

野辺山45 m電波望遠鏡による3帯域同時観測に向けたTZ受信機の改造 堤稔喜(山口大学4年)

藤澤健太 新沼浩太郎 甘利涼湖 (山口大学) 小川英夫 岡田望 増井翔 (大阪府立大学)

introduction

野辺山45 m電波望遠鏡では3帯域(22/43/86 GHz帯)同時観測に向けたプロジェクトHINOTORI (Hybrid Installation Project in Nobeyama, Triple-band Oriented) が進められている。野辺山45 m電波望遠鏡による3帯域同時観測を実現することにより、KVN などの東アジアVLBI観測網と連携し多周波同時VLBI観測が可能となる。我々は現在、22/43 GHz帯にH22/H40受信機を搭載し22/43 GHzの2帯域での同時観測を達成している。次の段階として86 GHz帯の受信機としてTZ受信機(野辺山45 m電波望遠鏡で遠方銀河を100 GHz帯で観測するために開発され、去年まで共同利用で使用されていた受信機)の再搭載を目指す。本発表ではTZ受信機の再搭載に向けた受信機改修について報告する。

TZ受信機

TZ受信機は昨年まで野辺山45 m電波望遠鏡に搭載され、100 GHz帯の受信機として共同利用観測に提供されていた。本受信機は遠方銀河からの高赤方偏移スペクトルなどを観測するためのZ受信機である。本受信機の特徴は、①2 beam (Dewar内に二つの冷却ホーンを搭載)であること、②各beamがOMT(直交偏波分離機)により水平偏波(以下H-pol)と垂直偏波(以下V-pol)に分離されるということ、③2SBミキサを搭載しており2 beam、HV-polをさらにUSBとLSBに分離できることである。そして計8個のIF信号を同時受信可能である。

本受信機には以下のような不具合があり次のように改修や検査を行った。

- ①SISのDC電圧電流特性を確認できないものが3個ある。→Dewar内のケーブルを交換。
- ②冷却時にHEMTが作動しない(CH1,2を除く)。→受信機から取り外し常温でHEMTの周波数特性の確認。
- ③再度冷却しバイアス設定ができない(全て)。→HEMTのGND-VD間とGND-VG間の抵抗値検査。

また、改修後以下の結果を得ている。

- ④SISに関してはPhoton stepを確認。
- ⑤Beam 2のV-polに関してSBR測定。

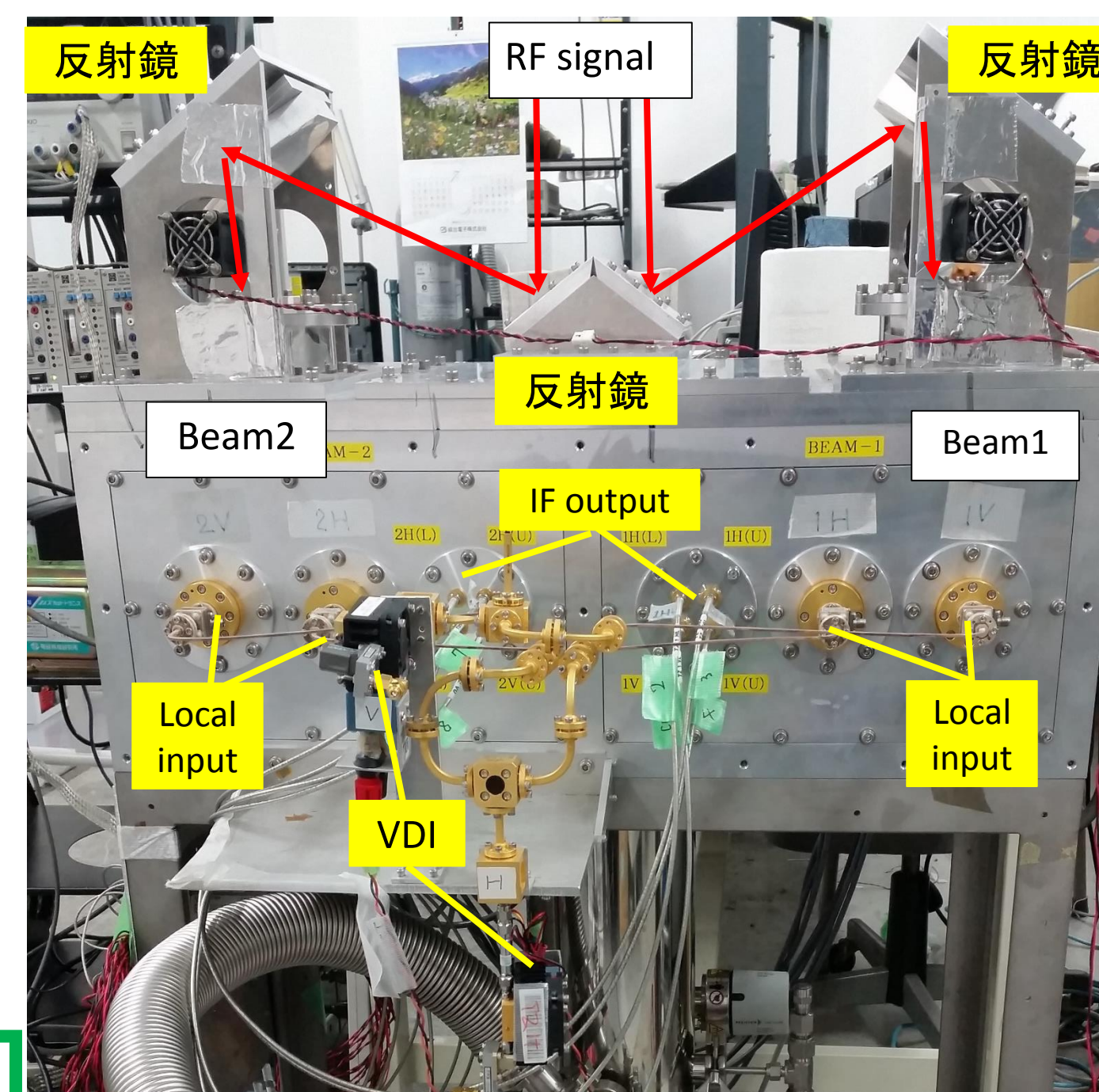


図 TZ受信機外観
受信機直上からの信号は受信機上部中心の反射鏡に反射され左右に分かれる。さらにホーン上部にある反射鏡に反射しホーンへ導波される。VDIではLOを6通倍しlocal inputへ導波している。

