

眼球運動トレーニングの読書への効果

Effects of Eye Movement Training on Reading

石 垣 尚 男 †

Hisao ISHIGAKI

Abstract

I studied the effects of eye movement training on reading speed through a 3-months training in moving eyes horizontally, vertically and diagonally. Subjects were seven college students. They performed these eye movements 80 times a day and 4 days a week over 3 months. The amount of exercise was raised monthly by increasing the range of eye movements.

The main results are as follows.

1. The 3-month training resulted in increased speed when reading horizontal and vertical texts.
2. Indicators of both eye movements and visual fields improved but failed to display statistical significance. However, it was surmised that the training might have improved speed of eye movement as well as perception in peripheral vision.
3. The results suggest that training may increase speed of eye movement which in turn expands perceptual span, leading to increased reading speed.

1. はじめに

外界の認知において視野は動くものの感知の役割を担っている。眼前の 1 点に視線を固定して周辺視で見ることのできる静視野の範囲は左右で約 180 度、上下約 130 度の広さがある。周辺部は中心部より動くものの感知に優れている。周辺視野の解像度（視力）は低く、色の識別に劣るが、動くものや点滅する光のような時間要素の加わった情報処理に優れている。周辺視野の働きは「何か動いた」という動くものの検出が第一義であり、いわば動くものを発見する前方位レーダーの役割である。

視野内での動きの刺激によって眼球は眼球運動反射により saccade し、遅れて頭部を移動させ対象を視力のよい中心視（網膜中心窩）でとらえ、それが何であるかを認知する。視野内で動くものを感知した場合の眼球運動は不随意であるが、随意的に動かすこともできる。

スポーツビジョン（スポーツ選手の視覚能力）において眼球運

動は重要な要因である。ボールや選手といった高速で動く対象を明視する能力である動体視力では眼球運動が主因¹⁾であり、また周囲の状況認知においても眼球運動は重要な役割を果たしている。

このため眼球運動のトレーニングはスポーツビジョントレーニングの 1 つとして紹介されることが多いが、スポーツではトレーニングにより具体的にどのような効果が期待できるのか、また効果を得るためのトレーニング方法、回数、頻度、期間について不明である。さらに、効果があるとすればそれはどのような機能向上によるものか不明である。

眼球運動トレーニングは、むしろ速読トレーニングのいわば定番である。たとえば『新書 1 冊を 15 分で読む技術』²⁾では、視野アップトレーニングとして上下、左右の●に視線を移動するトレーニングが紹介されている。

森田³⁾は眼球運動トレーニング、視野トレーニング、素早く読むことに慣れる実践トレーニングを組み合わせることで大学生を対象として速読トレーニングの効果検証を行い、眼球運動トレーニングは少なくとも 1 週間のトレーニングのみでは効果がほとん

† 愛知工業大学（豊田市）

どないと報告している。また、森田ら⁴⁾は視野拡大トレーニングは1週間で効果があったとしている。

そこでスポーツにおける具体的な効果検証の前に、眼球運動により期待される効果として読書速度を対象とした。眼球運動トレーニングが1週間で効果がないとするなら、どの程度の期間トレーニングすれば効果が出るのだろうか。

大学生8名、平均年齢55.4歳の中年女性8名、平均年齢62.4歳の高年男女12名を対象としたDSを使用した1日15分、週3回、2ヵ月半の視機能トレーニング⁵⁾では大学生は5週目で、中年では7週目、高年では9週目で有意な効果が得られている。また、平均年齢75歳の高齢者では1日15分、週4回、3ヵ月のトレーニング⁶⁾では有意な向上がなかった。これらのことから眼球運動トレーニングは長期間のトレーニングをしなければ効果が出ないのではないかと考えられる。

眼球運動トレーニングにより読書速度が向上するかを明らかにし、読書速度に関連する眼球運動の向上や周辺視野での認知がどのよう関連するか検証することが本研究の目的である。

新聞や本、雑誌を読むことはもっとも日常的な行動であり、トレーニングにより読書速度が速くなるなら有益である。読書速度という場合、単に速く読むだけでなく内容の理解が重要である。しかし、本研究において内容の理解をトレーニング効果のパラメータとすることは困難であると考え、本研究では2分間に読めた行数をパラメータとし、内容の理解は効果の対象としていない。行数の増加をもって読む速度が速くなったものとした。

