

海洋レーダによる波浪データの 検証：現場観測及びモデルとの 相互比較（その2）

久木幸治
(琉球大学理学部)

目的

- レーダから推定した波浪データの検証：
 - 観測データとの比較。
 - 多くの場合,波高・周期などに限定。
 - 空間分布の比較は困難。
- モデルによる推算波浪データによる相互比較。
- (ドップラースpekトルのSN比が低い。)

レーダから波浪スペクトル推定

- ドップラースペクトルと、波浪スペクトルの関係式などからなる重み付き最小二乗法。
 - 「重み」を選択。
 - レーダから得られた波浪データを選択。
-
- 単一のレーダ使用
 - 周波数比1.15, 角度分解能20度
 - レーダを中心とした 4×4 の極座標格子点でスペクトル値を求める。

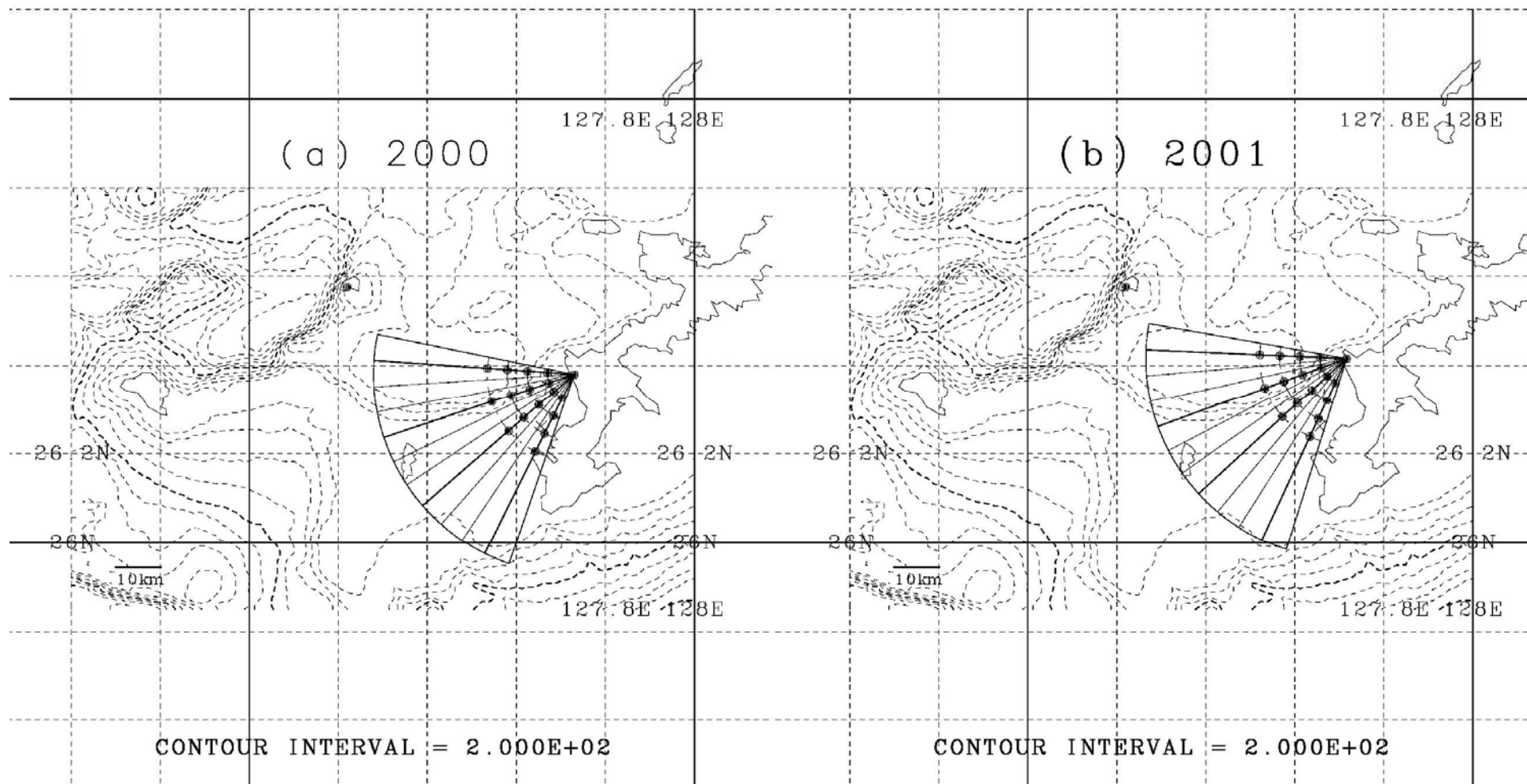
データ

- 海洋レーダドップラースペクトル:
2000年10月21日から12月7日 (93).
2001年5月26日から7月2日 (190).
- 有義波高, 有義波周期 (超音波波高計),
平均波向き (流速計)
- その他 (風向・風速)
- 2000, 2001年データの相互比較を報告

その1からの更新

- モデルを修正。
- 2000年のモデル結果とも比較。
- 周波数帯ごとでの比較。
- 波高分布の比較。

観測海域



×: 超音波波高計 (-52.9m)

波浪推算モデル1

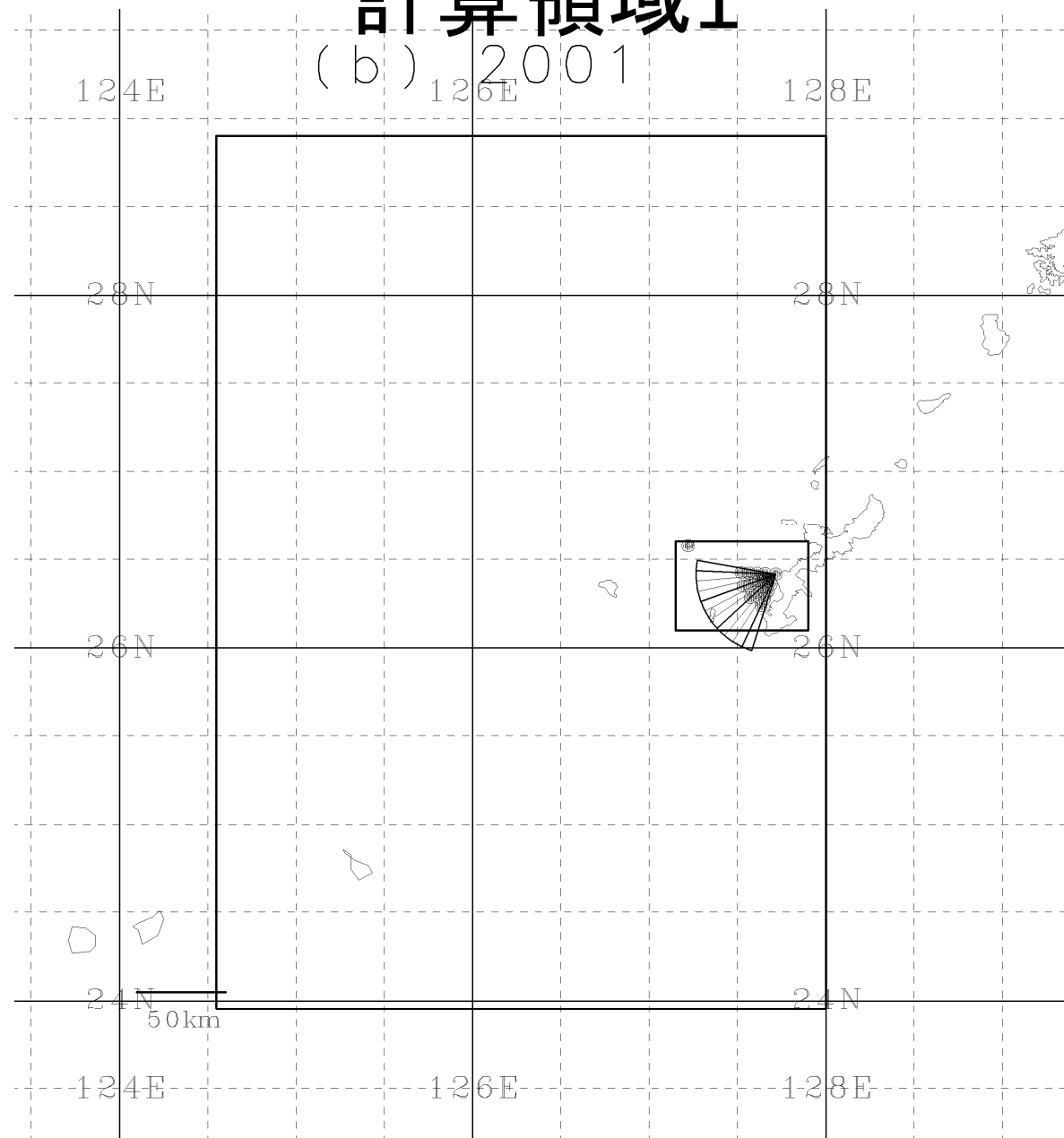
- エネルギー平衡方程式
- ソース関数はWAMと同じ。
- 風は気象庁領域客観解析データ(2000年)及びメソ客観解析データ(2001年)を使用。
- 周波数比: 1.1, 角度分解能: 15度

波浪推算モデル2

- 計算領域1:経度 124.55度から128度まで
- 緯度 23.95度から28.9度まで
- 間隔1: 0.05度
- 計算領域2:経度 127.15度から127.9度まで
- 緯度 26.1度から26.6度まで
- 間隔2: 0.01度

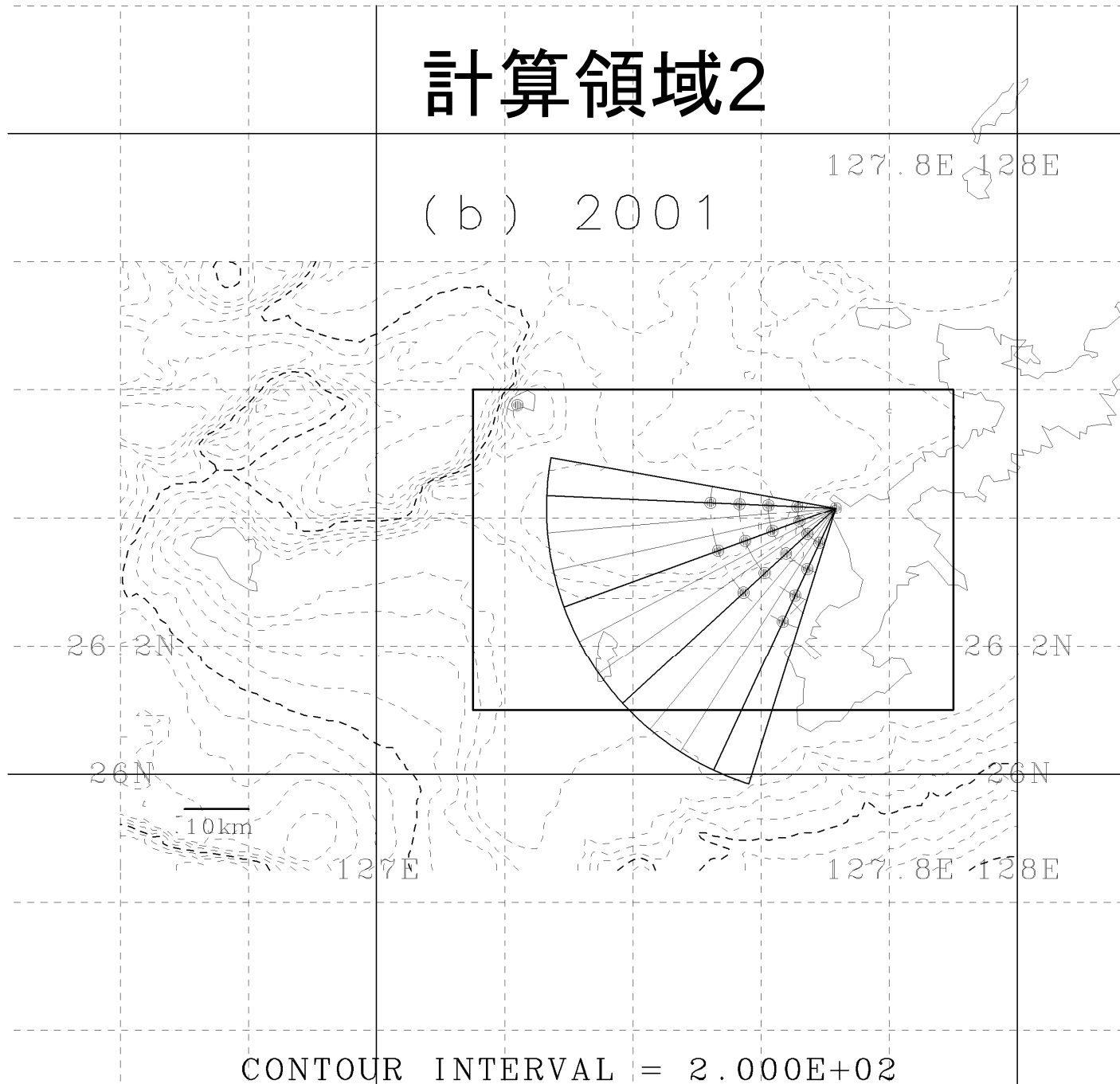
計算領域1

(b) 2001

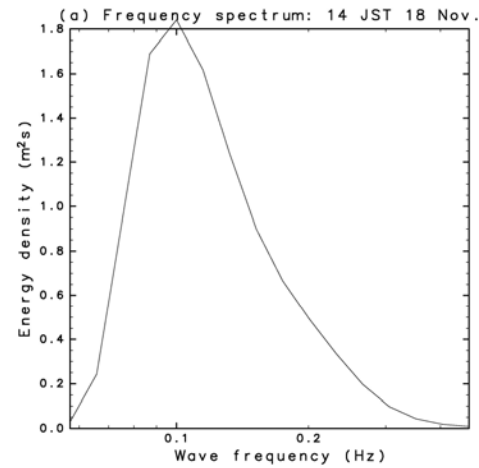


計算領域2

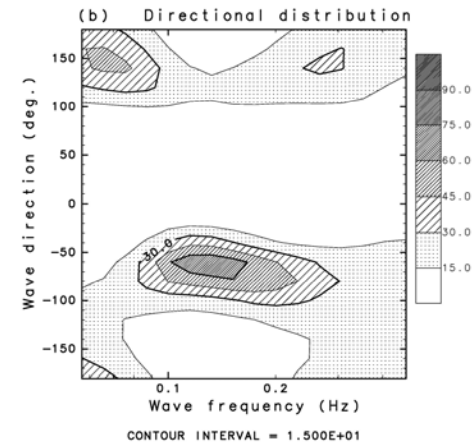
(b) 2001



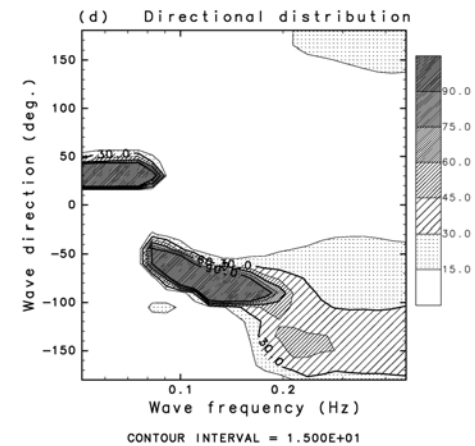
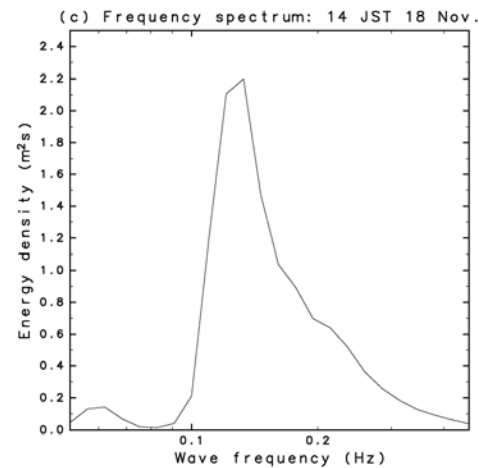
スペクトル比較例1: 上: レーダ, 下: モデル



