

LAMBDA法とは？

東京海洋大学
情報通信工学研究室

主な参考資料

- GPS for Geodesy
- Linear Algebra, Geodesy, and GPS

最初の本は絶版？いずれにしても役に立っています。

背景

- 現在、高精度GPS測位をより実用的に使用するために、正しいFix解を求める必要性が高まっている。
- 高精度測位に用いられている二重位相差による計算は、暗黙の内に相関性を持つ。
- 相関性を無視してFix解の探索を行うと、**非常に効率の悪い探索を強いられることがある**。特に少ないepochの測定値のみを利用する場合などである。

LAMBDA法

- The least-squares ambiguity decorrelation adjustmentの略。
- 整数値バイアスを決定する際に、できるかぎり無相関化を行い、最適な解を得れるように配慮された方法である。ただし、正しい共分散(生データのできるかぎり正しいリアルタイムの分散値?)が必要。

実際の流れ

- 通常 of 最小二乗法でフロート解を求める (通常コードと搬送波位相より)
- 実数の ambiguity から正しい整数の ambiguity をできるだけ高い確率で推定する。ここで LAMBDA 法の力が発揮される。
- 最終的に求めた ambiguity より、位置を算出する。

求めたambiguityが正しいのか間違っているのか？

- Ambiguity決定の成功率は次の要因に依存している。

観測方程式

観測値の精度 (stochastic model)

