

平成18年度 三鷹ネットワーク大学 実証実験プロジェクト

脳にe!トレーニング スポーツ少年団プロジェクト
～動体視力&脳力トレーニングによる少年のスポーツ能力向上(実験)～

成果報告書

特定非営利活動法人 三鷹ネットワーク大学推進機構

株式会社 アファン

目次

1. プロジェクトの概要	3
2. トレーニング内容	4
2.1. トレーニングのコンセプト.....	4
2.2. トレーニング風景.....	4
2.3. 対象モニター（被験者）.....	5
2.4. 実験期間.....	5
2.5. 動体視力トレーニング法（プロジェクト前半3週間）.....	6
2.6. スポーツ脳力トレーニング法（プロジェクト後半2週間）.....	11
3. トレーニング状況	16
3.1. トレーニングソフトの最終到達レベル値（モニター別）.....	16
3.2. トレーニングソフトの到達レベル推移（平均値）.....	18
4. “脳にE!トレーニング”の効果における心理学的検討	20
4.1. はじめに.....	20
4.2. 目的.....	20
4.3. 対象および方法.....	20
4.3.1. 対象.....	20
4.3.2. 脳にe!トレーニング内容.....	21
4.3.3. トレーニング期間.....	21
4.3.4. 検査内容.....	21
4.4. 統計学的解析.....	22
4.5. 結果.....	23
4.6. 考察.....	25
4.7. 結論.....	26
5. “脳にE!トレーニング”が反応動作に及ぼす影響	27
5.1. 目的.....	27
5.2. 対象.....	27
5.3. 脳にE!トレーニング内容.....	27
5.4. トレーニング期間.....	27
5.5. 検査内容.....	28
5.6. 結果.....	30
5.7. 考察.....	32

5.8. 結論	33
6. アンケート結果（定性的データの分析）	34
7. まとめ.....	35

1. プロジェクトの概要

2005年度、あすのまち・三鷹推進協議会で実施した「e ビジョントレーニング」実証実験プロジェクトでは、中高年世代における脳の活性化、俊敏性、平衡感覚の向上などについて、統計学的検証により一定の効果が示唆された。（2005、あすのまち・三鷹推進協議会「e ビジョントレーニング」実証実験プロジェクト成果報告書 参照）

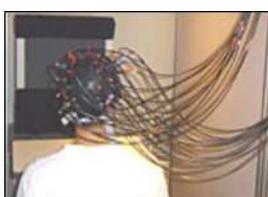
<あすのまち・三鷹推進協議会「e ビジョントレーニング」実験の風景>

脳血流計測

知能検査

反応動作計測

平衡感覚計測



前述のプロジェクトは、中高年世代の健康促進をサポートし、日常生活全般を快適に過ごしてもらうことを目的に実施されたものである。しかしながら、「e ビジョントレーニング」は本来、スポーツマン向けに開発されたトレーニング法であり、スポーツ能力の向上が著しいゴールデンエイジ（9～12歳）に実施することこそ、さらなる高い効果が期待できる。そこで、今回のプロジェクトでは、「e ビジョントレーニング」をさらに発展させたトレーニング法「脳にe!トレーニング」をスポーツ少年・少女に指導することで、彼らのスポーツ能力向上の可能性について検証する。そして、そのプロセスを通じて地域のスポーツ振興に貢献することをプロジェクトの目的とする。

注：「脳にe!トレーニング」とは、株式会社アフアンが開発した動体視力&脳力トレーニングソフトを用い、視覚と脳神経系の働きを活性化させ、運動調整能力向上を目指すトレーニング法。

注：「動体視力」とは、広辞苑に「動体を見分ける能力。視力・視野・反射神経などが関与すると考えられる」とある。

注：「運動調整能力」とは運動生理学上、平衡感覚・俊敏性・巧緻性とされる。

2. トレーニング内容

2.1. トレーニングのコンセプト

スポーツでの反応動作のプロセス図：



スポーツでの反応動作の多くは、まず状況を 目で見て、 脳で判断して、 全身を動かす、というプロセスから成り立っている。本プロジェクトで実践する「動体視力&脳力トレーニング」は、パソコン画面やスクリーンを見ながら素早く反応動作をおこなうトレーニング法により、動体を見分けてから身体が反応するまでのプロセスを円滑化し、各種スポーツでのパフォーマンスアップを目指すものである。

2.2. トレーニング風景



パソコン画面上の動体を見て手指の反応動作



スクリーン画面の動体を見ながら全身の反応動作（野球のバッティング）

2.3. 対象モニター（被験者）

モニターは、三鷹ネットワーク大学が主催する「脳に e! トレーニング スポーツ少年団プロジェクト」の公募に申し込んだ、9 歳から 13 歳までの少年スポーツに携わる者 31 名。うち 31 名にトレーニングを施した。31 名のうち（注）規定のトレーニング量に達していない 12 名を除いた 19 名（男：女 = 18：1 年齢 11.5 ± 1.4）を対象にトレーニング前後の各種検査を施行した。なお、モニターには、事前に研究の目的、実験内容について十分な説明を行った上で、参加することの同意を得た。

< 参加条件 >

- ・ 小学 3 年生 ~ 中学 1 年生までの心身ともに健康な男女
- ・ 自宅に WindowsXP/2000 パソコンを持っていること
- ・ （注：規定トレーニング量）週 3 日以上、20 分程度のトレーニングを自宅で行うこと
- ・ 主催者が指示する集合日に出席すること

2.4. 実験期間

2006 年 7 月 28 日 ~ 8 月 29 日（8 月 13 日 ~ 17 日は盆休みのため自宅でのトレーニングは休止）

< 合同トレーニング日時 >

以下のとおり、5 回の合同トレーニングを実施。教室の人数制限のため AB の 2 クラスにわけて実施したが内容は同じ。

7 月 28 日（金）	A 13:00-14:40	B 15:00-16:40	三鷹産業プラザ 3 F	IT ルーム
8 月 4 日（金）	A 13:00-14:40	B 15:00-16:40	三鷹産業プラザ 3 F	IT ルーム
8 月 18 日（金）	A 13:00-14:40	B 15:00-16:40	三鷹ネットワーク大学	
8 月 24 日（木）	A 13:00-14:40	B 15:00-16:40	三鷹産業プラザ 3 F	IT ルーム
8 月 29 日（火）	A 13:00-14:40	B 15:00-16:40	三鷹ネットワーク大学	

2.5. 動体視力トレーニング法（プロジェクト前半3週間）

実験開始日に、(株)アファンが開発した動体視力トレーニングソフトの使用方法を説明し、モニターには3週間（3回/週×3週間）のトレーニングを実施してもらった。トレーニングの詳細については以下のとおり。

眼球運動トレーニング 3分

イメージトレーニング 2分

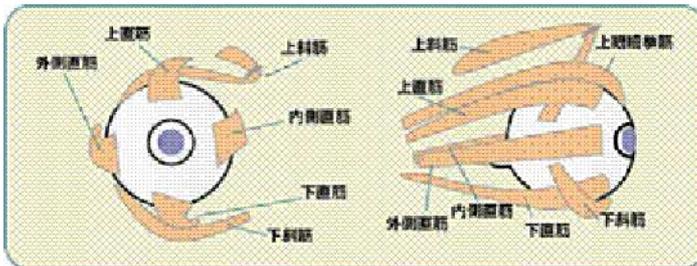
動体視力トレーニング

- ・ 有効視野 トレーニング1分、テスト2分
- ・ 衝動性眼球運動 トレーニング1分、テスト2分
- ・ 瞬間視力 トレーニング1分、テスト2分
- ・ 追従性眼球運動 トレーニング1分、テスト2分

反応動作トレーニング 3分

合計約 20分

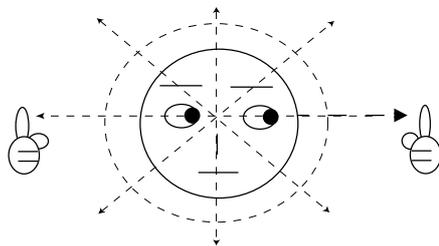
眼球運動トレーニング



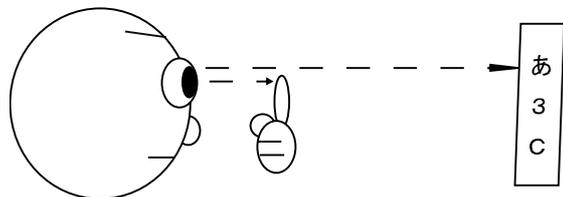
左図のとおり、眼球は眼球の周りにある6本の筋肉で動かされている。眼球を動かすトレーニングにより、眼筋を鍛えて眼球の運動能力を向上させ、周りの状況（情報）を

