*** CORPORATION

# つくば32m電波望遠鏡の22 GHz帯VLBI観測に向けて

*永井　誠、瀬田 益道、中井 直正、*
*間明田 好一、他、32m運用グループ（筑波大）、*
*山内 彩(国立天文台)、*
*宇宙測地グループ(国土地理院)*

第７回VERAユーザーズ・ミーティング　2009/09/03

# 筑波大学　宇宙観測研究室

- 構成員
  - 教授: 中井 直正
  - 講師: 瀬田 益道
  - 準研究員: 永井 誠 (2008.6～)
    (山内 彩, ～2008.3)
  - 大学院生
    - 14名
  - 学部生
    - 4名

# つくば32mアンテナ

国土地理院の測地VLBI用アンテナ

- 開口直径: 32 m
- 鏡面精度: 0.93±0.01 mm (全鏡合計)
- 駆動速度: 3°　/ 秒

つくば32mアンテナ（写真提供：国土地理院）

# つくば32mアンテナ

国土地理院の測地VLBI用アンテナ

# つくば32m電波望遠鏡

受信機

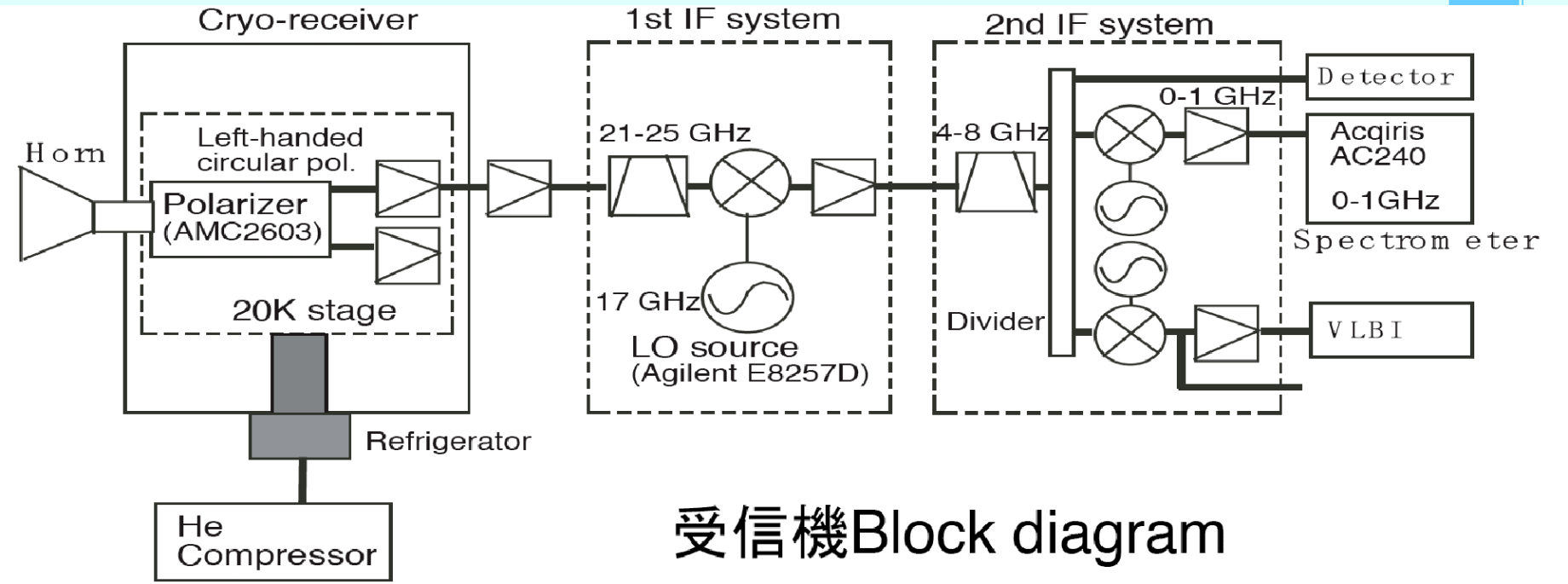
- S帯 (2.12–2.52 GHz)
  - 国土地理院が管理
- X帯 (7.78–8.98 GHz)
  - 国土地理院が管理
- K帯 (20.3–25.0 GHz)
  - 筑波大学で設置、運用

