

(一財)北海道開発協会令和4年度研究助成サマリー

道内自治体における 地域防災システム構築 と政策イノベーションの 実装に関する研究

—千島海溝周辺海溝型地震に備える—



加藤 知愛 (かとう ともえ)

北海道大学公共政策大学院学術研究員(レジリエント社会論/レジリエント人材育成/政策形成過程/フィールドワーク/政策イノベーション/公共合意形成/公共伝達) 公共政策学研究センター研究員

国際広報メディア・観光学院研究員、産学・地域連携機構学術/博士研究員、公共政策大学院公共政策学研究センター研究員、広域複合災害研究センター研究員を経て現職。パイロット・プラクティス株式会社代表。復興まちづくり計画立案、BCP/BCM策定、起業家教育教材開発、プロジェクト評価にも従事する。



米田 夏輝 (よねだ なつき)

三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社 研究開発第1部(大阪) 地域環境防災グループ 研究員

公共政策学修士(専門職) 神奈川県藤沢市出身。高校卒業を機に北海道大学へ進学し、6年間を札幌で過ごす。北海道大学CoSTEP科学技術コミュニケーション・養成プログラム修了。サイエンスコミュニケーション、地域防災、道の駅の研究に携わる。2023年4月より現職。

1 はじめに 研究の背景と研究アプローチ

内閣府が2020年に公表した北海道・東北地方北部の太平洋側を震源とする巨大地震想定(1)によると、北海道沖の千島海溝で最大マグニチュード(M) 9.3、東北沖の日本海溝でM9.1の地震で、最高約30mの大津波が東日本の広範囲に到達する。防災対策推進地域に該当する防災所轄課は、この予測下の緊急対応を実施するための防災政策の立案と、それに関連する諸計画の整備を進めている。北海道大学公共政策大学院の防災政策研究プロジェクト拠点防災政策ユニット(防災ユニット)では、これらの試みを担う防災担当官を支援するため、自治体の防災システム構築(Disaster Prevention Evacuation System:DPES)支援コンテンツを開発した。防災ユニットは、「登別防災政策ラボ(登別防災ラボ)(2)」と「北後志広域防災連携プロジェクト(北後志プロジェクト:北後志PJ)(3)」にDPESを実装し、防災分野における政策イノベーションを誘発する取り組みを行っている。

本稿で扱う「防災分野における政策イノベーション(防災イノベーション)」を「災害対応に係る制度的な課題を、発災前に解決することにより、望ましい防災システムを構築すること」と定義する。その要素は、政策過程論で重視される3要素(効率性、公正性、責任性)(森脇2010)(4)を適用して、以下のように定義する。即ち、防災分野において、第1に合理的根拠に基づく政策形成(EBPM)過程が存在すること(効率性)、第2にその政策形成・決定過程に参加するチャンネルが設置され、誰もがアクセスできること(公正性)、第3にそれらの政策形成・決定過程と実施過程の説明責任が確保されていること(責任性)、である。

本研究の第1段階では、地理情報を用いて災害被害を可視化する。この方法論の先行研究には、橋本(2021)(5)、奥野・橋本(2021)(6)等がある。橋本(2021)は、北海道の公開する津波浸水想定データと国勢調査のデータを重ねて津波浸水想定域で発生する被害を可視化している。奥野・橋本(2021)では、住民の避難訓練のログデータ解析から、避難行動の傾向を明らかにしている。本研究では、これらの方法論と統合する「政策形成過程と実施プロセス」を分析の範囲としている点で先の研究との違いがある。

本研究の第1の調査対象地は、北海道登別市である。

登別防災ラボと避難訓練の参与観察で取得したデータを用いて既存の避難計画の妥当性を検証する(7)。その結果から自治体の防災システム構築モデル「登別DPES」と、自治体の防災政策担当官に求められるスキルを導出する。第2の調査対象地は、北後志PJを構成する5町村（余市町、仁木町、古平町、積丹町、赤井川村）である。北後志PJの参与観察で取得したデータを用いて北後志地域における広域のかつ複合的な被害を可視化し、現在の避難計画の妥当性を検証する。その結果から広域地域の防災システム構築モデル「北後志DPES」と、広域防災政策を立案する担当官に求められるスキルを導出する。

