



9MHzビーコン局を用いた アンテナ特性の測定結果

情報通信研究機構 沖縄電磁波技術センター

雨谷純¹・杉谷茂夫¹・森本昭彦²・岩井宏徳³・
藤井智史⁴・滝川哲太郎⁵・市川香⁶・久島萌人⁷

1NICT沖縄電磁波技術センター,2愛媛大学,3NICT電磁波研究所,4琉球大学,5長崎大学,6九州大学,7名古屋大学

内容

- 日本海対馬暖流観測の概要
- 海洋レーダのアンテナシステム
- 対馬局と相島局(詳細)
- ビーコン局と船舶
- アンテナ測定実験
- 測定結果
- まとめ



対馬暖流観測実験海洋レーダサイト



レーダサイト

対馬局



対馬局と相島局の概要

相島局のレーダはモノスタティック
海洋レーダを設置

対馬局にはバイスタティック受信に
よるレーダサイトを設置

(最終年度まで)

レーダサイト

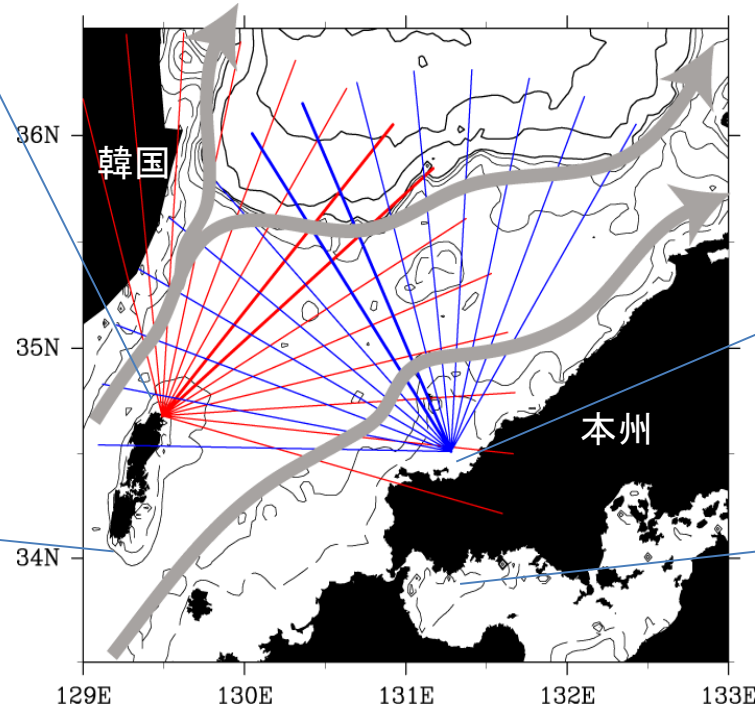
相島局設置場所の航空写真



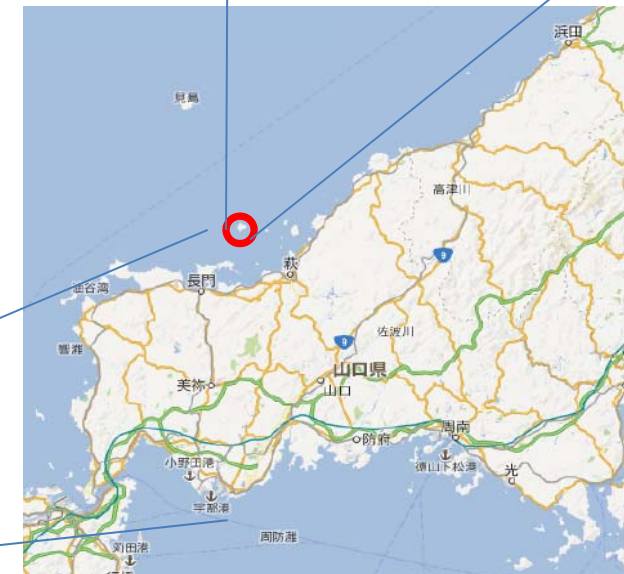
相島局



モノスタティック局の探査距離は約200Km



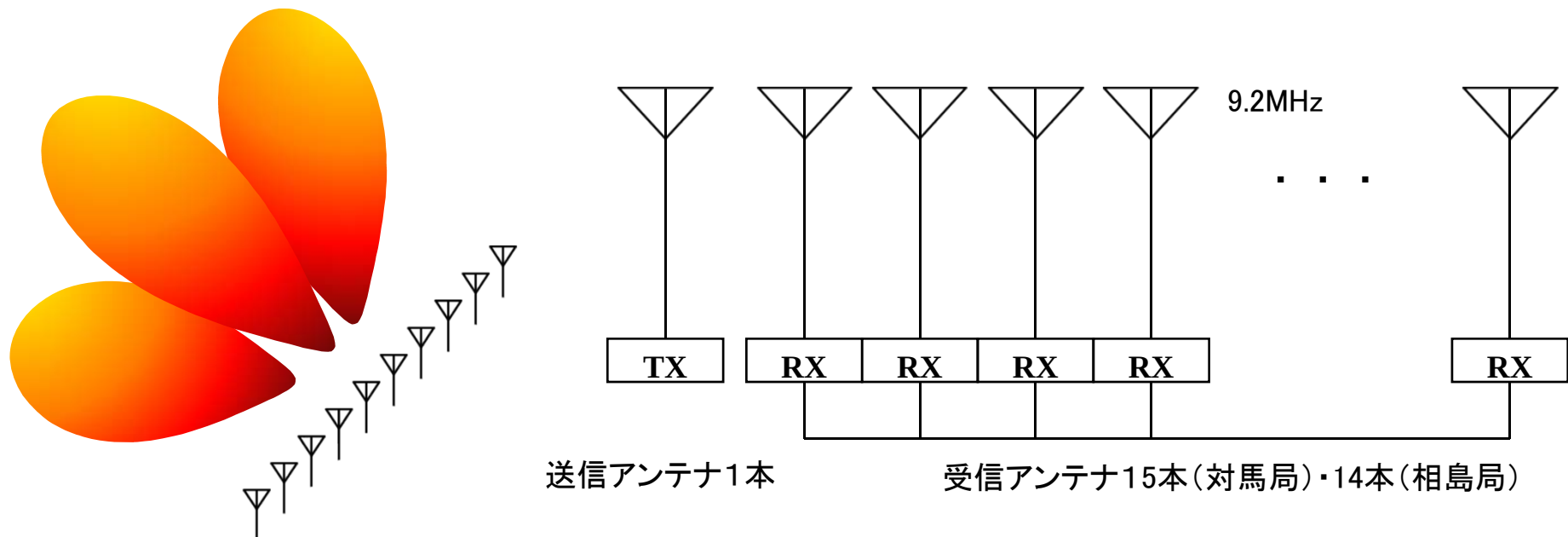
対馬暖流観測範囲



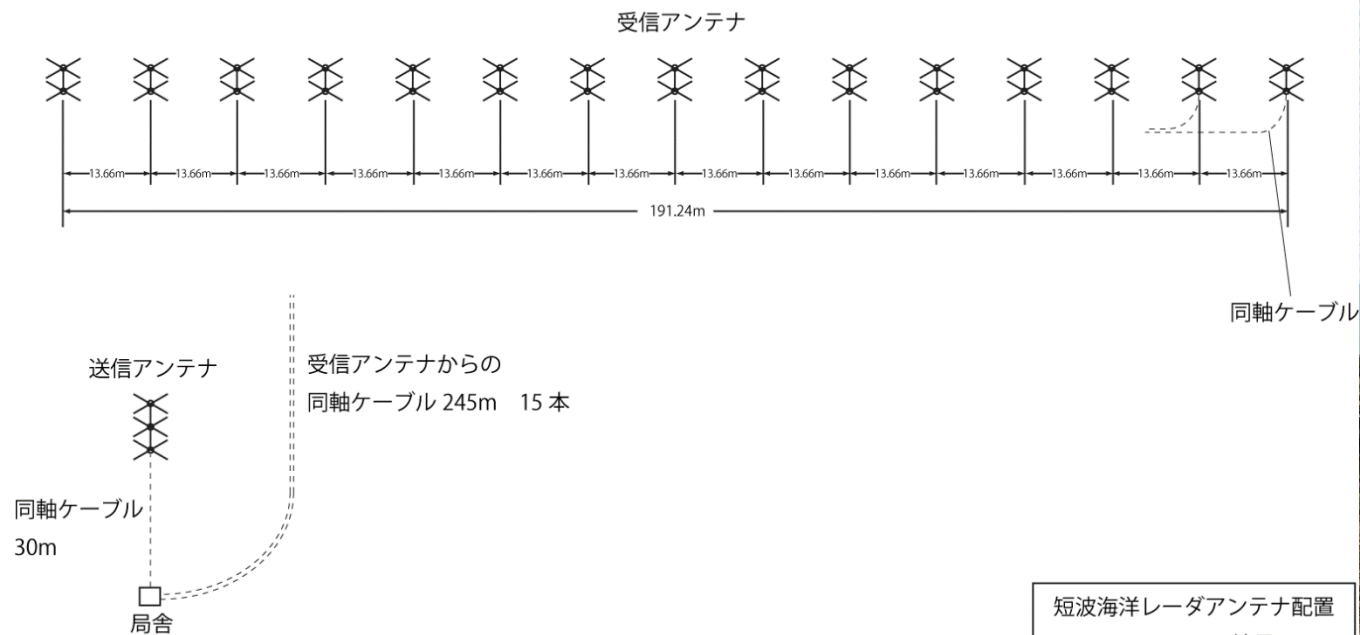
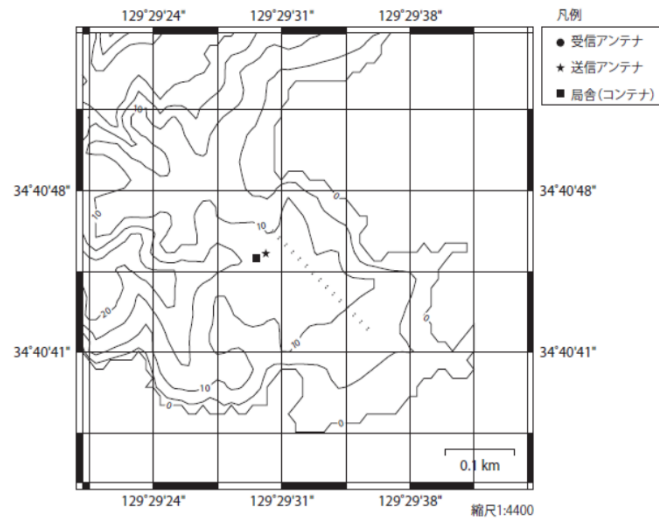
2013年度基盤研究(A): 遠距離海洋レーダを用いた対馬暖流の流路観測と流路分岐メカニズムの
解明 代表: 森本 昭彦

遠距離海洋レーダのアンテナシステム

- NICT遠距離海洋レーダ局は9MHz帯の周波数を用いて海況情報を取得するレーダ局である。
- NICT遠距離海洋レーダ局は送信用に3素子の八木アンテナ1本を用いてファンビーム送信を行うのに対して、受信用には2素子の八木アンテナを多数用いることよりデジタルビームフォーミングを行うフェーズドアレイ方式で、ビーム幅を狭くして必要な海域を観測する手法を用いている。