2. 方法

1) 被験者

20~22歳の男子大学生14名を対象とし、トレーニング群7名、非トレーニング群7名に無作為に分けた。

2) トレーニング方法と頻度、期間

(1) 眼球運動トレーニング

トレーニングは、いつでも、どこでも、だれでもできるトレーニングとして左右の親指の爪を見る往復眼球運動とし、以下の運動を1日1回(1セット)行った。これを週4回、3ヵ月継続した。1ヵ月ごとに負荷を強くした。

1ヵ月目

- ・腕を伸ばし、肩幅の広さに左右の親指を立て1秒1往復のテンポで爪に焦点を合わせて20往復
- ・親指を横にして上下に45cm幅に広げ、1秒1往復のテンポで20往復
- ・右親指を斜め上、左親指を斜め下に50cmの距離にし、1秒1往復のテンポで20往復
- ・左親指を斜め上、右親指を斜め下に50cmの距離にし、1秒1往復のテンポで20往復

2ヵ月目

両手(親指)の幅を1ヵ月目の1.5倍として同じ運動を同回数行った。

3ヵ月目

両手(親指)の幅を1ヵ月目の2倍として同じ運動を同回数行った。



上記のように1日の負荷は80回の眼球往復運動である。トレーニングは自宅で行い、場所は曜日、時間は任意とした。眼球を速く動かすことより、爪に焦点をあて、爪がはっきり見える動作の

正確性を優先させた(写真)。

(2) 効果指標測定

A: 読書速度の測定

2分間で読めた行数を測定した。目読により日頃の読む速度で読ませた。

縦書きは「マネーボール」、マイケル・ルイス著、中山宥 訳、ランダムハウス講談社、p28-31。

横書きは「身体運動学 知覚・認知からのメッセージ」、樋口貴広、森岡 周著、三輪書店、p40-42。

B: 眼球運動の速さをパラメータとする測定

B-1 SPEESIONによる眼球運動測定

市販ソフト「SPEESION」(Asics)の「眼球運動」を使用した。12インチのPC画面の9カ所に連続して出現するターゲットを眼球運動だけで追ひ、●と■の識別によりランクを決定するものである。被験者と画面の距離は40cmである。頭が動かないようにアゴ台を使用した。3回行い平均値を用いた。

B-2 眼球移動時間

自作ソフトを使用した。12インチのPC画面の左側に1桁の数字が50msec提示され、次に右側に1桁の数字が50msec提示される。2つの数字の距離は16cmである。被験者は左の数字を認知した後、ただちに右の数字を認知し、左の数字、右の数字の順で入力する。開始は2つの数字の提示間隔は500msecであるが、2つの数字を正解すると次の提示時間間隔は短くなり、不正解の場合は長くなる。これを20回繰り返し、20回目の提示時間間隔(msec単位)を被験者のパラメータとするものである。被験者



は左の数字を認知したらただちに右へ眼球を動かさなければならないことから、眼球を左から右に移動させる速さを測定することができる。上・下・右・左の移動を測定できるが左→右で

眼球運動を代表させた。被験者と画面の距離は40 cmである。被験者の頭が動かないようにアゴ台を使用した。3 回行い平均値を用いた (写真)

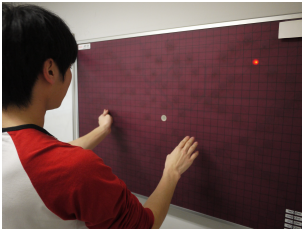
C: 周辺視野の認知をパラメータとする測定

C-1 ナンバークリック

12 寸の PC 画面に①~⑩の数字がランダムな位置に提示され、被験者は①から順にマウスでクリックしてその数字を消す。⑩をクリックするまでの所要時間を秒単位で小数点以下 2 桁まで表示する。眼球運動により画面内の数字を探す際、周辺視での認知を必要とすると考え採用した。3 回行い平均値を用いた。

C-2 眼一手の協応動作

AS-24 Sports Vision (Kowa) の FF60 モードを使用した。120cm×80cm のパネルに直径 3cm のライト (視標) がランダム