最後に、①自治体における防災システム構築アプローチと自治体の防災担当官に求められるスキルと、②北後志PJの事例研究から導出された広域地域における防災システム構築アプローチと広域防災政策を立案する担当官に求められるスキルを俯瞰し、それらのアプローチモデルとなる「自治体DPES」と「広域地域DPES」の概念と防災イノベーションの道筋を提示する。

2 登別市の防災システム構築

2-1 登別DPES1.0：災害リスクの共有

北海道登別市は、人口45,656人（令和3年度時点）(8)を有する北海道年西部の太平洋沿岸に位置する都市である。北海道の津波被害想定によると冬季の発災時には約1,400棟の建築物被害、約20,000人の人的被害が発生する(9)。他方、避難行動が早い場合には、人的被害は約7,700人まで減る(10)。この被害想定を可視化するため、国勢調査(11)(12)、基盤地図情報（国土地理院）(13)、津波浸水想定（北海道）(14)、経済センサス（経済産業省）のデータ(15)をQGIS（地理情報システム）にインプットし、当該地域の被害（人口、建築物、経済損失）の推定値を算出した。浸水想定エリアは、行政の中心エリアである幌別地区と海岸に面する鷺別地区の大半を含む沿岸部広範囲に及び（図1）、浸水想定エリアに位置する人口、建築物、事業所の浸水率は、表1の通りである。これに、津波データを重ねた避難状況の動画コンテンツ



図1 登別市の浸水想定（オープンデータより著者作成）

を制作して確認した結果、到達予測最短時刻の31分以内に住民の避難が完了するためには、海側から山側への避難ルートがJR線路に遮られている等の課題を克服しなければならなかった。

表1 登別市における人口、建築物の被害（著者作成）

項目	浸水数	浸水率
人口	33230人	70.70%
建築物	20671棟	74.28%
事業所	1126箇所	76.43%

2-2 登別DPES2.0：解決アプローチの共有

防災ユニットは、2021年より登別市の防災担当官と共に登別防災ラボを開催して、これまでにレクチャー（第1回、第3回）、ニーズ調査（第2回）、コンテンツ制作と行政担当官のスキルアップ（第4回）、津波の図上訓練の参与観察とフィードバック（第4回）、全市総合避難訓練の参与観察とフィードバック、住民の徒歩避難のデータ解析(16)フィードバック（第5回）、二次避難の検討（第7回）を行った。図上訓練、全市避難訓練、津波避難訓練でDPESを運用した結果、土砂災害リスクの高い要配慮者の人数の特定、逃げ遅れを防ぐための避難ビルの適正な位置、二次避難オペレーションのアウトラインなどの解法が見出された。

2-3 登別DPES 3.0：DPES構築アプローチの共有

防災ユニットは、登別市が保有する情報の提供を受けて登別市のニーズに応えるコンテンツを制作するだけでなく、行政担当官に使い方のサポートを行った。大学と行政の協働型のDPES制作プロセスは、5つの段階から成る。既存の防災システムを把握する第1段階（DPES1.0）、避難に関する情報を取得する第2段階、QGISを用いて危機を可視化し検証する第3段階、既存の行動コードを検証して、望ましい計画を再構築する第4段階（DPES2.0）、DPES2.0を検証して、より効果の高い避難計画を立案する第5段階（DPES3.0）である。登別DPESは現在、第3段階から第4段階に移行する段階に位置する（登別DPES2.0）。翌年度の実地訓練後に更新版の3.0を策定できた段階で、第4段階から第5段階に移行する（図2）。

