

内部太陽系小天体の進化トラック

— 彗星と小惑星のきわどい関係 —



渡部潤一、佐藤幹哉
(国立天文台)

特異小惑星から彗星に

1977年発見

1989年彗星登録

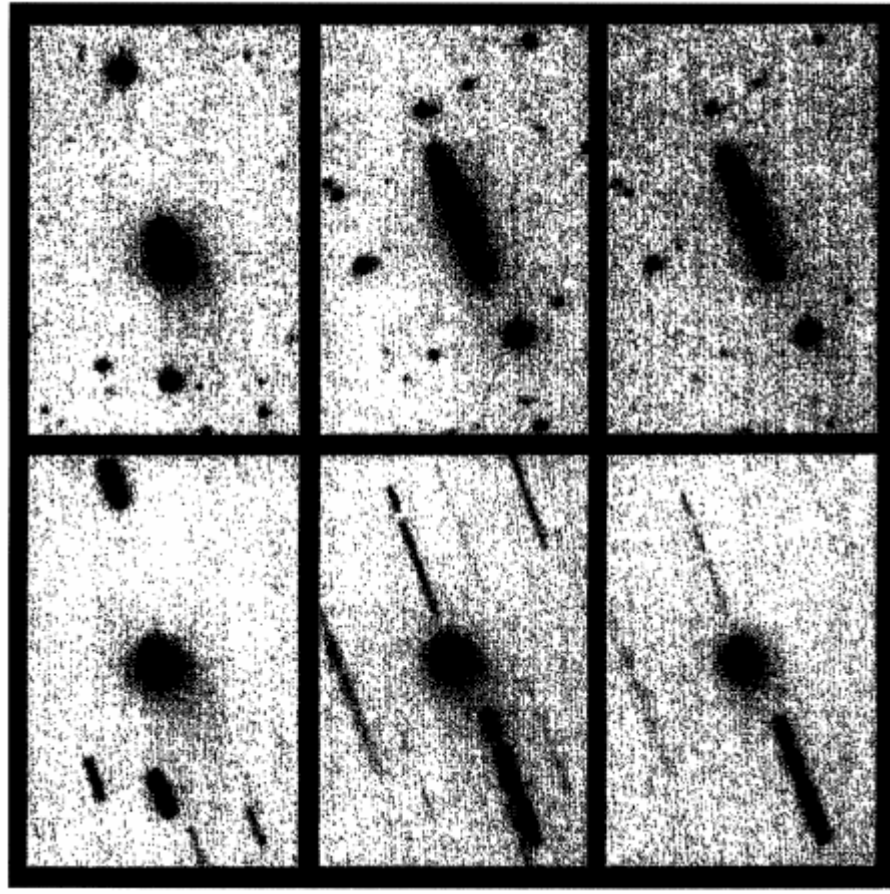
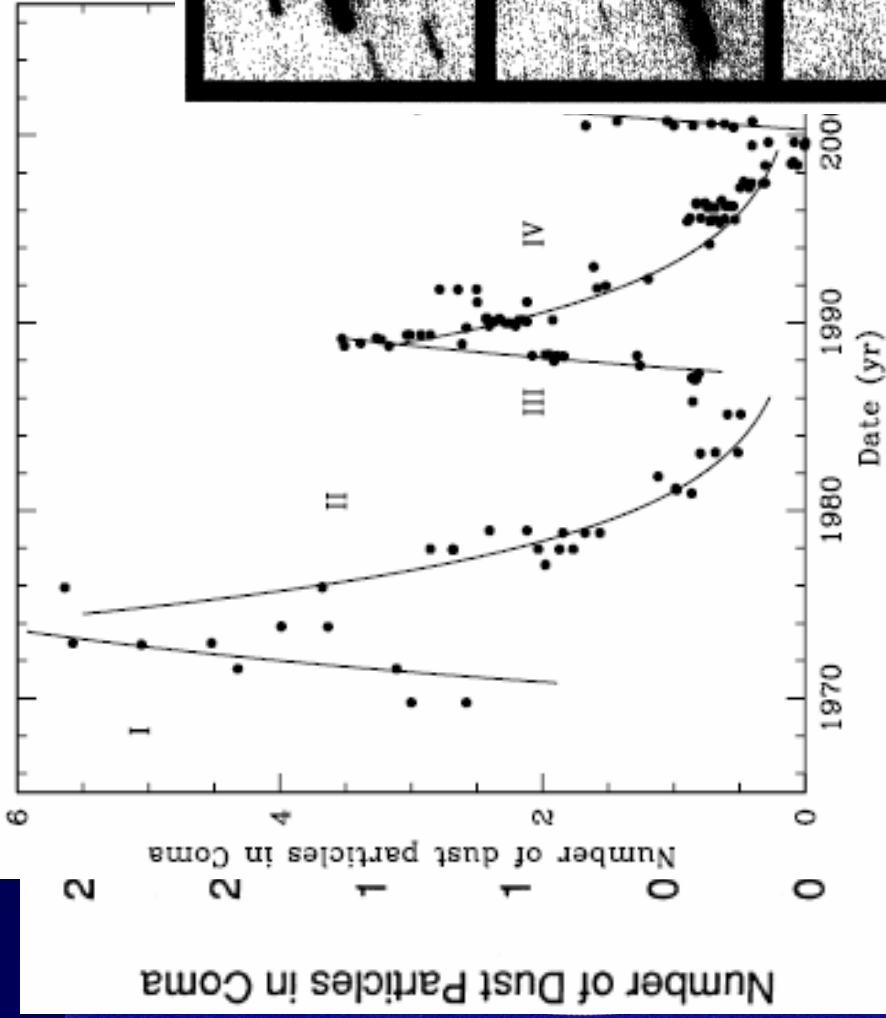
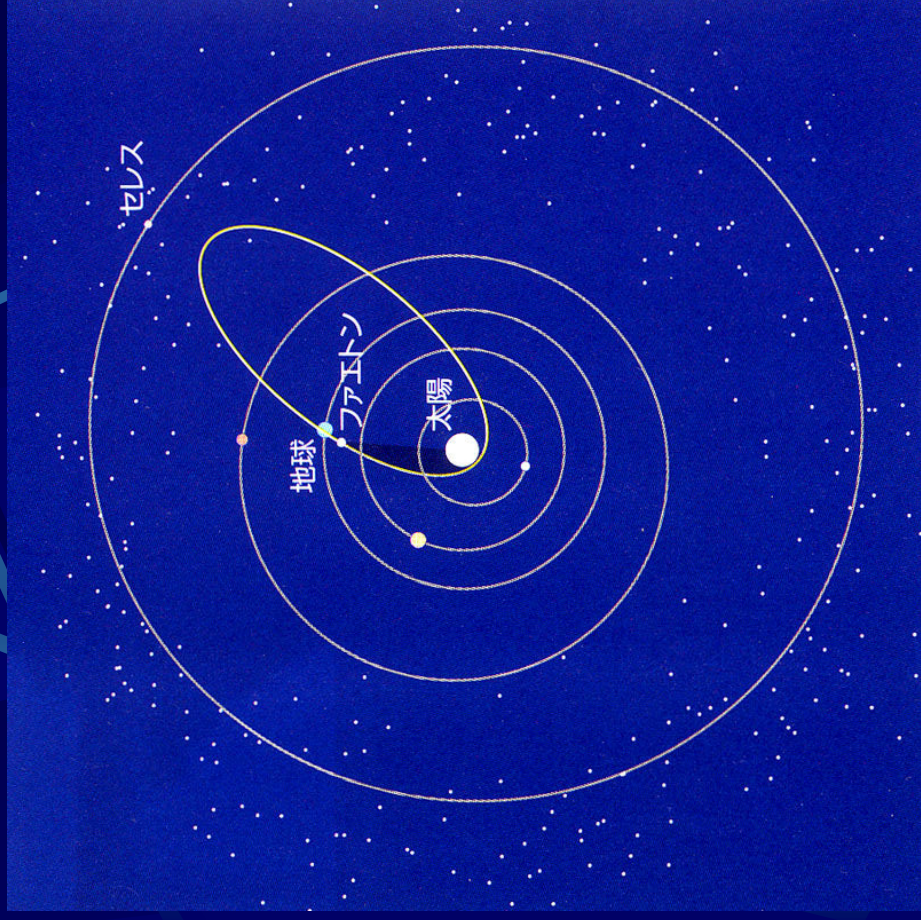


