

GPSを利用した東京湾における 船舶航行の精度について



東京海洋大学
久保信明、安田明生



目的

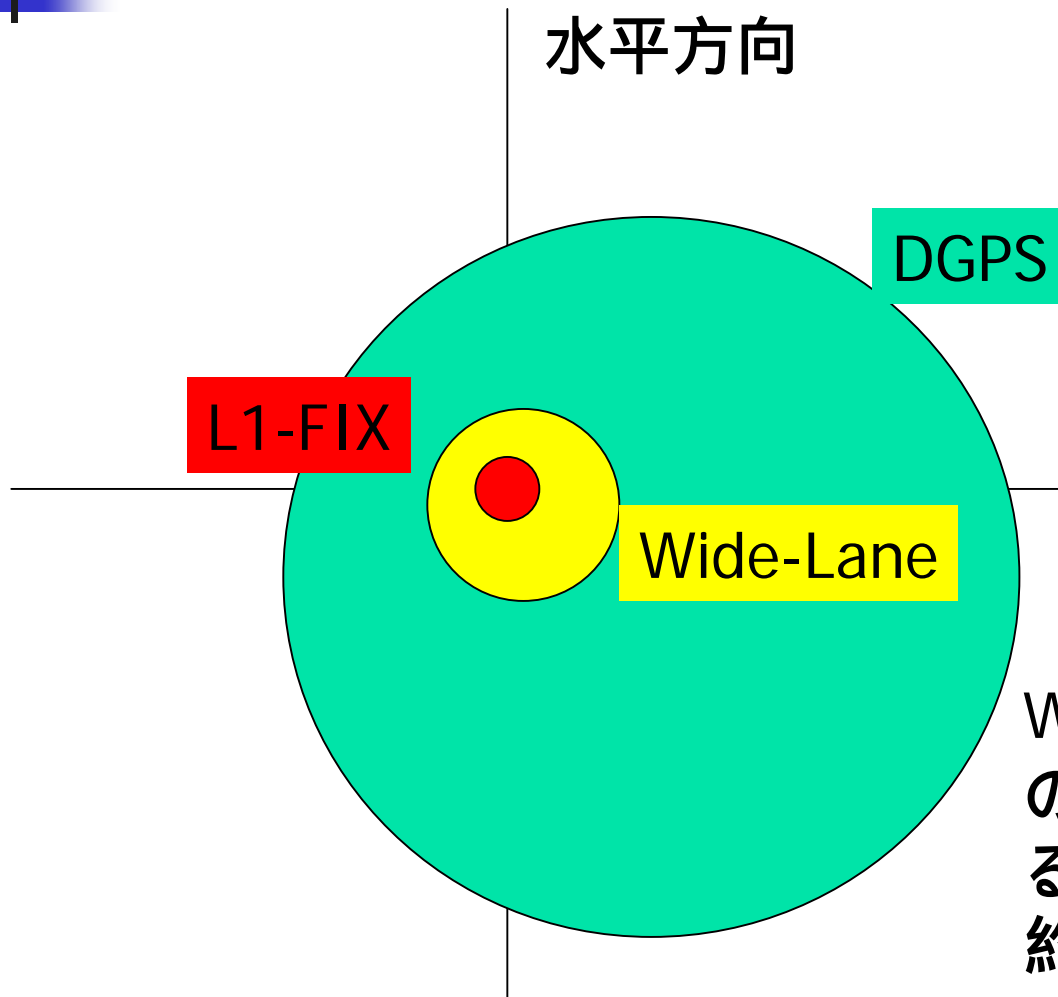
- 衛星測位による船舶航行のナビゲーションにおいて、その精度の可能性を調査すること。
(前の発表にあった都市部における状況と比較すると、海上はそれほど障害物に囲まれることはない)



精密測位について

- 通常のDGPSでは、その精度は2, 3m程度。
- 精密測位では、GPS衛星からの搬送波位相値そのものを利用するため、FLOAT解で数10cm程度、FIX解では数cmの精度を達成できる。ただしFLOAT解の収束には数分要する。
- L1帯の搬送波位相の波長は約19cm。この100分の1程度の細かさで距離を測ることが可能。ただし衛星電波が遮断する度に整数値バイアスを解くことが必要。