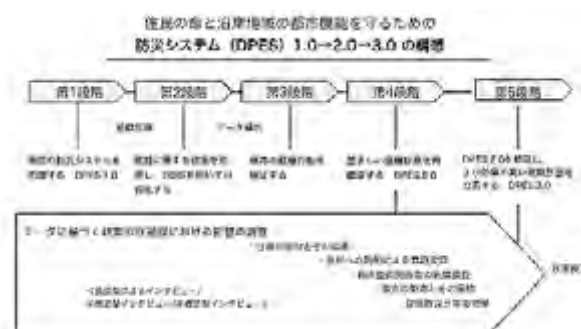


図2 防災システム（DPES）構築アプローチ概念図（著者作成）

2-4 自治体の防災担当官に求められるスキル

登別防災ラボの実施過程で、防災担当官は新たな防災政策の立案スキルを高める環境と制度設計に適応しなければならないことが認識された。大学は、その環境づくりを支援できる。そうした環境が形成されたならば、両者が協働して効果の高い避難計画の立案が可能になる。

3 北後志地域の広域防災連携システム構築

3-1 北後志DPES1.0：災害リスクの共有

大地震は日本海沿岸地域でも歴史的周期的に発生している。小樽市の隣に位置する余市町による最大の被害想定「留萌沖地震（震度7）」では、日本海沿岸の積丹町・古平町は震度4、余市町は震度6強、積丹町は震度6弱の地震と30分以内に押し寄せる3m程度の津波により、北後志地域全体で約5,400人の避難者が発生する。災害救助法が適用された場合にも、国の支援物資と北海道の支援物資が届くまでに48時間を要する(17)。

事例1で用いた方法*で、北後志5町村が直面する津波被害を可視化した結果、複数町村において幹線道路及び河口流域の市街地が浸水することが明らかになった(18)。余市町では、①国道5号線の栄町が約25分後に浸水(図3)、国道229号線の入舟町、黒川町1丁目、2丁目、3丁目付近が、約29分後に浸水する(図4)。



図3 余市町中心部の津波による浸水予測(著者作成)



図4 余市町の建築物被害(著者作成)

北後志地域の幹線が不通となり、復旧まで当該地域から他地域への避難はできなくなり、支援物資の供給をはじめ陸路での物流が途絶する(図4)。②津波が余市川を遡上し、約20分後に沿岸部、約40分後に内陸部が浸水する。QGISで浸水面積に基づいて人口を按分すると、約600名、QGIS内の解析ツールを用いると、約700世帯が被災すると推定される。国勢調査のデータを用いて、人口の密集度を加味すると約1,400名となり、町民全体の約7.8%が被災する。余市町の津波被害は、沿岸部よりも余市川流域で大きくなり、浸水想定エリアの被災者が交通ネットワークと遮断されて取り残されるリスクがあることが明らかになった。

3-2 北後志DPES2.0：解決アプローチの共有

北後志PJは、北後志5町村(積丹町、余市町、仁木町、古平町、赤井川村)の防災備蓄、避難所と備蓄倉庫の位置、食料と医薬品の提供を最適化するシステムを、5町村とベル・データ株式会社、サツドラホールディングス等の民間企業と大学が力を合わせて創る社会事業である。防災ユニットは、2021年から関係機関と共に全4回のワークショップ(WS)を開催し、デジタル・マングラ・マトリックス(DMM)を活用して解決アプローチを見出し共有してきた(3)。第2回WSでは、31ケースの行動計画がマトリックス上に表出された。北後志地域は豪雨と河川氾濫にも見舞われてきたため、第3回WSで、河川氾濫による洪水リスクを可視化したコンテンツ(表2)を提供し、広域的に発生する複合災害を認識するワークを実施した。その結果、主流河川流域の複数の町村が同時に複合災害に直面した場合の避難計画が未整備であることが明らかになった。余市町の被災規模は域内最大であり、余市町の行政機能の低下や医療体制の機能不全等の事態の影響は周辺自治体に及ぶ。

従って、各町村のみで策定する避難計画の他に国や他の町村からの支援を迅速に受ける連携システムを構築しなければならない。

表2 北後志5町村の建築物被害(著者作成)

