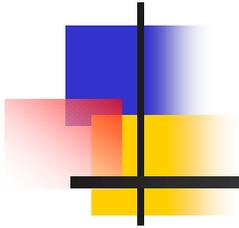
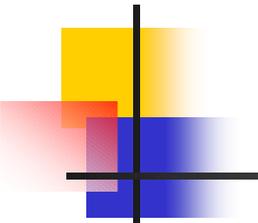


静止RTK-GPSにおけるFIX率 の改善について

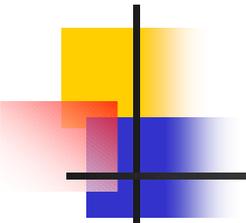


東京商船大学
久保信明 安田明生



L1のみによる搬送波位相の アンビギュイティ決定

- リアルタイムで使用する移動体にとっては多大な時間(数分以上)を要する
- アンビギュイティ候補間同士の間隔が狭いためミスFixを起こす確率が高い
- サイクルスリップの検出をL1の情報のみで行わなければならない



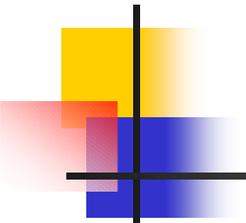
本研究の目的

- L1のみによる静止RTK-GPSにおいて、どのような状況のときに

- * アンビギュイティを決定できないのか

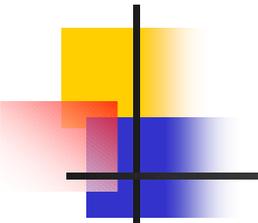
- * ミスFIXが起こるのか

について調査した。さらにそれらの問題に対する改善方法についても提案する。



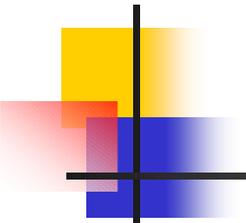
実際の静止データによる分析

- 2003年2月23日(約3時間)
- 基準局:商船大学 移動局:トリンブル社
- 使用受信機:双方ともノバテル社製RT-2
- 使用アンテナ:双方ともチョークリング付き精密測位用アンテナ
- 基線長:約2.5km
- 使用データ:L1コード、搬送波位相及びエフェメリス



解析に使用したアルゴリズム

- キャリアスムージングによるDGPS(150秒)
- スムージングされたコード、搬送波位相による二重位相差
- 双方の二重位相差から整数値バイアスを仮に求め、さらに探索空間を求める
- 探索空間内候補($11*11*11=1331$)における、観測領域及び測位領域による検定
- マスク角 DGPS:10度 RTK:15度



アンビギュイティを決定する方法

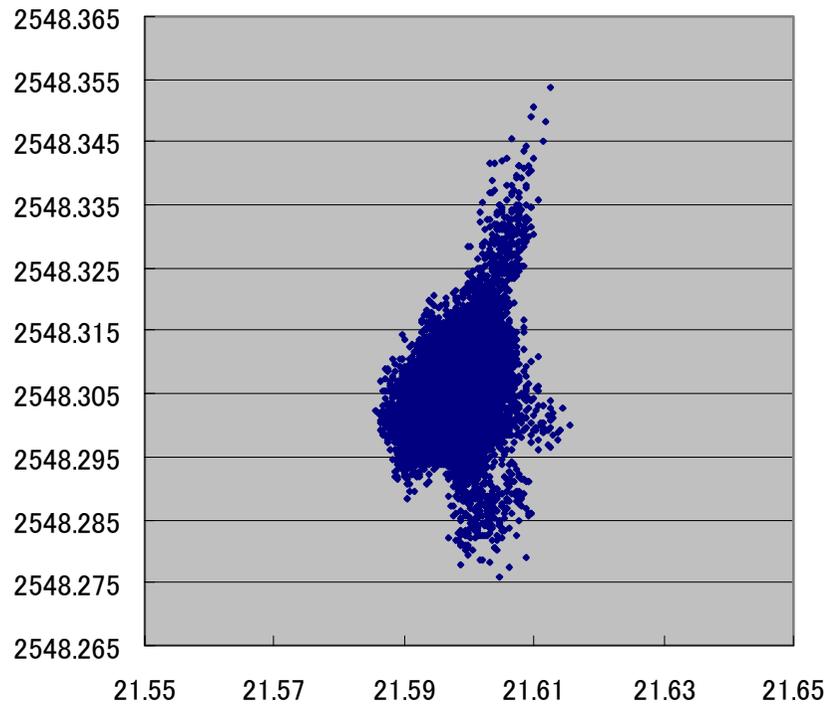
- 使用衛星を主衛星と従衛星に分ける。
- 探索空間内の各候補において、主衛星による位置を算出する。次に以下のチェックを行う。
 - * その各候補の水平位置がDGPS測位結果からずれすぎていないか？
 - * その各候補の位置を残りの従衛星に適用したときの残差が十分に小さいか？

