第Ⅰ部門

河川版 ストリートビューの構築・維持管理業務 の効率化 の提案

濱口　貴仁

滋賀県　甲賀土木事務所　河川砂防課（〒528-0005滋賀県甲賀市水口町水口6200）

本研究では，ドローンによる360°写真と生成AIを組み合わせ，河川巡視の効率化と質的向上を目的とした「河川版ストリートビューシステム」を構築した．プログラミングの専門知識を持たない土木職員でも，生成AIを活用することでWebアプリを開発可能であることを実証した．実証実験の結果，視認困難箇所を俯瞰的に把握でき，異常がない場合でも記録が残ることで経年変化の追跡が可能となった．また，出水後の巡視において被害を迅速かつ安全に把握でき，災害査定への迅速な対応が可能となる．

キーワード　ドローン，360°写真，生成AI，河川巡視，ストリートビュー

1. はじめに

(1) 河川巡視点検の定義と目的

河川巡視点検は，河川法施行令第九条の三に基づき河川管理者が実施する維持管理業務であり，河川及び堤防，樋門等の河川管理施設の異常を早期に発見し，河川の安全性を確保することを目的としている．河川維持管理における「巡視」と「点検」は，河川砂防技術基準[1]にその目的と実施内容が明確に区別されている．巡視は，定期的・計画的に河川を巡回し，その異常及び変化等を概括的に把握するものである．一方，点検は，一つ一つの河川管理施設の治水上の機能について異常及び変化等を発見・観察・計測等することを目的としている．そして，河川巡視や点検の結果はその後の維持管理にとって重要な情報となるため，河川カルテ等に適切に記録する必要がある．

(2) 実務における課題

a) 日常的な巡視・点検における課題

実務においては1職員に割り当てられる河川延長が膨大であり，巡視・点検にかなりの時間を要する．また，現行の手法は依然としてアナログ的であり，運転者と点検者の2名体制で現地へ赴き，写真撮影と記録作成を行っている．記録管理の面では，巡視において異常が確認されない場合，記録として残されないことが多い．このため，後に異常が発生した際に，正常時の状況と比較することができず，変化の時期や程度を把握することが困難である．

b) 河川管理用通路通行不能区間における課題

河川巡視・点検を実施する際は河川管理用通路を利用するが，家屋近接や竹木繁茂等により通行不能な区間が約10km存在する．全延長に比べるとわずかではあるが，これらの区間は車両でのアクセスができないため，徒歩による巡視が必要となる．私有地を含む区間では立ち入りが制限される場合もあり，十分な巡視が困難な状況にある．

このように，時間と労力をかけて多数の河川を巡視しているにもかかわらず，通行不能区間の巡視困難，過年度情報の蓄積・活用の不十分さなど，業務全体に多くの課題が内在している．このことから，河川巡視に着目し，効率化と質的向上を目指すこととした．

(3) 課題の整理と本研究の目的

これらの課題を整理すると，以下の3点に集約される．
①作業効率の課題：2名体制の必要性，移動時間の負担により，効率的な巡視が困難である．
②河道全体把握の課題：視認困難箇所（竹木密生区間，管理用通路通行不能区間等）の存在により，河道全体を把握することが困難である．
③データ活用の課題：異常が確認されない場合の記録が残っていないことが多く，過年度データとの比較による経年変化の把握ができていない．

2. 河川維持管理におけるドローン活用の適合性

河川維持管理業務は，除草や草木伐開，浚渫，河川巡視・点検など多岐にわたる．これらの業務に対してドロ

ーンを導入する場合，その効果は業務の性質により大きく異なる．そこで，各業務におけるドローン活用の効果を検討した．

除草や草木伐開では，写真測量により工事前後の面積測量への活用が可能である．しかし，標識の設置や座標取得などの事前準備に手間を要し，従来手法と比較した場合の作業効率の改善は限定的である．また，浚渫では，点群データを用いることにより土量の算出が可能であるが，植生により地表面を誤認識しやすく，実際の浚渫土量との誤差が大きくなる場合がある．このため，実務での適用には精度面での課題が残る．

一方，河川巡視においては，上空から広範囲を俯瞰的かつ短時間で確認が可能となる．特に，地上からは視認困難な箇所や，竹木等により遮られる区間においても，空撮により河道状況の把握が可能となる．

以上の検討から，河川巡視はドローン活用の効果が最も高い業務であると思われた．あわせて，単なる空撮による一時的な確認に留まらず，取得した映像を効果的に活用する方法を試みた．

