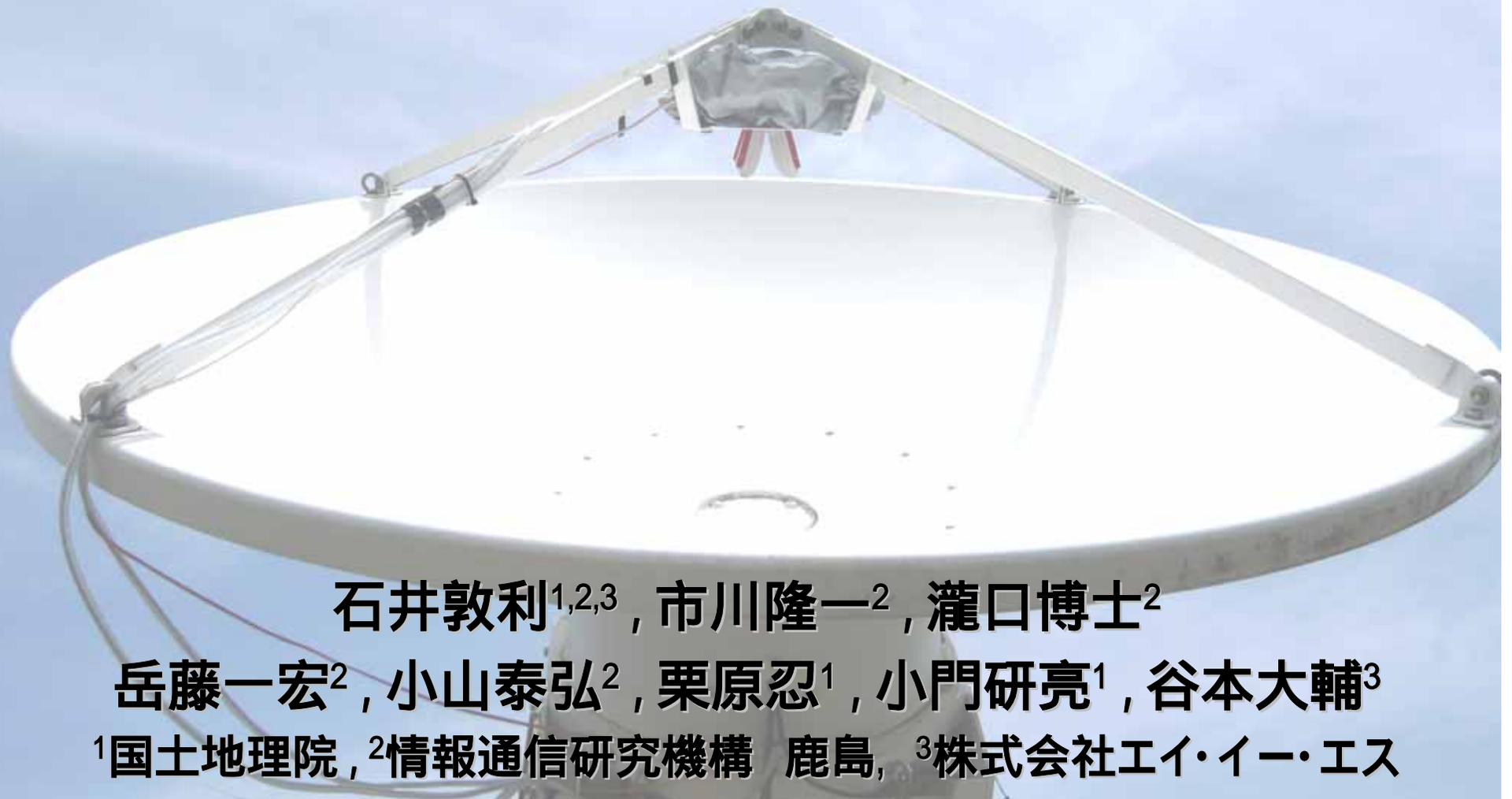


クワッドリッジホーンアンテナ (広帯域フィード) を用いた電波望遠鏡の測地VLBIにおける性能評価

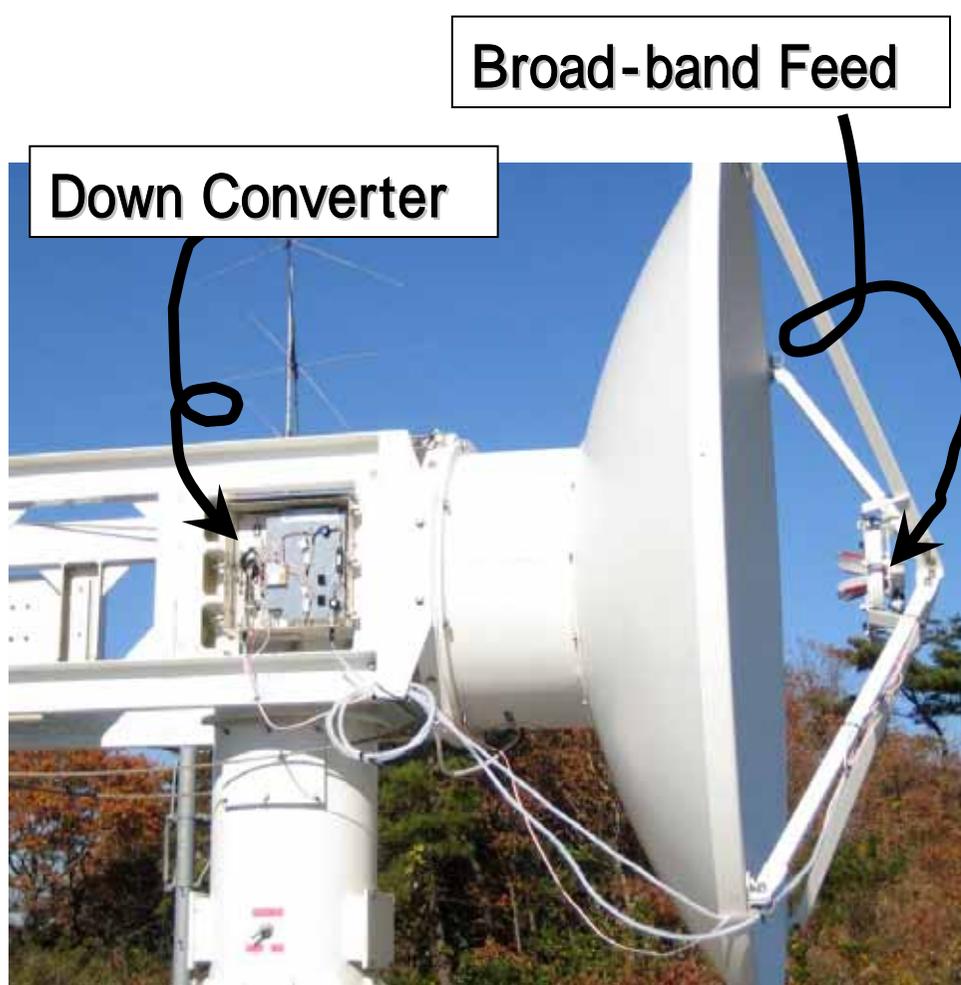


石井敦利^{1,2,3}, 市川隆一², 瀧口博士²

岳藤一宏², 小山泰弘², 栗原忍¹, 小門研亮¹, 谷本大輔³

¹国土地理院, ²情報通信研究機構 鹿島, ³株式会社エイ・イー・エス

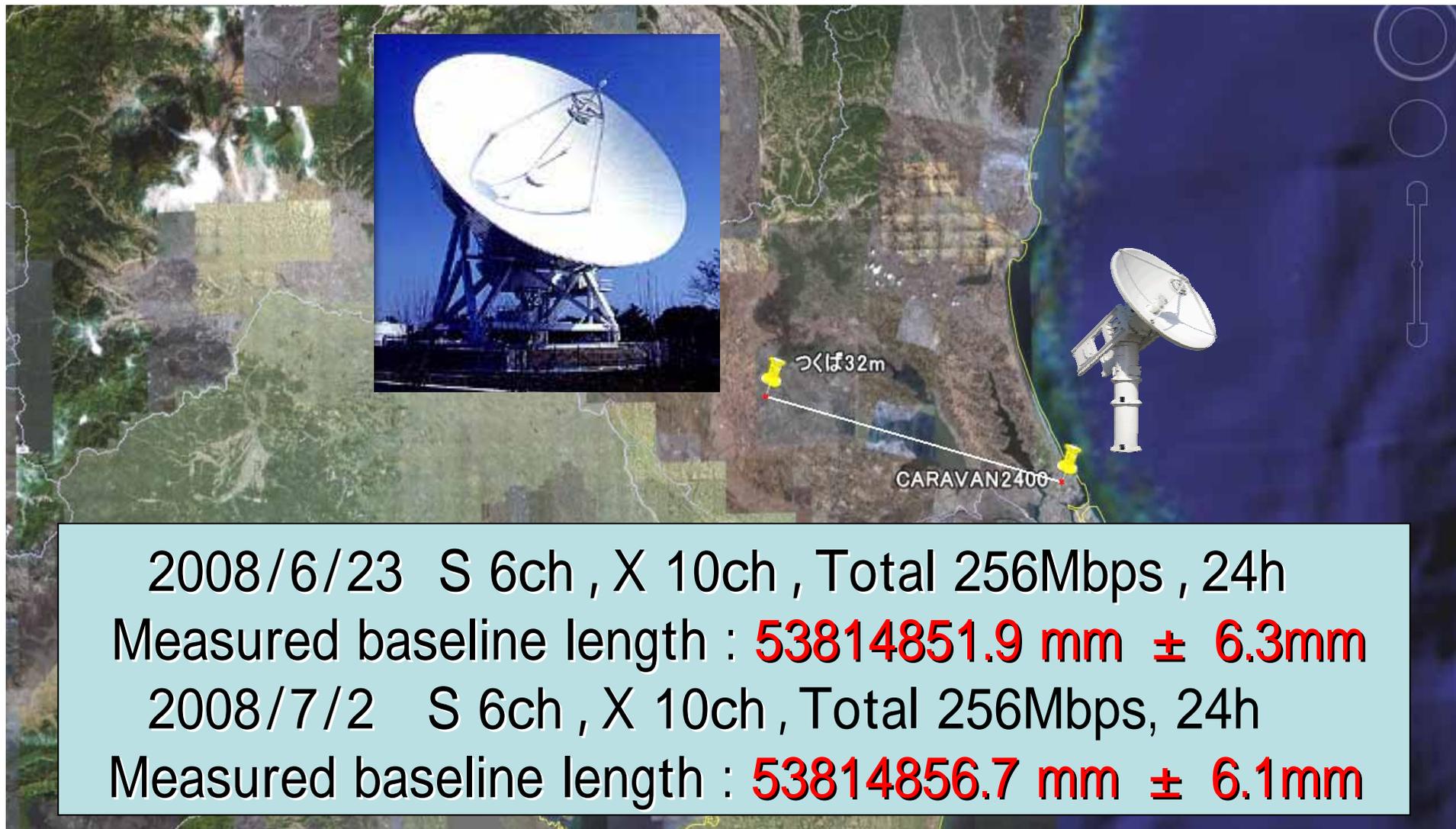
広帯域フィードを用いた電波望遠鏡 (改造CARAVAN2400)



