

テンペル第二彗星の ダスト雲形成

猿楽祐樹 (JAXA)

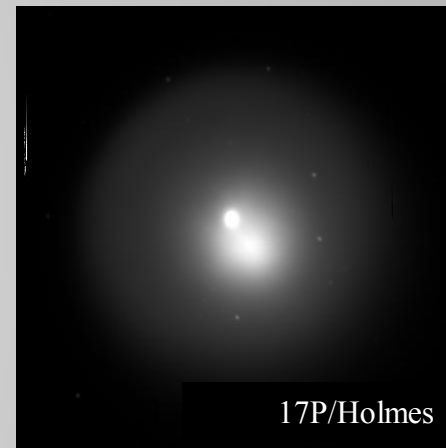
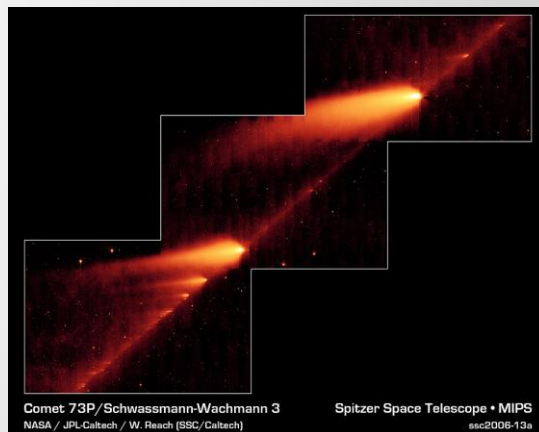
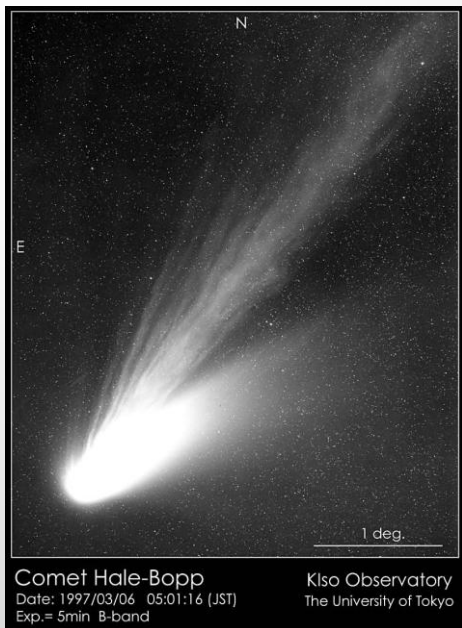
石黒正晃 (ソウル大)

臼井文彦 (JAXA)

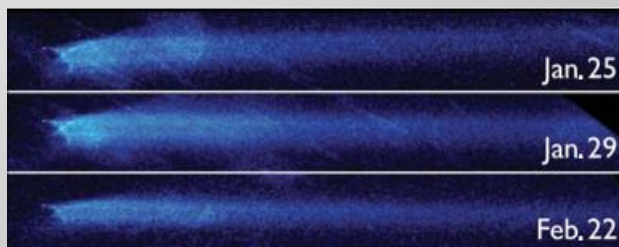
上野宗孝 (JAXA)

花山秀和 (国立天文台)

ダスト雲



P/2008 R1
(Main Belt Comet)

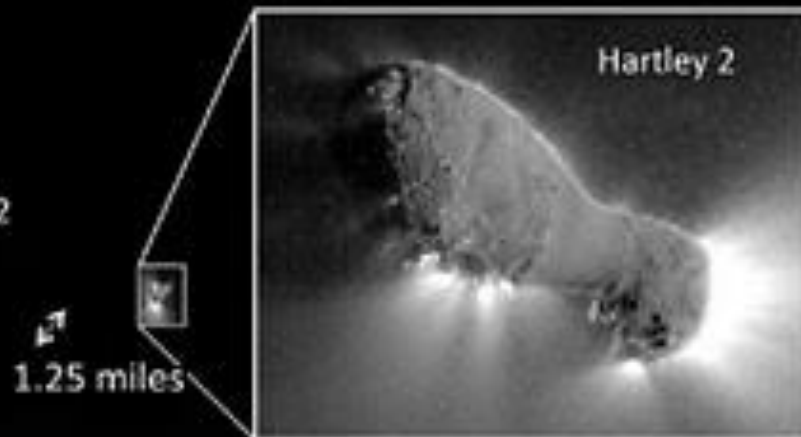


P/2010A2(Jewitt+ 2010)



- 小天体上で起きたイベント(彗星活動、衝突)の痕跡
- 彗星核の性質との関係

彗星核



10P/Tempel 2

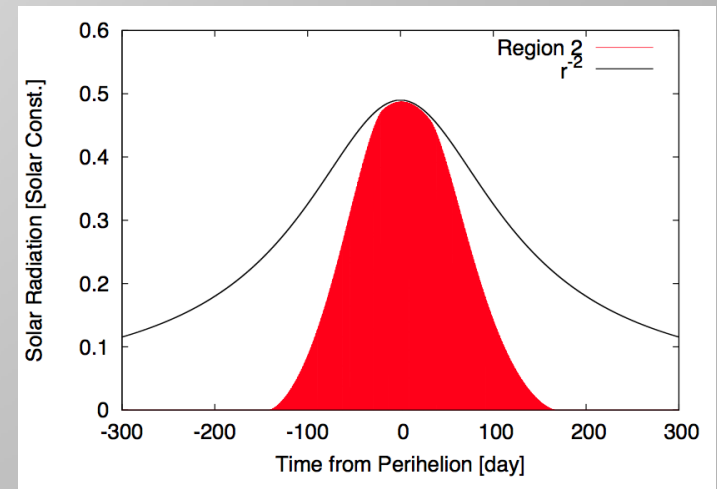
- ▣ 自転軸
 - 軌道面に対して 36° (Sekanina 1991)

- ▣ 自転周期
 - 8.941 ± 0.002 hr, spin-down by 32 s per period (Knight et al., 2011)
 - e.g., typical change = 0.01–10 hr per orbit (Gutierrez+ 2003)

- ▣ 活動領域
 - 3カ所の主な活動領域(ベント)
 - 日が当たるのは近日点付近のみ (Sekanina 1991)

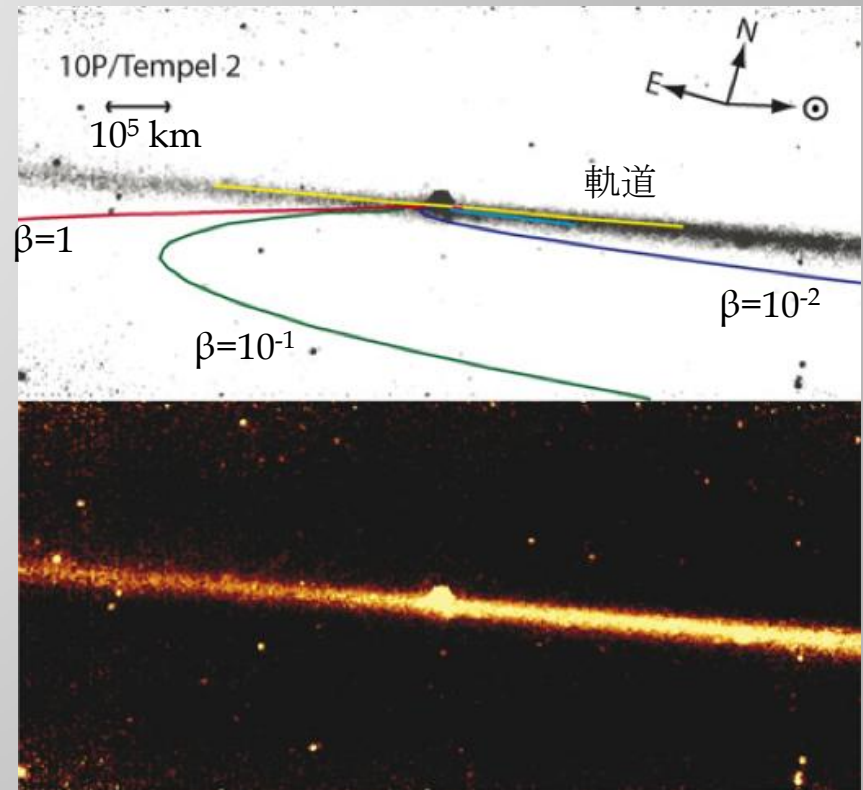
- ▣ IRASによるダストトレイルの検出
 - Campins et al., 1990
 - Sykes & Walker, 1992

活動領域での日射強度



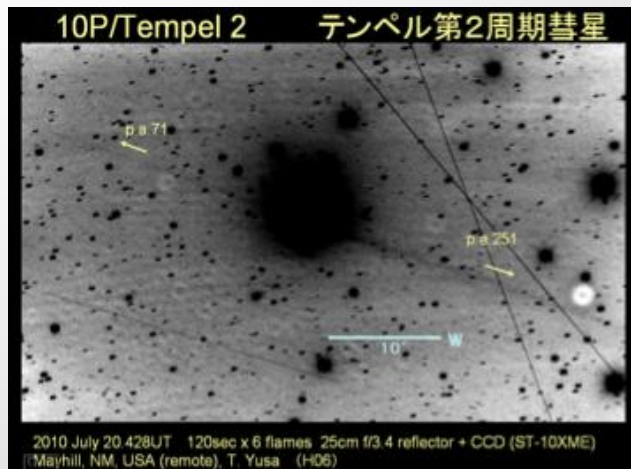
観測 w/Spitzer (Reach et al. 2007)

