



札幌開発建設部 枠にて発表

ADCP低水流観と従来法との整合性について

～プロペラからADCPへ，DX時代に対応した低水流観の高度化技術

株式会社ハイドロシステム開発
橋田 隆史（きつだ たかし）

ADCP搭載RCボート



NEW 自律航行型RCボート登場



R6年3月1号機納品予定
北陸管内 阿賀野川上流

洪水流量観測の目的とデータの利用方法（河川法，水防法）

治水・防災，河川整備計画，ダムや遊水地の開発など
私達の命と暮らしを守るために必要な基礎データ

命と財産を守るためのリスク管理

低水流量観測の目的とデータの利用方法（水循環基本法）

水資源管理，渇水対策，健全な水循環の確保，地下水と連動した低水管理
河川生態系からみた正常流量，維持流量，など
現在，1ヶ月に2回もしくは3回の流量観測が実施されている

私達の日常生活と密接に関連するのが水資源管理
社会生活を営む上で根幹を担う行政課題

良質な日常生活を維持するための水循環管理

低水流観も重要！！

- 1891年（明治24年）には瀬田川で流量(浮子)観測が実施された記録が現存
- **1897年（126年前） PaulがPrice流速計を小型改良し標準化**
- 1906年（117年前） 2点法が米国で考案される
- **1910年（113年前） 流量調査方法策定，第1次水力調査実施**
- 1915年（大正4年）利根川管内で流量観測が開始
- **1919年（大正8年）内務省 河川測量規程発効(104年前)**
- 1950年（昭和25年）建設省主導で水理調査を開始
- **1951年（昭和26年）建設省が水理調査基準要領を策定(72年前)**
- 1952年（昭和27年）安芸皎一流量観測法 出版
- 1957年（昭和32年）河川砂防技術基準策定
- **1961年（昭和36年）流量調査基準策定，法的根拠を持たせた(62年前)**
- 1966年（昭和41年）水文観測業務規程策定



プライス流速計
1882年プライス氏により考案
初期型は大きかった

自動車

明治初期 日本に自動車を持ち込まれる

1868

明治

1912

1912

大正

1926

1926

昭和

1989

1989

平成

2019

2019

令和

2023年 現在



国産車の生産開始



大衆化



ハイブリットカー登場
安全性の向上



EV車へシフト
自動運転化

電話



ビルデル式



洗濯機



洗濯板



ローラー式



全自動縦型



ドラム式

低水流観



プライス流速計登場

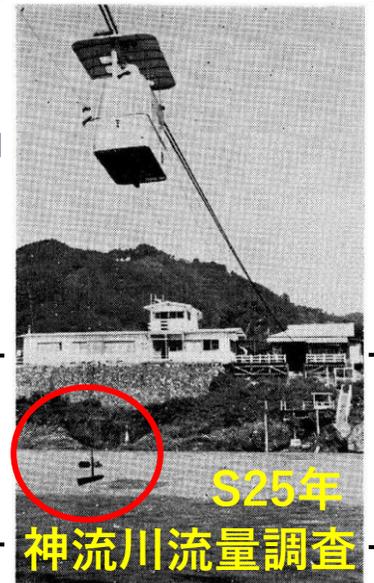
1897 ←

53年

1950 ←

73年

2023 ←



S25年
神流川流量調査

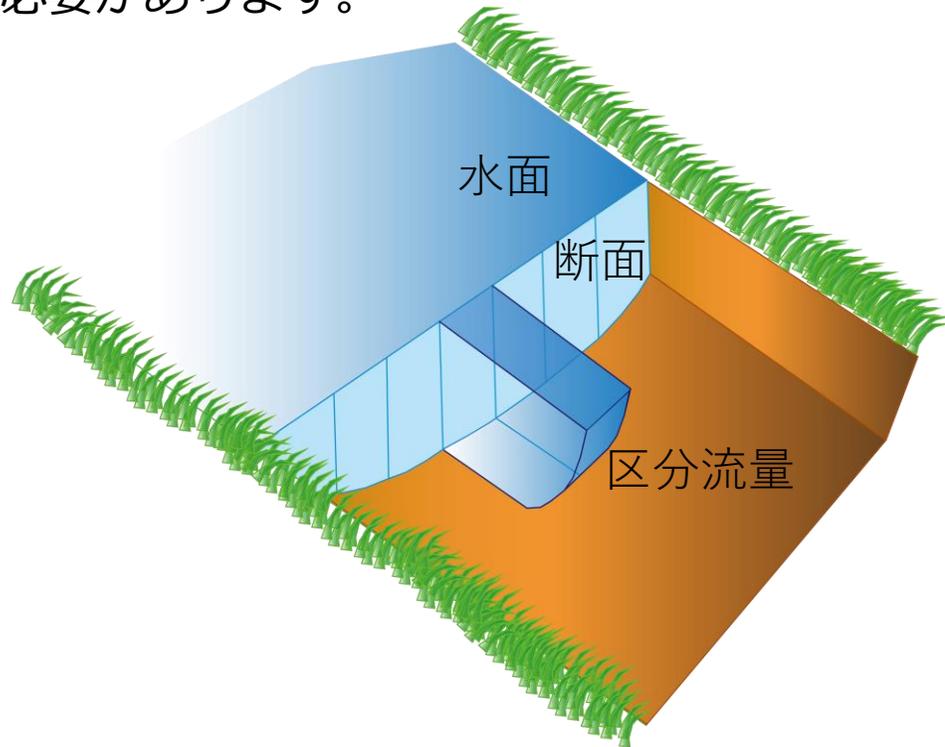


現代

そもそも河川の流量とは？

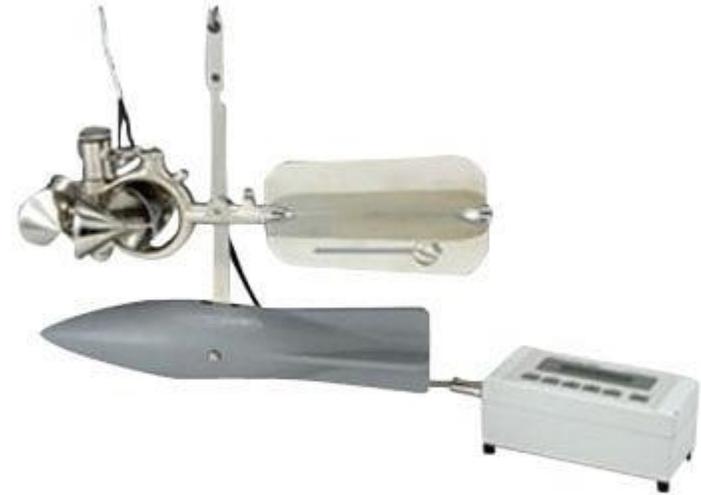
河川流量とは、

単位時間に河川の横断面を流過する水の体積
横断面に対して直交する流速成分を計測する
必要があります。



歴史を振り返ると、

これまで、低水流量観測の技術指針作成において、
プライス流速計（**絶対流速**）が用いられてきた



流れの向きに関係無く、常に絶対値流速を計測する構造である

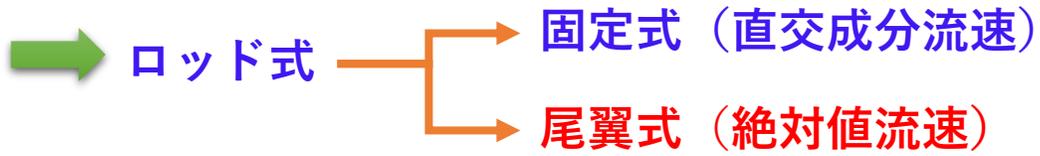
偏流が存在すると流量が大きめに出るのでは無いか？

現在、低水流観に用いられている流速計の種類

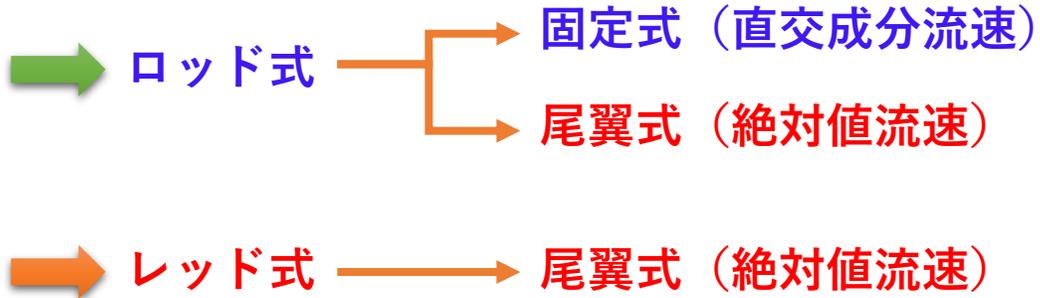


計測スタイル

徒渉計測



ゴムボート



課題：絶対流速と直交成分が混在している

橋上計測



いずれもストップウォッチで計測



その他の低水流観の実務上の課題

1. 低水と言えども、水深が深く流速が速い場所での観測は危険である
2. 川幅が広く計測に1時間以上かかるケースがある（同時性の問題）
3. 感潮河川や逆流・背水域では正しく計測できない
4. 積雪下での過酷な水辺作業
5. 年間24～36回の観測を省力化したい
6. アナログからDXに移行したい
7. 既に持っているADCPを低水流観に使いたい



ADCPを搭載したRCボートによる低水流量観測手法の開発

- ・流速計測：ADCP
- ・河床計測：ADCP（4ビーム平均）
- ・航跡測位：ボトムトラック&GNSS
- ・移動方法：RC, 橋上観測, ゴムボート曳航



ラジコン操縦者

和歌山県 日高川で最初に運用開始

ADCPのオペレーションはテレワークも可能



オペレーター

観測開始します。スタート！

- ・事務所で安全にオペレーション
- ・オペレーターの現地移動時間を削減
- ・観測終了と同時にデータ解析スタート

革新河川技術第4弾にて開発（2年）
2021年3月販売開始

北海道で試験運用始まる：2021年度



石狩川石狩河口橋



千歳川江別大橋



豊平川中沼



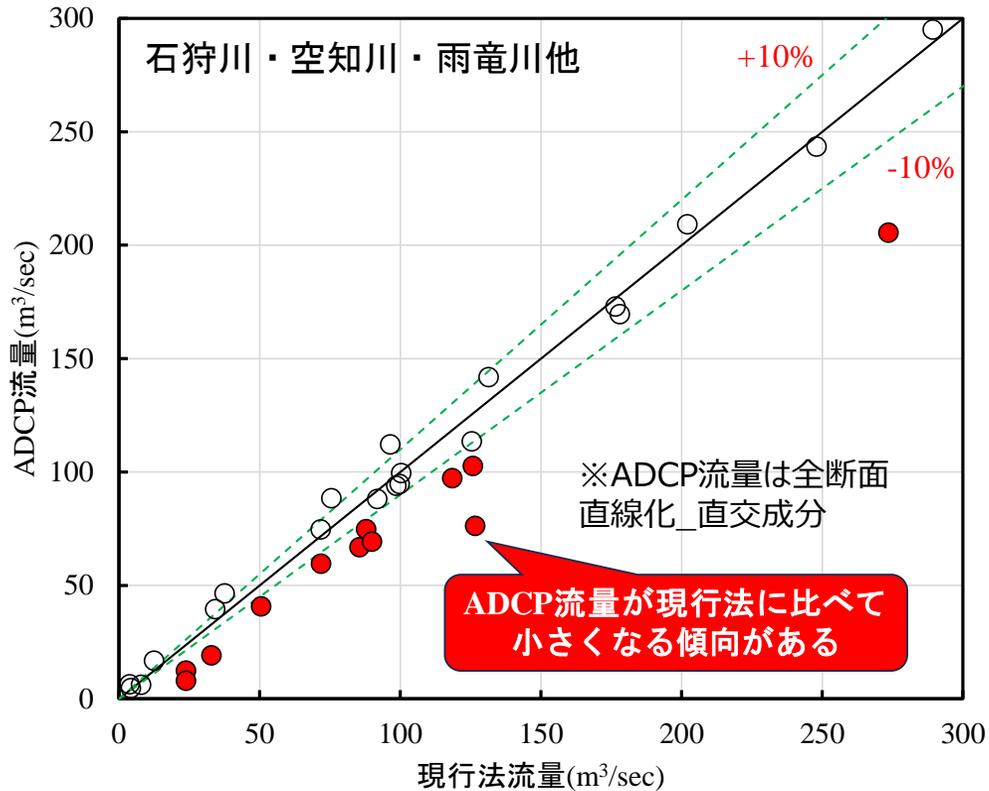
2号機導入



2022年より富山河川にて試験運用開始



2021年より北海道でテスト導入→ADCPが小さく出るという問題が発覚



北谷沙紀子・川岸智樹・佐藤裕介：
ラジコン式ADCP等による観測の有効性検討-現地作業における生産性向上-
第66回北海道開発技術研究発表会論文,2022.よりデータ一部追記

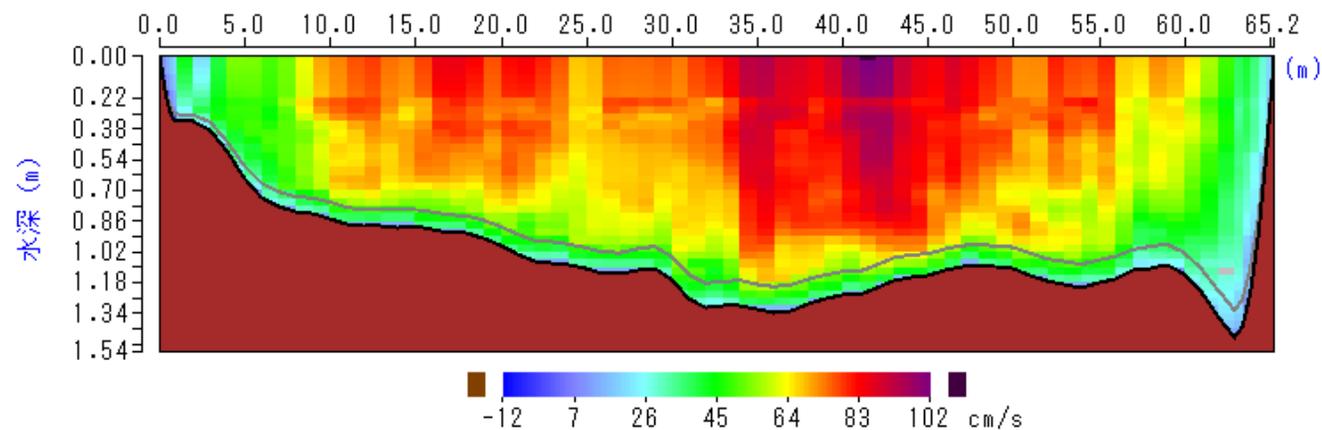
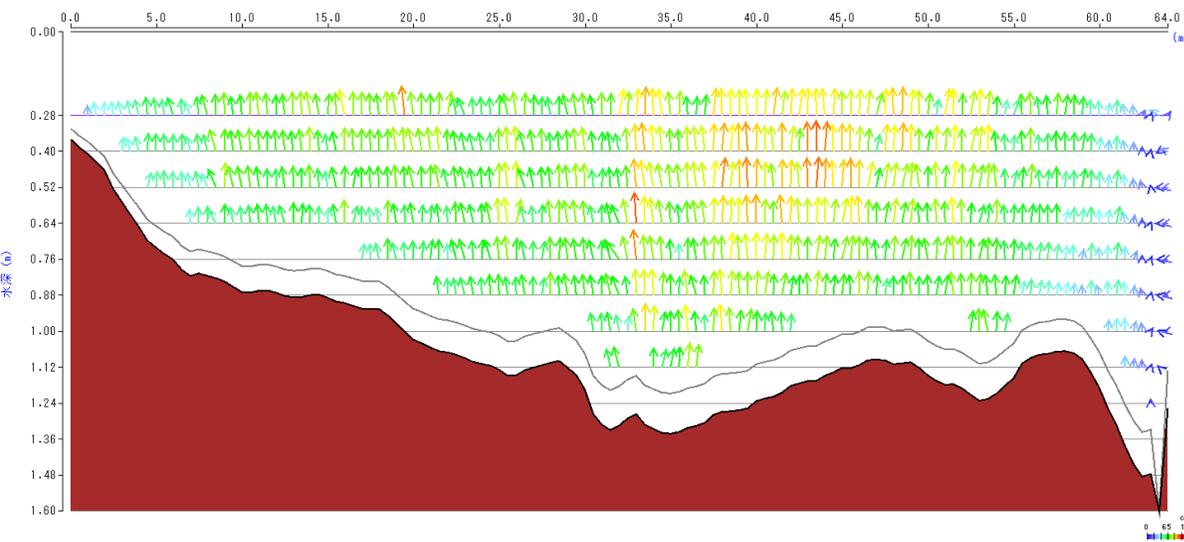
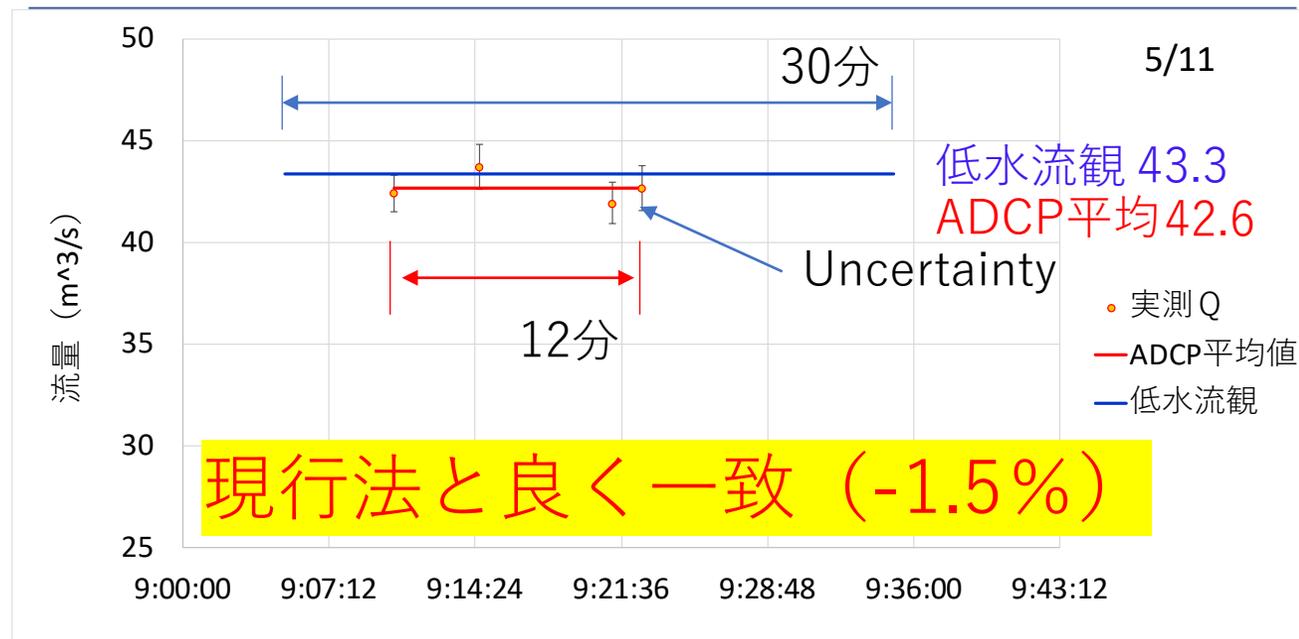
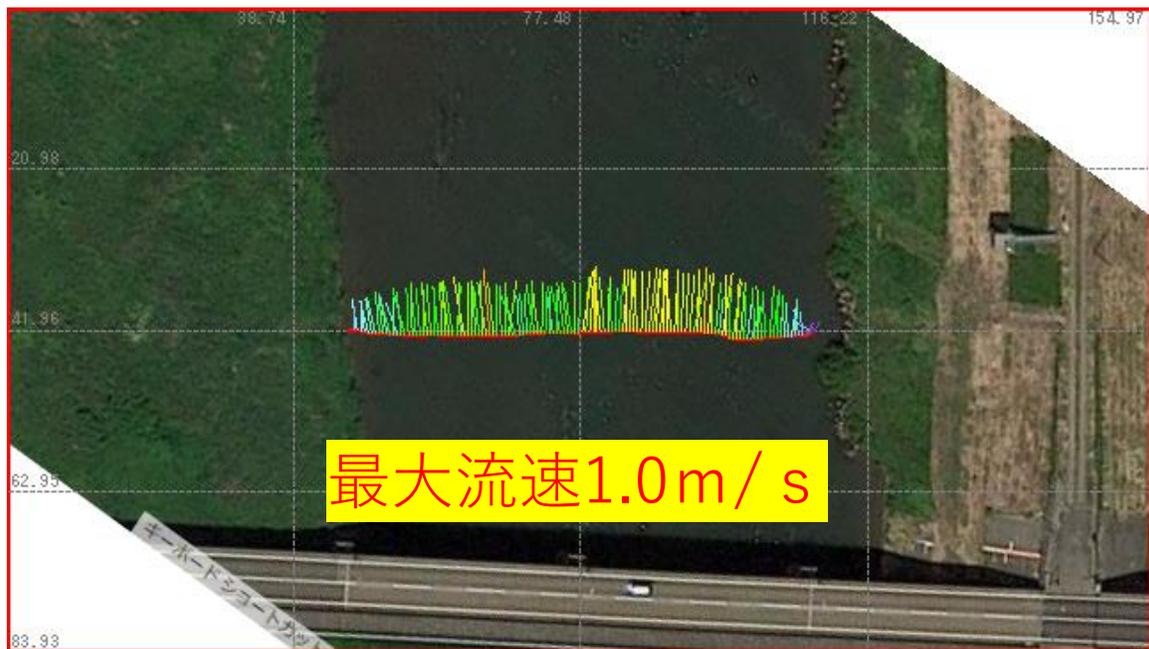
従来法と比べて、
全体的にADCP流量が小さく出るという結果

