

災害避難所運営を想定した性格・行動・ストレスモデルの構築のための実験系設計

西村, 英伍
九州大学

岸田, 文
九州大学

藤, 智亮
九州大学

綿貫, 茂喜
九州大学

他

<https://hdl.handle.net/2324/7419081>

出版情報 : 産業応用工学会論文誌. 8 (1), pp.1-9, 2020. Institute of Industrial Applications Engineers

バージョン :

権利関係 : © 2020 The Institute of Industrial Applications Engineers



災害避難所運営を想定した性格・行動・ストレスモデルの 構築のための実験系設計

西村 英伍^{a,*} 岸田 文^a 藤 智亮^a 綿貫 茂喜^a 尾方 義人^a

A Design of Experimental Systems for Construction of Model of Personality Trait, Behavior and Stress Assumed Disaster Evacuation Centers

Eigo Nishimura^{a,*}, Fumi Kishida^a, Tomoaki Fuji^a, Shigeki Watanuki^a, Yoshito Ogata^a

(Received June 5, 2019; revised September 2, 2019; accepted September 30, 2019)

Abstract

In disaster evacuation centers, it is difficult for operators to notice minor stresses experienced by users. Therefore, we aim to construct a system to estimate stress from users' behavior and personality trait. This paper aims at the construction of an experimental system to construct a personality trait, behavior and stress model for stress estimation. As a result of the experiment, it was suggested that the positional relationship between subjects, personality traits, and HRV had a certain relationship. The experimental system is considered to be useful for constructing personality trait, behavior and stress models.

キーワード : 行動分析, 心拍変動, 性格特性

Keywords : behavior analysis, heart rate variability, personality trait

1. 背景

1.1 災害避難所でのストレス推定

東日本大震災以降の我が国の防災政策は、被災地区のコミュニティを主体としたボトムアップ型への転換が図られている⁽¹⁾。日本は水害、雪害、地震等の多様な災害にみまわれることが多い背景から、防災や減災において先導的な立場にあり、技術の国際展開が期待されている⁽²⁾。災害の現場に直面した人やコミュニティを対象としたサービスの開発は、我が国の防災分野での先進性の維持につながると考える。

災害避難所は被災地域内外の自治体職員、ボランティアまたは被災地の住民等によって運営される。そのため運営者が平常時から避難所運営の訓練や教育を受けていることは稀である。また、過去に被災し避難所の運営経験があったとしても、そのときの知見や教訓を次の災害

まで維持継承することは困難である。中でも、避難所利用者が感じる避難所生活での些細ないさかみや気まずさにより生じるストレスや不満を察知することは、避難所内での事故やトラブルを未然に防ぐために重要であるにも関わらず、避難所運営者の気配りや気遣いといった属人的な能力に委ねられている。このような問題を解決するためのサービスには社会的意義があると考えられる。

一般的に、ストレスを推定する手法には質問紙や面接による主観申告や心拍等の生理値計測から評価するものが挙げられるが、災害避難所での実施は設備面や避難所利用者への負担といった課題がある。そこで、施設内に設置された防犯カメラ等で得た動画からその場にいる人々のストレスを推定する方法には一定の利点があると考えられる。類似する先行事例としては、授業中の様子を撮影した教室内の動画から学生の感情の推定を試みた研究⁽³⁾などがあり、汎用的な機材で取得したデータをもとに現場が必要とする情報を推定する技術の研究は今後の発展が期待される。

我々は、質問紙により得た性格特性と、カメラで撮影した動画による行動分析により、避難所利用者のストレスを推定するシステムの開発に取り組んでいる。システ

* Corresponding author. E-mail:
nishimura.eigo.847@s.kyushu-u.ac.jp

^a 九州大学

〒815-8540 福岡県福岡市南区塩原 4-9-1
Kyushu University
4-9-1, Shiobaru, Minami-ku, Fukuoka-shi, Fukuoka, Japan 815-0032

ムの構成を Fig.1 に示す。このうち新規に開発または構築が必要と考えるのは、防犯カメラ動画から行動指標化を行う技術と性格・行動・ストレスモデル、利用者の状態を運営者に提示するアプリケーションである。

特に、人の行動からストレスを推定するためには、人の行動とストレス反応の関係をモデル化する方法の確立が前段階として必要である。しかしながらモデル化のための手法に関する研究は複数の分野の知見を組み合わせる必要があることから、今後の成長が見込まれる分野である。

1.2 パーソナルスペース研究

本研究では、人の行動のなかでもとくにパーソナルスペースに着目して他者に対する空間確保行動を分析の対象とする。パーソナルスペースとは、他者が自分に接近したときに、これ以上接近されると不快に感じたり、気づまりをおぼえるような距離または空間を指す。その距離には個人差があり、性差や年齢のほかにも情緒不安定性や特性不安といった性格特性と関係があると言われている⁽⁴⁾⁽⁵⁾。