受信機の切り換え

- S/X帯とK帯は平面鏡で切り換える
  - 同時受信は不可
  - 30分間程度を要する

つくば32mアンテナ（写真提供：国土地理院）

# 22 GHz帯受信機システム

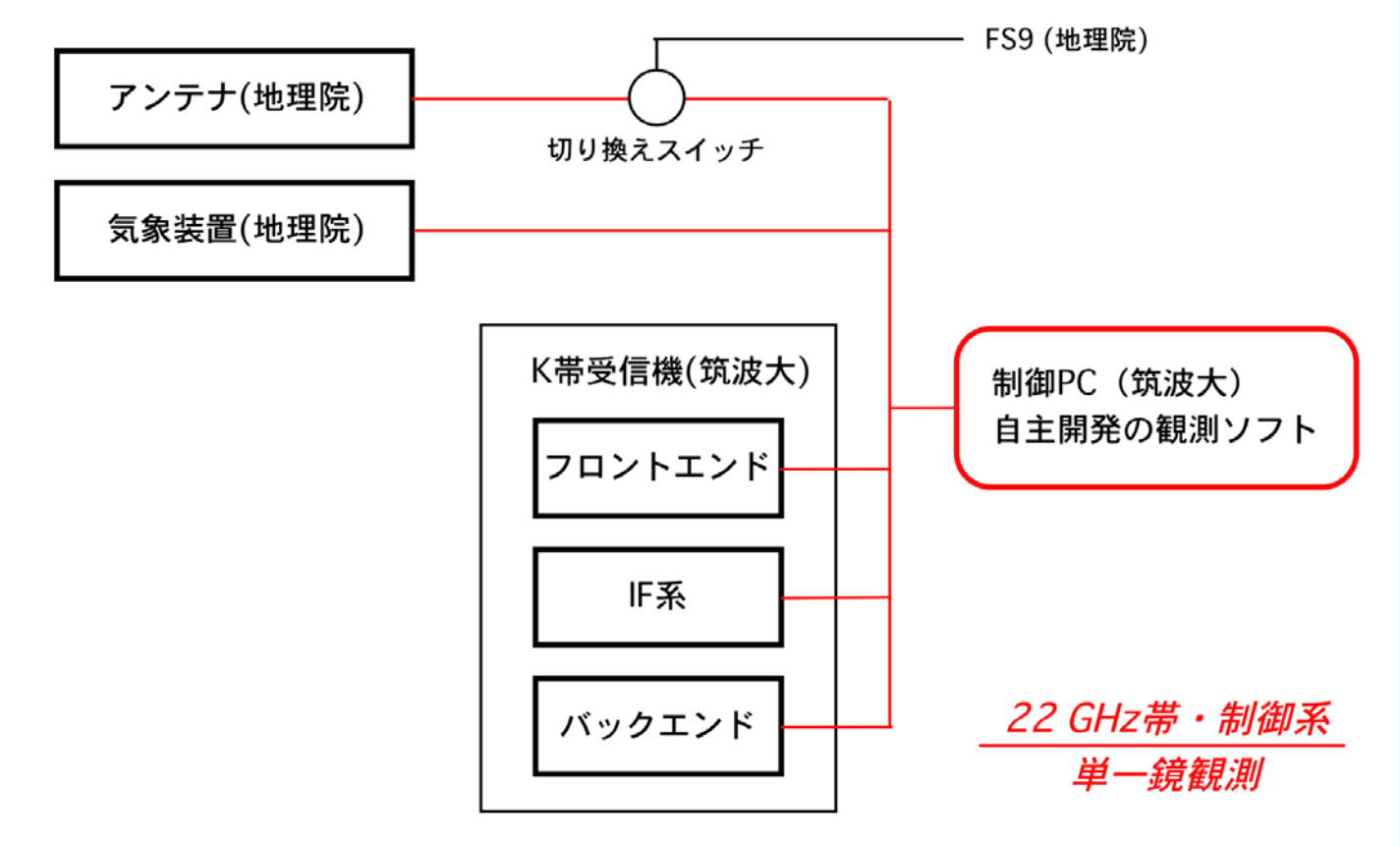



受信機Block diagram

- フロントエンド: 冷却式LNA
- 第1 IF: 4–8 GHz
- 第2 IF
  - 単一鏡観測: 0–1 GHz
  - VLBI用: 512–1024 MHz