速く正確に把握できるようになることを目的に週3日（毎回3分程度）実施した。

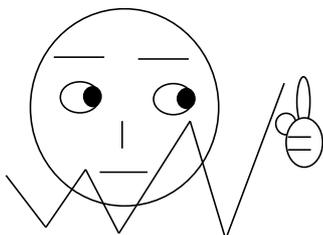
眼球運動（左右・上下・斜め・円）



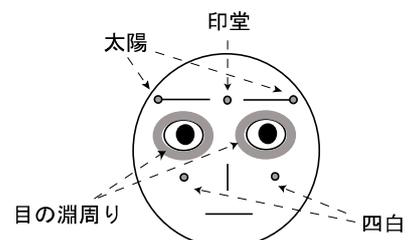
遠近ピント合わせ 寄り目体操



眼球スムージング運動（様々な動き）



つぼマッサージ



イメージトレーニング

ゆっくり息を吸ったり吐いたりする腹式呼吸法により心身ともにリラックスした状態をつくり、本トレーニングで得る効果をどんな状況で発揮したいのか、その状況を頭の中でイメージする。例えば、野球のバッティングで役立てたいのであれば、バッターボックスに立ってからピッチャーがボールを投げてきたボールを打ち返すところまでをイメージする。これを週3日（毎回3分程度）実施した。本トレーニングの目的を各人で明確にしてもらうことを目的として実施した。

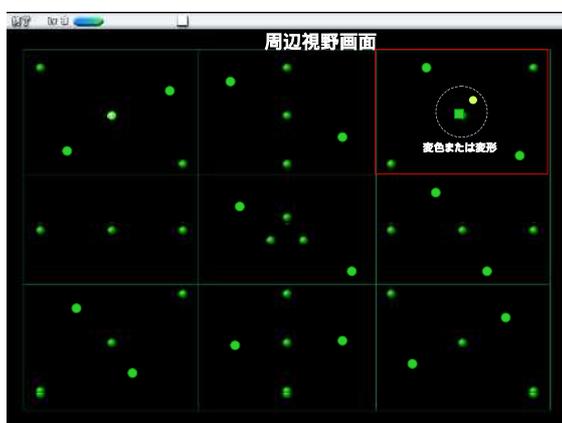
動体視力ソフトトレーニング

動体視力トレーニングでは、(株)アファンが開発した「動体視力トレーニングPCソフト武者視行（基礎編）」を使用した。本ソフトはパソコン画面上に様々な動体を表示させ、プレイヤーは目でその動体の変化を捉えながら手指を反応させキーボードやマウスを操作するというものである。有効視野、衝動性眼球運動、瞬間視力、追従性眼球運動と4種目があり、各々レベルが10段階まで設定されており、レベルが上がるにつれ、動体の移動スピードが速くなり、表示時間が短くなり、回答時間が短くなる、という仕組みになっている。そのため、レベルが上がるにつれて、より難易度が増す。また、テスト機能がついており、各種目の各レベルで約1分間のテストを実施し、正解率80%以上で1ランクずつレベルアップしていく仕組みになっている。モニターはレベル1からスタートして、より高いレベルへの到達を目指す。このソフトを用いたトレーニングを自宅にて下記のメニュー週3日のペースで3週間継続してもらった。

<有効視野トレーニング>

目的：有効視野を広げ、周辺の映像情報をより広く多く捉えられるようにする。

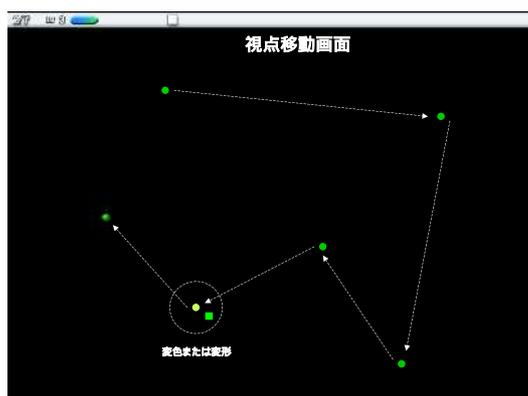
トレーニングルール：9分割されたエリア内に、複数のボールが一斉に瞬間表示されるので、画面全体を見つめる。複数のボールの中で一つだけ色、あるいは形の違うものが混じっているので、その変色・変形したボールのエリアをテンキーで回答する。



<衝動性眼球運動トレーニング>

目的：眼球を素早く動かしながら、素早く視点を切り替え、様々な角度の映像情報を迅速に正確に捉えられるようにする。（衝動性眼球運動の向上）

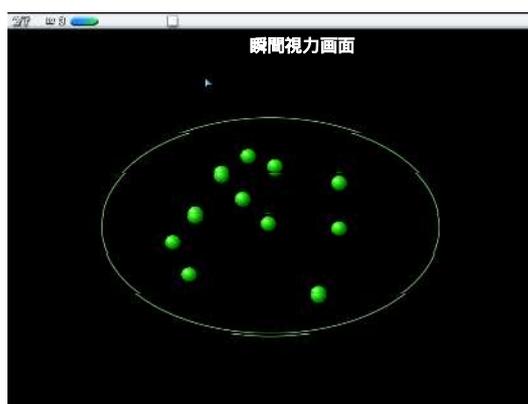
トレーニングルール：ボールが様々な場所で素早くランダムに点滅しながら移動するので、このボールを目で追う。ボールの色、あるいは形が通常のボールと変化したら、直ぐにスペースバーを押す。



<瞬間視力トレーニング>

目的：一目で把握できる情報量を増やす。

トレーニングルール：ターゲット内にボールが6～13個、瞬間表示され、その直後に画面下に数字パネルが表示される。数字パネルから該当するボール数を選択しクリックして回答する。



< 追従性眼球運動トレーニング >

目的：眼球を素早く動かしながら動体の映像情報を正確に捉え続けられるようにする。
(追従性眼球運動の向上)

トレーニングルール：画面上をボールが素早くランダムに動き回るのでこのボールを眼で追う。ボールの色、あるいは形が変化したら、直ぐにスペースバーを押す。



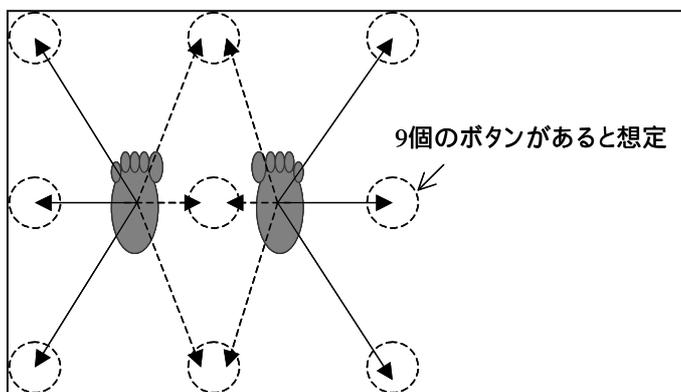
反応動作トレーニング（目と足の協応性トレーニング）

目的：視覚からの刺激に対して、手・指だけでなく、全身を反応させるようにする。

<有効視野+八方ステップ>

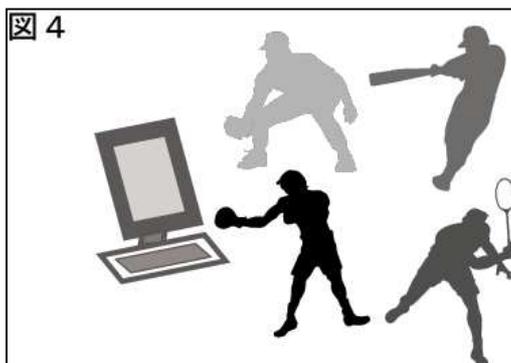
前述の有効視野トレーニングにおいて、画面上に一斉に表示される複数の動体の中から、変化した動体の場所を見つけ出してその方向へ向かって素早くステップする。

- ・地面（床）に大きなテンキーがあり、その9個のボタンを足で踏むと想定する。
例：右上は右足を出す。左下は左足を出す。真中前は左右どちらでも可。
- ・棒立ちにならず、膝に余裕を持たせた状態で、肩幅のスタンスで立つ。
- ・常にどの方向へも半歩足を出し、出し終わったら肩幅のスタンスに戻す。
- ・ステップする際は、両足に5：5で体重がかかるように意識し身体の重心バランスを保つ。



<追従性眼球運動>

追従性眼球運動の画面を見ながら実戦での反応動作をおこなう。つまり、スポーツにおいて機敏にしたい反応動作を、その状況をイメージしながら正確なフォームで素早くおこなう。各競技の構えで待機して、ボールが変化したときに素振り、シュート、レシーブする。例えば、野球ではバッティング動作。サッカーではボールのキック動作を行う。

