

仮想洪水体験システムの構築と適用

a) 仮想洪水体験システム開発の背景

気候変動に伴う水災害が頻発し、水災害時の避難遅れが問題となっています。水災害は、稀な現象のため、一般市民は、水災害時の状況とその危険性を想像できず、避難行動の選択が遅くなるのが、避難遅れの要因の一つと考えられます。水災害が生じる前に、その危険性を一般市民に伝えることが、有効な水災害リスクコミュニケーションとなると考えられます。地方自治体や河川に関する行政機関は、ハザードマップやマイ・タイムラインを提供し、積極的な水災害リスクコミュニケーションを進めていますが、より分かり易く、これらの取り組みを一般市民に伝えるには、水災害の危険性を一般市民の生活圏に関連づけて可視化する取り組みが、その一助となると考えられます。

近年の ICT に関する研究・技術の進展により、水災害の危険性の可視化が実施しやすくなっています。一例として、Virtual Reality（以下、「VR」と記述する。）が挙げられ、VR を用いて、稀な現象である水災害時の危険性を疑似体験することは有効です。しかし、既往研究・事業による水災害状況の再現は、厳密な科学的根拠に基づくものが少なく、イメージ映像に近い VR コンテンツが多い点が課題でした。この課題に関して、ICHARM は、降雨流出氾濫モデル等の科学的手法により、水災害の危険性を再現・予測することが可能で、この課題を解決できるポテンシャルを持っています。

また、既存研究・事業は、VR を十分に活用しきっていない面がありました。VR は、可視化・疑似体験機能に加えて、メタバースの機能を併せ持ちます。例えば、アバター（仮想空間上の分身）を用いて、他者の運動能力や疑似的な社会を体験できる機能を持ちます。

これらの背景から、ICHARM の持つ科学的手法による水災害の危険性を再現・予測機能と VR の持つ疑似体験・メタバースを融合させた仮想洪水体験システム（Virtual Flood Experience System、以下、「VFES」と記述する。）を開発・社会実装しました。以下に、ICAHRM の歩みを踏まえた VFES の研究を紹介します。

b) VFES のプロトタイプ開発：新潟県阿賀町での研究と水災害リスクコミュニケーション

2019 年台風 19 号は、関東地方を中心に大きな被害をもたらし、ICHARM が研究対象地としていた新潟県東蒲原郡阿賀町でも大きな被害をもたらしました。ICHARM は、阿賀町の中でも過去から繰り返し被害を受ける実川島地区（以下、「調査地」と記述する。）に着目し、仮想洪水体験システムのプロトタイプの開発・適用を実施しました。



図 1 阿賀町で作成した教訓 VR(左:教訓に頼るのは危険、右:忘れ物を取りに帰らない)

c) VFES の水災害教育に関する可能性の確認

2022 年 12 月ごろ、国土交通省関東地方整備局 下館河川事務所様のご協力のもと、「マイ・タイムライン」と仮想洪水体験システムを組み合わせ、弊所で初めて、中学生・高校生を対象にした「洪水防災学習」を実施しました。



写真 1, 2 「洪水防災学習」の様子

茨城県教育庁ならびにつくば市教育局のご協力を得ながら希望校を募った結果、以下の 6 校で実施しました（茨城県立竹園高校・茨城県立結城特別支援学校・茨城県立並木中等教育学校・つくば市立学園の森義務教育学校・つくば市立谷田部東中学校・つくば市立手代木中学校）。参加者は、各校で 7 人～30 人でした。

まず、前半で、一人あるいは複数人での仮想洪水体験システムを用いて洪水の怖さを体験した後、小中学生向けマイ・タイムライン検討ツールである「逃げキッド」を用いて、国土交通省職員から「マイ・タイムライン」の説明および演習を行いました。

2023 年 2 月 19 日から 22 日にかけて、ICHARM は、つくば国際会議場において、第 9 回洪水管理国際会議（ICFM9）を開催しました。ICFM9 の一般公開シンポジウム「君は想定外の洪水から生き残れるか ～esports@KasenBousai～」において、上記「洪水防災学習」に参加いただいた一部の学校含め、つくば市内の若年層（中学生、高校生、大学・大学院生）が VFES を用いて、水災害時の避難行動を疑似体験する事前学習の後、ICFM9 の会場であるつくば国際会議で避難行動競技会を行いました。競技会には、多くの若年層が参加し、競技会に熱中する状況を確認しました。VFES の水災害教育への発展の可能性を理解できる状況となりました。

