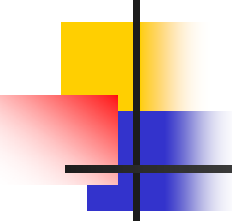


DBF海洋レーダの 表層流速自動推定法

○坪野 考樹⁺・森 信人⁺・
吉井 匠⁺・松山 昌史⁺・坂井 伸一⁺
⁺：財)電力中央研究所
⁺：大阪市立大学



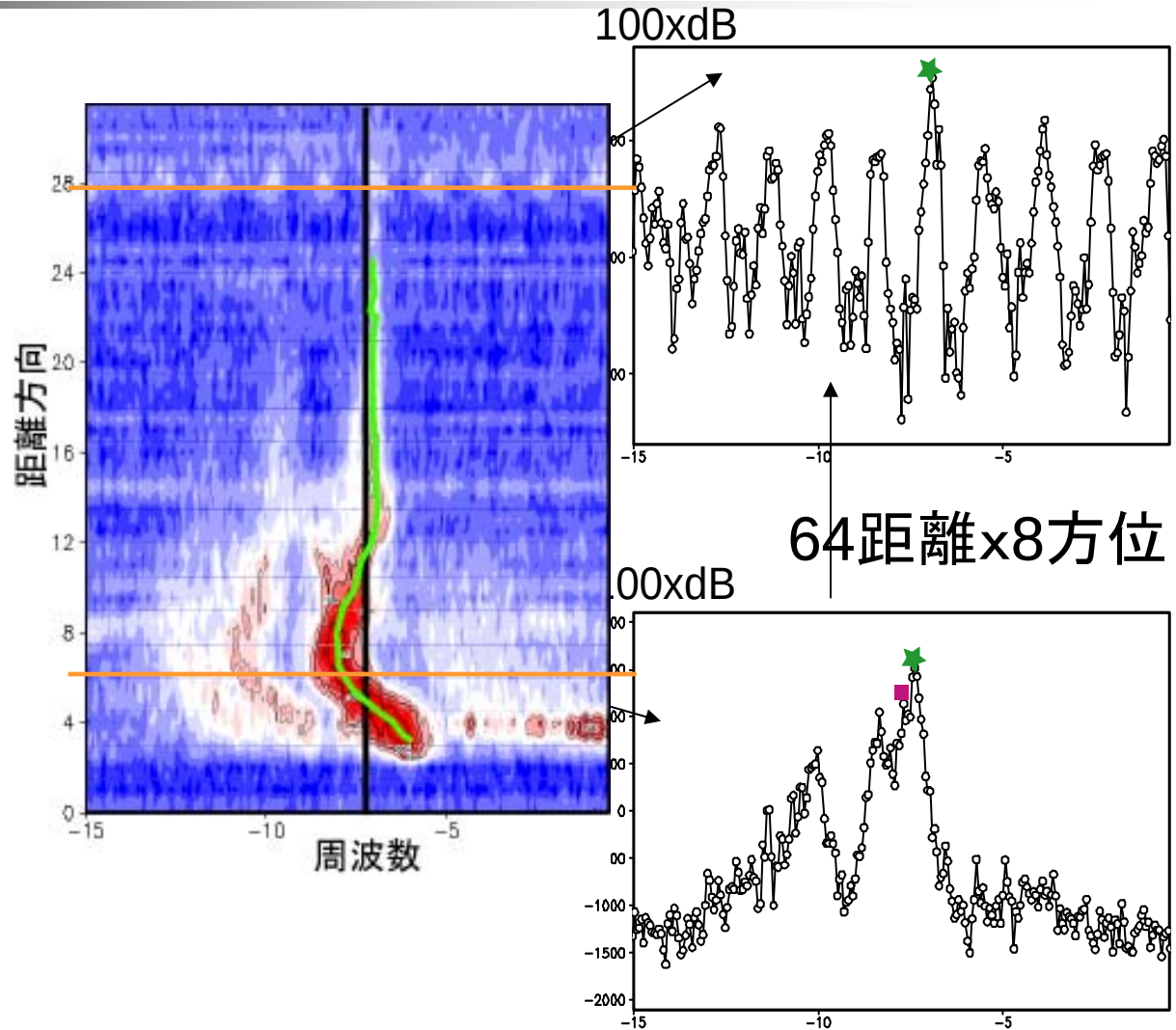
背景1:レーダにより

- デジタルビームフォーミング (DBF) 方式を採用したVHF帯の海洋レーダにより, 約20km四方の表層流動分布を15分という短時間で連続観測可能 (坂井ら: 2000, 2002) . →潮汐の沿岸観測.
- レーダシステムは可搬型である. →突発的な事象への対応が期待できる.
- 遠隔地からのレーダによるリアルタイムモニタリングが期待できる. →現地観測と同時に使える可能性がある.

背景2：リアルタイムモニタリングのためには、

レーダで計測したスペクトルデータからピーク周波数を自動的に検出する必要がある...
ただし、

- 大量のデータ
1日、 $8 \times 64 \times 48 \times 2$ 回の処理（8方位、距離64、1日96回観測、A、B2局）
- ノイズの存在
スペクトルには、外来からのノイズがある。
- 不明瞭なピーク



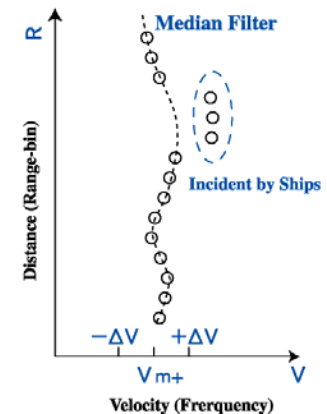
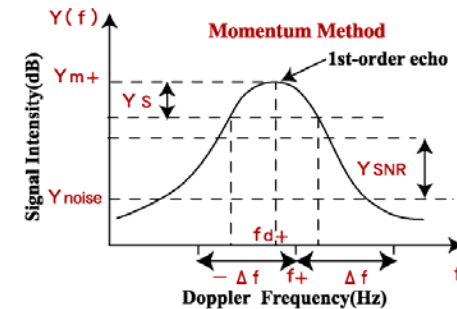
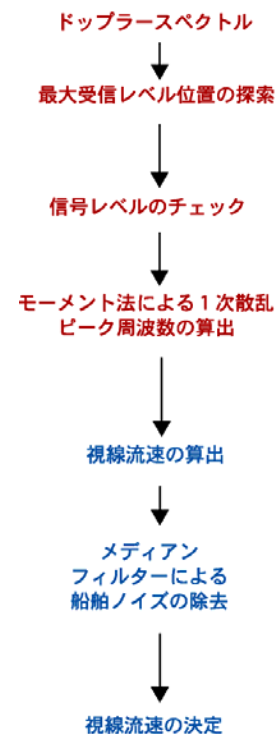
背景3：レーダで観測

- これまでは、ピーク位置のある範囲でモーメント法を適用し、はずれを探す方法。

→たまたま、はずれて手動で補正！

- 森ら(海岸工学会05) が
ピーク周辺域を周波数方向
および距離方向に画像解析
で検出。その領域の周波数
方向の端の値の平均値で
ピーク周波数を検出

→良好な結果が得られた！

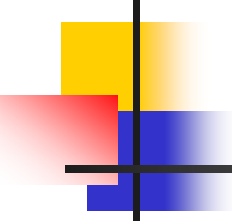


目的：リアルタイムモニタリングのための

- ピークサー千法を開発（森らを参考）。
（ピーク周波数の検出結果→視線流速）

要求項目

- ：そこそこ早い（数分！！）
- ：ノイズの誤検出は基本的に避けたい
- ：ピークが不明瞭な場合も対応したい
- ピークサー千法の検証。
 - ：ADCPの結果
 - ：手動で確認・補正した結果