ambiguity決定に用いた整数推定の方法

- 上の3つで、最初の2点は生データにより決定されているが、最後の推定法だけは利用者が決める。

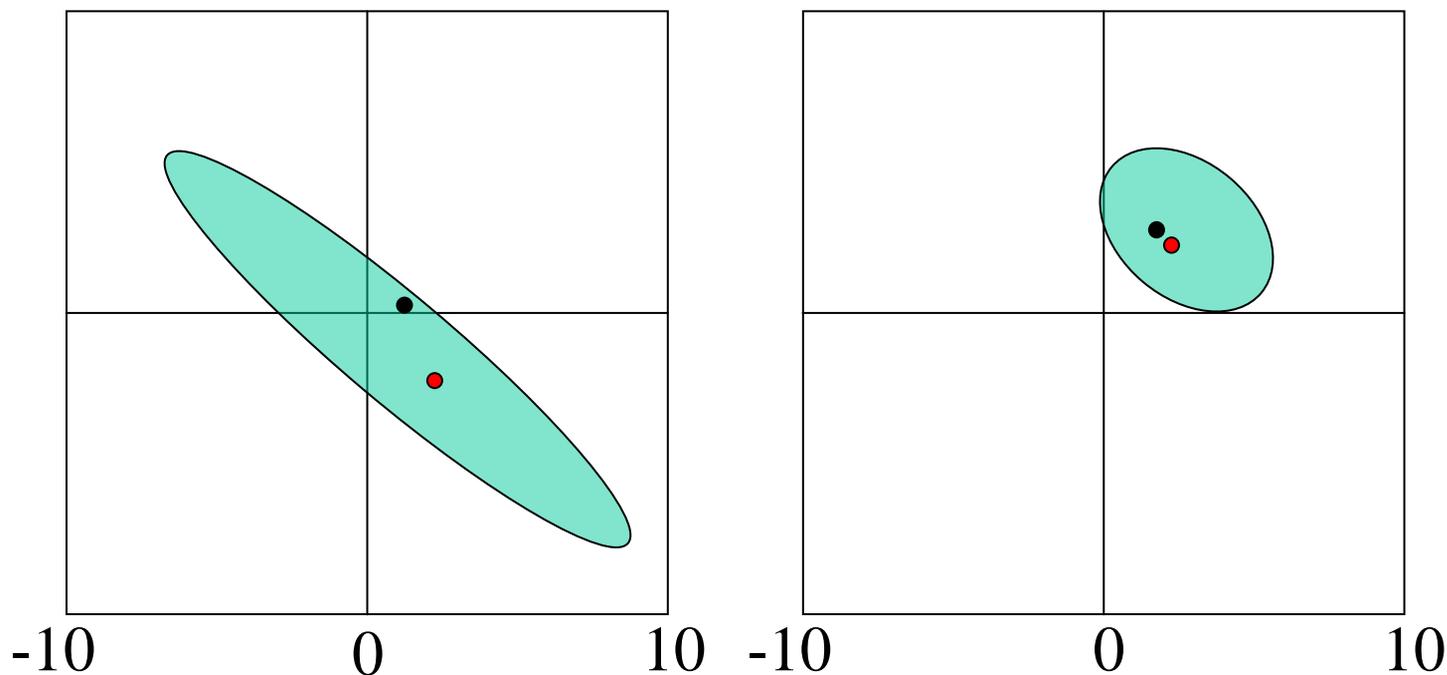
ワイドレーンとの違いは？

- LAMBDA法もワイドレーンも、もとの ambiguity よりも相関の少ない ambiguity の線形結合を作ろうとしている点では同じ。しかし、ワイドレーンはあらかじめ決めた線形結合を利用するのに対して、LAMBDA法は、測定値の精度やモデルの構造に基づいて線形結合を作り出している。

