

青山学院大学 社会情報 2023年度 卒業論文

訪日観光客を対象とした風水害注意情報  
提供システム

学籍番号 38122001

氏名 黒川 皇輝

指導教員 宮治 裕 教授

2024年 1月

# 論文要旨

日本は災害が多く発生する国であり、訪日観光客に対する災害対策の研究には需要がある。本研究は訪日観光客向けの災害対策の1つとして、災害の情報を提供する情報システムを提案する。研究の目的は予測できる災害に対して、訪日観光客が災害の影響を受ける前に防災行動を促すこととする。予測できる災害とは気象に基づく災害であり、本研究では風水害としている。

現状、訪日観光客は災害の情報の多くを日本のテレビやラジオから受け取っている。これは日本住民に向けた情報であり、一部の訪日観光客は災害の情報を正しく理解できていない。この問題点は、情報を受取る人がある程度日本の災害に対して知識を持っている前提で提供されていることである。そのため、事前に予測できる災害が起こることを認知していたのにも関わらず、災害で被害を受けることを想起できない。よって、被害にあってから防災行動を取ることを余儀なくされてしまう現象が確認されている。

本研究では訪日観光客が予想できる災害の現象を想像するのに必要とする知識を定義する。さらに、訪日観光客の旅程をもとに災害の動向を監視することで、災害の危険性をある程度認められる場合に適切な災害の情報を提供する。本研究の新規性は訪日観光客が必要とする情報を定義した点、旅程に基づいて災害情報を提供する点である。提案するシステムは訪日観光客が旅程を入力するアプリである。気象庁の早期注意情報をもとに、旅程が災害の被害にあう可能性が予測されたとき、災害の情報を訪日観光客に通知する。

本システムが提供する情報と気象庁の天気予報の情報を比較する実験をおこなった。評価指標は防護動機理論に基づいて決定され、脅威評価とした。比較実験の結果、システムから得られた脅威評価の方が天気予報から得られた評価よりも高いことが判明した。

## 謝辞

本研究を進めるにあたり、多くの方々にご指導ご調達を賜りました。まず、指導教員の宮治裕教授からは多大なご指導を賜りました。研究テーマのアイデアや論理の組み立て方、困ったときに手助けをいただきました。感謝の念に堪えません。ありがとうございました。また、実験の実施にあたり、宮治研究室の皆様と、同期の方々、青山学院大学の後輩たちには実験参加者を務めてくださいり、貴重なデータ収集にご協力いただいたことを感謝いたします。さらに、本研究で提案するシステムを開発するにあたり、多くのオープンソースのソフトウェアを利用しました。開発者たちに感謝いたします。最後に、本研究ならびに学業全般にわたって経済的・心身的に支援してくださる家族に深く感謝し、お礼を申し上げます。

# 目次

論文要旨	i
謝辞	ii
<b>第1章 はじめに</b>	1
1.1 背景 . . . . .	1
1.1.1 問題 . . . . .	1
1.1.2 原因 . . . . .	2
1.2 研究目的 . . . . .	3
1.2.1 提案手法 . . . . .	3
1.2.2 ストック情報とフロー情報 . . . . .	3
1.3 関連研究 . . . . .	4
1.3.1 研究領域 . . . . .	4
1.3.2 先行事例 . . . . .	5
1.3.3 新規性 . . . . .	6
1.4 論文構成 . . . . .	6
<b>第2章 システムについて</b>	7
2.1 システム概要 . . . . .	7
2.1.1 クライアント部 . . . . .	8
2.1.2 データベース部 . . . . .	8
2.1.3 バッチ処理部 . . . . .	9
2.1.4 処理の流れ . . . . .	10
2.2 環境 . . . . .	11
2.3 利用技術 . . . . .	12

2.3.1 クライアント部 . . . . .	12
2.3.2 データベース部 . . . . .	13
2.3.3 バッチ処理部 . . . . .	14
2.4 使用方法 . . . . .	15
2.4.1 アプリを起動する . . . . .	15
2.4.2 旅程パッケージを作成する . . . . .	16
2.4.3 旅程データを作成する . . . . .	17
2.4.4 通知を受け取る . . . . .	20
2.4.5 災害注意予報を確認する . . . . .	21
2.4.6 ストック情報を確認する . . . . .	24
<b>第3章 評価実験</b>	<b>27</b>
3.1 実験目的 . . . . .	27
3.1.1 防護動機理論 . . . . .	27
3.1.2 評価指標 . . . . .	28
3.1.3 気象庁の天気予報 . . . . .	28
3.2 実験方法 . . . . .	28
3.2.1 実験に使用した旅程データ . . . . .	29
3.2.2 アンケート調査用紙 . . . . .	31
3.2.3 システムグループ . . . . .	31
3.2.4 天気予報グループ . . . . .	33
3.3 検定方法 . . . . .	34
3.4 実験結果 . . . . .	35
3.4.1 回答データ . . . . .	35
3.4.2 検定の結果 . . . . .	42
3.5 考察 . . . . .	43
<b>第4章 おわりに</b>	<b>45</b>
4.1 まとめ . . . . .	45
4.2 今後の展望 . . . . .	46



# 第1章

## はじめに

本論文では、気象庁が発表する早期注意情報を利用し、訪日観光客が風水害の影響を受ける前に情報を提供することで、防災行動を促す効果があることを明らかにする研究について記述する。

本章では、まず、本研究をおこなう背景となった事柄について述べる。次に、研究目的を記述した後、提案手法について述べる。そして、実際に運用されている災害の注意情報を提供しているシステムの先行事例を紹介し、それらとの相違と本研究の新規性について解説する。また、次章以降の本論文の構成についてその概略を述べる。

### 1.1 背景

本研究の背景として、訪日観光客の災害に対する問題点を指摘するとともに、その原因について述べる。

#### 1.1.1 問題

訪日観光客は風水害の災害に対して事前に防災行動を取らない。株式会社サーベイリサーチセンターがおこなった、2019年度台風19号の災害情報等における事前対応に関する訪日外国人調査[1]によると、訪日観光客の9割以上が台風上陸の前日までに台風が来ることを認知していた。しかし、台風上陸前までに旅程変更しなかった人たちが4割いた。このことから、訪日観光客の4割の人たちは事前に防災行動をおこなう判断ができないと言える。

同調査における、『「情報媒体」からの情報でわかりにくかったのはどのよう

なことか』という質問回答結果から、訪日観光客は台風の引き起こす事象を想起し難いことが判明した。『台風そのものが自国にはあまり来ないのでその状況がわからなかった』の回答は一番多く、全体の 29.1% であった。『台風が来てどのような状況になるのか想像ができなかった』の回答は 2 番目に多く、全体の 22.0% であった。また、日本の地理情報に疎いことも判明した。『日本国内の「地域名称」「場所の地名」で表示されており理解できなかった』の回答は 3 番目に多く、全体の 18.7% であった。これらのことから、訪日観光客はどのような現象が起るのか想像できなく、日本の地理に明るくないので自分が被害に遭うのか判断がつかない。そのため、防災行動を起こすという考えに至らない。

具体的に訪日観光客が想起し難い台風の事象とは、雨と風の強さ、二次災害と交通機関の運休である。地震と台風に対する訪日観光客の被災体験をまとめた文献 [2] より具体例を述べる。平成 30 年台風第 21 号において、ヨーロッパ圏からの訪日観光客が台風を珍しがり、動画や写真を撮影するために外出しようとした現象 [3] が確認されている。また、平成 30 年 7 月豪雨においては、訪日観光客が濁流した川を覗き込みに行ったり、写真撮影をする現象 [4] が確認されている。さらに、令和元年台風第 10 号においては、訪日観光客に計画運休について情報が行き届いていなかったこと事象 [5] が確認されている。

### 1.1.2 原因

この問題点の原因は、現状日本において提供されている災害情報が風水害に被災したことのない訪日観光客にとって適切な情報でないためである。田村 [6] は災害時の外国人支援に関する考え方として、外国人が情報取得面で直面する課題をストック情報とフロー情報で説明した。ストック情報とはこれまでの教育や訓練などで人に蓄積された災害に関する情報である。フロー情報はある特定の災害についての説明と避難の呼びかけの情報である。ストック情報を知らなければ、いくらフロー情報を提供されても適切な避難行動は取れないと述べられている。台風被災前に防災行動をとる判断ができない現象もこの理論に当てはめて考えられる。

具体的に、現状訪日観光客が風水害を認知する情報媒体は日本のテレビやラジオが多い。[1] しかし、日本のテレビやラジオは日本住民向けのフロー情報を

提供しているため、訪日観光客にとって適した情報ではない。具体的に適していないと言えることが2つある。1つ目は日本の地理情報に疎いので、地図の情報や地名を使った説明は理解しづらいことである。2つ目は災害時に防災気象情報とその警戒レベルについて情報を提供していることである。防災気象情報と警戒レベルは日本住民が避難するのに適切な情報であるため、訪日観光客が参考にしても理解できない。また、テレビやラジオで説明されるのは注意報からである。注意報は最長でも災害発生の6時間前に発表される。6時間前では防災気象情報について理解して、防災行動をするには時間が十分でないケースもある。したがって、余裕をもって訪日観光客に適切なストック情報とフロー情報を提供する必要がある。

## 1.2 研究目的

研究の目的は、風水害において訪日観光客が被災すると予測できるとき、防災行動を促すことである。訪日観光客にとって必要なストック情報とフロー情報を定義して、情報提供するシステムを開発する。

### 1.2.1 提案手法

訪日観光客の旅行計画に基づいて、訪日中に風水害の影響を受けるか監視する。影響がある場合、ストック情報とフロー情報を提供する。

### 1.2.2 ストック情報とフロー情報

訪日観光客に適切なストック情報とフロー情報を背景から定義する。ストック情報は台風の雨と風の強さ、二次災害と交通機関の運休とする。二次災害は気象庁のWebページ<sup>\*1</sup>を参考にして定義した。雨に関連する二次災害として洪水と土砂災害を、風に関連する二次災害として高潮について情報を提供する。フロー情報は気象庁が発表する早期注意情報（警報級の可能性）<sup>\*2</sup>という情報をする。この情報は5日先まで大きな災害が予測されるときに、災害が起こる確率の情報を提供する。警戒レベル1に対応付しており、日本住民に向けて災害

<sup>\*1</sup> [https://www.jma.go.jp/jma/kishou/know/ame\\_chuui/ame\\_chuui\\_p1.html](https://www.jma.go.jp/jma/kishou/know/ame_chuui/ame_chuui_p1.html)

