

（一社）東北河川管理技術研究会

「流量観測技術」に関する共同研究（高水流量観測） 中間報告書

※本研究は、研究目的である「河川管理の技術向上」を目的に、下記会員企業の協力により三者の共同研究として実施しているものです。

（一社）東北河川管理技術研究会・(株)三協技術・(株)福田水文センター

浮子による流量

H30年10月1日16時45分 H=7.87m
流量：1738.20m³/sec
断面積：1120.65m²

H30年10月2日10時33分 H=7.60m
流量：1369.31m³/sec
断面積：1067.82m²



ADCPによる流量観測

1200kHzの4ビームと600kHzの鉛直1ビームを配置したADCPを船底に取り付けた観測ボートを橋上でワイヤーロープで横断方向に移動することで、河床形状と詳細な流速分布が取得できる。この結果から流量が算出可能。

Teledyne RD Instruments
River Pro ADCP



H30年10月1日17時



ADCPによる流量

ボトムトラッキングリファレンス

USGSのOSW(Office of Surface Water)では、ADCPによる洪水流量観測法およびデータの取り扱いに関して、品質管理上の明確なガイドラインを設定している。これによると、各断面において最低4回(2往復)の断面流量計測を行い、4回の計測データに5%以上の誤差がある場合にはさらに4回の再計測を行って計8回分の平均値を実測流量として認めるとしている。→4回の計測データが5%以下の誤差であるため採用した

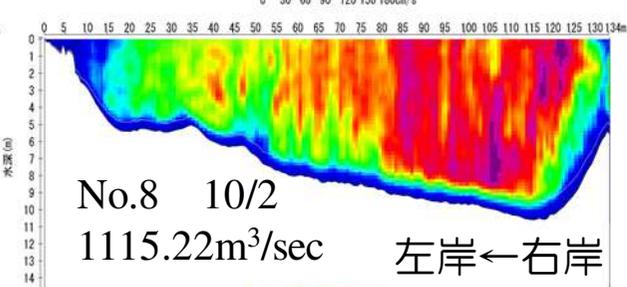
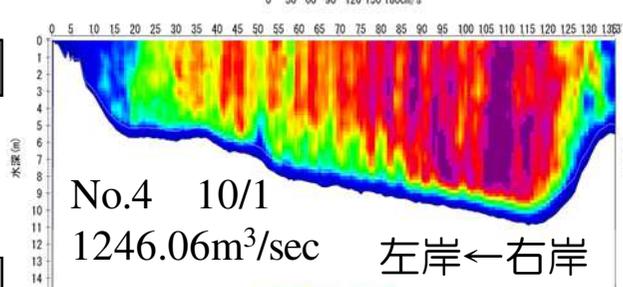
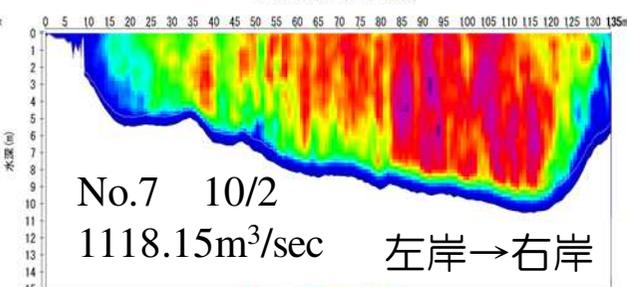
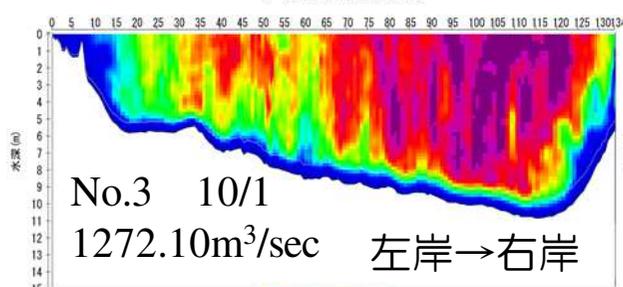
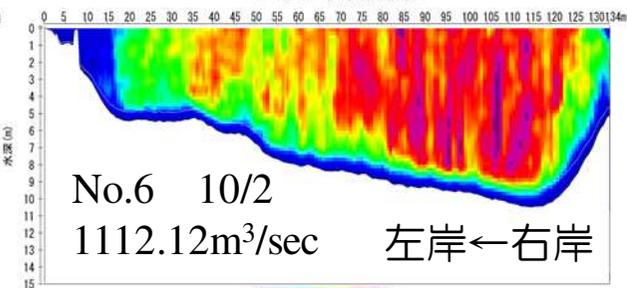
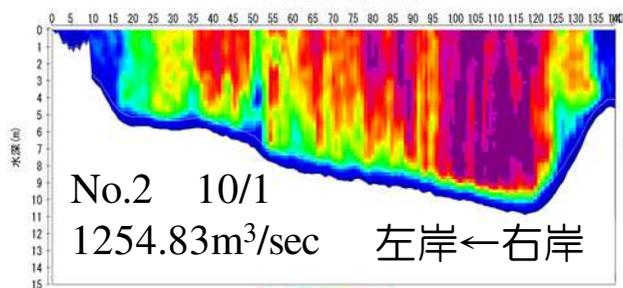
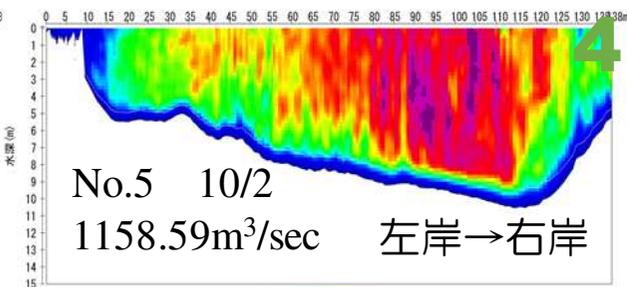
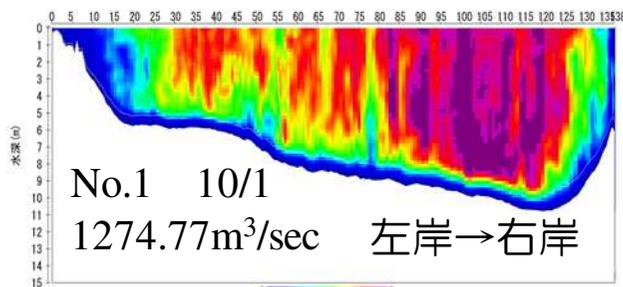
H30年10月1日17時 H=7.87m

