

平成17年度「あすのまち・三鷹」実証実験プロジェクト

## e ビジョントレーニングプロジェクト

-動体視力トレーニングによる中高年世代の健康促進サポート-

# 成果報告書

株式会社アファン  
「あすのまち・三鷹」推進協議会

## 目次

<b>1. はじめに</b> .....	<b>4</b>
<b>2. プロジェクトの概要</b> .....	<b>5</b>
2.1. プロジェクトの目的.....	5
2.2. プロジェクトの体制.....	6
2.3. プロジェクトの流れ.....	7
<b>3. 動体視力トレーニング</b> .....	<b>8</b>
3.1. 動体視力とは.....	8
3.2. 対象モニター（被験者）.....	9
3.3. 実験期間.....	9
3.4. 動体視力トレーニング方法.....	9
3.5. 動体視力トレーニングソフトにおける到達レベル状況 .....	15
3.6. アンケート結果 .....	18
<b>4. 動体視力トレーニングが反応時間に及ぼす影響</b> .....	<b>20</b>
4.1. はじめに.....	20
4.2. 目的 .....	23
4.3. 方法 .....	23
4.4. 結果 .....	27
4.5. 考察 .....	31
4.6. まとめ .....	32
<b>5. 神経・筋調整機能テスト結果について</b> .....	<b>33</b>
5.1. はじめに.....	34
5.2. MFTバランステスト.....	34
5.2.1. 目的.....	34
5.2.2. 方法.....	34
5.2.3. 結果.....	35
5.2.4. 考察.....	37
5.3. 足圧分布測定 .....	38
5.3.1. 目的.....	38
5.3.2. 測定方法.....	38
5.3.3. 分析方法.....	38
5.3.4. 結果.....	38

5.3.5.	考察.....	39
5.4.	立位姿勢の安定性に関する測定.....	40
5.4.1.	目的.....	40
5.4.2.	方法.....	40
5.4.3.	結果.....	41
5.4.4.	考察.....	43
5.5.	まとめ.....	43
<b>6.</b>	<b>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.....</b>	<b>44</b>
6.1.	はじめに.....	44
6.2.	目的.....	44
6.3.	対象および方法.....	45
6.3.1.	対象.....	45
6.3.2.	e ビジョントレーニング内容.....	45
6.3.3.	トレーニング期間.....	45
6.3.4.	神経心理学的検査による評価.....	45
6.3.5.	統計学的解析.....	46
6.4.	結果.....	46
6.5.	考察.....	48
6.6.	結論.....	48
<b>7.</b>	<b>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</b>	
	<b>(NIRS) による計測.....</b>	<b>50</b>
7.1.	概要.....	50
7.2.	第1回実験 (2005年8月13日).....	50
7.2.1.	背景(アファンからの提案).....	50
7.2.2.	仮説.....	50
7.2.3.	実験の概要.....	50
7.2.4.	実験課題.....	51
7.2.5.	実験デザイン.....	51
7.2.6.	データ解析.....	52
7.2.7.	実験結果.....	53
7.2.8.	問題点.....	54
7.3.	第2回実験 (2005年11月26日、27日).....	54
7.3.1.	改良点.....	54
7.3.2.	目的.....	55
7.3.3.	実験課題.....	55
7.3.4.	実験デザイン.....	56

7.3.5. 実験結果と考察 .....	58
7.4. まとめ .....	65
8. まとめ.....	67

## 1. はじめに

人間は外部情報の大半を目から取り入れ、その視覚情報をもとに状況を判断して行動している。日常生活において視覚が無くなれば、歩くことですら困難な状況に陥る。視覚は五感の中でも、最も重要な感覚の一つと言えよう。

また、日常生活において我々の目に映る風景のほとんどが動画である。いったん家の外に出れば、目の前には自動車やバイク、自転車などが走り、人々が歩行している。気付けば動物や昆虫なども動きまわっている。当然これらは動画として目に映る。さらに、我々が自ら動き続ける限り、周りの景色は全て動画として目に映る。そう考えれば、むしろ、日常生活において静止物をじっと止まったまま見つめるという状況は少ないのではなかろうか。周りの風景が動画である以上、やはり動体を見分ける能力が必要である。このことから、動体視力は日常生活において極めて重要な役割を果たしていることがわかる。だからこそ、その動体視力のトレーニング法を指導することは、人々の快適な日常生活をサポートするうえで意義があると考えられる。

このたびは、三鷹市設立の「あすのまち・三鷹」推進協議会が主催する実証実験プロジェクトにより、中高年世代における動体視力トレーニングの有用性を検証する機会を得た。本プロジェクトにご参加いただいたモニターの皆様、大学教授、医師、研究員の皆様、および「あすのまち・三鷹」推進協議会の皆様にこの場をかりてお礼を申しあげたい。

平成 18 年 3 月 吉日

株式会社アフアン 代表取締役 藤川陽一

## 2. プロジェクトの概要

### 2.1. プロジェクトの目的

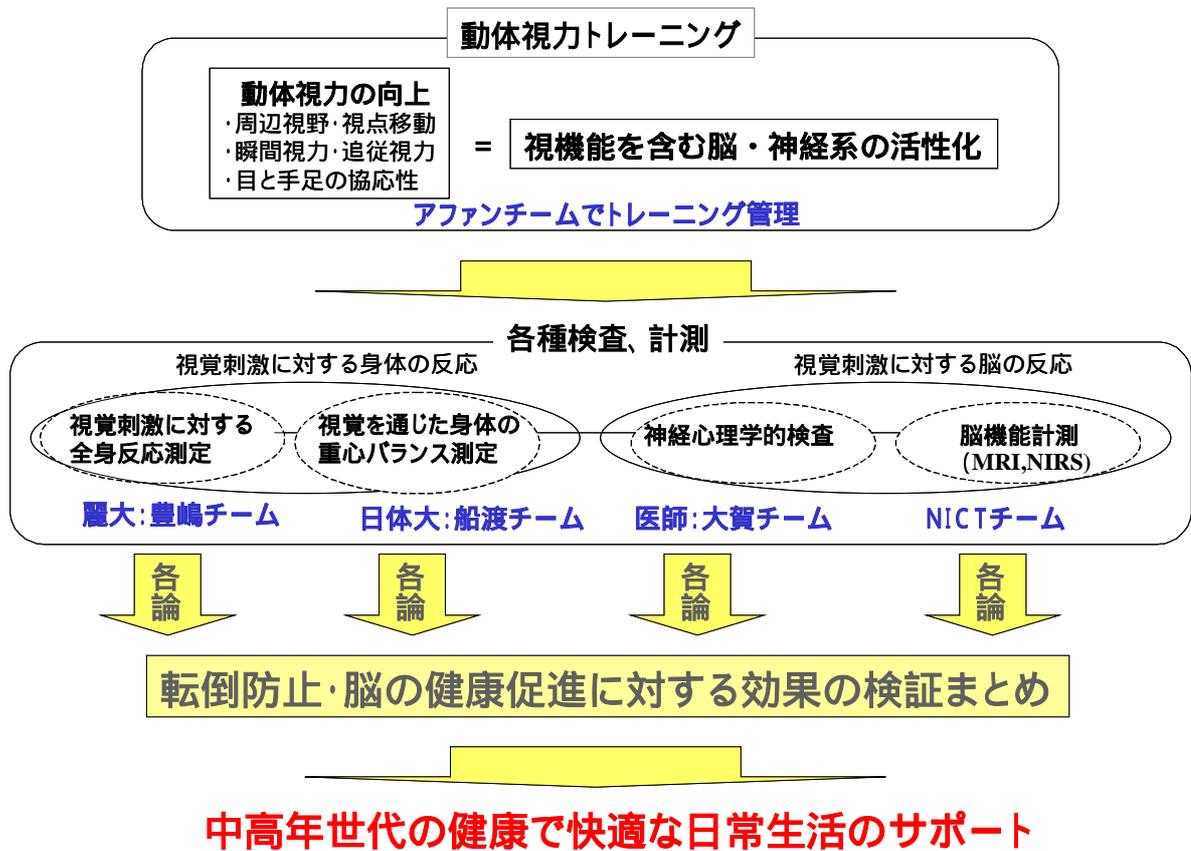
日常生活やスポーツでの反応動作は多くの場合、動体視力 反応動作によってできている。そこで本プロジェクトでは動体視力に反応動作を含めて、「動体視力」と定義付する。本プロジェクトは、日常生活における「動体視力」の重要性に光を当て、動体視力トレーニングを通じて、中高年世代のより快適で健康的な日常生活をサポートすることを目的とする。

中高年世代は全身の筋肉の衰えだけでなく、視機能を含む脳神経系の衰えからも反応動作が鈍くなり、日常生活での転倒・衝突など事故のリスクが高まる。本プロジェクトで採用する動体視力トレーニングは、視機能を含む脳神経系の様々な機能を活性化させ、全身の反応動作を機敏にする効果が期待できる。さらに、脳神経系の活性化は脳の健康増進にもつながる。このことから、動体視力トレーニングが中高年層の健康的な日常生活に大きく貢献できるものと期待している。

## 2.2. プロジェクトの体制



### 2.3. プロジェクトの流れ



### 3. 動体視力トレーニング

#### 3.1. 動体視力とは

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。

日常生活での反応動作のプロセス



日常生活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。すなわち、 入力機能、 情報処理機能、 出力機能に分解することができる。本プロジェクトでは、動体を見分けてから身体が反応するまでの以下 ~ の一連したプロセス全てを合わせて「動体視力」と定義する。

入力機能：

動体の映像情報を速く正確に収集するために、眼球(眼筋)を速く正確に動かす機能。

(検証担当：(株)アファン、NICTチーム)

情報処理機能：

動体の映像情報を脳で処理し、色・形・位置関係・数・スピードなどを認識する機能。

(検証担当：大賀研究チーム、NICTチーム、(株)アファン)

出力機能：

処理された視覚情報をもとに身体を反応させる機能。

・視覚刺激に対する全身反応(目と足の協応性)

・視覚を通じたバランスの維持・調整能力(視覚による平衡感覚)

本実証実験では、動体視力トレーニングソフト「武者視行」の手指を使った回答操作に加え、豊嶋教授考案の足を上げる運動を実施することでこれらの機能向上を目指す。

(検証担当：豊嶋研究チーム、船渡研究チーム)

### 3.2. 対象モニター（被験者）

モニターは、「あすのまち・三鷹」推進協議会が主催するeビジョン・トレーニングプロジェクトの公募に申し込んだ三鷹在住の健康な40歳以上の男女。第1回目の実験（実験1）は、（トレーニング群：男性7名、女性6名 計13名/コントロール群：男性5名、女性1名 計6名）。第2回目の実験（実験2）は（トレーニング群：男性6名、女性7名 計13名/コントロール群：男性5名 計5名）。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。

### 3.3. 実験期間

第1回目の実験（実験1）期間は、6月19日～8月6日の7週間。第2回目の実験（実験2）期間は10月2日～11月13日の6週間で実施した。

### 3.4. 動体視力トレーニング方法

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「武者視行」の使用方法を説明し、ソフト中の 周辺視野 視点移動 瞬間視力 追従視力のトレーニングを実施した。トレーニングの詳細については以下のとおり。

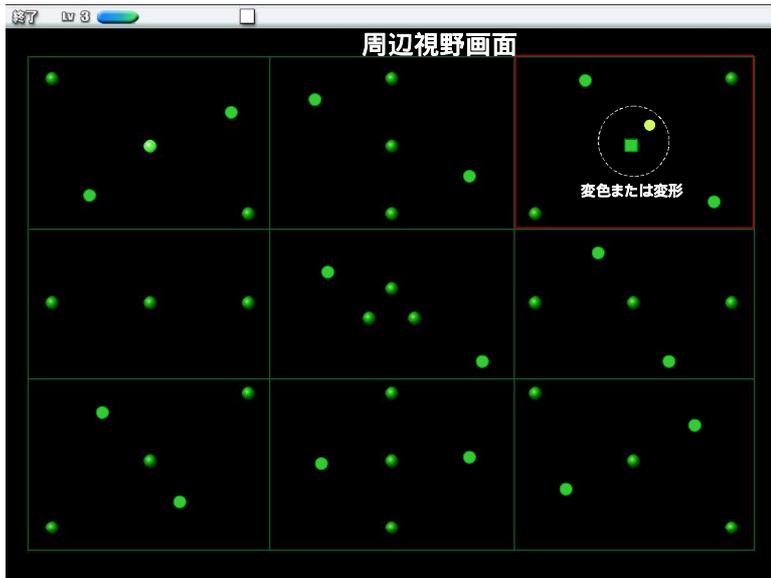
#### 周辺視野トレーニング

##### <目的>

意識的に有効視野を広げるトレーニングで、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キーで回答する。  
キーはテンキー（1～9）及びキーボード（QWEASDZXC）に対応。



### 視点移動トレーニング

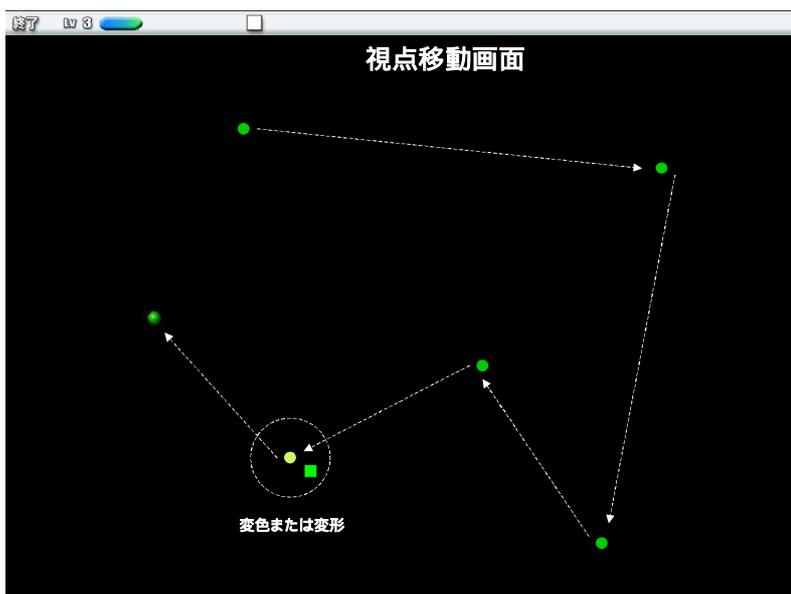
#### <目的>

眼球を素早く動かしながら、視点を移動させるトレーニング。

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。

#### <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。



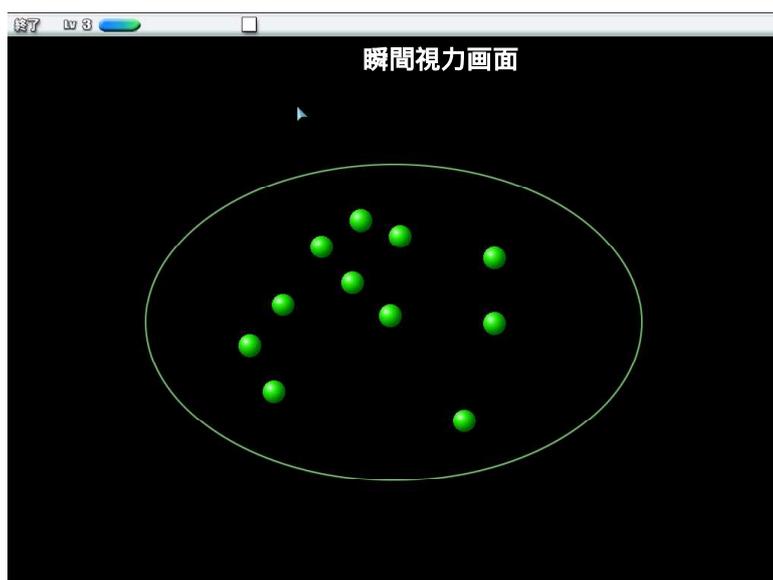
### 瞬間視力トレーニング瞬間的に全体を見るトレーニング

#### <目的>

一瞬見ただけで周囲の状況を正確に把握できるようにする。

#### <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。



### 追従視力トレーニング

#### <目的>

眼球を素早く動かしながら、動体に視点を追従させるトレーニング。

眼球を素早く正確に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。

#### <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。



### 足上げ運動（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、足を早く反応させるようにする。

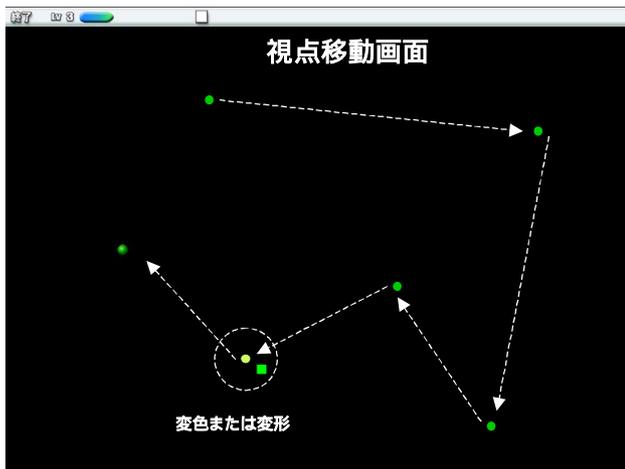
#### < トレーニングルール >

- ・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、直ぐに足を上げる。椅子に座った姿勢で大腿を引き上げながら足を地面から約5cm程度上げる。視点移動における自分の現状のレベルで実施する。この際には、視点移動のボタン操作はしない。足だけのトレーニング

## 足上げ運動の図

視点移動の画面でボールが変色した瞬間に足を上げる。

- ・右足1分
- ・左足1分
- ・両足1分



大腿を引き上げて、足を地面から5cm程度上げる

これらのトレーニングでは、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、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合計15分を1日1回、週5日のペースで6週間または7週間継続した。

- 周辺視野 トレーニング1分、テスト2分
- 視点移動 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
- 追従視力 トレーニング1分、テスト2分
- 足上げ運動 トレーニング3分