アンビギュイティ決定状況

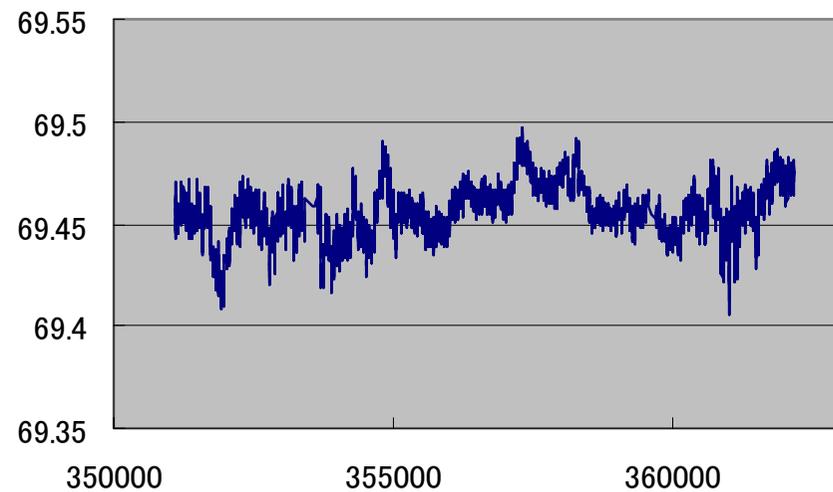
約3時間の間にも8回発生

	候補数/衛星数	Time to Fix (s)	Fix後の誤り
1	3/8	41	47秒後発生
2	13/7	120	なし
3	14/7	2つの候補残る	
4	31/7	261	733秒後
5	114/6	529	863秒後
6	17/7	180	なし
7	82/6	647	354秒後
8	400/5	739	80秒後

