

# e-VLBIを用いたVSOP-2のための (参照)電波源サーベイ

須藤広志(岐阜大学)

Collaborators:

H. Takaba, K. Wakamatsu (Gifu), K. Fujisawa, K. Wajima (Yamaguchi),  
N. Nakai, M. Seta (Tsukuba), K. Sorai (Hokkaido),  
M. Sekido, Y. Koyama, K. Takefuji (NICT), A. Doi (JAXA),  
N. Kawaguchi, Y. Kono, T. Oyama, T. Hara, K. Niinuma (NAO),  
T. Daishido, K. Asuma, S. Kida, Y. Tanaka, T. Aoki (Waseda),  
and VSOP-2 team

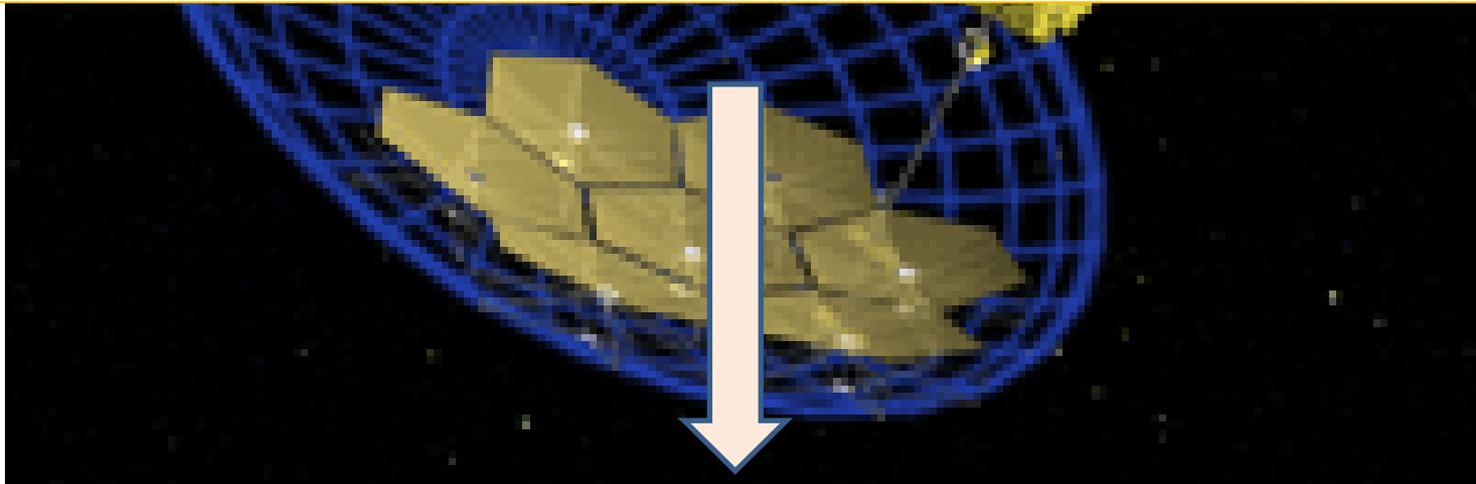
# アウトライン

- VSOP-2における位相補償
  - 補正電波源の現状
- e-VLBIによる補正天体サーベイ
  - 鹿島一筑波基線、8GHz、200 mas
  - 検出された135天体中、49天体が新たな補正天体候補
- 今後の計画
  - 10 masで8/22GHz、スペクトルを求める、、、
  - この結果を、どう活用するか？

# VSOP-2位相補償の重要性

VSOP-2衛星の重要開発テーマの1つに位置付け  
実現すると、

- ・ **10 $\mu$ as台の精度でastrometry(かつ10 $\mu$ as台の分解能)**
  - 絶対位置モニター
  - 多周波マップの重ね合わせ
- ・ **1時間程度の長時間積分**
  - fringe検出感度が数倍向上



**VSOP-2時代に向け、補正天体カタログの整備が急務**

# VSOP-2 の補正天体の条件

1. Flux : SNR>7でFRINGE検出
  - > 50/60/100 mJy @ 8/22/43 GHz
2. コンパクトさ: ビームより十分小さいサイズ
  - $\ll 0.1$  mas のコア成分を持つ
3. 観測天体との近さ:  $< 3$  deg

「比較的高い周波数でも明るいこと」と  
「コンパクトさ」  
両方を兼ね備えた天体

# 現在の補正天体カタログ

- VLBA Calibrator Survey (**VCS**, e.g., Beasley et al. 2002, Fomalont et al. 2003)
  - 周波数: 2/8 GHz (それぞれ分解能 4/1 mas)
  - 検出: 約3000天体
- VERA Fringe Survey (**VFS**, Petlov et al. 2007)
  - 周波数: 22 GHz (分解能1 mas)
  - 検出: 約180天体 (VCS以外で)

**VSOP-2位相補償の補正天体は、これらで十分か？**

# VCSから補正天体数の見積もり

VCSカタログ(2/8 GHz)からスペクトル指数 $\alpha$ と  
サイズ $\delta$ の周波数依存性 $\beta$ を求め、  
VSOP-2基線(25,000 km)でのFluxを推定

$$S(\nu, B) = S_0(\nu) \exp\{-2(\pi\nu B\delta(\nu)/c)^2\}$$

$$S_0 \propto \nu^{-\alpha}, \quad \delta \propto \nu^{-\beta}$$

→VSOP-2で観測天体の3°以内に補正天体が見つかる確率  
(Asaki et al. 2007)

	8 GHz	22 GHz	43 GHz
Probability	86 %	43 %	20 %

22GHz, 43GHzでコンパクトな補正天体を数倍増やす必要性

# コンパクト天体の探し方

## 1. 直接的方法

- できるだけVSOP-2に近い高分解能でマッピング  
分解できないコアを検出

## 2. 間接的方法

### 1) inverted spectrum sourceを見つける

- コンパクトコアのトレーサー
- VCSでは、広がったローブ成分にコアが埋もれている  
ケースを見逃してないか(数秒の分解能でスペクトル  
を判断したため)