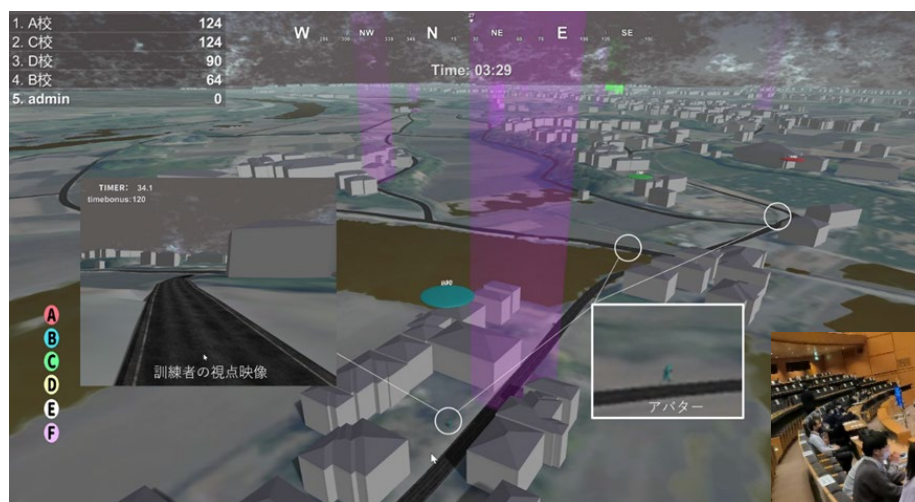


図 2 避難行動競技会での画面と会場の様子

d) VFES の普及化に向けた教育ソフト版の開発

ICFM9 の一般公開シンポジウムに参加したつくば市内の並木中等学校から、ICFM9 後も VFES を用いた水災害教育への参加依頼があり、ICHARM は VFES の共同開発を打診し、並木中等学校は承諾しました。

VFES の共同開発のためのソフトウェアは難易度が高く、また動作端末は高価なため、ICHARM は、教育用ゲームソフトである Minecraft Education へ VFES の機能を移植し、つくば市近郊の水災害リスクのあるエリアの都市空間を再現するとともに、空間情報の高精度化などの取り組みを実施しました。自ら空間情報を高精度化することなどを通し、若年層の水災害に関する主体的学習の継続に VFES が貢献することを確認しました。

e) SIP への参加

2024 年度までに、ICHARM、ゲームエンジンを用いた VFES の開発、教育ソフトを用いた VFES の開発を実現しました。2024 年度からは、ICHARM は、内閣府戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）のサブ課題：スマート防災ネットワークの構築へ参画しました。SIP では、研究・開発とともに、その成果の社会実装の取り組みが求められ、ICHARM は、VFES の技術開発とともに社会実装を進めました。VFES のゲームエンジン版に関しては、多くの都市（北海道札幌市・旭川市・帯広市・芽室町、茨城県常総市、長野県長野市・松本市、岡山県倉敷市、福岡県久留米市等）に適用し、技術開発・普及化に関して一定の目処が立ちました。



図 3 VFES による倉敷美観地区の再現（左・実景、中央・VFES による再現、右：洪水の様子）

VFES の教育ソフト版は、教育用のコンテンツ作成を進め、水災害に関する探究（型）学習への適用を目指し、茨城県常総市、長野県長野市・松本市等で、探究（型）学習に適用しました。VFES の教育ソフト版の取り組みが評価され、大阪万博サイドイベントへの参加依頼が内閣府からあり、VFES の教育ソフト版の大阪適用を実施し、好評を得ました。

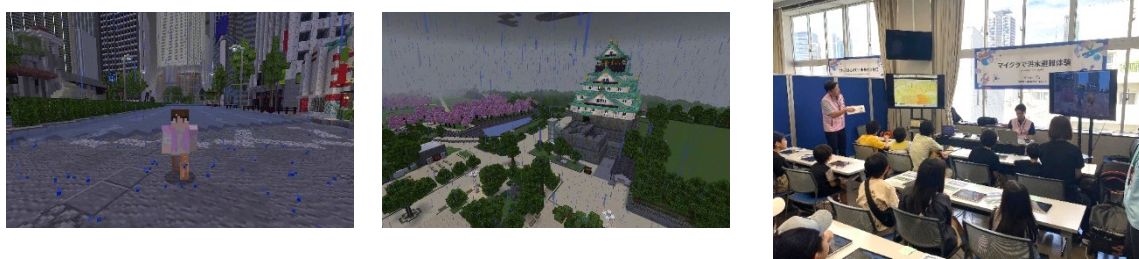


図 4 VFES による大阪市内の再現

（左・洪水が来る様子、中央・大阪城の再現、右：万博サイドイベントでの体験会の様子）

f)今後の展望

技術的に一定の完成を得た VFES ですが、VFES は水災害対策の重要な課題である「避難遅れ」の原因となる意思決定の過程を分析する可能性を有しています。心理学研究においては、その方法は、実験的研究と観察的研究に分類され、VFES は、その両方に対応できる柔軟性と可能性を持っています。実験的研究として仮想空間上に水災害の発生兆候、水災害時の状況等を創出し、体験者の避難行動記録を行います。その後、体験者へのアンケート調査等の観察的研究を実施することで、避難行動とその行動選択時の意思決定等の分析を行うことが可能であると考えています。これは、一般市民の避難行動だけでなく、企業の水災害対策投資の選択にも応用が可能と考えられます。個人の行動選択や企業の水災害対策投資の意思決定を分析する際には、地域社会や対象企業の特徴を反映した個別性の高い VFES の作りこみが必要となります。

上記のような個別性の高い VFES を作ることを、全て研究事業で行う場合には多額の予算が必要となります。個別性の高い VFES を地域住民が自らの手作りで作ることができれば、VFES を用いた水災害リスクコミュニケーションが進むと考えられます。そのためには、VFES の構築が一定の技術を持った地域住民であれば可能にするような技術普及体制を構築する必要があります。今後は、地域社会と連携した社会実装を進めることが重要と考えられます。