AIとi-Con技術を活用した河川維持管理について

～ＵＡＶ写真測量技術を用いた植生と土砂堆積の管理手法～

【河川維持管理を「e-River」でより安く、より手軽に】

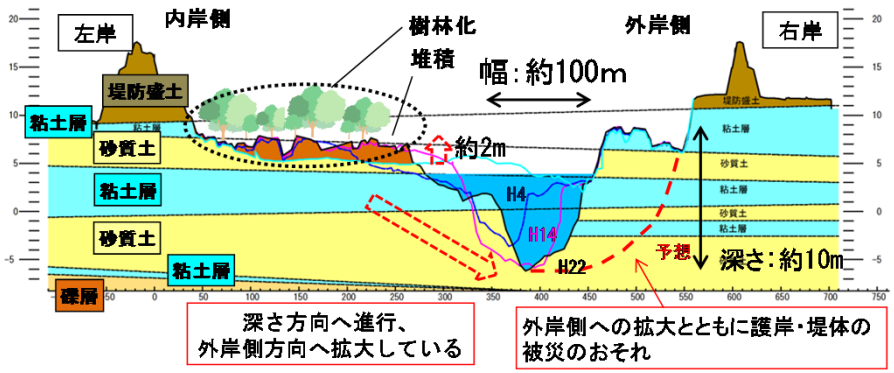
令和2年12月17日

株式会社 復建技術コンサルタント
市川　健

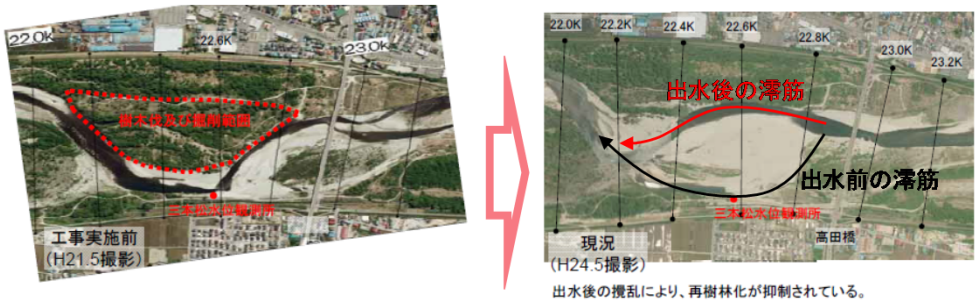
河道管理を取り巻く現状の課題

- ■ 砂州等の河道内の樹林化は、洪水に対する河川流下能力の低下、洪水流の偏流の発生に起因する局所洗堀や深掘れの発生を引き起こす。
- ■ 一方、河道内の樹木管理として樹木伐開や砂州の切り下げが数多くの河川で実施。
- ■ また、樹木が再繁茂し難い河道掘削高の現場実証研究等の事例が報告されているが、数年も経たない間にヤナギの群落へ変化した事例や伐採後約2年で樹高4mに到達した報告があるなどモニタリングと共に対策の有効性に対して検証が必要。

■木曽川の局所洗堀の例（木曽川42kp)



