流域治水の自分事化に向けた
行動変容を促すツール開発と教育現場での実証
～過去に学び流域の未来を考える～

中村涼乃[1]・中島健一[1]・飯田進史[1]

[1]パシフィックコンサルタンツ株式会社　デジタルサービス事業本部　防災事業部
（〒101-8462 東京都千代田区神田錦町三丁目22番地）

流域住民の水害リスクへの理解促進や避難対策等の支援を河川管理者や自治体が中心となり推進している．本研究では，過去の水害の歴史や現在・将来の水害リスクを，臨場感を持って伝えることで流域治水の自分事化の行動変容を促す支援するツールの開発と，山梨県南アルプス市での実証を通してツールの実用性を検証した．実用性の確認手法としては，全体的な流域治水の自分事化の行動変容の定量的な評価基準（ルーブリック）を整理した上で， 流域治水の自分事化の行動変容の効果測定のためのアンケートを実施した．その結果，支援ツールを活用した防災授業では，防災授業の気づきを保護者へ伝えた児童が同ツール未活用の場合に比べ約2倍となった．

Key Words ***：*** *流域治水，自分事化，流域治水デジタルテストベッド，防災教育，氾濫シミュレーション，iRIC，Webマップ*

１．はじめに

近年，頻発，激甚化する水災害に対応すべく，既存の治水対策に加え，住民も含めた流域のあらゆる関係者が協働して治水対策に取組む「流域治水」が推進されている．流域治水の推進にあたっては，河川管理者や自治体等の流域治水協議会メンバーが中心となり取組が進められているが，今後は流域住民の主体的な参加へつなげていく必要がある．

国土交通省設置の「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」提言では，住民や企業などが自らの水災害リスクを認識し，自分事として捉えるステップを「知る」，「捉える（自分事化として捉える）」，「行動する」として，流域全体の水災害への参画者の拡大等が示されている．

本論文では，国土交通省によって現在整備中の流域デジタルツインの実験場「流域治水デジタルテストベッド」の「利活用」を見据えたユースケースとしての委託研究「流域デジタルツインを用いた流域治水の自分事化支援するツール（以下，支援ツール）に関する研究開発」の一つとして，山梨県南アルプス市を研究フィールドとして関係者へのヒアリングを通して課題の特定を行い，課題の解決策として過去，現在，未来の水害リスクを体験し自分事化の行動変容を促す支援ツール（Webマップ，VR，AR）の仕様検討，試作を行った．さらに，実証を通したツールの実用性の検証結果について報告する．

２．研究フィールドの概要

南アルプス市には，釜無川とその支川である御勅使川が流れており，現在の南アルプス市北部を流れる御勅使川と芦安地区の山々を削り運んだ土砂によって，御勅使川右岸側中心に扇状地が形成された．御勅使川は，平時は水が少ないが，大雨の際には暴れ川となり，明治29年水害では大きな被害を受けている．洪水から取水施設を守っていた桝形堤防等，古くから治水・利水に取り組まれ，伝統的治水施設が多く存在することも特徴で，他にも，石積出，将棋頭，徳島堰等が現存している地域である．

流域治水の自分事化に向けては，まずは水害リスクを自分事として捉えることが重要であるが，甲府盆地のような近年，水害を経験していない地域の住民にとってはハザードマップなど既存の防災ツール

のみでは実感・理解し難いことが考えられる．

３．流域治水の自分事化に向けた課題の分析

(1) ユースケースと課題の仮説

a) ユースケースの設定

実証フィールドにおける支援ツールのユースケースを，当該流域の流域治水プロジェクトの施策に基づき設定した．具体的には「水害や伝統的治水施設の伝承」をテーマとして，河川管理者や自治体職員や学校教員が，出前講座や防災教育で支援ツールを活用する設定とした．

b) ペルソナ分析による課題と効果の仮説

利用者の視点を踏まえたツールとするため，ユーザの具体的な人物像を設定し，ニーズや行動を深く分析する「ペルソナ分析」を行った．具体的には，a)で設定した支援ツールを活用するユーザ（事務所職員，自治体職員，文化館・博物館学芸員）を対象として，図-1に示すように趣味/性格や出前講座に関する悩み等を整理した後，最終的に課題やツール活用による効果を仮説として設定した．

