

18.

GBAS 基準局に対する 個人用保護デバイスの影響

齊藤 真二, 福島 荘之介

電子航法研究所 航法システム領域

平成 26 年 6 月 6 日



GBAS (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

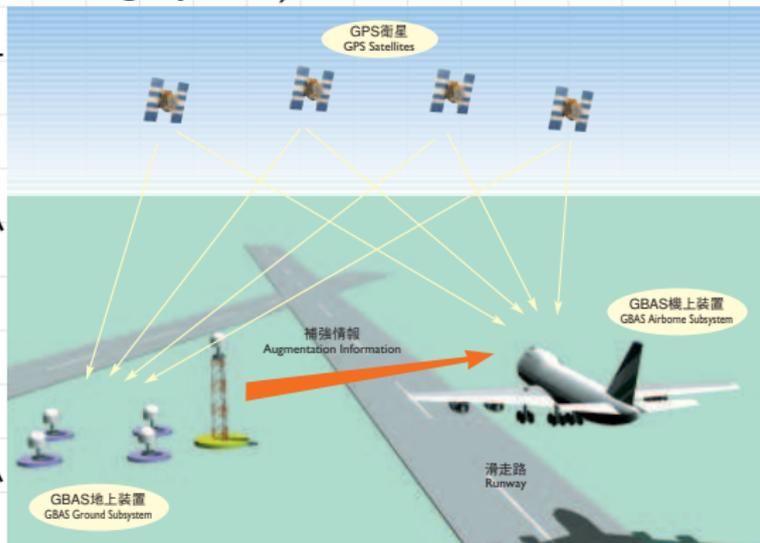
✈️ GNSS を用いた着陸システム
GLS (GBAS (GNSS) Landing System)

