

平成26年度 第2回電波航法研究会

2014年9月19日

PPD(個人用保護デバイス)
によるGPSへの干渉



福島 莊之介, 齊藤 真二

電子航法研究所

発表内容

- GPSへの電波干渉事例
- GBASとPPD問題
- PPD特性の測定
- PPD特性の受信機への影響計測
- まとめ

干渉事例

➤ Moss Landing 港灣 (カリフォルニア, 2001)

- ✓ 停泊船舶に取りつけたVHF/UHFテレビアンテナ(プリアンプ内蔵)の不良
- ✓ 地元エンジニアによる干渉源特定



GPS World, January 1, 2003 <<http://gpsworld.com/the-hunt-rfi/>>

➤ サンディエゴ (カリフォルニア, 2007)

- ✓ 海軍船舶のトランシーバ(500mW, \$30)の不良
- ✓ 医療用呼び出しシステムに影響



INSIDE GNSS, Oct, 2012 <http://www.insidegnss.com/node/3183>

<http://www.gizmodo.com.au/2011/03/gps-chaos-how-a-us30-box-can-jam-your-life/>

PPD (Personal Privacy Devices)

- 個人用保護デバイス, **GPSジャマー**
- カーナビなどGPS機器により強制的に自己位置を追尾されている個人が, 自己位置の秘匿のために利用する携帯型信号発生機器
- 従業員・個人の追尾の防御, レンタカー, 犯罪(車両盗難)などが目的と言われる

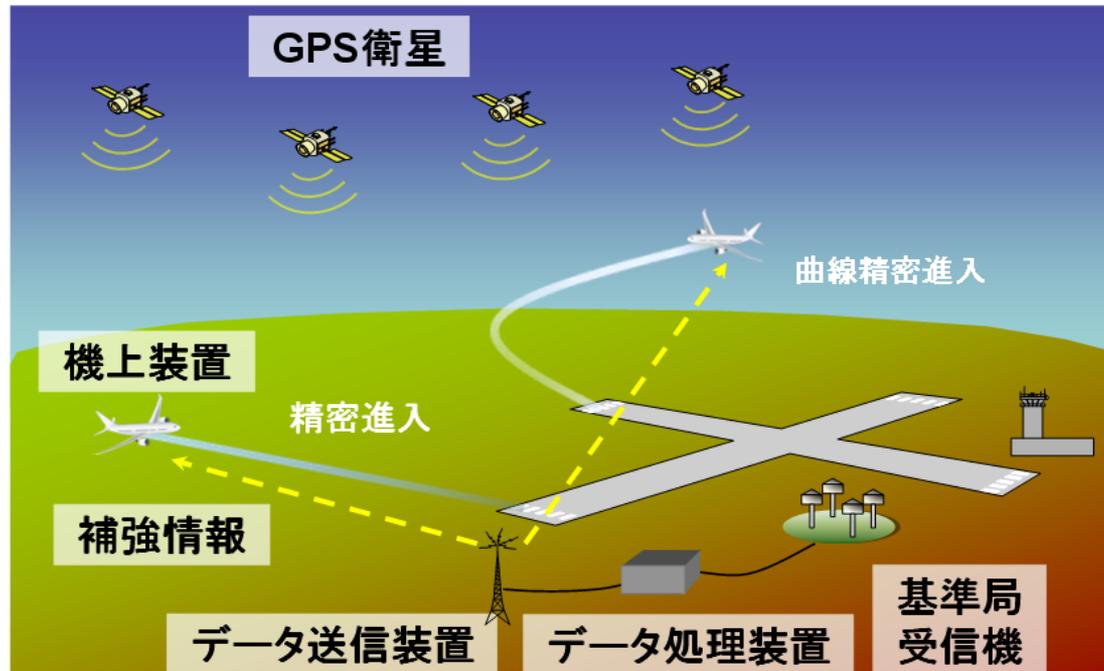


シガーソケット型
GPSジャマー

7 x 2 x 2 cm, 25g

GBAS(地上型衛星航法補強システム)

- 地上型衛星航法補強システム(GBAS)の実用化
 - ディファレンシャルGPSがベース
 - インテグリティ情報, 進入経路情報も送信



GBAS運用空港(CAT-I)

