3D都市モデルを活用した
流域治水推進に向けた取り組み

山下久美子[1]・山川仙和[1]・中尾 毅[2]・木村美瑛子[1]・遠藤彩夏[1]

[1]株式会社オリエンタルコンサルタンツ関東支社（〒151-0071 東京都渋谷区本町3-12-1）
[2]株式会社オリエンタルコンサルタンツ本社（〒151-0071 東京都渋谷区本町3-12-1）

近年の気候変動による水害の頻発化・激甚化を踏まえ，国土交通省では「流域治水」の取組を推進しており，住民・企業等による流域治水の取組を促進するため，水災害リスクを認識し，自分事として捉え，主体的に流域治水に取り組む主体を増やすことを目指している．

信濃川河川事務所では，地域住民による水害リスクの理解促進，避難行動の支援のための情報の提供，防災教育の素材提供を目的として，3D都市モデルを活用して，浸水域や浸水深，時系列変化による浸水の広がり等を表示可能なシステムを構築した．本システムの活用により，リスクコミュニケーションの円滑化を図り，事前防災の強化につながることが期待される．

Key Words ： *流域治水，3D都市モデル，PLATEAU，水害リスクの可視化，流域治水の自分事化，システム開発，動くハザードマップ，防災教育，*

１．はじめに

近年，気候変動の影響により水害が頻発化・激甚化しており，令和元年東日本台風や令和2年7月豪雨など，全国各地で甚大な浸水被害が発生している．

国土交通省及び都道府県では，河川法及び水防法に基づき，洪水予報河川及び水位周知河川について，洪水時の円滑かつ迅速な避難を確保し，又は浸水を防止することにより，水害による被害の軽減を図るため，想定最大規模の降雨により当該河川が氾濫した場合に想定される浸水の区域及び浸水深，浸水継続時間等を示した洪水浸水想定区域図を作成・公表している．一方，市町村では，水防法及び災害対策基本法に基づき，洪水浸水想定区域図に洪水予報等の伝達方法，避難場所など洪水時の円滑かつ迅速な避難の確保を図るために必要な事項等を記載した洪水ハザードマップを作成し，印刷物の配布やインターネット等により住民への周知を行っている．

また，国土交通省では，気候変動の影響による降雨量や洪水発生頻度の増加等に対応するため，河川管理者が主体となって行う治水対策に加え，氾濫域も含めて一つの流域として捉え，国や流域自治体，企業・住民等，流域全体のあらゆる関係者が協働して治水対策に取り組む「流域治水」を推進しており，全国109の一級水系で「流域治水プロジェクト」を策定している．さらに，流域治水の取組を加速化・深化させるため「流域治水プロジェクト2.0」への更新が行われている．加えて，国土交通省では，流域治水の推進に向けた普及施策の行動計画[1)]を公表しており，住民や企業などが自らの水災害リスクを認識し，自分事として捉え，主体的に流域治水に取り組む主体を増やすための取組を進めている．

本業務は，信濃川河川事務所管内において，洪水時の円滑かつ迅速な避難の確保や，水害リスクの理解促進，流域治水の自分事化に向けて，信濃川の水害リスクを直感的に理解でき，地域での避難行動の支援に資する水害リスク情報を提供するため，3D都市モデル（PLATEAU）が整備されている長岡市をモデルとして，3D都市モデル上に，浸水域や浸水深，時系列の浸水の広がり等を可視化するシステムを開発したものである．なお，３Ｄ都市モデルを活用した時系列の浸水深推移等の水害リスクの可視化は，全国の河川事務所の中では初めての取組である．

本稿では，今回のシステム開発の目的や開発した内容，今後の展望・課題について報告する．

２．水害リスク情報に関する取組状況

(1) 信濃川河川事務所における主な取組

a) 洪水浸水想定区域図等の作成・公表

信濃川河川事務所では，水害リスク情報として，洪水浸水想定区域図を作成・公表しているほか，流

域治水の取組を推進するため「多段階の浸水想定図」「水害リスクマップ」を作成・公表している.

