

# ゴルフスイング中における視覚的フィードバックがヘッドアップ改善に及ぼす影響

青木, 健光 / AOKI, Takemitsu

---

(発行年 / Year)

2013-03-24

(学位授与年月日 / Date of Granted)

2013-03-24

(学位名 / Degree Name)

修士(工学)

(学位授与機関 / Degree Grantor)

法政大学 (Hosei University)

# 修士論文

ゴルフスイング中における視覚的フィードバックが  
ヘッドアップ改善に及ぼす影響

-INFLUENCE WHICH THE VISUAL FEEDBACK UNDER GOLF SWING HAS ON A  
HEAD UP IMPROVEMENT -

2012年度

工学研究科

システム工学専攻

11R6101

アオキ タケミツ

青木 健光

指導教員 渡辺 嘉二郎 教授

# INFLUENCE WHICH THE VISUAL FEEDBACK UNDER GOLF SWING HAS ON A HEAD UP IMPROVEMENT

**Takemitsu AOKI**

## Abstract

This paper describes influence which the visual feedback. In recent years, people are interested in their health condition to avoid metabolic syndrome and disease due to aging. Exercise is important. As a lifelong sport, baseball and golf are reviewed. However it is not easy to play with correct form.

So we try to evaluate their swing form. We use a 3-D gyro sensor fixed at waist, and detect angular velocity around the waist. We detect the angular velocity in the movements of bat swing of an expert as well as novice. We detect features the angular velocity at bat swing, and compare data of novice player and that of expert player.

***Key word:*** 3-D gyro sensor, baseball, golf, swing, angular velocity, lifelong sport

---

## 目次

第1章 序章 .....	6
1-1. 研究背景 .....	6
1-2. 本研究の目標 .....	7
第2章 ゴルフについて.....	8
2-1. ゴルフとは .....	8
2-2. ゴルフスイングの定義.....	9
第3章 使用デバイスの原理と開発.....	11
3-1. 使用デバイスの原理.....	11
3-2. 従来のデバイス.....	11
3-3. 本研究で提案する視覚FBデバイス.....	13
第4章 仮定の記述 .....	17
第5章 基礎実験 .....	18
5-1. 実験目的 .....	18
5-2. 実験方法 .....	18
5-3. 実験結果 .....	19
5-4. 実験考察 .....	28
第6章 応用実験 .....	30
6. 1 実験目的 .....	30
6. 2 実験方法 .....	30
6. 3 実験結果 .....	33
6. 4 実験考察 .....	33
第7章 おわりに .....	35
参考文献 .....	
謝辞 .....	

## 図表番号

- Fig. 1 Motion sensor
- Fig. 2 Fixing point of sensor(Waist)
- Fig. 3 Specification of the developed goggles
- Fig. 4 At the time of goggles wearing
- Fig. 5 The field of view from goggles
- Fig. 6 Subject A
- Fig. 7 Subject B
- Fig. 8 Subject C
- Fig. 9 Subject D
- Fig. 10 Subject E
- Fig. 11 Subject F
- Fig. 12 Subject G
- Fig. 13 Subject H
- Fig. 14 Subject I
- Fig. 15 Subject J
- Fig. 16 Subject K
- Fig. 17 Subject L
- Fig. 18 Subject M
- Fig. 19 Subject N
- Fig. 20 Subject O
- Fig. 21 Subject P
- Fig. 22 Subject Q
- Fig. 23 Subject R
- Fig. 24 Subject S
- Fig. 25 Subject T
- Fig. 26 Relation between progress and goggles
- Fig. 27 The subjects' E and G relation

- INFLUENCE WHICH THE VISUAL FEEDBACK UNDER GOLF SWING HAS ON A HEAD UP  
IMPROVEMENT-

青木 健光

---

Table 1	Specific of motion sensor
Table 2	Comparison with conventional apparatus
Table 3	Subject list
Table 4	Subject data(Goggles user)
Table 5	Subject data(Goggles intact person)
Table 6	Statistical data

---

## 第1章 序章

### 1-1 研究背景

現在、高齢化社会が進む中、若年層にも生活習慣病、メタボリック症候群などの問題が見受けられる。これらの問題を解決するには一般に身体を動かすことが重要であるとされているが、競技としてのスポーツ以外にも、生涯スポーツが注目されている。

生涯スポーツとは、その生涯を通じて健康の保持・増進やレクリエーションを目的に、誰でもいつでもどこでも気軽に参加できるスポーツのことである。生涯スポーツは競技としてのスポーツよりも運動強度が低いのが特徴で、体力に過剰な負荷をかけることなく気軽に行える。数ある生涯スポーツの中でも世界中で人気のあるゴルフも挙げられる。ゴルフは若い世代から中高年の方まで幅広い世代に親しまれている。

本研究では、代表的なゴルフの動作において定量化するためにいくつかのゴルフスイング動作について計測と解析を目的とする。そこでゴルフスイングにおいてミスショットはつきものであるが、最も代表的なヘッドアップに着目した。そのため、目に専用デバイスを装着し、目線の動きに注目する。

さらに、目線のブレによるヘッドアップが改善出来れば、独学でも簡単に学べるようなデバイスの開発に繋げていく。例えばアクセサリ感覚で装着できるFB用のゴーグルがあれば、楽しく独学でゴルフが上達する手助けとなる。このような応用に繋げるように検討していく。

### 1-2 本研究の目標

独学で上達が難しい原因として、決まったフォームを自分で見ながら行うことが難しいことが挙げられる。本などでフォームを学び、実際にやってみてもそれを確認するためにはビデオや連写カメラで撮影するなどをしなければならない。また、それらを設置する為の手間やコストもかかってしまう。しかし、本を読んだだけで自分のフォーム等を確認せずに練習し続けると誤った型や癖が付きやすくなる。変な癖がついてしまうと、上達しづらく、癖を直すのにかえって時間がかかってしまう。さらに、ビデオなどを使用して独学で行うと人に習うよりも大幅に時間もかかってしまう。

ゴルフの本や雑誌などにはよく“目線を～度回旋する”などといった記述がある。このような説明は定量的であるため大変頭で理解しやすい。しかしこれは1連の動作の

- INFLUENCE WHICH THE VISUAL FEEDBACK UNDER GOLF SWING HAS ON A HEAD UP  
IMPROVEMENT

青木 健光

---

一瞬でしかない。連写した写真を載せている本もあるが、これは逆に定量的に示されていないため理解しづらい。

このような本に記述されている通りに動作することが出来ればプロと同様の動作が出来るということである。1つの動作の一瞬だけではなく全動作において定量化し、その動作を真似できるようにすることができれば独学でも早期上達が期待できる。

そのため、運動を観察しづらい状況下で、外部システムを使った運動学習における視覚的な役割が可能であるかを考える。またその際に、運動者の動作情報をゴルフスイング中から解析し、フィードバックによる運動学習の支援が可能であるか検討する。



---

## 第2章 ゴルフについて

### 2-1 ゴルフとは

ゴルフとは、コースにおいてクラブといわれる道具で静止したボールを打ち、ホール（カップとも）と呼ばれる穴にいかに少ない打数で入れられるかを競う球技の一種である。ゴルフでは、静止したボールを打つため簡単そうだが、対戦相手と打ち合う球技ではないため、精神力が重要とされ、精神力7割技術力3割とも言われている。プロゴルファーでさえ、プレッシャーのためわずか30cmのパットを外すこともある。

基本的に個人で行う球技だが、団体戦もある。個人戦の場合においても、競技者（ゴルファー）とコースを同伴するキャディがいる。キャディはクラブを持ち運びするだけではなく、競技者にアドバイスできる唯一の存在となる。

アマチュアにおいてもプロゴルファーを目指すのでもない限り、中高年から始めることも可能で、比較的高齢となってもプレーを楽しめる。自分の年齢よりも低い打数で1ラウンドを終了（エイジ・シュート）した者は、「エイジ・シューター」と呼ばれ、ゴルファーの尊敬を集める。

