

74P/Smirnova-Chernykh彗星 ダスト雲の観測

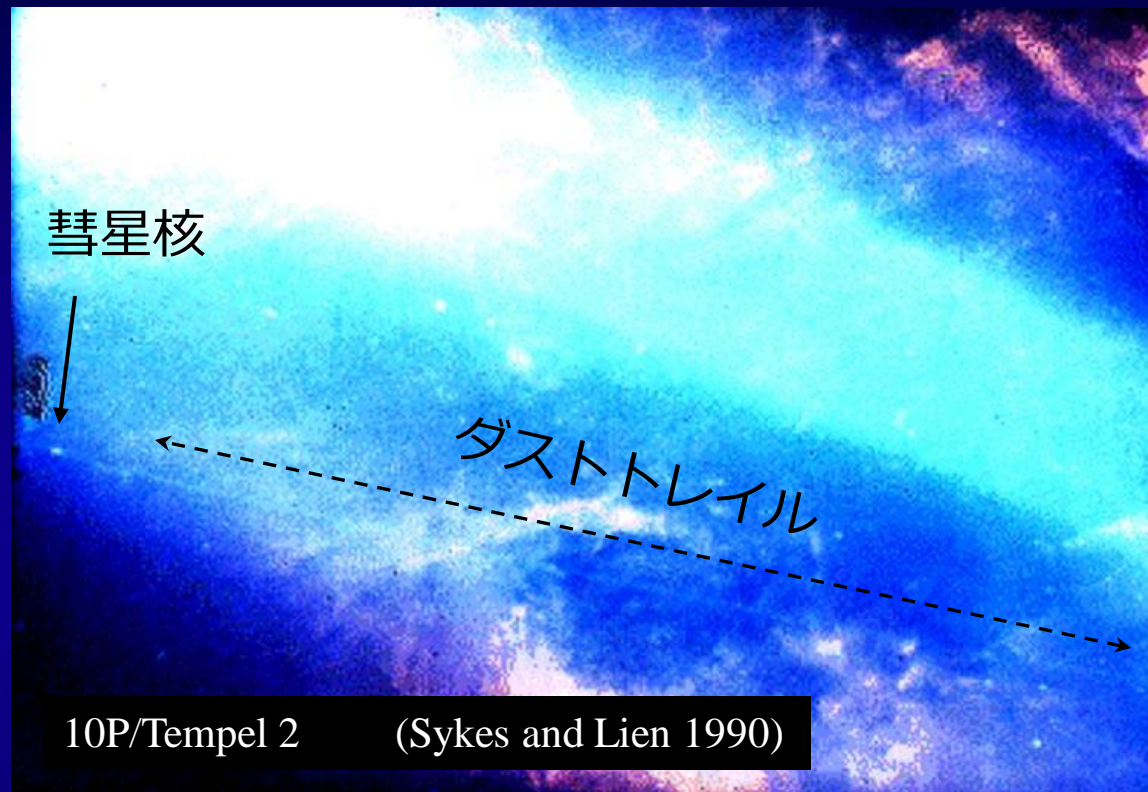
猿楽祐樹(木曾観測所)

石黒正晃(国立天文台)

臼井文彦(ISAS/JAXA)

上野宗孝(ISAS/JAXA)

彗星ダストトレイル

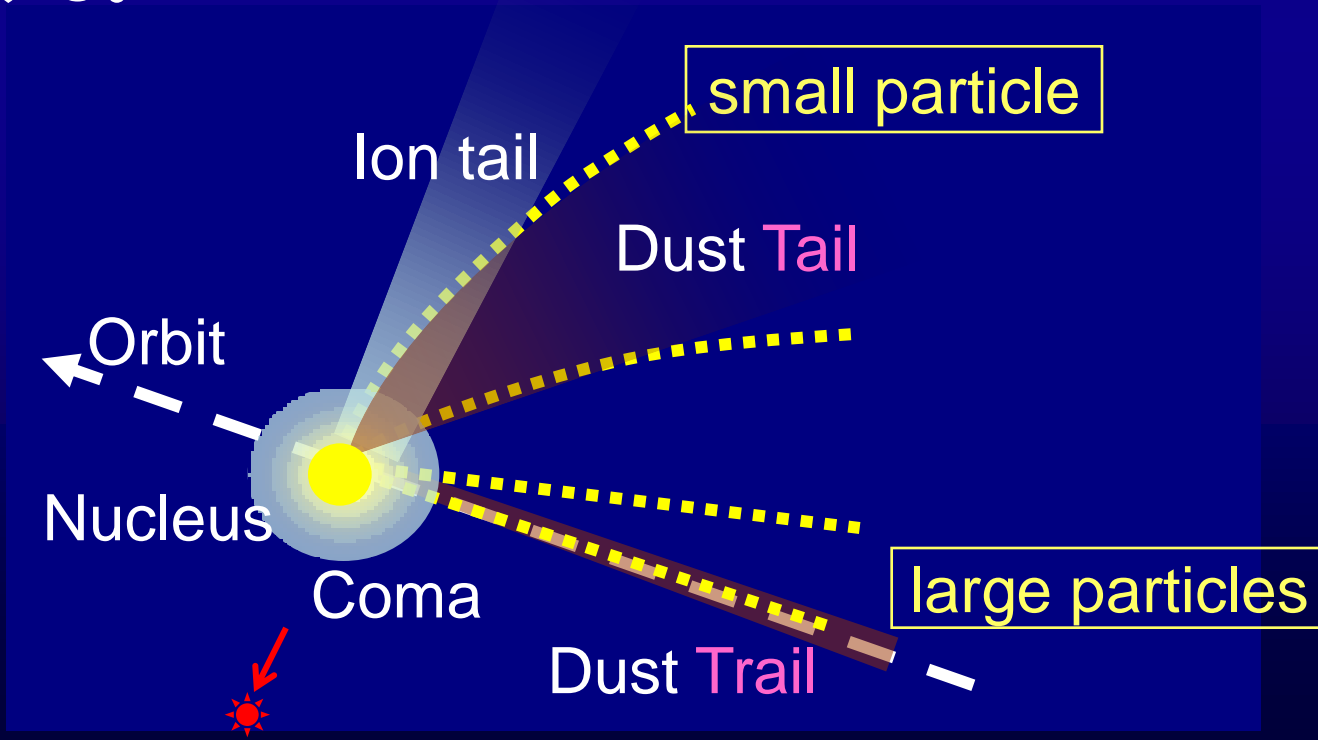


- 赤外線天文衛星IRASによって8つの彗星に発見された。
- 彗星軌道に沿って伸びた飛行機雲のような構造。
- 1mm以上の大きい粒子で構成されている。

(Sykes & Walker 1992)

テイルとトレイルの違い

- ・小さいダスト($\sim\mu\text{m}$)は、太陽の輻射圧によって反太陽方向へ吹き飛ばされ、**ダストテイル**として観測される。
- ・大きいダスト($>\text{mm}$)は、輻射圧の影響が弱いため、彗星核の近くに残り、徐々に軌道に沿って広がっていき**ダストトレイル**を形成する。



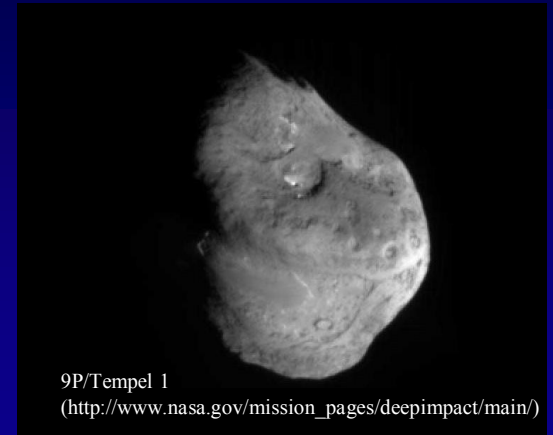
ダストトレイル = 彗星の質量放出

- ダストトレイルは彗星の質量放出の大半を担っており、トレイルが検出された彗星のガス/ダスト比は従来考えられていた値よりも大きくなった。

→ 彗星は汚れた雪だるま!?
それとも凍った泥だんご!?