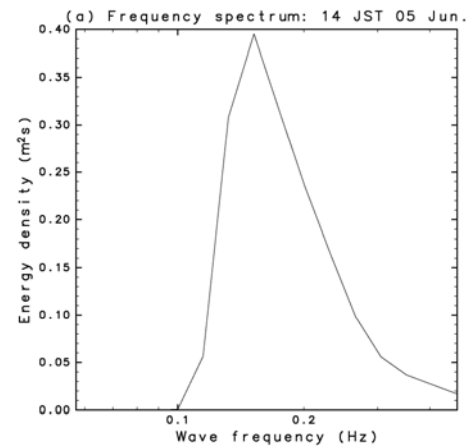
周波数スペクトル



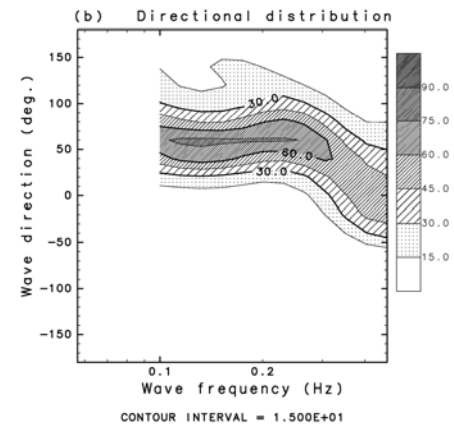
規格化した方向分布



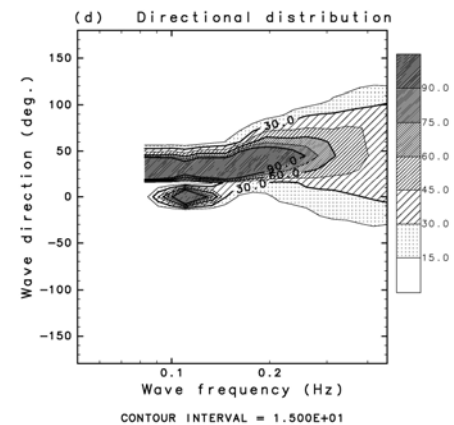
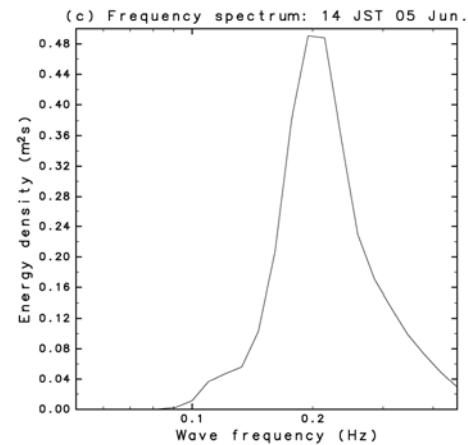
スペクトル比較例2: 上: レーダ, 下: モデル



周波数スペクトル

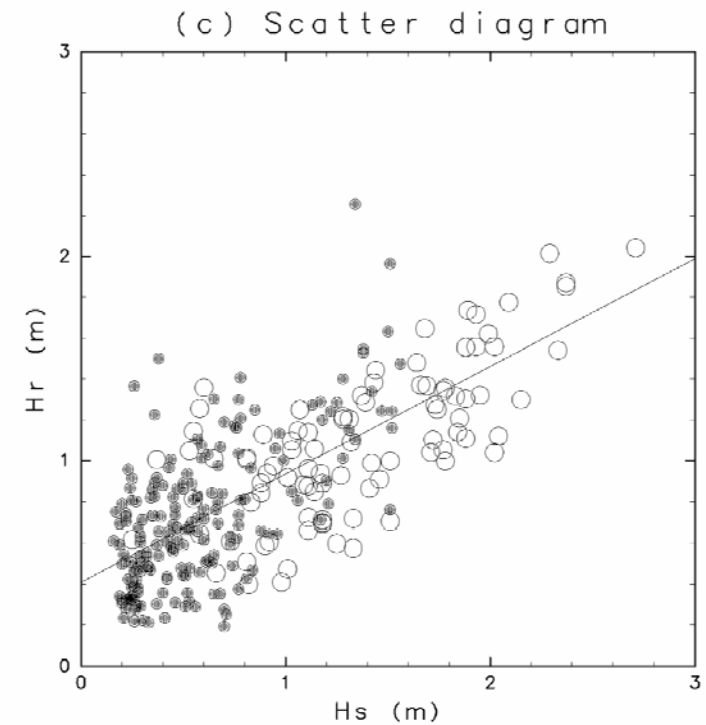
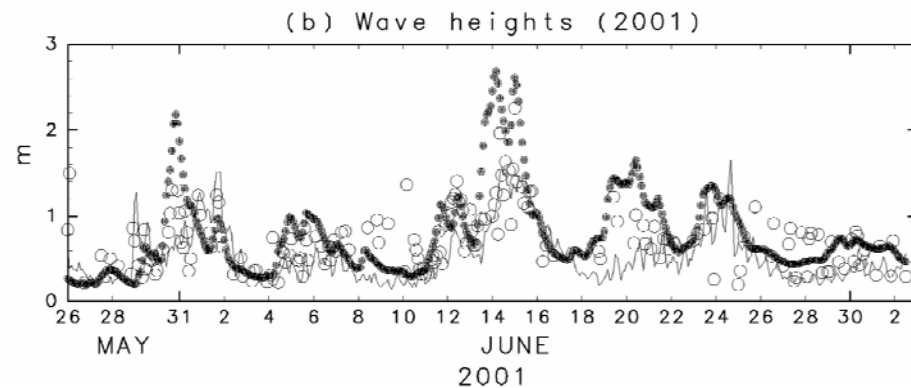
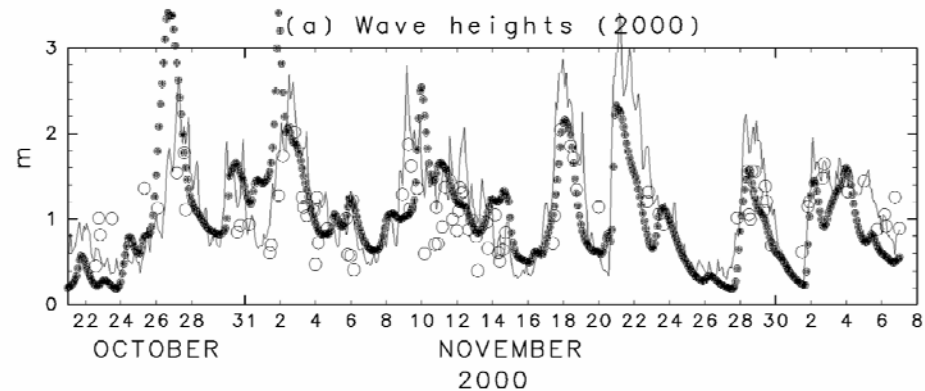


規格化した方向分布



波高の比較

観測波高とレーダ波高

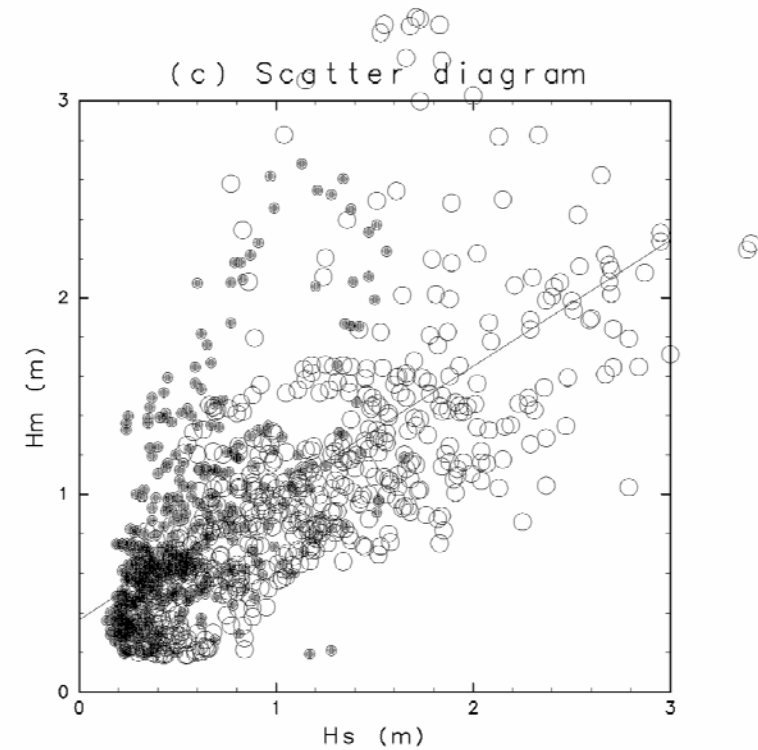
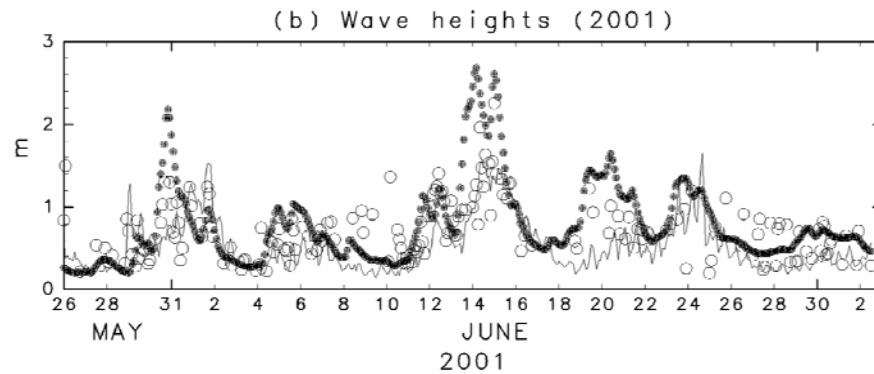
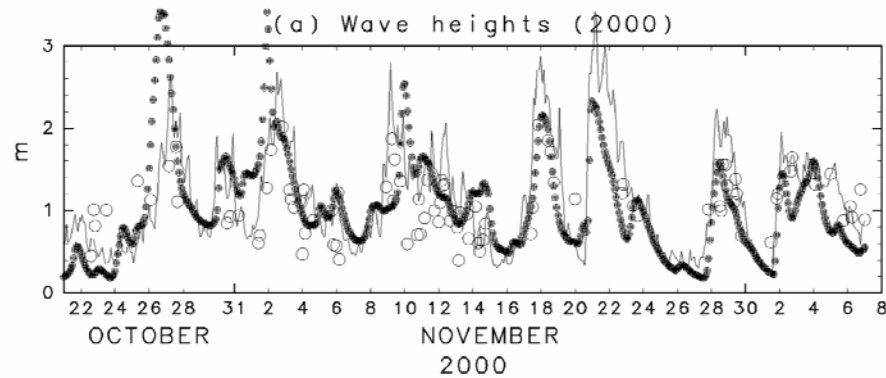