合計約15分

なお、トレーニングの際の注意事項については以下のとおり。

前に実施するまえにアルコールを摂取しない。

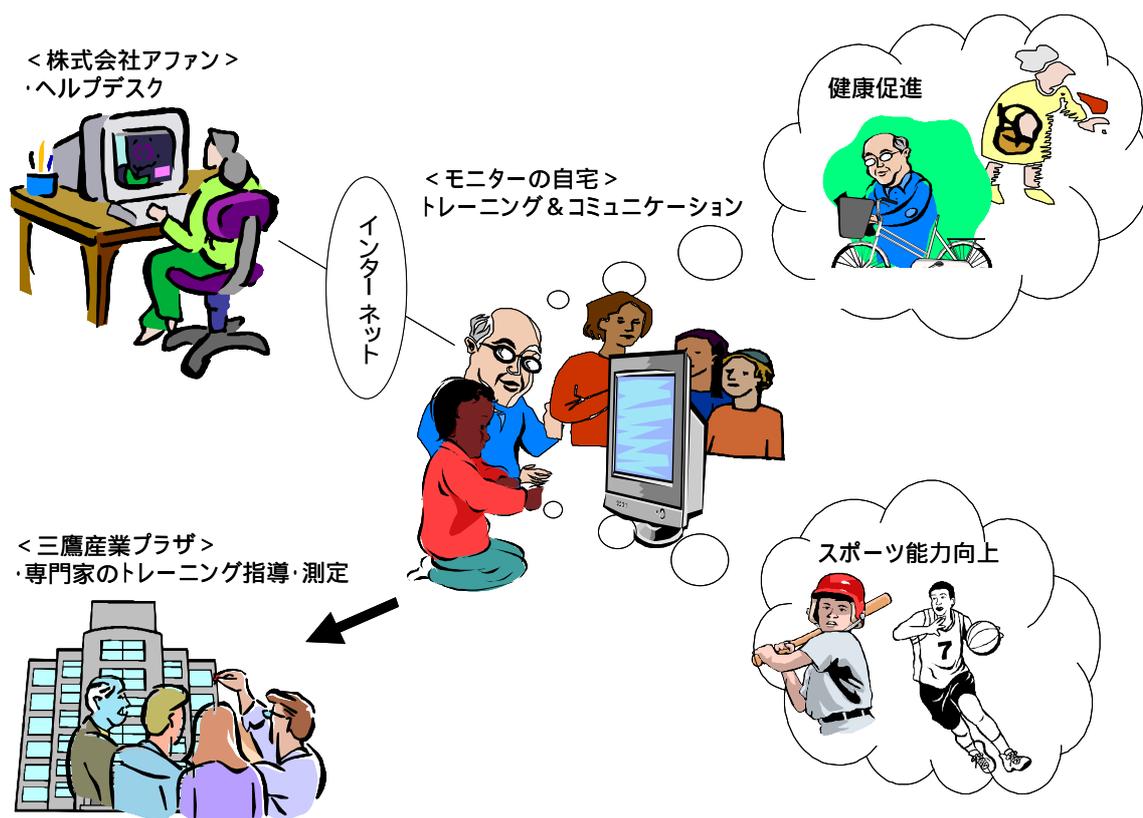
椅子に腰掛けて、背筋を伸ばした姿勢で呼吸を整えてから実施。

パソコン画面と目の距離を、12インチ画面で25cm程度、14インチで30cm、17イ

ンチで 35cm 程度にする。また、パソコン画面の中心と視線とが垂直になるよう位置を調整する。

日常でコンタクトレンズ、メガネを着用している人は着用したまま実施。

## 実験イメージ 動体視力(動体を見て反応する能力)のトレーニング



(株)アファン藤川氏による動体視力トレーニングソフト「武者視行」使用説明。



モニターのトレーニング風景

### 3.5. 動体視力トレーニングソフトにおける到達レベル状況

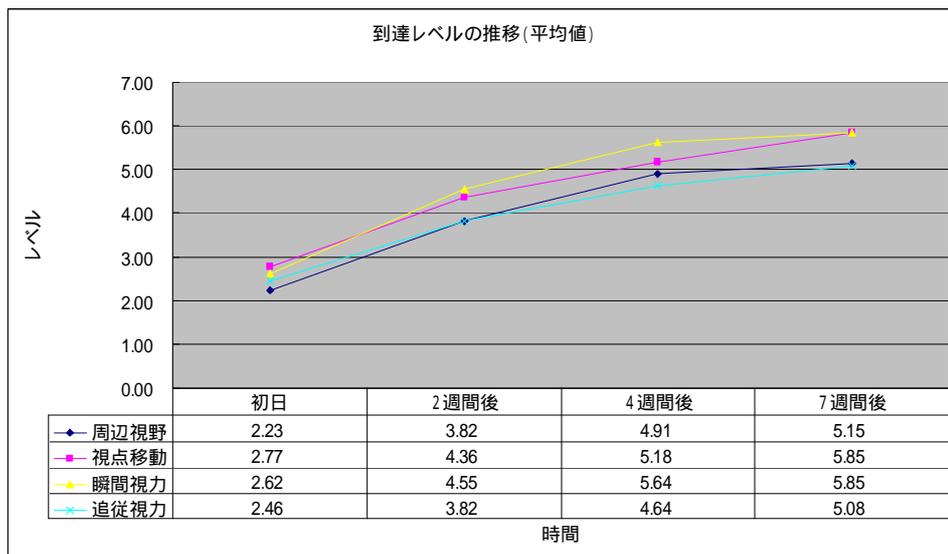
#### 実験 1 (2005.0619 -0806 実施)

#### 到達レベル数値

■ 規定のトレーニング量に達していない

モニターNO	性別	歳	初日 達成レベル				2週間後 達成レベル				4週間後 達成レベル				7週間後 達成レベル				
			周々時間	視点数	瞬時視力	達成率	周々時間	視点数	瞬時視力	達成率	周々時間	視点数	瞬時視力	達成率	周々時間	視点数	瞬時視力	達成率	
1	男	66	1	2	1	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	5	4	5
2	女	42	4	4	3	4	5	6	6	5	7	7	8	6	7	8	8	8	6
3	女	64	2	2	2	1	4	5	4	3	5	6	5	4	5	6	6	6	5
4	女	69	1	2	1	2	2	3	2	2	3	4	3	3	3	4	3	4	4
5	男	70	1	2	2	2	3	3	4	4	4	4	5	4	4	5	5	5	4
6	女	44	4	4	4	3	6	6	7	6	7	7	8	7	7	8	8	8	7
7	男	66	2	2	4	2	4	5	7	4	5	6	8	5	5	6	8	8	5
8	女	64	1	2	2	1	3	4	5	4	5	4	6	5	5	5	6	6	5
9	男	50	3	4	4	4									5	6	6	6	5
10	男	47	3	3	3	2	5	4	5	4	5	5	6	4	5	6	6	6	5
11	男	60	1	2	2	2	3	4	3	4	4	5	4	5	5	6	5	5	5
12	女	67	2	2	2	2	4	4	4	3	5	5	5	4	6	5	5	5	5
13	男	40	4	5	4	5									6	6	6	6	5
平均値			223	277	262	246	382	436	455	382	491	518	564	464	515	586	586	586	508

## 到達レベル推移



## 実験 2 (2005.10.02 -11.13 実施)

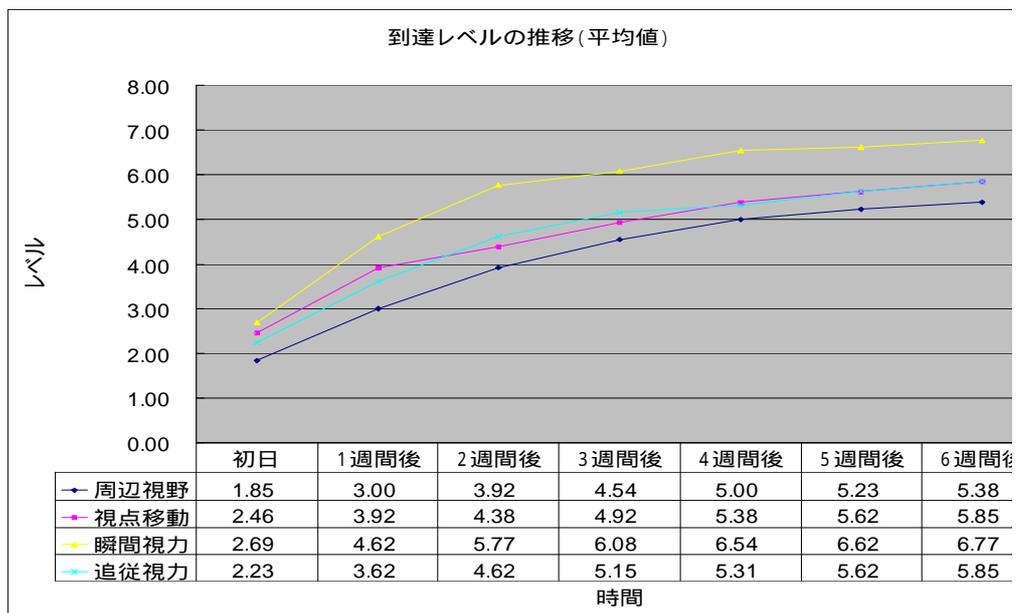
### 到達レベル数値

規定のトレーニング量に達していない人

モニターNO	性別	歳	初日 達成レベル				1週間後 達成レベル				2週間後 達成レベル			
			周辺視野	視点移動	瞬間視力	追従視力	周辺視野	視点移動	瞬間視力	追従視力	周辺視野	視点移動	瞬間視力	追従視力
1	男	44	2.00	3	5	3	2	4	8	5	3	4	9	6
2	女	69	1.00	2	2	1	2	3	3	2	3	3	6	4
3	女	46	2.00	4	2	4	4	6	4	4	6	6	6	6
4	女	51	2.00	4	4	4	3	6	8	6	4	6	8	7
5	男	54	2.00	1	2	2	4	4	4	4	4	5	6	5
6	女	63	5.00	5	4	4	6	5	6	4	6	5	6	5
7	男	79	1.00	1	1	1	1	2	2	2	1	2	3	2
8	男	70	1.00	2	2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
9	男	71	1.00	1	2	1	2	3	3	2	3	3	3	2
10	男	57	1.00	3	3	3	3	4	7	4	5	5	8	5
11	男	44	1.00	1	2	2	2	3	2	2	2	5	4	4
12	女	43	3.00	3	4	2	5	5	6	5	7	5	7	5
13	女	53	2.00	2	2	1	3	3	4	4	4	4	5	5
平均値			1.85	2.46	2.69	2.23	3.00	3.92	4.62	3.62	3.92	4.38	5.77	4.62

3週間後 達成レベル				4週間後 達成レベル				5週間後 達成レベル				6週間後 達成レベル			
周辺視野	視点移動	瞬間視力	追従視力	周辺視野	視点移動	瞬間視力	追従視力	周辺視野	視点移動	瞬間視力	追従視力	周辺視野	視点移動	瞬間視力	追従視力
4	4	9	6	5	4	9	6	5	5	9	6	6	5	9	7
3	4	7	4	4	5	7	4	4	5	7	4	4	5	8	4
7	7	6	7	7	7	7	7	8	7	7	7	8	7	7	7
5	8	8	8	6	8	10	9	7	8	10	9	7	9	10	9
5	5	6	6	6	5	7	6	6	6	7	6	6	7	7	7
7	5	6	5	7	7	6	6	7	7	6	6	7	7	6	6
1	3	3	3	1	3	4	3	1	3	4	3	1	3	4	3
4	5	5	4	5	6	6	4	5	6	6	5	5	6	6	6
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4
5	5	8	5	5	5	8	5	5	5	8	5	5	5	8	5
3	5	5	5	3	5	5	5	4	5	5	6	5	6	6	6
8	6	8	6	9	7	8	6	9	8	8	7	9	8	8	7
4	4	5	5	4	5	5	5	4	5	6	5	4	5	6	5
4.54	4.92	6.08	5.15	5.00	5.38	6.54	5.31	5.23	5.62	6.62	5.62	5.38	5.85	6.77	5.85

## 到達レベル推移



プロジェクト開始時は大半のモニターがレベル 1~3 からスタート。プロジェクト終了時には大半がレベル 5~7 に到達。モニター全員が記録を大幅に向上した。

### 3.6. アンケート結果

#### 実験 1

#### 最終日アンケート結果(モニターの感想)

規定のトレーニング量に達していない人

モニターNO	性別	トレーニング頻度 日数/週	足上げ運動頻度 日数/週	動体視力が向上した	集中力が高まった	気持ちが前向になった	反射神経が高まった	日常生活に役立った	プロジェクトに満足した
1	男	5	1	1	1	1	1	1	2
2	女	5	5	0	1	1	0	1	2
3	女	4	2	1	0	2	1	1	1
4	女	2	1	0	0	1	0	1	1
5	男	5	1	1	1	0	0	0	1
6	女	5	3	1	1	0	0	0	1
7	男	5	5	1	0	1	0	1	2
8	女	5	1	1	1	2	1	1	1
9	男	2	1	1	1	0	0	0	1
10	男	4	3	0	1	2	0	1	2
11	男	5	2	2	1	1	2	2	2
12	女	5	1	1	1	1	1	2	1
13	男	2	0	1	1	1	1	1	1
2: 強くそう思う				7.7%	0.0%	23.1%	7.7%	15.4%	38.5%
1: そう思う				69.2%	76.9%	53.8%	38.5%	61.5%	61.5%
0: どちらとも言えない				23.1%	23.1%	23.1%	53.8%	23.1%	0.0%
-1: あまりそう思わない				0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
-2: 全くそう思わない				0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

## 実験 2 最終日アンケート結果(モニターの感想)

規定のトレーニング量に達していない人

モニターNO	性別	トレーニング頻度 日数/週	足上げ運動頻度 日数/週	取り組み姿勢 (熱心さ)	動体視力が向上した	集中力が高まった	気持ちが前向になった	反射神経が高まった	日常生活に役立った	プロジェクトに満足した
1	男	5日	5日	1	1	0	1	1	1	2
2	女	5日	5日	1	1	1	1	-1	1	1
3	女	5日	5日	1	1	1	2	0	2	2
4	女	5日	5日	2	2	2	2	2	2	2
5	男	5日	5日	1	2	1	0	1	1	1
6	女	5日	5日	2	2	2	2	2	2	2
7	男	2日	1日	-1	0	0	0	0	0	1
8	男	5日	5日	1	1	1	1	1	1	1
9	男	5日	5日	1	0	1	1	1	2	1
10	男	4日	4日	1	2	1	0	2	2	1
11	男	5日	5日	2	2	1	2	2	2	2
12	女	5日	3日	1	2	0	0	2	1	1
13	女	5日	5日	1	1	1	2	1	1	1
2: 強くそう思う					46.2%	15.4%	38.5%	38.5%	46.2%	38.5%
1: そう思う					38.5%	61.5%	30.8%	38.5%	46.2%	61.5%
0: どちらとも言えない					15.4%	23.1%	30.8%	15.4%	7.7%	0.0%
-1: あまりそう思わない					0.0%	0.0%	0.0%	7.7%	0.0%	0.0%
-2: 全くそう思わない					0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

「動体視力が向上した」と回答したモニターの割合は実験 1 で 76.9%、実験 2 で 84.7%となった。また、「日常生活に役立った」と回答したモニターの割合は実験 1 で 77%、実験 2 では 92%となった。実験 1 と実験 2 では、効果の認識に違いが見られた。特に、「反射神経が高まった」と回答したモニターの割合は、実験 1 では 46.2%、実験 2 では 77%と顕著な差が生じた。その理由として、実験 1 では、動体視力トレーニングメニューの中の「足上げ運動」で規定のトレーニング量を満たしていないモニターが 85%(13名中11名)もいたことから、効果も得にくかったのではないかと考えられる。実験 2 については、実験 1 での課題を解決するため、トレーニング継続のための動機付けに工夫した結果、「足上げ運動」で規定のトレーニング量を満たしていないモニターは 15.4%(13名中2名)に止まった。この「足上げ運動」で生じた効果の差については 4 章で詳細を説明する。

#### 4. 動体視力トレーニングが反応時間に及ぼす影響

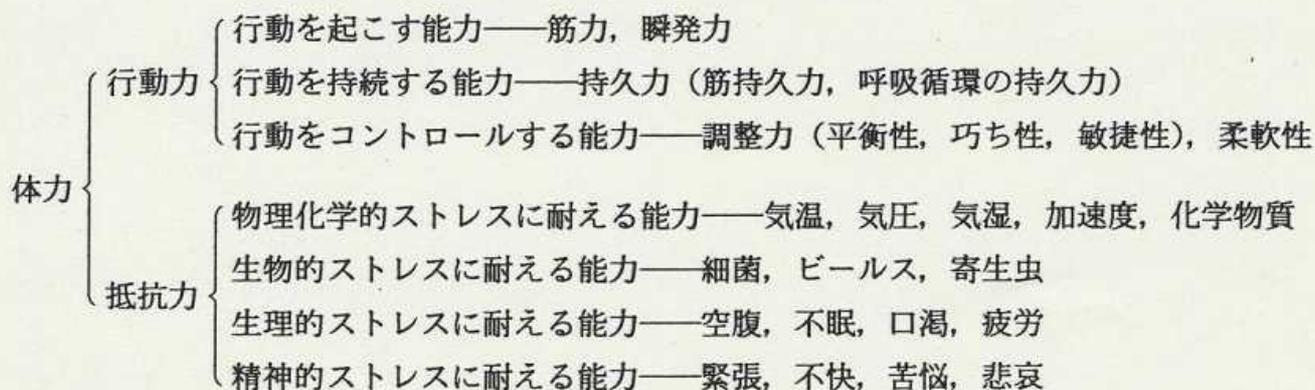
豊嶋 建広(麗澤大学) 井下 佳織(国際武道大学) 藤川 陽一(株式会社アフアン)  
田中 健吾(日本大学) 大津 玲滋(東京歯科大学) 小野沢 弘史(早稲田大学)  
太田 裕香(早稲田大学大学院)

##### 4.1. はじめに

###### 加齢に伴う体力およびトレーナビリティの低下

高齢者による転倒の要因として、筋力の低下やバランス能力の低下が報告<sup>1)</sup>されており、加齢に伴う体力の衰えによって転倒発生率が上昇すると考えられる。このことは、逆に筋力やバランス能力という体力要素を維持できれば転倒を予防できることにもなる。そこでまず「体力とは何か」を考えて見たい。一般に体力<sup>5)</sup>は、行動体力と防衛体力とに大別され、前者は積極的に外部環境に働きかける人間の行動に関係した能力である。一方、後者は環境といったストレスに対して、それに耐えて健康を維持する能力である。転倒予防との関係で問題となるのは前者の行動体力である。

表1 体力の分類(石河、1962)



行動体力は、1) 行動を起こす能力として、筋力、瞬発力、2) 行動を持続する能力として筋持久力、全身持久力、3) 行動をコントロールする能力として平衡性、敏捷性、巧緻性、柔軟性とに分けられる。

###### 1) 行動を起こす能力 筋力および瞬発力

筋力は抵抗に対して筋が収縮して発揮する力である。瞬発力は瞬間的に強い力を発揮する能力である。

- 2) 行動を持続する能力 筋持久力および全身持久力  
筋持久力が一定の強さの筋運動を繰り返す能力であるに対して、全身持久力はランニングやサイクリングといった全身運動を持続する能力である。
- 3) 行動をコントロールする能力 調整力（平衡性、敏捷性、巧緻性、柔軟性）  
平衡性は身体のバランスを保つ能力であり、敏捷性は素早く反応して、素早く動く能力である。巧緻性は動作をその目的に合わせて巧みに行う能力である。柔軟性は関節の可動性を示している。

