

地上デジタルテレビ放送の 受信不良障害事例と解決 電波伝搬 編

2022年10月

講師 受信サービス株式会社

営業統括部長 村岡 和幸

会社概要



受信サービス株式会社

■会社概要

- 所在地 東京都文京区千駄木5丁目2番20号
- 設立 1979年4月 1日 受信相談株式会社 1985年6月14日 受信サービス株式会社名称変更
- 事業内容
 1. デジタル受信障害調査に関する一切の事業
 2. テレビ受信設備に関する調査、設計、施工、保守
 3. 光ケーブル及び付帯設備の施工、保守
 4. 放送通信用送・受信設備の調査、設計、施工
- 加盟団体 (社)日本CATV技術協会、(社)全日本電気通信サービス取引協会
(社)東京都マンション管理士会、東京都電機商業組合
- 官庁協力 2018年 総務省の「新4K8K衛星放送施工ガイドライン」の策定にあたって
有識者を集めた構成員の一員として各放送事業者、アンテナメーカーに加え施工会社として参加他

目次

▶ 電波伝搬編

- ▶ 電波伝搬・・・・・・・・・・・・・・・・ p 4
- ▶ 放送エリアの目安・・・・・・・・ p 5
- ▶ 電波伝搬で発生する障害
 - ▶ ◆遮蔽障害・・・・・・・・ p 6
 - ▶ ◆遮蔽障害対策調査・・・・・・・・ p 7
 - ▶ ◆S F N・・・・・・・・ p 8
 - ▶ ◆S F N混信・・・・・・・・ p 9
 - ▶ ◆フェージングの実態調査・・・・・・・・ p 10
 - ▶ ◆フェージングの観測（変動）・・・・ p 11
 - ▶ ◆フェージングの観測（他局）・・・・ p 12
 - ▶ ◆フェージング調査方法・・・・・・・・ p 13
- ▶ 外来雑音による障害・・・・・・・・ p 14
 - ▶ ◆ケース1 外来雑音①事前準備・・・・ p 15
 - ▶ 外来雑音②現地準備・・・・ p 16
 - ▶ 外来雑音③現地調査・・・・ p 17
 - ▶ 外来雑音④再現調査・・・・ p 18
 - ▶ 外来雑音⑤調査設備・・・・ p 19
 - ▶ ◆ケース2 外来雑音①事前準備・・・・ p 20
 - ▶ 外来雑音②現地調査・・・・ p 21
 - ▶ 外来雑音③障害解析・・・・ p 22
 - ▶ ◆ケース3 電波漏洩①実態調査・・・・ p 23
 - ▶ 電波漏洩②遅延プロファイル調査・ p 24
 - ▶ 電波漏洩③漏洩箇所調査・・・・ p 25

電波伝搬

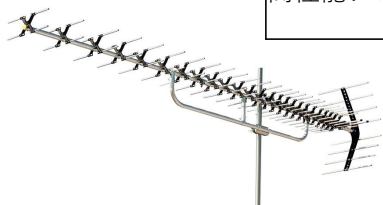
地上デジタルテレビ放送は放送局からの信号を各送信所・中継局を經由し送信され電波伝搬された電波をアンテナで受信し受信機で視聴しています。この電波伝搬では様々な要因で電波品質が悪化するケースがあります。受信が出来なくなるほど電波品質が悪化するケースもあります。正常時にアンテナでは良好な受信環境とするため放送局の放送エリアや放送エリアの送信チャンネル、送信電波の偏波などを事前に正確に把握しておく必要があります。



放送エリアの目安

各送信所には広範囲をカバーしているものから山岳部など電波の届きにくいエリアをカバーしている小規模な中継局などがあります。放送エリアの目安は、「一般社団法人 放送サービス高度化推進協会（A-PAB）」のURL「<https://tv-area.jp/#/>」で確認が出来ます。隣接した他の中継局との電波干渉などを考慮しUHF電波のチャンネルの変更や、送信電波の偏波面を水平や垂直へ変更して送信しています。下記のポイントを確認し適合したアンテナを選定します。

放送エリアが分かたら次はこれ	確認方法	例
送信所・中継局の送信チャンネルは	送信チャンネルの確認	東京スカイツリーUHF16・21～27chなど
UHFアンテナの種類の選定	送信チャンネル（周波数）が受信できるアンテナを選定	ALL（13～52ch）・L（13～30ch） M（31～44ch）・H（45～52ch）など
水平偏波と垂直偏波	総務省のホームページなどで確認	
送信所・中継局から遠い受信点では高性能アンテナ	近隣に設置されているアンテナを確認する方法も	弱電電界エリア用27素子高性能アンテナ 強電電界エリア用5素子アンテナ 樹脂製平面アンテナ など



電波伝搬で発生する障害

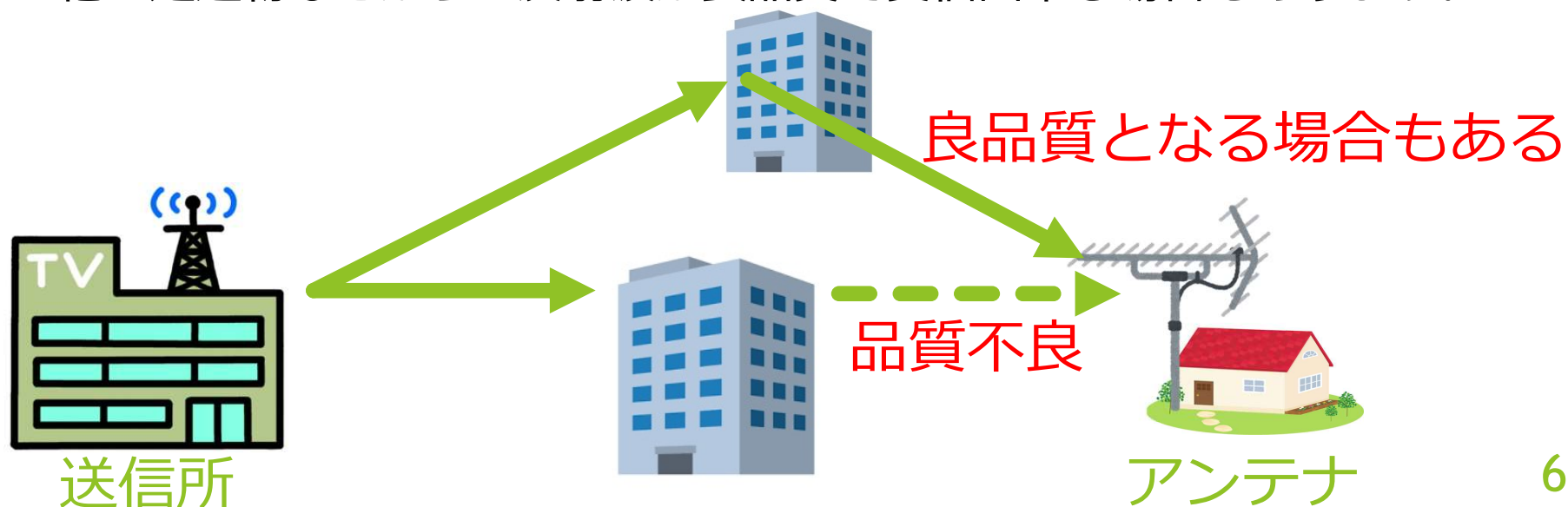
遮蔽障害

地形的な問題や高層建造物などにより送信所・中継局からの電波がアンテナまで到達する間で遮蔽されることにより

地上デジタルテレビ放送の電波が減衰することがあります。

遮蔽物を避けて送信所・中継局が見通しとなる場所へアンテナを移設や送信所・中継局とアンテナの直線上にある遮蔽物からアンテナを離れる方向へ移設などで電波の品質が良好となる地点を調査します。