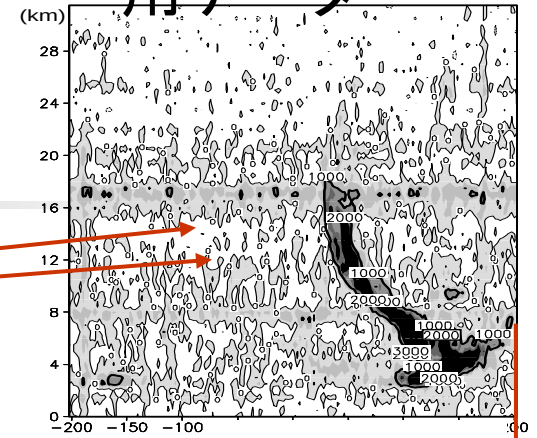
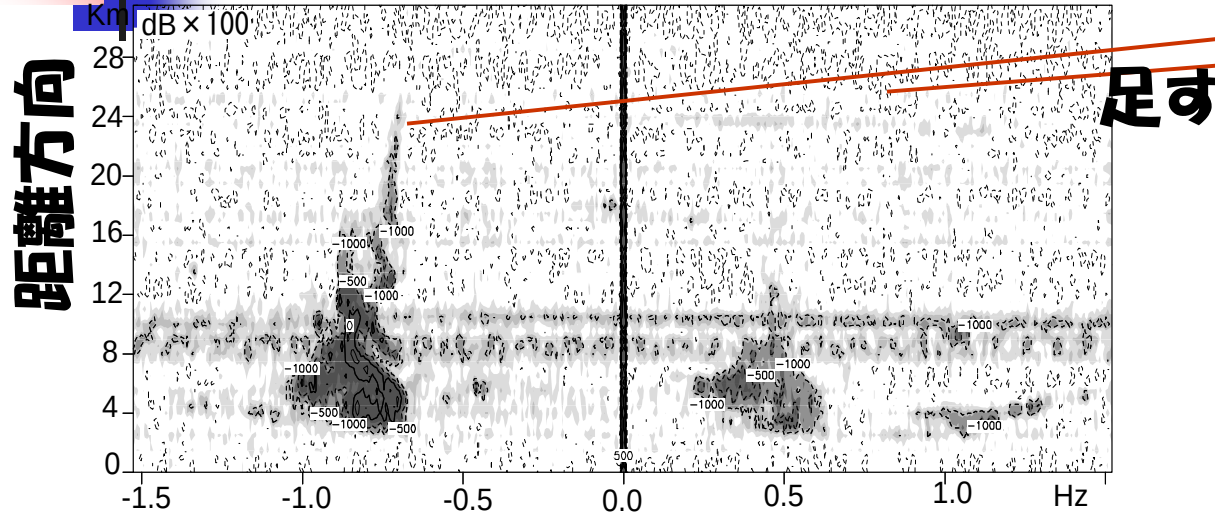
ピークサーチ法では、

3段階で実施.

1. スペクトルデータの前処理
(ピーク周辺領域を際立たせる)
2. ピーク周波数を含む周辺領域の特定
(ノイズのある領域を回避)
3. ピーク周波数を検出.
(ノイズのない領域だけからピーク周波数を検出)

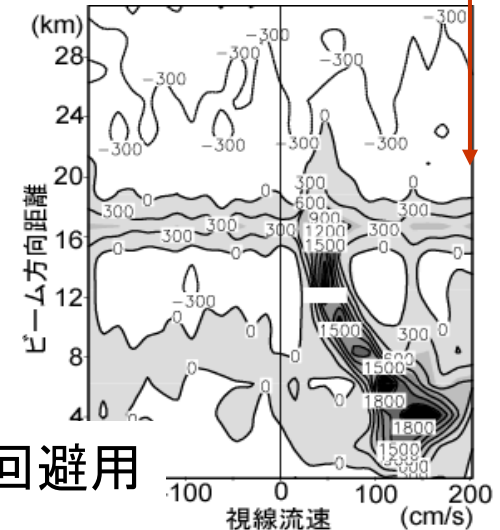
用データ

1. 前処理では,



低解像化

4 (距離) x 7 (周波数)
格子の平均



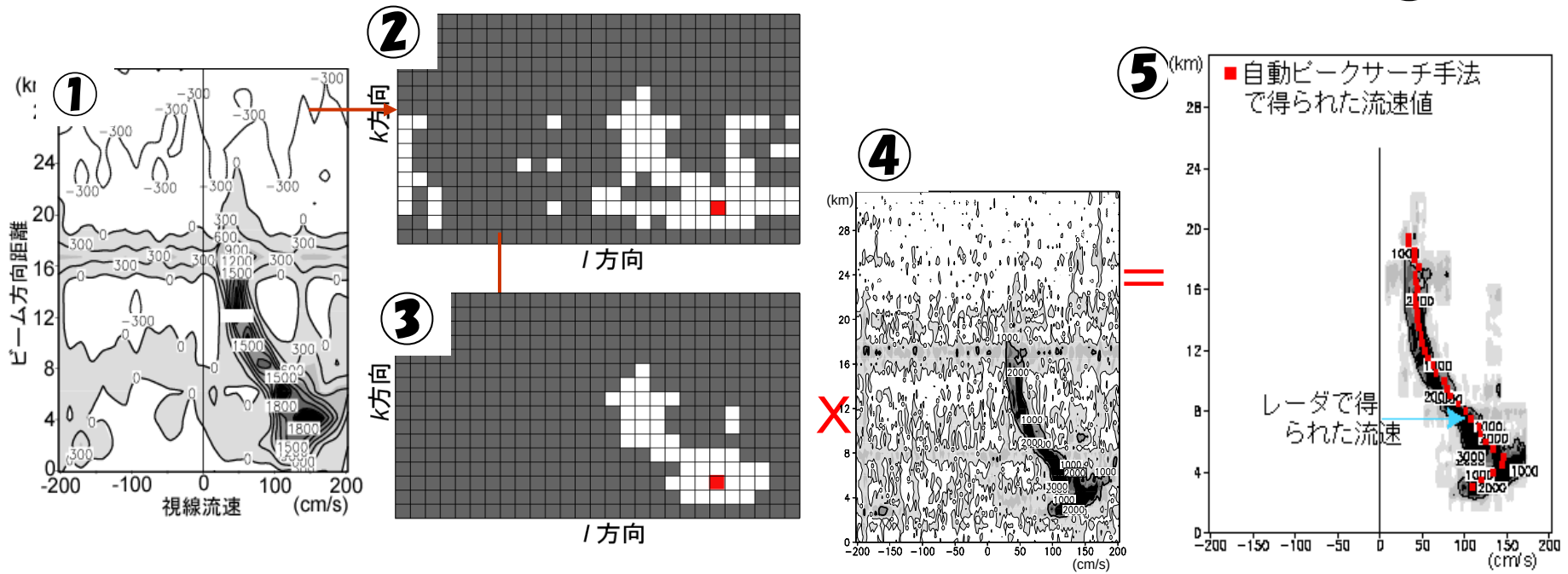
ノイズ回避用
データ

ピーク周辺領域を際立たせるために,

1. 距離毎に周波数方向の平均値計算して, その値を距離毎に引く.
2. 左右 (行く波, 来る波の) スペクトルを足し合わせる.
3. 低解像のデータも作成.

