

水害対応ヒヤリ・ハット事例の 半自動抽出による 継続的な研修教材の更新に関する研究

研究代表者：

東京大学 大学院情報学環 総合防災情報研究センター
／生産技術研究所

大原美保

共同研究者：

北海道大学大学院情報科学研究院

山下倫央

背景：人口減少・人手不足による災害対応力維持の困難

◆ 我が国の災害リスク

首都直下地震

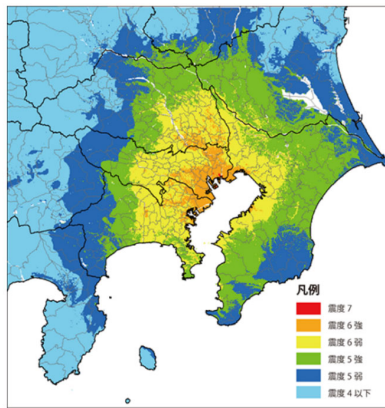


図 震度分布（都心南部直下地震）

南海トラフ地震

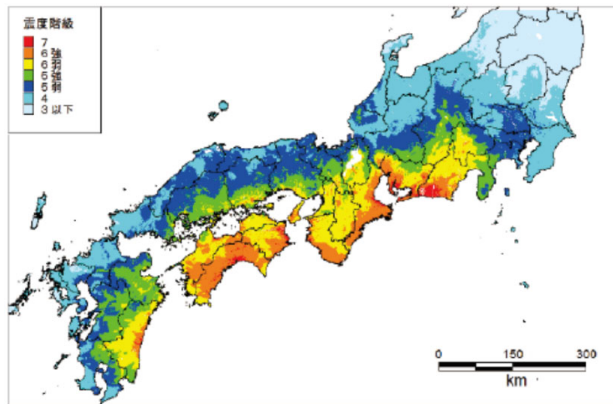
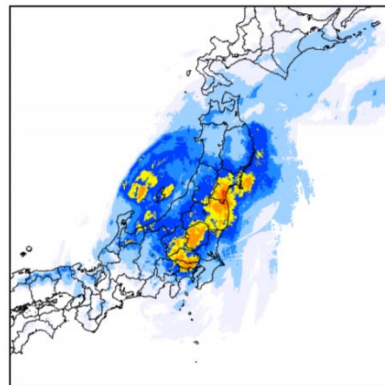
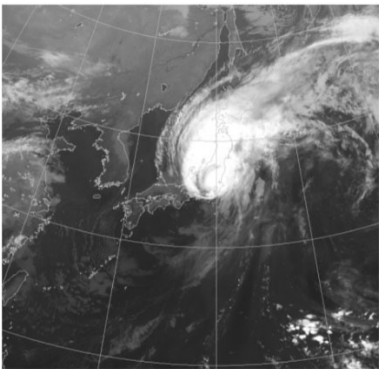


