

Japan SKA consortiumの活動 およびSKAによるサイエンス



The Square Kilometre Array

Hiroyuki Nakanishi
(Kagoshima university)

国際組織

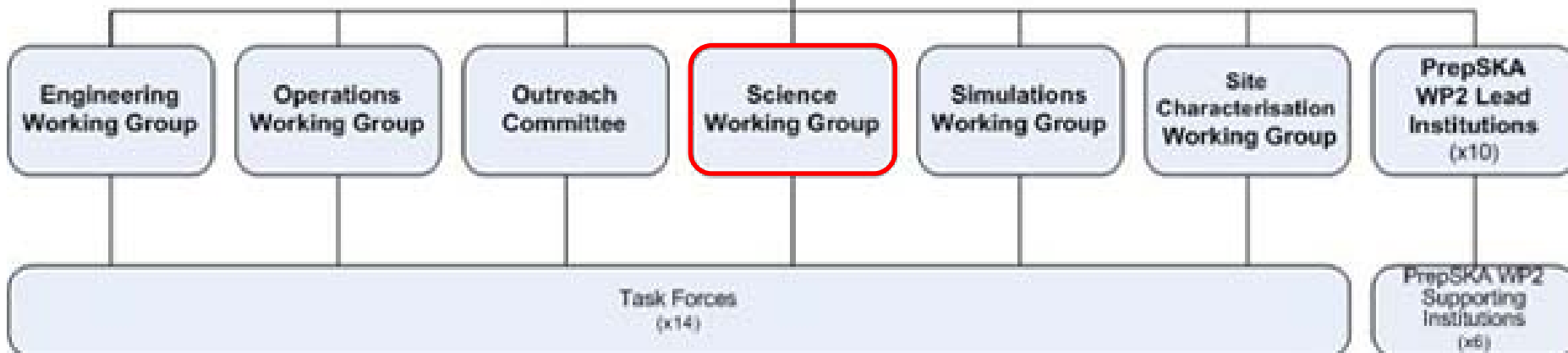


•SSEC メンバー

Australia・Canada・China・Europe・
India・South Africa・USA

•Observer:

Russia, Japan, Korea, New Zealand,



Timeline

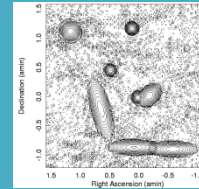
- 2007－12 望遠鏡のデザイン、コスト見積もり
- 2012－13 サイト決定。10%SKAの建設費採択
- 2012－13 SKA組織の設立 ← この時点で日本の
貢献度が決まる
- 2013－18 詳細なデザイン研究
SKA-mid, lowの10%建設
- 2013－22 SKA-highの技術開発
- 2017－ 初期運用
100%SKA建設費の採択
- 2017－22 SKA-low, midの完成
- 2023－ SKA-low, midの本格運用

Japan SKA consortium

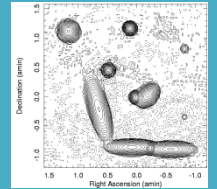
- 発足: 2008年5月
- 参加者: 84名24機関
- 世話人: 中西 裕之 (鹿児島大; chair)
萩原 喜昭 (国立天文台)
亀谷 収 (国立天文台)
- 活動の趣旨:
国内研究者による国際SKAプロジェクト
参画への推進
- 活動内容:
 - メーリングリスト等による情報共有
 - 電話会議による月1回の定例会
 - 科学研究ワーキンググループ(SWG)、
技術開発ワーキンググループ(EWG)
をベースとした活動
 - 産業界協議会(Industry Forum)との
共同開発研究模索
 - ワークショップの開催
 - 研究助成への応募

