

地上型衛星航法補強システム (Ground-Based Augmentation System)



航空交通流の増加に伴い、効率の良い航法・進入方式の必要性が増大



GPS等のGNSS (Global Navigation Satellite System) を用いた衛星航法への期待の高まり



GNSSを用いた着陸システム
GLS (GBAS (GNSS) Landing System)



ILSに代わる精密進入着陸システムとして期待



各国で導入に向けた動きが活発化



GBASの構成

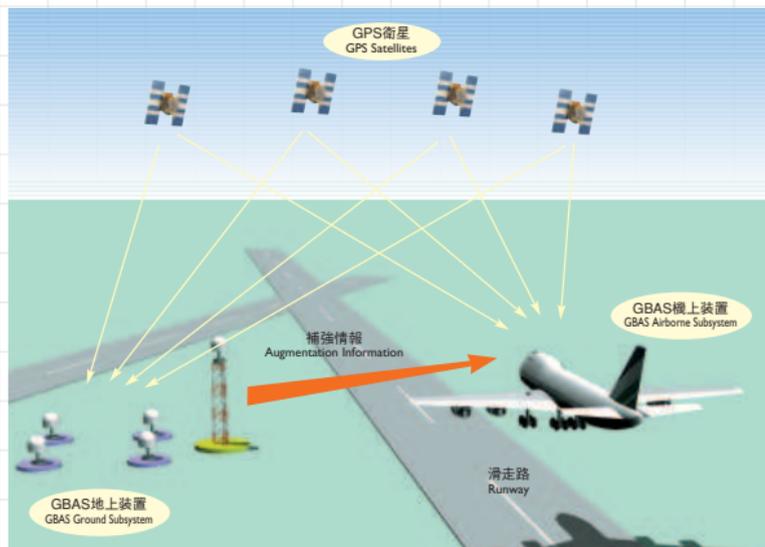


地上装置

- 基準局
- データ処理機器
- VDB送信機器



機上装置



GBASの特長

 地上から機上にVHFデータ放送(VDB)で補強情報を伝送

-  DGPS 補正情報
-  地上装置の情報
-  進入経路の情報

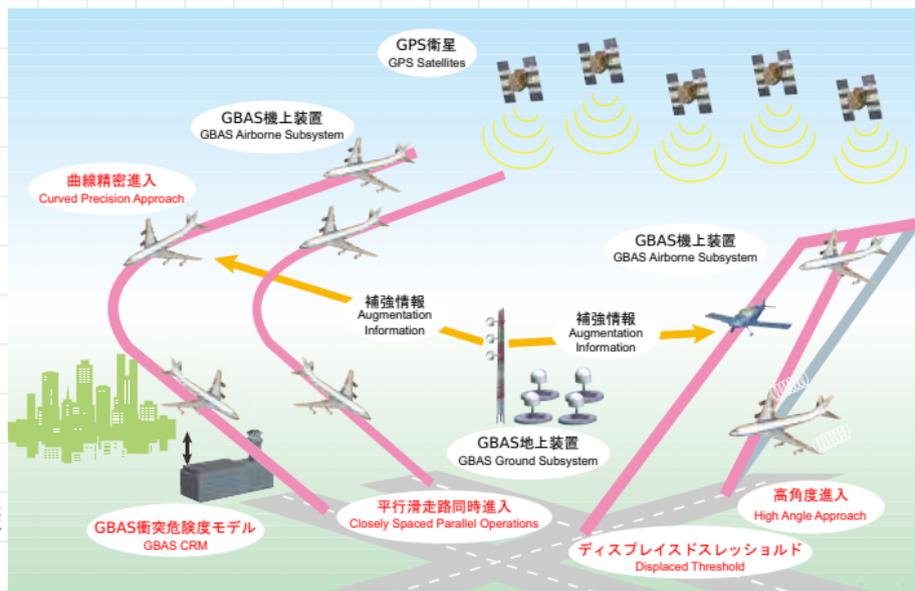


 複数経路に対応

-  コスト削減
-  電波の有効利用

 柔軟な経路設定

-  騒音緩和
-  障害物件回避
-  燃料削減
-  後方乱気流回避



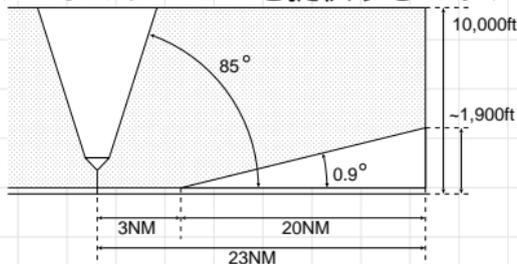
地上装置の設置場所の課題



VHF 送信アンテナ



GBAS のサービスを提供するエリア内において十分な電界強度が必要となる



VDB Coverage

- 大空港ではターミナルビル等で遮られる
→ 複数の送信アンテナ・高い位置への設置



基準局



仰角 5 度以上の衛星が受信可能



周辺障害物からの反射回折の影響がない

→ どのくらい離せば良いかを検討



電波干渉が無い

- 干渉源から 285m 程度離す必要 (実験値, 昨年度報告)