- 観測日 : 2004年7月8日
- 望遠鏡 : Spitzer Space Telescope
- カメラ : MIPS
- 観測波長 : $24\mu\text{m}$



アマチュア天文家による観測

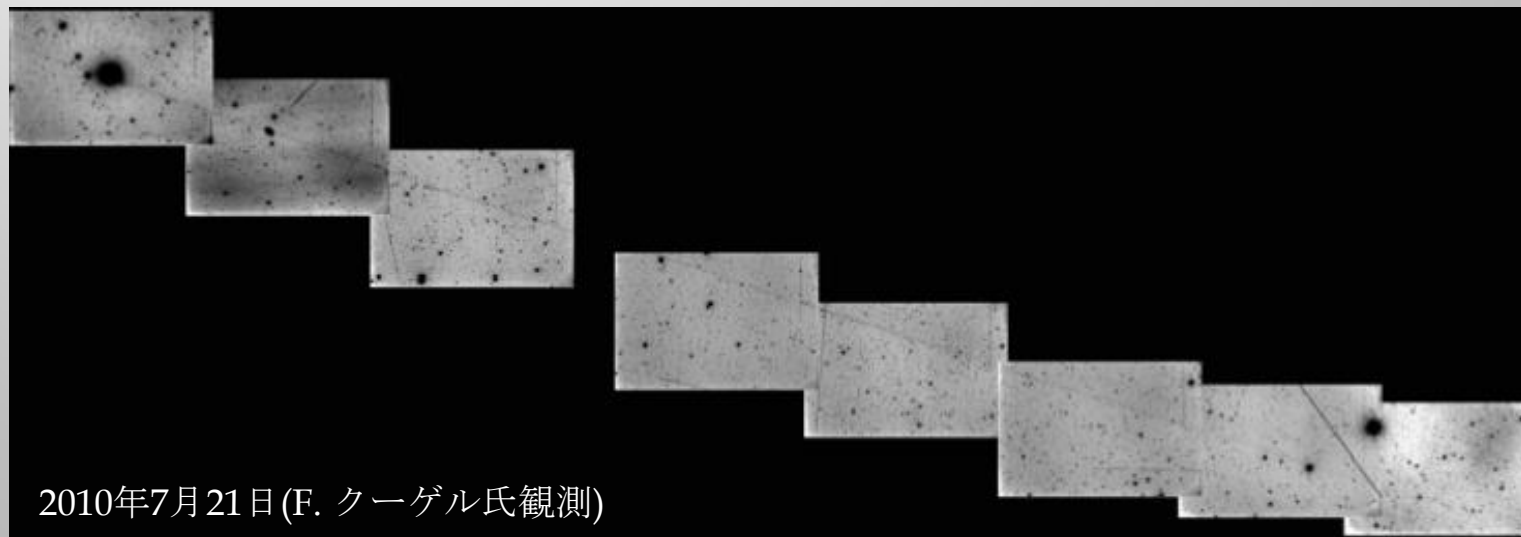
リモート観測による10P/Tempelのダストトレイルの検出(遊佐徹氏)
http://www.geocities.jp/otawara2010/file/CSS2010_Yusa.pdfより



2010年7月14日(遊佐徹氏観測)



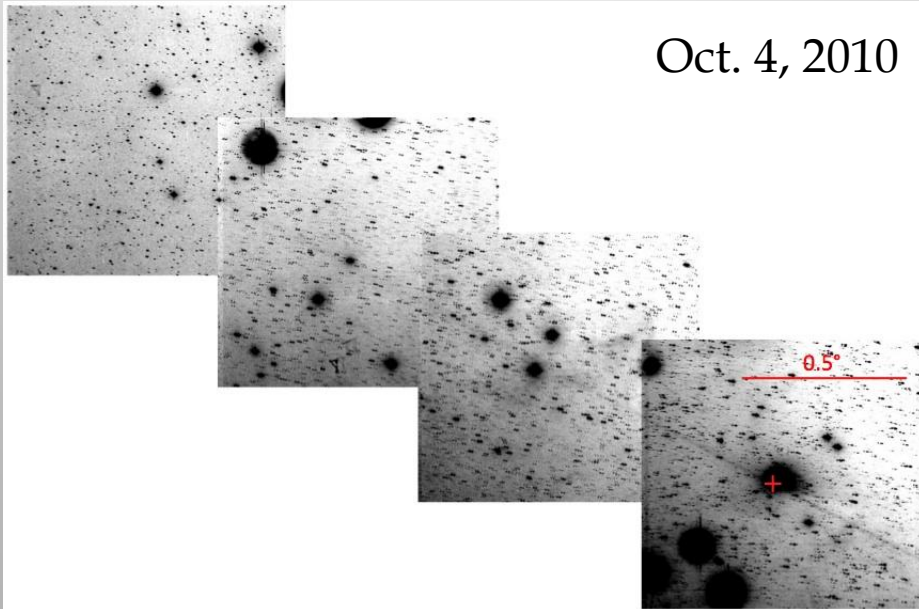
2010年7月18日(津村光則氏観測)



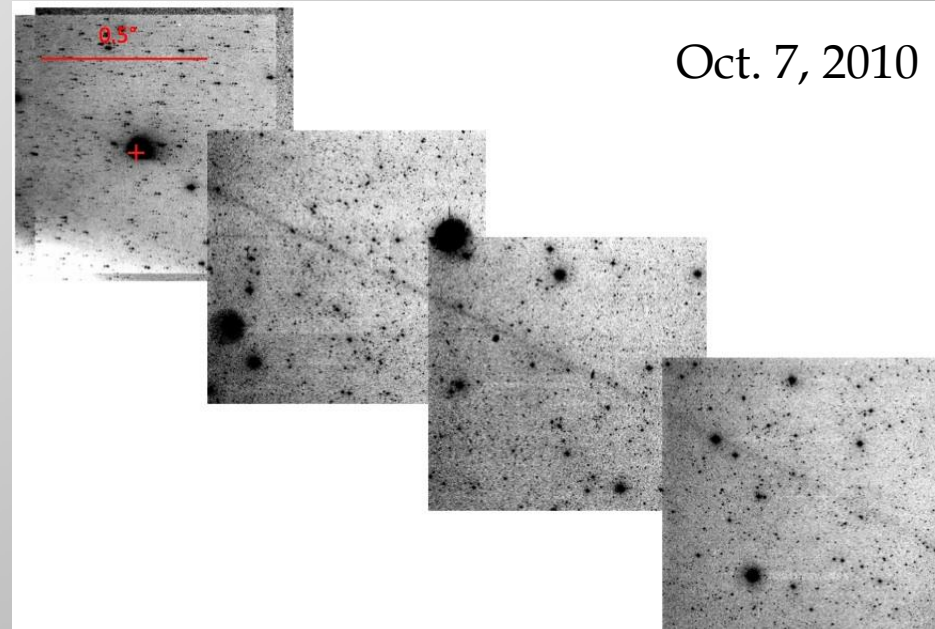
観測@木曾

- ▣ 観測日：2010年10月2-7日
- ▣ 望遠鏡：木曾観測所105cmシュミット望遠鏡
- ▣ カメラ：2kCCDカメラ
- ▣ 観測波長：Rcバンド
- ▣ 軌道に沿って、 $\pm 10^\circ$ の位置も観測

Oct. 4, 2010



Oct. 7, 2010



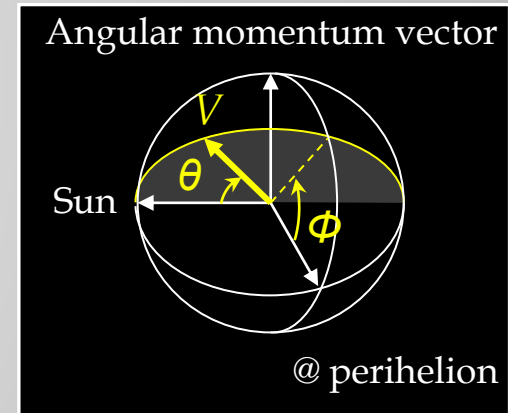
コマ-テイルのシミュレーション

- ダスト放出方向
 - 太陽方向
 - 固定(近日点基準):
太陽離角(θ) 45° 、彗星軌道面に対して(ϕ) $0, 90, 180, 270$ の4方向
 - Sekaninaのジェット方向(region 2)