2. ピーク周波数周辺領域 の特定では、

- 低解像度①→2値化データ② (30kmの最大値以上)
- 2値化データ② →フィルタ作成③ (隣接行列)
- フィルタ③×データ④
→ピークサーチするデータ⑤



フィルタ作成（隣接行列）では、

1. ②から隣接行列 $G_{432 \times 432}$ を作成する。

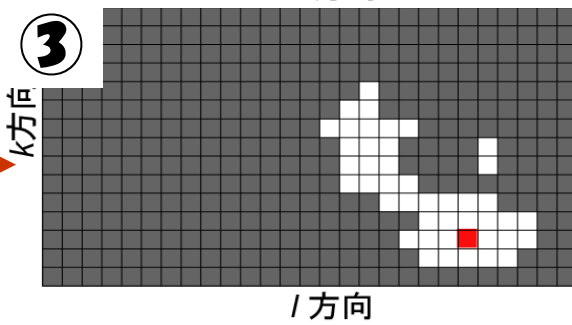
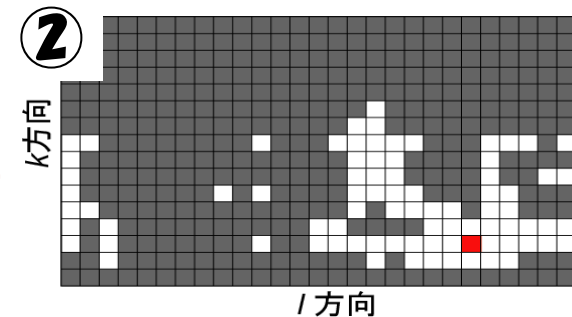
（白四角の上下左右が白の場合 1，それ以外 0）

2. $G=G \times G$ を定常になるまで繰り返す。

3. 定常 G のうち，黒四角の行が 1 のみ 1，それ以外 0 のフィルタ③を作成する。

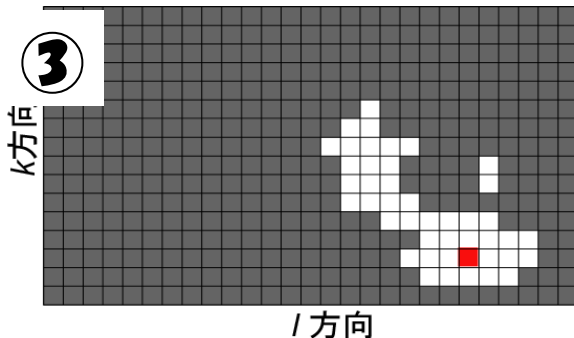
隣接行列の概要

408	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432
352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378
325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351
298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324
271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297
244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270
217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243
190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216
163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189
136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162
109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135
82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81
28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27

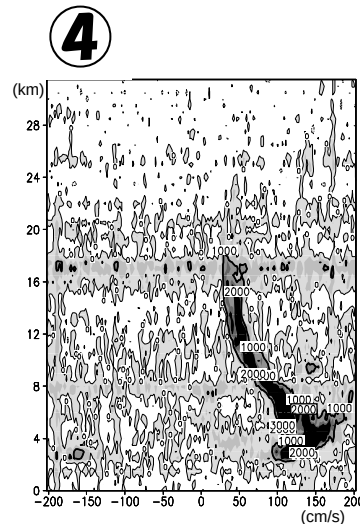


3. ピーク周波数の検出では、

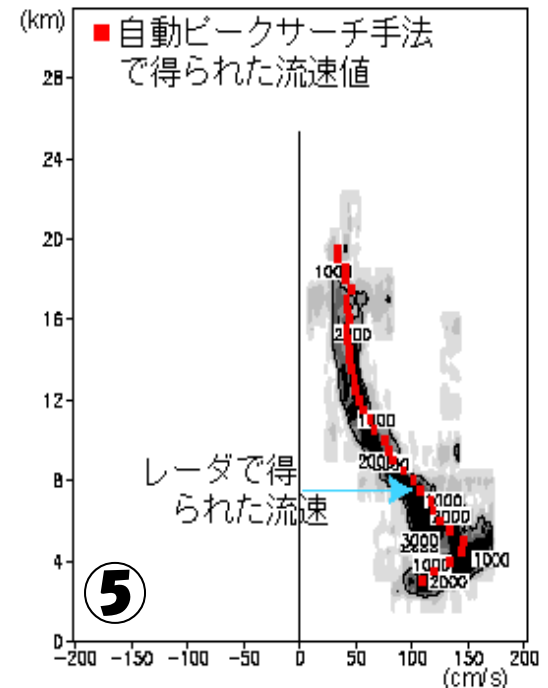
1. フィルタ③を前処理したスペクトルデータ④に適用
(ピークサーチするデータ⑤)
2. データ⑤について、距離毎に重心周波数を算定.
3. 重心周波数から視線流速に変換.



X



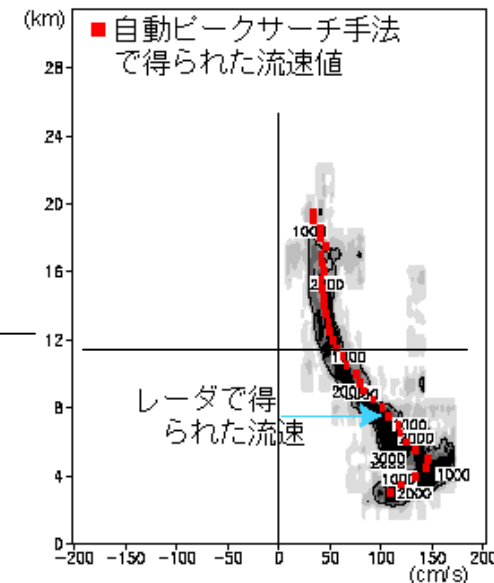
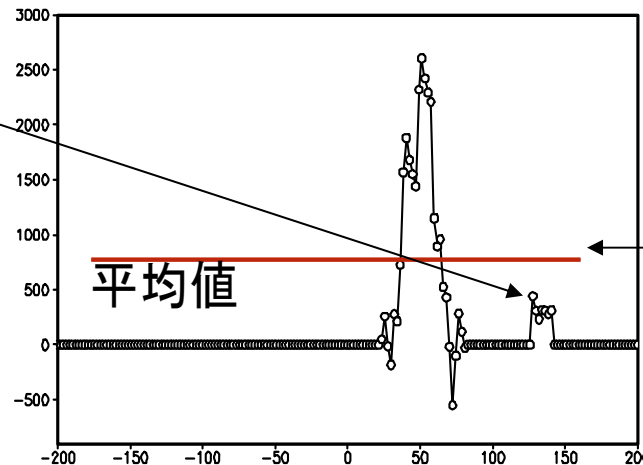
=



ピーク周波数にするか？

1. フィルタの通過領域の距離毎のスペクトルの平均値
2. 平均値よりも大きなスペクトルから重心周波数
3. 平均値よりも大きなスペクトルの周波数の点が3以上のとき、重心周波数を計算する。

理由は、



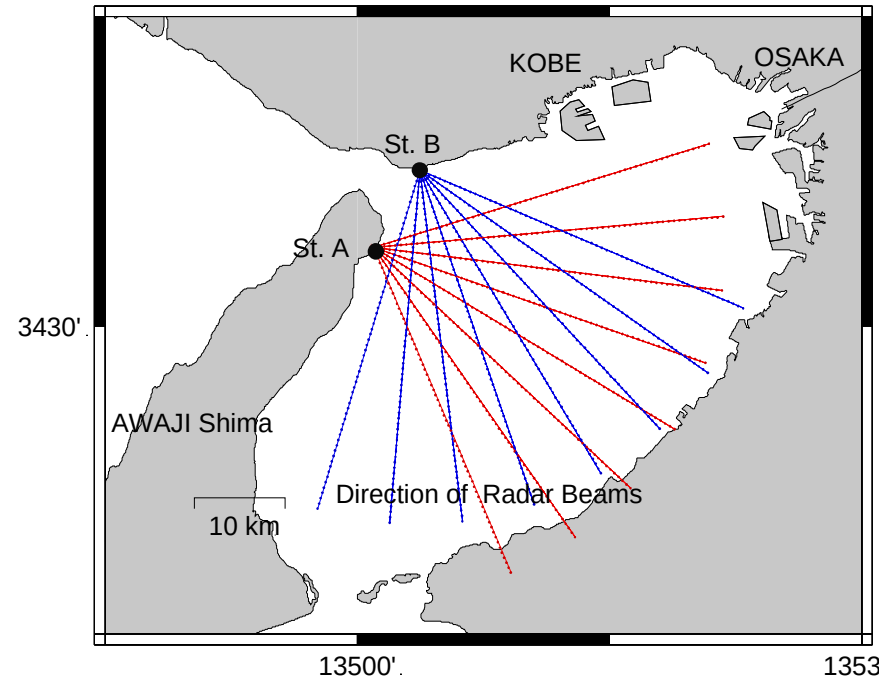
ピークサー千法の検証.