な位置に 60 個点灯する。被験者はライトを指先でタッチして消していくもので、60 個消し終わるまでの時間をパラメータとした。2 回行い平均値を用いた。スポーツビジョンの測定やトレーニングではこの装置は眼一手の協応動作として使用されている。

点灯を認知してから手で反応する反応要素よりも、反応の前提である点灯そのものの認知の良否、とくに周辺部に出た視標が認知できるかが時間に影響する。周辺視野での認知の向上は、見える範囲 (視野) の拡大を示唆する (写真)

(3)測定回数

トレーニング群は、トレーニング前とトレーニング期間の中間、トレーニング終了後の 3 回、上記測定を行った。非トレーニング群もトレーニング群と同時期に 3 回行った。

(4)アンケート

トレーニング群には中間、終了の測定後、トレーニング効果などについてのアンケート (聞き取り) を行った。

3 結果

3)-1 読書速度

表 1 は各項目の平均と標準偏差である。図 1~2 に結果を図示した。統計検定は各群ごとに一元配置分散分析を行い、下位検定は Tukey 法を用い有意水準を 5%未満とした。

3 ヶ月のトレーニングの結果、縦書き、および横書きの行数は有意に増加した。1 ヶ月半で縦書きは 20%、横書き 11%、3 ヶ月で縦書き 56%、横書きは 46%速くなった。

縦書き、横書きともトレーニング前と 1 ヶ月半、および終了後との間に有意な差があったことから 3 ヶ月間の眼球運動トレーニングによって縦書き、横書きとも読む速度が速くなることを示した。トレーニングを開始して 1 ヶ月半で文章を読む速度が速くなり、その後も継続することでさらに速くなることを示している。非トレーニング群には有意な向上がなかったことから、トレーニング群の読書速度の向上は眼球運動トレーニングの効果とみなされる。

表 1 トレーニング群と非トレーニング群の比較

			縦書き	横書き	SPEESION	眼球移動時	ナンバーク	眼-手の協
			行数	行数	ランク	間	リック	応動作
						msec	sec	sec
ト レ ー ニ ン グ 群	トレーニング前	平均	28.4	29.9	4.8	185.1	16.7	37.1
		SD	6.5	7.5	1.1	35.1	1.5	4.4
	トレーニング中間	平均	34.1	33.3	5.6	190.5	16.3	36.4
		SD	7.0	6.3	1.0	19.2	2.2	3.3
	トレーニング後	平均	44.4	43.6	5.5	168.0	15.6	34.4
		SD	7.9	9.6	1.4	29.9	1.8	3.2
非 ト レ ー ニ ン グ 群	1回目	平均	40.0	38.9	5.4	170.0	15.0	33.5
		SD	10.0	8.8	0.9	12.1	0.9	1.8
	2回目	平均	35.1	35.6	5.4	157.6	15.7	33.4
		SD	7.0	6.3	1.2	19.3	0.9	1.2
	3回目	平均	36.9	33.9	5.8	165.1	15.4	33.4
		SD	6.7	7.1	1.0	25.6	1.1	2.1