流量：1301.88m³/sec

H30年10月2日11時 H=7.60m

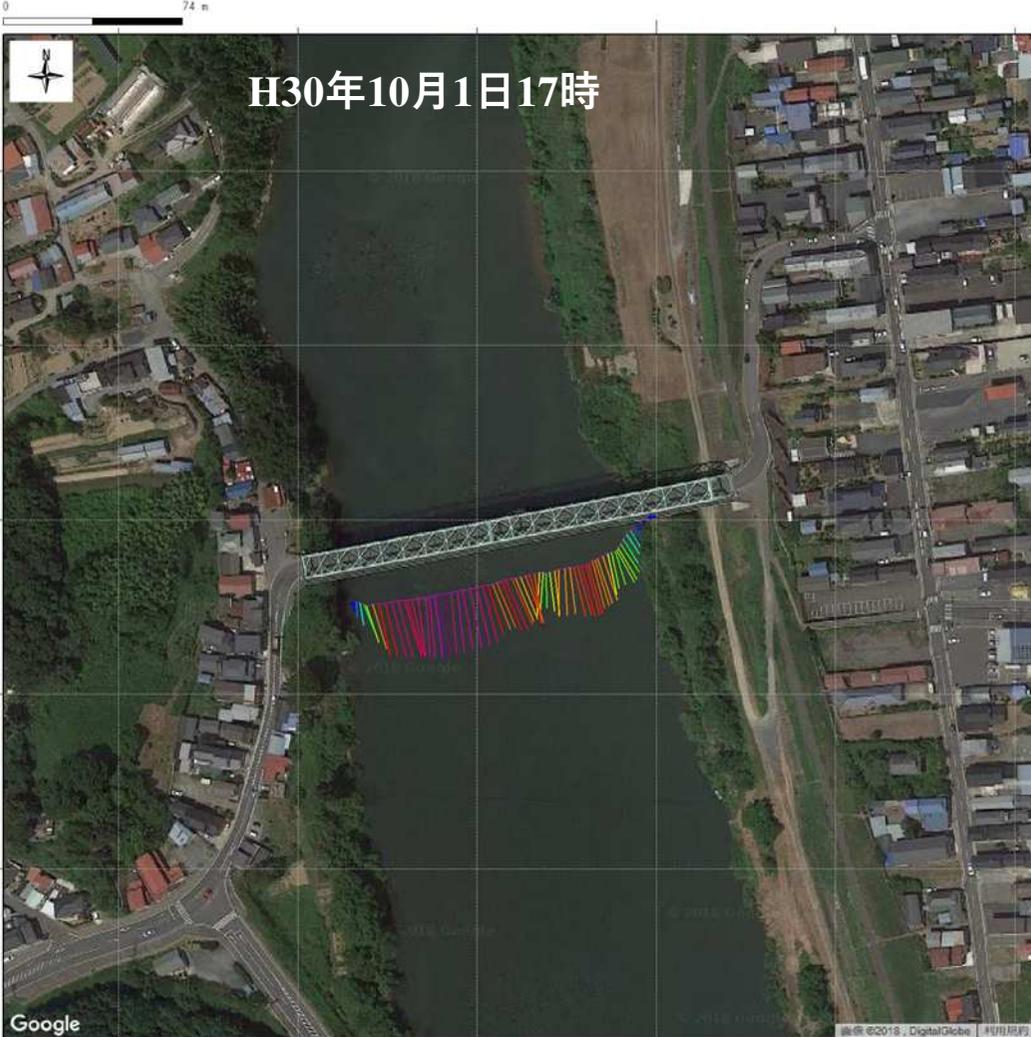
流量：1158.67m³/sec

No	観測日	開始時間	総流量 (m ³ /s)	断面積 (m ²)	水面幅(m)	平均流速 (cm/s)	最大流速 (cm/s)	
1	2018/10/1	17:13:38	1304.50	1053.20	137.62	123.23	242.81	平均流量 1301.88
2	2018/10/1	17:17:38	1298.39	1056.70	140.76	129.05	270.82	
3	2018/10/1	17:21:03	1303.55	1038.92	133.72	130.15	260.62	
4	2018/10/1	17:24:08	1301.09	1201.65	137.29	124.27	249.37	
5	2018/10/2	10:47:40	1189.95	1026.77	138.12	119.97	238.04	平均流量 1158.67
6	2018/10/2	10:51:46	1150.81	987.43	133.90	120.38	238.74	
7	2018/10/2	10:55:10	1141.20	999.54	135.21	117.49	208.09	
8	2018/10/2	10:58:25	1152.72	1000.15	134.30	117.90	225.86	

