

無人ボート搭載型マルチビームソナーによる 洪水時の河床形状連続測定実験について

○株式会社ハイドロシステム開発 橋田隆史
国立研究開発法人 土木研究所 萬矢敦啓
国立研究開発法人 土木研究所 小関博司
国立研究開発法人 土木研究所 工藤 俊

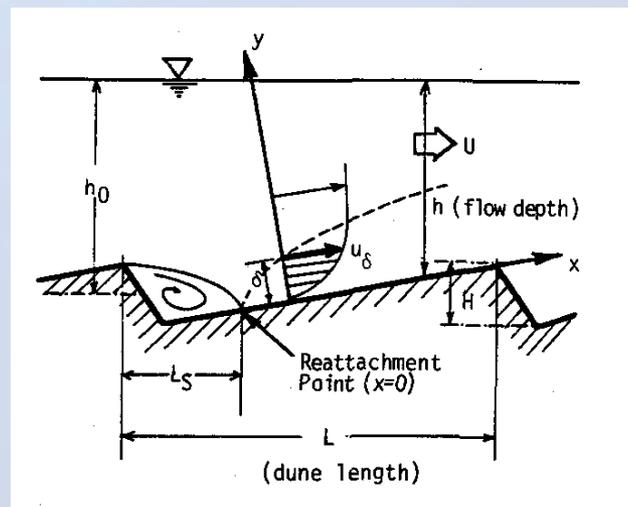
発表のポイント

- ①無人ボート搭載型のマルチビーム測量システムを開発
- ②実河川規模の実験水路において、洪水時の河床波を連続計測。河床波の形状や移動速度と、流況の関係を考察。

1. 洪水時に形成される河床波を計測する必要性

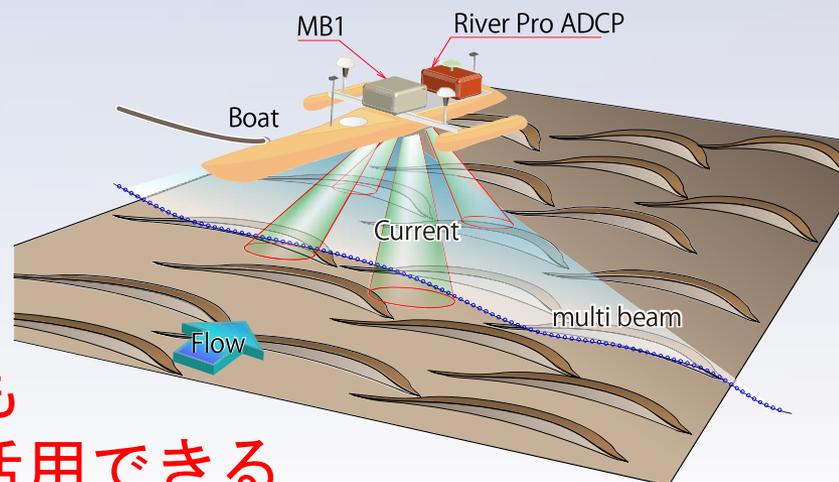
- ①河床波が発達すると水位が上昇しやすくなり，水位予測が難しくなる。
- ②河床波のサイズと移動速度が把握できれば掃流砂量が推定できる

洪水時の河床波計測は
長年の課題であった。



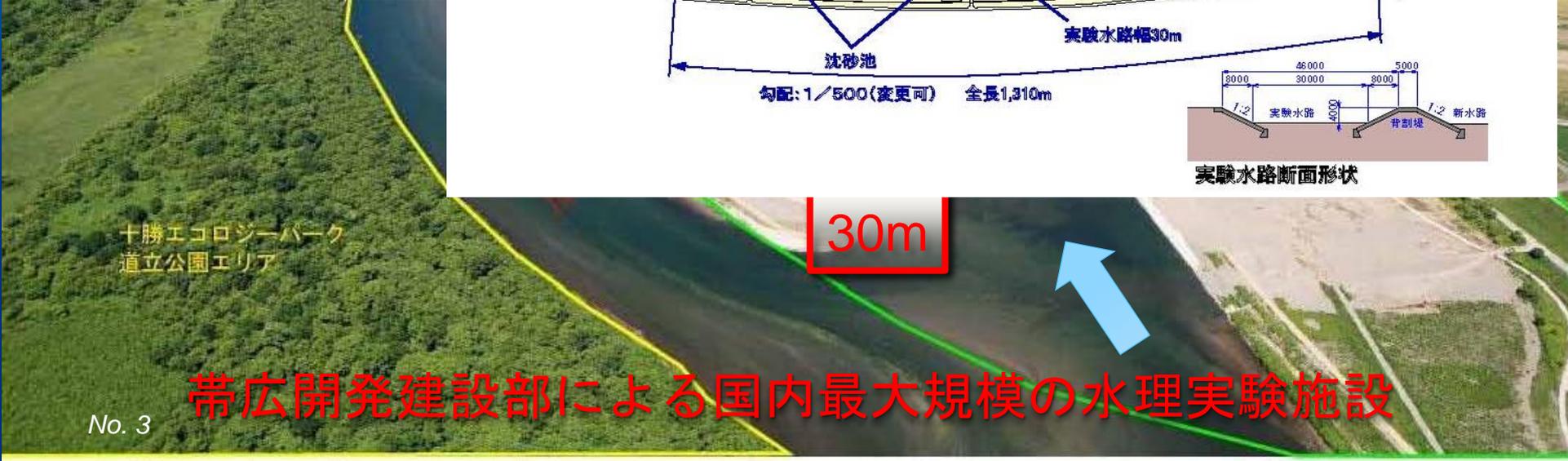
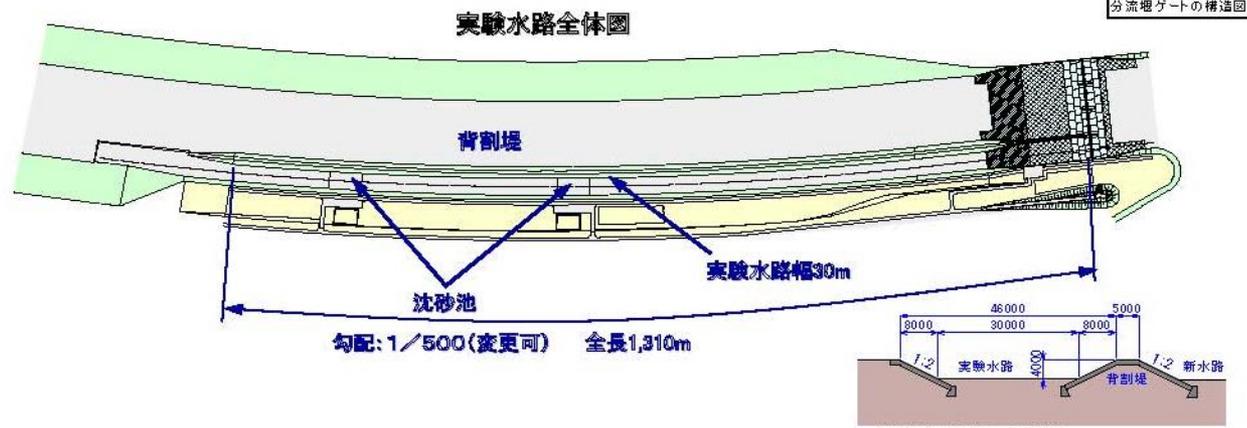
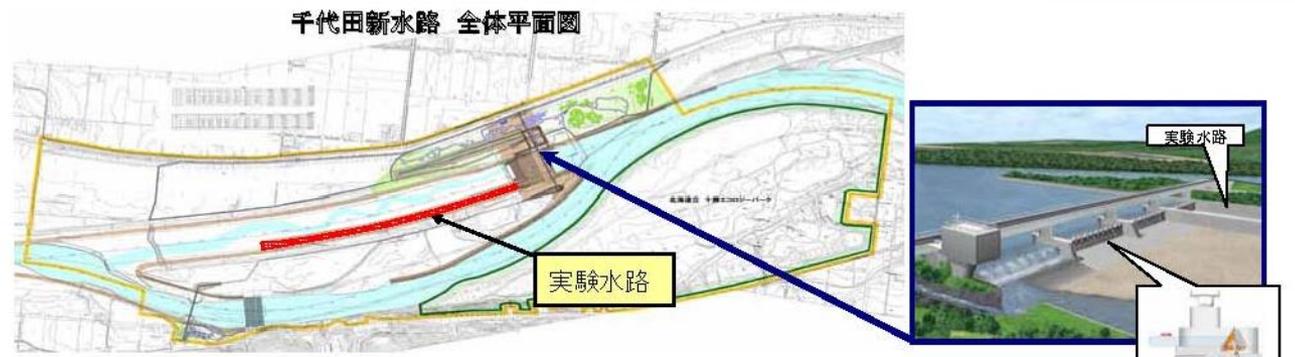
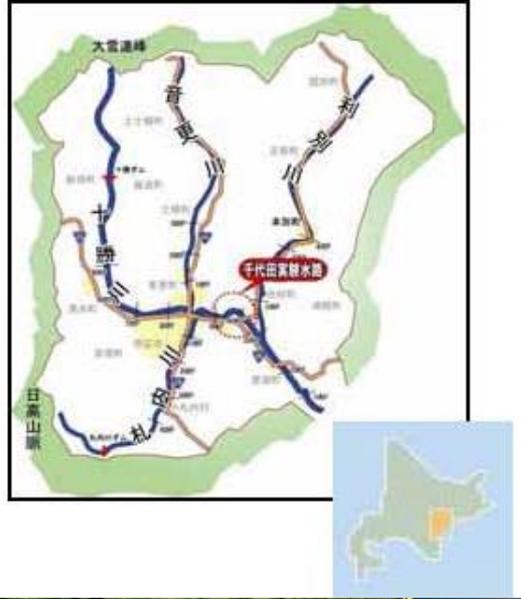
2. 洪水時に計測出来るマルチビームシステムの開発