### 2) 激しい強度変動しているもの...

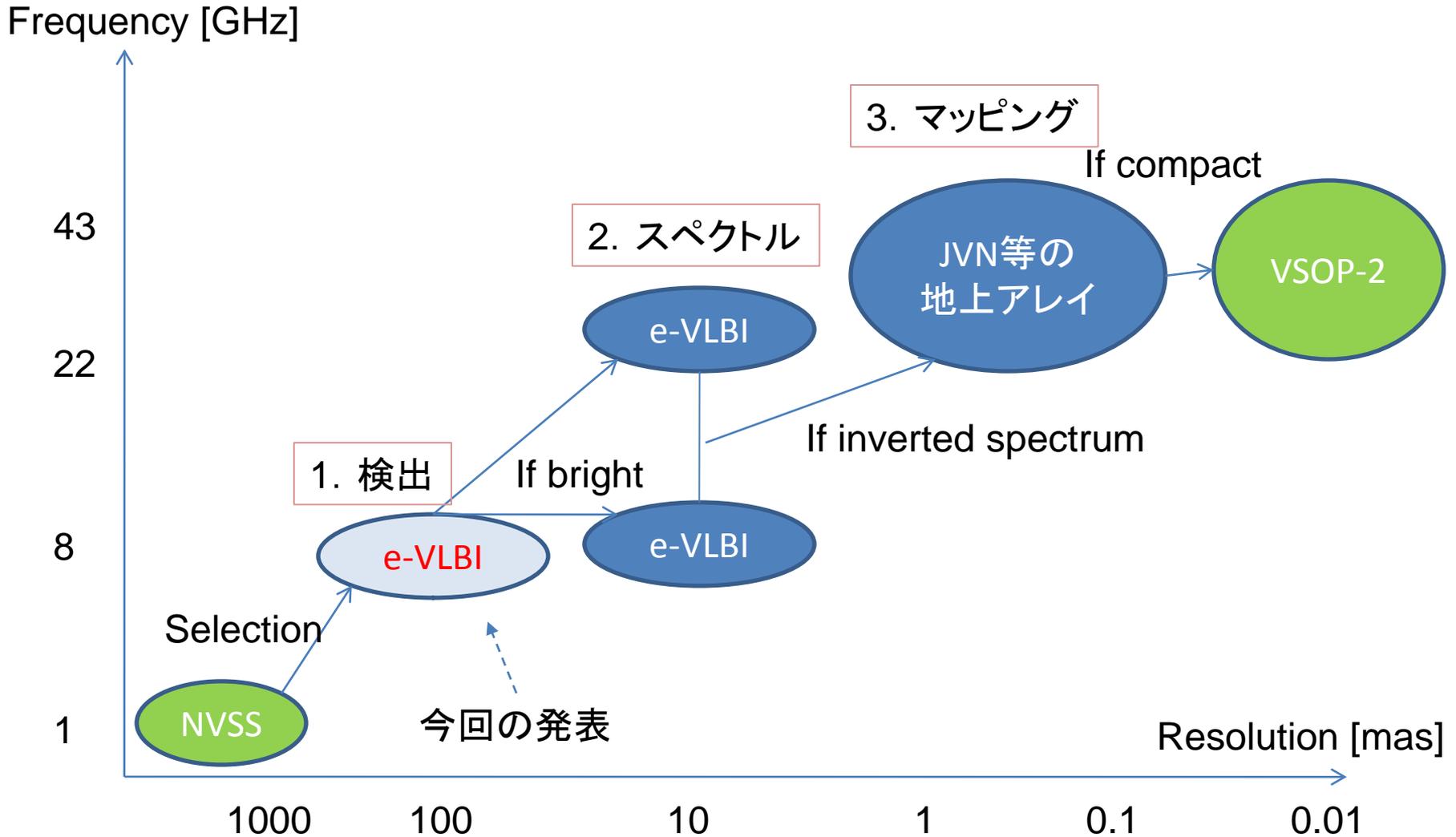
# 今回のサーベイの目的

- VCSに載っていないコンパクト天体は、NVSS\*中にどのくらいの確率で見つかるか
- 本格的な補正天体サーベイ有無/どのレベルまでやるかの判断材料の1つに (cf. VISC-2)
- 近傍10Mpc程度にVSOP-2で観測可能な面白いターゲットが見つからないか

→ e-VLBIを用い、**適当なfieldのNVSS天体のサーベイ観測**

\*NVSS=NRAO VLA Sky Survey, 1.4 GHzでの世界最大級の電波源カタログ。  
2.5 mJy以上の数100万天体のマップなどがWEBで公開されている  
(Condon et al. 1998)

# Path of calibrator search



# Sample Selection

- Delta 32 – 42 deg (天頂付近)
  - 早稲田大学 那須観測所で1.4GHzのモニター観測が行われている領域 ( 80-m baseline, e.g., Takefuji et al. 2008)
- 230 のNVSS天体 (>1Jy) が那須観測所で検出
- これら全てを e-VLBI(OCTAVE)で観測(2009)