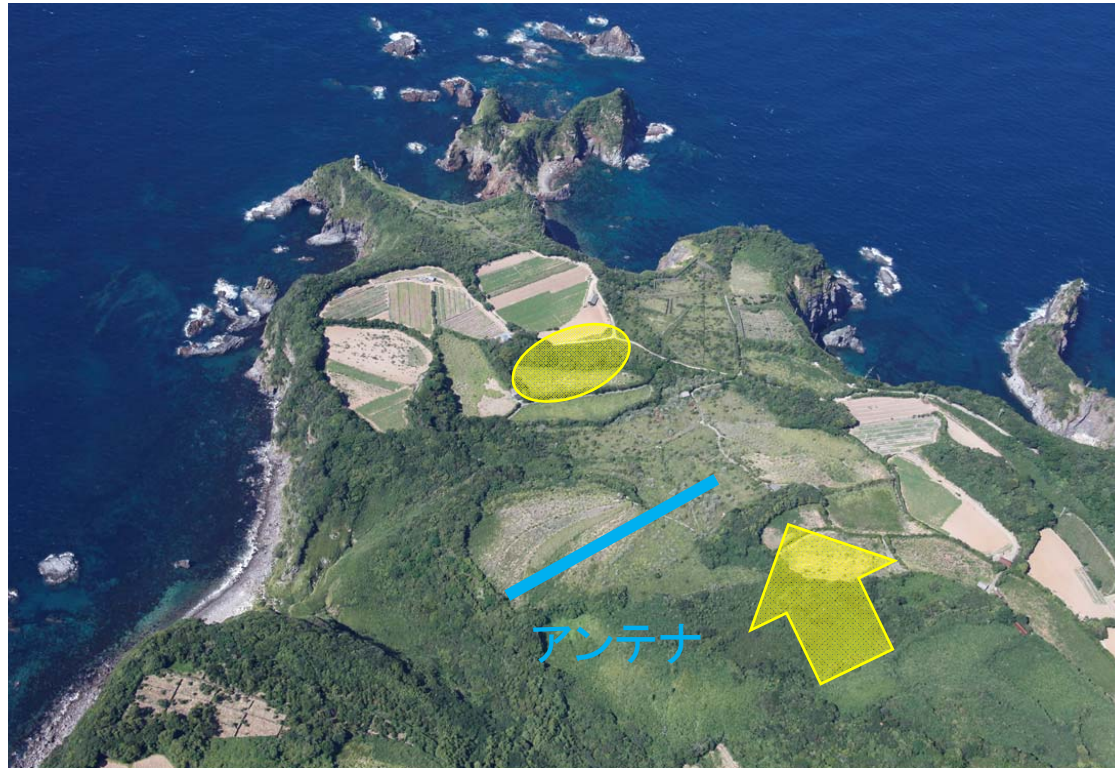
対馬局



短波海洋レーダアンテナ配置
縮尺 1:500



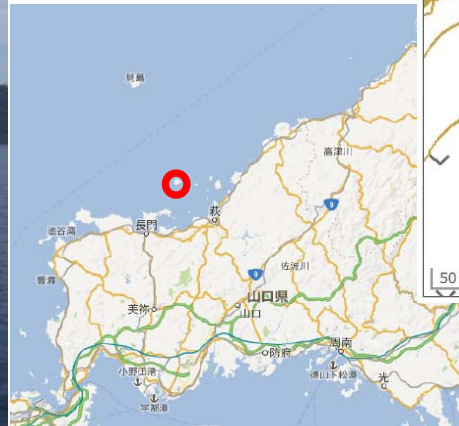
相島局



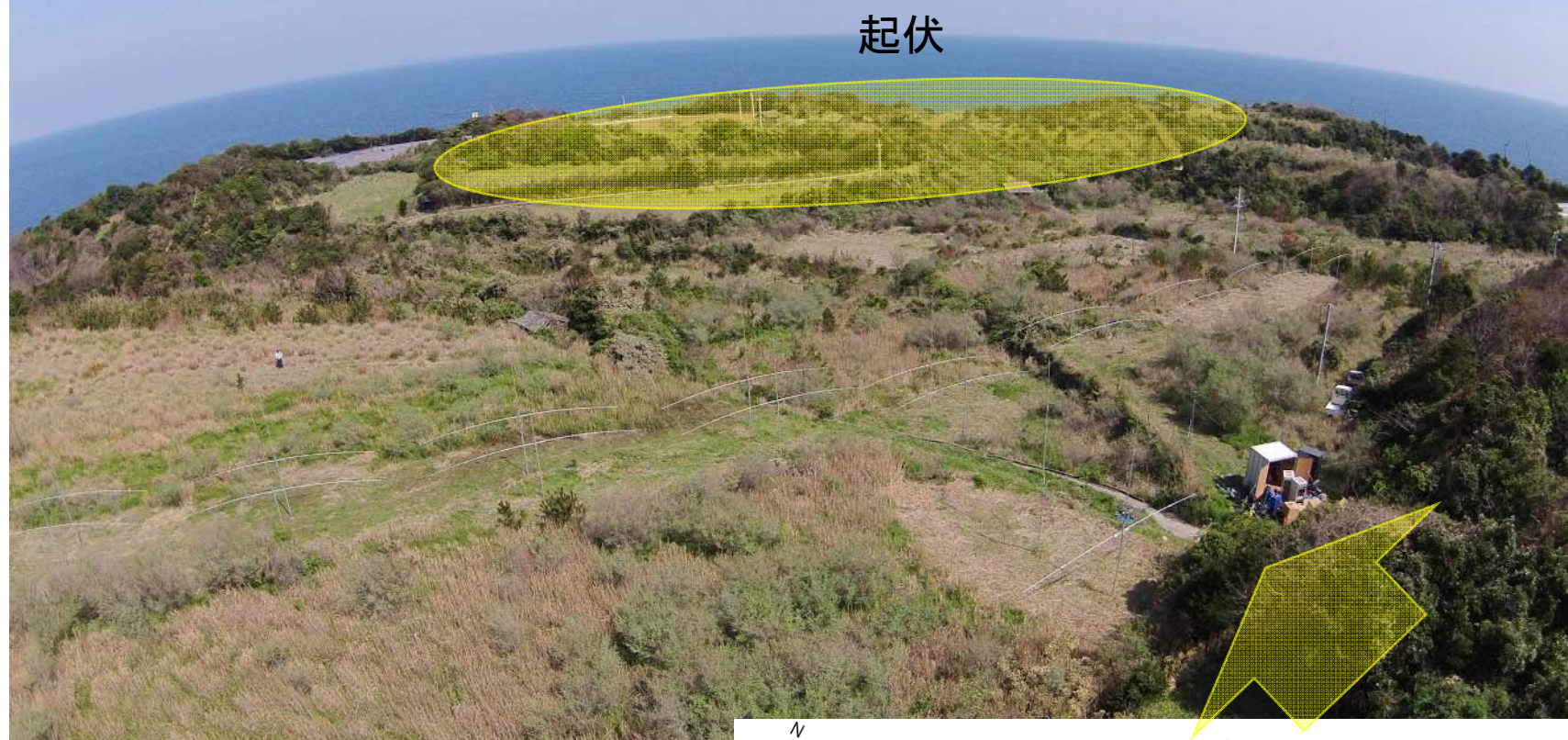
地理院地図
GSI Maps



* 国土地理院地図より引用



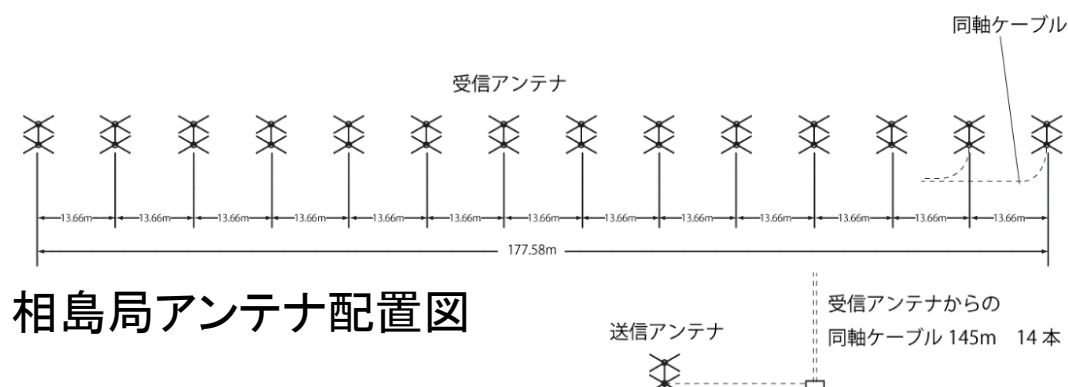
送受信アンテナ設置場所 相島局



