

準静電界による歩行者の変化

○陳 紹華^{*1} 馬淵 大宇^{*2} 林田 和人^{*3}
渡辺 仁史^{*4} 河野 賢司^{*5} 滝口 清昭^{*6}

キーワード：POMS 人間行動 準静電界 歩行者 視覚障害者 感覚

1. はじめに

1.1. 視覚障害者へのサイン計画

現在、視覚障害者を誘導及び保護するサイン計画やシステムなどがいくつも活用されている。例えば駅構内の場合、ホームドア、点字ブロック、音声ガイドなどがある。しかし、歩行訓練を受けている視覚障害者であっても、それぞれ歩行の癖があるため、点字ブロックを認識している状態でも左右に進行方向がぶれてしまう場合がある¹⁾²⁾。従って、上記の設備を設置した環境でも、プラットホームからの転落事故等を防ぐ事は完璧には出来ない。

ところで、転落事故防止の有効な手段として、ホームドアがあるが、高価であるため、全国的に採用されていないのが現状である³⁾。さらに点字ブロックは、高齢者や車いす利用者等に対して、移動の障害になる場合もある。また、車輪付きの貨物を運搬する際にも障害になる。

従って、視覚障害者に向けたサイン計画を再検討する余地がある。

1.2. 準静電界について

準静電界は電磁界を構成する磁界成分を含まない特殊な電界で、電波のように伝搬する性質がなく人や車両、物質の周りに静電気帯電のように分布する物理現象である。この電界は人体からも発生しており、身の回りの生活空間において常に存在する現象である。さらに、この準静電界は人が発信源から近距離にいる場合、何らかの気配や感覚を得る事が出来る場合がある⁴⁾⁵⁾⁶⁾。従って、歩行者の歩行や心理を変化させる可能性がある。

2. 研究目的

本研究の目的は、健常者を対象として準静電界が歩行と心理に与える影響を明らかにすることである。本研究は、準静電界による効果を用いて、視覚障害者へのサイン計画の改善を目指している。しかしながら、準静電界が人間の歩行や心理に与える影響に不明な部分が多い。そのため、視覚障害者を対象とする以前に、基礎的研究として、健常者を被験者とした実験を行う。

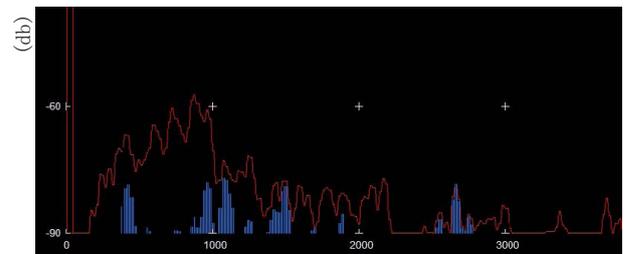
3. 実験方法

3.1. 実験概要

実験日程は2014年9月10日、及び、11日の09:00～17:00の間に実施した。被験者1人あたりの所用時間は1.5時間程度である。実験場所は早稲田大学理工学術院55S棟ゼミ室407号室を使用した。被験者は、一般大学生(20代、男性4人、女性4人)合計8人である。被験者数は、ラテン方格法を用いて、被験者条件が2種類、実験条件が4種類に基づき算定した。ラテン方格法を使用することにより、順序効果と系列位置効果を複数の被験者の実験順序を用いて、相殺することが可能になる。

3.2. 実験器具

準静電界の発信器として、一般的電子家電である三菱製のブラウン管テレビを使用した。これは準静電界が画面から発生する一般的な電化製品のひとつとされている。その他に、「観測用のカメラ」、「カーテン」、「テープ」、「テレビ台」、「耳栓」、「アイマスク」を用意した。



(青色バーは測定時の値、赤線は MAX 値)

図1. 使用したブラウン管テレビの電界の周波数

3.3. 実験手順

本研究では「近位通過実験」及び「近接実験」の2種類の実験を実施した。被験者は上記の順番で実験を行った。また、各実験において被験者は発信器の電源が入っている状態(電源ON)と入っていない状態(電源OFF)の2通り1回ずつ実施した。従って被験者は合計4回の実験を行った。発信器の存在は被験者には伝えていない。

