

平成 19 年度
「民学産公」協働研究事業 報告書

研究事業名称:

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20年3月31日

株式会社 ABYZs (エイビッツ)

アツデン株式会社

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. 4
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. 4
3-2-1. 電子技術の発展	p. 4
3-2-2. ストローク技術の理論発見	p. 5
4. 協働研究事業の詳細	p. 5
4-1. 実証実験に当たっての仮説	p. 5
4-2. 実証実験の前提条件など	p. 9
4-3. 実証実験のフィールド (どのような場所、環境での実験なのか)	p. 10
4-4. 実証実験の機器構成(ハード、ソフト)	p. 10
4-5. 実証実験のモニター(モニターの構成など)	p. 12
4-6. 実証実験の期間	p. 12
4-7. 実証実験で採取するデータ項目、データ数	p. 12
5. 実験結果	p. 12
5-1. 試作1	p. 12
5-2. 試作2	p. 14
5-3. 形状の比較	p. 14
5-4. フィールドテスト結果	p. 15
炎天下での視認性	p. 16
ベア・グラウンドでの視認性	p. 17
バンカー内(砂の上)での視認性	p. 18
アスファルト上での視認性	p. 18
コンクリート上での視認性	p. 19
ブロック上での視認性	p. 19
6. 考察	p. 20
7. 結論	p. 22
8. 謝辞	p. 22

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ため、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、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)の実用化を目指している。

この練習機の原理的性能は既に一部のプロゴルファーの間で高く評価されていて、高機能型の早期開発が望まれている。

本協働研究事業は、高機能型パット練習機の開発と実用化の実証研究を行うものである。

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

本共同研究事業の幹事団体は株式会社ABYZs(エイビッツ)である。

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

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「感と経験」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血管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人と言われている。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は目覚しく、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 μm)が使われている。一方、人間の視感度は後述のように緑色光に対して最も感度が高く、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

したが、プロゴルファーからの要望、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・実証研究に取り組むこととした。

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る。

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る。

4. 協働研究事業の詳細

4-1 実証実験に当たっての仮説

精神的に大きなストレスを受けている状況で、パッティングにおける再現性の高いストロークを実現するには、身体の繊細な動きを司る筋肉部位(例えば、指先の筋肉)を使用するのではなく、むしろ繊細な動きが出来ない筋肉部位(例えば、肩の筋肉)を使用するのが、ストレスの影響を受け難いので有利とされている。

このことは、指先や手首、肘を動かすストロークではなく、肩の筋肉によるストロークが有効であることを示している。これをパッティングに採用したのがショルダー・ストローク即ち「振り子式ストローク」である。これは経験的に使われ始めたストロークの一形式であるが、球の理想の回転を得る打撃条件が得られるような組み合わせにより、容易に理想のストロークとなることが力学的に説明出来る(別紙1参照)。

即ち、理想のストロークとは「理想の打撃条件(球の出だしから、球に順回転がかかるような打撃条件)」を得られるように「振り子式ストローク」を使うことである。その為には、図1のように振り子の最下占とりも、前古(カップ

すると自然にアップブロー効果(打撃時の衝撃力ベクトルが球の中心よりも上を向いていること)が得られるので、打撃の瞬間から前向きの回転力がかかり、ボールはその出だしから順回転のかかった回転が得られるので、芝目や夾雑物の影響を受けにくく、球脚の良いボールが得られる。

アップブロー効果が得られるストロークの力学的条件は以下のとおりである。それは振り子が正確に振れる条件と力学的に類似(analogous)する。

- ①振り子の支点が動かない事
- ②糸が伸縮・変形しない事

このことは、パッティングのストロークで言えば、いかのとおりとなる。

- ①頭(目)が動かない事、即ちストロークの軸(支点)が動かない事
- ②肘や手首が(ストロークの全工程を通して)変形し無い事

アマチュアゴルファーのパッティングにおけるミスの原因の大半は、自分のストロークが確立していないことであり、ストロークの再現性が乏しい。

ストロークの再現性とは如何に毎回同じ形のストロークが出来るかということである。

また、平常心の時には再現性の高いストロークをしているゴルファーにおいても緊張している場合、そのストローク・フォームを崩してしまい、ミスをするケースが多いと言われている。体の繊細な動きを司る筋肉部位は緊張の影響を受けやすいと言われており、短いパットでありながらそれが入ればバーディーというような精神的緊張の場面でも、その影響を受け難い「振り子式ストローク」が有利である。何故なら「振り子式ストローク」は肩の筋肉でストロークするので精神的ストレスの影響を受けにくいからである。そのため、世界のゴルフツアーでは、このストローク方式が主流を占めている。その代表例がTiger Woodsのストロークである。

従って、再現性が高く精神面の影響を受け難い振り子式ストロークを修得する事が、短時間でパッティングを上達する有効な手段となる。

そして、プロでもアマチュアでも陥りやすい「あたまを動かさない」「ストローク中に、指先・手首・肘の形を変えない」ことの修得が出来れば、各自のストロークの確立の近道になる。

