

VLBI周波数比較への応用と GALA-Vシステムの開発(I)

関戸衛、岳藤一宏、氏原秀樹、
ホビガー トーマス、後藤忠広、

藤枝美穂、市川隆一

情報通信研究機構 時空標準研究室

“Gala-V” とKFC

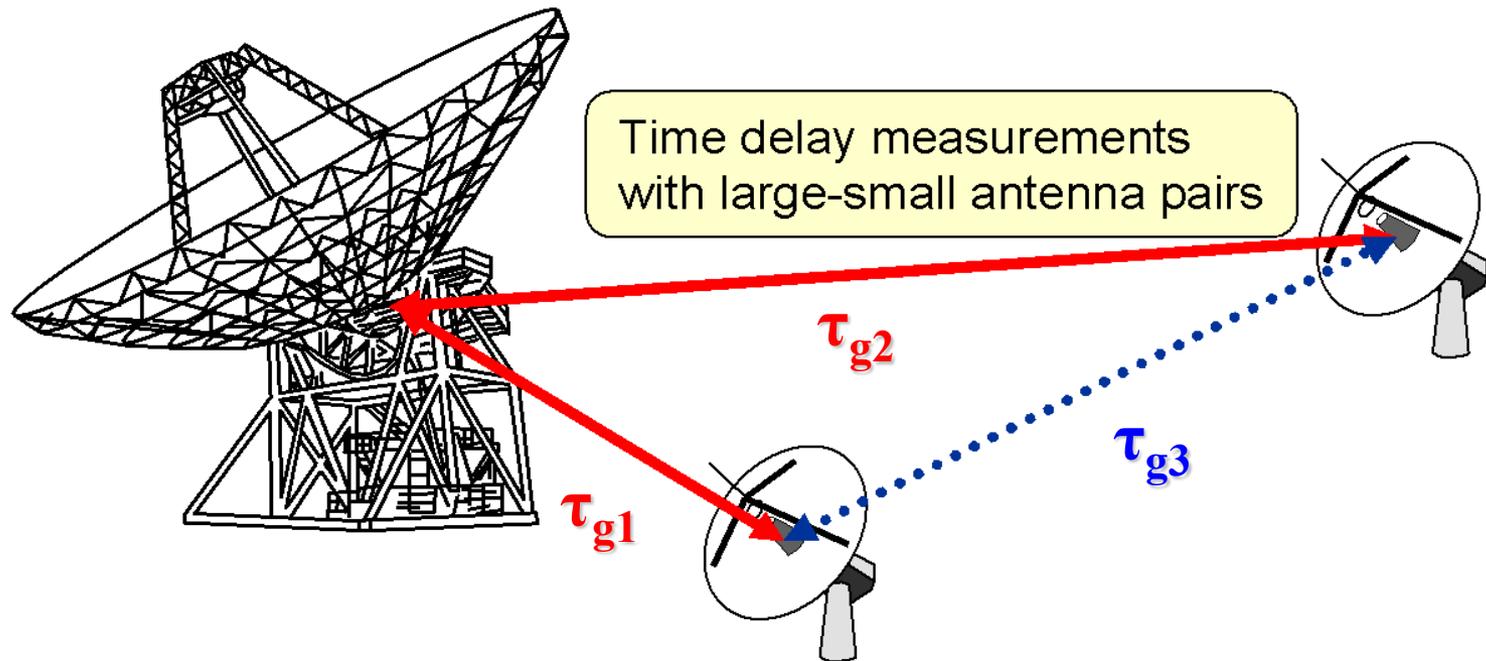
- ガラパゴスVLBI＝特殊進化したVLBI
 - “Galapagos VLBI”, shortly “Gala-V”
- 使用する広帯域フィード：イグアナフィード
 - 入れ子型フィード：イグアナの母とイグアナの娘
- 相関処理システム： KFC
 - **K**ashima **F**lexible **C**orrelator