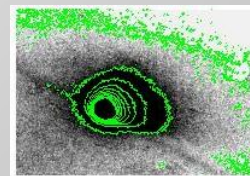
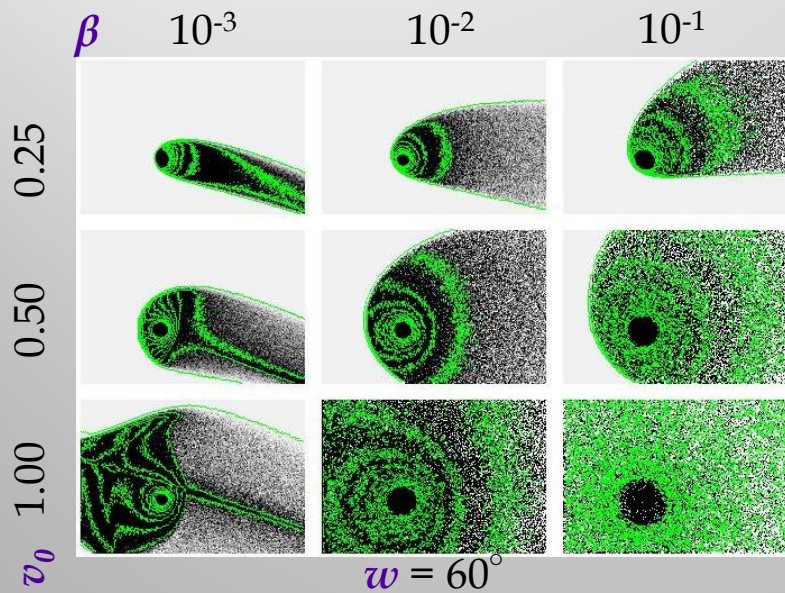
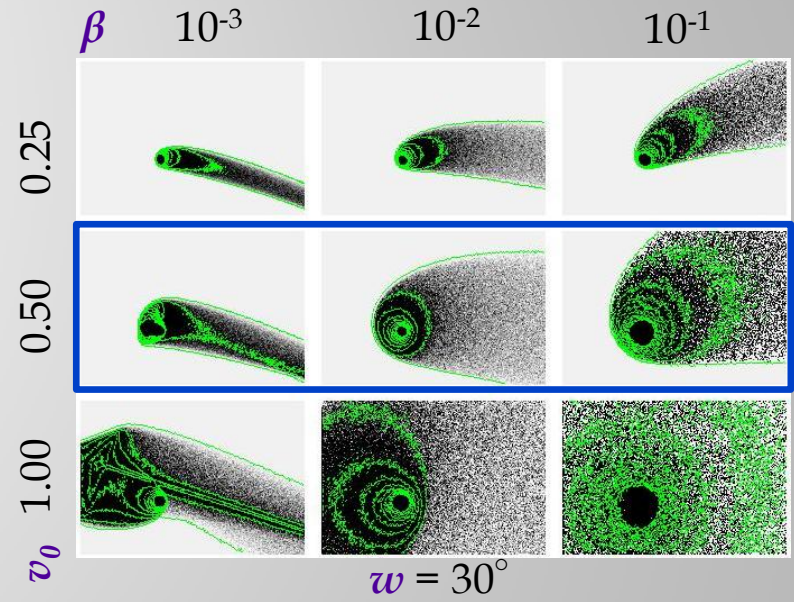
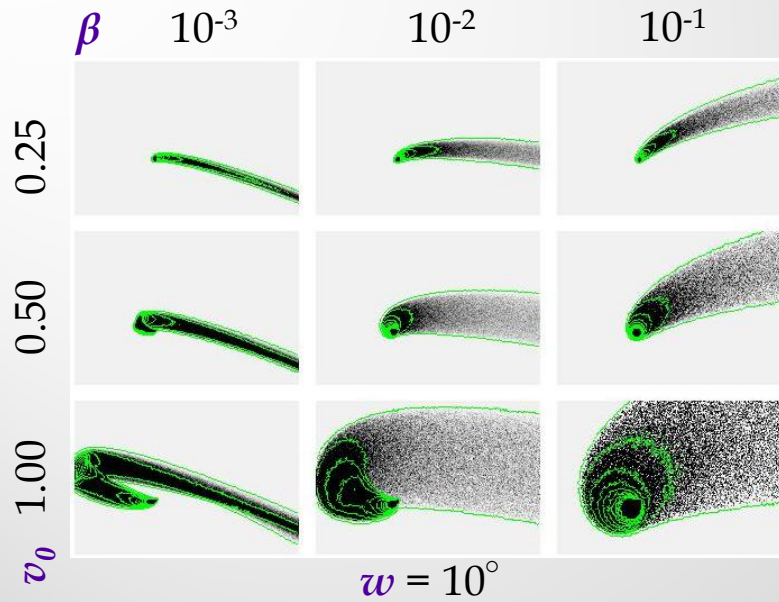
- 放出パラメータ
 - 放出率: $P \propto I$ (I : 日射強度)
 - 放出速度: $v = v_0 (I/q^2)^\mu \beta^{0.5}$ (q : 近日点距離、 β : 輻射圧/重力)
 $v_0 = 0.25, 0.50, 1.00$ km/s
 - コーン角度: $w = 10, 30, 60^\circ$

- ダスト放出開始 = 前回の遠日点

- ダストサイズ: $\beta = 10^{-3}, 10^{-2}, 10^{-1}$

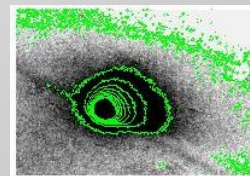
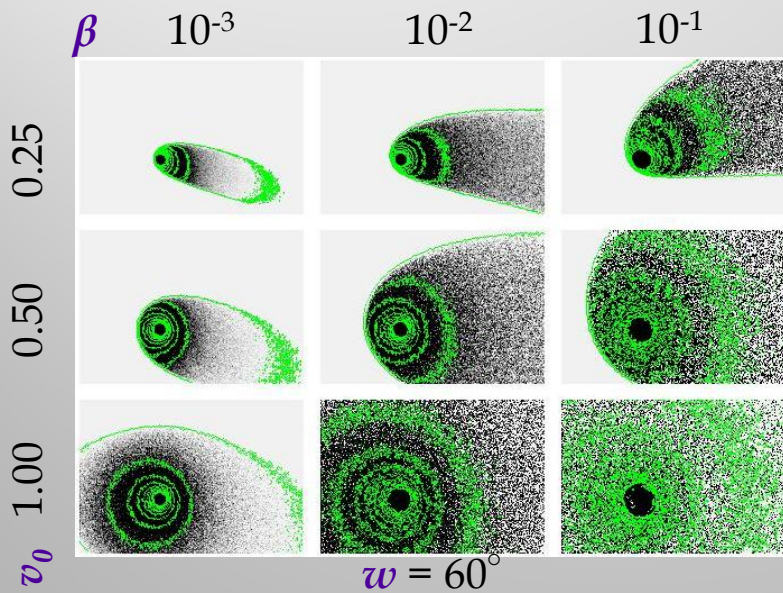
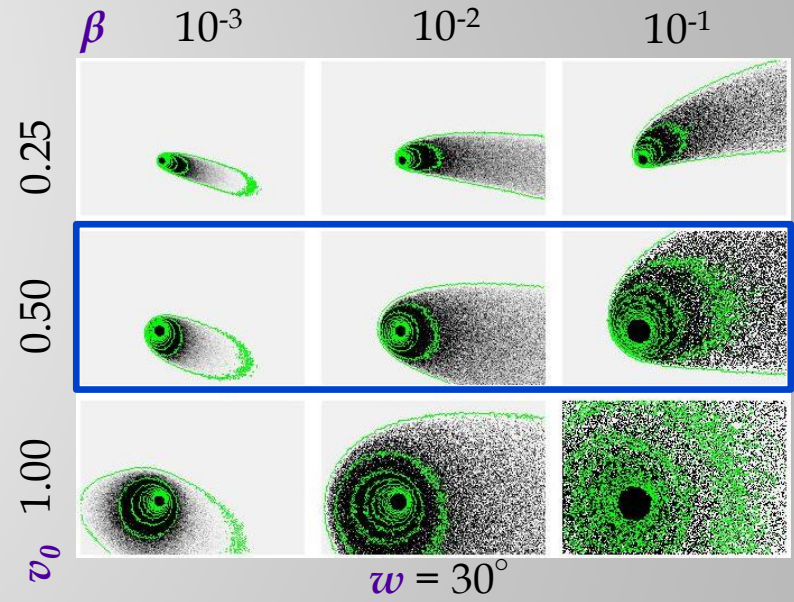
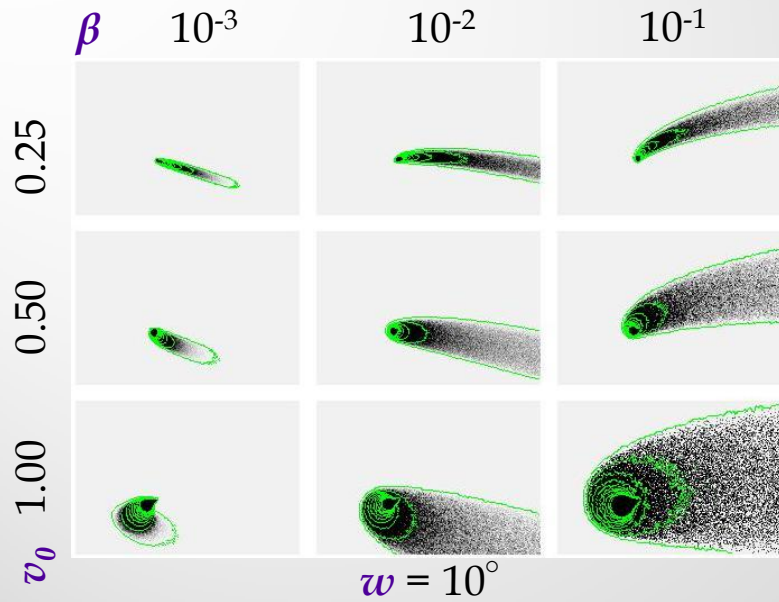


