

LiDARの漏洩電波によるGNSS信号への 電波干渉についての知見

大西健広¹⁾²⁾、伊田裕一¹⁾²⁾、近藤徹¹⁾²⁾

1) ソフトバンク株式会社 プロダクト技術本部 技術企画開発統括部
開発検証部 技術開発検証課

2) ALES株式会社 開発検証本部 研究開発部

協力：Chief Scientist室

2025/02/08

もくじ

- 今回の知見を得るきっかけとなった事象
- スペアナによるLiDARの漏洩電波状況調査
- 電波干渉に対するGNSSアンテナの耐性・影響について
- A社製のLiDARからの電波干渉発生時にF9Pのスペアナで得たスペクトラム
- まとめ

今回の知見を得るきっかけとなった事象

LiDARを用いるとRTKがFixしなくなる事象は文献※)等で知られてる。
中之島ロボットチャレンジにおいて、専用端末LC01を複数のロボットに登載し、同時に位置・速度を確認し、登載している機材の状況を調査したところ、

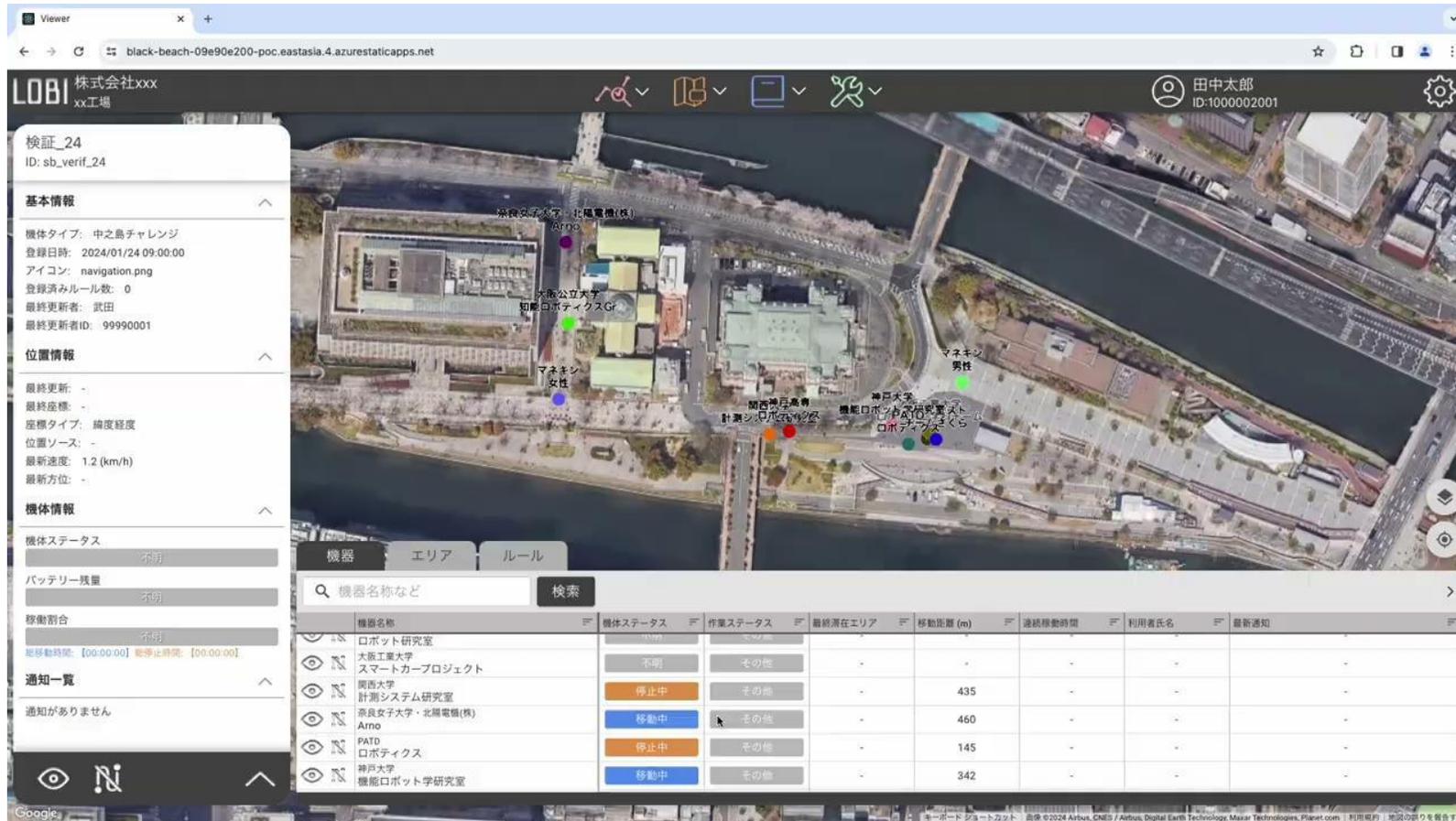
- ・ RTK-FixするロボットとRTK-Fixしないロボットが存在。
- ・ RTK-FixできないロボットのLiDARは同一機種。
ただし、その同一機種のLiDARを用いていてもRTK-Fixしているロボットも存在。

ということがわかった。

LiDARとRTKの併用が可能なケースを増やすことができると思い、この違いが発生する傾向等を掴むべくさらに調査を行った。
現時点で得ている電波干渉についての知見を報告する。

※目黒淳一, 竹内栄二郎, 鈴木太郎. ロボティクスにおけるGNSS失敗学. ロボット学会誌.
2019年37巻7号 p. 585-592

位置情報統合可視化システムの画面（当時のもの）でのロボット位置表示



ロボット位置をリアルタイムに表示するだけではなく、現時点ではロボットからアップロードされた情報を表示したりもできるようになっている。

スペアナによるLiDARの漏洩電波状況調査

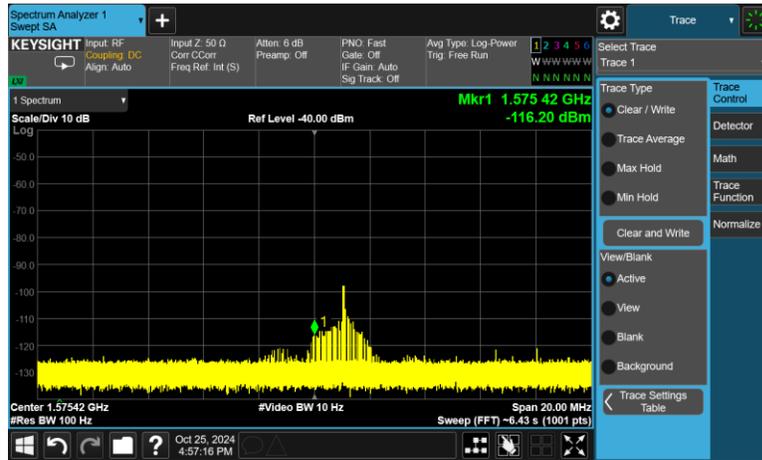
使用したスペアナと計測方法

- ・ 日時
2024年10月25日（金）15時頃～17時頃
- ・ 場所
ソフトバンク本社（竹芝） Chief Scientist室
- ・ 使用したスペアナ
KEYSIGHT社 EXA シグナル・アナライザ N9010B
- ・ 計測方法
スペアナのアンテナを写真のように
20cm離れた場所に固定し、
ワンショットで表示された波形を
画像として記録した

