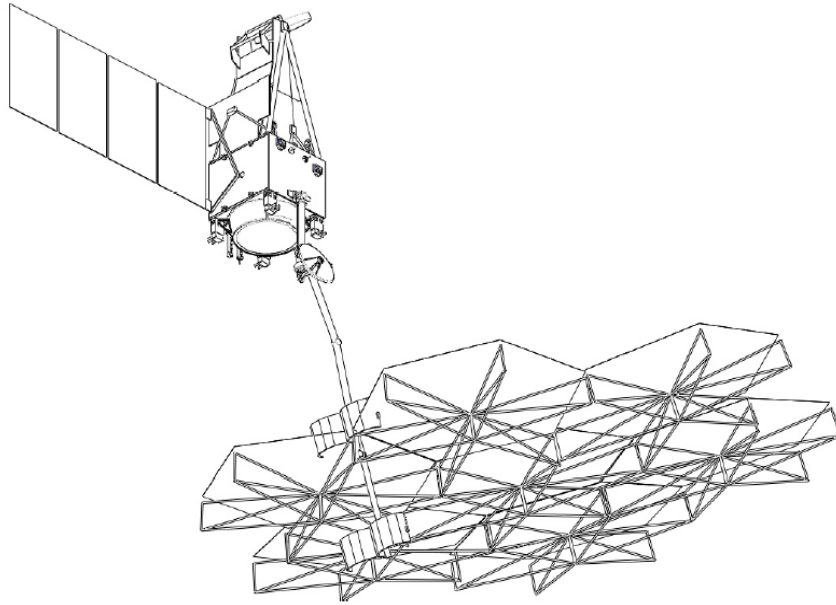




VSOP-2と地上局整備 :国内及び東アジア 地域局との連携に 向けて

国立天文台

萩原喜昭

VERA Users Meeting, NAOJ, 3/9 2009

地上観測局の基本的な考え方

- 国内外の地上観測局パートナーがプロジェクトと協力して、地上VLBI局の観測時間、相関器運用時間を提供する。プロジェクト側は、衛星観測時間を提供していく。
 - 以上を円滑に行うため、地上と衛星が一体化した観測システムの組織化が国際的に必要になる。
- => 必要に応じて、VSOP-2観測に参加するための地上局整備が必要になる。

参加が期待される主な東アジア局



- | | | |
|-------------|--------------|----------------------------|
| ● NRO (K/Q) | ● CVN (X/K) | ○ JVN (C/X/K) ₃ |
| ● KVN (K/Q) | ● VERA (K/Q) | |

国内/東アジア地域の地上局

- VSOP-1 はるか時代とは異なり、東アジアに地上望遠鏡が増える
 - KVN (韓国) 21m鏡 3局 (22/43GHzはA-Gと共通)
 - VERA, JVNの登場 (8/22/43GHz カバー)
 - 最大基線長で ~6,000 km (X, Kバンドのみ)
- Astro-Gが要求するスペックを満たすよう、地上望遠鏡の改修、整備が必要な場合があり、調査を進める
- 現時点では、国内局に関しては改修/開発整備、海外局に関しては主にVLBIアレイ/望遠鏡群の組織化を行っていく方針

地上局に必要な性能例

- X:8.0-8.8 GHz, K:20.6-22.6 GHz, Q:41.0-44.0 GHz
帯のいずれかすくなくともひとつに共通帯域がある
- BBC 128 MHz or 256 MHz x 2ch で記録可能
- LHCP/RHCP両偏波受信
- 地上局記録レートが2Gbps (衛星は1Gbpsの混合相関)の記録装置
- Fast-switching (slewing time ~ 3deg per 15sec)
- 振幅較正装置
- 地上局位置精度 (< 1cm)

サイエンス要求 と地上局整備項目

- サイエンスの項目毎に、地上局に何が要求されるのかを検討していく

現在の地上観測局総合支援WGの方針は

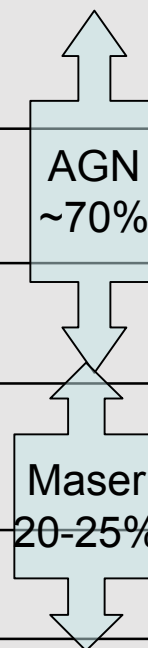
=>東アジア地域のVLBI局(EAVN)の現時点での能力を客観的に判断して、EAVNで狙うべきサイエンスを掲げる

=>サイエンス要求に沿いEAVN整備の重点項目を決めて、実行していく

では、サイエンス側の要求とはなにか？

VSOP-2による科学観測例(table1)

Science program	偏波	周波数帯			観測に要求される望遠鏡数 (最低限)			観測時間に占める割合:私案(%)
		X帯	K帯	Q帯	Array	大型鏡 D < 60m	巨大鏡 D ~ 100 m	
M87, 降着円盤, disc-jet	Y		△	○	VLBA		1-2	15-20
Blazar Jet	Y	○	○	○	VLBA/EV N/EAVN			33-40
QSO Survey		△	○	○		5		5-10
Galactic maser	N		○	△	VLBA/EV N/EAVN		1	5-15
Megamaser	N		○		VLBA		1-2	3-7
YSO 磁気圏	Y		△	○		5	1	2-3
etc	Y/N	○	○	○	VLBA/EV N/EAVN			5