図1 南海トラフ地震で想定される震度分布図

出典：内閣府防災

巨大台風

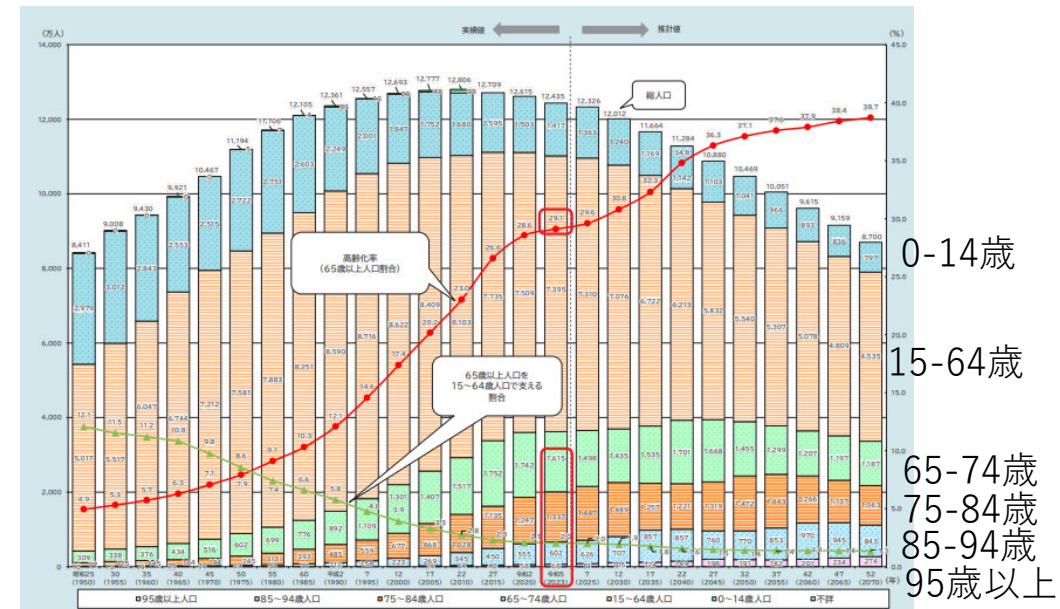


出典：気象庁

◆ 人口減少による人手不足

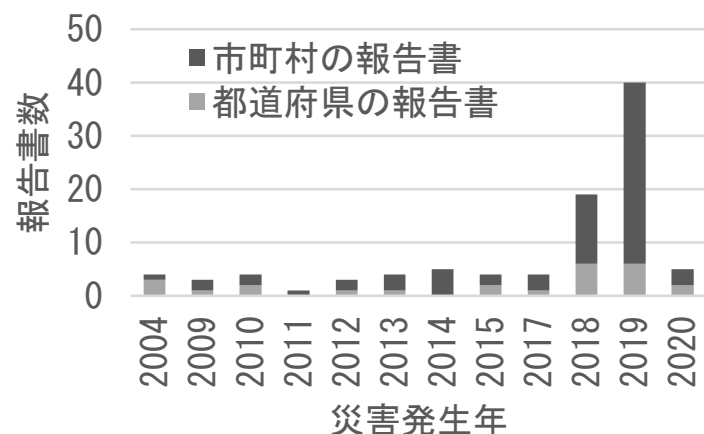
災害対応の教訓・経験の継承がますます困難に。

→人材育成の重要性が増加

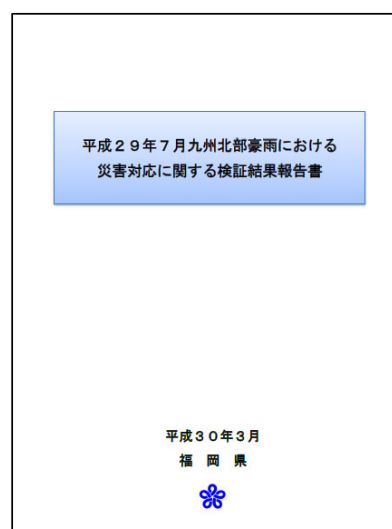


出典：高齢社会白書

背景：増えている災害対応検証報告書



・元々は米国FEMAのAfter Action Review(AAR)レポート



課題

対応策

◎ 情報の収集・発信についてスムーズにできなかった

- 被害を受けた出先事務所や市町村は、応急対応等や外部からの問合せ等に忙殺されているほか、被害の全容の把握にも時間を要したことから、孤立集落の状況を地図等で正確に把握できず、情報収集に苦慮した。(道路維持課)
- 福岡県道路規制情報のメール配信サービス等、道路情報を提供する既存のシステムがあったものの十分に周知されておらず、外部からの問合せに忙殺された。(道路維持課)
- 九州地方整備局が今回の災害への取組みを様々な媒体で公表している一方で、当事者である県は災害対策広報に十分な人手がさけず、県の取組みを十分周知できず対応が不足しているような負の印象を与えてしまったので、通行規制状況の広報にとどまらず、災害応急対策の取組みに対するPRをもっとすべきであった。(道路維持課)

◎ ポータルページの項目や「情報発信のひな型」の活用

- 発災直後から迅速かつ効果的・効率的な情報発信できるよう、今回作成したポータルページの項目や「情報発信のひな型」を今後も活用する。(平成29年度～) (県民情報広報課)

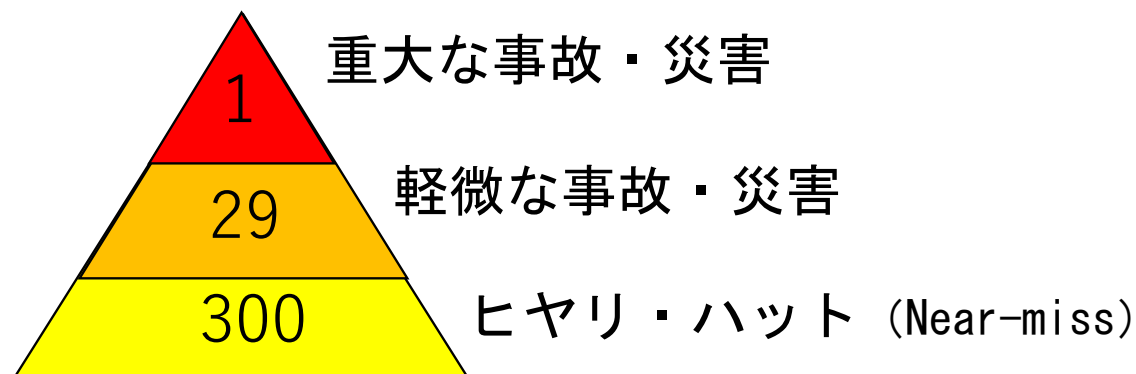
◎ 情報提供方法についてシステムの整備等を実施

- 県防災・行政情報通信ネットワークの再整備を実施し、あらゆる災害・防災情報を電子データで県出先機関、市町村と共有するシステムを新設するとともに、全国的な災害・防災情報基盤である「Lアラート」と接続し、迅速に広く県民へ情報提供する。(平成30年度) (防災企画課)

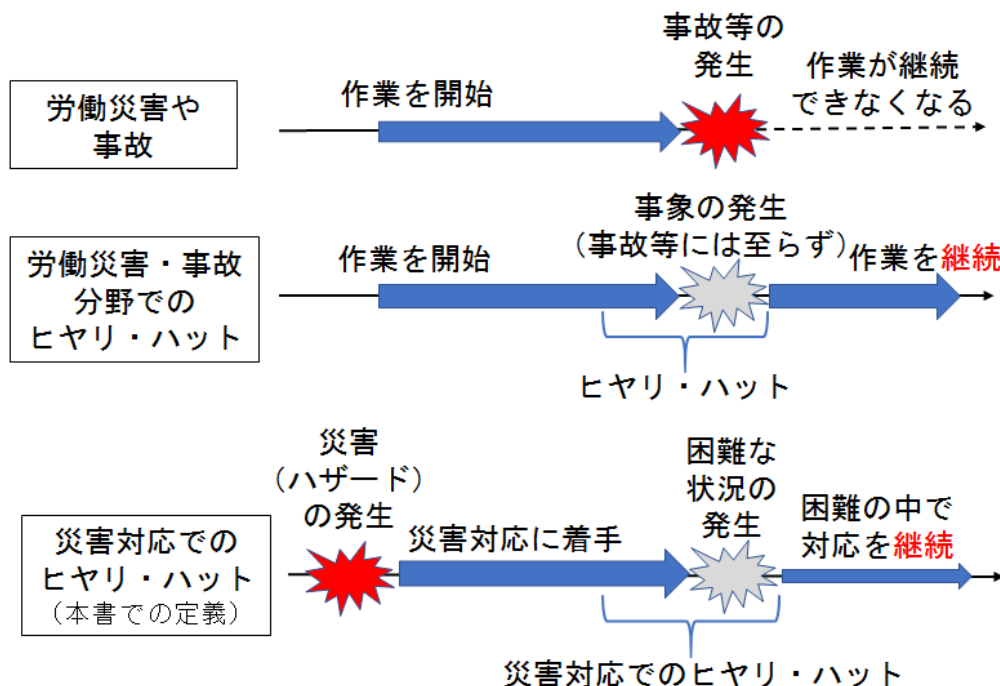
ヒヤリ・ハット事例から学び、「想定外」を「想定内」へ

ハインリッヒの法則

Herbert William Heinrich (1929)



ヒヤリ・ハット事例



災害対応ヒヤリ・ハット事例の定義:

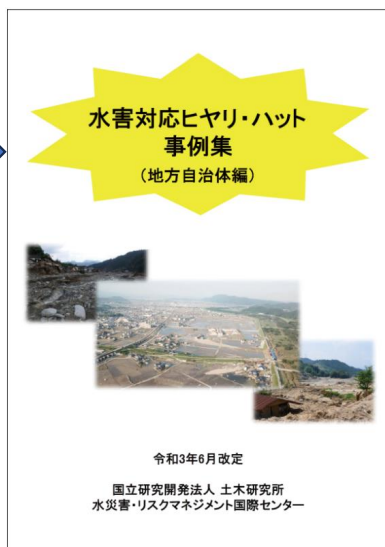
防災担当職員が「困る・焦る・戸惑う・迷う・悩む」などの状況に陥る事例

これまでの取り組み：水害対応ヒヤリ・ハット事例集

水害	合計
災害対応検証報告書数	130
災害対応検証報告書数（教訓あり）	96
災害対応検証報告書ページ数	9,155
抽出済の災害対応ヒヤリ・ハット事例	3,973