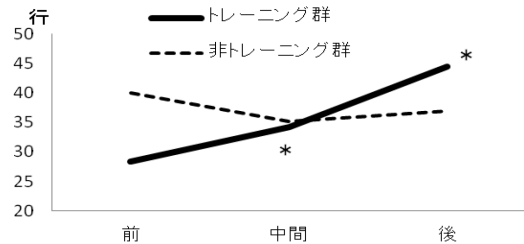


図 1 読めた行数(縦書き) * p < 0.5

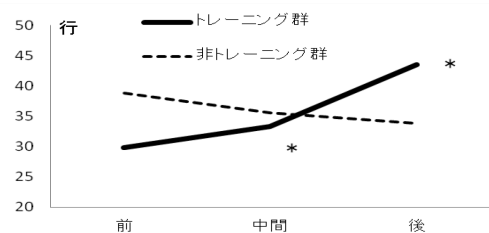
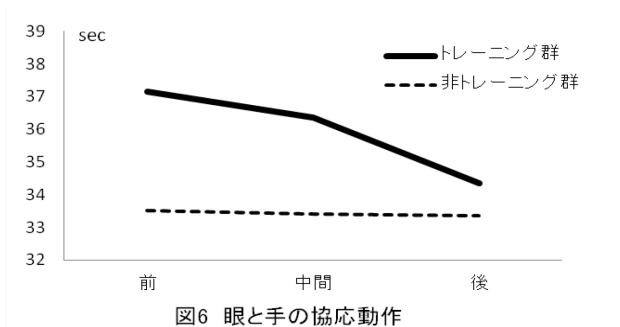
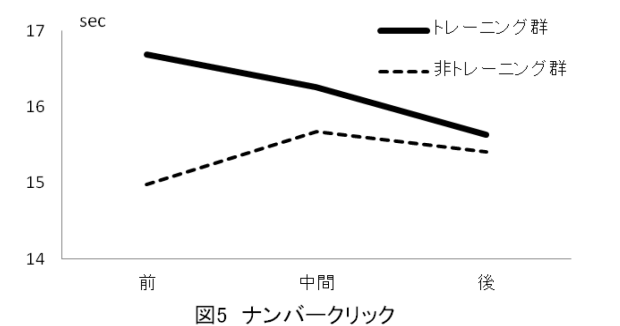
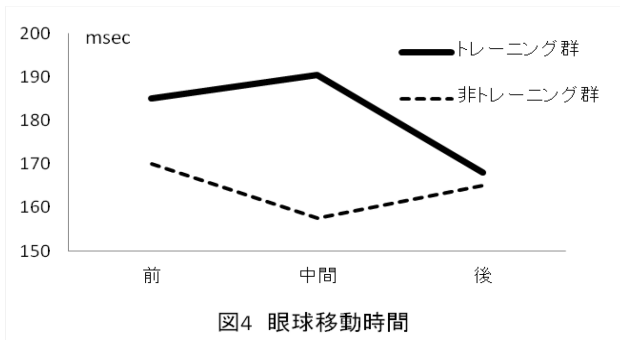
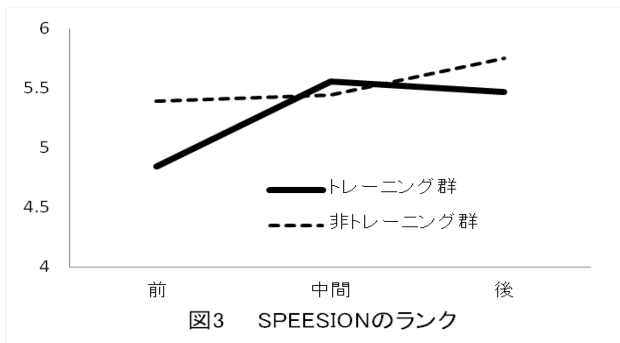


図 2 読めた行数(横書き) * p < 0.5

3)-2 効果指標の結果

効果指標として測定した 4 項目のすべてにおいてトレーニング群は向上していたが統計的に有意ではなかった (図 3~図 6)。しかし、有意ではなかったもののトレーニングがこれらの項目を向上させる可能性を示唆している。非トレーニング群の向上はほとんどなかった。



4. 考察

3 ヶ月間の眼球運動トレーニングで縦書きと横書きの読書速度が速くなった。1 ヶ月半で有意な向上があったことから、1 日 1 セット 80 回の眼球運動を週 4 回の頻度で行うことで読書速度が速くなることを示した。3 ヶ月のトレーニング後はさらに向上していることから、継続することでさらに向上するものと思われる。

読書速度の向上がどのような能力の向上によるものか効果指標を設定した。眼球を動かす速さの指標となる SPEESION と眼球移

動運動はともに向上したが有意ではなかった。しかし、眼球を動かす速度は速くなった可能性がある。

また周辺視野の認知の指標となるナンバークリックと眼一手の協応動作においても、ともに向上したが有意ではなかった。周辺での認知も向上している可能性があり、周辺で認知できる範囲が拡大していることが推測される。

トレーニング中間、終了後のアンケート（聞き取り）結果は眼球を動かす速度が速くなっていること、周辺での認知が向上していることを示唆するものとなっている。感じたことを自由に述べたものをまとめた。

1 ヶ月半

- ・眼球移動時間が速くなったように感じる
- ・本を読む速度が速くなったように感じる
- ・眼一手の協応動作が速くなったように感じる
- ・眼一手の協応動作で周辺が見やすくなった気がする