EAVNの現状

1) Table1からEAVNは観測時間で40-60%位のサイエンス要求を満たす(現時点での私見)

- しかし、EAVNでは長基線がないので地上アレイの
(u, v)が不完全、核になる巨大鏡が現時点でない、異なる望遠鏡間のゲイン校正が難しい

=> Qバンドの高感度イメージング観測は困難 (全体の2割程度)

=> 実際は30-50%位のサイエンスが達成できるか？

=> 位相補償(fast-switch)できる大型望遠鏡($D > 50\text{m}$)が現在ない

2) KバンドでのJVN(EAVN)の偏波観測、開口面積、基線長は、EVNやVLBAに比して遜色はない

- table2で上げたサイエンス項目の多くはEAVNでの達成は有望であるかもしれない
- calibration の精度を上げる
- 基線長はEVNと組むことで 10,000km超になる
- 位相補償可能な大型鏡がない。かなり高い感度を要求する
観測は困難か？

3) X-bandでもK-bandと同様な傾向(偏波観測可能な局が減る)

- K-bandと併せたサイエンスのプランニングが求められる

VSOP-2の地上VLBI局

- 既存のVLBIアレイ、単一鏡局を組織化し、効率良い地上局運用を行う

地域	主な望遠鏡	望遠鏡数(中/大口径)	観測時間(予想)
東アジア	JVN, VERA, KVN, CVN, NRO45m,	X: 13, K: 14, Q: 9	1000-1200 hr
北米	VLBA	~13 (X/K: ~13, X/K/Q:~12)	500-700 hr
欧州	EVN	X:10, K:12, Q:7	~ 1,000 hr
南半球	LBA+	9 (X:9, K:7, Q:2)	~ 500 hr
単一鏡局	Bonn, GBT, EVLA, NRO etc	~10 or more	?
合計			3000-3400hr+

衛星と地上局の予想観測時間

Astro-G衛星年間観測時間: ~ 4000 hr

地上アレイ年間観測時間: ~ 3000 - 3400 hr

=> 大型単一鏡局で補う時間: ~ 600 - 1000 hr

地上大型局	観測時間/yr)	根拠
GBT100m,	200-300 hr	NASA proposal
EVLA	200-300 hr	NASA proposal
Bonn 100m	?	EVN観測時間以外確保可?
Tid 70m (Q帯不可)	?	
Yebes 40m/SRT65m	300-500 hr	MOUなどで協力関係
NRO 45m	100-150 hr	現状のVLBI割当時間
Shanghai 70m	300-500 hr	VSOP2協力に意欲、VSOP-1での実績
地域毎(米欧亜)合計	200-300hr	

国内局整備方針

- 22GHz->8GHz->43GHz帯の優先順に左右両偏波化をすすめる。2Gbps広帯域記録化装置(高速サンプラー、VLBI記録ターミナル)の配備を局毎に進めていく。
- 整備対象の望遠鏡局、項目毎の優先順位を概ね定めた
- 観測の省力化をすすめる (リモート観測、ファイバー網によるオフラインデータ転送)

整備の現状

- 2008年度

- a) 山口大と共同で、山口32mの22GHz冷凍受信機両偏波化開始、ADS3000 配備

- b) 国内初の左右両偏波VLBI試験観測 (山口-鹿島-臼田-筑波(1偏波)) でフリンジ検出- 解析中



ADS3000+(2Gbps/2bit/2ch,VSI)

- 2009年度

- a) VERA 22GHz帯 左右両偏波化に向けて、フロントエンド及びIF伝送系のデザイン検討開始 (後述)

- b) ADS3000+配備進める。
MKVb一台配備予定 (global VLBIなど用途)



Mark5B+(2Gbps,VSI)

VERA両偏波化計画

- 現状ではVERA20m鏡は片偏波受信。
22/43GHz帯で両偏波同時受信できるようにフロントエンド、IF系統を改修する。
- まず22GHz帯で全局両偏波化していく。水沢局から開始する予定。
- 8GHz帯は片偏波のまま整備しない。

