

活動目的に基づく危機対応ログ分類による 危機対応マネジメント支援手法の検討

小阪尚子¹ 爰川知宏¹ 山口健史² 乾健太郎²

概要：災害対策本部等の組織の災害対策全体のマネジメントを司る部署では、現場での詳細な対応状況ではなく、被害や組織全体の対応状況を俯瞰的に把握し、全体の対応方針やその方針に基づく対応計画を策定することが主要な役割となる。そのためには、異なる組織の実行している対応状況を判断基準に統一して分析し、問題のある箇所に必要なリソースを配分することが求められる。米国の FEMA では、災害対応における緊急支援機能を標準化した ESF(Emergency Support Functions)を設定している。これにより、大規模な災害発生時に組織間での対応を ESF という軸で統一してとらえられるため、迅速な状況把握と効率的・効果的なリソース配分につなげる事が可能となる。本論文では、民間企業の災害対策本部における判断の軸として、対応フェーズに応じた活動目的を設定し、活動目的に基づく状況把握の手法について提案する。

Study on Emergency Management Using Incident Response Log Classification Based on Activity Purpose

NAOKO KOSAKA¹ TOMOHIRO KOKOGAWA¹
TAKESHI YAMAGUCHI² KENTARO INUI²

1. はじめに

近年、自然災害が激甚化し、組織が保有する資産への被害も拡大してきている。その要因の一つとして、従来想定されていた規模を超えるような災害の発生により、予防対策が十分ではなく被害が発生していることが挙げられる。しかしながら、想定される最大規模に対して予防対策を講じることは、コスト的にも難しいのが実情である。従って、予防しきれずに被害が発生することを前提に、迅速な復旧に向けて計画を策定しておくことが求められる。また、実際に被害が発生した場合には、事前に策定した計画と被害状況や対応状況を照らし合わせ、今後の状況変化を予測した上で、当面の対応方針や実行計画を策定し、実行に移すプロセスを効率的に運用することが求められる。

筆者等は、災害対策本部で扱う非定型のログ(自由記述)に着目し、自然言語処理を活用した危機対応業務の効率化の検討を行ってきた[1]。このような非定型のログを中核にすえた情報処理に基づき、自然災害やサイバー攻撃への対応を支援するシステム統合リスクマネジメント支援システム「KADAN」(迅速果断を由来として命名)を構築した[2]。また、適用領域の拡大として国際的なスポーツイベントに対して、大会運営と危機対応の双方での適用性評価も実施してきた[3]。更に、KADAN で扱う非地理空間情報と GIS で扱う地理空間情報との連携も検討し、組織のミッション

に基づき、各対応フェーズにおける活動目的、及び、活動目標に対して、活動情報を対応付け整理する手法を提案した[4]。これらの評価実験を通して、KADAN の機能の有効性については一定の評価が得られている。

一方で、これまでの実ユーザーへのヒアリングや評価実験を通して、災害対策本部等の組織の災害対策全体のマネジメントを司る部署での課題としてリソース配分が挙げられる。すなわち、被害が大規模化する中で復旧の優先順位を事業への影響に基づき割り出し、不足するリソースをどこに、どれだけ配分すれば効果的・効率的に復旧できるか見積もることが求められている。そのためには現場からの状況報告が必要になるが、現場からすると危機対応業務自体で稼働が逼迫している中で報告業務に移動を割くことは敬遠されがちであると同時に、災害対策本部スタッフから本部長へ報告がエスカレーションされることにより、トップダウン的に詳細情報の要求がくることも懸念事項として挙げられている。

このように、災害対策本部と現場での情報のやり取りにおいては課題もあり、十分な情報が流通していないことが想定される。東日本大震災においても、災害対策本部に集まる情報は様々であり、災害対応の全容や何ができていて、何ができていなかった等も定量的に評価が難しい状況であった。そこで、対応の概況を把握するのに米国の FEMA が設定している ESF(Emergency Support Function)[5]に危機対

¹ NTT セキュアプラットフォーム研究所, NTT Secure Platform Laboratories

² 東北大学, Tohoku University

応ログを分類して振返りを効果的に実施する方法を取った[6]。このような軸を設けて対応を分析することで、対応フェーズ毎に実施すべき業務とその実施状態を比較・分析することが可能となった。本論文では企業の災害対策業務における KADAN の危機対応ログを、自然言語処理を活用して組織のミッションに基づく活動目的[4] に分類し、各組織の対応の進捗状況を把握する手法について提案する。本手法により、各組織での詳細な対応状況の報告を求めずに、どの活動目的の業務が進行中なのか、また進捗状況が順調なのか否かといった概況や各組織の進捗状況の差を把握することが可能と考える。