内容＝まとめ

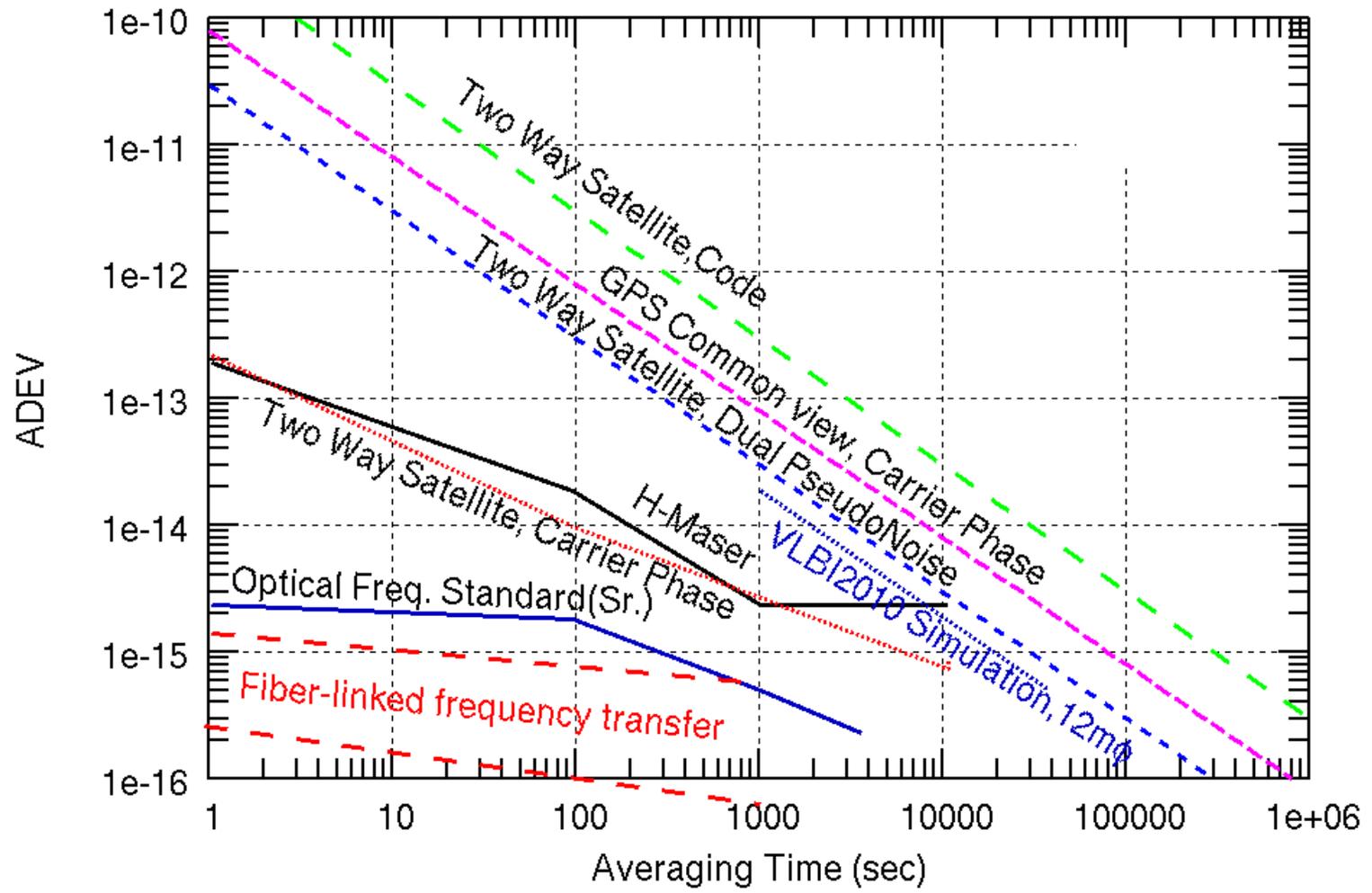
1. NICT VLBI project
2. 電波環境(RFI)調査
3. 周波数帯域の決定(固定)
4. イグアナフィードホーン的设计開発
5. Gala-V sampler データ収集系
6. 相関処理システム
7. 位相校正信号

VLBI mission in NICT

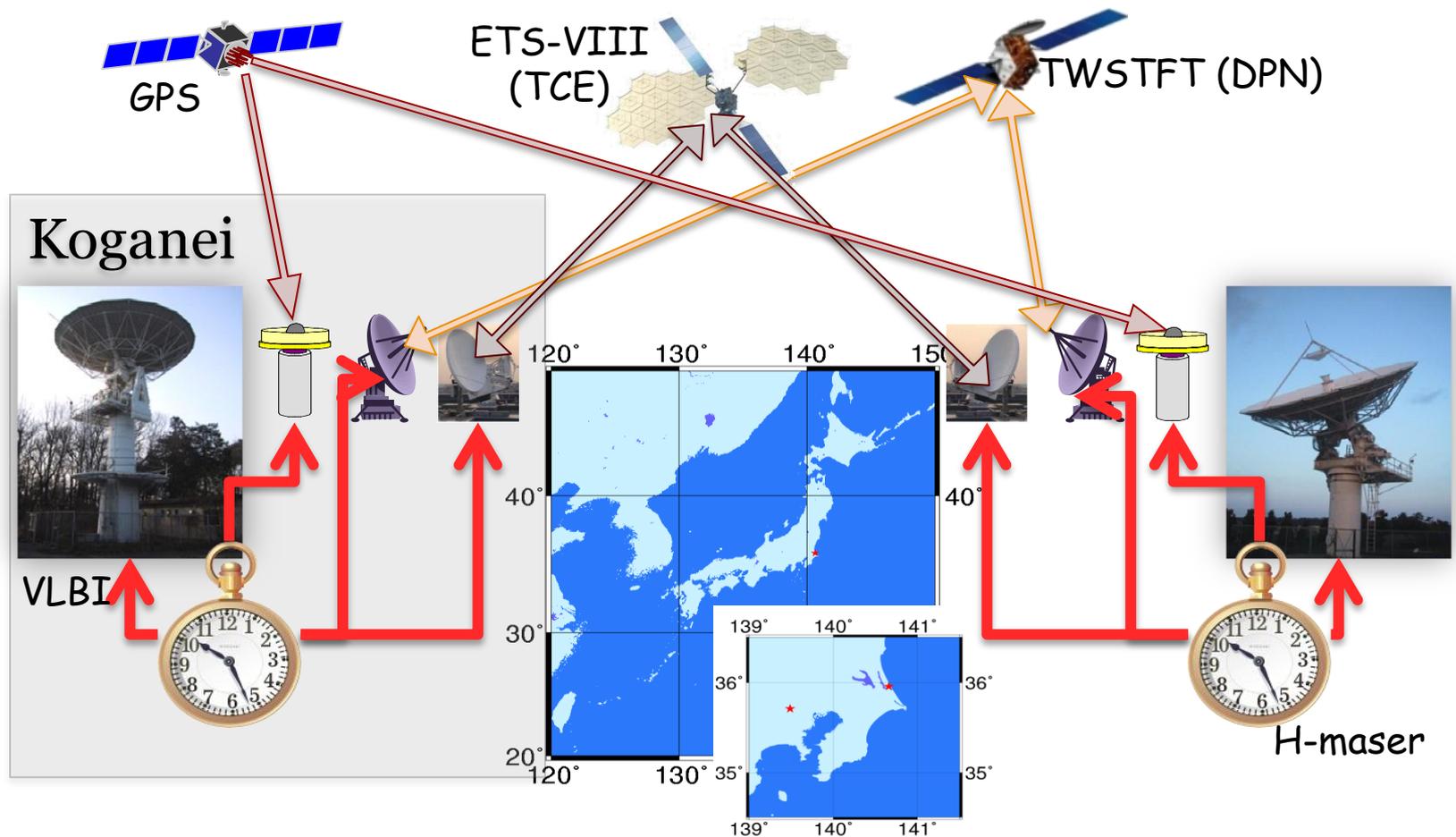
- NICT keeps the National Time Standard of Japan.
- VLBI technology are used for frequency transfer (officially)
- We are also Technical development center (TDC) of IVS, Full (or semi) compliance to the VLBI2010 is required.



