

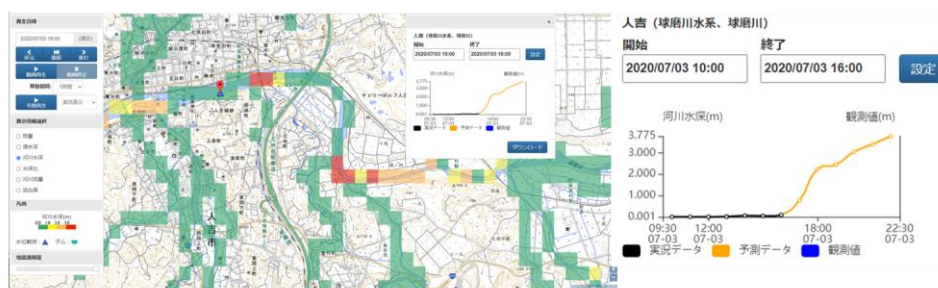
災害拠点病院の水害対策タイムラインを策定 ～令和2年豪雨を想定した防災訓練で効果を検証～

概要

令和2年4月に京都大学防災研究所は、全国の感染症指定医療機関のうち、千年に1度レベルの大豪雨で34%が、100～200年に1度レベルでも26%が浸水被害を受けるという調査結果を公表しました。同年7月豪雨による熊本県の球磨川の氾濫では、災害拠点病院でもある人吉医療センターが実際に洪水被害を受け、発災前後の災害対応に多くの課題が顕在化しました。そこで、京都大学防災研究所の角哲也 教授、佐山敬洋 准教授、清水建設株式会社（代表取締役社長 井上和幸）、独立行政法人 地域医療機能推進機構 人吉医療センター（病院長 木村正美）は共同で、工学（土木・建築）と医療現場の知見を連携させ、「水害対策タイムライン防災計画」を策定し、2022年5月6日に人吉医療センターで防災訓練を行い、その有効性を検証します。

タイムラインの計画策定にあたっては、病院の建築・設備の実態に基づき水害リスクを評価し、それをベースに必要な災害対応業務と実施判断基準（トリガー）、および担当者間の連携方法を整理し、7段階の災害ステージに合わせて時系列的に順次実行する計画になっています。最も重要な実施判断には、公開気象情報に加えて、京都大学防災研究所が内閣府 SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)の一環として開発してきた「全国版 RRI モデル」のデータを活用しており、今後、病院の水害タイムライン防災計画のモデルとなることが期待されます。

HMC 水害ステージ	ステージ1 対策準備	ステージ2 対策開始	ステージ3 仮本部設置	ステージ4-1 対策本部立上げ	ステージ4-2 最終確認	ステージ5 応急対応	ステージ6 復旧	ステージ7 本復旧
【目安】気象庁 警戒レベル	警戒レベル1	警戒レベル2	警戒レベル3	警戒レベル4		警戒レベル5	警戒レベル4→3へ	
トリガー項目	早期注意情報 (警戒級の可能性) 洪水注意報 発令	球磨川水位 1.5m超過 かつ 2～3時間内に 合計50mmを 越える雨が予測	球磨川水位 2.0m超過 かつ RRIの水位予測が 上昇の見込み	球磨川水位 3.0m超過 かつ RRIの水位予測が 上昇の見込み	氾濫発生情報 発令		順次解除	
【目安】その他 気象・防災情報		(人吉市) 高齢者等避難	(人吉市) 避難指示	大雨特別警戒発令		球磨川人吉観測所 水位4.07mを超過 (計画高水位) 緊急安全確保	水位低下	
リードタイム 目安		▼-1.2時間	▼-6時間	▼-4時間	▼-2時間	▼0	▼+1～2時間	