2015/04/10



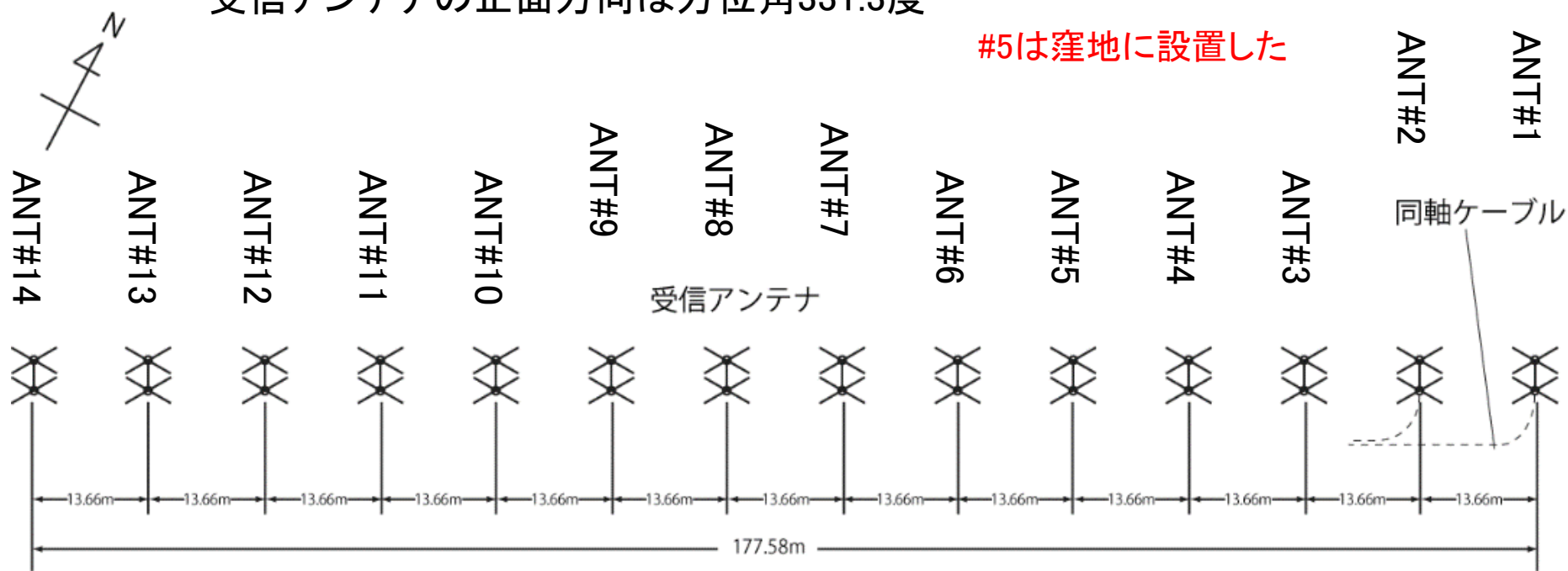
海への下り勾配



相島局アンテナ配置図

相島の受信アンテナの配置

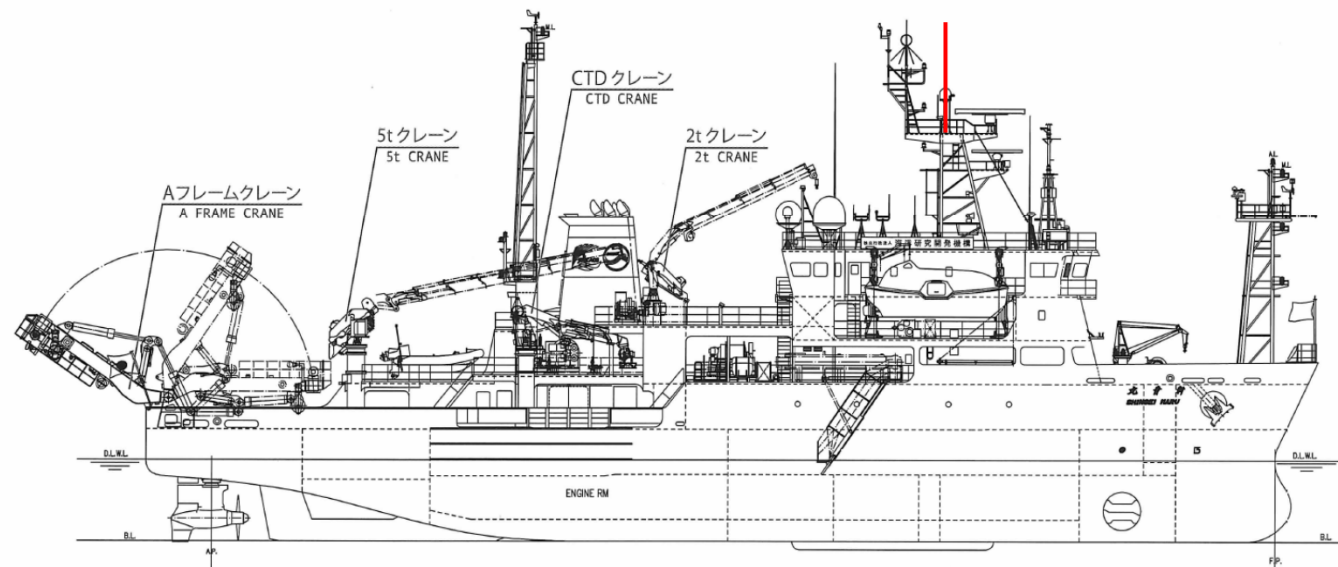
- ・受信アンテナ14本(2エレメント八木アンテナ)
 - * 本当は16本欲しいが、土地借用の制限で14本のみ設置
- ・受信アンテナ間の間隔13.66m
- ・右からアンテナ番号1,2,...,14
- ・受信アンテナの正面方向は方位角331.3度