通常 of 最小二乗法とどう違うのか？

左が通常、右がLAMBDA法を用いた場合(2次元)

黒丸がFloat解、赤丸が正しい整数値バイアス



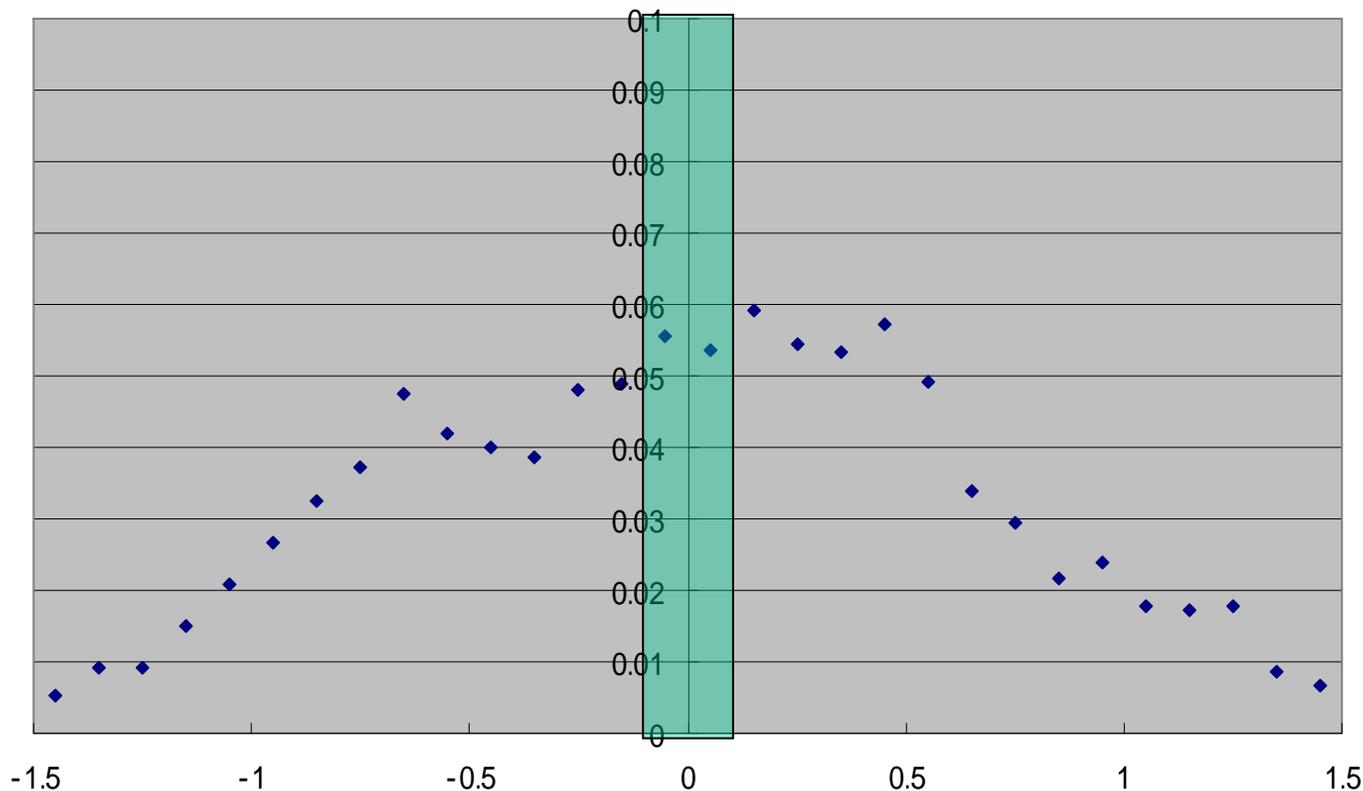
左図よりわかるように、フロート推定値は強い相関を持っており、単純に四捨五入すると誤った解となる。さらに、探索範囲を非常に大きく取る必要がある。LAMBDA法の場合、簡単な四捨五入で正しい解になる確率が高くなる。ワイドレーンもこの一種だが、LAMBDA法ほど最適ではない。

