

## 2.1 動態計測

本事業においては、高齢者が生活および生産場面で直面する困難な状況を想定した計測を行い、実計測で得た結果を基に高齢者向けの製品・環境作りのためのデータベース化を図ることを目的としている。本計測は（社）人間生活工学研究センターが実施している。

本事業では2カ年にわたって計測を行っている。平成12年度は主に上肢機能を使う計測、平成13年度は下肢機能を使う移動動作に関する計測を中心に行なった。また、平成13年度は視聴覚機能と連動した動作計測として、照度条件が移動動作に与える影響や、騒音・照明が作業に与える影響を調べる計測も行っている。

なお、本計測に参加した高齢者については、健康状態が良好で、このような計測に対するモチベーションが非常に高いといった特徴があるということの特筆しておく。

## 2.2 計測概要と計測項目

### 2.2.1 計測概要

平成13年度動態計測の実験計測概要を以下に示す。

- (1) 計測期間 : 平成13年9月10日(月)～平成14年1月31日(木)
- (2) 計測場所 : (A) 大阪市北区堂島浜1-2-6 新ダイビル地下1階  
社団法人 人間生活工学研究センター 計測室  
  
(B) 大阪市北区堂島3丁目3番22号 堂島松本ビル3階  
社団法人 人間生活工学研究センター 計測室
- (3) 計測員 : 4名×2ヶ所=8名
- (4) 被験者数 : 233名(1日:3名×2ヶ所=6名)
  - ・被験者は一人で計測場所まで来所できる健常者であり、実績は表2.2.1に示す。
  - ・被験者は基本的にA、Bの2日間の計測に参加するが、都合により1日のみの参加となった者がA、Bとも1名ずつあった。人数内訳を表2.2.1に示す。

表2.2.1 被験者人数内訳

(単位:人)

	計測室A			計測室B		
	男性	女性	合計	男性	女性	合計
20代	11	12	23	11	12	23
30代	9	12	21	9	12	21
40代	10	12	22	10	12	22
50代	13	16	29	12	16	28
60代	34	32	66	34	32	66
70代	27	28	55	27	29	56
80代	11	6	17	11	6	17
合計	115	118	233	114	119	233

(5) 計測衣：服装については、原則として被験者自身の着衣で計測を行ったが、下肢の動作計測であるため、スカートの場合は計測用の運動着を着用してもらうこととした。また、履物については被験者自身の履き慣れた靴で計測を行ったが、例外としてサンダルやブーツのような歩きにくい履物の場合は計測用の運動靴を履いてもらった。

(参考)

- ・ 計測用運動着を着用した者  
計測室A：女性2名、計測室B：女性2名
- ・ 持参した運動着を着用した者  
計測室A：女性2名、男性1名、計測室B：男性1名
- ・ 計測用運動靴を利用した者  
計測室A：女性4名、計測室B：男性1名

### 2.2.2 計測項目一覧

計測項目を表 2.2.2 に示す。

表 2.2.2 計測項目一覧

計測室	動態計測項目
A	1. 10m 自由歩行計測
	2. 情報に対する反応 (合図によって歩き出す場合の歩行速度の変化)
	3. 手すりの高さ計測
	4. 足元照明の設置間隔 (歩きやすさへの影響)
	5. 隙間またぎ計測
	6. またぎ段差計測
	7. 連続階段昇り降り (持久力の計測)
B	8. 単純段差・またぎ段差の比較
	9. 一段ステップ昇降計測
	10. 障害物のまたぎ計測
	11. 台車押し計測
	12. 音情報に対する作業性 (動作のための音の記憶力)
	13. ベルトコンベア作業 (騒音・照明が作業に与える影響)
	14. 指先でものに触る動作 (触覚)
	15. 重心動揺計測
	16. 身体部位・関節可動域の計測 (座位・立位)

2.2.3 タイムチャート

標準的なタイムチャートを以下に示す。

[計測室 A]

(10:00 開始)

(15:30 終了)

10:00		11:00						12:00	13:00			14:00			
15	45	5	15	5	30	5	15	60	20	5	30	5	20		
当日説明・アンケート	10 m 自由歩行計測	休憩	隙間またぎ計測	休憩	足元照明の設置間隔	休憩	手すりの高さ計測	休憩	またぎ段差計測	休憩	情報に対する反応	休憩	連続階段昇り降り	当日の意見・感想・謝礼	

[計測室 B]

(10:00 開始)

(15:30 終了)