2. 組織のミッションと活動目的

これまでの取り組み[4]として、災害対策本部での判断基準を設定するために、まずは危機対応における組織の使命(ミッション)を定義した(表 1)。

表 1 災害対策本部のミッションの例

自社サービスの継続性維持、被災したサービスの早期復旧により、ユーザに対するサービスを提供する
各支店が必要とする、自社サービスの継続や早期復旧に必要な資源を把握し、必要な場合は外部に調達要請を行う
支店間での自社サービス継続や復旧に必要な資源を把握し、各支店間の資源配分を調整し決定する

表 2 対応フェーズ毎の活動目的・達成目標の例

フェーズ	守るべきもの	活動目的	達成目標
発生～2 日間程度			
初動	自社の社員等	#1 社員の速やかな安全確保を行う	発災後、速やかに社員の安否を確認し、応急手当等の処置が必要な社員に対する救護を行う
体制構築	自社サービス	#2 非常態勢を構築し組織的な災害対応活動ができる状態にする	国の緊急災害対策本部設置に伴い非常態勢を構築する
組織的な災害対応	自社サービス	#3 各支店との連絡体制を構築し、災害対応を行う体制を確立する	各支店災害対策室と連絡体制を構築する
	株主等ステークホルダとの関係性	#6 自社としてステークホルダに対して的確な情報提供を行い、企業価値の低下を防止する	広報部が的確かつ正確な状況説明ができるようにする
	マスコミやメディアからの問い合わせ対応	#7 広報部が対応するマスコミ等からの問い合わせに対して情報提供を行う	広報部が的確かつ正確な状況説明ができるようにする
発生～3 日以降			
各支店のサービス継続、復旧活動支援…	自社サービス	#8 自社サービス、設備被災状況、復旧状況について上層部や外部に報告	定期的に自社の被害状況を報告できるようにする
	自社サービスを提供するための施設や設備	#10 早期復旧のための資源配分の調整を実施	①燃料に係わるリソース配分を実施 ②資機材に係わるリソース配分を実施
	避難民支援活動	#12 避難所へ避難した住民に対してサービスの提供を支援・調整	事業会社への避難所への支援状況を把握し不足資材などグループ間連携を調整する

表 3 「初動」に対応する内部情報・外部情報

活動目的	各階層の活動及び判断内容	判断に必要な情報	内部情報	外部情報
#1 社員の速やかな安全確保を行う	【管理層】 〈総務部〉 ・社員の安否確認(定期的) 〈秘書室〉 ・経営幹部の所在や安否確認	・各職場からの社員の安否確認結果	【動】 ・安否確認(総務班) ・出張等スケジュール 【静】 ・幹部、社員情報(所属、住所、連絡先)	【動】 ・震度速報、津波情報、気象情報 ・リアルタイム地震被害推定 ・公共交通機関の運行情報

次に、ミッションに照らし合わせて、対応フェーズ毎に守るべきものと活動目的および達成目標を整理した(表 2)。更に、それぞれの項目に対して、組織の「誰が」「何を判断するのか」を検討し、判断すべき内容に対し、必要な情報(外部情報、内部情報)を対応付けた。表 3 は、表 2 の初動フェーズにおける活動目的「#1 社員の速やかな安全確保を行う」に対する行を抜粋している。ここで、組織の「誰が」の部分には「意思決定層」と「管理層」を想定して分類しているが、該当行では「意思決定層」の判断に関わる項目はまだ含まれていない。

