

過疎・高齢地域における自主防災組織結成を 目的とした防災ワークショップの発話分析

赤星 拓哉¹・神谷 大介²・吉濱 佑太³・城間 聖⁴・長曾我部 まどか⁵
榎原 弘之⁶・金城 太一⁷・我部 新⁸・山中 亮⁹・塚井 誠人¹⁰

¹学生会員 琉球大学大学院 理工学研究科 (〒903-0213 西原町千原1)
E-mail: k198471@eve.u-ryukyu.ac.jp

²正会員 琉球大学准教授 工学部工学科 (〒903-0213 西原町千原1)
E-mail: d-kamiya@tec.u-ryukyu.ac.jp

³学生会員 琉球大学 工学部環境建設工学科 (〒903-0213 西原町千原1)
E-mail: e165309@eve.u-ryukyu.ac.jp

⁴沖縄県中部土木事務所 (〒904-2155 沖縄市美原1-6-34)
E-mail: shirohjr@pref.okinawa.lg.jp

⁵正会員 鳥取大学助教 大学院工学研究科 (〒680-8550 西原町千原1)
E-mail: mchoso@tottori-u.ac.jp

⁶正会員 山口大学大学院教授 創成科学研究科 (〒755-8611 宇部市常磐台2-16-1)
E-mail: sakaki@yamaguchi-u.ac.jp

⁷正会員 中央建設コンサルタント 調査部 (〒901-2126 浦添市宮城5-12-11)
E-mail: tkinjo@cyuo.co.jp

⁸学生会員 琉球大学大学院 理工学研究科 (〒903-0213 西原町千原1)
E-mail: k188481@eve.u-ryukyu.ac.jp

⁹正会員 琉球大学大学院 理工学研究科 (〒903-0213 西原町千原1)
E-mail: k188673@eve.u-ryukyu.ac.jp

¹⁰正会員 広島大学大学院准教授 工学研究科 (〒739-8511 東広島市鏡山1-3-2)
E-mail: mtukai@hiroshima-u.ac.jp

過疎高齢化が進んでいる地域は、基礎自治体の広域化を抱えつつ自然災害が増加しているため、共助の重要性は高く、特に自主防災組織の取り組みが重要であると考えられる。本研究ではこのような地区として、沖縄県国頭村14地区を対象に、防災ワークショップを実施した。このワークショップで発言された語彙に着目して、トピックモデルを用いた発話分析を行い、地区ごとの関心事を明らかにした。関心事の共通点と相違点や関心度の高低より話題を、関心度が低く地域差が大きい話題、地域差が小さい話題、関心度が高く地域差が大きい話題に分類することが出来た。また、ワークショップが自主防災組織の結成につながった地区では多くの話題に対して関心が高く、他地区に比べて住民の意思に関する話題を中心に話し合いが行われていたことから、地区での取り組みを自分事として認識してもらい行動意図へつなげることが重要だと思われる。

Key Words : *voluntary disaster prevention organization, workshop, topic model*

1. はじめに

過去の災害の経験から災害対応における自助・共助の重要性が認識されており、図-1に示すように、意識調査からもその傾向が強くあらわれている¹⁾。2013年6月には

災害対策基本法が改正され、地区住民等が防災活動に関する計画を基礎自治体の地域防災計画へ提案することが可能となった²⁾。また、局地的豪雨による被災事例により、水害の局所化と基礎自治体の広域化の課題も明らかになってきており³⁾、自治会などの小さな空間スケール

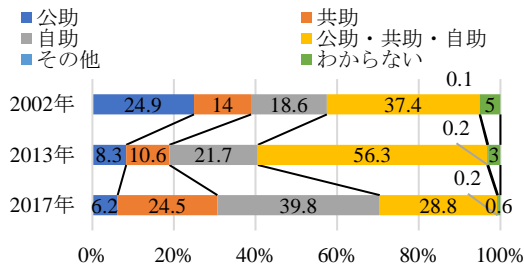


図-1 自助・共助・公助の対応に関する意識

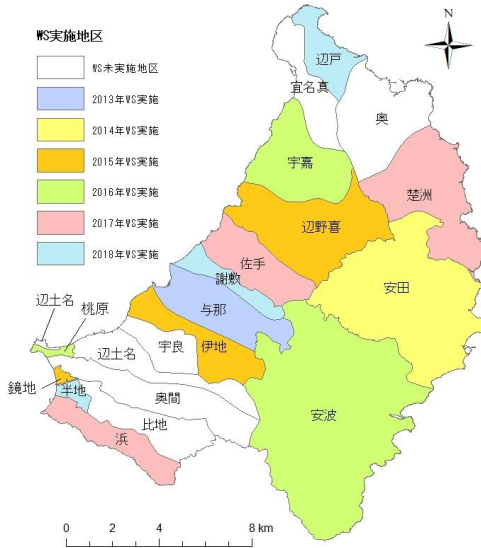


図-2 対象地域

での防災の取り組みの重要性が高まってきている。

これらに対し、全国各地で防災ワークショップ（以下、WS）が実施されている。共助力を示す1つの指標として自主防災組織のカバー率がある。これは、全国83.2%に対し沖縄県29.9%と全国最下位である⁴⁾。著者らはこれまで、過疎高齢化が進行し、特に共助力の向上が必要だと考えられる沖縄県国頭村を対象として、住民が積極的に防災活動を実施していくための自主防災組織の結成を目指した防災WSを実施してきた。これまでの研究⁵⁾では、国頭村11地区を対象とし、地区間で関心事に違いがあること、幅広い議論とある話題に集中した議論が自主防災組織結成に対して重要であることを示した。

