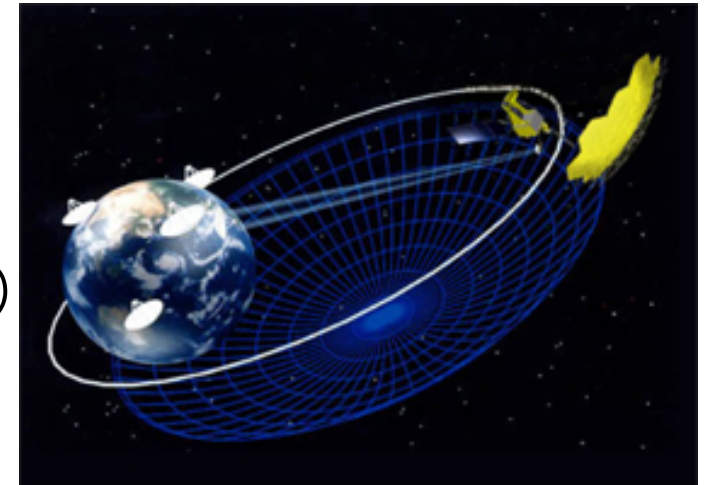


# VSOP3の提案

関西学院大学理工学部  
中井直正

# VSOP2 計画

- 重量 1.2 ton@HIIAロケット
- 観測周波数 8GHz, 22GHz \*, 43GHz \*  
( \* 冷凍機 30K冷却)
- 展開型アンテナ  $\phi$  8m, rms 0.4mm ( $\rightarrow$ 1mm) (JAXA宇宙研)
- 軌道 1000km  $\times$  25000km
- 科学目標
  - ブラックホール重力場
  - 超高エネルギープラズマ(ジェット)
  - 星形成領域のメーザー



## 経緯

1998年 WG  
2007年 プロジェクト化  
2011年 中止

## 中止の主要因

- 1) 展開アンテナの鏡面精度
- 2) 必要経費・期間の増大
- ( 3) 推進体制 )
- ( 4) 科学的意義 )

# (旧)VSOP3 検討

---

2007年～

いろいろな案(特に、当時の若手)

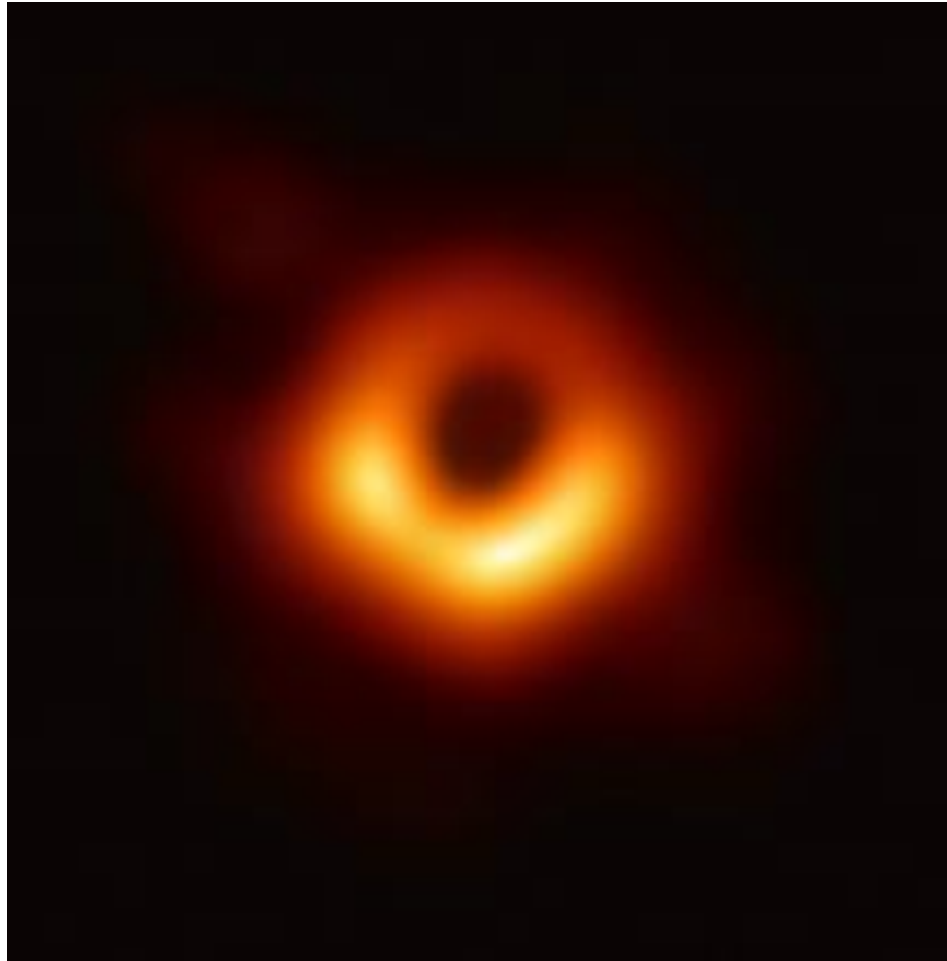
- 低周波電波スペースVLBI
- SgrA\*専用衛星望遠鏡
- 気球サブミリ波望遠鏡
- ブラックホール影の撮像衛星  
230GHz, 350GHz, 43GHz, 86GHz

