

1. 合同流量観測における ADCP および電波式流速計 による観測結果

中央大学大学院

井上敬太

【講演】

<スライド 1>

それでは、合同流量観測における ADCP および電波式流速計による観測結果について、中央大学の井上が発表します。よろしくお願いします。

<スライド 2>

初めに合同流量観測における目的ですが、一堂に流量観測を実施して観測した結果を共有・比較することで技術力の向上を目指すことと、非接触型流速計測法の現場実装における留意点について検証することを目的としています。中央大学としては、私の研究の鉛直流速分布の不感帯であるデータが取得困難な領域の推定や、velocity dip の再現、またその再現手法の妥当性評価の目的で、データを取得するために参加しています。この velocity dip とは、実河川で大気摩擦によって最大流速が水面ではなく水面下で発生する現象のことで

<スライド 3>

観測地点は新潟県を流れる信濃川水系の魚野川です。信濃川がこのように流れていまして、魚野川がこちらから流れて信濃川に合流します。その魚野川の根小屋橋地点で観測を行いました。自分が参加したのは、第 1 回目は 2024 年 8 月 25 日から 27 日、2 回目は 2025 年 4 月 13 日から 15 日に観測を行いました。

<スライド 4>

こちらは観測日の堀之内の水位と小出の降雨量です。水位は水文水質データベースから、雨量は気象庁の過去の気象データを引用しています。第 1 回の時は初日の 25 日の夜に 1 時間で最大 14mm の雨を観測し、約 0.8m の水位の上昇が見られています。第 2 回目は 4 月で融雪時期であり、第 1 回目と比べて水位が約 1m 上昇しています。

<スライド 5>

観測項目と観測方法を示します。電波式流速計と ADCP を用いて観測を行いました。主な取得データは電波式流速計で 1 点の表面流速、ADCP 定点観測で 1 鉛直の流速データ、ADCP 横断観測で流速横断分布を観測しました。電波式流速計は写真のように欄干に固定して、RTK 測量で欄干の位置情報を取得しています。観測間隔は 1 秒です。定点観測は橋上に 2 カ所設置しています。こちらも RTK 測量で欄干の位置情報を取得しています。横断観測は事務局が毎正時に横断観測を行っているため、その間の毎時 30 分に観測を行っています。

ADCP の観測のコマンドを表に示します。ADCP の観測間隔は 1.58 秒間隔です。

<スライド 6>

ADCP データ処理方法を示します。ADCP データはハイドロシステム開発さんの処理ソフト、VA4 を用いています。処理については事務局と同じ処理を行っていて、定点観測では北を 0 度として流下軸方向を 307 度に設定しています。傾斜補正や欠測補完を行い、ノイズ除去なども行っています。横断観測ではそれに加えて船跡直線化と、流量算出時に上層

を二次関数法で補完しています。

<スライド 7>

2024 年第 1 回の電波式流速計データを示します。横軸が 25 日正午から 27 日正午までとなっています。表面流速の平均流速は約 1.3m/s ほど出ていました。左岸と右岸ではあまり差がない結果となりました。赤枠の部分では 25 日の降雨の影響で流速が大きくなっていることが分かります。

<スライド 8>

ADCP 定点データです。左岸のデータですが、降雨がある期間で水位が上がっているのが分かります。平均水深が 1.36m と 1.44m、平均流速が 166cm/s と 155cm/s でした。水位が上がっているところは後で少し詳説します。

<スライド 9>

こちらは左岸の続きで、水位変動もほとんどなく、平均水深が 1.12m と 1.08m で、平均流速が 155cm/s と 148cm/s となっています。

<スライド 10>

先ほどの左岸の 1 日目の ADCP データですが、上の図が先ほどまで示していた水面基準のもので、下の図がボトム基準に変換したものです。VA4 の機能で、ボタン一つででき、水位変化が見やすくなっています。0.8m の水位変化をこのように表現していることが分かります。

<スライド 11>

右岸のデータです。2 日目の 26 日からのデータとなります。平均水深は 0.98m と 0.86m、平均流速が 138cm/s と 125cm/s で、左岸より遅い結果となりました。

<スライド 12>

横断観測です。第 1 回の 8 月の観測では、雨で水位が上がるまでは川の中央辺りに浅瀬があり、ADCP を持ち上げて移動観測を行いました。それがこちらにデータとして出ています。

<スライド 13>

中央大学のデータとして既に観測者に提供している ADCP の横断データを表にまとめたものです。初日に 2 往復、2 日目に 9 往復しています。流量についてですが、1 日目の降雨前で流量が毎秒 50m³ 前後となり、2 日目の降雨後、水位が落ち着いた時点で毎秒 100m³ 前後となりました。

<スライド 14>

次に 2 回目の 2025 年 4 月の電波式流速計データです。横軸が 13 日の正午から 15 日の正午までとなっています。表面流速の平均流速は左岸で 2.7m/s、右岸で 2m/s ほど出ていて、左岸のほうが流速が速い結果となりました。

<スライド 15>

左岸の ADCP 定点データです。少し水位変動がこちら辺ではありますが、平均水深が 1.97m

と 1.93m、平均流速が 251cm/s と 253cm/s でした。

<スライド 16>

こちらは 14 日から 15 日にかけてと 15 日の ADCP 観測結果で、平均水深が 1.92m と 1.72m、平均流速が 250cm/s と 236cm/s となっています。

<スライド 17>

これが右岸のデータになります。平均水深が約 2m で平均流速が約 190cm/s という結果で、電波式流速計と同様に、左岸のほうが流速が速い結果となりました。

<スライド 18>

横断データを表にまとめたものです。4 月のデータはまだ共有していませんが、他観測者と同じタイミングで観測させてもらうことを考えています。流量については、融雪の影響もあり流量が増えていて、毎秒 450m³前後という結果となりました。

<スライド 19>

魚野川の水位と流量の関係を示します。河床断面は 2 回目の 2025 年の時に事務局が作成した河床断面です。8 月に比べて、融雪の影響もあり、4 月のほうが流量が大きく出ています。2 回分のデータなので、また継続して合同流量観測に参加して観測を行いたいと考えています。

<スライド 20>

観測のまとめです。8 月より 4 月の流速と流量が大きく、融雪の影響が顕著に表れました。また左岸と右岸で比較した時に、左岸のほうが流速が大きく、主流部であると分かりました。

<スライド 21>

観測結果報告は以上になりますが、まだ時間がありますので、目的にも出ていた velocity dip の話を少ししたいと思います。

<スライド 22>

先ほど話した velocity dip の水面下で最大流速が発生するという現象を表現したくて研究をしています。今までの対数則や他の鉛直流速分布では、単調に増加するなど、それぞれ一長一短があります。

<スライド 23>

そこで自分は新しいモデルを提案しました。新たに提案したモデルは、三角関数の正弦を用いた手法で、Levenberg-Marquardt 法によりパラメータを設定する手法です。それぞれ a の河床に流速値を与えない場合と、b の河床に流速値 0cm/s を与えた場合になります。それぞれ各 2 ケースで例示を示しています。どちらの場合も velocity dip を再現し、河床に流速 0cm/s を与えた場合のほうが、河床の流速に引っ張られることで、曲率が大きくなるのが分かります。

<スライド 24>

使用したデータですが、魚野川では8月のデータで解析を行い、河川シンポジウムのほうではポスターに載せましたが、本日は魚野川のデータではなく利根川のデータとなります。

<スライド 25>

解析手法はこちらの3つで、決定係数と相関係数の比較、パラメータの比較、表面流速の比較を行っています。

まず各モデルそれぞれ **Levenberg-Marquardt** 法により鉛直流速分布を推定しています。推定したものと観測値の決定係数と相関係数を算出したものを比較しています。そして、その推定した鉛直流速分布の各パラメータの値を比較しています。またその鉛直流速分布の表面流速と観測した電波式流速計の観測値の比較を行いました。これらの解析において、河床に流速値を与えない場合の **a** と、河床に流速 **0cm/s** を与えた場合の **b** の、2通りを検討しました。

<スライド 26>

決定係数と相関係数を表に示します。オレンジ色の塗りつぶしは、決定係数と相関係数のそれぞれ中央値上位2つを示しています。河床に流速値を与えない場合の新モデルの決定係数の中央値が一番大きく、相関係数は上位2つに入っています。河床に流速値を与えた場合に、**MEM *umax***法の決定係数と相関係数は、どちらも中央値が一番大きい値となりました。これらのことから、新モデルの河床に流速値を与えない場合で、**ADCP** 観測データの再現性が高いといえます。

<スライド 27>

モデルのパラメータの表を示します。項目は各パラメータの相対変動分布の中央値と標準偏差を示しています。**MEM *umax***法の **h** の標準偏差は、突出して大きい値を示してばらつきがあるため、不確実性が大きいです。新モデル含むその他のモデルは、比較的ばらつきは小さいことが分かりました。