さらに、各実験前後にPOMSによる心理変化を調べた。従ってPOMSを行った回数は全8回であった。実験室内のレイアウト及び被験者の動きは、図2の通りである。また、実験全体の手順は以下の通りである。

- ①実験内容説明，同意書記入
- ② POMS1 (電源 ON), POMS2 (電源 OFF)
- ②近位通過実験
- ③ POMS3 (電源 ON), POMS4 (電源 OFF)
- ④控え室に移動 (実験が終了した被験者が集まる場所)
- ⑤ POMS5 (電源 ON), POMS6 (電源 OFF)
- ⑥近接実験
- ⑦ POMS7 (電源 ON), POMS8 (電源 OFF)
- ⑧控え室に移動，休憩，アンケート記入

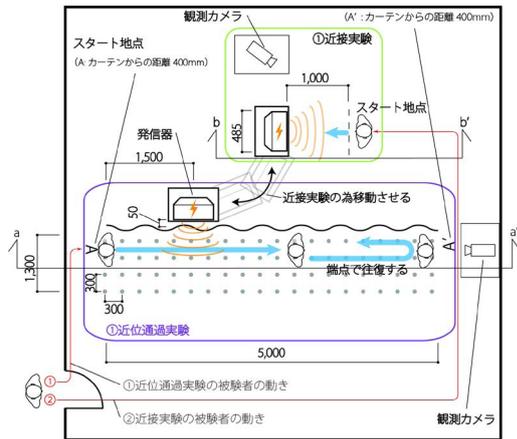


図 2. 実験室の平面図

3.3.1. 近位通過実験

幅 1300mm と決められた歩行コース内を歩行開始位置 (A) から歩行終了位置 (A') まで自由に歩行させた。この 2 つの印 (A, A') は壁から 400mm の距離で床に配置しており、被験者は必ずその上に立たなければならない。このコースの幅は実際の廊下を想定したものである。また、歩行コースの側面には壁を想定したカーテンを用意した。歩行コースの長さは実験室の大きさに従い、5000mm とした。被験者はこのコースで、発信器の電源 ON と電源 OFF の場合に、それぞれ 1 往復、合計 2 往復した。往復させる理由は、壁が被験者の身体に対して左右に近位させていると想定しているためである。被験者は耳栓を装着し聴覚を遮断した。これは発信器から発せられる微弱な機械音による効果を、除外するためである。さらに、被験者には教示を行ない、実験開始時の状態と比べて何らかの変化を感じた場合に、その状態の変化を可能な限り詳しく発話してもらった。歩行速度は 1 秒に 1 歩程度の、ゆっくりとした速度である。本実験は、1 台のカメラを使い、歩行の様子を撮影した。

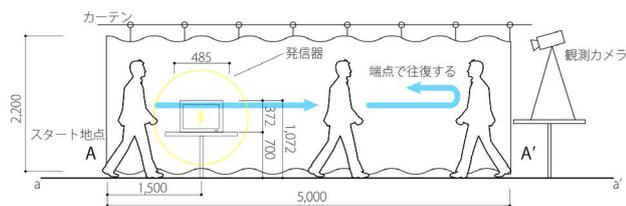


図 3. 近位通過実験立面図



図 4. 近位通過実験の様子

3.3.2. 近接実験

近接実験では、被験者が装置の正面に立ち、装置に対して最短で近接する方向に直進歩行した。被験者は耳栓及びアイマスクを装着し、視覚と聴覚を遮断した。耳栓は、近位通過実験と同様の理由により装着させた。また、アイマスクは発信器の存在を目視される事を防ぐ為に装着させた。被験者は腕を縦に立て、発信器の画面に対して平行になるようにした。さらに、被験者には教示を行ない、実験開始時の状態と比べて何らかの変化を感じた場合に、歩行を停止してもらった。また、被験者が変化を感じなかった場合は、発信器に触れる位置まで歩行してもらった。近接実験では 1 台のカメラを使い、歩行の様子を撮影した。さらに、前腕背面から発信器前表面までの距離を測定した。

