

概説：高齢者の視機能とトレーニング効果

Overview: Visual Functions of the Elderly and Effects of Training

石 垣 尚 男 †

Hisao ISHIGAKI

Summary

This section outlines the study that the author conducted on visual functions and effect of training visual functions of the elderly. A series of studies revealed the following:

1. The elderly had poorer results than elementary school children with dynamic visual acuity, eye movement and effective visual field. Velocity anticipation was similar between elderly people and elementary school children.
2. Significant individual differences were observed among the elderly for visual functions.
3. Visual functions of the elderly improved with training. Three months of training improved the performance levels by approximately 10 percent.
4. Speed of reading was improved with training of visual functions. Furthermore, ability to balance was improved by this training.
5. Training of visual functions for the elderly has a beneficial effect on daily living activities.

概説にあたり

国は高齢者を 65 歳以上としているので筆者はすでに高齢者の域である。筆者の研究領域は視覚機能（以下、視機能）であるが、自身が高齢者となった現在、果たして視機能が衰えているのかわからない。若者と同じとは思えないが、高齢者の領域なのかわからない。体力なら簡単に比較できるが、感覚なので他者がどのように感覚しているかはわからない。「痛い」という他者の痛みを自分の尺度で測ることができないように見ることも同様である。例えば新幹線の車窓から通過する駅名が読める人もいる。筆者は読めないで読める人の能力に驚く。

視機能の中で視力は標準化された測定法が確立している。しかし、動体視力、眼球運動などの視機能を簡単に測定することはできない。まして加齢にともなう発達と減衰はこれまで明確ではなかった。そこで筆者は簡単に視機能を測ることができる測定法を開発し、それを用いた発達と減衰の加齢影響を研究の一つとして行ってきた。もとより、この分野にはさまざまな測定法があり優れた研究があるが、簡便な測定法ではあるが、視機能がどの頃に発達し、どのように減衰するかをある程度明らかにすることができた。

これらの研究から高齢者の能力は若年者に比べて低く、小学生と同じかそれより低いことがわかった。また、個人差も大きく高齢者でも高い能力の人もいて一概に高齢者とくることができないことも明らかになった。

さらに筆者は高齢者の視機能をトレーニングして能力が向上するか、向上によって日常生活行動が改善するかを明らかにすることも研究の一つとしてきた。平均 75 歳の高齢者でも能力は 10%程度向上し、それにともない日常生活にプラス効果があることが明らかになった。筆者の研究活動のまとめとして筆者の研究で得られた視機能の加齢影響、および高齢者の視機能のトレーニングとそれが日常生活行動におよぼす効果について概説する。論文は末尾に示した。

I 高齢者の視機能

1. DVA 動体視力

日本の動体視力の概念には 2 つあり、それぞれ異なる測定法を採用している。欧米では Dynamic Visual Acuity（以下、DVA）であり、日本独自の Kinetic Visual Acuity (KVA) は国外では研究対象ではない。日本には DVA を測定する装置がなかったので自作した。視力値で 0.025 に相当するランドルト環を左から右に水平に動かし、ランドルト環の方向が識別できたときの角速度を DVA のパラメータとした¹⁾。この装置で 5 歳から 92 歳までの男女 826 名（男性 433 名、女性 393 名）を測定した結果が図 1 である。

DVA は 5 歳から 15 歳頃までの身体の発育期に急速に発達している。特に 5 歳～10 歳での発達が顕著である。DVA は 15～20 歳でピークに達し、その後、加齢とともに徐々に低下している。男女でわずかに性差があり、各年代とも男性の方がややよい。高齢者の DVA はピーク時の約 2/3 であ