なお、スペクトルに関する条件は付けていない

# 観測と解析

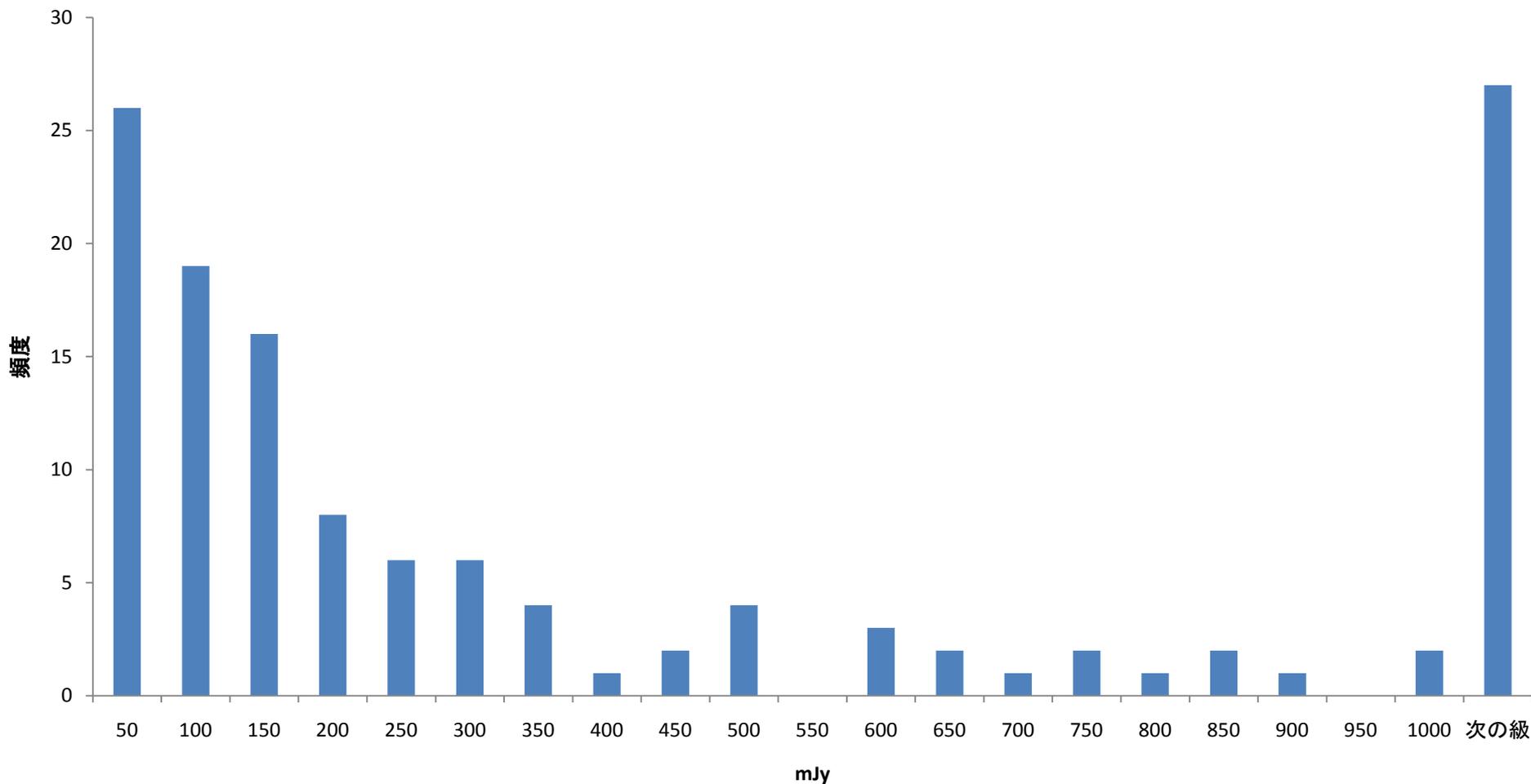
- 観測 : e-VLBI at 8.4 GHz
  - 筑波 32m – 鹿島 34m, 基線長 50 km (分解能200 mas) \*
  - 2Gbps optical fiber connected (BW=512 MHz)
  - Fringe sensitivity : 20 mJy @ 3min
- Calibration
  - Flux : OJ287, 山口32mによりFlux測定  
~1.2 +/- 0.2 Jy @ 8GHz
  - Amplitude: 4 compact calibrators を30分ごとに