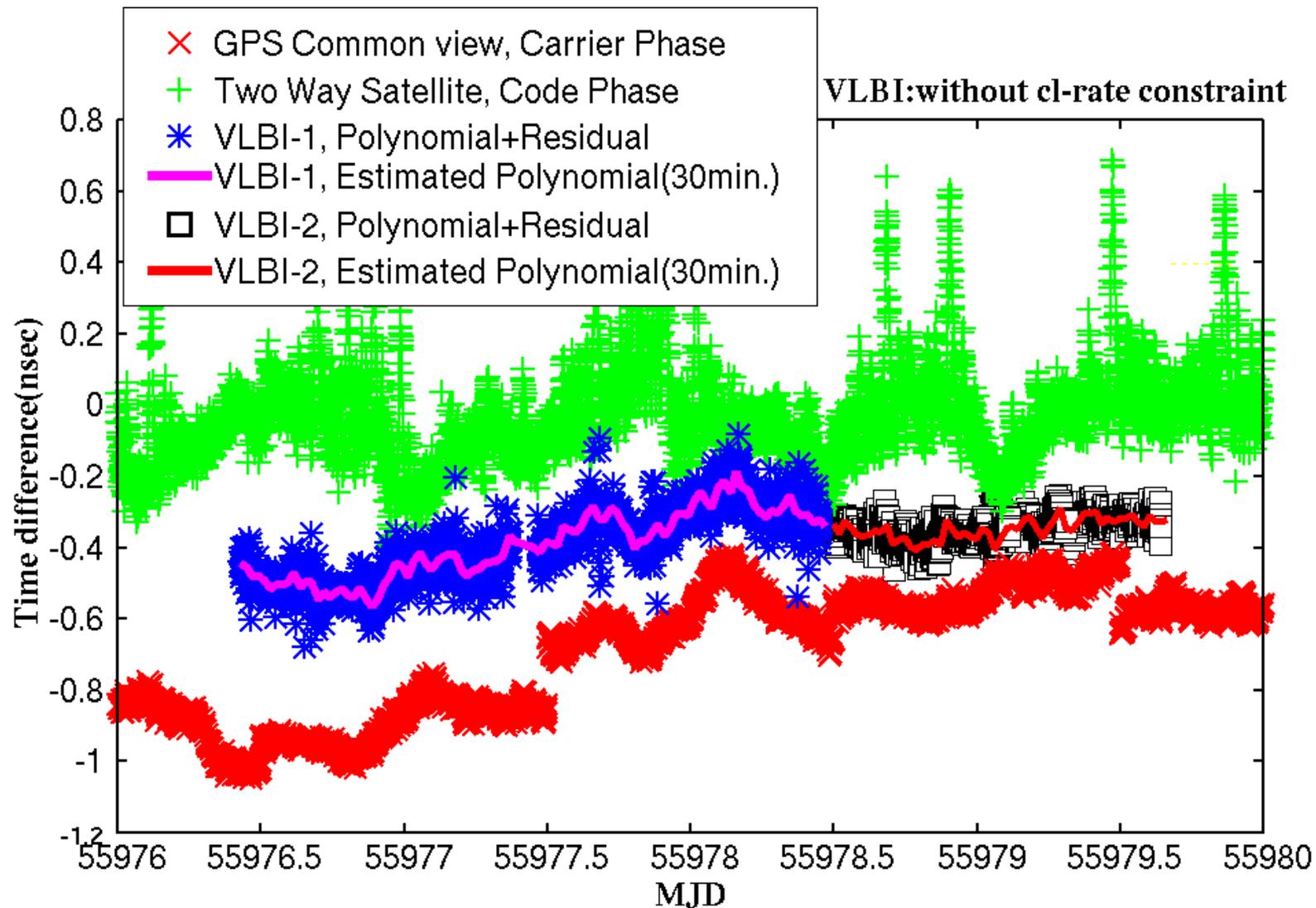
長距離間の周波数比較技術



鹿島一小金井間での 比較実験



衛星双方向、GPS、VLBIの比較



大型アンテナと 1.5m VLBI antenna の組み合わせによる周波数伝送



1.5m compact antenna



Kashima 34m antenna

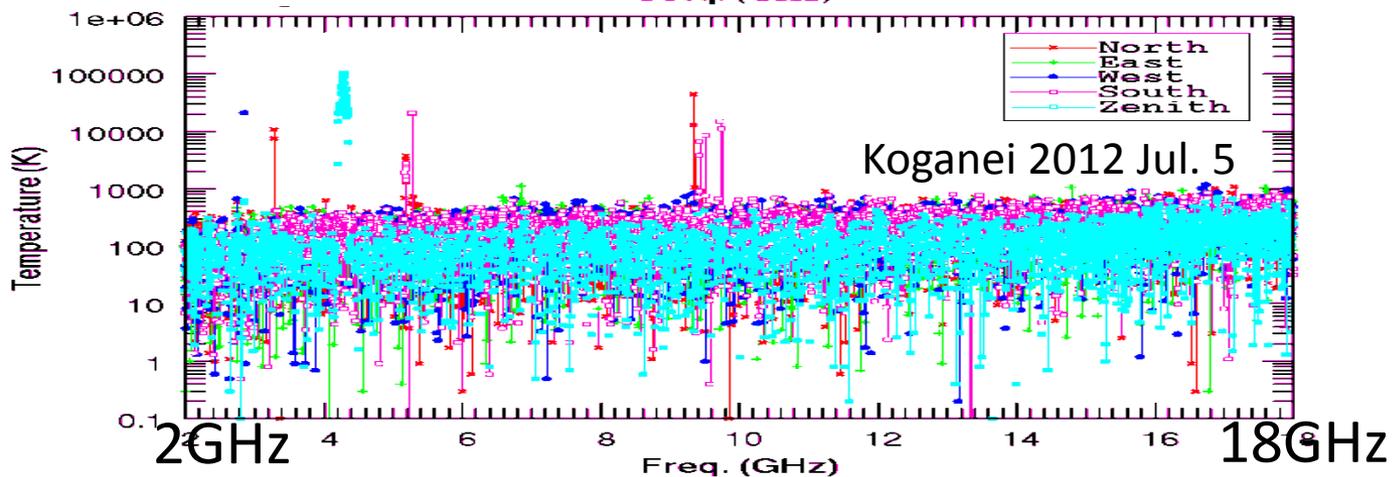
