

GBAS用基準局アンテナの精度評価

中谷翼 久保信明
安田明生

東京海洋大学

齋藤信二 吉原貴之
藤井直樹

(独)電子航法研究所

背景

- 地上補強型衛星航法システム(GBAS)において、現在、高度60mまで誘導できるカテゴリ Ⅰ のシステムの開発を終え、さらに高精度・高信頼性が必要とされるカテゴリ Ⅱ / Ⅲ のシステム開発を行っている。
- この規格の達成のためには地上側における誤差の最大要因である**地上からの反射を抑える必要がある**ため、米国ではカテゴリ Ⅱ / Ⅲ のGBASの地上基準局用に2-frontendの特別な受信機を使うMLA(Multi-path Limiting Antenna)が開発された。

背景 - アレイアンテナについて -

- MLAと同等以上の性能を持ち市販の受信機が使えるアンテナの開発を目指し、電子航法研究所で**円偏波アレイアンテナ**が試作された。



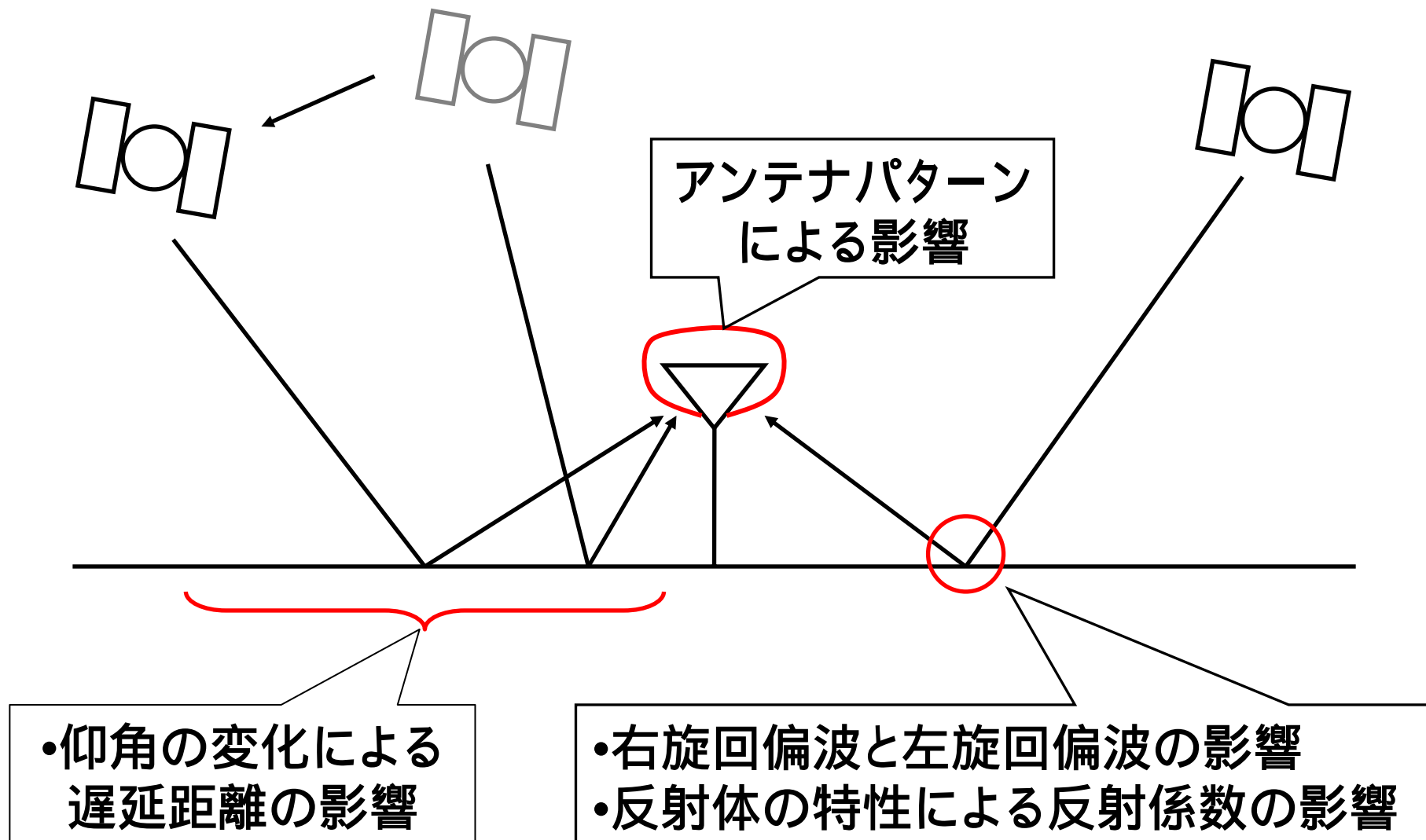
目的

- 本研究では、試作したアレイアンテナと市販のチョークリングとの性能比較を行う。
- ICAOのSARPs値との比較を行う。