自治体名	建築物	農地	人口	事業所
余市町	8787棟(65.54%)	300.5827ha (71.28%)	11859人 (69.41%)	約76%
仁木町	871棟(41.98%)	411.4366ha (24.75%)	1882人 (59.44%)	約59%
古平町	898棟(39.8%)	46.0771ha (76.7%)	830人 (31.68%)	約30%
積丹町	194棟(13.2%)	48.5501ha (約7%)	360人 (19.64%)	約13%
赤井川村	372棟(39.59%)	193.5973ha (20.61%)	470人 (48.13%)	約35%

* 2020年国勢調査(19)、日本海沿岸の津波浸水想定(20)、GEOFABRIK(21)公開の社会インフラを、QGIS上で統合した。被害推定は、QGIS上で、津波の浸水想定エリアと重なる国勢調査や経済センサスのメッシュの面積を、元の面積で割ることで浸水率を算出した。

3-3 北後志DPES3.0：DPES構築プロセスの共有

第4回WSでは、広域的な洪水リスクを可視化した北後志DPESコンテンツ（図5）を囲んで、避難時に必要システムとアイテムを色付けした旗をポスティングしながら、広域避難オペレーションについて地図上で議論した。このワークにより、防災行政のしくみと情報の分断により認識できなかった複合的かつ広域的な災害リスクを5町村と関連企業が同じデータを見て認識できた。こうして、当該地域に関わる関係者が参画して協働型の広域地域DPESは制作された。



図5 広域的洪水被害（著者作成）

3-4 広域地域の防災システムを構築する防災担当官に求められるスキル

広域地域の防災システムを構築する防災担当官に求められるスキルは4つある。①広域的な災害リスクを認識するスキル、②広域的に災害オペレーションを実施するための自治体連携を認識するスキル、③国際的な災害対応アプローチを地域防災システムに取り入れて設計するスキル、④地域の自然資源の多機能性と災害リスクを調和させて地域経営を組織するスキルである。北後志PJでは関係者が北後志DPESを介して広域的な洪水リスクと自治体連携の必要性を認識して共有できた。ゆえにDPESは、①と②のスキルの習得に役立つ視点を与えていたといえる。③と④のスキルの習得に対しては、防災ユニットが実施するラボを運営して支援する方法は有効であろう。その環境の創出過程にDMMの問題解決フレームワークを導入すると、ステークホルダー協働型の合意形成プロセスを試作できる。

4 考察 防災政策イノベーション事始

4-1 自治体DPESと広域地域DPES

登別市の防災政策の立案過程には、3つの特徴がある。第1に合理的根拠に基づくデータを分析・応用し

て、既存の避難計画を検証し、実効性のある避難計画を策定するプロセスが内在する。第2に大学が行政官を支援する形で間接的に政策形成・決定過程に参画している。第3に、登別市の防災システム構築過程に、DPESコンテンツが導入されて、それが住民説明で活用された場合には住民への説明責任を果たすことができる。ゆえに、登別市の防災政策の立案過程は、防災イノベーションの3つの要素（効率性、公正性、責任性）を包含するプロセスがあるといえる。

こうした特性を備えた自治体DPESの防災政策形成過程は「①避難計画1.0の実施→②避難計画1.0の検証→③修正点の避難計画への反映→④避難計画プロトタイプの実案→⑤避難計画プロトタイプの実施→⑥避難計画プロトタイプの検証を経て、避難計画2.0の立案」というアプローチを辿る（図6）。

