

TUMSAT-OACIS Repository - Tokyo

University of Marine Science and Technology

(東京海洋大学)

歩行実験に基づく津波避難誘導標識の設置間隔の検討

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2021-06-21 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 小野, 天椰 メールアドレス: 所属:
URL	https://oacis.repo.nii.ac.jp/records/2160

修士学位論文

歩行実験に基づく津波避難誘導標識の設置間隔の検討

2020 年度

(2021 年 3 月)

東京海洋大学大学院

海洋科学技術研究科

海洋資源環境学専攻

小野 天椰

修士学位論文

歩行実験に基づく津波避難誘導標識の設置間隔の検討

2020 年度

(2021 年 3 月)

東京海洋大学大学院

海洋科学技術研究科

海洋資源環境学専攻

小野 天椰

目次

1	序章	5
1.1	津波避難の課題	5
1.2	津波避難誘導標識	6
1.3	避難誘導標識システムの課題と本研究の目的	8
2	実験方法の検討	11
2.1	歩行実験の設定	11
2.1.1	該当エリアの想定	11
2.2	検討方法	12
2.2.1	歩行実験の設計	12
2.2.2	実験場所の設定	13
2.2.3	誘導距離と実験用標識の設置	14
2.3	実験内容の設定	17
2.3.1	配置	17
2.3.2	制限時間	18
2.3.3	行動分析	19
2.3.4	アンケート内容の設定	19
2.4	実験手順	24
2.4.1	機材の用意	24
2.4.2	被験者の用意	25
2.4.3	実験手順	25
3	結果及び考察	27
3.1	データ数及び解析ソフト	27
3.2	実験前のアンケート結果	27
3.3	行動観察の結果	28
3.3.1	用語の定義	28
3.3.2	重点探索区間	30
3.3.3	横道探索行為	31
3.3.4	逆行距離	34

3.3.5	直進距離	36
3.3.6	その他.....	38
3.4	実験後アンケートの結果	38
3.4.1	被験者の距離評価	38
3.4.2	実験終了判断の理由	40
3.4.2	不安に関する質問.....	40
3.4.3	どこに標識があれば迷いにくいと思うか	44
3.5	各項目の相関.....	49
3.5.1	49
3.5.2	54
4	まとめ.....	57
4.1	結果まとめ.....	57
4.2	結論	57
	引用文献.....	59
	謝辞.....	64

1 序章

1.1 津波避難の課題

東日本大震災では約2万人の死者、行方不明者がでていますが、そのうちの9割強が津波による犠牲者である。内閣府（2011）によると震災犠牲者の死因の9割以上は溺死であった。また地震津波は実際に津波が到達する前に津波の襲来を予測できるため、津波災害の死者は円滑な避難行動によって減らすことができると考えられる。具体的には、防災意識を向上させたり避難経路の誘導を行ったりすることが提案されている。

防災意識の向上については、早期避難に繋がるとする次のような既往研究が存在する。増本ら（2010）は、「津波防災知識を得ることで避難意識が向上することが避難開始に最も影響する」と指摘している。この理由について、避難遅れの原因として頻繁に言及されている（例えば上田、2017）「正常化の偏見」や「正常性バイアス」と呼ばれるものについて矢守（2009）はこの「正常化の偏見」について調査した。矢守は「一般の人々を防災情報を受動的に受容してそれを処理するだけの役割に固定」することが「正常化の偏見」を助長するとし、正常化の偏見に関わる問題から脱却するには「一般の人々が自ら情報を生成・発信」する行為や、率先避難者を増やそうとする取り組みが効果的と述べた。また上田（2017）が東日本大震災発生時の宮城沿岸のアンケート結果を分析したところ、避難者のうち36.1%が他者の行動に追随して避難を始めていたことから、率先避難者を増やす取り組みの重要性が伺える。つまり防災意識の向上を通じて主体的に防災に取り組む人を増やすことが早期避難に貢献するといえる。

避難経路を誘導する必要があるのは、避難先に迷ったり誤った場所へ避難する人を減らすためである。防災無線などで津波の襲来する可能性を知っても、避難経路や避難場所を把握していなければ迅速な避難はできないと考えられる。例えば吉田ら（2013）や増本ら（2010）は観光客や海水浴場利用者などの地域外から来た人に災害知識や土地勘が無く円滑に避難できないことを問題視している。また、転勤や地域を跨いだ通勤が多い現代では、津波被害の可能性が低い地域で育った人々が津波被害の可能性が高い地域で生活するケースがある。このようなケースでは義務教育や家庭、地域のコミュニティなどから津波の知識を得る機会が減り、被災リスクに比して災害知識が少ないと考えられる。また、地

域住民についても避難場所の認知の低さが指摘されている。増本ら（2010）が海水浴場を利用する観光客と地域住民を対象に行ったアンケート調査と津波避難意思決定の分析の結果、海水浴場利用者が津波避難場所などを把握していないことや、「迅速な避難行動には、適切な避難誘導が効果的である」ことが報告された。また西村ら（2012）が大阪府大正区及び和歌山県串本町で住民の避難先及び避難経路の選択要因などを聞き取ったアンケート調査では避難先を決めていない、避難経路を決めていないと回答した住民がそれぞれ 3～4 割程度存在した。また多くの住民が学校を避難先として選択したものの、そこが津波の避難場所に指定されていたことを認知していたのは 10%弱にとどまっていた。このことについて、西村らは地域住民が避難場所を選択した理由について「日頃から認知の高い学校が最も安全と考え」ていたため、行政などによる避難先の指定を重要視したわけではないと分析している。この研究から、津波避難場所として不適であっても、認知の高い安全性の高そうな場所に対して多くの人が避難する事態が発生する可能性が考えられる。例えば、大規模な火災の避難場所として設定されている「広域避難場所」と、津波避難場所とを混同するなどの事態が発生する可能性は十分想定されるだろう。つまり仮に地元住民しか生活していない地域であっても、適切な避難を早期に完了させるために避難誘導が必要であるといえる。

以上のように、津波早期避難を促すためには防災意識の向上と、適切な避難経路の誘導が必要とされる。本研究ではその手段としての津波避難誘導標識に注目した。次節で説明するように、津波避難誘導標識は津波襲来時の誘導を主目的としているが、防災意識を高める効果ももつためである。

1.2 津波避難誘導標識

2014 年に制定された JIS 規格によれば、津波避難誘導標識とは津波避難誘導標識システムを構成する標識であり、立て看板のように設置されたり、壁面や電柱に設置されたり、支柱を用いたりして視界の上方に設置することが一般的である。またこの JIS 規格では、津波避難誘導標識システムとは「津波が発生したときに影響を受ける地域（浸水域及び津波災害警戒区域）の人々に警告し、速やかに避難誘導することを目的とする標識システム」と定義しており、徒歩避難者を対象としている。津波避難においては、避難中の渋滞（長

尾ら、2015) などが問題となり徒歩避難が推奨されていることからこの標識システムの重要性はますます高まると考えられる。この標識システムは大別して3種類の標識から構成される。1つは「津波注意標識」と呼ばれ、津波が来襲する危険のある地域を示すことを目的とする。2つ目は「津波避難情報標識」と呼ばれ、津波避難に関連した情報を示すことを目的とする。3つ目は本研究の対象である「津波避難誘導標識」や「津波避難場所標識」、「津波避難ビル標識」などである。

津波避難誘導標識は、津波が発生したときに人々を安全な場所へ避難誘導することを目的とする標識で、通常の避難場所への誘導を担う「津波避難場所誘導標識」と、津波避難ビルへの誘導を担う「津波避難ビル誘導標識」の2種類がある。この2種類の差は避難場所がビルであるかそうでないかと、標識に示されるピクトグラムにビルが描かれているかそうでないかという点のみである。津波避難誘導標識は津波襲来時の誘導を主目的としているが、近辺に津波避難場所があることを示すことで、平時における津波被災リスクの周知機能も併せ持つ。津波避難場所標識と津波避難ビル標識は、それぞれ津波避難場所又は津波避難ビルを示すことを目的とする標識である。

津波避難誘導標識の有効性について言及している既往研究には以下の例がある。牛山ら(2004)は、日本海中部地震と北海道南西沖地震の津波被害を対象に防災情報の活用によって期待できる人的被害軽減量の最大量を推定し、ソフト防災の効果は避難時間不足や避難路の整備不足などハード防災の充実度に影響されるもののソフト防災に確実に効果はあるとしている。牛山らが推定したソフト防災で軽減可能な人的被害のうち、津波避難誘導標識がもつ周知効果によって速やかな避難行動を促したり、誘導効果によって正しい避難方向を示したりといった働きが影響するのは、日本海中部地震においては23人中10人、北海道南西沖地震では12人中12人だった。このことからソフト防災における避難誘導標識の役割は大きいと言えるだろう。

歩行者の誘導に標識が有効であることは様々な先行研究から判明している。緒方ら(1995)は歩行者のサイン・空間情報収集のための行動について研究し、サイン視覚情報は出発点において多く使われていることや、地図の携帯、不携帯にかかわらず最も多く使われていることを確認している。三浦ら(2001)、三浦ら(2003)、三浦ら(2005)、三浦(2008, 2010)、三浦・薄井(2014)は街路空間における経路探索歩行について、イタリアや仙台を

対象にそれぞれ 13～16 人の歩行者の注視行動を分析し、探索歩行時に最も有用な空間情報素は標識であることを発見した。

勿論こうした周知効果や誘導効果をもつ避難誘導の手法は津波避難誘導標識以外にもある。近年ではドローンを用いて避難者に指示をだすことやスマホの GPS 機能を利用すること、電光掲示板を利用した避難誘導も検討・利用されてはいるが、こういった手段は停電や通信障害が発生した場合など、非常事態時に必ずしも適切に機能するかどうか分からない。特に災害時には不測の事態が起こりやすいため、トラブルが起きにくいシンプルな誘導手段を残しておくべきであろう。よって避難誘導標識は外部からの操作や動力を必要としないという点において有用な避難誘導の手段だといえるだろう。

1.3 避難誘導標識システムの課題と本研究の目的

上述のように、避難誘導標識は津波の円滑な避難に有効であると考えられるが、既に設置された津波避難誘導標識に対する研究では以下に述べるように否定的な結果も報告されている。足立ら（1998）は認知症患者を効果的に誘導するため、屋内において誘導印による誘導実験を認知症高齢者、認知症でない高齢者、認知症ではない青年を対象に行った。その結果認知症の高齢者に対して連続的な視覚誘導が有効であること、特に床面に誘導印を置くことが効果的であることがわかった。しかしながら、小野ら（2019）は学生・教職員を対象に行った実験で、街路の路面に設置された津波避難誘導標識の誘目性は低いと結論している。また、佐藤ら（2015）が石巻市で来街者を対象に行った実験では、多くの人が設置された避難誘導標識を発見できず、佐藤らは避難誘導標識が円滑な津波避難誘導に繋がっていないと考えた。

以上のように避難誘導標識が有効に活用されていない理由は、体系的な津波避難誘導標識が普及していないことが一因であると考えられる。小野ら（2019）の実験では津波避難誘導標識の知名度が低いことが標識の発見率を低下させた可能性が示唆されており、佐藤ら（2015）は避難誘導標識の体系的な利用が必要だと結論した。

本研究では、以下の観点から津波避難誘導標識を体系的に普及させるために津波避難誘導標識の設置間隔に具体的な基準を設けることが有効ではないかと考えた。津波避難誘導

標識は JIS 規格によって、色や材質、ピクトグラムなど標識のデザインについて規定されている。このため多少の差異はあるものの全国的に同じようなデザインの標識が利用されている。一方で設置間隔に関しては数値による基準や具体例が示されていない。JIS 規格の付属書 E の設置間隔の項には、設置間隔が長くなると避難者が不安になる可能性についての記述があり、設置間隔には十分配慮する必要がある旨記載されている。しかし標識相互の設置間隔については「適切な間隔で途切れることなく設置する必要」が記載されているのみで、具体的な例が提示されていない。自治体や日本標識工業会、標識設置に関わる企業にも津波避難誘導標識の設置間隔に関する知見はなく、標識の設置場所や設置間隔は自治体の担当者や地域住民によって決定されているのが実情である。

これには 2 つの問題点があると考えられる。1 つは、統一された津波避難誘導標識の設置ができないことである。標識は規則性があるほうが見つけやすいとされている。しかし津波避難誘導標識の設置間隔は各自治体によって異なり、ひとつの地域の規則性が別の地域では当てはまらない可能性が高い。このことが、利用者が旅行先や仕事先など異なる地域で標識を利用しようとした際に妨げになる可能性がある。2 つ目は、津波避難誘導標識の設置間隔に関する基準が存在しないことにより、津波避難誘導標識の設置計画が策定しにくいということである。もし津波避難誘導標識の設置間隔に具体的な基準が設定されれば、全国で体系的な標識の設置がなされるようになり、より認知され、利用されやすくなるはずである。また、あらかじめ設置間隔の標準値が決まっていれば避難誘導標識の設置計画が立てやすくなり、全国的な普及も進むと考えられる。

津波避難誘導標識の設置間隔に関する研究には以下の様なものがある。竹上・塚口 (2006) など、歩行者の空間的定位に基づいて経路選択モデルを構築する際は歩行者が方向を保持しようとする傾向や目的地方向の経路を選択する傾向を有しているという仮説が用いられている。塚口 (2016) は観光客の行動分析において、目的地に関する情報を全く有していない場合には来訪者は直進経路を選択する傾向があると述べている。また歩行者が直進をやめて他の経路を選択したり、経路選択に迷ったりする地点に関連して、緒方 (1995) は、標識設置計画策定時には、経路選択数の多い地点や進行方向が曲がる地点、幅員の変化する地点等、空間の変化点に特に注意をはらう必要があるとしている。また、西村ら (2012) の調査によると、住民が選択する避難経路の条件は「幅員が広いこと」であった。つまり、複雑な経路選択を迫られたり、直進が続けられない箇所であったり、より幅員の広い道が提示されるような箇所で標識が必要とされていると考えることができる。

一方でこのような箇所がない場合、誘導標識を見失った歩行者がどれほどの距離にわたって直進を続けるかや、どれほどの距離にわたって不安を感じずにいられるかについて研究した例はほとんどない。そこで本研究では、前述したような特徴的な箇所をもたない経路において、実験用の津波避難誘導標識の指示に被験者が何m従うかを行動観察することで、津波避難誘導標識の設置間隔を検討し、具体的な数値を提案することを目的に研究を行った。