<スライド 28>

次に各手法で推定した表面流速と電波式流速計観測値の比較を示します。黒いものが電波式流速計の観測値と他のものが推定した表面流速の相対変動分布です。左の図が河床に流速値を与えない場合で、右の図が河床に流速を与える場合の図で、矢印はそれぞれ中央値を示しています。それぞれの手法の中央値と標準偏差は下の表に示しています。河床に流速値を与えた場合の二次関数法が、観測値の中央値に最も近い値となりました。次いで新モデルの **b**、**a** の順番で、中央値に近い値となっています。新モデルは表面流速の再現性も高いことから、**velocity dip** の再現性が高いと言えます。

<スライド 29>

まとめです。本研究は、新たに **velocity dip** を再現する手法を検討することを目的として、三角関数の正弦を用いた手法を提案しました。新モデルを用いて解析を行った結果、

決定係数と相関係数、各パラメータの比較からは、新モデルは河床に流速値を与えない場合に ADCP 観測データの再現性が高く、パラメータのばらつきは小さいという結果となりました。また表面流速の比較の結果から、**velocity dip** の再現性が高いと言えます。**velocity dip** の再現に優れていると考え、4 月のデータや今後観測するデータでも解析を続けていこうと考えています。

以上で終わります。ご清聴ありがとうございました。



合同流量観測におけるADCPおよび 電波式流速計による観測結果

中央大学大学院
中央大学

○井上敬太
手計太一

2025/06/21 2025年河川観測高度化シンポジウム

はじめに

合同観測会における目的

- 一堂に流量観測を実施し、観測した結果を共有・比較することで技術力の向上を目指す。
- 非接触型流速計測法の現場実装における留意点について検証することを目的とする。

中央大学の目的

- 鉛直流速分布の不感帯の推定や、Velocity dipの再現の研究のため
- Velocity dipの再現手法の妥当性評価のため

求めるデータ

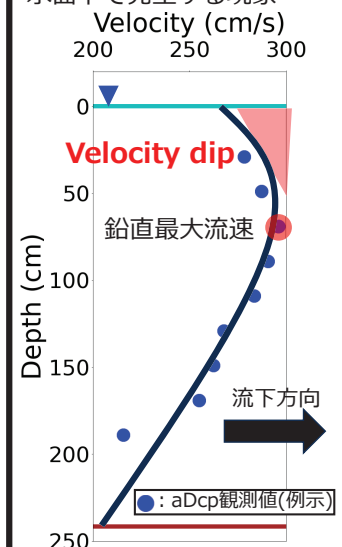
- 半日以上の長期的な鉛直流速分布の時系列データを収集



2

Velocity dipとは

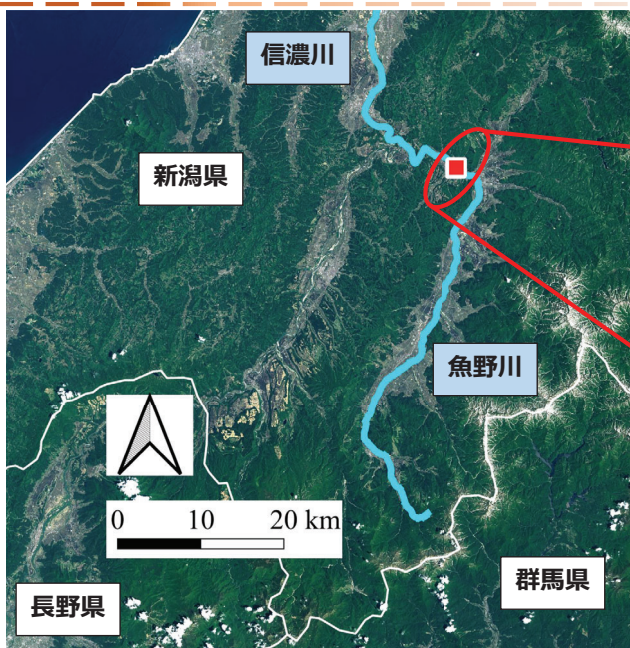
大気摩擦により最大流速が
水面下で発生する現象



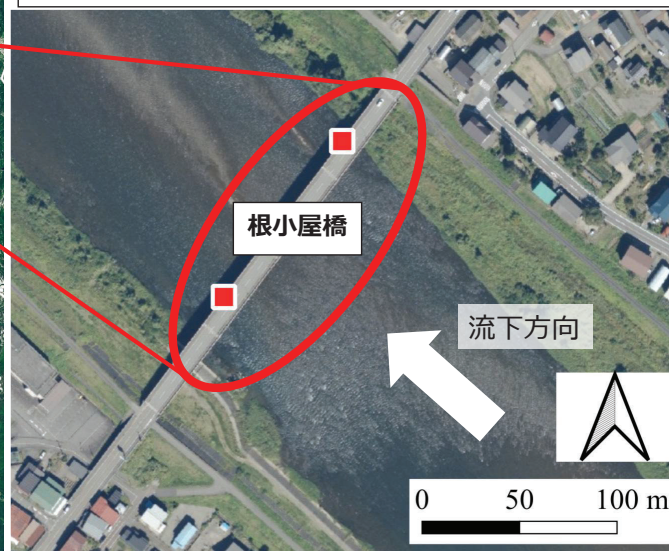
観測地点 根小屋橋（信濃川水系魚野川）



3



観測時期：第1回：2024年8月25日～27日
第2回：2025年4月13日～15日



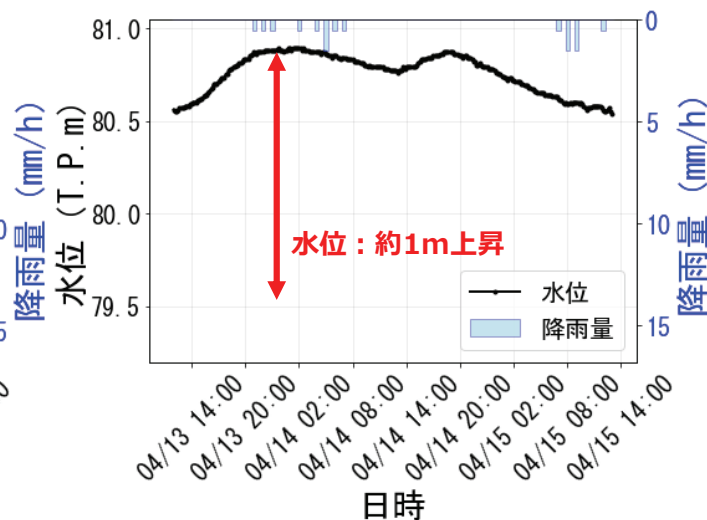
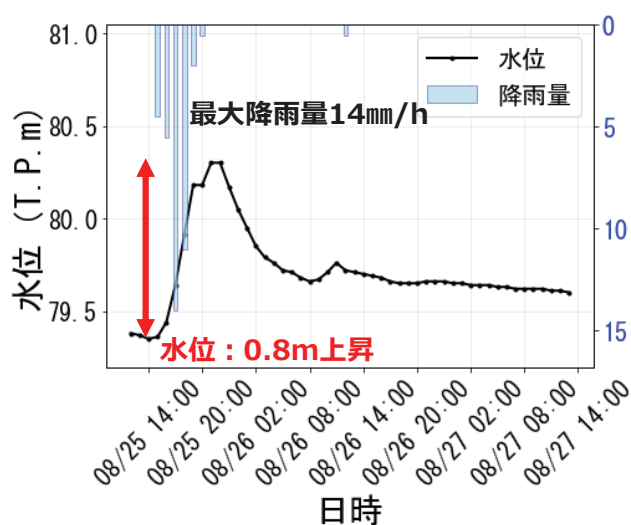
観測日の水位と雨量



4

第1回：2024年8月25日～27日

第2回：2025年4月13日～15日



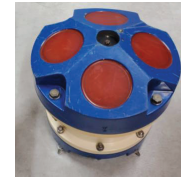
水位：堀之内
降雨量：小出

観測項目と観測方法



5

観測種別	電波式流速計	ADCP定点観測	ADCP横断観測
手法概要	電波のドップラー効果	超音波のドップラー効果	超音波のドップラー効果
主な取得データ	1点の表面流速	1鉛直の流速データ	流速横断分布
機材設置写真	 電波式流速計 RYUKAN (横河電子機器株式会社製)		
設置方法 観測条件	橋梁欄干への固定 RTKで位置取得 観測間隔1秒	橋上2箇所設置 RTKでロープ位置測定	毎30分に往復観測



ADCP
(WhADCP1200kHz,
TELEDYNE RD
INSTRUMENTS製)

ADCPの観測設定コマンド

	魚野川
計測モード	12
Mode 12 Sub-Pings	3
計測層厚	0.2 m
計測層数	50
アンサンブルタイム	1.58 sec
ウォーターピング数	3
ボトムトラック数	3
ボトムピング数	3
固定観測における流速 誤差の標準偏差	8.51cm/s
計測コーディネーション	アースコー ディネート

ADCPデータ処理方法



6

ADCPデータ処理ソフト Vat4(Visual ADCP tools 4)

