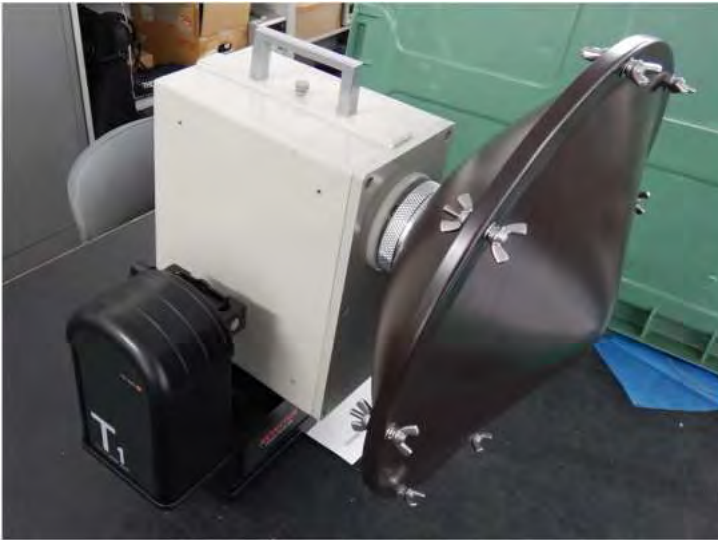


2021/12/9

土研新技術ショーケース2021in名古屋



非接触型流速(・水位)計



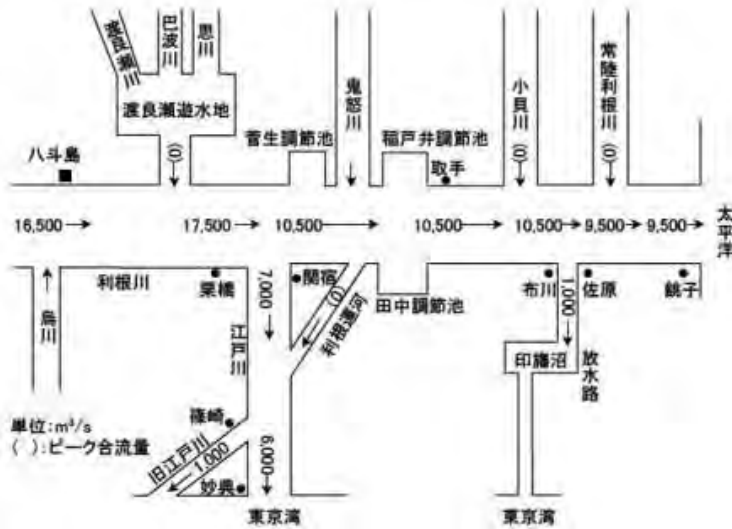
国立研究開発法人 土木研究所

水工研究グループ

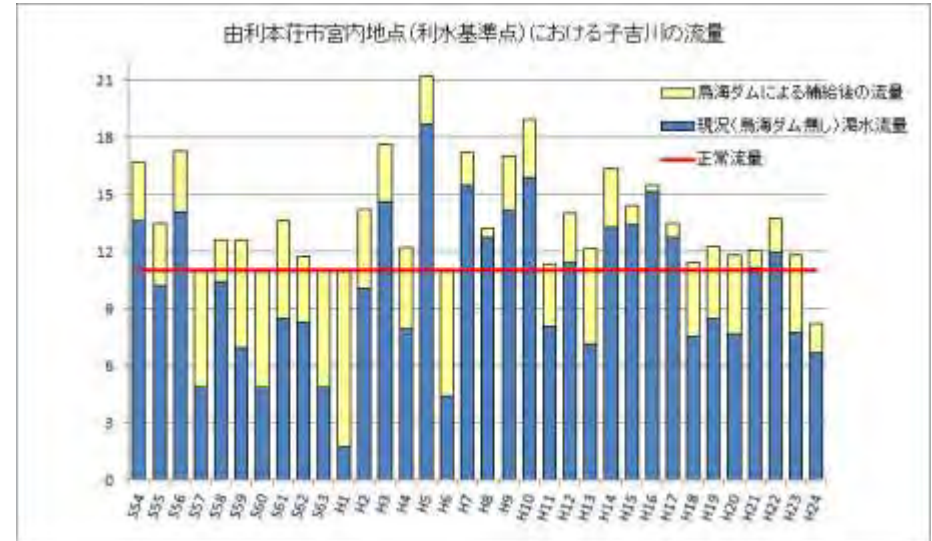
水文チーム 上席研究員

山本 晶

河川の基本的な計画は流量で表示される



治水計画の例
(利根川の流量配分図)