FIX解について



Wide-LaneはL1帯とL2帯の線形結合より作成される擬似的な信号。波長が約86cm。



FIX解を決定するための検定

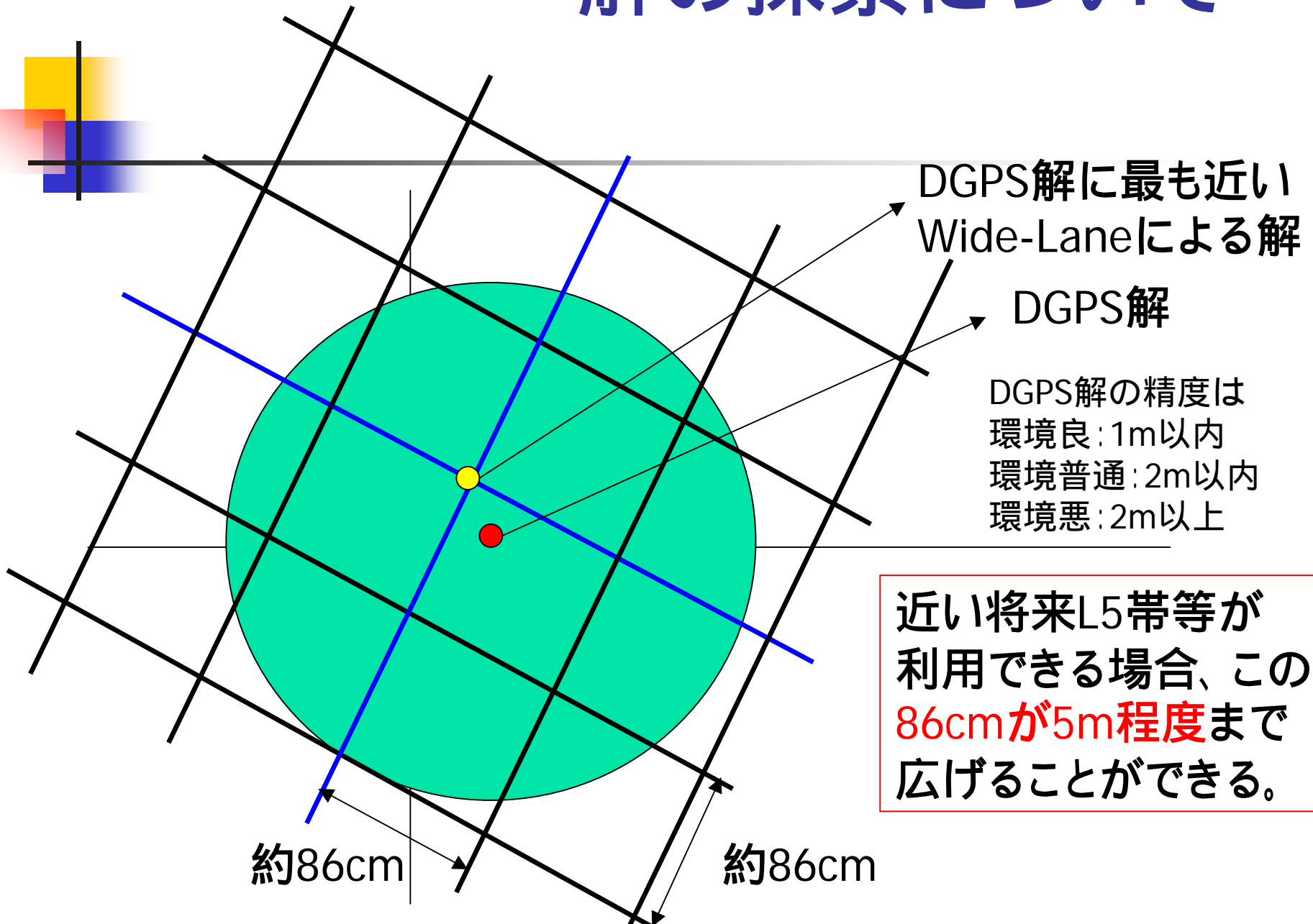
- DGPS測位結果の中心から、例えば99%以上の確率でその**範囲内に入っているか**どうか？
- FIX解では、基本的に波長の整数倍という特徴をもつため、その求めた位置において、例えば99%以上の確率で**どの程度整数に近いか**？