● 大阪湾北西部・明石海峡付近での観測 (03)

- ・ 淡路島 (国営明石海峡公園整備地内) : A局,
神戸市垂水 (下水処理場内) : B局
- ・ 期間 : 2003年1月18日~2月20日

● 比較結果

- ・ ADCPの結果 (1/31, 2/17)
- ・ 手動で確認・補正した結果
(1/18~1/31 14日間)



ADCPの結果との比較

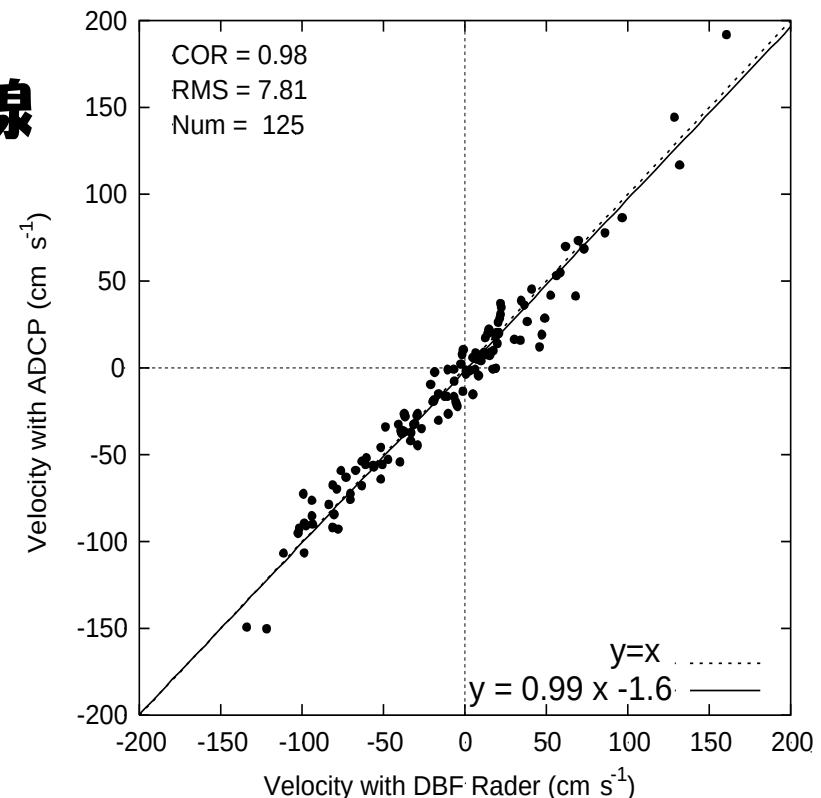
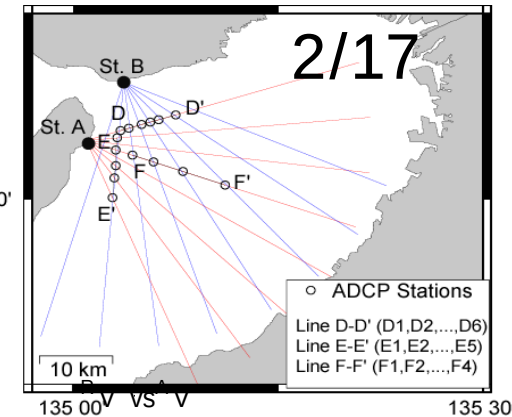
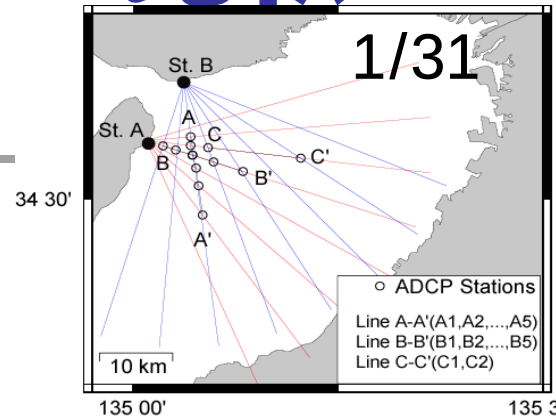
● ADCP

- 3隻の船舶の側面に設置
- レーダの視線が重なる地点
- レーダの観測時間に、レーダの視線方向に変換

● レーダ流速

● 比較結果（個数125）

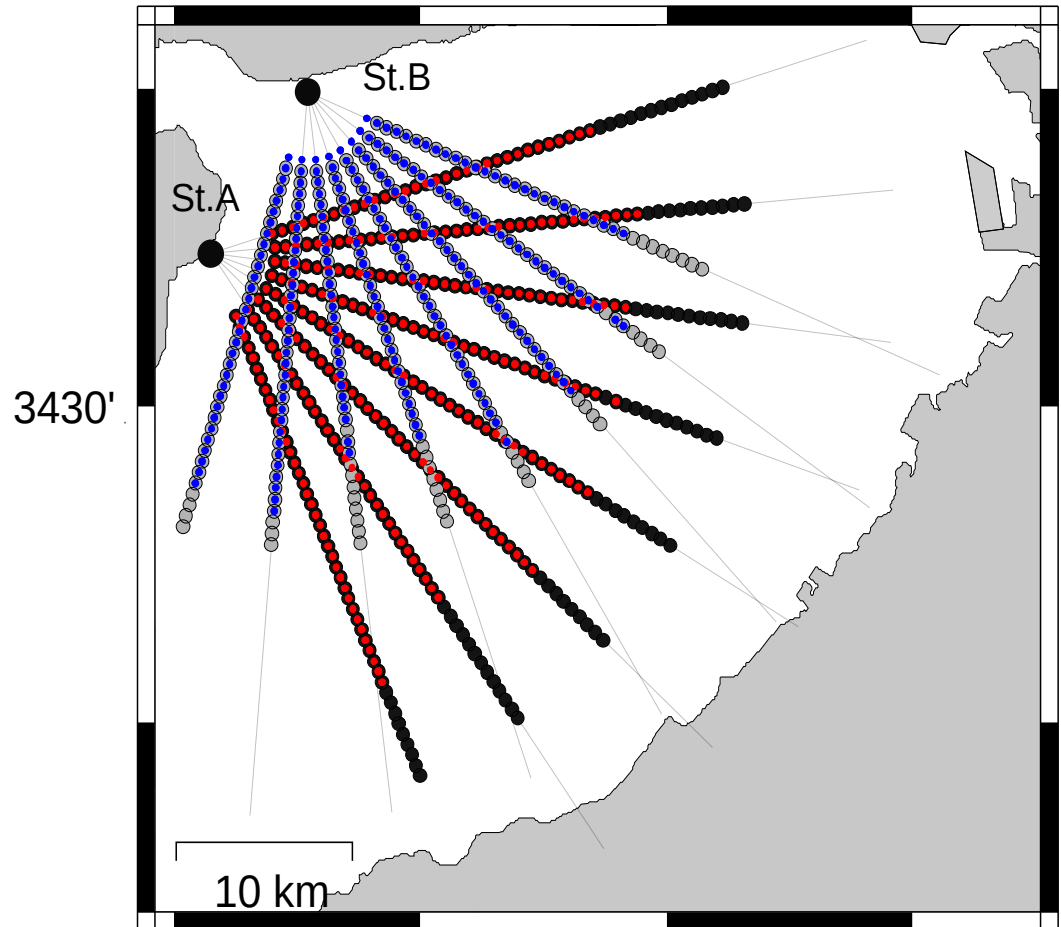
- 相関係数：98%
- RMS：7.81cm/s



手動で確認・補正した結果との 比較（取得率）

● データの取得率 (観測期間中85%以上 取得可能な点)

- ・ 約18kmまで取得可能
- ・ 手動（灰・黒丸）と比較すると約3km (6点程度) 短くなる.