①SISのDC電圧電流特性

問題のあったCH3,4,6のDewar内のケーブルの交換を行った結果CH4 & CH6→断線が原因だと判明。CH3→交換の必要性あり。2SBユニットのためCH2とセットでの交換になる。

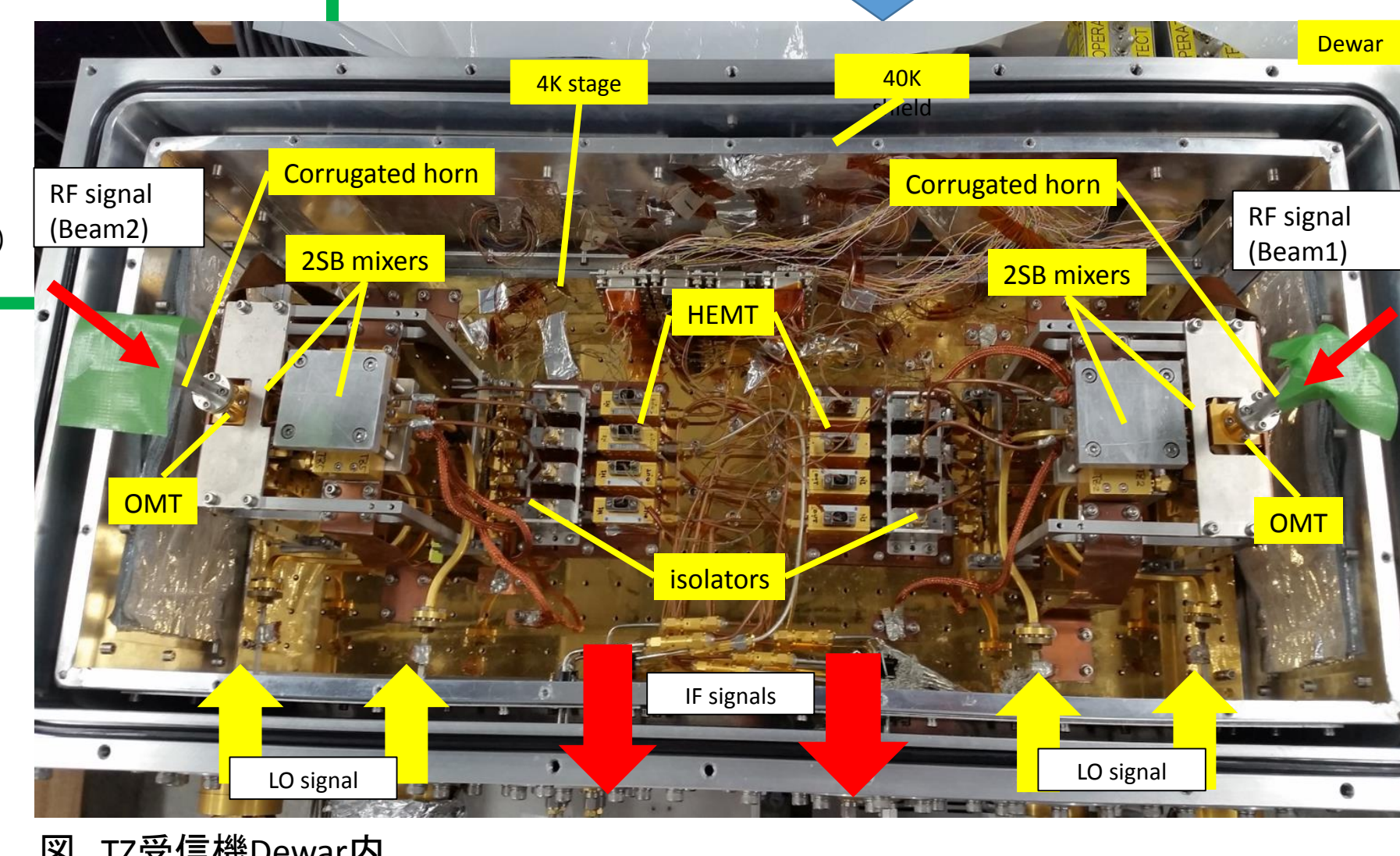