誰もが直観的に操作できる
ユーザーインターフェースで、
スムーズに解析可能



ADCP定点観測

流下軸方向	307°
傾斜補正	あり
ボトムレンジ欠測補完	あり
実測内挿補完	あり
ノイズフィルター[最大流速]	500[cm/s]以上カット
ノイズフィルター[%Good]	80[%] 未満カット
ノイズフィルター[コリレーション]	64[count]未満カット
ノイズフィルター[エラー流速]	126[cm/s]以上カット

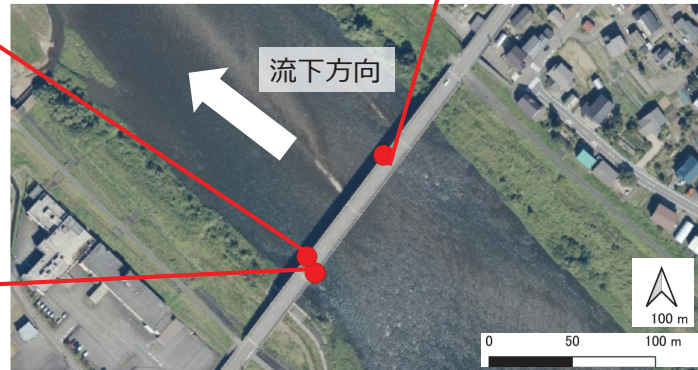
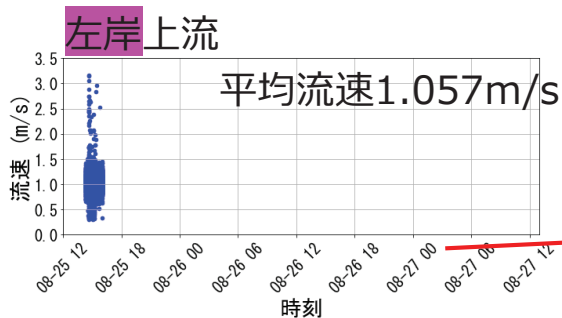
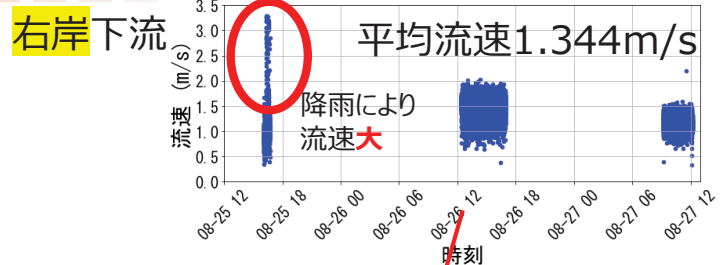
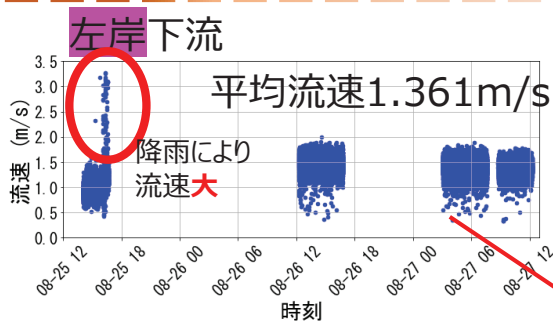
ADCP横断観測