- ①小型軽量なマルチビームソナーMB1の活用。
- ②ADCPによる洪水流量観測システムの活用。



低コストマルチビームでも
目的によっては十分有効活用できる

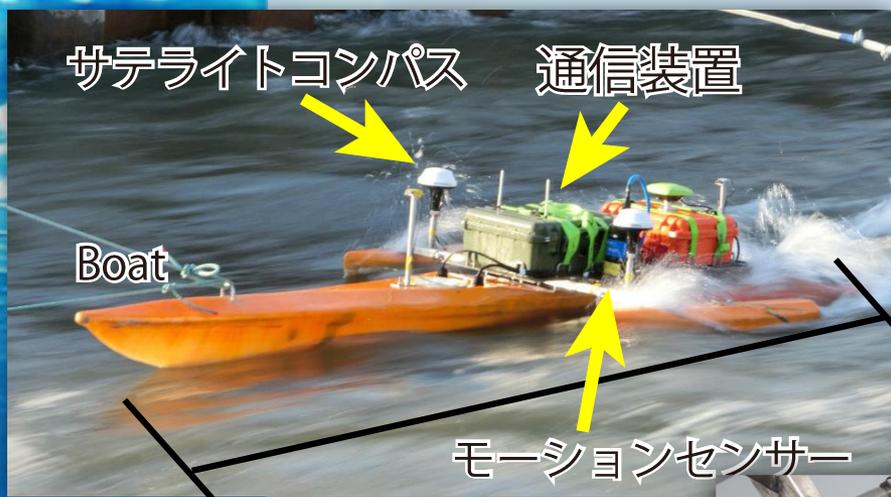
十勝川千代田実験水路の概要



帯広開発建設部による国内最大規模の水理実験施設

計測システムの概要

洪水流量観測用の橋上操作艇
(全長3m) を利用.



実際の観測状況写真

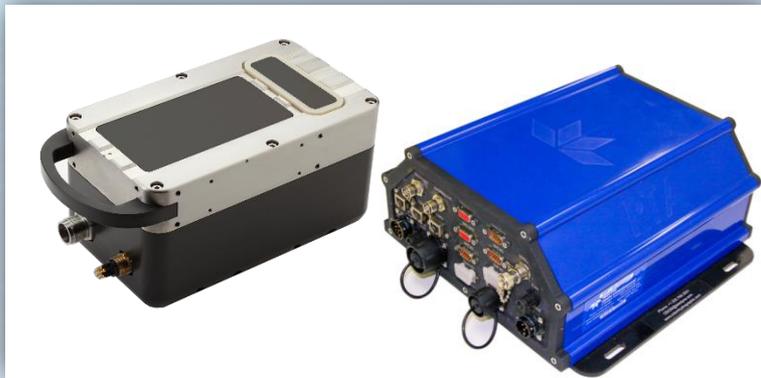
搭載機器

- マルチビーム : MB1
(TeledyneOdom社)
- 流速計 : ADCP
(TeledyneRDI社)
- モーションセンサー : DMS05
(TeledyneTSS社)
- GPSコンパス : VS330
(Hemisphere社)
- 通信装置 : RemoADCP
(HSD社)



使用機器

マルチビーム: MB1 Teledyne ODOM社製



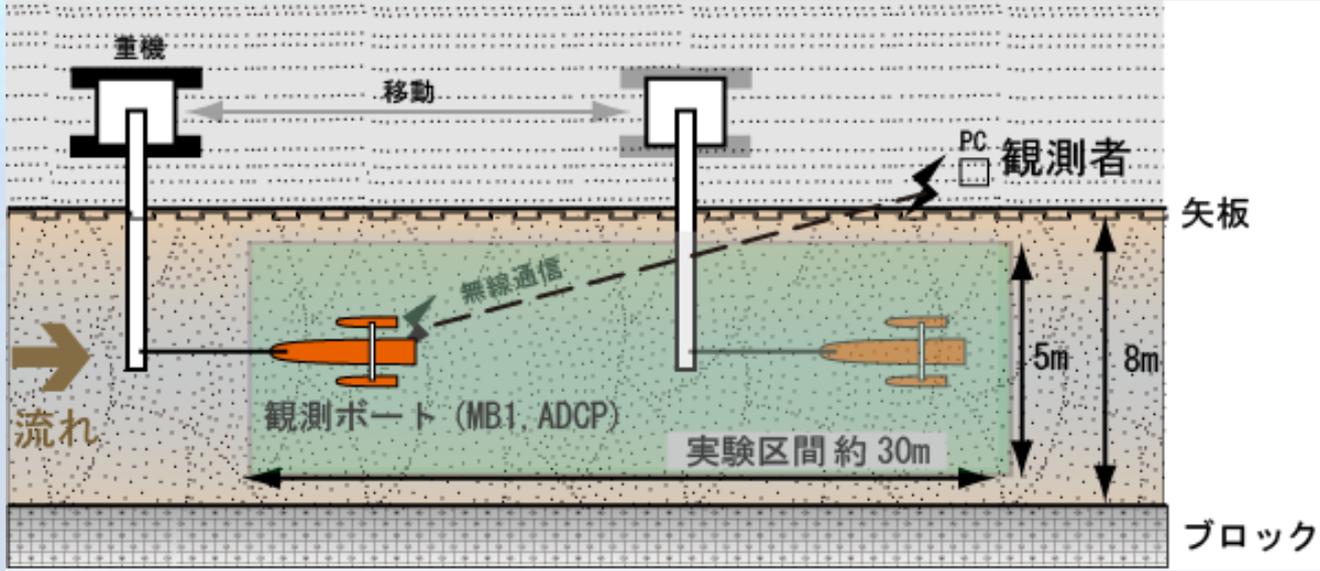
周波数	170~220kHz
レンジ方向分解能	3.6cm
ビーム幅	3×4°
ビーム数	10~512本(任意に設定可)
スワ幅	10~120° (任意に設定可)
直下最大レンジ	240m
発信間隔	60Hz
測深方式	ビームフォーミング方式
寸法(mm)	RTA:286.0(L)×305.0(W)×133.0(H) ソナー:267.0(L)×152.0(W)×146.0(H)
重量(空中/水中)	RTA:5.8kg(空中のみ) トランスデューサー:10.2kg/4.3kg

