

## 空間 ID と AI を活用した3次元管内図による点検業務効率化

株式会社コア ○戸田光洋 宮本翔 最上谷真仁 山本享弘

### 1 はじめに

近年、砂防関係施設の老朽化対策と長寿命化の推進に伴い、施設本体に加え、堆砂状況、溪岸浸食、周辺斜面の変状などを含む周辺状況を継続的に把握し、適切に維持管理する重要性が高まっている。このような管内一体の把握には、UAV を用いた3次元データ整備により、面的に状況を確認できる環境が有効である。著者らも、岐阜県・長野県<sup>1)</sup>や埼玉県(図1)において UAV 写真測量による3次元データ作成を実施した。

一方、点検記録、写真、図面、補修履歴、被災履歴などは個別に管理されることが多く、対象施設、部位、位置、時点を横断的に確認するには手間を要する。特に、担当者変更時や災害後の初動対応では、過去記録の参照性の低さが点検判断や対策検討の効率を低下させる。

砂防関係施設点検要領(案)<sup>2)</sup>では、定期点検、臨時点検、必要に応じた詳細点検を実施し、部位単位の変状レベルと施設周辺の状況を踏まえて、施設の健全度を A/B/C で評価する体系が示されている。そのため砂防施設の維持管理高度化には、これらの点検実務と整合し、位置・履歴・関連資料を統合的に扱える情報基盤の整備が重量である。

### 2 時空間 ID ・ 3次元管内図による情報統合

本稿では、管内情報を位置と時間の両面から一体的に参照・分析するため、Web ブラウザ上で閲覧可能な 3D 地図上に、経産省・国交省・地理院・NEDO・IPA が推進する時空間 ID<sup>3)</sup>を用いて砂防関係施設の点検情報を位置単位で整理する3次元管内図を提案する。ここでいう3次元管内図とは、所管区域内の施設配置、施設部位、変状、写真、点検記録、補修履歴、被災履歴、点群、動画などを3次元的に統合する管理基盤である。

時空間 ID を共通キーとすることで、砂防堰堤、床固工、溪流保全工、山腹工、地すべり防止施設、急傾斜地崩壊防止施設などに関する各種情報を、同一の位置体系で関連付けることができる。これにより、施設本体の変状に加え、堆砂地、溪岸、斜面、湧水箇所、洗掘箇所、崩壊地など、施設周辺の状況も含めて一体的に管理できる。

また、表示粒度を切り替えることで、広域では管内の施

設分布や周辺地形の変化を俯瞰し、施設近傍では堆砂状況や溪岸浸食を確認し、局所ではひび割れ、欠損、漏水、洗掘などの変状を部位単位で把握できる。これは、要領が求める施設および施設周辺状況の把握と部位単位の評価を、3次元空間上で一体化する方法である。



図1 点群からの空間ポクセル生成と情報の紐づけ

### 3 AI とグラフ知識構造により可能となる対話的な点検支援

これらを実現するには、点検手法や担当者の違いによる部位名、位置、時点などの表記揺れがあっても、横断的に検索できる仕組みが必要である。

そこで本稿では、時空間 ID を基盤として、溪流、施設、部位、点検時点、変状、写真、点群、補修履歴、災害履歴、周辺状況、判定結果などをノードとして定義し、「含む」「隣接する」「観測された」「記録された」「進化した」「補修された」「影響した」などの関係で結び付けたグラフ知識構造<sup>4)</sup>を想定する。これにより、従来は個別帳票やファイルに分散していた点検知識を横断的に参照できる。特長は、施設本体だけでなく、堆砂の偏在、溪岸侵食、袖部周辺の地形変化、上流斜面の崩壊兆候、流木堆積などの施設周辺状況も同じ知識空間で扱える点にある。その結果、変状の有無だけでなく、その位置、周辺状況との関係、過去からの推移まで含めて把握しやすくなる。さらに、時点情報を組み込むことで、「2023年度定期点検で軽微な洗掘を確認」「2024年豪雨後の臨時点検で拡大を確認」「2025年度に補修実施」といった経緯を、AI が時間軸上の関係として理解できる。記録を単発の観測結果の集積ではなく、変状進行と対応履歴を含む時空間的な知識として活用できる点に意義がある。

このグラフ知識構造を AI へ接続する方法として有効なの

が GraphRAG である。一般的な RAG が、関連文書をベクトル検索して応答を生成するのにに対し、GraphRAG は、グラフ上の関係経路をたどって検索できるため、部位関係、周辺状況、時間推移、補修履歴を踏まえた多段の検索が可能となる。これは、複数の帳票・写真・履歴・周辺環境情報を横断しなければ判断できない砂防施設点検に適している。

