

グリーンレーザ(ALB)を用いた河川測量の試み (話題提供)

河川技術に関するシンポジウム 2017

国土交通省 近畿地方整備局
福井河川国道事務所 河川管理第一課
山本一浩

■ 定期横断測量は直轄河川において実測により実施

- 河川計画・管理を実施する上で重要な情報である
- 測量は概ね5年に一度の頻度で計測・調整
- 横断測線は縦断方向に200m毎に一測線の情報量



■ 定期横断測量の課題

- 護岸等の局所洗掘や瀬・淵の情報を十分に得られない
- 急流河川における深淺測量は作業に危険が伴う
- 現地測量に大幅な時間を要する



■ 航空レーザー測量を用いた取り組み

- 陸部を対象として、横断図作成の事例が研究され実用化されつつある
- 水底部でも水中を透過するグリーンレーザーを用いた航空レーザー測深（ALB）が汎用化され、河川への適用が期待される

- ALBによる河川測量への**適用例**が少ない
- 水底部の**精度検証**の報告が少ない
- 水底部の横断図作成の**手順等**がない



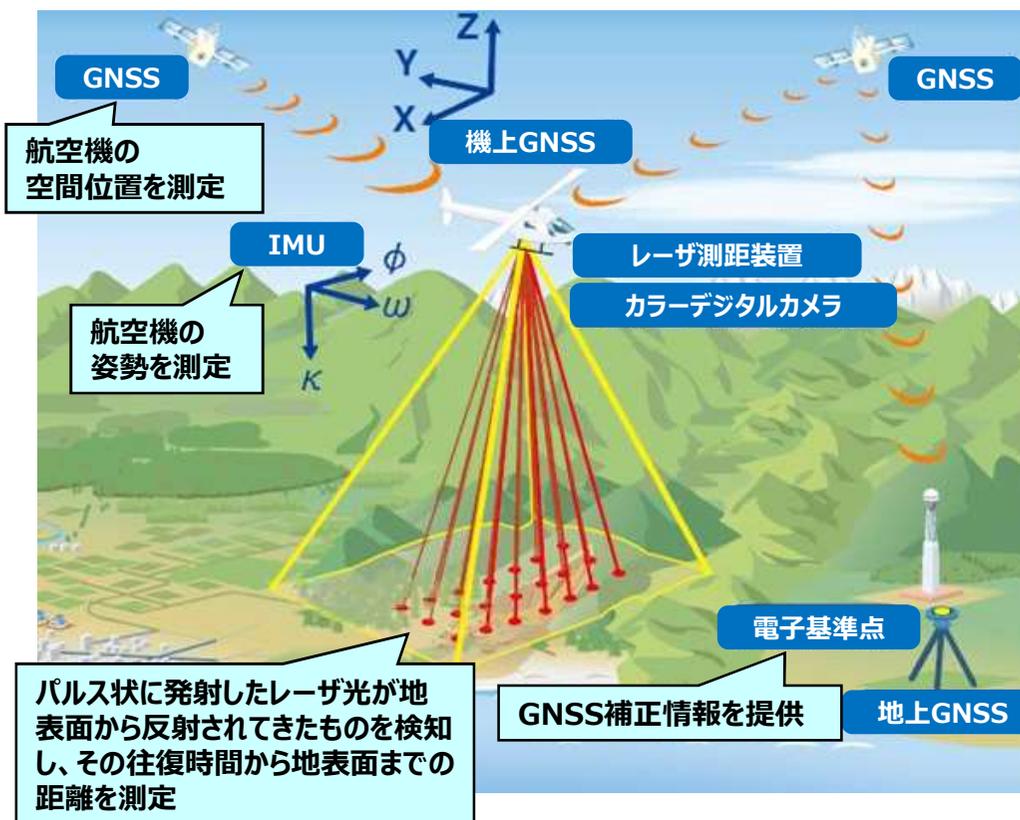
● 本研究の目的