- | | |
|-------------------|-------------|
| ➤ ブレーメン空港(ドイツ北部) | 2012年2月 |
| ➤ ニューアーク空港(米国NJ州) | 2012年9月 |
| ➤ ヒューストン空港(米国TX州) | 2013年4月 |
| ➤ マラガ空港(スペイン) | 2014年5月1日 |
| ➤ シドニー空港(オーストラリア) | 2014年5月29日 |
| ➤ フランクフルト空港(ドイツ) | 2014年9月4日 |
| ➤ チューリッヒ空港(スイス) | 2014年10月16日 |

◆ 運用に向け活動している空港(地上装置設置済み)

- リオデジャネイロ(ブラジル)
- 金浦空港(韓国)
- ロシア(14空港に設置)

◇ 運用に向け活動している空港(設置前)

- チェンナイ空港(インド)
- チャールストン空港(サウスカロライナ州)
- セントヘレナ空港(英国領)
- ヒースロー空港(英国)

GLS装備機と導入

Boeing	GLS装備	主な搭載航空会社(計画も含む)
B737-NG	オプション	United*, Airberlin* , Qantas
B787	標準装備	ANA, JAL, United, ...
B747-8	標準装備	NCA, Lufthansa
B777	計画中	

*Unitedは66機:737-900(60),787(6), *Airberlinは29機:737

Airbus	GLS装備	主な搭載航空会社(計画も含む)
A380	オプション	9 customers
A320	オプション	7 customers
A330/340	計画中	5 customers
A350	計画中	2 customers

Lufthansa, Monarch, comlux, ISRAIR, ETIHAD, Emirates, Air Austral, THAI, Malaysia, Korean, Asiana, CASC, EVA, Qantas

国内787導入状況:

◆羽田路線:30便(国際線7便)

◆成田路線:16便 (2013.10 本邦航空会社運航便)



Multi-Mode Receiver

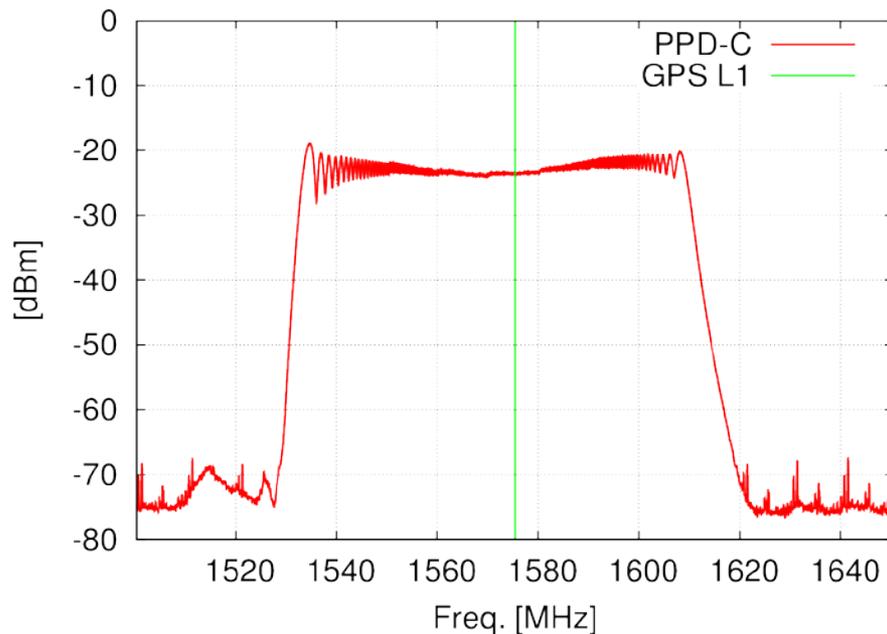
[J.Willett, "Rockwell-Collins Current GBAS Relevant Activities," 10th IGWG, June, 2009]

