

Nakammanui Commissioning at JCMT

○Izumi Mizuno, Per Friberg, Ryan Berthold, William Stahm, Craig Walther, Jamie Cookson, Ed Sison, Dan Bintley, Vernon DeMattos, Neal Oliveira, John Kuroda, Maren Purves, Graham Bell, Kuan-Yu Liu, Steven Mairs (East Asia Observatory), Chih-Chiang Han, Dereck Kubo, Ranjani Srinivasan, Tashun Wei, Ted Huang, Fu Kuo-Chieh (Academia Sinica Institute of Astronomy and Astrophysics), Pablo Torne (Instituto de Radioastronomia Milimetrica)

概要(Abstract)

JCMTで新しい受信器、Namakanuiを搭載した。Namakanuiは1つのデュワーの中に、Alaihi (86GHz), Uu (230GHz), Aweoweo (350GHz) の3つのALMA型の受信機カートリッジを搭載している。現在の進捗状況とシステムの概要を紹介する。

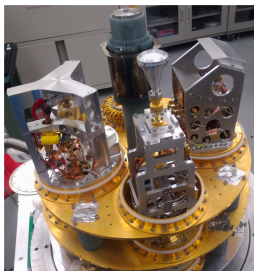
1. はじめに、望遠鏡紹介

James Clerk Maxwell Telescope (JCMT) はハワイのマウナケア山頂、4000mに位置する世界最大口径のサブミリ波望遠鏡だ。東アジア天文台, East Asia Observatory (EAO) が運用している。単一鏡での観測が主だが、年に数週間程度VLBI観測も行う。VLBI観測は、Event Horizon Telescope や East Asia VLBI に参加している。2019年には、Event Horizon Telescope (EHT) の一員として、世界で初めて撮像したブラックホールの影の画像を公開した。昨年、撮像に使われていたRxAに変わり、より高性能なNamakanuiを搭載した。受信器を運用するためのシステムの開発や、性能評価の進捗を以下にまとめる。

2. ハワイ語の受信器名とカートリッジ名、「Namakanui」、「Alaihi」、「Uu」、「Aweoweo」

Namakanuiはハワイ語で「大きな目玉」を意味する。ハワイ語の専門家、Larry Kimura准教授によって名付けられた。Namakanuiの中の3つの受信器カートリッジの名前は、赤く目玉が大きい魚、Alaihi (86 GHz), Uu (230GHz), Aweoweo (345GHz)である。どの魚もハワイでは馴染みが深い。これらの魚は、この受信器のように、大きな目で暗いところでも獲物を捕らえることができる。

3. 新受信器、Namakanuiの概要



Namakanui のデュワーの中
右がUu, 中央がAlaihi, 左が
Aweoweo

NamakanuiはASIAAのChih-Chiang Hanのチームが製作したGreen Land Telescope (GLT) 受信器のスペア受信機である。1つのデュワーの中に、3つのALMA型の受信機カートリッジが入っている。それぞれのカートリッジは異なる周波数帯、86GHz, 260GHz, 345GHz 周辺を観測する。それぞれ周波数ごとに、Alaihi (86GHz), Uu (260 GHz), Aweoweo (365GHz) とハワイ語の名前がついている。全て両直線偏波受信であるため、VLBI観測の際には、1/4波長板を受信機窓の前に固定し、円偏波受信する。86 GHz帯の受信器カートリッジはUSBのみ取得し、他2つのカートリッジは両サイドバンド取得する。

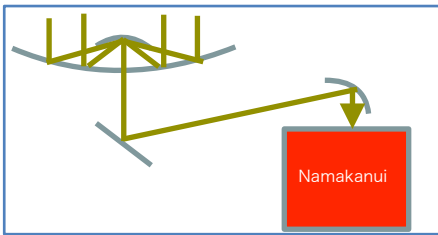
受信器雑音温度 (Trx) はAlaihi (86GHz) 160-230K, Uu は55-105K, Aweoweoは50-70Kだった。AlaihiはGLT受信器の86GHzカートリッジと比べほぼ同じ部品で構成されているが、2-3倍の高い雑音温度を示した。他の2つの受信器はALMAのBand6, 7とほぼ同じ部品で構成されているため、ALMAの仕様値と比較した。Aweoweo (345GHz) はALMAの仕様値、148Kと比べ半分以下という非常に低い雑音温度を示した。Uu (230GHz) はALMA仕様値、83Kに近い値を示し

