

# 津軽海峡HFレーダーの 運用状況について

橋向高幸 (MWJ)  
佐々木建一、佐藤喜暁 (JAMSTEC)

2019年12月2～3日 九州大学応用力学研究所 研究集会

# 目次

1. 津軽海峡HFレーダーシステム概要
2. アンテナパターンの作成手法検討（係留系比較）
3. 新アンテナパターンの評価（船舶ADCP比較）
4. 各地方局の運用状況と問題のまとめ
5. 今後の予定

# 1. 津軽海峡HFレーダーシステム概要 ①システム紹介

MORSETS (JAMSTECの公開サイト)

システム:

CODAR社製SeaSonde / 13.9MHz

地方局:

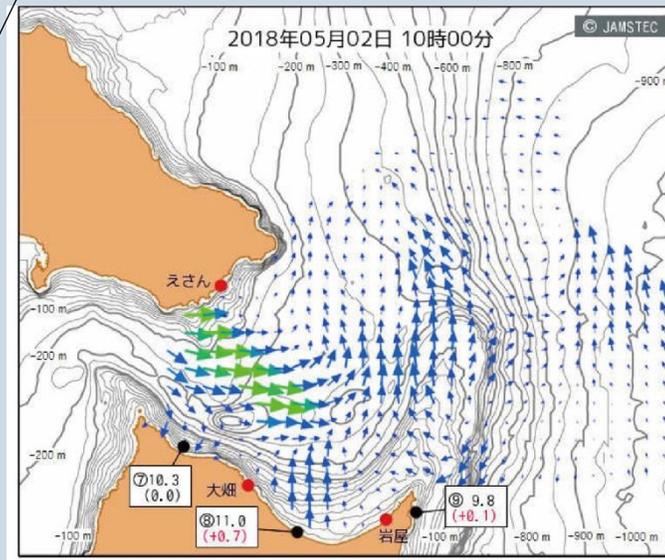
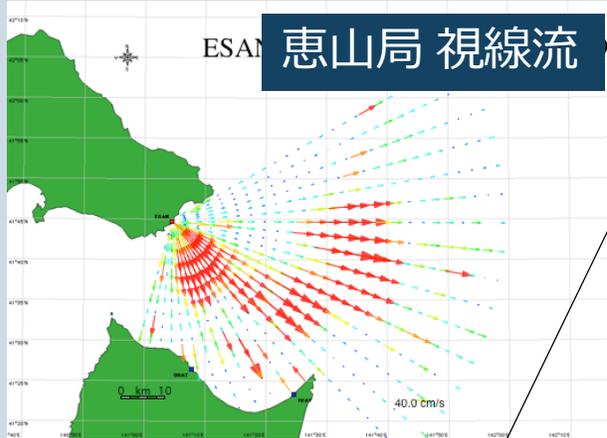
3局 (大畑、岩屋、恵山)  
視線方向流速を算出

中央局:

むつ研究所内  
3局合成し流向流速算出

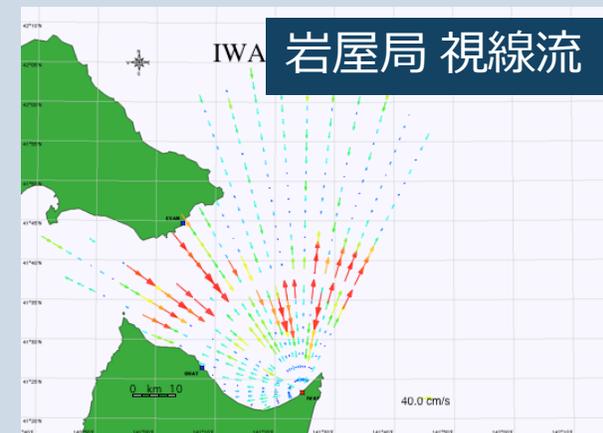
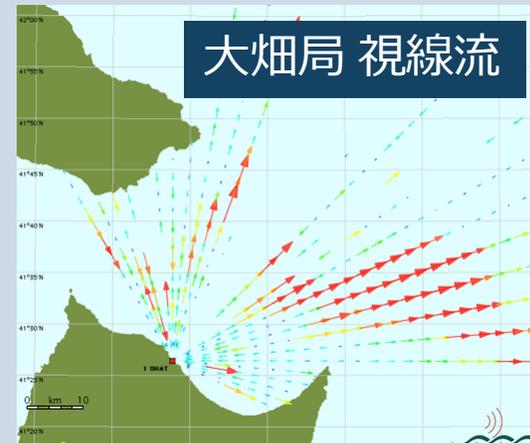
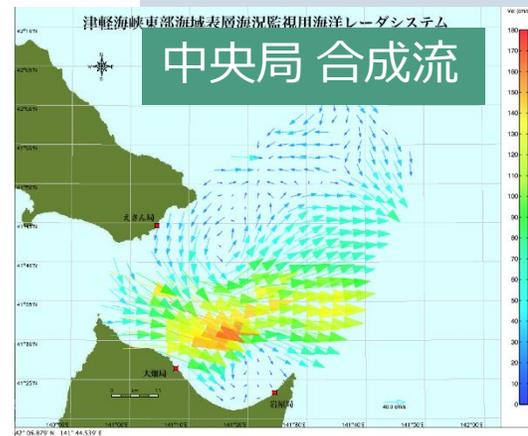
MORSETS:

準リアルタイムで、データ公開



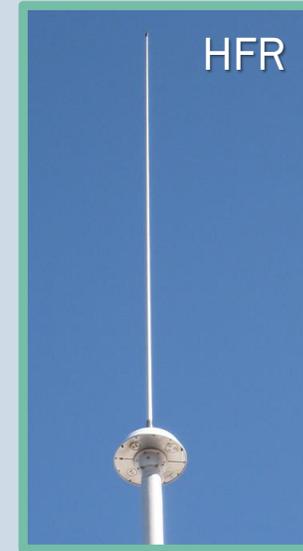
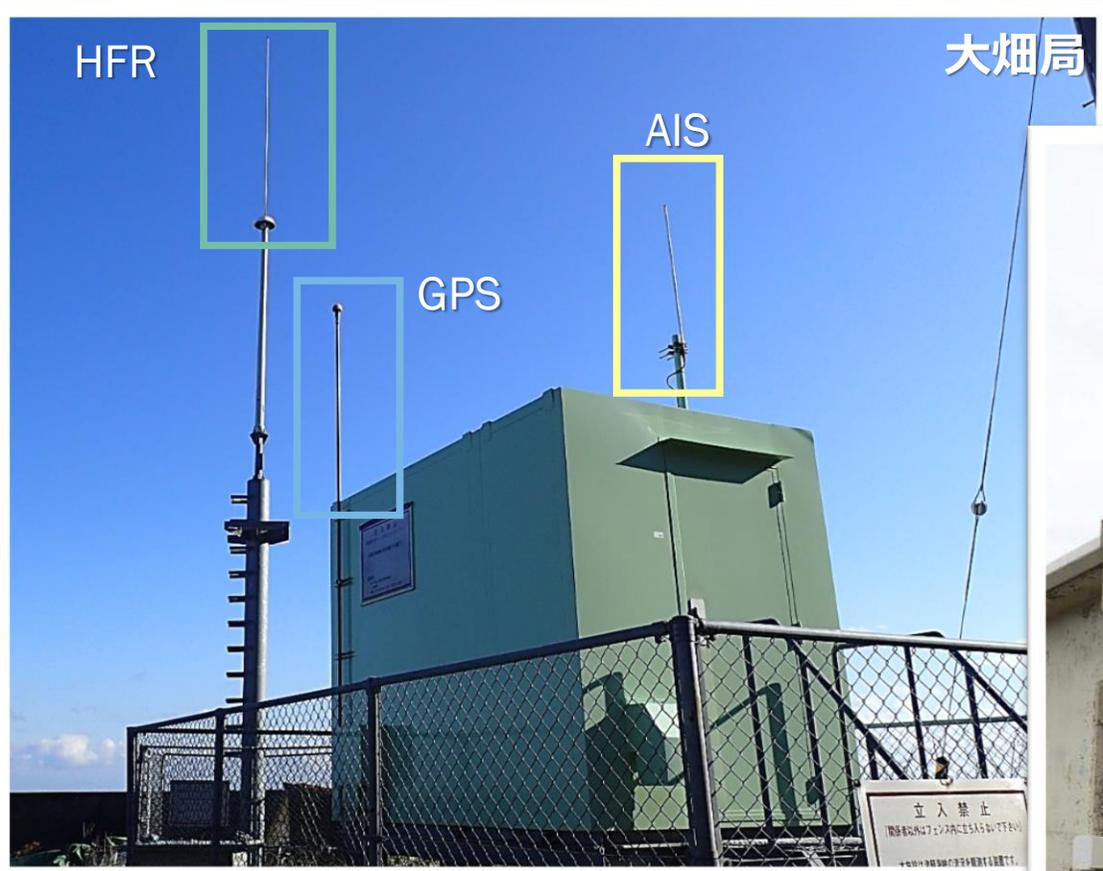
観測海域

・ 東部津軽海峡



# 1. 津軽海峡HFレーダーシステム概要 ②各種アンテナ

## アンテナ設置状況



モノポール  
アンテナ



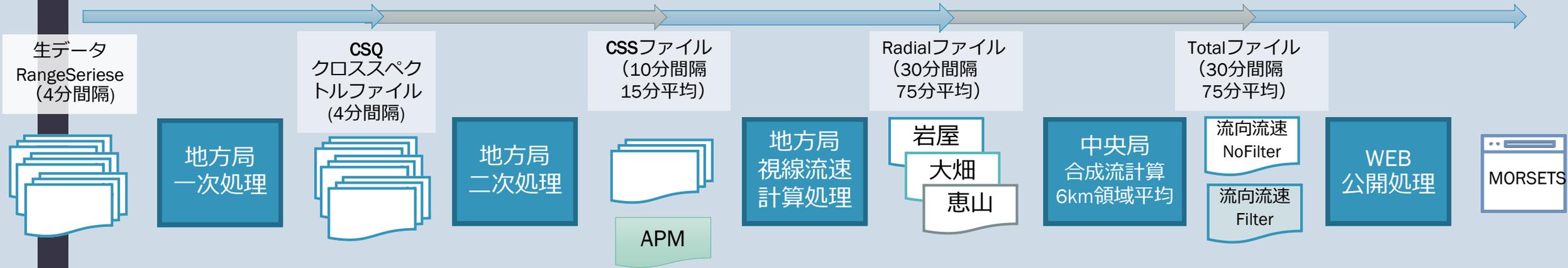
AISアンテナから得られる  
船舶位置情報を解析し、  
適切なアンテナパターン  
(以下、APM)を作成可能

⇒ SeaSonde AutoAPMを導入  
(オプション、AISアンテナ)

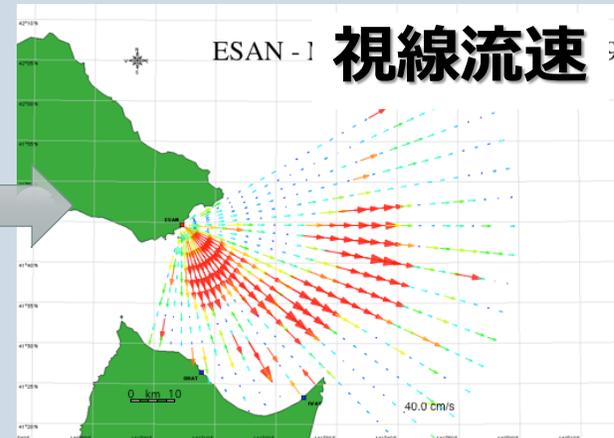
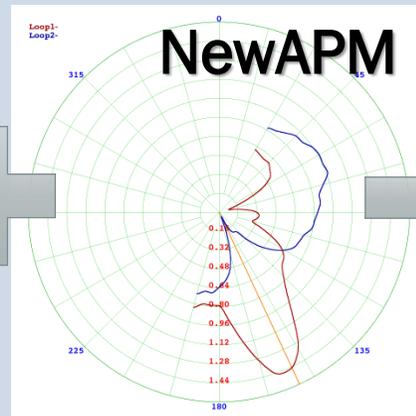
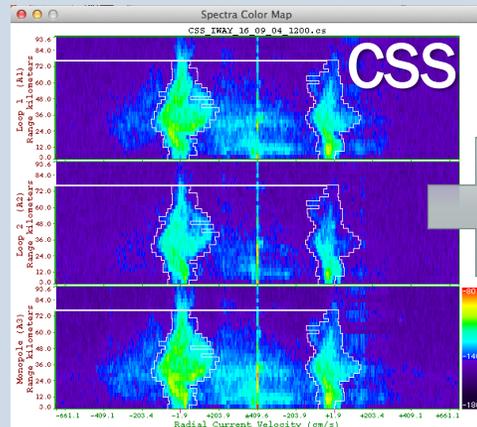
岩屋局は設置条件が  
大畑局より悪い

