

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

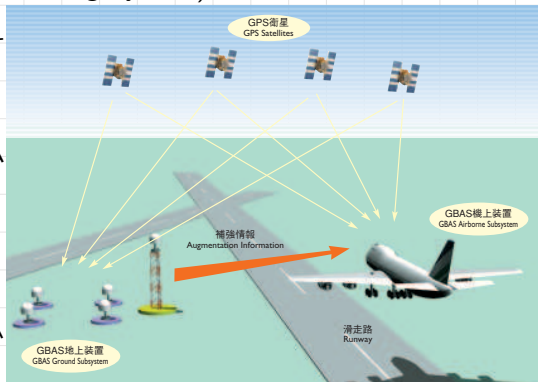
✈️ GNSS を用いた着陸システム
GLS (GBAS (GNSS) Landing System)

🚀 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



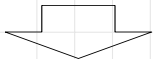
DGPS 補正情報



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



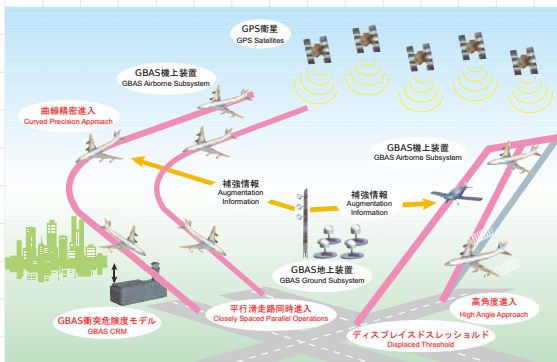
障害物件回避



燃料削減



後方乱気流回避



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

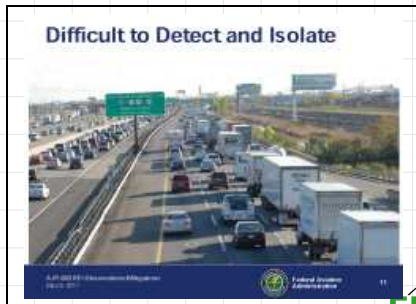
 運用に向けた評価を実施

 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：97×45×19mm, 111g



PPD-B

-  出力：0.5W
-  影響範囲：10m
-  ブロック周波数：1555-1595MHz
-  サイズ：95×45×18mm



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



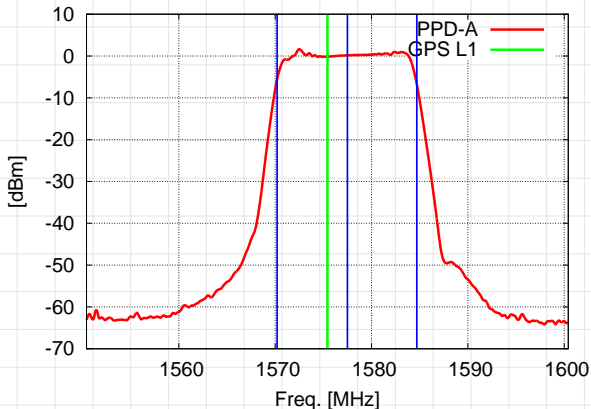
携帯電話型

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

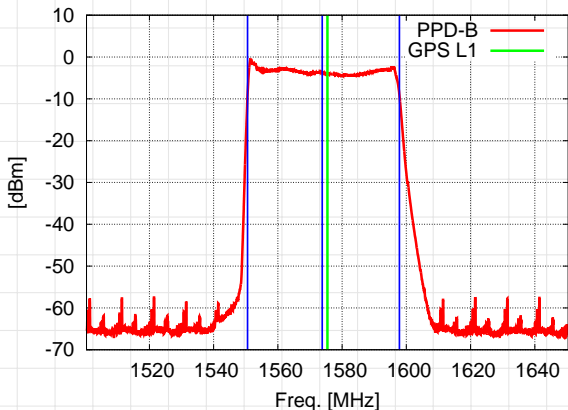