「全国版RRIモデル」システム画面イメージ（令和2年7月豪雨時の再現計算）



（上図）水害タイムラインの7段階ステージとトリガー項目

（下図）「全国版 RRI モデル」のシステム画面イメージ（令和2年7月豪雨時の再現計算）

1. 背景

令和 2 年 4 月に京都大学防災研究所は、全国 372 ヶ所の感染症指定医療機関のうち、千年に 1 度レベルの大豪雨で 34%が、100～200 年に 1 度レベルでも 26%が浸水被害を受けるという調査結果を公表しました。これは新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の拡大を背景に、その最前線である感染症指定医療機関が水害を受けてその機能が低下する可能性があり、洪水期に向けて対策を早急にとるべきことの警鐘を鳴らしたものでした。その対応としては、図 1 に示すように防水対策や水害対応計画の再確認など病院による自衛的措置を行うことに加えて、河川管理者や行政の防災部局、保健部局などからの外部支援が重要であり、さらに、そのそれぞれに対してソフト対策およびハード対策が重要であると指摘させていただきました。

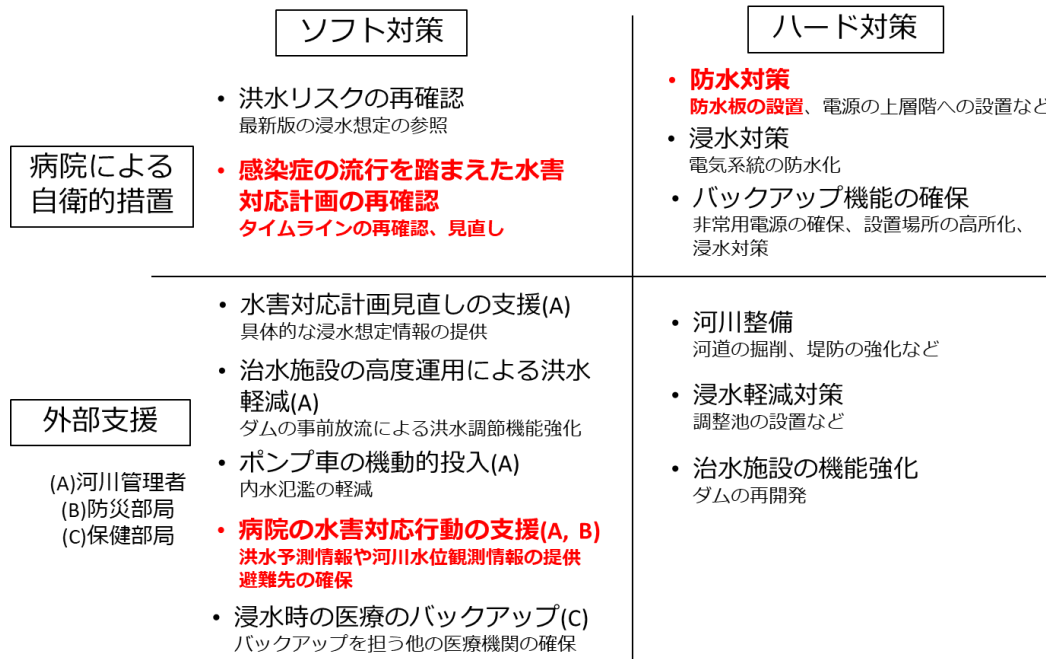


図 1 感染症指定医療機関の水害対策の方向性（野原・角 2020）

こうした中で令和 2 年 7 月豪雨災害が発生し、熊本県では約 30 の医療施設が浸水被害に遭いました。特に、人吉市では、球磨川の氾濫により人吉医療センターや球磨病院などの地域の拠点病院が浸水被害を受けて地域医療への大きな影響が発生するとともに、発災前後の災害対応に多くの課題が顕在化しました。

近年の水害で被災した医療機関の被災状況や対応状況に関する報告はこれまでにないもの、こうした研究事例は限られており、特に災害発生時に地域医療や災害医療の中心的な役割を担う拠点医療機関の浸水実績を踏まえた効果的な水害対策についての知見は十分ではありませんでした。