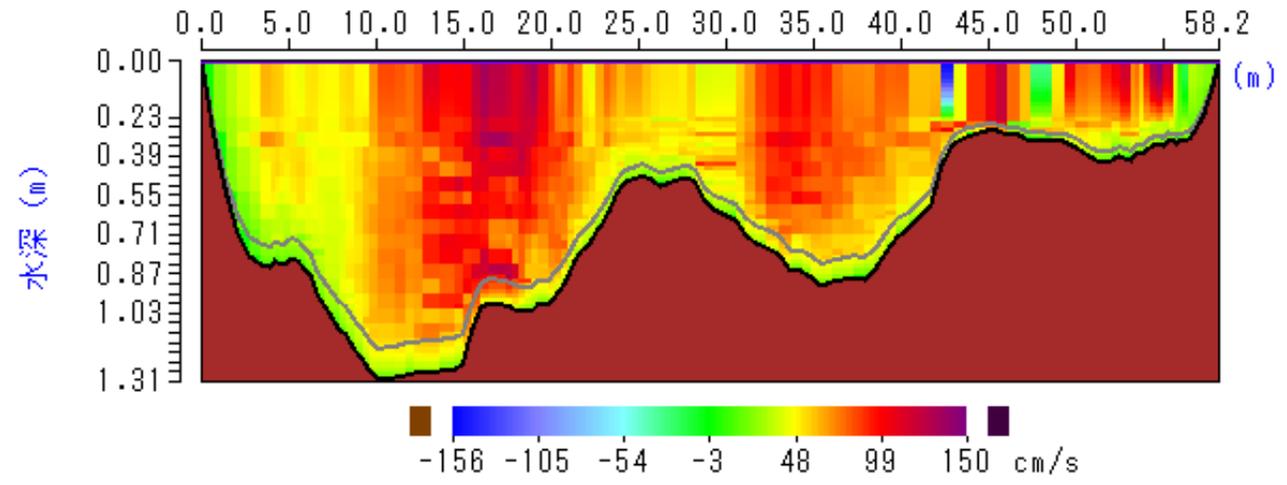
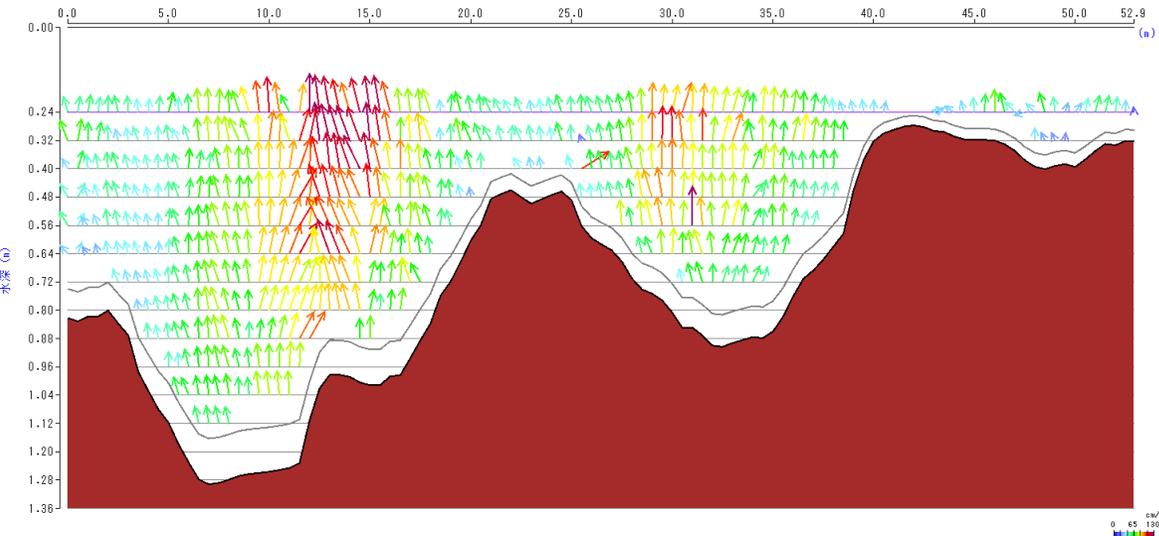
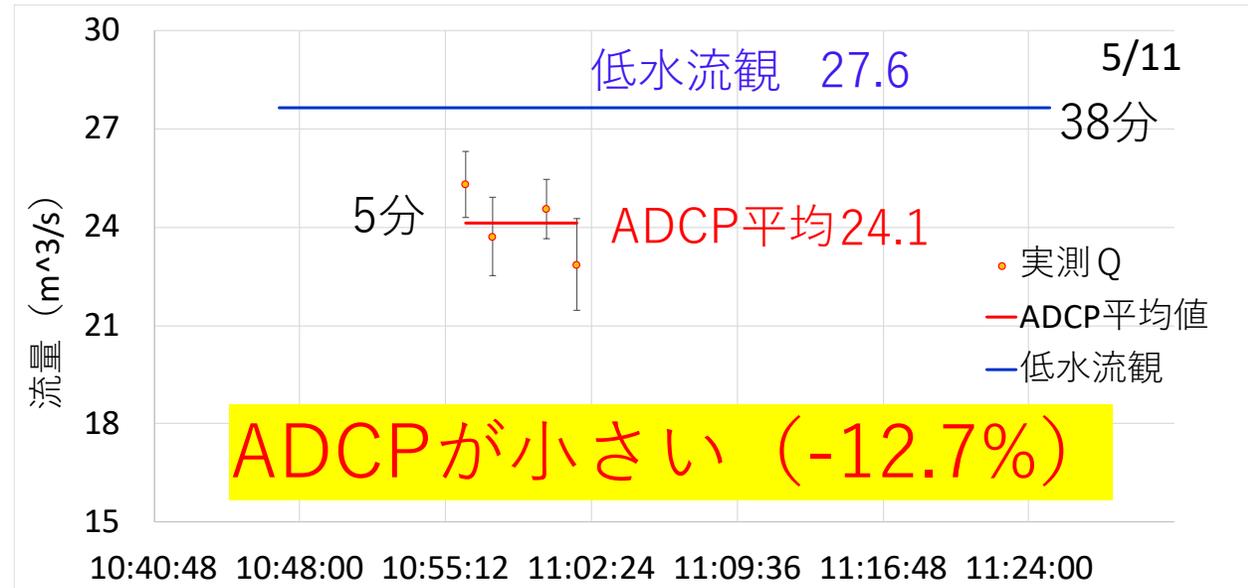
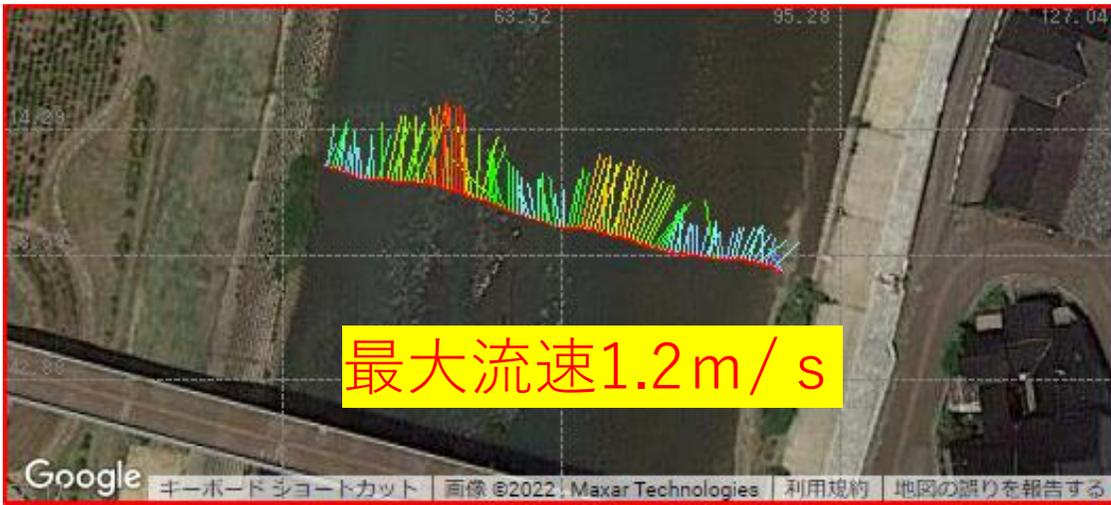
石狩大橋	水位 (m)	ADCP流量 (m ³ /sec)	不確実性 (%)	現行法流量 (m ³ /sec)	流量差
9月8日	0.14	90.46 ± 4.0	± 4.4	129.37	-30%
9月27日	0.04	196.00 ± 7.5	± 3.8	197.62	-1%
10月6日	0.45	219.20 ± 6.8	± 3.1	204.57	7%
10月12日	0.59	747.61 ± 12.0	± 1.6	832.07	-10%

岩見沢大橋	水位 (m)	ADCP流量 (m ³ /sec)	不確実性 (%)	現行法流量 (m ³ /sec)	流量差
9月6日	0.78	82.63 ± 3.2	± 3.8	96.32	-14%
9月27日	1.00	102.09 ± 5.0	± 4.8	119.32	-14%
10月6日	1.25	152.05 ± 4.2	± 2.7	183.33	-17%
10月19日	1.52	243.09 ± 4.2	± 1.7	286.23	-15%

裏の沢	水位 (m)	ADCP流量 (m ³ /sec)	不確実性 (%)	現行法流量 (m ³ /sec)	流量差
9月8日	0.75	20.49 ± 1.2	± 5.5	26.15	-22%
9月27日	0.64	18.12 ± 0.8	± 4.4	21.60	-16%
10月6日	0.91	27.94 ± 1.1	± 3.9	30.97	-10%
10月12日	1.30	31.99 ± 1.1	± 3.3	32.80	-2%

宮崎 亮直・高橋 賢司・渡辺 元之：
ラジコン式ADCPを用いた低水流量観測の高度化
第65回(2021年度)北海道開発技術研究発表会論文, より引用





【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（プロペラ式）と比べて10～20%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。

過去との連続性、上下流での整合性、業者間での整合性、などを考えると現行法とADCP流量が等価であることが望ましい。

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。

→計算方法を変えることで、どの様に流量が変わるのかを検証

絶対流速か、直交成分か、という問題に着目

岩見沢

従来法が絶対値を計測している点に着目

従来法

従来法：286m³/s（絶対流速）

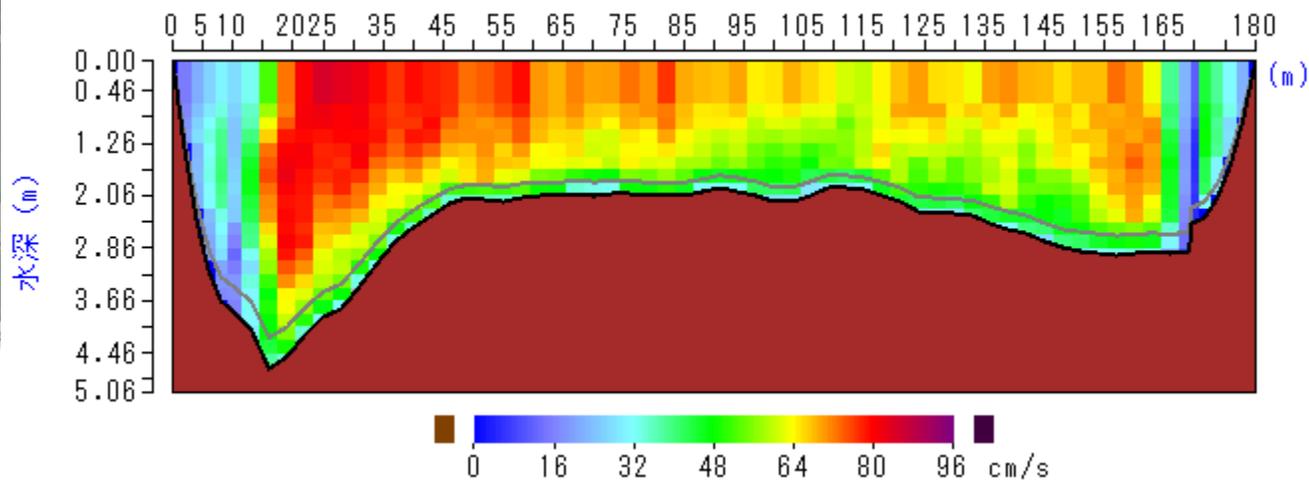
ADCP：260 ± 4m³/s (± 1.5%)

計算条件：直線化，全断面，左右岸補完，直交成分

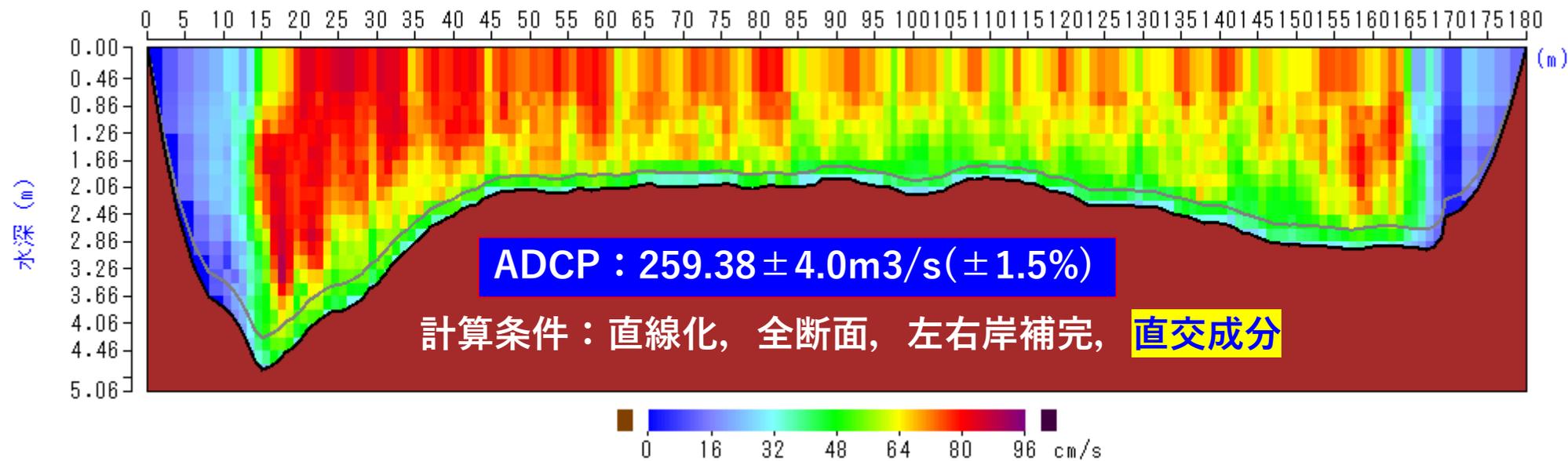
- ・ データは綺麗に取れている。断面積もほぼ同じ。
- ・ Uncertaintyも1.5%と精度良好。

