

# LTE信号によるGNSSへの電波干渉が 引き起こす測位精度劣化現象の検証と報告

○東奥 航志郎, 桑原 大空, 梅村 郁仁, 久保 幸弘  
(立命館大学)

---

2024年8月29日(木)

測位技術振興会 第6回 研究発表講演会

- 概要
- 詳細な状況説明
- 検証実験
- まとめ



当研究室では、24時間稼働の固定GNSS受信局がある。ネットワーク(TCP/IP)を介し、学生が自由に実験を行える環境を整えているが…



**受信機の精度が明らかに良くない**

## 原因

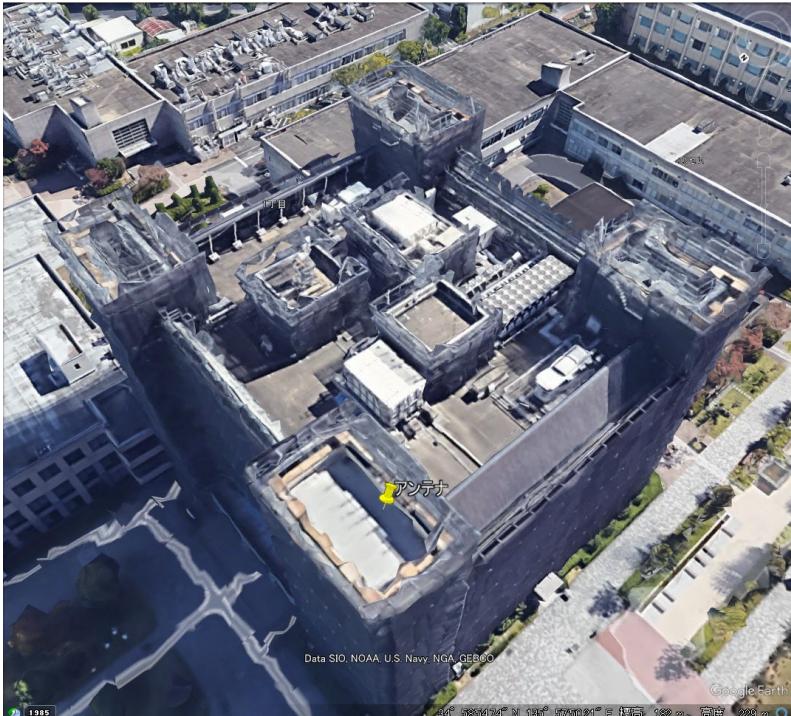
受信機近傍にあるLTEアンテナによる電波干渉が影響であると仮定

ご協力いただいているSeptentrio社に相談したところ、LTE信号による電波干渉に強いアンテナを試用させていただけたこととなった



現状の環境と新しいアンテナとで比較実験を行ったので、その報告を行う

## 現在設置している受信設備について



### 機材

アンテナ: Veraphase 6000  
(Septentrio / Tallysman)

受信機: PolaRx5 (Septentrio)