■阿賀川の砂州の切り下げの例



（課題）
再樹林化→定期的な樹木伐採が必要

対策の事例とモニタリングの課題

（対策の事例）

■ 樹木が繁茂する前段階からモニタリングを実施し，実生株が大きく成長する前に引き抜くことで樹木繁茂抑制のための維持管理コストを削減

（モニタリングの課題）

■ 現地での目視確認等，現場技術者への経験や時間的労力に依存し負担が大きい。

■四国地方整備局の例

アキグミ群落は5年で一般的な樹高まで成長。

✓ 樹木伐採伐根のコスト縮減のため、秋季出水の供給種子から発生した実生株を、毎年速やかに伐採する手法を採用

出典）四国地方整備局より
2012全国樹林化WS等より抜粋

■淀川の例

✓ 除根せず、切り株から萌芽する枝葉を大きくなる前に伐採。
✓ コストダウン
✓ 芽掻きにより枯死すれば、外来種の駆除に期待

出典）近畿地方整備局より
2012全国樹林化WS等より抜粋

■課題

樹木繁茂により低水路の様子が堤防からは把握できない。（名取川）

＋ AI

モニタリング労力の省力化

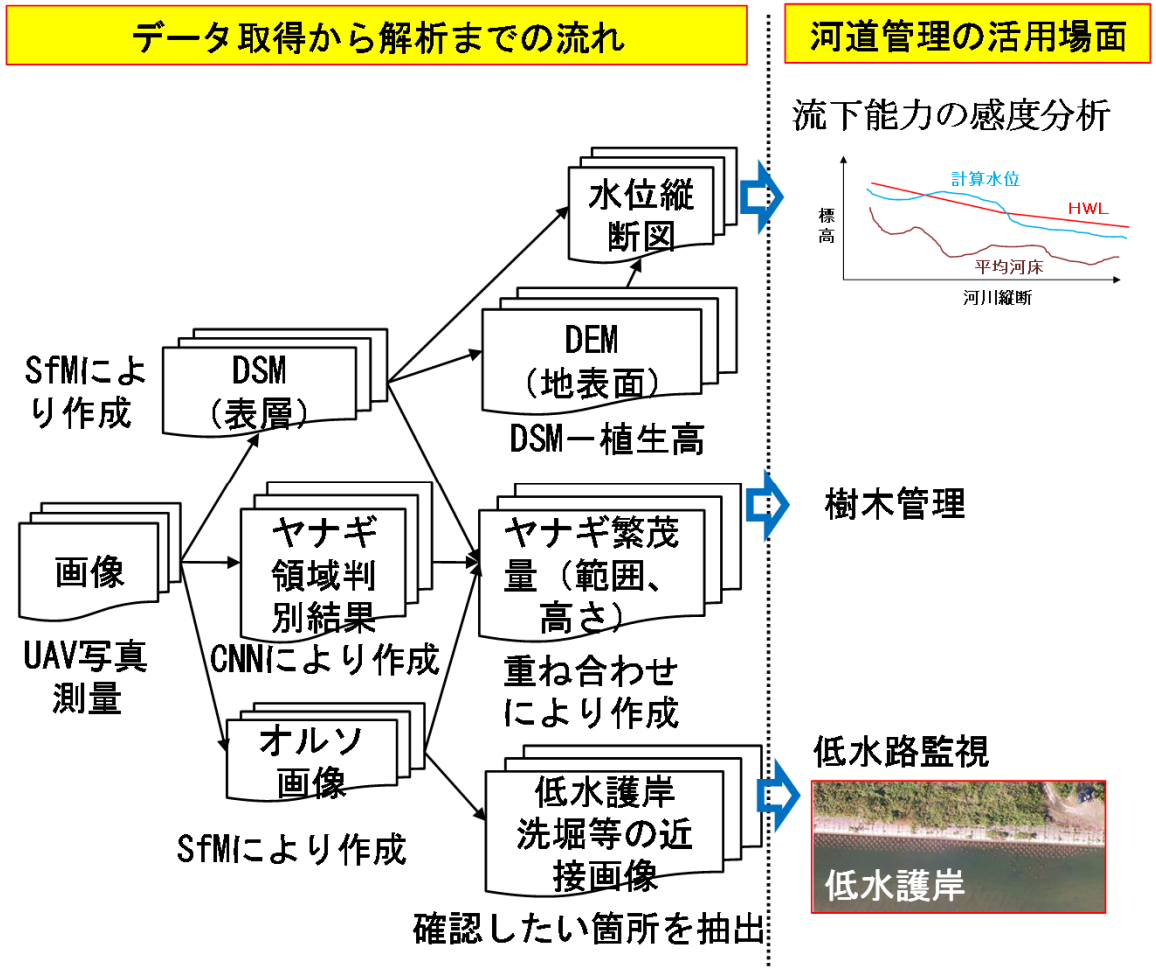
対応可能な技術

- ■ UAV写真画像から得られた色情報、枝葉の形状、テクスチャー情報等の特徴量から自動的に河川植生の種類を判別する。
- ■ UAV写真測量による河川地形把握のワークフローに、植生判別用のデータ取得を連動させ、現場作業の効率化・集約化を図る。

■技術の概要

全国的に樹木管理の対象となっているヤナギ（特に幼木）に焦点を当て，UAV写真測量から得られた静止画像から，深層学習（CNN）を用い，簡易にヤナギの繁茂の兆候や繁茂量を把握する。