96件の災害対応
検証報告書から、
3,973件のヒヤリ・ハット事例
を抽出

典型的な事例
を抽出



典型的な「水害対応ヒヤリ・ハット事例」と教訓
をまとめて紹介、研修に活用。

事例

●自治体 兵庫県 使用町
●災害 平成21年台風第9号災害（使用町台風第9号災害）
●日時 平成21年8月9日～10日

災害概要

平成21年8月9日午後9時に日本の南海上で熱帯低気圧から台風となった台風第9号により、兵庫県では大気の状態が非常に不安定となり、使用町使用では1時間雨量30.5ミリを記録した。これにより、死者18名、行方不明者2名の人的被害を始め、広範囲に及ぶ浸水、1700戸以上の家屋被害など、甚大な被害が発生した。この災害では、使用町の位置により、川沿いの家屋が浸水、浸水も浸水し、防災拠点としての機能が停止した。また、犠牲者の半数近くが道路の浸水による（避難指示）発生後に避難先へ向かう途中で遭難した。

ヒヤリ・ハット（報告書からの抜粋）

ヒヤリ・ハット
地域防災拠点である本庁舎はハザードマップの浸水想定区域内にあったが、平成16年9月の災害時にも浸水被害を受けることがなかったため、庁舎の浸水対策が不十分であった。

ヒヤリ・ハット
上月支所は、浸水のシミュレーションの計算対象外の大目山川の流域内にあり、平成16年9月の災害時にも浸水がなかったため、庁舎への浸水が予測できない状況であった。

結果1 本庁舎は午後9時15分頃から浸水が始まり、その後支所が破損し急激に水が流入し、1階が浸水した（床土約1m）。上月支所では、午後9時40分頃から浸水が始まり、1階が浸水した。

結果2 本庁舎、支所ともに、河川監視監視システム端末や非常時専用電話回線を始め、各種OA機器が浸水し、使用不能となった。また、停電したことでも、浸水を免れた本庁舎も浸水想定区域ネットワークシステム、電話交換機、FAX、コピー機、インターネットサーバー等も使用不能となった。

※出典：台風第9号災害検証報告書（P.47～48、P.52）

類似事例

- 災害対応の拠点となる本庁舎が浸水した他、非常用電源設備が屋外に設置してあったため、使用不能になった。②
- 庁舎2階まで浸水したため、防災行政無線機器等が浸水し通信が途絶えた。③

対策

非常用電源やサーバーなどはできるだけ高い所に設置する。

教訓（左記の事例及び類似事例より）

設備等 災害対策機器の高所設置

- 庁舎の浸水時にも機器が浸水することのないよう、2階以上のフロアに設置するほか、地震災害にも備えた設置方法を考えることが望ましい。⑤
- 改善事例：和歌山県新宮市では、平成24年4月、防災無線機器、その他通信システム機器類は全て2階より最上階（4階）への移設を実施した。⑫

設備等 庁舎の浸水対策の実施

- 災害対策本部は災害対策の中枢であり、災害の影響を受けない場所に設置する。⑤
- 庁舎そのものを浸水想定区域外へ移設することが望ましいが、移設できない場合は改築も視野に入れ、浸水しないよう配慮した構造にすることが望ましい。⑤

設備等 事前対策にも関わらず浸水した場合の停電等への対策の実施

- 庁舎の事前の浸水対策を行っていたにも関わらず、万が一の事態として、浸水した場合に備えて、停電時においても照明や通信等の機能が確保されるように、対策を行うことが望ましい。
- 改善事例：和歌山県新宮市では、平成24年6月に、庁舎の支所が、停電時においても地区防災拠点として機能するよう、発電機からの電力供給による照明設備の整備を実施した。⑫
- 改善事例：茨城県常総市では、非常用電源設備周辺にコンクリート壁を設置した。

仕組み 災害対策本部の代替施設の検討

- 災害対策本部の代替施設のあり方をあらかじめ検討しておく必要がある。本庁舎については本部機能の拠点施設でもあつたが、必要に応じて消防署、支所等を予備施設として設定することも考えられる。⑤

留意事項

により、従来の浸水想定だけでなく、想定最大規模の降雨・高潮に対応した浸水想定が行われ、市町村においても、これらの対応したハザードマップの改訂が進められている。上記の教訓に対応する際には、これを参考にし、望ましい対策を検討しておく必要がある。

関連するガイドライン等

- 「市町村のための業務継続計画作成ガイド」平成27年5月、内閣府（防災担当）
（特に、5-2章「本庁舎が使用できなくなった場合の代替庁舎の特定」など）
- 「大規模災害発生時における地方公共団体の業務継続の手引き」平成28年2月、内閣府（防災担当）
（特に、2.2章「本庁舎等（対象施設）及びその周辺の被害状況の特定」など）

国立研究開発法人 土木研究所HP

日 https://www.pwri.go.jp/icharm/special_topic/20200625_flood_response_collection_j.html
英 https://www.pwri.go.jp/icharm/special_topic/20200625_flood_response_collection_e.html

マンパワーからの脱却のニーズ

◆ 課題：

- ・ 災害の度に災害対応検証報告書が増え続け、マンパワーでの事例収集が追い付かない。



- ・ 研修の際に、最新の事例紹介ができない。



◆ 本研究に至る着眼点：

- ・ 災害対応検証報告書から、「困る・焦る・戸惑う・迷う・悩む」などの状況が示唆される文章を事例として抽出している。



学習モデルの活用により、マンパワーに依存しない事例抽出が可能になるのでは？

抽出済のヒヤリ・ハット事例に含まれる語彙

語尾	出現回数	語尾	出現回数
必要	245	難しい	7
なかった	132	できず	7
できなかった	95	されなかった	6
困難	64	浸水	6
要した	46	難しく	6
不足	38	不明	6
できない	32	聞き取れない	6
苦慮	32	されていない	5
支障	28	できなくなった	5
課題	23	ない	5
いない	21	不明確	5
混乱	19	聞こえない	5
すべき	15	いなかった	4
不十分	15	せざるを得ない	4
難しかった	11	できていなかった	4
要する	11	わからなかった	4
されておらず	10	見直す	4
べきである	10	錯綜	4
見直し	10	少ない	4
遅れた	10	少なかった	4
危険	9	遅れ	4
遅延	9	停電	4
問題	9	負担が大きかった	4
できていない	8	偏り	4
改善	7	忙殺	4