放出方向：太陽方向



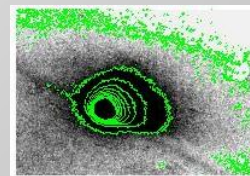
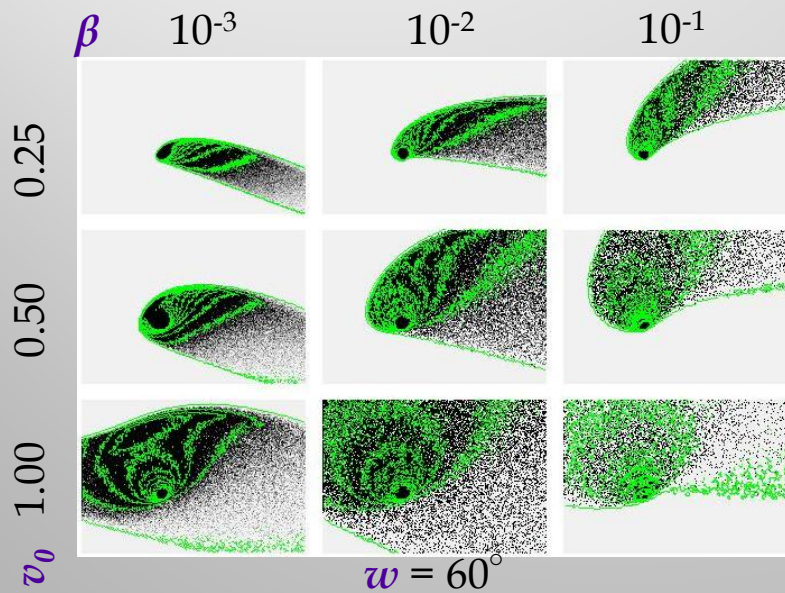
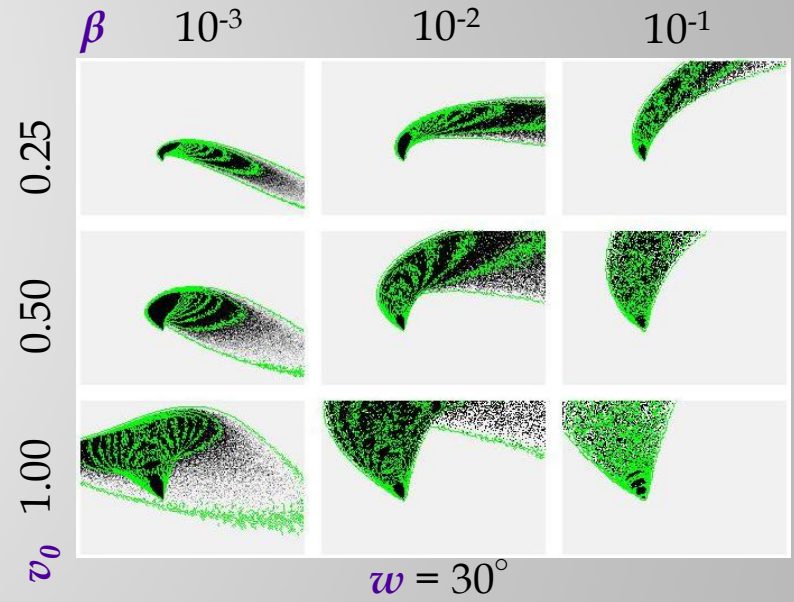
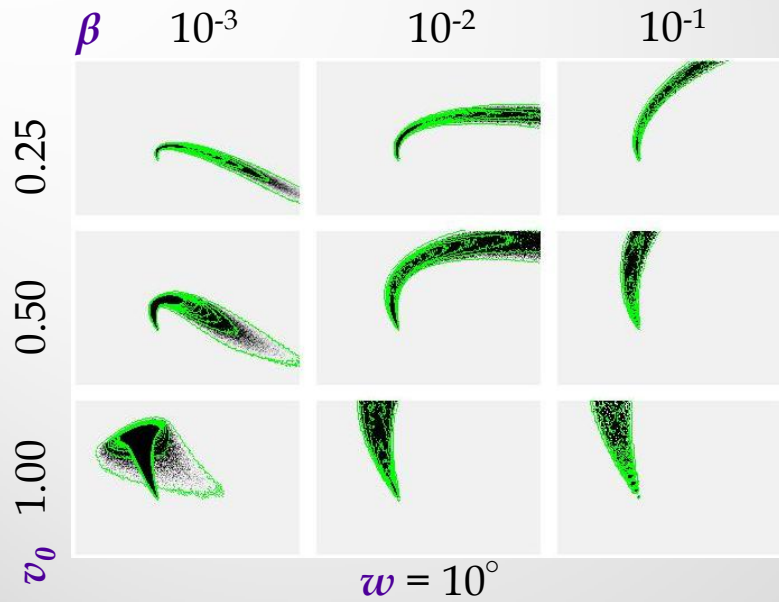
観測画像(Oct 2, 2010)

放出方向 : $\theta=45^\circ, \phi=0^\circ$



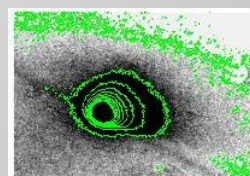
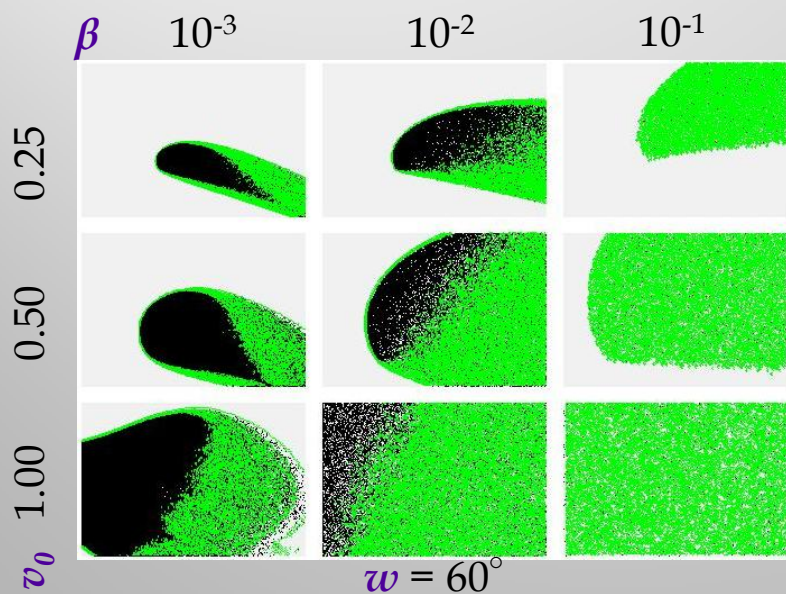
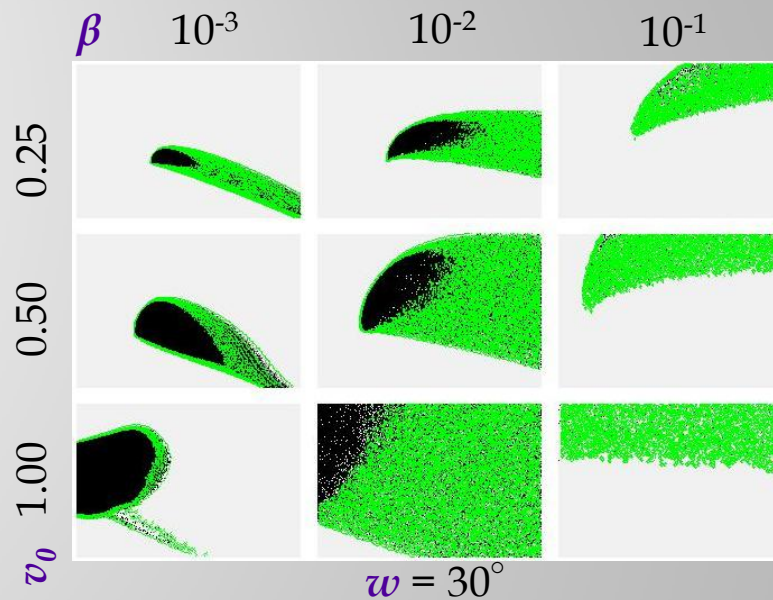
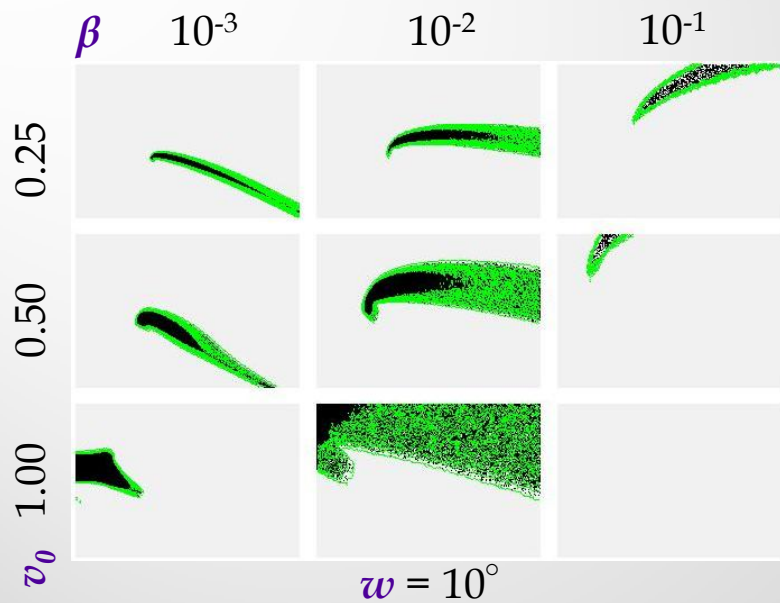
観測画像(Oct 2, 2010)