- スムージングによって、精度がどのように変化するかを調べる。

地面反射のマルチパスによる誤差要因

- アンテナパターンによる影響
- 右旋回偏波と左旋回偏波の影響
- 反射体となる地面の特性による反射係数の影響
- 仰角の変化(+ アンテナ高)によるマルチパス波の遅延距離の影響

地面反射によるマルチパス誤差の影響



データ取得実験

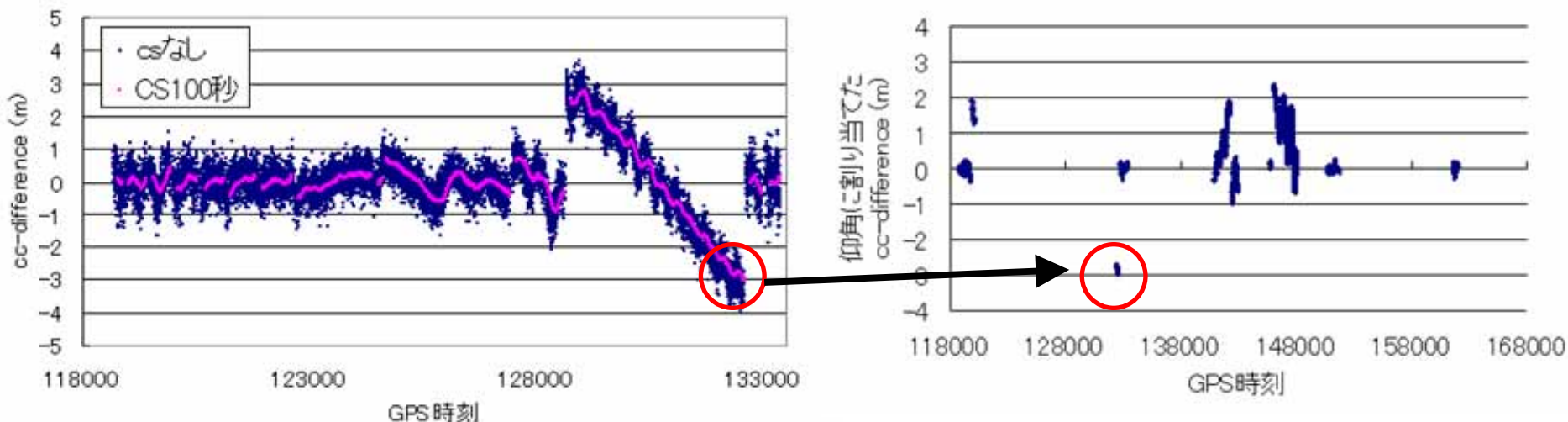
- アンテナ:アレイアンテナ(電子研試作)
- 受信機:NovAtel社製OEM4
- 場所:仙台空港
- 解析時間:12時間

- アンテナ:チョークリング(NovAtel)
- 受信機:NovAtel社製OEM3
- 場所:仙台空港
- 解析時間:12時間

データ解析方法

- 各衛星でサイクルスリップの無い区間で cc-difference を計算し 0 平均で出力する
(cc-difference 値はコードのマルチパス誤差とノイズの合計が支配的になる。ノイズは ~ 10cm)
- 上記の各衛星の値を読み込んで仰角ごとに 0 平均された cc-difference を並び替える
ここで問題あり
- 上記のデータを用いて仰角ごとの標準偏差(精度)を算出する