にも関わらず，従来法と比べて，

ADCP流量が9%小さい

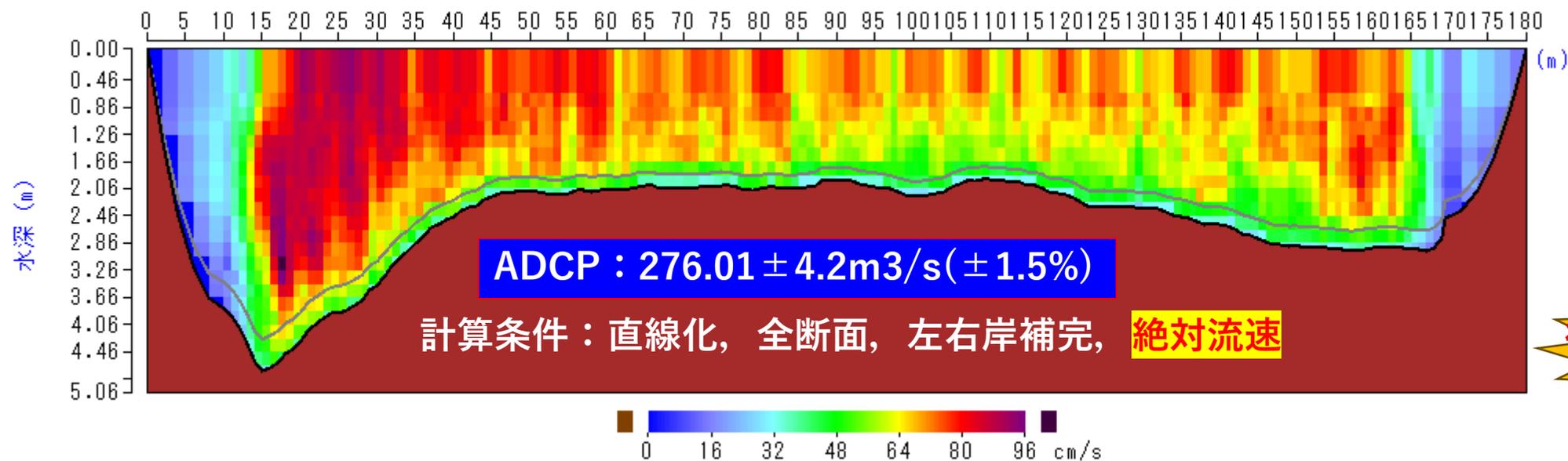


現地計測が絶対流速なので、 ADCPも絶対流速で算出



航跡直交成分

2点法との
誤差-9.4%



絶対流速成分

2点法との
誤差-3.5%

従来法に近づく

計算方法に着目：ADCPと従来法との比較論文

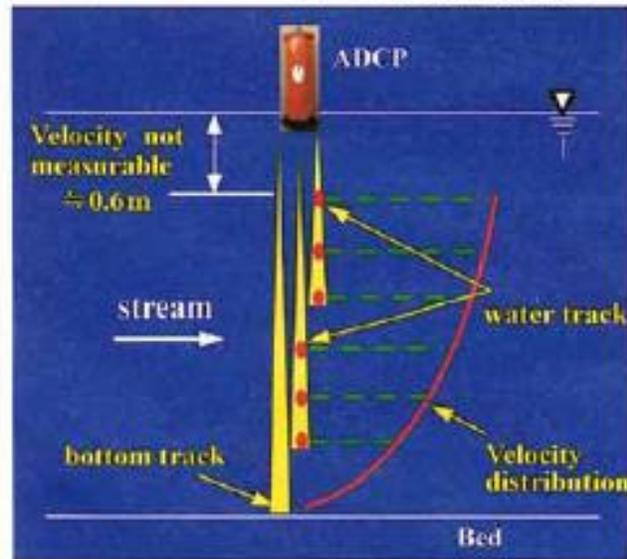
1999年 平成11年, 開発土木研究所 月報
 低水流量観測の精度と新しい観測手法の実用性
 喜澤一史

【流速計測】

- ① プライス2点
- ② プライス精密
- ③ **ADCP (BB2400kHz)**
- ④ 電磁流速計
- ⑤ 浮子観測



て詳細な分布を取るのが最も適する方法であるが、今回は観測精度比較を目的としていることから、現行のプライス観測法と同じ流速測線上



【断面計測】

- ① ポール
- ② ADCP
- ③ 音響測深器

【実験場所】

十勝川 茂岩, 千代田
 (観測: 北開水工)

技術資料

低水流量観測の精度と新しい観測手法の実用性

—今日の流量観測における観測精度の把握と対比—

喜澤 一史*

はじめに

各河川で月1~3回定期的に流量観測(以下流観と称する)が実施されている。平成10年4月時の北海道開発局対象観測所数は指定河川を含め215箇所、総観測回数は年間約5,650回に及ぶ。さらに流量が増えると定期観測に加えて高水流観が昼夜を問わず実施される。このように河川流量を知るために要する費用、労力は膨大である。一方、これらにより得た流量観測精度についてはあまり議論されていない。例えば、定常流の鉛直流速分布は一般的に二次曲線形または対数曲線形として扱われるが、1~2点の流速から平均流速を求めていることや、断面測定時の測定間隔の取り方、観測中の河床変動による誤差などが考えられる。本論は、近年開発された新しい観測機器を用いて流速分布及び断面測定を行ない、現行観測法の観測精度を把握するとともに、観測コストの縮減及びデジタル社会に適応した新しい観測手法を提案するものである。

6地点を選定(図-1)した。観測方法を表-1, 2, 3に示す。これにより地点当り3×5=15観測値が得られる(図-2)。観測値を比較することで、現行観測法であるポール測深・プライス2点流速法の観測精度を評価しようとするものである。なお観測は流況の安定した低水時に、観測時間の差の影響を受けないよう全ケース連続または同時に行なった。



1. 観測方法

十勝川の定期観測地点のうち、比較的水深のある

表-1 流速測定方法

流速測定法	測定方法	測定時間	機器精度
I プライス2点	2.8割水深2回。 $u_m = 1/2(u_{0.2} + u_{0.8})$	定期観測と同様に 20秒/点	±3%
II プライス精密	鉛直方向は表-3。		
III ADCP	GPS追跡。 固定観測。	5秒/data 20秒平均	±2% ±0.2cm/s
IV 電磁流速計	直読式。 鉛直方向は表-3。	2回読み 平均値	±2% ±0.5cm/s
V 浮子観測	修正係数で補正。	通過時間	—

表-2 断面測定方法

測深方法	測定方法	測定・機器精度
I ポール	現行法。水中へ挿入測定。 河川幅の10~15%の間隔。	距離 1/300 高低 ±15cm
II ADCP	約50cm間隔。往復平均。	±1%±0.05(m) ±2cm
III 音深機	約30cm間隔。往復平均。	±H×1/1000



文献レビュー 2 : 低水流量観測の精度と新しい観測手法の実用性

流量

- 2点法は精密法より**+5%の上方バイアス**
- **ADCPと精密法は同等**
- 電磁式と浮子は過大に出る

断面積結果

- どの手法も全体に整合性は良好
- ポールは局所変化が捉え切れない

まとめ

- 十分な水深があれば**ADCPが最適**
- **高精度化・省力化**が期待できる
- ADCPの**不感帯の補完方法**が課題
- **ラジコンボート**を使えばさらに省力化可能

ADCPは2点法に比べて5%小さく出る

逆に, ADCPのデータを2点法で計算したら流量が大きくなるのではないか?

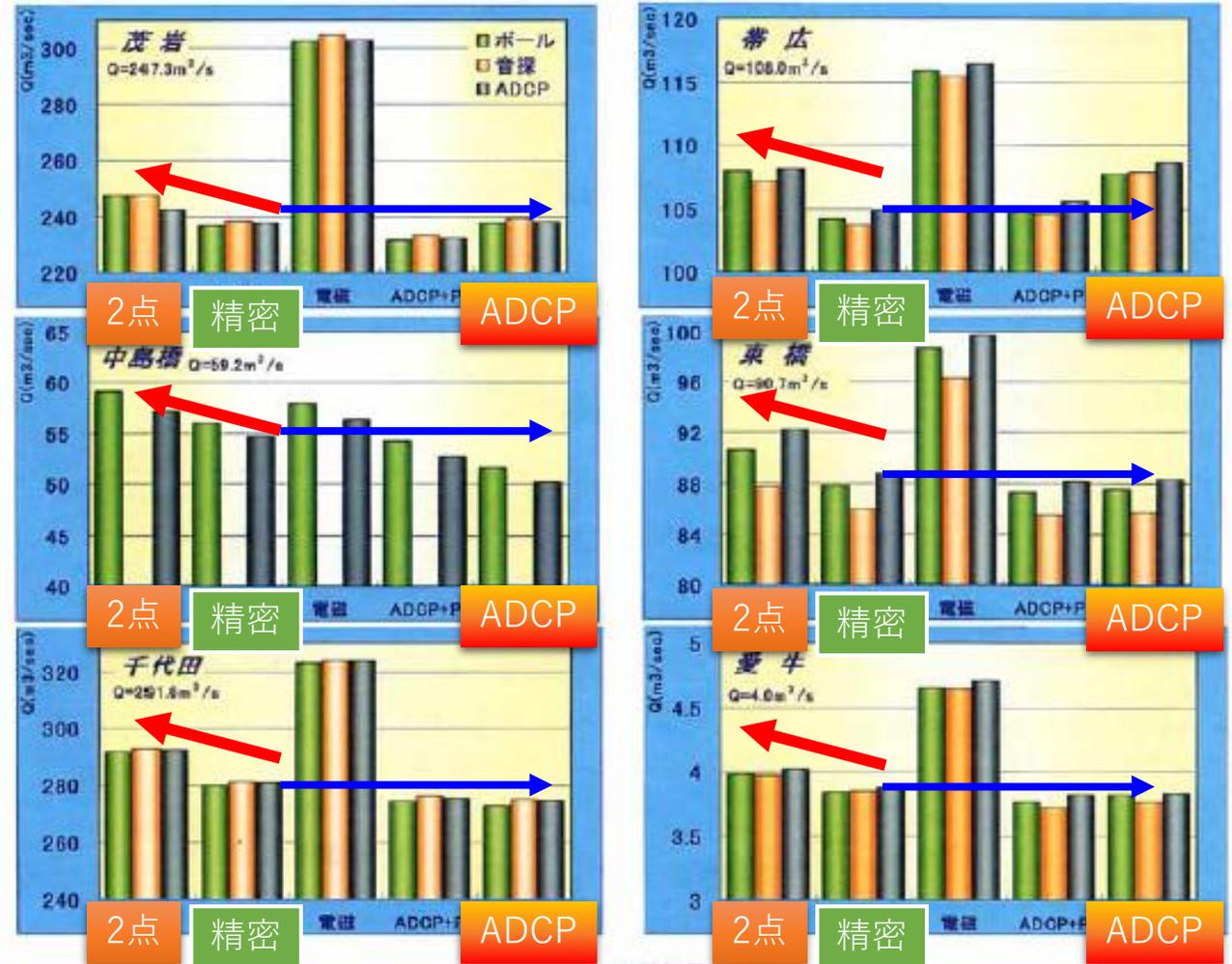


図-13 観測流量結果の対比

様々な計算ケースで検証できるようにソフトを改良

1. オリジナル法_Ens毎 **直交成分** (蛇行航跡)

直交成分

絶対流速

2. a. 全断面直線化_ **直交成分**

a. 全断面直線化_ **絶対流速**

3. b. 2・8割区分spot_ **直交成分**

b. 2・8割区分spot_ **絶対流速**

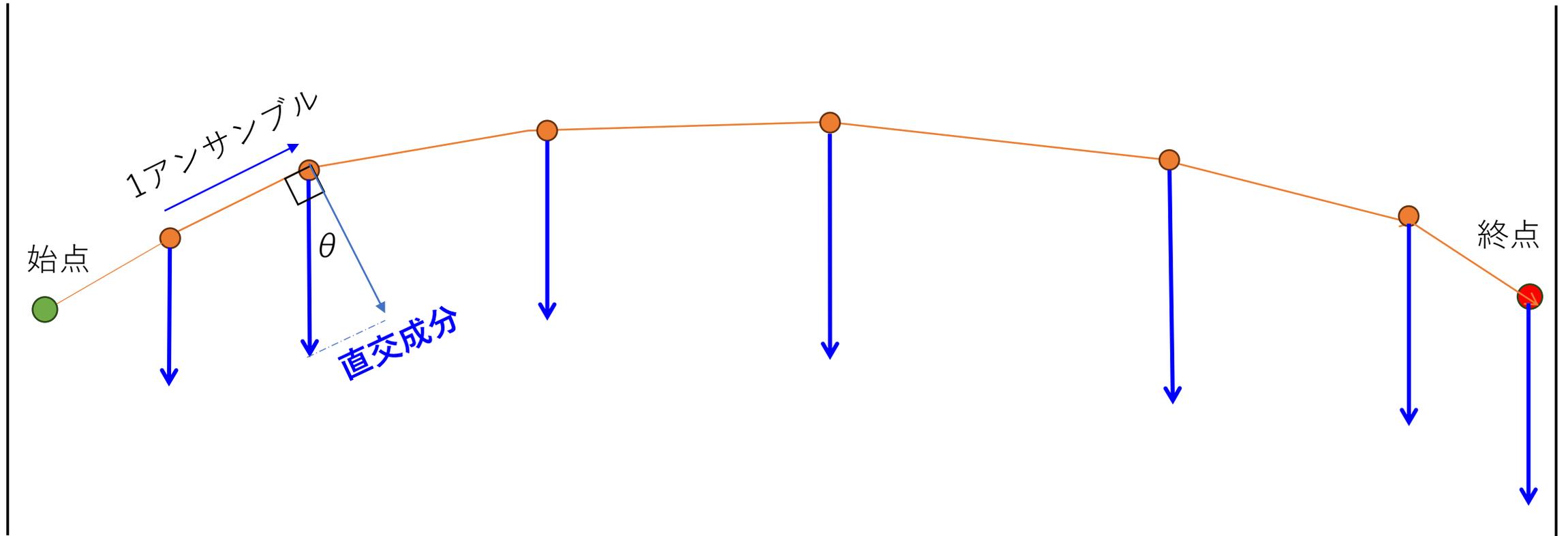
4. c. 2・8割区分ave_ **直交成分**

c. 2・8割区分ave_ **絶対流速**

ここからが本題です。前置き長くてすみません。

1. オリジナル法_蛇行航跡Ens毎 直交成分の説明

(Ens:アンサンブル = 1つの鉛直プロファイルデータ)