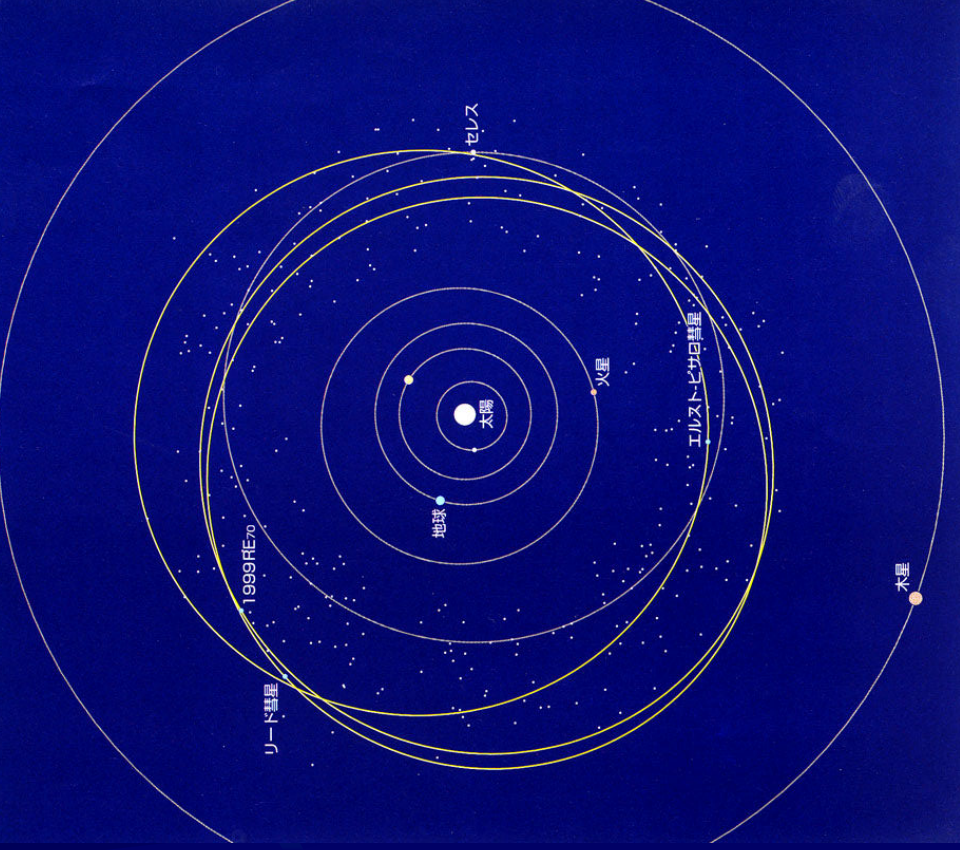
FIG. 5. Number of dust particles in the coma of Chiron versus: ordinate is in units of $(R_{\text{Chiron}}/a_d)^2 = 8.1 \times 10^{21}$ particles. Superimposed the fits to the model for each region as described in the text. of the fits are given in Table IV.

流星を降らす小惑星

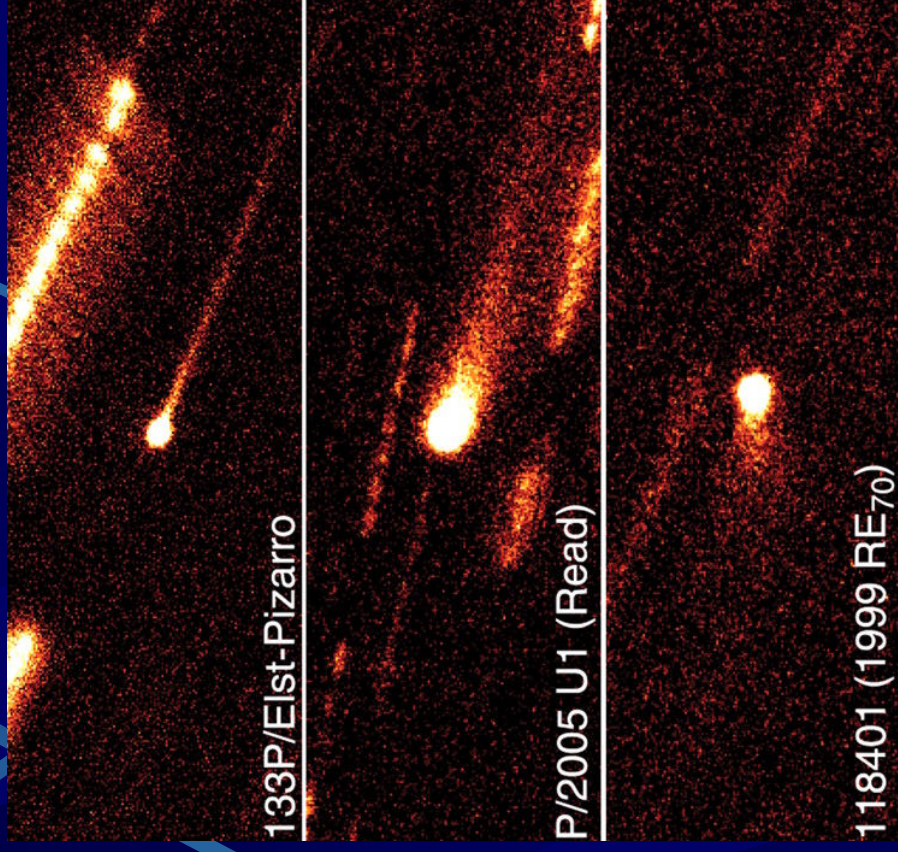
1983年発見
ふたご座流星群母親



小惑星帯の中の彗星？



1996-2005年発見



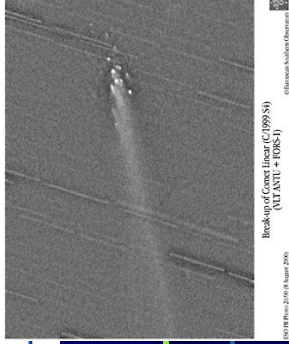
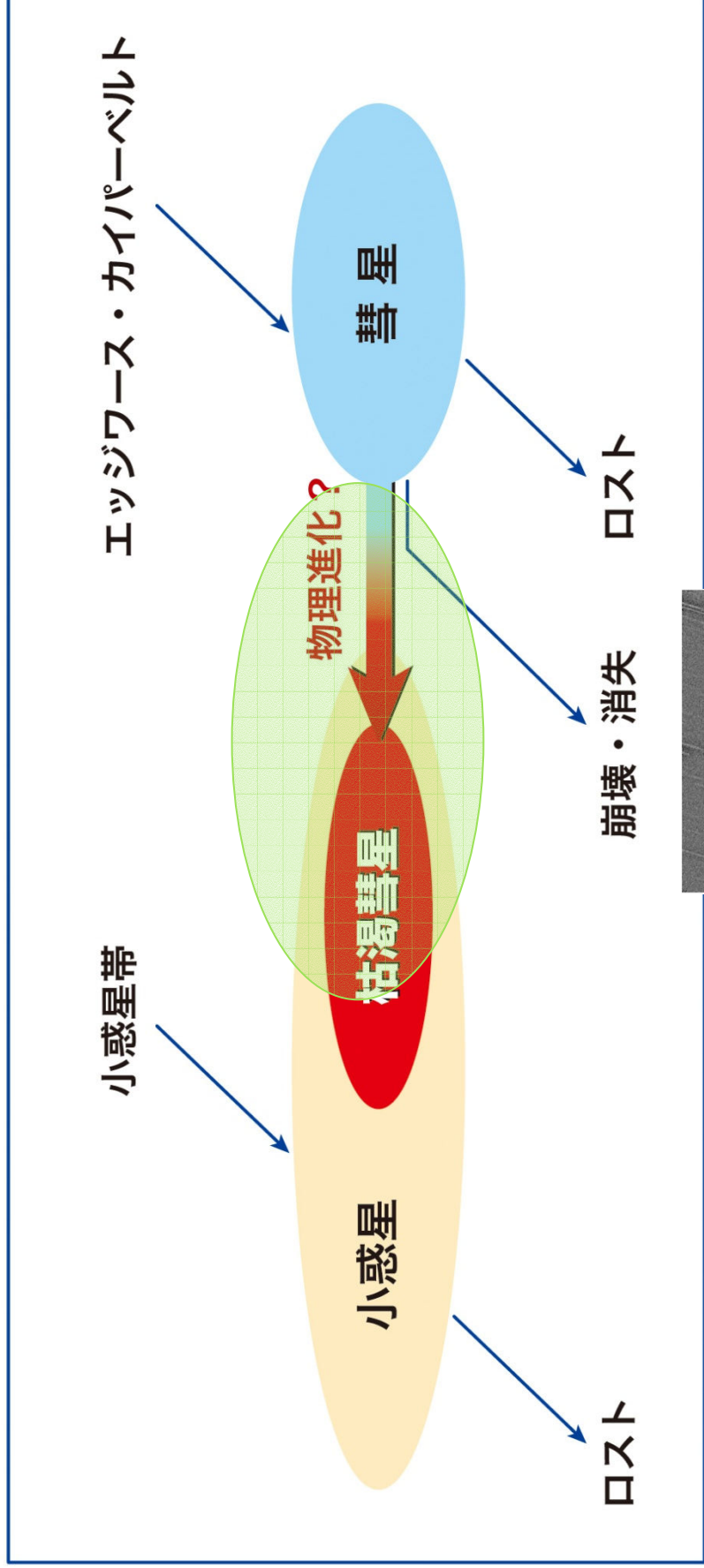
小惑星帯というだけでなく、テミス族メンバー

