

# 言語解析を用いた東北地方太平洋沖地震による 津波避難の分析 —気仙沼市の被災者を対象として—

遠藤 聡<sup>1</sup>・石川哲也<sup>2</sup>・藤生 慎<sup>3</sup>・高田 和幸<sup>4</sup>

<sup>1</sup>学生会員 東京電機大学理工学部創造工学系 (〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂)

E-mail: 08rk412@ms.dendai.ac.jp

<sup>2</sup>学生会員 中央大学大学院理工学部研究科土木工学専攻 (〒112-1551 東京都文京区春日1-13-27)

E-mail: ishikawa@risk-mg.iis.u-tokyo.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 東京大学大学院学際情報学府学際情報学専攻 (〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1)

E-mail: fujii@iis.u-tokyo.ac.jp

<sup>4</sup>正会員 東京電機大学理工学部 准教授 (〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂)

E-mail: takada@g.dendai.ac.jp

本研究では、宮城県気仙沼市の避難者を対象に津波からの避難行動の実態を明らかにするために仮設住宅を訪問しヒアリング調査を実施した。120名の被災者にヒアリングを行い、形態素分析を行った。

**Key Words :** *The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, evacuation, language analysis*

## 1. はじめに

2011年3月11日14時46分頃に発生した東北地方太平洋沖地震による津波は、三陸地方を中心に、甚大な被害を及ぼした。消防庁の被害報によると、東北地方太平洋沖地震で犠牲となった方のうち、死者は1万5,868人、行方不明者は2,848人と報告されている(2012年8月8日現在)<sup>1)</sup>。また、本研究の対象とした気仙沼市の死者・行方不明者数は、1,305人(2012年7月31日現在)<sup>2)</sup>である。東北地方太平洋沖地震で発生した津波は、三陸地方沿岸に到達し甚大な被害をもたらした。津波の最大遡上高さは、43.3m<sup>3)</sup>であり宮城県女川町笠貝島で観測されている。また、気仙沼市の津波の最大遡上高さは、約22.3mであった<sup>2)</sup>。三陸沿岸地域は、明治の大津波、昭和の大津波、チリ地震津波など津波常襲地域であり、過去の大津波により多くの人命が失われている。実際、東北地方太平洋沖地震でもほとんどの犠牲者は津波によるものであった。

地震発生から3分後の14時49分頃に気象庁は三陸沿岸地域に大津波警報を発令した。沿岸部の自治体では、防災行政無線を通じて避難の呼び掛けが行われた。これら

の情報を適切に理解し、避難したことで命を救われた市民が数多く存在した。その一方、避難しきれずに命を落とした市民も少なくない。津波からの避難のあり方を再検討するためには、当日どのような避難行動がとられていたのかを明らかにすることが必要である。

津波からの避難は、地理的条件により大きな影響を受ける。三陸地域沿岸のようにリアス地形に形成された市街地から高台に比較的短距離で避難することが可能な地域と、仙台平野のように、高台に避難するためには、数kmを要する地域が存在する。津波避難において、三陸沿岸など山がちな地形では高台に避難することが重要である一方、仙台平野など高台がほとんど存在しない場所では、津波避難ビルなどの人工の避難場所に避難することが重要となってくる。

そこで本研究では、ヒアリングデータをもとにして言語解析を行い、被災者の声から明らかとなる津波避難時に切迫感・緊迫感・危機意識を明らかにすることを目的とした。

## 2. 既往研究と本研究の位置づけの整理

津波避難に関しては、これまでに数多くの研究の蓄積がある。津波避難の研究領域は、津波防災教育、地震災害における津波避難状況の実態分析、古文書からの津波避難実態解明、被害想定に基づくシミュレーション分析・検証に大別される。本研究と関連性の深い研究分野は、地震災害における津波避難状況の実態分析と被害想定に基づくシミュレーション分析・検証である。