🚀 各国で導入に向け
た動きが活発化

✈️ 地上型衛星航法
補強システム

🚀 Ground-Based
Augmentation
System

🚀 ILS に代わる精密
進入着陸システム
として期待



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



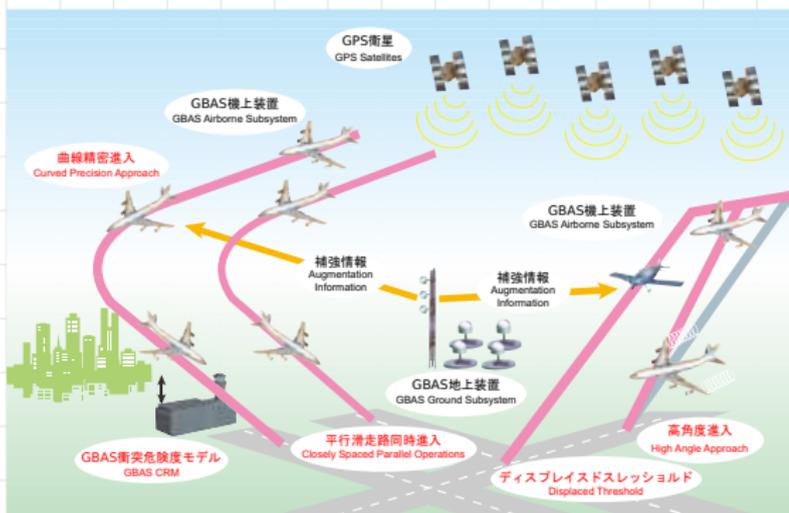
障害物件回避



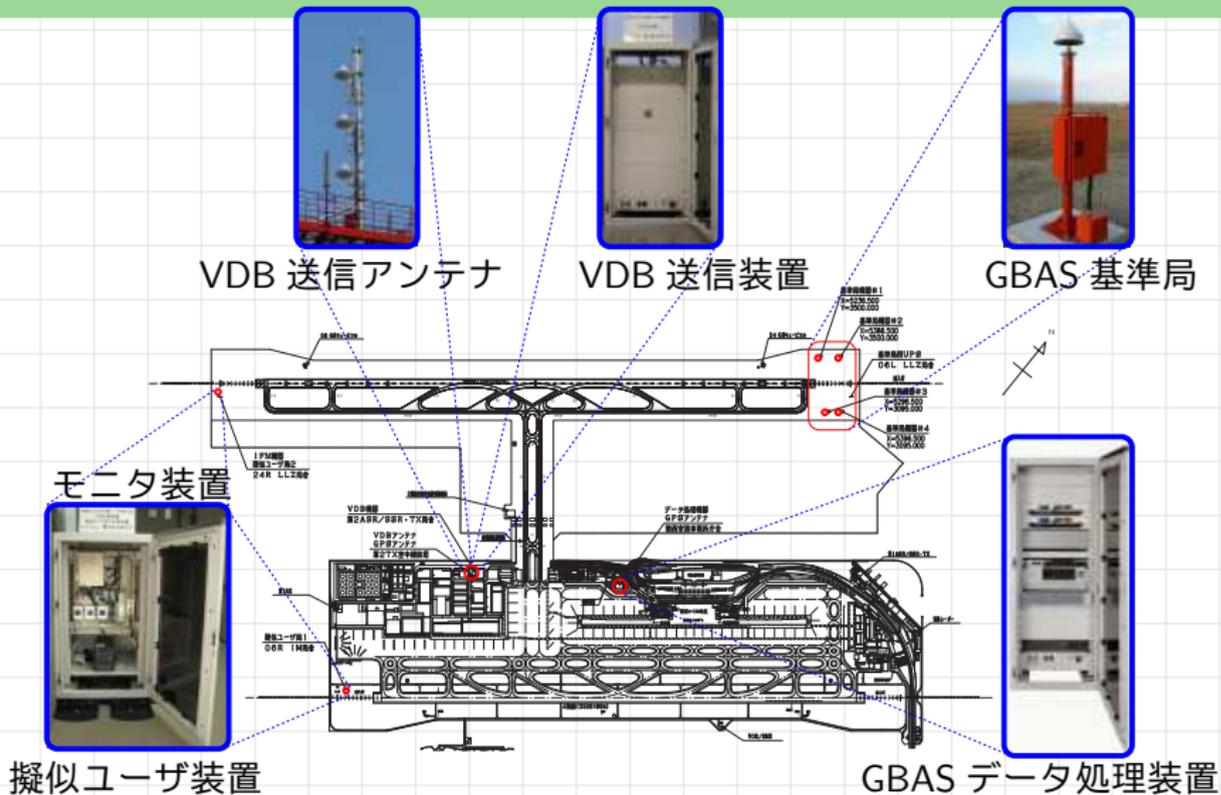
燃料削減



後方乱気流回避



関西空港 GBAS 試作装置



PPD (個人用保護デバイス)