パーソナルスペース研究で多く採られた手法は、モデル(実験協力者)が被験者に対して少しずつ接近し、被験者の主観申告により不快に感じる距離を記録する方法である。一方で比較的近年では心拍数・瞬目の計測を行った研究も見られ、パーソナルスペースに侵入されたときにストレス反応が見られたという報告がある⁽⁶⁾。

パーソナルスペース研究は文化人類学や心理学の他に、空間計画への応用を目指して建築学の分野で、あるいは HAI・HRI、バーチャルリアリティーの分野でも扱われている。一方で人対人インタラクションやコミュニケーションの状況推定の研究にパーソナルスペースの概念が取り入れられた事例は少ない。これには、コミュニケーションを中断することなく空間確保行動を計測する手法が発展途上であることが技術的理由のひとつとして挙げられる。

2. 目的

ストレス推定システムの開発にあたり、性格・行動・ストレスモデルを構築することが不可欠である。本稿では性格と行動とストレスの関係をモデル化するための実験系の構築を目的とし、構築した実験系により得た結果を用いて、避難所運営への応用可能性について検討する。

実験手順、評価項目、解析手法の妥当性を評価する。本稿での実験をパイロットスタディとして、得られた結果を用いて仮想的に性格・行動・ストレスモデルを構築して運用シーンの検討を行う。さらに今後実施する実験手順や評価項目に対する改善の方針を提示する。

3. 方法

3.1 実験概要

俯瞰ビデオカメラ撮影、質問紙、ポータブル心拍測定デバイスからなる実験を実施した。また、実験中の各条件の開始時刻等のイベントを時刻で記録することで実験条件ごとの心拍データと動画データを同期して抽出・分析するアプリケーションを開発した。データフロー図を Fig.2 に示す。

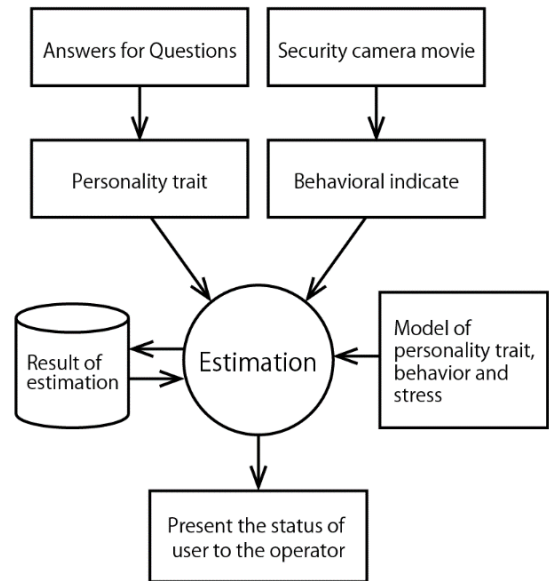


Fig. 1. Block diagram of suggesting system.

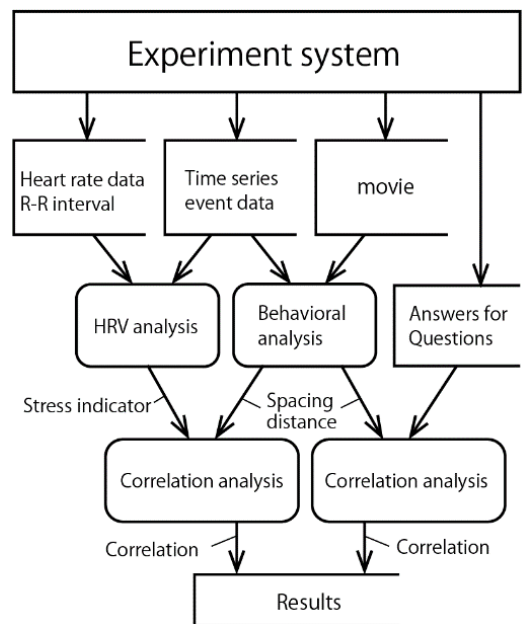


Fig. 2. Data flow diagram of experiment.

避難所候補となっている施設の一部では、ダンボール製の簡易ベッドの備蓄が行われている。ダンボールベッドは複数のダンボール箱を並べて1つのベッドを構成するもので、組立てが容易であるため避難所利用者自らが複数人で組立てを行うといった場面が想定される。本稿ではダンボールベッド組立て作業のコンテキストを用いて、複数の人がいる中でダンボール箱を運ぶという状況を想定して実験を計画した。

基礎的な研究においては、心拍数等の生理値を計測する実験では被験者は安静座位で固定され、特定の刺激に対する反応を記録する方法が多く採られる。これは心拍の変動が運動や実験刺激以外の条件によってもたらされる可能性を排除するためである。避難所でのストレス推定といった応用的な目的に対してもこの知見は重要であり、最小限のコンテキストと運動を取り込みつつ、心拍の計測は静止中に限定する等、実験結果に再現性が得られるよう実験を計画した。