過去の津波からの避難実態を調査した分析事例として、早川ら<sup>5)</sup>、片田ら<sup>6)</sup>が挙げられる。早川ら<sup>5)</sup>は、津波発生時における避難行動開始モデルを提案している。その中で、日本海中部地震津波、北海道南西沖地震、北海道東方沖地震、石垣島南方沖地震を対象として、ヒアリング調査とアンケート調査の結果を用いて情報提供が人々の津波避難行動に与える影響をモデル化し、数量化理論を用いて分析を行い、津波避難開始率を推定する方法を提案している。その結果、気仙沼市の津波第1波到達時間が地震後20分後半であった場合に、住民の推定避難開始時間は10分前半であることを明らかにしている。片田ら<sup>5)</sup>は、2003年5月の宮城県沖の地震において三陸沿岸各地で震度4～6弱が観測され、津波襲来が直ちに懸念した。しかし、地震後に著者らが宮城県気仙沼市の住民を対象に実施した調査によると、津波を意識して避難した住民は、全体のわずか1.7%との調査結果を示している。避難率が低調となった要因を把握するため、住民の避難行動とその意識的背景を分析した結果、避難の意思決定を避難情報や津波警報に過度に依存する姿勢や、正常化の偏見による危険性の楽観視、過去の津波経験による津波イメージの固定化といった住民意識の問題点を明らかにしている。

マルチエージェントモデルを用いて津波避難シミュレーションを実施している研究事例として、玉川ら<sup>7)</sup>、齋藤ら<sup>8)</sup>、大畑ら<sup>9)</sup>、藤岡ら<sup>10)</sup>が挙げられる。これらは、津波来襲時の避難シミュレーションを開発し、それを用いて住民の避難に関する問題点、地域の津波に対する脆弱性を考察している。

津波避難計画や津波避難行動の問題点についてまとめた研究事例として、田中ら<sup>11)</sup>、矢代ら<sup>12)</sup>が挙げられる。田中ら<sup>11)</sup>は、アンケート調査を実施して津波避難行動をめぐる問題点を分析している。さらに、津波警報による情報伝達モデルを考案し分析している。その結果、地震が発生したら沿岸部では津波が襲来するという考え方が重要であると論じている。矢代ら<sup>12)</sup>は、津波対策として防潮堤、水門、陸閘等の防災施設、防災行政無線等の設備が進む一方、津波浸水予測図の作成、避難対象地域の指定、避難場所や避難経路の指定、避難勧告などの情報伝達等を含めた津波避難計画を定めている市町村が少ないことを指摘してソフト面における津波対策を充実させることの必要性を論じるために海岸部を持つ都道府

県・市町村を対象としてアンケート調査を実施して津波避難計画における課題を整理している。その結果、津波避難訓練は多くの自治体で行われていないこと、津波避難路の指定がほとんど行われていないことを明らかにして、津波対策推進マニュアルを作成し津波避難問題の解決方法を提示している。さらに、自治体、学識経験者、住民によるワークショップなどを通じて津波防災力の向上が可能であることを示している。

以上、津波避難実態に関する分析事例、津波避難シミュレーションに関する分析事例、津波避難計画・警報に関する分析事例をレビューした結果、津波避難に関して多くの研究の蓄積があることが明らかとなり、研究動向を把握することができた。しかし、東北地方太平洋沖地震による津波からの避難に成功した住民を対象としてその避難実態を調査し、津波避難と津波襲来までの間の避難行動に関して言語解析を用いて分析した研究事例はないことが確認された。

### 3. ヒアリング調査

#### 3.1 ヒアリング調査の概要

本研究では、宮城県気仙沼市の避難所への避難者と仮設住宅への入居者（200名）を対象として、2011年4月22日から10月10日の間にヒアリング調査を実施した。ヒアリング調査を実施した理由は、紙面を用いたアンケートなどに比べて回答の信頼性が高い情報収集が可能であることと、発災、避難開始、避難終了までの緊迫した状況をアンケートで把握することには限界があり、調査員が直接被災者と対面することで、より詳細な情報を収集することが可能であると判断したためである。調査概要を表1に示す。調査内容は、地震発生時にいた場所（被災場所）、最終的に避難することができた避難場所（最終避難場所）、避難経路に関する情報などである。なお、