### 場所

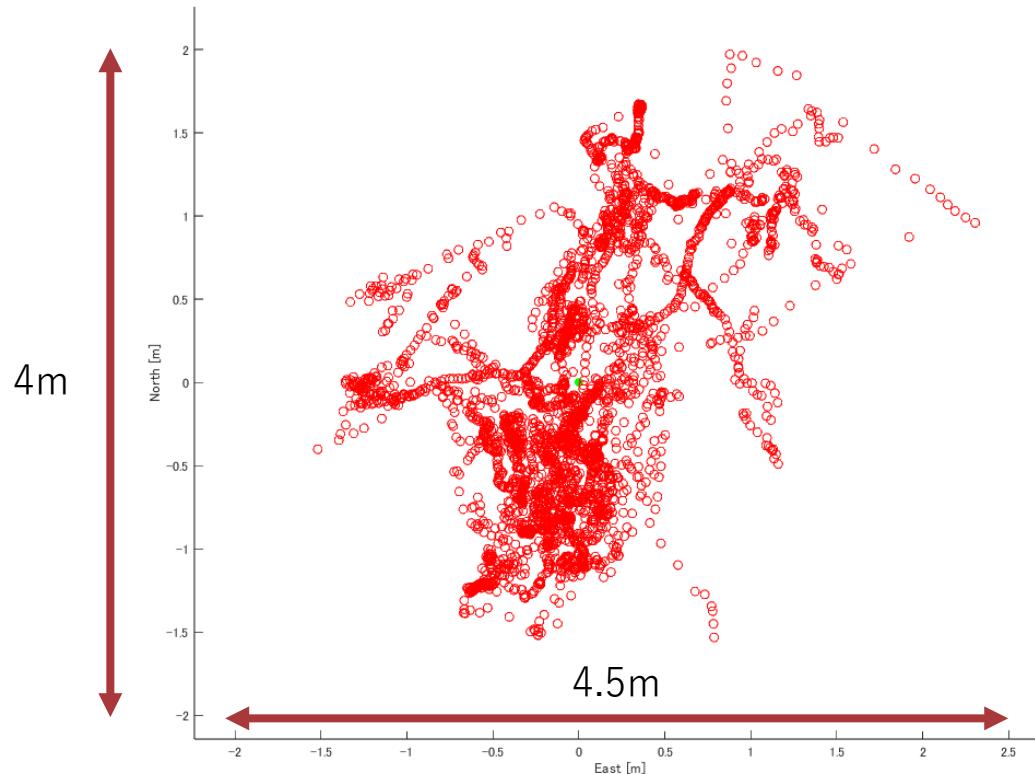
立命館大学 ウエストウィング屋上  
(オープンスカイで、障害物によるマルチパス  
は限りなく少ない環境)

### Reference

※1 <https://www.septentrio.com/ja/products/gps-gnss-antennas/comparison-tool/veraphase6000>

※2 <https://www.septentrio.com/ja/products/gnss-reference-receivers/polarx-5>

## 単独測位結果（約1時間分）



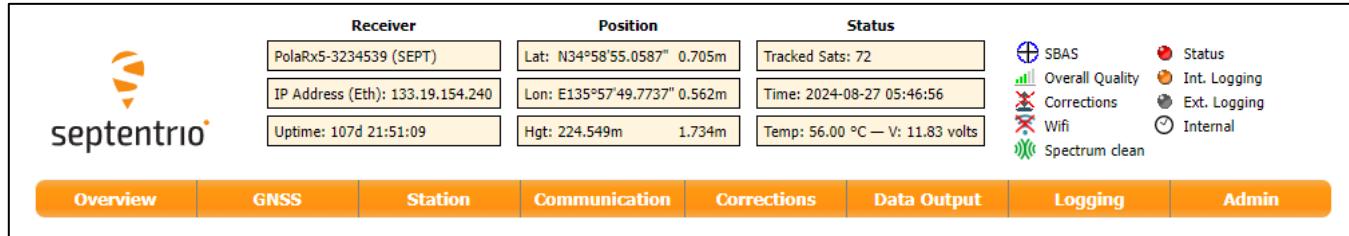
メインの研究テーマはL6D (CLAS) や L6E (MODOCA-PPP) を用いた、  
センチメータ級の精密単独測位手法の検討