2. 研究手法・成果

令和 2 年 7 月豪雨災害は、新型コロナウイルス感染症の流行に伴って全国的に異例の感染症対策が取られる中で発生した初めての大規模な自然災害でした。そこで、京都大学防災研究所と清水建設は、実際に浸水被害を受けた人吉医療センターと共同して、浸水被害の実態と発生原因、この豪雨災害において浮き彫りになった医療機関における水害対策の課題を明らかにし、図 1 に示した水害対策の具体化を進めることとしました。その中で重要なのは、水害に強い医療施設に向けた改修工事の促進（ハード対策）と防災計画の策定（ソフト対策）であり、特に、人吉医療センターで得られた知見を活かした水害タイムライン防災計画を新たに構築することとしました。

(1) 三者共同で水害対策リスクを再確認、課題抽出

各地で水害が多発する前に建てられた医療施設では、電気・医療ガスなどの設備や診断・診療に必須の機器が地下や1〜2階に集中していることが多く、浸水により医療機能の喪失を含む甚大な被害が生じかねません。令和2年7月豪雨による災害の後、人吉医療センターでは、防災計画の見直し（災害BCPマニュアルに水害を追加）、防水板設置の研修、1F自動扉の防水対策や、防水シートの購入（医療機器・エレベーター）などの対策を講じてきましたが、防水板設置後に患者が搬送されてきた場合の施設内への搬入方法、ER（救急搬送）や放射線科に設置された重要医療機器の電子基板の多くが現状では床上10cm程度の低い高さにあること、屋内の浸水がさらに上昇した場合の対処方法など、病院の機能や患者の利便性等を勘案すると、容易には解決できない課題が残されていることも明らかとなりました。

(2) 水害に焦点をあてたタイムライン防災計画の策定

近年、大型台風の接近に備えて、国、都道府県、市町村などの行政部局に加えて、鉄道事業者などが水害タイムラインを策定する事例が報告されています。これに対して、医療施設の水害タイムラインを検討した事例はほとんどありません。特に難しいのは、安易な計画は災害時に急増する救急医療の妨げになるばかりか、重篤患者の生命を脅かす事態を招くことにもなりかねません。

そこで、京都大学防災研究所の角哲也 教授、佐山敬洋 准教授と清水建設株式会社は、2021年6月に医療施設の水害対策に関する共同研究契約を締結し、医療施設に相応しいタイムライン防災計画の在り方について検討を開始し、独立行政法人 地域医療機能推進機構 人吉医療センターと協議を重ねながら水害タイムライン防災計画の策定を行ってきました。その特徴は、次に2つに集約されます。

① 7段階の災害ステージに合わせた各災害対応業務の実行

医療施設のタイムラインの場合、災害時の医療ニーズに対応しつつ、十分な**リードタイム**（予測先行時間のことで、発災時刻をゼロアワーとした場合の前倒し時間）を以て災害対応業務へ移行すること、不適切な実施判断による医療現場の混乱を避けることが非常に重要になります。そのため、多くの病院建築で実績を有する清水建設の知見をもとに、初めに同センターの建築・設備の実態に基づききめ細やかに水害リスクを評価しました（**STEP 1**）。それをベースに必要な災害対応業務と実施判断基準（トリガー）、および担当者間の連携方法を三者で整理し、これをもとに水害時に医療センターの各部署が実施する「水害対策業務（職員招集、防水版設置、患者対応など）」にかかる所要時間が、水害ステージ（浸水逼迫ステージ）毎に想定したリードタイムに収まるかどうか検討したうえで、水害タイムラインを策定しました（**STEP 2**）。

② 最新の洪水予測技術を活用した実施判断基準（トリガー）の設定

球磨川水害の最大の特徴は、短時間の豪雨に伴う急激な河川水位の上昇と、球磨川本川のみならず、支川からの氾濫も同時に発生していることです。人吉医療センターのヒアリングから、本川の水位上昇に伴い、いわゆる**バックウォーター**（本川の水位上昇によって合流する支流の水が堰上げられて流れにくくなること）によって支流の胸川が氾濫したことが直接的な浸水原因であることが明らかになりました。このような水害ハザードを的確に予測して、水害対策業務の実施判断に結び付けるためには、公開気象情報だけでは十分ではなく、新たに、京都大学が内閣府 SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)の一環として開発してきた「全国版 RRI モデル」のデータを活用し、タイムリーに適切な実施判断ができる仕組みを構築しました（**STEP 3**）。ここでは、リアルタイムの河川水位に加えて、4時間先までの高精度な浸水予測が可能であり、定量的な予測値を防災に用いることで、より早く・空振りの少ない対策を目指しています。