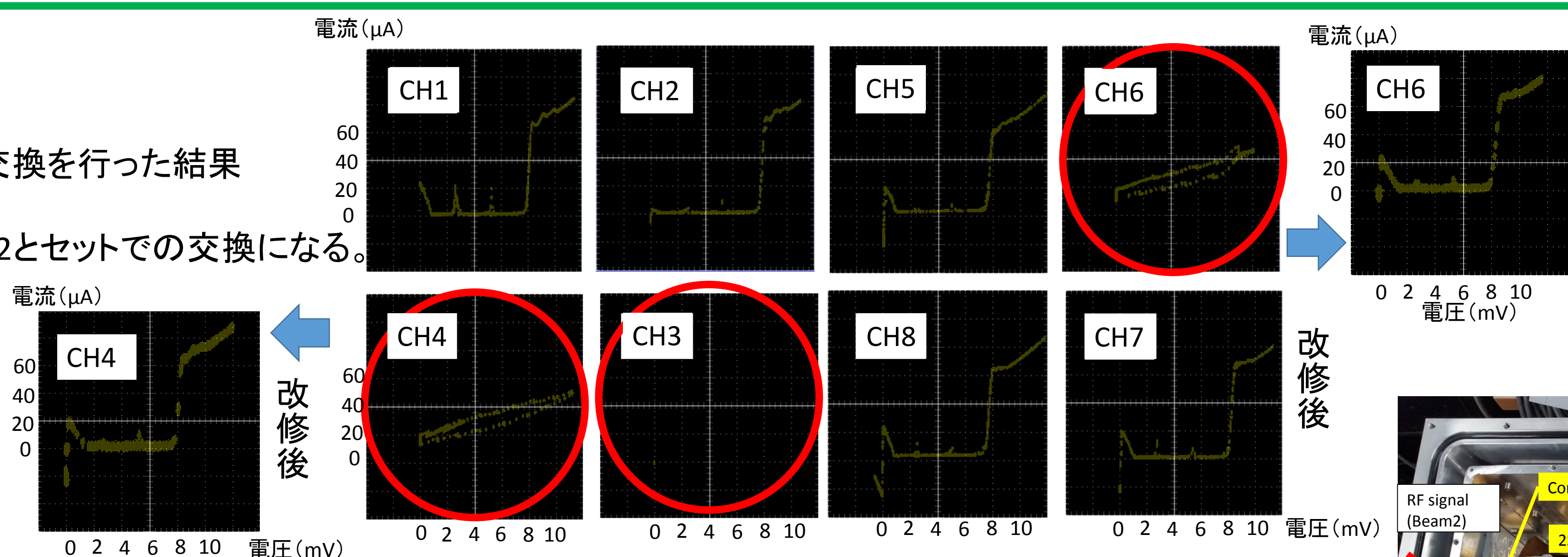
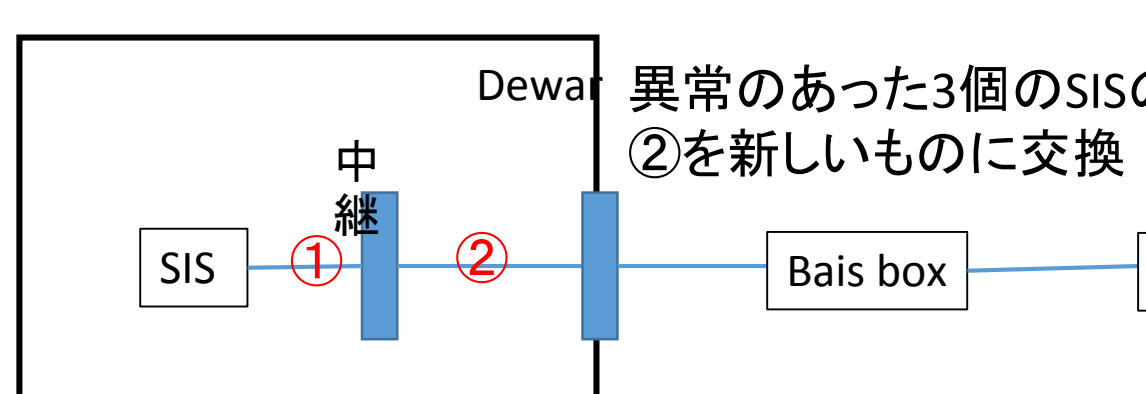
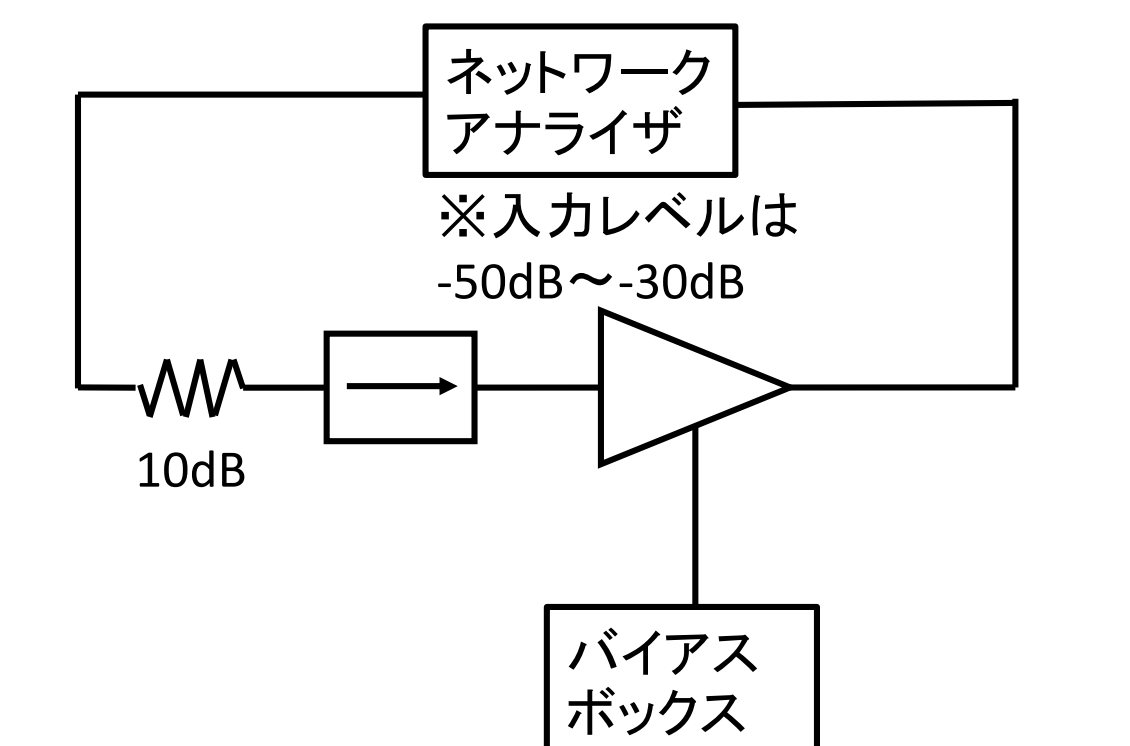
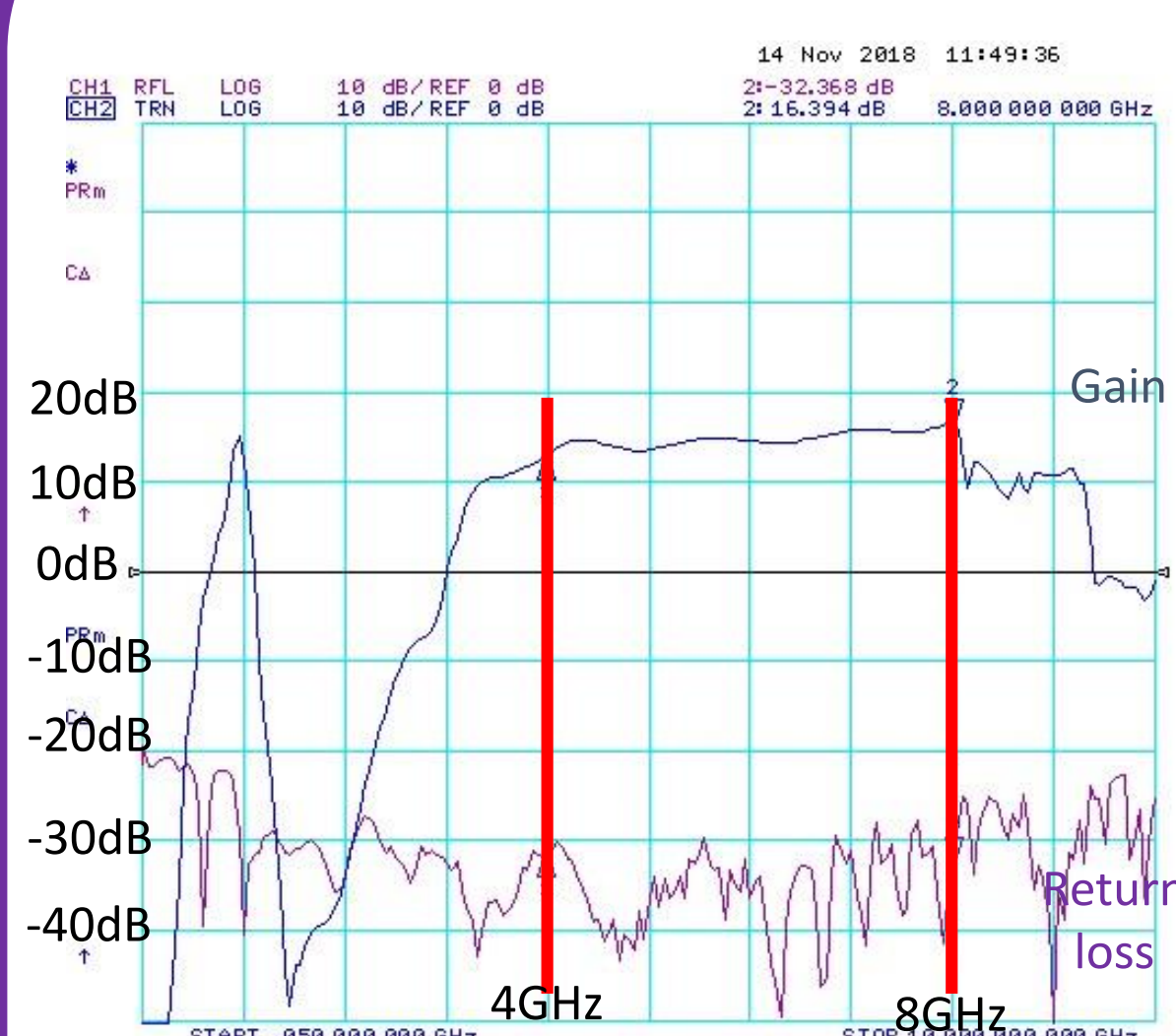