○:2000年, ●:2001年

●:モデル, 実線:観測値, ○:レーダ

Rms: 0.38m, 相関係数: 0.73

観測波高とモデル推算波高

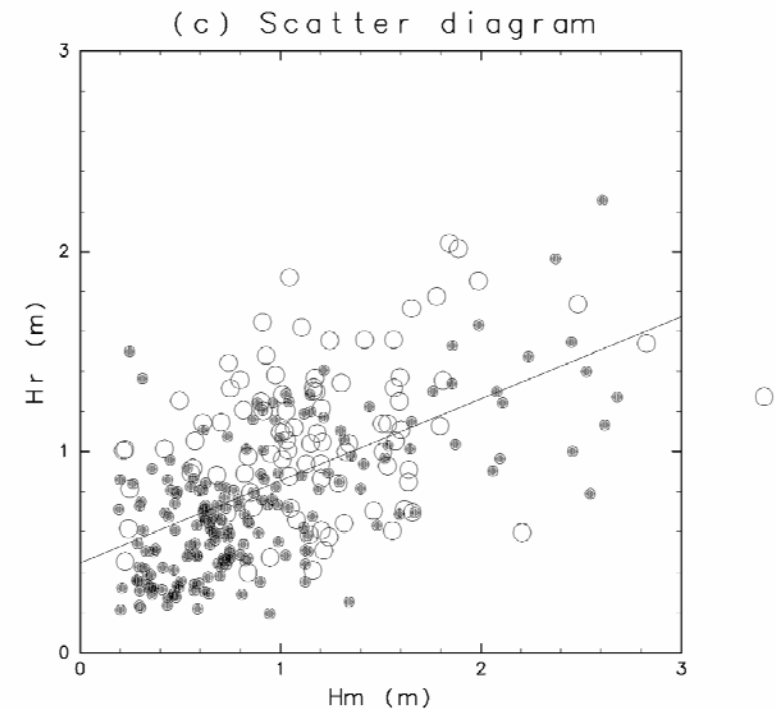
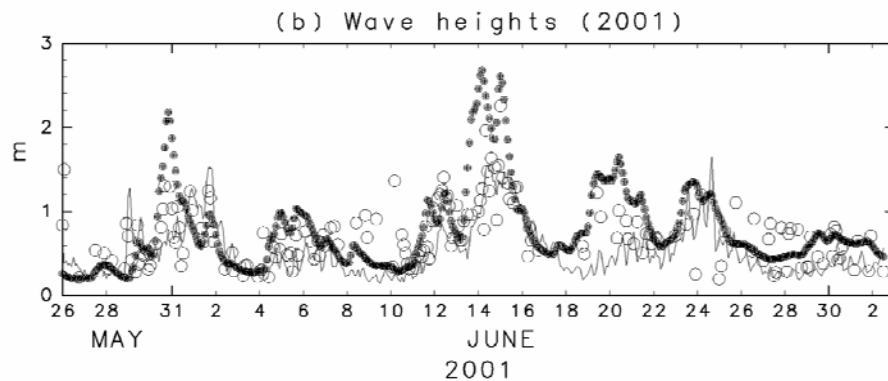
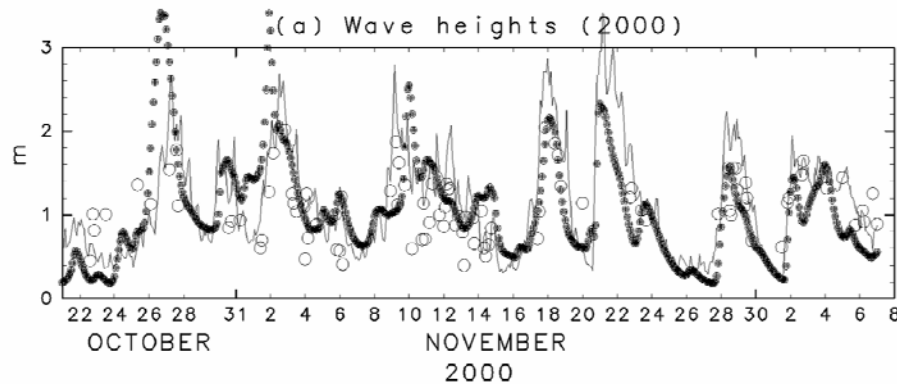


○:2000年, ●:2001年

●:モデル, 実線:観測値, ○:レーダ

Rms: 0.48m, 相関係数: 0.67

モデル推算波高とレーダ波高



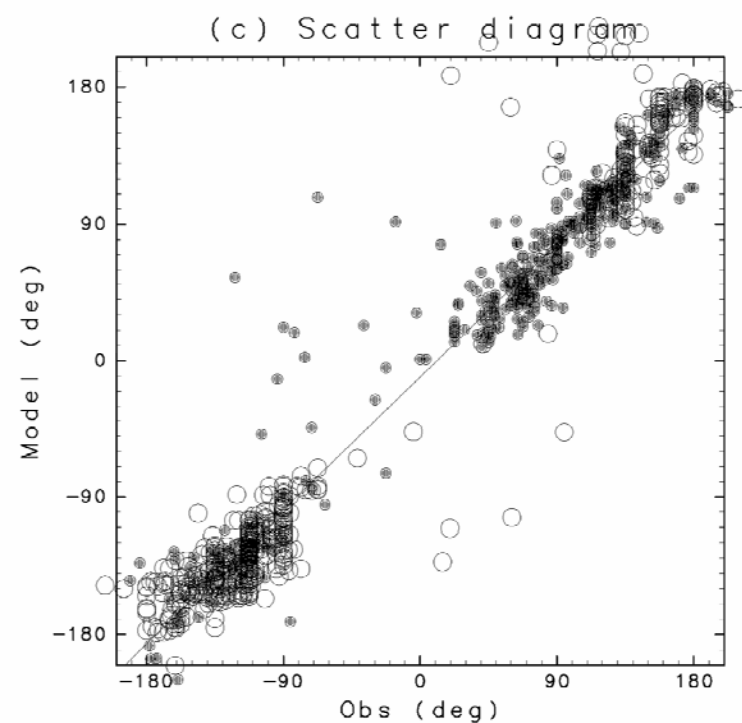
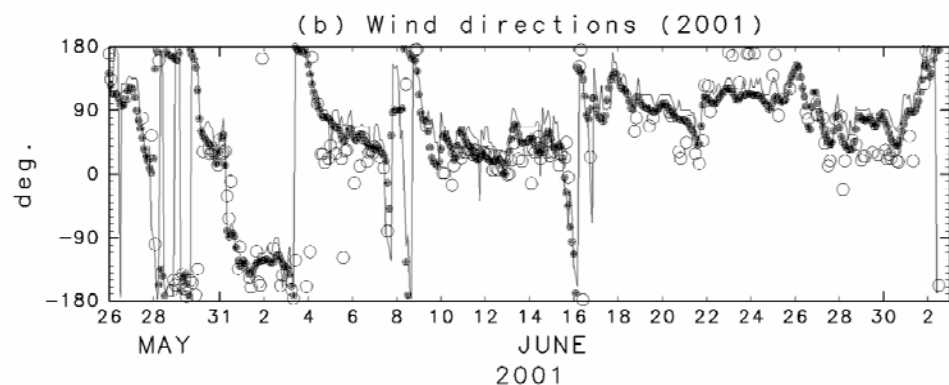
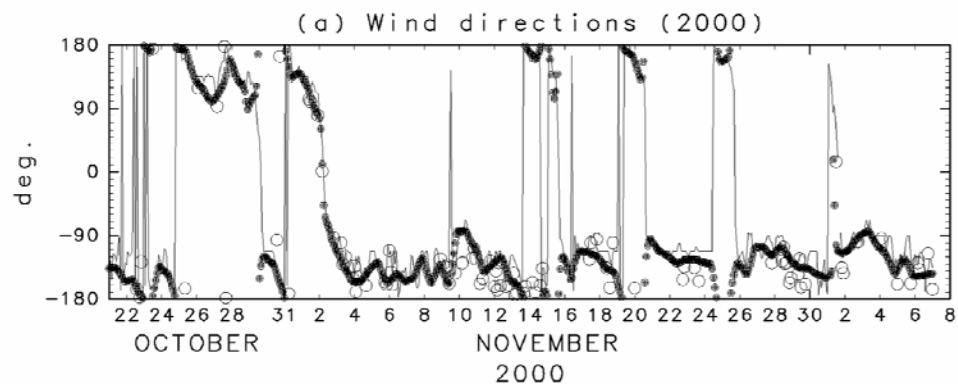
○:2000年, ●:2001年

●:モデル, 実線:観測値, ○:レーダ

Rms: 0.48m, 相関係数: 0.58

風向の比較

風向観測値(那覇)とモデル(客観解析)風向

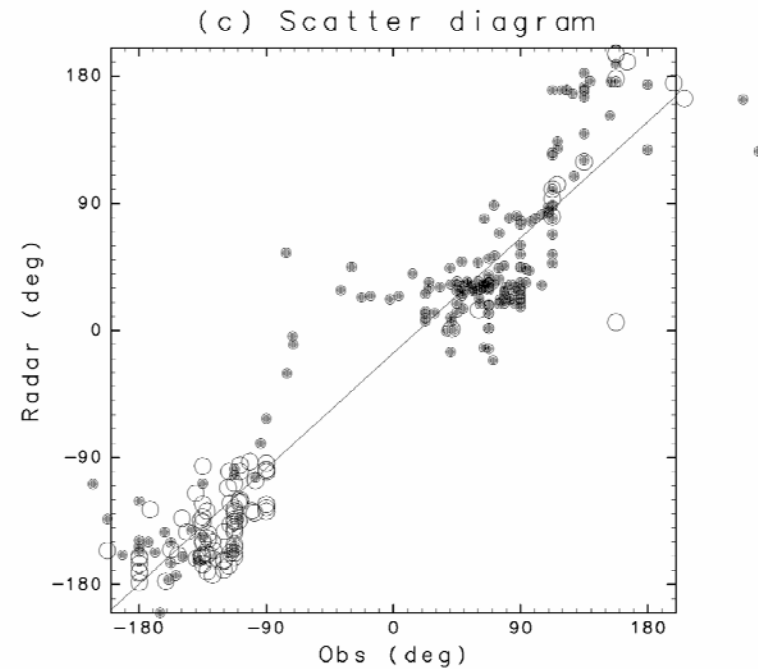
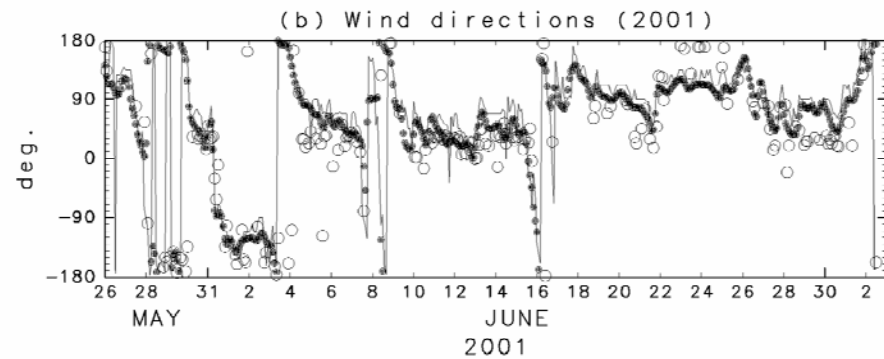
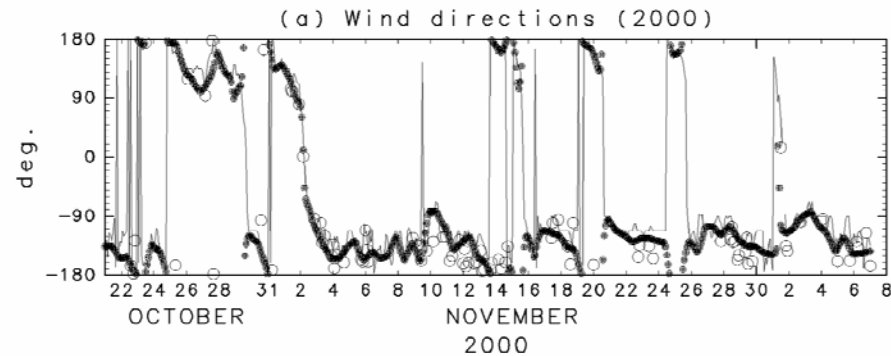


○:2000年, ●:2001年

●:モデル, 実線:観測値, ○:レーダ

Rms: 27.8度

風向観測値(那覇)とレーダ風向

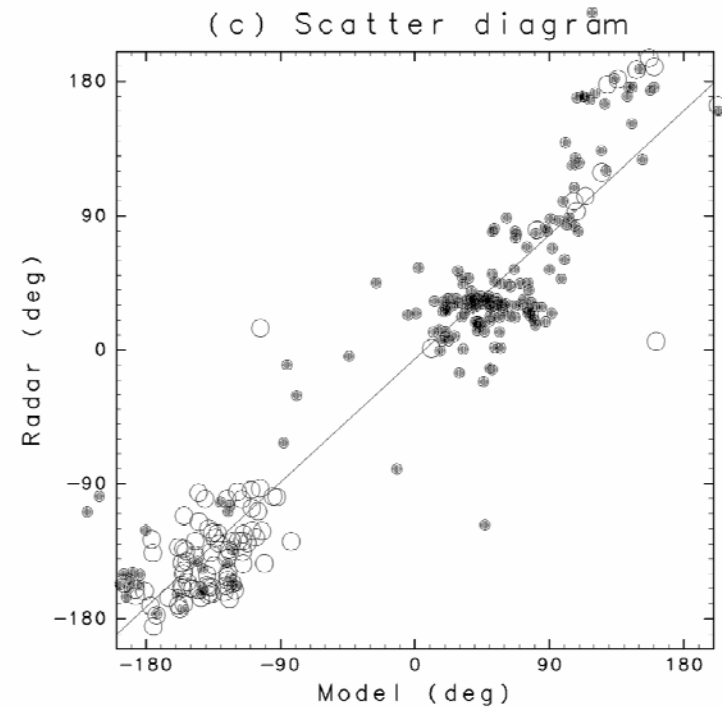
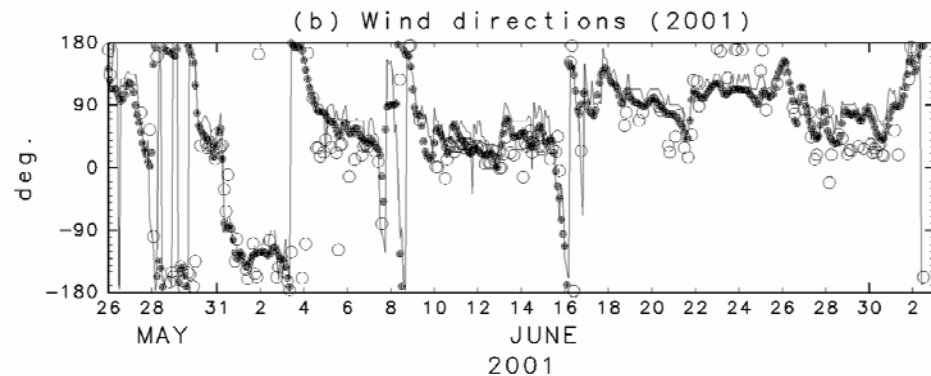
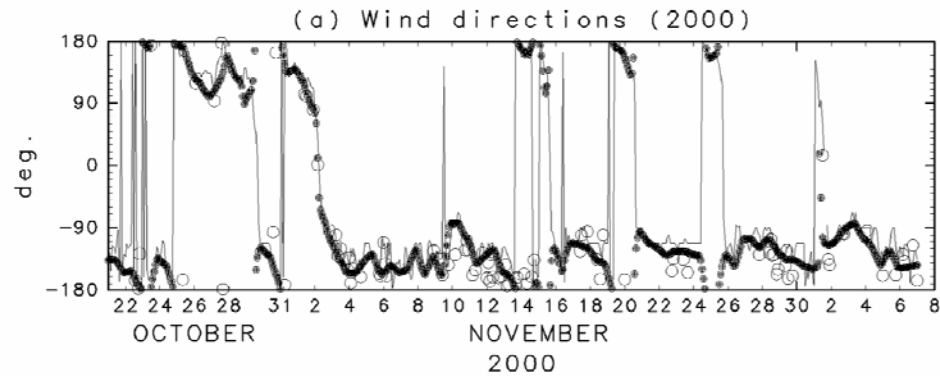