GPS アンテナ



マルチパス低減アンテナ



MLA

(Multipath-Limiting
Antenna)



GPS 受信機



CMA-4048



ナローコリレータ

(相関器幅 0.1chip)



GPS 受信機での信号捕捉



GPS 衛星信号



衛星毎に異なる PRN 符号でスペクトラム拡散



PRN (Pseudo Random Noise : 疑似ランダム雑音)



信号捕捉



捕捉したい衛星の PRN 符号と受信信号の相関を取る



受信信号の中にその衛星の信号があれば相関値が大きくなる



そのピークを捕捉して測距する



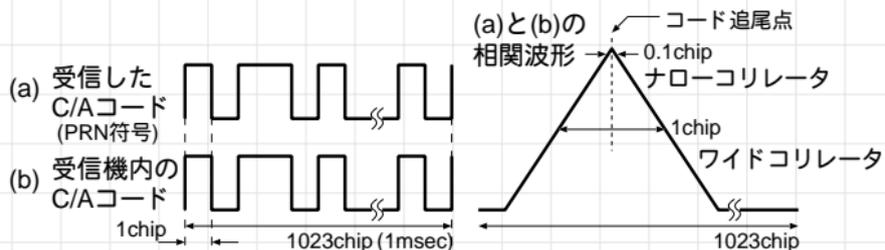
相関波形はピークを中心に対称



相関器ペアの出力が同じとなる点の中心がピーク



相関器ペアの幅が 0.1chip
ナローコリレータ



反射波による測距誤差



反射波による相関カーブの歪み



直接波のみの相関に反射波のみの相関を加えた形状となる

→ 相関波形が非対称となる



測距誤差が発生



反射波による測距誤差



相関器幅と反射波の強度、反射波の遅延量に依存

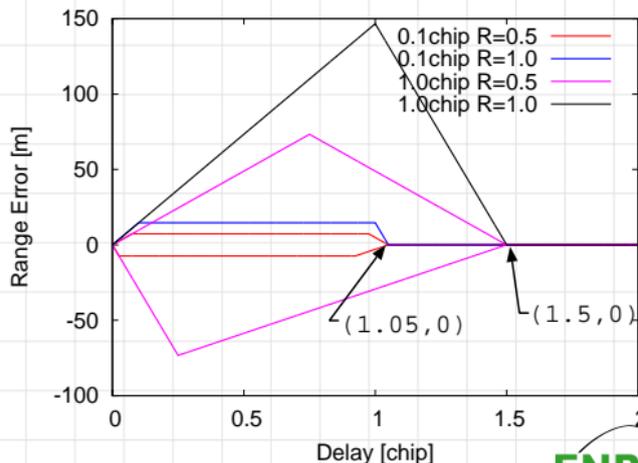
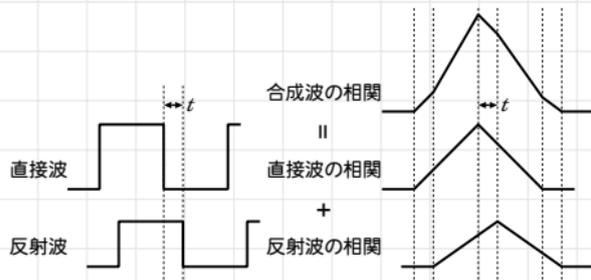