表1 調査概要

場所	宮城県気仙沼市
対象	避難所への避難者、仮設住宅の入居者
期間	4月22日～10月10日
人数	200名(男性:88名 女性:112名)
年齢	20代以下:46人 30代:44人 40代:28人 50代:34人 60代:27人 70代以上:21人
調査項目	<ul style="list-style-type: none"> <li>・被災場所, 所持品, 被災時の行動</li> <li>・避難場所, 避難経路, 移動手段</li> <li>・避難場所の位置, 防災訓練参加の有無</li> <li>・チリ地震時の被災経験, 避難経路の有無</li> <li>・大津波警報の認識</li> <li>・個人属性 など</li> </ul>

避難経路に関する情報は、ヒアリングを行いながらタブレット型携帯端末装置に記録した。この方法を採用することにより、被災者と地図を確認しながら情報を記録することができ、信頼性の高い避難行動（避難場所、避難経路）に関するデータを整備することが可能であった。

A・・・質問者 B・・・被災者(女性, 52歳)

Aあなたは地震時、どこにいましたか？

B大島汽船フェリー乗り場の近くにいました

A地震後、まず何をしましたか？

Bテレビをつけました

あまりにもすごい揺れだったので、震度、震源地が気になったので

テレビを見た後に、夫と連絡をとって確認をとりあいました

Aあなたは最初に大津波警報が聞こえなかったか？

B聞こえませんでした

みんなバタバタしていたので

A避難した場所はどこですか？

B気仙沼高校です

A避難経路を確認します

B夫と電話をした後、店の戸締りや確認を外に出ると、すでに車の渋滞で、車では逃げられないと思ったので、走って逃げることにしました

とりあえず、従業員と海沿いを走って行きました

Aなぜ海沿いを走ったのですか、危険ではなかったのですか？

B海沿い以外の道はどこも、車でいっぱいであるスペースもなかったのです

なので、海沿いを少し走って、海から離れば大丈夫だと思っていました

しかし、パークホテル付近で波が押しよせてきて、波にのまれてしまい、流されてしまいました

ですが、足元がすぐわれるくらいで、何とかガソリンスタンド前で波がおさまり、また走りました

無我夢中で走り、橋まで辿りつきました

Aその間にまた津波は来なかったのですか？

B音は何度もしましたが、体まで来ることはなかったです

A橋まで来て、橋を渡ったのですか、他にも近くに高台はあったはずですけど

B今思うと、気仙沼小学校などがあってそこに行けば良かったのですが、あの時は家に子供と夫がいたので、そこにいきたくはないと思いました

橋を渡り終えた後、すぐに波の音がして後ろを見てみると、波が全体をのみこんでしまい、もう死ぬと思いました

ですが、気がつくとも見知らぬ家に入っていて、外を見るとまだ波が1~3cmくらいでしかきてないので、急いで服を着替えて外にでました

あとは無我夢中で走って気仙沼高校にきました

相変わらず波の音は激しくなっていて怖かったです

逃げていながら木や車などが流れて、ぶつかりそうになりました

A失礼ですが、波にのまれた時の記憶などはありますか？

B波にあたった瞬間は痛くなかったです

ですが、波の勢いはすごかったので、体ごと叩きつけられました

その後は記憶がなく、気が付いたら、見知らぬ家にいました

図1 ヒアリングのやり取りの一例



図2 避難経路

### 3.2 ヒアリング調査の一例（津波にのみ込まれつつも一命をとりとめた被災者）

ヒアリング調査の対象者のうち、一命をとりとめた女性（52歳）とのヒアリングのやり取りを図1に示す。また、この女性の避難経路を図2に示す。この女性は、海岸付近で地震に遭遇した。地震の揺れが大きかったた