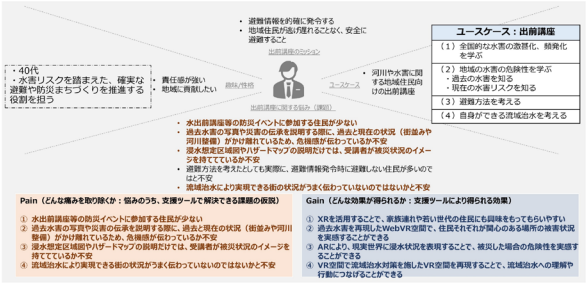


図-1　ペルソナ分析（事務所職員の例）

(2) ヒアリングによる課題の特定

a) ヒアリング

ペルソナ分析から仮説として設定した悩みや課題，支援ツールにより得られる効果を確認するため，流域治水の関係者である国土交通省甲府河川国道事務所，山梨県県土整備部治水課，南アルプス市教育委員会文化財課の3機関に対してヒアリングを実施した．（図-2参照）

現状の課題認識や構築予定の支援ツールに求める機能等について伺ったヒアリング結果の概要を表-1に示す．

表-1　ヒアリング結果概要（自分事化に向けた課題について抜粋）

区分	主な意見
水害や治水に興味がない	興味がない人に興味を持たせることが難しい。
歴史を示すことが重要だが見せ方が難しい	郷土の歴史に関心がある住民は多いが、現在や未来の水害と結び付けることが難しい。
	古文書を図化し、歴史と治水を融合させたい。見せ方は地域住民向けにしたい。
水害リスクの伝え方が難しい	恐怖体験にならない程度に水害リスクを知ってもらいたい（加減が難しい）。
	浸水想定区域図などを用いてリスク説明をすることがあるが、机上の話なので理解しているか対策に繋がるか難しく感じている。

図-2　ヒアリングの様子

b) 課題の特定

ヒアリング結果から，「流域治水の自分事化」の行動変容（知る→自分事として捉える→行動する）に対する，それぞれの意見をロジックツリーで分類・集約し，支援ツールで解決すべき課題として，

① 水害リスクを知らない，興味がない住民に対して，支援ツールの開発のあり方
② 水害リスクについて専門家でない住民でも正確に把握できるような支援ツール開発のあり方
③ 水害リスクを個々の住民が理解できるように伝える人材が不足している問題に対して，伝える側が扱いやすい支援ツール開発のあり方
④ 流域治水のイベントや広報が住民の「行動変容」を促せていない問題に対して，活用場面がイメージでき，様々なイベント等で活用できるような支援ツール開発のあり方