PPD : Personal Privacy Device



自分の居場所 (個人情報) を秘匿するためのデバイス



位置情報



カーナビゲーションシステム



携帯端末

GPS 受信機が内蔵されている



GPS 受信機での信号受信を妨害することで
目的 (=位置情報を秘匿) を実現



GPS ジャマー



米国の事例

 ニューアーク・リバティ空港

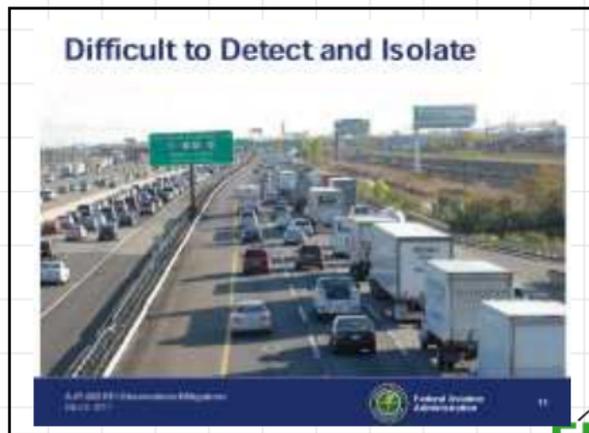
 運用に向けた評価を実施

 2009年11月23日

 基準局 GPS 受信機の信号捕捉が中断

 C/N0 の観測値に異常

PPDによるものと
判明



出典：AJP-652：GPS Privacy Jammers and RFI at Newark



目的

 当研究所で研究・開発している GBAS 地上装置に対する PPD の影響を明らかにする



 実用機製造時の安全性設計
GBAS 地上装置の設置基準 などに寄与

 PPD の基本的な特性をスペクトラムアナライザにより取得

 GPS シミュレータを用い GPS 受信機への影響を調査

 電波無響室内において実施



PPDの種類1

ポータブルタイプ



PPD-A

-  出力：0.5W
-  影響範囲：10m
-  ブロック周波数：GPS L1 (1575.42MHz)