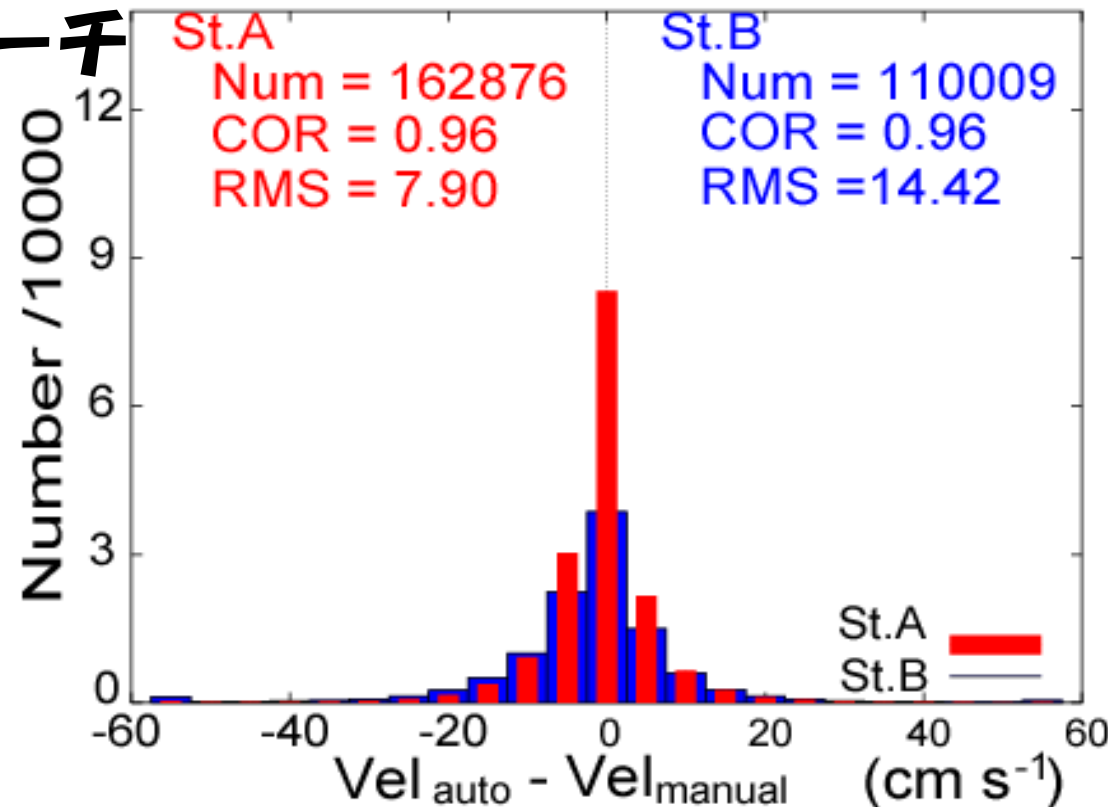


13500'

手動で確認・補正した結果との 比較（相関等）

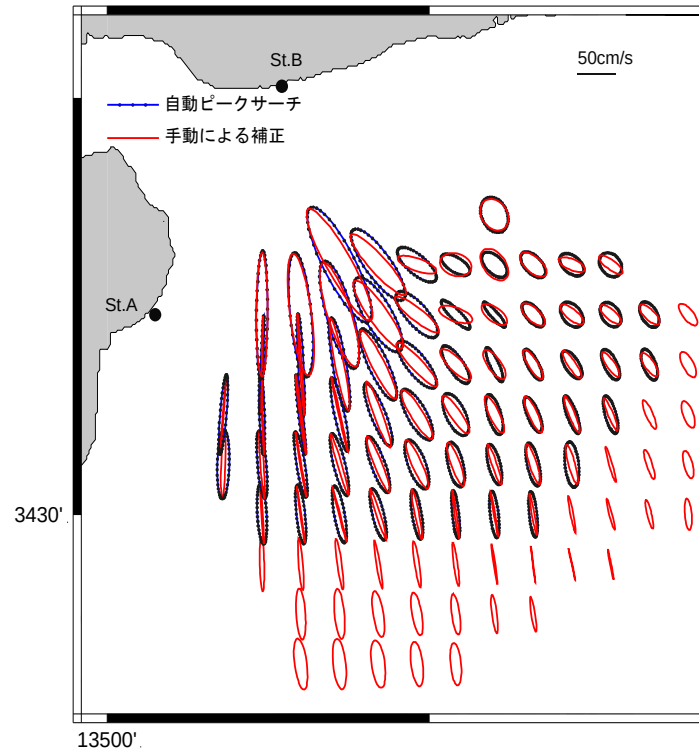
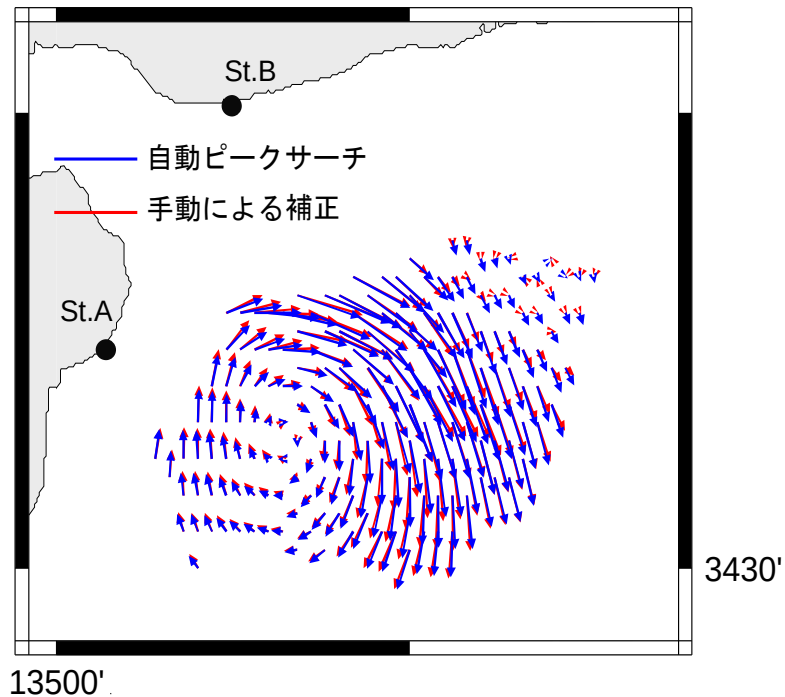
$Vel_{auto} - Vel_{manu}$ の結果

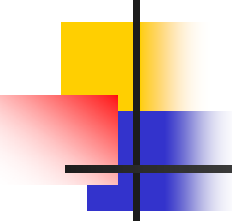
- 15日間分の視線流速
- Vel_{auto} : 自動ピークサーチ
- Vel_{manu} : 手動確認
- 相関: 96%
- R. M. S. = 15cm/s以下



手動で確認・補正した結果との比較（平均流速・潮流等）

- 平均流速，潮流の比較
 - 遠方（視線の角度が小さい）を除くと同程度





まとめ

- 自動ピークサーチ(**表層流速自動推定**)法
- ADCPと同様な結果.
- 手動補正のデータと同程度である.
- 計算時間は, 8方位64レンジのスペクトルデータで, 30秒程度 < インターバル時間:15分.
- レーダを用いたリアルタイム遠隔流況モニタリングに適用可能.