正しいFix解による測位結果

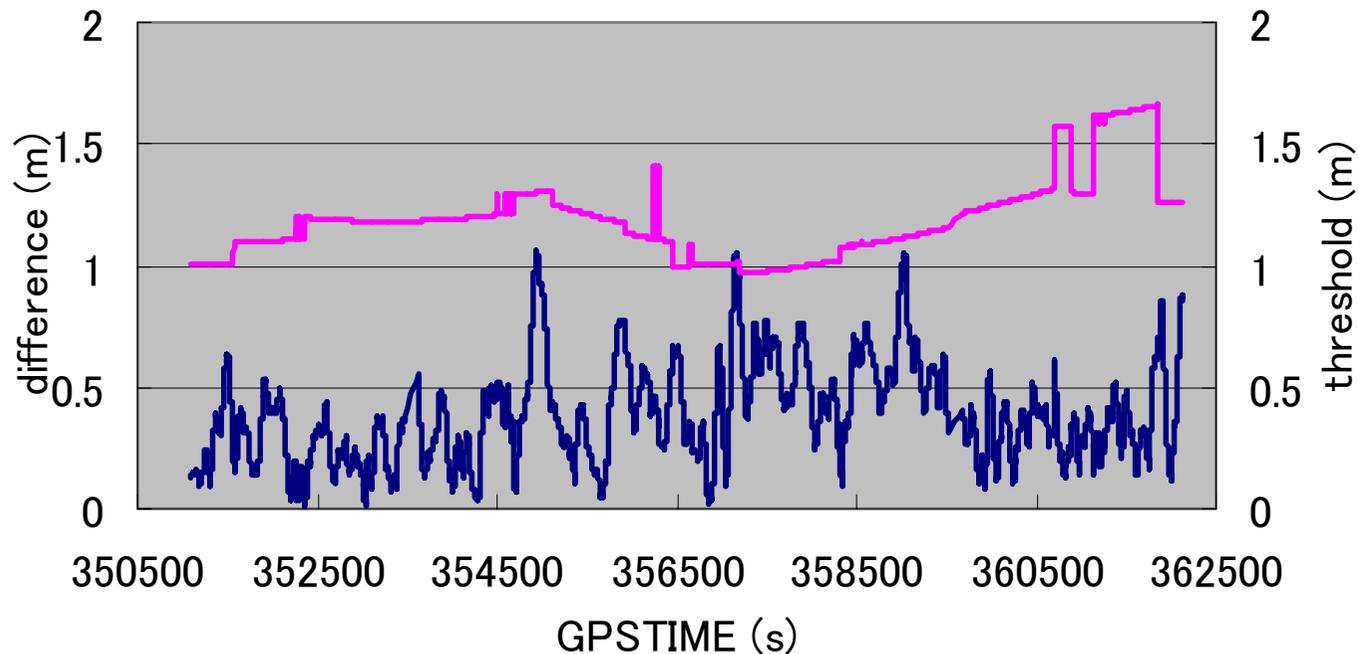


水平方向の測位分布 (m)
2drms=1.78cm



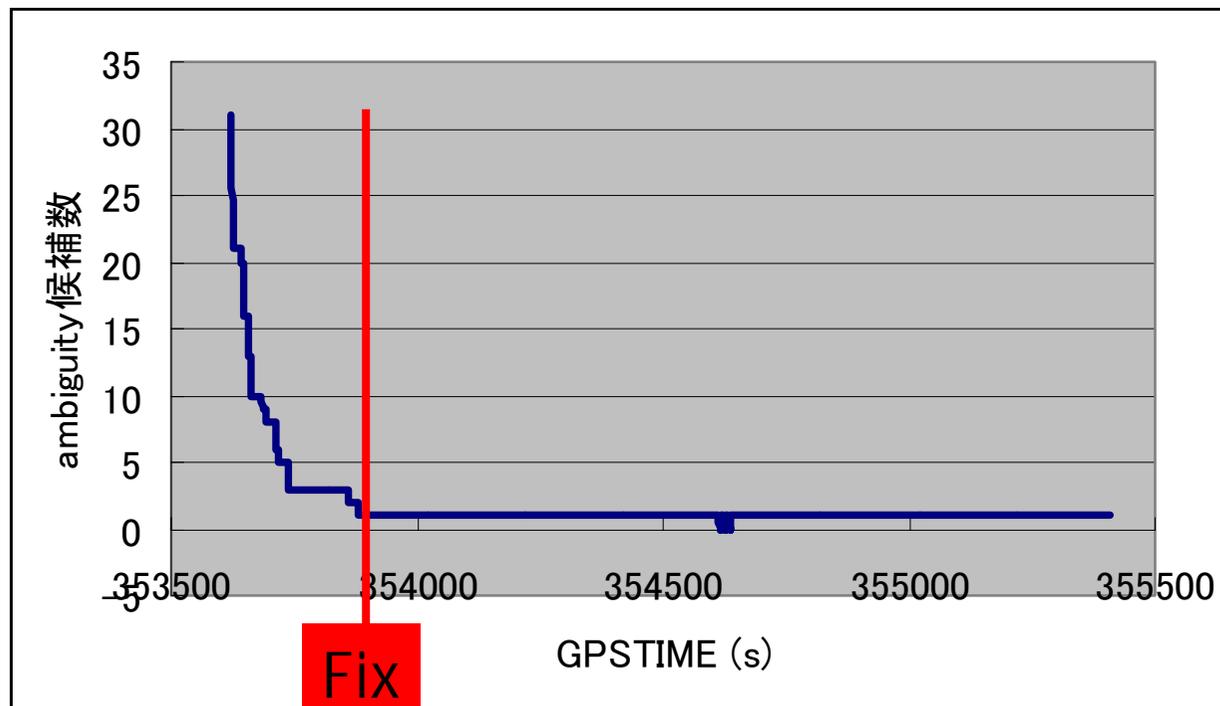
高度方向の測位分布 (m)
2drms=2.60cm

測位領域の検定結果(全区間)



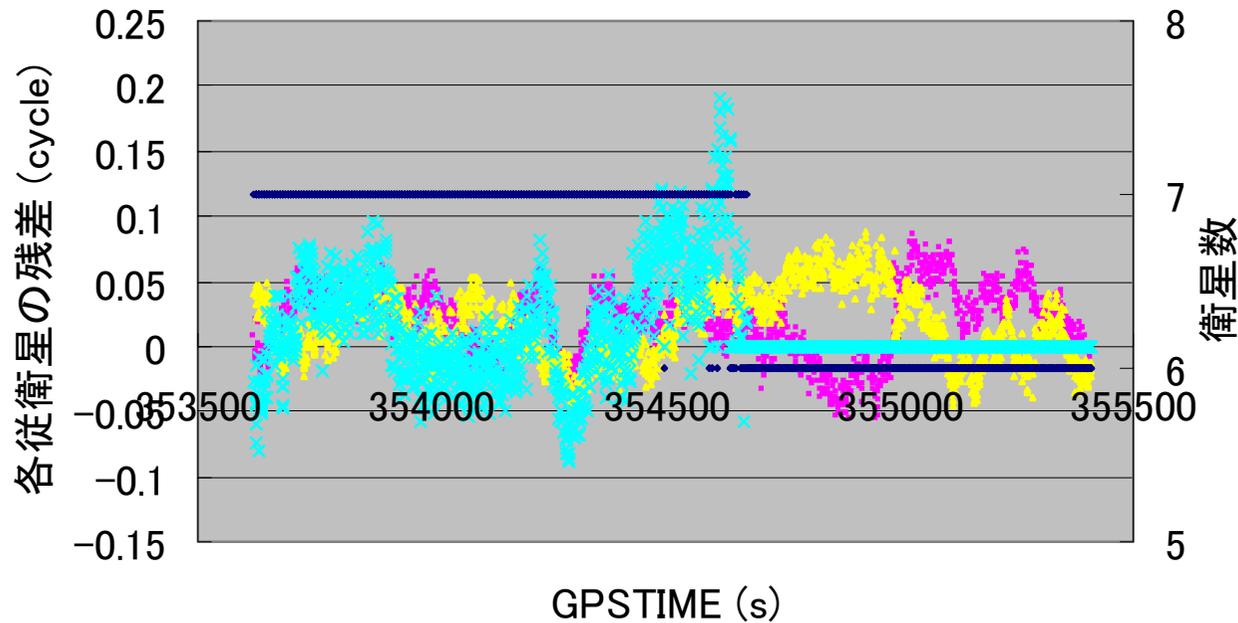
青色 : Fix解とDGP測位結果の水平方向の差
赤色 : 検定の閾値 ($2 * \text{rhdop} * 0.50$ 95%)

観測領域の検定結果(区間4)

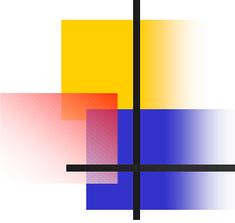


候補数が0になっているときは正しい候補が誤って
棄却されていることになる(4回存在)。もしこの現象が
Fix以前に起こると正しいFix解は得られない

検定に用いる各従衛星の残差 について(区間4)