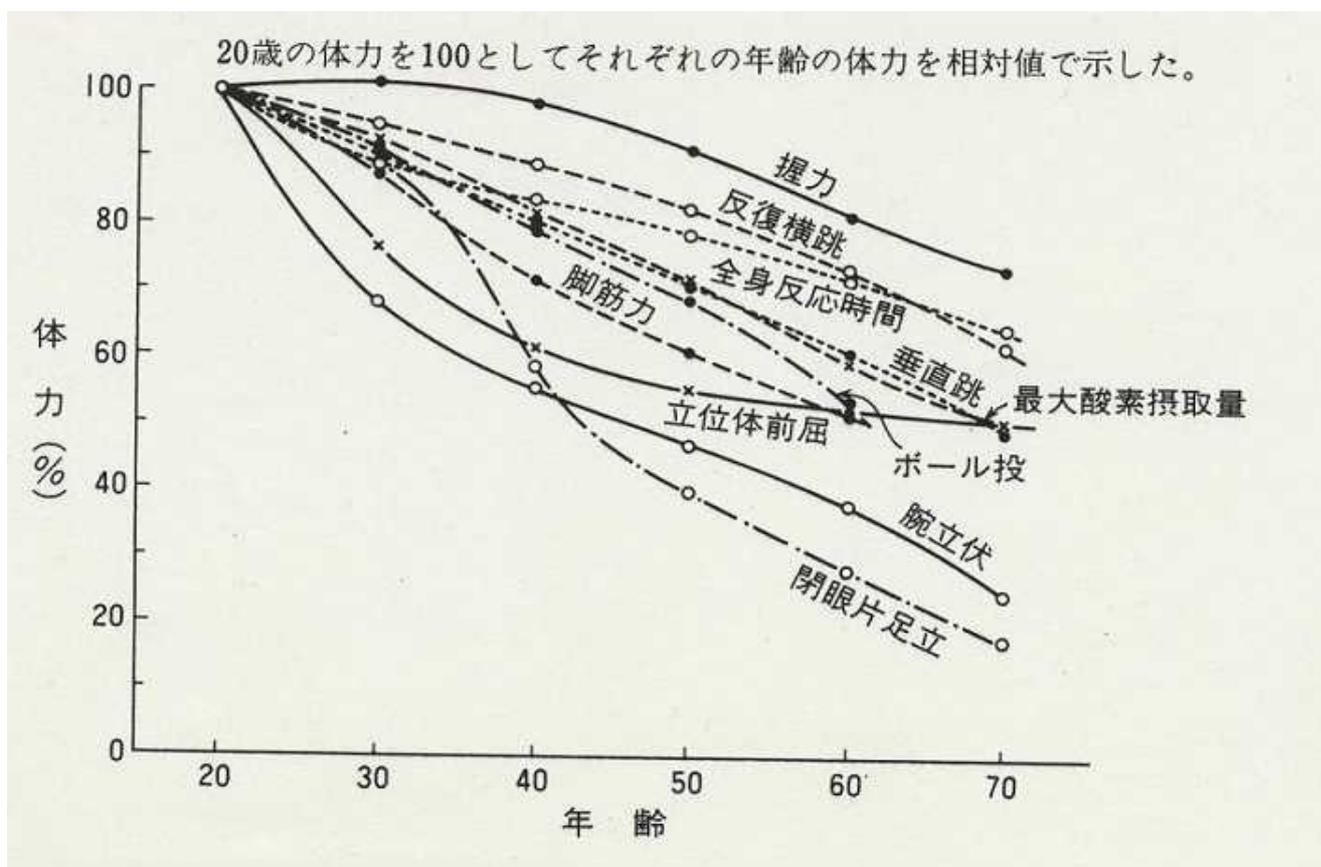


図1 体力の加齢変化（池上、1998）

図1は、加齢と共に体力要素の低下を示している<sup>4)</sup>。握力、垂直跳び、反復横跳びなどの体力テストの各種目は、各体力要素の指標となる。握力、脚筋力は筋力の指標であり、垂直跳びは瞬発力の、反復横跳び、全身反応時間は敏捷性の指標である。図から明らかなように、20歳を基準とすると、それ以降は筋力、平衡性を含む各体力要素は低下する。

体力トレーニングの効果をトレーナビリティというが、これも図2から明らかなように加齢によって低下する<sup>5)</sup>。高齢になってトレーニングしても若いときのような効果は

期待できないが、体力の維持・向上は可能である。また、高齢者が疾病を患って就床した場合には、体力の低下が著しい。

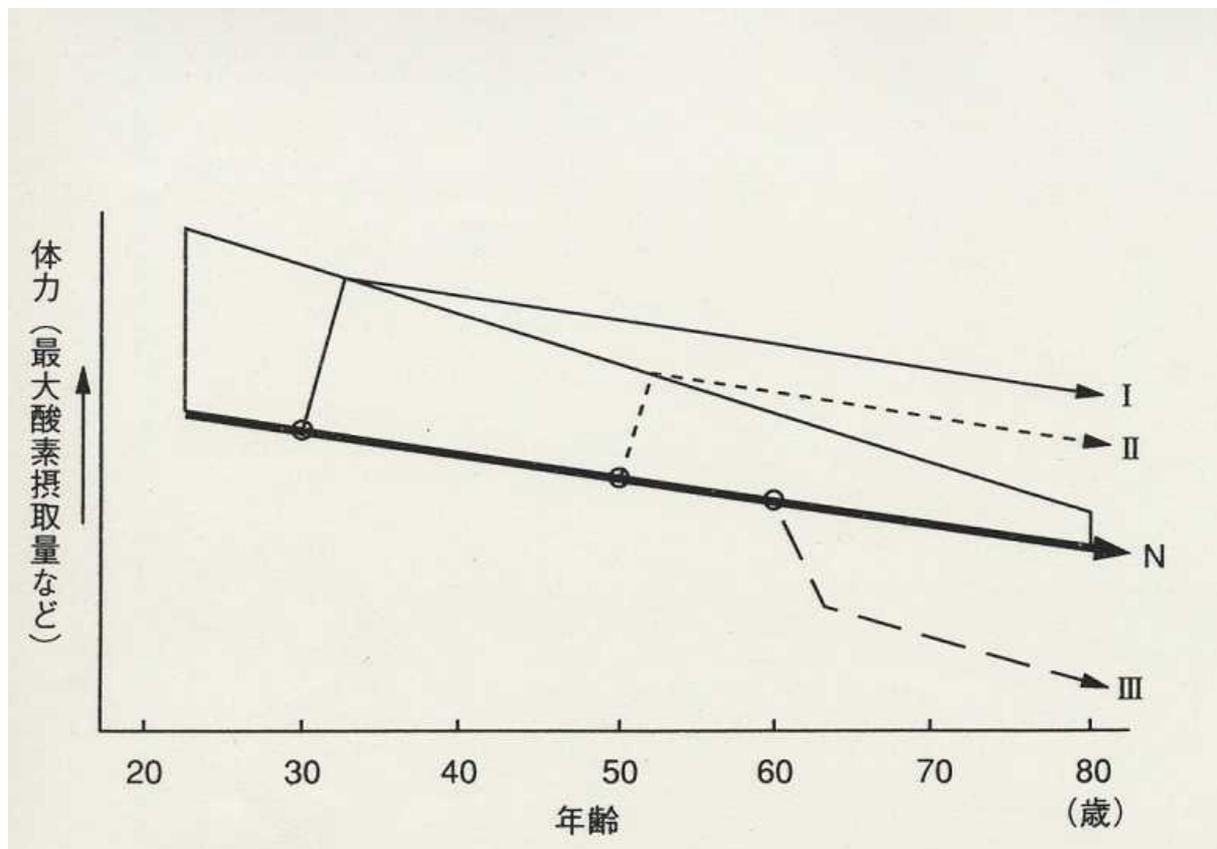


図2 加齢とともに衰える体力トレーニングの効果 (跡見ら、1978)

: 30歳でトレーニングをはじめ、ずっと続けた場合

: 50歳でトレーニングをはじめ、ずっと続けた場合

N: 何もしなかった場合

: 60歳のとき疾病のため就床した場合

### 体力の低下による転倒

加齢に伴う体力の低下、すなわち脚筋力やバランス能力の衰えによって、うまく歩けなくなったり、ちょっとしたことでつまずいたり、すべったりして転倒が引き起こされる。体力のある若いときなら、つまずいても自分の体を巧みにコントロールして、バランスを立て直せたはずである。

筋力・平衡性の低下のほかに、反応時間の遅れによる転倒も考えられる。障害物を認識しても、それをよけようとする動作が遅れて、障害物につまずき転倒に至るといふものだ。

以上のように、加齢に伴う体力の衰えが日常生活での歩行障害やつまずきを引き起こ

すことにいち早く気づき、体力トレーニングを開始すれば、体力の低下による転倒を予防できるはずである。しかし一般には、体力が低下すれば、より疲れやすくなるため、今まで以上に車、エレベータ、エスカレーターなどを利用し、体力の低下は、ますます促進されることになる。そのため体力の衰えによって 10 分程度の歩行や階段の昇降が億劫な高齢者にとっては、転倒予防のための体力トレーニングは苦痛でしかないだろう。

そこで私達は、体力の低下の著しい高齢者に、体力的に苦にならず容易に実施できる転倒予防のトレーニング方法が必要である考え、開発してきた。それが、既述のスポーツ選手を対象とした動体視力トレーニングソフトである。

#### 4.2. 目 的

高齢者の転倒の要因は、体力的にみると、筋力、平衡性の低下、反応時間の遅延などがある。そして高齢者向けの筋力や平衡性の具体的トレーニングが多く考えられているのに対して、反応時間の遅延に対するトレーニングはあまり紹介されていない。この反応時間の遅延は、私たちが開発したスポーツ選手を対象とした動体視力トレーニングソフトを用いることによって、高齢者にとって体力的に苦痛もなく改善が可能であると考えられる。そこで、動体視力トレーニングが反応時間に及ぼす影響を検討した。

反応時間は、ランプの点灯から身体が反応を開始するまでの時間(反応開始時間)

反応開始から先に障害物を越えた足が着地開始するまでの時間(片足着地時間：筋収縮時間)とに分けて測定し、 と を合わせて全反応時間とした。

#### 4.3. 方 法

##### A . 実験の期間およびモニター

モニターは、三鷹市が主催する e ビジョン・トレーニングの公募に応募した三鷹在住の健康な 40 歳以上の男女であった(表 2)。

表2 モニターの年齢構成

### 実験 1

実施年月日

動体視力トレーニング 2005年6月19日～8月6日

反応時間の測定 2005年6月19日、8月6日

被験者

トレーニング群

40代: 4名、44.2±1.2歳 (男2名、女2名)

50代: 4名、53.7±2.5歳 (男2名、女2名)

60代: 2名、66.0±4.2歳 (女2名)

70代: 3名、73.0±4.3歳 (男3名)

トレーニング群全体の平均年齢57.1±10.5歳

コントロール群

40代: 2名、42.0±1.4歳 (男2名)

50代: 1名、50.0歳 (男1名)

60代: 3名、63.0歳 (男2名 女1名)

コントロール群全体の平均年齢54.8±15.1歳

### 実験 2

実施年月日

動体視力トレーニング 2005年10月2日～11月13日

反応時間の測定 2005年10月2日、11月13日

被験者

トレーニング群

40代: 4名、42.3±3.3歳 (男2名、女2名)

50代: 1名、50歳 (男1名)

60代: 7名、65.0±2.8歳 (男2名、女5名)

70代: 1名、70歳 (男1名)

トレーニング群全体の平均年齢57.2±11.6歳

コントロール群

40代: 2名、40.0±0歳 (男2名)

50代: 1名、59歳 (男1名)

60代: 2名、63.3±3.5歳 (男2名)

コントロール群全体の平均年齢54.8±11.8歳

### B . 測定項目および方法

測定項目は、片足の反応時間および動体視力であった。

### C . 反応時間の測定

図3、4は実験風景と実験装置である。床反力計(60×40×18cm)は、ロードセル(共和、LC-E500tf)4個と厚さ42cm(上板)と36cm(底板)の合板で作成したもの2台である。2台の床反力計の間に障害物として高さが10cmとなるように板を置き、その板の1.8m前に1.5mの高さのランプをおいた。全ての成績はオシログラフィックレコーダ(RDM-100A)により記録した。



図3 実験風景

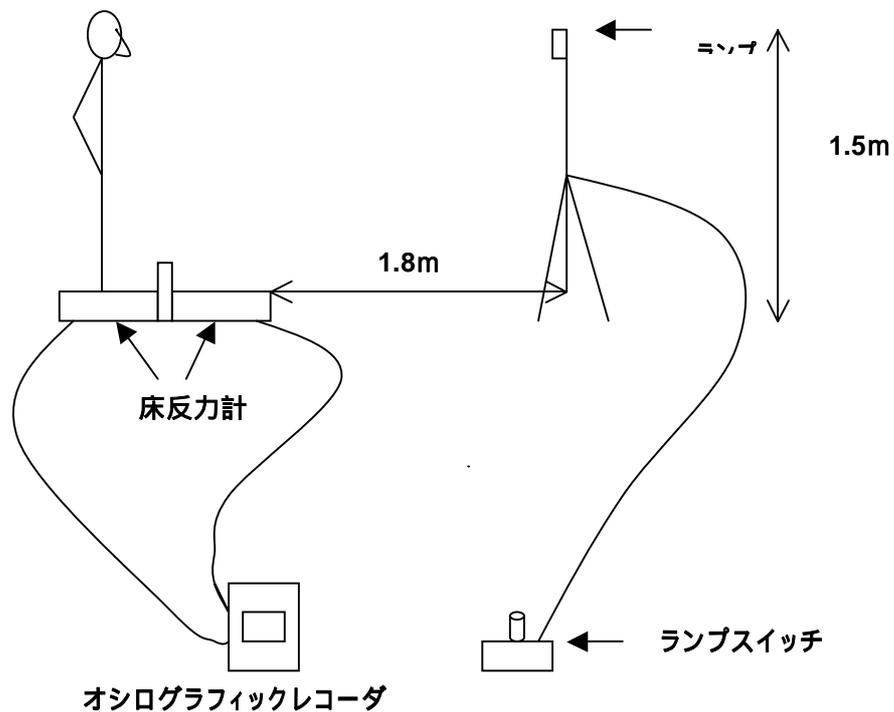


図4 実験装置

モニターは床反力計の上に自然体で立ち、ランプの点灯を合図にできるだけ速く障害物を越える。反応時間は、ランプの点灯から障害物を先に越える足が反応を開始するまでの時間(反応開始時間)と 反応動作開始から障害物を越えた足が着地するまでの時間(片足着地時間)に分けて測定した。障害物を越える最初の足を決めた後に3回練習し、5回測定する。5回の測定結果のうち上下の記録をカットした3回の記録の平均を求めた。反応時間の測定は、実験1では7週間、実験2では6週間の動体視力トレーニングの前後に実施した。

#### D. 統計処理

動体視力トレーニング前後における反応時間の差の検定には、対応のある  $t$ -test を用いた。危険率は5%水準とした。

#### 4.4. 結果

図5はモニター1名の記録例である。

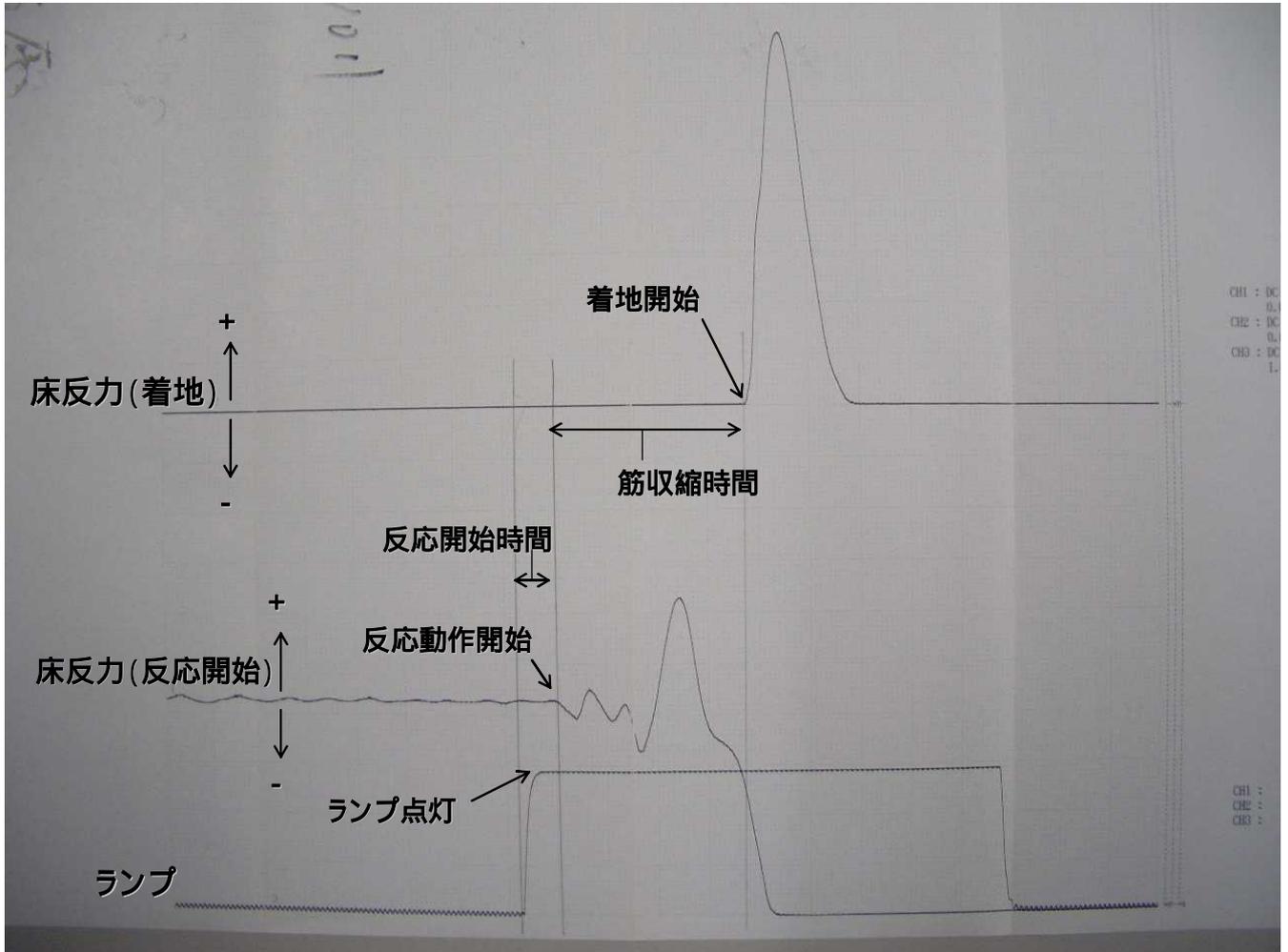


図5 反応時間の記録例

図6は、実験1の動体視力トレーニング前後における反応開始時間を示した。トレーニング群およびコントロール群ともに、動体視力トレーニング前後において明らかな差はみられなかった。しかし、トレーニング群では13名中8名の時間が短縮された。

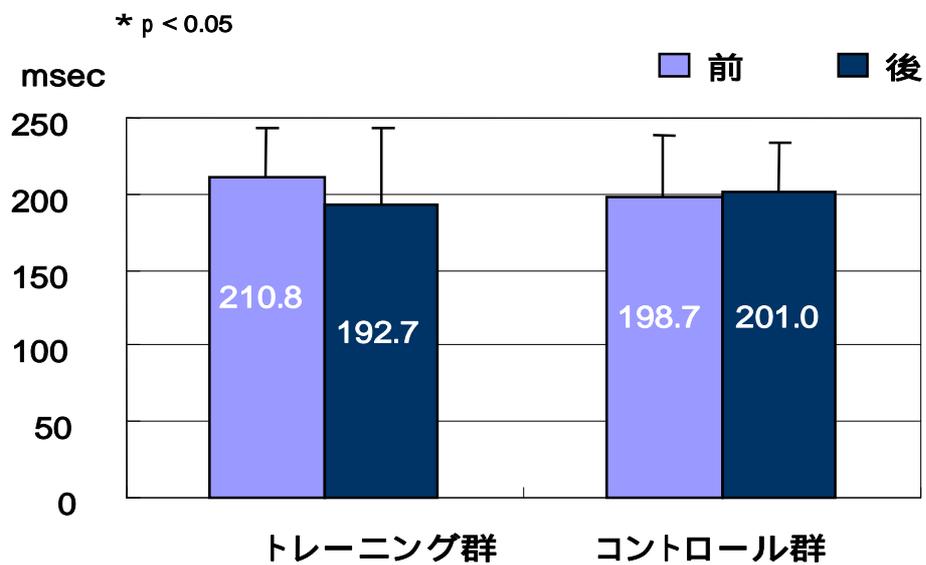


図6 反応開始時間（実験1）

図7は、実験1の動体視力トレーニング前後における筋収縮時間を示した。トレーニング群およびコントロール群ともに、動体視力トレーニング前後において明らかな差はみられなかった。