\*Note: Yamaguchi 32m was also joined, and its results will be reported later

# Histogram (all)

229天体中、135天体をSNR>10で検出

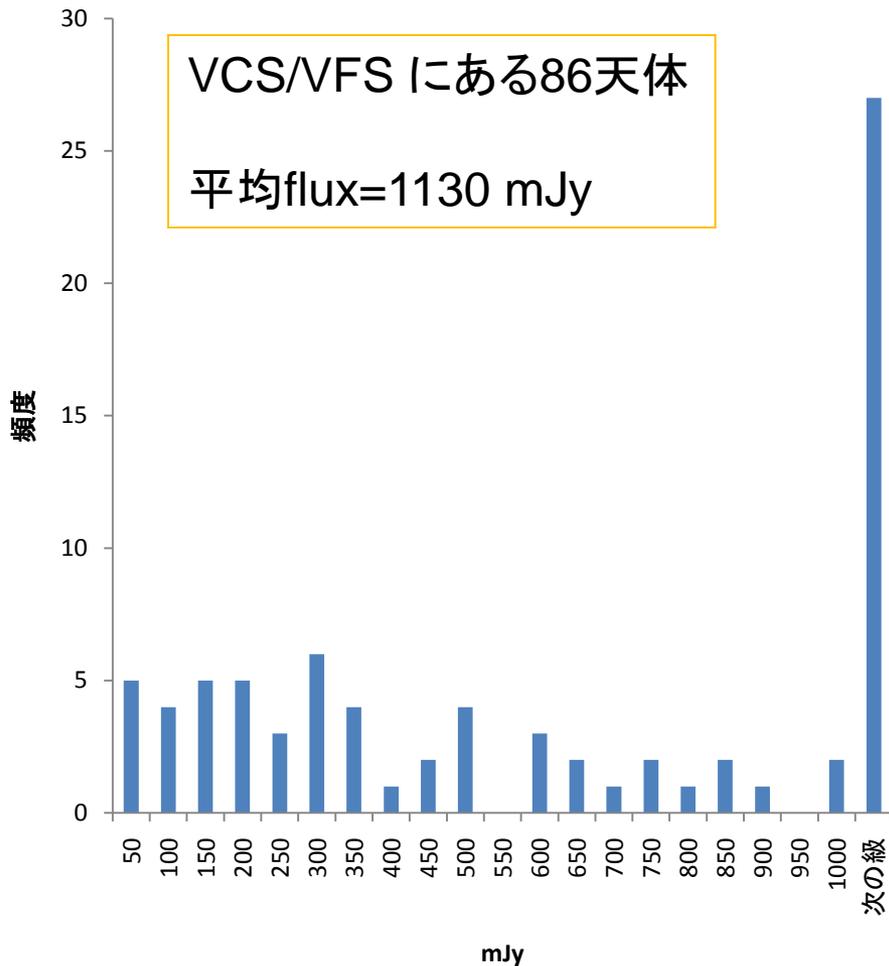
All detected sources



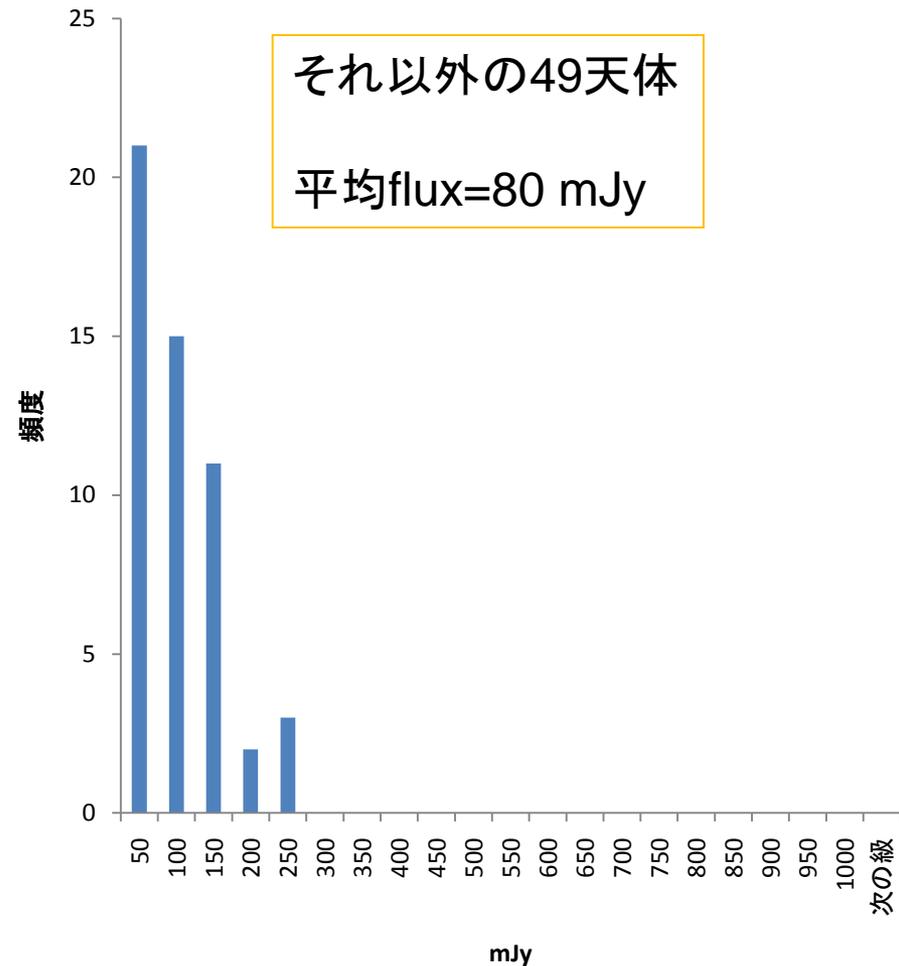
# Histogram (VCS vs non-VCS)