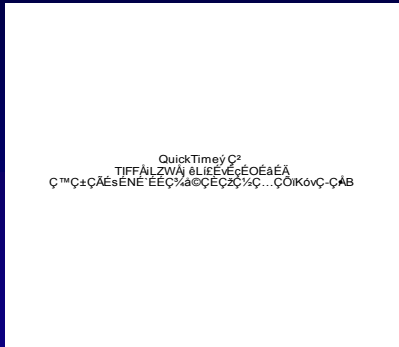
- 惑星間ダストは衝突やPR効果によって消失していく。現在も惑星間ダストが存在するためには、供給源が必要。候補として、彗星と小惑星が考えられるが、その割合は明らかになっていない。

→ トレイルの有無は、彗星からのダスト供給量を調べる上で重要



IRASの観測は約1年で終わり、その期間に観測条件の良かった彗星にトレイルが検出された。ダストトレイルは彗星に一般的な現象なのか否か分からなかった。

IRAS以降のトレイル観測



2P/Encke (Reach et al. 2000)

赤外線天文台ISOによって2P/Encke彗星の観測等が行われたが、効率良くダストトレイルを観測する手段がなく、トレイル研究は停滞していた。



2002年、我々の研究グループが、木曾観測所1.05mシュミット望遠鏡を用いて、可視光で22P/Kopff彗星のダストトレイルの検出に成功。その後、同望遠鏡を用いて彗星ダストトレイルのサーベイ観測を開始。

(Ishiguro et al. 2002)



48P/Johnson (Reach et al. 2007)

Spitzerで34個観測、27個の彗星にトレイルを検出

トレイルの判別は一回の観測では難しい。

短周期彗星の周期は6-7年、多くの彗星をサーベイするには長い時間が必要。

これまでの経験をもとに、トレイル観測から、彗星の性質の違いを調べられないか!?