3. KADAN を用いた状況認識の統一

3.1 KADAN の構成

ここでは、災害対策本部での危機対応のマネジメントを支援する KADAN について説明する。KADAN はボードと称する単位で議論する内容や参加組織を指定して情報共有する仕組みとなっている[3]。ボードは、Plan/Do/See の 3 画面から構成されている。Plan (図 1) は、現在の目標、対応フェーズ、指揮・統制プロセス、ミッション、To Do リスト、会議予定等を表示し、事前の計画に基づき実施事項を確認できる画面である。Do (図 2) は、組織間でメッセージ送信・返信、メッセージの閲覧、検索を行う、危機対応業務に伴う組織間コミュニケーションを行う画面である。コミュニケーションの一連のやり取りはタスクとしてスレッド形式(一連のメッセージから構成)で管理し、優先度、現在の対応状態を示すフラグと共に進捗確認ができるようになっている。タスクは Do 画面から直接起票する方法と、Plan 画面の To Do リストからタスクを起票する方法の 2 種類ある。後者の場合には、該当の To Do リストにタスクが紐付けられている。See (図 3) は、定形の報告結果や To Do の進捗状況を一覧表の形で確認する、状況認識統一のための画面である。

すなわち、KADAN では Plan 画面で「今、何をすべきか」確認しながら、Do 画面で個別のタスクに対して「今、何をしているか」参照して進捗管理し、See 画面で全体を俯瞰した上で、次の対応方針や対応計画を策定するという流れとなる。



図 1 Plan 画面例



図 2 Do 画面例



図 3 See 画面例 (表形式)



図 4 See 画面例 (GIS)

3.2 KADAN と GIS 連携

KADAN の活動情報を地図上で閲覧するために、KADAN に GIS (地理空間情報システム) への情報提供用の API を用意している。KADAN 上でボード単位で参加する組織を限定しているのと同様に、API 単位で適切な認証を行い同様の開示制御をしている。具体的には、Do 画面のタスクに

点での位置情報 (緯度/経度) を付与しているため、GIS 上でメッセージを優先度や対応状態毎のレイヤに分けて表示することが可能である。また、See 画面の一覧表もあらかじめ報告単位である支店や報告地域のエリア情報を定義しておくことにより、GIS 上で一覧表の場合分けてレイヤを分けて表示することが可能である (図 4)。

このように、活動情報を GIS 上で表示可能となったことから、地理空間上での被害状況や対応状況の重ね合わせ、地理空間的な統計も容易となり、地域的な特性を捉えやすくなった。しかしながら、Do 画面のタスクに関しては、Plan 画面の ToDo に紐付けて活動目的が分かるものもあれば、Do 画面から直接起票することで紐付けが無いものもあるため、全てのタスクを活動目的別に地図上に表示するまでには至っていない。

3.3 訓練における KADAN の活動情報の分析

首都直下地震を想定した訓練における KADAN の活動情報の例を表 4 に示す。ここでは、KADAN のタスクの件名とメッセージ部分のみ抜粋している。表 4 では、1 行目の参集に関しては、活動目的の #2 (表 2)、他の 2 件は各社 (各支店) との体制構築 #3 と的確な情報ということ #6 とラベル付けられる。このように、1 つのメッセージでも複数のラベルが該当する場合がある。これは、災害対策本部への報告は、初動での体制構築が完了した後は、定期的にある程度まとまった報告となることが多い。冒頭でも述べたが、報告元にとっては報告稼働を割くことは負担になっており、最低限報告すべきこと以外は自組織では解決できないことをエスカレーションしてくる以外は積極的に報告されないという傾向がある。当然、対応する組織内では詳細な情報の流通がある。一方で、報告を求める側も現場のそのような状況が分かっているため、See の一覧表で膨大な内容を 1 つ 1 つ入れてもらうような稼働を要する依頼をし辛い状況があり、Do である程度自由度を許した報告の収集に留まっている。

以上のような事情もあり、1 つのメッセージに複数の活動目的に関わる内容が含まれているというのが、実際の活動における特徴であることが分かった。また、初動フェーズの活動では、体制構築や被害状況の把握が主になるが、復旧が進むと復旧状況も加わり、復旧活動では応援・受援等のリソース管理の内容も加わってくる。そのような各組織の状況を複数比較しながら、全体を最適にする判断を下すのは困難であり、現状では収集した情報の処理や分析に非常に時間を要しているのが実情である。

本研究では、このような情報処理・分析の一つの方針として、活動目的という軸を利用することとする。また、実際のメッセージ内容からメッセージ 1 つに対して複数の活動目的を割り当てることを前提として、メッセージの内容を活動目的に分類することとする。