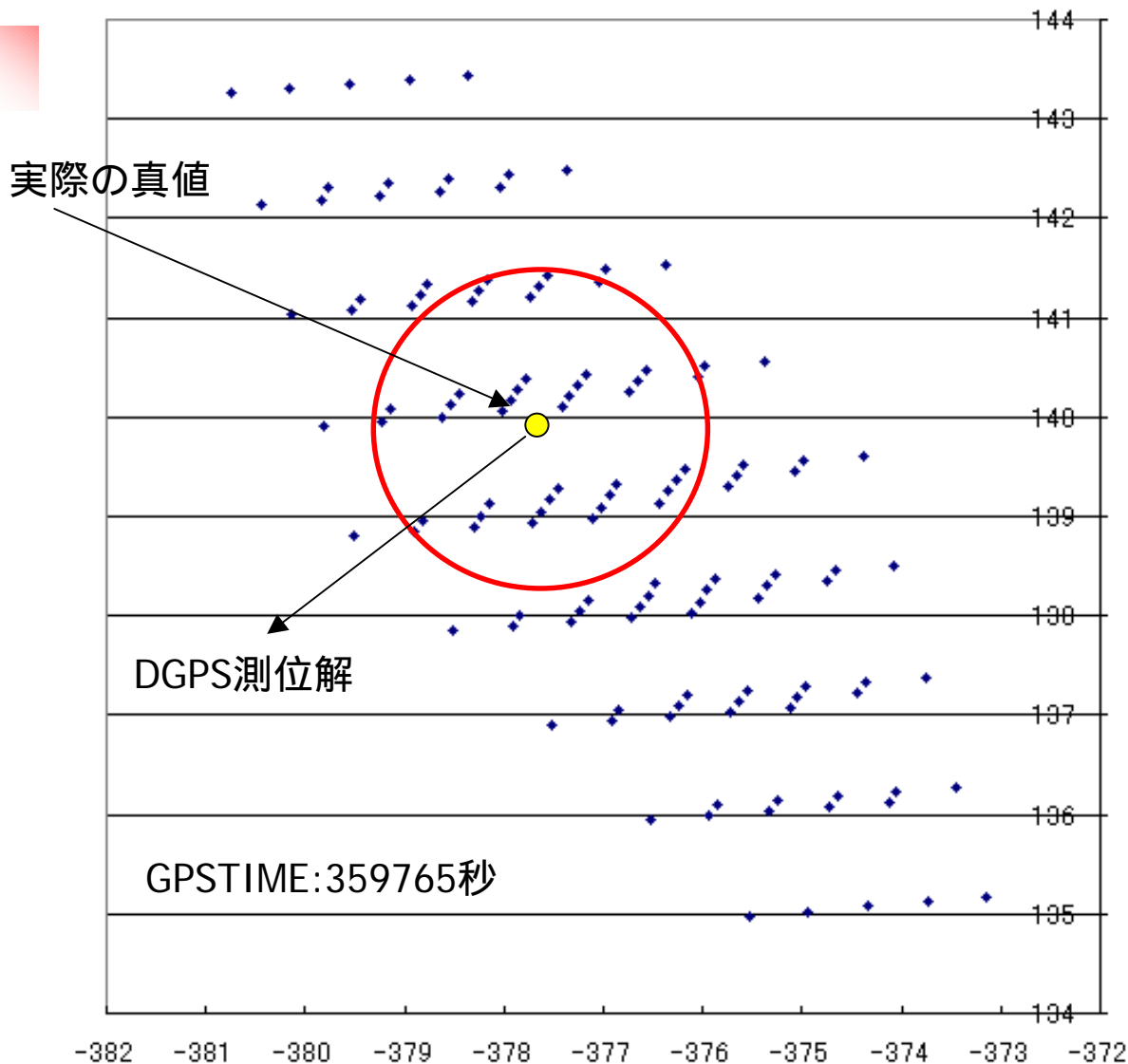
本実験で用いたアルゴリズム

- DGPSによる測位解を決定
- その解を中心にワイドレーンで ± 2 の範囲を探索
- 前のスライドの2つの検定を中心に行う
- ワイドレーンの解を決定
- L1の解を決定

解の探索について



実際のwide-laneによる探索例 (相生橋を越えた付近)

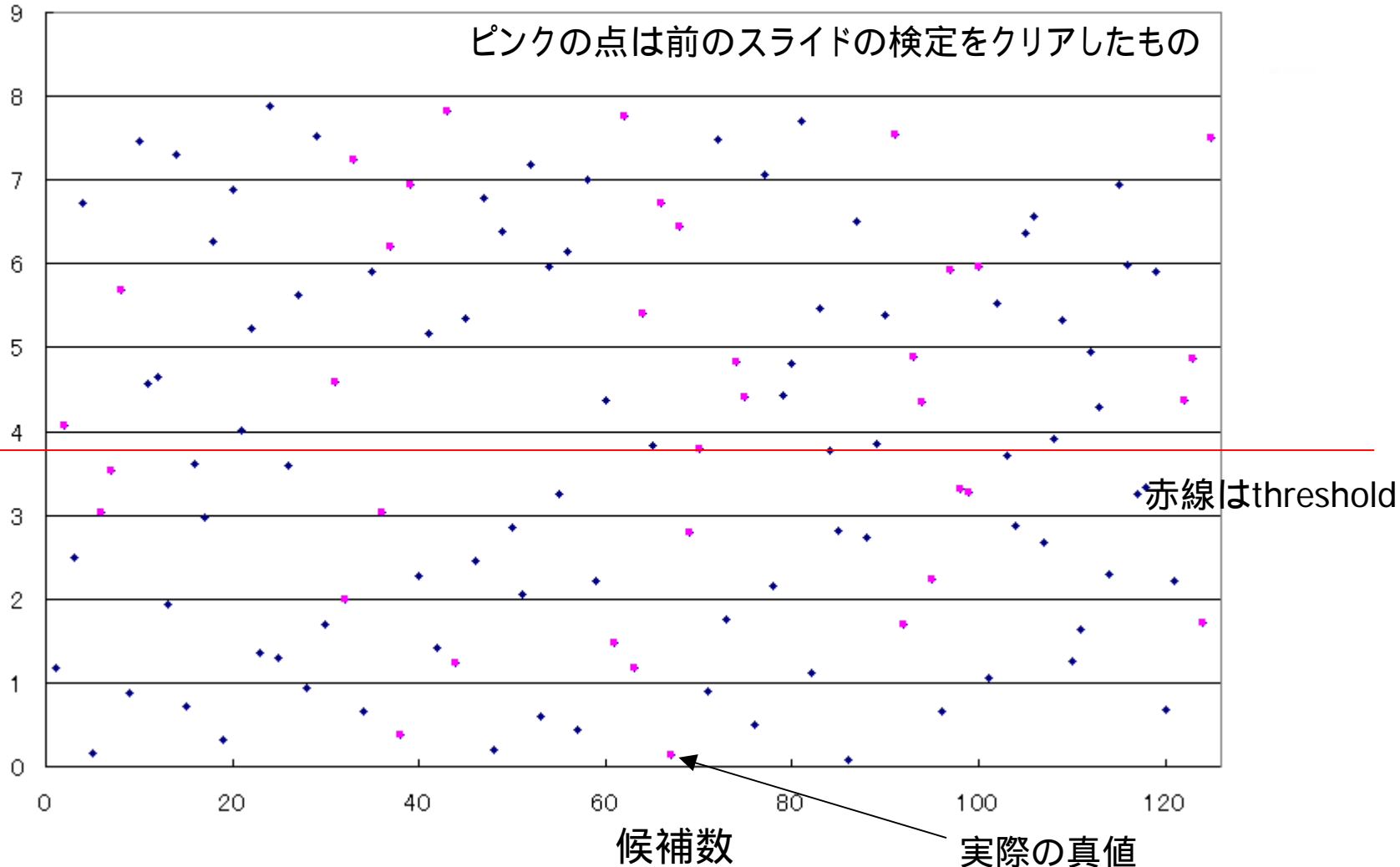
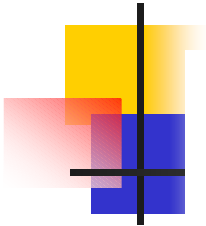


