

ラジコンボート搭載ADCPによる低水流量観測手法と 2割8割法による流量算出結果について

株式会社ハイドロシステム開発
橘田 隆史（きつだ たかし）

【協力】

北陸地方整備局 富山河川国道事務所
(株)北建コンサルタント

北海道開発局 札幌開発建設部
(株)福田水文センター

小矢部川石動(いするぎ)地点 5/11流量観測 富山河川国道事務所

計測機器 UHSB+ADCP (昨年第1回の発表)

用途は、3つ

洪水流量観測



低水流量観測



観測風景：最大船速は約1.5m/s

点群地形測量



プロポでの操作



今年度、北陸地方および北海道で試験的に運用されています

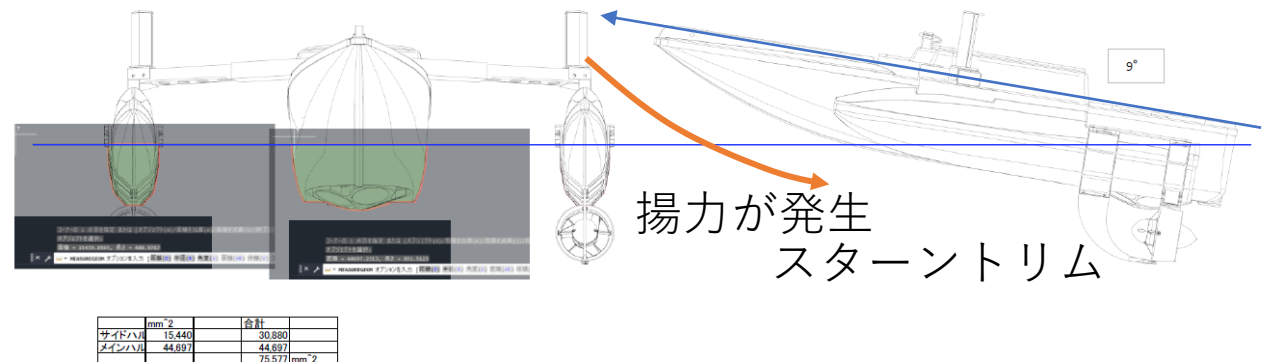
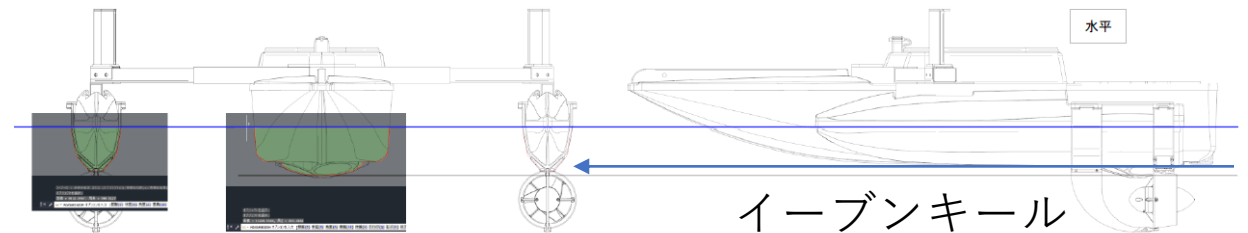
最大船速の向上

現在最大船速1.5m/s(自走能力)

2倍のパワーを持つ動力に変更してテスト実施
計算上は1.4倍の2.1m/sの船速が出ると予想
実験では1.2倍の1.8m/sの船速しか出なかった

ヘッドアップは5° 以内が理想
ヘッドアップが10° になると、

前面投影面積；
水平：50cm²
傾斜：75cm²
進行方向に対する
投影面積が1.5倍に増大して抵抗となる



【課題】 ADCP流量値が現行法と乖離

「ADCPによる低水流量が現行法（電磁orプロペラ式）と比べて15%前後小さく算出される」という現象が確認されました。

ただし、場所によって「合う」地点と「合わない」地点が存在することが確認されました。

その原因と対策を検討。

ちなみに、これまで浮子流観に比べてADCP流量が小さく出る、という報告が多いですが、これとは別の現象・原因であると考えられます。

本研究発表の内容

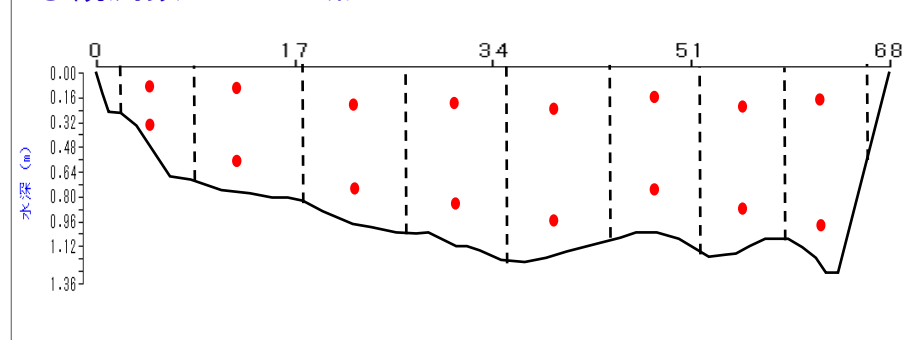
- ADCP低水流量と現行法（電磁流速計）の流量比較
- ADCPによる新しい低水流量算出手法の開発（2割8割法）
- 小矢部川（長江，石動（いするぎ）），石狩川（岩見沢）をケーススタディーとして各種計算方法の結果検証

新しいのか古いのか分かりませんが，，，

現行法の低水流観とADCPの違い

現行法 (シングルポイント流速計+区分断面法2割8割)

○観測数:16~20点



- ・断面を10分割→区分断面
- ・2割8割水深で20秒間×2回×2水深で計測
- ・2割8割の平均値を区分断面に乗じる



電磁流速計



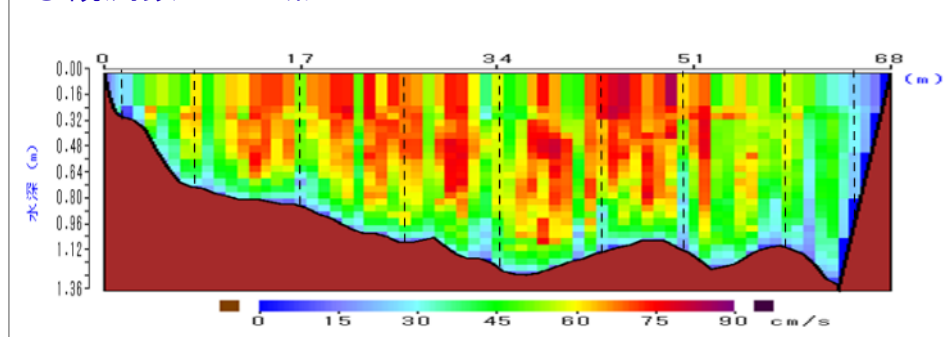
三映式流速計



プライス流速計

ADCP法 (超音波ドップラー式+精密法相当以上)

○観測数:1674点



- ・断面をおよそ1mピッチで計測 (X方向)
- ・層厚2cmから12cmで計測 (Y方向)
- ・全ての流速値から ΔQ を出して 断面内で積分
※1アンサンブルに0.7秒
距離方向1~2mピッチで平均化处理