Eaglegetter®はこの2つの重要事項を修得出来る練習機である。即ち、この練習機が「完璧なストロークの実現」に寄与すると言える。

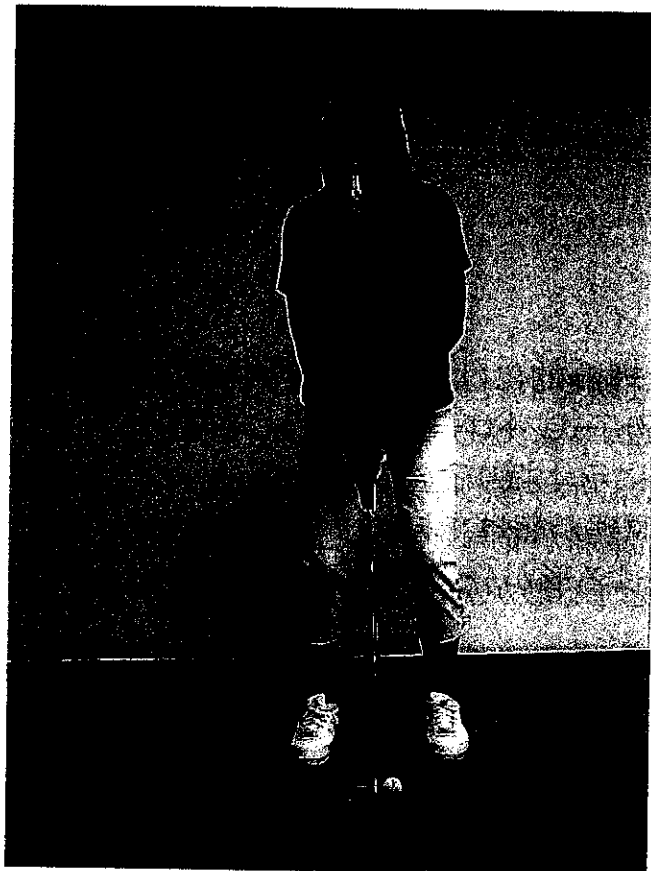
Eaglegetter®の特徴は

- ・理想のストロークを修得しやすい
- ・ゴルファーの身体の動きを規制する練習機ではないので、これを使って修得したストロークが実際のプレーで再現しやすい
- ・小型・軽量なので運びやすい
- ・姿勢スイッチを内蔵し、練習中に他のゴルファーに視覚的ストレスを与えない
- ・ストロークの理想像が単純なので、不調に陥っても理想像への回復が他のストロークに比べて早い
- ・実際のプレーでストロークのミスが起こっても、理想像からのズレとしてゴルファーが認識できるので、その場で原因が分かるので後のパッティングやショットへの影響が他のストローク方式に比べて少ない

ことである。

Eaglegetter®を使用しての振り子式ストロークの修得は、次のようになる。

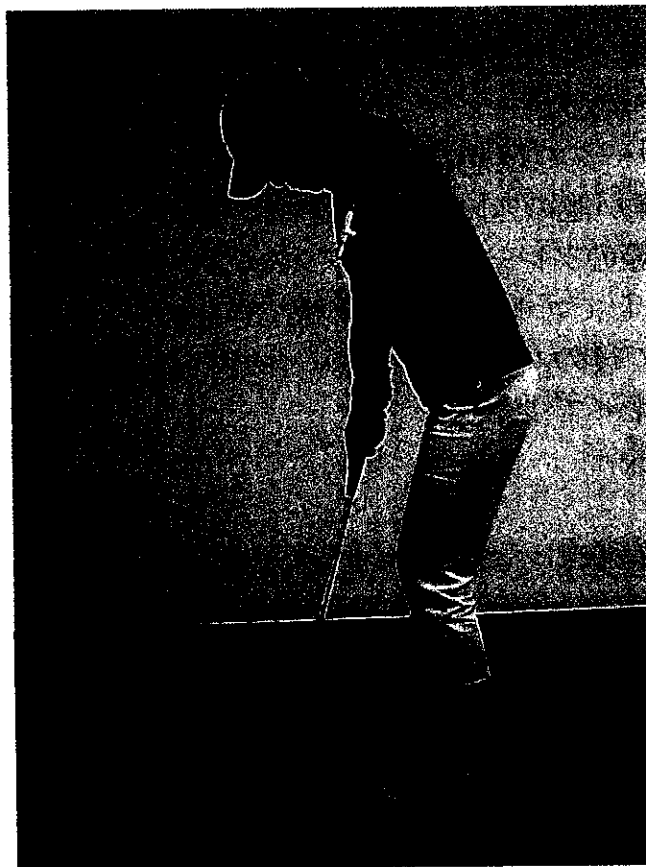
- ①「頭を動かさない」ことは、キャップのツバに Eaglegetter®を取り付けて地上にレーザー光を照射し、ストローク中レーザー光の照射位置が動かないように練習することで修得出来る。