2 実験方法の検討

2.1 歩行実験の設定

2.1.1 該当エリアの想定

本研究では、最大 500m 程度の歩行で完結する、比較的大きな通りにおける直進の誘導を想定して検討を行うこととした。500m 程度の徒歩避難を想定した理由は、徒歩避難が選択されやすいスケールだと判断したためである。国土交通省（2013）によると、東日本大震災において徒歩で避難をした人の避難距離は「0.125km まで」が最も多く、続く「0.125km～0.25km まで」と合わせて全体の約 5 割を占めており、72%は 500m 以下の避難に留まっていた。仮に 500m 以上の避難経路を利用する場合でも、長距離にわたって特徴的な分岐点のない区間が続くケースは稀だと考えられる。特徴的な分岐点のない区間とは、より幅員の広い道に交差せず、道が屈曲せず、五差路以上の複雑な分岐点を持たない区間のことである。

例えば、図 1 に示す神奈川県鎌倉市の由比ガ浜・材木座エリアでは、図中赤実線や赤点線で囲った区間などがこれにあたる。この地域では 200m～700m のスケールで該当する区間が存在している。この図は鎌倉市の津波避難計画より引用したものを加工した。図中の青い線は浸水エリアをおおまかに囲ったものである。本研究ではこのようなエリアを想定して実験を行った。ただし、点線で示すエリアは商店街や観光客向けの店舗などを含むエリアである。こういったエリアでは一部の歩行者にショーウィンドウやポスター、メニューなどを注視する行為がみられる可能性があり、誘導標識の視認性が低下する可能性がある。本実験ではできるだけ避難誘導標識に焦点をあてた実験を行うため、誘導標識の視認性を阻害する要因の少ない、図中赤実線で囲った区間に近い状況を選定して実験を行うこととした。

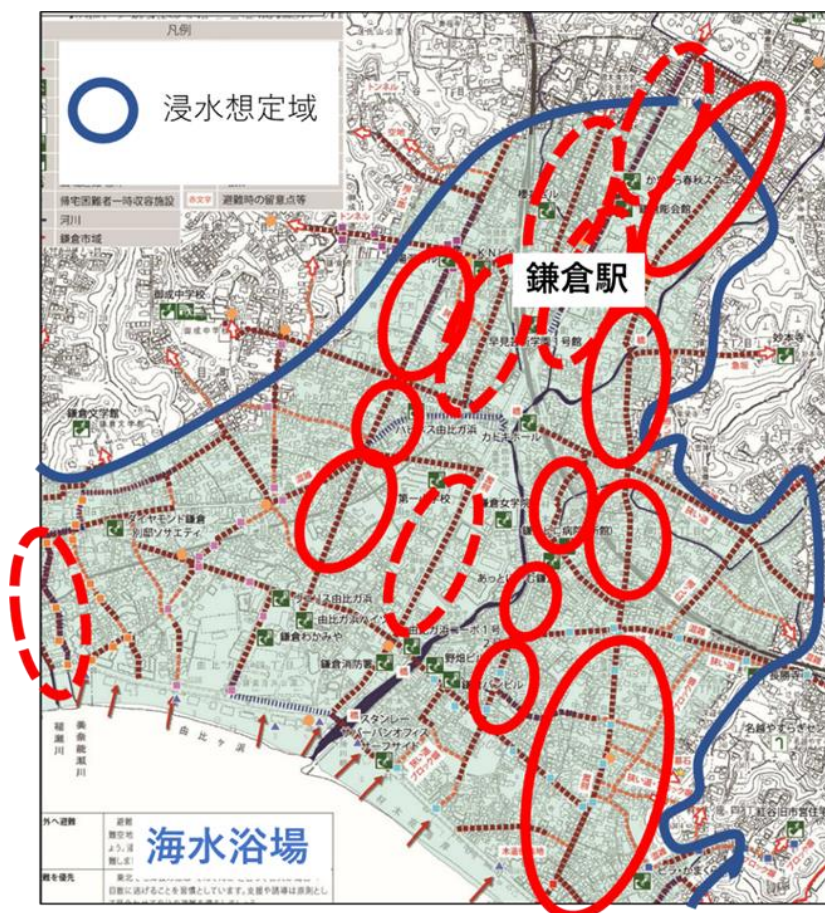


図 1 神奈川県鎌倉市の由比ガ浜・材木座エリアでの該当避難路区間の例
(鎌倉市の避難計画地図を加工)

2.2 検討方法

2.2.1 歩行実験の設計

本実験では検討手法として歩行実験を選んだ。経路探索や標識の利用に関する既往研究では、足立（1998）や大森ら（2014, 2016）、三浦・薄井（2014）のように実際の歩行を調査し、被験者の行動観察や試行後に行うアンケートなどをもとに分析することが多かった。本研究でも被験者にビデオカメラを持ってもらいその行動を観察し、併せて歩行実験後にアンケートを行う手法をとった。行動観察の方法やアンケート内容についての詳細は後述する。

2.2.2 実験場所の設定

実験場所として、東京海洋大学の品川キャンパスを設定した。具体的にはキャンパス中央の全長約 500m 弱の大通りに備わっている全長約 400m 弱の歩道に実験用標識を設置して避難経路とした。構内で最も幅員の広い通りであり、適当な間隔で結節点があり、校内で最長の直線路がとれるためである。この場所を実験場所として選定した理由は、被験者として学生や教職員を確保しやすく、標識の設置間隔を検討するのに適した条件を備えており、実験が行いやすかったためである。

被験者として学生や教職員を対象とした理由は、在キャンパス年をもとに土地勘を考慮した実験を行いたかったからである。Bryant (1982) をはじめとし、既往研究では歩行者の土地勘が探索戦略の選択と関係していることが指摘されている。Prestopnik (2000) が大学生などを対象とした実験では、短期の居住年数と土地勘は比例するという結果がでた。そのため大学の敷地で実験を行い、参加者の大学在籍年数データを収集すれば実験結果における土地勘の影響を考察しやすいと考えた。

標識の設置間隔に適した条件とは具体的に以下の 2 点である。1 点目は経路の途中で景観が変わらないこと。歩行者の距離感覚は街路条件によって変化するとされている。これを研究した先行研究 (片山・大野、2001) では、建物群の集まり方や橋や横断歩道を基準に区間の性質を分けていた。この区間分けに則れば、大学構内の建物はデザインや形状に大きな差はなく、橋や横断歩道もないことから一様な区間として捉えられる。そのため本実験では比較的被験者の距離感覚が歪みにくいと考えられることから、被験者の行動を分析する際に開始点からの距離関係などを量的変数として扱うことができる。2 点目は校内には華美な装飾や広告、看板等がなく、視線を錯誤させる対象物が少ないことである。これによって被験者の行動が特異な街路環境によって変化する可能性を防ぐことができると考えた。

実験が行いやすかった理由は以下の 3 点である。1 つめは私有地であるため実験用標識の設置が比較的容易であること。2 つめは校門や塀などによってある程度閉鎖された空間であるため被験者の対象域 (キャンパス) からの逸脱を防げること。3 つめはある程度人の出入りが管理されているため、万が一実験用標識の設置によってトラブルが起こった際に対処しやすいこと、である。

2.2.3 誘導距離と実験用標識の設置

誘導距離の変化による被験者の行動への影響を観察するため、誘導距離が 250m の実験 1 と、500m の実験 2 の 2 種類の実験を行った。

実験 1 の誘導距離を 250m に設定した理由は、誘導距離を通り過ぎても次の標識や避難場所を見つけられなかった被験者がどのような行動をとるか確かめるためである。避難経路は開始点となることが多い平野部では直進誘導が多い一方、終着点となる高台付近の誘導距離が短い地点では直進の誘導距離が減る傾向にある。そのため、あまりに短距離の直進誘導は一般的ではないと考え、キャンパスの全長の約半分の距離を設定した。実験 2 の誘導距離を 500m に設定した理由は、実験 1 より誘導距離が長くなった場合の被験者の行動の変化を確かめるためである。東日本大震災では 500m 以上の徒歩避難は選択されにくい傾向にあったため、誘導距離が長いケースでも 500m という値を設定した。

各実験につき 1 つの A4 用紙大の実験用標識を用意し、開始地点の電灯ポールに設置した。図 2 に実験 1 の標識を、図 3 に実験 2 の標識を示す。実験用標識を 1 つにしたのは、1 つの標識に対する被験者の反応を最大限観察するためである。設置場所を電灯ポールにしたのは実際の標識が電信柱や壁面など既存の人工物に設置されることが多いためである。通行人の混乱を避けるため、実験用標識にはこの標識が実験用であることを併記した。また、なるべく実験関係者が側で待機するようにした。図 4、図 5 にそれぞれの実験での標識の設置状況を示す。



図 2 実験 1 の実験用標識



図 3 実験 2 の実験用標識

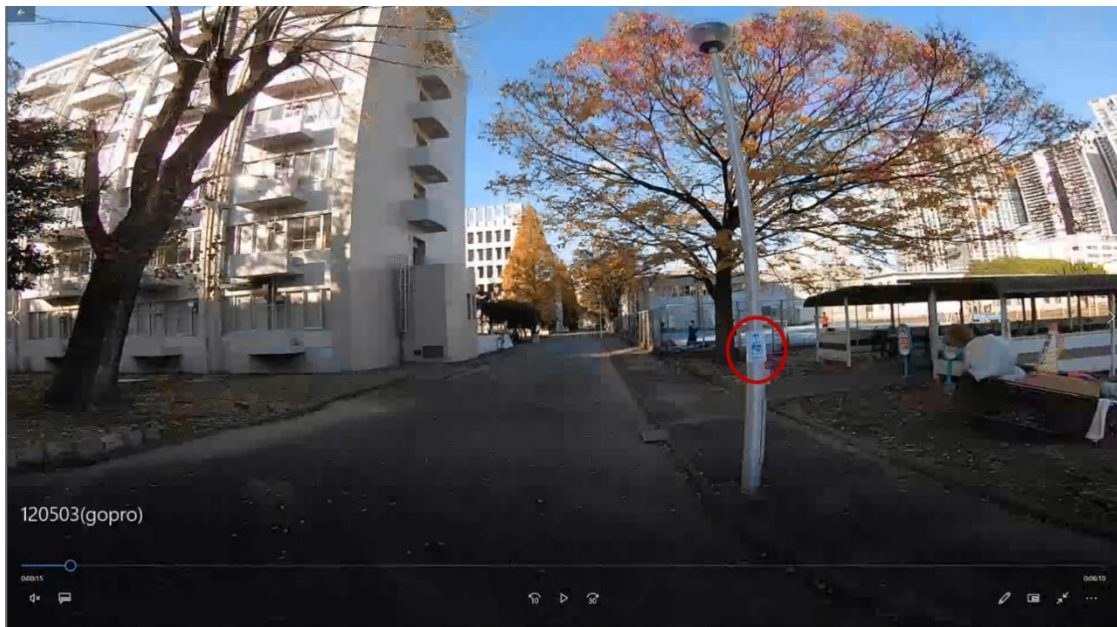


図 4 実験 1 での実験用標識の設置状況（広角カメラの映像より）



図 5 実験 2 での実験用標識の設置状況

2.3 実験内容の設定

2.3.1 配置

以下に図 6 および図 7 に示す青矢印の地点に、矢印の向きが避難方向となるように実験用の標識を設置した。実際に避難場所は設けなかった。避難者が避難場所をみつけれなかった場合の行動を観察するためである。実験 1 (図 6) と実験 2 (図 7) では経路が逆になるように設定した。被験者の行動が標識からの距離ではなく特定の地点に影響を受ける可能性を考慮したためである。具体的には実験 1 ではテニスコートの前に標識を設置し、白鷹館 (図中では白鷹と記載) を回収地点として実験を行った。2 点間の距離は約 370m である。実験 2 では白鷹館前に標識を設置し、8 号館前を回収地点として実験を行った。2 点間の距離は約 320m である。なお、回収地点は各被験者が実験終了後にカメラなどを返却する場所であり、実験の目的地 (避難所) としての説明は行っていない。



図 2 実験 1 の標識配置 (地図データ©2019 Google を加工)



図 3 実験 2 の標識配置 (地図データ©2019 Google を加工)

2.3.2 制限時間

被験者に切迫感を与えないため、具体的な制限時間は告知しなかった。ただし被験者には実験の概要を説明する際に「10 分前後の歩行実験」と通達し、15 分たって被験者が回収地点に戻らない場合は実験補助者が被験者の呼び戻しを行った。また、被験者に何分まで探していいのかと尋ねられた場合、15 分くらいしたら回収する旨返答した。なお開始点から回収地点までは 400m 未満の距離であり、事前のテストでは寄り道せずに歩行すれば 5 分未満で歩行できる距離だった。

被験者に切迫感を与えない時間設定をした理由は 2 つある。1 つは津波避難などの逃げ道が複数想定される避難ではパニック現象はおこりにくいことである (広瀬 2004)。もう 1 つの理由は、本研究では津波の避難では津波を目撃して逃げるパターンを想定していないからである。本研究の狙いは主体的な避難者を増やし早期避難を促すことである。具体的には、地震や津波警報、近所の人声掛けによって避難する人の避難のハードルを下げることを狙いとしている。以上の理由から、本研究では被験者に切迫感を与えずに実験を行った。

2.3.3 行動分析

ビデオカメラを被験者自身に装着・保持させ、その映像による行動観察をおこなった。また実験前後のアンケートから被験者の行動を分析した。既往の実験で用いられたアイカメラによる視線分析を行わなかったのは、標識の高さや詳細な設置位置ではなく、設置間隔を検討することが本研究の目的であるためである。カメラを用いない行動観察として、既往研究では実験補助者が同行し都度被験者に質問したり直接行動を観察したりするという手法があった。しかしこの手法では実験補助者の負担が大きく一度に多くの被験者からデータを得られないことや、実験補助者の行動や存在が被験者の行動に影響を与える可能性が高いと考えられる。そのため本実験では極力実験補助者が被験者に干渉しない状況をつくりだし、被験者に余計なタスクを課さないために被験者自身にカメラを装着した。

2.3.4 アンケート内容の設定

アンケートは実験前と実験後の2回に分けて行った。被験者の属性に関するアンケート調査を事前に行うことで、実験内容に関する質問をできるだけ早期に行うためである。アンケート内容は以下（図8～11）のように設定した。

月 日実施分
番号
在学年（品川キャンパス） 年目
視力 両眼(1.0以上 0.7以上 0.3以上 0.3未満)
これまでに屋外避難誘導標識を利用したことがあるか
・存在を知らなかった ・聞いたことはある ・見たことはある ・使ったことがある

図 8 実験前に実施したアンケートの設問

番号	_____
設問 1 (調査員記入)	スタート地点から白鷹館まで何メートルあったと思いますか。 _____ m
設問 2	歩いている途中、不安を感じましたか。 ・最後まで不安を感じなかった ・途中から不安になった ・最初から不安を感じていた
設問 3	探索を中止した理由のうち、該当するもの全てを○で囲んでください ・疲れたから ・寒いから ・カメラが恥ずかしいから ・急いでいるから ・もう見つからないと思ったから ・その他 ()
設問 4(該当者のみ)	不安を感じた場所を教えてください。可能なら <u>色ペン</u> で地図に書き込んでください。
設問 5	どこに標識があれば迷いにくいと思いますか。具体的な場所があるなら <u>黒ペン</u> で地図に書き込んでください。