L1のみの生データ例

- 次にL1の擬似距離と搬送波位相の生データ(1時間、1Hz)より、単独でambiguityを決定したときの確率について調査した。
- 擬似距離と搬送波位相の二重位相差のみを用いて計算した。基準局移動局ともに屋上。基線長は100m程度。マルチパスは有。
- スムージングの秒数を変更し、それぞれ0、100、300秒とした。

スムージング0秒のとき

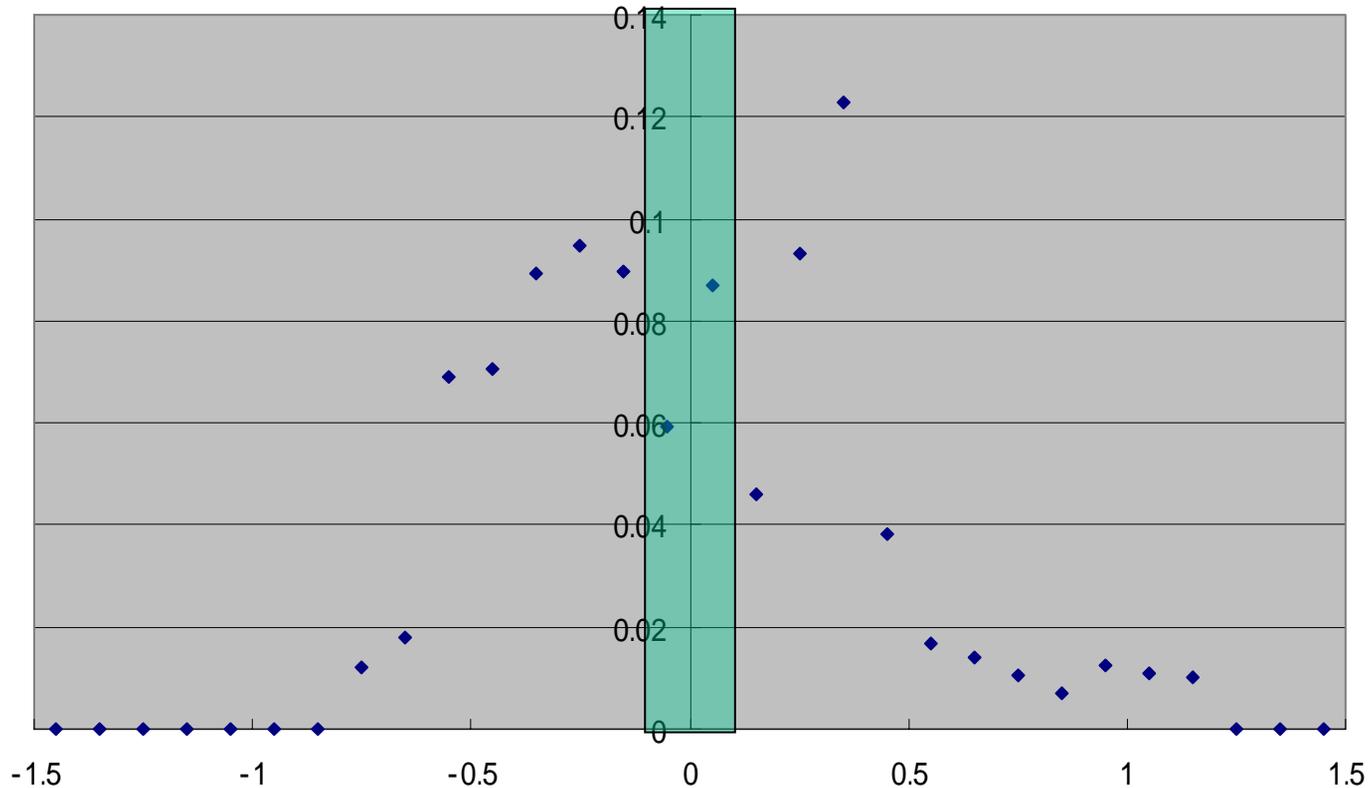
横軸は擬似距離の誤差 縦軸は頻度



ノイズ + マルチパスによる擬似距離の誤差が大きく
成功率はたったの10.6% (色枠内) であった。

スムージング100秒のとき

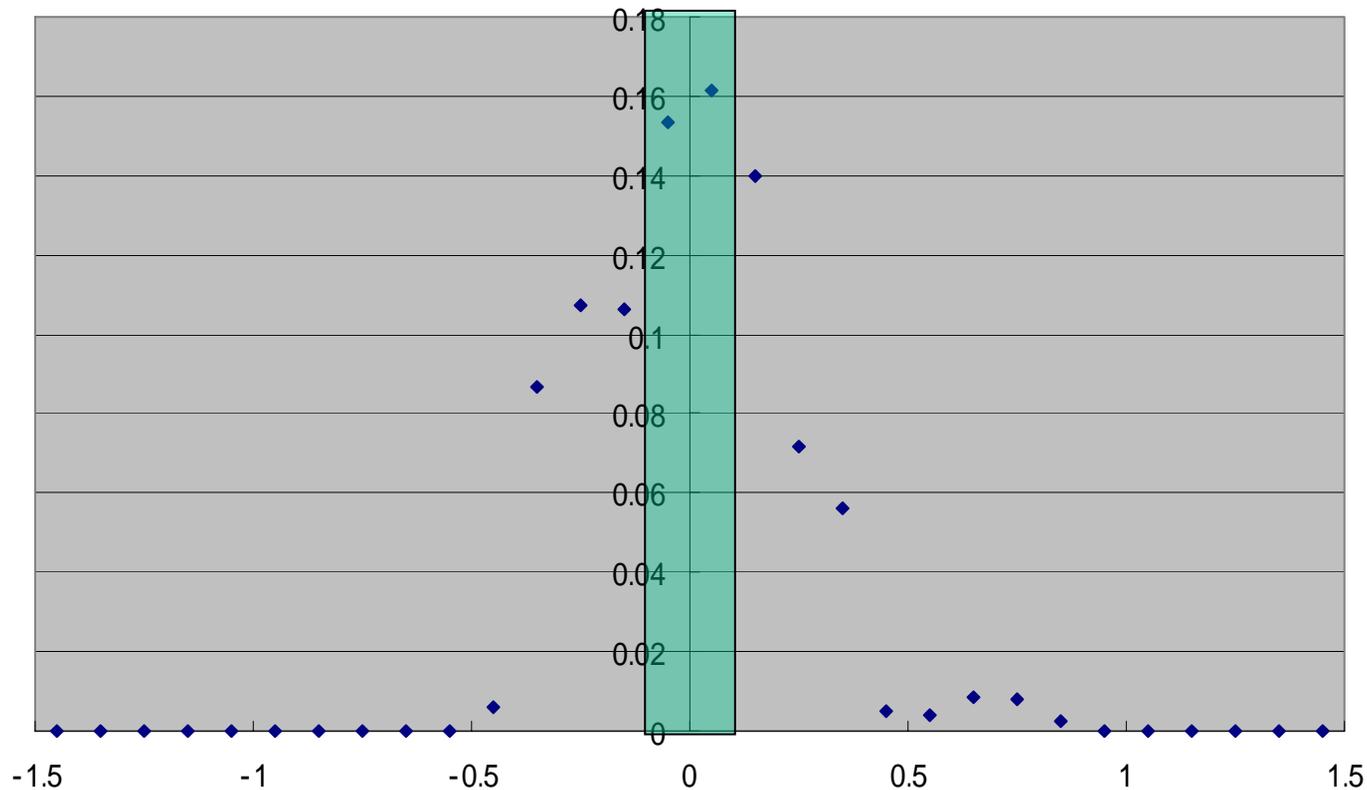
