

【論文】

動体視力と周辺視野力に関する評価システム

古賀 崇*、中島 昂一*、藤崎 渉**

Measurement System on Dynamic and Peripheral Visual Ability

Takashi KOGA, Koichi NAKASHIMA and Wataru FUJISAKI

Abstract: Measurement system on dynamic and peripheral visual ability has been developed by one of the authors. In this study, main results are obtained as follows;

- 1) Dependences of color and speed on the visual ability can be evaluated.
- 2) Dependence of place on the peripheral circumferential visual ability can be measured.
- 3) Differences between ordinal person and athlete can be recognized on the both ability.

Keywords: Eye Ability, Dynamic Visual Ability, Peripheral Visual Ability, Peripheral Recognition

1 緒言

視覚・触覚・聴覚・臭覚・味覚の五感は人が快適に生活していく上で、重要な役割をなしている。

高齢化に伴い生ずる身体能力の低下の中でも、影響の大きなものが視力であると言われている。特に、高齢者が交通事故の被害者、あるいは加害者となる原因の一つに動体視力、特に周辺視野力の低下が指摘されている。

この周辺視野からの視覚情報は、球技などのスポーツや自転車・自動車などの運転において重要な役割を果たすと考えられる。

目はすぐれた感覚機能であり、その目の視覚能力を一般には「視力」と呼ぶ。視力は、動体視力、眼球運動力、周辺視野力、瞬間視力、深視力に分類することができる。眼球には、「内直筋と外直筋」、「上直筋と下直筋」、「上斜筋と下斜筋」という種類の筋肉がついていて、上記能力を運動力学面から支えている。

本研究は視覚能力を動体視力、周辺視野力を評価するためのシステム開発とその測定結果を検討したものである。

2 動体視力用ソフトウェアの開発

2.1 動体視力 動体視力とは、高速で移動するものに眼を追従させ、動く対象を明確に見ることができる

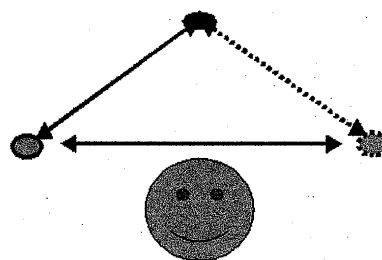


Fig.1 Exercise of dynamic visual ability

能力である。Fig. 1 は動体視力のイメージを図として示したものである。目標物を視野の中心で把握するよう、目標物のスピード、方向に合わせて眼を動かすときに必要となる。一般に、人間の上下方向の動体視力は左右方向に比べて劣っている。なお一般人より優秀なスポーツ選手になるほど動体視力が優れていると言われている。また、高齢者になると次第にその能力が低下する傾向がある。

簡易動画作成ソフトウェアである Flash Maker (株式会社アイフォー) は、従来フラッシュ形式のアニメーション作成に必要とされてきた複雑な操作や Script 言語の習得が一切不要である。簡単な操作で思い描いたアニメーションを形にすることができることから、本研究では Flash Maker を用いた。

Fig. 2 は使用した Flash Maker 初期画面であり、Fig. 3 は Flash Maker による画面上でランドル環を動かして動体視力を測定する画像例を示したものである。

*機械工学科 4 年

**機械工学科

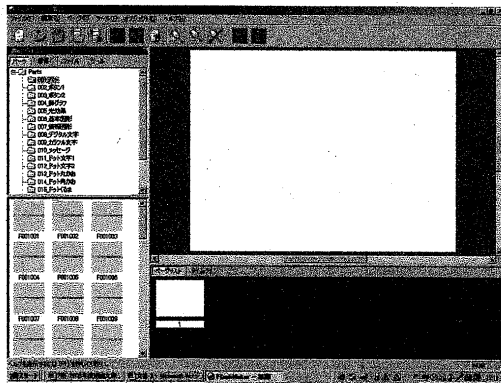


Fig.2 Initial screen of Flash Maker

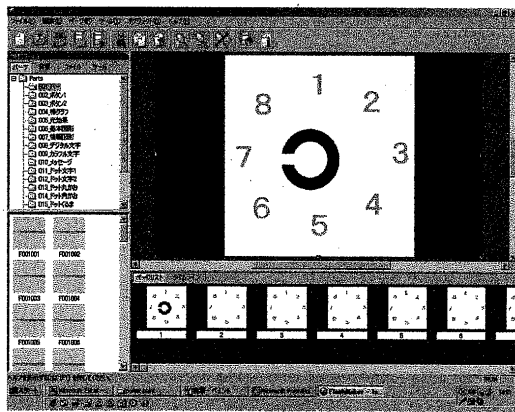


Fig.3 Dynamic visual ability by Flash Maker

2.2 ソフトウェア開発 対象が左から右、右から左、上から下、下から上へ移動する場合の認識力は、それぞれ異なるものと考えられる。このことを評価できる動体視力評価ソフトウェアの開発を目指している。

