

Sgr A* Daily VLBI Monitor at 22 GHz around the G2 peri-center passing with the Japanese VLBI Network

Y. Asaki, M. Tsuboi (ISAS), Y. Yonekura, Y. Miyamoto (Ibaraki Univ.), H. Kaneko, M. Seta, N. Nakai (Univ. of Tsukuba), O. Kameya, M. Miyoshi (NAOJ), H. Takaba, K. Wakamatsu (Gifu Univ.), Y. Fukuzaki (GSI), K. Uehara (Univ. of Tokyo), M. Sekido (NICT), T. Oka, S. Takekawa (Keio Univ.), A. Takumi (The Open University of Japan), S. Horiuchi (CSIRO), R. Dodson (Univ. of Western Australia)

概要

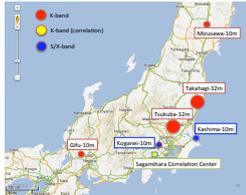
銀河系中心(天の川銀河の中心)の大質量ブラックホールであるSgr A*周囲をヨーロッパ南天天文台の巨大望遠鏡VLTを使って赤外線10年以上続けた結果、銀河系中心に向かって落下するガス雲「G2」が発見された(Gillessen et al. Nature 2012, 418, 51)。その後の続報により、G2は2014年3月にはSgr A*のペリセンターを通過することが報告され、降着円盤と落下するガスが衝突して強い衝撃波が発生する(Sadowski et al. 2013, MN, 432, 478)などの予想もあり、大幅な増光を起こすことが期待された。我々はSgr A*の突発的な増光を監視するため、2013年2月1日よりJapanese VLBI Network (JVNI)による、22 GHz帯による「毎日モニタ」を開始した。現在までにこのモニタには国立天文台の水沢10 m、高萩/日立32 m(観測運用は茨城大学)、岐阜大の11 m、国土地理院の32 m(観測運用は筑波大学)、NICT鹿島の34 mが参加しており、研究機関/大学ファシリティの連携と各拠点スタッフの協力によって非常に特徴のある観測システムと科学観測運用を1年以上にも渡り実現させてきた。本講演では、VLBI毎日モニタの観測システムと運用体制について報告する。本モニタの科学的成果については、本年会での坪井他(Q18a)によるポスター発表を参照されたい。

研究計画全体の目的

- Gillessen et al. (2012)によるSgr A*への分子雲落下の報告
 - 2013年の秋に分子雲の一部がSgr A*に「衝突」する?
- Sgr A*恒常的VLBIモニタによるアラートシステムの構築
 - 兆候をとらえたら、共同研究者へ速報、および強力な望遠鏡によるフォローアップ観測へ(観測結果へ準実時間処理)

Sgr A* VLBI毎日モニタの参加ファシリティ (VLBIバックエンド:K5VSI)

- 参加アンテナ[観測バンド](運用主体)
 - 筑波 32 m [K] (筑波大学)
 - 高萩 32 m [K] (茨城大学)
 - 岐阜 11 m [K] (岐阜大学)
 - 水沢 10 m [K] (国立天文台)
 - 鹿島 11 m [S/X] (NICT)
 - 小金井 11 m [S/X] (NICT)

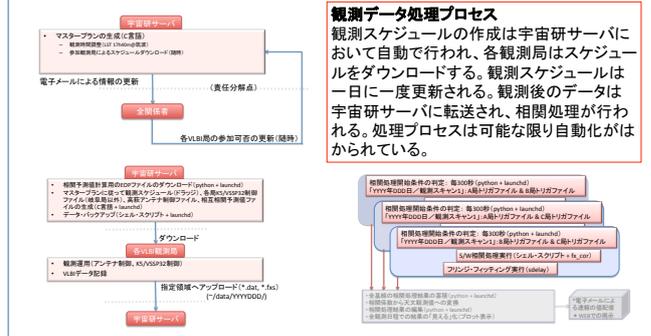


関連処理 [K]: 宇宙研にデータサーバを構築

- 宇宙研外: SINET (4Gbps) ネットワークに接続
- 宇宙研内: 所内LAN (1Gbps) ネットワークに接続
- 研究室内: LANケーブル(カテゴリ6使用)
- [Mac OS Lion サーバ + 8TB RAID] × 2(完全冗長)(他、8TB LAN接続のRAID 2台)
- NICT ソフトウェア関連処理プログラム使用(近藤氏開発)