本研究の目的と構成

目的 収集済のヒヤリ・ハット事例を学習データとして、深層学習モデルを構築し、収集済の事例に類似した文を新たな災害対応検証報告書から新規抽出する技術の開発を行った。これにより、半自動的にヒヤリ・ハット事例を抽出して研修教材を継続的に更新できる体制の構築を目指す。

研究 開発

1 年目

①水害対応ヒヤリ・ハット事例のデータベース作成と出現傾向の分析

②収集済の事例を学習データとした深層学習モデルの作成

2 年目

④事例の半自動抽出による継続的な研修教材の更新体制の構築

③深層学習モデルを用いた事例抽出の精度検証

防災・AI
の分野
融合



期間

2年間（R4. 11. 1～R6. 10. 31）

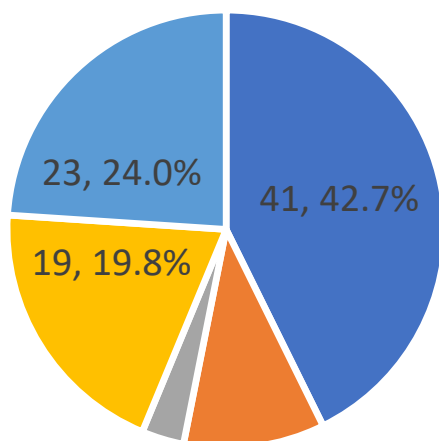
①災害対応検証報告書の傾向に関する分析

水害	合計
災害対応検証報告書数	130
災害対応検証報告書数（教訓あり）	96
災害対応検証報告書ページ数	9,155
抽出済の災害対応ヒヤリ・ハット事例	3,973

留意点：

- ・災害対応検証報告書 4 割強は表形式での記述を含むが、残りの約 6 割は、深層学習モデルを用いた事例抽出が可能。
- ・課題と対応策（教訓）が別章立ての場合（約 1 割）は、重複抽出のリスクが少なくなる。

報告書のタイプ別の内訳



3, 3.1% 10, 10.4%

	課題 と 対応策（教訓）の記述方法	学習モデルでの課題
■ A	別のパラグラフで、近くに配置。	事例の重複抽出に留意
■ B	別のパラグラフで、教訓が別の章立て。	事例のみの抽出が容易
■ C	同一のパラグラフ	事例の重複抽出に留意
■ D	表形式で記述。加えて、経過状況は文章または表形式。	テキストファイル抽出が難しい場合があり、モデルの適用に向かない
■ E	表形式で記述。経過状況の記述はほぼ無い	

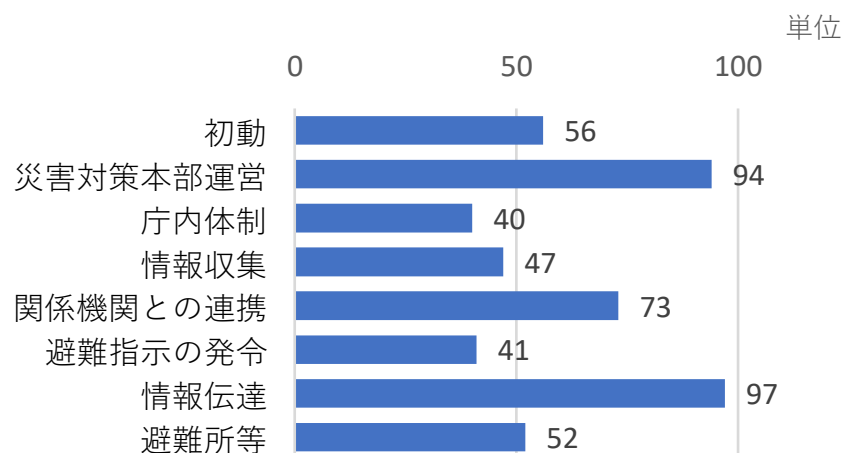
①事例データベース作成と出現傾向の分析

96件の災害対応検証報告書からの3,973件のヒヤリ・ハット事例について、事例データベースを完成させ、年代・カテゴリーで分析した。

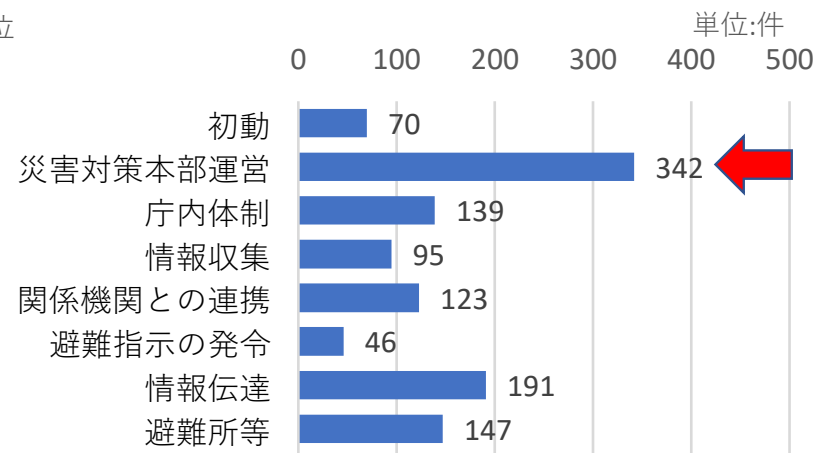
	2017年以前	2018年－2000年	合計
災害対応検証報告書数	47	83	130
災害対応検証報告書数（教訓情報あり）	31	65	96
災害対応検証報告書ページ数	2,102	7,053	9,155

西日本豪雨・東日本台風・熊本豪雨等

2017年以前の災害



2018年以降の災害



激甚災害の指定状況

政令名	3・4条	5条	6条	7条	12条	16条	17条	19条	24条	その他の 適応措置
H27. 9. 7-11までの間の 暴風雨及び豪雨	●（丸森町、南会 津町、葛生村）	○	○		●（常総市）				○*	
H28. 8. 16-9. 1までの間の 暴風雨及び豪雨	○	○	○	○*2	●（南富良野町、 宮古市、久慈市、 岩泉町）	○	○	○	○	
H29. 6. 7-7. 27までの間の 豪雨及び暴風雨	●（添田町、日田 市、朝倉市、東峰 村）	○	○		●（朝倉市、東峰 村）				○*	
H30. 5. 20-7. 10までの間の 豪雨及び暴風雨	○	○	○		○	○	○	○	○	○
R1. 10. 10-26までの間の 暴風及び豪雨	○	○	○		○	○	○	○	○	○
R2. 5. 15-7. 31までの間の 豪雨	○	○	○		○	○	○	○	○	○