<sup>\*2</sup> [https://www.jma.go.jp/jma/kishou/know/bosai/prob\\_warning.html](https://www.jma.go.jp/jma/kishou/know/bosai/prob_warning.html)

の心構えを高める目的で発表されている。この情報をフロー情報として利用することで、訪日観光客が避難する余裕を生み出すことが可能である。

### 1.3 関連研究

本研究の研究領域について述べた後、先行事例について紹介し、新規性を述べる。

#### 1.3.1 研究領域

本研究は災害情報システムの研究である。災害情報システムとは、災害の情報を提供するシステムのことである。図1.1に災害情報システムの研究領域を、災害の種類と情報提供する時期によって分類したものを見ると。

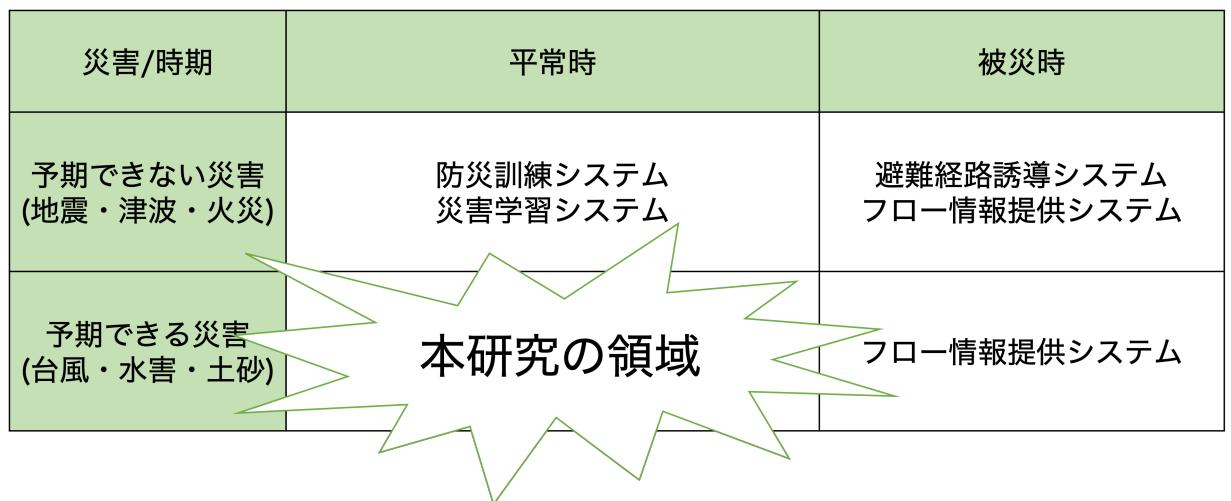


図1.1: 研究領域の区分

本研究が位置する領域は予測できる災害に対して、平常時に情報提供をする領域である。現状災害情報システムの研究では地震に対する研究が多い。具体的に、平常時には防災訓練を行うシステム[7, 8]、被災時には避難経路を提示するシステムの研究がおこなわれている[9, 10, 11, 12, 13, 14, 15]。つまり、予測できる災害に対して災害情報を提供する研究領域はまだまだ未発達である。

### 1.3.2 先行事例

本研究の領域に関連するシステムの事例を3つ紹介する。

#### push 通知型災害情報システム

1つ目はpush通知型の情報提供システムである。災害が発生したときに、push通知を送ることでユーザに情報を提供するシステムである。具体的にはSafety Tips[16]がこの種類の情報提供システムにあたる。Safety Tipsは観光庁監修で開発された多言語災害情報提供アプリである。国や自治体が発表する、様々な災害の情報や避難情報などのフロー情報をpush通知で知らせる。また、ストック情報に関しての情報や緊急時の連絡先などのストック情報を提供している。

このアプリと本研究で開発したアプリの一番の違いは通知のタイミングである。Safety Tipsでは気象庁の注意報以上のレベルの情報を用いてpush通知をするのに対して、本研究のアプリでは早期注意報を用いてpush通知をする。本研究のアプリは通知するタイミングが早いため、訪日観光客にとって防災行動をとれる猶予を確保できる。

#### 地図ベースの情報可視化システム

2つ目は気象情報を地図上に可視化するシステムである。気象情報とは降水量や風速といった気象状況から予測される情報である。具体的にはWindy[17]がこの種類の情報提供システムにあたる。Windyは世界中の降水量・風速などの情報を地図に可視化するアプリである。Windy.comというチェコの企業によって開発された。このアプリでは10日先までの降水量や風速、台風の進路の予測情報を提供している。

このアプリと本研究で開発したアプリの一番の違いは日本の地理に明るくなくても正確に情報を理解できる点である。Windyは予測の情報を地図上に可視化して表示している。つまり、訪日観光客は日本地図を読み取って、自身が訪れる予定の場所が災害の影響を受けるのか判断する必要がある。本研究のアプリは訪日観光客が組み立てた旅程に基づいて、災害の影響を受けるか監視するため、訪日観光客に日本の地理に対する知識を要求しない。

### 防災教育型情報システム

3つ目は防災教育型の情報システムである。志垣ら[18]は訪日観光客に自発的に使用される防災知識提供システムを提案している。このシステムは訪日観光客に防災知識を楽しく学習してもらうことを目的としている。観光地に関連する防災知識を蓄えるために、イラスト付きの2択クイズを出すアプリである。

このアプリと本研究のアプリとの違いは、フロー情報を通知しない点である。このアプリは訪日観光客が事前に能動的にアプリを使って学習する。つまり、ストック情報について提供できるが、フロー情報について通知する機能はない。したがって、防災行動を積極的に促すことはできない。

その他にも、Web検索途中に防災情報を提供するシステム[19]が提案されているが、フロー情報を通知しない。

#### 1.3.3 新規性

本研究の新規性は2点ある。1点目は予測できる災害に対して、適切なタイミングでフロー情報とストック情報を提供する点である。適切なタイミングとは、災害の危険性がある程度認められており、訪日観光客が防災行動をとる余裕があるタイミングである。2点目は旅程に基づいて訪れる場所ごとに情報を提供することから、日本の地理情報を知らないとも情報を理解できる点である。

### 1.4 論文構成

2章では、提案・構築したシステムについて詳説する。3章では、システムの有用性を検証するためにおこなった実験について記述する。最後に4章において、本研究についてまとめ、今後の課題について述べる。

## 第 2 章

### システムについて

本章では、本研究で開発した風水害注意情報提供システムについて述べる。まず、システムの概要について述べる。次に開発環境と利用した技術について説明する。そして、システムの構成ごとにシステムの機能について詳説する。最後にシステムの使い方について述べる。

#### 2.1 システム概要

システムの概要に関して述べる。システムの全体概要は図 2.1 のようになっている。本システムはクライアント部、バッチ処理部、データベース部の3部構成である。各構成ごとに役割と機能の概要を説明する。最後に処理の流れを述べる。

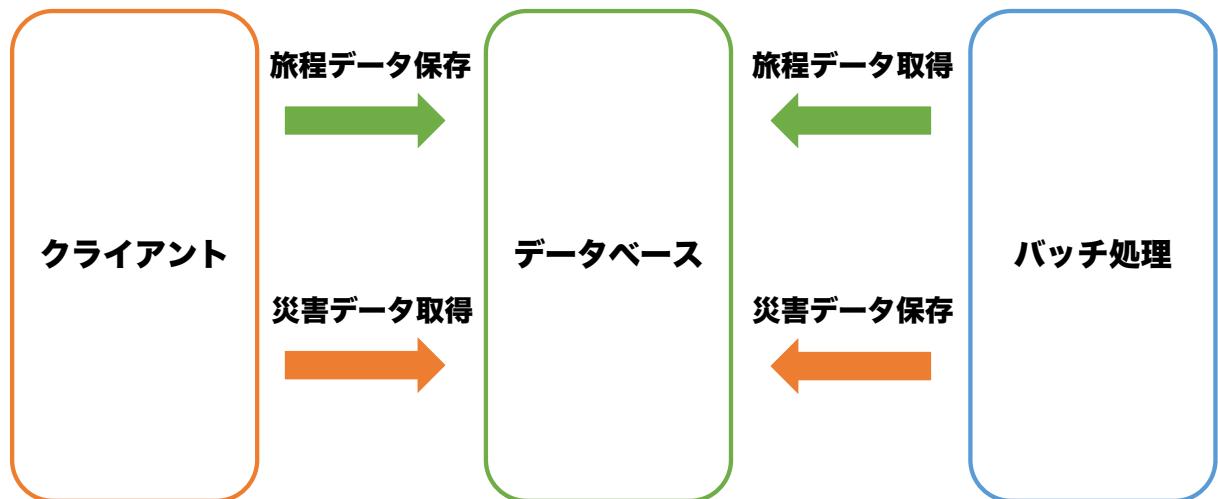


図 2.1: システムの全体概要図

### 2.1.1 クライアント部

クライアント部はこのシステムにおけるユーザインターフェースの役割を持つ。旅程データの入力機能と注意情報を提供する機能がある。具体的にはモバイルアプリケーションとして開発した。

#### 旅程データの入力機能

ユーザはまず旅程のタイトルと期間を入力し、旅程パッケージを作成する。旅程パッケージとは旅程データを1つにまとめたものである。旅程データには、場所データと交通機関のデータの2種類が存在する。ユーザはこの2種類のデータで旅程を構築する。ユーザは訪れる予定の場所や利用する予定の交通機関の位置情報を、予定時刻とともにに入力インターフェースを通して入力する。位置情報は両方の種類においても都道府県と市区町村名の名称である。インターフェースは旅程パッケージごとに入力されたデータをデータベースへ保存する。保存する際には旅程パッケージにクライアントIDを付与する。

#### 注意情報提供機能

第1章で定義したストック情報とフロー情報をユーザに提供する。旅程データの入力機能にて事前に入力した旅程データのうち、災害の影響を受けると判断された旅程データを表示する。その際に影響を受ける災害の種類と可能性の確率を提供する。さらに、ユーザに対して災害の種類ごとにその現象と対処法についての情報を提供する。また、影響を受ける旅程データが交通機関である場合、災害の可能性を交通機関が運休する可能性として情報を提供する。その際に、運休によって起こる現象についての情報を提供する。

### 2.1.2 データベース部

データベース部はこのシステムにおけるデータを管理する役割を持つ。データを保存する機能とデータを提供する機能がある。具体的にはクラウドデータベースを用いている。

### データ保存機能

ユーザがクライアント部で入力した旅程データを旅程パッケージごとに保管する。また、バッチ処理部で旅程データと紐付けられた注意情報も保管する。

### データ提供機能

クライアント部の要求には、旅程パッケージに付与されているクライアントIDを条件にデータを提供する。バッチ処理部の要求には、旅程データの予定時刻を条件にデータを提供する。

