

要約の要旨(要約) 1

平成 20 年度「民学産公」協働研究事業 報告書 2

背景の要旨・画金の要旨(要旨) 3

研究事業名称:

### 高機能型パット練習機の商品化実証研究事業

目的の要旨(要旨) 4

1-1 目的の要旨(要旨) 4

1-2 目的の要旨(要旨) 4

1-3 (イ) パット練習機の要旨(要旨) 4

1-4 パット練習機の要旨(要旨) 4

1-5 要旨の要旨(要旨) 4

1-6 要旨の要旨(要旨) 4

1-7 要旨の要旨(要旨) 4

平成21年2月27日

要旨(要旨) 5

1-1 要旨(要旨) 5

1-2 要旨(要旨) 5

1-3 要旨(要旨) 5

1-4 要旨(要旨) 5

1-5 要旨(要旨) 5

要旨 6

要旨 7

要旨 8

要旨 9

目 次

1. 「民学産公」協働研究事業の概要	p. 3
2. 幹事団体のプロフィール	p. 3
3. 協働研究事業の企画・実施の背景	p. 4
3-1. 社会的背景	p. 4
3-2. 技術的背景	p. 5
4. 協働研究事業の詳細	p. 6
4-1. 実証実験の目的	p. 6
4-2. 実証実験の目標	p. 6
4-3. 実証実験の機器構成(ハード、ソフト)	p. 7
4-4. 実証実験の機器構成	p. 7
4-5. 実証実験の方法	p. 9
4-6. 実証実験の期間	p. 9
4-7. 実証実験で採取するデータ項目、データ数	p. 9
5. 実験(試作)結果	p. 9
5-1. 試作B3	p. 9
5-2. 姿勢スイッチの改良	p. 11
5-3. 取付金具の軽量化	p. 14
5-4. 試作B4	p. 15
5-5. 形状の比較	p. 17
6. 考察	p. 18
7. 結論	p. 18
8. 謝辞	p. 18
9. 別紙1	p. 19



## 1. 「民学産公」協働研究事業の概要

三鷹市在住のSOHO法人である株式会社ABYZs(エイビッツ)はアツデン株式会社と共同事業により、ゴルフのパット練習機 Eaglegetter®を商品化している。

これは赤色レーザー光を採用しているので、炎天下における視認性が不十分である。一般のアマチュアゴルファーが自宅(屋内での練習マット上やカーペット上)での練習で上達効果が確認されているが、プロゴルファーや上級アマチュアゴルファーが使用するには物足りない面がある。

即ち、これらのゴルファーは芝の上での練習を必要としているからである。そのため、屋外炎天下のパッティング・グリーン上でも視認性の高い機種を開発し、使用環境の大幅な拡大を図るもので、高機能型(緑色レーザー光使用)の練習機について実用化実証研究を行い(平成19年度「民学産公」協働研究事業)、その実用化が可能であることが確認された。

本協働研究事業(今年度)は、高機能型パット練習機の商品化の実証研究を行うものである。即ち、商品化には更なる小型化・軽量化が必要であり、具体的に商品試作を行い、使い勝手なども含めて実証する。

なお、この練習機の基本原理は米国では登録済み(米国での登録番号#7,306,525 B2)であり、日本では「審査請求中」である。

## 2. 幹事団体のプロフィール

本協働研究事業の幹事団体は株式会社ABYZs(エイビッツ)であり、共同研究企業(開発担当)はアツデン株式会社である。なお、このパット練習機事業は両者の共同事業として取組まれているものである。

### 1) 株式会社 ABYZs(エイビッツ)のプロフィール

2005年4月 有限会社 ABYZsとして設立

代表取締役 沢田 恵重(ベンチャーカレッジ3期生)

事業内容 スポーツ用品の開発・設計・製造・販売・

保守・サービス事業

経営コンサルティング事業

自動制御システムの開発・設計・エンジニアリング事業

キャリア・マッチング事業

等

本店所在地 三鷹市上連雀1-12-17



2006年5月 株式会社へ組織変更

本店所在地 三鷹市下連雀3-27-1へ住所変更

## 2) 協働研究事業団体: アツデン株式会社のプロフィール

所在地; 東京都三鷹市上連雀1-12-17

設立年; 1952年8月

資本金; 2億1千万円

従業員数; 120名

代表者名; 代表取締役社長 佐藤 文典

事業内容; 無線通信機械器具製造販売

マイクをはじめとする音響、通信関連機器の製造販売が主たる事業。音一筋に60年にわたって技術を磨き、この技術を基本にして、2つの大きな特色を生かし、堅実に成長している。