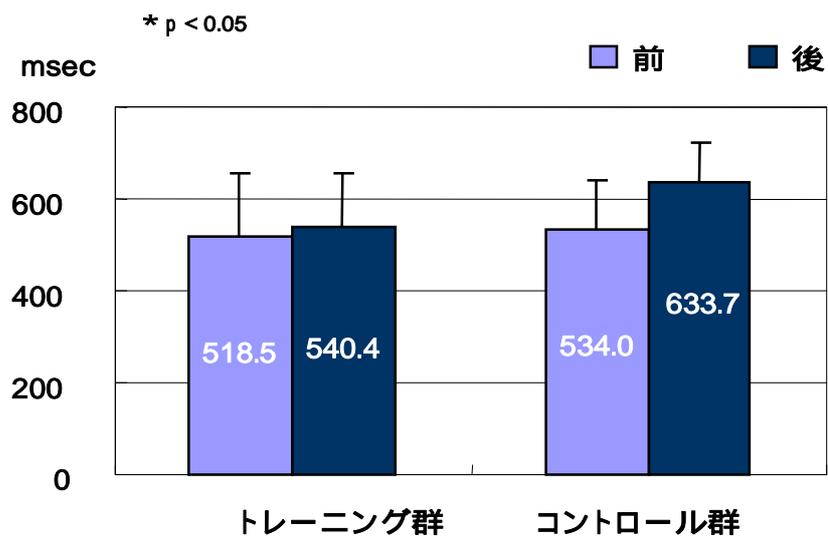


図7 筋収縮時間（実験1）

図8は、実験1の動体視力トレーニング前後における全反応時間を示した。トレーニング群およびコントロール群ともに、動体視力トレーニング前後において明らかな差はみられなかった。

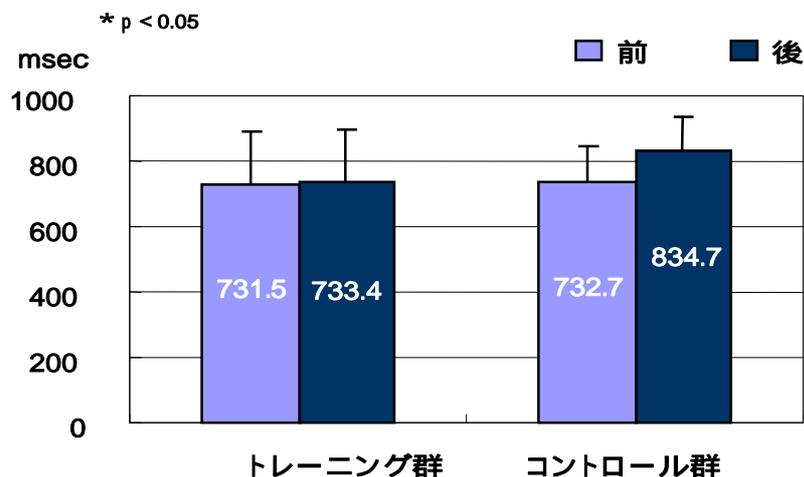


図8 全反応時間（実験1）

図9は、実験2の動体視力トレーニング前後における反応開始時間を示した。トレーニング群およびコントロール群ともに、動体視力トレーニング前後において明らかな差はみられなかった。しかし、トレーニング群では13名中8名の時間が短縮されていた。

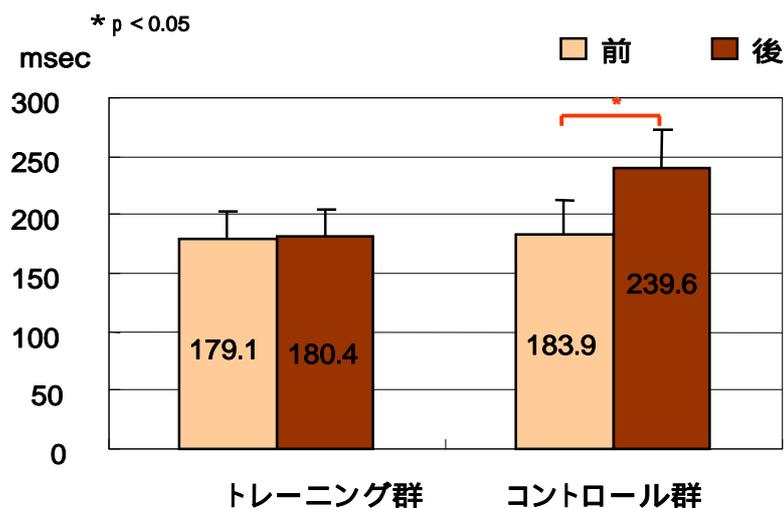


図9 反応開始時間（実験2）

図 10 は、実験 2 の動体視力トレーニング前後における筋収縮時間を示した。トレーニング群では、動体視力トレーニング後において明らかに筋収縮時間が短縮された ( $p < 0.05$ )。また、トレーニングに 13 名中 9 名の時間が短縮されていた。

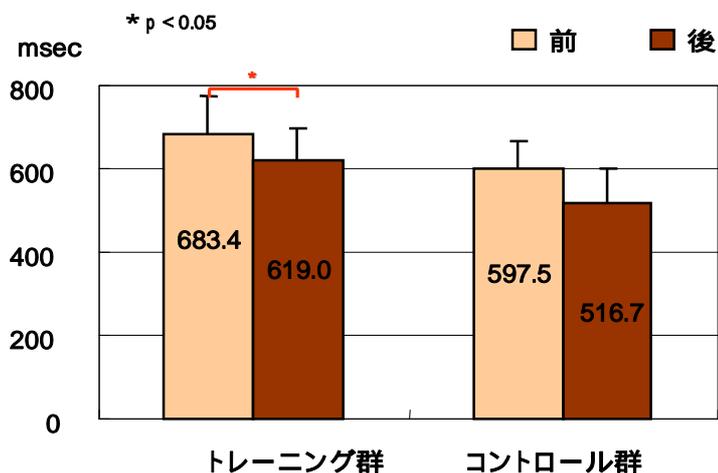


図 10 筋収縮時間

図 11 は、実験 2 の動体視力トレーニング前後における全反応時間を示した。トレーニング群では、動体視力トレーニング後において明らかに全反応時間が短縮された ( $p < 0.01$ )。

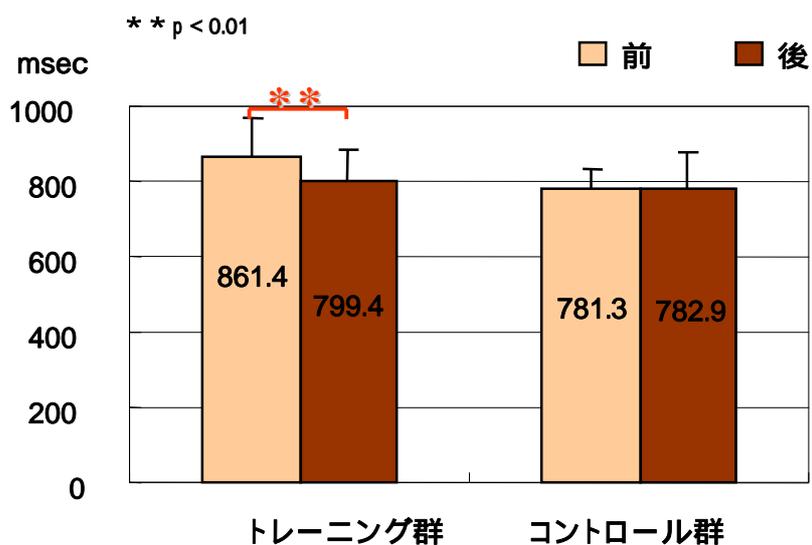


図 11 全反応時間 (実験 2)

#### 4.5. 考 察

動体視力トレーニングでは、視覚刺激に対して指でキーボードを打つというように、目と手の協応性トレーニングになっている。しかし、反応時間の測定は、ランプの点灯に対して障害物を越えるという動作であり、目と足の協力応性が必要である。そこで、視点移動トレーニングを用いて、視覚刺激に対して、足を速く反応させるトレーニングを実施させた。しかし、実験1ではトレーニング群においても、動体視力トレーニング前後の反応時間には明らかな差は認められなかった。その要因の一つとしてトレーニング群の85%(13名中11名)が足上げ運動(目と足の協応性トレーニング)の規定のトレーニング量を満たしていなかったことが考えられた。

実験2では、トレーニング群の全員がこの目と足の協応性トレーニングを指示通り実施しており、片足着地時間(筋収縮時間)および全反応時間が明らかに短縮された。しかし、今回の実験では、動体視力ソフトの内容からして、反応開始時間が短縮されると考えられたが、着地時間の方が短縮された。全身反応時間については、猪飼ら<sup>3)</sup>が一流スポーツ選手と非鍛錬者では、合図を受けてから反応開始までの時間に差はみられないが、反応開始から反応動作終了までの時間(筋の収縮時間)では、明らかに一流選手の方が短いことを報告している。その一方で、反応開始時間が全身反応時間(反応開始時間+筋の収縮時間)とともに加齢によって延長するとの報告<sup>7)</sup>もあり、体力の低下した中高年者では、動体視力トレーニングによって衰えた反応開始時間が改善されると考えた。その結果、トレーニング前後で有意な差は認められなかったが、実験1、2のトレーニング群ともに13名中8名において反応開始時間が短縮されており、モニターを増やして実験することにより反応開始時間も短縮される可能性が考えられる。また、今回のモニターの平均年齢は50歳代前半であり、より体力の低下した60歳、70歳代での研究も必要であると考えられた。

今回の反応時間の実験では、ランプの点灯から反応開始までの時間と反応開始から着地開始までの時間(筋収縮時間)の2つの動作によってできている。一方、動体視力トレーニングの周辺視野では、スタートしてからパソコンの画面において表示された複数のボールの中から色や形の違うボールを捜して見つけるまでの時間、見つけた後に反応開始するまでの時間(反応開始時間)、反応動作の時間(筋収縮時間)がある。瞬間視力では、画面全体に表示される複数のボールの数を数える時間、数え終わった後の反応開始までの時間(反応開始時間)、反応動作の時間(筋収縮時間)がある。周辺視野や瞬間視力のトレーニングのレベルの上昇をの時間が短縮されたと考えるならば、周辺視野や瞬間視力の向上により歩行中により早く障害物を認識でき、障害物に対して歩幅の調整やフィードフォワードにより<sup>2)</sup>、着実に障害物を越えることができるはずである。

#### 4.6. まとめ

実験 1、2 とともに動体視力トレーニングの周辺視野、視点移動、瞬間視力、追従視力のレベルが上昇した。実験 2 において、動体視力トレーニング後の反応開始時間および全反応時間が短縮された。

以上の結果から、動体視力トレーニングによって反応時間が短縮される可能性が示唆された。

#### 文献

- 1) 藤谷博人：「高齢者の調整能力低下に対する転倒予防トレーニング」に対する提言と補足説明，日本臨床スポーツ医学会誌，14 -1，132 -134，2006.
- 2) 樋口貴広：空間知覚がもたらす歩行の協調性 知覚と行為の連関 ，第 13 回日本運動生理学会大会抄録集，47，2005.
- 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) 池上春夫：適度な運動とは何か？，講談社，1988.
- 5) 石河利寛：スポーツとからだ，岩波新書，1962.
- 6) 宮下充正：トレーニングの科学的基礎，ブックハウス HD，1993.
- 7) 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 ,不味堂出版 ,2000.

## 5. 神経・筋調整機能テスト結果について

日本体育大学大学院 船渡和男研究室

実施年月日 2005年10月2日、11月13日実施 実験2のみで実施。

### 対象となった人の年齢構成

#### トレーニング群

40代：4名、44.2 (±1.2) 歳 (女性：2名、男性：2名)

50代：4名、53.7 (±2.5) 歳 (女性：2名、男性：2名)

60代：2名、66.0 (±4.2) 歳 (女性：2名)

70代：3名、73.0 (±4.3) 歳 (男性：3名)

トレーニング群全体平均年齢：57.1 (±10.5) 歳

#### コントロール群

40代：2名、42.0 (±1.4) 歳 (男性2名)

50代：1名、50.0 歳 (男性1名)

60代：1名、63.0 歳 (男性1名)

70代：1名、77.0 歳 (男性1名)

コントロール群全体平均年齢：54.8 (±15.1) 歳

## 5.1. はじめに

中高年齢者にとって運動能力の低下は、筋力やスタミナの低下よりも神経系の低下が大きく関係している。脳の不活性化は、身体運動調整能力にも低下をきたすことが指摘されており、それは歩行や走行などといった基本的な運動の失調にもつながっていると考えられる。多くの体力テストではスタミナや筋力・パワー系などのエネルギーの大小の評価に重点が置かれ、エネルギー調節系のテストが少ないことが指摘できる。その背景は、神経・筋機能の調節系のテスト方法が確立されていなかったり、測定手法が煩雑であったりすることによると考えられる。

本プロジェクトでは、以下の手法の計測から、神経・筋機能を評価することを目指した。

静的平衡性（立位バランステスト）...両足での直立姿勢保持中の、身体動揺について、それぞれ開眼と閉眼条件で測定し、立位姿勢保持に関する調整能力を評価する

動的平衡性（MFTによるバランステスト）...前後・左右方向のバランス維持に関して神経・筋機能の調整能力を評価する。

## 5.2. MFTバランステスト

### 5.2.1. 目的

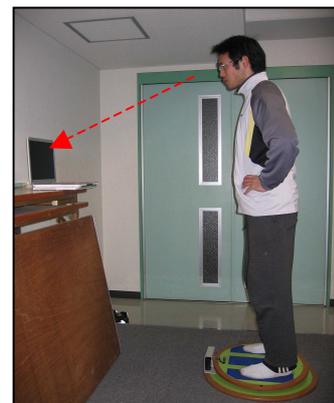
中高年齢者に対して、e ビジョントレーニングを行うことで動的なバランス能力にどのような変化をもたらすか、その特性を探る

### 5.2.2. 方法

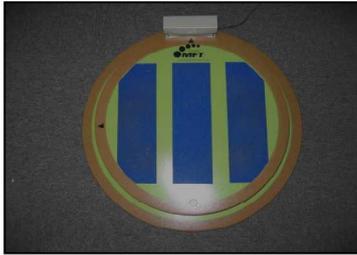
実施日 平成 17 年 10、11 月

モニター      トレーニング群 13 人  
                  コントロール群 5 人

・測定手順として、円板の MFT（直径 50 cm）に乗り、PC の画面に映る画面を見ながら左右前後それぞれ 30 秒間ずつ行った。また、テスト中、手は腰に据え、膝を曲げないでバランスをとるよう指示した。



テスト風景



MFT バランステスト



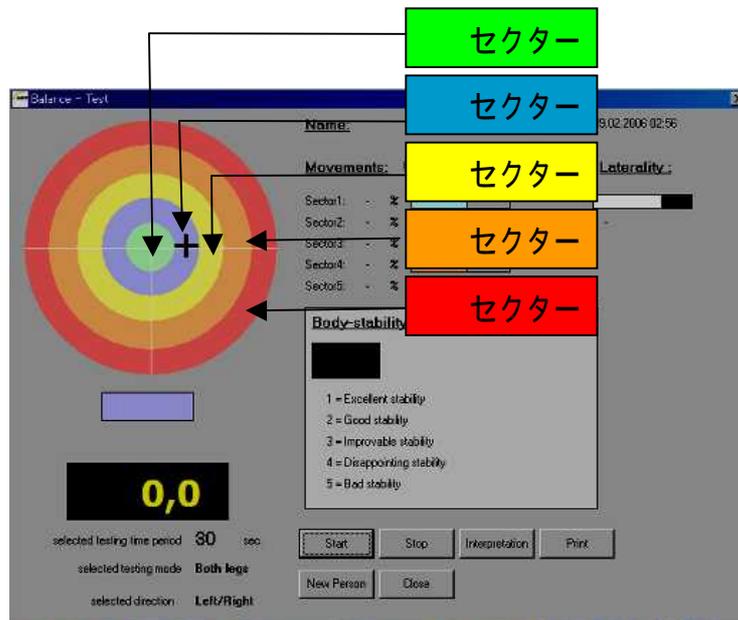
左右バランステスト



前後バランステスト

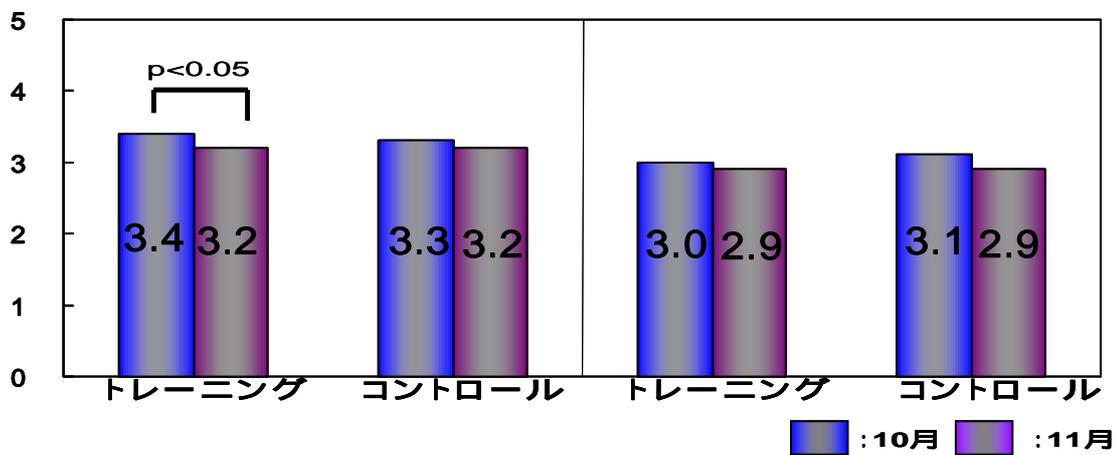
### 5.2.3. 結果

30 秒間、パソコン画面上のサークル内の矢印を中心に合わせるようにする。  
左右前後、各試技 2 回ずつ行った。



### 左右バランス

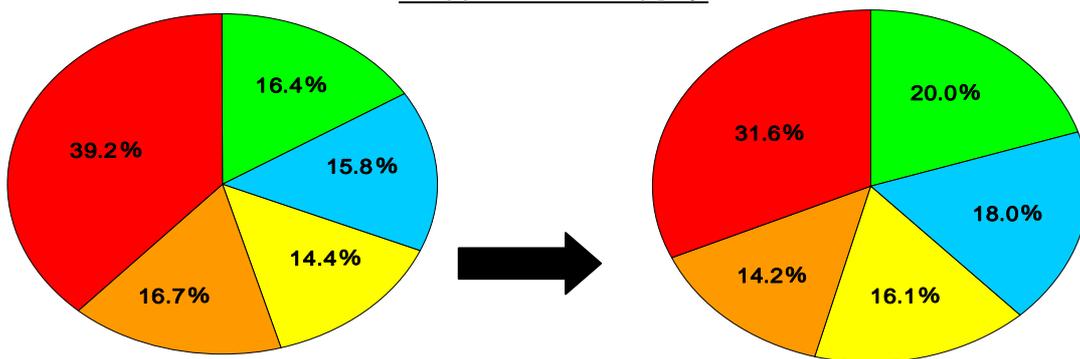
### 前後バランス



10月

### 左右バランス比率

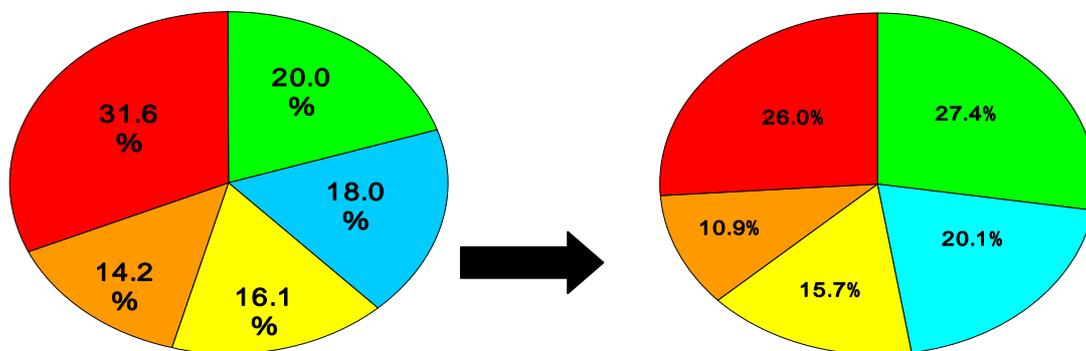
11月



10月

### 前後バランス比率

11月



Sector 1   Sector 2   Sector 3   Sector 4   Sector 5

#### 5.2.4. 考察

- 全ての群において、10月よりも11月のテストでほぼ良い結果であった。トレーニング群においては、特に左右バランスが有意な結果を示した。
- 左右、前後のバランステストの比率において sector1、2、3 でほぼ数値が増加し、特に左右バランス sector1、2 で有意な結果となった。
- これらのことにより 1 ヶ月の e ビジョントレーニングによって姿勢保持における安定性が増し、動的なバランス能力が向上したと考えられる。