本研究では、一般人とスポーツ選手の比較をするため、最も認識力の高い左から右へ移動する対象の認識力を評価できるソフトウェアを作成した。

具体的な検査方法として、一般に視力検査で使用されている視力 0.1~2.0 用のランドル環を使用した。環の周辺には 45° 間隔で 1~8 の数字を配置して、被験者は環の隙間方向を数字で答える。実験用 16 インチモニターから被験者まで 3.0m 離れている。このランドル環を左から右へと 3 種類の速度 (D1=53、D2=106、D3=211 mm/s) で移動させて測定を行った。

計測はランドル環サイズを段階ずつ上げて、それぞれ 3 回ずつランドル環の傾きを変えることによって行った。この際、2/3 以上の正答で見えていると判断した。さらに、背景の色が白に対してランドル環の色を黒、赤、緑と変えて認識力の色依存性を評価した。

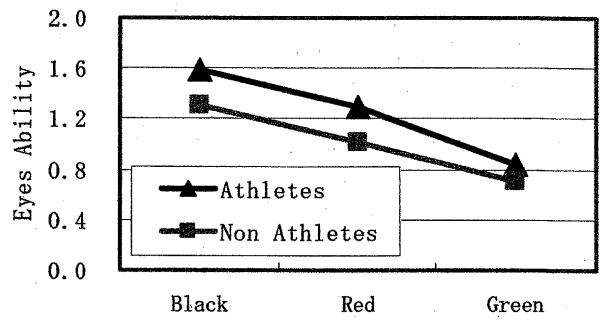
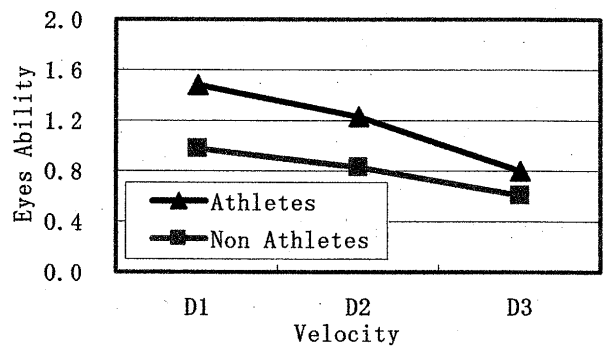
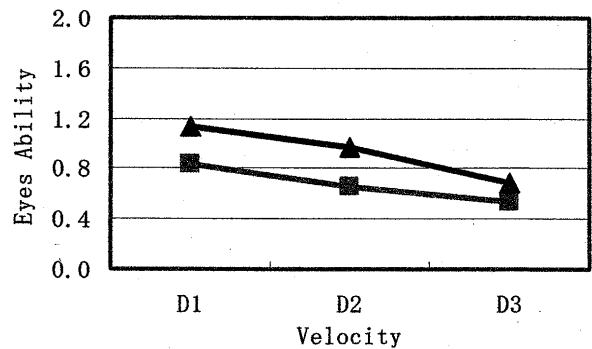


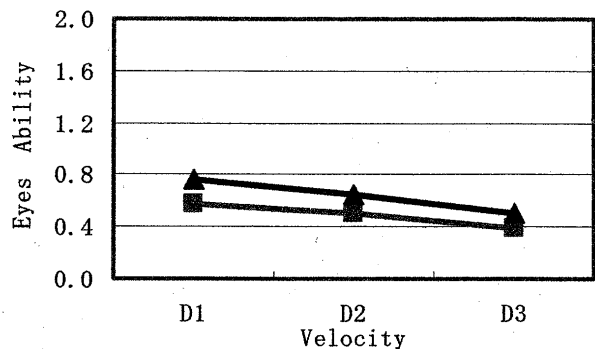
Fig.4 Color dependence of recognition between two groups [static eye]