3.2 実験手順

本実験では、事前に実験同意を得た健康な男子大学生6人を対象に質問紙検査を実施したのち、4名1組で実験を実施した。なお、被験者4名のうち1名は実験協力者として、内密に実験者の指示にもとづき行動することとした。

Fig.3 に実験見取り図を示す。本実験の実施にあたり、事前に、被験者に立ち位置を指示するためのマーキングを行った。また俯瞰撮影した動画の台形補正のために6m四方の正方形のマーキングを行った。

Fig.4 に被験者の立ち位置と経路を示す。図中の点ABCには、中央を向くように3人の被験者が立つ。ABC点間距離は、日本人・成人2人が同時に腕を伸ばしたときに手が触合わない距離になるように、日本人の指極長の95パーセント値である1770mm⁽⁷⁾を基準に1.8mとした。これはE.T.Hallによる個体距離の遠方相と社会距離の近接相の境界の定義に基づいている⁽⁸⁾。

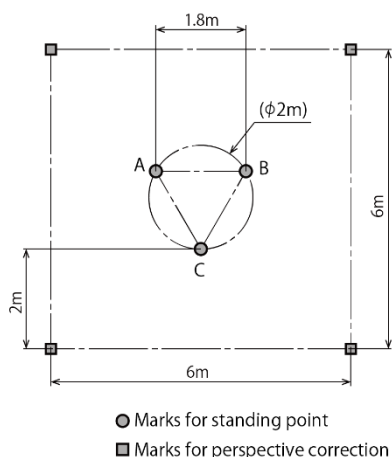


Fig. 3. Layout of experiment.

4人のうち1人の被験者は空のダンボール箱(310×220×350mm)を持ち、①～④の地点に移動し、それぞれの地点で1分間立位静止する。①～④の地点にはマーキングを行わず、被験者自身が空間確保行動(spacing)を行う。本実験では各被験者が周囲を移動する役を交代しながら順番にタームを実施し、全員が周囲の移動を2回ずつ実施した。

4人のうち1人は実験協力者として予め内密に実験プロトコルの詳細な説明をうけ、他の3人の手本として最初のタームで周囲を移動した。このとき、被験者が箱を置く位置が実験協力者の影響を受けることを想定して、1回目のタームでは①～③の地点に箱を置く際に他の被験者から遠くに、2回目のタームでは近くに置くように指示した。

3.3 行動分析

行動分析の手順を Fig5 に示す。本稿では、ダンボール箱を持って3人の周囲を移動する際と、箱を置いて静止する際の、3人の中心に対する距離を空間確保距離(spacing distance)とみなし評価対象とした。

移動する被験者の座標を取得するために、機械学習を用いた動画トラッキングを使用した。本実験では、トラッキング対象の足元が他の人やダンボール箱で隠れる事があったため、トラッキング対象の動画から教師データを作成し学習させる手法を採用した⁽⁹⁾。教師データには560枚使用し、被験者が移動中のフレーム354枚を追跡精度評価に使用した。静止している3人の座標は、タームごとに座標を手入力し、3人の座標から中心の座標を算出した。

俯瞰動画は遠近法による歪みがあったため、遠近補正用マーキングを目印に、補正後のフレームが1200px四方となるよう透視投影変換により補正した。マーキングの距離は6mであったため、画素数から実距離に変換する際の係数は0.005 [m/px]となる。ただし誤差を勘案して、本実験における空間確保距離の有効数字は2桁とした。精度評価は遠近補正後のフレームに対して10⁻³[m]単位で誤差計算を行った。撮影にはSONY社製FDR-X3000を使用した。

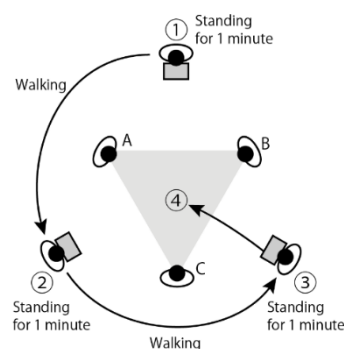


Fig. 4. Position and pathway of experimental subject.