送信所・中継局から比較的近接した強電界、中電界エリアでは他の建造物などからの反射波が良品質で受信出来る場合もあります。

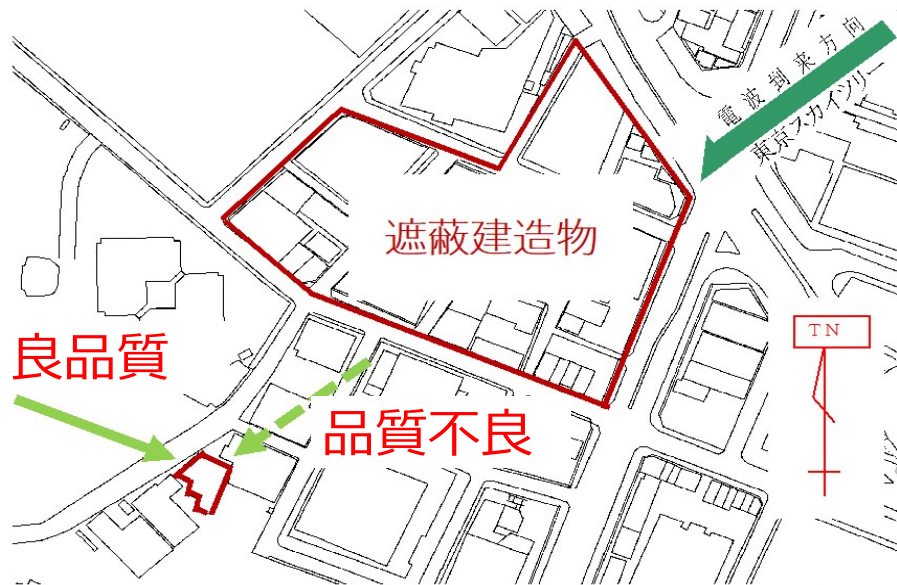


電波伝搬で発生する障害

遮蔽障害対策調査

送信所・中継局から近い強電界エリアでは、電波到来方向では無く良質な反射波を受信する事が可能となる場合があります。

下記は、東京スカイツリーからの電波が遮蔽障害を受けて品質悪化しアンテナ方向の調査を行ったデータです。



アンテナ受信調査									
	周波数(MHz)	491	521	527	533	539	545	551	557
	チャンネル	16	21	22	23	24	25	26	27
東京スカイツリー 方向	出力レベル	60	73	72	69	71	70	72	61
	MER	16.0	29.3	28.3	24.3	30.0	27.6	27.3	16.7
	BER	4.20E-02	0.00E+00	0.00E+00	6.15E-06	0.00E+00	0.00E+00	1.56E-05	3.26E-02
	品質評価	×	○	○	○	○	○	○	×
西北西 方向	出力レベル	65	73	76	76	75	75	75	79
	MER	24.3	29.9	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
	BER	2.08E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	品質評価	○	○	○	○	○	○	○	○

西北西から電波到来する反射波が良品質で安定する結果となりました。

ハイトパターン調査も有効です。アンテナ設置高を低くするなどアンテナ出力や品質の向上が見込める場合もあります。

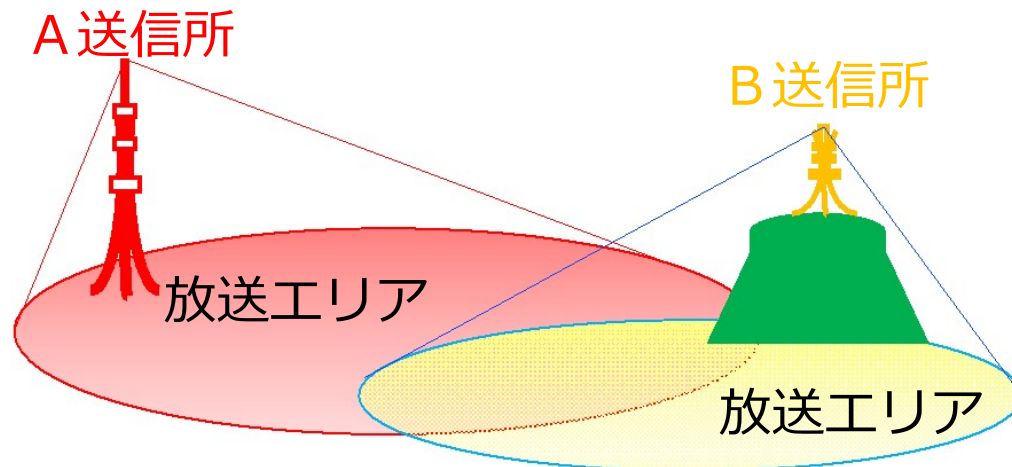
50cm毎に高さを上下に変えて調査を行うのもポイントです。

電波伝搬で発生する障害

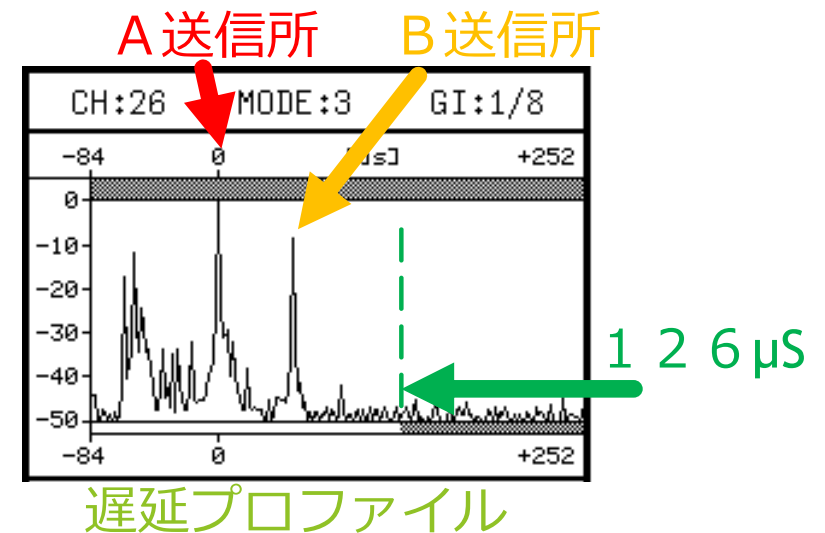
S F N

地上デジタルテレビ放送は、同一の周波数を利用できる
シングル周波数ネットワーク（S F N）を利用しています。

同一のチャンネルを使用してもO F D Mのガードインターバルを付加
する事により遅延時間が1 2 6 μ S以内であればチャンネル同士の干渉を
生じさせずデジタル信号を復号します。



送信所 2 箇所 で 同一 の 2 6 c h を 送信

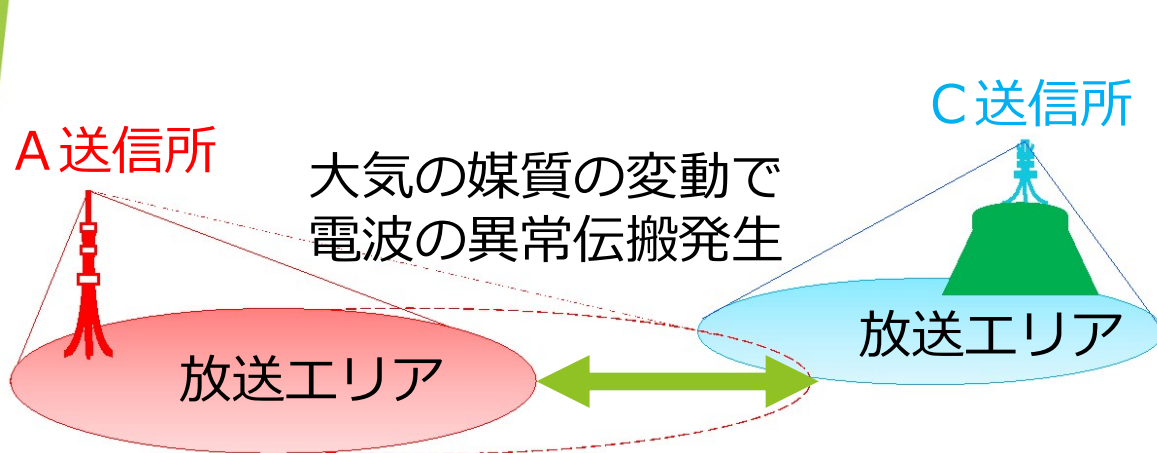


遅延プロファイルを確認すると遅延時間1 2 6 μ S以内にB送信所の
電波があるのが分かります。1 2 6 μ S以内なので正常に復号します。

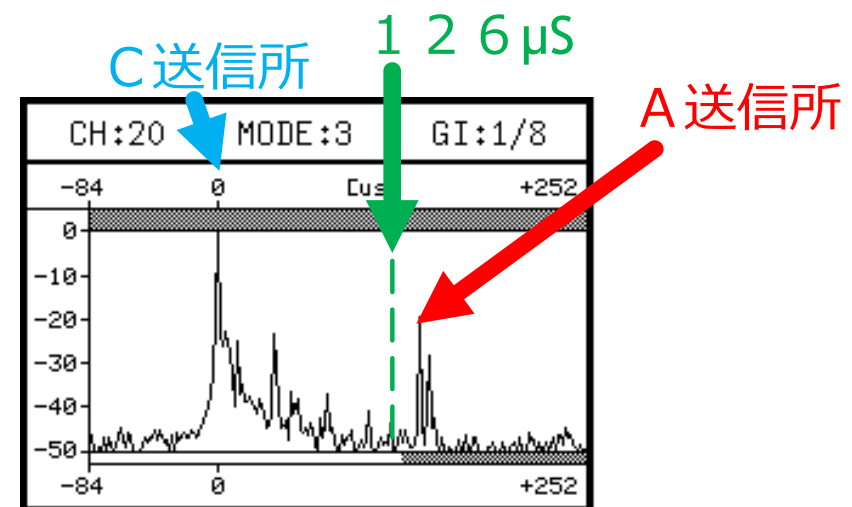
電波伝搬で発生する障害

S F N混信

送信所・中継局と受信アンテナの距離が長距離となるエリアでは伝搬路や大気の媒質が気象条件などにより変動して、電波の異常伝搬が発生させます。この事象をフェージングといい春先から夏に目立って発生します。同一チャンネルのガードインターバルの126 μ Sを超えた他中継局の電波を受信してしまうためテレビが視聴出来なくなります。