VSOP2計画の中止

→ VSOP3衛星計画も立ち消え

# EHTによるBH影の撮像

M87



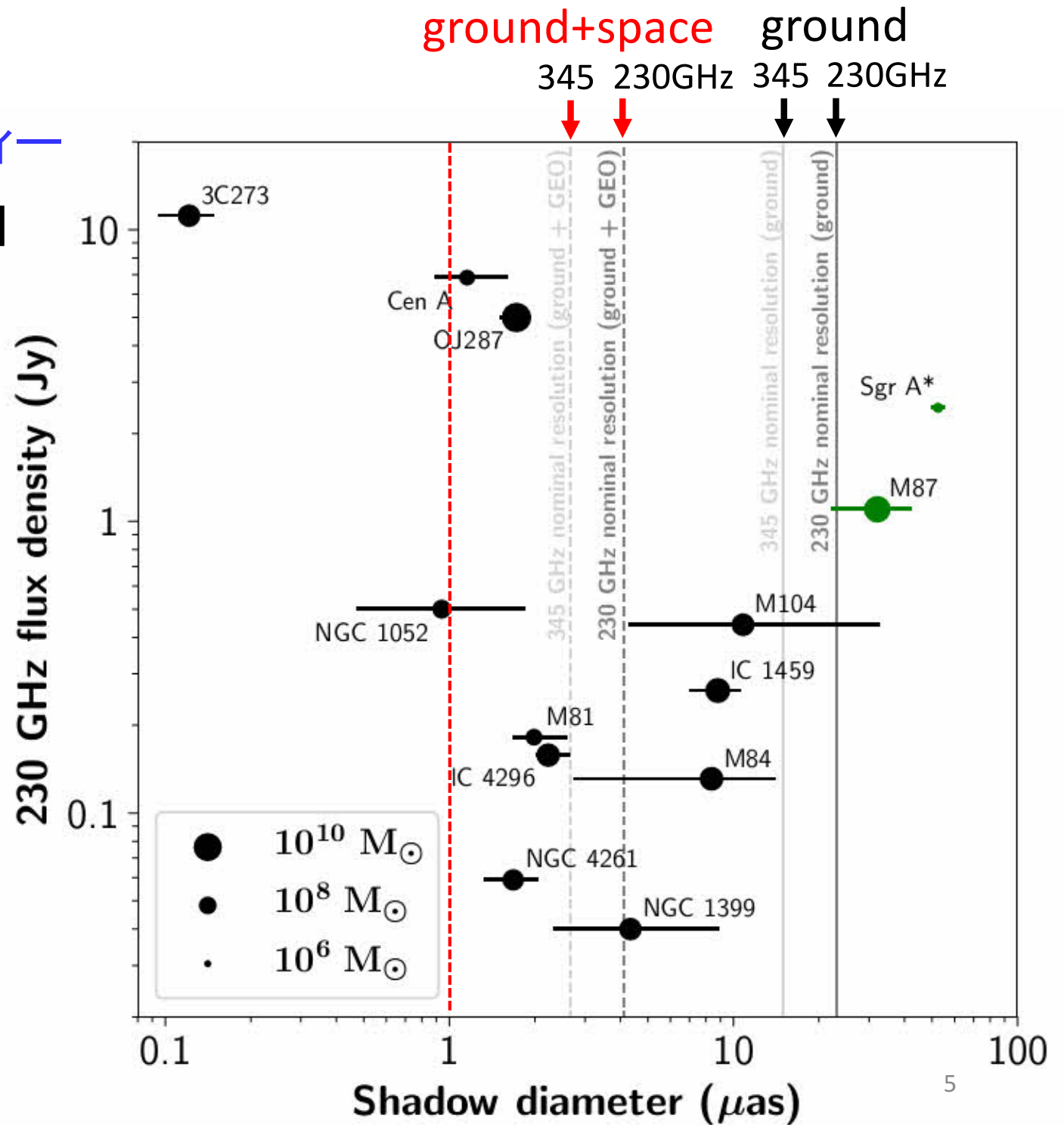
+ Sgr A\*

# M87 (+ Sgr A\*)

→ ケーススタディー

もっと多くのAGN

→ 一般法則



S. S. Doeleman, etc  
 "Astro2020 Science  
 White Paper"

2019

# (新)VSOP3 の提案

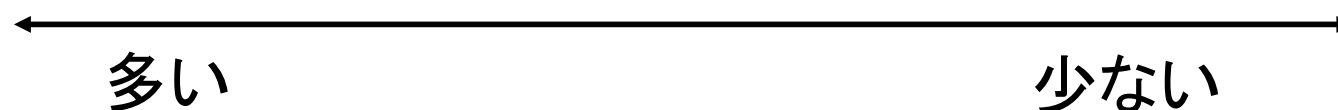
---

- アンテナ口径：  $\phi 3\text{m} \sim 4\text{m}$ 、**一体物**  
(ロケットのフェアリング内)  
HII ロケット  $\rightarrow \phi 3\text{m}$   
HIII ロケット  $\rightarrow \phi 4\text{m}$   
高周波数ならば小型でもゲインあり
- 周波数： 230GHz、350GHz、460GHz、+ ?  
( $\sim 500\text{GHz}$ まではSISミキサ1個で可能)  
左右両偏波
- 冷却： 機械式冷凍機、4K
- 軌道： 長楕円軌道