異なる地点での比較

● 大阪湾奥部の観測(04)

- 大阪市(夢洲):A局, 堺市:B局
- 2003年10月18日~12月17日

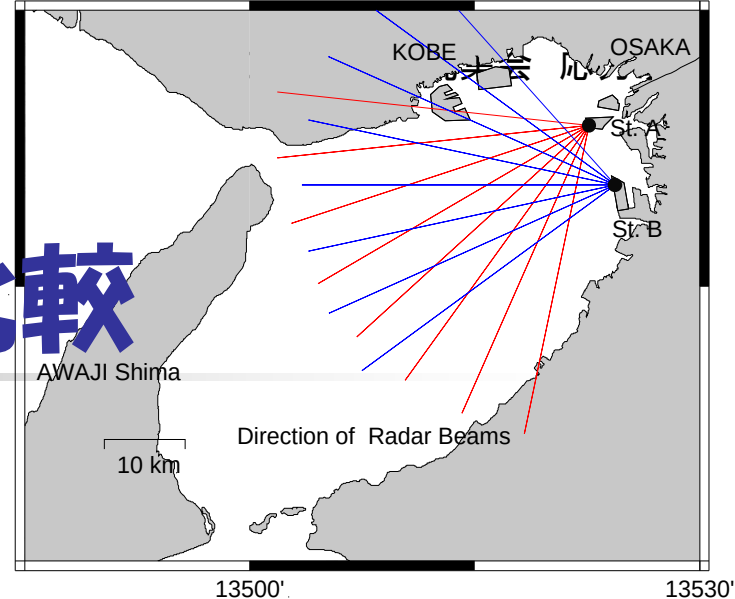
(手動:11/30~12/14 15日間)

● 有明海・諫早湾前方海域の観測(05)

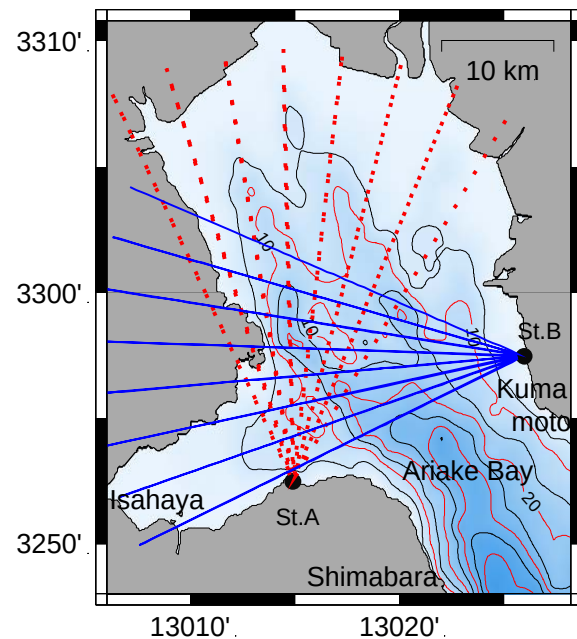
- 長崎県雲仙市西郷:A局,
- 熊本県荒尾市蔵満:B局

- 2005年9月20~10月15日

(手動:9/20~10/14 15日間)



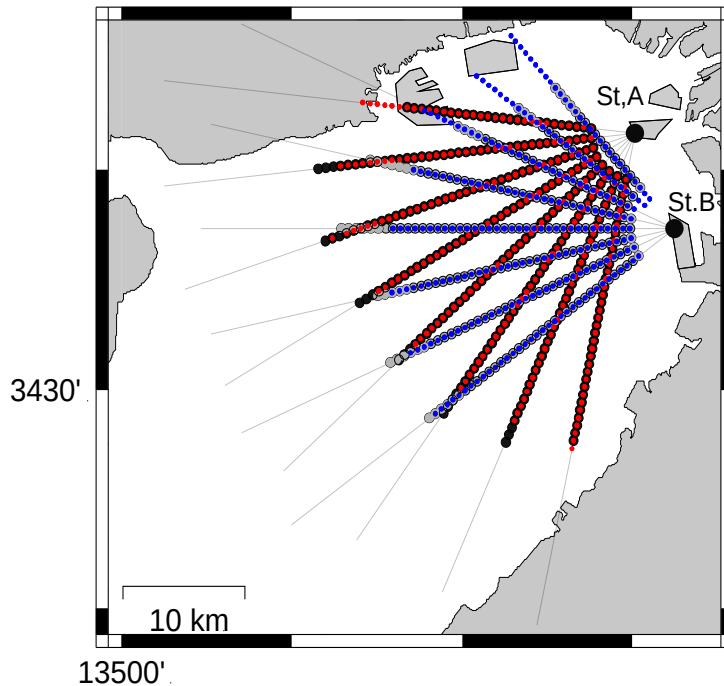
大阪湾奥部(2004)



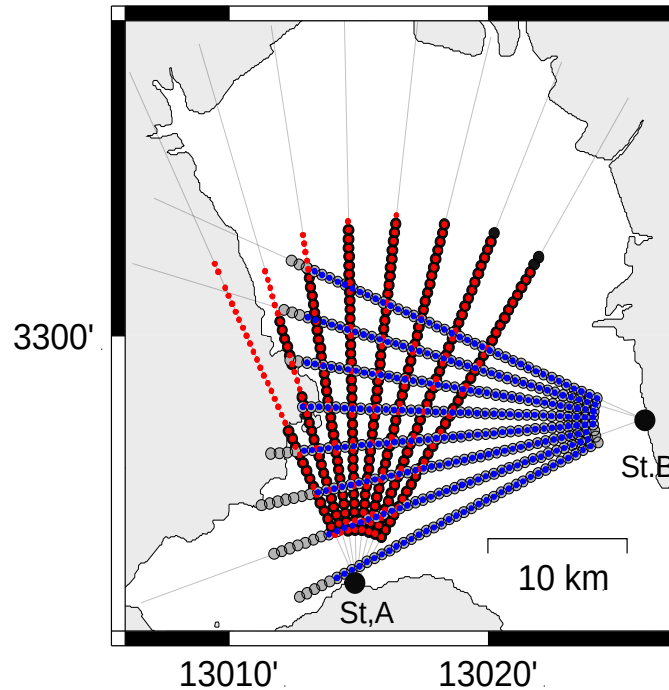
有明海(2005)

85%取得率の比較

- 地面を検知する場合がある.