(a)Black



(b)Red



(c)Green

Fig.5 Speed dependence of color recognition between two groups

2.3 測定結果と考察 被験者は年齢 20～22 才までの男子でスポーツを週 3 日未満の一般学生 10 名とクラブ所属などで週 3 日以上しているスポーツ学生 10 名の計 20 名であり、ともに静止視力 0.6 以上である。

測定した結果のグラフの結果を Fig. 4, Fig. 5 に示す。Fig. 4 はランドル環の色を黒、赤、緑と変えた場合の静止視力をグラフに表したものである。黒、赤、緑の順に見えやすいことがわかる。また、一般人(図中□印)よりスポーツ学生(図中△印)がどの色でも優れていることがわかる。ここで、黒色の認識力の差の t 検定による危険率は $p < 0.05$ である。

Fig. 5 は、黒、赤、緑の色ごとの動体視力の速度依存性を示したものである。D1、D2、D3 はランドル環の速度の変化を示している。

Fig. 5 (a) をみると、黒色の認識力はスポーツ学生のほうが優れていることがわかる。さらに、スピードが上がるにつれて両者の差は小さくなっていることがわかる。スポーツ学生の D1、D2 間ならびに D2、D3 間の差は、ともに $p < 0.01$ である。また、D1 でスポーツ学生と一般学生間の差は $p < 0.05$ である。

Fig. 5 (b) は赤色の結果であり、黒色に比べて認識力は低下する。また (a) と同様にスピードが上がるにつれて両者の差は小さくなっていることがわかる。スポーツ学生の速度 D2、D3 間の差は $p < 0.01$ である。

Fig. 5 (c) から、スポーツ学生は緑色もわずかに優れていることがわかる。しかも認識力の速度依存性は小さい (D1、D2 間ならびに D2、D3 間の差は、ともに $p < 0.05$ である)。Fig. 5 (a)、(b) の時に見られたスポーツ学生と一般人の動体視力の差は、小さくなっていることがわかる (D1 での両者の差は $p < 0.05$)。

以上のことから、動体視力は背景が白に対して黒、赤、緑の順に認識しやすい。また、黒、赤、緑いずれにおいても速度が上がるにつれて、認識力が低下することがわかる。

3. 小規模周辺視野力の評価ソフトウェア

3.1 周辺視野力 周辺視野力とは、顔を動かさずに見たときに、中心視野(視線を中心にした約 20 度の範囲)を見ると同時に、その周り(上下 130 度、左右 180 度の範囲)の状況も適切に捉える眼の能力のこと。一般に、この周辺視野の中に入る対象は見えてはいるが、色・形・動きなど、はっきりとは認識できていない。Fig. 7 に周辺視野のイメージを示す。

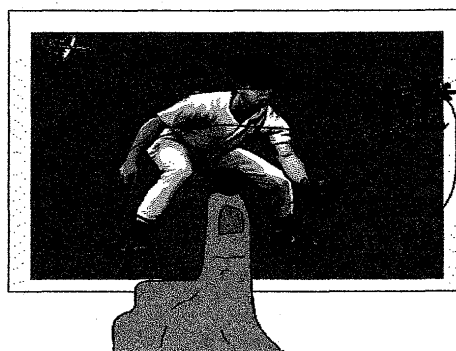


Fig.7 Exercise of peripheral visual ability

3.2 作成方法 周辺視野力は上下左右の位置により、その認識力は異なるものと考えられる。このことを評価するために、本研究では、周辺に配置するものとして、最も認識しやすい数字を使用した。

Fig. 8 は Flash Maker で作成した周辺視野力を測定するソフトウェア画面上で、数字を表示した画像例を示したものである。検査方法については、画面の中心に視点を集中させる赤マルを置き、一定時間 30 秒毎に四角のコーナに 0.09 sec だけ数字を表示させる。数値の異なる画面を 5 種類みせて被験者にその数値を答えてもらう。16 インチのモニター内の表示枠は、縦横 200mm である。