流れが流下軸に沿って一様，始点と終点が断面直交であれば，どの航跡を通っても流量は同じ

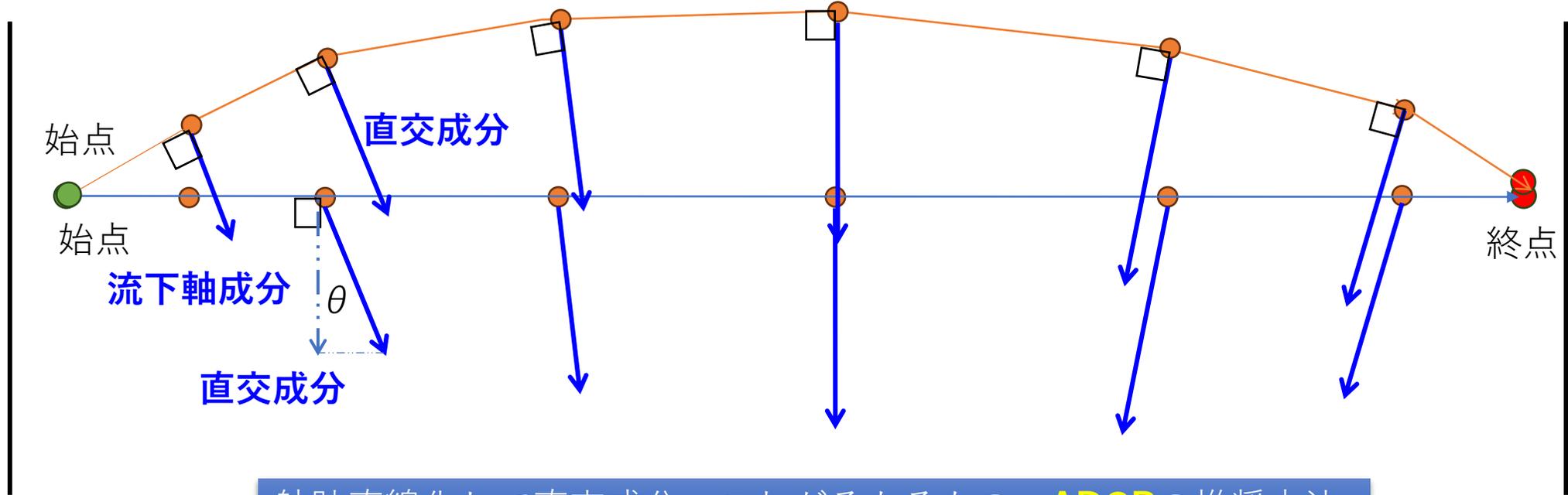
2. a. 全断面直線化

オリジナル法の問題点

偏流があると過大となる

オリジナル法の
Ens直交成分は
流下軸成分ではない

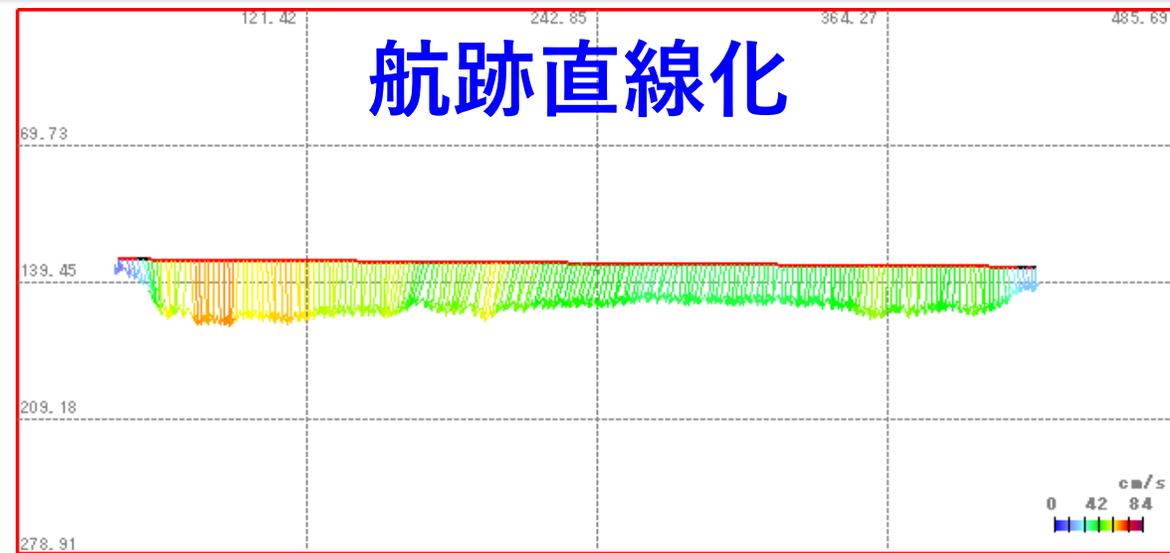
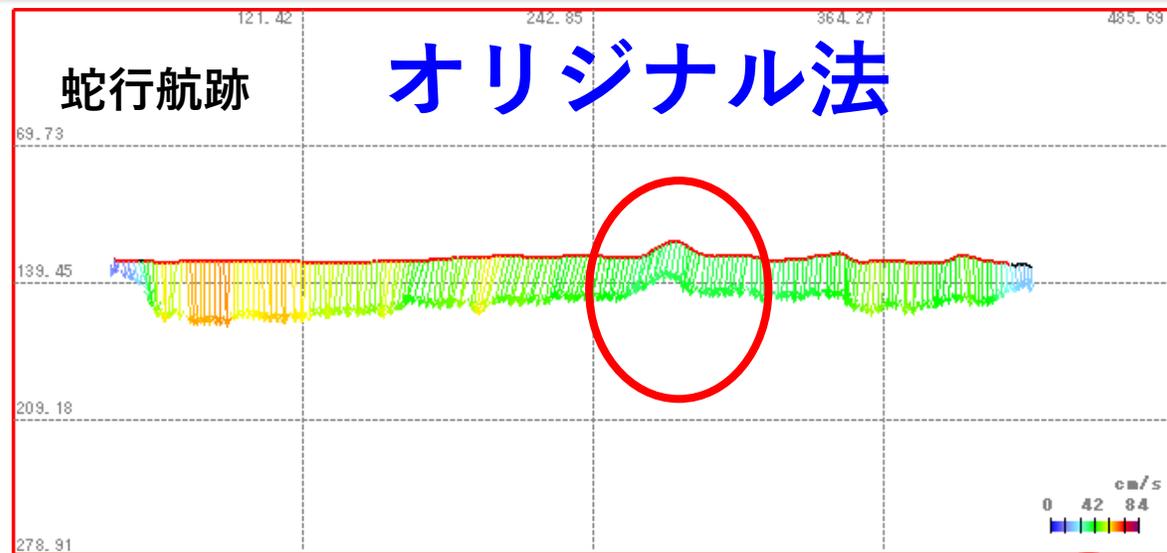
横断距離が水面幅より大きくなる



航跡直線化して直交成分，これがそもそもの，**ADCP**の推奨方法

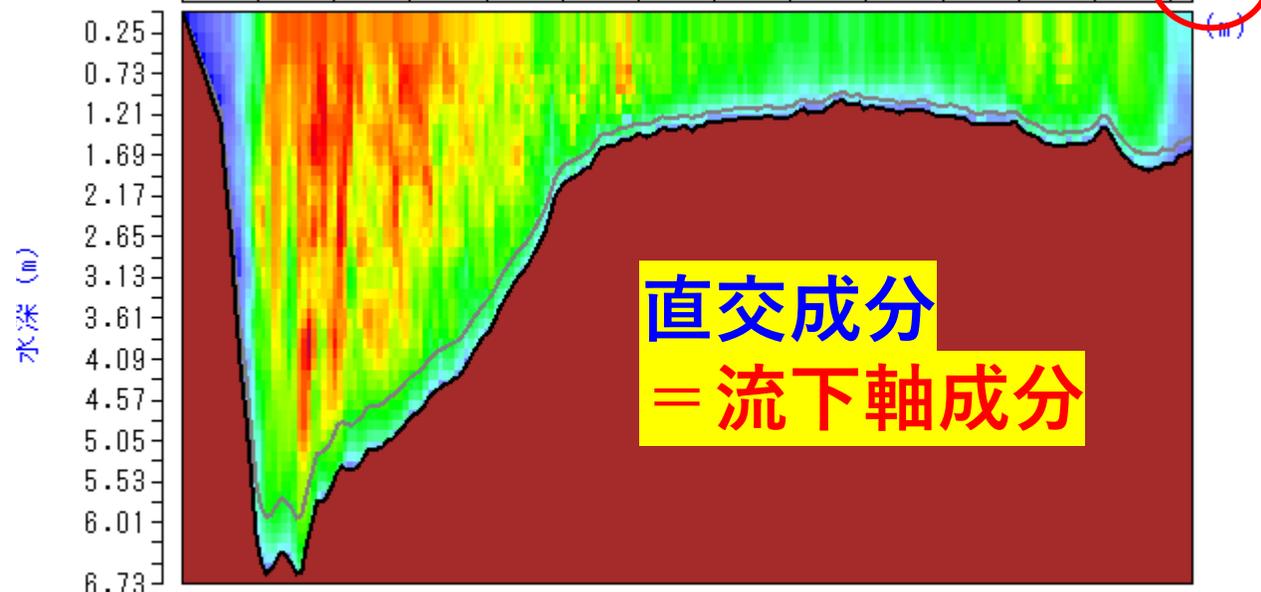
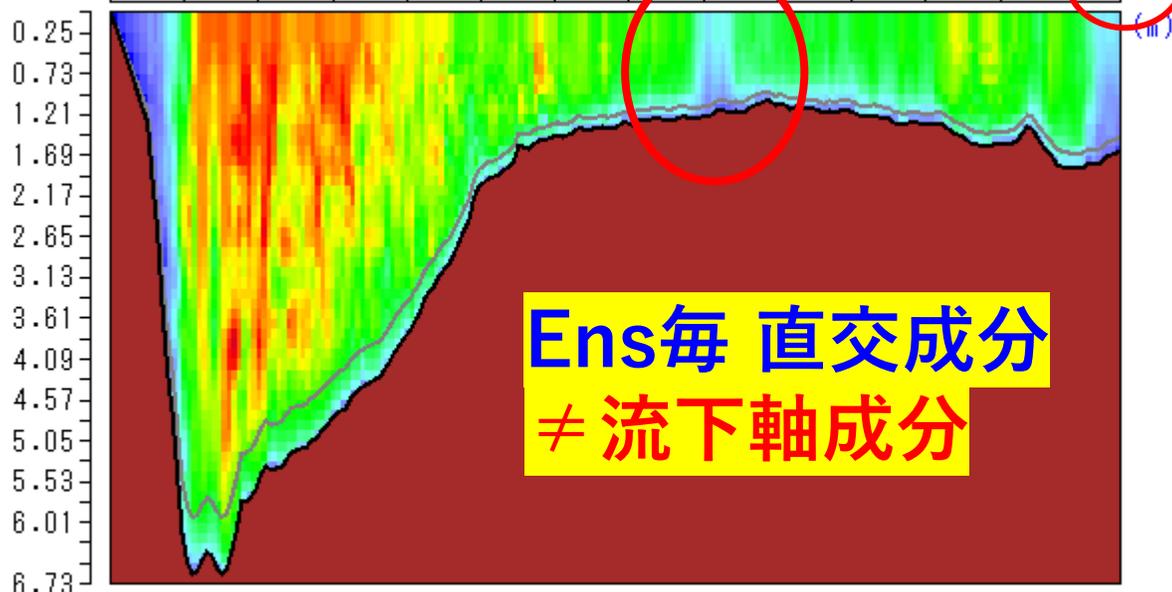
- ・ 偏流が生じていても正しく計測できる
- ・ 断面直交成分（流下軸成分）が抽出できる
- ・ 水面幅と断面積が実際のデータと一致する

2. a. 全断面直線化



0 30 60 90 120 150 180 210 240 270 300 330 360 409 (m)

0 30 60 90 120 150 180 210 240 270 300 330 360 399 (m)



絶対流速と直交成分を選択可能に

従来法

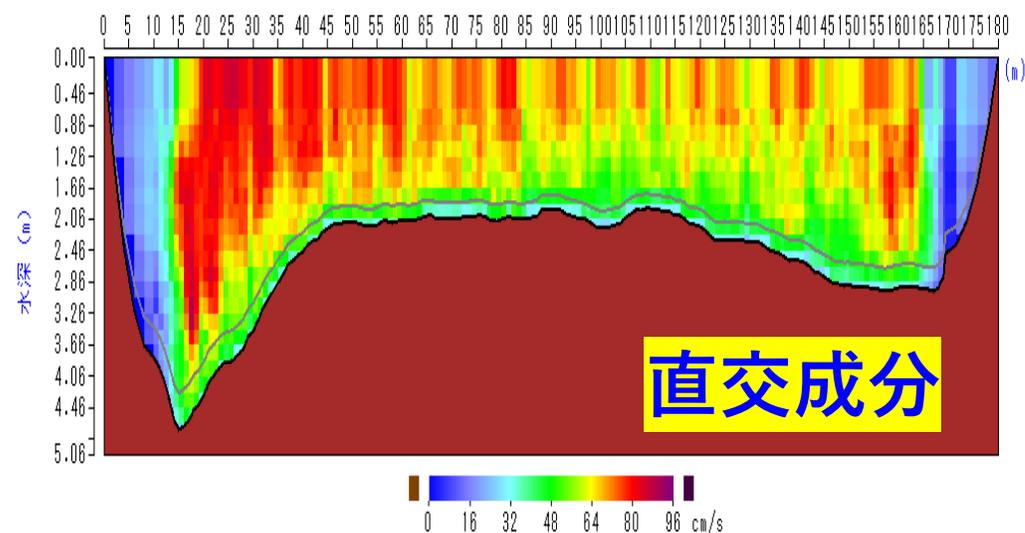
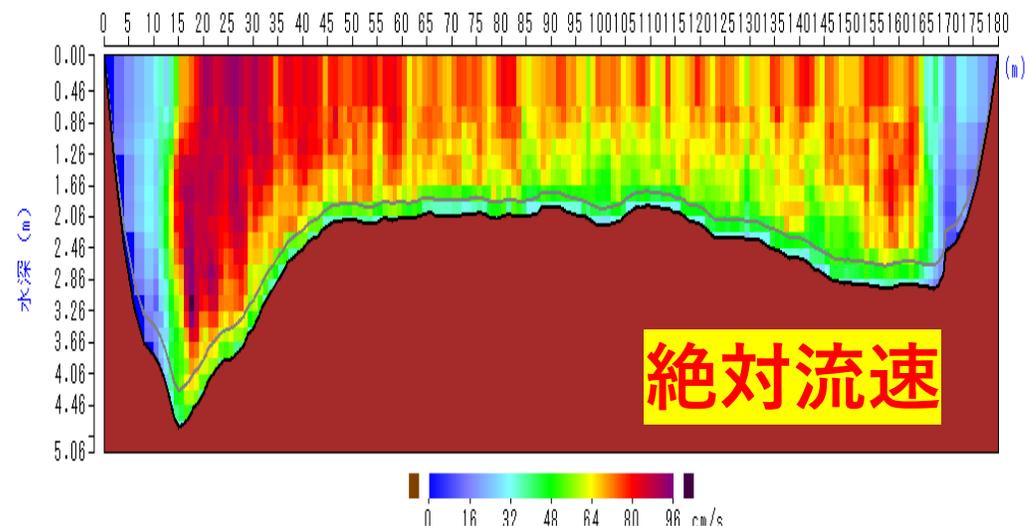


従来法が
絶対流速ならば→



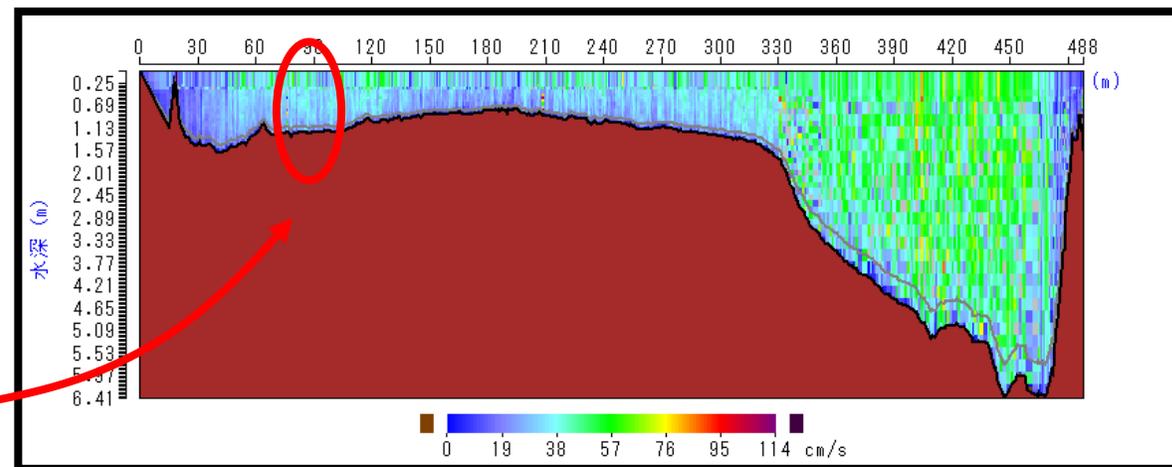
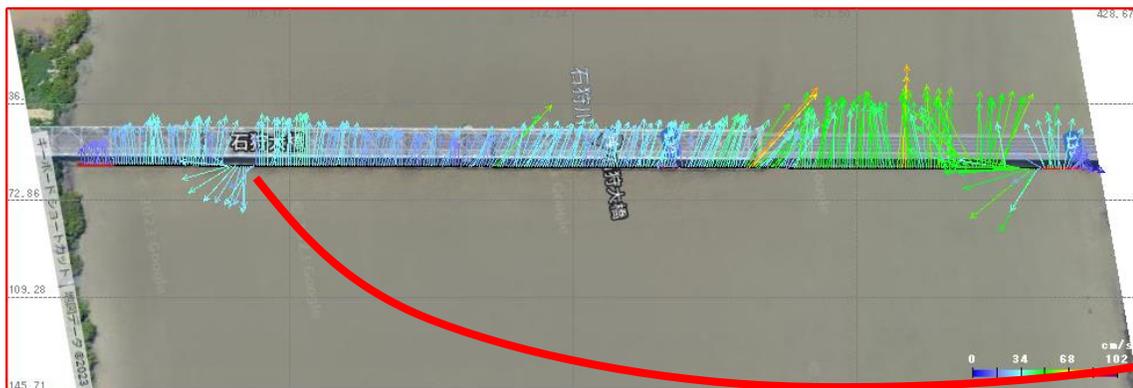
従来法が
直交成分ならば→

ADCP



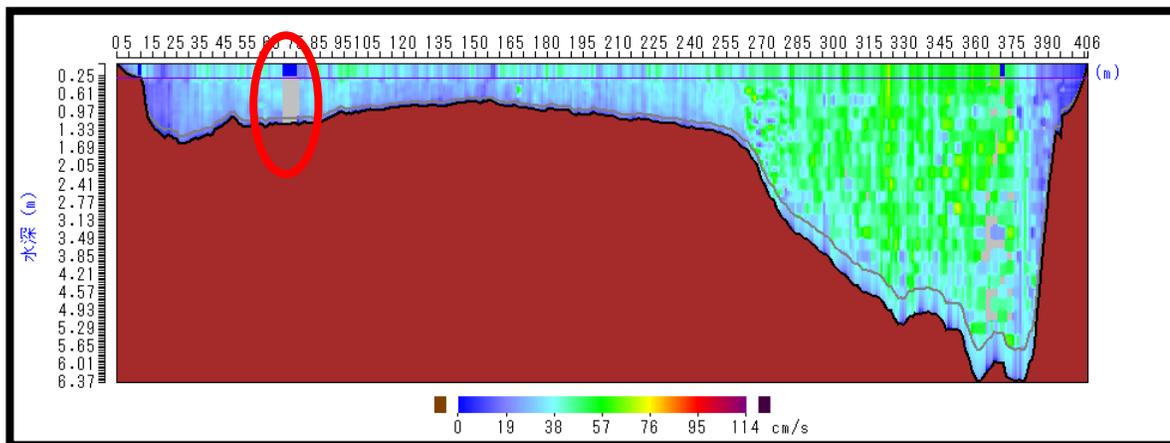
従来法の計測方法に合わせて、**絶対流速**と**直交成分**を選択できるように改良