ホールインワン（1打でカップに入れること）の達成者はゴルファーの羨望の的となる。日本においてアマチュアゴルファーがホールインワンを達成した場合には、記念としてゴルフ場の記念植樹やパーティーなどを開く事が慣習になっているために、その出費に備えて、ホールインワン保険に加入する者もいる。一方で、日本のみ、プロの試合でホールインワンを達成すると、達成した選手に特別賞のホールインワン賞（賞金・賞品）が贈呈される。

- INFLUENCE WHICH THE VISUAL FEEDBACK UNDER GOLF SWING HAS ON A HEAD UP  
IMPROVEMENT

青木 健光

## 2-2 ゴルフスイングの定義

ゴルフでは主に5つの打ち方に分けられる。その種類について以下に示す。

### 1) アドレス —Address—

スイングの土台のことをいう。

背筋を伸ばして股関節から前傾します。その際、ヒップを軽く突き出し、お辞儀をする要領で頭とヒップでバランスを取り、ヒザは軽く曲げる。右手が下にある分、右肩は少し下がる。右肘は若干曲げて構える。右肘を突っ張って構えると、右手がかぶりやすくなる。

体重配分は左50%右50%の均等体重。右足体重にしたり、左足体重にならないように気をつける。

### 2) バックスイング —Back swing—

ボールを打つ前にバットなどを後方へ引いたり振り上げたりする準備動作。クラブが地面と水平になるポジションがバックスイングです。バックスイングまでは頭の位置を変えてはいけない。両肘の間隔も、アドレス時と同じ間隔をキープする。

体重を右にのせようとして腰を右にスウェイさせてはいけない。

また、手先でクラブを上げようとする、両肘の間隔を維持できなくなるので注意する。

### 3) トップオブスイング —Top of swing—

スイングのちょうど中間であり、バックスイングからクラブがちょうど止まった瞬間のことをいう。

トップ・オブ・スイングのポジションではアドレス時の前傾角度、いわゆるスパイン・アングルを変えないようにする。左手は突っ張ってはいけないが、適度な張りを持たせて、伸ばしたままトップの位置へ。このポジションで左手が曲がると、クラブがクロスになったり、オーバースイングになったりして、スイングプレーンからはずれてしまう。

左右の体重は右70%左30%で、ハーフウェイバックの時点で終了した体重移動の配分をキープしたままにする。

### 4) ダウンスイング —Dawn swing—

スイングした際の振り下ろし動作。バックスイングのトップから、インパクトまでをいう。このポジションでは下半身を左にスライドするが、その歳左右のヒップはターゲットラインに平日になる。手元は胸の正面に下りてくるが、胸は右サイドを向いたままダウンする。

- INFLUENCE WHICH THE VISUAL FEEDBACK UNDER GOLF SWING HAS ON A HEAD UP  
IMPROVEMENT

青木 健光

---

このポジションで腰と肩の角度差がなくなってしまうアマチュアの人が多いですが、その理由は下半身と上体の動きが同調してないから。典型的な例が右肩の突っ込みである。

5) インパクト —Impact—

ボールがクラブなどに当たること。また、その瞬間。

インパクトは最も重要なポジションで、前後の動きはこのインパクトのためにある。このポジションでは、後方から左のヒップが見えるように左腰をめくる。左ヒザを伸ばすイメージを持ち、インパクトでは右肩が少し下がる。その分右ヒジは多少曲がる。

アマチュアの人にはリリースが早かったり、右に体重が残ってすくい打ちすることが多い。また、上からボールを捕らえようとして、上体を左にスウェイさせてしまうことも多い。

6) フォロースイング —Follow swing—

ボールを打ったり投げたりしたとき、そのプレーの流れとして後まで続いていく体の動き。

フォロースルーのポジションでは、腰をターゲットに突き出す動きがポイントで、その際、視線はアドレス時のように下を向いたままにする。左腰をめくることで左ヒザを完全に伸ばす。

7) フィニッシュ —Finish—

スイングの最終姿勢のことをいい、両肘の間隔はフォローの時と同じである。左肘を締めることで間隔を維持する。

このポジションまで来て、初めて視線が徐々にターゲットに向き始める。それ以前に視線が上がると、アングルがくずれてしまう。

---

## 第3章 使用デバイスの原理と開発

### 3-1 使用デバイスの原理

本研究に先立ち、バイオフィードバックについて解説せる。バイオフィードバックとは、本来感知することのできない生理学的な指標を科学的にとらえ、対象者に知覚できるようにフィードバックして体内状態を制御する技術、技法である。主に「リラックスした状態」などをフィードバックすることによって、その状態自体を把握し、すばやくアクセスできるようにし、不安な状態に拮抗させることが目的とされる。

そのため、ゴルフの上達への近道として、練習の際にリアルタイムにバイオフィードバックを施すことができるデバイスを作成することが重要であることがわかる。主に上達には運動神経を研ぎ澄ませることが重要とされる。その運動神経を利用して、従来では聴覚を利用してスイング中に音でプレイヤーに知らせてくれるデバイスの開発を主としていた。

この他に、本研究では視覚に着目して、ミスショットの原因のひとつであるヘッドアップを改善することを目的とした目線のブレを矯正するゴーグルのデバイスを開発した。

### 3-2 従来のデバイス

従来の研究では、モーションセンサを使ったスイング解析などが主流とされている。

このセンサは、加速度を検出することができる“加速度センサ”と、角速度を検出することができる“ジャイロセンサ”の2つのセンサが1つになっている。また、Bluetoothを用いた無線通信を行えるため実験に適している。本センサの仕様を以下のTable 1に示す。

- INFLUENCE WHICH THE VISUAL FEEDBACK UNDER GOLF SWING HAS ON A HEAD UP IMPROVEMENT -

青木 健光

Table 1 Specific of motion sensor

Type	WAA-006
Power [mAh]	lithium polymer battery 230
Temperature range [°C]	0~40
Humidity range [%]	20~80
Size [mm]	39(W)×44(H)×12(D)
Weight [g]	20
Sampling time [ms]	10
Operation time [h]	6
Correspondence function	Bluetooth Ver 2.+ EDR Class 2
Transfer passband [Mbps]	2.1
Correspondence distance [m]	10
Correspondence profile	SPP(serial port profile)

Target	capability
acceleration (X,Z)	+/- 70G
acceleration (Y)	+/- 35G
angular velocity (X,Y,Z)	4000dps



Fig. 1 Motion sensor

本研究の実験では、腰の回転を計測するために上記のモーションセンサを装着する。腰の回転を計測する際、重力等の影響を受けることのないジャイロセンサを使用する。

センサ装着の様子を Fig. 2 に示す。

- INFLUENCE WHICH THE VISUAL FEEDBACK UNDER GOLF SWING HAS ON A HEAD UP  
IMPROVEMENT -

青木 健光



Fig. 2 Fixing point of sensor (Waist)

### 3-3 視覚フィードバック専用デバイスの開発

本研究で、目線を矯正することを目的として開発した視覚フィードバック専用ゴーグル(右打ち用)と装着時を Fig. 3, 4 に示す。

これはサングラスにブラインドシールを貼付し、中央横一直線に 0.5mm のスリッドを開けたシンプルなデザインとなっている。ゴーグルからはボール 1 個分がようやく見えるようになっている(Fig. 4)。また、スリッドはレンズの左側から中央までのものとなっている。(右打ち用となっているため)。

今回作成したゴーグルは、従来のセンサを用いて閾値を超えた際に音で知らせてくれるデバイスのデメリットであった高コストであること、スイングに個人差があるため閾値の設定が曖昧になってしまうことによる操作性の不便さを解消し、デザインがシンプルで利用者に親しみやすく、低コストで入手でき、スイング上達が期待できるのが狙いである。

これにより目線が上下した際にボールが視界から消え、インパクトが困難となる。そのため視界からボールが消えないようにスイングをすることで、スイング中に目線のブレを解消し、最終的にヘッドアップを改善し、スイング上達を目標とした仕様となっている。