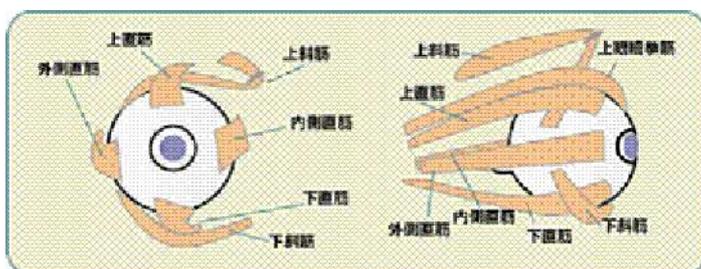


2.6. スポーツ脳力トレーニング法（プロジェクト後半2週間）

実験開始日に、(株)アファンが開発したスポーツ脳力トレーニングソフトの使用方法を説明し、モニターには2週間(3回/週×2週間)のトレーニングを実施してもらった。トレーニングの詳細については以下のとおり。

- 眼球運動トレーニング 3分
 - イメージトレーニング 2分
 - スポーツ脳力トレーニング
 - ・ 動体視野 トレーニング1分、テスト2分
 - ・ 動体認識 トレーニング1分、テスト2分
 - ・ 動体記憶 トレーニング1分、テスト2分
 - ・ 動体識別 トレーニング1分、テスト2分
 - ・ 動体先見 トレーニング1分、テスト2分
 - 反応動作トレーニング 5分
- 合計約 25分

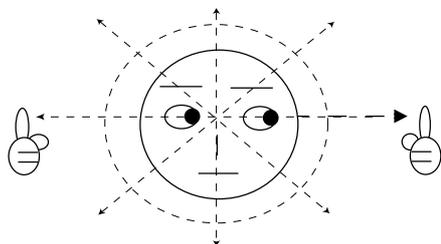
眼球運動トレーニング



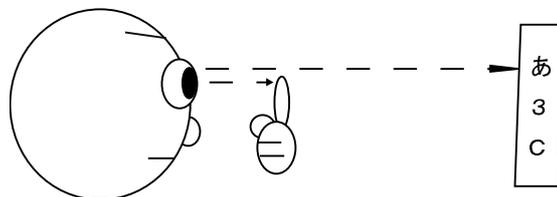
左図のとおり、眼球は眼球の周りにある6本の筋肉で動かされている。眼球を動かすトレーニングにより、眼筋を鍛えて眼球の運動能力を向上させ、周りの状況（情報）を

速く正確に把握できるようになることを目的に週3日（毎回3分程度）実施した。

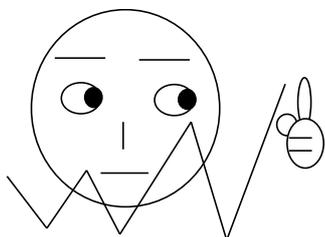
眼球運動（左右・上下・斜め・円）



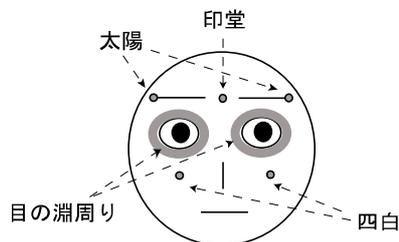
遠近ピント合わせ 寄り目体操



眼球スムージング運動（様々な動き）



つぼマッサージ



イメージトレーニング

ゆっくり息を吸ったり吐いたりする腹式呼吸法により心身ともにリラックスした状態をつくり、本トレーニングで得る効果をどんな状況で発揮したいのか、その状況を頭の中でイメージする。例えば、野球のバッティングで役立てたいのであれば、バッターボックスに立ってからピッチャーがボールを投げてきたボールを打ち返すところまでをイメージする。これを週3日(毎回3分程度)実施した。本トレーニングの目的を各人で明確にしてもらうことを目的として実施した。

スポーツ脳力ソフトトレーニング

スポーツ脳力トレーニングでは、(株)アファンが開発した「スポーツ脳力トレーニングPCソフト武者視行(応用編)」を使用した。本ソフトはパソコン画面上に様々な動体を表示させ、プレイヤーは目でその動体の変化を捉えながら手指を反応させキーボードやマウスを操作するというものである。動体視野、動体認識、動体記憶、動体識別、動体先見と5種目があり、各々レベルが10段階まで設定されており、レベルが上がるにつれ、動体の移動スピードが速くなり、表示時間が短くなり、回答時間が短くなる、という仕組みになっている。そのため、レベルが上がるにつれて、より難易度が増す。また、テスト機能がついており、各種目各レベルで約1分間のテストをおこない、正解率80%以上で1ランクずつレベルアップしていく仕組みになっている。モニターはレベル1からスタートして、より高いレベルへの到達を目指す。このソフトを用いたトレーニングを自宅にて下記のメニュー週3日のペースで2週間継続してもらった。

<動体視野トレーニング>

目的： 動体を見る視野を拡大し、同時並行的に情報処理する能力を向上させる。

トレーニングルール： 画面内側で動き回るボールが変化したときにエンターキーを押す。同時に画面外側で点滅表示されるボールの場所をテンキーで回答する。



<動体認識トレーニング>

目的：動体を見る視野を拡大し、一目で認識できる情報処理能力を向上させる。

トレーニングルール：画面上を動き回る動体の数を緑 赤 青の順で数えてテンキーで回答する。



<動体記憶トレーニング>

目的：動体の動きと特徴を眼に焼き付ける瞬間的な記憶力を向上させる。

トレーニングルール：画面上に点滅表示されるボールの場所と数字を記憶して、テンキーで回答する。



<動体識別トレーニング>

目的： 眼球運動を素早く行い、2つのパターンを見比べて識別する能力を向上させる。

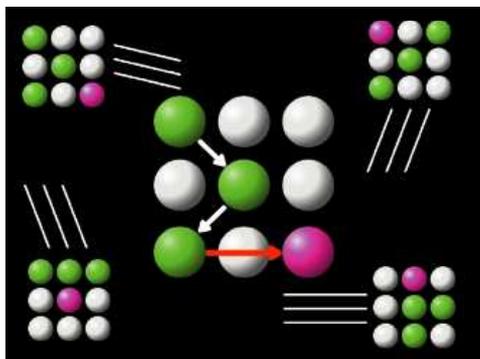
トレーニングルール： 左右のパターンで図形の入れ替わった場所をテンキーで回答する。



<動体先見トレーニング>

目的： パターンの配列（組み合わせ）を記憶して、次の動きを予測する能力を向上させる。

トレーニングルール： 画面上のパターンを記憶して、そのパターンが完成した状態を予測し、ピンクの表示される場所をテンキーで回答する。



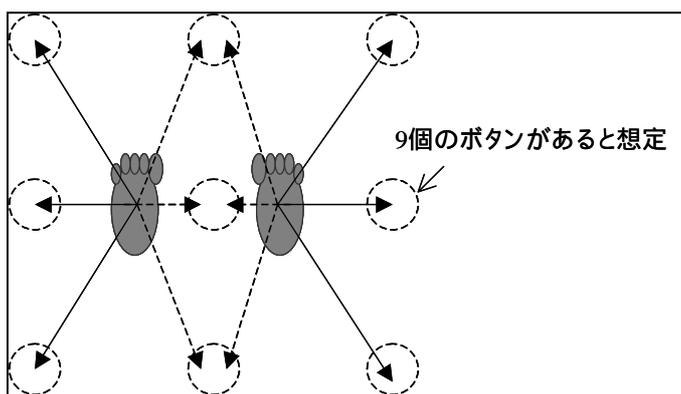
反応動作トレーニング（目と足の協応性トレーニング）

目的：視覚からの刺激に対して、手・指だけでなく、全身を反応させるようにする。

< 動体視野 >

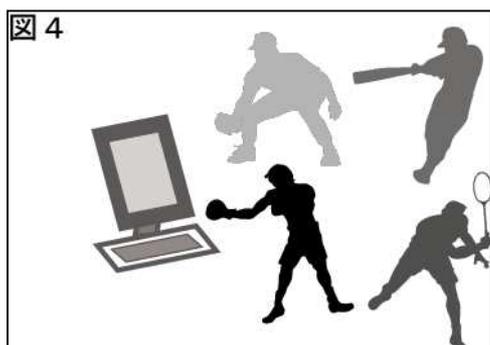
前述の動体視野トレーニングの画面を見ながら、画面外側のボールが表示された場所（八方）にステップをして、画面内側のボールが変化したらそれを手で掴む動作をおこなう。これらの動作を同時並行的におこなう。

- ・地面（床）に大きなテンキーがあり、その8個のボタンを足で踏むと想定する。
例：右上は右足を出す。左下は左足を出す。真中前は左右どちらでも可。
- ・棒立ちにならず、膝に余裕を持たせた状態で、肩幅のスタンスで立つ。
- ・常にどの方向へも半歩足を出し、出し終わったら肩幅のスタンスに戻す。
- ・ステップする際は、両足に5：5で体重がかかるように意識し身体の重心バランスを保つ。