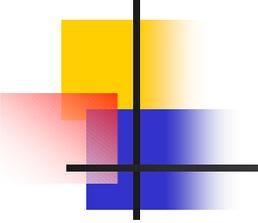


青色は仰角22度から15度へ落ちていく16番衛星の残差
サイクルスリップも多発しており明らかにこの衛星により
Fix解が誤って棄却されている



誤った棄却を減少させるには

- 前もって残差に悪い影響を与えそうな衛星を検知し排除する(衛星数とのバランスが重要)
- 観測領域の検定の部分で各衛星ごとの搬送波位相による二重位相差の分散値をできるだけ正確に求め、各衛星の分散に応じて検定処理を行う(分散を大きくしすぎると候補が絞りづらい)

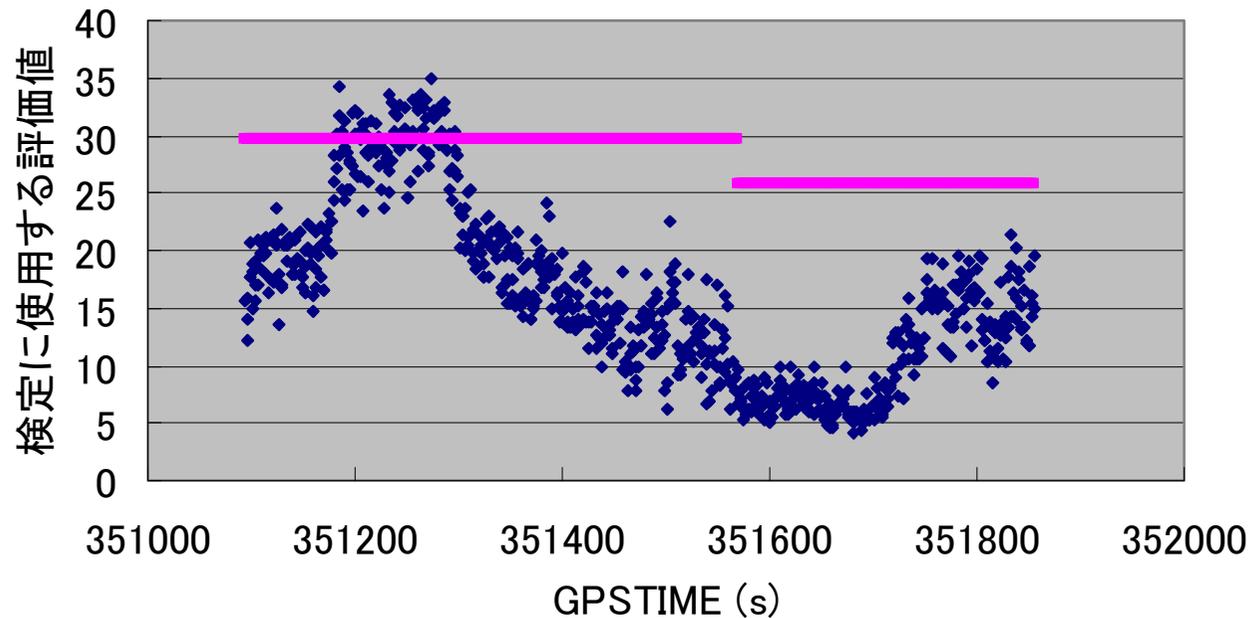


本発表での提案

- 観測領域の検定の部分で、従衛星のなかで最も仰角の低い衛星が残差を大きくしている現象がよく見受けられる
- そのような衛星により、誤って候補が棄却されないようにするために、**従衛星の中で最も低い仰角に応じて分散を設定し検定処理を行う**
- 具体的には、仰角が低くなるほどその衛星の分散値を大きくして、誤った棄却を防ぐようにした。
(分散を大きくしすぎると候補が絞れないのでバランスが重要)

従来の方法による観測領域の 検定(区間1)