表 4 訓練における KADAN のタスクの例

件名	内容	活動目的
【参集状況】 資材班	【報告】資材班⇒情報統括班 資材班 2 名(●●, ●●)参集済み、残りの本部長 1 名とは連絡が付き、1 時間以内の参集が可能とのこと。	#2
...
【連絡】●●ビルの被害	【連絡】情報統括班⇒各班 E 社 震災対策より、●●ビルの点検の結果、一部に損傷が見られるが建物の安全性は確保出来ているとの情報が入りました。今後、余震により被害が拡大する恐れもあり、その場合は、本部機能の移転の可能性があるとのことです。	#3 #6
...
【周知】各社の被災状況	9/1 12:00 時点の各社の被害状況は以下の通り。 ■A 社 設備影響 ・装置警報確認中 2 箇所 ・停電ビル 5 ビル サービス影響 ・首都圏全域で輻輳発生中 規制継続中、復旧の見込み無し ■B 社 設備影響 ・装置警報発生なし ・停電発生ビル 3 ビル サービス影響 ・静岡県の輻輳(平日最繁時の 10 倍~20 倍)は継続中 現在規制を継続中。(8:55 から実施) ■C 社 設備影響 ・装置警報多数発生中 確認中 ・停電ビル 3 ビル ・基地局の被害多数発生 確認中 サービス影響 ・首都圏全域で回線の速度低下および不通が発生	#3 #6

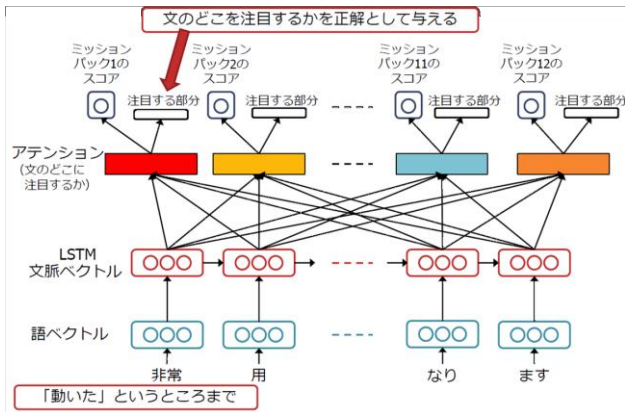


図 5 アテンション機構

4. 提案手法

4.1 活動目的に基づく危機対応ログ分類

前章でも述べた通り、1 つのメッセージに複数の活動目的の要素が含まれるため、マルチラベリングによる分類を前提とする。本研究では深層学習を適用する(図 5)。入力次元は 200、内部状態は 128 次元の LSTM (Long short-term memory) 層を有する。出力は活動目的の 12 次元とする。また、災害が多発しているとはいえ、大きな災害は年に 100 回も来ることはないため、学習データについては十分に収

集できないという問題がある。そのため、マルチラベリングと合わせて、ラベルを付与した根拠となるフレーズを本文から抽出し、アテンション機構を有するモデルを構成する。

4.2 リソース配分検討への適用

KADAN の Do 画面では、組織毎、時間単位等でタスクの状態を把握することができるため、直接的にどの組織で進捗の停滞、急激なタスクの増加等を把握することができる。

更に、前節のように KADAN に登録されたタスクを活動目的に合わせて分類することで、災害対策本部での判断に沿った軸でタスクの状態を確認することが可能となる。すなわち、KADAN の Plan 画面で管理されている ToDo に基づいたタスクを活動目的に変換することで、活動目的毎のフラグの集計が可能となる(図 6)。ここで、進捗状況の芳しくない活動目的が発見された場合、リソースを重点的に配分するには、大元のタスクの組織を割り出せばよい。また、活動目的変換前の段階で問題のあるタスクを有する組織が分かれば、間接的に影響のある活動目的も推定することができる。

このように、現場で直面している業務としてのタスクと管理層や経営層といった企業や組織全体としての方針を判断する際の軸を切り替えつつ、効果的なリソース配分に役立てることができると思う。