### 5.3. 足圧分布測定

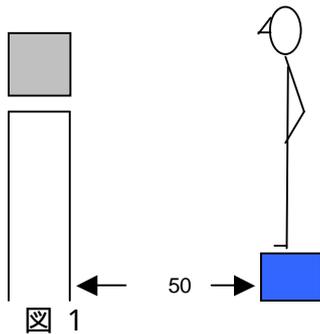
#### 5.3.1. 目的

一ヶ月の e ビジョントレーニングによる効果を立位姿勢時における足圧分布から測定することとした。

#### 5.3.2. 測定方法

測定日、モニターは前記の通りである。

図1のように足圧分布測定台（ポスタナ VTS200：サカモト社製）から 50cm 離れたところにモニターを置いた。このモニターには実際に測定される画像が映し出される。そのモニターに向かって台の上のにり、手は腰にあてた直立姿勢をとった。足幅は両足間隔 5mm ほど離れたロンベルグ姿勢をとった。何も意識をせずに、いつも通り立って頂いた時の画像を「自然立位」として出力した。



#### 5.3.3. 分析方法

出力された足圧分布は圧の強度によって 3 色( 緑:約 29g/c m<sup>2</sup>未満 赤:約 30~700 g/c m<sup>2</sup> 白:約 701 g/c m<sup>2</sup>以上 ) に色分けされている。それぞれ緑を「低圧群」、赤を「中圧群」、白を「高圧群」とし、すべて足したものを「接触面積」とした。両足の足圧分布は、左足底部を「左」、右足底部を「右」、足長の 50%前部を「前」、足長の 50%後部を「後」として、面積を出力した。

#### 5.3.4. 結果

図2の結果はトレーニング群とコントロール群の両足接触面積の比較である。トレーニング群、コントロール群共に 10 月測定時より 11 月測定時の方が両足の接触面積は増加していた。前後左右別に接触面積の比較を行ったところ、トレーニング群の左上と右上が 10 月測定時より 11 月測定時は有意に増加した。左上と右上の各圧群の比較をしたところ、トレーニング群には左上の中圧群と右上の中圧群と高圧群に有意な増加がみら

れた。

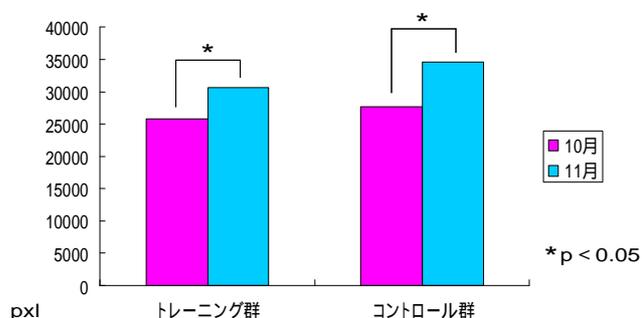


図 2

## 両足接触面積の比較

### 5.3.5. 考察

トレーニング群において、e ビジョントレーニング後の 11 月測定時の接触面積は増加していた。それは中・高圧群の接触面積の増加によるものである。しかし、コントロール群も接触面積が増加していたことを考えれば、e ビジョントレーニングの効果だけとはいいがたい。高齢者は若年齢者に比べて後方荷重の傾向があり、それは高齢者転倒の一要因であることから、一ヶ月の e ビジョントレーニングによって、前足部の圧分布が増加したことは高齢者の転倒防止につながることを示唆している。

## 5.4. 立位姿勢の安定性に関する測定

### 5.4.1. 目的

本研究は足圧中心の変動の面積と頭頂の変動の面積から、静的な条件下における立位姿勢の安定性をみることを目的としている。

### 5.4.2. 方法

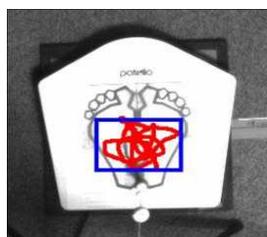
#### 測定姿勢

\*ロンベルグ姿勢で開眼、閉眼20秒間をそれぞれ2回測定

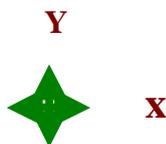
#### 分析項目

- |           |   |                    |
|-----------|---|--------------------|
| 1.足圧中心変動面 | } | それぞれxyの最大幅の積で求めている |
| 2.頭頂変動面積  |   |                    |

平均値は開眼、閉眼それぞれ1回目の試技と2回目の試技を合わせて算出した(トレーニング群 : N = 26、コントロール群 : N = 10)



1.足圧中心変動面積



2.頭頂変動面積

\* 3-4 足圧分布測定結果 測定方法参照

5.4.3. 結果

足圧中心変動面積

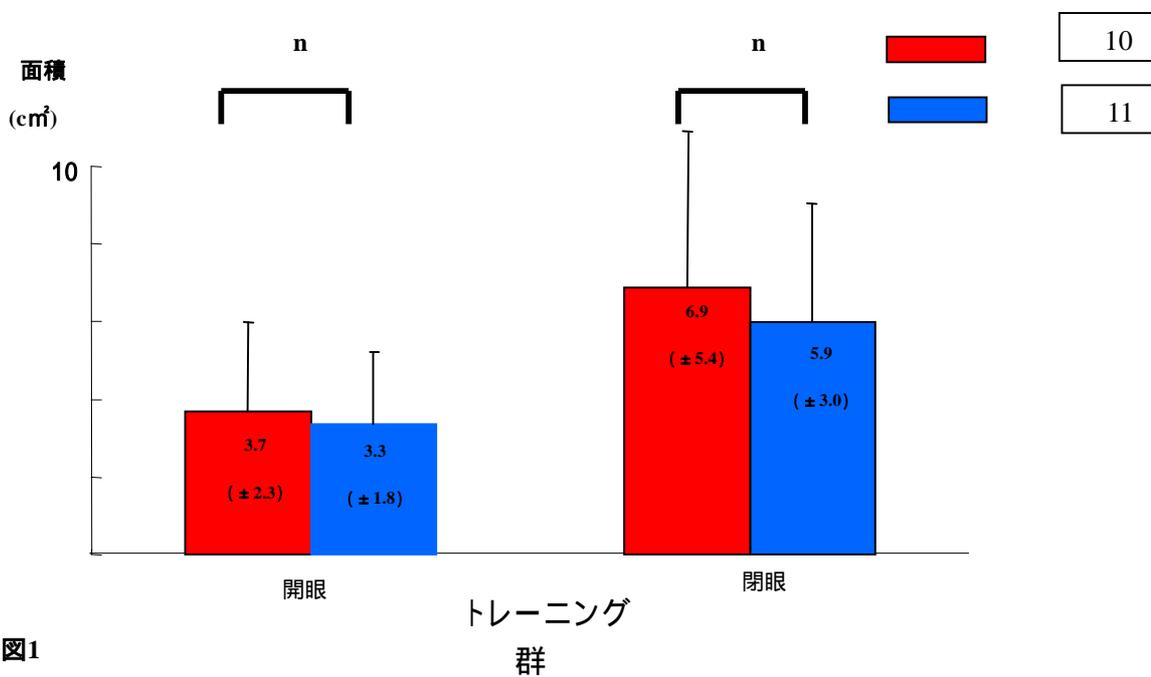


図1

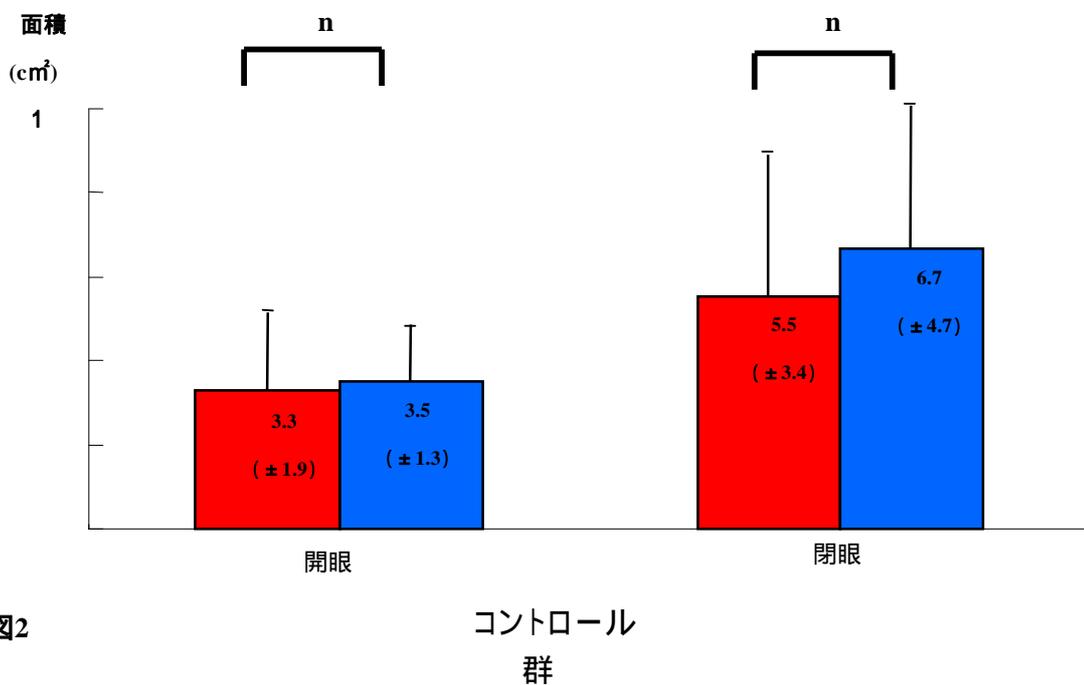


図2

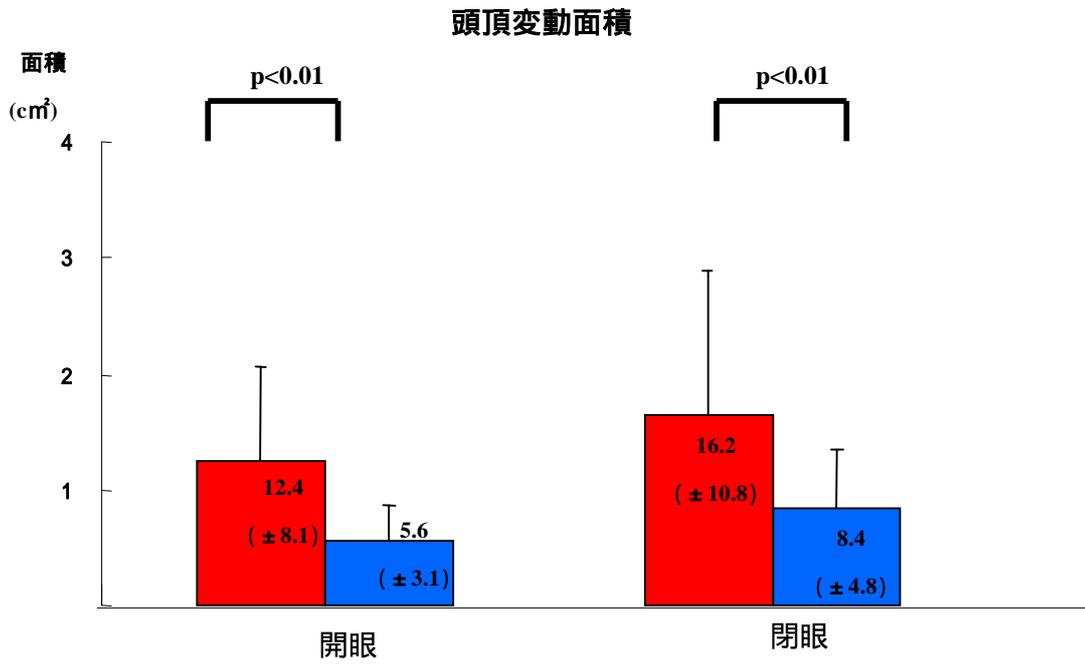


図3

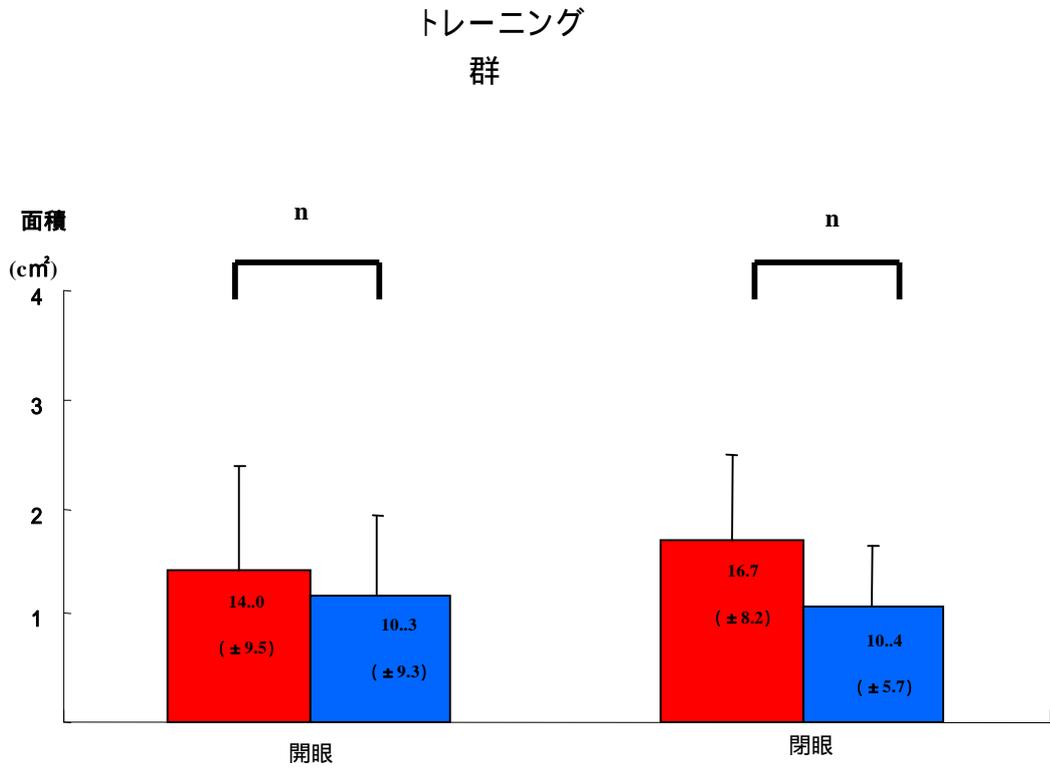


図4

コントロール群

#### 5.4.4. 考察

トレーニング群、コントロール群ともに足圧中心変動面積（開眼、閉眼）は、e ビジヨントレーニング前後で差はみられなかった。

トレーニング群において頭頂変動面積（開眼、閉眼）は e ビジヨントレーニング後、その値は有意に減少したが、コントロール群において差はみられなかった。

ゆえに、頭頂変動面積の値の減少から、e ビジヨントレーニングにより立位姿勢が安定してきていると考えられる。

#### 5.5. まとめ

e ビジヨントレーニングにより、立位姿勢維持に関する静的安定性に関しては、頭頂部の揺れの変動が少なくなり、足圧分布も変動が小さくなる傾向を示した。この安定性が高まったことは、足裏の床との接触面積が増加していることがひとつの要因であった。さらにバランスボードを使っての動的安定性に関する測定では、トレーニング群では左右、前後とも変動が小さくなり安定が増したことが示された。

これらの結果から、視覚情報を認知・処理し、運動野を賦活させての手足を動かす、つまり神経と筋との情報交換を促すような e ビジヨントレーニングは、バランス維持能力からみた神経・筋機能を向上する可能性があることが示された。これらの能力の向上は、つまずきによる転倒を防止したり、自転車を安全にバランスよく乗り降りしたりできるなど、実際の中高年齢者の生活において大変意味あることになってくると考えられる。

## 6. “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

千葉県千葉リハビリテーションセンター 脳神経外科 大賀 優

心理発達科 稲月 幸子

小杉 佳那

法政大学大学院 人間社会研究科 臨床心理学専攻 河瀬 慶美

小畑 恵美

小川 奈津恵

### 6.1. はじめに

“e ビジョントレーニング”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・処理する機能を改善することである。眼球運動とりわけ随意性衝動性眼球運動は、大脳の前頭前野からの制御により抑制・予測・空間記憶・決定といった修飾を通じて、より正確に洗練されたものに変換されることが判明している。とすれば、眼球運動の高速化・複雑化は前頭前野機能への荷重負荷をもたらし、ひいては前頭前野活性化が生じるとの仮説をたてることが可能であろう。高齢化社会に突入しようという現代日本においては、前頭前野の機能不全が主因である認知症に対する予防訓練・進行防止訓練の確立が、今後ますます重要となることは疑いない。もし“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とすれば、このトレーニング法が認知症や交通外傷を中心とした高次脳機能障害に対するリハビリ訓練として社会貢献に寄与しうることとなり、その検証は極めて意義深いものと考えられる。

### 6.2. 目的

“e ビジョントレーニング”により前頭前野活性化が生じるか否かを各種神経心理学的検査を用い、統計学的に検証する。

### 6.3. 対象および方法

#### 6.3.1. 対象

実験参加総数は45名の健常者で、うち27名にeビジョントレーニングを施した。トレーニング27名のうち規定の訓練量に達していない4名を除いた23名を訓練群(男:女=13:10 年齢 $57.8 \pm 11.3$ )とし、トレーニング未施行の18名(男:女=13:5 年齢 $49.3 \pm 14.7$ )を対照群とした。