定常観測スケジュール(2013年2月8日~2014年8月31日)

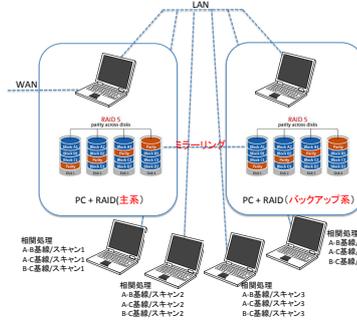
天体	観測時間
NRAO 530	10分
Sgr A*	20分(10分 × 2回)
1622-297	10分
1622-253	10分
1921-293	10分



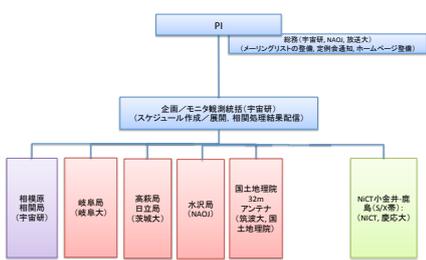
観測データ処理プロセス
観測スケジュールの作成は宇宙研サーバにおいて自動で行われ、各観測局はスケジュールをダウンロードする。観測スケジュールは一日に一度更新される。観測後のデータは宇宙研サーバに転送され、関連処理が行われる。処理プロセスは可能な限り自動化がはかられている。

関連処理システム

関連処理は、4台のPCで対応。複数基線の処理をなるべく短時間で行うため、関連処理の分散化(複数PCによる同時処理)。
 ・外部とのネットワーク・インターフェースとデータ蓄積用にデータストレージ・サーバを設置。
 ・関連処理PCにトラブルが起こった場合にデイリー・モニタに支障をきたさないよう冗長系の用意。
 ・自動処理システムはMac OSのlanucndを利用。
 ・観測6時間後には結果が得られた。



Work Breakdown Structure (WBS)



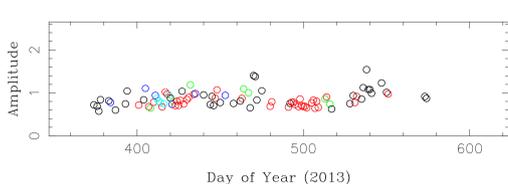
JVNIに参加する大学ファシリティの中で、各機関の持つバジェットに対して余裕のある範囲で運用してきた。

恒常的に安定した運用を行うことが研究遂行上非常に重要であり、週に1回の定例会をほぼ欠かさずに行い、トラブル・シューティングについて情報共有することを重視した。

観測局	観測データ転送レート	SSDが1TB(100MB/s)で分割したデータ転送に要する時間	備考
筑波局 (SINET接続)	10 MB/バイト/秒	1時間強	データ転送が完了するまで観測を継続する必要がある。観測終了後、データ転送が完了するまで観測を継続する必要がある。
高萩局 (NTT光ファイバー)	10 MB/バイト/秒	1時間強	
岐阜局 (SINET接続)	10 MB/バイト/秒	1時間強	岐阜 遠隔のみであれば NAOJ において実時間観測可能
水沢 (SINET接続)	10 MB/バイト/秒	1時間強	

VLBI観測データは一旦、各局のHDDドライブに保存され、観測が終了次第、宇宙科学研究所 相模原キャンパスにあるソフトウェア 関連処理装置(PC)に転送され、準実時間処理される。

Sgr A* 22 GHz VLBI Monitor (Incoherent Mode)



配信データ処理結果(例)

横軸は2013年1月1日からの経過日、縦軸はSgr A*の相互相関振幅とキャリブレーションの相互相関振幅との間の相対強度。色の違いは平均をかけた基線数の違いを表す: 黒は1基線、赤は2基線処理結果、黄緑は3基線、青は4基線処理結果の平均。ところどころ抜けているところは、アンテナトラブルやS/Nが非常に低かったことでフレージングが検出できなかった観測日。

フォローアップ準備

VLBIモニタでイベントを検出後にフォローアップ観測を行うための観測時間を下記のように確保

- ATCA: 22, 43, 86 GHz / NAPA
2013.10.25 - 2014.04.30
- EVLA: Ku, K, Ka, Q帯のToO観測(プライオリティA)
2013.1.25 - 2014.7.31
- NRAO 45m: 43, 86, 110 GHzのToO観測
共同利用: 2012.12 - 2014.5