図 9 実験後に実施したアンケートの設問



図 10 実験 1 で利用した地図（地図データ©2019 Google を加工）



図 11 実験 2 で用いた地図（地図データ©2019 Google を加工）

・実験前のアンケート

実験前のアンケートでは①品川キャンパスにおける在学年、②両眼視力、③これまでに屋外避難誘導標識を利用したことがあるか、④性別、の4点を調査した。それぞれの設問の理由は以下の通りである。

①について、土地勘をはかるために質問した。

②について、義務教育における ABCD 式の視力検査と同じ区分、すなわち 1.0 以上、0.7 以上、0.3 以上、0.3 未満のくくりで計測した。標識は開始点にしか設置せず、避難場所も設定していない。そのため本実験に被験者の視力が影響する可能性は低いと考えられる。しかし被験者には避難場所を見つけるための行動をとってもらう為、開始点以外の標識や避難場所が存在しないことを察知されないためにあえて設定した。

③について、存在を知らなかった、見たことはないが聞いたことはある、聞いたことはないが見たことはある、使ったことがある、の4つのいずれにあてはまるか質問した。標識の利用度による行動の変化を把握するために設定した。また、津波避難誘導標識システムが制定されてから5年程度たった現在、津波避難誘導標識にどの程度知名度があるのかを知る意図もあった。

④について、既往研究 (Devlin and Bernstein 1995, Lawton 1994 など) では性差による探索戦略や能力の違いが論じられたため、この項目を設定した。

・実験後のアンケート

実験後のアンケートははじめ4問設定したが、実験1の2日目から探索終了理由に関する質問を1問追加した。これは実験1の1日目の試行でカメラを装着していることが恥ずかしいという趣旨の被験者の発言が度々確認されたため、探索終了理由への影響を確かめるため設定したものである。

設問1について、実験1では「スタート地点から白鷹館まで何メートルあったと思いますか。」を尋ねた。実験2では「スタート地点からプール前まで何メートルあったと思いますか。」を尋ねた。

設問2では、「歩いている途中、不安を感じましたか。」という質問をし、「最後まで不安を感じなかった、途中から不安になった、最初から不安を感じていた」の3つから回答を選ばせた。

設問 3 では、「探索を中止した理由のうち、該当するものを○で囲んでください」という質問に対して「疲れたから、寒いから、カメラが恥ずかしいから、急いでいるから、もう見つからないと思ったから、その他」の内から回答を選ばせた。これは実験 1 の 2 日目から追加した設問である。

設問 4 では、設問 2 で途中から不安になった、最初から不安を感じていたと回答した被験者に対して「不安を感じた場所を教えてください。」と質問をした。具体的な場所が回答された場合には色ペンで地図に書き込んだ。なお実験 1 の 1 日目では設問 3 がなかったため番号が 1 つ前にずれている。

歩行者の不安については、津波避難誘導標識システムにて歩行者の不安について言及されていた他、三ツ木ら (2004) の既往研究でも不安感に注目した標識評価の可能性が検討されていたためである。三ツ木らは経路探索のプロセスについて「歩行者の心理的側面から定量的な記述、説明を試み」た。その結果、歩行者が歩行前に予見した経路と実際の歩行で認知した環境の食い違いから生まれる不安などの心理状況と、歩行者の行動選択には関連があり、不安度によって歩行者の経路探索プロセスを分析することは有効であるとの見解を示していた。

設問 5 では、「どこに標識があれば迷いにくいと思いますか。」という質問をした。具体的な場所がある場合に被験者に確認させながら設問 4 で使用した地図に黒ペンで書き込んだ。なお実験 1 の 1 日目では設問番号が 1 つ前にずれている。

設問の意図はそれぞれ以下の通りである。

設問 1：被験者の距離感覚が被験者の行動に影響する可能性や誘導距離の変化による距離感覚の変化を考察するために設定した。設問 1 を質問する際には被験者に地図を見せないよう配慮した。実験 1 では約 370m、実験 2 では約 380m の距離について尋ねた。

設問 3：事前テストでカメラを装着することが恥ずかしいという声があったため、実験に関係のない理由で探索をやめる人がいた時のためにこの項目を設定した。

設問 2、設問 4：の変化が被験者のストレスが被験者の行動に与える影響を考察するために設定した。

設問 5：被験者が標識を置くべきだと思える場所を把握することで、被験者が道に迷いやすい箇所が推測できると考えた。

2.4 実験手順

2.4.1 機材の用意

実験は全周カメラ 1 台、広角カメラ 2 台を用いて行った。以下に撮影、編集と視聴に使用した機材を示す。図 12、13 は被験者が装着した様子である。カメラ部分を緑色で示した。

全周カメラ： Insta360 ONE X, Shenzhen Arashi Vision 社製, 型番 INSTA-ONE-X

広角カメラ： GoPro Hero 6 Black, GoPro 社製, CHDHX-601-FW

キャップ：コンパクトカメラ用野球帽, Smatree 社製

動画変換ソフト： Insta 360 studio for ONE X カメラ付属のソフト

全周カメラは一般向けに販売されている全周カメラのうち、連続撮影時間、スタビライゼーション機能、画質を考慮して本機種を選んだ。カメラは付属のアタッチメントに装着し、被験者自身に保持させた。全周カメラであるため被験者はとくにカメラの向きに配慮する必要がないというメリットと、被験者の表情が確認できるというメリットがある。ただしデータが大きいため長期の撮影には向かないこと、被験者の顔と進行方向の景色を同時に確かめることができないため、被験者の視界が把握しづらいことがデメリットである。広角アクションカメラは対応製品のカメラ固定用野球帽に装着し、被験者にかぶらせた。野球帽の下には希望する被験者のみインナーキャップを被っていたが、実験 2 では感染症予防の観点から全員にインナーキャップを装着させた。被験者の表情は確認できないが、首の動きに合わせてカメラの向きが変わるため被験者の視界がおおまかに把握できる。ただし、動画を視聴する際にやや酔いやすいというデメリットがある。



図 12 広角カメラを装着した被験者の図 図 13 全周カメラを保持した被験者の図

2.4.2 被験者の用意

被験者は東京海洋大学品川キャンパスの各研究室を中心に募集方式で確保した。各実験で 15 件以上の完全なデータを得ることを目標に、必要なデータが集まるまで募集を続けた。

2.4.3 実験手順

以下の手順で実験を行った。なお歩行実験前の手順⑧⑨について、実験 1 ではこれが一因でカメラ撮影が正常に行えない事例が発生したため、実験 2 ではこの動作を目視によるカメラの確認に切り替えた。また手順④について、実験 2 では白鷹館を 8 号館と言い換えた。手順は以下の通りであった。

歩行実験前

- ①番号欄に被験者番号を記入する。
- ②品川キャンパス在学何年目かを尋ねる。
- ③これまでに屋外避難誘導標識を利用したことがあるかを尋ねる。
- ④視力を 1.0 から調査。3 回中 3 回成功するか、6 回中 4 回以上成功した視力値に該当するとみなす。
- ⑤最初の標識を指さして、キャンパス内にある避難所を探すように以下のように指示する。

「これから、避難誘導標識を頼りに避難所を探してください。避難所はキャンパスの中にあります。避難所を見つけたら、白鷹館の前まで移動してください。また、探索をあきらめた場合も白鷹館の前まで移動してください。白鷹館の前で機材の回収とアンケートを行います。何か質問はありますか。」

なお、避難所に関する質問や、標識に関する質問には答えなかった。

- ⑥カメラがメモリーカードを読み込んでいることを確認する。
- ⑦カメラを被験者にセットする。
- ⑧アプリを起動してカメラが正常に映っていることを確認する。
- ⑨アプリをシャットダウンする。
- ⑩前の被験者が出発してから5分以上経過したことを確認してから、カメラの録画を開始する。
- ⑪被験者番号をカメラに映して被験者に渡す。
- ⑫被験者に実験開始を告げて実験開始。

歩行実験後

- ①被験者からカメラを受け取り、録画を停止する。
- ②録画が正常に完了していることを確認する。正常に記録されていなかった場合、アンケート終了後、地図に歩行経路を記入してもらう。
- ③被験者から被験者番号を受け取り、用紙に記入する。
- ④避難所をみつけたかどうか尋ねる。
- ⑤設問1を実験補助者が記入する。
- ⑥設問3～4について、地図を示しながら被験者から聞き取る。場合に応じて地図に書き込んでもらう。
- ⑦「ありがとうございます。実験は以上で終了です。お疲れ様でした。今後も実験を行うため、実験内容については他言しないようお願いします。」と告げる。

3 結果及び考察

3.1 データ数及び解析ソフト

被験者は実験 1 と実験 2 のいずれかに 1 度のみ参加した。実験 1 は 2019 年の 12 月に行い、実験 2 は 2020 年の 12 月に行った。実験 1 では 25 人の被験者を対象に欠損のないデータを 18 得た。実験 2 では 19 人の被験者を対象に欠損のないデータを 16 を得た。なお、雨天時は実験を中止した。

実験 1 の欠損データはカメラの不良やバッテリー切れによって動画が撮影できなかったため、行動観察のデータがとれなかった被験者のデータを指す。この被験者のデータについては、実験前後のアンケート調査の回答は結果及び考察に含めている。実験 2 の欠損データは実験中に日没した被験者のデータを指す。この被験者のデータについては結果及び考察から除外した。

解析において、U 検定では SPSS を用いて両側検定を行った。回帰分析では EXCEL を用いて両側検定を行った。

3.2 実験前のアンケート結果

被験者に対して品川キャンパスにおける在学年数を聞き取った結果は以下の通りであった。

表 1 品川キャンパスにおける在学年数

在キャンパス期間 (年)	実験 1	実験 2
1	1	0
2	2	0
3	0	3
4	5	9
5	13	3
6	2	1
7~	2	0

また、矯正した両眼の視力について、実験 1 では 25 人中 1 人が 0.7 であった。実験 2 では 16 人中 3 人が 0.7、1 人が 0.3 であった。

これまでに屋外で避難誘導標識を利用したことがあるかという質問に対する回答は以下の通りである。両実験を通じて屋外の避難誘導標識を利用したことがある人はいなかった。実験 1 では 72%、実験 2 では 43%がみたことがあると回答している。実験 2 に比べて実験 1 で屋外避難誘導標識をみたことがあると回答した被験者が多い理由として、実験の 1 年前に学内で避難誘導標識に関する調査を行ったことが被験者の防災意識に影響した可能性がある。

表 2 屋外の避難誘導標識を利用したことがあるか

	実験 1	実験 2
存在を知らなかった	3	2
聞いたことはあるが、見たことはない	4	7
見たことはあるが、利用したことはない	18	7
利用したことがある	0	0

被験者の性別は実験 1 では女性 9、男性 16 だった。実験 2 では女性 7、男性 9 だった。

3.3 行動観察の結果

3.3.1 用語の定義

行動観察の結果について実験 1 の被験者 18 人、実験 2 の被験者 16 人に対して直進距離、逆行距離、横道探索区間、重点探索区間、を分析した。ただし、実験時間 15 分を超えて行動した被験者については 15 分以降の行動経路は勘案していない。また、本実験でみられた逆行行為はキャンパスの敷地に限りがあるため起こった可能性があり、実際に市中でおなじ行動が見られるかはわからない。そのため横道探索行為・重点探索行為・逆行距離など逆行行為を含む行動の分析はあくまで被験者の注目度の指標として考察した。

以下、図 14 に示し、それぞれの定義を説明する。なお、図中の赤い矢印と茶色い矢印は被験者の行動経路を示したものである。

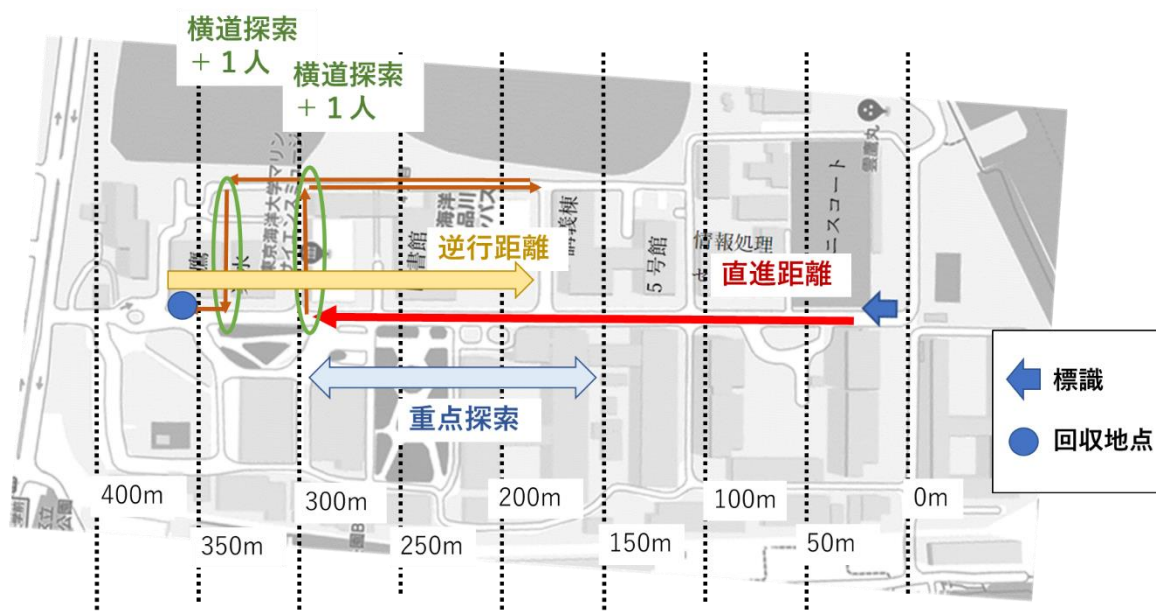


図 14 用語の定義 (実験 1 被験者の例、地図データ©2019 Google を加工)

距離の表記

図中の区間分けについて、例えば 50m の点線と 100m の点線の間を 50m~100m 区間と表記した。なお、この区間に 50m の点線上の地点は含めないが、100m の点線上の地点は含むものとした。

直進距離

実験 1 で標識を設置した電灯と実験 2 で標識を設置した電灯を結んだ直線上において、被験者が利用した実験用標識の設置点から被験者が大通りを外れて他の道に入ったり引き返したりして直進行為をやめた地点までの長さを直進距離と定義した。図中赤い矢印で示した。この距離は市中で被験者が標識に従う距離の目安となると考えた。

逆行距離

実験中、誘導方向に逆行して歩行する行為が多数確認された。この行為について、実験 1 で標識を設置した電灯と実験 2 で標識を設置した電灯を結んだ直線を基準に計測し、被験者が利用した回収地点から被験者が逆行行為をやめた地点までの距離を逆行距離と定