10:00				11:00		12:00	13:00				14:00					15:00
15	10	5	30	5	55	60	5	5	45	5	20	5	10	5	30	
当日説明・アンケート	音情報に対する作業性(1回目)	休憩	障害物のまたぎ計測	休憩	ヘルトコンペア作業	休憩	音情報による作業性(2回目)	休憩	身体部位・関節可動域の計測	休憩	一段ステップ昇降計測	休憩	単純段差・またぎ段差の比較	休憩	指先でものに触る動作	当日の意見・感想・謝礼

## 2.14 音情報に対する作業性（動作のための音の記憶）

### 2.14.1 計測内容

日常生活や生産場面においては、「ピー」というような電子音に促されて行動を起こすことがよくある。その場合、どの音であるかを聞き分けて行動に移るが、生活の中には電子音が溢れており、まぎらわしい場合も多々ある。

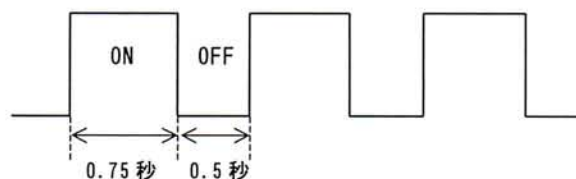
そこで、この計測では種類の異なる音を記憶できるかということと、記憶した音合図に対して正しく行動できるかどうかを計測し、若年者と高齢者では記憶力や音に対する反応に、どの程度の違いがあるのかを調べる。

### 2.14.2 計測機器

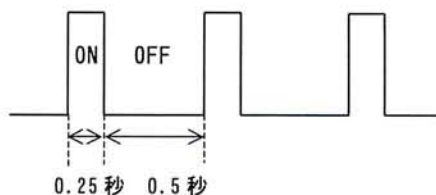
- (1) 計測用システム： 測定時間計測単位 0.001 秒 測定精度 0.05 秒  
(2) 計測用パソコン： DELL コンピュータ製  
(3) 提示音（音圧 55dBA）：  
ボタン1（赤色）→ 2000Hz 長音 3 回  
ボタン2（青色）→ 500Hz 長音 3 回  
ボタン3（緑色）→ 2000Hz 短音 3 回  
ボタン4（黄色）→ 500Hz 短音 3 回

[音のパターン]

・長音 3 回 →



・短音 3 回 →



この装置は図 2.14.1 に示すように、押しボタン装置と記録装置から構成されている。4 種類の音を 4 つのボタンに割り当て、音が提示されてからボタンが押されるまでの時間および提示した音と押されたボタンの正誤を記録する。

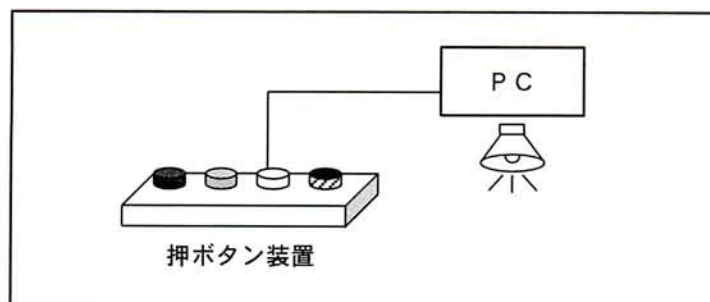


図 2.14.1 計測装置の概要





図 2.14.2 音情報に対する作業性

#### 2.14.3 計測条件および計測項目

##### (1) 午前中

- ・ 4 種類の音の記憶（記憶するまでの提示回数）
- ・ 直後に音を提示し、正誤，反応時間を記録する。

##### (2) 午後

- ・ 午前中に記憶してもらった音を再度提示し、正誤，反応時間を記録する。

#### 2.14.4 計測方法

##### (1) 計測準備

- ・ 計測装置用パソコンを起動させ、計測システムを立ち上げる。

##### (2) 標準的な教示

- ・ 普段ご家庭で使われている電化製品等にはピーピーピーというようなお知らせの音が鳴るものがあります。通常その音に対してスイッチを切る等、何らかの動作を起こしますが、この実験では音を覚えてその音に対する反応が正確にできるのか、また反応時間はどのくらいであるかを調べます。