注：図4-1の写真ではレーザー光線ならびに照射光は見えない。

図4-1 頭を動かさない練習

下腕)に腕帯を巻いてそこに Eaglegetter®を装着し、レーザー照射光がパターヘッドと同期して動くように練習する事で修得出来る。



注:図4-2の写真では
レーザー光線ならびに
照射光は見えない。

図4-2 ストローク中に、指先・手首・肘の形を変えない練習

4-1の仮説は理論的には明快に説明出来ているので、以上の①と②を練習する事で「振り子式ストローク」を修得しやすい。

これは図4-3に示す振り子の原理をパッティングのストロークに置き換えたと言えるので、原理が簡単であり、これを理想像とすることにより不調に陥った場合でも目標とする形が分かりやすく、復調も早くなると期待できる。

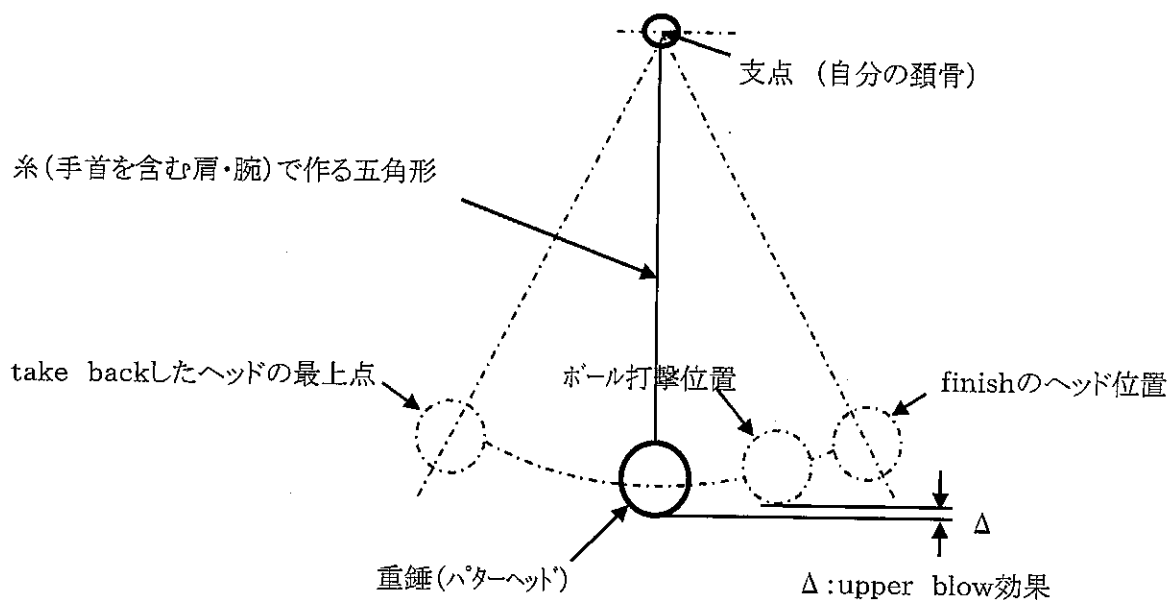


図4-3 振り子式ストロークの原理

upper blow効果とは、打撃時の衝撃力ベクトルが球の中心よりも上を向いていることである

パット練習機 Eaglegetter®は既に商品化しているが、その開発過程でプロゴルファーに試用してもらったところ、炎天下で使用する場合にレーザー照射光の視認性が劣る事が判明した。そのため現在は「炎天下のグリーン上においてはレーザービームが見づらい場合があります」と注意書きを添えている。

屋外での現場説明用などに使用されているレーザーポインターにヒントを得て、それを使用し炎天下のグリーン上にレーザーを照射したところ、視認出来ることがわかったため、Eaglegetter®に応用可能と判断した。

4-2 実証実験の前提条件など

既に商品化している Eaglegetter®の機能を全て活かした上で、炎天下のグリーン上で使用出来る事を実験の前提条件(目標)とする。

これを従来の商品と比較すると表4-1である。

表4-1 開発目標(仕様)

項目	機種	開発仕様	既存商品
レーザー光の色		緑	赤
波長		532 μ m	690 μ m
全長		出来るだけ小さく*	110mm
直径		Φ 14	Φ 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 実証実験のフィールド (どのような場所、環境での実験なのか)
 日中の晴天下でのパッティング・グリーンでの実証
 パッティング・グリーンは東京サマーランドゴルフ練習場を借用する

