



Tokyo University of Marine Science and Technology

Laboratory of Communication Engineering



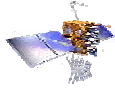
GPSのマルチパス誤差低減について

海事システム工学科 情報システムコース

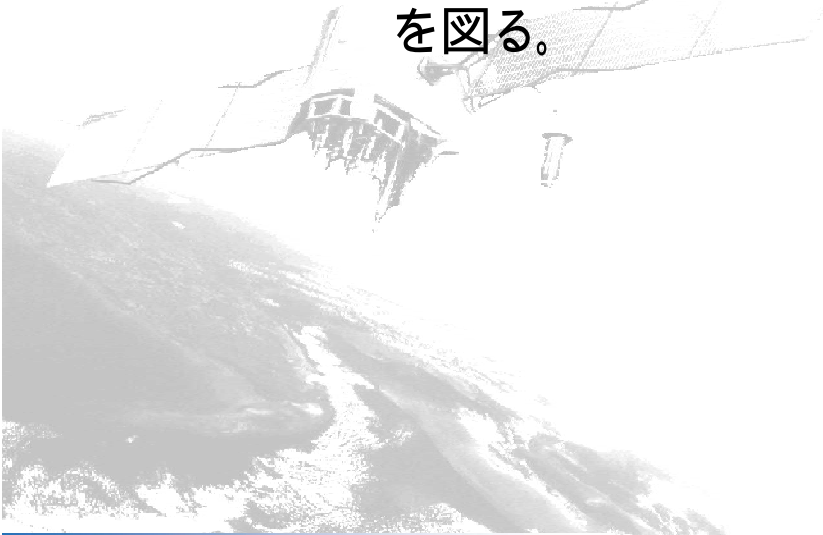
0621044 坪田 浩嗣



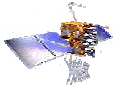
背景と目的



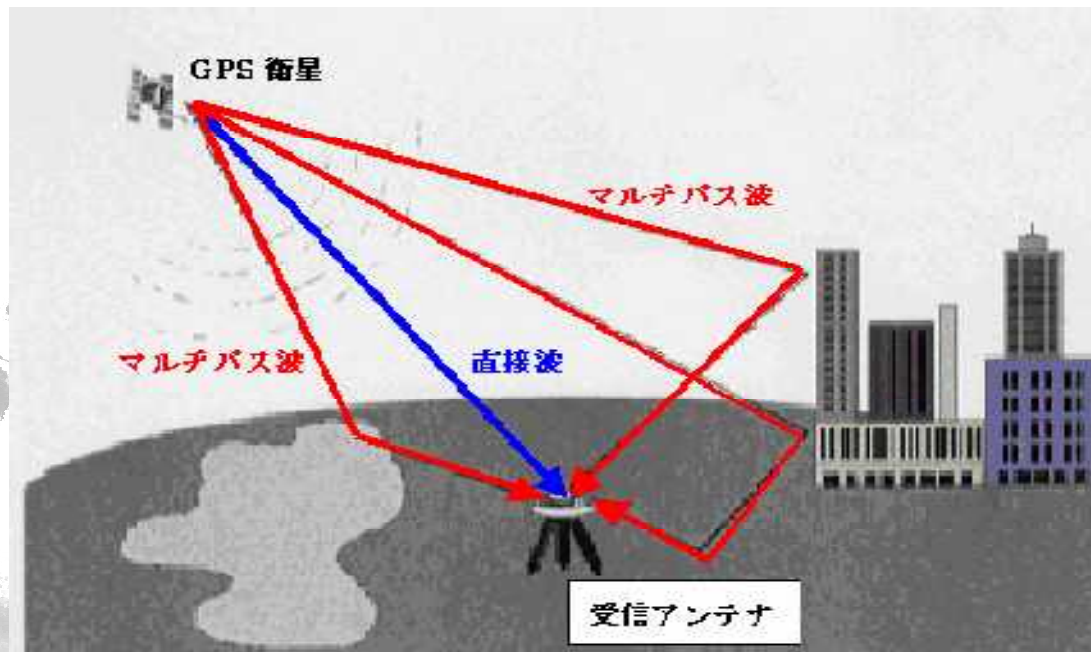
- 1 . Differential GPSによって高精度な測位が実現するものの、マルチパス波による誤差は除去できない。
- 2 . 擬似距離と搬送波との差分 (Cc-differenceと呼ぶ) がマルチパス誤差を正確に表現していることを利用して、誤差の低減を図る。