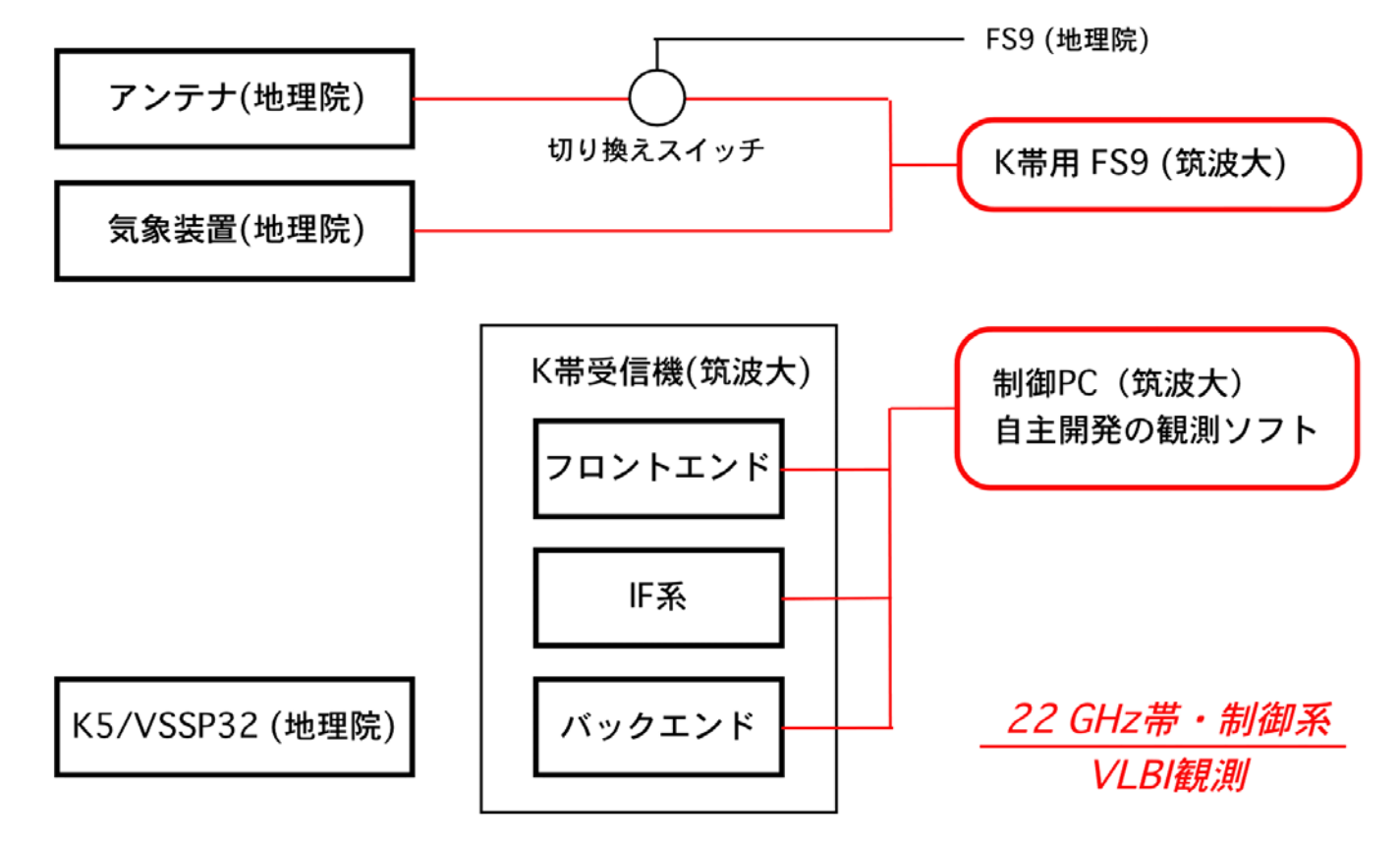
昨シーズンまで左旋偏波のみ
今シーズンから右旋偏波も同時観測

# 22 GHz帯用制御系(単一鏡観測)




- 自主開発ソフトでの制御
  - RS232c, GIPB, LANなど
- 国土地理院と装置を共用
  - アンテナ制御装置、気象装置

# 22 GHz帯用制御系(VLBI観測)




FS9による必要最低限の制御