- INFLUENCE WHICH THE VISUAL FEEDBACK UNDER GOLF SWING HAS ON A HEAD UP IMPROVEMENT -

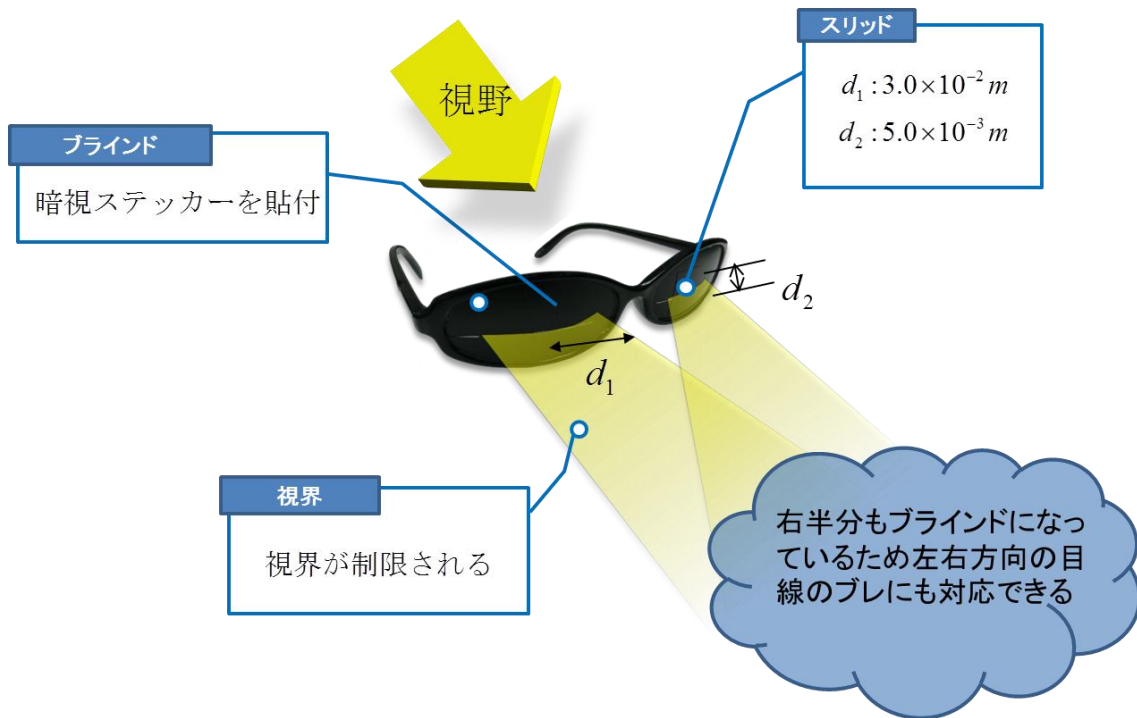


Fig. 3 Specification of the developed goggles

- INFLUENCE WHICH THE VISUAL FEEDBACK UNDER GOLF SWING HAS ON A HEAD UP  
IMPROVEMENT -

青木 健光



Fig. 4 At the time of goggles wearing

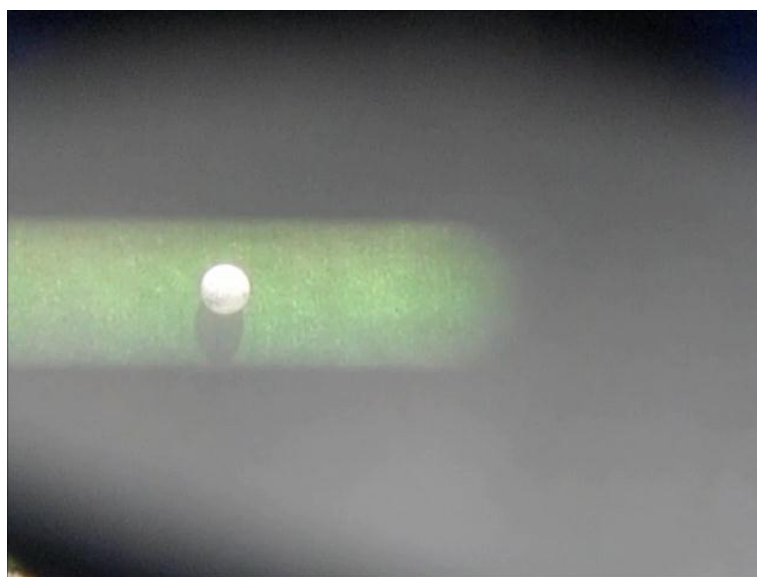


Fig. 5 The field of view from goggles



- INFLUENCE WHICH THE VISUAL FEEDBACK UNDER GOLF SWING HAS ON A HEAD UP  
IMPROVEMENT -

青木 健光

また，従来の計測機器と本研究で提案する計測機器とを Table 2 に示す．

Table 2 Comparison with conventional apparatus

項目	ハイスピードカメラ	3軸ジャイロセンサ	ゴーグル
サイズ	大きい	小さい	小さい
価格	高価	高価	安価
実用性	既出	容易	容易

---

## 第4章 仮定の記述

先に述べたようにゴルフでは同じ打ち方であっても、使用するクラブや状況によってスイングの速さや強弱も変わってくる。これより、本研究を進めるにあたって以下のように仮定をする。

まず、使用するクラブにおいて本研究では、設定したポイントに打ち込んでもらうため、ドライバーだと個人によって筋力差があり、本計測の被験者には女性もいるため適していない。そのため、今回は中距離にポイントをおき、女性でも容易に届くアイアンを用いたアプローチショットとする。また、上達をどのように評価するかについては、“打ち込んだボールが設定したポイントからどれだけばらついているか”とする。そして、ゴーグルの使用未使用により上達に違いが出るかを検証するためにできる限り同じ体格・スポーツ・経験年数の被験者とする。初級者は打ち方を知らないため、自分の打ちやすい様に打ってもらう。

仮定をまとめると以下の(A1)から(A4)のようになる。

- (A1) アイアンを用いたアプローチショットとする。
- (A2) 上達は“ポイントからの打球のバラつきがどう変化したか”とする。
- (A3) 2者間においてできる限り同じ体格・スポーツ被験者に協力してもらう。
- (A4) 初級者は打ちやすいように打つ。

---

## 第5章 基礎実験

### 5-1 実験目的

本研究で提案するデバイスの使用によって上達を見るために基礎実験を行う。ゴーグルを使用してトレーニングを行い、再び測定を行うことで上達が期待できるかを検証する。

また、これにより支援の可能性を調べることに先立ち、視覚FBによる運動の制御特性について調べた

### 5-2 実験方法

視覚FBによる運動学習の支援効果を確認するために、ゴーグルをした場合と、そうでない場合の2つの場面を想定して実験を行った。実験の内容は以下のように行なった。Table 3に被験者のリストを示す。

#### I : 打ち込み

50ヤード先の目標に向け、アイアンで一人20球打つ。これを20名の被験者(A~T)で行う。

#### II : トレーニング

- ( $T_1$ ) 作成したゴーグルを装着して1週間で1000球の素振りをする。視覚へ運動状態をFB(Bio-Feed Back)を施す
- ( $T_2$ )FBは施さず1000球の素振り(自己の感覚のみ)をする

#### III : 二度目の打ち込み

再び50ヤード先の目標に向け、アイアンで一人20球打つ。この際 $T_1, T_2$ での上達度の違いを分析する。

- INFLUENCE WHICH THE VISUAL FEEDBACK UNDER GOLF SWING HAS ON A HEAD UP IMPROVEMENT -

青木 健光

Table 3 Subject list

被験者/性別	年齢	経験スポーツ	被験者/性別	年齢	経験スポーツ
A/♂	27	陸上/3年	K/♂	23	陸上/6年
B/♂	22	未経験	L/♂	24	ゴルフ/3年
C/♂	24	ボクシング/1年	M/♂	24	ボクシング/4年
D/♂	24	バスケット/6年	N/♂	23	バスケット/6年
E/♂	23	テニス/6年	O/♂	24	テニス/10年
F/♂	24	野球/3年	P/♂	22	野球/12年
G/♂	22	未経験	Q/♂	24	ボクシング/3年
H/♀	22	バトミントン/3年	R/♂	24	剣道/10年
I/♂	24	未経験	S/♂	22	水泳/6年
J/♀	23	テニス/3年	T/♀	24	卓球/3年