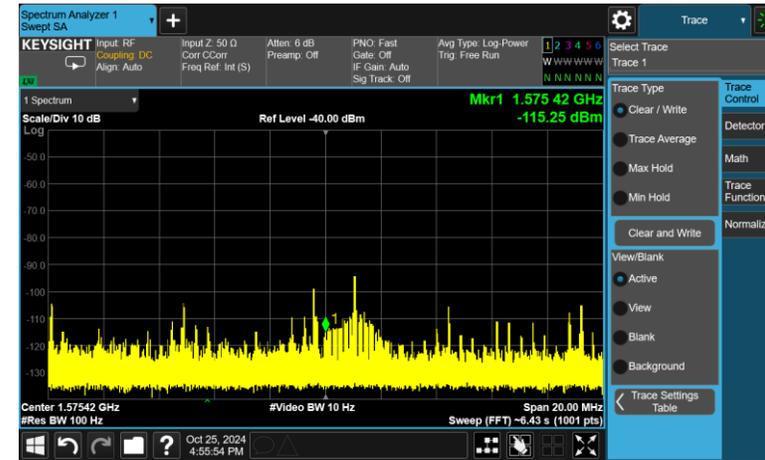


L1

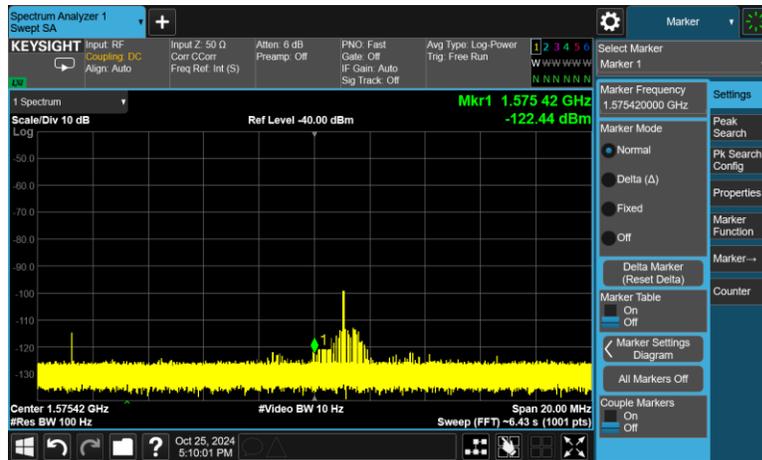
L1



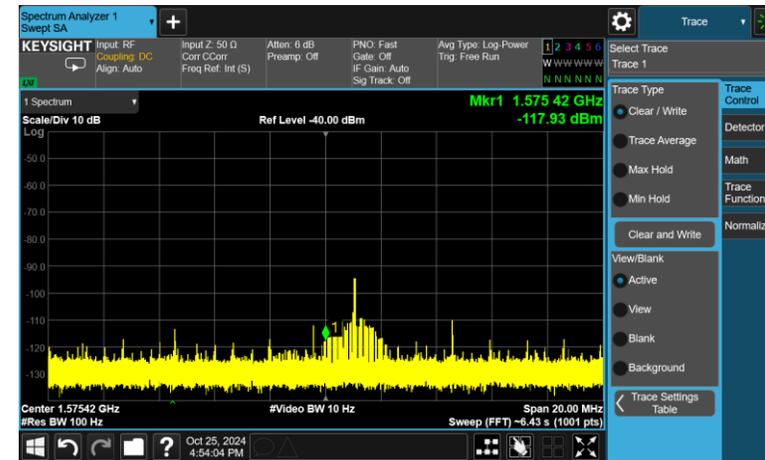
LIDAR OFF



A社製



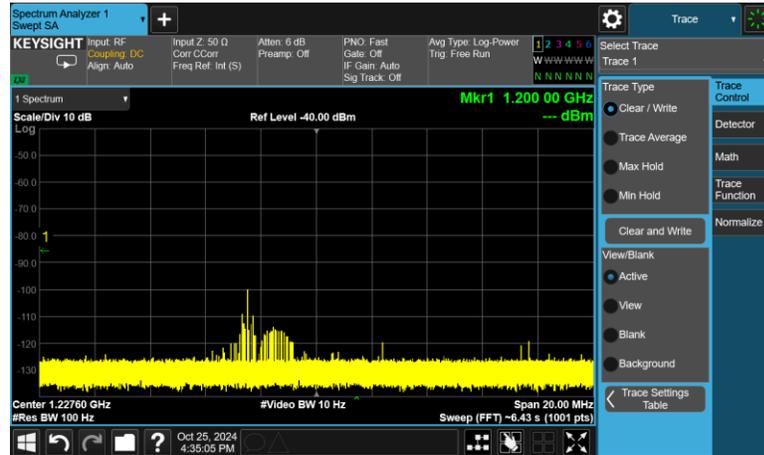
B社製



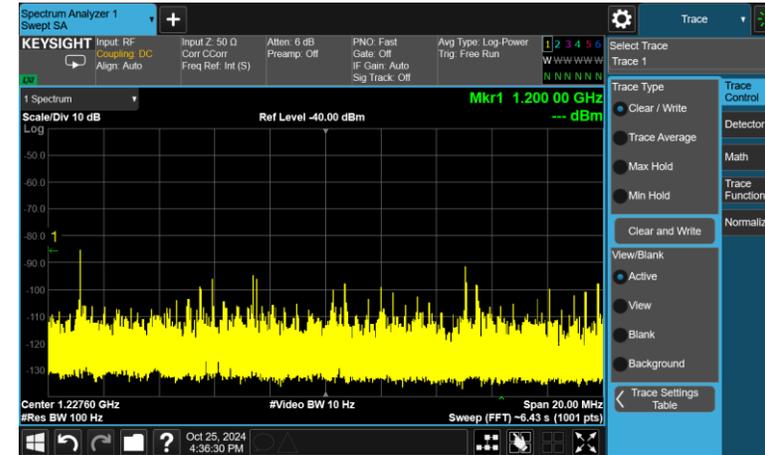
C社製

L2

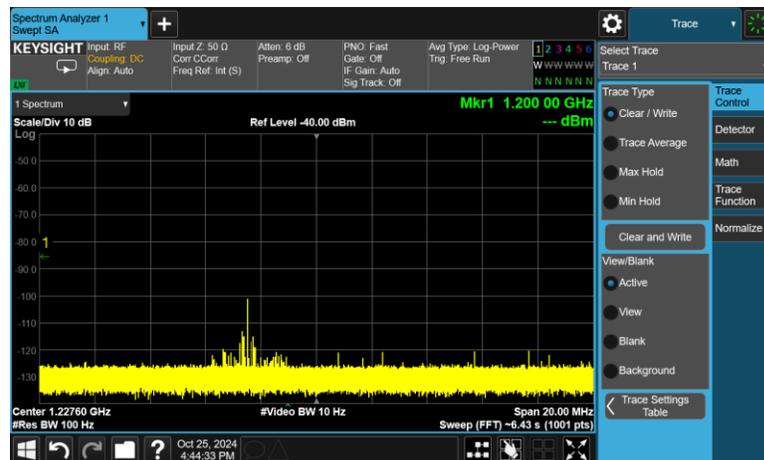
L2



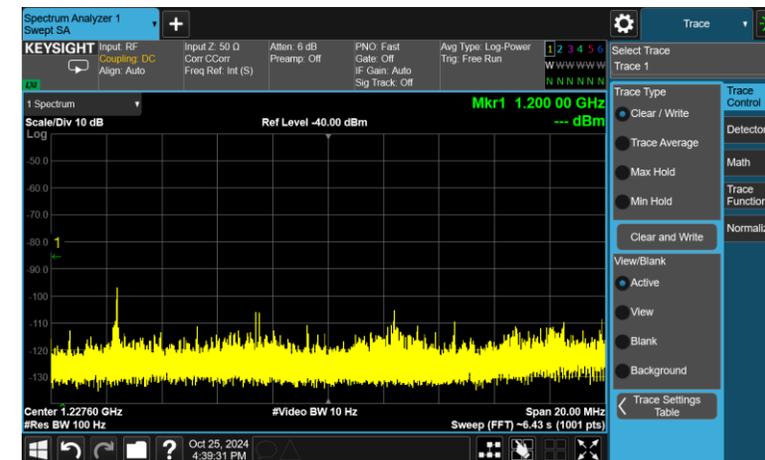
LIDAR OFF



A社製



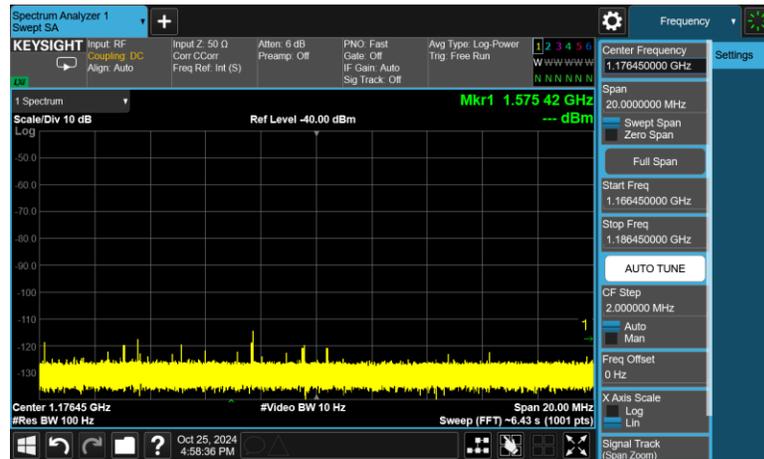
B社製



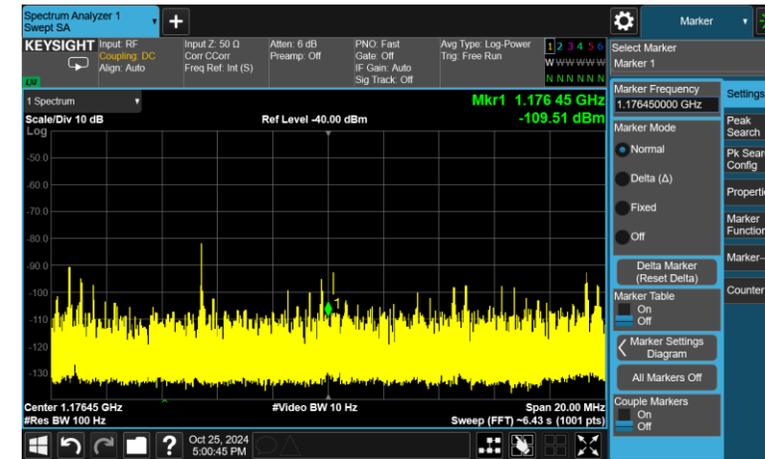
C社製

L5

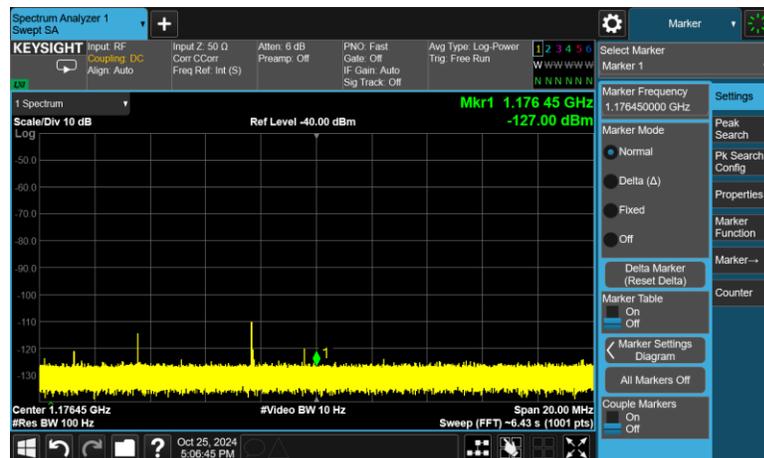
L5



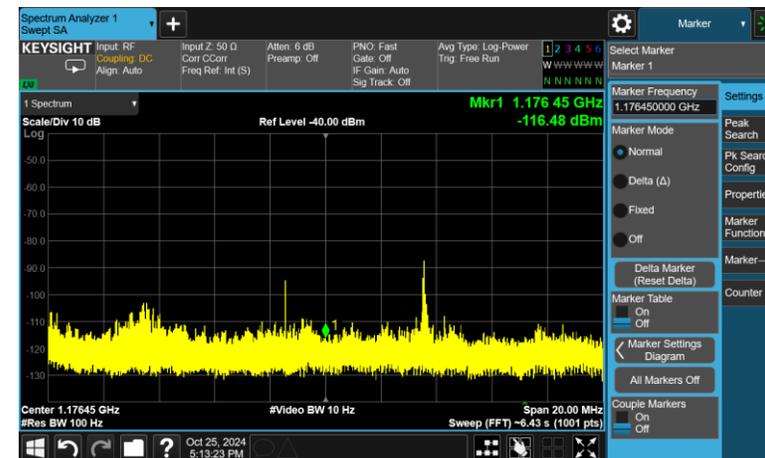
LIDAR OFF



A社製



B社製



C社製

まとめ

- A社製、B社製、C社製のLiDARを動作させた際のL1、L2、L5の中心周波数付近の電波干渉具合をスペアナで観測した。
- A社製、C社製のLiDARの電源を入れると、特にL2、L5の周波数付近での漏れ電波が多くノイズ源に成り得ることがわかった。