b) 流域治水プロジェクトの策定・公表

信濃川河川事務所では，令和元年東日本台風において信濃川流域で甚大な被害が発生したことを踏まえ，流域治水の取組を推進するため，令和3年3月に「信濃川水系流域治水プロジェクト」[2)]，令和6年4月に「信濃川水系流域治水プロジェクト2.0［信濃川・魚野川］」[3)]を策定・公表しており，流域市町村や住民・企業等による流域治水の理解，取組の促進が課題となっている.

c) 流域自治体とのホットラインによる情報伝達

信濃川河川事務所では，洪水時に河川の水位など緊急性の高い情報を市町村長へ電話等で伝達（ホットライン）し，避難指示や水防活動などの緊急対応を支援しているが，令和元年東日本台風での課題等を踏まえ，WEB会議システムを通じた流域自治体への情報伝達・共有の仕組みを導入しており，流域自治体に対する情報共有の円滑化等を図るため，より分かりやすい情報提供が求められている.

(2) 長岡市における主な取組

a) 長岡方式の避難行動の周知

長岡市では，信濃川が氾濫した場合，市街地の大部分が浸水し，多くの市民の避難が必要となり，市の避難場所だけでは浸水想定区域内の住民全員を受け入れられないことを踏まえ，「浸水しない場所への車等での避難や，自宅の上の階への避難を優先的に考え，それができない場合は市が開設する避難場所へ避難する」という「長岡方式の避難行動」を定め，洪水ハザードマップ[4)]等への記載等により住民への周知を行っている.

b) 長岡市独自の防災教育の実施

長岡市では，GIGAスクール構想で導入した児童生徒一人一台のタブレットを活用し，市独自の教育体制「Edu-Diver構想」を推進しており，学校での防災教育でタブレットや動画教材等が活用されている.

３．水害リスク情報の提供に関する問題点

洪水時の円滑かつ迅速な避難の確保，水害リスクの理解促進や流域治水の自分事化を図るうえで，以下のような問題点があった.

- 公表されている洪水浸水想定区域図や洪水ハザードマップは２次元情報であり，浸水深や時系列変化を視覚的にイメージすることが難しい.
- 「長岡方式の避難行動」では，住民が自宅等の浸水状況を確認し，避難行動を判断する必要があるが，ハザードマップでは，任意地点の具体的な浸水深，浸水が開始する時間，通行可能な避難ルート等を確認することが難しい.
- 紙媒体のハザードマップでは情報が一方通行であり，防災講座や防災教育等において，住民等が自ら操作して知りたい情報を得ることが難しい.

４．システム開発の目的

上記の問題点を踏まえ，河川事務所の役割として洪水時の避難行動の支援や流域治水の取組促進に資する水害リスク情報の充実を図るため，今回のシステム開発の目的として以下の３つを設定した.

a) 水害リスクの自分事化に資する情報提供

長岡市の住民等が自宅等の任意地点の浸水深等を視覚的に理解でき，水害リスクの理解・流域治水の自分事化を促進するため，3D都市モデルを活用して，水害リスク情報を立体的かつ時系列で確認できる情報提供を行う.

b) 避難行動の判断を支援する情報提供

長岡市の住民等が避難行動を検討する際に，自宅等の任意地点の浸水状況や浸水以外のリスク等も踏まえて，避難場所の位置や通行可能な避難ルートを確認できるように参考となる情報を提供する.

c) 防災教育の素材提供

信濃川河川事務所の防災講座や長岡市の防災教育等での活用を想定した水害リスク情報・素材を提供するとともに，タブレット等で誰でも簡単にシステムを操作できるようにする.

５．システムの開発内容の紹介

本業務では，WebGISであるCesiumをプラットフォームとして，長岡市が整備した3D都市モデルを活用し，信濃川河川事務所から貸与された浸水想定区域や時系列の浸水深推移等のデータを重畳し，水害リスクを視覚的に可視化するシステムを開発した.