ADCP & UHS-Boat

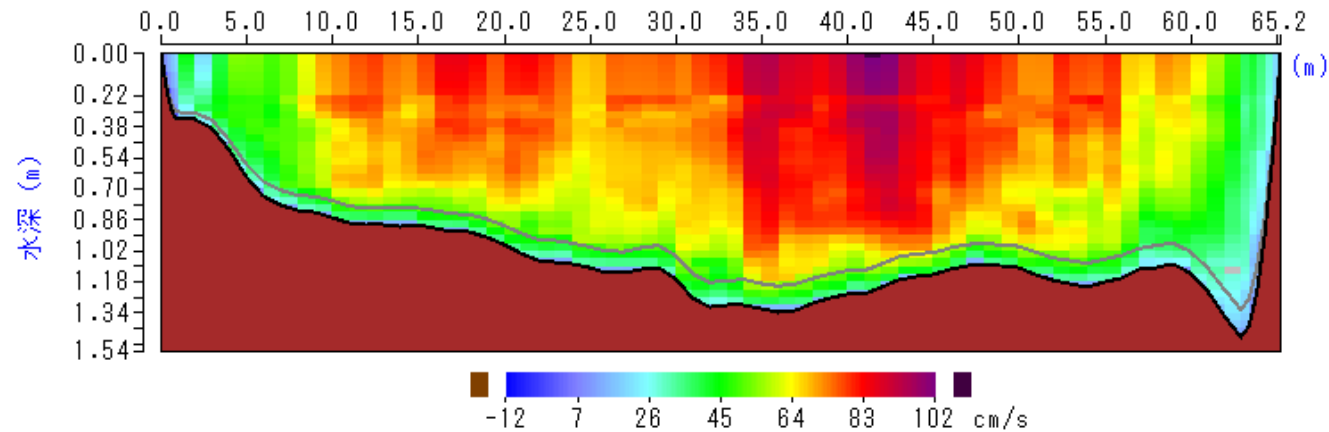
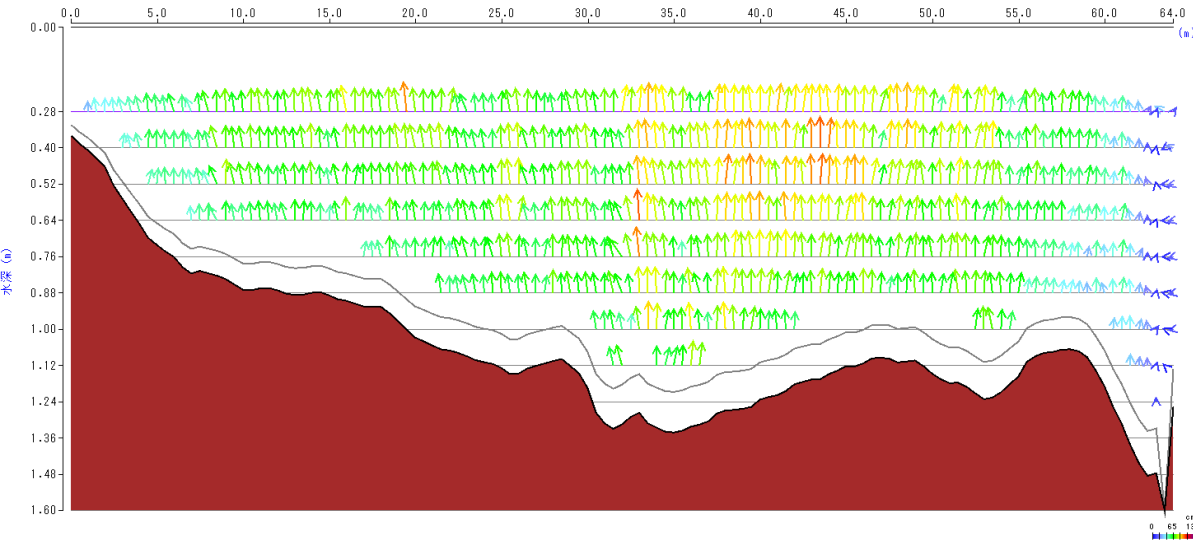
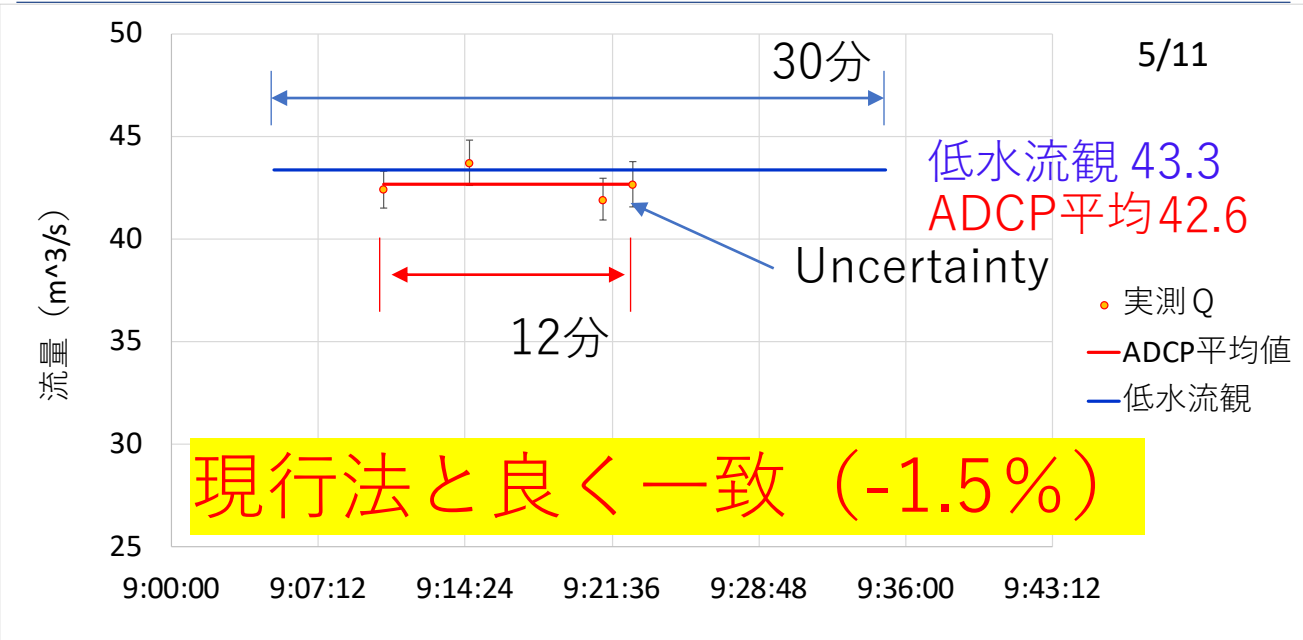
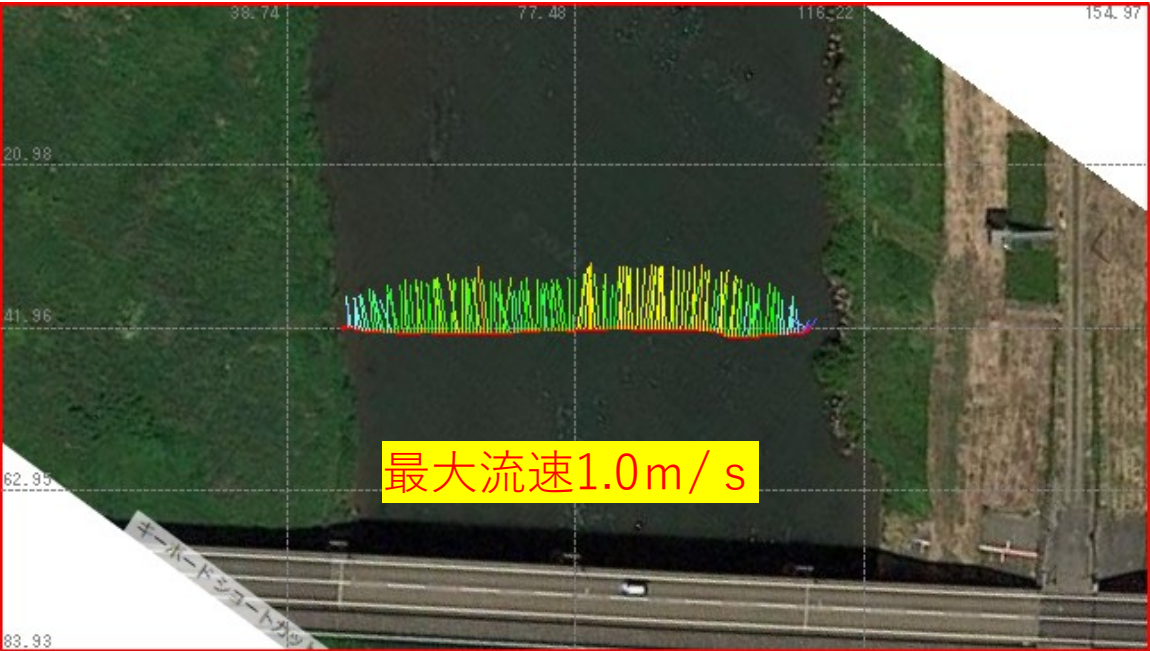
ラジコン搭載ADCPで観測するメリット

- ・流速が速い場所でも安全に計測できる（1m/s程度）
- ・水深が深くても問題無く計測できる
ロッドの場合、水深が深いと計測困難
- ・川幅が広くても短時間で計測できる
- ・感潮域や逆流域でも正確に計測できる
- ・遠隔で観測できるため時間を節約できる
- ・アナログからDXへ