Diameter of Antenna	2.4m
Antenna Type	Front-fed Paraboloid
Receiving Frequency	S-band X-band
Polarization	RHCP or LHCP
Receiver Noise Temperature	S-band : 86K X-band : 170K
Driving Speed	1 ° / sec

測地VLBI実験

実験基線：改造CARAVAN2400～つくば32m





なぜ広帯域フィードか？

なぜ広帯域フィードか？

開発中の小型 (口径 約1.6m) 測地VLBI用アンテナ

~ MARBLE Compact VLBI System ~

< 開発課題 >

S-band (2GHz帯) と X-band (8GHz帯) の同時給電

< 条件 >

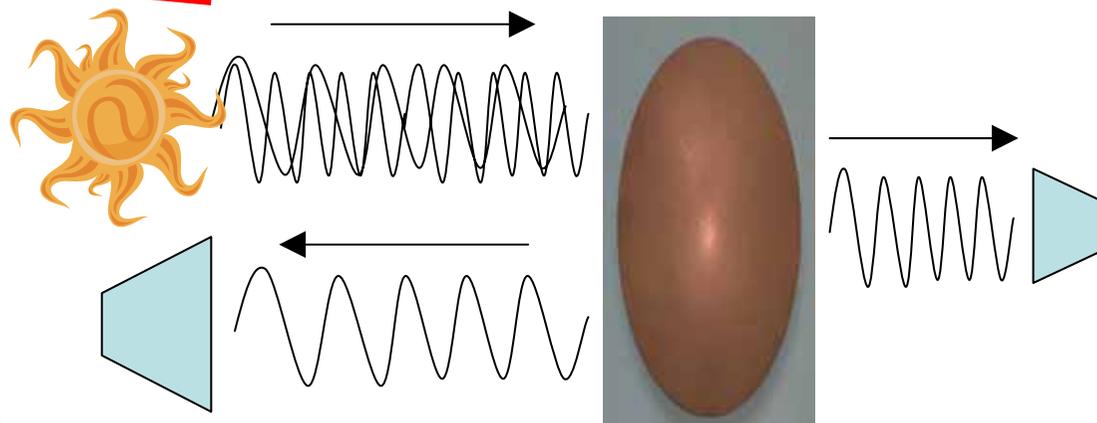
- (1) コンパクト
 - (2) シンプルな構造
 - (3) 安価
 - (4) 可能であれば両偏波 (RHCP & LHCP) 受信可
-

小口径アンテナの複数バンド給電系

~~周波数選択副反射鏡 (FSR) を利用した給電系~~



野辺山 電波ヘリオグラフ



広帯域フィードアンテナの利用

- ~~・スパイラルアンテナ~~
- ~~・ログペリオディックアンテナ~~
- ・リッジホーンアンテナ (ダブル, クワッド)