放出方向 : $\theta=45^\circ, \phi=90^\circ$



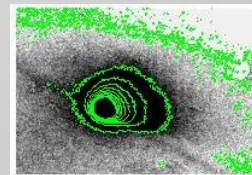
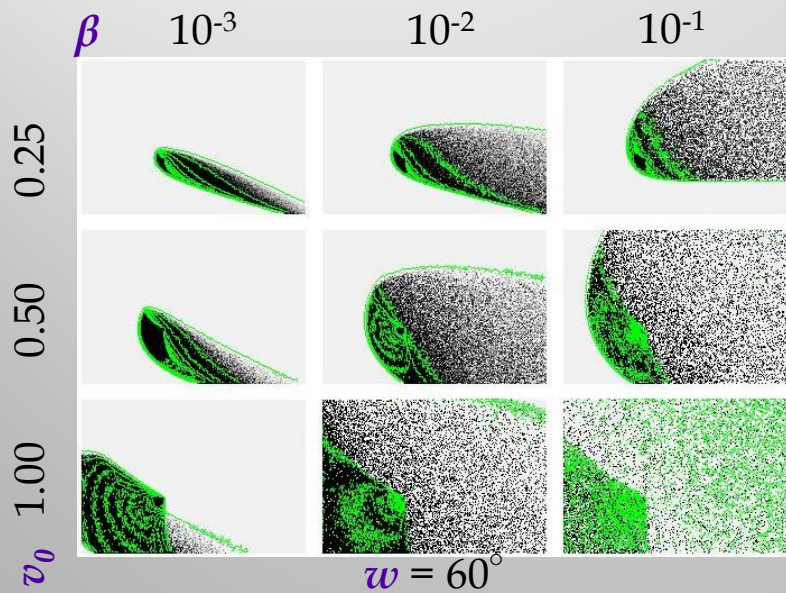
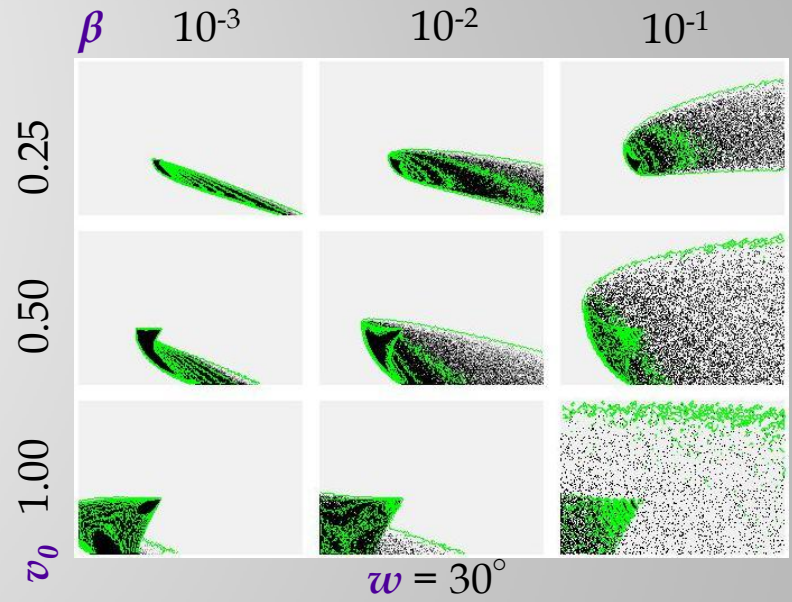
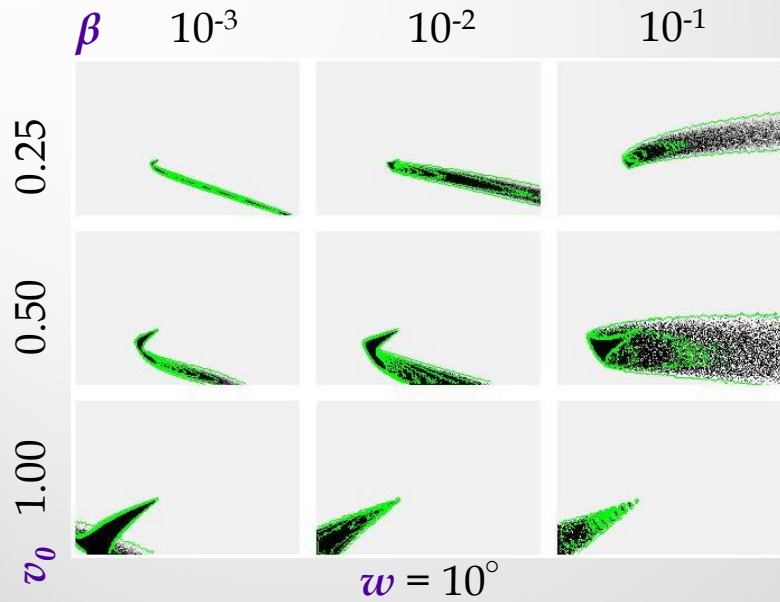
観測画像(Oct 2, 2010)

放出方向 : $\theta=45^\circ, \phi=180^\circ$



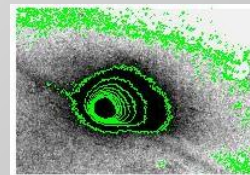
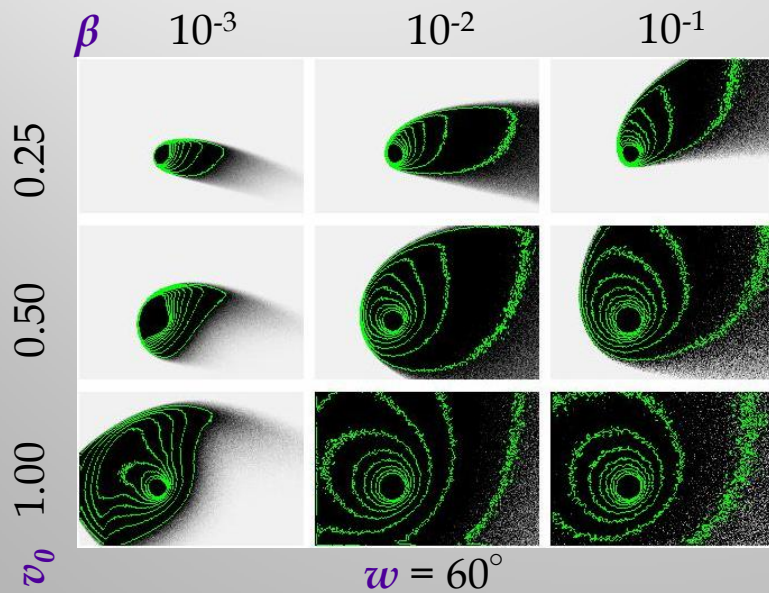
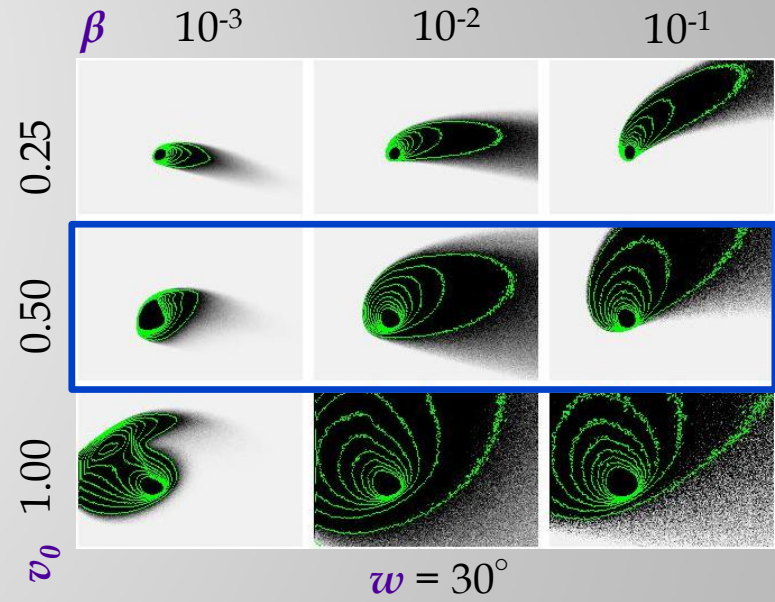
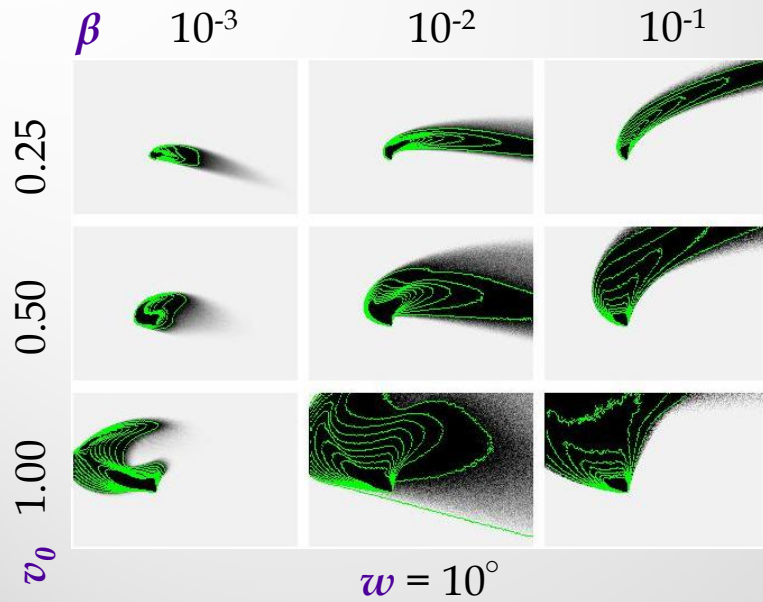
観測画像(Oct 2, 2010)

