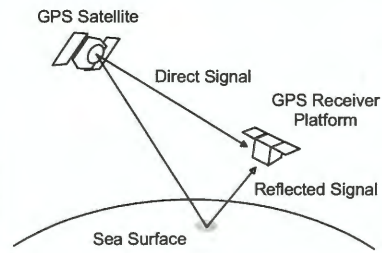

プロジェクトー5

GPS海洋反射波を利用したパッシブ型 リモートセンシングセンサーの開発

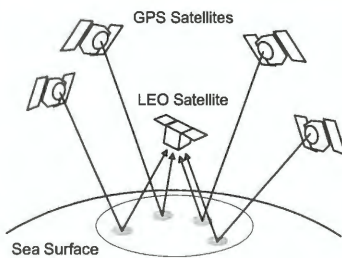
海老沼拓史(東京海洋大学)

GPS Bistatic Radar



- 海面で反射した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

GPS Multi-Static Radar

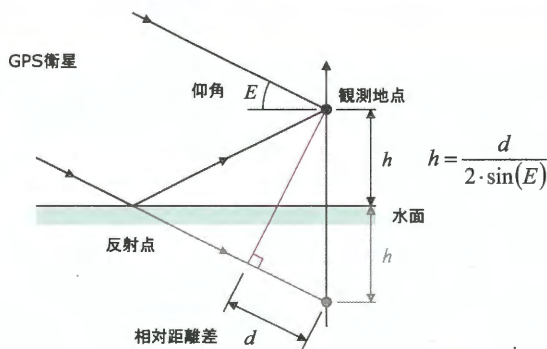


- メソスケール(数10kmから数100km)での海洋観測が可能
- 小型衛星群による高時空間分解能な観測ミッションの実現
- 津波の原因となる海面の広範囲な上昇を早期に発見することを目指す

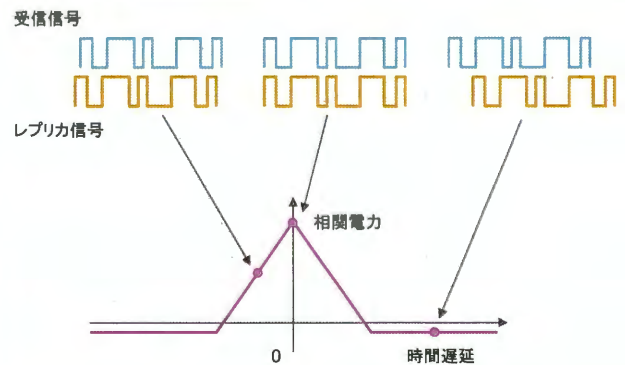
GPS海面反射波観測受信機の開発

- 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した。(平成20年度共同研究)
- リアルタイムでの信号処理を実現するために、GPS反射波観測用受信機のFPGA化を目指す。

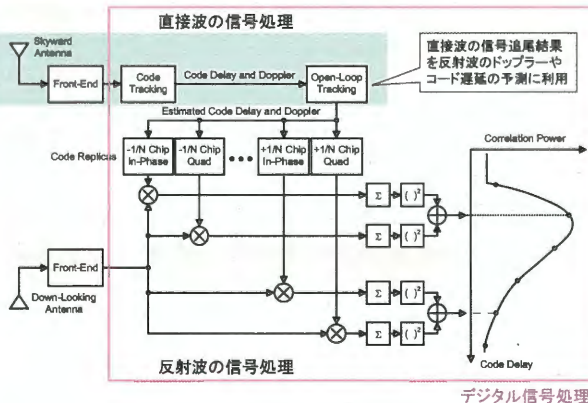
海面高度の計測



GPS信号による測距



Delay-Doppler Mapping

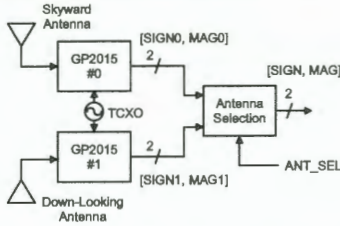


Namuru II GPS受信機

- オーストラリアのUniversity of New South Walesによって開発されたGPS受信機開発プラットフォーム。
- FPGAを利用したGPS信号のデジタル信号処理。
- 演算用のマイコン(Nios II)もFPGA内部に実装される。
- 二周波対応のため、二つのフロントエンドモジュールを持つ。