上記条件 +	
船跡直線化	自動
上層補完	二次関数法

2024年8月 電波式流速計データ



7



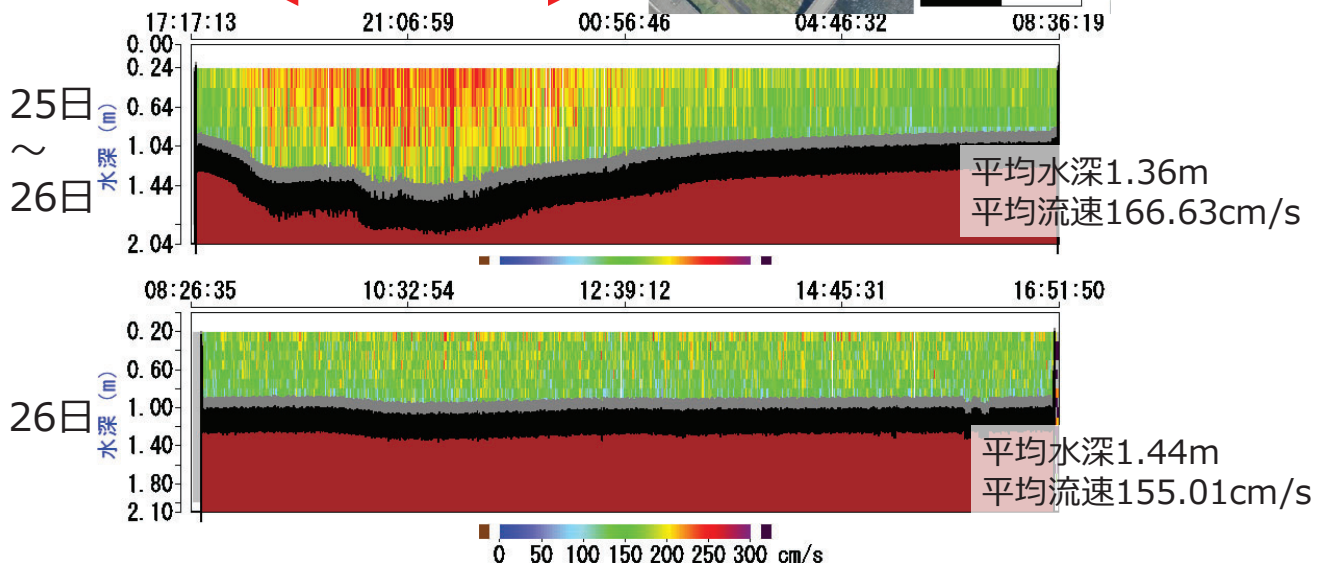
ADCP定点データ



8

左岸流下軸成分

降雨



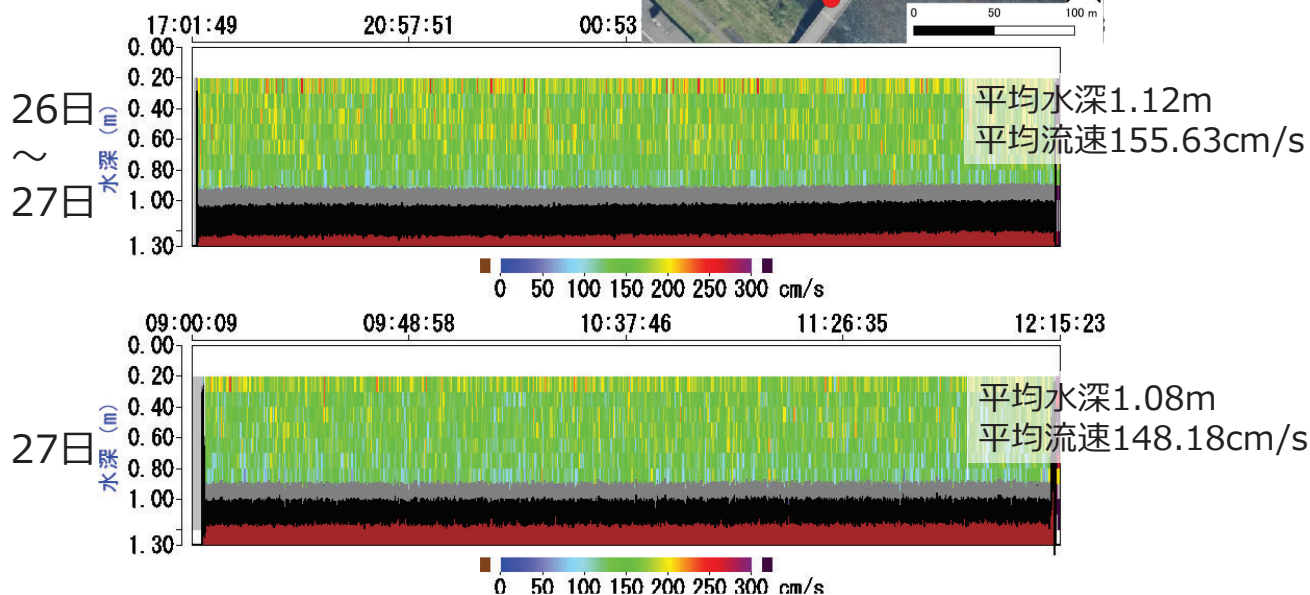
ADCP定点データ



9

左岸流下軸成分

水位変動はほとんどない

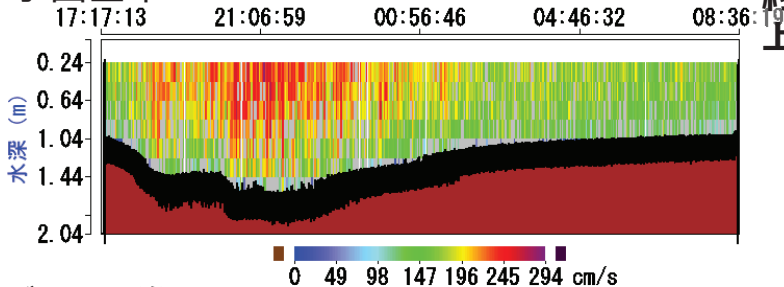


左岸夜間定点観測結果

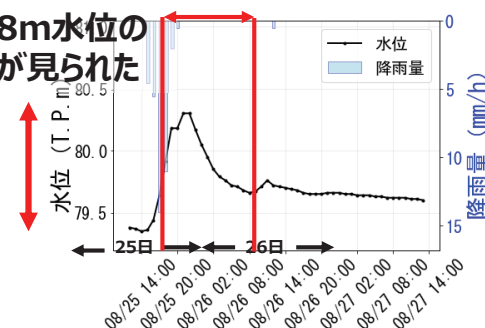


10

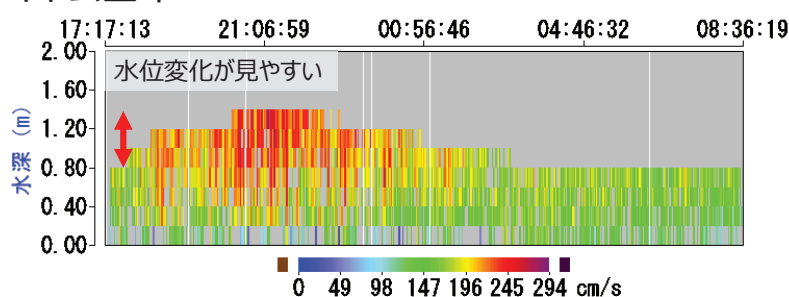
水面基準



約0.8m水位の上昇が見られた

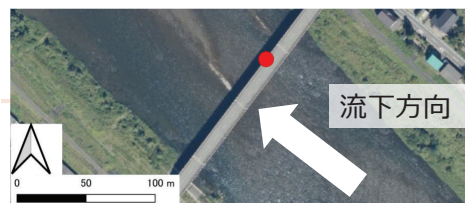


ボトム基準

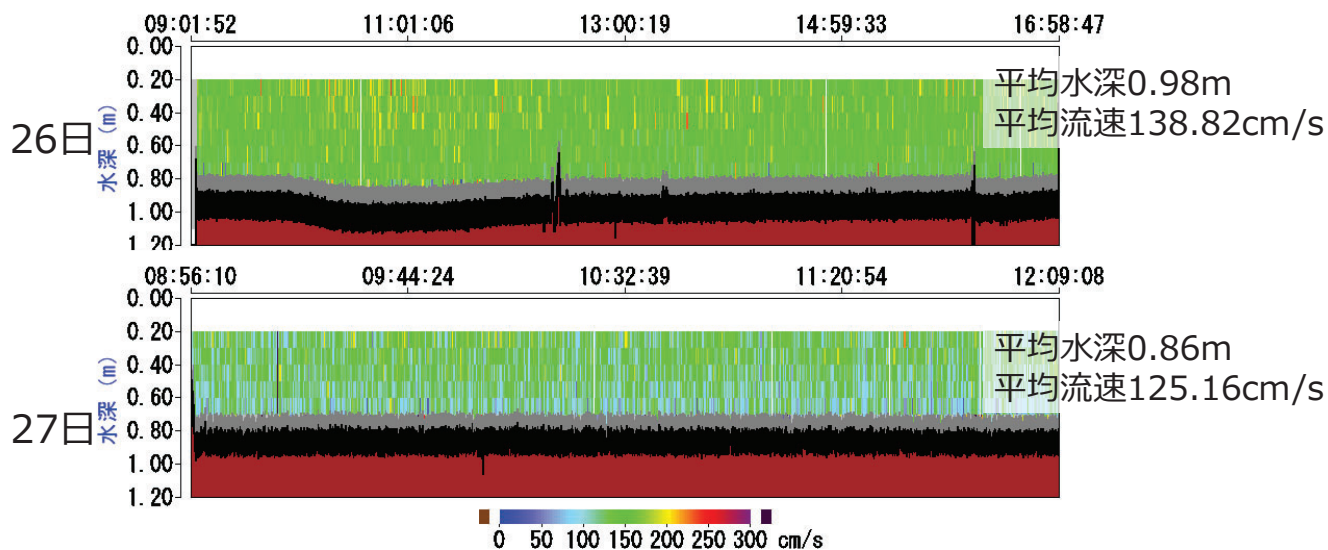


ADCP定点データ

右岸流下軸成分

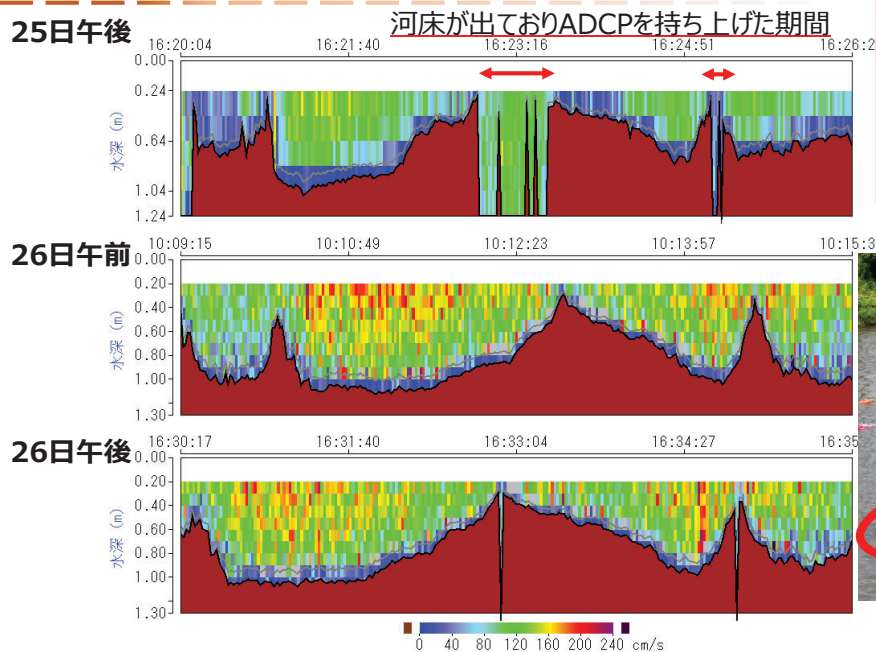


中央大学 11



横断観測

中央大学 12



浅瀬

魚野川ADCP横断観測データ

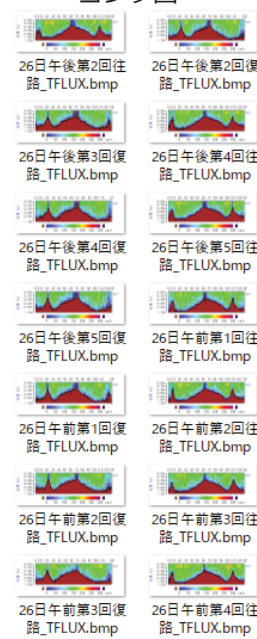
コンタ図

8/25 観測回	アンサン ブル数	開始時間	終了時間	平均時間	経過時間 (秒)	左右岸 スタート	トータル Q	実測Q	上層補完Q (m3/s)	下層補完Q (m3/s)	平均流速 (cm/s)	最大流速 (cm/s)
午前第1回	294	14:35:19	14:41:57	14:38:38	400	左岸	39.53	20.51	19.02	0	61.53	253.6
復路	421	14:41:57	14:48:29	14:45:13	372	右岸	27.37	13.35	14.02	0	53.79	241.2
午前第2回	237	16:20:41	16:26:02	16:23:21	321	左岸	58.4	32.07	26.33	0	75.18	235.7
復路	388	16:26:23	16:35:09	16:30:46	525	右岸	47.79	26.04	21.75	0	59.74	159.3