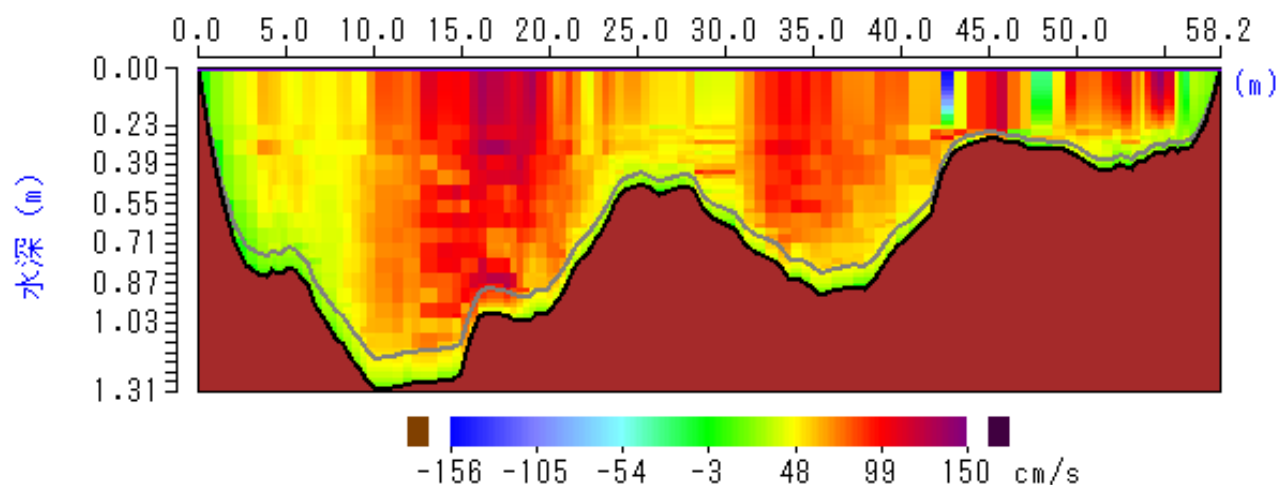
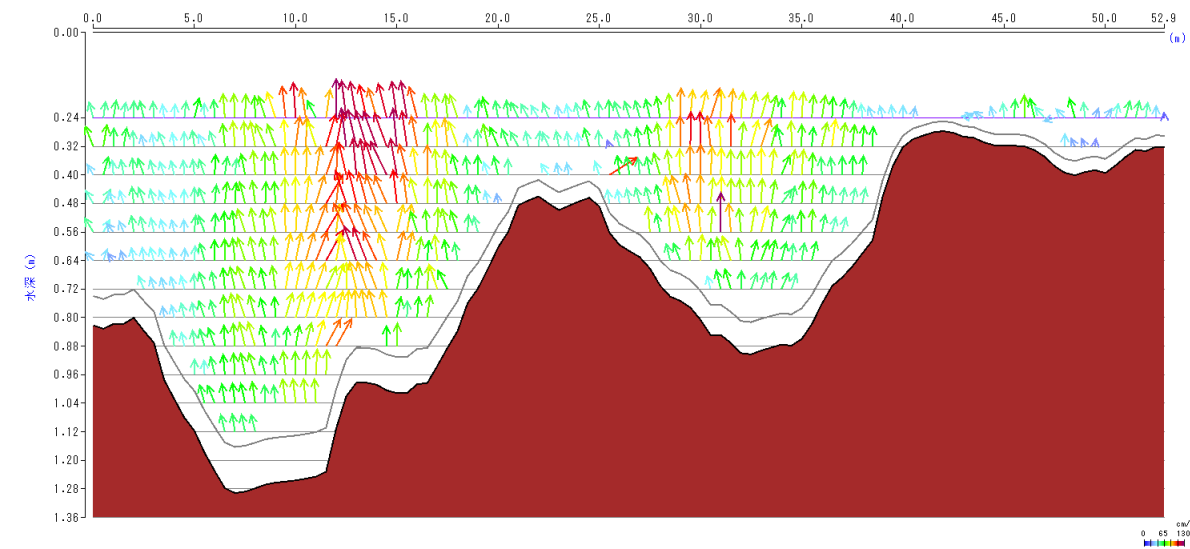
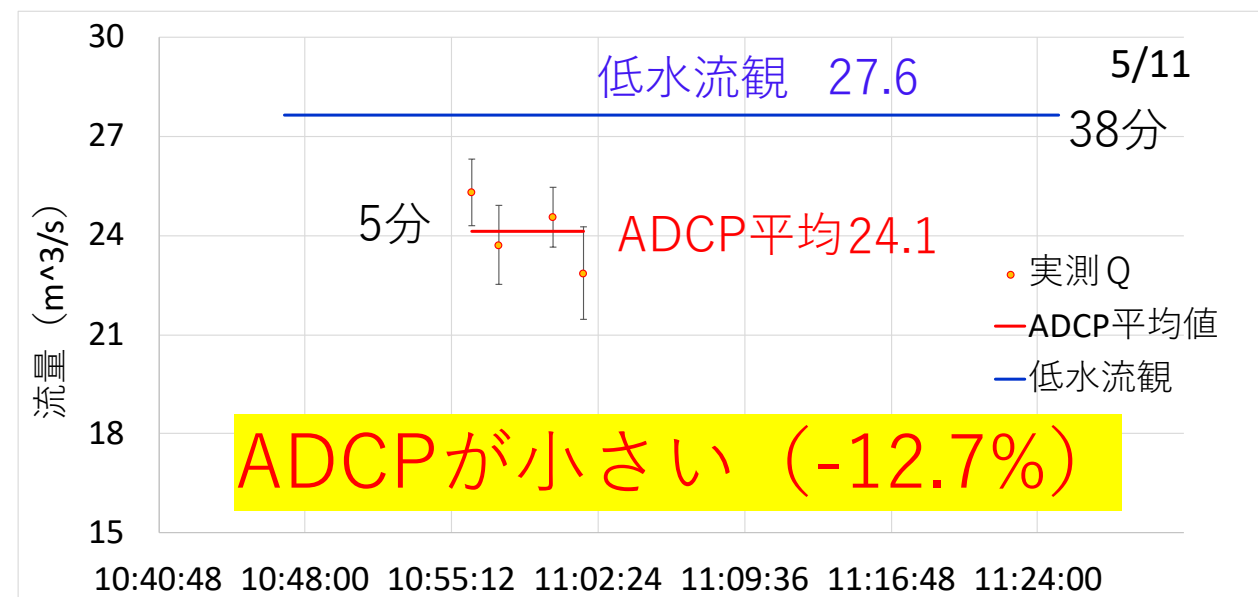
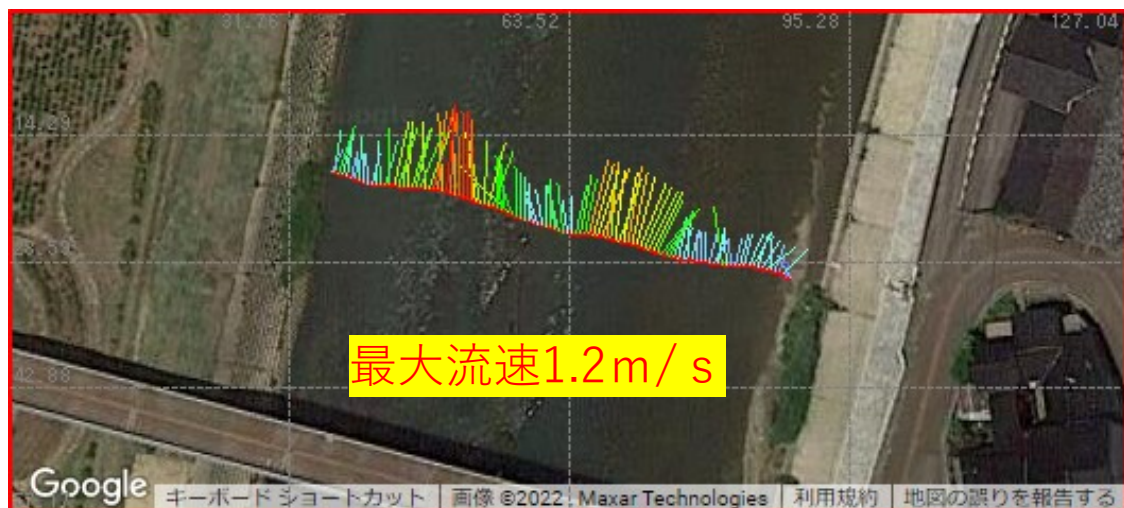


写真提供：福田水文センター

ADCP計測結果の一例 2022/05/11 長江（小矢部川）



ADCP計測結果の一例 2022/05/11 石動いするぎ (小矢部川)