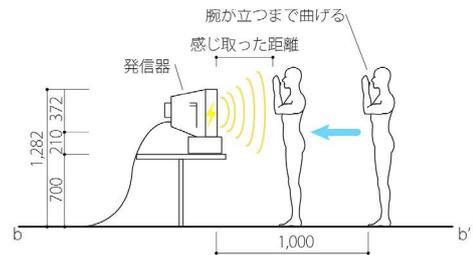


図 5. 近接実験立面図



図 6. 近接実験の様子

4. 分析手順

本実験では、POMS の解析⁷⁾を中心に、撮影動画、歩行中の発言及びアンケートの分析を行った。男女別では T 得点を導きだした。T 得点とは標準化得点のことである。導き方は $[T \text{ 得点} = 50 + 10 \times (\text{素得点} - \text{平均値}) / \text{標準偏差}]$ である。また、近接実験で測定した発信器と被験者間の距離も分析対象とする。POMS の素得点と T 得点は電源が入っている状態 (電源 ON) と切っている状態 (電源 OFF) それぞれの、実験前と実験後の差を分析対象とする。これは $[T \text{ 得点差} = \text{実験前} - \text{実験後}]$ を意味している。従っ

て、正の値は実験の効果による増加、負の値は減少である。また、今回使用したPOMSは30項目の評価項目を要する短縮版である。ところでPOMSとは気分を評価する質問紙法のひとつであり、1種類5項目、全体で6種類{緊張-不安(Tention-Anxiety), 活気(Vigor), 抑うつ-落ち込み(Deperssion-Dejection), 疲労(Fatigue), 怒り-敵意(Anger-Hostility), 混乱(Confusion)}の項目がある。1項目あたりに用意されている点数は0~4点である。

上記の作業は、男女混合、男性のみ、女性のみ、何かの変化を感じた被験者(αタイプ)、変化を感じなかった被験者(βタイプ)に分類した。ここではαタイプを優先的に分析する。

5. 分析と結果

5.1 近位通過実験結果と分析

表1は電源ONの時の各要素の数値を表している。表2は電源OFFの時の各要素の数値を表している。また、赤字はβタイプを示している。図7は男性のT得点差を表している。男性は全被験者がαタイプであったため、平均値のみ示す。図8は女性のT得点差を表している。図7より電源ONとOFFを比較した場合、電源ONのFの値が電源OFFを約3.5下回っている事が確認出来る(1-1)。図8よりαタイプの電源ONを電源OFFと比較した場合、A-Hの値が約4.1下回っている(1-2)。また、電源ONのT-A, Vの値が約2.3, 4.8電源OFFを上回っている(1-3)。さらに、電源のON, OFFに関係無く、Fの値が顕著に低いと読み取れる(1-4)。

表1. 近位通過実験電源ONのデータ

近位通過実験(電源ON)	T-A(前)	V(前)	D(前)	F(前)	A-H(前)	C(前)	T-A(後)	V(後)	D(後)	A-H(後)	F(後)	C(後)
男性A	0.00	0.00	0.00	9.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	12.00	0.00	1.00
男性A T得点	32.79	38.81	37.07	48.60	37.50	38.33	32.79	38.81	37.07	55.58	33.33	35.56
男性B	0.00	0.00	0.00	5.00	4.00	5.00	1.00	0.00	0.00	3.00	4.00	4.00
男性B T得点	32.79	38.81	37.07	39.30	41.67	46.67	35.12	38.81	37.07	34.65	41.67	43.89
男性C	1.00	1.00	0.00	4.00	1.00	5.00	1.00	1.00	0.00	3.00	1.00	4.00
男性C T得点	35.12	41.19	37.07	36.98	35.42	46.67	35.12	41.19	37.07	46.28	35.42	43.89
男性D	1.00	0.00	0.00	1.00	3.00	4.00	0.00	0.00	0.00	2.00	3.00	3.00
男性D T得点	35.12	38.81	37.07	30.00	39.58	43.89	32.79	38.81	37.07	32.33	39.58	41.11
男性平均T得点	33.95	39.40	37.07	38.72	38.54	43.89	33.95	39.40	37.07	42.21	37.50	41.11
男性α平均T得点												
男性β平均T得点												
女性A	3.00	0.00	0.00	0.00	5.00	5.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	5.00
女性A T得点	40.91	38.81	37.32	29.77	44.29	48.24	36.36	38.81	37.32	29.77	36.12	48.24
女性B	2.00	1.00	0.00	1.00	5.00	4.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	4.00
女性B T得点	38.64	41.19	37.32	32.08	44.29	45.29	36.36	38.81	37.32	29.77	36.12	45.29
女性C	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	5.00	1.00	1.00	0.00	8.00	1.00	4.00
女性C T得点	36.36	41.19	37.32	39.07	36.12	48.24	36.36	41.19	37.32	48.27	36.12	45.29
女性D	10.00	2.00	0.00	1.00	0.00	6.00	2.00	0.00	0.00	1.00	0.00	4.00
女性D T得点	58.82	43.57	37.32	32.09	34.08	51.18	38.64	38.81	37.32	32.09	34.08	45.29
女性平均T得点	43.18	41.19	37.32	33.26	39.69	48.24	36.93	39.40	37.32	35.00	35.61	46.03
女性α平均T得点	36.36	41.19	37.32	39.07	36.12	48.24	36.36	41.19	37.32	48.27	36.12	45.29
女性β平均T得点	45.45	41.19	37.32	31.32	40.88	48.24	37.12	38.81	37.32	30.54	35.44	46.27