# 1. 津軽海峡HFレーダーシステム概要 ③オンライン処理

## <オンライン処理フロー>

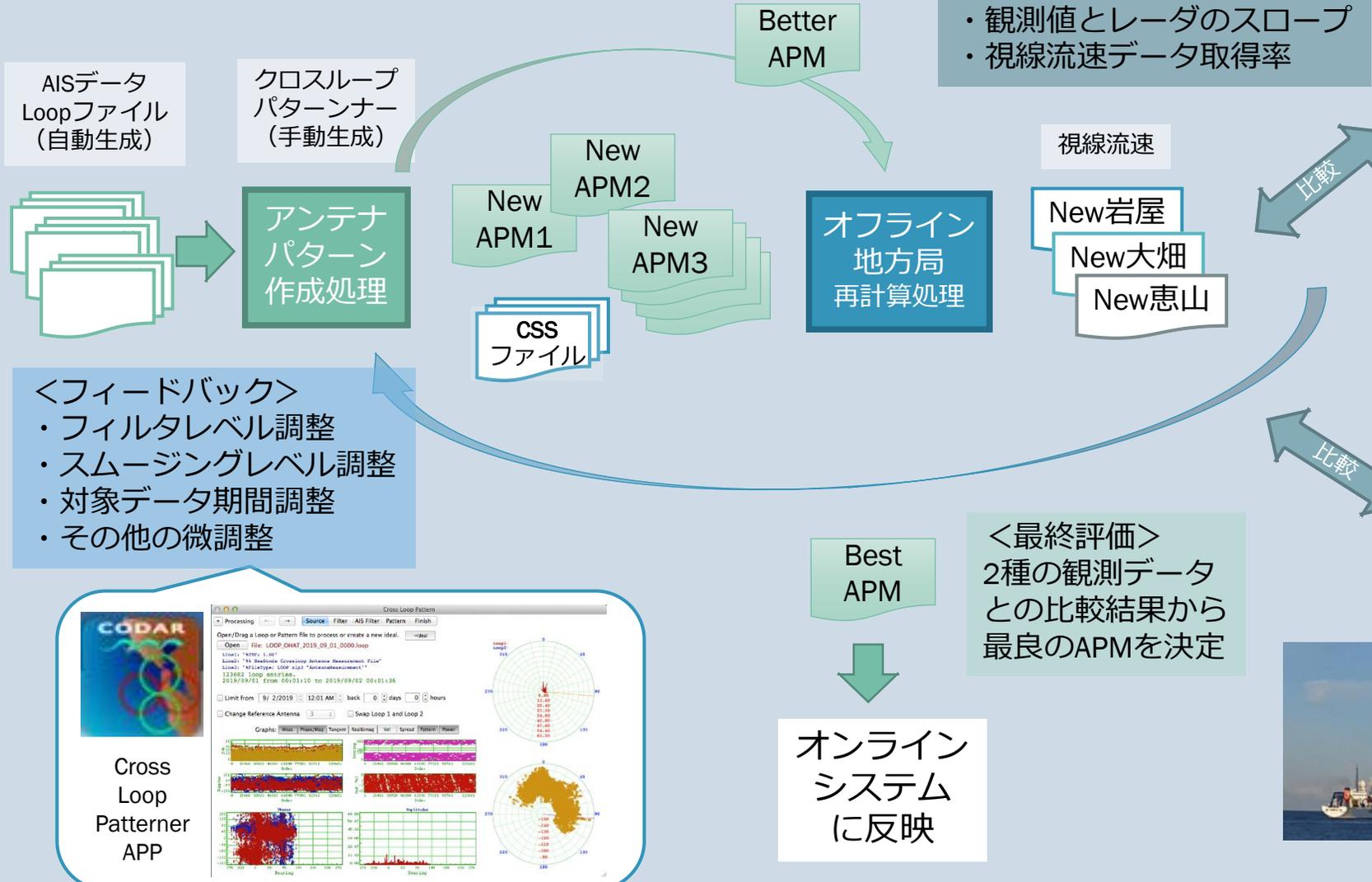


オンラインのAPMは2016年2月から変更なし  
新たなAPMでオフラインで再処理&検証



# 1. 津軽海峡HFレーダーシステム概要 ④オフライン処理

## <オフライン処理フロー>

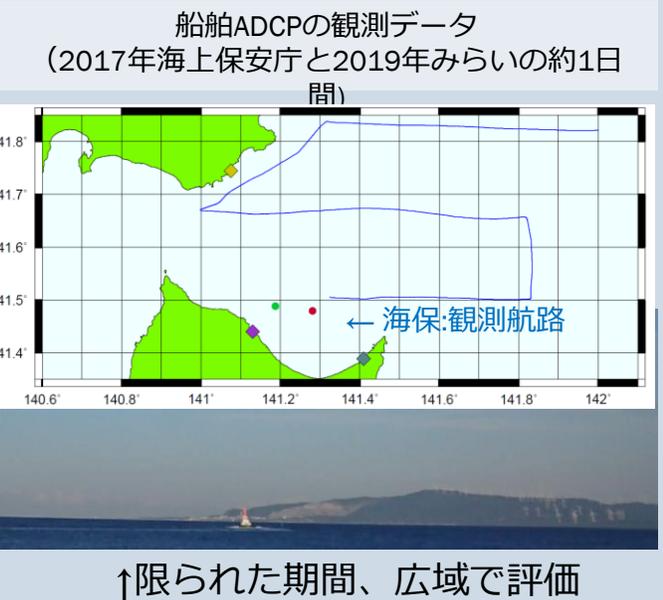
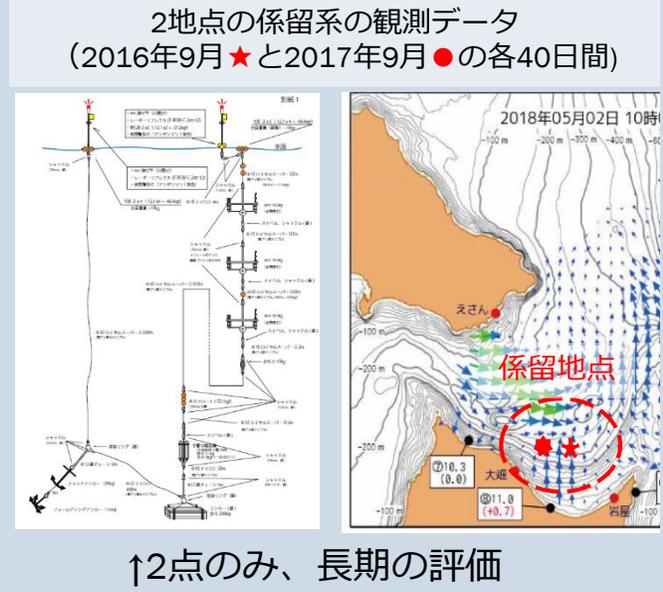
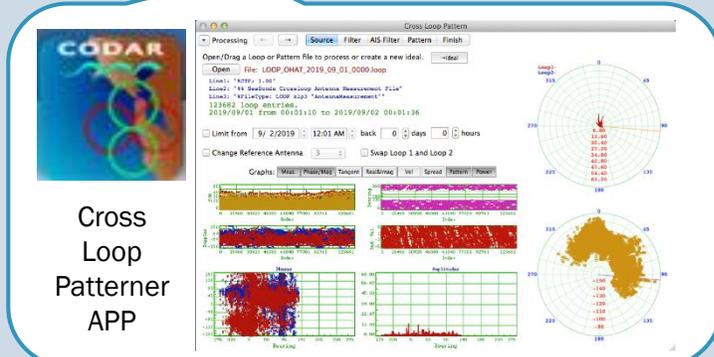