利水計画の例
(鳥海ダムによる補給流量)

平常時の流量観測(低水流観)



洪水時の流量観測(高水流観)



平成29年3月に「水文観測業務規程」が改正され、 河川流量の観測方法が追加

《従前》

第12条の四 河川の流量

流速計又は浮子の観測等による流速に流水の流下断面積を乗じた値又はダム越流量若しくは放流量によって計算する。



非接触型流速測定法

《改定》

流速計又は浮子その他の流速計測器械の観測等による流速に流水の流下断面積を乗じる方法、水理学的知見に基づき算出する方法又はダム等において観測された水理量から水理学的知見に基づき算出する方法


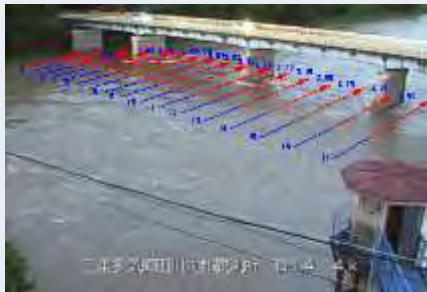
運動方程式等を基礎式とする方法等(例:DIEX法)

用語の適正化

改定の目的：

新たな流量観測方法の取り扱いを明らかにするため関係条項を改定。

今回改定で適用を明らかにする流速測定法

観測原理種別	非接触型流速計測法	
観測手法	ドップラー型流速計測法 (電波式、超音波式)	画像処理型流速計測法 (STIV法等)
手法概要	<p>水面に向けて電波若しくは超音波を照射し、反射波の周波数変化から表面流速を計測</p> 	<p>水面の波紋を捉えられる画像等を取得し、画像解析から表面流速を測定</p> 
観測形態	有人・無人観測	有人・無人観測



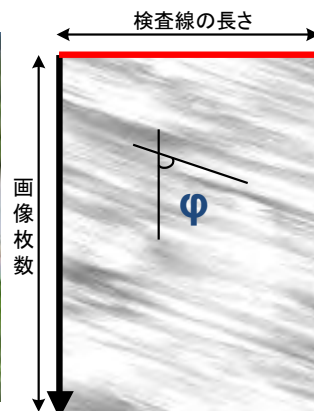
今回改定で、ピーク時の無人観測が可能となり、観測員の安全性の確保と観測の信頼度が向上する。