3. 河川版ストリートビュー構築について

Googleストリートビューは360°写真であるため，任意地点をクリックすることで視点を自由に切り替え，空間を連続的に閲覧できる仕組みとなっており，非常に便利なツールである．しかし，Googleが提供するデータは道路がメインであり，河川は含まれていない．この技術を河川に応用できれば，「現況把握」と「記録保存」の点で有効であり，従来の巡視よりも効率と精度を向上できると考えた．

(1) 撮影手法の検討

既存の商用サービスにおいて360°カメラを用いたストリートビュー作成が可能であることは認識していたため，これを河川映像に応用する方法を検討した．当初，360°カメラ搭載ドローンの活用を検討したが，現在は販売終了しており入手困難であった．次に，ドローンに360°カメラを固定して撮影する方法を検討したが，機体改造に該当し、墜落時等の修理時に保険の適用外となるため断念した．そこで，ドローンの既存機能であるパノラマモード(スフィア)による撮影に着目した(図-1参照)．本機能は，ドローンが自動的にカメラを様々な方向に向けて複数枚撮影し，それらを合成することで360°カメラと同等の映像を生成できるものである．特別な操作は不要であり，通常撮影と同様の手法で撮影できる．

(2) 撮影条件の設定

効果的な河道確認を実現するため，撮影条件を表-1のように設定した．河川空間の360°パノラマ画像取得にあたり，DJI Mini 3を使用した(図-1参照)．本機種は，パノラマモード(スフィア)を標準搭載していることと土木事務所に配備されていることから誰でも再現可能である点から採用した．

飛行高度は，周囲に樹木等の高い障害物がない場合，河川の全景を効果的に捉えられる50m程度を基本とした．これは航空法に基づく安全基準(人や物件から30m以上の離隔)を満たしつつ，地上解像度と視野範囲のバランスを考慮したものである．

撮影間隔は，画像間の連続性を確保するため50m～100m間隔を標準とした．河川幅が広い場合は，左右岸の端部形状が画角に収まりにくいため，左右岸別々に撮影する方が望ましい．

ドローン飛行中は機体位置の認識が困難なため，カメラアングルを真下方向(鉛直下向き)に固定した．これにより，コントローラーの画面上で澪筋の中央を画角に捉えることができ，河道の把握が容易になった．

表-1　撮影条件

機体	DJI Mini 3
飛行プラン	通常の写真撮影と同様
撮影モード	パノラマモード(スフィア)
飛行高度	障害物がない場合 50m 程度(樹木等の高い障害物がある場合は適宜調整)
撮影間隔	50m～100m(適宜調整)
カメラアングル	真下方向に固定し，澪筋中央にドローンを配置



図-1　DJI Mini 3の機体(左)とパノラマモード(右)

(3) データ管理手法の検討

撮影した360°写真は，商用サービスであるRICOH THETA 360.bizに取り込むことで河川版ストリートビューの作成に成功した（図-2参照）．しかし，本サービスは1地点ごとに1ファイルとして管理されるため，データ量の増加に伴い撮影場所の把握が困難になるという課題が生じた．また，1ファイルあたりの写真枚数が10枚に制限されているため，写真が多いと途切れてしまい連続的に確認できないことが判明した．

データの長期蓄積と効率的な活用を考慮すると，

Googleストリートビューのように地図上に撮影地点をプロットし，視覚的に撮影位置を把握できる仕組みが必要である．連続的なデータの確認や経年的に蓄積されたデータの差分比較を行うには，RICOH THETA 360.bizでは困難であるため，他の手法を検討した．



図-2　河川版ストリートビュー

(4) その他手法の検討

別の手法として，写真枚数制限がなく，GIS上に撮影地点をプロットできる無料ソフトウェアQGISを用いて360°写真を閲覧する方法を試みた．しかし，QGISへの撮影地点のプロット自体は可能であったが，拡張機能の制約により360°写真の直接閲覧機能は実現できなかった．

4. 生成AIによるプラットフォーム開発

(1) 開発ロードマップの策定

既存ソフトウェアでの実現が困難であることから，生成AIを活用して独自プラットフォームを開発できないか検討した．開発着手にあたり，生成AIに対して「ドローンで撮影した360°写真を地図上に配置し，Googleストリートビューのように閲覧できるWebアプリを構築したい」という要求を提示し，実現までのロードマップを出力させた．

生成AIが提示したロードマップは，以下の5段階で構成された．(表-2参照)