-  サイズ：97x45x19mm, 111g



PPD-B

-  出力：0.5W
-  影響範囲：10m
-  ブロック周波数：1555-1595MHz
-  サイズ：95x45x18mm



PPDの種類2

シガーソケットタイプ

PPD-C

-  出力：0.5W
-  影響範囲：10m
-  ブロック周波数：GPS L1 (1575.42MHz)
-  サイズ：70x20x20mm, 25g



PPD-D

-  出力：33dBm
-  影響範囲：15m
-  ブロック周波数：1500-1600MHz
-  サイズ：75x20x20mm



PPDの種類3

ハイパワータイプ

PPD-E

-  出力：2W
-  影響範囲：15m
-  ブロック周波数：GPS L1/L2/L3/L4/L5
-  サイズ：113x60x31mm, 0.3kg



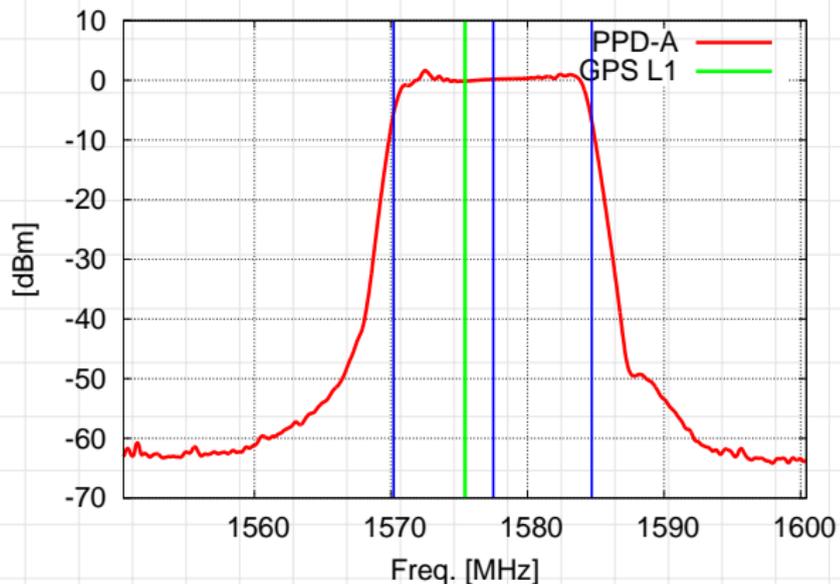
携帯電話型

PPD-F

-  出力：0.5W
-  影響範囲：10m
-  ブロック周波数：GPS L1/GSM/PHS/3G
-  サイズ：100x50x18mm



測定結果 PPD-A



中心周波数 1577.5MHz



帯域幅 14.5MHz

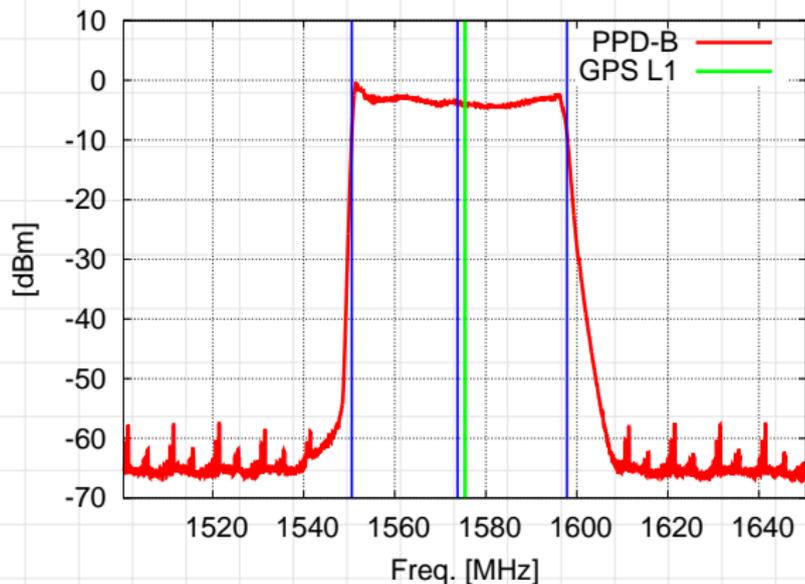