- 深浅測量において、水底部の計測が行えるALBを用いた点群データからの横断図作成
- 実測との精度検証
- 河川管理への応用と考察

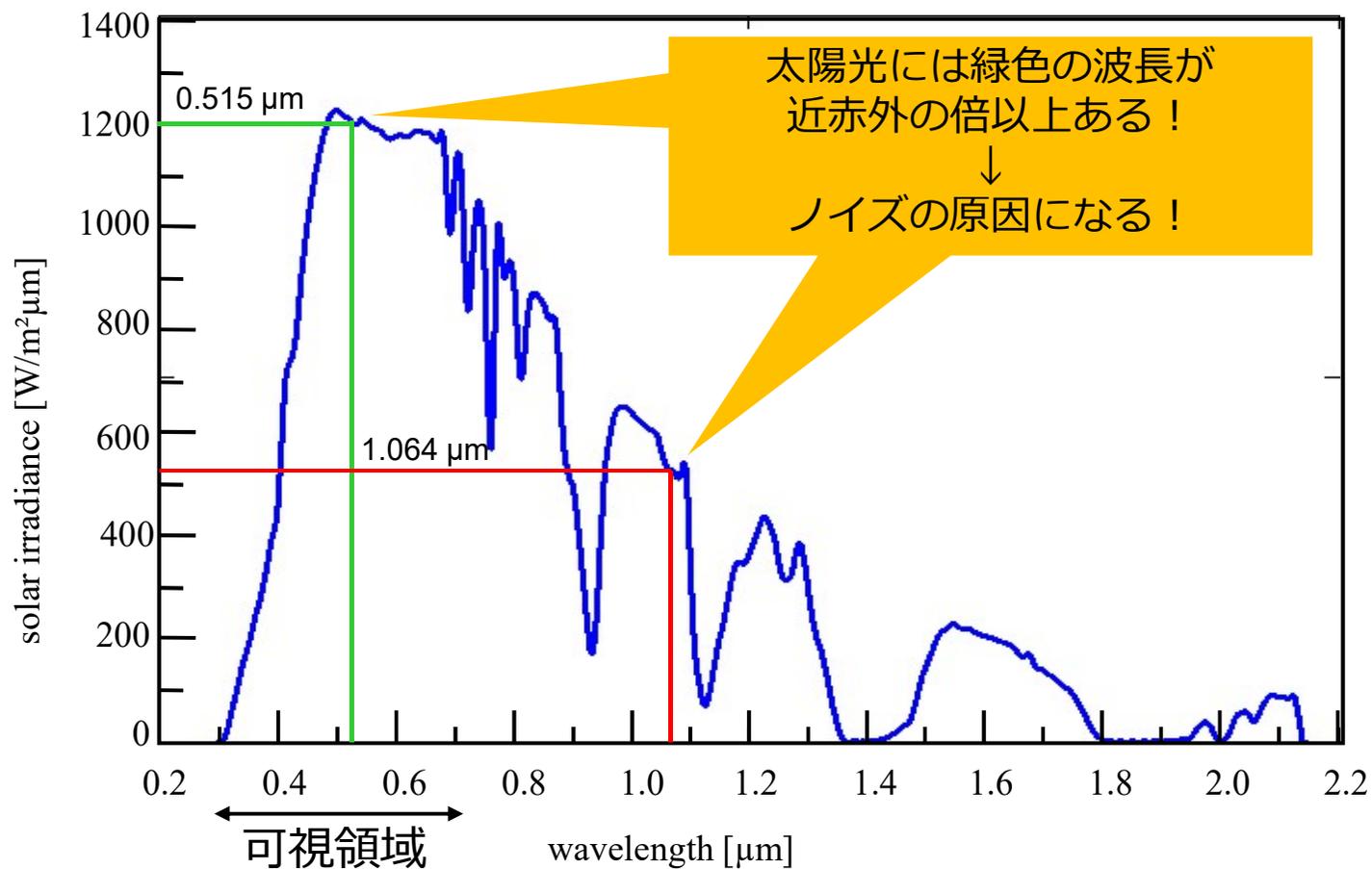
航空レーザ計測の原理とグリーンレーザ

航空レーザ計測の原理

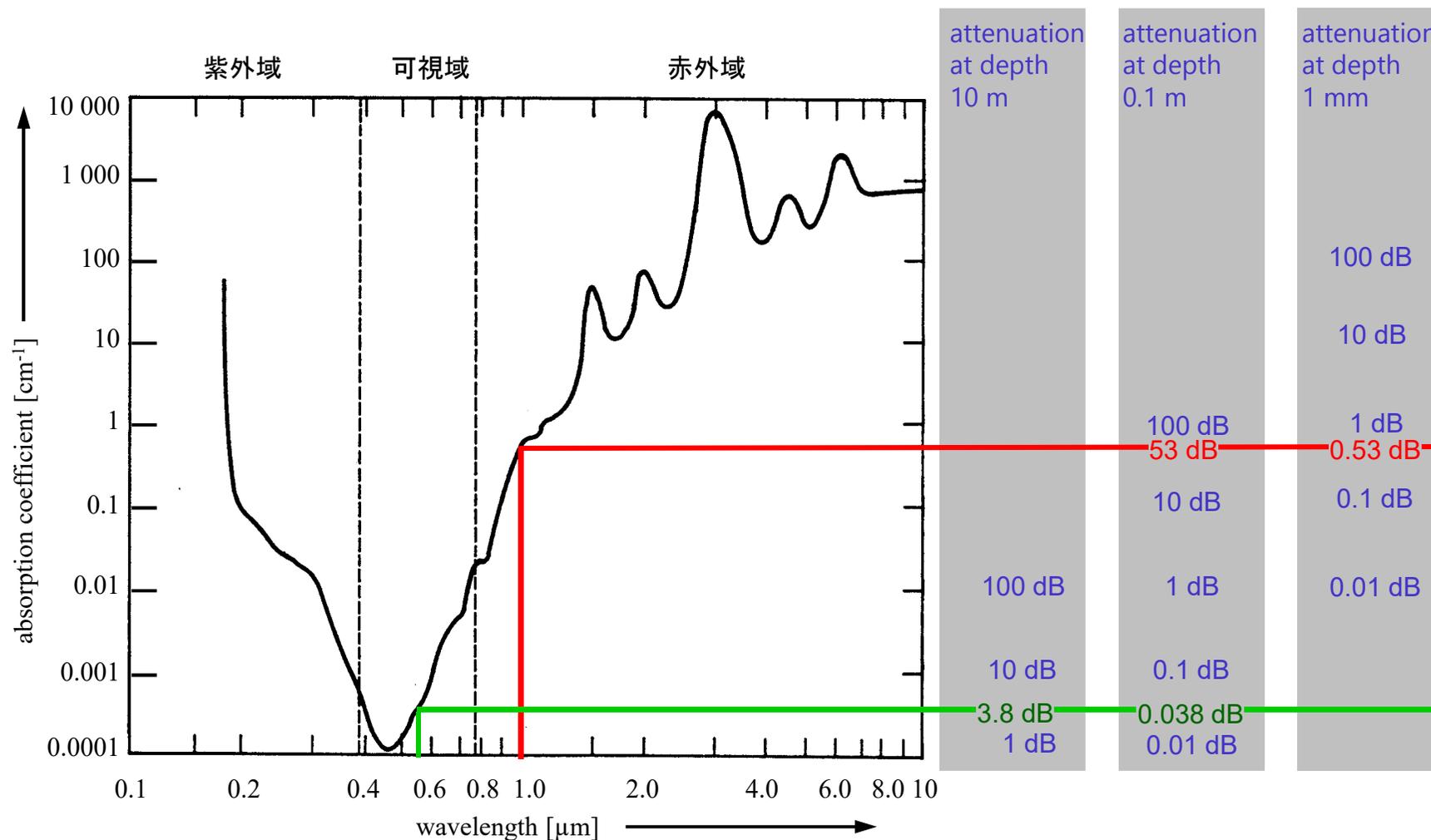
飛行機やヘリコプターから地上に向けてレーザを発射し、地表面で反射して戻ってきたレーザの時間差から、3次元データを取得する測量技術



- 「近赤外」か？ 「緑」か？
- 「波形の違い」であるということ
- したがって、計測方法は同じである



陸上は近赤外レーザーが最適！



グリーンレーザー（可視域）は水中を良く透過するため、
水中はグリーンレーザーが最適

●レーザ測距装置は、**水域用と陸域用の2つを搭載**し、同時に運用する。

また、スキャン方式は楕円方式（オブリークスキャン）を採用しているため、樹木・建物・地形等の側面データも取得できる。

●航空レーザ測量のうち、**水中の計測**においては**可視域のレーザ光（緑色）**を用いることで、**河床の地形も計測が可能**になる。



IMU
(姿勢制御装置)