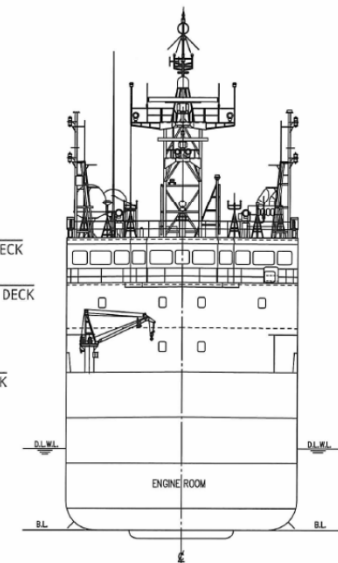
アンテナ番号1を基準とした各アンテナ間の高低差(地面) [m]

No.	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
[m]	2.35	3.20	3.04	2.94	2.90	2.76	2.50	2.50	1.55	-0.80	0.37	0.20	0.05	0

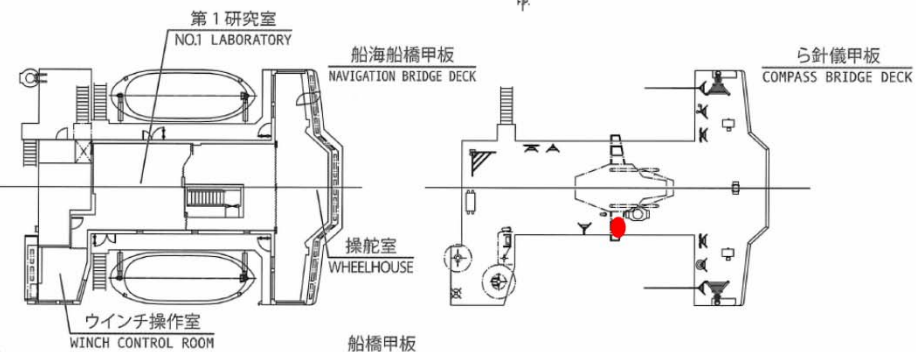
新青丸のアンテナ位置とビーコン送信機



ら針儀甲板
COMPASS BRIDGE DECK
船海船橋甲板
NAVIGATION BRIDGE DECK
船橋甲板
BRIDGE DECK
船首楼甲板
FORECASTLE DECK
上甲板
UPPER DECK
第2甲板
SECOND DECK



ビーコン送信機



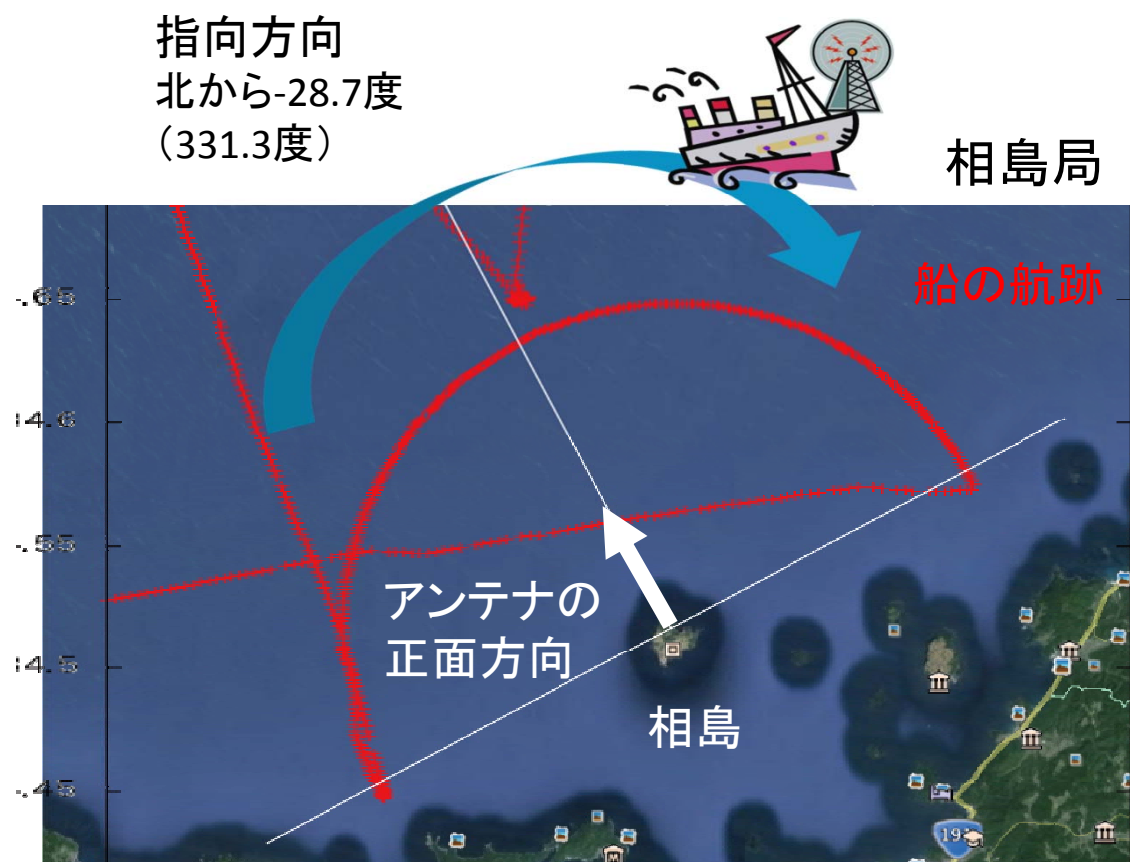
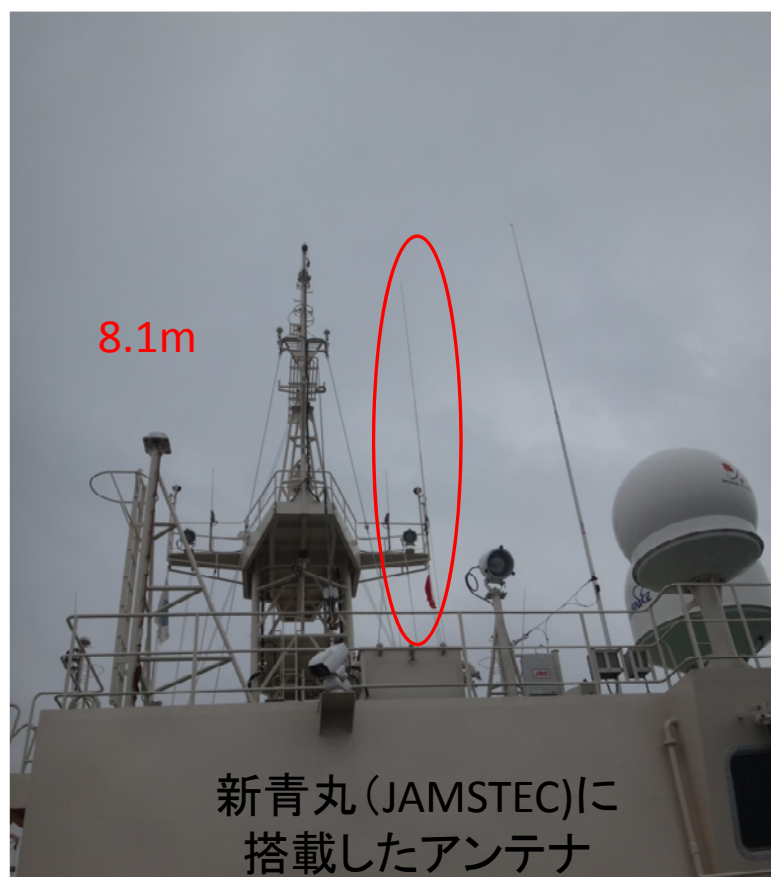
送信出力: 10W

送信可能な変調方式: CW, FMCW, FMICW

ビーコン局を用いたアンテナ特性測定実験の概要

ビーコン局を船舶に搭載し、CWで送信した。実験周波数は受信アンテナ帯域内の9.2705MHzである。船舶で使用したアンテナは下図のように中央マストの右舷側に垂直ダイポールを設置した。ビーコン局は、受信用アンテナのビーム方向に垂直になるように受信局から等円上線に船舶を航行し、常に右舷側が直角に相島局に対向するようになっている。 実験日:2014年6月17日