- アンテナ制御装置、気象装置

# 22 GHz帯VLBI観測歴

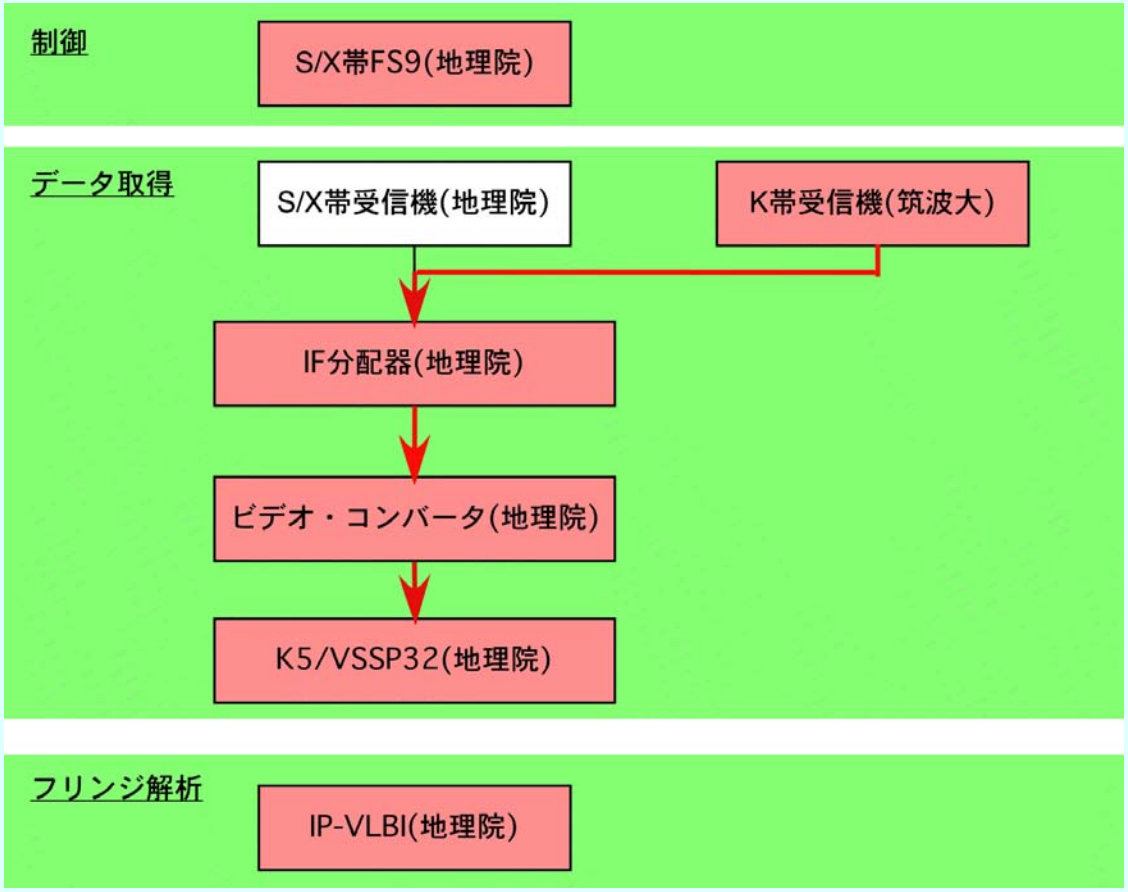
- (2006年12月 単一鏡ファーストライト)
- 2007年5月
  - 3C84でフリンジを検出
- (2007年12月 単一鏡で$NH_3$輝線初検出)
- 2009年4月
  - 3C84, W49N, Ori KLでフリンジを検出