例えば、「この砂防堰堤の右岸袖部で、過去に洗掘と関連して記録された変状を時系列で示せ」と問い合わせた場合、GraphRAG は、対象施設の特定、右岸袖部に対応する部位ノードの抽出、関連変状の検索、洗掘と関係する記録の抽出、点検時点順の再構成を行うことができる。これは表現揺れや資料散在のためキーワード検索だけでは難しい。

また、GraphRAG は、回答根拠を関係経路として示せる。たとえば AI が「これは重点監視対象である」と答えた場合でも、「右岸袖部で洗掘拡大」「上流側斜面に崩壊兆候」「直近 3 回の点検で変状が継続」「未補修」といった関係を示せれば、利用者は回答過程を追跡できる。健全度評価や対応優先度の説明責任は重要であり、利用者が最終的な判断をするためにも回答根拠の可視化は意義が大きい。

さらに、GraphRAG を介した対話では、「この周辺で類似の事例はあるか」「同様の洗掘が他施設で B 評価になった例を示せ」「この施設で次回点検時に重点確認すべき部位はどこか」といった、自然言語の問いに対応しやすい。AI は文書検索の補助にとどまらず、3次元管内図上の知識を対話的に引き出す手段として機能する。

実装上は、全文文書をそのままグラフに格納するのではなく、GraphDB には施設・部位・変状・履歴・関係性を保持し、写真・点群・PDF・動画などの大容量実体は外部ストレージに保持する構成が現実的である。これにより、知識構造の柔軟性と大容量データ管理を両立できる。また、時空間 ID を共通キーとすることで、3次元管内図、点検個票、外部ファイル、AI 応答を同一の位置基盤上で接続できる。

以上より、砂防施設点検における AI 活用の本質は、単なる生成 AI の導入ではなく、点検知識を AI が扱える構造へ再編成することにある。時空間 ID を軸としたグラフ知識構造と GraphRAG を組み合わせることで、位置、履歴、周辺状況、対策履歴を踏まえた説明可能な対話支援が実現できる。これは、点検記録の再利用性向上だけでなく、少人数体制下での判断支援、技術継承、重点監視箇所の抽出にも資する基盤となる。

## 4 おわりに

本稿では、砂防関係施設を対象として、時空間 ID と AI を活用した3次元管内図による点検業務効率化の方向性を示した。砂防施設の維持管理では、施設本体の変状だけでなく、施設周辺の状況を含めて把握し、定期点検・臨時点検・詳細点検を通じて、部位単位の変状レベルと施設健全度を適切に評価することが求められる。

本提案は、砂防関係施設点検要領(案)と整合するよう構成している。すなわち、定期・臨時・詳細点検、部位単位の変状評価、施設周辺状況を踏まえた健全度 A/B/C 評価、点検個票等による記録管理に対応する。とくに、時空間 ID を付与した3次元管内図は、位置情報、写真、所見、評価結果を空間的に再構成し、経年的比較を容易にする。これは、要領が求める継続的な記録保存とデータベース管理を、3次元可視化と AI 活用に拡張するものである。

そのためには、位置・履歴・写真・点群・周辺状況・補修履歴を空間単位で整理し、継続的に記録・活用できる基盤が必要である。時空間 ID を用いた3次元管内図は、その基盤として有効であり、AI を組み合わせることで、記録検索、変状比較、重点箇所抽出、報告作成の効率化が可能となる。これにより、少人数でも継続的に運用可能な予防保全型維持管理の実現に近づく。

今後は、効果検証の情報基盤およびオントロジーを構築し、施設種別ごとの点検項目や個票様式との対応を精緻化した上で、実データを通じて、点検時間短縮、記録再利用性、健全度評価支援への効果を検証する必要がある。

## 5 参考文献

- 1) 株式会社建設技術研究所, 国土交通省中部地方整備局, “みちびき CLAS を活用した UAV の運行安全性の高い点検手法”, 2024.05 (R6 年度砂防学会)
- 2) 国土交通省砂防部保全課, “砂防関係施設点検要領(案)”, 2025.04
- 3) 経済産業省, 国土交通省, 国土地理院, 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構, 独立行政法人情報処理推進機構, “4 次元時空間情報利活用のための空間 ID ガイドライン (1.1 版)”, 2025.10.24
- 4) Kenji Nakamura, Yoshinori Tsukada, Toshio Teraguchi, Chikako Kurokawa, Ryuichi Imai, “Integrated data model for bridges with 3D geometry and maintenance information”, 2025.10.05