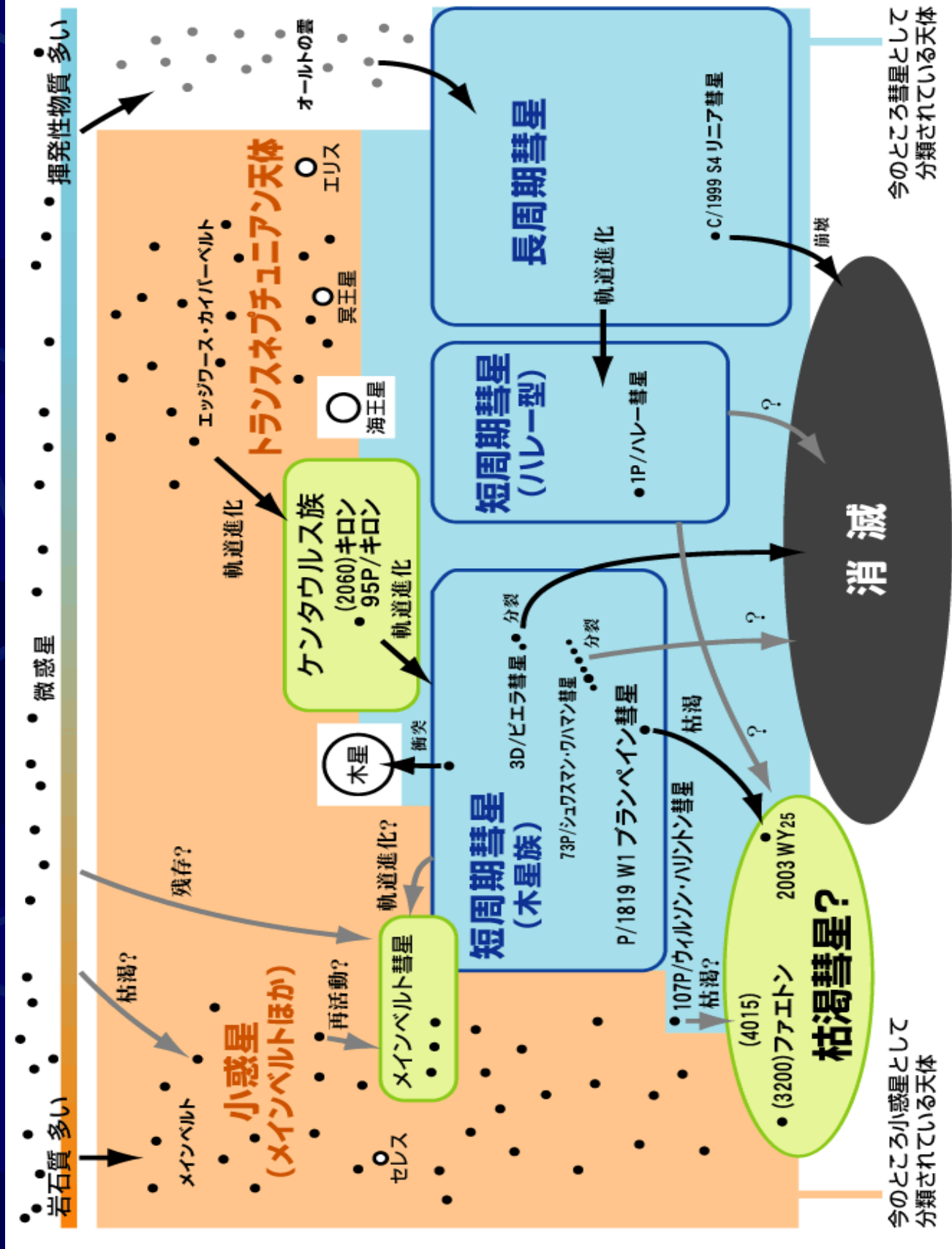
Jewitt & Hsieh, Science 2006: Vol. 312. pp. 561-563

小惑星と彗星

- もともとは観測的な(みかけの)区別しかない
- 両者の間が(物理的に)連続的に繋がってきた
 - > 天文学的には“小天体”と呼ぶべき?
- 両者に時間軸上の関係があるのか?

内部太陽系小天体の進化トラック





今のところ小惑星として分類されている天体

今のところ彗星として分類されている天体

ついに、この進化過程にある 決定的天体の存在を証明

- 「ほうおう座流星群」の母天体

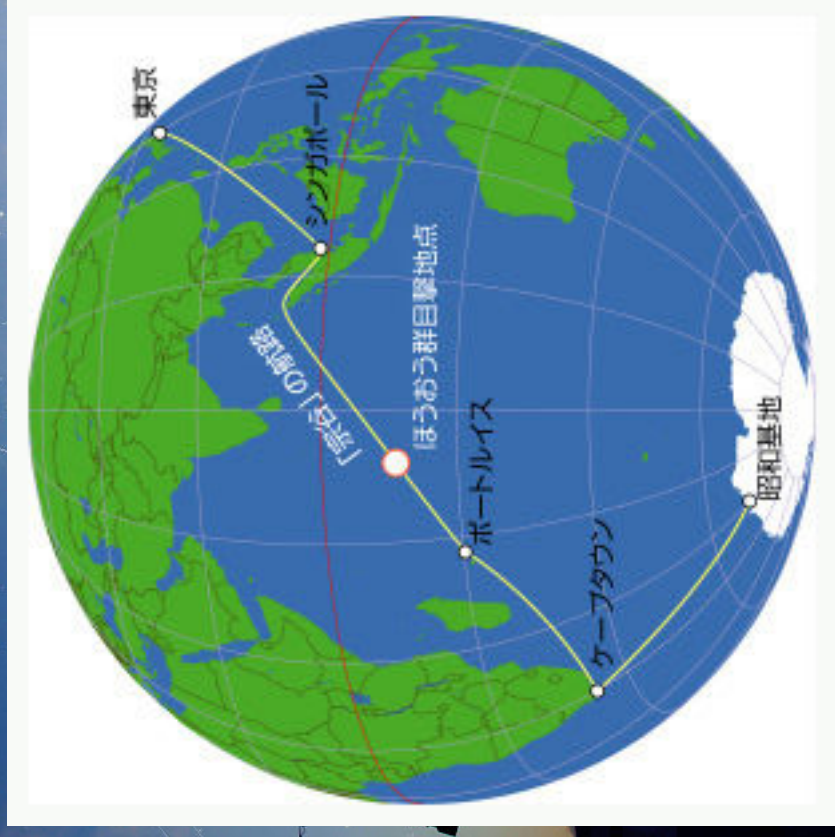
- Asteroid 2003WY25 =

- Comet D/1819 W1 (BLANPAIN)

1956年12月5日

- 南極観測船「宗谷」インド洋上航海中、突如の流星雨に遭遇
- 第一次南極越冬隊・中村純二氏らによって貴重な記録が残される

Huruhata &
Nakamura(1957)



南極新聞

発行所
南極新聞社
観測船宗谷

急いでカメラを取り出し、オ
ーロラ用の架台から撮影し
た。この時既に幅は三度に及
び、色は次第に淡く、銀河あ
ら、星雲のより々々々々々

南極新聞

上

昭和31年11月8日～昭和31年12月24日
朝比奈菊雄編



死んでいるとすれば、今日は
恐ろしい日だ”などと話し合
って旅情をなつかしんでい
た。しかしこのような壮観に
会うと、流星観測は、雨水に
含まれる流星塵によって行な
う”などとすましていられな

突破していたであろう。多年
の経験を持たれる下松氏も
“こんなに多いのは始めてで
すね”という。余りに美しい
幻のような光景に、フト南の
空も宗谷の門出を祝っている
のではなからうかといった感

南十字星が少しかすんだまま
南の空に上って来た。

中村純二記

寄稿 星学のすすめ

われまた流星雨をみたり。

1956年12月5日の流星雨

- 14h ~ 18h 一時間あたり100個以上
- 16h 30m 極大 ~ 300個
- 輻射点 $\alpha = 356^\circ$ $\delta = -43^\circ$
(ほうおう座)
- 放物線軌道を仮定した流星群軌道は、ブランペイン彗星(1819VI)と似ている事を指摘
 $\Omega = 73^\circ$ $q = 0.9995$ $i = 12^\circ$
 $\Omega = 77.4^\circ$ $q = 0.892$ $i = 9.4^\circ$ $e = 0.699$
($T = 1819$ Nov. 20.8)

(Huruhata, Nakamura, 1957)

ほうおう座流星群

- 1956年以後は、ほとんど出現せず
- 母彗星も1819年に一度だけ出現し、その後、行方不明となっているブランプイン彗星？
- しかし、この彗星も行方不明
- 幻の流星群として伝説となっていた