# 2007年5月のフリンジ試験の概要

- 観測日: 5月18日
- 観測局
  - つくば32m
  - 鹿島34m
  - 岐阜11m
- 観測天体
  - 3C84
  - Ori KL

3C84のフリンジを検出した。

つくば局の機器構成



# 2009年4月のフリンジ試験

<u>前回の課題</u>

- 国土地理院への依存
  - 装置
  - データ記録、相関処理
- 高いシステム雑音温度
- K帯のポインティング

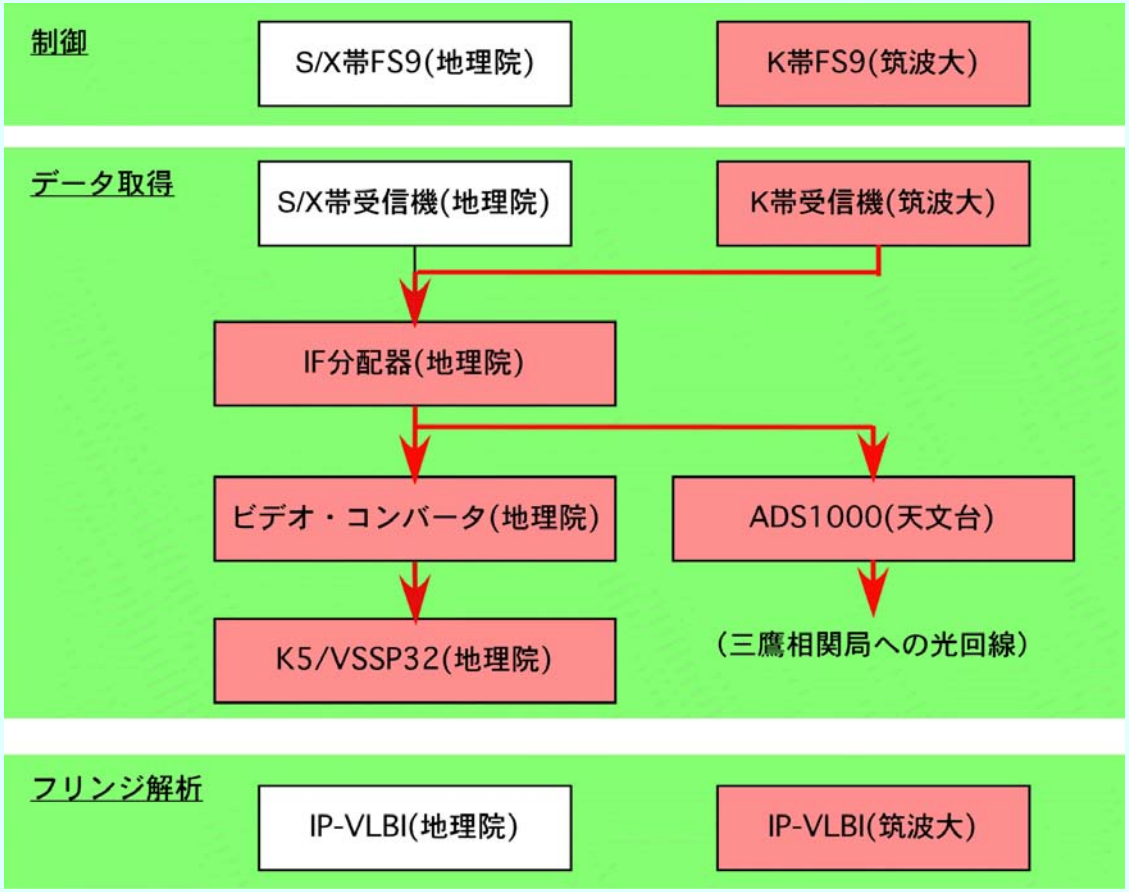
<u>前回からの進展</u>

- 受信機システム改良
  - つくば局K帯受信機の改良されたIF系
  - 32mアンテナの雨除けカバー
- 装置導入
  - 筑波大学で導入したK帯用FS9による32mアンテナの制御
  - 筑波大学で導入したパソコン上での相関処理
- 新しい方法
  - つくば局を含むK帯での光結合VLBI
  - サンプリング周波数の増加と観測時間の短縮

# 2009年4月のフリンジ試験

- 新しい機器構成

つくば局の機器構成



# K帯用FS9マシンの導入

- 立ち上げ
  - 鹿島局の構成を参考に
  - つくば局国土地理院のFS9の設定を参考に
- ハードウェア構成
  - CPU: Core 2 Duo, 3GHz
  - メモリ: 1 Gbyte ×2
  - RAID: 160 Gbyte ×2
  - USBポート + USB–RS232c変換器×2
- ソフトウェア構成
  - Debian GNU/Linux
  - Field System 9 (ver. 9.10.3)
    - ステーション固有部分
      - 気象装置読み取りをRS232cに変更
      - 器差パラメータをK帯用に変更

関戸さん(NICT)に
谷本さん(国土地理院)
お世話になりました

# 観測

- 観測局: つくば32 m、鹿島34 m
- データ取得
  - K5/VSSP32システムによる記録
  - 光結合のリアルタイム相関
- 観測天体
  - W49N, Ori KL (メーザー天体)、3C84 (連続波源)
- 観測周波数
  - RF = 21997–22509 MHz
  - RF − IF = 21485 MHz
    - つくば局:1LO = 16985 MHz、2LO = 4500 MHz
    - 鹿島局: 1LO = 17000 MHz、2LO = 4485 MHz