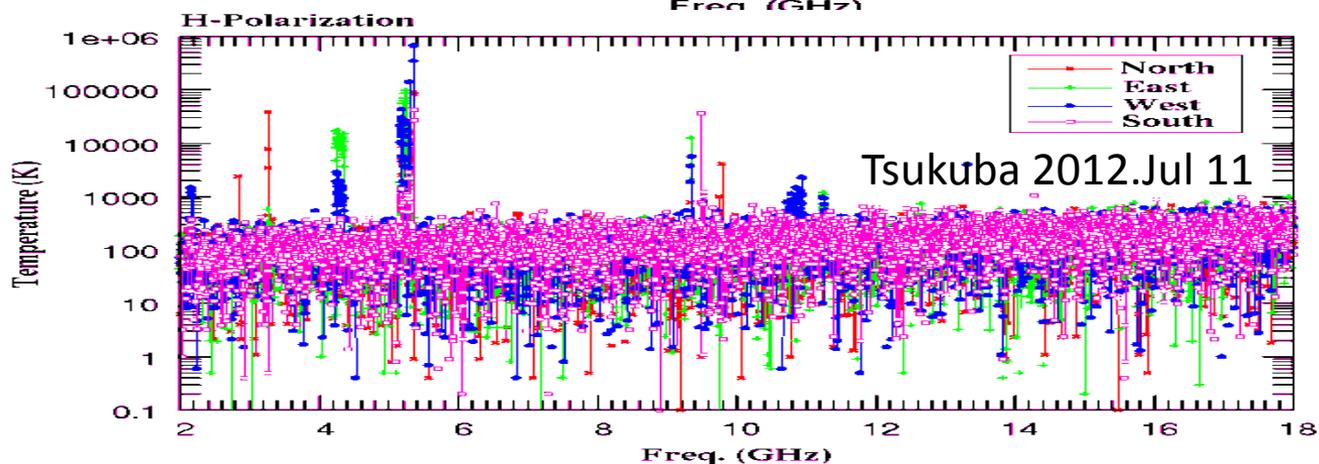
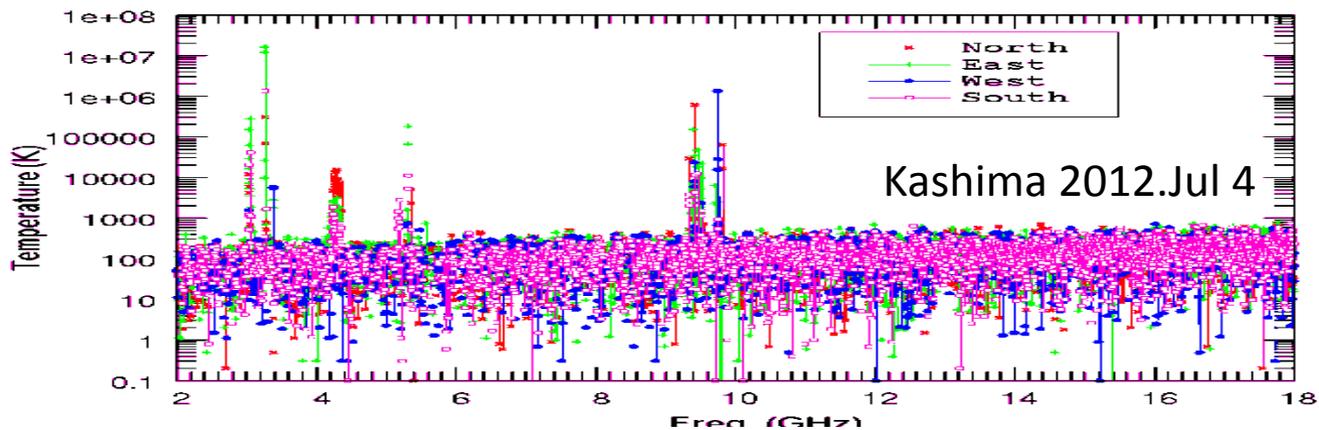
- **感度改善と遅延計測精度向上**のため、VLBI2010に準拠した広帯域観測システム(2-14GHz中の1GHz x 4band x 2偏波)
- VLBI2010仕様のアンテナ(GSI、ドイツ、スペイン、米国)などとの共同観測も可能。