† 愛知工業大学（豊田市）

る。これは高齢者には 15~20 歳頃の人が識別できる速度を 2/3 に落さなければ識別できないことを示唆している。

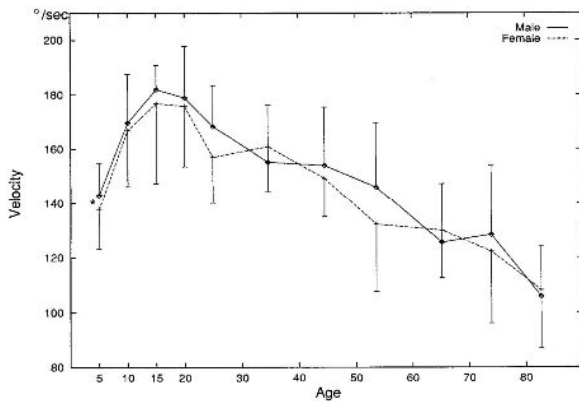


図 1 DVA 動体視力の加齢影響と性差

2. 眼球運動

モニター画面の 9 カ所に■と●がランダムに提示されるので、被験者は眼球運動のみで●の位置を識別する方法で眼球運動を測定した²⁾。識別できた正解率を得点化しパラメータとした。図 2 はこの方法で 7 歳から 91 歳の男女 257 名 (男性 132 名, 女性 125 名) を測定した結果である³⁾。

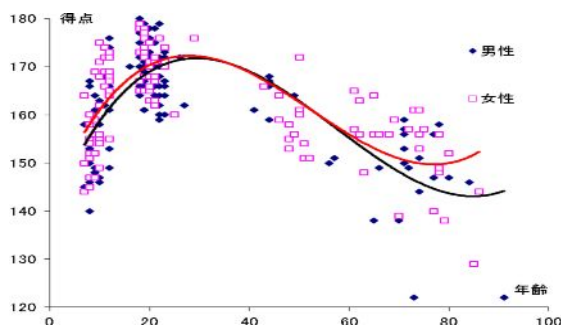


図 2 眼球運動の加齢影響

眼球運動も 20 歳ごろがピークで以降、加齢に伴い能力は低下している。高齢者では平均的には小学生より低い個人差が大きい。

3. 有効視野

モニター画面の中央に 1 桁の数字が 250msec 提示され、同時に 8 方向に放射状に▲が提示される。8 方向には 2 カ所に●が混入しているので被験者は中央の数字と●のあった 2 方向を回答するものである²⁾。有効視野を画面の中心を注視しながら同時に周辺も認知する能力をとして測定した。この方法で 8 歳から 91 歳までの男女 405 名 (男性 226 名, 女性 179 名) を測定した⁴⁾。

図 3 は有効視野の広さを相対的に表示したものである。有効視野は成長とともに次第に広くなり 18~30 歳の青年期がもっとも広い。31~64 歳の中年期では小学生より狭く、高齢者では極端に狭い。高齢者では視野の中心を注視すると周辺で認知できる範囲が極端に狭くなることを示している。

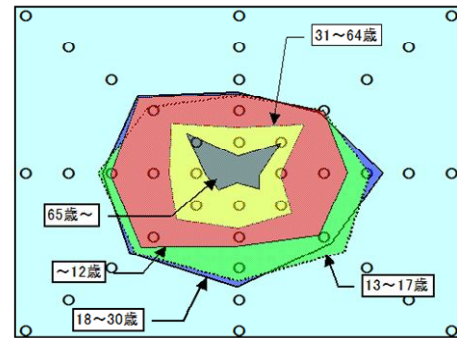


図 3 有効視野の年代別相対的变化

4. 速度見越し

モニター画面を右から左へ●が移動する。●はモニター上の遮蔽板に隠れる。被験者は遮蔽板の端に設置してある縦棒に一致したと思うタイミングでキーを押す。誤差時間を 1/1000sec 単位で計測するものである⁵⁾。被験者は●の移動をもとに遮蔽板に隠れて移動する●の位置を見越し、棒に一致するタイミングでキーを押す。誤差 0msec を基準として尚早、遅延反応になる。

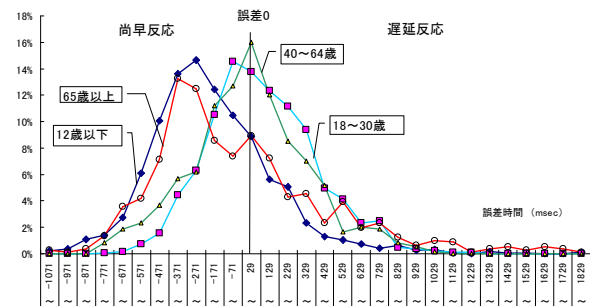


図 4 年代別の速度見越しの誤差時間

図 4 は 8 歳から 92 歳までの 268 名 (男性 141 名, 女性 127 名) の結果である。誤差 0msec を基準に尚早反応、遅延反応で示した。18~30 歳の若年者、40 歳~64 歳の中年は誤差 0msec を基準として尚早、遅延ともほぼ均等に分布しているが、高齢者では尚早反応であり、12 歳以下の小学生とほぼ同様な結果であった。なぜ高齢者と子どもが尚早反応なのか理由は不明であるが、測定条件からすれば●の移動を速く感じている、あるいは自身の反応が遅いの見越して早めに押してしまうのかもしれない。