本研究では、対象地区を増やし、防災WSにおける集落間の関心事の共通点や相違点を明らかにする。さらに、WS後の自主防災組織結成有無の観点から、共起ネットワーク分析による関心事間の関係を明らかにする。

2. 対象地域と防災WSの概要

(1) 対象集落の概要

本研究の対象地域は沖縄県最北部に位置する国頭村であり、20地区で構成される。図-2で着色された14地区を

表-1 集落の人口特性（2015年）と共同売店の有無

名称	人口	世帯数	高齢化率	共同売店
与那	193	85	32.1%	あり
辺野喜	158	81	48.7%	あり
安田	150	75	30.7%	あり
安波	144	76	35.4%	あり
浜	370	134	29.7%	あり
鏡地	427	190	15.9%	あり
桃原	275	104	24.0%	あり
伊地	196	74	25.5%	あり
佐手	86	43	29.1%	あり
宇嘉	42	21	35.7%	なし
楚洲	87	37	50.6%	あり
半地	168	60	25.0%	なし
謝敷	34	17	55.9%	なし
辺戸	71	42	53.5%	あり

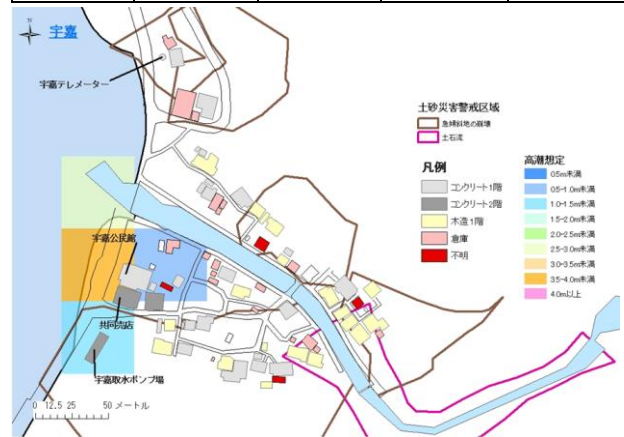


図-3 宇嘉地区の風水害と土砂災害想定区域

対象としてWSを実施してきた。各地区の概要を表-1に示す。高齢化率は平均で35.1%であり、非常に高齢化が進んだ地域である。共同売店とは、住民が出資して設置した店舗であり、コミュニティハブとしての機能を有している⁶⁾。国頭村の防災マップ⁷⁾では、地区ごとに土砂災害警戒区域、津波⁸⁾および高潮浸水想定区域が示され、風水害・地震への備えが記載されている。役場は辺土名にあり、村の中心となっている。国頭村の人口は辺土名及び奥間に集中しており、本研究では村の中でも小規模な地区を対象とする。

対象地区の殆どは小河川河口部の沿岸に位置しており、宇嘉地区の例を図-3に示しておく。このように、高潮や津波といった海からのリスクだけでなく、土砂災害といった山川のリスクも有している。小河川に沿って建物が見られる集落が多く存在するが、洪水に関する浸水想定は評価されていない。

(2) 防災WSの概要

対象とする14地区での防災WSは、図-2に示す通り2013年から2018年の6年かけて実施された。本WSは村の

防災事業の一環として行われてきたものであり、著者らがWSを運営した。主な流れは次の通りであり、1地区につき計3回のWSを行った。

- 1) 現地調査を行い地区のハザード・建物情報整理
- 2) 第1回WS：ハザードの説明と住民の関心事の議論
- 3) 第2回WS：振り返りと関心の高い事項の議論
- 4) 第3回WS：とりまとめと次年度の目標設定

WSの前に各地区で想定されている津波・高潮・土砂災害に関する情報を地図化した。さらに、現地調査を行い、各建物の世帯名称・構造（階層、木造・コンクリート造）、ブロック塀の高さ、道路幅、排水溝の配置、さらには区長および民生委員へのヒアリングによる要配慮者リストの作成を行った。参加者は5名程度グループに分かれて話し合いを行った。

3. トピックモデルを用いた関心事の抽出

(1) 分析対象とするデータ

全3回の防災WSのうち、住民の災害や防災への関心事を明らかにすることを目的として実施した第1回と第2回WSを分析対象とする。第3回WSは、第1回、第2回WSの確認と次年度の目標設定が議論の中心であったため分析の対象から除外する。

14集落の各回のWSにおける全てのグループについて発言録を作成した。発言録の数は66である。発言録のテキストデータに対し形態素解析を行い、単独で意味を成す自立語（名詞、動詞、形容詞、形容動詞）を抽出し、さらに人名や意味を成さない不要な語を削除した。この結果、分析対象とする総語数は109,734であり、語彙数は730となった。