3. 今後の展開

策定した水害タイムラインの有効性を検証するための防災訓練を 2022 年 5 月 6 日に実施します。ここでは、令和 2 年 7 月豪雨レベルの洪水が発生し人吉医療センター周辺が約 70cm 程度浸水するという想定で行います。訓練では、人吉医療センター内の全組織を挙げて計 156 名が参加して、タイムライン防災を体験予定です。

今後、人吉医療センターは訓練の評価結果をタイムライン防災計画に反映し、より実践的な計画を策定します（STEP 4）。また、京都大学防災研究所は内閣府 SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)の一環として RRI モデルの社会実装に向けたシステムの実証と改良を推進し、清水建設は今回の水害タイムライン防災計画の標準化を進めることで、全国で医療機関を対象に防災計画の立案支援を展開していきます。

STEP 1 正確な建物・設備の浸水リスク把握

- ✓ 多くの病院建築の設計・施工実績を持つ清水建設により、
浸水深により喪失する機能を整理
- ✓ 3D点群計測を利用し、建物だけでなく外部に設置された設備機器の標高も
正確に把握

図 2 病院のタイムライン策定の流れ

STEP 2 水害タイムラインの策定

- ✓ 清水建設が保有する病院BCP策定支援実績で得たノウハウである
コネクティングシート(業務連携相関図)を活用

STEP 3 防災行動のトリガーを設定

- ✓ 過去の災害時の災害情報を整理し、トリガーとなる災害情報をしぼり込み、
シンプルで客観的な基準とし、判断ミスを無くす
- ✓ SIPで京都大学開発の「全国版RRIモデル」の高度な予測情報を活用し、
リードタイムを確保しつつ、空振りを避ける