### 5-3 実験結果

打った位置からの飛距離に対しての打球のばらつきを見るために、標準偏差をプロットした。ゴーグル装着者を Fig6~15 に、未装着者を Fig16~25 に示す。

### ゴーグル装着者（被験者 A~J）

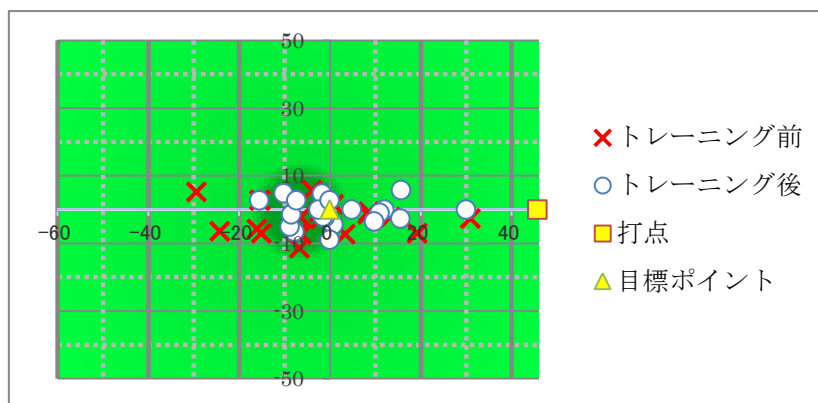


Fig. 6 Subject A

- INFLUENCE WHICH THE VISUAL FEEDBACK UNDER GOLF SWING HAS ON A HEAD UP IMPROVEMENT -

青木 健光

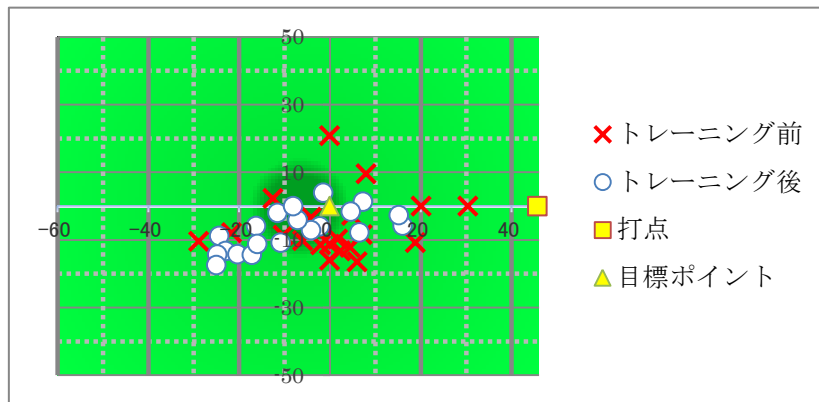


Fig. 7 Subject B

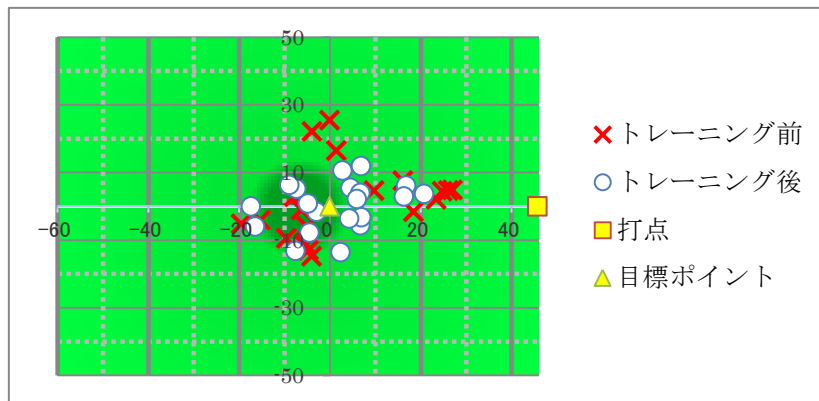


Fig. 8 Subject C

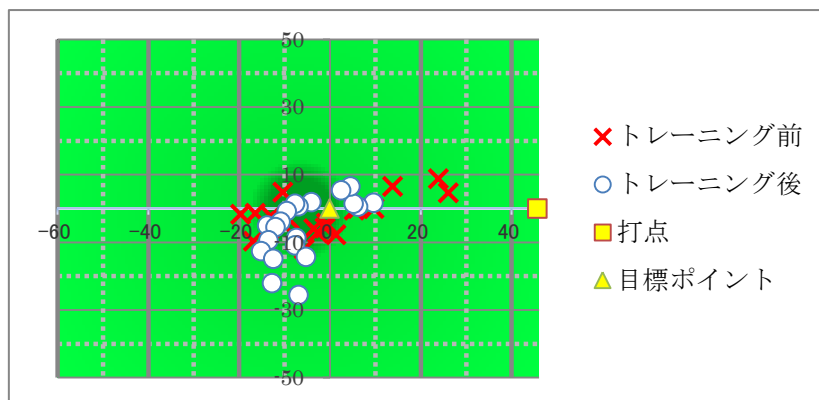


Fig. 9 Subject D

- INFLUENCE WHICH THE VISUAL FEEDBACK UNDER GOLF SWING HAS ON A HEAD UP IMPROVEMENT -

青木 健光

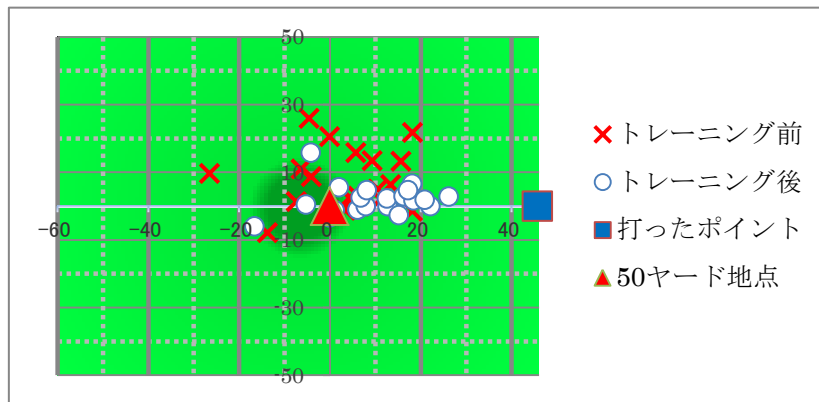


Fig. 10 Subject E

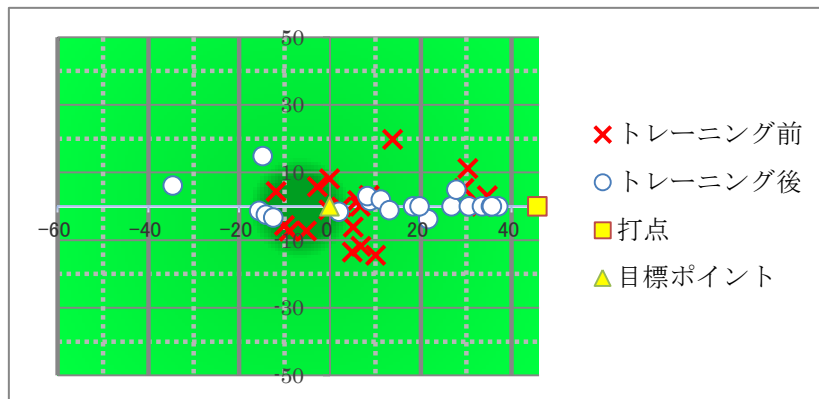


Fig. 11 Subject F

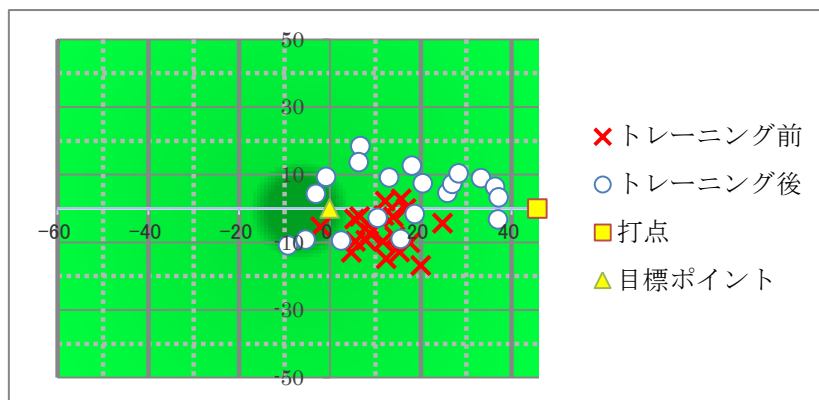


Fig. 12 Subject G

