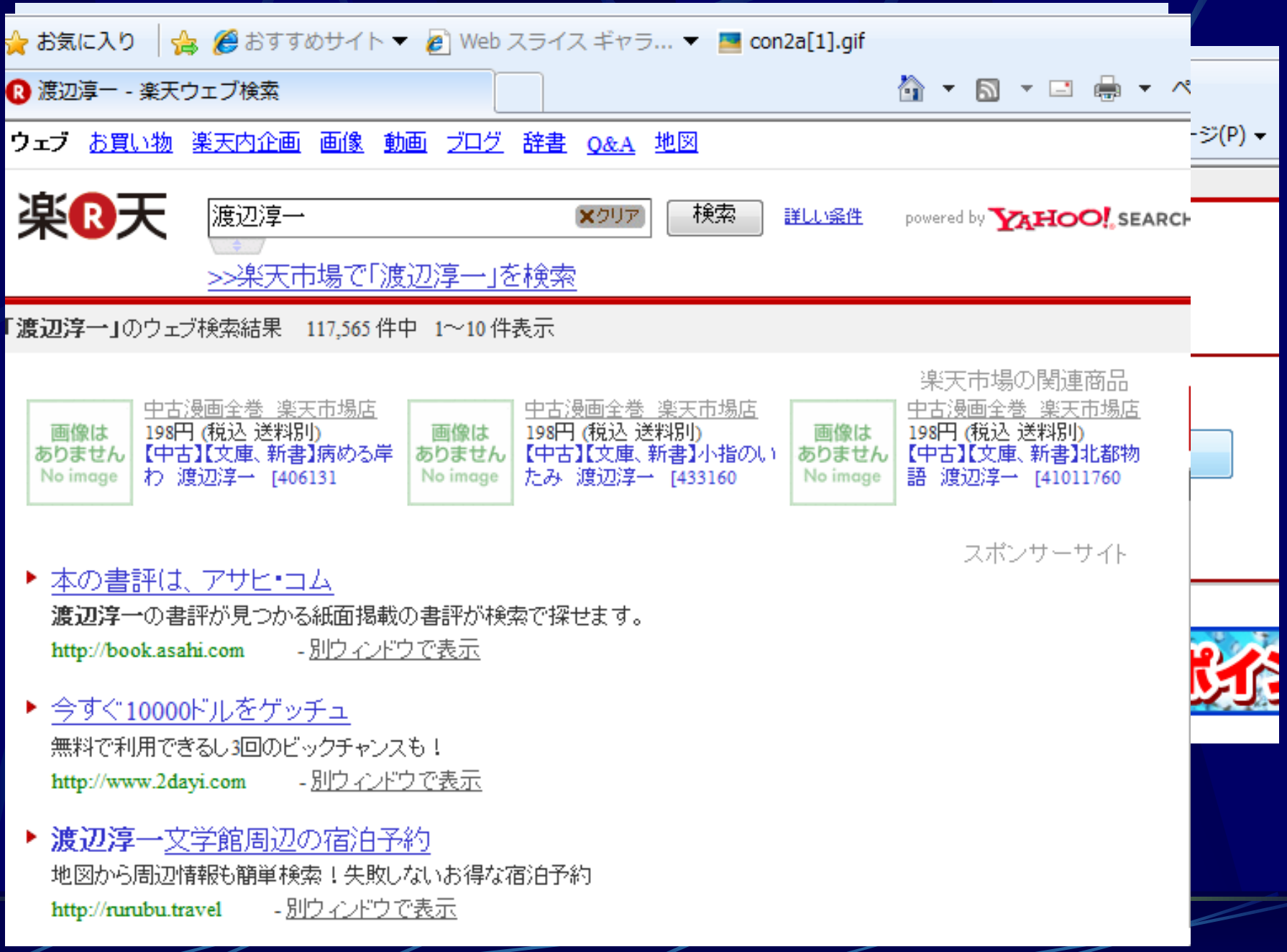
惑星科学フロンティアセミナー 2022 はじめに

渡部潤一

自然科学研究機構国立天文台
総合研究大学院大学


お気に入り
おすすめサイト
Web スライス ギャラ...
con2a[1].gif
渡辺淳一 - 楽天ウェブ検索
ウェブ お買い物 楽天内企画 画像 動画 ブログ 辞書 Q&A 地図
楽天
渡辺淳一
クリア
検索
詳しい条件
powered by YAHOO! SEARCH
>>楽天市場で「渡辺淳一」を検索
「渡辺淳一」のウェブ検索結果 117,565 件中 1～10 件表示
楽天市場の関連商品
画像はありません No image
中古漫画全巻 楽天市場店
198円 (税込 送料別)
【中古】【文庫、新書】病める岸わ 渡辺淳一 [406131
画像はありません No image
中古漫画全巻 楽天市場店
198円 (税込 送料別)
【中古】【文庫、新書】小指のいたみ 渡辺淳一 [433160
画像はありません No image
中古漫画全巻 楽天市場店
198円 (税込 送料別)
【中古】【文庫、新書】北都物語 渡辺淳一 [41011760
スポンサーサイト
本の書評は、アサヒ・コム
渡辺淳一の書評が見つかる紙面掲載の書評が検索で探せます。
http://book.asahi.com - 別ウィンドウで表示
今すぐ10000ドルをゲッチュ
無料で利用できるし3回のビックチャンスも！
http://www.2dayi.com - 別ウィンドウで表示
渡辺淳一文学館周辺の宿泊予約
地図から周辺情報も簡単検索！失敗しないお得な宿泊予約
http://rurubu.travel - 別ウィンドウで表示

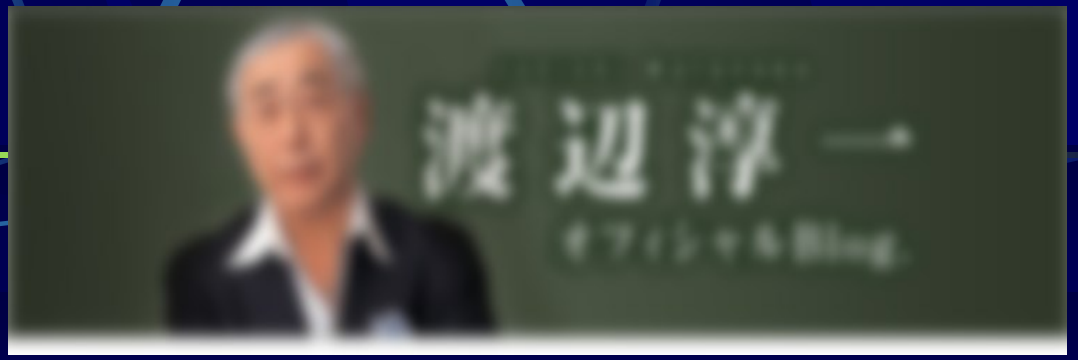
渡部潤一

わたなべ じゅんいち ≠ わたなべ じゅんいち

＜天文学者＞

渡辺淳一

＜文学者＞



著書

初版 3000部

- 天文学者の渡部潤一

- 夜空からはじめる天文学入門
- ガリレオがひらいた宇宙の扉
- 新しい太陽系
- 最新　惑星入門
- 第二の地球が見つかる日
- 古代文明と星空の謎

初版　1000000部

- 文学者の渡辺淳一

- 孤舟
- 鈍感力
- 愛の流刑地
- 失楽園
- 光と影
- その他たくさん

2010年1... | サイエ... | http://w... | 「国分寺... | 渡部...

楽天

渡部潤一 クリア 検索 詳しい条件 powered by YAHOO! JAPAN

>>楽天市場で「渡部潤一」を検索

「渡部潤一」のウェブ検索結果 5,150 件中 1〜10 件表示

HMV 楽天市場ストア
2,000円 (税込 送料別)
Junichi Watanabe (渡部潤一) / コンビナ

イーベストCD・DVD館
1,701円 (税込 送料別)
Junichi Watanabe(渡部潤一)／コンビナートデ

楽天市場の関連商品

アサヒレコード
2,000円 (税込 送料別)
Junichi Watanabe(渡部潤一)／コンビナートデ

≪渡部潤一≫(

≪ナツメ社≫公式 画

http://www.natsume.

渡部潤一 - Wik

渡部 潤一(わたな

(東京大学、1988年)

専攻教授。福島県会

ja.wikipedia.org/wik

渡部 潤一 のほ

2010年2月22日 ... 渡

(NASA)から感謝状

カテゴリトップ > 音楽 > ワールド > ヨーロッパ
カテゴリトップ > 音楽 > ジャパニーズポップス > クラブ/テクノ

Junichi Watanabe (渡部潤一) / コンビナートデ鳴ラスベキ音楽【CD】

商品の詳細

ジャンル	ジャパニーズポップス	フォーマット	CD
レーベル	333-333-333 Records	発売日	2010年01月15日
商品番号	LSRCD-001	発売国	日本
組み枚数	1	その他	1ボーナストラック

関連キーワード

コンビナートデナラスベキオンガク

講演の入り方

- 別のパターン

ベトナムから届いた電子メール

- Dear Junichi Watanabe,
- I‘m ＸＸＸＸＸＸＸＸＸ, working for The ＸＸＸＸＸ Publishing House in Vietnam. I know that you are the famous author in Japan.
- Now, we’d like to publish your title: “A lost paradise”. You know, our country has just signed ＸＸＸＸ convention and our market is difficult

渡部潤一

わたなべ じゅんいち

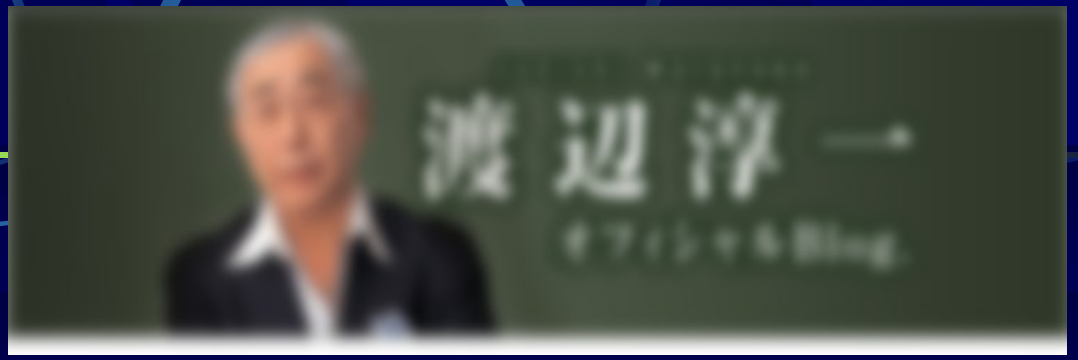
＜天文学者＞

≠

渡辺淳一

わたなべ じゅんいち

＜文学者＞



著書

初版 3000部

- 天文学者の渡部潤一

- 夜空からはじめる天文学入門
- ガリレオがひらいた宇宙の扉
- 新しい太陽系
- 最新　惑星入門
- 第二の地球が見つかる日
- 古代文明と星空の謎

初版　1000000部

- 文学者の渡辺淳一

- 孤舟
- 鈍感力
- 愛の流刑地
- 失楽園
- 光と影
- その他たくさん

謹んで哀悼の意を表します

講演の入り方の例

- 「渡辺淳一」さんを知らない世代が増え。。
- これが通用しなくなっている
- 時代に合わせた入り方

宇宙観の変遷
その1

太陽系像の変遷

地球は宇宙のどこにあるか？

天文学の基本的命題

- 古代から現代まで、地球の位置＝宇宙像を究めるべく人類は努力を積み重ねてきた
- 宇宙像の変遷

  １．天動説から地動説へ

  ２．太陽系の概念の変遷

  ３．天の川から銀河系へ

  ４．銀河の発見

  ５．中心のない膨張宇宙の発見

1．天動説から地動説へ

- 古典的天動説
- 「地球」の発見
- アリストテレスの天動説
- プトレマイオスの天動説
- コペルニクスの地動説

古典的天動説

- どの各文化・文明でも共通
- 動かない大地という経験的感覚
- 天球が回転する＝我々が中心
- 星座を作る恒星と太陽・月・５つの惑星（７つ）

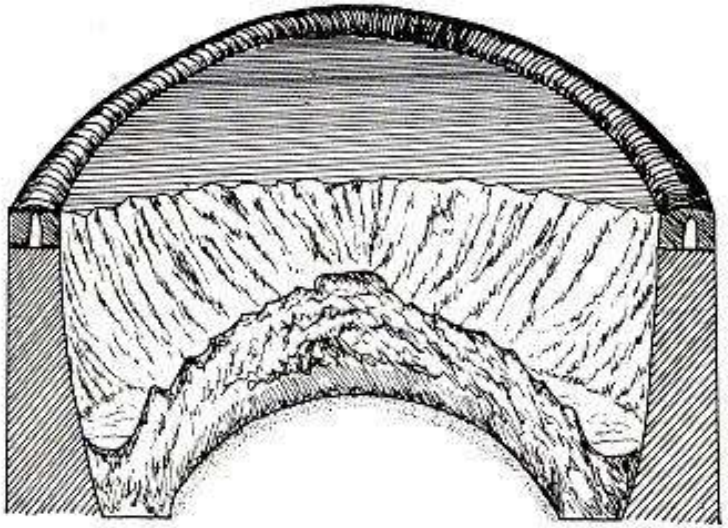
例えば古代エジプト

- 太陽信仰　太陽神ラー
  - ✓昼は天のナイル川をわたっていく
  - ✓夜は女神ヌートに飲み込まれ、毎朝、新たに産み落とされる

古代人は宇宙をこのように理解していた　古代エジプト

例えば古代カルディア

- 太陽で囲まれた大地は高い壁で外側を囲まれ、釣り鐘型の天井が覆い被さっている



古代人は宇宙をこのように理解していた
古代ペルシャ

「地球」の発見

- ギリシア時代

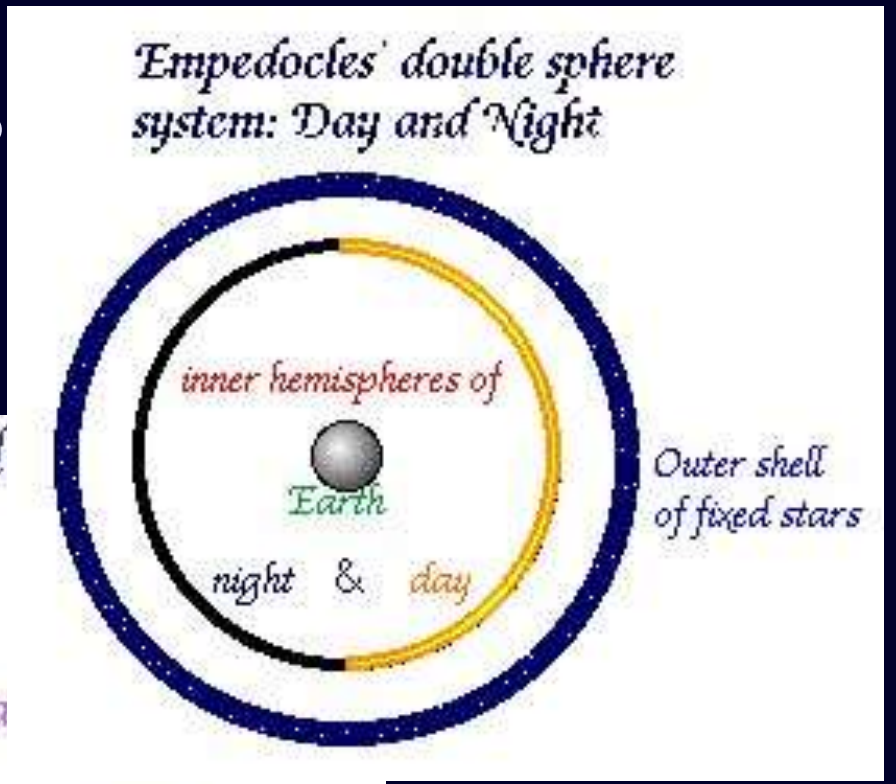
  ✓地域における太陽高度の差
  ✓エラトステネスが測定・算出
    - アレキサンドリアとシエネとの差
    - 地球周囲を約４万ｋｍと算出

  ✓月食時の地球の影

  ✓海での遠方の船の見え方

古代ギリシアにおける古典的天動説の宇宙観

- 神話上の宇宙・世界観から
- ピタゴラスの宇宙観へ



アリストテレスの天動説

- 同心天球説
- アリストテレスが集大成
- 月よりも下：４元素
  （火、空気、水、土）
- 月より上：エーテル

古典的天動説の問題点

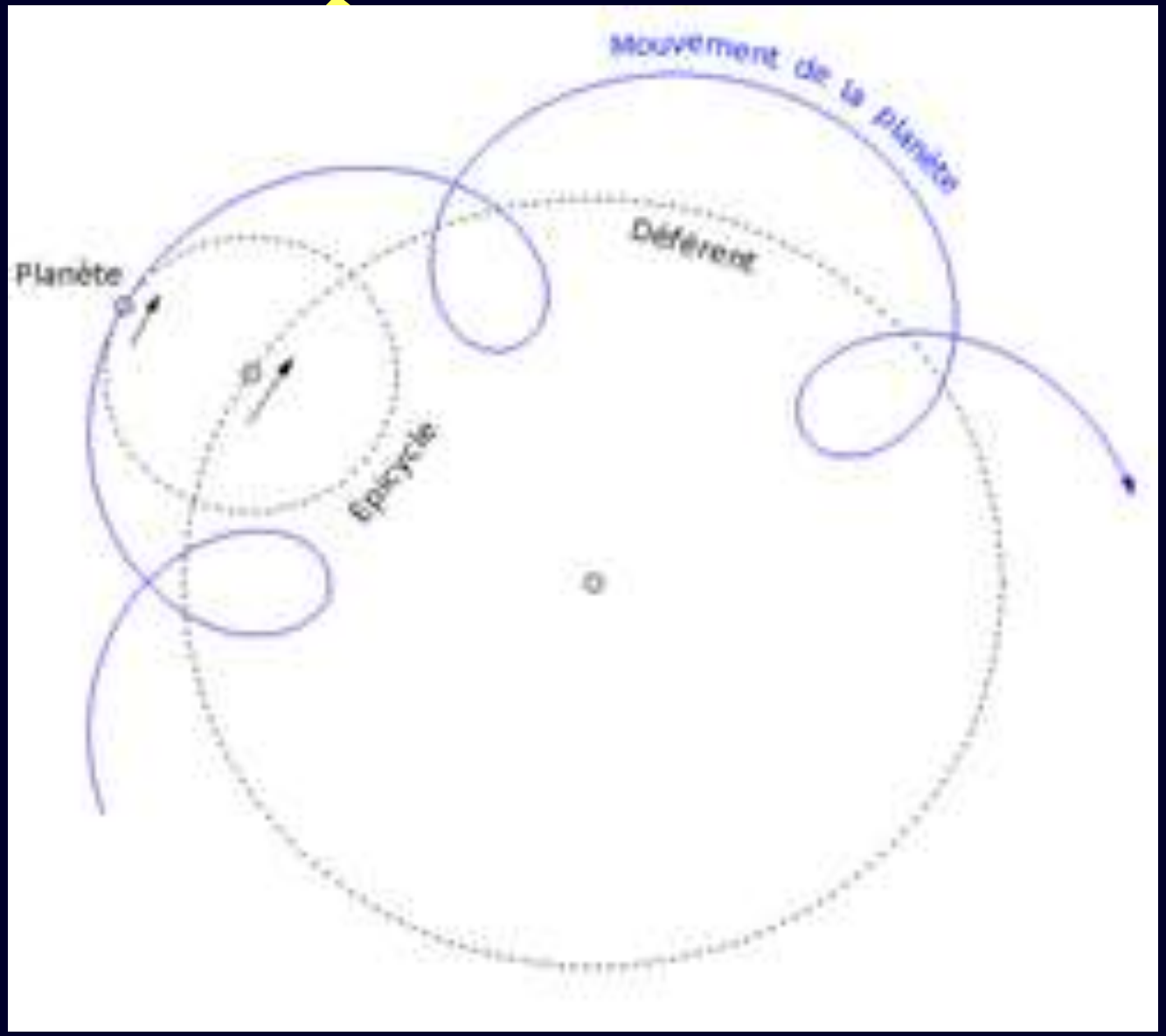
- 惑星のみかけの運動の変化
  - ✓特に逆行運動

- 惑星の明るさの変化

➔どちらも説明できない

天動説の精密化へ：ヒッパルコス

- 導円、周転円の導入

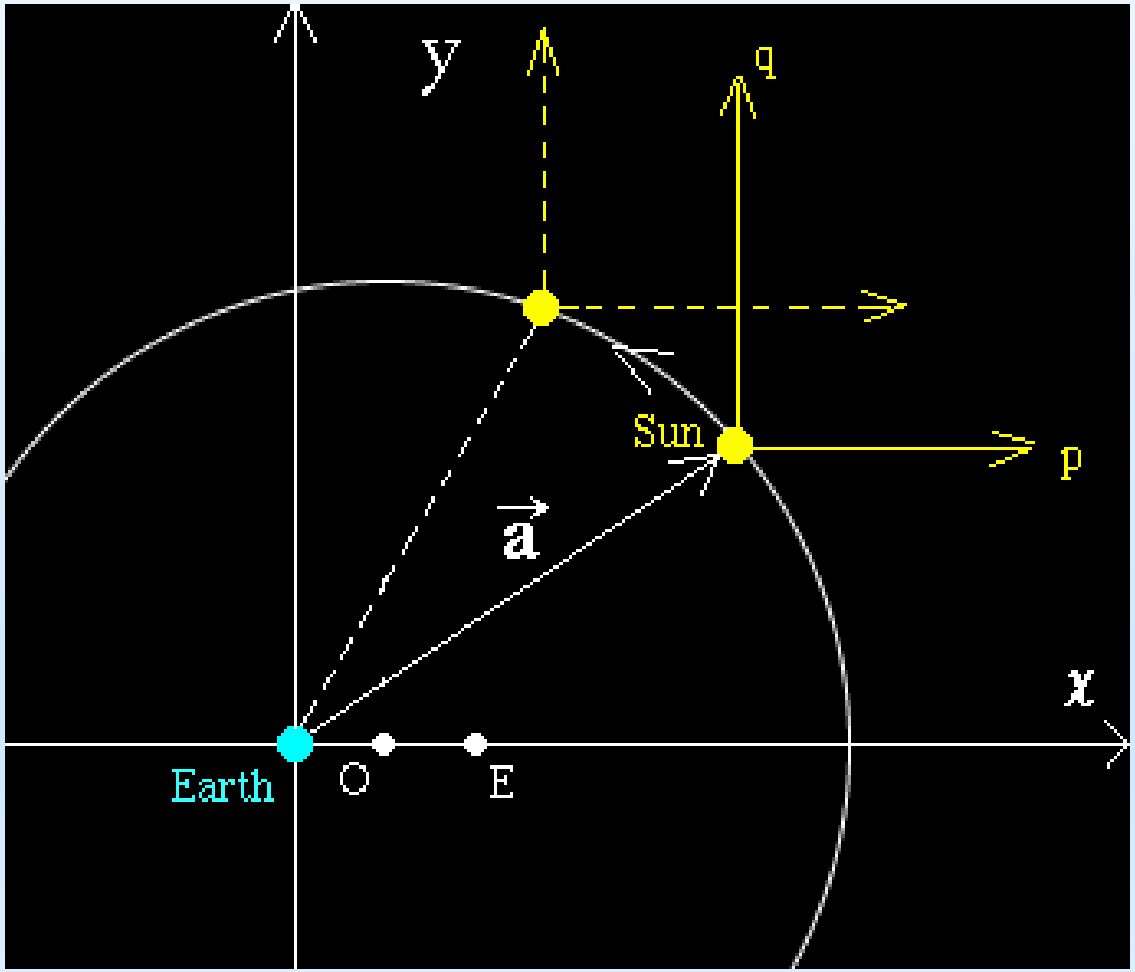


天動説の精密化：プトレマイオス

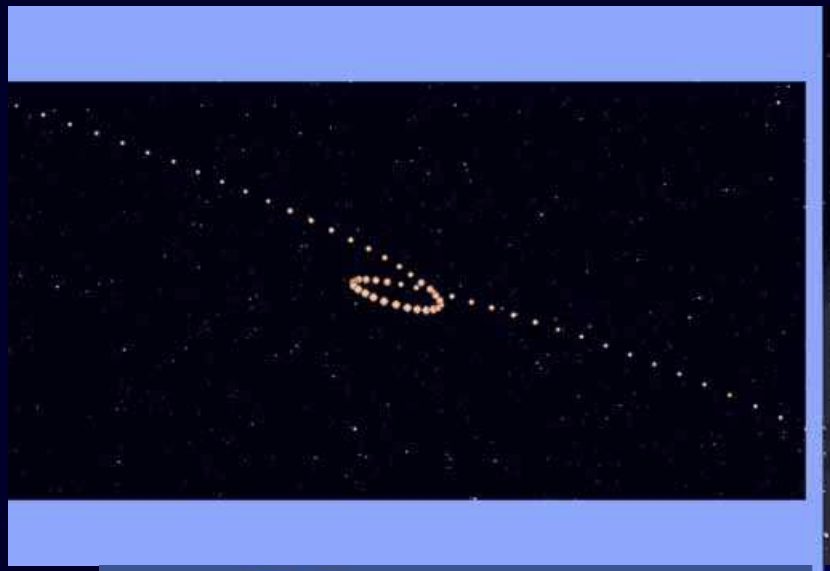
- 離心円、エカント(離心中心)の導入

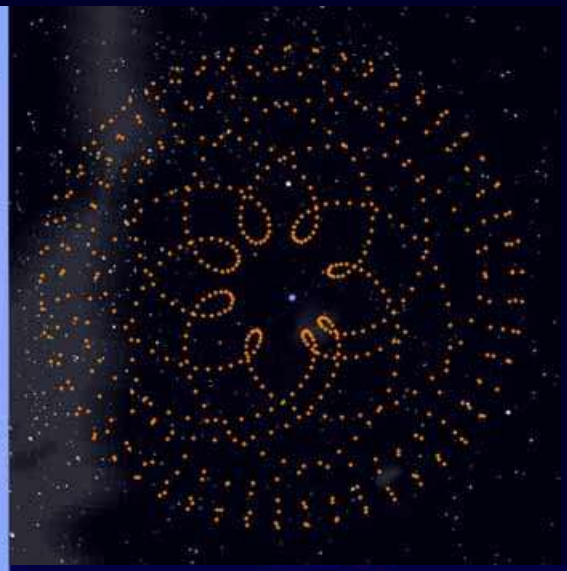
※数学的な定義

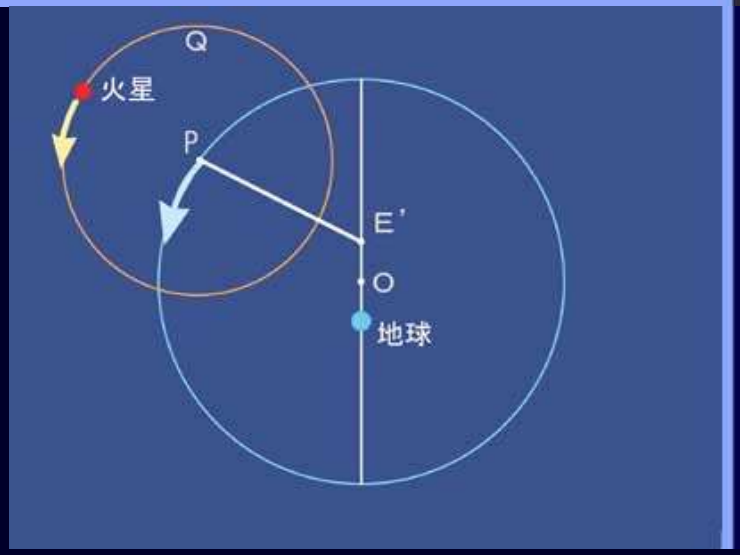
※従円の中心は地球とエカントの中間

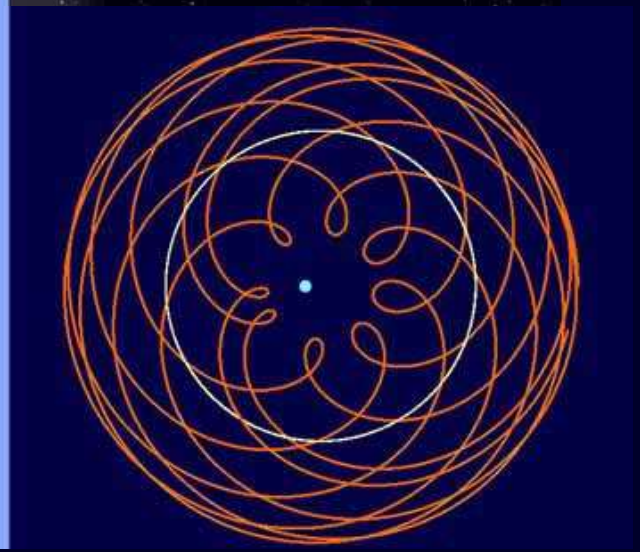


例：火星の動き









プトレマイオス天動説の確立

クラウディオ・プトレマイオス(生没年不詳)

✓2世紀初頭にアレクサンドリアで活躍

- 真円のみの組み合わせによるモデル
  - ✓エレガント
  - ✓惑星の運動が説明できる：
    当時の観測精度レベルで
- 「アルマゲスト」に集大成
- 長い間、宇宙観の基本になった

古代ギリシアの地動説

アリスタルコス（紀元前310年頃～230年頃）

- ✓地球から太陽までの距離を算出し「太陽は地球よりはるかに大きい」と結論
- 地球と惑星は太陽を中心に回転していると主張

エラトステネス（紀元前275年頃～194年頃）

- ✓アレクサンドリアとナイル川中流のシエネ(現アスワン)での夏至の太陽の南中高度の違いから地球の大きさを計測

コペルニクスの登場

ニコラウス・コペルニクス

- ポーランド生まれ
- イタリア留学時
  下宿先に天文学者ノバラ
  （反アリストテレス派）

パドバ大学で医学を修め、ポーランドへ
医者　兼　行政官　として活躍

コペルニクスの地動説

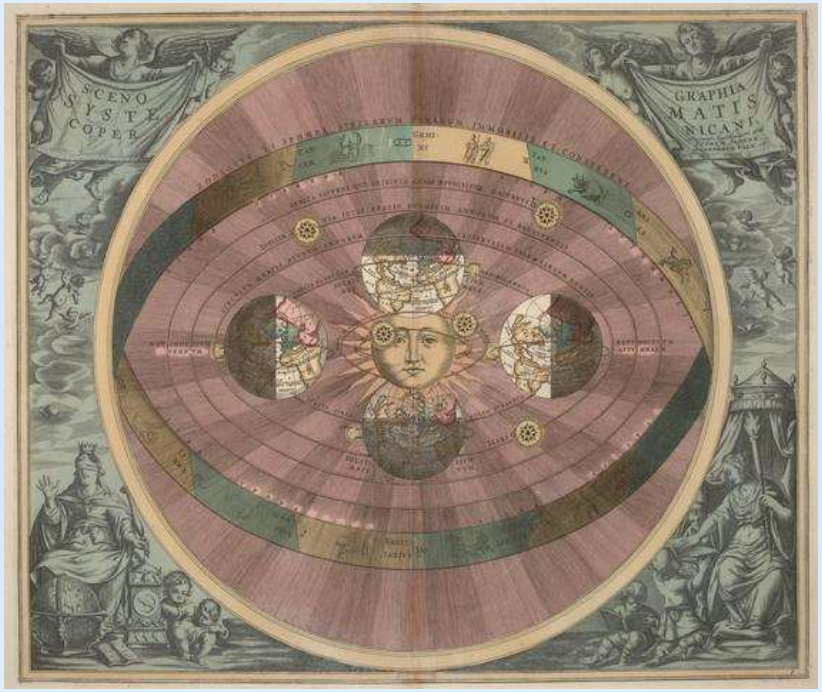
- 意思及び行政官として手腕を振るう
- 一方、天文学者としても独自に地動説を構築
- 1530年代　レティクスが来訪
- 1543年　弟子レティクスの支援「回転について」出版

NICOLAI
COPERNICI TO-
RINENSIS DE REVOLVTIONI-
bus orbium cœleſtium,
Libri VI.
IN QVIBVS STELLARVM ET FI-
XARVM ET ERRATICARVM MOTVS, EX VETE-
ribus atq; recentibus obſeruationibus, reſtituit hic autor.
Præterea tabulas expeditas luculentasq; addidit, ex qui-
bus eoſdem motus ad quoduis tempus Mathe-
matum ſtudioſus facillime calcu-
lare poterit.
ITEM, DE LIBRIS REVOLVTIONVM NICOLAI
Copernici Narratio prima, per M. Georgium Ioachi-
mum Rheticum ad D. Ioan. Schone-
rum ſcripta.
Cum Gratia & Priuilegio Cæſ. Maieſt.
BASILEAE, EX OFFICINA
HENRICPETRINA.

コペルニクスの地動説

- 意思及び行政官として手腕を振るう一方、天文学者としても独自に地動説を構築

- 1543年　弟子レティクスの支援
回転について」出版



NICOLAI
COPERNICI TO-
RINENSIS DE REVOLVTIONI-
bus orbium cœleſtium,
Libri VI.
IN QVIBVS STELLARVM ET FI-
XARVM ET ERRATICARVM MOTVS, EX VETE-
ribus atq; recentibus obſeruationibus, reſtituit hic autor.
Præterea tabulas expeditas luculentasq; addidit, ex qui-
bus eoſdem motus ad quoduis tempus Mathe-
matum ſtudioſus facillime calcu-
lare poterit.
ITEM, DE LIBRIS REVOLVTIONVM NICOLAI
Copernici Narratio prima, per M. Georgium Ioachi-
mum Rheticum ad D. Ioan. Schone-
rum ſcripta.
Cum Gratia & Priuilegio Cæſ. Maieſt.
BASILEAE, EX OFFICINA
HENRICPETRINA.

ティコ・ブラーエの登場

ティコ・ブラーエ（1546年～1601年）

デンマーク･ヘルシンボルク城主

長男

コペンハーゲン、ライプチッヒ大学

- 1560年　日食を観察、後、天文学へ
- 1572年　カシオペヤ座の新星（超新星）を観察：

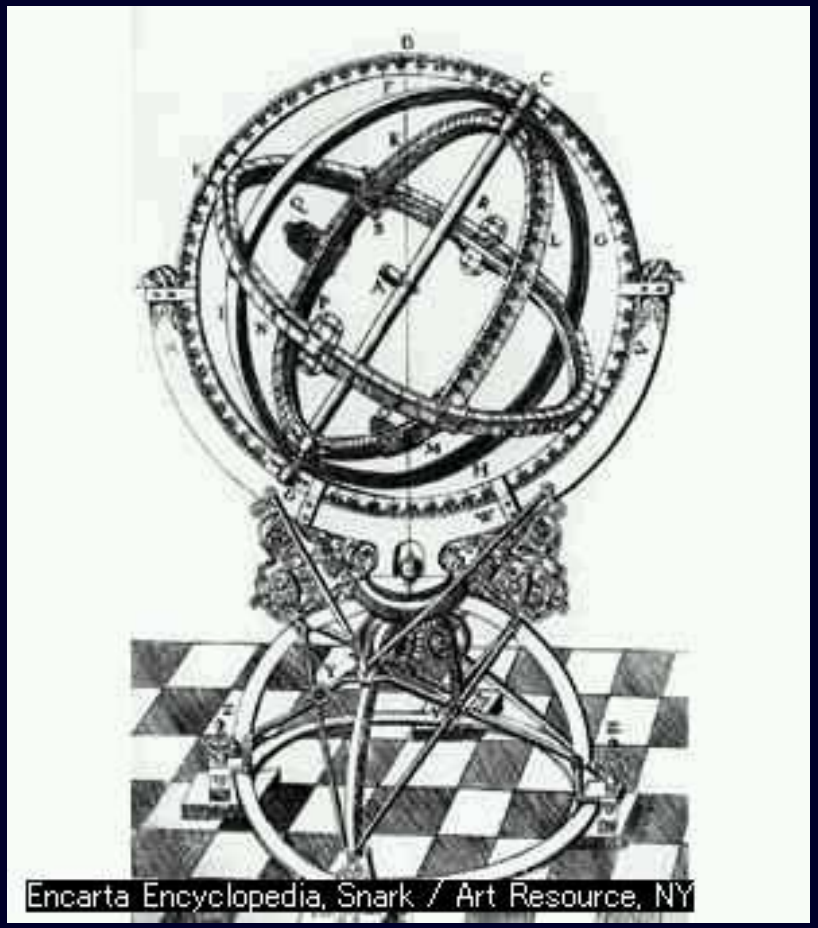
ティコの星として

➔天空不変に対する反証

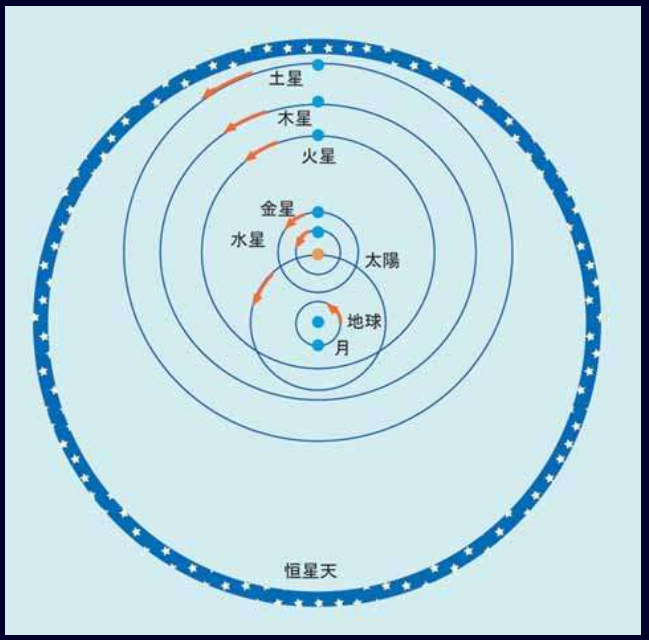
➔天動説への疑問

ティコ・ブラーエの活躍

- 1576年
- フベーン島（現、ベーン島）における
  ウラニボルク天文台建設
- 惑星・恒星の位置観測
  - ✓肉眼で史上最高精度
  - ✓しかし、、、、

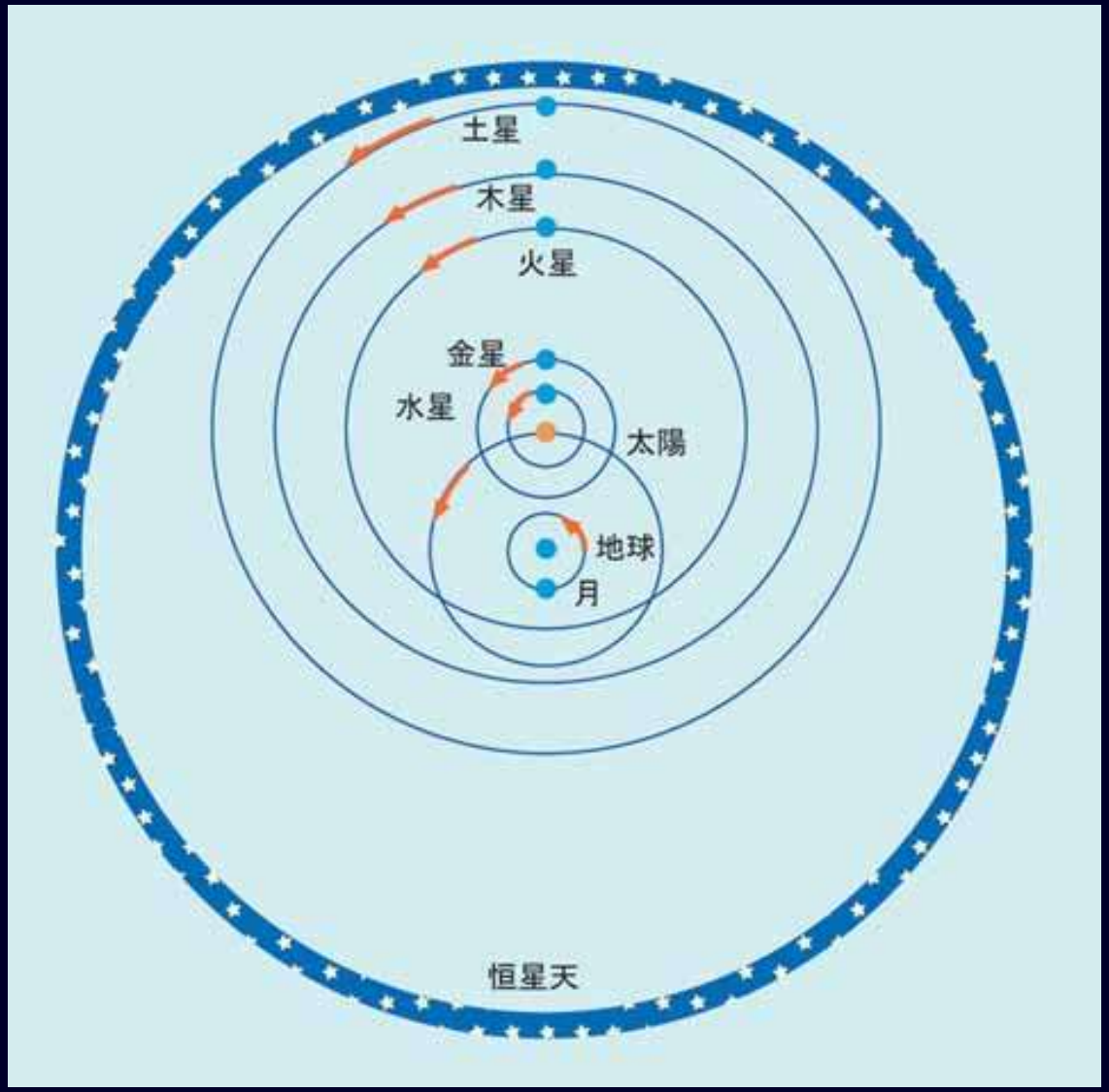


ティコ・ブラーエの折衷案



- 恒星の観測から:
  - ✓年周視差が観測されない
    - ➢ *ティコの観測精度(肉眼観測)*
      ～2分角
    - ➢ *最も近い星の年周視差*
      ～0.76秒角(～0.0127分角)
  - ➔「地球が動いている」証拠がない
- 火星の観測から:
  - ✓精密化した天動説でも説明ができない
- 結論:天動説、地動説とも間違っている

ティコ・ブラーエの宇宙像



惑星運動法則の発見

- ヨハネス・ケプラー（1571年～1630年）
- 1601年　ティコ・ブラーエの死後データを引き継ぐ

  ➔火星の運きから楕円軌道の発見へ
- ケプラーの法則（1609年、1618年）

  第1法則：楕円軌道

  第2法則：面積速度一定

  第3法則：公転周期の2乗は

  　　軌道長半径の3乗に比例
- 天球＝真円の存在を疑問視

ガリレオ・ガリレイの活躍

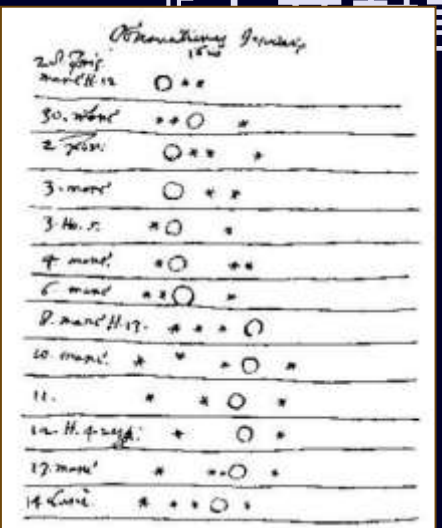
ガリレオ・ガリレイ（**1564**年～**1642**年）

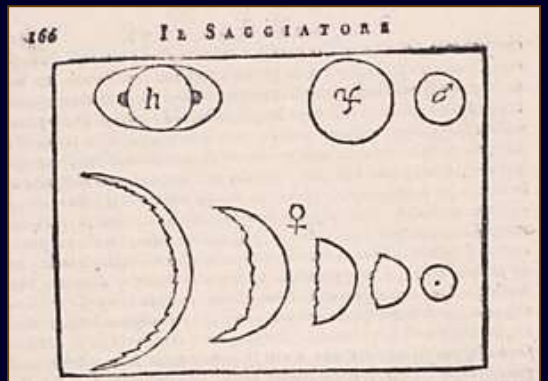
- ピサ大学（中退）⇒ピサ大学で教職に就く
  ⇒パドヴァ大学教授
- 落体の法則（自由落下）、速度、慣性系の研究、振り子の等時性、等々
- **天体観測へ望遠鏡を導入**
  - ➔ 木星の衛星発見、太陽黒点の発見、金星の満ち欠けの観察、月面の模様（＝クレーター）の発見、等々
  - ➔ 地動説の支持

ガリレオ・ガリレイの活躍

- 1609年夏に望遠鏡を製作
  諸観測データから地動説を確信
  例）木星の衛星の発見とその運動の観測、
  太陽黒点の発見、金星の満ち欠けの観測、…

⇒・『星界の報告』(1610年)
  ・『太陽黒点論』(1613年)
  ・『[illegible]話』(1632年)





地動説の確立へ

- コペルニクスから**百年かかって次第に浸透**
  - ✓1543年　コペルニクス「天球の回転について」
  - ✓16世紀末　ティコ・ブラーエ「地動・天動折衷説」
  - ✓1610年　ガリレオ・ガリレイ　「星界の報告」
    - ➢宗教との対立、身体感覚との対立を乗り越えて
  - ✓1687年　ニュートン「自然哲学の数学的諸原理」
- 「地球が動いている」直接的証拠はさらに後世に
  - ✓1727年　ブラッドリーが光行差を発見
  - ✓1838年　ベッセルが年周視差を発見
  - ✓1851年　フーコーが地球の自転を証明

2. 太陽系の概念の変遷

- 太陽系の“拡大”の歴史
  - “広がる”太陽系の姿
  - 増えゆく惑星の数
- 「惑星の定義」の必要性
  - 2006年　冥王星が準惑星に
- 太陽系にも外側にまだ何かある?

太陽系の拡大の歴史
“宇宙を見る目”の変遷

- 肉眼
- 最初の天体望遠鏡(1609年)
- 数mクラス望遠鏡＋写真撮影技術（19世紀）
- 10mクラス望遠鏡＋電子撮像技術（20世紀）

太陽系はどんどん広がっていった

- 宇宙を見る目が良くなればなるほど広がった
- 太陽系の惑星の距離の単位
  １天文単位＝１億５千万ｋｍ；太陽・地球間の距離

- 天王星の発見（１７８１）　１９天文単位
  - 天体望遠鏡の発明

- 海王星の発見（１８４６）　３０天文単位
  - 天体力学＋星図の勝利

- 冥王星の発見（１９３０）　３９天文単位
  - 天体写真の発明

- 太陽系外縁天体の発見（１９９２）＞４０天文単位

惑星の数が５つだった時代

- １６世紀までの太陽系
  - 惑星（水星、金星、火星、木星、土星）
  - 月、太陽

- 7つの天体が星空を動く
  ⇒ 曜日の起源

- **Planet = 星座を惑う星　＝　惑星**

余談：七曜の起源

- 西洋：古代バビロニア起源
  - 日の性格付け―惑星
  - 古典的天動説に基づく7つの惑星
- 宿曜として東方へも伝わった

曜日の起源

- 地球から遠い順番に24時間に当てはめ、最初の惑星がその一日の曜日となった

1	2	3	° °	22	23	24
土	木	火		土	木	火
日	金	水		日	金	水
月	土	木		月	土	木
火	日	金		火	日	金
水	月	土		水	月	土
木	火	日		木	火	日
金	水	月		金	水	月

惑星の数が６つになった時代

- １７世紀：天動説から地動説へ
  – 太陽の周りを回る天体の系
- 「地球」が惑星の仲間入り
- 惑星　＝　太陽の周りを公転する天体

惑星の数が７つになった時代

- １７－１８世紀
- 天体望遠鏡による観測

- １７８１年　「天王星」発見
- 惑星の仲間入り

- 惑星　＝　太陽の周りを公転する天体

惑星の数が８つになった時代

- １９世紀　天体力学
- 天王星のふらつきから未知惑星を予測

- １８４６年　「海王星」発見
- 惑星の仲間入り

- 惑星＝太陽の周りを公転する“大きな”天体

惑星の数が９つになった時代

- ２０世紀
  - 天王星のふらつきから、さらに未知惑星を予測
- 天体写真技術が発達

- １９３０年　「冥王星」発見
- 惑星の仲間入り

- 惑星＝太陽の周りを公転する“大きな”天体

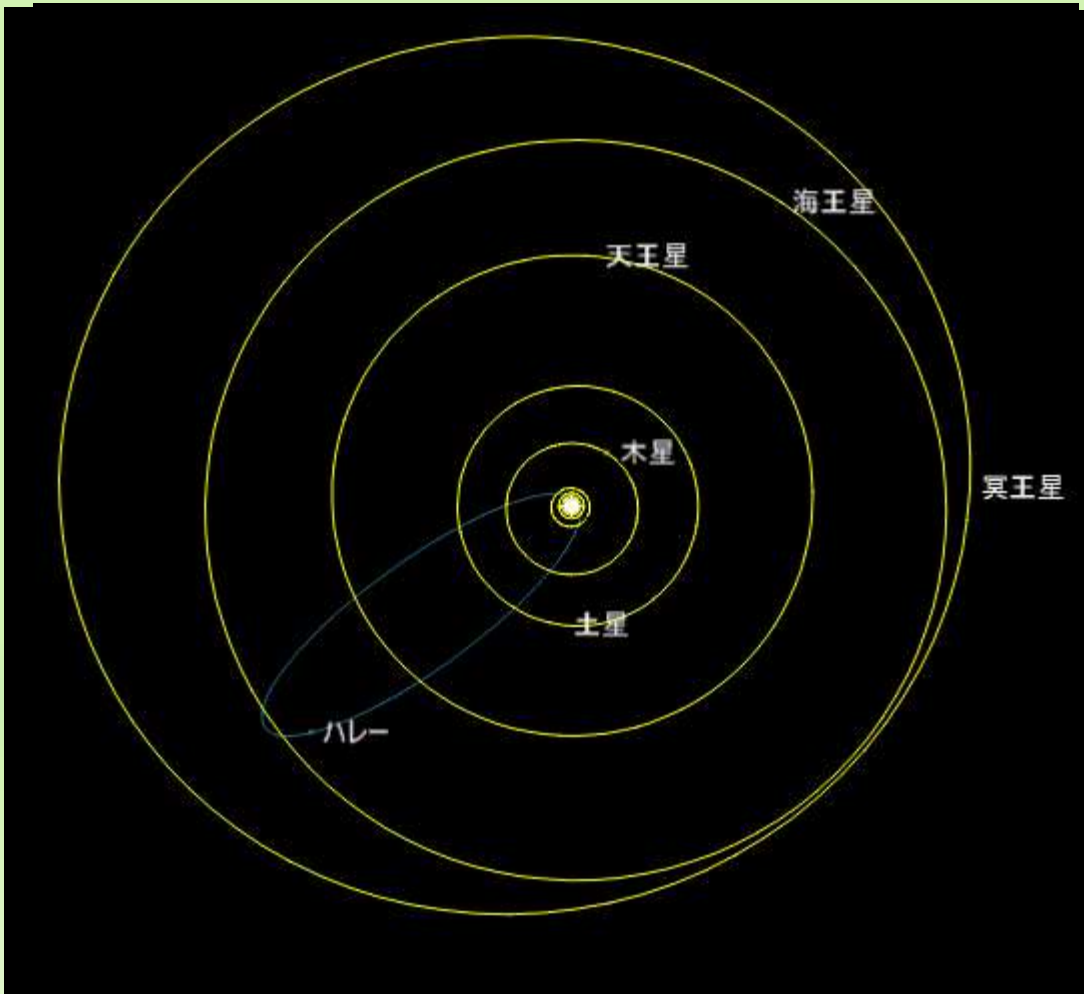
広がりゆく太陽系
―人類の宇宙を見る目がよくなるにつれて―

- 肉眼の時代
- 約１５億ｋｍ　土星

- 天体望遠鏡 (1781)
- 約３０億ｋｍ　天王星

- 天体力学・軌道計算(1846)
- 約４５億ｋｍ　海王星

- 天体写真技術　(1930)
- 約６０億ｋｍ　冥王星



深まりゆく太陽系

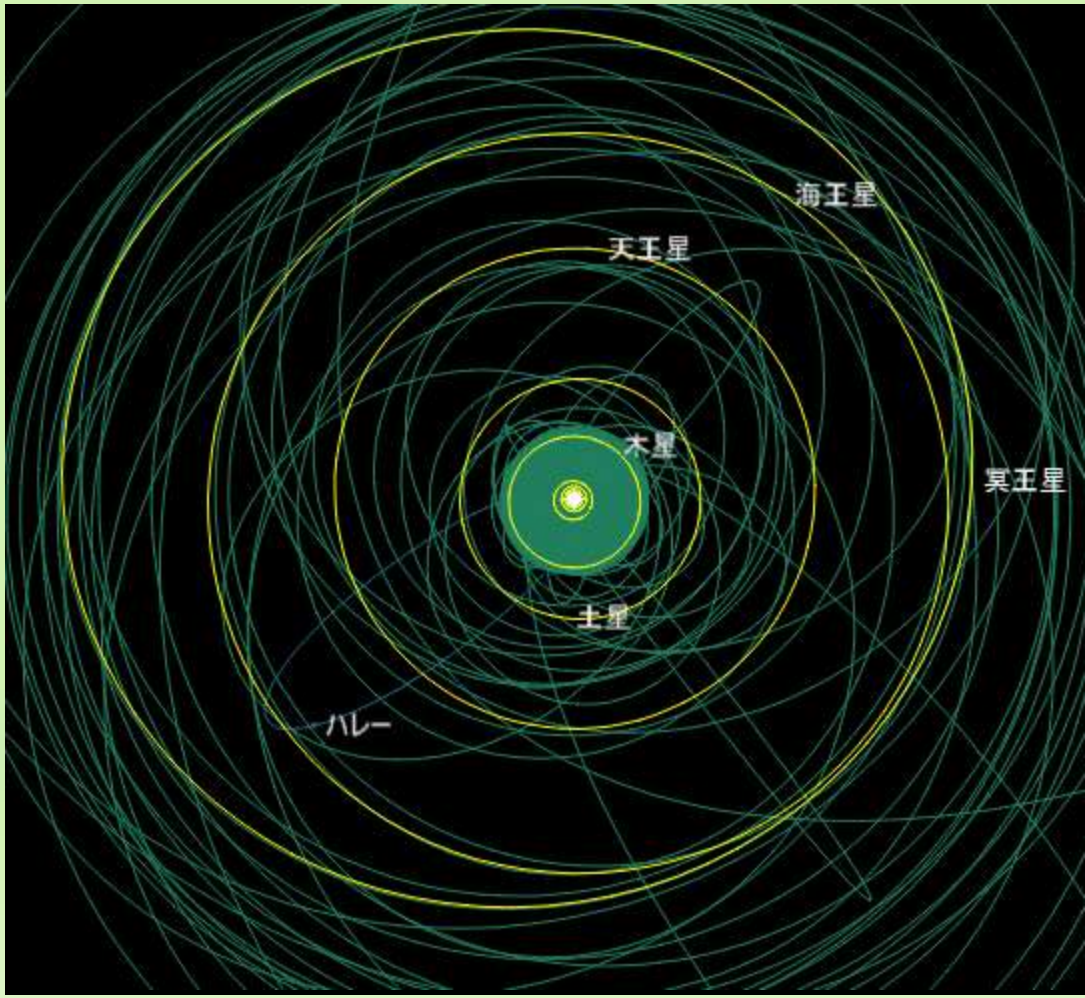
ー人類の宇宙を見る目がよくなるにつれてー

- 肉眼の時代
- 直径3500km　月

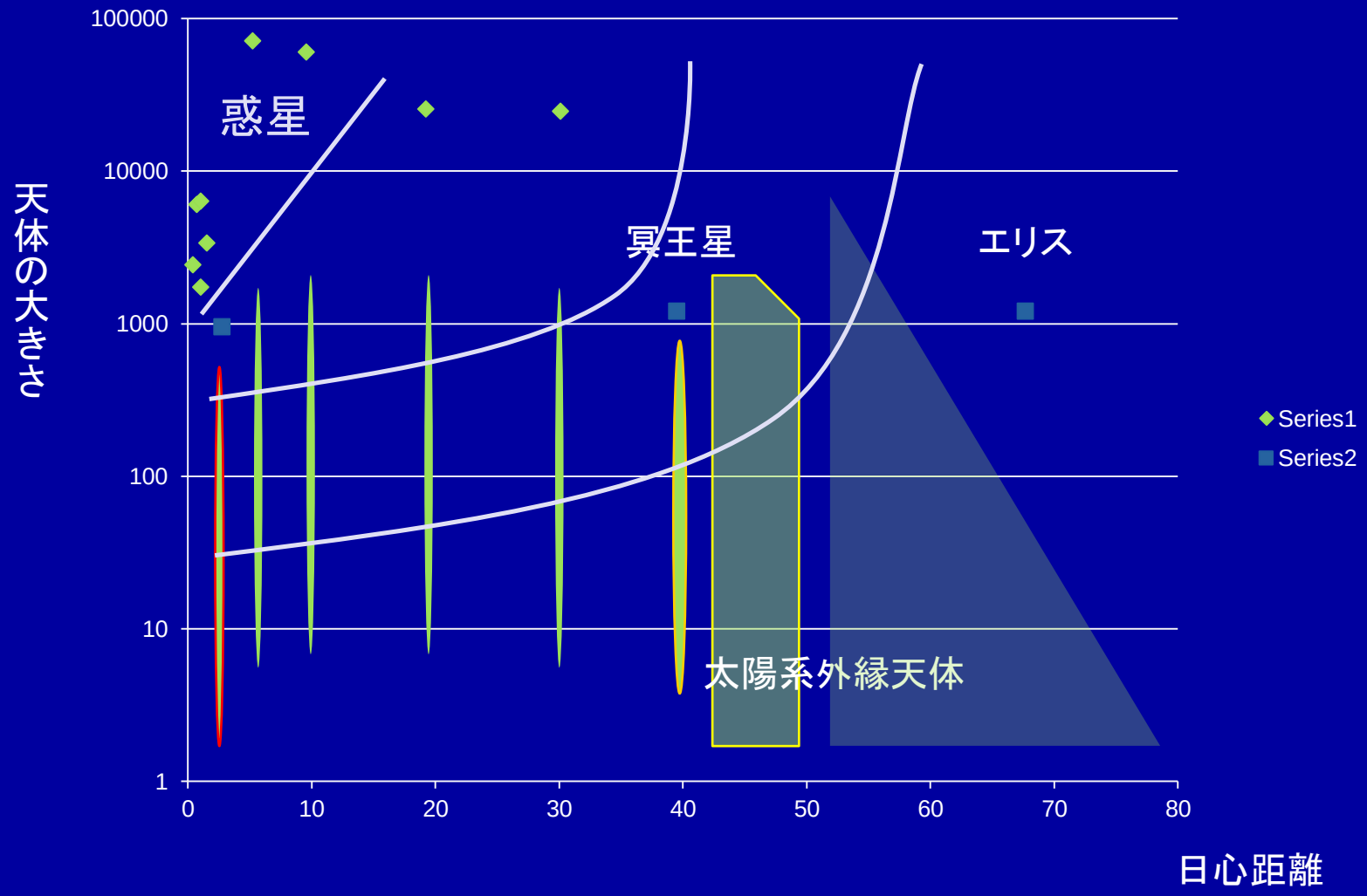
- 天体望遠鏡 (1610)
- 直径3000km　ｶﾞﾘﾚｵ衛星

- 天体望遠鏡(1801)
- 直径約1000km　小惑星
- 直径＜100km　小惑星

- 天体撮像技術（20世紀)
- 約2400km　冥王星
- （太陽系外縁天体）



広く豊かになってきた太陽系



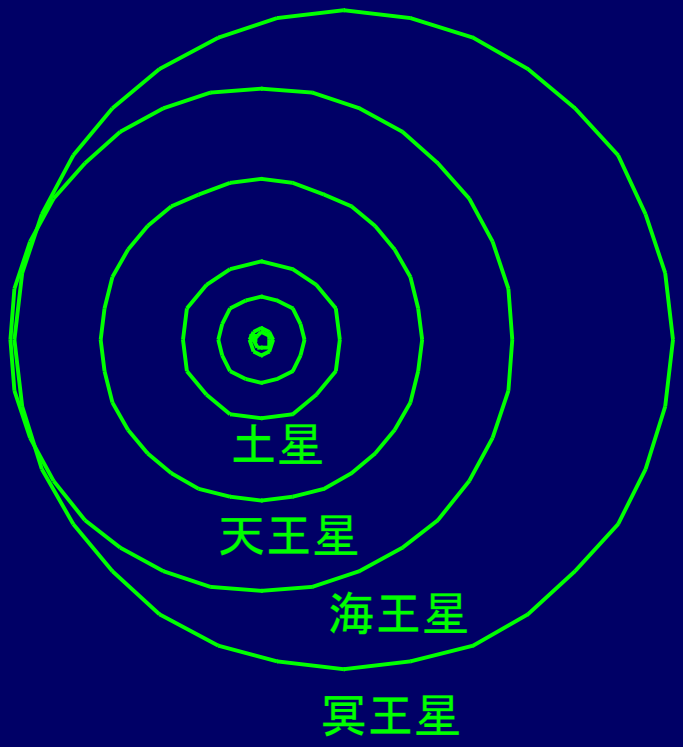
惑星の数の変遷

数	観測手段	技術革新
5個	肉眼	天動説
6個	肉眼	地動説
7個	天体望遠鏡	光学
8個	天体望遠鏡	天体力学
9個	天体望遠鏡＋写真	写真技術
8個	天体望遠鏡＋ディジタル撮像技術	CCD