PPD問題

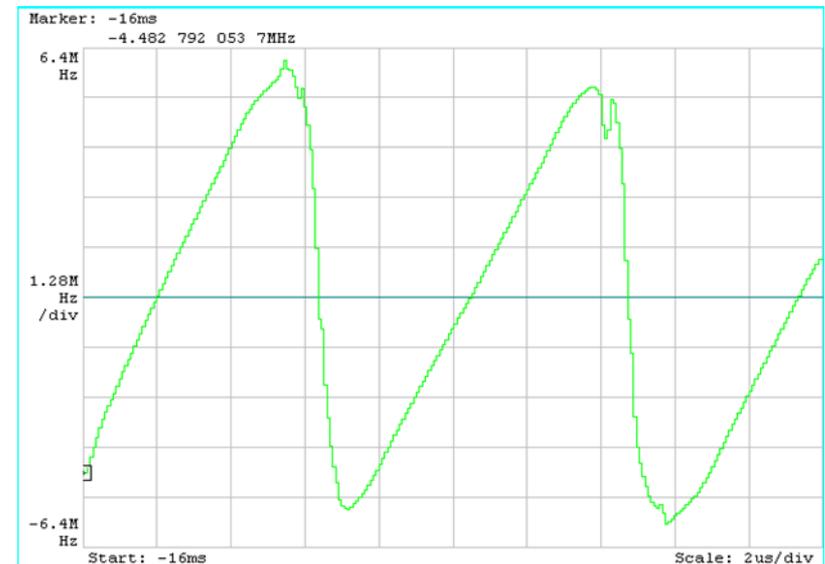
- ネットで安価に販売(\$20~\$200), 流通量不明
- 微弱電波の強度を越えるため, 無免許で空間に電波を放射すれば**不法**
- 航空機着陸装置への意図的な妨害を意図している訳ではない
- 干渉分類:(1)意図的, **(2)情報の不足**, (3)偶発的
- GBAS側の問題:
 - ✓ 安全基準を満たすリスク管理が行われている
 - ✓ 設計変更や設置条件の制約を検討する必要がある