74P/Smirnova-Chernykh

観測装置

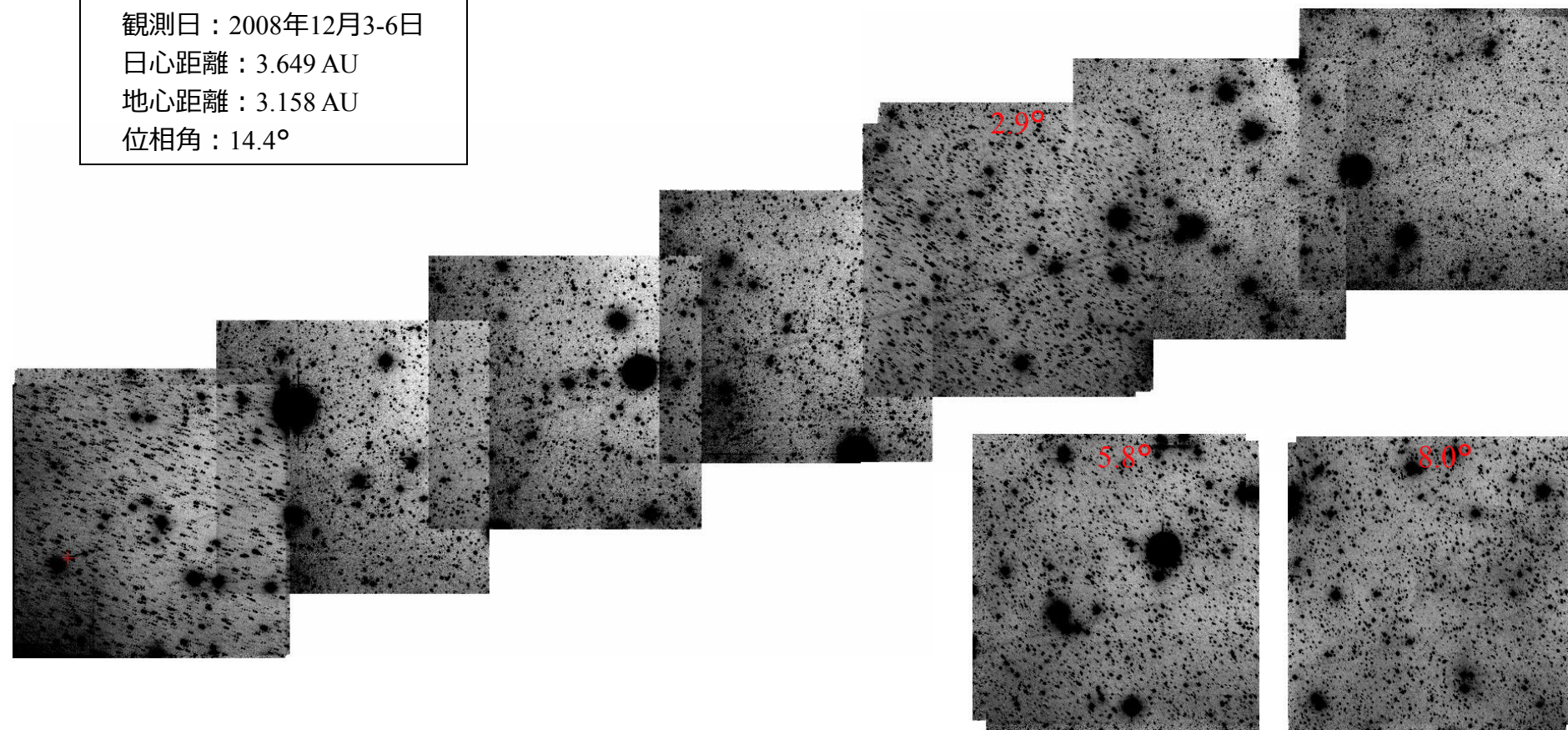
木曾105cmシュミット望遠鏡 + 2kCCD
フィルター：R

軌道要素

近日点通過日：2009年7月30日
離心率：0.148
近日点距離：3.558AU
軌道傾斜角：6.6°

観測条件

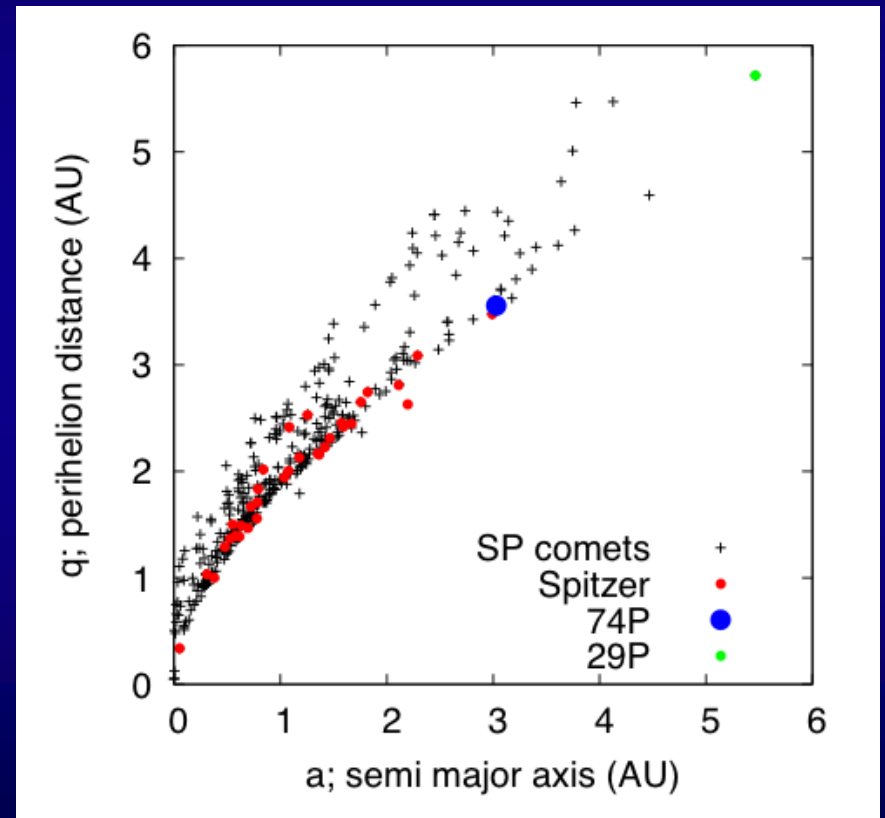
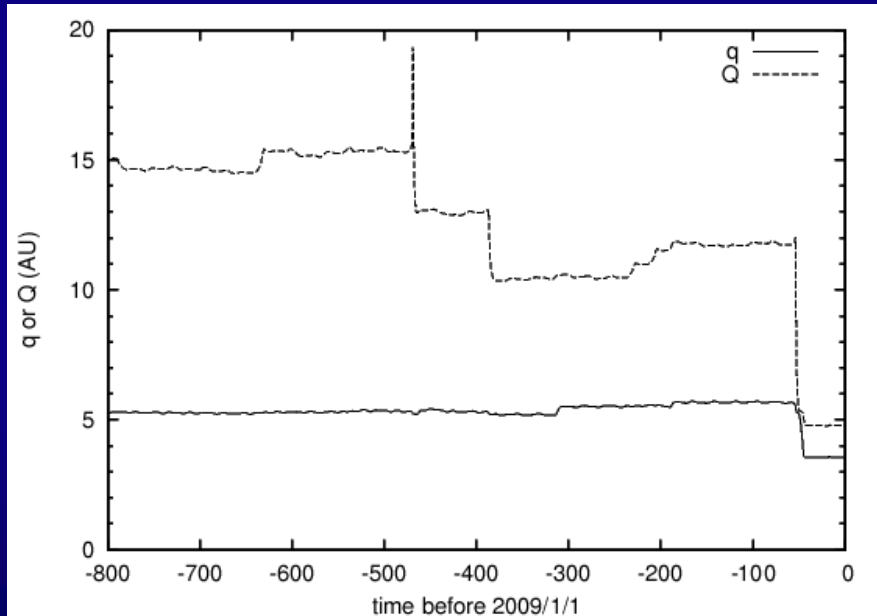
観測日：2008年12月3-6日
日心距離：3.649 AU
地心距離：3.158 AU
位相角：14.4°



74P/Smirnova-Chernykh

短周期彗星の軌道長半径 a と近日点距離 q の分布

近日点距離 q と遠日点距離 Q の変化



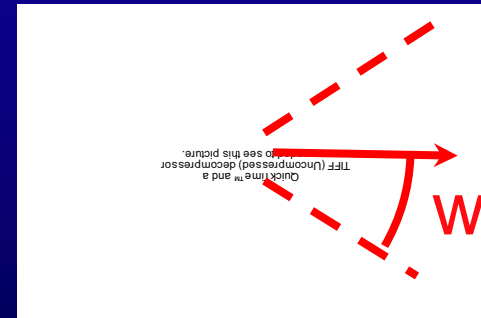
ダスト雲形成のシミュレーション

- ・ 球形のダストを仮定 (半径 a [cm]、密度 $\rho=1$ [g/cm³])
- ・ サイズ分布 : $dn/da \propto a^{-q}$ ($a_{min} < a < a_{max}$)
- ・ 放出率 : $Q_{dust} \propto r^k$ (r [AU] : 日心距離)
- ・ 放出速度 : $V_{ej} = V_0 \beta^{0.5} r^l$ [km/s]

$$\beta = (\text{輻射圧} / \text{重力}) = 5.7 \times 10^{-5} Q_{pr} \rho^{-1} a^{-1}$$