図 TZ受信機Dewar内

②HEMT常温時周波数特性



全てのHEMTにおいて
→Gain: 25dB程度
→リターンロス: 10~20dB
→HEMTに常温時に異常がないことを確認

③HEMTの調査

- ・正常な状態のGND-VD間、GND-VG間の抵抗値はそれぞれ10~30Ω、100kΩ程度。
- ・Dewarに搭載したまま、Dewar D-subから抵抗値を測定。
→CH2 GND-VG(TR1)のみ測定不可。その他は許容範囲内。
→CH2は冷却時に断線の可能性。
- ・CH2以外はバイアスボックスのアースをDewarにとることによってバイアスを設定できない問題を解決。
→CH2を除くHEMTが正常に。

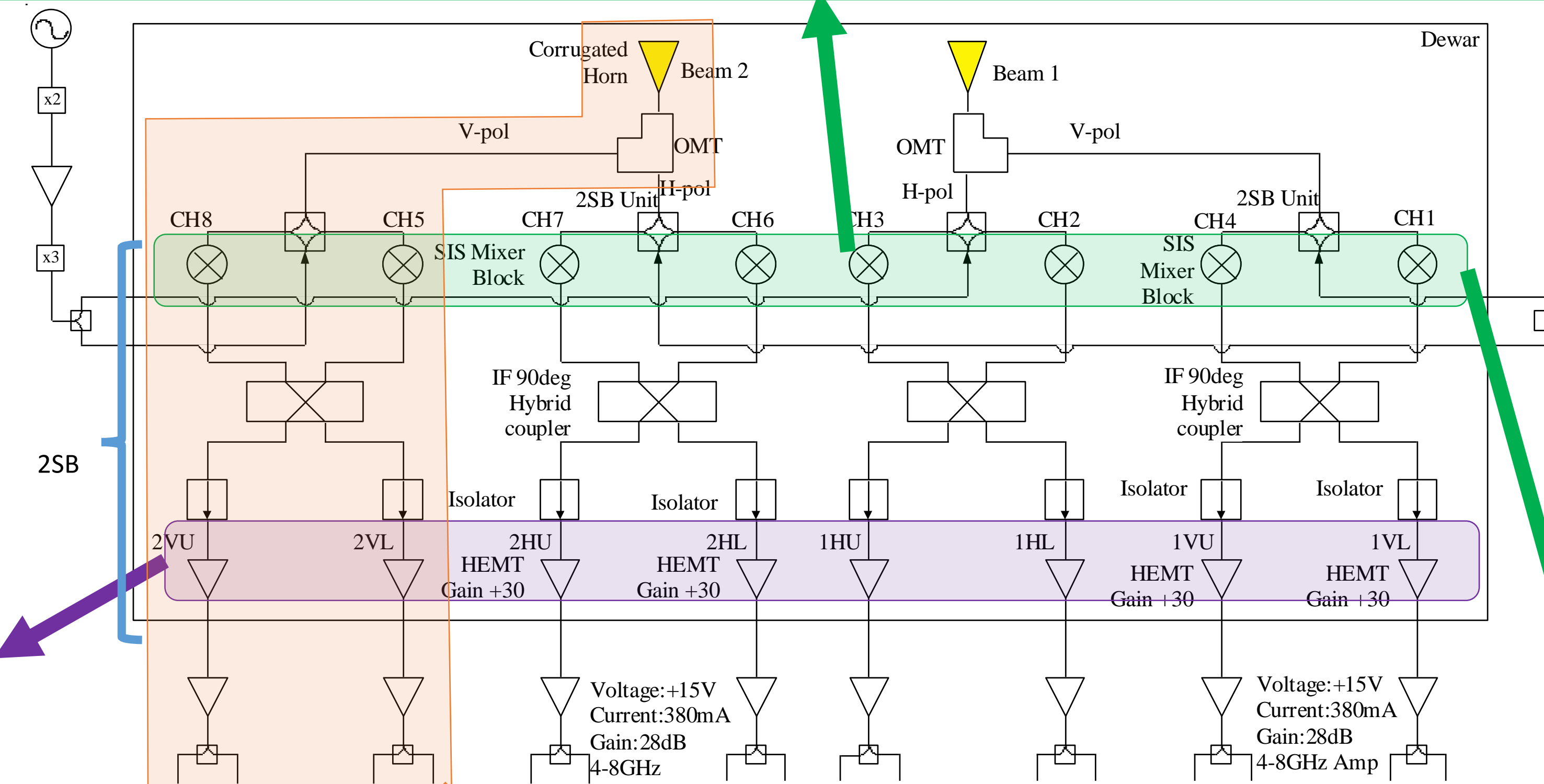
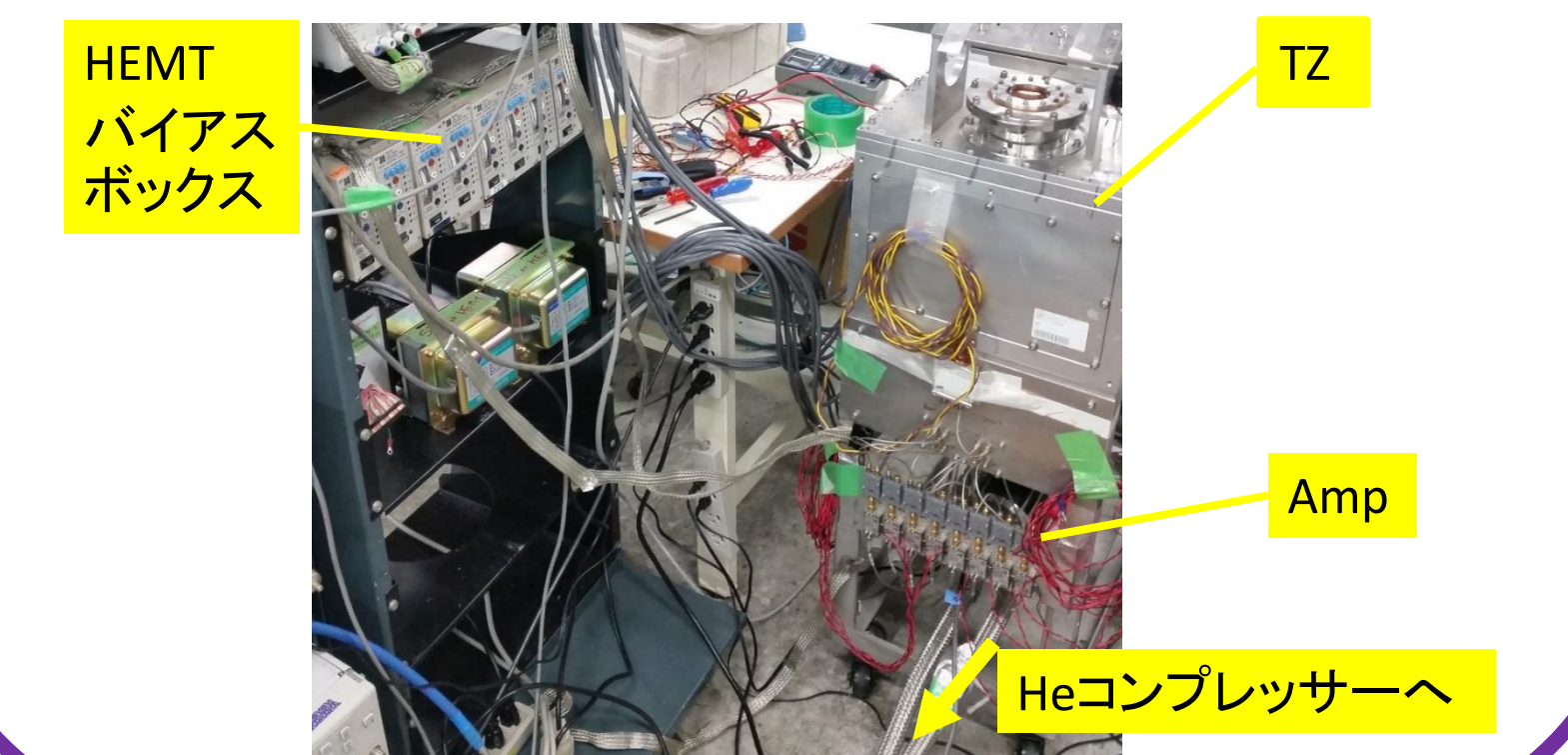
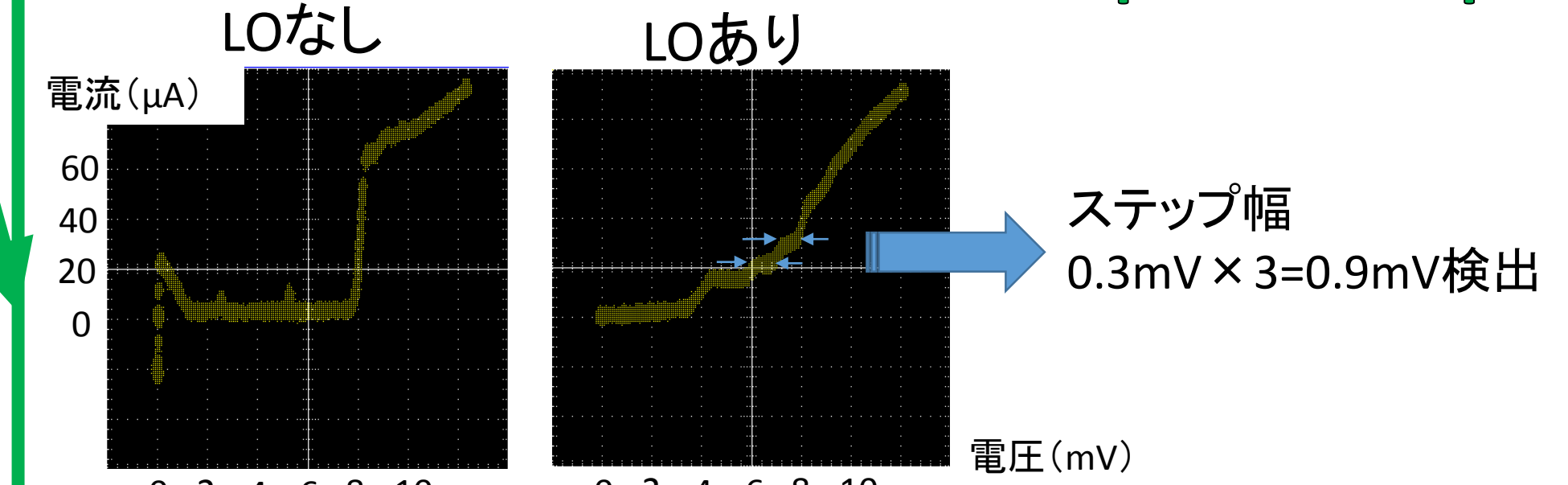