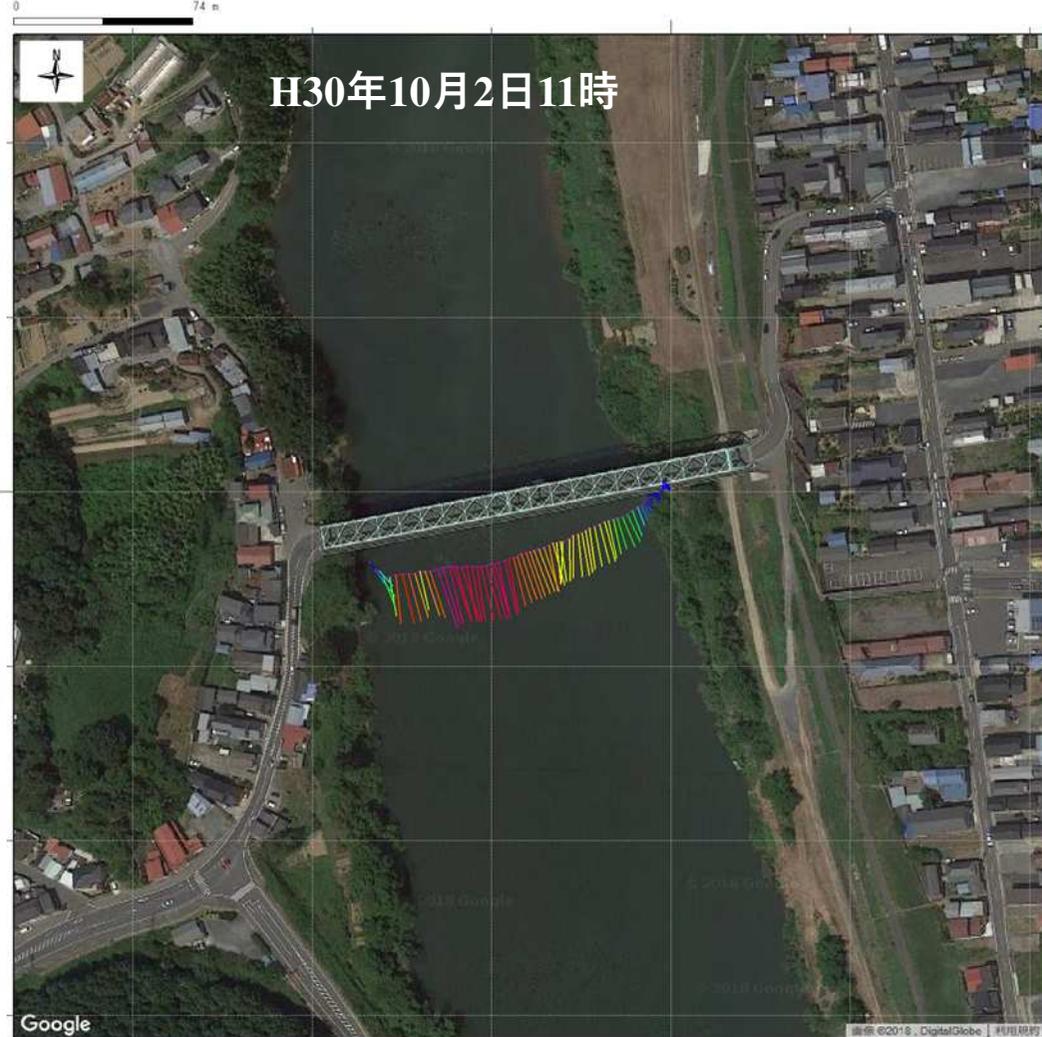


ADCPによる流量

H30年10月1日17時



H30年10月2日11時



河床の移動速度ベクトル

ボトムトラッキング速度とGNSS速度の差を河床移動速度として計測→10月1日は横断面で、10月2日は左岸を中心に河床の動きが明瞭である



流速値 60 工
0 10 20 30 40 50 60 cm/s



流速値 60 工
0 10 20 30 40 50 60 cm/s

ADCPによる流量

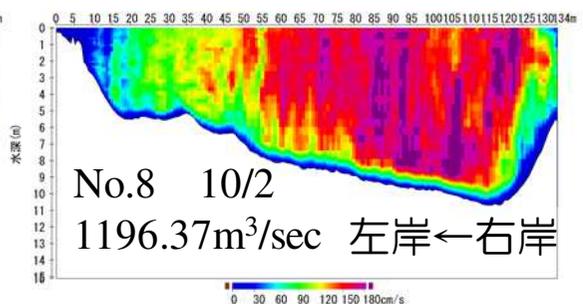