出力 16.0dBm

40mW



測定結果 PPD-B

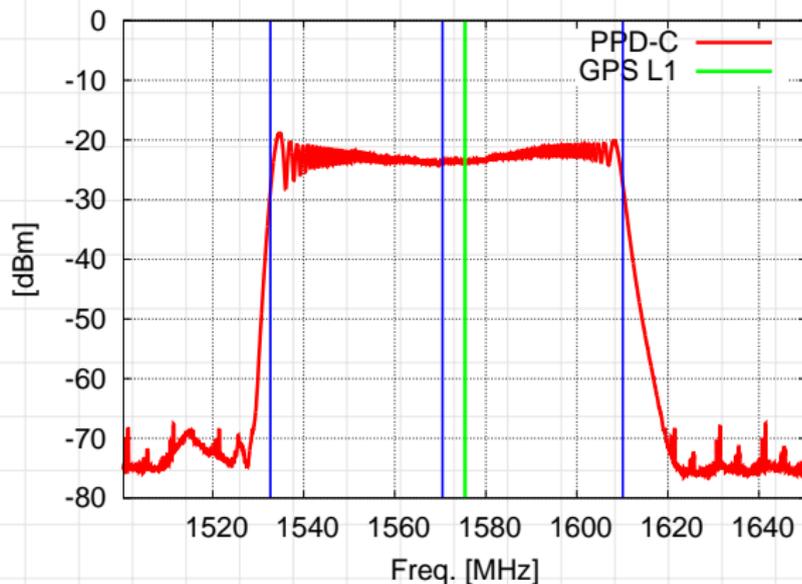


 中心周波数 1573.8MHz
 帯域幅 46.5MHz

 出力 21.7dBm
150mW



測定結果 PPD-C

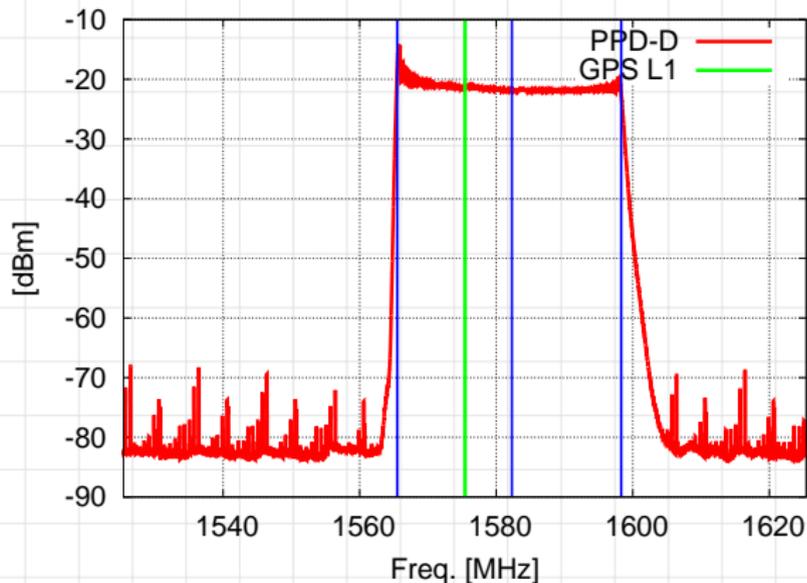


 中心周波数 1570.5MHz
 帯域幅 77.4MHz

 出力 4.85dBm
3mW



測定結果 PPD-D

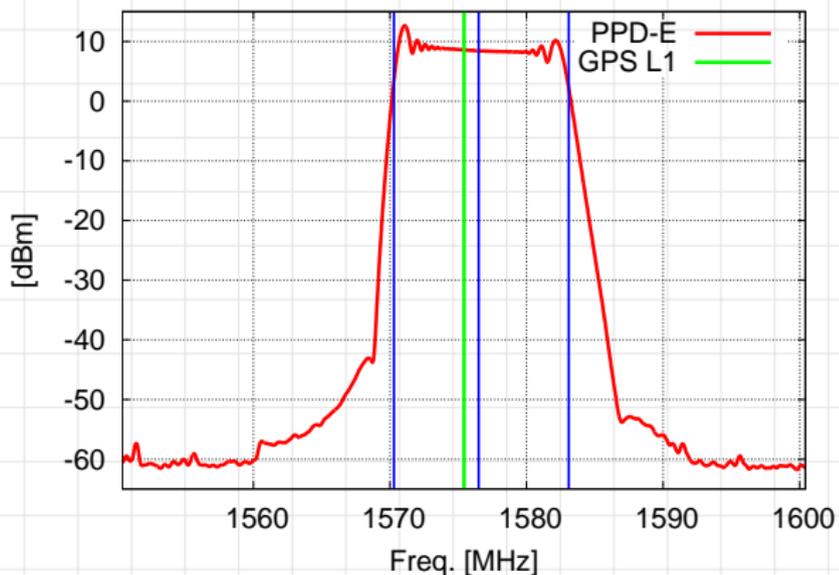


 中心周波数 1582.3MHz
 帯域幅 32.8MHz

 出力 9.57dBm
9mW



測定結果 PPD-E



 中心周波数 1576.5MHz
 帯域幅 12.8MHz

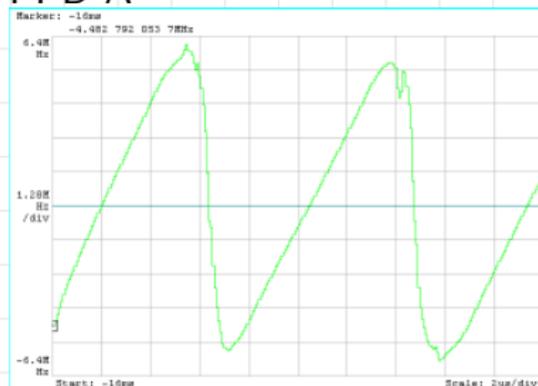
 出力 23.8dBm
240mW



変調解析 : PPD-A, PPD-E



PPD-A



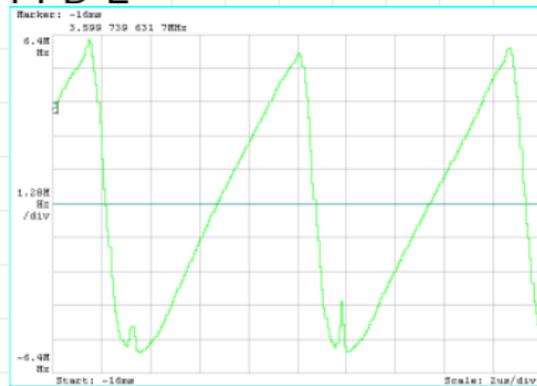
周波数変移 11.3MHz



周期 8.4 μ s



PPD-E



周波数変移 12.2MHz



周期 8.6 μ s



PPD の特性 (まとめ)

