

令和 2 年 7 月 1 日現在

機関番号：24601

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17K01760

研究課題名（和文）スポーツの種類や選手個人の特性を考慮した重力感受性トレーニング法の開発

研究課題名（英文）Development of a gravity-sensitive training method that takes into account the type of sport and individual characteristics of athletes

研究代表者

和田 佳郎（Wada, Yoshiro）

奈良県立医科大学・医学部・特任講師

研究者番号：80240810

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,600,000円

研究成果の概要（和文）：スポーツにとって重力感受性（HTPG）は必要不可欠な要素である。今回ゴルフを対象に、「頭部傾斜感覚適正化装置（TPAD）を装着してトレーニングを行うと、HTPGが增強して頭部が安定化しその結果ゴルフが上達する」という仮説を検証する目的で実験を行った。TPAD装着とHTPG增強、ゴルフ上達の間には必ずしも相関は認められなかったが、今回は平坦な床の上での実験であり、重力感受性がより重要となる実際のゴルフ場面とよく似た状況下での実験が必要と考えられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により、ゴルフを対象として簡便、コンパクト、低コスト、非侵襲なTPADを用いた重力感受性トレーニング法を実施することができた。その中で、ゴルフの上達度を評価する指標、重力感受性を必要とする状況の設定など今後の課題も見つかった。これまでのスポーツトレーニングは選手やコーチの経験に頼る部分が多く、本研究は重力感受性（HTPG）に基づいた科学的で客観的なスポーツトレーニング法開発の最初の一歩となった。今後はゴルフ以外のスポーツやトップアスリートも対象にした研究に発展していきたい。

研究成果の概要（英文）：Head tilt perception gain (HTPG) is an essential element for sports. We conducted an experiment to test the hypothesis that training with a head perception adjustment (TPAD) enhances HTPG and stabilizes the head, resulting in improved golf performance. Although there was no correlation among wearing the TPAD, HTPG enhancement and improving golf skills, this experiment was conducted on a flat floor, and it was necessary to conduct the experiment under similar conditions to actual golf situations where gravity sensitivity is more important.

研究分野：スポーツ平衡

キーワード：重力感受性 スポーツ ゴルフ トレーニング 頭部傾斜感覚適正化装置 頭部安定性 パター正確性

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

研究代表者はこれまでに重力センサーである耳石器の機能に関する基礎研究を行ってきた。そして、その成果を臨床医学に応用すべく、重力感受性を定量評価できる検査法(Head Tilt-Subjective Visual Vertical, HT-SVV)を確立した。さらに HT-SVV を用いた臨床研究から重力感受性障害 (Gravity Perception Disturbance, GPD) という新しいめまい疾患の概念を提唱し、重力感受性を適正化する治療装置 (Tilt Perception Adjustment Device, TPAD) を開発した。並行して重力が大きく関与する空間識の研究を進め、JAXA や航空自衛隊との空間識失調の研究や、スポーツ選手を対象とした空間識に関する研究を展開している。その中でトップアスリートの内村航平選手の重力感受性を測定し、体操競技特有と考えられる特性を見出した。それをヒントに「HT-SVV を用いて各種スポーツの重力感受性の特性を明らかにし、TPAD を用いてその特性に合ったトレーニング法を開発する」という本研究テーマの着想に至った。

すでに予備的検討として奈良医大男子学生 145 人 (平均 21.5 歳) を対象に HT-SVV を測定し、便宜上 8 種類のスポーツ群に分類し HTPG の比較を行なった。