3.4 質問紙検査

質問紙検査では、主要5因子性格検査⁽¹⁰⁾による誠実性、外向性、開放性、協調性、情緒不安定性の評価と、状態・特性不安検査⁽¹¹⁾を実施した。また、事前期待に関するアンケートを実施した。アンケートはサービス品質を測定するために開発された尺度である SERVQUAL⁽¹²⁾を参考に作成した。本実験ではサービスの授受は発生しないが、他の被験者の自身への態度に対する期待として、本実験では SERVQUAL における5つの項目のうち確信性(Assurance)と共感性(Empathy)に対応する質問項目を独自に設定した。回答は、1:まったくそう思わない~4:どちらでもない~7:強くそう思うの7段階で得た。事前期待の質問項目を Table.1 に示す。

また、過去に実験被験者を経験しているか、今回の被験者の中に友人や知り合いがいるか、初対面の人と会話をする頻度、普段の運動習慣等について回答を得た。

3.5 心拍変動分析

心拍変動(HRV)を計測することで交感神経と副交感神経のどちらが優位かを推測することができると言われており、ストレスの推定に用いられている。本稿では、HRVをLPにより解析しストレスの推定を行う。HRVから交感神経/副交感神経のどちらが優位かを推測するには心拍のR-R間隔を周波数解析する方法が一般的であるが、ローレンツプロット(LP)を用いた方法でも周波数解析に近い結果が得られるとの報告がある⁽¹³⁾。

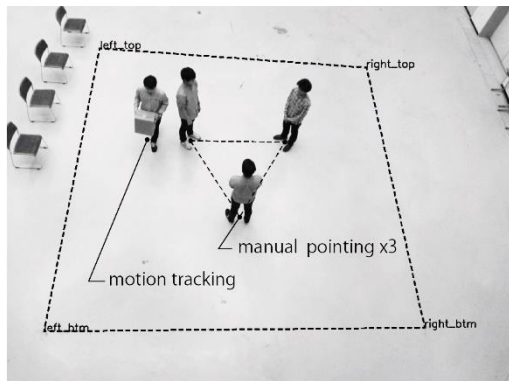


Fig. 5. Behavioral analysis.

Table 1. Questions of expectation.

No.	Question items	Category
1	ほかの実験参加者はあなたに注意を払ってくれる	Empathy
2	あなたはほかの実験参加者に興味を持つようになる	Empathy
3	ほかの実験参加者はあなたの意図を理解してくれる	Empathy
4	ほかの実験参加者は困ったとき助けてくれる	Empathy
5	ほかの実験参加者はお互いに誠実である	Reliability
6	ほかの実験参加者は頼りになる	Reliability
7	ほかの実験参加者は礼儀正しい	Reliability
8	ほかの実験参加者とは安心して接することができる	Reliability

LPは周波数解析と比較して簡便で、比較的短い計測時間でも分析が可能であるため、本稿ではLPを用いてHRV分析を行った。なお、車いす利用者のパーソナルスペースとHRVに関する先行研究でもLPが使用されており⁽¹⁴⁾、方法は本実験においても妥当であると考えられる。

本実験では、各被験者のR-R間隔(RRI)を計測し、LPを用いた方法でHRVを評価し、ストレスの推定を行った。計測にはPolar社製H10を使用し、データ記録にはPolar社製V800を使用した。

LPの分布に対し、 $y=x$ 上の標準偏差を長軸、 $y=-x$ 上の標準偏差を短軸とした楕円の面積と重心の位置から、その平均が0、分散が1となるように正規化した面積 S と重心 m を算出した⁽¹³⁾。 S と m が小さくなるほど、交感神経優位、すなわちストレスを感じていると解釈する。

運動中のRRIからはHRVを評価することができないため、立位静止中の心拍データを分析対象とした。心拍データの抽出にあたっては、実験の様態を撮影した動画から対象者が静止中の時刻を割り出してデータの抽出を行った。また、本実験では状況を「周囲を移動中」「静止中」の2種類に分類し、それぞれの状況ごとにLPの S と m をストレス指標として算出した。

3.6 相関検討

実験によって得られた空間確保距離、ストレス指標、質問紙回答に対し、スピアマンの順位相関分析により相関関係を検討した。本稿では相関係数 ρ の絶対値が0.5以上の場合に相関ありと判断することとした。

Table 2. Stress indicator of each subject.

Subject	S	m
1	-0.257	-0.084
2	0.049	0.217
3	0.497	0.244
4	1.244	0.939
5	0.933	0.540
6	0.083	0.151

Table 3. Spacing distance of each subject.

Subject	Standing	Walking
1	1.6	1.8
2	1.6	1.7
3	1.5	1.7
4	1.7	1.9
5	1.9	2.2
6	1.7	1.9

4. 結果

4.1 追跡精度

追跡精度のヒストグラムを Fig. 6 に示す。縦軸は精度評価対象のフレーム 354 枚に占める割合で、対数軸となっている。本実験では有効数字を 2 桁としているため、解析に影響が出る距離のオーダーは 0.15m 以上である。被験者が歩行中のフレームに対して、0.15m 以上の誤差が生じたフレームは全体の 7.1%であった。被験者が静止中のフレームに対しては誤差が見られなかったが、これは静止中のフレームが教師データに含まれているためであり精度が高いのは当然であるため評価対象には含めなかった。

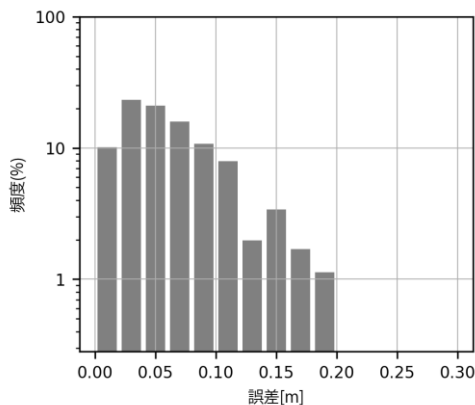


Fig. 6 Tracking accuracy.