横軸は擬似距離の誤差 縦軸は頻度



1m以上の誤差がかなり削減されたが、以前として成功率は、0秒のときとほとんど変わらず14.2%であった。

スムージング300秒のとき

横軸は擬似距離の誤差 縦軸は頻度



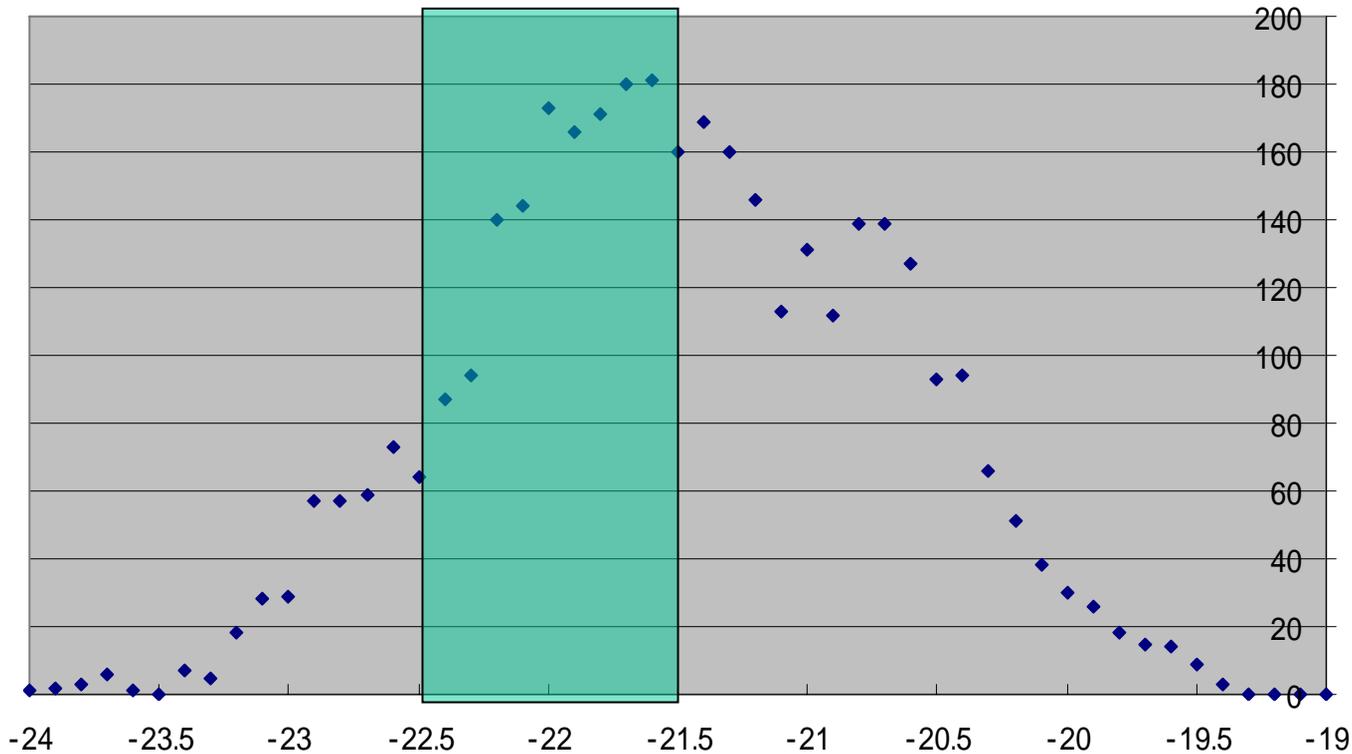
50cm以上の誤差がかなり削減されたため、成功率は30.4%に上昇した。

解析例より

- 以上の3つの例より、L1のデータのみを用いて、擬似距離と搬送波位相のデータからのambiguityを求めようとする、正解を得る確率は非常に低いことがわかった。
- 実際には探索空間を作り、複数のエポックデータやDGPS測位の結果なども考慮してFix解を求めようとするので、上記よりも確率は上昇するが、実用化には厳しいと思われる(L1のみでは)。