電波環境 (RFI) 調査

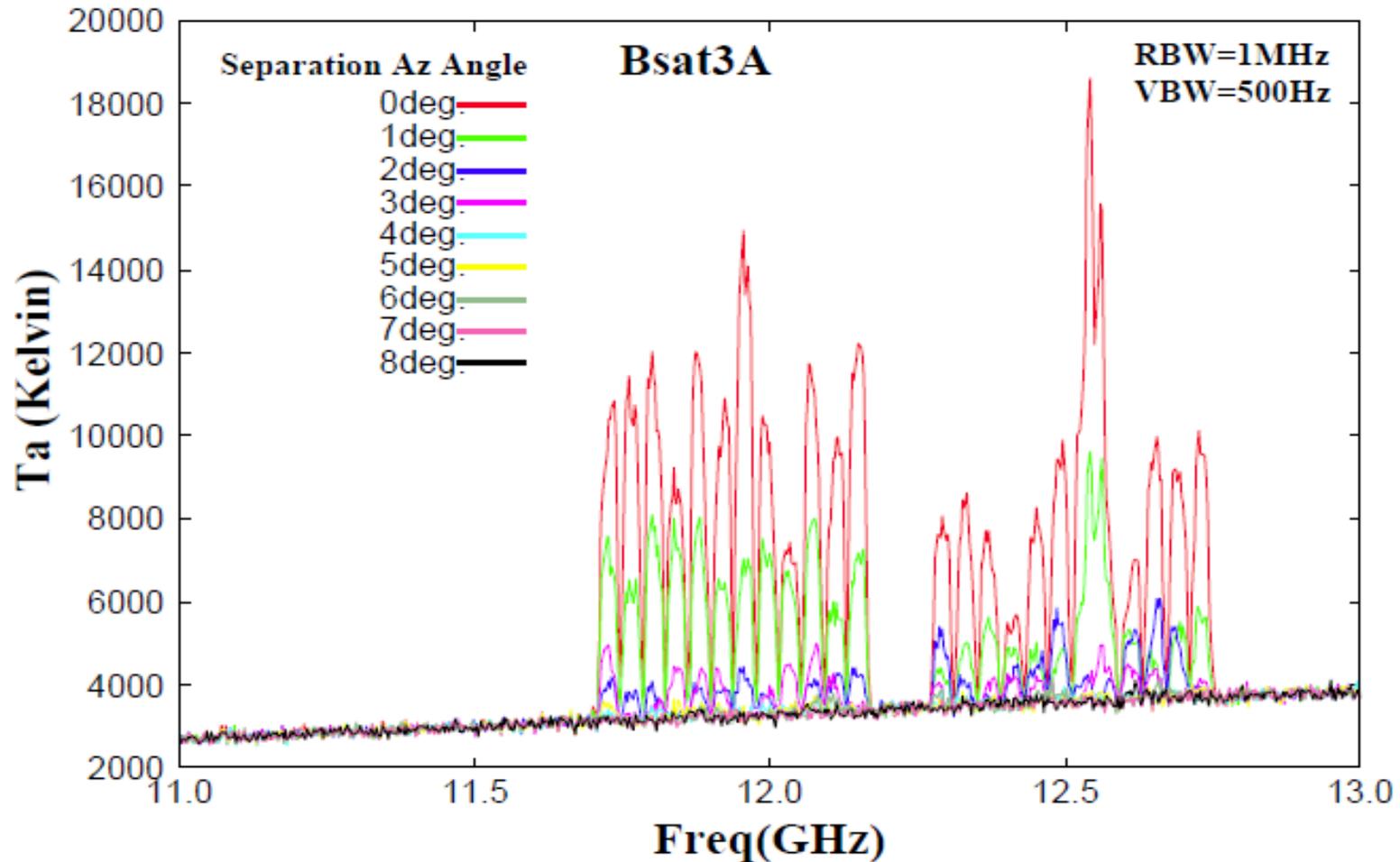
RFI Survey 2-18GHz



With 3GHz HPF
before the LNA



衛星放送の離角調査 with 1.5m antenna

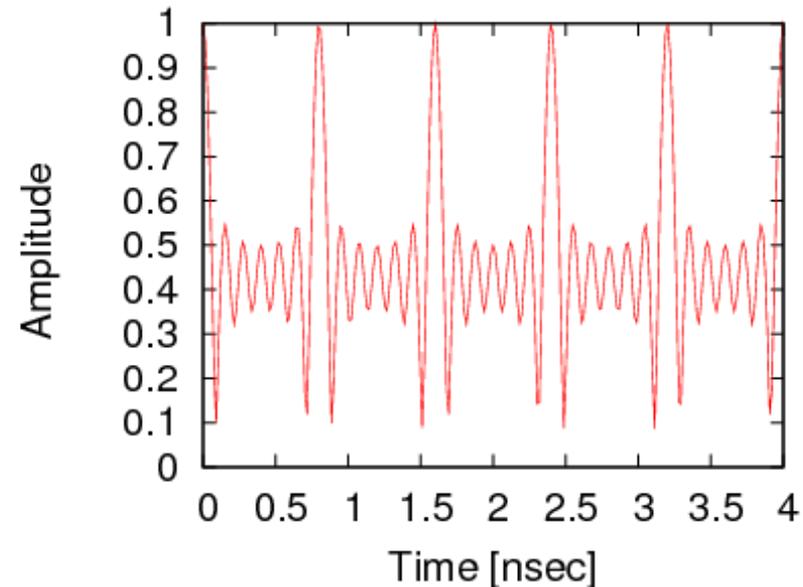


RFI の調査結果

- 3GHz 以下の周波数はきわめて強いRFIが存在する。
- 3GHz以上では、4.2-4.35GHz, 5.3-5.4GHz, 9.3-9.6GHzのRFIを除く必要がある。
- 衛星放送の周波数11-13GHzが離角8度以内で入ってくる。

観測周波数帯の選択・決定

- VLBI2010仕様: 2-14GHzの任意の周波数を選択可能
 - 予算・開発時間の制約から我々は周波数を固定することを選択
 - 2013年試験観測、2014年実用観測・改善、2015年実用化
- 考慮した点
 - RFI 調査結果と通信・放送衛星の周波数
 - よい遅延分解関数(バンド幅合成)
 - ゼロ冗長配列

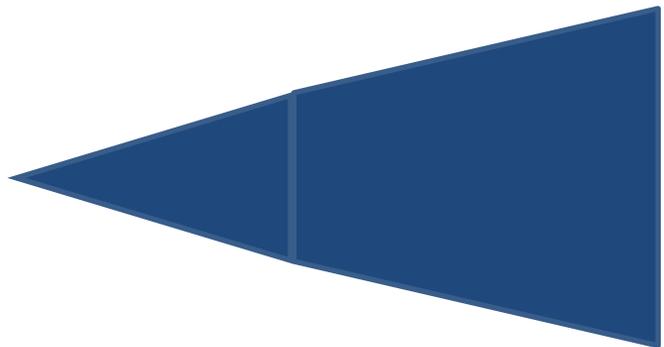


ゼロ冗長配列の周波数案

Separation (MHz) Ambiguities(ps)	Ratio of 1:3:2 [GHz]	Ratio of 2:3:1 [GHz]
1000MHz(1000ps)	3.0 4.0 7.0 9.0	3.0 5.0 8.0 9.0
1250MHz(800ps)	3.0 4.25 8.0 10.5	3.0 5.5 9.0 10.5
1500MHz(666.66ps)	3.0 4.5 9.0 12.0	3.0 6.0 10.5 12.0
1600MHz(625ps)	3.0 4.6 9.4 12.6	3.0 6.2 11.0 12.6