義した。図中黄色い矢印で示した。この距離を分析することで被験者が経路のどのあたりに避難所や避難経路の分岐点があると推測していたかがわかると考えた。

横道探索

図中の緑の丸で囲った地点のように、大通りを外れて他の道に侵入する行為が確認された。これを横道探索行為と定義した。またこの行為を分析するにあたって、キャンパスを実験 1 で標識を設置した電灯と実験 2 で標識を設置した電灯を結んだ直線を基準に 50m ごとに区間わけした。区間ごとに横道探索行為をとった被験者の人数を計測した。これを分析することで被験者が経路のどのあたりに避難所や避難経路の分岐点があると推測していたかや、どのあたりで迷いやすいかがわかると考えた。

重点探索

分析にあたって、キャンパスを実験 1 で標識を設置した電灯と実験 2 で標識を設置した電灯を結んだ直線を基準に 50m ごとに区間わけした。1 人の被験者が逆行行為などによって複数回通過した区間をその被験者の重点探索区間と定義した。これを分析することで被験者が経路のどのあたりに避難所や避難経路の分岐点があると推測していたかがわかると考えた。

3.3.2 重点探索区間

被験者の重点探索行為について集計した。両実験とも経路の後半がより多くの被験者の重点探索区間となった。具体的には実験 1 では標識から 150m 以降、実験 2 では標識から 250m 以降であった。

実験 1 と実験 2 には次のような差異があった。実験 1 では経路前半と後半の差がはっきりしていたのに対し、実験 2 では値の変化が経路全体を通して緩やかであった。

具体的には実験 1 では 100m～150m 区間に対して 150m～200m 区間の中で重点探索を行った被験者の数が 3 倍になっており、値が大きくなった 150m 以降の区間では、歩道の終点である 350m～400m 区間まで一定して 6 割前後の被験者が重点探索を行っていた。一方誘導距離の大きい実験 2 では、回収地点のある 350m～400m 区間で 20 ポイントの増加があるまでは値が大きく変化することはなかった。

また、実験2では実験1より活発な探索が行われた。実験1では400mより後の区間で探索を行った被験者はおらず、重点探索区間をもたない被験者が3割近く存在した。一方で実験2では400mより後の区間で探索を行った被験者が存在しただけでなく、重点探索区間をもたない被験者がいなかった。

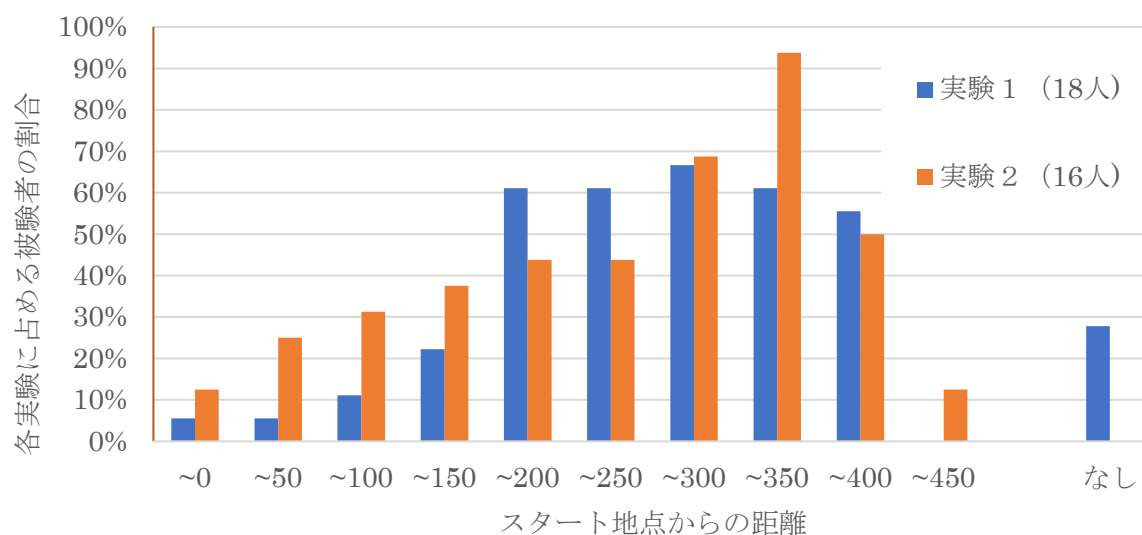


図15 標識からの距離別の重点探索を行った被験者の割合

以上のことから、実験1では重点探索区間に偏りがみられた一方、実験2では探索行為が活発化し経路全体に分散していた。このことから誘導距離が大きくなると歩行者が推測する避難所や分岐点の位置に個人差がでやすくなる可能性が読み取れる。

3.3.3 横道探索行為

横道探索を行った被験者の人数を開始地点の標識から50mごとに集計した結果を図14に示す。

実験1と実験2の共通点は次の通りであった。100m~300m区間までは探索傾向に20ポイント以上の差はなく、201m~250m区間を除いて徐々に探索者が増加する傾向がみられた。

実験 1 と実験 2 で 20 ポイント以上の差があった区間は次の通りであった。50m～100m、200m～250m、300m～400m。ただし、実験 2 では 200～250m 区間に結節点はなかったため、この区間を実験 1 と比較することはできなかった。

誘導距離の小さい実験 1 では経路後半の値が減少する傾向があった。また、横道探索を行わなかった被験者は実験 2 では 2 割程度だったが実験 1 では 5 割だった。

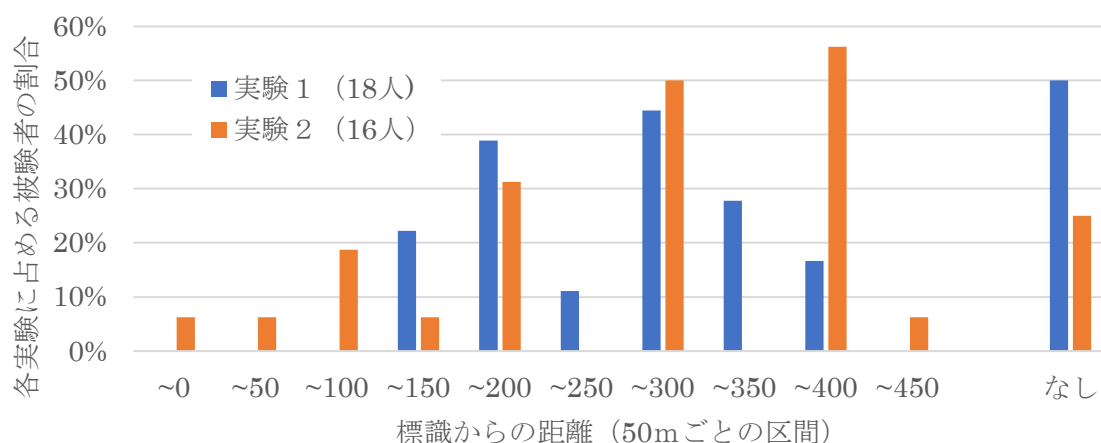


図 164 標識からの距離別の横道探索を行った被験者の割合

結節点毎に横道に侵入した被験者の数を計測した結果を以下の図 17 に示した。なお、図 18 に各結節点の位置関係を示した。

両実験で共通して横道に進入した被験者がいなかった結節点は白鷹館から 290、310m、330m の地点であった。なお、この地点は図 23 では実験 1 の 10m～100m 区間、実験 2 の 300～350m 区間にあたる。

290m、330m 結節点の横道は幅の広い駐車場出入口であり、正確には道ではない。結節点に接近すれば駐車場が目視できるため、進入した被験者がいなかったと考えられる。310m 地点の結節点の横道は片側がテニスコートになっており、フェンス張りのため中が見通しやすかった。また建物入り口が横道に面していなかったため、進入した被験者がいなかったと考えられる。

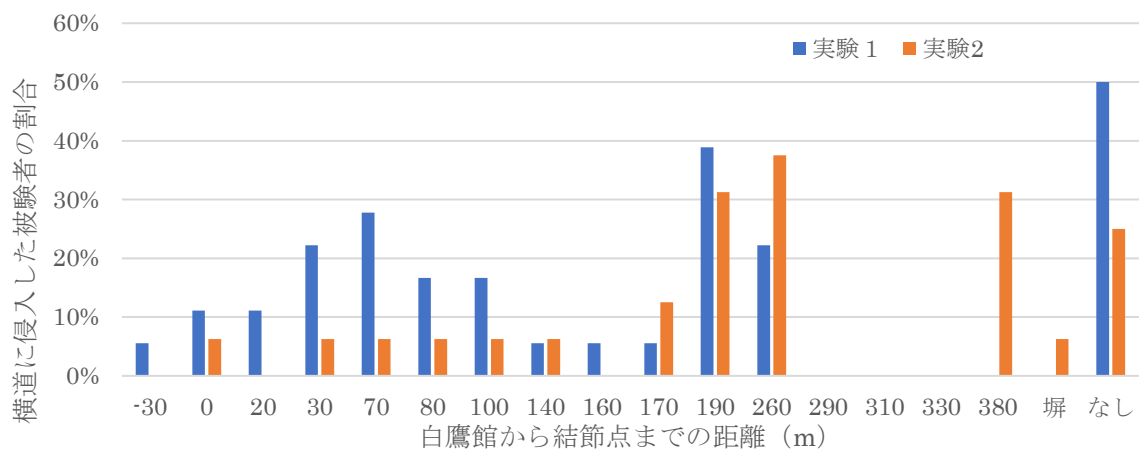


図 17 結節点ごとの進入探索者の割合

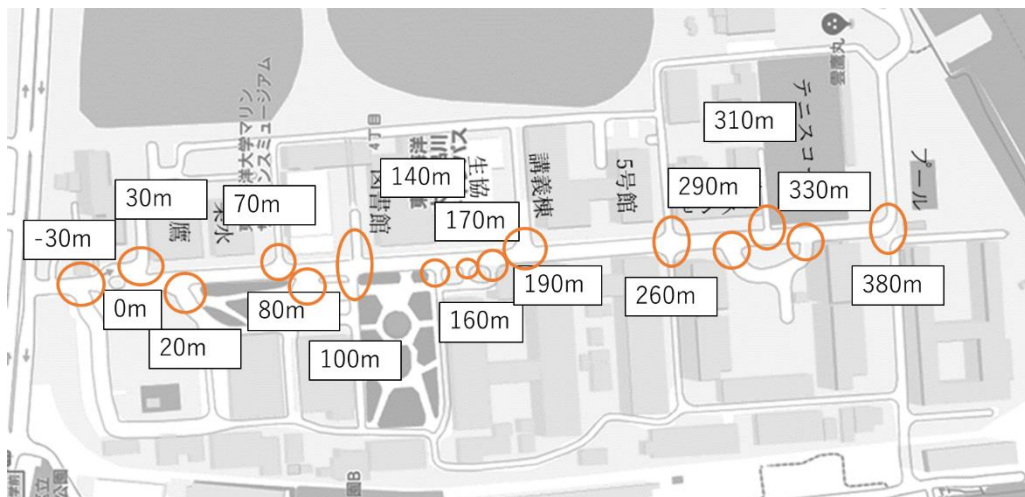


図 18 各結節点の位置関係 (google, 地図データ©2021 を加工)

よって、実験 1 と実験 2 で明確に差があった点は 350～400m 区間で実験 1 の探索が大きく減少した一方、実験 2 では探索の増加が続いた点だった。つまり、誘導距離に関わらず経路序盤から中盤までは徐々に探索が活発になるが、経路後半では実験 1 において探索行動を行う人が減少し、経路後半の 350m～400m 区間時点でも探索を行う人が増加していた実験 2 との差が開いていた。

以上のことから、誘導距離が小さいと探索がやや消極的になり、特に経路後半に避難所や分岐点があると考えられる人が減少したと考えられる。

3.3.4 逆行距離

全体で 7 割程度の被験者が逆行行為をとった。ほとんどの被験者が回収地点以降まで直進した後に逆行行為を開始したが、実験 2 では回収地点の 40 メートル手前で引き返しを行った被験者が 1 人確認された。

まず被験者の逆行行為が特定の分岐点によって誘発された可能性を検証した。具体的には被験者が逆行行為をやめて再び誘導方向に進行方向を転換した折り返し地点を計測した。そして白鷹館からの距離を基準にキャンパスを 50m 毎に区画分けし、各区間で何人の被験者が折り返しを行ったかを図 19 に示した。棒グラフはその区間で折り返した被験者の人数を表す。青色が実験 1、オレンジ色が実験 2 を表す。データは実験 1 で 18 人、実験 2 で 16 人から得た。

なお、図 19 でおこなった区間分けは図 20 のとおりである。図中の矢印は標識が設置された開始地点を示す。図中の丸は回収地点を示す。それぞれ青色が実験 1、オレンジ色が実験 2 で設定されたものを示す。考察結果は以下の通りだった。

白鷹館から折り返し地点までの距離について集計し、実験 1 と実験 2 に優位差がないと仮定し U 検定で比較した結果、優位確率 $\approx 0.23 > 0.05$ で有意差はなかった。街路環境はやや結果に影響したといえる。

ただし、実験 1 と実験 2 で共通して 20%以上の被験者が折り返した区間はなかった。いずれかの実験で 20%以上の被験者が折り返した区間は白鷹館から 0m~50m の区間と、白鷹館から 150m~200m の区間である。特に 150m~200m の区間は両実験で標識からの距離、不安を感じた人や標識が必要だと考える人の割合がほぼ同じ値を記録した地点だったにも関わらず、30 ポイント以上の差があった。よって被験者の逆行行為が特定の街路条件に誘発されて開始・終了された可能性は低いと考えられる。

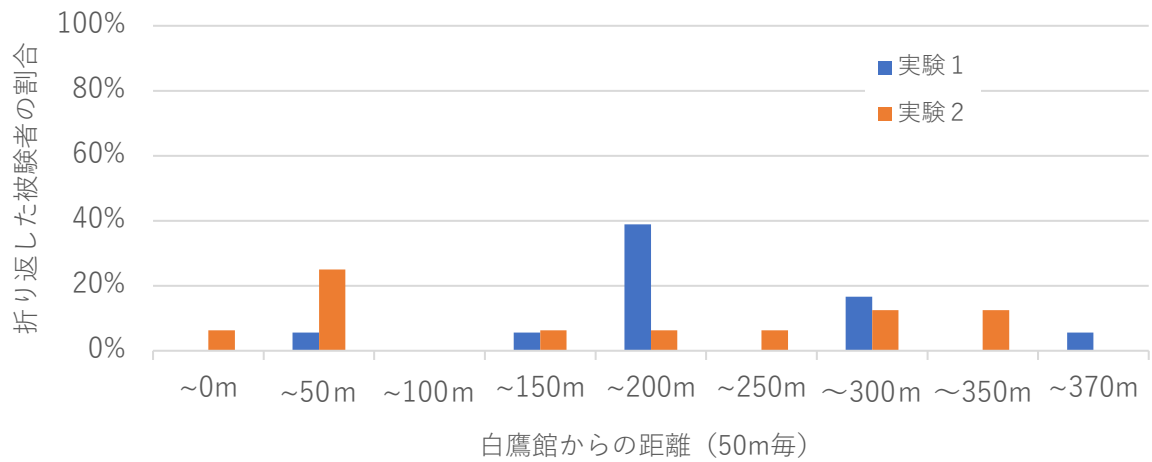


図 19 区間ごとの振り返り人数の分布



図 205 50m 毎に分割された区間 (google, 地図データ©2021 を加工)