○は本激
●は局激

【凡例】

- ・「○」は本激（地域を指定せず、災害そのものを指定）、「●」は局激（市町村単位で災害を指定）
- ・適用措置は、それぞれ「激甚災害に対処するための特別の財政援助等に関する法律」に規定する

【主な適用措置】

- 3、4条：公共土木施設災害復旧事業等に関する特別の財政援助
- 5条：農地等の災害復旧事業等にかかる補助の特別措置
- 6条：農林水産業共同利用施設災害復旧事業費の補助の特例
- 7条3号：水産動植物の養殖施設の災害復旧事業に対する補助
- 12条：中小企業信用保険法による災害関係保証の特例
- 16条：公立社会教育施設災害復旧事業に対する補助
- 17条：私立学校施設災害復旧事業に対する補助
- 19条：市町村が施行する感染症予防事業に関する負担の特例
- 24条：小災害債に係る元利償還金の基準財政需要額への算入等

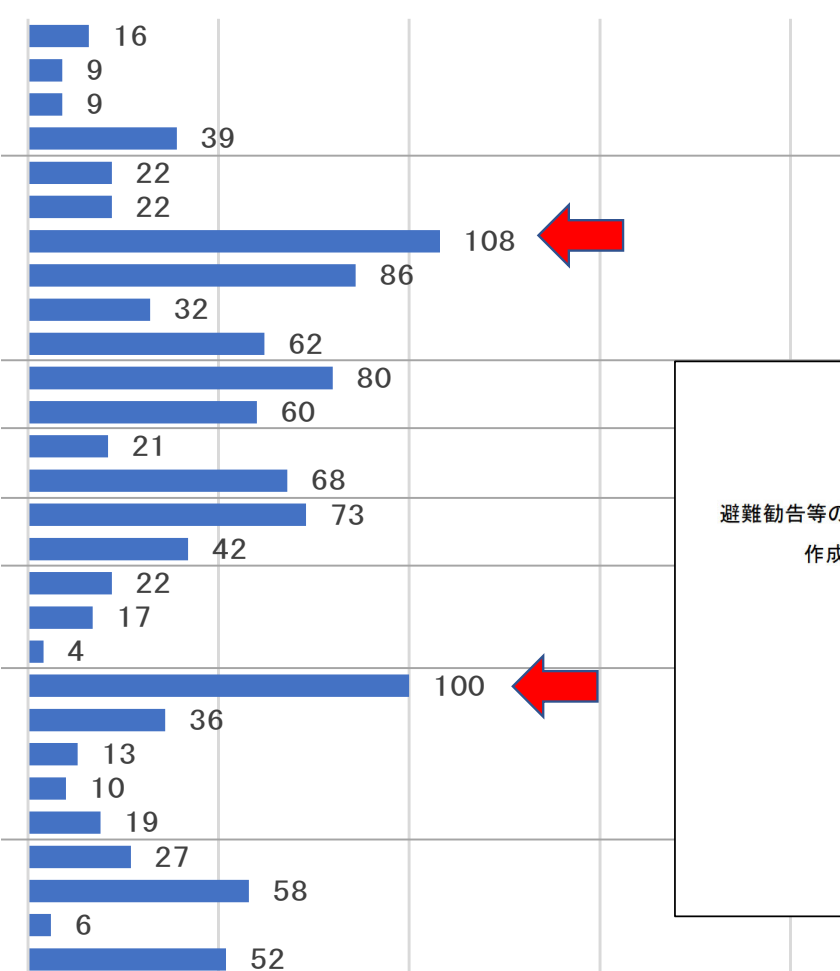
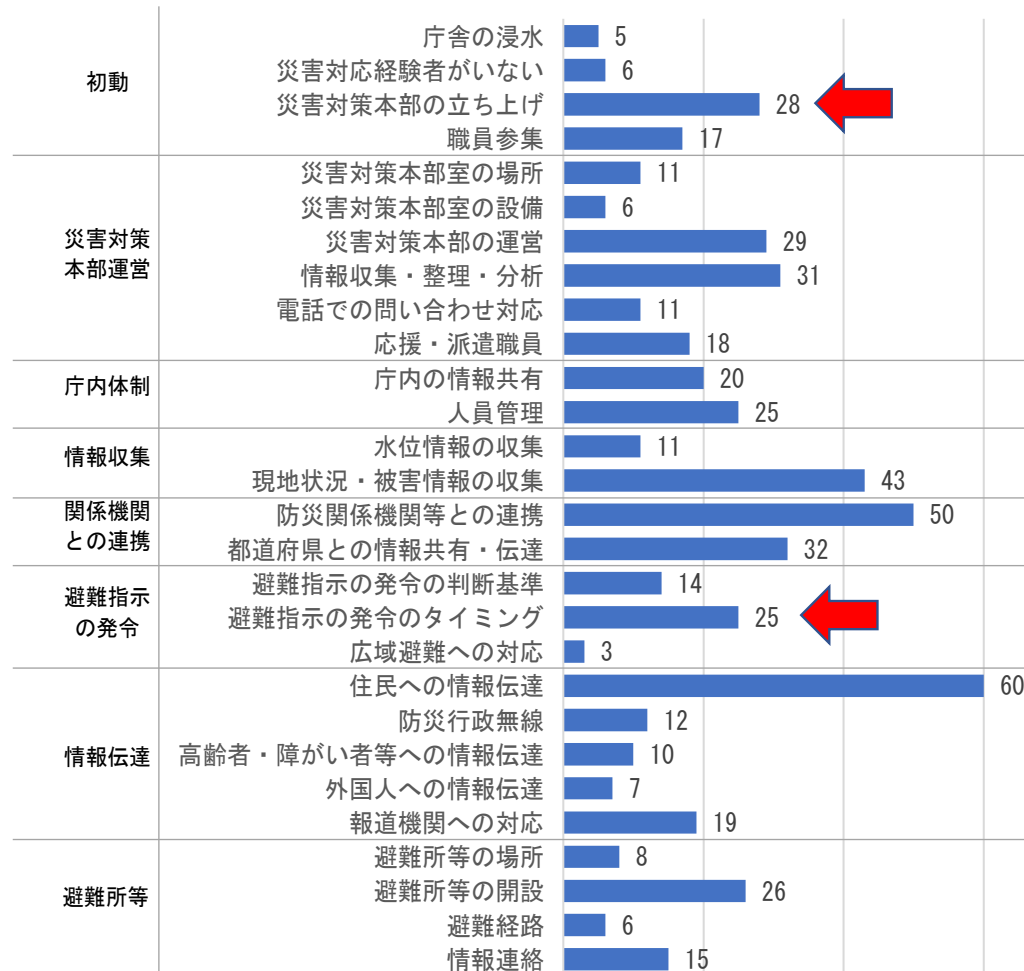
内閣府防災、総務省HPから作成