SWG

- 宇宙磁場
- 活動銀河核
- 遠方銀河
- パルサー
- 位置天文学
- 星間化学



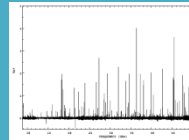
帯域幅10倍
+スペクトルフィット
⇒ダイナミックレン
ジ3倍以上向上



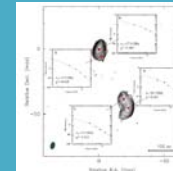
⇒ 高感度化

- ・宇宙初期・遠方銀河(宇宙最初の銀河・ブラックホール)の検出へ
- ・位置天文用参照電波源の数向上

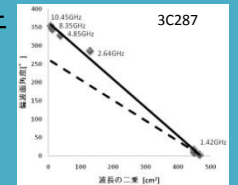
Cotton (SKA2009@
Capetownより引用)



8-50GHzの超広帯域
輝線探索による星
間化学
(Kaifu et al. 2004)



AGN CTD93の広帯域
SED (Nagai et al. 2006)



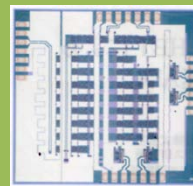
偏波角の多波長測
定による宇宙磁場調
査→広帯域により精
度向上

キーワード
広帯域

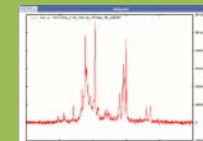
EWG

- 広帯域フィード
- 広帯域バックエンド

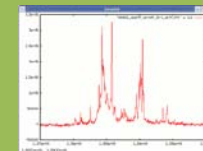
InP HBT 超高速3bitサンプラ



NTT Photonics Laboratory



↑超高速サンプラで
周波数変換無しで
得られたスペクトル



フィードの試作(上)と測定(下)
(上妻 鹿児島大, 2010)



←従来のヘテロダイン式受信機
で得られたW49Nのスペクトル
(川口 NAOJ, 2008)

Industry forum

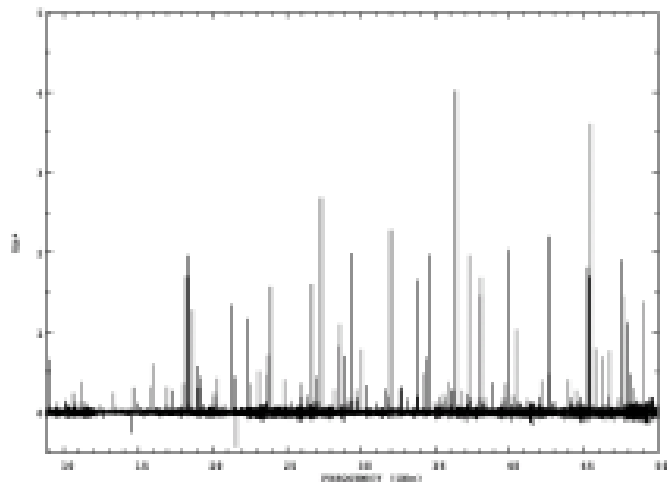
- 共同開発研究

SKAへ向けた取り組み

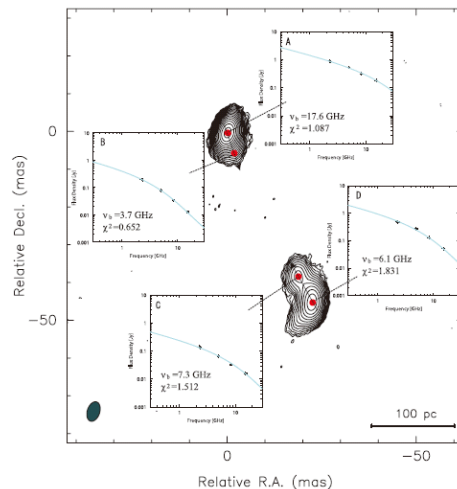
- キーワード「広帯域」
 - SKAの開発へ貢献できる日本の強み
 - 広帯域によって初めて実現可能なサイエンスあり
 - サイエンスと技術開発が両輪となって取り組めるテーマ
 - 電波天文学において普遍的・究極的テーマ
- 「広帯域」によって実現できること
 - 広帯域スペクトル
 - 高感度化