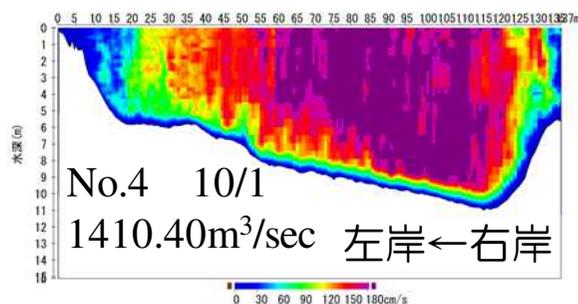
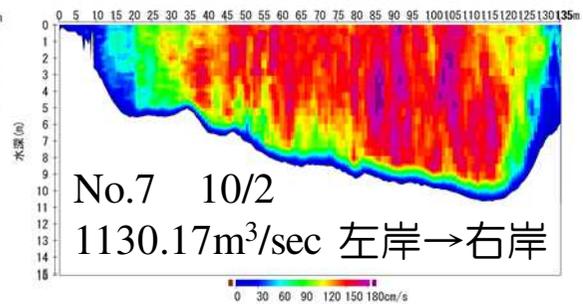
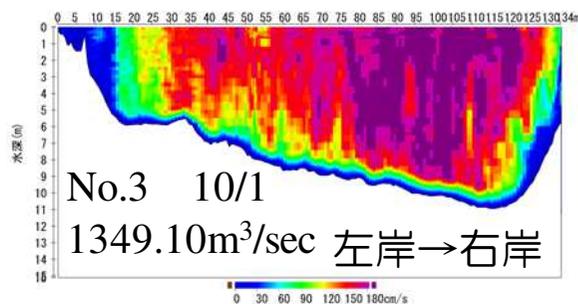
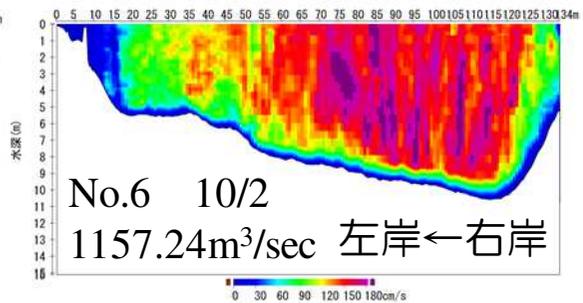
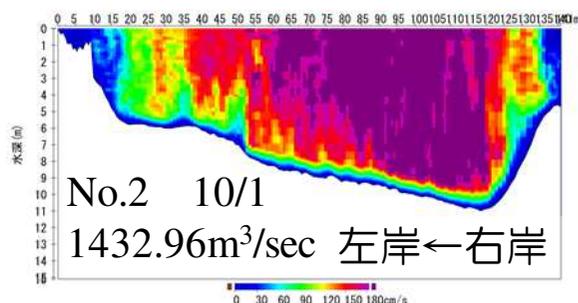
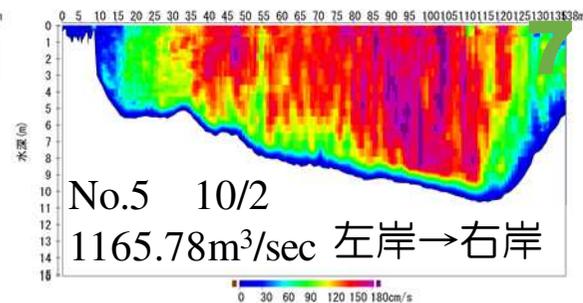
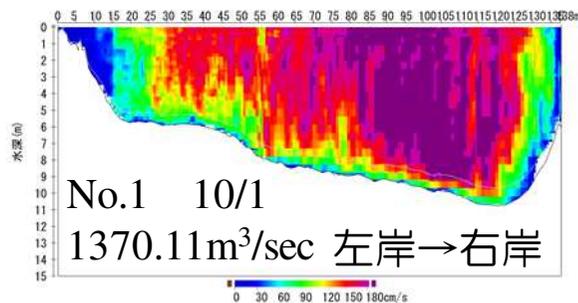
GNSSトラッキングリファレンス