表-2　プラットフォーム作成までのロードマップ

第 1 段階 計画づくり	地図表示，360° 写真の閲覧，フィルタなどの機能など仕様を決定する．
第 2 段階 360° 写真の連携	無料のアプリ「Marzipano」[2]を使って，撮影地点ごとに 360° 写真を配置し，地点間をリンクでつなげて，移動しながら連続的に見られる仕組みを作成する．
第 3 段階 写真データの整理と CSV 化	写真ファイルから撮影日や GPS による位置情報を抽出し，CSV 形式の一覧表として保存する仕組みを構築する．（生成 AI）
第 4 段階 地図表示と連携	作成した CSV を読み込み，撮影地点を地図上にプロットする．（生成 AI）
第 5 段階 プラットフォーム構築	プロットした撮影地点と 360° 写真を関連付け，クリックするとストリートビューが閲覧できる独自の Web プラットフォームを構築する．（生成 AI）

(2) 本システムの特徴

本システムの特徴は，以下の3点である．

a) 生成AIによる開発支援

プログラミングの専門知識がなくとも，生成AIに「実現したい機能」を伝えることで，Webアプリのコードが自動生成された．本研究では，地図表示・CSV読込・フィルタ・ポップアップ表示などをAIとの対話を通して実装し，エラーが生じた際も，AIの修正指示に従うことで対応した．

b) CSVベースのデータ管理

撮影地点の情報（ID，名称，日付，座標，住所など）に加えて写真の保存場所をCSV形式で管理する方式を採用した．CSVの内容を更新するだけで，新たな撮影地点の追加が可能となっている．本システムではCSVを動的に読み込み，地図上にマーカーとして表示している．

c) ユーザインターフェース

地図上で，撮影日・カテゴリなどによる絞り込みが可能で，目的の地点を素早く検索できる．マーカーをクリックすると，その地点の詳細情報とストリートビューが表示され，Googleストリートビューのように河川を仮想的に巡視できる環境を実現した．また，ストリートビュー画面のみでは現在地が分かりにくくなるため，Googleと同様にMiniMapを追加し，現在地の把握と地点間の移動を可能とした(図-3参照)．



図-3　GIS(上・中)とストリートビュー(下)

また，本システムは，Python環境が整っているパソコンであれば，データをコピーするだけで実行可能である．加えて，ソースコードと写真データをGoogleドライブに保存し，Google Colaboratoryを介してプログラムを実行することで，インターネット環境下のパソコンや携帯端末からも閲覧できる仕組みを構築した(図-4参照)．これにより，現場においても過年度の撮影状況や撮影位置の確認が容易となり，作業効率の向上が期待できる．



図-4　携帯での参照画面（GISとストリートビュー）

5. 効果の検証

(1) 検証方法

本システムの有効性を検証するため，従来手法と本手法による点検作業を実施し，作業時間，必要人員について比較評価を行った．南部土木事務所管内の草津川1kmを対象区間とし，筆者が実際に点検を実施した．従来手法は2名(運転者1名，点検者1名)で実施し，本手法は1名で本システムを用いて点検を行った．

(2) 検証結果

a)作業効率化の評価

表-3に示すとおり，ドローン撮影は手動操作で実施し，1kmの区間を20分で撮影した．撮影後のシステム反映作業(「Marzipano」への写真インポート，リンク作成，プラットフォームへの取り込み)は15地点あたり約5分で完了した．

表-3　ドローン撮影とシステム反映

項目	内容
ドローン撮影	20分/1km
システム反映	約5分/15地点

表-4に示すとおり，1km区間の点検において，従来手法では移動時間(往復20分)と点検作業(7分/1km)を2名体制で実施し，総作業時間は54人・分であった．

一方，本手法では移動時間(往復20分，1名)と事前のドローン撮影(20分，1名)とシステム反映(5分，1名)，本システムでの点検(3分，1名)を含めると総作業時間は48人・分となり，作業時間としては限定的な削減効果(11%)に留まった．(表-4参照)

表-4　従来手法と本手法の比較

項目	従来手法	本手法	備考
作業人数	2名	1名	―
移動時間	20分×2名	20分×1名	事務所⇔現地
撮影時間	―	20分×1名	―
システム反映	―	5分×1名	―
点検時間(1km)	7分×2名	3分×1名	―
総作業時間	54人・分	48人・分	11%削減
天候・時間制約	雨天時中止	なし	制約解消
同時確認	不可	複数人可	情報共有性向上
経年比較	困難	容易	データ活用性向上

6. 考察

本研究では，河川巡視業務における3つの課題（①作業効率の課題，②河道全体把握の課題，③データ活用の課題）の解決を目指し，ドローンと生成AIを活用した本システムを構築した．実証実験の結果による考察を以下に示す．