絶対流速から逆流成分の除去

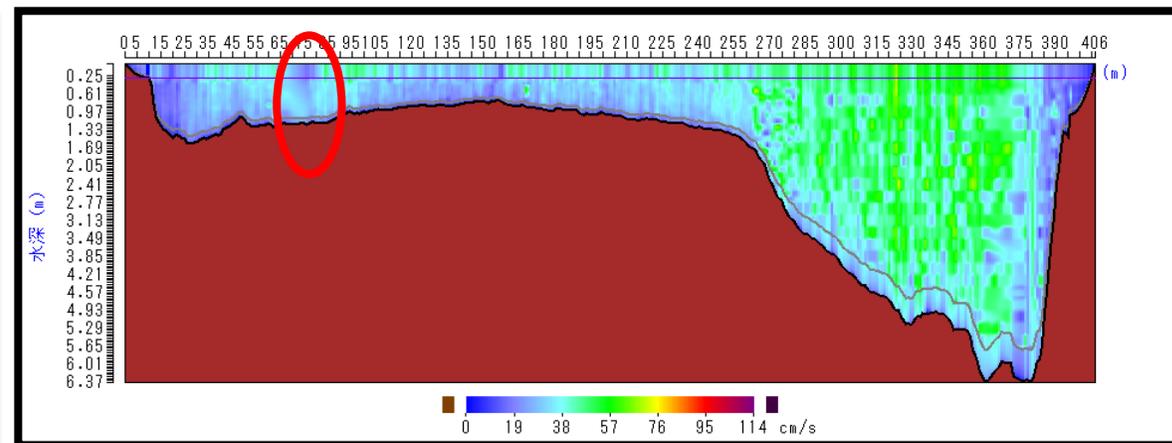


絶対流速を採用したら逆流も絶対値として反映される

絶対流速：負値カット，絶対値だけど逆流は除去



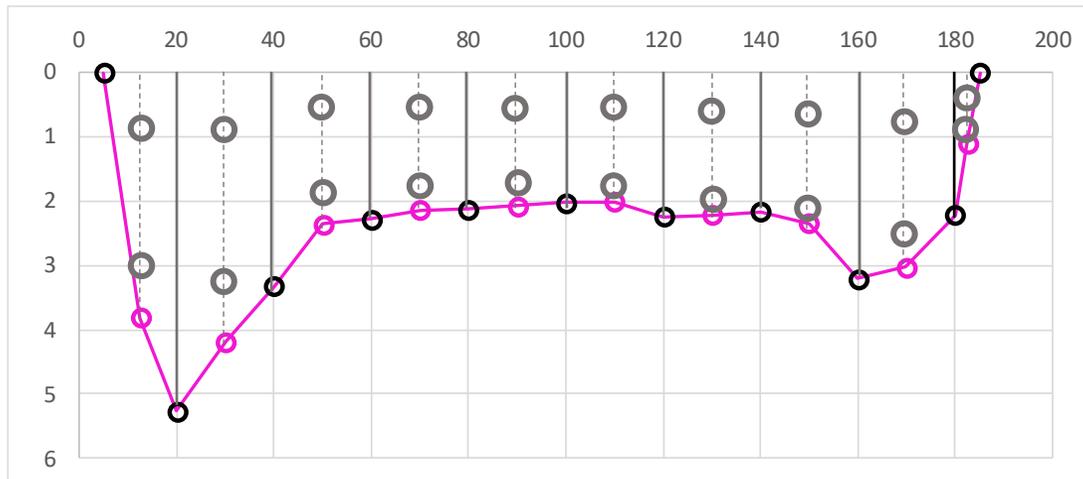
絶対流速：内挿補完選択



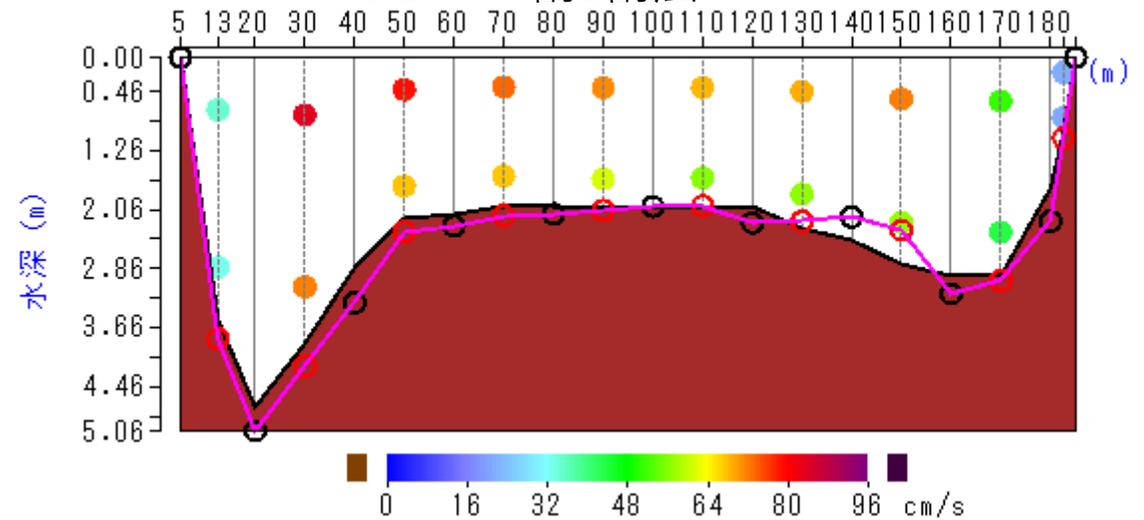
3. 区分断面・2割8割法に対応 (2・8割区分spot)

さらに従来法に近づけるために、区分断面，2点法の考え方を新たに実装

従来法(2・8法)の区分断面



ADCPの2割8割法

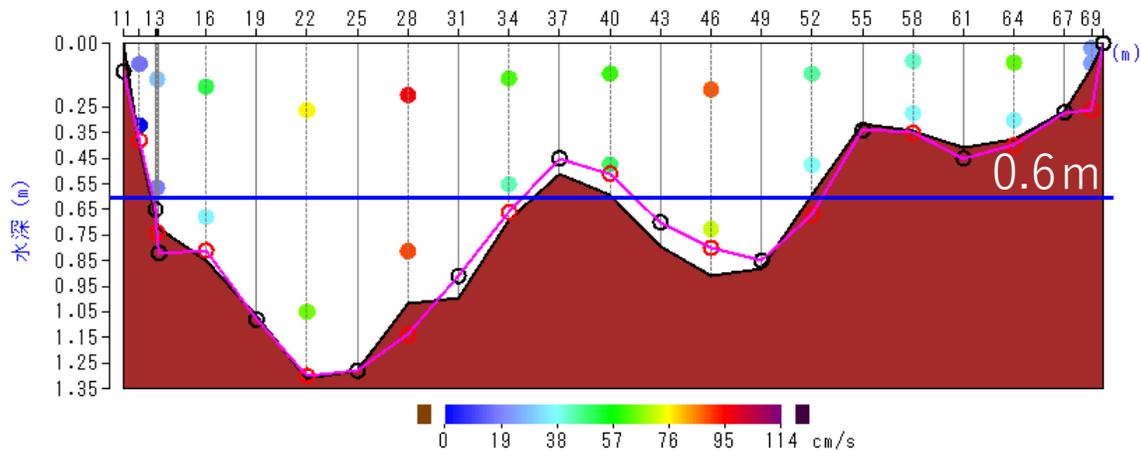
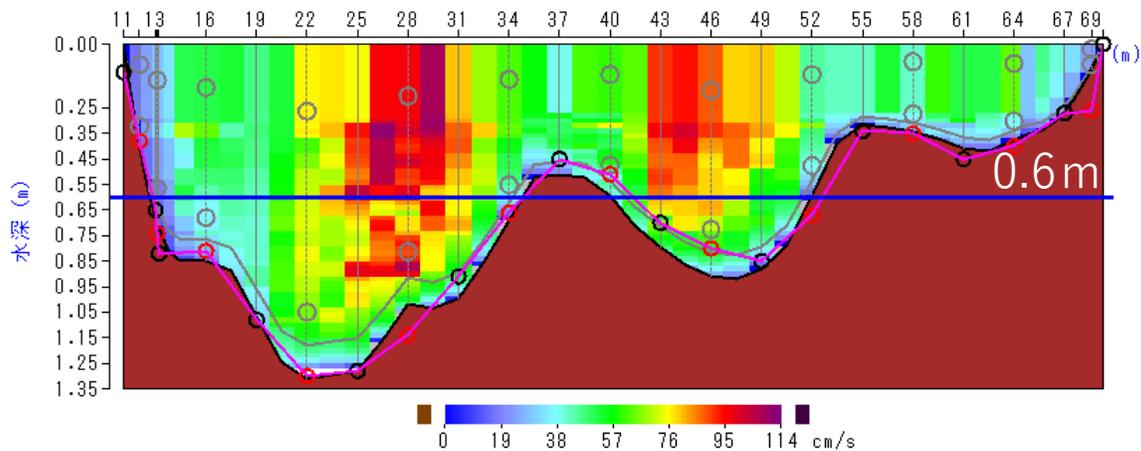


断面定義ファイルを作成

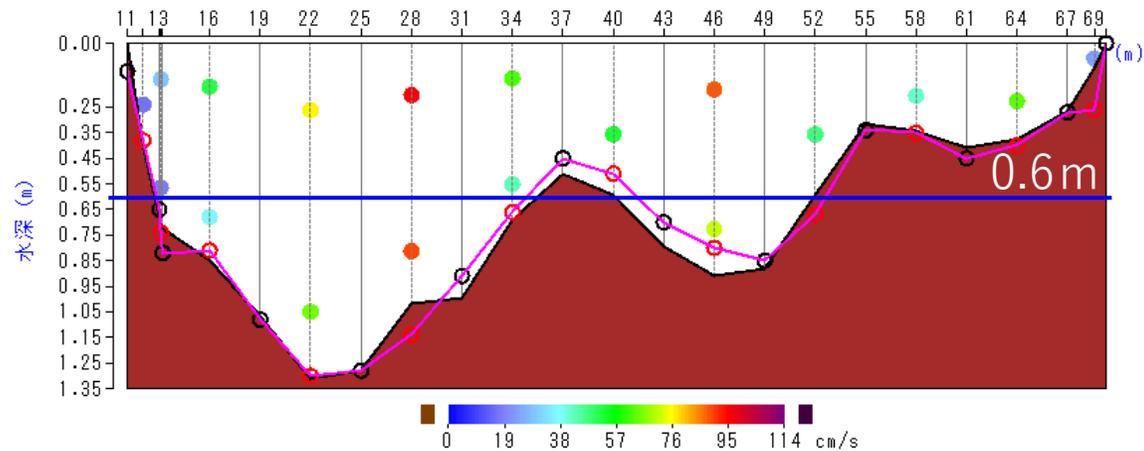
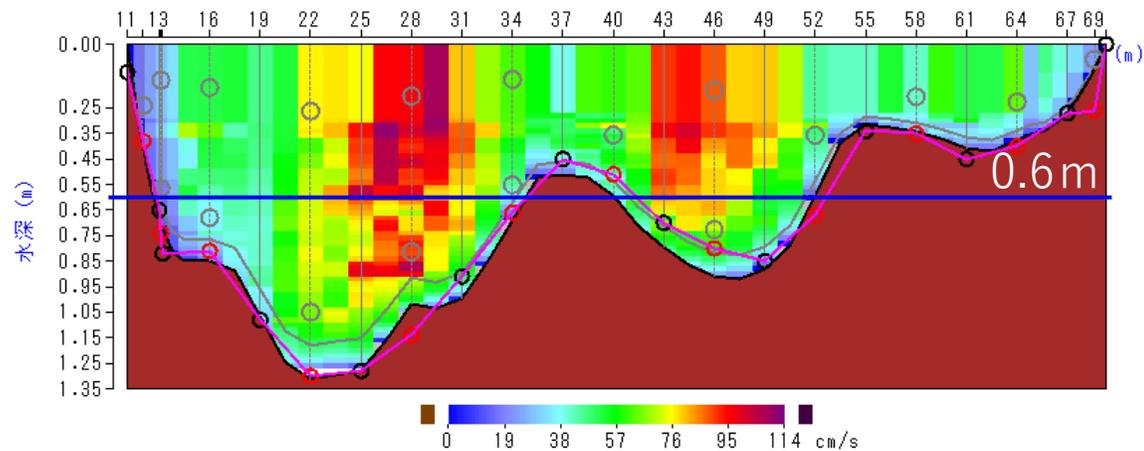
断面定義ファイルを読み込む

3. 水深が浅い場合は1点法を採用

2点法のみ



水深0.6m以浅は1点法



1点法への切替水深は任意設定可能

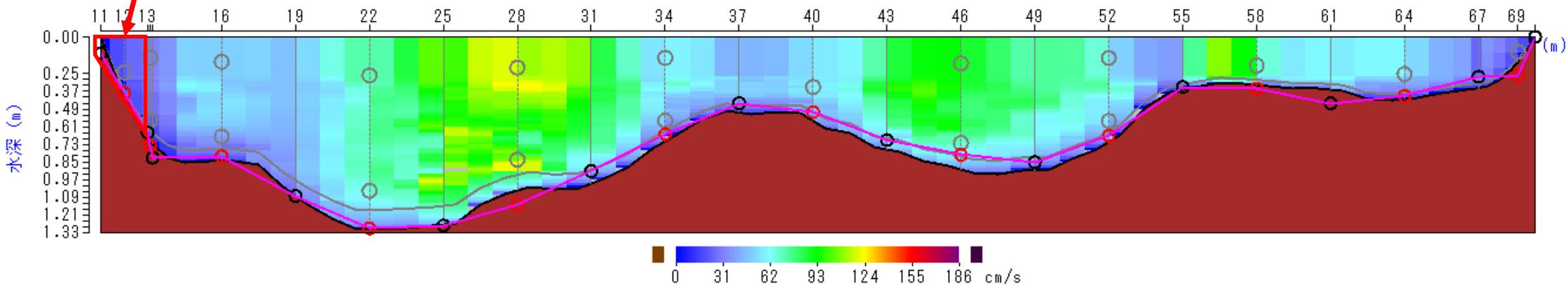
3. 遊水・死水域の取扱

様式2の1の2 (流量観測野帳 (一般))

観測所名		読み		種別	観測所記号														
石動		いするぎ		第2種	3	0	4	1	0	1	2	8	4	4	0	8	0	4	0

測線番号	左岸よりの距離 (m)	水深 (m)			流速					断面面積			流量 (m ³ /s)	観測番号		観測年月日			
		往	復	平均	器深 (m)	音数	時間 (sec)			区分巾 (m)	区分断面 (m ²)	合計 (m ²)		観測者	測定	観測者	記帳		
							第1回	第2回	平均										
1	11.10	0.11	0.11	0.11														令和4年5月11日	
2	12.05	0.38	0.38	0.38									0.73	0.00				川岸 大地	
3	13.00	0.65	0.64	0.65														苗加 晋也	
4	13.10	0.74	0.73	0.74	0.15	8	21.50	21.50	21.50	0.61	0.54							曇り	
					0.59	6	21.50	21.90	21.70	0.46									—
5	13.20	0.82	0.81	0.82									0.15	0.08				—	
																		観測時間 (時分)	
																		始め	10時 47分
																		終り	11時 25分
																		平均	11時 06分
																		基準	第一
6	16.00	0.81	0.80	0.81	0.16	8	21.50	21.50	21.50	0.61	0.54							観測時間 (時分)	
																		始め	0.34

遊水



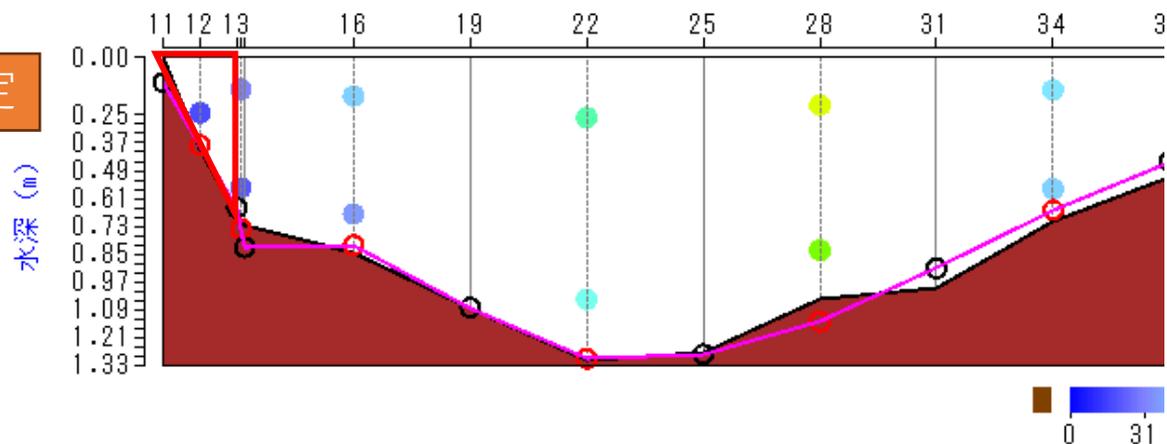
3. 遊水・死水域の取扱

断面定義ファイルで死水域を指定

10	ADCPスタ	14.5 m	
11	左岸補完形	2 (0:矩形、1:三角、2:二次曲線)	
12	右岸補完形	2 (0:矩形、1:三角、2:二次曲線)	
13			
14	\$Data		
15	横断距離(m)水深		
16	11.1	0.11	測深
17	12.05	0.38	死水域
18	13	0.65	測深
19	13.1	0.74	ADCP
20	13.2	0.82	測深
21	16	0.81	ADCP
22	19	1.08	測深
23	22	1.3	ADCP
24	25	1.28	測深
25	28	1.14	ADCP
26	31	0.91	測深
27	34	0.66	ADCP
28	37	0.45	測深
29	40	0.51	ADCP
30	43	0.7	測深
31	46	0.8	ADCP