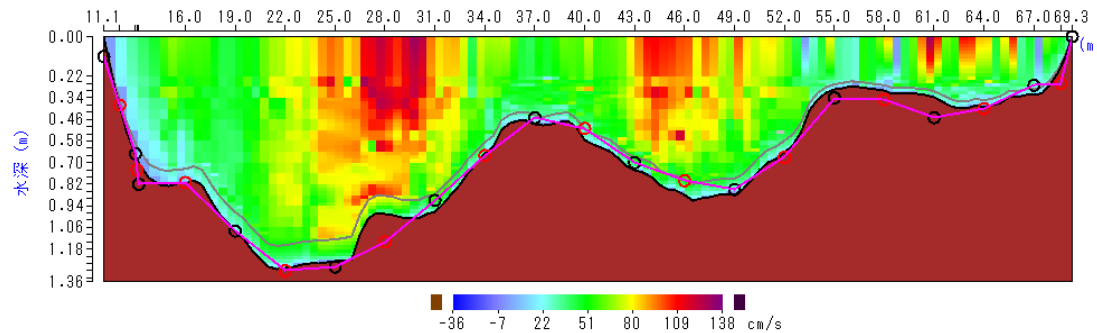


ADCPによる新しい流量計算方法の開発

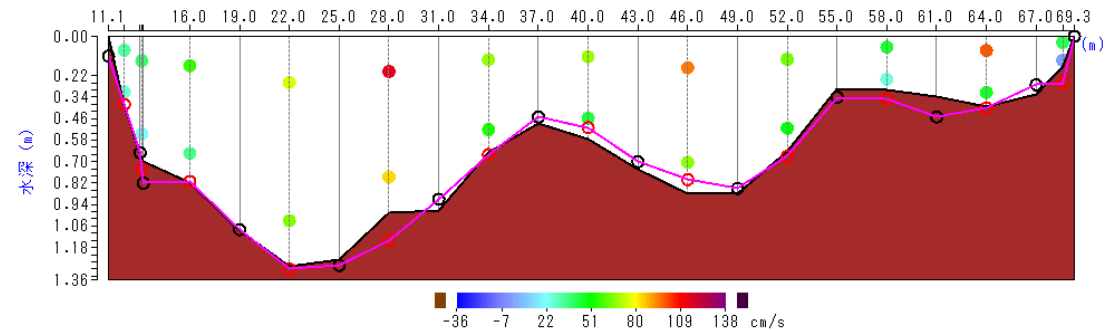
ここからが本題です

直交成分ではなく絶対値を使う理由→シングルポイント流速計は流向が計測できない

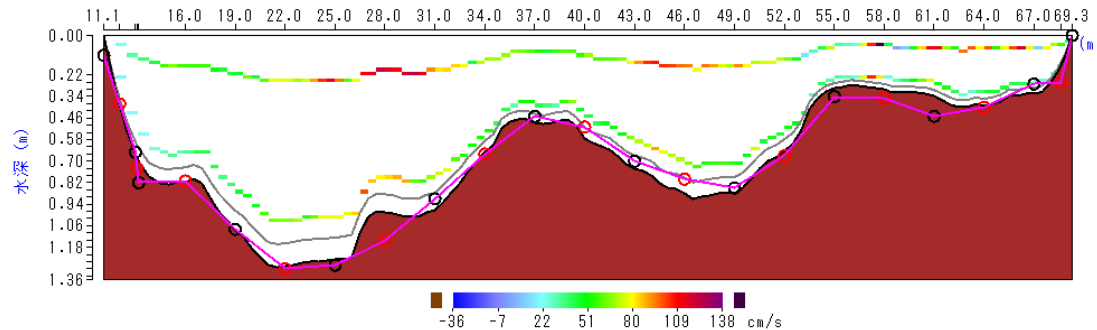
Case1：直交成分ではなく，絶対値を使う方法



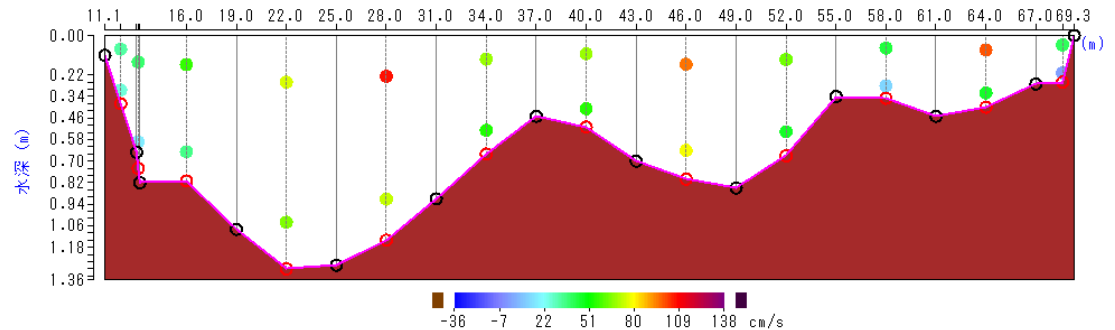
Case3：絶対値の2割8割深で区分断面を使う方法



Case2：絶対値の2割8割深を使う方法

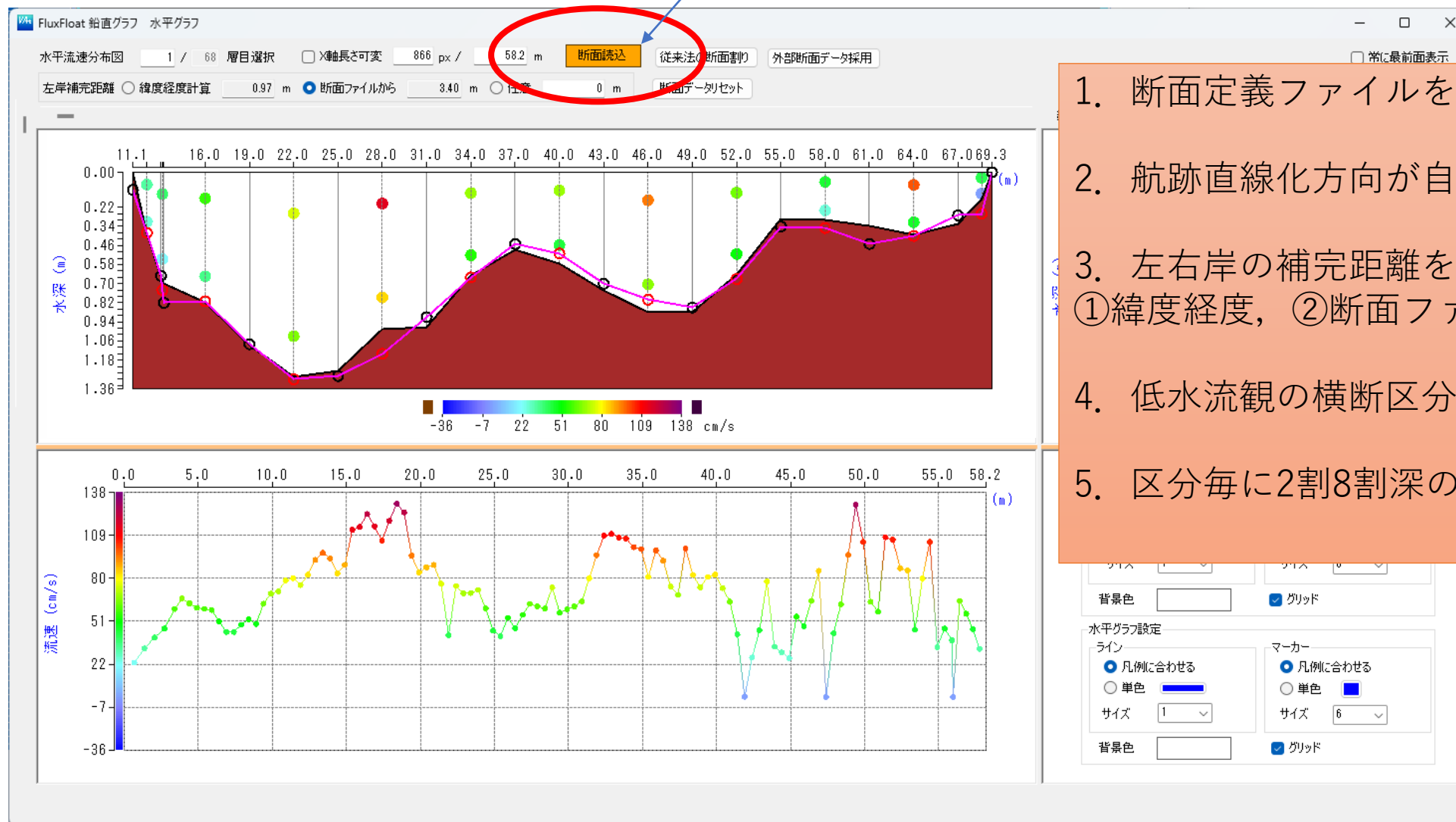


Case4：絶対値の2割8割深で低水流観断面を使う方法



まず断面を読み込む

ここを押して準備した断面定義ファイルを読み込みます。



1. 断面定義ファイルを読み込む
2. 航跡直線化方向が自動的に計算される
3. 左右岸の補完距離を自動計算
①緯度経度, ②断面ファイル内の情報, ③任意
4. 低水流観の横断区分に分割
5. 区分毎に2割8割深の流速値の平均値を採用

HSD社製, 流量算出ソフトVA4を改良 (Ver4.3.1 近日リリース)

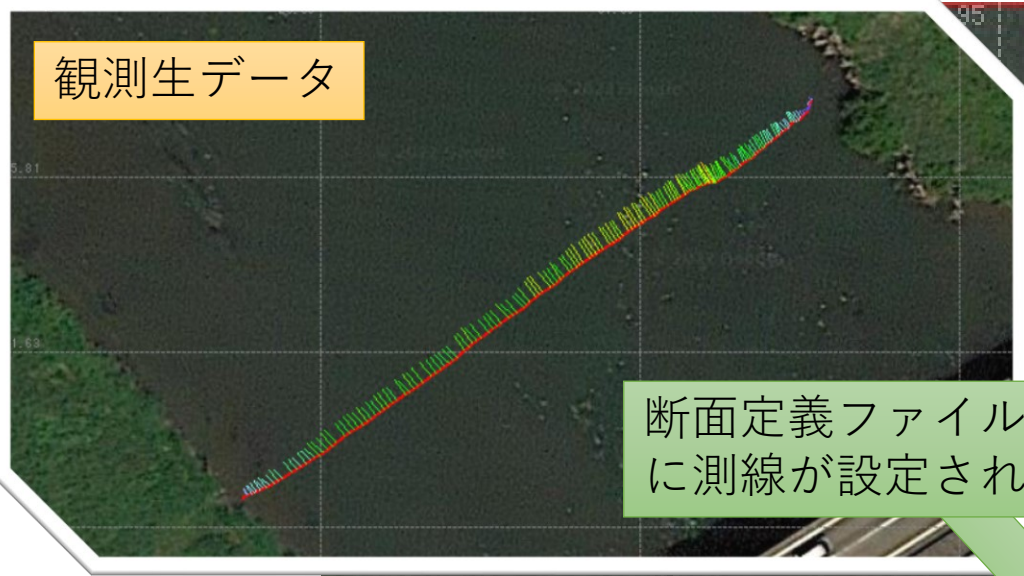
事前に断面定義ファイルを準備

【ヘッダー情報】

\$Header		
観測日時	2022/5/11	
観測場所	石動	
左岸杭緯度	364051.6427	
左岸杭経度	1365253.658	
右岸杭緯度	364051.166	
右岸杭経度	1365256.366	
緯度経度フォーマット	度分秒	
左右岸スタート	0 (0:左岸、1:右岸)	
ADCPスタート左岸距離	14.5 m	
左岸水際距離	11.1 m	
左岸補完形状	1 (0:矩形、1:三角、2:二次曲線)	
右岸水際距離	69.3 m	
右岸補完形状	2 (0:矩形、1:三角、2:二次曲線)	
データ数	25	

\$Data		
横断距離(m)	水深	
11.1	0.11	測深
12.05	0.38	ADCP
13	0.65	測深
13.1	0.74	ADCP
13.2	0.82	測深
16	0.81	ADCP
19	1.08	測深
22	1.3	ADCP
25	1.28	測深
28	1.14	ADCP
31	0.91	測深
34	0.66	ADCP
37	0.45	測深
40	0.51	ADCP
43	0.7	測深
46	0.8	ADCP
49	0.85	測深
52	0.67	ADCP
55	0.34	測深
58	0.35	ADCP
61	0.45	測深
64	0.4	ADCP
67	0.27	測深
68.6	0.26	ADCP
69.3	0	測深