次に、被験者の逆行距離について考察した。逆行距離について実験 1 と実験 2 に有意差はないと仮定して U 検定を行った結果、有意確率 $\approx 0.46 > 0.05$ であり仮定は棄却されず、有意差は認められなかった。

実験 1 と実験 2 の共通点は回収地点から 250m~300m 地点までの逆行を行った被験者が 2 割前後いたことであった。これらの被験者は標識または避難所がある場所に特にあたりをつけずに逆行を続けた結果、実験開始地点付近まで逆行を続けたと考えられる。

実験 1 と実験 2 の差異は次の通りだった。実験 1 では 4 割近くの被験者が 150m~200m の逆行距離を記録し、全体の半数の逆行距離は 200m 以内だった。一方で実験 2 では 0~50m の逆行距離が 260~300m の逆行距離と並んで最頻値を記録し、全体の半数の逆行距離は 300m 以内だった。

この結果について、実験 1 では被験者の半数以上が分岐点なし避難所があると推測していた範囲は回収地点から 200m 以内、つまり開始点の標識から約 200m 以降だったのに対し、実験 2 回収地点から 300m 以内、つまり開始点の標識から約 50m 以降であったと考察した。

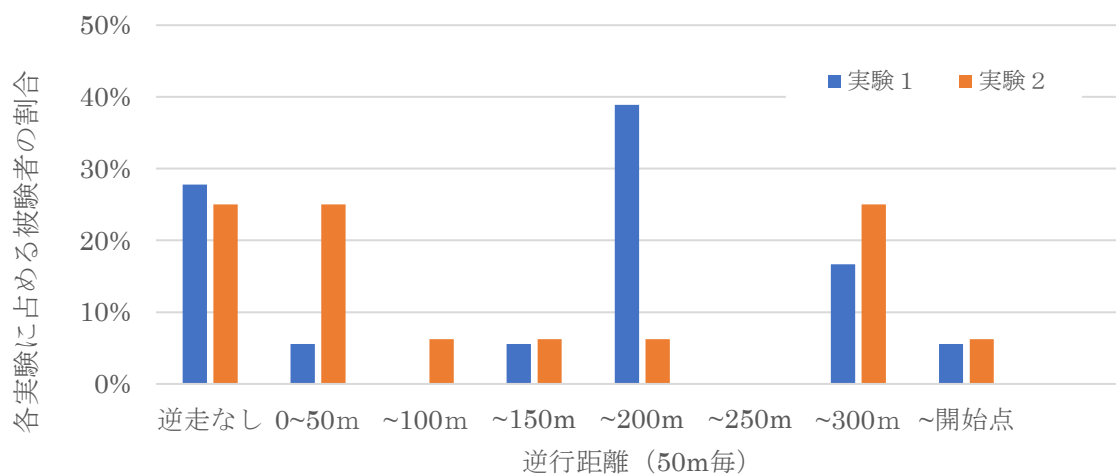


図 21 被験者の逆行距離の分布

以上のことから、誘導距離に関わらず 2 割前後の被験者が避難所や分岐点の位置にあたりをつけずに行動していたこと、誘導距離が大きくなると被験者の推測する避難所や分岐点の場所にばらつきがでることが読み取れた。

3.3.5 直進距離

実験 1 と実験 2 の直進距離を図 22 に示した。本実験では標識が設置された大通りの他に歩道が設けられた車道はなかった。実験 1 では約 370m、実験 2 では約 340m の地点に

回収地点を設けた。なおこの大通りは屈曲していないため、経路の方向と誘導方向が一致していることから歩行者の方向指示性と目的地指向性を満たしており、被験者は高い直進性を示すと考えていた。

実験 1 と実験 2 の被験者の直進距離を有意差がないと仮定して U 検定を行ったところ、有意確率 $\approx 0.02 < 0.05$ より仮定は棄却され、有意差が認められた。両実験の差異は次の通りであった。

実験 2 では実験 1 よりも長く直進を続ける人が多かった。実験 1 では回収地点の次の結節点は十字路でありそのまま直進が可能だが、実験 2 では回収地点の次の結節点は T 字に近い十字であり、やや右に進行しなければ直進路に侵入できない。つまり実験 2 では実験 1 よりも直進経路をとりにくかったが、実験 1 より直進を継続した被験者が多かった。具体的には、実験 1 で回収地点を通過して直進を続けた被験者は 18 人中 2 人だったが、実験 2 では 16 人中 9 人が回収地点を通過し、そのうち 3 人が 430m 地点のキャンパスのへりまで直進した。

両実験の共通点は次の通りであった。両実験とも 350m～400m 区間で直進をやめた被験者が最も多かった。また、その前後で被験者が直進をやめる傾向がみられた。両実験ともこの区間に歩道の終着点があったためと考えられる。

また、回収地点を通過する以前に直進をやめた被験者が 2 割以上いた。このような被験者は実験 1 では 18 人中 5 人いた。開始点の標識から 190m と 230m で 1 人ずつ、300m 地点で 2 人、350m 地点で 1 人が直進をやめた。なお、190m 地点で直進をやめた被験者については、190m 地点で右折した後突き当りまで直進してすぐに元の大通りに戻った。実験 2 では 16 人中 4 人がそれぞれ 20m、260m、330m、340m で直進をやめた。なお 20m で直進をやめた被験者は、後日カメラをつけるのが恥ずかしかったため大通りを避けたという趣旨のコメントをした。

その他に気づいたこととして、実験 1 の結果より誘導距離前後で直進をやめる被験者が現れ始めたことがわかった。これらの被験者は直進をやめた時点で来た道を引き返すことはせず、全員が横道に進入した。

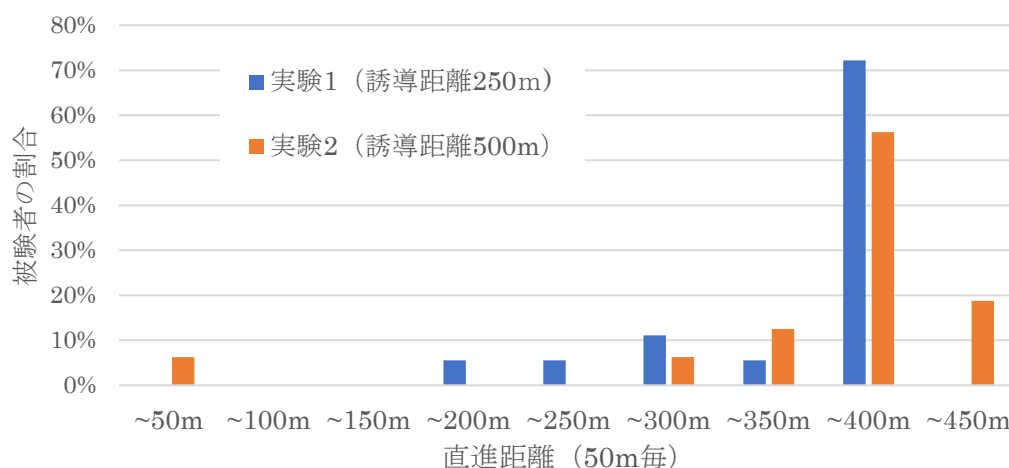


図 22 直進距離

以上のように、誘導距離の前後で直進をやめる被験者が現れたことや、誘導距離が大きくなると直進距離が長くなる傾向があったことから、被験者がどれだけ標識の指示に従うかは標識に示された誘導距離に影響されると考察した。

3.3.6 その他

実験中、校内に設置された地図やスマートフォンの地図を確認する被験者がいた。

目的地への経路探索を観察する既往研究では、被験者の回頭行為や立ち止まり行為をもとに分析を行うことがあった。しかし本実験において被験者は切れ目なく回頭行為を続けながら止まらずに歩行し続けるケースがほとんどであった。そのため既往研究のように地点ごとに回頭行為を計測することは困難であった。なお、立ち止まり行動は実験 2 では若干人に確認されたものの、実験 1 では確認されなかった。また両実験とも直進行動をやめるまでに立ち止まり行為をした被験者はいなかった。

3.4 実験後アンケートの結果

3.4.1 被験者の距離評価

歩行実験後、被験者に大通り上にある出発点から大通り上にある特定地点までの距離を尋ねた。実験 1 では開始地点から白鷹館までの約 370m の距離について 25 人から回答を得た。実験 2 では開始地点からプール前までの約 380m の距離について 16 人から回答を

得た。幅のある回答をした被験者については、その中間距離を回答として集計した。たとえば 300m~400m という回答については、グラフでは~350m の区分に集計した。

実験 1、実験 2 の結果に有意差はないと仮定して U 検定をおこなった結果、有意確率=0.947>0.05 より仮定は棄却されず、実験 1, 2 に有意差は認められなかった。

両実験の共通点は次の通りであった。誤差 100m 以内の回答をした被験者は 5 割を下回った。図 21 に示すように、400m 以内の回答をした人の割合はほぼ同じような傾向を示していた。

また両実験では 450m 以上の回答をした被験者の傾向に差異があった。実験 1 では 450m ~500m の回答をした被験者は 30%以上と最頻値を記録したが、実験 2 では 0%になっていた。実験 2 では実験 1 より標本数が少ないにもかかわらず、500m 以上の回答にはばらつきが大きく、実験 1 より過大な評価をした被験者の数が多かった。

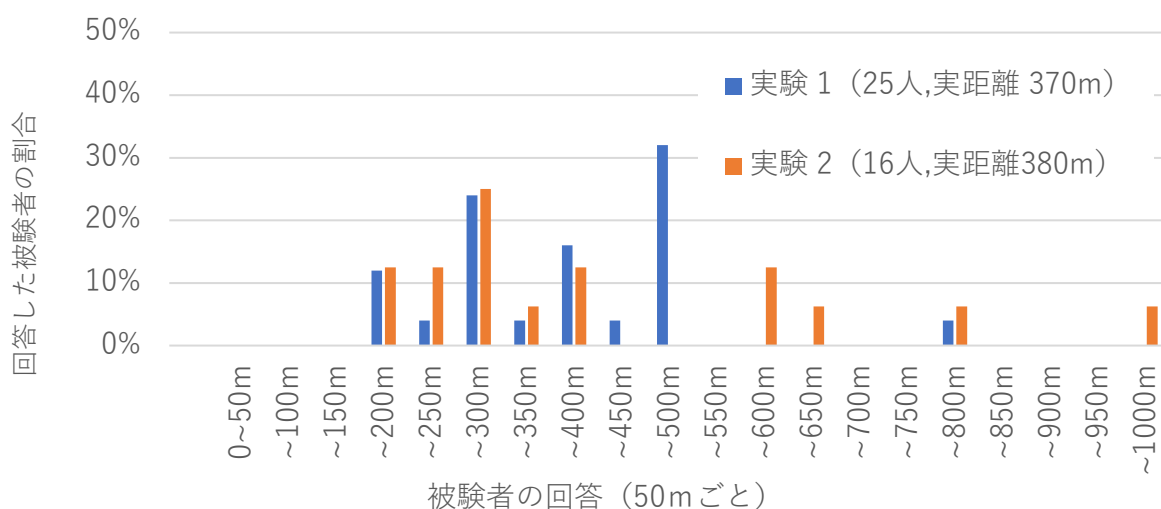


図 23 被験者の距離評価

以上のことから、誘導距離に関わらず被験者の半数以上が不正確な距離評価を行い、距離評価の傾向はほぼ変化しないことがわかった。ただし実験 2 では実験 1 より過大な評価が増えたことから、一部の被験者の距離感覚は誘導距離に影響された可能性が示唆された。

3.4.2 実験終了判断の理由

実験 1 では途中から設問を追加したため、データを得た被験者は 25 人中 17 人だった。カメラが切れたため回収地点へ向かった 1 人を除き、16 人が「もうみつからないと思った」からと回答した。カメラが切れた被験者について、カメラが切れた時点で実験開始から 14 分経っていたため約 15 分の実験を行ったと判断してこの被験者のデータを実験後のアンケート結果考察に含めた。ただし、映像が不完全であるため行動観察の分析にはこの被験者のデータは含めなかった。

「もうみつからないと思った」からと回答した被験者のうち、「カメラが恥ずかしかった」と回答した人が 3 人、「面倒だった」、「疲れた」と回答した人が 2 人、「その他」の回答として「質問があった」人が 1 人、「高い建物が無くなった」と回答した人が一人いた。

「高い建物がなくなったから」という理由について、これは避難場所として津波避難ビルを想定していたが進むうちに適当な建物がなくなったためこのような回答に至ったと推察される。本実験で提示した実験用標識のピクトグラムは津波避難場所標識であり、津波避難ビルを目的地とする津波避難ビル標識とは使い分けられているが、この使い分けは探索行動に反映されない可能性が示唆された。この点については検討が必要である。

実験 2 で歩行実験を日没前に終えた被験者 16 人のうち、「もう見つからないと思った」からと回答した被験者が 14 人、うち 1 人は「疲れた」からという回答も同時に選択した。

「その他」という回答をした人は 2 人いた。調査員に実験終了を告げられたという理由と、カメラが止まったという理由だった。どちらも 15 分以上の歩行をしたために発生した。実験 2 では実験終了理由にカメラの恥ずかしさを挙げる人はいなかったが、実験歩行中にはカメラを装着・保持して校内を歩くことが恥ずかしいという趣旨の発言が複数名から確認された。

1 部とはいえ被験者がカメラへの羞恥心を実験終了理由の一因として挙げていたため、より自然な実験結果を得るためには次回実験時にはカメラへの羞恥心を解消する方法を検討する必要があるといえる。

3.4.2 不安に関する質問

実験 1 では設問 3、実験 2 では設問 4 において被験者が不安を感じた地点について複数回答ありで集計した。アンケートは被験者に地図を見せながら聞き取りと書き込みを行う

形式をとった。なお実験 1 の被験者は 25 人だが設問 2 で不安を感じなかったと回答した被験者 3 人、「建物の入口」という文章のみで具体的な場所が不明な被験者 1 人がいた。実験 2 で日没前に実験を終えた 16 人のうち、設問 2 で不安を感じなかったと回答した被験者はいなかった。また、不安を感じた場所を地図で示さなかった被験者もいなかった。