## 2.1.3 バッチ処理部

バッチ処理部は、旅程データが災害の影響を受けるか監視する役割を持つ。気象庁が定期的に公表する、注意情報を取得して、ユーザがクライアント部で入力した旅程データと照合する。災害の影響を受ける旅程データがあれば注意情報と旅程データを紐づけてデータベースに保存する。旅程データを作成したクライアントに通知する指示を出す。具体的にはPythonのプログラムを作成して、定期事項している。

### 気象庁から注意情報の取得

注意情報とは災害の影響を受ける可能性と予定時刻、発表地域で構成される情報である。この情報は気象庁から定期的にWeb上で発表されている。その時刻に合わせてバッチ処理が実行され、注意情報を取得する。

### 旅程データの取得

注意情報の予定時刻と重なる旅程データを検索する。データベース部から旅程データを取得する。

### 注意情報と旅程データを照合

注意情報の予報時刻に当たる旅程データを抽出した後、旅程データの場所情報をもとに、注意情報を関連付けて保存するか判断する。注意情報の発表地区は気象庁が独自に定めている、各都道府県の市区町村のまとめである。注意情報に災害の予測が記載されている場合、旅程データの位置情報から発表

地区に属するデータを抽出し，注意情報を旅程データと紐付ける．災害の影響を受けると判断された旅程データはデータベースに保存する．もし注意情報に災害の予測が記載されてなければ何もしない．

#### クライアント部へ通知指示

災害の影響を受けると判断された旅程データを作成したクライアントに通知を送信するよう指示を出す．しかし，評価実験をするにあたって評価指標とは関連がない機能であったことと，コスト削減のため本研究ではクライアント部からの通知機能を実装した．

#### 2.1.4 処理の流れ

システムの処理の流れについて述べる．図 2.2 にアクティビティを示す．

1. 旅程データの入力(クライアント部)
2. 旅程データの保存(データベース部)
3. 気象庁から注意情報の取得(バッチ処理部)
4. 旅程データの取得(バッチ処理部)
5. 旅程データの提供(データベース部)
6. 注意情報と旅程データを照合(バッチ処理部)
7. 注意情報の保存(データベース部)
8. クライアント部へ通知指示(バッチ処理部)
9. 通知(クライアント部)
10. 注意情報の提供(データベース部)
11. 注意情報提供(クライアント部)

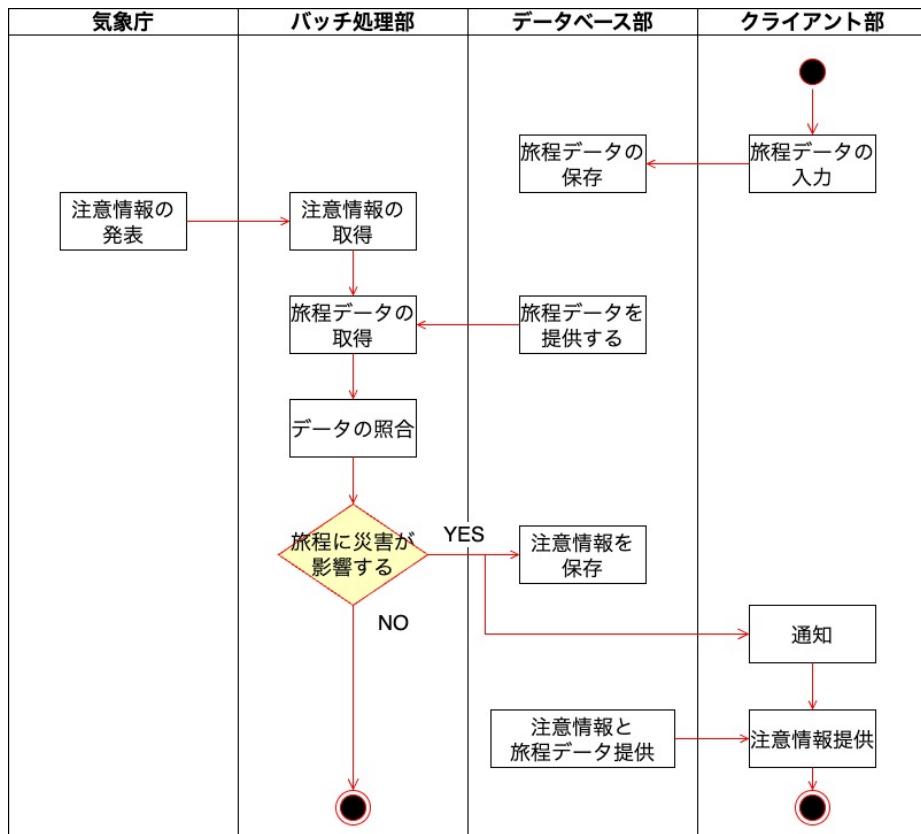


図 2.2: システムのアクティビティ図

## 2.2 環境

本研究のシステム環境を構成ごとに述べる。

- クライアント部
  - デバイス
    - \* Mac Book Air (13-inch, 2020)
    - \* iPhone 15
  - OS
    - \* macOS Sonoma 14.0
    - \* iOS 17.12
  - 開発言語・ソフトウェア
    - \* Dart 3.0.5

- \* Flutter 3.10.5
- \* Xcode 15.1
- バッヂ処理部
  - OS
    - \* Ubuntu 20.04
  - 開発言語・ソフトウェア
    - \* Python 3.10.4
    - \* Docker 20.10.21

## 2.3 利用技術

本研究のシステムに利用した技術を構成ごとに述べる。

### 2.3.1 クライアント部

クライアント部で利用した技術に関して述べる。

#### Flutter

Flutter[20] とは、2017年にGoogleによって作られたマルチプラットフォームアプリケーションの開発フレームワークである。本研究では、iOSとAndroid両方のプラットフォームで動作するモバイルアプリケーションを開発するために利用した。

#### Google Place API

Google Place API[21] は Google Map に登録されている位置情報の検索、詳細を取得する機能を提供している。本研究では、旅程の場所データを入力する機能に Google Place API を利用している。API の Place Autocomplete という機能を利用して、場所の名前の検索語から候補を検索する機能を開発した。ユーザは候補の中から場所を選択する。モバイルアプリは選択した場所の ID を条件にして Place Details という機能で場所の詳細情報を取得する。詳細情報は場所の名称と都道府県名、市区町村名、住所、場所アイコンの URL である。

### 鉄道データ

鉄道データ [22] は国土交通省が提供している鉄道に関するデータである。内容は全国の旅客鉄道・軌道の路線や駅について、形状、鉄道区分、事業者、路線名、運営会社等を整備したものである。本研究では交通機関の旅程データを入力する機能にこのデータを利用している。事前にこのデータから路線名とその路線に属する駅の名称と緯度経度情報を抽出している。その緯度経度情報をジオコーディングして、各駅ごとに属する都道府県と市区町村名のデータを作成する。入力機能では、まず路線名から駅名の一覧を抽出して表示する。そして、駅ごとの都道府県と市区町村名の情報を保存できるようにデータを加工してアプリに内蔵している。

### 位置参照情報

位置参照情報 [23] は国土交通省が提供しており、全国の都市計画区域相当範囲を対象に、街区単位の位置情報を整備したデータである。位置情報とは代表点の緯度、経度、平面直角座標である。ジオコーディングは入力した緯度経度に一番近しい代表点の都道府県名と市区町村名を抽出する。このデータを利用して、鉄道データから入手した駅の緯度経度情報をからジオコーディングをするのに利用した。

### 外部ライブラリ

Flutterで利用した外部ライブラリを以下に示す。

- google\_maps\_webservice: 0.0.20-nullsafety.5
- cloud\_firestore: 4.8.4
- flutter\_local\_notifications: 15.1.0+1

### 2.3.2 データベース部

データベース部で利用した技術に関して述べる。

### Cloud Firestore

Cloud Firestore[24] は、モバイルアプリケーションやウェブアプリのデータ保存、同期、照会ができるNoSQLデータベースである。本研究では、旅程データを保存するデータベースとして利用した。

#### 2.3.3 バッチ処理部

バッチ処理部で利用した技術に関して述べる。

##### 気象庁防災情報 XML

気象庁防災情報 XML[25] は、気象庁が発表する防災情報を XML 形式で表現したデータである。

早期注意情報（警報級の可能性）という防災情報の XML を利用した。この情報は雨や風などの災害種類ごとに、警報級の災害の被害に遭う確率を「高」「中」の2段階で提供している。警報級の災害とは、気象庁が発表する防災応報の警報基準以上の災害を意味する。警報は重大な災害が起こる恐れのある旨を警告して行う予報である。大雨に関する警報は警戒レベル3と対応付けられており、日本住民の避難行動の目安となっている。

早期注意情報（警報級の可能性）の XML には、翌日までの情報と2日先から5日先までの情報の2種類の XML が存在する。翌日までの情報は毎日5時、11時、17時に定期的に発表されていて、2日先から5日先までの情報は毎日11時、17時に定期的に発表されている。この XML データから災害の影響が予測される地区、災害の可能性、災害の種類の情報を抽出して注意情報とした。予報地区は2種類の XML ごとに違う区分で分割されているが、どちらも都道府県かいくつかの市区町村のまとまりを単位としている。

本研究では、これらの情報を定期取得して、フロー情報として利用している。

##### cron

cron は UNIX 系の OS で標準的に利用されている Deamon の一種で、設定したスケジュールに沿って指定されたプログラムを定期実行するものである。本研究では、バッチ処理の定期実行のために利用した。

### 外部ライブラリ

Pythonで利用した外部ライブラリを以下に示す。

- firebase-admin: 6.2.0
- requests: 2.31.0

## 2.4 使用方法

本研究のシステムの使用方法を述べる。使用手順は以下の通りである。

1. アプリを起動する
2. 旅程パッケージを作成する
3. 旅程データを作成する
4. 通知を受け取る
5. 災害注意予報を確認する
6. ストック情報を確認する

### 2.4.1 アプリを起動する

アプリを利用するのに、旅行計画の作成が必要であるため、機能メニューの旅行計画をタップする。ホーム画面はアプリを立ち上げたとき、最初に表示される画面である。この画面ではアプリの概要について説明が閲覧できる。この画面から予報についての画面と旅程パッケージの作成画面に遷移できる。