クワッドリッジホーンアンテナ (QRHA)

利点

- ・広帯域
数オクターブ (2 ~ 18GHz)
- ・軽量、コンパクト
- ・直交2偏波受信可

欠点

- ・ビームパターンが周波数によって違う
- ・位相中心が周波数に依存する
- ・E面とH面でのビームパターンが違う



改造CARAVAN2400性能評価



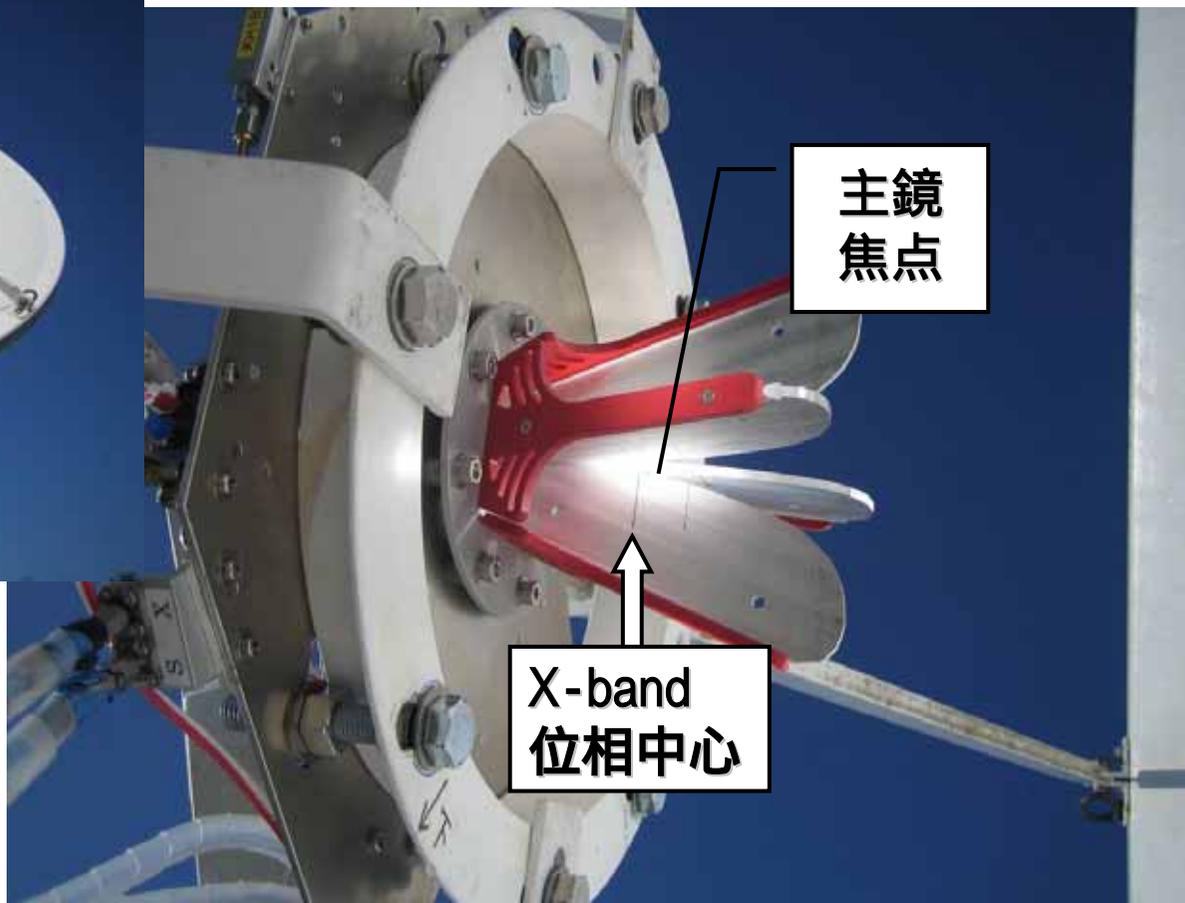
CARAVAN2400への取付け, アライメント

アライメント目標 $\pm 10\text{mm}$



太陽追尾

アライメント後



主鏡
焦点

X-band
位相中心

改造CARAVAN2400の性能

システム雑音温度計測 (R-Sky法)