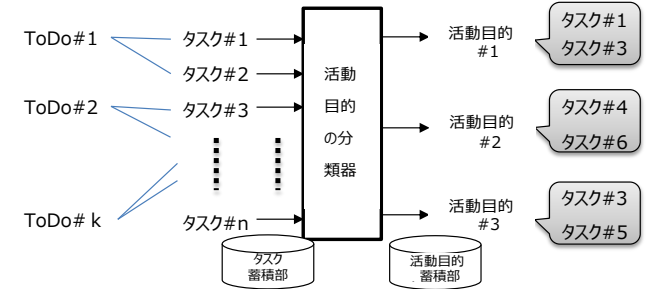


図 6 タスクの活動目的変換

5. 実験と結果

5.1 学習データ

2017 年度に実施した訓練における KADAN のタスクに対して、活動目的のラベルを付与した件数を図 7 に示す。2 時間程の訓練において、3 つのボードに書き込まれたタスクの件数はそれぞれ 32, 24, 19 件であった。対応フェーズの前半の参集から体制の構築、被害状況の把握までのタスクのやり取りがあることが分かる。実災害の場合には、活動目的は対応フェーズ毎に設定されているため、初動や体制構築については件数が少なく、それ以降は繰り返したため、件数は多くなると想定される。

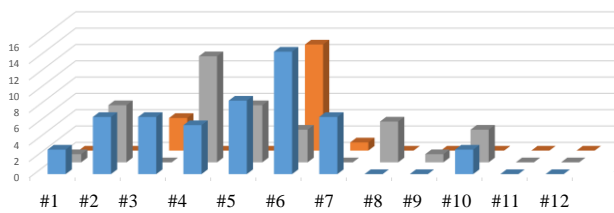


図 7 活動目的での訓練データ件数グラフ

表 5 学習データ

活動目的	活動目的 1	活動目的 2	活動目的 3	合計
#1	4	4		8
#2	11			11
#3	29	29		58
#4		12	8	20
#5	10			10
#6	16	17	34	67
#7	4	24		28
#8	32			32
#9		8		8
#10	12	6		18
#11	9			9
#12	30			30
合計	157	100	42	299

2017 年度に実施した訓練を元にしたベースシナリオにおいて、対応フェーズと活動目的のカバー率を高めるように分類器の学習用データとして、シナリオに沿ったタスクを表 5 の通り生成した。ここで、マルチラベリングは 3 つまでとし、尤もらしいラベルから順に付与している。従って、学習データとしては 1 つのメッセージが複数の活動目的の学習に使用される。すなわち、表 5 において、活動目的が #1 については、活動目的の 1 番目（活動目的 1）のラベルとしては 4 件、2 番目（活動目的 2）としては 4 件、3 番目（活動目的 3）はなしとなり、全部で 8 件分として扱われる。また、活動目的 #3、#9 は 1 番目の活動目的とはならないが、2 番目として学習データは確保されている。また、3 番目まで活動目的を含んでいるログはそれほど多くない状態である。メッセージの件数としては、1 番目の活動目的の合計数であり 157 件となる。データ数が少ないことから、10 分割交差検定を採用し、正解率は 0.96、適合率 0.89、再現率 0.83 であった。

5.2 評価データ

分類器の評価データには、2018 年度に発生した実際の災害（台風 21 号）でのタスクを使用する（表 6）。評価データについても学習データと同様に、対応フェーズによる偏りが生じている。特に、学習データと評価データで異なる点として、学習データでの対象が地震であったのに対し、

評価データは台風となっているため、台風の進路と共に地域的にもレベル的にも体制が変化していく。従って、体制に関わる活動目的 #2、#3 の件数が多い傾向があった。また、KADAN 上で報告されていたのは、活動目的 #8 の被害状況の報告までとなっていた。本来は復旧のフェーズについても活動はあるが、各社や支店での対応の範囲となるものは、連携の体制が解除されるため、メッセージとしては報告されていないという状況となっていた。

表 6 評価データ

活動目的	活動目的 1	活動目的 2	活動目的 3	合計
#1	0	0	0	0
#2	36	3	0	39
#3	40	1	0	41
#4	0	0	0	0
#5	0	0	0	0
#6	1	0	0	1
#7	0	0	0	0
#8	5	30	2	37
#9	0	0	0	0
#10	0	1	3	4
#11	0	0	0	0
#12	0	0	22	22
合計	82	35	27	144