さらに数字の大きさを 20pt、50pt の 2 種類用意し、認識力の違いを検査した。画面上での数値の大きさは、それぞれ縦 6mm、16mm である。この際、両眼、右眼、左眼の順序で測定した。背景の色が白に対して、文字の色を黒として、実験装置から被験者までの距離は 0.7m とした。被験者は年齢 18～22 歳までの一般男子学生 12 名(静止視力 0.6 以上)である。なお、スポーツ活動経験によるグループ化はしていない。

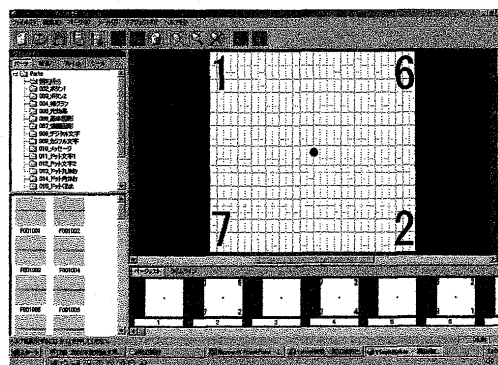
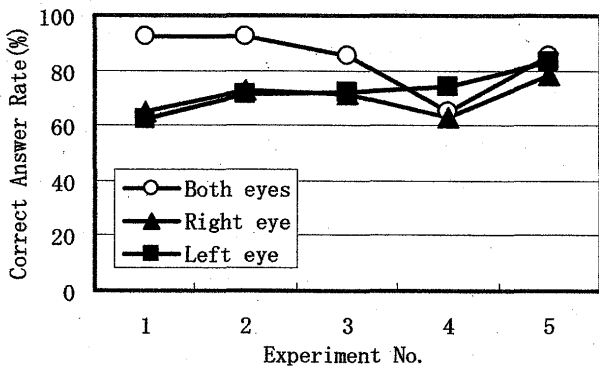
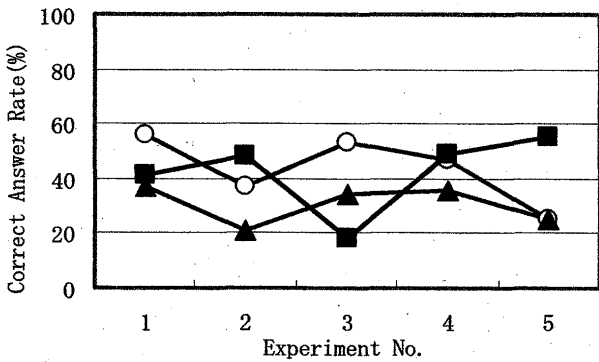


Fig.8 Software of peripheral visual ability by Flash Maker



(a) Large font size: 50pt



(b) Small font size: 20pt

Fig.9 Number dependence of C.A.R.

3.3 測定結果と考察 文字サイズ 50pt と 20pt で測定した結果をそれぞれ Fig. 9、 Fig. 10 に示す。

Fig. 9(a) は、50pt 数値での周辺視野力の回数依存を調べたものであり、両眼、右眼において、4 回目に正答率が低下し、5 回目に上がっている (両眼 4, 5 回目の差は $p < 0.05$)。4 回目に正答率 (C. A. R) が低下した理由としては、一時的な集中力の低下と眼の疲労からくるものと考えられる。しかし、利き目でない左眼は、集中力がとぎれず、低下することがない。

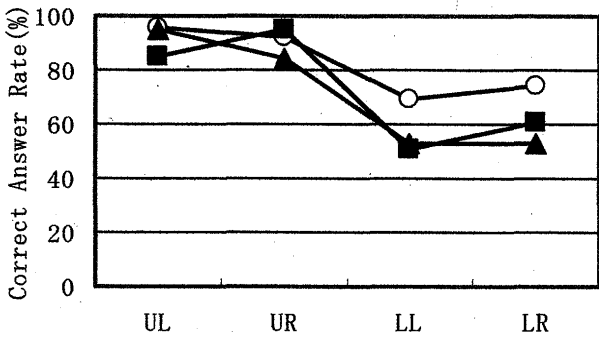
Fig. 9 (b) は 20pt 数値での結果であり、周辺視野力は (a) のときより低下する。また各回のデータのばらつきが、(a) の結果よりも大きいことがわかる。これは、ポイントサイズを小さくしたためにスポーツ歴・集中力の長さなど、個人の資質による影響がより多く表れたことによる。