R測定



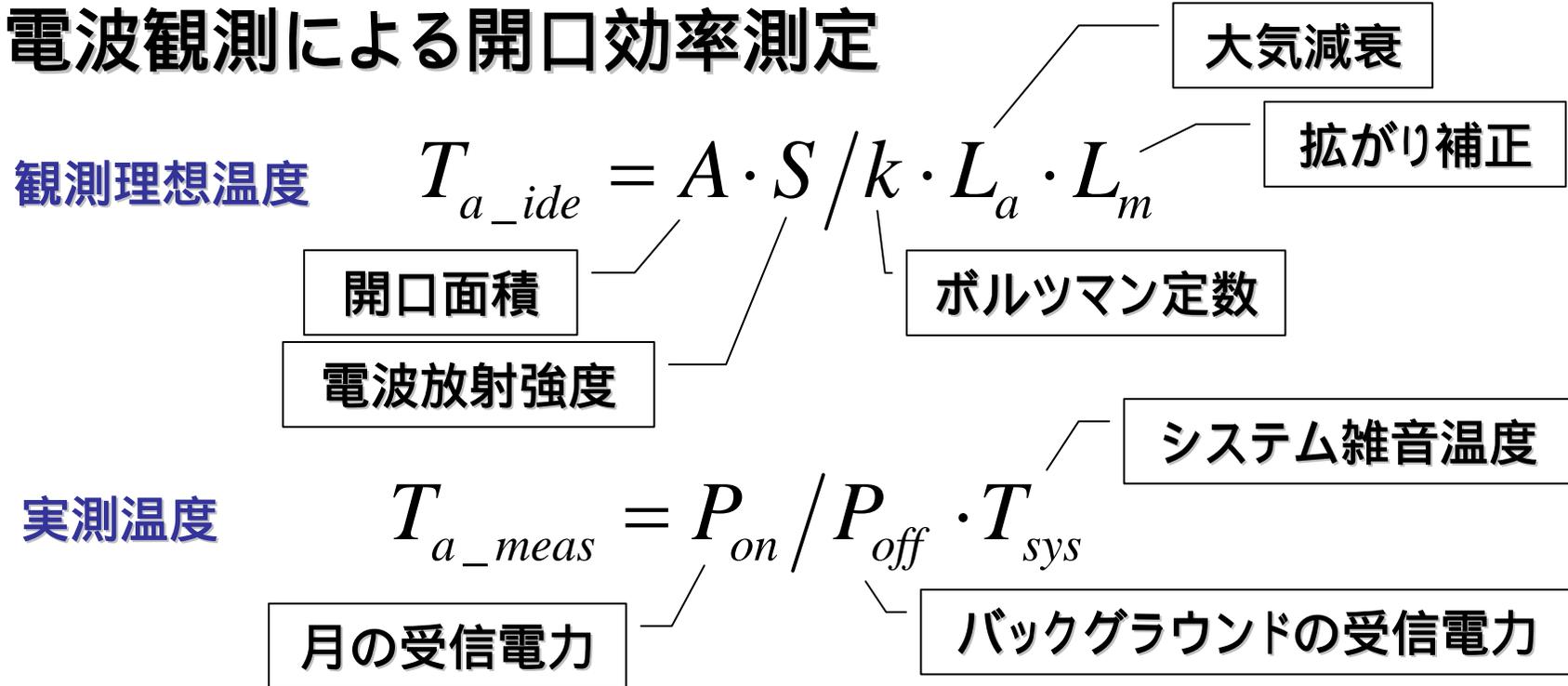
Sky測定

システム雑音温度 S-band: **280K** (仰角90度)

X-band: **245K** (仰角90度)

改造CARAVAN2400の性能

月電波観測による開口効率測定



開口効率 $\eta = T_{a_meas} / T_{a_ide}$

$= 6.3 \pm 0.3 \% \quad (\text{X-band})$

改造CARAVAN2400の性能

測地VLBI実験の相関振幅による開口効率測定

$$\eta_2 = \left(\frac{2k \cdot \rho_{12}}{L_c \cdot S} \right)^2 \frac{T_{sys1} \cdot T_{sys2}}{A_1 \cdot \eta_1 \cdot L_{a1} \cdot A_2 \cdot L_{a2}}$$

ボルツマン定数 (Boltzmann constant) k
 相関振幅 (Correlation amplitude) ρ_{12}
 システム雑音温度 (System noise temperature) T_{sys}
 コヒーレンスロス (Coherence loss) L_c
 電波放射強度 (Radio flux density) S
 開口面積 (Aperture area) A
 大気減衰 (Atmospheric attenuation) L_a
 1, 2は観測局を表す (1, 2 represent observation stations)