「広帯域化」の恩恵

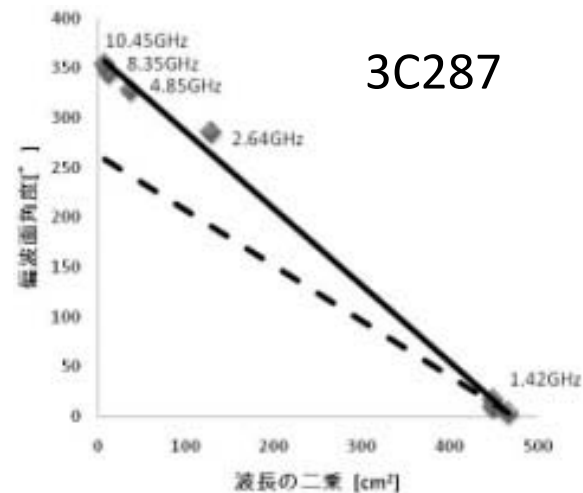
● 広帯域スペクトル



8-50GHzの超広帯域輝線探査
(Kaifu et al. 2004)



AGN CTD93の2.2-15.3GHzの
広帯域SED (Nagai et al. 2006)



偏波角の多波長測定による
宇宙磁場調査→広帯域
により精度向上

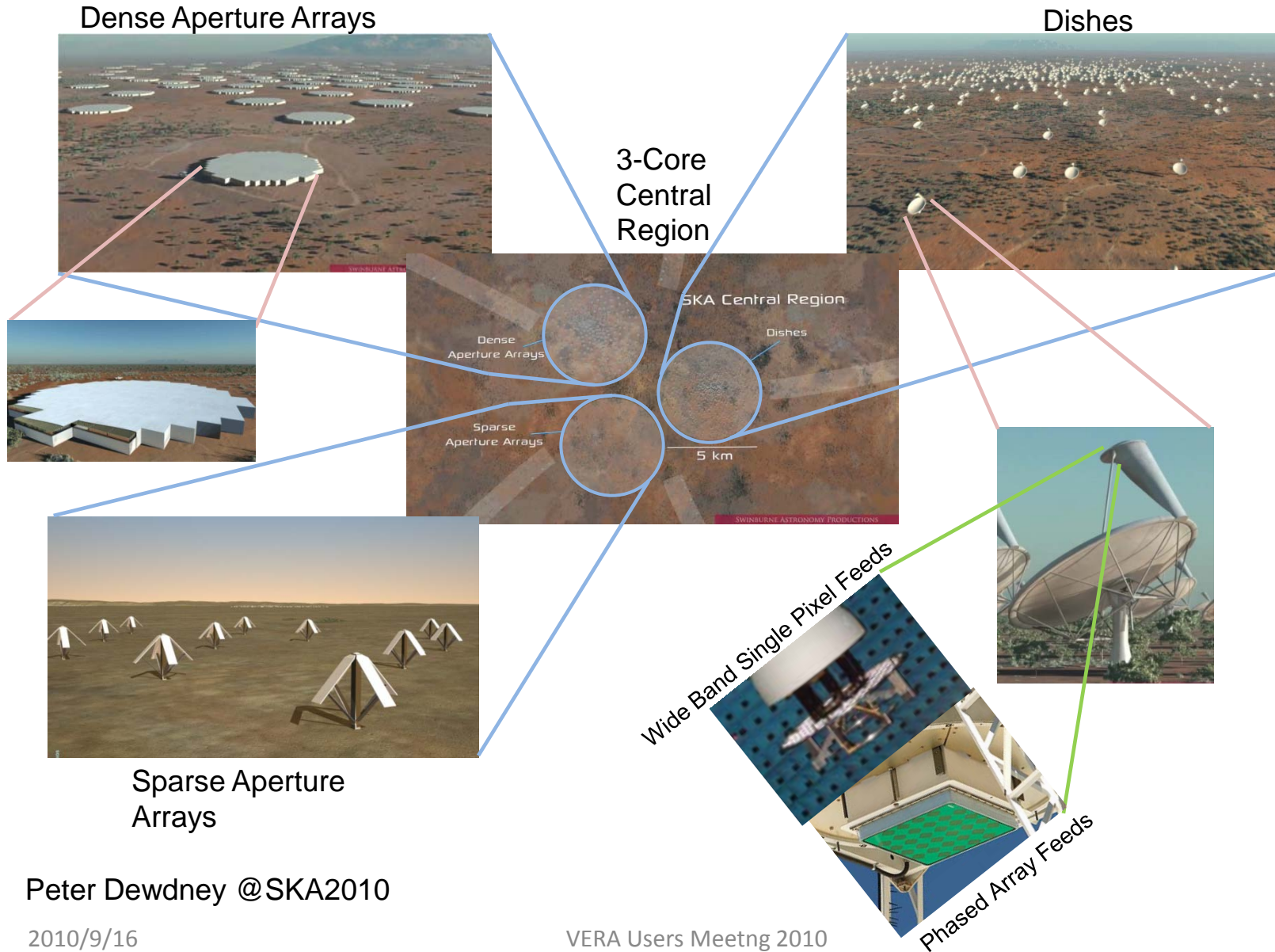
● 高感度化: $\Delta T \propto BW^{-1/2}$

- ・宇宙初期・遠方銀河(宇宙最初の銀河・ブラックホール)の検出へ
- ・位置天文用参照電波源の位置精度向上 or 数増加

広帯域化SKAによる位置天文

- 分解能（基線長3000-5000km）
 - 1.4 GHz → 分解能 $R=14\text{mas}$ (3000km)
 - 6.7GHz → 分解能 $R=3\text{mas}$
- 位置天文精度： $P = R/2S$ （S: Dynamic range）
 - 現状： $P=R/100$ (Fomalont @SKA2009 Capetown)
 - SKA: $P=R/3000$ （連続波）, $P=R/700$ （ライン）
 （集光力50倍×帯域20倍 (50MHz→1GHz)）
 - $R=4.6 \mu\text{as}@1.4\text{GHz}$, $R=1.0\mu\text{as}@6.7\text{GHz}$ (連続波)
- 参照電波源数
 - > 90天体/ \square° (@1.4GHz, VLA FIRST survey)