PPDの周波数特性と変調

シガーソケット



中心周波数 : 1570.5 MHz
帯域幅 : 77.4MHz
出力 : 4.85 dBm

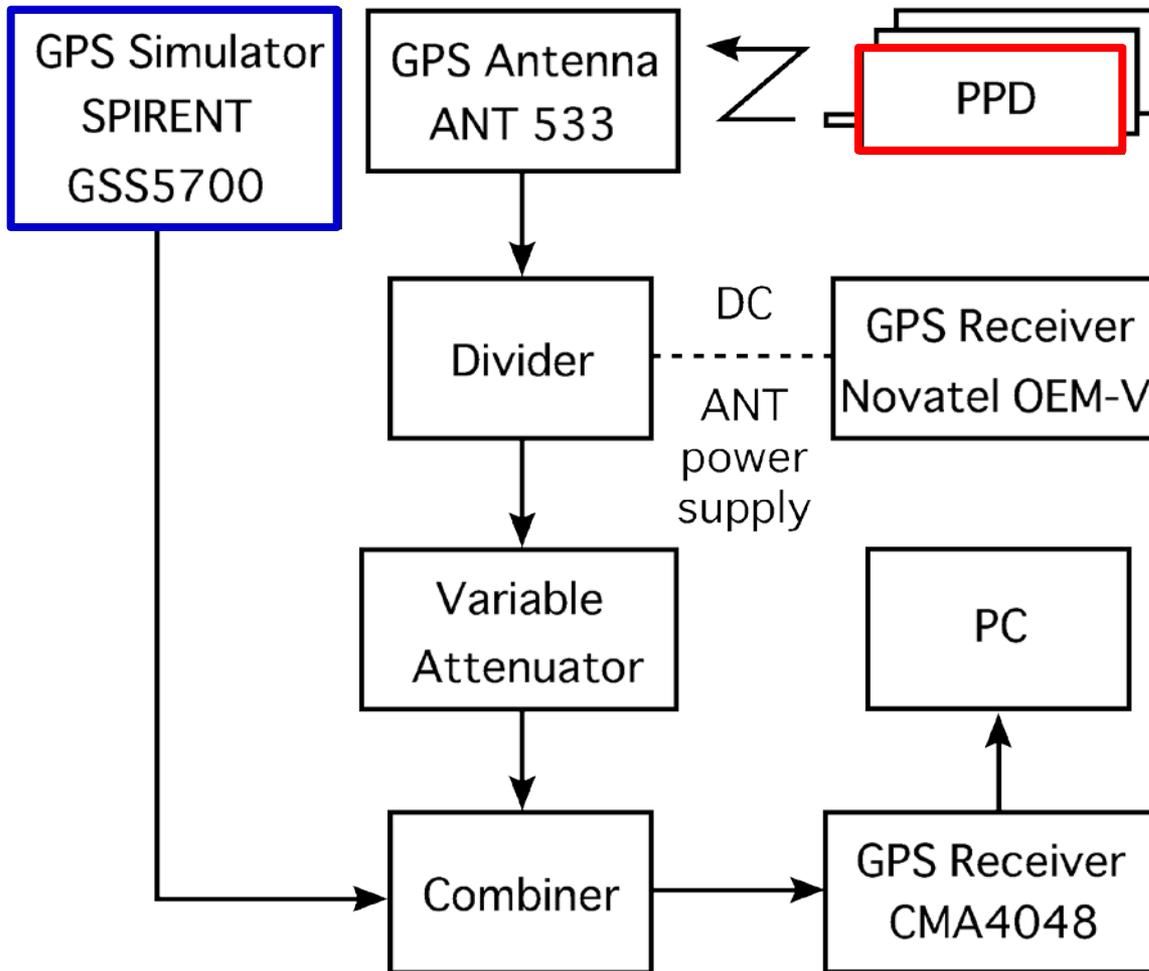


周波数変移 : 11.3 MHz
変移周期 : 8.4 us

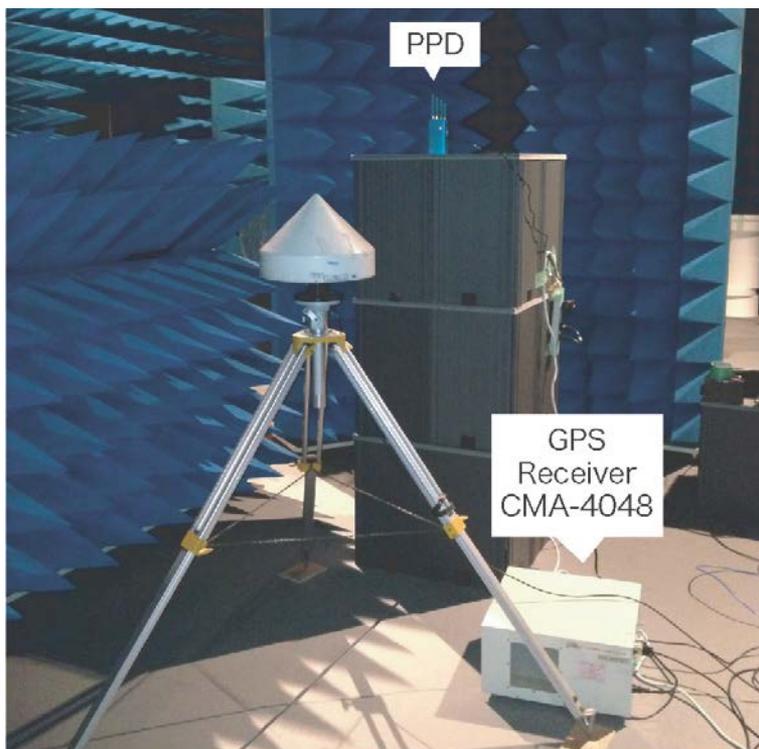
GPS受信機への影響

- GBAS基準局受信機: CMA-4048 (Novatel Inc.とCMC Electronicの共同開発)
- 24ch L1 C/Aコード, 信号歪みモニタ機能 (SQM), DO-278B 2
- GPSシミュレータ: Liveと同様の配置 (CN0は変化しない設定)
- PPD信号をアンテナから受信機に入力
- アッテネータの減衰を少なくする ← 車両が近づく
- 感度抑圧を示す CN_0 , 擬似距離誤差を示すCMCを計測

