

第18回 IVS NICT-TDC シンポジウム アブストラクト

2020年10月3日

1 口頭講演

三好 真 (国立天文台) “KNIFE Kashima-Nobeyama Interferometer”

鹿島 34 m と野辺山 45 m を結ぶと東西基線 200km の VLBI になる。43GHz 帯で世界一の野辺山 45 m と世界第三位になる鹿島 34 m を結べば、世界一感度の高い 43GHz-VLBI 基線となる。1988 年に鹿島 34m 鏡の建設は始まったが、ほぼ同時に 43GHz 受信機を鹿島に提供して、Kashima-Nobeyama Interferometer の計画も始まった。当時の成果をレビューする。

細川 瑞彦 (NICT) “鹿島 VLBI グループに触発された時空計測研究”

30 年前に通信総合研究所に入所した発表者は、小金井本部で、そして鹿島支所で、鹿島の VLBI 研究開発に携わってきた人たちと出会い、刺激を受け触発されて、精密時空計測に関する幾つかのアイデアを得て研究成果を挙げることができた。当時の幸運な出会いを振り返りつつ、時刻静止軌道や重力レンズ効果、基準座標系など、得られた成果を幾つか紹介することで、鹿島 VLBI に関連する小さな側面を見ていただく機会としたい。

朝木 義晴 (国立天文台チリ観測所), “ALMA High-frequency Long Baseline Phase Correction Using Band-to-band Phase Referencing”

ALMA 最長基線でサブミリ波を観測するにあたり、低いバンドの位相データを高いバンドの位相データに適用して位相補正を行う Band-to-Band (B2B) 位相補償の技術実証試験結果を報告する。試験は 2017 年に行われ、Band 7 から Band 9 までの周波数領域で最長基線を利用した位相補償実験が行われ、いずれのバンドにおいても位相キャリブレーションが成功している。

長谷川 豊 (大阪府立大学) “6-23 GHz 広帯域フィードアンテナの開発”

マイクロ波帯 VLBI 観測機器における近年の大きな課題の一つとして、広帯域フィードアンテナの開発が挙げられる。我々は従来よりセンチ波帯標準ホーンなどで実績のある Quadruple-Ridged Antenna (QRA) がその解として有力であると考えており、その諸特性の改善に取り組んでいる。同軸導波管変換部に中空同軸を採用するなどいくつかの従来にない工夫を設けた新型 QRA により 6.5-22.5 GHz 全帯域で反射損失 -19dB 以下を達成し、放射ビームパターン整形についても有効な成果が得られている。本発表ではこの設計内容詳細について報告する。

氏原 秀樹 (情報通信研究機構) “広帯域アンテナの開発”

VLBI による光格子時計の大陸間での精度比較実験 (Gala-V) のために鹿島 34m や可搬型 2.4m 局のための広帯域フィードと OMT を開発し、小型局は新たな光学系の設計も行ってシステム全体の感度向上を図り、国際実験を実現した。ビーム幅の細いカセグレン光学系用の広帯域フィードとしては世界初であり、科研費で開発している次世代ラジオメータやヨーロッパでの電波望遠鏡の広帯域化計画 BRAND にむけた開発・検討を進めている。これら全てが実現すれば 1.5-60GHz を 2 本の受信システムで対応でき、低コストでアンテナの利用範囲を飛躍的に上げられるだろう。

“石岡 VLBI 観測施設の VGOS 対応受信機に導入した超伝導フィルタの性能調査” 中久喜智一 (国土地理院)

国土地理院の石岡 VLBI 観測施設 (石岡局) は、国際 VLBI 事業 (IVS) が実施する、S/X 帯のレガシー観測と、広帯域の VGOS 観測の両方に参加している。石岡局の受信システムは、S/X 帯のレガシーと広帯域の VGOS 観測で異なっており、観測を切り替える際には受信システムを交換する必要がある。この受信機交換作業には多くの人員が必要であるとともに 1 週間かかる。現在の石岡局では、受信システムの頻繁な切り替えが困難なため、S/X 帯のレガシー観測を定常的に実施し、VGOS 仕様の観測には期間を定めて参加している。両方の観測を定常的に実施するために、国土地理院では、VGOS 仕様の広帯域受信機による S/X 帯のレガシー観測実施に向けた受信システムの改良を進めている。広帯域受信機による S/X 帯の観測を実現するにあたり、携帯電話から発生する電波干渉が大きな障害となっている。この障害を解決するため、電波干渉を軽減する特別なフィルタを受信システムに導入した。本発表では、石岡局の広帯域受信システムを用いた観測において、人工的な電波による電波干渉の調査結果と広帯域受信機の改良、改良後の調査結果についての詳細を報告する。