画像処理による流量観測

既存のインフラであるCCTVカメラ画像から
Space Time Image Velocimeter (STIV)を用いて
河川水の表面流速を算出

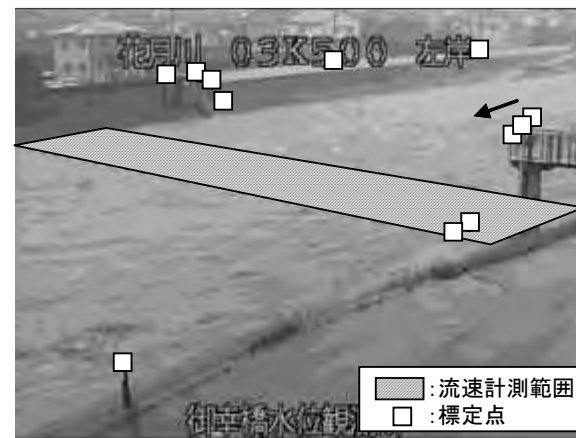


STIV

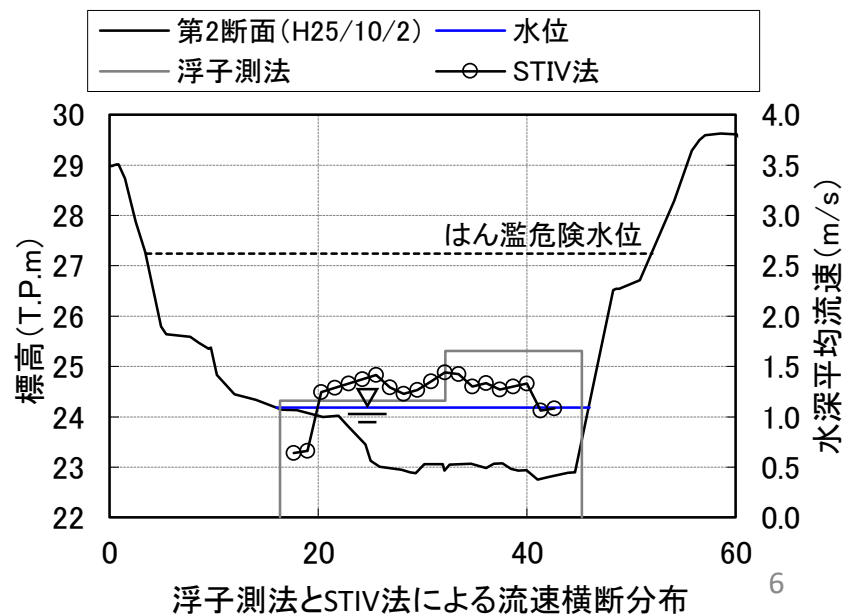


時空間画像

- ① 評定点と共に河川水の流れの映像を取得
- ② 河道に平行に検査線を設定(上左図)
- ③ 1本の検査線に注目し, 横軸を検査線の長さ, 縦軸を時間として時空間画像を作成(上右図)
- ④ ③で作成される画像の縞模様の角度から流速を算出する.

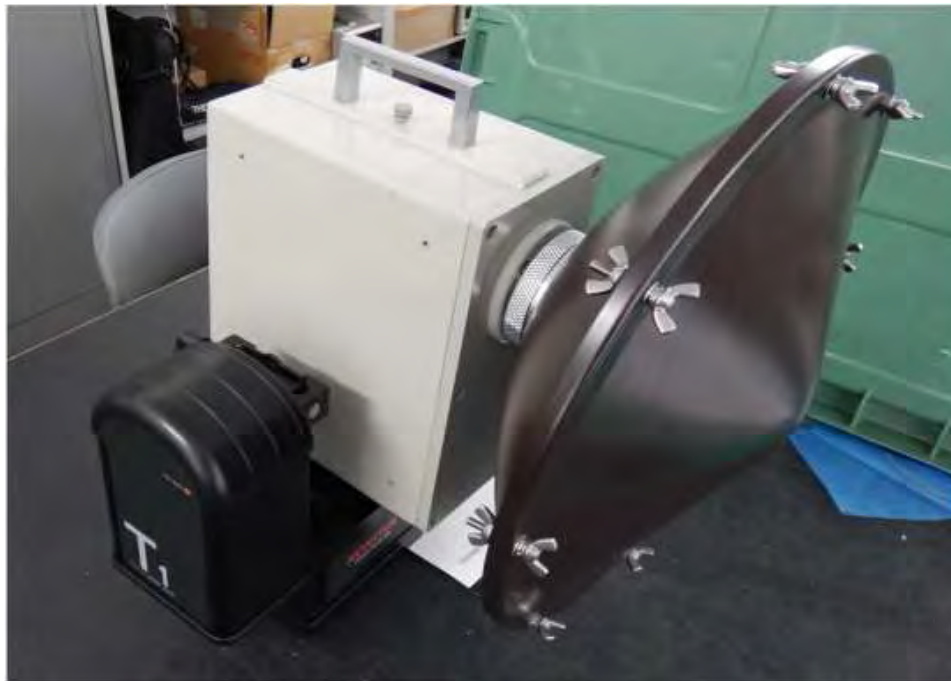


評定点をセットしたCCTVカメラ画像の一例



電波式流速計

※YDKテクノロジーズ(株)(旧:横河電子機器(株))等との共同開発



○ドップラー効果の利用
┌ 電波流速計(マイクロ波)
└ 超音波流速計(超音波)