関戸さん、川合さん(NICT)、
永山さん、井村さん
(鹿児島大)に
お世話になりました

# 観測

- K5/VSSP32の周波数設定

| RF [MHz] | --- | IF [MHz] | --- | bandwidth [MHz] |
|---|---|---|---|---|
| 22200 | --- | 715 | --- | 16 |
| 22216 | --- | 731 | --- | 16 |
| 22232 | --- | 747 | --- | 16 |
| 22248 | --- | 763 | --- | 16 |

- 観測時間

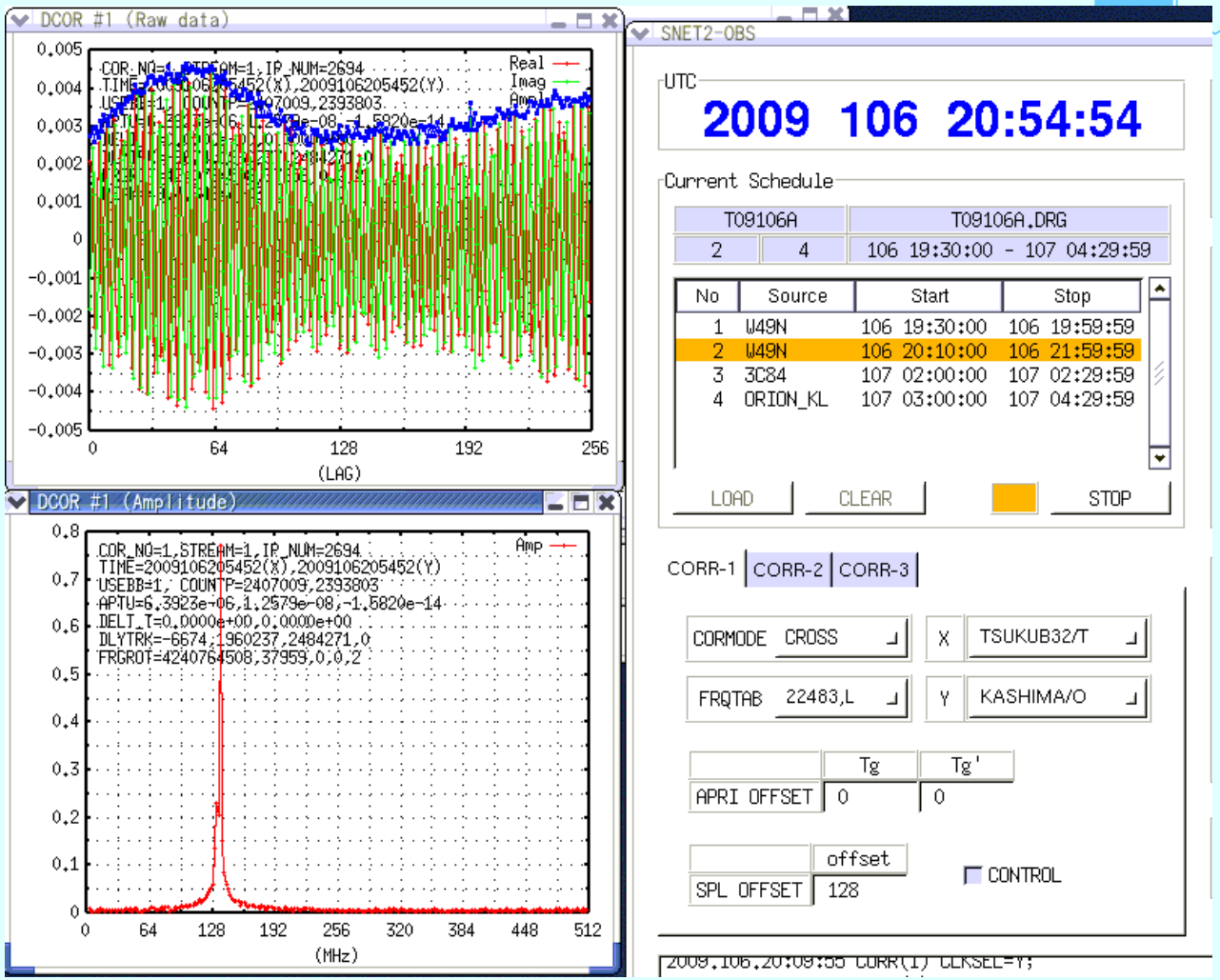
```
4/17 3:00 - 4:30 JST 観測準備、ポインティング観測（W49）
4/17 4:30 - 5:30 JST W49 本観測
4/17 5:30 - 6:00 JST ポインティング観測（W49）
4/17 6:00 - 7:00 JST W49 本観測
4/17 7:00 - 7:30 JST ポインティング観測（W49）

4/17 10:00 - 11:00 JST 観測準備、ポインティング観測（3C84）
4/17 11:00 - 11:30 JST 3C84 本観測
4/17 11:30 - 12:00 JST ポインティング観測（Ori KL）
4/17 12:00 - 13:30 JST Ori KL 本観測
```