2000MHz(500ps)	3.0 5.0 11.0 15.0	3.0 7.0 13.0 15.0

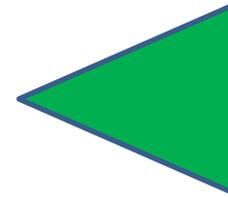
- 4チャンネルの場合のゼロ冗長配列の間隔は
-1:3:2 or 2:3:1

入れ子のフィードとは？



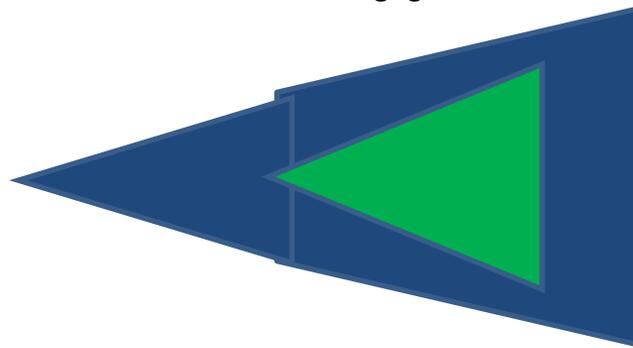
低周波側を受信する母ホーン

+



=

高周波側を受信する娘ホーン



低周波、高周波をカバーする入れ子型ホーン

Narrow down the candidates...

Ambiguities	1:3:2 [GHz]	2:3:1 [GHz]
1000MHz (1000ps)	3.0 4.0 7.0 9.0	3.0 5.0 8.0 9.0
1250MHz (800ps)	3.0 4.25 8.0 10.5	3.0 5.5 9.0 10.5
1500MHz (666.66ps)	3.0 4.5 9.0 12.0	3.0 6.0 10.5 12.0
1600MHz (625ps)	3.0 4.6 9.4 12.6	3.0 6.2 11.0 12.6
2000MHz (500ps)	3.0 5.0 11.0 15.0	3.0 7.0 13.0 15.0

-  Physical structure limitation of the feed horn
-  LNA bandwidth limitation for the compact antenna 4-14GHz
-  Float number Ambiguities
-  Signal of Satellite in 11-13GHz

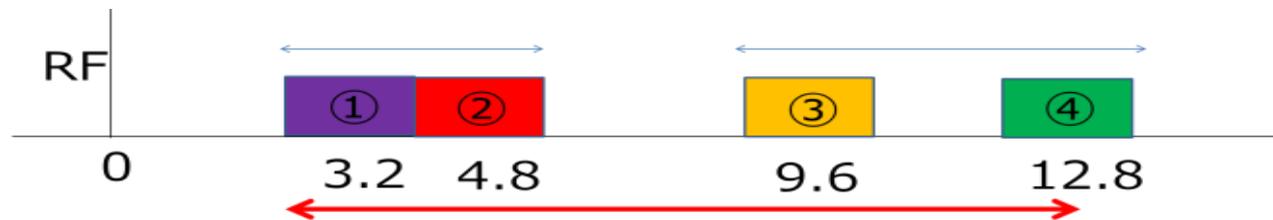
Just small shifted...