終了後

- ・読んでいるときパツツ、パツツと文字が入ってくる感じがする
- ・読むというより頭で読んでいる感じがする
- ・1 文字ずつでなく、塊として入ってくる
- ・脳に直接入ってくる感じ
- ・縦読みが速くなった気がする
- ・1 文字ずつ読んでいるつもりでも、次の文字も自然に入ってくる
- ・縦書きで上に戻るのが速くなった気がする
- ・車の運転で、前を向いていても左の方に意識が向いているように感じる
- ・車の運転で視界が広がって、危険察知、歩行者などがわかる
- ・今までの日常生活で見なかったところに眼がいき、そこにあったのかと気づく
- ・SPEESION がやりやすくなった
- ・SPEESION が苦手だったが、眼の動きが速くなった気がする
- ・眼一手の協応動作で端の方で光ったのがわかる気がする
- ・眼一手の協応動作で見える範囲が広がった気がする
- ・視界が広がったことを眼一手の協応動作で感じる（7 名全員）

これらを 2 つにまとめると以下である。

1) 中間より 3 ヶ月終了後の感想が多い。これは中間（1 ヶ月半）からさらに継続したことでより効果を感じたためと思われる。

2) 眼球の動きが速くなっていること、視野が拡大していることを具体的に表現している。

読書における眼球運動⁷⁾は saccade と停留の繰り返してであり、

停留ごとに把握できる範囲（文字数）が認知範囲である。文章を読むときに文章が塊で入ってくるという感想は、認知範囲が拡大していることを推測させる。被験者全員が眼一手の協応動作で視野が広がったことを感じるとしているように、トレーニング前には感覚できなかったパネル周辺の点灯がトレーニングによって感覚できるようになったとしていることから、視野が拡大したことを示唆している。

読書においては文章を読む際、停留時に把握できる文字数が増え、その結果、読書速度が速くなったのではないかと考えられる。眼球の動きが速くなったという感想は停留点と停留点の幅が広がっている、つまり停留回数が減っていることも示唆している。

本研究の1日80回、週4回、3ヵ月という条件では読書速度が速くなる結果となったが、認知範囲の拡大や停留回数の減少は推測である。今後、読書速度が速くなった理由がこれらによるものかを注視点解析装置で明らかにする必要がある。また、今回は対象は大学生であった。中高年でも同様にトレーニング効果があるのかなど、中高年を対象としたトレーニング効果の研究が必要である。

5. 要約

大学生14名を対象に7名をトレーニング群、7名を非トレーニング群とし、トレーニング群は1日80回の往復眼球運動を週4回の頻度で、3ヵ月間継続し以下の知見を得た。

1) 縦書き、横書きの文章とも、読む速度は1ヵ月半のトレーニングで有意に速くなった。3ヵ月のトレーニングの継続でさらに速くなった。

2) その効果の裏付けとなる眼球運動の速度、および周辺視野での認知を示すいずれの指標も向上していたが、統計的に有意な向上ではなかった。

3) 被験者のアンケートはトレーニングにより眼球運動が速くなること、視野が拡大することを示唆した。

4) トレーニングにより文章を読む際の認知範囲の拡大、停留回数減少により読書速度が速くなったものと推測した。

参考文献

- 1) Reading, V. : Analysis of eye movement responses and dynamic visual acuity. *Pflugers Arch.* 333 : 27-34, 1970.
- 2) 井田 彰「新書1冊を15分で読む技術」, 祥伝社, 東京, 2009.
- 3) 森田愛子「大学生における速読トレーニングの効果の検証」, 広島大学心理学研究, 第9号, 159-170, 2009.
- 4) 森田愛子, 石橋菜名, 小川咲子, 澤 成都子, 馬場昇平, 宮岡萌実「大学生における速読トレーニングの効果の検証 —視野拡大トレーニングが効果的なのか—」, 広島大学心理学研究, 第10号, 61-70, 2010.
- 5) 石垣尚男「ゲーム機を使用した年代別のビジュアルトレーニング効果」, 愛知工業大学研究報告, 第45号B, 2010.
- 6) 石垣尚男「高齢者の視機能トレーニングによる日常生活行動の改善」, 愛知工業大学研究報告紀要, 第46号B, 2011.
- 7) 斎田真也「速読と眼球運動」, *The Japanese of Psychonomic Science*, 23, 1, 64-69, 2004.

(受理 平成25年3月19日)