VERA両偏波化計画

フロントエンド受信機系

- 22/43GHz受信機に1偏波分追加
- 22/43GHzのD/Cを2偏波に対応させる

IF系

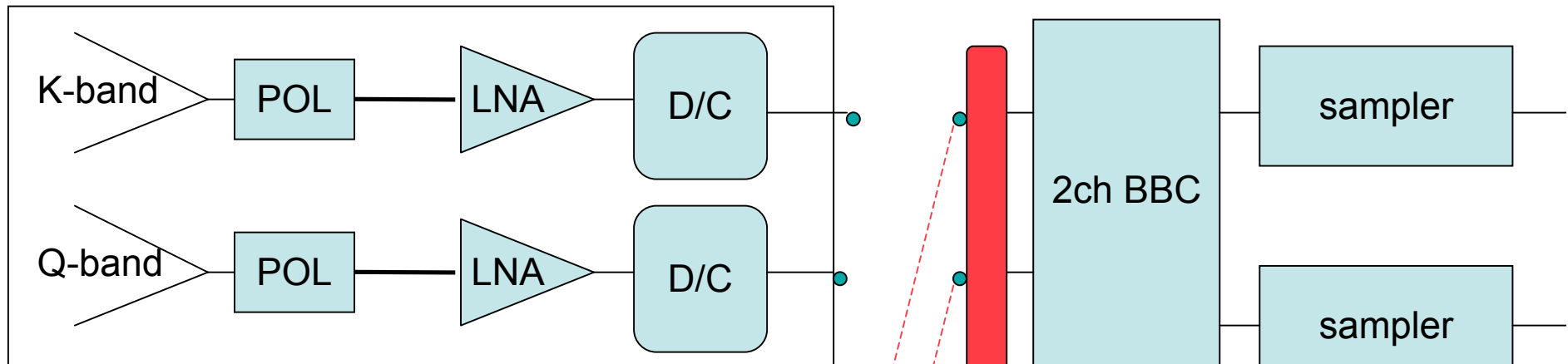
- 22/43GHz帯ともIFに1系統分追加

バックエンド記録系

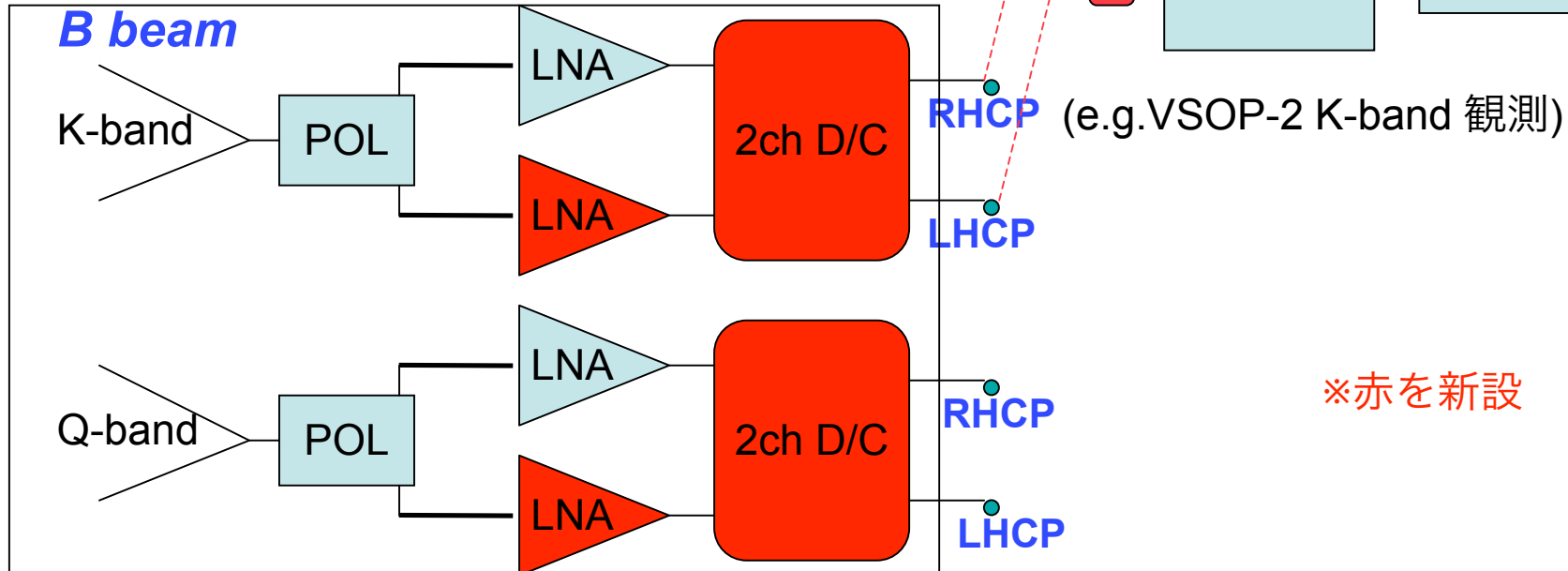
- disc-baseの広帯域(~8Gbps)記録ターミナルの導入をVERAで予定

VERA20mの整備計画案

A beam



B beam



まとめ

- 国内局整備は、両偏波同時受信化(偏波観測)、と広帯域化(高感度化)に取りかかり現在進行中
- VERAはJVNの中核。VERAの両偏波化は優先課題として整備していく
- EAVNの特徴を理解して、EAVNで狙うべきサイエンス重点項目を定める
- 衛星開発及び打ち上げのスケジュールを考慮して、JAXAと連携を取りながら地上局整備作業を進めていく。