放出方向 : $\theta=45^\circ, \phi=270^\circ$



観測画像(Oct 2, 2010)

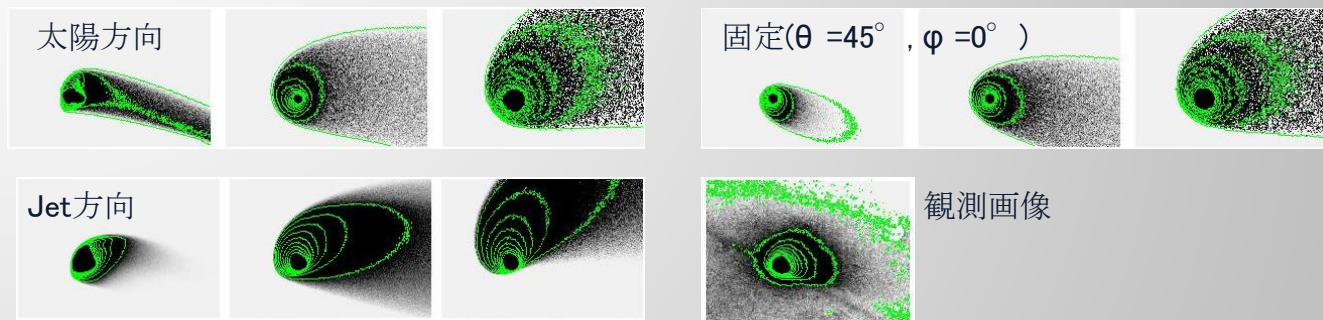
放出方向 : Jet (region 2)



観測画像(Oct 2, 2010)

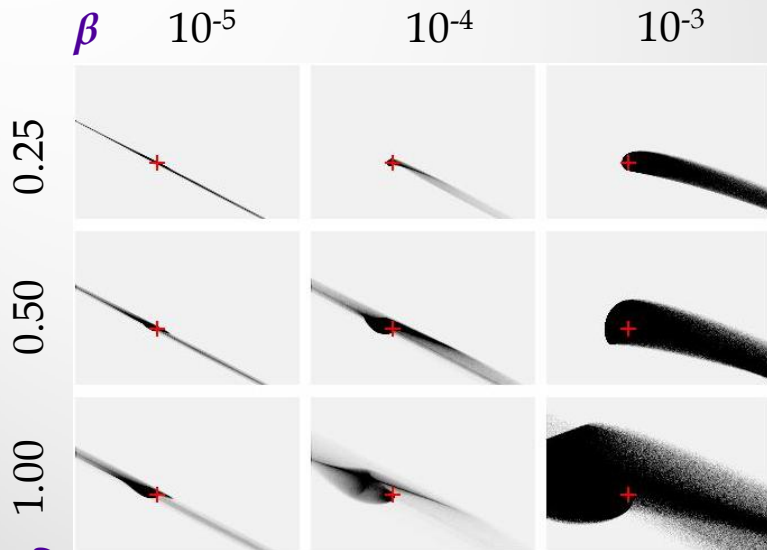
トレイルのシミュレーション

- ☐ コマのシミュレーションでは、
 - 太陽方向、固定($\theta = 45^\circ$, $\varphi = 0^\circ$)、Jet方向の3つが観測画像と近かった
 - coneは、 30° が一番近い

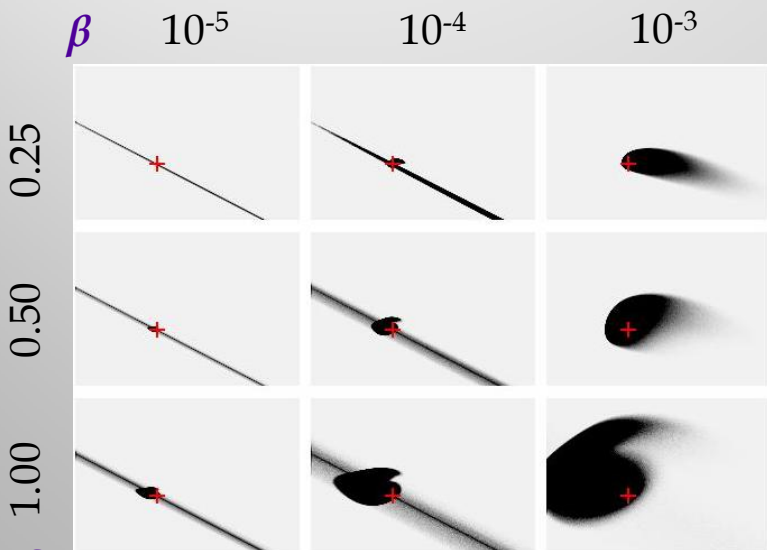


- ☐ 上記の3つの放出方向について、トレイルのシミュレーション
 - 放出率 : $P \propto I$ (I : 日射強度)
 - 放出速度 : $v = v_0 (I/q^2)^\beta \beta^{0.5}$ (q : 近日点距離、 β : 輻射圧/重力)
 $v_0 = 0.25, 0.50, 1.00$ km/s
 - コーン角度 : $w = 10, 30, 60^\circ$
- ☐ ダスト放出開始 = 前々回の遠日点
- ☐ ダストサイズ : $\beta = 10^{-5}, 10^{-4}, 10^{-3}$

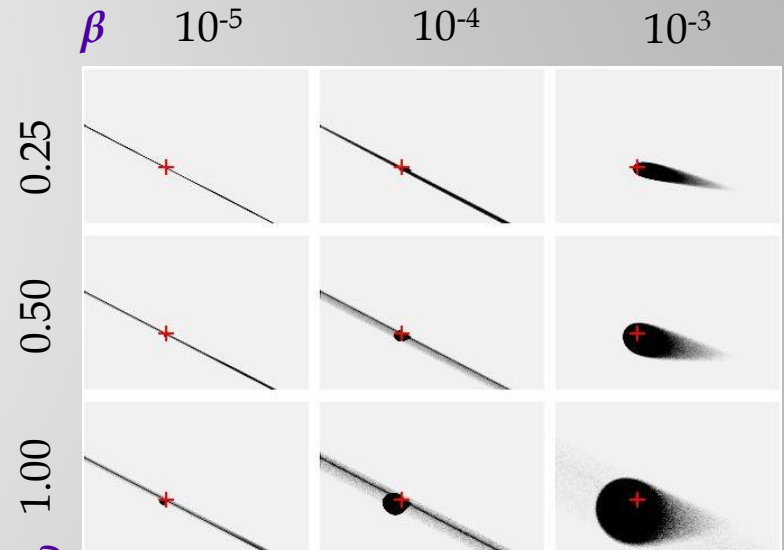
Oct. 2, 2010 (@木曾)