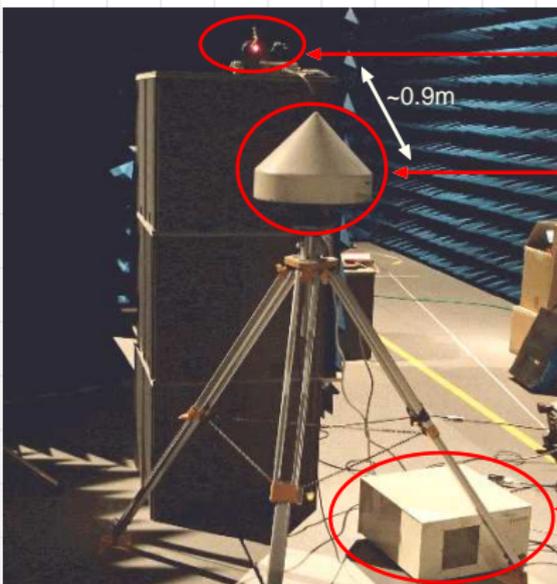
| | | 中心周波数 [MHz] | 帯域幅 [MHz] | 出力 [dBm] | 周波数変移 [MHz] | 周期 [μ s] |
|--|---|----------------|--------------|-------------|----------------|------------------|
|  | A | 1577.5 | 14.5 | 16.0 | 11.3 | 8.4 |
|  | B | 1573.8 | 46.5 | 21.7 | — | — |
|  | C | 1570.5 | 77.4 | 4.85 | — | — |
|  | D | 1582.3 | 32.8 | 9.57 | — | — |
|  | E | 1576.5 | 12.8 | 23.8 | 12.2 | 8.6 |

GPS 信号受信への影響

-  GPS 信号強度：GPS シミュレータの設定により固定
-  PPD の信号強度：アッテネータにより可変
-  アッテネータによる減衰量と，GPS 受信機の C/N0 値，擬似距離誤差 (CMC 値) により，PPD による干渉の影響を評価
-  使用機材
 -  CMA-4048(GPS 受信機)
 -  GBAS プロトタイプ装置の基準局で使用
 -  各種 PPD