一つは、ワイヤレスマイクやアンプなど、製造する製品の100%を国内で生産。中国をはじめアジアの各国に生産拠点を移す企業が多いわが国のモノづくり産業では、めずらしい存在。

もう一つは、世界を舞台にビジネスを推進。「AZDEN」ブランド製品は、国内より海外での販売が多く、米国・ニューヨークに現地法人を置いて、欧米向け販売の活動拠点にしている。

## 3. 協働研究事業の企画・実施の背景

### 3-1. 社会的背景

ゴルフにおけるパッティングはスコアの要であるが理論的な解析がなされてこなかった。日本では「パットに型なし」と言われ、欧米でも「セオリーもメソッドも無い」といわれてきて、いわば「勘と経験」が決め手とされてきた。

精神的な状態もパットの結果に対して大きく影響し、ゴルファーを悩ませてきた。高齢者がグリーン上で緊張の余り循環器系の発作を起こすということも起こっている。

こうしたことから、パット巧者といわれる上級アマチュアゴルファーやプロゴルファーは、長い練習時間を投入し、試行錯誤の上で独自のストロークを確立しているのが実情である。このため、中年以降のゴルファーがパット巧者を目指して練習し腰痛を患うことがしばしば起こっている。

中年以降のアマチュアゴルファーは社会的に活躍している方が多い年齢層でもあり、このような試行錯誤依存の練習に多くの時間を投入するのは社会的にも損失といえる。



いわゆるシングル(ハンディキャップが9以下)と言われるゴルファーは、アマチュアゴルファーの約1000人に1人とされている。パットの練習環境には制約もあり、十分にパット練習に取り組めないという事情もあるが、施設の整備された条件(ドライビング・レンジとパッティング・グリーンの両方を備えている練習場)下でも、練習風景を観察していると、パッティング練習に取り組んでいるゴルファーは1000人に1人程度であり、これはシングルのアマチュアゴルファーの全体に占める割合とほぼ一致している。

以上のような社会背景の中、少しでも一般アマチュアゴルファーのパット上達に寄与出来る事を願い、パット練習機の開発に取り組んでいるものである。

## 3-2. 技術的背景

### 3-2-1. 電子技術の発展

近年の半導体技術の発達が目覚しく、半導体レーザーも実用化されて久しい。汎用の半導体レーザー素子は一般的に赤色光(波長=690 $\mu$ m)が使われている。一方、人間の視感度は緑色光に対して最も感度が高く(「高機能型パット練習機の開発ならびに実用化実証研究事業」平成19年度「民学産公」協働研究事業 報告書p. 22参照)、その利用とコスト低減が望まれているが、その生産量が少ないことからコスト低減は難しいため、普及が十分ではない。そのため、製品化に当っては先ず赤色光での取り組みを行い、商品化した。プロゴルファーやアマチュアゴルファー上級者からの要望、即ち炎天下でのグリーン上に照射されるレーザー光が見づらいことを解決して欲しいとの声に応える為に緑色光での実用化・実証研究に取り組んだ結果、実用化が可能であることが実証された(平成19年度「民学産公」協働研究事業の成果である)。

### 3-2-2. ストローク技術における理論の発見

パッティングにおける理論体系の確立を求めて研究を続けた結果、10年越しで「理想の回転を得る打撃条件」と「それを得るためのストロークに必要な要件」を発見した。その詳細については別紙1参照。

また、3-1に述べた社会的な課題への貢献のため、更に「理想のパッティングとストロークの修得」が出来る練習機の開発を目指し、漸く練習機の基本原理を発明した。

株式会社 ABYZsは定年退職者が社会貢献を目的として設立した会社であるが、以上のような社会的な背景に鑑み、その特許技術を生



かした練習機を提供する事で社会貢献を目指すものである。

また、以上のような経緯から実用化・実証の協働研究に取り組んだものであり、その成果は上記の通り「グリーン・レーザーを採用する事で、炎天下のグリーン上でも使用できる(視認性が十分である)こと」が実証できた(平成19年度「民学産公」協働研究事業の成果)。

なお、この練習機はゴルフのパッティングでの練習及び修得だけでなく、アプローチ・ショット、バンカー・ショット、一般ショット(ミドル・アイアンからショート・アイアンに対してより効果的)を正確に修得する為に有効であり、使用者からは「アプローチが上手くなった」とか、バンカーショットが安定した」などの声も寄せられている。

## 4. 協働研究事業の詳細

### 4-1 実証実験の目的

平成20年度の協働研究で、高機能型パット練習機の実用化が可能であることが実証された。本協働研究は、その実証結果をもとに商品としての実用化・開発を行うことを目的とする。

