

ASTRO-G 成立性実証期間における VSOP-2 サイエンス検討

土居明広、満田和久、望月奈々子、永井洋、亀谷和久、村田泰宏(ISAS/JAXA)、河野裕介、梅本智文、萩原喜昭(国立天文台)、今井裕、亀野誠二(鹿児島大学)、ASTRO-G技術実証チーム、VSOP-2 サイエンスWG

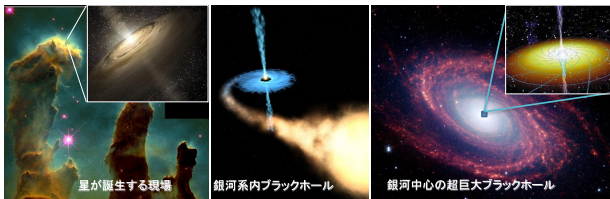
経緯と概要

VSOP-2 で掲げていたサイエンスに関して、改めてキーサイエンスを明確化する作業をおこない、システム要求の見直しを行なった。その結果、サクセスレベルの達成に必要な観測感度を得るために必要な大型展開アンテナの鏡面精度を等価RMS 1.0 mm 以下 (1/2EOL: 1.5年まで) の要求へと再定義することになった(ミッション提案では目標 0.45mmRMSであった)。また、キーサイエンスに関する具体的な観測計画に対して、観測時間・観測時期についての観測成立性の確認をおこない、鏡面精度以外のシステム要求についての明確化と妥当性の確認をおこなった。新たなシステム要求によって、ASTRO-G の所期の科学目標はほぼ達成可能であることが確認された。

本ポスターでは、キーサイエンスの概要と、望遠鏡感度の変更の影響についての概要を示す。

ASTRO-G/V SOP-2 サイエンスの Cutting-Edge

宇宙に普遍的なエンジン「**降着円盤+ジェット**」機構を**解像**する
VSOP-2 は銀河中心を観測対象にすることで、その領域を直接撮像できる空間分解能に到達する。



ブラックホール+降着円盤

- 重力をエネルギー源とするエンジン
- 高いエネルギー効率 (~10%)
c.f. 核融合: ~0.7%
- 宇宙最大規模の出力 (~10¹² 太陽光度)

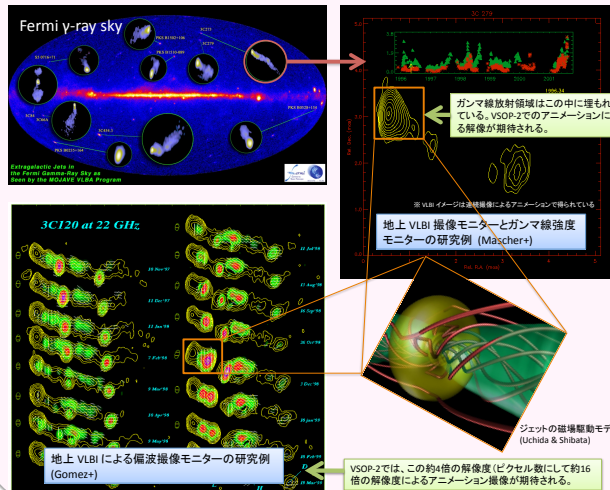
ジェット

- 高エネルギー加速機構 (光速の99.95%, γ線放射)
- ~10¹³m の根元から ~10²²m まで伸びる構造
- 降着円盤天体に普遍的に付随

ジェット

VSOP-2 は、ジェット研究に達したギリギリの高周波帯(8,22,43GHz)において、地上観測の約4倍(ピクセル数にて約16倍)の空間分解能による、アニメーション撮像を実現する。