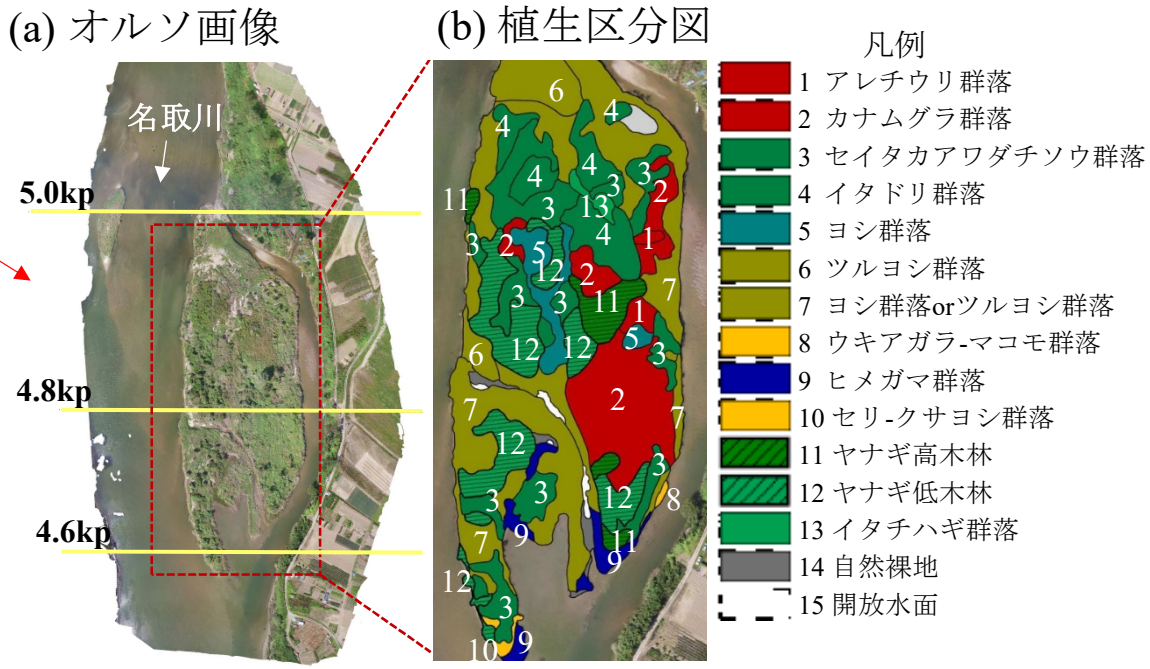
ヤナギ幼木（樹高1～2m）



適用事例（宮城県仙台市、一級河川名取川、2017）

（現地実証フィールド概要）

- ■ 名取川水系名取川下流部の樹林化した低水路内の砂州を対象。
- ■ 草本類や木本類が混在している河川植生であり、ヤナギは、シロヤナギ及びオノエヤナギが現地で確認されている。

