

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 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

本小委員会では、悪天候時でも運用できるセンシング技術や IoT など得られるリアルタイム情報に着目し、これらの情報と地図や CIM・i-Construction で整備された 3 次元モデルを連携し、リアルタイムに基盤情報や防災・減災情報を連携・更新できるプラットフォームについて研究した。その結果、河川管理で利用される空間情報、特に 3 次元空間情報の計測技術・データ管理技術の現状を概ね理解することができ、最新の IoT 技術・センサ技術の情報共有を実施できた。一方で、IoT 技術は、実用化が始まった段階であり、今後も動向を確認する必要があることを確認できた。本小委員会は、2020 年 6 月から 2022 年 5 月末にわたって活動し、その内容を報告書として纏めた。

Key Words: River management, CIM, Realtime, IoT, Sensing

1. はじめに

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の発生が懸念されている。そのため、災害時の河川管理では、河川の状態を把握し、防災・減災のための対策を迅速に行うことが求められる。そこで本小委員会では、迅速に河川状況を把握するために、地図や 3 次元の地形データといった基盤情報と IoT センサのモニタリングデータや浸水予測範囲図などの解析結果を連携させるための条件・課題の洗い出し、リアルタイムな河川状況把握の実現にむけた基礎情報を整理することを目的とした。

活動期間は、2020 年 6 月から 2 年間として、産（河川関連のコンサルタント、設計者、施工者、測量・機械リース等の専門業者、IT ベンダー）、学（研究者、学識経験者）の幅広い分野の専門家が参加して活動を行ってきた。参加委員数は 13 名、オブザーバは 2 名の合計 15 名である。

2020 年度は、河川管理や防災・減災で利用されている空間情報の現状と課題、河川 CIM や河川管理で利用されているシステムの現状を整理した。さらに各委員が、水部の計測や悪天候時でも運用できるセンシング技術や

リアルタイム情報が得られる IOT 技術を調査した。2021 年度は、水位センサ、浸水センサ、監視カメラなどの様々なセンシング技術を用いた河川状況のモニタリングシステムを試行・実装した事例を調査するとともに、2 つのワーキンググループを設置し「センシングの要素技術」と「センシング技術を活用した取り組み事例」をまとめた。その結果、河川管理で利用される空間情報、特に 3 次元空間情報の計測技術・データ管理技術の現状を概ね理解することができ、最新の IoT 技術・センサ技術を、参加者の共通知識として情報共有できたと考える。一方で、IoT 技術は、実用化が始まる段階であり、今後も動向を確認する必要があることを確認した。

2020 年 6 月の発足から 2 年が経過し、2022 年 5 月末を持って活動が終了し、報告書として纏めた。

2. 河川管理、河川 CIM の現状

(1) 河川 CIM の現状

国土交通省では、いくつかの河川管理において CIM を導入する取り組みが進められている。たとえば、国土交通省福井河川国道事務所や土木研究所では、既設構造物の 3 次元化に膨大な時間とコストがかかり、現場はつ

いてこれられないため、3次元化にとらわれすぎることなく、河川管理を中心に置くこと、あくまでも中心は河川マネジメントであり、その効率化・高度化のために3次元モデルを活用するという考え方を示している。また、国土交通省では、BIM/CIMを円滑に導入できることを目的に、河川堤防及び構造物（樋門・樋管等）を対象に調査・設計段階でBIM/CIMモデルを作成すること、作成された堤防・構造物モデルを施工時に活用すること、更には調査・設計・施工の堤防・構造物モデルを維持管理に活用するためのBIM/CIMガイドライン（案）河川編（令和3年3月）を示されている。例えば、上流工程の測量では、地形モデルやボーリングモデルを整備し、各工程では河川堤防の土工や護岸、樋門樋管、機械施設といった個々のモデルを整備し、維持管理で複合して使用する考えが示されている。現状は、工程ごとの3次元モデルの定義、詳細度・再現精度、及び標準的なデータ形式が整備され、測量工程では、標準的な3次元地形モデルの整備方法が確立されている。