①事例データベース作成と出現傾向の分析

2017年以前の災害

2018年以降の災害

単位：件数



避難勧告等の判断・伝達マニュアル
作成ガイドライン

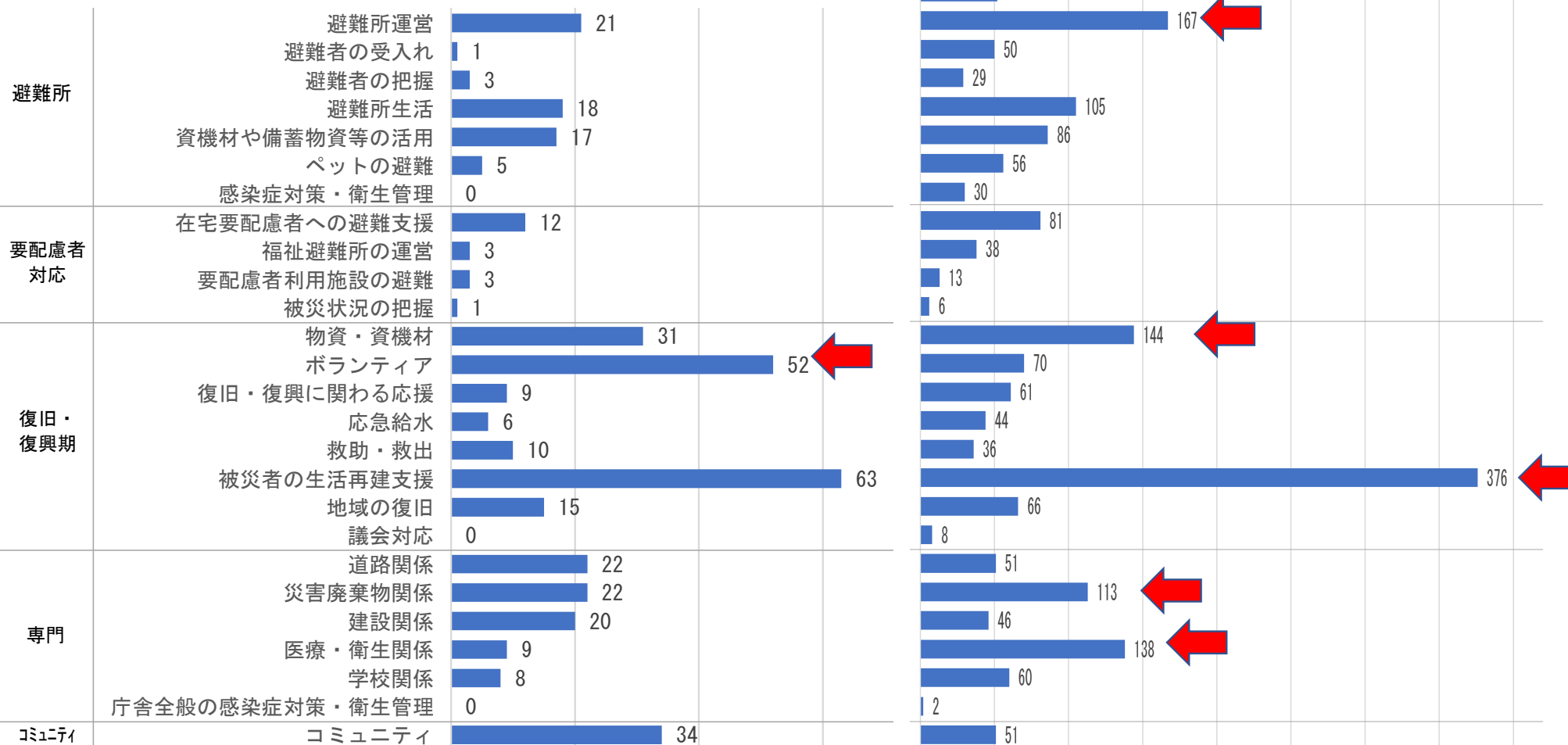
平成27年8月

内閣府（防災担当）

①事例データベース作成と出現傾向の分析

2017年以前の災害

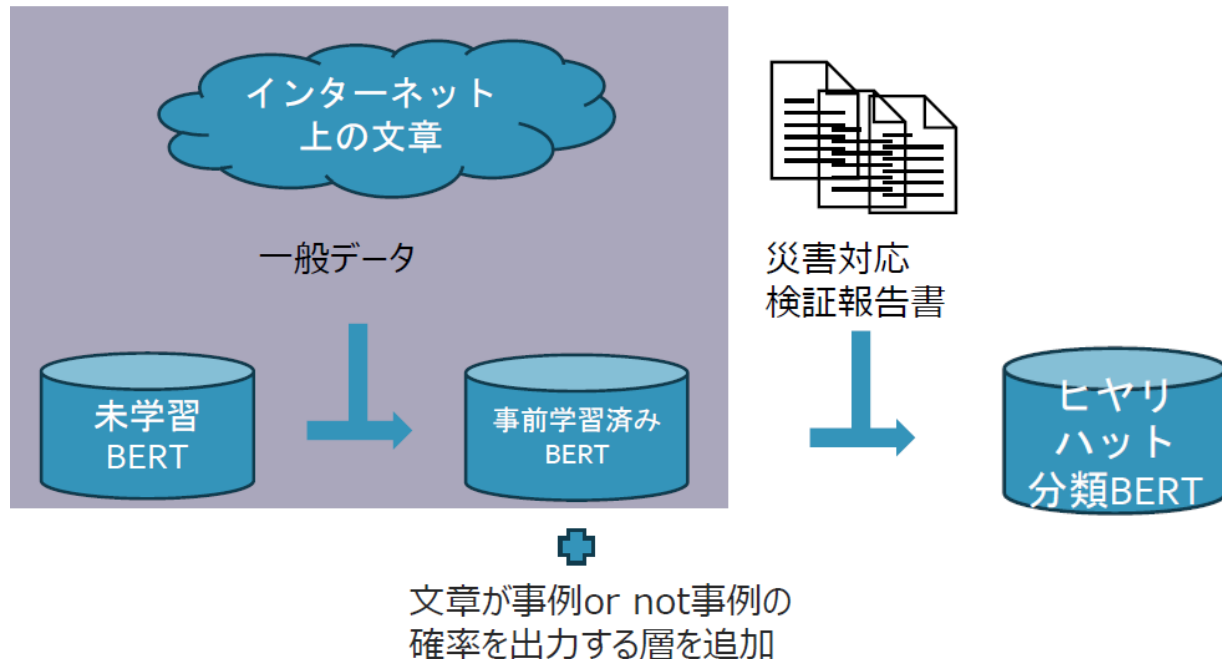
2018年以降の災害



②収集済事例を学習データとした深層学習モデルの作成

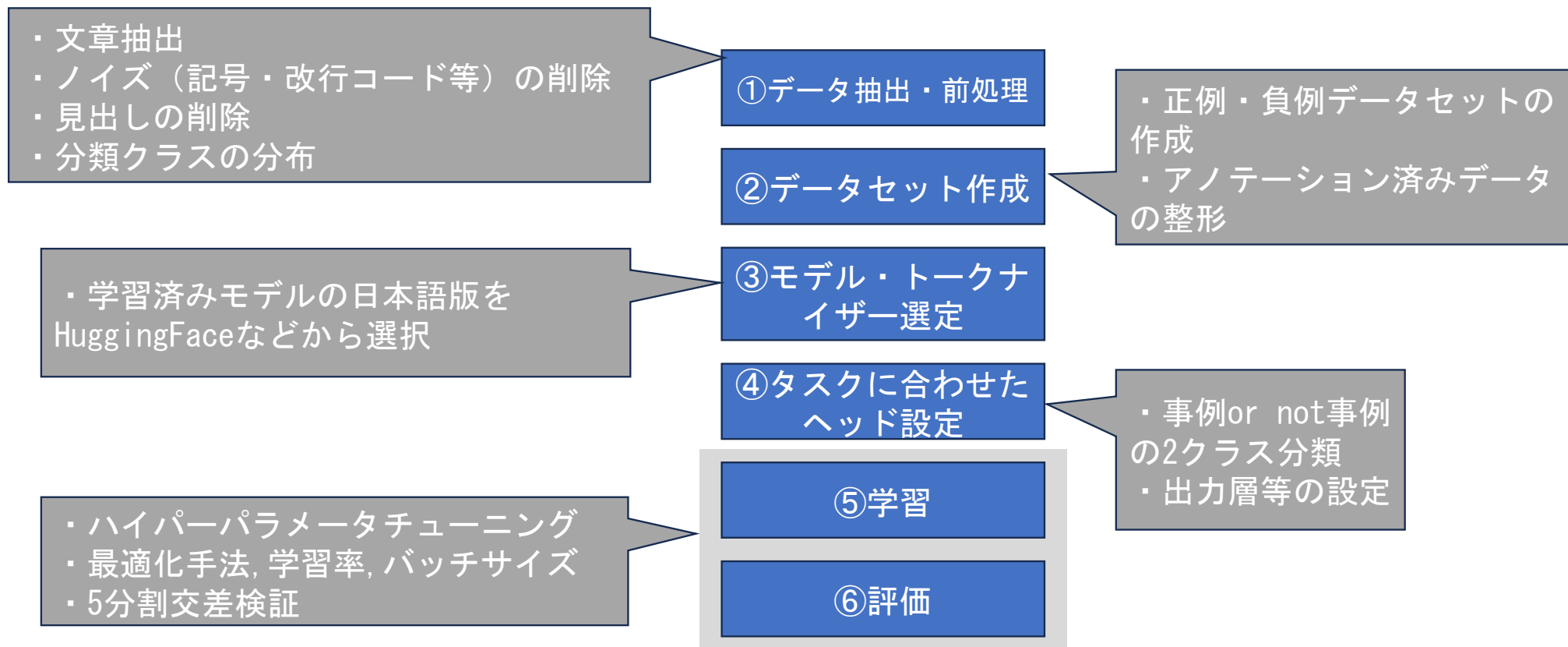
◆ BERTモデルとは

- ・ Googleが開発した大規模自然言語モデル
- ・ ネット上の数千万～億の文章を学習した事前学習済みモデル
- ・ 穴埋め問題を解くことで、前後の文章から適切な単語を選択することを学ぶ
- ・ 一般に、目的のタスクに合わせてパラメータを追加し、解きたいタスクに応じてファインチューニングして使用する



②収集済事例を学習データとした深層学習モデルの作成

1文を入力とし, 事例or not事例の確率を出力する文章分類モデル



学習環境：AWS SageMaker、
深層学習フレームワーク：Pytorch

③深層学習モデルを用いた事例抽出の精度検証

③ー 1 : 負例数を10倍に変化させた場合の5分割交差検証による分析

データセット 1

正例(事例) : 1,710件、 負例(事例ではない) : 1,000件

事例をどの程度、抽出できたか。

事例と判定したうち、どの程度、事例だったか。

	パターン1	パターン2	パターン3	パターン4	パターン5	平均
再現率	0.99	1.0	0.995	1.0	0.975	0.992
適合率	0.98	0.99	0.99	0.99	0.98	0.986
F値	0.985	0.995	0.992	0.995	0.977	0.989
Accuracy	0.985	0.995	0.992	0.995	0.978	0.989