相関器幅を n とすると、反射波の遅延が $1 + \frac{n}{2}$ chip 以上の場合は、反射波による測距誤差は生じない



0.1chip 幅の受信機 → 1.05chip

約 308m に相当



反射物との距離



直接波と反射波の行路差



行路差 $\Delta > 308\text{m}$ であれば測距誤差が発生しない



衛星仰角 EL とすると受信点と反射点の距離 D は

$$D = \frac{\Delta \cdot \cos(EL)}{1 + \cos(2EL)}$$

となる



衛星仰角と反射物までの距離



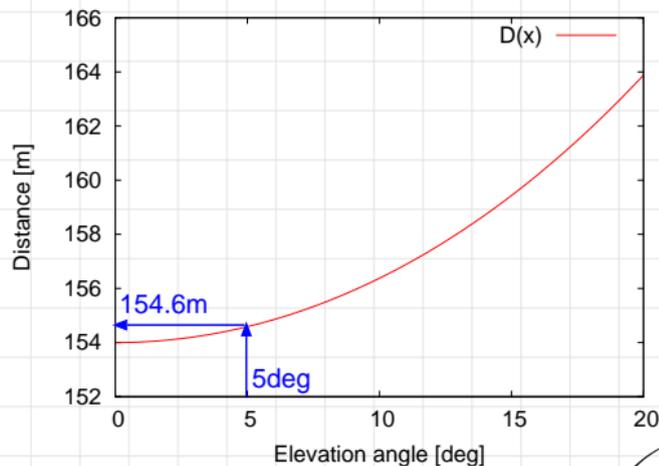
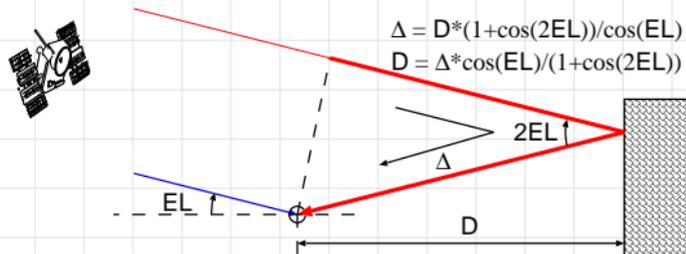
行路差 $\Delta = 308\text{m}$ となるときの仰角と距離

右図



仰角 5度のとき **約 155m**

反射物と基準局の離隔距離



障害物の許容高

 受信点からみた障害物の高さ H

 許容高

 影響が生じない H の最大値

 第1フレネル帯

 送受信点間の第1フレネル帯内に障害物があると伝搬に影響

 送受信点間の距離を $d1 + d2$ としたときの距離 $d1$ での第1フレネル帯の半径 r は

$$r = \sqrt{\lambda \frac{d1 \cdot d2}{d1 + d2}}$$

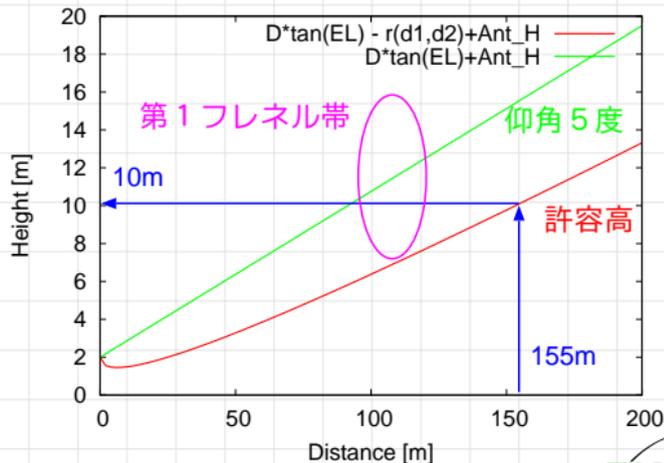
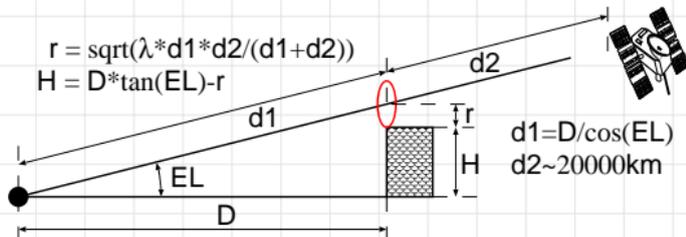
と表される

 許容高

 衛星仰角 EL , 受信点と障害物の距離 D とすると

$$D \cdot \tan(EL) - r$$

 $EL = 5$, $D = 155$, 受信アンテナ高 2m とすると, 許容高はおよそ 10m となる



離隔距離と許容高による領域区分

 横軸を距離、縦軸を高さとして区分

 赤線：距離に応じた許容高

 緑線：衛星仰角に対応した高さ

 反射波による影響がない領域

 B1, B2, B3

 反射物、障害物にならない領域

 A1, B1

 固定物件

 信号強度に影響する領域

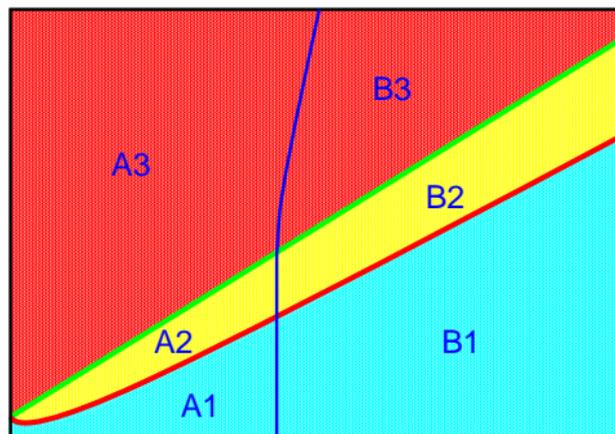
 A2, B2

 移動物件

 衛星からの信号を遮る領域

 A3, B3

Height [m]