- 今回比較したLiDARでは、B社製の漏れ電波が電源OFF時との差が分からない程度に小さく、GNSSと併用の際にノイズを気にしなくて良いことがわかった。

電波干渉に対する GNSSアンテナの耐性・影響について

調査方法

- ・ 屋外でLiDAR（A社製）のヘッド部から真横に20cmの場所にGNSSアンテナを設置し、衛星信号を受信する。アンテナはヘリカルアンテナ2種（AN-306、TOP107）、ublox標準のパッチアンテナの計3種類。
- ・ LiDARをONにしたとき、OFFにしたとき、それぞれ10秒以上データを取得する
- ・ 得られたNMEAのGSVセンテンスから、特定の衛星のL1信号、L2信号のCN値の平均値を求め、干渉の影響等を評価する



調査の様子

調査結果

単位 : dB/Hz

	AN-306		TOP107		u-blox標準 (AMO)	
	L1	L2	L1	L2	L1	L2
LiDAR OFF	47.5	46.9	48.0	45.2	46.4	45.7
LiDAR ON	46.1	42.0	47.9	40.0	42.0	33.0
LiDAR OFF-ON	1.4	4.9	0.1	5.2	4.4	12.7

**AN-306・TOP107ともヘリカルアンテナは、
u-blox標準アンテナに比べ、LiDARの電波干渉の影響を受けにくい**

A社製のLiDARからの電波干渉発生時に
F9Pのスペアナで得たスペクトラム
(アンテナはubloxパッチアンテナ (AMO社製))
(他のアンテナについての結果も同傾向で省略)