観測生データ



断面定義ファイルを読み込むと自動的に測線が設定されます。

右岸補完距離

右岸杭

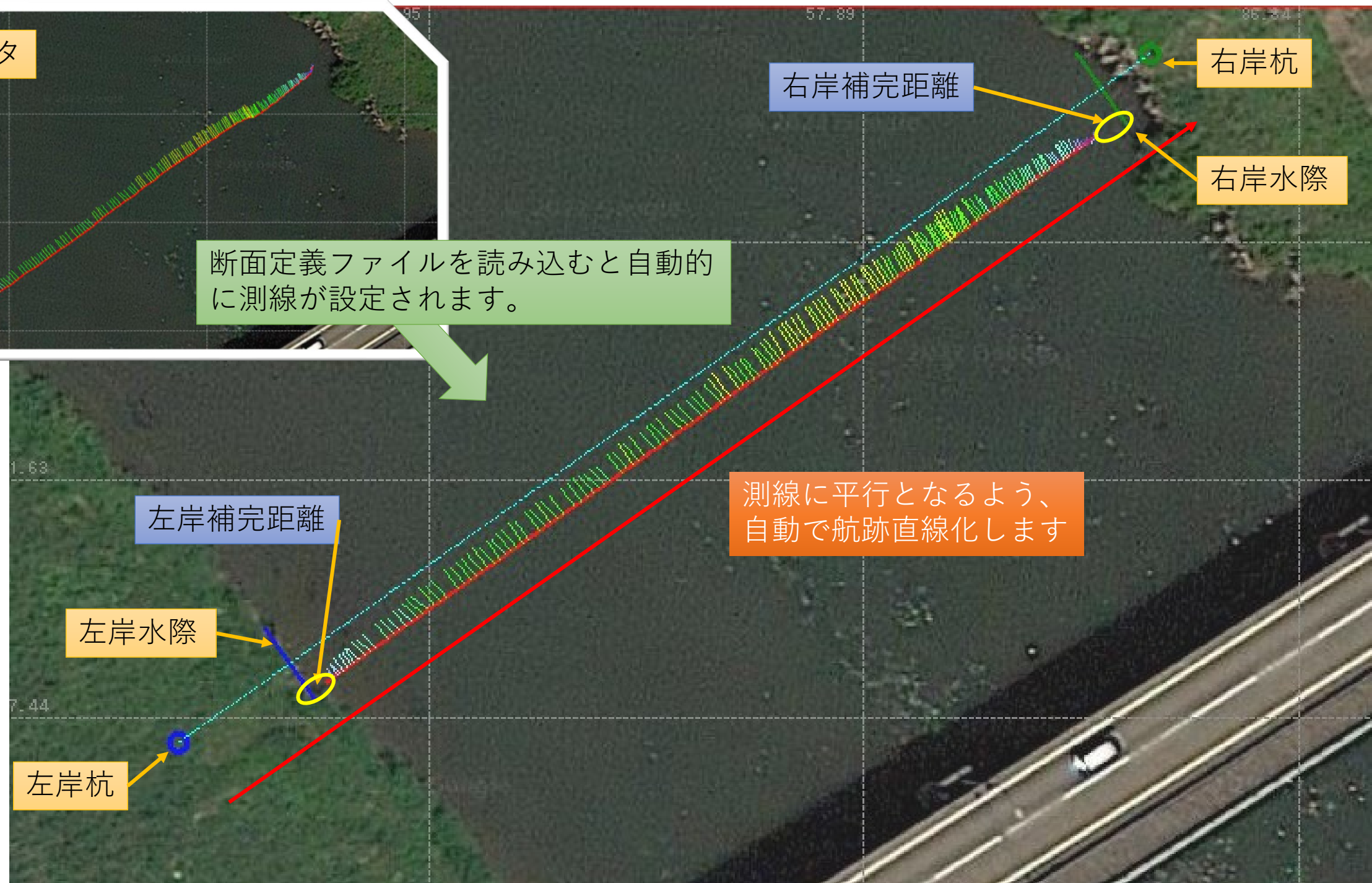
右岸水際

左岸補完距離

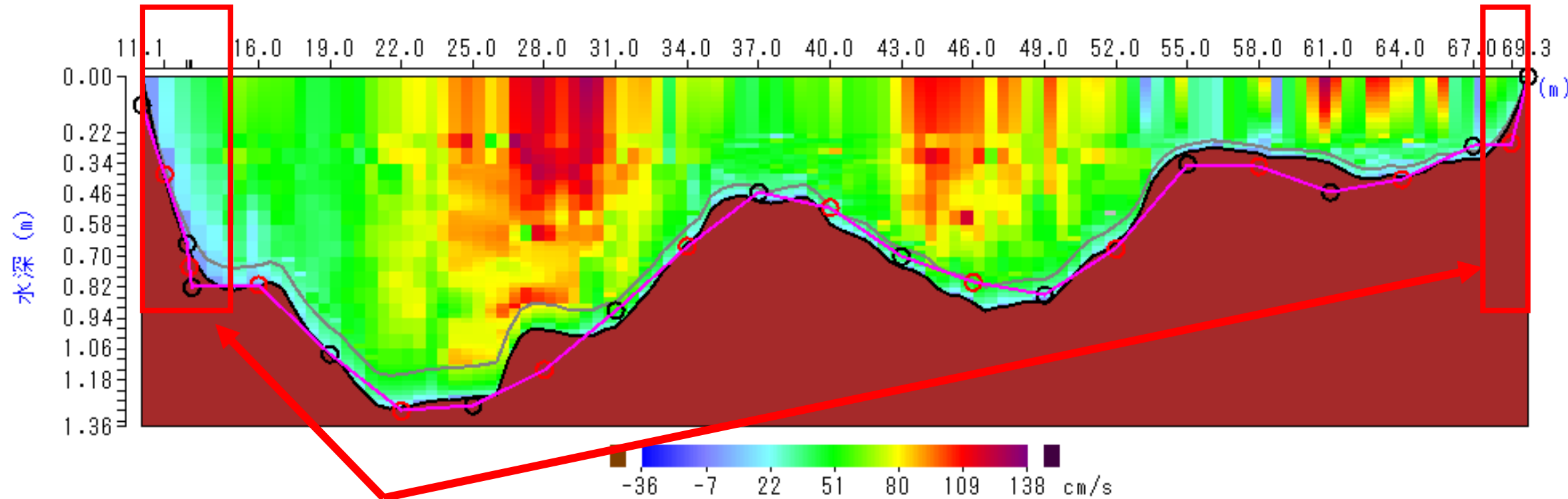
左岸水際

左岸杭

測線に平行となるよう、自動で航跡直線化します



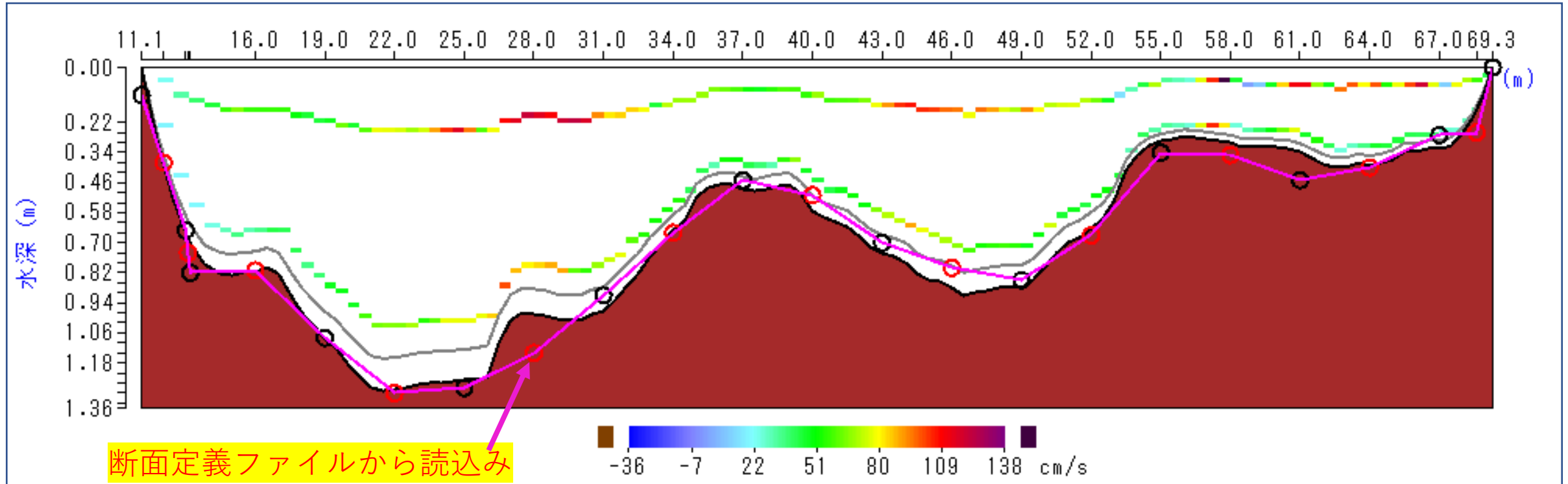
Case1：絶対流速値で計算（直交成分では無く） 航跡直線化方向 および 左右岸補完距離の修正



左右岸の補完距離と補完流速が自動計算されます

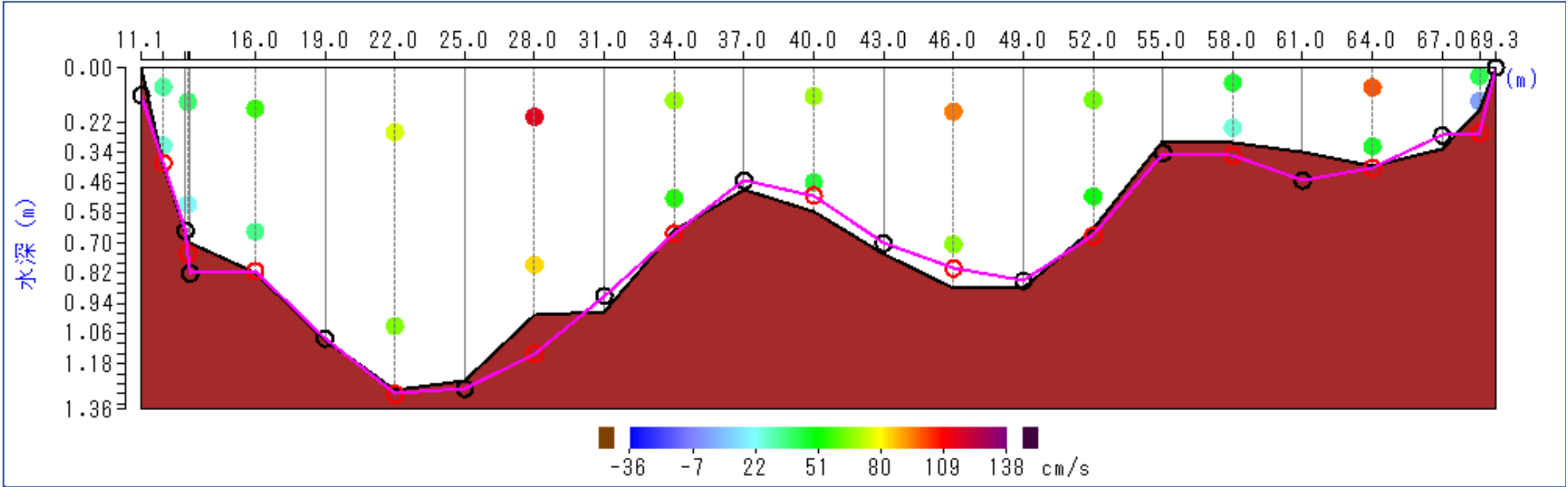
	ADCP	現行法	誤差
水面幅	58.2	58.2	0
断面積	41.14	40.25	+2.2%
流量	26.28	27.63	-4.9%