図 24、25 では実験ごとに地図で示された回答を 1 つの地図に集約した。実験 1 では 21 人、実験 2 では 16 人から回答を得た。以下に実験 1、実験 2 の集計結果を示す。実験 2 の集計結果について、図中の番号は複数回答をした被験者の回答について不安を感じた順番で数字をふったものである。灰色部については、マークした地点以降で継続して不安を感じたと申告した被験者について、マーク地点通過後の経路を着色したものである。ただし実験時間 15 分を過ぎて以降の経路については着色していない。実験 1 について、複数回答をした被験者の回答について特に図中に情報を加えていない。また、マークした地点以降で継続して不安を感じたと申告した被験者はいなかった。

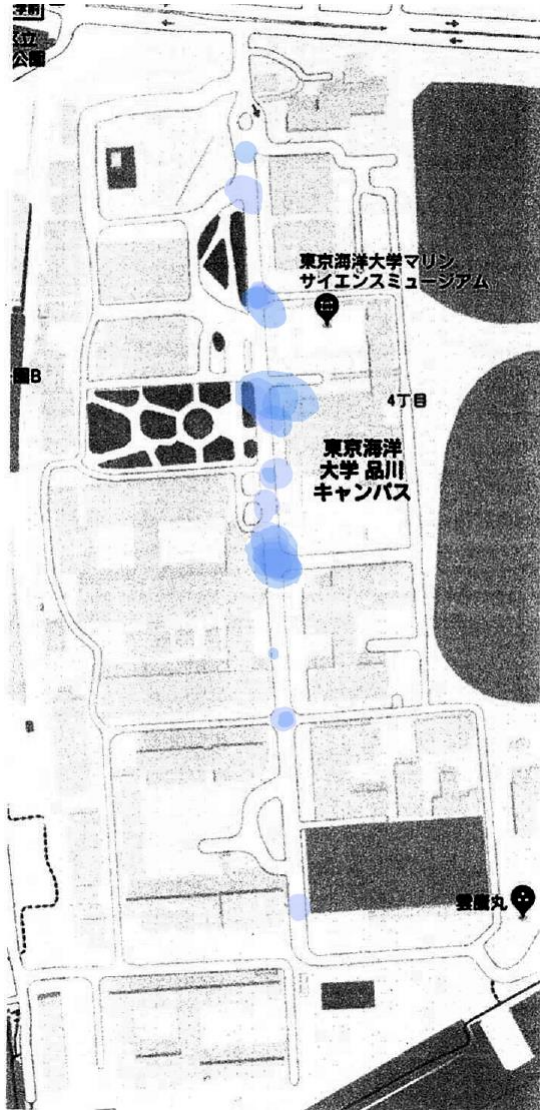


図 24 被験者が不安を感じた地点
(実験 1、地図データ©2019 Google を加工)

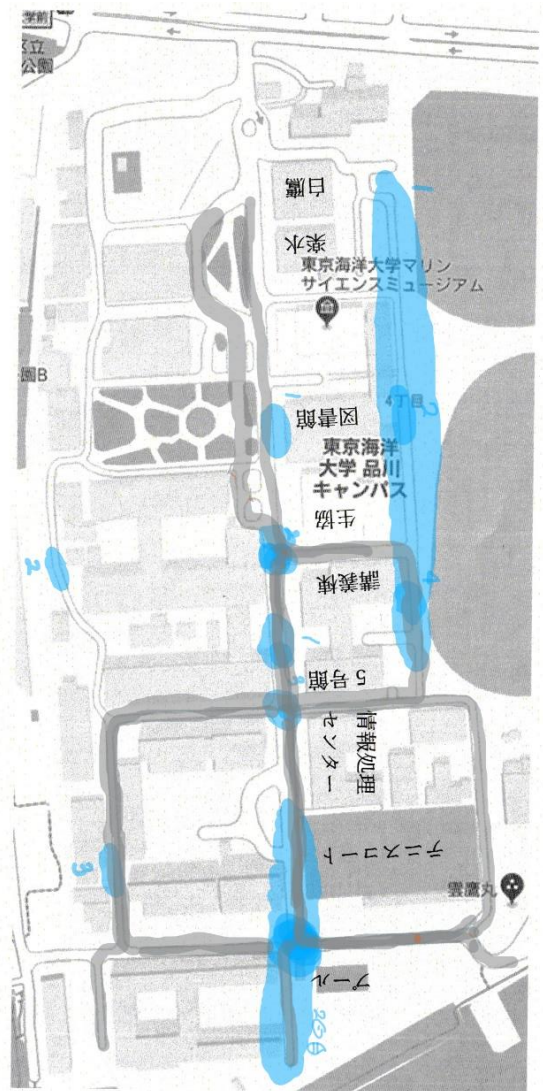


図 25 被験者が不安を感じた地点
(実験 2、地図データ©2019 Google を加工)

被験者が初めて不安を感じた地点を集計するため、回答のうちで被験者が 1 番はじめて不安を感じた地点について抽出した。複数回答した被験者については、被験者が逆行行為などをせず回答した各地点を 1 度しか通過していない場合は最初に通った地点を初めて不安を感じた地点とした。そうでない場合は被験者に不安を感じた地点の時系列を尋ねた。

最集計にあたっては地図上のマークの中心部の距離を基準に 10メートル単位で結果を数値化し集計した。ただし、マークの長径が 50m を越えた場合、マークの始点を基準に集計した。なお実験 1 の被験者は 25 人いたが、「建物の入口」という文章のみで具体的な場所が不明な被験者 1 人については除外した。

実験経路を反転させた実験 1、実験 2 の結果について白鷹館からの距離を起点に集計し、有意差がないと仮定して U 検定をおこなった。有意確率 $\approx 0.001 < 0.05$ であり有意差があった。よって本実験において被験者が初めて不安を感じた場所について、特定の街路環境が与えた影響は極めて低くかったと考えられる。

また両実験の結果について開始点の標識からの距離を起点に集計し、これを U 検定したところ、有意確率 $\approx 0.25 > 0.05$ で有意差はなかった。よって本実験において被験者が初めて不安を感じた場所について、開始点の標識からの距離の影響はややあったと考えられる。

そこで被験者が初めて不安を感じた地点について、以降は開始点の標識からの距離を起点に集計したものを分析し、誘導距離の変化が結果にどう影響したのかを考察していく。

被験者が初めて不安を感じた地点について、以降は開始点の標識からの距離を起点に集計した結果を図 26 に示す。

両実験の共通点は次の通りであった。~250m 地点まで両実験の差は 10 ポイント未満であった。100m 区間までは不安を感じた被験者の割合は 10% 未満であった。101m~150m 区間と 150~200m の区間で急増し、15 ポイント以上の増加があった。201~250m 区間では半数以上の被験者が不安を感じた。350m~400m 区間で回答が 90% を越えた。

両実験の差異は次の通りであった。250m~350m の区間では両実験に 20 ポイント以上の差がみられた。実験 1 では不安を感じた被験者の割合が 250m~300m 区間でほぼ頭打ちになったのに対し、実験 2 では歩道の終点が位置する 350m~400m 区間に至るまで不安を感じた人の増加率が 10 ポイント未満であった。

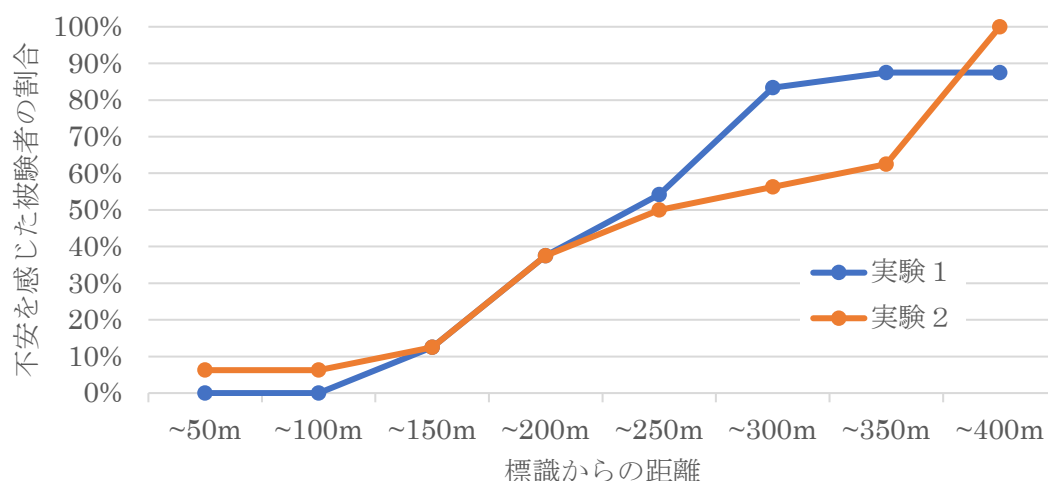


図 26 被験者が初めて不安を感じた地点

以上のことから、本実験では誘導距離が長くなると経路後半で被験者が不安を感じにくくなる傾向が示された。また被験者の不安の感じ方は誘導距離に関わらず 250m 地点までほぼ同じであったため、誘導距離の違いによって標識の設置間隔を調整する必要性は低いと考えられる。具体的には 150m~200m 区間で不安を感じた被験者が急増したことから、利用者の不安感を抑えるためにはこの地点に標識を置くことが望ましいが、100m 区間まではほとんどの被験者が不安を感じないことから標識の必要性は低いと考えられる。

3.4.3 どこに標識があれば迷いにくいと思うか

実験 1 では設問 4、実験 2 では設問 5 において、どこに標識があれば迷いにくいと思うかを複数回答可で被験者に質問した。具体的な場所について、実験 1 では 17 人から 38 回答を、実験 2 では 10 人から 15 回答を得た。

実験経路を反転させた実験 1、実験 2 の結果について白鷹館からの距離を起点に集計し、有意差がないと仮定して U 検定をおこなった。結果は有意確率 $\approx 0.58 > 0.05$ であり有意差は認められなかった。数値からみると本実験において被験者が初めて不安を感じた場所について、特定の街路環境が与えた影響はやや大きかったと考えられる。

また両実験の結果について開始点の標識からの距離を起点に集計し、これを U 検定したところ、有意確率 $\approx 0.94 > 0.05$ で有意差はなかった。よって本実験において被験者が初めて不安を感じた場所について、開始点の標識からの距離の影響はかなり大きかったと考えられる。

そこで被験者が初めて不安を感じた地点について、開始点の標識からの距離を起点に集計したものを重点的に分析しつつ、街路環境の影響も考察した。以下、図 27、図 28 に回答結果を示す。なお、図中の数字で各地点の回答数を示した。実験 2 では回答数が 15 と少ないため、全体の 2 割以上の回答を得られた地点についてのみ考察していく。

特定地点の共通点に注目すると、実験 1 で 13 回答を得た地点について、実験 2 で 6 回答を得ていた。両実験ともに回答の 3 割以上がこの地点に集中していたという共通点がみられた。ただし、この地点は開始点の標識からの距離で見ると両実験ともほぼ同じ距離に位置していた。この他に実験 1、実験 2 で共通して 2 割以上の回答が集中している地点はなかった。

また非共通点に注目すると、実験 2 で回答の 2 割以上が集中した場所はプール前の突き当りの 1 か所のみであり、3 回答であった。該当の箇所は実験 1 では標識より手前に位置しているため、単純に比較することはできなかった。しかし実験 1 で回答の 2 割以上にあたる 9 回答が集中した地点について、実験 2 では約 1 割にあたる 2 回答しかなかった。この地点については明確な差があるといえる。

つまり、経路の地点ごとに被験者の回答を考察したとき、両実験において明確に共通の傾向が見られた地点は 1 地点あり、明確に異なる傾向が見られた地点は 1 地点だった。前者については開始点の標識からの距離がほぼ等しいことが影響している可能性がある。よって特定地点の街路環境の影響は、U 検定ではやや大きくみえたもの実際にはみかけより低い可能性があると考えた。



図 27 実験 1 の回答 (地図データ©2019 Google を加工)



図 28 実験 2 の回答 (地図データ©2019 Google を加工)

同様に、開始点の標識からの距離を基準に 50m ごとに集計した回答結果を図 29、30 に示す。またその回答数の分布を図 31 に示した。

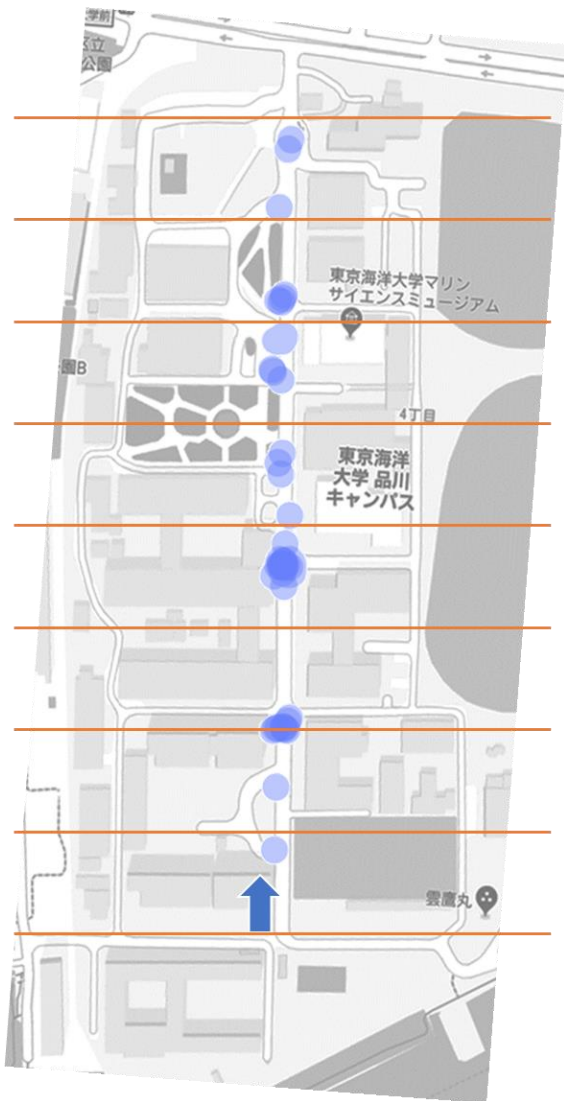


図 29 実験 1

(地図データ©2019 Google を加工)