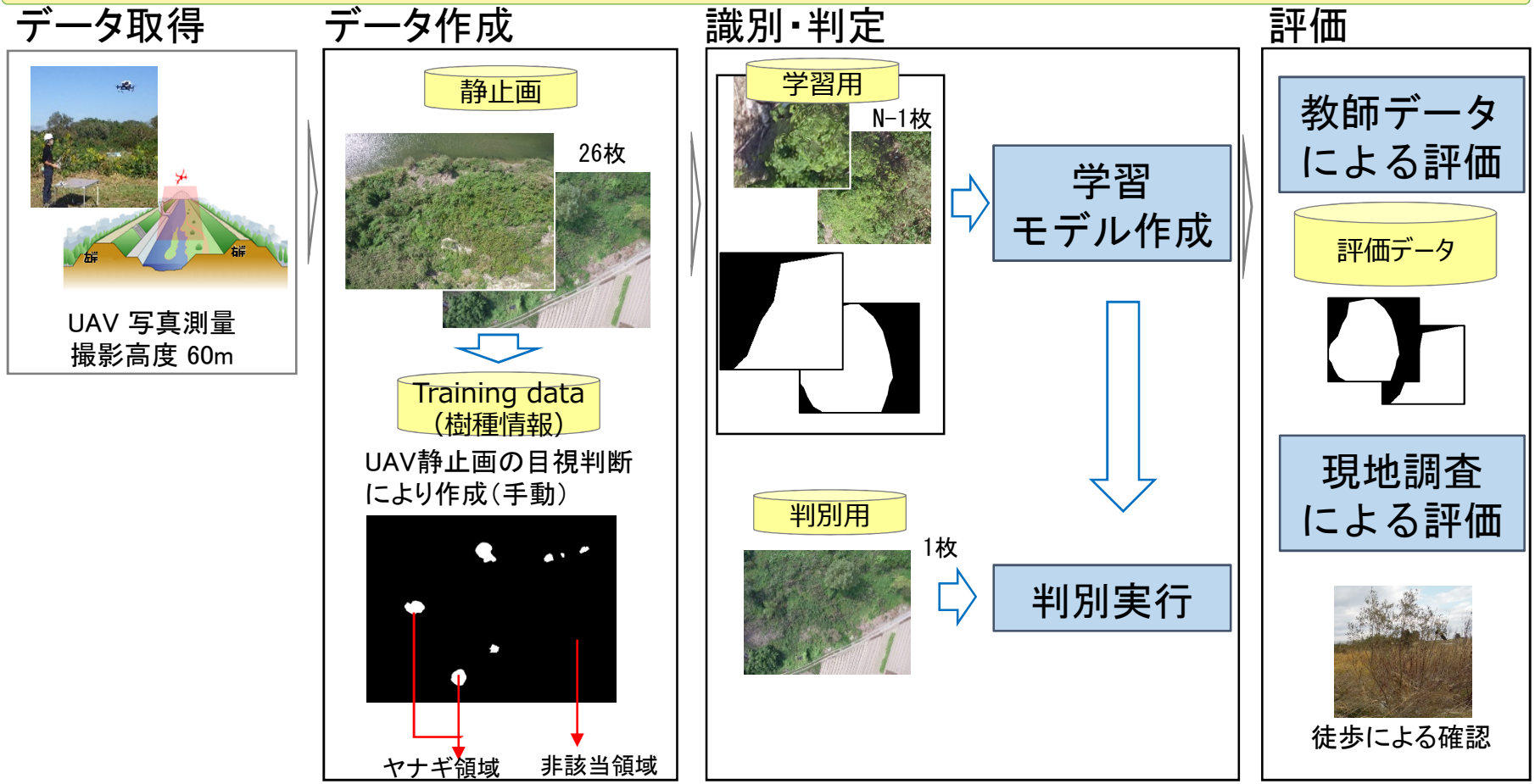


※様々な植生が混在しており、判別の難易度は高いと想定される

ヤナギ判別フローとデータ評価の方法

（CNNによるヤナギ判別フロー）

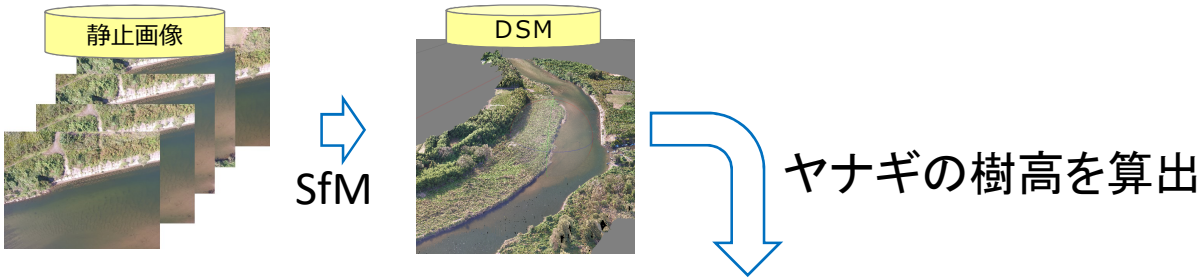
- ■ 交差検定は、評価用画像をUAV静止画より1枚を抽出し、それ以外の25枚のUAV静止画を学習用データとして用いることで、写真単位でのLOOCV(Leave-One-Out Cross Validation)を実施した。
- ■ 最後に、判別結果及び教師データの両データの評価を現地調査により実施した。