  - 本観測中のデータ取得
    - K5/VSSP32: 10分置き100秒間ずつ、光結合: 連続

# 光結合: 結果

- W49Nの結果
（川口さんより）




他の天体もリアルタイムでフリンジを検出できた。

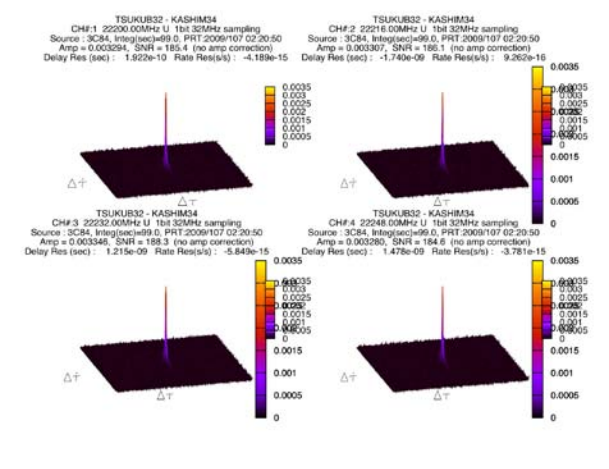
# K5データ: フリンジ解析

- 解析ソフトの導入
  - ハードウェア構成
    - CPU: Core 2 Duo, 2.1 GHz
    - メモリ: 3 GByte
  - ソフトウェア構成
    - Ubuntu 8.04
    - IP-VLBI ver. 2009-02-17
    - Gnuplot ver. 4.2

農澤さん(国土地理院)に
お世話になりました

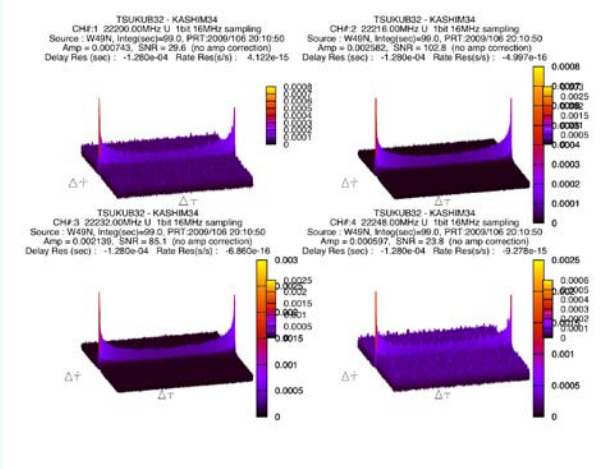
- 解析
  - 地球回転パラメータ
    - UT1: 0.792466 s
    - WobbX: 0.06411 arcsec
    - WobbY: 0.19039 arcsec
- 解析に要した時間
  ～10時間/1データ
  - サンプリング:32 MHz
  - 積分時間: 100秒
  - ラグウィンドウサイズ: 2048