135天体中、49天体がVCS等でないpossible new sources

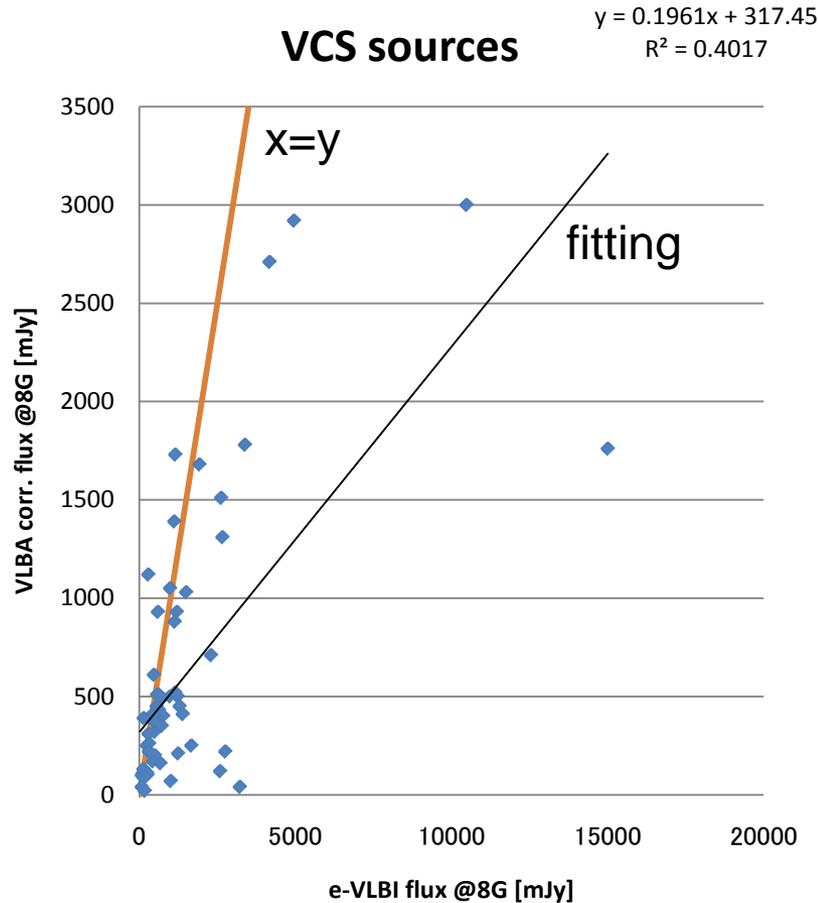
VCS sources



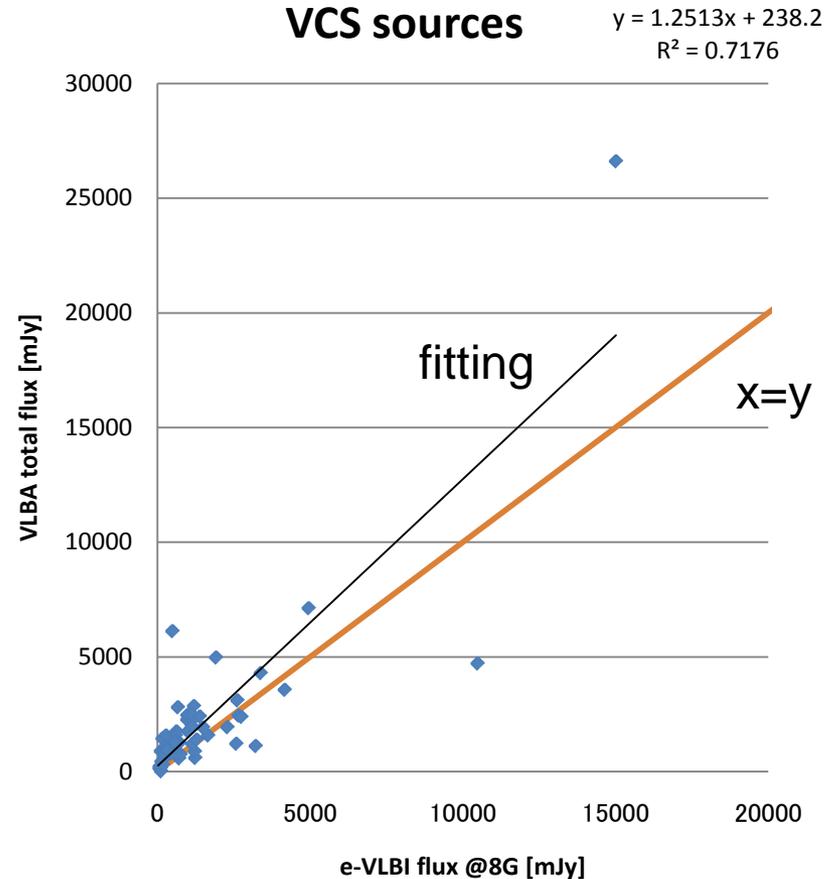
Non-VCS sources



# Correlation between e-VLBI/VLBA for VCS sources



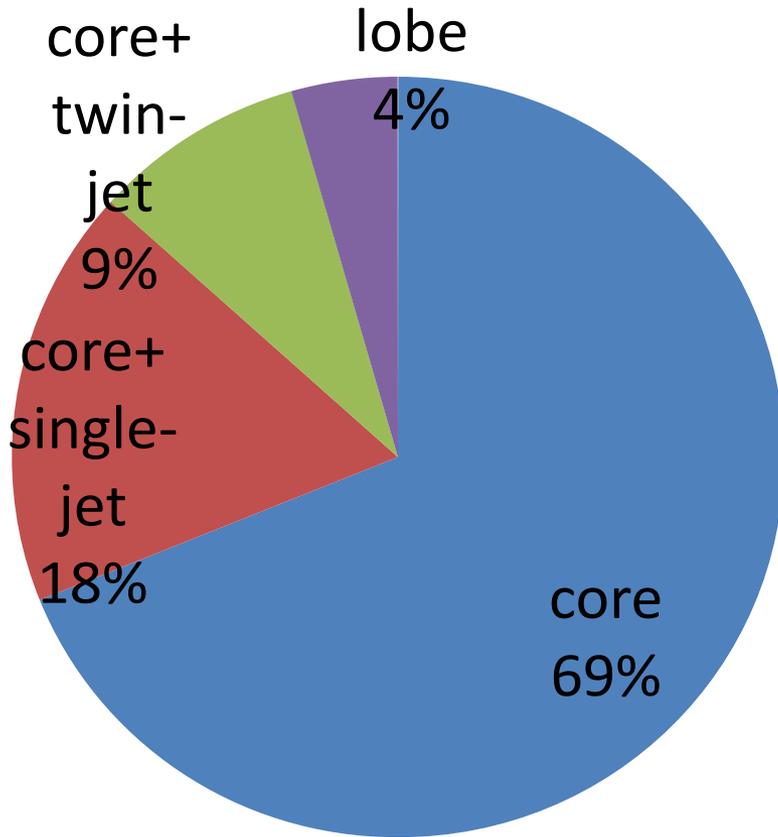
VLBA 8000km baseline



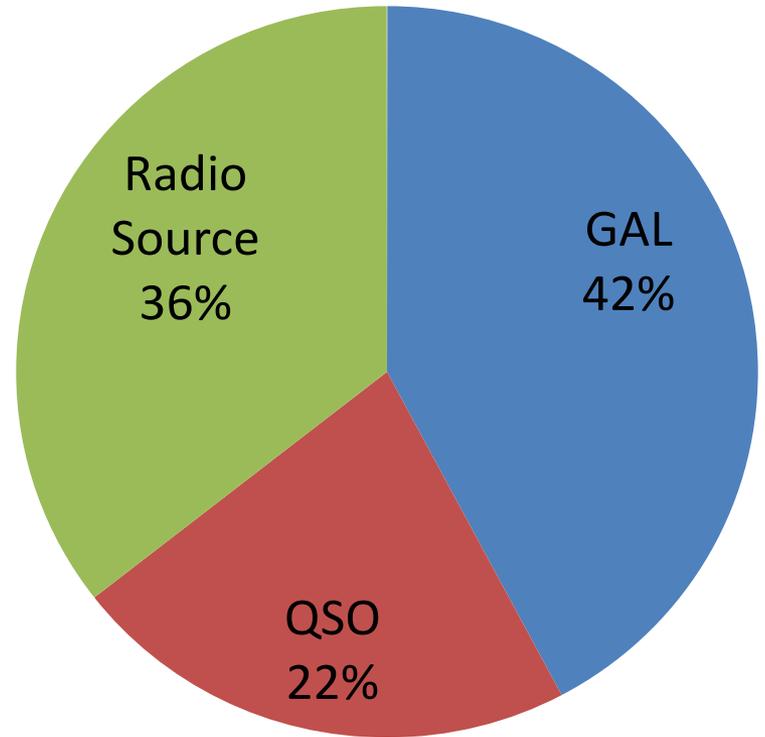
VLBA 200km baseline

# Possible new sources

Radio Morphology