図 2.3: 通常時のホーム画面

#### 2.4.2 旅程パッケージを作成する

旅程データを作成するために旅程パッケージを作成する。旅程パッケージ画面は作成した旅程パッケージの一覧と旅行パッケージの作成機能を提供している画面である。旅行パッケージは右下の計画の作成ボタンをタップすると旅行パッケージ作成画面に遷移して作成できる。旅行パッケージの一覧からパッケージをタップすると、旅程データ画面に遷移する。



図 2.4: 旅程パッケージ画面

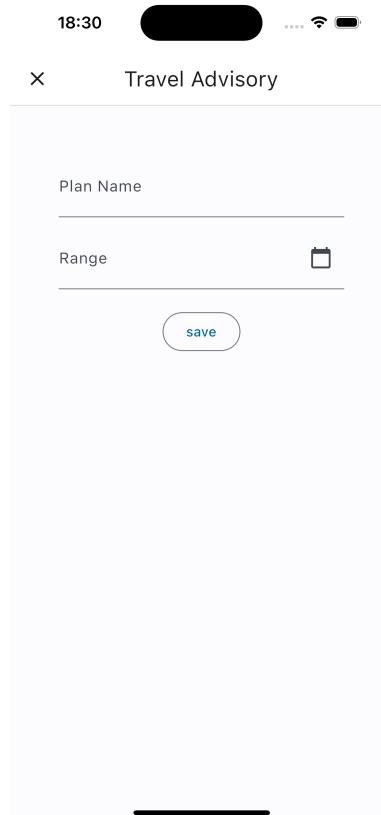


図 2.5: 旅程パッケージ作成画面

### 2.4.3 旅程データを作成する

旅程パッケージに旅程データを作成し、登録する。旅程データ画面は日付ごとに作成した旅程データの一覧と場所・交通データの作成機能を提供している画面である。下部の Add Spot ボタンをタップすると場所データの作成が、Add Transportation ボタンをタップすると交通データの作成画面に遷移する。



図 2.6: 旅程データ画面

### 場所データの作成

場所データを作成する。訪れる予定の場所を検索する機能とその時刻を入力する機能を提供している画面である。検索機能は Google Map API を利用している。検索すると場所の候補が複数表示されるので、1つを選択して Save ボタンを押す。

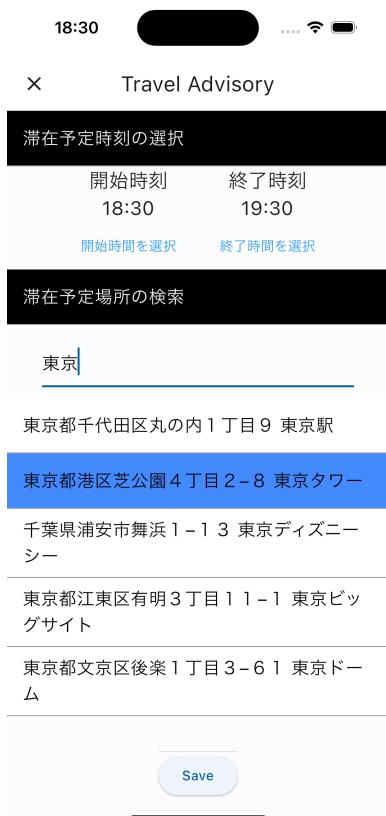


図 2.7: 場所データの作成画面

### 交通機関データの作成

交通データを作成する。利用する予定の鉄道の路線を検索する機能を提供する。路線を選択した後、路線に属する駅の一覧が表示される。自分が利用する予定の駅を1つ以上選択し、時刻とともにデータを保存する。



図 2.8: 鉄道の路線を検索する画面



図 2.9: 利用する駅を保存する画面

#### 2.4.4 通知を受け取る

通知をタップする。保存した旅程データがバッチ処理によって災害情報と紐付けられると、push 通知が届く。そしてホーム画面の災害注意予報一覧から注意報が出ている旅程パッケージをタップする。なお、本アプリにおいては遠隔からの通知を受け取る仕様ではなく、ユーザがアプリを通じて通知を送信する。本来であれば遠隔から通知を受け取るべきだが、後述する評価実験に関係のない機能であることから本実験では実装を見送った。



図 2.10: 通知の表示



図 2.11: 災害注意予報通知時のホーム画面

#### 2.4.5 災害注意予報を確認する

選択した旅行パッケージの災害注意予報が紐付けられている旅程データの一覧を閲覧する。一覧から旅程データを選択する。



図 2.12: 災害注意予報が出ている旅程データの一覧

#### 場所データの災害注意予報

場所データに対する災害注意予報を閲覧する。提供される災害の種類は雨と風（風雪）である。災害の種類ごとに災害が起こる確率を提供している。それぞれの災害のリストをタップすると、ストック情報の画面に遷移する。



図 2.13: 場所データの災害注意予報画面

### 交通データの災害注意予報

交通データに対する災害注意予報を閲覧する。交通データにおいては、場所データと同じように駅データごとに災害注意予報が提供される。各駅に対して災害の発生する可能性を運休する可能性として情報を提供している。さらに、ページ下部には災害時に起こる交通機関の運休の現象や計画運休の現象についての説明がある。



#### 2.4.6 ストック情報を確認する

災害のストック情報を閲覧する。ストック情報は雨と風（風雪）の2種類の災害の情報である。

##### 雨の災害の情報

日本における雨に関する災害についての説明が記載されている。雨に関する災害とは大雨そのものの現象以外に洪水と土砂災害のことである。各災害についての説明とそれに対する対策喚起の情報が載っている。



図 2.16: 雨のストック情報提供画面 1



図 2.17: 雨のストック情報提供画面 2

### 風の災害の情報

日本における風に関する災害についての説明が記載されている。具体的には台風と高潮、暴風についてである。各災害についての説明とそれに対する対策喚起の情報が載っている。



図 2.18: 風のストック情報提供画面 1

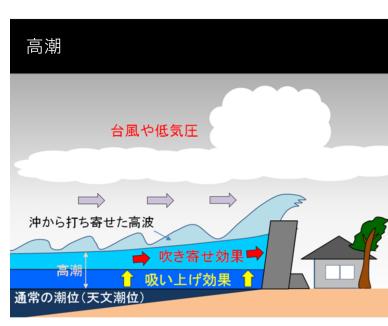


図 2.19: 風のストック情報提供画面 2

## 第3章

# 評価実験

本章では、本研究で開発した風水害注意情報提供システムの評価実験について述べる。まず、実験の目的、方法、結果、考察の順に述べる。

### 3.1 実験目的

本実験は、3章で説明したシステムが訪日観光客に対して防災行動を促す効果を持つか検証することを目的とする。防護動機理論に基づいてシステムがユーザの脅威評価に与える効果があるか、気象庁の天気予報が与える効果と比較することで確認する。

#### 3.1.1 防護動機理論

Rogersによって提唱された防護動機理論[26, 27]は健康リスクへの個人の対処行動を説明する理論である。その応用として災害リスクへの対処行動を分析した事例がある。柿本ら[28]はこの理論を拡張して予防的避難に対する意識行動をモデル化した。予防的避難とは夜間に災害発生の恐れがある場合に、日が出ているうちに早めの避難をすることである。これは日本住民を対象として行われている取り組みであるが、事前に避難勧告するという点では本研究と共通する。

本研究ではこのモデルに沿って評価指標を決定した。モデルは脅威評価、対処評価、非防護反応の3つの要素が防護動機を構成しているとしている。脅威評価は災害の深刻さに対する認知と災害発生の確率に対する認知で構成されている。対処評価は災害への対処行動の効果の認知、対処行動をとることのコス

トの認知，自分が対処行動を成功させることができる自信である自己効力で構成される。非防護反応は災害について考えないようにする思考回避や，危険性を認めない否認，運命諦観，楽観視，絶望や信仰で構成される。

### 3.1.2 評価指標

評価指標を脅威評価とする。本システムによる情報提供で影響が与えるのは脅威評価であり，先行研究で脅威評価はもっとも防護動機に影響を与えるとされているためである。脅威評価が高まれば高まるほど，防護動機も高まる。したがって，防災行動を促すことにつながる。対処評価に関しては，実際に旅行に行って現地の状況を把握しないと評価できない。つまり実験では評価することが難しい。非防護反応に関しては，システムの情報提供によって影響を与えるものではなく，個人の考え方として捉える。したがって，本研究では脅威評価を指標とする。

### 3.1.3 気象庁の天気予報

システムが提供する情報の比較対象として，気象庁の天気予報を情報を用いる。気象庁は一般的に天気予報と呼ばれている情報を府県天気予報<sup>\*1</sup>のことだと説明している<sup>\*2</sup>。府県天気予報は2日先までの天気予報を表形式でWeb上に発表している。また，その天気の概況をテキスト形式の情報で提供している。

システムの比較対象としてこれらの情報を選択した理由は，台風19号の災害情報等における事前対応に関する訪日外国人調査[1]の回答で，訪日中に台風襲来を知った情報媒体は日本のテレビやラジオと答えた人の割合が55.5%と一番多かったからである。つまり，現状の訪日観光客の約5割は気象庁の天気予報を間接的に受け取っている。そのため，気象庁の天気予報を比較対象の情報とする。

<sup>\*1</sup> <https://www.jma.go.jp/jma/kishou/know/kurashi/yoho.html>

<sup>\*2</sup> <https://www.jma.go.jp/jma/kishou/know/faq/faq4.html>

## 3.2 実験方法

調査はオンラインで評価を収集できるように設計した。実験参加者は日本人で19~25歳の男女22名が参加した。

参加者は2つのグループがあり、対応していない。それぞれのグループをシステムグループと天気予報のグループと呼称する。システムグループは10名、天気予報のグループは12名の参加者が参加した。参加者は2つの日程の旅程に対して評価をする。1つ目は実験参加者から見て、明日に予定されている旅程である。システムは5日先までの旅程に対して注意予報を提供している。その中でも明日に予定されている旅程は1日先の旅程であり、2日から5日先の予報と違って防災行動の判断を先延ばしにできない。この理由から1つ目の評価対象として選択した。2つ目は明後日に予定されている旅程データである。2日先の旅程データは2日から5日先の予報の代表の旅程として選択した。理由は脅威評価を計測するうえで、もっとも時間的な距離が近い2日先の旅程データは脅威評価が最大化するためである。つまり2日先のデータの評価は3から5日先のデータの評価を含意する。これら2つの旅程においてそれぞれのグループの脅威評価をシミュレーションすることで得る。