図 TZ受信機のブロックダイアグラム
Dewarの外にあるAmpはCiao wireless社製4-8GHzを28dB程度増幅する。受信機全系の周波数特性を測定するときは同じAmpをも一つ加えて、IF信号をHEMTも合わせた計3個の増幅器で増幅して測定する。Loは6通倍され2SBミキサへ入力される。

④SISのLO(局部発振電力)によるphoton step



Local信号を入力した際のSISの電流電圧特性を確認した。→CH3を除く7個のSISでphoton step検出
→生存を確認

⑤SBR測定(Beam2 V-polのUSBとLSB)

Local信号が92GHzのときLSB(84-88GHz),USB(96-100GHz)に感度を持つ。その中心周波数(それぞれ86GHz,98GHz)を疑似信号として受信機に入力し、SBRを測定した。

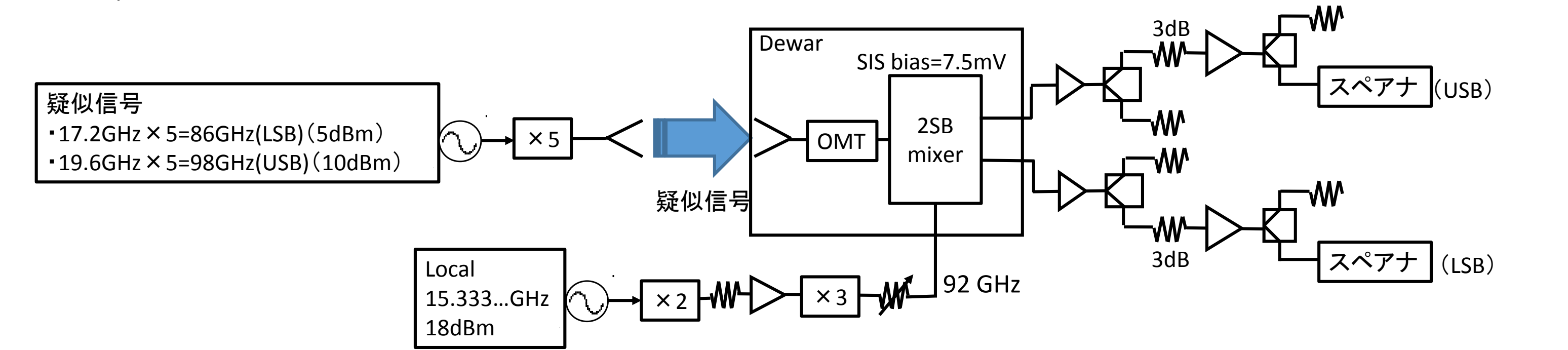


図 SBR測定時のブロック図
Signal Generatorからの信号をハーモニックミキサにより5通倍し受信機へ疑似信号として入力。V偏波を2SBでUSBとLSBに分離しスペクトルアナライザで周波数特性を測定しSBRを計算する。