ところで冥王星は？

太陽系

100億km



冥王星は？

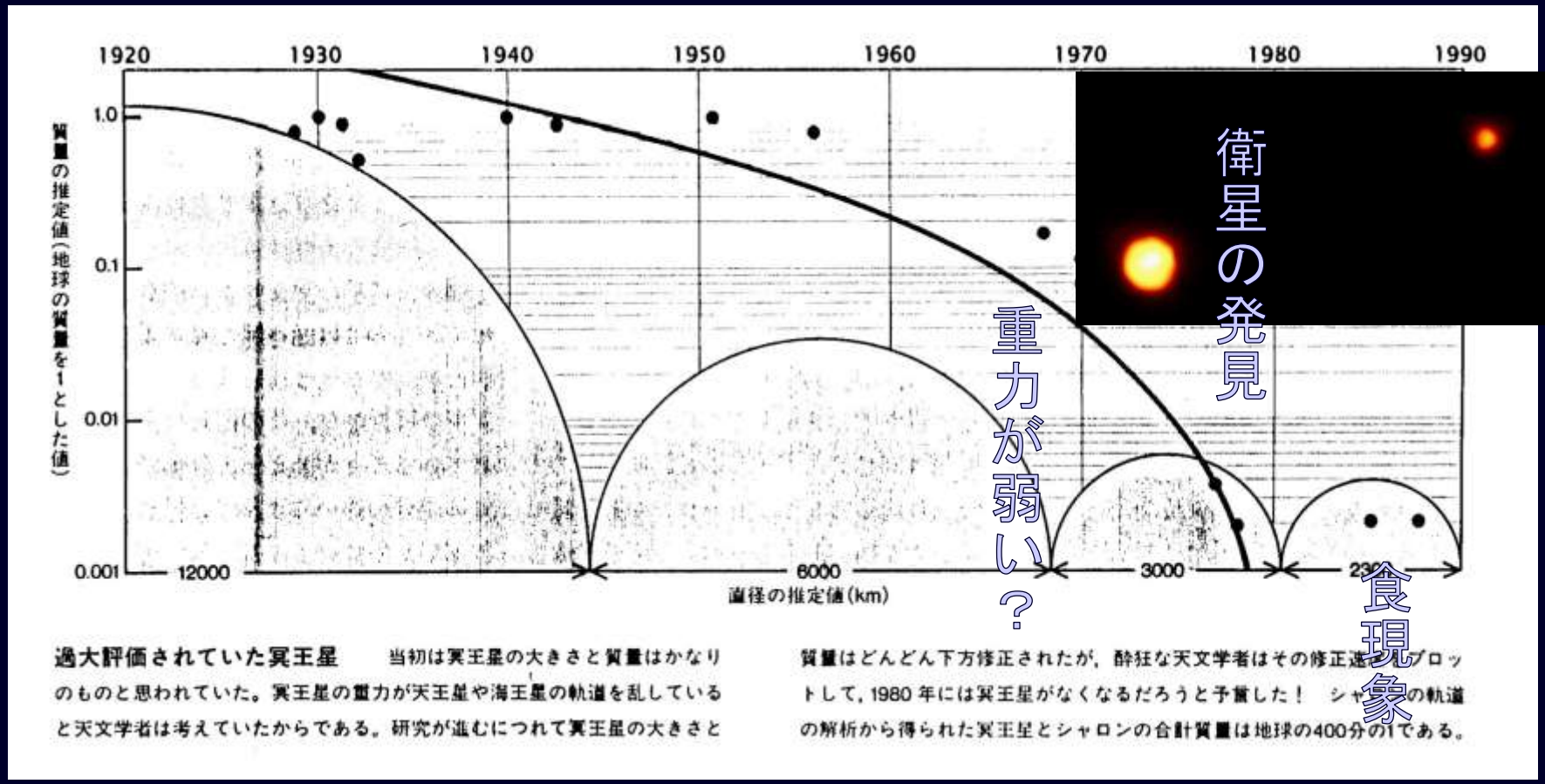
- かなり歪んだ楕円軌道
- 大きな軌道傾斜角　（１７度）
- 海王星よりも内側に来ることがある
- それでも海王星と衝突しない
  （海王星の周期：冥王星の周期＝２：３）

変わった惑星だなぁ・・・と思われていた

発見時の大きさは;地球程度？

冥王星の大きさ

- 観測が進めば進むほど小さくなっていった



惑　星と　小　惑　星

天　体	赤道半径　※直径ではない
水　星	2,440 km
金　星	6,052 km
地　球	6,378 km
火　星	3,396 km
木　星	71,492 km
土　星	60,268 km
天王星	25,559 km
海王星	24,764 km
冥王星	1,150 km
ケレス	500 km

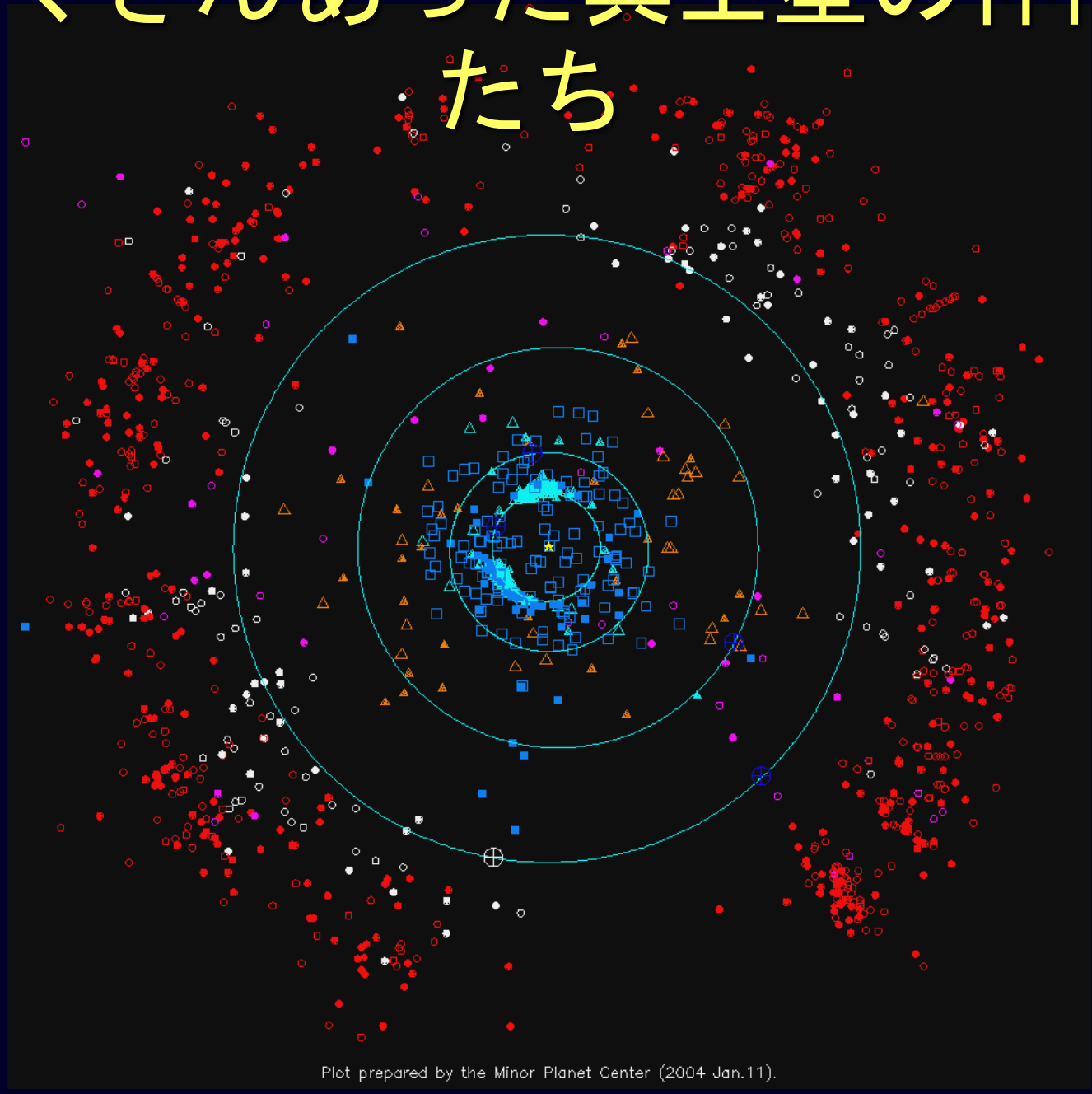
しかし、まだ**<u>両者の間には差</u>**があった。。。。

２０世紀末：新しい宇宙を見る目
観測技術革新

- 新しいデジタルカメラ技術：ＣＣＤ素子（写真の百倍もの感度）の登場！

- 冥王星の仲間の小惑星が見つかり始めた
  - エッジワース・カイパーベルト天体
  - トランス・ネプチュニアン天体
  - 海王星以遠天体
    ⇒「**太陽系外縁天体**」に統一

たくさんあった冥王星の仲間たち



冥王星は？

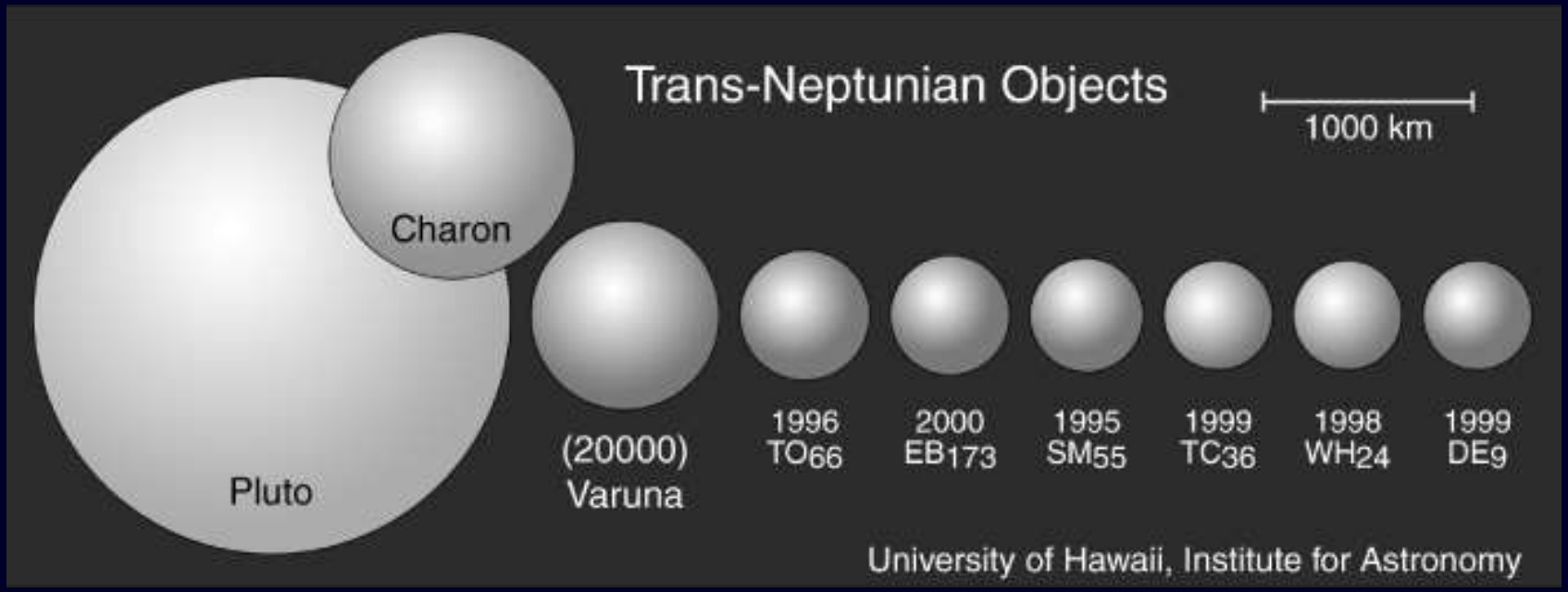
✧冥王星も、あまたある仲間（太陽系外縁天体）の一つに過ぎないことがわかってきた！

✧仲間内では最大だったものの

✧いずれは**冥王星よりも大きな天体**が見つかるかも

冥王星付近の仲間たち

- その大きさも冥王星に迫りつつあった



冥王星の仲間たち

✧冥王星以外は、すべて「小惑星」と分類

✧もし冥王星より大きな天体が見つかったら．．．．

✧冥王星＝第９**惑星よりも大きな小惑星**が誕生することになる

✧これは困った！

第十惑星？　エリスの発見

75年ぶりに冥王星より大きい天体発見：太陽系10番目の惑星？

2003年10月に撮影された2003UB313（○の中）

提供：M.Brown、C.Trujillo、D.Rabinowitz

（←　クリックで拡大）

NASAジェット推進研究所（JPL）は先月29日、75年ぶりに冥王星より大きい天体（カイパーベルト天体）の存在が確認されたと発表した。このカイパーベルト天体（KBO）は、太陽に最も接近した近日点でも約54億キロメートル（地球・太陽間の約36倍）、最も離れた遠日点が146億キロメートル（太陽・地球間の97倍）に達する軌道を約560年の周期で公転している。このKBOには、2003UB313の仮符号がつけられた。ちなみに、冥王星の近日点は約43億キロメートル、遠日点は約77億キロメートルで、約248年の周期で太陽の周りを一周している。冥王星は、1930年に米国の天文学者クライド・トンボーにより発見された。

2005年7月29日

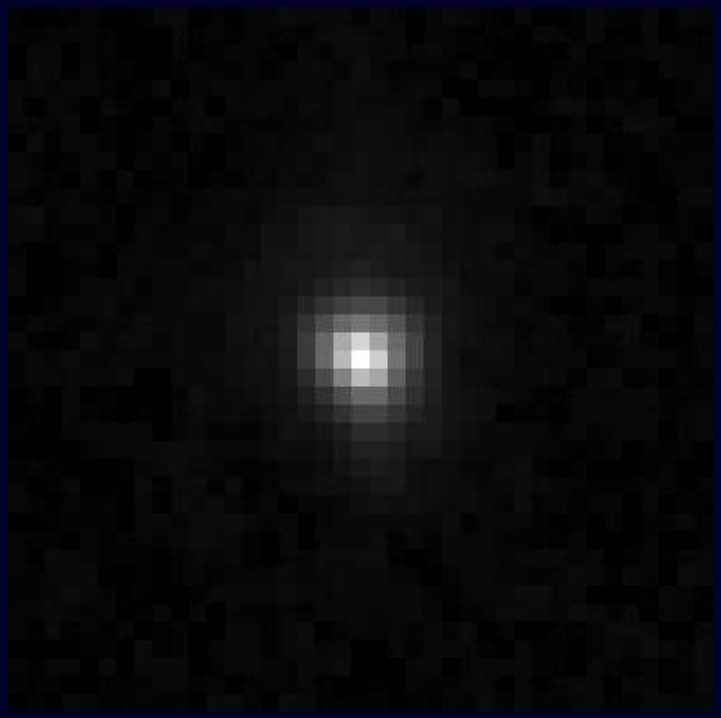
2003 UB313（エリス）の大きさ

✧２００６年４月

✧ハッブル宇宙望遠鏡の観測結果

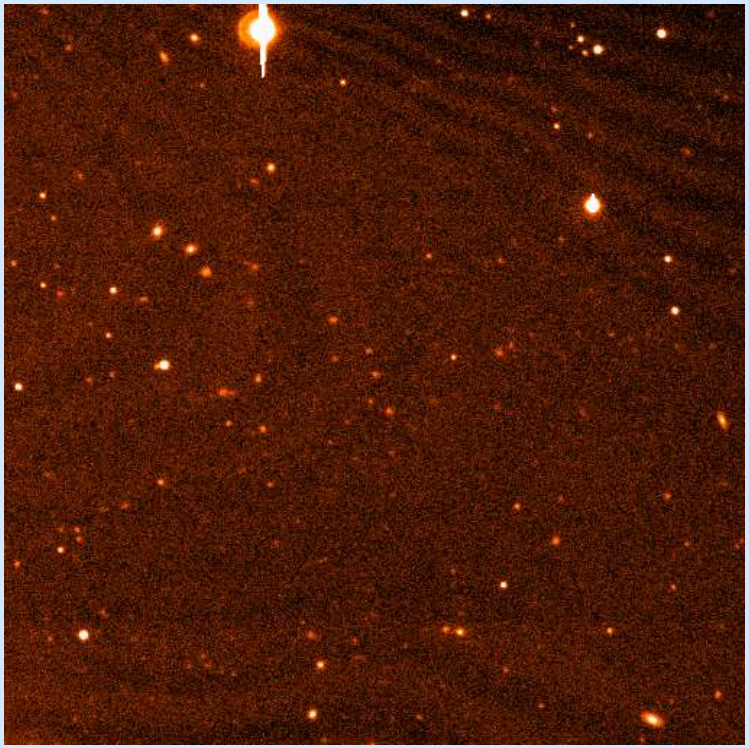
✧2400 +/- 100 km

✧少なくとも冥王星の１０５%程度？



惑　星と　小　惑　星

天　体　　赤道半径　※直径ではない



水　星　　2,440 km
金　星　　6,052 km
地　球　　6,378 km
火　星　　3,396 km
木　星　　71,492 km
土　星　　60,268 km
天王星　　25,559 km
海王星　　24,764 km
エリス 1,200 km
冥王星　　1,150 km

ケレス 500 km

「惑星の定義」の必要性

- これまで科学的定義はなかった
  - 惑星＝「恒星間を惑う星」
  - 地動説になっても、太陽を巡る比較的大きな天体、という“常識”で十分だったが。。
    - 小惑星帯で最大のケレスが直径約９５０km
    - 冥王星の直径は約２３００ｋｍ
  - 惑星を定義する境界線をどこに引くか？

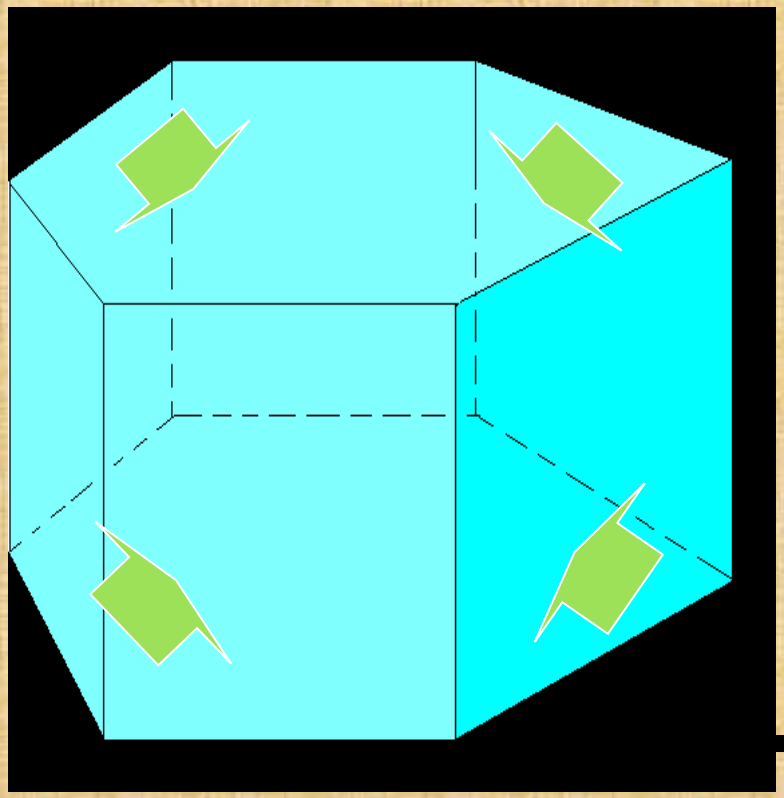
国際天文学連合惑星定義委員会

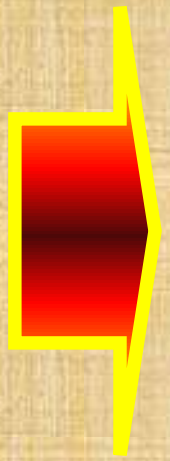
- 世界から7名の天文学者が定義案を作成
- 最も単純な方法で定義する線を引こう
- 線は一本とは限らない
  - “重力”による形（丸いかどうか）を判定基準

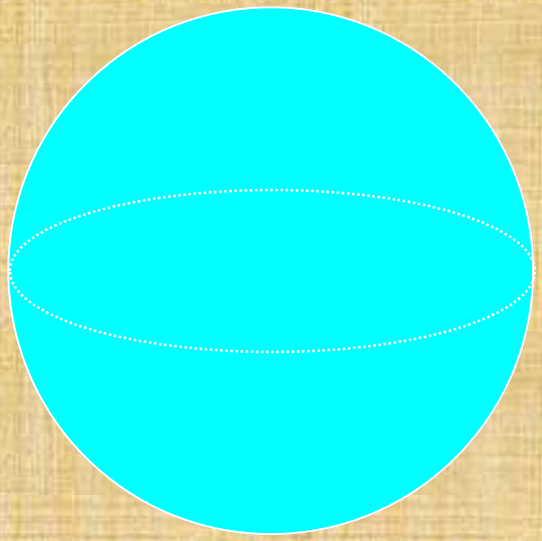
惑星の定義

- 惑星(planet)
  - 太陽を巡り、
  - 丸くて（重力が強く球形）→ 条件ｂ
  - 軌道付近に他の同サイズの天体が**ない**　→　条件ｃ
- 準惑星(dwarf planet)
  - 太陽を巡り、
  - 丸くて（重力が強く球形）
  - 軌道付近に他の同サイズの天体が**あり**、
  - 衛星でない
- 太陽系小天体(small solar system bodies)

条件（A）
準惑星と小天体を隔てる基準







大きいと丸くなる

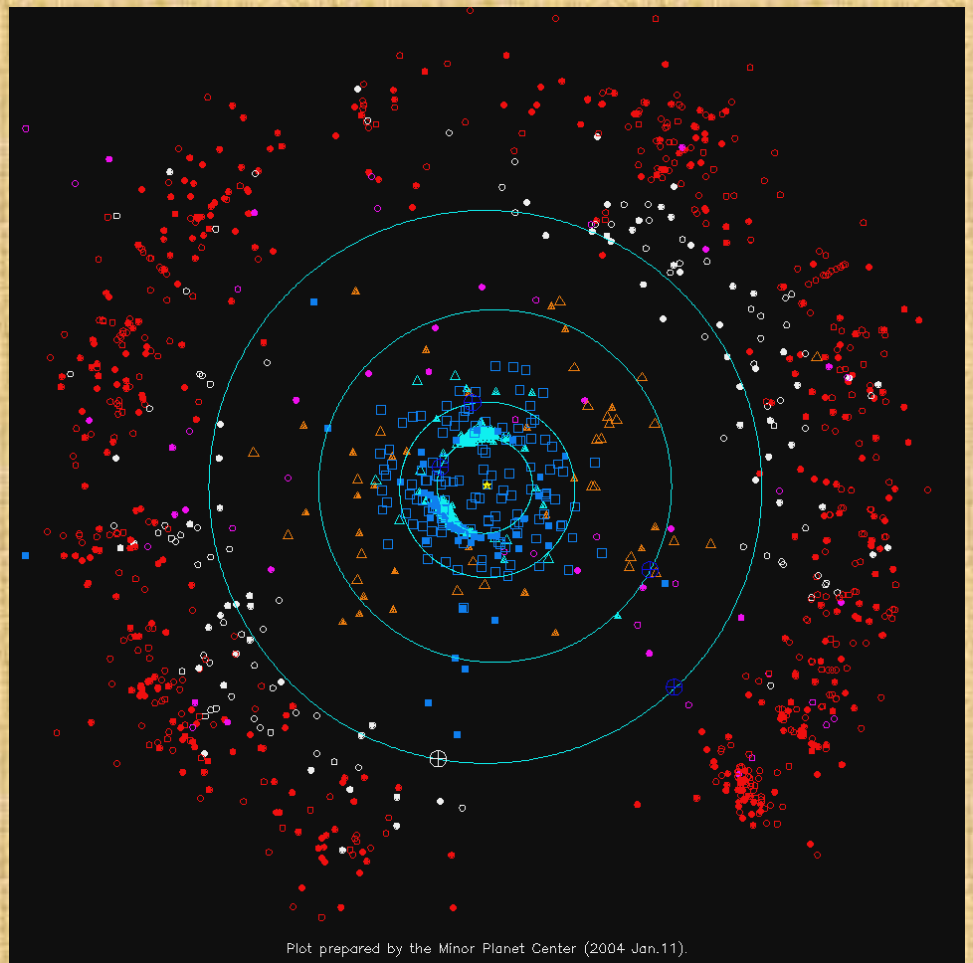
自分の重みでつぶれる

（巣鴨学園高等学校　天文学会ジュニアセッション発表内容より）

条件B：惑星と準惑星を隔てる基準

has cleared the neighborhood around its orbit

冥王星には同じような大きさの仲間がたくさんいる



新しい定義による線引き

天　体	赤道半径	※直径ではない
水　星	2,440 km	
金　星	6,052 km	
地　球	6,378 km	
火　星	3,396 km	
木　星	71,492 km	
土　星	60,268 km	
天王星	25,559 km	
海王星	24,764 km	

条件c

エリス 1,200 km

冥王星　　1,150 km

ケレス 500 km

条件b

他の小さな天体

定義

- 惑星

  ――――――――――――――――――――――― 条件c

- 準惑星

  ――――――――――――――――――――――― 条件b

- 太陽系小天体

惑星の定義原文

- **IAU resolution 5A**
- (1) A planet is a celestial body that (a) is in orbit around the Sun, (b) has sufficient mass for its self-gravity to overcome rigid body forces so that it assumes a hydrostatic equilibrium (nearly round) shape, and (c) has cleared the neighborhood around its orbit.
- (2) A ‘dwarf planet’ is a celestial body that (a) is in orbit around the Sun, (b) has sufficient mass for its self-gravity to overcome rigid body forces so that it assumes a hydrostatic equilibrium (nearly round) shape, (c) has not cleared the neighborhood around its orbit, and (d) is not a satellite.
- (3) All other objects orbiting the Sun shall be referred to collectively as “Small Solar System Bodies”.

IAU総会2006年での決議

惑星は8個：水金地火木土天海

産経新聞　2006年8月25日　朝刊　1面

太陽系惑星8個に

冥王星を除外

国際天文学連合 決定

太陽系の9番目の惑星とされてきた冥王星が〝降格〟され、太陽系惑星が8個になることが決まった。チェコのプラハで開かれた国際天文学連合（IAU）総会最終日の24日、「太陽系惑星の定義」について投票による採択が行われた。採択された新しい定義では、太陽系惑星は水金地火木土天海の8個に限定される。1930年に発見された冥王星が惑星の地位を失ったことで、太陽系の姿は76年ぶりに書き換えられる。（30面に関連記事）

採択で承認された太陽系惑星の定義は、①太陽の周りを回り②自己の重力で球形となった天体で③軌道上で他の天体（衛星を除く）がないこと―と規定している。

この条件をすべて満たすのは、太陽に近い方から、水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星の8個だけ。③を満たしていない冥王星は、小さな惑星を意味する天体として新たに定義された「矮惑星（ドワーフ・プラネット）」の一つとなる。

冥王星は、細長い軌道の一部が海王星と重なり、他の8惑星の公転面に対して大きく傾いている。このため、多くの研究者が科学的な知見から「惑星とするには無理がある」としていたが、IAUは1999年に「惑星としての地位に変更はない」と発表した。

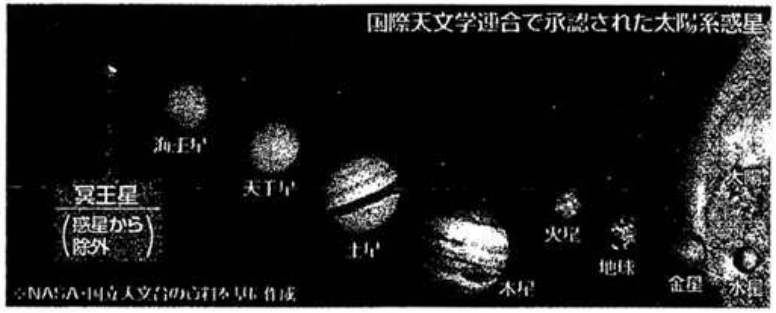
しかし、海王星や冥王星より外側のカイパーベルトと呼ばれる太陽系外縁部で、次々と新しい天体が発見され、その一つの「2003UB313」は、冥王星よりも大きいことが判明。米航空宇宙局（NASA）が昨年夏に「第10惑星」と発表したことがきっかけで、惑星の定義がIAUで改めて議論されることになった。

今月16日には、冥王星を惑星にとどめ3つの天体を新たな惑星とする「太陽系12惑星案」が提示されたが、研究者の反対が続出。IAUは、冥王星を外す「8惑星案」での決着を目指した。

最終的な決議案には、8惑星を「古典的惑星」として冥王星などを「古典的ではない惑星」と解釈する道も盛り込まれたが、研究者による投票の結果、明解で惑星の定義がシンプルな「8惑星案」が、多数の賛同を得た。

理解しやすい

松井孝典東大教授（惑星科学）の話「冥王星を減らして惑星を8つとしたほうがすっきりとする。冥王星を残すための定義を考えるとセレスやカロンなども入り、惑星の数は際限なく増える。社会的な観点からも、惑星の定義をシンプルに説明できるようになる。日本では教科書に対する特別な思い入れがあるので、内容が書き換わることに驚きがあるのかもしれないが、整理して教えるには定義がすっきりとしていたほうがよく、一般の人にも理解されやすくなるのではないか」



惑星の定義 明確化

視点

天空で、いつも決まった円周上を動く恒星と違って、火星や金星は天空をさまようように動くことから「惑星」と名づけられた。その惑星の定義をめぐる国際天文学連合の議論は、科学的な知見だけでは決着がつかず、政治的思惑や研究者の心情までが交錯して、とまどいがちに迷走した。

新たに決まった太陽系惑星の定義では、水星から海王星までの8個の惑星と、冥王星などの矮（わい）惑星の区別が明確にされた。迷走したとはいえ、最後は科学的に説得力のある定義が承認され「惑星とは何か」という問いに、明確な答えが示された意義は大きい。

しかし、4分の3世紀にわたって惑星としてきた冥王星を、惑星から外すことには根強い抵抗があった。冥王星が外れると、米国人が発見した惑星がなくなってしまう。

最初に提示された「太陽系12惑星案」は、政治的配慮による産物だといえる。冥王星を惑星にとどめることを大前提に、それに合うような惑星の定義を作った結果、他に3個の新惑星と、さらに12個の惑星候補がリストアップされた。

反対意見の集中砲火を浴びたのは、政治的配慮の濃厚さに比べて、科学的な説得力が乏しかったからだろう。次に示された「8惑星案」は、科学的には説得力があり多くの賛同が得られた。ただし、最終段階では「政治的配慮」と冥王星の地位を守りたいという「心情」を無視できないまま、投票による採決に持ち込まれた。

議論が迷走したことは、あながち悪いことばかりではない。議論の行方が世界中で注目されたことが、太陽系や天文学への興味を抱くきっかけになればいい。人類は、天空をさまよう惑星に古来、特別な興味を抱き、占星術や暦に取り入れてきたのだから。

（中本哲也）

惑星データ

	太陽からの距離（天文単位）	赤道半径（km）
水星	0.3871	2440
金星	0.7233	6052
地球	1.0000	6378
火星	1.5237	3397
木星	5.2026	71492
土星	9.5549	60268
天王星	19.2184	25559
海王星	30.1104	24764
冥王星	39.5405	1137

（1天文単位は約1.5億km）

惑星定義報道
新聞TVは正確だったのか？

- 誤解・曲解された点
  - 冥王星の位置づけを巡る議論
    ＝＞　欧米の対立図式
  - 冥王星の配置換　＝＞「降格」が強調された
    （背景説明をカット）
  - 多数決による決議　＝＞　圧倒的多数ではない
    （修正案の可否の順番）

報道の評価

- 各メディア採点評価
  - 新聞記事、TV番組毎に
    ”正しく、かつ誤解なく報道しているか”
  - 29人の台内職員が10点評価
- 対象
  - 新聞記事：8月25日の朝刊夕刊24本の記事
  - テレビ：8月25日前後の報道系番組内での報道8本

順位	件数	記事No	社名	備考	月日	主見出し	評価	標準偏差
1	15	345	産経新聞	朝刊	8月25日	国際天文学連合決定　太陽系惑星8個に　冥王星を除外　惑星の定義明確化	7.55	1.92
2	12	342	東京新聞	朝刊	8月25日	冥王星格下げ　異なる発生メカニズム　公転軌道にもズレ　議論で関心高まる	7.14	2.16
3	7	334	朝日新聞	朝刊	8月25日	国際天文学連合可決　冥王星「降格」　発見後76年、矮惑星に　惑星は8個新定義　議論、平易さに軍配	7.10	2.17
4	21	350	毎日新聞	夕刊	8月25日	冥王星降格　IAU　ビンジェル博士会見　「新発見あれば新定義」	7.00	1.72
5	10	337	毎日新聞	朝刊	8月25日	太陽系惑星　冥王星の除外決定　天文学連合新定義可決　9個から8個に	6.90	1.63
6	16	289	西日本新聞	夕刊	8月25日	冥王星、惑星kら除外　一転脚光「勉強になる」　福岡県内の教諭ら　理科離れ歯止めに期待も	6.82	1.67
7	24	354	朝日新聞	夕刊	8月25日	国際天文学連合　惑星に新定義「歴史的な日」	6.79	1.95
8	18	346	東京新聞	夕刊	8月25日	冥王星降格「亡き夫も納得」　米発見者の妻、心情代弁	6.68	1.71
9	13	343	東京新聞	朝刊	8月25日	国際天文学連合　冥王星格下げ決定　76年ぶり太陽系の惑星8個に	6.66	1.29
10	8	335	日本経済新聞	朝刊	8月25日	冥王星〝降格〟　惑星8個に　議論二転三転　76年ぶり変更	6.62	1.63
11	6	333	朝日新聞	朝刊	8月25日	冥王星除外　「発見国」米国はらくたん「かわいそう」CNN速報　採決、賛成が圧倒的多数	6.61	1.90

TV報道（番組込み）

テレビ局	番組名	月日	評価
NHK	クローズアップ現代	8月31日	8.0
NHK	週間こどもニュース	8月26日	6.9
NHK	おはよう日本	8月25日	6.9
NHK	ニュース7	8月24日	6.8
NHK	ニュースウォッチ9	8月25日	5.9
NHK	ニュースウォッチ9	8月24日	5.8
4ch	きょうの出来事	8月24日	5.7
NHK	ニュースウォッチ9	8月16日	5.6
NHK	ニュース7	8月25日	5.5
フジ	スーパーニュース	8月24日	4.1
フジ	とくダネ！	8月21日	4.1
フジ	とくダネ！	8月25日	4.0
テレビ朝日	報道ステーション	8月24日	1.0
		平　均	5.4

TV報道（ニュースのみ）

惑星定義に関する報道

【テレビ報道順位表】

順位	テレビ局	番組名	月日	評価	標準偏差
1	NHK	おはよう日本(約9分)	8月25日	8.68	1.51
2	NHK	ニュース7(約6分)	8月24日	7.79	1.72
3	NHK	ニュース7(約4分)	8月25日	6.81	1.72
4	NHK	ニュースウォッチ9(約6分)	8月25日	6.44	1.73
5	TBS	筑紫哲也　NEWS23(約3分)	8月24日	6.25	1.74
6	日本テレビ	きょうの出来事(約5分)	8月24日	6.07	1.85
7	フジテレビ	スーパーニュース(約9分)	8月24日	5.04	2.10
8	テレビ朝日	報道ステーション(約16分)	8月24日	4.32	2.67

新しい定義によって

- “第十惑星騒動”などの混乱を収拾
- 太陽系の天体の多様性が強調された
  - 「惑星、小天体」という２分類から「惑星、準惑星、小天体」の３分類へ
- 太陽系の広がりが強調・意識された
  - 太陽系外縁天体の存在がクローズアップ

「準」惑星という和訳の決定

- 国際天文学連合の決議を受けて、日本学術会議物理学委員会では、IAU分科会および天文・宇宙物理分科会およびで議論し、新しい和訳を「矮惑星」ではなく「準惑星」とする「対外報告」を発出

対　外　報　告

第一報告：国際天文学連合における惑星の定義及び関連事項の取扱いについて

平成１９年４月９日

日　本　学　術　会　議
物理学委員会
IAU 分科会及び天文学・宇宙物理学分科会

新しい定義の短所

- 分類基準の曖昧さ
  - **has cleared the neighborhood around its orbit　→　どこまで？**
  - **a hydrostatic equilibrium (nearly round) shape　→　どの程度丸い？**

    →　小さくても丸い天体は存在
- **Dwarf planet** の天文学的な意味づけの困難さ
  - 小惑星帯の天体と太陽系外縁天体が両方とも含まれてしまったための説明の困難さ

太陽系の天体を　２ → ３種類に

- 惑星、小惑星（小天体）

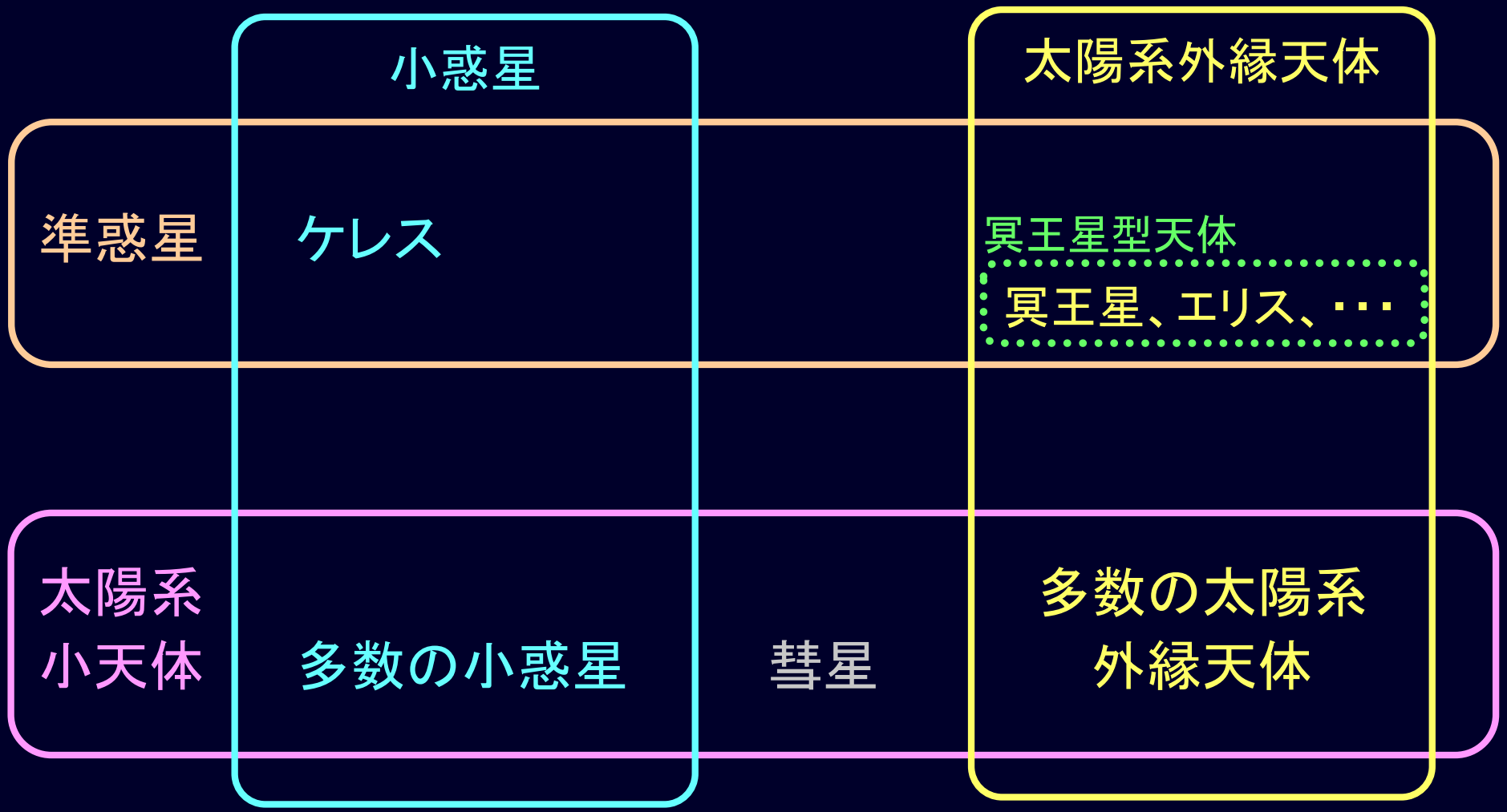
- 惑星、 準惑星、小惑星（小天体）

冥王星は･･･

一つだけ「奇妙な」惑星

から　新しいカテゴリの代表格へ

準惑星・太陽系小天体の区分

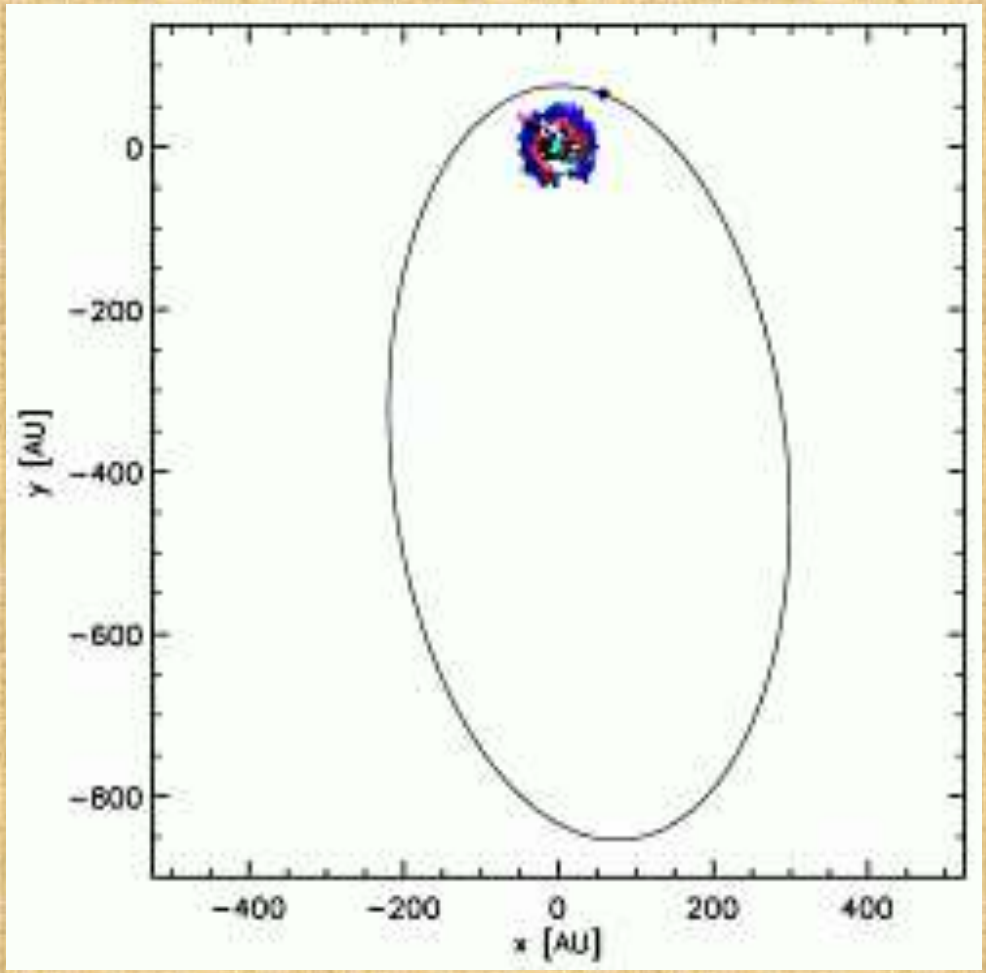


太陽系にも外側にまだ何かある?

- ✧太陽系外縁天体のベルト部分の外側で切れているように見える
- ✧ここが太陽系の果てなのか？
- ✧しかし、まだまだ

太陽系は、さらに外側にも何かある！

- ✧2003 VB12（セドナ）の発見
- ✧冥王星の3倍遠方
- ✧
- ✧軌道周期約10,500年
- ✧直径1,700km？



シミュレーションで推測、太陽系第9惑星存在の可能性

ツイート

海王星の20倍以上遠くに「第9惑星」が存在する可能性がシミュレーションで示された。セドナなどすでに知られている太陽系外縁天体の軌道の特徴を説明する研究成果だ。

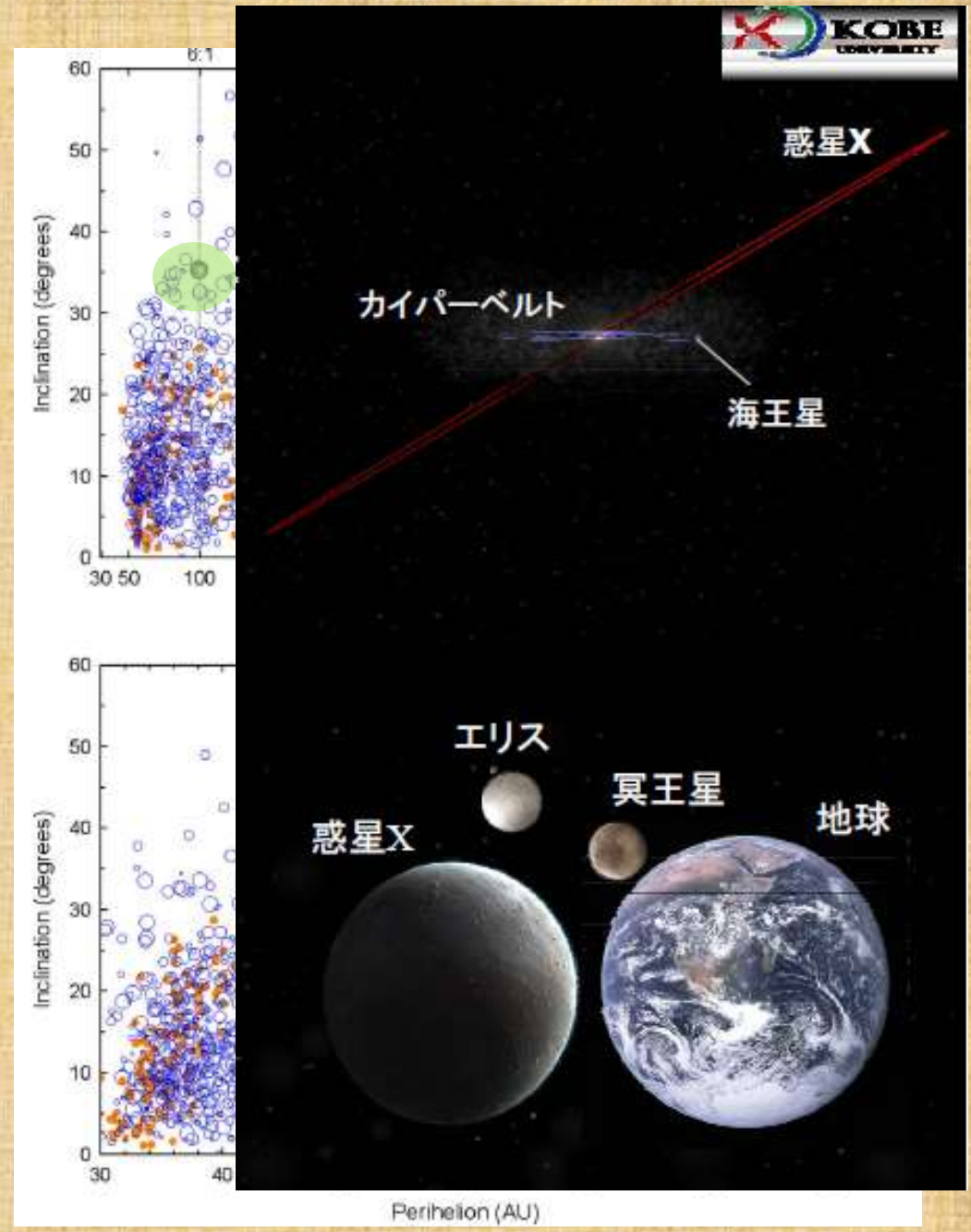
【2016年1月21日 Caltech】

カリフォルニア工科大学のKonstantin BatyginさんとMike Brownさんが数値モデルとコンピュータ・シミュレーションから、太陽系の「第9惑星」が存在する可能性を示した。計算によればこの天体は海王星の20倍以上も遠いところを1万年から2万年かけて公転しており、地球の10倍の質量を持つ。推測される大きさから、小惑星や準惑星ではなく「惑星」であると考えられる。

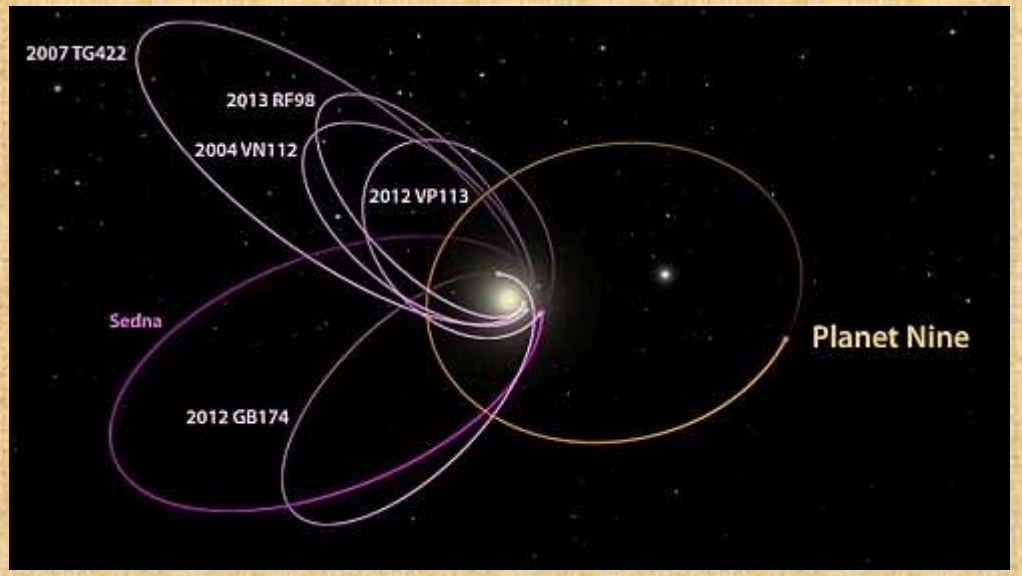
国立天文台の渡部潤一副台長 コンピューターを使った計算で、第9惑星があるのではないかと指摘されたことはこれまでもある。まだ可能性が示された段階で、実際に存在するのかわからない。

もっと大きな天体がある？

- 神戸大学のグループによる理論的予測（2008）
- 地球程度の大きさの惑星が存在？



さらにもっと大きな天体がある？

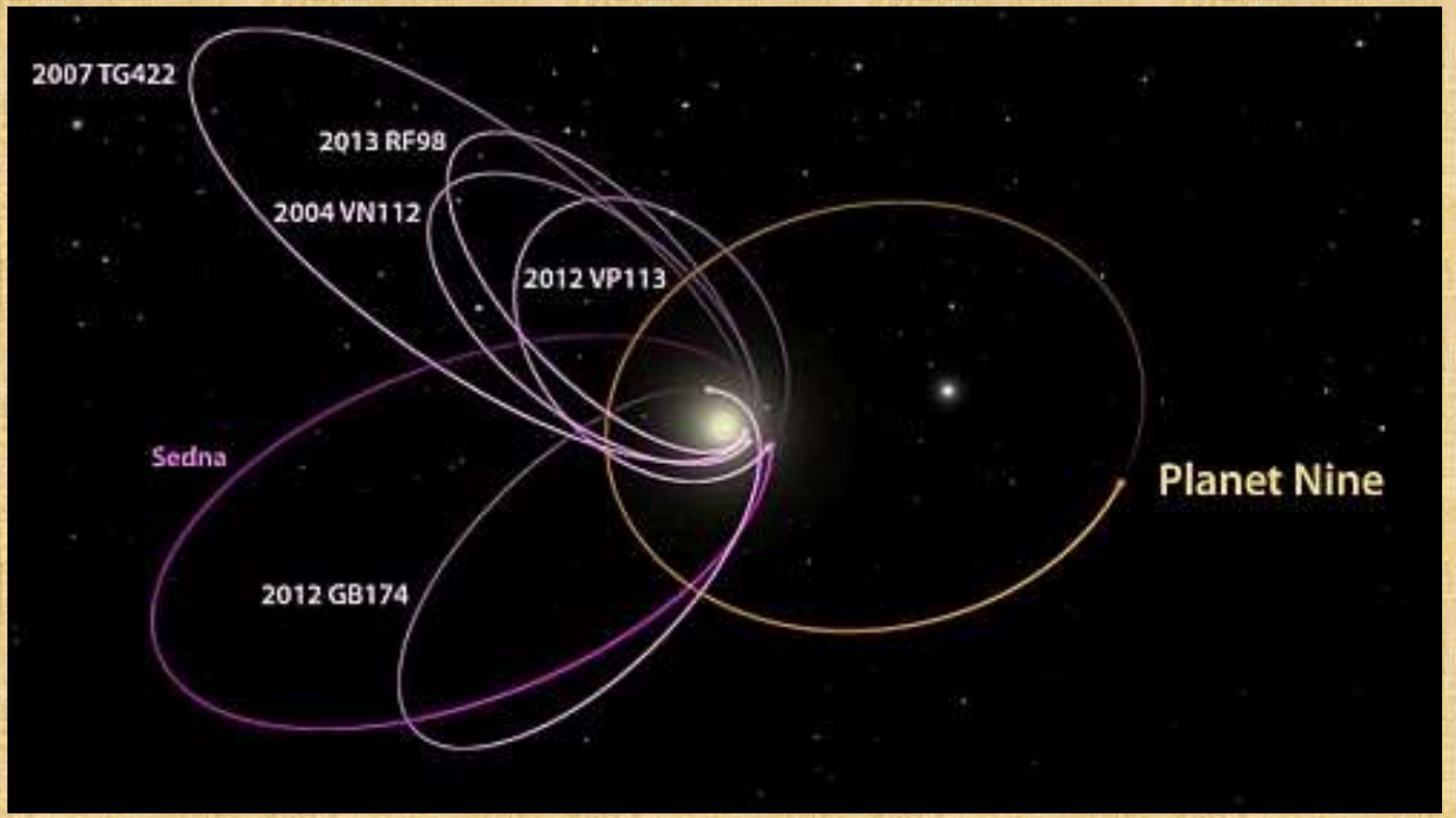


- カリフォルニア工科大学グループによる理論的予測（2016）

- 地球の十倍程度の大きさの惑星が存在？

どのような予測か？

- 既に発見されている太陽系外縁天体の軌道の分布が偏っていることから



どのような予測か？

- このような偏りを偶然持つ確率は0．007％
- この分布の偏りを作り出すためには、どのような軌道にあるどの程度の大きさの天体が必要かをシミュレーションした
- その結果、重い天体が外縁天体の集中区域と反対側に滞在時間が長い（＝歪んだ軌道）軌道を描いているとすると再現可能
- 軌道長半径が700au、離心率0.6、質量は地球の10倍程度＝第九惑星の存在を予測
- すばる望遠鏡を用いたサーベイ観測も