表2. 近位通過実験電源OFFのデータ

近位通過実験(電源OFF)	T-A(前)	V(前)	D(前)	F(前)	A-H(前)	C(前)	T-A(後)	V(後)	D(後)	A-H(後)	F(後)	C(後)
男性A	0.00	0.00	0.00	12.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	11.00	0.00	1.00
男性A T得点	32.79	38.81	37.07	55.58	33.33	35.56	32.79	38.81	37.07	53.26	33.33	35.56
男性B	0.00	0.00	0.00	2.00	3.00	4.00	0.00	0.00	0.00	2.00	2.00	4.00
男性B T得点	32.79	38.81	37.07	32.33	39.58	43.89	32.79	38.81	37.07	32.33	37.50	43.89
男性C	1.00	0.00	0.00	3.00	2.00	4.00	2.00	2.00	0.00	7.00	0.00	3.00
男性C T得点	35.12	38.81	37.07	34.65	37.50	43.89	37.44	43.57	37.07	43.95	32.33	41.11
男性D	1.00	1.00	0.00	5.00	4.00	5.00	1.00	0.00	0.00	2.00	4.00	4.00
男性D T得点	35.12	41.19	37.07	39.00	41.67	46.67	35.12	38.81	37.07	32.33	41.67	43.89
男性平均T得点	33.95	39.40	37.07	40.47	38.02	42.50	34.53	40.00	37.07	40.47	38.46	41.11
男性α平均T得点												
男性β平均T得点												
女性A	0.00	2.00	0.00	0.00	1.00	4.00	1.00	0.00	0.00	3.00	0.00	4.00
女性A T得点	34.09	43.57	37.32	29.77	36.12	45.29	36.36	38.81	37.32	36.74	34.08	45.29
女性B	1.00	0.00	0.00	2.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00
女性B T得点	36.36	38.81	37.32	29.77	38.16	45.29	34.09	38.81	37.32	29.77	34.08	45.29
女性C	1.00	0.00	0.00	3.00	2.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00
女性C T得点	36.36	38.81	37.32	36.74	38.16	45.29	34.09	38.81	37.32	29.77	34.08	45.29
女性D	9.00	0.00	0.00	4.00	0.00	7.00	13.00	0.00	0.00	4.00	0.00	5.00
女性D T得点	54.55	38.81	37.32	39.07	34.08	54.12	63.64	38.81	37.32	39.07	34.08	48.24
女性平均T得点	40.34	40.00	37.32	33.84	38.53	47.50	43.18	40.00	37.32	37.91	34.08	45.29
女性α平均T得点	40.15	39.60	38.13	34.42	39.52	45.29	42.42	43.57	37.32	31.32	38.84	45.29
女性β平均T得点	41.67	40.40	37.32	32.87	36.12	48.24	44.70	38.81	37.32	35.19	34.08	45.29