目盛りは研究室屋上からの緯度、経度方向の距離

青点は、Wide-Laneの125個の候補を水平位置に落としたもの

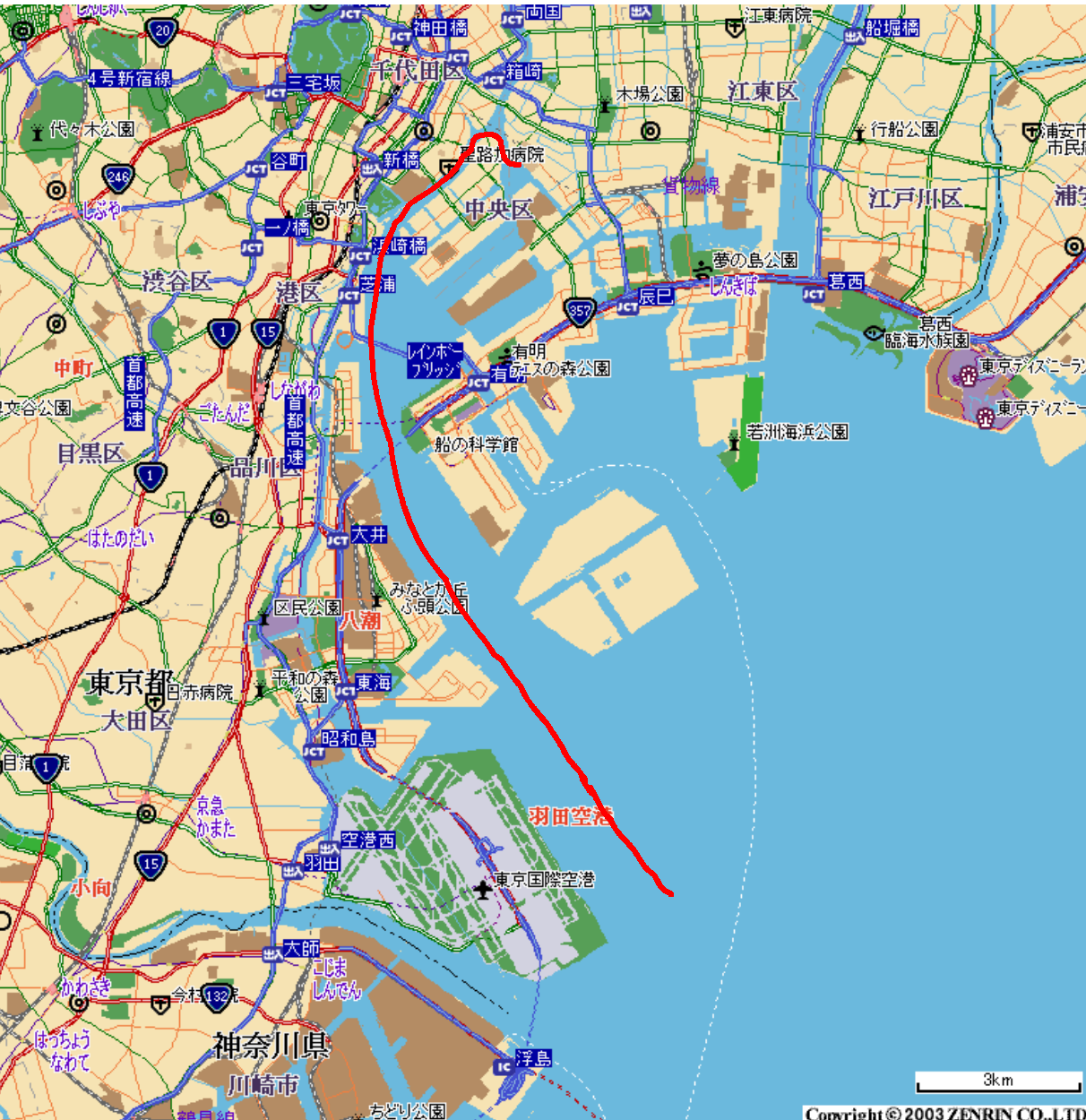
赤丸がDGPS測位による水平方向の解探索範囲(99%)。よって赤丸以外の候補は棄却される。同様に高度方向も行われる。