F9Pのスペアナ機能の使い方

アプリのDL→COMポートの確認→F9PとPCの接続

1) アプリのDL

u-bloxのサイトから
u-centerをダウンロードし、
WindowsPCへインストール。

<https://www.u-blox.com/en/product/u-center>

★u-center-2ではない事に注意！

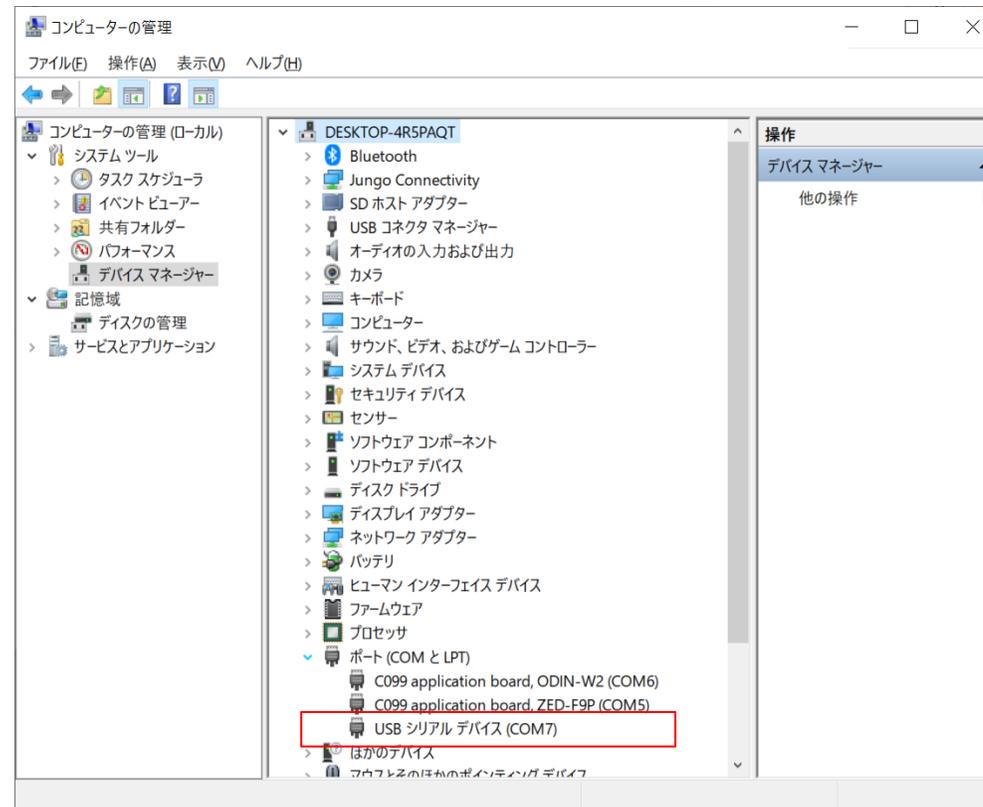
なお、古いVerのu-centerや
F9Pでは、スペクトラムを
表示できない場合があります、
その場合は、最新Verに
アップデートする必要がある。

※ コンピューターの管理画面は、
下記の手順で表示可能
i. Winキー + Xキーを同時に押下
ii. 表示されたメニューから
「コンピュータの管理」をクリック

2) COMポートの確認

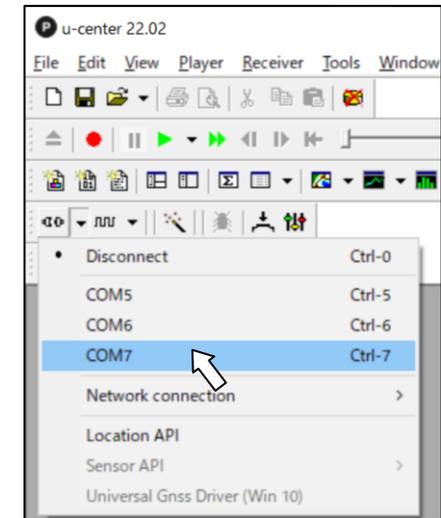
F9PをPCへ接続、コンピューターの管理画面※から
F9PのCOMポートの割り当てを調べる。

- ・ 下図の場合、COM5、COM6及びCOM7が割当。
この場合、USBシリアルデバイス(COM7)を使用。



3) F9Pの接続

u-centerを起動し、
F9Pのポートへ接続。
(下図の場合はCOM7)