5.3 結果と考察

分類器の結果は 0~1 の値で出力されるため、ここでは 0.5 以上を該当ラベルに分類され、それ以外は分類されなかったとみなした。正解率は 0.38、適合率 0.26、再現率 0.38 であり、分類器の精度としては不十分な結果であった。評価データに偏りがあったので、件数の多い活動目的 #2、#3、#8、#12 について傾向を見ると、#2 と #3 は「体制構築」に関するものだが、双方抽出漏れが多く、#3 は正解はなくほぼ抽出漏れとなっていた。これは、タスクの内容だけではこの組織が体制を構築しているか読み取れないこともあり、送信元・送信先の組織間での事象として情報を付加する必要があると考えられる。また、#8 は分類結果の半数以上が誤認識であり、被害報告の内容ではあるものの、どこに報告するかということで送信元・送信先の情報も加味すれば精度向上が見込めるのではないかと考える。最後に #12 は避難所へのサービスの提供であるが、抽出漏れが殆どであった。実際の報告内容では、様々な項目について一度にとりまとめて報告がなされており、例えば、避難所については、全体が 1500 文字程度の報告の中で、40 文字程度で「避難所支援等：なし」として補足情報として貸出機器の件数について 1 行で記載されている程度であった。

以上から、今後の分類精度向上としては、学習データを

増やしていくことは大前提とはするが、急激に増量することは難しいため、アテンション機能での対象活動目的のフェーズの強化やタスクの内容以外の情報を加味することが挙げられる。

一方で、分類器の性能評価以外に、ユーザ側での意思決定における支援に関わる評価も同時に進めていく必要がある。例えば、分類精度のレベル感も提供しつつ、各社の状況を一覧で提示すると、図 8 のようになる。各社の詳細な状況は文章として読んでいても、結局全体としてどうなのかといった場合に、関係組織横並びでどのフェーズのどの活動目的のもと対応をしているのかということを表すことができる。

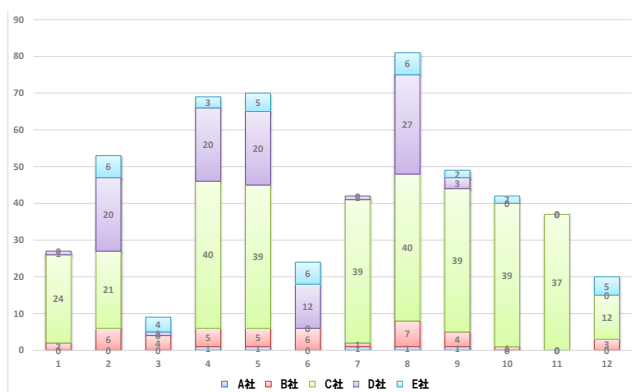


図 8 各社での活動目的別のタスク件数

6. まとめ

本論文では、企業の災害対策本部における判断の軸として対応フェーズに応じた活動目的を設定し、活動目的に基づく状況把握の手法について検討した。具体的には、自然言語処理を活用して KADAN の危機対応ログを組織のミッションに基づく活動目的に分類し、各組織の対応の進捗状況を横並びで把握する手法について提案した。今回は、活動目的の分類器に関して、分類方法と分類結果について報告した。分類器構築のための学習データや今回利用した評価データは限られたものであり、精度としても改善の必要はあるが、各組織での詳細な対応状況の報告を求めずに、どの活動目的の業務が進行中なのか、また進捗状況が順調なのか否かといった概況や各組織の進捗状況の差を把握することが可能となると考えられる。

今後の課題として、活動目的の分類器について精度を向上することと並行して、ユーザでの意思決定に関する本手法の有効性や課題について整理することが挙げられる。

参考文献

- [1] Naoko Kosaka et. al., “Disaster Information System Using Natural Language Processing,” JDR, Vol.12, No.1, pp.67-78, 2017.
- [2] 岸晃司他, “統合リスクマネジメント支援システムのサイバードメインでの活用,” DICOMO2018 予稿集, 4G-1, pp. 837 - 843,

2018.

- [3] 小阪尚子他, “大規模国際スポーツイベントへの危機対応支援システムの適用,” 電子情報通信学会論文誌 D, Vol.J101-D, No.10, pp.1405-1413, 2018.
- [4] 橋本順子他, “危機対応のための情報共有システムにおける GIS 機能の有効活用,” FIT2018(第 17 回情報科学技術フォーラム)予稿集, CO-007, pp.105-110, 2018.
- [5] FEMA, “Emergency Support Functions (ESF),” <https://www.fema.gov/media-library/resources-documents/collections/533>
- [6] 秋富慎司他, “緊急支援機能に基づく東日本大震災における医療対応の考察,” 地域安全学会論文集, No.32, 2018.3.