流速計: RiverProADCP Teledyne RDI社製

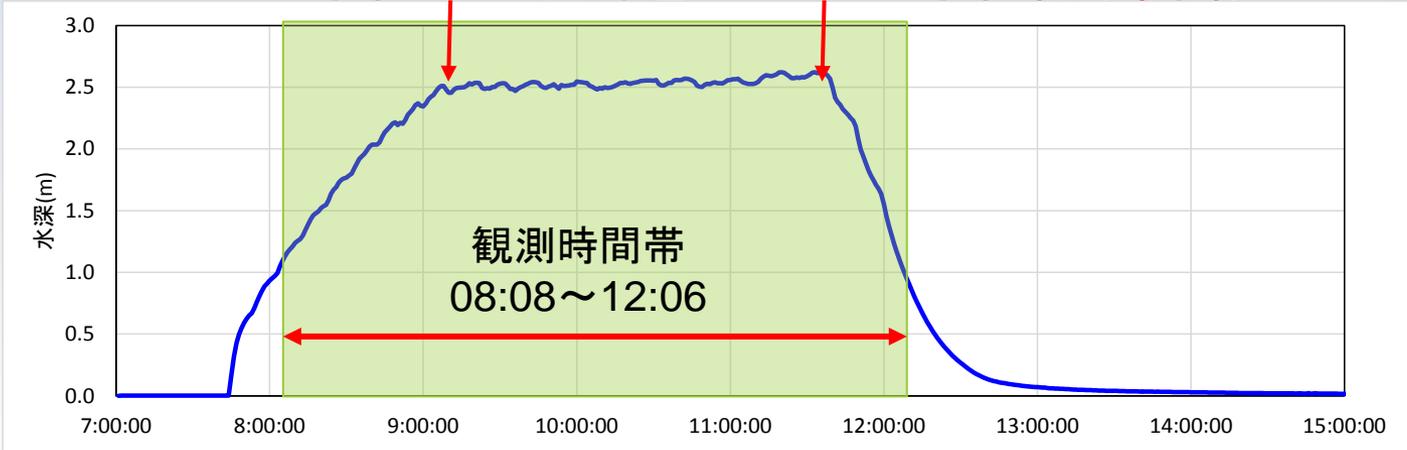


周波数	傾ビーム1200kHz 鉛直ビーム600kHz
測定距離	0.12m ~ 25m
層厚	2cm~5m
層数	15~30層(最大200層)
測流範囲	最大±20m/s
流速精度	±0.25%または±2mm/sec
観測項目	流速(3軸成分)、水温、機器方位
材質	強化プラスチック
高さ	193.4mm
直径	165.1mm
空中重量	4.35kg

観測方法

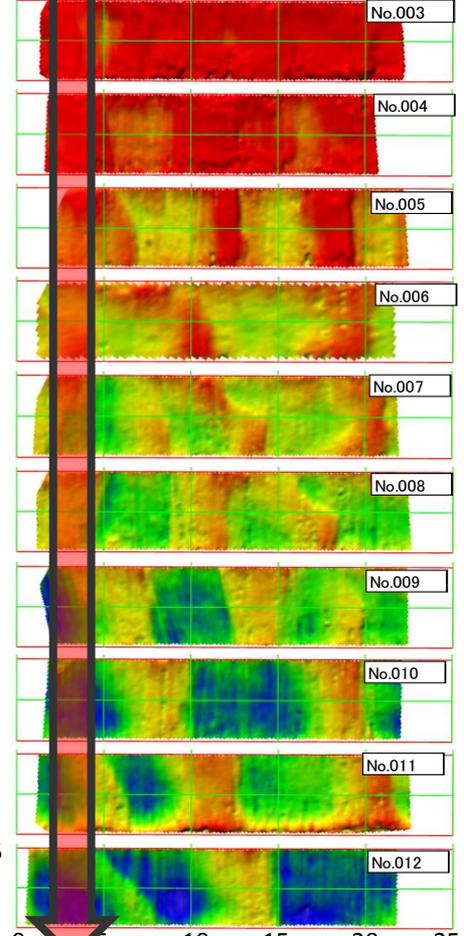


9:10水位ピーク到達 11:35水位低下開始

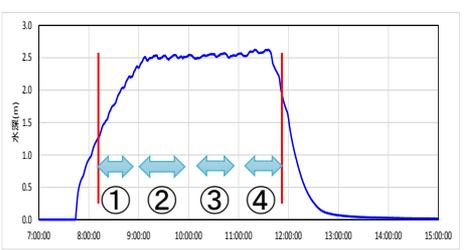




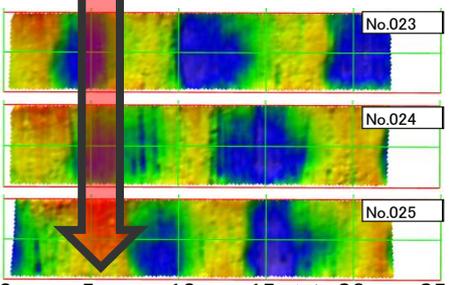
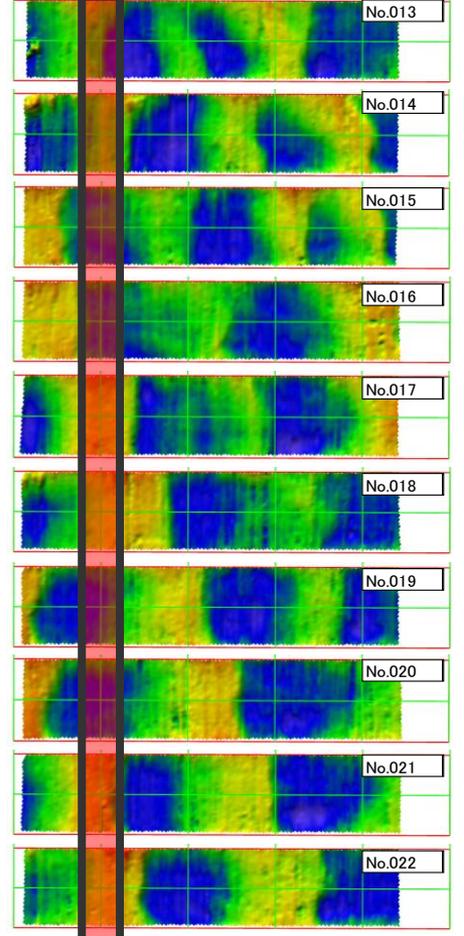
① 上昇期
08:32



09:09(37分)

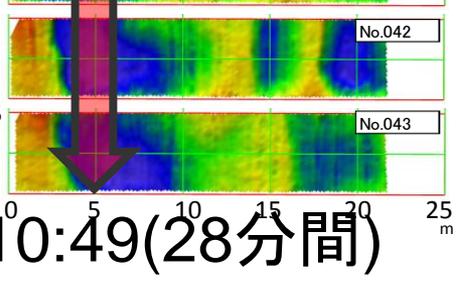
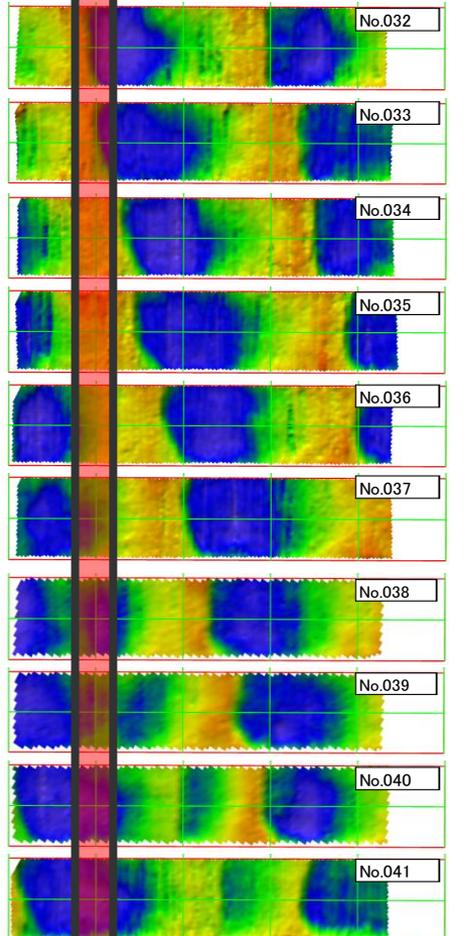