(2) トピックモデルの概要

トピックモデルとは、文書別の単語集合が生成される過程を、階層ベイズモデルによって記述した確率モデルである⁹⁾。このモデルの利点は直接観測できない文書のトピックを単語の出現頻度から推定でき、かつ文書に占めるトピックの割合もトピックと同時に算出することができる点である¹⁰⁾。

防災WSでは、地区の災害履歴、災害時の危険箇所、避難路、要配慮者といった様々な話題が論じられる。本研究では、この「話題」をトピックと呼び、発言録からの推定を行う。本研究では、関心事はWS参加者の発言内容から判断できるものとする。つまり、WSの発言録に現れる語彙の種類や頻度に基づいて、モデルによってトピックを抽出し、これを地区の関心事とする。

トピックの推定問題は、発言録に出現する全語彙の中から、1)トピックを構成する語彙の部分集合（トピック

への貢献度を表す重み)を見出すとともに、そのトピックと発言録の部分集合である文書との関係を、2)トピックと文書との重みとして見出す問題として定式化される。

モデルの入力データは、行方向に文書、列方向に語彙をとり、語彙にはそれぞれ固有の列番号を割り付けることで、Bag of Words (BOW) と呼ばれる行列 M を生成する。ここで I を文書数、 V を全文書に現れる語彙数とすると、 M は I 行 V 列のデータ行列である。トピックモデルの構造を式(1)に示す。

$$M \equiv \theta B \quad (1)$$

ここで、 $K \ll V$ を満たす K をトピック数とする。右辺の θ は I 行 K 列の重み行列、 B は K 行 V 列のトピック行列である。式(1)が示すように、トピックモデルからはBOW行列 M の低ランク近似として、行列 θ と行列 B が得られる。トピックモデルでは、 θ 、 B の全要素が正で推定される。よって θ の各行を θ_i とすると、文書 i 当たりのトピック k の重みベクトルが得られる。 B の各行 B_k は、トピック k と語彙 v の関係を表す重みベクトルである。各 B_k の要素の中で、より大きな重みを持つ語彙が、トピックの構成語彙である。これは、トピック k の語彙 v の重み B_{kv} を、トピック k の中でそれぞれ降順に並べることで得られる。これらを示すと、

$$S_i(k) = \frac{\theta_{ik}}{\sum_k \theta_{ik}}$$

$$S_k(v) = \frac{B_{kv}}{\sum_v B_{kv}} \quad (2)$$

$$K(v) = \{v \mid S_k(v) > T \text{ or } \text{rank}_d(S_k(v)) < R\} \quad (3)$$

となる。ここで、 $S_i(k)$ は文書 i のトピック k の重み（割合）、 $S_k(v)$ はトピック k の語彙 v の重み（割合）、 T は重みの閾値、 $\text{rank}_d()$ はトピック k の語彙 v の重みを降順に並べ替える関数であり、 R は重みの順位に関する閾値である。

防災WSの発言録では「文書」の定義、つまり発言された語彙を最初から順番に並べた時、どの部分のどの長さを1文書と扱うかが難しい。たとえばWS1回分を1文書とすると、その中には多数のトピックが含まれる。一方、1発言を1文書とすると、ある話題に関するやりとりが複数回続く状況では、前後の発言と一連で扱うべき1つのトピックが複数の文書にまたがって現れる。つまり1つのトピックは多数の文書を含む。このように発言録において文書は、理想的にはトピックの切れ目で分割されるべきなのだが、このタスクには「モデルの解=トピックの先取り」が必要であり、このままでは解けない。

表-2 トピック数と文書あたりの語数の組み合わせ探索

	k=23	k=24	k=25	k=26	k=27
U=50	-54616	-54622	-54404	-54791	-56272
U=51	-54805	-54592	-54540	-54717	-55715
U=52	-54802	-54676	-54474	-54772	-55249
U=53	-54912	-54802	-54558	-54499	-54995
U=54	-54914	-54793	-54631	-54532	-55681

(数値は対数尤度)

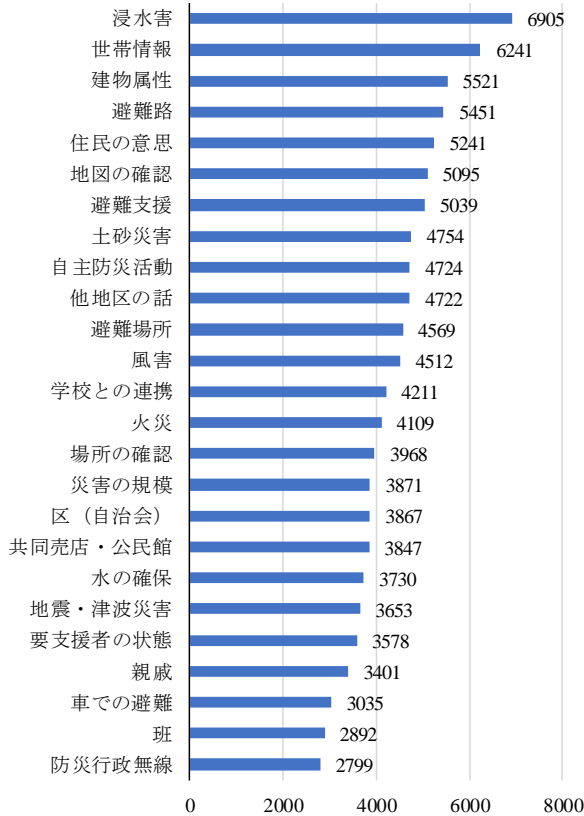


図-4 全トピックの重み分布

ただし上記の議論から「文書」を長すぎず短すぎない単位で定義すると、トピックとの対応が良くなると期待できる。そこで既往研究に倣い⁴⁰⁾、トピックごとに分割の長さが異なることを無視して、一定語数で発言録を分割し各文書の範囲を限定する。設定した語数の妥当性については、モデルの統計的な当てはまり指標である対数尤度を参照し、その値が最大となる語数とする。