の4つの課題を特定した．

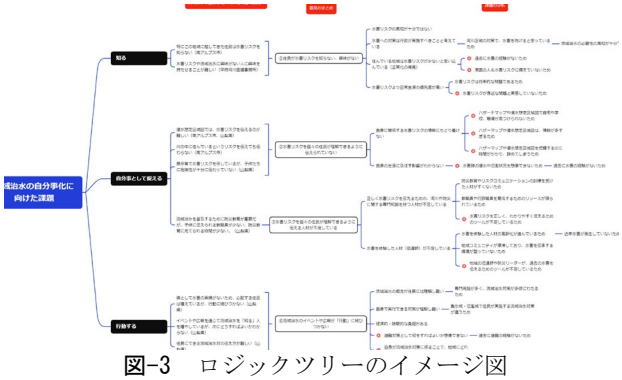


図-3　ロジックツリーのイメージ図

４．機能と技術の特定

（2）b）で特定した課題について，活用シーンを整理して，支援ツールに必要な機能を設定した．

過去水害や浸水深等の表示コンテンツや，子どもからデジタル表現に不慣れな年配の方など，対象者が幅広くなることを想定して，①デジタルツインで明治年代の地形・土地利用を再現し，伝統的治水施設（石積出）の有無による浸水範囲の差を可視化する等，地域で協働する重要性を学べるWebマップ，②利水施設を守る伝統的治水施設（桝形堤防）の役割を学べるAR，③氾濫の勢いを再現し，桝形堤防における水害の疑似体験ができるVRの3つを支援ツールとして構築することとした．

５．　支援ツールの試作

(1) 支援ツールの試作

支援ツール（Webマップ）の開発に当たり，前述の委託研究の目的上，流域治水デジタルテストベッドの基盤データや解析結果，オープンデータとの連携を意識しながらデータ処理や支援ツールを構築する必要があった．他河川への展開のしやすさを考慮し，比較的入手が容易に行えるようにオープンデータである地理院タイルの使用や，氾濫解析においては無料解析ソフト「iRIC」を使用した．

iRICにおける氾濫解析では，明治29年水害を再現した氾濫解析を実施した．解析モデル上には，水害の内容が掲載された当時の新聞や過去資料から，流量や堤防位置等を算出して反映し，浸水範囲の妥当性については，水害実績図を基に浸水範囲の確認を行い，明治29年水害に近い氾濫解析結果を導いた．

さらに，オリジナルデータとして，南アルプス市教育委員会文化財課にPDFデータで提供いただいた「明治29年御影村外一ヶ村水害図」や石積出や枡形堤防等の伝統的治水施設のポイントや写真等を支援ツールで利用可能なようにデータ処理した．これは，ヒアリングにおいて，「過去の古文書を図化し，歴史と治水を融合させたい」という意見を参考に，地域特性を反映させた．

住民にとって地域の歴史は子供から高齢者まで世代共通の話題となり得ることや，現在・将来の未経験の水害リスクを，臨場感を持って疑似体験することは流域治水の自分事化の行動変容を促すと考えた．そこで，身近と感じやすい地域における治水・利水の工夫や歴史，水害履歴を学ぶことで，水害リスクを実感・理解する素地を育むツールにするために，過去に学び，現在を知り，今後起こり得る水害へ備えられるように，コンテンツは「過去」，「現在」，「未来」の3種別に分けた．

支援ツール（VR）では，Unreal Engineを用いて，洪水時に伝統的治水施設（桝形堤防）付近にいるときの周囲の様子や，洪水時に上空から俯瞰した場合の街の浸水の様子を仮想空間上に再現した．なお，氾濫流の流れや洪水の音についても，臨場感が出るように再現した．

支援ツール（AR）では，伝統的治水施設（桝形堤防）の洪水時の状況を俯瞰した様子をタブレットやスマートフォンで現実世界に表示できるようなツールを開発した．

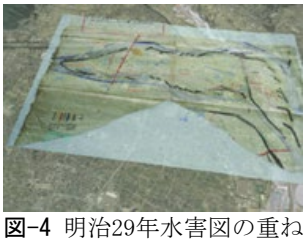


図-4 明治29年水害図の重ね合わせ（Webマップ）

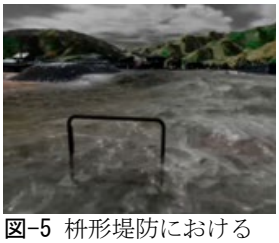


図-5 枡形堤防における洪水の再現（VR）

(2) 支援ツールの実用性確認

研究フィールドである南アルプス市の御勅使川の扇状地付近に位置する小学校の4年生に対し，治水や利水，防災に係る授業・フィールドワークにおいて，計4回の支援ツールを試行活用した．「治水と利水を考える」授業では，洪水と治水，利水と稲作，地域の歴史を理解する中で，支援ツールを用いて現在の地図に過去の地形図を重ね合わせることで，小学校付近や自宅付近が昔は川の中だったこと等を確認した．VR・ARの活用事例としては，小学校4年生の「自然災害にそなえるまちづくり」の授業において，水害を想定して必要な備えをするなど，自分たちにできることを考える過程で，VRによる洪水体験やARによる伝統的治水施設の治水効果を確認した．