$$Q_{pr} = 1 \text{ を仮定}$$

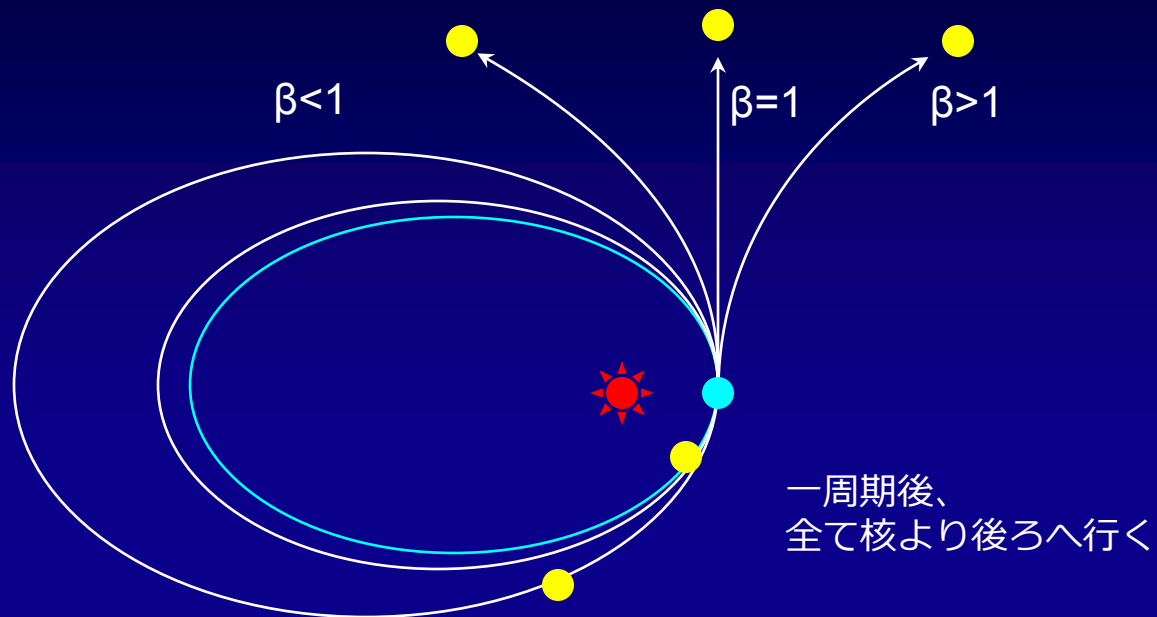
- ・ 放出方向 : 太陽方向から w° の円錐内



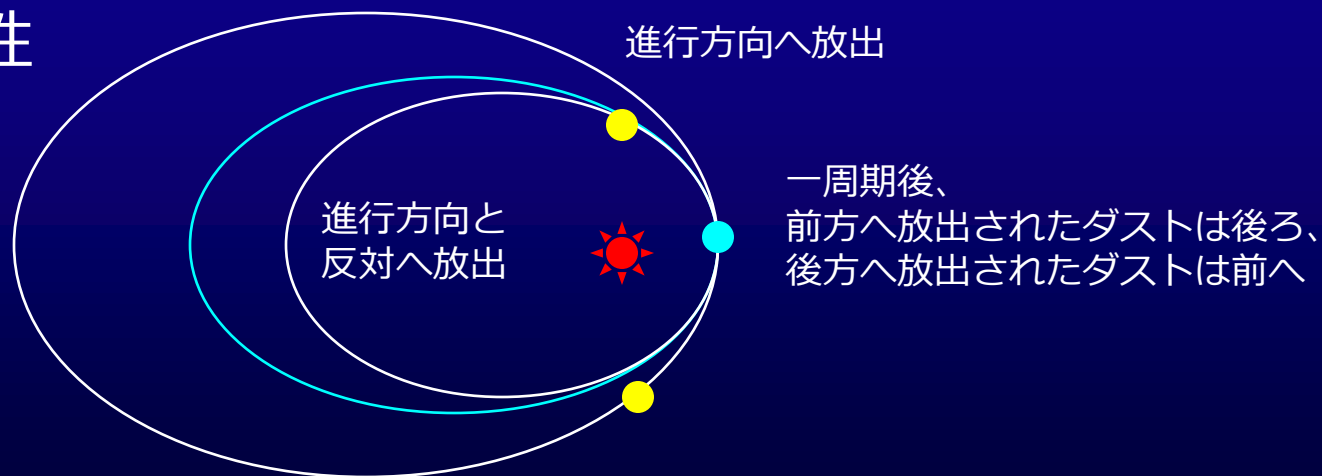
観測画像を再現できる q 、 k 、 V_0 、 l 、 w 、 $\beta_{max}(a_{min})$ 、 $\beta_{min}(a_{max})$ を探す