船尾側から撮影

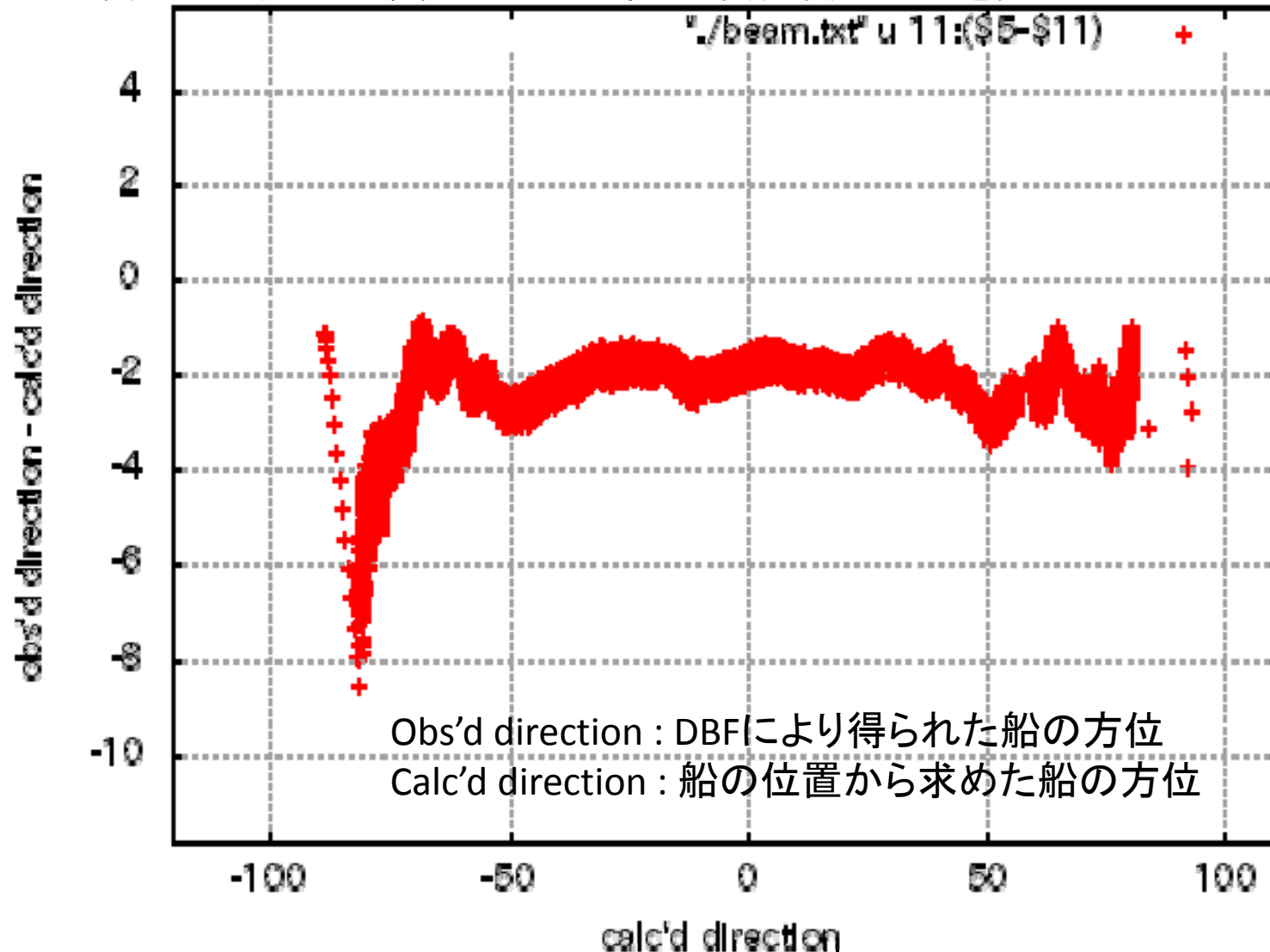


データの解析

- 1本ごとの各アンテナについてビーコン信号を解析。
周波数を変化させながら最小二乗法で、振幅と位相、
電圧オフセットを推定。
振幅が最大になる周波数の、振幅と位相を求めた。
- 得られた振幅・位相を元にD.B.Fをおこなう。
各アンテナ(Ch)の特性を公平に見るため、ウィンドウ
関数はかけていない。
FFTでポイント数を増やしてピークを検出。

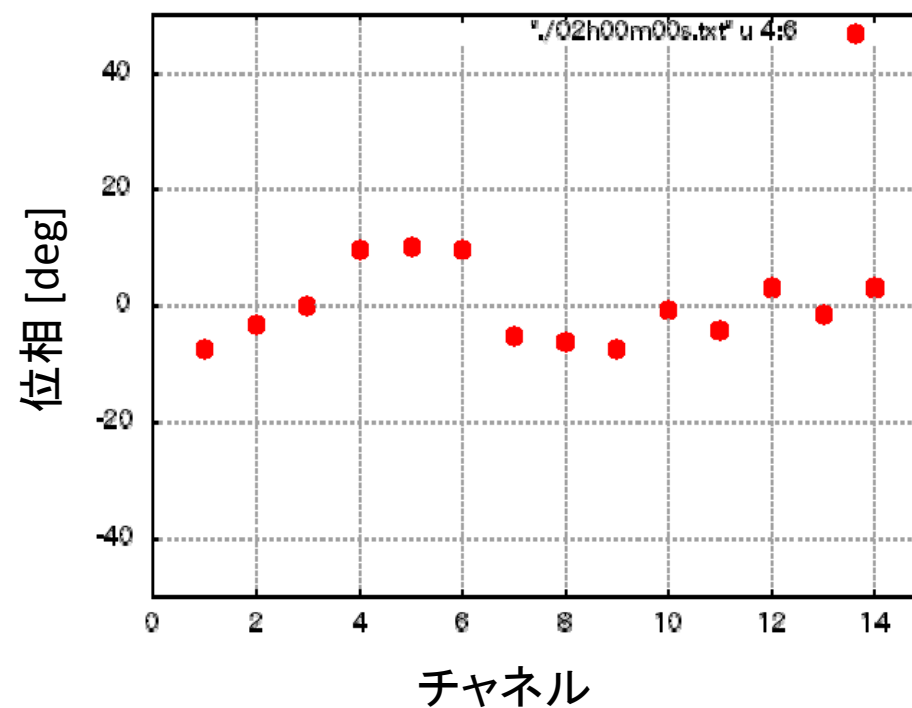
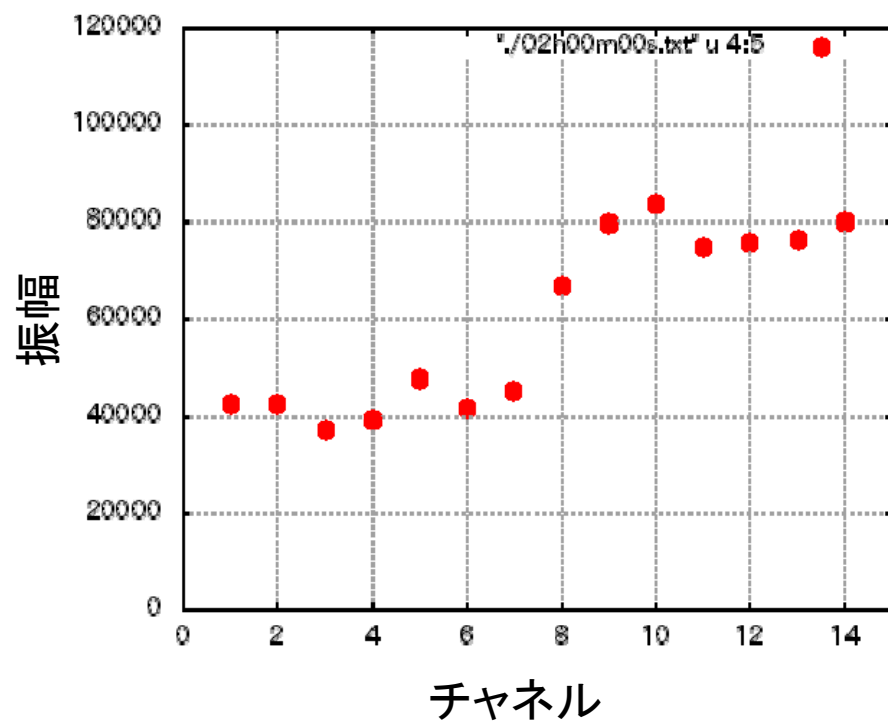
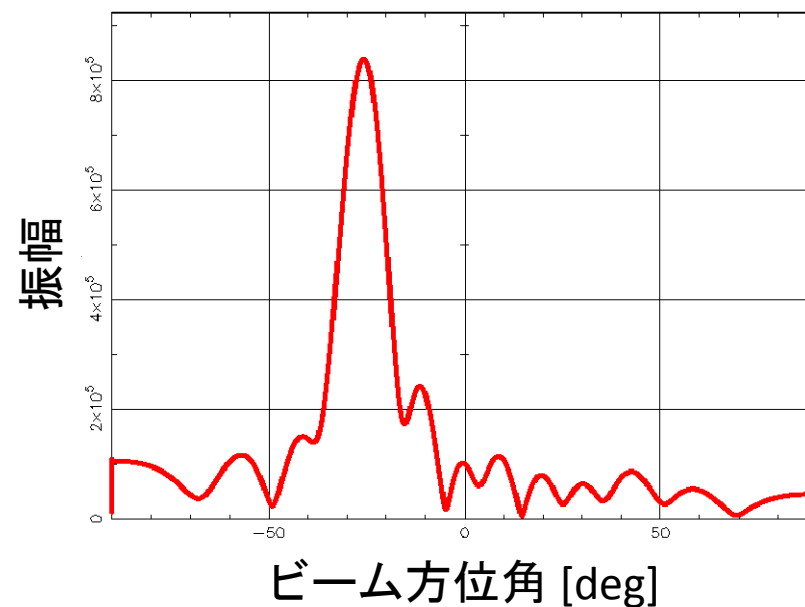
D.B.Fの結果