出力 16.0dBm


40mW



測定結果 PPD-B

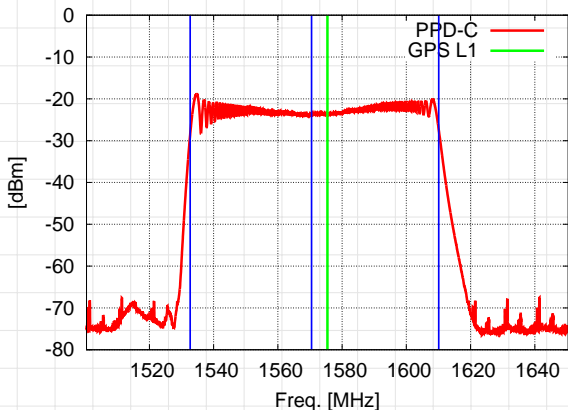




 中心周波数 1573.8MHz
 帯域幅 46.5MHz


 出力 21.7dBm
150mW



測定結果 PPD-C

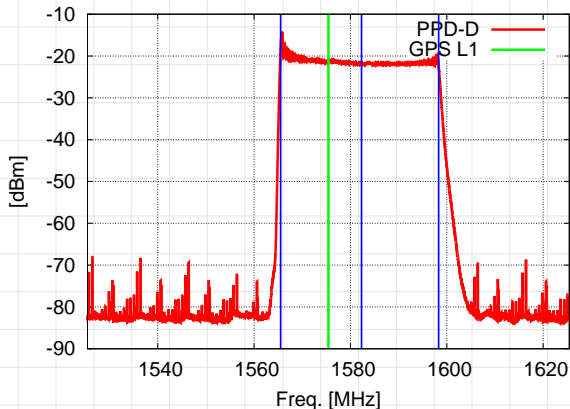




 中心周波数 1570.5MHz
 帯域幅 77.4MHz


 出力 4.85dBm
3mW



測定結果 PPD-D

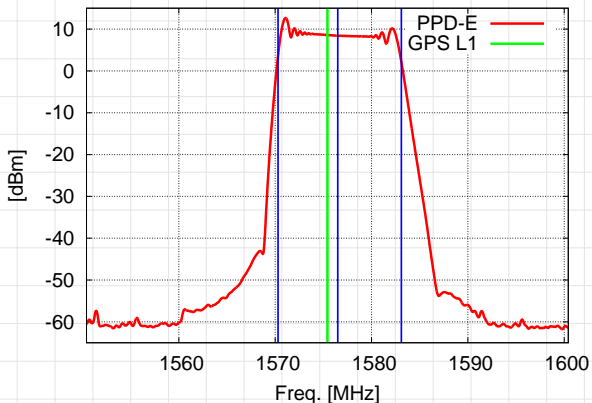




 中心周波数 1582.3MHz
 帯域幅 32.8MHz


 出力 9.57dBm
9mW



測定結果 PPD-E



 中心周波数 1576.5MHz
 帯域幅 12.8MHz

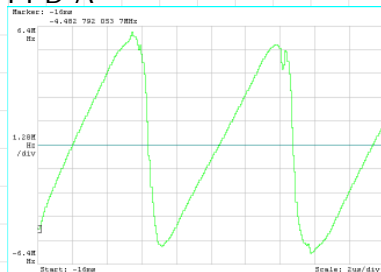
 出力 23.8dBm
240mW



変調解析 : PPD-A, PPD-E



PPD-A



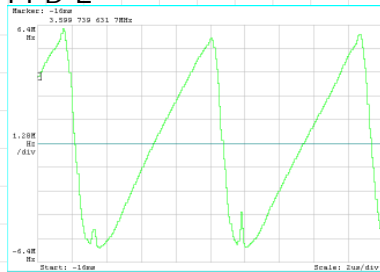
周波数変移 11.3MHz



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)

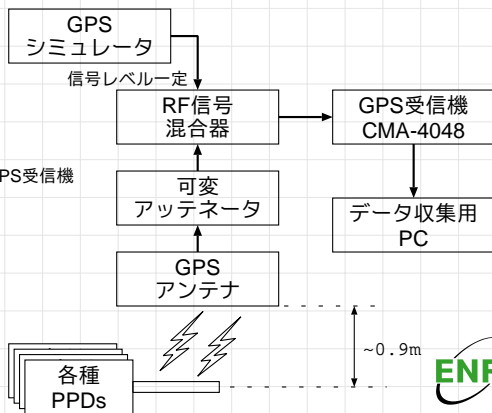
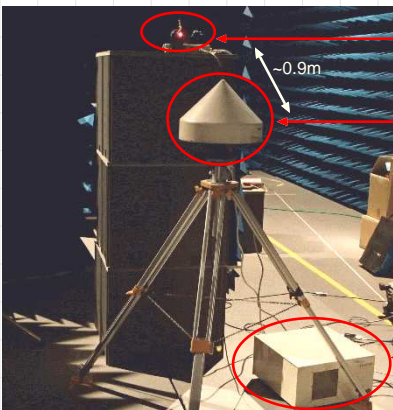
		中心周波数 [MHz]	帯域幅 [MHz]	出力 [dBm]	周波数変移 [MHz]	周期 [μ s]
	A	1577.5	14.5	16.0	11.3	8.4
	B	1573.8	46.5	21.7	—	—
	C	1570.5	77.4	4.85	—	—
	D	1582.3	32.8	9.57	—	—
	E	1576.5	12.8	23.8	12.2	8.6