河床が動いているため、流速のリファレンスをボトムトラッキングにすると、船の移動速度と河床の移動速度が混在するため、流速のリファレンスをGNSSとして再計算を行った

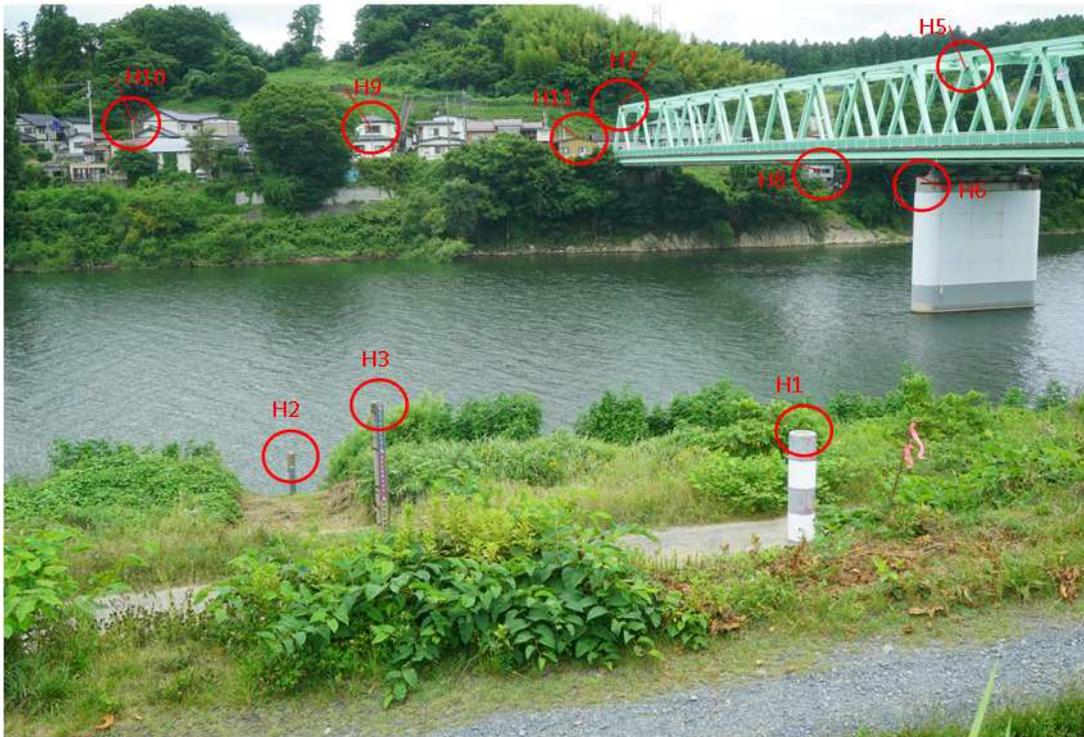
H30年10月1日17時 H=7.87m
流量：1390.64m³/sec

H30年10月2日11時 H=7.60m
流量：1162.39m³/sec

No	観測日	開始時間	総流量 (m ³ /s)	断面積 (m ²)	水面幅(m)	平均流速 (cm/s)	最大流速 (cm/s)	
1	2018/10/1	17:13:38	1370.11	1053.20	137.62	139.39	242.23	平均流量 1390.64
2	2018/10/1	17:17:38	1432.96	1056.70	140.76	156.03	275.80	
3	2018/10/1	17:21:03	1349.10	1038.92	133.72	145.31	268.66	
4	2018/10/1	17:24:08	1410.40	1201.65	137.29	148.85	276.60	
5	2018/10/2	10:47:40	1165.78	1026.77	138.12	127.63	233.16	平均流量 1162.39
6	2018/10/2	10:51:46	1157.24	987.43	133.90	132.43	264.79	