② ピーク前半
09:12



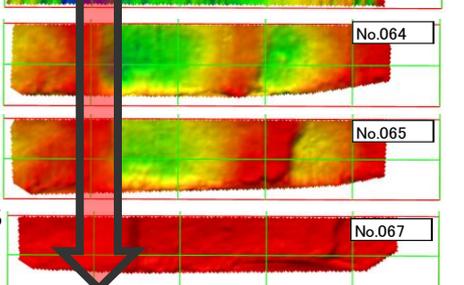
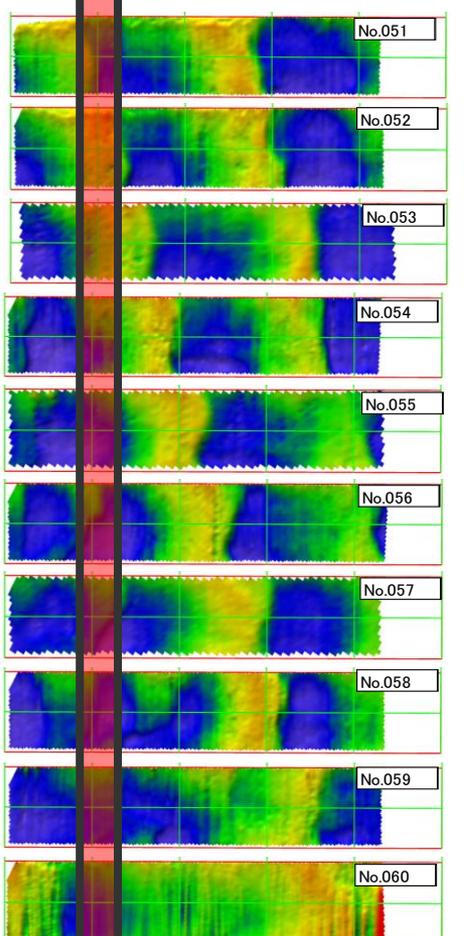
09:50(38分間)

③ ピーク後半
10:20



10:49(28分間)

④ ピークから減衰期
11:11



11:53(42分間)