まだ太陽系に未知の領域が存在

- 太陽系の概念は変遷しつつある途中
- いつブレークスルーがあってもおかしくない

宇宙観の変遷
その２

宇宙像の変遷

地球は宇宙のどこにあるか？

天文学の基本的命題

- 古代から現代まで、地球の位置＝宇宙像を究めるべく人類は努力を積み重ねてきた
- <u>宇宙像の変遷</u>

１．天動説から地動説へ

２．太陽系の概念の変遷

３．天の川から銀河系へ

４．銀河の発見

５．中心のない膨張宇宙の発見

ごく簡単に

3. 天の川から銀河系へ

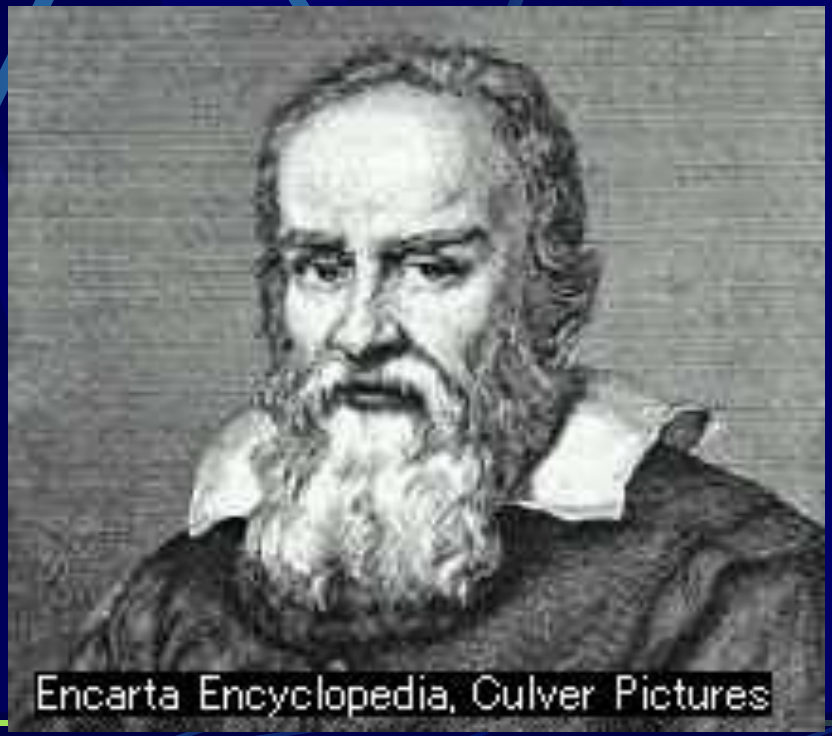
- ガリレオによる天の川の正体の発見
- 恒星の距離の測定　奥行きのある宇宙観へ
- 恒星の空間分布から銀河系の概念へ
- 銀河系における太陽系の位置の特定
  - 銀河系における“地動説”の確率へ

天の川

- 夜空を眺めると。。。
- 天の川の近くほど星が密

銀河系の発見の歴史：まずは天体望遠鏡による新発見

- ガリレオ・ガリレイの活躍



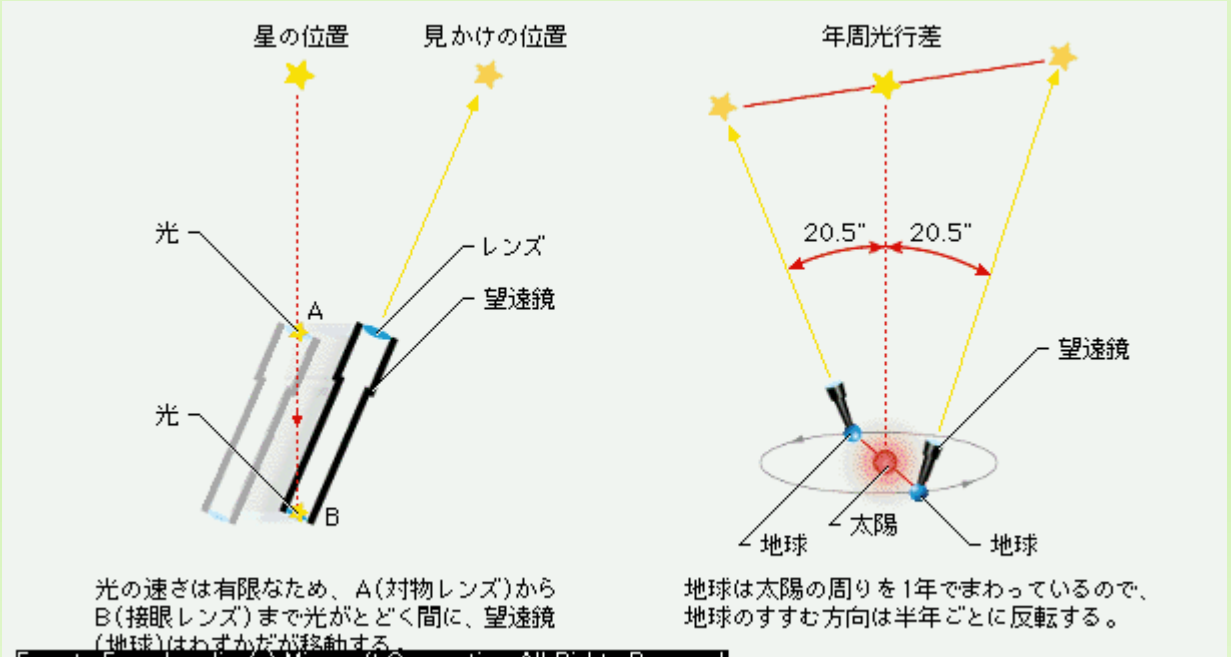
ガリレオによる天の川の正体の発見

- 天の川が微光恒星の集団であることを発見
- 「こうして、この目で確かめることによって、数世紀のあいだ哲学者を悩ませてきたすべての論争に終止符をうった。（略）銀河は実際には重なり合って分布した無数の星の集合にほかならない」
- 地動説ほどの議論にはならなかった

恒星の距離の測定
奥行きのある宇宙観へ

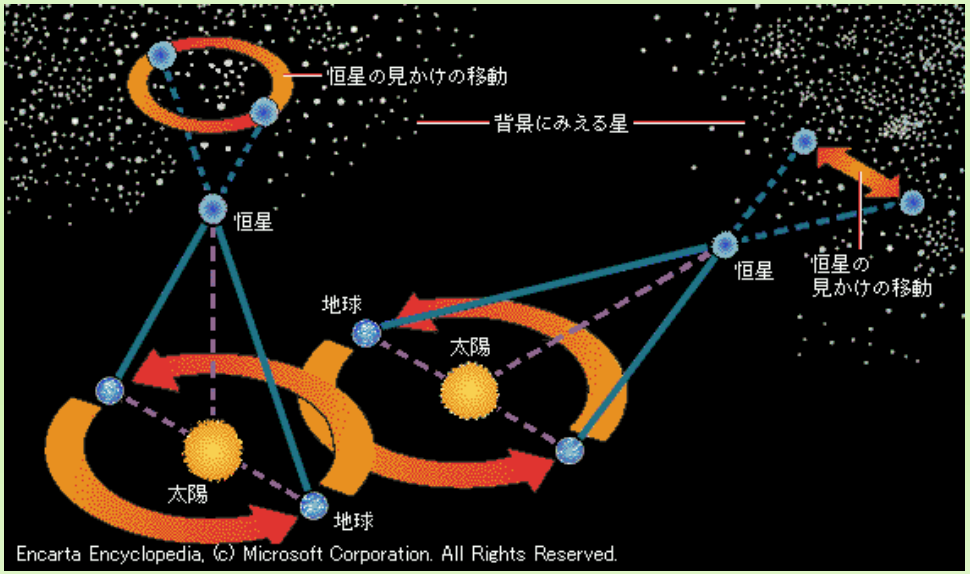
- 恒星天球＝天球ではなく、個々の恒星の距離はまちまち

- 1727年　ブラッドリーが光行差を発見



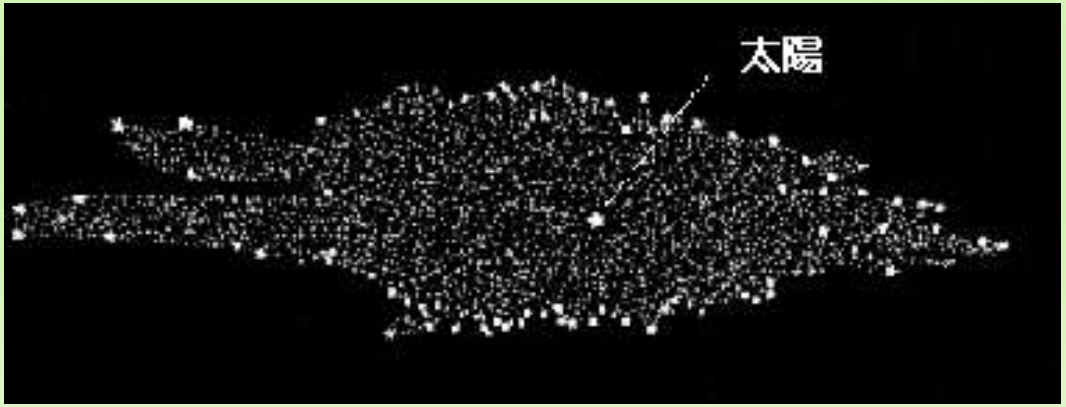
恒星の距離の測定
奥行きのある宇宙観へ

- 恒星天球＝天球ではなく、個々の恒星の距離はまちまち
- 1838年、フリードリヒ・ウィルヘルム・ベッセルが年周視差を発見：距離測定へ
  - はくちょう座61番星



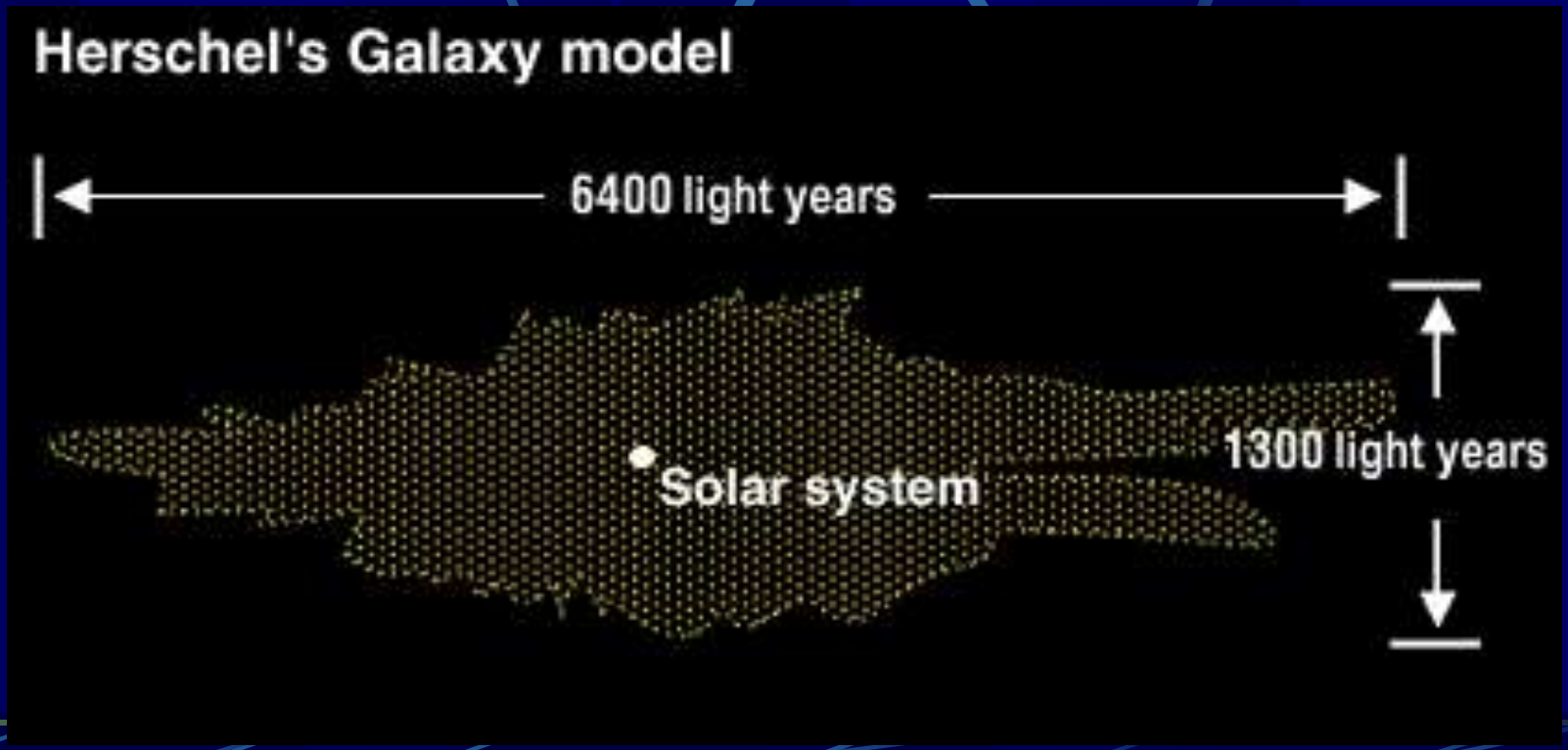
恒星の空間分布から銀河系の概念へ

- 仮定：どこでも星の明るさは不変
  - 密集して見えるほど遠くまで星がある
  - 密集度合いで奥行きがわかる
- ハーシェルの宇宙(1780年頃)
  - 太陽系を中心とした円盤型の星の集団＝銀河系



恒星天球から恒星空間へ

- ハーシェルの天の川＝宇宙モデル

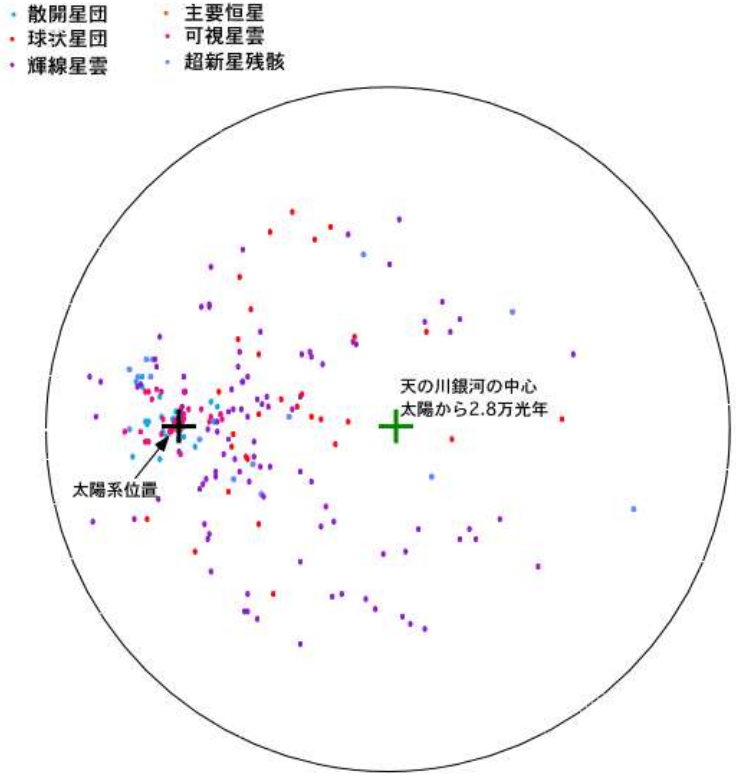


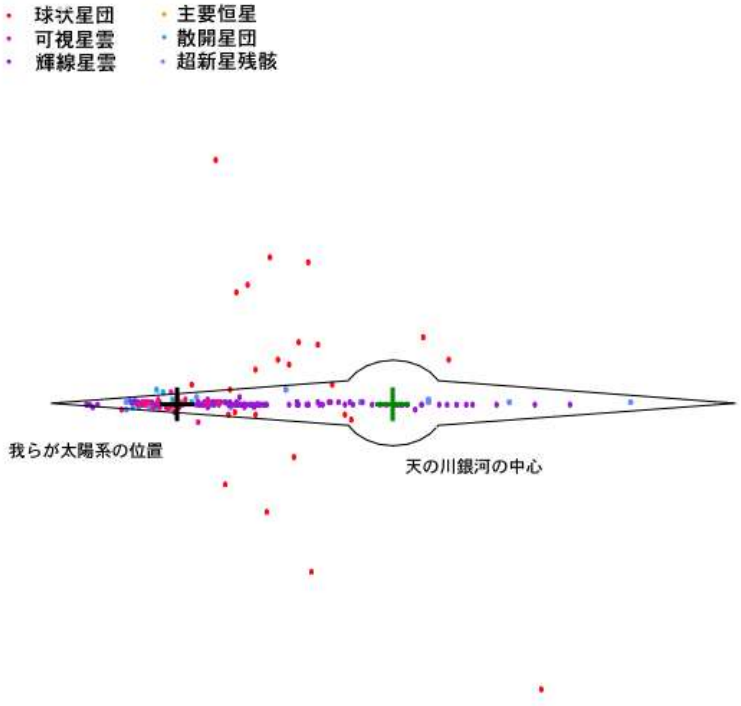
距離の測定に用いられた手法
セファイド変光星

- 小マゼラン銀河にて
  - 周期と光度に関係がある（リービット）
- 銀河系の中のセファイドについて
  - 周期光度関係と、観測による見かけの明るさから“距離”を出す

銀河系における太陽系の位置の特定

- シャプレイの発見（1918-1920年頃）
  - 太陽から2.8万光年彼方が中心





銀河系における太陽系の位置の特定

- われわれ太陽系は銀河系の中心ではなかった！　かなりの端に存在している

- 銀河系(＝宇宙)の中心でないことがわかった
  - いわば銀河系における“地動説”の確立ともいえる
  - 実際、太陽系は約2億年で銀河系を一周する

4. 銀河の発見

- 渦巻き星雲論争
- ハッブルによるM31の距離の決定
  - われわれの銀河系が唯一の宇宙ではなかった
- 銀河と、その多様性の発見
- 宇宙の大規模構造

端緒：渦巻き星雲論争

✓渦巻き星雲は？

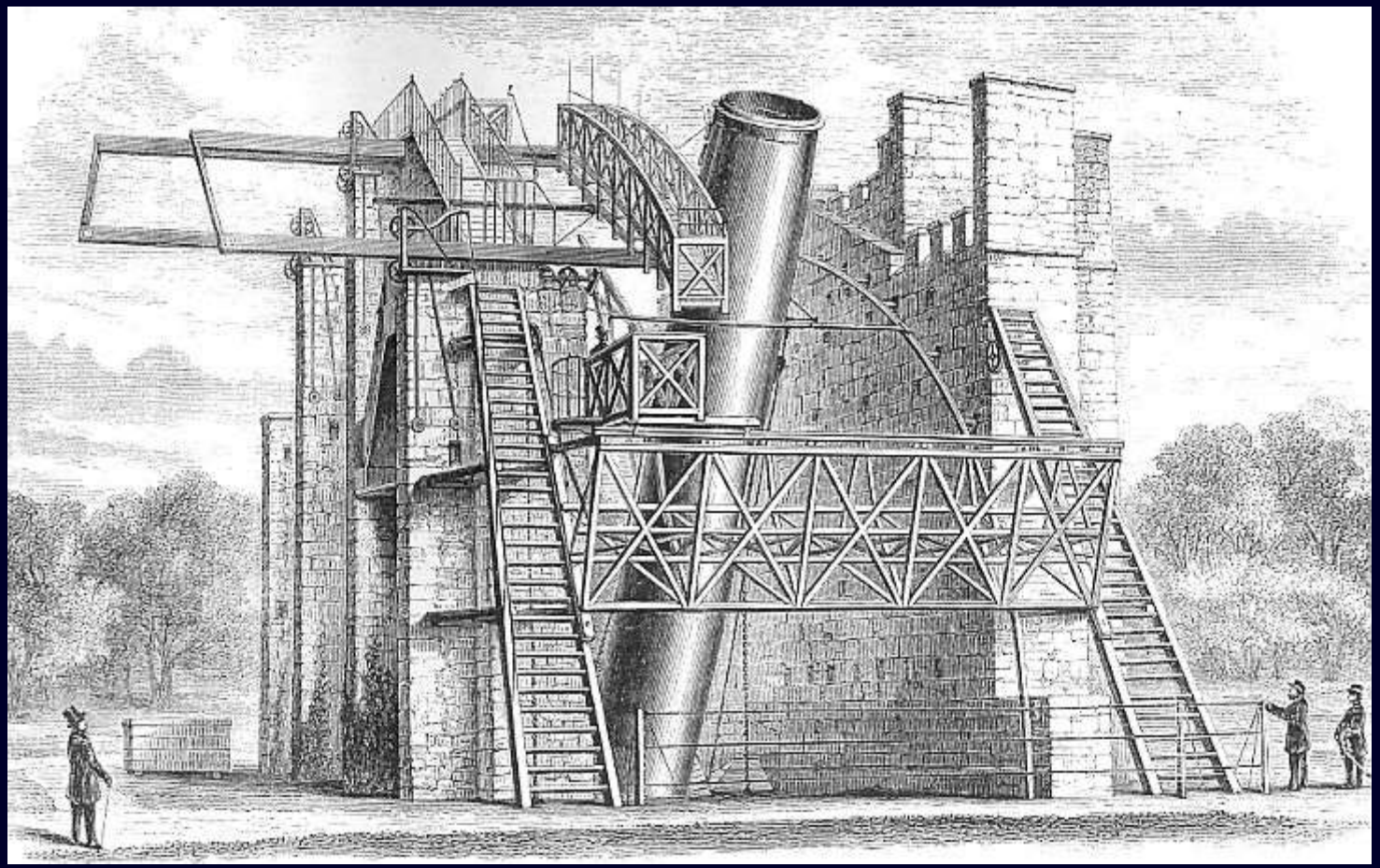
- 遠い銀河系のような恒星集団か？
- 銀河系の内部のガス星雲か？
- あるいは銀河系に属する恒星集団か？

✓キーとなった最大の渦巻き星雲　**M31**

ウィリアム・パーソンズ（ロス卿　Lord Rosse）

- ✓1800年6月17日～1867年10月31日
- ✓アイルランドの天文学者
- ✓渦巻星雲の発見（M51）
  - 星雲はすべて恒星の集団であると主張し、ハーシェルら（オリオン星雲などはガス星雲と主張）と対立

ロス卿の72インチ望遠鏡（「リヴァイアサン」）



- ✓ "Observations of Nebulae and Clusters of Stars Made with Six-Foot and Three-Foot Reflectors at Birr Castle 1848-1878", The Earl of Rosse (1880)

M31論争 ― 1920 Great Debate

✓ハーバー・カーチス

- M31に新星を発見　⇒　距離５０万光年？
- 銀河系の大きさは５万光年

➲M31は銀河系の外にある恒星集団

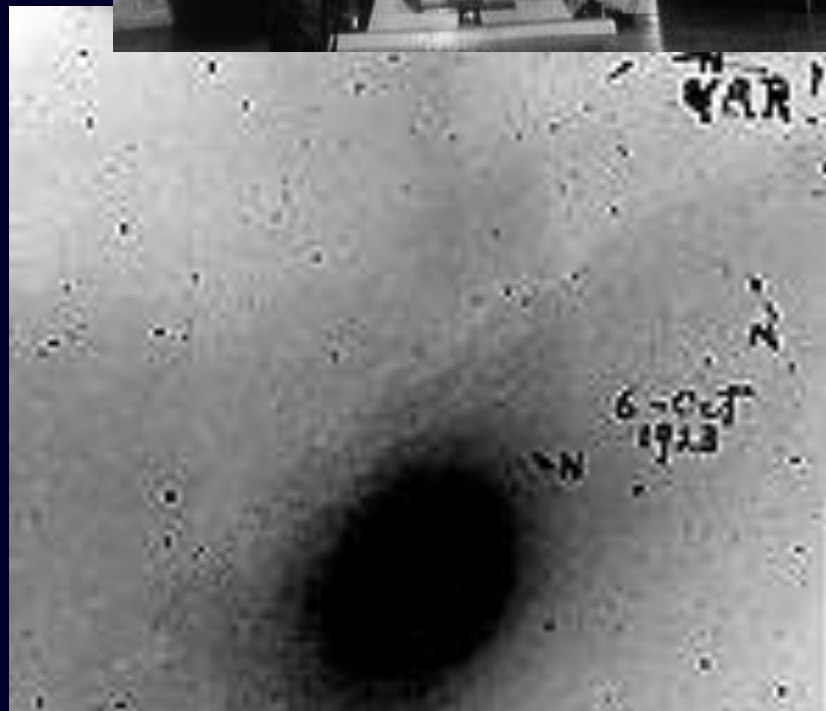
✓ハロー・シャプレイ

- 球状星団を含めた大きな銀河系モデル
- 銀河系の大きさは３０万光年

➲M31も球状星団と同じように銀河系に属する

M31の距離決定
エドウィン・ハッブル

- ✓アメリカの天文学者
- ✓ 1889年11月20日～1953年9月28日
  - ＭＳ１にケフェウス座デルタ型変光星（セファイド）を発見、その距離を８０万光年と測定
- ✓系外銀河の発見
- ➔　島宇宙　“銀河”



M31，M32，M110（アンド

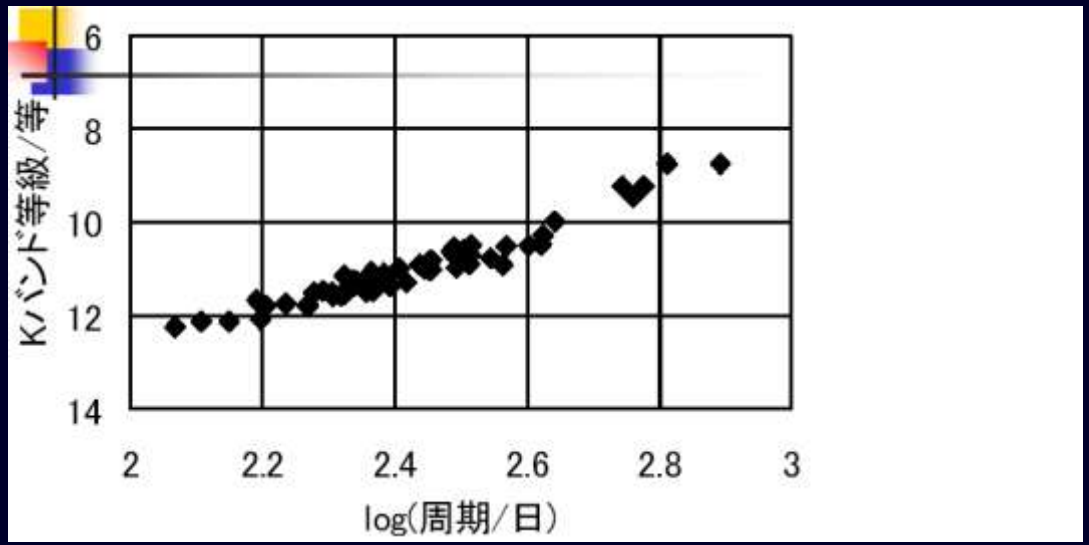
焦点距離300㎜望遠レンズ（タムロン300㎜Ｆ2.8ＬＤ／絞り開放），
露出時間：赤２分×４，緑４分×４，青２分×４，フィルタ：R-60
画像範囲：2.58×1.70°，観測場所：乗鞍コロナ観測所

H. F

Close-up View of Andromeda Galaxy (M31)
Suprime-Cam (B, V, Hα)
Subaru Telescope, National Astronomical Observatory of Japan　September 7, 2001
Copyright © 2001 National Astronomical Observatory of Japan, all rights reserved

ケフェウス座デルタ型変光星（セファイド）

- ✓“宇宙の灯台”として利用
- ✓恒星の距離推定法
- ✓周期光度関係が存在：周期がわかれば絶対等級がわかる
- ✓絶対等級と見かけの明るさの差から距離がわかる



銀河と、その多様性の発見

- ✓銀河系(天の川銀河)の外の天体
- ✓銀河系と同様に星の大集団
  - ～十数万光年の範囲に100万～1兆個の恒星と星間物質(ガスや塵)を含む
- ✓いろいろな種類がある

【ハッブル分類】

渦巻銀河（Spiral galaxy）

楕円銀河（Elliptical galaxy）

レンズ状銀河（Disc galaxy）

不規則銀河（Irregular galaxy）

Irr ?

棒渦巻銀河（Barred Spiral galaxy）

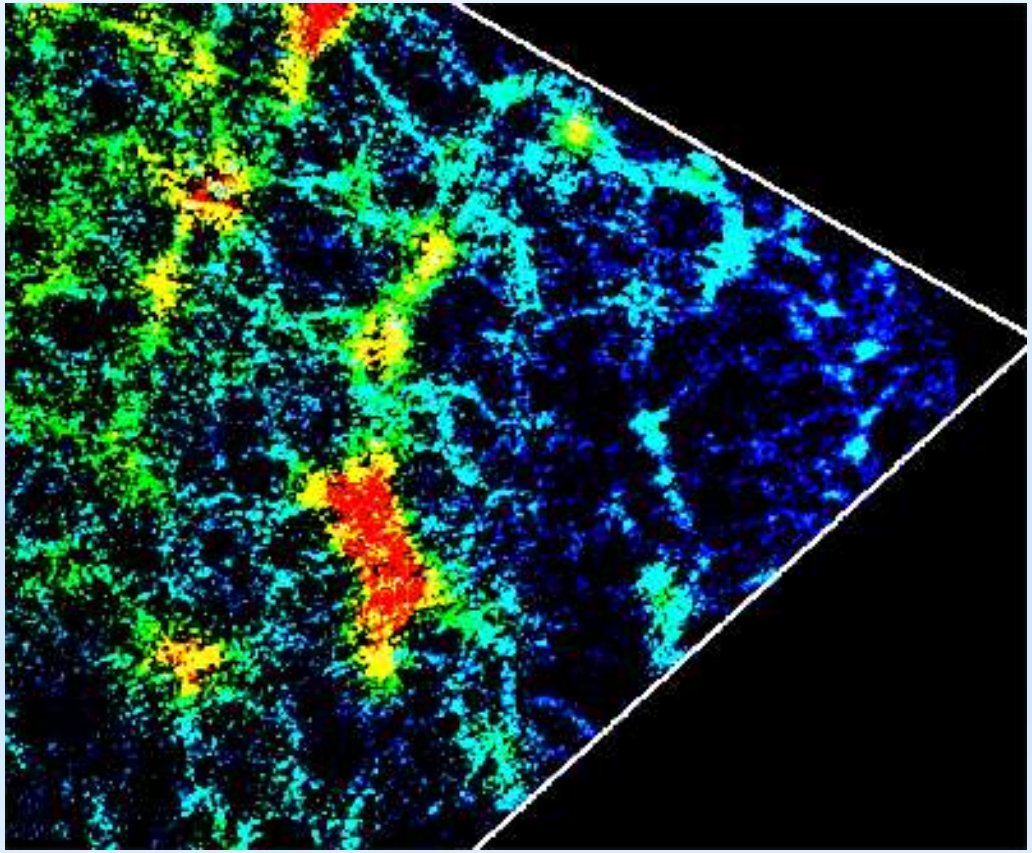
早期型 ⟷ 晩期型

銀河群・銀河団・超銀河団とは

- ✓銀河群
  - 数個～数十個からなる小規模な銀河の集団
    - ➢局部銀河群：われわれ銀河系が属する銀河群
- ✓銀河団
  - 百～数千個からなる大規模銀河集団
    - ➢おとめ座銀河団：局部銀河群に最も近い銀河団
- ✓超銀河団
  - 銀河団がいくつか連なった集団
    - ➢おとめ座超銀河団：我々が属する超銀河団

宇宙の大規模構造の発見
―銀河の分布はランダムではない―

✓銀河群、銀河団、超銀河団

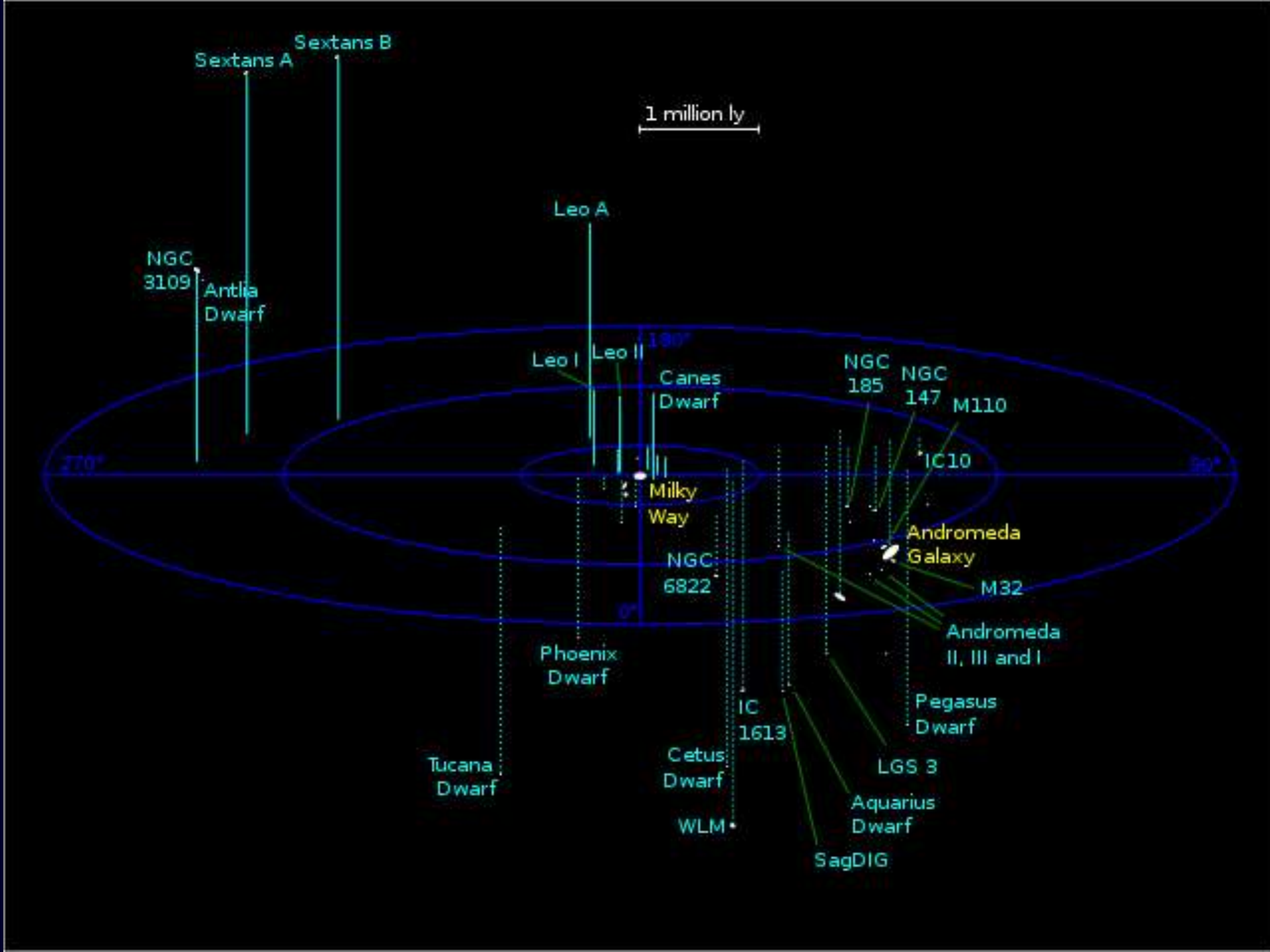


局部銀河群

✓銀河系が属する銀河群

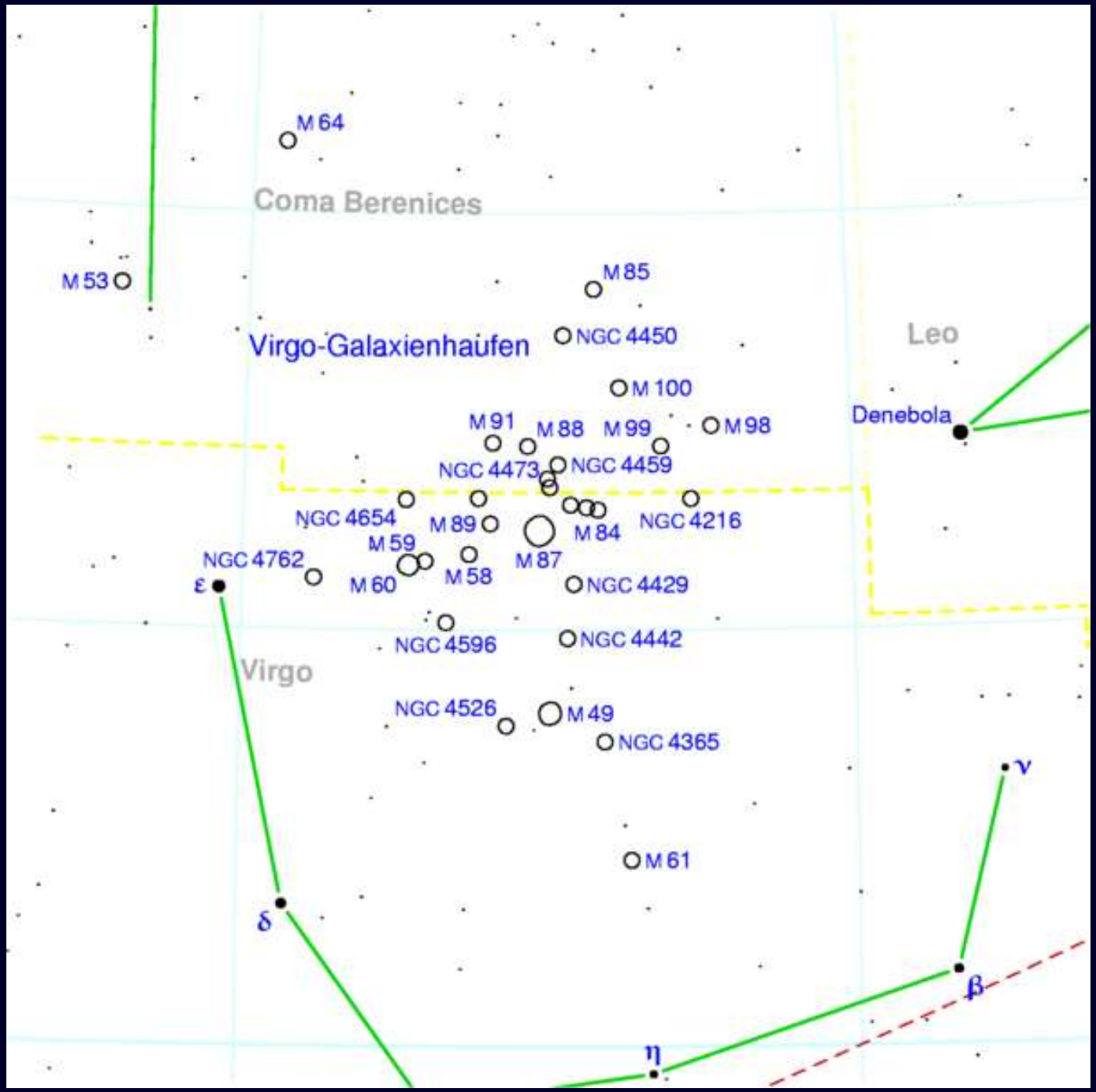
✓大きな渦巻銀河は三つのみ
- 多数の矮小銀河や不規則銀河が存在：伴銀河
- 飲み込まれつつある銀河も
- 孤立した銀河も存在

✓全体がおとめ座銀河団に隣接


Sextans A
Sextans B
1 million ly
Leo A
NGC
3109
Antlia
Dwarf
Leo I
Leo II
Canes
Dwarf
NGC
185
NGC
147
M110
IC10
Milky
Way
Andromeda
Galaxy
NGC
6822
M32
Andromeda
II, III and I
Phoenix
Dwarf
IC
1613
Pegasus
Dwarf
Tucana
Dwarf
Cetus
Dwarf
LGS 3
Aquarius
Dwarf
WLM
SagDIG

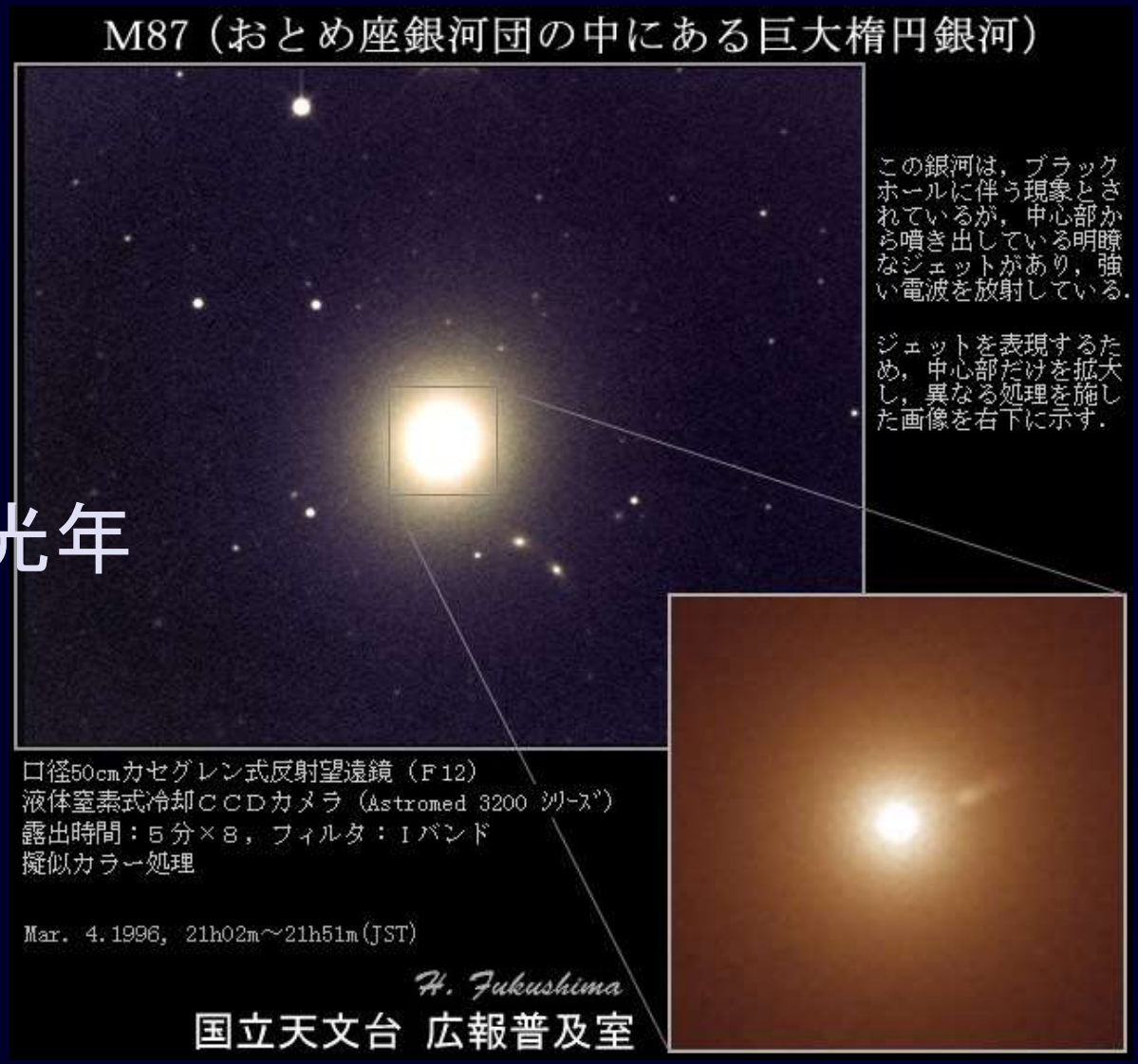
おとめ座銀河団

- ✓距離　約６５００万光年
  - われわれに最も近い銀河の大集団
  - 多数の多様な銀河たちの中心には、巨大な楕円銀河　**M87**

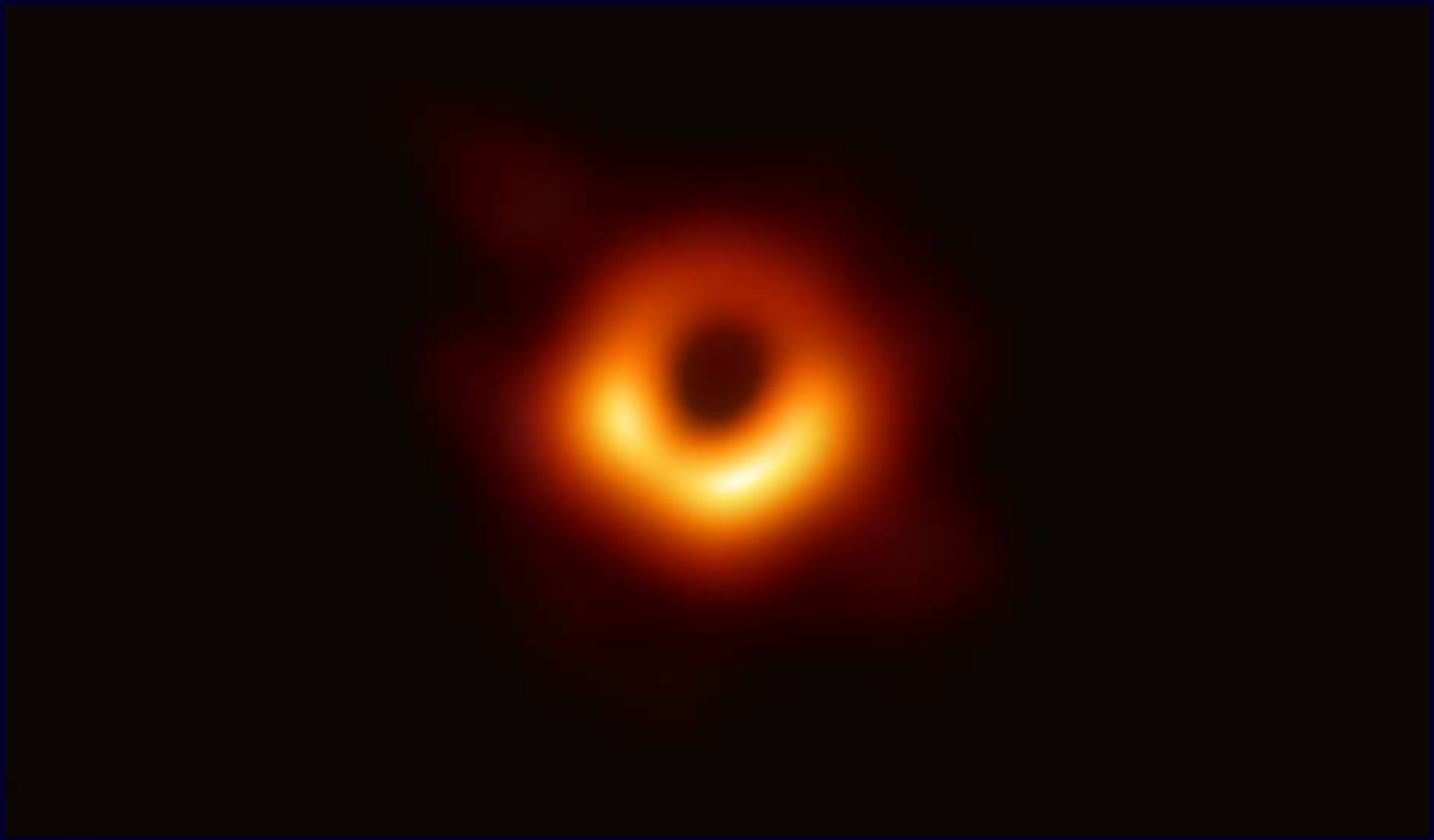

M 64
Coma Berenices
M 53
M 85
Virgo-Galaxienhaufen
NGC 4450
Leo
M 100
Denebola
M 91
M 88
M 99
M 98
NGC 4473
NGC 4459
NGC 4654
M 89
M 84
NGC 4216
M 59
NGC 4762
M 87
ε
M 60
M 58
NGC 4429
NGC 4596
NGC 4442
Virgo
NGC 4526
M 49
NGC 4365
ν
M 61
δ
β
η

M87

- ✓おとめ座
- ✓タイプ　E0
- ✓光度9.2等
- ✓視直径3′
- ✓距離6300万光年



M87のブラックホール・シャドー



5. 中心のない膨張宇宙の発見

- 定常宇宙論
- ルメートル・ハッブルによる宇宙膨張の発見
- ビッグバン宇宙論の誕生
- 加速膨張の発見

定常宇宙論
―宇宙は変化しないはず―

✓いわば時間軸における“天動説”

- アインシュタインは一般相対性理論の式に宇宙定数（項）を導入し、宇宙を静止させた

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} R g_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$$

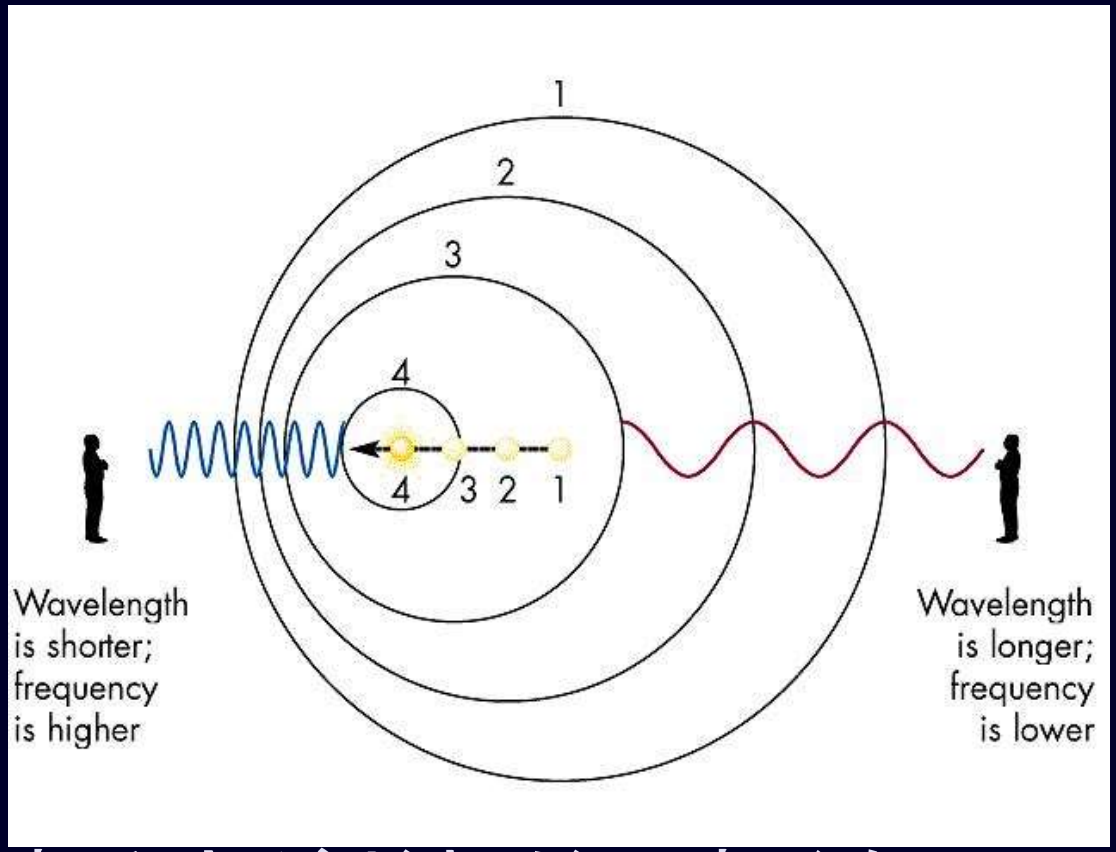
- 左辺は、時空の曲率＋宇宙項
- 右辺は、物質場分布

エドウィン・ハッブルによる宇宙膨張の発見

- ✓ウィルソン山天文台の2.5m反射望遠鏡で、ケフェウス座δ型変光星を利用し、18個の銀河までの距離測定(1929年)
- ✓距離と視線速度が比例している＝膨張していることを観測的に示した
- ➔ハッブル・ルメートルの法則

$$v = H_0 r$$

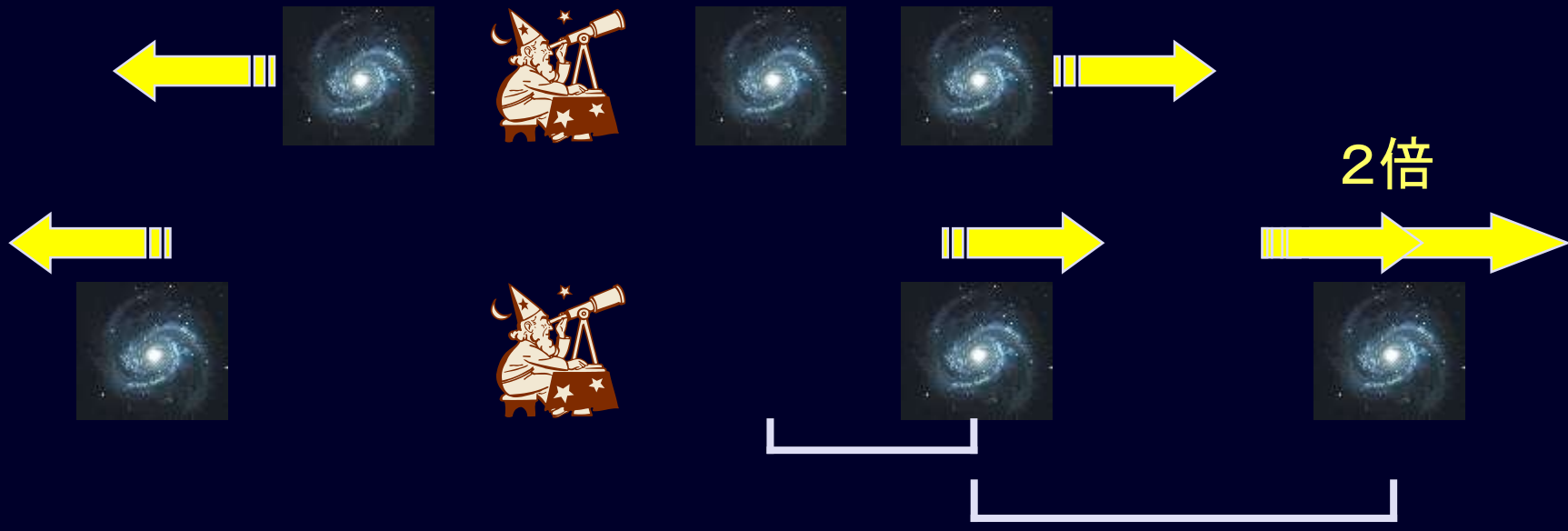
銀河の視線速度の観測
— ドップラー効果 —



銀河から来る光がどれだけ赤く偏っているか(赤方偏移)を調べることで銀河の速度がわかる

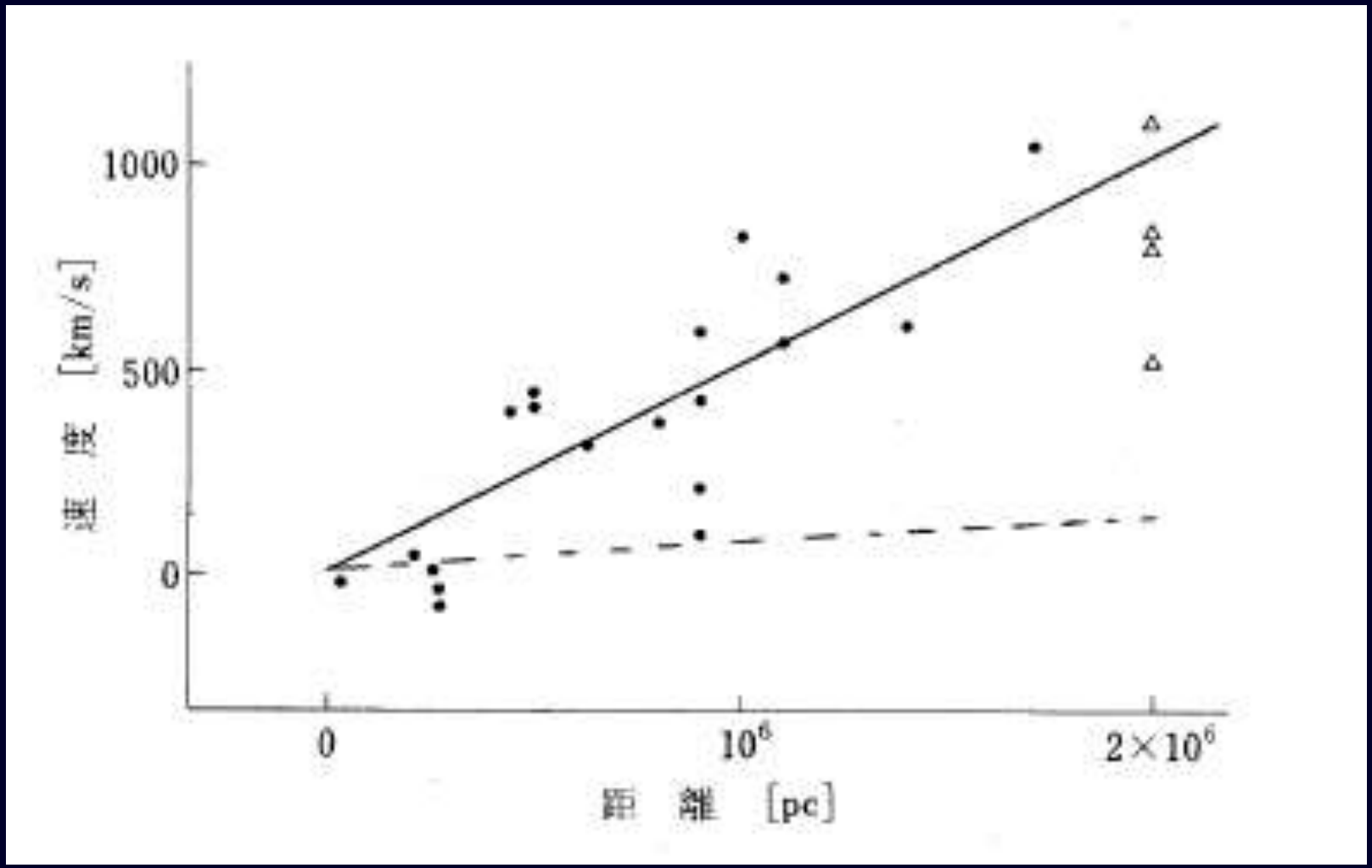
「中心のない」膨張宇宙の発見
― ハッブル・ルメートルの法則 ―

- すべての銀河がわれわれから遠ざかる

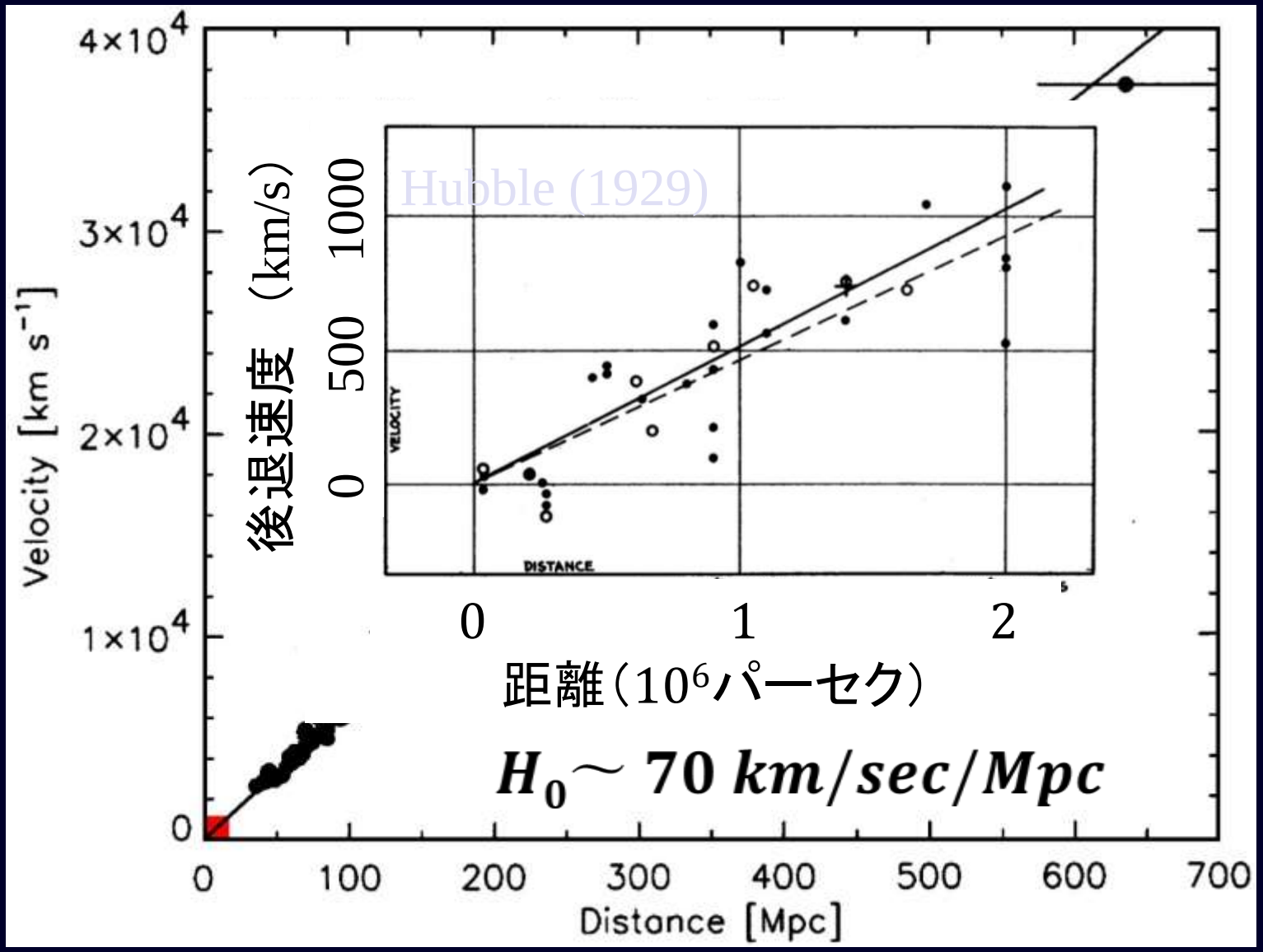


2倍の距離にある銀河は2倍の速度で、3倍の距離にある銀河は3倍の速度で遠ざかる

エドウィン・ハッブルの成果



エドウィン・ハッブルの成果



ジョルジュ・ルメートルによる「発見」

ジョルジュ・ルメートル（1894年～1966年）

- **1927年発表の論文**
  - ✓ビッグバン理論
  - ✓膨張宇宙の発見

  1927年の論文で、ルメートルはハッブルよりも早く独自に膨張する宇宙とその膨張速度も導いていた

  ➔ フランス語でベルギーの学術誌に掲載

  ➔ 1931年に英国王立天文協会の学術誌に英訳され掲載されて、広く知られる

ジョルジュ・ルメートルによる「発見」

ジョルジュ・ルメートル（**1894**年～**1966**年）

- **1927年発表の論文**

  1931年英訳され英国王立天文協会の学術誌に掲載された論文では、膨張する宇宙とその膨張速度の定数を導出する記載が削除されていた！

  ➔ 誰が削除したのか？　長年の謎

  ➔ 2011年、英国王立協会編集者とルメートルの間に交わされた書簡が発見される

  ➔ 当該箇所を削除したのはルメートル本人

  - 理由は不明

（Nature誌Mario Livio氏論文）

ジョルジュ・ルメートルによる「発見」

ジョルジュ・ルメートル（**1894**年～**1966**年）

- **1927年発表の論文**

  1931年英訳され英国王立天文協会の学術誌に掲載された論文では、膨張する宇宙とその膨張速度の定数を導出する記載が削除されていた！

  ➔ 削除したのは本人だった。

  ➔ 2018年8月　第３０回国際天文学連合総会で、「今後、宇宙の膨張を表す法則は『**ハッブル-ルメートルの法則**』と呼ぶことを推奨する」決議が提案される

  ➔ 2018年10月　会員の投票により成立

ハッブル・ルメートルの法則

- 国際天文学連合の決議を受けて、日本学術会議物理学委員会では、天文・宇宙物理分科会およびIAU分科会で議論し、日本語でも「ハッブル・ルメートルの法則」を推奨する「提言」を発出した。