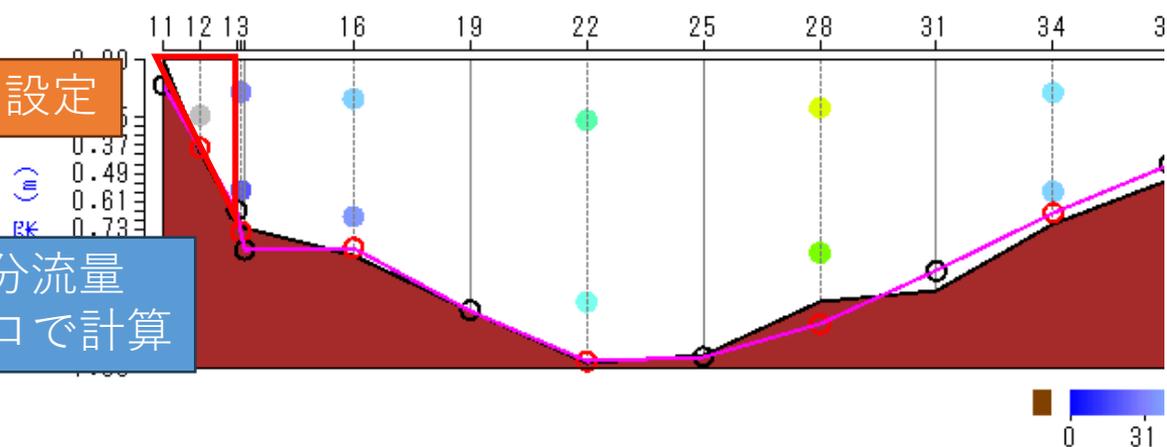
< > ishurugi_oudan3遊水 +

ADCPに設定

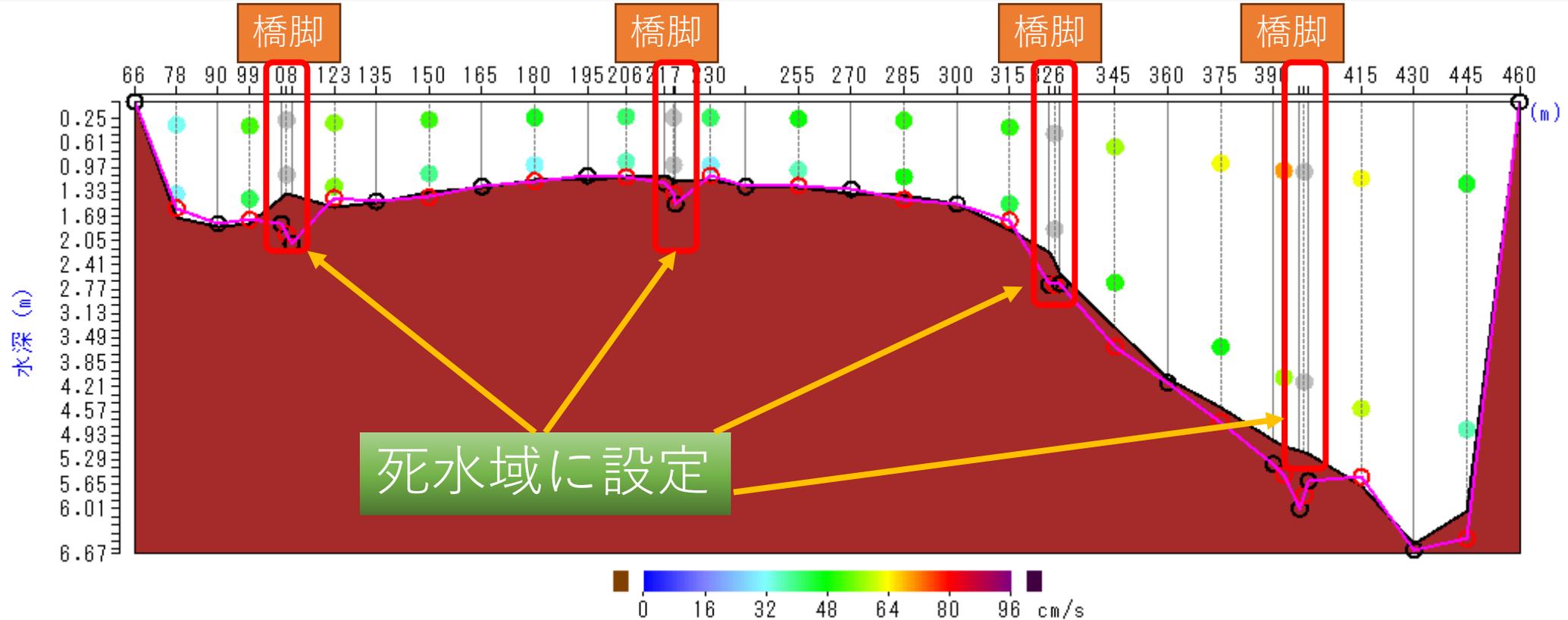
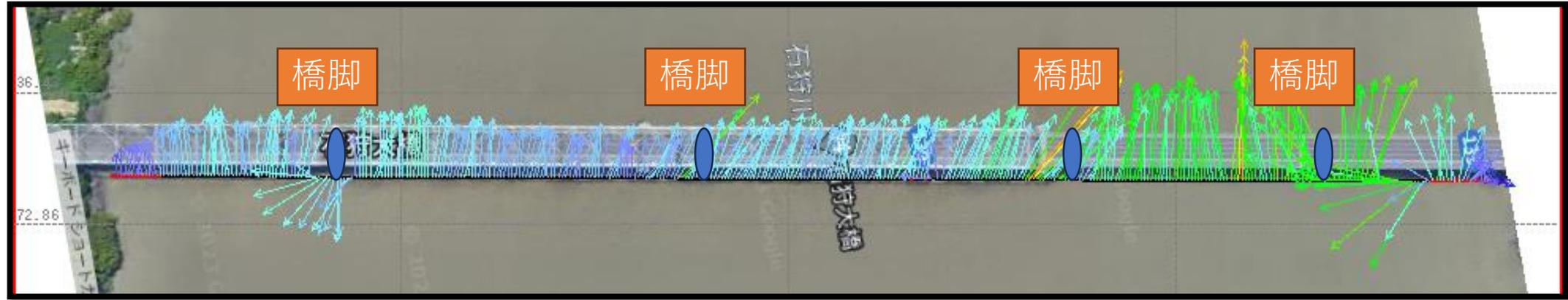


「死水域」に設定

区分流量
ゼロで計算

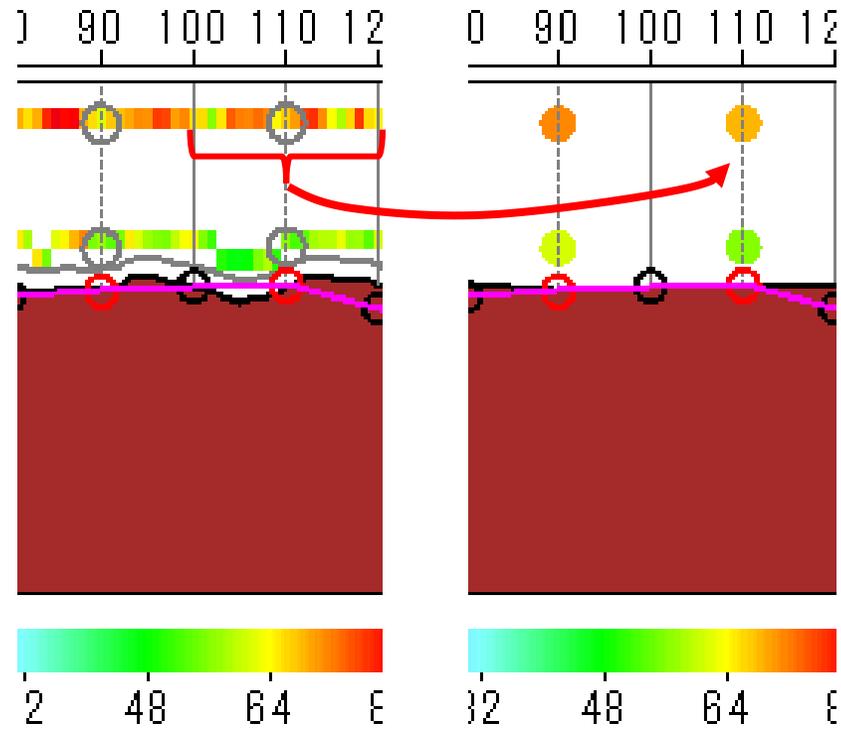


3. 遊水・死水域の取扱（橋脚の影響などを除去）



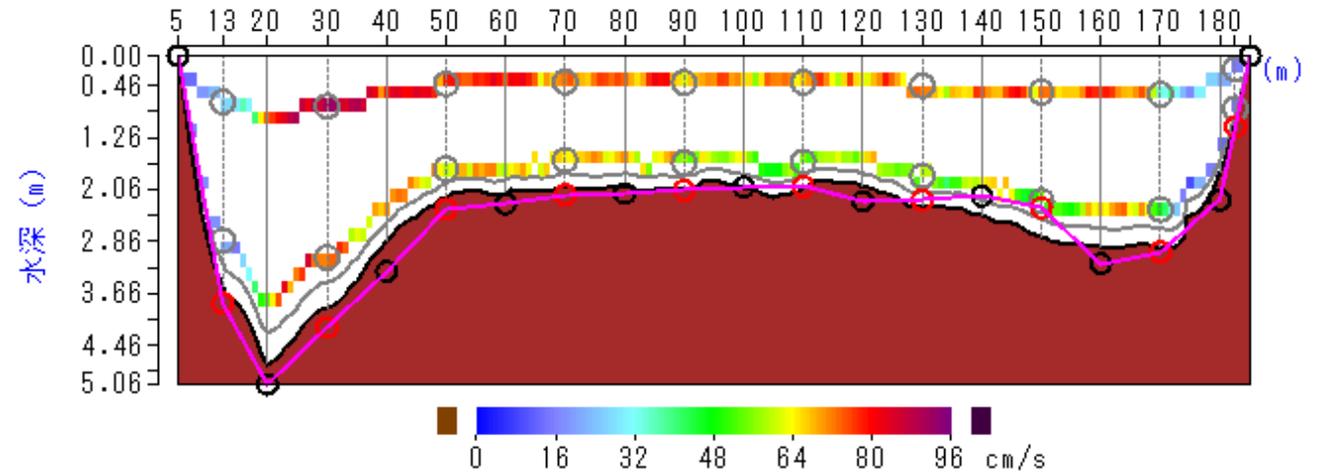
4. 2割8割の区分内の平均値を使う(2・8割区分ave)