即ち、機能性(性能)を確保した上で、商品としての形状の小型化・軽量化やデザインの改良を行い、発売に結びつけることである。

従って、本年度の具体的な研究内容は開発目標を達成する為に開発設計(商品化試作)を行い、形状・質量・外観(見栄え)等を評価することである。

また、内部の姿勢スイッチの性能(動作安定性)と形状・質量についても改善する。

### 4-2 実証実験の目標

昨年度の協働研究において、全長137.0mm、質量90.5mmまで小型軽量化を実証できた(昨年度 試作2)。

本協働研究においては、更に小型軽量化を図る。とは言うものの、商品として開発費の制約・製造原価の目論見もあり、開発時間を含めてこれら相互のトレード・オフであることは否めない。



表4-1 開発目標(仕様)

項目	機種	仕様目標	既存商品
レーザー光の色		緑	赤
波長		532 $\mu$ m	690 $\mu$ m
全長		出来るだけ小さく*	110mm
直径		$\Phi$ 14	$\Phi$ 11
質量		出来るだけ小さく*	61gr
使用電池定格		小型長寿命*	LR44 (直列2個)
連続使用での電池寿命		目標 5時間以上*	8時間

\*:既存商品のそれ出来るだけ近づける

#### 4-3 実証実験の機器構成(ハード、ソフト)

ハード:目的・目標を達成するためには、昨年度の実証研究に加えて、小型軽量化のため、①ケースやキャップなどあらゆる部品の構造・形状や材質の検討②内部の姿勢スイッチの構造・形状や使用する材料の材質の検討③ 商品化した場合の生産性の高さや製造原価の低減を検討することを本検証に含める。

ソフト:特に必要としない

#### 4-4 実証実験の機器構成

##### 4-4-1 外観

原型 平成20年度 試作2による試作機が本研究の原型である



図4-1 原型(平成19年度 試作2)外観



#### 4-4-2 姿勢スイッチの構造と仕様

##### 姿勢スイッチの構造原型

図4-1に示した原型(外観)に内蔵されている姿勢スイッチ

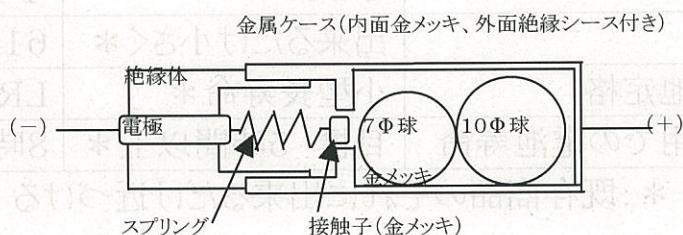


図4-2 姿勢スイッチの構造

##### 姿勢スイッチの仕様

表4-2 姿勢スイッチの仕様

型 式	転倒式姿勢スイッチ
動作方式	球移動接触方式
使用球数	2個
動作角度	水平状態から(-)電極が下へ30°以上傾斜でスイッチ・オン オフへ戻る角度は約30°以下
許容電流	最大5mA
特 徴	金メッキによる接触信頼性向上での動作安定が図られている

平成19年度試作2においては姿勢スイッチの性能は不十分なものであった。何故なら、傾斜時のスイッチ動作点とヒステリシスが安定しなかったからである。

今年度は、この点も安定するように改良を目指す。



#### 4-5 実証実験の方法

試作機の形状・質量の対前年度削減と、外観と使い勝手を評価する。

#### 4-6 実証実験の期間

平成20年11月4日から平成21年2月27日

#### 4-7 実証実験で採取するデータ項目、データ数

形状・質量を計測し記録に残す。

外観・形状については記録(デジタル カメラの画像)に残す。

### 5. 実験(試作)結果

#### 5-1 試作B3

(平成19年度の試作1、2の延長として捉え、今年度の試作号機はB3と呼称する)