水域用レーザ
 ・レーザ波長：515nm
 ・照射頻度：35kHz
 ・対地高度：500m
 ・計測密度：1点/m²

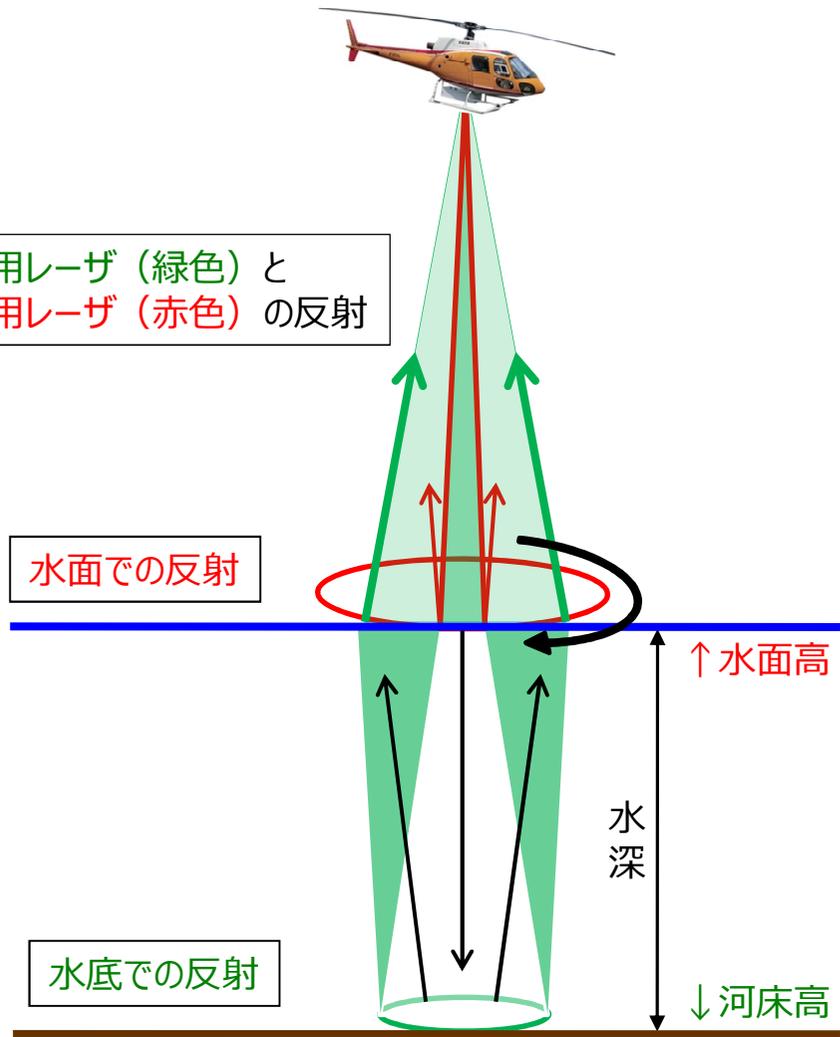
陸域用レーザ
 ・レーザ波長：1,064nm
 ・照射頻度：最大500kHz
 ・対地高度：最大1,600m
 ・計測密度：10点/m²

デジタルカメラ
 ・バンド数：4バンド
 (RGB+近赤外)
 ・画素数：8,000万画素

使用した機材（Chiroptera II）

●測深性能は、透明度や水質に大きく依存するが、**最大で15m程度（九頭竜川では5m）**

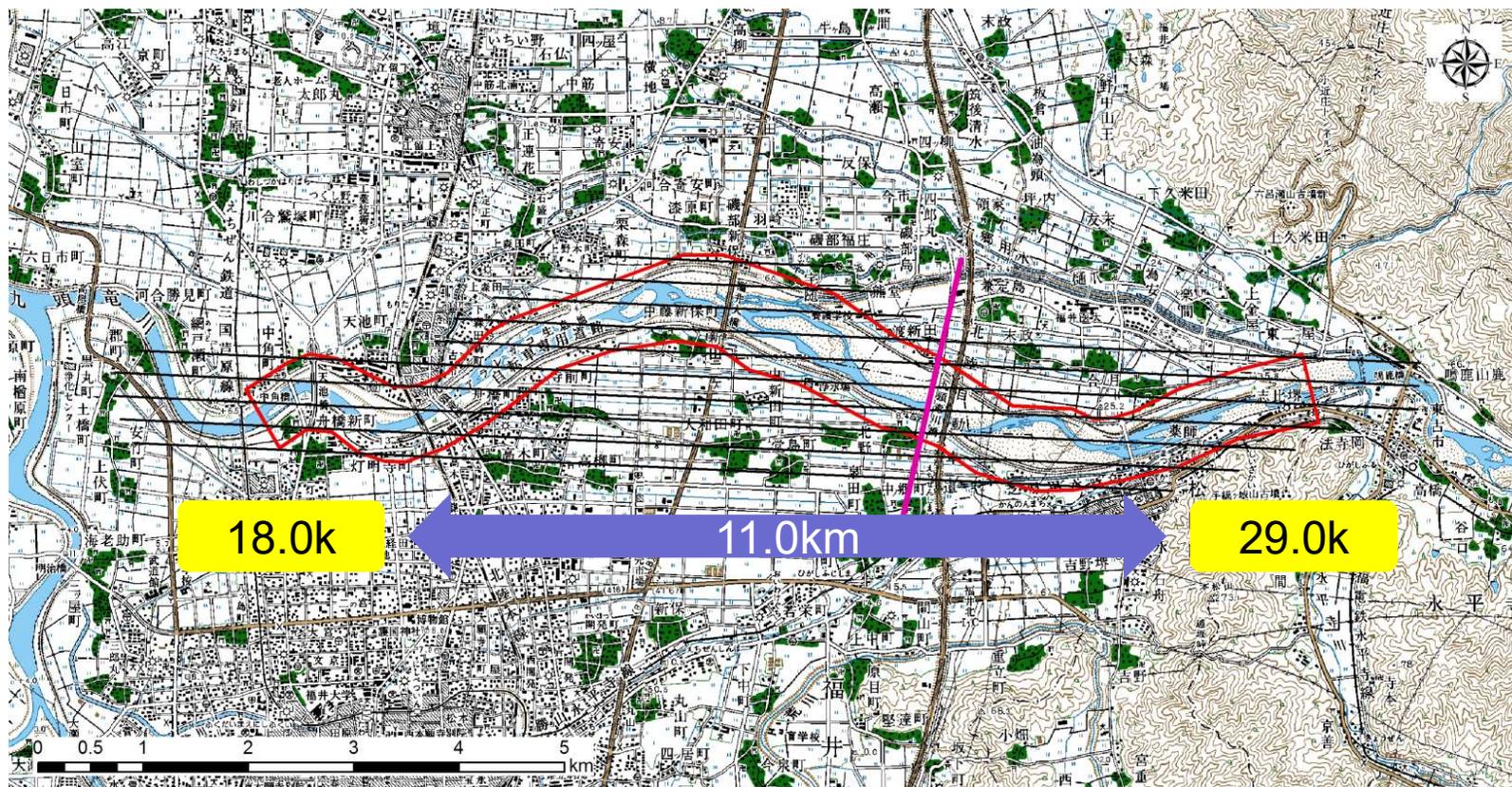
水域用レーザ（緑色）と
陸域用レーザ（赤色）の反射



ALBによる測深概念図

■ 九頭竜川の特徴（計測範囲）

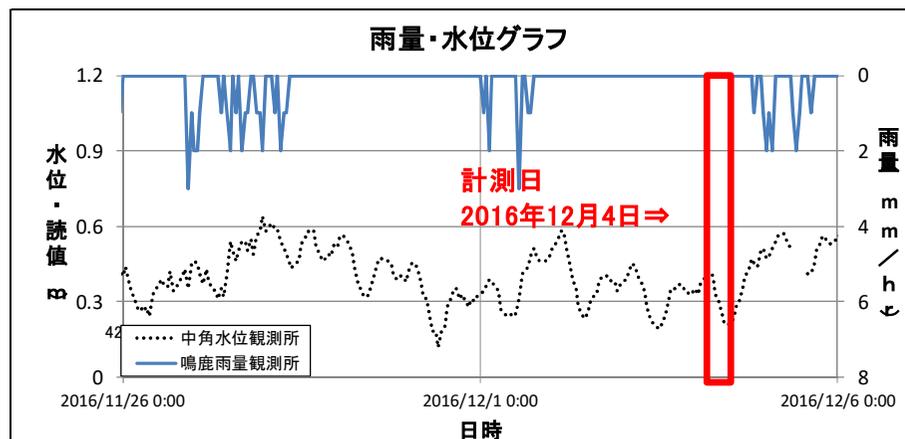
- ・扇状地に位置し、河床勾配は1/280~1,500と変化に富む
- ・水質はA類型で比較的きれい
- ・河道内の樹木繁茂が顕著で砂州河原が減少
- ・魚類ではサクラマス、アユ、カマキリ（アラレガコ：天然記念物）の生息地