た。

ベクトルボルツメーターで3つの受信カートリッジの位相安定度を計測した結果、VLBIの仕様を満たした。

Uuは4つのSISミキサーを搭載している。そのうち1つが傾斜が緩やかなI-V曲線を描き、その傾きは受信器の熱サイクルによって変化するという問題がある。今月（2010年2月）にミキサーを交換し再度試験を行う。

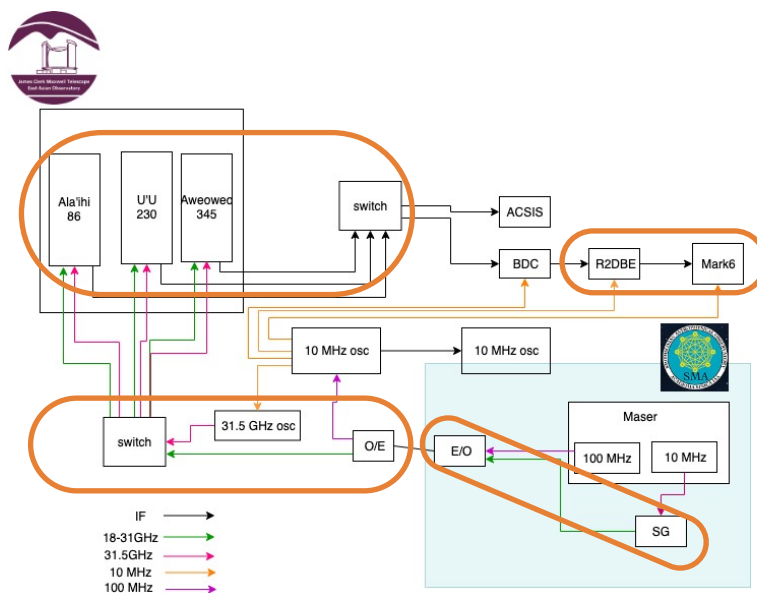
3. 光学系



光学系のポンチ絵を左に示す。デュワーの窓に入るまでに4回電波がする。それぞれの受信器カートリッジへの窓の上に第4鏡を設置する。第3鏡の角度を調整することで、をUuの第4鏡を設置し、レーザーや太陽電波を利用し、調整を行なった。Aweoweoの第4鏡は2020年3月中に設置する予定である。

4. 基準信号と信号処理システム

NamakanuiはVLBI観測で使われるため、基準信号には周波数安定度が高いメーザーを使用している。JCMTにはメーザーがないため、隣接するSMA (Submillimeter Array) から光伝送システムで信号を受け取っている。受信器への基準信号は、スイッチにより観測に使われる1つの受信器カートリッジに接続する。受信機が受信した信号はVLBI バックエンド (R2DBE, Mark6) と単一鏡バックエンド (ACSIS) に伝搬される。下に簡易的なブロックダイアグラムを示す。新規にアップグレード、開発した設備をオレンジの円で囲った。2018年12月にSMAとJCMTのUuで天体の信号を相関するテストを行い、フリッジが確認され、バックエンドの位相安定度がVLBI観測の要求を満たしていることを確認した。



9.まとめと今後

3つ周波数帯の受信器カートリッジが搭載しているNamakanuiを現在コミッショニングをしている。バックエンドは開発、設置し、位相安定度がVLBIの要求を満たすことを確認した。それぞれの受信器もVLBIにおける位相安定度の要求を満たした。受信機雑音温度を計測した。Alaihiは基準値よりも2-3倍高い値、Uuは基準値程度、Aweoweoは基準値の半分程度の雑音温度を示した。Uuからコミッショニングを進めている。Uuの光学系を搭載、調整した。Uuの4つのSISミキサーのうち1つのIV曲線の傾斜が緩やかなため、近日交換する予定である。Aweoweoのミラーは3月中に搭載予定である。講演では、バックエンドへのパワーが不足していることで、天体の輝度温度の計測スケールに問題が生じていると話したが、現在は増幅器を加え、この問題は解決している。今後の進捗に期待されたい。また、他の天体観測に利用されている受信器 (Scuba2, HARP) についてもアップグレードの検討、開発が進んでいる。そちらは、同シンポジウムのPaul Ho (EAO所長) のプレゼンテーションを参考にされたい。