(1)課題に対する対応と成果

a)課題①への対応：作業効率の限定的改善

実証実験の結果，作業時間の削減効果は限定的（11%）であった．本手法では事前のドローン撮影に時間を要するため，作業効率の大幅な改善には至らなかった．

b)課題②への対応：河道全体把握の質的向上

竹木密生や私有地等により地上から巡視が困難であった区間について，ドローン撮影により効率的かつ網羅的に確認が可能となった（図-5参照）．

また，河道の澪筋，樹木の繁茂，土砂堆積など，面的な変化については，上空からの俯瞰的な視点でより正確に把握することが可能となった．

一方で，本手法には限界も存在する．護床ブロック(2tサイズ)の欠損の検出は可能であったが(図-6参照)，構造物の微細なクラックや変異など，近接目視が必要な損傷については確認が困難である．

したがって，詳細な変状の確認が必要な点検には不適合であるが，河道内の堆積，樹木の繁茂，堤防，護岸等の比較的規模の大きな変状の発見を目的とした巡視には有効な手法である．

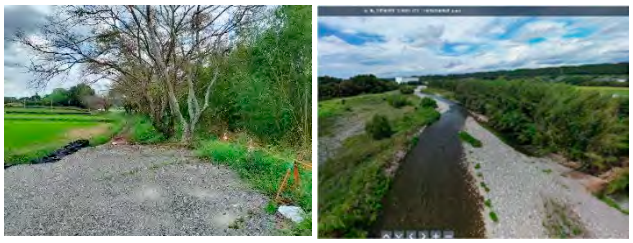


図-5　竹木の密生区間（管理用通路（左）、本システム（右））



図-6　護床ブロック（2tサイズ）の欠損

c)課題③への対応：データ活用の実現

異常が確認されない場合でも記録が残るため，後に異常が発生した際に正常時の状況と比較することが可能となる．さらに，本手法では撮影位置の座標情報を取得しているため，常に同一地点で撮影でき，異常がない場合でも継続的にデータを蓄積することで経年変化の追跡が可能となる．

出水後の巡視においては，広範囲を迅速かつ安全に確認する必要がある．本手法により，危険区域に立ち入ることなく，護岸破損などの被災を早期に発見できる可能性がある．従来は住民からの通報により初めて発見されていた被災箇所も，本手法により職員自身が早期に発見できる可能性が高まる．また，被災前後の比較も容易であるため，災害査定に向けた迅速な対応が可能となる可能性がある．

(2) 今後の活用可能性

a) 維持管理業務全般への活用

工事完了後の状況確認，除草作業や河川愛護活動の実施状況の記録，不法投棄の発見，竹木の繁茂状況の把握など，維持管理上の状況把握という広範な用途に活用できる．

b) 他のインフラへの展開

本システムは河川以外のインフラ（砂防施設，法面等）への展開も可能である．特に，広範囲を定期的に巡視する必要がある施設において有効と考えられる．また、道路パトロールの出力結果が反映できるようになれば，さらに活用の幅が広がると思われる．

c) AI技術との融合

AI画像解析技術の発展により，将来的には異常箇所の自動検出が実現すると思われる．その際，差分比較するための比較元データになることや機械学習用のデータセットとして活用できる点も，本システムの副次的価値といえる．

(3)実務適用に向けた課題

今後の展望として，自動飛行の導入により撮影時間の短縮や撮影距離の延伸が可能となる．一方，草木繁茂については生育が乏しい冬季の撮影により多少は解消されるものの，根本的な解決には至らないため，引き続き対策を検討する必要がある．

7. 結論

本研究では，河川巡視業務における①作業効率の課題，②河道全体把握の課題，③データ活用の課題という3つの課題に対して，ドローンによる360°パノラマ撮影と生成AIを活用した本システムを構築し，その有効性を実証した．

実証実験の結果，作業時間の削減効果は限定的（11%）であったが，河川管理の質的向上という観点から以下の成果が得られた．第一に，竹木密生や私有地等により地上から巡視が困難であった区間について，空撮により効率的かつ網羅的に把握可能となった．第二に，異常が確認されない場合でも自動的に記録が残るため，正常時の状況との比較が可能となり，経年変化の追跡ができるようになった．第三に，出水後の巡視において広域被害を迅速かつ安全に把握でき，災害査定への迅速な対応が可能となる可能性がある．

本研究は，土木職員が最新技術を活用して現場の課題を解決し，河川管理の質的向上に貢献できることを示した．今後，他の維持管理業務におけるインフラDXが促進されることを期待する．

8. 参考文献

1) 国土交通省河川砂防技術基準維持管理編(河川編)
2) Marzipano 公式サイト: https://www.marzipano.net/