提言

ハッブルの法則の改名を推奨する

ＩＡＵ決議への対応

平成３０年（２０１８年）１２月２６日

日　本　学　術　会　議

物理学委員会

ＩＡＵ分科会

天文学・宇宙物理学分科会

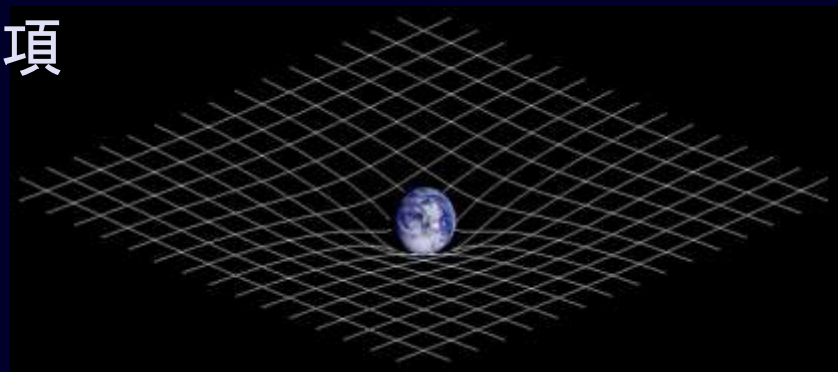
宇宙は膨張している

変化していないとする立場：定常（静止）宇宙論

- アインシュタイン他
  - ✓一般相対性理論では、宇宙は膨張・収縮してしまう！
  - ✓アインシュタインは、宇宙定数の導入により宇宙を静止させた

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} R g_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$$

左辺は、時空の曲率＋宇宙項
右辺は、物質場分布

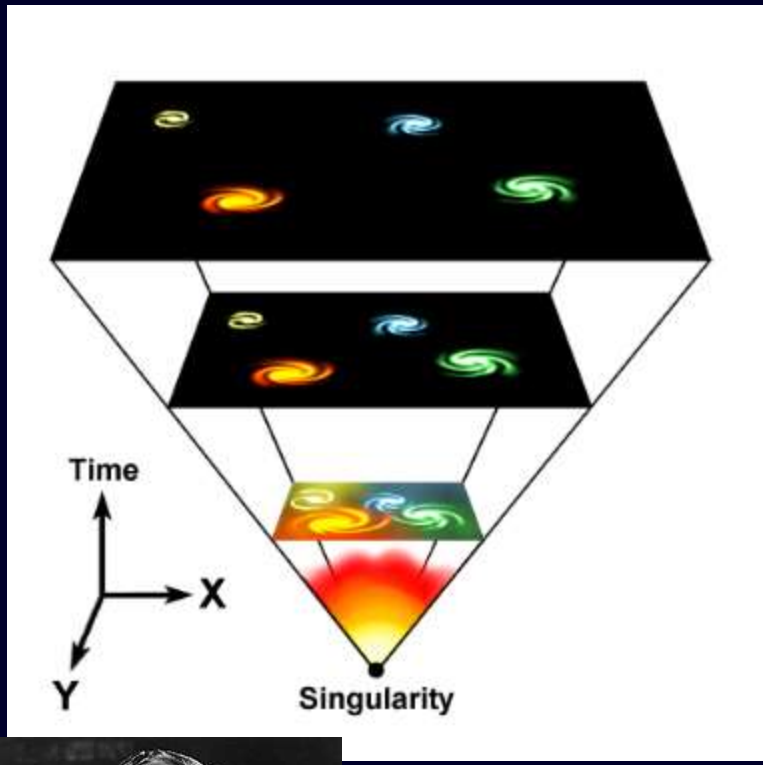


ビッグバン理論

- 宇宙膨張からの帰結
- 時計を巻き戻すと、、、？
- 最初は宇宙は無限に
  小さく、高温高圧の

“火の玉”だった

⇒ ビッグバン理論



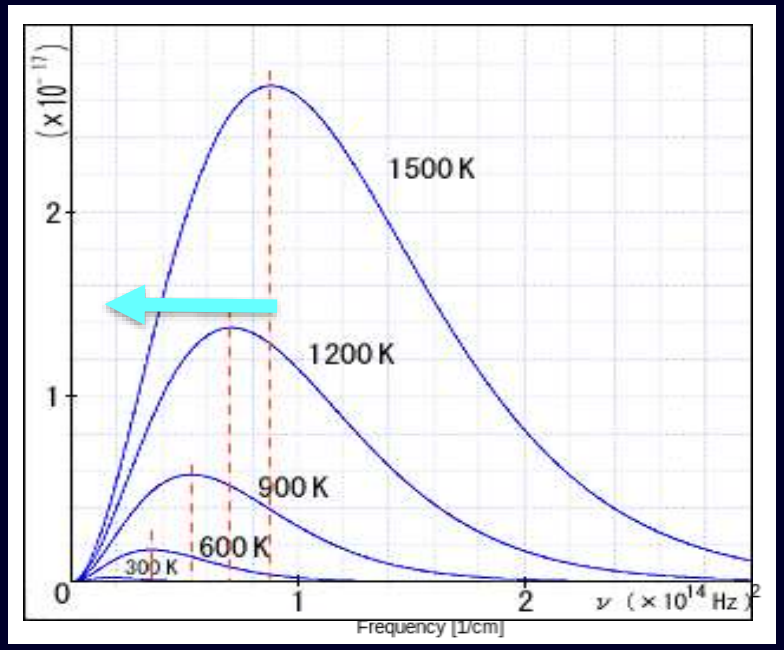
1940年代　ロシア

ジョージ・ガモフ

ビッグバン宇宙モデルの証拠:
宇宙背景放射(CMB)

ペンジアスとウィルソンによる絶対温度3K放射の発見
➲マイクロ波(電波)の雑音として発見された

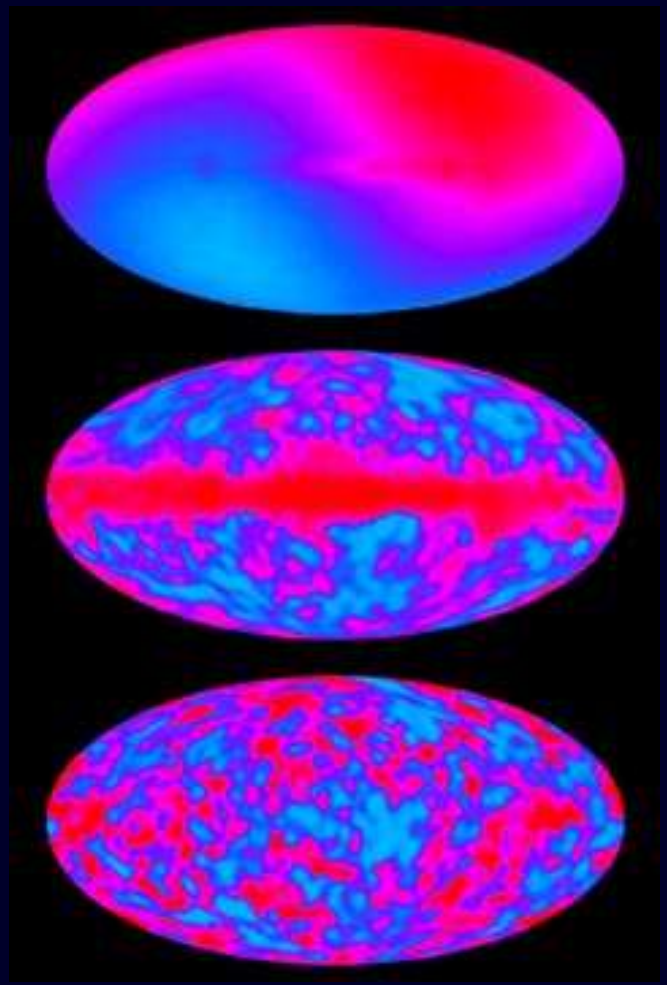
1964年 観測
1965年 論文発表
1978年 ノーベル賞！



正確なスペクトルの観測
–> COBE衛星による絶対温度
3K放射スペクトルの観測

ビッグバン宇宙モデルの証拠:
宇宙背景放射(CMB)

観測衛星COBEによる
背景放射の観測

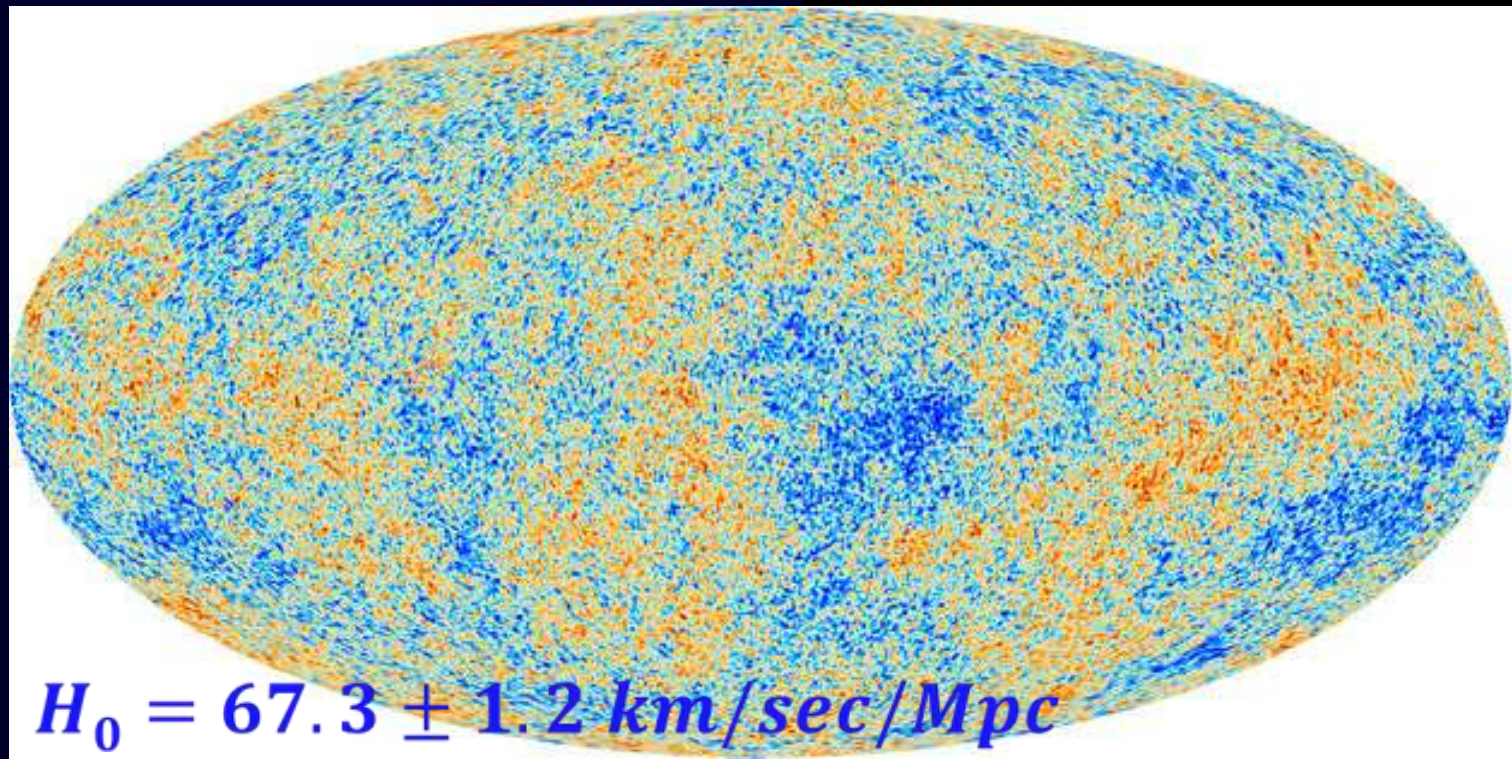


宇宙のあらゆる方向から、絶対温度2.73Kの放射が観測されている。またその分布にはわずかに**非等方性**がある。

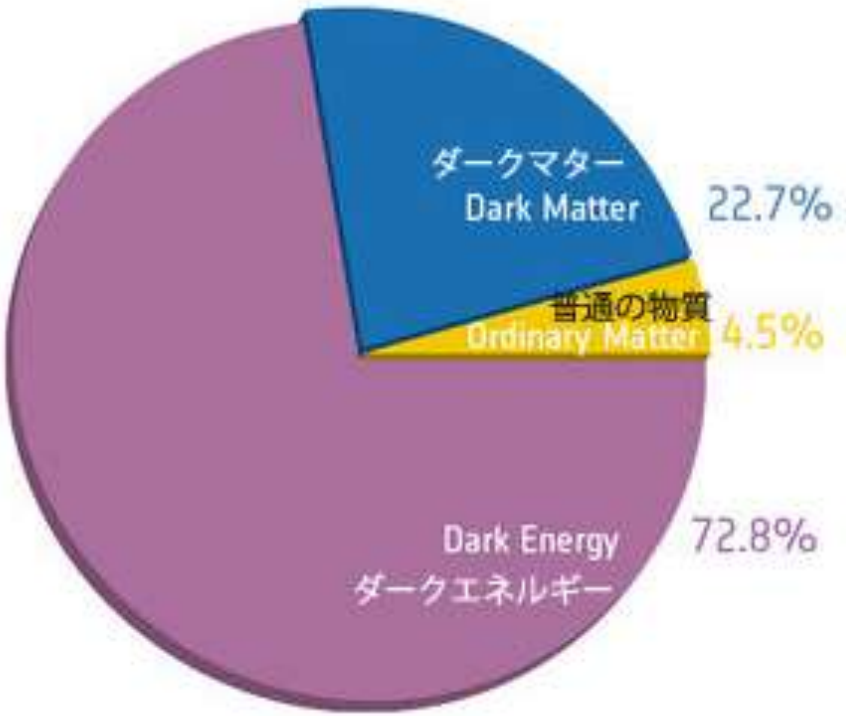
1989年 観測
2006年 ノーベル賞！

2013年 Planck
宇宙背景放射の観測

- 宇宙年齢＝138億年
- 宇宙論パラメーターの精密決定

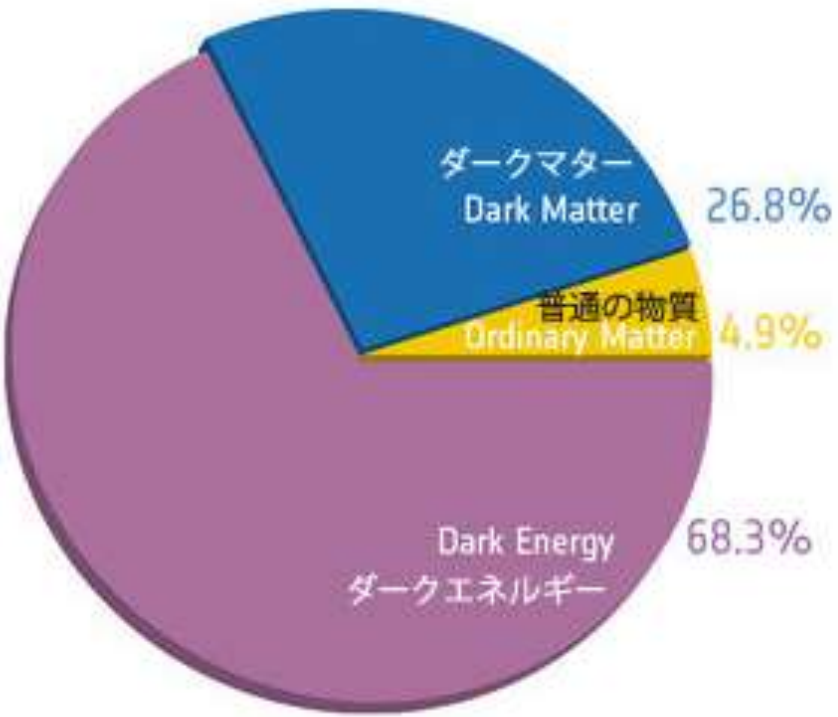


宇宙の構成



Before Planck

従来の観測結果



After Planck

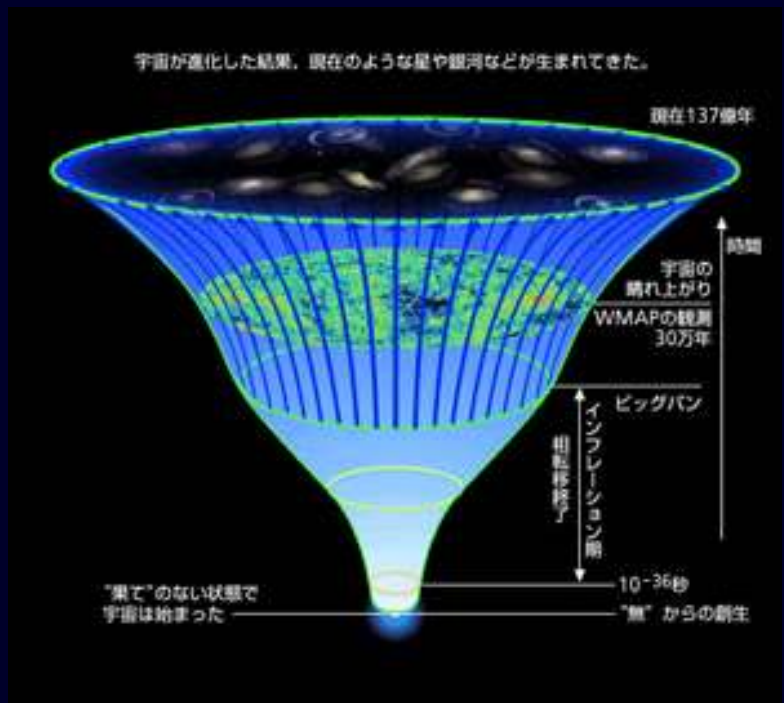
プランクによる観測結果

ビッグバン理論の問題点

- 地平線問題　一様・等方
  - ✓情報は光速より早くは伝わらない
  - ➔宇宙の「光速×宇宙年齢」の距離よりも離れた領域同士に因果関係はないはず
- 平坦性問題
  - ✓空間曲率が0で平坦な宇宙 ＝ 宇宙のエネルギー密度が臨界密度に等しい
  - ➔非常に小さな確率
- などなど

インフレーション理論の登場

- 1980年代初頭
- 佐藤勝彦、アラン・グースによって提唱
- ビッグバン理論の問題点を解決する急膨張
  - ✓宇宙の一様性を実現
  - ✓宇宙の平坦性を実現
  - ✓大規模構造を説明

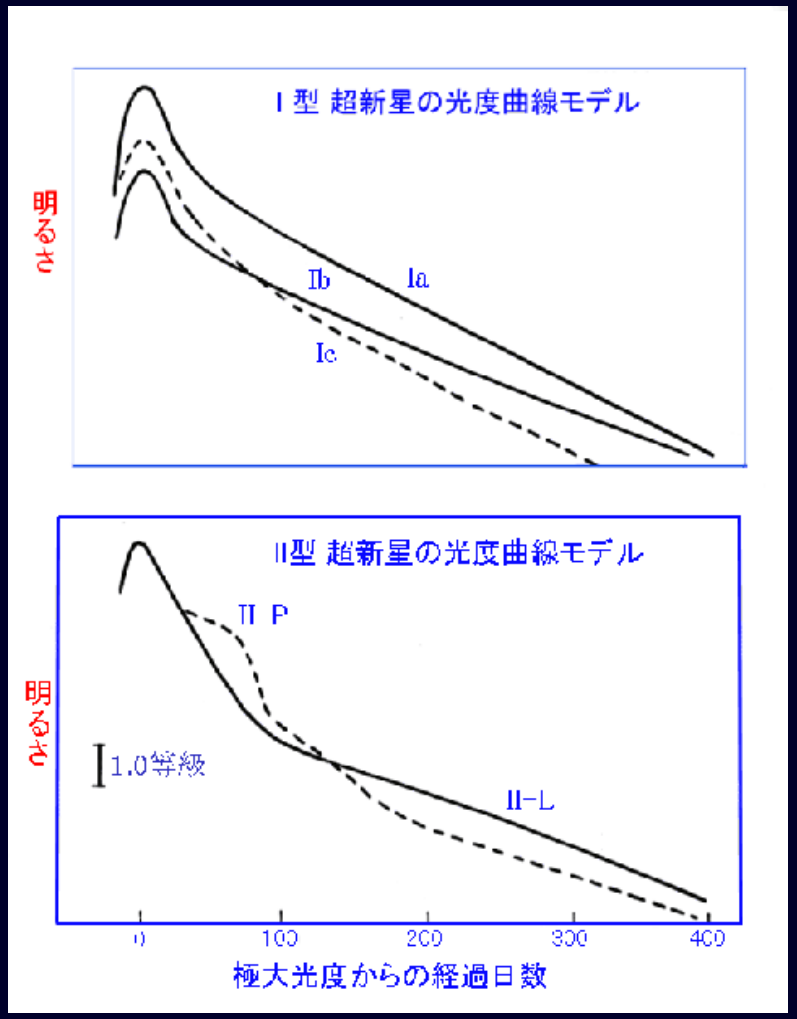


宇宙の始まりから現在まで

- 宇宙の始まり ➔ インフレーション ➔ ビッグバン
- 始めは光と素粒子の熱いスープ（電子，陽子，ニュートリノ…）
- 最初の3分間でヘリウムなどの軽元素が合成される
- 38万年経って宇宙が晴れ上がる（温度は約3000 K ）
- ～10億年経って星・銀河形成

超新星爆発で宇宙膨張とは独立に距離測定

- 超新星爆発を“宇宙の灯台”として利用し、その超新星が出現した銀河の距離を求める
- 明るさの時間変化は Ia 型超新星なら酷似



Ia型超新星の最大光度

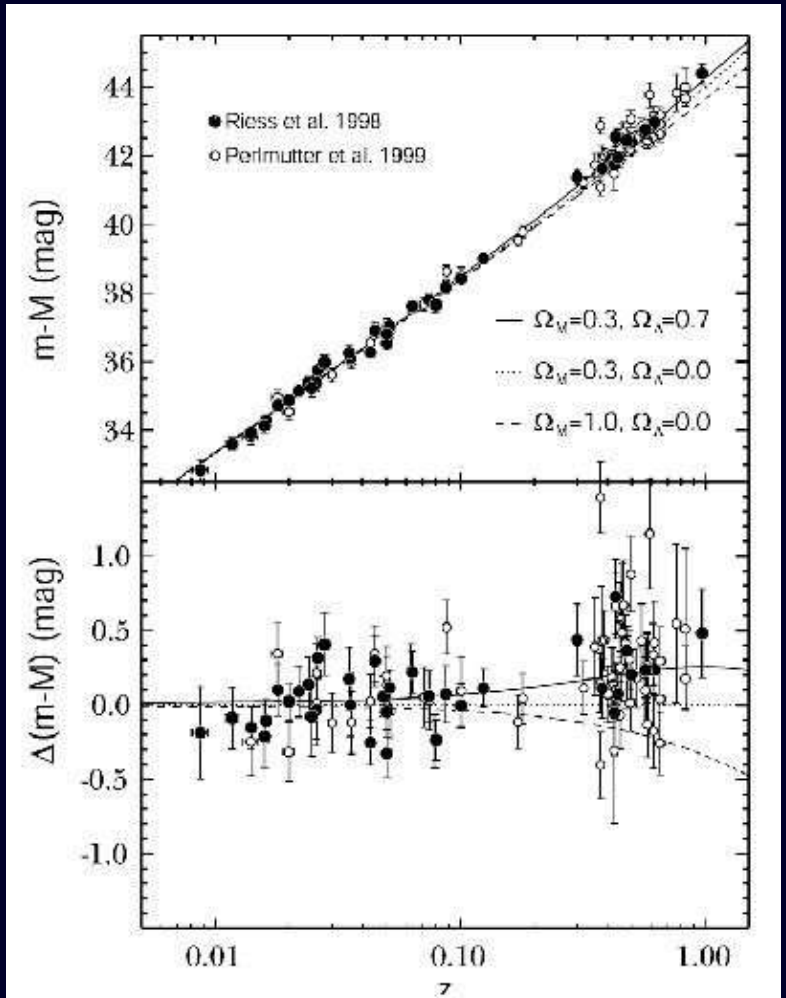
- Ia型超新星：連星系で起こるタイプの超新星
  - ✓質量の大きい方の星(中心星)は白色矮星まで進化し、質量の軽い方の星は赤色巨星の段階
  - ✓赤色巨星の膨れ上がった水素外層が、中心星に降り積もり、一定質量を超えると超新星爆発を起こす
  - ✓最も明るくなったときの明るさは一定
- スペクトルの特徴でタイプを判別できる

➔ 水素の線スペクトルもヘリウムの線スペクトルもなく、かわりにケイ素の吸収線がみえる

- ➢水素なし・・・Ⅰ型
- ➢水素あり・・・Ⅱ型

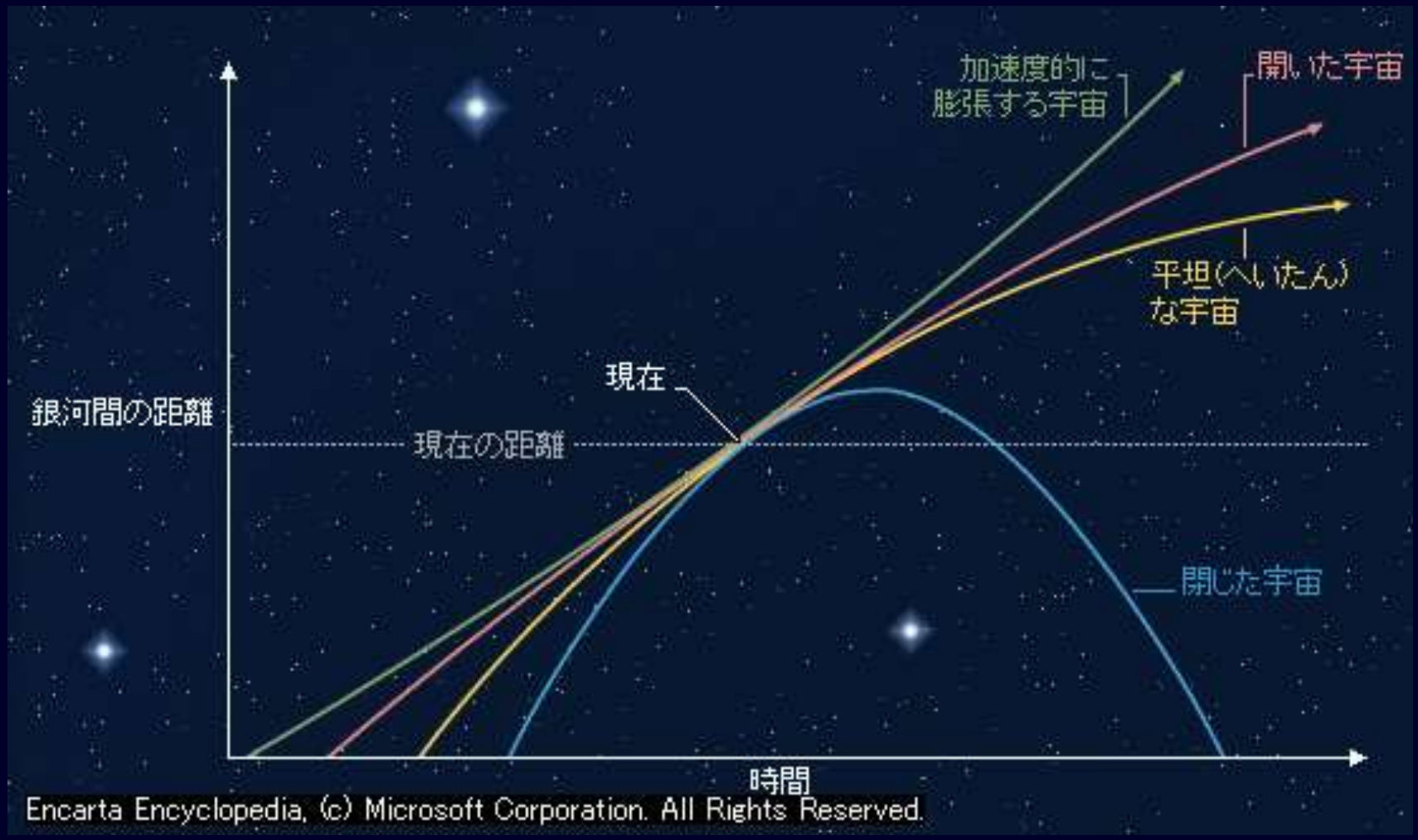
加速膨張しつつある宇宙

- 遠方銀河の超新星サーベイ
- 宇宙膨張速度の変化の歴史が判明
- 現在は第二のインフレーションの時代？
- 2011年 ノーベル賞

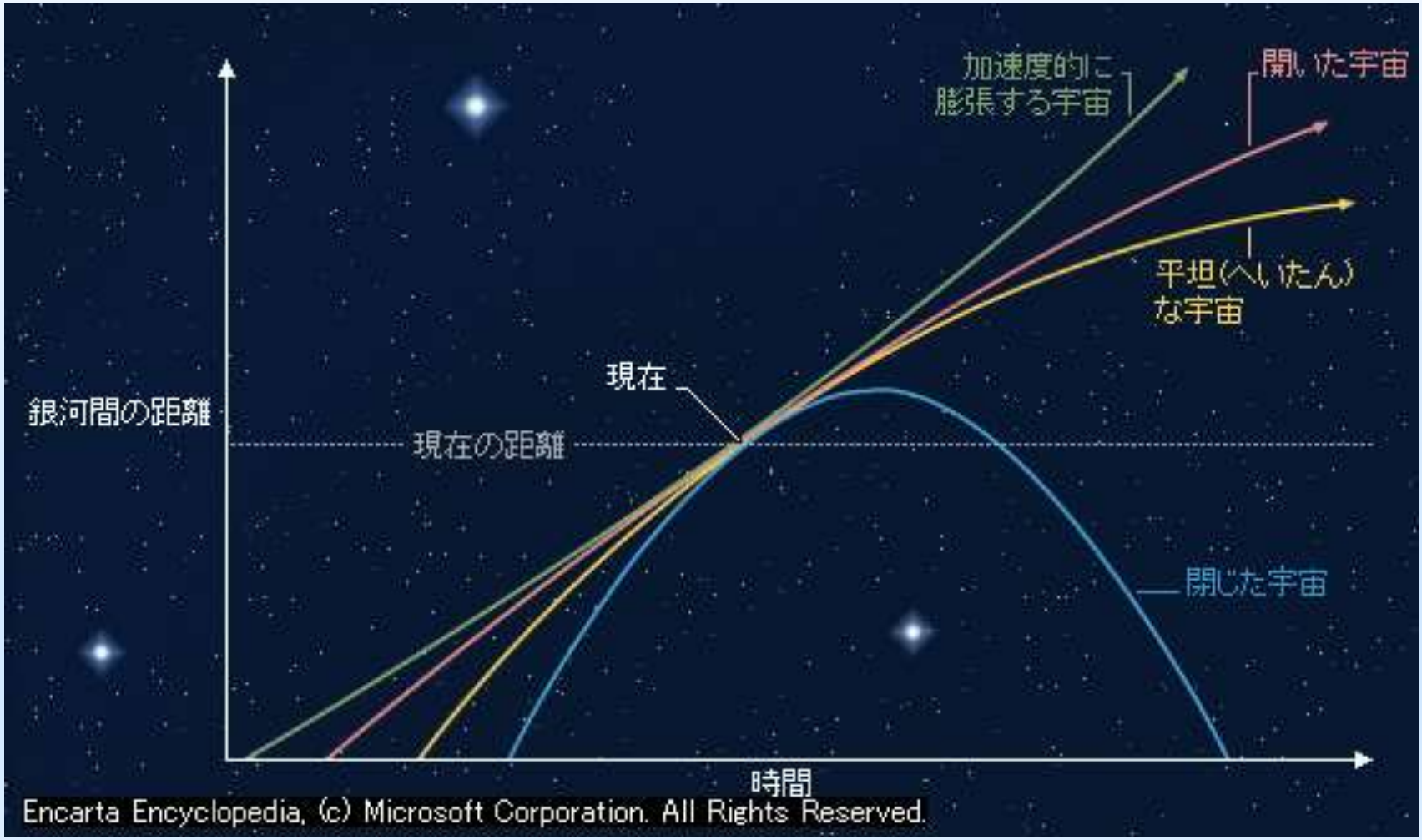


The Hubble diagram for High-Z SN Ia. Here we have plotted the residual of the distances relative to a flat Universe with Ω_M =0.3.

私たちの宇宙は
加速度的に膨張している



加速膨張の発見


加速度的に
膨張する宇宙
開いた宇宙
平坦(へいたん)
な宇宙
現在
銀河間の距離
現在の距離
閉じた宇宙
時間
Encarta Encyclopedia, (c) Microsoft Corporation. All Rights Reserved.

宇宙観の変遷を経て

人類は下記の立ち位置を認識しつつある

- 地球が宇宙の中心ではないこと
- 太陽もあまたある恒星のひとつで、銀河系の辺境にあること
- 銀河系も局部銀河群という小さな集団に属していること
- 局部銀河群もおとめ座銀河団の辺境に位置していること
- そして我々の宇宙には中心がないこと

太陽系小天体
その１：彗星

彗星概論

惑星の定義原文の（3）

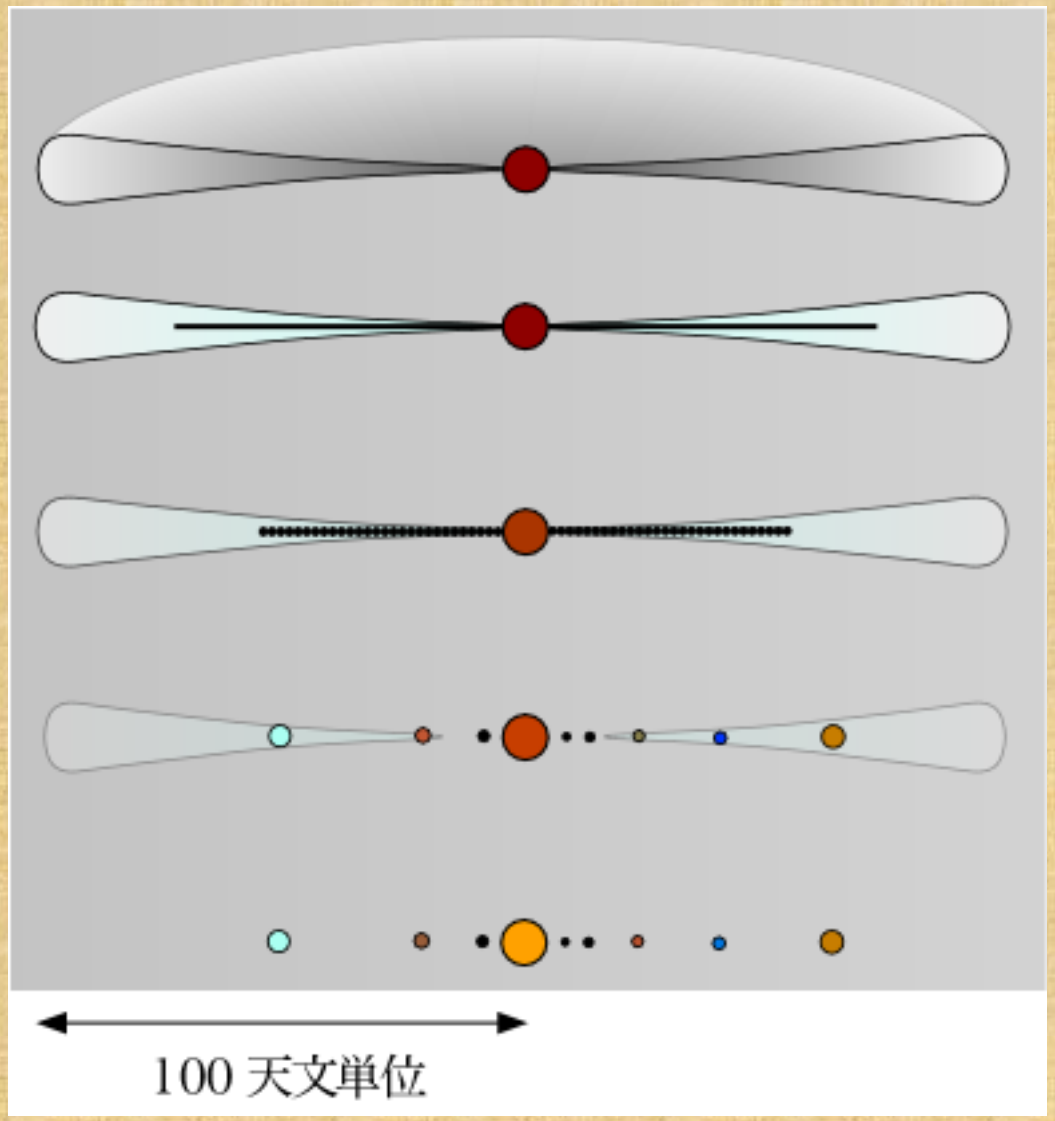
- **IAU resolution 5A**
- (1) A planet is a celestial body that (a) is in orbit around the Sun, (b) has sufficient mass for its self-gravity to overcome rigid body forces so that it assumes a hydrostatic equilibrium (nearly round) shape, and (c) has cleared the neighborhood around its orbit.
- (2) A ‘dwarf planet’ is a celestial body that (a) is in orbit around the Sun, (b) has sufficient mass for its self-gravity to overcome rigid body forces so that it assumes a hydrostatic equilibrium (nearly round) shape, (c) has not cleared the neighborhood around its orbit, and (d) is not a satellite.
- (3) All other objects orbiting the Sun shall be referred to collectively as “Small Solar System Bodies”.

小天体群は、なぜ大事か？

大惑星や大型衛星：熱履歴を受けて初期の情報を喪失
（内部の放射性元素によって高温高圧となる）

小天体：ほぼ４６億年前の情報を保持
（化学的、物理的）

太陽系の形成過程



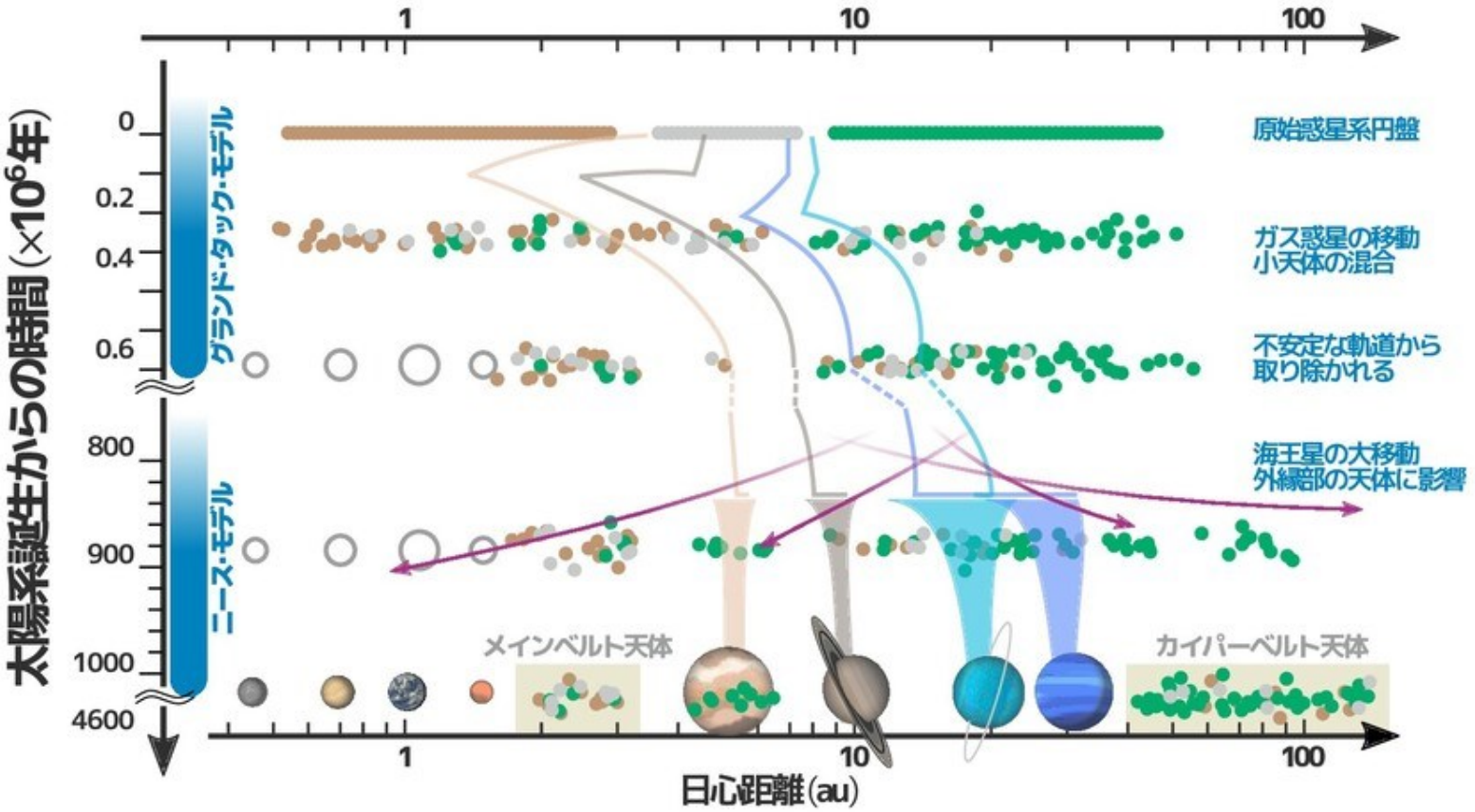
原始惑星系円盤
ガスと微粒子

微粒子が、赤道面で
次第に合体成長

合体して微惑星へ

微惑星が衝突合体し
て、惑星へ成長

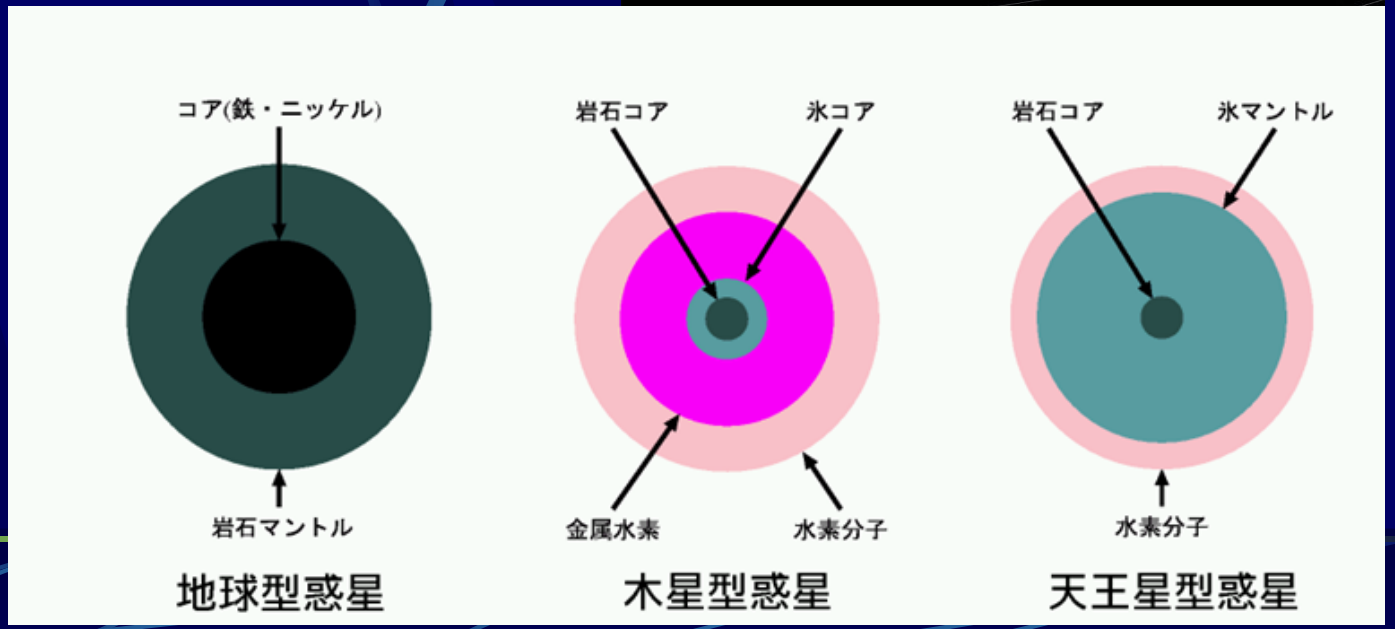
太陽系形成モデル グランド・タック・モデル/ニース・モデル



DeMeo and Carry (2014), Nature, 505, 629-634, Figure 2 を元に作成

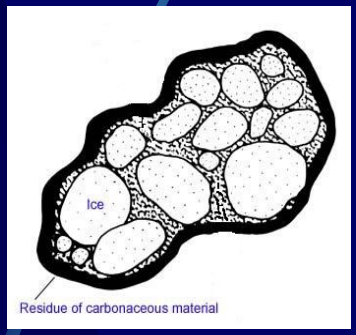
惑星にまで育ってしまうと。。。

- どろどろに溶けて
  - 丸くなる
  - 成分分離が起こる(分化)
- つまり、表面を調べてももともとの材料は残されていない



一方、太陽系小天体は。。。

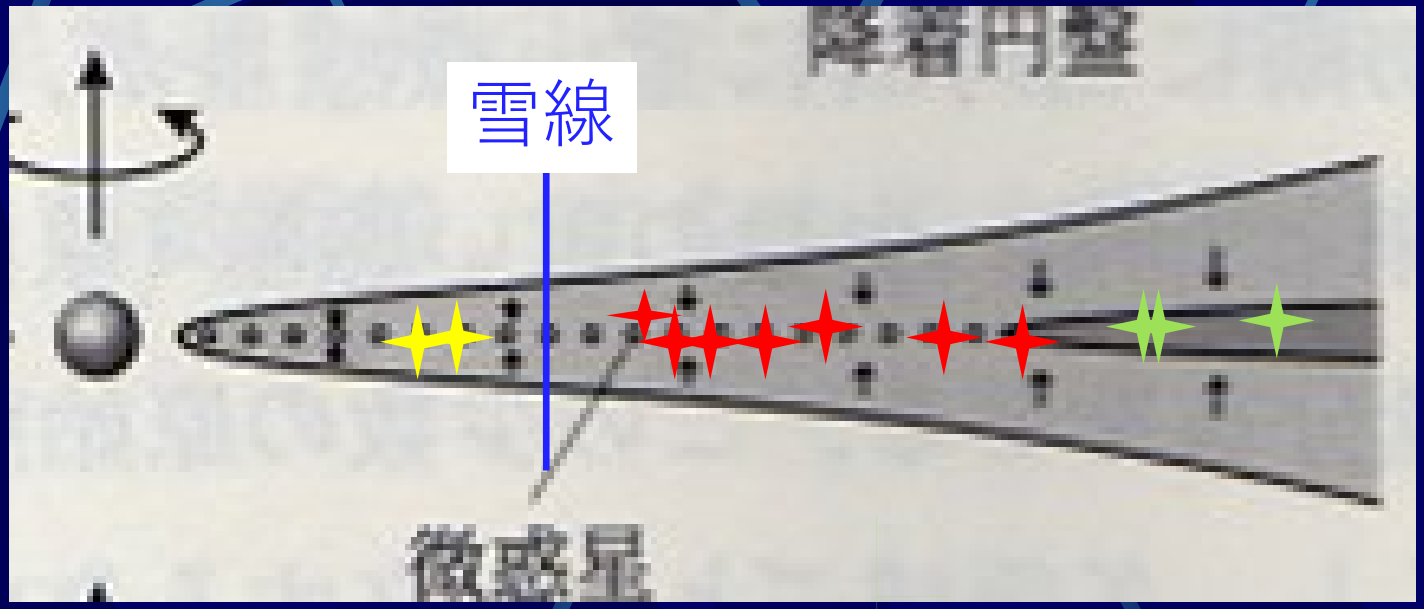
- どろどろに溶けたことがない
  - 形状は様々
  - 成分分離が起こっていない
- つまり、もともとの材料を保持している「化石」



太陽系小天体を探る意味

- 太陽系小天体は惑星の“たまご”
- 準惑星は成長途中の“ひよこ”
- 惑星は成長しきった成鳥“鶏”
- たまごやひよこは、46億年前、太陽系がどんな物質からできたのか、どのように成長してきたかの情報を残す「化石」！
- 特に彗星は、太陽から遠い場所の物質をそのまま46億年の間氷として保持

原始惑星系円盤内の“化石”調査



- 小惑星：高温領域の化石
- 彗星　：低温領域の化石

太陽系小天体の分類

- 彗星
  - 揮発性物質により質量放出が見られる小天体
- 小惑星
  - 質量放出が見られない小天体の総称
  - 狭義には内側に存在する岩石質の小天体
- 太陽系外縁天体
  - 軌道長半径が海王星を越える小天体（小惑星）
- （衛星）
  - 惑星など主天体に重力的に束縛されている小天体

彗星とは何か？

1：研究の歴史

2：彗星概論

彗星

- 古くから天変現象として記録されてきた

A bad omen, a comet appears in the sky

彗星の名称

- 日本では
  - 「長星」、「彗星」、「孛星」（中国名輸入）
  - 「はこ星」「ほうき星」「怪星」
  - 「倭名抄」；注釈
    「和名　彗ハハキホシ」

ハレー彗星の古記録

- BC613　春秋時代
  - 「魯文公十四年秋七月有星孛入干北斗」
    （ハレー彗星出現の最古の記録）

Encarta Encyclopedia, Mary Evans Picture Library / Photo Researchers, Inc.