次に実験のために作成した旅程データについて述べて、アンケート調査用紙の説明をした後、それぞれのグループごとに実験の方法を述べる。

### 3.2.1 実験に使用した旅程データ

評価実験を2つのグループにおいておこなううえで、同一の旅程データをもとに評価する必要がある。実験に使用する旅程データは令和2年台風第10号の被害に遭うように設計した。令和2年台風第10号のデータが利用した理由は、気象庁の府県天気予報が2020年3月18日11時より新しい形式に変更され、これ以降の風水害で最大の災害であったためである。そのため、参加者は2020年9月5日にいる仮定の元で、9月6日と9月7日の旅程データについて評価する。2020年9月6日に鹿児島に行く旅程を、9月7日に福岡に行く旅程を実験の旅程とした。具体的にこれらの旅程データは2つの条件に基づいて作成した。付近の地形が山、海、川の場所が旅程に含まれていることと鉄道を利用することである。

### 鹿児島の旅程

鹿児島の旅程では海と山の近くの場所として桜島を選定した。川の近くの場所として川内駅を選んだ。川内駅は川内川の近くにある。また移動手段にJR鹿児島本線を選んだ。鹿児島中央駅から川内駅の13駅を登録した。

表 3.1: 鹿児島に行く旅程

日付	種別	出発	到着	イベント
9/6 (水)	移動		6:30	鹿児島空港
	移動	6:45	7:30	[バス] 鹿児島空港 → 桜島フェリーターミナル
	移動	7:30	8:00	[フェリー] 桜島フェリーターミナル → 桜島港
	観光	8:00	14:00	桜島
	移動	14:00	14:30	[フェリー] 桜島港 → 桜島フェリーターミナル
	移動	15:00	16:00	[JR 鹿児島本線] 鹿児島中央 → 川内
	宿泊	17:00		クマンジョベース

### 福岡の旅程

福岡の旅程では海の近くの場所としてシーサイドももち海浜公園が、山の近くの場所として皿倉山が、川の近くの場所として柳田神社博多総鎮守を選定した。川は博多川である。また、移動手段にJR鹿児島本線と福岡地下鉄空港線を選んだ。JR鹿児島本線は博多から八幡までの18駅を登録した。福岡地下鉄空港線は福岡空港から西新までの9駅を登録した。

表 3.2: 福岡に行く旅程

日付	種別	出発	到着	イベント
9/7 (木)	移動		6:30	福岡空港に到着
	移動	6:30	7:30	[福岡市営空港線] 福岡空港駅 → 西新
	観光	7:30	9:30	シーサイドももち海浜公園
	移動	9:30	10:00	[福岡市地下鉄空港線] 西新 → 中洲川端駅
	観光	10:00	12:00	櫛田神社
	移動	12:00	12:10	[福岡市地下鉄空港線] 中洲川端駅 → 博多
	移動	12:10	13:30	[JR 鹿児島本線] 博多 → 八幡
	観光	14:00	16:00	皿倉山
	宿泊	18:00		千草ホテル

### 3.2.2 アンケート調査用紙

評価指標である脅威評価を計測するためのアンケート調査用紙について説明する。調査用紙はGoogle フォームによって作成した。脅威評価を構成する災害の深刻さに対する認知と災害発生の確率に対する認知を質問により、5段階のリッカート尺度で評価する。質問文はそれぞれの旅程に対して「旅行中に災害に巻き込まれたとしたら、被害は大きいと思う」と「旅行中に災害の被害に遭うと思う」である。回答項目は共通であり、「そう思わない」「どちらかというとそう思わない」「どちらでもない」「どちらかというとそう思う」「そう思う」である。これらは順序尺度であり、順番に1から5までの離散値を評価の値として割り当てた。

### 3.2.3 システムグループ

システムグループの実験手順は以下の通りである。

1. 実験承諾する
2. 実験の説明を受ける
3. 鹿児島の旅程に対する災害注意予報を閲覧する
4. 鹿児島の旅程に対するアンケート項目を回答する
5. 福岡の旅程に対する災害注意予報を閲覧する

## 6. 福岡の旅程に対するアンケート項目を回答する

### 実験承諾をする

実験参加前，実験参加者は実験承諾書に同意した。実験の概要と個人情報の取り扱いについて確認した後に，承諾の旨をメールで意思表示した。

### 実験の説明を受ける

まず，実験参加者は実験の目的と方法について説明を受ける。その次に実験に使用する鹿児島の旅程データと，福岡の旅程データについて確認する。旅程データはGoogleスプレッドシートで作成した表形式のデータとGoogleマイマップで作成した地図形式のデータである。表形式のデータは観光と移動の2種類のイベントで構成した。観光のイベントは観光の場所の名称と，予定期間，観光の内容，観光地のURLを記載した。移動のイベントは移動の出発地点と到達地点，予定期間，移動手段について記載した。地図形式のデータは移動経路を線で，観光地をピンで地図上に表現した。

### 鹿児島の旅程に対する災害注意予報を閲覧する

実験参加者はシステムを使用して，災害注意予報の情報を確認する。災害注意予報は2020年9月5日に実際に気象庁から発表された1日先までの早期注意情報をもとに表示した。鹿児島の旅程の災害注意予報と雨，風の災害についてのストック情報を閲覧する。

### 鹿児島の旅程に対するアンケート項目を回答する

実験参加者はGoogleフォームで作成したアンケートに回答する。鹿児島の旅程に対して，「旅行中に災害に巻き込まれたとしたら，被害は大きいと思う」と「旅行中に災害の被害に遭うと思う」の質問に回答する。回答項目は，「そう思わない」「どちらかというとそう思わない」「どちらでもない」「どちらかというとそう思う」「そう思う」である。

### 福岡の旅程に対する災害注意予報を閲覧する

実験参加者はシステムを使用して、鹿児島の旅程と同様に福岡の旅程の災害注意予報の情報を確認する。災害注意予報は2020年9月5に実際に気象庁から発表された2日先以降の早期注意情報をもとに表示した。そして、雨、風の災害についてのストック情報を閲覧する。ストック情報は鹿児島の旅程で確認したものと同様である。

### 福岡の旅程に対するアンケート項目を回答する

実験参加者はGoogleフォームで作成したアンケートに回答する。福岡の旅程に対して、「旅行中に災害に巻き込まれたとしたら、被害は大きいと思う」と「旅行中に災害の被害に遭うと思う」の質問に回答する。回答項目は、「そう思わない」「どちらかというとそう思わない」「どちらでもない」「どちらかというとそう思う」「そう思う」である。

#### 3.2.4 天気予報グループ

天気予報グループの実験手順は以下の通りである。

1. 実験承諾する
2. 実験の説明を受ける
3. 鹿児島の旅程に対する天気予報を閲覧する
4. 鹿児島の旅程に対するアンケート項目を回答する
5. 福岡の旅程に対する天気予報を閲覧する
6. 福岡の旅程に対するアンケート項目を回答する

### 実験承諾する

実験参加者は実験参加前に実験承諾書に同意した。実験の概要と個人情報の取り扱いについて確認した後に、承諾の旨をメールで意思表示した。

### 実験の説明を受ける

システムグループと同様の説明を受ける。

### 鹿児島の旅程に対する天気予報を閲覧する

実験参加者は天気予報から情報を確認する。天気予報は2020年9月5日に実際に気象庁から発表された府県天気予報と天気概況をもとに表示する。参加者は9月6日に対する、天気や風、波の予報と降水確率、気温について表形式の情報を得る。そして、天気の概要を閲覧する。

### 鹿児島の旅程に対するアンケート項目を回答する

実験参加者はGoogleフォームで作成したアンケートに回答する。鹿児島の旅程に対して、「旅行中に災害に巻き込まれたとしたら、被害は大きいと思う」と「旅行中に災害の被害に遭うと思う」の質問に回答する。回答項目は、「そう思わない」「どちらかというとそう思わない」「どちらでもない」「どちらかというとそう思う」「そう思う」である。

### 福岡の旅程に対する天気予報を閲覧する

実験参加者は天気予報から情報を確認する。情報は2020年9月5日に実際に気象庁から発表された府県天気予報と天気概況をもとに表示されている。参加者は9月7日に対する、天気や風、波の予報と降水確率、気温について表形式の情報を得る。そして、天気の概要を閲覧する。

### 福岡の旅程に対するアンケート項目を回答する

実験参加者はGoogleフォームで作成したアンケートに回答する。福岡の旅程に対して、「旅行中に災害に巻き込まれたとしたら、被害は大きいと思う」と「旅行中に災害の被害に遭うと思う」の質問に回答する。回答項目は、「そう思わない」「どちらかというとそう思わない」「どちらでもない」「どちらかというとそう思う」「そう思う」である。

## 3.3 検定方法

検定方法について述べる。Brunner-Munzel検定[29]を利用した。Brunner-Munzel検定はノンパラメトリック検定の1つで、2標本の母集団分布の同一性を検定するための手法である。帰無仮説は2標本の母集団から1つずつ標本を取り出し

たときに，どちらが大きい確率も等しくなることである。つまり，以下の数式 3.1において  $p = 0.5$  となることである。対立仮説は2標本の母集団から1つずつ標本を取り出したときに，どちらが大きい確率も等しくならないことであり， $p \neq 0.5$  になることである。

$$p = P(X < Y) + \frac{1}{2}P(X = Y) \quad (3.1)$$

本研究の実験に置き換えると，XとYは天気予報グループとシステムグループから得られた回答データを表している。また，効果量は  $P(X < Y) + \frac{1}{2}P(X = Y)$  の計算結果である。Rで利用できるBrunner-Munzel 検定のライブラリ [30] を利用して検定する。

## 3.4 実験結果

実験の結果について述べる。実験で取得したデータと検定の結果について述べる。

### 3.4.1 回答データ

#### システムグループ

システムグループの回答について述べる。鹿児島の旅程に対する災害の深刻さに対する認知と災害発生の確率に対する認知の回答について述べる。災害の深刻さに対する認知への回答を図 3.1 に示す。