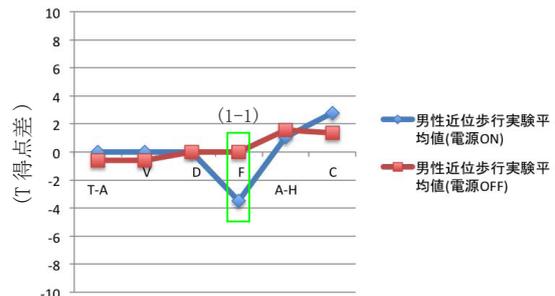


図7. 近位歩行実験 T 得点差 (男性)

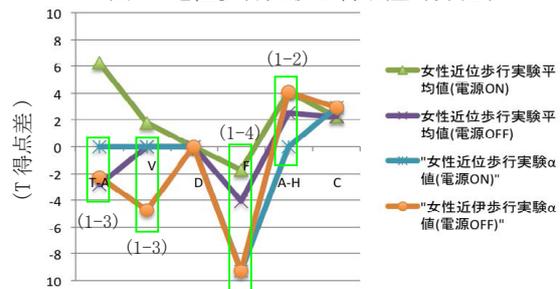


図8. 近位歩行実験 T 得点差 (女性)

5.2 近接実験結果と分析

表3は電源ONの時の各要素の数値を表している。また、赤字はβタイプを示している。表4は電源OFFの時の各要素の数値を表している。図9は男性のT得点差を表している。図10は女性のT得点差を表している。図9よりαタイプの電源ONとOFFを比較した場合、電源ONのFの値が大きく電源OFFを約8.1下回っているのが確認出来る(2-1)。さらに、T-A, V, A-H, Cの値が約8.1, 4.8, 4.0上回っている(2-2)。図10よりαタイプの電源ONと電源OFFを比較した場合、電源ONのFの値が電源OFFを約8.5下回っている(2-3)。また、電源ONのT-A, V, A-Hの値が電源OFFを3.0, 4.8, 6.1上回っている(2-4)。

表3. 近接実験電源ONのデータ

近接実験(電源ON)	T-A(前)	V(前)	D(前)	F(前)	A-H(前)	C(前)	T-A(後)	V(後)	D(後)	A-H(後)	F(後)	C(後)
男性A	0.00	0.00	0.00	5.00	1.00	3.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
男性A T得点	32.79	38.81	37.07	39.30	35.42	41.11	32.79	38.81	37.07	30.00	33.33	32.78
男性B	0.00	0.00	0.00	2.00	2.00	4.00	2.00	0.00	0.00	2.00	2.00	4.00
男性B T得点	32.79	38.81	37.07	32.33	37.50	43.89	32.79	38.81	37.07	32.33	37.50	43.89
男性C	1.00	1.00	0.00	6.00	0.00	4.00	6.00	3.00	0.00	3.00	3.00	4.00
男性C T得点	35.12	41.19	37.07	41.63	33.33	43.89	46.74	45.95	37.07	27.67	39.58	43.89
男性D	1.00	0.00	0.00	1.00	2.00	4.00	2.00	0.00	0.00	2.00	0.00	2.00
男性D T得点	35.12	38.81	37.07	30.00	37.50	43.89	37.44	38.81	37.07	27.67	37.50	43.89
男性平均T得点	33.95	40.60	37.07	31.74	37.50	43.89	33.37	40.00	37.07	30.00	36.98	41.11
男性α平均T得点	35.12	41.19	37.07	28.84	38.54	45.28	33.95	41.19	37.07	28.84	38.54	43.89
男性β平均T得点	32.79	40.00	37.07	34.65	46.46	42.50	32.79	38.81	37.07	31.16	35.42	38.33
女性A	3.00	1.00	1.00	0.00	4.00	4.00	3.00	0.00	0.00	7.00	0.00	3.00
女性A T得点	40.91	41.19	39.76	29.77	42.24	45.29	40.91	38.81	37.32	46.05	34.08	42.35
女性B	3.00	0.00	0.00	0.00	3.00	4.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	4.00
女性B T得点	40.91	38.81	37.32	29.77	40.20	45.28	36.36	38.81	37.32	29.77	36.12	45.29
女性C	1.00	1.00	0.00	6.00	0.00	4.00	6.00	3.00	0.00	3.00	3.00	4.00
女性C T得点	36.36	41.19	37.32	43.72	34.08	45.29	47.73	45.95	37.32	29.77	40.20	45.29
女性D	5.00	1.00	0.00	0.00	0.00	5.00	16.00	1.00	0.00	1.00	0.00	4.00
女性D T得点	45.45	41.19	37.32	29.77	34.08	48.24	70.45	41.19	37.32	32.09	34.08	57.06
女性平均T得点	40.34	41.19	37.93	29.77	40.71	48.76	40.34	41.19	37.93	29.77	40.71	48.76
女性α平均T得点	38.64	41.19	38.12	29.77	42.93	48.27	37.88	40.40	37.32	35.19	38.12	44.31
女性β平均T得点	45.45	41.19	37.32	29.77	34.08	48.24	70.45	41.19	37.32	32.09	34.08	57.06