め、すぐ自宅に戻り、テレビをつけて震度や震源地の確認を行っている。地震発生後、気仙沼市沿岸には大津波警報が発令されていたことから、気仙沼市は防災行政無線を通じて海岸付近に近寄らず、高台に避難することを呼び掛けている。しかし、この女性は、防災行政無線から流れる津波避難情報は「聞こえなかった」と回答している。その理由として「みんながバタバタしていた」ことを挙げている。このことは、地震後の建物内の状況や心理状態によっては、防災行政無線などを通じて市民に提供される津波避難情報が耳に入らない可能性があることを示唆するものである。

この女性は、津波が襲来する前に自宅からの避難行動を開始している。当初、車での避難を試みたが、道路が渋滞しており円滑な避難が出来ないと判断し徒歩で避難を開始した。しかし、パークホテル付近(避難開始場所から0.75kmの地点)で津波にのまれ、津波によって流された。この女性の避難開始地点から最寄りの津波避難場所は、気仙沼合同庁舎（避難開始場所から0.26kmの地点）であったにも関わらず、長距離の移動を要する津波避難場所（3.6km）への移動を試みた。この避難行動が、避難途中に津波に流された原因の1つである。また、この女性の避難経路の途中には、別の津波避難場所（気仙沼小学校）があったにも関わらず海岸から遠い気仙沼高校に避難をしている。以上の避難行動から、津波からの避難を成功させるためには、防災訓練などを通じて日頃から津波避難場所の位置や距離を確認しておくことが必要であることが示唆される。

### 3.3 津波避難状況の分析

筆者らがヒアリング調査を実施した200名の避難所への避難者および仮設住宅への入居者のうち避難開始地点と避難終了地点が明確なサンプル（185名）を徒歩避難・自動車避難にわけて、避難開始地点・避難終了地点とともに余裕時間を図3に示す。ヒアリング調査で、「避難の開始があと何分遅れたら命が危険であったのか」について質問しており、この時間を余裕時間と定義した。なお、ヒアリング調査では、余裕時間を「x分で命が危険であった」と選択肢を設けずに直接、危険を感じた時間を自由回答方式で回答して頂いた。また、津波避難では、水平方向と垂直方向の両方の避難距離が重要であるが、本研究では、水平方向の避難距離と余裕時間に着目して分析をすることとした。

徒歩避難者においては、余裕時間が5分未満の場合には、移動開始地点が沿岸もしくは河川の津波遡上域に近く、移動距離が長い。一方、余裕時間が5分以上の場合には、移動開始地点が沿岸もしくは河川の津波遡上域から離れており、余裕時間が5分未満の場合と比べて、避難距離が短い。このことから、沿岸域で地震動を感じたり、

大津波警報に関する情報を入手したりした者は、迅速に海岸部から避難する必要がある。

自動車避難でも徒歩避難と同様の傾向が見られ、海岸部で地震動に見舞われた、もしくは大津波警報に関する情報を入手した場合には、余裕時間は短く海岸部から離れた場所まで避難している。一方、5分以上の余裕時間のある避難者は、避難距離が短い傾向がある。しかし、5~15分未満と15分以上の余裕時間があったと回答している避難者は、避難距離が長距離であることから津波の襲来を視認してから津波に対して安全な避難場所まで移動したため避難距離が長くなったと考えられ、余裕時間も大きくなったと考えられる。