複数回の実証を通して，「何が支援ツールで確認できるか？」や，「専門用語がわかりにくい」等の要望を基に，凡例の追加や，TOPページを設け，ツールの説明文を付ける等の改良を重ねた．このように，ツール提供者側の課題に加え，ツールの利用者側の意見を聞いたことで，ツール提供者側・ツール利用者側の双方の意見・感想を踏まえてツール改善を行うことができた．

６．　行動変容の測定

(1) ルーブリック（評価基準）の設定

流域治水の行動変容を測定する上で，“流域治水の自分事化に向けた「行動変容」”の定義を明確にする必要があった．ここで注目したものが，人の生活習慣に着目した「行動変容ステージモデル」である．行動変容ステージモデルでは，人が行動（生活習慣）を変える際に，「無関心期」→「関心期」→「準備期」→「実行期」→「維持期」の5つのステージを通ると考えられている．この行動変容ステージモデルに対して，国土交通省が設置した「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」で示されている，「流域治水の自分事化ステップ」との関連性を整理した．

さらに，流域治水の自分事化に向けた行動変容ステージモデルを基に行動変容を測定する手段として，教育現場で活用されている「ルーブリック」に着目した．ルーブリックとは，評価基準を明確に示した表やガイドラインのことであり，評価項目や基準が具体的に記載され，評価者が一貫した基準で評価を行うことができる評価手法である．このルーブリックの評価手法を用いて，「治水・利水の自分事化」，「水害リスクの自分事化」，「流域治水の自分事化」の観点から，レベルごとにスコアを付けした流域治水の自分事化に向けた行動変容ステージモデルを設定し，行動の行動変容の到達度を計る評価規準を作成した．加えて，支援ツールがどの行動変容ステージに寄与するツールかを整理した．

観点	説明	知る	自分事として捉える		行動する	（継続する）
		無関心（スコア：1）	関心（スコア：2）	準備（スコア：3）	実行（スコア：4）	維持（スコア：5）
治水・利水の自分事化	過去から現在の治水・利水の歴史や伝統的治水施設の役割を理解し、自らの生活の一部として捉えることができているか	過去から現在の治水・利水の歴史や伝統的治水施設の役割を**理解していない** Webシステム（過去）、ＡＲ	**過去から現在の治水・利水の歴史や伝統的治水施設の役割を理解**しているが、自身の生活と関連付けられていない Webシステム（過去、現在、未来）	過去から現在の治水・利水の歴史や伝統的治水施設の役割と**自身の生活との関連付けが理解できている**	－	－
水害リスクの自分事化	過去の水害や想定最大の浸水図から地域の水害リスクを理解し、自らの水害リスクとして捉えることができているか	地域の水害リスクを**理解していない** Webシステム（過去、現在、未来）	**地域の水害リスクを理解**しているが、自身に及ぼす水害リスクを考えられていない VR（水害体験）	地域の水害リスクを理解し、**自身に及ぼす水害リスクを考えられている** VR（水害体験）	地域の水害リスクを理解し、自身に及ぼす水害リスクを考えた上で、**保護者にも伝えている**	－
流域治水の自分事化	流域治水の必要性を理解し、自らが家族や地域で実施できる流域対策や避難対策を考えることができているか	流域治水の必要性を**理解していない** Webシステム（未来）	**流域治水の必要性を理解**しているが、家族や地域の避難対策を考えられていない Webシステム（未来）授業のワーク	流域治水の必要性を理解し、**家族や地域の流域対策や避難対策を考えられている** Webシステム（未来）授業のワーク	流域治水の必要性を理解し、家族や地域の流域対策や避難対策を考えた上で、**保護者に伝えている**	流域治水の必要性を理解し、家族や地域の流域対策や避難対策を考えた上で、**継続的に流域対策や避難対策を見直している** Webシステム（未来）授業のワーク