上記のように高齢者の視覚機能といっても一様ではない。DVA 動体視力、有効視野、眼球運動の能力は小学生より低い、速度見越しは小学生とほぼ同じである。

II 高齢者の視機能のトレーニング効果

5. トレーニングによる読みの速度の改善

平均年齢 74.9 歳±2.5 歳の高齢者 30 名 (男性 12 名, 女性 18 名) を週 2 回トレーニング群 13 名 (以下, 週 2 回

群), 週 4 回トレーニング群 12 名 (週 4 回群), およびコントロール群 5 名にわけた⁶⁾. 視機能の測定にはニンテンドーDS「見る力を実践で鍛える DS 眼力トレーニング」を使用し, ナンバータッチ, 上下 C, トリプル C の 3 つをトレーニングとして用いた. トレーニングは 1 日 15 分, 週 2 回ないし 4 回であり, これを 3 ヶ月継続した.

読みの速度として『体温を上げると健康になる』(サンマーク出版)の p 85-87 を A4 サイズに拡大したものを黙読により 120 秒で読める行数とした. さらに有効視野²⁾も測定した.

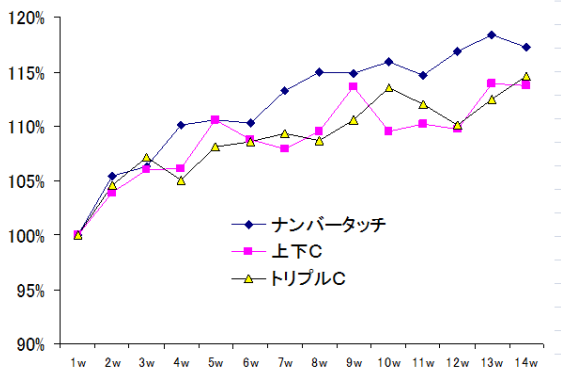


図 5 週 2 回群のトレーニング効果

図 5 は週 2 回群の 3 ヶ月のトレーニング効果である. 図のようにトレーニングの経過とともに能力が向上している. 第 2 週を基準とした場合, おおむね 10% の効果であった. 週 4 回群も向上していたが週 2 回群とは有意な差がなかった. 高齢者ではトレーニング頻度の影響はないのかもしれない.

トレーニングの結果, 週 2 回群, 4 回群とも読書速度は速くなったが有意差はなかった. この結果からはトレーニングで読書速度が速くなるか結論は出なかった. 有効視野は両群とも有意に向上し, 有効視野が広がることを示唆した. 平均年齢 75 歳の高齢者でもトレーニングにより向上することを示した.

6. トレーニングによるバランス力の改善

静的バランス保持に周辺視機能が関与していることは知られている. 高齢者の場合, 有効視野が狭いことから有効視野を広げることでバランス力が改善するのではないかと考えた.

被験者は上記 5 と異なるトレーニング群 12 名 (67.3 歳 \pm 4.1 男性 3 名, 女性 9 名), 非トレーニング群 14 名 (70.5 歳 \pm 5.4 歳 男性 7 名, 女性 7 名) である⁷⁾.

バランス力の指標として重心動揺計グラビコーダー GP-7 (アニマ社) による重心動揺を開眼で 1 分間, 30 秒休憩の後, 閉眼で 1 分間計測した. 他に開眼片足立ち, 10 m 歩行速度もパラメータとした.