**<比較評価>**

- 観測値とレーダの相関
- 観測値とレーダのスロップ
- 視線流速データ取得率

**<フィードバック>**

- フィルタレベル調整
- スムージングレベル調整
- 対象データ期間調整
- その他の微調整



**<最終評価>**

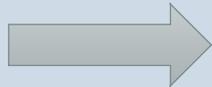
2種の観測データとの比較結果から最良のAPMを決定

オンラインシステムに反映

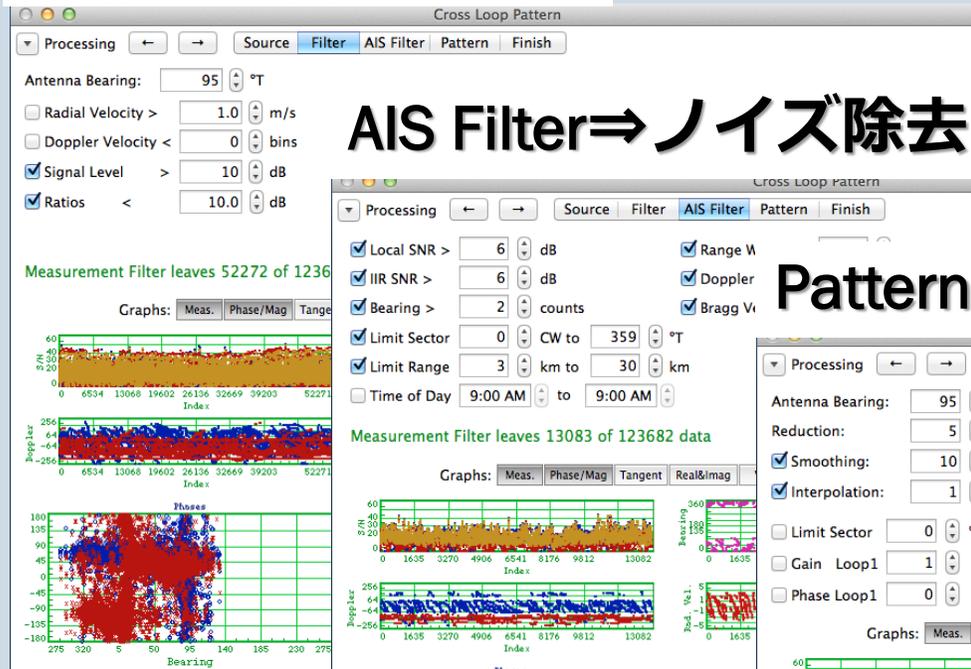
# 2. APMの作成手法検討 ①APM作成ツールの紹介



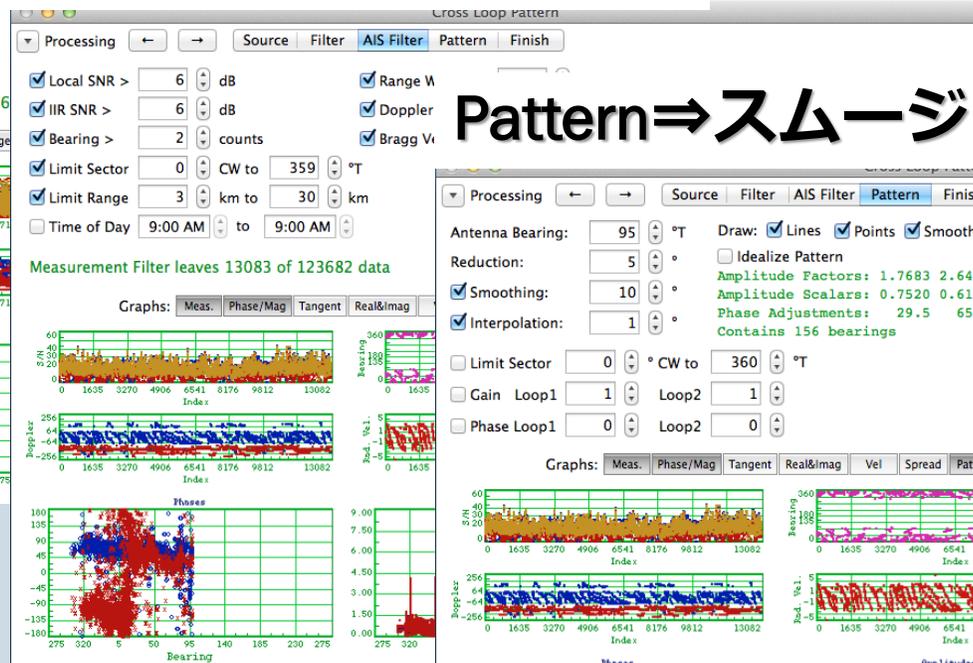
AISデータ  
Loopファイル



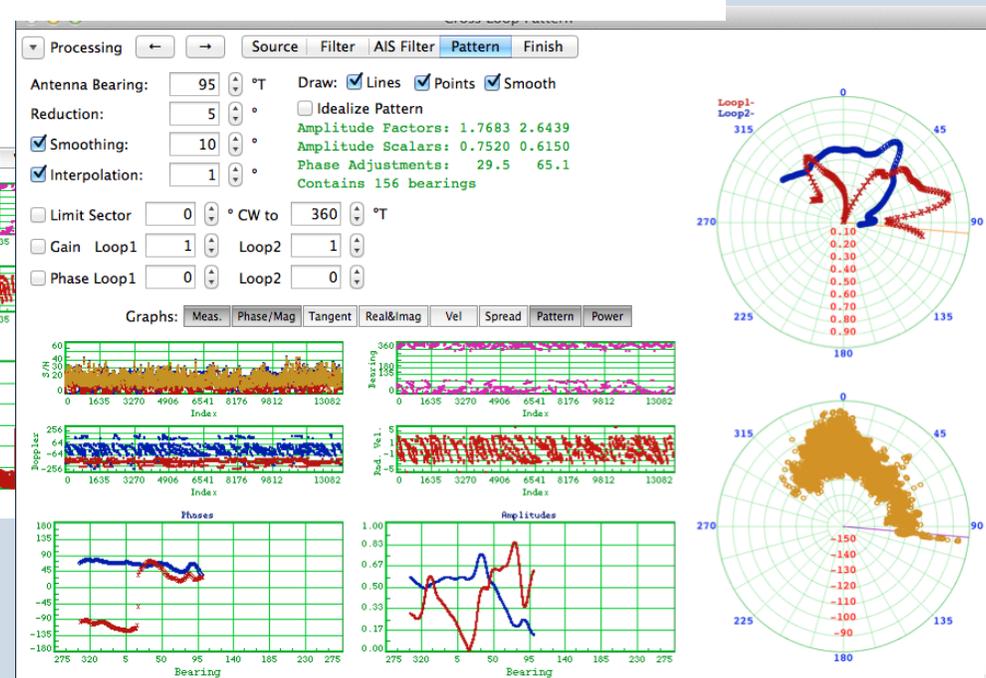
## Filter ⇒ ノイズ除去



## AIS Filter ⇒ ノイズ除去

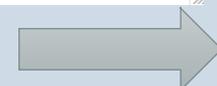


## Pattern ⇒ スムージング



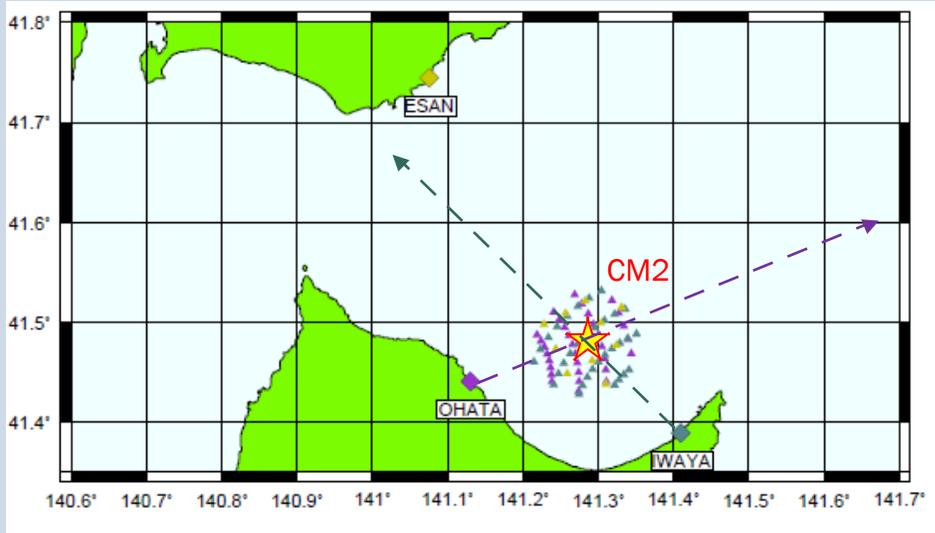
Cross Loop Paterner  
GUIアプリ

APM  
ファイル  
Meas  
Pattern

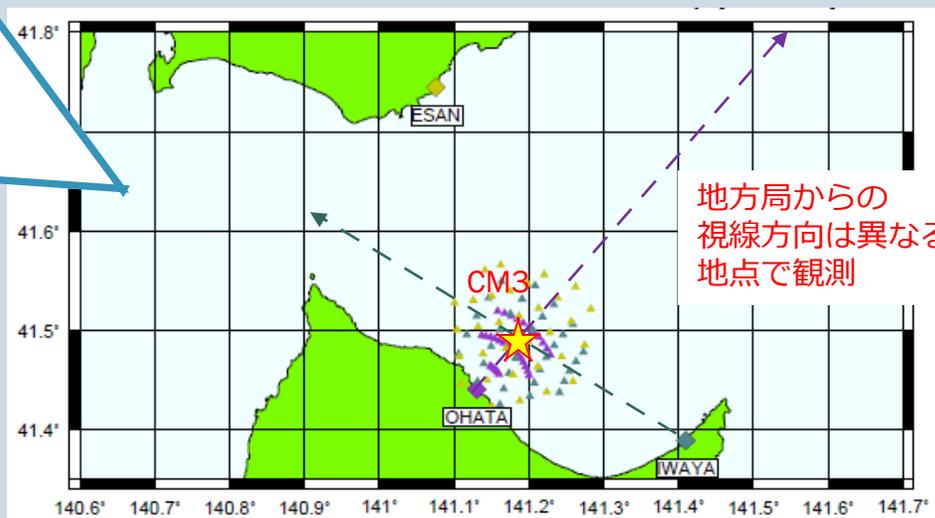


## 2. APMの作成手法検討 ②比較対象係留系データ

2016年9月の係留位置★と6km圏内32点のレーダ観測点



2017年9月の係留位置★と6km圏内32点のレーダ観測点



レーダデータは係留位置からの距離6km圏内を平均対象にしてその距離で重み付けして領域平均した

係留系データを各局の視線方向に変換して比較

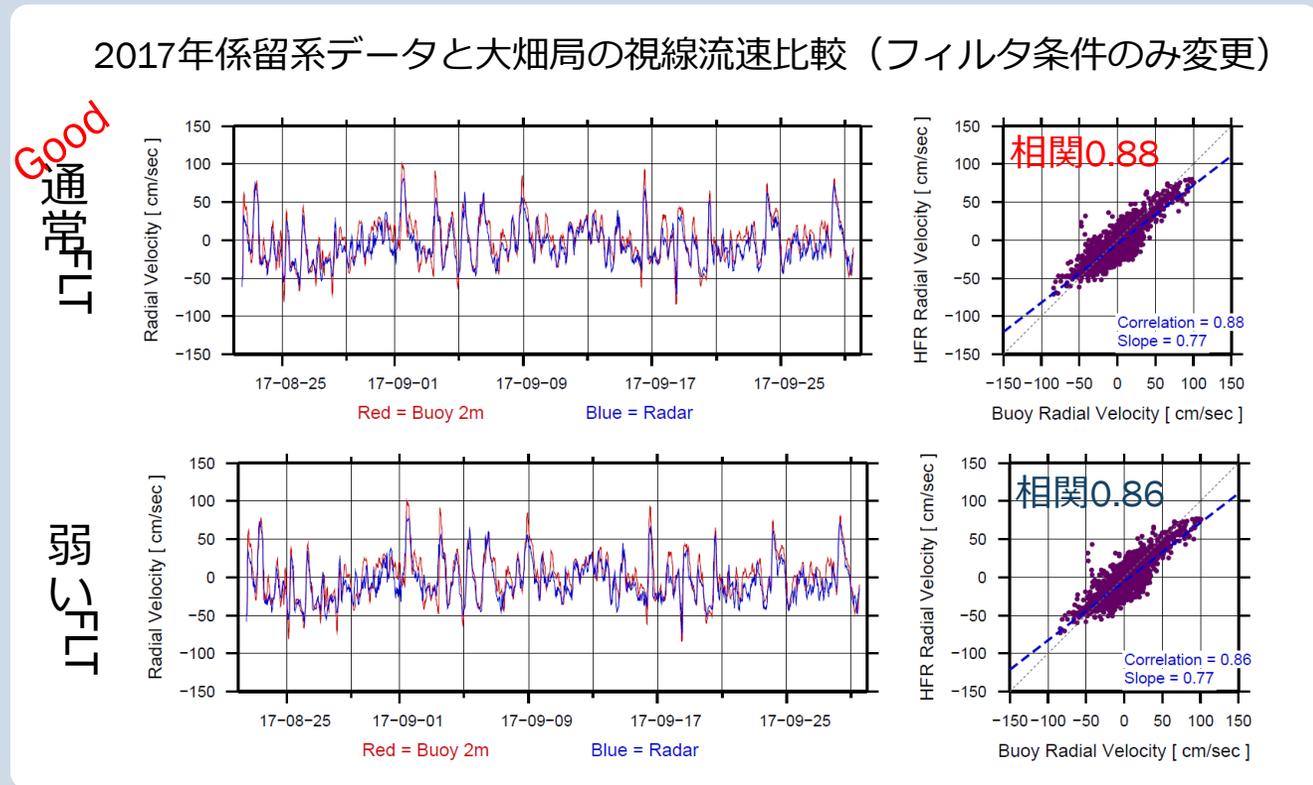
比較対象の係留系データの基本情報

	2016年	2017年
設置航海	うしお丸US368	うしお丸US394
係留地点名	CM2	CM3
緯度	41°28.79'	41°29.32'
経度	141°16.86'	141°11.22'
設置日	2016/9/4	2017/8/22
回収日	2016/10/13	2017/9/29
観測日数	40日	39日
センサ種	JFEアドバンテック 小型メモリー流速計 INFINITY-EM	
磁気偏角補正	-9°	
観測深度	2m, 5m, 10m	
レーダ比較用深度	2m	
観測間隔	10分間隔 (毎1秒30Sample平均)	
レーダ比較用平均	30分間隔 (前後40分9Sample平均)	