測定の様子

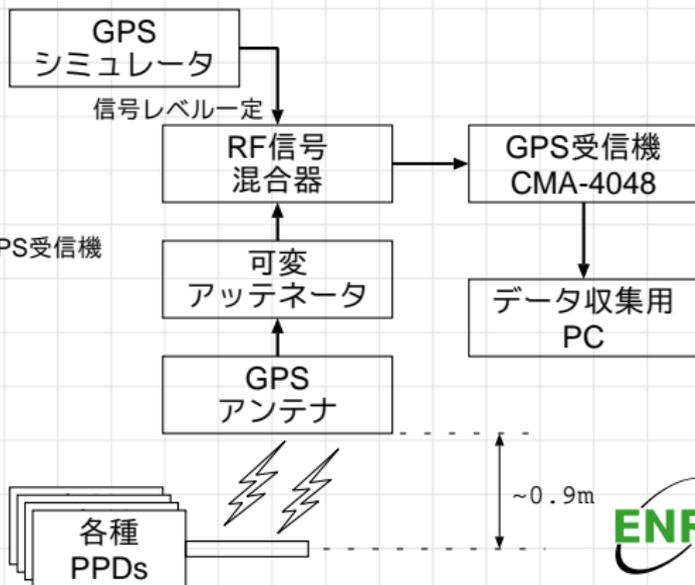


PPD

~0.9m

GPSアンテナ

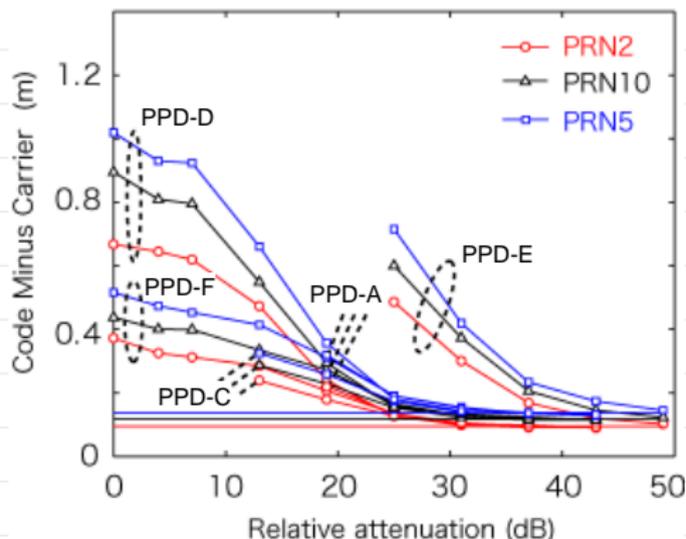
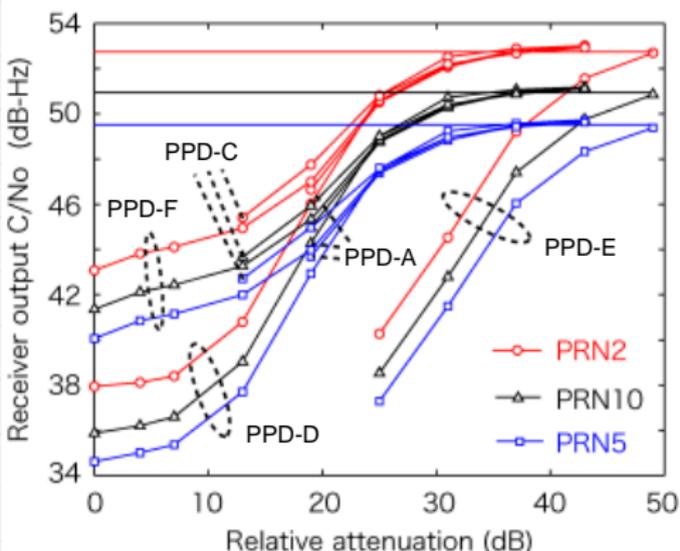
GPS受信機



~0.9m



高仰角衛星



ATT 挿入量と C/No (左)



ATT 挿入量と CMC (標準偏差) (右)