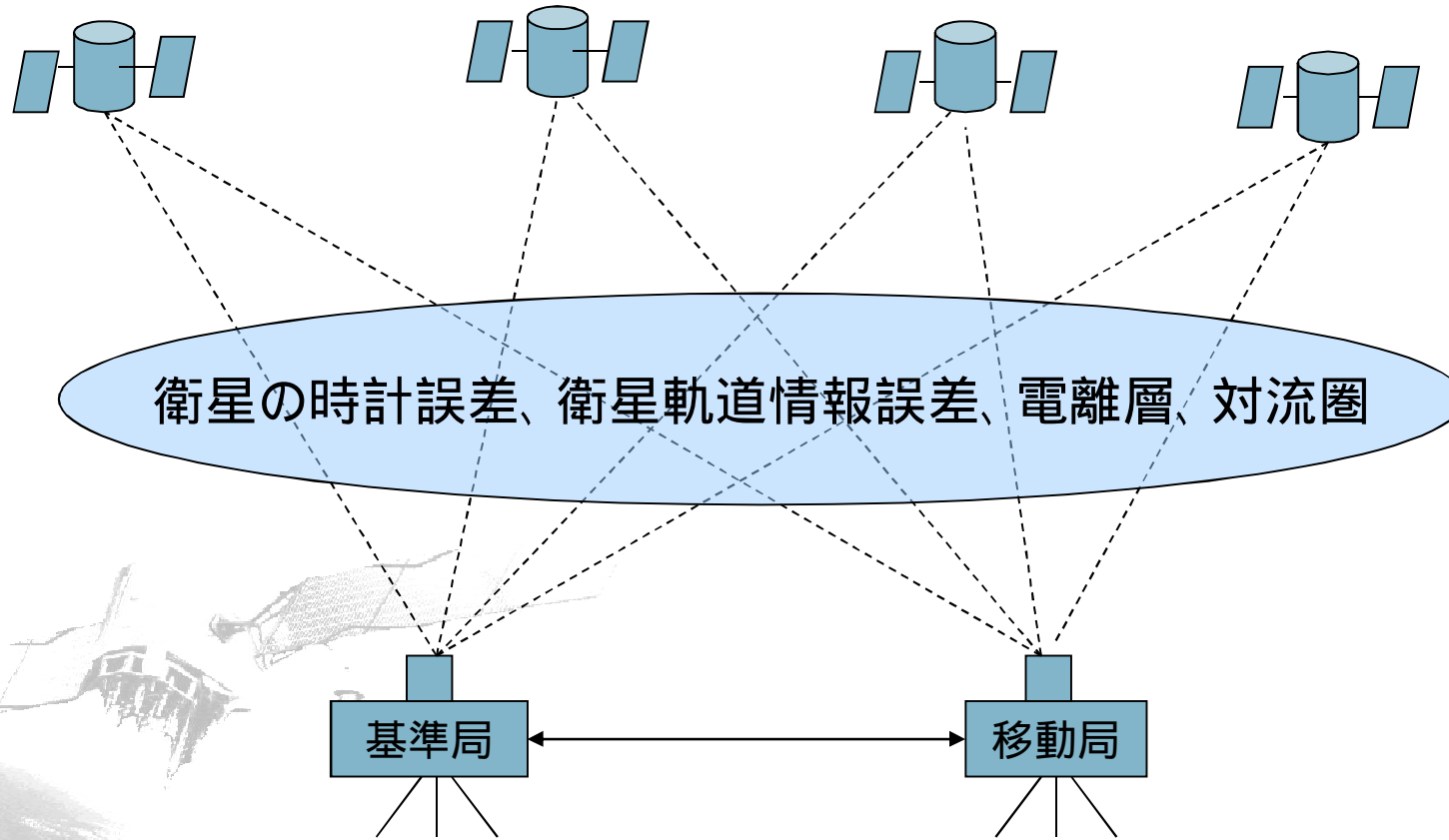
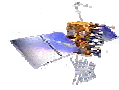
マルチパス波