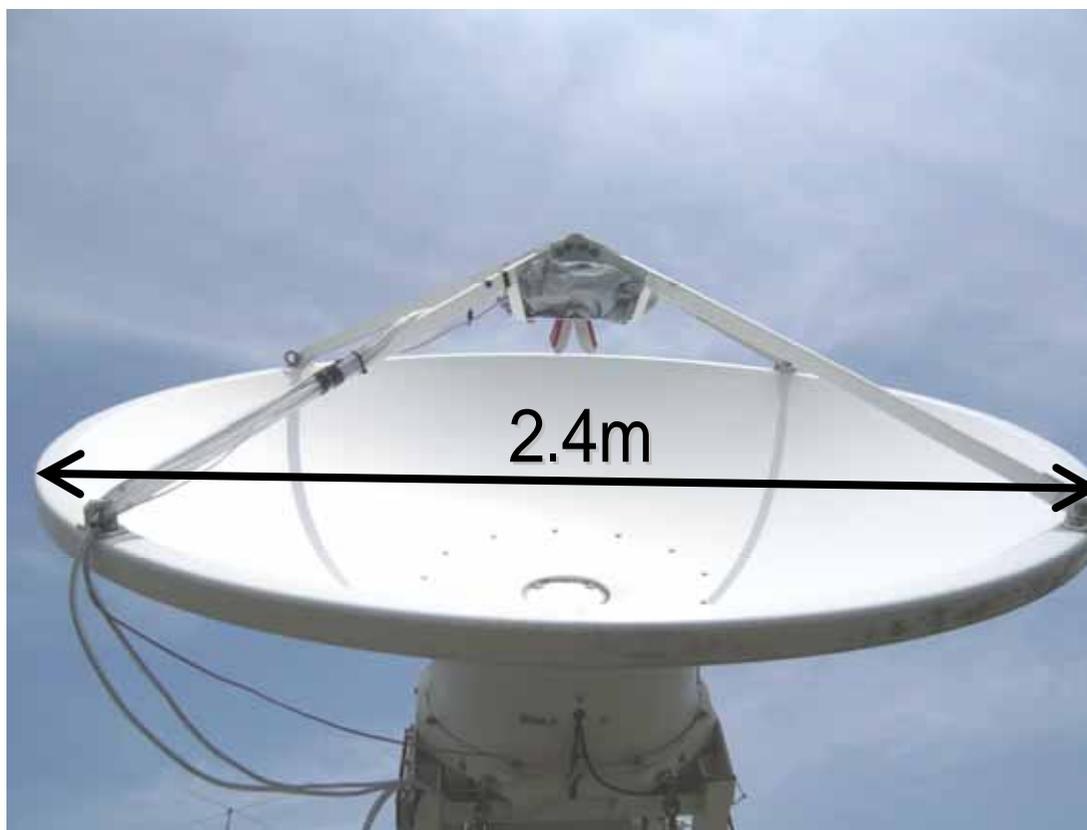
測定に用いた電波源

$\eta_2 = 4 \pm 2\%$
(X-band)

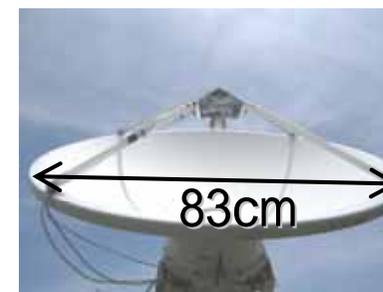
電波源	観測数	強度[Jy]	電波源	観測数	強度[Jy]
3C84	14	14.2	NRAO530	13	5.4
NRAO150	34	5.6	1921-293	11	10.6
4C39.25	16	10.6	2134+00	8	7.2
3C273B	13	18.0	2145+067	15	7.1
3C279	16	16.3	3C454.3	25	8.1
3C345	11	6.2			