表 1 トレーニング群の重心動揺

| | | 重心動揺総軌跡長(cm) | | 外周面積(c㎡) | | 左右軌跡長(cm) | | 前後軌跡長(cm) | | 開眼片足立ち (秒) | 10m歩行 (秒) |
|---------|----|--------------|-------|----------|-----|-----------|------|-----------|------|------------|-----------|
| | | 開眼 | 閉眼 | 開眼 | 閉眼 | 開眼 | 閉眼 | 開眼 | 閉眼 | | |
| トレーニング前 | 平均 | 79.1 | 97.0 | 3.0 | 2.8 | 45.6 | 53.2 | 54.3 | 69.1 | 53.8 | 7.6 |
| | SD | 20.4 | 32.0 | 1.9 | 1.7 | 15.2 | 19.7 | 14.5 | 26.6 | 42.9 | 1.1 |
| トレーニング後 | 平均 | 76.1 | 101.3 | 3.0 | 3.1 | * 41.9 | 54.1 | 53.9 | 73.4 | * 73.0 | ** 7.0 |
| | SD | 18.0 | 36.9 | 1.5 | 1.8 | 17.4 | 24.0 | 10.4 | 29.1 | 43.0 | 1.0 |

トレーニングには上記 5 と同様にニンテンドーDS「見る力を実践で鍛える DS 眼力ナンバータッチ, 上下 C, トリプル C」を用いた. トレーニング群は 1 日 3 回, 約 15 分を週 3 回の頻度で 3 ヶ月継続した. 図 6 は 3 ヶ月のトレーニング効果である. 上記 5 とほぼ同様に約 10% のトレーニング効果があった.

表 1 はトレーニング群の重心動揺の結果である. トレーニング群の開眼時の左右軌跡長のみ有意に短縮した. 左右軌跡長は被験者 12 名のうち 9 名が短縮した. 他に開眼片足立ち, 10m歩行に有意差があった. 非トレーニング群では開眼片足立ちのみが有意であり, 他の項目には有意な向上がなかった.

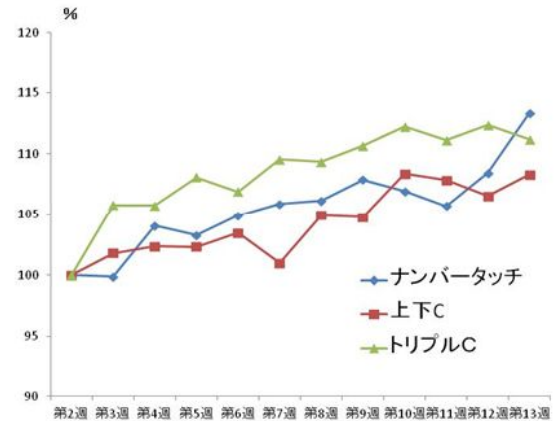


図 6 3 ヶ月間のトレーニング効果

視機能のトレーニングにより開眼時の左右への重心動揺が改善した. 閉眼ではトレーニング効果がなかったことから, 周辺視からの情報, とくに水平に関する視覚情報の受容精度が高まり, それが左右へのバランスを改善したのではないかと考えた.

7. 交互に指を見る眼球運動のトレーニングが読書速度に及ぼす効果

上記 5, 6 はゲーム機を使用したトレーニングであった. ゲーム機を使用しないで眼球運動をトレーニングすることで読書速度は速くなるかを調べた.

被験者は上記 5, 6 と異なる 67 歳~83 歳の高齢者 (平均 75.4 \pm 5.4 歳), 男性 5 名, 女性 2 名の計 7 名である⁸⁾.

トレーニングは眼球運動だけで自身の左右の指に交互に視線を向ける往復眼球運動である (写真 1). 1 セットは左右, 上下, 斜め 2 方向を各 20 回, 計 80 回であり, これを 1 日 1 回, 週 4 回, 3 ヶ月継続した. 1 ヶ月目は左右の指の幅は肩幅とし, 2 ヶ月目はその 1.5 倍, 3 ヶ月目は 2 倍の幅とした.

読書速度として縦書きは『体温を上げると健康になる』(サンマーク出版) p 78-81, 横書きは『環境問題はなぜウソがまかり通るのか』(洋泉社), p 124-126 であり, これを B4 サイズに拡大し, 黙読により 2 分間で読めた行数を測定した. また市販ソフト「SPESSION」(Asics) の「眼球運動」と「有効視野」をトレーニング期間前後で測定した.