- 高エネルギー粒子生成領域の理論予想サイズに肉薄
- 偏波観測により、3次元磁場構造を明らかにして、ジェットの加速・収束機構を解明

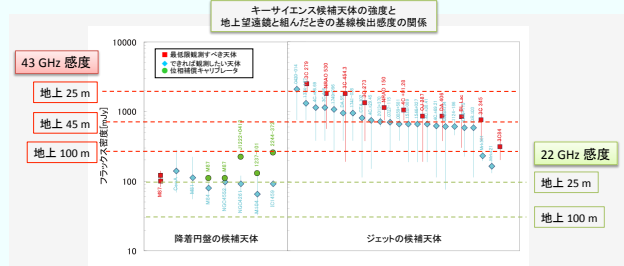


鏡面精度の変更によるサイエンスへの影響の概要

鏡面精度の1mmrmsへの変更は、特に波長7mmの43GHzの望遠鏡感度に影響する。スペースVLBIは地上望遠鏡と干渉計を組んで観測するため、基線検出感度は、地上とスペースの望遠鏡感度の相乗平均で決まる。鏡面精度の変更による基線検出感度の影響は、43GHzで約4倍の悪化となる。波長13mmの22GHzの感度に対する影響は軽微である。

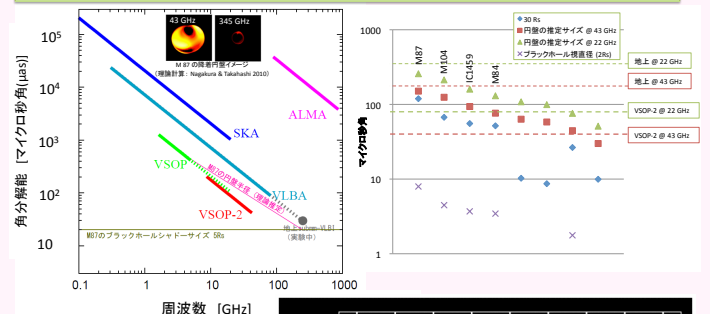
このような感度の悪化にともなうキーサイエンスへの影響の概要を以下にまとめる。

キーサイエンス	鏡面精度 0.45 → 1mmRMS の感度になることによる影響
降着円盤	43GHz で検出できる天体はゼロとなり、22GHzでのみの研究となる。「30シュバルツシルト半径の分解(成功基準)」ができる候補天体は43GHzの角分解能では複数あったが、22GHzではM87の1天体となる。しかしながら、降着円盤サイズの周波数依存性や増倍性能など総合的にみると、43/22GHzの間の優勢はほとんどなく、残ったのが最有力天体のM87であることから、研究分野自体の意義は失われない。
ジェット	ブレーザーなど非常に明るい天体で候補天体が構成され、43GHzでも十分に観測がおこなえるため、分野の意義は失われない。一部の暗めの天体を観測するために、地上の大望遠鏡(φ100m)の参加が必要である。
水メーザー	22GHzでおこなう研究分野であり、22GHzでは感度への影響は軽微である。



降着円盤

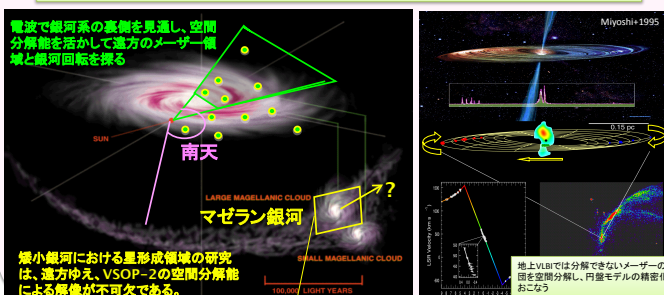
降着円盤が明るく輝くサイズには周波数依存性があり、角分解能をあげるために周波数をあげることに効果は薄く、地上望遠鏡の基線長では観測できない。よって、スペースVLBIが不可欠である。鏡面精度が1mmRMSの望遠鏡感度になると、43GHzで観測できる候補天体はなくなる。22GHzでは、「30倍のシュバルツシルト半径を分解する(成功基準)」を満たす候補天体は1天体(M87)のみとなる。



水メーザー

VSOP-2 によるメーザーを用いた研究は、その解像度で、地上では分解できない興味深い遠方のメーザー天体の観測で威力を発揮する。

- マゼラン銀河、銀河系の裏側などの星形成領域・銀河ダイナミクスの研究
- 系外銀河中心の水メーザー円盤構造の詳細研究



VSOP-2で見る
ジェット生成領域と降着円盤