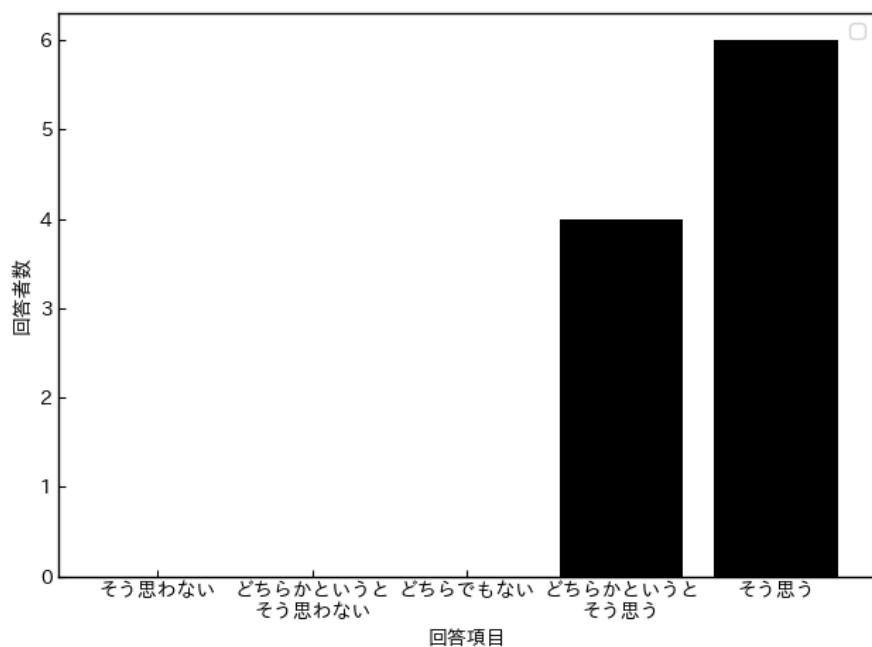


図 3.1: (鹿児島) 旅行中に災害に巻き込まれたとしたら、被害は大きいと思う

「そう思わない」と回答した人が0人、「どちらかというとそう思わない」と回答した人が0人、「どちらでもない」と回答した人が0人「どちらかというとそう思う」と回答した人が4人、「そう思う」と回答した人が6人いた。

災害発生の確率に対する認知への回答を図3.2に示す。

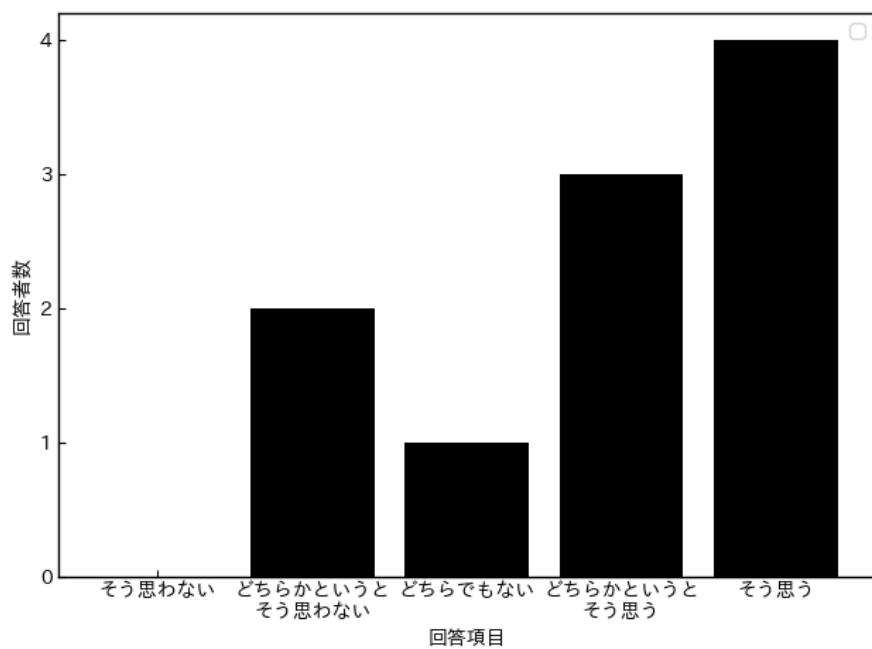


図 3.2: (鹿児島) 旅行中に災害の被害に遭うと思う

「そう思わない」と回答した人が0人、「どちらかというとそう思わない」と回答した人が2人、「どちらでもない」と回答した人が1人「どちらかというとそう思う」と回答した人が3人、「そう思う」と回答した人が4人いた。

福岡の旅程に対する災害の深刻さに対する認知と災害発生の確率に対する認知の回答について述べる。災害の深刻さに対する認知への回答を図3.3に示す。

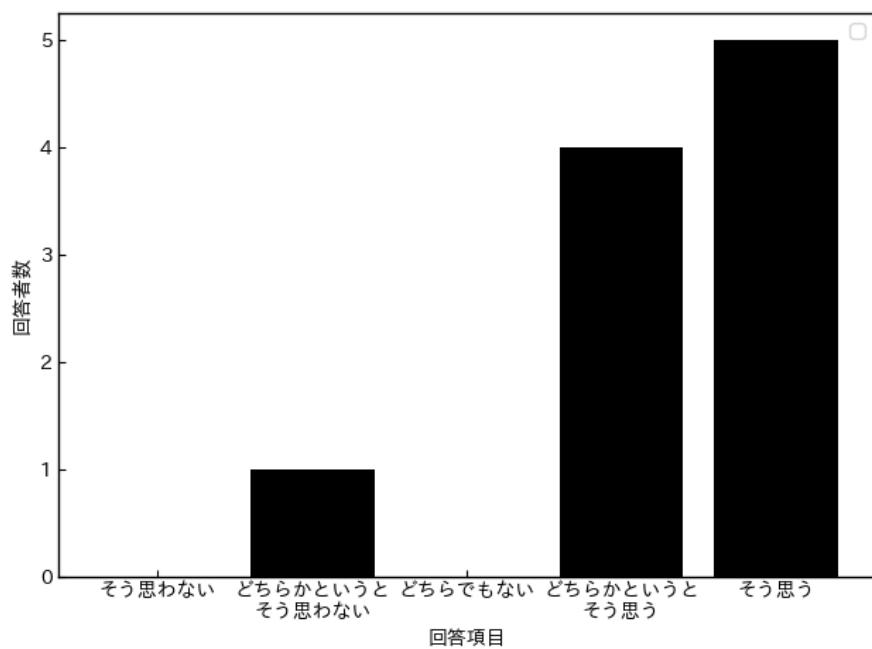


図 3.3: (福岡) 旅行中に災害に巻き込まれたとしたら、被害は大きいと思う

「そう思わない」と回答した人が0人、「どちらかというとそう思わない」と回答した人が1人、「どちらでもない」と回答した人が0人「どちらかというとそう思う」と回答した人が4人、「そう思う」と回答した人が5人いた。

災害発生の確率に対する認知への回答を図3.4に示す。

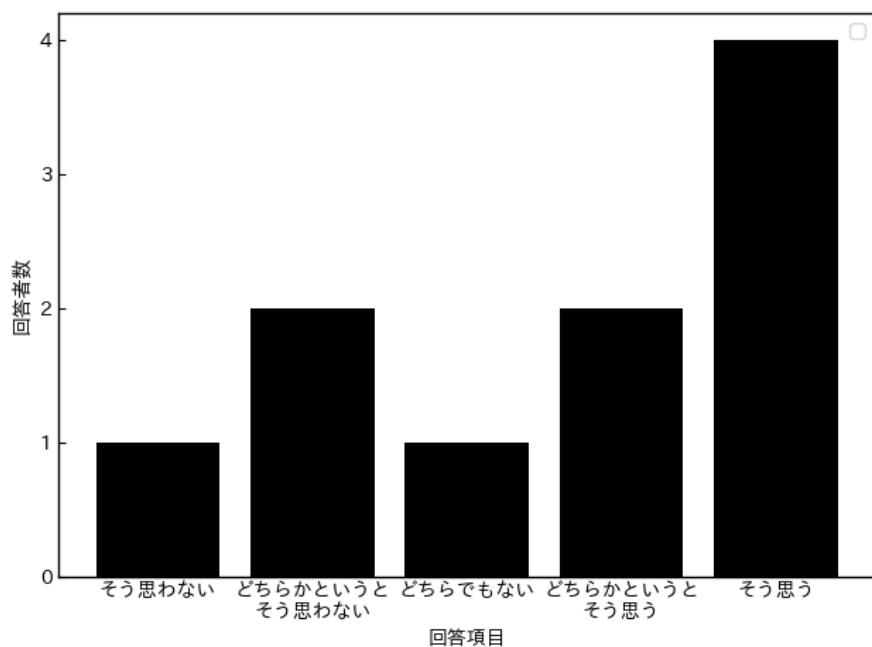


図 3.4: (福岡) 旅行中に災害の被害に遭うと思う

「そう思わない」と回答した人が1人、「どちらかというとそう思わない」と回答した人が2人、「どちらでもない」と回答した人が1人「どちらかというとそう思う」と回答した人が2人、「そう思う」と回答した人が4人いた。

#### 天気予報グループ

天気予報グループの回答について述べる。

鹿児島の旅程に対する災害の深刻さに対する認知と災害発生の確率に対する認知の回答について述べる。災害の深刻さに対する認知への回答を図3.5に示す。

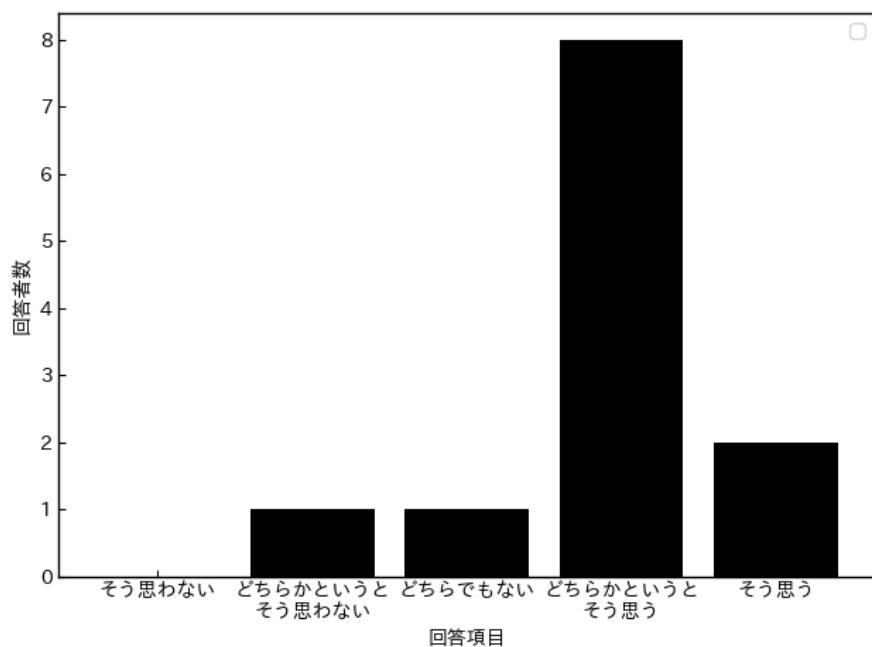


図 3.5: (鹿児島) 旅行中に災害に巻き込まれたとしたら、被害は大きいと思う

「そう思わない」と回答した人が0人、「どちらかというとそう思わない」と回答した人が1人、「どちらでもない」と回答した人が1人、「どちらかというとそう思う」と回答した人が8人、「そう思う」と回答した人が2人いた。災害発生の確率に対する認知への回答を図3.6に示す。