Case2：2割8割水深の採用



	ADCP	現行法	誤差
水面幅	58.2	58.2	0
断面積	41.14	40.25	+2.2%
流量	29.45	27.63	+6.6%

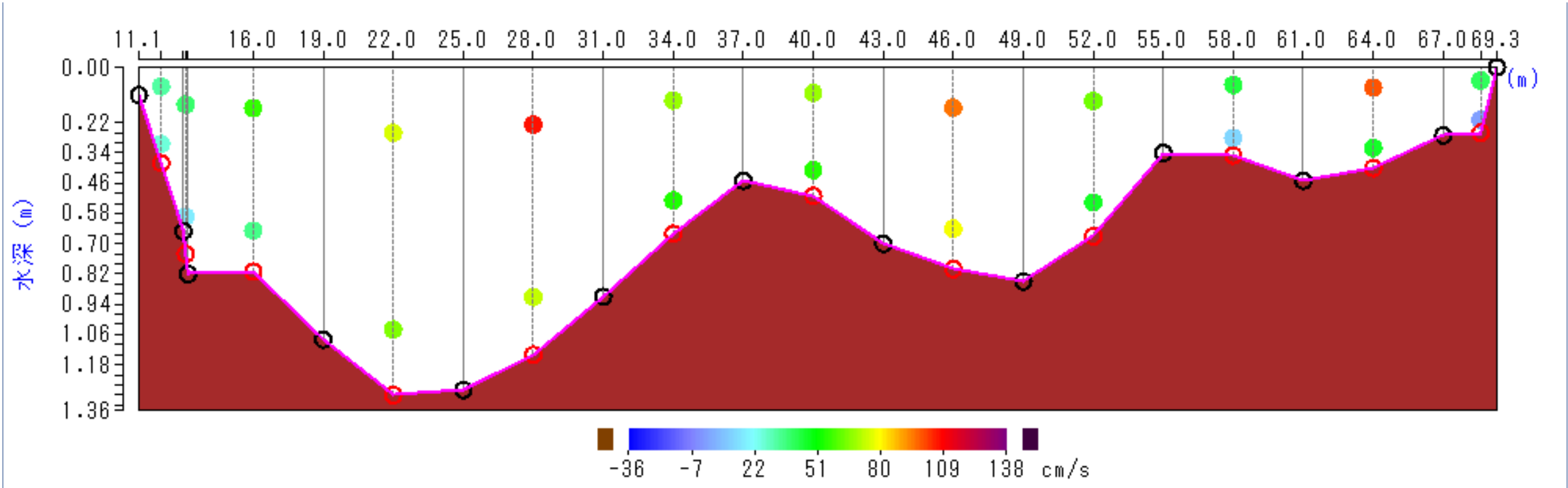
Case3：従来断面割りでの再区分



	ADCP	現行法	誤差
水面幅	58.2	58.2	0
断面積	40.45	40.25	+0.5%
流量	27.44	27.63	-0.7%

合格

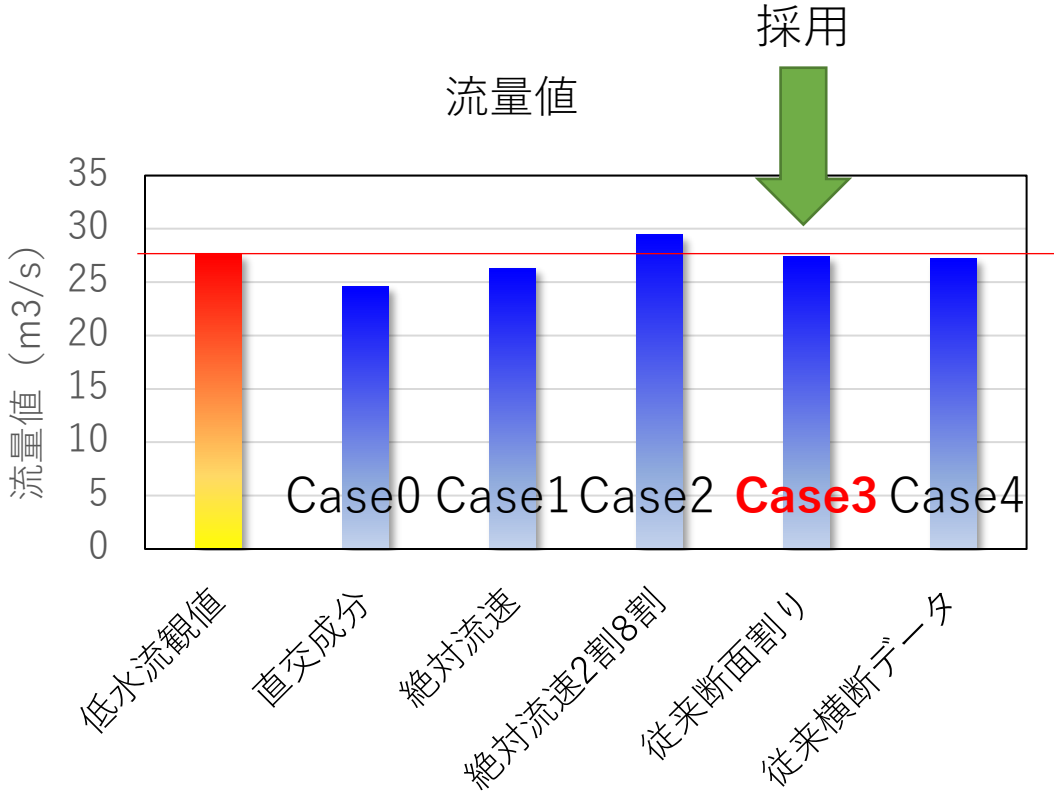
Case4：従来断面割りと横断データを採用



	ADCP	現行法	誤差
水面幅	58.2	58.2	0
断面積	40.25	40.25	0
流量	27.22	27.63	-1.5%

計算方法による流量の変化

		流量値	低水流観値との 誤差	
	低水流観値	27.63	(4data平均)	
Case0	ADCP直交成分	24.62	-10.9%	
Case1	絶対流速	26.28	-4.9%	
Case2	絶対流速2割8割	29.45	6.6%	
Case3	絶対流速2割8割 従来断面割り	27.44	-0.7%	採用
Case4	絶対流速2割8割 従来横断データ	27.22	-1.5%	



ADCPによる流量
5種類の計算方法比較

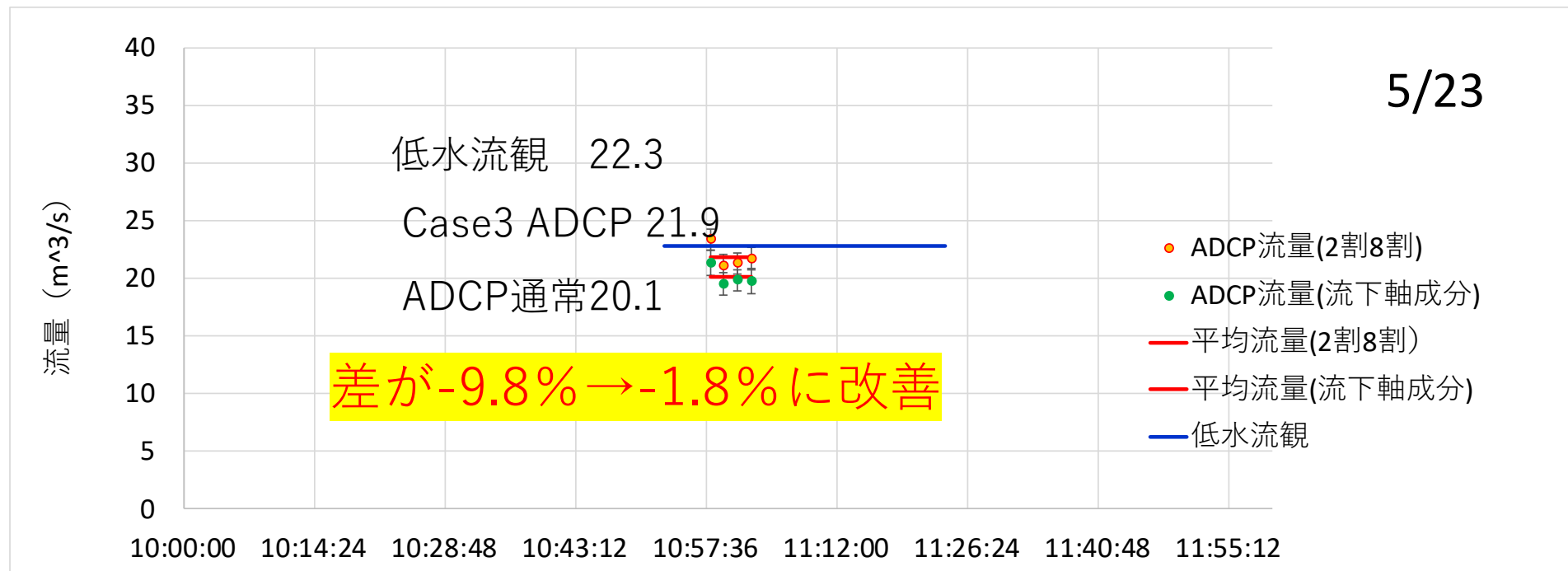
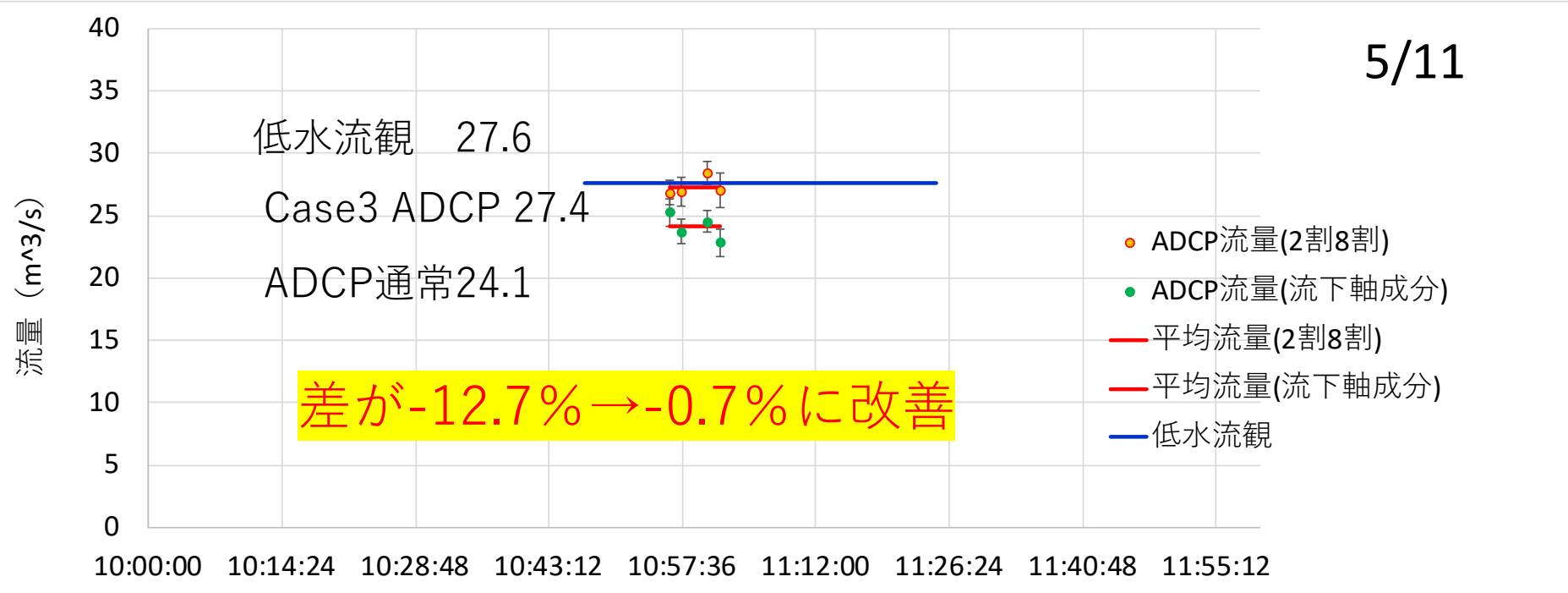
※計算条件によって2～3%程度は簡単に変動する。
2～3%程度の誤差を追求してもキリが無い。