技術開発/SKA システム概要

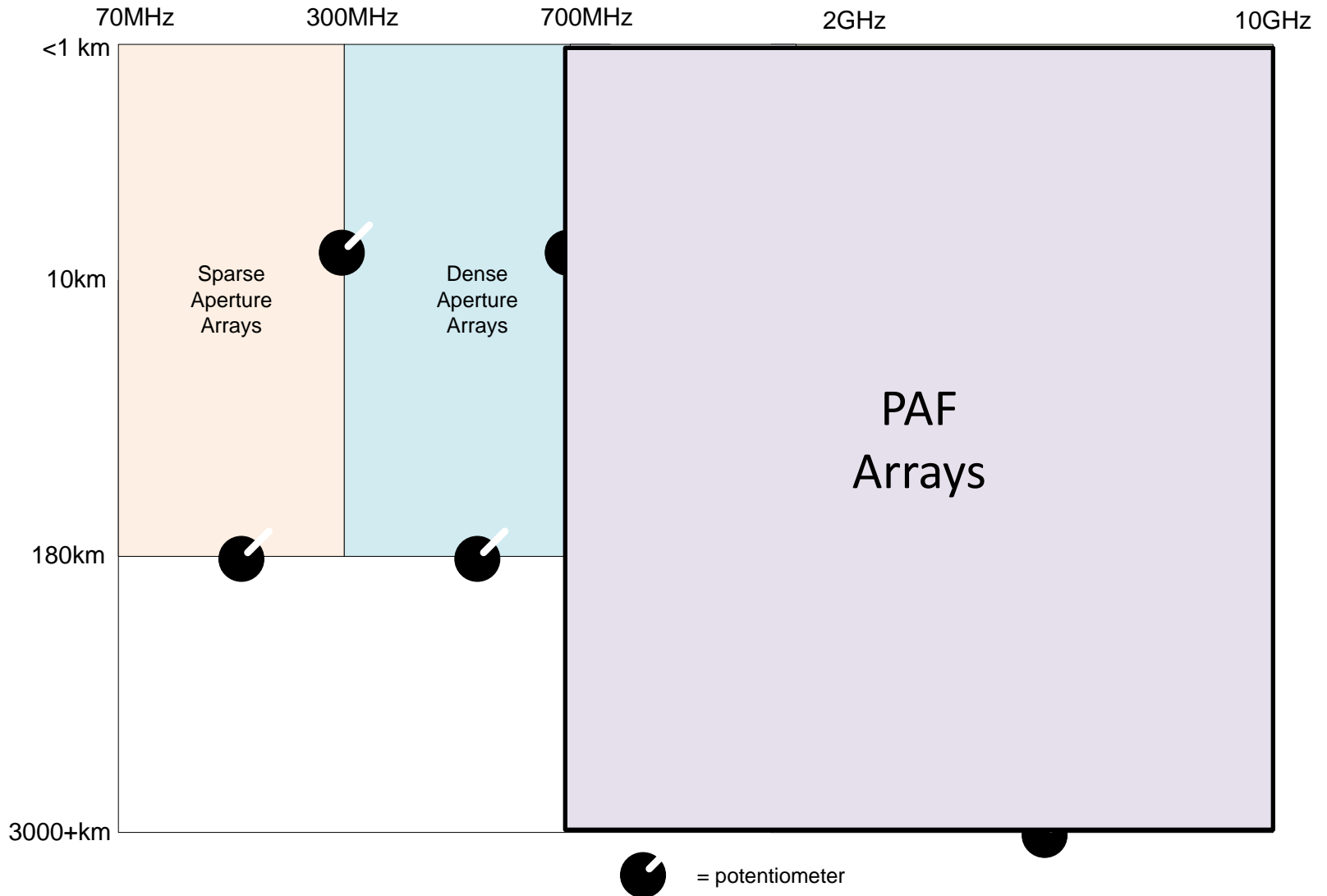


Peter Dewdney @SKA2010

2010/9/16

VERA Users Meetng 2010

技術開発/Feed types



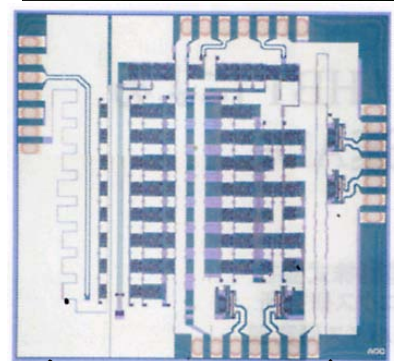
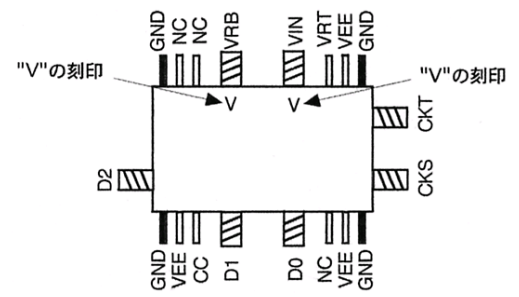
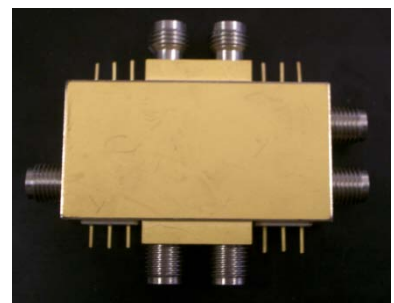
技術開発項目