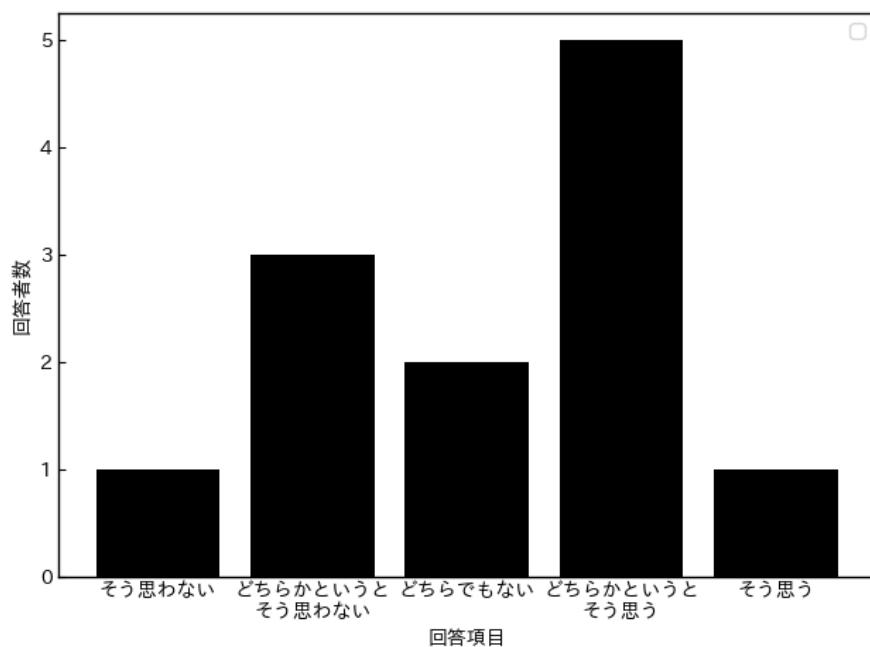


図 3.6: (鹿児島) 旅行中に災害の被害に遭うと思う

「そう思わない」と回答した人が1人、「どちらかというとそう思わない」と回答した人が3人、「どちらでもない」と回答した人が2人、「どちらかというとそう思う」と回答した人が5人、「そう思う」と回答した人が1人いた。

福岡の旅程に対する災害の深刻さに対する認知と災害発生の確率に対する認知の回答について述べる。災害の深刻さに対する認知への回答を図3.7に示す。

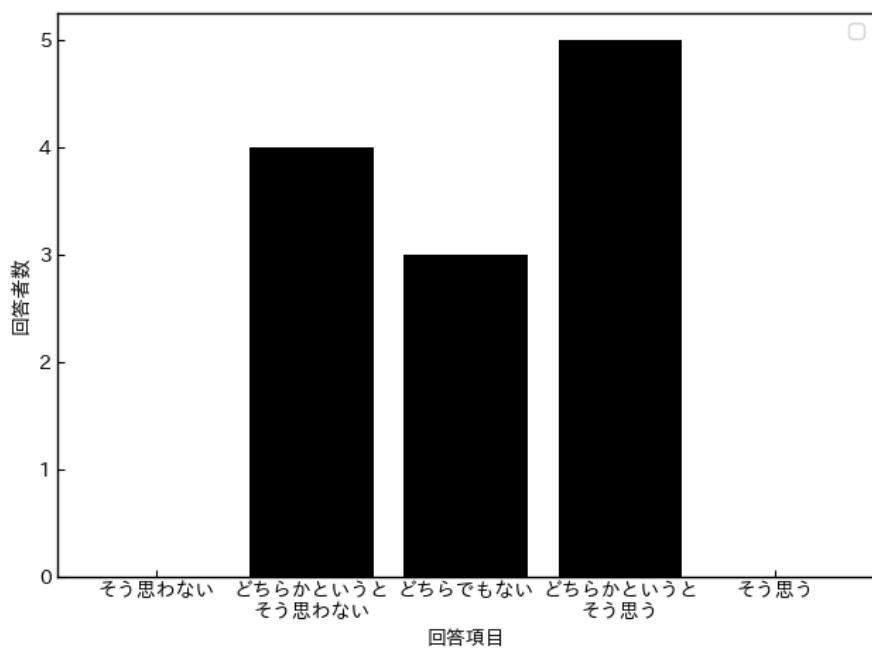


図 3.7: (福岡) 旅行中に災害に巻き込まれたとしたら、被害は大きいと思う

「そう思わない」と回答した人が0人、「どちらかというとそう思わない」と回答した人が4人、「どちらでもない」と回答した人が3人「どちらかというとそう思う」と回答した人が5人、「そう思う」と回答した人が0人いた。災害発生の確率に対する認知への回答を図3.8に示す。

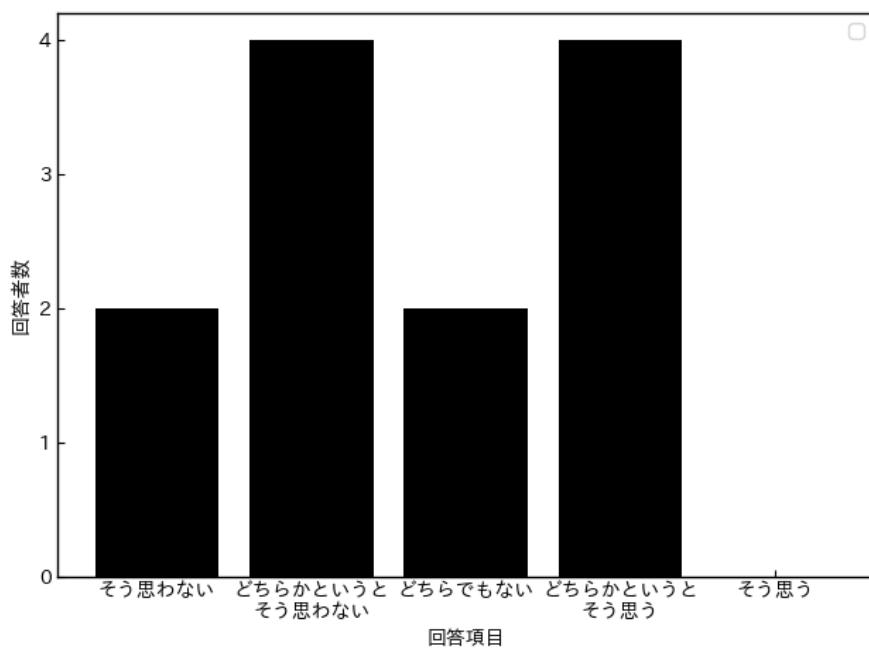


図 3.8: (福岡) 旅行中に災害の被害に遭うと思う

「そう思わない」と回答した人が2人、「どちらかというとそう思わない」と回答した人が4人、「どちらでもない」と回答した人が2人、「どちらかというとそう思う」と回答した人が4人、「そう思う」と回答した人が0人いた。

### 3.4.2 検定の結果

得られたデータから Brunner-Munzel 検定を行なった。比較対象はシステムグループと天気予報グループの2つの旅程に対する脅威評価である。旅程ごとに検定結果を述べる。表に記載されている、Xは天気予報グループの標本、Yはシステムグループの標本とする。

#### 鹿児島の旅程

鹿児島の旅程は1日先に災害の予報が出ている旅程であった。「災害の深刻さに対する認知」と「災害発生の確率に対する認知」についての検定結果を述べる。

まず「災害の深刻さに対する認知」の検定結果を表 3.3 に示す。P 値は  $1.504 \times 10^{-2}$  で、効果量は  $7.5 \times 10^{-1}$  であった。

表 3.3: 1 日先の旅程の災害の深刻さに対する認知の検定結果

p-value	$P(X < Y) + \frac{1}{2}P(X = Y)$
$1.504 \times 10^{-2}$	$7.5 \times 10^{-1}$

次に「災害発生の確率に対する認知」の検定結果を表 3.4 に示す。P 値は  $1.423 \times 10^{-1}$  で、効果量は  $6.791667 \times 10^{-1}$  であった。

表 3.4: 1 日先の旅程の災害発生の確率に対する認知の検定結果

p-value	$P(X < Y) + \frac{1}{2}P(X = Y)$
$1.423 \times 10^{-1}$	$6.791667 \times 10^{-1}$

### 福岡の旅程

福岡の旅程は 2 日先に災害の予報が出ている旅程であった。「災害の深刻さに対する認知」と「災害発生の確率に対する認知」についての検定結果を述べる。

まず「災害の深刻さに対する認知」の検定結果を表 3.5 に示す。P 値は  $2.507 \times 10^{-3}$  で、効果量は  $8.333333 \times 10^{-1}$  であった。

表 3.5: 2 日先の旅程の災害の深刻さに対する認知の検定結果

p-value	$P(X < Y) + \frac{1}{2}P(X = Y)$
$2.507 \times 10^{-3}$	$8.333333 \times 10^{-1}$

次に「災害発生の確率に対する認知」の検定結果を表 3.6 に示す。P 値は  $1.183 \times 10^{-1}$  で、効果量は  $7.0 \times 10^{-1}$  であった。

表 3.6: 2 日先の旅程の災害発生の確率に対する認知の検定結果

p-value	$P(X < Y) + \frac{1}{2}P(X = Y)$
$1.183 \times 10^{-1}$	$7.0 \times 10^{-1}$

## 3.5 考察

本研究の目的は開発したアプリが防災行動を促すのか、天気予報と比較して確認することであった。帰無仮説をシステムと天気予報のグループの母集団から 1 つずつ回答を取り出したときに、どちらが大きい確率も等しくなることと

していた。対立仮説はシステムと天気予報のグループの母集団から1つずつ回答を取り出したときに、どちらが大きい確率も等しくならないこととしていた。前述した実験結果から、指標ごとに考察を述べる。その後に日程ごとの結果から考察を述べる。

災害の深刻さに対する認知の検定結果におけるp値は、1日先が $1.504 \times 10^{-2}$ 、2日先が $2.507 \times 10^{-3}$ とどちらの日程においても小さい値であった。この結果から、2つのグループの評価に差があることが偶然である確率は2%以下である。すなわち、システムグループにおける評価の値と天気予報グループにおける評価の値には差がある。さらに効果量は、1日先が $7.5 \times 10^{-1}$ 、2日先が $8.333333 \times 10^{-1}$ とどちらの日程においても0.5以上の値であった。つまり、システムグループの回答の方が天気予報グループの回答よりも、認知が大きいとする回答数が多かったことを示す。これらのことから、どちらの日程においても天気予報グループより、システムグループの方が災害の深刻さに対する認知は大きい傾向が確認できる。