彗星の古記録

- 日本で最古の記録
- 「日本書紀」（６３４年）

  「秋八月、長星見南方、時人曰彗星」

  ほか

彗星のイメージ

・一般に凶兆（西欧、中国など世界的）

・日本でも同様

日本書紀
「正月己巳、長星見西北、時みん師曰、彗星也。見則飢之（みゆれば、いひうえす）」
（彗星が出ると飢饉になる）

・枕草子　１５３段
「名おそろしきもの（中略）はこぼし」

彗星のイメージ

- 凶兆として出現による改元

- 延永三年　ー＞　永禄元年（989年）
- 長治三年　ー＞　嘉承元年（1106年）
- 天仁三年　ー＞　天永元年（1110年）
- 天養二年　ー＞　久安元年（1145年）

瑞兆としても

- 扶桑略記二十五（941年）―瑞兆として―
  - 春三月、相当西方有星、其光如白虹、

    （中略）

    其名曰穂垂星、其秋年登、天下頗豊

彗星のイメージ

- 小林一茶

「七月廿六日ごろより、北方七星の辺りに稲つかねたらんやうなる星あらわるる。老人豊秋のしるしといふ。

人並や　茫もさわぐほほき星」

NHK大河ドラマ「八重の桜」にも

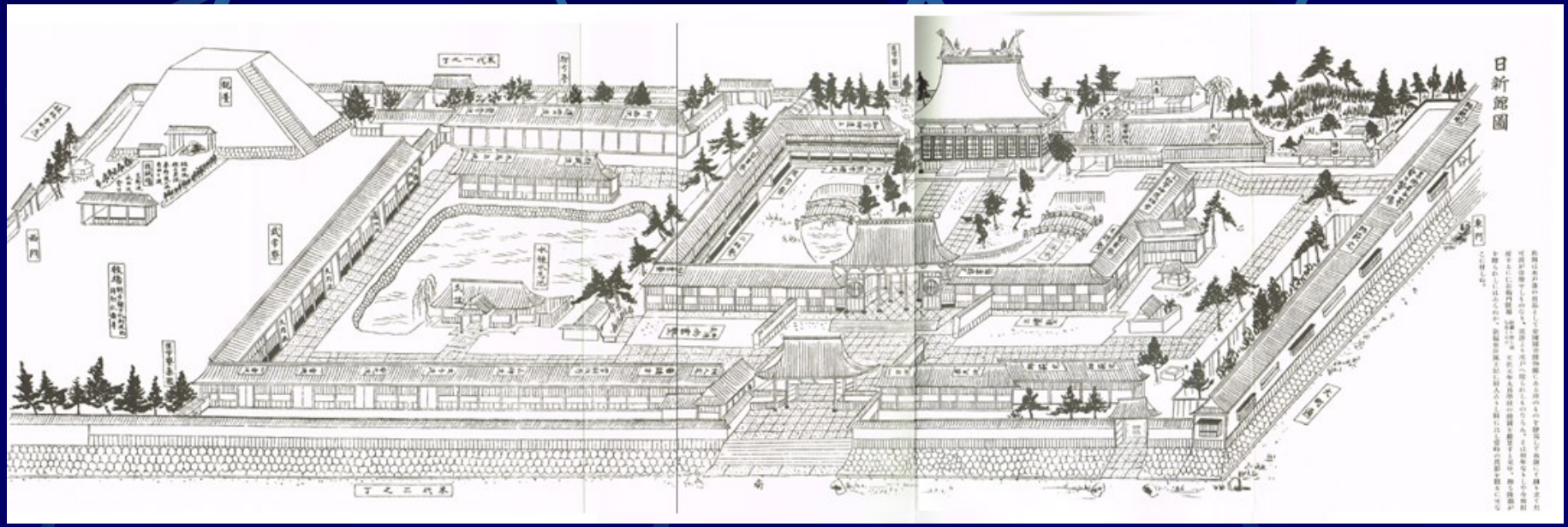
ドナチ彗星

江戸時代の天文・暦学

- 幕府を含め、いくつかの藩で暦を作成・頒布
- 水戸藩、会津藩、薩摩藩、弘前藩では、藩校などで暦学を伝授していた
- 薩摩の造士館、水戸の弘道館、会津の日新館
  弘前の稽古館では天体観測も実施しており、天文台があった

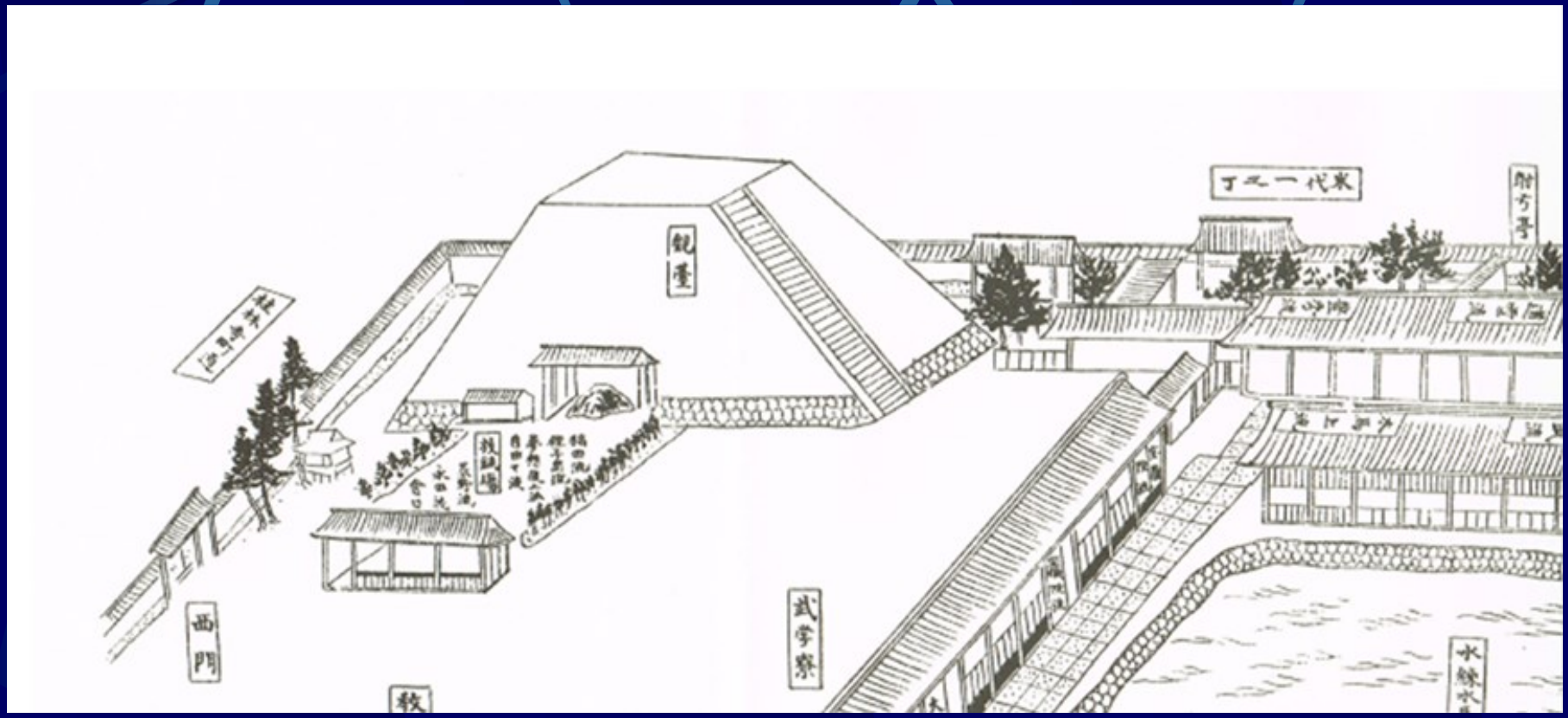
- しかし、現在では。。。。

日新館



（小川渉『會津藩教育考』　日新館図より）

日新館　観台



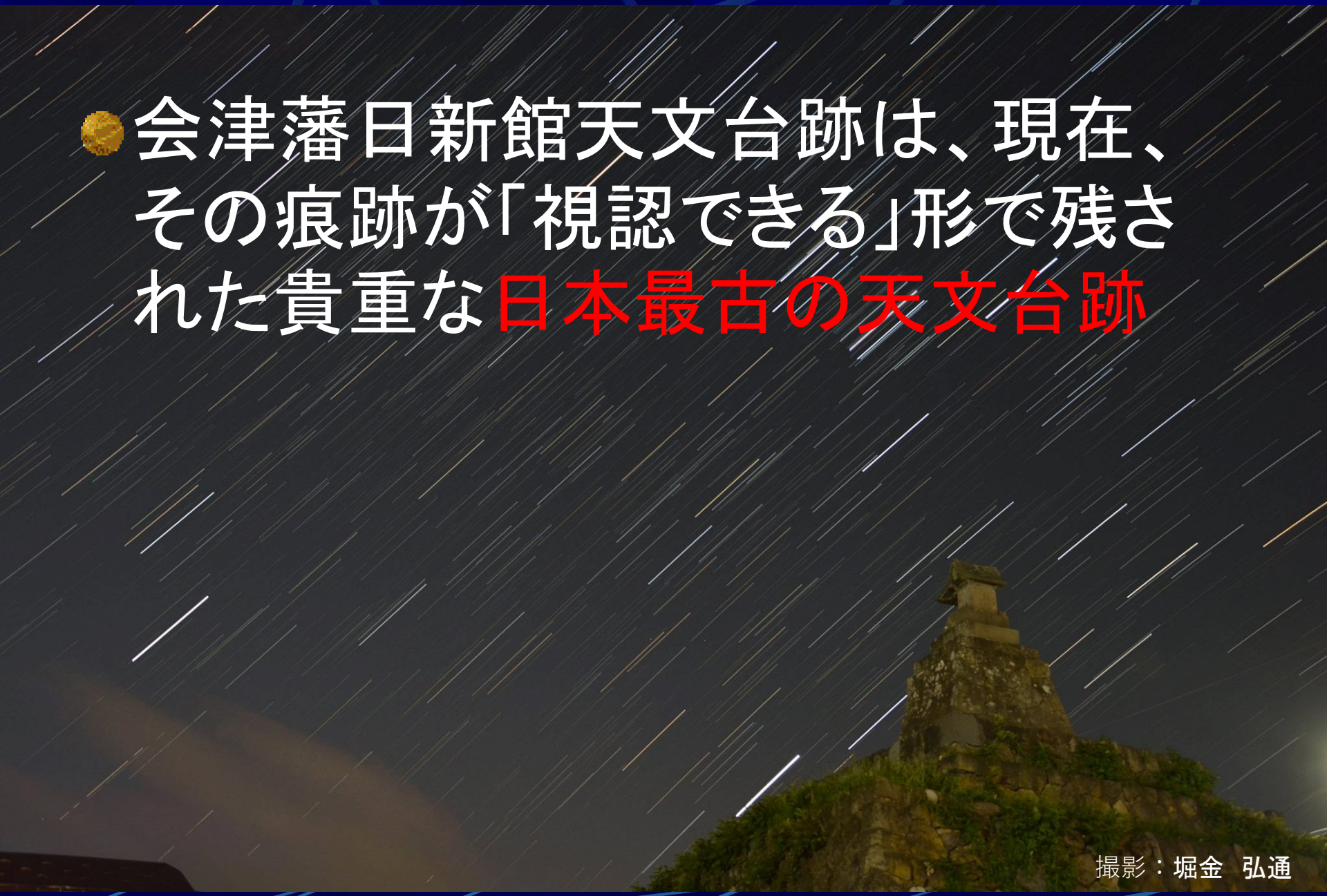
現在の日新館　天文台跡

日新館天文台跡

江戸時代の天文台の現状

- 幕府天文方　浅草天文台　ー　1782
  - ー＞　説明看板
- 水戸藩　弘道館　天文台　ー　1841
  - ー＞　痕跡なし
- 薩摩藩　造士館　明時館（天文館）　1779
  - ー＞　繁華街名に
- 阿波藩　観象台　　ー　1815以前？
  - ー＞　痕跡なし
- 会津藩　日新館　天文台　ー　1803
  - ー＞　唯一石垣が現存

- 会津藩日新館天文台跡は、現在、その痕跡が「視認できる」形で残された貴重な日本最古の天文台跡



撮影：堀金　弘通

日本天文学会の日本天文遺産第一号に
2019年3月14日

福島民報

日本天文遺産

日新館天文台跡を認定

学会が初 江戸の遺構 唯一 現存

国宝「明月記」も

2019（平成31）年 3月14日 木曜日

福島民報社

日本天文遺産に認定された会津藩校日新館天文台跡

福島民友

THE FUKUSHIMA MINYU

「香り・味わい」ともに進化 特醸酒 飛露喜 www.eisen.jp

日新館天文台跡 認定

現存唯一の江戸時代遺構

若松・日本天文遺産の第1号

日本天文学会は13日、本年度創設した日本天文遺産に、会津若松市の天文台遺構「会津日新館天文台跡」を認定したと発表した。歌人・俳人で歴史家が絶賛した新星やオーロラと思われる天文現象を書き留めた国宝「明月記」と並んで記念第1号。天文学史上で貴重な遺産を持つことが明確になったことで、関係者は保存整備や観光活用に弾みがつくと期待する。【25面に関連記事】

日本天文遺産に認定された会津日新館天文台跡＝会津若松市米代

福島民友

2019年3月14日 木曜日

史読本

交通・宿・食事

ための会津ガイ

彗星の研究の歴史(中世)

- 大気現象説（アリストテレス）：ガリレオ
  グラッシ神父（天体説）との論争
- 天体説：チコ・ブラーへ
  - 視差から、月よりも遠い天体であることを証明
- ニュートン力学の勝利:ハレー
  - ハレー彗星の軌道算出と回帰予測
  - 彗星の軌道決定法(エンケ)

彗星の研究の歴史（近世）

- 彗星の軌道のずれの発見
- 彗星の塵の尾の研究（ベッセル）
- 流星群との関係：ペルセウス座流星群
  （スキヤパレリ）

彗星の研究の歴史

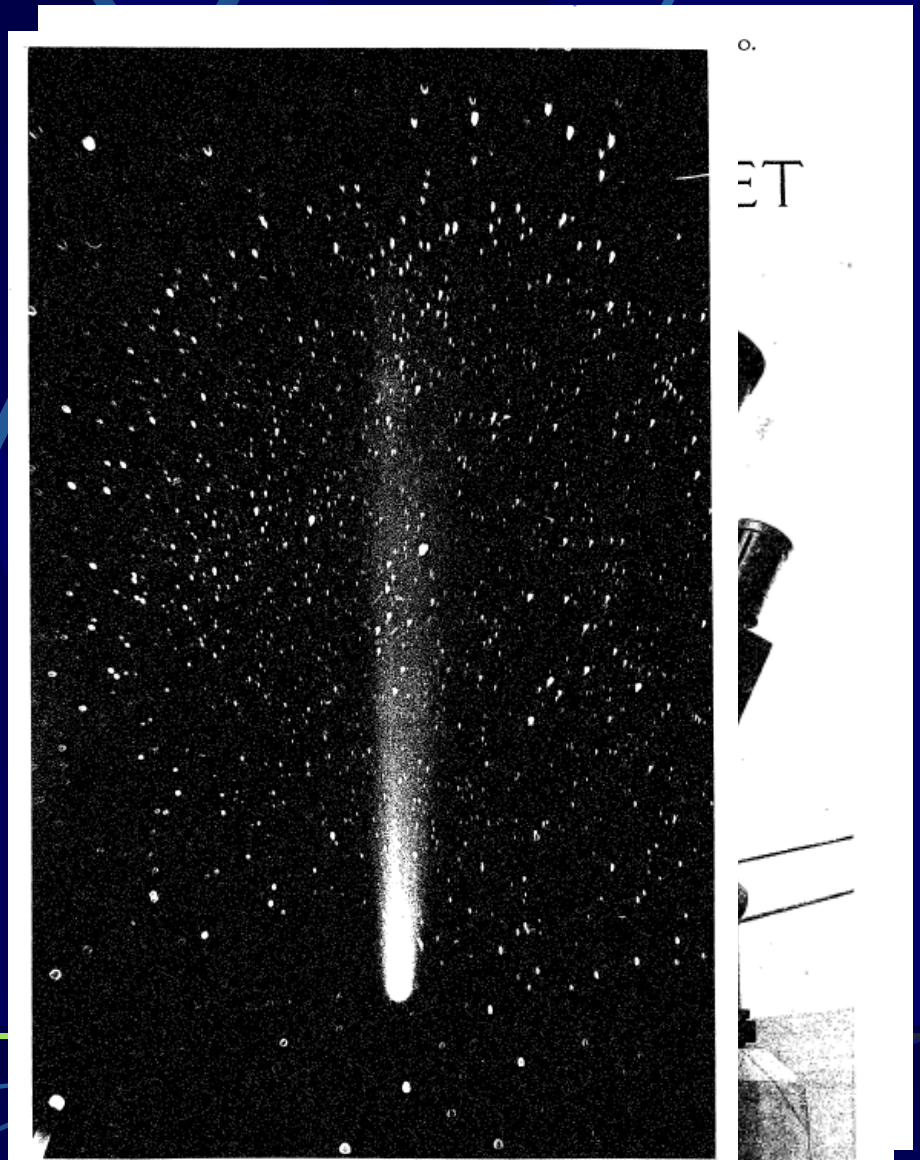
- 固体説 VS 塵雲（ダスト・スウォーム）説
  - ホイップル　VS リットルトン
- １９５０年　２大論文
  - ホイップル、雪玉説を定量化
    エンケ彗星の非重力効果を定量的に説明
  - オールト、長周期彗星の起源説（オールトの雲）
- 1986年　ハレー彗星の探査、核の撮像に成功
- 1992年　ジューイット、太陽系外縁天体を発見

日本での彗星研究

- 本格的な観測　１９１０年　中国・大連への遠征隊
- ４月末から6月まで観測

- Halley‘s comet as observed in Dairen, Manchuria, during the months April-June 1910、Sotome, Kiyofusa; Hoasi, Michinao; Toda, M.; Hirayama, S.、Annales de l'Observatoire astronomique de Tokyo, vol. 5, pp.1:1-1:63（1911）

- 2012年に引用！



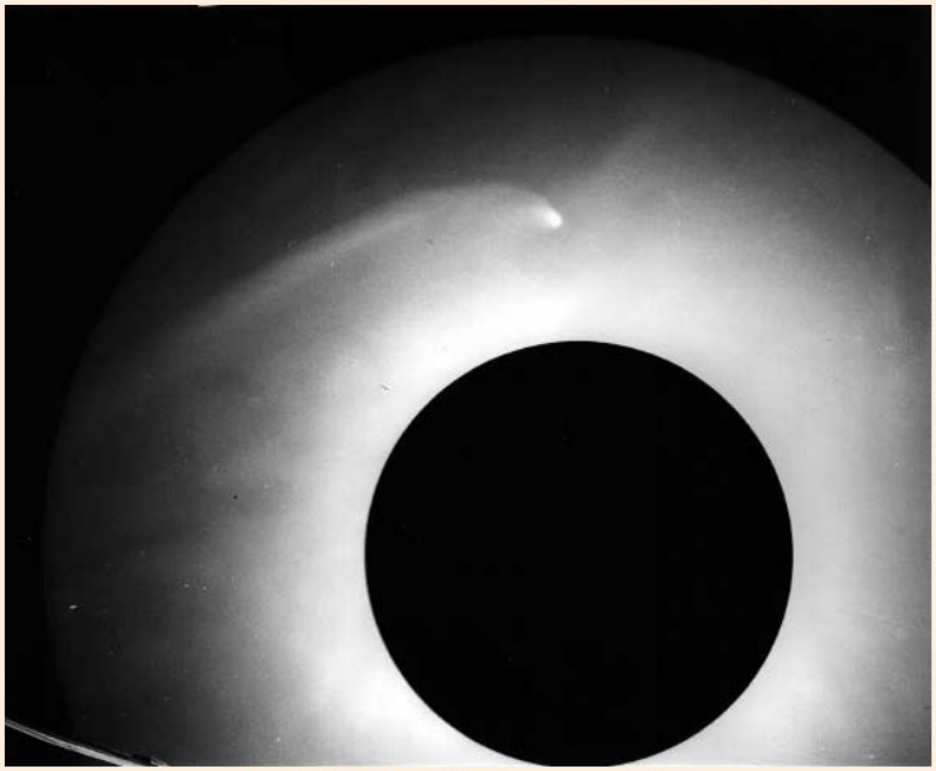
日本での彗星研究

- その後、東京天文台や京都大学で位置観測・軌道計算
- 1924年 「彗星」（神田茂　著） 出版
- 彗星の発見の時代へ
  - ナガタ彗星(1931)は米・加州在住の愛好家
- 大戦前後には本田実が大活躍
  - シンガポール滞在中に彗星発見（グリグ・シュレルップ彗星）「空に科学する兵士」と大々的に報道
- 後の彗星発見大国の基礎に

日本での彗星研究

- 理論的な研究と共に観測も
  - 理論：長谷川一郎(軌道)、山本哲夫（物性）、向井正（塵）、中村士（力学）、藪下信（力学、物性）
  - 観測：広瀬秀夫、古畑正秋、冨田弘一郎等（位置観測）、
- 一方、アマチュア彗星発見大国に
  - 関勉、池谷薫、、、、板垣公一
  - 池谷関彗星の出現(1965)

池谷関彗星の太陽接近を捉えた乗鞍コロナグラフ



Copyright © 1965 by F. Moriyama and T. Hirayama

This photo was taken by F. Moriyama and T. Hirayama (Tokyo Astronomical Observatory, Mitaka, Japan) at the Norikura Corona Station on 1965 October 21. They used a 12-cm coronagraph and Fuji Panchroprocess plates behind a Mazda VG1B color filter. This was a 4-second exposure.

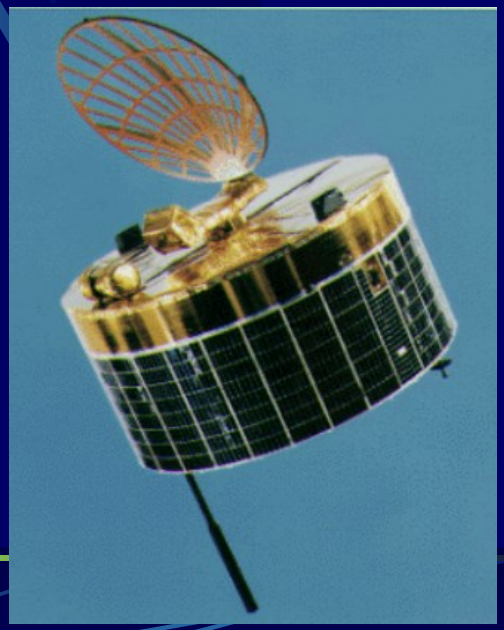
Hirayama, T. & Moriyama, F., (1965), Observations of Comet Ikeya-Seki (1965f), PASJ, vol. 17, p.433 (1965).

日本での彗星発見観測研究

- 理論的な研究と共に観測も
  - 理論:長谷川一郎(軌道)、山本哲夫(物性)、向井正(塵)、中村士(力学)、藪下信(物性、力学)
  - 観測:広瀬秀夫、古畑正秋、齋藤馨児、冨田弘一郎等(位置観測)
- 一方、アマチュア彗星発見大国に
  - 関勉、池谷薫、、、、板垣公一、
  - 池谷関彗星の出現(1965)
  - これらの活躍はやがて小惑星、新星、超新星発見へとつながる

日本での彗星研究

- ついに彗星へのフライバイ探査に
  - ハレー彗星1986年の接近を契機に
    - 「さきがけ」「すいせい」探査機
    - 惑星間空間電磁場環境探査＋真空紫外撮像装置（Lyα）

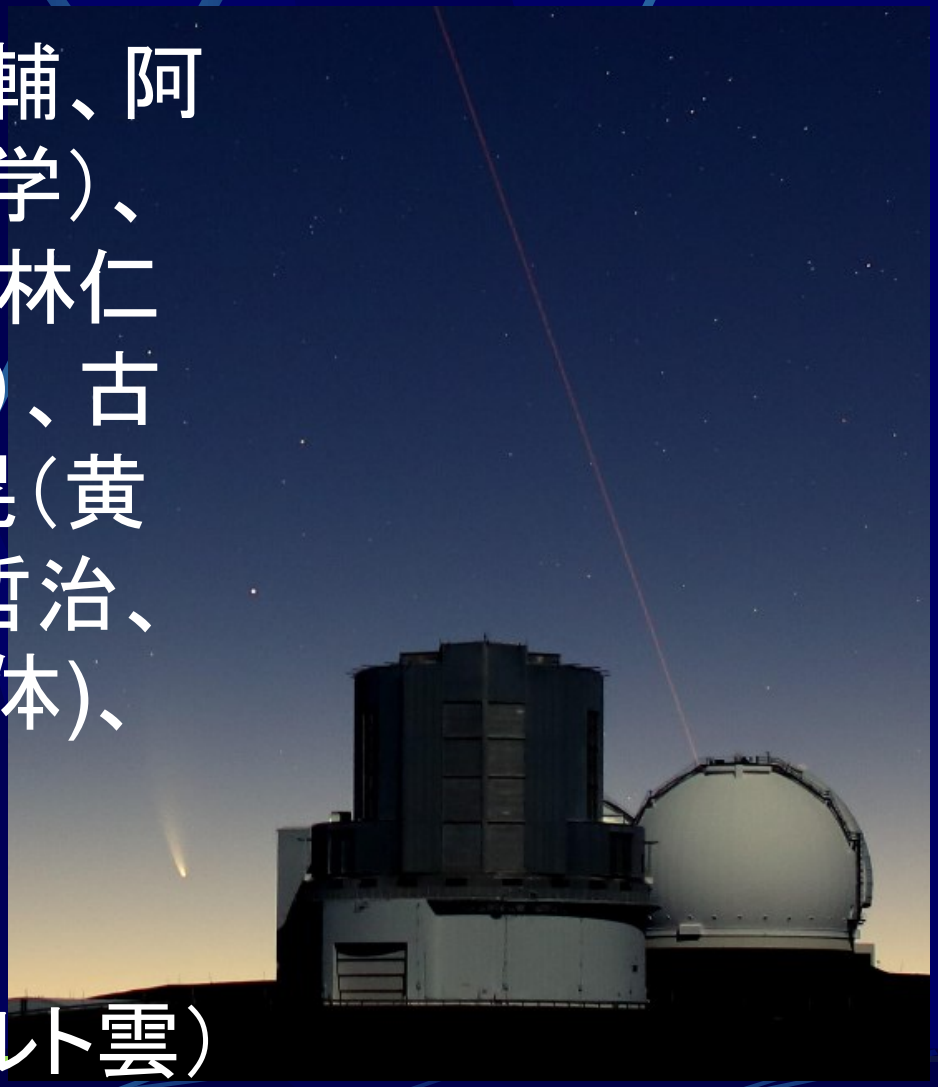


- ハレー彗星の**2.2日の活動周期**の導出に成功
- “Observation of comet Halley by the ultraviolet imager of Suisei”, Kaneda, E.; et al., Nature, Vol.321, pp. 297(1986).
  (Citation 32)

© JAXA/ESA

日本での最近の彗星研究

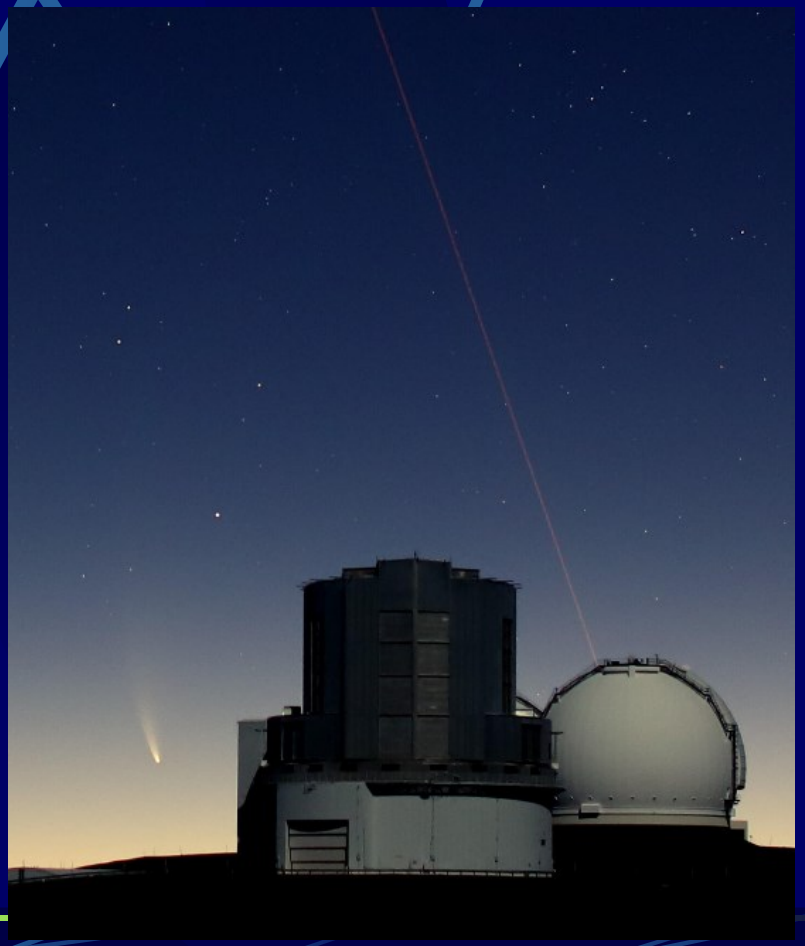
- 観測：渡部潤一、木下大輔、阿部新助、猿楽祐樹（形態学）、河北秀世、大坪貴文、小林仁美、新中善晴（分光物理）、古荘玲子（偏光）、石黒正晃（黄道光）、関口朋彦、布施哲治、寺居剛、有松亘（外縁天体）、杉田精司（衝突）
- 理論：樋口有理可（オールト雲）



撮影：田中壱/クレジット：国立天文台

日本での彗星研究

- そして世界レベルへ
- “The Spin Temperature of NH3 in Comet C/1999S4 (LINEAR)”, Kawakita et al., Science, Vol.294, pp. 1089 (2001).
  (Citation 62)



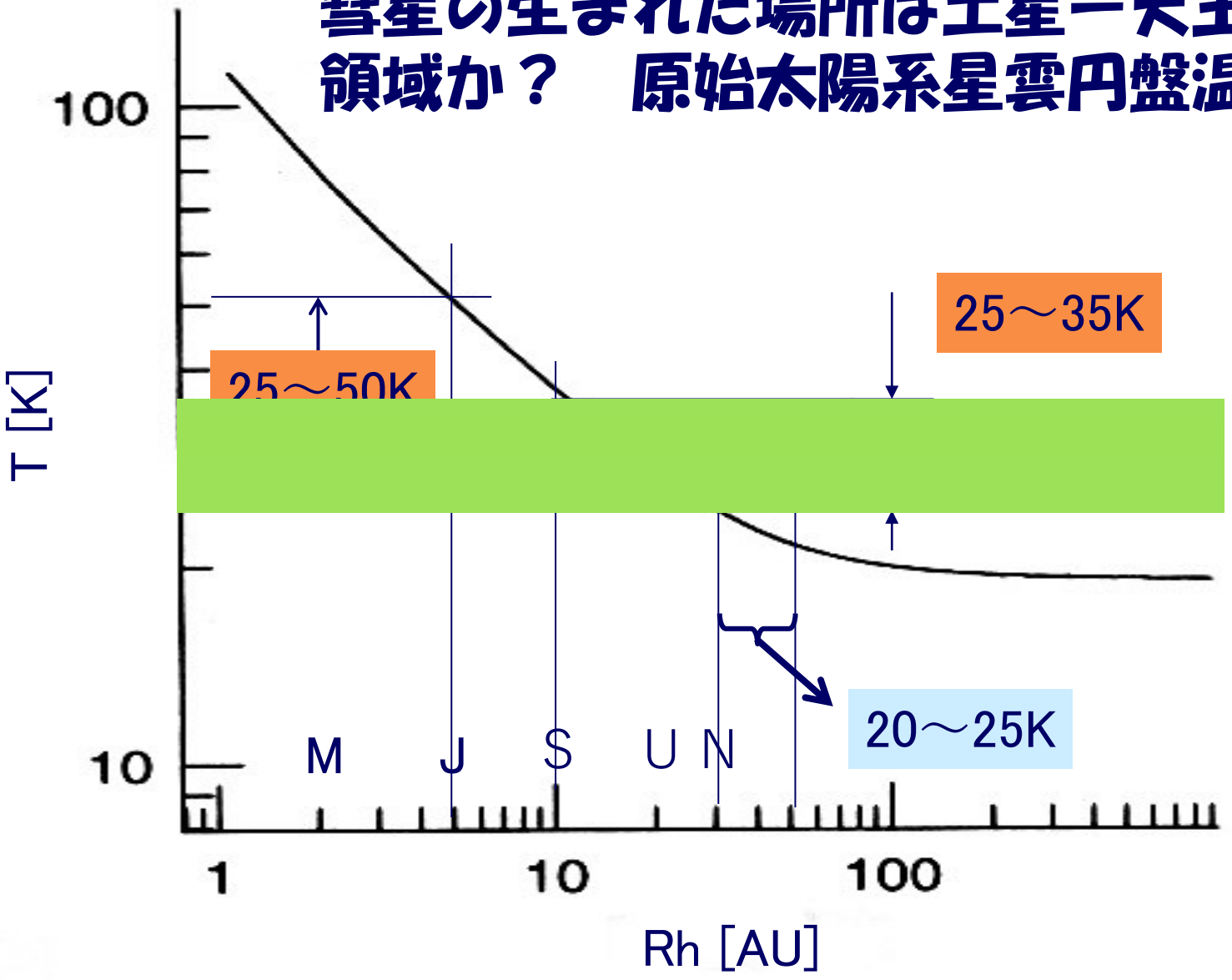
撮影：田中壱/クレジット：国立天文台

彗星の誕生した場所を探る
ー彗星アンモニアの核スピン温度決定ー

Comet	NH_3	Orbital Origin	References
C/2001 A2	$25\ ^{+1}_{-2}$ K	Oort Cloud	Kawakita et al. (2003)
C/1999 S4	$27\ ^{+3}_{-2}$ K	Oort Cloud	Kawakita et al. (2003)
Hale-Bopp	$26\ ^{+10}_{-4}$ K	Oort Cloud	Kawakita et al. (2003)
C/2000 WM1	$30\ ^{+5}_{-3}$ K	Oort Cloud	Kawakita (in prep.)
Ikeya-Zhang	$32\ ^{+7}_{-4}$ K	Oort Cloud	Kawakita et al. (2003)
C/2001 Q4	$31\ ^{+5}_{-4}$ K	Oort Cloud	Kawakita (in prep.)
Encke	$\geqq$ 29K	Jupiter Family	Kawakita et al. (2004)

すべての彗星で～３０Ｋ程度の温度を示している。

彗星の生まれた場所は土星ー天王星領域か？　原始太陽系星雲円盤温度



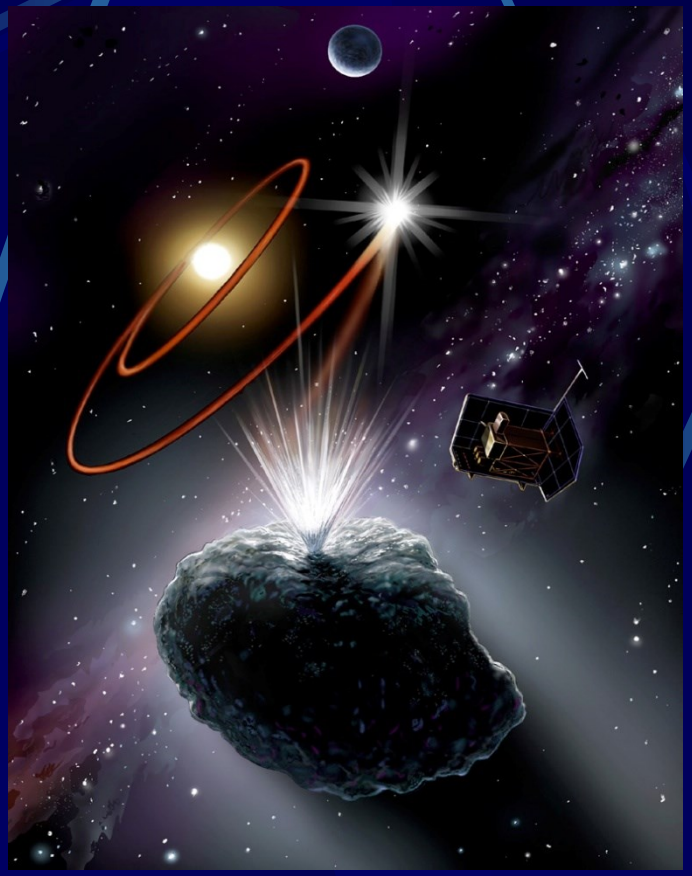
Aikawa et al. (1999)

日本での彗星研究

- そして世界レベルへ
- “Subaru Telescope Observations of Deep Impact”, Sugita, S. et al., Science, Vol.310, pp. 274 (2005). (Citation 81)

撮影：田中壱/クレジット：国立天文台

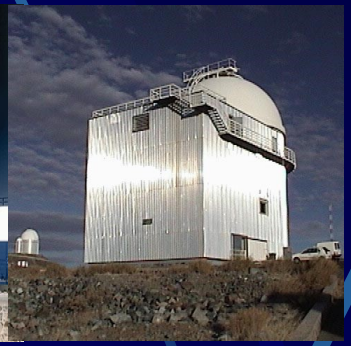
The Deep Impact Mission



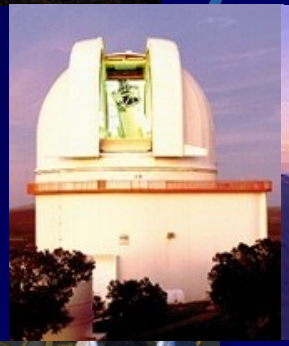
- 初の能動的実験探査
  - 衝突実験
- 主目的
  - ともかく内部を調べたい
  - 内部にこそ、始源物質
- さらに
  - クレーター物理
  - 彗星強度
  - 彗星の進化

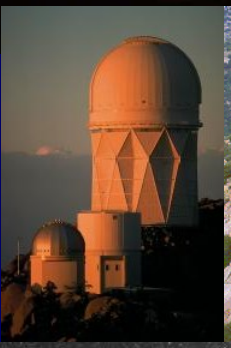
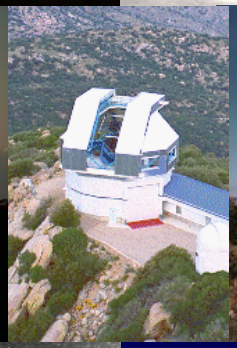
- Mauna Kea: Keck 10m, UH2.2m, Subaru 8m
  - K. Meech, M. F. A'Hearn
  - M. Belton, C. Lisse
  - Y. Fernandez, J. Pittichova
  - H. Hsieh, G. Bauer
  - S.Sugita, H. Kawakita

- TNG 3.6m
  - G. P. Tozzi
  - J. Licandro
- McDonald: 2.7m 82"
  - T. Farnham

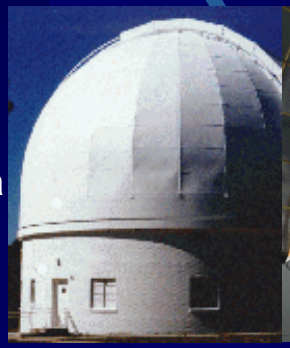
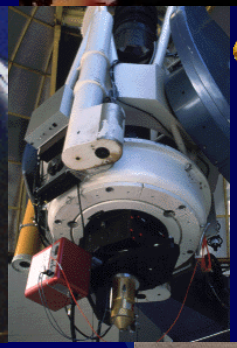


- ESO: VLT8.0m, NTT3.6m, Dan1.5m
  - H. Boehnhardt
  - O. Hainaut
  - K. Meech



- KPNO: 4m, Wiyn3.5m, 2.1m
  - M. Belton
  - N. Samarasinha
  - B. Mueller
  - P. Massey
  - R. Millis

- Lowell 72" 42"
  - M. Buie

- CTIO: 4m, 1.5m
  - M. Mateo
  - N. Suntzeff
  - K. Krisciunas

- Bohyunsan 1.8m (Korea)
  - Y-C. Choi
  - D. Prialnik
- Wise 1.1m (Israel)
  - Y-C. Choi
  - D. Prialnik

観測参入した地上望遠鏡群

すばる望遠鏡による観測

- PA２２５±４５度の方向へ一度きりの噴出
  定速　125m/sec
- 噴出物には大量のシリケイト微粒子
- 総量：5.6-8.5×10＾５ｋｇ（<10ミクロン）
- クレーター直径は100m前後

<Gravity Controlled >

Sciencexpress Report

Subaru Telescope Observations of Deep Impact

S. Sugita,[1,2,3*] T. Ootsubo,[4] T. Kadono,[1,5] M. Honda,[2] S. Sako,[6] T. Miyata,[6] I. Sakon,[7] T. Yamashita,[8] H. Kawakita,[9] H. Fujiwara,[7] T. Fujiyoshi,[8] N. Takato,[8] T. Fuse,[8] J. Watanabe,[10] R. Furusho,[11] S. Hasegawa,[2] T. Kasuga,[10] T. Sekiguchi,[10] D. Kinoshita,[12] K. J. Meech,[13] D. H. Wooden,[14] W. H. Ip,[12] M. F. A'Hearn[15]

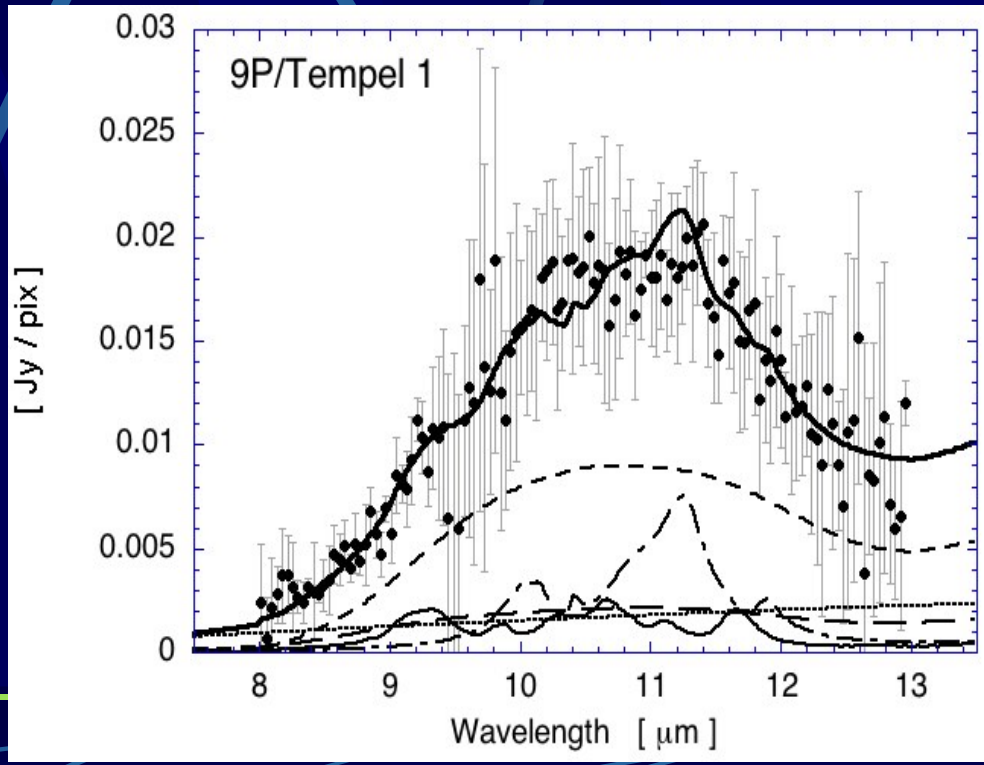
[1]Department of Complexity Science and Engineering, University of Tokyo, Japan. [2]Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency. [3]Brown University, Department of Geological Sciences, Providence, RI, USA. [4]Division of Particle and Astrophysical Sciences, Nagoya University, Japan. [5]Institute for Research on Earth Evolution, Japan Agency for

すばる望遠鏡による観測

分光：結晶質シリケイトを検出

thick solid line : best fit model spectrum

amorphous olivine: dashed
amorphous pyroxene: long dashed
amorphous carbon: dotted
crystalline olivine: dot-dashed
crystalline pyroxene: thin solid



すばる望遠鏡による観測

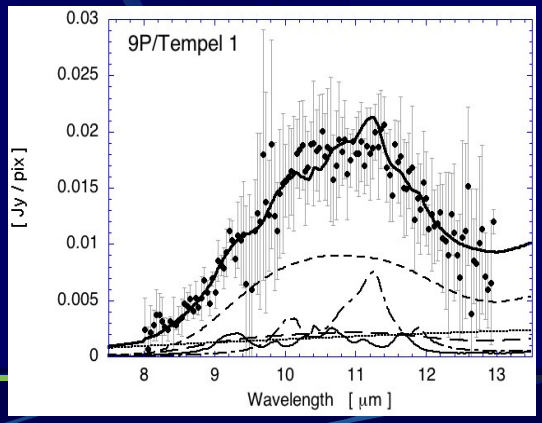
- 9P/Tempel

0.1-10um　Hanner size Distribution

amorphous pyroxene: 1.65 ± 0.87 （×10^5 kg）
amorphous olivine: 4.05 ± 0.44
amorphous carbon: 0.84 ± 0.16
crystalline olivine: 1.59 ± 0.14
crystalline pyroxene:0.18 ± 0.04

質量比：　０．３！！

（Sugita et al. 2005）

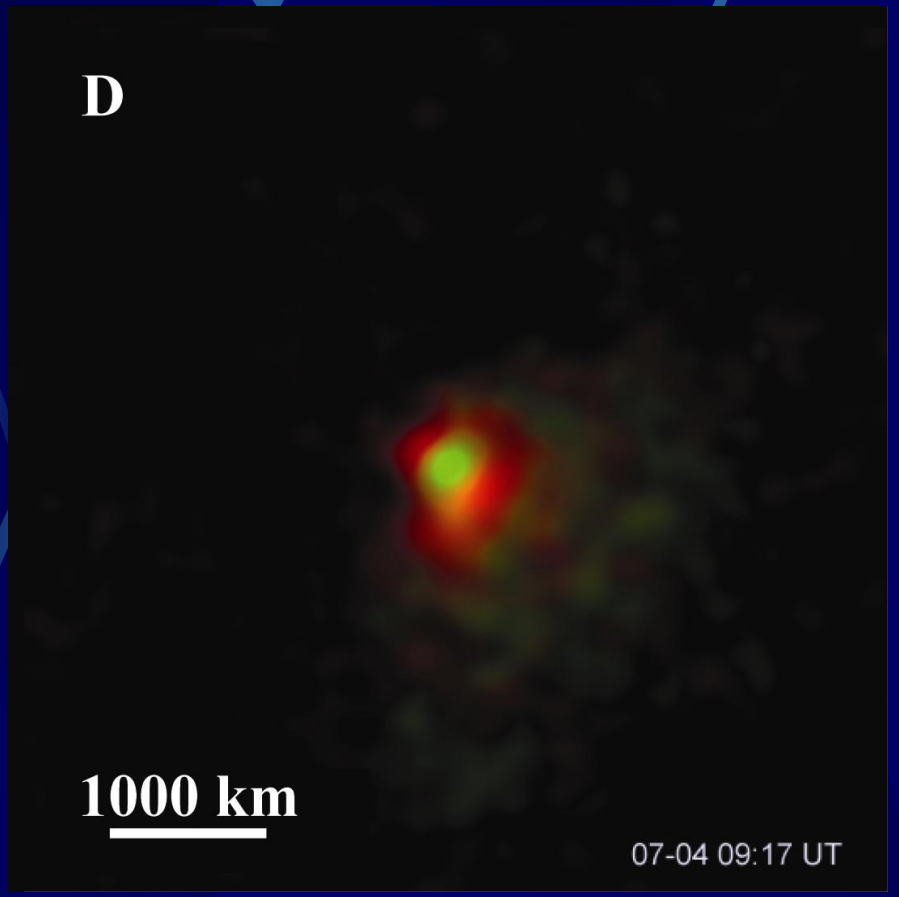


すばる望遠鏡による観測結果

1 : 撮像

緑：シリケイト
10.5−連続光

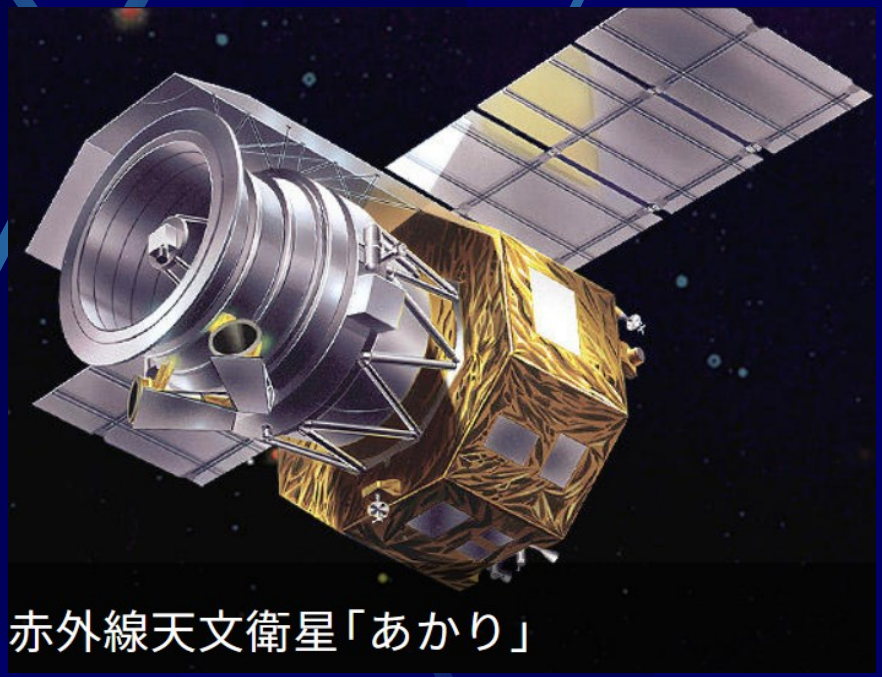
赤：連続光
8.8+12.4



日本での彗星研究

- そして世界レベルへ
- “AKARI Near-infrared Spectroscopic Survey for CO2 in 18 Comets”, Ootsubo, T. et al., Ap. J. Vol. 752, id. 15, 12 pp. (2012)

  (Citation 96)



赤外線天文衛星「あかり」

© JAXA/ESA

彗星概論:天文学的定義

- 太陽系小天体のひとつ
- 彗星の定義
  - *恒星状ではない天体*/小惑星と相補的
  - 発見時に非恒星状ーーー＞最初から彗星として登録
  - 発見後に非恒星状が判明・あるいは非恒星状化
    ーーーー＞　その時点で彗星として登録
- あくまで観測的な定義であり、非物理的

彗星の天文学的名前

- 彗星の名前（新符号システム）
  - 発見日時基準に
    ＜種別＋発見年＋２４英文字＋番号＞
  - 種別　＞　周期彗星　P/　長周期彗星　C/
  - 何回も回帰している短周期彗星
  - 登録番号＋Ｐ　（1P/Halley）
  - ２４英文字　＞　月の前半、後半
    １月：a, b　２月：c, d
  - 番号　＞　その期間での発見順

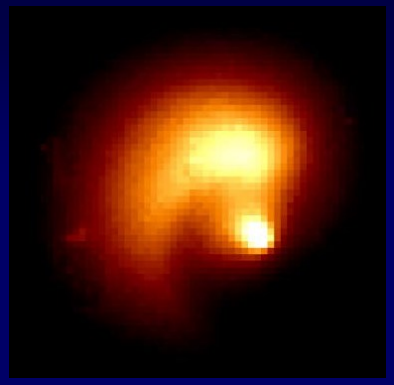
彗星の名前

- 彗星の名前（新符号システム）
  - 発見後に彗星として登録し直された場合
  - 彗星としての番号は振り直さず、種別を変えるだけにする
  - A/　→ C/ または　P/
    （例）　C/2001 OG108　など

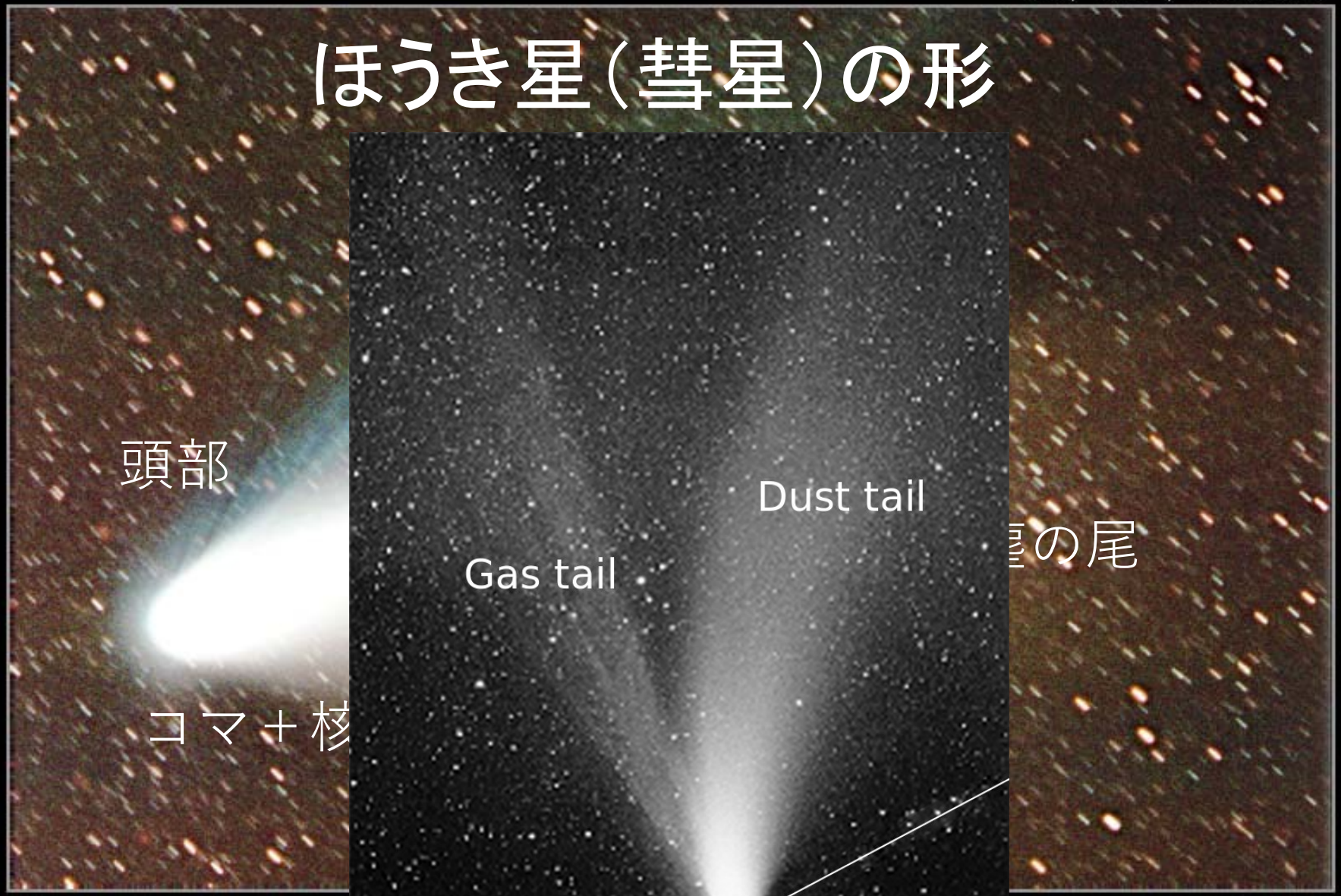
彗星の通称

- 発見者の栄誉を称え、通称を採用
  - 新符号（通称）
    例）C/1996 Ｂ2(Hyakutake)
- 先着３名まで
- 自動捜天の場合はチーム名　LINEAR
  - 太陽観測衛星SOHO（発見者はアマチュアでも）
- 彗星と判明した場合　　臨機応変

彗星　さまざまな形



ほうき星（彗星）の形

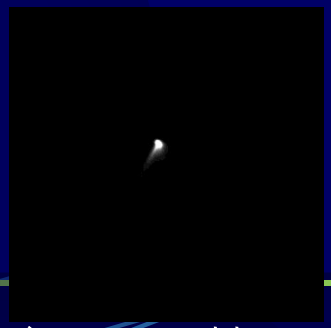

ヘール・ボップ彗星（1995 01）
1997年 3月7日，28時55分（JST）
1997, Mar. 7, 19h55m (UT)
頭部
コマ＋核
の尾
焦点距離180mmレンズ（Nikon
露出時間：赤5秒×7，緑15秒
観測場所：木曽観測所
3色分解撮像カラー合成画像
像範囲：4.39×2.93°
d）の目立ったものを示す
H. Fukushima, M. Ta
文台 広報普及室
Gas tail
Dust tail
Dust trail
Sun