## 2. APMの作成手法検討 ③AISデータのフィルタ調整

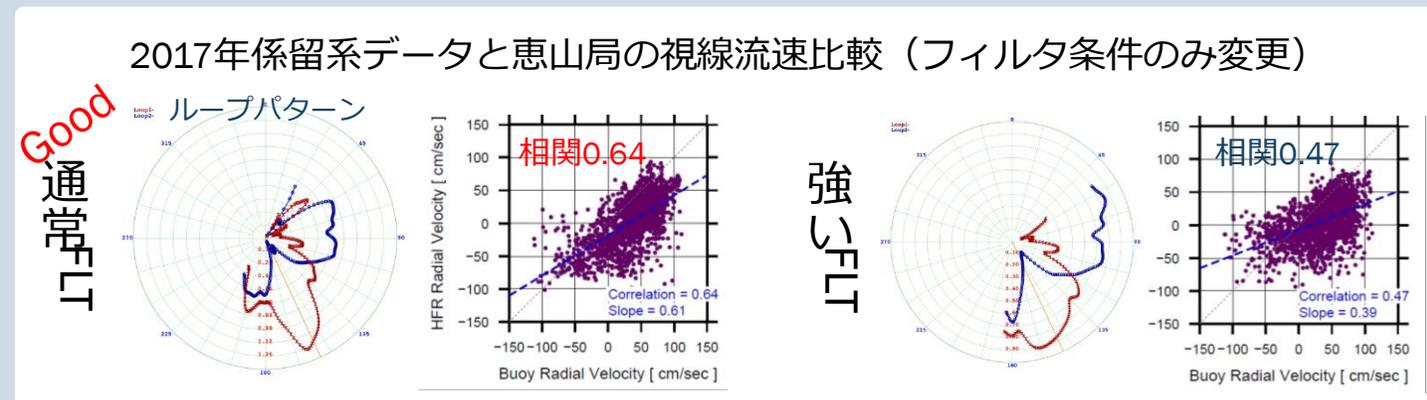
		フィルタ設定種		
設定画面	パラメータ名	通常 (主設定)	弱い (App デフォルト)	強い (主設定 の2倍)
Filter	Singnal Level >	11	10	22
	Ratios <	10	10	5
AIS Filter	Local SNR >	11	6	22
	IIR SNR >	12	6	24
	Bearing >	6	2	12
	Range Width <	2	5	1
	Doppler Width <	5	20	3
	Bragg Vel >	139	100	278
	Limit Range	1~50	3~30	1~25

採用



メーカーマニュアルを参考に、  
ノイズの除去状況を、総合的に考慮し  
“通常”パターンを主設定として決定した。  
これを基準に、  
“弱い”と“強い”の計3条件を比較評価。

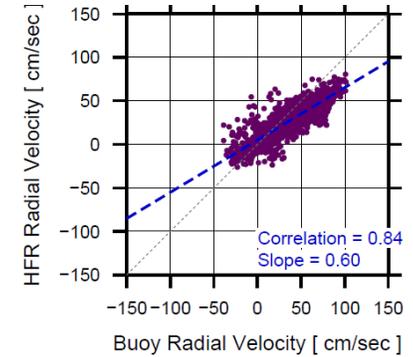
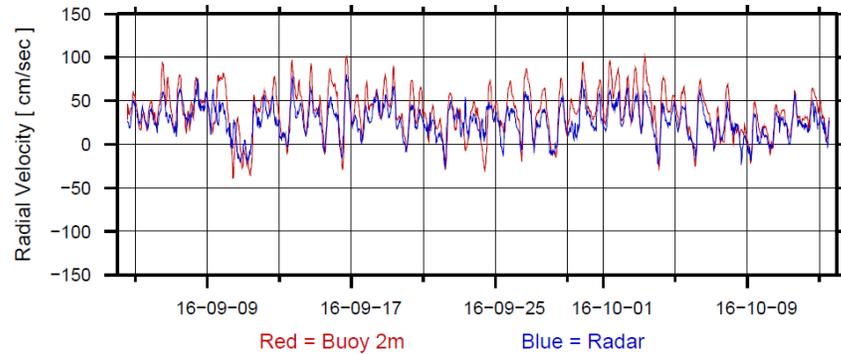
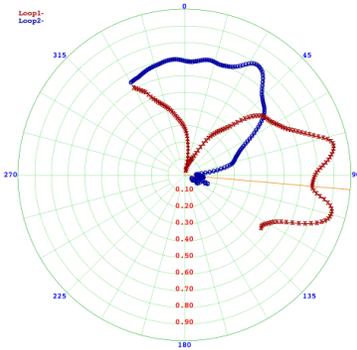
⇒ 通常パターンが最も良かった。



# 2. APMの作成手法検討 ④ループパターンのスムージング

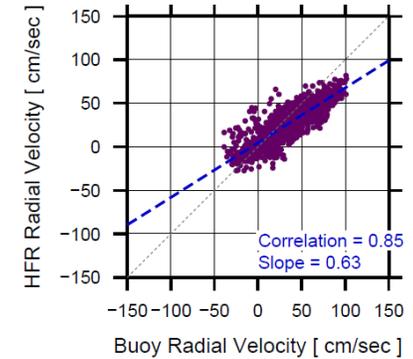
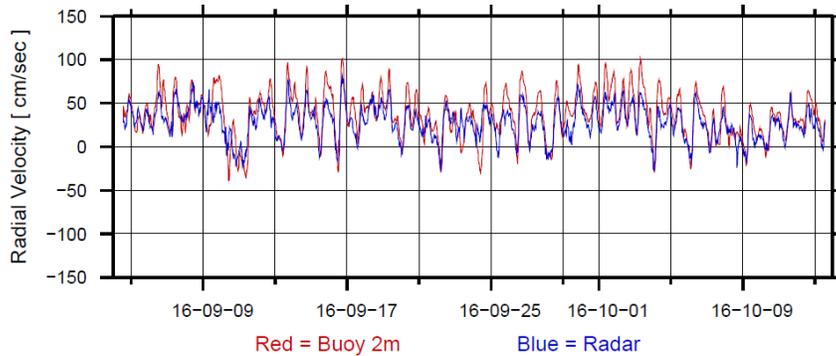
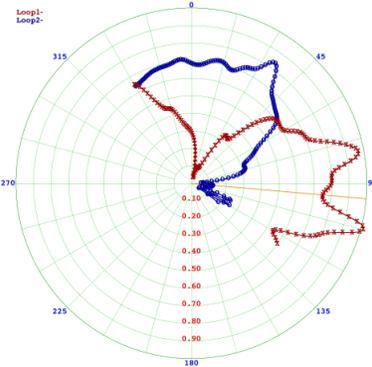
2016年係留系データと大畑局の視線流速比較（スムージング条件のみ変更）

10  
度平滑



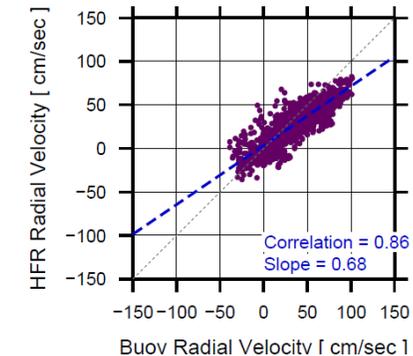
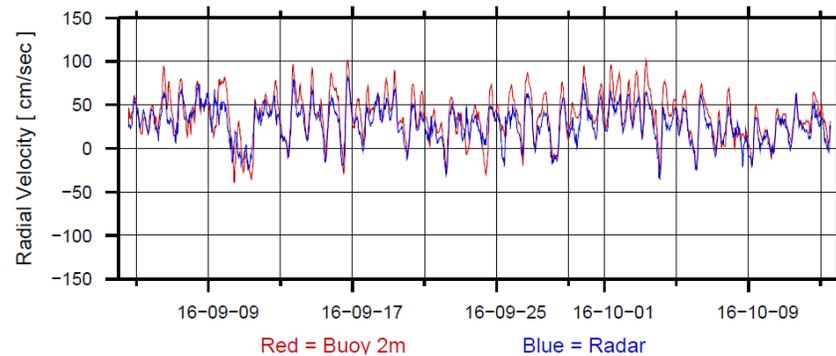
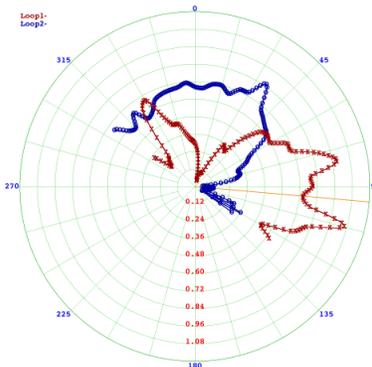
相関0.84  
傾き0.60

5  
度平滑



相関0.85  
傾き0.63

Good  
0  
度平滑

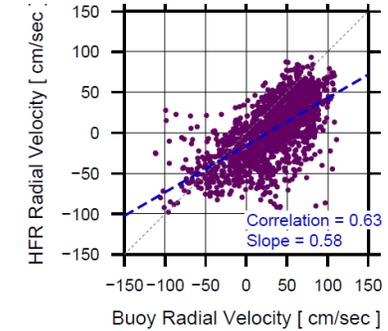
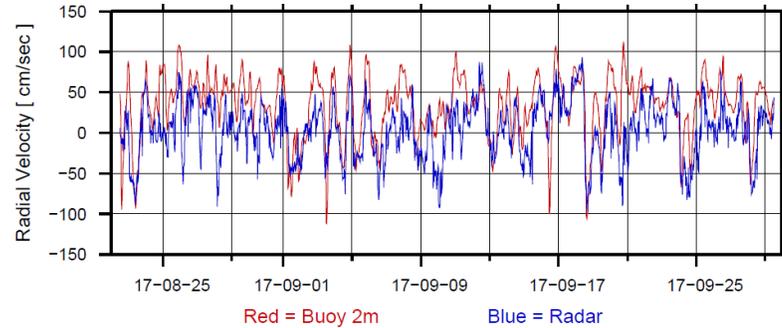
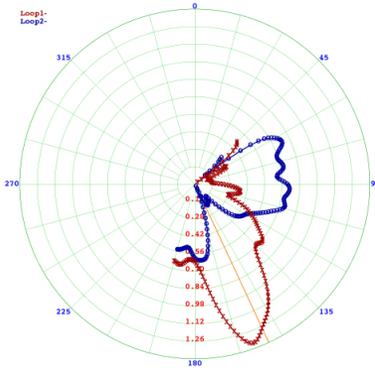


相関0.86  
傾き0.68

# 2. APMの作成手法検討 ⑤AISデータの対象期間

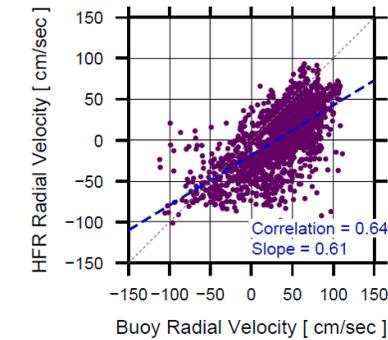
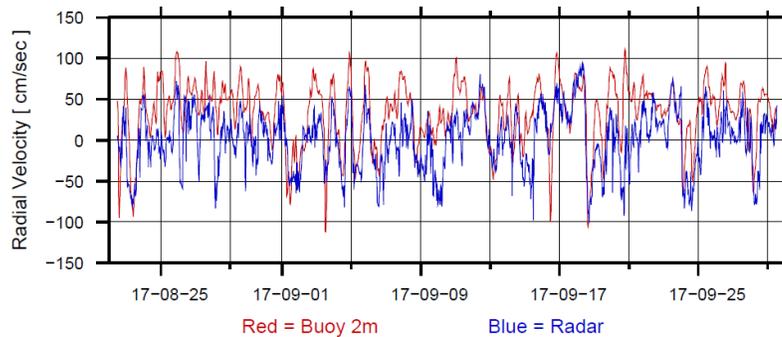
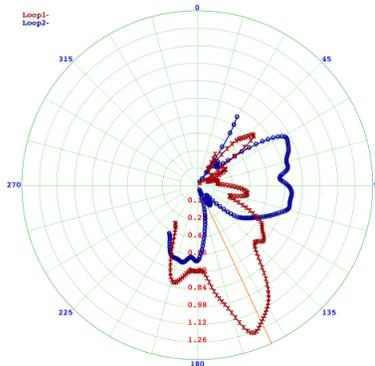
2017年係留系データと恵山局の視線流速比較 (AIS対象期間のみ変更)

