日本初の230GHz電波干渉計実験観測成功

~全日本で進めるブラックホールの画像観測へ向けた技術的ステップ~





藤澤、嶺重、秋山、関戸、小川、ほか実験チーム

- 2015年4月27日、山口大学時間学研究所藤澤健太教授が率いる共同研究チームは、長野県にある野辺山宇宙電波観測所において、日本で初めて230 GHzという極めて高い周波数での電波干渉計(VLBI)実験に成功しました。
- •この成果は、山口大学、国立天文台、宇宙科学研究所、情報通信研究機構、大阪府立大学、茨城大学、京都大学の共同研究という、いわば全日本のVLBI天文学の力を結集したものです。具体的な研究内容は高度な観測システムの技術実証であり、将来のブラックホールの画像化観測に重要な一歩となることが期待されています。

電波で宇宙を観測する「電波天文学」

- 天体の研究のために、天体が放射した電磁波を望遠鏡で観測する
- 天体は電波やX線など、様々な電磁波を放射する・・・様々な宇宙の姿

天体が放射する電波を観測する「電波天文学」 観測に使うのは「電波望遠鏡」(アンテナ)

野辺山45m電波望遠鏡







X線天文衛星「すざく」

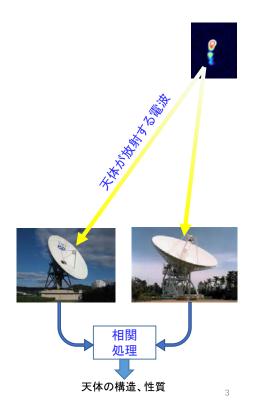


雷波

赤外線 | 光 | 紫外線 | X線 | ガンマ線

天体を拡大して観測する手法 「電波干渉計」

- 方法
 - 2台以上の電波望遠鏡で同時に天体観測
- 利点
 - 天体の小さな構造を観測できる
 - ブラックホールなど小さい天体の観測に有利
- ポイント
 - 高い周波数、離れた望遠鏡ほど、小さい構造 を観測する能力(解像度)が高い
- VLBI
 - Very Long Baseline Interferometry、超長基線電 波干渉計。電波干渉計の一種。望遠鏡が大きく 離れているので、ごく小さい天体も観測できる
- 難しさ
 - 高い周波数(100GHz以上)の観測は、技術的に難しい(観測システムの安定動作、大気の揺らぎ、吸収などの影響)



ブラックホール



- 超強力な重力で光も吸い込む天体
 - 天文学・宇宙物理学に極めて重要
 - 一般市民にも知られる魅力的な天体
 - 銀河の中心部などに多数見つかっている

その真の姿を見た人はいない小さくて、遠くにあるから



VLBIで拡大して観測をしよう! そのために高い周波数で観測を!

日本初の230GHzにおけるVLBI観測実験

•目的

●かつてなく高い周波数でVLBI観測を行う技術の獲得

• 実験内容

•場所:野辺山宇宙電波観測所(長野県南佐久郡南牧村)

• 日時: 2015年4月27日

●望遠鏡:SPART望遠鏡、1.85m電波望遠鏡(大阪府立大学)

周波数:230 GHz(これまでの最高は86GHz)

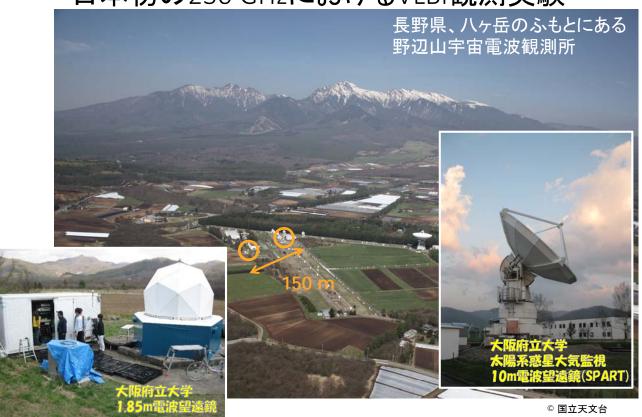
•観測対象:月(技術試験なので対象はなんでもよい)