○:2000年, ●:2001年

●:モデル, 実線:観測値, ○:レーダ

Rms: 40.2度

モデル(客観解析)風向とレーダ風向

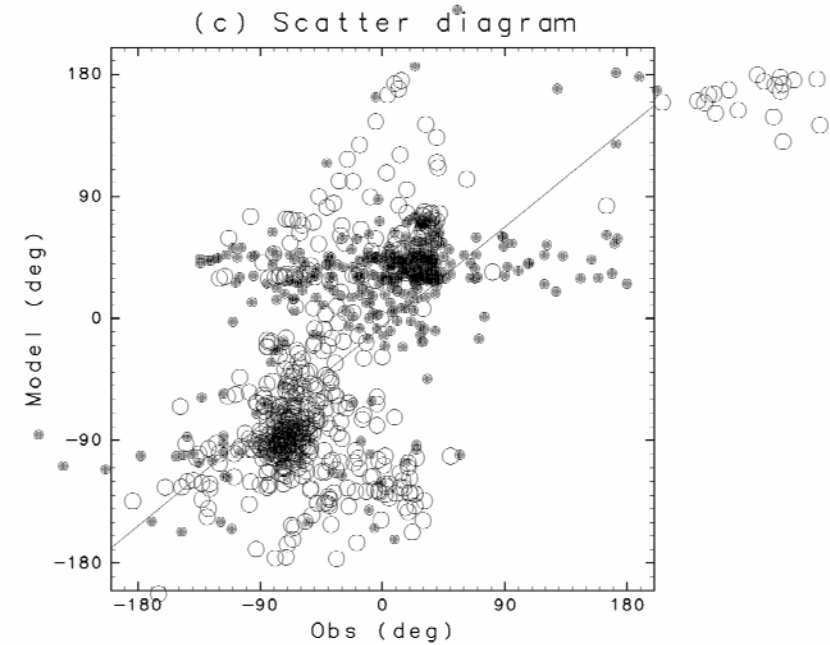
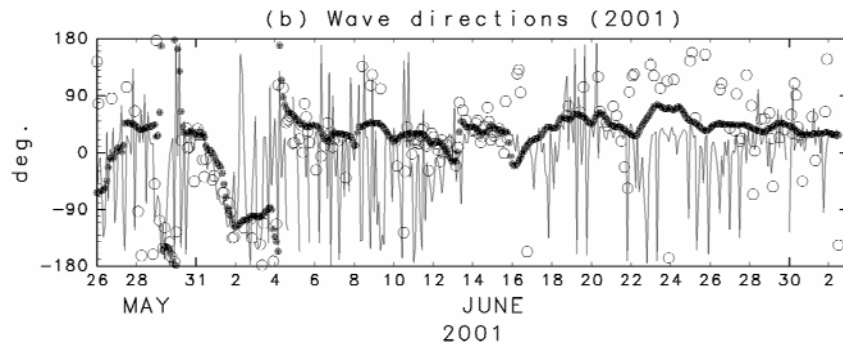
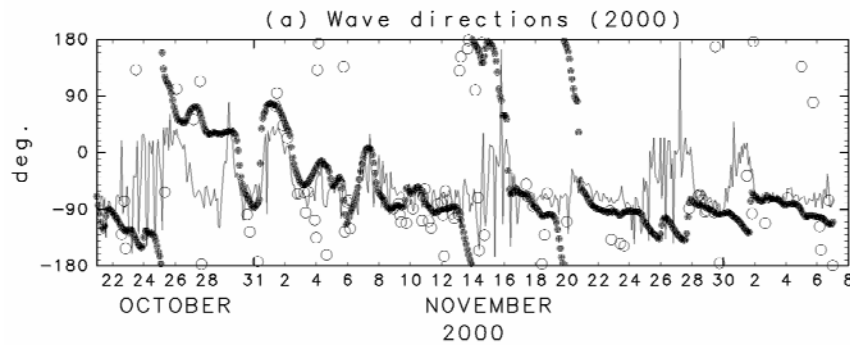


○:2000年, ●:2001年

●:モデル, 実線:観測値, ○:レーダ Rms: 35.4度

波向きの比較

観測波向きとモデル推算波向き

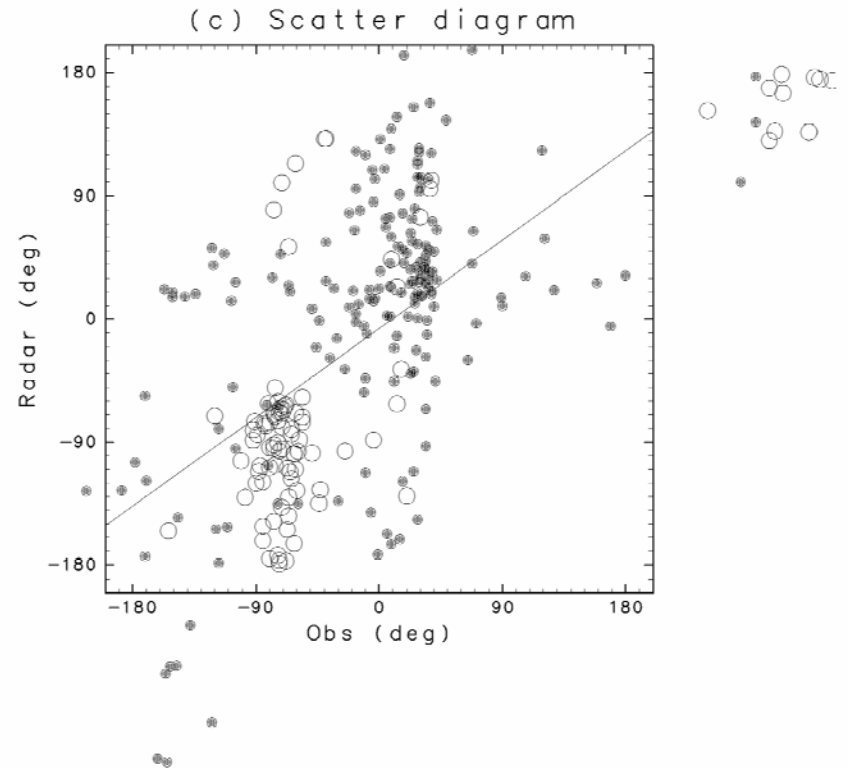
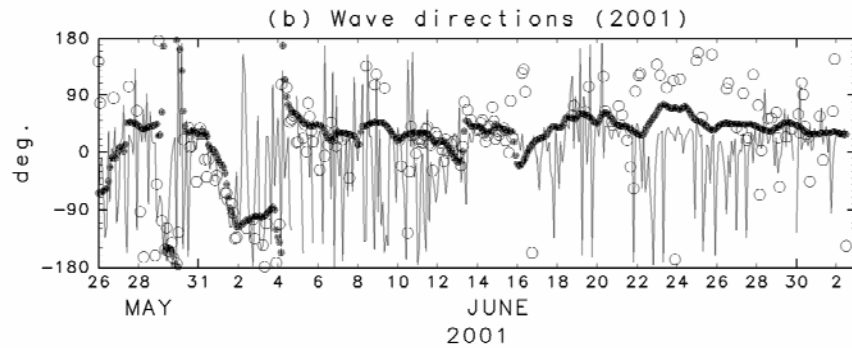
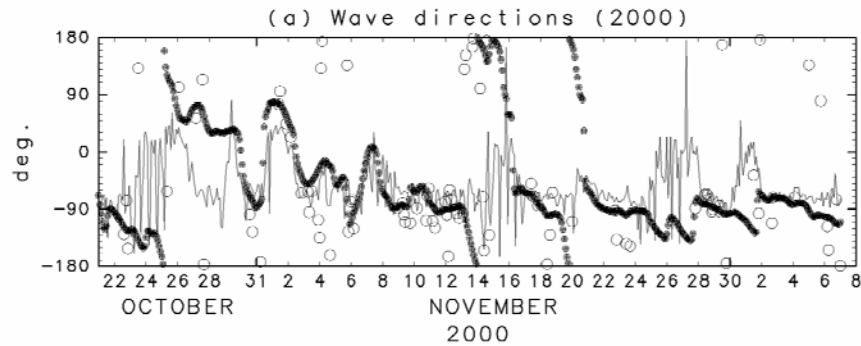


○:2000年, ●:2001年

●:モデル, 実線:観測値, ○:レーダ

Rms: 67.5度

観測波向きとレーダ波向き

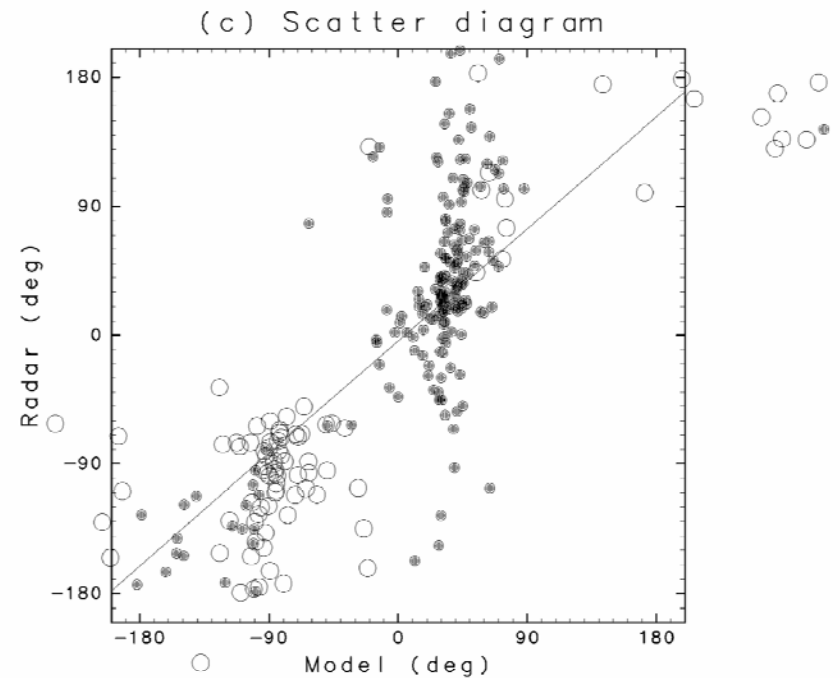
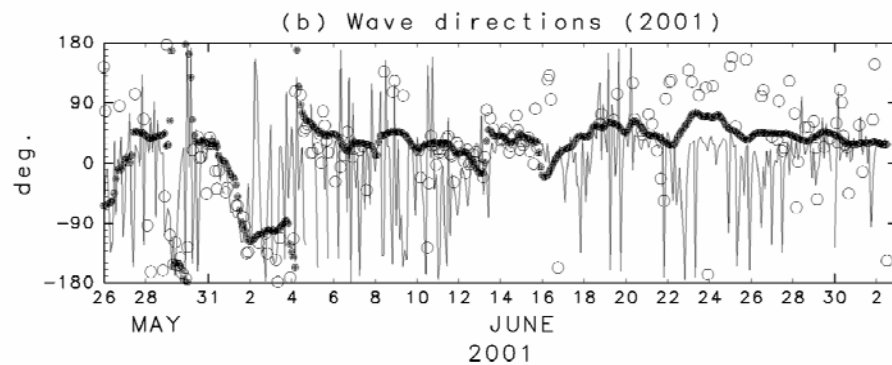
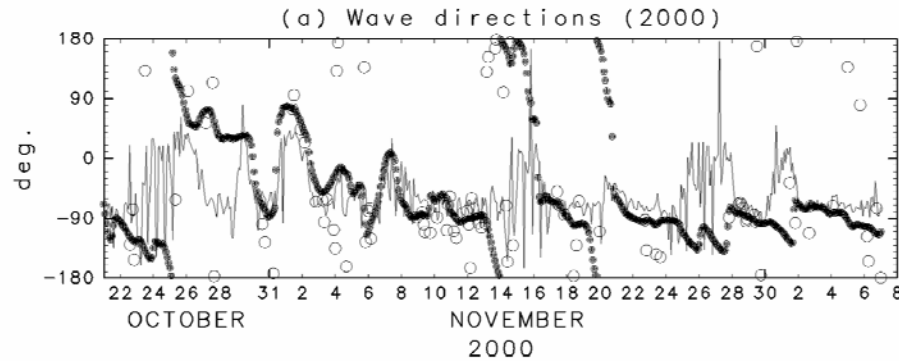