ワイドレーンの場合 (0秒、SV10)

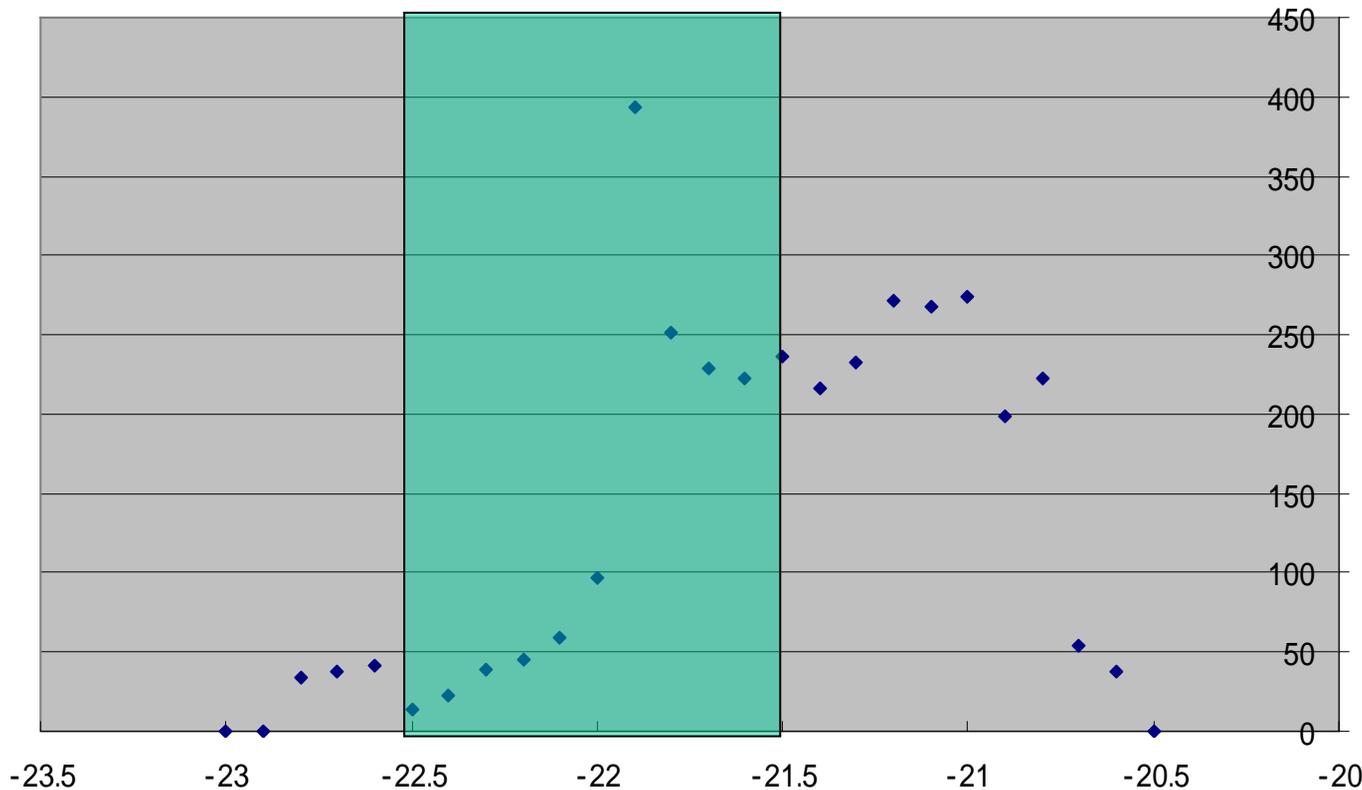
横軸はワイドレーン値 縦軸は頻度



正しい ambiguity は -22 だったので、枠内の成功率は約 41.6%
L1 のみよりは明らかに成功率が高い。

ワイドレーンの場合 (100秒、SV10)