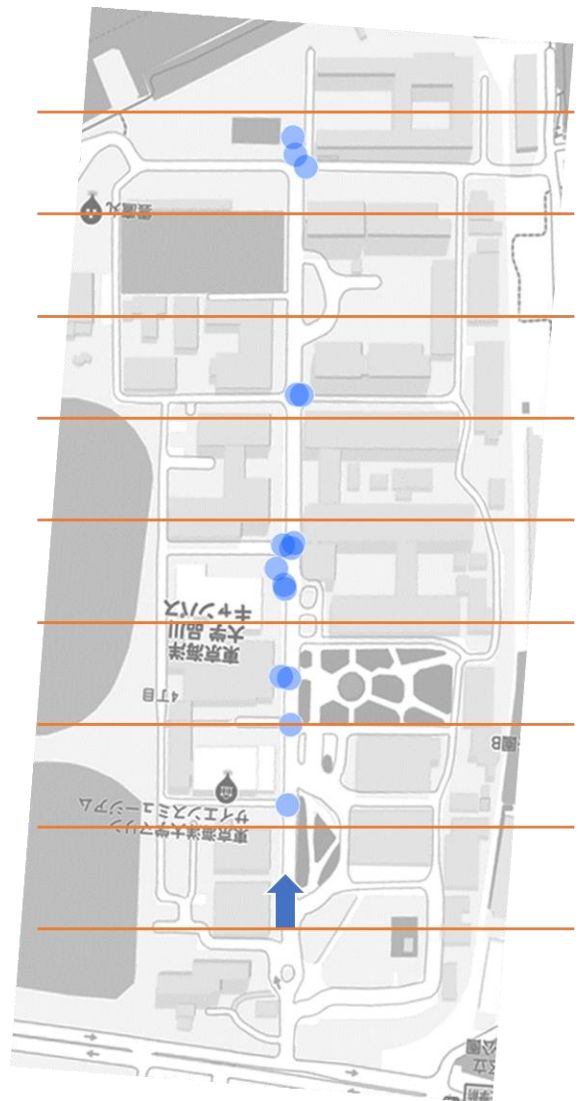


図 30 実験 2

(地図データ©2019 Google を加工)

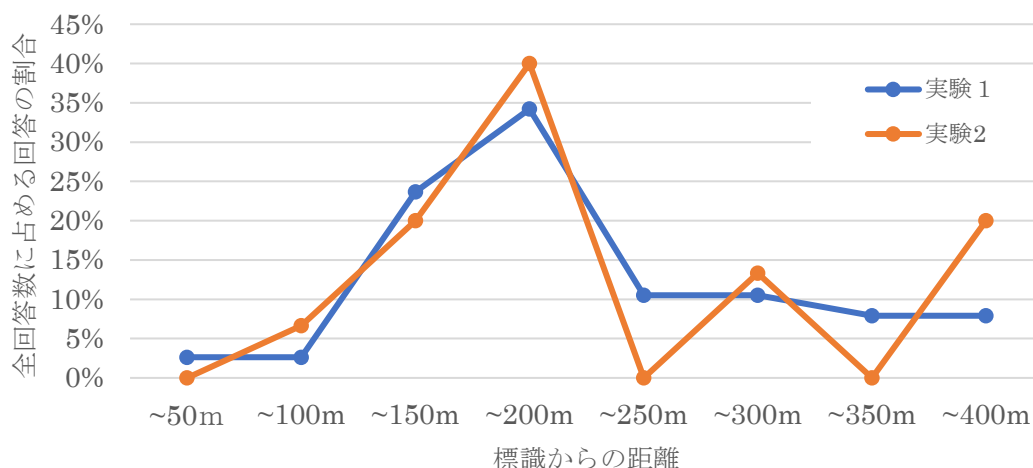


図 31 標識があれば迷いにくいとされた地点の分布

図 31 のとおり実験 1、実験 2 とも～200m 区間までの回答数の差は 10 ポイント未満であった。100m 区間までに標識が必要だと回答された地点はそれぞれ全回答の 10% 未満であった。回答数は 100m～200m 区間で大きく増加し、回答の三割以上を占めた 150m～200m 区間が最も高かった。

10 ポイント以上の差があったのは 200m～250m 区間と 350m～400m 区間であった。200m～250m 区間に差がうまれたのは、実験 2 においてこの区間に分岐点がなかったことが影響したと考えられる。350m～400m 区間は歩道の終着点であり、実験 2 では標識が必要だと考える人が増加した。一方誘導距離の短い実験 1 ではこの先に避難所があると考える人が少なく増加しなかったと考えられる。

以上のことから被験者の回答には地点ごとの街路環境よりも開始点の標識からの距離が影響している可能性が高く、誘導距離の影響は低いと考えられる。具体的には開始点の標識から 100m までの地点では標識がほとんど必要とされなかった一方、150m～200m 地点では特に標識が必要とされていたことがわかった。

3.5 各項目の相関

3.5.1

以下の項目について単回帰分析を用いた。①被験者の逆行距離。②被験者の直進距離。③被験者の距離評価。④安心距離；開始点から被験者が初めて不安を感じた場所までの距離。⑤土地勘；被験者がキャンパスに在学した年数。

単回帰分析においては、有意値 $F > 0.05$ となった項目については説明変数が有意でないとして判断し相関なしとした。またデータ数が少ないため、自由度調整済み決定係数 R^2 を基準に相関の強さを考察した。具体的には R^2 が約 0.1 の時は弱い相関、約 0.2 の時はやや弱い相関、約 0.3 または約 0.4 の時はやや高い相関、約 0.5 以上の時は高い相関があると判断することとした。また相関係数として R を用いた。以下の表 4 に結果を示す。

また、①から④の項目について性別による差があるか、屋外の避難誘導標識を見たことがある人とならない人で差があるか（表 4、利用度の項）をマン・ホイットニーの U 検定を用いて両側検定を用いて調べた。なお $P > 0.05$ となった項目については有意差なしとした。

表 3 実験 1 における各項目の関係

相関	逆行距離	直進距離	距離評価	安心距離	土地勘	性差 U 検定	利用度 U 検定
逆行距離		なし	なし	なし	なし	なし	なし
直進距離			なし	なし	なし	なし	なし
距離評価				なし	負 $R^2 \approx 0.2$	なし	なし
安心距離					なし	なし	なし

表 4 実験 2 における各項目の関係

相関	逆行距離	直進距離	距離評価	安心距離	土地勘	性差 U 検定	利用度 U 検定
逆行距離		なし	なし	正 $R^2 \approx 0.3$	なし	なし	なし
直進距離			なし	正 $R^2 \approx 0.3$	負 $R^2 \approx 0.4$	なし	なし
距離評価				なし	なし	なし	なし
安心距離					負 $R^2 \approx 0.5$	なし	なし

$F < 0.05$ となり、有意な分析結果がみられた項目について以下に詳細を示す。

土地勘と距離評価

在キャンパス年 X と距離評価 Y について回帰分析をおこなった。実験 1 では以下の結果がでた。

被験者数 $N=25$, $R=0.47$, $R^2=0.18$, $F=0.019 < 0.05$

$R^2 \approx 0.2$ よりやや弱い負の相関があるといえる。

よって実験 1 では土地勘がある人ほど距離評価が短くなる傾向が示唆された。ただし、実験 2 ($N=16$) では $F=0.40$ と X の重みはかなり小さく、土地勘と距離評価の相関は認められなかった。

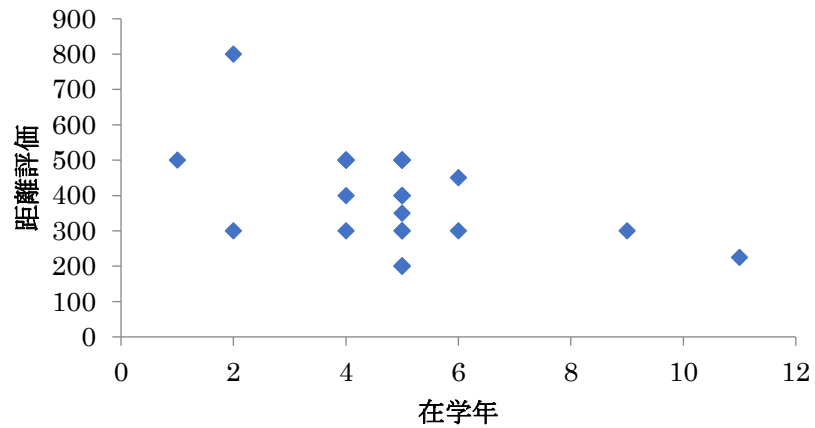


図 62 距離評価と土地勘 実験 1

安心距離と逆行距離

安心距離 X と逆行距離 Y について回帰分析をおこなった。実験 2 で以下の結果がでた。

$N=16$, $R=0.56$, $R^2=0.26$, $F=0.024 < 0.05$

$R^2=0.3$ とやや高い相関がある。不安を感じた地点と被験者が繰り返し探索を行う地点には相関があることが示されたといえる。

ただし実験 1 ($N=15$) では $F=0.53$ と 2 項目の関係性は薄かった。安心距離について実験 1 と 2 では U 検定による有意差がなかったことから、逆行行為の変化が影響したと考えられる。

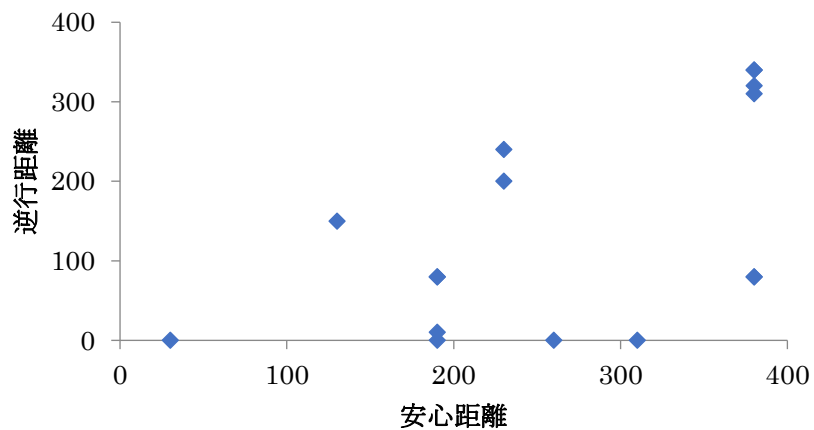


図 73 逆行距離と安心距離 実験 2

直進距離と安心距離

安心距離 X と直進距離 Y について回帰分析をおこなった。実験 2 では以下の結果がでた。

$N=16$, $R=0.60$, $R^2=0.32$, $F=0.013 < 0.05$

$R^2 \approx 0.3$ とやや高い相関がみられた。

道を外れることと不安を感じることには相関があるといえる。

ただし、実験 1 ($N=15$) では $F=0.81$ と 2 項目間の関連性はほとんどなかった。安心距離に有意差はなかったので直進性の変化が影響したと考えられる。

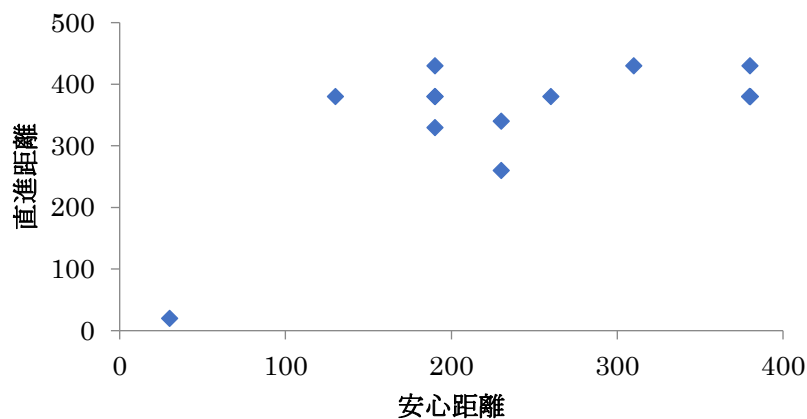


図 84 直進距離と安心距離 実験 2

直進距離と土地勘

在キャンパス年 X と距離評価 Y について回帰分析をおこなった。結果は以下の通り。 $N=16$, $R=0.64$, $R^2=0.36$, $F=0.0078 < 0.05$

$R^2 \approx 0.4$ とやや高い相関がみられた。

実験 2 では土地勘がある人ほど短い距離で道を外れやすいという傾向があったといえる。

ただし実験 1 ($N=18$) では $F=0.63$ と 2 項目の関係性はかなり薄かった。

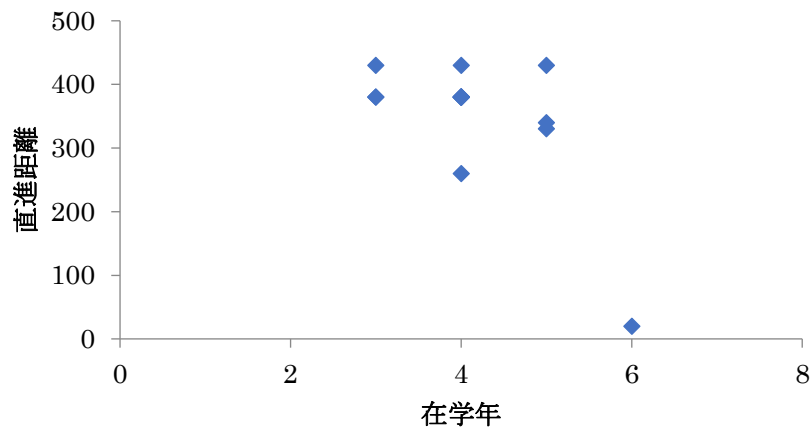


図 95 直進距離と土地勘 実験 2

安心距離と土地勘

在キャンパス年 X と距離評価 Y について回帰分析をおこなった。結果は以下の通り。 $N=16$, $R=0.70$, $R^2=0.46$, $F=0.0025 < 0.05$

$R^2 \approx 0.5$ と高い相関がみられた。

実験 2 では土地勘がある人ほど短い距離で不安を感じやすいという傾向があったといえる。ただし実験 1 ($N=19$) では $F=0.65$ と 2 項目の関連性はかなり低かった。

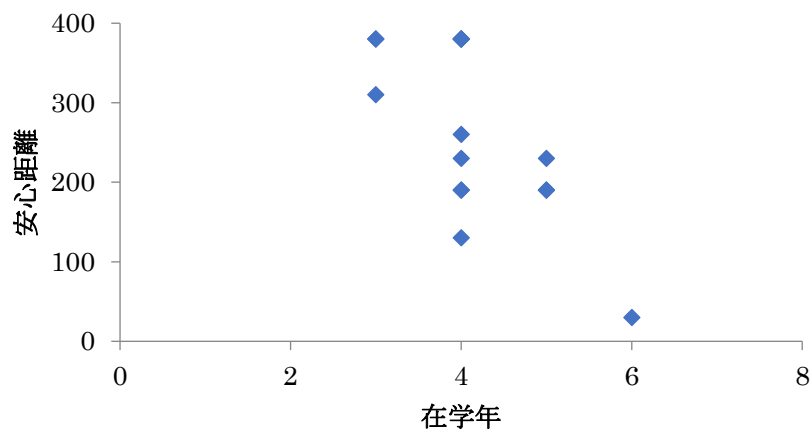


図 106 安心距離と土地勘 実験 2

3.5.2

性差

実験毎に U 検定を用いて男女差を検定したが、有意差はなかった。「標識にそって移動する」という行為はルート型の探索戦略を前提としている。Lawton (1994) は男性は女性よりルート型戦略を選択しにくいことや女性は不安を感じやすいことを指摘していた。また経路探索に関連する能力について Prestopnik & Roskos-Ewoldsen (2000) など男女差を指摘した既往研究が存在するが、本実験では顕著な差はみられなかった。