- INFLUENCE WHICH THE VISUAL FEEDBACK UNDER GOLF SWING HAS ON A HEAD UP IMPROVEMENT -

青木 健光

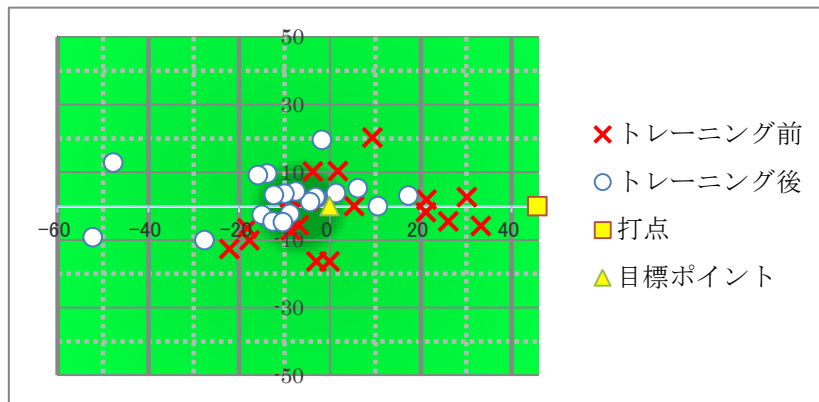


Fig. 13 Subject H

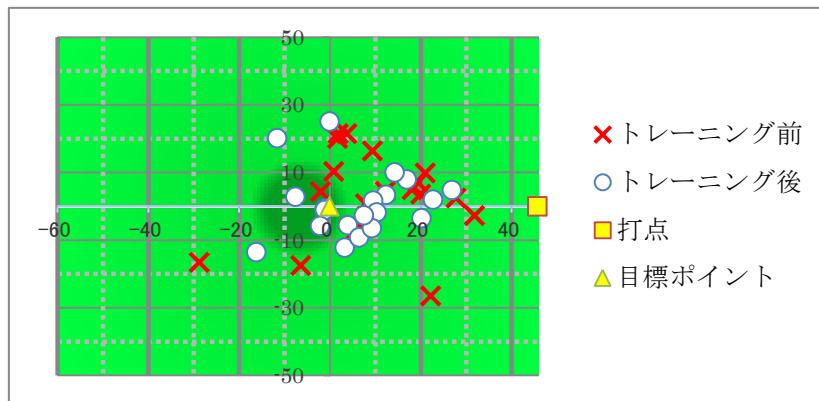


Fig. 14 Subject I

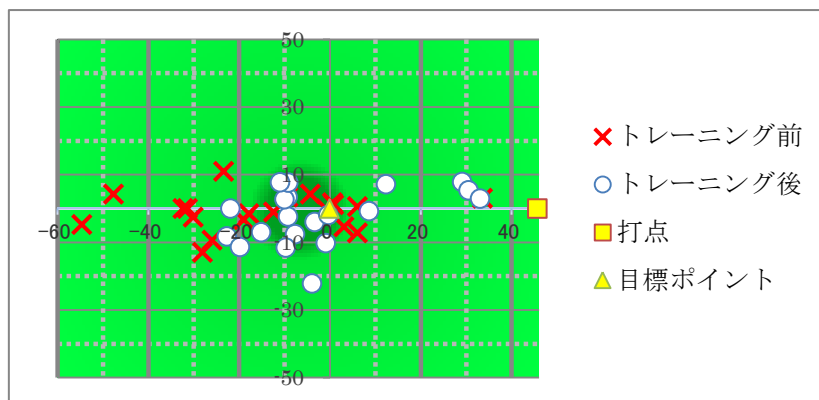


Fig. 15 Subject J

- INFLUENCE WHICH THE VISUAL FEEDBACK UNDER GOLF SWING HAS ON A HEAD UP IMPROVEMENT

青木 健光

Table 4 Subject data(Goggles user)

被験者	飛距離	飛距離・後	標準偏差	標準・後	標準偏差(差分)
A	47.92	52.54	14.14	7.88	6.27
B	46.06	54.52	15.65	9.13	6.52
C	38.62	40.48	13.62	10.51	3.11
D	49.26	44.16	14.22	10.82	3.40
E	35.16	31.17	5.77	8.28	-2.51
F	43.85	54.63	16.18	9.93	6.25
G	43.96	44.69	14.55	10.05	4.49
H	36.54	42.43	7.84	10.04	-2.21
I	35.89	39.33	17.57	7.52	10.05
J	59.28	48.45	20.30	12.25	8.05