< 追従性眼球運動 >

追従性眼球運動の画面を見ながら実戦での反応動作（例：野球のバッティング動作）をおこなう。スポーツにおいて機敏にしたい反応動作を、その状況をイメージしながら正確なフォームで素早くおこなう。各競技の構えで待機して、ボールが変化したときに素振り、シュート、レシーブする。例えば、野球ではバッティング動作。サッカーではボールのキック動作を行う。



3. トレーニング状況

3.1. トレーニングソフトの最終到達レベル値（モニター別）

(1) 動体視力トレーニング期間（3週間）トレーニングソフトの到達レベル

モニター	基礎編				小計	練習量
	周辺視野	視点移動	瞬間視力	追従視力		
1	7.8	7.6	6.9	8.8	31.1	16
2	7.8	7.8	6.8	8.8	31.2	16
3	6.7	5.2	4.7	6.4	23	7
4	6.6	7.6	6.7	8.9	29.8	12
5	4.7	5.6	4.6	5.6	20.5	12
6	6.7	7.6	5.6	8.7	28.6	12
7	4.7	5.6	7.8	5.8	23.9	13
8	4.8	5.7	6.8	6.7	24	13
9	4.8	6.8	5.6	7.8	25	17
10	4.8	5.4	4.7	5.5	20.4	7
11	5.6	6.7	6.7	6.8	25.8	10
12	4.4	4.8	3.8	4.8	17.8	7
13	5.5	6.7	5.5	6.7	24.4	5
14	4.6	4.9	6.9	4.9	21.3	7
15	5.7	5.8	6.8	5.7	24	10
16	7.5	6.1	3.7	5.7	23	7
17	5.6	5.9	5.7	7.5	24.7	12
18	4.4	4.2	4.7	4.3	17.6	8
19	4.7	6.1	3.8	6.2	20.8	12
平均値	5.65	6.11	5.67	6.61	24.05	10.68

（注）少数部分は各レベルでの正解率を示したものの。

大半のモニターが動体視力ソフトのレベル 2~3 からスタートしたが、3 週間で各種目ともおよそレベル 5~6 に到達し、モニター全員が記録を向上させた。なお、練習量が規定量（合同トレーニングを含めると合計 9 回。つまり、3 回 / 週 × 3 週間）に達していないモニターは試行群から外したため、19 名分のみ記録。

(2) スポーツ脳力トレーニング期間(2週間)トレーニングソフトの到達レベル

モニター	応用編					小計	練習量
	動体視野	動体認識	動体記憶	動体識別	動体先見		
1	6.7	4.8	4.8	6.7	5.7	28.7	8
2	6.7	4.8	4.7	6.7	5.5	28.4	8
3	4.6	4.7	4.7	4.9	3.9	22.8	8
4	5.8	3.7	5.7	6.5	7.5	29.2	10
5	2.7	2.9	3.5	2.7	3.7	15.5	5
6	6.5	4.4	5.7	3.2	3.7	23.5	7
7	2.8	2.8	3.9	3.8	2.7	16	5
8	2.8	3.8	2.6	3.8	4.6	17.6	5
9	5.8	3.7	6.6	5.7	4.7	26.5	7
10	2.7	4.6	4.7	2.8	4.7	19.5	6
11	5.8	3.6	5.7	4.7	4.8	24.6	8
12	3.9	4.6	4.9	4.9	4.4	22.7	8
13	5.7	3.6	4.7	6.3	4.3	24.6	7
14	5.9	4.6	5.9	4.7	4.9	26	6
15	3.9	3.5	4.7	3.9	4.4	20.4	4
16	5.6	3.6	4.5	6.4	2.6	22.7	6
17	4.8	3.7	4.6	4.5	4.5	22.1	4
18	3.8	2.8	4.9	3.5	3.5	18.5	7
19	4.8	2.7	4.5	2.8	4.3	19.1	8
平均値	4.81	3.84	4.81	4.66	4.44	22.55	6.68

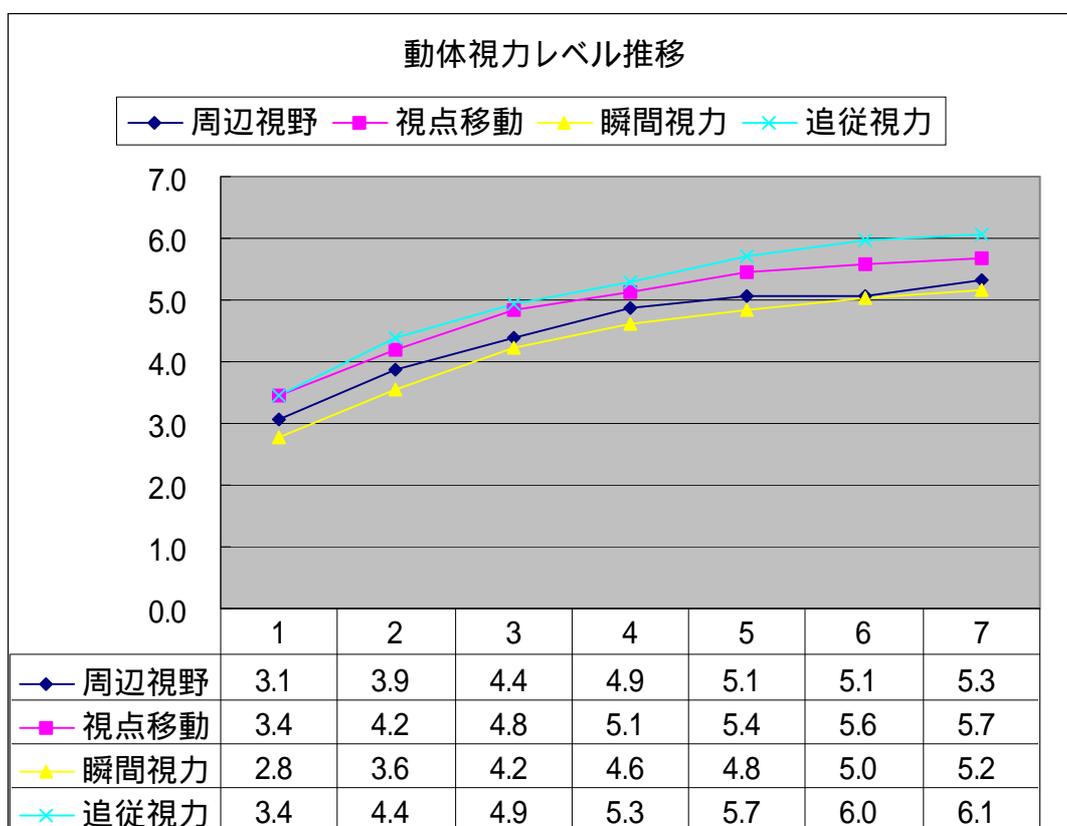
(注) 少数部分は各レベルでの正解率を示したものの。

大半のモニターがスポーツ脳力ソフトのレベル1~2からスタートしたが、2週間で各種目ともおよそレベル3~4に到達し、モニター全員が記録を向上させた。スポーツ脳力ソフトのトレーニング期間は動体視力ソフトのトレーニング期間より1週間ほど短かったこと、およびソフトの難易度が難しかったこともあり、記録の伸びは小さかった。なお、練習量が規定量(合同トレーニングを含めると合計6回。つまり、3回/週×2週間)に達していないモニターは試行群から外したため、19名分のみ記録。

