デジタルツインを活用した流域治水に関する研究小委員会活動報告

間野　耕司[1]

[1]正会員　株式会社パスコ　新空間情報事業部

（〒153-0064　東京都目黒区下目黒 1-7-1 パスコ目黒さくらビル 1F）
E-mail: koonua2121@pasco.co.jp

近年の気候変動に伴い集中豪雨や大雨の発生頻度が増加傾向を示し，河川氾濫による大規模な水害発生が懸念されている．こうした状況を踏まえ，国土交通省では，流域全体で水害を軽減させる治水対策「流域治水」を進めている．一方，都市局では，三次元データを Web 環境で可視化できる PLATEAU プロジェクトが公開され，デジタルツインの基盤として利用できる環境・技術の実用化が進んでいる．こうした背景を踏まえ，本小委員会では，河川分野，防災・減災におけるデジタルツインの活用条件・課題を整理することを目的とした活動を実施している．小委員会の活動期間は，2022 年 6 月から 2024 年 5 月までである．本稿は，1 年目に実施した河川管理・流域治水，デジタルツインなどに関連する話題交換の内容について，報告する．

Key Words: *River Basin Disaster Resilience and Sustainability by All, Digital twin*

1. はじめに

流域治水は，河川流域全体のあらゆる関係者が協働し，流域全体で水害を軽減させる治水対策であり [1]，国，都道府県，市町村といった複数関係者での情報共有や対策といった協働が必要となる．近年，国土交通省では，3D 都市モデル整備・活用・オープンデータ化を目指した PLATEAU 等の取り組みが進められており [2]，デジタルツインとして利用できる 3DWeb 環境の実用化が始まりつつある．こうした 3DWeb 環境は，複数関係者間で情報共有に適したツール（関係者間の横串ツールが期待できるツール）であり，今後，流域治水での活用が期待されている．

一方，国土交通省の河川管理事務所では，河川管理の高度化・効率化を目指し，航空レーザ測量や航空レーザ測深成果を用いた 3 次元河川管内図の整備や，i-Construction の 3D データの活用が進められている．こうした背景を踏まえ，土木情報学委員会では，2020 年 6 月から 2022 年 5 月まで「河川 CIM に関わる基盤情報のリアルタイム更新・連携に関する研究」小委員会にて，河川 CIM で利用できる 3D データや IoT など最新情報と特徴を整理するとともに，リアルタイム情報から河川の災害対応に活用した事例を整理した．その結果，リアルタイムデータは実用化が始まった段階であり，今後も，動向を調査する必要があること，また 3D データとリアルタイムデータ（IoT）を用いた解析・予測は，事例が少ないことが確認できた．

そこで小委員会では，3D データ＋IoT（リアルタイムデータ）を用いたシミュレーション事例や最新の取り組み，3DWeb 環境を用いた活用事例を整理し，流域治水におけるデジタルツインを実現するための条件や課題を整理することを目的として研究活動を実施している．2022 年 6 月から開始し，今年は 2 年目の活動となる．本稿では，1 年目の活動内容を報告する．

2. 活動計画内容

本小委員会では，3D データ＋IoT（リアルタイムデータ）を用いたシミュレーションの事例や最新の取り組み，3DWeb 環境の活用事例を整理し，流域治水におけるデジタルツインを実現するための条件や課題を整理するた

めに，以下の活動計画を設定した．

- 実用されている河川流出解析等の実態調査
- PLATEAUなど3DWeb技術が利用できる環境の調査
- 3Dデータ・IoTをシミュレーションに活用した解析事例の収集
- 3D データをシミュレーション解析に用いる場合の課題整理
- シミュレーション結果を 3DWeb 環境に展開した事例の収集
- 河川分野，防災・減災におけるデジタルツインの活用条件・課題の整理

3. 活動内容

当小委員会では，産官学の 20 名の委員と 1 名のオブサーバーが参画しており，3 カ月に 1 度の頻度で小委員会を開催している． 2022 年 6 月から活動を開始し，現在，2 年目の活動を行っている．1 年目は，河川管理・流域治水，デジタルツインなどに関連する話題交換を行い，各委員が所属する機関で従事している業務，活動内容の情報交換を行った．以降では，その話題交換の内容を示す．