表4. 近接実験電源OFFのデータ

近接実験(電源OFF)	T-A(前)	V(前)	D(前)	F(前)	A-H(前)	C(前)	T-A(後)	V(後)	D(後)	A-H(後)	F(後)	C(後)
男性A	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	1.00
男性A T得点	32.79	38.81	37.07	30.00	33.33	32.78	32.79	38.81	37.07	38.98	33.33	35.56
男性B	0.00	1.00	0.00	1.00	2.00	4.00	0.00	0.00	0.00	2.00	2.00	4.00
男性B T得点	32.79	41.19	37.07	30.00	37.50	43.89	32.79	38.81	37.07	32.33	37.50	43.89
男性C	2.00	2.00	0.00	0.00	4.00	5.00	1.00	2.00	0.00	0.00	3.00	4.00
男性C T得点	37.44	43.57	37.07	27.67	41.67	46.67	35.12	43.57	37.07	27.67	39.58	43.89
男性D												

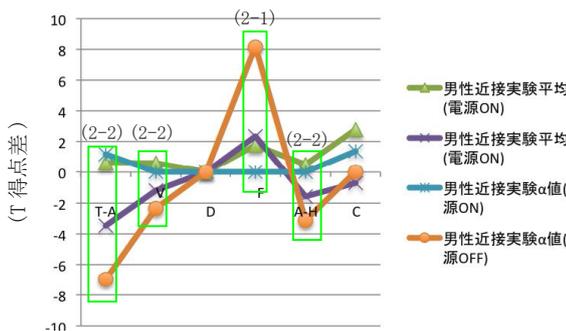


図 9. 近接実験 T 得点差 (男性)

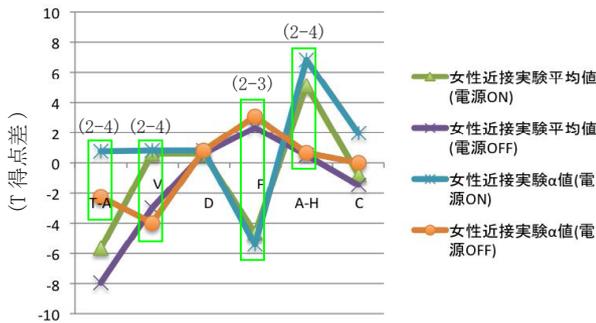


図 10. 近接実験 T 得点差 (女性)

図 11 は近接実験で、被験者が発信器に対してどの距離 (単位は mm) で何らかの変化を感じたかを表している (2-5)。α タイプは距離 > 0mm である。β タイプは距離 = 0mm である。

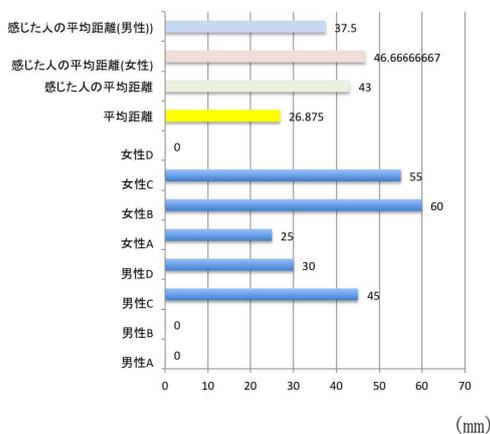


図 11. 近接実験断面図

6. 考察

以上 2 つの実験を考察する。本研究では実験を工夫することにより、被験者が準静電界の影響を感受するように考慮した。従って、被験者が何らかの変化を感じ取った場合は、準静電界による効果とみなす。