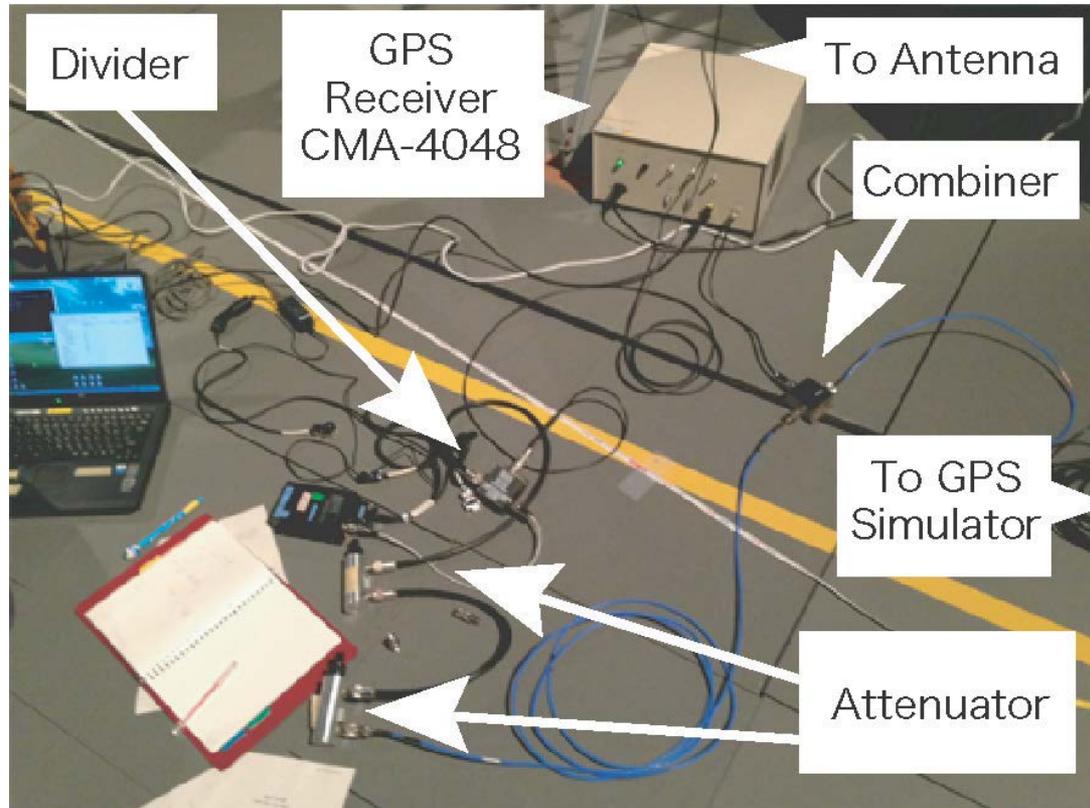
実験系統図