A送信所の電波がフェージングによりC送信所のエリアまで届いてしまう事象



Cエリア受信アンテナ遅延プロファイル

フェージングが影響してA送信所の電波の異常伝搬が発生しCエリアの一部でテレビが視聴出来なくなります。

電波伝搬で発生する障害

フェージングの実態調査

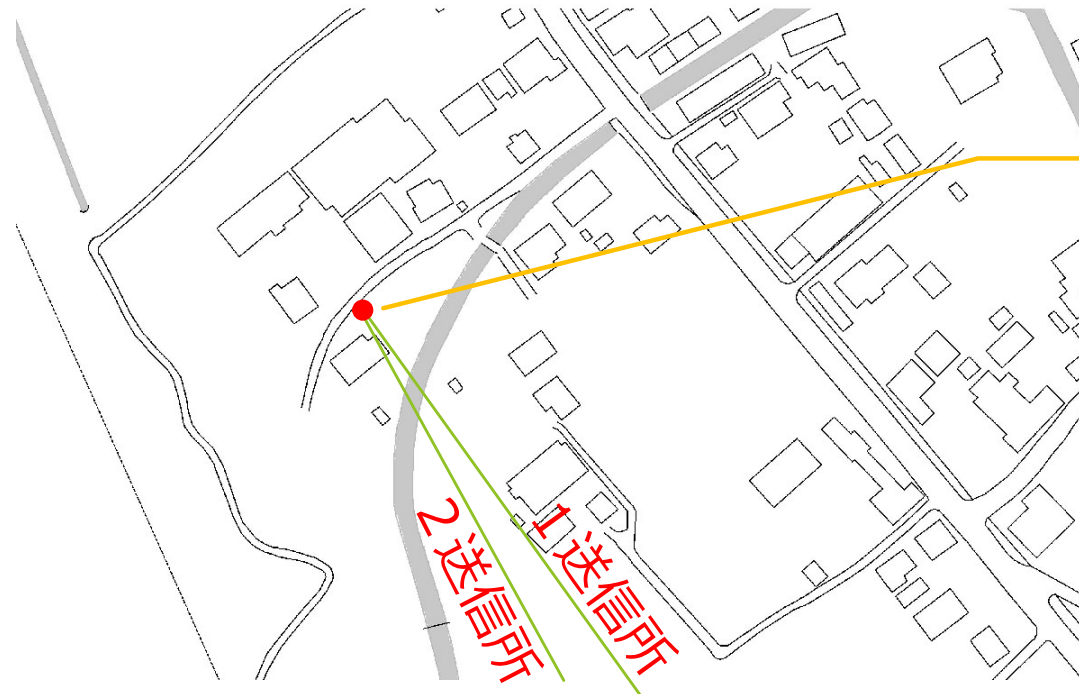
長期観測を行った実例を紹介します。1月から8月まで受信観測を行い

1基のアンテナで入射角 10° の角度差がある2つの送信所を受信しました。

1送信所は、アンテナまでの距離が82.5 km、2送信所は、アンテナまでの距離が6.1 kmです。同じアンテナで受信した放送ですが

1送信所の電波は20 dB以上のレベル変動が発生しテレビは不定期に受信不能となりました。

一方、2送信所の電波は、変動は無く安定した受信となっていました。



調査で使したアンテナ

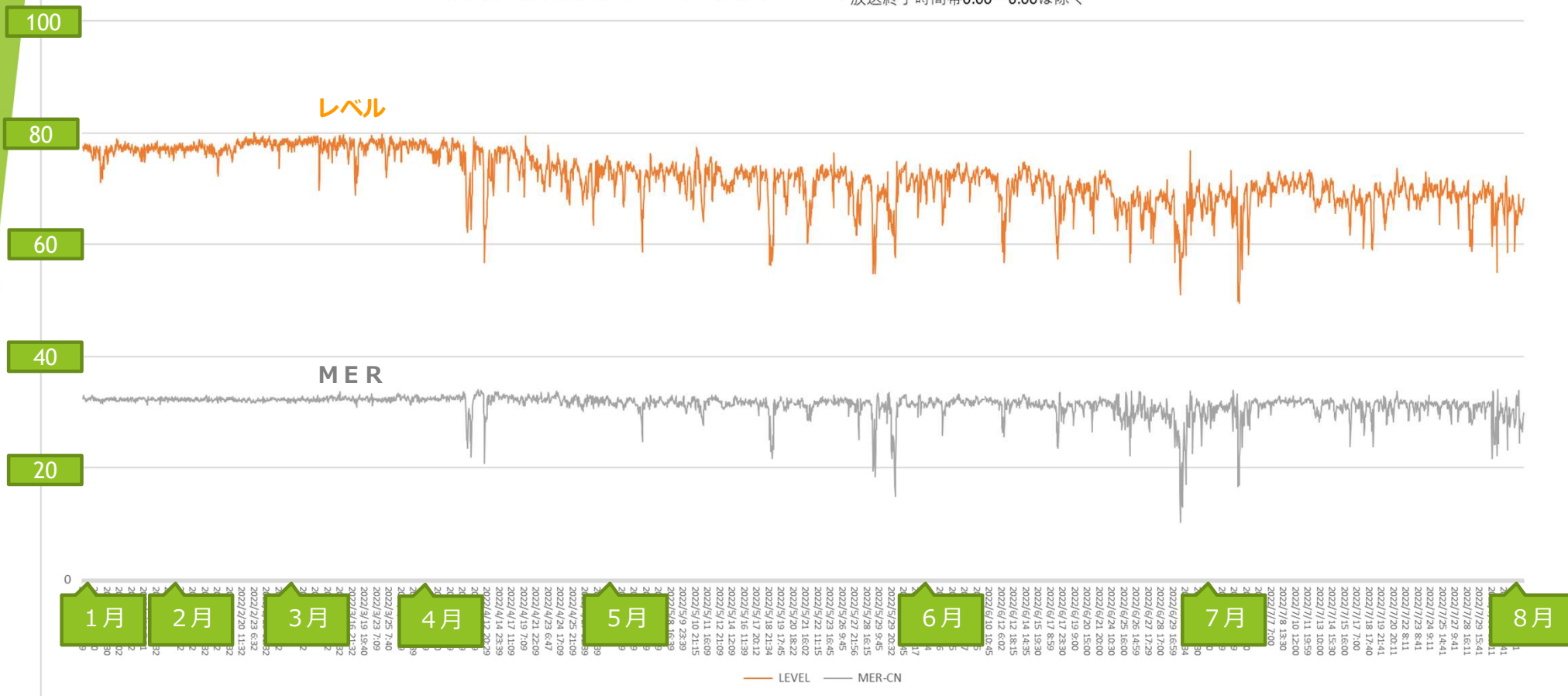
電波伝搬で発生する障害

フェージングの観測（変動）

4月頃よりレベル変動が確認出来るようになり最大で20dB以上の変動も確認出来ます。伝搬距離は、82.5kmで大気の媒質の変動によるフェージングと判断出来る結果となりました。