区分内の2割, 8割,
それぞれを平均

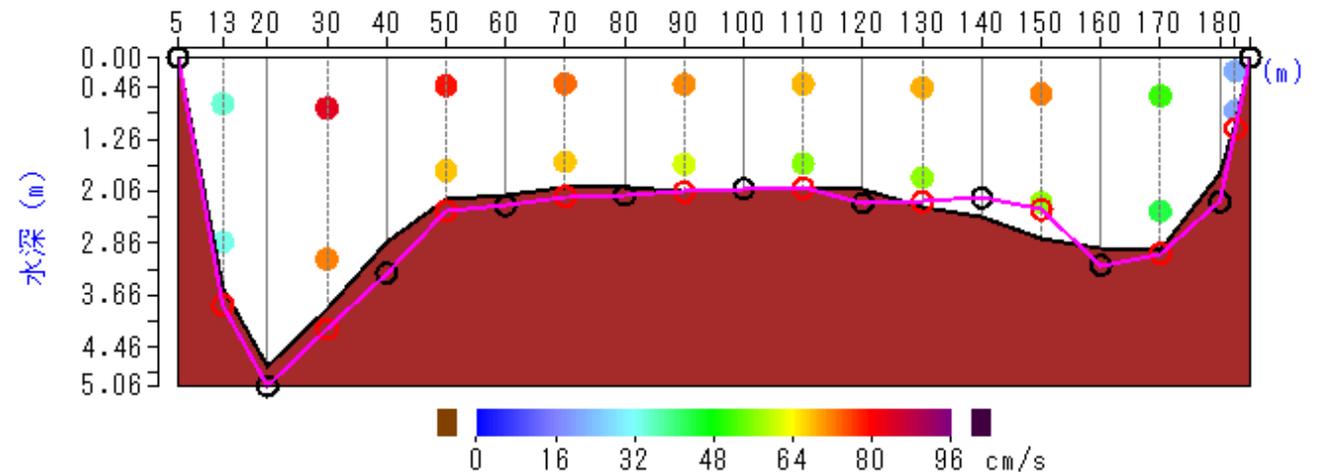


局所的なバラツキを低減できる

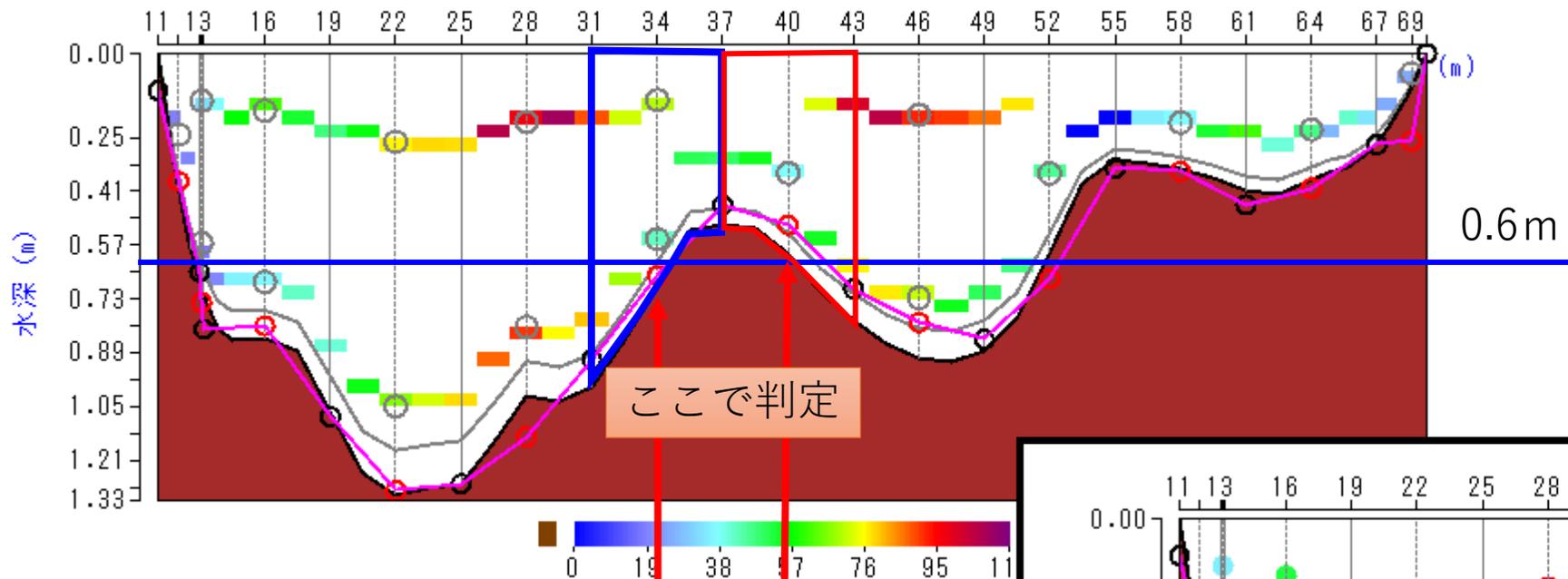
2割8割の全データ



2割8割の区分内平均



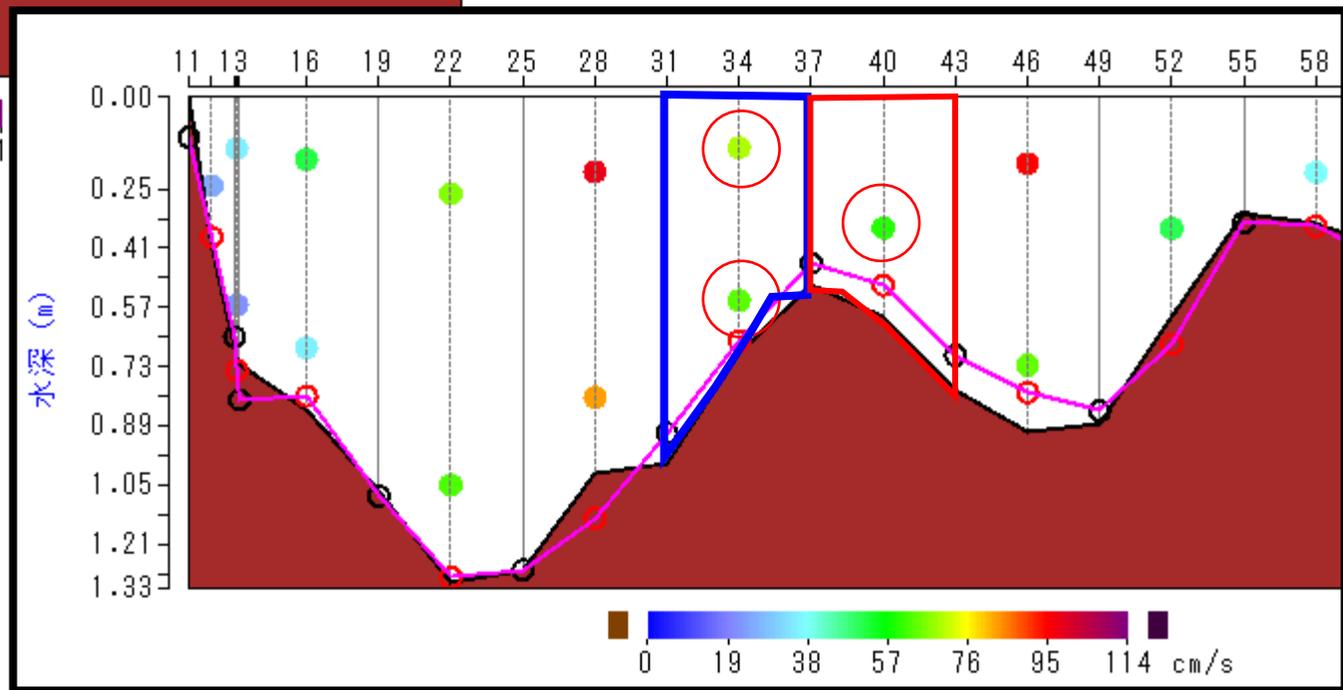
4. 区分内に2点法と1点法が混在するケース



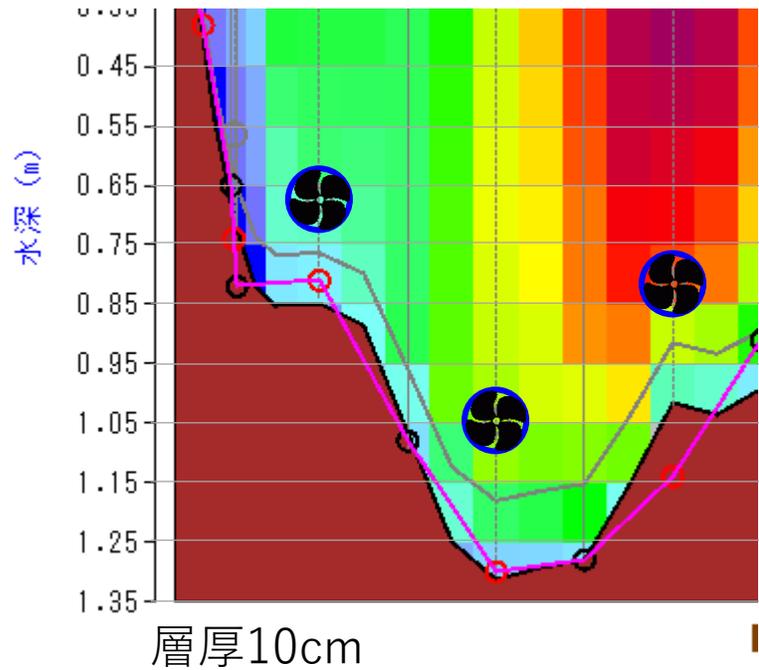
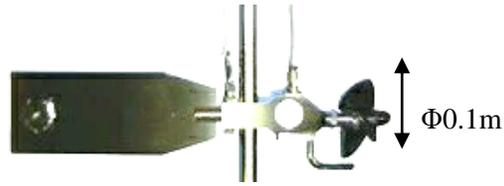
区分内の平均は、
2点法もしくは1点法
いずれか一方のみ

区分内は全て2点法 0.75m

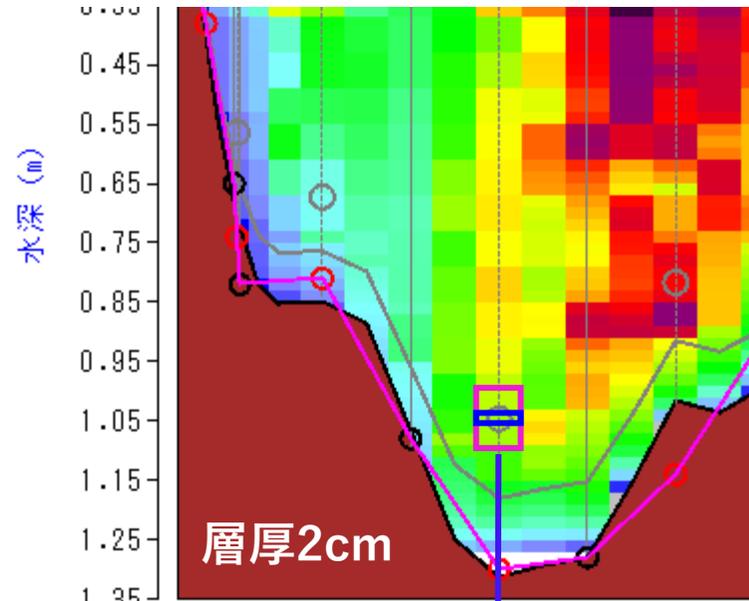
区分内は全て1点法 0.59m



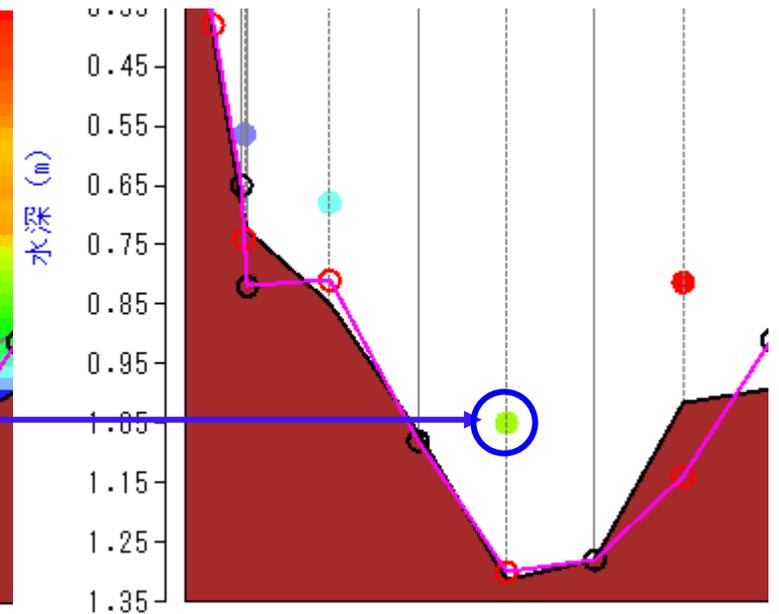
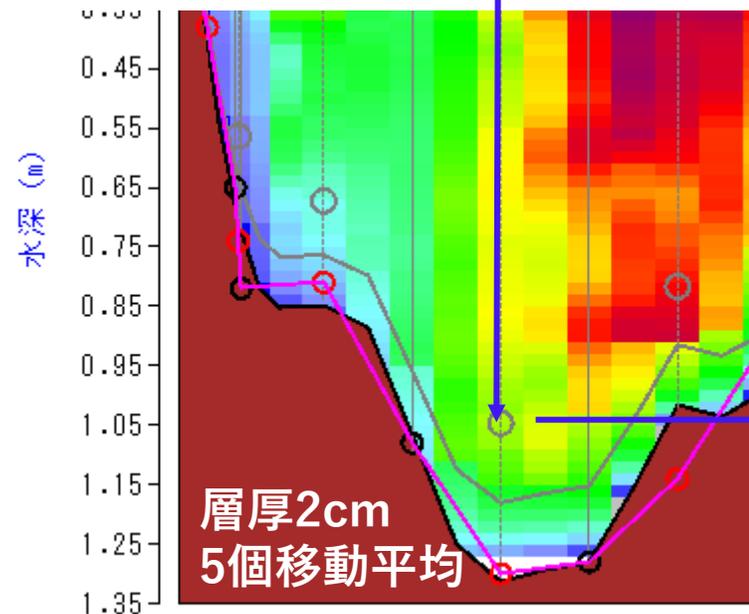
その他要望, 鉛直方向10cmの仮想層厚を計算する方法



10cm層厚の場合流速範囲が不明確になる恐れ
流速計の高さに合わせた10cm層厚を抽出したほうが良いのではないかな?

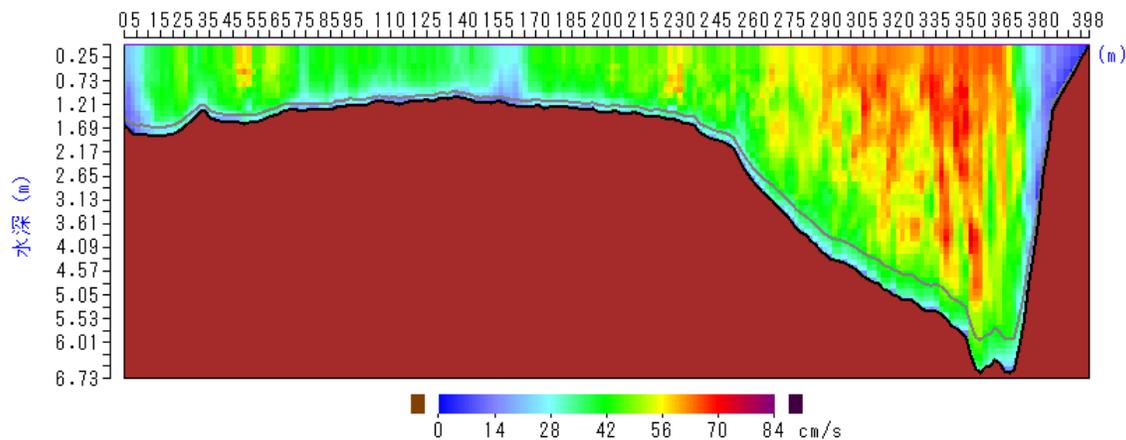


- ・ 層厚を2cmに設定して再計算
- ・ Y方向5個で移動平均
- ・ 測流位置における仮想10cm層厚

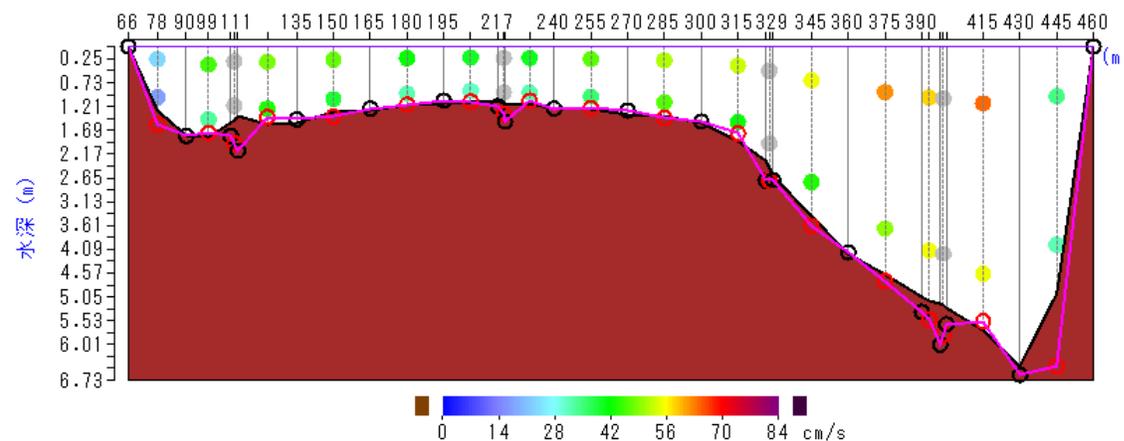


従来法と整合させるための新たな計算方法 一覧

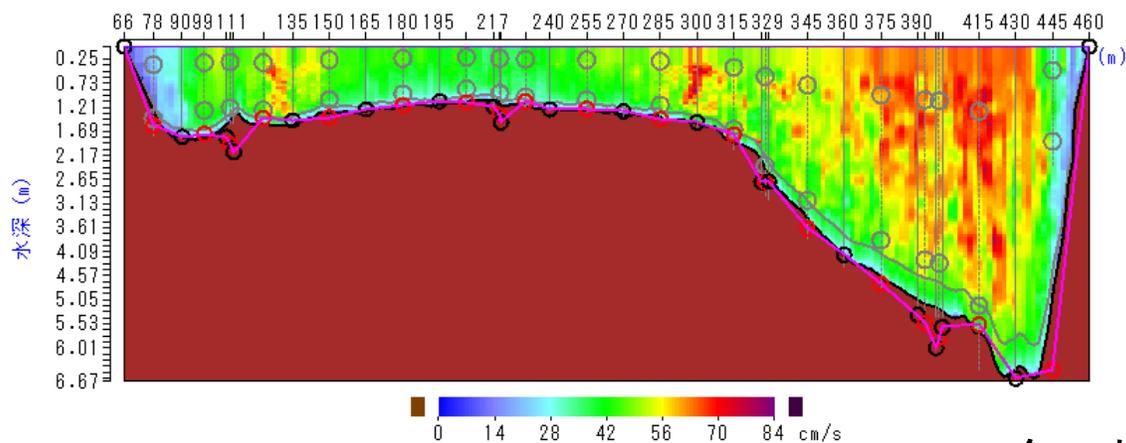
オリジナル法_Ens毎 直交成分(蛇行航跡) 1ケース



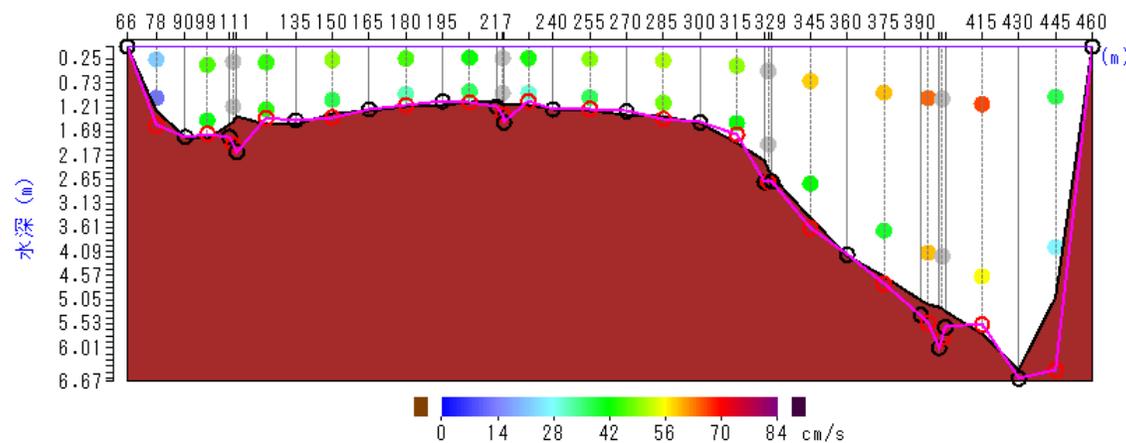
b. 2・8割区分spot_直交成分 and 絶対流速 2ケース



a. 全断面直線化_直交成分 and 絶対流速 2ケース



c. 2・8割区分ave_直交成分 and 絶対流速 2ケース



合計 7 ケース

データ処理の手順

流速成分の選択

計算ケースの選択

1点法切り替え水深の設定

断面読込

直交 絶対

a.標準法

b.28割Ens

c.28割区分spot

d.28割区分ave

断面リセット

1点法切替水深(m)

0.6

0は切替無し

左岸補完距離

緯度経度計算

0 m

断面ファイルから

0 m

任意

0 m

帳票出力

一括計算

水平流速分布図

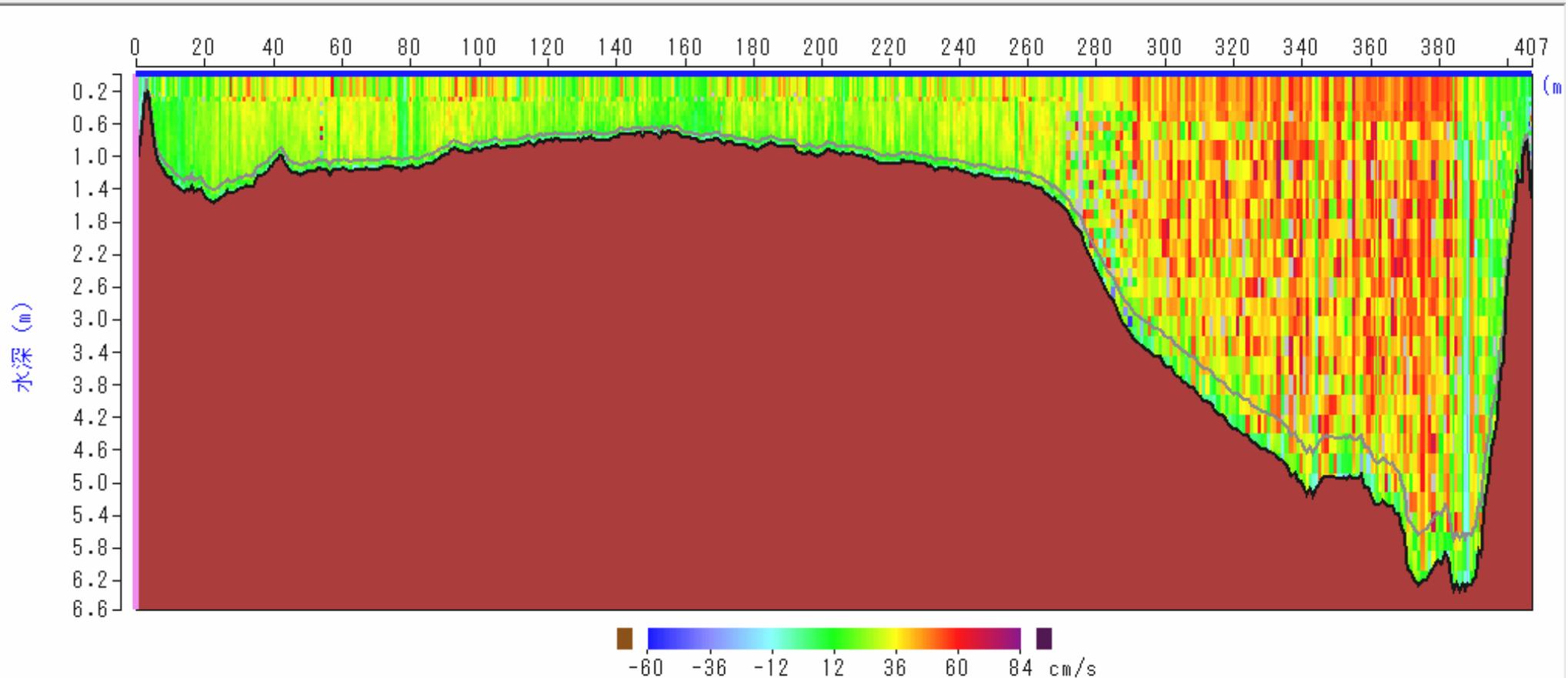
1 / 329

層目選択

X軸長さ可変

902 px /

407.1 m



超便利、ボタン1つで8ケースの一括計算が可能

流量算出

- 流速リファレンスの選択
 - BT
 - 外部GGA
 - 外部VTG
- 航跡のソース選択
 - BT
 - 外部GGA
 - VTG
 - 内蔵GGA
- リファレンス計算用コンパスソース
 - 内部コンパス
 - GNSSコンパス
 - GNSSコンパス
 - 内部コンパス自動補正
- センサー吃水深
 - 1.11 [m]
- ノイズフィルター設定
 - フィルター
 - 10.03 [deg]
- 航跡直線化
 - 自動(始終点)
 - 任意固定方位
- 流下軸成分
 - 0.00 [deg]
 - 航跡直交(Ens毎)
 - 横断方向と直交
 - 平均流向
 - 絶対流速値
- 土砂輸送計算
 - SS流量
 - 流砂量
 - 河床平均粒径 0.1 [mm]