計測の実施と水質の確認

■ 水位・雨量の確認

- 無降雨状態が比較的長く続き、**水位が低い**ことを確認の上、計測日を確定



計測前後の雨量と水位状況

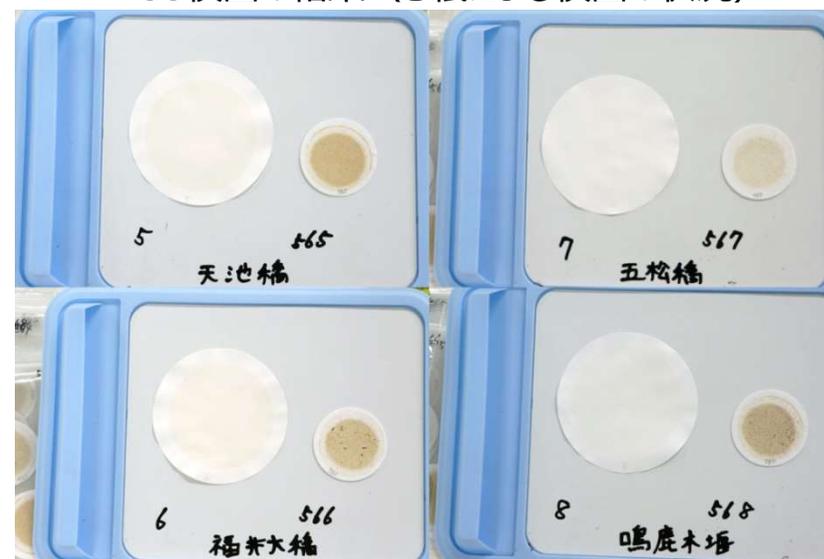
2016年12月14日に計測を実施
(2時間程度で計測完了)

■ 水質の状況

- 現地で透視度を確認し、**いずれの地点でも100cm以上確保されていることを確認**
- 水質検査にいい、**濁度やSSにおいても良好な水質であることを確認**

調査地点	濁度	SS(大)	SS(小)	透視度
天池橋	0.8	1mg/L	1mg/L未満	100cm以上
福井大橋	0.6	2mg/L	1mg/L未満	100cm以上
五松橋	0.2	1mg/L未満	1mg/L未満	100cm以上
鳴鹿大堰	0.5	1mg/L未満	1mg/L未満	100cm以上

SS検出の結果 (ろ紙による検出の状況)



実測値との精度検証

■ 検証断面の設定

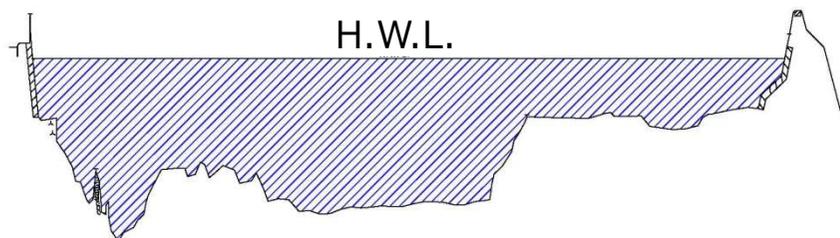
- 水深や地表面の被覆状況に応じて**5断面を選定**（全断面56）

距離標	最大水深	選定理由
18.0 k	3.0m	下流側別業務成果との比較
18.8 k	1.5m	河道内の被覆状況がグラウンド
23.4 k	3.5m	河道内の被覆状況が樹林
26.6 k	2.0m	河道内の被覆状況が草地
29.0 k	1.0m	上流側別業務成果との比較



■ 精度検証（河積断面による比較）

- H.W.L.以下の河積で評価した結果、**すべての断面で98%以上を確保**した。

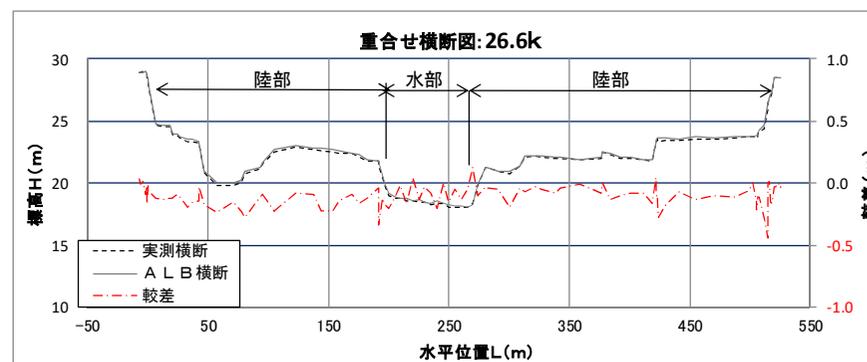


■ 精度検証（較差による比較）

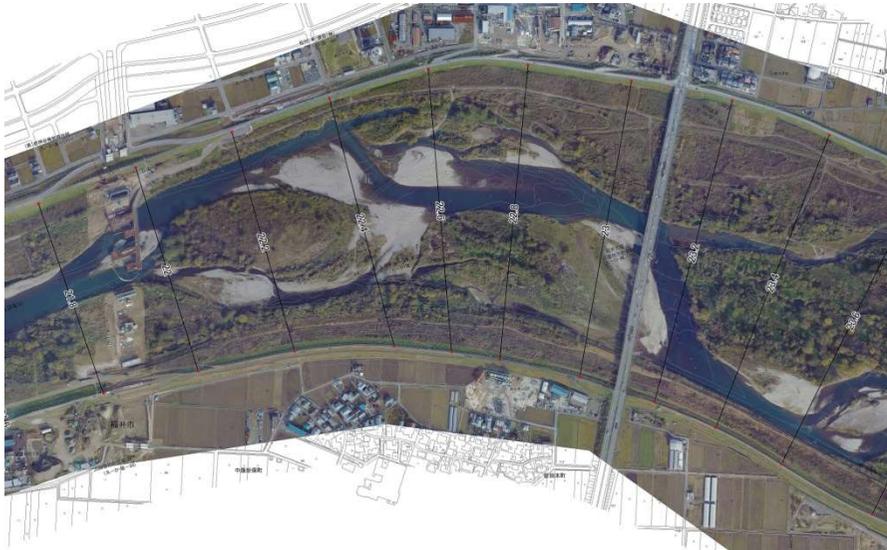
- 実測とALB横断で**標高を比較**（較差）
- その結果、水部では**平均値と標準偏差で10 cm以下**となった。
- 陸部では**堤脚水路の側溝や護岸のブロック積みの箇所**で格差が大きくなった。