スペクトラムの出力設定

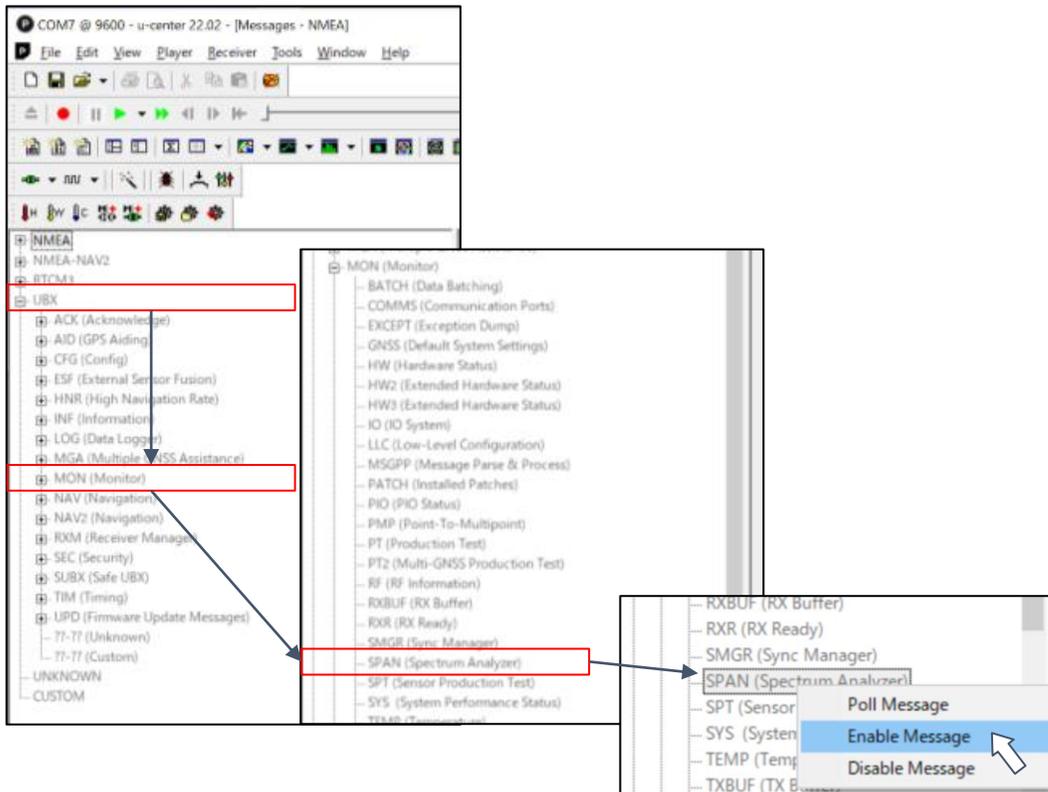
4) A か 4) B のいずれかの方法でスペクトラムの出力設定を行う。

4) A Messages Viewからの設定方法

View→Messages Viewで、Messages画面を表示。

UBX→MON→SPANの順に選択。

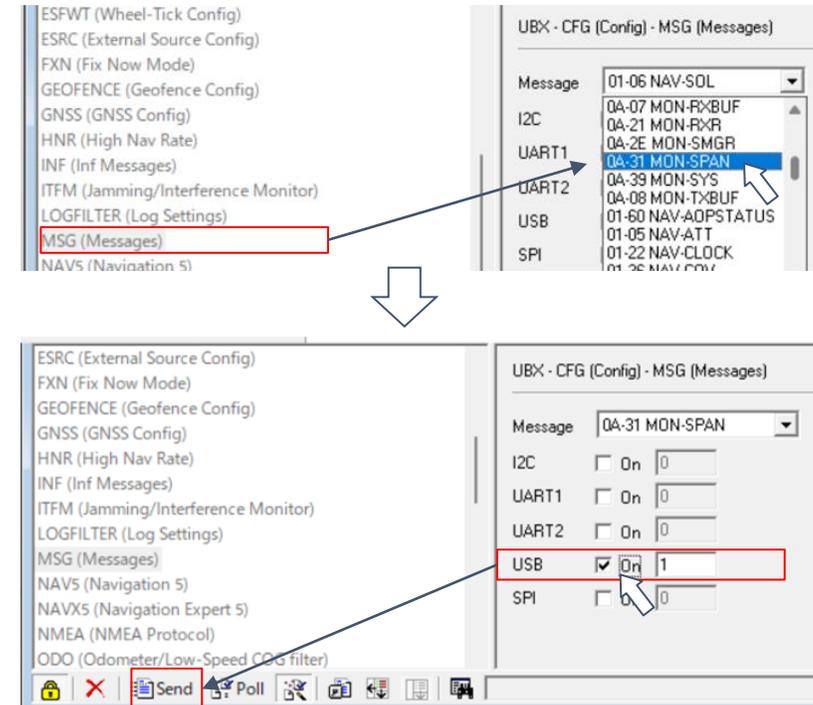
SPANで右クリックし、Enable Messageを押下。



4) B Configuration Viewからの設定方法

View→Configuration Viewで、

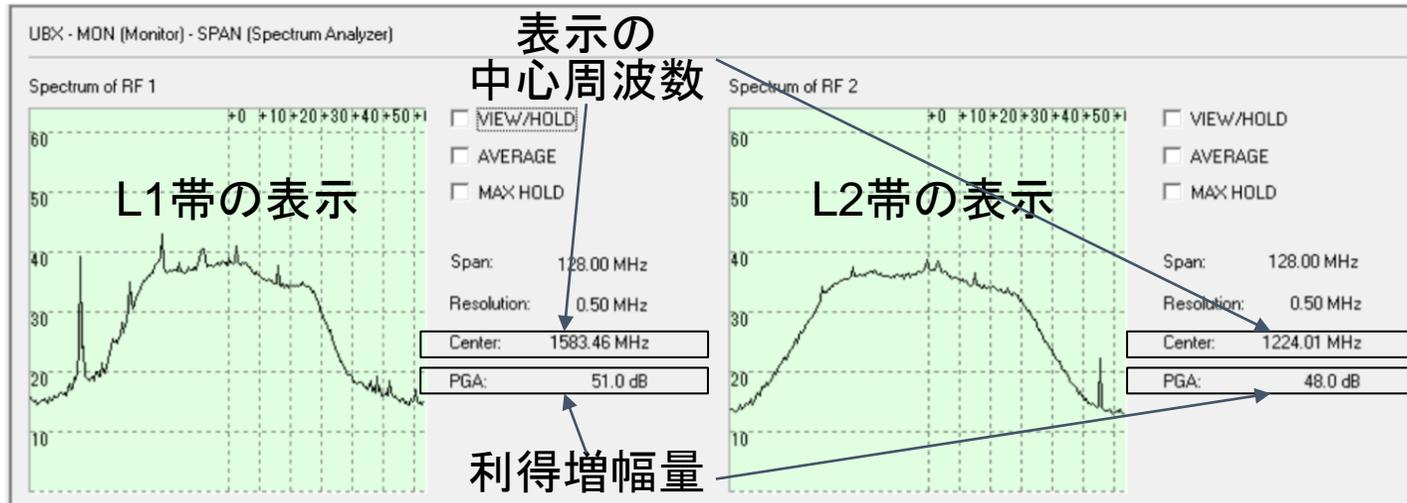
Configuration Viewを表示し、MSGを選択。
Messageをスクロールし、MON-SPANを選択。
USBのOnをチェックし、Sendを押下。



スペクトラムの表示

5) スペクトラムの表示

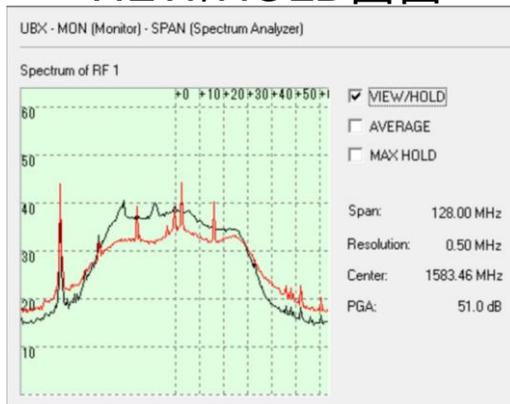
View→Messages Viewで、Messages画面を表示。UBX→MON→SPANの順に選択、スペクトラムの画面を表示。スペクトラムでは L1、L2 or L5帯域を表示。(受信機により表示の帯域が異なり、下記ではL1とL2を表示。)



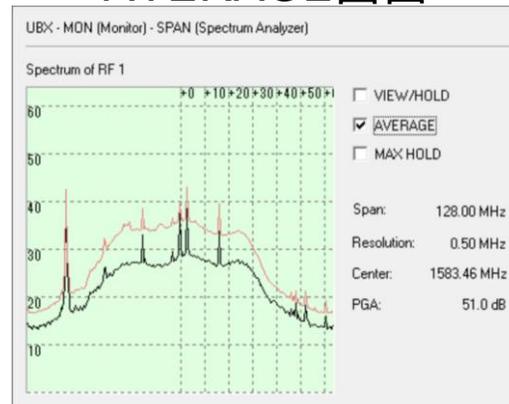
・スペクトラム表示には下記の機能がある。

- 1) VIEW/HOLD機能
スペクトラムの固定表示
- 2) AVERAGE機能
スペクトラムのアベレージング表示
- 3) MAX HOLD機能
ピーク値の表示