なお単位語数に従って発言録を文書に分割するとき、同一文書とされる範囲が防災WSの切れ目(あるWSの終わりと次のWSの始まり)を超えることが無いように制約を加えた。

(3) トピックモデルの結果

(1)の手順で作成したデータベースに対しトピックモデルを適用した。推計されたトピックとその重みは、WSの発言録に現れる語彙の種類や頻度に基づいて分析を行ったため、各集落のWSにおける参加者の関心事として考察を行うこととする。

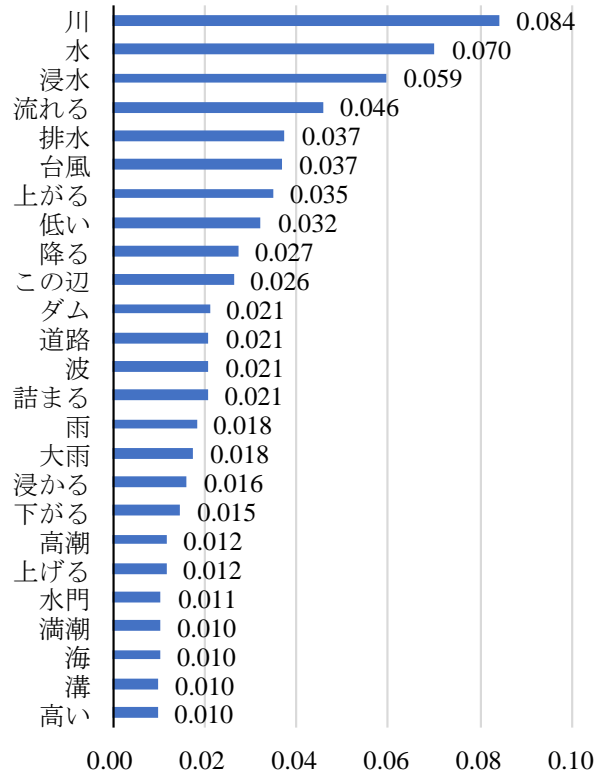


図-5 『浸水害』の上位25語

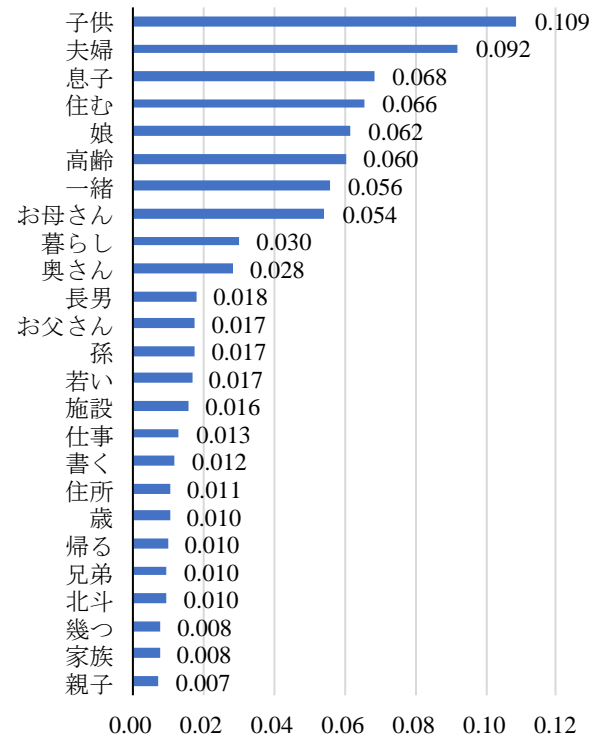


図-6 『世帯情報』の上位25語

トピックモデルを適用するにあたり、トピック数 (K) と文書あたり語数 (U) の2つの値を設定する必要がある。このため、対数尤度が最大の値をとるトピック数 (K) と文書あたり語数 (U) の組み合わせについて、グリッドリサーチにより探索した。表-2で示すように K=25, U=50で最尤度数となった。