以下では，システム開発の目的別に，開発したシステムの内容について紹介する.

(1) 水害リスクの自分事化に資する情報提供

住民等が自宅等の任意地点の浸水深等の水害リスクを確認しやすくするため，表-1に示すデータ・付帯機能を実装した．主な開発内容として，a)時系列の浸水想定区域の表示，b)多段階の浸水想定区域の表示について詳述する.

表-1 水害リスクの自分事化に資する主な開発内容

項目	主な開発内容
建築物データ	・ランドマーク施設を対象に，壁面等の詳細テクスチャ付のLOD2相当データを作成
表示データ	・多段階の浸水想定区域図 ・水害リスクマップ ・時系列の浸水深推移 ・中小河川と信濃川の時系列の浸水深推移 ・過去の浸水実績
付帯機能	・自宅等の任意地点を検索する機能 ・任意地点の浸水深を表示する機能

a) 時系列の浸水想定区域の表示

信濃川河川事務所が公表している信濃川の浸水想定区域図（想定最大規模）の作成にあたって計算された破堤点ごとの時系列浸水メッシュデータをもとに，代表的な８つの破堤点について，3D都市モデル

上に時系列の浸水深推移を表示し，「動くハザードマップ」を作成した．

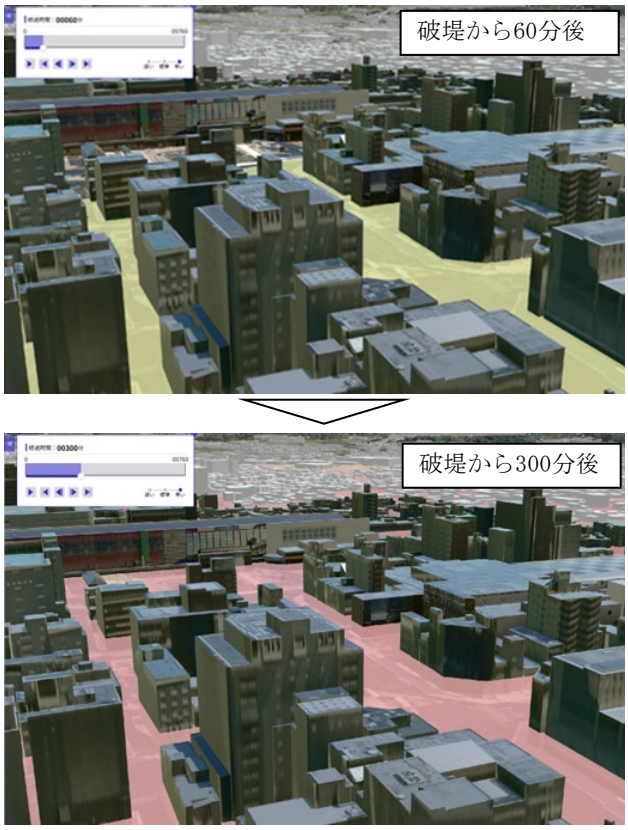

図-1 時系列の浸水深推移の表示例

b）多段階の浸水想定区域の表示

3D都市モデル上に，信濃川河川事務所が公表している信濃川・魚野川の浸水想定区域図（想定最大規模・計画規模）および多段階の浸水想定図の一部を表示するようにした．

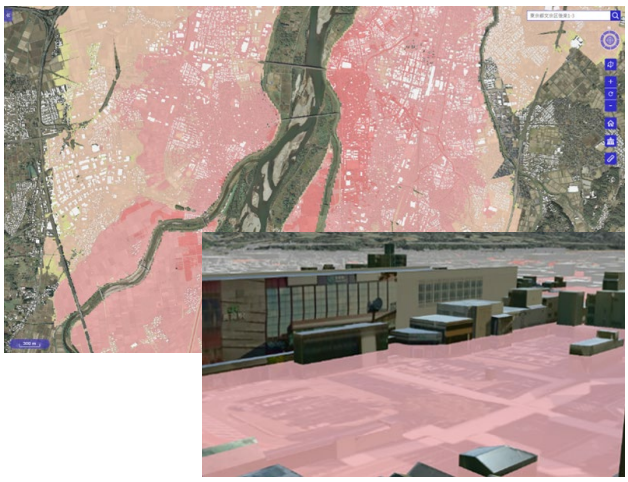

図-2　多段階の浸水想定の表示例

(2) 避難行動の判断を支援する情報提供

住民等が避難行動（避難場所，避難ルート等）を判断するための参考情報を提供するため，表-2に示すデータ・付帯機能を実装した．主な開発内容として，a）長岡市の避難場所の表示，b）任意地点間の経路・距離・時間の計測機能について詳述する．

表-2 避難行動の判断を支援するための主な開発内容

項目	主な開発内容
表示データ	・長岡市の避難場所（垂直避難可能） ・浸水想定区域外の浸水しない道路 ・その他のハザード情報（家屋倒壊等氾濫想定区域，土砂災害警戒区域） ・洪水時危険箇所（アンダーパス，橋等）