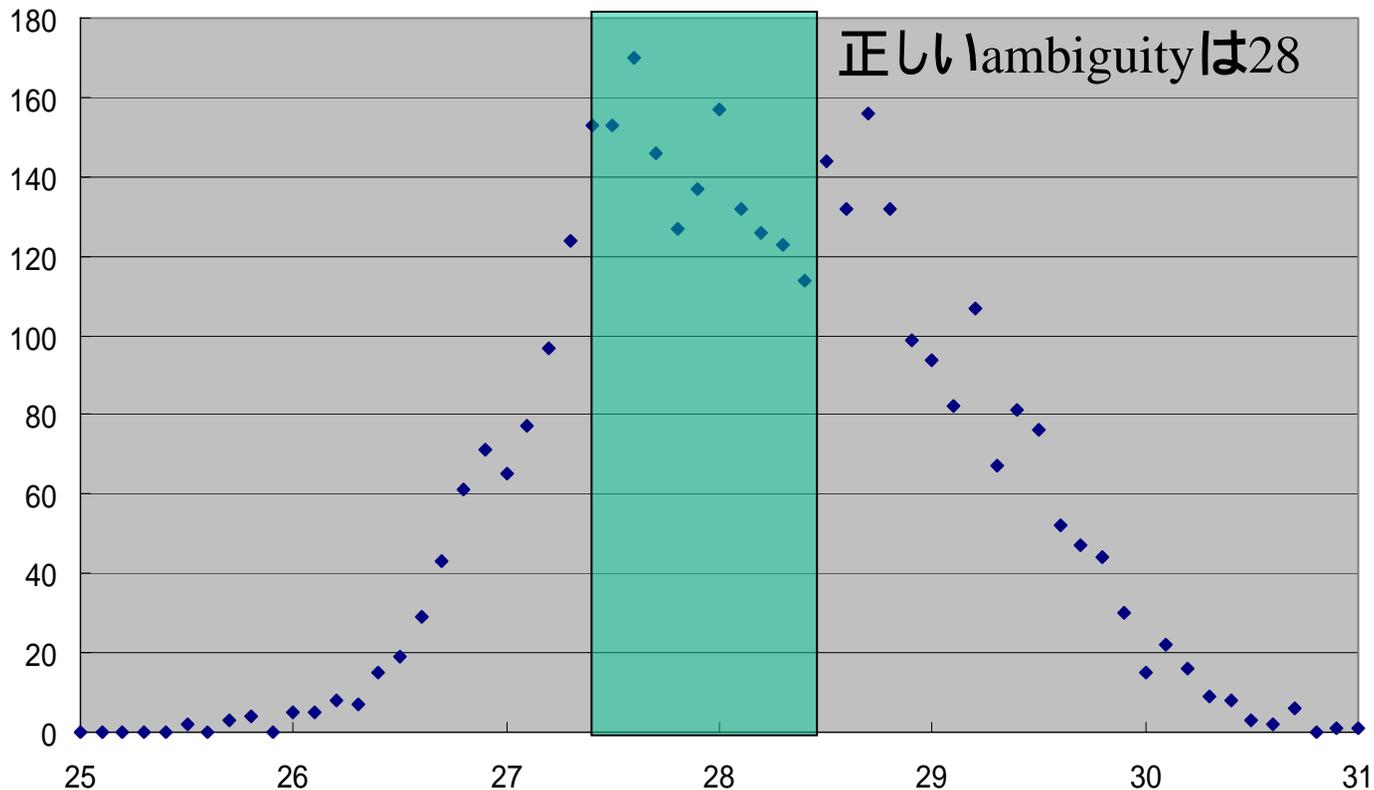
横軸はワイドレーン値 縦軸は頻度



枠内の確率は約45.6%にしか上昇しなかった。これはマルチパスによるバイアスがかかっていたためである。

ワイドレーンの場合 (0秒、SV29)