どれだけ整数に近いか(度合いは残差で比較)の検定



実際にはさらに残差のratioによる検定も行う

実際に航行した場所



左の赤線が航行経路

1. 海洋大 - RB
 2. RB - 羽田手前 往復
 3. RB - 羽田沖 往復
 4. RB - 海洋大
- RB:レインボーブリッジ

取得時間は約2時間

海洋大 - RBまでの拡大図



RBまでに相生橋、中大橋、佃大橋、勝どき橋の4つが存在する。

やよい設置したアンテナ概観





解析ソフトウェアについて

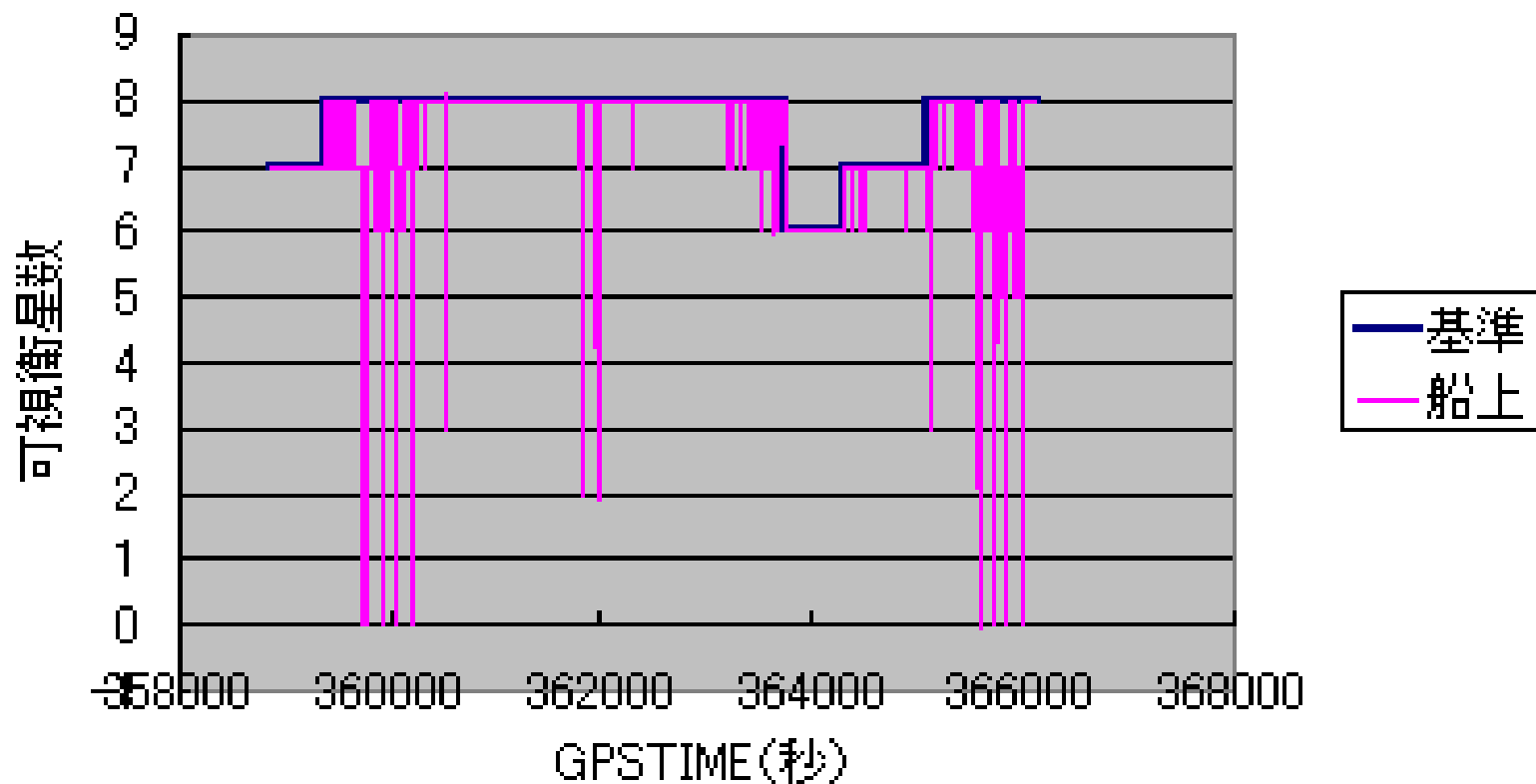
- 本研究室で開発してきたもの
- リアルタイムで基準局からの補正データを送信する機器が現在のところないので、基準局(研究室屋上)と移動局(やよい)において、GPS生データをファイルに取得し、そのファイルを読み込む形で**後処理擬似リアルタイム**GPS測位を行っている。