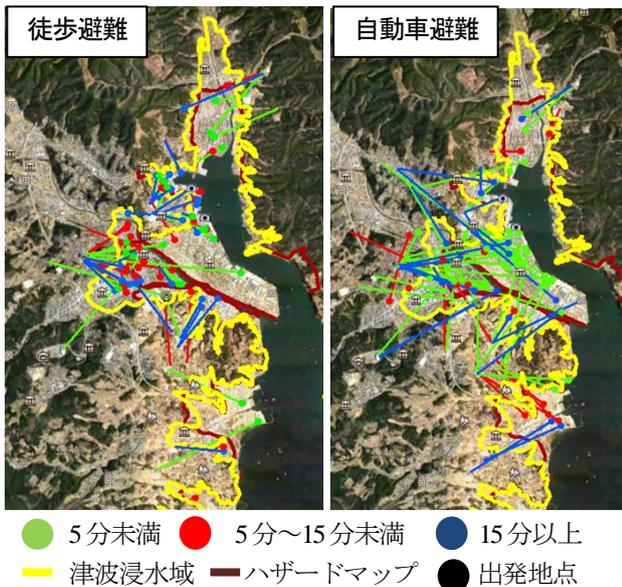


図2 徒歩・自動車による移動状況(出発地点から目的地点)

#### 4. 言語解析

##### 4.1 言語データの概要

本研究では、200名にアンケートとった中で、120名にICレコーダーで被災者から生の声を録音させて頂きました。そのヒアリングデータをもとにして言語解析を行い、被災者の声から明らかとなる津波避難時に切迫感・緊迫感・危機意識を明らかにすることが目的である。さらに本研究では図3を気仙沼弁、図4を標準語でわけた。

A・・・質問者 B・・・回答者  
 Bさん、女性 年齢 55歳

A 最初に大津波警報が聞こえましたか？

B 聞こえてなかったっけよ

A 避難時の移動手段は？

B 歩いて逃げたっけよ

A 避難した場所はどこですか？

B 気仙沼市立病院

A 移動した際に順調に避難所まで行きましたか？

B ええ、順調でしたよ

A 誰と逃げましたか？

B 主人と従業員2人と兄夫婦と兄夫婦の従業員1人でしたよ

A 逃げるのが、あと何分くらい遅かったら命が危なかったと思いますか？

B 30~1時間くらいだったっけかな

第2波があったけ強かったと聞いているので、たぶん1時間くらいだったっけかな

A 避難している際に、周りの様子はどうでしたか？

B 逃げてない人もいたし、工事をやっている人もいたよ。

また工事を続けてたっけよ

A 事前に避難場所を知っていましたか？

B まったくもって知らなかったです

A それはなぜですか？

B 私が知っていた避難場所は、南気仙沼小学校だったんだけど、そこはあまりにも川に近いっけ、どこに逃げていいかわからなかったんだよ

A 事前に避難経路を考えていましたか？

B 考えてねっけ

図4 標準語(一部抜粋)

A・・・質問者 B・・・回答者  
 Bさん、女性 年齢 55歳

A 最初に大津波警報が聞こえましたか？

B 聞こえてなかったです

A 避難時の移動手段は？

B 歩いて逃げました

A 避難した場所はどこですか？

B 気仙沼市立病院です

A 移動した際に順調に避難所まで行きましたか？

B はい、順調でした

A 誰と逃げましたか？

B 主人と従業員2人と兄夫婦と兄夫婦の従業員1人です

A 逃げるのが、あと何分くらい遅かったら命が危なかったと思いますか？

B 30~1時間くらいかな

第2波が強かったと聞いているので、たぶん1時間くらいかな

A 避難している際に、周りの様子はどうでしたか？

B 逃げてない人もいました

工事をやっている人は、また工事を続けていました

A 事前に避難場所を知っていましたか？

B 知らなかったです

A それはなぜですか？

B 私が知っていた避難場所は、南気仙沼小学校だったので、そこはあまりにも川に近すぎるので、どこに逃げていいかわからなかったです

A 事前に避難経路を考えていましたか？

B 考えてないです

図4 標準語(一部抜粋)