(1) 河川管理の現状と流域治水

国土交通省の児子委員が「流域治水の基本的な考え方」と題して，日本における河川管理の現状と，国土交通省による流域治水の取り組みを紹介した．はじめに背景として，近年，雨の降り方が変わり，短時間強雨の発生頻度が増加したこと，それにより水害の頻発・激甚化の懸念が広がったことを説明した．昭和 36 年より，水害（洪水，内水，高潮，津波，土石流，地すべり等）による被害額等を暦年単位でとりまとめており [2]，令和元年の水害被害額が統計開始以来最大となったこと，これまで被害額の多かった土木施設，公益事業費などの被害だけでなく，近年，一般資産等の被害額が増加しており，特に災害によるデジタル関連の施設・機器・デジタルデータの損失などによる影響が大きくなったとの考えを示された．こうした背景を踏まえ，国土交通省では，気候変動を踏まえ計画の見直しと，**図-1** に示す河川の流域全体のあらゆる関係者が協働して流域全体で行う持続可能な治水対策「流域治水」への転換について説明した．具体的には，総合治水から流域治水として，都市化の対応から気候変動適応，あらゆる関係者が協働して取り組む「流域治水」に転換する取り組みを，事例を交えて紹介した．さらに，今後の展開として，雨水管理総合計画に基づく対策の推進，ワンコイン浸水センサを用いた浸水状況把握の取り組み，流域治水デジタルテストベッドやインフラ分野の DX の取り組みを説明された．最後に，河川管理者と流域に住む住民が DX を活用することが大切であるとの考えを示された．

(2) 流域治水デジタルテストベッド

国土技術政策総合研究所（国総研）の吉田委員が，「流域治水デジタルテストベッド　共創に向けた取組について」の話題を提供した．流域治水デジタルテストベッドとは，国総研が実施する取り組みであり，気候変動による水災害の頻発・激甚化への備えとして，国として必要な流域治水立案技術及び洪水予測技術の開発を加速するため，サイバー空間に流域を再現（デジタルツイン）し，サイバー空間上の実証実験基盤（デジタルテストベッド）として運用する取り組みである．本基盤整備によりオープンイノベーションを加速させ，より早期の流域防災技術の開発・実装を目指すものである．具体的には，1)流域治水の対策効果の「見える化」技術の開発，2)「次世代の洪水予測技術」の開発のために，「流域治水デジタルテストベッド」を用いる考えを示された．また，最新の取り組みとして，河川で整備された三次元データを用いて，水害リスクと治水対策効果をわかりやすく可視化したデジタルツインの事例を紹介した．河川改修，流木対策，及び小規模河川の氾濫抑制対策とその効果をわかりやすく見える化したコンテンツを示し，流域の課題や対策効果を「見せる・知らせる」ツールとして，デジタルヘッドがどのような役割を果たすことができるかを含めて検討するとの考えを示した．



図-1　流域治水の概念

(3) 河川管理におけるデジタルツイン

八千代エンジニヤリング株式会社の山本副小委員長が，「河川管理におけるデジタルツインの現状」と題した話題を提供した．先ず，河川管理におけるデジタルツインに関わるキーワードを示した（**図-2**）．次に河川管理以外のデジタルツインの事例として，国土交通省都市局で取り組まれている PLATEAU プロジェクトや東京都デジタルツインを紹介し，建物の形状を再現した三次元モデルや，i-Construction などで取得される三次元点群データなどを整備し，Web 環境を介してオープンデータとして公開する取り組み，整備後の三次元データを Web ブラウザー上で閲覧できるビューワを公開し，デジタルツインの基盤の高度化に繋げる取り組みを紹介した．河川管理で三次元データを利用する取り組みとして，荒川下流事務所で公開されている三次元河川管内図を紹介した（**図-3**）．管内流域の様々なデータを三次元で表現することで，“いつでも，だれにも”わかりやすく表現すること，より多くの人が荒川に関心を持ち，荒川を知るきっかけになることを期待した取り組みを説明された．

(4) 河川シミュレーションの研究事例

岡山大学の吉田委員が，「3D レーザデータを利用した河川シミュレーションの研究事例紹介」の話題を提供した．具体的には，出水時の治水対策として洪水に対する河道／構造物整備の効果を研究した成果と，平常時の河川環境評価として，アユの産卵場環境を検証した成果である．

洪水に対する河道／構造物整備効果を検証する研究では，岡山県旭川で整備された分流堰を対象に，航空レーザ測量，UAV レーザ測量，UAV 写真点群測量で得られた三次元データを用いて，二次元・三次元解析の評価を行った事例を紹介し，平成 30 年度豪雨に適用した結果から，地形と植生の状態把握，地被分類，洪水流解析に対する三次元データの有効性を説明した．