○:2000年, ●:2001年

●:モデル, 実線:観測値, ○:レーダ

Rms: 83.5度

モデル推算波向きとレーダ波向き

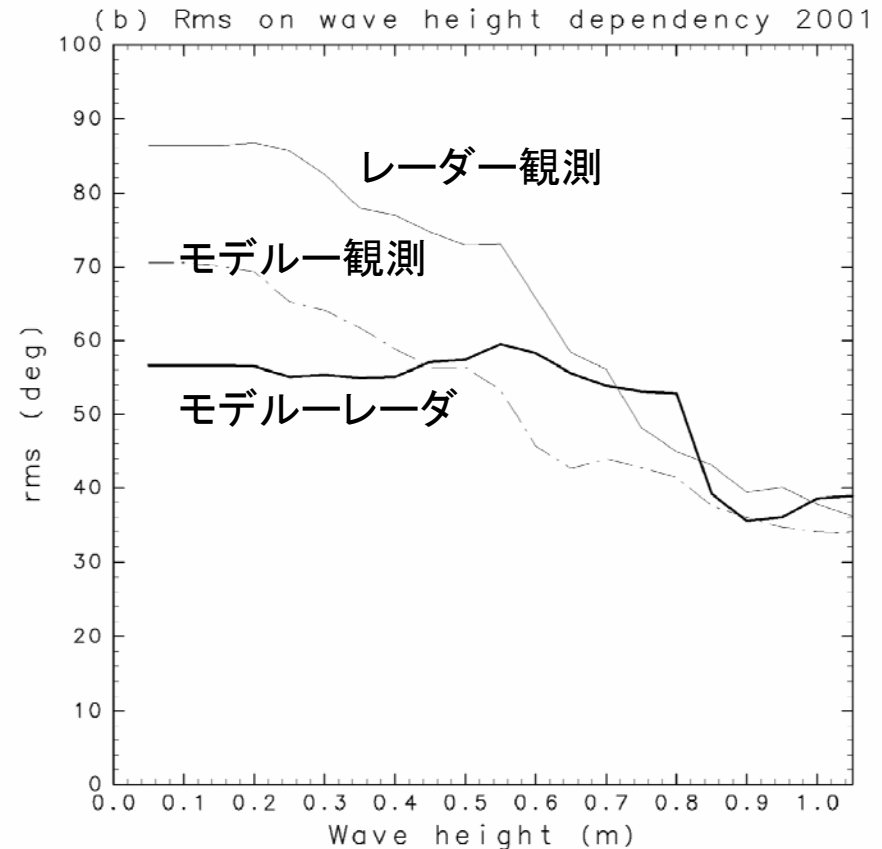
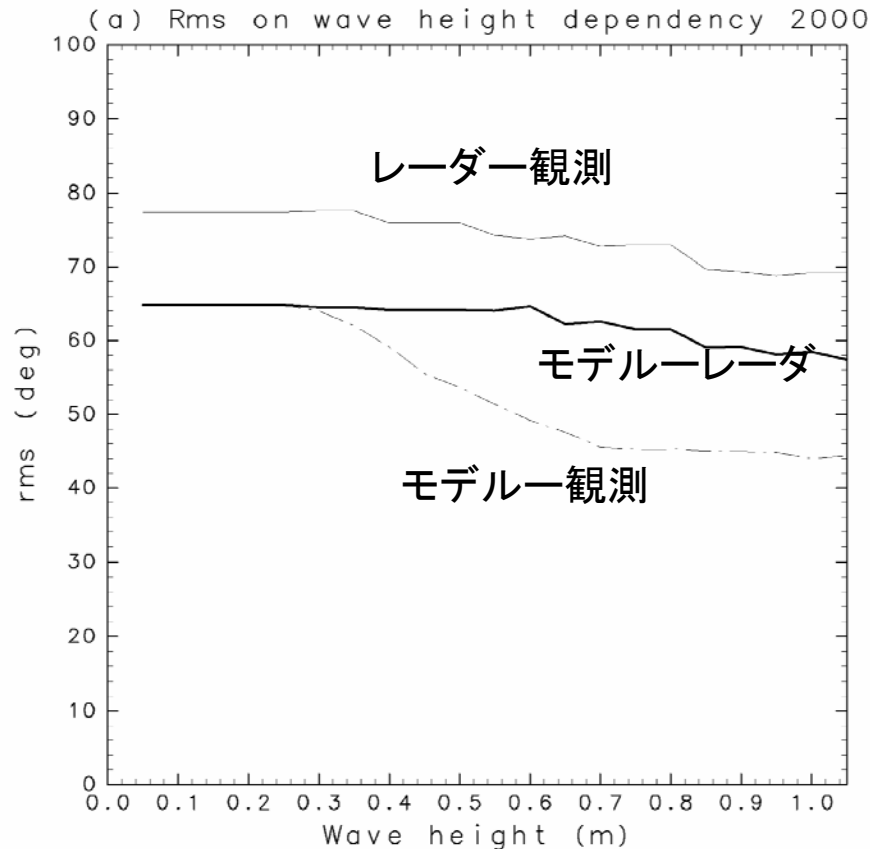


○:2000年, ●:2001年

●:モデル, 実線:観測値, ○:レーダ

Rms: 53.5度

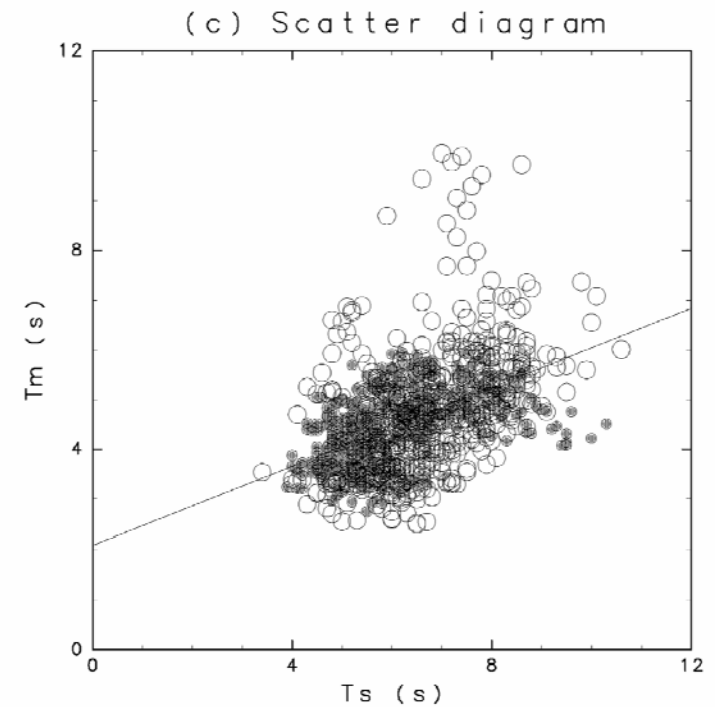
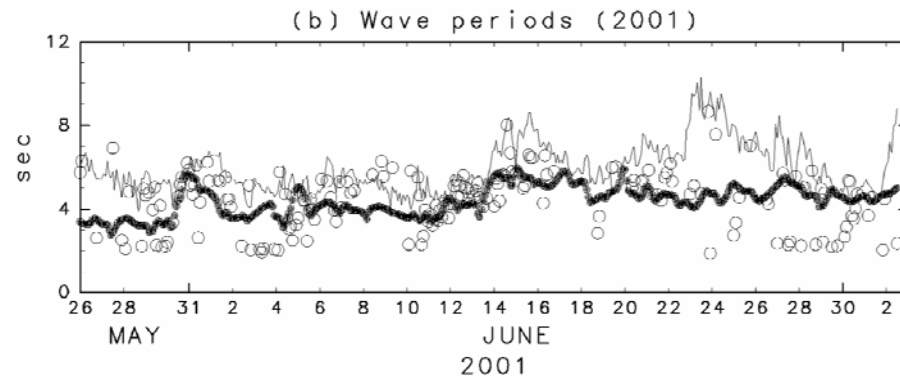
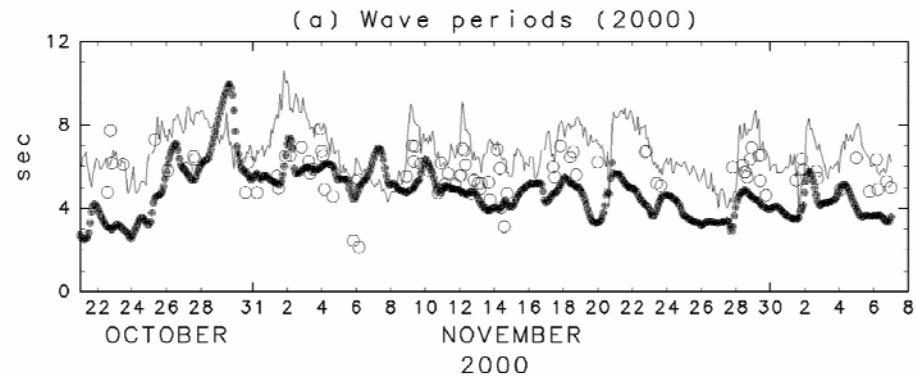
平均波向きのrms差の波高依存性 (左:2000年、右:2001年)



細実線:レーダーと観測値の比較,一点破線:モデルと観測値の比較
太線:モデルとレーダーの比較

周期の比較

観測周期(有義波周期)とモデル周期(スペクトル平均周期)の比較

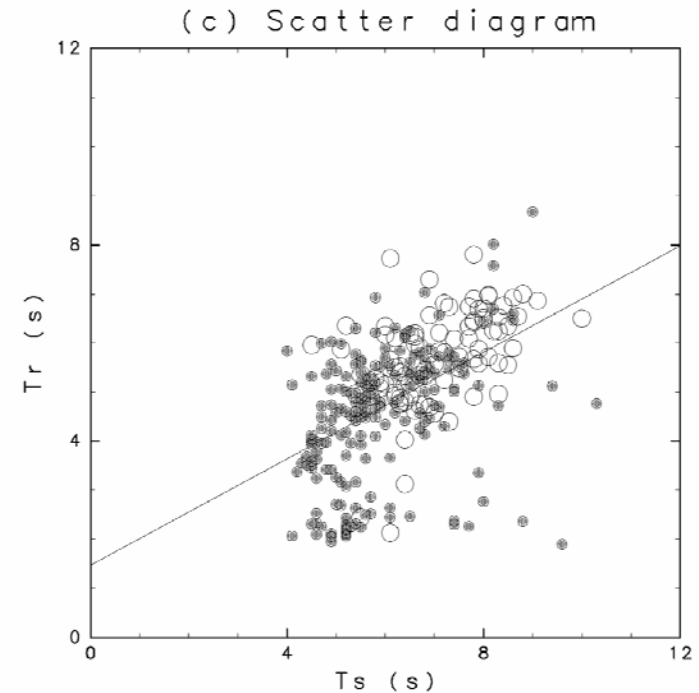
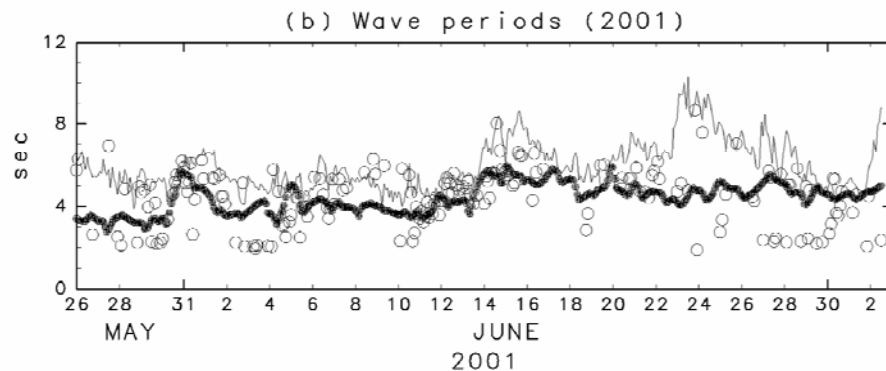
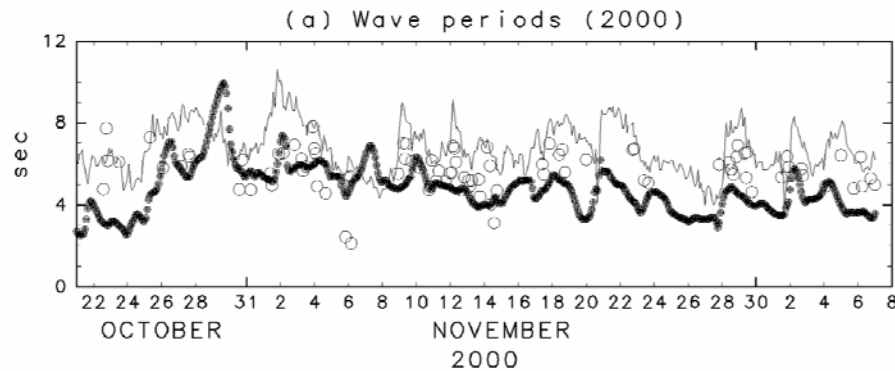


○:2000年, ●:2001年

●:モデル, 実線:観測値, ○:レーダ

相関:0.47

観測周期(有義波周期)とレーダ周期(スペクトル平均周期)の比較

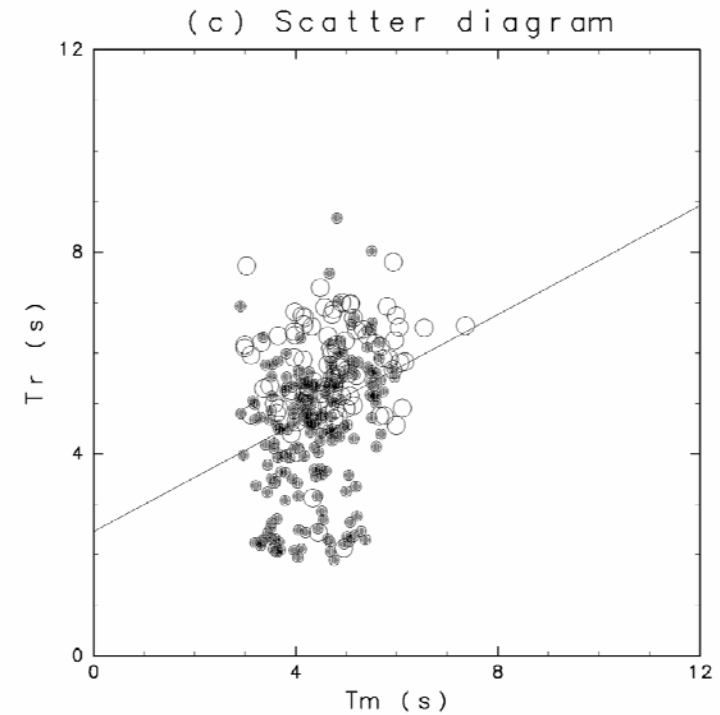
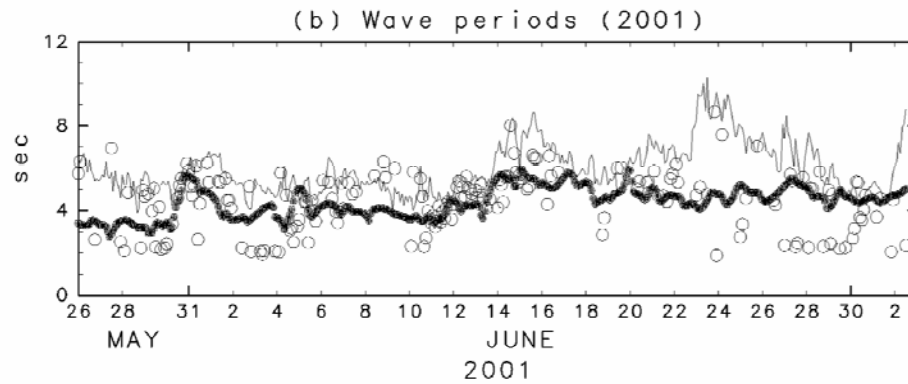
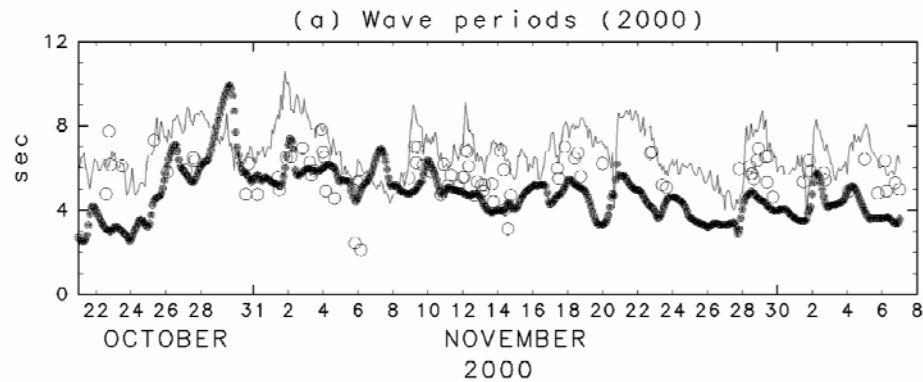