4.2 ストレス指標

本実験により得られた被験者 6 名について、周囲で静止中の RRI から算出したストレス指標 S と m を Table.2 に示す。なお被験者間の S の標準偏差は 0.525, m の標準偏差は 0.326 であった。

4.3 空間確保距離

本実験により得られた被験者 6 名の空間確保距離を Table.3 に示す。表中 1~3 は 1 回目の実験, 4~6 は 2 回目の実験の被験者である。なお、静止中の位置指標の標準偏差は 0.12m, 移動中の標準偏差は 0.17m であった。

静止中と移動中の空間確保距離の相関を Fig. 7 に示す。静止中と移動中の空間確保距離は高い正の相関が認められたため、以降のストレス指標との相関検討ならびに質問紙回答との相関検討には、静止中の空間確保距離を使用することとする。

4.4 相関検討

静止中の空間確保距離とストレス指標の相関を Fig. 8 に示す。図中の直線は最小二乗法で近似した回帰直線である。ストレス指標のうち S (LP の標準偏差楕円の面積を被験者ごとに正規化した値)との間に正の相関が見られた。

静止中の空間確保距離と、質問紙回答のうちスピアマンの相関係数 ρ の絶対値が 0.7 以上となった回答項目を Fig. 9 に示す。状態不安や事前期待については、相関は見られなかった。

また、相関係数の絶対値が 0.7 に満たなかったものの、考察の余地があると考えられる結果として空間確保距離と外向性の相関を Fig. 10 に示す。

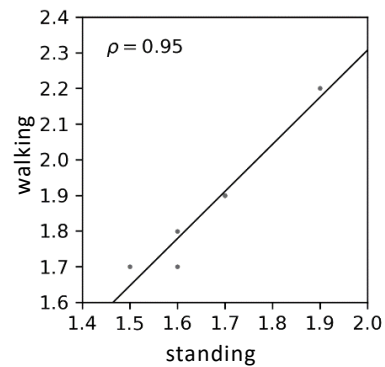
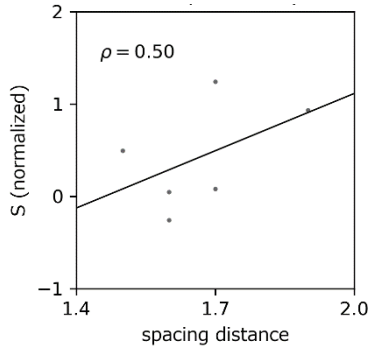
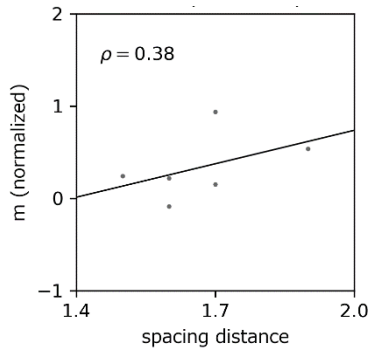


Fig. 7. Correlation of Spacing distance between standing and walking.

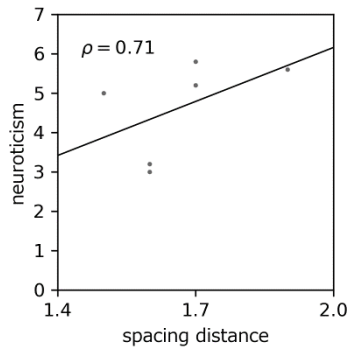


(a) Spacing distance and S.

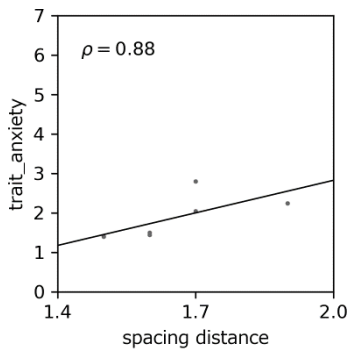


(b) Spacing distance and m.

Fig. 8. Correlation between spacing distance and stress indicator.



(a) Spacing distance and neuroticism.



(b) Spacing distance and trait anxiety.

Fig. 9. Correlation between spacing distance and personality traits.