彗星の正体は？

- 彗星の本体＝彗星核（かく）
  水や二酸化炭素などの「氷」
  砂粒などの「塵」

ハレー彗星の核

- 「汚れた雪だるま」

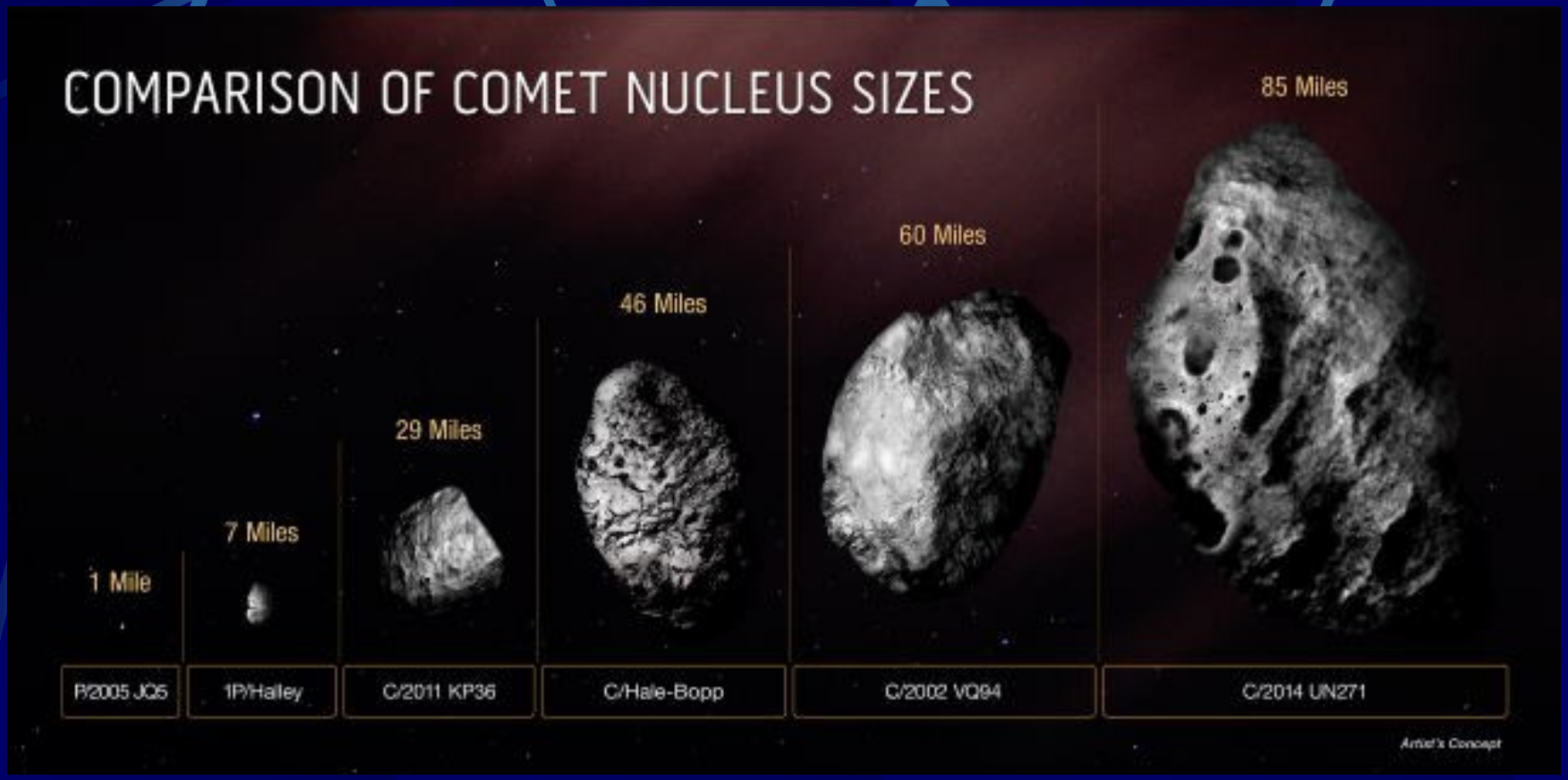


ボレリー彗星の核（DS1探査機の接近時の画像）

彗星核の大きさは？

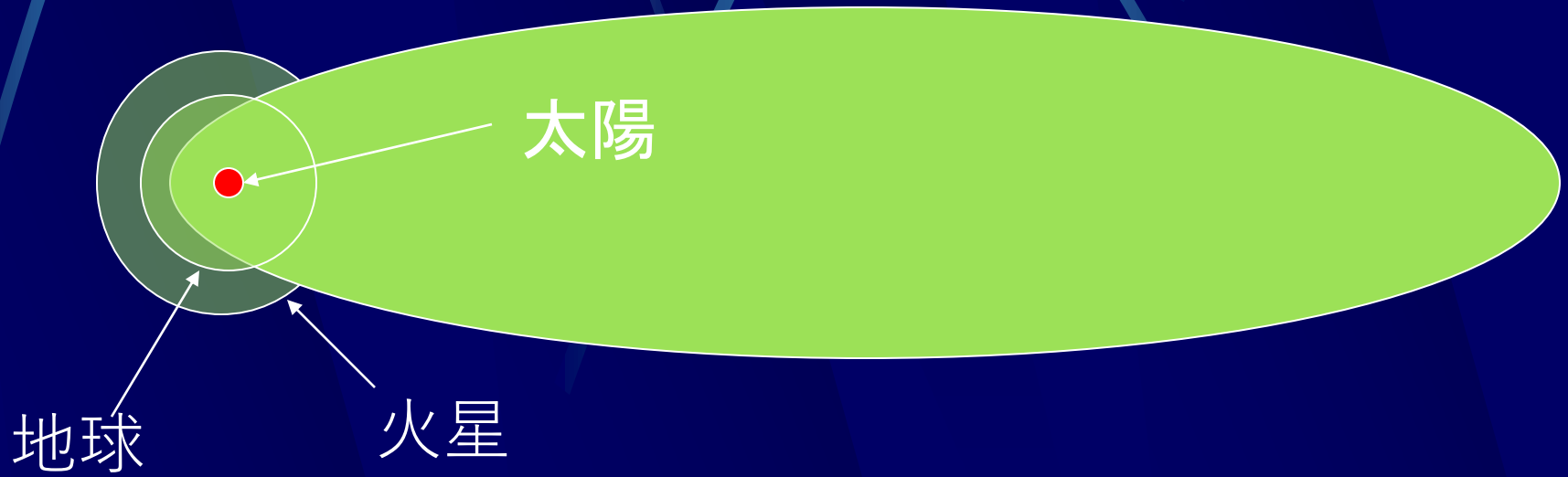
彗星名	半径（ｋｍ）
95P/Chiron	80+-10
C/1995 o1(Hale-Bopp)	30+-10
28P/Neujmin 1	10+-0.5
10P/Tempel-Tuttle	5.9+0.25-0.7
49P/Arend-Rigaux	5.1+-0.25
1P/Halley	6.0（15×7×7）
C/1983 H1(IRAS-Araki-Alcock)	4.6
9P/Tempel	2.6+-0.3
2P/Encke	2.4+-0.3
C/1996 B2(Hyakutake)	2.25+-0.3
19P/Borrely	2.2(8×2×2)
107P/Wilson-Harrignton	1.95+-0.25
55P/Tempel-Tuttle	1.7+-0.3
22P/Kopff	1.52
126P/IRAS	1.43
103P/Hartley 2	0.58

彗星核の大きさ（推定）


COMPARISON OF COMET NUCLEUS SIZES
1 Mile
7 Miles
29 Miles
46 Miles
60 Miles
85 Miles
P/2005 JQ5
1P/Halley
C/2011 KP36
C/Hale-Bopp
C/2002 VQ94
C/2014 UN271
Artist's Concept

彗星の軌道

- 一般にとても遠くからやってくる
- 歪んだ楕円（だえん）、大きな軌道
- 惑星軌道を横切ることも多い



彗星の軌道による分類

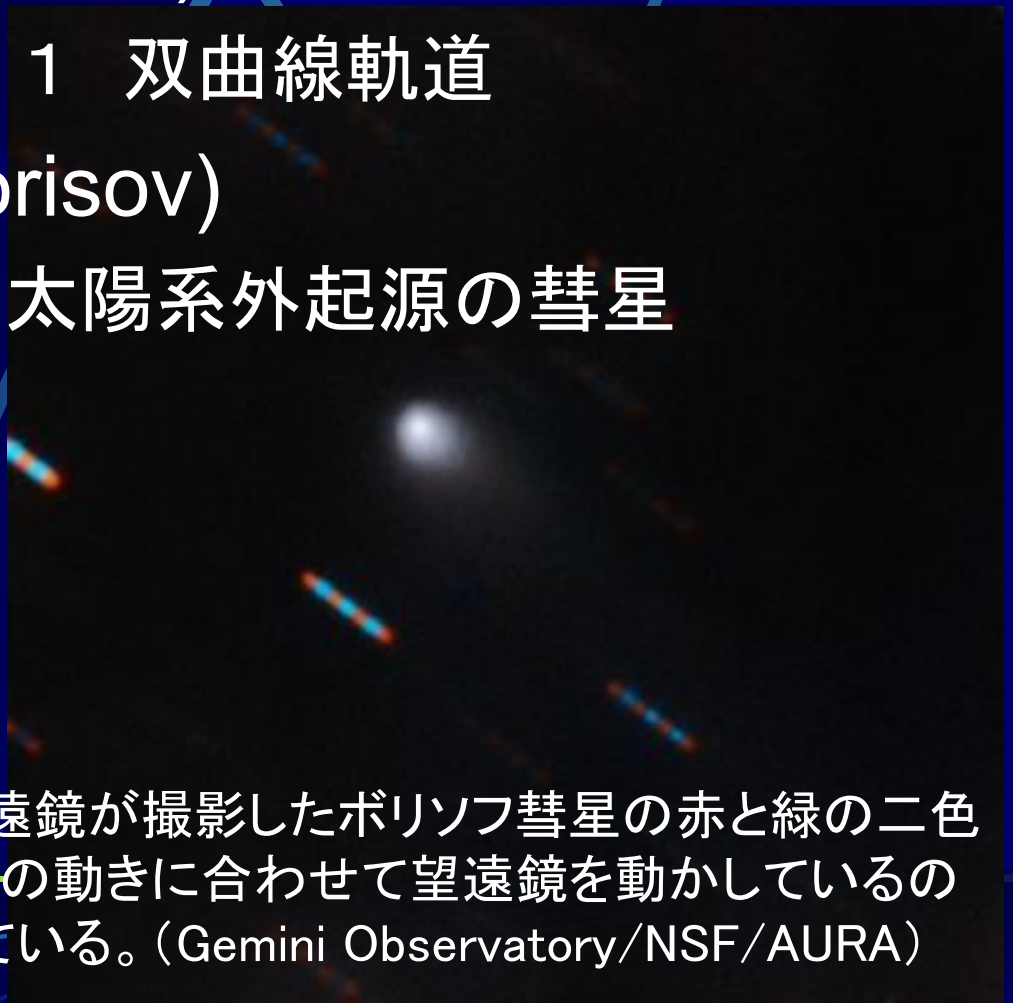
- 周期によって
  - 周期＞200年以上　長周期彗星
    （一回きりの帰ってこない彗星を含む）
    黄道面を上からも下からもやってくる
  - 周期＜200年以下　短周期彗星
    黄道面に集中している

現在は

Ecliptic comets
Halley-Type comets
Oort cloud comets
Exocomets（Interstellar comets）

星間彗星　ボリソフ彗星

- C/2019Q4 （Borisov)
  - 離心率　3.07　＞　1　双曲線軌道
- 2I/2019Q4 （Borisov)
  - 人類が初めて見る太陽系外起源の彗星



マウナケアにあるジェミニ望遠鏡が撮影したボリソフ彗星の赤と緑の二色合成によるカラー画像。彗星の動きに合わせて望遠鏡を動かしているので、背景の恒星が線を引いている。（Gemini Observatory/NSF/AURA）

長周期彗星はどこから来るか？

- 長周期彗星の故郷　：　オールトの雲

- オールトの雲　ー＞　長周期彗星

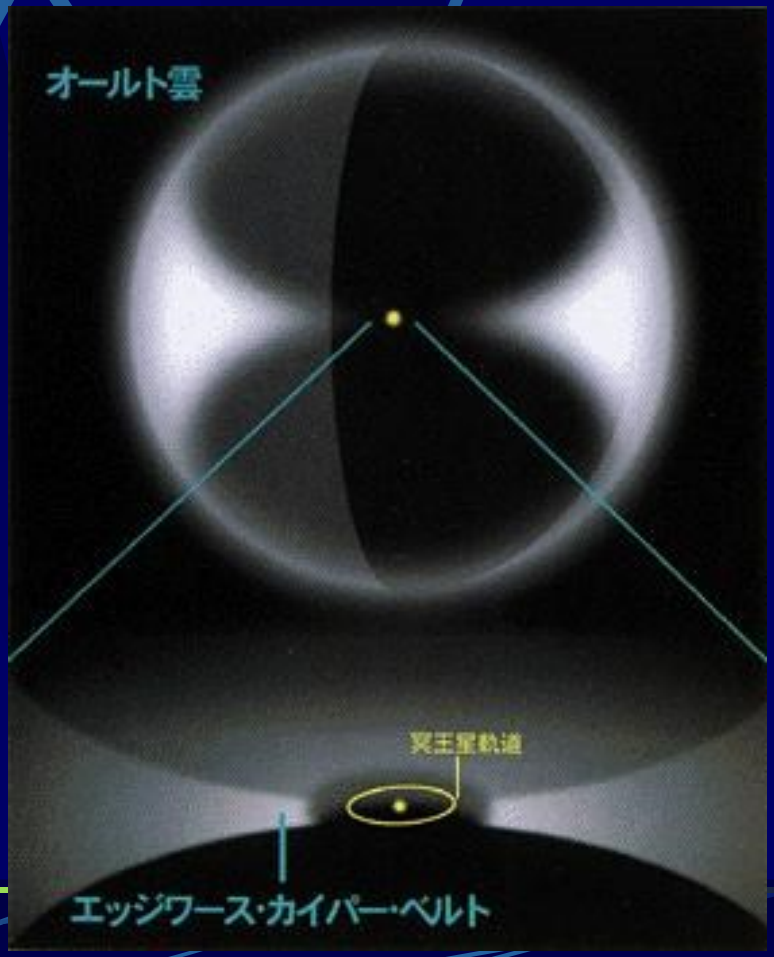
- まだ発見されていない彗星も多く、いつどんな彗星がやってくるか予測不能

短周期彗星はどこから来たか？

- 短周期彗星の故郷　：　冥王星の外側にある小天体ベルト（太陽系外縁天体：エッジワース・カイパー・ベルト）
  - エッジワース・カイパー・ベルト　――――＞短周期彗星
- 大惑星により内側へバケツリレー式に運搬
- 現在、180個あまりが発見、登録されている

彗星はどこからやってくるのか？
―軌道の観測から―

- オールトの雲
  - 太陽系を1－10万天文単位直径に大きく球殻状に包む「長周期彗星の故郷」
- エッジワース・カイパーベルト
  - 海王星以遠で黄道面に集中した「短周期彗星の故郷」



彗星はその故郷で生まれたのか？ ―現在の考え方―

- オールトの雲
  - そこでできたのではない！
  - 低温すぎて、ここで彗星が凝縮・誕生できない
  - 太陽系内部領域で生まれ、惑星によって跳ね飛ばされた
- エッジワース・カイパーベルト
  - 太陽系外縁部、そこでできた！
  - 惑星に成りきれなかった微惑星の名残

彗星は種類毎に成分が異なる？

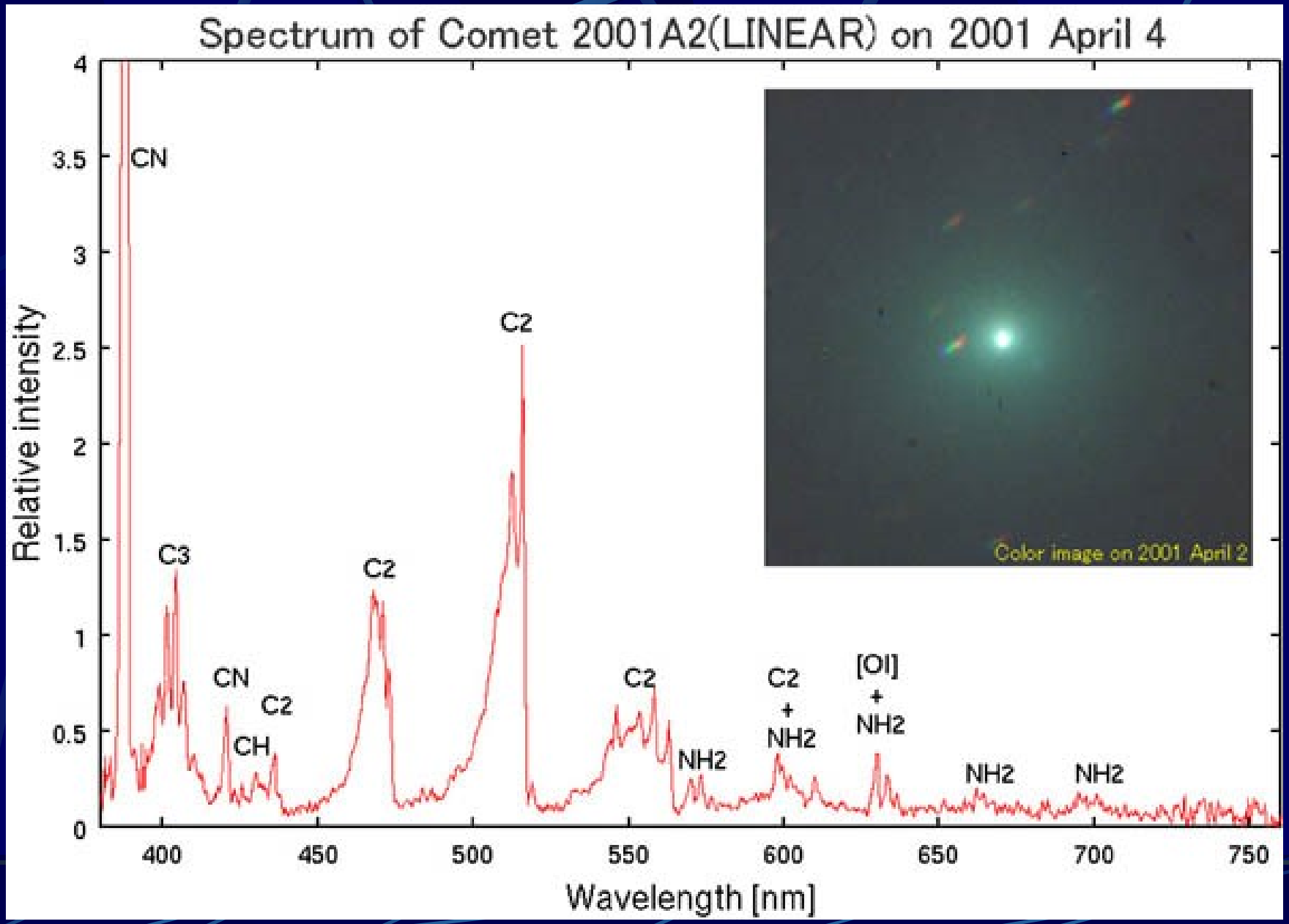
- 長周期彗星：暖かな場所で誕生
- 短周期彗星：寒い場所で誕生

- 核そのものは、太陽熱で表面が変成しているが、成分に差があってもおかしくない？
  - ——＞　内部あるいは誕生時の記憶をとどめる物理・化学量を調べる
  - しかし、明確な差は見つからない

彗星の成分を探る：分光観測

- 彗星の発する光を波長毎に調べる（スペクトル）
  - ガスの成分
  - チリの（一部の）成分

Comet　C/2001A2（LINEAR）　　ガス成分



- チリの成分：赤外線分光
  - シリケイト（珪酸塩）

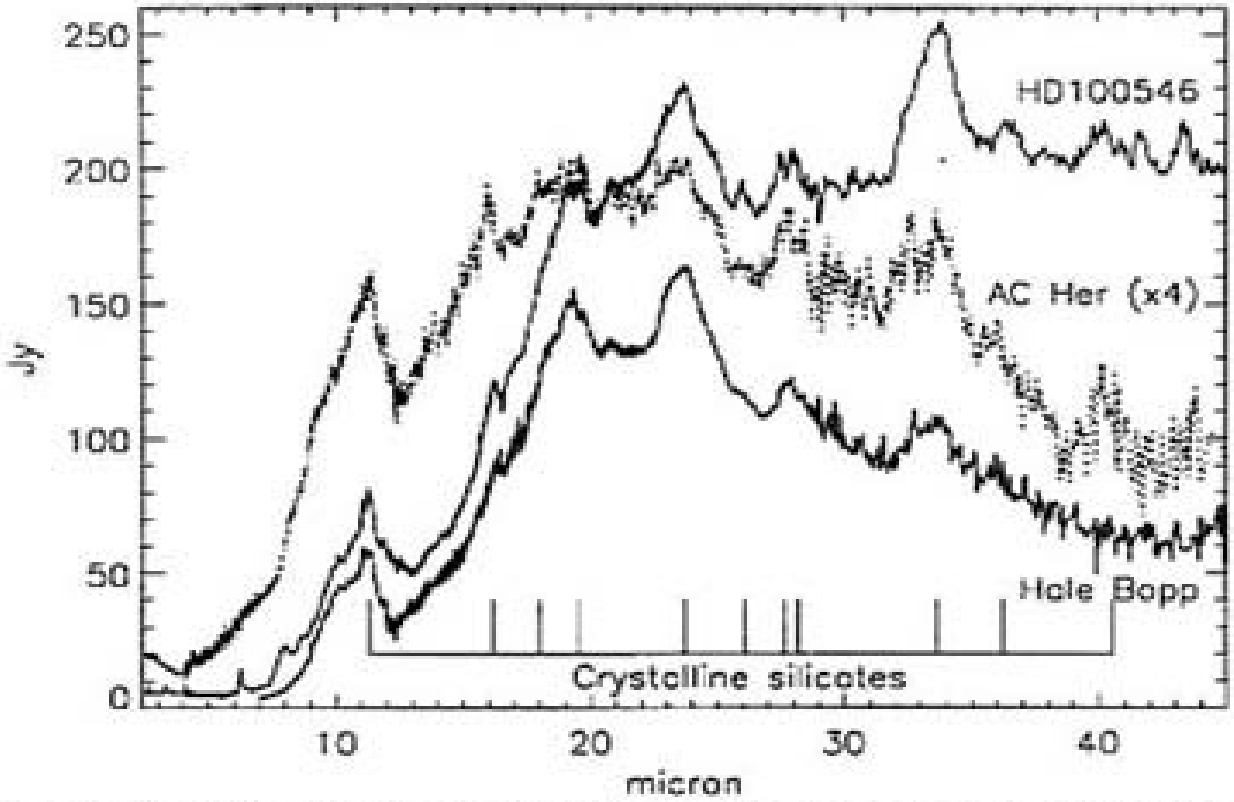
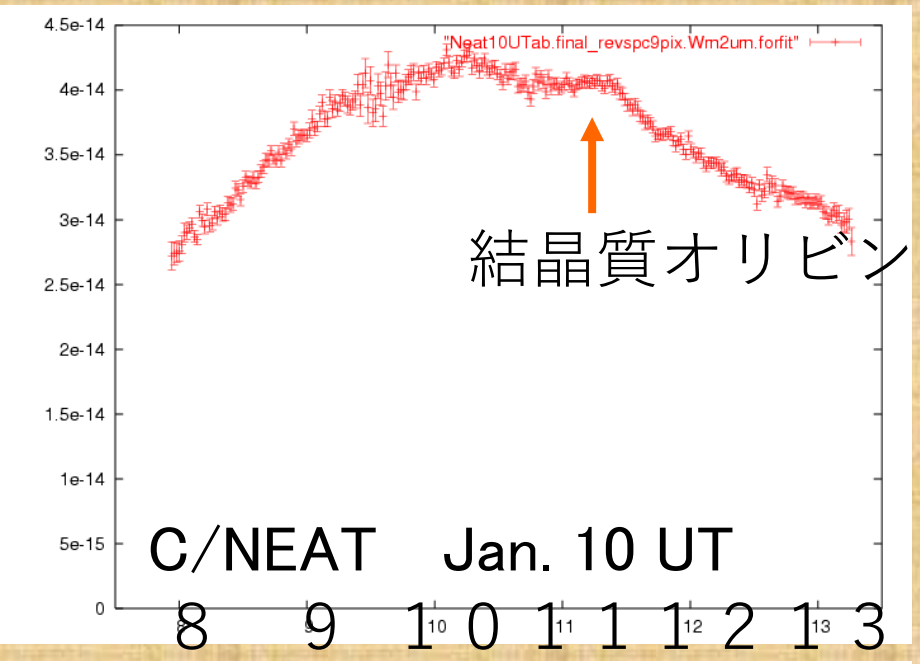


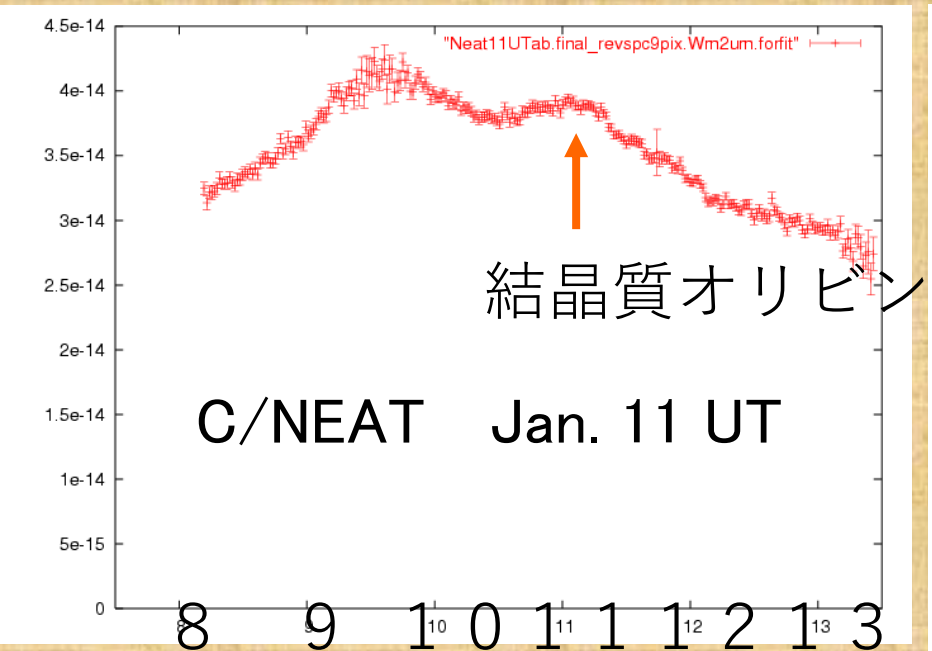
Figure 4. ISO SWS spectra of the pre-main sequence Herbig Ae star HD 100546 (cf. Malfait et al., 1998), the O-rich post-AGB binary star AC Her (cf. Molster et al., 2002a, b, c), and comet Hale–Bopp (cf. Crovisier et al., 1997), showing the strong similarities in their spectral features. The Mg-rich crystalline silicate resonances are identified. Note the far-IR spectra are dominated by isolated crystalline silicate features of Mg-rich crystalline olivine with a few features of Mg-rich crystalline pyroxene. Figure courtesy of F. Molster (private communication).

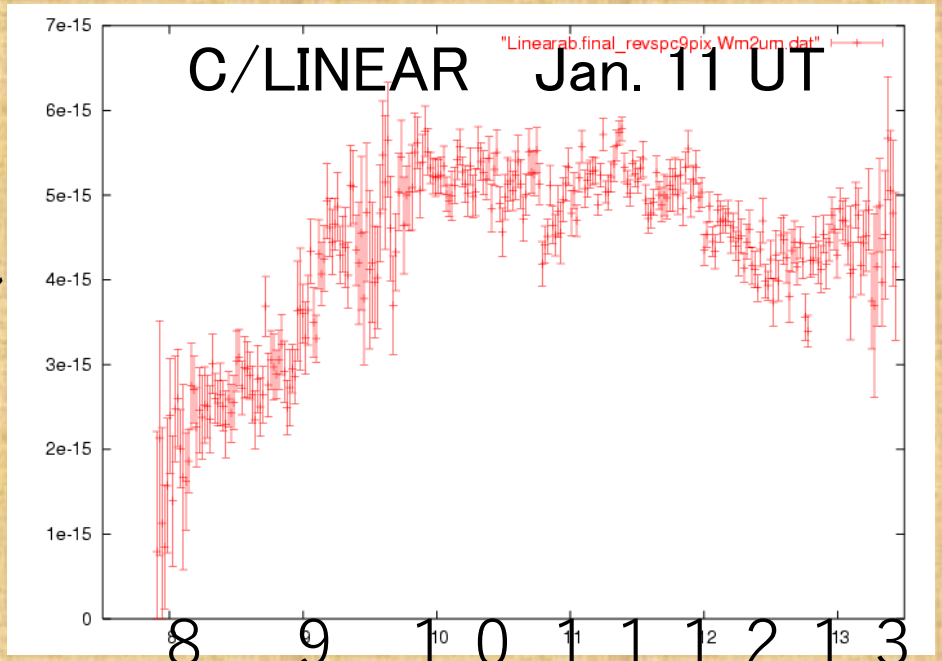
中間赤外線分光



Observed spectra

- シリケイトフィーチャを検出
- ニート彗星に11.2μm結晶質オリビンフィーチャ検出





彗星に結晶質シリケイトが存在

- 1000Kという高温が必要な結晶質シリケイトがどうして彗星に存在するのか？

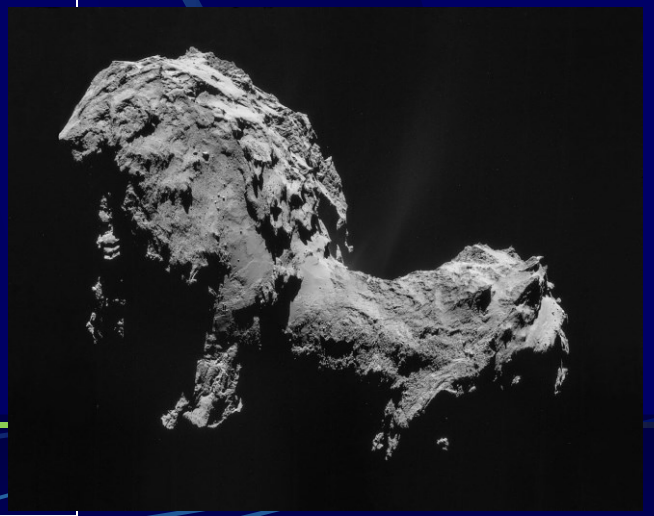
ーー＞　原始太陽系星雲における物質輸送

- 結晶質/非晶質比は生まれ故郷を示唆するか？

ーー＞　結晶質シリケイトが高効率で運搬
太陽系円盤内にほぼ一様に分布？

彗星探査

- Deep Space 1　　2001年9月
  Flyby
- Stardust　　2004年1月
  Sample return
- ~~CONTOUR　　2012年3月まで~~
  Tour 3 comets
- Deep Impact　　2005年4月
  Active Experiment
- Rosetta(ESA)　　2014ー2016年
  Orbit、Landing
- Comet Interceptor　202？年
  Targeting Oort Cloud Comets



ともかく大きな彗星、特別な彗星が出現すると研究が進む

- そうした彗星が見つかるとキャンペーンを張って地上観測をコーディネートしてきた
- 肉眼で見えるような彗星の場合は一般の人にも見てもらえるように広報してきた
- →広報活動の紹介で

太陽系小天体
その２：小惑星

小惑星概論

小惑星とは何か？

ごく簡単に

1：小惑星の定義・番号・名称

2：小惑星概論：軌道と分類

3：メインベルトの族と惑星間塵

4：小惑星の表面組成分類

5：直接探査

小惑星の定義

- 太陽系小天体のひとつ
- 定義
  - *恒星状天体*/彗星と相補的
  - 発見時に非恒星状ーー＞最初から彗星として登録
  - 発見後に非恒星状が判明・あるいは非恒星状化
    ーーーー＞　その時点で彗星として登録
- あくまで観測的な定義
  - 太陽系外縁天体や活動していないケンタウルス族も小惑星番号で整理されている

小惑星の仮符号

- 軌道確定前の小惑星の識別（仮符号）
  - 発見日時基準に
    ＜発見年＋英文字×２＋（番号）＞
  - 最初の英文字（２４）　＞　月の前半、後半
    １月：Ａ，Ｂ　２月：Ｃ，Ｄ
    （Ｉ、Ｚを除く）
  - 次の英文字（２５）　＞　順番
    （Ｉを除く）
  - 2010AA, 2010AB, , , , , 2010AY, 2010AZ,　2010AA1,

小惑星の確定登録番号

- 軌道の確定した小惑星に付される数字
  - （１）Ceres
  - 仮符号のいくつかの小惑星が同一であることが判明したり、発見者が独自に追跡し、確定することもある。
  - 順番：現在では241000を越えている。

小惑星の名前

- 発見者または軌道確定に最も貢献した観測者に対して、「命名提案権」が発生する
- ＩＡＵ　F分科会　小惑星命名委員会に理由を添えて提案する
  - 提案できる名前には制限がある。
  - 審議の上、拒否される場合も。
  - 拒否された場合は第３委員会に再審議を求めることができ、それを総会の第３委員会で全体で議論し、決定。
  - 2009年に問題となったのはアウンサンスーチーなどが再審議され、拒否された。

小惑星命名のルール

- 発音可能な英文字（16文字以内、12文字以下が望ましい）
- 下記のものは認めない
  - 公序良俗に反する
  - ペットの名前、
  - 既にある小惑星と紛らわしい名前
  - 政治・軍事に関連する事件・人物で没後100年未満
- 命名権の売買は禁止
- 一人の提案は年に２個未満

例:小惑星(6052) Junichi

（参考資料:3）　国際天文学連合から発表された命名文章全文

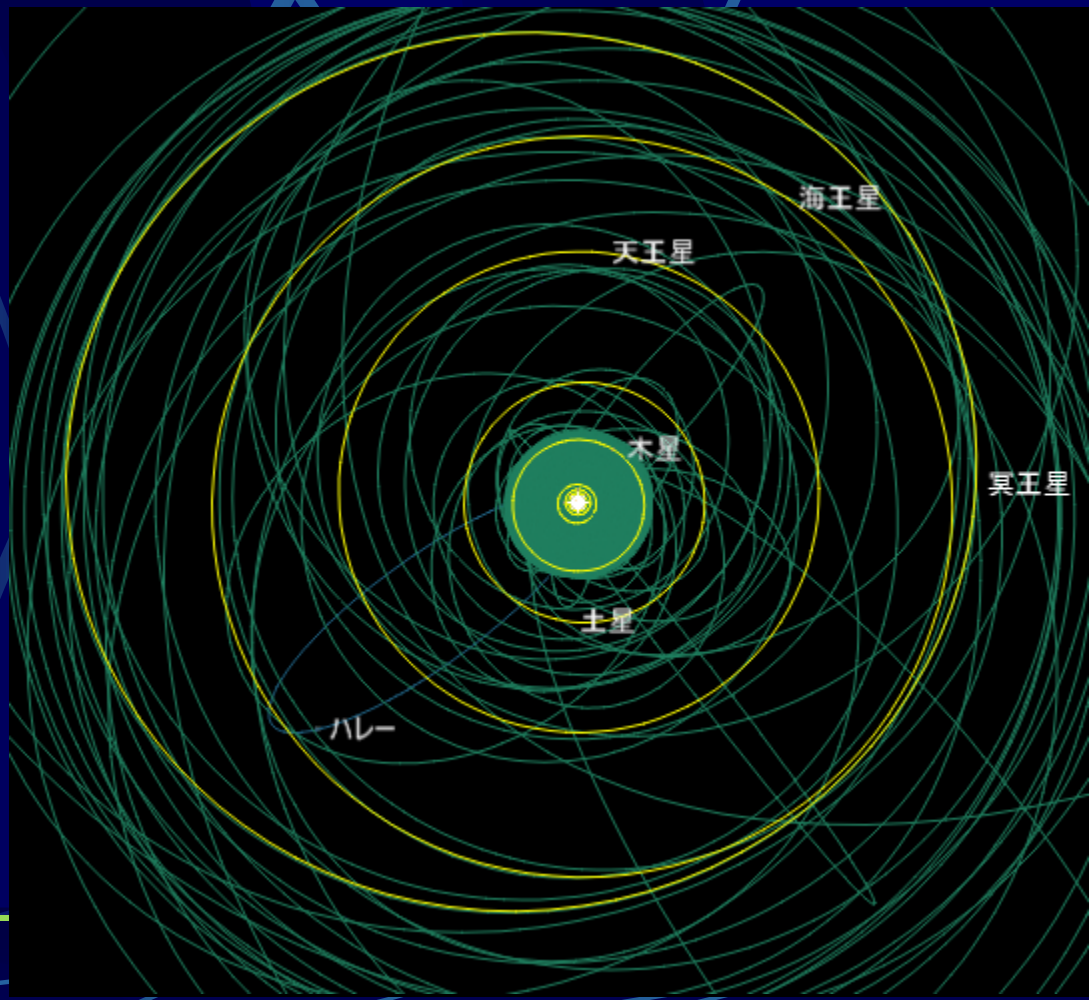
(6052) Junichi = 1992 CE1
Discovered 1992 Feb. 9 by K. Endate and K. Watanabe at Kitami.
1 M. P. C. 26 931 1996 APR. 4

Named in honor of Junichi Watanabe (b. 1960), division chief of the Public Information Office of the National Astronomical Observatory and, from 1994, president of the Japanese comet conference. Actively involved in research on minor planets, comets and meteors, he has organized an effective observational team and has contributed to the development of the planetary sciences infrastructure in Japan. He also plays an important role in the popularization of astronomy and planetary sciences.

小惑星の分布
―小惑星（小天体）の軌道分布―

- 天体望遠鏡(1801)
- 直径約1000km　小惑星
- 直径＜100km　小惑星

- 小惑星帯：火星と木星の間
- トロヤ群：木星軌道
- 近地球小惑星
- （ケンタウルス族）
- （太陽系外縁天体）



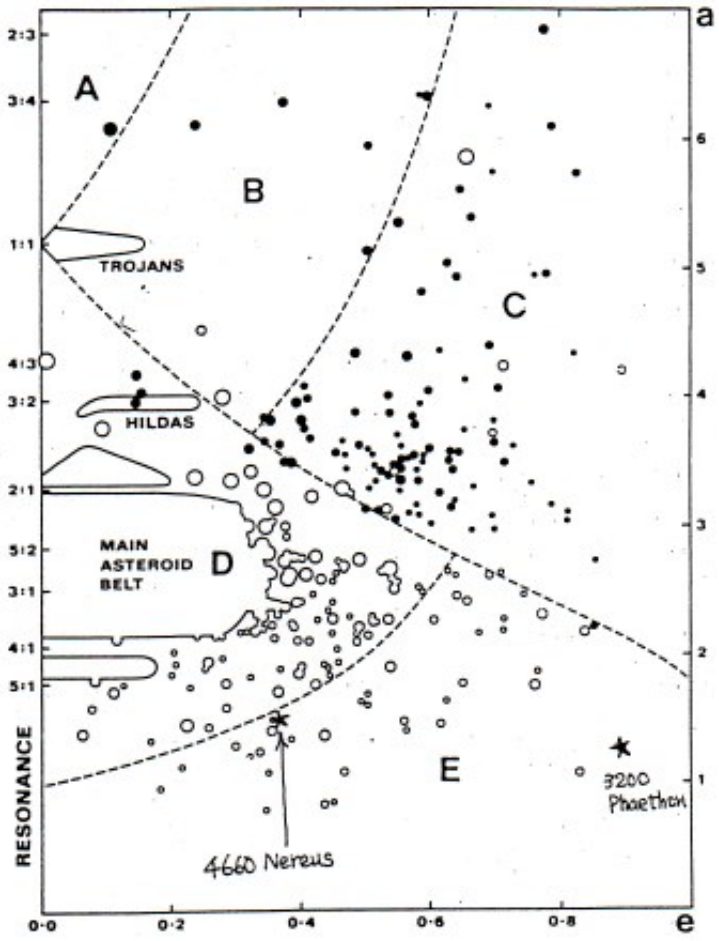


Fig. 1 − 8 Distibution of orbital elements - semimajor axsis (a) and eccentrisity (e) - of short-period comets (solid circle) and asteroids (open circle) (from Weissman, P. R. *et al.* 1989)
Size of the circle is representative of the estimated size of the object
3200Phaethon is supposed to be a comet

短周期彗星（黒丸）と小惑星（白丸）の軌道長半径（a）と離心率（e）の分布
丸の大きさは天体の大きさに対応
3200Phaethonは流星群を伴う彗星の可能性がある

小惑星帯の構造

- 主に火星と木星の間：小惑星帯
- 木星との平均運動共鳴

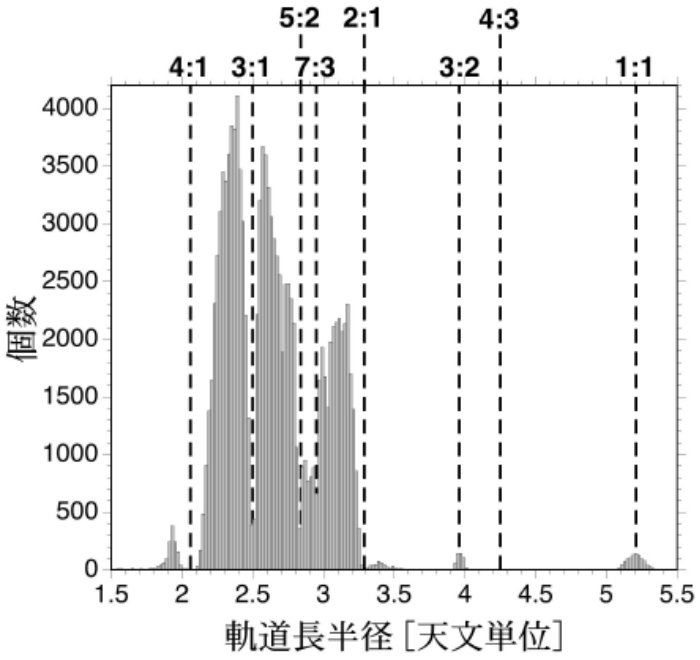
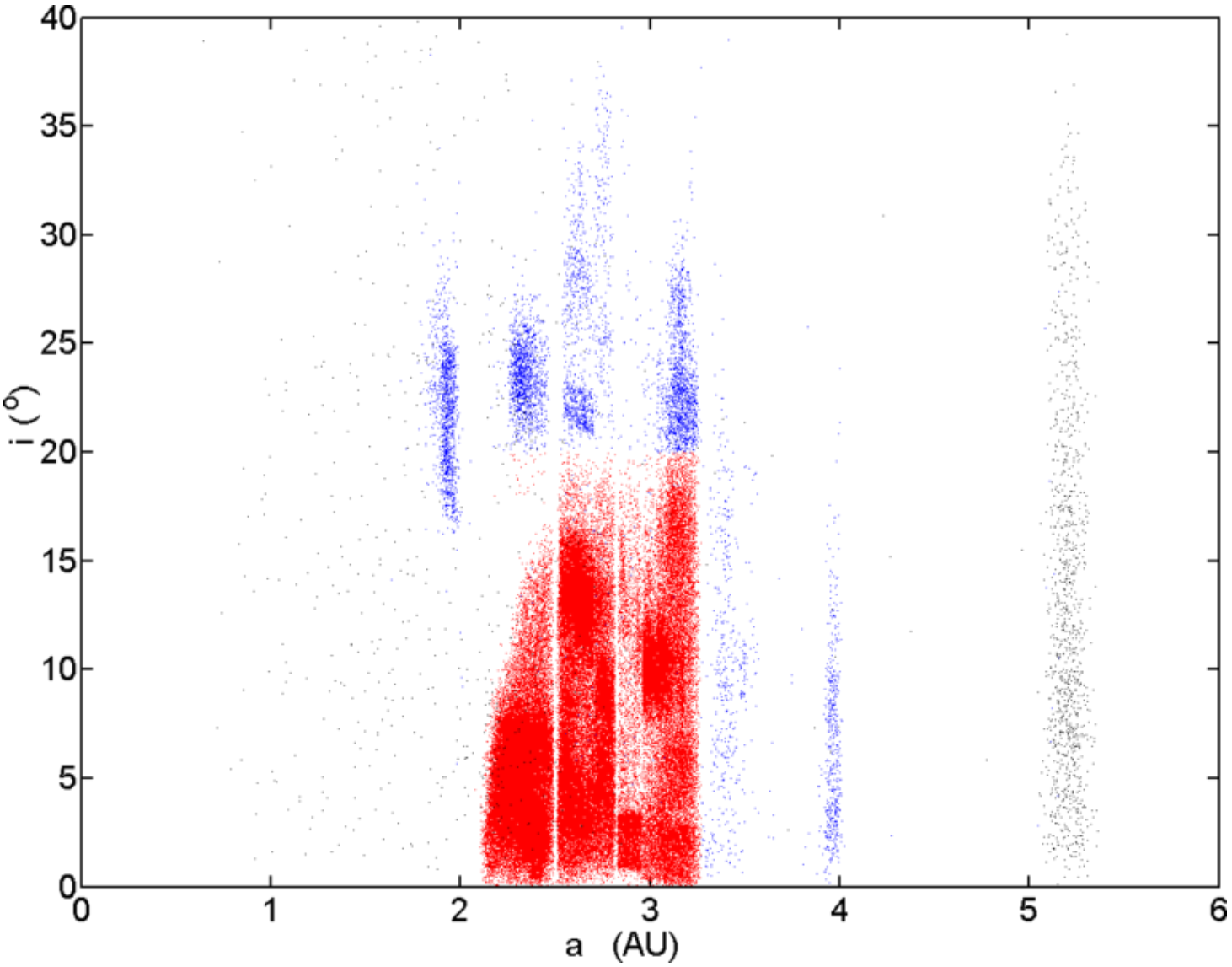


図 0.1　軌道長半径と小惑星の個数を示した図。現在（２００６年１月時点）での確定番号の小惑星のみを表示している。

小惑星帯の軌道（a-i）



小惑星帯の構造(a-i)

- 永年共鳴、平均運動共鳴、族

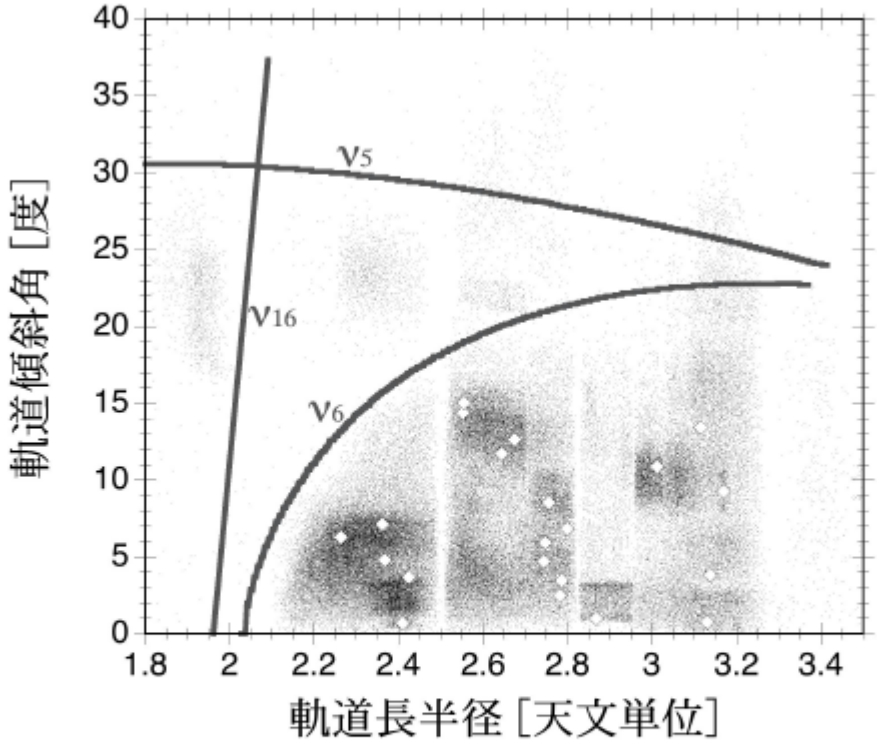


図 0.2　小惑星の軌道長半径と軌道傾斜角での分布を示した図。現在（２００６年１月時点）での確定番号の小惑星のみを表示している。菱印は主な族の位置を示している。

小惑星帯の構造(a-e)

- 永年共鳴、平均運動共鳴、族

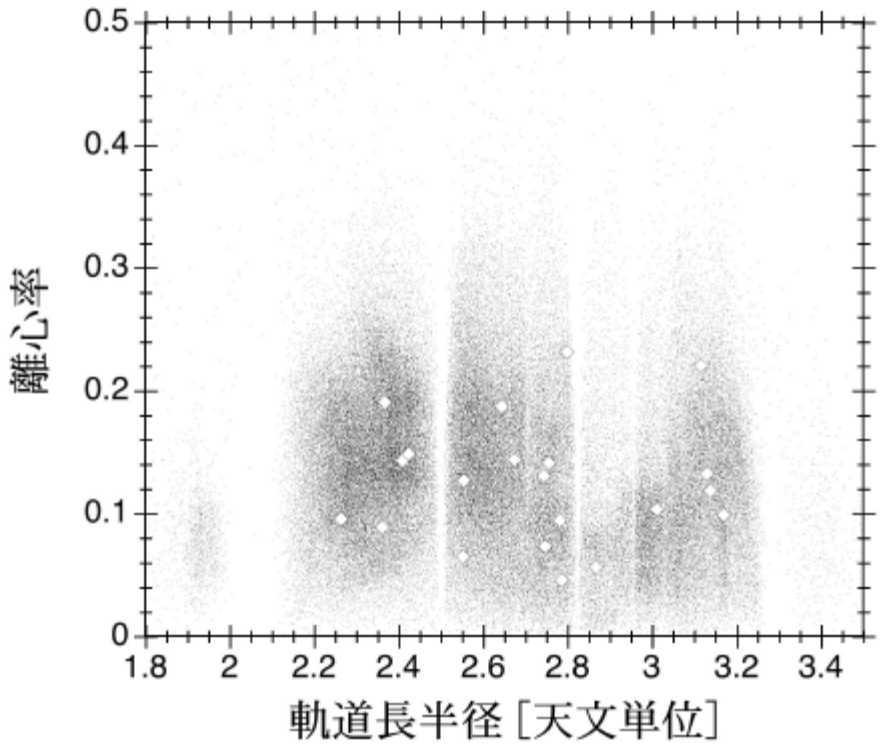
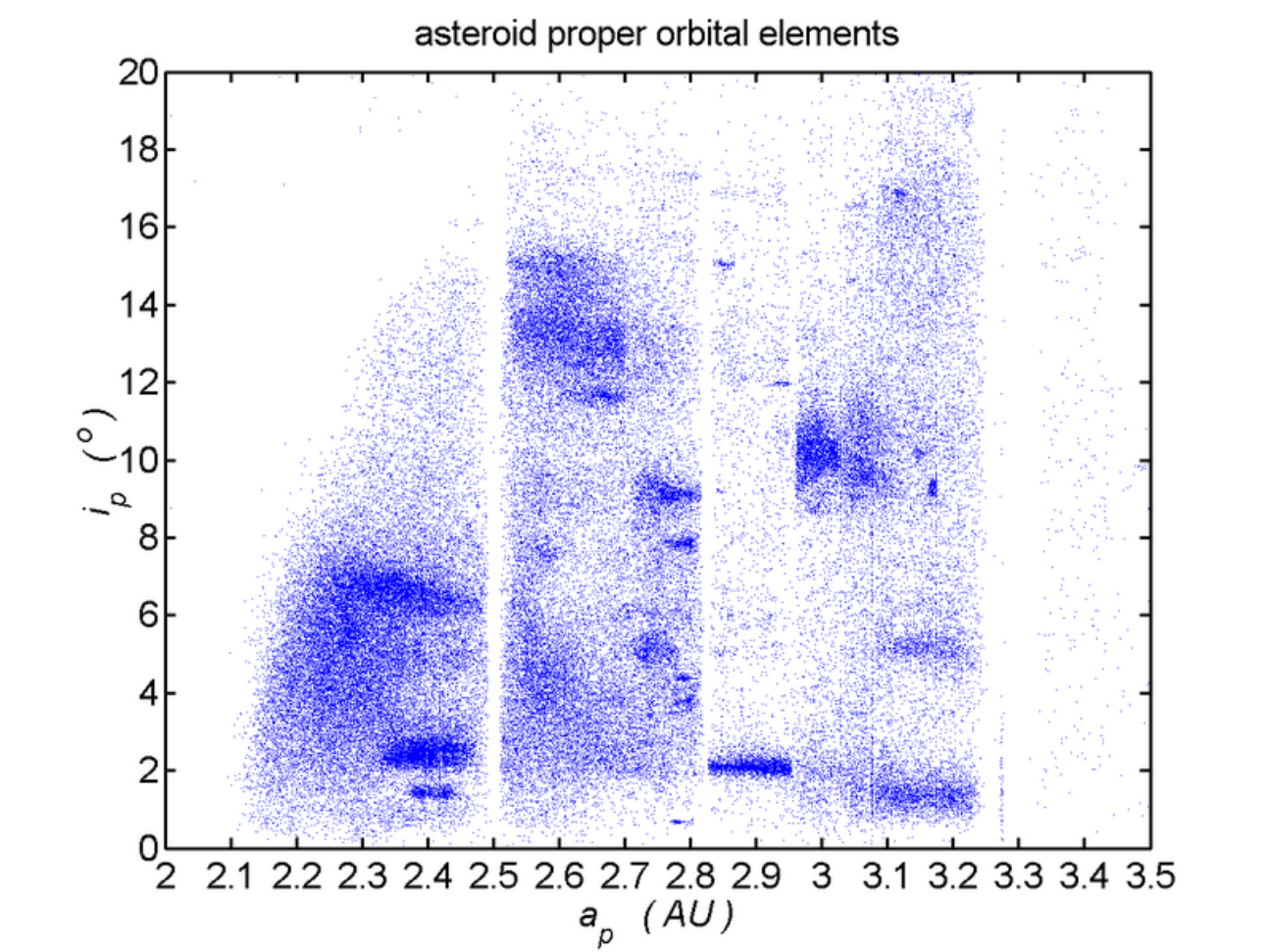
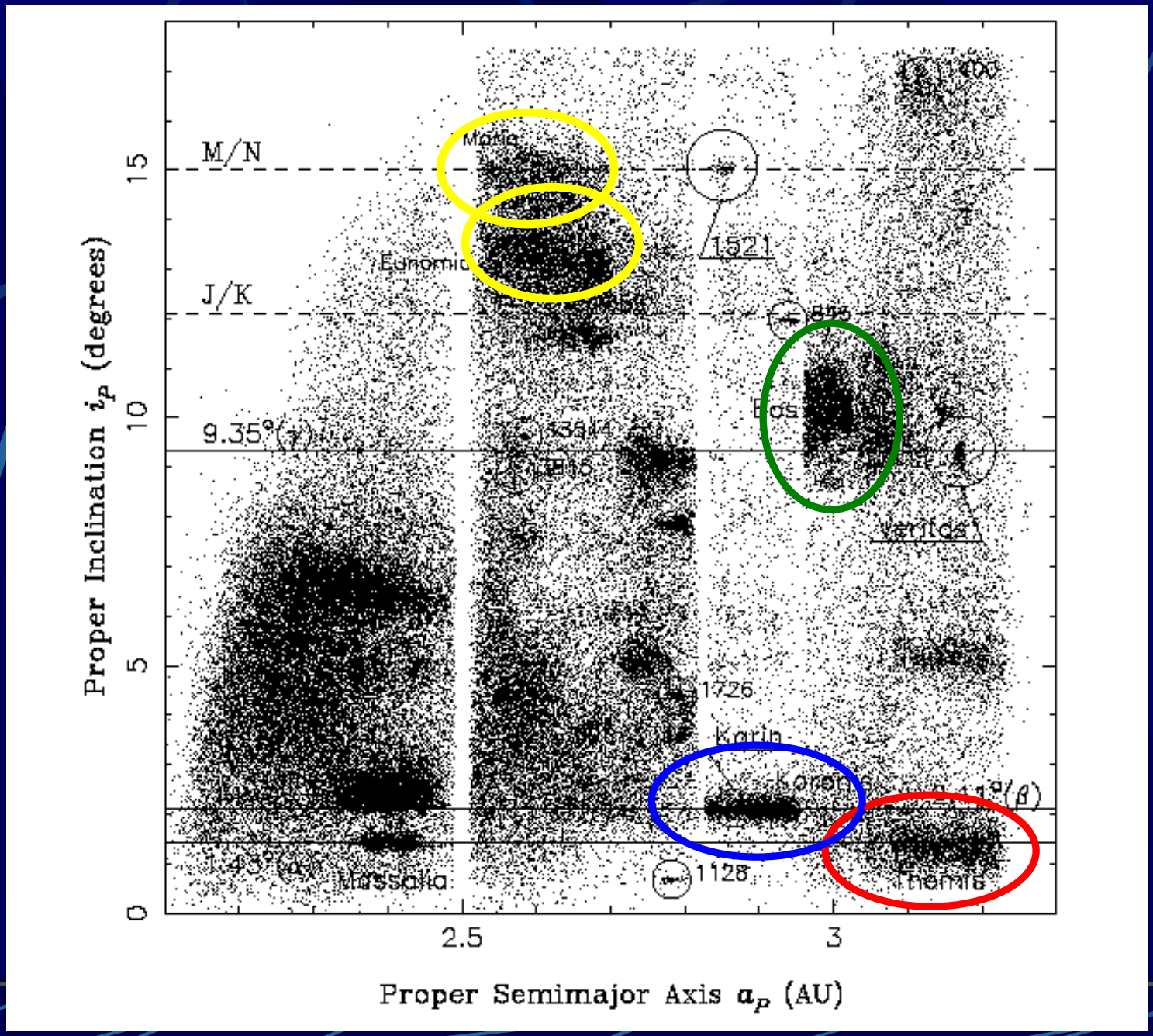


図 0.3　小惑星の軌道長半径と離心率での分布を示した図。現在（２００６年１月時点）での確定番号の小惑星のみを表示している。菱印は主な族の位置を示している。

小惑星帯の構造

- 固有長半径と固有離心率の図





M/N
J/K
9.35°(γ)
1.43°(α)
Maria
Eunomia
1521
Eos
Veritas
1726
Karin
Koronis
Massalia
1128
Themis
Proper Inclination i_p (degrees)
Proper Semimajor Axis a_p (AU)
0
5
10
15
2.5
3