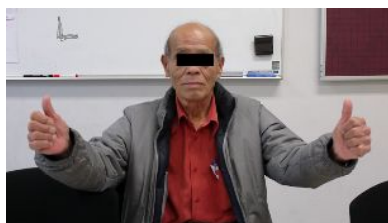


写真1 トレーニング方法

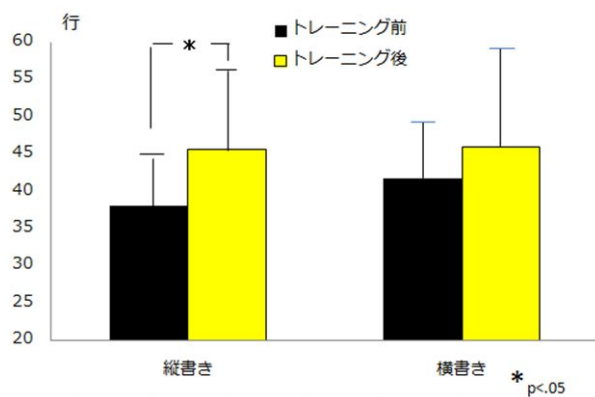


図7 トレーニングによる読書速度の変化

図7は読書速度の効果である。3ヵ月間のトレーニングにより縦書き、横書きとも読書速度は速くなった。縦書きは有意に速くなった。横書きは有意ではなかった。

また、眼球運動、有効視野とも向上したが、眼球運動のみ有意であった。これらのことから自身の指を交互に見る眼球運動トレーニングにより高齢者の読書速度は速くなり、特に縦書きを読むのが速くなった。その理由として眼球が速く動くようになるためではないかと考えた。

Ⅲ まとめ

筆者の行ってきた高齢者の視機能とトレーニング効果をまとめた。高齢者の視覚機能ではDVA動体視力、眼球運動、有効視野の能力は小学生より低いという結果であった。速度見越しは小学生とほぼ同じである。視力はメガネをつくるなどでしばしば測定する機会があり、衰えの自覚もできる。

一連の研究にあたって感じたことは高齢者には自身の能力が低下しているという自覚がないことである。本研究での視機能は20歳ごろがピークであるが、それから50年近くあるいはそれ以上経過しているので衰えたという自覚がないのは当然かもしれない。昨日と今日に違いがなければ変化に気づかないからであるが、50年という長期間で見れば小学生、ないしは以下にまで低下している。

体力が衰えるように高齢者になれば視機能も衰えるのは加齢にともなう自然な現象である。しかし、高齢者には低下を少しでも緩やかにしたい、あるいは今より向上させたいという願望もある。

トレーニングで高齢者の視機能は向上し日常生活行動が改善することが明らかになった。ゲーム機を使用したトレーニングでは視機能は3ヵ月で約10%向上し、それに伴い読書速度が速くなり、さらにバランス力の改善もあった。ゲーム機を使用しないで自身の指を交互に見る眼球運動でも眼球を動かすスピードが速くなり読書速度が速くなった。

これらの結果から、高齢者であってもトレーニングにより視機能は改善すること、またそれに伴い日常生活にプラス効果をもたらすと言えるであろう。一連の研究は週2~4回を3ヵ月継続するというものである。被験者は協力的なボランティアであり、研究目的だったので効果があったとも言える。トレーニングを継続できれば効果は期待できるが、この結果を一般化するにはいかに継続するかが課題となる。継続するにはトレーニング自体が楽しい内容であること、また短期間で効果があがる回数、頻度などを検討する必要がある。

文献

- 1) Ishigaki, H. and Miyao, M: Implications for dynamic visual acuity with changes in age and sex. *Perceptual and Motor Skills*. 78, 363-369, 1994.
- 2) 石垣尚男: スポーツビジョンのトレーニング効果, 愛知工業大学研究報告, 第37号B, pp207-214, 2002.
- 3) 吉井 泉, 石垣尚男: 眼球運動の加齢影響と性差, 日本体育学会第50回記念大会抄録集, pp329, 1999.
- 4) 吉井 泉, 石垣尚男: 有効視野の加齢影響と性差, 日本スポーツ心理学会第26回抄録集, p60-61, 1999.
- 5) 石垣尚男, 吉井 泉: 速度見越しの移動方向の違いと加齢影響及び性差, 日本スポーツ心理学会第26回抄録集, p62-63, 1999.
- 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) 石垣尚男, 吉井 泉, 長谷川辰男: 高齢者の視機能トレーニングによるバランス力の改善, 愛知工業大学研究報告, 第47号B, 2012.
- 8) 石垣尚男, 吉井泉, 長谷川辰男: 高齢者の眼球運動トレーニングの読書への効果, 愛知工業大学研究報告, 第49号B, 2014.

(受理 平成 28 年 3 月 19 日)