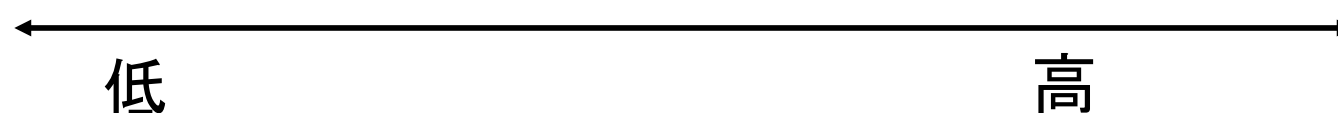
# 日本の地上局

	230 GHz	350 GHz	460 GHz
(ALMA)	○	○	○
(JCMT)	○	○	
野辺山45m	○(冬季)		
南極THz望遠鏡	○	○	○
気球望遠鏡			

地上局



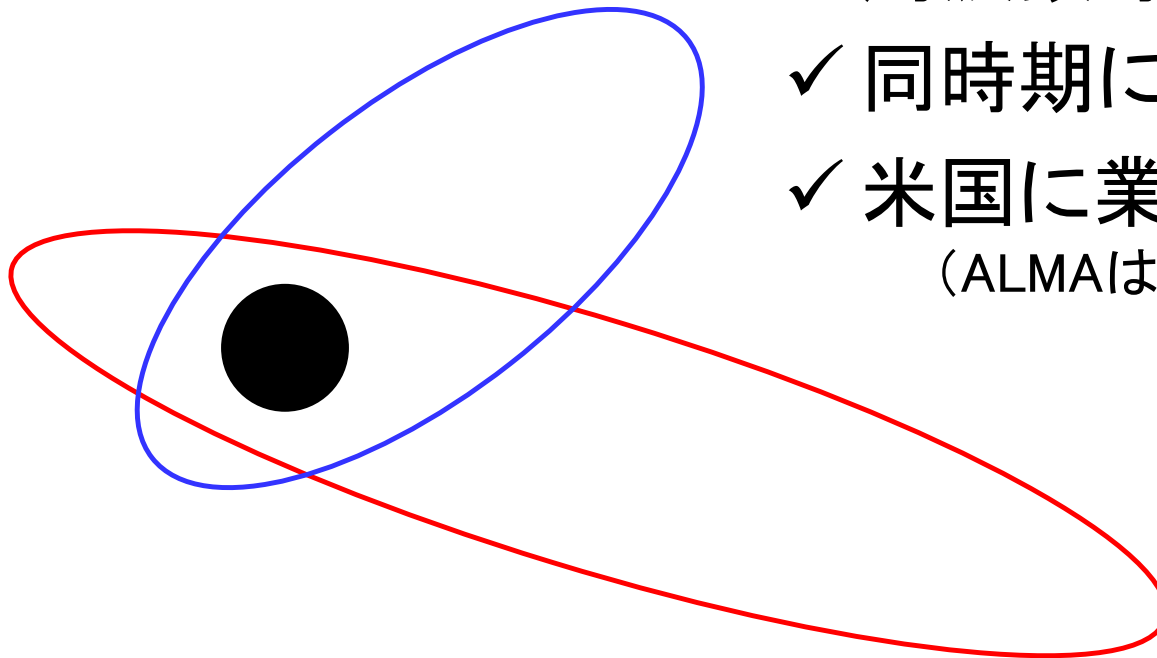
角分解能



# 複数衛星計画

---

- 米国も類似の構想(らしい)
- 衛星は複数ある方がよい → UV, 感度  
(低軌道、高軌道)



- ✓ 周波数等の共通化
- ✓ 同時期に打ち上げる必要あり
- ✓ 米国に業績をさらわれる可能性  
(ALMAは良かったか？悪かったか？)



# 地上マイクロ波VLBIとの協同

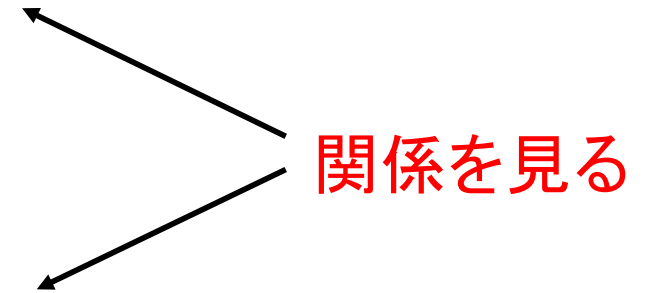
---

## スペースVLBI(サブミリ波)

- ・BH本体
- ・BH周囲の構造
- ・ジェットの根本

## 地上マイクロ波VLBI／単一鏡

- ・ジェットの大きなスケール
- ・強度変化のモニター



- ✓ VERA、野辺山45m
- ✓ 大学連携VLBI
- ✓ アジアVLBI
- ✓ SKA
- ✓ ...

# 強度干渉計(松尾)?

望遠鏡のシステム雑音温度

$$T_{sys} = \left[ \underbrace{T_{RX}}_{\text{受信機雑音}} + \underbrace{\eta T_{atm} (1 - e^{-\tau})}_{\text{大気雑音}} + \underbrace{(1 - \eta) T_{amb}}_{\text{アンテナ雑音}} \right] \frac{e^{\tau}}{\eta}$$

受信機雑音

大気雑音

アンテナ雑音



量子雑音大(ヘテロダイン)

0(大気圏外)

小