母天体、発見？

- 2003WY25という小惑星の発見
- 2005年、その軌道がブラッイン彗星に酷似していることが判明
- ダスト・トレイル理論を適用、計算

ダスト・トシイル理論とは？

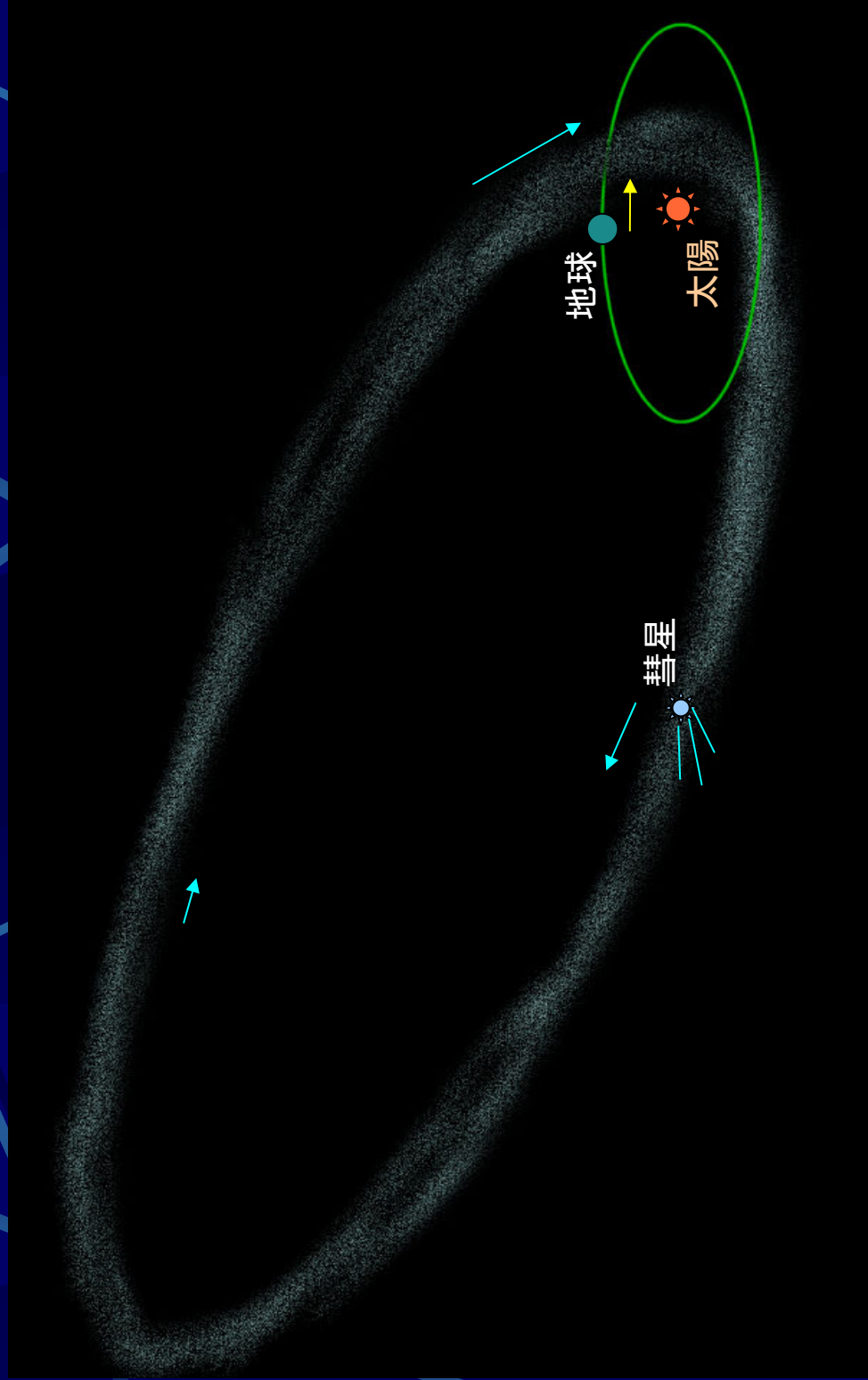
◆旧理論では

- ◆直近の母彗星の軌道だけを考え
- ◆流星塵は太い一本のチューブとして分布

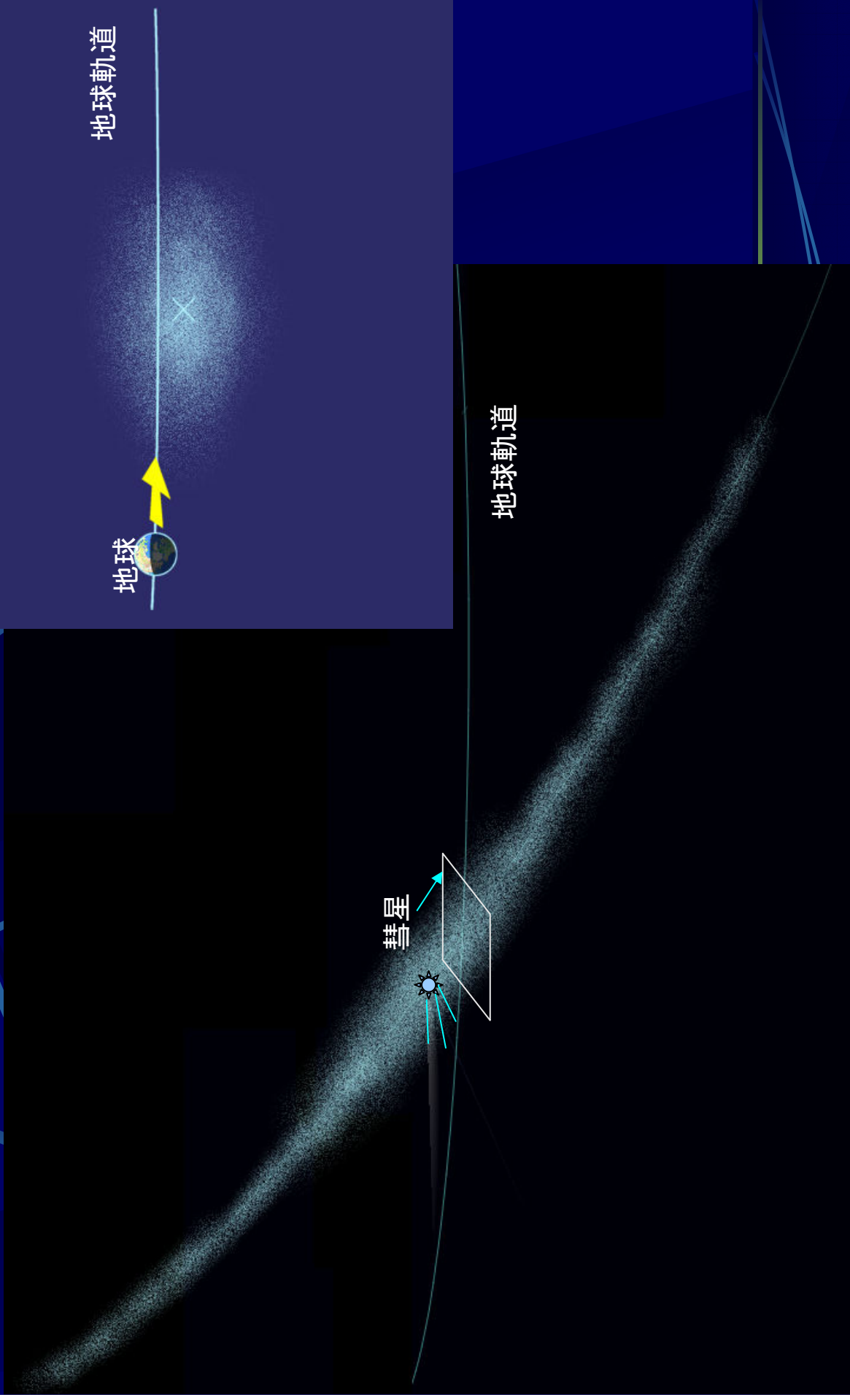
●新理論(ダスト・トシイル理論)とは

- ◆母彗星の回帰毎の軌道を基準に塵粒の細かいチューブ(ダスト・トシイル)を独立に仮定
- ◆それぞれが、どの場所にあるかを算出
- ◆地球とトシイルの位置関係から出現予測
- ◆出現数は、過去の遭遇実績と出現数から推定

流星群



流星群のキュウリ論



流星群の新理論 (ダスト・トレイル理論)