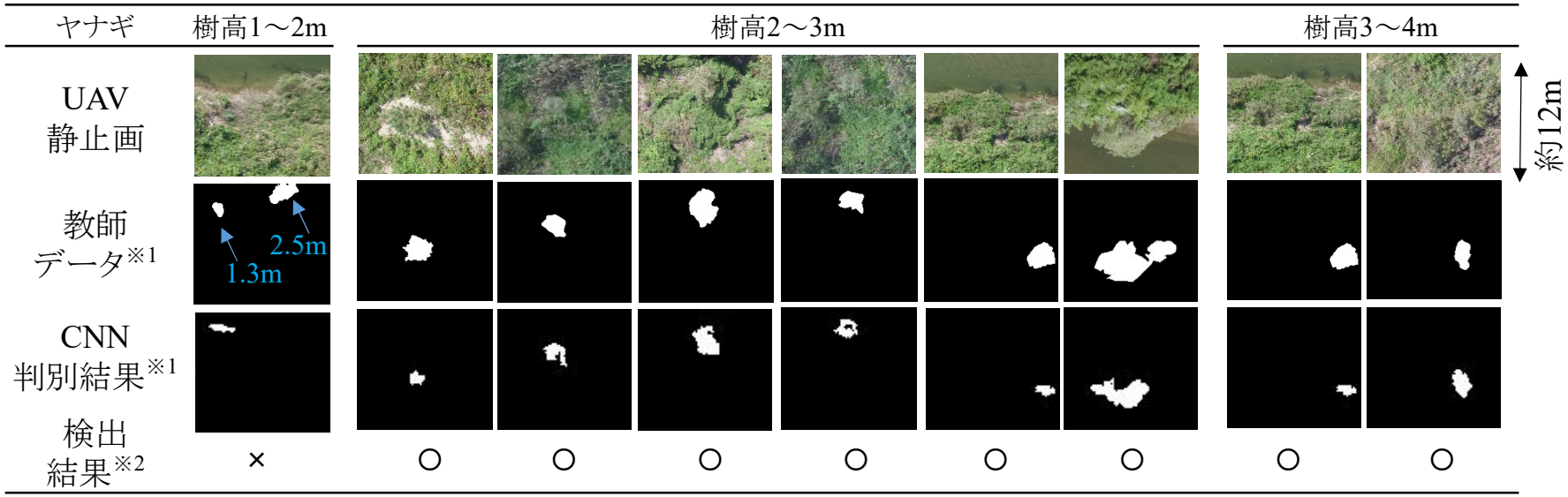


ヤナギの自動検出および樹高計測結果

（教師データに対する評価結果） 本数単位 / 樹高別

- 樹高別にヤナギの検出率を整理。
- 樹高は、783枚の静止画のSfMによる合成から得られた表層地形データから求めた。





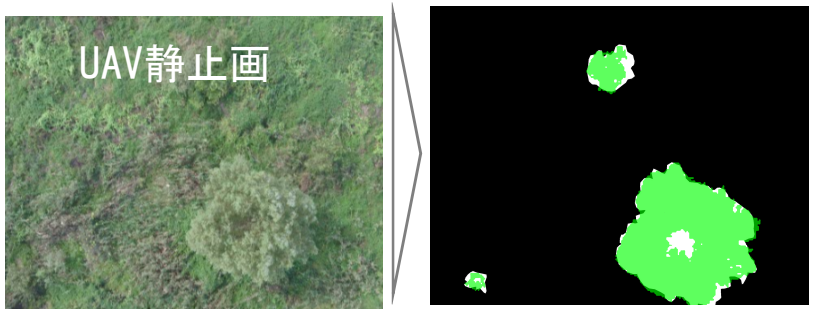
※1 教師データ及びCNN判別結果について，白色領域：ヤナギ該当領域，黒色領域：ヤナギ非該当領域を表す.
※2 教師データのヤナギ該当領域において，判別結果がヤナギ該当領域と判定された領域がある場合：○，ない場合：×

結果と考察

■ 判別結果に対し、正解データによる評価結果として、全26枚の写真の集計結果を表に、代表１枚を図に示す。表のとおり、判別精度は93%(94/101)であり、ヤナギの見落としが2.1%(2/96)であった。

表 CNN判別結果と正解データの比較

対象樹種 ヤナギ		CNNによる判別結果	
		有	無
正解データ	有	94本	2本
	無	7本	－



（CNN判別）
■ヤナギ有
（正解データ）
□ヤナギ有
■ヤナギ無

図3　UAV静止画及び判別結果と正解データの比較
（正解データは、UAV写真の目視判読及び現地調査により作成）

■ UAV静止画を用い、技術者による写真判読とCNNの判別結果を比較すると、技術者が見逃した幼木をCNNでは数多く発見(5倍(42本/8本))した。

表 UAV静止画を用いた技術者の写真判読とCNNによる判別の比較

ヤナギ発見本数	成木(3～20m)	幼木(0～3m)
技術者の写真判読結果	48本	8本
CNNによる判別結果	52本	42本

成木に対し、幼木は重機を使用せず、人の手で引き抜き可能

まとめ

（事後の現地調査による評価結果） 本数単位 / 樹高別

■ CNNによる自動判別の利点として、徒歩による現地でのモニタリング調査の外業の負担軽減や目視判断の見逃し防止、さらに、樹高1m以上のヤナギ判別によってモニタリング性能の向上が図られると考える。