付帯機能	・任意地点間（例：自宅から避難場所まで）の経路・距離・時間の計測機能

a）長岡市の避難場所の表示

住民等が避難場所を検討する際の参考として，長岡市が指定している指定緊急避難場所のうち，信濃川・魚野川の氾濫を想定した場合に，想定される浸水深より高い階等で使用可能な指定緊急避難場所を表示するようにした．

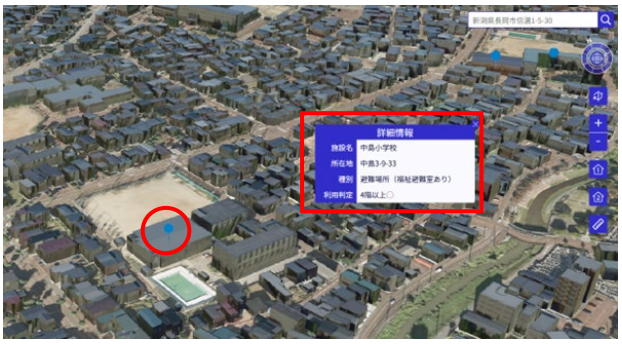

図-3　避難場所の情報の表示例

b）任意地点間の経路・距離・時間の計測機能

住民等が自宅から避難場所等までの避難ルートを検討する際の参考として，任意地点間の経路を指定して，距離および徒歩で移動する場合にかかる時間を計測する機能を付加した．

図-4　経路・距離・時間計測機能の表示例

(3) 防災教育の素材提供

信濃川河川事務所の防災講座や長岡市の防災教育等で活用可能なツールを提供するため，タブレット等で簡単にシステムを操作できるようにするとともに，システムが使用できない場合でも活用できる素材として，浸水状況等を説明する動画を作成した．

表-3 防災教育の素材提供のための主な開発内容

項目	主な開発内容
付帯機能	・タブレットでの利用を想定したユーザーインターフェースの構築 ・システムの操作方法，用語解説の表示 ・鳥瞰視点，歩行者視点での表示

動画作成	・主要施設周辺における時系列の浸水深推移を可視化した，ナレーション解説付きの360度VR動画 ・システムを活用してランドマーク施設周辺の浸水深推移を表示した動画

図-5 360度VR動画の表示例

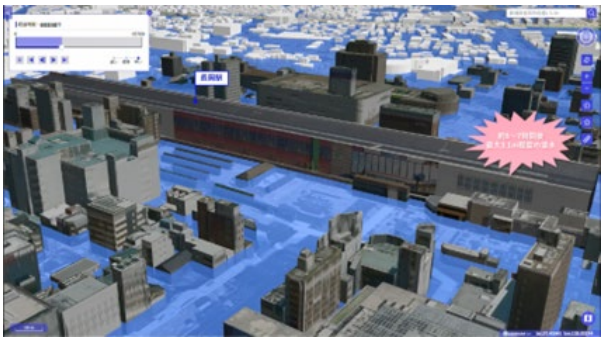

図-6 ランドマーク施設の浸水動画の表示例

６．システムの活用イメージ

本業務で開発したシステムは，流域治水の自分事化に資するものであり，今後，信濃川河川事務所が行う防災講座や長岡市における防災教育・訓練等での活用を想定したものである．流域治水の自分事化に向けては，①知る（水害リスクを認識する），②自分事と捉える（水害リスク対策を考える），③行動する（的確に行動する）という３つのステップが重要とされている．このステップに基づき，防災教育におけるシステムの活用イメージを整理した．