7	2018/10/2	10:55:10	1130.17	999.54	135.21	125.98	220.19	
8	2018/10/2	10:58:25	1196.37	1000.15	134.30	134.67	238.17	



画像解析による流量その1 (地上動画カメラ)



構造物などでカメラアングルに収まる標定点座標を取得します。→解析時、画像に位置情報を入れるために必要です。



カメラで**20秒**程度の動画を撮影します。ハイビジョン画質、フレームレートは**30fps**あれば十分な品質の画像が取得できます。（現在の動画カメラでは標準）

画像解析による流量その1 (地上動画カメラ)

解析には**STIV**法を用います。
STIV (Space-Time Image Velocimetry)法
 神戸大学藤田一郎教授が開発した河川用の画像処理型流速測定法です

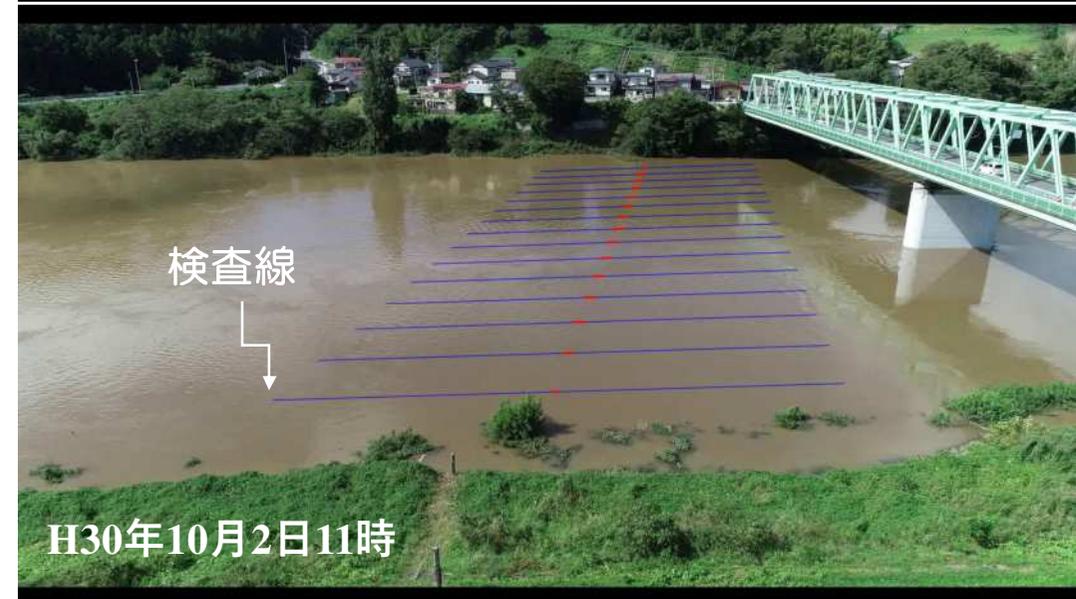


動画カメラで撮影した**20**秒程度の画像から、流下方向に検査線を設定して、時間と距離の時空間画像を作成
 →傾きから速度を算出します

画像解析による流量その2 (ドローンカメラ)



使用したドローン： **DJI**社ファントム4プロ
ドローン高度： **20.3m**
右岸築堤からドローンを上空に上げてホバリングし、 **30**秒程度の動画撮影を実施
ドローンの **GNSS**情報から位置を把握