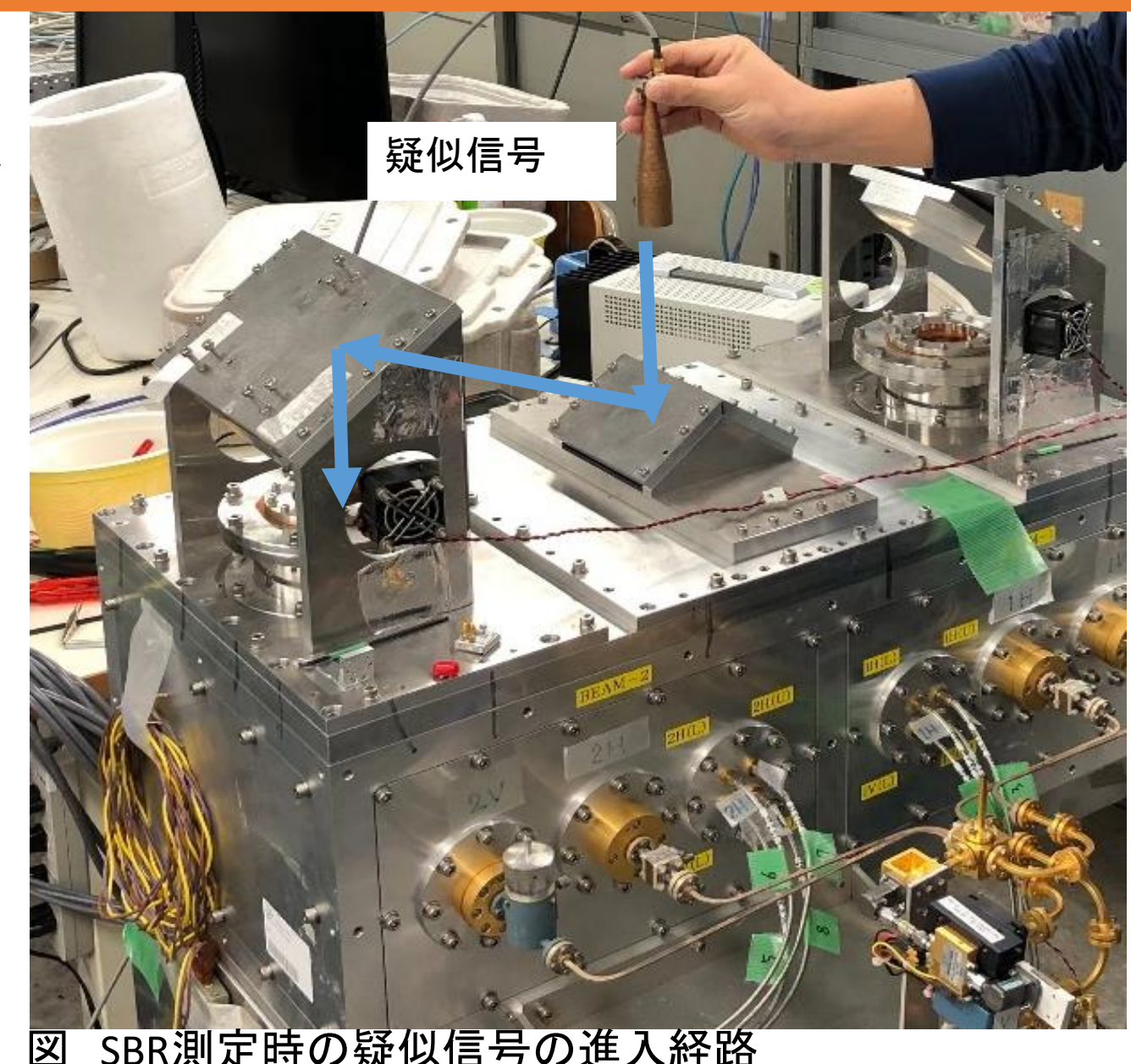
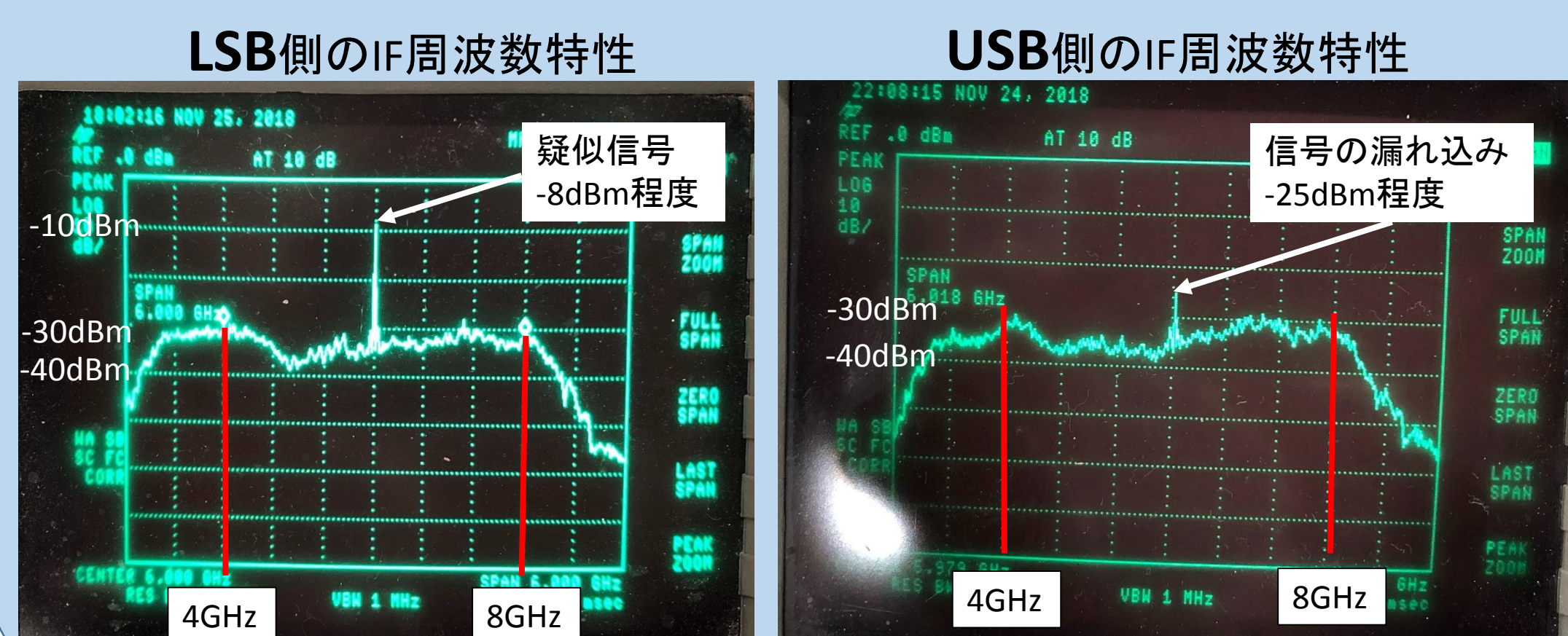
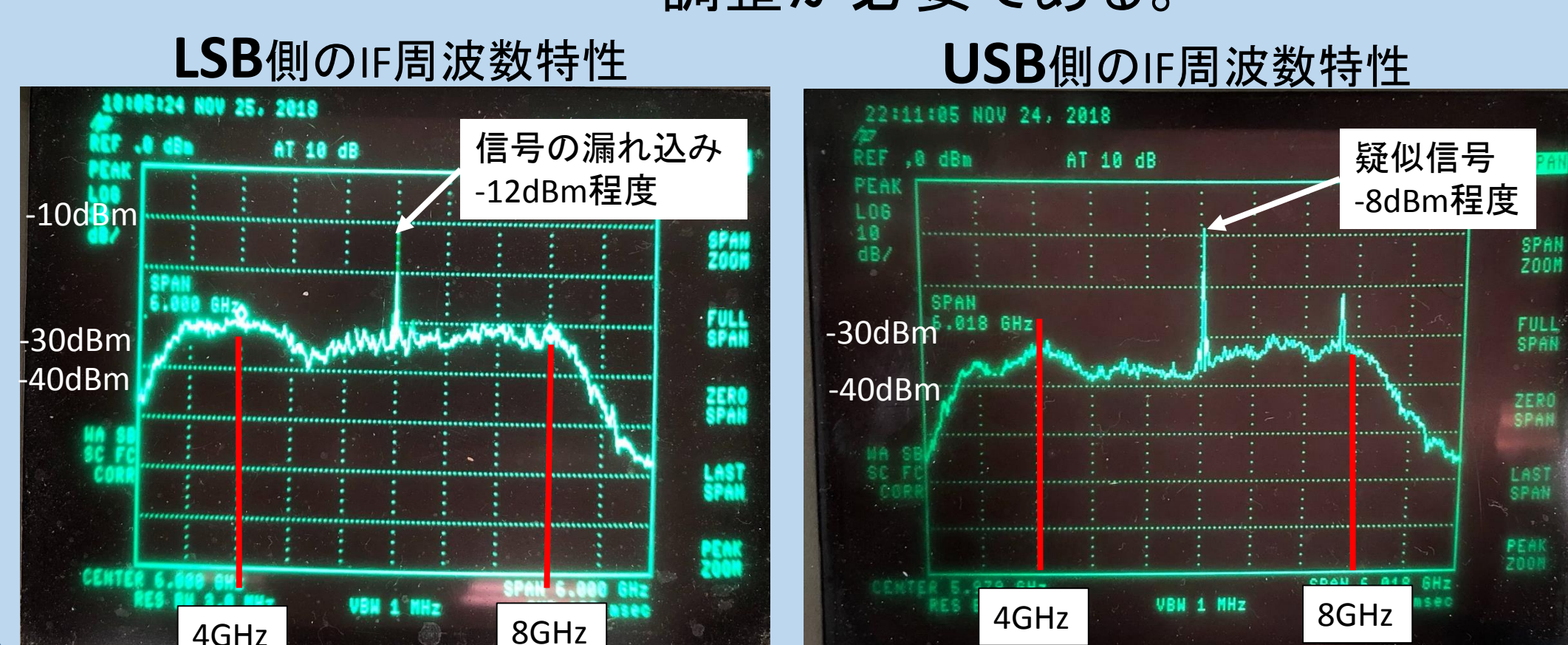


図 SBR測定時の疑似信号の進入経路

LSB(86GHz)を入力→20dBのサイドバンド比を確認。



USB(98GHz)を入力→4~5dBのサイドバンド比を確認。調整が必要である。



- 今後
- ・HEMTケーブル(CH2)の交換
 - ・SBRの測定
 - ・PC制御システムの構築
 - ・野辺山45 m電波望遠鏡への搭載
 - ・Trx測定