Source type

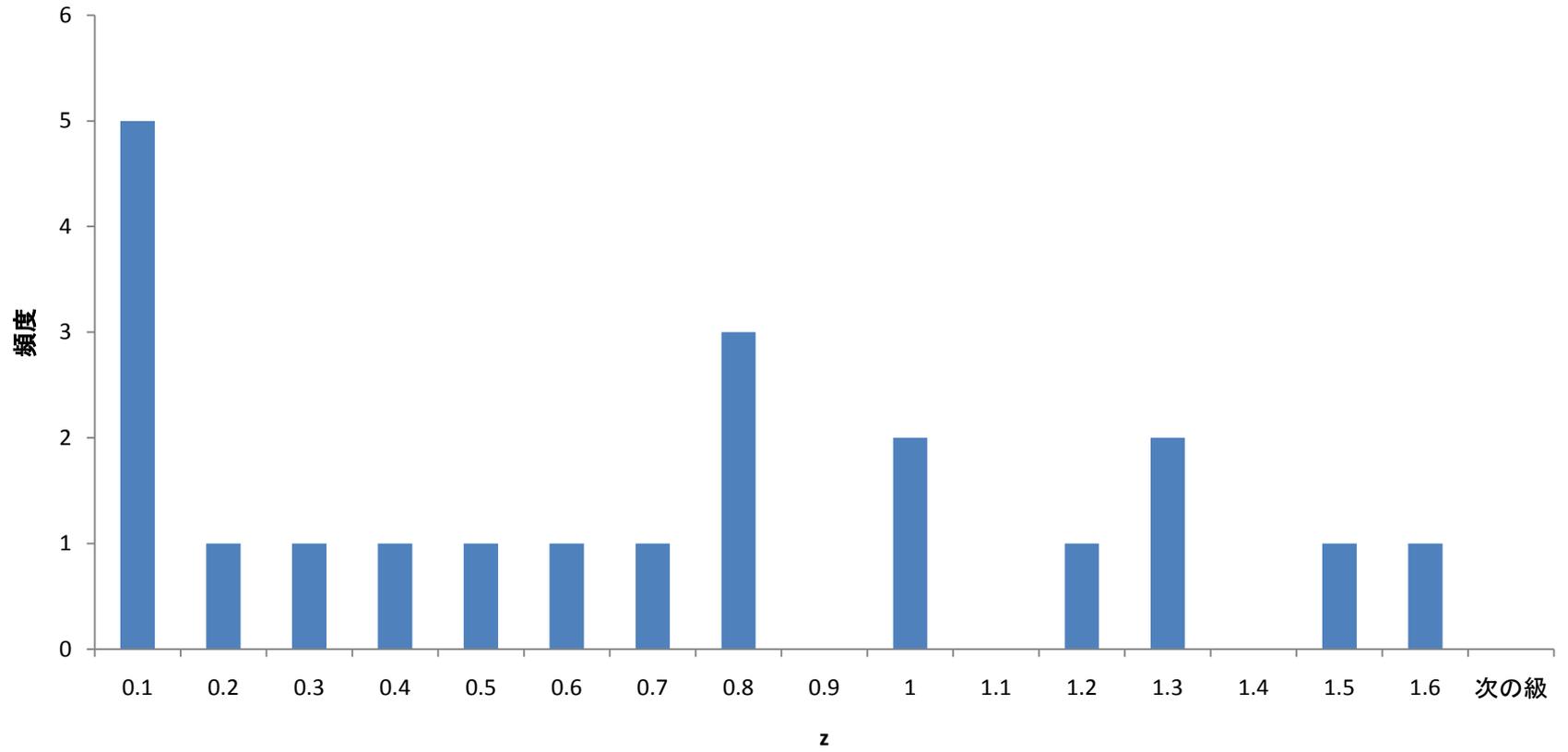


# 今後

- 今回: 200masビーム@8GHzでVLBI初検出率: 20%
  - 1. 8GHzでより分解能をあげる(山口、鹿、筑)
    - 10mas@8GHz
  - 2. 22GHz(岐阜、北大、鹿、筑) : 8Gとのスペクトル
    - 3-10mas@22GHz
  - 3. 数1000km基線でマッピング、天体構造の取得
    - 1mas@22GHz (VERA, JVN, VLBA)
- VSOP-2補正天体候補は果たして何% 残るか??
  - 10-mas scaleのspectrum indexカタログ
    - サイエンスは? VSOP-2サーベイへのつながりは?