かなり高精度

データセット 3

正例(事例) : 1,670件 負例(事例ではない) : 10,000件 (ただし、10-200文字で制限)

	パターン1	パターン2	パターン3	パターン4	パターン5	平均
再現率	0.77	0.92	0.92	0.87	0.94	0.884
適合率	0.87	0.91	0.91	0.92	0.90	0.902
F値	0.82	0.92	0.92	0.90	0.92	0.896
Accuracy	0.95	0.98	0.98	0.97	0.98	0.972

負例データを増やすと再現率・適合率ともにやや下がる。

③深層学習モデルを用いた事例抽出の精度検証

③ー2：正例数を約3倍に変化させた場合の5分割交差検証による分析

データセット4

正例(事例)：1,415件 負例(事例ではない)：10,000件 (ただし、9-158文字で制限)

事例をどの程度、抽出できたか。

事例と判定したうち、どの程度、事例だったか。

	パターン1	パターン2	パターン3	パターン4	パターン5	平均
再現率	0.97	0.95	0.97	0.99	0.97	0.97
適合率	0.93	0.93	0.95	0.95	0.96	0.94
F値	0.95	0.94	0.96	0.97	0.97	0.96
Accuracy	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99

データセット6

正例(事例)：4,763件 負例(事例ではない)：10,000件 (ただし、9-158文字で制限)

	パターン1	パターン2	パターン3	パターン4	パターン5	平均
再現率	0.98	0.97	0.97	0.98	0.95	0.97
適合率	0.93	0.94	0.92	0.90	0.93	0.92
F値	0.96	0.96	0.95	0.94	0.94	0.95
Accuracy	0.97	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96