ゴルフ: 17 人

手の球技 (バレー、バスケットボール、ハンドボール): 22 人

身体のみを使うスポーツ (陸上、水泳、体操、ダンス): 16 人

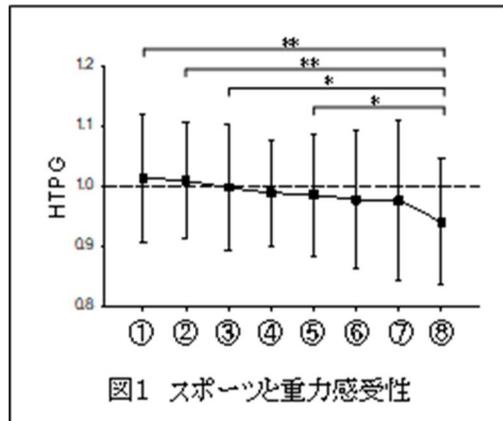
野球: 13 人

武道 (剣道、柔道、合気道、空手、弓道): 23 人

ラケットを使うスポーツ (テニス、バドミントン): 17 人

スポーツ歴なし: 15 人

足の球技 (サッカー、ラグビー): 22 人



### 2. 研究の目的

本研究では身体安定性を求めるスポーツであるゴルフに注目し、「TPAD を装着してトレーニングを行うと、HTPG が増強して頭部が安定化しその結果ゴルフが上達する」という仮説を立て、本仮説を検証する目的で次の 2 つの実験を行った。

#### 7 番アイアン実験

TPAD を装着して 7 番アイアンでスイングを繰り返すトレーニングを行えば、HTPG が増強し頭部が安定化する。

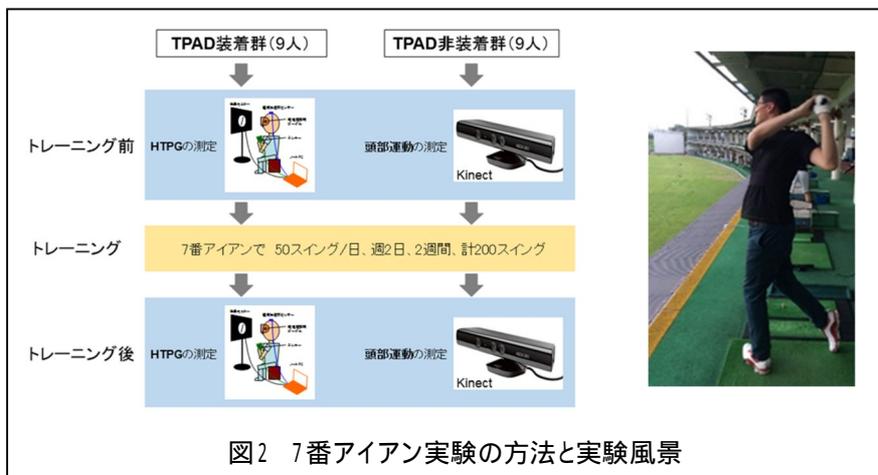
#### パター実験

TPAD を装着してパターを繰り返すトレーニングを行えば、HTPG が増強しパターの正確性が向上する。

### 3. 研究の方法

#### 7 番アイアン実験の方法 (図 2)

奈良医大ゴルフ部員の中で男女比、年齢、競技レベルを同等にした TPAD 装着群 9 人(男 8 人、女 1 人、平均 21.8 歳)、TPAD 非装着群 9 人(男 8 人、女 1 人、平均 21.2 歳)を選び、7 番アイアンで 1 日 50 球打つトレーニングを週 2 回、2 週間行った(計 4 回、200 スイング)。トレーニング前後に HT-SVV 検査装置にて HTPG を測定し、Kinect を用いた簡易モーションキャプチャにてスイング中の身体各部位の動きを解析した。



### パター実験の方法(図3)

ゴルフ未経験者 6 人をランダムに TPAD 装着群 3 人(sub1, 2, 3)と TPAD 非装着群 3 人(sub4, 5, 6)に分け、トレーニング前後に HT-SVV 検査装置にて HTPG を測定した。トレーニングは以下の手順で行った。