“広帯域円偏波分離器の開発” 増井 翔, 長谷川豊, 大西利和, 小川英夫 (大阪府立大学)

円偏波分離器として良く使用される物に、誘電体を用いた 1/4 波長板やセブタム型導波管回路などが挙げられるが、いずれも広帯域にすることは難しい。そこで我々は、位相遅延器と直交偏波分離器を組み合わせた方式で比帯域 50% 程度の円偏波分離器の開発を進めている。直交偏波分離器に比べて、位相遅延器の広帯域化は難しいが、我々はすでに 70-118GHz 帯でプロトタイプの位相遅延器を製作し、良い結果を得ている。現在は 200GHz 帯の位相遅延器の開発を進めており、本講演では、これらの開発状況について発表する。

“水蒸気ラジオメータの新校正法” 川口則幸 (国立天文台名誉教授)

水蒸気ラジオメータの校正は液体窒素を用いる方法が一般的だが、液体窒素による校正は頻繁に行うことは困難である。そこで、新しい校正方法を考案したので、報告する。新しい校正法は LNA の入力部にスイッチを設け、無反射終端器と完全反射体を切り替えて行うもので、大気雑音スペクトルの計測中に簡単に受信機雑音温度や大気雑音温度の絶対値を簡単に校正できるようになっている。本発表ではこの新しい校正法とその効果について述べる。

“可搬型広帯域 VLBI システムと Node-Hub 型 VLBI 方式 誤差評価と今後の課題 ” 関戸 衛, Nemitz Nils, Negusini Monia, 氏原秀樹, 近藤哲朗 (NICT)、岳藤一宏 (JAXA)、川合栄治 (NICT)、堤正則 (NICT)、Perini Federico (INAF), Pizzocaro Marco, Calonico Davide (INRiM), 蜂須英和, 井戸哲也 (NICT)

NICT は、VLBI を遠隔周波数比較技術の一つと位置づけ、GALA-V と名づけた広帯域 VLBI システムの開発を進めてきた。可搬型小型 (2.4m) アンテナを使って国際 VLBI 観測を実現するため、閉合遅延を使って高感度の大型アンテナと小型アンテナ間の遅延量を使って小型アンテナ間の遅延を算出し、これを解析に用いる (Node-Hub 型と呼ぶ) 方式を実用化し、このシステムを使って 2018-2019 年にかけて、イタリアの国立計量研究所 (INRiM) の持つ Yb 光格子時計と NICT の Sr 光格子時計の周波数比較を実現した。この国際実験を通して我々の観測の誤差の要因を分析した。その結果、広帯域 VLBI システムの遅延精度の改善には電波源構造の影響が主要な誤差要因の一つとして重要であることがわかった。このイタリア 日本 (8800) の広帯域 VLBI

観測かから得られた知見を共有する。

“HINOTORI status report”

今井 裕 (鹿児島大学)

HINOTORI (Hybrid Integration Project in Nobeyama, Triple-band Oriented) aims to construct a system of triple (K/Q/W) bands simultaneous VLBI observations using the Nobeyama 45 m telescope. The unique characteristics of the system is to employ perforated frequency separation plates in the quasi-optics of the telescope, enabling simultaneous reception of radio frequency signals in three different band receivers. Single-dish commissioning observations are ongoing, yielding the expected specifications. For VLBI, high-speed (up to 48Gbps) A/D signal conversion and signal recording is required to simultaneously handle the signals from different IF bands. The tests of the VLBI backend system are still ongoing.