22chのレベル変動（2022/1/14～2022/8/2）

- ・前後の時間帯とのレベル差が-0.5以上+0.5以下のデータは除く
- ・放送終了時間帯0:00～6:00は除く



電波伝搬で発生する障害

フェーリングの観測（他局）

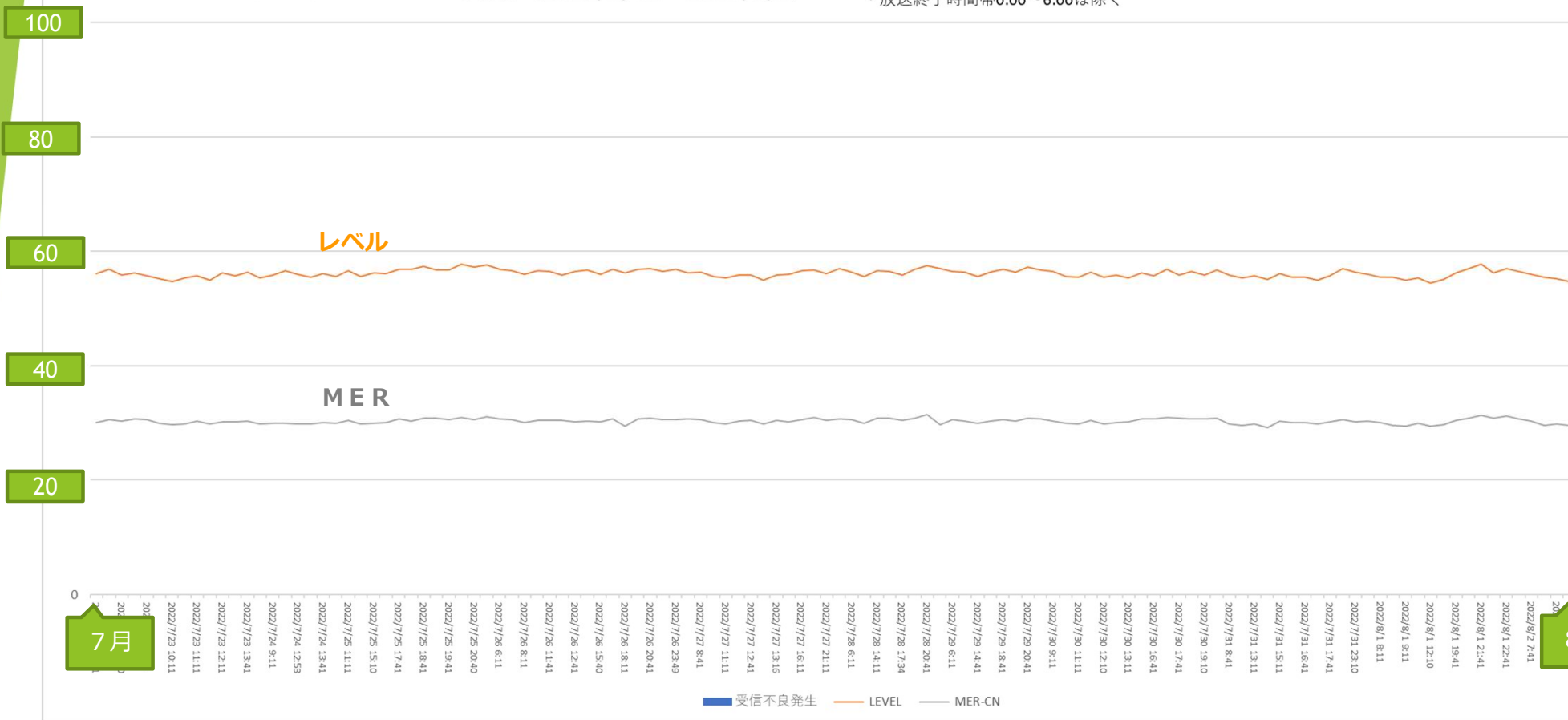
設備不良などが無い事を確認するため、同じアンテナで受信している

他の中継局の電波変動も観測したが変動は無く良好に受信出来ている事が

確認出来ました。伝搬距離は6.1 kmです。

3 4 c h のレベル変動（2022/7/22～2022/8/2）

- ・前後の時間帯とのレベル差が-0.5以上+0.5以下のデータは除く
- ・放送終了時間帯0:00～6:00は除く



電波伝搬で発生する障害

フェージング調査方法

仮設の設備を設置し長期間観測を行いました。

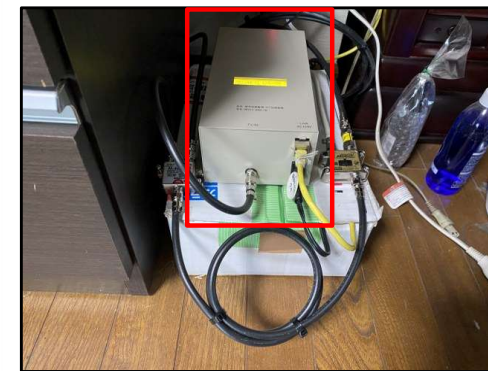
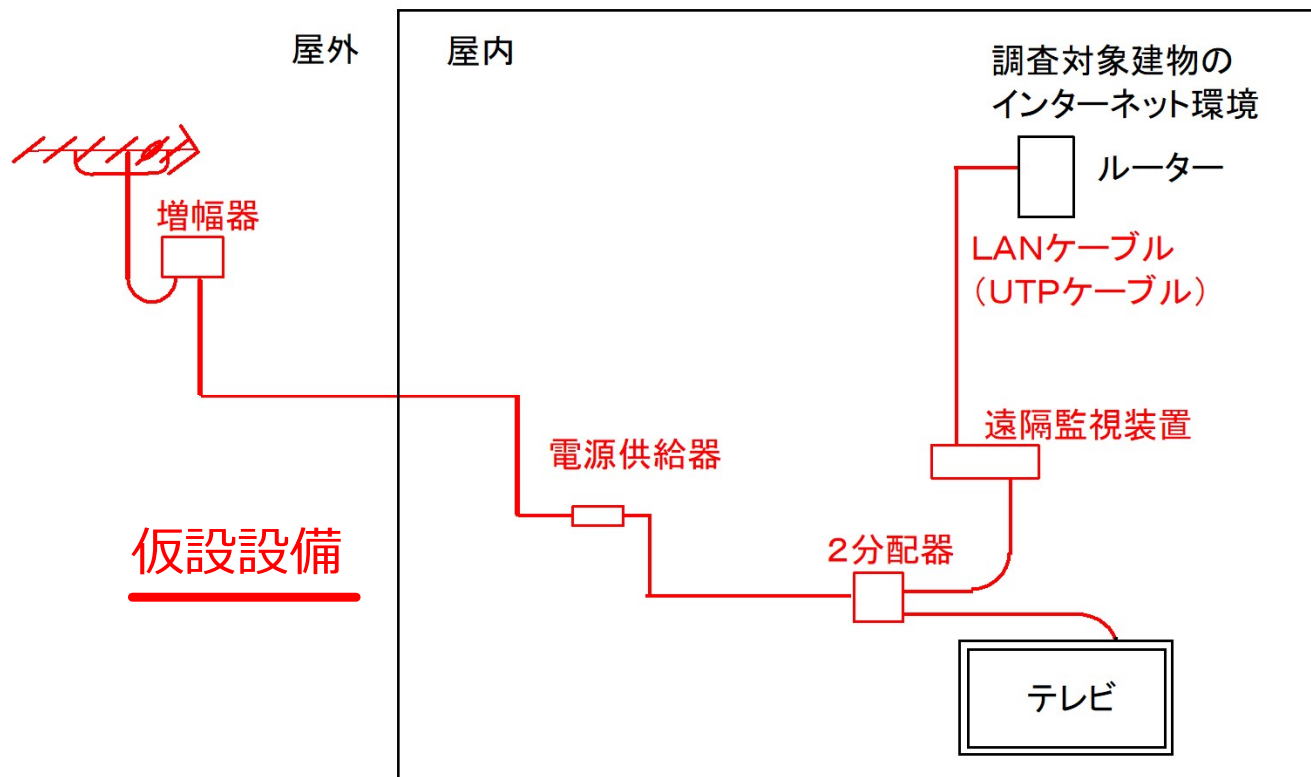
遠隔監視装置では設定した任意のUHFチャンネルのレベル、MER

BERを毎秒観測しクラウドへデータ蓄積し変動の傾向を確認しました。

春先から夏までの変動が確認出来た事と、同アンテナで受信した

他の中継局の電波は変動が無いことからフェージングによる受信不良と

判断しました。



遠隔監視装置

外来波など雑音による被干渉障害

外来雑音による障害

アンテナで本来受信を目的としたテレビ電波以外に
外来からの雑音が混入してしまい視聴障害が発生することがあります。
雑音源の多くは、電子機器や設備などの老朽化や故障が原因で発生します。
常時視聴出来ないなど常に雑音が発生していれば雑音源の特定が
容易に行えますが不定期に発生する雑音の場合は
発生する時間帯や曜日など電子機器などの可動時間が原因究明の
ポイントになります。