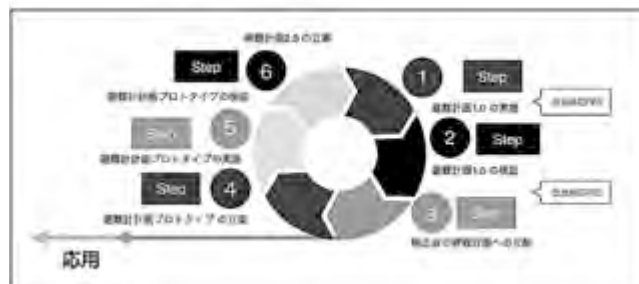


図6 自治体DPES の概念図（著者作成）

北後志PJでデザインする広域的な防災政策立案過程には、議論の合意形成過程を可視化できるDMMがインストールされている。ゆえに北後志防災システム構築（北後志DPES）は、DMMの機能に内在する「合意形成プロセスの可視化と持続的展開」と「誰もがアクセスして意見を表明できる」特徴：（公正性）を有する。また、防災政策形成・決定過程と実施プロセスの議論の構造を可視化することにより、説明責任を確保できる（責任性）。

ゆえに、北後志PJでデザインする広域地域防災政策の立案過程は、防災イノベーションの3要素が組み込まれた防災政策形成過程のロジックが包含されている。こうした特性を備えた広域地域DPESの防災政策形成過程は、「①広域避難計画プロトタイプの実案→②広域避難計画プロトタイプの実施→③広域避難計画プロトタイプの検証→④広域避難計画モデルの立案→⑤広域避難計画モデルの実施」というアプローチを辿る（図7）。

広域地域DPESのプロトタイプは、「個々の自治体DPESを、広範囲にゾーニングしたエリアに適応して展開するシステム」として設計されるため、北後志広域防災連携PJに形成される防災システムは、2つのDPES-「自治体DPES」プロセスに「広域地域DPES」プロセスが併設されたシステムになる。先に自治体DPESが起動し、次に、広域地域DPESが起動する。この2つのDPES構築プロセスは、独自のスピードで進展しながら互いの政策立案に作用し合う（図8）。

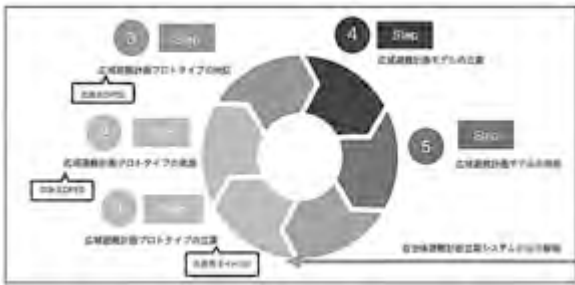


図7 広域地域DPES の概念図（著者作成）

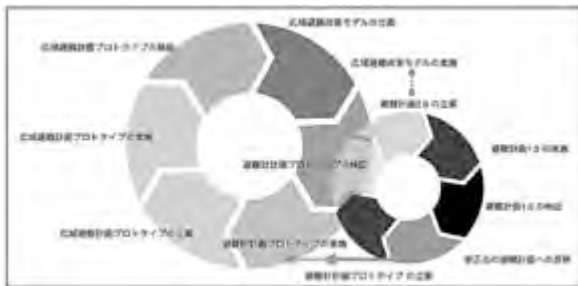


図8 自治体-広域地域リンクモデルの概念図（著者作成）

4-2 防災政策イノベーションを誘発する

登別DPESと北後志DPESが示唆する防災政策イノベーションの道筋を歩む防災担当官とは、「住民を守るために何をすべきかを認識でき、そのために必要なリソースを調達することができ、発災前から復旧と復興をリードする制度を整備できる」人材である。大学と行政の協働型コンテンツ制作アプローチは、DPESを用いてデータを扱う防災担当官の潜在能力を開発することによって、地域の防災減災力を高める政策形成過程を醸成する。

DPESモデルの実装化は、各自治体の防災政策や防災計画、避難計画等の制度の再構成を促進し、災害後の早期復旧・復興を動機づけ、防災分野の政策イノベーションを誘発することに寄与する。