ダスト軌道の β 依存性、放出速度依存性

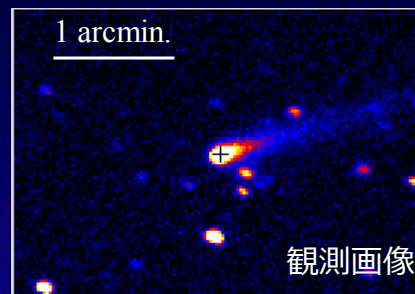
β 依存性



放出速度依存性



放出速度・放出率を固定 ($V_0 = 0.05$, $k = 2.0$, $l = 0.5$)
放出角(w)・サイズ(β)による違い



w

15

45

90

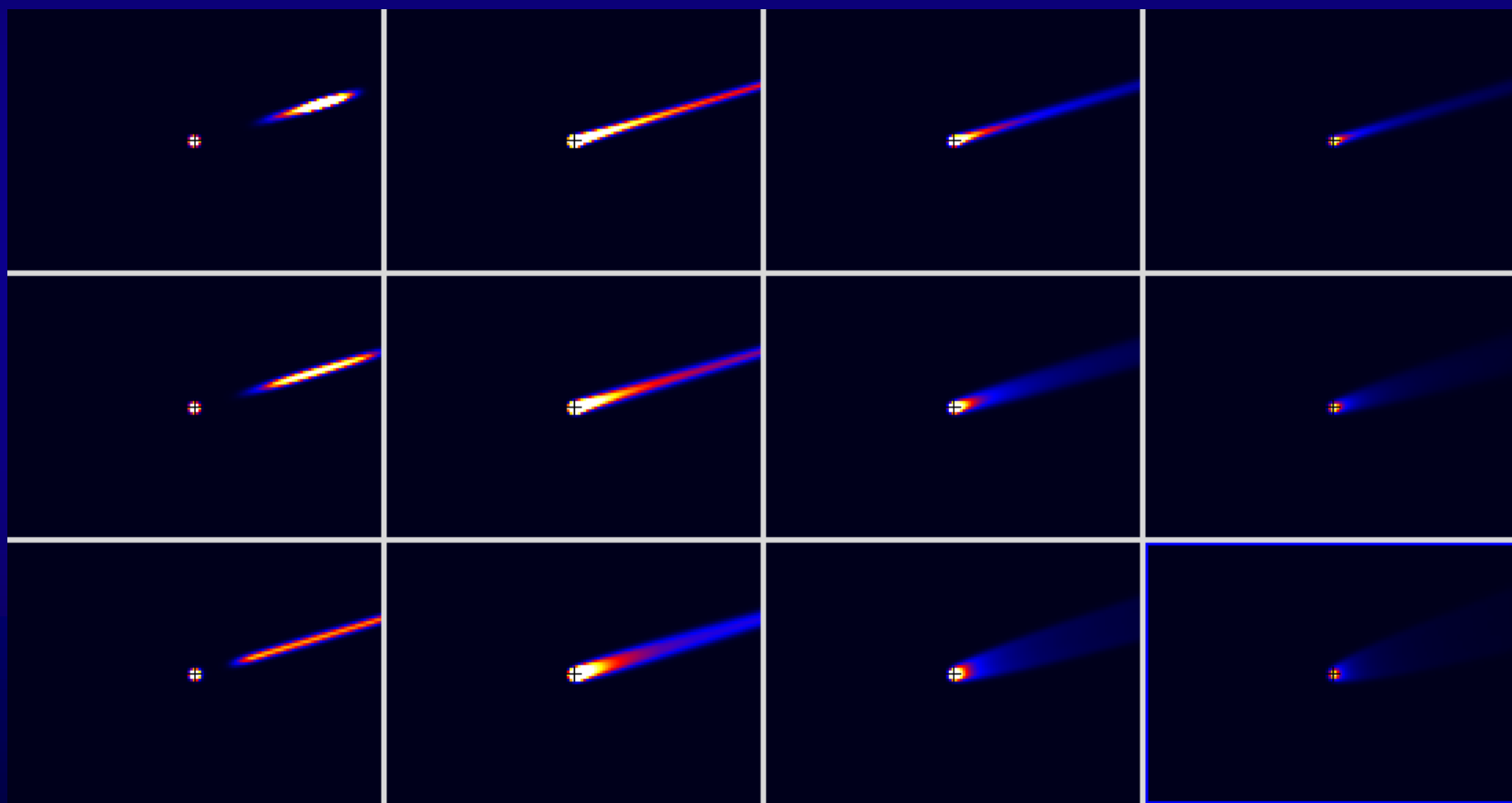
$10^{-4.5}$

$10^{-4.0}$

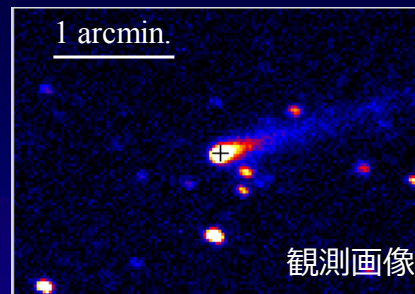
$10^{-3.5}$

$10^{-3.0}$

β



放出速度・放出率を固定 ($V_0 = 0.10$, $k = 2.0$, $l = 0.5$)
放出角(w)・サイズ(β)による違い



w

15

45

90

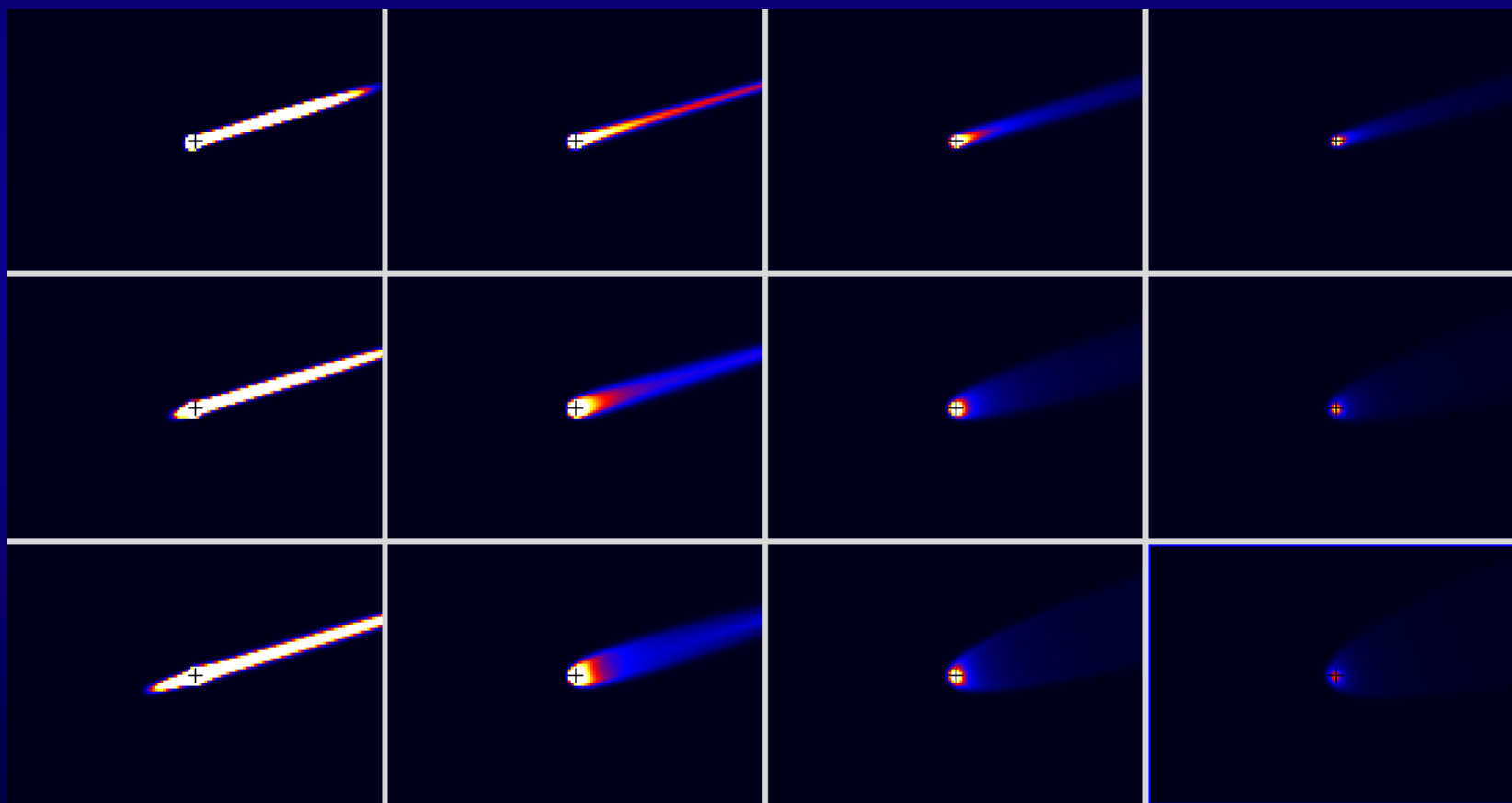
$10^{-4.5}$

$10^{-4.0}$