(2) 河川分野で利用されているシステム

河川分野・河川CIMなどで利用・又は今後利用が想定されるシステムについて、その概要を整理した。

a) 維持管理システム

維持管理システムは、維持管理に必要な情報（計画書、管理台帳、点検調査書、点検報告書、修繕記録など）を一元的に保管管理、検索・集計・分析や地図情報機能などとも連携し、維持管理業務の効果的、効率的に向上を実現している。

b) インフラデータプラットフォームおよび国土交通データプラットフォーム

国土交通省が所有するデータと民間データを連携し、フィジカル空間の事象をサイバー空間に再現するデジタルツインにより、業務の効率化やスマートシティ等の国土交通省の施策の高度化、産学官連携によるイノベーションをめざしたシステムである。生産性向上を目指す「i-Construction」で得られた3次元データを「インフラデータプラットフォーム」に活用し、経済活動や自然現象に関するデータと組み合わせることで、「国土交通データプラットフォーム」を構築し、産学官連携によるイノベーションの創出と支援が図られている。

c) JACICクラウド

一般財団法人日本建設情報総合センター（JACIC）では、現場に最先端の技術を導入することを目的としたクラウドシステムを提供している。発注者や受注者など様々な関係者の参加及び様々なシステム、モデル、デー

タベースの利用が可能となり、測量・調査・設計、施工、維持管理までの建設プロセスや契約から電子納品、保管までの事務・契約等の業務プロセスにおいて一貫したサービスの提供を可能にする。システムを構成するプラットフォームは、公共調達基盤、建設プロセス基盤、社会情報基盤である。

d) RiMaDIS (River Management Data Intelligent System)

国土交通省の堤防等河川管理施設および河道の点検・評価要領では、堤防等河川管理施設および河道の変状・変化を発見・観察するために行う目視を主体とした点検（簡易な計測、触診・打音検査等を含む）を行うことが示されている。堤防・河川構造物・河道を対象に、点検結果をデータベースに記録し、特に国管理区域についてはRiMaDISの端末等を用いる仕組みが構築されている。国土交通省では、様々な現場情報の他、河川管理施設の施設規模、設置・更新年、図面・写真等河川維持管理に必要な情報をデータベース化し、2014年度より直轄河川へ全国展開を図り、事務所と整備局、本省でのデータ共有化も併せて推進している。

e) 3次元河川管内図

3次元河川管内図は、河川管理業務の効率化・高度化を目的として、水系や管理区間の3次元地形データを基礎資料として表示するものである。河川管理では、定期縦横断測量を航空レーザ測量や航空レーザ測深等による点群測量を利用できることになった。得られる点群測量成果は、1m以下の詳細な地上解像度で連続（面的）につながった地形を再現できる。こうした地形データに河川距離標や河川管理施設の位置情報や3次元モデルを重ね合わせることで幅の広い活用が期待されている。また、3次元河川管内図に求められる機能は、取得したデータを可視化する「閲覧機能」、地理空間情報と関連付けて、分析や判断を補助する「GIS機能」、今後蓄積されるデータの「検索機能」とされている。

f) PLATEAU

政府は、サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムを構築することにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会「Society5.0」を実現すべく取り組んでいる。国土交通省都市局では、2020年度からProject PLATEAU（プラトー）として、まちづくりのデジタルトランスフォーメーション（DX）に取り組んできた。その目的は、都市空間を「3D都市モデル」と呼ばれるデータによって再現し、これを活用してまちづくりに新たな価値をもたらすことにある。このため、Project PLATEAUでは国際標準規格のCityGML2.0に基づく3D都市モデルの標準データモデルを策定し、全国多くの地

区で 3D 都市モデルを整備し、さらに、これを活用して実証実験やフィージビリティスタディを展開している。

3. センシング技術を活用した取り組み事例

(1) 活用事例の整理

本小委員会では6回にわたる委員会において、9つの活用事例として話題提供を実施した。その中で、以下の4つの事例は、特に我々が目指すキーワードにマッチした報告であり、その概要を報告書にとりまとめた。