測定方法

ドップラータイプの測定原理

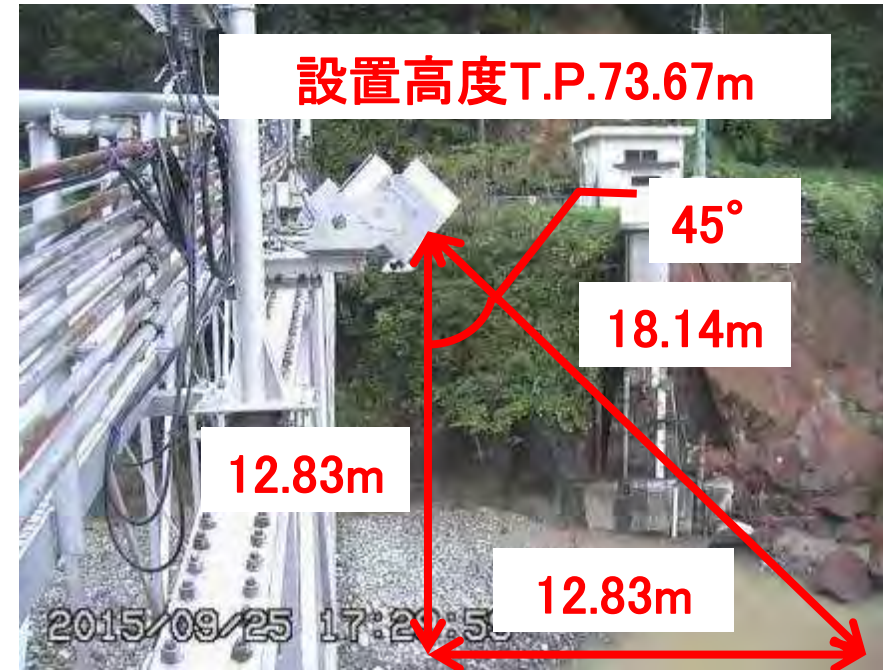
$$V = C f_d / (2f + f_d) / \cos \theta$$



実装例(姫川山本観測所)