4-4 実証実験の機器構成(ハード、ソフト)
 試作機による

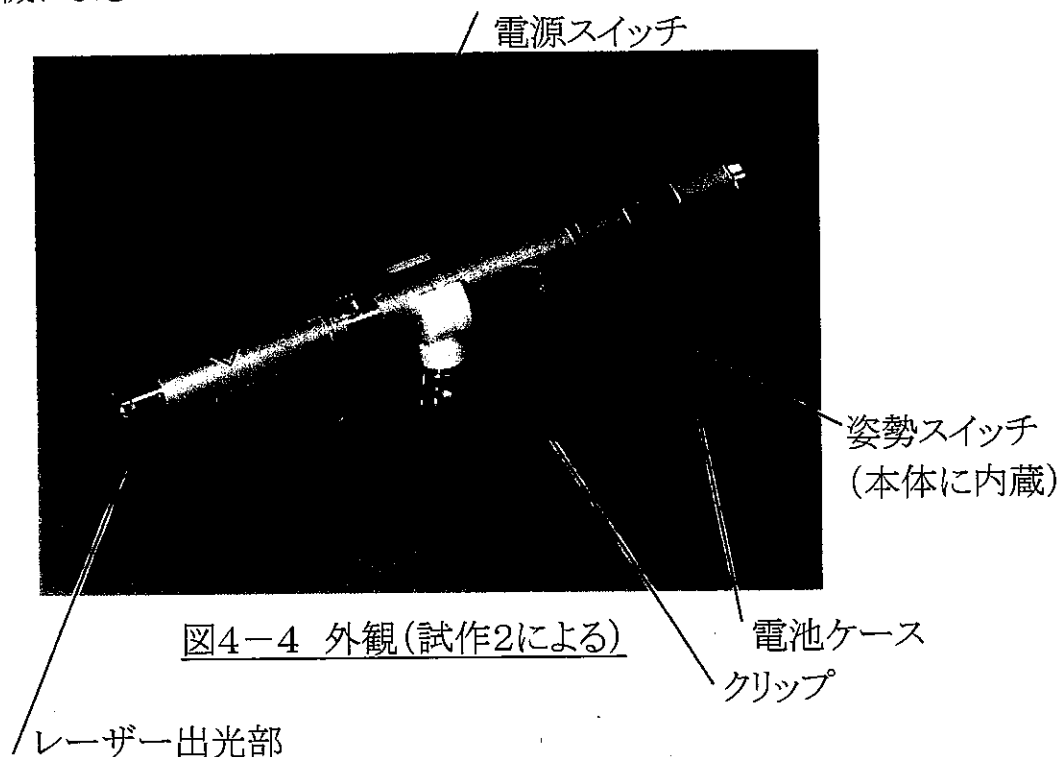


図4-4 外観(試作2による)

姿勢スイッチの構造と仕様

姿勢スイッチの構造

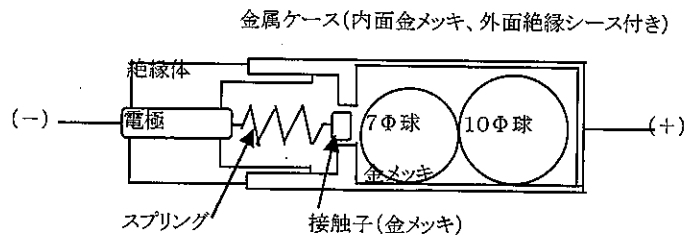


図4-5 姿勢スイッチの構造

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

4-5 実証実験のモニター(モニターの構成など)

試作機をパッティング・グリーン上で試用し、性能と使い勝手を評価する

4-6 実証実験の期間

平成20年1月7日から3月31日

4-7 実証実験で採取するデータ項目、データ数

グリーン上、ベア・グラウンド上、バンカー内(砂の上)で視認性についての性能評価を行う。

また、その事を記録(デジタル カメラの画像)に残す。

5. 実験結果

5-1 試作1

パッティング・グリーン上で試用したところ、性能面では満足に使用できることが分かったが、形状が長い(全長=164mmであり、既存商品の110mmを大きく上回った)ので使い勝手が悪く、改良の必要である。即ち、キャップに装着した状態で、バランスよく鰐部分につけることが出来て、練習中の身体の動きなどで、取り付け状態が変化しない事が理想であるが、今回の試作では以下に述べるようにその条件を満たせなかった。

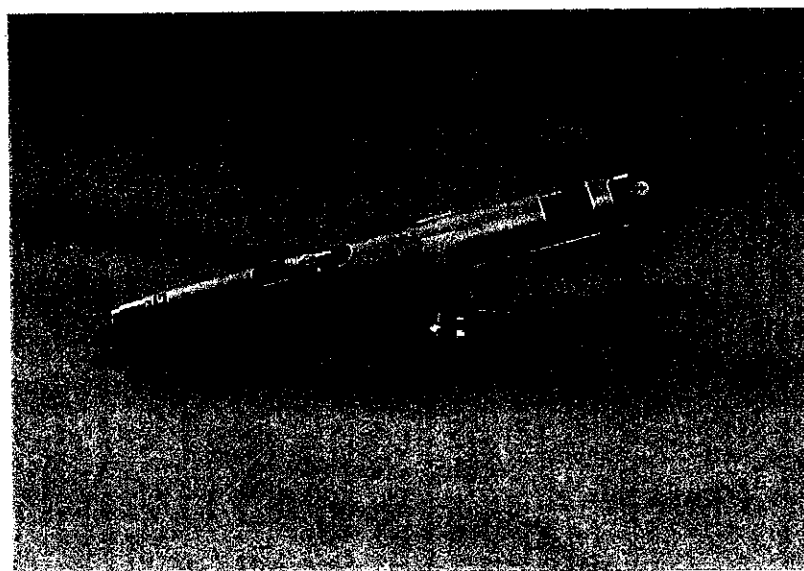


図5-1 試作1の外観

全長=164.0 mm

質量= 93.0 gr.