大阪湾奥部(2004)

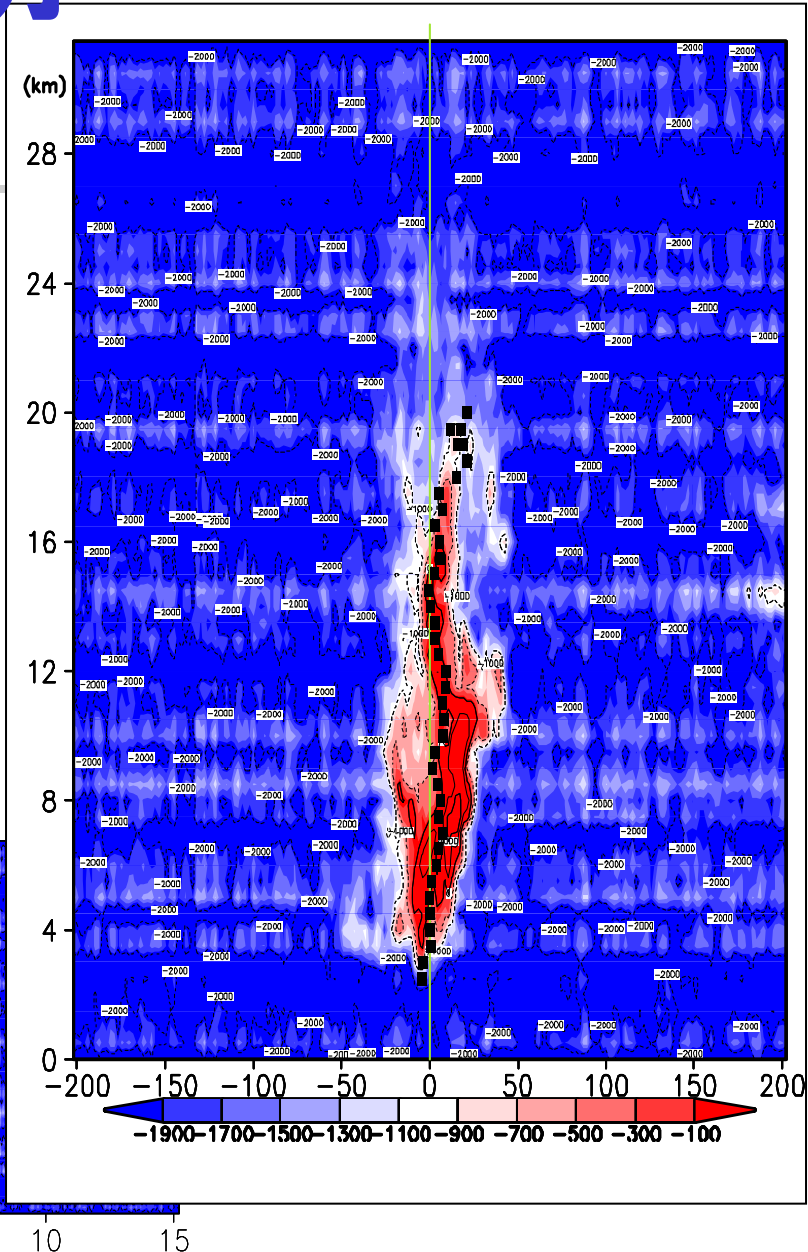
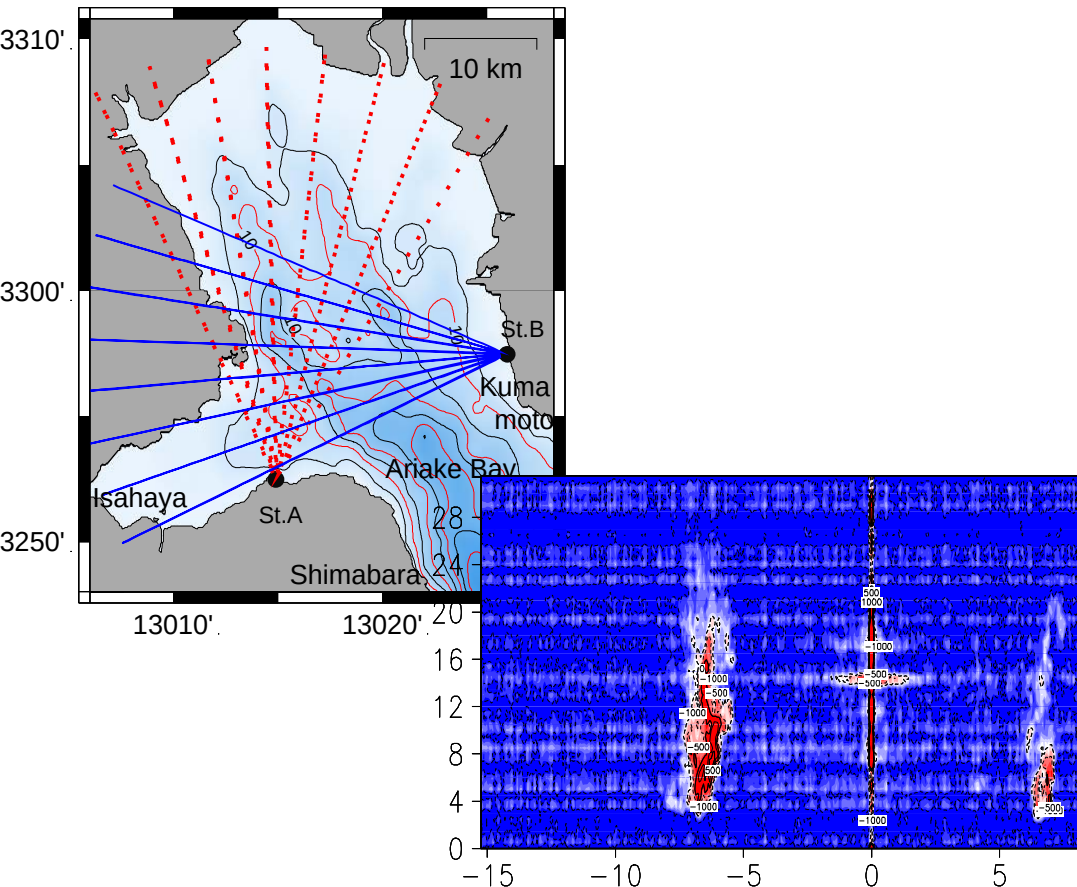


有明海(2005)