数K (TES, MKID-強度のみ)

小(南極)

➡ 超高感度(望遠鏡のシステム雑音温度=数K)

干渉計

● 衛星-衛星

● 衛星-南極望遠鏡

# AGN, BH以外の観測対象？

---

できるだけ大勢の人が幸せに！

- 多くの人の賛同
- 多くの人の直接参加
  
- 星形成領域、メーザー？ (43GHz, 86GHz?)
- 恒星(亀野)？
- ガンマ線バースト？
- 相対論検証？
- ???

# 単一鏡観測？

---

VLBI・・・多くの地上局との協同観測

→観測時間が限られる(特にALMA)

→空き時間が多い(or それほど多くはない?)

## 衛星搭載アンテナによる単一鏡観測

→空き時間の有効活用

→観測対象が多い(サブミリ波、テラヘルツ波)

500GHz~1THz, 1THz~3THz受信機追加?

→口径は小さい・・・角分解能は良くない

→大気の窓がない(地上から観測できない)周波数

# 推進時期と体制

---

## 推進時期

- ・BH@EHTで盛り上がっている今が好機
- ・米国も打ち上げるならば、歩調を合わせる必要あり

## 推進体制

- ・大学も含めて、衛星計画に**大勢の参加**が必要(⇔VSOP2)
- ・「科学的意義」と「搭載装置」の2つの検討グループを発足
- ・PI? 中核部隊?
- ・地上計画(国立天文台)と予算面での競合はない
- ・人員については競合を問われる可能性あり

# スペースVLBIと日本

---

スペースVLBI(VSOP)

日本が世界に先駆けて始めた特徴ある計画

VSOP3

VSOPの技術の継承

**日本発、日本独自の計画**

(米国も打ち上げるとしても)

ただし、一度中止(VSOP2)になっているので他分野からの風当りは強いことが予想される。

慎重に良く計画を練って、実現性のあるものを！

同時に、機会を逃さないように迅速に！