##### (3) 測定手順

- ・ 午前中に 1 回目の計測を行い、午後に 2 回目の計測を行う。
- ・ 午前中の計測で、まず 4 種類の音を記憶してもらう。

記憶方法 ⇒

- ・まず4種類の音を一回ずつ提示して、それぞれの音に対応したボタンを教える。(これを1回目の提示とする)記憶できるまで繰り返し提示する。
- ・被験者が音を記憶したと申告した時点で、4種類の音を一回ずつ提示してボタンを押してもらい、全て正しく押せるかどうか確認する。
- ・全て正解するまでこれを繰り返す。このとき、提示した音の回数を記録し、「音を記録するまでの提示回数」とする。

- ・完全に音を記憶した段階でランダムに音を10回提示し、反応時間、正誤を測定する。
- ・午後に2回目の計測を行い、反応時間、正誤を測定する。

#### 2.14.5 計測結果

- ・図2.14.3に音を記憶するまでに何回提示したか、その回数を示す。
- ・60代以上になると音を記憶するまでの提示回数が増え、記憶に時間がかかっていることがわかる。
- ・図2.14.4に音を記憶した直後および数時間後の正答率を示す。図2.14.6はその散布図(個人データ)および年代別平均値である。
- ・正答率は高齢者の場合はばらつきが多いが、男女とも70代から低下し、記憶直後より3時間後の正答率の方がより低下するという結果になった。
- ・図2.14.5に音の提示(鳴り始め)からボタンを押すまでの間の反応時間を示す。図2.14.7はその散布図(個人データ)と年代別平均値である。
- ・反応時間は記憶直後、3時間後のどちらの場合でも加齢に伴って遅くなっている。

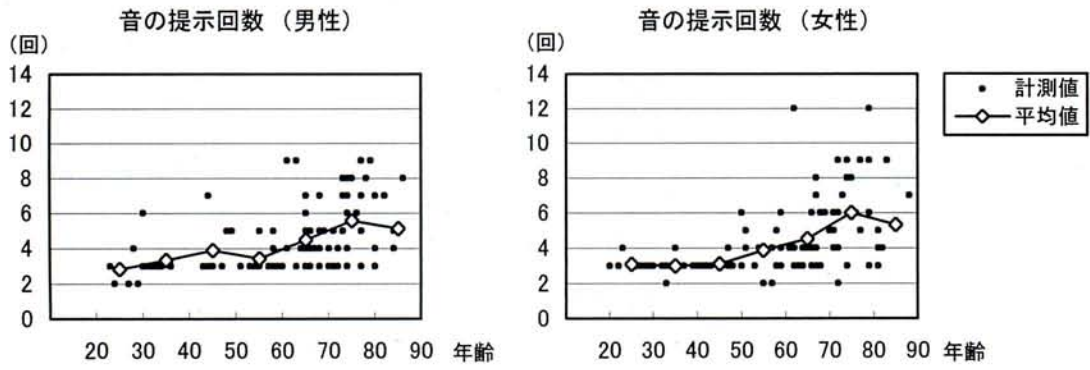


図2.14.3 音を記憶するまでの提示回数 (年代別平均値)

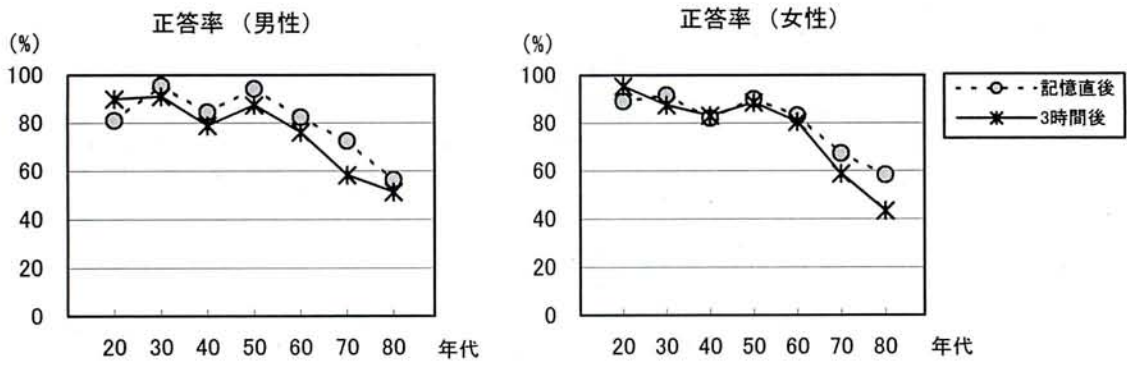


図2.14.4 条件別 正答率 (年代別平均値)