そもそも単独測位の精度が悪い状態は、非常に致命的

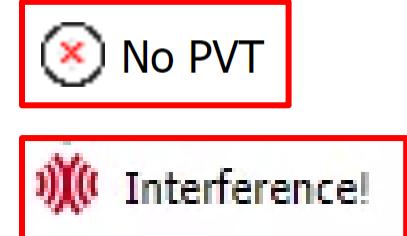
## 具体的な不具合現象

測位精度が悪いことに加え、以下のような不具合が発生している

1. Septentrio Web UI にて、測位出来ていない状態を示す「No PVT」が表示される
2. 同UIで、電波干渉が起こっている「Interference!」が表示される



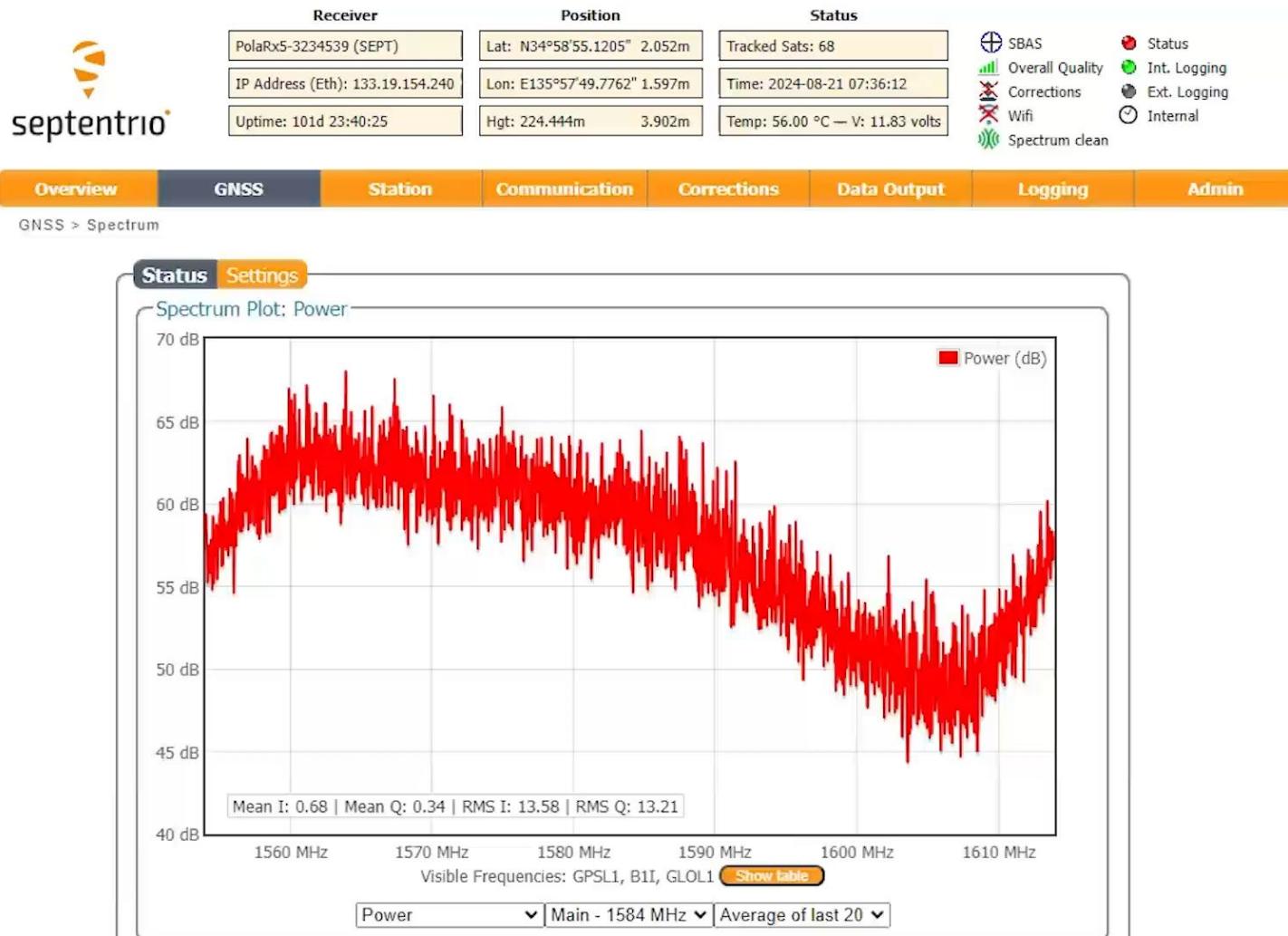
The screenshot shows the Septentrio Web UI interface. On the left is the logo. The main area has three sections: 'Receiver' (PolaRx5-3234539 (SEPT), IP Address (Eth): 133.19.154.240, Uptime: 107d 21:51:09), 'Position' (Lat: N34°58'55.0587" 0.705m, Lon: E135°57'49.7737" 0.562m, Hgt: 224.549m 1.734m), and 'Status' (Tracked Sats: 72, Time: 2024-08-27 05:46:56, Temp: 56.00 °C — V: 11.83 volts). To the right are various status icons: SBAS (green), Overall Quality (green), Corrections (red), Wifi (red), and Spectrum clean (green). Below these are buttons for Status, Int. Logging, Ext. Logging, and Internal. At the bottom is a navigation bar with tabs: Overview, GNSS, Station, Communication, Corrections, Data Output, Logging, and Admin.