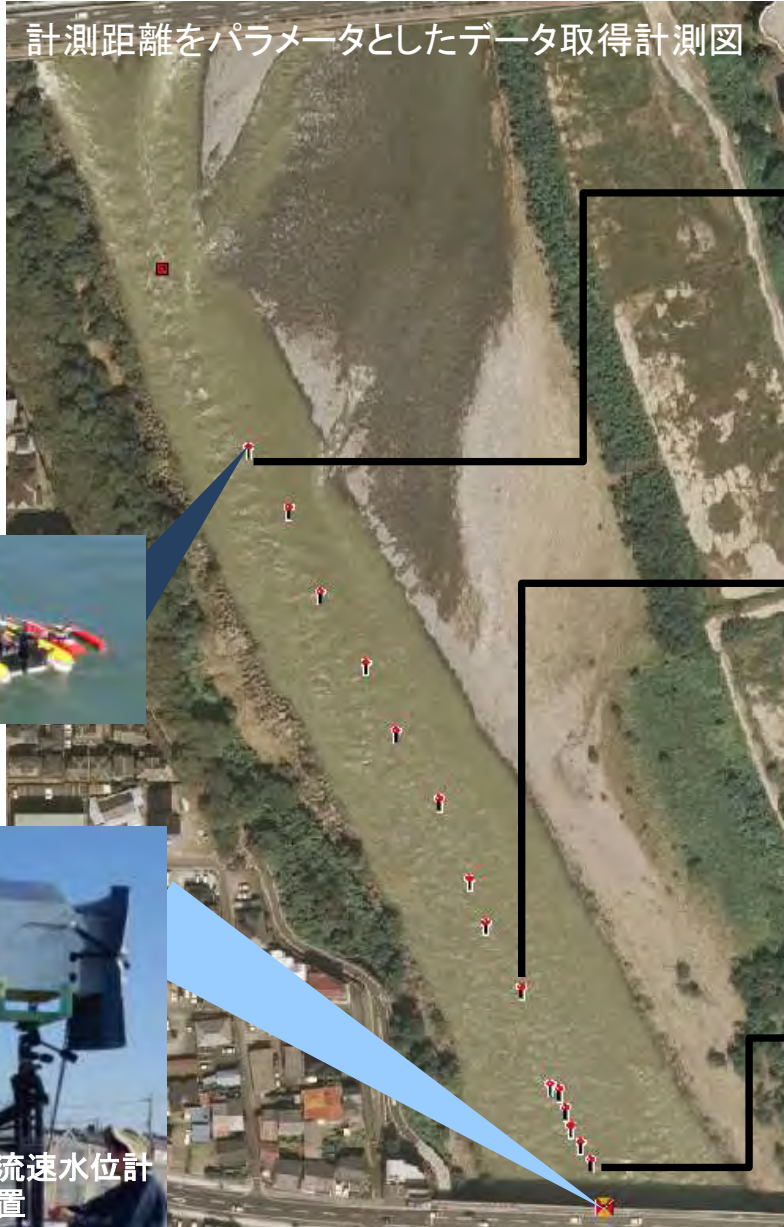
右岸(局舎近く)から撮影



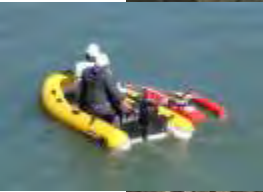
山本観測所零点高
T.P.63.04m

水位と流速をどこまで計測できるか（縦断観測）

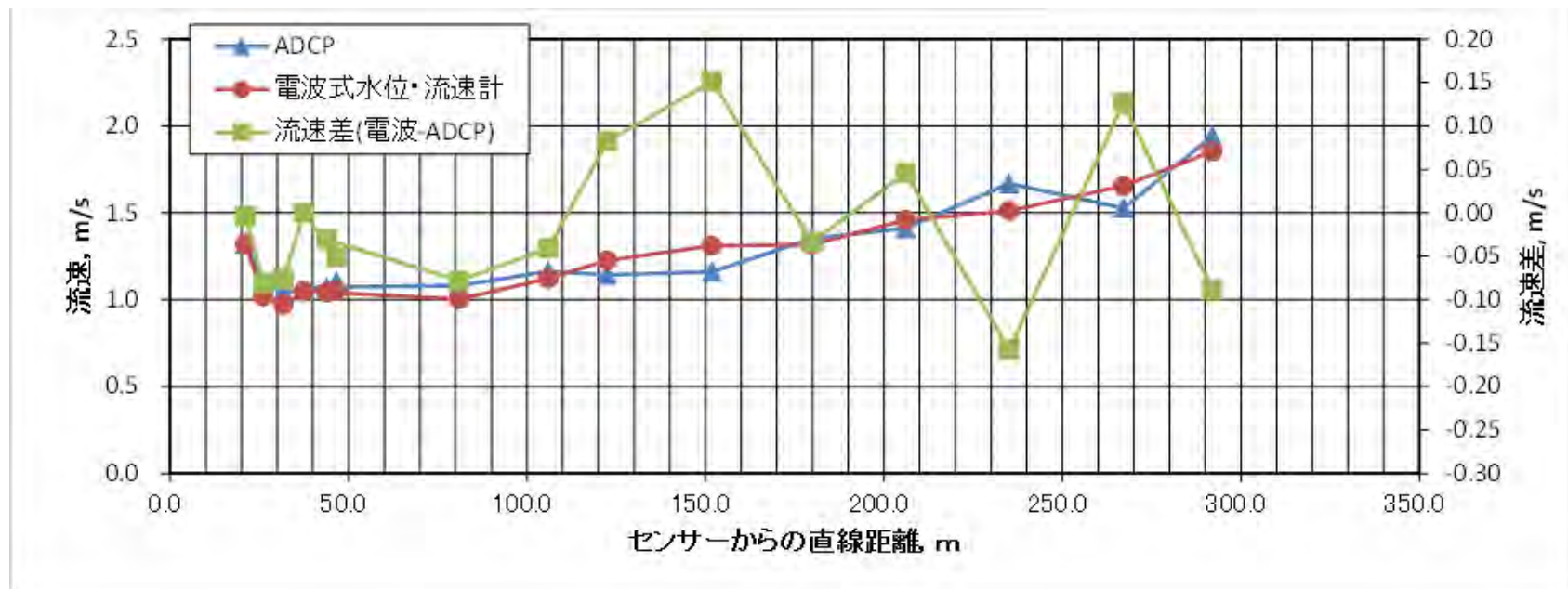
計測距離をパラメータとしたデータ取得計測図



ADCP比較計測1



計測値(3分の平均値)の比較

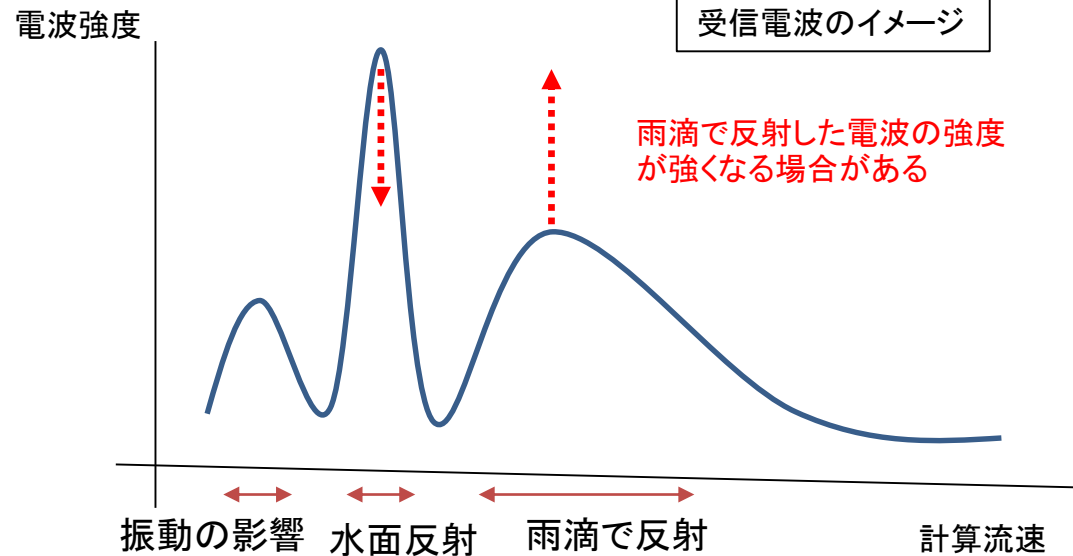


① 豪雨時の異常値対策