マルチパスとは建物や地面などに当たり反射した電波が、衛星から直接アンテナに受信された電波と同時に受信される伝播現象のことである。

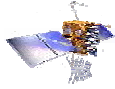


DGPS測位



マルチパスによる誤差はDGPS測位でも除去できない

背景と目的

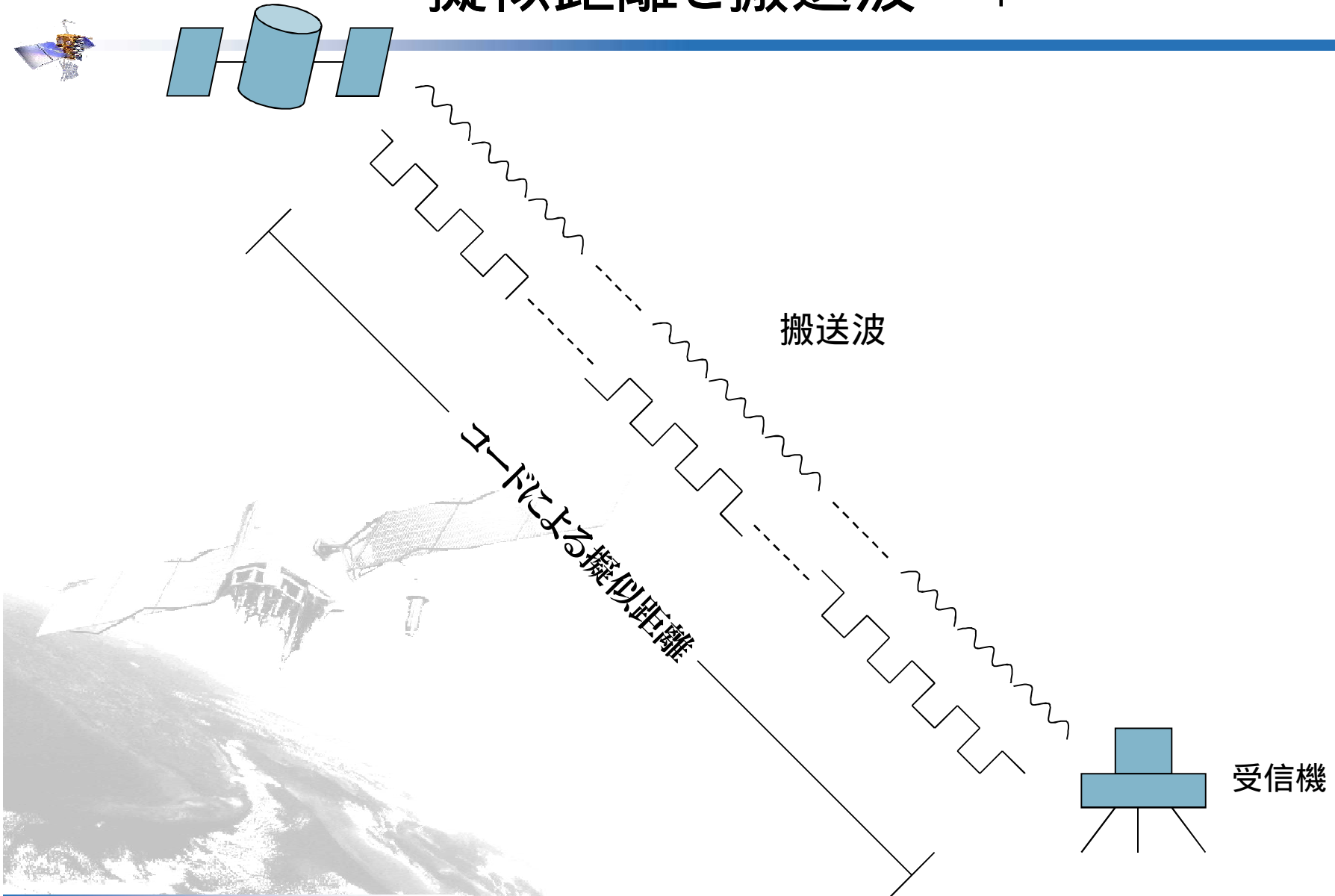


- 1 . Differential GPSによって高精度な測位が実現するものの、マルチパス波による誤差は除去できない。

- 2 . 擬似距離と搬送波との差分 (Cc-differenceと呼ぶ) がマルチパス誤差を正確に表現していることを利用して、誤差の低減を図る。

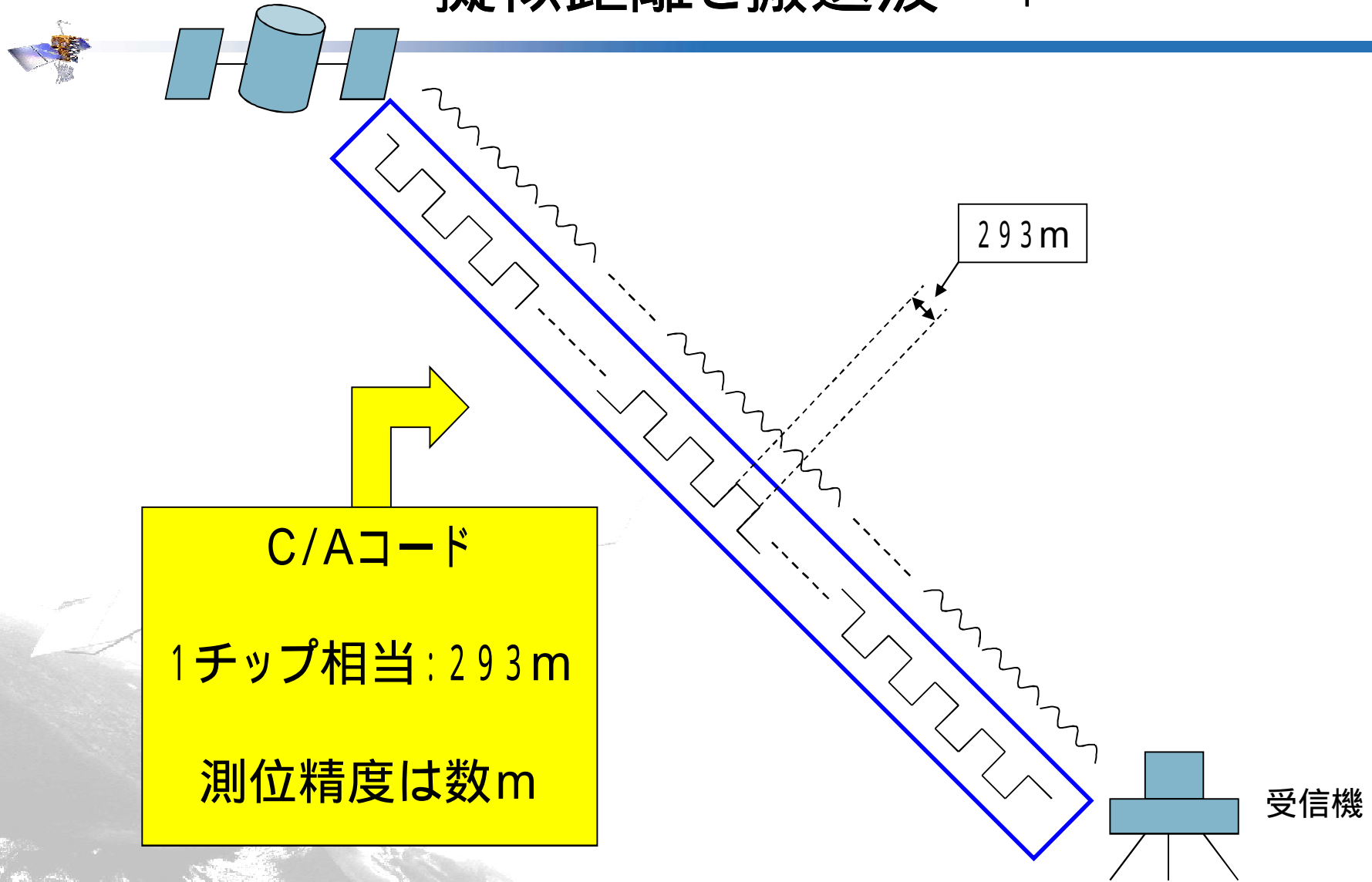
GPS衛星

擬似距離と搬送波 1



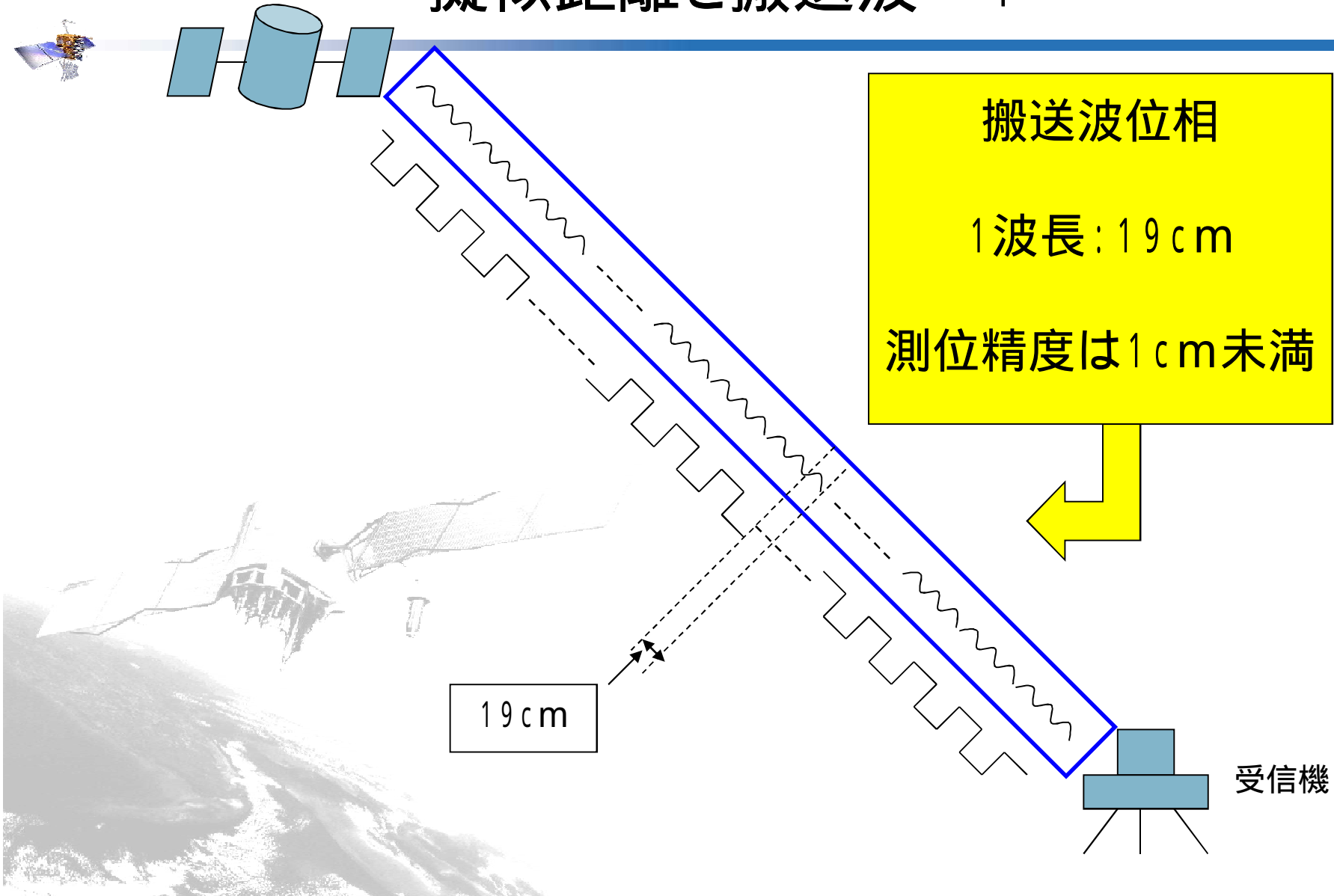
GPS衛星

擬似距離と搬送波 1

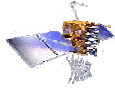


GPS衛星

擬似距離と搬送波 1



擬似距離と搬送波 2



擬似距離を P (m)、搬送波によって得られる距離を (m) とすると、