外来雑音調査中（屋外）



外来雑音調査中（屋内）

いつ映らない？
時間帯は？
曜日は？

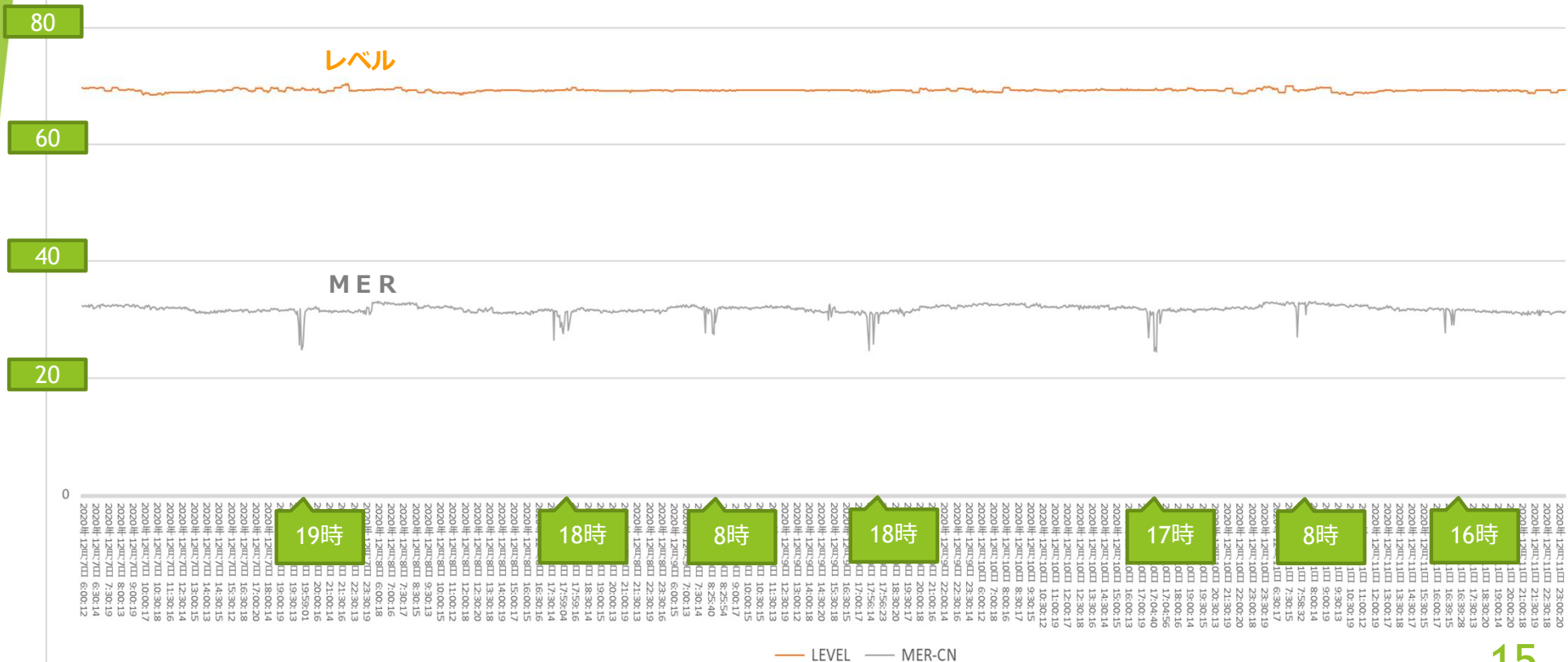


外来波など雑音による被干渉障害

ケース1 外来雑音①事前準備

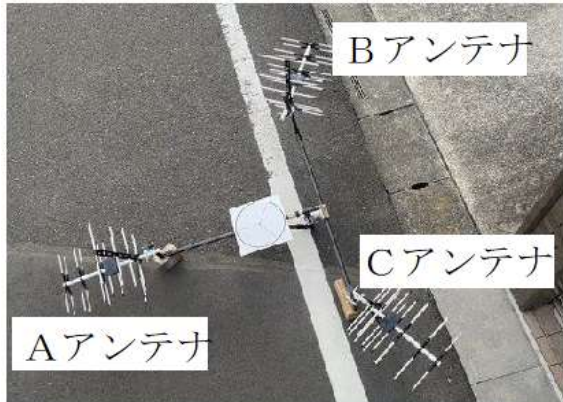
テレビ設備に遠隔監視装置を設置しレベル、MER、BERの劣化の傾向を確認致しました。その結果、平日は朝、夕方にMERが劣化し、短時間で発生している事が分かりました。

18時頃から受信不良発生が多い傾向と確認しました。



外来雑音②現地準備

外来雑音の到来方向を把握するため、路上測定車に3方向アンテナを設置し、アンテナ出力から3台のスペアナにそれぞれ接続しMAX HOLDを設定し短時間で発生する外来雑音の到来方向の調査を行いました。



調査で使用したアンテナ



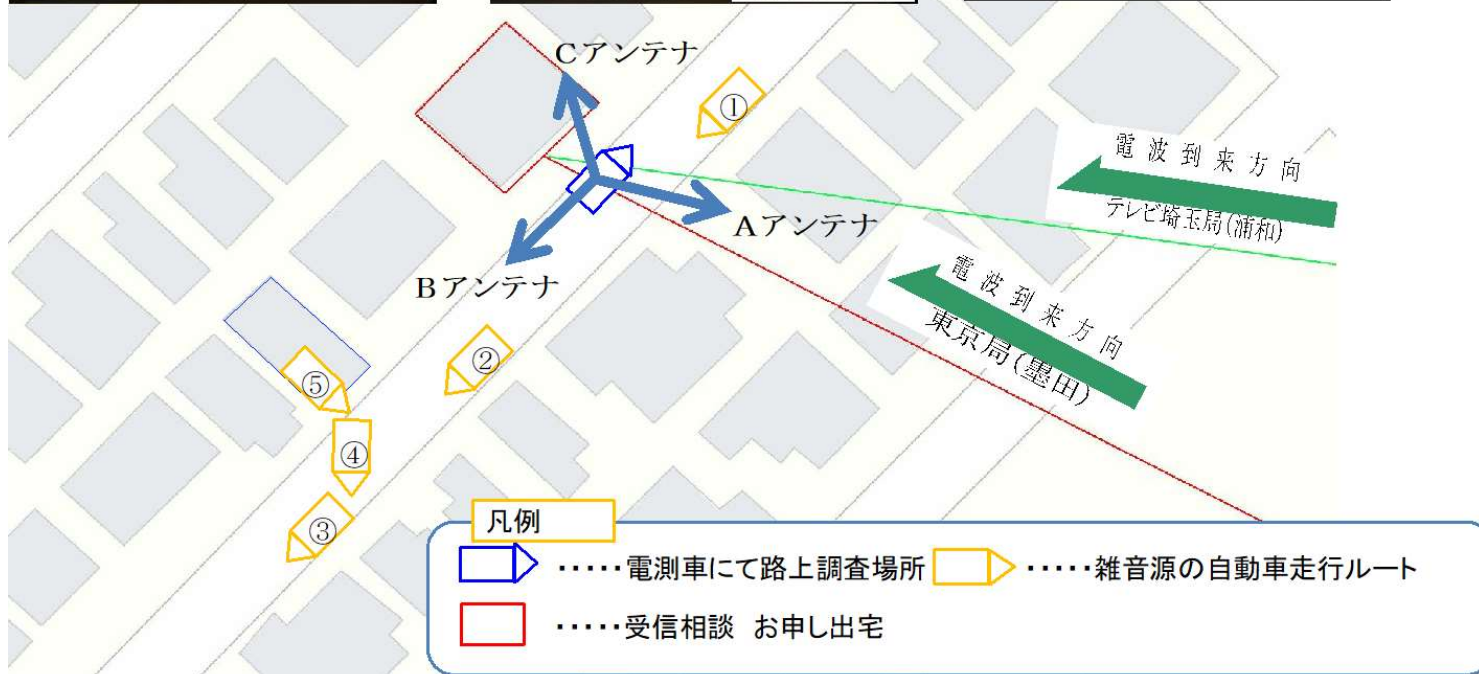
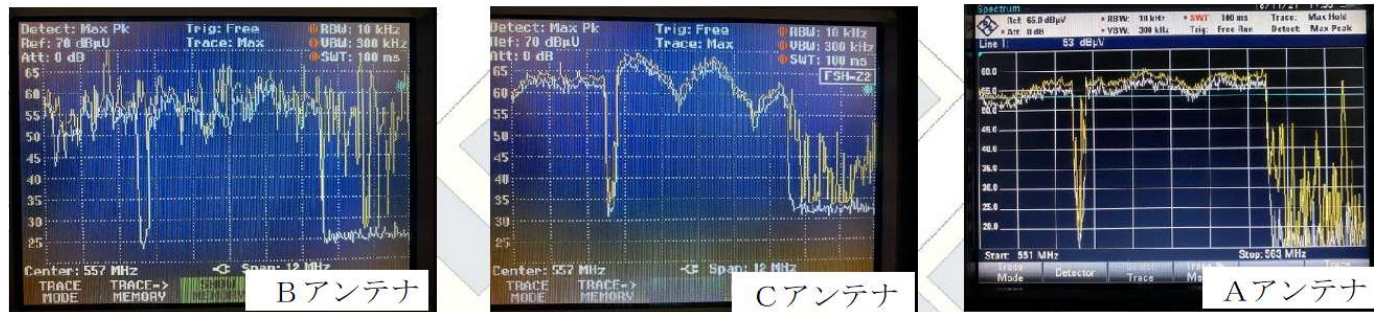
各アンテナから接続した3台のスペアナ



電測車による測定風景

ケース1 外来雑音③現地調査

雑音レベルが上がって来た際に、自動車が通過し2軒となりの駐車場でエンジンを切ったと同時に雑音が無くなった事が確認出来ました。移動体の雑音源であった事を確認し雑音源の自動車所有者に諸事情を説明し改善を依頼しました。