全長が長いので、後端がキャップに当たってしまい、それを避けるように位置を前方に移すと、前重心になり固定クリップでの固定が不安定になる。

重量・寸法の削減が課題として浮上した。即ち、ゴルフキャップの鰐の長

さは70mmから90mmが一般的であり、既存商品の全長は110mmに設計されている。試作1は電池寿命を延ばすことを配慮して、電池の収納部分が長くなり、全長=164.0mmになってしまった。このため、鏝に固定するクリップの中心から前方にせり出す長さが最大104mmから最小84mmとなり、鏝に安定した状態での保持が難しくなる場合があることが判明した。

これは、使用電池に単5アルカリ電池を2個直列に使用しているために、電池寿命は、既存商品並みの8時間が期待できた(設計仕様を8時間とした)が、全長が長すぎてしまったためである。

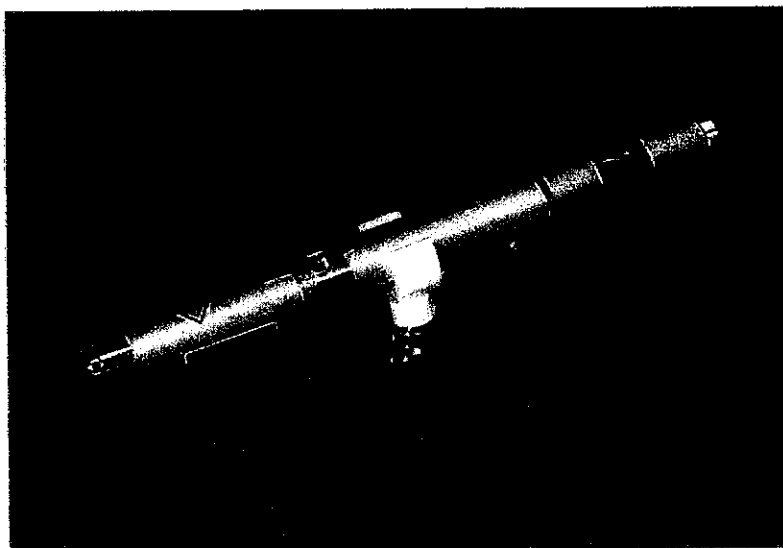


図5-2 試作2の外観

全長=137.0 mm

質量= 90.5 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。

5-3 形状の比較

試作1、試作2と従来商品(販売中)の Eaglegetter®の外観を図5-3に示す。

表5-1. 試作1、試作2と従来商品の主な仕様比較

項目 \ 機種	試作2	試作1	既存商品
全長	137.0 mm	164.0 mm	110 mm
質量	90.5 gr	93.0 gr	61 gr
使用電池	CR2 1本	単5アルカリ 2本	LR44 2個



図5-3. 写真左より 試作2 試作1 従来品

5-4 フィールドテスト結果

試作1

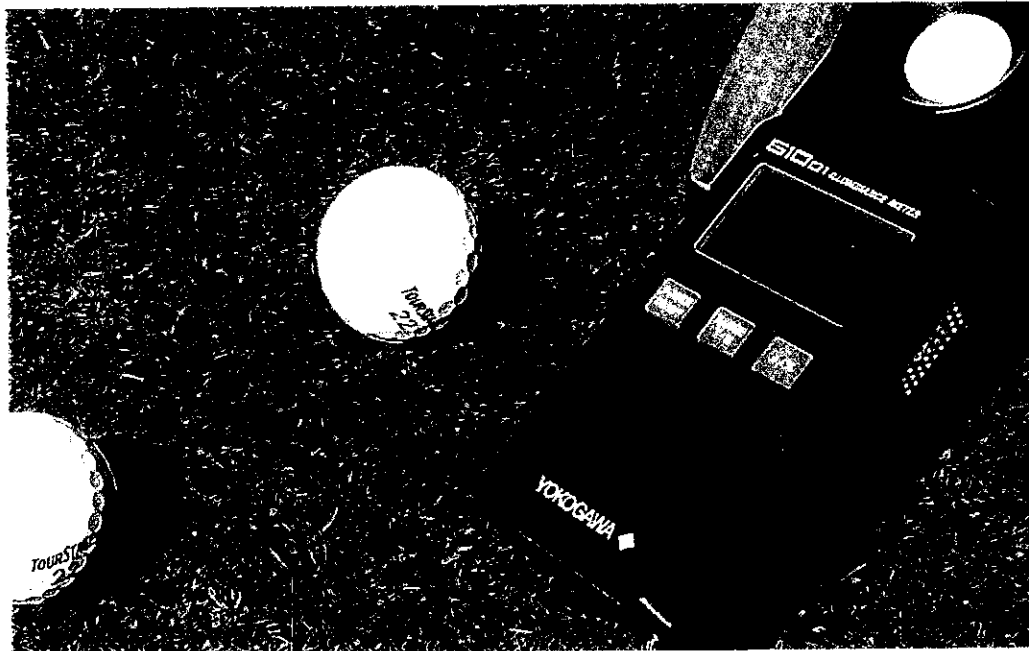
実験日 2008年3月11日(火)
天候 晴れ
気温 15℃
実験場所 東京サマーランドゴルフ練習場
グリーン:ベント芝