$$\text{擬似距離 } P = \text{真の距離} + \text{コードマルチパス誤差} + \text{ノイズ}$$

$$\text{搬送波} = \text{真の距離} + N + \text{搬送波マルチパス誤差} + \text{ノイズ}$$

コードマルチパス誤差

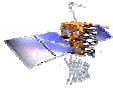
搬送波マルチパス誤差

ノイズ

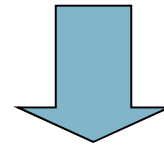
ノイズ

搬送波のマルチパスとノイズはmmオーダー。
擬似距離は数mオーダー、もしくはそれ以上である。

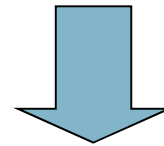
Cc-difference



$$\text{Cc-difference} = P -$$

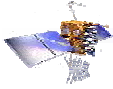


(擬似距離に対するマルチパス誤差) - (搬送波に対するマルチパス誤差)

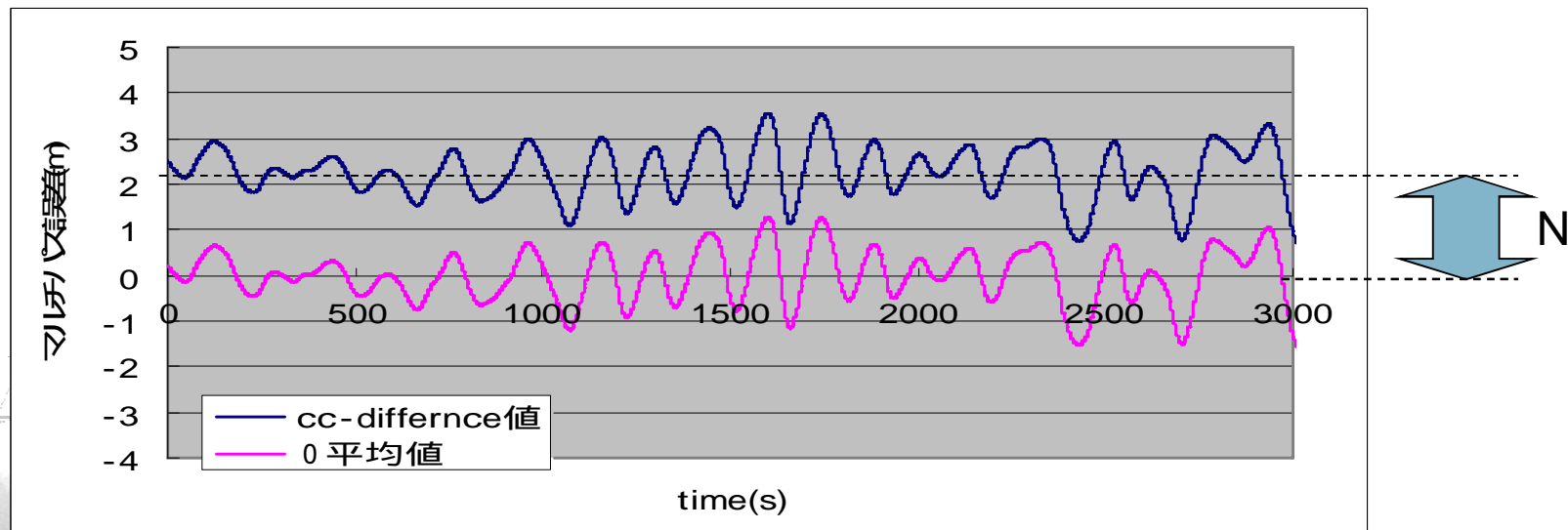


擬似距離のマルチパスの変動量

Cc-differenceの0平均化 1

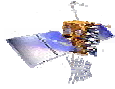


マルチパス誤差が0を中心に発生すると仮定し、Cc-differenceの値からその一定時間の平均値を差し引くことによる0平均を利用した。
その0平均値を用いて擬似距離を補正する。



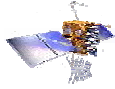
(提案する疑似距離) = (生の疑似距離) - (上記の赤の変動)

実際のマルチパス誤差は0平均なのか？



- マルチパス誤差の変動の平均が0であれば、今回の提案は問題ないが、実際には変動の平均値は複雑に変化することが知られている。
- ただし、本発表では時間のため示せないが、受信機内部でのマルチパス誤差シミュレーションにより、平均値が10cm程度であることを確認した。よって、数mの誤差を1m以内に低減する段階では大きな問題にならないと予想される。

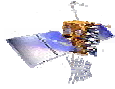
後処理解析方法



可視衛星でサイクルスリップを起こしていない衛星が多数ある時間帯(1時間分×2)を抜粋し、固定値による0平均解析を行った。

解析	説明
Original	観測データをそのまま出力した結果。
Cc-difference	Originalで得た観測データに全区間(3600秒)の平均値により0平均化させ、擬似距離に補正を適用した後の測位結果。