#### 6.3.2. eビジョントレーニング内容

別項参照

#### 6.3.3. トレーニング期間

トレーニングは2回(第1期・第2期)、各々異なった被検者に施行され、その期間は6週間と7週間であった。

#### 6.3.4. 神経心理学的検査による評価

以下の から までの神経心理学的検査を施行した。

Mini-mental State Examination(MMSE)

米国で開発された簡易知能検査で、見当識・記憶・注意/計算・再生・言語(呼称、復唱、聴理解、読字、書字)・構成の各項目から構成されており、30点満点。訓練群23名・対照群18名に施行された。

修正 Stroop test

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テストで、set1と2がある。遂行時間(秒)および誤答数の2項目での比較を行った。訓練群23名・対照群18名に施行された。

Wisconsin Card Sorting Test(WCST)

前頭葉のもつ遂行機能のうち、ある概念の転換能力・反応の柔軟性を調べるテスト。応答時間・カテゴリー達成数(CA)・ネルソン型保続(PEN)の3項目での比較を行った。訓練群23名・対照群17名に施行された。

リバーミード行動記憶検査(RBMT)

日常生活に密着した記憶能力を調べるテストで、A・B・C・Dの4つのsubgroupを有する。スクリーニング点合計と標準プロフィール点合計の2項目での比較を行った。訓練群23名・対照群18名に施行された。

Frontal Assessment Battery(FAB)

)類似性 )語の流暢性 )運動系列 )葛藤指示 )抑制コントロール )把握行動の6項目からなる前頭前野の機能を調べるテストで、各3点、総計18点である。

FAB 総計点での比較を行った。訓練群 12 名・対照群 5 名に施行された。

POMS(Profile of Mood States)短縮版

気分を評価する、30 項目からなる質問紙法のテストで、情緒的側面に対するトレーニング効果を検討した。TMD(Total Mood Disturbance)・T A(緊張および不安感)・D(自信喪失感を伴った抑うつ感)・A H(敵意と怒り)・V(元気さ、躍動感ないし活力)・F(意欲や活力の低下、疲労感)・C(思考力低下、当惑)の 7 項目での比較を行った。訓練群 12 名・対照群 5 名に施行された。

#### 6.3.5. 統計学的解析

上記の各種神経心理学検査結果に対し、2 群間あるいは各群内で以下の諸項目につき t 検定を施行した。なお、棄却値を 0.05 未満とした。

対照群における各種神経心理学検査に対する履歴効果の検討

訓練群における e ビジョントレーニング効果の検討

対照群と訓練群の群間比較

解析ソフトは SPSS 12.0J for Windows を使用した。

#### 6.4. 結果

##### ・各種神経心理学検査において履歴効果はなかった

Table1 のごとく、いずれの神経心理学的検査においても履歴効果は生じていないことが統計学的に確認された(修正 Stroop test1 に若干履歴効果の存在する傾向がある)。この事実により、訓練群における訓練後の神経心理検査結果は訓練のみの効果を反映しているということが統計学的には妥当であることが判明した。すなわち、訓練群における訓練前後の群内比較が統計学的に妥当であるとの根拠を得たので、その比較検討を次に行った。

Table 1. 対照群における各種神経心理学検査の履歴効果の有無

		対応サンプルの検定					t 値	自由度	有意確率 (両側)
		対応サンプルの差							
		平均値	標準偏差	平均値の 標準誤差	差の 95% 信頼区間				
					下限	上限			
ハ7 1	第1回MMSE総計 - 第2回MMSE総計	-.66667	1.23091	.35533	-1.44875	.11542	-1.876	11	.087
ハ7 2	第1回Stroop1秒 - 第2回Stroop1秒	1.50000	4.35890	1.25831	-1.26951	4.26951	1.192	11	.258
ハ7 3	第1回Stroop1誤答数 - 第2回Stroop1誤答数	.25000	.45227	.13056	-.03736	.53736	1.915	11	.082
ハ7 4	第1回Stroop2秒 - 第2回Stroop2秒	1.00000	5.02720	1.45123	-2.19413	4.19413	.689	11	.505
ハ7 5	第1回Stroop2誤答数 - 第2回Stroop2誤答数	.41667	1.16450	.33616	-.32322	1.15655	1.239	11	.241
ハ7 6	第1回WCST1CA - 第2回WCST1CA	-1.30000	1.88856	.59722	-2.65100	.05100	-2.177	9	.057
ハ7 7	第1回WCST1PEN - 第2回WCST1PEN	1.80000	3.73571	1.18134	-.87237	4.47237	1.524	9	.162
ハ7 8	第1回RBMT標準profile点合計 - 第2回RBMT標準profile点合計	-.08333	4.23102	1.22139	-2.77159	2.60493	-.068	11	.947
ハ7 9	第1回RBMTスクリーニング点合計 - 第2回RBMTスクリーニング点合計	-.16667	2.48022	.71598	-1.74253	1.40919	-.233	11	.820
ハ7 10	第1回FAB総計 - 第2回FAB総計	.20000	.44721	.20000	-.35529	.75529	1.000	4	.374

**訓練群において前頭前野機能に対する e ビジョントレーニング効果が認められた**

Table2のごとく、修正 Stroop test set2での誤答が有意に減少し(p=0.038 <0.05)、その遂行時間も短縮される傾向が強くみられた(p=0.056)。また、WCST応答時間も有意に短縮した(p=0.010 < 0.05)。さらにRBMTスクリーニング点も非常に強い改善傾向がみられた(p=0.052)。情緒的側面では、訓練後にやや活気が増す傾向が認められた(POMS短縮版V ; p=0.089)。2群間でのt検定を試みると、RBMTのみが統計学的に有意な改善を示している(第2回RBMT標準profile点 p=0.035 <0.05)。

Table 2. 訓練群におけるトレーニング効果の有無

		対応サンプルの検定					t 値	自由度	有意確率 (両側)
		対応サンプルの差							
		平均値	標準偏差	平均値の 標準誤差	差の 95% 信頼区間				
					下限	上限			
ハ7 1	第1回Stroop2秒 - 第2回Stroop2秒	2.86364	6.64971	1.41772	-.08468	5.81195	2.020	21	.056
ハ7 2	第1回Stroop2誤答数 - 第2回Stroop2誤答数	.81818	1.73580	.37007	.04857	1.58779	2.211	21	.038
ハ7 3	第1回WCST1応答時間 - 第2回WCST1応答時間	40.63636	67.19378	14.32576	10.84431	70.42842	2.837	21	.010
ハ7 4	第1回RBMTスクリーニング点合計 - 第2回RBMTスクリーニング点合計	-.68182	1.55491	.33151	-1.37123	.00759	-2.057	21	.052
ハ7 5	第1回POMS短縮版V - 第2回POMS短縮版V	-2.25000	4.18058	1.20683	-4.90622	.40622	-1.864	11	.089

## 6.5. 考察

統計学的検討を総合的に判断すると、高次脳機能面に対して“e ビジョントレーニング”は、遂行機能の改善・情報処理速度の増加・注意力/集中力の改善に寄与する可能性が示唆された。検査項目として有意に改善したものは、修正 Stroop 検査の特に set2 と、WCST、RBMT の3つであった。修正 Stroop test と機能画像上の相関は、特に前帯状回および前頭前野背外側部において顕著であるとされ<sup>1)</sup>、また WCST はやはり前頭前野背外側部との機能的相関が報告されている<sup>2)</sup>が、いわゆる随意性衝動性眼球運動の中枢である前頭眼野が前頭前野背外側部により制御を受けているという報告<sup>3)</sup>と考え合わせると、修正 Stroop test と WCST における訓練前後の有意差は、e ビジョントレーニングによる眼球運動の持続的活発化がその上位制御中枢である前頭前野背外側部を賦活し、前頭前野背外側部自身の機能をも向上させたという、本研究の仮説を強く支持する証拠として、極めて興味深い事実を提供しているといえる。最も強い統計学的頑健性があると判断される RBMT の改善、すなわち日常生活に密着した記憶力の改善に関しては、純粋な記銘力の改善なのか、注意/集中力改善による2次的効果なのかは明らかではないが、Tulving ら(2003)の提唱する HERA(hemispheric encoding/retrieval asymmetry in episodic memory)仮説<sup>4)</sup>に拠れば、前頭前野は出来事記憶の処理において、海馬を中核とする記憶ネットワークの一角を構成しており、e ビジョントレーニングが前頭前野を活性化した結果、この記憶ネットワークの強化へと至ったという推論も成り立つのではないかと考えられる。

本研究で有意差が生じにくかった背景としては、被検者がいずれも健常者であるため、神経心理学的検査の結果がいずれも天井値に近かったことが挙げられる。上記の推論をさらに強固にするためには、前頭前野に損傷の生じている被検者を対象とした追加研究が必要と考えられる。また、この前頭前野の機能改善がどの程度永続性のあるものなのかは、実際のリハビリに应用する上では必須の検証事項であり、今後長期的追跡調査も加味すべきであると判断する。

## 6.6. 結論

神経心理学的検査を用いた統計学的検証により、“e ビジョントレーニング”が前頭前野活性化をもたらす可能性が強く示唆された。

## Reference

- 1) Milham MP, Cohen NJ, et al. Practice-related effects demonstrate complementary roles of anterior cingulate and prefrontal cortices in attentional control. *Neuroimage* 2003;18(2):483-93.
- 2) Berman KF, Weinberger DR, et al. Physiological activation of a cortical network during performance of the Wisconsin Card Sorting Test: a positron emission tomography study. *Neuropsychologia* 1995;33(8):1027-46.
- 3) Pierrot-Deseilligny C, Ploner CJ, et al. Decisional role of the dorsolateral prefrontal cortex in ocular motor behaviour. *Brain*;2003;126:1460-73.
- 4) Habib R, Tulving E, et al. Hemispheric asymmetries of memory: the HERA model revisited. *Trends Cogn Sci.* 2003;7(6):241-245.

## 7. 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

（独）情報通信機構（NICT）脳情報グループ（文責：村田 勉）

### 7.1. 概要

（株）アファン製の動体視力トレーニングソフト「武者視行」の課題実行と関連した脳活動を調べるため、NIRS (near infrared spectroscopy: 近赤外分光法) による脳活動計測実験を行った。実験種目は（株）アファンが設定し、脳活動計測は NICT 脳情報グループが協力して、NICT 関西先端研究センター（KARC）において 2 回にわたって行った（2005 年 8 月、11 月）。

### 7.2. 第 1 回実験（2005 年 8 月 13 日）

#### 7.2.1. 背景（アファンからの提案）

（株）アファンのトレーニングソフト「武者視行」の一定期間の使用により視覚刺激に対する全身反応が速くなることがわかっているが、運動生理学・スポーツ心理学的な見地からはその理由がわからない。そこで、脳科学からの検討を行いたい。

#### 7.2.2. 仮説

- 1) 脳の賦活部位を知ることが何らかのヒントになるのではないか。
- 2) 運動学習に関わるとされる前頭葉の運動関連領野及び小脳が活発化するのではないか。
- 3) 動体視力トレーニングの視覚刺激が脳の広範囲を賦活させているなら、脳の活性化に有効なのではないか。

#### 7.2.3. 実験の概要

達人（武者視行レベル 10 をクリア可能）と常人（同レベル 5 はクリア可能）について、様々なレベルの課題に対する脳活動の特徴と差異を観察する。課題レベルは 1、5、10 を用いる。

#### 7.2.4. 実験課題

##### 1. 周辺視野 (Spread Ball)

3×3 に区切られた画面全体に多数のボールが短時間出現する。うち一つだけ他より明るいか他と形が異なる(四角)ボールが混じっており、モニターはその存在する升目をテンキーで答える。

##### 2. 追従視力 (Quick Ball)

画面内をボールが動き回り、ときどき明るくなるか形を四角に変えるので、モニターは変化が生じたらなるべく早くスペースキーで答える。

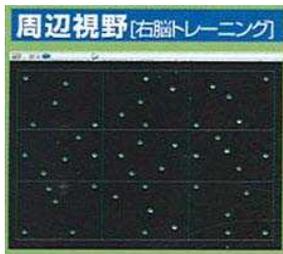


図1 課題(イメージ)。

#### 7.2.5. 実験デザイン

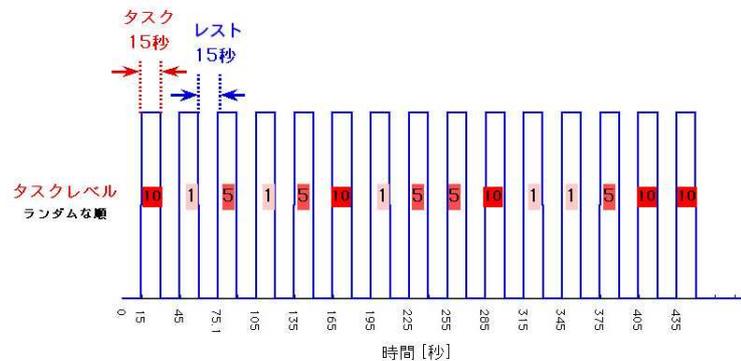
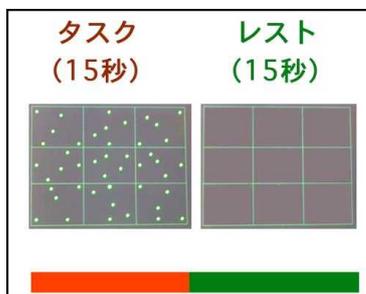


図2 実験デザイン概要。

平常時を基準状態として課題実行時の脳活動を見るため、課題実行と休息を交互に割り当てた(図を参照)。また、「武者視行」はこのような動作に対応していなかったため、実験用に「武者視行」の画面をキャプチャしムービーを作成して対応した。タスクは計15回で、内訳はレベル1、5、10が各5回ずつ、レベルの出現順はランダム化した。

#### 実験風景

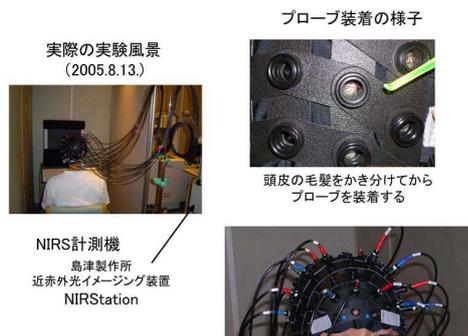


図3 実験風景

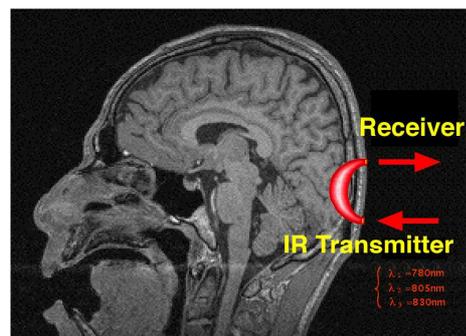


図4 NIRSの原理

**NIRSプローブの配置**

NIRS実験終了後に、ヘッドキャップの送光点と受光点の間にマーカー(ビタミン剤)を貼り付け、そのままキャップをずらさないようにして、MRI構造画像を撮像した。

このことにより近赤外光が最も透過しやすかったと思われる大脳皮質の位置を(事後ではあるが)求めることができる。

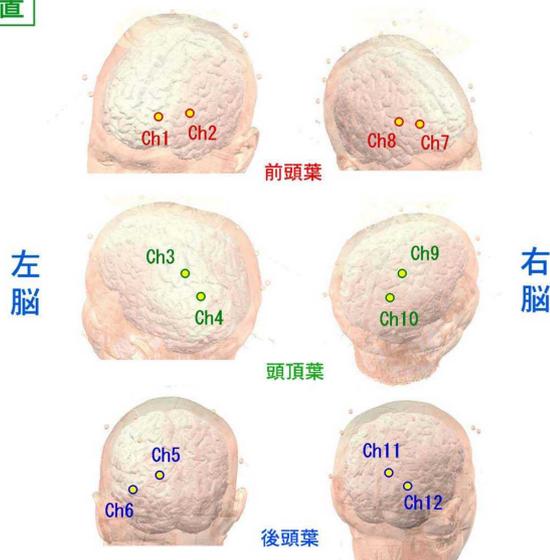


図5 プローブ配置。

7.2.6. データ解析

前処理として、観測値(サンプリング周期0.19秒)に0.01~0.2Hzを通過域とするバンドパスフィルタを適用し、タスク・レストの周期(30秒 0.033Hz)よりゆっくりしたトレンド成分や、外乱となる心拍(1Hz前後)の成分を除去した。また、タスク開始に同期して、各レベルについて5試行分の加算平均を行った。レスト期間中の5~12秒までの7秒間をベースラインとしてタスク時間15秒間の計測値を積分し、各チャンネルの活動度の指標とした。観測値中、酸化ヘモグロビンの変動を解析に用いた。

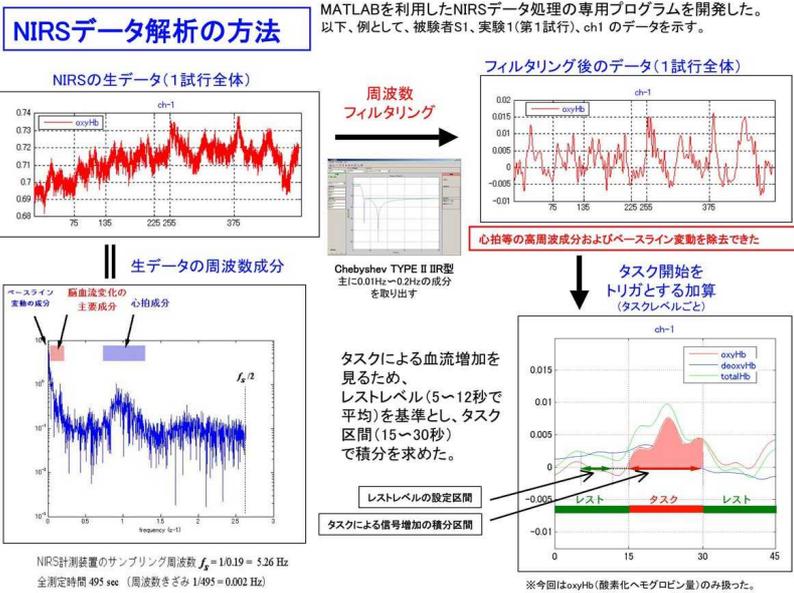


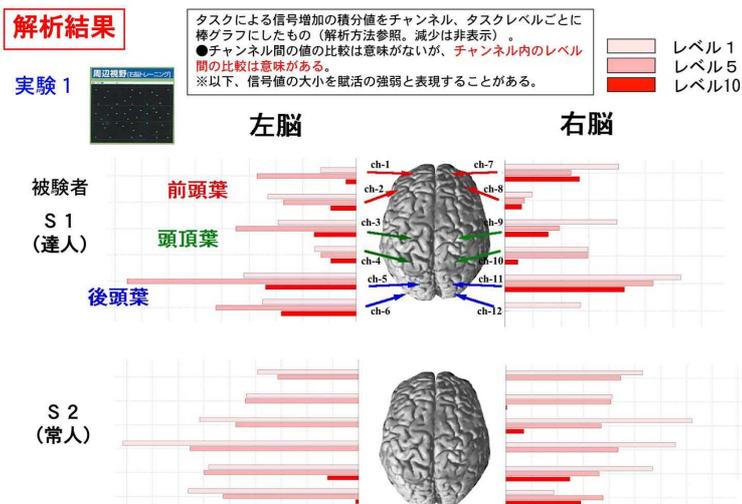
図6 データ解析概要。

### 7.2.7. 実験結果

実施時のモニターの状態及びデータの様相から、有効な観測との信頼度の低いデータは棄却した。残ったデータについて、次のような傾向が見られた：

#### 課題1(周辺視野)

常人と達人とで違いが見られた。つまり、常人では、最易レベルで最も賦活が大きく、最難レベルでは賦活が見られない(小さい)というチャンネルが多かったのに対し、達人では、最難レベルでも賦活が見られ、左脳では最易レベルよりも中間レベルで最も賦活が大きいチャンネルが多かった。