実験に使用したGPS受信機

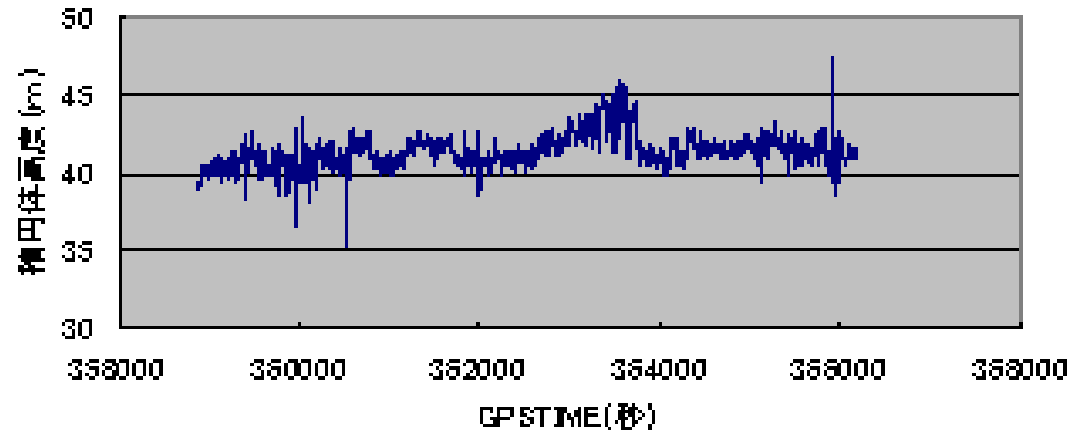
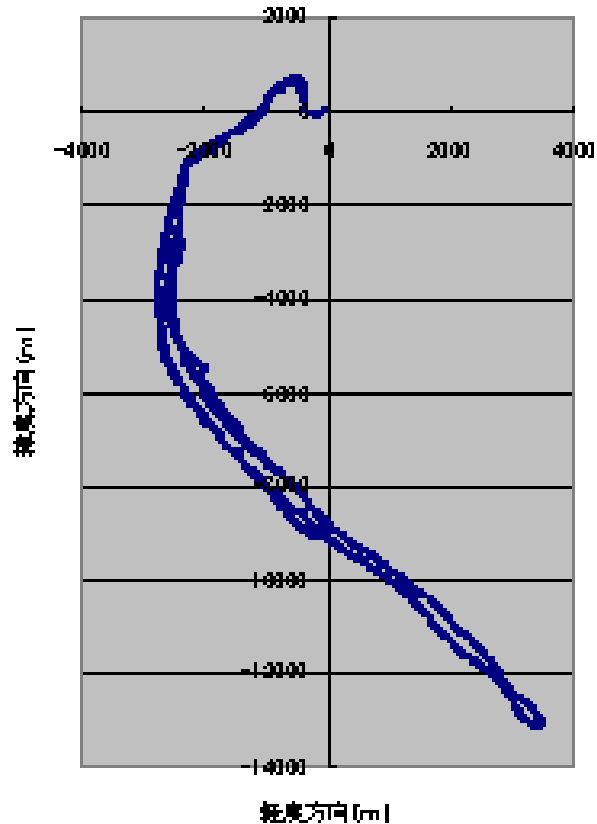
- 基準局、移動局ともに2周波用ノバテル社製OEM3。この受信機は生データを出力する受信機として非常に扱いやすいため。
- アンテナは基準局側がチョークリング。やよい設置しているのはGPS600。どちらも2周波用。

可視衛星数の変化

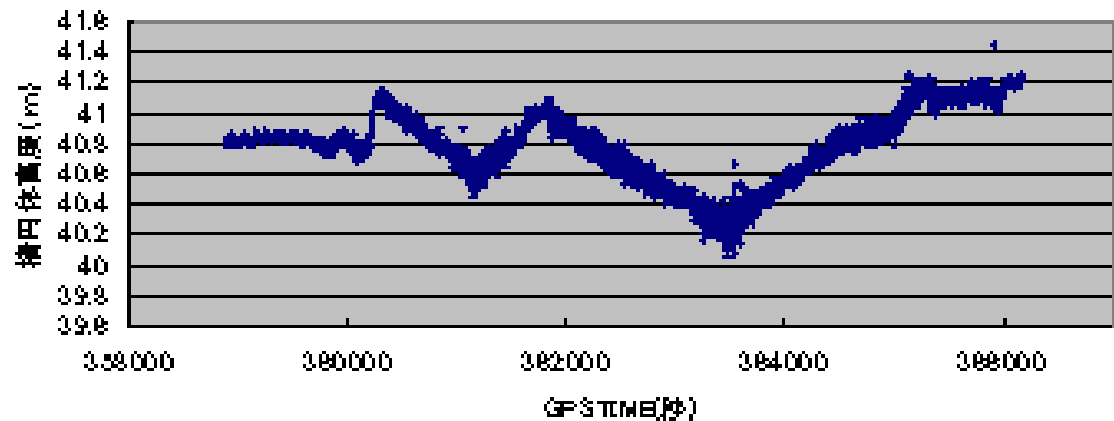
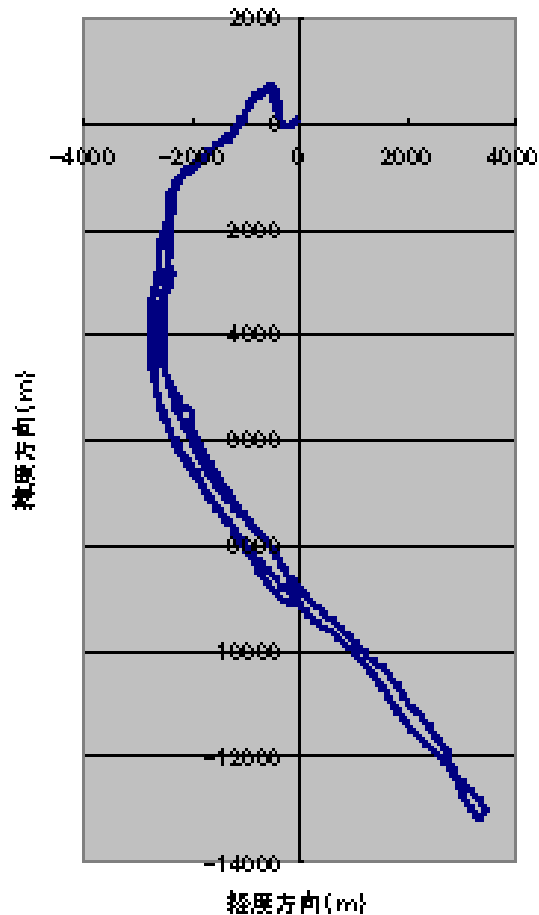