3.2. トレーニングソフトの到達レベル推移（平均値）

(1) 動体視力トレーニング開始から 9 回目のトレーニングまでのソフトの到達レベル推移

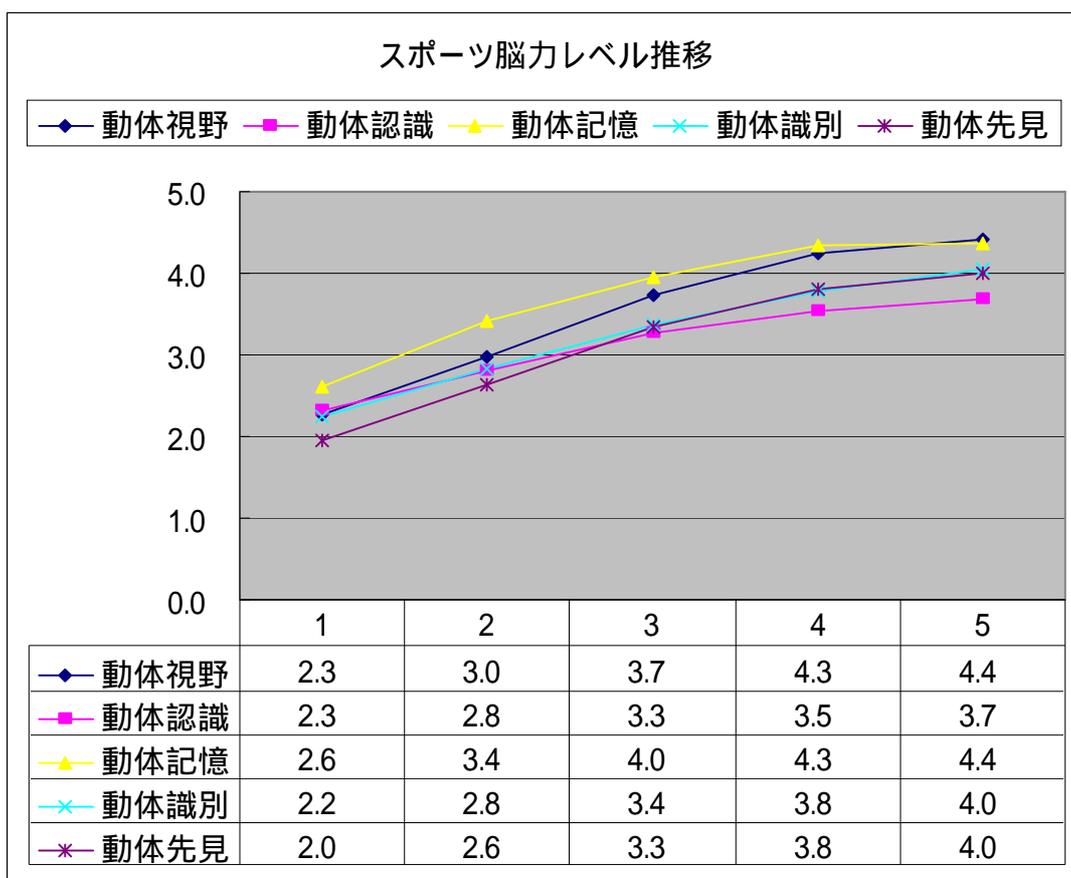
下記グラフには、9 回以上トレーニングしたモニターのデータは含まない。なお、下記グラフでは、トレーニング回数が 7 回分しかないが、期間中に合同トレーニングが 2 回入っているためトレーニング回数は 9 回となる。



X 軸：トレーニング回数 Y 軸：到達レベル

(2) スポーツ脳力トレーニング開始から 7 回目のトレーニングまでのソフトの到達レベル推移

下記グラフには、5 回以上トレーニングしたモニターのデータは含まない。なお、下記グラフでは、トレーニング回数が 5 回分しかないが、期間中に合同トレーニングが 2 回入っているためトレーニング回数は 7 回となる。



X 軸：トレーニング回数 Y 軸：到達レベル

4. “脳にe!トレーニング”の効果における心理学的検討

臨床発達心理士 村田 朱美

4.1. はじめに

“脳にe!トレーニング”の目的のひとつは、動体の映像情報を迅速かつ正確に収集・処理する機能を向上させることである。また、本トレーニングの初期型のトレーニング法“eビジョントレーニング”により前頭前野の活性化が図れることは、高齢者を対象とした大賀らの先行研究^{1) 2)}によってその可能性が示された。

今回の実験では、独自の“脳にe!トレーニング”により、スポーツに携わる少年の脳と身体の機能をバランス良くトレーニングし、視覚から入力された刺激を、情報処理し、身体が反応する一連のプロセスの向上を図り、「見る」「判断する」「動く」の連携を円滑にし、スポーツにおける動作を俊敏にすることを目的としている。

このトレーニング法が、発達過程にあるスポーツに携わる少年の脳と身体の機能にどのような影響を与え、スポーツ能力向上にいかに関与するのかを検証することは意義深いものと考えられる。

4.2. 目的

“脳にe!トレーニング”によって視覚情報認知力、情報処理速度の増加、注意力/集中力の向上、反応動作に向上がみられるか否かを各種神経心理学的検査、及び知能検査の下位項目を用い、統計学的に検証する。

4.3. 対象および方法

4.3.1. 対象

実験参加総数は9歳から13歳までの健全な野球やサッカーなどの少年スポーツに携わる者31名で、うち31名に脳にe!トレーニングを施した。31名のうち規定のトレーニング量に達していない12名を除いた19名(男:女=18:1 年齢 11.5 ± 1.4)を対象に各種心理学検査を施行した。

4.3.2. 脳にe!トレーニング内容

別項参照

4.3.3. トレーニング期間

2006年7月28日から8月29日までの1ヶ月間で、トレーニング指導は5回行われた。モニターは家庭で一定量以上のトレーニングを行った。

4.3.4. 検査内容

以下の から までの心理学的検査を施行した。

修正 Stroop Test

文字と色彩の葛藤による反応時間及び誤答数を測定するもので、前頭葉における遂行機能のうち日常的・習慣的行為を必要に応じて抑える能力や、注意の分配能力を調べることができる。課題は第1セッションと第2セッションがあり、遂行時間(秒)および誤答数の2項目での比較を行った。

TMT (Trial Making Test)

不規則に散らばる数字・ひらがなをつないでいくテストで、反応時間と誤答数を測定する。前頭葉における遂行機能のうちワーキングメモリー、視覚的探索能力、注意力やその持続などを調べるテストで、有効視野の広さや眼球運動能力など視覚機能の一部も調べることができる。課題は第1セッションと第2セッションがあり、遂行時間(秒)および誤答数の2項目での比較を行った。

WISC- (Wechsler Intelligence Scale for Children-Third Edition)

5歳0ヶ月から16歳11ヶ月までの子どもの知能を測定する検査であり、複数の下位検査から構成され、言語性検査と動作性検査に二分される。さらに、因子分析の結果から言語理解、知覚統合、注意記憶、処理速度の4つの群指数を求められる。今回の実験では動作性の検査より処理速度を求める「符号」「記号探し」、及び補助検査として「迷路」の3つの下位検査を行った。

下位検査である「符号」は数字と対になっている記号を書き写す検査で、見比べる力や情報処理速度と正確さ、視覚的短期記憶、動作の俊敏さを測定することができる。「記号探し」は刺激記号が記号グループにあるか否かの判断をし、 をつける検査で視覚的弁別や注意力、処理速度を測定することができる。また、「迷路」は迷路課題を遂行することで注意力や行動予測・全体予測などの見通す力、目と手の協応運動を測定することができる。

群指数である「処理速度」では、視覚で捉えたものに対する反応の速さ、視覚的短期

記憶、視覚的情報を記号化する能力等を測定することができる。

各下位検査の粗点を年齢により評価点に換算し(評価点 1 ~ 19 点 SD : 3)、さらに、評価点合計を群指数に換算(平均 : 100 SD : 15)し、比較を行った。

4.4. 統計学的解析

上記の各種心理学検査結果に対し、各項目につき T 検定を施行し、脳に e! トレーニング効果の有無の検討を行う。

4.5. 結果

本実験におけるモニターの脳にe!トレーニング施行前と施行後のStroop及びTMTの遂行時間と誤答数、また WISC- の下位検査の評価点と群指数の平均値、標準偏差、自由度、T値、有意確率(両側)を示したものがTable1である。モニターの脳にe!トレーニング施行前と施行後の検査得点の平均値を従属変数とするT検定を行った。

Table 1 トレーニング前・後におけるサンプルの検定

	セッション	試行	平均値	標準偏差	自由度	T値	有意確率(両側)
Stroop 遂行時間 (秒)	第1セッション	第1試	12.95	2.44	18	2.28*	0.03479
		第2試	12.11	1.88			
	第2セッション	第1試	20.74	3.96	18	1.40	0.17715
		第2試	19.42	4.71			
Stroop 誤答数 (個)	第1セッション	第1試	0.84	1.17	18	2.12*	0.04836
		第2試	0.21	0.54			
	第2セッション	第1試	2.21	1.84	18	1.83	0.08447
		第2試	1.47	1.47			
TMT 遂行時間 (秒)	第1セッション	第1試	91.63	36.50	18	2.27*	0.03547
		第2試	81.26	21.39			
	第2セッション	第1試	110.3	33.24	18	2.88**	0.00991
		第2試	89.79	21.90			
TMT 誤答数 (個)	第1セッション	第1試	0.05	0.23	18	0.00	1.00000
		第2試	0.05	0.23			
	第2セッション	第1試	0.37	0.76	18	0.72	0.18272
		第2試	0.21	0.42			
WISC 符号 (点)	第1試		10.53	2.14	18	-6.08**	0.00001
	第2試		12.58	2.39			
WISC 記号探し (点)	第1試		12.68	3.20	18	-3.97**	0.00091
	第2試		15.21	2.20			
WISC 迷路 (点)	第1試		11.42	2.24	18	1.69	0.10815
	第2試		10.53	3.19			
WISC 処理速度 (点)	第1試		22.74	3.97	18	-5.97**	0.00001
	第2試		27.79	3.82			
WISC 処理速度 群指数	第1試		107.7	12.22	18	-5.84**	0.00002
	第2試		121.7	10.70			