実験概要



- 基準局、移動局をそれぞれ設置し、12時間の静止観測データを取得した。
- 基準局は周囲が開けているが、移動局には近傍に電波を遮る高い建物が存在する。

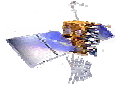


写真 基準局周辺

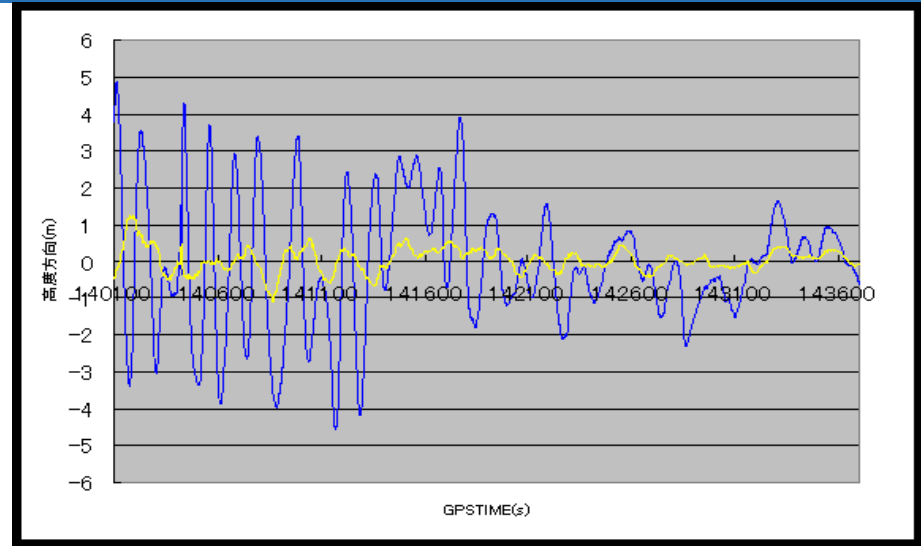
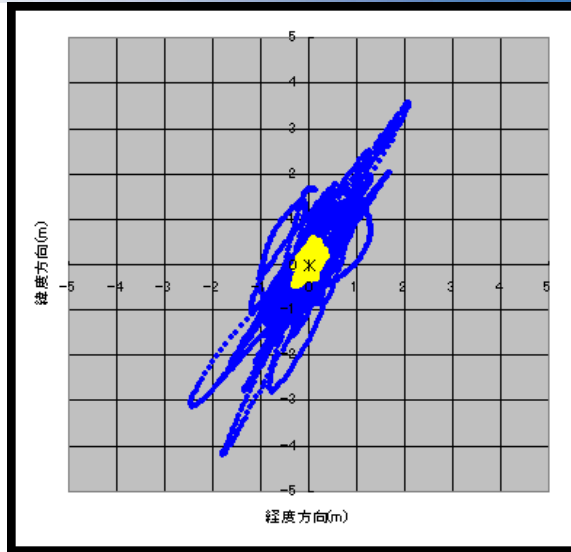


写真 移動局周辺

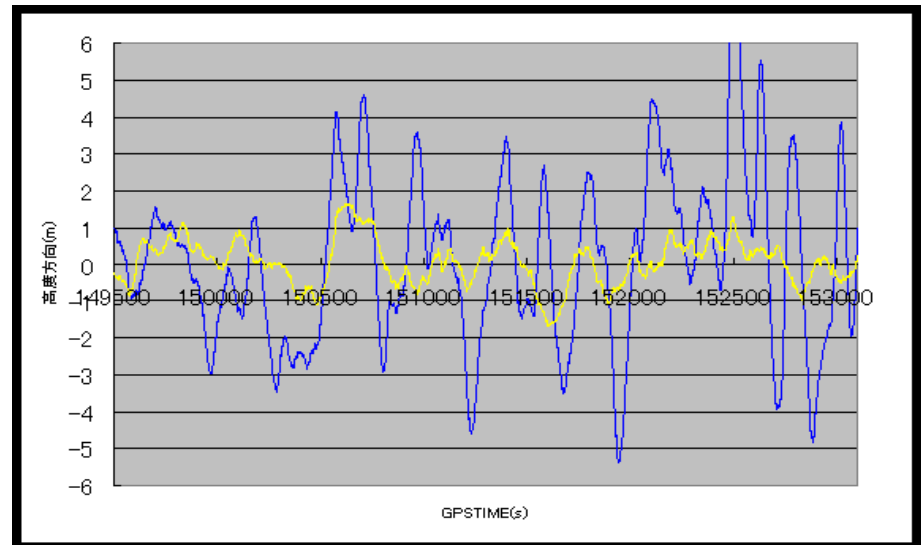
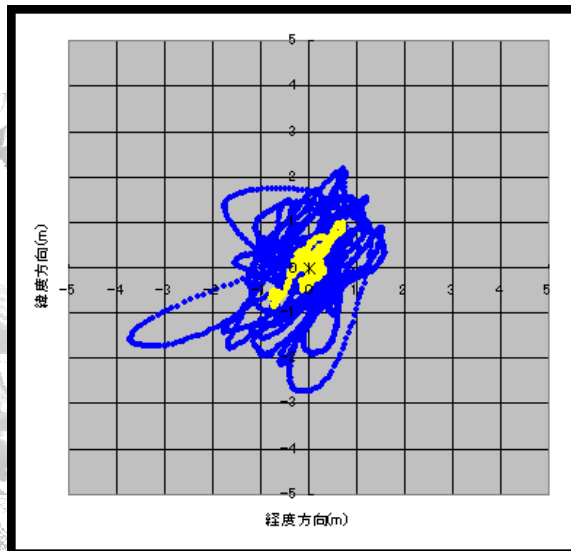
後処理解析結果