- 1) パターで 2 m 前方の赤い印を狙って 10 回打ち、印とのボールの誤差距離を測定する。
  - 2) TPAD 装着群(非装着群)の被験者は TPAD を装着して(しないで) 30 回打つ。
  - 3) 再度 1) を実施する。
- 上記を 2 日間繰り返した。



## 4. 研究成果

### 7番アイアン実験の結果と考察

Kinect による手首の動きのデータを基にスイング開始からボールを打つまでの間(約 2 秒間)を解析区間(赤色矢印)と定め、解析区間における頭部の左右の移動距離(桃色矢印)が小さいほど身体が安定していると評価した(図4)。

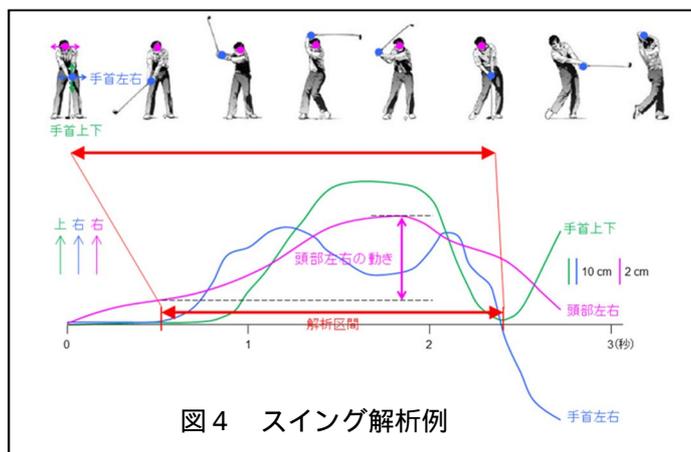


図5に結果を示す。トレーニング前の左右 HTPG の大きい方と小さい方に分けて見てみると、TPAD 装着群ではトレーニングによって HTPG の大きい方には変化はなかったが(○各被験者、●平均:1.20→1.20)小さい方は有意に大きくなった(○各被験者、●平均:1.08→1.16、paired t-test  $p < 0.03$ )。一方、TPAD 非装着群ではトレーニングによって HTPG の大きい方(平均:1.14→1.07)も小さい方(平均:1.05→1.07)も有意な変化は認められなかった( $p > 0.16$ )。

7番アイアンでスイング中の頭部の左右の移動距離は、トレーニングによって TPAD 非装着群では有意に大きくなったが(平均:0.137m→0.181m、 $p < 0.05$ ) TPAD 装着群では有意な変化は認められなかった(□各被験者、■平均:0.092m→0.116m、 $p > 0.06$ )。

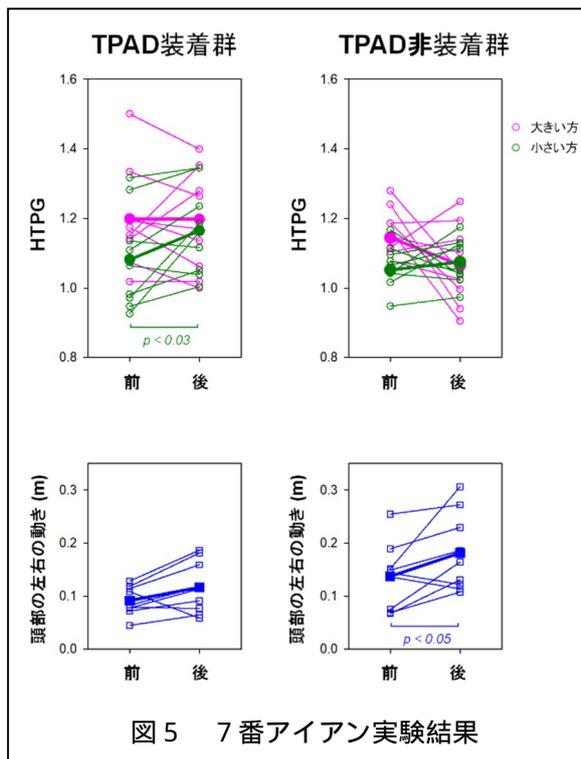


図5 7番アイアン実験結果

TPAD を装着してトレーニングを行うと左右 HTPG の小さい方が大きくなるという重力感受性の増強効果が認められた。また、TPAD を装着しなければトレーニング後にスイング中の頭部運動は大きくなるが、TPAD を装着すると変化は認められなかった。以上から、TPAD を用いると HTPG は増強するが必ずしも積極的に身体が安定化し競技力が向上するとまでは言えず、仮説を強く支持する結果とはならなかった。問題点として次の点が挙げられる。