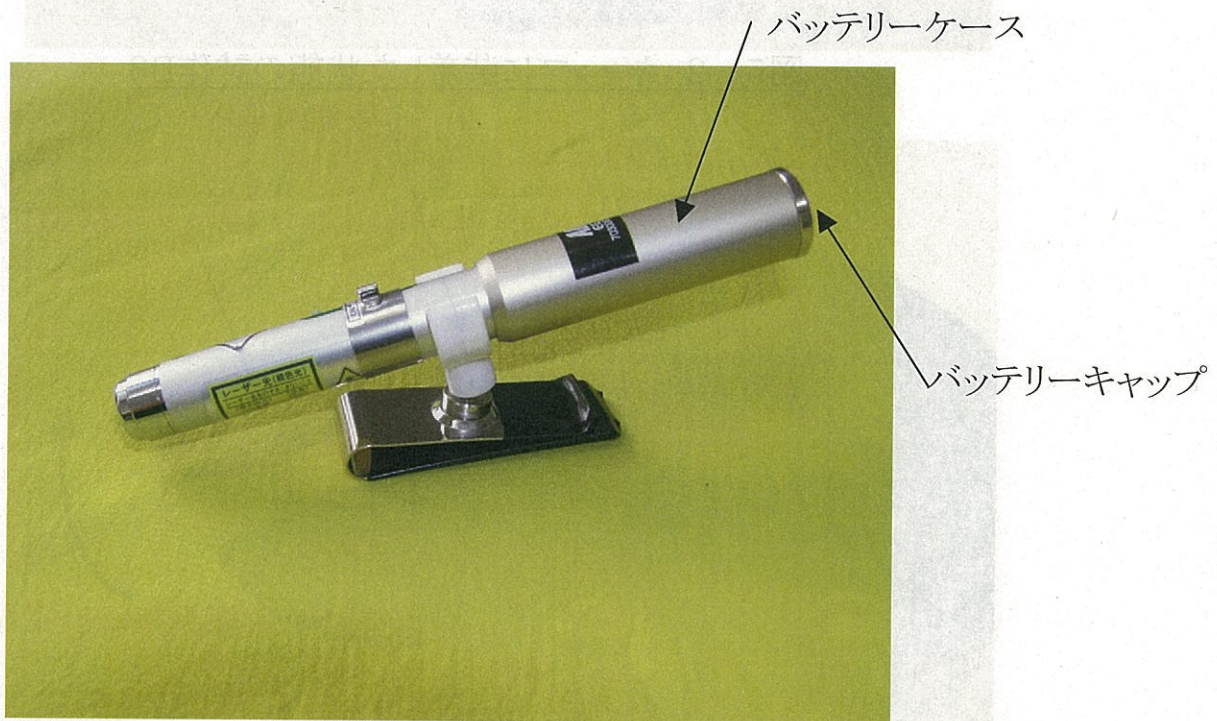


図5-1 試作B3の外観

全長 = 149.6 mm

質量 = 93.0 gr.

1. 図5-1から分かるように、全体の外観(バランス感)を重視して、バッテリーケース部を長めに設計した。
2. バッテリーキャップのネジ部内側を座ぐり加工して軽量化を図った。





図5-2 キャップに装着した状態の試作B3



図5-3 詳細写真 (試作B3の装着状態)

練習グリーンにて使用実験したところ、本体の後端部がキャップの額部分に当たってしまう、本体の使用角度が変更出来ないので、レーザービームの照射角度が調整できず、ビーム・スポットの位置決めが難しい事が分かった。



## 5-2 姿勢スイッチの改良

### 5-2-1 さらに動作の安定化

平成19年度研究では図4-2の構造を用いて動作点の安定化を図ったが、姿勢(傾斜)による動作点が多少不安定である事は否めない。

今年度研究においては更なる動作の安定と小型軽量化を図るために構造そのものから見直し(設計変更)を行った。

スイッチも平成19年度の試作の延長と捉え、且つそれらとの識別を容易にする為に、今年度の試作号機はS3と呼称する。

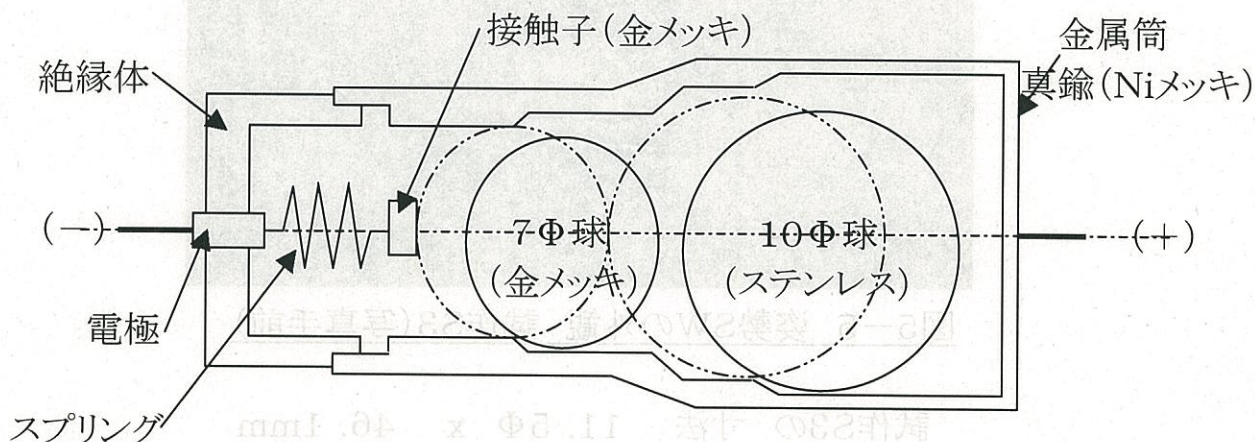


図5-4 姿勢SWの構造(試作S3)