利用度

標識の利用度によって実験結果に差があるかどうかを確かめるため、実験毎に U 検定を用いて標識をみたことがある又はあると思うと回答した人とそうでない人の差を検定したが、有意差はなかった。

安心距離

経路の全長がほとんど変化していないにも関わらず、実験 2 で相関のあった直進性と逆走距離について実験 1 では相関がみられなかった。初めて不安を感じた地点までの距離について、実験 1 と実験 2 で有意差はなかったため、この相関の有無は直進距離や逆行距離の差によるものと考えられる。つまり誘導距離の大きい実験 2 では、被験者の不安感という内的な影響が直進距離や逆行距離に強く働いたことで、被験者の探索行為に個人差がやすくなったと考えられる。

土地勘

誘導距離 500m の際、土地勘がある人ほど直進距離が短く、早期に不安を感じやすい傾向がみられた。Prestopnik & Roskos-Ewoldsen (2000) など先行研究では土地勘とルート型探索戦略の選択率の負の相関が指摘されている。経路誘導はルート型選択に分類されるため、土地勘のある人ほど誘導経路を外れやすい傾向がある可能性は高い。

3.4 章において実験 1 では実験 2 よりも探索行為にばらつきが少ない傾向が見られた原因は、この土地勘の影響が抑えられたことが理由であると考えられる。

また、実験 1 でのみ距離評価と土地勘に負の相関が認められた。歩行者は歩行中の心理的・物理的な負荷が少ない道の距離を短く評価するといわれており、負荷が少ない慣れた道では距離評価が過小になる傾向がある。実験 1 の距離評価の結果に土地勘との相関が認められた一方で実験 2 の距離評価と土地勘の間に相関が認められなかった理由として、実験 2 では探索行動が活発になり歩行中の負荷が増えたため、土地勘の大小による差がでにくくなったからだと考えられる。

被験者の距離感覚

以下の理由から、標識の設置間隔を定めるにあたって避難者個別の距離感覚の違いを考慮する必要性はかなり低いと考えられる。1. 被験者の距離感覚と被験者の行動に直接的な相関は見られなかった。2. 正確な距離判断ができた被験者の割合は誘導距離に関わらず半数未満であり、距離評価の傾向はほぼ変化しなかった。

また、被験者の距離感覚について、誘導距離が大きくなると過大な距離評価が増え、土地勘との相関が無くなる傾向がみられた。横道探索行為の分析や回帰分析の結果を総合すると、この傾向は誘導距離が大きくなって探索行動が活発になったことで被験者の歩行中の負荷が増え、土地勘の大小による歩行中の負荷の差が小さくなったことの顕れだと考えられる。

誘導距離の影響

誘導距離が被験者に与えた影響について、以下の 2 点がわかった。

1. 横道探索行為や直進距離の分析から、誘導距離が小さくなると経路後半に避難所や分岐点があると考える人が減少し、経路後半で不安を感じにくくなることや、直進を続ける距離が若干変化することがよみとれた。2. 誘導距離が大きくなると、歩行者が推測する避難所や分岐点の位置に個人差がでやすくなり、土地勘がある人ほど道を外れやすく、早期に不安を感じやすくなる傾向がみられた。

ただし以下の理由から、誘導距離にあわせて標識の設置間隔を調整する必要性は低いと考えられる。1. 誘導距離に関わらず 2 割前後の被験者が避難所や分岐点の位置にあたりをつけずに行動していた。2. 不安を感じた被験者の増加傾向は誘導距離に関わらず経路前半 250m 地点までほぼ同じであった。3. 被験者が標識の設置を推奨した地点は誘導距離が異なっても開始点の標識からの距離を基準に集計した場合ほぼ同じ結果が得られた。

2について、具体的には150m～200m区間で不安を感じた被験者が急増したことから、利用者の不安感を抑えるためにはこの地点に標識を置くことが望ましい一方、100m区間まではほとんどの被験者が不安を感じないことから標識の必要性は低いと考えられる。

3について、具体的には開始点の標識から100m以内の地点では標識がほとんど必要とされなかった一方、150m～200m地点では特に標識が必要とされていたことがわかった。

さらにこれらの結果を総合し、想定された津波避難誘導標識の利用について以下の結論を得た。

4 まとめ

4.1 結果まとめ

本研究では、大学構内に設置した仮想の避難路を使用して、被験者の行動とアンケートの内容を分析することにより、従来注目されてこなかった津波避難誘導標識の適切な配置間隔について以下のことが分かった。

- ①距離評価と被験者の行動にはっきりした相関はみられず、また正確な距離判断ができる人の割合は誘導距離に関わらず半数未満であった。
- ②経路前半において被験者の行動経路や不安の感じ方に誘導距離による差はほとんどみられなかった。また、被験者の移動経路から、2割前後の被験者が避難所などの位置の具体想定をせずに行動していたと考察された。
- ③不安を感じた被験者が最も増加した区間はスタート地点の標識から 150m～200m 区間であった。また、実験を終えた被験者にどこに標識があれば迷いにくいと思うかを尋ねたアンケートの結果から、被験者が最も標識を必要とする区間はスタート地点の標識から 150m～200m 区間であった。
- ④不安を感じた被験者がほとんどいなかった区間はスタート地点の標識から 0m～100m 区間であった。また、実験を終えた被験者にどこに標識があれば迷いにくいと思うかを尋ねたアンケートの結果から、スタート地点の標識から 0m～100m 区間ではほとんど標識が必要とされていないことがわかった。

4.2 結論

上記の結果から、津波避難誘導標識の設置間隔について以下の結論を得た。

- ①標識の設置間隔を定めるにあたって個人の距離感覚を考慮する必要性は低い。
- ②誘導距離にあわせて標識の設置間隔を調整する必要性は低い。
- ③歩行者の不安感や歩行者が標識を期待する地点を考慮すると、直進を継続する場合でも 150m～200m 間隔で標識を置くことが望ましい。

④歩行者の不安感や歩行者が標識を期待する地点を考慮すると、100m 間隔で標識を置くことは効率が悪い。

引用文献

足立 啓, 赤木 徹也, 小林 敏子, 痴呆性老人の屋内探索歩行時における連続的誘導情報の有効性について (1998), 日本建築学会計画系論文集, 63 巻, 514 号, p. 87-93

上田 遼, 行動特性に着目した津波避難の分析と対策 (2017), 日本地震工学会論文集, 17 巻, 4 号, p. 4_140-4_169,

牛山 素行, 金田 資子, 今村 文彦, 防災情報による津波災害の人的被害軽減に関する実証的研究 (2004), 自然災害科学, 23 巻, 3 号, p.433-442

大森 清博, 柳原 崇男, 北川 博巳, 池田 典弘, ロービジョン者と晴眼者に対する路面誘導サインの効果の検証 (2014), 土木学会論文集 D3 (土木計画学), 70 巻, 5 号, p. I_961-I_969

大森 清博, 柳原 崇男, 北川 博巳, 池田 典弘, 高齢者の視覚探索特性を考慮した路面誘導サインの有効性に関する考察 (2016), 土木学会論文集 D3 (土木計画学), 72 巻, 5 号, p. I_1105-I_1113

緒方 誠人, 材野 博司, 都市のサイン計画に関する行動面からの研究: 歩行者のサイン・空間情報収集のための行動に関する研究 (1995), 日本建築学会計画系論文集, 60 巻, 473 号, p. 113-119

小野 天椰, 岡安 章夫, 池谷 毅, 稲津 大祐 (2019); 路面設置津波避難誘導標識の誘目性に関する VR 映像を用いた研究, 地域安全学会梗概集, 44 号, NO. A-8, (CD-ROM)

片山 めぐみ, 大野 隆造, 通い慣れた屋外経路における歩行者の距離認知に関する研究 (2001), 日本建築学会計画系論文集, 66 巻, 549 号, p. 193-198

佐藤 翔輔, 阿部 紀代子, 大塚 友子, 中川 政治, 皆川 満洋, 岩崎 雅宏, 今村 文彦, 来街者の津波避難誘導をねらいにした避難行動・誘導実験とその分析ー石巻市中心市街地における事例ー (2015), 土木学会論文集 B2 (海岸工学), 71 巻, 2 号, p. I_1639-I_1644

竹上 直也, 塚口 博司, 空間的定位に基づいた歩行者の経路選択行動モデルの構築 (2006), 土木学会論文集 D, 62 巻, 1 号, p. 64-73

塚口 博司, 大規模歴史公園における歩行者サインシステムの改善による観光客の行動変化に関する研究 (2016), 都市計画論文集, 51 巻, 2 号, p. 174-183

長尾 一輝, 大畑 長, 柿元 祐史, 花房 比佐友, 二上 洋介, 江藤 和昭, 桑原 雅夫, 大規模地震時における自動車避難行動を考慮した避難施策の評価 (2015), 土木学会論文集 D3 (土木計画学), 71 巻, 5 号, p. I_53-I_68

西村 秀人, 栗俣 恒平, 岩崎 義一, 山口 行一, 津波災害に対する避難先及び避難経路の認知と選択要因に関する研究 (2012), 日本都市計画学会関西支部研究発表会講演概要集, 10 巻

広瀬弘忠著, 人はなぜ逃げ遅れるのかー災害の心理学 (2004), 館孝太郎発行, 集英社新書

増本 憲司, 川中 龍児, 石垣 泰輔, 島田 広昭, 観光地海岸利用者の津波に対する避難行動と避難意思決定に関する研究 (2010), 土木学会論文集 B2 (海岸工学), 2010, 66 巻, 1 号, p. 1316-1320

三浦 金作, 土方 吉雄, 大嶋 知広, ヴェネツィアの都市空間に関する研究: 探索歩行時の注視行動について (2001), 日本建築学会技術報告集, 7 巻, 12 号, p. 183-188

三浦 金作, 佐野 浩史, 田邊 和義, 歩行経路選択と探索行動：街路空間における探索歩行時の注視に関する研究 その 1 (2003), 日本建築学会計画系論文集, 68 巻, 569 号, p. 131-138

三浦 金作, 新鞍 俊介, 竹内 亜紗美, 探索歩行時の注視傾向について：街路空間における探索歩行時の注視に関する研究 その 2 (2005), 日本建築学会計画系論文集, 70 巻, 592 号, p. 131-138

三浦金作：歩行条件の異なる歩行者の経路選択と探索行動について—街路空間における探索歩行時の注視に関する研究 その 3— (2008), 日本建築学会計画系論文集, 第 624 号, pp. 371-378

三浦金作：歩行条件の異なる歩行者の注視傾向について—街路空間における探索歩行時の注視に関する研究 その 4— (2010), 日本建築学会計画系論文集, 第 75 巻, 第 656 号, pp. 2407-2414

三浦 金作, 薄井 謙：車両通行の多い街路空間での経路選択と探索行動 (2014), 日本建築学会計画系論文集, 79 巻, 703 号, p. 1973-1983,

三ツ木 美恵子, 宇野 宏司, 宗方 淳, 平手 小太郎, 安岡 正人, 心理変化に注目した経路探索プロセスに関する研究：「不安度」を指標とした心理変化シーケンス (2004), 日本建築学会環境系論文集, 69 巻, 583 号, p. 49-56

村上 ひとみ, 柏原 一樹, 2011 年東北地方太平洋沖地震に対する津波避難行動と交通手段の問題 (2011)：人取市におけるアンケート調査、地域安全学会梗概集 (29), 67-70,

矢守 克也, 再論—正常化の偏見, 実験社会心理学研究 (2008-2009), 48 巻, 2 号, p. 137-149

吉田 太一, 梅本 通孝, 糸井川 栄一, 太田 尚孝, 海水浴客の津波避難行動特性に関する研究 (2013) , 地域安全学会論文集, 21 巻, p. 149-158

Bryant, K. J. Personality correlates of sense of direction and geographical orientation (1982) . *Journal of Personality and Social Psychology*, 43 (6) : 1318–1324.

Devlin, A. S., & Bernstein, J. Interactive wayfinding: Use of cues by men and women (1995) . *Journal of Environmental Psychology*, 15, 23-38.

Jillian L.Prestopnik, & Beverly Roskos–Ewoldsen, The Relations Among Wayfinding Strategy Use, Sense Of Direction, Sex, Familiarity, And Wayfinding Ability (2000) , *Journal of Environmental Psychology*, Volume 20, Issue 2, Pages 177-191

Lawton, C.A. Gender differences in way-finding strategies: Relationship to spatial ability and spatial anxiety (1994) . *Sex Roles* 30, 765–779

Lawton, C. A. Strategies for indoor wayfinding: The role of orientation (1996) . *Journal of Environmental Psychology*, 16, 137-145.

Michael J.O'Neill, Effects of familiarity and plan complexity on wayfinding in simulated buildings (1992) , *Journal of Environmental Psychology*, Volume 12, Issue 4, Pages 319-327

日本工業規格,JIS Z 9097 : 2014

2020 年 10 月参照

平成 23 年度津波避難を想定した避難路、避難施設の配置及び避難誘導について (2012) , 国土交通省都市局街路交通施設課, 2020 年 10 月参照

<https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/3492508/www.mlit.go.jp/common/000209948.pdf>

鎌倉市津波避難計画（地域別実施計画）、由比ガ浜・材木座エリア（第1版）、鎌倉市、2020年10月参照

<http://www.city.kamakura.kanagawa.jp/sougoubousai/documents/01zaimokuza.pdf>

内閣府平成23年版防災白書，2020年10月参照

<http://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/h23/bousai2011/html/honbun/index.htm>

謝辞

本研究に当たり、お忙しいなかご指導を賜りました指導教官の岡安章夫教授、池谷毅教授、稲津大祐准教授、海洋地盤工学研究室の谷和夫教授に厚く感謝を申し上げます。

津波避難誘導標識の取材にあたっては、様々な情報を提供して下さり、取材を仲介して下さった日本標識工業会の中野様、取材を受け入れて下さった葉山町総務部防災安全課、逗子市防災安全課、藤沢市危機管理課、鎌倉市防災安全部、材木座自治会防災部の担当の皆様方にお礼を申し上げます。

実験にご協力いただいた本研究室の연구원および学生の皆様、実験に参加して下さった東京海洋大学の教員及び学生の皆さまにも感謝の意を表します。特に度々ご協力いただいた藻類学研究室と集団生物学研究室の皆様と、実験に助力して下さった学友に感謝の意を捧げます。