a）STEP1：水害リスクを知る・共有する

対象地区における多段階の浸水想定図や時系列の浸水深推移などの水害リスクを3Dで表示して，対象地区でどのような水害が起こる可能性があるのかを参加者に視覚的にイメージしていただく．浸水状況の動画を放映して説明することも考えられる．

b）STEP2：水害リスクを自分事と捉える

参加者各自に，自宅周辺の水害リスクを理解して，自分事化していただくため，システム（タブレット等）を用いて，多段階の浸水想定図や時系列の浸水深推移等を表示して，自宅等の場所の浸水深や浸水開始までの時間等を確認して，避難の必要性を判断していただく．

c）STEP3：避難行動を考える

参加者各自に，それぞれの自宅の水害リスクを踏まえ，どのように避難するか考えていただくため，システムを用いて，近くの避難場所の位置や避難ルートの距離や時間，周辺の浸水しない道路やハザード情報等を確認して，避難場所や避難ルートを考えていただく．

７．システムの評価

システム開発にあたり，長岡市の防災教育担当部局の職員や，市の防災啓発活動等に携わっている学識経験者にヒアリングを行った．主な意見として，以下のような評価をいただいた．

・現状は水害に対する学習機会が少ないため，今回開発したシステムや動画が活用できる．
・時系列の浸水深を立体的にイメージできるので，避難行動を検討する際に効果的である．
・防災教育で活用していただくため，システムを活用した学習プログラムの提案があるとよい．

８．今後の展望・課題

今回開発したシステムは，主に水害リスク情報の提供と防災教育の素材として活用されるものであり，平常時に河川管理者から自治体に情報を提供し，自治体がその情報を住民等に対して活用することを想定している．将来的には，三次元河川管内図との連携等により，流域治水に留まらず水利用・流域環境も含めた「流域総合水管理」に関する情報を一元管理し，流域のあらゆる関係者（河川事務所，県・市町村，住民・企業等）が情報を共有・活用できるプラットフォームとしての活用が考えられる．また，ワンコイン浸水センサ等のリアルタイム情報との連携により，平常時だけでなく発災時や復旧・復興時における対策判断の支援や，自治体とのホットラインなど関係者間でのリスクコミュニケーションツールとしての活用も考えられる．

今後は，長岡市における防災教育等でのシステムの活用促進や，流域全体のあらゆる関係者（周辺自治体，流域治水協議会等）に向けたシステムの対象範囲の拡大，他システムとの連携によるシステムの活用方法の拡大等に向けて，引き続き検討・企画提案等を行っていきたい．

謝辞：本論文は，国土交通省北陸地方整備局信濃川河川事務所からの業務委託の成果を紹介するものであり，信濃川河川事務所流域治水課や長岡市担当部局の皆様にご協力・ご支援をいただきました．関係者の皆様に厚くお礼申し上げます．

参考文献

1) 水害リスクを自分事化し，流域治水に取り組む主体を増やす流域治水の自分事化検討会：水災害を自分事化し，流域治水に取り組む主体を増やす総力戦の流域治水をめざして」提言，令和5年8月
2) 信濃川水系（信濃川中流）流域治水協議会：信濃川水系流域治水プロジェクト，令和5年3月31日更新
3) 信濃川水系（信濃川中流）流域治水協議会：信濃川水系流域治水プロジェクト2.0［信濃川・魚野川］，令和6年4月17日公表
4) 長岡市：長岡市洪水ハザードマップ，令和4年3月更新