ダスト・トレイル

ダスト・トレイル

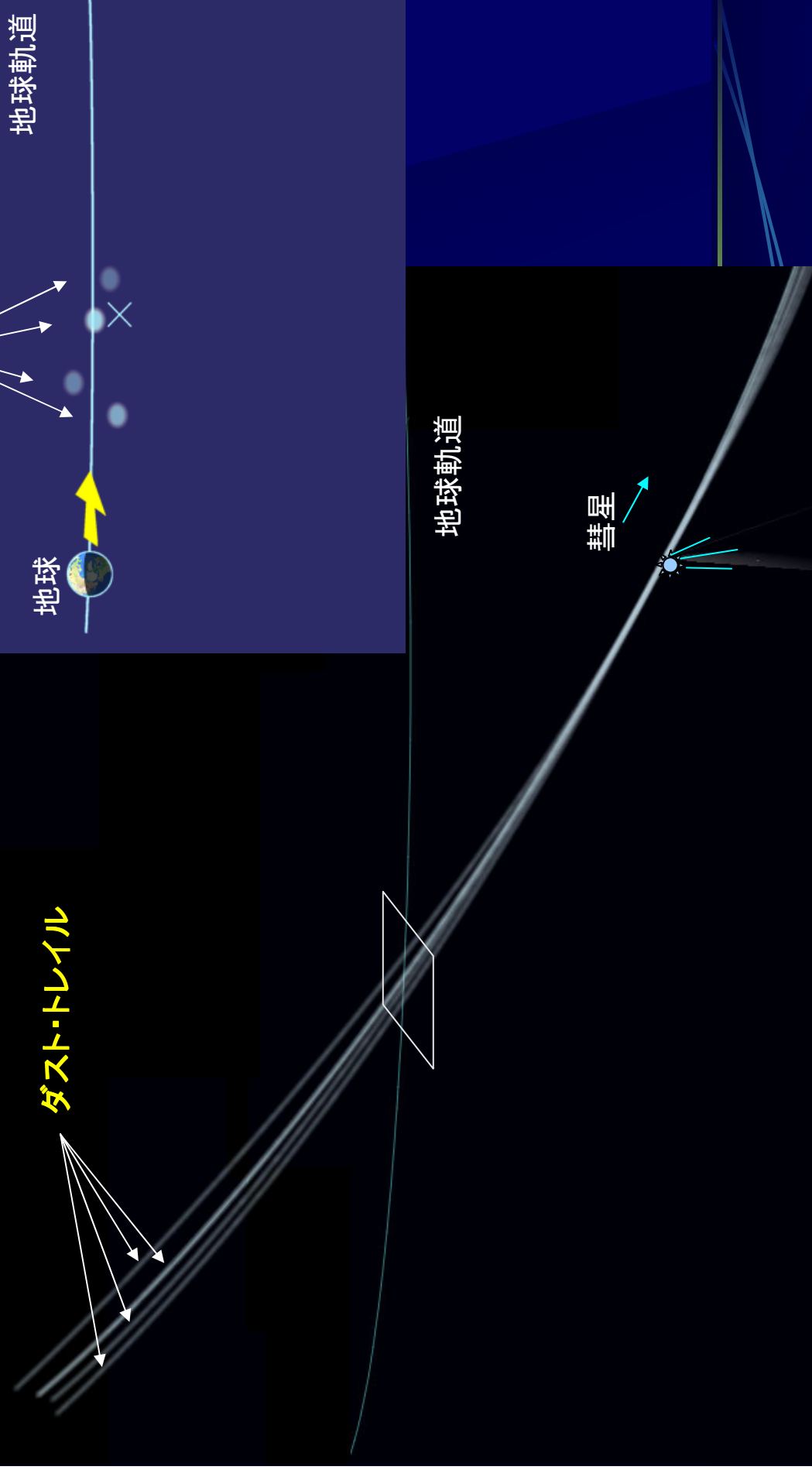
地球軌道

地球



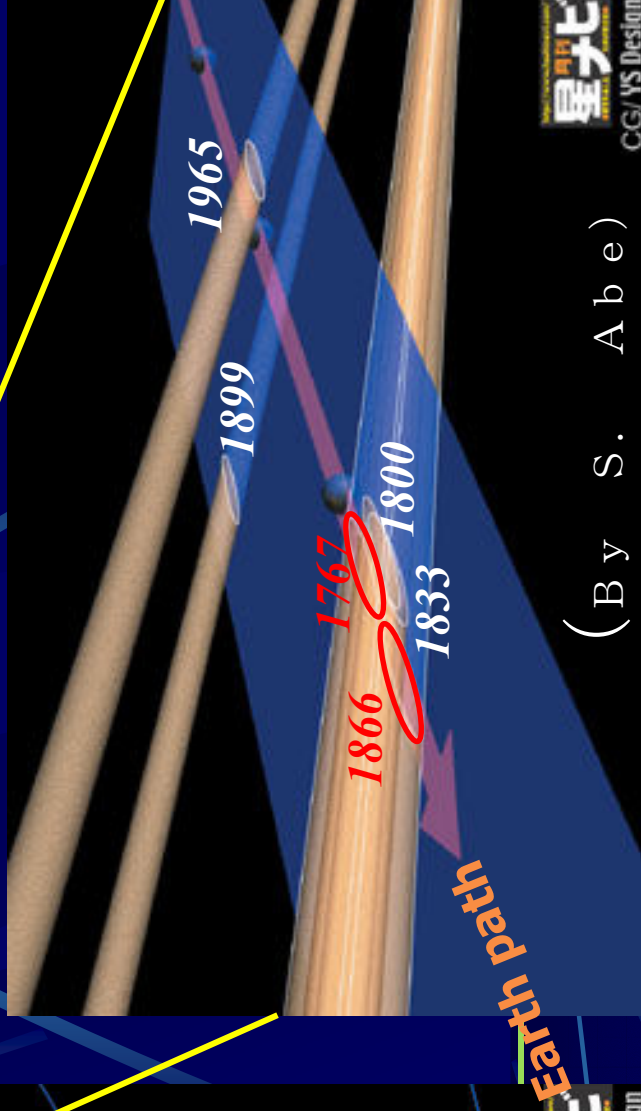
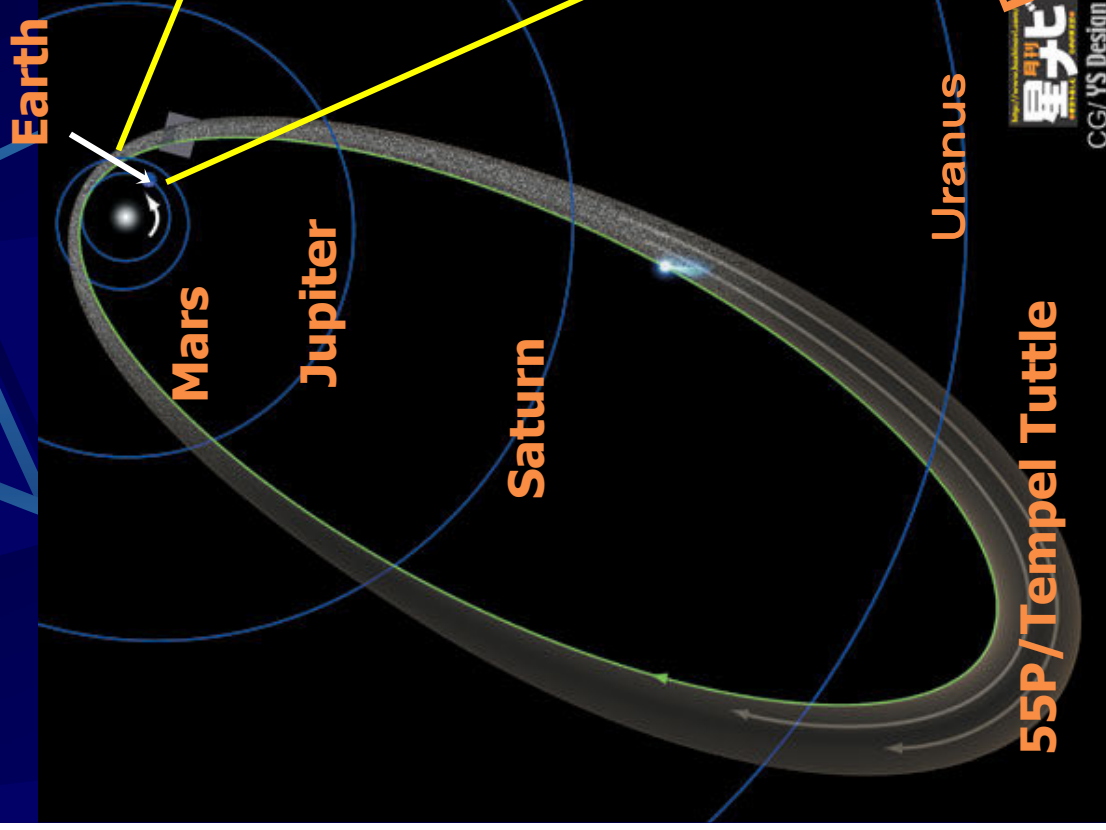
地球軌道

彗星



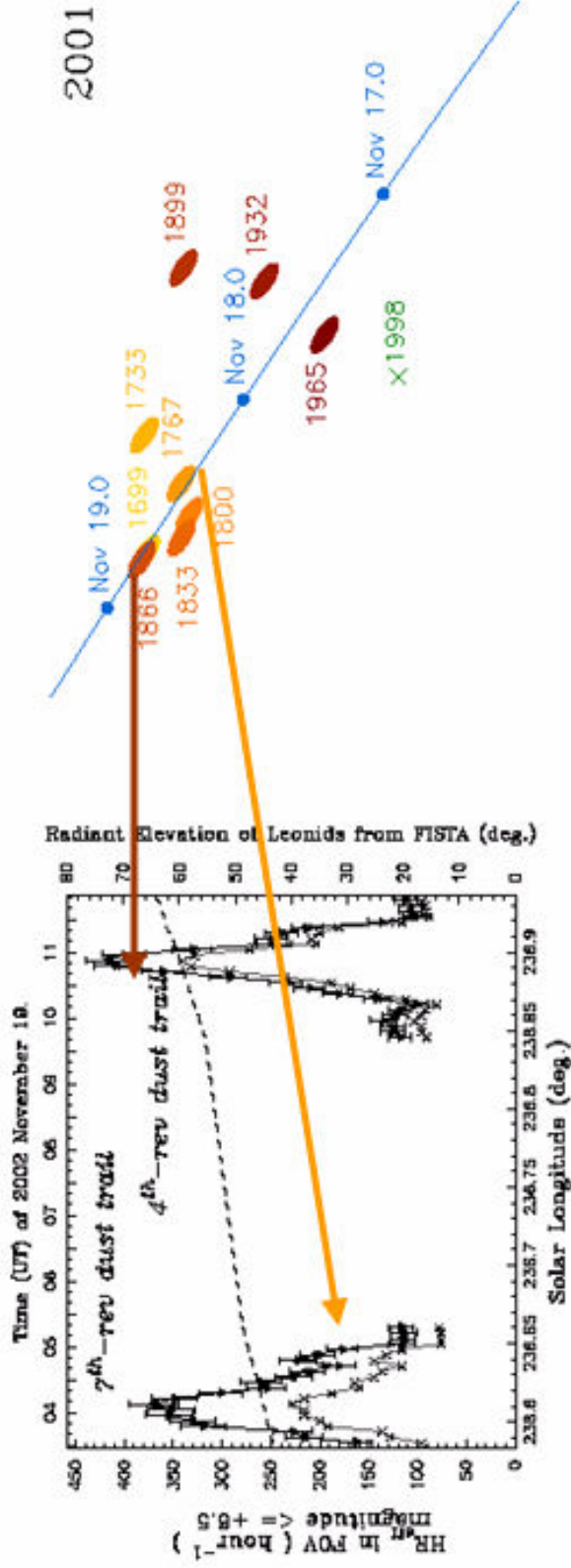
しし座流星群で実証

理論的に流星群出現
を正確に予測



しし座流星群

単位時間の流星数↑



Abe et al. (2003)

Asher (1998)