画像解析による流量（参考）

表面流速に表面浮子の更生係数**0.85**を乗じて、水深平均流速として区分求積法で求めた流量

H30年10月1日17時 H=7.87m
地上カメラ流量：1537.77m³/sec
ドローン流量：1587.68m³/sec

H30年10月2日11時 H=7.60m
地上カメラ流量：1271.26m³/sec
ドローン流量：1292.92m³/sec

画像は第1断面を使用している
るので、
H30.10.1=6.03m
H30.10.2=5.70m
で計算している。

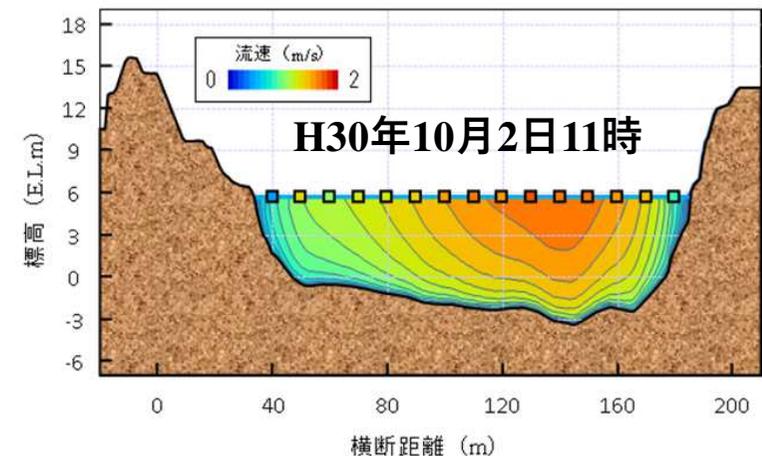
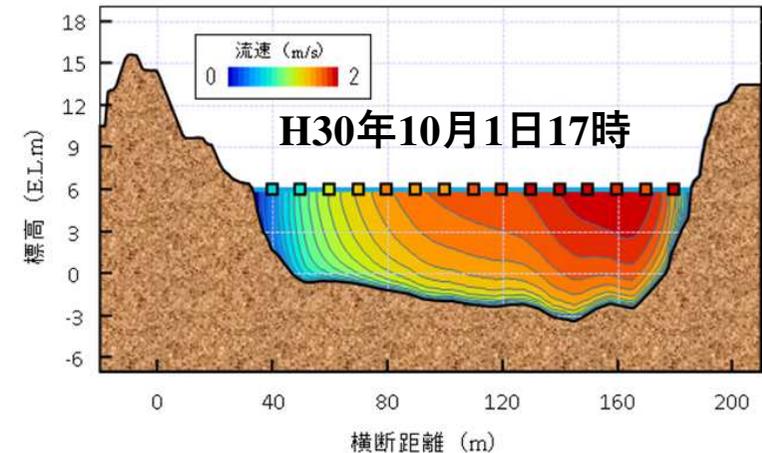
H30年10月1日17時 H=7.87m
地上カメラ流量：1621.50m³/sec
ドローン流量：1671.85m³/sec

H30年10月2日11時 H=7.60m
地上カメラ流量：1344.56m³/sec
ドローン流量：1367.06m³/sec

DIEX(Dynamic Interpolation and Extrapolation)