標高較差による精度確認

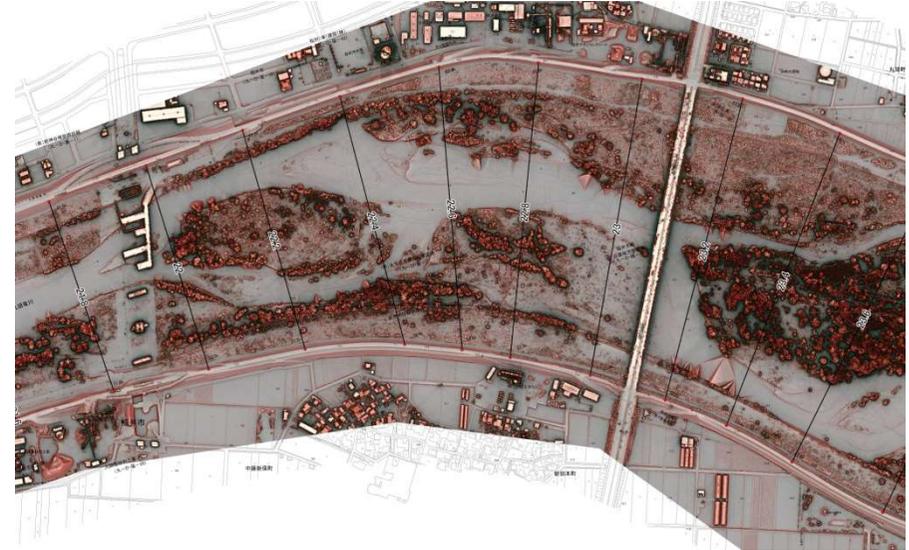
	水部			陸部		
	平均	標準偏差	点数	平均	標準偏差	点数
18.0k	0.10	0.04	14	0.01	0.68	134
18.8k	-0.01	0.07	23	-0.03	0.12	103
23.4k	0.00	0.09	10	-0.07	0.17	156
26.6k	-0.08	0.09	15	-0.11	0.08	88
29.0k	-0.06	0.07	22	0.00	0.39	115