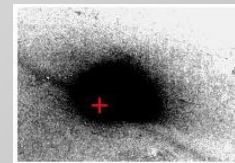
放出方向 : 太陽方向, $w = 30^\circ$



放出方向 : Jet, $w = 30^\circ$



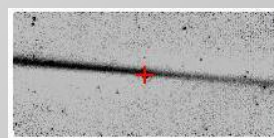
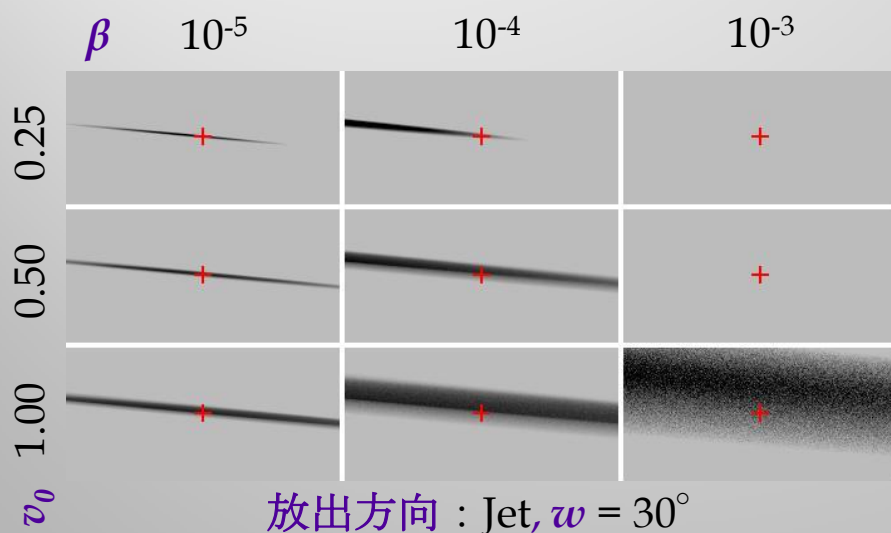
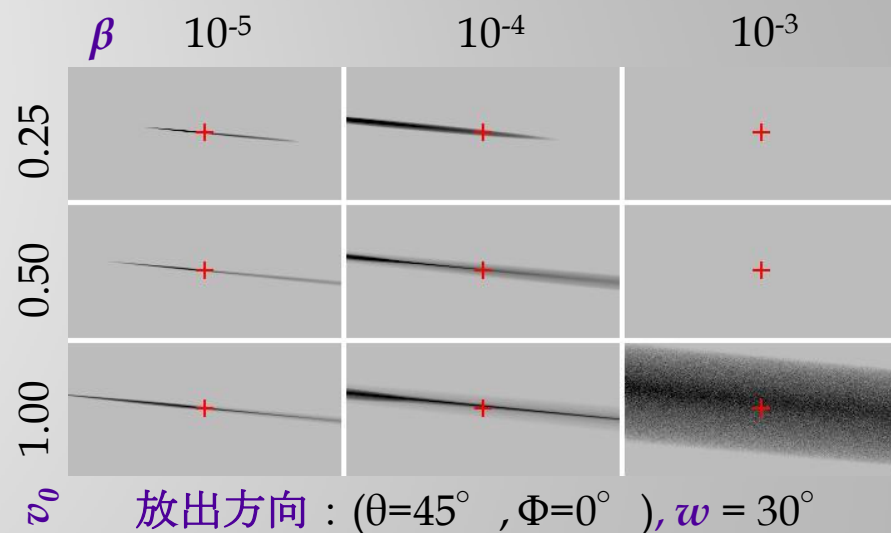
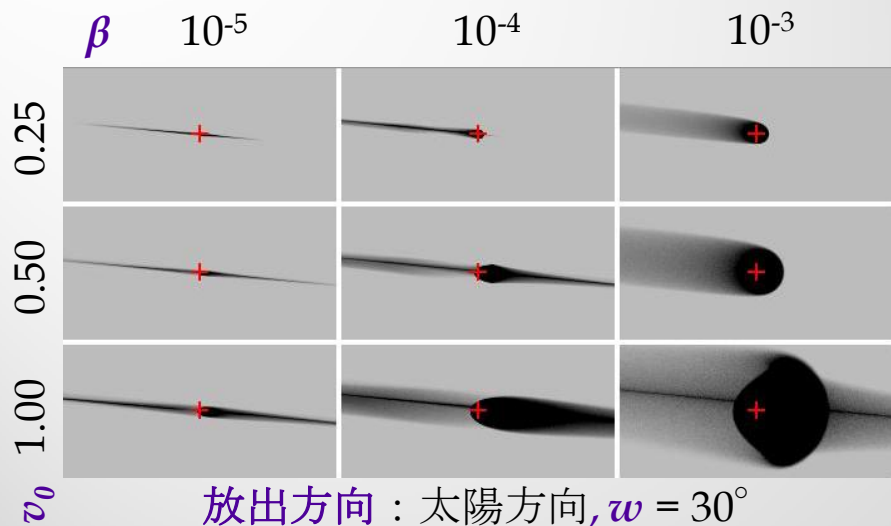
放出方向 : $(\theta=45^\circ, \Phi=0^\circ)$, $w = 30^\circ$



観測画像(Oct 2, 2010)

$\beta < 10^{-4}$ でないと、トレイルが形成されない

July 8, 2004 (w/Spitzer)



観測画像 (Oct 2, 2010)

Jetのモデルは、核とトレイルのずれを再現できている

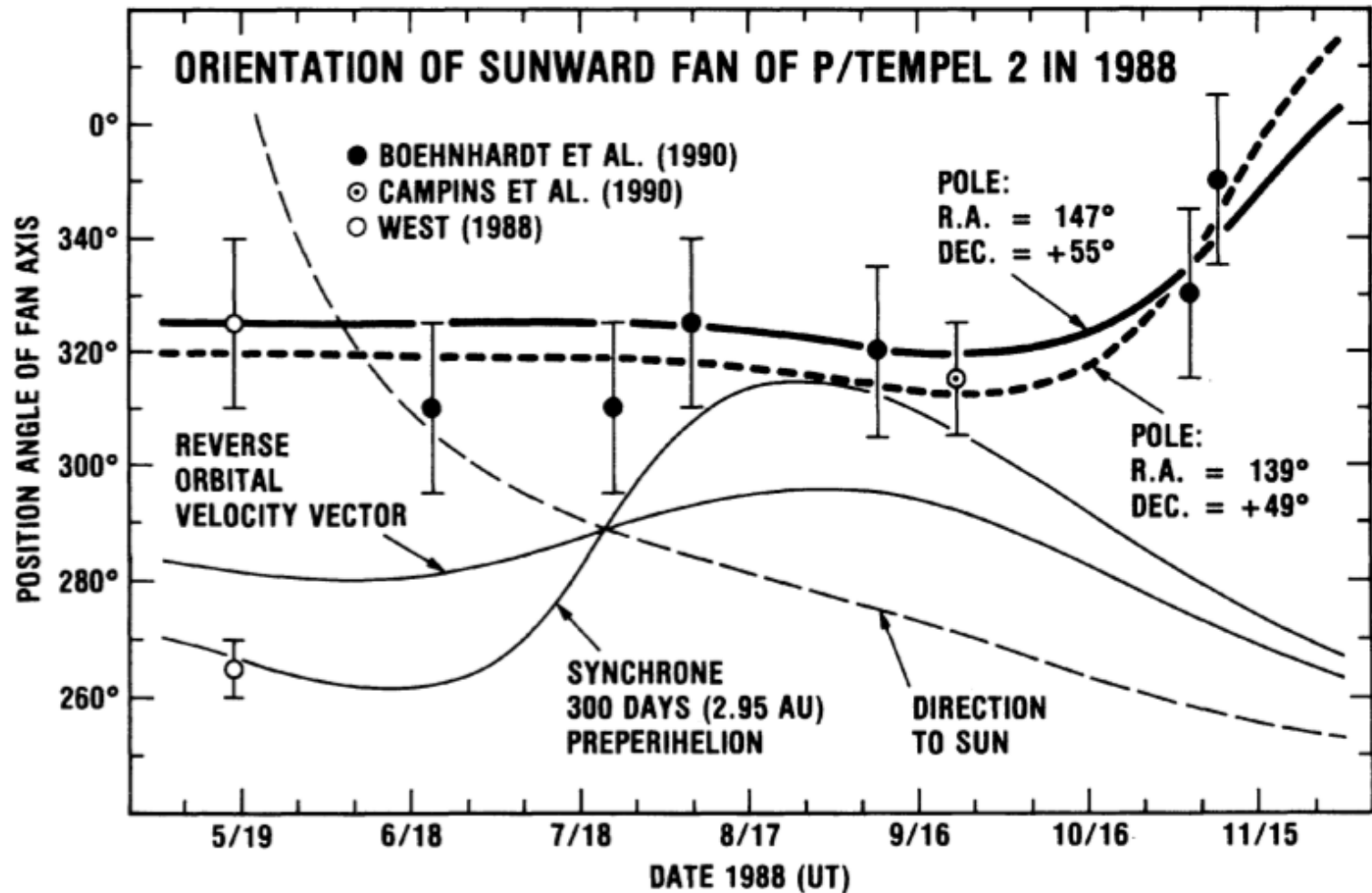
ここまでのまとめ

- ▣ Sekaninaのモデルで、観測を非常によく再現できる！！！！
- ▣ 今回のパラメータの中では、コーン角 30° がベスト
- ▣ 少なくとも、 $\beta < 10^{-4}$ のダストを放出しないとトレイルが形成されない

Future Work

- ▣ 画像の一致度を定量的に評価する
- ▣ 秋までに論文にまとめる

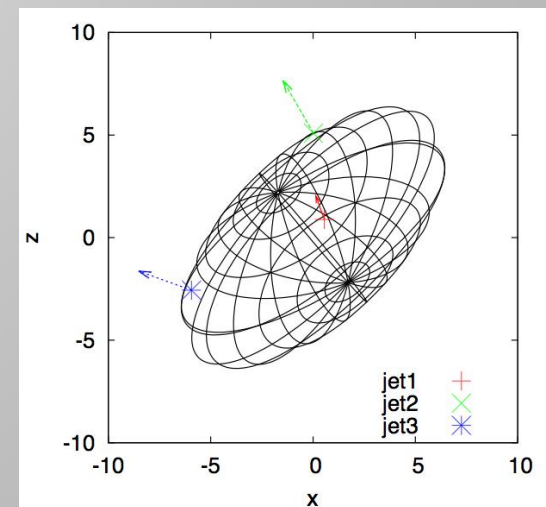
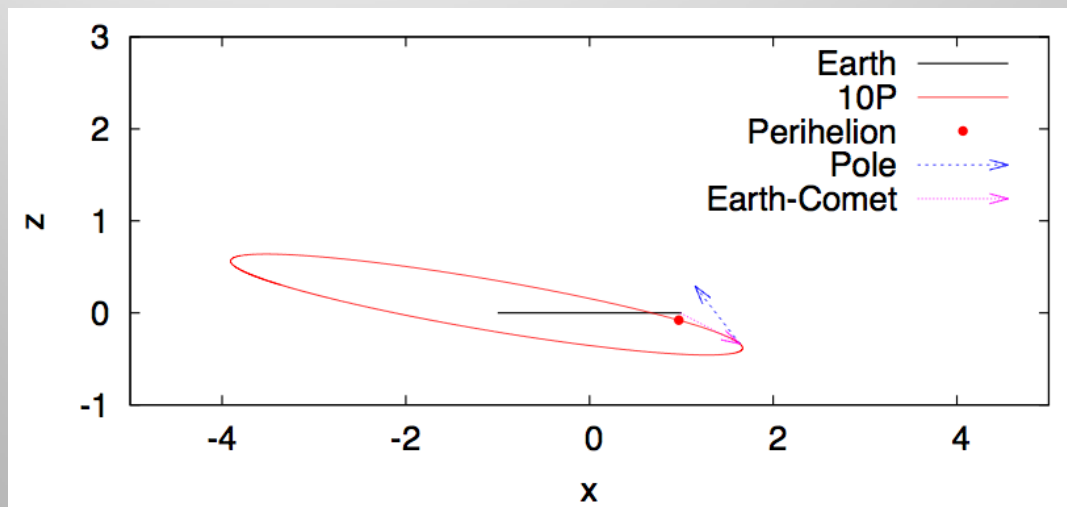
自轉軸 (Sekanina 1991)