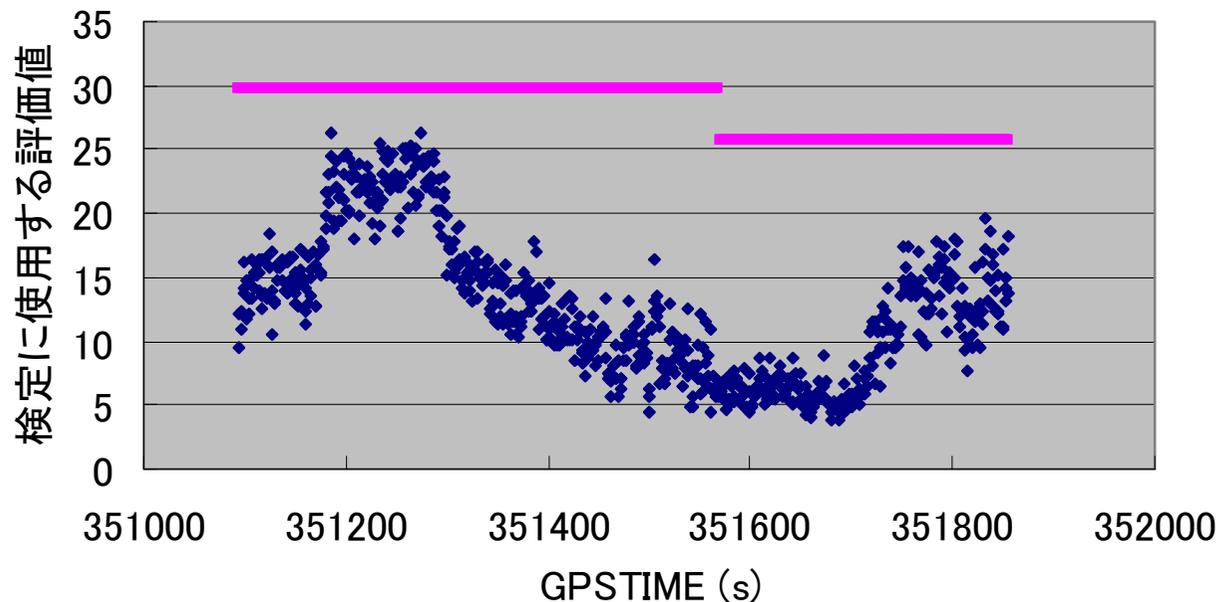
Std=0.025

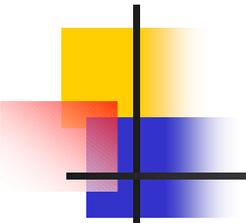


赤線が閾値、青線が従衛星による残差の評価値。
閾値を越えている時が多数見受けられる。

提案した方法による観測領域の 検定(区間1)

Std=-0.001*最低仰角+0.05 (仰角30度まで)
Std=0.0175 (仰角30度以上)



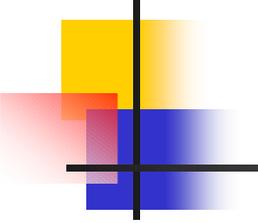


正しいFix解が誤って棄却された 回数による比較

- 従来の分散値を一定にした場合
395/10728 (3.68%)の割合で誤棄却
- 分散値を仰角依存にした場合
212/10728 (1.98%)の割合で誤棄却

他の時間帯に取得したデータで比較した場合
657/15766 (3.47%) 分散値一定
262/15766 (1.66%) 仰角依存

さらに重要な指標となる、Fixをするまでの時間を
両者で比較すると、ほとんど変わらなかった。



まとめ

- L1のみを使用したRTK-GPSにおいて、従来の本研究室におけるアルゴリズムを使用すると、衛星数が少ない場合（5衛星程度）、Fixまでに数分から10分程度、要することがわかった。
- さらに、観測領域の検定の部分で、従衛星の仰角に応じた分散値を与えることで、正しい解の誤った棄却を減少できることがわかった。