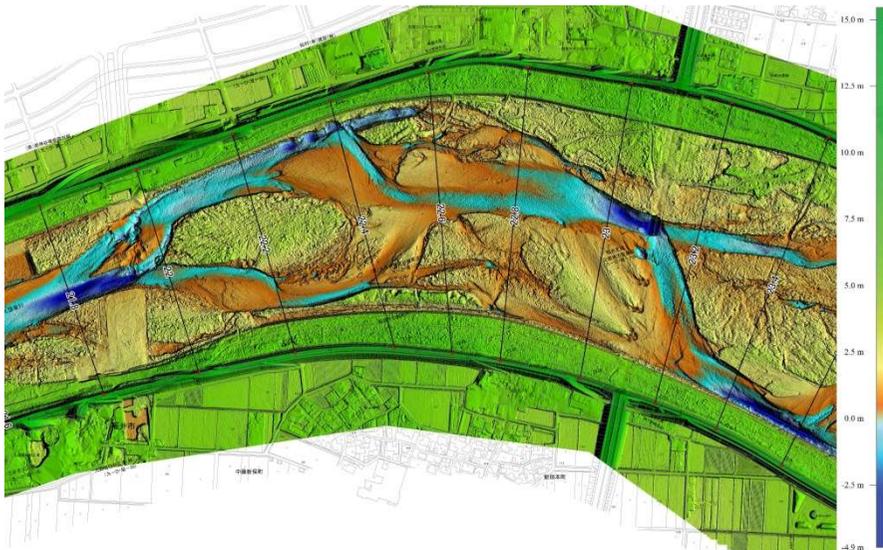
実測との横断面比較（26.6k）



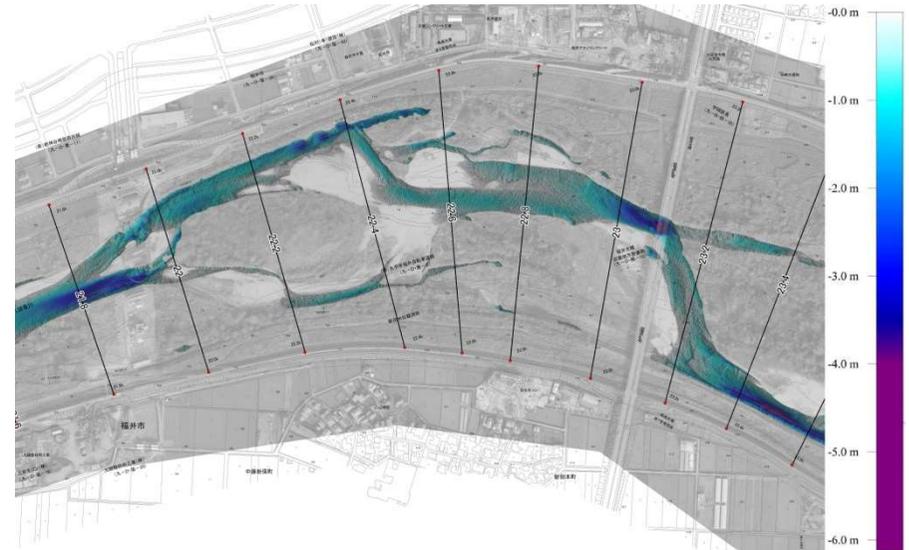
航空写真図により、河道の状況を把握



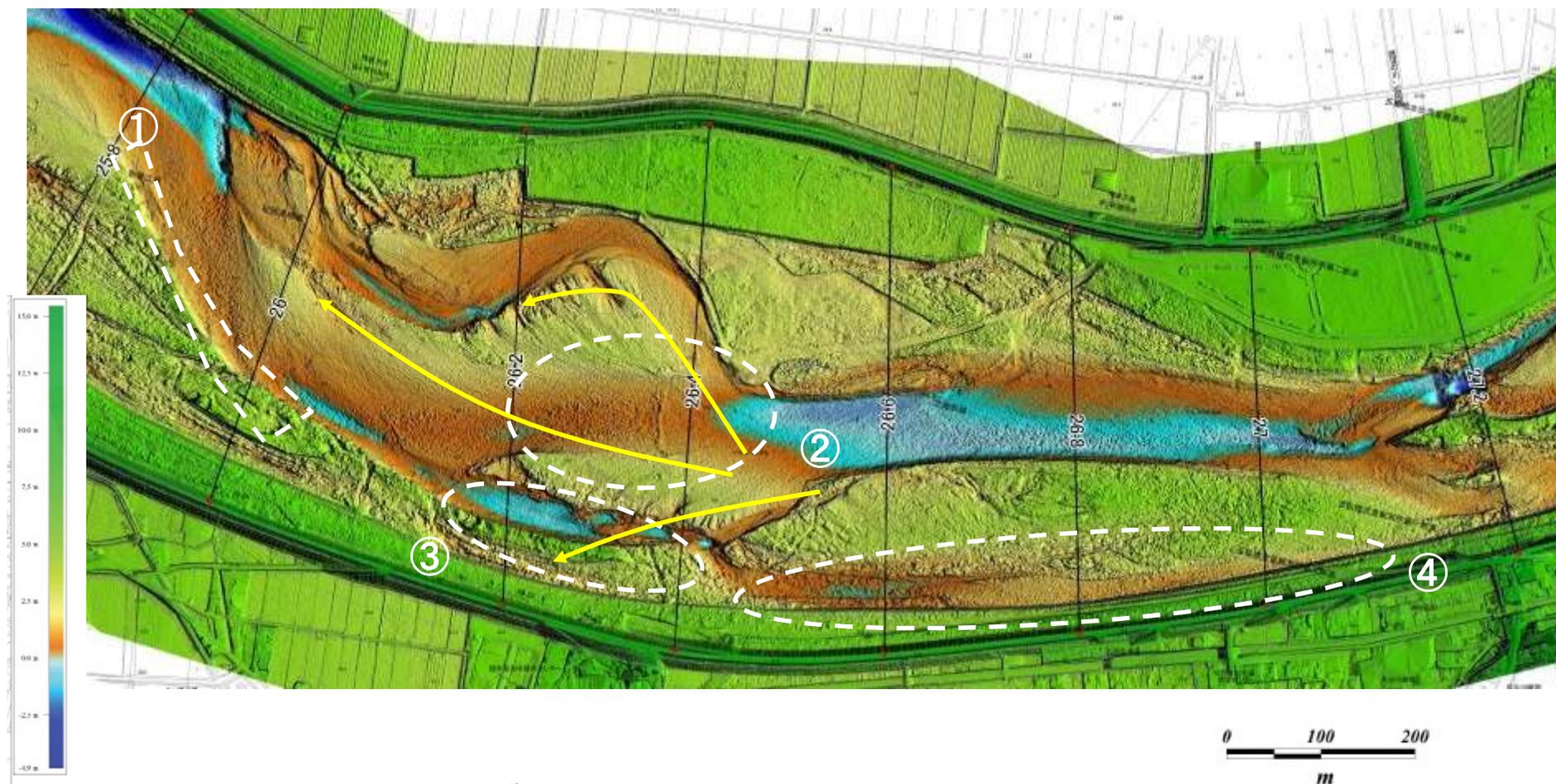
赤色立体地図により、樹木分布等を確認



比高図により水深分布や砂州の比高を把握

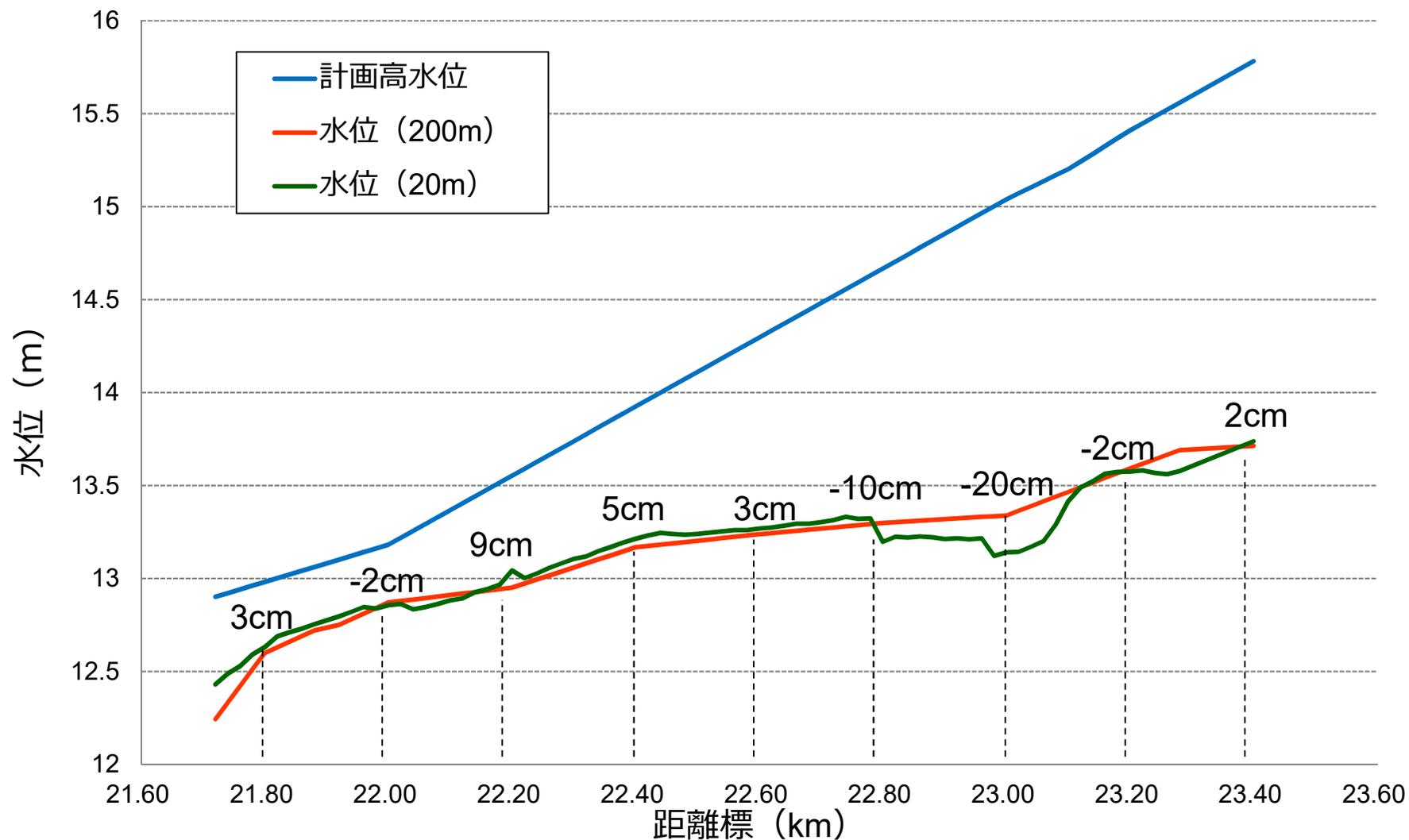


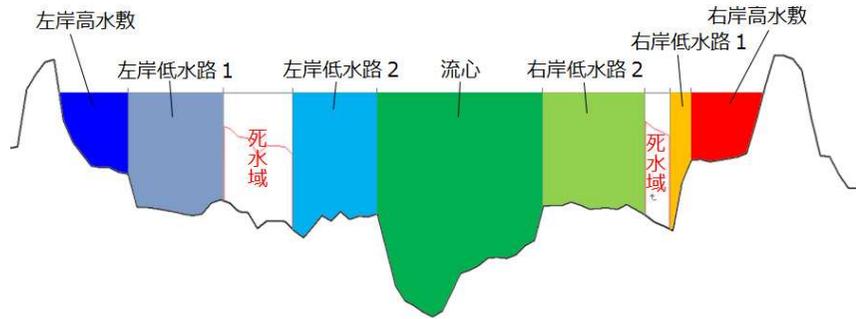
水深分布図より水深分布比高を把握



- ① 洪水時に砂州部の侵食が進んでいる。
- ② 淵から瀬への移行帯であり河床高が高く、流れが左右岸と中心に3つに分けられている。右岸部では流向が右岸河岸に向けて急変し、水衝部では高水敷まで侵食が進行している。
- ③ 以前は水衝部で河岸侵食が進んでいたが、砂州の移動により侵食部が埋まりつつある。
- ④ 過去には洪水時にみお筋となっていた形跡がある。