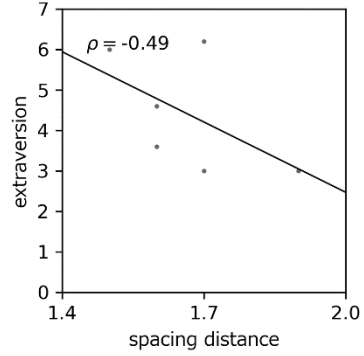


Fig. 10. Correlation between spacing distance and extraversion.

5. 考察

5.1 空間確保距離とストレス指標の相関

はじめに、本実験結果の妥当性について検討を行う。本実験で得られた結果によると、空間確保距離とストレス指標(S)の間の相関係数は $\rho = 0.5$ であった。 $\rho = 0.5$ を真なる相関係数としたとき、無相関検定の有意水準 0.1 以下、検出力 0.8 以上となるために必要なサンプルサイズは 29 であるため、推測統計的に傾向を論ずるには被験者数 30 人 (10 組) 程度による実験を行うことが望ましい。

つづいて、実験結果として得た空間確保距離 1.5~1.9m の分布が、想定する母集団に対してどのあたりに位置しているかを先行研究と比較する。先行研究によると、3 人の内側を向き合った集団に人が接近するとき、接近者がしばらくはこのままでよいと感じる距離の範囲は椅座位において 3~4m と報告されている⁽¹⁵⁾。これは立位の場合椅座位よりもパーソナルスペースが小さいことを考慮に入れても、実験結果の空間確保距離やや小さい範囲に分布したと言える。考えられる理由として、本実験では集団の周囲を移動するというタスクの性質上、あまり集団から離れすぎると移動距離が長くなるため空間確保距離は比較的集団に近い範囲に引き寄せられていた可能性がある。また、本実験では実験領域が 6m 四方であったため、3m 以上の空間確保距離を取ることに抵抗を感じ得るという実験環境の制約も一因していると考えられる。

なお、対象を集団ではなく個々の成員に対するパーソナルスペースとして注目したとき、しばらくはこのままでよいと感じる距離の範囲は相手が後ろ向きときは立位にて 1~2m と報告されている。本実験での最も近い成員との距離は 1.3~1.6m の範囲であり、先行研究の範囲と一致した⁽¹⁶⁾。このことから、本実験では周囲を移動していた被験者が対集団としての空間確保をおこなってなかった可能性も考えられる。これは、本実験系において中央の 3 人の集団に排他的な性質を与えていなかったこと、たとえば、集団内で会話をさせるなどのコミュニ

ケーションがなかったことが原因と考えられる。

以上より、実験系で考慮すべき点を整理すると、①実験ターム開始時は集団から離れたところから歩行を開始させる等の、空間確保距離が小さくまとまらないようにする工夫が必要であり、またそのためにも②実験領域は8m四方以上確保することが望ましい。③つづいて、中央の3人には何か課題を与え、集団がより排他的な性質を帯びるよう工夫することも検討するべきである。

最後に、結果に対して本稿で結論を出すには早計であるためあくまで可能性として本実験結果に対する考察を加えるとすると、空間確保距離とストレス指標(S)の間に正の相関が認められ、他者との距離が近いほどストレスを感じる傾向が見られた。本実験では、被験者が移動する経路と静止する位置を被験者自身が決定できるよう計画されており、実際に被験者間の空間確保距離には一定のばらつきが見られた。にも関わらずストレス指標に一定の傾向が認められたことは、人が集団に対して行う空間確保行動が必ずしもストレスを最小とするように作用しない可能性を示唆している。

5.2 空間確保距離と質問紙回答の相関

本実験では、空間確保距離と主要5因子性格検査における情緒不安定性、特性不安との間に正の相関が認められた。また、空間確保距離と主要5因子性格検査における外向性の間に弱い負の相関が見られた。

本実験で得られた結果は、情緒不安定性、または特性不安が高い人は集団に対して距離を置く傾向を示唆しており、情緒不安定性と特性不安が高い人はパーソナルスペースが広いという先行研究と一致している⁽¹⁶⁾。実験で得られた結果によると、情緒不安定性と空間確保距離の間の相関係数は $\rho=0.71$ であった。 $\rho=0.71$ のときに無相関検定の有意水準0.1以下、検出力0.8以上となるために必要なサンプルサイズは10であるため、推測統計的に傾向を論ずるには被験者数12人(4組)程度による実験を行うことが望ましい。なお $\rho=0.88$ において必要なサンプルサイズは6であるため、統計的には被験者数を増やしても同様の結果が期待できる。

ただし、5.1で論じたとおり実験系には改善の余地があり、実験系の改善の結果傾向に変化が見られる可能性もある。たとえば仮に中央の3人の集団が談笑をしているなどしてより排他的な性質を帯びることにより、情緒不安定性または特性不安が高い人は空間確保距離をより大きく取る可能性がある。