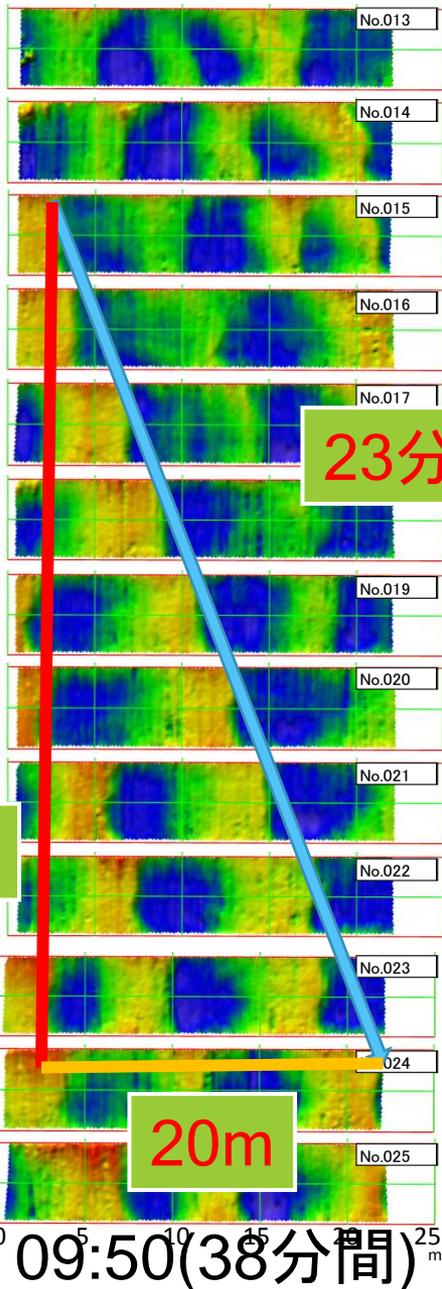
河床波の移動速度

河床波移動速度
70cm/分

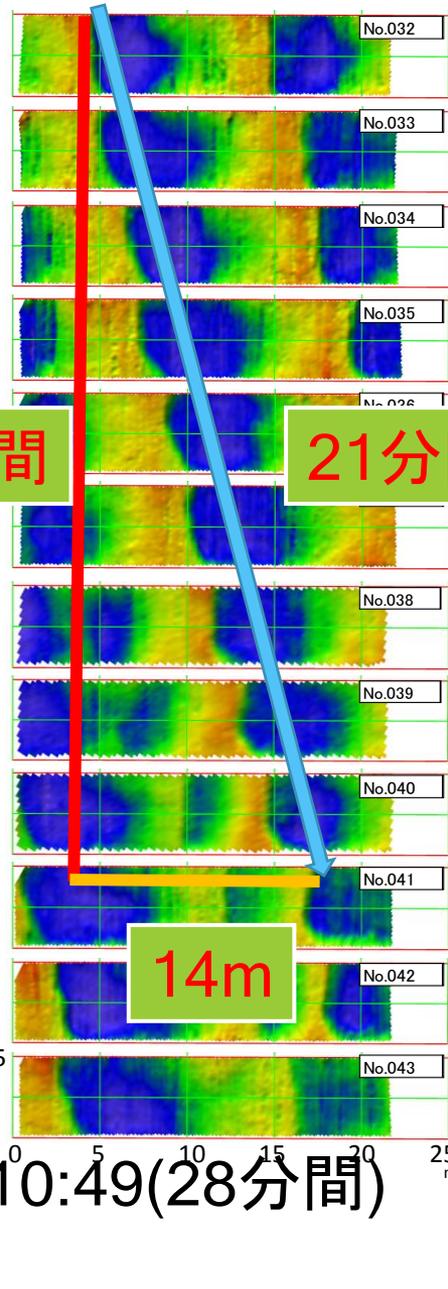
河床波移動速度
60cm/分

河床波移動速度
66cm/分

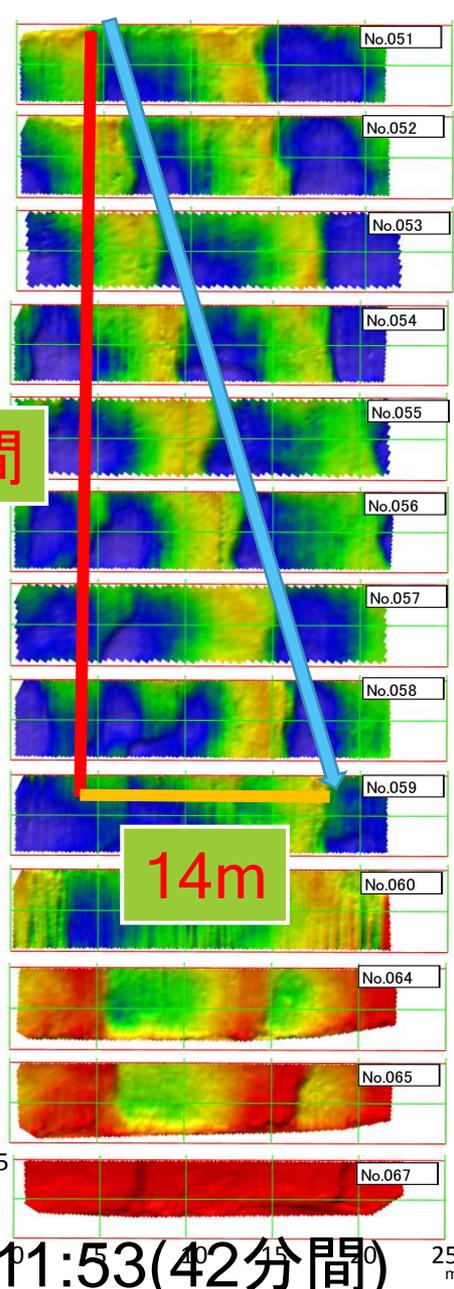
09:12



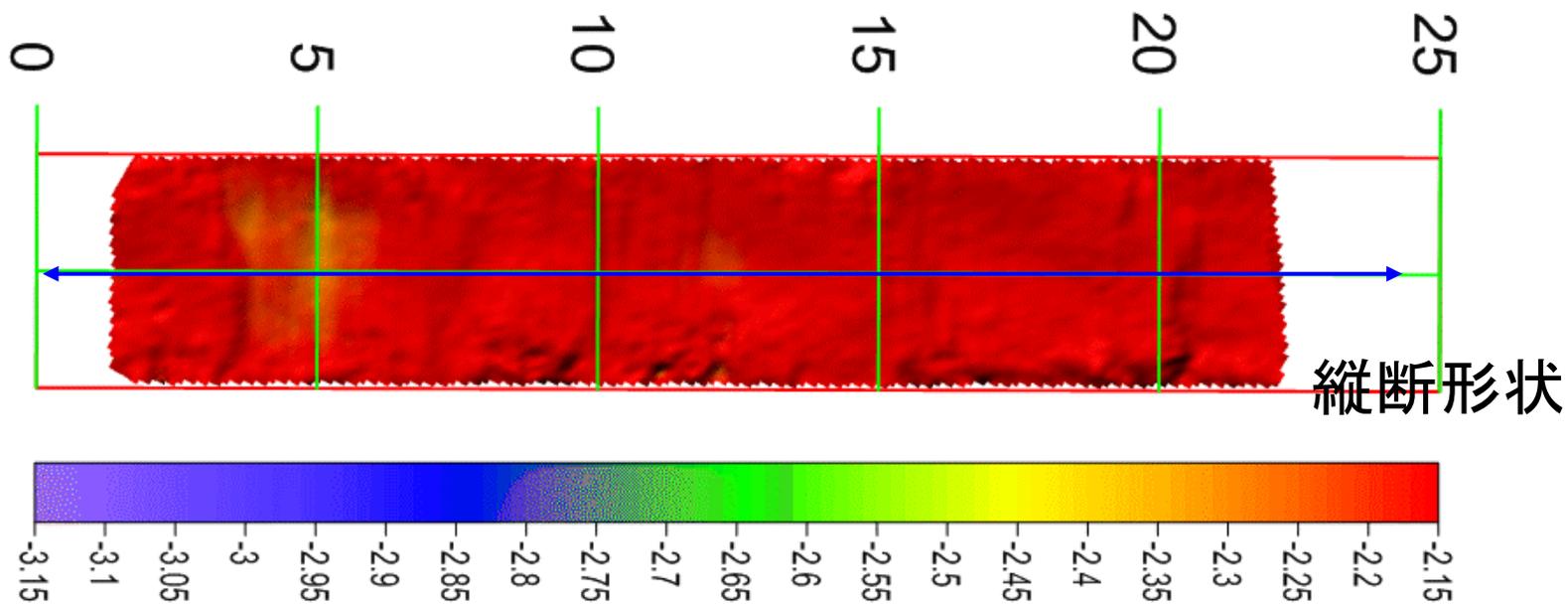
10:20

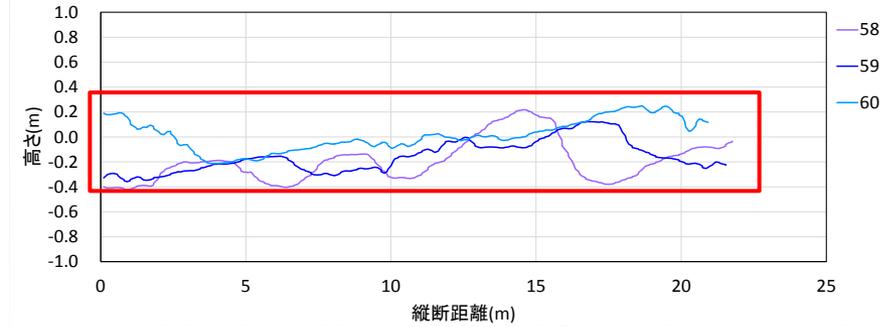
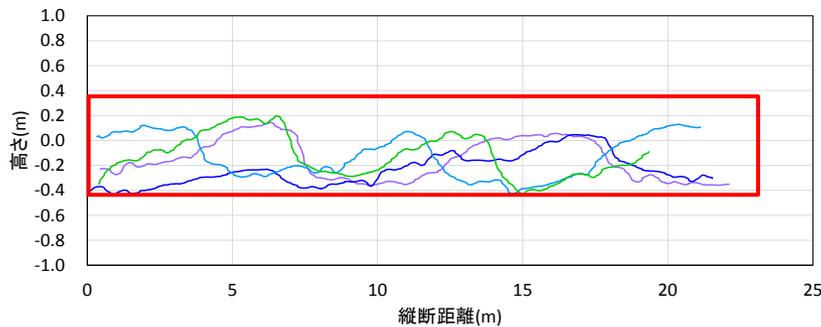
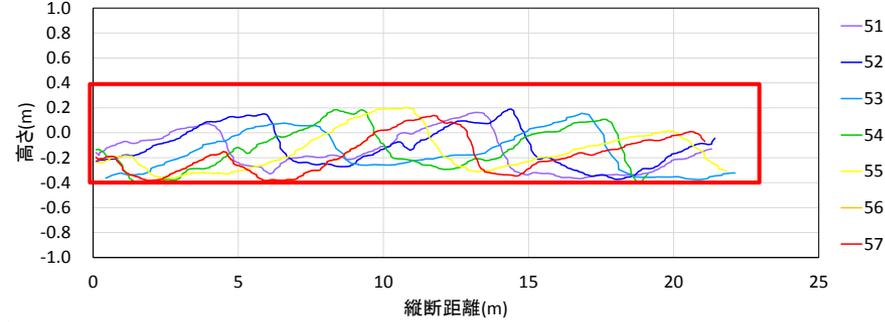
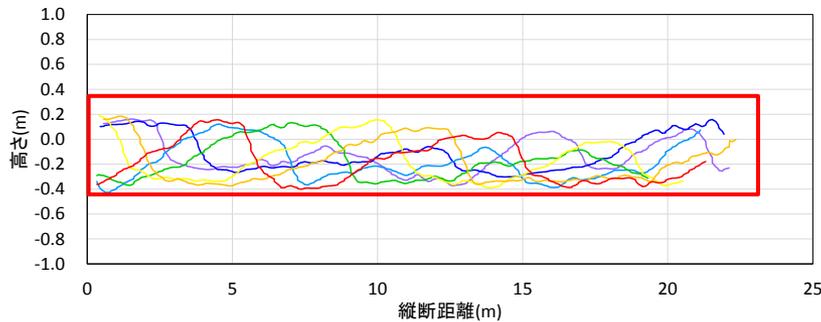
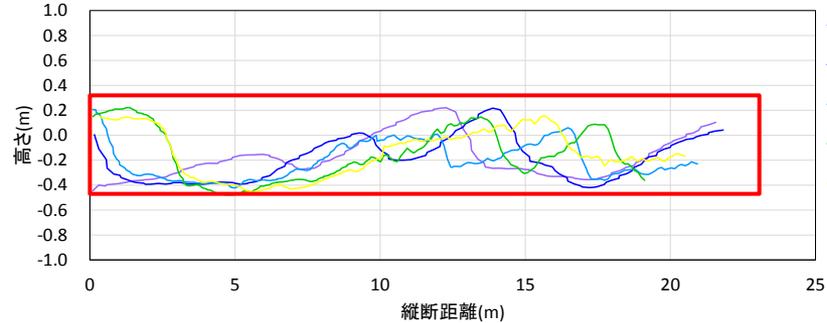
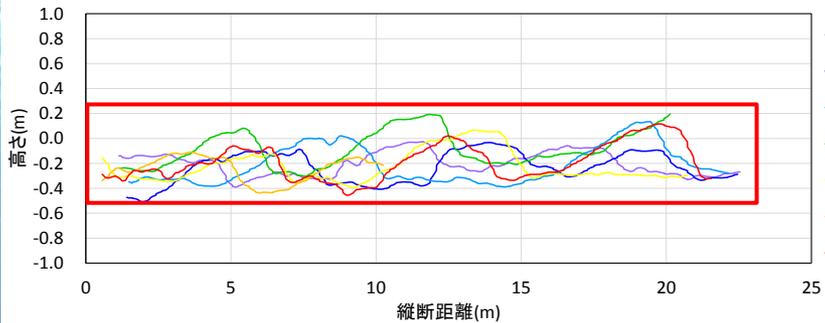
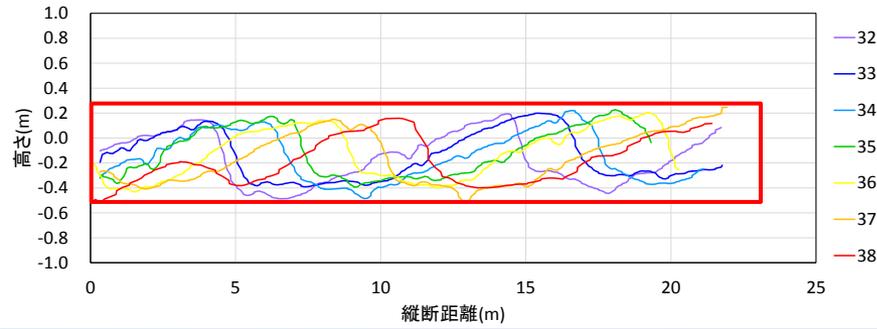
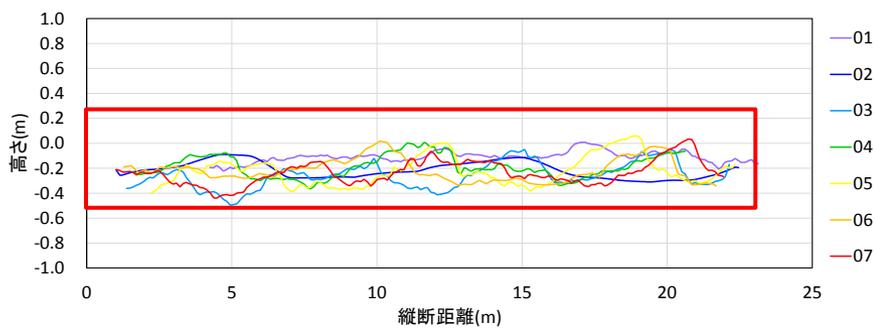