1  
年前  
8日間  
(5日間隔)



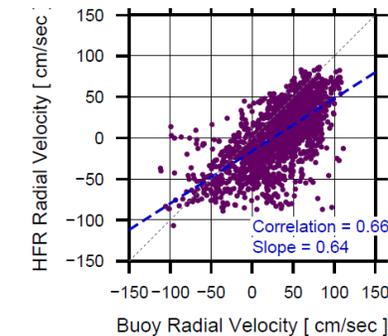
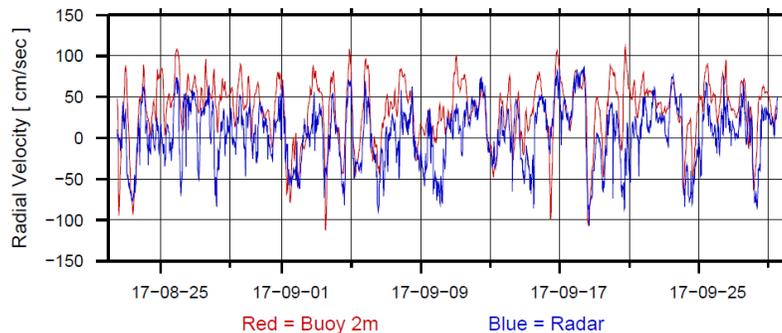
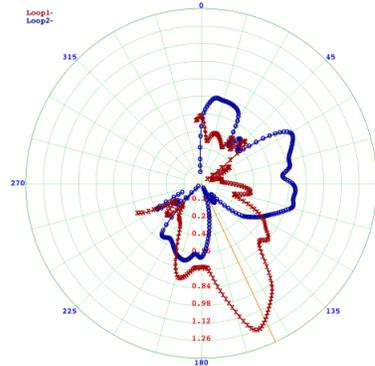
相関0.63  
傾き0.58

係留中  
8日間  
(5日間隔)



相関0.64  
傾き0.61

Good  
係留中  
39日間



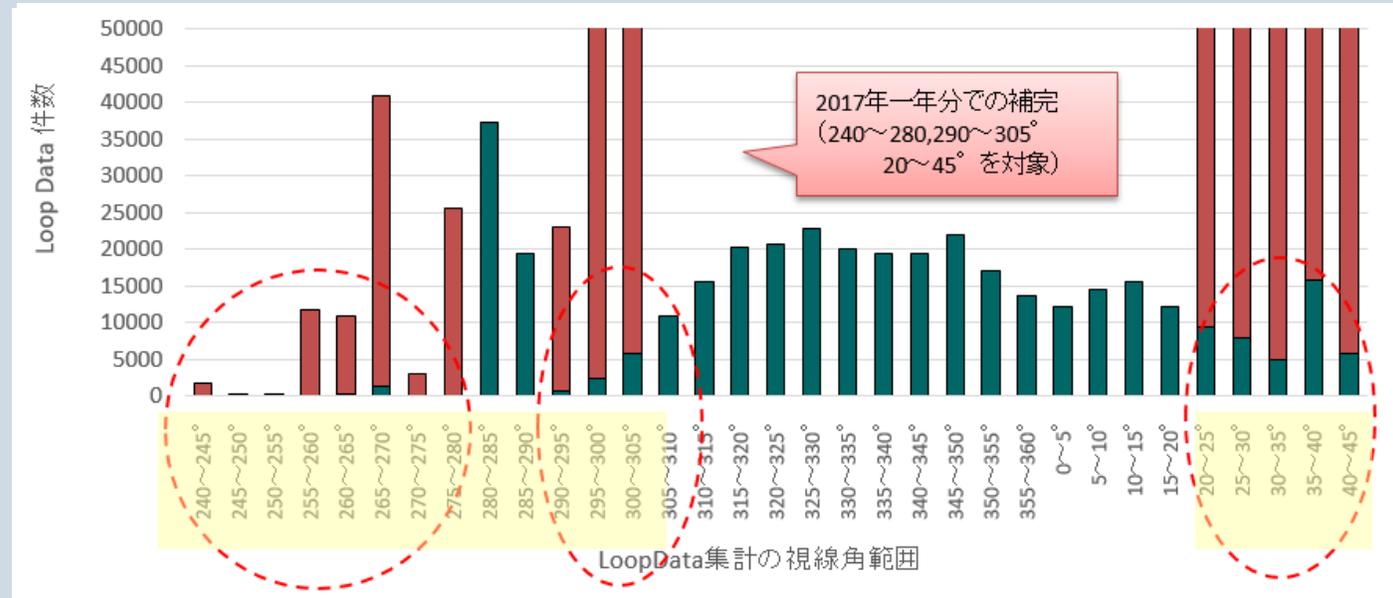
相関0.68  
傾き0.64

## 2. APMの作成手法検討 ⑥岩屋局AISの低取得領域の補完

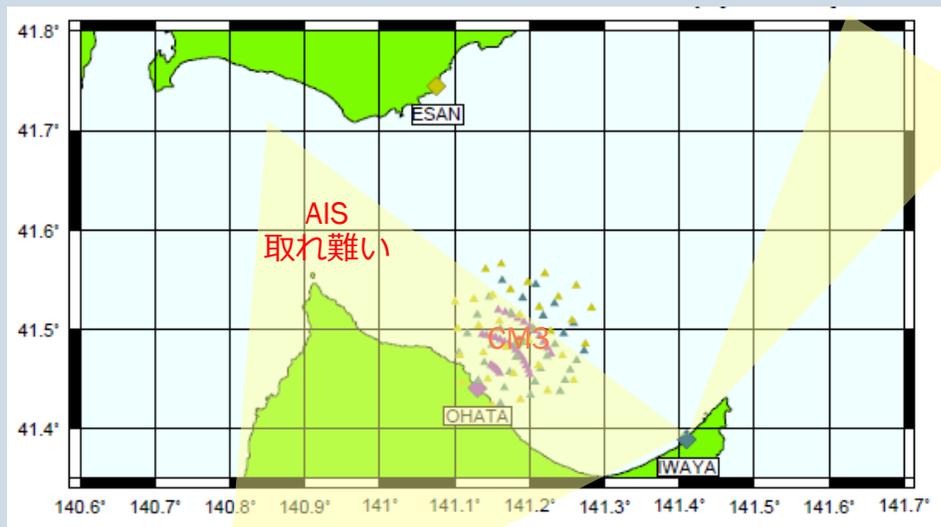
2017年係留期間中のAISデータ件数

期間	大畑局	岩屋局	恵山局
1日平均	113,921	9,533 他局の1/10以下	136,205
39日総計	4,442,901	371,775	5,311,989

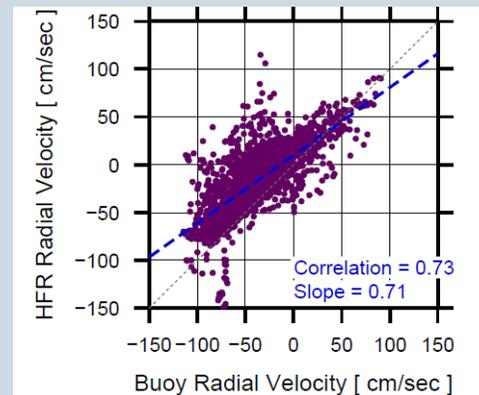
2017年係留期間中の岩屋局の視線方向別のAISデータ件数



2017年係留位置とレーダ観測地点

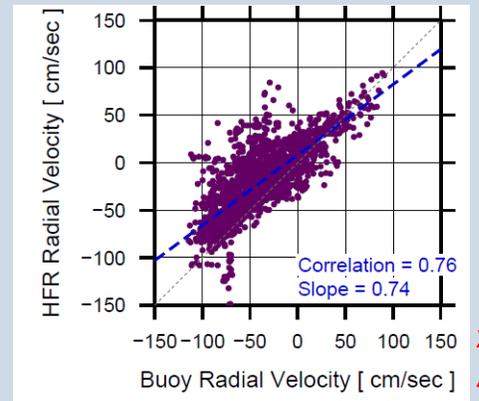


西側領域のAISデータ補完前



相関0.73  
傾き0.71

Good 西側領域のAISデータ補完後



相関0.76  
傾き0.74

## 2. APMの作成手法検討 ⑥まとめ

係留系の2地点での観測データの比較においては、  
以下の方針で作成したAPMの適用でレーダデータは品質改善した。

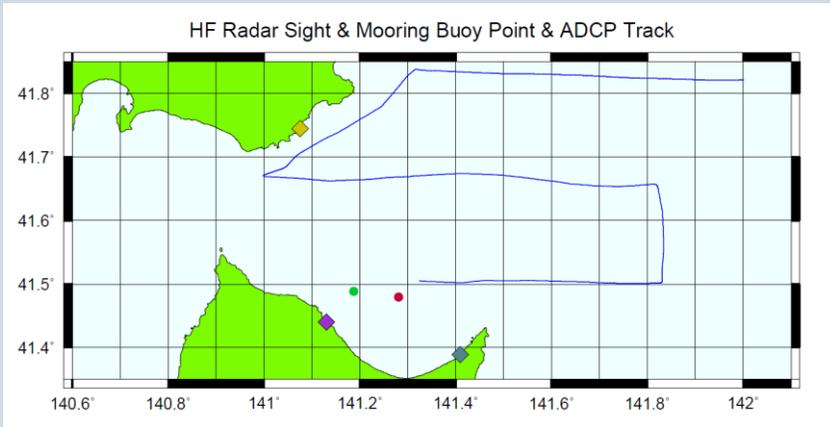
- フィルタ設定は“**通常**”
- APMのスモーキングは“**0度**”
- 対象AISデータ期間は観測付近の約“**1か月分**”
- 例外処理：

岩屋西側のAISが取れ難い領域は長期データで補完

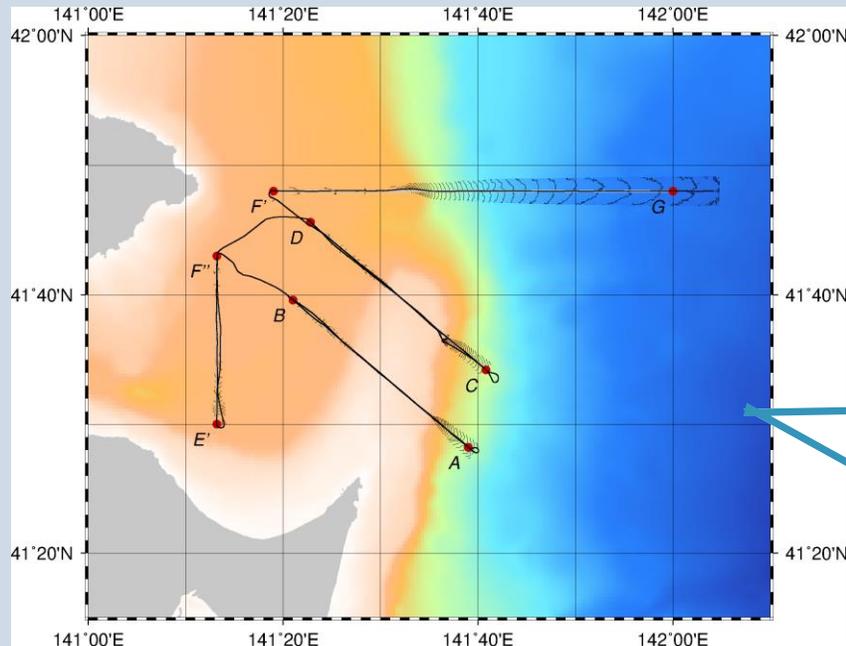
⇒ より広域で観測したADCPデータに対しても、同手法の適用で  
品質改善が確認できれば、オンラインシステムに適用する。