問題点

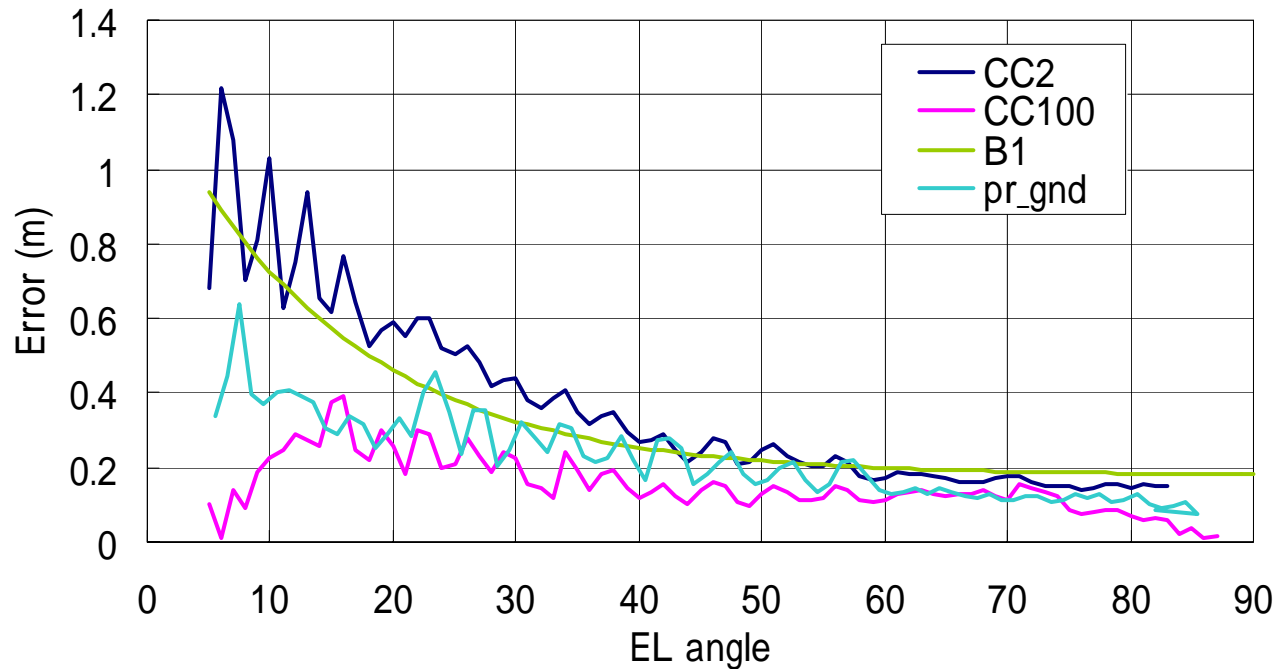


アレイ + OEM4 (8番衛星)

仰角2.5度から7.5度の値

左図は衛星ごとのcc-differenceの時系列データ、
右図は仰角ごとのcc-differenceの時系列データである。
左図の赤丸の時間帯(8番衛星)は、仰角の2.5度から7.5度であり、
仰角ごとに抜き出したデータ(全ての衛星の寄せ集め)は
右図のようになってしまう。よって正確な誤差を出すことは困難。

チョークリング + OEM3 (上記の問題があまり見られない)



CC2はスムージングが2秒、CC100は100秒

B1はICAOのSARPs値

pr_gndは生データより規定に基づいて算出した地上側の精度

アレイアンテナ + OEM4 (上記の問題が多数発生)

- このデータは正確に標準偏差を算出することが困難であった。仰角ごとではなく、各衛星ごとに100秒のスモーキングによりどの程度誤差が低減されたかを示す。それぞれ、スモーキングの有無での標準偏差値(m)。