25トピックについて、各トピックの重み(大きさ)を期待語数で集計した結果を図-4に示す。『浸水害』が最も大きく、次いで『世帯情報』であった。それぞれのトピックを構成する上位25の語彙を図-5と図-6に示す。図-5より、「川」、「水」、「浸水」、「流れる」といった単語が見られるため『浸水害』と解釈した。図-6より、「子供」、「夫婦」、「息子」、「娘」といった家族構成に関する単語、さらに「高齢」、「一緒」、「暮らし」、「若い」といった家族の状態に関する単語も見られる。そこで『世帯情報』に関するトピックと解釈した。その他、「人」、「若い」、「年寄り」、「声」といった避難行動要支援者に関する語彙が上位に現れたトピックは『避難支援』と解釈した。図-4より『浸水害』に関するトピックの重みが最も高いことから、全体では『浸水害』への関心度が高いと考えられる。防災WSにおいて、川や浸水の発言が多く、住宅と河川が近接しており台風時に氾濫の可能性が高いことが要因だと思われる。次いで、『世帯情報』や『建物属性』の重みが高い。近隣住民が家にいる時間帯や避難することが難しい高齢者の存在、実際に台風の被害を受けて窓ガラスが割れたり、屋根が飛んだりしたことについて話し合ったことが影響していると考えられる。一方で、高潮・津波に関するハザードマップは作成されているが、河川氾濫および内水氾濫に関するハザードマップは作成されておらず、防災WSにおける住民の浸水害への関心の高さを考慮すると、

ハザードマップの整備はさらに急ぐべきだと考えられる。

4. 集落間の関心事の比較と考察

(1) 集落間の比較

図-2および表-1で示したように、全て小規模な地区であり、山がちな沿岸部に位置するという共通性がある。また、トピックモデルで得られた25トピックは全集落における関心事である。地区ごとのトピックに対する重みの違いを図-7に示す。なお、ここで示した9トピックは図-4で示した上位である。図-7より、『浸水害』については辺野喜が最も高い。これは集落上流に辺野喜ダムが建設されているが、これより前に何度も水害を経験したことが影響している。多くの集落が河川沿いに形成されているのに対し、左手には河川が無いこと、楚洲は海岸に沿って集落が形成されていることが、関心の低さにつながったと考えられる。

『世帯情報』については集落間の差が大きく、鏡地での関心が非常に高いことが分かる。これは集落の人口が影響していると考えられる。人数が少なければ、世帯ごとの要配慮者の確認はそれほど時間がかからず、話題としては相対的に短くなったことが影響していると考えられる。このように、一見すると類似した集落であっても、その集落の形成や歴史、人口等により、関心事が異なる