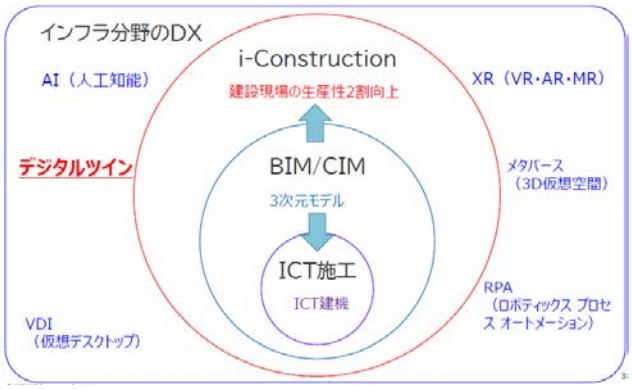


図-2 河川管理，デジタルツインに関連する言葉の整理

アユの産卵場環境の検証をした研究では，航空レーザ測深＋深浅測量成果で整備した三次元データを用いて，流況と塩分遡上(モデル)による数値解析を実施した結果を示した．これらの研究成果から，水理現象の再現計算で三次元データが有効であること，ただし，三次元計算は高負荷となるため，目的に応じて次元を落とす対応や，計算結果の信頼性担保の必要性などの課題を説明された．

(5) 流域治水に関連する取り組み事例

株式会社ウエスコの松田委員が，「中小河川群の氾濫域における減災型治水システムの設計」と題して，国土交通省の流域治水を示す以前の 2010 年頃に取り組んだ事例を説明した[3]．

減災型治水対策を講じるために，氾濫原をとり囲む河川・水路群からの氾濫をも統合的に考慮して水害リスクが評価される必要があると考え，各地点の安全性に着目して，河川・水路群に囲まれる地先の水害リスクを評価する手法を提案し，滋賀県の主要氾濫域に適用した事例と，その当時の法制度等を踏まえて，減災型治水システムの具体的な実現方策について考察した結果を紹介した．

氾濫原における被害の発生頻度を網羅的に示すことや氾濫原の地先の安全度（危なさ）の視覚的な表現が利害関係者におけるリスクコミュニケーションに寄与できること，ハード・ソフトによる減災対策を両面で一体的に評価することで，「水害リスクを避けるまちづくり」への寄与が期待できる利点を説明した．一方で，洪水リスクの表現のために，微地形を反映した情報を整備する必要はあること，洪水に対する危なさの視覚化や数値化がまだ一般的ではないため，危なさの視覚化が必要であるとの課題が示された．



図-3 荒川３D河川管内図
荒川下流事務所 H.P より引用

(6) 洪水予測

三井共同建設コンサルタント株式会社の豊島委員が，「洪水予測の現状について」と題した話題を提供した．

先ず，水位相関法やニューラルネットワーク法などの統計的手法，貯留関数法などによる集中型流出モデル，メッシュで計算する分布型流出モデル，氾濫一体モデルといった洪水予測手法の変遷とその課題を説明した．

次に，豊島委員が取り組んでいられる流出と氾濫を一体で解析する RRI モデルを説明し，計算の迅速性・安定性に主眼を置いた解析モデルの特長と，実際の河川に適用した事例，その結果を 3DWeb 環境で公開したシステム事例を紹介した．更に最近の取り組みとして，多様型ニューナルネットワークによる AI を用いた洪水予測の事例を紹介した．

4. まとめ

当小委員会では，流域治水におけるデジタルツインを実現するための条件や課題を整理することを目的として，2022 年 6 月から研究活動を実施している．本稿は，1 年目に実施した河川管理・流域治水，デジタルツインなどに関連する話題交換の内容を整理した．流域治水の背景や目的，河川管理で実用されているデジタルツインの事例や，国総研で取り組まれている流域治水デジタルテストベッドの取り組み事例を把握することができた．また，航空レーザ測量や UAV レーザ測量の 3D データを用いたシミュレーション解析の事例と課題や，洪水予測の結果を Web 公開している事例を収集することができた．

今後は，3DWeb 技術が利用できる環境の調査と，3D データ・IoT をシミュレーションに活用した解析事例を引き続き収集し，河川分野，防災・減災におけるデジタルツインの活用条件・課題の整理する予定である．

REFERENCES

1) 国土交通省 水管理・保全局：流域治水プロジェクト, https://www.mlit.go.jp/river/kasen/ryuiki_pro/index.html.
2) 国土交通省都市局：PLATEAU| 国土交通省が主導する日本全国の 3D 都市モデルの整備・オープンデータ化プロジェクト， https://www.mlit.go.jp/plateau/.
3) 瀧健太郎ら：中小河川群の氾濫域における減災型治水システムの設計, 河川技術論文集，第 16 巻，pp. 477-482 2010.