5.3 ストレス指標と質問紙回答の相関

情緒不安定性と特性不安に着目して、ストレス指標との相関を検討したところ、ストレス指標(S)と情緒不安定性の間に正の相関($\rho=0.60$)が認められた。これは、情緒不安定性が高いほどストレスを感じていないことを示唆しており、情緒不安定性が高い人はストレスが大きくな

る傾向があるとする先行研究の結果と一致しない⁽¹⁷⁾。

推測統計的にはサンプルサイズが十分でないため本実験で結論を出すことは早計であるものの、可能性として結果に対する考察を加えると、情緒不安定性が高い人は危険を回避して慎重に行動する傾向があるため、集団に対して空間確保距離を大きく取った結果、感じるストレスはそれほど高くならなかったという性格・行動・ストレスモデルが推察される。

ただし、5.1で論じたとおり実験系を改善することで、結果に変化が見られる可能性もある。たとえば、中央の3人がより排他的な性質を帯びることで、実験自体にストレスを感じてしまい、傾向が見られなくなる可能性がある。したがって今後実験を実施するにあたっては、評価の対象に応じて中央の3人の集団に対する実験中の教示を変化させる必要があると考えられる。

6. おわりに

本稿では、災害避難所において避難所利用者のコミュニケーションを阻害することなく空間確保距離を計測するストレス推定のためのモデルを構築するための実験系の構築を目的とし、得られた実験結果と先行研究の比較から実験系の改善方針を検討した。また構築した実験系から得られた結果を基に、仮説的に性格・行動・ストレスモデルを構築した。

本稿で得た結果に基づいた考察を性格・行動・ストレスモデルとして記述した避難所見守りシステムのフローをFig.11に示す。実験系で設定した状況は、多くの災害避難所内で見られるような集団での共同作業を想定したものであり、教示によって空間確保行動をさせているが、空間確保行動の内容は強制していない。したがって、実験と異なる状況が実際の災害避難所で生じた場合は、行動を強制する何らかの事象により成員がストレスを感じていると推定することができる。

最後に、避難所見守りシステムの導入にむけての課題について検討する。避難所運営への応用にあたって設置が必要な設備は防犯カメラであり、電力を必要とする。ただし電気はライフラインの中でも復旧が速く、東日本大震災では1週間で95.6%が復旧しており⁽¹⁸⁾、避難所の生活が本格化する頃にはカメラと状況推定システムは稼働可能な状態にあると考えられる。

実装にあたっての課題としては、システムが推定したストレスを避難所運営者に通知するアプリケーションと、質問紙の回答者と動画内の人を一致させる技術の開発が挙げられる。前者の難易度はそれほど高くないとして、後者については顔認識や複数カメラでの空間内追跡技術等の採用が必要となる。

また、性格特性調査の質問を避難所入所時ではなく平時の避難訓練等の場に行うなど、長期的でより現実的な

運用の検討も今後の課題である。たとえば九州大学で組織する災害復興支援団は、九州北部豪雨災害の被災地である朝倉市等において、防災・復興のための支援会議やワークショップでの性格特性調査の活用や展開を具体的に見込んでおり、情報を防災に活用し地域及び産業に還元する方法を検討している。

謝 辞

本論文の作成にあたり使用したオープンソース・ソフトウェアの開発者とそれを支えるコミュニティの方々に感謝する。また本稿内で使用したツールの開発に際し基礎的なコーディング技術を習得する機会を提供いただいたサイエンスパーク株式会社に謝意を表す。最後に、本実験の計画実施にあたり補助、協力、助言をいただいた方々に深く感謝する。本研究は JSPS 科研費 JP19H04413 の助成を受けたものである。

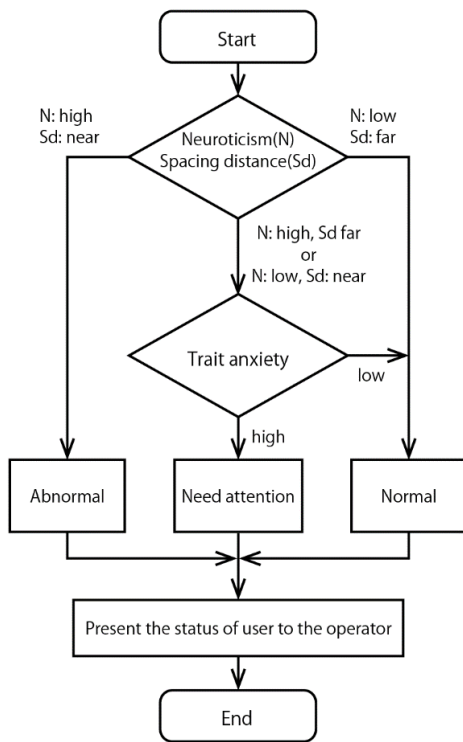


Fig. 11. Flowchart reflecting the model.