使用出来る事を確認したが、使い勝手が悪く途中で実験を中止した。

本体寸法が長すぎて、本体後端が頭に当る。これを避けると本体の重心が前になり使用中に固定クリップが動いてしまうことがあり、安定した使用継続が難しかった。

試作2

実験日 2008年3月25日(火)
天候 快晴
照度:120,000 lx (max)
気温 19℃
実験場所 東京サマーランドゴルフ練習場
グリーン:ベント芝、高麗芝
バンカー:川砂(固め、乾燥状態)



写真では見辛いですが、目視では鮮明に視認できる
図5-4. 炎天下での視認性の確認

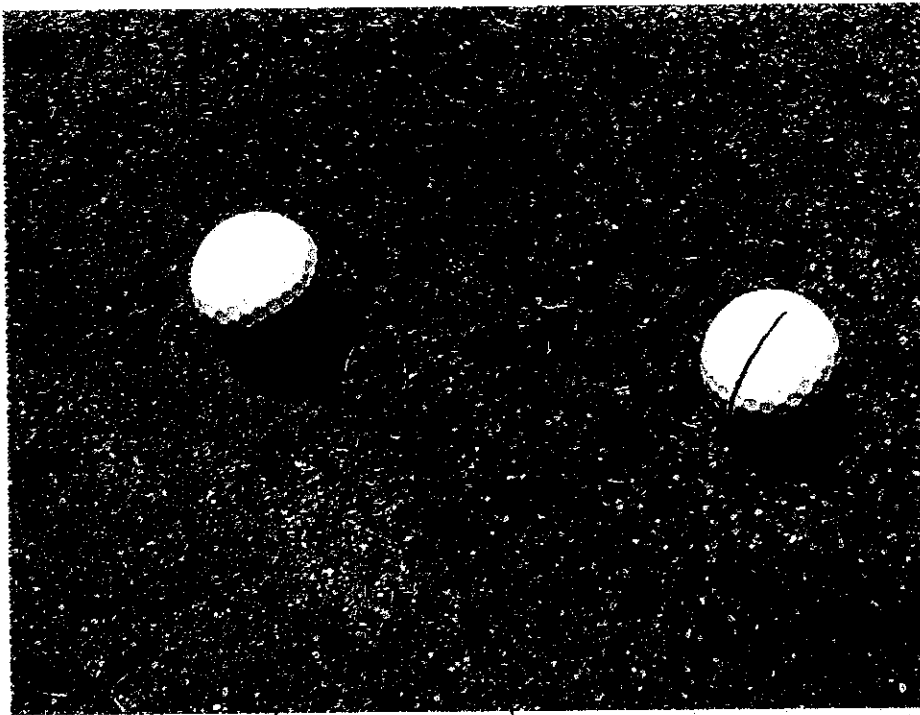
・ベア・グラウンドでの視認性

(穴掘り動物による隆起部分で使用)