ダストトレイル理論の正しさが証明

ほうおう座流星群 母天体として計算

- 2003WY25 = ブラウンペイン彗星
- ダスト・トシイロ理論を適用し、彗星から流星体が放出されていると仮定して計算

1750

1800

1850

1900

1950

2000



1819年 ブラウンペイン彗星観測

→昔の観測なので軌道の精度がよくない



1956年 ほうおう座流星群大出現

1750

1800

1850

1900

1950

2000



1819年 ブラウンペイン彗星観測



1956年 ほうおう座流星群大出現



2003年 小惑星2003 WY25発見



1750

1800

1850

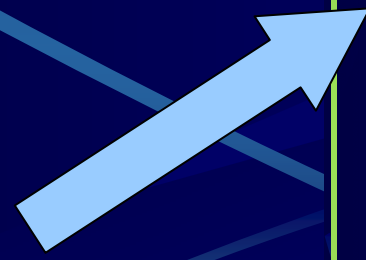
1900

1950

2000



1819年 ブラウンペイン 彗星観測



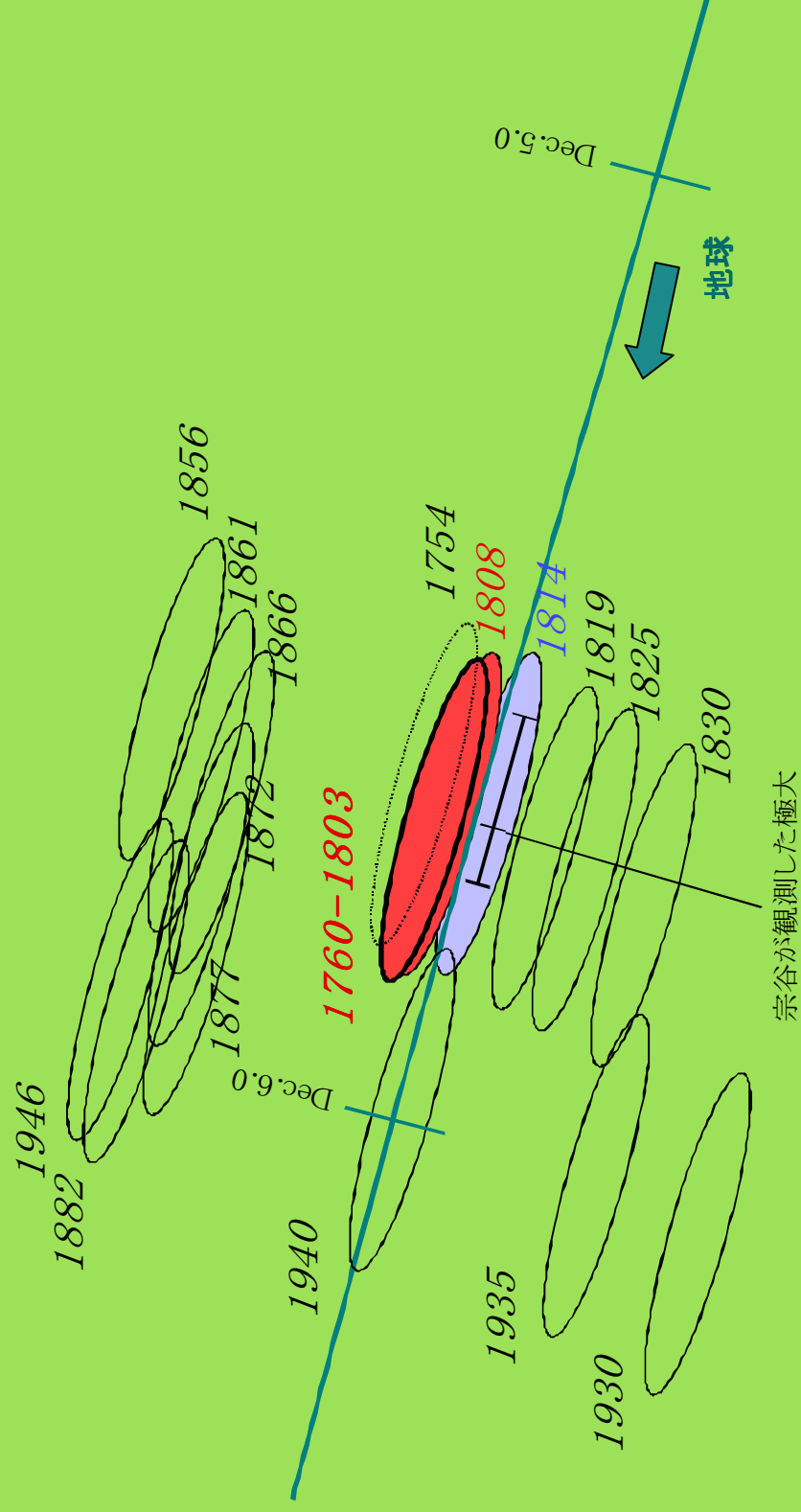
1956年 ほうおう座流星群大出現



2003年 小惑星2003 WY25発見



■ 1956年のほうおう座流星群



結果

- 1956年には1760～1814に形成されたトシイ
ルが地球を集中的に交差、時刻は大出現記
録と一致 ——> 大出現の理由説明
- 他の年には、ほとんどのトシイルが交差せ
ず ——> 幻となった理由説明

トレイルが、そこそこ近づく年

Table 2. Possible activity period in 1950 ~ 2030

Year	Estimated peak time	Expected activity	Main source trail
1951	12/5 4-7h	Middle level	1760-1808
1956	12/5 16-17h	Meteor shower	1760-1819
1961	12/4 11-14h	Low-Middle level	1782-1792
1977	12/3 1h	Low level	1830
1978	11/26 22h	Low level	1861
	11/27 9h	Low level	1861
1986	12/2 0h	Low level	1814
1988	12/5 2h	Low level	1749
1993	12/3 14-15h	Low-Middle level	1819, 1825
	12/4 0-1h	Low level	1835
2003	12/1 5h	Low level	1840
2008	11/8 0h	Low level	1866
2014	12/1 23-12/2 2h	High level	1909-1930
2019	11/23 0-1h	Low level	1877
	12/2 21-23h	Low level	1898, 1946
2024	11/14 9h	Low level	1866
2026	12/2 8-10h	Low level	1776
2030	12/2 18h	Low level	1903

Problem of Radiant Point

- Our theoretical radiant does not coincide with the observed one
- Our value $\alpha = 10.5^\circ$ $\delta = -37^\circ$
(Watanabe et al.)
- Observed $\alpha = 356^\circ$ $\delta = -43^\circ$
(Huruhata & Nakamura)

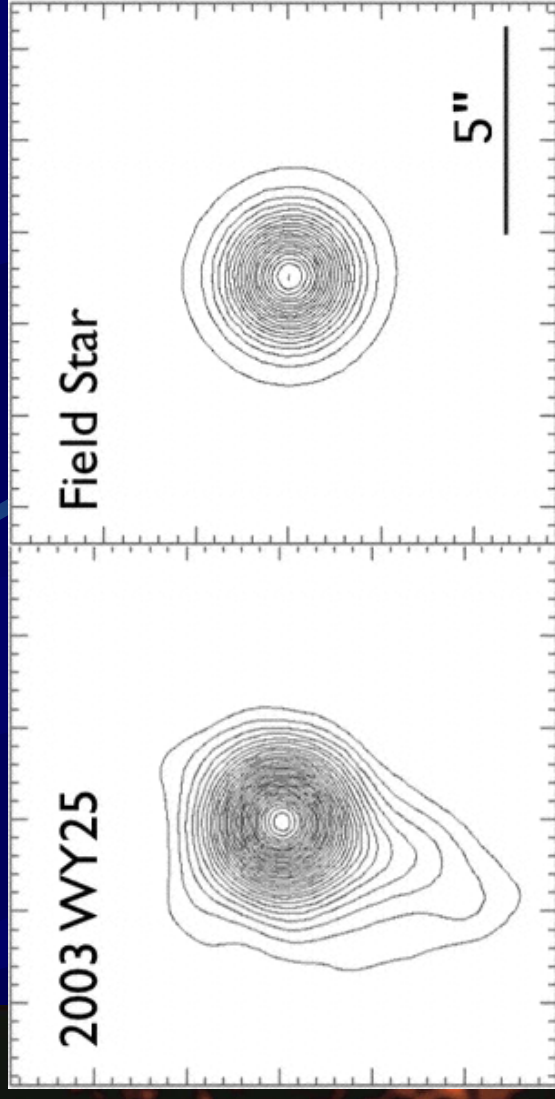
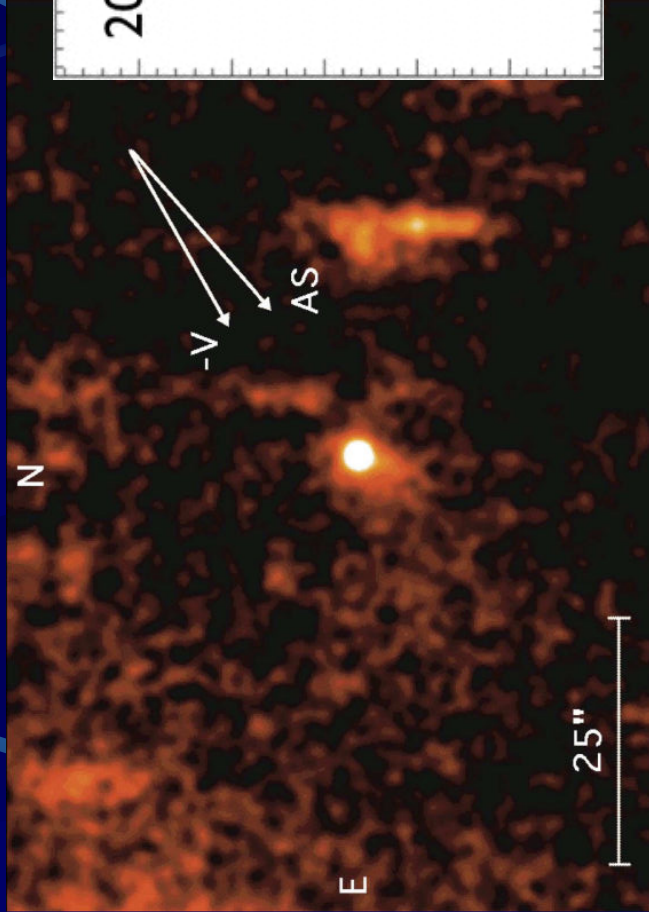
“At this stage, we do not have any further materials to judge if this discrepancy is mainly due to the uncertainty of the observational determination or not.” in our paper

The best thing for solving this problem

- Hope to ask Prof. Junji Nakamura on how he determined the radiant point
- At least, Prof. Huruahata passed away 20 years ago, so.....
- Sato happened to find out Prof. Junji Nakamura in the google!
- He told us that he had only small star chart, so the uncertainty should be large!