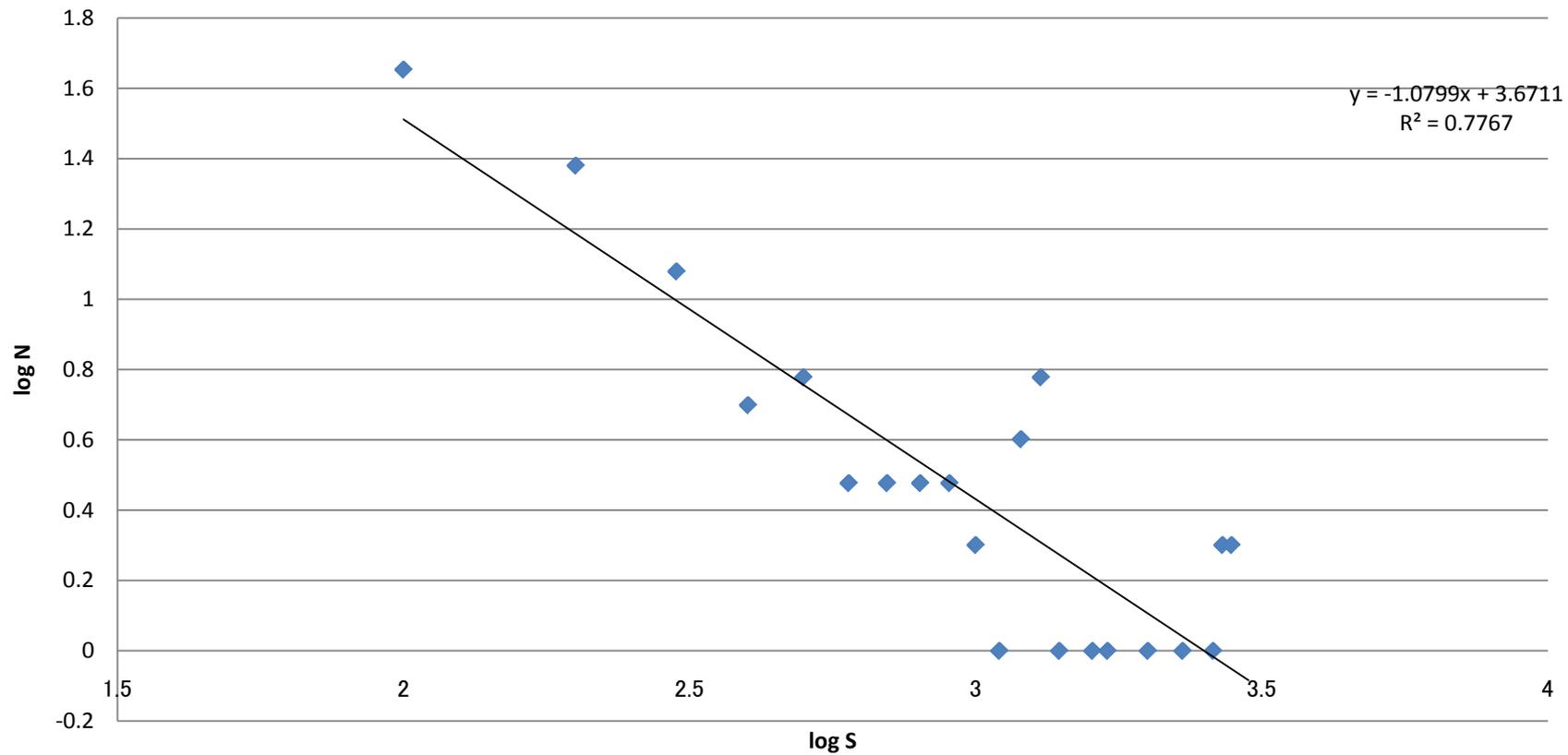
# Z

## Non-VCS

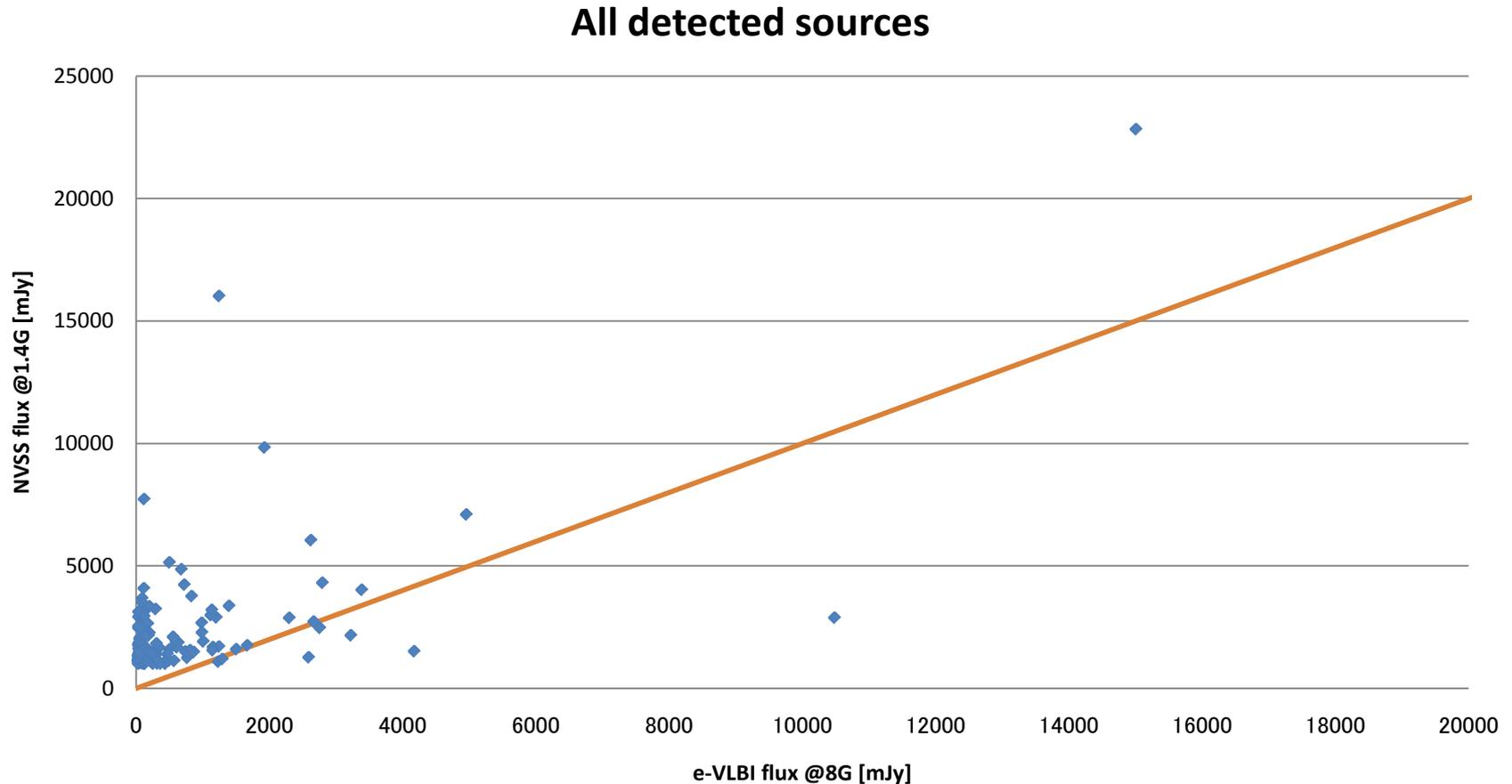


# IonS-logN

log S- log N

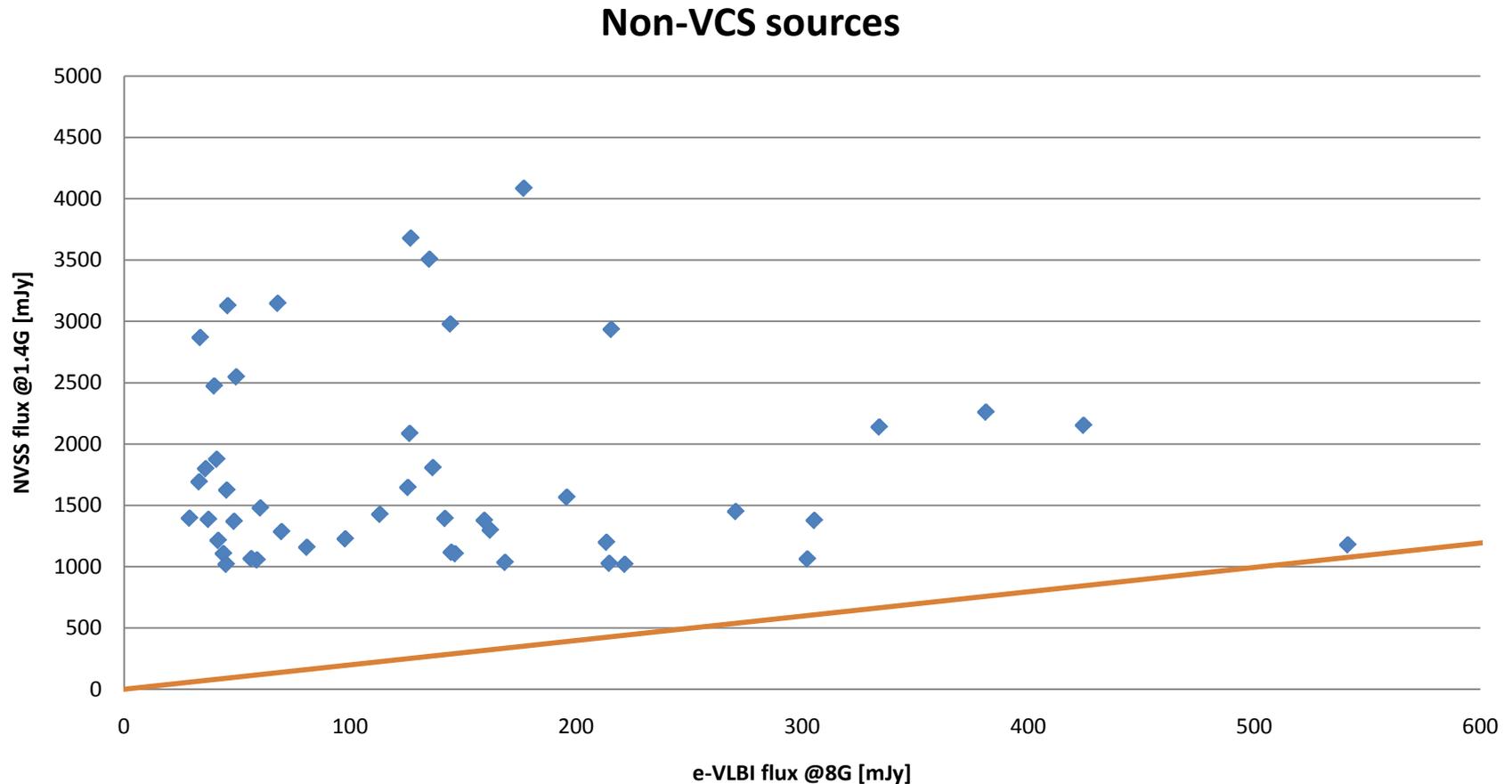


# Correlation between e-VLBI/NVSS for all sources



The solid line indicates  $x=y$  (not fitted result)