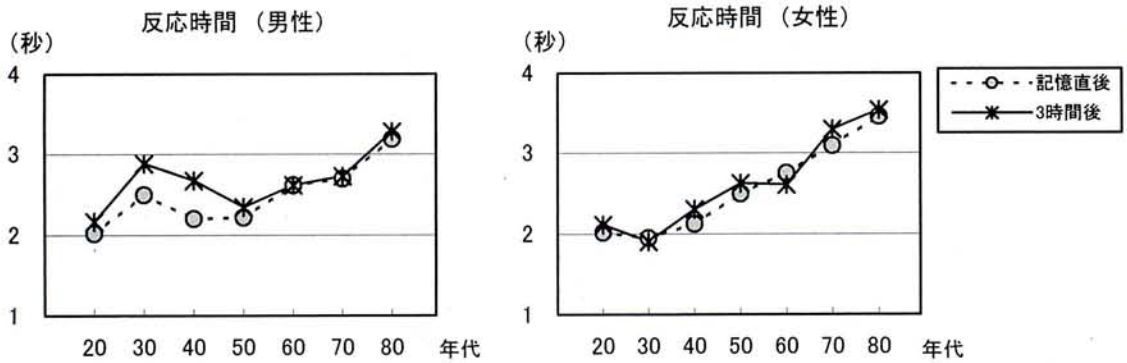
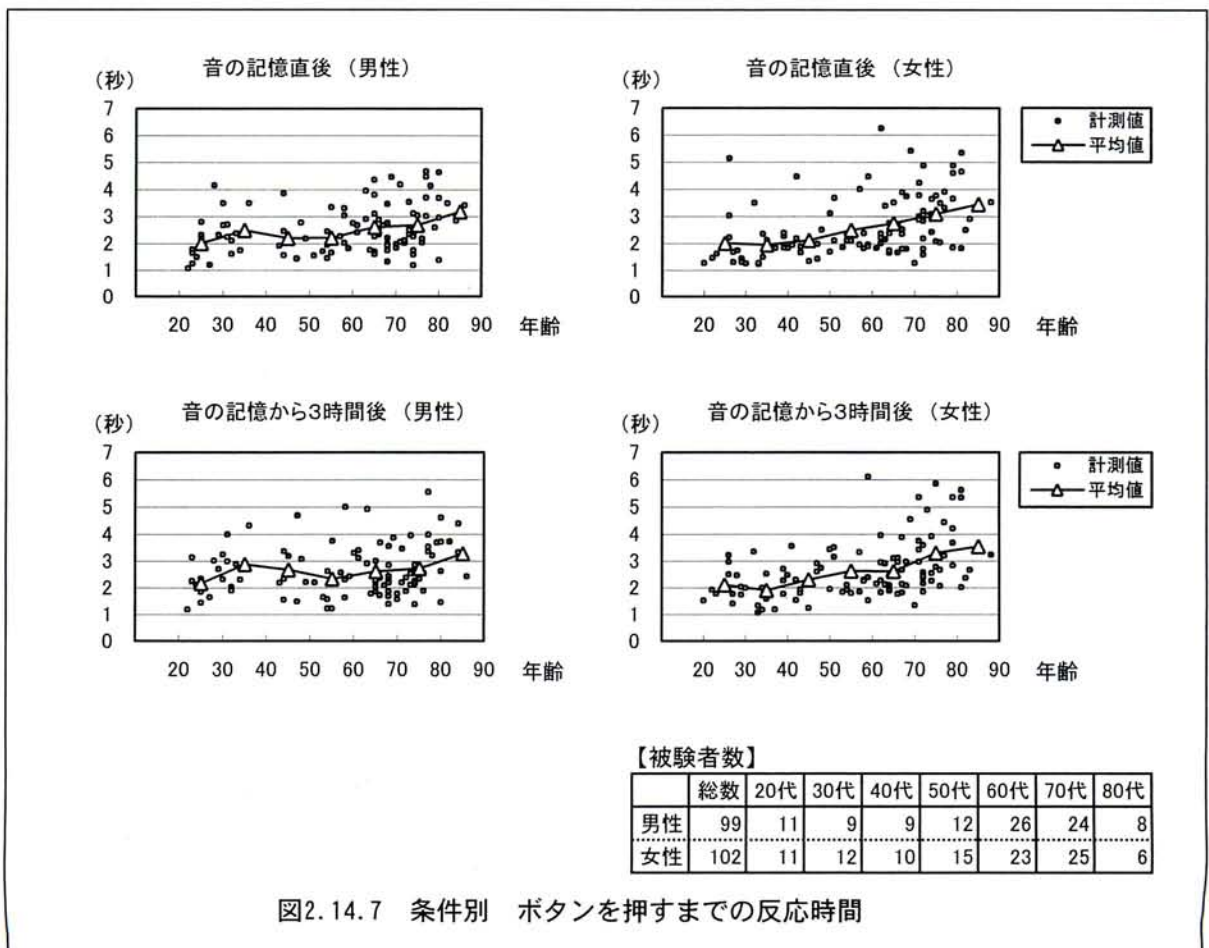