GPS 信号受信への影響

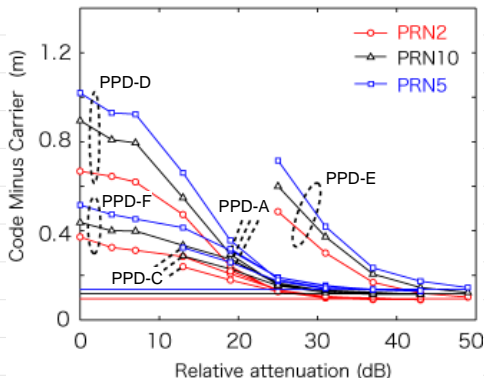
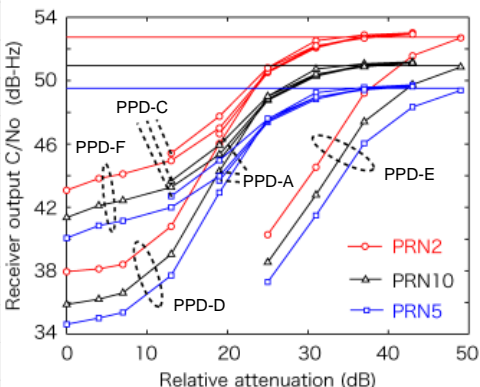
-  GPS 信号強度：GPS シミュレータの設定により固定
-  PPD の信号強度：アッテネータにより可変
-  アッテネータによる減衰量と，GPS 受信機の C/N0 値，擬似距離誤差 (CMC 値) により，PPD による干渉の影響を評価
-  使用機材
 -  CMA-4048(GPS 受信機)
 -  GBAS プロトタイプ装置の基準局で使用
 -  各種 PPD



測定の様子



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

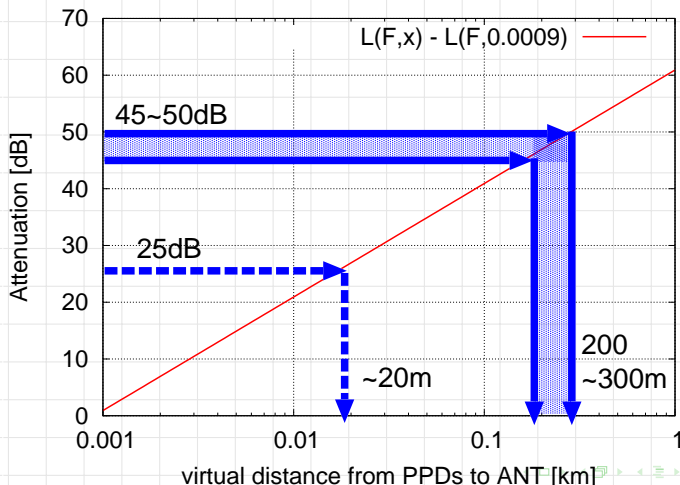


自由空間伝搬損失の式

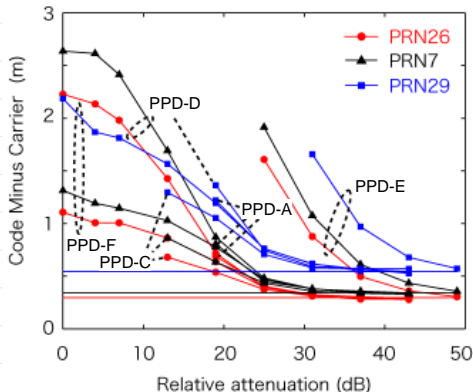
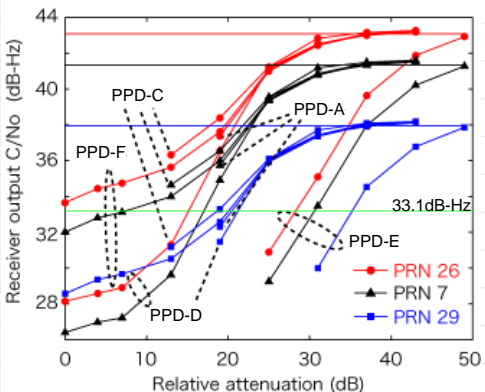


$$L = 32.44 + 20 \log(F) + 20 \log(d)$$

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)



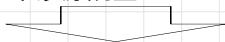
今後,



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