T (0.05) = 2.10 T (0.01) = 2.87 * P < .05 ** P < .01

脳に e! トレーニング前とトレーニング後の 2 群間における平均値の T 検定を試みた結果、下記の項目について有意差が認められた。

- ・ Stroop の第 1 セッションの遂行時間について、有意に遂行時間が速くなったことが認められた。(T=2.28, p < .05)
- ・ Stroop の第 1 セッションの誤答数について有意に少なくなったことが認められた。(T=2.12, p < .05)
- ・ TMT の第 1 セッションの遂行時間について、有意に速くなったことが認められた。(T=2.27, p < .05)
- ・ TMT の第 2 セッションの遂行時間について、有意に速くなったことが認められた。(T=2.88, p < .01)
- ・ WISC- 「符号」の評価点において、有意に評価点が高くなったこと認められた。(T=6.08, p < .01)
- ・ WISC- 「記号探し」の評価点において、有意に評価点が高くなったこと認められた。(T=3.97, p < .01)
- ・ WISC- 「処理速度」の評価点において、有意に評価点が高くなったこと認められた。(T=5.97, p < .01)
- ・ WISC- 「処理速度」の群指数において、有意に高くなったことが認められた。(T=5.84, p < .01)

脳に e! トレーニング前とトレーニング後の 2 群間における平均値の T 検定を試みた結果、下記の項目については有意差が認められなかった。

- ・ Stroop 第 2 セッションの遂行時間、誤答数
- ・ TMT 第 1 セッション、第 2 セッションの誤答数
- ・ WISC- 「迷路」の評価点

4.6. 考察

統計学的検討を総合的に判断すると、“脳に e! トレーニング” が、視覚情報認知力の向上、動作性の情報処理速度の増加、注意力/集中力の向上、反応動作速度の向上に寄与する可能性が示唆された。

TMT では、遂行時間は第 1 セッション、第 2 セッション共に有意に向上した。特に第 2 セッションは強い統計学的頑健性があると判断された。誤答数については、第 1 セッション、第 2 セッション共にもともとトレーニング前から極めて少なく（25 個の課題で平均誤答数 0.05 個）トレーニングによる向上の余地が極めて小さかったと推察される。遂行時間において有意に向上したことから、脳に e! トレーニングにより、前頭葉における遂行機能のうちワーキングメモリー、視覚的探索能力、注意力が向上し、有効視野の広さや眼球運動能力など視覚機能も向上したものと考えられる。

WISC- 「符号」では、強い統計学的頑健性があると判断された。脳に e! トレーニングによる眼球運動の持続的活発化が、“眼球運動を駆使して見比べる力” を向上させたものと考えられる。また、視覚情報をもとに素早く手指を反応させるトレーニングにより、動作（書き写し）の俊敏さも向上したものと考えられる。

WISC- 「記号探し」でも、強い統計学的頑健性があると判断された。脳に e! トレーニングにより、同異弁別し判断する力および注意力が向上したものと考えられる。

上記の「符号」「記号探し」の合計点で評価する群指数「処理速度」において、評価点も群指数も非常に高い有意差が認められた。これは「処理速度」で測定される能力が、脳に e! トレーニングの目的としているところの、視覚情報をもとに素早く手指を反応させるトレーニングによって脳を活性化させ、運動機能を向上させることと合致した結果と考えられる。すなわち、脳に e! トレーニングによって、視覚認知の正確さが向上し、視覚で捉えた情報を処理する速さ、俊敏に動作として反応する能力が高まった結果であり、脳に e! トレーニングがこうした能力の向上に寄与する可能性が示唆された。

修正 Stroop 検査では、第 1 セッションは遂行時間、誤答数共に有意に向上した。一方、第 2 セッションでは、誤答数は ($p=0.084$) とやや向上の傾向が見られたものの、遂行時間には有意差が生じなかった。これについては、第 2 セッションで遂行時間、誤答数共に有意に向上したという先行研究²⁾とは異なる結果となった。これについては、対象とする年齢の違い、つまり習慣が確立している中高年か習慣を獲得途上の少年かで差が生じた可能性が考えられる。ただし、現状ではこの原因については不明であり、今後実験を継続していくことにより解明すべきであると考えられる。

WISC- 「迷路」は、行動予測・全体予測などの見通す力、目と手の協応運動能力を測定するものであるが、本実験でトレーニング前後において有意差が認められなかった。脳に e! トレーニングでは視覚情報を俊敏に処理し、反応する能力の向上を図るものであるため、全体を見通して予測しつつ、順序だてて行動を進めていく能力の向上に関与

するところが少なかったものと考えられる。

先行研究として高齢者を対象とした e ビジョントレーニングの実験では、e ビジョントレーニングが脳の活性化をもたらす可能性が示唆されたものの、各種神経心理学検査においてトレーニング前後における有意差は、今回の少年を対象にしたもの程顕著ではなかった。今回の心理学検査内容は、前回のそれと重複しているものもあるが、すべてが同じ検査ではないので単純に比較することはできない。しかし、今回の対象者である、まさに発達過程にある少年たちへの脳に e! トレーニングは、彼らの脳を活性化し、視覚情報を俊敏に処理し、反応するという一連プロセスを向上させる可能性が強く示唆された。

4.7. 結論

心理学的検査を用いた統計学的検証により、“脳に e! トレーニング” が脳の活性化をもたらし、視覚認知を向上させ、情報処理速度、注意・集中力を高め、反応動作速度の向上に効果があることが強く示唆された。

文献

- 1) 大賀優：動体視力トレーニングソフトの高次脳機能改善効果について 神経心理学的評価・NIRSを用いた予備的検討 日本高次脳機能学界 2006.
- 2) 大賀優：e ビジョントレーニング” 効果における神経心理学的検討 2006.
- 3) 村田勉：動体視力トレーニングソフト「武者視行」の課題実行と関連する脳活動の近赤外分光法 (NIRS) による計測 2006.

5. “脳にe!トレーニング”が反応動作に及ぼす影響

株式会社アフアン 代表取締役 藤川陽一

5.1. 目的

スポーツにおけるプレーの大半は、見る 判断 動作(認知、判断、動作)という、視覚を伴う反応動作から成り立っている。このことから、スポーツでのプレーを高速化するためには、筋肉トレーニングだけでなく、目や脳のトレーニングも加えることで、「見る 判断 動作」の一連の流れを円滑化していくことが必要と考える。このような視覚を伴う反応動作については、私たちが開発した”脳にeトレーニング”を用いることによって、向上が可能であると考えた。そこで、この脳にeトレーニングが身体の反応時間にいかなる影響を及ぼすかについて検討した。

5.2. 対象

実験参加総数は9歳から13歳までの健全な野球やサッカーなどの少年スポーツに携わる者31名で、うち31名に脳にeトレーニングを施した。31名のうち規定のトレーニング量に達していない12名を除いた19名(男:女=18:1 年齢 11.5 ± 1.4)を対象に施行した。

5.3. 脳にe!トレーニング内容

別項参照

5.4. トレーニング期間

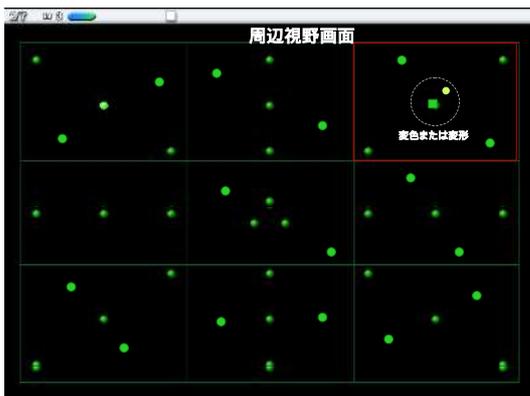
2006年7月28日から8月29日までの1ヶ月間で、トレーニング指導は5回行われた。モニターは家庭で一定量以上のトレーニングを行った。

5.5. 検査内容

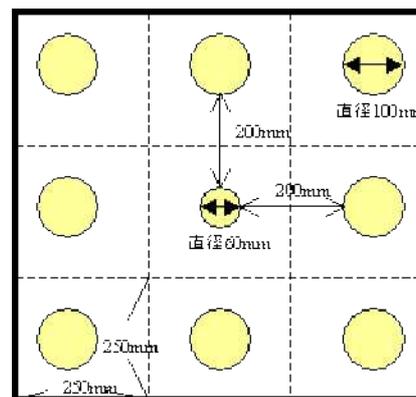
株式会社アファンが開発した動体視力トレーニングソフト武者視行の「テストモード」と今回の実験のために開発した入力スイッチ装置（ハードウェア）を用い、パソコン画面に表示される課題（視覚刺激）に対して身体が反応して入力スイッチを押すまでの時間を測定した。

有効視野を伴う視覚刺激に対する全身反応時間
モニターは、パソコンに表示される有効視野テスト画面を見て、ボールが変化した場所に相当するマット式テンキーの場所を、両足でステップを踏みながら回答していく。（両足八方ステップ）その際、課題が表示されてから回答するまでの時間を計測する。