参考文献

- (1) 内閣府：日本海溝・千島海溝沿いにおける最大クラスの震度分布・津波高等の推計」2020年4月21日
https://www.bousai.go.jp/jishin/nihonkaiko_chishima/WG/pdf/211221/shiryu05.pdf
 内閣府「日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震の被害想定について、2021年12月12日
https://www.bousai.go.jp/jishin/nihonkaiko_chishima/WG/pdf/211221/shiryu01.pdf
- (2) 米田夏輝（2022）道内自治体における地域防災システムの構築～自治体と大学で取り組む政策イノベーション事始め～、2022年2022巻CCI-010号 p.08
https://doi.org/10.11517/jsaisigtwo.2022.CCI-010_08
- (3) 加藤知愛, 米田夏輝, 中野佑美（2022）：コマンドコード：すべての被災者を安全に避難させるために—北後志広域防災連携プロジェクトの事例研究—、日本災害復興学会2022京都大会
- (4) 森脇俊雅（2010）：政策過程、ミネルヴァ書房,p175-o184
- (5) 橋本雄一（2021）：北海道太平洋沿岸における津波浸水想定域の空間分析。北海道大学文学研究紀要,vol.165, pp.129-166, 2021年
- (6) 奥野祐介,橋本雄一（2021）：歩行速度に着目した疑似的津波集団避難行動分析。地理情報システム学会講演論文集, vol.30,pp.ROMBUNNO.B30-3-3, 2021年
- (7) 加藤知愛, 米田夏輝（2022）：北海道の自治体で考えるレジリエンス 社会：地域防災と地理空間情報, 地域経済経営ネットワーク研究センター年報,11,42-49
- (8) 登別市『登別市統計書』令和3年度版
https://www.city.noboribetsu.lg.jp/docs/2016041000013/file_contents/3.pdf
- (9) 登別市『広報のぼりべつ』, No.863, pp.2-3, 2022年
<https://www.city.noboribetsu.lg.jp/docs/2022081700011/>
- (10) 北海道、北海道太平洋沿岸の津波浸水想定公表について、登別
https://www.constr-depthokkaido.jp/ks/ikb/sbs/tsunami/shinsuisoutei/pdf/taiheiyo/sinnkoukyokubetsuzu_cities/25_noboribetsu.pdf
- (11) e-Stat、境界データ、小地域、国勢調査2020年、北海道登別市
<https://www.e-stat.go.jp/gis/statmapsearch?page=5&type=2&aggregateUnitForBoundary=A&toukeiCode=00200521&toukeiYear=2020&serveyld=A002005212020&prefCode=0>
- (12) e-Stat、統計データ、国勢調査2020年、4次メッシュ、M6340,M6341
<https://www.estat.go.jp/gis/statmapsearch?page=7&type=1&toukeiCode=00200521&toukeiYear=2020&aggregateUnit=H&serveyld=H002005112020&statsId=T001101>
- (13) 国土地理院 基盤地図情報
<https://fgd.gsi.go.jp/download/mapGis.php>
- (14) 北海道 太平洋沿岸の津波浸水想定公表資料（データ集）登別市
<https://www.harp.lg.jp/opendata/dataset/105/resource/4127/source-url>
- (15) e-Stat、統計データ、経済センサス活動調査2016年、4次メッシュ、M6340, M6341
<https://www.e-stat.go.jp/gis/statmapsearch?page=5&type=1&toukeiCode=00200553&toukeiYear=2016&aggregateUnit=H&serveyld=H002005112016&statsId=T000918>
- (16) 生富直孝, 浅田拓海, Chawis BOONMEE, 有村幹治（2016）：避難訓練プロブデータを用いた津波避難計画支援ツールの構築, 土木学会論文集D3, Vol.72, N05. I_331-I_339
- (17) 北後志広域防災連携事務局（2022）：北後志地域での産官学による広域防災連携の目指す姿, 第2回WS資料,p3-p5.
- (18) 北海道の津波浸水想定公表資料（データ集）
<https://www.harp.lg.jp/opendata/dataset/105.html>
- (19) 政府統計の総合窓口（e-Stat）、地図で見る統計、境界データ—国勢調査2020年（総務省）北海道余市町
- (20) 日本海沿岸の津波浸水想定公表資料（データ集）余市町.
- (21) GEOFABRIK downloads, Asia. Japan-Hokkaido.