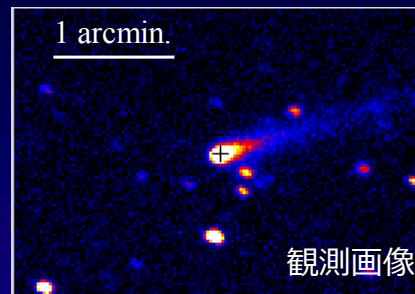
$10^{-3.5}$

$10^{-3.0}$

β



放出速度・放出率を固定 ($V_0 = 0.20$, $k = 2.0$, $l = 0.5$)
放出角(w)・サイズ(β)による違い



w

15

45

90

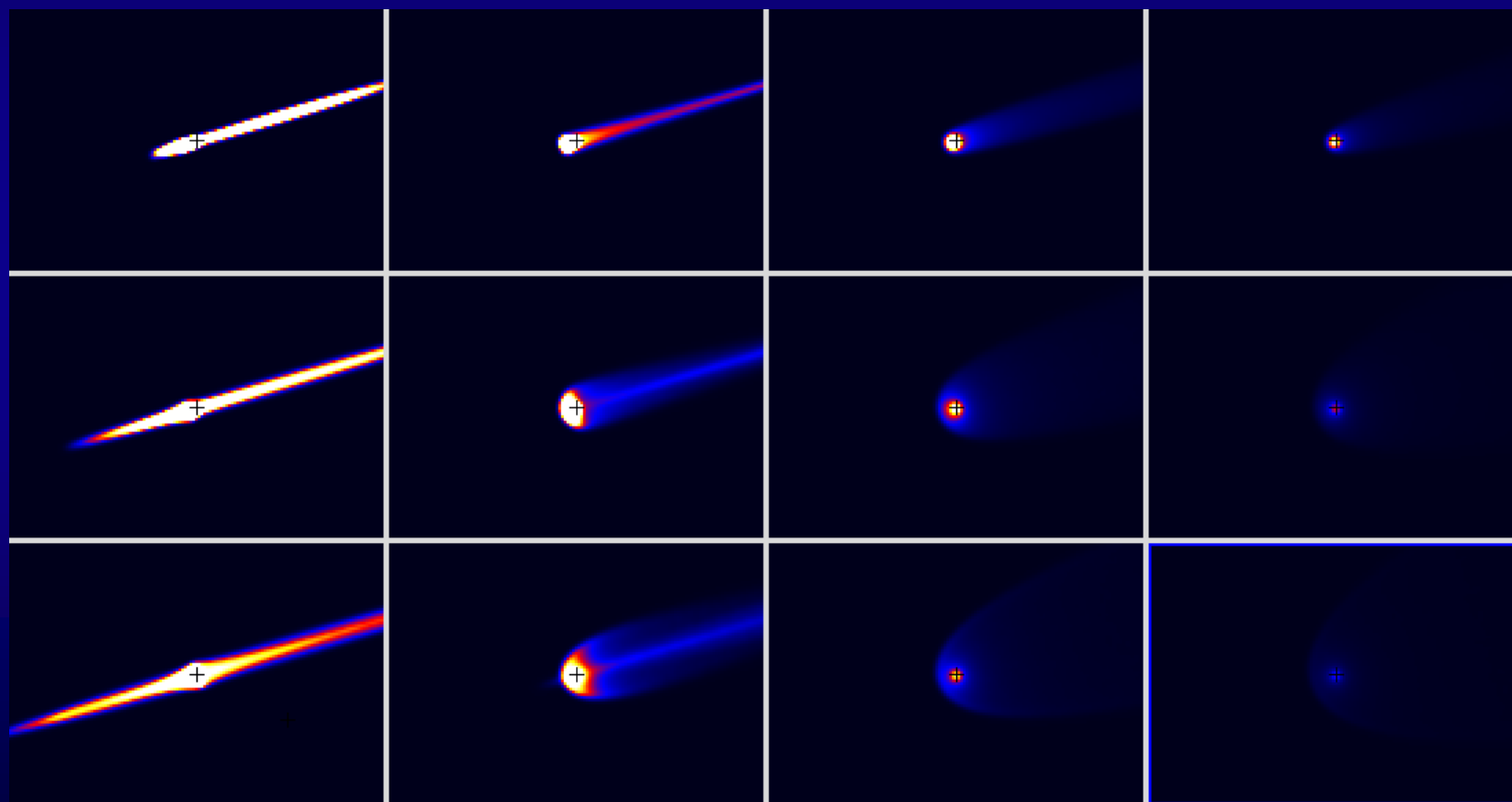
$10^{-4.5}$

$10^{-4.0}$

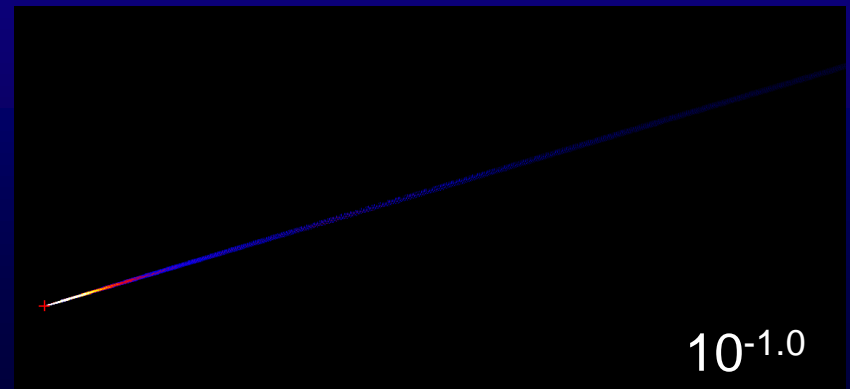
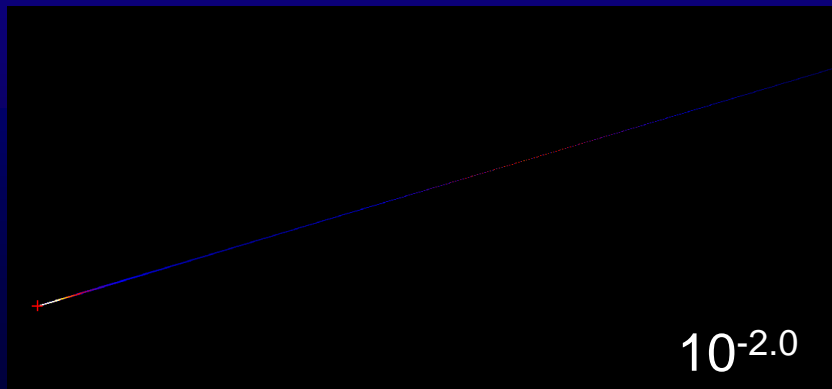
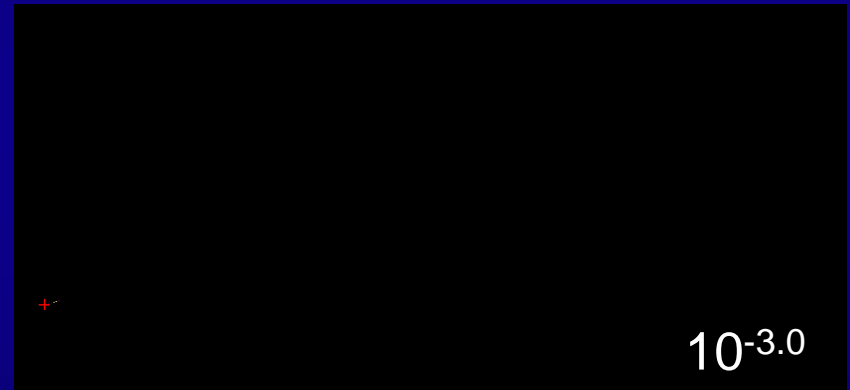
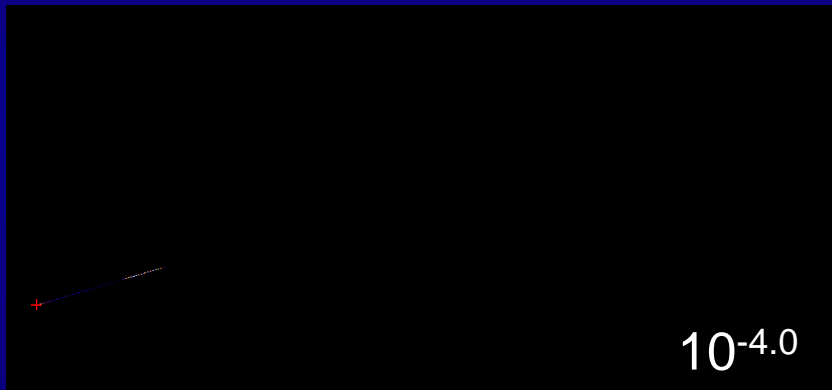
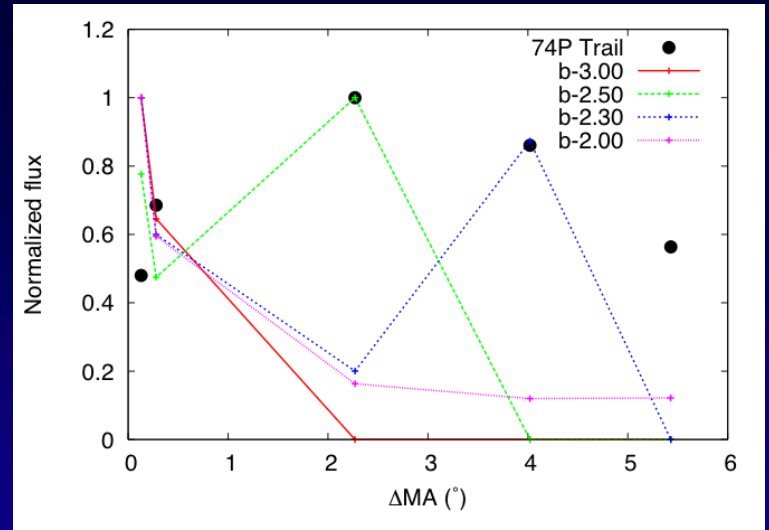
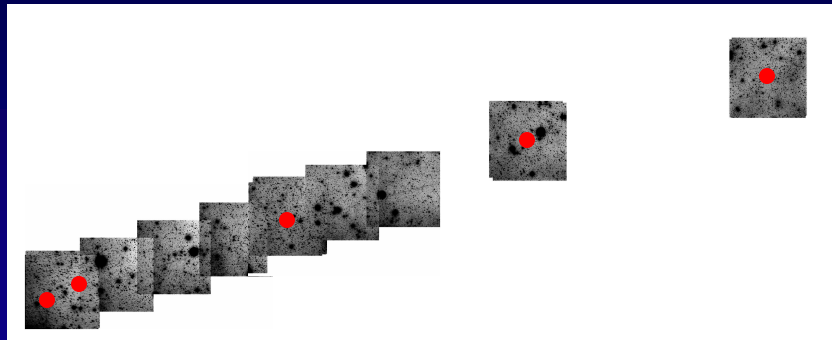
$10^{-3.5}$