最初にアンテナ正面の方位を330度と仮定する。次に受信データからDBFを行う。DBFで得られた船の方位から真の船の方位の差は約-2度。アンテナの真の正面方位は331.3度なので、DBFは真の方向より約0.7度程度西方向を見ていることになる。



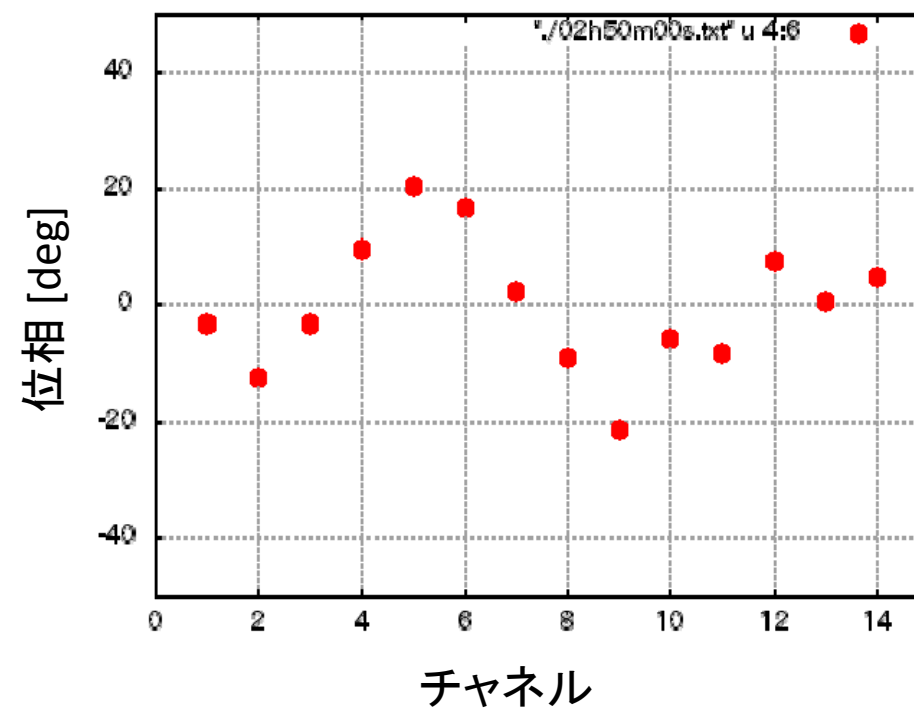
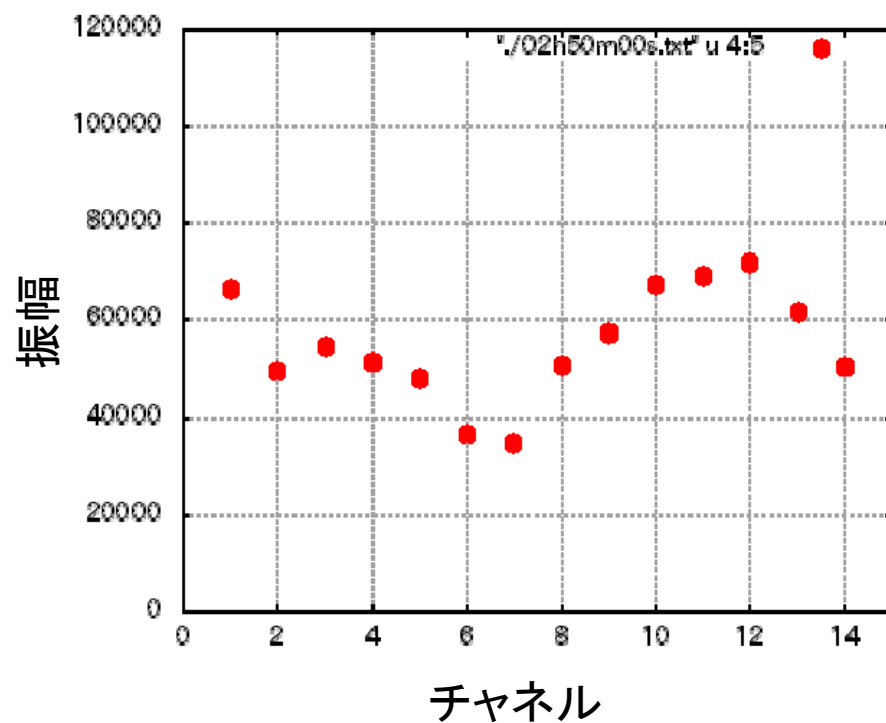
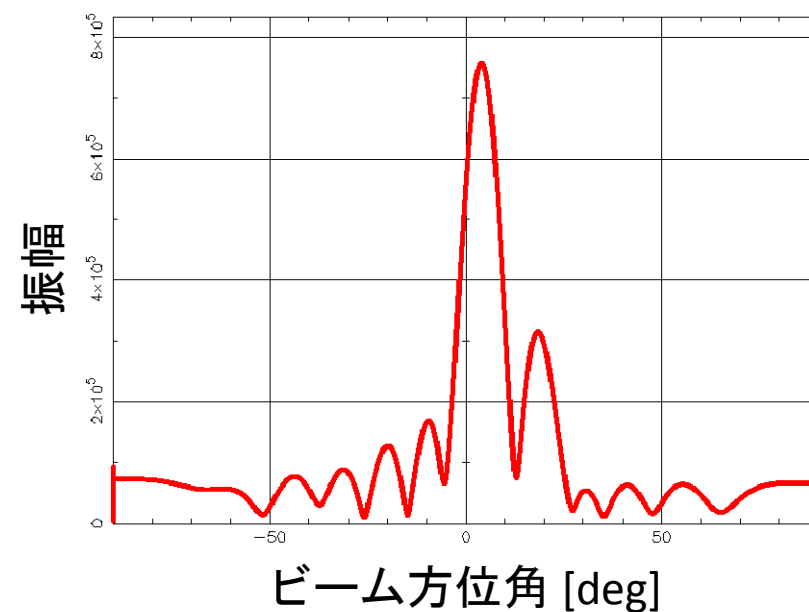
方位角: -25.7度