外来波など雑音による被干渉障害

ケース1

外来雑音④再現調査

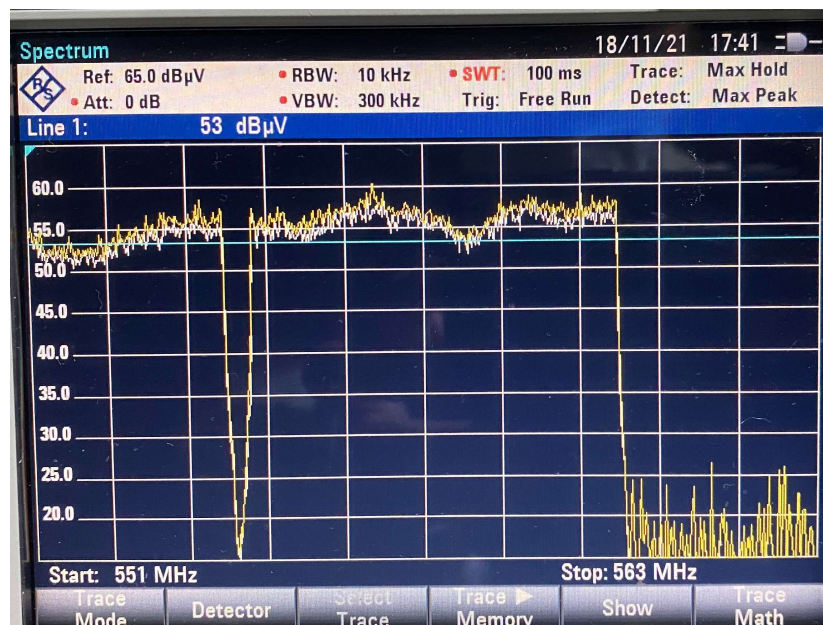
スペアナの波形は、UHF 27chのOFDM波形です。

左側の正常時の波形に対して右側は雑音源となっていた自動車を

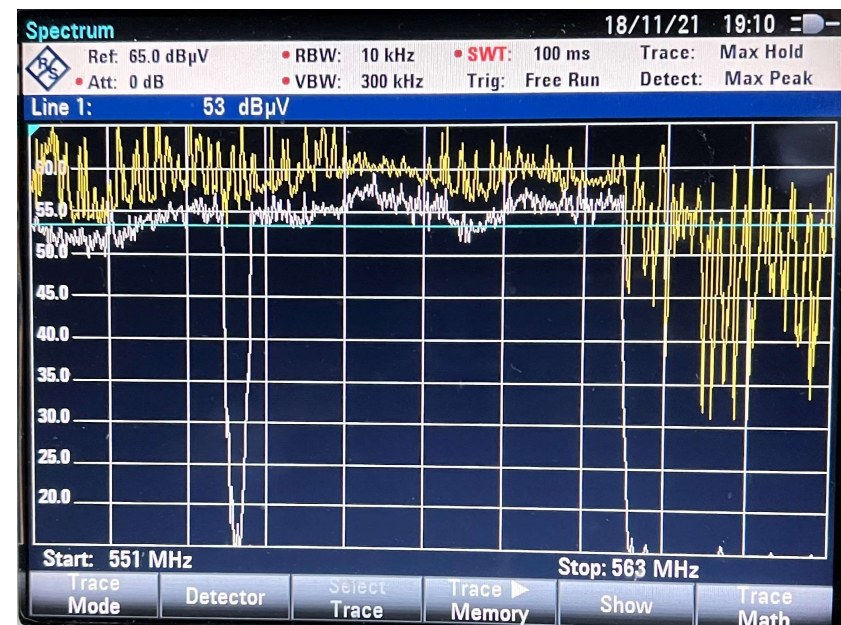
Aアンテナの前に停車してエンジンをかけている時の波形です。

エンジンを切った後は再び左側の波形に復旧しました。

雑音発生時には測定用テレビも全く受信出来なくなりました。



正常時のAアンテナのスペアナ波形
中央 UHF 27ch
OFDM波形



雑音発生時のAアンテナのスペアナ波形
中央 UHF 27ch
OFDM波形

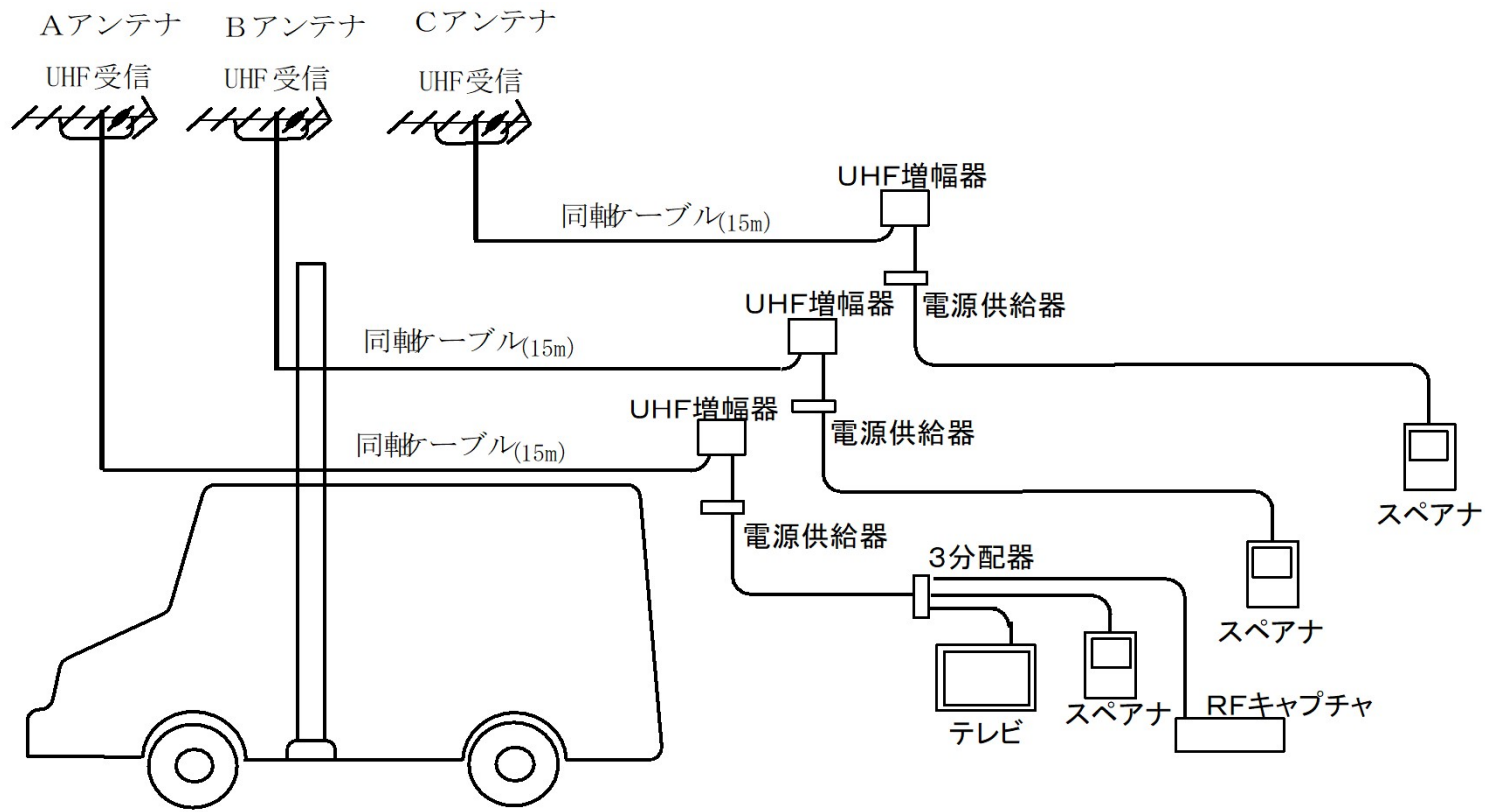
— 正常時のTRACE MEMORY

— TRACE CLEAR/WRITE

ケース1

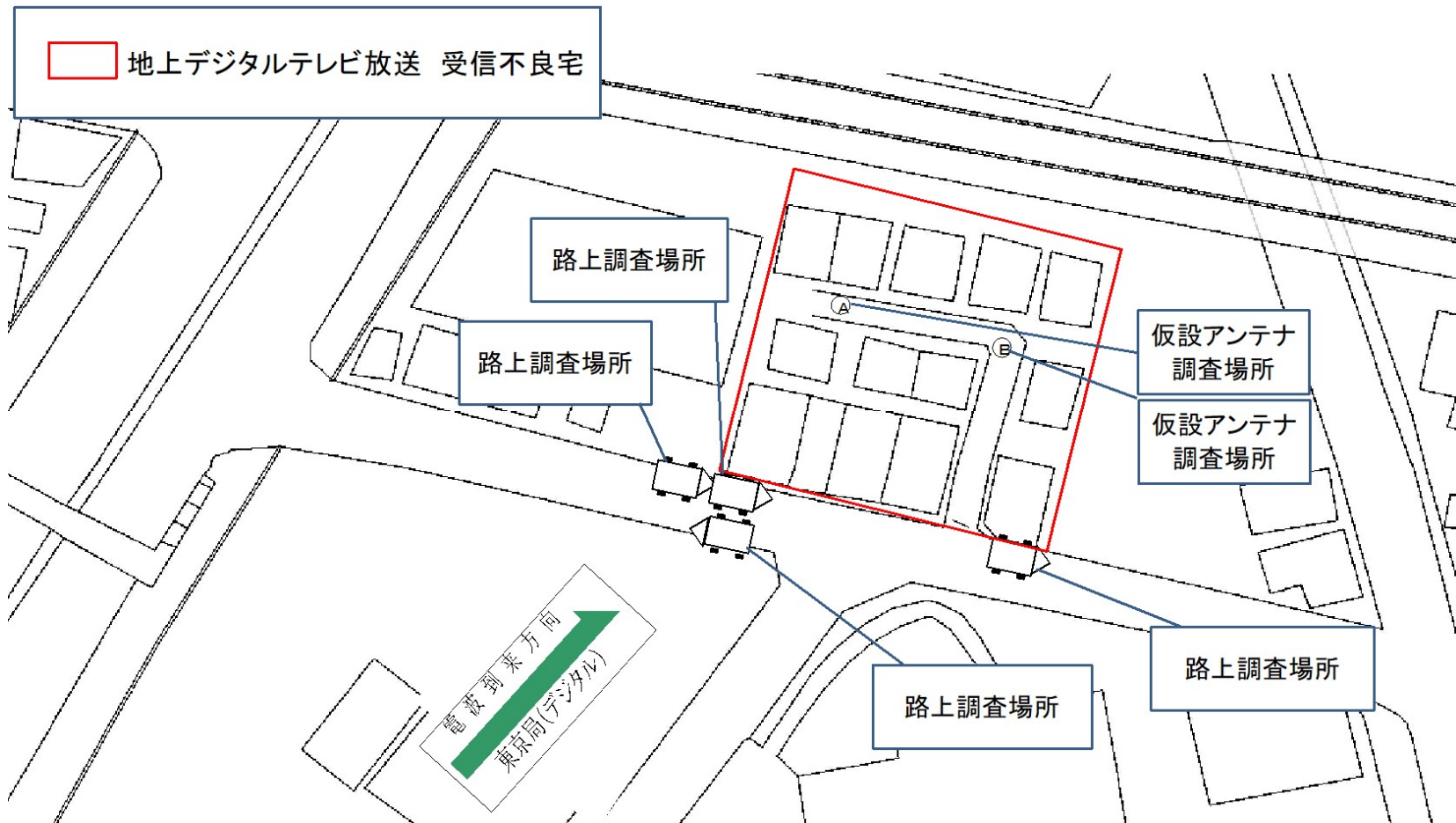
外来雑音⑤調査設備

受信不良が発生する時間帯、頻度など事前に遠隔監視装置でデータ収集を行い受信不良の発生が数秒間と短時間になるケースでは外来雑音の到来方向や強さ、雑音の種類などデータ取得出来るように調査設備の構成を考える必要があります。RFキャプチャは、空間の電波状況をHDD記録して後日解析可能なので外来雑音調査では有効な測定機材となります。