マスク角は10度

DGPS測位結果(水平、高度)

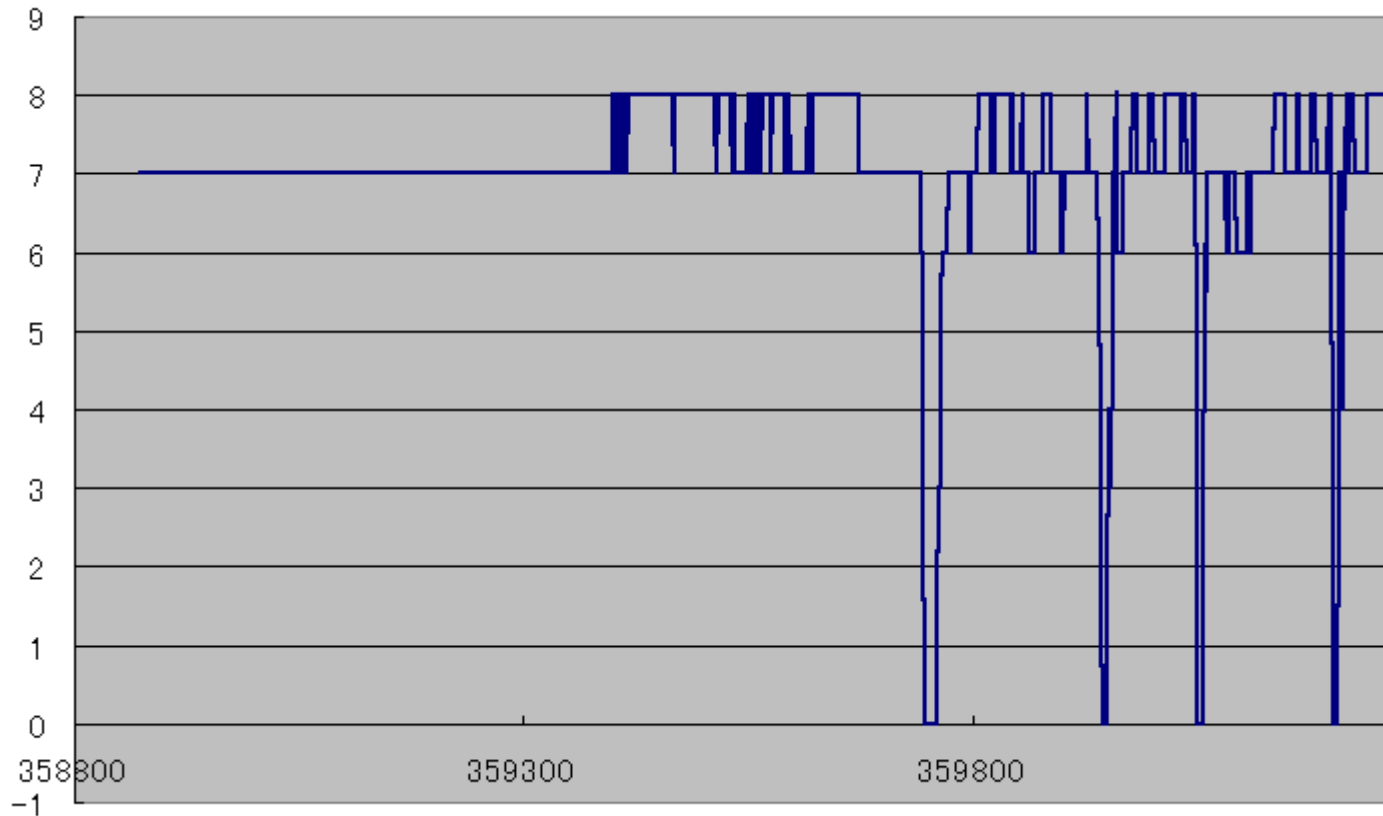


精密測位結果(水平、高度)