3. 同UIから確認可能な「Spectrum Plot」の波型が適切でない、またパワーが落ちるタイミングがある

# 詳細な状況説明

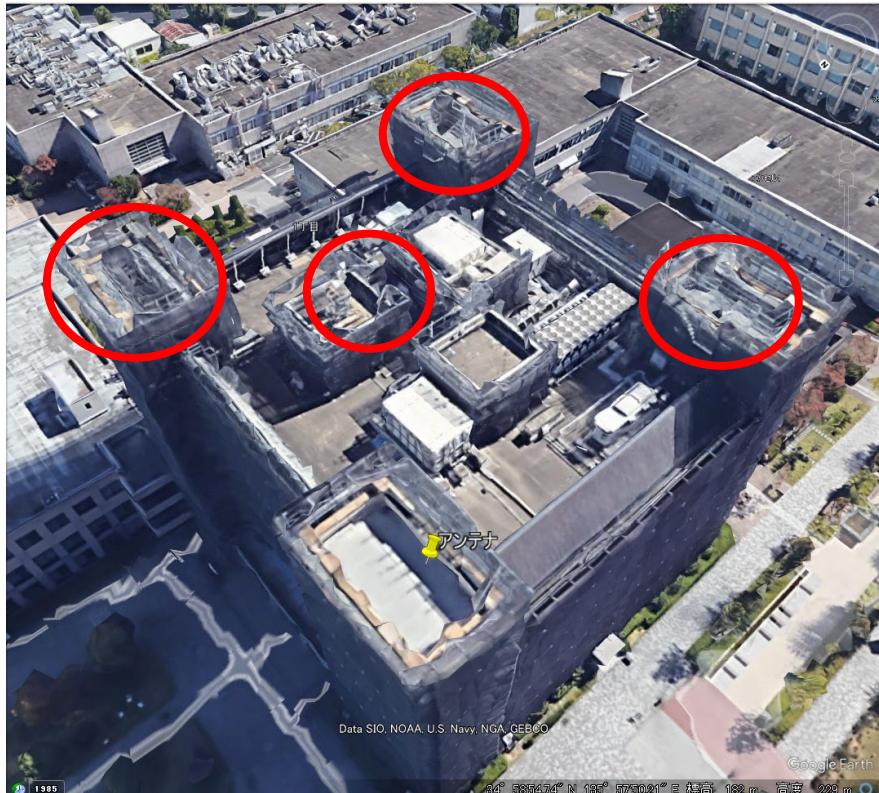
## 既存アンテナ 信号受信電力のスペクトルアナライザ



※10分間の記録を10倍速で再生

## 原因について

同じく屋上に設置されているLTEアンテナが発する信号との電波干渉が原因であると考えられる



LTEは複数のバンドから構成されるが、  
GPS L1 / Galileo E1 / QZSS L1の中心  
周波数 (1575.42 MHz)とほぼ同じ帯域で  
ある1.5GHz帯が存在する



この影響が大きいのでは…？

## 実験趣旨

共同研究を行っているSeptentrio社に相談したところ、LTE信号との電波干渉に強いアンテナを試用させていただけたことになった  
⇒ 現状のアンテナとの比較、検討を行う

### アンテナ

PolaNt-x MF.v2 (Septentrio)