得られた各チャンネル(ch)の振幅・位相で校正すればよいはずだが・・・。

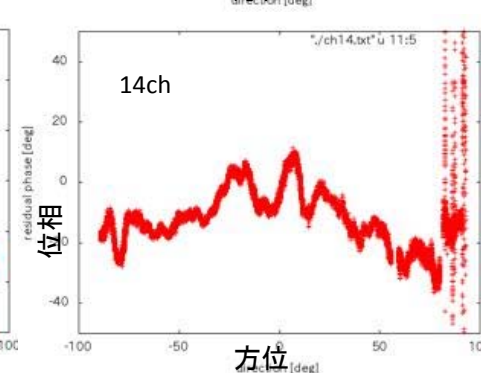
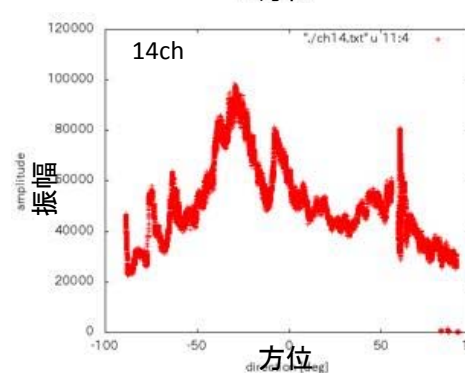
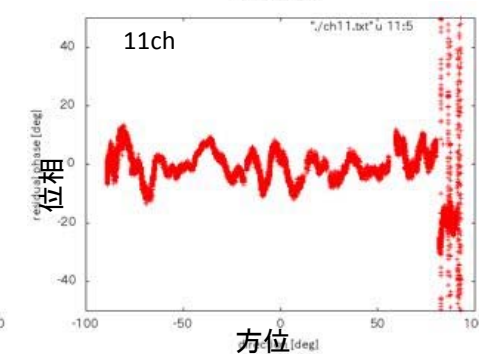
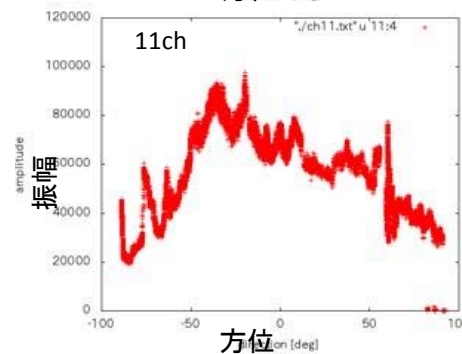
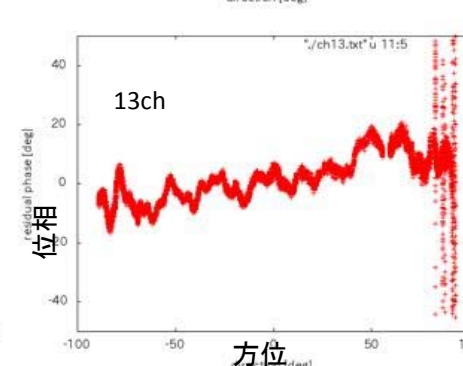
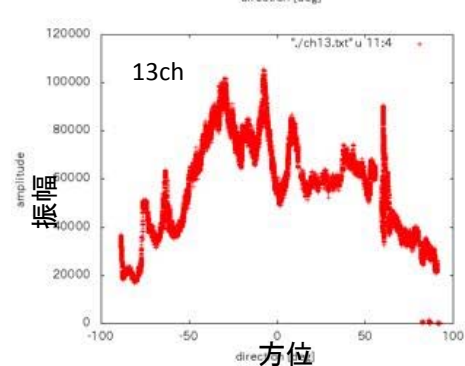
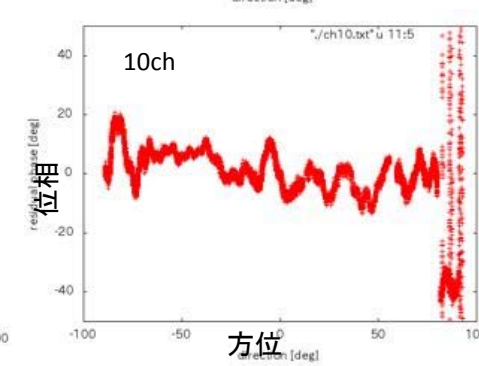
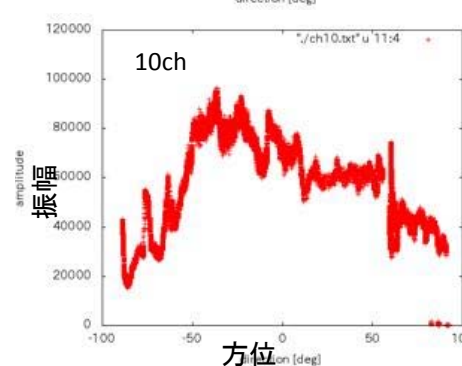
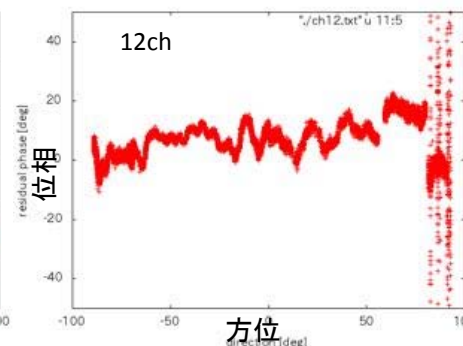
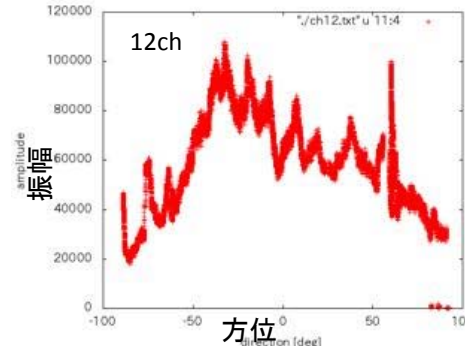
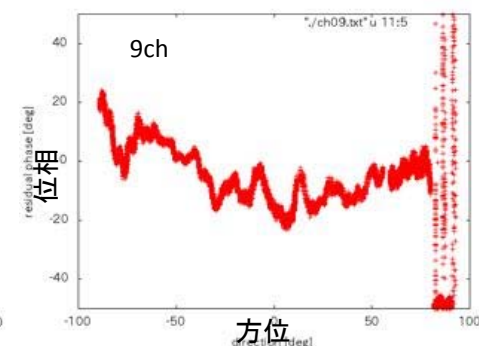
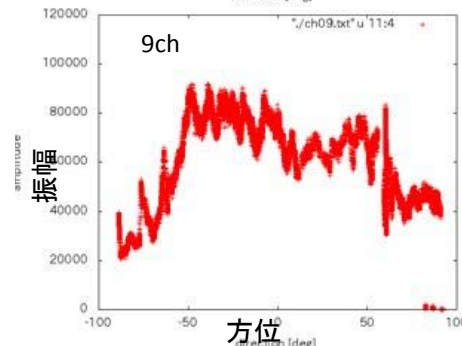
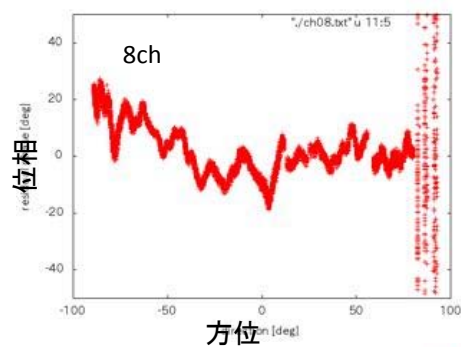
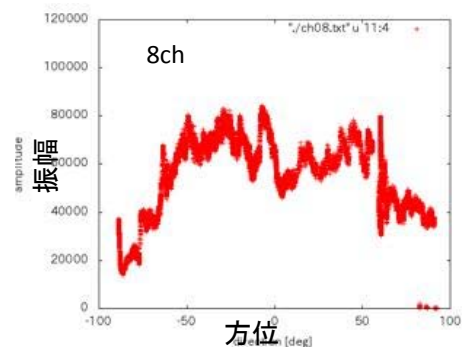