11:11

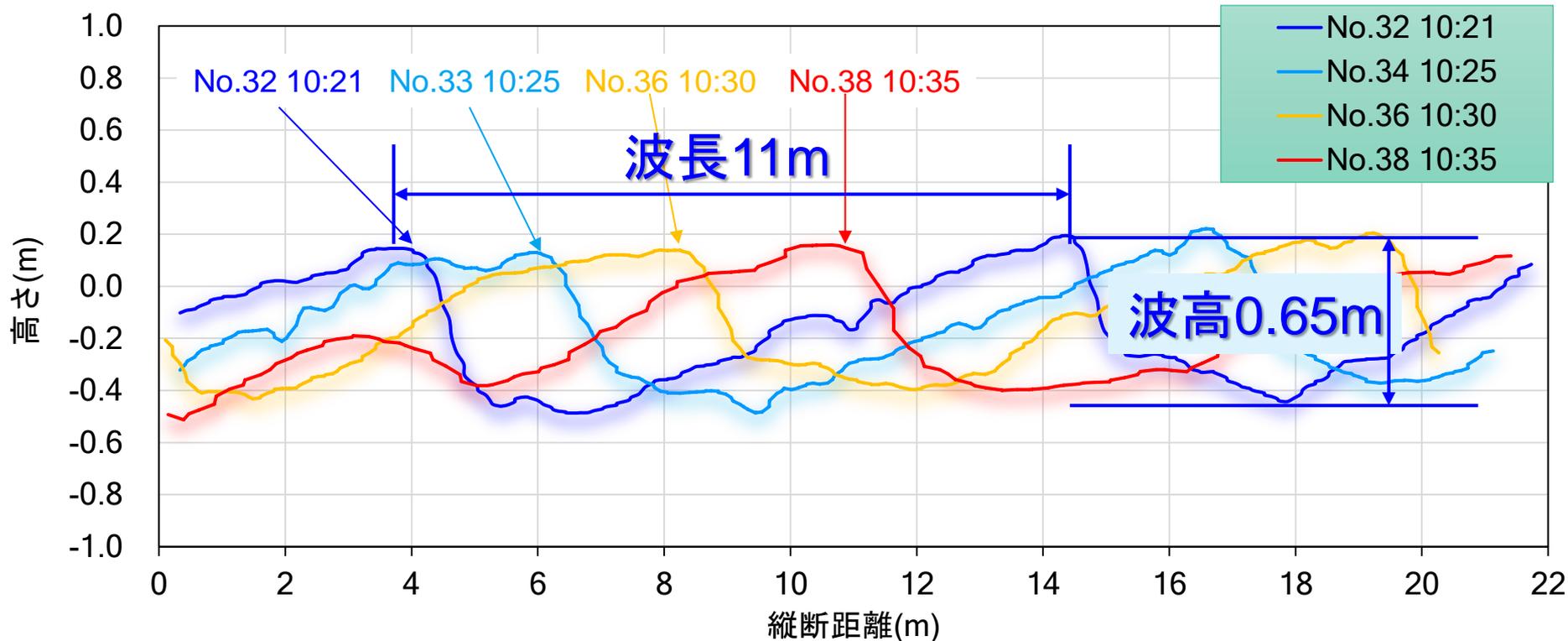


マルチビーム計測結果動画





最も河床波が発達した時間帯を抽出



河床波の波長約11m, 波高約0.65m

水深の4.4倍

水深の25%

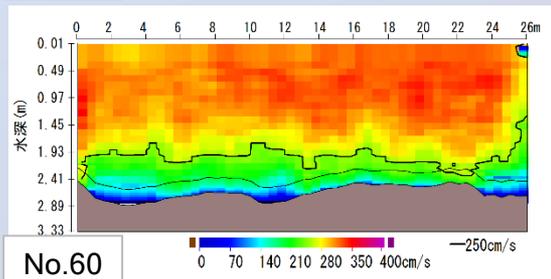
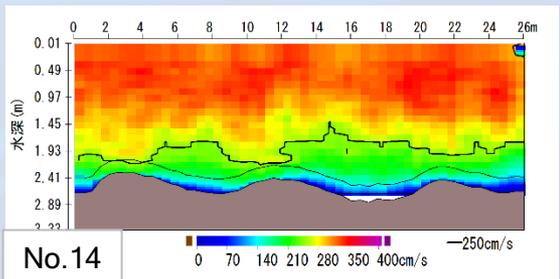
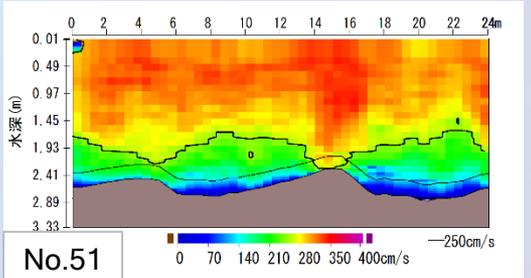
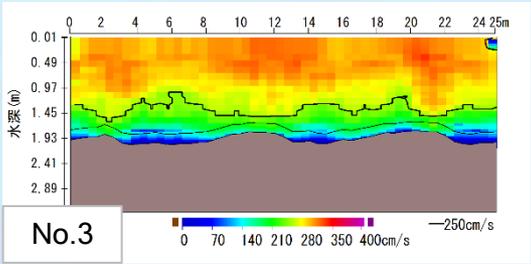
※理論値：波長は水深の5倍, 波高は水深の10~50%