図-6 支援ツールを使った「小学生」を対象とした出前講座に関するルーブリック

(2) アンケート調査による行動変容の分析

流域治水の自分事化における「準備」→「行動」の過程において，ルーブリックの規準として「児童が保護者に伝える」といった行為を「行動」として捉え，指標として設定した．この保護者に伝えるといった行動を測るため，VRによる水害体験を実施した防災授業の後に保護者向けのWebアンケートを実施した．アンケートの設問については，防災授業の前後で子供から水害に関する話を聞いたかを問う内容としている．また，子供から保護者へのプリントを使った案内ではなく，学校教職員から保護者に直接，Webアンケートの案内を行った．

保護者アンケートによって，支援ツール（VR）を活用した防災授業によって，行動（保護者へ伝えた）に移した児童が約2倍となった．これは，VRの水害体験により，水害の恐ろしさを実感し水害への備えを自分事として捉えられたものと考えられる．また，授業の様子を伝えられた保護者についても「水害への備えを実施したい」との回答が約8割と，流域治水の取組みの広がりに寄与したものと考えられる．

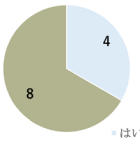
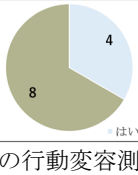
設問	アンケート結果	
1月28日（防災の授業）以前に、お子様から水害に関するリスク・備え・避難などについて話を聞きましたか。	・事前授業やフィールドワークでも水害について学んだが、それを保護者に伝えた児童数は4名と、全体（12名）の約3割	
1月28日（防災の授業）の話（水害リスク・備え・避難等）をお子様から聞きましたか。	・保護者へ伝えた割合は8名と増加し、防災の授業前に比べると約2倍 →VR体験が寄与したものと考えられる	

図-7　保護者アンケート結果（児童の行動変容測定）

7．　成果のまとめと今後の展望

流域治水の自分事化を支援するツールの開発において，関係者へのヒアリングを通して課題の特定を行い，課題の解決策として支援ツール（Webマップ，VR，AR）の仕様検討，実装を行った．基盤データやオープンデータとのAPI連携，無償で利用できるシミュレーションソフト（iRIC）・ゲームエンジン（Unreal Engine）を活用することで，他地域でも横展開で同様の取り組みを容易に開始できる環境が整い，参考となる実践事例を構築することができた．

さらに，「児童が防災授業での気づきを保護者に伝える行為」を（準備→実行）の行動変容に値するとし，保護者アンケートで児童の行動を確認した結果，ツール（VR）を活用した授業において，行動変容に至った児童が支援ツール未利用の場合と比べて2倍以上に上昇した．これにより，全体的な行動変容の定量的な評価基準をルーブリックで整理した上で，　開発したツールが流域治水の自分事化に向けた行動変容の１つの効果測定を行うことができた．

今後の展望として，行動変容の各段階に着目し，広く評価体系の検討・評価を行うとともに，維持（習慣化）されていく後の段階までの成長過程を追うような継続的な計測を行いたい．また，実証フィールド以外の地域への横展開によって，全国的な流域治水の自分事化に寄与していきたい．

謝辞：本研究の遂行にあたり，国土交通省国土政策技術総合研究所から研究機会の提供と助言を受けたことに深く感謝します．また，小学校での実証機会の場を調整いただいた南アルプス市教育委員会文化財課，VRコンテンツ開発に支援をいただいた山梨大学大槻順朗准教授をはじめ，関係者各位に深く感謝します．