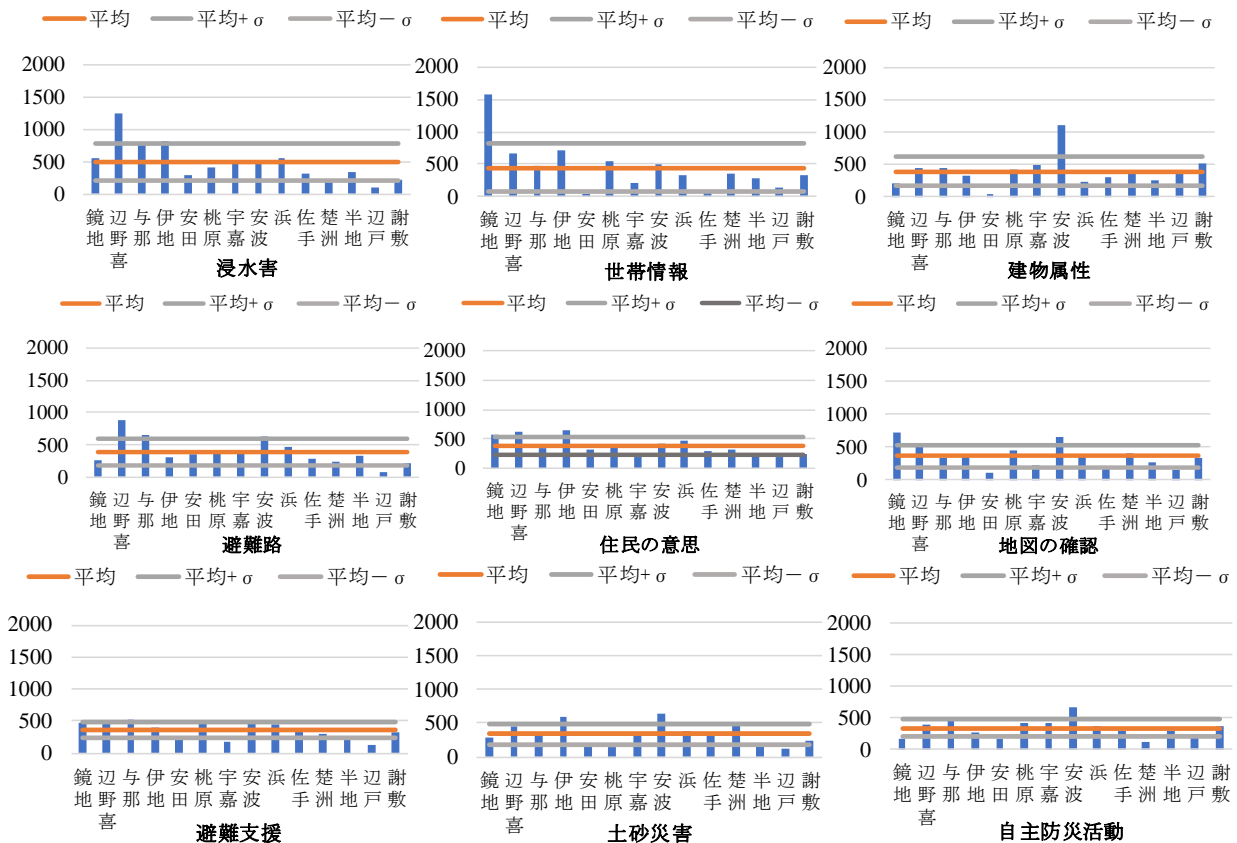


図-7 集落ごとのトピックに対する重み

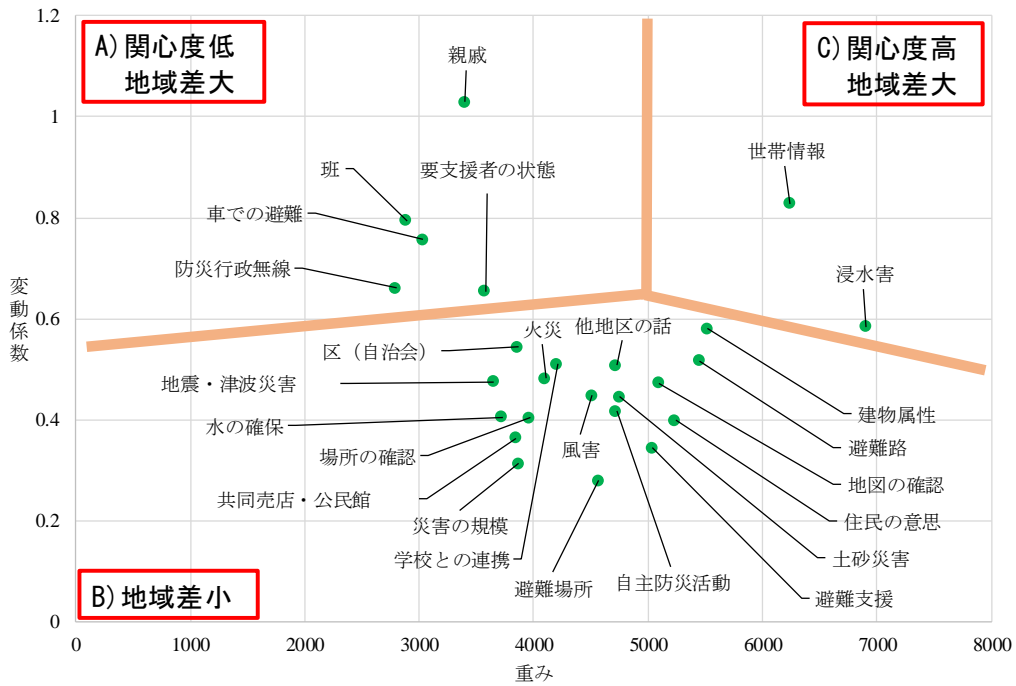


図-8 トピックに対する関心度と集落間の変動

ことが示された。

(2) トピックの関心度と地域差

図-4で示したトピックの重みと標準偏差を用いて word法によるクラスター分析を行った。この結果、図-8に示す。これより、関心事をA)関心度が低く地域差が大きいトピック、B)地域差が小さいトピック、C)関心度が高く地域差が大きいトピックに分けることが出来た。A)には車での避難や地区内での親戚関係のように地区の規模や立地に依存するトピックが多くなり、B)には自主防災活動や避難場所といったどの地区にも該当するトピック、C)には浸水害のように地区によって異なるリスクに関するトピックが得られた。

3つに分類されたトピック群に対し、各地区の関心度の高低を纏めると表-3が得られる。各集落において、関心度の高低をトピックの平均±σにより上か下かで判断したものである。この表より、防災WS後に自主防災組織が結成された3地区では多くのトピックにおいて重みが平均+σ以上となっており、多くのトピックに対して関心が高いこと、関心度が低いトピックがないことが分かる。一方、防災WS以前に自主防災組織が結成されていた安田・辺戸では、関心度が低いトピックが多くなった。これは自主防災組織結成を目的としたWSの内容であったため、地区が期待する内容と異なっていたと考えられる。

(3) 自主防災組織結成に影響を与えるトピック

14地区におけるWSの発言録の単語をトピック名に置

表-3 地区別のトピックの関心

		平均+σ以上			平均-σ以下		
		A	B	C	A	B	C
WS後 結成	辺野喜	3	11	1	0	0	0
	与那	2	5	1	0	1	0
	安波	3	11	0	0	0	0
WS 前	安田	0	1	0	0	11	1
	辺戸	0	0	0	3	12	1
自主防 なし	鏡地	1	5	1	0	2	0
	伊地	0	3	1	0	0	0
	桃原	1	3	0	0	2	0
	宇嘉	0	0	0	0	3	0
	浜	1	2	0	0	0	0
	佐手	0	1	0	0	4	1
	楚洲	0	0	0	1	4	0
	半地	0	0	0	1	1	0
謝敷	0	1	0	0	0	0	

き換え、共起ネットワーク分析を行った。これは、トピック間の共起ネットワークを作成し、トピックがどのような繋がりを持っているのかを明らかにする分析である。繋がり強さはJaccard係数を用いて表現する。この係数は、2つの集合に含まれている要素のうち共通要素が占める割合を表している。係数は0から1の間の値になり、Jaccard係数が大きい程2つの集合の類似度は高いといえる。ある集合Aと別の集合BについてのJaccard係数は式(4)で定義される。