再現率は向上するが、適合率はやや下がる。事例漏れ防止には再現率が重要であるため、正例追加は妥当⁶。

正例を負例と分類した文章の例

◆文脈の問題：

- 第1回災害対策本部会議開催直前の参集となった本部員がいた。
→直前であることが良くないという文脈を理解できない。

◆表現のあいまいさ：

- 12時間ローテーションが良かったかは問題も残る。
→良い、問題、という両方の語彙を含む

◆被害状況説明に似ている：

- 土砂崩れで停電し電話も通じず、携帯電話の基地局もダウンした。
→負例の文章として、被害状況説明の文章を多く使用していたため、影響された可能性は否定できない。

理由がわからないものも多数あり、更なる検証が必要。

④事例の半自動抽出による継続的な研修教材の更新体制の構築

メインページ

localhost:8023/view/43/

ヒヤリ・ハット事例 表示システム(仮)

ヒヤリ・ハット事例候補表示システムの開発

新しいPDFをアップロード

システム詳細

エクスポート

履歴

ヒヤリ・ハット事例一覧 統計 編集 機能4

01_福岡県_PQMVN3_highlighted.... 12 / 173 75% +

検証
報告書

Ⅱ 平成 29 年 7 月九州北部豪雨における災害対応に関する検証について
1 初期対応

- 県災害対策本部に、消防、警察、自衛隊等の関係機関が集まり、災害対応に熟練した県の防災危機管理専門監（自衛隊OB）が中心となって、連絡調整を図りながら救命・救助活動に当たることができた。（防災企画課）
- 国の視察等の対応のため、渉外班を 7 月 6 日から 7 月 19 日まで設置し、その間 10 組の視察受入対応を実施した。（防災企画課）

◎ 発災翌日に災害救助法の適用を決定

- 7 月 5 日の発災直後から、災害情報の収集や分析を行い、翌 6 日には災害救助法の適用（4 号基準による適用）を決定し、速やかに応急救助に着手した。（福祉総務課）

課題

◎ 災害対策本部が手狭で、一堂に会して活動できなかった

- 今回の災害対応では、消防、警察、自衛隊等のほか、国の機関やライフライン事業者、他自治体などから多くの情報連絡員などを受入れた。災害対応を迅速かつ効率的に実施していくためには、関係者が一堂に会して活動する必要があるが、災害対策本部の執務スペースが手狭であったため、廊下や別の階の会議室を活用せざるを得なかった。関係機関の作業場所が分散したことにより、関係者間の連絡が煩雑となった。（防災企画課）

◎ 災害対応業務にあたり、特定の職場に負担が集中した

- 職員数に比して災害対策本部事務局（防災危機管理局職員）が担う業務量が多く、一人の職員が複数の業務を同時に担当せざるを得ない状況が発生した。（防災企画課）
- 県災害対策本部の 24 時間体制が長期化する中、防災危機管理局職員の人数が少なく、勤務体制の編成に困難を来した。（防災企画課）
- 災害救助法に関する事務は、災害救助法適用の決定、救助に関する関係機関からの問い合わせ、特別基準に関する内閣府との協議など、事務量の多さに加え、発災当初からの対応が必要。これに加え、現場の要望に沿った各避難所への物資支援、要配慮者に対する支援、被災者生活再建支援金・災害弔慰金・災害障害見舞金・県見舞金の支給、災害援護資金の貸付、義援金の受付・配分など、膨大な災害対応業務があり、特定の職場に負担が集中した。（福祉総務課）

対応策

◎ 情報共有と意思決定がスムーズとなる災害対策本部等の体制・環境整備

- 今後、大規模災害が発生した場合は、本庁舎 3 階にある講堂を活用し、防災関係機関と一体となって迅速かつ効率的に災害応急活動を行うことができるよう防災危機管理局（災害対策本部等含む）を本庁舎 9 階から 3 階に移設するとともに、テレビ会議システムの導入等により本部機能の充実を図る。（平成 30 年度）（防災企画課）

フィルター： ☐ Positive ☐ Negative ☒ 全て

正例・負例の候補表示

ID	ページ番号	行番号	テキスト	score	判定
315	12	12	災害対策本部が手狭で、一堂に会して活動できなかった	85.44	positive
316	12	13	●今回の災害対応では、消防、警察、自衛隊等のほか、国の機関やライフライン事業者、他自治	99.88	negative
317	12	14	体などから多くの情報連絡員などを受入れた。	99.01	negative
318	12	14	災害対応を迅速かつ効率的に実施していくため	99.84	negative
319	12	15	には、関係者が一堂に会して活動する必要があるが、災害対策本部の執務スペースが手狭であ	68.69	negative
320	12	16	ったため、廊下や別の階の会議室を活用せざるを得なかつた。	86.54	positive
321	12	16	関係機関の作業場所が分散したこ	99.86	negative
322	12	17	とにより、関係者間の連絡が煩雑となった。	80.93	positive
323	12	17	(防災企画課)	99.89	negative
324	12	18	災害対応業務にあたり、特定の職場に負担が集中した	53.37	negative
325	12	19	●職員数に比して災害対策本部事務局(防災危機管理局職員)が担う業務量が多く、一人の職員	99.85	negative
326	12	20	が複数の業務を同時に担当せざるを得ない状況が発生した。	85.79	positive
327	12	20	(防災企画課)	99.89	negative
			●県災害対策本部の24時間体制が長期化する中、防災危機		

災害対応検証報告書からの事例抽出時の課題のまとめ

◆ 検証報告書自体の課題：

- ・ テキスト抽出できないPDF
- ・ 表形式のPDF

◆ 前処理での課題

- ・ 文字化け

◆ 適正な負例を用いた学習の課題

- ・ 正例・負例の数、文章の長さ
- ・ 負例の内容など

◆ 学習モデルによる抽出事の課題

- ・ 一般論、過去の災害の記述、脚注など

結論と今後の課題

本研究では、収集済のヒヤリ・ハット事例を学習データとして、深層学習モデルBERTを構築し、収集済の事例に類似した文を新たな災害対応検証報告書から新規抽出する技術の開発を行った。

前述した課題があるものの、再現率・適合率ともに90%を超える値となり、マンパワーから脱却した災害対応ヒヤリ・ハット事例の抽出の一助となりえることは確認できた。

今後の課題：

- 最も高い精度で学習が安定する負例・正例数の検討
- 事例抽出支援システムのクラウド化（本研究ではスタンドアロン環境のみ）
- 典型的な事例の抽出方法の検討