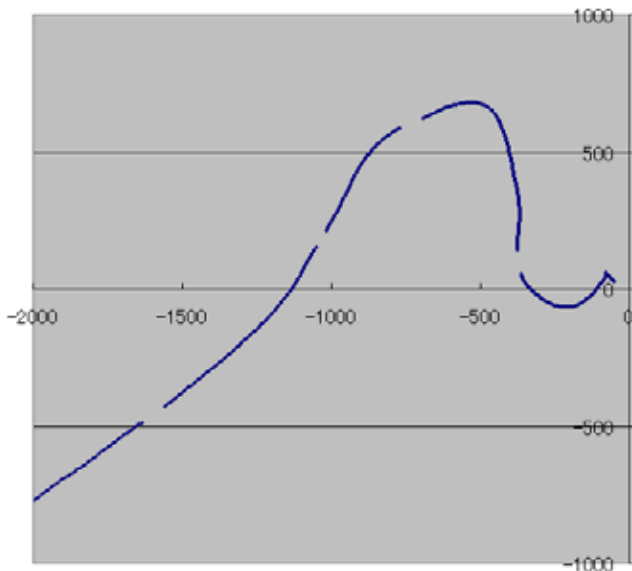
DGPS測位結果と比較すると明らかに精度が高く、10cm未満でアンテナの位置が特定できている。

可視衛星数(海洋大付近)

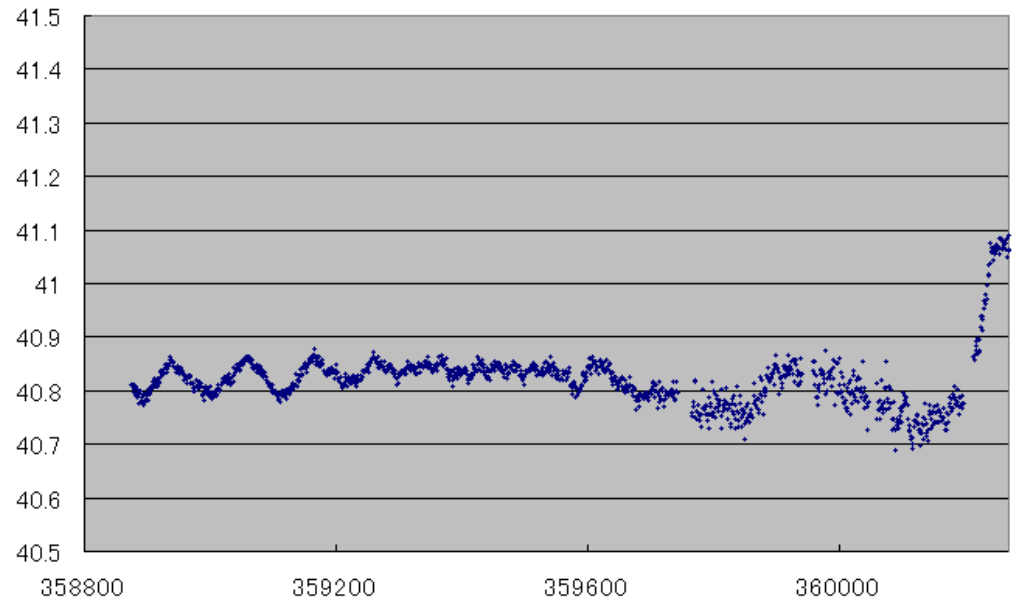


4つの橋付近において測位不能な**可視衛星5個未満**の時間は順番に、**20秒、14秒、8秒、9秒**であった。

精密測位結果(海洋大付近)



水平



高度

DGPS測位結果と比較すると、明らかに精度が高く数cm程度でアンテナの位置が特定できている。

FIX解決決定に要した時間

| FIX解決決定に 要した時間 | 場所 |
|-------------------|-------|
| 1秒 | 開始時 |
| 1秒 | 相生橋手前 |
| 1秒 | 相生橋 |
| 1秒 | 中央大橋 |
| 2秒 | 佃大橋 |
| 2秒 | 勝どき橋 |
| 3秒 | RB |
| 1秒 | RB |
| 2秒 | RB |
| 2秒 | RB |
| 2秒 | 勝どき橋 |
| 3秒 | 佃大橋 |
| 2秒 | 中央大橋 |
| 3秒 | 相生橋 |

左の表より明らかのように
可視衛星数が多く、DOP
が良かったため、FIXに要する
時間は数秒以内であった。
これは、この時間帯において、
精密測位が実用的に使用可能
であることを示している。
さらに、残差の検定において、
真値は全て125通りのうち
最も残差の小さい場合であった。



まとめ

- 東京湾における精密測位の可能性について、研究室で開発してきたソフトウェアを用いて評価することができた。
- 可視衛星数の多い時間帯及び衛星配置の良い時間帯では、99%以上の時間帯で数cm程度の精度で船に設置しているアンテナ位置を算出することが可能であることがわかった
- ただし、アンテナの設置場所、船の航路と周囲の障害物との関係そして可視衛星数（衛星配置も含む）によっては、99%を達成できない時間帯も存在することが考えられる
- 今回は15km未満の基線長で実験を行ったが、15kmから20km以上の基線長になると、電離層や対流圏等の影響により、FIX解を得ることが困難であることが一般的に知られている。



質問等

- 実用化に向けてはさらにFIX解を得ることのできる確率を上げなければならない。
(99% 99.999...%)
- 大井埠頭のように周囲に障害物のある場所でデータを取得する必要がある。