石動

ADCPの標準計算方法
との比較

Case3で流量計算

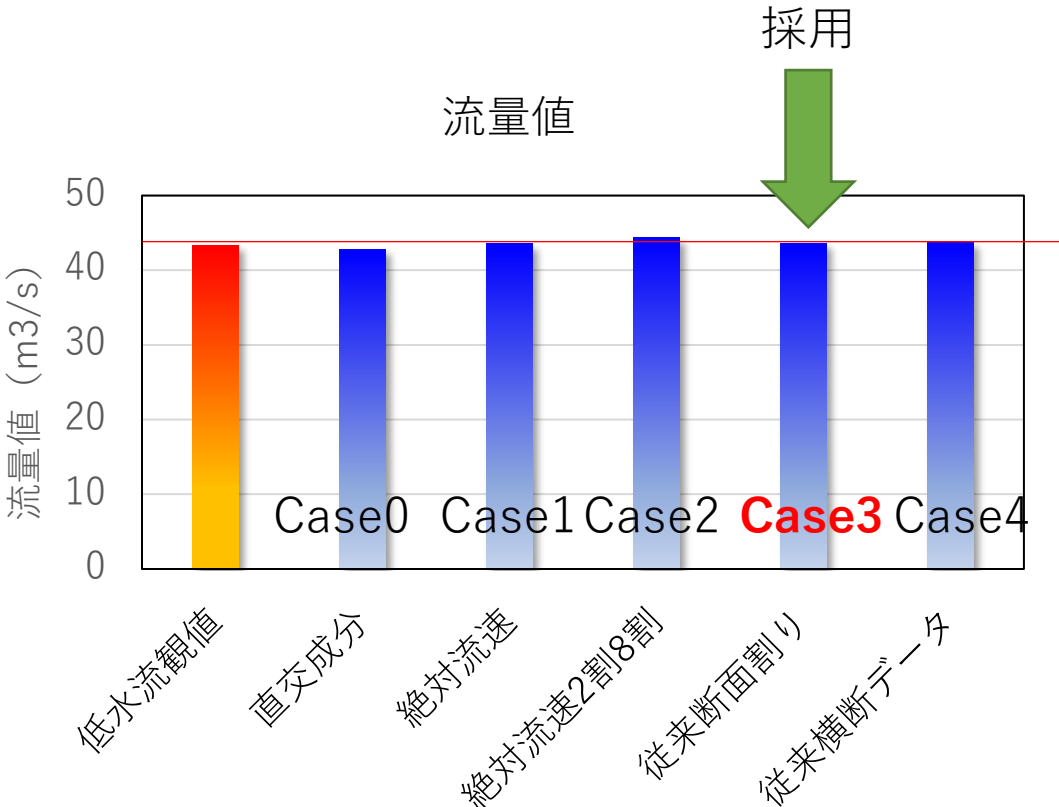
合わなかった地点が、
合う様になる。



では、元々良く合っていた長江はどうなるのか？

長江		流量値	低水流観値との誤差	
	低水流観値	43.35		
Case0	ADCP直交成分	42.79	-1.3%	
Case1	ADCP絶対流速	43.55	0.5%	
Case2	絶対流速2割8割	44.32	2.2%	
Case3	絶対流速2割8割 従来断面割り	43.61	0.6%	採用
Case4	絶対流速2割8割 従来横断データ	43.76	0.9%	

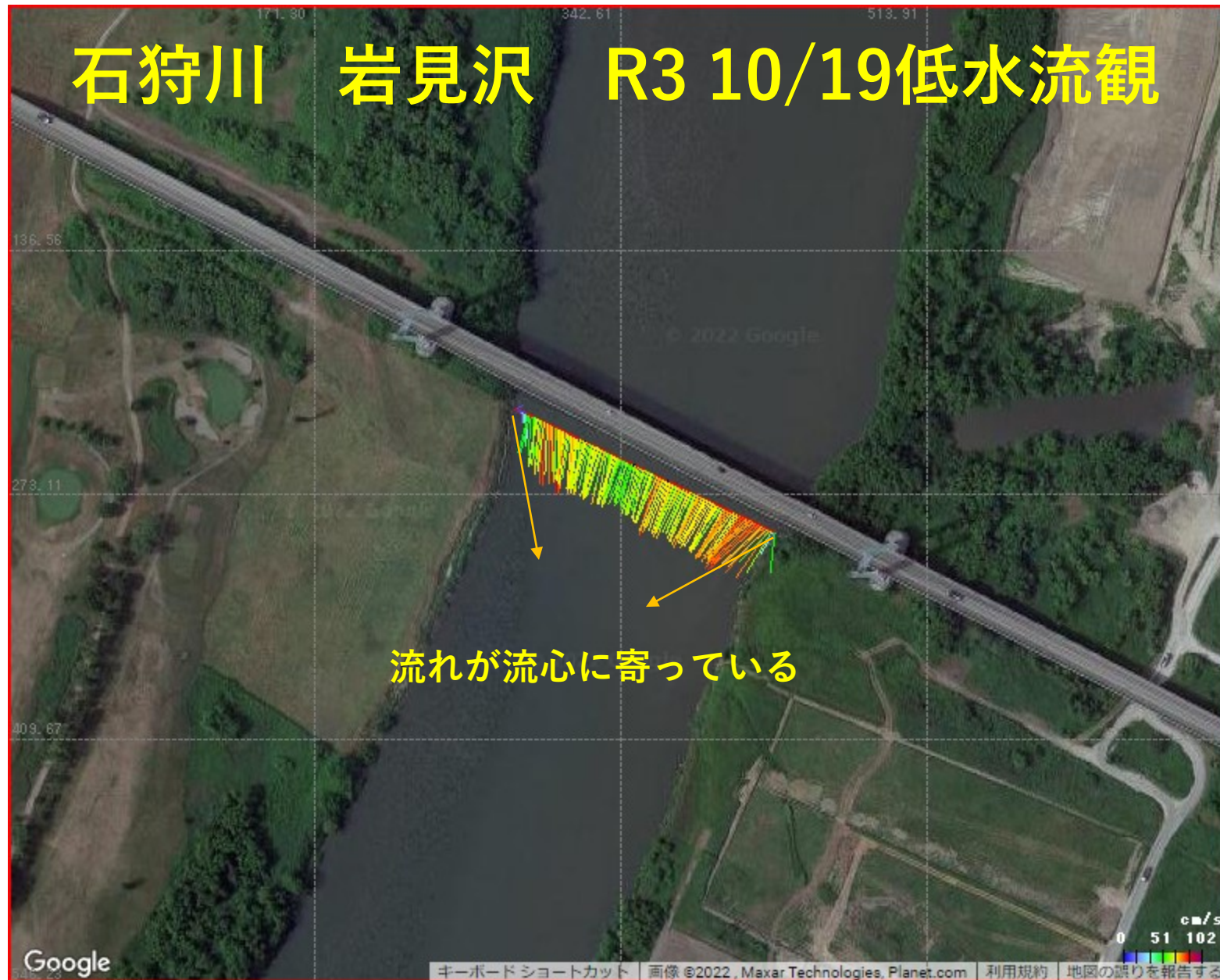
計算方法を変えても、変化は小さい



ADCPによる流量
5種類の計算方法比較

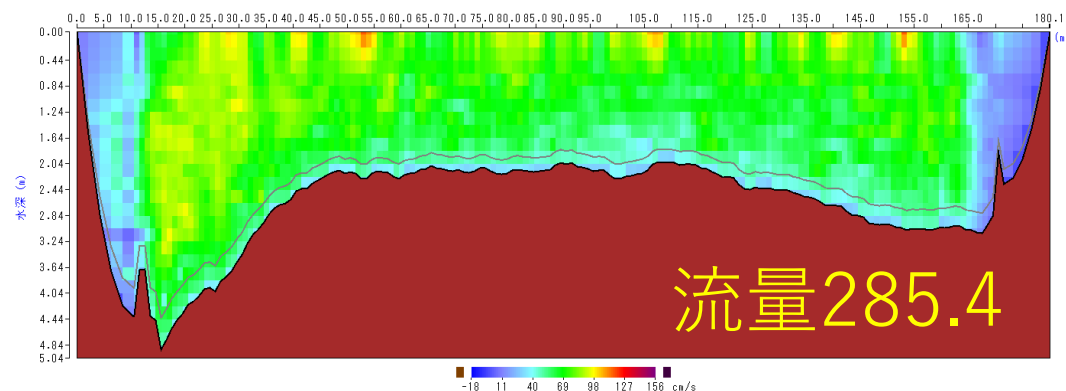
合わない地点も、合っている地点も、 **Case3**を使えばより現行法に近づく