50m³/s前後

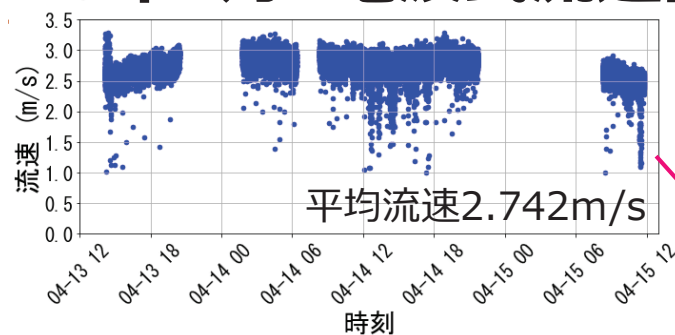
8/26 観測回	アンサン ブル数	開始時間	終了時間	平均時間	経過時間 (秒)	左右岸 スタート	トータル Q	実測Q	上層補完Q (m3/s)	下層補完Q (m3/s)	平均流速 (cm/s)	最大流速 (cm/s)
午前第1回	276	9:32:44	9:39:14	9:35:59	390	左岸	103.63	67.51	36.12	0	123.7	241.7
復路	375	9:39:40	9:48:29	9:44:05	528	右岸	94.17	60.13	34.03	0	114.34	224.7
午前第2回	228	9:51:37	9:56:59	9:54:18	321	左岸	112.05	73.96	38.09	0	122.16	221.7
復路	352	9:57:18	10:05:34	10:01:26	495	右岸	99.99	65.51	34.48	0	114.95	222.7
午前第3回	236	10:09:43	10:15:18	10:12:30	335	左岸	103.35	70.57	32.79	0	137.99	227.8
復路	267	10:15:45	10:22:04	10:18:54	379	右岸	107.36	70.77	36.59	0	121.74	237.5
午前第4回	262	10:23:08	10:29:19	10:26:13	370	左岸	127.98	85.84	42.15	0	132.95	235.5
復路	302	10:29:38	10:36:06	10:32:52	368	右岸	111.18	74.31	36.87	0	121.67	238.1
午後第1回	271	12:30:26	12:44:11	12:40:19	464	右岸	114.7	75.71	38.99	0	132.32	232.1
復路	330	12:44:11	12:50:41	12:47:26	400	左岸	100.45	65.38	35.07	0	117.09	236
午後第2回	259	13:30:01	13:36:06	13:33:03	365	左岸	114.03	74.69	39.4	0	127.5	236.5
復路	327	13:36:07	13:43:48	13:39:57	461	右岸	100.78	65.45	35.33	0	113.86	221.8
午後第3回	259	14:30:01	14:36:07	14:33:04	365	左岸	113.13	73.22	39.91	0	124.64	222.6
復路	393	14:36:09	14:45:24	14:40:46	554	右岸	96.85	62.64	34.21	0	111.68	209.9
午後第4回	280	15:30:00	15:36:37	15:33:19	396	左岸	109.23	71.23	38.01	0	127.84	220.1
復路	343	15:36:38	15:44:43	15:40:41	484	右岸	92.1	58.9	33.2	0	113.53	216.9
午後第5回	245	16:30:00	16:35:45	16:32:53	345	左岸	107.15	69.5	37.65	0	124.83	228.8
復路	318	16:35:47	16:43:15	16:39:31	447	右岸	87.26	55.64	31.62	0	112.45	212.3

100m³/s前後

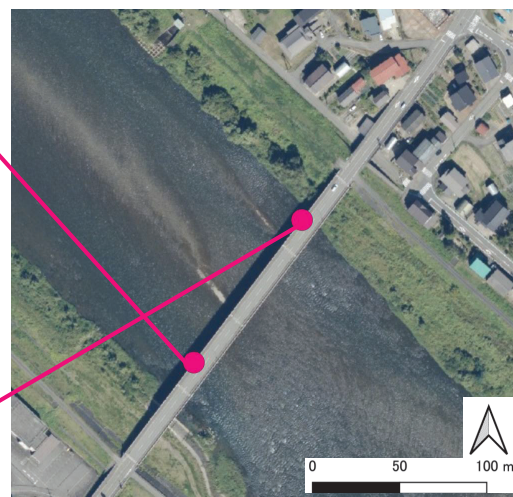
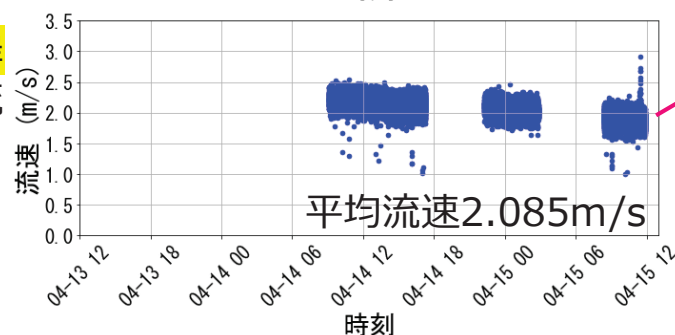


