



海洋物理・ 地球環境

九州大学 応用力学研究所
市川 香



アカデミックな地球環境変動

■大気と海洋の相互作用システム

- 大気が海を駆動し,
 - 風による運動量付与
 - 加熱と冷却, 降水と蒸発による海水の密度変化
- 海が大気を変動させる
 - 海面加熱による上昇気流
 - 水蒸気を介した大気への熱供給

■海洋の熱輸送の解明が本質的

- 海面水温
- 海上風
- 海流



海面水温

■ 大気加熱

- 大気のスケールは大きいので、空間分解能は粗くてもOK

■ 海洋の内部構造の推定

- 下層水の湧昇や海洋のフロントなど
- 水塊の区別には高精度・高分解能が必要（前線渦での生物生産など） [石坂さん]

■ 現状

➢ 赤外放射計

- 1km分解能, 0.3°Cの精度
- 雲によるマスクで欠測になる

➢ マイクロ波放射計

- 雲による除去は回避できる。一日2回くらいの頻度
- 空間分解能が低すぎ（25kmくらい）て、フロントの検出などができない

雲より下で赤外観測を行う



海上風

■ 気象観測としての基本量

- 海上には構造物がないので、空間スケールは大きいと期待される
- 気圧配置の変動は早いので、**時間間隔は短い**必要がある

■ 海面表層の流れ（吹送流）を駆動する

- 漂流の推定に必須[日向さん]
- 吹送流の収束（吹き寄せ）で水が集まると水圧が変化して、海流（地衡流）を作る
 - 風速および風向の**空間分布**が必要
 - 地衡流が生じるスケール（変形半径）の10~30km程度の分解能が望ましい

■ 冷却や蒸発などの熱フラックスにも効く

- この目的では、風速のみで良い



海上風の計測

■直接計測

- 風速計, ソンデ追跡による移流速度の計測
 - 面的な分布を得るのは困難

■間接計測

- 風を直接計測することはできないので, 風で生じる海面の波浪を計測する
 - マイクロ波散乱計, マイクロ波放射計など
 - ✓ 空間分解能 25km程度, 1m/s程度

空間分解能よりも観測頻度がネック



海流

- 潮流 + 吹送流 + 地衡流 + 小スケール流の合成
- 潮流: 半日か1日周期
 - これを分解するには、高い時間分解能か長い持続時間が必要
- 吹送流: 海面付近の数mの層内に限定。深さとともに向きも大きさも変わる
 - 風との関連が高い
- 地衡流: 水圧勾配とつりあった流れ。
 - 等圧線に沿って流れる。圧力勾配が強いと流速は速くなる
 - 平衡状態なので、比較的長寿命
 - 地球の自転の効果が効かないと成立しないので、日本付近だと、数日以上で10-30km以上のスケール
 - 外洋の中規模渦だと、50km分解能で海水位5cmの精度があればOK
- 小スケール流: 上記に当てはまらない流れ
 - 小スケールの前線渦など。地衡流平衡になっていないので寿命も短い



海流の計測

■ 漂流ブイ

- 気象のゾンデと同じ。位置を追跡して移流速度を求める
 - 分布を求めるには数が必要

■ 海洋レーダ

- アンテナ設置位置周辺のみだが、面的な流速分布が得られる
 - アンテナを船上やブイ上に展開？

■ 海面高度計

- 地衡流成分のみを求めるために、海面の高さの凹凸を計測し、水圧分布を求める。
 - cmオーダーの精度が必要
 - 地衡流以外の要因でも海面高度は変わる

海流は複雑で、簡単な有効打なし



海面高度

- 地衡流の海面力学高度の他に、波浪、潮汐（津波）、ジオイドによる海面高変動も
- 波浪（風波＋うねり）
 - 風速推定に使われるので、風推定と同様に高い観測頻度が望まれる
 - 海面での電磁波の反射強度から統計的に判断する
 - その場の風速で作られるのが風波、遠くから伝搬してくるのがうねりなので、本当は両者を区別して測りたい
- 潮汐
 - 外洋潮汐ならスケールが大きいので、衛星海面高度計で計測可能
 - ただし、10～20周期に一度しかサンプリングしないので、周期性があることが前提となっている。
- 津波
 - 基本的に伝搬の様子は潮汐に近いが、周期的ではない。
 - 抽出するには、高頻度の観測が必要
- ジオイド
 - 海底地形を反映
 - 重力計衛星や海面高度計により大きなスケールのジオイドは改善したが、小さい構造はまだ未解明
 - 細かい分解能の海面高度分布は、海底探査などにも有効



まとめ

■ 海面水温

- 雲域マスクと高分解能を両立させたい

■ 海上風・波浪

- 爆弾低気圧など速い気圧変化に対応する高頻度の観測が欲しい

■ 海流

- 何か上手い手段はないですかね？

■ 海面高

- 高頻度や、沿岸の小スケールな潮汐観測は手つかず
- 高分解能のジオイド決定も有益かも
- 高頻度にモニターできれば津波も見えるか？？