チャンネルの多くで、タスクレベルに依存した賦活の差が見られた。特に顕著な点として、常人では最易レベルで最も賦活が大きく、最難レベルでは賦活が見られない(小さい)というチャンネルが多いのに対し、達人では、最難レベルでも賦活が見られ、左脳では最易レベルよりも中間レベルで最も賦活が大きいチャンネルが多い。ただし、「課題の内容」で記述したように、最難レベルは刺激のコマ落ちがあり正しく表示されていないため、賦活が抑われている可能性がある。

図7 課題1の結果。

## 課題2 (追従視力)

常人に比べて達人は最難レベルでの賦活が大きかった。

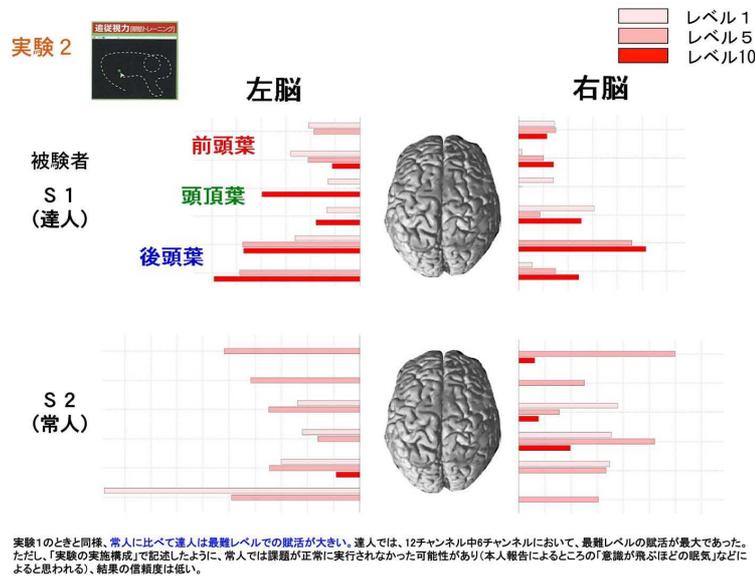


図8 課題2の結果。

### 7.2.8. 問題点

1. 刺激提示ムービーの制約により、画質低下やコマ落ちが発生し、意図した通りの課題が与えられなかった。
2. モニターの回答を記録できなかった。
3. タスク・レストの長さが一定で、モニターの予期による活動が観測されてしまった可能性がある。
4. 異なるレベルで単位時間中の刺激提示回数を統制していないため、課題難易度のせいだけでなく単に刺激が頻繁なために脳活動が増大した可能性を否定できない。
5. 十分な時間がとれず、モニターのコンディションを確保できなかった。

## 7.3. 第2回実験 (2005年11月26日、27日)

### 7.3.1. 改良点

第1回実験における問題点に対して、第2回実験では主に次のような点を改善した：

1. (株)アファンによる「武者視行」自体の実験対応。具体的には、キー操作によるプログラムの一時停止・再開機能と、実行中であることを示す状態マーカーの画面上部への表示機能が搭載された。これにより、課題提示に「武者視行」自体を用いることが可能になった。また、モニターの応答(正答率)も記録可能になった。

2. 実施の自動化と正確な時間記録。上記「武者視行」の実験対応に伴い、自動実行により「武者視行」と並行動作して停止・再開をコントロールするプログラム、画面に表示される状態マーカーからフラグ信号を生成して各種計測機器の外部入力に渡す装置を用意あるいは作成した。これにより、時間デザインの実現がストップウォッチ+手動の場合より正確になるとともに、停止・再開の状態が各種計測値と時間ズレなく記録可能になった。
3. 眼球運動の同時記録。以前は眼球運動を脳活動と別個に計測していたが、今回は同時に記録した。
4. 実験の時間デザインのランダム化。休息時間にランダム性を取り入れ、モニターの予期の効果の低減を図った。
5. 実験規模の拡大。モニター数とモニター一人当たりの実験時間がともに前回より増加した。また、達人・高齢・常人の3群のモニターを対象とした。

### 7.3.2. 目的

達人・常人・高齢の3群のモニター（各2名）について、異なるレベル・異なる種類の「武者視行」の課題を与え、脳活動を観察する。

### 7.3.3. 実験課題

下記の5種類の課題を用いた。うち2種類（周辺視野と追従視力）は2つのレベルについて行ったので、のべ7種類の課題を実施した。

1. 周辺視野 (Spread Ball) Lv. (レベル) 3、7  
3 x 3 に区切られた画面全体に多数のボールが短時間出現する。うち一つだけ他より明るい他と形が異なる（四角）ボールが混じっており、その存在する升目をテンキーで答える。
2. 追従視力 (Quick Ball) Lv. 3、7  
画面内をボールが動き回り、ランダムなタイミングで明るくなるか形を四角に変える。変化が生じたらスペースキーで答える。
3. 動体視野  
2つのタスクを同時に行う。1つ目は、画面外周部の9つのマスのひとつにボールが出現する。出現したマスをテンキーで答える。2つ目は、内部のフィールドを動き回るひとつまたは複数のボールがランダムなタイミングで明るくなるか形を四角に変える。変化が生じたらスペースキーで答える。
4. 動体認識  
画面内に色分けされたボールが現れ、しばらく動いて消滅する。各々の色のボール

が何個あったかを答える。

### 5. 動体識別

色分けあるいは図形の描かれた 3×3 個のボールが画面の左右に提示される。うち一対 (2 個) が左右で入れ替わっているので、入れ替わっているボールをテンキーで答える。

ただし、モニター5 (高齡) の 追従視力 Lv. 3 のタスクでは、自動操作スクリプトの作動不良により Lv. 1 が代わりに行われた。

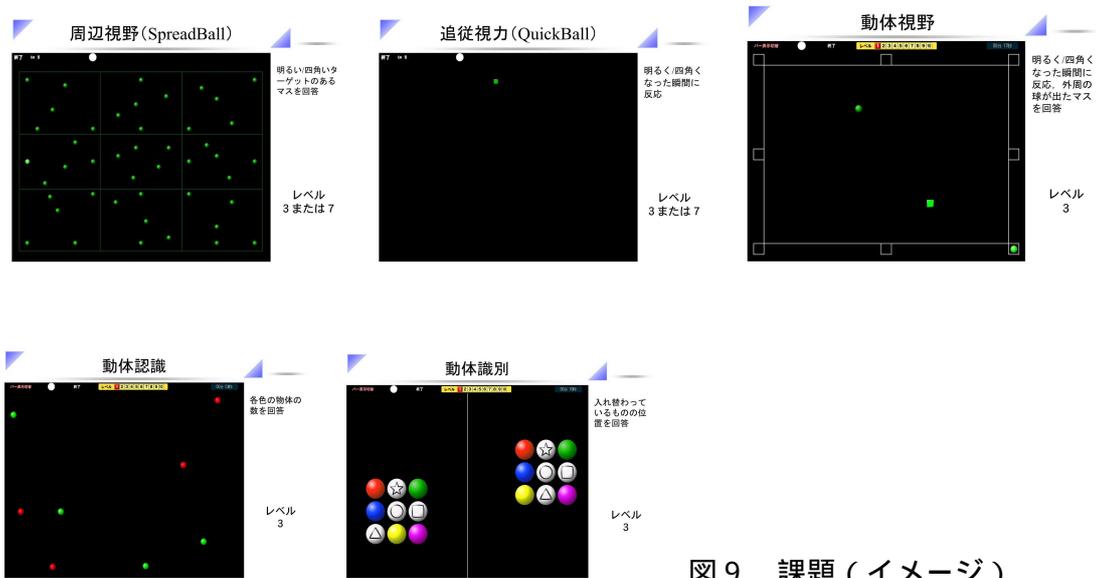


図 9 課題 (イメージ)。

### 7.3.4. 実験デザイン

「武者視行」に追加された停止・再開機能を利用し、タスクすなわち課題を実行している期間と、レストすなわち休息期間を交互に配置した。タスクは約 20 秒 (課題によって若干異なる) で、1 ランで 5 回行われ、交互に約 20 秒のレストを挟んだ。レストの時間は 18.5 秒 ~ 21.5 秒でランダムイズした。

図 10 に典型的な時間デザインの例を示す。1 ランは正味約 4 分であった。1 課題について 1 ランのみを行った。これを各モニターがそれぞれ延べ 7 種の課題について行った。

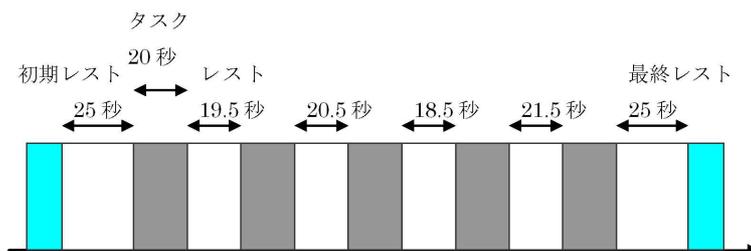


図 10 実験デザイン。

## モニター

達人・常人・高齢の3つのカテゴリで、各2人ずつ計6人のモニターについて実験を行った。したがって、総計42ランのデータが得られた。

## NIRS プローブの配置

第1回実験と同様とした(図5参照)。プローブ位置の確認のため、モニターごとにプローブ位置と脳構造が撮像されるMRI構造画像も記録している。

## 眼球運動の計測

ISCAN社の装置を用いて眼球運動(注視点)の計測を同時に行った。モニターの条件によっては計測できない場合もあった。

## 正答率の集計

実験で用いた「武者視行」のモードでは正答率を報告する機能がないため、実験を録画したビデオを参照し、正解音を数え上げた。同様に出題数も数え上げたが、録画上の制約から完全な数え上げの出来ない課題も存在した。その場合、事後に「武者視行」を実験時と同条件で実行して確認したが、出題数にランダム性がある課題もあり、それに対しては期待される平均的な出題数で正答率を算出した。

## データ解析

まず前処理として、前回実験と同様、計測値(サンプリング周期0.19秒)に0.01~0.2Hzを通過域とするバンドパスフィルタを適用し外乱要因を除去した。次に、タスク中は1、レスト中は0となる箱型関数とHRF(hemodynamic response function: 血行動態関数)をコンボリューションしたテンプレートを用意し、計測値と比較した。計測値がテンプレートによく一致する場合、タスクに同期した賦活が生じたものと考えられる。なお、解析には、酸化ヘモグロビンや還元ヘモグロビンと比較して最も頑健に値が得られると考えられる総ヘモグロビンの変動を用いた。

## データ処理(フィルタリング)

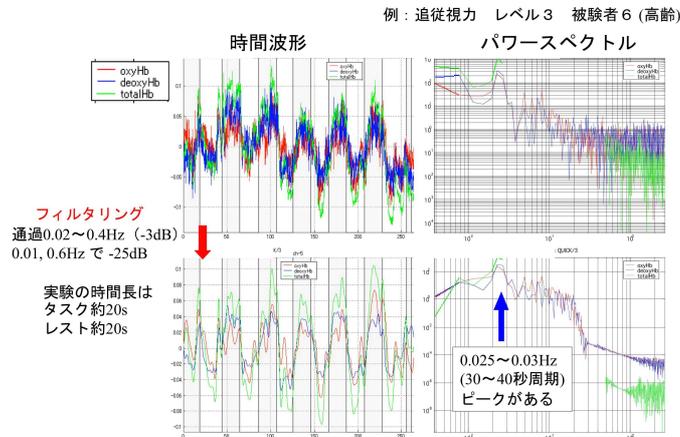


図1.1 データ解析(バンドパスフィルタリング)

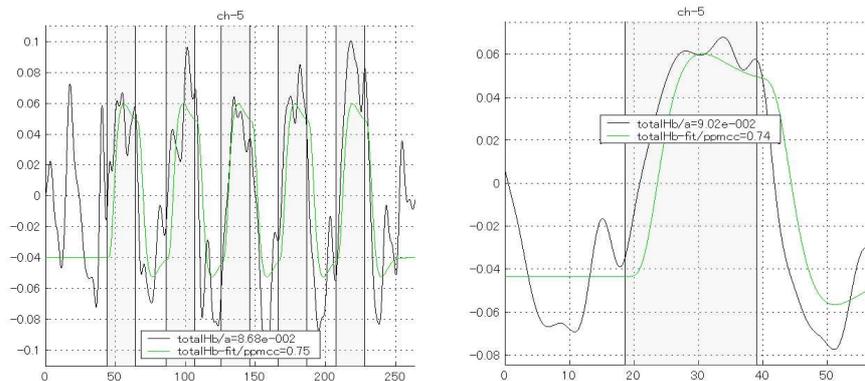


図1.2 データ解析(計測値の加算と HRF テンプレートのフィッティング)

### 7.3.5. 実験結果と考察

#### 1. 正答率

番号	ラベル	周辺	周辺	追従	追従	動体	動体	動体
		視野	視野	視力	視力	視野	認識	識別
		Lv. 3	Lv. 7	Lv. 3	Lv. 7	Lv. 3	Lv. 3	Lv. 3
1	達人A	0.51	0.13	0.68	0.27	0.67	0.82	0.94
2	達人B	0.77	0.70	1.00	0.62	0.76	0.82	0.72
3	常人A	0.62	0.30	0.71	0.37	0.39	0.46	0.78
4	常人B	0.69	0.46	0.73	0.32	0.64	0.68	0.64
5	高齢A	0.28	0.29	0.72	0.23	0.68	0.64	0.78
6	高齢B	0.49	0.26	0.85	0.26	0.28	0.42	0.50

正答率は表の通りであった。なお、出題数を直接数え上げられなかったために平均的な出題数の推定値を用いている項がある。

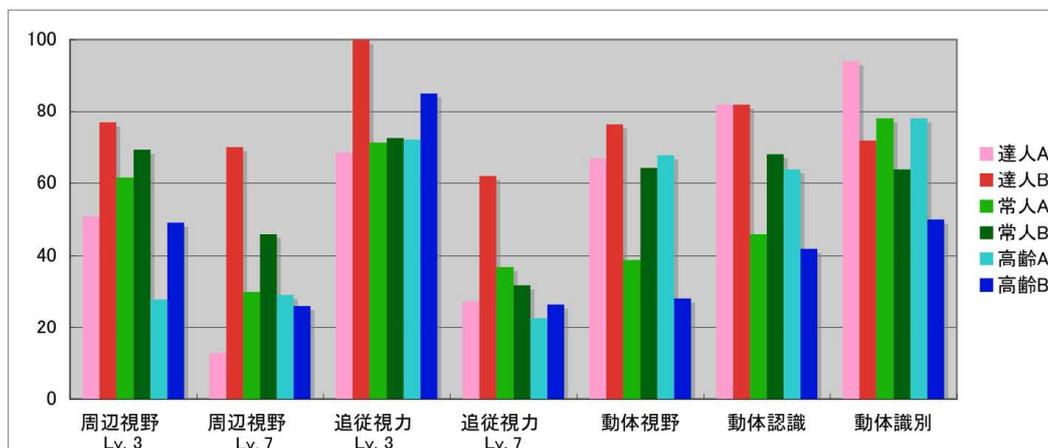


図 1.3 正答率（課題ごと）

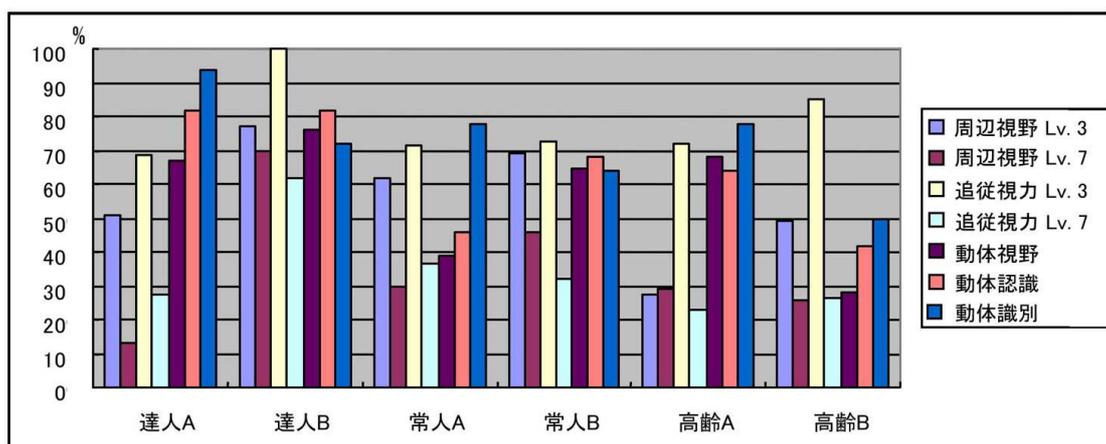


図 1.4 正答率（モニターごと）

課題ごとの正答率を見ると、周辺視野と追従視力においてレベルの高低による明確な差が見られた。

モニター2（達人B）は総じて高い正答率を示したが、モニター1（達人A）は視力補正の条件が訓練時と実験時で異なり、正答率が低い種目もあった。常人および高齢では個人差、課題差が大きいものの、平均的には常人の方がやや高い正答率を与えた。

## 2. テンプレートのフィッティング

図 1.2 は、計測データにタスク同期テンプレートをフィッティングした結果の典型例である（モニター6（高齢B）追従視力 Lv. 3、チャンネル5）。左図は5試行全体に対してフィットした場合、右図は加算平均後にフィットした場合を示している。

黒の実線が総ヘモグロビンの変動を示し、緑の実線がタスクと HRF から算出される脳活動のテンプレートを示す。縦軸は総ヘモグロビン量、横軸は時間[秒]である。凡例中の  $a$  はフィット時の振幅倍率、 $\text{ppmcc}$  は相関係数 (Pearson の積率相関係数) を示す。グラフ中、薄い灰色の縦縞はタスク期間を、それ以外はレスト期間を表している。ここにあげたグラフはタスクに同期した賦活が明確に観察されている例である。課題・モニター・チャンネルによって相関係数、すなわち同期の度合いは異なり、その傾向が主な解析対象となる。

### 3. タスクにより引き起こされたと考えられる賦活の検出

各チャンネルの NIRS 信号に見られる変化が統計的有意さをもってタスクと関連しているといえるかどうかについて、各チャンネルの相関係数に対して  $t$  検定を行った。時間長と周波数から算出される自由度を用いるため、有意水準  $p < 0.05$  に対応する相関係数は約 0.50 となり、これを閾値として、相関係数の絶対値が閾値を越えたチャンネル (これを賦活したチャンネルと呼ぶことにする) の数を数えた。チャンネル群を前頭、頭頂、後頭に分け、賦活したチャンネル数を全課題、全モニタ