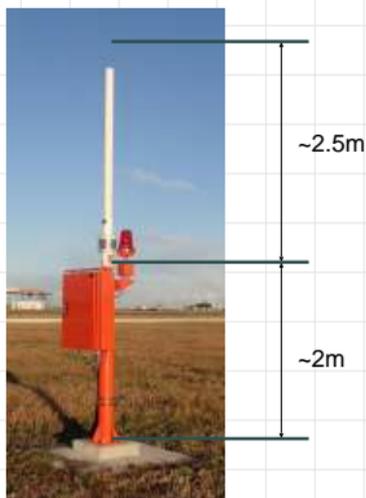
~155m

Distance [m]

隣接基準局との間隔

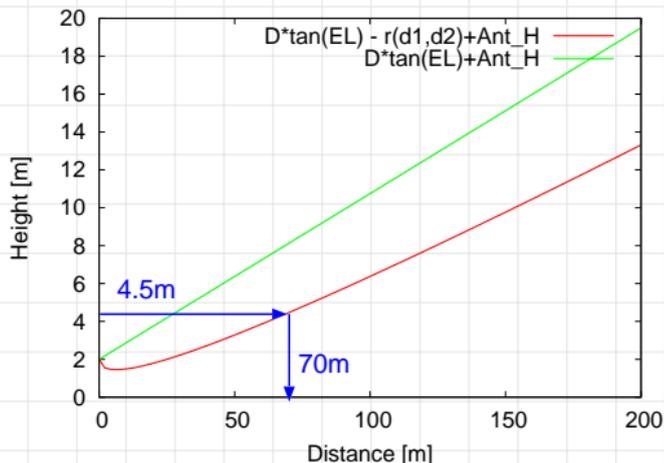
基準局

-  約 2.5m 高のアンテナ
-  約 2m のアンテナマスト



固定物件

-  領域 A1, B1
→ 約 70m



空港内での障害物

誘導路・滑走路上の航空機の垂直尾翼

主要航空機の垂直尾翼の高さ

機種	B747	B777	B787	B737
垂直尾翼高	19.5m	18.5m	16.9m	12.5m
機種	A380	A350	A330	A320
垂直尾翼高	24.1m	16.9m	16.8m	11.8m



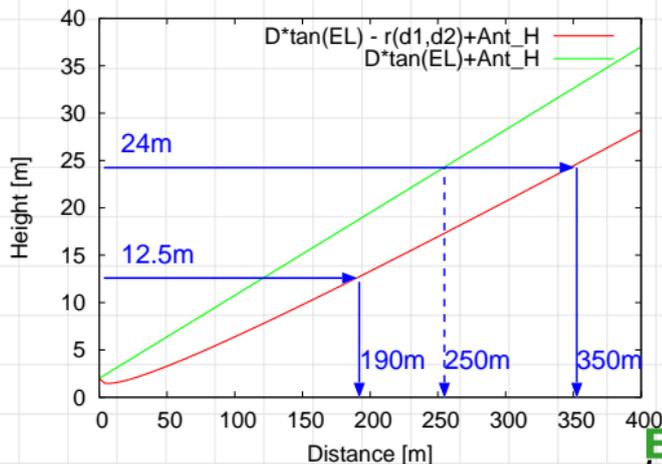
領域 A1, B1 から突出しない

A380 (24m) → 350m 以上

B737 (12.5m) → 190m 以上

B2 まで緩和すると

A380 (24m) → 250m 以上



まとめ



障害物件との離隔距離



GPS 受信機の特性



障害物件の許容高



GPS 衛星と受信点の間の伝搬



基準局から障害物件までの距離、
高さで領域区分



基準局間隔



基準局から航空機の距離



建物、シェルタ等の固定物件



領域 A1, B1



困難な場合は、マスクによりその方向の衛星を使用しない



隣接基準局（固定物件）



領域 A1, B1



複数の基準局に同時に影響がないような配置にすべき



航空機（移動物件）



領域 A1, B1 から突出しないこと



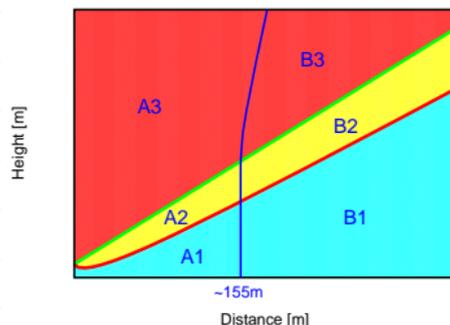
移動する

→ 常に存在する訳ではない

→ B2 まで緩和



以上の条件を考慮し、基準局の設置場所を選定





ご清聴 どうも
ありがとう
ございました