DIEX法とは、表面流速から運動方程式を用いて水深方向や水平方向に内外挿する手法で、東京理科大二瓶教授が開発したものです。

力学的内外挿法



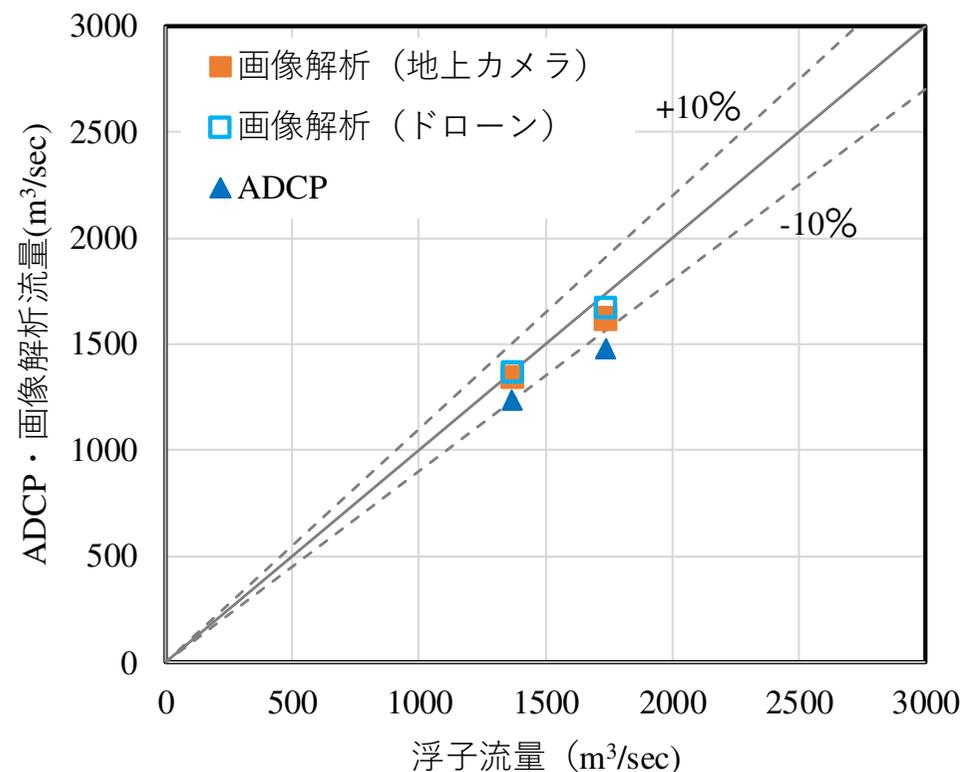
流量観測結果

- 浮子流量と画像解析は地上カメラとドローンともに概ね**10%**以内
- ADCP**は浮子に比べて**15~20%**程度小さく算出された。

種別	流速	断面
浮子	浮子長に対応する更生係数を乗じて水深平均流速を算出	計測区間の上下流断面（第1・第2）の平均（区分求積）
画像解析（地上カメラ）	表面浮子の更生係数0.85を乗じて水深平均流速を算出	第1断面の区分求積
画像解析（ドローン）	同上	同上
ADCP	鉛直流速が同時に得られる	橋下断面 詳細なブロック面積の積み上げ

単位：m³/sec

期間	水位	区分求積	区分求積	区分求積	精密
		浮子	画像解析（地上カメラ）	画像解析（ドローン）	ADCP
10月1日17時	6.03	1738.20	1537.77	1587.68	1390.64
10月2日11時	5.70	1369.31	1271.26	1292.92	1162.39

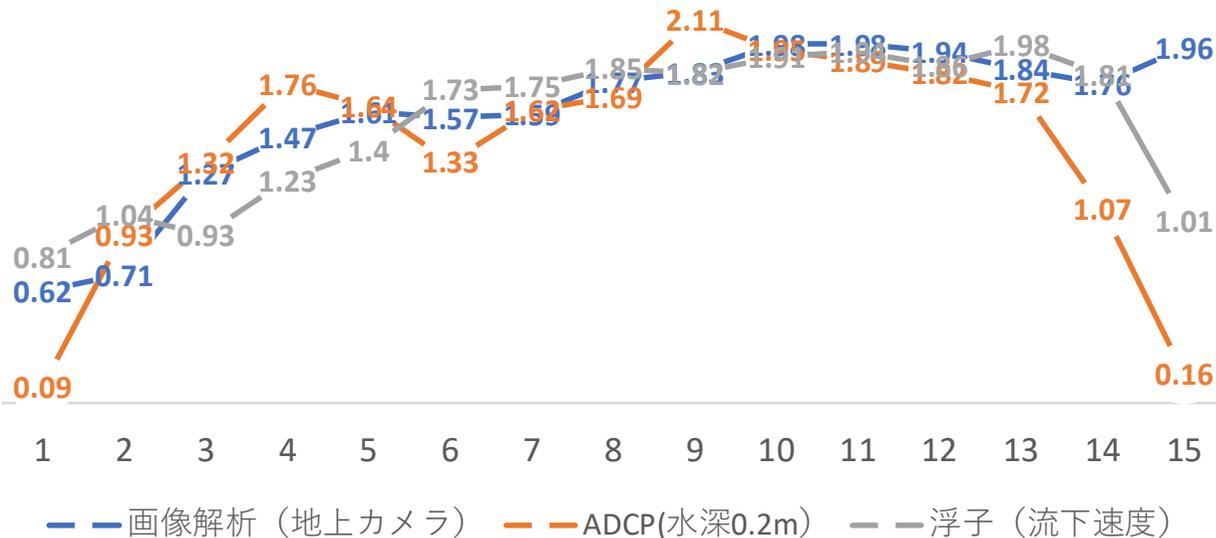


流速比較

表面流速比較 (ADCP・画像解析・浮子)

H30年10月1日17時

単位：m/sec



注意：断面の違い

- 画像解析は第**1**断面
- **ADCP**は橋下断面
- 浮子は第**1**断面と第**2**断面区間
- それぞれ水面幅が異なるため、水面幅を均等に**15**等分して並べている。

注意：流速測定方法の違い

- 画像解析は表面流れ
- **ADCP**は水深**0.2m**の流れ
- 浮子は吃水**4m**と**2m**を使用



- 画像解析と浮子は概ね同程度の流速
- **ADCP**はやや小さい傾向がみられる

- **ADCP**が小さくなる傾向がみられたが、各手法とも測定断面や流速の測定位置などが異なることを考慮する必要がある。また、流量算出方法についても今後データを重ねて検証していく必要があります。