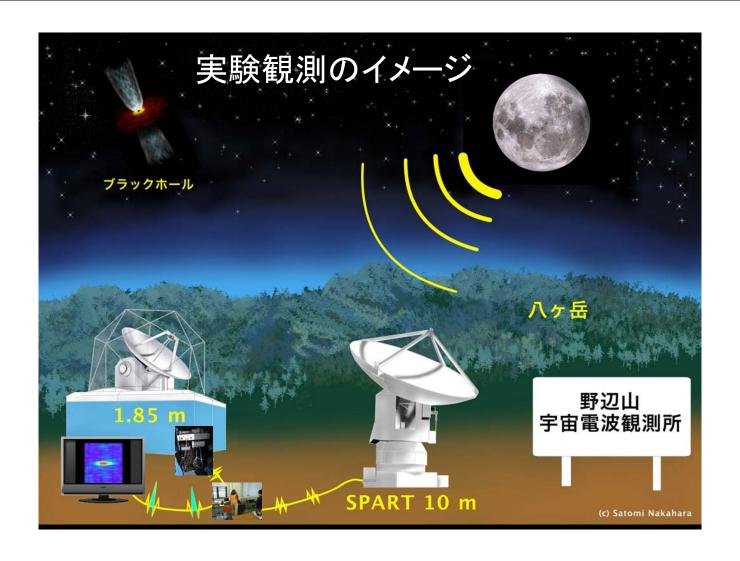
● VLBI装置:情報通信研究機構、国立天文台、宇宙科学研究所、 茨城大学、山口大学から持ち寄って構築

●データ処理:情報通信研究機構が担当

5

日本初の230 GHzにおけるVLBI観測実験





実験成功の鍵、意義

- •実験成功の鍵
 - 230GHzで観測可能な電波望遠鏡の構築(大阪府立大学)
 - 観測システムを超高安定で動作させる周波数標準器OCXOの導入(NAOJ、ISAS/JAXA)
 - ●優れたVLBI観測装置とデータ処理技術(NICT)
 - 多くのVLBI天文学者・VLBI技術者の技術と知恵を集めたこと (山口大学)
- 実験成功の意義、将来性
 - 230GHzでのVLBI観測を行う技術を獲得した
 - •国際的な実験観測へ展開できる
 - 野辺山ーハワイの実験観測
 - 野辺山-韓国の観測
 - ブラックホールの画像化観測を現実のものとして議論できる

「全日本VLBIチーム」

~技術と知恵の集結~

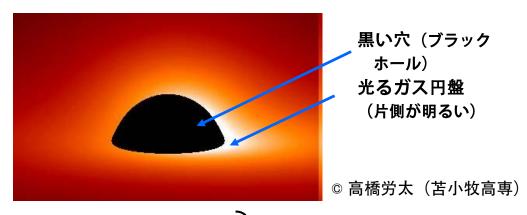






100年来の天文学者の夢:ブラックホール撮像

→ ブラックホールはこういう風に見えるはず*



ビーミング (サーチライト)

→ 左右非対称な構造

重力レンズ(蜃気楼)

→ ブラックホール背後からも光

一般相対性理論(1915)の証明

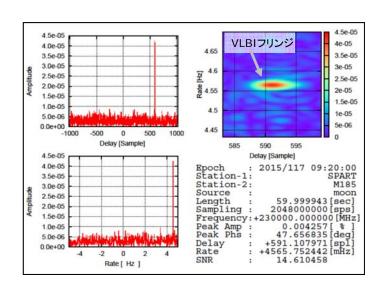
*注:実際にはブラックホールからジェットが飛び出したりして もっと複雑

この資料および関連する説明は、以下で入手できます。

http://www.astro.sci.yamaguchi-u.ac.jp/~hachi/mmVLBI_web/

13

検出された信号(フリンジ)



Q&A

- 質問:230GHzというのがどれだけすごい数値なのでしょうか?
 - →今まで日本のVLBIでは86GHz(波長3.4 mm)が限界でした。望遠鏡の解像力("視力")は、望遠鏡の間の距離と周波数で決まります。周波数が約3倍になったことで、望遠鏡間の距離が同じでも、およそ3倍細かいものが見えるようになります。
- 質問:国内初、ということですが、海外では実例があるのですか?
 - →日本の国立天文台をはじめとした日米欧台の国際研究チームが「事象の地平面望遠鏡」(Event Horizon Telescope; EHT)という望遠鏡ネットワークがあり、国立天文台が保有するチリのASTE望遠鏡、ALMA望遠鏡などの国外の望遠鏡ですでに 230GHz (波長1.3 mm)で観測をしています。それと同等の性能です。

VLBIの性能は周波数だけでなく、望遠鏡間の距離にもよります。日本国内の望遠鏡がEHTと協力して観測を行うことで望遠鏡間の距離をさらに延ばし、世界最高の解像度でブラックホールの撮像に挑むことが可能になります。

- 質問:これまでは観測できなかったが、230GHzになったことで観測が期待できることは何でしょうか。
 - →世界の天文学者・物理学者の100年来の「夢」である「ブラックホールの存在証明」ができるようになることです。従来の観測では、解像度がたらず、また周波数が低いとブラックホールの周りがガスで隠されるため、証明はできませんでした。だから、230GHzの実験成功は世界の天文学者の悲願であったわけです。今回の実験成功により、計画が飛躍的に前進しました。早ければ数年以内にも、「日本も含めた国際協力によりブラックホールの存在が証明される」というニュースが、世界中をかけめぐることでしょう。それは、「今世紀最大のサイエンス十大ニュースの一つ」と数えられることに間違いありません。

15