Ambiguities	1:3:2 [GHz]	
1600MHz (625ps)	3.0 4.6 9.4 12.6	→ 3.2 4.8 9.6 12.8

-  Physical limitation by the feed horn
-  LNA bandwidth for the compact antenna 4-14GHz
-  Float number Ambiguities
-  RFI bandwidth from Satellite 11-13GHz

We decided Fixed quad-band channels

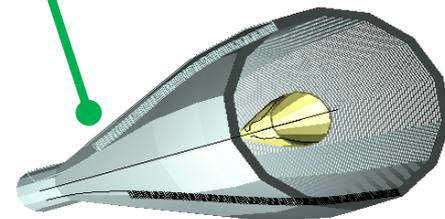
- 3.2GHz, 4.8GHz, 9.6GHz and 12.8GHz
- Center freq: 4.0, 5.6, 10.4 and 13.6GHz



Allocation of the fixed frequency channel of Gala-V.

We started the development !

イグアナフィードの鹿島34mへの搭載

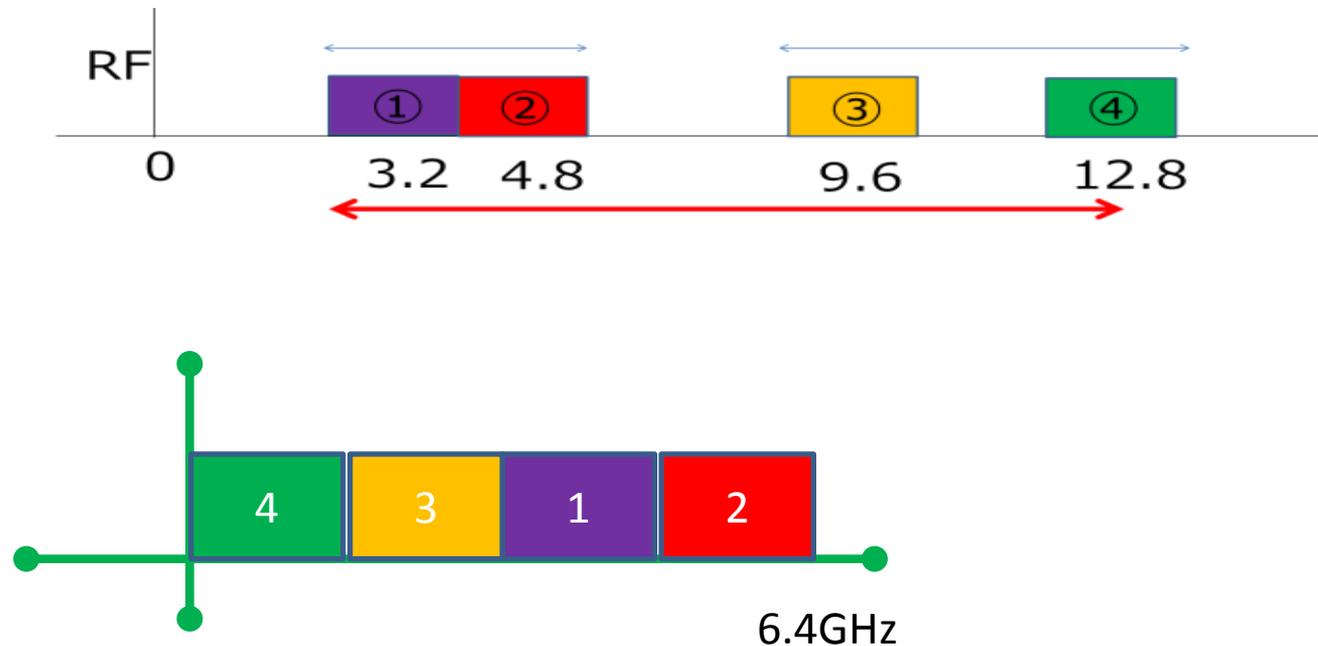


従来の 5/10GHz 受信機を Gala-V受信機へ.

S/X 受信機はそのまま使えるので、従来観測に影響なし
来年4月頃搭載設置予定。

高速A/Dサンプラー

The sequence has an advantage in sampling !
In case of **12.8GHz** sampling



- All channels align in 6.4GHz band without any frequency conversions by PLOs and mixers.
- All four channels can sample at the same time!

New Gala-V sampler

- Prototype Model : ADX840
- Maximum 16Gsps * 3bit * 2ch
- 12.8Gsps, 6.4Gsps and 3.2Gsps
- 3.2Gbps(BW=1600MHz) output for Gala-V
- 2Gbps(BW=1024MHz) output for compatibility
- Four 10GbE outputs
- **Single sampler gets all 4bands*2pols!!!**