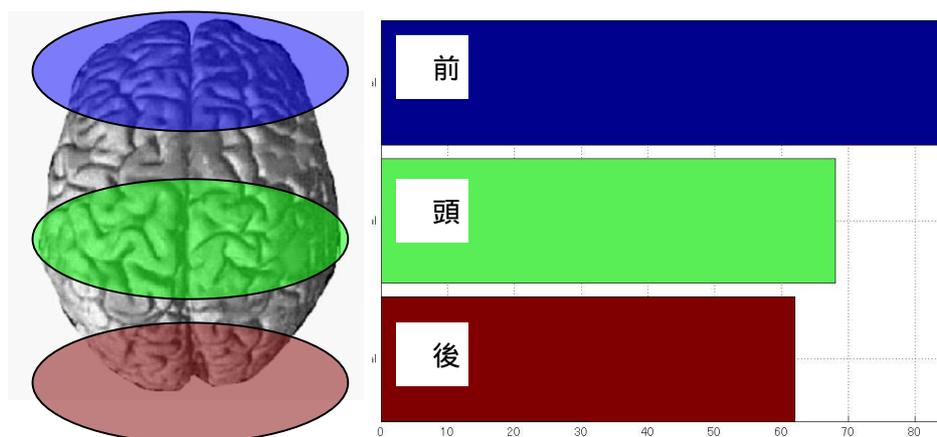


図15 タスクに同期して賦活したチャンネル

ーについて数え上げた結果を図15に示す。この結果から、3群の中で、前頭のチャンネル群において賦活したチャンネルが最も多かった。

図16は課題ごとの集計結果であるが、どの課題が最も前頭のチャンネルを賦活させたかというような点については、指標の取り方にも依存するため、今回の実験のみから結論を出すことは難しい。しかし、チャンネル群間で比較すると、全課題に共通して前頭の賦活チャンネル数が最多であった。

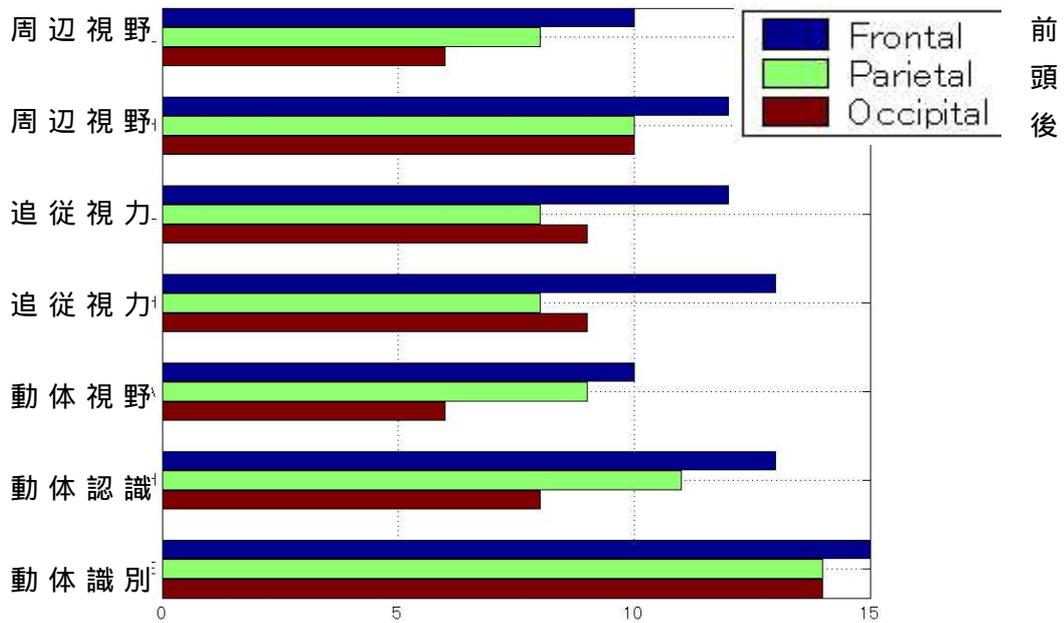


図 1 6 タスクに同期して賦活したチャンネル数（課題ごと）

#### 4. 課題レベルおよびモニターカテゴリにおける賦活度合いの差異

課題のレベルによる賦活度合いの差異について、モニターカテゴリの観点から分析した。低レベル課題（Lv. 3）と高レベル課題（Lv. 7）の賦活の度合いを比較するため、テンプレートを計測値へフィッティングしたときの振幅倍率  $a$  を用いる。2つのレベルの振幅倍率の2乗の和を1とし、高レベルの振幅倍率と低レベルの振幅倍率の2乗の差が占める割合を下記のように計算した：

$$(a_{lv7})^2 - (a_{lv3})^2$$

$$(a_{lv7})^2 + (a_{lv3})^2$$

すなわち、低レベルではほとんど賦活が見られず、高レベルでのみ賦活が見られたような場合に1に近づくような指標である。（高レベル、低レベルに対する反応が逆になるケースでは-1に近づく）

周辺視野および追従視力におけるLv. 3とLv. 7を比較した結果を図17～図19に示す（図17は頭を上から見たときのプローブの配置を表している）。チャンネルの表示の赤さが濃いほど高レベルでの活動の割合が大きく、また表示が青さが濃いほど低レベルでの活動の割合が大きかったことを示す。

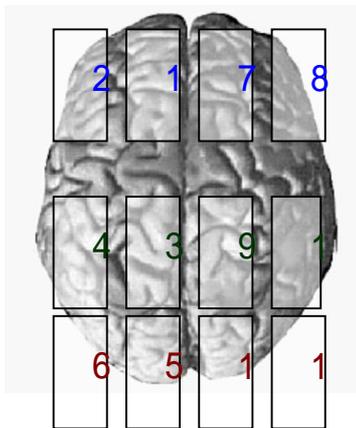


図17 プローブの配置（頭を上から見たところ）

### 課題：周辺視野

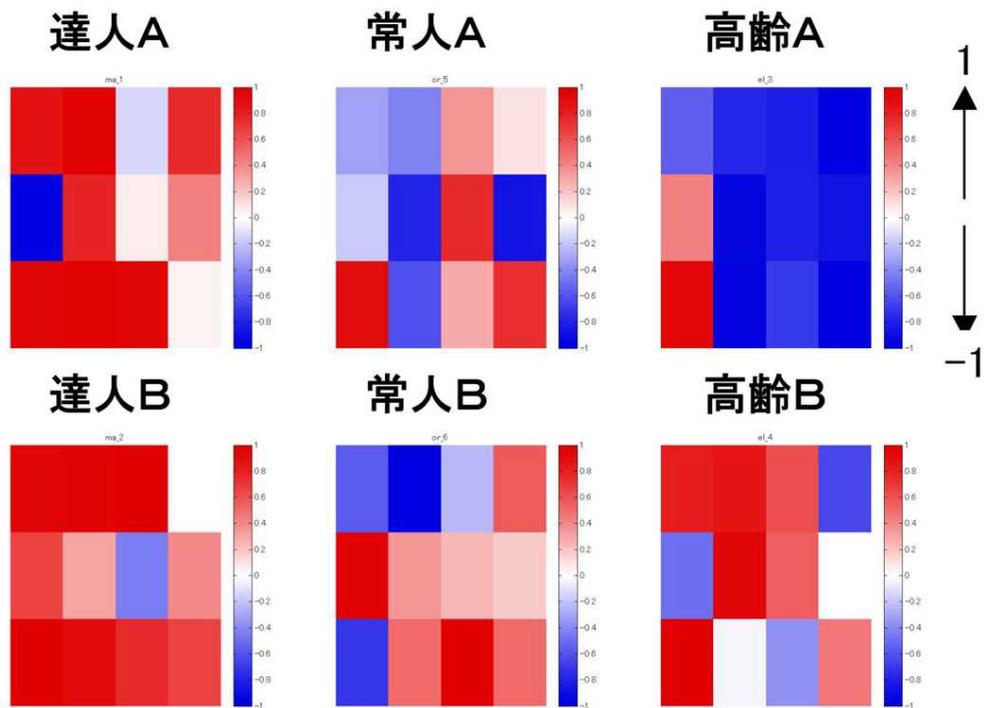


図18 レベル7とレベル3における賦活度合いの比較（周辺視野）

## 課題: 追従視力

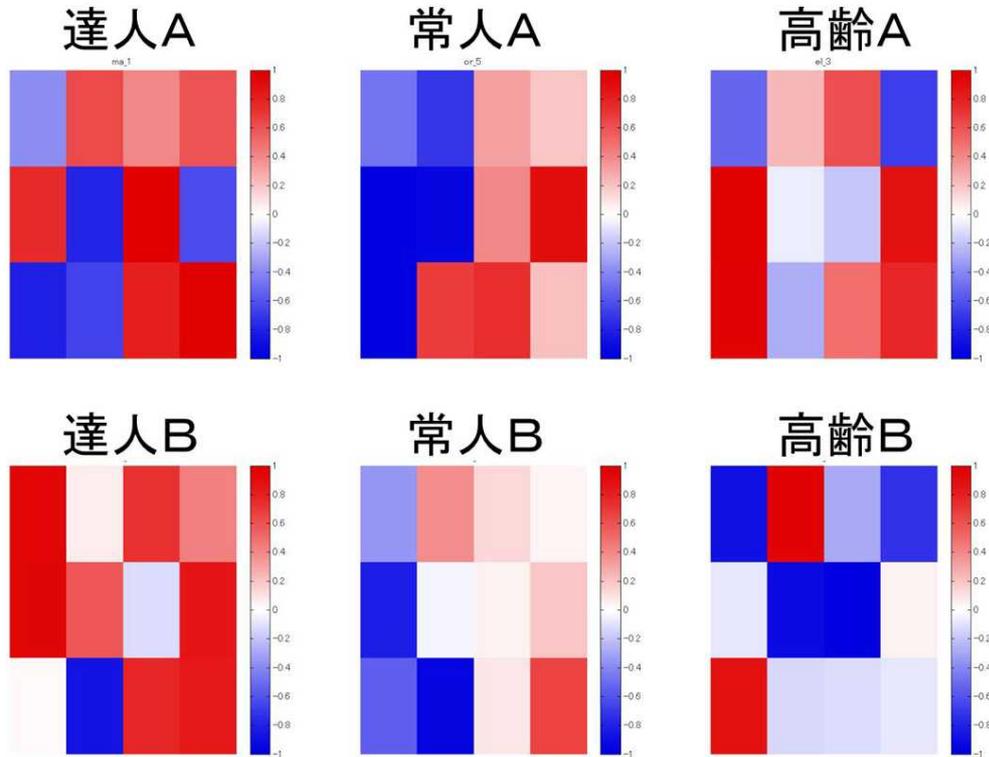


図19 レベル7とレベル3における賦活度合いの比較（追従視力）

達人においては、常人、高齢に比べて赤いチャンネルが多いため、高レベルの課題においてより賦活が高くなる傾向があると思われる。このことから、達人において脳をより賦活させるためには、より高レベルの課題が適していることが示唆された。これは、第1回実験における「達人は高難易度課題でも前頭での脳活動が維持あるいは更新する」という結果と一致する。常人や高齢では、達人のようなはっきりした傾向は認められなかった。

### 5. 眼球運動

図20に眼球運動の解析結果を示す。高正答率を示したモニター2（達人B）と、タスクに正の相関を持つチャンネルが多かったモニター4（常人B）について、水平方向の眼球運動に注目すると：

- 周辺視野の課題では、達人は常人より眼球運動が小さい。また、常人では難易度が上昇すると眼球運動は大幅に減少するが（動かすほどの時間がない）、達人ではもともと運動が小さいためか常人ほど変化は大きくない
- 追従視力の課題では、達人は常人より眼球運動が大きい

ということがわかった。

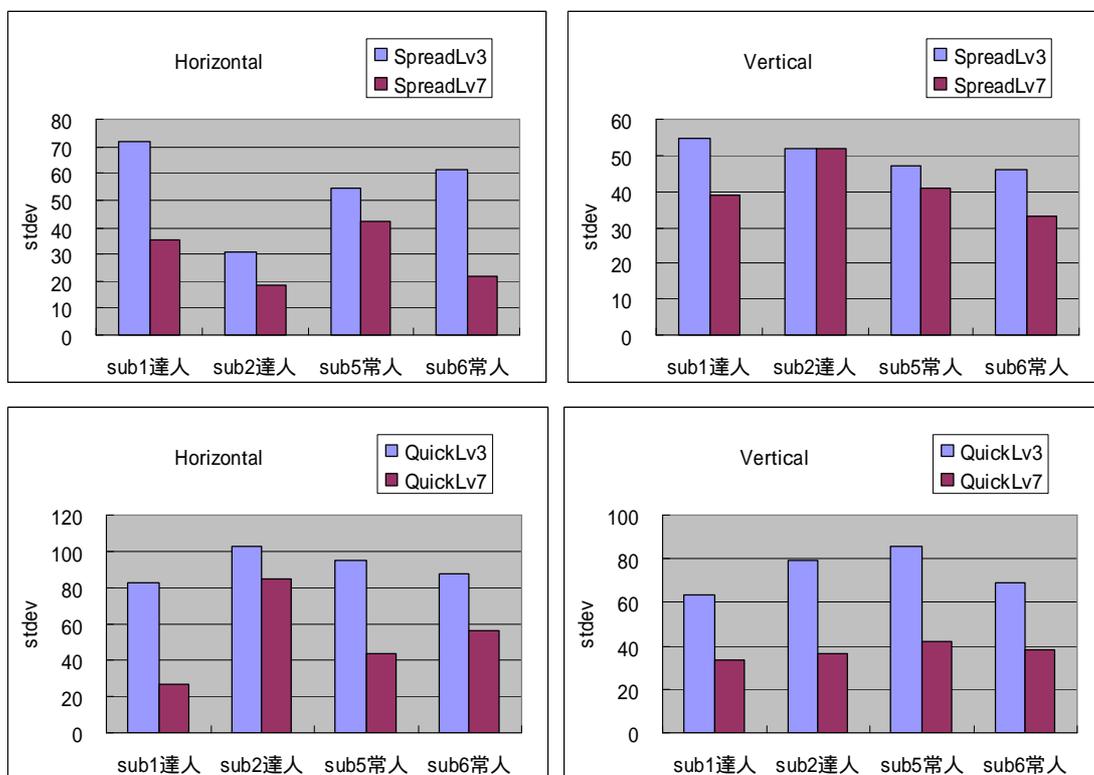


図 2 0 眼球運動のばらつき (標準偏差): 水平成分と垂直成分

### 補足的事項

#### 1. 武者視行課題の提示

武者視行は本来トレーニング用のソフトであり、脳科学実験用のソフトではないため、単位時間あたりの刺激提示回数・視覚情報のうち形態や色などのモダリティを用いるのか・あらかじめプログラムされたあるいは外部からトリガで与えられる時間スケジュールの履行などである。より詳細に脳活動計測実験を行う場合は、これらも統制可能なことが望ましい。

#### 2. 負の相関

モニター・課題によってはタスクに対して有意な負の相関を示すチャンネルがあった。負の相関についてのメカニズムや解釈は現時点では確定できない。

#### 3. 脳活動以外の要因の排除

NIRS 計測では、原理上、光路上で生じる変動はすべて拾ってしまうため、皮膚血流等の影響が計測値に含まれる可能性がある。

#### 4. その他

計測原理上、NIRS では脳深部の賦活を捉えることは困難である。

#### 7.4. まとめ

第1回実験の方法に基づき、これに、刺激提示法・眼球運動同時計測・正答率評価などの各種の改良を加えた上で、武者視行による脳活動の NIRS による計測実験を行った。その結果：

1. 前頭では、達人は高難度課題でも脳活動が維持あるいは亢進するが、常人（および高齢者）では賦活が減少することがある。ということが得られた。これは第1回実験の結果と一致した内容であった。

また、

2. タスクと関連した NIRS 信号の変化（課題実行による脳賦活を反映すると考えられる）が見られたチャンネル数は、全課題に共通して前頭、頭頂、後頭の領域のうち、前頭で最も多かった（モニターを通算）。このことは、武者視行の課題実行において、前頭葉の脳活動が重要な役割を果たすことを示唆している。

さらに、

3. 「周辺視野」課題では、達人は常人より眼球運動が小さく、「追従視力」課題では、達人は常人より眼球運動が大きかった。このことは、熟達度が高いモニターでは、周辺視野から得られる視覚情報の利用効率が高く、また、目標に追従する必要があるときの眼球運動能力が高いことを表している。

今回の実験で得られた NIRS 脳活動計測データにおいては、かなりの割合のチャンネルにおいて、タスクに対して統計的に有意な相関をもつ信号変化が認められた。このことは、NIRS 脳活動計測がタスク実行に関連する脳活動を確かにとらえていることを物語っている。

しかしながら、今回の実験は課題種目が多い分、各種目に対する実験回数は少なく、モニター数もまだ十分ではない。実験方法と解析方法についてもさらなる改良の余地があり、研究をさらに重ねることによってのみ、より確かな知見に至ることができると考えられる。

## NICT 脳情報グループ 担当者一覧

鈴木良次	脳情報グループリーダー：共同研究決定
藤巻則夫	統括、共同研究契約
村田 勉	実験実施責任者、主たる連絡役、第1回実験レポート執筆 第2回実験レポート執筆補助 本件の総責任者
寺園 泰	実験記録、データ解析法開発、解析担当 第2回実験レポート執筆
加藤 誠	眼球運動実験担当
野界武史	NIRS 実験実施担当
魏 強	刺激提示システム構成、NIRS 実験実施担当
早川友恵	関連研究文献調査
糸井誠司	実験装置管理・運営
脇田美由紀	関係者来所対応、毛髪処置法提案
李 淑玲	関係者来所対応

以上

## 8. まとめ

本プロジェクトで実施した動体視力トレーニングでは下記の可能性が示された。

豊嶋研究チーム：視覚刺激に対する身体の反応時間（目と身体の協応）の短縮。

船渡研究チーム：バランス維持能力からみた神経・筋機能の向上。

大賀研究チーム：前頭葉の前頭前野活性化による情報処理速度の増加・遂行機能の改善・注意力/集中力の改善。

NICT研究チーム：本トレーニング課題実行時の前頭葉の脳活性。

以上の能力向上の可能性が示唆されたことは、本動体視力トレーニングを通じて、中高年世代の日常生活全般を快適にすることが可能となると捉えることができよう。例えば、動体視力や視覚刺激に対する身体反応速度の向上を通じて、歩行中により早く障害物を認識でき、それに対して歩幅を調整したり、先回りしたりして対応することで着実に障害物を越えることができる。また、身体バランスの維持・調整能力の向上により、つまずきによる転倒を防止したり、自転車を安全にバランスよく乗り降りしたりできる。これらは高齢者における日常での転倒防止の効果を期待できよう。さらに、脳機能面に関しては、前頭前野の活性化による情報処理速度の増加・遂行機能の改善・注意力/集中力の改善を通じて、日常生活における意欲や積極性を引き出す可能性も期待でき、ひいては認知症や交通外傷を中心とした高次脳機能障害に対するリハビリ訓練として社会貢献にも寄与しうることも大いに期待できる。ただし、今回の実証実験プロジェクトではモニター数もまだ十分とは言えないため、さらに研究を重ねる必要があるであろう。

なお、本プロジェクトにおけるモニターの満足度は非常に高く、満足した人の割合は実験 1、実験 2 とともに 100%であった。(2.6 アンケート結果参照) また、本プロジェクトに継続的に取り組めるようスクール化してほしいとの意見も多かったこともあり、本プロジェクトの成果とノウハウをもとに事業化し、2006 年 5 月から㈱まちづくり三鷹の協力のもと、「脳に e! トレーニングスクール」(中高年対象の動体視力トレーニング講座)を開講し、継続的に運営していく予定である。

以上