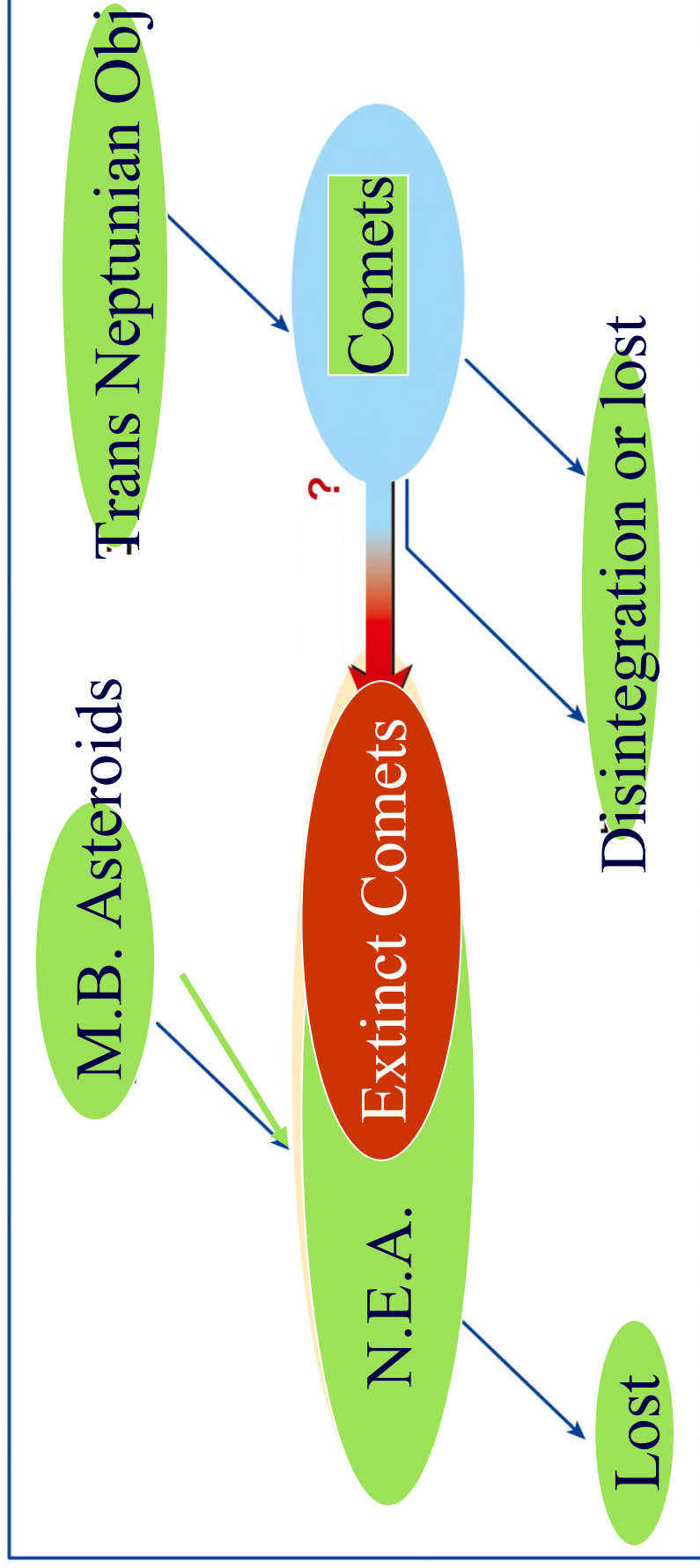
Is this object completed dead ?

- “COMET D/1819 W1 (BLANPAIN): NOT DEAD YET” by D. Jewitt
- Astron. J., 131:2327-2331(2006)



2003 WY25: Typical transition object ?

Track of Physical Evolution



大事な点は。。。。

- 彗星が枯渇し、小惑星になりつつある実例を確認
- 地球に近づく小惑星の中には、枯渇した彗星があるのではないかと疑われていたが、確認例は無かった
- どのように枯渇していくのか？

まだ完全に死んでいないとすれば

- この流星群を用いて彗星が枯渇する履歴やタイムスケールを知ることができると可能性
- なぜなら。。。。
- 流星群の活動とトシイルが一一対応して
いれば、トシイル形成時の時期の塵の放出量（すなわち彗星の活動度）がわかる

1750

1800

1850

1900

1950

2000



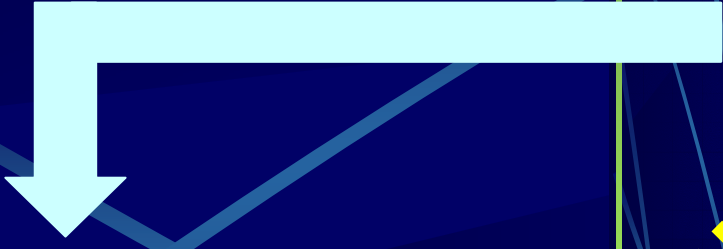
1760年

1814年

1819年

ブランペイン彗星活動

ブランペイン彗星観測



1956年 ほうおう座流星群大出現



2003年 小惑星2003 WY25発見

2008年のほうおう座流星群

- The shower activity can be used to check out the cometary activity of the parent in 1866