Old model ADX831

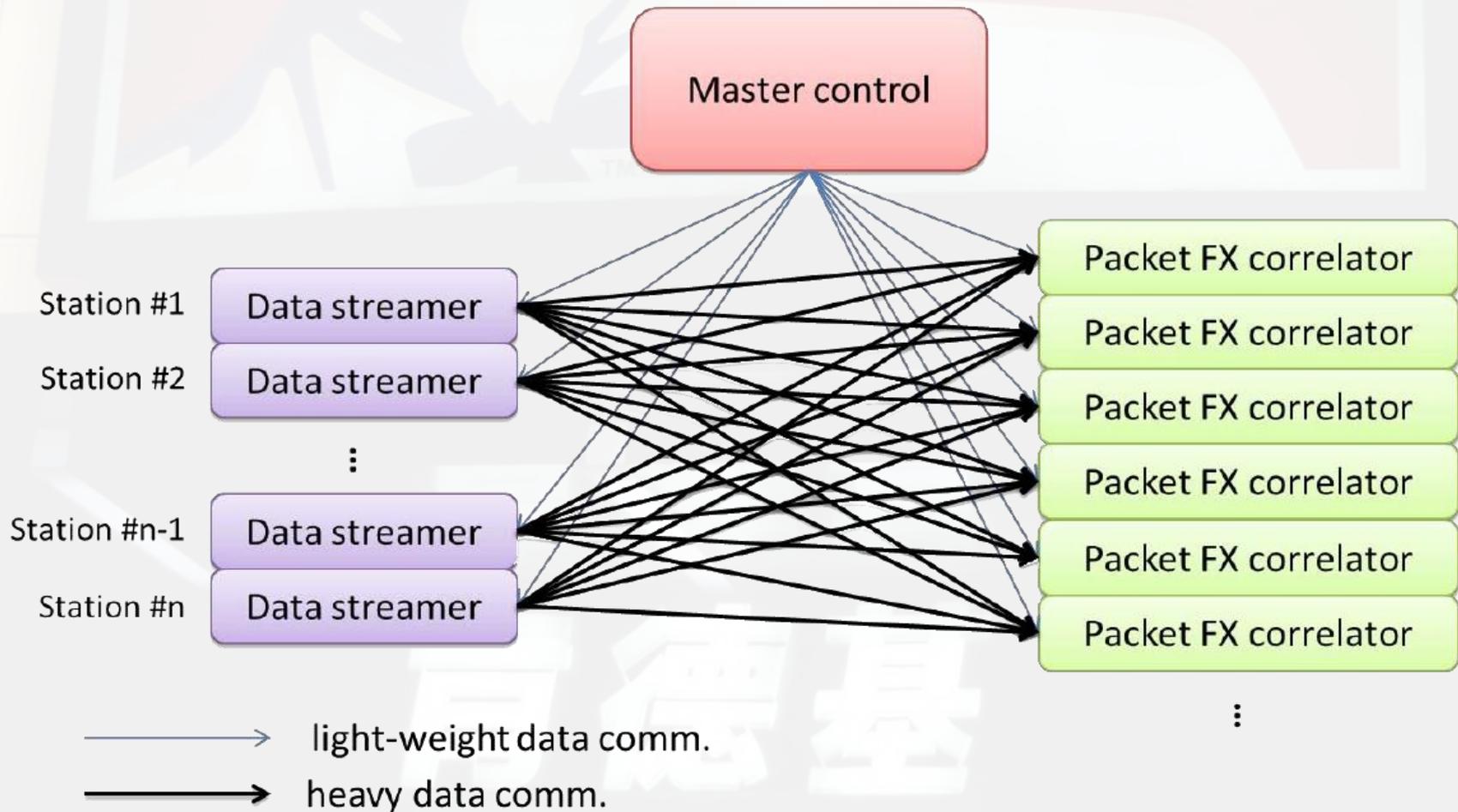
高速相関処理システム

従来の100倍のデータ処理量

- 観測帯域幅
 - 256MHz → 4GHz x 2pol (感度4-5倍)
- データレート
 - 512MHz → 2Gbps x 4ch x 2pol = 16Gbps (64倍)
- データ処理(2偏波)
 - 2 pol x 2 pol → 4倍の相関処理量
- データ処理量:
 - 従来の 64x4=256倍の処理量!

KFC: Kashima Flexible Correlator

KFC concept:



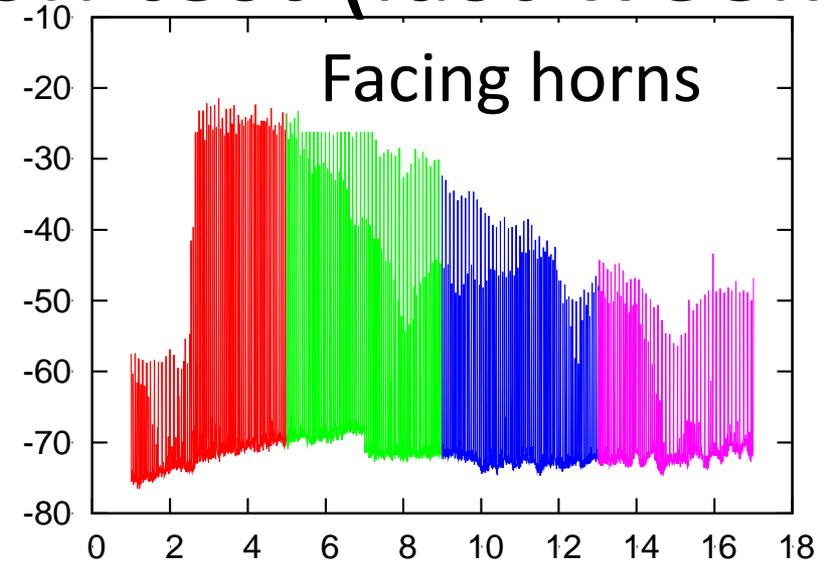
ありがとうございました。

Phase-cal emission test (last week)



broadband receiver

dBm



Reflecting from the wall

dBm