Fig. 10 は、認識力の場所依存性を (a) 50pt、(b) 20pt で調べたものである。図より両眼、右眼、左眼においていずれも上部の方が見えやすいことがわかる。これにより、一般に人間は対象視野の上部を集中して見るという人間の無意識的な習性が明らかとなった。また、両眼・左下では文字サイズを小さくすると、正答率が 69% から 28% に大幅に下がる ($p < 0.01$)。

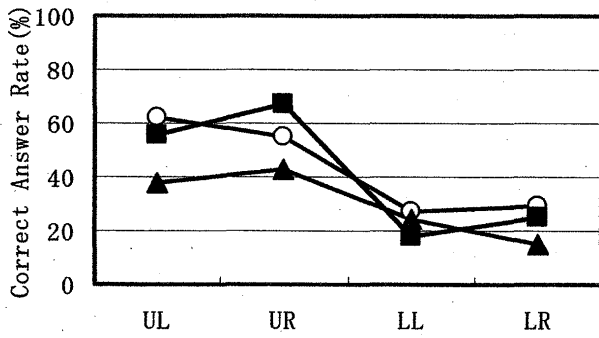
4 大規模周辺視野測定装置による計測

4.1 周辺視野測定装置 本機器 (ジェイフィット製) は、人間の目による周辺視野の認識力を測定するための数値表示装置である。基本構成は、大型セグメント表示器 (1 桁表示) : 5 式、通信用インターフェース (RS-232C/パラレル通信)、表示器用駆動電源装置、制御用パソコンからなっている。制御用パソコンより、各表示機別の数値 (0~9) をインターバル機能で表示する。表示パネルの数字の大きさは、縦 200mm、横 130mm となっている。表示 ON 時間 (0.1~2.0sec)、ならびに表示 OFF 時間 (0.1~2.0sec) の設定が可能である。

4.2 実験条件 5 式の表示器を写真 1 のように配置し、周辺視野力の測定を行った。周辺四隅の表示器の数字の中心から中心までの距離は、縦 1m、横 1m45cm とした。数字の表示時間は 0.5s、0.3s、0.1s であり、表示パネルから被験者までの距離を 2m60cm とし、部屋の明るさを 210LUX とした。被験者は機械工学科男子学生とサッカー部などのスポーツ学生の各 22 名である。



(a) Large font size: 50pt



(b) Small font size: 20pt

Fig.10 Place dependence of C.A.R.

(UL: Upper Left UR: Upper Right
LL: Lower Left LR: Lower Right)

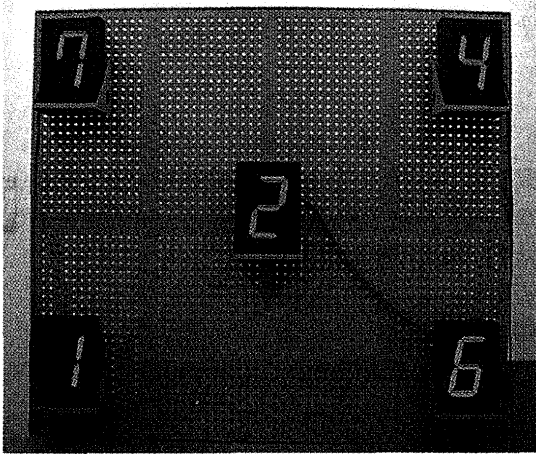


Photo.1 System of peripheral visual ability

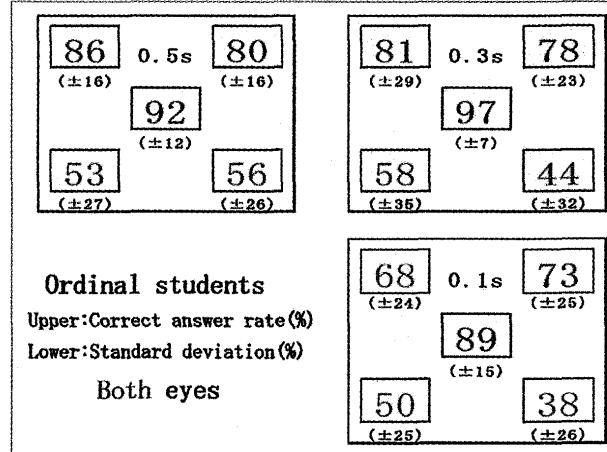
4.3 結果と考察 まず、一般学生の両眼の正答率を Fig. 11(a) に示す。各表示パネルの位置の数値は正答率、直下の () 内は標準偏差である。この図の左上が 0.5s、右上が 0.3s、右下が 0.1s の結果である。いずれの秒数においても、人間は大規模周辺視野の中心から上に意識を集中しやすいことが分かった。