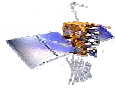
1回目



2回目

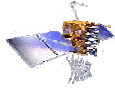


各値の標準偏差



名称	1回目 標準偏差[m]			2回目 標準偏差[m]		
	経度方向	緯度方向	高度方向	経度方向	緯度方向	高度方向
Original	0.76	1.26	1.72	0.79	0.97	2.37
Cc-difference	0.14	0.20	0.33	0.23	0.27	0.62

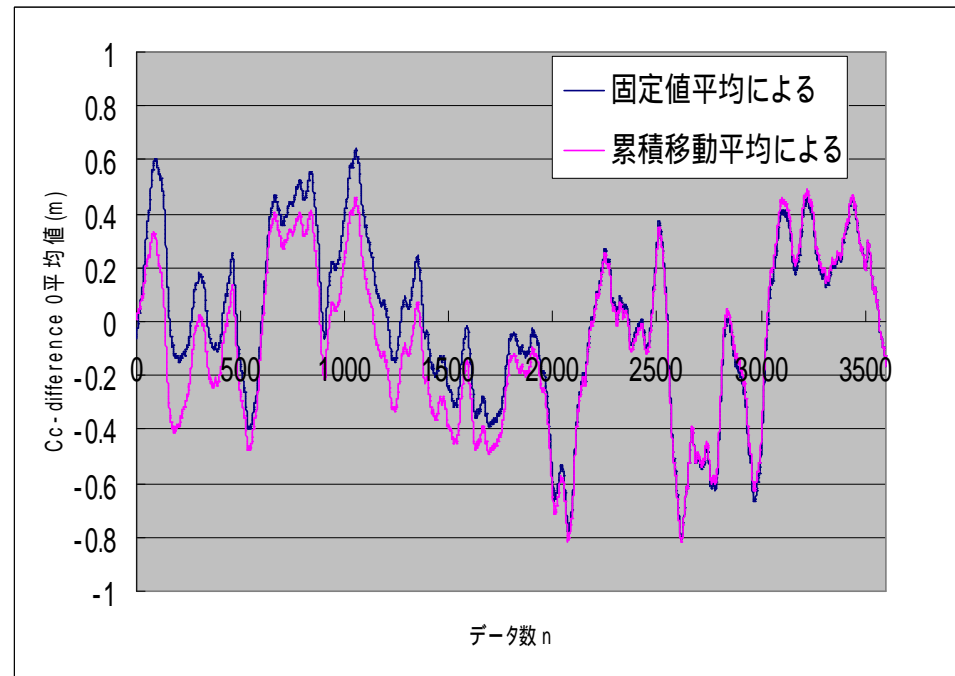
リアルタイム解析方法



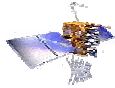
- 後処理解析と同様であるが、平均値には累積移動平均法で求めた値を使用した。
- 累積移動平均の定義式

$$CA_n = \frac{x_1 + \dots + x_n}{n}$$

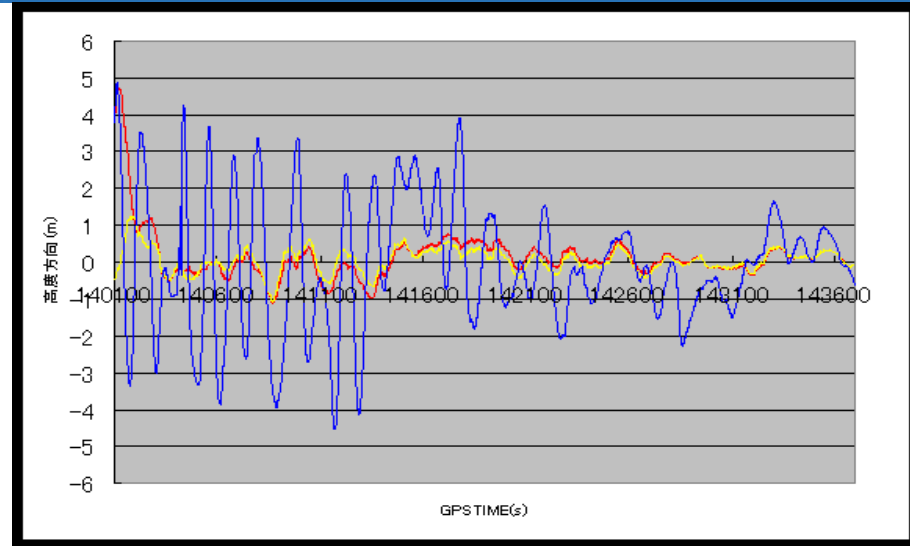
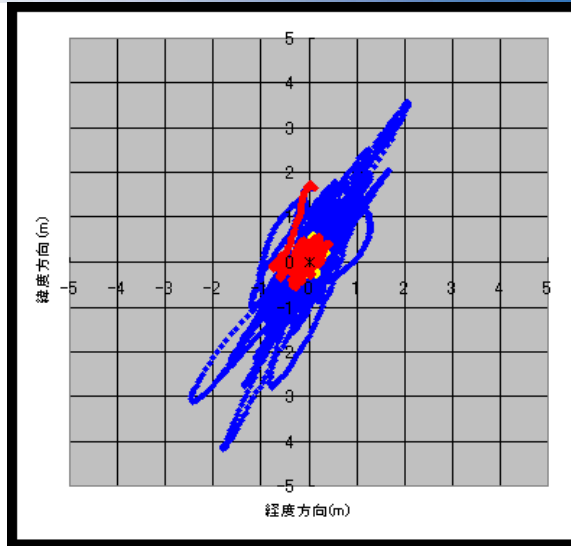
n : データ数 x : 観測値