日陰でなくても視認性高い
ボールの日陰では十分に視認可能

図5-5. ベア・グラウンド上の視認性の確認

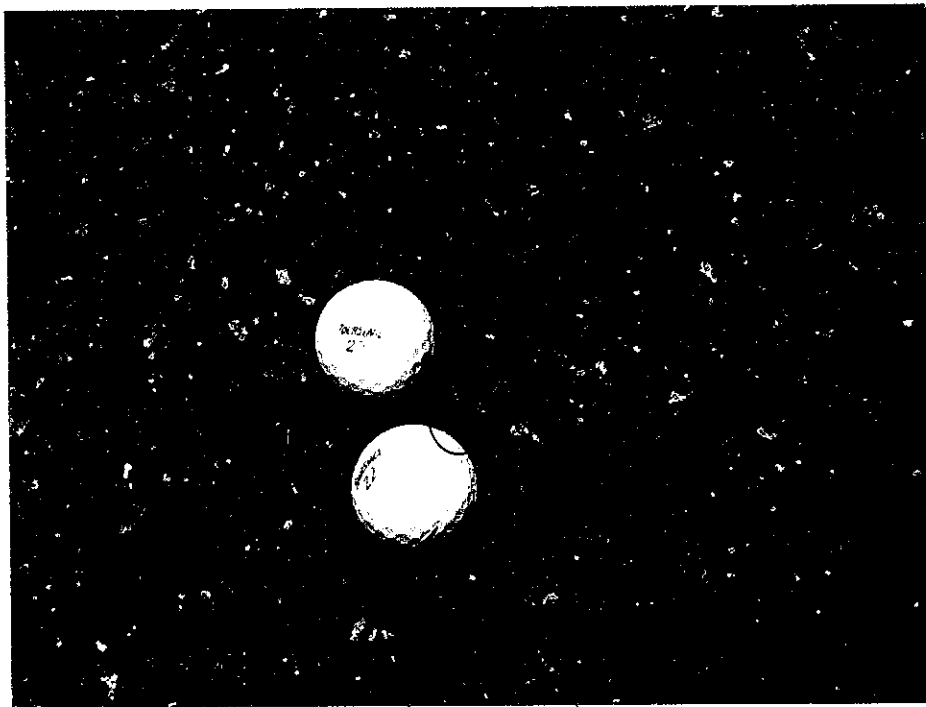


日なたでも十分に視認可能

日陰でないので辛うじて視認可能

図5-6. バンカー内での視認性の確認

・アスファルト上での視認性

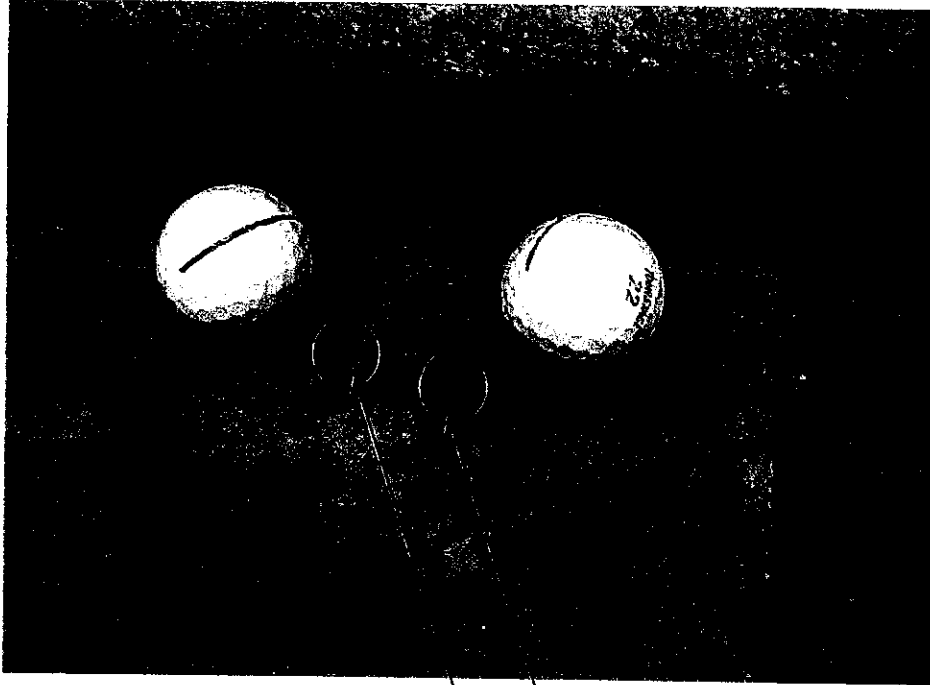


かすかに視認可能

明瞭に視認可能

図5-7. アスファルト上での視認性の確認

・コンクリート上の視認性



明瞭に視認可能
かすかに視認可能

図5-8. コンクリート上での視認性の確認

・ブロック上での視認性



明瞭に視認可能
かすかに視認可能

図5-9. ブロック上での視認性の確認

瓦の床面は無かったので、相当する赤柴色のブロック上での視認性を確認した。

6. 考察

- ・同じ電氣的出力(1mW)でありながら、緑色レーザー光線による照射光は赤色レーザーによる照射光に比べて、炎天下においては、グリーン上だけでなく、ベア・グラウンドやバンカー内においても視認性が高い。また、アスファルトやコンクリートあるいは赤柴色ブロック上においても緑色レーザー光線による照射光は赤色レーザーによる照射光に比べて視認性が高い。

これは人間の眼の視感度が赤色光に比べて緑色光の場合が約10倍高いことに起因すると考えられる。

——視感度曲線は図6-2参照。

- ・今回の実験では日照照度は最大で120,000 lxであった。真夏の炎天下では最高照度は200,000 lxになると言われているが、07年夏に基礎的な試用を行ったところ、明瞭に視認出来たので、今回の実験結果と併せて真夏の炎天下でも使用できると考えられる。

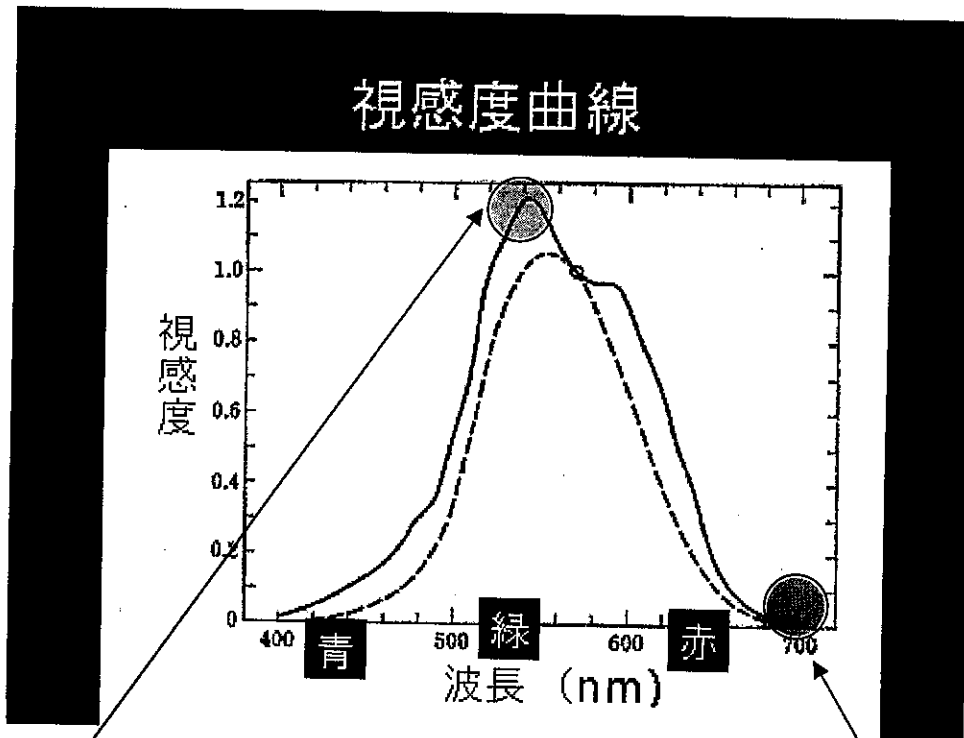
- ・試作2での実験では、全長が(試作1に比べて)短いので、使用者の前頭部に本体の後端が当ることなく、クリップへの納まりもバランスが良くて使用上の違和感は全くなかった。