- 広帯域フィード
- 低雑音増幅器
- 高速A/D変換機
- デジタルバックエンド
 - ✓ 分光
 - ✓ 相関
 - ✓ 偏波

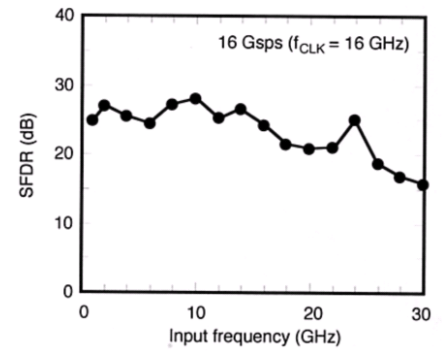
技術開発項目

- 広帯域フィード
- 低雑音増幅器
- **高速A/D変換機**
- デジタルバックエンド
 - ✓ 分光
 - ✓ 相関
 - ✓ 偏波

超高速InP HBC 3bitサンプラ (川口@SKA-JP WS 2008)

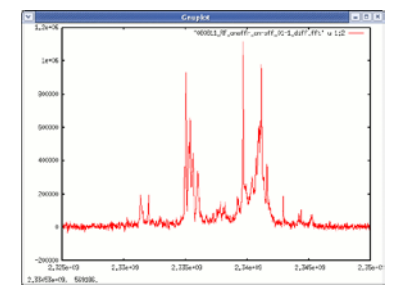
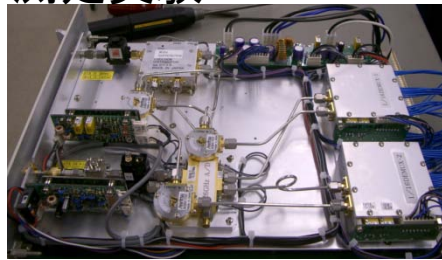


(3 mm × 3mm)



NTT Photonics Laboratory

測定実験

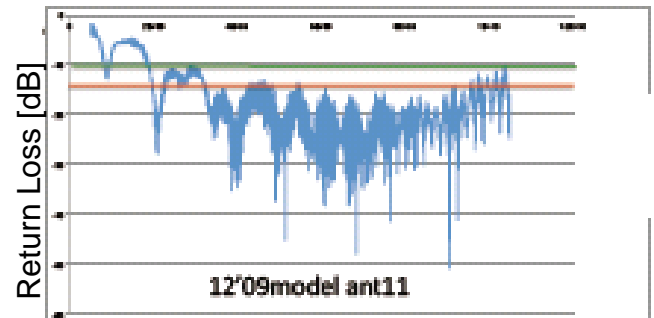
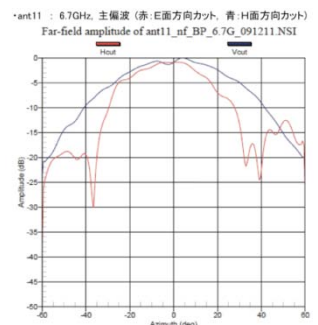
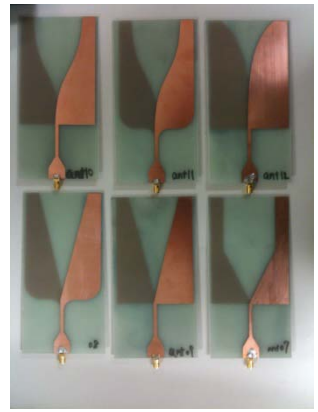
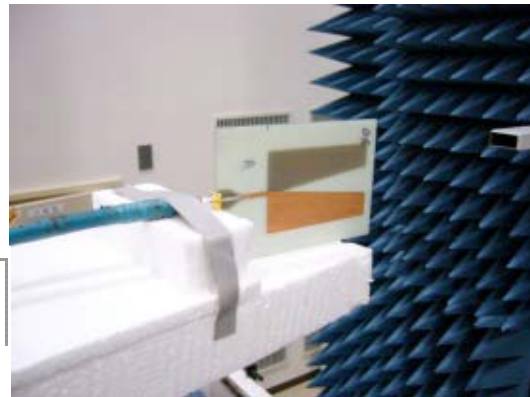
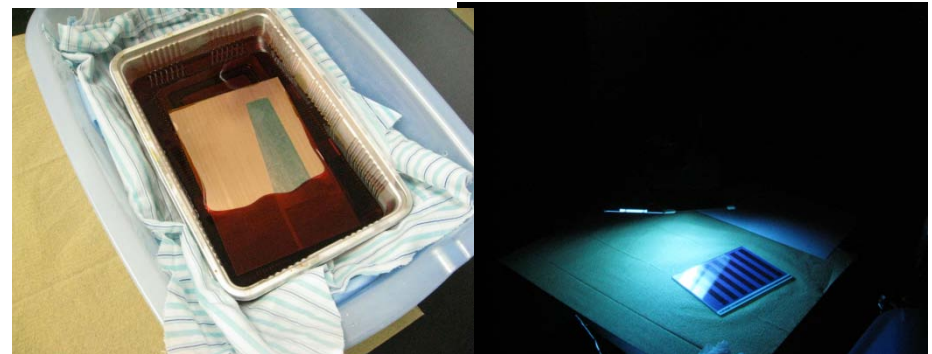