石狩川 岩見沢 R3 10/19低水流観

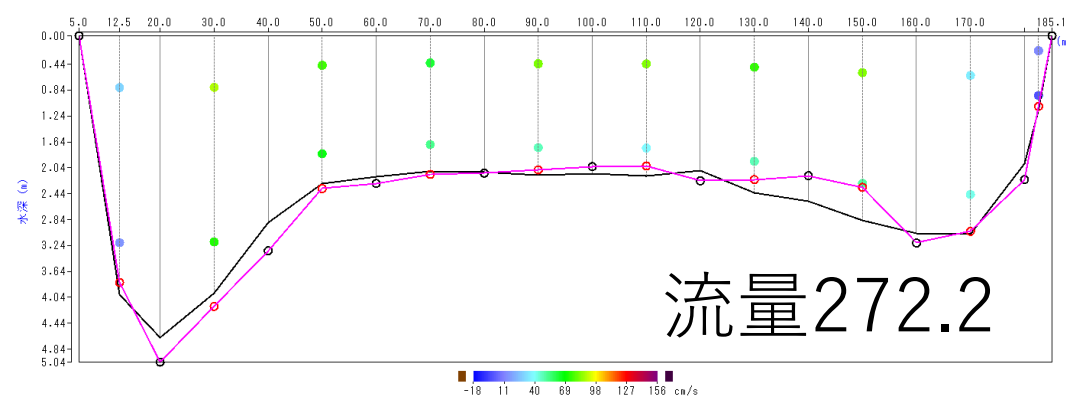


低水流観：286.3m³/s ADCP通常流量：248.6m³/s (-13%)

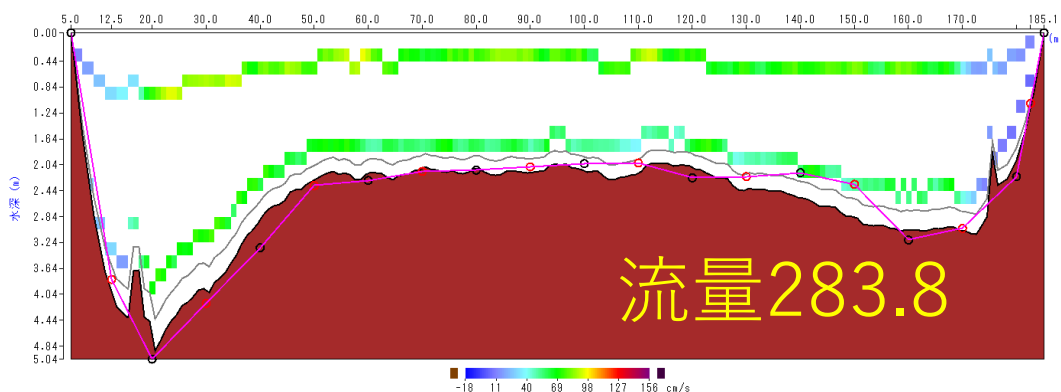
Case1：絶対値を使う方法



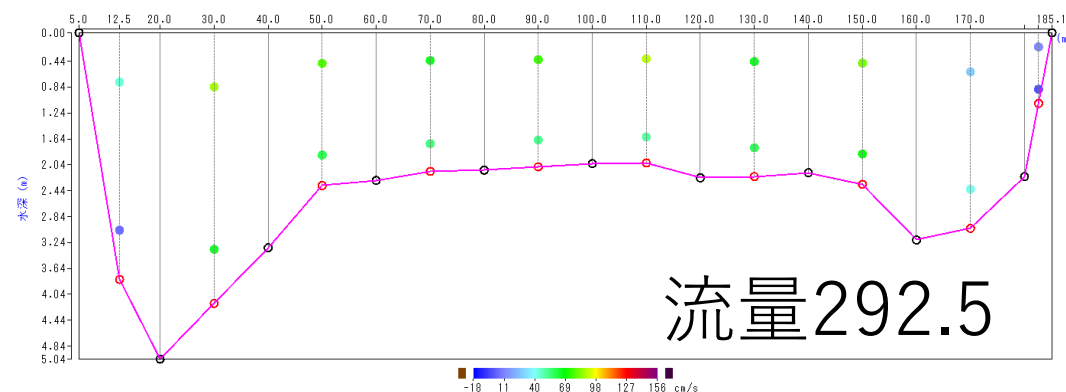
Case3：絶対値の2割8割深で区分断面を使う方法



Case2：絶対値の2割8割深を使う方法

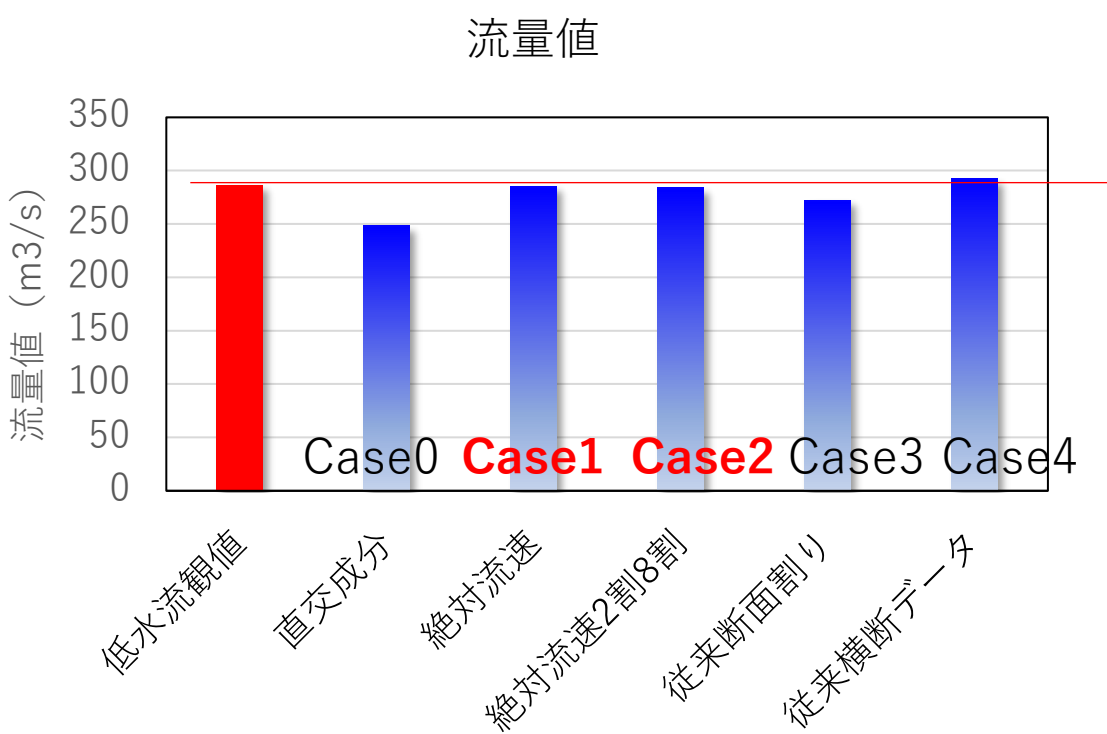


Case4：絶対値の2割8割深で低水流観断面を使う方法



石狩川 岩見沢でのケース

岩見沢		流量値	低水流観値との誤差	
	低水流観値	286.3		
Case0	直交成分	248.6	-13.2%	
Case1	絶対流速	285.4	-0.3%	◎
Case2	絶対流速2割8割	283.8	-0.9%	△
Case3	絶対流速2割8割 従来断面割り	272.2	-4.9%	
Case4	絶対流速2割8割 従来横断データ	292.5	+2.2%	



ADCPによる流量
5種類の計算方法比較

岩見沢ではCase1、 Case2が現行法に近いが、
Case3でも問題無い値と言える。

Case3の方法で流量算出することにより、現行法と高い整合性が確保できる

- ・ 基本的には現行法とほぼ同じ手順で流量算出可能（絶対値流速、2割8割流速、現行法と同じ断面割り）
- ・ 横断形状はADCP計測断面を使用する
- ・ 2往復の計4回計測して流量の平均値を利用する
- ・ 現行法のシングル流速計にADCPが加わるイメージ

【両者の無視できない違い】

- ・ **現行法**は1点20秒計測で精度を確保
- ・ **ADCP**は1アンサンブル0.7秒だけど多点計測で精度を確保

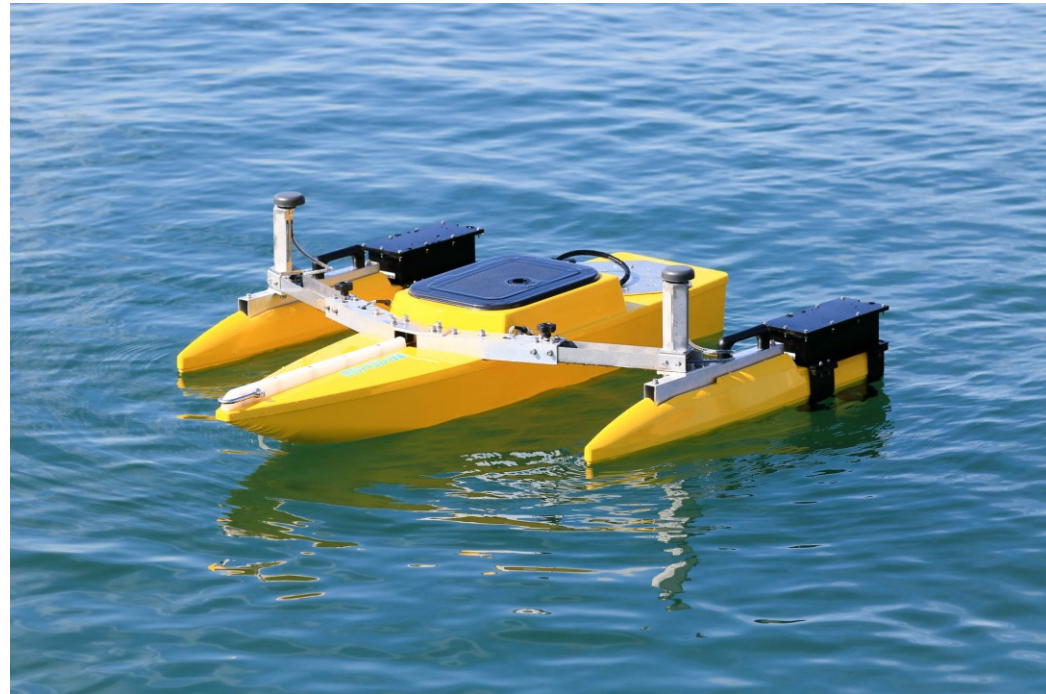
ADCPからピンポイント流速を採用すると精度が低下しませんか？

ちゃんと対策を考えています

色はレッドとイエロー2色から選択可能



UHSB_R



UHSB_Y

Flashy Pink が新たに加わりました



株式
会社 福田水文センター
FUKUDA Hydrologic Center

ご静聴ありがとうございました。