2025年4月 電波式流速計データ

左岸
下流



右岸
下流



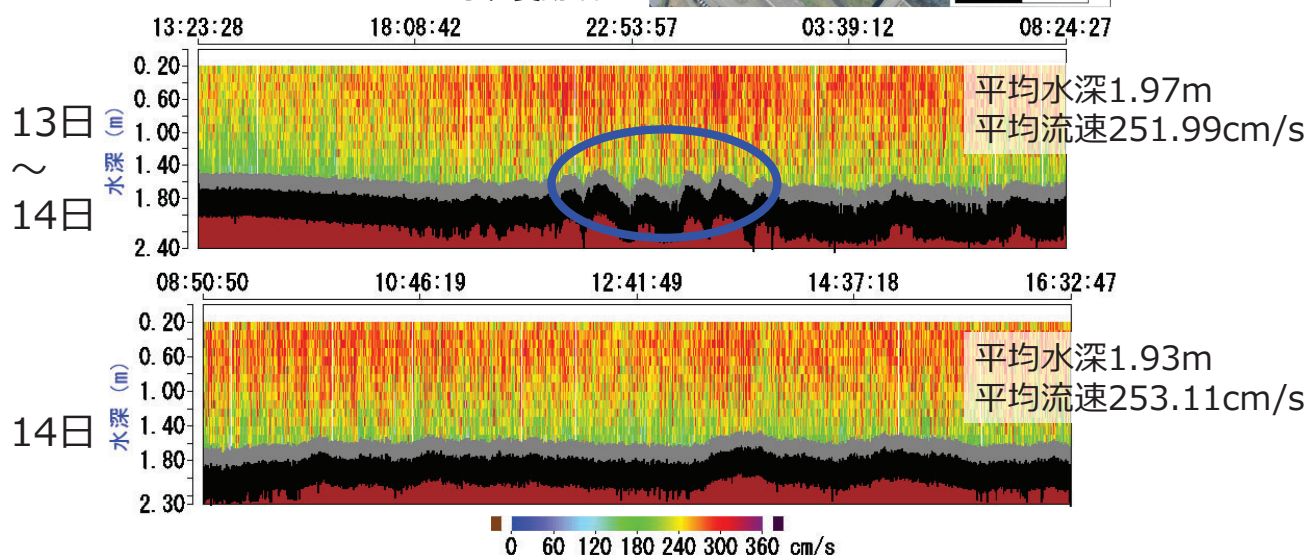
ADCP定点データ

左岸流下軸成分

水位変動あり



中央大学 15

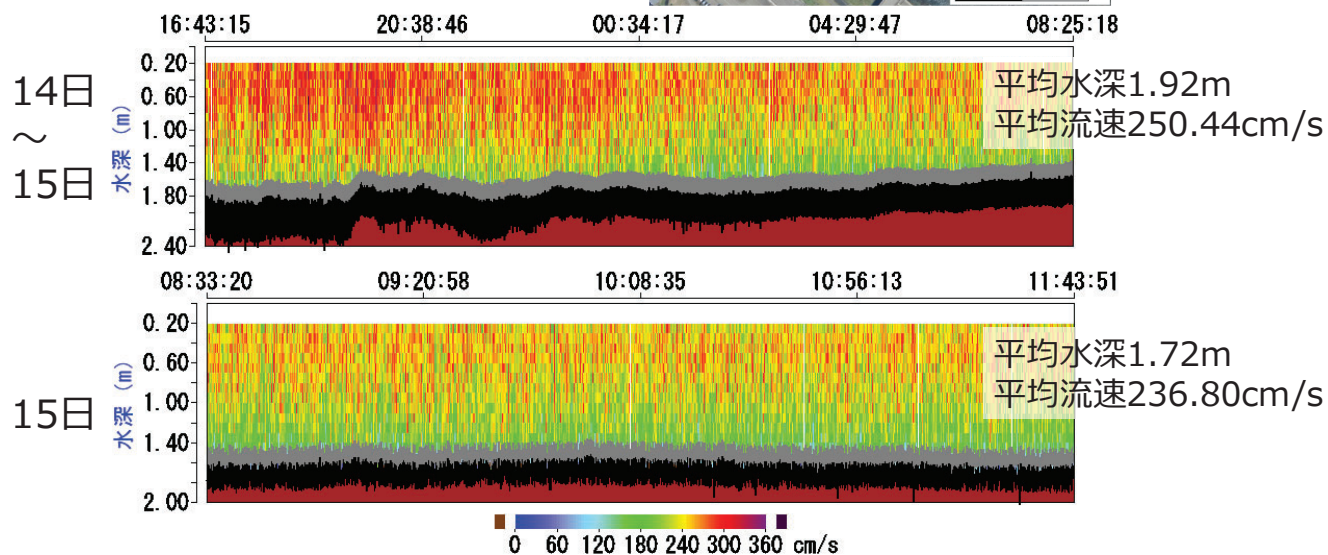


ADCP定点データ

左岸流下軸成分



中央大学 16



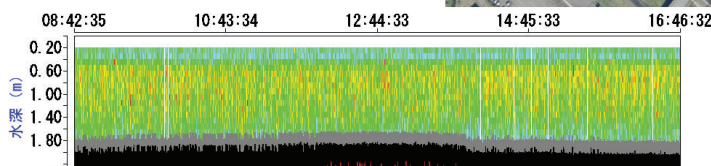
ADCP定点データ

右岸流下軸成分



中央大学 17

14日

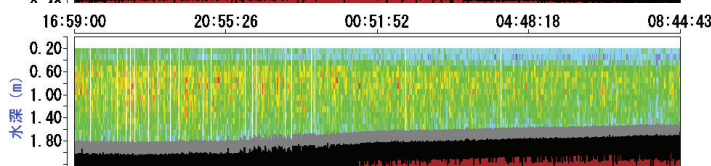


平均水深2.11m
平均流速196.77cm/s

14日

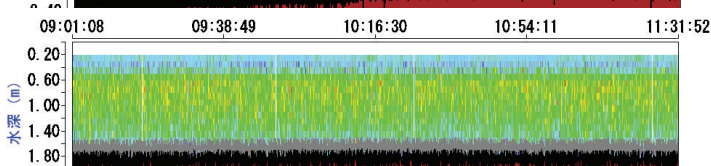
～

15日



平均水深2.03m
平均流速192.45cm/s

15日



平均水深1.85m
平均流速178.42cm/s

0 60 120 180 240 300 360 cm/s

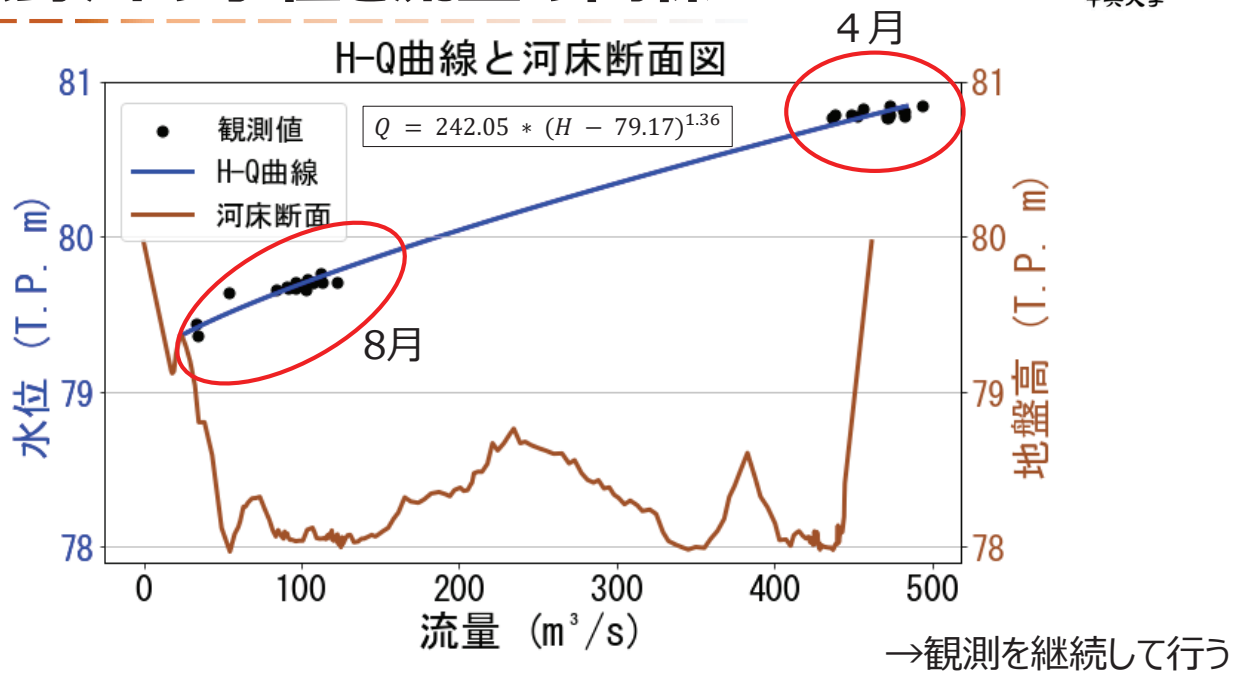
魚野川ADCP横断観測データ

中央大学 18

4/14 観測回	アンサン プル数	開始時間	終了時間	平均時間	経過時 間 (秒)	左右岸 スタート	トータル Q	実測Q	上層補完 Q (m3/s)	下層補完 Q (m3/s)	平均流速 (cm/s)	最大流速 (cm/s)
第1回	往路	254	9:48:08	9:56:28	9:52:18	500左岸	482.38	413.05	69.33	0	192.42	335.5
	復路	267	9:56:45	10:04:45			471.42	402.36	69.06	0	206.03	351.4
第2回	往路	232	10:30:00	10:36:31			472.82	403.92	68.9	0	195.35	328.2
	復路	248	10:37:06	10:44:09	10:40:37	423右岸	448.27	381.52	66.74	0	197.49	325.2
第3回	往路	189	11:34:00	11:39:31	11:36:45	331左岸	482.24	411.95	70.29	0	199.3	336.2
	復路	204	11:39:40	11:45:25	11:42:32	345右岸	452.73	385.52	67.21	0	198.03	339.8
第4回	往路	199	12:26:12	12:32:00	12:29:06	348左岸	471.65	401.78	69.87	0	192.96	332
	復路	206	12:32:10	12:38:00	12:35:05	350右岸	436.58	371.09	65.49	0	199.77	313.4
第5回	往路	204	13:29:36	13:35:52	13:32:44	316左岸	470.75	402.08	68.67	0	194.74	334.1
	復路	201	13:35:39	13:41:23	13:38:31	344右岸	438.07	373.08	64.99	0	199.91	326.2
第6回	往路	248	15:24:30	15:31:38	15:28:04	428左岸	481.21	410.49	70.72	0	166.74	349.6
	復路	255	15:31:45	15:39:03	15:35:24	438右岸	456.46	389.59	66.88	0	202.33	328
第7回	往路	184	16:29:30	16:34:54	16:32:12	324左岸	493.36	422.27	71.08	0	195.69	355.5
	復路	179	16:35:21	16:40:29	16:37:55	308右岸	472.69	406.22	66.48	0	207.57	327.8

450m³/s前後

魚野川の水位と流量の関係



まとめ

・ 2024年8月のデータ

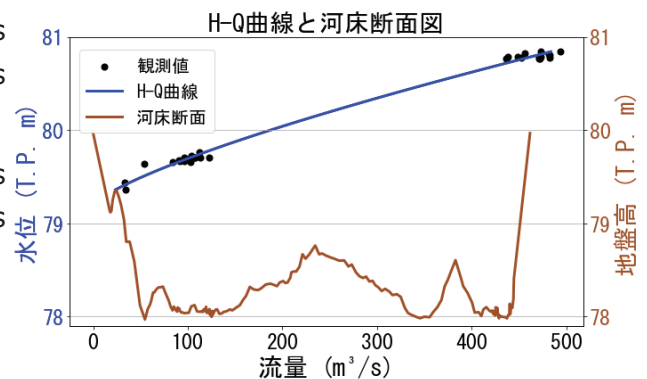
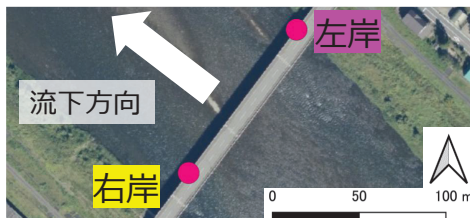
左岸電波式流速計平均流速約1.36m/s, ADCP1.56m/s

右岸電波式流速計平均流速約1.34m/s, ADCP1.31m/s

・ 2025年4月のデータ

左岸電波式流速計平均流速約2.74m/s, ADCP2.48m/s

右岸電波式流速計平均流速約2.08m/s, ADCP1.88m/s



→8月より4月の流速, 流量が大きく, 融雪の影響が顕著に表れた.
左岸右岸の比較により, 主流部は左岸にあるとわかる.

Velocity dipを表現できる 新しい鉛直流速分布モデルの提案

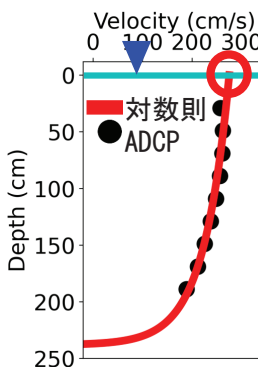
中央大学大学院
中央大学

○井上敬太
手計太一

鉛直流速分布の推定法とVelocity dipについて 22

乱流対数則

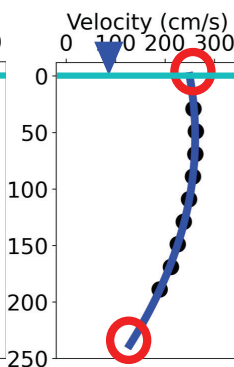
$$u(y) = u_* \left\{ \frac{1}{k} \ln \frac{y}{y_0} + A \right\}$$