豪雨時等、正しい流速を計測できない場合がある



アルゴリズムを改良し、確実に水面で反射した電波で流速を算出



② 運用マニュアルの作成

- ・適切な距離や俯角を明示し
- ・異常値が発生した場合の対応フローチャートを提示し、よりよい計測環境となるよう案内

③測定ポイントの制御

雲台に設置した電波式流速水位計により任意地点の流速・水位を計測

(低水観測時)

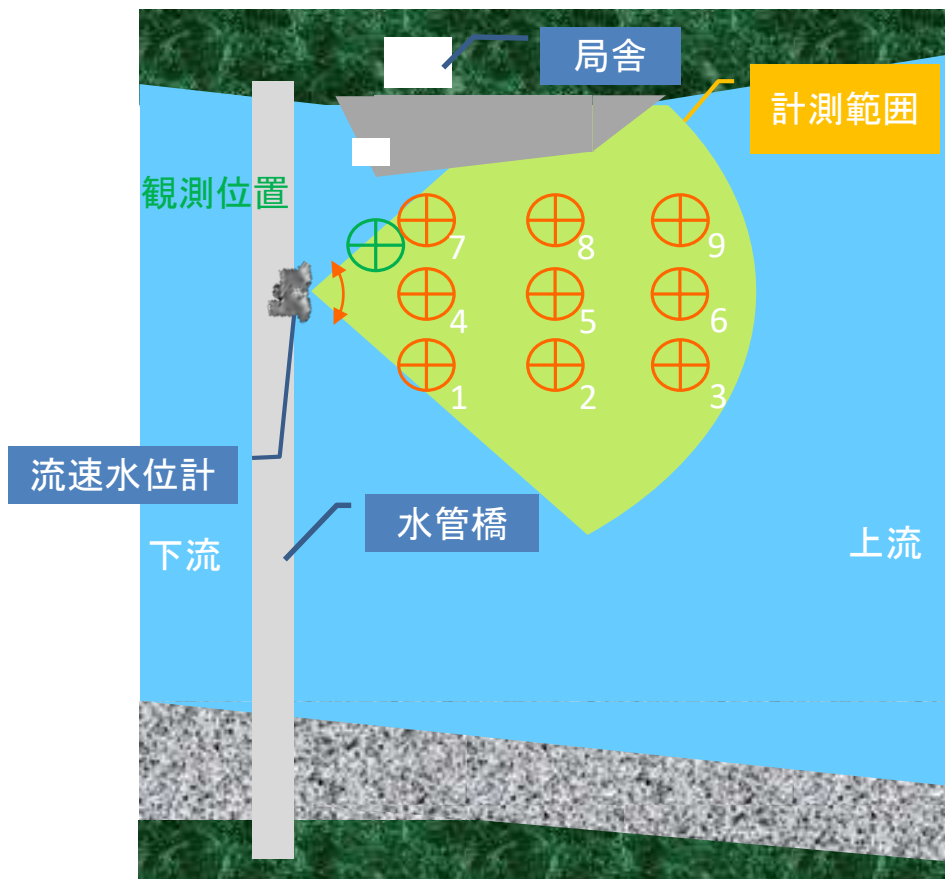
- 観測位置をカメラで確認。
- 滞筋変化より欠測が発生している場合は、観測位置(電波照射位置)を変更
- 欠測より復帰、10分毎の流速・水位をモニタ