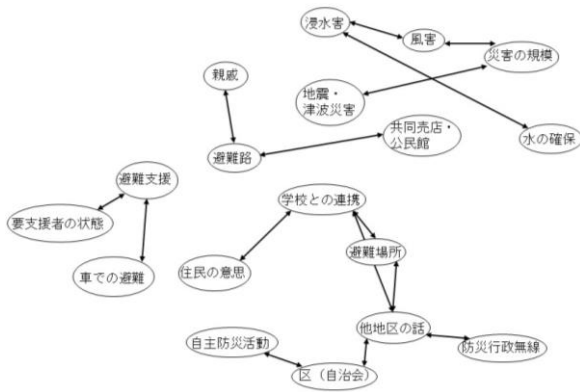


図-9 防災WS後に自主防結成した地区の上位15リンク

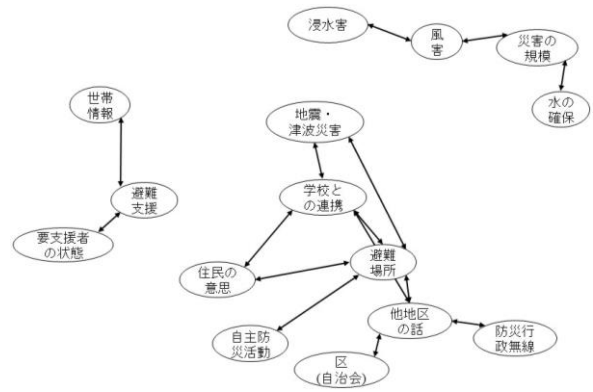


図-11 WS後に自主防結成してない地区の上位15リンク

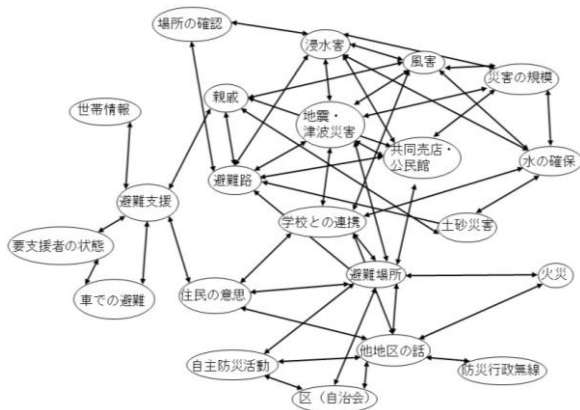


図-10 防災WS後に自主防結成した地区の上位50リンク

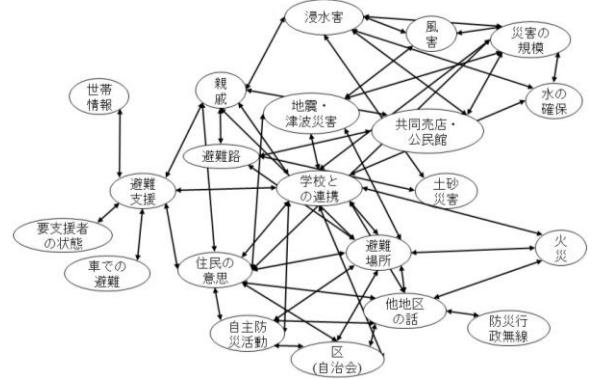


図-12 WS後に自主防結成してない地区の上位50リンク

$$J(A, B) = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|} \quad (4)$$

直感的には2集合の共通要素の割合を表し、値域は0~1の間である。

防災WS後の自主防災組織結成の有無の比較を行う。ここで、Jaccard係数が高い順にトピックおよびリンクを表現していき、その変化過程を分析する。WS後に自主防災組織が結成された地区の結果において、上位15本の結果を図-9、50本の結果を図-10に示す。同様に、WSを実施しても自主防災組織の結成につながらなかった地区での結果を図-11と図-12に示す。図-9はトピック数が18でグラフ数は4、図-10はトピック数が22でグラフ数が1、図-11はトピック数が15でグラフ数が3、図-12はトピック数が21でグラフ数は1である。なお、グラフ数とは、トピックとリンクが繋がった集合の数を意味している。

図-9と図-11を比較すると、防災WS後に自主防災組織が結成された地区では、少ないリンク数でも多くのトピックが現れていることが分かる。このプロセスを表現するため、上位リンク数15から50までの遷移を図-13に示す。これより、防災WS後に自主防災組織が結成された地区の方が、少ないリンク数でグラフ数が1になっていることが分かる。これらより、防災WS後に自主防災組