# 3. 新APMの評価 ①比較対象ADCPデータ

2017年7月海保の観測航跡



2019年6月みらいの観測航跡



	2017年	2019年
観測船舶	海上保安庁船	JAMSTEC みらい
観測開始日	2017/7/16	2019/6/12
観測終了日	2017/7/17	2019/6/13
観測時間	12時間	15時間
磁気偏角補正	無し (提供データ内で処理済み)	
観測層	3層 (10m, 50m, 100m)	64層 (23m, 31m, 39m, 47m, ... 535m)
観測間隔	15秒間隔	5分間隔
レーダ比較用深度	10m	23m
レーダ比較用平均	無し	

観測間隔はレーダデータと異なる。

移動中データのため、レーダに合わせた時間平均処理はしなかった。

比較対象のレーダデータは  
 ・ ADCPの観測日時～前後30分  
 ・ ADCP観測位置と最も近い場所のデータを抽出

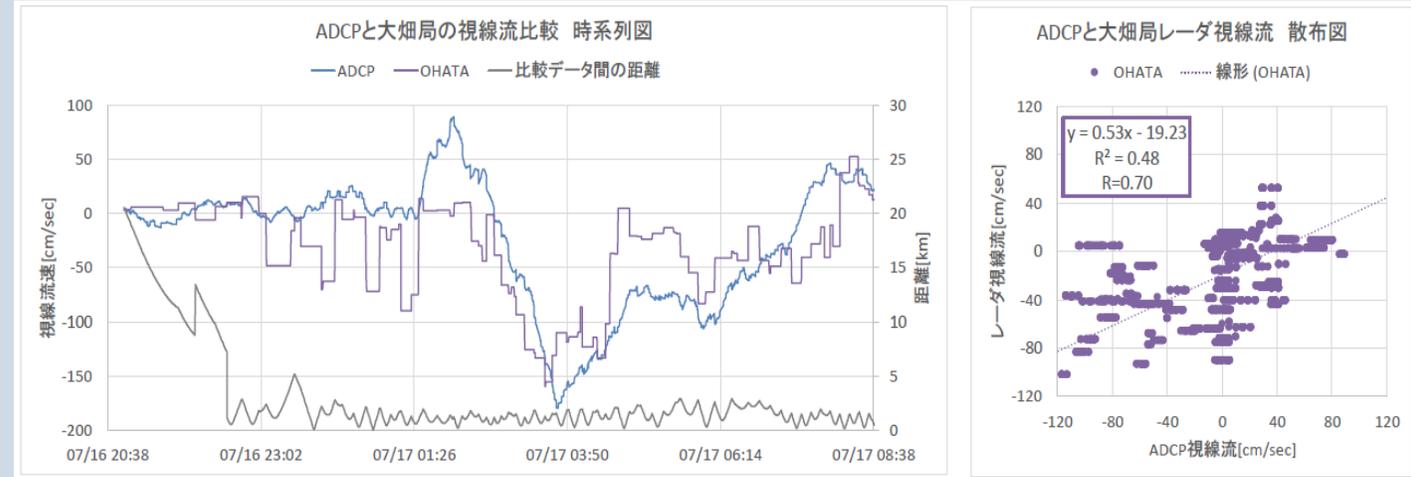
# 3. 新APMの評価 ②海上保安庁比較結果

海上保安庁2017年		相関	スロープ	視線データ量
大畑	システムAPM	0.70	0.53	58121
	新APM	0.83	0.71	72211
	改善評価	◎	◎	◎
岩屋	システムAPM	0.61	0.52	34844
	新APM	0.48	0.21	40876
	改善評価	×	×	◎
恵山	システムAPM	0.64	0.47	63822
	新APM	0.63	0.63	67487
	改善評価	△	◎	○

評価凡例	
◎	明確な改善
○	軽微な改善
△	変化なし
×	軽微な悪化
×	明確な悪化

大畑局は明らかに改善  
 岩屋は悪化、  
 恵山はやや改善  
 (ただしデータ量は全  
 局改善された)

2017年7月 オンラインシステム大畑局視線流速と海保ADCPの比較



2017年7月 新APMから再計算した大畑局視線流速と海保ADCPの比較



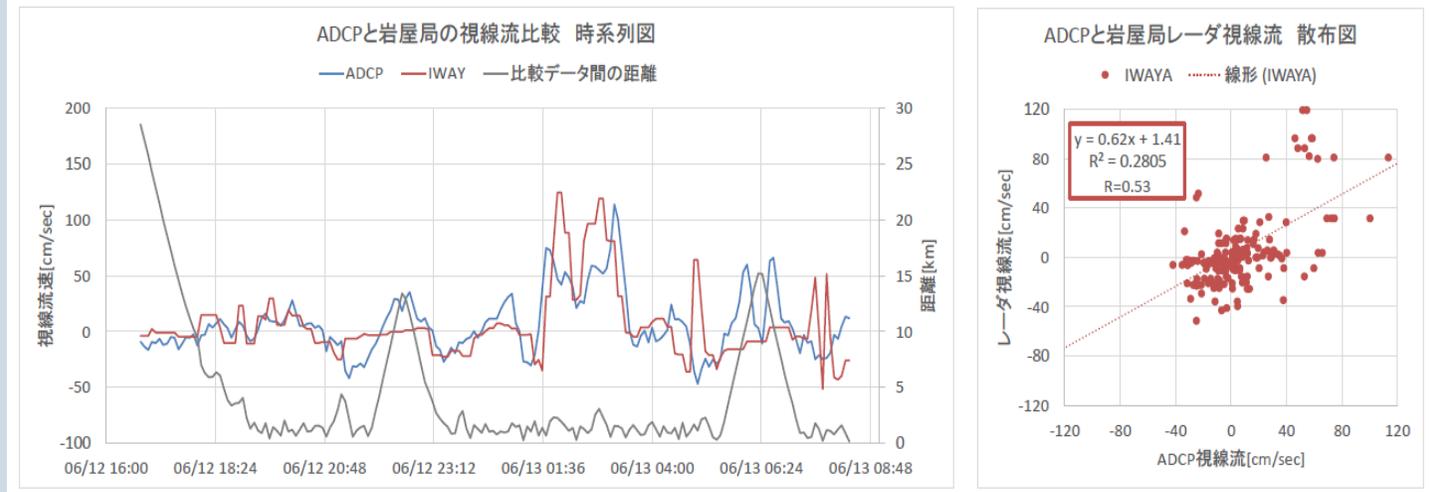
# 3. 新APMの評価 ③みらい比較結果

海上保安庁2017年		相関	スロープ	視線データ量
大畑	システムAPM	0.35	0.34	52666
	新APM	0.43	0.36	73641
	改善評価	◎	△	◎
岩屋	システムAPM	0.53	0.62	35998
	新APM	0.49	0.54	42432
	改善評価	×	×	◎
恵山	システムAPM	0.19	0.18	71348
	新APM	0.12	0.11	75221
	改善評価	×	×	○

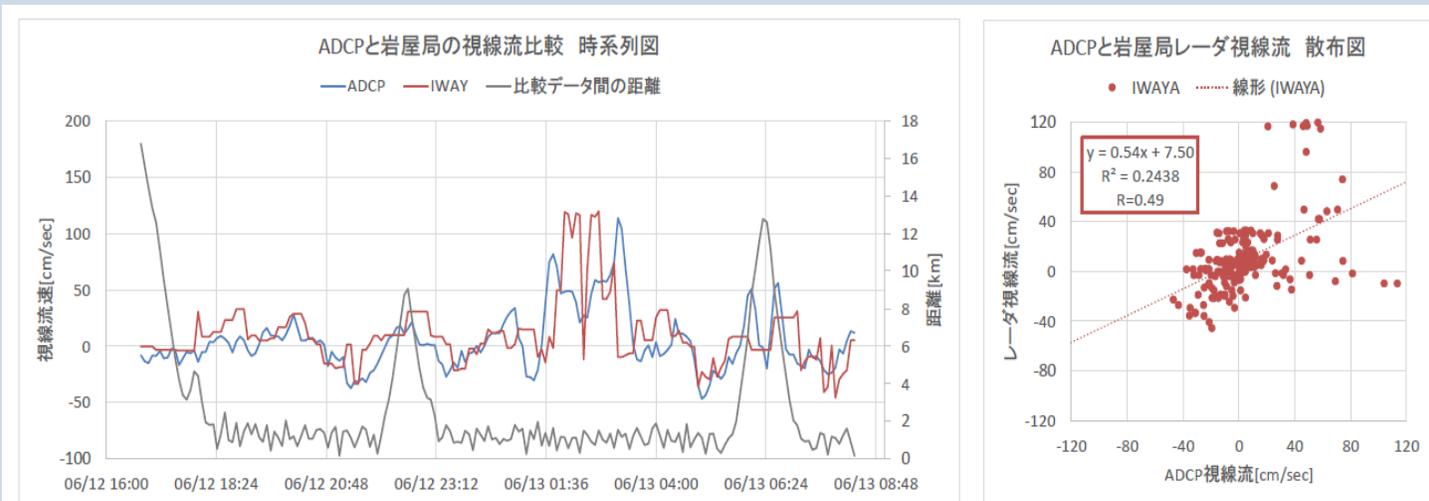
評価凡例	
◎	明確な改善
○	軽微な改善
△	変化なし
×	軽微な悪化
×	明確な悪化

大畑局は明らかに改善  
 岩屋と恵山はやや悪化  
 (ただしデータ量は全  
 局改善された)