改造CARAVAN2400の開口効率

$$(2.4\text{m}/2)^2 \times 6\% = (0.83\text{m}/2)^2 \times 50\%$$

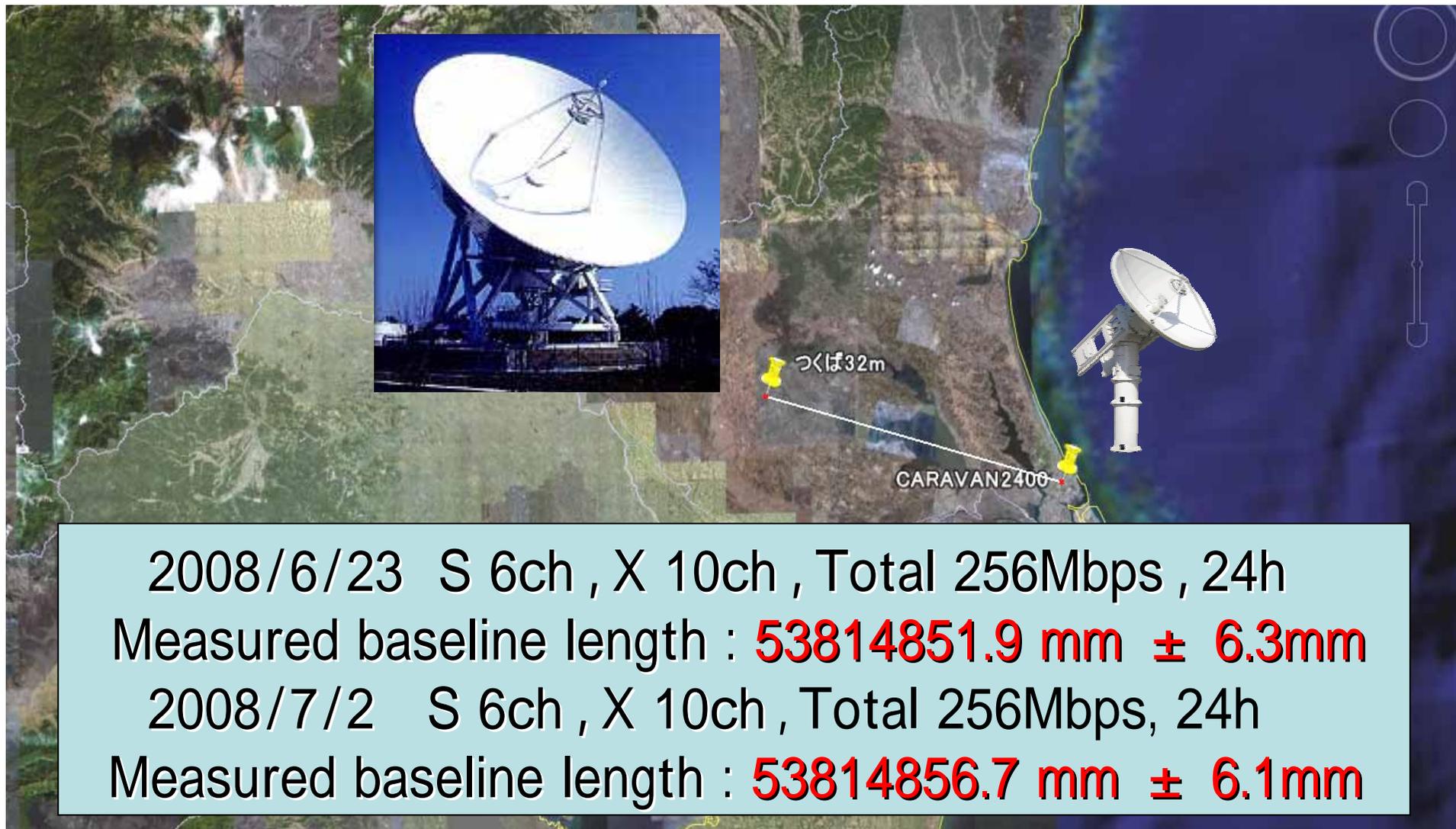


=



測地VLBI実験

実験基線：改造CARAVAN2400 ~ つくば32m





まとめ, 展望

まとめ

- ・新しい形式の電波望遠鏡を開発した
シンプル&コンパクトでS/X同時受信可能な給電部
 - ・測地VLBI観測可能なことを実証した
 - ・目標とする基線長測位精度 ($\pm 2\text{mm}$ 以下)まで
とどいていない
 - ・QRHAは屋外仕様でない
-

今後の展望

- ・ **MARBLE Compact VLBI System** の試作1号機では
最適設計をした主鏡を使用する

開口効率 約40% (X-band)

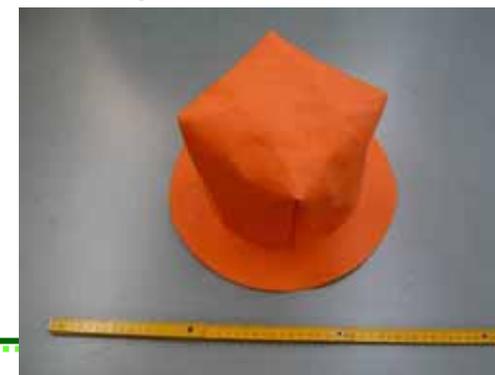
$$(2.4\text{m}/2)^2 \times 6\% < (1.65\text{m}/2)^2 \times 40\%$$