表5-1 姿勢スイッチの仕様

型 式	転倒式姿勢スイッチ
動作方式	球移動接触方式
使用球数	2個
動作角度	水平状態から(-)電極が下へ30°以上傾斜でスイッチ・オン オフへ戻る角度は約30°以下
許容電流	最大5mA
特 徴	金メッキによる接触信頼性向上での動作安定が図られている。 ○動作点の安定化とヒステリシスの現象を図るため、金属筒の内部に2段のテーパ部を設けた。





図5-5 姿勢SWの外観 試作S3(写真手前)

試作S3の 寸法 11.5Φ x 46.1mm  
 質量 15.5 gr.

### 5-2-2 安定動作の確認

試作S3の動作を確認したところ、チャタリング(スイッチ動作の入り切りが不安定に往復する動き)は完全に無くなった。また、ヒステリシス(スイッチの入りと切りの動作点の隙間)も小さく、かつ安定して作動する事が確認できた。

試作S3の性能	傾斜角 30° でON	注1参照
	傾斜角 28° でOFF	

試作S3の課題は寸法の大きさと質量の大きさであり、更に小型化が必要である事がわかった。

注1: 傾斜角とは本体を水平の位置から発光部を下方に傾けた、その傾斜の角度を言う。



### 5-2-3 姿勢スイッチの更なる小型化

再設計を行い性能を変えずに軽量化の試作を続け、S4、S5、S6を行った結果が表5-2である。

S3の基本構造を変えずに、更なる軽量化を図る設計である。

これを試作S6(最終形状)として試作S3との形状外観を比較したのが図5-6である。



図5-6 姿勢SWの外観 試作S6(写真手前)

試作S4の 寸法 11.5Φ x 36.0mm  
質量 13.0gr.

表5-2 姿勢スイッチの諸元

	試作S3	試作S4	試作S5	試作S6
外 径	11.5mm	11.5mm	11.5mm	11.5mm
長 さ	46.1mm	40.0mm	36.0mm	36.0mm
質 量	15.5gr.	14.4gr.	13.6mm	13.0mm



