

プロジェクトー5

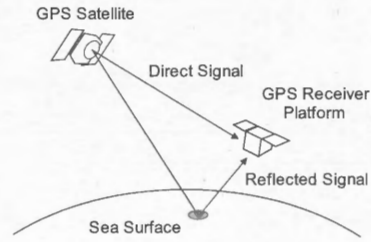
測位衛星信号を利用した 海洋リモートセンシング技術の開発

海老沼 拓史
東京海洋大学

2008年2月23日

1

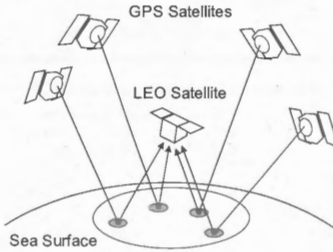
GPS Bistatic Radar



- GPS信号を利用したパッシブなレーダー
- 衛星から直接届く信号と海面から反射してから届く信号を2つのアンテナで同時に観測

2

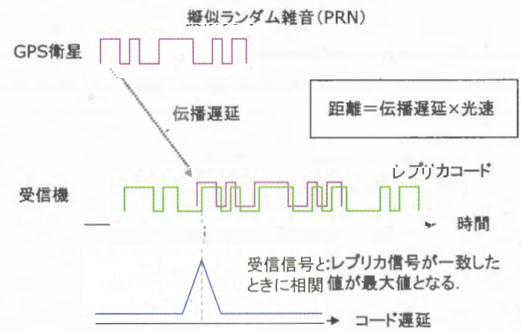
GPS Multi-Static Radar



- メソスケール(数10kmから数100km)での海洋観測
- 小型衛星群による高時間空間分解能な観測ミッションの実現

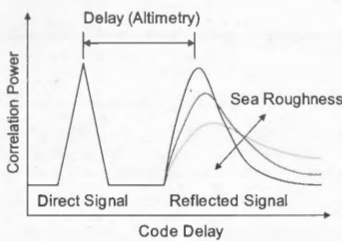
3

GPS信号の受信



4

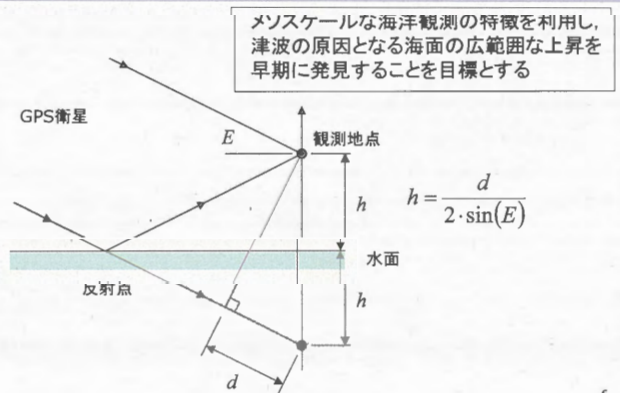
直接波と反射波の相関波形



- 直接波と反射波の伝搬遅延差を海面高度を計測に利用
- 反射波の相関値からは波浪や風速など海面の状態が推定できる

5

海面高度の計測



6

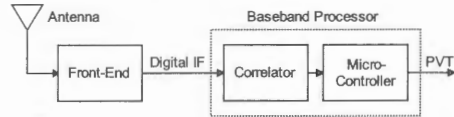
GPS海面反射波観測用受信機の開発

- GPS反射波観測はパッシブなシステムであるため、海面高度センサーの小型化・省電力化が期待できる
- 市販のGPS受信機は安価であるが、1アンテナ入力しか持たず、直接波と反射波を同時に処理することはできない
- 市販GPSチップセットを使用した安価で小型なGPS反射波観測用受信機と信号処理ソフトウェアの開発を目的とする

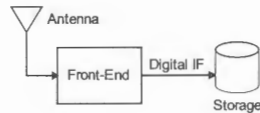
7

ソフトウェアGPS受信機

一般的なGPS受信機の構成



ソフトウェアGPS受信機の構成



- デジタル化されたIF信号はPCに保存され処理される
- すべてのデジタル信号処理をソフトウェアで実現
- ハードウェアの依存を最小限に留め自由度の高い信号処理アルゴリズムの開発が可能