6.1 近位歩行実験の考察

(1-1) より、準静電界による効果が、男性感受者の心理的疲労感を増大させる傾向が看取された。この理由の 1 つとして、男性 C が感じた手先にビリビリという慣れ

ない感覚が、だるさや疲労感等に影響したと推察される。(1-2) より、女性被験者が準静電界を感受したが、その感覚の要因をつかみ取る事が出来なかった。従って、今後の不足の事態に対しての準備を行うために、敵意などが上昇した可能性が考えられる。しかし (1-3) より、実際の現状は安全であると同時に把握したため、緊張感、不安感、活気が落ち着いた可能性もある。(1-4) より、女性は男性と比べて体力が少ないと考えられるため、実験中の歩行により疲労感が蓄積されたと考えられる。

6.2 近接実験の考察

(2-1) より、準静電界による効果が、男性感受者の心理的疲労感を減少させる傾向が看取された。被験者が期待した準静電界の感覚を感受し、実験の完了を認識したためであると考えられる。しかし (2-2) より、視覚と聴覚を遮断されている状態では皮膚感覚が敏感になると推測できる。突然の感覚に対して、緊張感や不安感、活気や敵意が増加した可能性がある。(2-1) と (2-3)、(2-2) と (2-4) で同様な傾向が読み取れたことより、女性においても男性と同様の考察が推察される。(2-5) より、準静電界を感受した距離に個人差が大きい、感受した人の平均距離は 43mm である。従って、4cm 程度で感受出来るとして、準静電界の活用が期待出来る。また、男性は 4 人中 2 人に対し、女性は 4 人中 3 人感じ取っている。さらに、男性の感じた人の平均距離に対し、女性の感じた人の平均距離は 10mm 程度長い。従って、女性が準静電界を敏感に感じ取っていることが分かる。

7. まとめと展望

本研究の近位歩行実験及び近接実験から、半数以上の被験者が準静電界を感じ取る事が判明し、準静電界が歩行者の心理状況に影響を与える可能性があると考えられた。従って、歩行者の変化に関する基礎研究として、一定の成果を得る事が出来た。今後は、駅構内や公園のような、より実践的な場面を想定し、実用可能な技術へ拡大させる研究を計画する必要がある。

【参考文献】

- 1) 安田優也, 「駅プラットフォームにおける視覚障害者誘導法の検討」, 計測自動制御学会東北支部第 250 回研究会, 2009
- 2) 大倉 元宏, 大倉 元宏, 村上 琢磨 「目の不自由な方にあなたの腕を貸してください」 オリエンテーションとモビリティの 理解, 労働科学研究所, 2000
- 3) 水野 映子, 「WATCHING 視覚障害者等のホームでの事故を防ぐために」, 第一生命経済研究所ライフデザイン研究本部, 2012
- 4) 滝口清昭, 「感覚刺激方法及び感覚刺激装置」, ソニー株式会社, 2005
- 5) 滝口清昭, 遠山茂樹, 「犬は主人を電界で見分ける? - 歩行による人体の電界発生とその伝搬」, 第 16 回生 命情報科学シンポジウム, 2003
- 6) 滝口清昭, 「歩行にみる固有パターンの存在」, 日経サイエンス, 2002
- 7) 横山和仁, 「POMS 短縮版 手引きと事例解説」, 金子書房, 2005

- *1 早稲田大学大学院創造理工研究科建築学専攻 修士課程一年
- *2 早稲田大学理工学研究所 建築人間行動学 P.J 嘱託研究員
- *3 早稲田大学理工学術院 客員准教授・博士 (工学)
- *4 早稲田大学理工学術院 教授 (工学)
- *5 東京大学生産技術研究所機械・生体系部門 特任研究員
- *6 東京大学生産技術研究所機械・生体系部門 特任准教授