20.480-24.576GHz (帯域幅4.096GHz) のダイレクトサンプリング(8.192GHz)。

技術開発項目

- 広帯域フィード
- 低雑音増幅器
- 高速A/D変換機
- デジタルバックエンド
 - ✓ 分光
 - ✓ 相関
 - ✓ 偏波

広帯域Tapered Slot Antennaの試作
(上妻 @EAVNWS2010)



2010/9/16

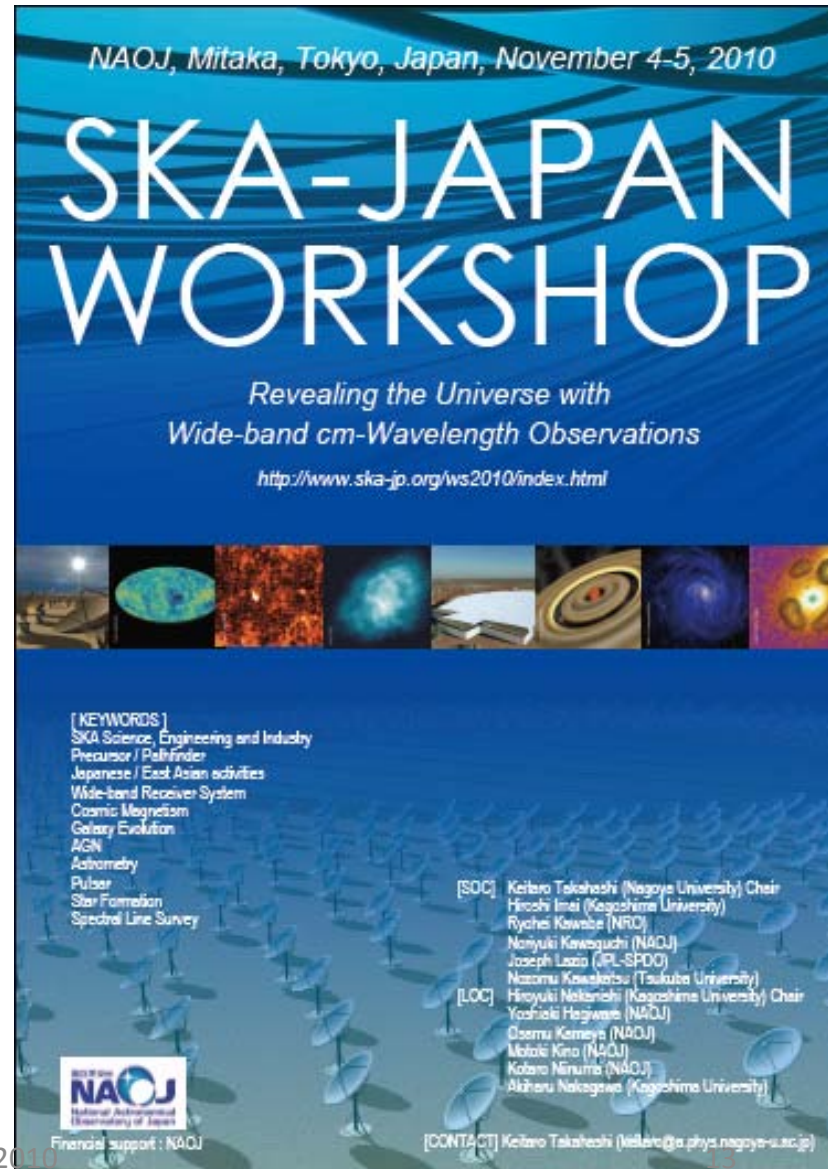
VERA Users Meeting 2010

SKA-Japan Workshop 2010

- **日時:** 2010年11月4日(木)9:00—5日(金)18:00
- **場所:** 国立天文台解析研究棟1F大セミナー室
- **テーマ:**
センチ波広帯域観測で明らかにする宇宙
- **趣旨:**
 - SKAの国際的進展の理解を深めること
 - 国際ネットワークの確立
 - 国内のキーサイエンスと技術開発

● **招待講演者:**

John Bunton (CSIRO): ASKAP
 Minho Choi (KASI): SKA-Koreaの活動
 Jasper Horrell (South African SKA Project Office): MeerKAT
 Joe Lazio (JPL-SPDO): SKAのサイエンス総論
 今井裕 (鹿児島大): 位置天文学
 大向一行 (京都大): 星形成
 亀谷收 (国立天文台): パルサー
 川勝望 (筑波大): 活動銀河核
 川口則幸 (国立天文台): 技術開発総論
 川辺良平 (国立天文台): ALMAとの連携
 熊澤寿樹 (東陽テクニカ): 産業界の期待
 高橋慶太郎 (名古屋大): 宇宙磁場
 竹内努 (名古屋大): 銀河進化と遠方宇宙
 山本智 (東京大): 星間化学



NAOJ, Mitaka, Tokyo, Japan, November 4-5, 2010

SKA-JAPAN WORKSHOP

Revealing the Universe with
Wide-band cm-Wavelength Observations

<http://www.ska-jp.org/ws2010/index.html>

[KEYWORDS]
 SKA Science, Engineering and Industry
 Precursor / Pathfinder
 Japanese / East Asian activities
 Wide-band Receiver System
 Cosmic Magnetism
 Galaxy Evolution
 AGN
 Astrometry
 Pulsar
 Star Formation
 Spectral Line Survey

[SOC] Keitaro Takahashi (Nagoya University) Chair
 Hiroshi Inai (Kagoshima University)
 Ryohei Kawabe (NAOJ)
 Nanyuki Kawasuchi (NAOJ)
 Joseph Lazio (JPL-SPDO)
 Naomasa Kawakita (Tsukuba University)
 Hiroyuki Nakarai (Kagoshima University) Chair

[LOC] Yoshiaki Hagiwara (NAOJ)
 Osamu Komaya (NAOJ)
 Motoki Kino (NAOJ)
 Kobaro Ninuma (NAOJ)
 Akiharu Nakagawa (Kagoshima University)

Financial support: NAOJ

[CONTACT] Keitaro Takahashi (takah@tp.phys.nagoya-u.ac.jp)