○:2000年, ●:2001年

相関:0.50

●:モデル, 実線:観測値, ○:レーダ

モデル周期とレーダ周期の比較



○:2000年, ●:2001年

相関:0.31, rms差:1.4秒

●:モデル, 実線:観測値, ○:レーダ

周波数帯での比較

$$H_s = 4 \left[\int_{f_1}^{f_2} \int_{-\pi}^{\pi} E(f, \theta) d\theta df \right]^{1/2}$$

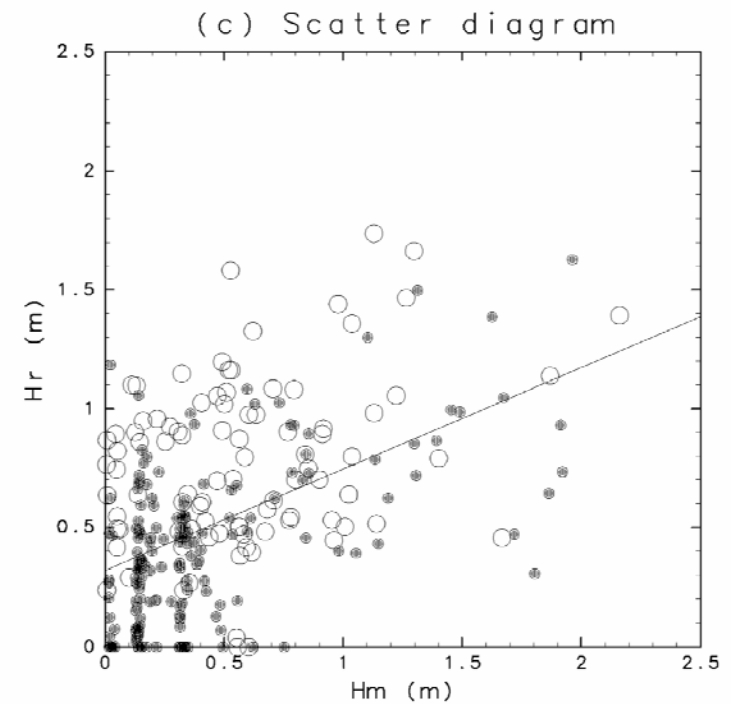
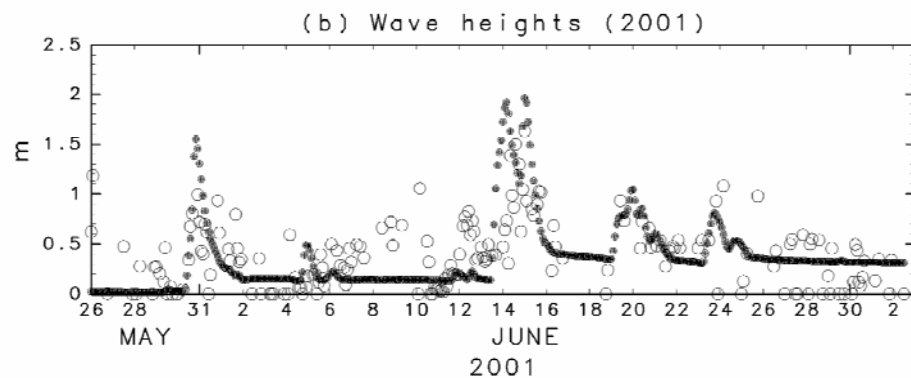
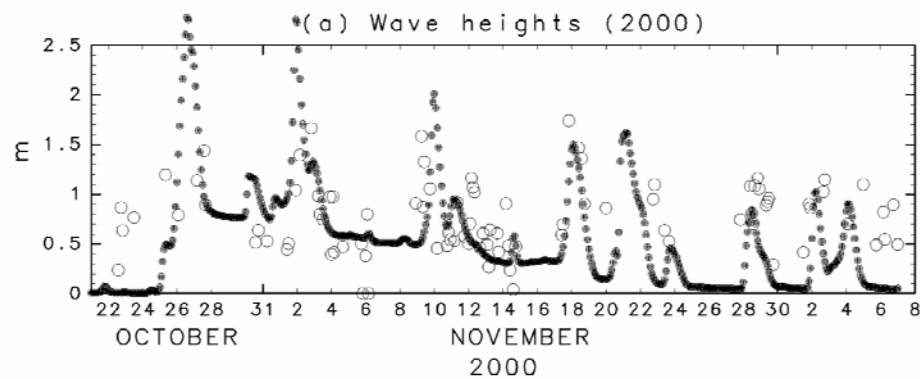
$E(f, \theta)$: 周波数 f , 方向 θ に対するスペクトル

$(f_1, f_2) = (0, 0.15)$ (Hz), 低周波数

$(f_1, f_2) = (0.15, 0.3)$ (Hz), 中間周波数

$(f_1, f_2) = (0.3, 0.5)$ (Hz), 高周波数

波高(低周波数)

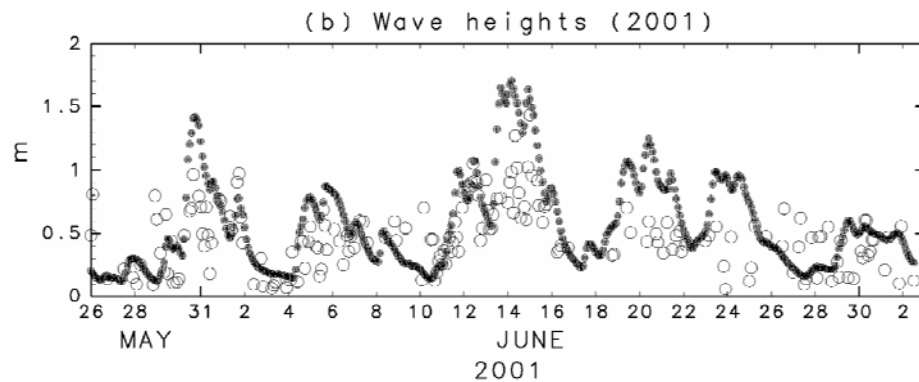
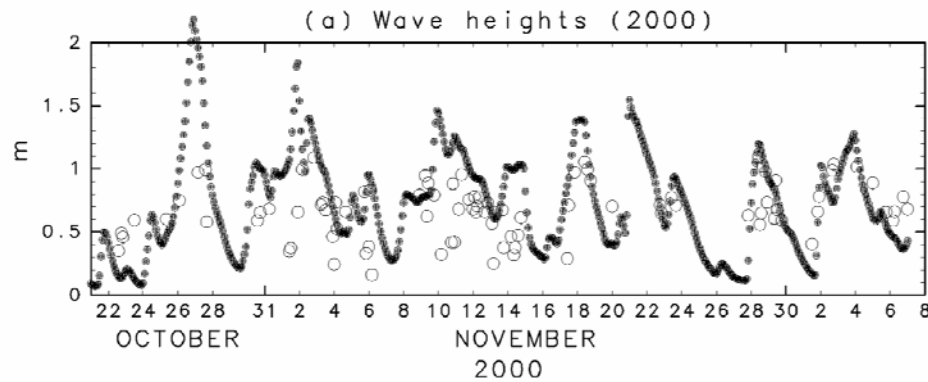


○:2000年, ●:2001年

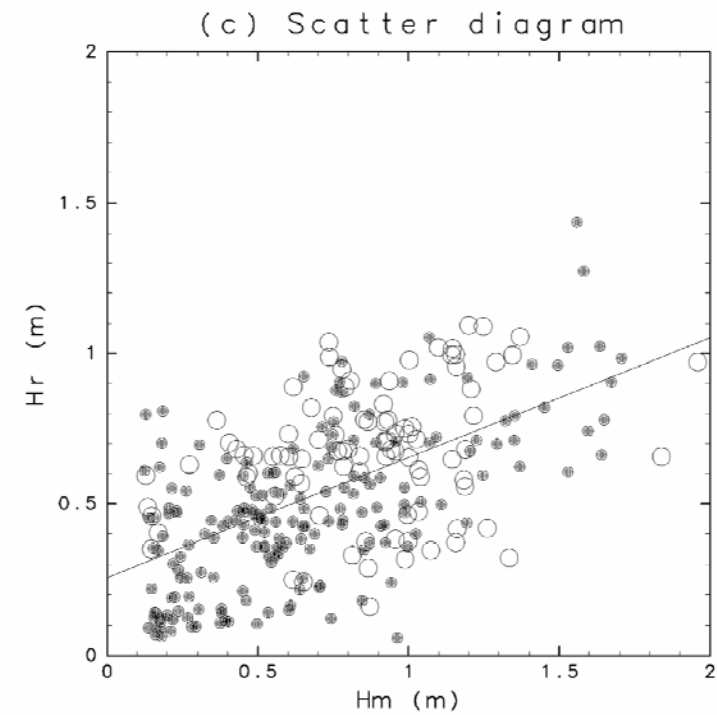
●:モデル, ○:レーダ

相関:0.50, rms差:0.43m

波高(中間周波数)



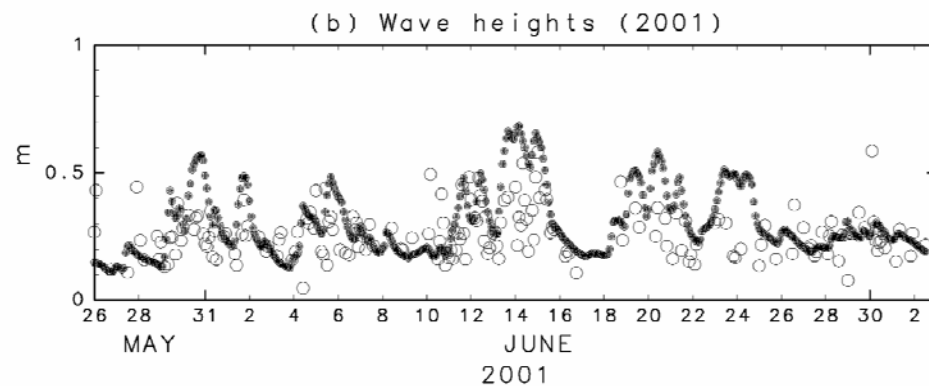
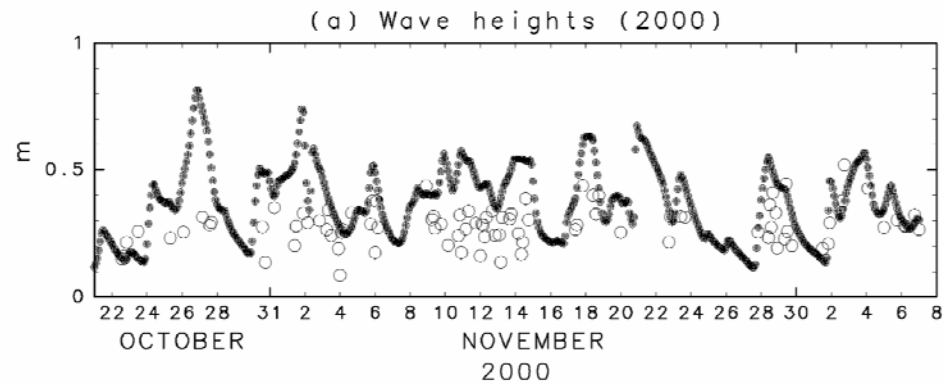
●:モデル, ○:レーダ



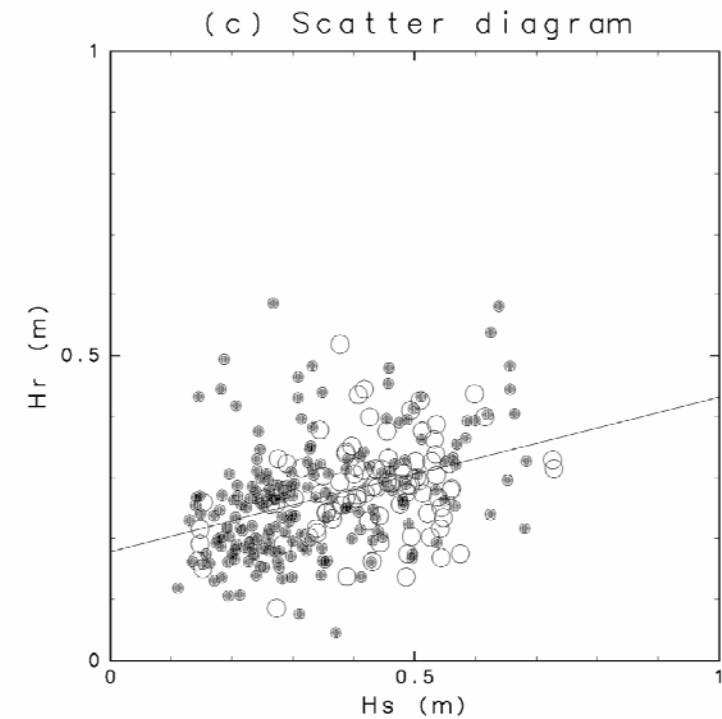
○:2000年, ●:2001年

相関:0.59, rms差:0.36m

波高(高周波数)