### 5-3 取付金具(クリップ)の軽量化

1gr. でも軽くする為にクリップの設計見直しも行った。  
 ジャーナル部の材質を変更し、2. 5gr. の質量削減が実現した。

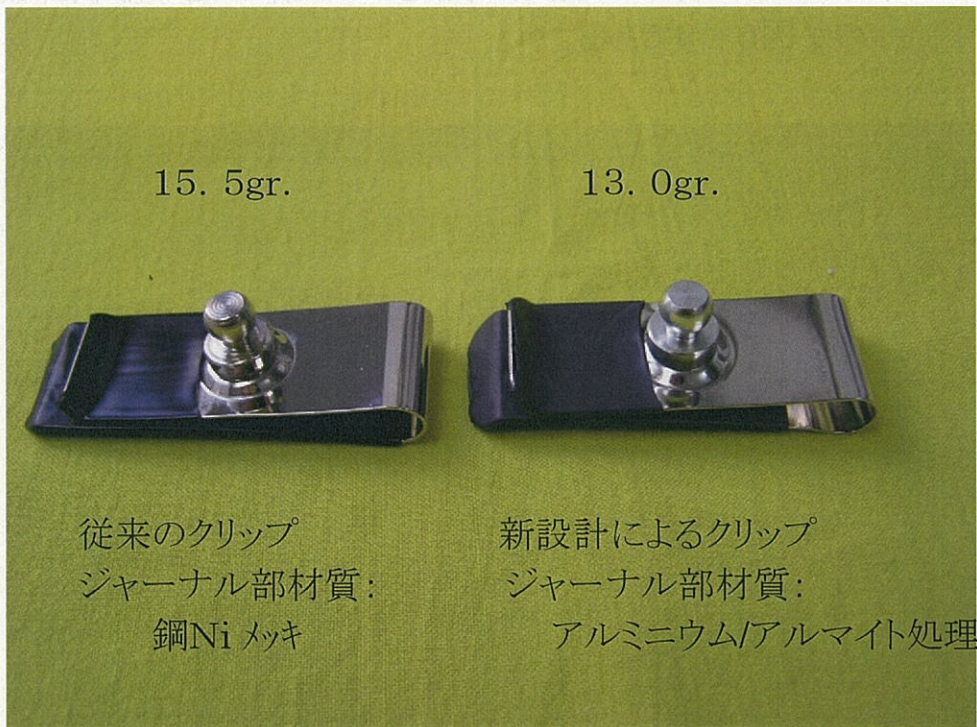


図5-7 クリップの軽量化

質量	長さ	径	取付部寸法	取付部寸法
13.0gr	46.1mm	11.5mm	11.5mm	11.5mm
14.4gr	40.0mm	11.5mm	11.5mm	11.5mm
15.5gr	36.0mm	11.5mm	11.5mm	11.5mm



#### 5-4 試作B4

試作B3で試用したところ不都合が見つかった。バッテリーケースを長くしたので、ゴルフキャップに装着した時に、バッテリーキャップがゴルフキャップの額部分に当り、時としてレーザービームの方向の調整が出来なくなる事である。

止むを得ないので、再設計にかかり試作B4とした。これは外観的には試作2に酷似している。それはバッテリーケース部分が短いためである。



図5-8 試作B4の外観

試作B4の 全長=135.9 mm  
質量=82.5 gr.

質量は大きな改善は出来なかったが、使い勝手としては良好。これで、ほぼ実用化(商品化)できたと言える。

これは、電池をリチウム電池(型式 CR2)1本にして小型化を図った結果である。電池ケースが太くなりその分の質量増加があったが、全体としての質量は僅かながら削減できた。





図5-9 キャップに装着した状態の試作B4



図5-10 詳細写真（試作B4の装着状態）

練習グリーンにて使用実験したところ、本体の後端部がキャップの額部分に当ることはなく、本体の使用角度調整が出来るので、レーザービームの照射角度が調整容易で、ビーム・スポットの位置決めが簡単になった。



### 5-5 形状の比較

試作B3と試作B4ならびに従来商品(販売中)の Eagleletter®の外観を図5-11に示す。

表5-3. 試作2、試作B3、B4と従来商品の主な仕様比較

項目\機種	試作2	試作B3	試作B4	従来品
全長	137.0 mm	149.6 mm	135.9mm	109.0mm
質量	90.5 gr	93.0 gr.	82.5gr.	61.0gr
使用電池	CR2 1本	CR2 1本	CR2 1本	LR44 2本

電池 CR2 :リチウム電池 3V

LR44:アルカリボタン電池 1.5V



図5-11. 写真左より 試作B3 試作B4 従来品



## 6. 考察

### 6-1 質量について

従来品(赤色レーザー光使用のEaglegetter®)に出来るだけ近づくのが理想である。そのために本体だけでなく、姿勢スイッチの形状・質量の設計変更も行い、全体の質量の削減を図った。

素材の肉厚はほぼ極限まで薄くすることで質量削減に取り組んだ。

本研究における質量削減の取り組みは

品名	削減項目	削減率	削減後/目標
109.0mm	① 本体質量の削減	13.7%	質量
61.0gr	② 姿勢スイッチの質量削減	0.78%	質量
LR14 S	③ 取付金具(クリップ)の質量削減	0.0%	質量

である。それらの結果、試作B4の82.5gr. は従来品の61.0gr. に比べれば決して軽いとは言えないが、本研究によりほぼ限界値と言えよう。

### 6-2 形状(寸法)について

形状についても限りなく小さくすることに取組んだ。試作B3の段階では、姿勢スイッチの構造上の制約から寸法(長さ)が大きくなるという結果になってしまったが、同時進行の姿勢スイッチの改良が進み、姿勢スイッチが小さくなったので、試作B4では試作2(平成19年度の研究成果)よりも若干小さくすることが出来た。

### 6-3 姿勢スイッチについて

動作の安定性の向上と、それを確保しながら形状(寸法・質量)を削減するという難しい課題であったが、試作S3の設計に加え3回の設計変更(試作S4、試作S5、試作S6)を行い、安定した動作点を得られるとともにヒステリシスも適度にあり( $\approx 2^\circ$ )安定した作動が可能である。