### Reference

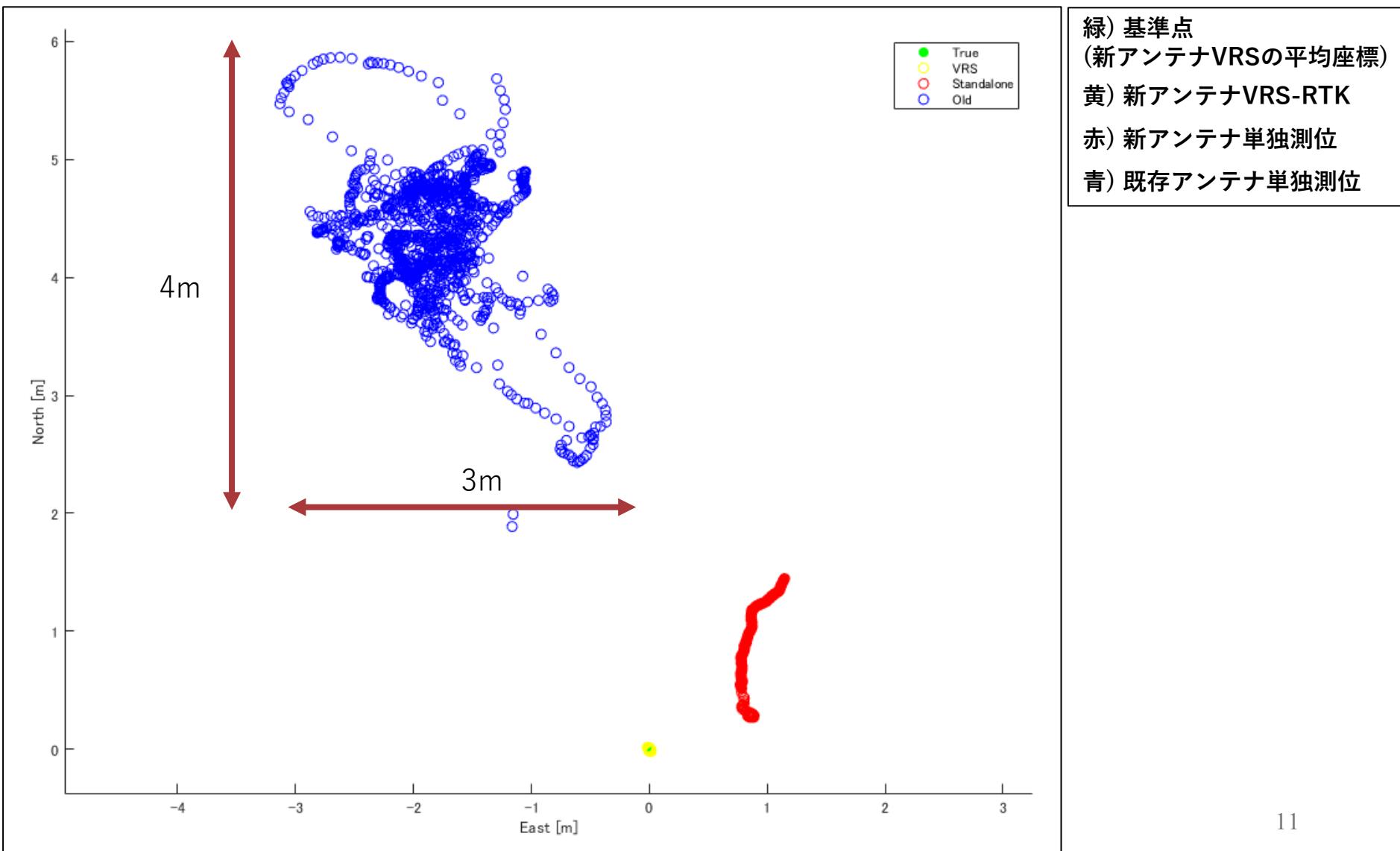
※3 <https://www.septentrio.com/ja/zhipin/antena/polant-x-mf>

## 実験条件

観測日	2024/08/08
観測開始時刻 (GPST)	09:38'40
観測終了時刻 (GPST)	09:58'58
実験場所	立命館大学 BKC ウエストウイング 屋上
既存アンテナ	新規アンテナ
アンテナ Veraphase 6000	アンテナ PolaNt-x MF.v2
受信機 PolaRx5 (Septentrio)	受信機 mosaic-x5 (Septentrio)
データ更新間隔 $\Delta T$	1 [s]
VRS-RTK	日本テラサット NTRIP配信サービス VRS_RTCM3