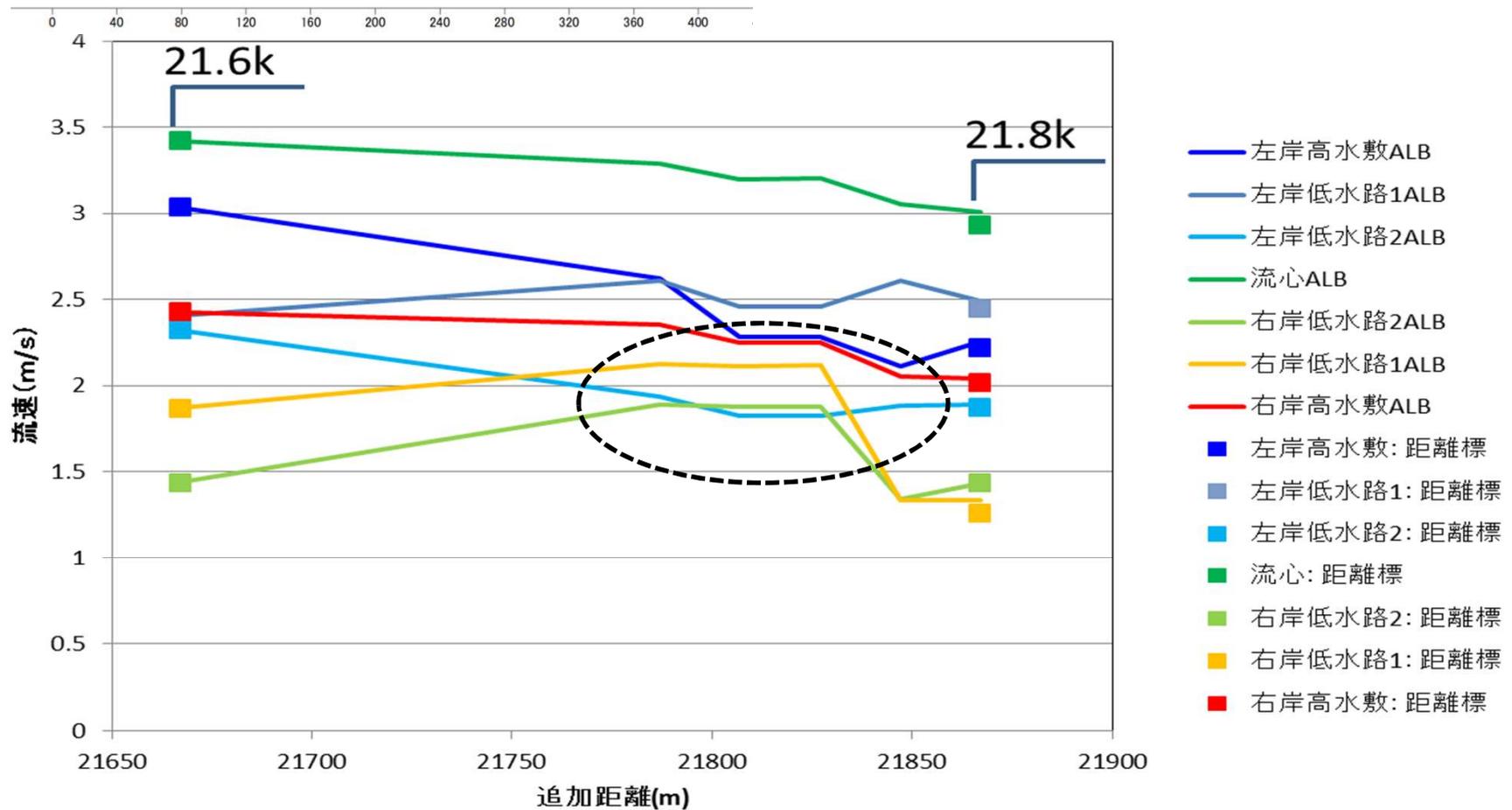
■ 21.6k～23.4k間を20m間隔により不等流計算を実施

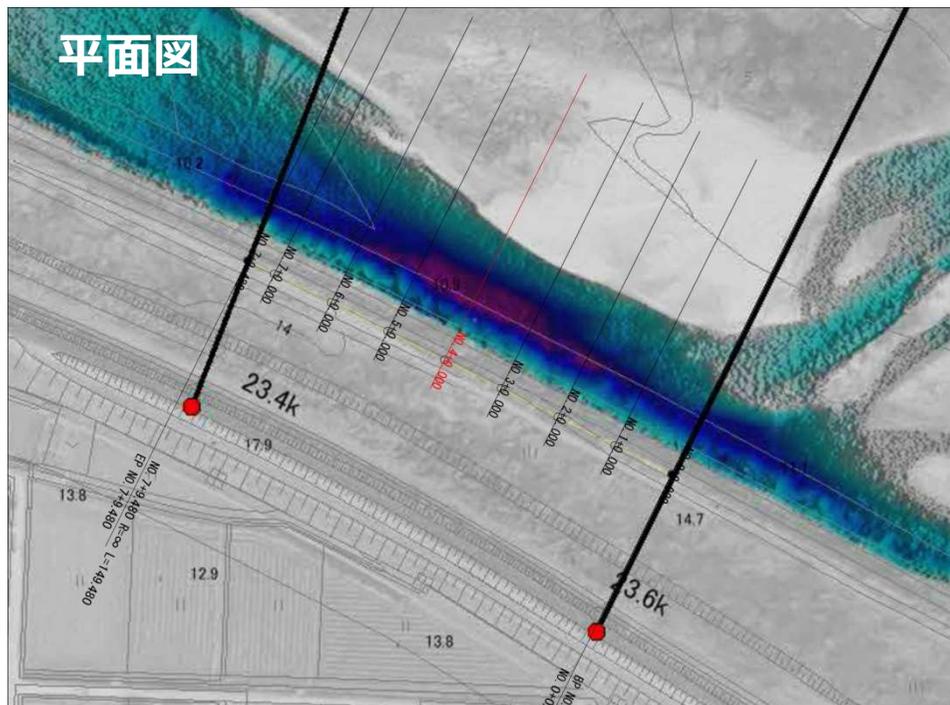




■ 右岸側の樹木と護岸の間で流速が変化している

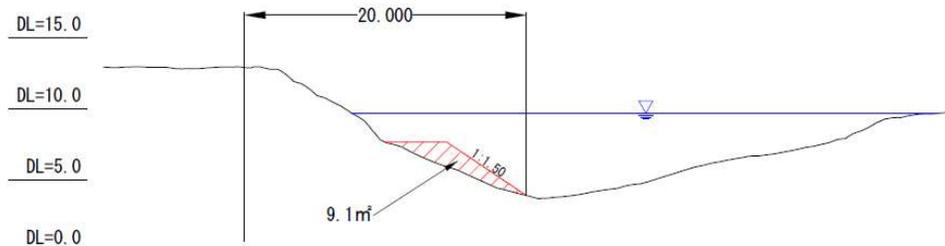
※死水域の設定について今後精査する必要あり





横断面図

NO. 4+0.000

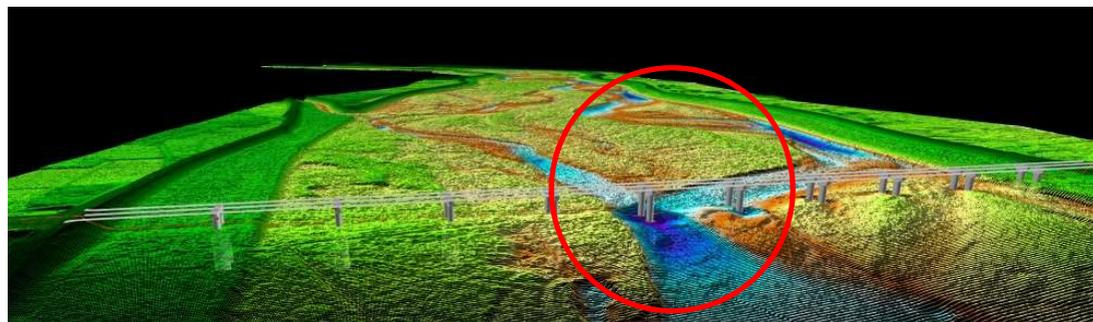


平均断面積計算書

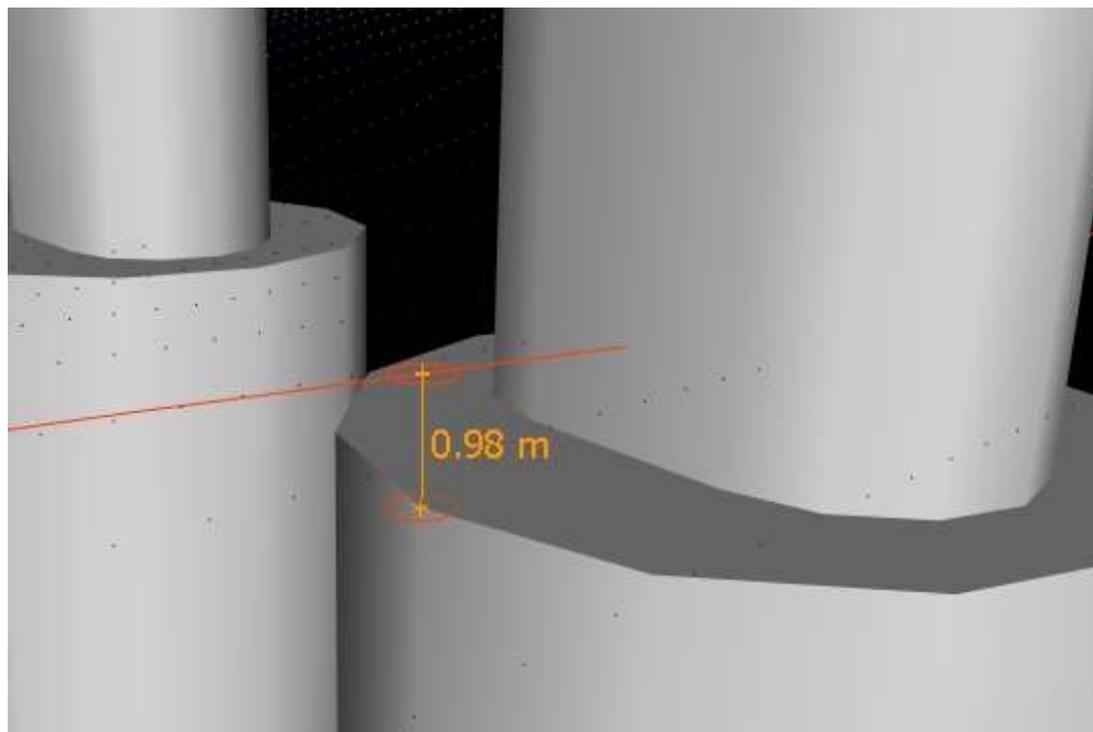
測点	点間距離	根固め工		
		断面積	平均断面	立積
No.0-60m	0.00	0.0		
No.0	60.00	18.9	9.45	567.0
No.1	20.00	16.0	17.45	349.0
No.2	20.00	15.8	15.90	318.0
No.3	20.00	11.0	13.40	268.0
No.4	20.00	9.1	10.05	201.0
No.5	20.00	10.4	9.75	195.0
No.6	20.00	8.2	9.30	186.0