GPS海面反射波観測用受信機への改修

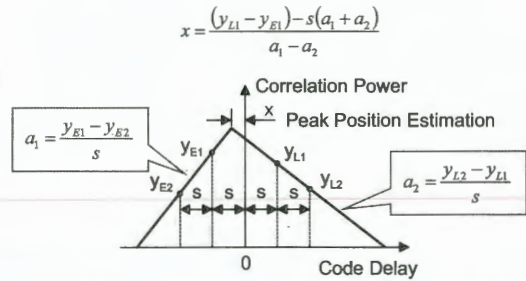


- 二周波対応のフロントエンド回路を、デュアルアンテナに改造。
- 各信号処理チャンネルは、どちらのフロントエンドからデジタル化された信号を受信するか選択できる。
- FPGAには最大36チャンネルまで実装可能。

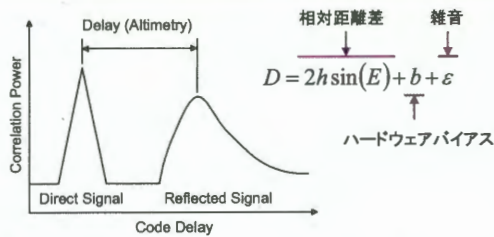
Bit No.	Mnemonic	Description
15:11	Not used	
10	ANT_SEL	Antenna selection 0 = select [SIGN0, MAG0] 1 = select [SIGN1, MAG1]
9:0	PRN_KEY	C/A code selection 10-bit G2 register initial pattern

最大相関値位置の検出

- マルチパスを含む海面反射波の相関波形は時間軸に対して非対称となるため、両サイドの傾きから最大相関値の時間遅延を推定する。



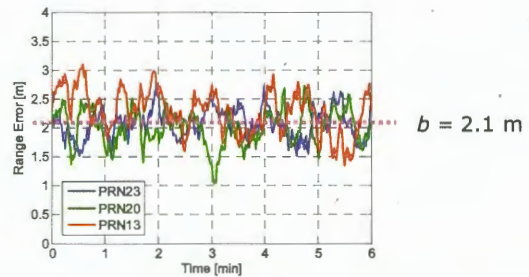
観測値モデル



- 受信機内部やアンテナケーブルなどによるハードウェアバイアスが主要な観測誤差要因となる。
- しかし、これらは固定値であり、事前にキャリブレーションを実施することができる。

ゼロ基準によるハードウェアバイアスの測定

- 分配器により二つのフロントエンドを同じアンテナに接続することで、ハードウェアバイアスを測定。



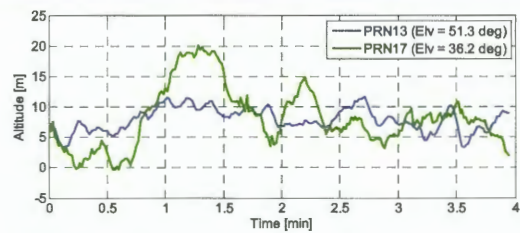
陸橋からの海面高度観測実験



- 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 m(レーザー距離計で計測)



海面高度計測結果



PRN13		PRN17	
仰角	51.3 度	仰角	36.2 度
平均値	7.9 m	平均値	8.1 m
標準偏差	1.8 m	標準偏差	4.9 m

GPS海面反射波観測用アンテナの開発

- 観測精度劣化の主な原因である信号強度の低下と反射面以外からのマルチパスを低減するため、指向性の高い小型のアレーアンテナを開発中。



千葉大学環境リモートセンシング研究センター
マイクロ波リモートセンシング研究室
ヨサファト准教授 提供

まとめ

- GPS海面反射波を利用した海面高度計測をリアルタイムで実施するために、デジタル信号処理部をFPGAで実現した。
- 非対称である反射波相関波形の両サイドの傾きから最大相関値の位置を推定するアルゴリズムを実装。
- 陸橋からの海面高度計測実験では、レーザー距離計と同程度の観測精度(平均値)が得られた。
- 観測量の分散増加の原因となっているマルチパスと信号強度の低下を防ぐために、指向性の高い小型アレーアンテナを開発中。