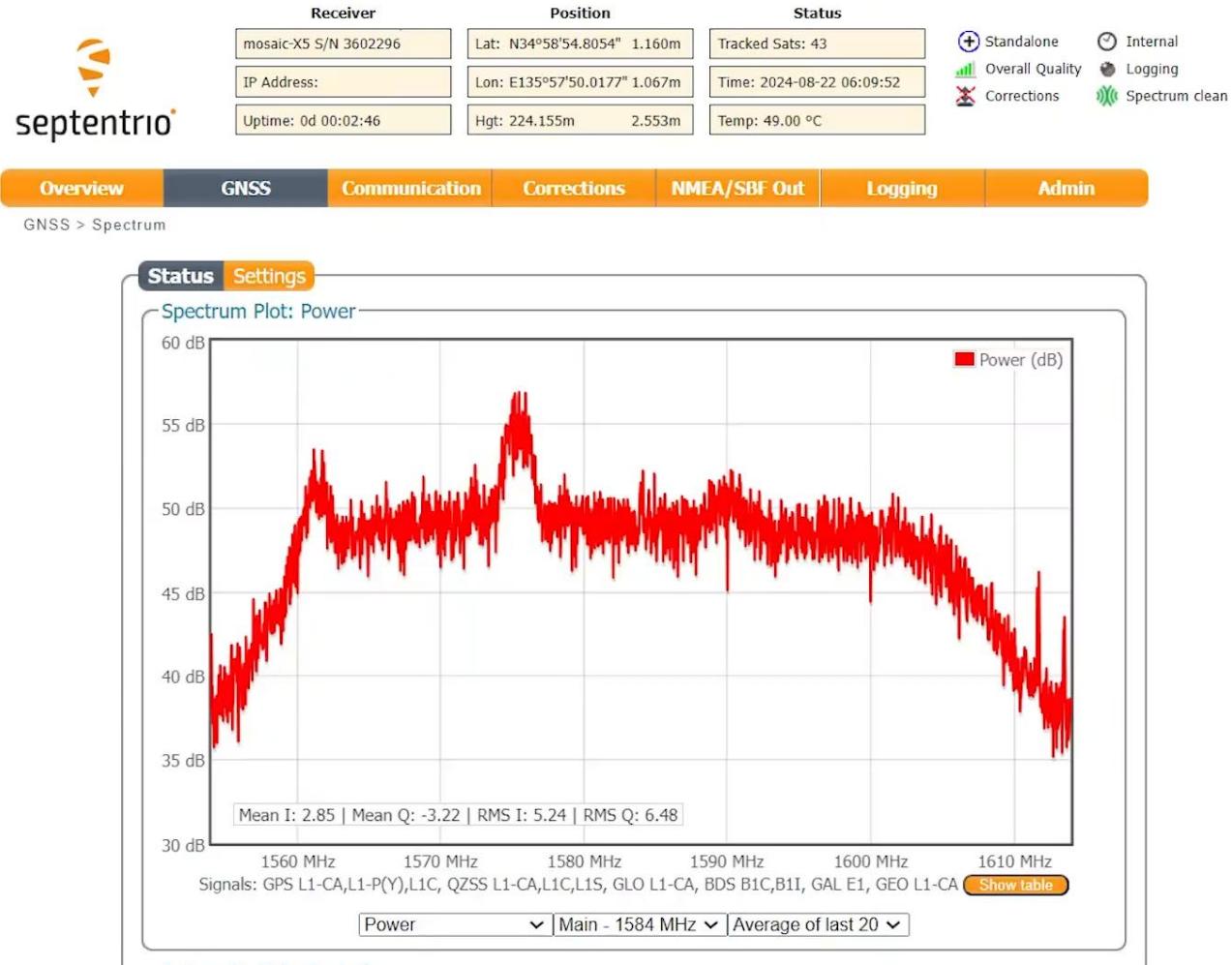
# 検証実験

## 測位結果の比較



# 検証実験

## 実験結果（スペクトルアナライザ）



※10分間の記録を10倍速で再生

# 検証実験

## 理想的な電力のスペクトルとの比較

- 左) GPS L1 C/A, P(Y)コードの理想的な電力スペクトル
- 右) 新アンテナで得られた電力スペクトル

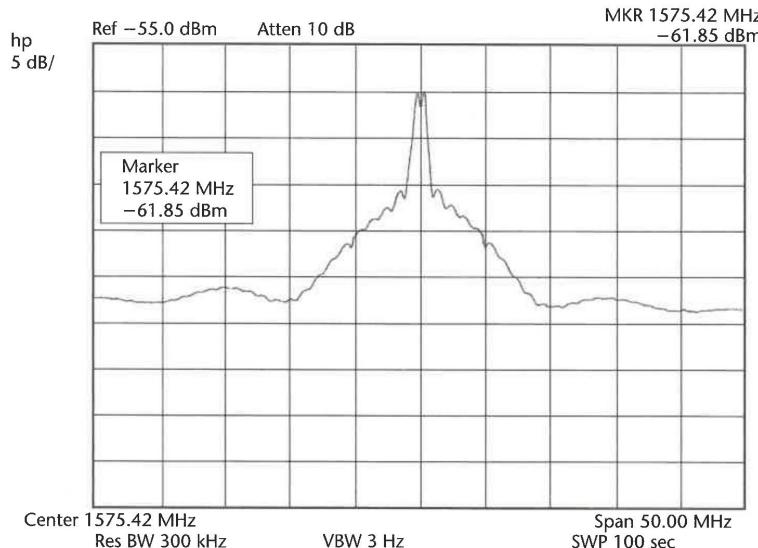
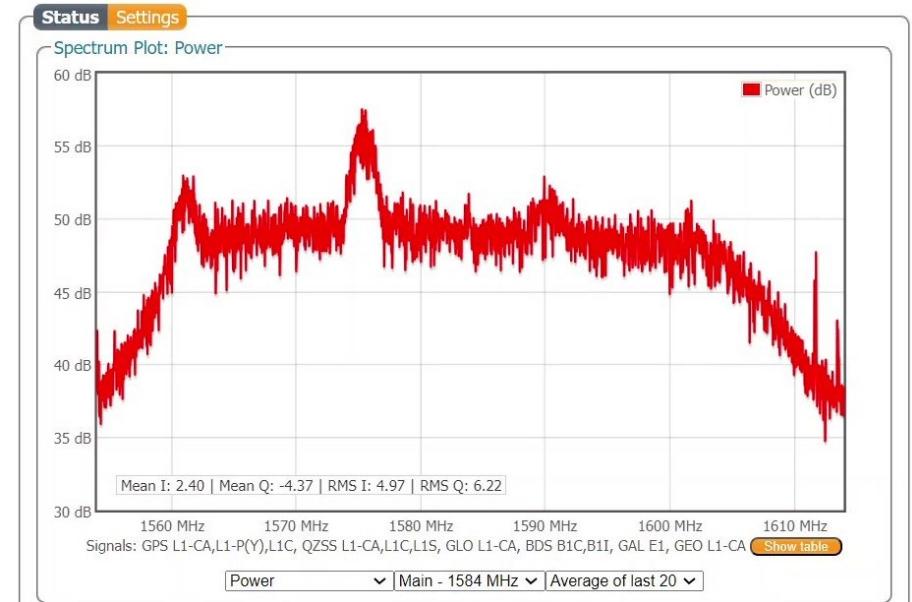


Figure 4.16 Power spectrum of L1 P(Y) code and C/A code from a GPS signal generator.

※4



波形は常に安定し、その形も理想形に限りなく近くなつた

### Reference

※4 Understanding GPS Principles and Applications Second Edition / Elliott D. Kaplan, Christopher J. Hegarty

- LTE信号との電波干渉に強いアンテナを使用することで、電波波形、測位結果ともに大幅な改善が見られた
- Septentrio Web UI の簡易的なスペアナでも、十分波形の確認が出来た
- 一方で、一般的にこのような対策のされたアンテナは非常にコストがかかる

## その他の対策法

※5

- 信号減衰器の挿入(アッテネーター)
  - 受信する信号全体を減衰させる
- LTE 帯域フィルターの挿入
  - 不要な周波数の信号を選択的に抑圧する

本研究にあたり、LTE信号対策アンテナのご提供等、  
日頃より多大なるご協力をいただいているJan De Turck様を  
はじめとするSeptentrio社の皆様に深く感謝申し上げます。