図-12 WS後に自主防結成してない地区の上位50リンク

■ WS後 ● なし

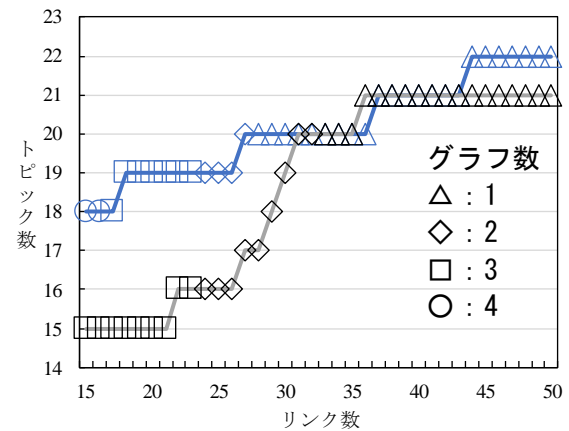


図-13 共起ネットワークのトピック数とリンク数

リンク数を160にした場合のトピック間の関係性について、自主防災組織結成の有無で比較する。ここでは中心となるトピックを抽出するため、媒介中心性を用いて分析する。この結果を図-14、図-15に示す。これより、自主防災組織を結成した地区では、『住民の意思』のトピックの中心性が高くなり、未結成地区では『親戚』の中心性が高くなった。結成地区においては、種々の話題が「〇〇をやる」などと言った、行動意図へつなげる表現であったと考えられる。しかし、図-7に示すように、『住民の意思』に関する重みが一樣に高いわけでは無い。つまり、関心事ごとに自らが行うか否かというように、地区での取り組みを自分事として認識し、発言していた

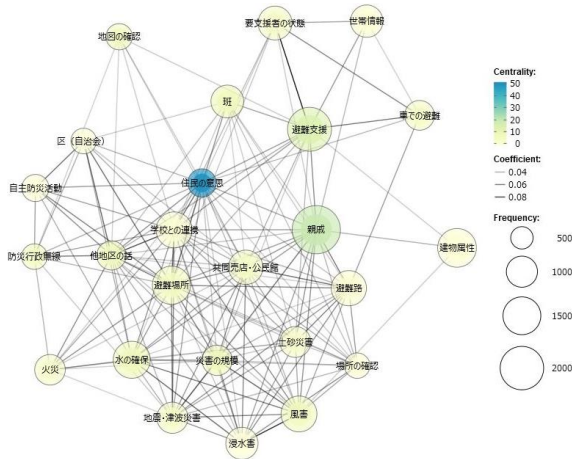


図-14 WS後に自主防結成した地区の媒介中心性

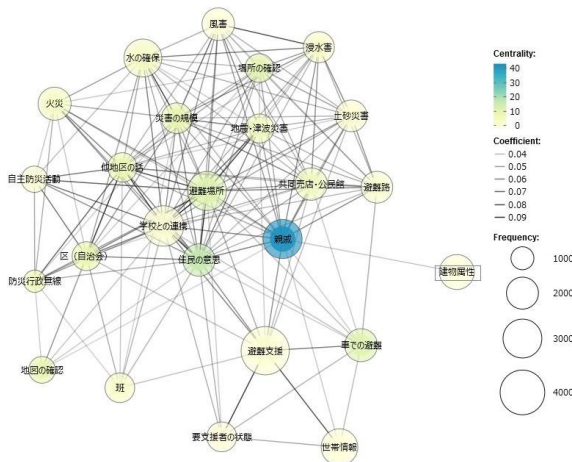


図-15 WS後に自主防結成していない地区の媒介中心性

と考えることもできる。一方、未結成地区では『親戚』の中心性が高くなっていることより、共助よりは血縁関係の中での対応を重視したと考えられる。

5. おわりに

本研究では、過疎高齢化が進行した14集落を対象として、防災WSを実施した。この発言録を基に、トピックモデルによる関心事の抽出を行ったことから、自主防災組織の結成につながった地区では多くのトピックに対して関心が高いこと、幅広いトピックにつながりがあることを認識し、行動を実施するという意思表示を伴う話し合いの場づくりが重要であるといえる。また、防災について幅広い議論を行っていくうえで、トピックにつながりがある事を意識させつつ、住民の考えをしっかりと聞き出すことが防災WS運営にとって重要であると考えられる。

参考文献

1) 内閣府：平成30年版防災白書，付属資料60，自助・共

助・公助の対策に関する意識。

- 2) 内閣府：地区防災計画ガイドライン，2014.
- 3) 神谷大介，赤松良介，板持直希，竹林洋史，二瓶泰雄：小規模集落における豪雨災害に対する課題と支援方策～奄美大島豪雨災害を事例として～土木学会論文集 A1，Vol.69，No.4，pp. I_305- I_312，2012.
- 4) 消防庁：平成30年版消防白書，付属資料4-1自主防災組織の都道府県別結成状況.
- 5) 神谷大介，城間聖，長曾我部まどか，榊原弘之，赤星拓哉，田中謙大，金城太一，我部新，山中亮，塚井誠人：過疎・高齢集落における防災ワークショップの関心事に関する分析，土木学会論文集F6（安全問題），Vol. 75，No.2，掲載決定，2020.
- 6) 長曾我部まどか，中山貴喜，神谷大介，榊原弘之，山中亮，宮国敏秋，峰翔太，辻本真希：過疎・高齢集落における防災ワークショップの実践とその効果に関する分析，土木学会論文集 F6（安全問題），Vol.73，No.1，pp.1-13，2017.
- 7) 国頭村：国頭村防災マップ.
- 8) 沖縄県庁：沖縄県津波浸水想定について（解説），2015.
- 9) 岩田具治：トピックモデル，講談社，2015.
- 10) 塚井誠人，椎野創介：討議録に対するトピックモデルの適用，土木学会論文集 D3（土木計画学），Vol.72，No.5，pp. I_341- I_352，2016.

(2020.3.8受付)