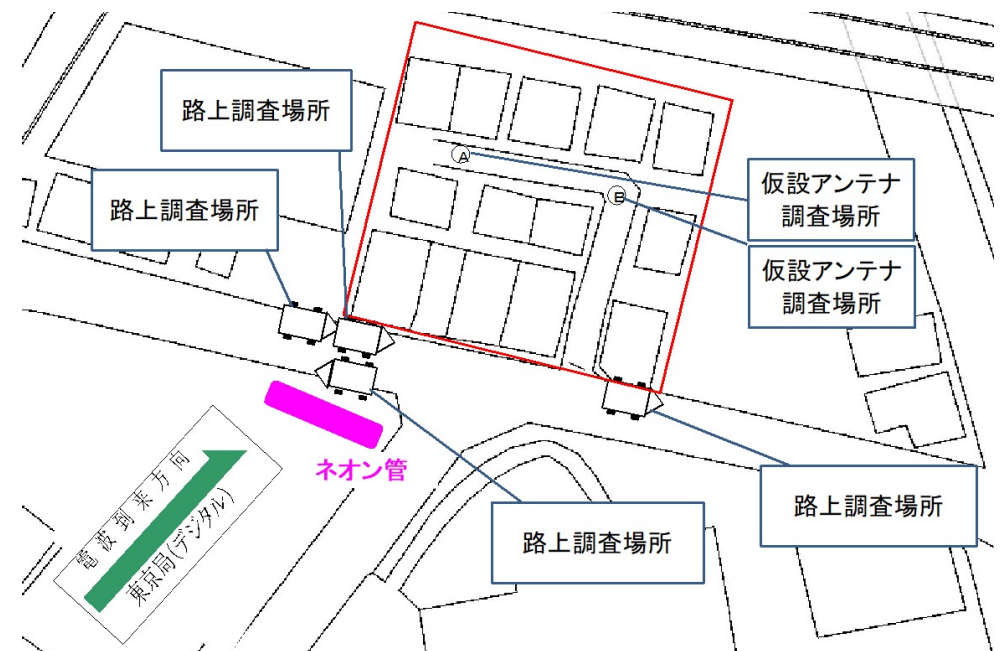
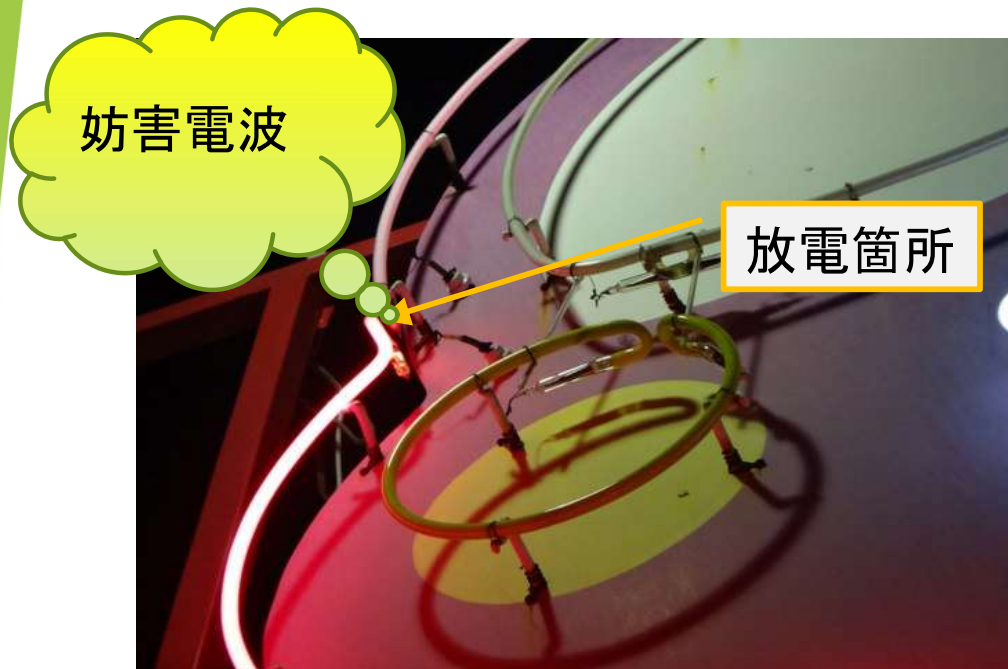
外来雑音①事前準備

特定のエリアで夕方から22時頃にかけて地上デジタルテレビ放送が受信出来なくなっていると問い合わせがあり現地調査に入りました。特に強風時に視聴障害が目立って発生する状況でした。調査場所や時間帯を事前検討し準備を進めました。



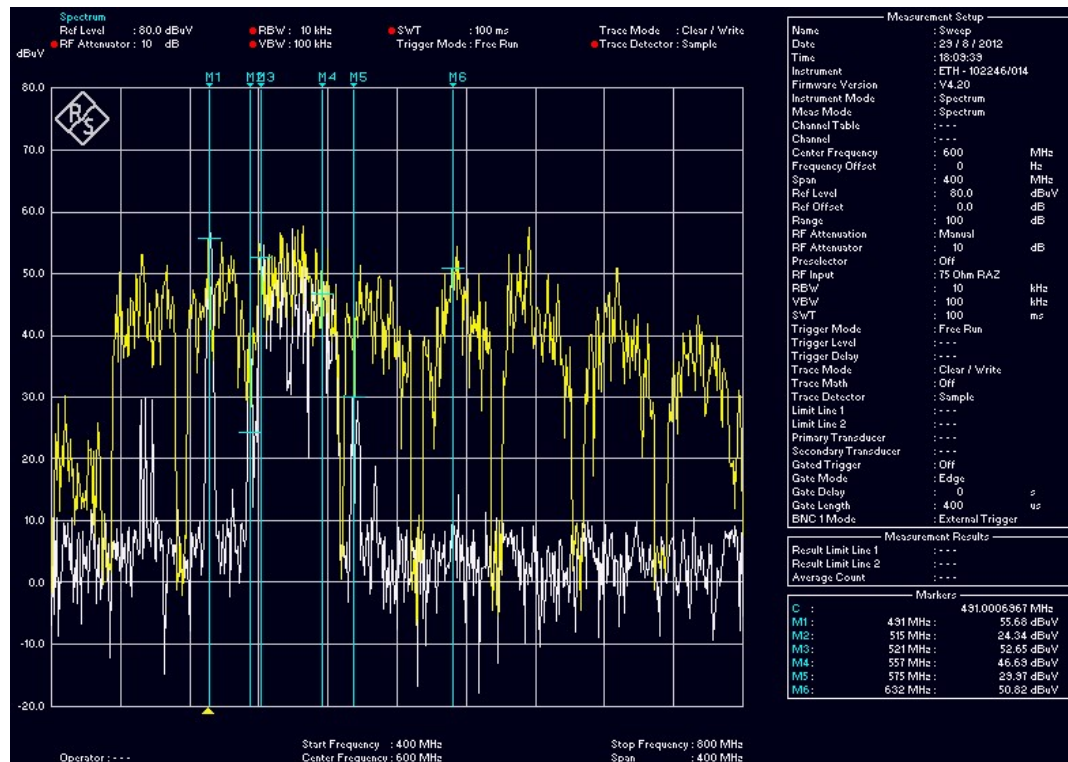
外来雑音②現地調査

夕方より現地調査を行いました。時より強風が吹くタイミングで雑音を確認出来ました。常時雑音が発生していないため調査場所各所で同時測定を行い、雑音発生時にスペアナ波形で雑音レベルが高くなる地点へ近づいていき看板に設置されたネオン管から雑音が発生している事を確認しました。ネオン管の管理者へ改善の依頼をしました。



ケース2 外来雑音③ 障害解析

正常時の地上デジタルテレビ放送のOFDM波形に対して強風時には、地上デジタルテレビ放送のOFDM波形のような形状で広帯域に雑音が発生しテレビが全く受信出来なくなる状況でした。近隣のアンテナは電波到来方向へ向けられておりますが電波到来方向に雑音源のネオン管があることで広範囲に受信障害が発生していました。