（CNNを活用した河道維持管理）

■ 幼木の見逃しが多い正解データから学習させた判別モデルを用いたとしても、幼木検出が可能。

■ CNNによる自動判別により、幼木の段階から発見し、樹木伐採コストの縮減、並びに、流下能力の維持に寄与すると考える。

更なる高度化、コスト縮減へ

■ CNNによる自動判別の欠点は、正解データの構築作業に多大な労力を要することである。この部分を改善するためには、全国の河川管理者や自治体、研究機関、民間団体等が協力し、クラウドやDB上でデータ共有を図ることなどの対応が必要と考えている。

ここまでの報告に用いた参考文献

■土木学会水工学論文集
「UAV及び深層学習を用いた植生の自動判別による河道維持管理手法の開発」
齋藤正徳・湧田雄基・市川健・天谷香織・那須野新・大石哲也・池内幸司・石川雄章2018.3

「UAV-SfM」、「e-River」による中小河川維持管理の提案

- UAV-SfMで取得したデータを河道管理にFULL活用するため、中小河川維持管理用ソフト「e-River」を開発。
- UAV取得データのみならず、過去の工事記録や地上カメラ撮影画像の記録も可能。河川台帳機能を有し、浚渫事業計画の立案や災害対応にも活用。

河川台帳の他、河川点検カルテ、水利台帳や用地確定図なども保存。様々なデータを一括管理

台帳上にUAVオルソ、河川点検写真を表示
工事図面や災害査定資料、UAV動画等も登録可能

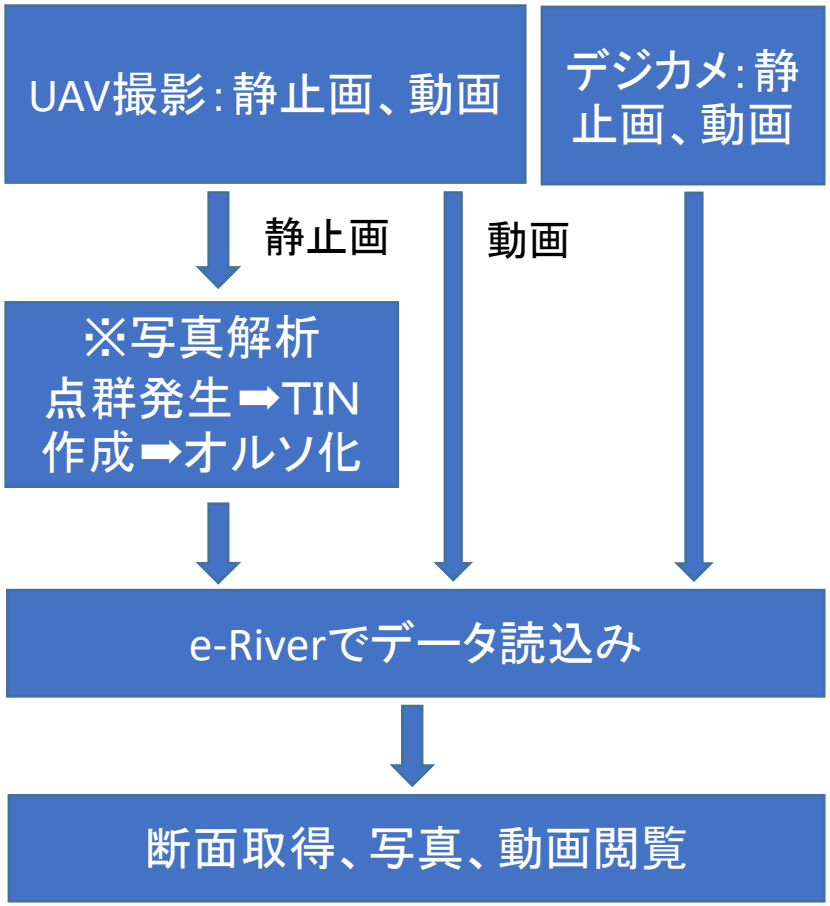
「UAV-SfM」、「e-River」作業フロー

・使用機材と作業フロー

▲使用機材（Phantom4 PRO　RTKモデル）

撮　影　条　件	
撮影機材	Phantom4 PRO　RTKモデル
撮影方法	静止画、動画
写真解析ソフト	PhotoScanなど（解析ソフト）

【作業フロー】



※流下能力評価、横断図取得箇所については写真解析の実施が必須

最後に動画をご覧ください（2分）

ご清聴ありがとうございました！