# K5データ: 結果

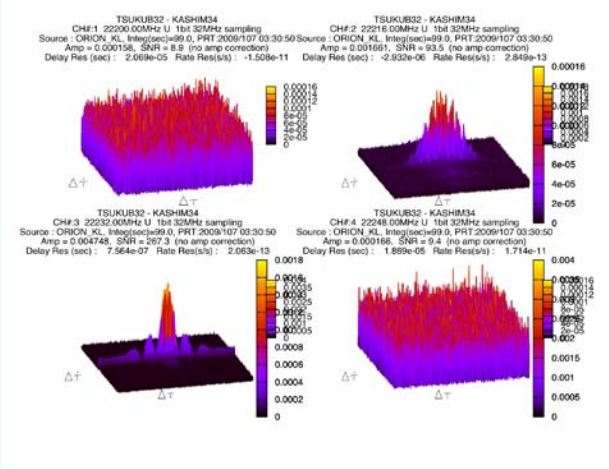



3C84

各々の天体で、取得した全てのデータで同様のフリンジを得た。




W49N




Ori KL

# 定常観測に向けて

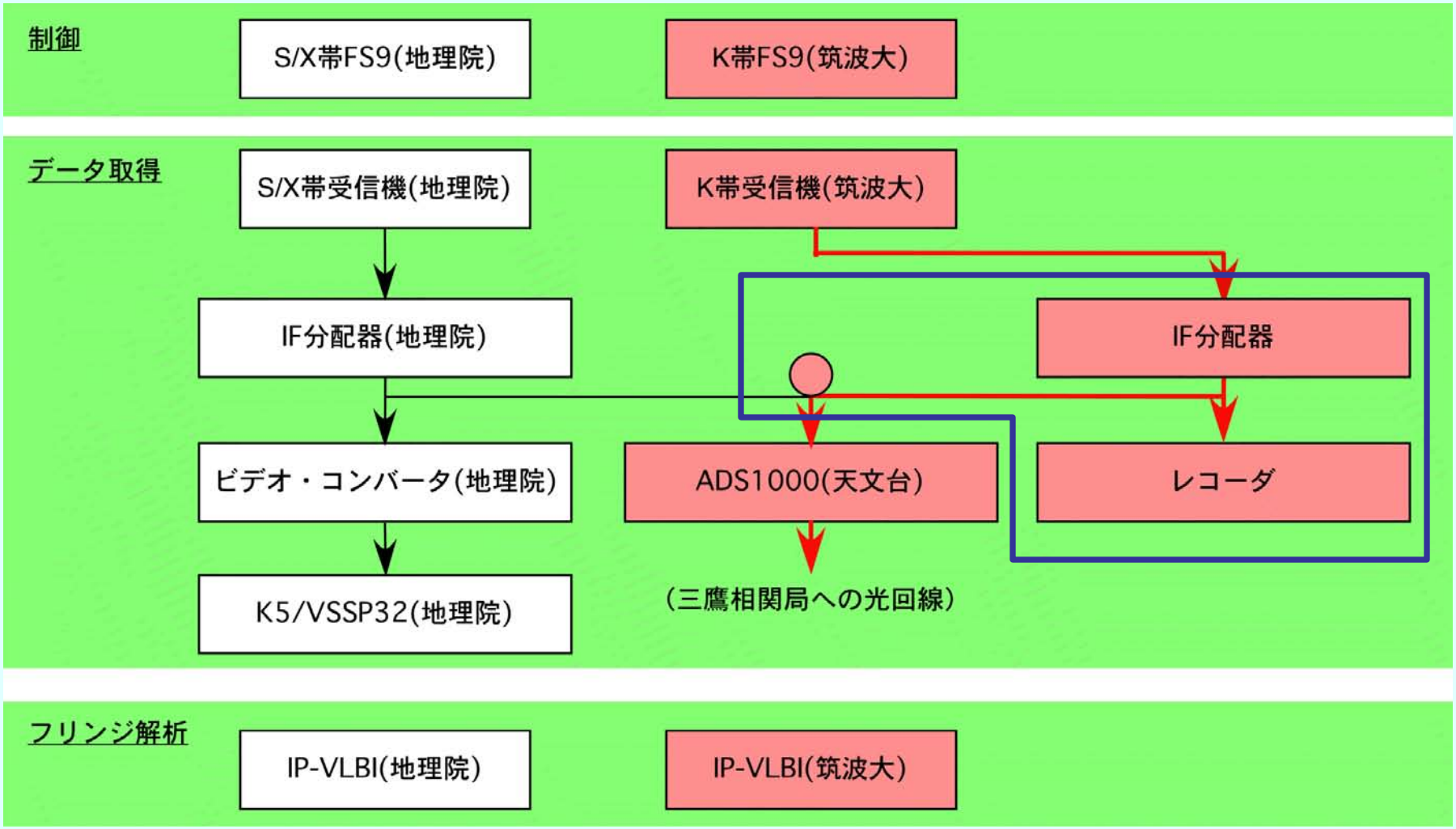
達成できた点

- 受信機、制御系の正常な動作の実証

課題

- VLBI観測局舎内の筑波大LANのインターネット接続
- 測地VLBI観測に干渉しない機器構成

# 定常観測時のシステム構成案



# まとめ

- つくば32m電波望遠鏡を用いて22 GHz帯のVLBI観測を行うための技術的な準備が整った。
- 定常観測に向けて、いくつか設備投資が必要。
  - DIR1000前段の切り換えスイッチ
  - (レコーダ)
  - (IF分配器)
  - (両偏波を光回線に流す装置)