“大学 VLBI 連携の進捗報告”

藤沢 健太 (山口大学)

国立天文台と6大学で組織する大学 VLBI 連携 (JVN) の最近の状況を報告する。2019 年度に国立天文台の A プロジェクトとして再定義し、従来の VLBI イメージング観測に加えて、茨城 - 山口基線による検出型 VLBI 観測で特色のある研究を実施しており、HII 領域の探査、高赤方偏移 AGN の探査、ガンマ線放射 AGN の探査などが進行中である。

“全球統合測地観測システム (GGOS) -役割と活動-”

宮原伐折羅 (国土地理院)、大坪俊通 (一橋大学)、横田裕輔 (東京大学)、栗原忍 (国土地理院)

全球統合測地観測システム (GGOS) は、国際測地学協会 (IAG) のもとで、VLBI、SLR、GNSS など、地球形状、回転、重力場を把握、理解に必要な測地観測を通じて、地球科学の基盤となる測地基準座標系の構築、提供のための連携を行っている。日本は、2019 年からは GGOS 議長を務め、GGOS の初の地域連携組織として GGOS Japan を設立し、測地観測をはじめとして国内外の連携を進めている。これらの活動を報告する。

2 ポスター講演

“干渉計 OTF の実験観測”

藤沢 健太 (山口大学)

単一望遠鏡の視野より広い範囲で干渉計観測を行う場合、一般には複数の視野で通常の干渉計イメージング観測を行って、その結果を合成する方法がとられる。これに対し、望遠鏡の指向方向と相関処理の位相中心を連続的に変化させつつ観測を行う、干渉計 OTF (On-the-Fly) 観測方法の研究を行っている。すでにスキャン観測及び位相中心のスキャンを行うことに成功しており、今後はこれを広視野に対して適用して微弱天体を検出することを目指している。

“Superconducting wide-band BRF for Geodetic VLBI Observation with VGOS Radio Telescope to prevent radio frequency interference”

高橋 健 (東芝ホクト電子株式会社)

VGOS 対応の広対応受信機による観測時に問題となる RFI を除去するため、新たに広帯域に対応したバンド阻止フィルタを開発した。本フィルタは高温超伝導体 (HTS) の低損失な特性を利用したマルチバンドフィルタであり、今回初めて最大最小周波数比が 10 を超えた広帯域仕様のフィルタを実現した。評価の結果、阻止域の減衰量は除去する RFI 周波数別に 15 dB, 22 dB, 30 dB 以上それぞれ減衰させるとともに、挿入損失が 0.5 dB 以下と低損失な通過特性を実現したことを確認した。

“水沢 10m 電波望遠鏡の現状と未来” 亀谷 収 (国立天文台水沢)

国立天文台水沢 VLBI 観測所の水沢 10m 電波望遠鏡は、完成から 27 年を経て、これまで S/X 帯測地 VLBI 観測、22GHz z 帯での J-Net 観測、RISE の開発試験、VERA の性能試験、天の川銀河中心の 22GHz z 帯長期 VLBI モニター観測、気球 VLBI 試験観測、高校生の電波天文観測、Nano - JASMINE 地上局等、様々な用途に使われてきている。近年、SKA をはじめとする低周波天文観測の期待が高まり、低周波観測の試験観測を行おうとしている。その状況について発表する。

“高感度短基線 VLBI を用いた核融合開始直後の大質量星に付随する極小 HII 領域探査” 小倉達也 (山口大学大学院), 米倉覚則 (茨城大学)、関戸衛 (NICT)、岳藤一宏 (JAXA)、藤沢健太 (山口大学)、新沼浩太郎 (山口大学)、元木業人 (山口大学),

星形成の進化理論を解明する上で、極小サイズの HII 領域の発見は非常に重要である。そこで我々は大学連携 VLBI (鹿島 34 m・日立 32 m・山口 32 m) を用いて極小 HII 領域の 8.4 GHz スナップショットサーベイを行った。特に鹿島-日立基線は、想定する極小 HII 領域の視直径 (100 ミリ秒角) と同等の空間分解能を有し、熱的放射源に対しても十分な検出感度 (10^3 K/1) を持つ。また共同利用の大型干渉計に比べて、大学連携 VLBI は占有的に観測可能であり、数百天体を対象に探査が可能という利点がある。今回の探査では微弱電波源 255 天体を観測した結果 122 天体が検出された。本発表にてその詳細を報告する。