方位角: +4.0度

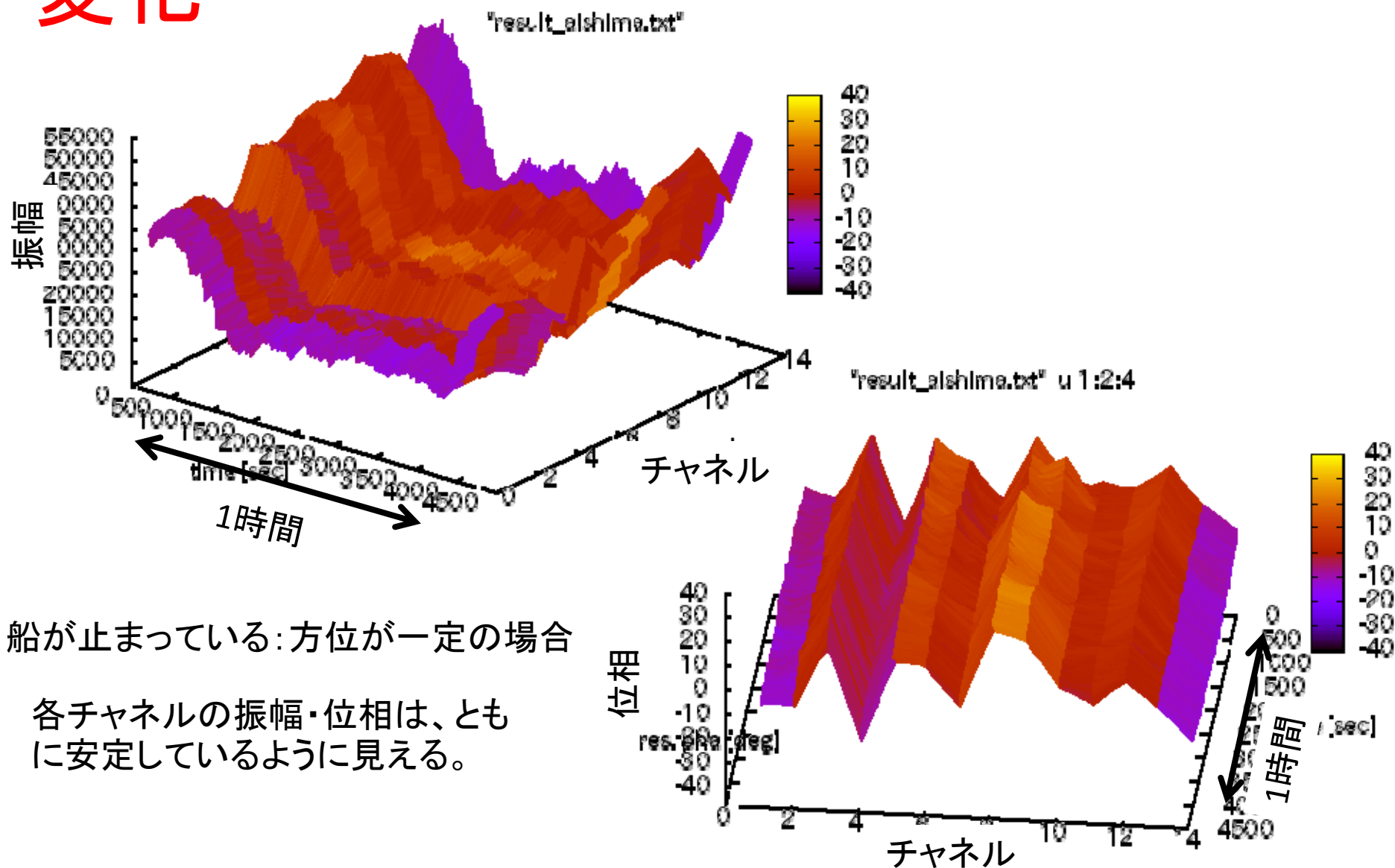
各Chの振幅・位相は一定ではないようだ



相島局 各チャンネルにおけるビーム方向 と振幅・位相の関係図



船の回転にともなう振幅・位相の変化



船が止まっている: 方位が一定の場合

各チャンネルの振幅・位相は、ともに安定しているように見える。

相島局の各アンテナの位相・利得(生データ)



アンテナ番号	アンテナの同軸ケーブルの位相(度)	アンプ+バンドパスフィルタの位相(度)	合計値(度)	アンプの利得(dB)
1	71.9	62.4	134.3	26.0
2	79.5	65.7	145.2	26.1
3	80.9	59.3	140.2	25.6
4	75.1	67.1	142.2	25.9
5	75.2	64.5	139.7	26.0
6	71.5	63.1	134.6	25.7
7	77.8	65.2	143.0	26.0
8	74.0	66.0	140.0	25.9
9	74.5	72.5	147.0	26.1
10	75.1	68.0	143.1	26.2
11	80.4	66.0	146.4	26.0
12	74.4	64.1	138.5	26.2
13	76.9	65.9	142.8	26.1
14	80.4	79.5	159.9	26.3

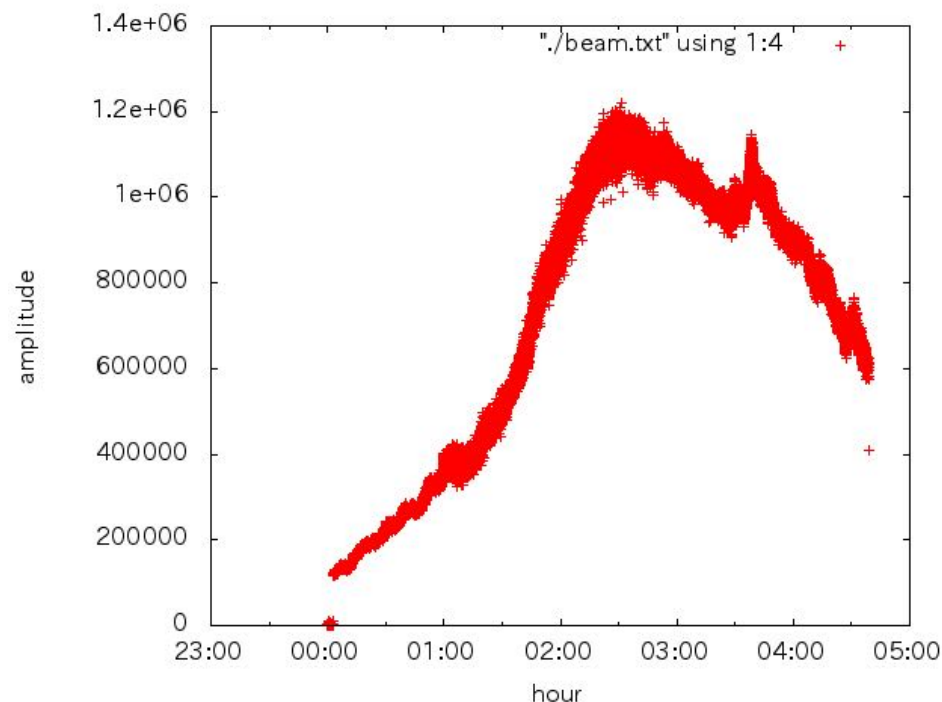
古い番の方が若番よりも若干位相が回っているようにも見える

まとめ

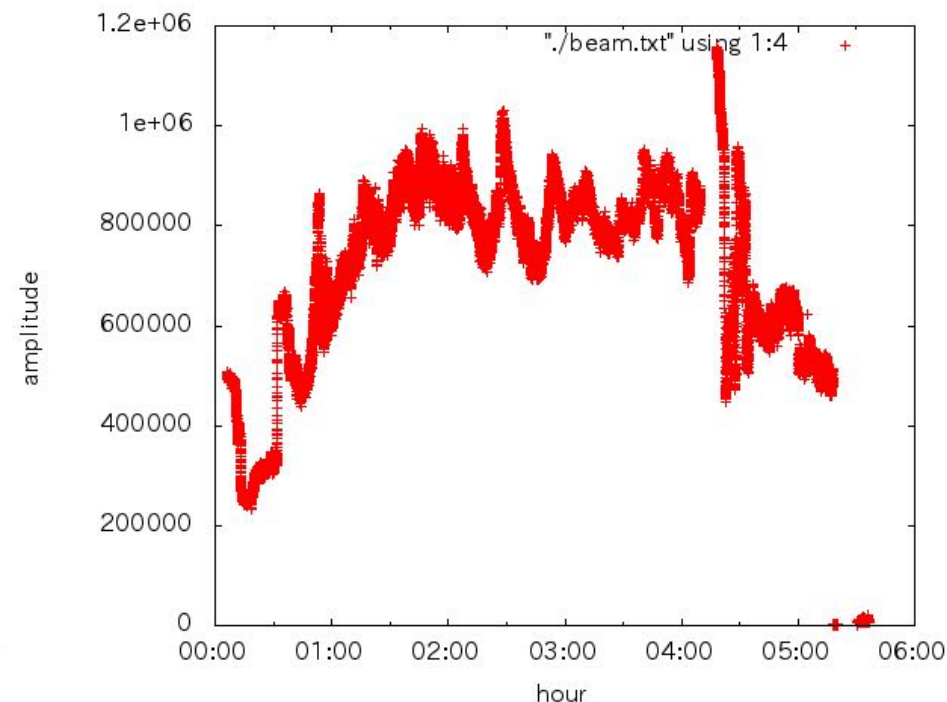
- 各チャンネルごとに方位によって振幅、位相とも変化する。 マルチパスが原因か？
- 今回の結果(各方位の振幅・位相)を使って校正すべきか？
- 船舶に取り付けたアンテナも指向特性を有しているのは確認できるが、もう少し正確にパターン図を描くには？ 船の動揺(上下前後の複雑さ)はどのように考える？

参考資料

対馬・相島受信アンテナ特性比較図



対馬受信アンテナ 時間-DBFの振幅



相島受信アンテナ 時間-DBFの振幅

2014年6月新青丸によるビーコン局実験を行った。上図は新青丸に搭載したビーコン局からの送信電波を、受信局を中心円として等距離になるように15km沖をCWで送信しながら航海した時に、各受信局において全アンテナの受信合成を行った振幅値と時間の関係の結果を示している。

新青丸は等速度で円弧を描いて航海したので、横軸はそのままアンテナの方位角方向と読み替えることができる。また、この時々々の受信入力レベルが縦軸である。

右図の相島局のパターンにでこぼこが顕著にみられるのは、アンテナ指向方向の陸地の長さや高低差の広がりやの影響が表れていると考えられる。これに対して対馬局のアンテナ指向方向は地理的にも一様に海に向かって開かれており、相島に比較してより素直なアンテナパターンであることが期待できる。