本体と使用者の前頭部の関係を参考を示したのが図6-1である。

使用者の前頭部(この図では、キャップのロゴマーク)と本体の後端に隙間がある。このことで使用者に違和感を与えない。



図6-1. 前頭部と本体後端の関係



今次研究試作による使用波長532 μm

従来品の使用波長690 μm

図6-2. 波長による視感度曲線

視感度曲線の出典は

慶応大学SFC Global Campus 公開資料による

http://gc.sfc.keio.ac.jp/class/2003_14454/slides/09/index_10.html

が背景色と区別しづらいのは、CCDの特性による。デジカメに使われる素子の分光感度は、緑よりも赤の感度が少し高いが、CCDの受光電流を内部の回路により、写真写りが均一になるように補正をしているのに対し、目視では波長の違いによる視感度そのものの差で感じるからである。CCDの分光感度の一例を図6-3に示す。

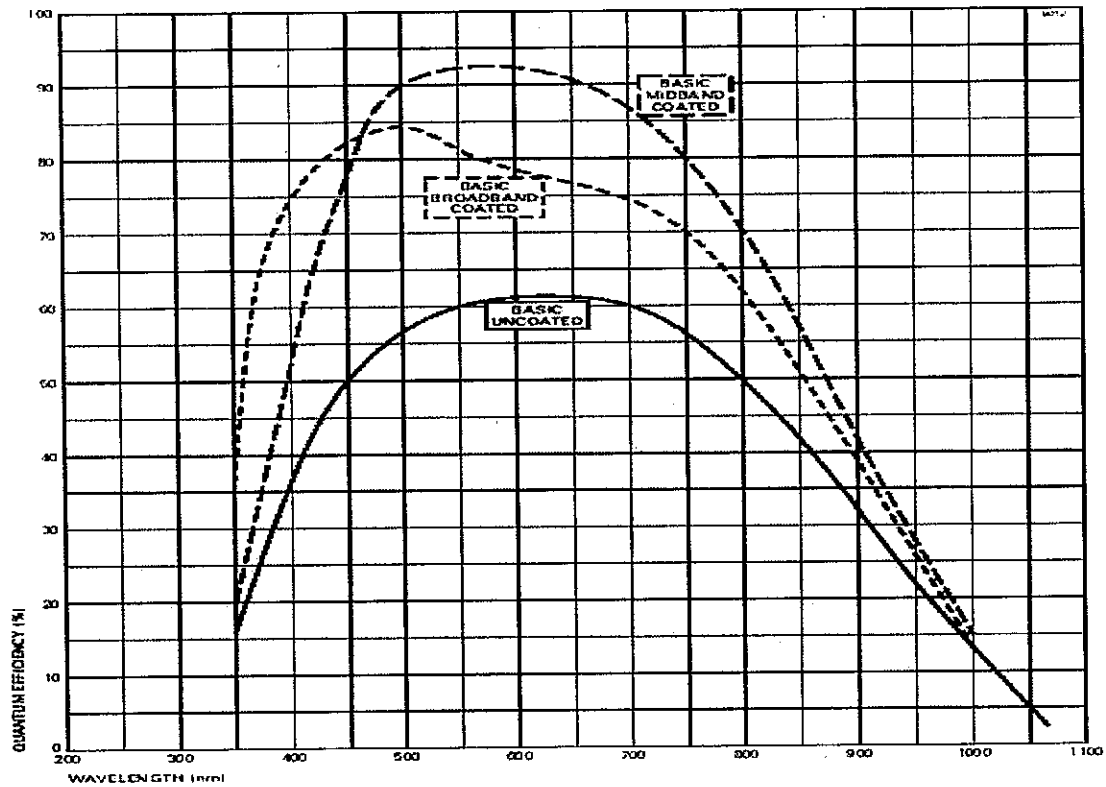


図6-3. CCDの分光感度の一例(BITRAN社)

ビットラン社のホームページ <http://www.bitran.co.jp/ccd/character/CCD77BI.GIF> より引用

7. 結論

試作2の形状・重量を、高機能型パット練習機として使用可能なことが判明した。炎天下において、緑色レーザーは人の視感度の違いから赤色レーザーに比べて視認性が優れているので、本協働研究の目標は達成できたと言える。

更に形状の小型化と質量の削減を行う事を設計上の課題にしながら商品化を早期に行う。

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。