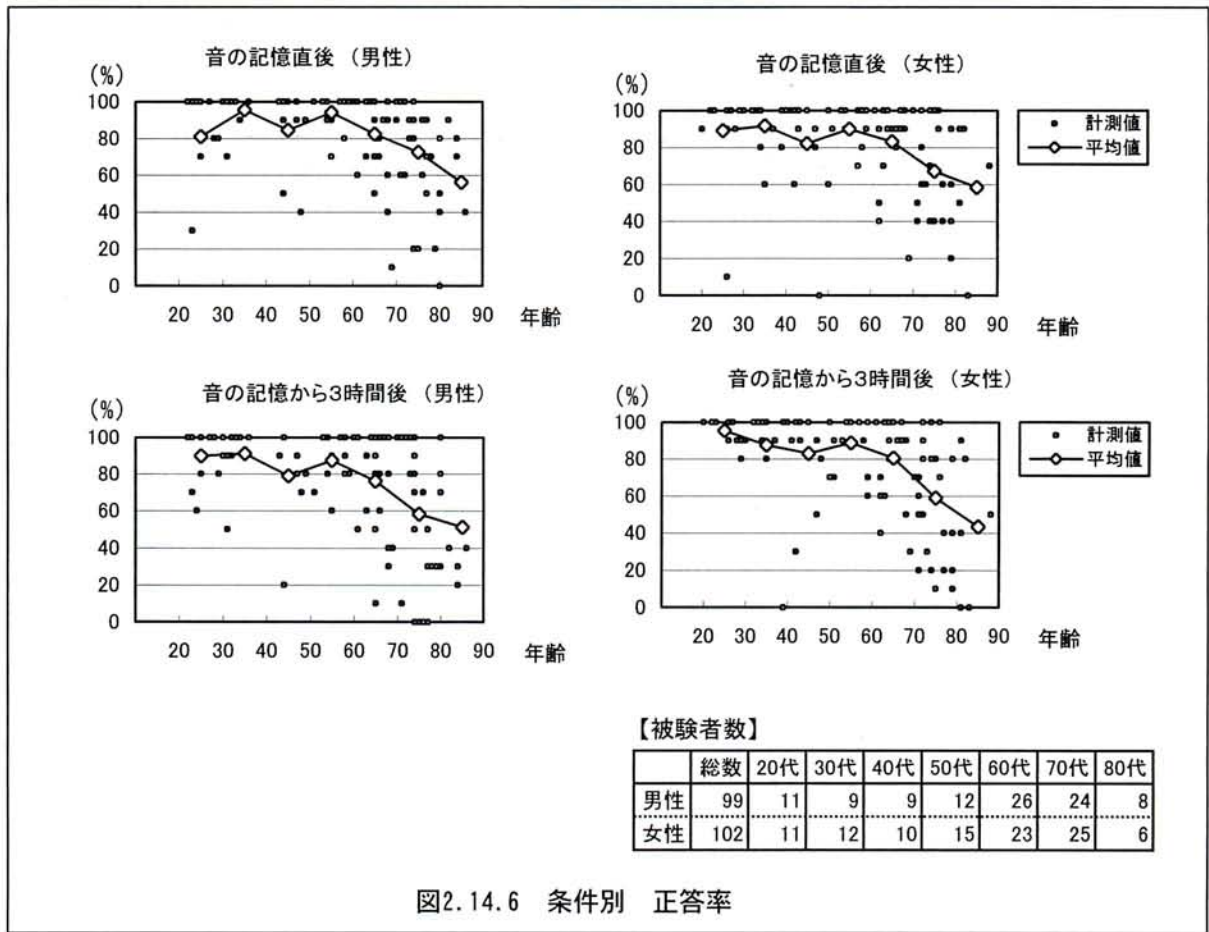