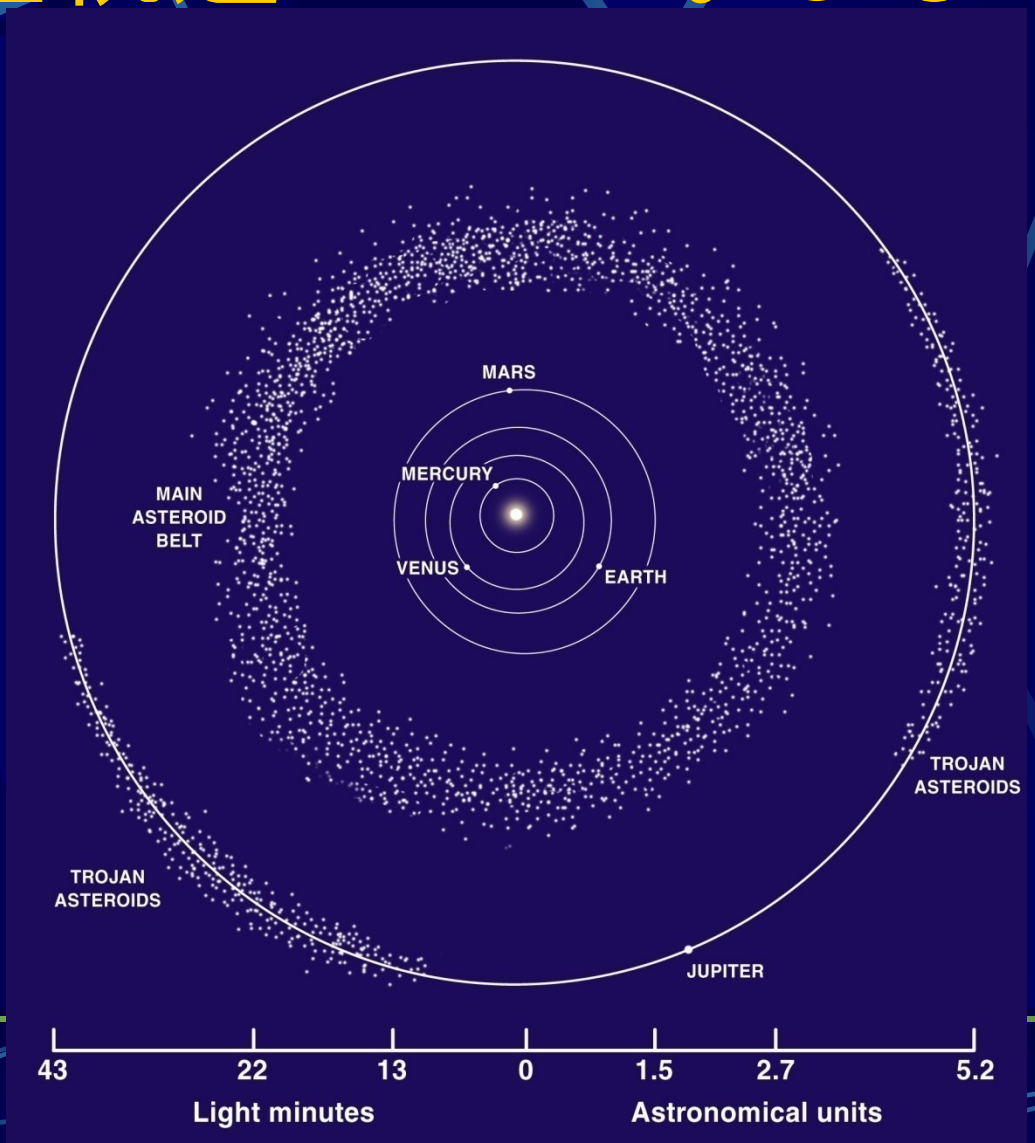
族（ファミリー）の存在

- 固有軌道要素が似ている小惑星のグループ
- 衝突起源
  - 最近では衝突時期も明らかに
- 惑星間塵の重要な供給源（のひとつ）

近地球（地球近傍）小惑星：NEA （PHA）

- 一般に地球軌道に接近する小惑星
  - アテン群：軌道長半径が1 AU以下で遠日点が0.983 AU以上
  - アポロ群：軌道長半径が1 AU以上で近日点が1.017 AU以下
  - アモール群：軌道長半径が1 AU以上で近日点が1.017 AU以上1.3 AU以下

木星のトロヤ群
木星軌道上のL4およびL5



L4

L5

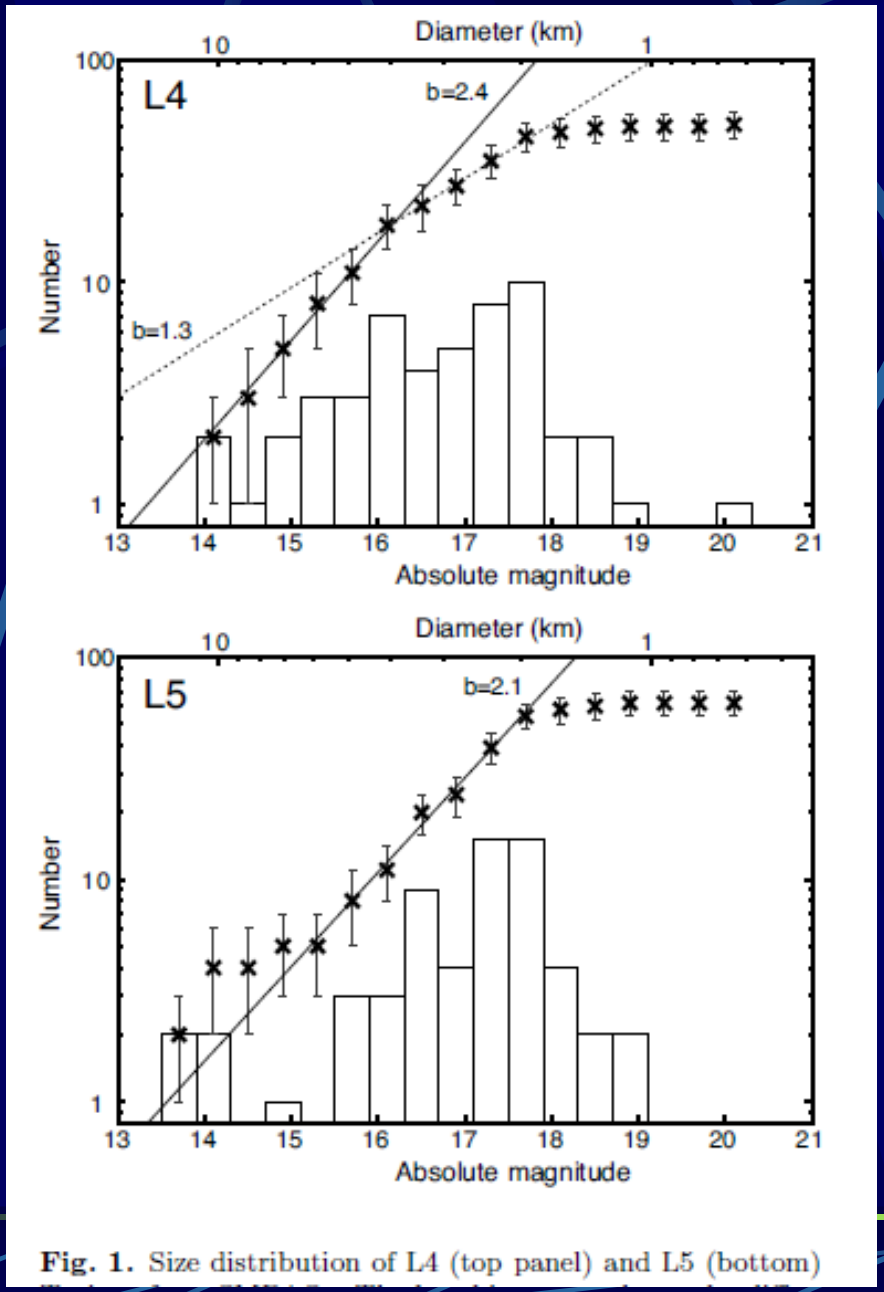


Fig. 1. Size distribution of L4 (top panel) and L5 (bottom)

確かな差が存在

太陽系初期における初期の木星の移動を示唆

A Comparative Study of Size Distributions for Small L4 and L5 Jovian Trojans、
Yoshida, Fumi; Nakamura, Tsuko;
Pub. Astron. Soc. Japan, Vol.60, pp.297

木星以外の惑星のトロヤ群

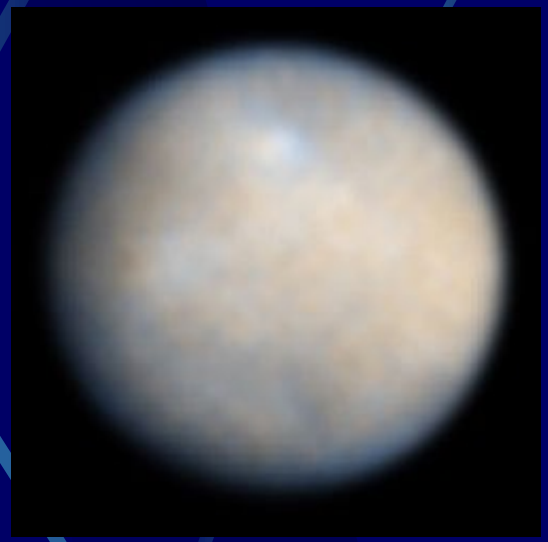
- これらの惑星の前後非対称性から、初期の移動や衝突履歴を知る

Table 2: Trojan Population Scaling

Planet	Semi-axis [AU]	Δm [mag][a]	N($m_R < 24$)[b]
Jupiter	5.2	0	100,000
Saturn	9.5	2.8	8,000
Uranus	19.6	6.2	350
Neptune	30.0	8.0	50

小惑星の大きさ

- (1)ケレス(準惑星)
  - 直径　950km
- (2)パラス
  - 570 × 525 × 482km
- (4)ベスタ
  - 468.3 - 530 km



小惑星のサイズ分布

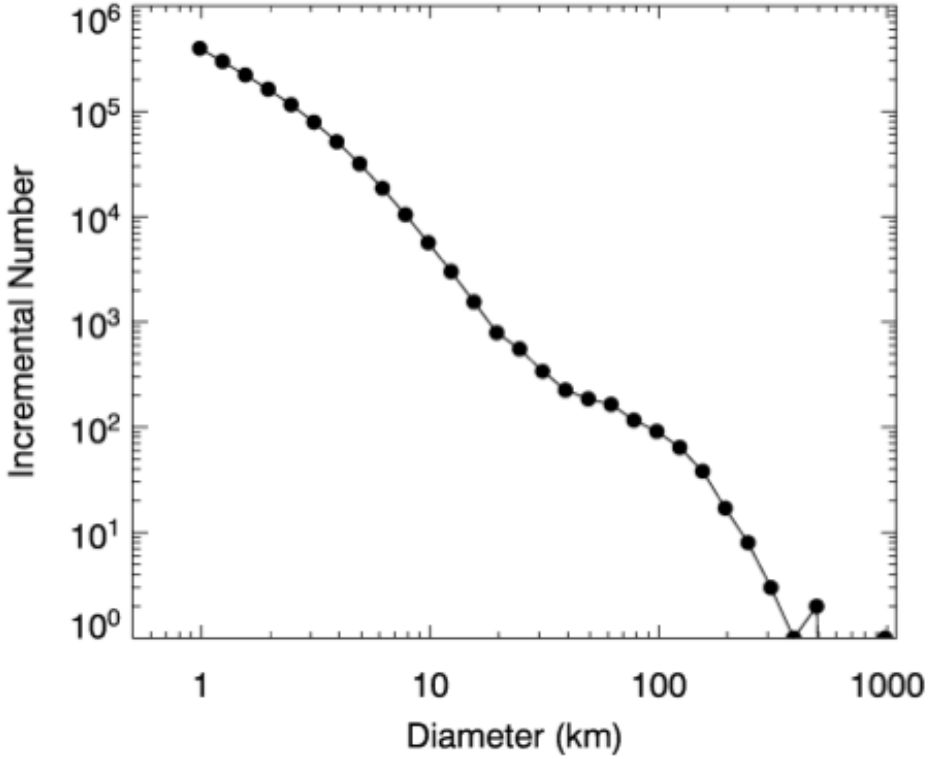


Fig. 1. An representation of the incremental main belt size frequency distribution computed from a parametric representation of the absolute magnitude H distribution (Jedicke et al., 2002). The H bins have been transformed into D bins using Eq. (9) and a geometric albedo $p_v = 0.092$. The dots show the position of our bin. The H data is based on the catalog of known asteroids for $H < 12$ and results of the Sloan Digital Sky Survey (SDSS) for $H > 12$ (see Ivezić et al., 2001). The main belt size-frequency distribution is wavy, with "bumps" near $D \sim 100$ km and $D \sim 3$–4 km. Using this population, the cumulative number of $D > 1$, 50, and 100 km asteroids is 1.36×10^6, 680 and 220, respectively. Note that when these data are plotted on a log scale, the apparent slope is shallower by unity than the power law index shown in Eq. (7) (Colwell, 1993).

Bottke et al. Icarus, 175, 1, 111-140, 2005

メインベルト微笑小惑星のサイズ分布
―極端に数が少ないことを発見―

直線から大きくずれている

0.5<D(km)<1　では　b=～1.2

（吉田ほか、2003）

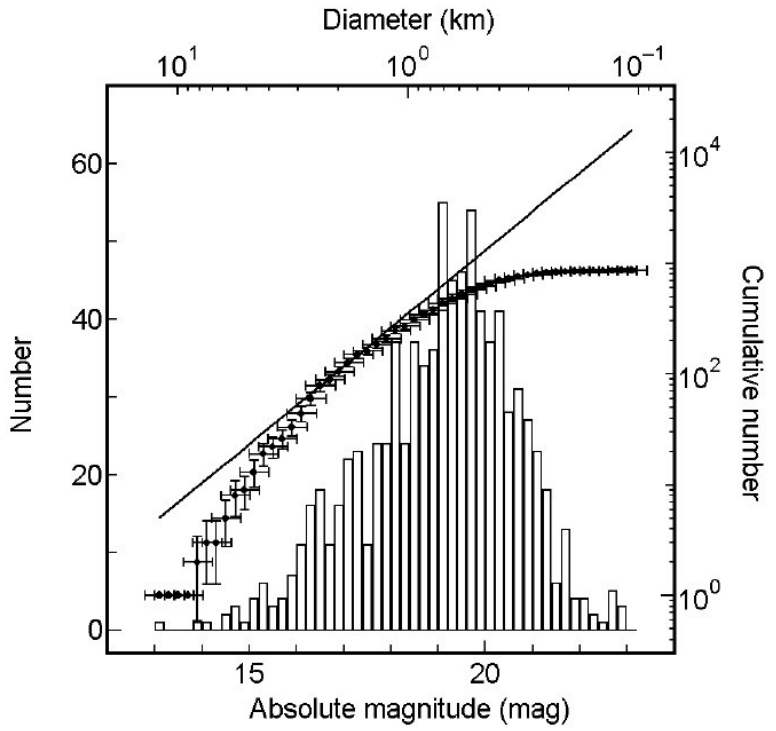
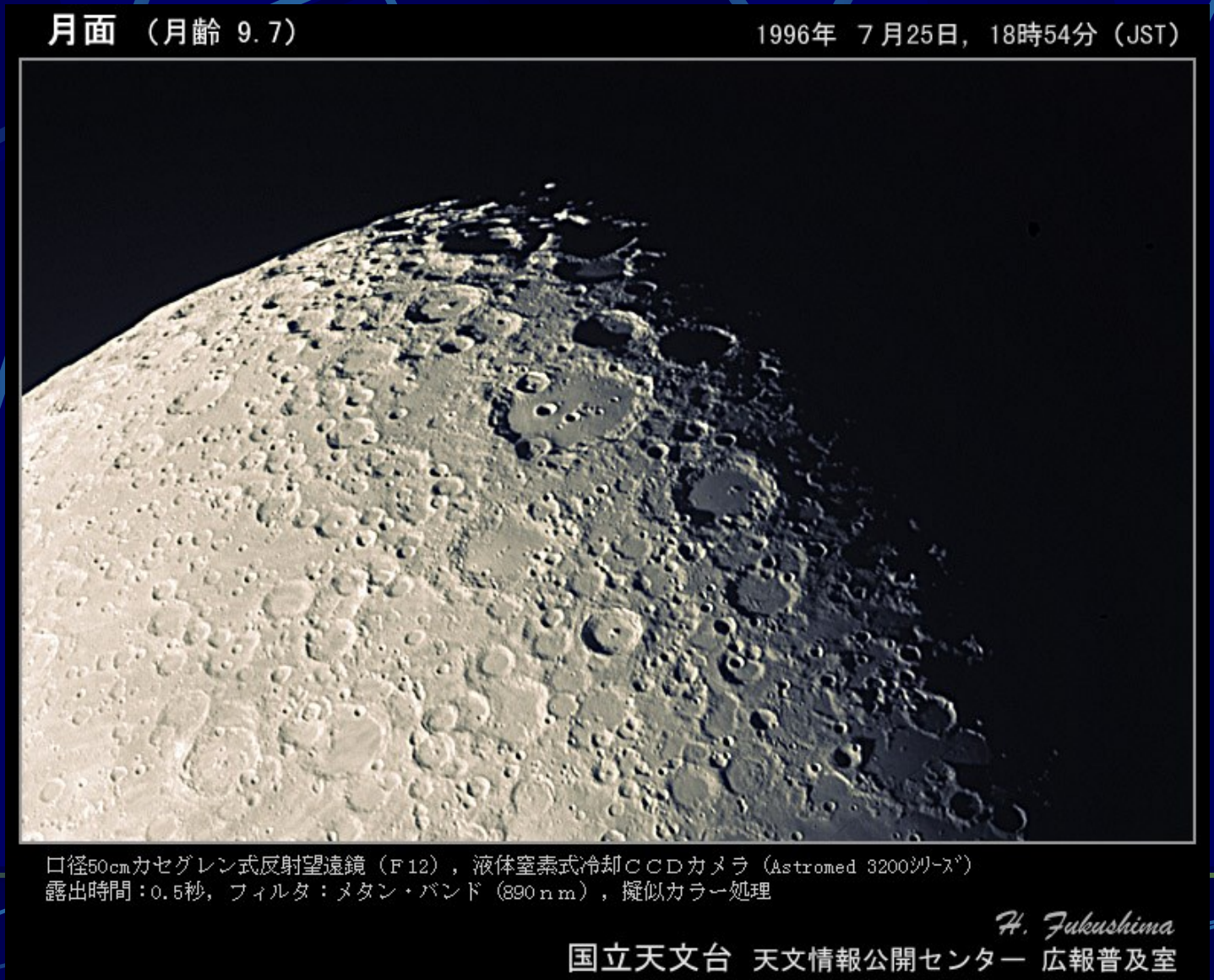


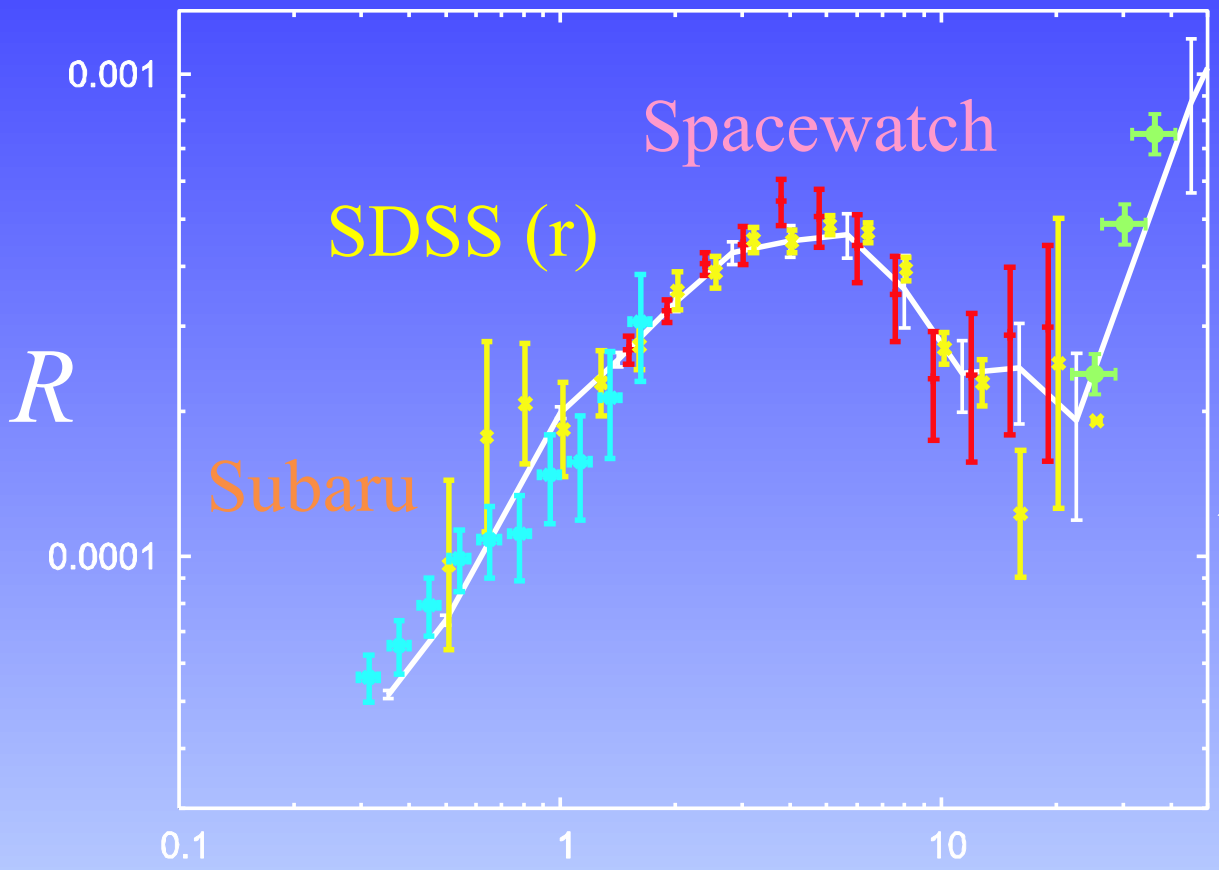
Fig. 10. The H_R-distribution of MBAs detected in SMBAS in the whole main-belt. The white-box histogram is the differential H_R-distribution and dots with error bars stand for the H_R-CSD. The solid line was drawn to compare with the slope ($b \sim 1.75$) of the CSD from the PLS and Spacewatch surveys. The upper abscissa represents the diameter corresponding to the mean albedo between C- and S-type asteroids.

Size and spatial distributions of sub-km main-belt asteroids. Yoshida, F., Nakamura, T., Watanabe, J., Kinoshita, D., Yamamoto, N., and Fuse, T., 2003, Publ. Astron. Soc. Japan, 55, 701-715.

月のクレーターを作った重爆撃



重爆撃天体は
メインベルト小惑星だった？

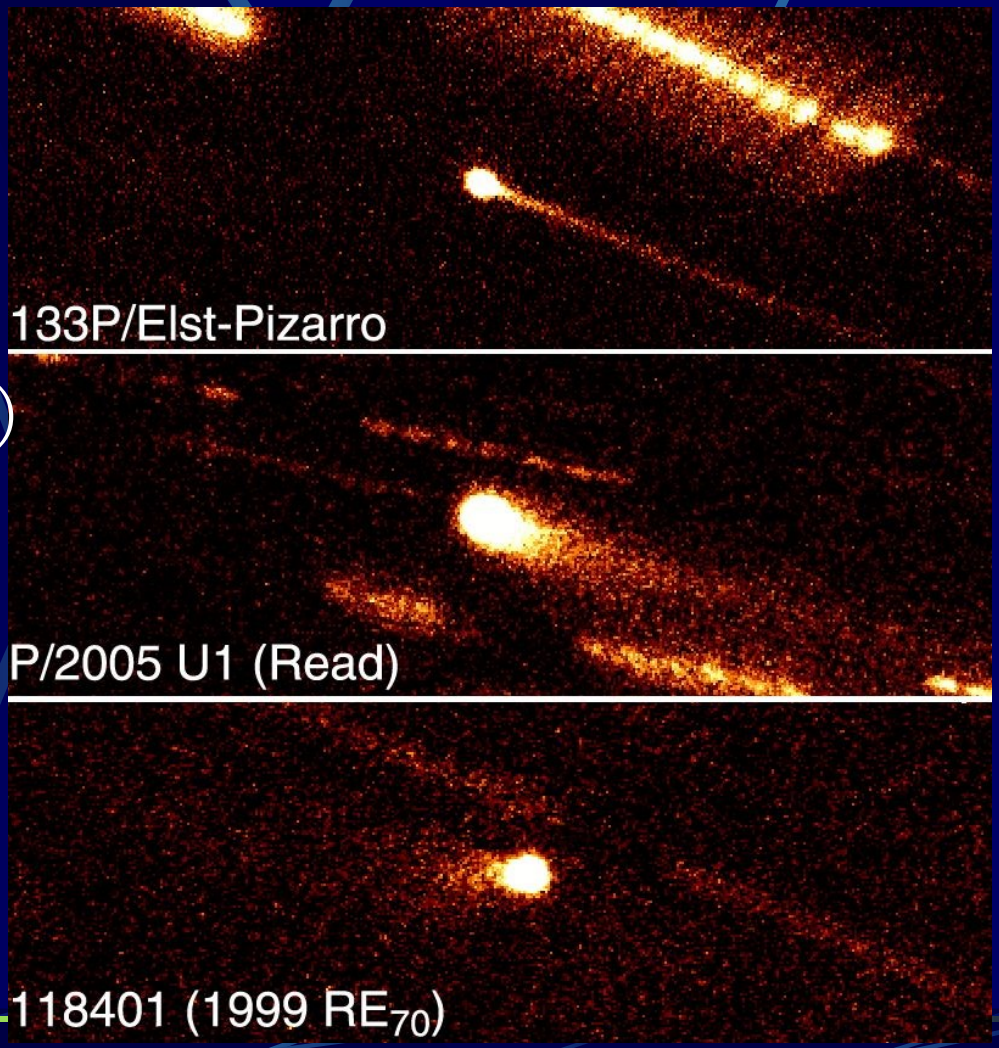


月高地の古いクレータを作った衝突天体

Robert G. Strom, Renu Malhotra, Takashi Ito, Fumi Yoshida, and David A. Kring, “The origin of impacting objects in the inner solar system”, *Science*, **309**, 1847-1850, 2005.

メインベルト・コメットの発見

小惑星帯の中にある小惑星にも関わらず彗星のような質量放出活動を示す（族のメンバーが多い）



Hsieh & Jewitt, Science 312, 5773, 561-563 (2006).

惑星間塵の起源のひとつ

- 黄道光、対日照の存在＝ミクロンサイズの塵の存在

- R天文単位の塵の寿命は？
- Poynting-Robertson effectでの寿命 τ_{PR}

$$\tau_{PR} = R^2 c/(2GM_* \beta_*)$$
$$= 700 \rho a \ R^2 \quad \text{(years)}$$

直径 a (μm) , 密度　ρ (g/cm^3)

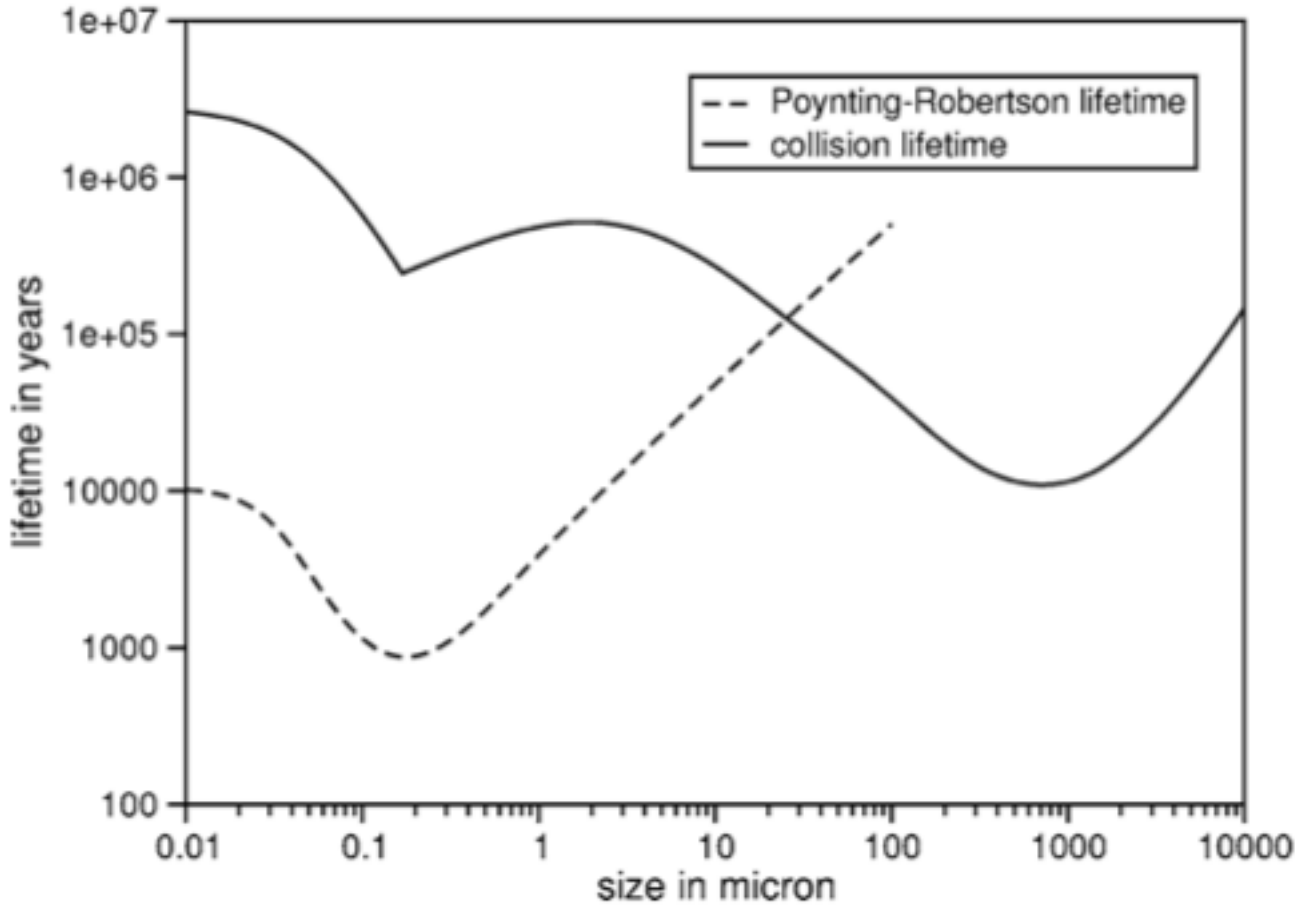
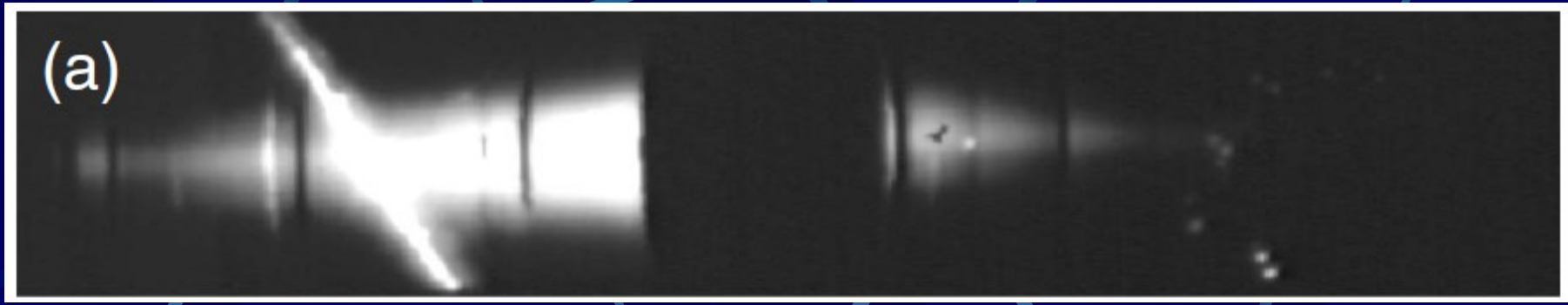
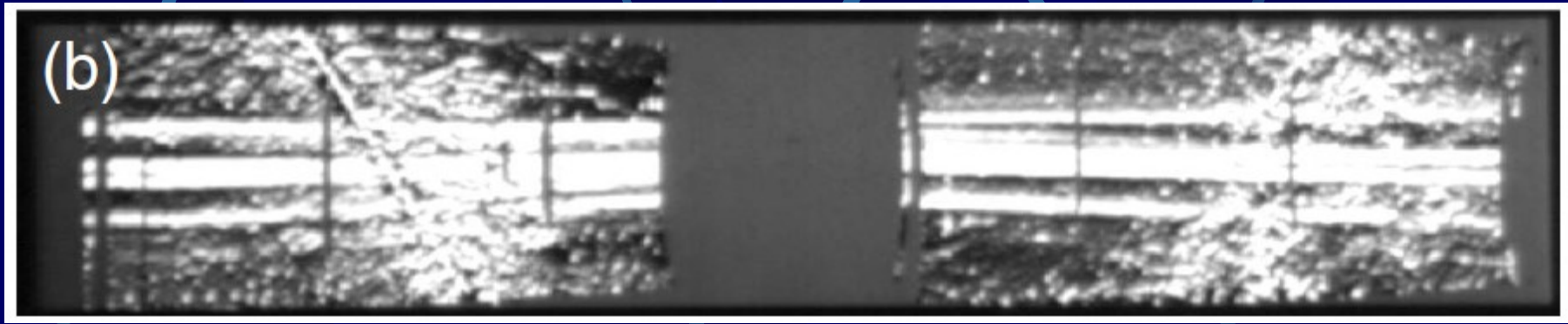


Fig. 15 Calculated lifetime of dust particles in the solar system at 1 AU due to the Poynting–Robertson effect (*dashed line*) and collisions (*solid line*)

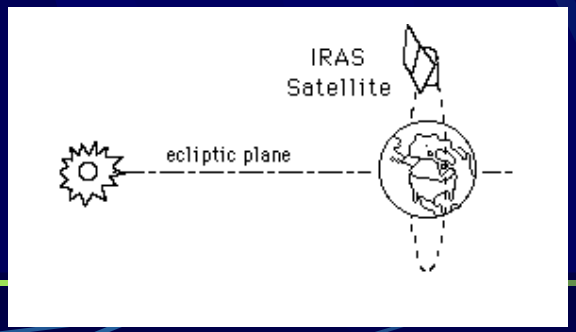
Mann et al. A&A Rv, 13, 3, 159-228

ダストバンドの発見（IRAS）

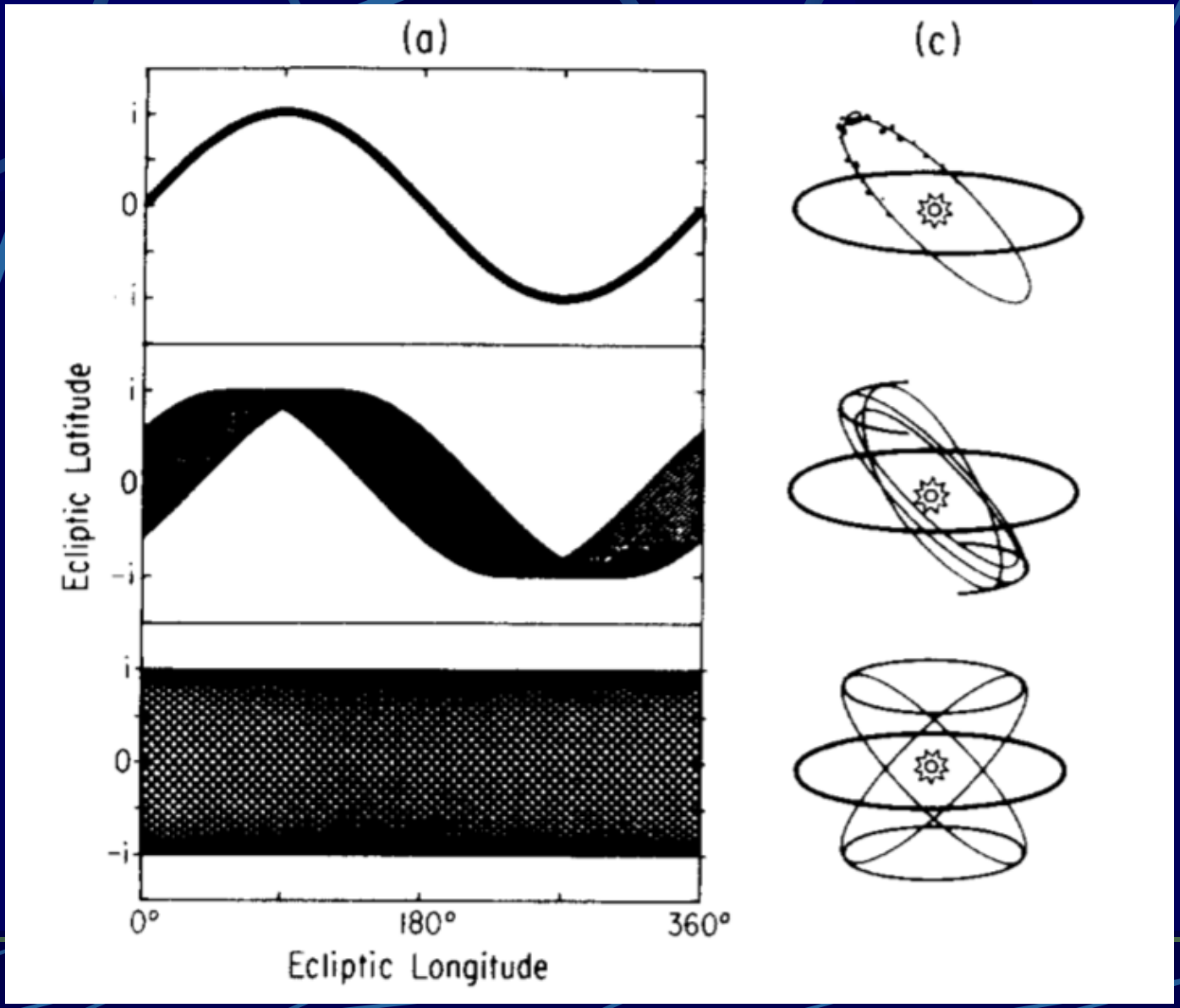




Courtesy of M. Sykes



バンドはどのように作られるか？



ダストバンドと小惑星の族

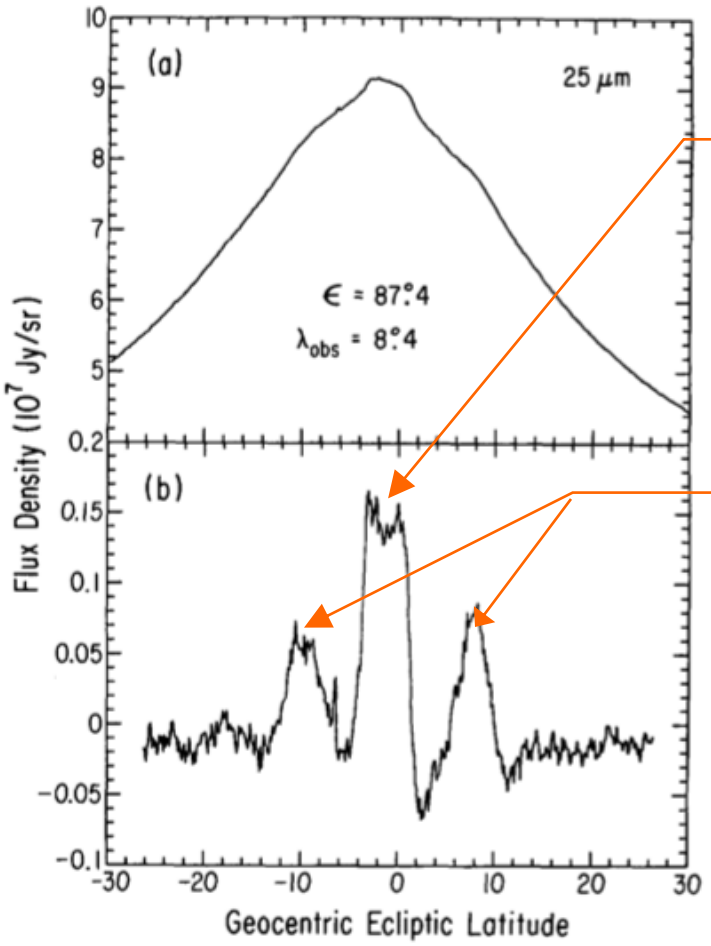


FIG. 1. (a) A scan of the ecliptic at 25 μm averaged over 1/8° in the scan direction (along a line of constant longitude, near the ecliptic) and 1/2° in the cross-scan direction. The solar elongation (ε) is the Sun–Earth observation angle. λ_{OBS} is the geocentric ecliptic longitude of observation. (b) The latitudinal profile has been zero-sum high-pass filtered using a filter width of 3.°5 to suppress the broad zodiacal background and enhance the dust bands. Three prominent bands are apparent, and the central band is seen to split.

Themis/Koronis

Eos

カリン族：若い族の発見ー580万年

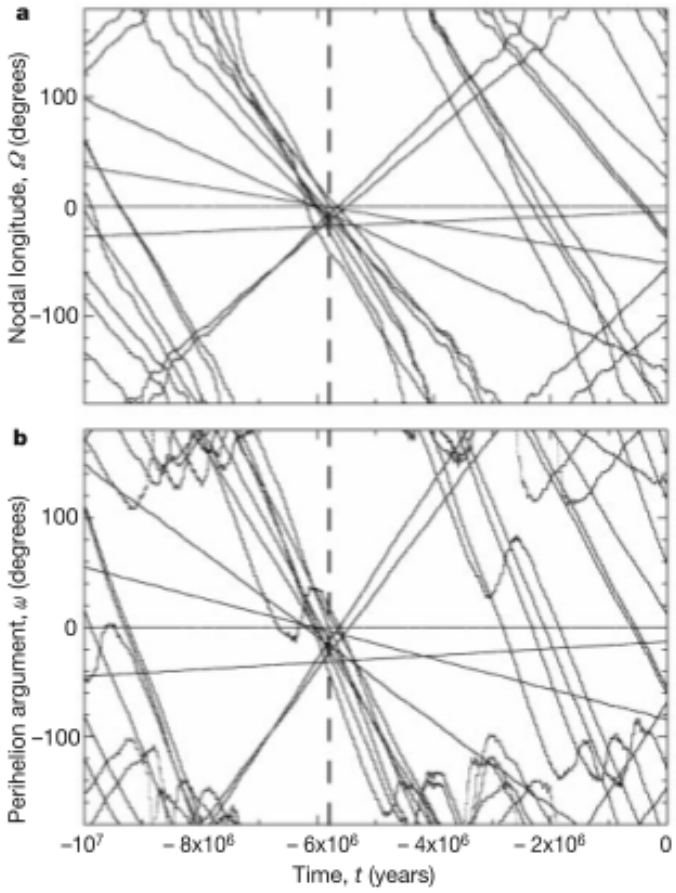
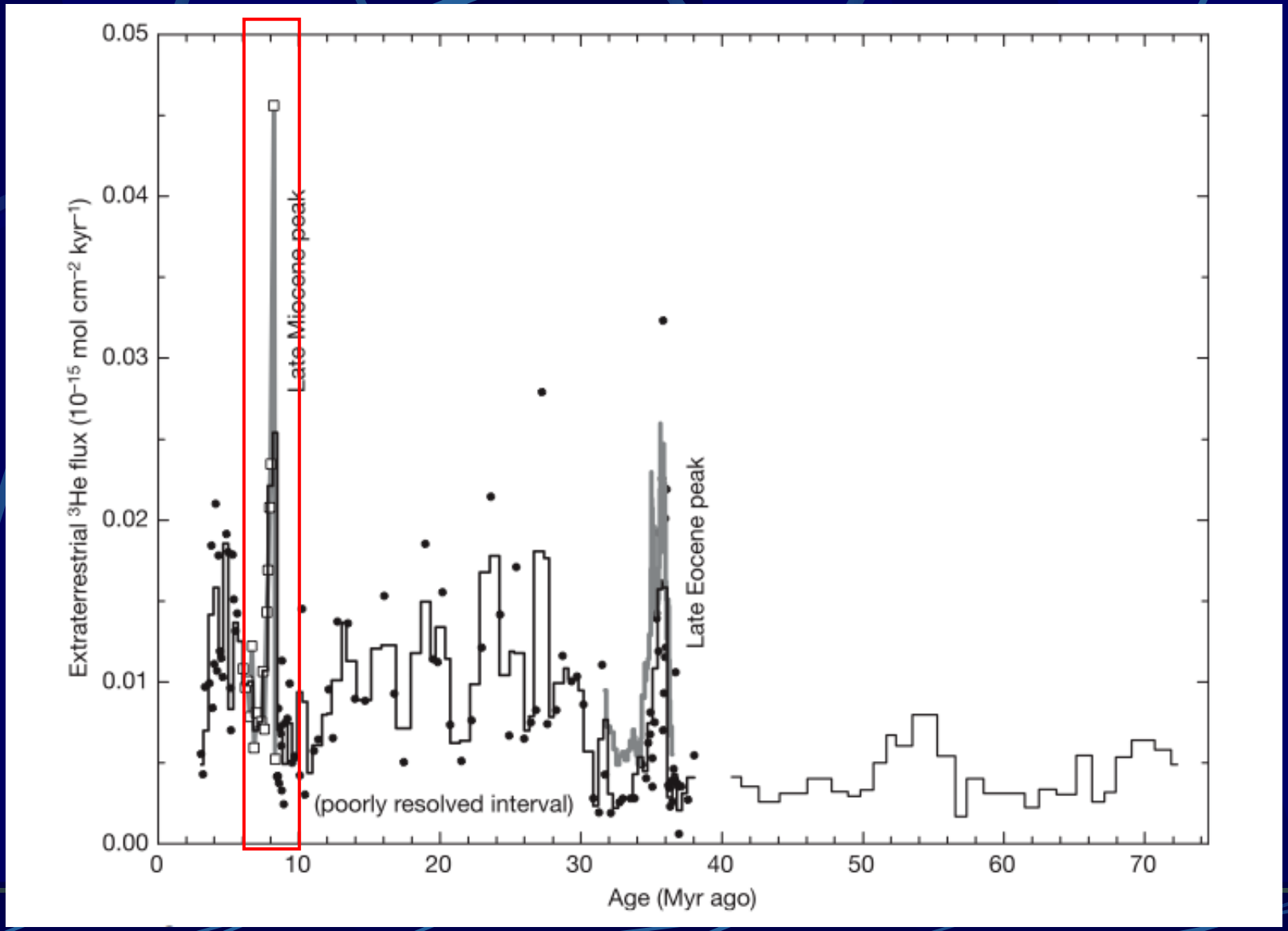


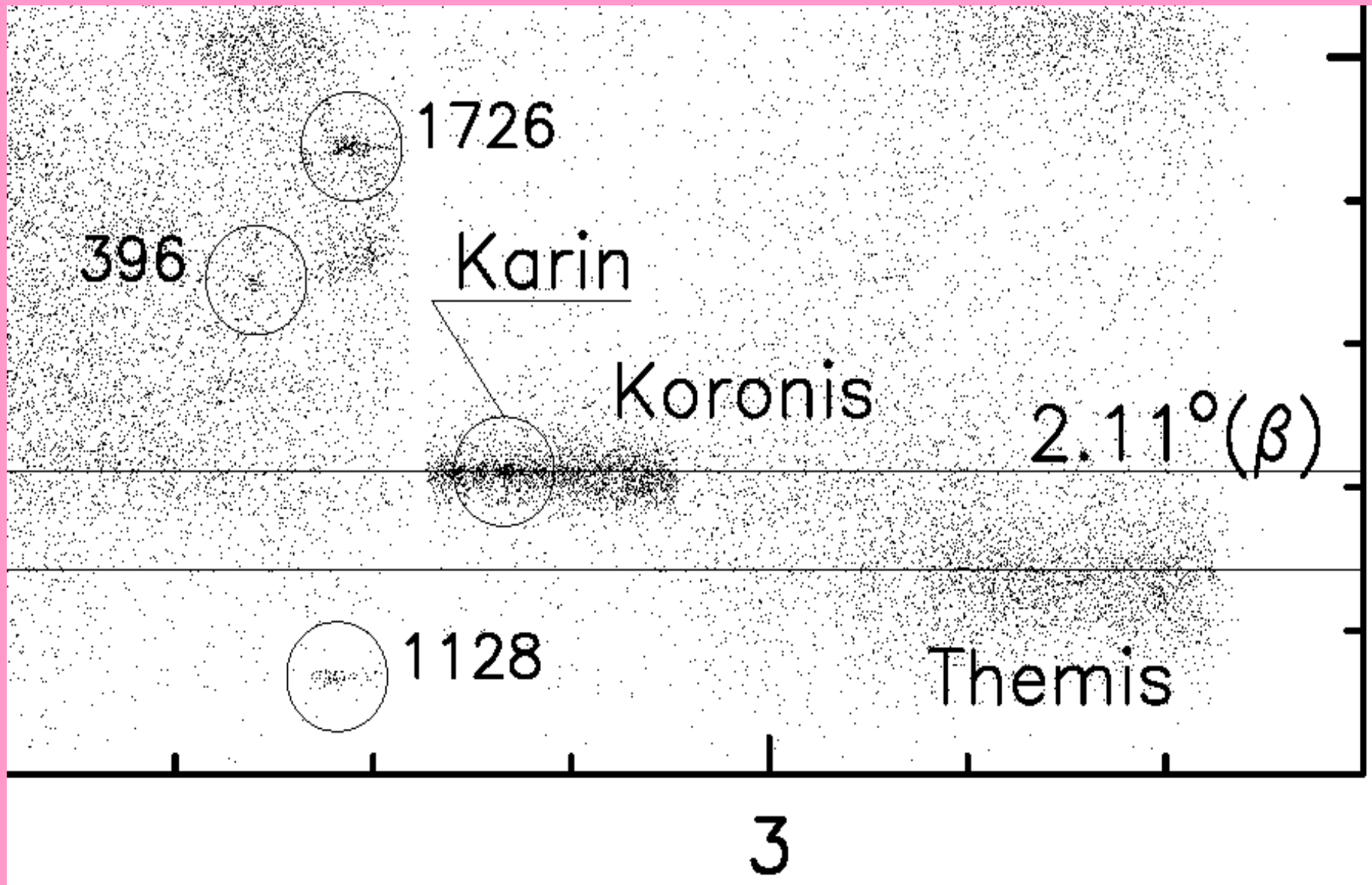
Figure 2 The convergence of angles at about 5.8 Myr ago strongly suggests that the identified cluster was created by a recent catastrophic collision. The plot shows past orbital histories of the 13 numbered members of the 39-body cluster: **a**, nodal longitude Ω, and **b**, perihelion argument ω. Values relative to (832) Karin are shown. For clarity, the evolutions were smoothed by a 0.5-Myr running time window. Ω and ω have small oscillations about the average values. At $t = -5.8$ Myr (broken vertical line), the nodal longitudes and perihelion arguments of all 13 asteroids were nearly the same. Thus, at $t = -5.8$ Myr, all orbits were nearly identical.

Nesvorny et al. Nature, 417, 6890, 720-771 (2002).