次に一般学生の右眼の正答率を図にしたものが Fig. 11(b) である。この場合、0.5s、0.3s は両眼と同じ傾向となったが、0.1s になると、中心と周辺の四隅の正答率の差が両眼の結果より広がることになる。

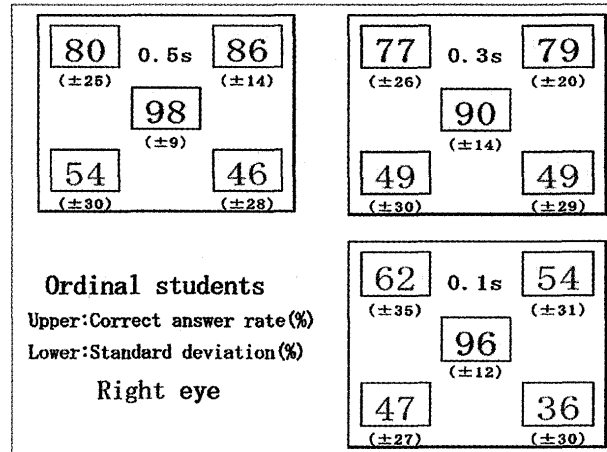
さらに一般学生の左眼の正答率を図にしたものが Fig. 11(c) である。これらの図から、左眼の 0.1s での 5ヶ所の平均正答率は、測定した中で一番低い(両眼 63.6、右眼 59.0、左眼 56.6%)。これは、被験者の 96% 以上の利き眼が右眼であることによると考えられる。

一方、スポーツ学生の正答率を Fig. 12 に示す。同様に各図の左上が 0.5s、右上が 0.3s、右下が 0.1s の結果である。0.5s で一般学生と比較すると、下部がよく見えていることが分かる。例えば、両眼・0.5s・右下の正答率は、一般学生で 53%、スポーツ学生は 73% ($p < 0.10$) であった。表示時間が短くなるにつれて、一般の学生との差は少なくなっていく。

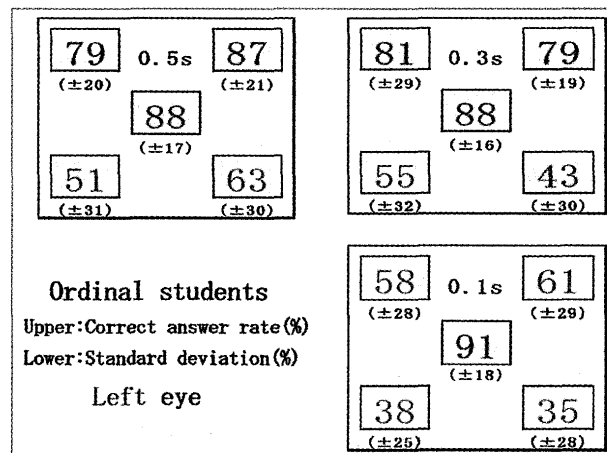
ここで両眼の一般学生、スポーツ学生の最低正答率を比較すると、0.5s で 53→65%、0.3s で 44→52%、0.1s では 38→40% と上昇している。これは、右眼、左眼ともに同様の結果となった。また最低正答率の位置は一般学生、スポーツ学生ともに右下が多いが、一般学生が全 9 ケース中の 7 ケースであったのに対し、スポーツ学生は 5 ケースと減少しており、周辺視野を一様に認識している傾向が認められる。さらにスポーツ学生の 0.1s での 5ヶ所の平均正答率は、両眼 63.0、右眼 62.4、左眼 62.0% であり、一般学生