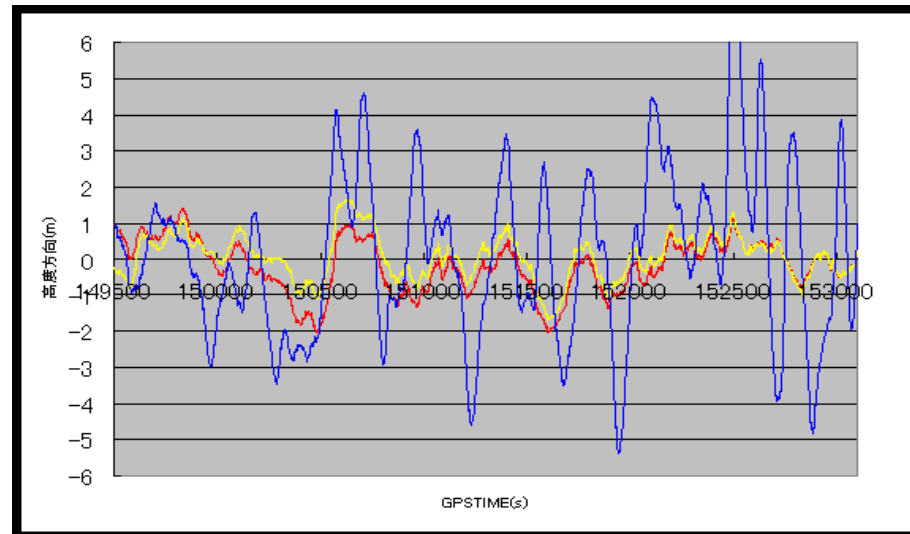
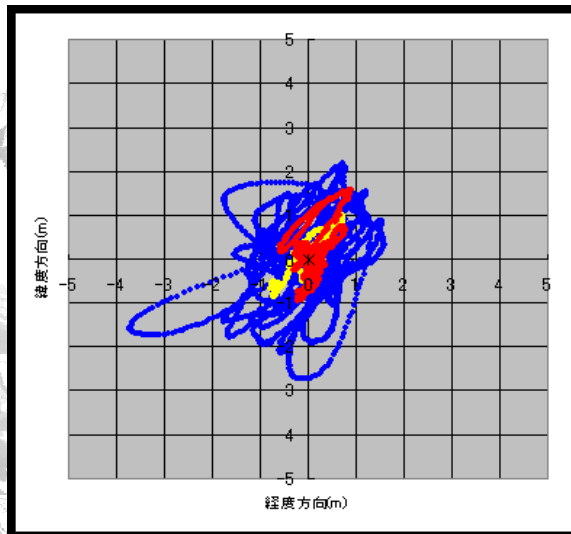
リアルタイム解析結果



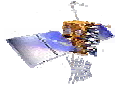
1回目



2回目

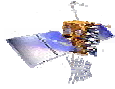


各値の標準偏差



マルチパス解析方法	1回目 標準偏差[m]			2回目 標準偏差[m]		
	経度方向	緯度方向	高度方向	経度方向	緯度方向	高度方向
original	0.76	1.26	1.72	0.79	0.97	2.37
後処理解析	0.14	0.20	0.33	0.23	0.27	0.62
リアルタイム解析	0.24	0.31	0.69	0.24	0.42	0.74

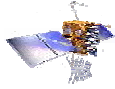
まとめ



- Cc-differenceによるマルチパス推定及び誤差低減を確認することができた。
- 累積移動平均による結果は、後処理0平均結果と比較すると、若干精度が落ちることが確認された。マルチパス推定を行わない結果に対しては、大幅に改善した。

課題

マルチパス推定後も、まだ1m弱程度の誤差が残存しており、それらがなぜ残存しているのかを調査する予定である。



ご清聴有難うございました。