- INFLUENCE WHICH THE VISUAL FEEDBACK UNDER GOLF SWING HAS ON A HEAD UP IMPROVEMENT -

青木 健光

ゴーグル装着者（被験者 K~T）

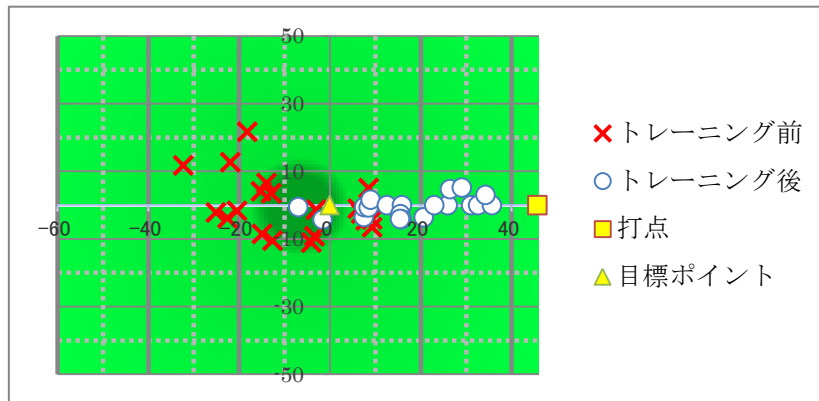


Fig. 16 Subject K

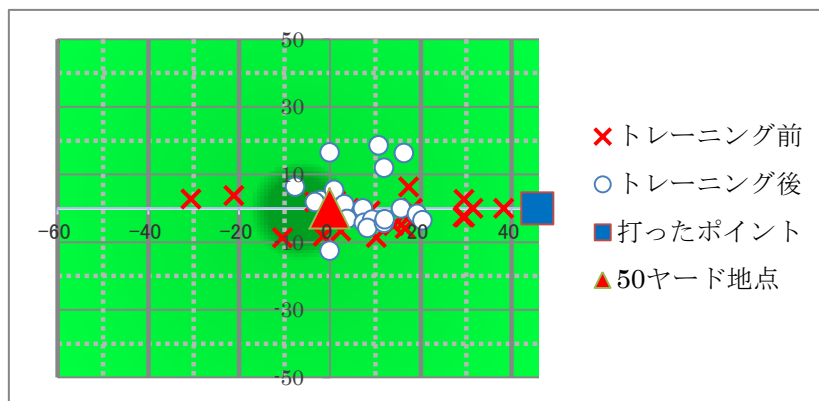


Fig. 17 Subject L

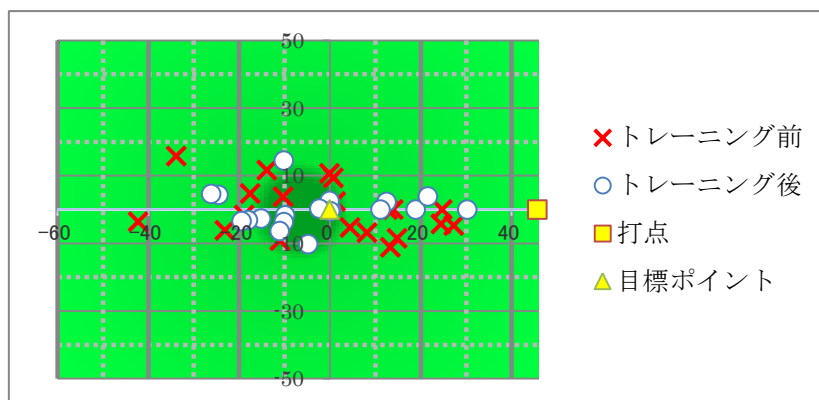


Fig. 18 Subject M

- INFLUENCE WHICH THE VISUAL FEEDBACK UNDER GOLF SWING HAS ON A HEAD UP IMPROVEMENT -

青木 健光

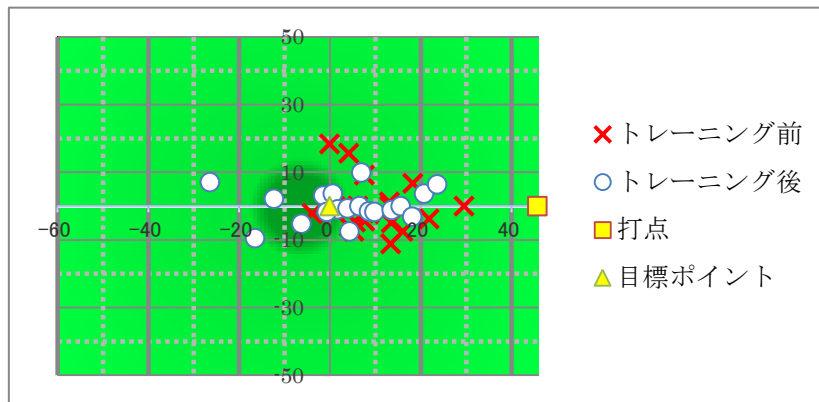


Fig. 19 Subject N

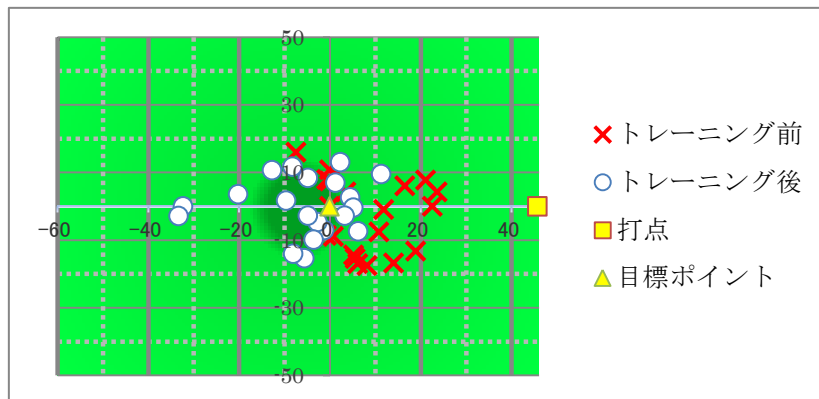


Fig. 20 Subject O

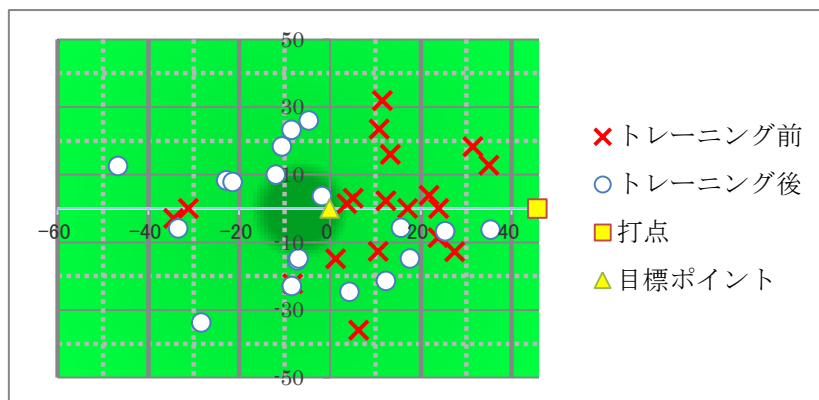


Fig. 21 Subject P

- INFLUENCE WHICH THE VISUAL FEEDBACK UNDER GOLF SWING HAS ON A HEAD UP IMPROVEMENT -

青木 健光

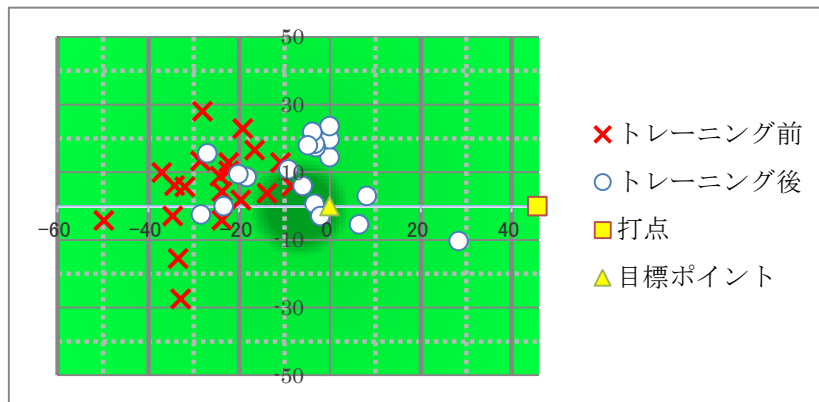


Fig. 22 Subject Q

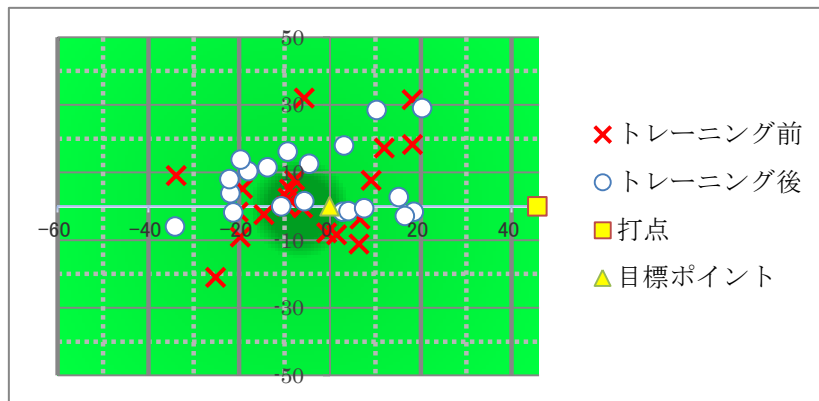


Fig. 23 Subject R

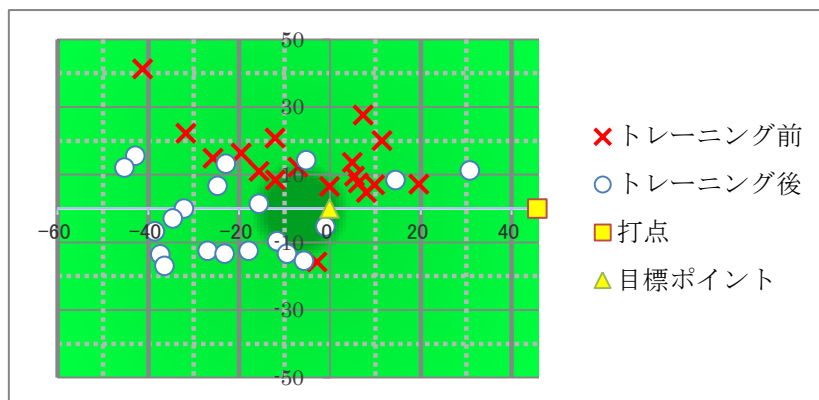


Fig. 24 Subject S

- INFLUENCE WHICH THE VISUAL FEEDBACK UNDER GOLF SWING HAS ON A HEAD UP IMPROVEMENT -

青木 健光

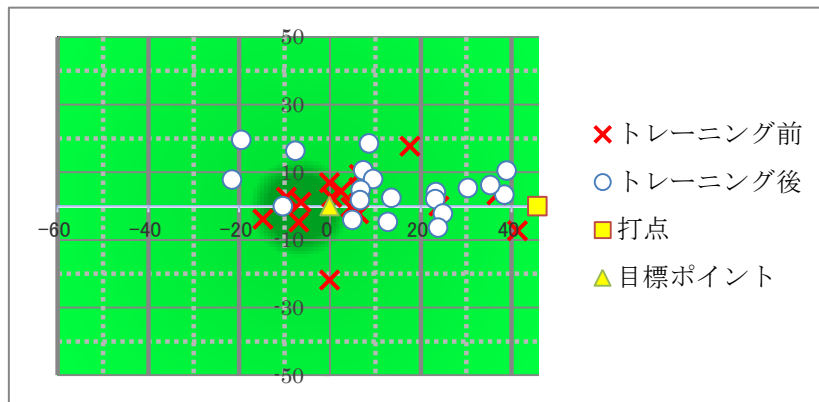


Fig. 25 Subject T

Table 5 Subject data(Goggles intact person)

被験者	飛距離	飛距離・後	標準偏差	標準・後	標準偏差(差分)
K	43.98	36.7	10.82	10.66	0.16
L	54.88	27.95	13.10	11.56	1.53
M	47.49	48.75	19.13	15.93	3.20
N	39.2	52.06	8.93	11.33	-2.41
O	72.65	53.3	9.77	12.38	-2.61
