 徹 (2005) : サッカーパフォーマンスと選択反応時間及び生物学的成熟度の関係. スポーツ科学研究2, 早稲田大学スポーツ科学学術院, 128-136
- 5) 山本敬三, 松澤 衛, 川初清典 (2011b) : バランスWiiボードを用いたスキージャンプ用トレーニング機器の精度検証. 第22回冬季スポーツ科学フォーラム抄録集
- 6) 白井暁彦, 小坂崇之, くるくる研究室, 木村秀敬 (2009) : WiiRemoteプログラミング. 243-252, 株式会社オーム社, 東京