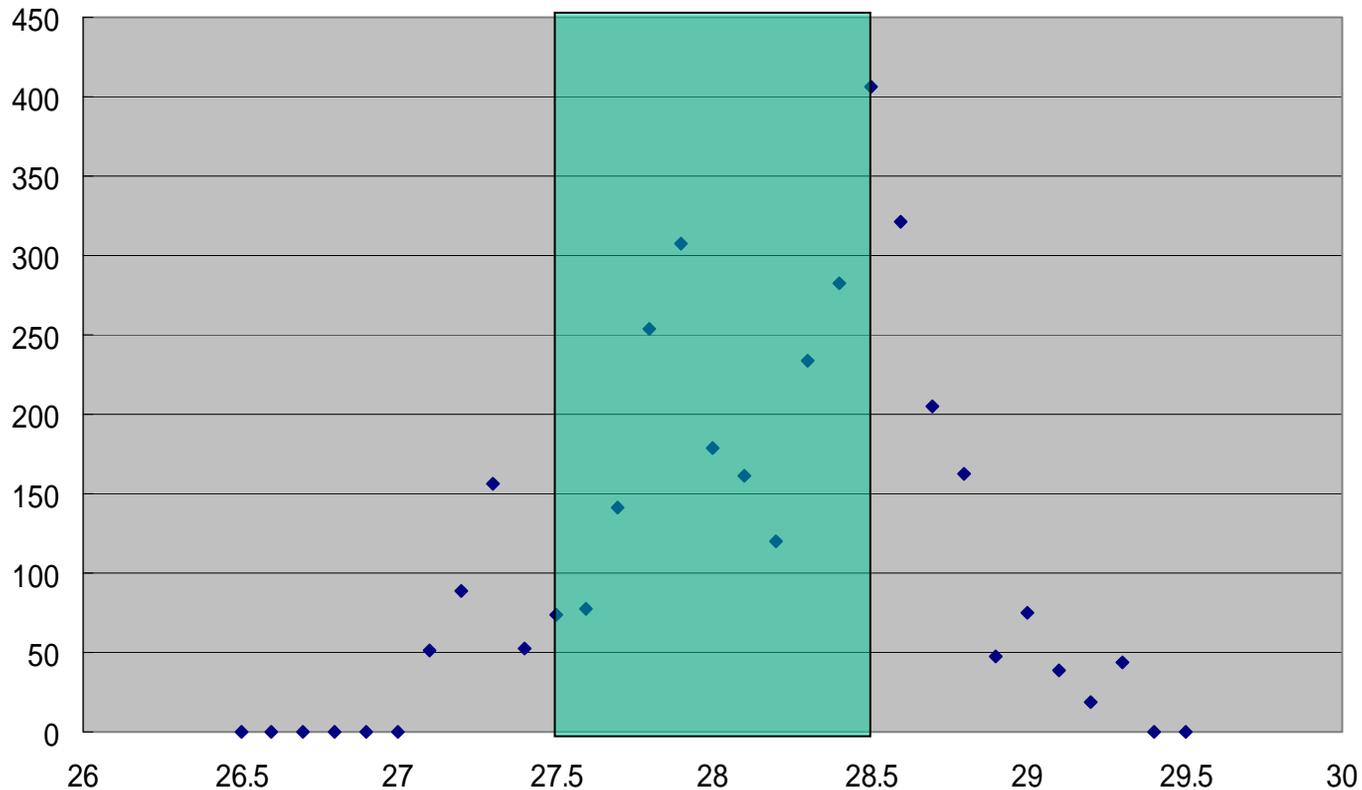
横軸はワイドレーン値 縦軸は頻度



すそのが広く精度はそれほど良くないが、バイアスは10番衛星ほど大きくない。成功率は38.2%。

ワイドレーンの場合 (100秒、SV29)

横軸はワイドレーン値 縦軸は頻度



10番衛星ほどマルチパスによりバイアスがかかっていないので成功率は61.8%に上昇した。

ワイドレーンのまとめ

- L1のみ、または、L1とL2を両方利用した場合でも、1エポックのデータで、ただ実数を四捨五入するだけでは、ambiguity決定の成功率は非常に悪いことがわかる。
- 実際のアルゴリズムでは、多少のマルチパスが存在しても、ワイドレーンを利用すれば短基線でかなり高い成功率が得られている。

今後

- ではないったい、LAMBDA法はどうやって実装するのか？
- LAMBDA法を利用すると、どの程度成功率が上昇するのか？
- マルチパス等が存在してもその性能は維持されるのか？

まだ続きます。