P	53.23	51.59	12.67	14.55	-1.89
Q	39.01	33.94	13.52	20.46	-6.93
R	50.33	34.42	14.73	17.24	-2.51
S	53.49	66.11	17.07	18.60	-1.53
T	39.65	53.85	17.44	19.99	-2.55

#### 5-4 実験考察

被験者 20 名から測定したデータから、千回の素振りですべての 55% が上達したことがわかった。その上達者のうちゴーグルを使用していた被験者は 73% であることがわかった (Fig. 24)。これにより上達にゴーグルが大きく関係していることがわかる。

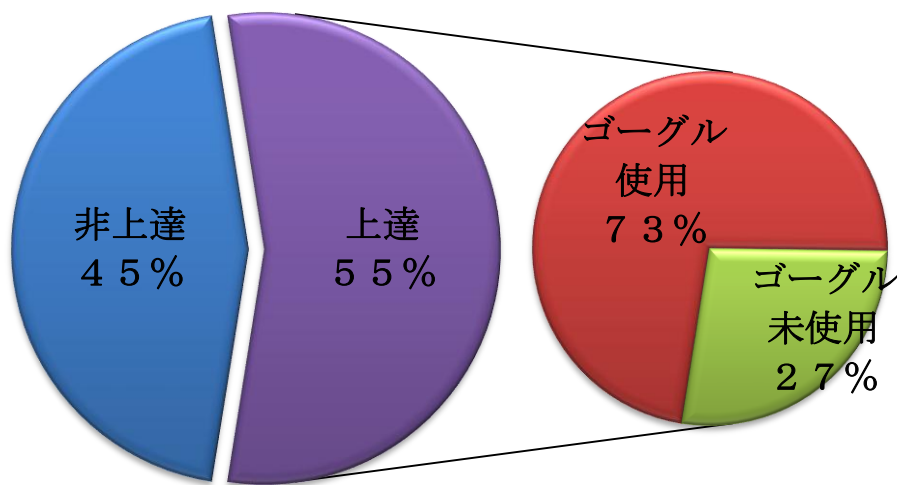


Fig. 26 Relation between progress and goggles

また、打球位置をプロットした図から同じ体格同じスポーツ経験者である被験者 E と G を比較する (Fig. 25)。はじめの打ち込みでは大学までスポーツに従事していた被験者 G の方が標準偏差が少なく、良いデータであった。そして、被験者 E はゴーグルを使用して 1 週間に 1000 回の素振りを行い再び測定を行なった。すると被験者 G も多少上達はしたが、被験者 E は被験者 G をもはるかに凌ぐほど上達していることがわかる。これにより Fig. 25 からも上達にゴーグルが関係していることがわかった。

- INFLUENCE WHICH THE VISUAL FEEDBACK UNDER GOLF SWING HAS ON A HEAD UP IMPROVEMENT -

青木 健光

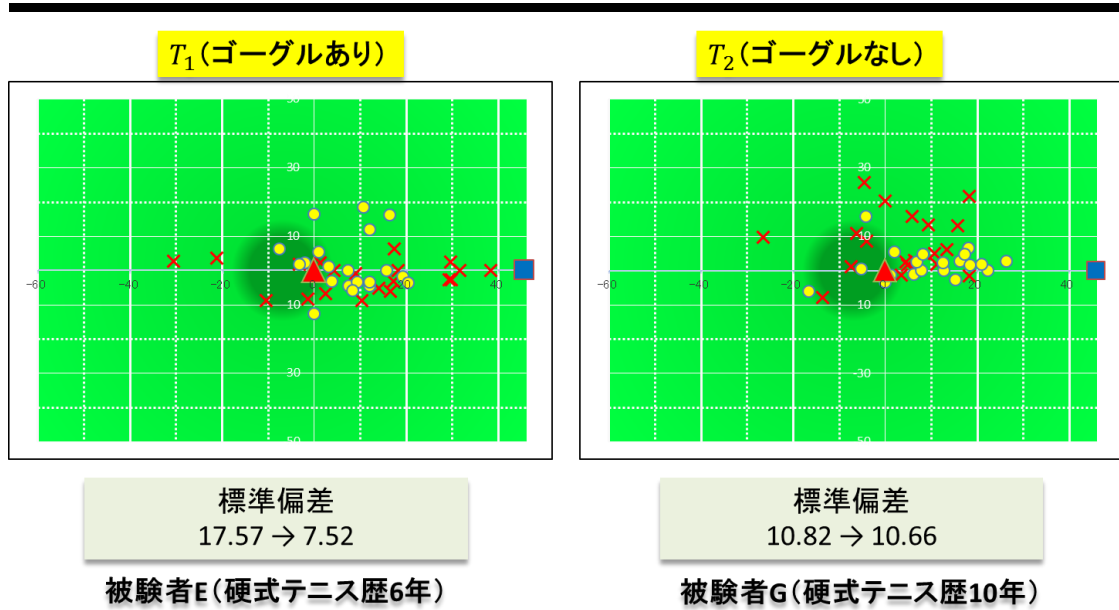


Fig. 27 The subjects' E and G relation

本研究で提案するデバイスの使用によって上達が期待できることがわかった。

また、これにより支援の可能性を調べることに先立ち、視覚FBによる運動の制御特性について調べることもできた。

## 第6章 応用実験

### 6-1 実験目的

先の基礎実験からゴーグルの使用者と未使用者の2者間から練習前と後での標準偏差が得られた。これによりゴーグルが上達に関係していることはわかった。

次に、統計学的にゴーグルが上達に関係しているのか検証を行う。

### 6-2 実験方法

Excel を用いて統計処理を行なう。基礎実験から得られたデータから、ピアソンの積率相関係数と t 検定を求める。ピアソンの積率相関係数からはゴーグルを使用することに従い打球データも向上するのか、t 検定からは帰無仮説(ゴーグルを使用してトレーニングを行っても上達には関係しない)を棄却し、対立仮説(ゴーグルを使用してトレーニングを行うと上達する)の有意性を示すことができる。