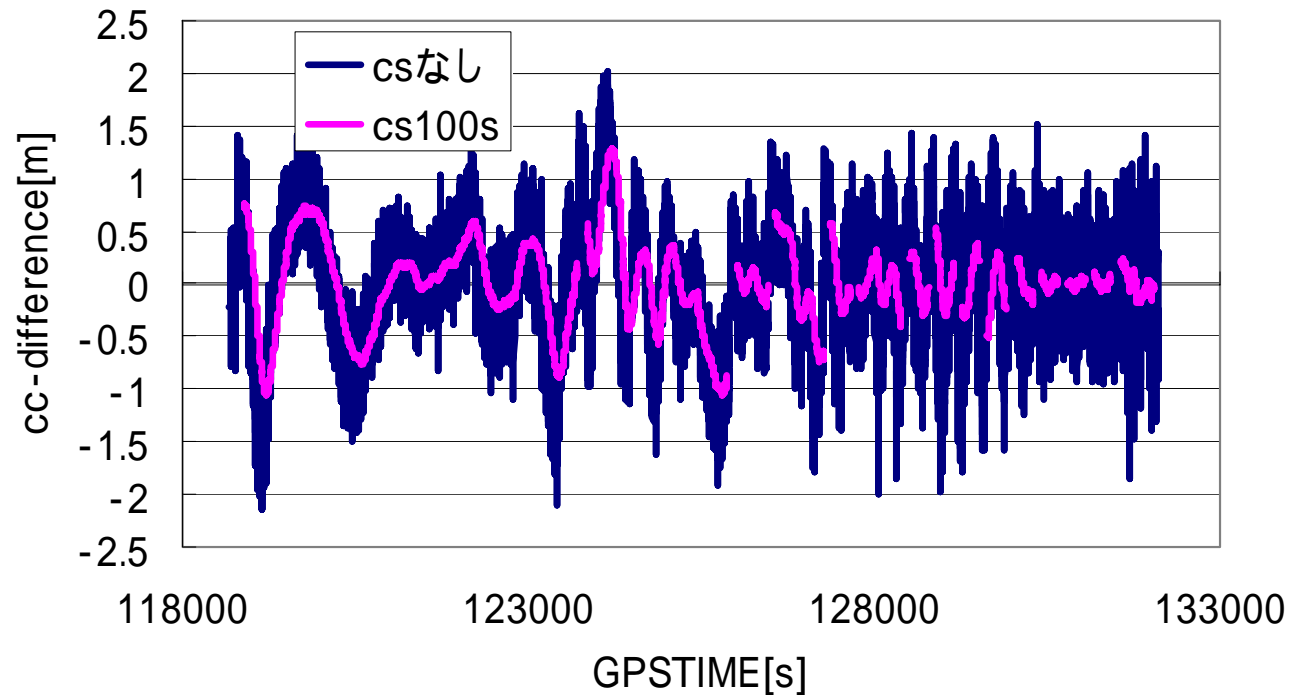
	sv1	sv2	sv3	sv4	sv5	sv6	sv7	sv8	sv9	sv10
なし	0.55	0.58	1.17	0.66	0.97	0.54	0.64	1.05	0.75	0.80
あり	0.36	0.41	1.06	0.40	0.89	0.37	0.15	0.99	0.62	0.68

スモーキングにより、1番から10番の衛星全てについて、誤差が低減されていることがわかる。しかし大きな低減効果はない。

考察

- チョークリングでスムージングを100秒かけた場合は、SARPs(B1)値よりも精度がよく、pr_gndの値に似通っていることがわかる。低仰角ではやや優位。
- アレイアンテナのほうは、サイクルスリップ等が多発し、解析困難なケースが見られた。よってチョークリングとの比較は困難であり、今後の課題としたい。

スムージング効果について (アレイアンテナ)



	最大値	最小値	標準偏差
CSなし	1.981	-2.583	0.552
CS100s	0.918	-1.273	0.355

考察

- スムージングを100秒かけた場合、ノイズ成分が削減されていることは明らかである。
- ただし、衛星の地面反射による遅延距離は、周期がおそいため、比較的長い周期のマルチパス誤差を低減することができていないこともわかった。

まとめ

- チョークリングでスムージング100秒かけた場合は、SARPs(B1)値よりも精度がよく、特に低仰角で優位であった
- アレイアンテナのスムージングによる低減効果は確認できたが、解析方法に問題が発生したため、現時点ではチョークリングとの比較は困難である。
- スムージングの効果については周期の短いマルチパス誤差は十分に低減されるが、長いマルチパス誤差は残存している