- (1) 西澤雅道, 筒井智士: 「地区防災計画制度の法制化とその課題に関する考察 —東日本大震災を踏まえて—」, 地区防災計画学会誌, 1号, pp.42-51, 2014
- (2) 高田義久: 「防災分野における ICT 国際展開支援」, 情報通信学会誌, 33 巻, 4 号, pp.115-119, 2016
- (3) 村井文哉, 角所考, 小島隆次, 村上正行: 「授業映像に基づく雰囲気認識のための基本特性と観測特徴量」, 教育システム情報学会誌, 32 巻, 1 号, pp.48-58, 2015
- (4) DeJulio, S., Duffy, K.: *The Relationship of Neuroticism to Proxemic Behavior, Perceptual and Motor Skills*, 45(1), pp.51-55, 1977
- (5) 児玉昌久, 進藤由美: 「パーソナルスペースに及ぼす特性不安の影響」, 早稲田大学人間科学研究, 8 巻, 1 号, 1995
- (6) 吉田富二雄, 小玉正博: 「生理反応・心理評定によるパーソナル・スペースの検討」, 心理学研究, 58 巻, 1 号, pp.35-41, 1987
- (7) Pheasant: “*Bodyspace: anthropometry, ergonomics and design*”, Taylor & Francis, 1986
- (8) エドワード・ホール, 日高敏隆, 佐藤信行 訳: 「かくれた次元」, みすず書房, 1970
- (9) 西村英伍, 元村祐貴, 勝沼るり, 吉村道孝, 三島和夫, 尾方義人: 「機械学習を用いた動画解析による生体情報の自動追跡技術: 眼瞼裂幅計測に用いた一例」, 日本生理人類学会誌, 24 巻, 1 号, pp.35-45, 2019
- (10) 並川努, 谷伊織, 脇田貴文, 熊谷龍一, 中根愛, 野口裕之: 「BigFive 尺度短縮版の開発と信頼性と妥当性の検討」, 心理学研究, 83 巻 2 号, pp.91-99, 2012
- (11) 清水秀美, 今栄国晴: 「STATE-TRAIT ANXIETY INVENTORY の日本語版(大学生用)の作成」, 教育心理学研究, 29 巻 4 号, pp.62-67, 1981
- (12) A.Parasuraman, V.A. Zeithaml, L.L. Berry: “SERVQUAL: A Multiple-Item Scale for Measuring Consumer Perceptions of Service Quality, *Journal of Retailing*”, Vol.64 No.1, pp.12-40, 1988
- (13) 豊福史, 山口和彦, 萩原啓: 「心電図 RR 間隔のローレンツプロットによる副交感神経活動の簡易推定法の開発」, 人間工学, 43 巻 4 号, pp.185-192, 2007
- (14) 石田眞二, 鹿島茂: 「心拍変動を用いた車いす使用者のストレス計測に関する研究」, 福祉のまちづくり研究, 2016, 18 巻 2 号, pp.1-9
- (15) 高橋 鷹志, 高橋 公子, 初見 学, 西出 和彦, 荻谷 哲朗: 「空間における人間集合の研究: その 2 集団の Personal Space」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.1189-1190, 1980
- (16) 高橋 鷹志, 高橋 公子, 初見 学, 西出 和彦, 川嶋 玄: 「空間における人間集合の研究: その 4 Personal Space と壁がそれに与える影響」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.1229-1230, 1981
- (17) 早川清一, 鷺見克典, 塹江清志: 「神経症的性格特性のストレスへの影響の機制について」, 日本経営工学会誌, 45 巻, 2 号, pp.135-140, 1994
- (18) 総務省: 「平成 29 年版 通信白書」, 2017



西村 英伍

2010年九州大学芸術工学部工業設計学科卒業。
2012年九州大学大学院芸術工学府芸術工学専攻博士前期課程修了。2012年サイエンスパーク株式会社入社。2016年九州大学大学院芸術工学府芸術工学専攻後期博士課程入学，現在に至る。



岸田 文

2015年3月神戸常盤大学保健科学部医療検査学科卒業。2017年4月九州大学大学院統合新領域学府ユーザー感性学専攻感性科学コース博士課程入学，現在に至る。



藤 智亮

1992年3月九州芸術工科大学芸術工学部工業設計学科卒業。同年4月株式会社日立製作所入社。2015年4月九州大学大学院芸術工学研究院准教授，現在に至る。災害避難所のレジリエンスデザインの研究に従事。



綿貫 茂喜

1982年3月九州芸術工科大学大学院芸術工学研究科修了。同年4月同大学特殊生態実験室助手。2003年九州大学大学院芸術工学研究院教授，現在に至る。生理人類学，感性科学の研究に従事。



尾方 義人

1990年3月九州芸術工科大学芸術工学部工業設計学科卒業。同年4月株式会社西武百貨店入社。大阪大学大学院工学研究科・医学系研究科准教授。2008年九州大学大学院芸術工学研究院准教授，現在に至る。