2019年6月 オンラインシステム岩屋局視線流速と海保ADCPの比較



2019年6月 新APMから再計算した岩屋局視線流速と海保ADCPの比較

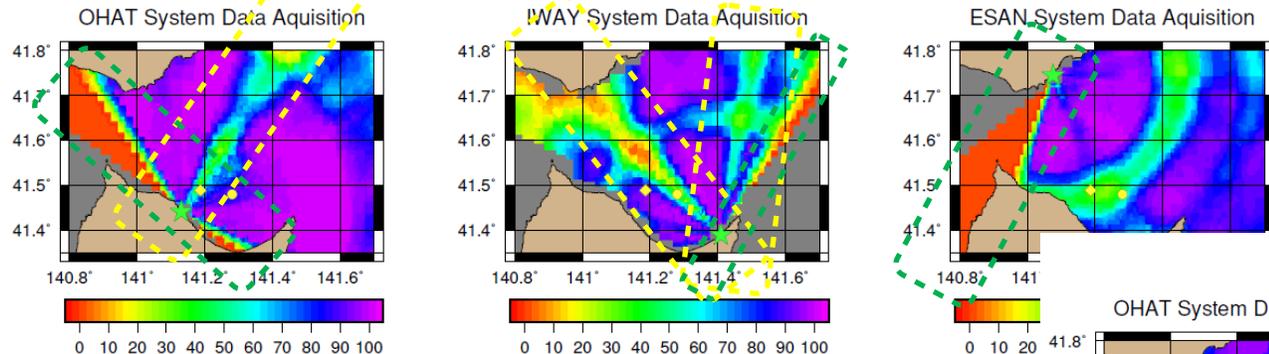


# 3. 新APMの評価 ④データ取得率の改善

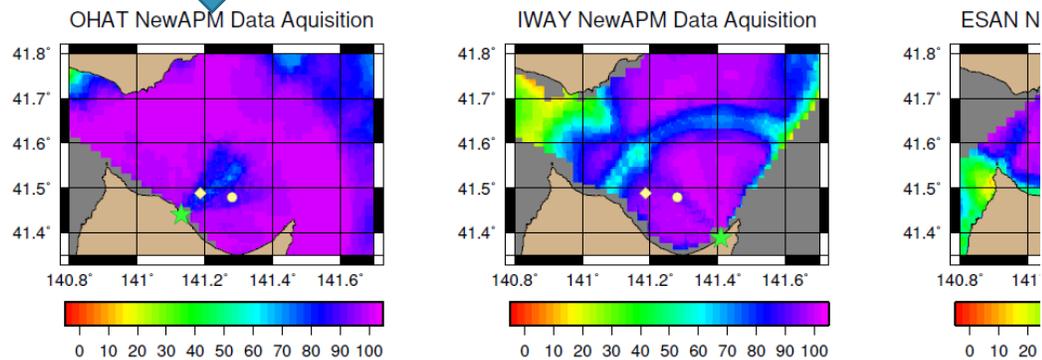
システムAPM

New APM

ADCP Observation Period 2017-07 kaiho

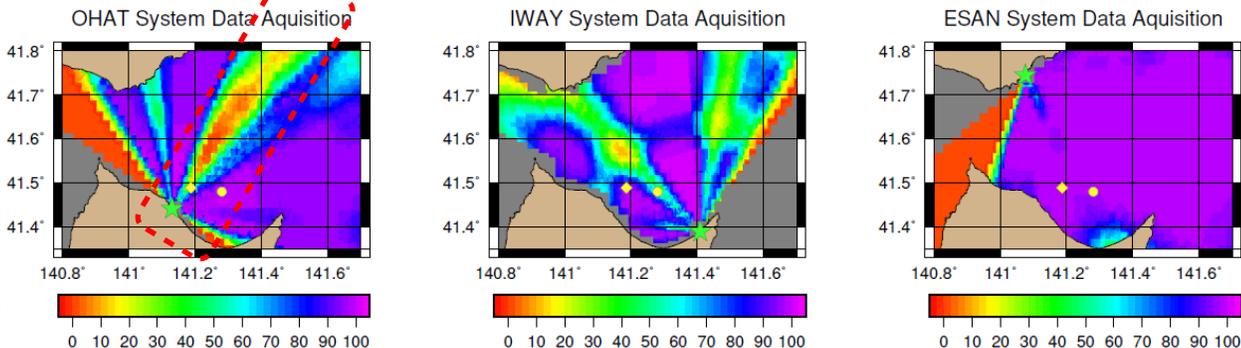


新APMで改善

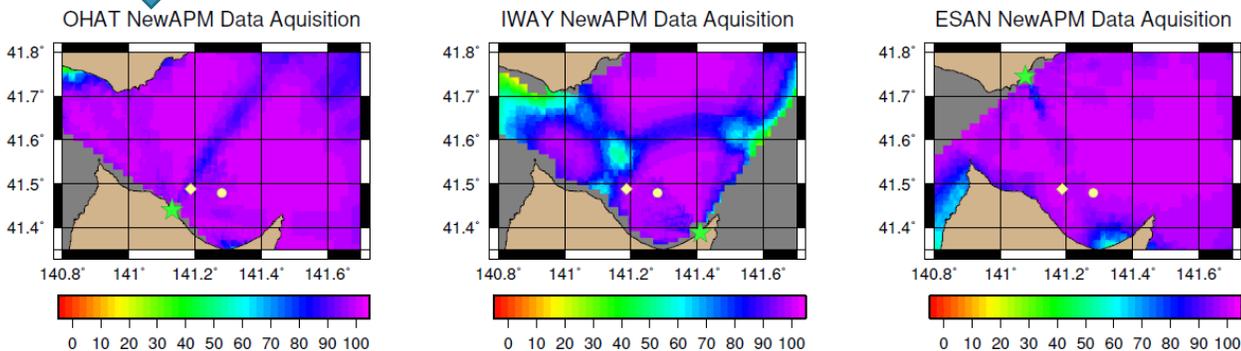


- ・ 特定の視線で、データが取れ難い (大畑&岩屋)
- ・ 沿岸沿いで、データが取れ難い (全局)
- ・ 2019年に、赤枠視線の取得率更に悪化 (大畑)

ADCP Observation Period 2019-06 mirai

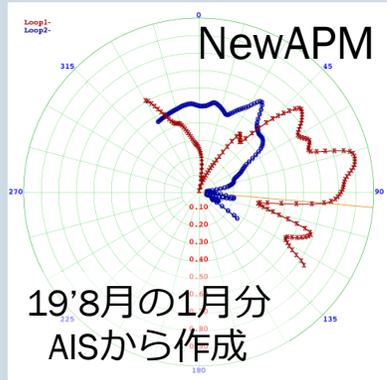


新APMで改善



平均データ量改善比	大畑	岩屋	恵山
2017年7月 海保ADCP	1.24倍	1.17倍	1.06倍
2019年6月 みらいADCP	1.40倍	1.18倍	1.05倍

# 4. 大畑局の運用状況と問題 ①新APM適用とループアンテナ故障



<2019年9月～新APM適用開始>

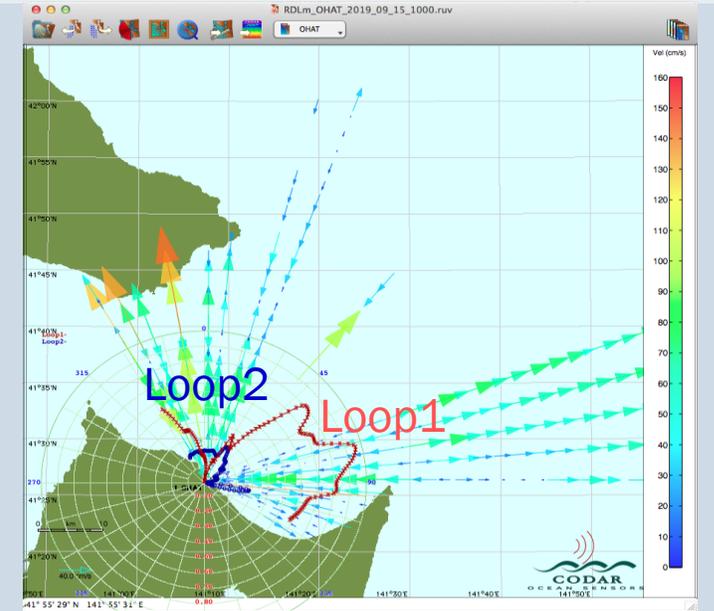
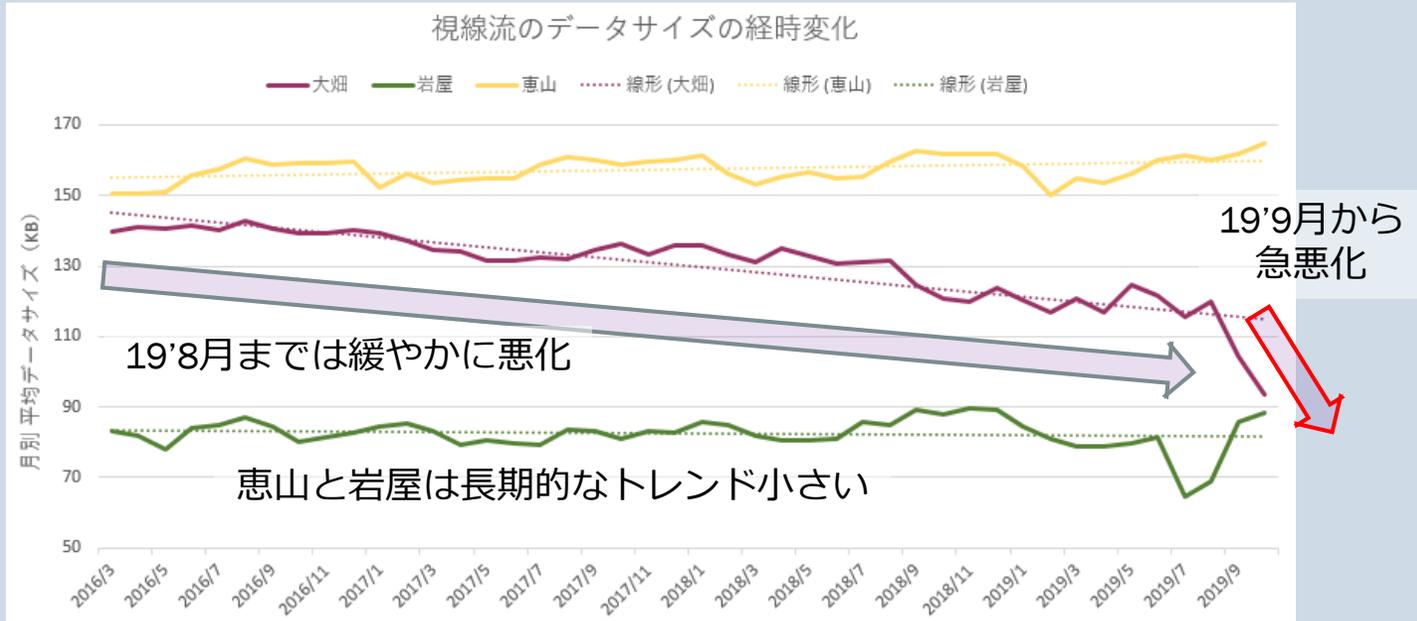


大畑局  
オンライン  
システム



視線流速の  
データ量が  
悪化した

19'9月の1日毎のAPMと視線流速を見ると・・・

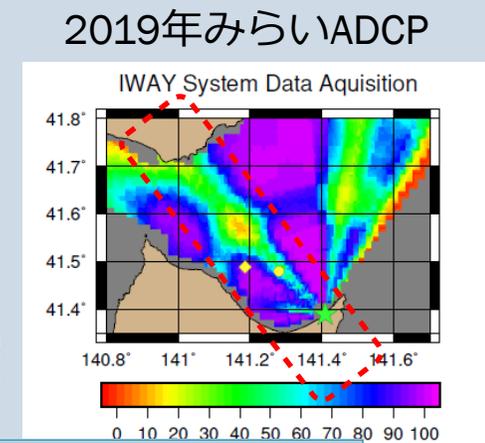
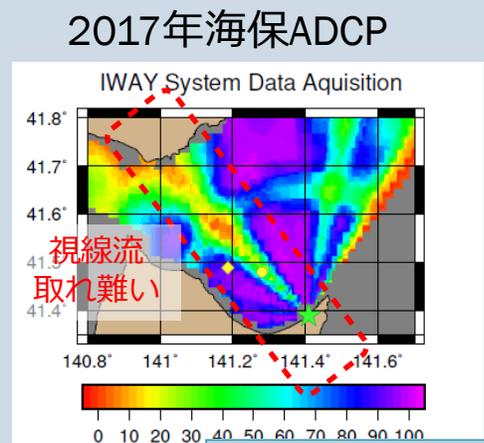
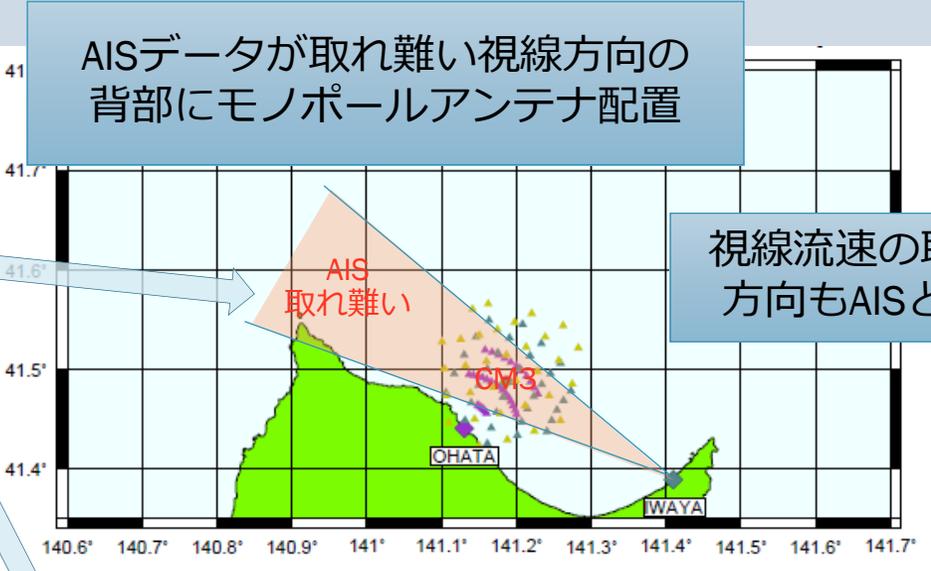