@水深2.2~2.9m 平均水深2.5m/s

最大流速3.6m/s 平均流速2.7m/s

ADCP計測結果

ピーク時
 最大流速 : 3.6m/s
 平均流速 : 2.9m/s
 ※No14~No60平均



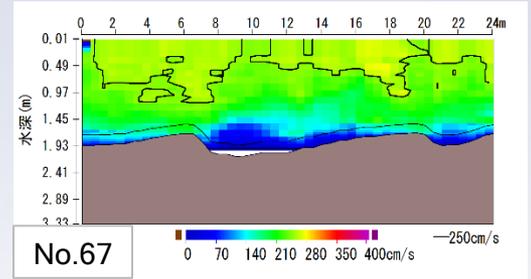
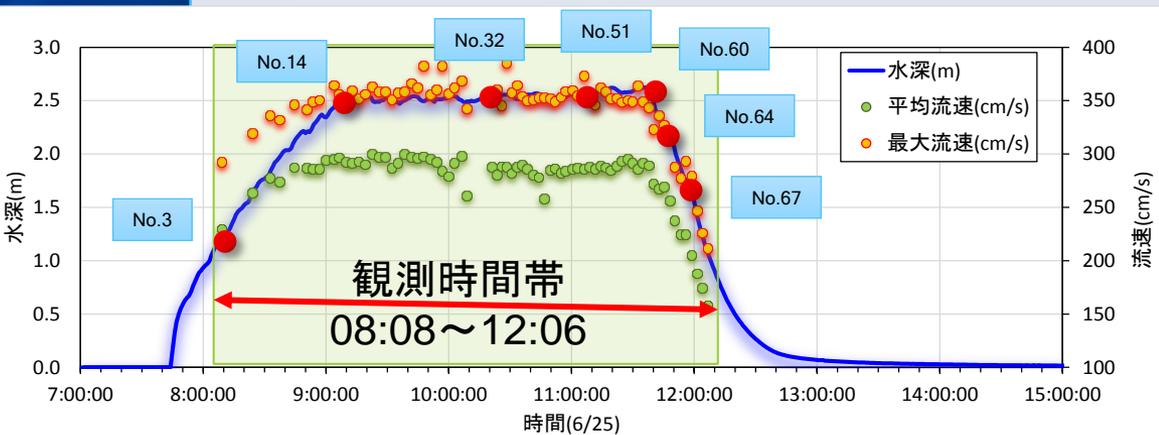
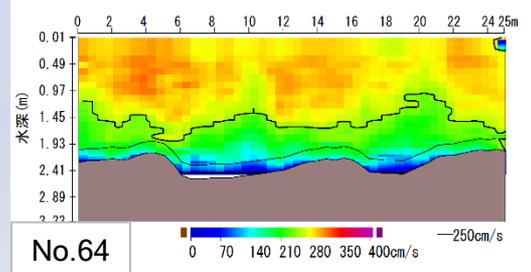
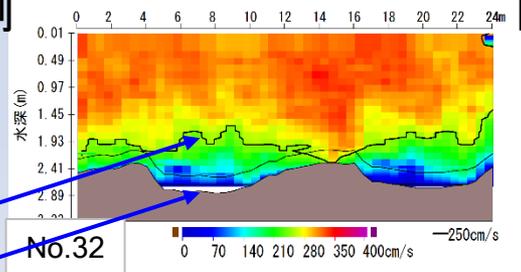
上流側

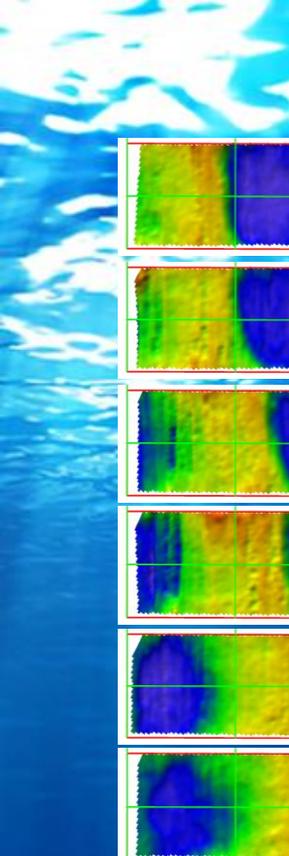
下流側

流下方向成分流速

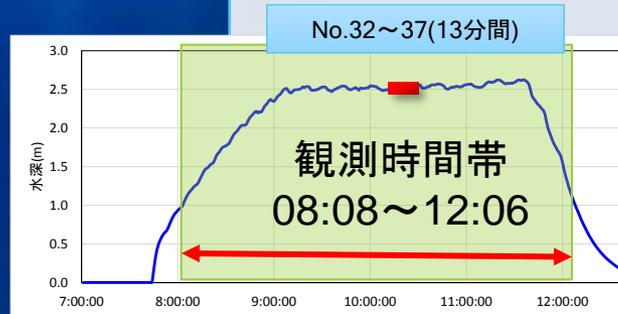
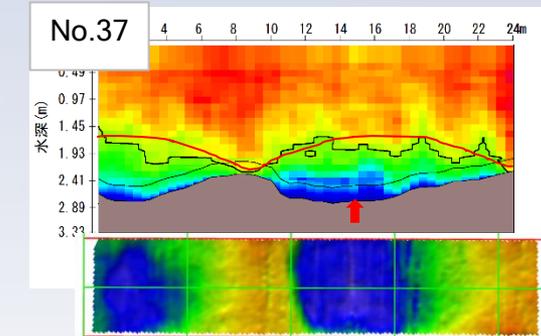
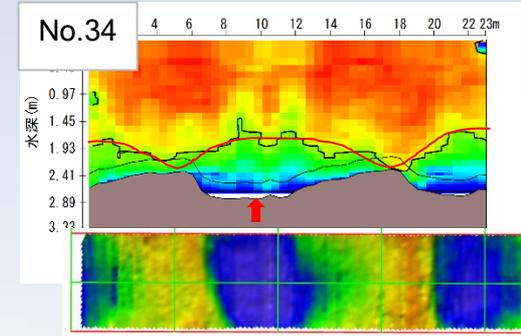
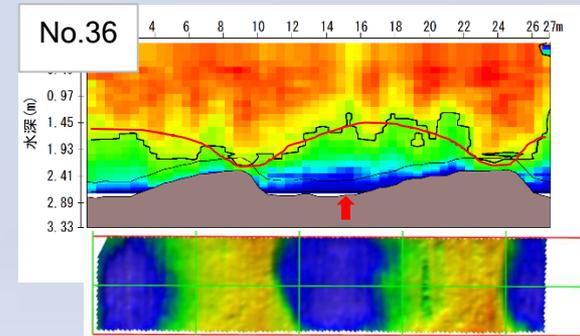
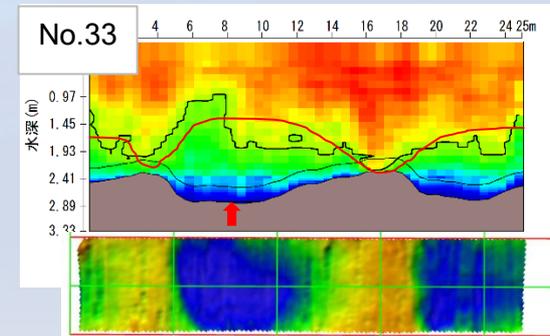
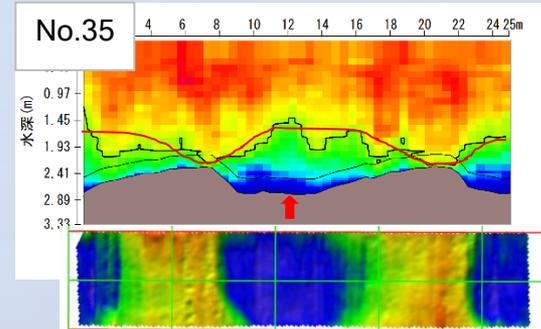
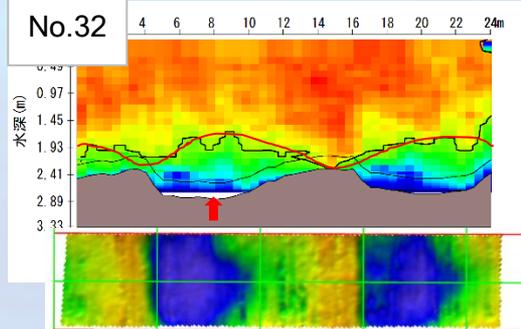
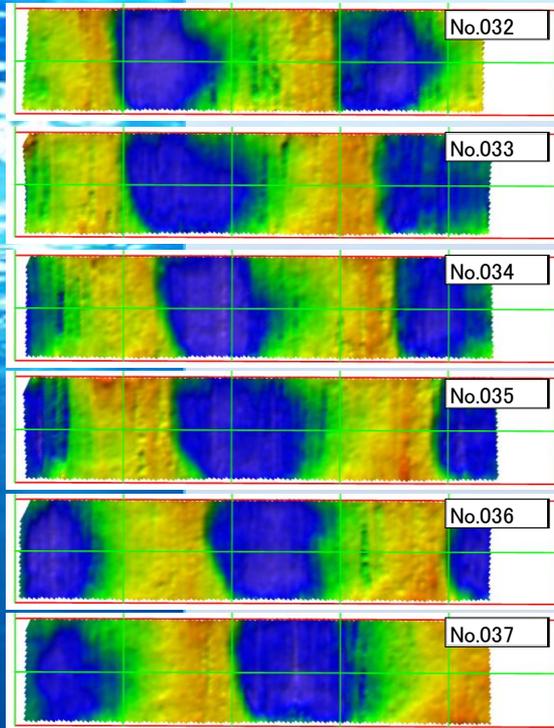
流速2.5m/sライン