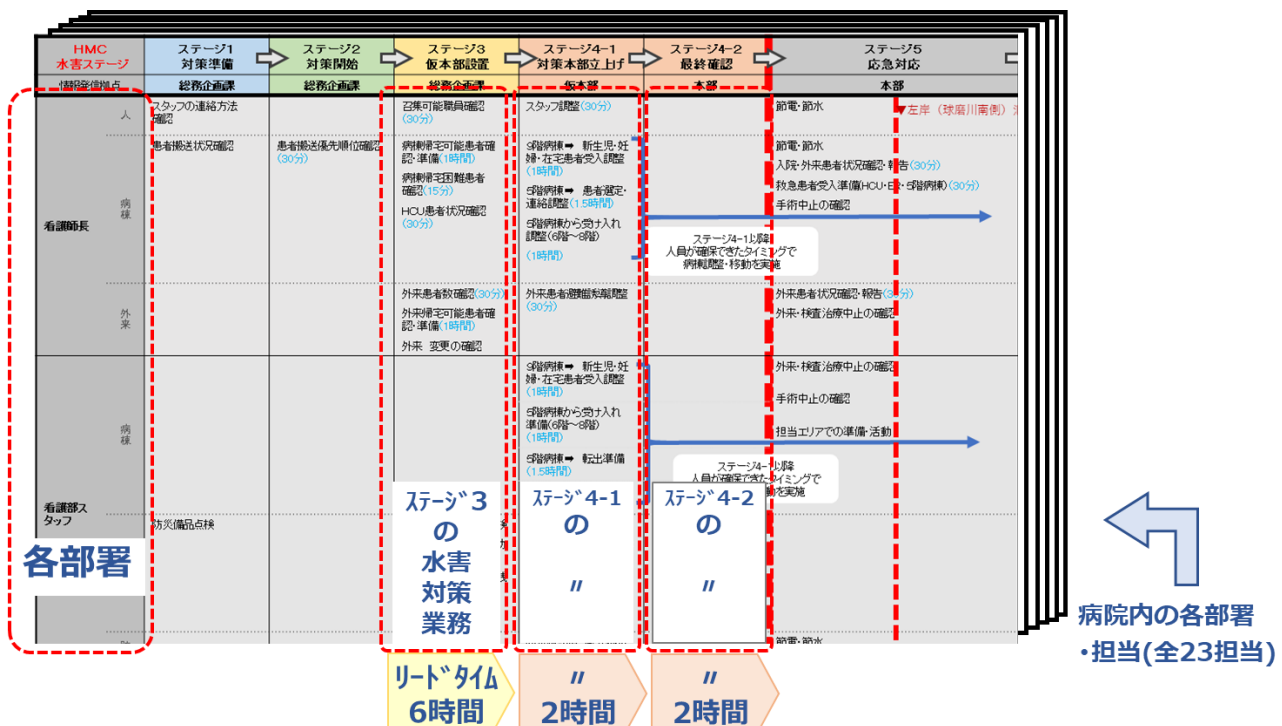
STEP 4 訓練の実施とフィードバック

- ✓ 水害タイムラインの検証のための訓練実施、フィードバック、サーベイランス

※全国版RRIモデルは、SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)において開発された。

 戦略的イノベーション創造プログラム
Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program

図 3 策定した水害タイムライン



【参 考】

● 人吉医療センター

施 設 名：独立行政法人地域医療機能推進機構 人吉医療センター

院 長：木村正美

所 在 地：熊本県人吉市老神町 35 番地 電話 0966-22-2191

設 立：2014 年 4 月 1 日

病 床 数：252 床（一般 248、感染 4）

診療指定：地域医療支援病院、災害拠点病院、地域がん診療連携拠点病院、医師臨床研修指定病院
熊本 DMAT 指定病院、第二種感染症医療指定病院



図 4 人吉医療センターの立地条件（計画規模では浸水範囲外、想定最大規模で浸水範囲内）

● タイムライン

国土交通省が風水害への備えとして推奨しており、災害の発生を前提に、災害時に発生する状況を予め想定した上で、いつ、誰が、何をするか、に着目して、防災行動とその実施主体を時系列で整理した防災行動計画を意味する。適切なタイムラインの立案には専門家の知見が必要。

● RRI モデル

RRI は、Rainfall:降雨、Runoff:流出、Inundation:氾濫を意味する。低平地での大規模な氾濫を迅速に予測するための手法であり、流域に降った雨が河川に集まる現象、洪水が河川を流下する現象、河川を流れる水が氾濫原に溢れる現象を流域一体で予測する。「全国版 RRI モデル」は、内閣府主導の SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)において開発され、日本全国の支流を含めた河川水位予測が行える。

<研究者のコメント>

この取り組みは、令和 2 年 4 月の記者発表、7 月の実際の球磨川水害を受けて、何とか水害対策の具体化を図れないかと継続的に検討を行ってきたものです。特に、病院が自衛的に実施される対策をいかに外部からサポートできるかを、土木（ハザード予測）と建築（病院の水害リスク評価）のチームで取り組んできたものです。SIP の研究成果を病院の水害対策行動にいかに繋がられるか、その成果に大いに期待しています。（角 哲也）

<関連論文タイトルと著者>

- 浸水想定区域図やハザードマップを利用した全国の感染症指定医療機関の浸水想定状況の調査

野原 大督・角 哲也

自然災害科学 2020 年 39 巻 2 号 101-112 DOI https://doi.org/10.24762/jndsj.39.2_101

- 令和 2 年 7 月豪雨災害から示唆された拠点医療機関の水害対策の課題と方向性

野原 大督・角 哲也・鳥山 亜紀・長谷川 夏来

土木学会論文集 B1 (水工学) 2021 年 77 巻 1 号 191-202 DOI https://doi.org/10.2208/jscejhe.77.1_191

- 令和 2 年 7 月球磨川豪雨 – ダムの役割と効果および拠点医療機関の水害対策 –

角 哲也・野原大督・小林健一郎・鳥山亜紀・長谷川夏来

京都大学防災研究所年報 2021 年 第 64 号 A 156-168

- アンサンブル予測を活用した長時間／広域洪水予測と社会実装

立川康人・中安正晃・佐山敬洋, 雑誌河川, No.894, pp.86-92, 2021.