⇒ Loop2が急悪化、ハード故障  
(1月前のAPM適用では改善できないレベル)

# 4. 岩屋局の運用状況と問題

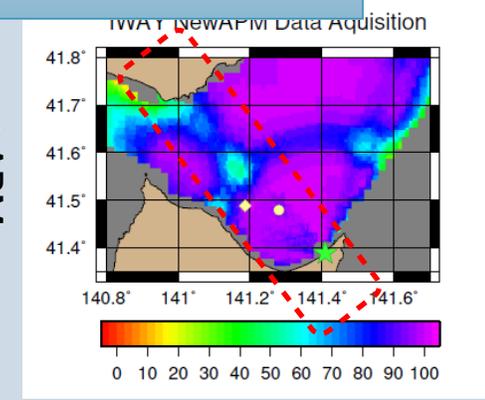
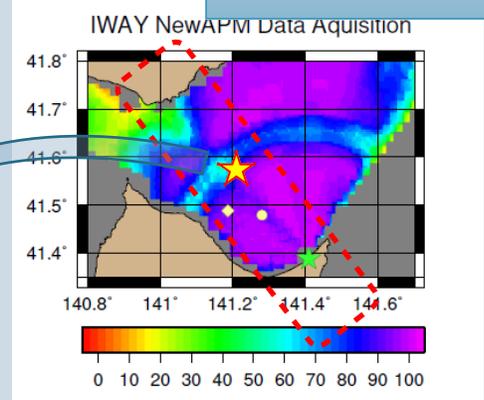
## ②AISアンテナの影響

視線流速取得率

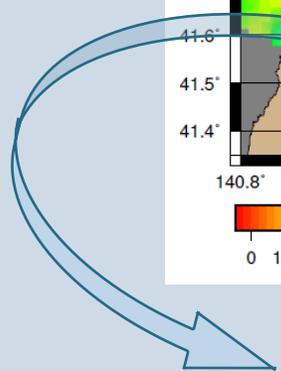
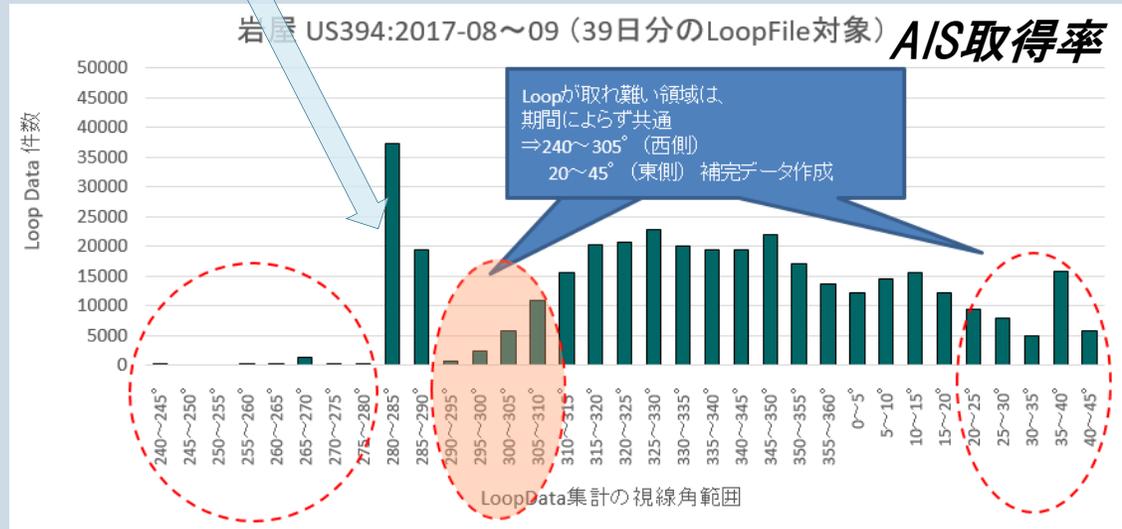


旧APM

APM変更しても、やや取得率劣る。

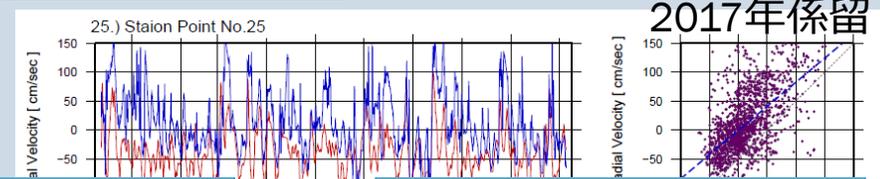


新APM



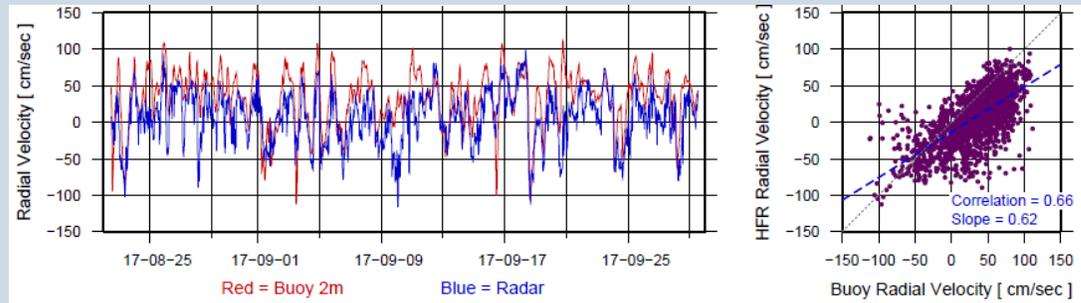
APM変更で取れるようになった所の品質が悪い

⇒AISアンテナ配置を見直すことを検討

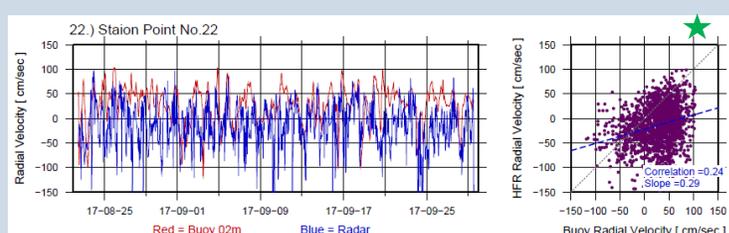
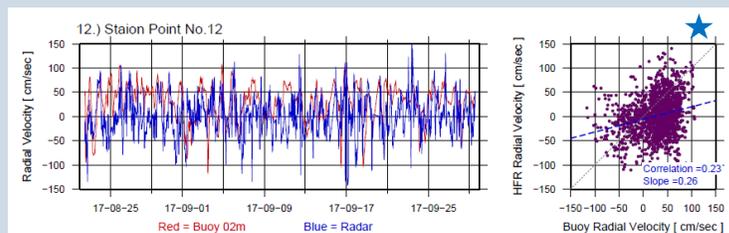
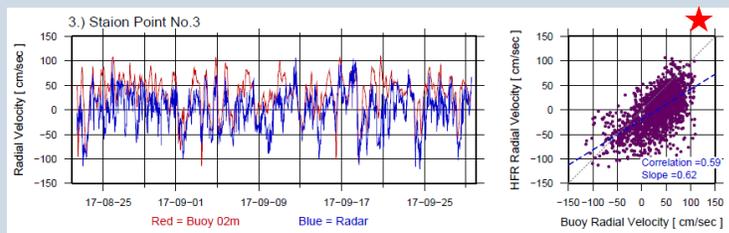
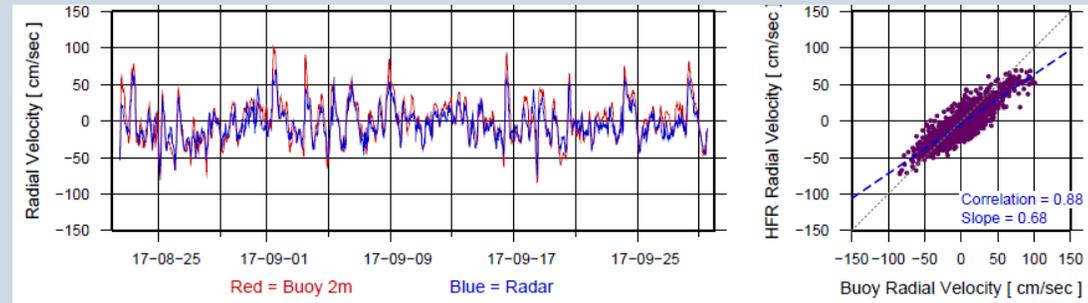


# 4. 恵山局の運用状況と問題 ③視線流の変動がノイジー

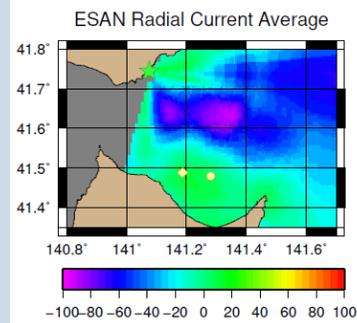
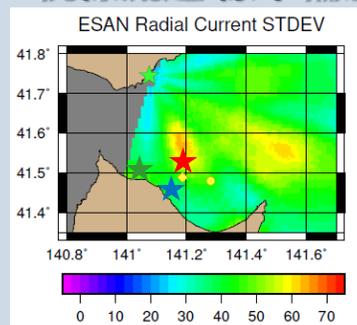
## 2017年係留期間 恵山局



## 大畑局

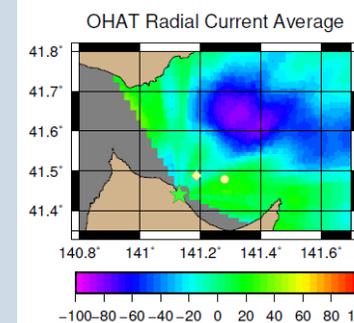
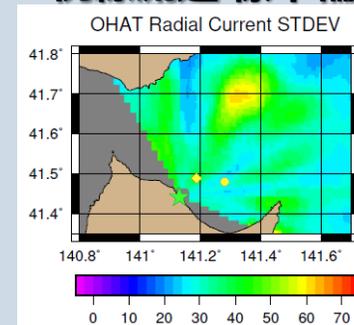


### 視線流速 標準偏差



### 視線流速 平均

### 視線流速 標準偏差



### 視線流速 平均

大畑と比較すると恵山は全体的にノイジーな変動 (特に係留ブイ周辺海域)

APMの変更だけでは限界がある

6km 領域平均

平均前レーダ観測点

## 5. 今後の予定 まとめ

- 大畑局は、ループアンテナの修理
  - ⇒ 過去の故障前の観測データへの改良APMの適用、再計算。
- 岩屋局は、AISアンテナの装着位置の変更
  - ⇒ 12月に大畑局の修理と合わせ、  
岩屋のAISアンテナの配置の変更テストを実施予定
- 恵山局は、その他パラメータ、時間方向の平均量の調整

## 5. 今後の予定 まとめ②

- 3局で正常取得できるように復旧後、異なる地点で係留系観測を実施予定。
  - ⇒ ハードウェアの修理・変更状況に合わせて再度比較評価。
- オンラインシステムへの新APM適用は保留
  - ⇒ これまでの手法は、ループアンテナの経年変化の激しい大畑局で最も効果のある手法だったので、修理で直れば状況変わりそう。
  - ⇒ 岩屋局や恵山局のように、APMが長期安定している場合に、改善効果の高いAPMを探って、オンラインシステムに適用していく。