- 1) スイング中の頭部運動が身体安定性の指標として相応しくなかった可能性がある。
- 2) ゴルフ競技力を直接評価する必要がある。

#### パター実験の結果(図6)と考察

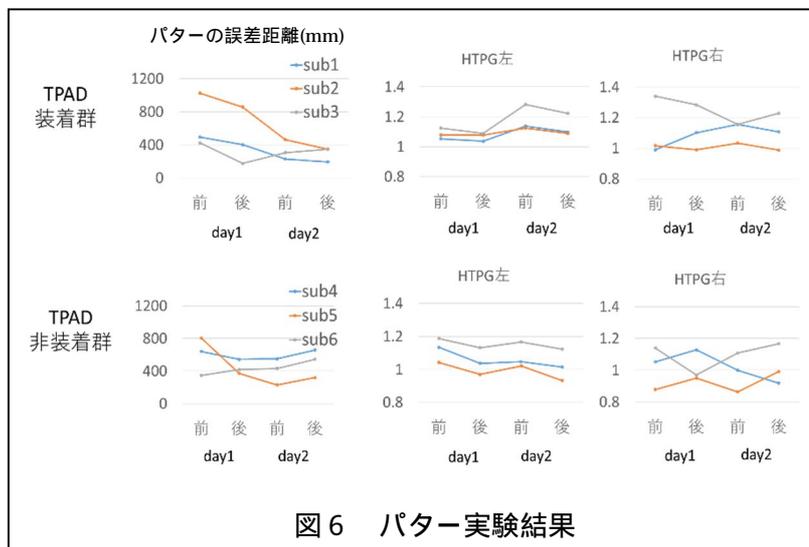


図6 パター実験結果

sub1 と sub2 のゴルフスキルは向上したが、重力感受性に一定の変化は認められなかった。

いずれの被験者のゴルフスキル、重力感受性にも一定の変化は認められなかった。

TPAD 装着群でゴルフスキルが向上した被験者が認められた。TPAD により頭の傾きがよくわかるため、頭を直立に保ったまま安定したフォームでパットできるようになったものと考えられる。しかし、今回のトレーニング条件では、TPAD は重力感受性の大きさには影響を与えなかった。今後、実験条件を検討し研究を続けていく計画である。