河床形状





0 70 140 210 280 350 400cm/s —250cm/s



流速2.5m/sのラインと河床波が逆位相

ADCPによる流砂速度

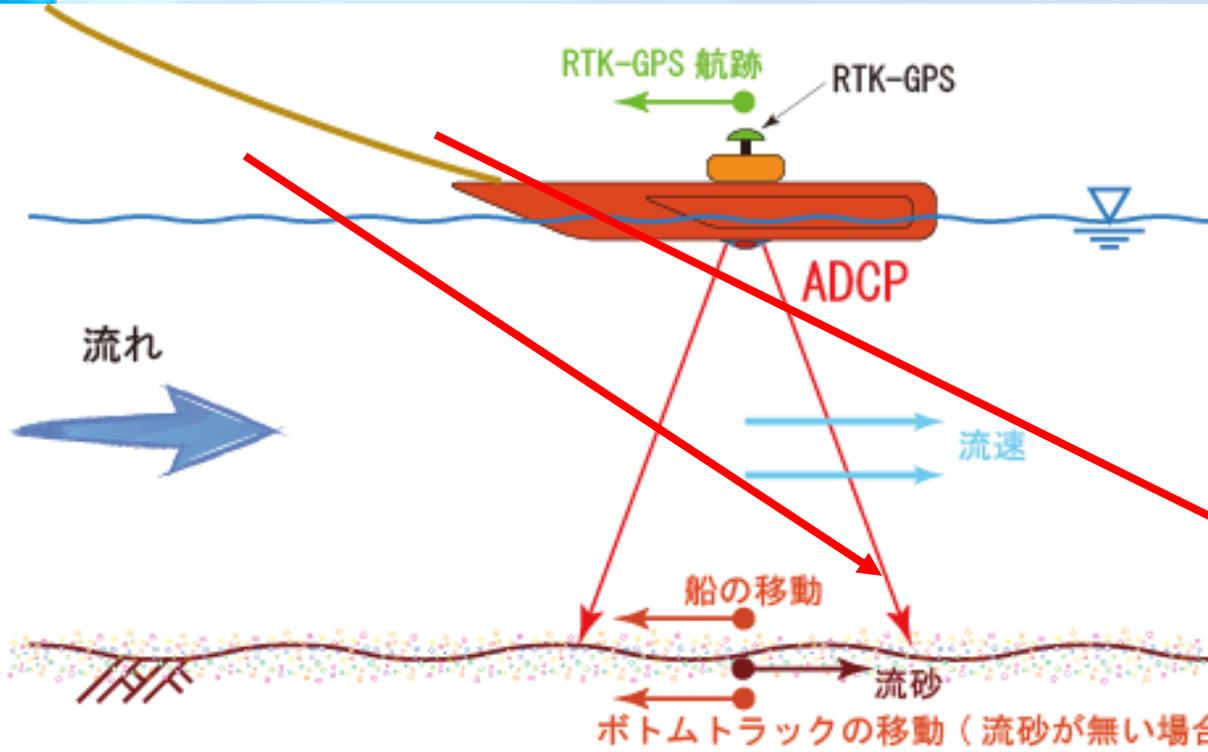
流砂速度

最大1.2m
平均0.56m

最大1.1m
平均0.53m

最大1.1m
平均0.53m

最大1.0m/
平均0.57m



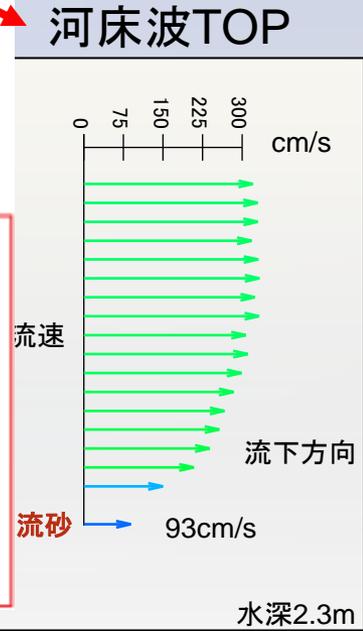
流砂速度 **GPS 航跡 (実際の航跡)**

← ● → ● ←

← ● →

ボトムトラックの移動

※流砂が生じる場合は上流側に過大に計測される
GPS 航跡とボトムトラック航跡の差分から流砂速度
を算出することが可能.



水位ピーク時の河床波と水理条件について整理

【河床波】

- ・ 河床波のサイズ：波長11m，波高0.65m
- ・ 河床波の移動速度：0.6～0.7m/分

【条件】

- ・ 水深2.2～2.9m 平均水深2.55m
- ・ 最大流速3.6m/s 平均流速2.9m/s
- ・ 流砂速度 最大1.2m/s，平均0.56m/s

今後の課題

- ・ 河床波の形状と通過速度から掃流砂量を試算
- ・ 江頭式，芦田道上式などと比較検証
- ・ 流砂速度と摩擦速度 μ_{*} との関係式構築
- ・ 流砂速度と河床波移動速度の関係式検討
- ・ 流砂速度と掃流砂量の関連性について検討

小型無人ボート搭載型MB2(1.8×1.8)



	装置構成
マルチビーム	MB2
モーション	POSMV_SM
ボート	HSRB(152cm)
無線装置	RemoMulti
総重量	56kg

現地艀装作業，オセット値設定，パッチテスト等の手間が省略可能
ワンボックスカーで持ち運び可能