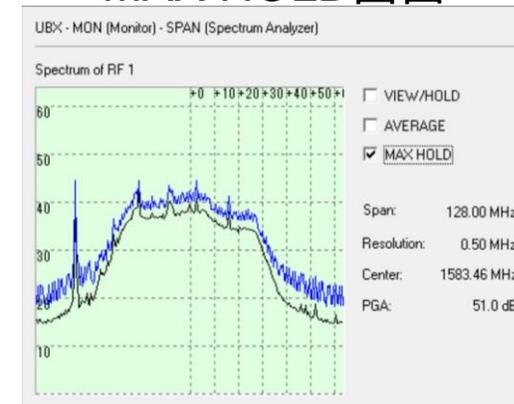
VIEW/HOLD画面



AVERAGE画面

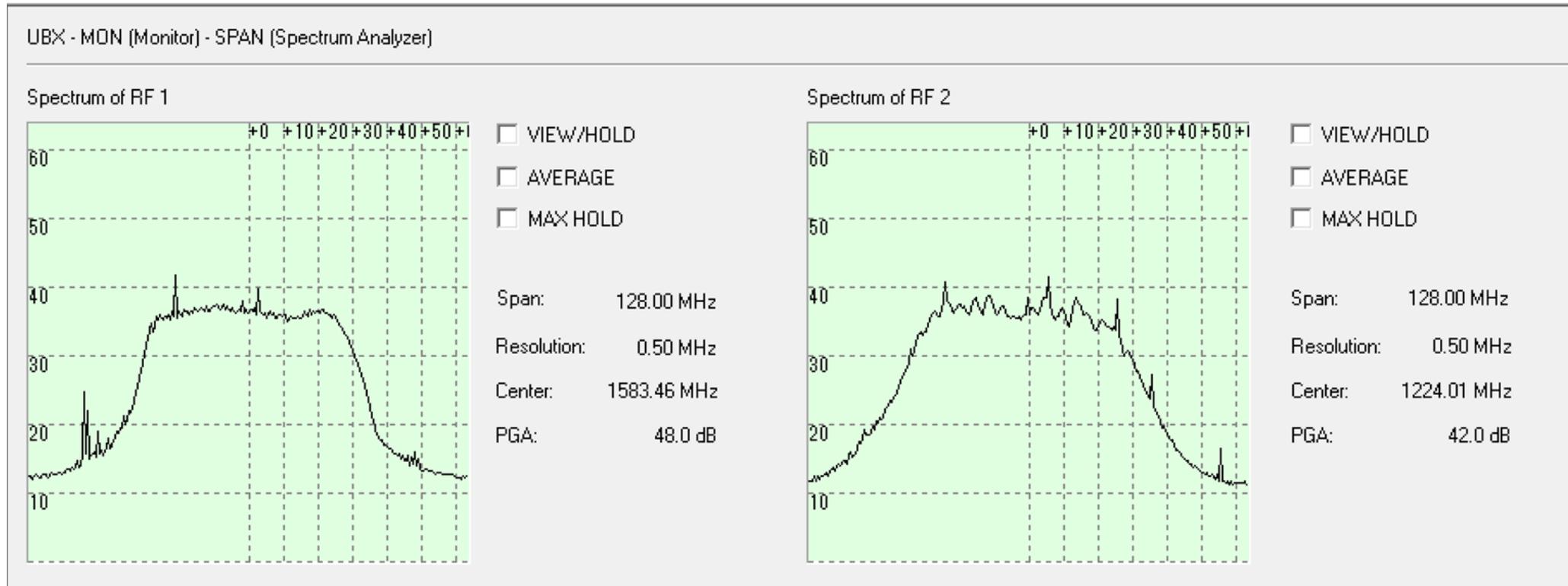


MAX HOLD画面

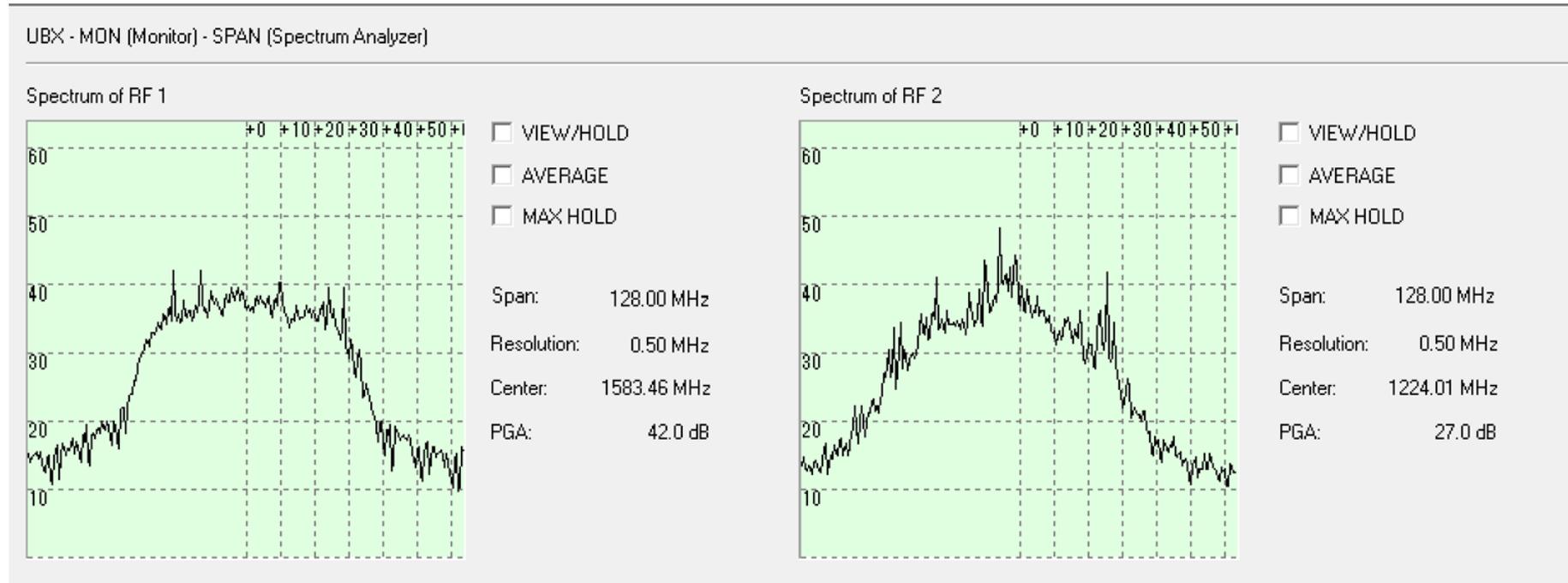


以下、F9Pのスペアナで得たスペクトラム

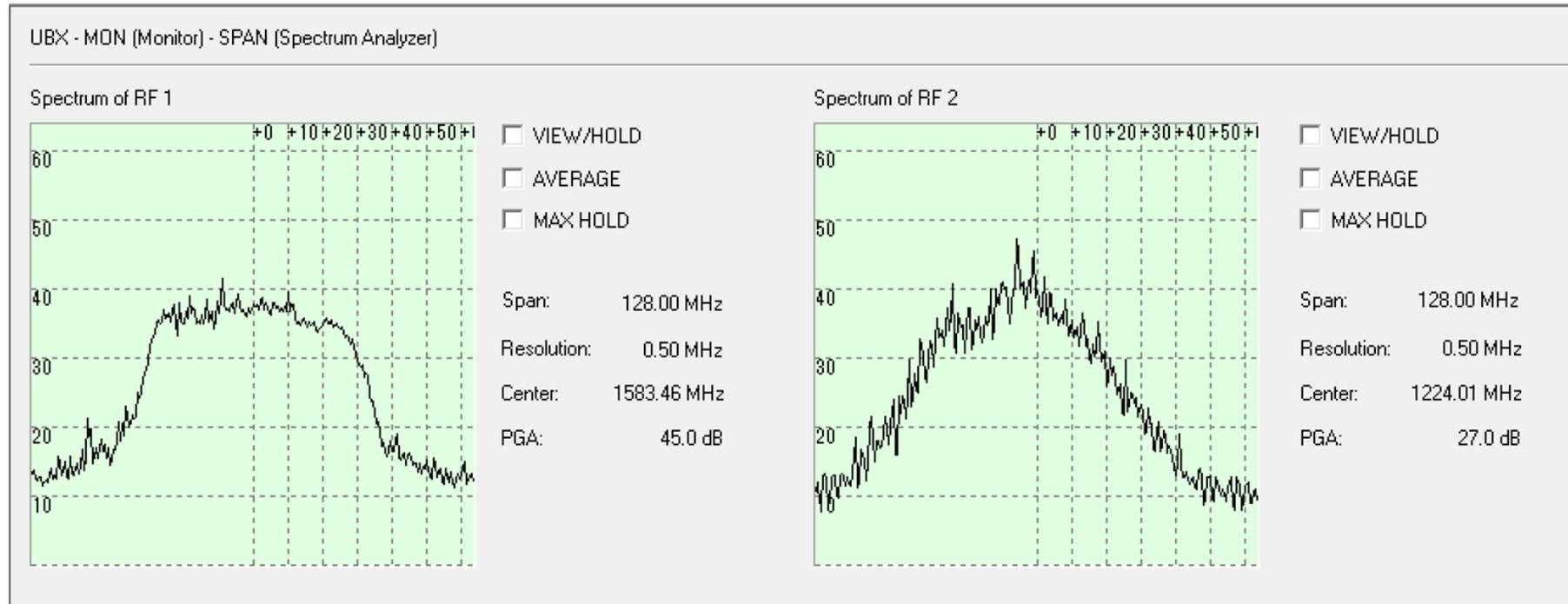
アンテナはLiDARのヘッド部の真上、LiDARはOFF



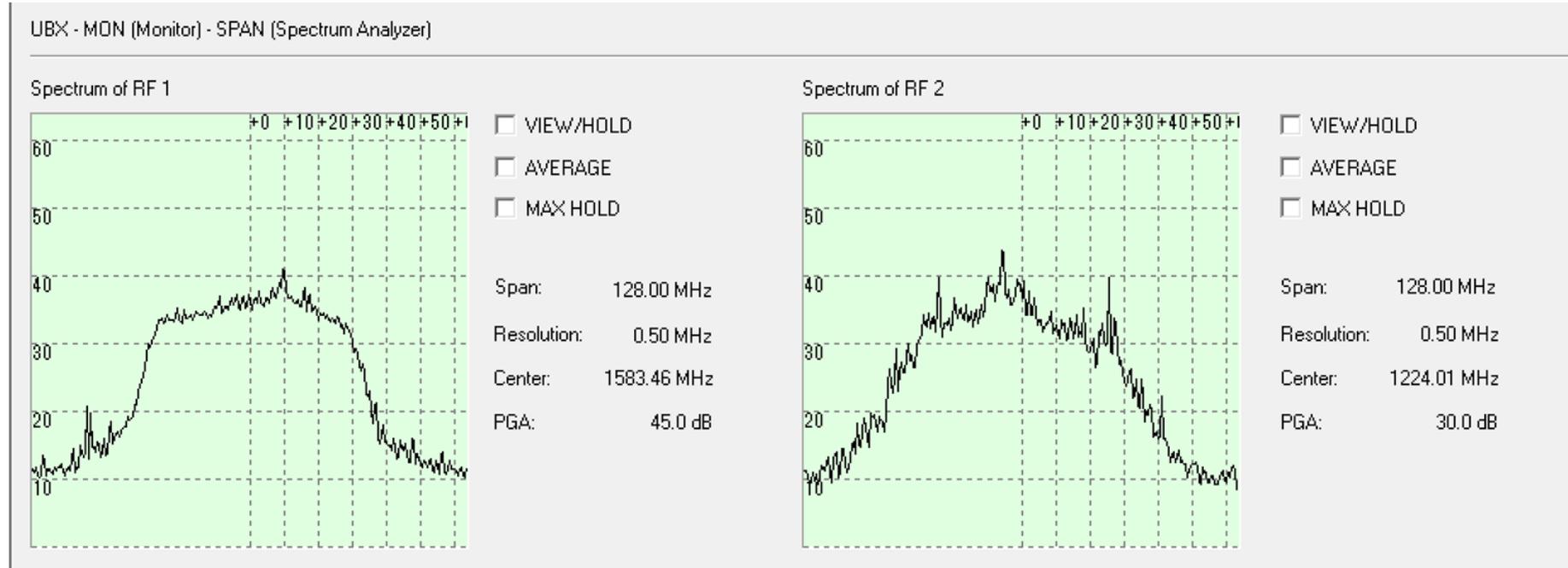
アンテナはLiDARのヘッド部の真上、LiDARはON



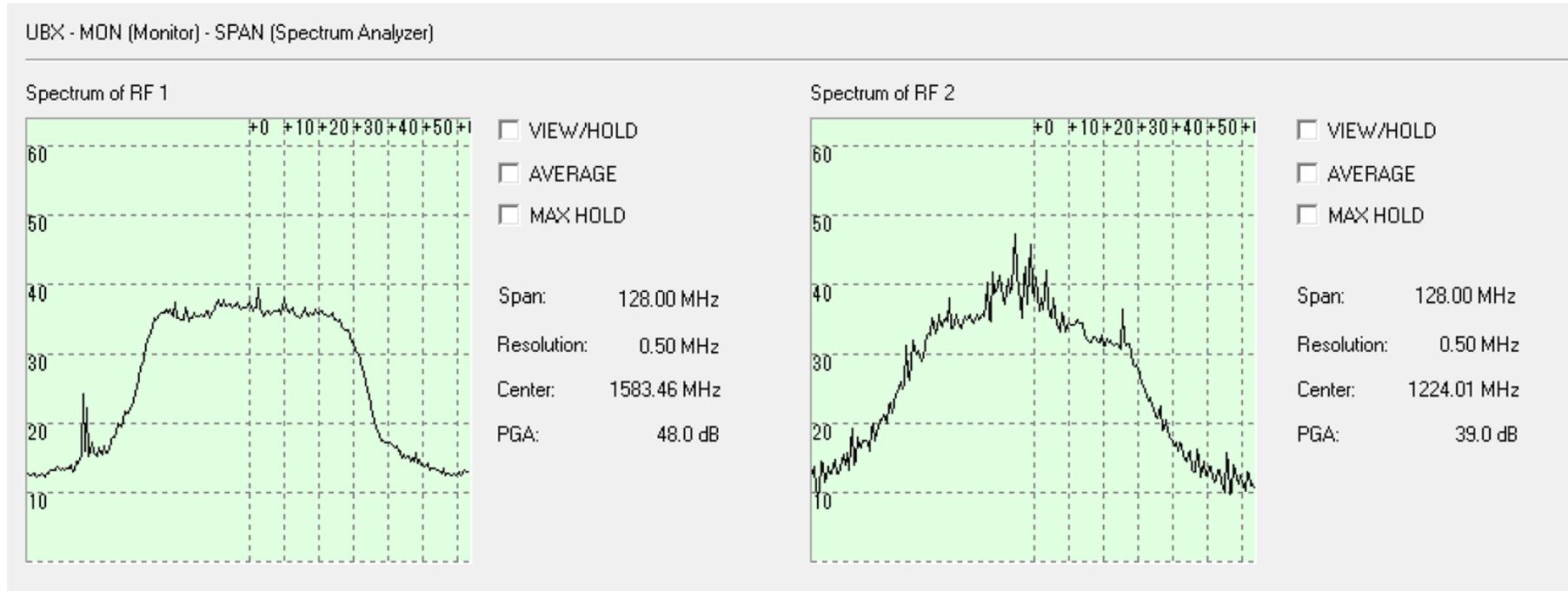
アンテナはLiDARのヘッド部の真横20cm、 LiDARはON



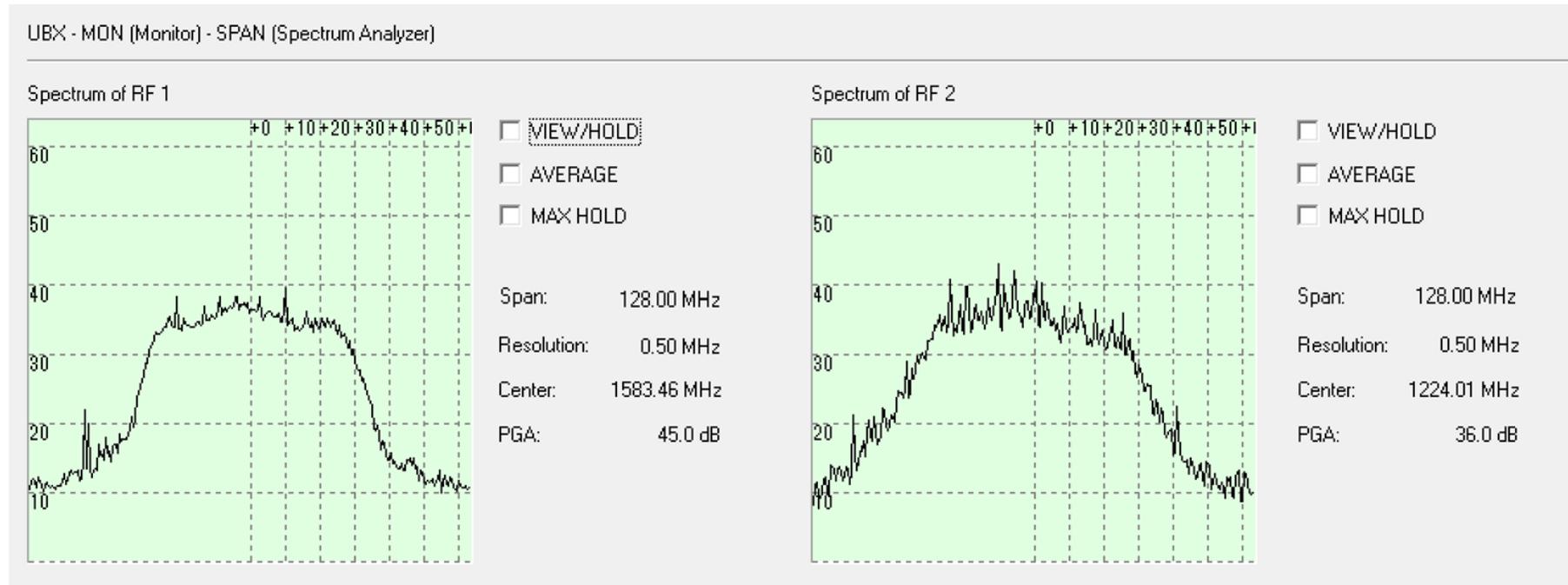
アンテナはLiDARのヘッド部の真横40cm、 LiDARはON



アンテナはLiDARのヘッド部の真横60cm、 LiDARはON