$10^{-3.0}$

β



トレイルについて 観測とモデルの比較を比較

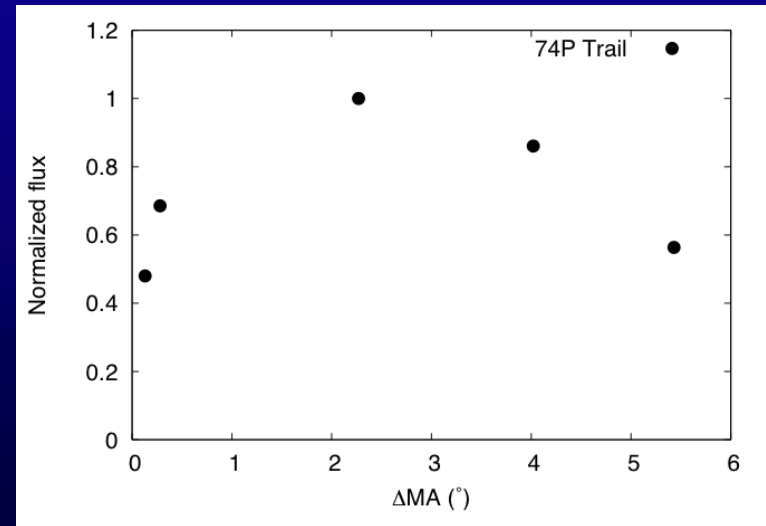
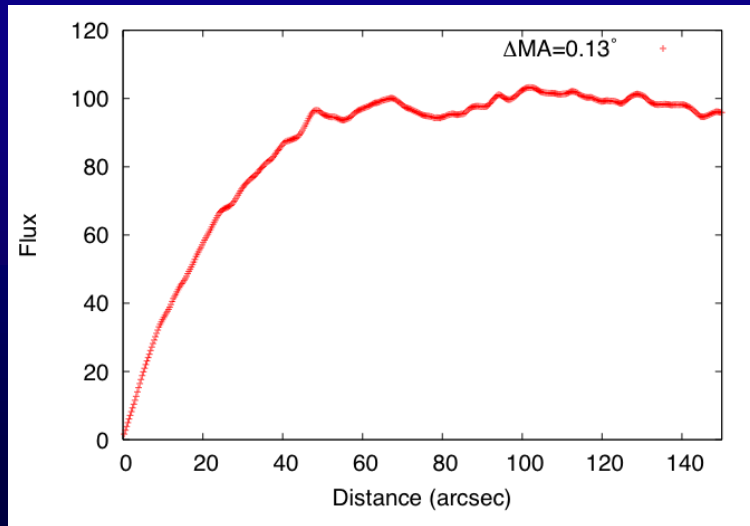
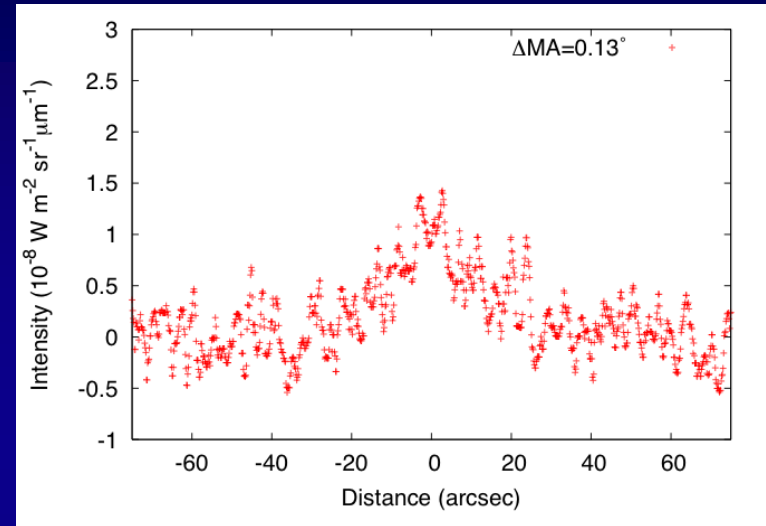
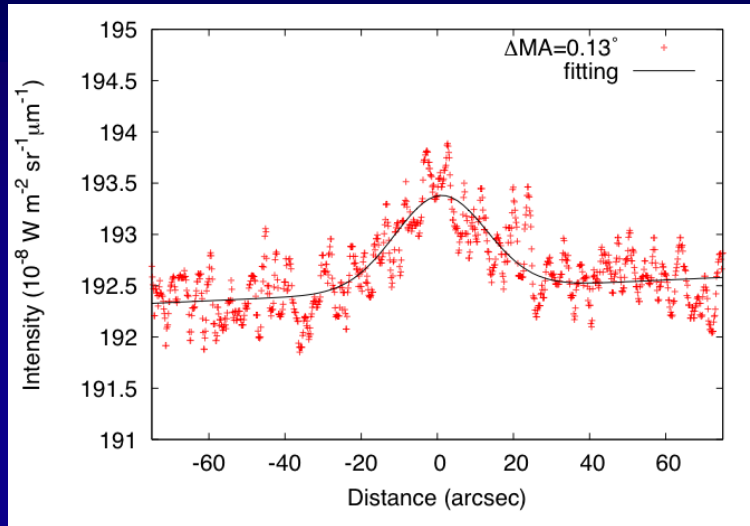


まとめ

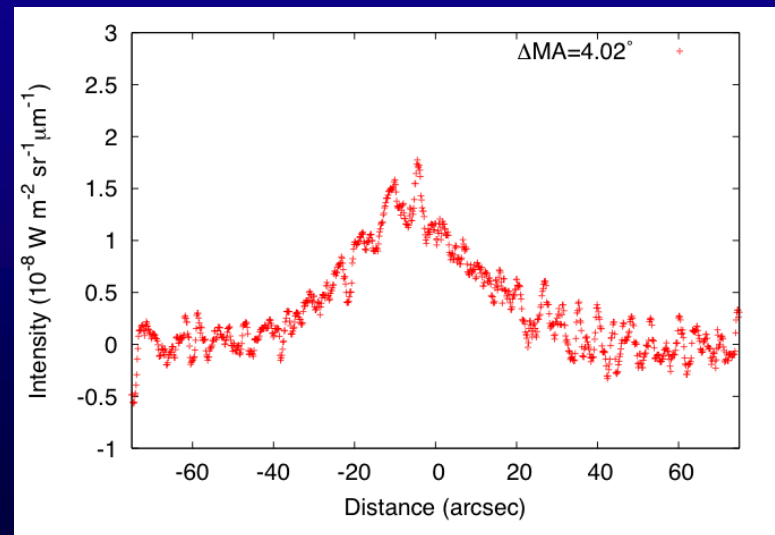
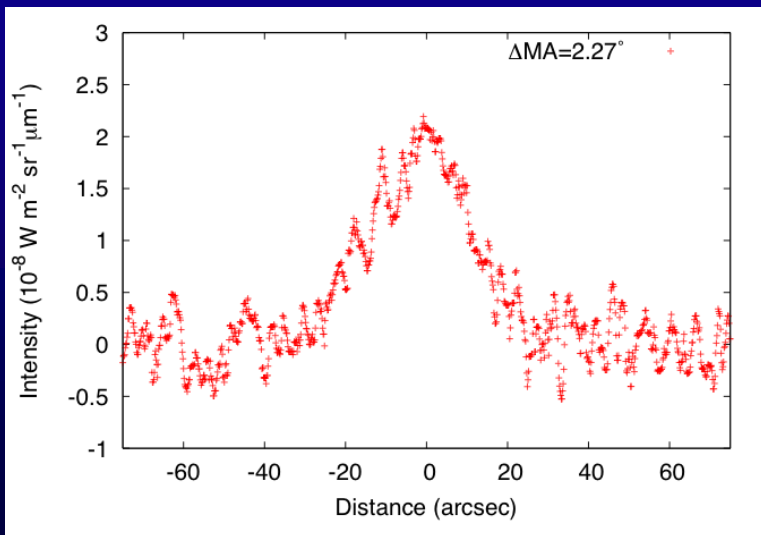
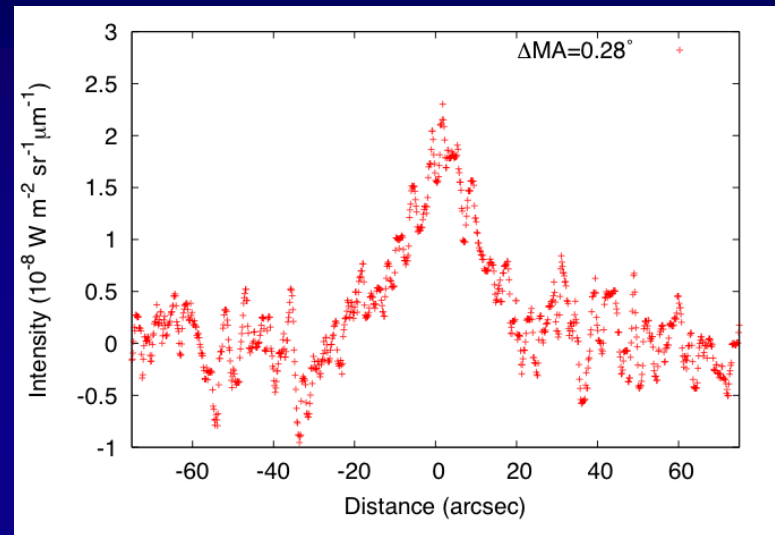
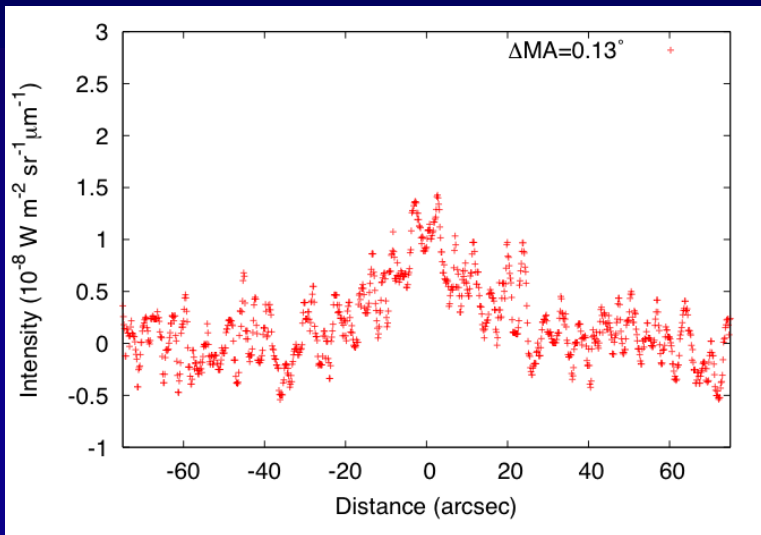
- 74P/Smirnova-Chernykhの軌道に沿って伸びたダスト雲を検出
- 74Pの近日点距離は3.558AU、約50年前に現在の軌道に投入された。フレッシュな彗星であることが期待される。
- ダスト放出モデルは解析中。
- これまでのトレイル観測を発展させ、彗星の性質の違いに迫りたい。
- トレイル中の氷ダストについて考察。