以上の2つの実験から、「TPAD 装着により HTPG は増強するが7番アイアンスイング中の頭部安定性には無関係であった」、「TPAD 装着によりパターの正確性は向上するが HTPG 増強には無関係であった」という結果が得られた。「TPAD 装着により HTPG は増強しゴルフが上達する」という本仮説の検証には至らなかったが、ゴルフの上達法には一つの正解があるわけではなく、いくつもの要素が関係していることが示された。さらに、身体安定性を求めるスポーツであるゴルフのトレーニング法を検討するためには、重力感受性が重要となる斜面や不整地、バンカーなどの状況下での実験が必要であることが考察された。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Tamura A, Iwamoto T, Ozaki H, Kimura M, Tsujimoto Y, Wada Y	4. 巻 4
2. 論文標題 Wrist-worn electrodermal activity as a novel neurophysiological biomarker of autonomic symptoms in spatial disorientation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Front Neurol	6. 最初と最後の頁 4-9
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/fneur.2018.01056	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 和田 佳郎	4. 巻 76
2. 論文標題 空間識とスポーツ医学	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Equilibrium Research	6. 最初と最後の頁 49-56
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3757/jser.76.49	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 和田 佳郎	4. 巻 123
2. 論文標題 スポーツと耳疾患、聴覚、平衡覚	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本耳鼻咽喉科学会会報	6. 最初と最後の頁 6-11
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3950/jibiinkoka.123.6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Yoshiro Wada, Noriaki Takeda	4. 巻 67
2. 論文標題 Postural Stability Against Full-Field Dynamic Visual Disturbance in Archery Players	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J Med Invest	6. 最初と最後の頁 67-69
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2152/jmi.67.67	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計11件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 和田佳郎、宇野春日、植田駿、塩崎智之、伊藤妙子、山中敏彰、北原糺、大谷真喜子
2. 発表標題 聴覚障害を持つ水泳選手（デフスイマー）の平衡機能
3. 学会等名 第77回日本めまい平衡医学会総会・学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 福田潤弥、佐藤豪、松田和徳、和田佳郎、山中敏彰、北原糺、武田憲昭
2. 発表標題 慢性平衡障害患者の自覚症状と重心動揺に対する傾斜感覚適正化装置（TPAD）を用いた平衡訓練の効果
3. 学会等名 第77回日本めまい平衡医学会総会・学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐藤豪、松田和徳、福田潤弥、和田佳郎、山中敏彰、北原糺、武田憲昭
2. 発表標題 慢性平衡障害の歩行に対する傾斜感覚適正化装置（TPAD）を用いた感覚代行の平衡訓練効果
3. 学会等名 第77回日本めまい平衡医学会総会・学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 和田佳郎、中尾寛宙、三浦健一郎
2. 発表標題 過重力環境下での両腕協調運動における耳石器の関与とスポーツにおける機能的意義
3. 学会等名 第119回日本耳鼻咽喉科学会総会・学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 和田佳郎、宇野春日、植田駿、伊藤妙子、村井孝行、乾洋史、山中敏彰、北原紘、為井智也
2. 発表標題 重力感受性に注目したゴルフトレーニング法の開発：7番アイアンスイング中における頭部安定化
3. 学会等名 第76回日本めまい平衡医学会総会・学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 為井智也、和田佳郎
2. 発表標題 ゴルフスイングフォームの熟達者・非熟達者比較 - グラフ理論を用いた身体部位間協調の可視化 -
3. 学会等名 第76回日本めまい平衡医学会総会・学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 和田佳郎、宇野春日、植田駿、伊藤妙子、山中敏彰、北原紘
2. 発表標題 重力感受性障害の検査・治療法のスポーツへの応用 - ゴルフ7番アイアンのスイングトレーニング -
3. 学会等名 第28回日本臨床スポーツ医学会学術集会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 和田佳郎、宇野春日、植田駿、伊藤妙子、乾洋史、村井孝行、山中敏彰、北原紘
2. 発表標題 傾斜感覚適正化装置 (TPAD) を用いたゴルフトレーニング法の開発
3. 学会等名 第79回耳鼻咽喉科臨床学会総会・学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 和田佳郎、宇野春日、植田駿、伊藤妙子、乾洋史、村井孝行、山中敏彰、北原紘
2. 発表標題 傾斜感覚適正化装置 (TPAD) を用いたゴルフトレーニング法の開発
3. 学会等名 第118回日本耳鼻咽喉科学会総会・学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 阿久根康平, 為井智也, 和田佳郎, 塩崎智之, 山中敏彰, 北原 紘
2. 発表標題 重力感受性増強装置 (TPAD) を用いたゴルフバターのトレーニング法の開発
3. 学会等名 第78回日本めまい平衡医学会総会・学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 和田佳郎
2. 発表標題 スポーツと耳疾患、聴覚、平衡覚
3. 学会等名 第119回日本耳鼻咽喉科学会総会・学術講演会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------	---------------------------	-----------------------	----