アンテナはLiDARのヘッド部の上20cm、 LiDARはON



GNSSアンテナは、LiDARのヘッド部と高さを変えて設置すべき

解決している例

アンテナを変更、かつ離隔を取って
解決している例

アンテナを変更、かつ離隔を取って解決している例 ～Chief Scientist室のロボット「PANDA」の場合～



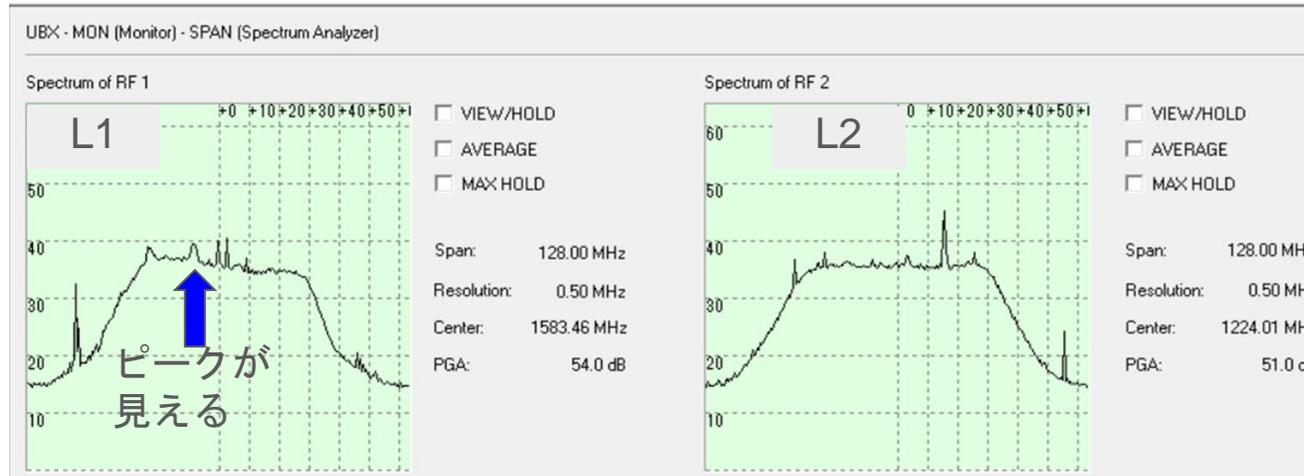
- ・ LiDAR(底面)からGNSSアンテナ(底面)までの高さ 286 mm
- ・ LiADRの中心からGNSSアンテナの中心まで距離 325.5 mm

※GNSSアンテナは、Beitian BT-560

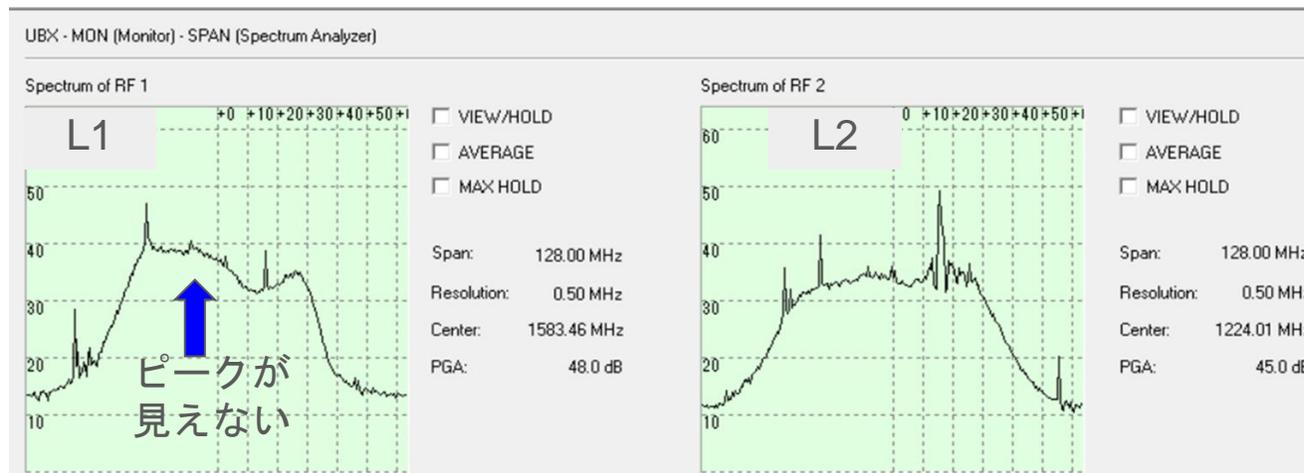
ichimillによるRTK (Ntrip利用) により、
位置と方位を取得できている。

F9Pのスペアナ機能で得たスペクトラム

干渉源なし



干渉源あり
(=カメラの
通信ON)



このUSB3.0キットの場合は、
L1帯への干渉が強い

まとめ

- LiDARからGNSSへの電波干渉の影響が大きいことと、機器により電波干渉の度合いが異なることを確認するため、簡易測定を行った。定量的な測定にはしっかりした測定環境と測定システムを構築して測定する必要がある。
- 本編では述べてはいないが、LiDARのヘッド部にGNSSアンテナを近づけた場合にスペアナのスペクトラム波形が乱れることから、干渉源はヘッド部と断定、調査を行った。
- 主にL2帯に干渉が乗ることがわかった。多周波受信機では不利となる。
- GNSSアンテナをLiDARのヘッド部と同じ高さに設置した場合とヘッド部の真上に置いた場合とでは、同じ距離においても前者の方が干渉を受けやすい傾向にあった。
→LiDARのヘッド部とGNSSアンテナの高さを変えなるべく距離を取ると良い
- u-blox社のデフォルトアンテナに比べると、ヘリカルアンテナのTOP107、AN-306はLiDARの電波干渉を受けにくい傾向にあった。今回の結果では、特にL2帯の干渉が低減される傾向にある。
→電波干渉が想定されるケースでは、ヘリカルアンテナを使用すべき
- GNSS受信機によっては、スペアナ機能が使用できる場合もあり、問題の切り分け等に利用することが可能。