水面に向かい単調増加
最大流速は水面で発生

二次関数法

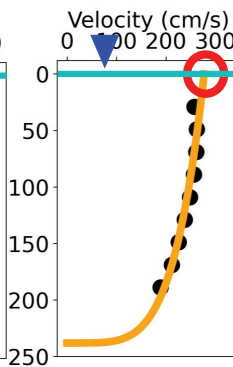
$$u(y) = az^b$$



河床の流速は必ずしも
0cm/sに収束しない

Power法

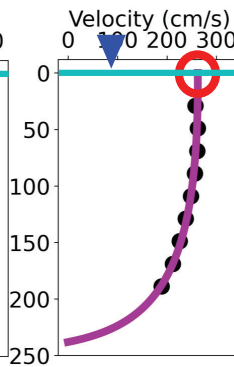
$$u(y) = az^2 + bz + c$$



最大流速は水面
で発生

MEM u_{max} 法

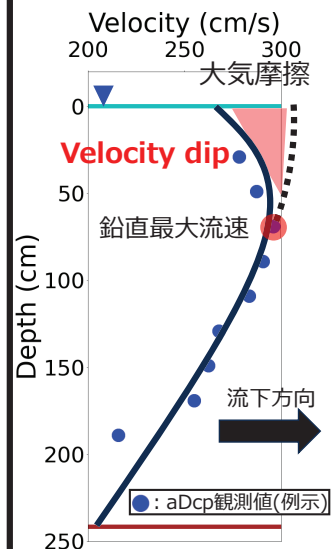
$$u(y) = \frac{u_{max}}{M} F\left(M, \frac{h}{H}, \frac{y}{H}\right)$$



Velocity dip
を再現

Velocity dipとは

大気摩擦により最大流速が
水面下で発生する現象



- それぞれの手法で一長一短がある
- Velocity dipを十分に再現できない

新モデルを用いた鉛直流速分布

中央大学 23

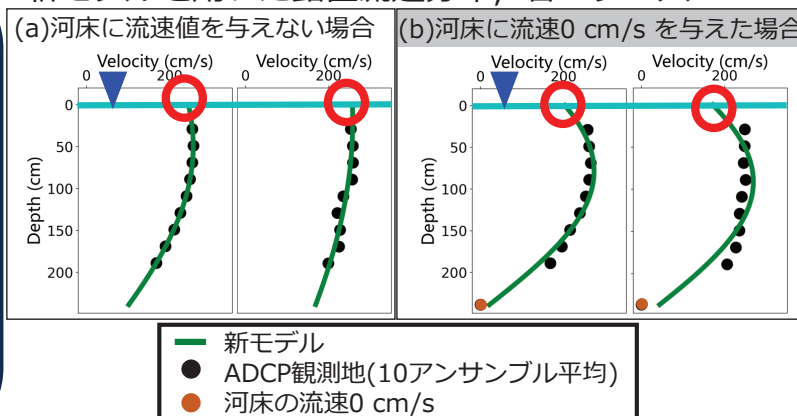
新モデル $v = a \sin(bz + c)$

z : 水深
 v : 流速

Levenberg-Marquardt法(LM法)
によりパラメータを推定



新モデルを用いた鉛直流速分布, 各2ケース



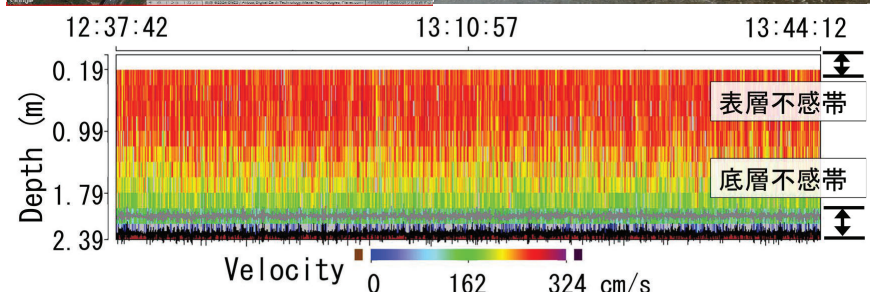
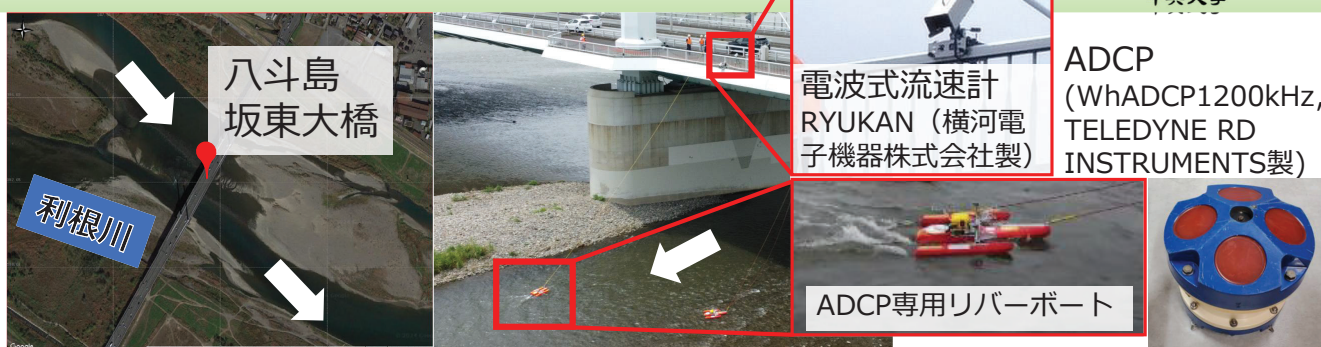
※(a)河床に流速値を与えない場合,
(b)河床に流速0 cm/sを与えた場合
の2通りを検討

- どちらの場合も**Velocity dip**を再現
- 河床に流速0 cm/sを与えた場合,
河床の流速0 cm/sに引っ張られることで曲率が大

使用データ

観測日: 2022/8/6

中央大学 24



利根川の坂東大橋地点においてADCPで観測した鉛直流速分布の時系列

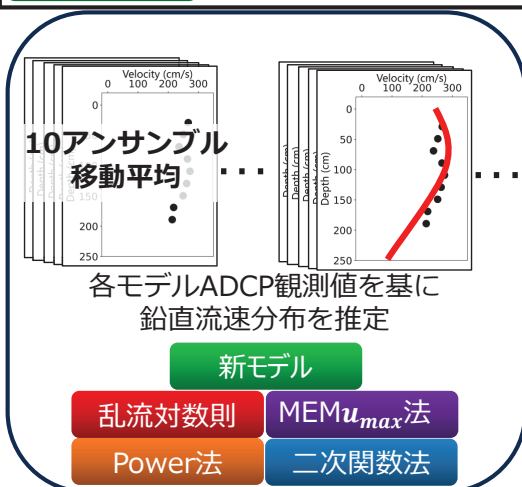
- ADCPの観測値
2508アンサンブルデータ
($\Delta t = 1.58$ 秒)
- 電波式流速計の観測値
2508個のデータ
($\Delta t = 2.0$ 秒)

新たに提案する新モデルと解析手法

新モデル $v = a \sin(bz + c)$

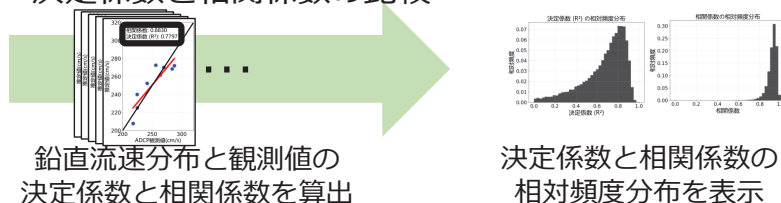
z : 水深
 v : 流速

Levenberg-Marquardt法(LM法)
によりパラメータを推定



※(a)河床に流速値を与えない場合,
(b)河床に流速0 cm/s を与えた場合
の2 通りを検討

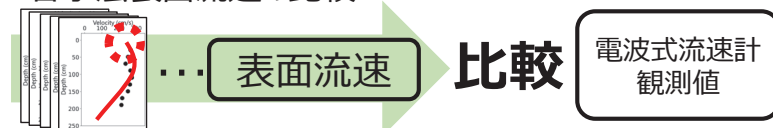
・決定係数と相関係数の比較



・各パラメータの比較



・各手法表面流速の比較



決定係数,相関係数の比較

(a) ADCP観測データの再現性

手法	決定係数		相関係数	
	中央値	標準偏差	中央値	標準偏差
対数則法	0.789	0.19	0.888	0.14
二次関数法	0.871	0.14	0.934	0.09
power法	0.776	0.19	0.881	0.14
MEM u_{max} 法	0.834	0.19	0.915	0.14
新モデル	0.871	0.15	0.933	0.10

: 決定係数, 相関係数
それぞれ中央値上位2つ

(a)河床に流速値を与えない場合
新モデル
決定係数の中央値が一番(大)
相関係数は上位2つ内

(b) ADCP観測データに河床に0cm/sを与えた場合の再現性

手法	決定係数		相関係数	
	中央値	標準偏差	中央値	標準偏差
二次関数法	0.476	1.30	0.887	0.15
power法	0.776	0.19	0.881	0.14
MEM u_{max} 法	0.834	0.19	0.915	0.14
新モデル	0.353	1.43	0.884	0.15

(b)河床に流速値を与える場合
MEM u_{max} 法
決定係数と相関係数どちらも
中央値が一番(大)