PPD-E : 50dB~45dB で低下, 25dB 未満で捕捉不能

ATT 挿入量と送信点～受信点間の仮想距離

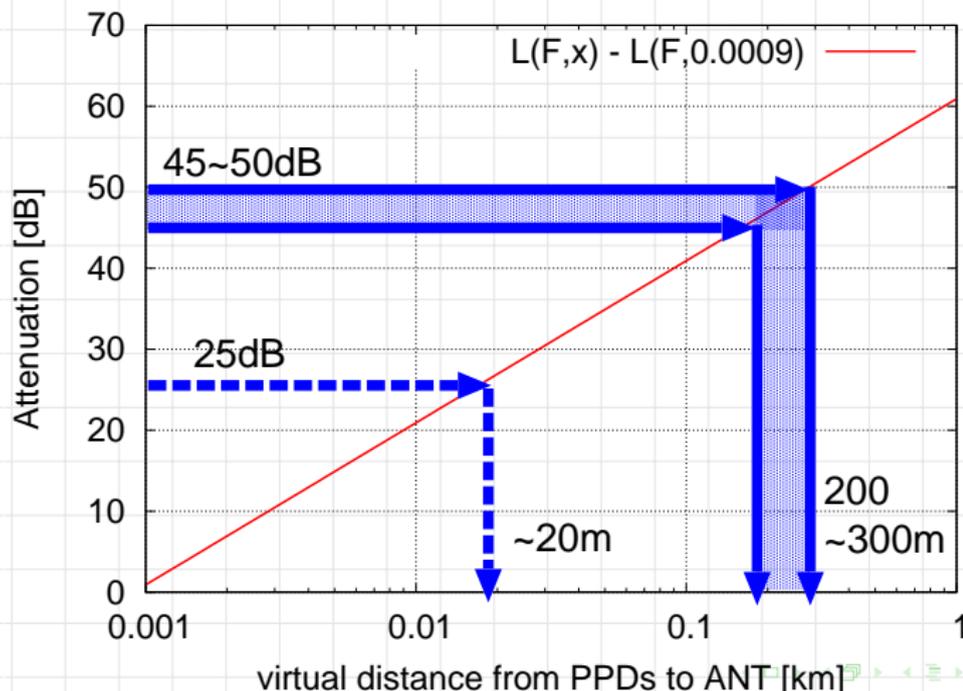


自由空間伝搬損失の式

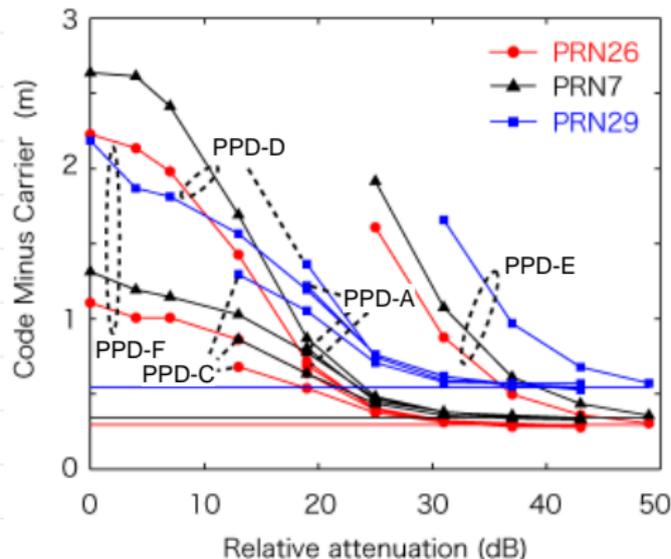
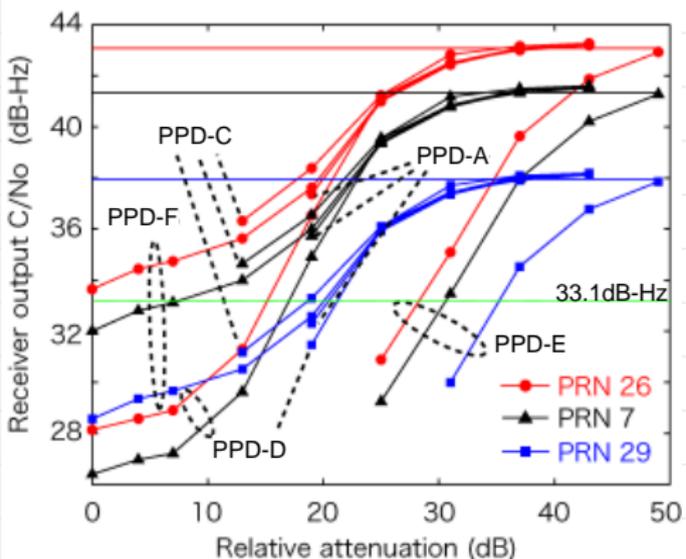


$$L = 32.44 + 20 \log(F) + 20 \log(d)$$

L : 損失 [dB], F : 周波数 [MHz], d : 距離 [km]



低仰角衛星



擬似距離誤差 (C/No モニタの閾値, 33.1dB-Hz を考慮)



最大約 1.1m (CMC 値の標準偏差)

- PPD-F, PRN26, 0dB
- PPD-C, PRN29, 20dB
- PPD-E, PRN7, 30dB





入手した PPD の基本特性を測定 GPS 受信機に対する影響の評価



離隔距離

- 最も出力が大きい PPD (PPD-E)
- C/N0 の大きい (高仰角) 衛星の組合せにおいて、
- 受信信号強度, 擬似距離に影響が現れ始める距離はおよそ 200~300m
- 信号捕捉不能となる距離はおよそ 20m



擬似距離誤差

- GBAS プロトタイプ の C/N0 モニタ閾値を適用すると
- 約 1.1m (標準偏差)



今後,



信号検知モニターの検討



実環境での干渉源調査



GBAS 地上装置の設置基準の策定に寄与