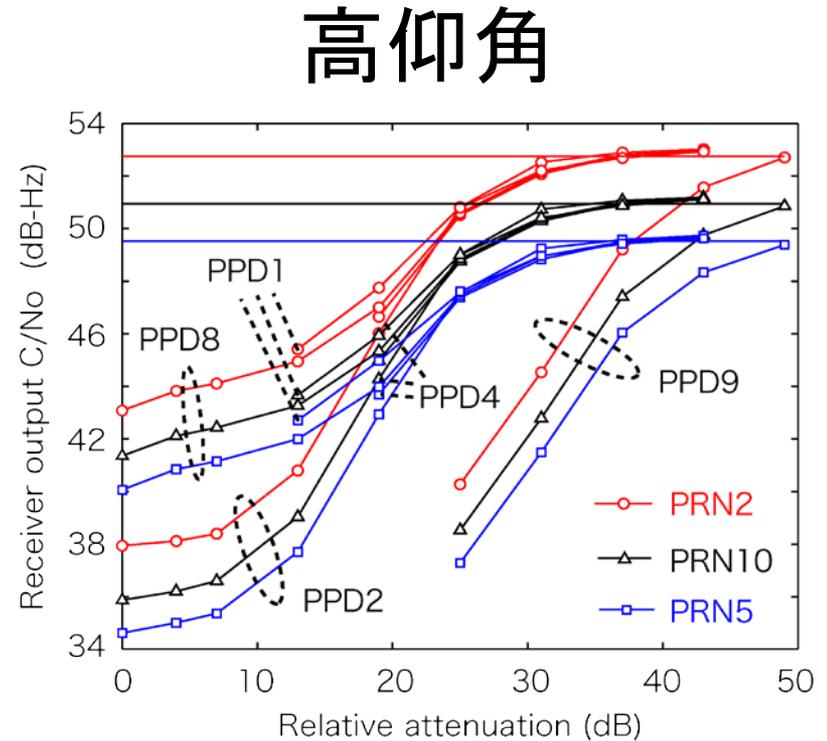
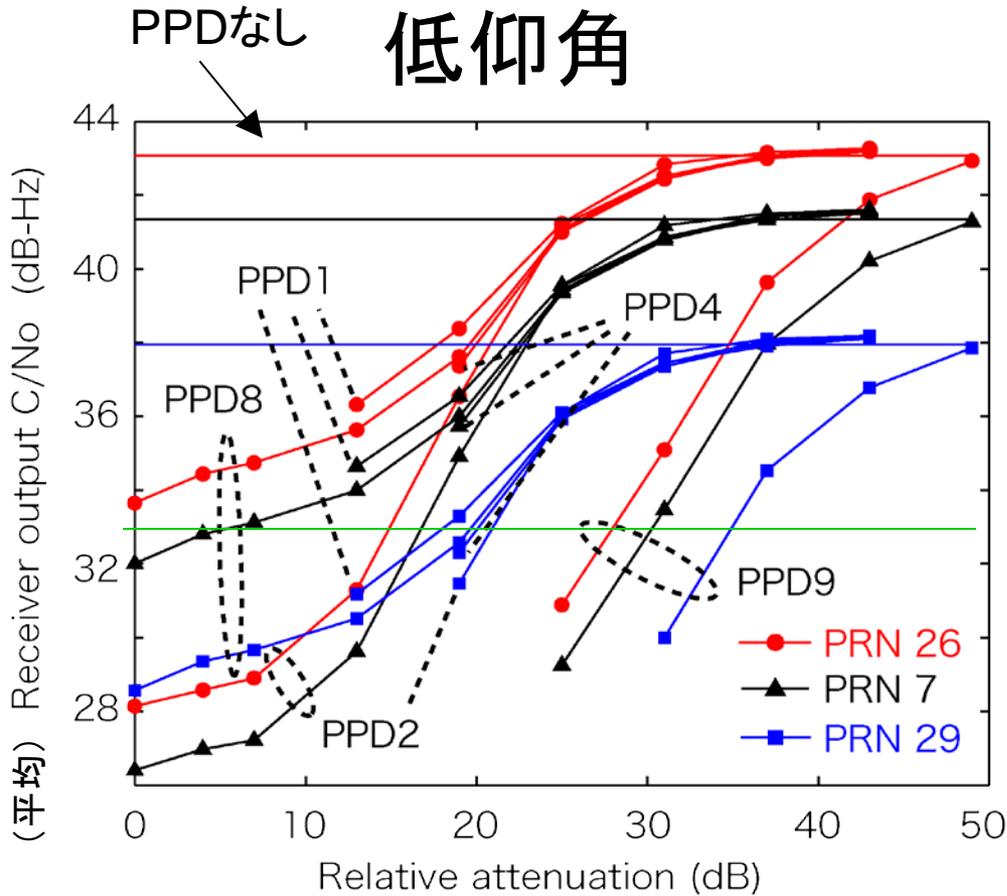
実験構成