No.7	20.00	11.8	10.00	200.0
No.7+40	40.00	0.0	5.90	236.0
合計	240.00			2520.0

根固めブロック $V=2,520m^3$

■ 比高図と任意横断により福井大橋（国道8号）の橋脚部の洗掘状況の確認



- 申請図面に基づき三次元モデルを再現
- 道路線形から任意の断面を生成し河床高とフーチング高をチェックし、問題のないことを確認



■ 河川測量の実施

- ・ 九頭竜川上流域である18.0k~29.0kを対象にALB計測を実施
- ・ 降雨（濁り）や水位の状況などを考慮して計測日を決定

■ 精度検証の確認

- ・ 標高較差において大きな差異がない
- ・ 特に水部での較差平均値・標準偏差は10cm以下の精度
- ・ H.W.L.以下の河積でも実測値と比較して98%以上

■ 河川管理への運用

- ・ 比高図による河道内の判読で、河道内の特徴を推測
- ・ 20m間隔による準二次元不等流計算結果では、流速変化を確認
- ・ 河岸浸食の対策検討を机上で実施
- ・ 橋脚周辺の洗掘状況も確認できることを確認

今後、様々な河川での実績を増やし、面的なデータを経年的に蓄積していくことで、効率的な河川計画・河川管理の推進に期待したい