災害発生の確率に対する認知の検定結果におけるp値は、1日先が $1.432 \times 10^{-1}$ で、2日先が $1.183 \times 10^{-1}$ であった。この結果から、2つのグループの評価に差があることが偶然である確率は15%以下である。すなわち、システムグループにおける評価の値と天気予報グループにおける評価の値には差がある。さらに効果量は、1日先が $6.791667 \times 10^{-1}$ 、2日先が $7.0 \times 10^{-1}$ とどちらの日程においても0.5以上の値であった。これらのことから、どちらの日程においても天気予報グループより、システムグループの方が災害発生の確率に対する認知は大きい傾向が確認できる。

1日先の旅程と2日先の旅程に対する2種類の認知を比較すると、どちらの認知においても2日先の旅程に対する効果量の方が高い。つまり、より未来の旅行日程に対してシステムは天気予報よりも脅威評価を高める効果がある。

総評としてシステムが提供する情報の方が気象庁の天気予報よりも脅威評価を高める効果があったと言える。したがって、システムは天気予報と比較して、より防災行動を促すことが見込める。

## 第4章

# おわりに

本章では本研究のまとめと今後の展望について述べる。

### 4.1 まとめ

本研究は気象庁が発表する早期注意情報を利用し、訪日観光客が風水害の影響を受ける前に情報を提供することで、防災行動を促す効果があることを明らかにする研究であった。この研究をおこなった背景は、訪日観光客が台風などの風水害の現象を想起することが難しく、現状の情報提供方法は日本住民向けであるため、訪日観光客に理解し難いことであった。原因是ストック情報が既知でなく、フロー情報を理解できないことであった。ストック情報とはこれまでの教育や訓練などで人に蓄積された災害に関する情報である。フロー情報はある特定の災害に対する災害についての説明と避難の呼びかけの情報である。

その問題に対して、訪日観光客の旅行計画に基づいて訪日中に災害の影響を受けるか監視し、影響がある場合ストック情報とフロー情報を提供するシステムを提案した。新規性は情報提供するタイミングが余裕を持っておこなうことと、ストック情報を知らないても理解しやすい情報を提供していることである。

気象庁が提供している天気予報の情報とシステムが提供する情報を比較することで、比較実験をおこなった。実験参加者は全て日本人である。防護動機理論という理論に基づいて、指標は脅威評価とした。アンケート調査をおこない、脅威評価を構成する災害の深刻さに対する認知と災害発生の確率に対する認知についての評価を収集した。過去の災害の情報から、実験用の旅程を2つ作成

した。1日先に災害の可能性が認められる旅程と2日先に災害の可能性が認められる旅程である。実験の結果、どちらの旅程においても天気予報から情報を得た実験参加者より、システムをから情報を得た実験参加者の脅威評価の方が高いと判明した。さらに、システムはより未来の旅行日程に対して天気予報よりも脅威評価を高まらせる効果がある。したがって、システムは天気予報と比較するとより高い脅威評価を与える効果があり、事前に防災行動を促すことが見込める。

## 4.2 今後の展望

今回の実験は日本人を対象としておこなったので、訪日観光客に防災行動を促すという目的を達成できたとは言えない。今後の展望として、外国人を対象とした評価実験をおこなう必要がある。また、システムで提供する情報も外国語化する必要がある。そして、提供する情報についても文献から確認できた情報のみに基づいて作成されたので、訪日観光客に使用してもらった感想を聞き、洗練していくたい。

## 参考文献

- [1] サーベイリサーチセンター. 台風19号の災害情報等における事前対応に関する訪日外国人調査, 2019. [https://www.surece.co.jp/wp\\_surece/wp-content/uploads/2019/10/PressRelease20191017.pdf](https://www.surece.co.jp/wp_surece/wp-content/uploads/2019/10/PressRelease20191017.pdf) (参照 2024-1-8).
- [2] ヤスコタムラ, ユキタツミ, カズミアダチ, ジュンコミヤモト, Yasuko Tamura, Yuki Tatsumi, Kazumi Adachi, Junko Miyamoto. 日本における外国人旅行者の被災状況に関する分析～インターネット上で公開されている2018年および2019年に発生した災害の資料より～. 神戸女子大学看護学部紀要, Vol. 5, pp. 23–36, 03 2020.
- [3] 訪日ラボ. 【台風21号】大阪ホステルに聞いた災害時の外国人対応「欧米人は『台風珍しい！動画撮りたい！』と外に出たがり静止するのが大変だった…」／国によって異なる災害への反応, 2018. <https://honichi.com/news/2018/09/12/osakadamageinterview/> (参照 2024-1-8).
- [4] ニッポン放送. 西日本豪雨～避難指示が60万人に及んだ京都府現地での被害状況, 2018. <https://news.1242.com/article/148867> (参照 2024-1-8).
- [5] 日本経済新聞. 台風10号が西日本縦断 1人死亡40人けが、uターン直撃, 2019. <https://www.nikkei.com/article/DGXMXZ048573920V10C19A8000000/> (参照 2024-1-8).
- [6] 田村太郎. 災害時における外国人への対応支援の対象だけでなく、担い手としての外国人への視点を. 自治体国際化フォーラム, Vol. 332, , 06 2017.
- [7] 涼菜中本, 遼太谷岡, 孝吉野. Vrを用いた被災体験とその対策を繰り返すことによる防災教育システムの提案. 2017年度情報処理学会関西支部支部大会講演論文集, Vol. 2017, p. 6p, 09 2017.
- [8] 義朗田中, 亮鎌田, 小一郎竹島, 孝明加藤. Bleビーコンを活用した津波避難

- 訓練行動モニタリングシステムの開発：伊豆市土肥大藪地区におけるスタディ. 地域安全学会論文集, 38・39, pp. 61–71, 2021.
- [9] 板宮朋基, 吉岡英樹, 大山昌彦, 小川高志. 津波避難行動支援スマートフォンアプリ「デジタル皆助ナビ」の開発と高知県黒潮町における実証実験. 第75回全国大会講演論文集, Vol. 2013, No. 1, pp. 515–516, 03 2013.
- [10] 直人江守, 善雄仲谷, 朋子泉, 尊義北村. 観光客の行動パターンを考慮した避難誘導方法検討支援システム. 第78回全国大会講演論文集, Vol. 2016, No. 1, pp. 151–152, 03 2016.
- [11] 健太片山, 真悟横山, 匠加藤, 秀幸高橋, 信英横田, 和也杉安, 哲男木下. 避難行動支援向けエージェント型iotシステムの検討. 第79回全国大会講演論文集, Vol. 2017, No. 1, pp. 593–594, 03 2017.
- [12] 直輝小林, 達也山, 翔輔佐藤. 避難シミュレーションにおける局所的情報を扱う避難誘導システムの提案. 日本シミュレーション学会論文誌, Vol. 13, No. 1, pp. 23–31, 2021.
- [13] 彰鶴島. リスクと多目的を考慮した視覚的避難誘導標識の割当て. 人工知能学会全国大会論文集, Vol. JSAI2022, No. 0, pp. 4N3GS502–4N3GS502, 2022.
- [14] 村朱里, 福島拓, 吉野孝, 江種伸之. 災害直後の避難支援を目的とした常時利用型災害時支援システムの開発. 第75回全国大会講演論文集, Vol. 2013, No. 1, pp. 815–816, 03 2013.
- [15] 友孝和田, 華奈前川, 一弘大月. 緊急救命避難支援システムにおける複数箇所の災害発生を考慮した避難誘導方式. 災害情報 = Journal of disaster information studies : 日本災害情報学会誌, No. 19, pp. 121–131, 07 2021.
- [16] 国土交通省観光庁. プッシュ型情報発信アプリ「safety tips」概要, 2020. <https://www.mlit.go.jp/common/001101175.pdf> (参照 2024-1-8).
- [17] WINDY.APP. Windyとはなにか? <https://windy.app/ja> (参照 2024-1-8).
- [18] 沙灯子志垣, 孝吉野, 隼人永井, 楓佐野, リッチーブレント. 外国人観光客を対象とした防災知識提供システムにおける情報提示手法. 情報処理学会論文誌, Vol. 62, No. 1, pp. 204–213, 01 2021.
- [19] 真輝坂本, 孝吉野, 隼人永井, 楓佐野, リッチーブレント. 観光客を対象としたweb閲覧時に防災情報にさらすシステムの評価. ワークショップ2018 (GN

- Workshop 2018) 論文集, Vol. 2018, pp. 1–6, 11 2018.
- [20] Flutter. Build for any screen. <https://flutter.dev/> (参照 2024-1-8).
- [21] Google Mpas Platform. Place api 概要. <https://developers.google.com/maps/documentation/places/web-service/overview?hl=ja> (参照 2024-1-8).
- [22] 国土数値情報ダウンロードサイト. 鉄道データ. [https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-N02-v2\\_3.html](https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-N02-v2_3.html) (参照 2024-1-8).
- [23] 国土数値情報ダウンロードサイト. 街区レベル位置参照情報とは. <https://nlftp.mlit.go.jp/isj/index.html> (参照 2024-1-8).
- [24] Firebase. Cloud firestore. <https://firebase.google.com/docs/firestore?hl=ja> (参照 2024-1-8).
- [25] 国土交通省気象庁. 気象庁防災情報xmlフォーマット情報提供ページ. <https://xml.kishou.go.jp/> (参照 2024-1-8).
- [26] Ronald W. Rogers. A protection motivation theory of fear appeals and attitude change1. *The Journal of Psychology*, Vol. 91, No. 1, pp. 93–114, 09 1975.
- [27] RW. ROGERS. Cognitive and physiological processes in fear appeals and attitude change : A revised theory of protection motivation. *Social Psychology : A Source Book*, pp. 153–176, 1983.
- [28] 柿本竜治, 金華永, 吉田護, 藤見俊夫. 予防的避難の阻害要因と促進要因に関する分析. 都市計画論文集, Vol. 49, No. 3, pp. 321–326, 2014.
- [29] Brunner Edgar and Munzel Ullrich. The nonparametric behrens-fisher problem: Asymptotic theory and a small-sample approximation. *Biometrical Journal*, Vol. 42, No. 1, pp. 17–25, 01 2000.
- [30] CRAN. brunnermunzel: (permuted) brunner-munzel test. <https://cran.r-project.org/web/packages/brunnermunzel/index.html> (参照 2024-1-8).