地面を検知した例

ST. A Line 1

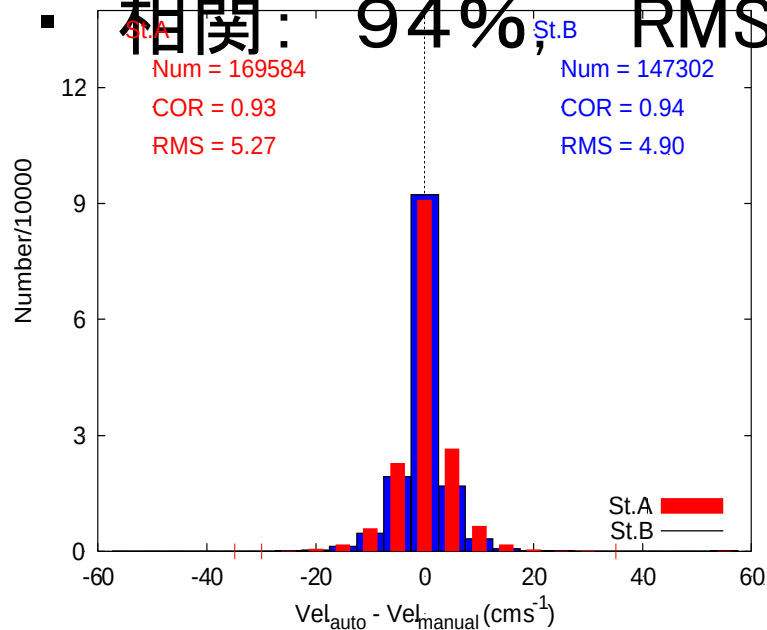
■ 10/1 10:00



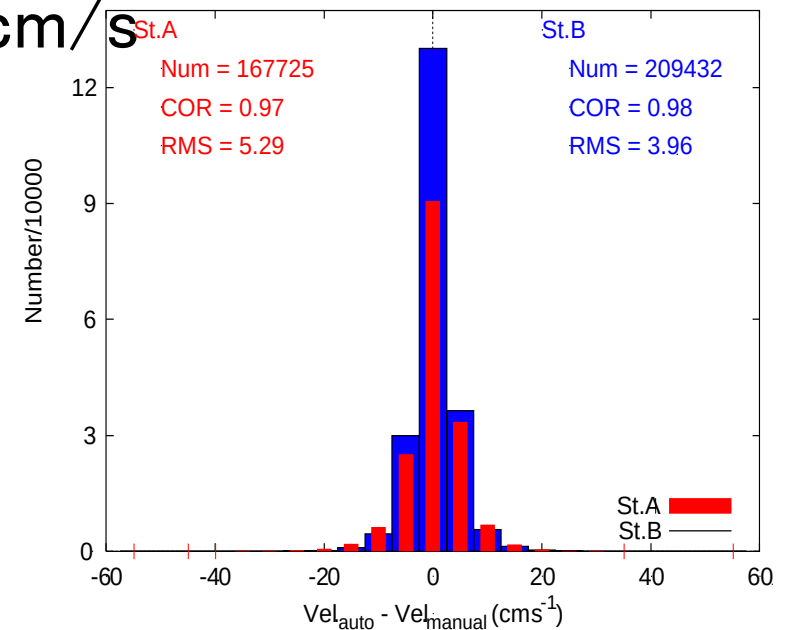
視線流速の比較

● 視線流速の比較(自動・手動ピークサーチ結果の比較)

■ 相関: 94%, RMS: 5cm/s

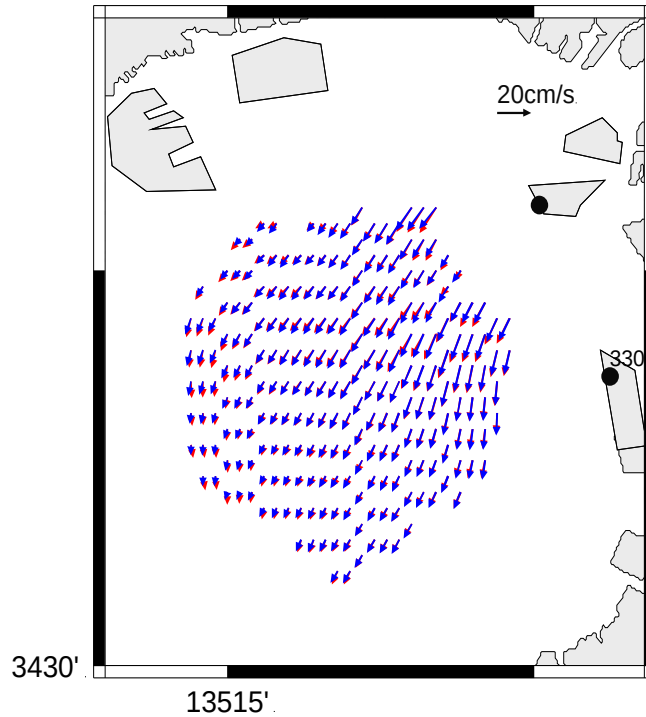


大阪湾奥部(2004)

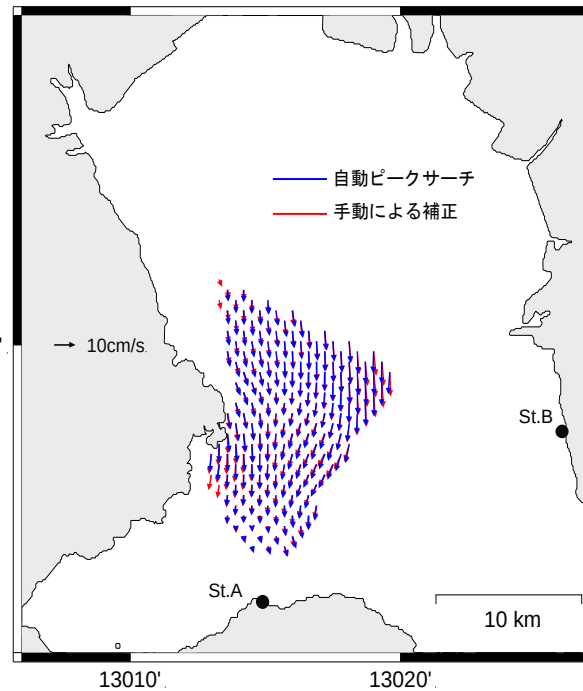


有明海(2005)

平均流速の比較

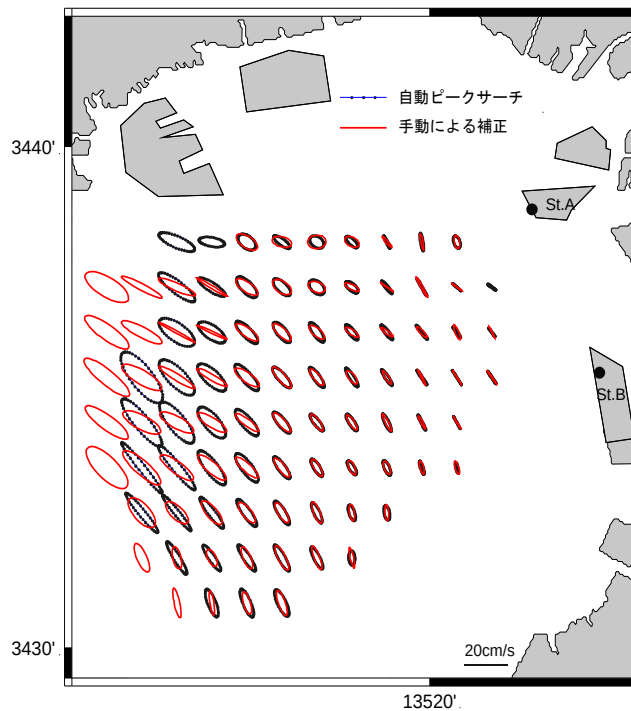


大阪湾湾奥部

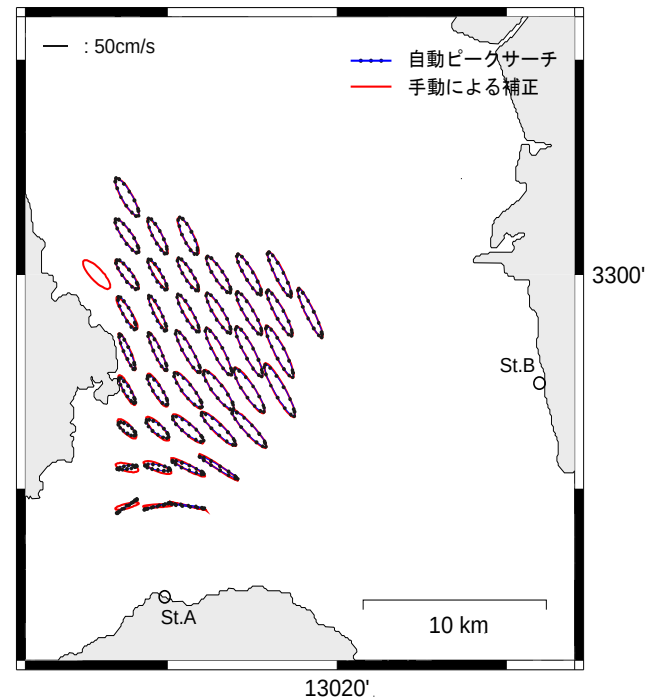


有明海

潮流楕円の比較



大阪湾湾奥部



有明海

有明海

- 2007年9月から有明海の諫早湾前方海域の観測・配信を実施している(レーダシステムが故障しなければ)。
- 公開中
<http://criepi.denken.or.jp/jp/env/dbf/index.html>
- 携帯にも公開中。
 →現場観測のお供に！！