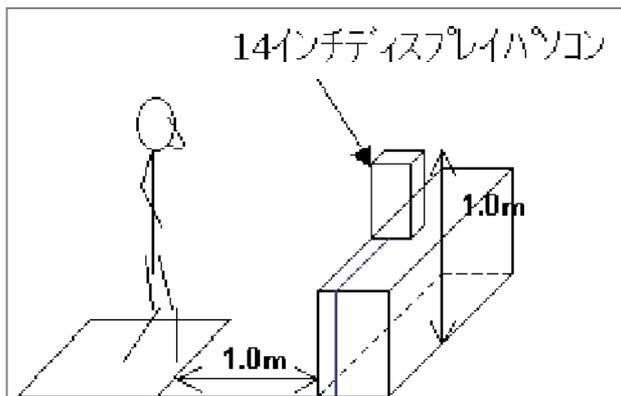
< 有効視野テスト画面 >



< マット式テンキー図 >



< 計測装置の全体図 >



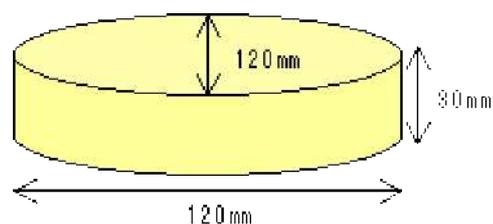
眼球運動を必要とする課題に対する全身反応時間

モニターは、パソコンに表示される追従性眼球運動テスト画面（P7 参照）を見て、ボールが変化した瞬間に利き足でフットキー踏んで回答していく。（片足ワンステップ）
その際、課題が表示されてから回答するまでの時間を計測する。

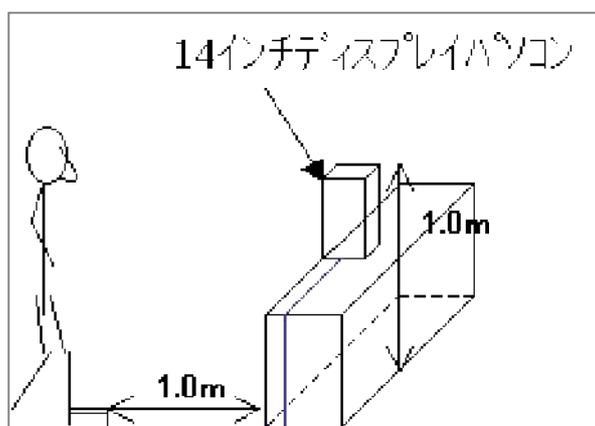
< 追従性眼球運動テスト画面 >



< フットキー図 >



< 計測装置の全体図 >



5.6. 結果

有効視野を伴う視覚刺激に対する全身反応時

氏名	周辺視野 1回目		周辺視野 2回目		差分 -		差分 -	周辺視野の到達レベル
	反応時間	正解率	反応時間	正解率	反応時間	向上率	正解率	
1	1317	96	1062	96	255	19.4%	0	7.8
2	1593	85	1093	100	500	31.4%	15	7.8
3	1361	88	1170	92	191	14.0%	4	6.7
4	1438	85	981	100	457	31.8%	15	6.6
5	2017	74	1313	92	704	34.9%	18	4.7
6	1162	96	1031	96	131	11.3%	0	6.7
7	1451	100	1269	96	182	12.5%	-4	4.7
8	1696	81	1238	100	458	27.0%	19	4.8
9	1483	88	1329	96	154	10.4%	8	4.8
10	1148	96	1136	96	12	1.0%	0	4.8
11	2076	62	1187	96	889	42.8%	34	5.6
12	1362	85	1453	88	-91	-6.7%	3	4.4
13	1235	96	1131	100	104	8.4%	4	6.4
14	1702	85	1398	92	304	17.9%	7	4.6
15	1193	100	1109	96	84	7.0%	-4	5.7
16	1486	85	1033	100	453	30.5%	15	7.5
17	1777	77	1076	100	701	39.4%	23	6.2
18	1846	77	1602	88	244	13.2%	11	4.2
19	1786	88	1609	92	177	9.9%	4	4.3
平均値	1533	86.5	1222	95.6	311	18.7%	9.1	5.70

トレーニング前後における反応時間、正解率の差の検定には、t 検定を用いた。危険率は5%水準とした。反応時間 ($p < .01$) により、トレーニング後の反応時間がトレーニング前の反応時間と比較して有意に短縮されたことが認められた。正解率 ($p < .01$) により、正解率 (正確性) も有意に向上したことが認められた。

反応時間の検定結果

	周辺視野 1回目	周辺視野 2回目
平均	1545.111111	1231
分散	80956.57516	35285.76471
観測数	18	18
ピアソン相関	0.42971625	
仮説平均との差異	0	
自由度	17	
t	5.025939078	
P(T<=t) 片側	5.18967E-05	
t 境界値 片側	1.739606716	
P(T<=t) 両側	0.000103793	
t 境界値 両側	2.109815559	

正解率の検定結果

	周辺視野 1回目	周辺視野 2回目
平均	86	95.55555556
分散	95.05882353	16.73202614
観測数	18	18
ピアソン相関	0.129796585	
仮説平均との差異	0	
自由度	17	
t	-4.025242517	
P(T<=t) 片側	0.000438933	
t 境界値 片側	1.739606716	
P(T<=t) 両側	0.000877866	
t 境界値 両側	2.109815559	

眼球運動を必要とする課題に対する全身反応時間

氏名	追従視力 1回目		追従視力 2回目		差分 -		差分 -	追従視力の到達レベル
	反応時間	正解率	反応時間	正解率	反応時間	%	正解率	
1	686	93	667	100	19	2.8%	7	8.8
2	701	100	783	86	-82	-11.7%	-14	8.8
3	702	73	782	100	-80	-11.4%	27	6.4
4	648	93	759	73	-111	-17.1%	-20	8.9
5	669	100	744	100	-75	-11.2%	0	5.6
6	743	93	697	100	46	6.2%	7	8.7
7	648	86	743	86	-95	-14.7%	0	5.8
8	825	53	755	93	70	8.5%	40	6.7
9	731	93	748	86	-17	-2.3%	-7	7.8
10	764	73	734	100	30	3.9%	27	5.5
11	810	80	782	93	28	3.5%	13	6.8
12	783	93	839	93	-56	-7.2%	0	4.8
13	679	100	656	100	23	3.4%	0	6.7
14	838	66	829	86	9	1.1%	20	4.9
15	715	93	731	86	-16	-2.2%	-7	5.7
16	683	86	596	100	87	12.7%	14	5.7
17	796	93	662	100	134	16.8%	7	7.5
18	785	100	1002	80	-217	-27.6%	-20	4.3
19	779	86	817	93	-38	-4.9%	7	6.2
平均値	736	87.1	754	92.4	-17.9	0.0	5.3	6.6

トレーニング前後における反応時間、正解率の差の検定には、t 検定を用いた。危険率は5%水準とした。反応時間 ($p > 0.05$) これにより、トレーニング後の反応時間がトレーニング前の反応時間と比較して短縮の有意差は認められなかった。正解率 ($p > 0.05$) により、正解率 (正確性) の向上も有意差は認められなかった。

反応時間の検定結果

	追従視力 1回目	追従視力 2回目
平均	738.8333333	758.8333333
分散	3731.205882	7517.911765
観測数	18	18
ピアソン相関	0.395897328	
仮説平均との差異	0	
自由度	17	
t	-1.010186231	
P(T<=t) 片側	0.163284546	
t 境界値 片側	1.739606716	
P(T<=t) 両側	0.326569092	
t 境界値 両側	2.109815559	

正解率の検定結果

	追従視力 1回目	追従視力 2回目
平均	86.72222222	91.94444444
分散	172.4477124	66.87908497
観測数	18	18
ピアソン相関	-0.138183502	
仮説平均との差異	0	
自由度	17	
t	-1.350859512	
P(T<=t) 片側	0.097223939	
t 境界値 片側	1.739606716	
P(T<=t) 両側	0.194447879	
t 境界値 両側	2.109815559	

5.7. 考察

有効視野の視覚機能を伴う反応動作（両足八方ステップ）における反応時間、動作の正確性（正解率）共に（ $p < .01$ ）と著しく有意に向上した。なお、具体的にはモニター19名中18名の反応時間が短縮された。（平均値：311m秒, 18.7%短縮）また、正解率も19名中、17名が向上した。（平均値：9.1%向上）これらのことから、脳にe!トレーニングが有効視野を伴う反応動作（両足八方ステップ）の速度および正確性の向上に貢献することが強く示唆された。