図2.14.5 条件別 反応時間 (年代別平均値)

【被験者数】

	総数	20代	30代	40代	50代	60代	70代	80代
男性	99	11	9	9	12	26	24	8
女性	102	11	12	10	15	23	25	6





2.18.1.6 音情報に対する作業性

(1) 音を記憶するまでの提示回数

音を記憶するまでの提示回数

単位(回)

性別・年齢区分	男性							女性						
	20-29	30-39	40-49	80-89	60-69	70-79	80-89	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89
被験者数	11	9	9	12	26	24	8	11	12	10	15	23	25	6
平均値	2.8	3.3	3.9	3.4	4.5	5.6	5.1	3.1	3.0	3.1	3.9	4.5	6.0	5.3
標準偏差	0.6	1.0	1.5	0.8	1.8	2.1	2.0	0.3	0.4	0.3	1.2	2.2	2.4	2.3
最大値	4	6	7	5	9	9	8	4	4	4	6	12	12	9
最小値	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3

(2) 正答率

1回目正答率

単位(%)

性別・年齢区分	男性							女性						
	20-29	30-39	40-49	80-89	60-69	70-79	80-89	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89
被験者数	11	9	9	12	26	24	8	11	12	10	15	23	25	6
平均値	80.9	95.6	84.4	94.2	82.3	72.5	56.3	89.1	91.7	82.0	90.0	83.0	67.2	58.3
標準偏差	27.4	10.1	23.0	10.0	23.0	25.4	29.7	26.6	12.7	31.6	12.0	23.0	26.4	33.7
最大値	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	90.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	90.0
最小値	30.0	70.0	40.0	70.0	10.0	20.0	0.0	10.0	60.0	0.0	60.0	20.0	20.0	0.0

2回目正答率

単位(%)

性別・年齢区分	男性							女性						
	20-29	30-39	40-49	80-89	60-69	70-79	80-89	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89
被験者数	11	9	9	12	26	24	8	11	12	10	15	23	25	6
平均値	90.0	91.1	78.9	87.5	76.2	58.3	51.3	95.5	87.5	83.0	88.7	80.4	58.8	43.3
標準偏差	14.8	16.2	24.2	13.6	27.4	38.5	28.5	6.9	28.3	24.1	14.1	21.2	30.9	38.3
最大値	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	90.0
最小値	60.0	50.0	20.0	60.0	10.0	0.0	20.0	80.0	0.0	30.0	60.0	30.0	10.0	0.0

(3) 平均反応時間

1回目平均反応時間

単位(秒)

性別・年齢区分	男性							女性						
	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89
被験者数	11	9	9	12	26	24	8	11	12	10	15	23	25	6
平均値	2.02	2.49	2.20	2.22	2.61	2.69	3.18	2.02	1.95	2.12	2.49	2.75	3.09	3.45
標準偏差	0.89	0.67	0.77	0.67	0.84	0.97	0.92	1.16	0.65	0.89	0.88	1.17	1.01	1.33
最大値	4.15	3.49	3.85	3.34	4.46	4.66	4.62	5.14	3.49	4.46	4.46	6.24	4.87	5.34
最小値	1.07	1.61	1.42	1.46	1.33	1.19	1.38	1.27	1.23	1.34	1.69	1.66	1.26	1.82

2回目平均反応時間

単位(秒)

性別・年齢区分	男性							女性						
	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89
被験者数	11	9	9	12	26	24	8	11	12	10	15	23	25	6
平均値	2.17	2.88	2.67	2.34	2.62	2.73	3.28	2.11	1.91	2.30	2.62	2.61	3.30	3.54
標準偏差	0.62	0.85	1.01	1.10	0.82	0.96	1.06	0.59	0.70	0.70	1.16	0.75	1.19	1.56
最大値	3.13	4.32	4.69	5.00	4.91	5.54	4.60	3.22	3.34	3.55	6.10	4.54	5.84	5.61
最小値	1.18	1.89	1.48	1.22	1.39	1.37	1.45	1.39	1.06	1.23	1.52	1.76	1.34	2.01

## 2.18.2 年齢との相関

### 2.18.2.1 10m自由歩行

#### (1) 歩行速度

[ 男性 ]

	履きなれた靴				運動靴				靴下			
	自由歩行		速足歩行		自由歩行		速足歩行		自由歩行		速足歩行	
	1000lx	1lx	1000lx	1lx	1000lx	1lx	1000lx	1lx	1000lx	1lx	1000lx	1lx
年齢	-0.33	-0.38	-0.39	-0.28	-0.32	-0.31	-0.38	-0.37	-0.44	-0.32	-0.35	-0.36

[ 女性 ]