- キーワード：予測
 - 話題① RRIによる水位・氾濫予測の概要
- キーワード：リアルタイム
 - 話題② 河川水位IoT監視システム
 - 話題③ 低コスト浸水センサによるリアルタイム浸水状況モニタリング
- キーワード：3次元モデル
 - 話題④ 河川における3D測量成果と3次元データの重ね合わせに関する現状

表-1 話題提供内容

日付	小委員会	表題
2020年8月26日	第1回	川の防災と河川CIM
		RRIによる水位・氾濫予測の概要
2020年11月25日	第2回	ダムCIMの取り組み
2021年3月11日	第3回	国土交通省の動き（三次元管内図）
2021年9月1日	第4回	河川水位IoT監視システム 河川CIMに関する取り組みについて
2021年11月26日	第5回	低コスト浸水センサによるリアルタイム浸水状況モニタリング 浸水・水害に備えるソリューション
2022年3月14日	第6回	河川における3D測量成果と3次元データの重ね合わせに関する現状

(2) 活用事例のまとめ

近年の豪雨に伴う災害が頻発する中、河川の氾濫に対する避難指示の発令がされているにもかかわらず逃げ遅れて被災し尊い命が奪われるケースが多く見受けられる。洪水時に自分の住んでいる場所がどのようになるかを、国が作成した浸水想定区域図や、市町村が作成したハザードマップ等から、事前に把握しておくことが重要である。このようなハザードマップと、今回の話題提供で報告のあった技術を併用して活用することで、迅速な避難行動が可能になると思われる。そのためには、様々な技術の統合が必要であると考えられる。今回、キーワードでピックアップした4つの技術では、洪水時の氾濫予測と、

その結果の検証が必要であり、その検証としてリアルタイムの水位監視と浸水状況のモニタリングの活用が考えられる。また、氾濫予測や浸水状況の把握には、より精緻な3次元地形モデルが不可欠である。

4. センシング要素技術の整理

3章では、IoTやセンサ技術を維持管理システムと連携して河川管理に活用した取り組み事例を整理した。その結果、IoT・センシング技術が多くの場合で活用されている段階であることが確認できた。そこで本章では、河川管理で利用されているリアルタイムなセンシング技術、最新のセンシング技術を整理した。本小委員会では、委員よりアンケート調査を行い、実用化されている、又は利用可能性があるIoT・センシング技術に関する情報収集を収集し、整理した。

表-2 主なIoTセンサの整理

五感による情報の定量化	
センサ	内容
照度センサ, カメラなど	来客数, 日照数など視覚情報の定量化
マイクロフォン	音声入力など聴覚情報の定量化
臭気センサ	アルコールや危険物質の検知など嗅覚情報の定量化
味覚センサ	食品や衣料品開発など味覚情報の定量化
圧力センサ, 温度センサ	スイッチ, キーボードなど触覚情報の定量化
互換では検知できない情報の定量化	
センサ	内容
受信機 (GPS・モバイル通信用電波)	位置の把握など電波情報の定量化
磁気センサ (電子コンパス)	方角の把握など地磁気情報の定量化
パーティクルカウンター (微粒子計)	空気環境の測定など粒子や花粉量の定量化
CO2センサ	二酸化炭素濃度の測定, 農作物の成長促進など二酸化炭素情報の定量化
ガイガーカウンター (放射線量計測器)	放射線環境の測定など放射能情報の定量化

表-3 主なセンシング技術の整理

スマートセンシング	
センサ	センサ
アクティブ方式	測定対象に送った信号の反射を検出
パッシブ方式	測定対象から測定信号を受信して検出
インライン分析	測定対象物に直接接触したセンサが、検出, 分析, 記録, 送信, 監視を連続的に行う
オンライン分析	サンプリング機器, センサ, およびプロセス分析機器を測定対象の近くに配置し, 自動サンプリングと分析を常時実行
オフライン分析	サンプルとして採取した対象物を, センサやサンプリング機器の元へ持ち込み検出