なお、約1ヶ月のトレーニング後に実施した反応時間（有効視野2回目）と、パソコンソフトトレーニングの有効視野の到達レベルとの相関値は0.803と高く、パソコンソフトによる有効視野トレーニングで高いレベルに到達したモニターが反応時間でも良い結果を出した。パソコンソフトによる有効視野トレーニングの反応動作は、画面上に表示される複雑な視覚情報を認知、判断して手指を動作させるものだが、足をステップさせるような全身動作は行わない。それにも関わらず、このパソコンソフトトレーニングのレベルアップが、今回の計測（有効視野+両足八方ステップ（全身運動））の反応時間短縮に相関しているのは、筋肉収縮時間よりも、認知、判断するまでの時間短縮が大きく貢献したためと推察される。

このような広い視野を必要とする反応動作の速度や正確性の向上は、周辺状況に応じて、様々な方向に素早く的確に動かなければならない野球での守備、サッカー、バスケットボール、バレーボールや、敵の状況を広角に捉えて素早くステップワークするテニス、卓球、バドミントン、および格闘技での攻防などに活かされものと期待したい。

一方の追従性眼球運動を必要とする反応動作（片足ワンステップ）では、反応速度、正解率（正確性）共に有意な向上は認められなかった。追従性眼球運動のパソコンソフト課題は、有効視野の課題に比べ、判断条件が単純であったことに加え、ソフトのレベル設定が低すぎたこともあり、トレーニング前後の差や個人の差などが表れにくかったのではないかと推察される。追従性眼球運動の場合、動体に対して常に視点を追従させているため、有効視野のような変化した場所の探索は必要なく、追従できている限りは動体の変化の認知には時間を要さない。また、追従性眼球運動は片足だけを1方向に動かすだけなので、有効視野のような右足、左足を区別しながら8方向のいずれに動作させるべきかのような複雑な判断を必要としない。つまり、追従性眼球運動の方が有効視野より、認知・判断ともに時間が短くてすむ仕組みになっている。これは両者の反応時間の差が2倍近く離れていることから用意に推察できる。また、追従性眼球運動は動体の高速移動に対して視点を追従できるかどうかを計るものであり、反応時間を計測するには不適切な課題であったと考えられる。次の実験では課題を変えて取り組みたい。

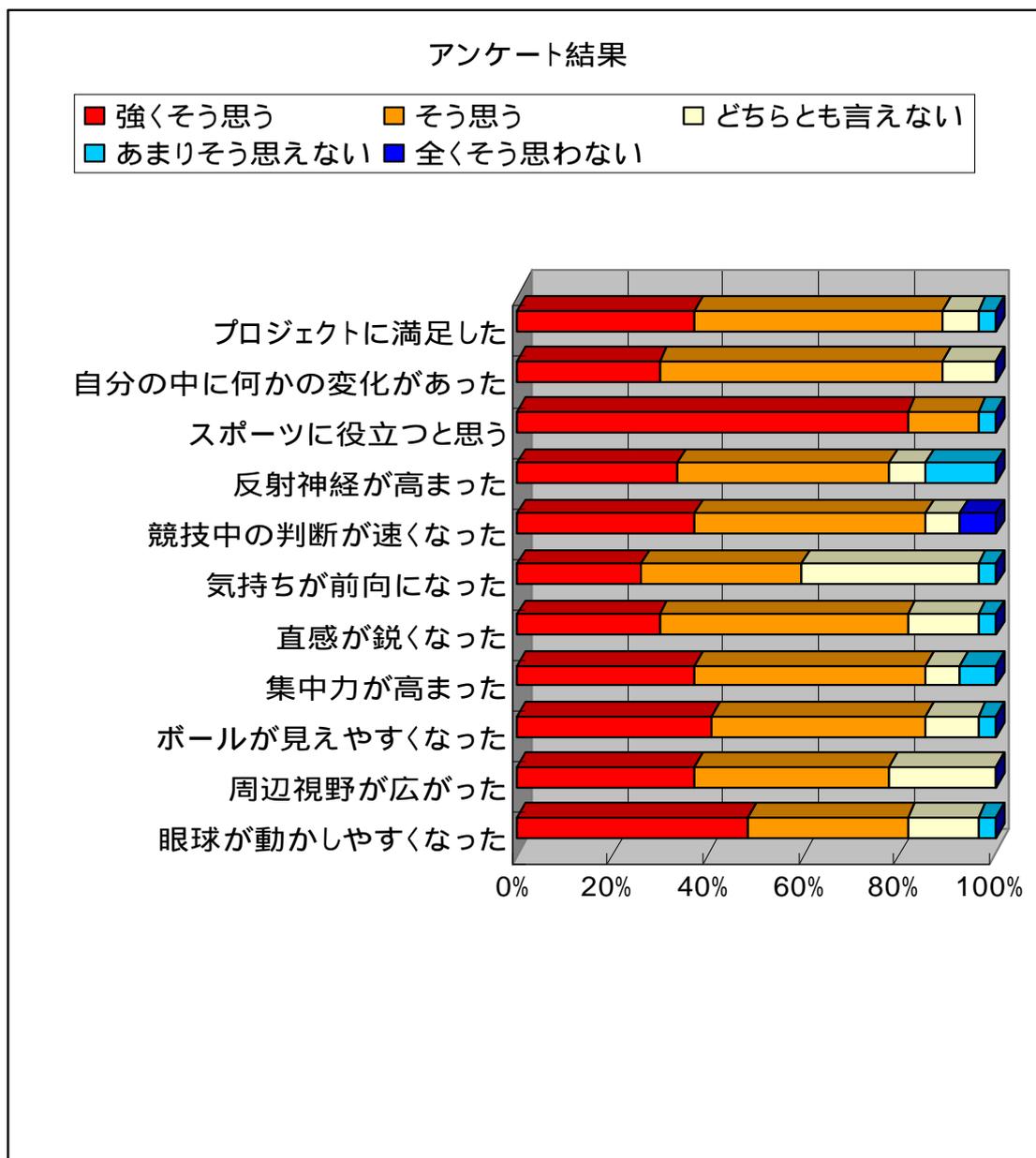
5.8. 結論

統計学的検証によって、脳に e! トレーニングにより、有効視野の視覚機能を伴う反応動作(両足八方ステップ)に必要な認知、判断の能力が向上して、全体の反応時間(認知、判断、動作の全体時間)が短縮し、その正確性についても向上した可能性が示唆された。

文献

- 1) 豊嶋 建広：動体視力トレーニングが反応時間に及ぼす影響，2006
- 2) 船渡和男：神経・筋調整機能テスト結果について，2006
- 3) 猪飼道夫，江橋慎四郎：体育の科学的基礎、東洋館出版社，1965.
- 4) 石河利寛：スポーツとからだ，岩波新書，1962.
- 5) 宮下充正：トレーニングの科学的基礎，ブックハウス HD，1993.
- 6) 東京都立大学体力標準値研究会：新・日本人の体力標準値 2000，不昧堂出版，2000.

6. アンケート結果（定性的データの分析）



プロジェクトの満足度は高く約 89%のモニターが満足したと回答した。これは 96%のモニターが「スポーツに役立つと思う」と回答したことから裏付けられる。なお、他の項目についてもおおよそ 80%前後の割合で実感を得ているようである。定性的なデータの上でも、モニターのスポーツ能力向上に一定の貢献ができたと推察できる。

7. まとめ

本プロジェクトでは、統計学的検証により、本トレーニングが脳の活性化をもたらし、視覚認知を向上させ、情報処理速度、注意・集中力を高め、反応動作速度の向上に効果があることが示唆された。これらの能力はいずれも、視覚認知を必要とするスポーツには必要な能力であるがゆえ、モニターのスポーツ能力向上に貢献できるものと期待できる。

また、本トレーニングが有効視野の視覚機能を伴う反応動作（両足八方ステップ）に必要な認知、判断の能力を向上させ、その反応動作の速度および正確性の向上に貢献することが示唆された。このような広い視野を必要とする反応動作の速度や正確性の向上は、周辺状況に応じて、様々な方向に素早く的確に動かなければならない野球での守備や、サッカー、バスケットボール、バレーボールでのプレー全般、および敵の状況を広角に捉えて素早くステップワークするテニス、卓球、バドミントン、格闘技での攻防などに活かされることが期待できる。

さらに、アンケート結果においても、参加モニターの96%が、「本トレーニングは自分のやっているスポーツ競技に役立つと思う」と回答したことから、モニターのスポーツ能力向上に一定の貢献ができたものと考えられる。

ただし、本プロジェクトでは、準備期間が十分でなかったこと、対象者が少年だったこともあり、コントロール群を集めることが難しく、その分析をおこなえていないことから、科学的な信用性について十分とは言えない。これについては今後の課題として、次回以降の実験で改善に取り組みたい。

なお、本プロジェクトのモニターから継続的にトレーニングの指導を受けたいとの要望もあったことから、本プロジェクトで得たノウハウと成果をもとに「トレーニング教室」を開設し、三鷹市で継続的に運営していきたいと考えている。この活動を通して三鷹市のスポーツ振興に貢献できれば幸いである。

以上