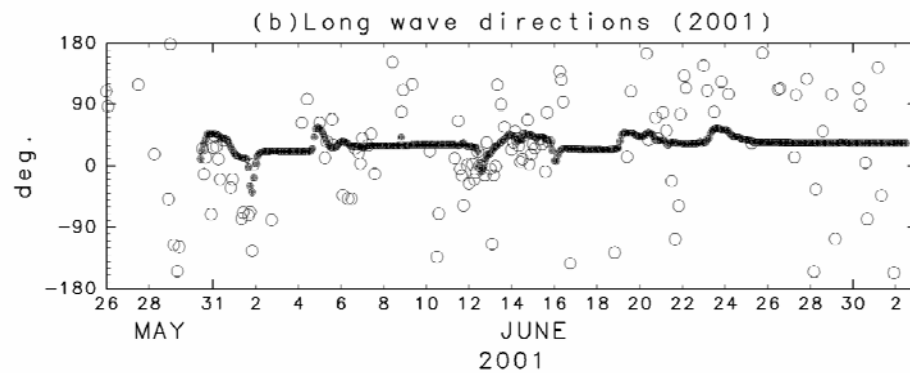
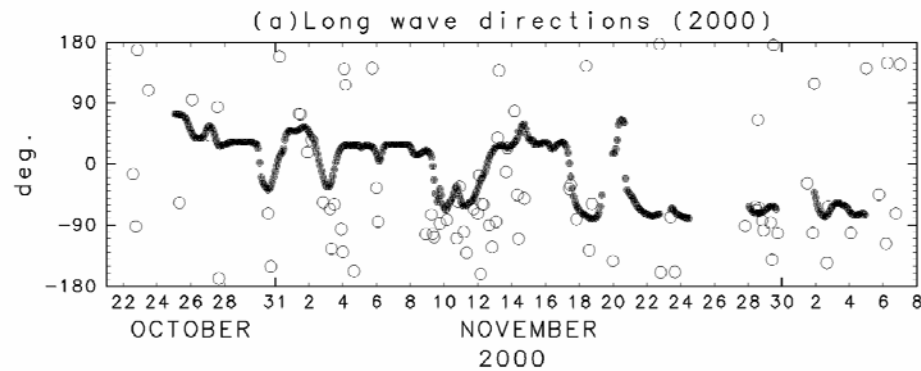
●:モデル, ○:レーダ



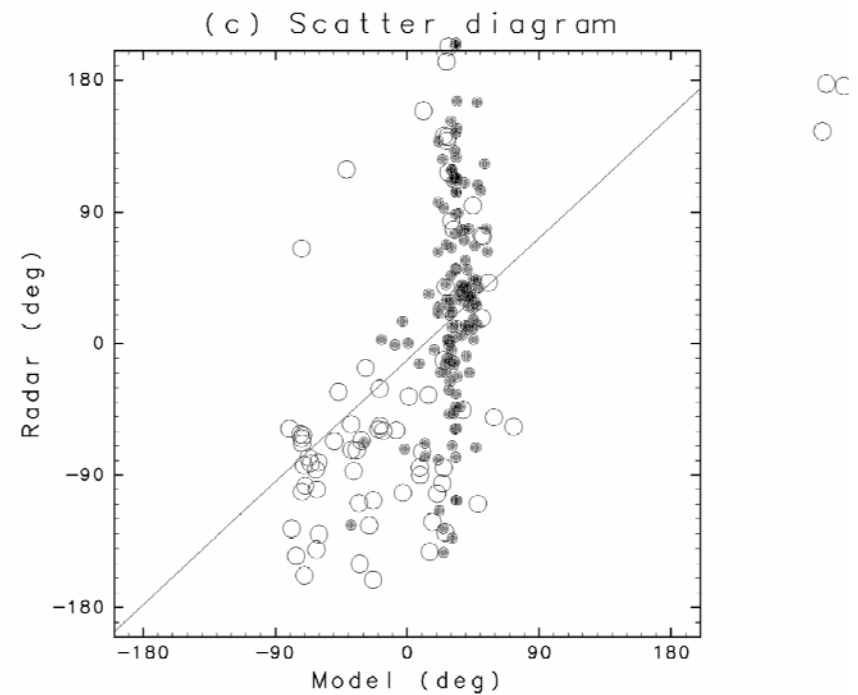
○:2000年, ●:2001年

相関:0.39, rms差:0.16m

波向き(低周波数)



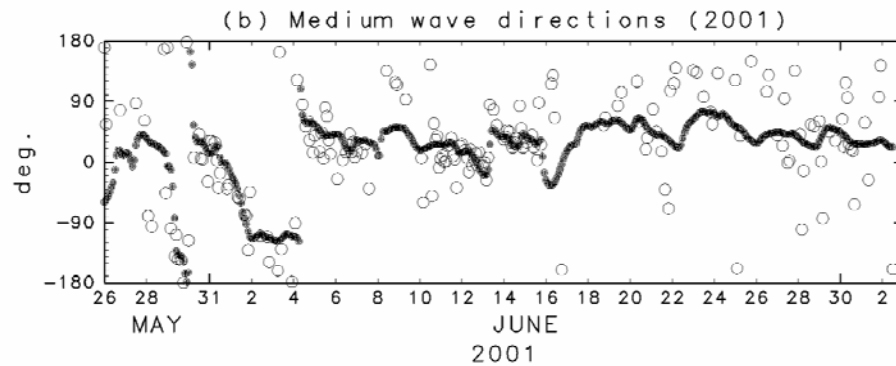
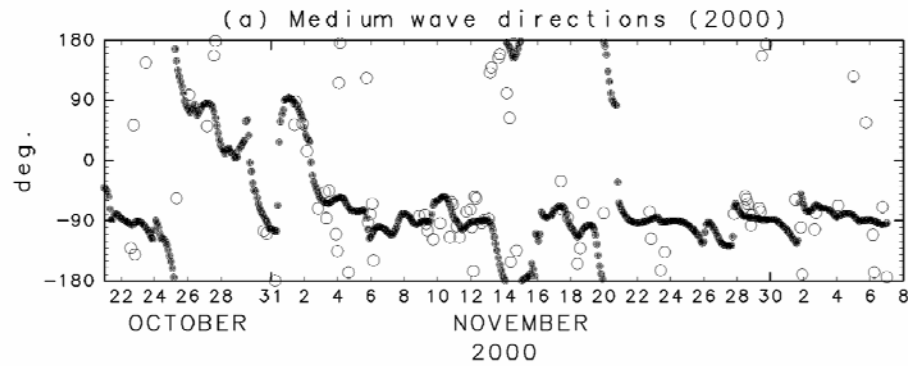
●:モデル, ○:レーダ



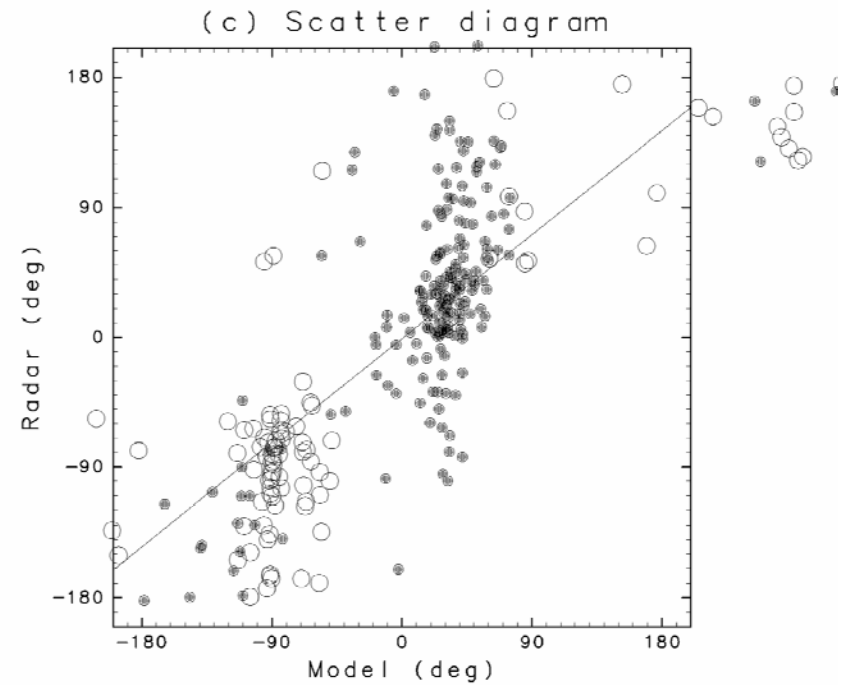
○:2000年, ●:2001年

rms差:74.5度

波向き(中間周波数)



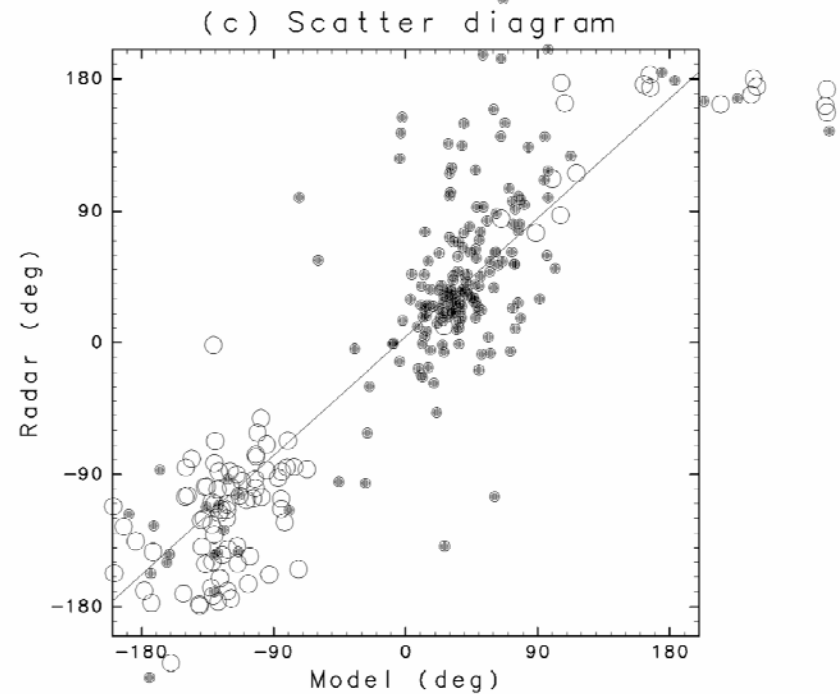
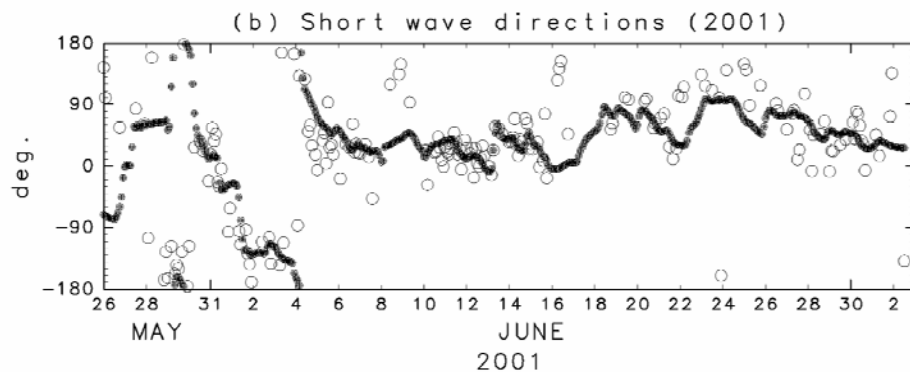
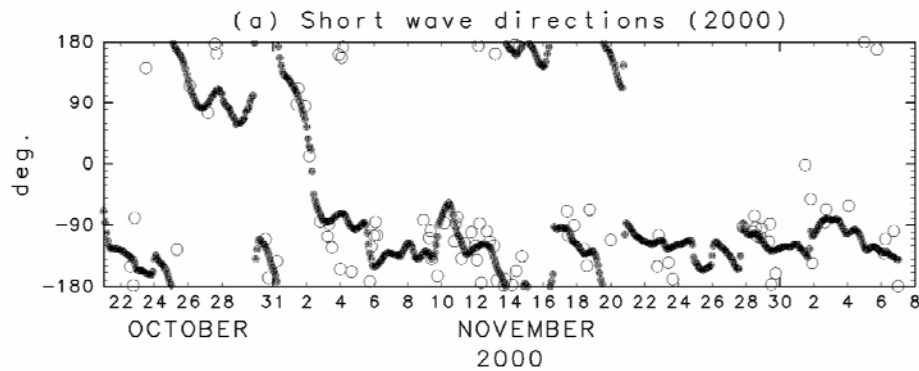
●:モデル, ○:レーダ



○:2000年, ●:2001年

rms差:59.5度

波向き(高周波数)