より低雑音な増幅器を使用する

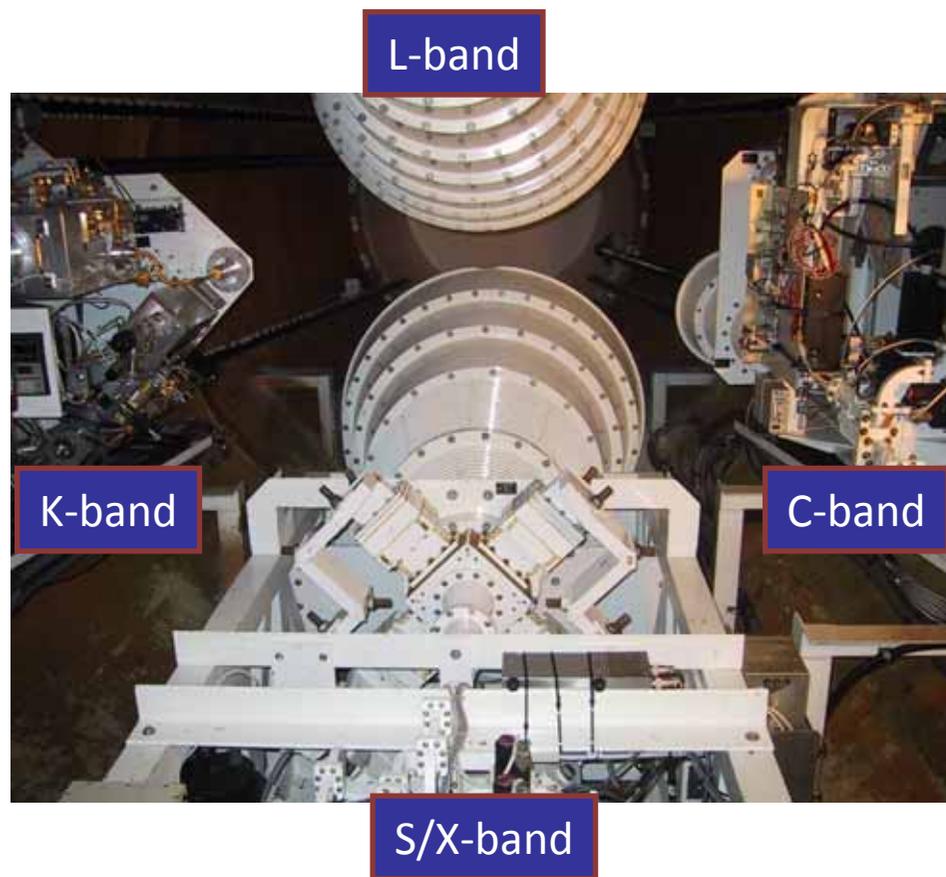
S-band Trx : 86K **約60K (予測値)**

X-band Trx : 170K **約60K (予測値)**

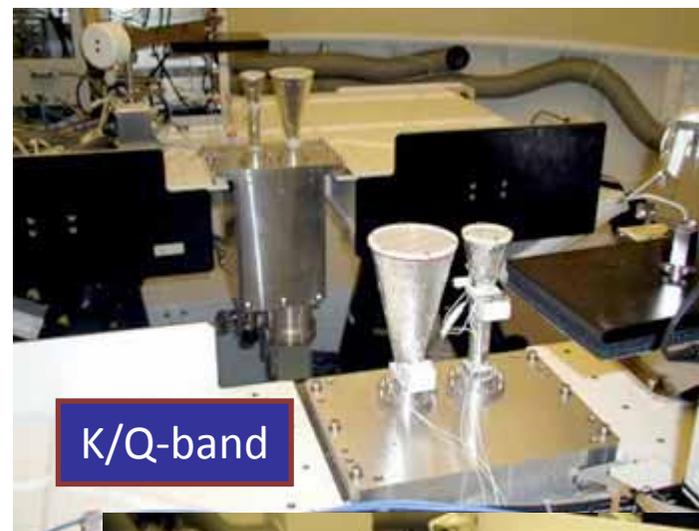
- ・ 2009年初頭に測地VLBI実験の予定
- ・ フィドームも検討中



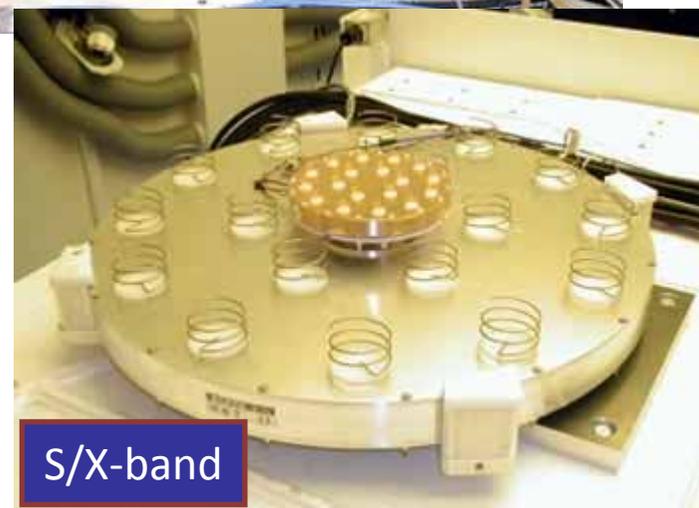
大口径アンテナの複数バンド給電系



鹿島34m



K/Q-band



S/X-band

VERA