## 7. 結論

本協働研究の目標は達成できたと言える。本研究の成果を以って、商品化が可能となった。

## 8. 謝辞

本協働研究事業の実施に当り、三鷹ネットワーク大学・アツデン株式会社をはじめ多くの方にお世話になりました。ここに記し謝意を表します。

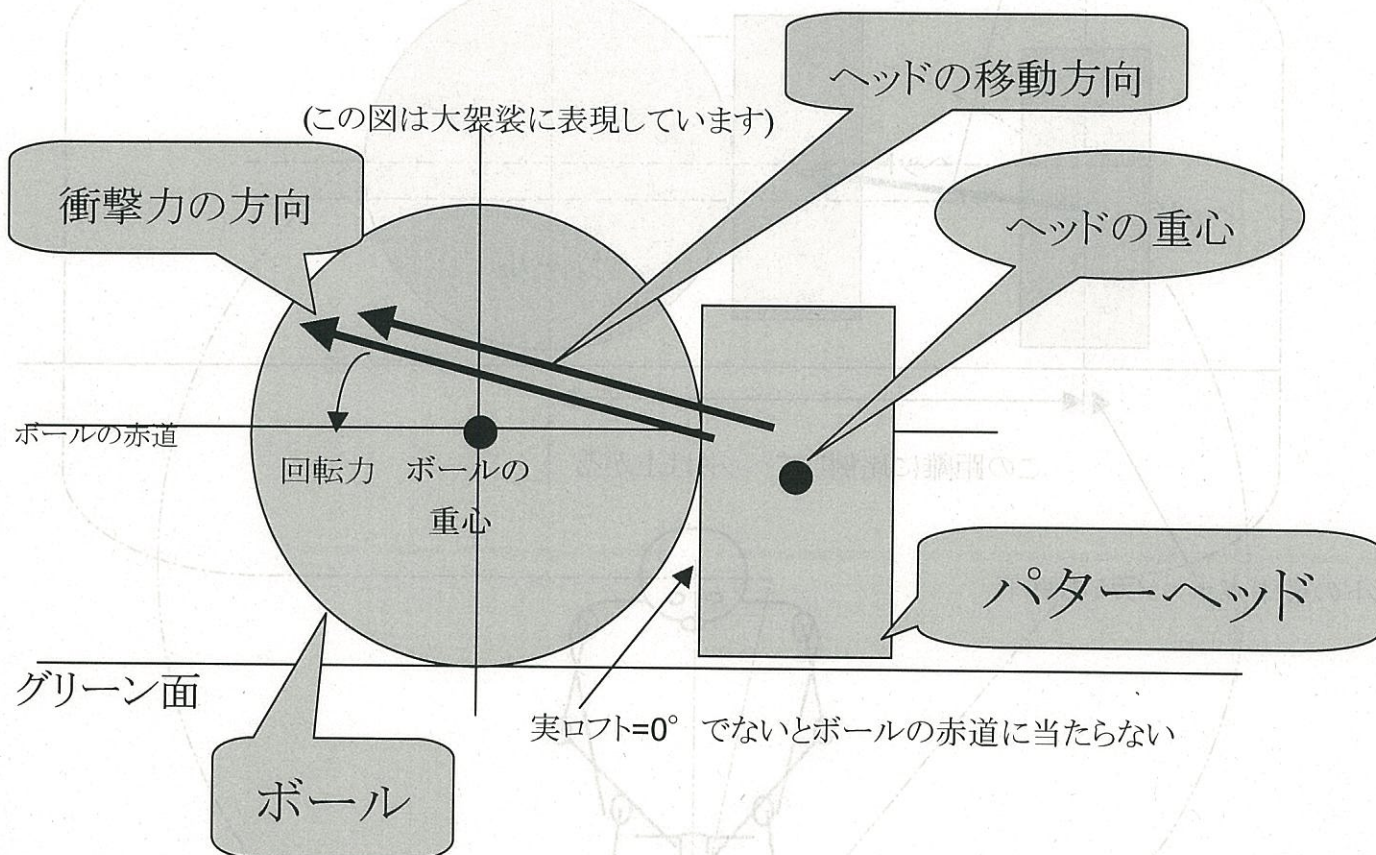


## 理想の転がりを得る打撃条件とそれを実現するストローク

### 1. 理想の転がりを得る打撃条件

理想の転がりとは、ボールの出だし(打たれた瞬間)から順回転(トップ・スピン)のかかった状態で打ち出された転がりをいいます。

打ち出された瞬間に横滑りしたり跳ね上がるボールは、芝目や傾斜、砂粒などの影響を受けやすくなるのに比べ、最初からトップスピンのあるボールはそれらの影響を受けにくく、球脚の良いボールとなります。



この図からわかるように、理想の転がりを得るための打撃条件は

- ① パターのフェースがボールの赤道面に当たり
- ② 衝撃力はボールの中心の上を抜ける
- ③ ①を得るための前提条件は、打撃時にロフトが0

(普通、パターのロフトは2~4° 有るので、それを0° にして打つ)