## 4.2 分析手法

本研究では、形態素分析を行うことにした。形態素分析とは、文章を意味のある単語に区切り、辞書を利用して品詞や内容を判別すること。また、かな漢字変換や、機械翻訳などに用いられる。コンピュータによる自然言語処理技術の一つ。日本語では単語ごとに区切らず続けて書くために、形態素ごとの分割が難しい。例えば、かな漢字変換の場合には、ひらがなのみで与えられた文章を区切る必要があるが、これは辞書を引きながら、色々な区切り方を試していくことになる。この時、辞書にある名詞を形態素として区切ったり、前後の品詞を見て文法的におかしい区切り方は省くなどの処理をするが、複数の解釈が可能な文章もあり、区切り方を一意に決定することはなかなか難しい。特に長文になるほど区切り方の解釈が複雑になるため、ユーザの意図しない漢字変換をしてしまうことが増える。

## 5. まとめ

本研究では、宮城県気仙沼市の避難所への避難者と仮設住宅への入居者（200名）を対象としてヒアリング調査を実施した。また、避難経路に関する情報は、ヒアリングを行いながらタブレット型携帯端末装置に記録した。この方法を採用することにより、被災者と地図を確認しながら情報を記録することができ、信頼性の高い避難行動（避難場所、避難経路）に関するデータを整備することが可能であった。

これら被災地でヒアリング調査を実施して収集したデータを用いて分析をした結果、津波避難時の状況を言語データから示すことができた。

### 謝辞

本研究では、東北地方太平洋沖地震により被災した宮城県気仙沼市の避難所及び仮設住宅で生活している被災者の方々から大変貴重なご意見を頂いた。ここに記して謝意を表する次第である。また、犠牲となった方々へご冥福をお祈り申し上げるとともに、被災地の一日も早い復旧・復興をお祈り申し上げます。

### 参考文献

1) 警察庁HP 被害状況と警察措置 広報資料（2012年8月8日時

点)

- 2) 宮城県気仙沼市役所 東日本大震災関連情報 (2012年7月31日時点)  
<http://www.city.kesenuma.lg.jp/www/contents/1300625388356/index.html>
- 3) 東京大学地震研究所の都司嘉宣准教授による調べ  
<http://outreach.eri.u-tokyo.ac.jp/>
- 4) 宮城県津波対策ガイドライン  
<http://www.city.kesenuma.lg.jp/www/contents/1300625388356/index.html>
- 5) 早川哲史、今村文彦：津波発生時における避難行動開始モデルの提案とその適用：自然災害学会、JJSND、21-1、51-66、2010年
- 6) 片田敏孝、児玉真、桑沢敬行、越村俊一：住民の避難行動にみる津波防災の現状と課題-2003年宮城県沖の地震・気仙沼市民意識調査：土木学会論文集、789巻、2-71号、93-104頁、2005年
- 7) 玉川奈都子、鏡味洋史：マルチエージェントシミュレーションによる釧路市中心部の津波からの避難シミュレーション：日本建築学会北海道支部研究報告集No.79、2006年7月
- 8) 齊藤嵩、鏡味洋史：マルチエージェントシミュレーションの津波避難問題への適用 - 奥尻島青苗地区をモデルとして - : 日本建築学会北海道支部研究報告集NO77、2004年7月
- 9) 大畑大志郎、高井健一、鏡味洋史：釧路中心市街地における津波避難施設配置の評価 - マルチエージェントシステムを用いた津波からの避難シミュレーション その2 - : 日本建築学会計画系論文集、第612号、87 - 91、2007年2月
- 10) 藤岡正樹、石橋健一、梶秀樹、塚越洋史：津波避難対策のマルチエージェントモデルによる評価：日本建築学会計画系論文集、第562号、231-236、2002年12月
- 11) 田中重好、田淵六郎、木村玲欧、伍国春：津波からの避難行動の問題点と警報伝達システムの限界：自然災害学会JJSNDS、25-2、183-195、2006年
- 12) 矢代晴実、西川智、遅野井貴子：地域ごとの津波避難計画策定に関する事例紹介：日本建築学会技術報告書、第19号、359-364、2004年6月