電波無響室内



実験結果 CN_0

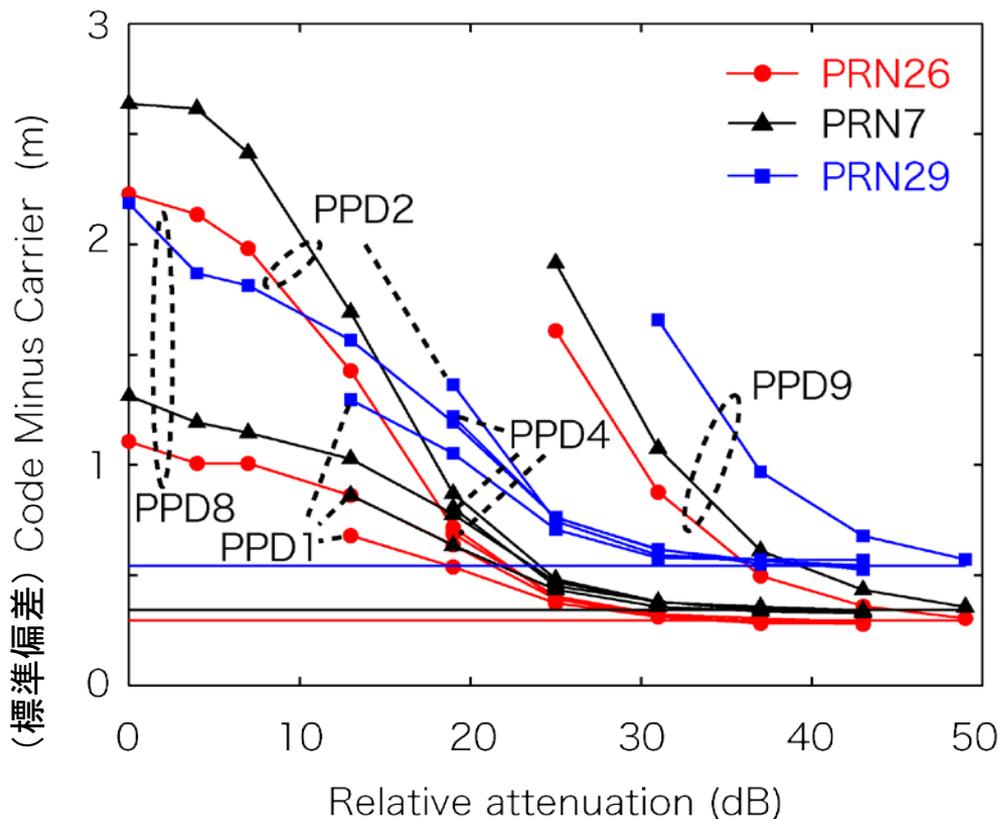


PPD9は10台のうち出力最大(0.25 W)
25 dB未満の減衰では追尾ロス

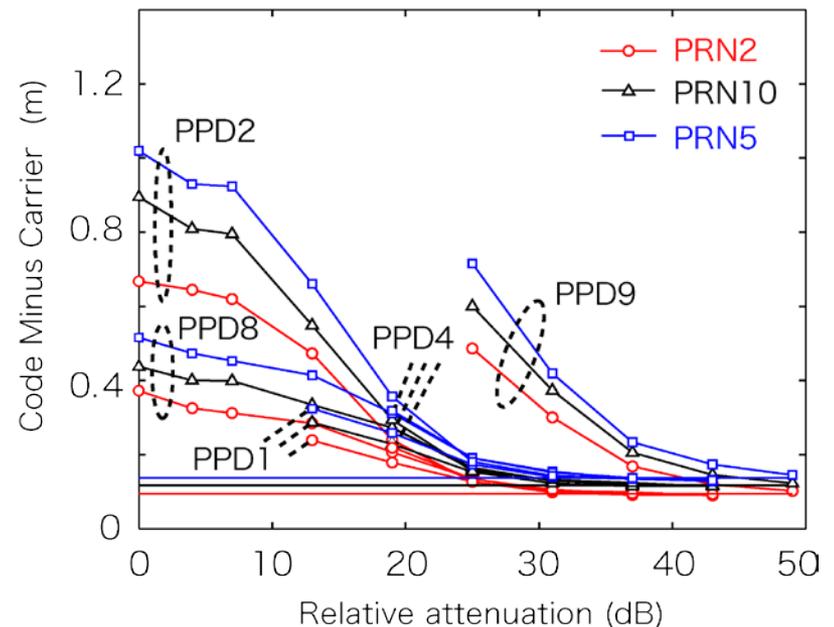
33.1 dB-Hz以下の衛星を排除するアルゴリズム

実験結果CMC

低仰角



高仰角



最大誤差は, PPD2でPRN7
追尾がロスしない最低 CN_0 の場合

離隔距離の算出

自由空間の伝搬損失(見通し内)

$$L = 32.44 + 10 \log F + 10 \log d$$

損失(dB)

周波数(MHz)

距離(km)

$$L_{fs} = L_{90} + L_{att}$$

伝搬損失(dB)

90cmの伝搬損失(dB)

アッテネータの減衰量(dB)

50 dB

離隔距離

➡ 285 m

まとめ

- 干渉事例とPPD問題(GBAS)
- PPDの分類と信号特性の測定
- PPDのGBAS基準局受信機(CMA-4048)への影響計測
 - PPD信号の減衰量とCN0, CMCの関係
 - 離隔距離の算出  GBAS設置基準へ寄与

◆今後の課題

- 信号検知モニター検討
- 空港周辺での普及度の調査