	履きなれた靴				運動靴				靴下			
	自由歩行		速足歩行		自由歩行		速足歩行		自由歩行		速足歩行	
	1000lx	1lx	1000lx	1lx	1000lx	1lx	1000lx	1lx	1000lx	1lx	1000lx	1lx
年齢	-0.38	-0.37	-0.51	-0.50	-0.44	-0.45	-0.58	-0.58	-0.46	-0.44	-0.50	-0.50

#### (2) 歩幅・歩数

[ 男性 ]

	歩幅(mm)	歩幅/身長	1分間の歩数
年齢	-0.28	-0.04	-0.02

[ 女性 ]

	歩幅(mm)	歩幅/身長	1分間の歩数
年齢	-0.40	-0.24	-0.06

2.18.2.2 情報に対する反応（合図によって歩き出す場合の歩行速度の変化）

(1) スタートからの経過時間（3回の計測の中央値）

[ 男性 ]

	音刺激			光刺激			音・光刺激		
	0m地点	1m地点	2m地点	0m地点	1m地点	2m地点	0m地点	1m地点	2m地点
年齢	0.01	0.16	0.14	0.14	0.23	0.22	0.02	0.18	0.17

[ 女性 ]

	音刺激			光刺激			音・光刺激		
	0m地点	1m地点	2m地点	0m地点	1m地点	2m地点	0m地点	1m地点	2m地点
年齢	0.20	0.33	0.35	0.30	0.40	0.38	0.19	0.31	0.34

(2) 合図があつてから歩き出すまでの時間

[ 男性 ]

	音刺激			光刺激			音・光刺激		
	0m地点	1m地点	2m地点	0m地点	1m地点	2m地点	0m地点	1m地点	2m地点
年齢	-0.01	0.05	0.04	0.16	0.12	0.11	-0.08	0.02	0.11

[ 女性 ]

	音刺激			光刺激			音・光刺激		
	0m地点	1m地点	2m地点	0m地点	1m地点	2m地点	0m地点	1m地点	2m地点
年齢	0.13	0.16	0.22	0.31	0.29	0.21	0.13	0.18	0.20

(3) 速度の変化

[ 男性 ]

音刺激

	0m地点	1m地点	2m地点	3m地点	4m地点	5m地点
年齢	0.04	-0.28	0.00	-0.34	-0.21	-0.34

光刺激

	0m地点	1m地点	2m地点	3m地点	4m地点	5m地点
年齢	-0.09	-0.23	-0.04	-0.35	-0.27	-0.30

音・光刺激

	0m地点	1m地点	2m地点	3m地点	4m地点	5m地点
年齢	0.04	-0.30	-0.04	-0.41	-0.20	-0.33

[ 女性 ]

音刺激

	0m地点	1m地点	2m地点	3m地点	4m地点	5m地点
年齢	-0.18	-0.33	-0.22	-0.27	-0.34	-0.24

光刺激

	0m地点	1m地点	2m地点	3m地点	4m地点	5m地点
年齢	-0.28	-0.34	-0.14	-0.26	-0.29	-0.24

音・光刺激

	0m地点	1m地点	2m地点	3m地点	4m地点	5m地点
年齢	-0.17	-0.33	-0.27	-0.21	-0.37	-0.18

2.18.2.3 手すりの高さ計測

(1) 条件別の高さ（絶対値）

[ 男性 ]

	高めで持ちやすい高さ	ちょうどよい高さ	低めで持ちやすい高さ
年齢	-0.57	-0.56	-0.38

[ 女性 ]

	高めで持ちやすい高さ	ちょうどよい高さ	低めで持ちやすい高さ
年齢	-0.49	-0.50	-0.37

(2) 条件別の高さ（相対値）

[ 男性 ]

（高さ／肘頭下縁高）

	高めで持ちやすい高さ	ちょうどよい高さ	低めで持ちやすい高さ
年齢	-0.33	-0.19	0.20

（高さ／上前腸骨棘高）

	高めで持ちやすい高さ	ちょうどよい高さ	低めで持ちやすい高さ
年齢	-0.31	-0.15	0.22

[ 女性 ]

（高さ／肘頭下縁高）

	高めで持ちやすい高さ	ちょうどよい高さ	低めで持ちやすい高さ
年齢	-0.05	0.08	0.40

（高さ／上前腸骨棘高）

	高めで持ちやすい高さ	ちょうどよい高さ	低めで持ちやすい高さ
年齢	-0.29	-0.23	0.02



2.18.2.4 連続階段昇り降り（持久力の計測）

(1) 一往復の昇り降りに要する時間

[ 男性 ]