電波漏洩①実態調査

特定のエリアで地上デジタルテレビ放送が数軒視聴出来なくなったと問い合わせがあり現地調査に入りました。

調査対象のお宅は、個別アンテナ受信をしている戸建て住宅でした。アンテナの劣化などでは無く近隣一帯で視聴障害が発生しており妨害電波などの可能性があります。

電測車などによる路上調査でもテレビ視聴が出来ませんでした。



電測車で測定中

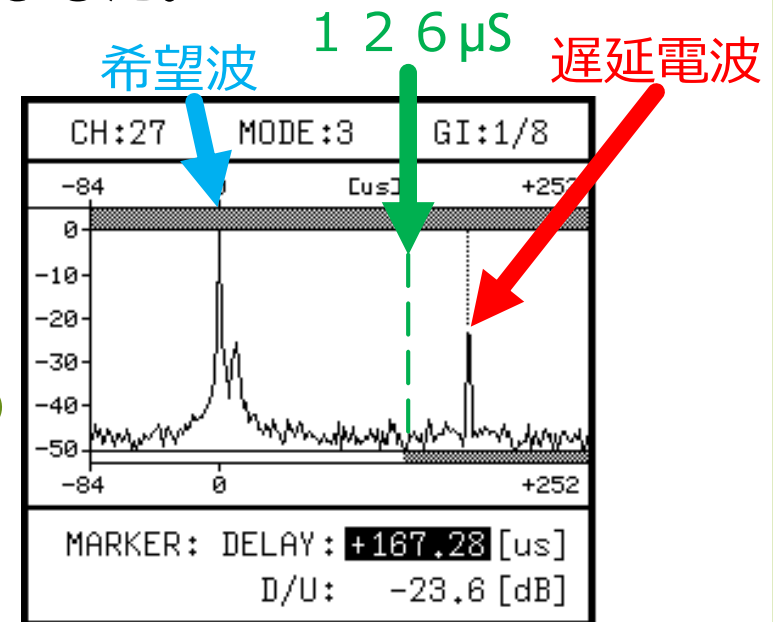
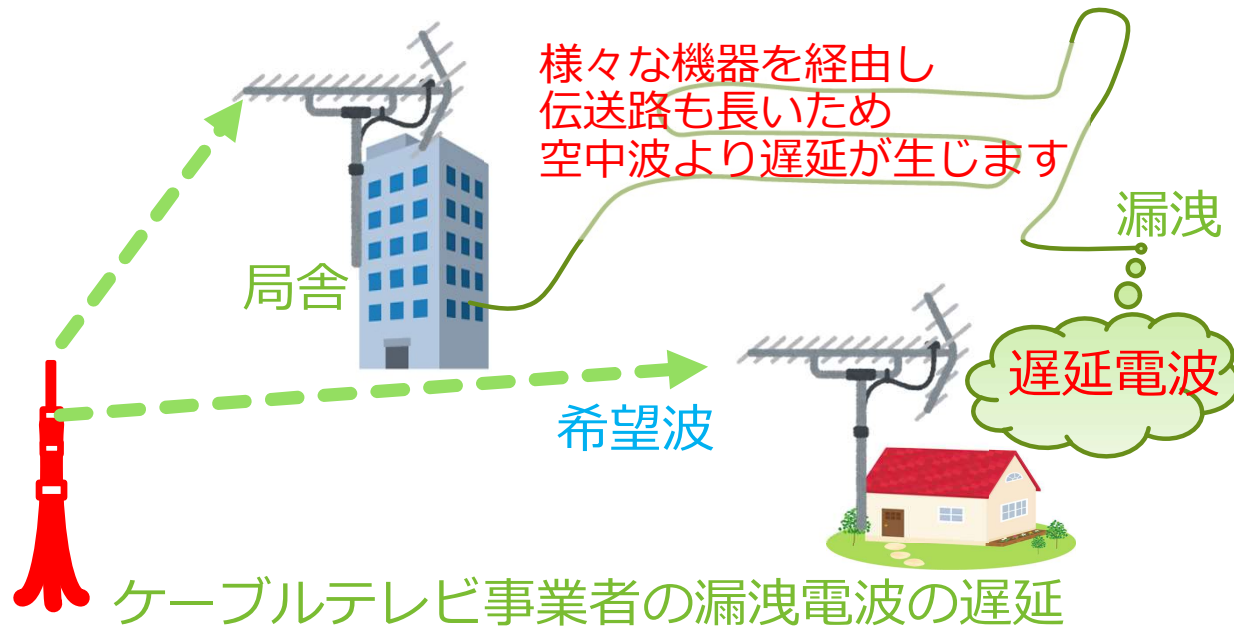


電測車が立ち入り出来ない場所では
手持ちアンテナで測定中

外来波など雑音による被干渉障害

ケース3 電波漏洩②遅延プロファイル調査

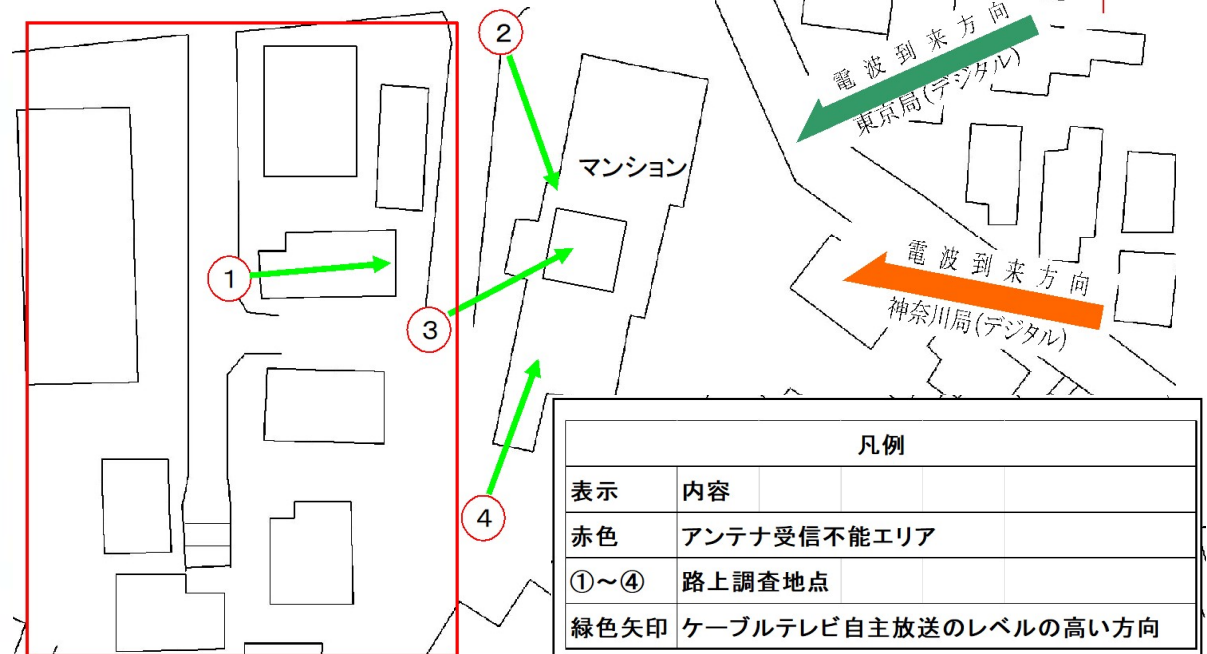
遅延プロファイル調査を行った結果、126 μ Sを超えた遅延電波がアンテナに混入しておりました。スペアナで測定したところ空中波に存在しないOFDM波形が確認出来ました。測定用テレビでチャンネルスキャンを行ったところその番組はケーブルテレビ事業者の自主放送と判明したため126 μ Sガードインターバルを超えている遅延波はケーブルテレビ事業者の電波である事が判明しました。



ケース3

電波漏洩③漏洩箇所調査

近隣マンションの塔屋方向から自主放送の電波が強く漏洩している事が判明しました。このマンションは数日前にケーブルテレビを導入したようで増幅器にて増幅された電波が行き先不明の幹線と接続されておりましたがその幹線ケーブルは屋上塔屋で切断された状態で開放されておりました。そこから近隣一帯へ電波が漏洩しておりました。ケーブルテレビ事業者へ改善の依頼をしました。



電波伝搬の様々な事例のまとめ

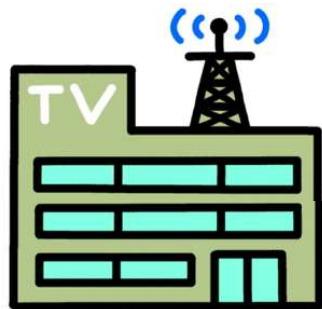
電波の可視化と経験で解決

電波伝搬の定義として「電波が空中を伝わり離れた場所へ届くまでの間」で本資料でご紹介したケースでも、障害事例とてご存じない方もいたのではないのでしょうか。

電波の可視化は、測定器の波形と数値から判断！

デジタル放送以前から見続けた電波伝搬の調査経験がものをいう！

これからも電波環境のクリーン化を進めていきます。



送信所



これからも受信環境クリーン化



アンテナ

26