トレイルの測光

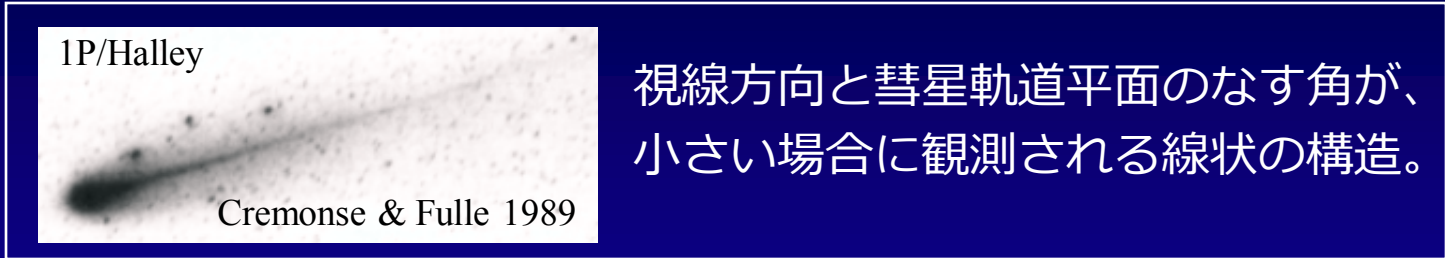


cut profile

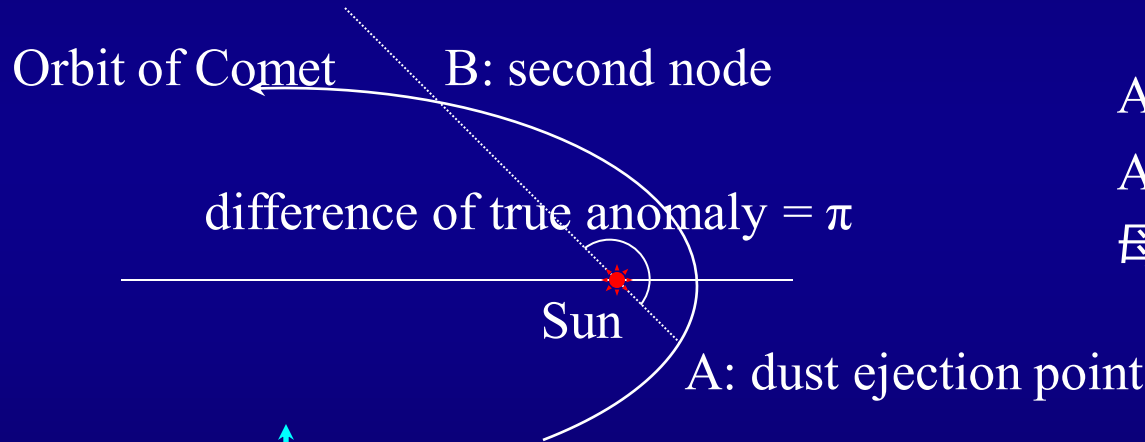


ネックライン構造

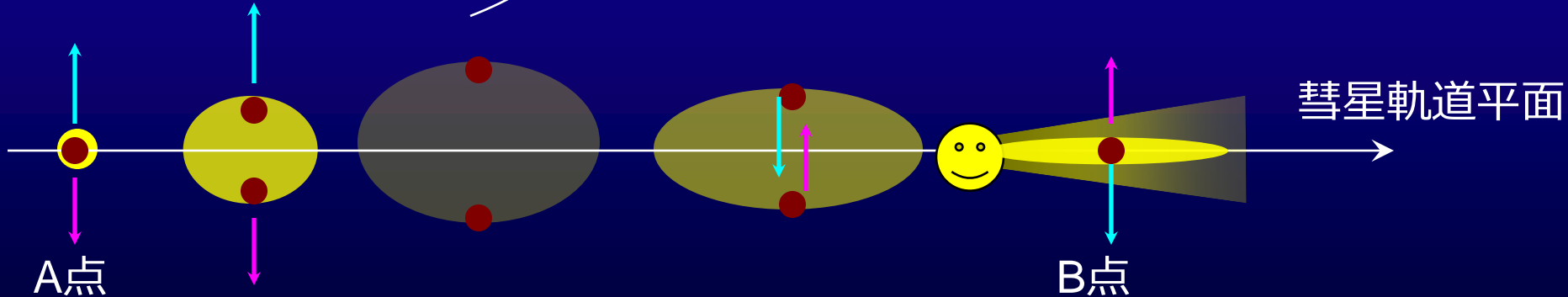
(Kimura & Liu 1977, Fulle & Sedmak 1988)



視線方向と彗星軌道平面のなす角が、小さい場合に観測される線状の構造。



A点で放出されたダストは、A点と太陽を結んだ線上で母天体の軌道平面と交わる。



彗星軌道に沿ったダスト雲

ダストトレイル

ネックライン

最近の回帰に放出されたダスト