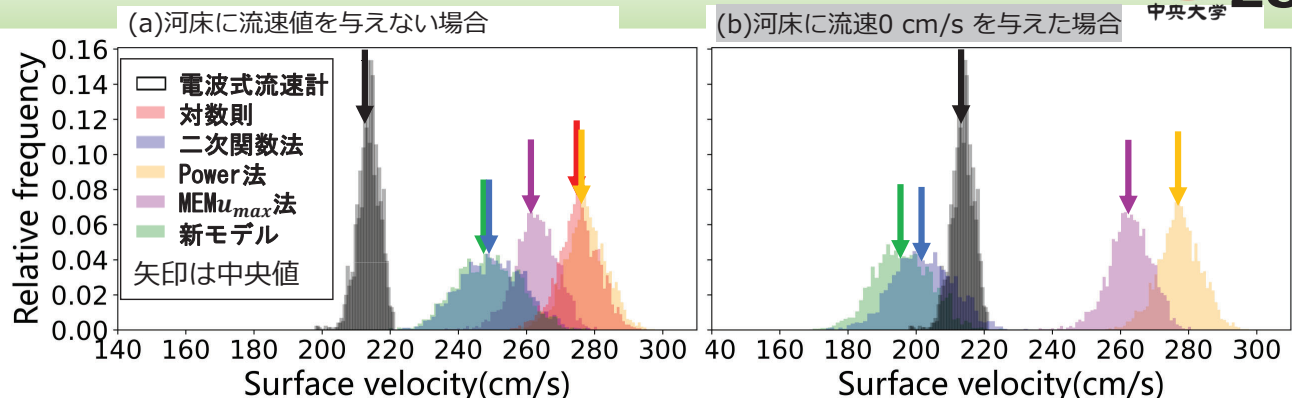
新モデルの河床に流速値を与えない場合, ADCP 観測データの再現性が高い

モデルのパラメータの比較

手法	パラメータ	(a) ADCP観測データの再現性		(b) ADCP観測データに河床に0cm/sを与えた場合の再現性	
		中央値	標準偏差	中央値	標準偏差
対数則法	u_*	20.48	2.78		
	y_0	33.17	23.76		
二次関数法	a	0.00	0.00	-0.01	0.00
	b	1.44	0.27	3.20	0.13
	c	128.17	17.34	22.09	3.03
power法	a	84.96	14.26	84.96	14.26
	b	0.22	0.03	0.22	0.03
MEM u_{max} 法	M	2.32	0.69	2.32	0.69
	h	-2.31	34.12	-2.31	34.12
新モデル	a	262.16	5.25	273.69	5.92
	b	-0.01	0.00	0.01	0.00
	c	2.61	0.07	0.12	0.01

- MEM u_{max} 法のhはばらつきがあり不確実性が高い
- 新モデル含めその他のモデルは比較的ばらつきは小さい

各手法推定した表面流速と電波式流速計観測値の比較



	観測値		対数則法	二次関数法	power法	MEM u_{max} 法	新モデル
中央値	213.8	a	275.3	249.8	277.3	262.9	248.7
		b		201.8	277.3	262.9	195.8
標準偏差	3.20	a	5.99	9.42	6.22	6.28	9.34
		b		8.99	6.22	6.28	8.47 (cm/s)

- 二次関数法(b)観測値の中央値に最も近い値
- 次いで新モデル(b),(a)が観測値の中央値に近い
- 新モデルは表面流速の再現性も高いことからVelocity dipの再現性が高い

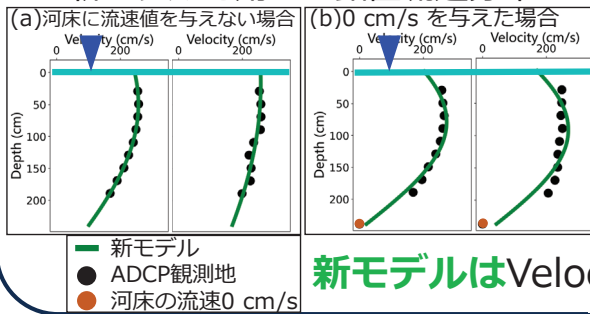
新たにVelocity dipを再現する手法を検討

新モデル

$$v = a \sin(bz + c)$$

z : 水深
v : 流速

・新モデルを用いた鉛直流速分布

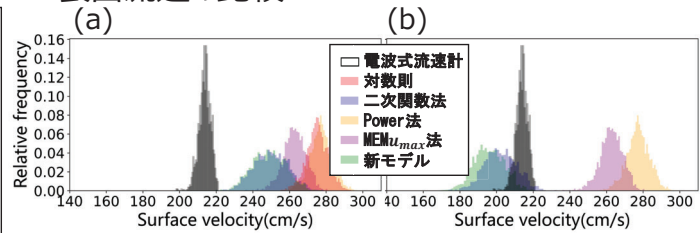


新モデルはVelocity dipの再現性が高い

結果

- 決定係数,相関係数,各パラメータの比較
新モデルは河床に流速値を与えない場合ADCP観測データの再現性が高く,パラメータのばらつきは小さい.

・表面流速の比較



【質疑・応答】

【河川情報センター 本永】まとめで出ていた図、最後のまとめのグラフで、velocity dip のモデルはとても興味深いですが、下に出ている ADCP の観測値は velocity dip が発生しているようには見えません。これは概念的なイメージですか。実測のデータで velocity dip が出ているようには見えないものについて、velocity dip を固めたというのは、どのような意図があるのでしょうか。

【中央大学 井上】載せるのを忘れてしまいましたが、この時は電波式流速計も一緒に観測しています。電波式流速計も見ると velocity dip が出ていることになっているので、一応このデータを velocity dip が出ているデータとして扱っています。

【東京理科大学 柏田】dip が何なのかという話がとても大事だと思います。一般的にアスペクト比の小さいというか、水路などで実験すると、二次流が影響して水表面に dip が発生するという話があると思います。二次流構造から発生している dip であれば、ADCP で測った流速分布構造から推定するのは分かりますが、先ほどの説明では大気起因で dip が発生しているという説明でした。そのような dip だとすると、風の影響を見ずして内部構造を推定するというのが、僕はとても違和感があります。そこはどのように考えていますか。

【中央大学 井上】これも説明し忘れていましたが、この電波式流速計のデータですが、風速の影響を一応考慮して、風速のデータを抜いて扱っているもので、それで velocity dip が出現しているデータを使用しています。

【東京理科大学 柏田】風の影響を取り除いたはずの流速で、その流れだけでその値になっているということで、それに合わせに行く方法を探しているということですか。

【中央大学 井上】そういうことです。

【ハイドロシステム開発 橋田】この鉛直のプロファイルのモデルを作るには、結局、表面流速の実測値が要ということですか。

【中央大学 井上】ADCP データから鉛直流速分布を導出して電波式流速計と比較しているので、今は表面流速のデータは必要ありませんが、ゆくゆくは表面流速の 1 点から鉛直流速分布を今までよりもよく再現できる手法を考えていきたいと思っています。

【ハイドロシステム開発 橋田】velocity dip が出る時と出ない時で、結構いろいろなケースがありますが、velocity dip が出るケースのほうが少ないのではないかと思いますし、必ずしも常に出現するわけではないというイメージがあります。わりと水深が深くなって大きな流速が発生した時に、水面付近 10% くらいにピークが出るような現象は、よくというか、まれに見るという印象で、それが起きていないケースのほうが大半ではないかというイメージがあります。

【中央大学 井上】自分はあまり観測を皆さんほどやっていなかったのですが、自分が観測したデータでは velocity dip がよく出ていたため、それで解析をしています。

【ハイドロシステム開発 橋田】最後に一つ、河床が滑る時、先ほど河床にゼロを与えた式がありましたが、例えば流砂速度が計測できた場合、河床付近にゼロではなくて流砂速

度を与えることもできますか。

【中央大学 井上】そこまで自分はまだ検討していませんが、検討しようかと考えます。

【岐阜大学 吉村】ぜひ推定精度の高いモデルを開発してもらいたいと思います。

先ほどの柏田先生の質問とも関連しますが、今回は三角関数を使われていますけれども、これを選んだ理由はあるのか、ないのかということを伺いたいです。

【中央大学 井上】選んだ理由としては、一応、他の農業水利モデルの式なども試行錯誤的に見ていた中で、 \sin でカーブを描けるのではないかと考えて選んでいます。

【岐阜大学 吉村】そうすると選択肢としては他にもあり得るわけで、関数形が規定されるために合う時と合わない時がどうしても出てきます。そうすると物理的根拠に乏しい気がします。先ほど柏田先生からあったように、**dip** が生じるのは二次流で起きる場合もあります。あとは風のシアーによって起きる場合、それを **dip** と言うのかは少し微妙ですが、起きる場合もあるわけです。ただそれぞれで物理的根拠が違うので、起きる流速分布が違おうと思います。ですから、その辺りをもう少し考えて関数形を選ばれたほうがいいのではないかというコメントになります。

【中央大学 井上】検討します。