(a) Both eyes

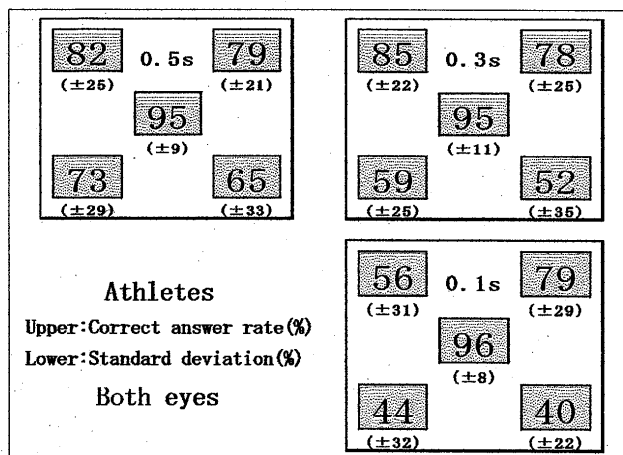


(b) Right eye

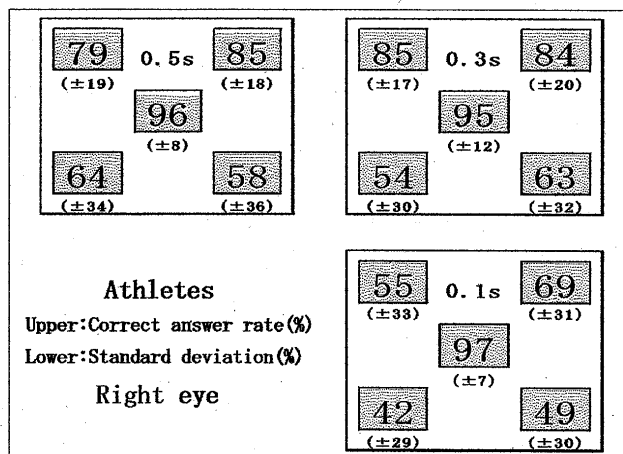


(c) Left eye

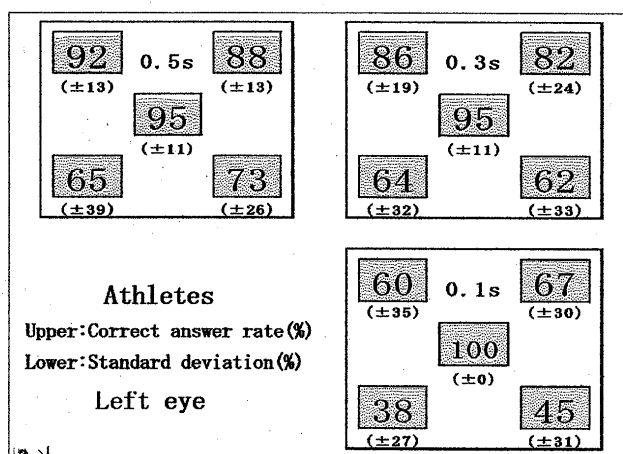
Fig.11 Correct answer rate (%) of non athletes.



(a) Both eyes



(b) Right eye



(c) Left eye

Fig.12 Correct answer rate (%) of athletes.

のそれと比較すると、低下が少ないことが分かる。

5. まとめ

本研究では、動体視力と小規模周辺視野のソフトウェア作成ならびに大規模周辺視野装置による測定をおこない、以下の知見を得ることができた。

1) 動体視力について

動体視力の中でも基本的な左右の移動指標を認識するソフトウェアをFlash Maker を利用して作成した。これを用いて移動ランドル環の速度と色を変えた。測定の結果、動体視力は黒>赤>緑の順で認識しやすい。一般人よりスポーツ学生の方が全体的に静止・動体視力に優れている事が分かった。

2) 周辺視野について

①小規模の周辺視野の測定をするため左上、右上、右下、左下の4箇所についての認識力計測を行えるソフトウェアをFlash Maker を利用して作成した。周辺視野の認識度は、右上>左上>右下>左下の順に高い。すなわち、一般に人間は視野の上部に意識を集中しやすいことが分かった。

②大規模の周辺視野の測定装置を用いた測定結果より、以下のことが明らかとなった。スポーツをしている学生は、数字の表示時間が0.5s のとき、一般の学生より広く周辺を認識しているが、数字の表示時間が短くなるにつれて、一般の学生との差は少なくなっていく。ただし、中心を含めた全体の認識力の時間依存性は、スポーツ学生では一般学生に比べてわずかであった。

文献

- (1) 中嶋・野崎・吉村・藤崎、九州産業大学工学部研究報告, p. p. 45-48, 2003.