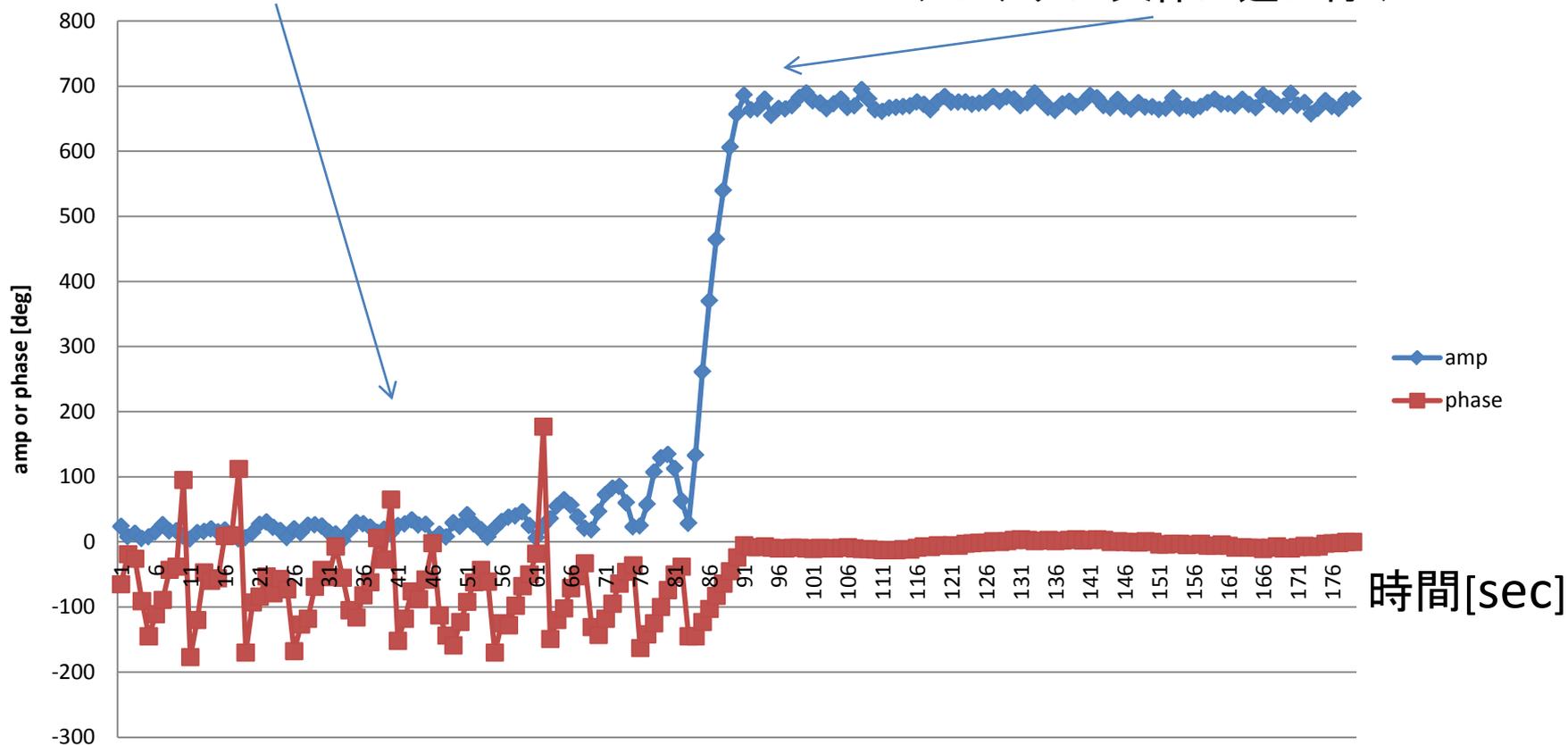
# Correlation between e-VLBI/NVSS for Non-VCS sources



The solid line indicates  $x=y$  (not fitted result)

# データの例

アンテナが天体に追いついている最中 0418+38c アンテナが天体に追いつく



Ampの平均値とばらつきからSNRを算出、OJ287を基準にFluxに変換した