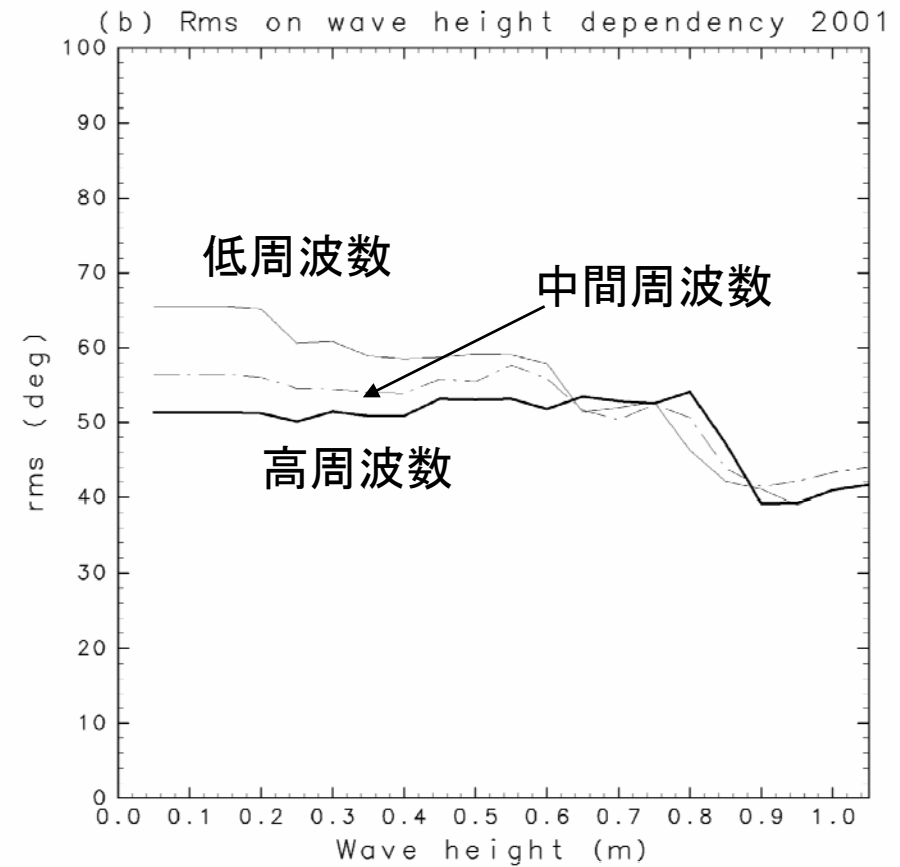
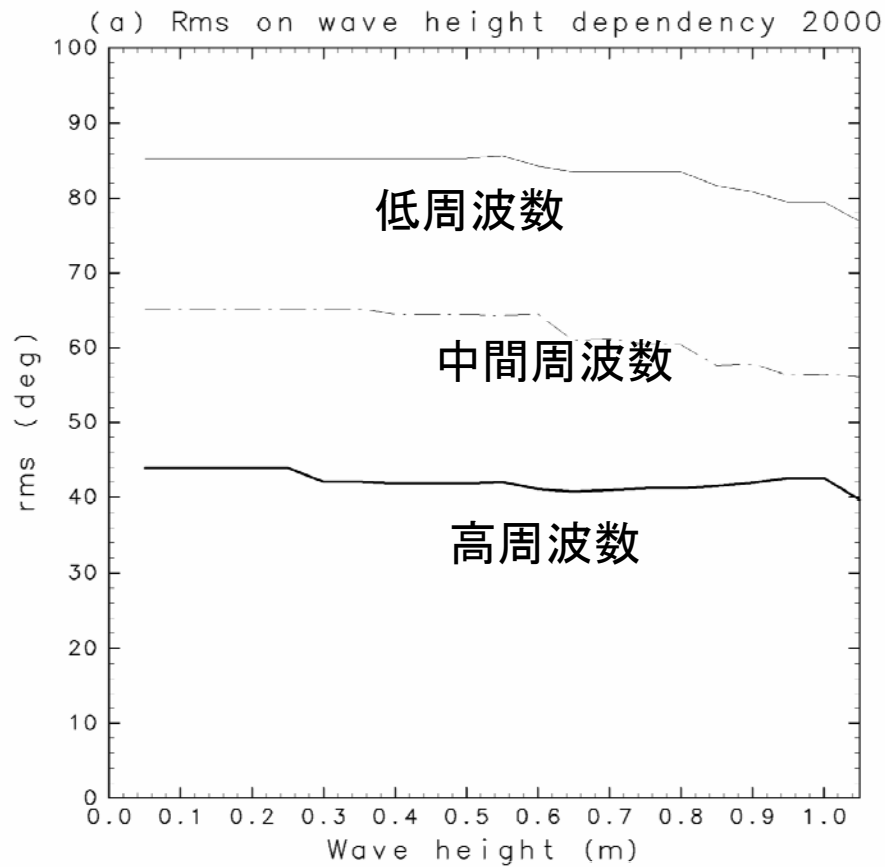


○:2000年, ●:2001年

●:モデル, ○:レーダ

rms差:49.0度

周波数帯における波向き差の波高依存性



相関まとめ

	観測-モデル(00,01,計)	観測-レーダ(00,01,計)	モデル-レーダ(00,01,計)
波高	0.69/0.62/0.67	0.70/0.64/0.73	0.32/0.64/0.58
風向			
波向			
周期	0.45/0.48/0.47	0.47/0.37/0.50	0.13/0.31/0.31

rms差まとめ

	観測-モデル(00,01,計)	観測-レーダ(00,01,計)	モデル-レーダ(00,01,計)
波高(m)	0.50/0.46/0.48	0.45/0.33/0.38	0.55/0.45/0.48
風向(度)	26.9/28.9/27.8	30.7/44.1/40.2	30.8/37.5/35.4
波向(度)	65.0/70.6/67.5	77.4/86.3/83.5	64.8/56.6/53.5
周期(s)			1.56/1.32/1.40

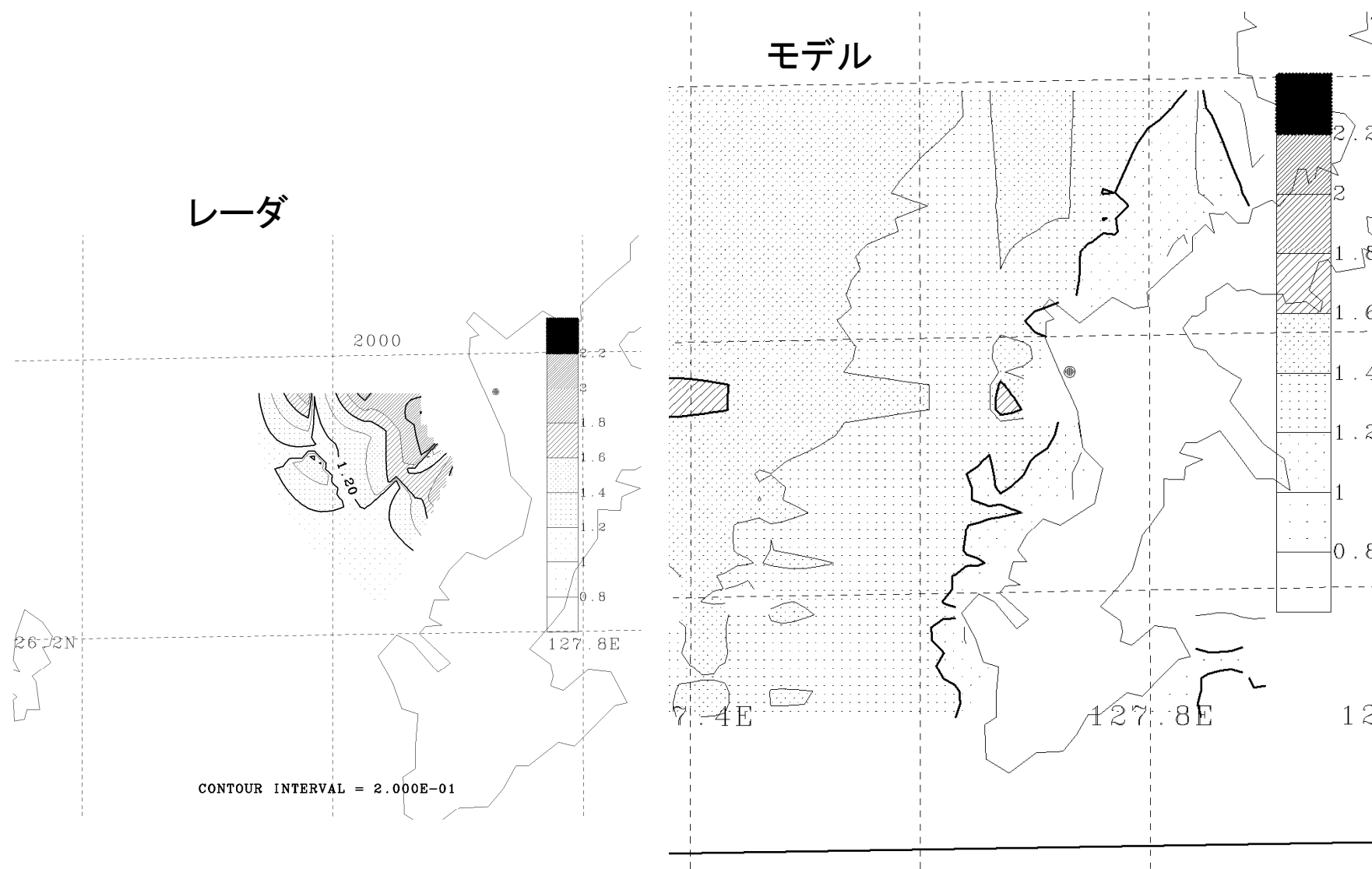
周波数帯ごとの比較：波高（相関）

相関			
波高			
周波数/年	2000	2001	計
低周波数	0.30	0.58	0.50
中間周波数	0.29	0.64	0.59
高周波数	0.29	0.41	0.39

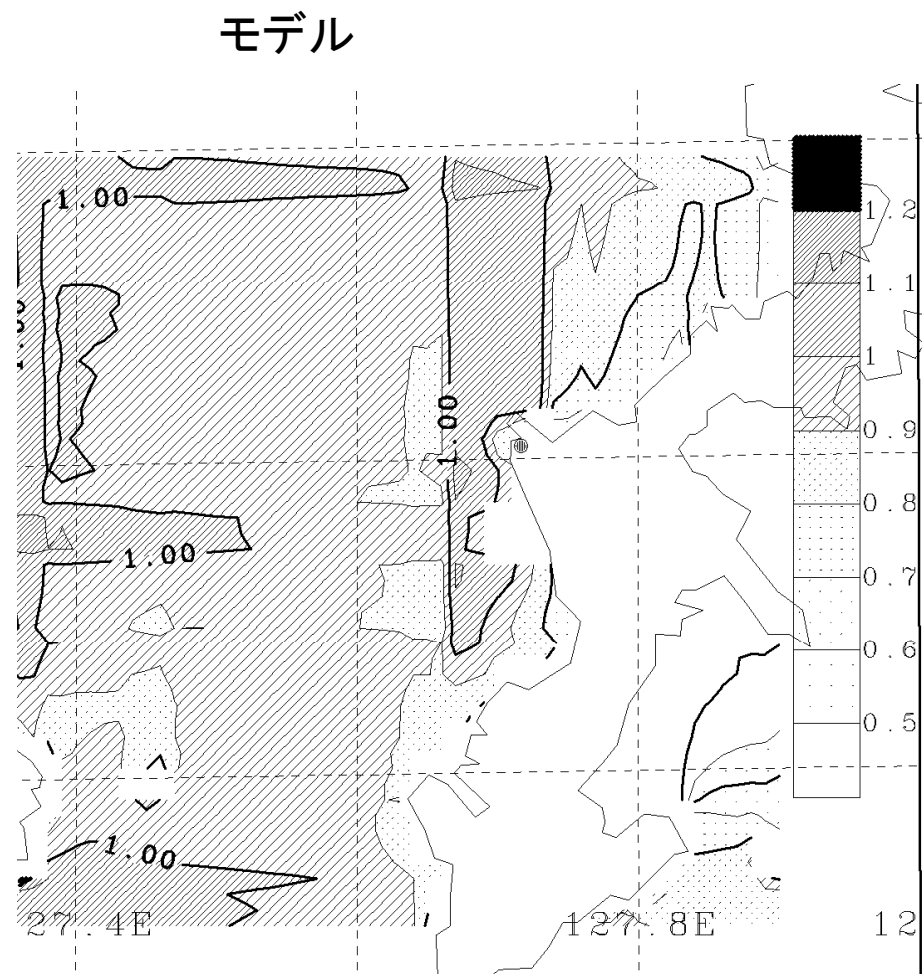
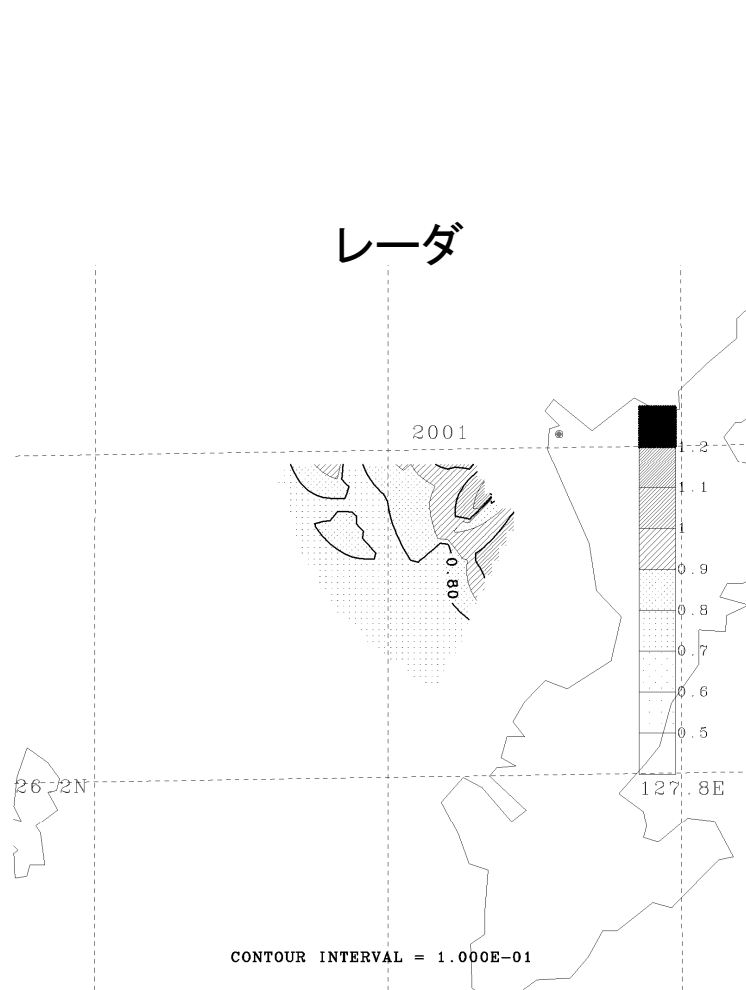
周波数帯ごとの比較：波向（rms差）

rms差			
波向(度)			
周波数/年	2000	2001	計
低周波数	84.9	67.7	74.5
中間周波数	65.1	56.5	59.5
高周波数	43.9	51.4	49.0

レーダ波高とモデル推算波高(2000)



レーダ波高とモデル推算波高(2001)



まとめ

波高・周期については、観測-レーダ、観測-モデル、レーダ-モデル間の順で違いが大きくなる。

波高がある程度大きくなれば、波向きの観測-レーダ間の差は小さくなる。

波高精度は中間周波数帯で最も良いのに対して、波向き精度は高周波数帯で最も良い。

モデル波高とレーダ波高の平面分布パターンは対応。

終わり