1750

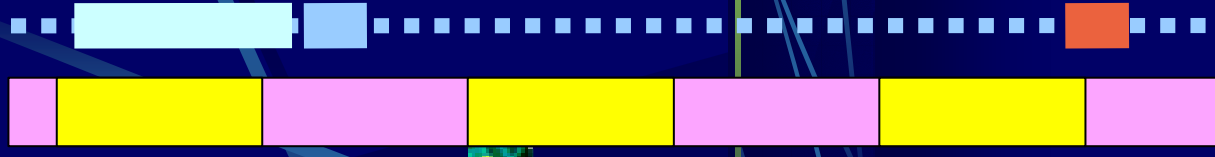
1800

1850

1900

1950

2000



1760年

ブランペイン彗星活動

1814年

1819年

ブランペイン彗星観測



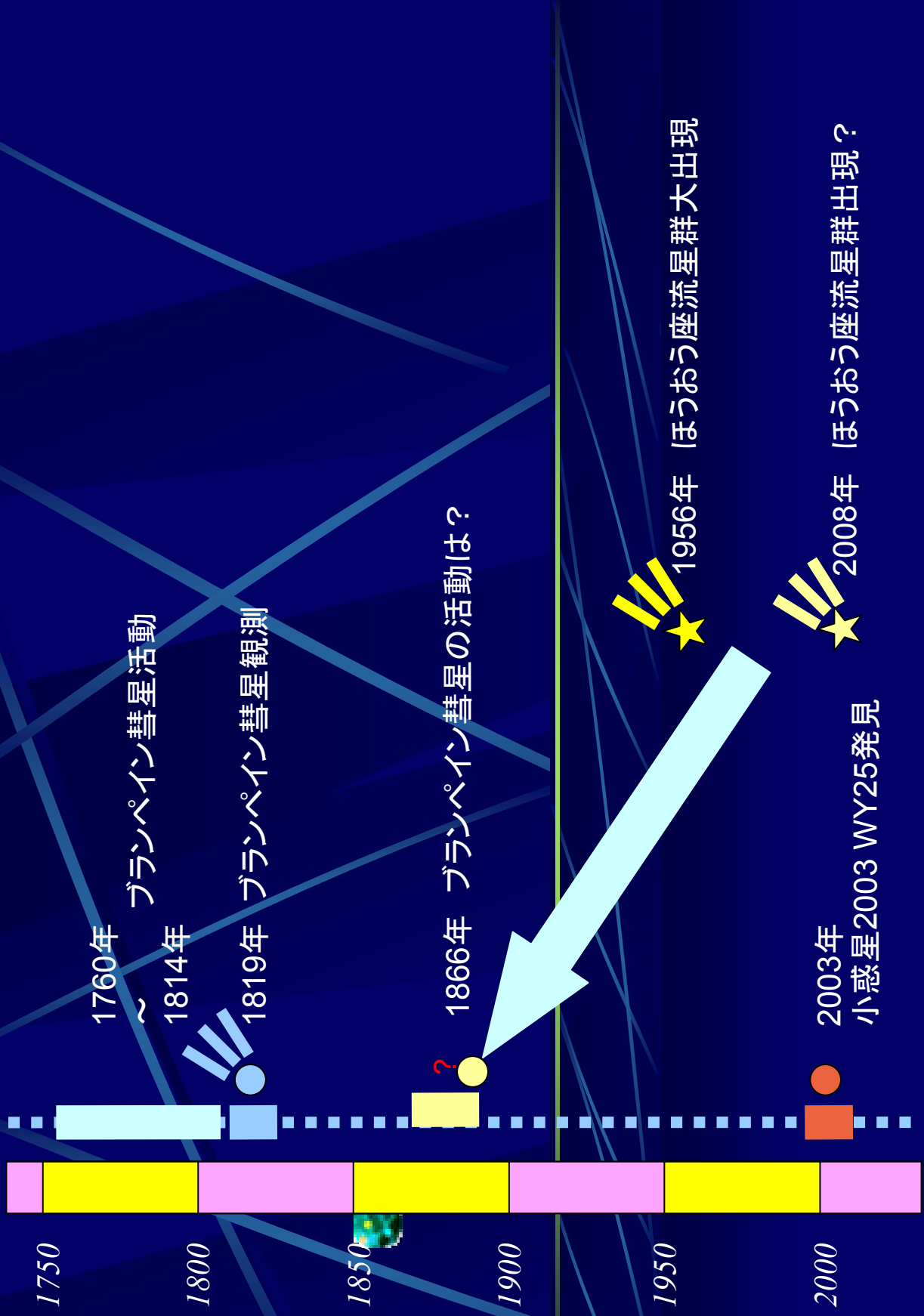
1956年 ほうおう座流星群大出現



2008年 ほうおう座流星群出現？

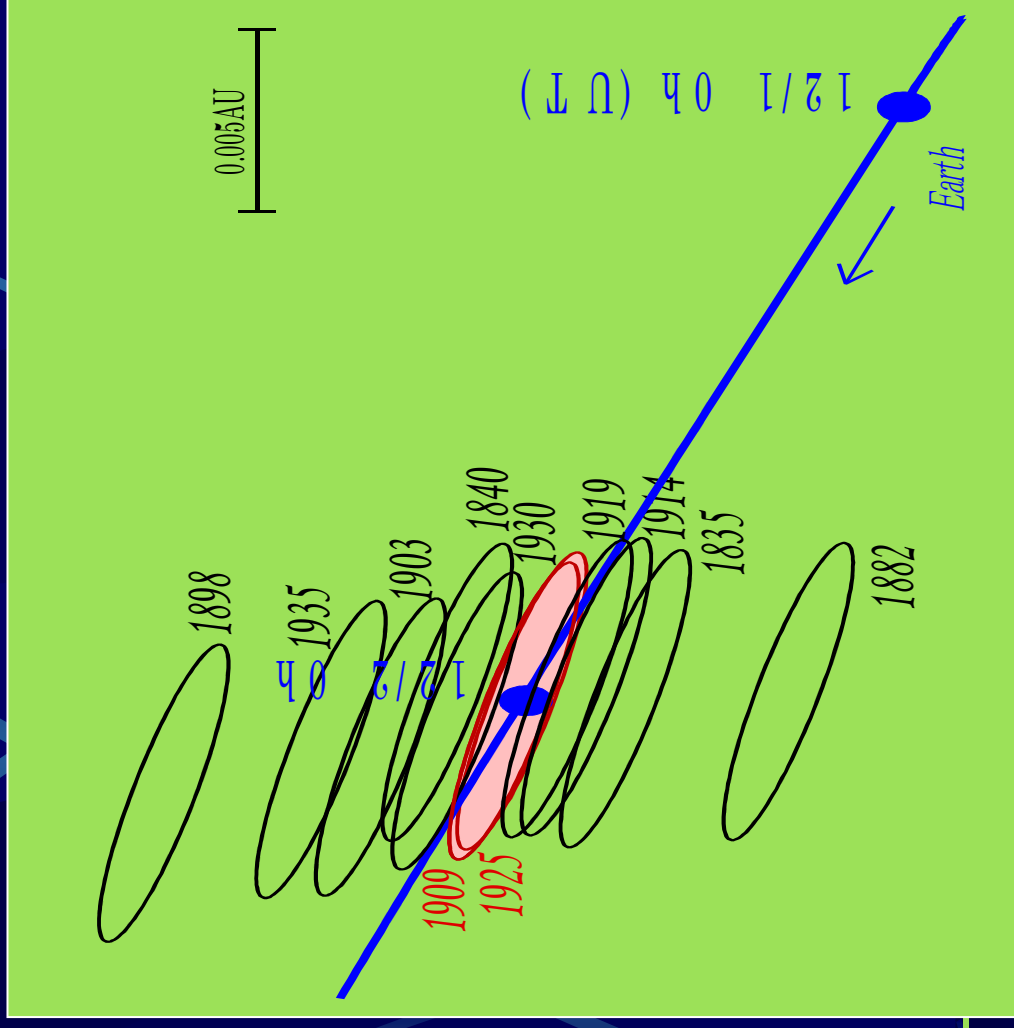


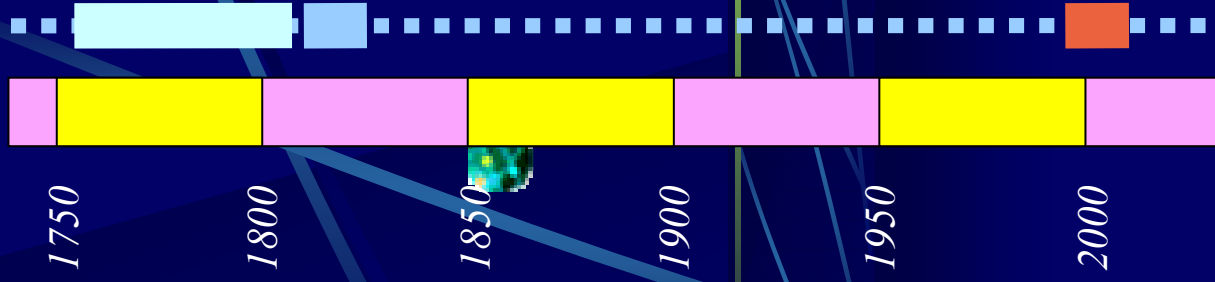
2003年 小惑星2003 WY25発見



2014年 ほうおう座流星群

- Activity expected by **1909–1925** trail
- The shower activity can be used to study the cometary activity of the parent in early 20th century





1750

1800

1850

1900

1950

2000

1760年

1814年

1819年

ブランペイン彗星活動

ブランペイン彗星観測



2003年

小惑星2003 WY25発見

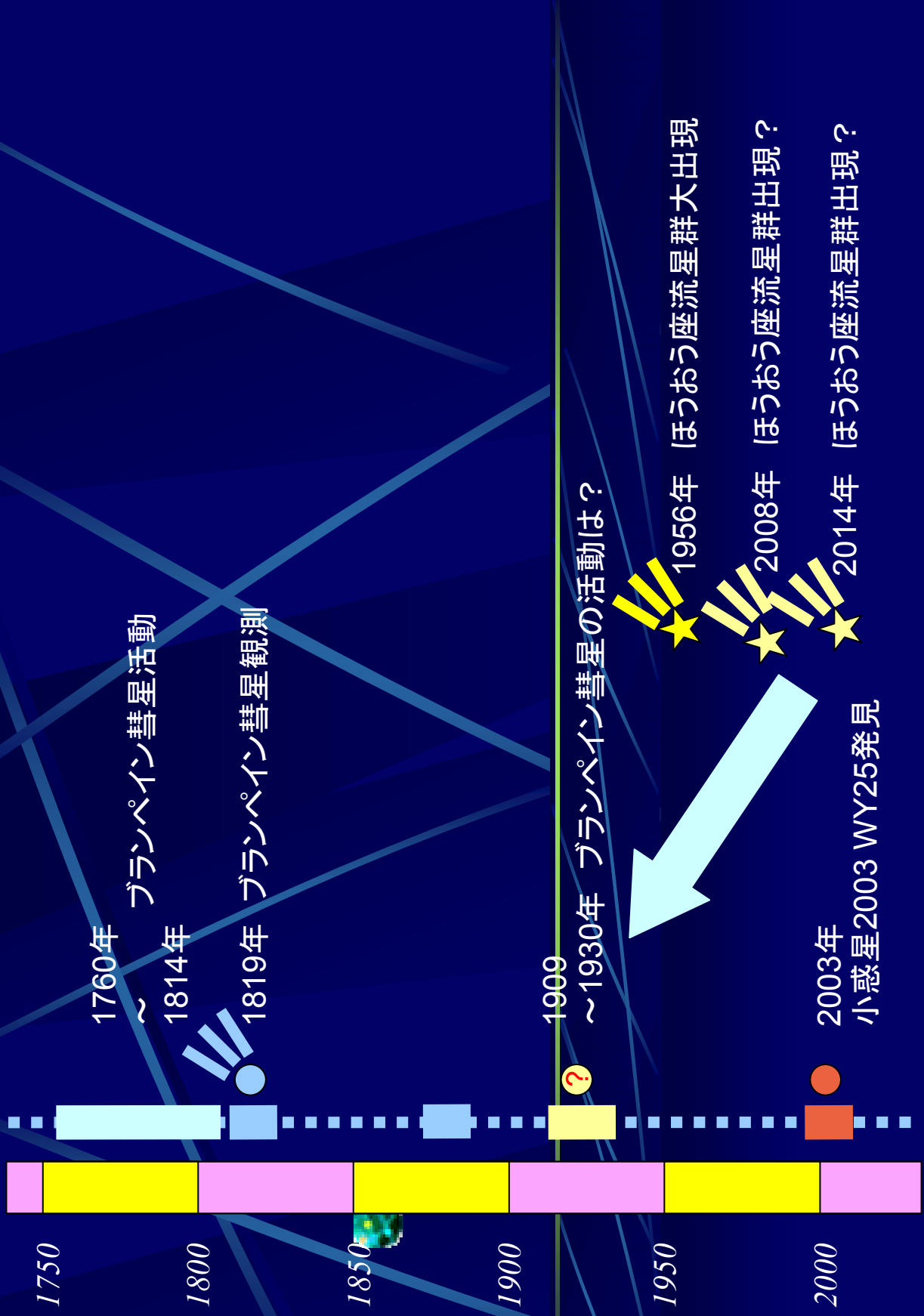


1956年 ほうおう座流星群大出現

2008年 ほうおう座流星群出現？

2014年 ほうおう座流星群出現？





1750

1800

1850

1900

1950

2000

1760年

1814年

1819年

1909年

2003年

1956年 ほうおう座流星群大出現

2008年 ほうおう座流星群出現？

2014年 ほうおう座流星群出現？

1909年 ~1930年 グランペイン彗星の活動は？

2003年 小惑星2003 WY25発見

まとめ

- 枯渇彗星の存在をはじめて確認
- 流星群活動から、**彗星の過去の活動履歴を調べる**新しいアプローチを提唱
 - 本研究結果：PASJ Vol. 57、L45-L49 (2005)
- 他の流星群等への適用を考慮中
- いくつかの枯渇彗星天体候補の多色撮像を
検討中（――> 木曾で）