- 横断距離平均 1 [m]
- ボトム計算方法
 - 2BAve
 - 4BmAve
 - 鉛直Bm
 - 傾斜補正
- サイドローカット 5 [%]
- 負値カット
 - 正負反転
- 欠測データの補完
 - 実測範囲内挿補完
 - 河床欠測補完
- 水面・ボトム補完 / 計算利用層数
 - 水面補完 Constant 5
 - ボトム補完 Log-Law 5
 - ピーク水深比 0
- 左右岸の未計測エリアの補完
 - 左右岸判定
 - 自動反転
 - 反転
 - 左岸補完
 - 距離 3 [m]
 - 形状 三角
 - 1 [円]
 - 右岸補完
 - 距離 1.59 [m]
 - 形状 三角
 - 1 [円]

1.1	ファイル名	ishikarioohashi2_LPD0	4.1	水面幅(m)	389.1
1.2	アンサンブル数	386	4.2	断面積(m ²)	891.55
1.3	観測開始日時	2023/06/14 09:43:57	4.3	平均流速(cm/s)	36.94
1.4	観測終了日時	2023/06/14 09:49:57	4.4	最大流速(cm/s)	65.9
1.5	経過時間(秒)	360	4.5	航走始終点方位(°)	10.00
1.6	左右岸スタート	左岸	4.6	航跡直線化方位(°)	10.03
2.1	トータルQ	320.57	4.7	平均流向(°)	279
2.2	プラスQ	0.00	5.1	流下軸成分(deg)	絶対流速
2.3	マイナスQ	0.00	5.2	距離平均(m)	1
2.4	実測Q	320.57	5.3	上層補充方法	Constant
2.5	上層補充Q(m ³ /s)	0.00	5.4	下層補充方法	Log-Law_5
2.6	下層補充Q(m ³ /s)	0.00	5.5	サイドローブ(%)	5
2.7	左岸補充Q(m ³ /s)	0.00	5.6	左岸補充方法	三角_1
2.8	右岸補充Q(m ³ /s)	0.00	5.7	左岸補充距離(m)	3
2.9	Uncertainty(%)	± 3.8	5.8	右岸補充方法	三角_1
2.10	Uncertainty(m ³ /s)	± 13	5.9	右岸補充距離(m)	1.59
3.1	浮遊砂量(m ³ /s)	ND	6.1	流量計算条件	d.0.28割区分ave...
3.2	流砂量(m ³ /s)	ND			

出力ファイル名 札幌勉強会_DischargeResult.csv Excelで開く Mes 再計算

FluxFloat 鉛直グラフ 水平グラフ

断面選定 直交 絶対 a.標準法 b.28割Ens c.28割区分spot d.28割区分ave 断面リセット 1点法切替水深(m) 0.0 (は切替無し)

左岸補充距離 緯度経度計算 6.49 m 断面ファイルから 3.00 m 任意 3 m 帳票出力 一括計算

水平流速分布図 1 / 329 層目選択 X軸長さ可変 1057 px / 389.1 m

鉛直流速分布図 0 Ens 0 m 選択

札幌勉強会_DischargeResult_20230823094040.csv - Excel

Q15

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z		
1	ファイル名	アンサンブル数	観測開始日時	観測終了日時	経過時間(秒)	左右岸スタート	トータルQ	プラスQ	マイナスQ	実測Q	上層補充Q	下層補充Q	左岸補充Q	右岸補充Q	Uncertainty(%)	Uncertainty(m ³ /s)	浮遊砂量(m ³ /s)	流砂量(m ³ /s)	水面幅(m)	断面積(m ²)	平均流速(cm/s)	最大流速(cm/s)	航走始終点方位(°)	航跡直線化方位(°)	平均流向(°)	流下軸成分(deg)		
2	Batch processing																											
3	ishikariool	416	2023/6/14 9:43	2023/6/14 9:49	360	左岸	306.22	306.04	0	266.5	30.27	9.27	0.05	0.13 ± 3.6	± 12	N.D	N.D	418.86	950.81	36.86	65.9	10.2	無し	279	Ens直交成			
4	ishikariool	386	2023/6/14 9:43	2023/6/14 9:49	360	左岸	291.24	291.16	0	253.73	29.17	8.26	0.01	0.08 ± 3.8	± 12	N.D	N.D	389.1	895.32	36.94	65.9	10	10.03	279	-79.97			
5	ishikariool	386	2023/6/14 9:43	2023/6/14 9:49	360	左岸	288.1	0	0	288.1	0	0	0	0 ± 3.8	± 11	N.D	N.D	389.1	895.32	36.94	65.9	10	10.03	279	-79.97			
6	ishikariool	386	2023/6/14 9:43	2023/6/14 9:49	360	左岸	299.22	0	0	299.22	0	0	0	0 ± 3.8	± 12	N.D	N.D	389.1	891.55	36.94	65.9	10	10.03	279	-79.97			
7	ishikariool	386	2023/6/14 9:43	2023/6/14 9:49	360	左岸	280.03	0	0	280.03	0	0	0	0 ± 3.8	± 11	N.D	N.D	389.1	891.55	36.94	65.9	10	10.03	279	-79.97			
8	ishikariool	386	2023/6/14 9:43	2023/6/14 9:49	360	左岸	330.14	330.02	0	286.35	32.99	10.69	0.01	0.1 ± 3.8	± 13	N.D	N.D	389.1	895.32	36.94	65.9	10	10.03	279	絶対流速			
9	ishikariool	386	2023/6/14 9:43	2023/6/14 9:49	360	左岸	326.73	0	0	326.73	0	0	0	0 ± 3.8	± 13	N.D	N.D	389.1	895.32	36.94	65.9	10	10.03	279	絶対流速			
10	ishikariool	386	2023/6/14 9:43	2023/6/14 9:49	360	左岸	346.42	0	0	346.42	0	0	0	0 ± 3.8	± 14	N.D	N.D	389.1	891.55	36.94	65.9	10	10.03	279	絶対流速			
11	ishikariool	386	2023/6/14 9:43	2023/6/14 9:49	360	左岸	320.57	0	0	320.57	0	0	0	0 ± 3.8	± 13	N.D	N.D	389.1	891.55	36.94	65.9	10	10.03	279	絶対流速			
12	End of Batch processing																											

8ケース同時に計算実行・出力

流速 (cm/s)

水深 (m)

計算結果の帳票出力が可能、従来型の流量計算書に対応

帳票出力



観測開始日	観測終了日時	経過時間(左岸スタート)	U(uncertain)	Uncertain	水面高(m)	断面積(m ²)	平均流速(最大流速)	(航走始終点航路直線)	平均流向(流下軸成分)	距離(m)	絶対流速				
2023/6/14	9:49	360	左岸	322.44 ± 6.6	± 22	390.04	869.28	37.33	81.1	10	10.03	269			
測線番号	左岸からの距離	水深	2割器深	2割器深	6割器深	6割器深	8割器深	8割器深	平均流速	平均水深前	平均水深後	区分幅前	区分幅後	区分幅前	区分幅後
1	14.5	0													
2	24.3	1.27	0.25	0.19	9999	99.99	1.02	0.12	0.16	0.64	1.39	9.8	9.7	6.27	13.5
3	34	1.509													
4	43	1.494	0.3	0.33	9999	99.99	1.19	0.24	0.28	1.5	1.38	9	9	13.5	16.2
5	52	1.266													
6	55	1.161	0.23	0.37	9999	99.99	0.93	0.27	0.32	1.21	1.2	3	12	3.63	6.27
7	67	1.237													
8	79	1.221	0.24	0.35	9999	99.99	0.98	0.29	0.32	1.23	1.2	12	15	14.76	16.2
9	94	1.183													
10	109	0.968	0.19	0.4	9999	99.99	0.77	0.28	0.34	1.08	0.92	15	15	16.2	16.2
11	124	0.88													
12	139	0.844	0.17	0.32	9999	99.99	0.68	0.23	0.27	0.86	0.83	15	11	12.9	12.9
13	150	0.809													
14	161	0.797	0.16	0.31											
15	164	0.749													
16	174	0.855	0.17	0.35											
17	184	0.908													
18	199	0.975	0.2	0.37											
19	214	1.049													

流量計算書に必要な情報が一括出力可能

流量計算書

世界測地系(測地成果2011)

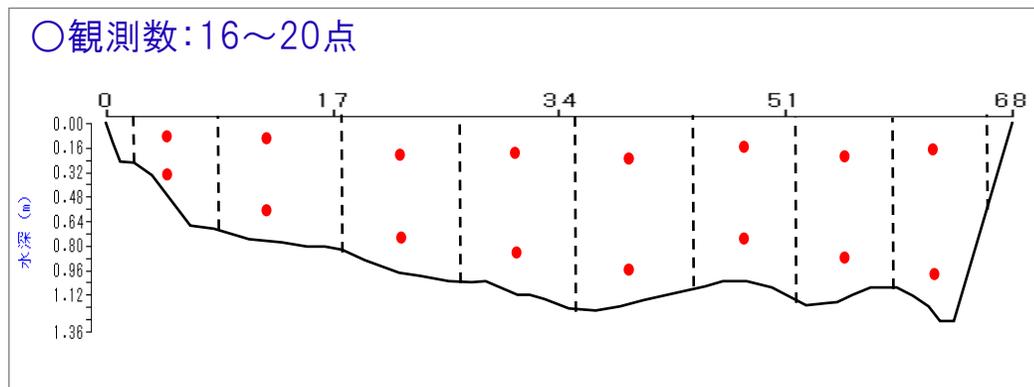
観測所名	岩見沢大橋	観測所記号	3010312811010990	水面勾配測定	流速計	水面勾配	流量Q	96.31	平均流速V-Q/A
観測年月日	3/9/6	観測番号	16	年間番号	25	名称No	三映2	型No	83577
測定者	竹嶋 伸一	水位測定	上~中d ₁	0.00	0.00	検定式	V=0.159N+0.007	水位差H	0.015
記録者	亀岡 雅史	基準	中~下d ₂	500.00	500.00	検定年月日	3/4/23	距離D	500.00
気象	天候 晴れ	観測時間	0.68	上流h ₁	0.680	0.880	測定方法	舟・筏等・橋上	平均勾配
	風向 山下	終り	15:20	0.88	中間h ₂	0.680	0.880	秋田 康行	33333
	風力 弱風	平均	14:15	0.78	下流h ₃	0.665	0.858	検査者	22727
								亀岡 雅史	1/26316
									1 (H/D)
									26316
									0.0062

測線番号	左岸よりの距離(m)	積雪深(水厚上)	水深(下)	モロミ厚(有効水深)	器深	音数	時間(sec)	点流速	断面平均流速	平均水深	断面幅	断面積	合計	流量	断面積A	水面幅B
1	9.60	0.00	0.00	0.00	0.65	0	124.8	131.8	128.3	0.00	1.63	5.20	8.48			備考
2	14.80	3.17	3.35	3.26	2.60	0	148.7	132.4	140.6	0.00	3.88	5.20	20.18	28.66	0.00	10回1音
3	20.00	4.40	4.58	4.49	0.68	47	124.2	125.5	124.9	0.61	3.94	10.00	39.40			
4	30.00	3.29	3.47	3.38	2.72	29	126.1	122.7	124.4	0.38	2.95	10.00	29.50	68.90	34.45	
5	40.00	2.40	2.62	2.51	0.31	49	127.3	127.0	127.2	0.62	2.03	10.00	20.30			
6	50.00	1.49	1.61	1.55	1.24	40	125.9	126.7	126.3	0.51	1.51	10.00	15.10	35.40	20.18	
7	60.00	1.36	1.56	1.46	0.26	35	125.6	122.6	124.1	0.46	1.39	10.00	13.90			
8	70.00	1.23	1.39	1.31	1.04	30	128.1	127.7	127.9	0.38	1.32	10.00	13.20	27.10	11.38	
9	80.00	1.25	1.41	1.33	0.25	31	127.6	126.6	127.1	0.39	1.30	10.00	13.00			
10	90.00	1.19	1.35	1.27	1.00	23	126.1	126.1	126.1	0.30	1.25	10.00	12.50	25.50	8.93	
11	100.00	1.12	1.32	1.22	0.25	21	129.5	127.8	128.7	0.27	1.23	10.00	12.30			
12	110.00	1.11	1.37	1.24	1.00	14	123.5	124.2	123.9	0.19	1.32	10.00	13.20	25.50	5.87	
13	120.00	1.31	1.49	1.40	0.29	12	124.0	124.7	124.4	0.16	1.42	10.00	14.20			
14	130.00	1.35	1.51	1.43	1.16	5	121.2	124.8	123.0	0.07	1.41	10.00	14.10	28.30	3.40	
15	140.00	1.33	1.45	1.39	0.33	16	127.5	125.7	126.6	0.21	1.53	10.00	15.30			
16	150.00	1.58	1.74	1.66	1.32	7	131.3	127.6	129.5	0.09	2.04	10.00	20.40	35.70	5.36	
17	160.00	2.35	2.47	2.41	0.45	14	126.4	124.0	125.2	0.18	2.34	10.00	23.40			
18	170.00	2.21	2.31	2.26	1.80	10	122.6	124.1	123.4	0.14	1.87	10.00	18.70	42.10	6.74	
19	180.00	1.43	1.51	1.47	0.29	12	124.0	124.7	124.4	0.16	1.42	10.00	14.20			
20	181.80	0.30	0.34	0.32	0.18	0	123.9	123.0	123.5	0.00	0.90	1.80	1.62	1.91	0.00	
21	183.60	0.00	0.00	0.00	0.18	0	123.9	123.0	123.5	0.00	0.16	1.80	0.29			

セルまたぎへの対応は困難
※DX時代に即した書式に見直し必要

考え方としては、現行法のシングル流速計にADCPが加わるイメージ

現行法 (シングルポイント流速計2点法：2割8割区分断面法)



- ・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 & UHS-Boat

まとめ (ADCPと従来法との整合性について)

- 現行法に合わせて、**絶対流速値**と**直交成分**を選択する
- 計算ケースは、**2・8割区分断面spot** or **2・8割区分断面ave**
- 水深0.6m以浅は1点法を採用
- 仮想10cm層厚で計算 (層厚2cm, Y方向5個移動平均)
- 横断方向に直線化, 距離平均, 左右岸補完を行う
- ボトムは対数則, 上層は対数則かconstで補完

以上により現行法と±5%以内で整合するか, 検証を実施

Uncertaintyより小さな数字を追及しても意味がない
±2%以内の誤差は気にしない (パラメーターで容易に変動)

低水流観でラジコンボートを使うメリット

1. 流速が速い場所でも安全に計測できる（自走速度1.5m/s）→高速化開発中
2. 水深が深くても問題無く計測できる（浅場は水深30cm必要）
3. 川幅が広くても短時間で計測できる（川幅300m×4観測で30分から40分）
4. 感潮河川や逆流・バックウォーターが生じてても正しく計測出来る
5. 積雪下でも最小限の人員（2名）と時間で計測できる
（現在自動計測を開発中，R6年3月リリース予定）
6. 観測生データはデジタルで保存できる(DX化)
7. 既に持っているADCPを活用できる（簡易3D測量などにも応用）

選べるカラバリ ~日本の川をカラフルに彩りましょう~ by橋場

Flashy Pink
Ultra High Speed Boat



オールピンクな出で立ちは、かわいいーピンクが大好きな男性にもお勧めです

Noble Violet
Ultra High Speed Boat



Fire Bird
Ultra High Speed Boat



黒をベースに、オレンジ色のファイヤーロードをあしらったマスタングな1台です。アメリカンなあなたにおすすめの黒です

ご静聴ありがとうございました

Italian Blue
Ultra High Speed Boat



水上で映えるイタリアンブルーを基調にしましたおしゃれなあなたにおすすめの青です

Bright Green
Ultra High Speed Boat



マセラティのような明るい緑は水上で目立つこと間違いなし誰よりも元気いっぱいあなたにおすすめの緑です

Ferrari RED
Ultra High Speed Boat



情熱のイタリアン・フェラーリレッドでアドレナリン分泌させてあなたの疲れを癒やします