ピアソンの積率相関係数では、トレーニングを行うことにより標準偏差の値が小さくなると、相関関係の傾きは小さくなるか負の値をとる。またトレーニングをしてもさほど上達が見られなく、標準偏差も変わらないと傾きは1になる。

t 検定では、帰無仮説を棄却し、対立仮説を採用する条件は以下のようになる。

I : 検定統計量(の絶対値) > 境界値

II : 検定統計量に対する p 値 < 棄却域の確率(1% or 5% が一般的)

※p 値 : p 値とは「帰無仮説が正しいという条件の下で、  
検定統計量の値より大きな値が得られる確率」のことです

- INFLUENCE WHICH THE VISUAL FEEDBACK UNDER GOLF SWING HAS ON A HEAD UP IMPROVEMENT -

青木 健光

また、統計処理に用いた式を以下に示す。

**ピアソンの積率相関係数**

2変数間に相関関係があるか分析する際に数値で記述する分析方法である。大別すると間隔尺度・比率尺度のデータに対して行うピアソンの積率相関分析と、順序尺度のデータに対して行うスピアマンの順位相関分析の2つがある。また、分析の際に数値化するには以下の式を使う。

$$r = \frac{\text{変数Xの共分散}}{\text{変数Xの標準偏差} \times \text{変数Yの標準偏差}}$$

$$= \frac{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

これにより一方が増えると、他方がそれに従って増える、あるいは減るといった関係がそこにあるかどうかを検討する。そのような直線的関係が、どのくらいあるかを分析する。

**t 検定**

帰無仮説が正しいと仮定した場合に、統計量が t 分布に従うことを利用する統計学的検定法の総称である。母集団が正規分布に従うと仮定するパラメトリック検定法であり、t 分布が直接もとの平均や標準偏差にはよらない(ただし自由度による)ことを利用している。2組の標本について平均に有意差があるかどうかの検定などに用いられる。統計的仮説検定のひとつ。以下のように処理することができる。



- INFLUENCE WHICH THE VISUAL FEEDBACK UNDER GOLF SWING HAS ON A HEAD UP  
IMPROVEMENT

青木 健光

---

$$t = \frac{(\text{変数}x - \text{変数}y) \div \text{観測数}}{\sqrt{(\text{変数}x - \text{変数}y) \text{の分散} \div \text{自由度}}}$$

変数 $x$  : ゴーグル装着者 10 名のトレーニング前

変数 $y$  : " のトレーニング後

観測数: 被験者数 10 名

自由度: 観測数-1

### 6-3 実験結果

以下に被験者 20 名分の統計処理を行なったデータを示す。  $T_1$ はゴーグルを使用してのトレーニング被験者で  $T_2$ はゴーグルを未使用での被験データである。

Table 6 Statistical data

	$T_1$	$T_2$
標準偏差の平均(トレーニング前)	13.98	13.72
標準偏差の平均(トレーニング後)	9.64	15.27
観測数	10	10
ピアソンの積率相関係数	0.31	0.70
自由度	9	9
t(検定統計量)	3.36	
P(T=t) 片側	0.42%	
t境界値 片側	1.83	

### 6-4 実験考察

Table 6 より、ピアソンの積率相関係数と t 検定について検討する。

ゴーグルを使用してトレーニングを行なった  $T_1$ (被験者 A~J)は相関係数が 0.31 とゴーグルを使用してトレーニングを行うにつれて標準偏差の値の傾きは 0.31 となる。これは、「ゴーグルを使用しても打球のポイントからの正確性が変わらない」ということが否定できる。理想的な傾きは標準偏差が減少(=傾きが負の値をとる)であるが、A~J の被験者全てが上達したわけではなく、中には上達が見られなかった被験者もいたことが考えられる。

続いて t 検定については、先に記述した条件を満たしたか検討してみる。検定統計量の絶対値 3.36 は境界値である 1.83 より大きくなっている。また、検定統計量の p 値 0.42% は棄却域の確率(1% or 5%)より小さくなっていることから、帰無仮説(ゴーグルを使用して練習をしても上達には関係ない)を棄却し、対立仮説(ゴーグルを使用して練習すると上達に関係

ゴルフスイング中における視覚的フィードバックがヘッドアップ改善に及ぼす影響

- INFLUENCE WHICH THE VISUAL FEEDBACK UNDER GOLF SWING HAS ON A HEAD UP  
IMPROVEMENT

青木 健光

---

する)を採用し、有意性を証明することができた。これにより、統計学的にゴーグルが上達  
に関係していることがわかった。

## 第7章 おわりに

本論文では、ゴルフスイング動作において計測とその解析として研究を進めてきた。

まずは代表的なスイングについてゴーグルを使用して練習することによりスイング上達が期待できるのかを検証した。

5章の基礎実験より、打球位置を Excel を用いてプロットすることにより、標準偏差を用いてポイントからのばらつきを被験者 20 名分検出することができた。そしてゴーグル使用者は全体的に上達することができ、ゴーグルの有用性を証明することができた。また、次に、統計処理を行うことでゴーグルを使用して直接上達に関係しているのか検証を行った。

6章の応用実験より、ゴーグルを使用してトレーニングを行った被験者 10 名の練習前と後の標準偏差を比較した。

まず、ピアソンの積率相関係数からは「ゴーグルを使用しても打球のポイントからの正確性が変わらない」ということが否定できる。理想的な傾きは標準偏差が減少(=傾きが負の値をとる)であるが、A~J の被験者全てが上達したわけではなく、中には上達が見られなかった被験者もいたことが考えられる。

また、t 検定を行い検定統計量(の絶対値)3.36 は境界値である 1.83 より大きくなっている。また、検定統計量の p 値 0.42% は棄却域の確率(1% or 5%) より小さくなっていることから、帰無仮説(ゴーグルを使用して練習をしても上達には関係ない)を棄却し、対立仮説(ゴーグルを使用して練習すると上達に関係する)を採用し、有意性を証明することができた。これにより、統計学的にゴーグルが上達に関係していることがわかった。

本研究においてこれらの結論が得られた。それによってゴルフにおいて重要な目線の動作をバイオフィードバックによる改善を目的とした専用のゴーグルを作成した。これにより基礎実験・応用実験からゴーグル使用者がアイアンショットの際に目線のブレを改善することにより打球のばらつきを表す標準偏差から上達したことがわかった。そのため、リアルタイムに目線のブレを修正することを目的とした、ゴルフを上達させる手助けができるようなデバイスケーションを作成することができた。

今後の課題としては、作成したデバイスケーションをより身近なものとしていくことが必要である。そうすることで、より世間的に求められていくと考えられる。

さらに、初級者だけでなく上級者のフォーム修正にも用いることができるようにしていきたい。また、応用実験 1 において出力された統計処理データにおいてもより明確に、わかりやすい結果にしていくことで誰でも気軽に使用することのできるデバイスケーションとして需要が伸びるのではないかと考えられる。

## 参考文献

- 1) 河島秀隆, 梅林薫, “ゴルフの技術”, 遊戯社, 6/101 (1993)
- 2) 蝶間林利男, 佐藤政廣, 勝田茂, “科学の目で見たゴルフレッスン”, ベースボール・マガジン社, (2000)
- 3) 戸田豊, “インドアゴルフスクール”, 西東社, (2000)
- 4) 藤田義仁, “検定用語の基礎知識”, 成美堂出版, (2006)
- 5) 堀内昌一: 平均値の検定, ナツメ社, 2004/02

## 謝辞

本研究を進めていくにあたり、渡辺嘉二郎教授、小林一行教授には適切なご指導、ご鞭撻をして頂きありがとうございました。特に、渡辺教授には研究のアドバイスをして頂き、適切な方向へ導いて下さったことを深く感謝申し上げます。

また、実験に協力してくれた渡辺研究室のM2, M1並びにB4の方々皆様に感謝致します。たくさんの協力ありがとうございました。

最後になりましたが、学生生活を支えて下さった両親に深く感謝致します。

2013年2月22日