ことです。

ことによりボール(球体)の中心に対して順方向のモーメントが作用して「打出し時点から順方向スピン」が掛かった転がりが得られる。

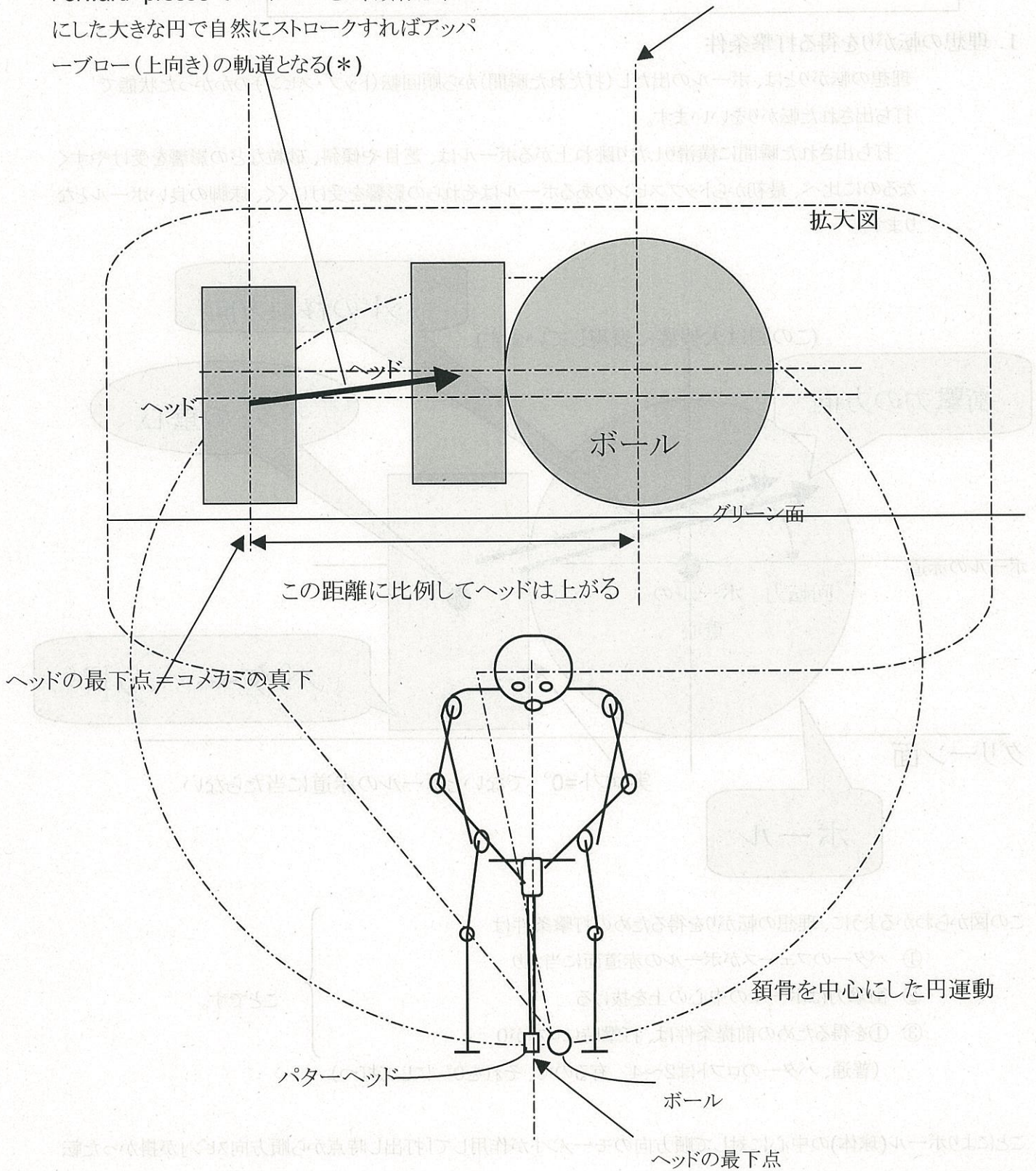


## 2. 理想の転がりを得るストローク

以下の条件を満たすような構えで振り子式パッティング(shoulder putting)を行えば、自然に理想の転がりを得られます。

Forward pressしてロフト=0°とし、頸骨を中心にした大きな円で自然にストロークすればアップブロー(上向き)の軌道となる(\*)

左目の真下又は更にその左にボールを置く



(\*):これにより、意識しなくても自然に低い大きなフォローが得られる。