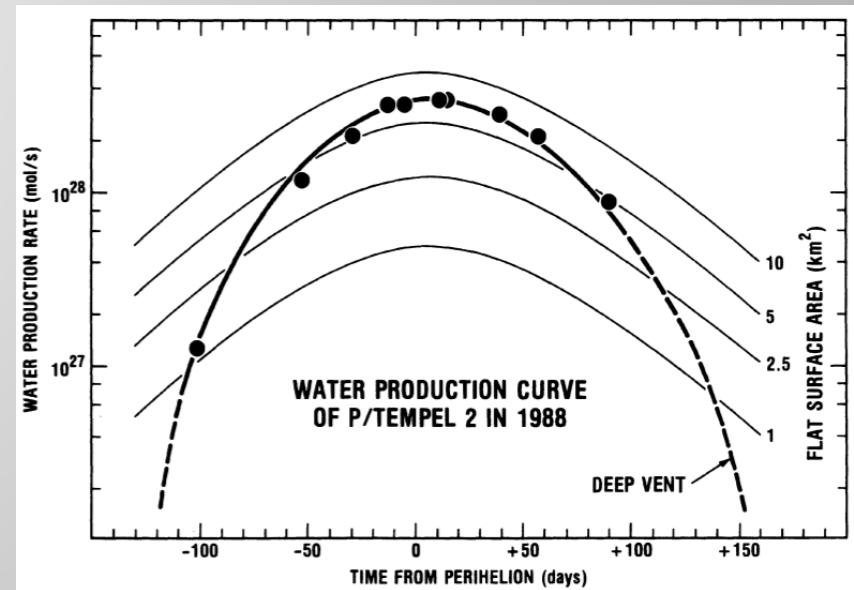
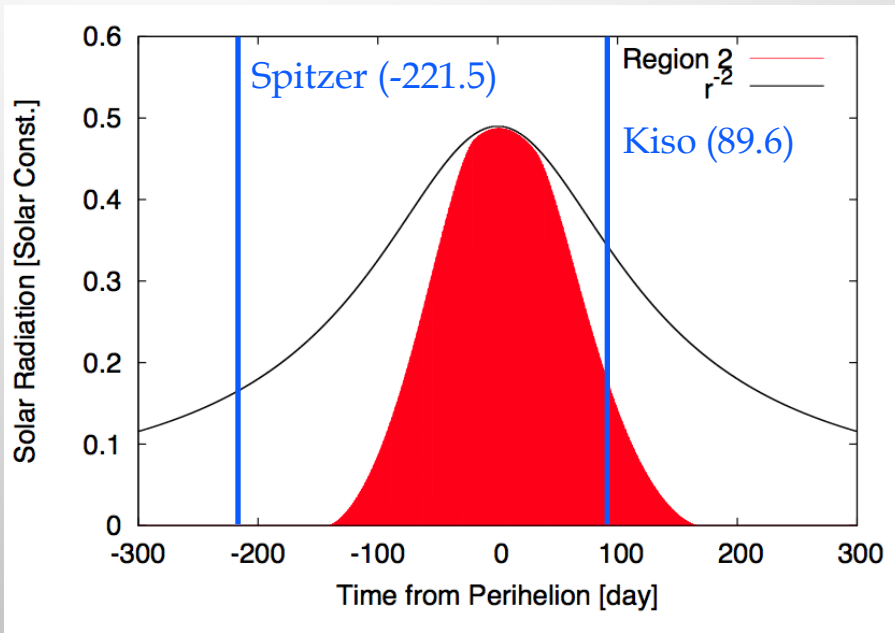
活動領域 (Sekanina 1991)

TABLE 14. Summary of information on the discrete dust emission regions on the nucleus of P/Tempel 2 on 22–30 June 1988.

Quantity	Region I	Region II	Region III
Time of maximum amount of dust observed in coma, t_{\max} (UT)	June 22.255	June 30.608	June 30.701
Time of corresponding peak production rate of dust (local noon), t_{peak} (UT) ^a	June 22.210	June 30.556	June 30.649
Time of preceding primary minimum on nucleus light curve (UT)	June 22.106	June 30.292	June 30.292
Cometocentric longitude of Earth, L_{\oplus} ^b	6°.6	5°.0	5°.0
Cometocentric longitude of Sun, L_{\odot} ^b	15°.5	18°.4	18°.4
Body-frame cometocentric longitude of active region's center, Λ ^{c,d}	264°	146°	11°
Body-frame cometocentric latitude of active region's center, B ^{c,e,f}	+41°	+29°	+19°
Radius of triaxial ellipsoid at location of active region, δ	4.1 km	5.2 km	6.6 km
Estimated average contribution to total dust production ^g	38 percent	50 percent	12 percent
Estimated potential emission area of active region ^h	5.4 km ²	7.2 km ²	1.7 km ²
Estimated potential emission area as fraction of nucleus surface area ^h	1.4 percent	1.9 percent	0.5 percent
Estimated diameter of active region at floor (active surface) ⁱ	2.6 km	3.0 km	1.5 km
Estimated diameter of active region at nucleus surface ⁱ	3.3 km	3.8 km	1.9 km
Estimated depth of active region ⁱ	2.1 km	2.4 km	1.2 km



活動領域での日射変化

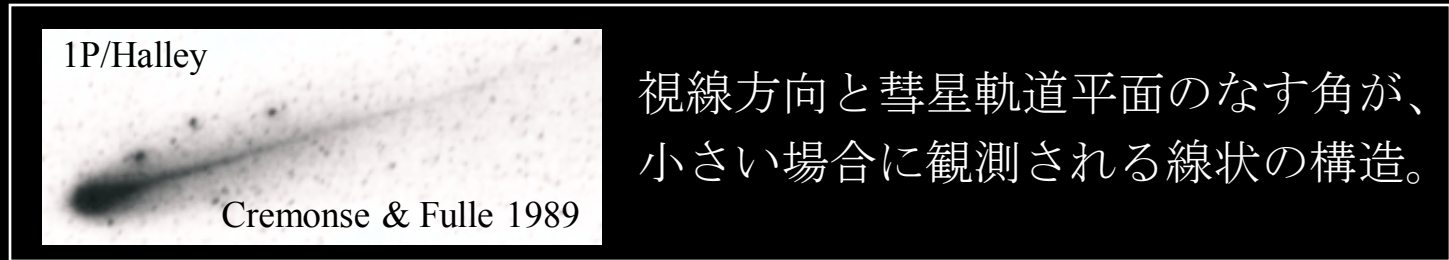


Sekanina 1991

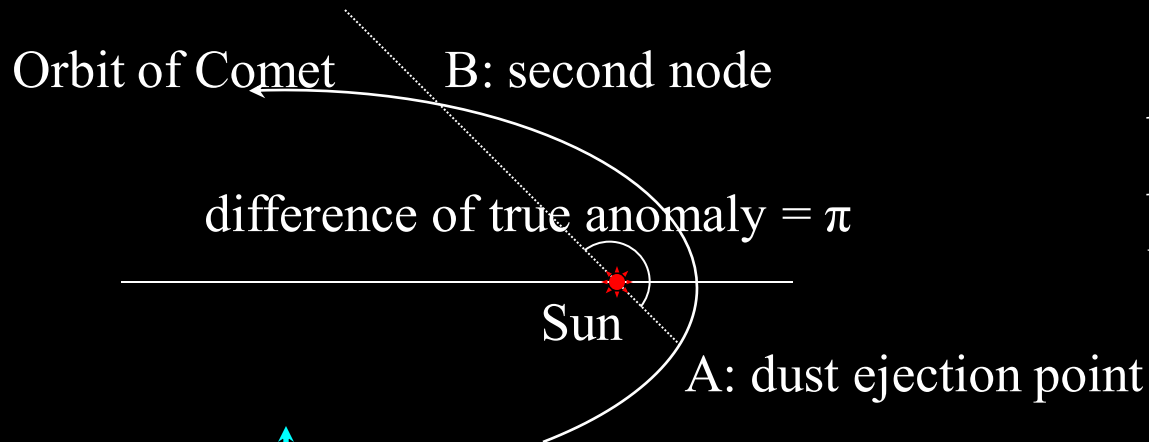
近日点通過日 : July 23, 2010
Feb 14, 2005

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。