8

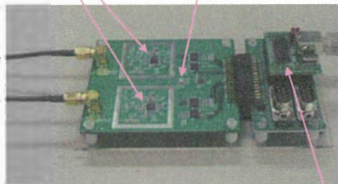
受信機ハードウェア

MAX2741 GPS Front-End
 中間周波数: 3.78MHz
 サンプリング周波数: 16.8MHz
 ADC: 2-bit

基準クロックはフロントエンド間で共通

直接波 →
 反射波 →

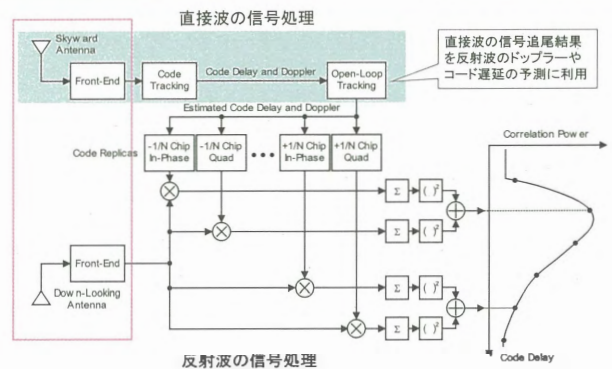
→ USB 2.0
 ソフトウェアGPS受信機



Cypress EZ-USB FX2 USB2.0
 転送レート: Maximum 36MB/s

9

Delay Mapping Receiver



10

地上実験

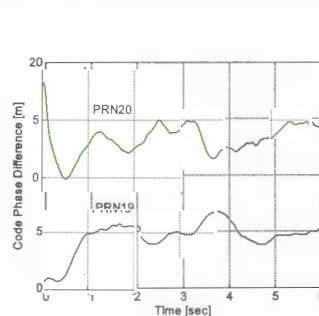


- 隅田川河口に架設されている相生(あいおい)橋から観測
- 観測点から海面までの鉛直距離は7.8メートル(レーザー距離計で計測)



11

橋上からの海面高度計測結果



レーザー距離計 7.8 m

PRN20	コード位相差	13.3 m
	仰角	63.6 度
	海面高度	7.4 m

PRN19	コード位相差	5.0 m
	仰角	19.2 度
	海面高度	7.6 m

12

航空機実験



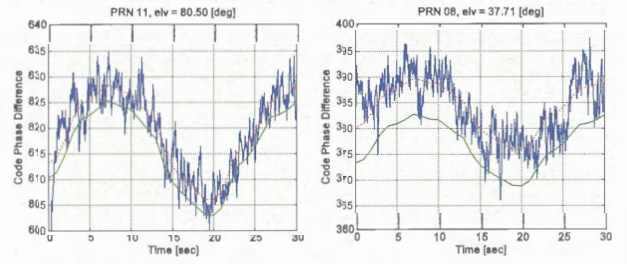
- 小型飛行機の下面に反射波観測用のアンテナを設置
- 航空機の位置は測量用GPS受信機から得られる精密測位結果を用いる

- 海面の高さは東京大学地震研究所が高知県室戸岬沖に設置したGPS津波ブイによって観測される

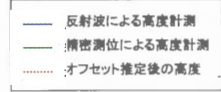


13

航空機からの海面高度計測結果



- 相対的な高度の変化を捉えているが、衛星ごとに異なるオフセットが発生している
- 海面が平面であるという仮定に問題があるのか？



14

まとめ

- GPS海面反射波を利用したリモートセンシングのための受信機を開発
- 反射波の相関波形を解析するための機能をソフトウェア無線技術を用いて実装
- 小型航空機による観測実験では、海面と受信機との相対的な高度の変化を捉えることが可能であることを実証
- オフセットの除去および雑音の低減による観測精度の向上が今後の課題

15