※今年度より実証実験中

(高水観測時)

- 水防団待機水位を超えると、高水観測モードへ移行
- あらかじめ設定した測線の流速・水位を自動で計測
- 面的な計測が行えるほか、より安定した地点でバラツキの少ない流速・水位の把握が可能



機器の設置状況



計測結果の表示



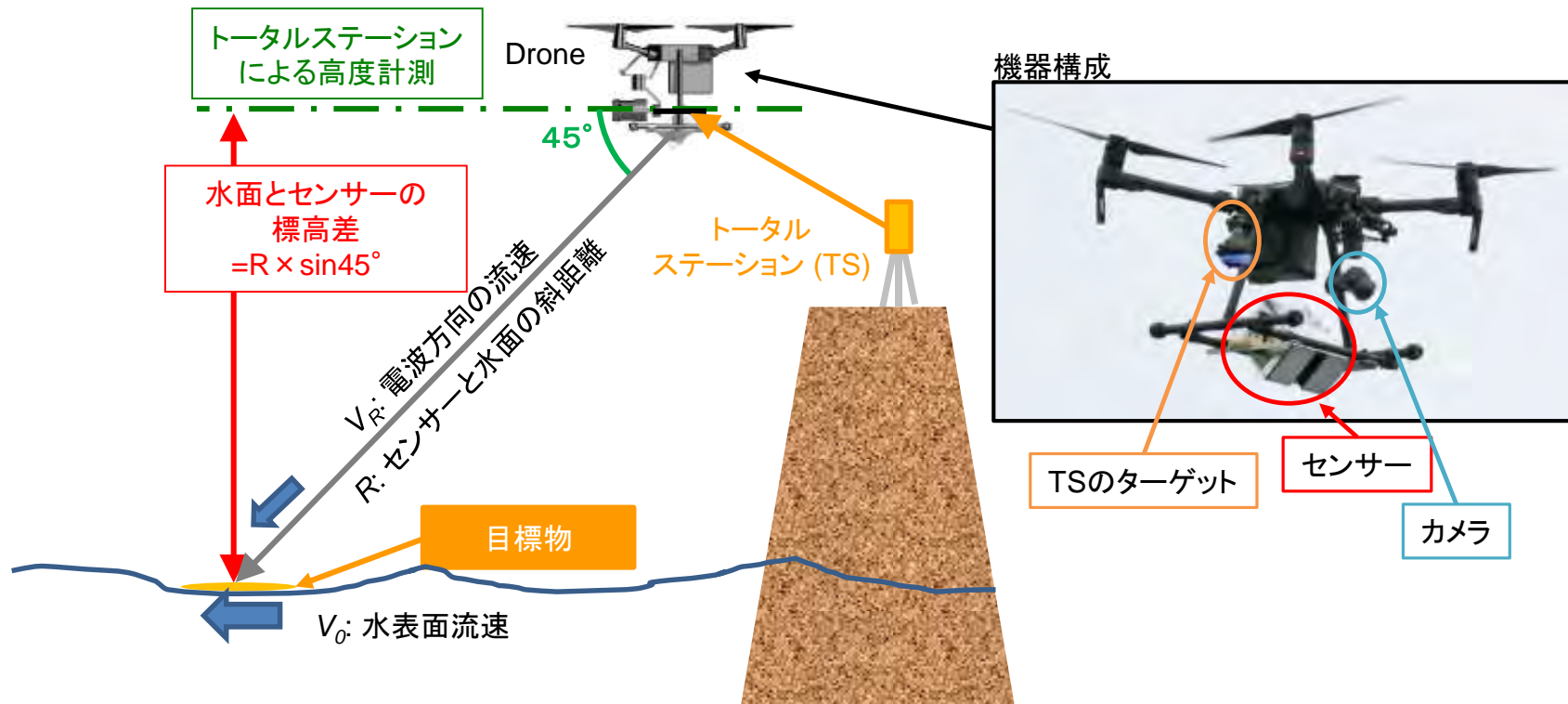
← 定点の流速と水位を常時計測

流速、水位の自動観測が可能

今後、幅の広い河川において最小限の機器台数で観測を行うため、悪天候下での計測可能距離、角度等の適用条件を把握

設定した水位を超えると測線毎の流速と水位を計測

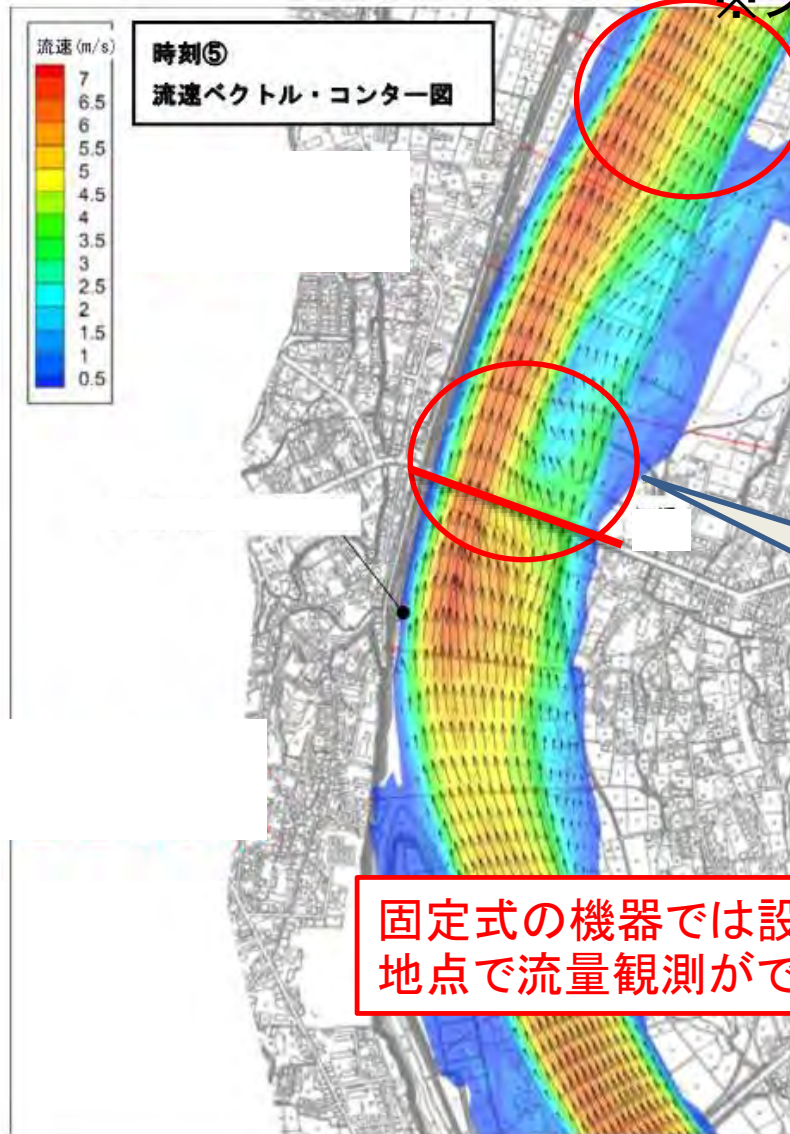
④ドローン搭載型電波式流速計



適用範囲の拡大、精度向上の取り組み



※シミュレーションによる流向・流速の分布



流量計測に適した地点があるが
横断工作物が存在しない

橋梁の直下流は
高水敷等の影響で流向が左岸向きに
なっている

固定式の機器では設置場所が限定され、必ずしも適切な
地点で流量観測ができない



- ✓ 安定的な計測が可能
（支障物の影響小、流路変更に対して柔軟に対応）
- ✓ 測定時間が短い
（例えば、テレメータ水位の10分単位と整合可能）
- ✓ 連続的な観測（無人・自動観測）が可能
（ゲリラ豪雨等、急激な洪水の立ち上がりやピークも把握）
（観測者不足への対応、安全確実）
←現状は3人～5人程度の経験豊富な観測者が必要
- ✓ 橋梁や浮子投下装置がない場所でも計測可能
（観測地点／範囲の自由度増大）
- ✓ 予定測線からの逸脱や橋脚後流の影響を受けない