	一往復の昇り降りに 要する時間
年齢	0.37

[ 女性 ]

	一往復の昇り降りに 要する時間
年齢	0.42

(2) 運動前と運動後の脈拍

[ 男性 ]

	運動前の脈拍	運動後の脈拍
年齢	-0.11	0.09

[ 女性 ]

	運動前の脈拍	運動後の脈拍
年齢	-0.01	0.19

(3) 脈拍の上昇率と運動前後の脈拍の差

[ 男性 ]

	脈拍の上昇率	運動前後の脈拍の差
年齢	0.37	0.35

[ 女性 ]

	脈拍の上昇率	運動前後の脈拍の差
年齢	0.31	0.33

2.18.2.5 台車押し計測

(1) 押しやすい取っ手の太さ

[ 男性 ]

	絶対値(計測値)	相対値	
		計測値/握り内径	計測値/手長
年齢	-0.07	0.11	0.05

[ 女性 ]

	絶対値(計測値)	相対値	
		計測値/握り内径	計測値/手長
年齢	-0.18	-0.01	-0.18

(2) 取っ手の高さ 絶対値 (計測値)

[ 男性 ]

	これ以上高くなると押しにくくなる高さ	これ以上低くなると押しにくくなる高さ	最も押しやすい高さ
年齢	-0.27	-0.11	-0.33

[ 女性 ]

	これ以上高くなると押しにくくなる高さ	これ以上低くなると押しにくくなる高さ	最も押しやすい高さ
年齢	-0.32	-0.09	-0.41

(3) 取っ手の高さ 相対値 (計測値/肘頭下縁高)

[ 男性 ]

	これ以上高くなると押しにくくなる高さ	これ以上低くなると押しにくくなる高さ	最も押しやすい高さ
年齢	-0.07	0.13	0.07

[ 女性 ]

	これ以上高くなると押しにくくなる高さ	これ以上低くなると押しにくくなる高さ	最も押しやすい高さ
年齢	-0.08	0.20	0.10

(4) 取っ手の高さ 相対値 (計測値/上前腸骨棘高)

[ 男性 ]

	これ以上高くなると押しにくくなる高さ	これ以上低くなると押しにくくなる高さ	最も押しやすい高さ
年齢	-0.06	0.14	0.09

[ 女性 ]

	これ以上高くなると押しにくくなる高さ	これ以上低くなると押しにくくなる高さ	最も押しやすい高さ
年齢	-0.20	0.06	-0.20

### 2.18.2.6 音情報に対する作業性

#### (1) 音の記憶の際の提示回数

[ 男性 ]

	提示回数
年齢	0.48

[ 女性 ]

	提示回数
年齢	0.53

#### (2) 正答率

[ 男性 ]

	1回目正答率	2回目正答率
年齢	-0.29	-0.42

[ 女性 ]

	1回目正答率	2回目正答率
年齢	-0.34	-0.47

#### (3) 平均反応時間

[ 男性 ]

	1回目反応時間	2回目反応時間
年齢	0.31	0.19

[ 女性 ]

	1回目反応時間	2回目反応時間
年齢	0.43	0.45

2.18.2.7 ベルトコンベア作業

(1) 1個にかかる作業時間（ミスを含む）

[ 男性 ]

	1000ルクス騒音なし	1000ルクス騒音70dBA	300ルクス騒音なし	300ルクス騒音70dBA
年齢	0.48	0.50	0.43	0.56

[ 女性 ]

	1000ルクス騒音なし	1000ルクス騒音70dBA	300ルクス騒音なし	300ルクス騒音70dBA
年齢	0.53	0.49	0.54	0.47

(2) 不良品率

[ 男性 ]

	1000ルクス騒音なし	1000ルクス騒音70dBA	300ルクス騒音なし	300ルクス騒音70dBA
年齢	-0.01	0.04	0.13	0.18

[ 女性 ]

	1000ルクス騒音なし	1000ルクス騒音70dBA	300ルクス騒音なし	300ルクス騒音70dBA
年齢	0.27	0.29	0.23	0.33



### 2.18.2.8 重心動揺計測

(1) 1個にかかる作業時間（ミスを含む）

[ 男性 ]

	開眼総軌跡長	閉眼総軌跡長
年齢	0.46	0.30

[ 女性 ]

	開眼総軌跡長	閉眼総軌跡長
年齢	0.46	0.36