リモートセンシング	
センサ	センサ
可視・近赤外リモートセンシング	地上の物体に当たり反射した太陽光の可視光線や近赤外線をとらえて観測する方法
熱赤外リモートセンシング	太陽光によって温度の上昇した地表の表面からの熱赤外線をとらえて観測する方法
能動型マイクロ波センサ	衛星に載せられたセンサから発射したマイクロ波（電波）が、地表に当たった反射をとらえて観測する方法
受動的マイクロ波センサ	地表面から自然に放射されているマイクロ波を観測する方法

今後、センサの多様化（安価で高精度）が進み、多様な情報を得ることができるようになる。また衛星データの高精度化・高頻度化がさらに進み、衛星以外の多様な観測手法も含めて、データ量が爆発的に増加するものと予想される。クラウド等による巨大な IT プラットフォーム（ビッグデータ）の出現により、データ管理・分析（AI活用）といった面での手軽さやスケラビリティも向上させる必要がある。

5. おわりに

本小委員会では、河川CIMに関わる基盤情報のリアルタイム更新・連携に関する研究を行い、その成果を報告書としてまとめた。

2章では、河川管理や防災・減災で利用されている空間情報の現状と課題、河川CIMや河川管理で利用されているシステムの現状を整理した。その結果、実用化、今後実用化が進められている維持管理システムと、その基礎情報として使用される3次元データ整備の現状を整理できた。河川管理で基礎情報として利用されている3次元データは、多くの場面で点群測量が実用化され、漏れの無い連続的な地形を把握されていること、こうした3次元データを Web で閲覧できるシステムが実用化されつつあることが確認できた。

3章では、IoT やセンサ技術を維持管理システムと連携して河川管理に活用した取り組み事例を整理した。その結果、①洪水時の氾濫予測、②リアルタイムの水位監視、③浸水状況のモニタリング技術の統合が必要であること、更に氾濫予測や浸水状況の把握には、精緻な3次

元地形データが必要であることが確認できた。

4章では、河川管理で利用されているリアルタイムなセンシング技術、最新のセンシング技術を整理した。その結果、水部の地形把握や、河川の維持管理に利用できるセンシング技術として、SLAM, UAV グリーンレーザ、画像解析システム、リアルタイムな情報を取得できるIoT 技術として、傾斜監視、水位監視、監視カメラなどの技術情報を整理することができた。

河川CIMや維持管理で利用する3次元データは、点群測量が利用することで精緻な地形モデルの整備が進み、デジタルツインの実現に向け、取得された3次元データを Web で閲覧できるシステムが実用化されつつあることを確認できた。

一方で、IoT 技術・センシング技術は、試行・実用化が始まった段階であり、リアルタイムに基盤情報や防災・減災情報を連携・更新できる技術整理はこれからも継続して、動向を確認する必要があることを確認した。

また、IoT やセンサ技術を維持管理システムと連携して河川管理に活用した取り組み事例を整理した結果、リアルタイムデータ (IoT) と3次元データを重ね合わせた事例は多いものの、リアルタイムデータ (IoT) と3次元データを用いた解析・予測は、事例が少ないことが分かった。データの現状を概ね理解することができ、最新のIoT 技術・センシング技術を、参加者の共通知識として情報共有できたと考える。一方、3次元データ+IoT (リアルタイムデータ) を用いて、解析・シミュレーションは、研究領域であり、今後、3次元データ+IoTxシミュレーションに関する研究が必要であると考え

る。近年、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、国土交通省など河川管理機関では、近年、流域全体で水害を軽減させる治水対策「流域治水」が進められている。そのため、今後、新たな小委員会を立ち上げ、デジタルツインを活用した流域治水に関する研究に取り組む予定である。

(Received August 10, 2022)

(Accepted ** **, 2022)