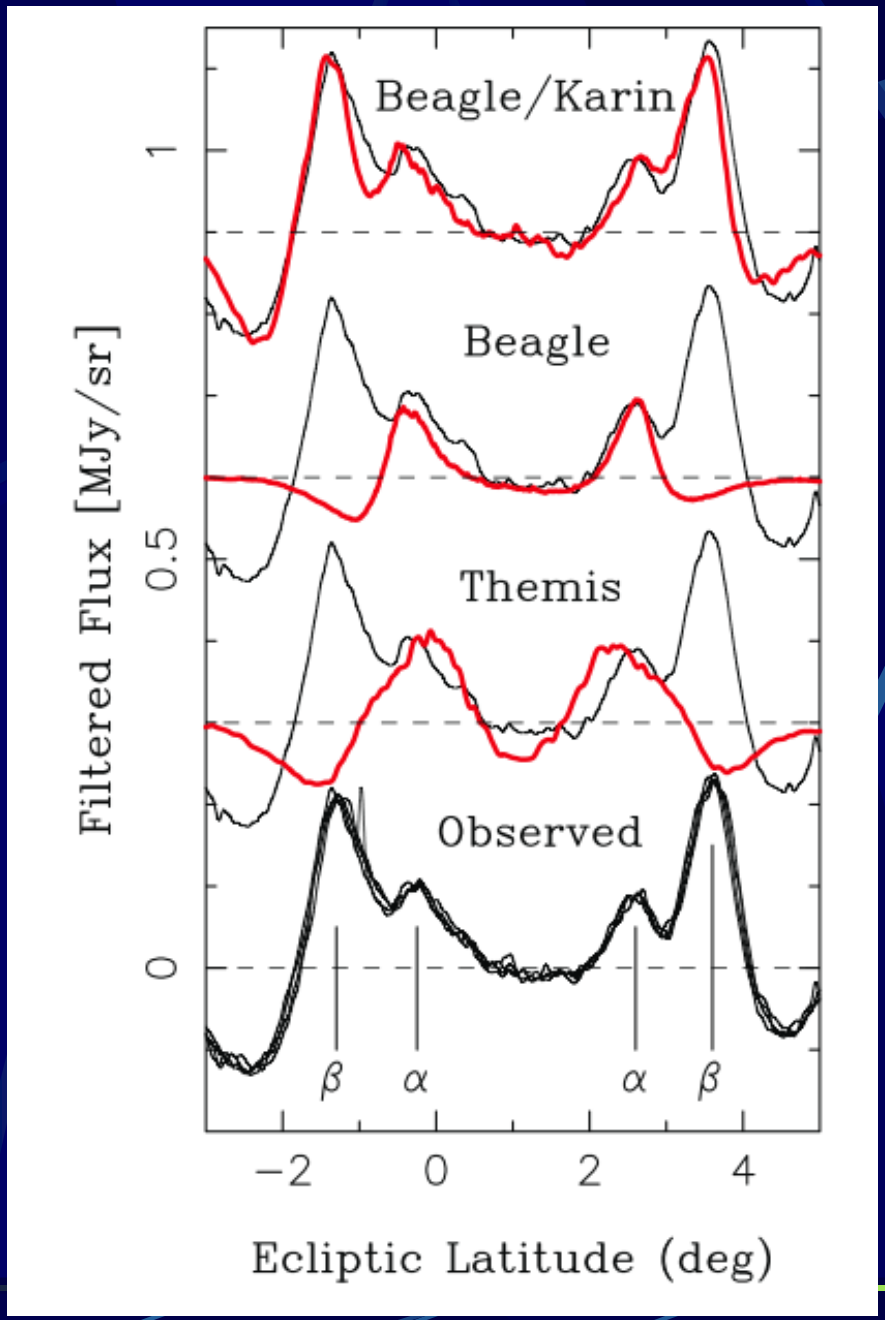
ベリタス族：若い族の生成と地球への塵の落下？

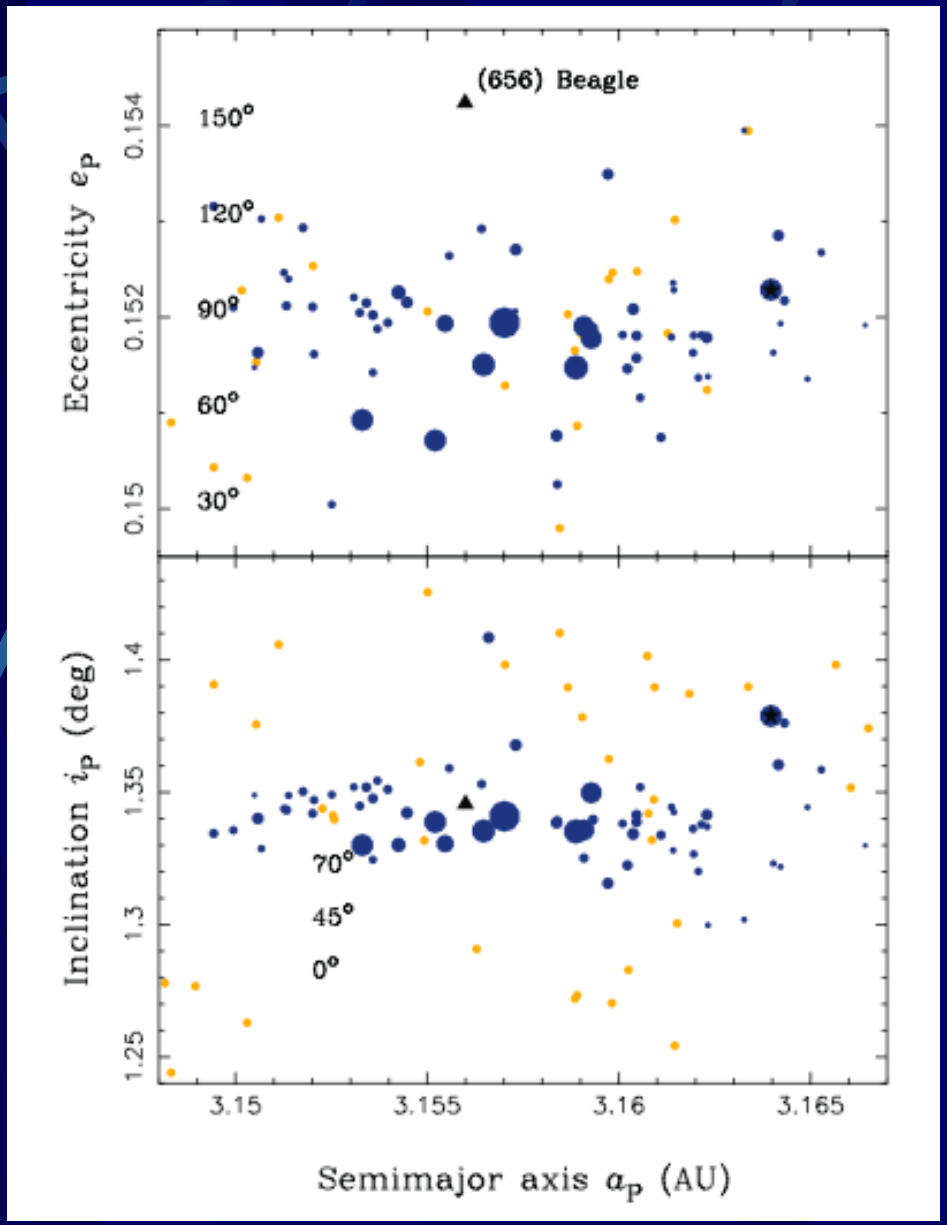


Farley, Nature 439, 7074, pp. 295-297 (2006)



Proper Semimajor Axis a_p (AU)





Nesvorny et al. 2008, AJ 679, Issue 2, pp. L143-L146

少なくとも惑星間塵の一部は小惑星（の族）起源

	Parent's size	Age	Dust band
Veritas	D>150 km	≈8.2 Myr	9.3°
Karin	D≈40 km	≈5.8 Myr	2.1°
Beagle	D>20 km	>>10 Myr	1.4°

小惑星の表面組成
スペクトル分類

- 表面物質の組成を反映

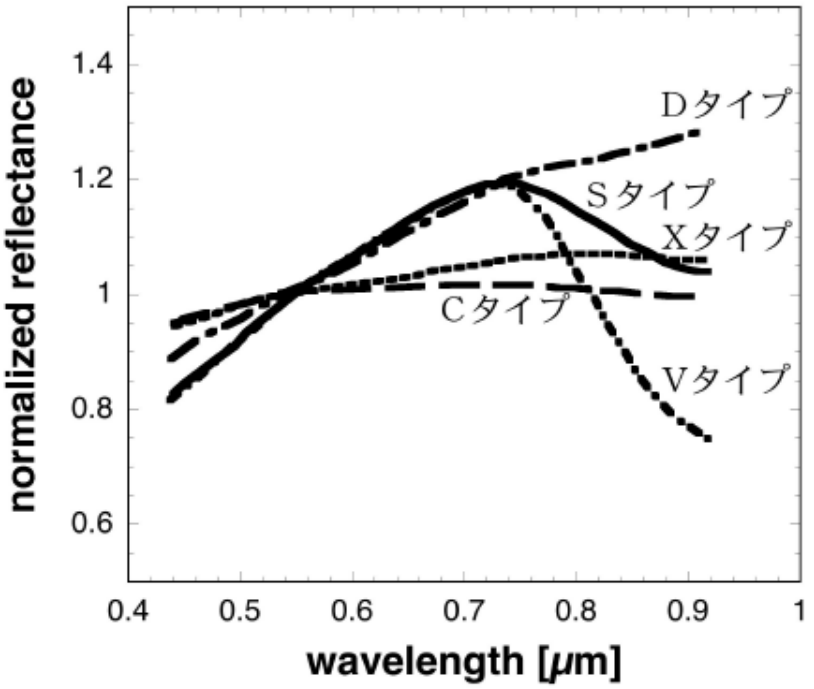


図 0.4　可視域での小惑星の各スペクトルタイプの比較図。

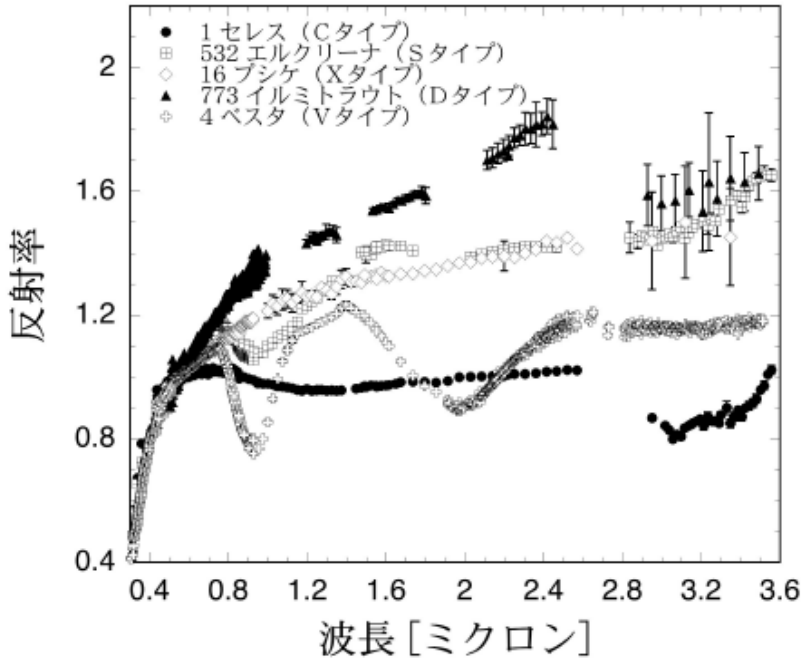


図 0.5　可視～近赤外域での小惑星の各スペクトルタイプの比較図。

スペクトル分類と軌道分布

- S型は小惑星帯内側に、C型は外側に

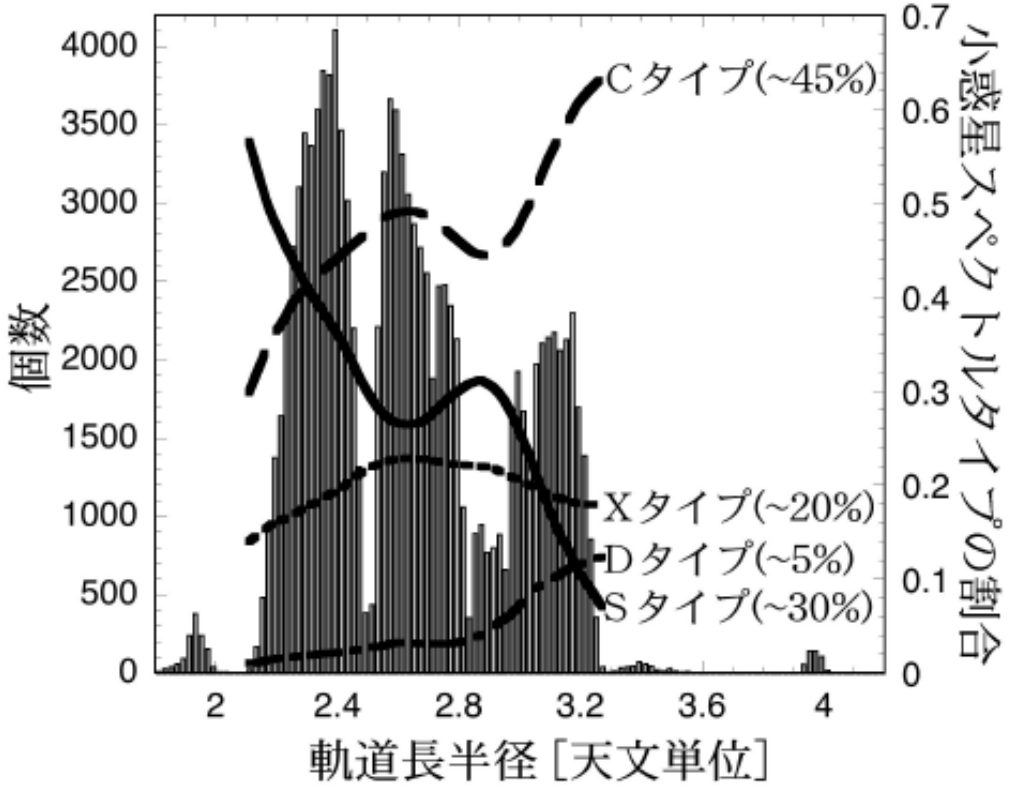


図 0.6　小惑星の個数とスペクトルタイプの割合の図。

小惑星の直接探査

- 木星探査機ガリレオ
  - 1991年に(951) ガスプラ　Flyby
  - 1993年に (243) イダ Flyby

小惑星の直接探査

- ニアー･シューメーカー
  - 1997年　(253) マティルド　Flyby :密度 1.3g/cc
  - 2000年　(433) エロス　Randevour+Landing

小惑星の直接探査

- はやぶさ
  - 2005年　(25143) イトカワ　Randevour +Touch&Go +Return
- ドーン探査機
  - 2011年　(1) ケレス　Randevour
  - 2012年　(4) ベスタ　Randevour
- ニュー・ホライズンズ
  - 2006年　(132524) APL　Flyby
  - 2010年　(83982) クラントル (ケンタウルス族)
  - 2015年　冥王星

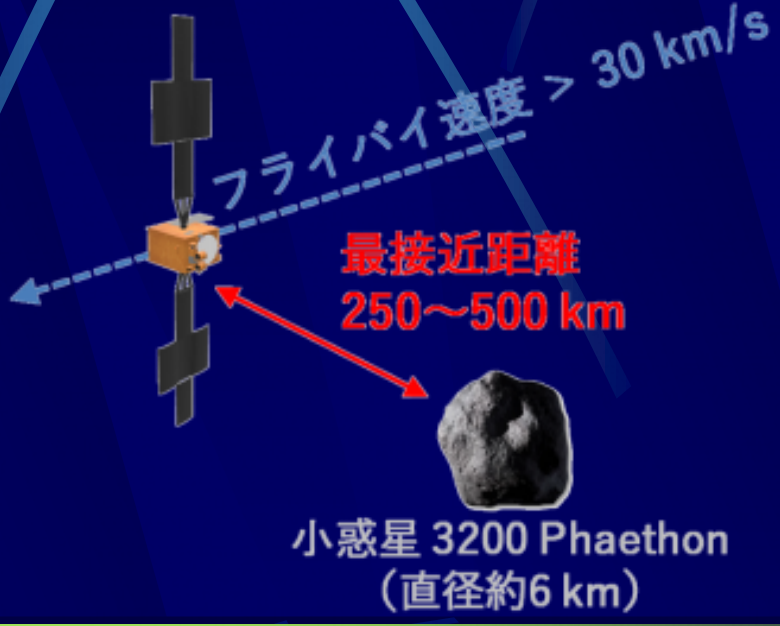
小惑星の直接探査

- はやぶさ２
  - 2014年　C型小惑星（(162173) リュウグウ
    Randevour+Touch&Go + Artificial Crater Exp.＋Sample Return

- Osiris Rex
  - 2016年　C型小惑星（101955）ベンヌ
  - Randevour+Touch&Go ＋Sample Return

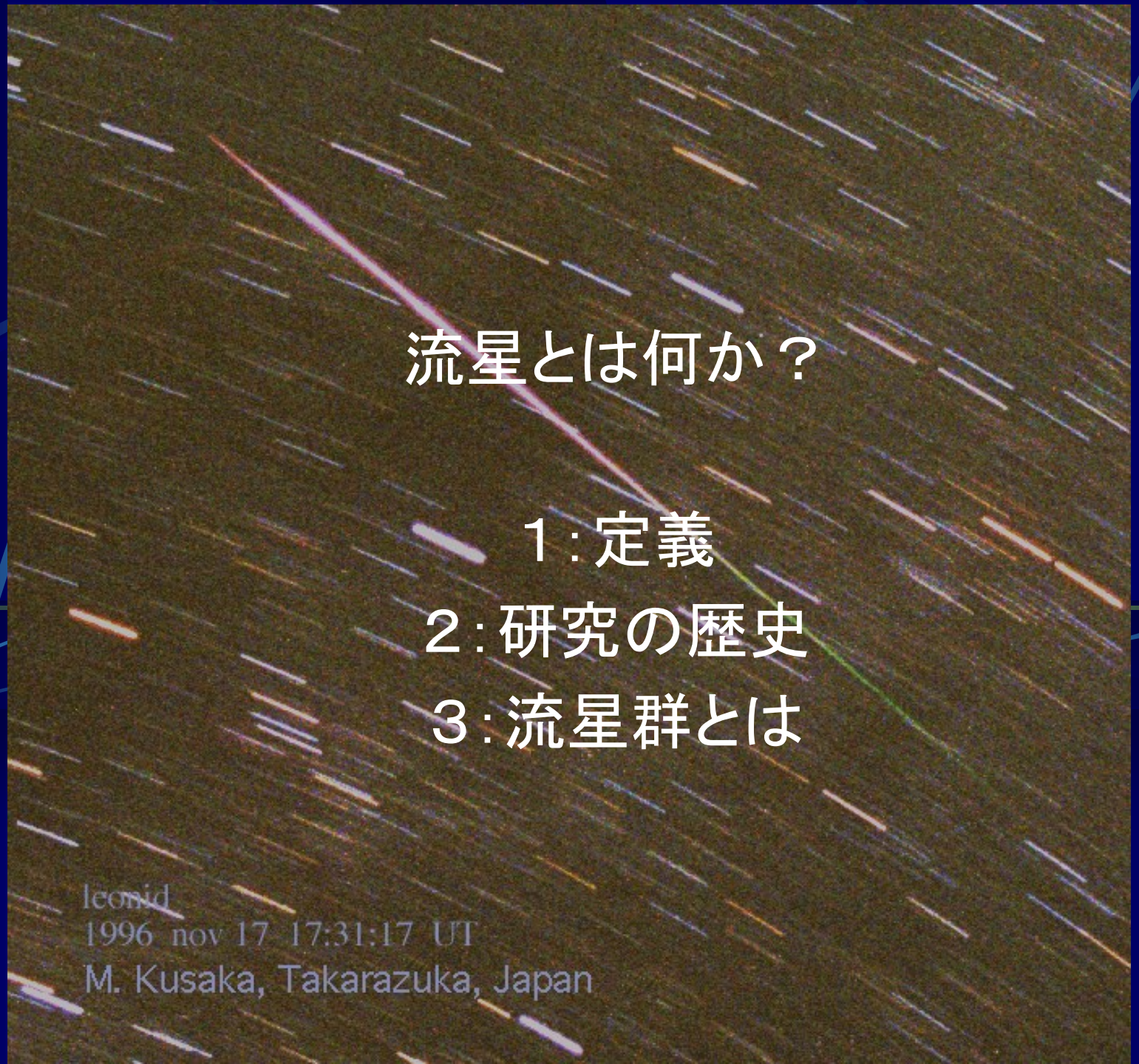
小惑星の直接探査

- Destiny+
  - 2024年　地球近傍小惑星　(3200) Phaethon Flyby



太陽系小天体
その3：流星

流星概論



流星とは何か？

１：定義

２：研究の歴史

３：流星群とは

流星のポピュラリティ

- カラオケ曲から
- 流星（流れ星）の曲――14
  - 流れ星（五木ひろし、小金沢晃司、スピッツ、矢沢永吉、
  - 辺見えみり、真心ブラザーズ、スピッツ）
  - 流れ星が好き（尾崎亜美）
  - 流れ星ビバップ（小沢健二）
  - 流れ星を探して（LINDBERG）
  - 流星（中島みゆき、吉田拓郎）
  - 流星群（鬼束ちひろ）
  - 流星のサドル（久保田利伸）

- 彗星（ほうき星）の曲――1
  - ほうき星（スピッツ）

流星の定義

- 厳密に言えば「太陽系小天体」ではない
  - 「流星体」が太陽系小天体であり、大気に突入して光る「流星」は現象を意味する
- 国際天文学連合（IAU)で定義
  - 流星体とは　およそ１ｍ～30ミクロンの天体
  - 流星とは　　大気中に高速で突入した天体が発光する現象

Definitions of terms in meteor astronomy

Commission F1 of the International Astronomical Union (IAU), recognizing that

- *there is persisting confusion about the correct usage of terms related to meteor astronomy in scientific literature and among the general public and that*
- *the "basic definitions in meteoric astronomy" adopted at the IAU General Assembly in 1961 do not correspond to the current state of knowledge,*

approved the following definitions, explanatory remarks, and comments concerning the terms to be used in meteor astronomy:

The definitions of fundamental terms

Meteor is the light and associated physical phenomena (heat, shock, ionization), which result from the high speed entry of a solid object from space into a gaseous atmosphere.

Meteoroid is a solid natural object of a size roughly between 30 micrometers and 1 meter moving in, or coming from, interplanetary space.

Dust (interplanetary) is finely divided solid matter, with particle sizes in general smaller than meteoroids, moving in, or coming from, interplanetary space.

Meteorite is any natural solid object that survived the meteor phase in a gaseous atmosphere without being completely vaporized.

Meteoric smoke is solid matter that has condensed in a gaseous atmosphere from material vaporized during the meteor phase.

流星とは

- 流星の見え方
  - *秒オーダーで高速で天球上を移動する恒星状天体*
  - 大気中（地上約１００ｋｍほど）の衝突発光現象
  - 他の天体と混乱することは少ない
  - （一般的には彗星との区別は着いていない人も多い）

  - 人工衛星と誤認される場合もあるが。。。

    - 人工衛星　――＞　秒速十数ｋｍ
    - 流星　　――＞　秒速十数ｋｍ～７２ｋｍ

流星の種類

- 流星の種別
  - 群流星　　流星群に属する流星
  - 散在流星　特定の流星群に属さない流星
    （量的には散在の方が多い）
  - 火球（Fireball）
  - 絶対等級マイナス４等より明るい流星
    - マイナス１７等より明るい火球は　Superbolide と呼ぶ
    - 隕石の落下を伴うものも含まれる
    - 衝撃波や音を発することもある
- 流星群、流星雨、流星嵐
  - 明確な定義はない
  - Meteor stream, shower, storm とは異なる意味

流星の古来の名称

- 日本では
  - 「流星」、「奔星」、「天狗星」（中国名輸入）
  - 「日本書紀」（６３７年）
    「星、東より西に流る」というもので、大音響を発し、遣唐使として中国に渡ったことのある高僧が「流星にあらず、こは天狗なり」
  - 「婚（よばい）星」（純粋な和名）

流星の歴史

- 古記録にもしばしば登場
  - 隕石落下、音響を伴う明るい火球
  - 多数の流星が出現する流星雨現象
- 最古の流星雨の記録は「水鏡」に「垂仁天皇十五年。。。その年の八月に、星の雨の如く降りしをこそ見侍りしか。あさましかりし事に侍り。」（年代不明）

流星のイメージ

- 一般に死など吉凶（西欧、中国など世界的に）

- 日本：「倭名抄」注釈「和名　与波比保之（よばいほし）　流星の飛ぶや、蕩子の女家に就くが如きあり、故に与波比保之と名づけるなり」暗いイメージは少ない？

  枕草子「星はすばる。彦星。夕筒。よばひ星（流れ星）、すこしをかし。」
  静岡「星の嫁入り」
  富山「インキリボシ（縁切り星）」

流星の研究の歴史（近世）

- 隕石の宇宙起源説　　１８世紀
  （物理学者クラドニ）
- 流星の三角測量の実施　　１７９８年
  - ゲッチンゲン大学のリヒテンベルグら
  - 約１５ｋｍ離れた場所で世界で初めての二点観測）
  - １０－２００ｋｍの地上高度を推定
- １８３３年しし座流星群：北米
  - エール大学教授のオルムステッドらの観察
  - 天球上に固定された「放射点」の存在

流星の研究の歴史

- オルバース：流星群の周期性を指摘
- ヘリック：BC686年からの出現カタログ
  - しし座流星群他の周期的出現
  - 他の定常的流星群の存在を指摘：８月
  - アイルランド「セント・ローレンスの涙」
- 彗星との関係解明へ
  - カークウッド（１８６１年）彗星起源を提唱
  - スキヤパレリ　初めて直接の関係を示唆
    - １８６２年の彗星と８月の流星群の軌道の一致
- しし座流星群の彗星起源も確認
  - １８６６年テンペル・タットル彗星
  - １８６６年、しし座流星雨大出現

流星の意義

- 地球の大気圏（場合によっては月面—閃光）を検出器として活用し、地球軌道付近の流星体を捉える
- 流星体の空間分布、分光による組成解析
  - もともと彗星に含まれているものが多いゆえに、原始太陽系円盤のダストそのものと考えて良い（放出後の宇宙風化を経ているが）

流星体の質量(V=35km/s)と明るさ

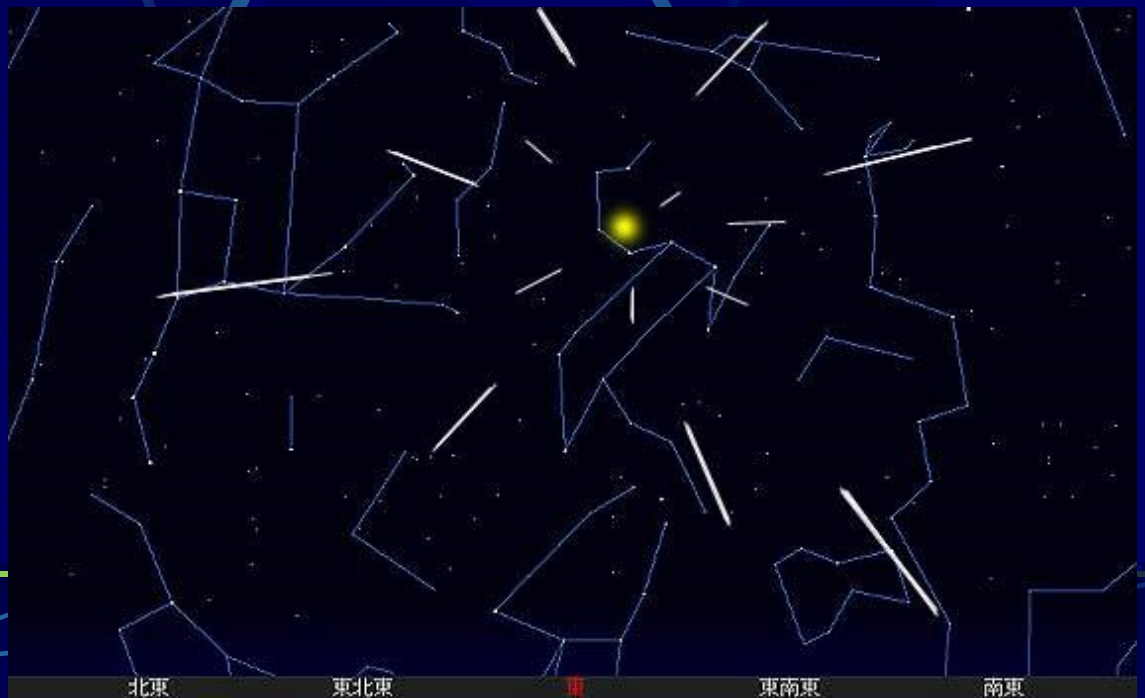
流星の絶対等級	質量(g)	観測手段
−10	10000	火球
−5	100	肉眼、写真
0	1	写真、ビデオ
＋5	0. 01	ビデオ、radar
＋10	0. 0001	望遠鏡、radar

流星群とは？

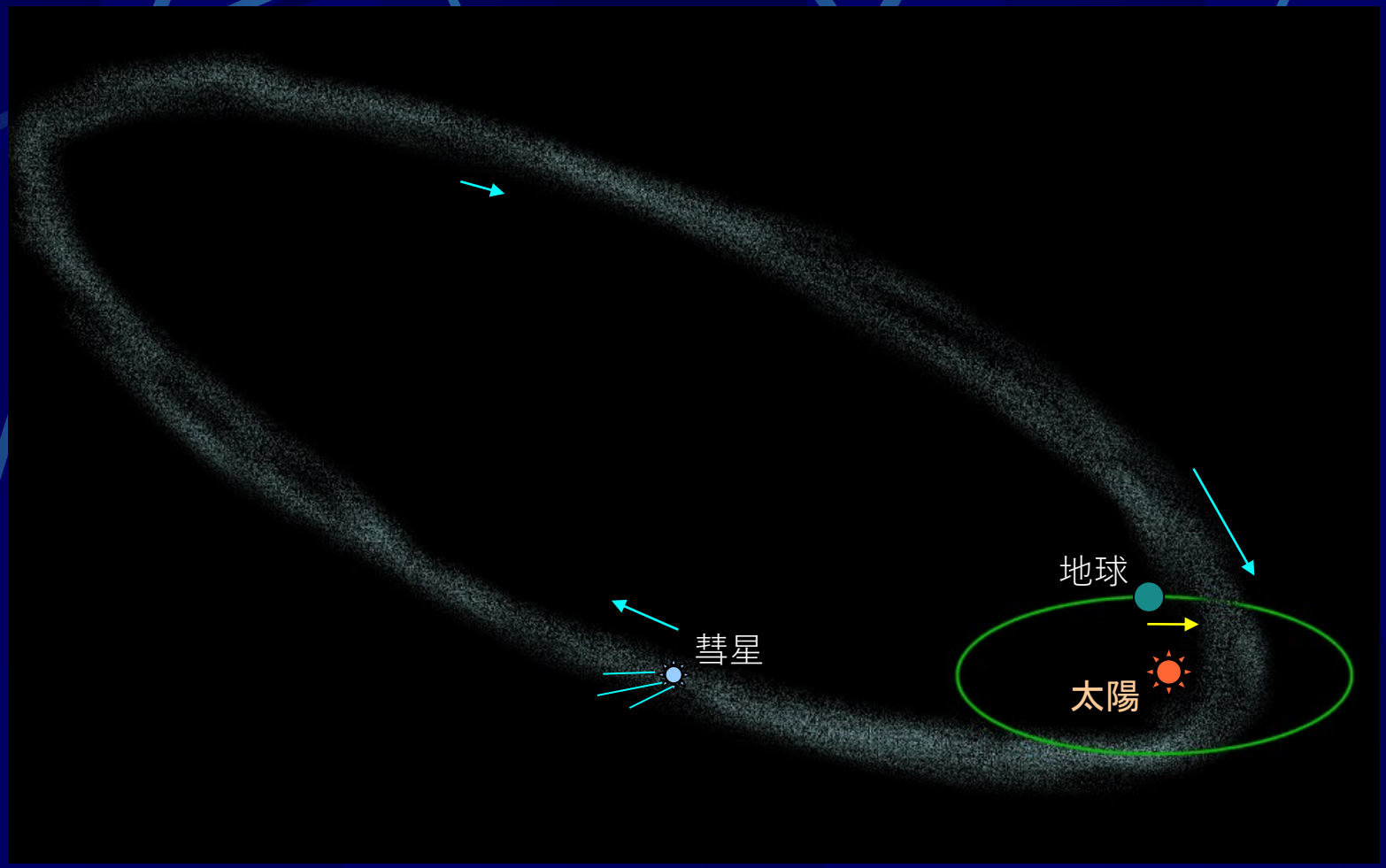
- 同一天体起源の流星（体）の群れ
  - 地球に対してほとんど同じ軌道を持つ流星体の群れが平行に大気に突入
- 天空状に放射点（輻射点　Radiant Point）が生じる

放射点とは何か？

- 放射点から流れ出るように見える
- 放射点の近くにある恒星の名前をもちいて、ＸＸ座Ｘ流星群と呼ぶ

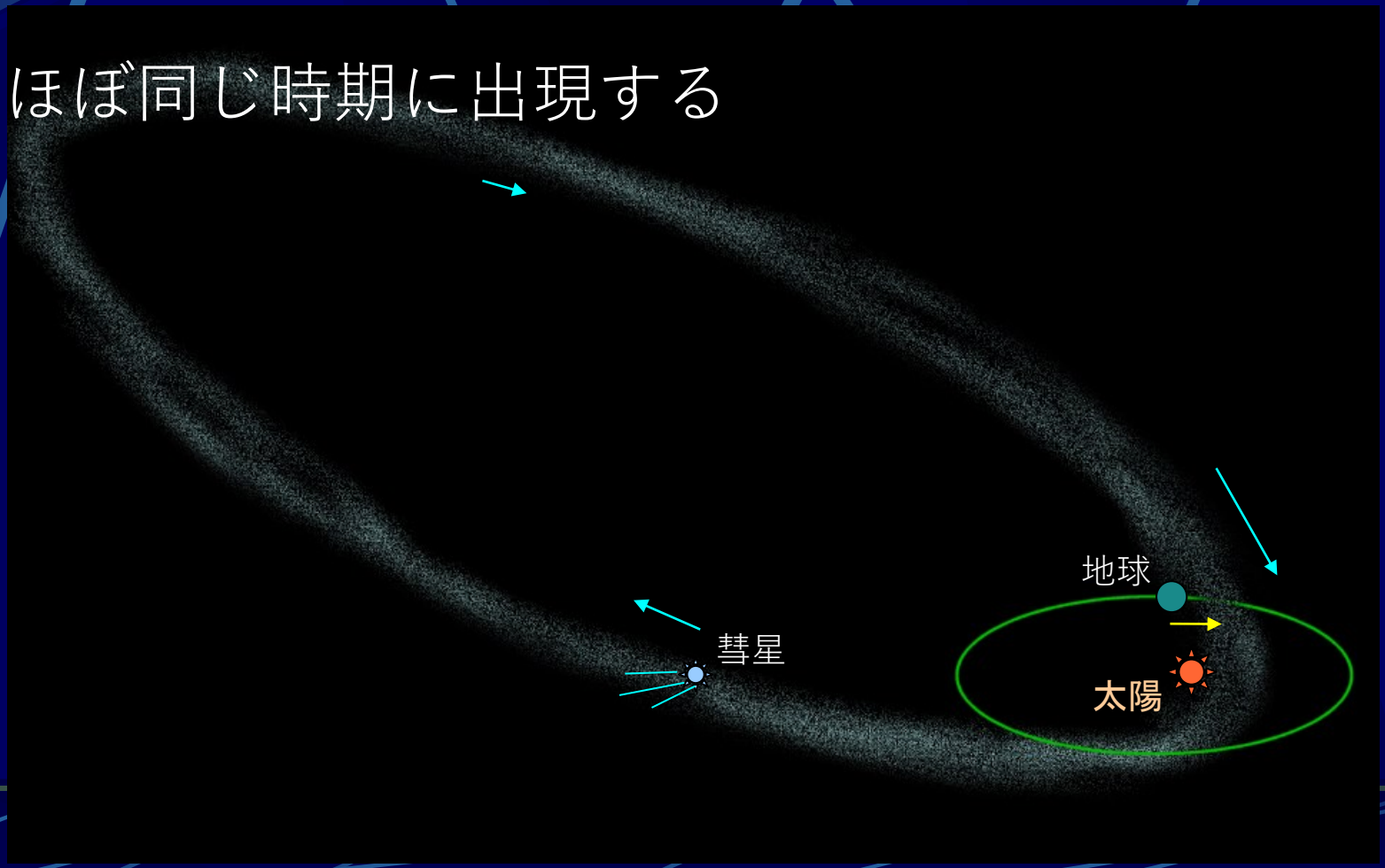


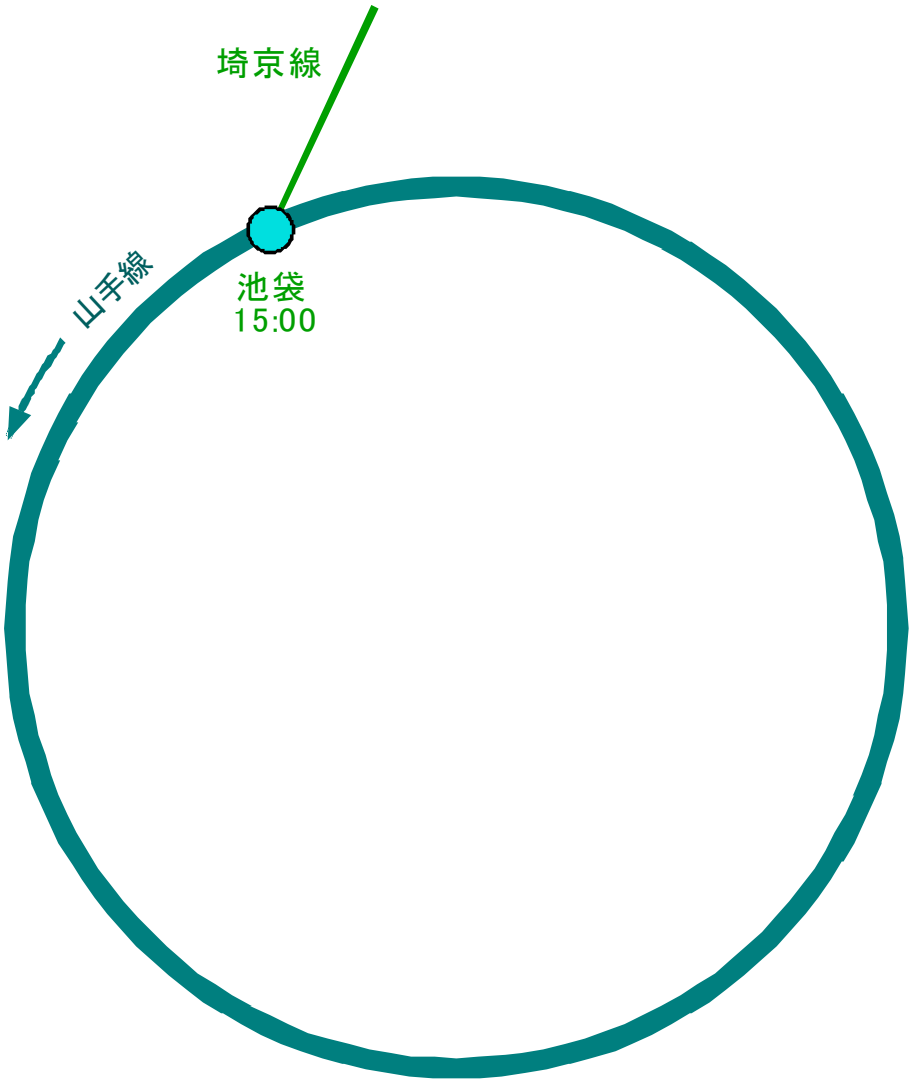
流星群とは何か？

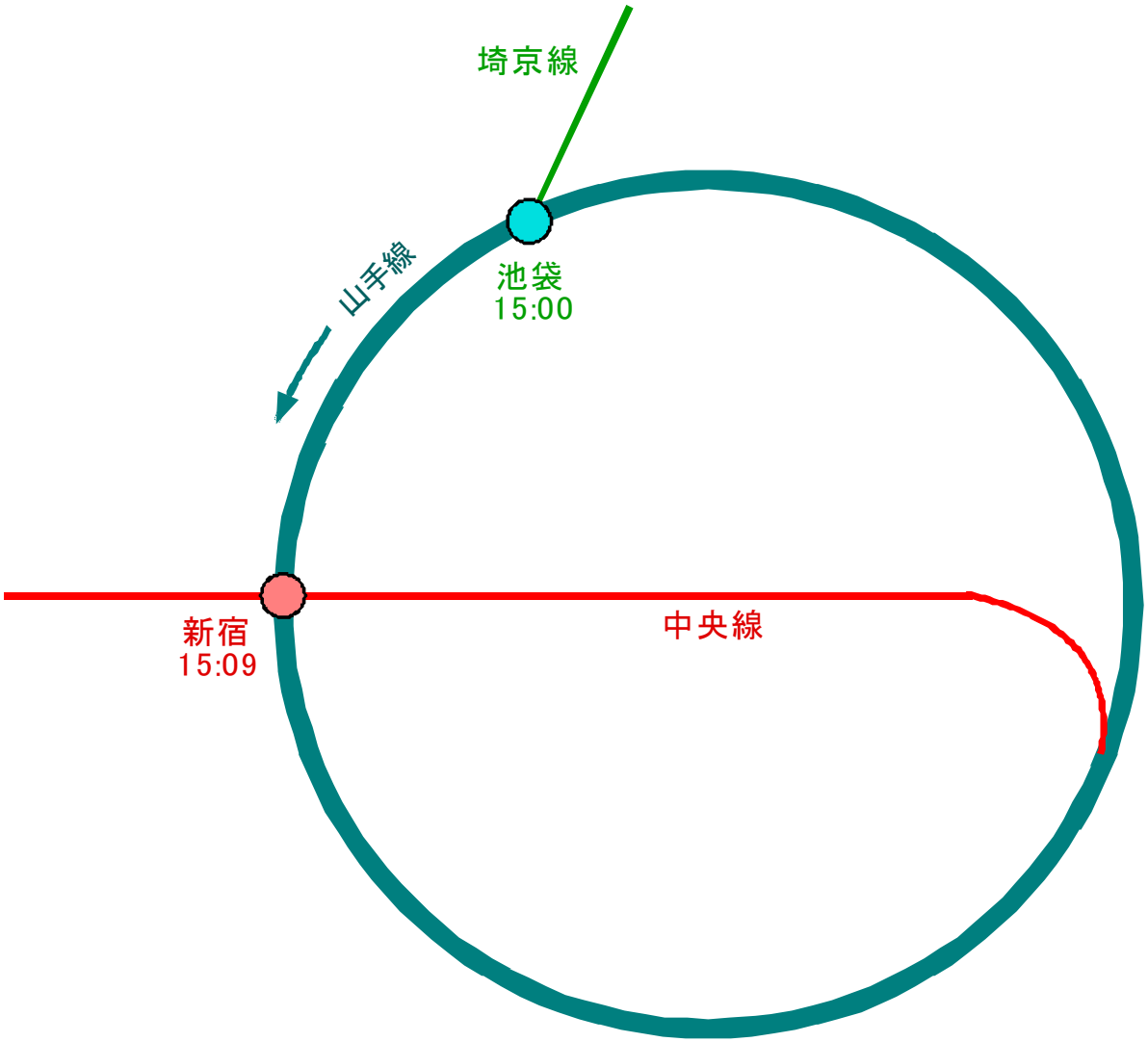


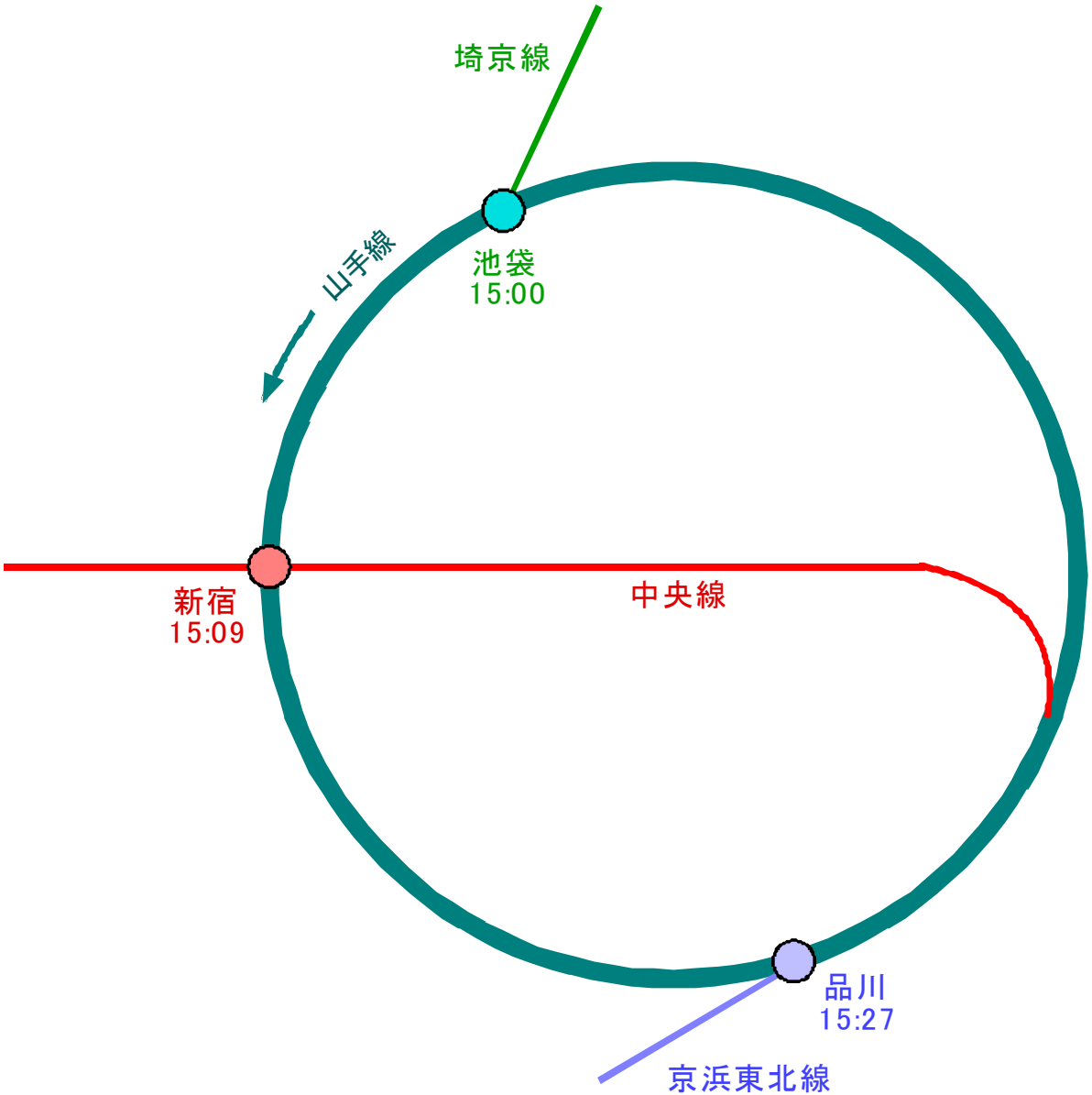
流星群とは

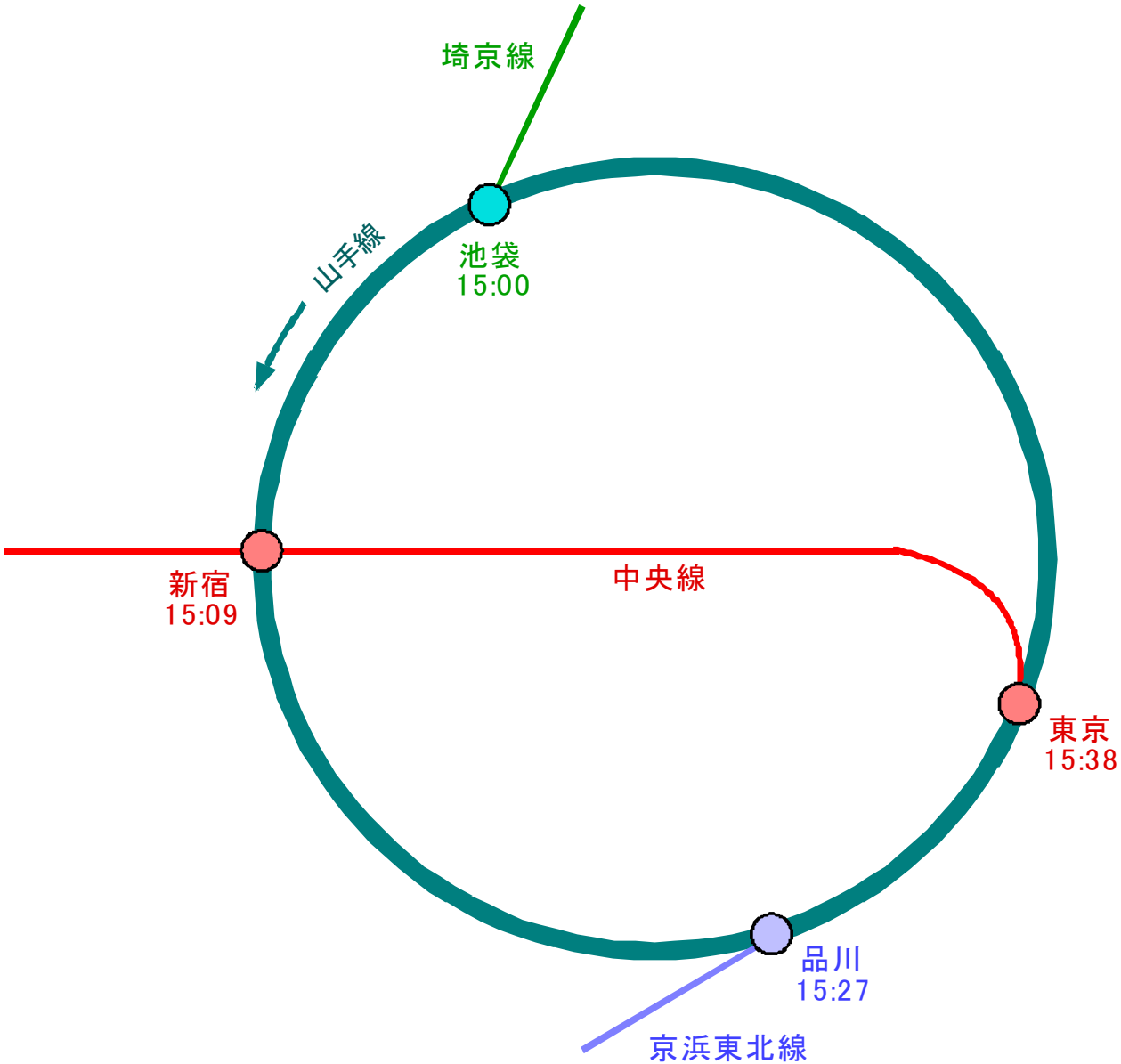
流星群の元になるダストを放出した天体を
母天体（母彗星）と呼ぶ

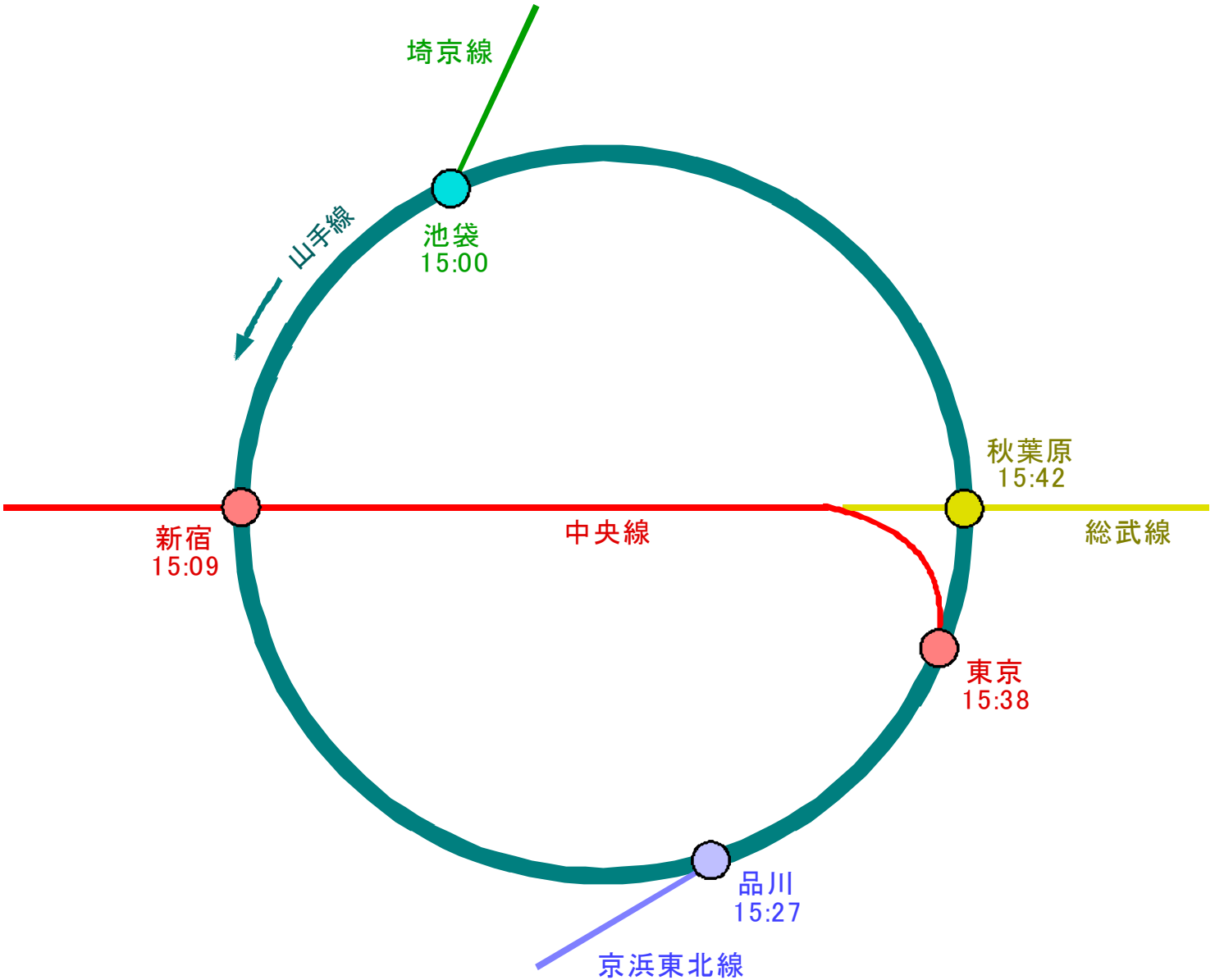


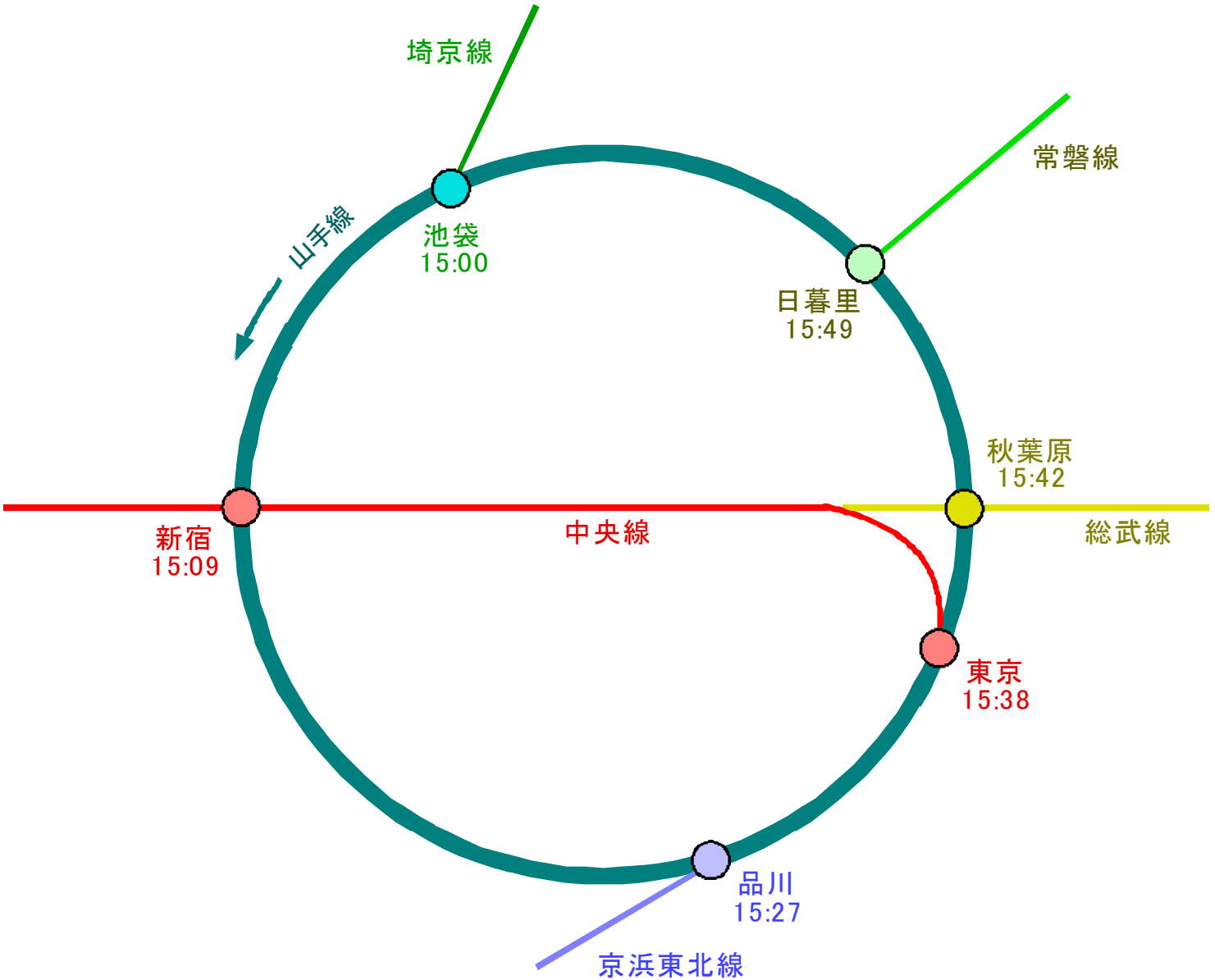

埼京線
池袋
15:00
山手線

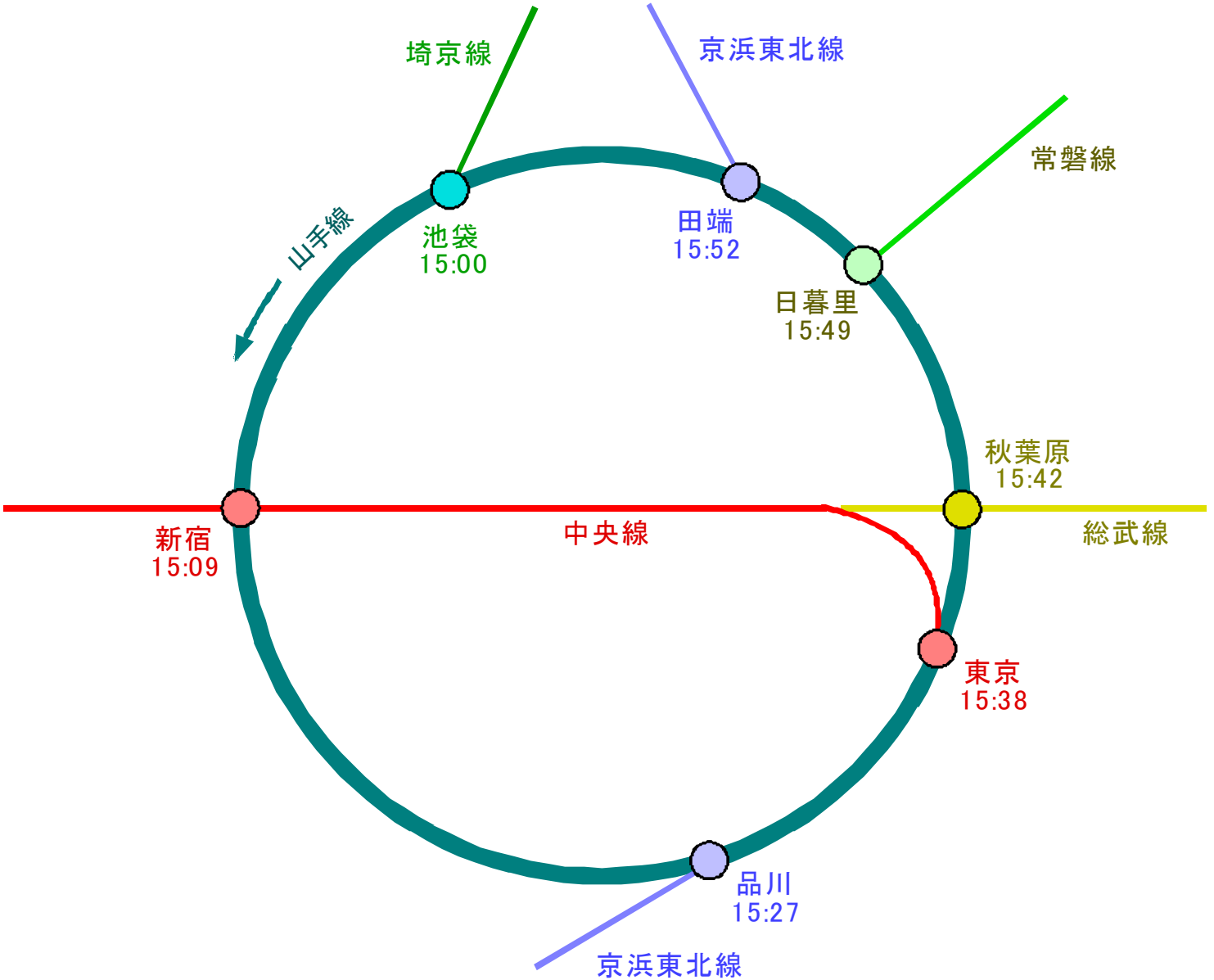

埼京線
山手線
池袋
15:00
新宿
15:09
中央線

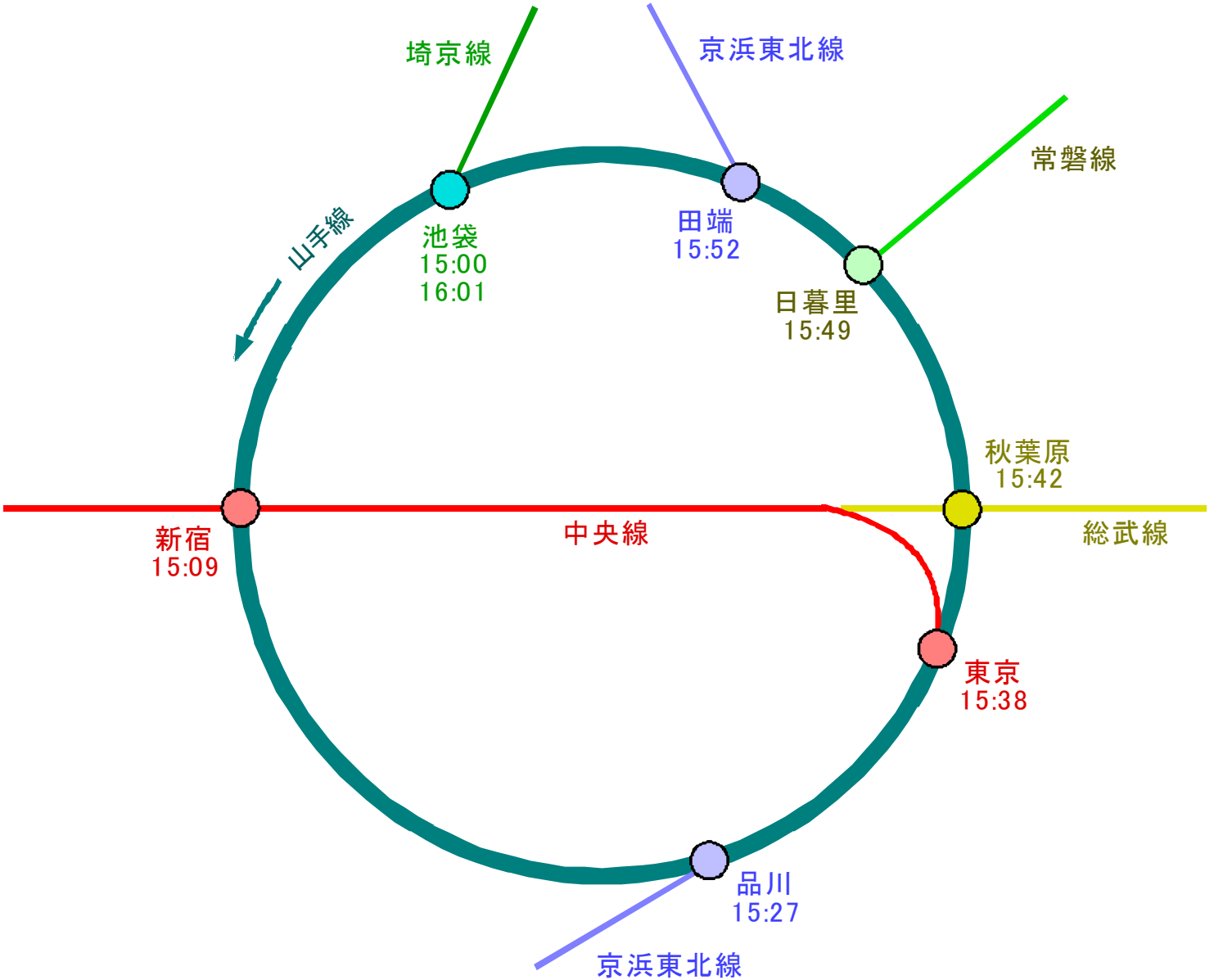

埼京線
山手線
池袋
15:00
新宿
15:09
中央線
品川
15:27
京浜東北線

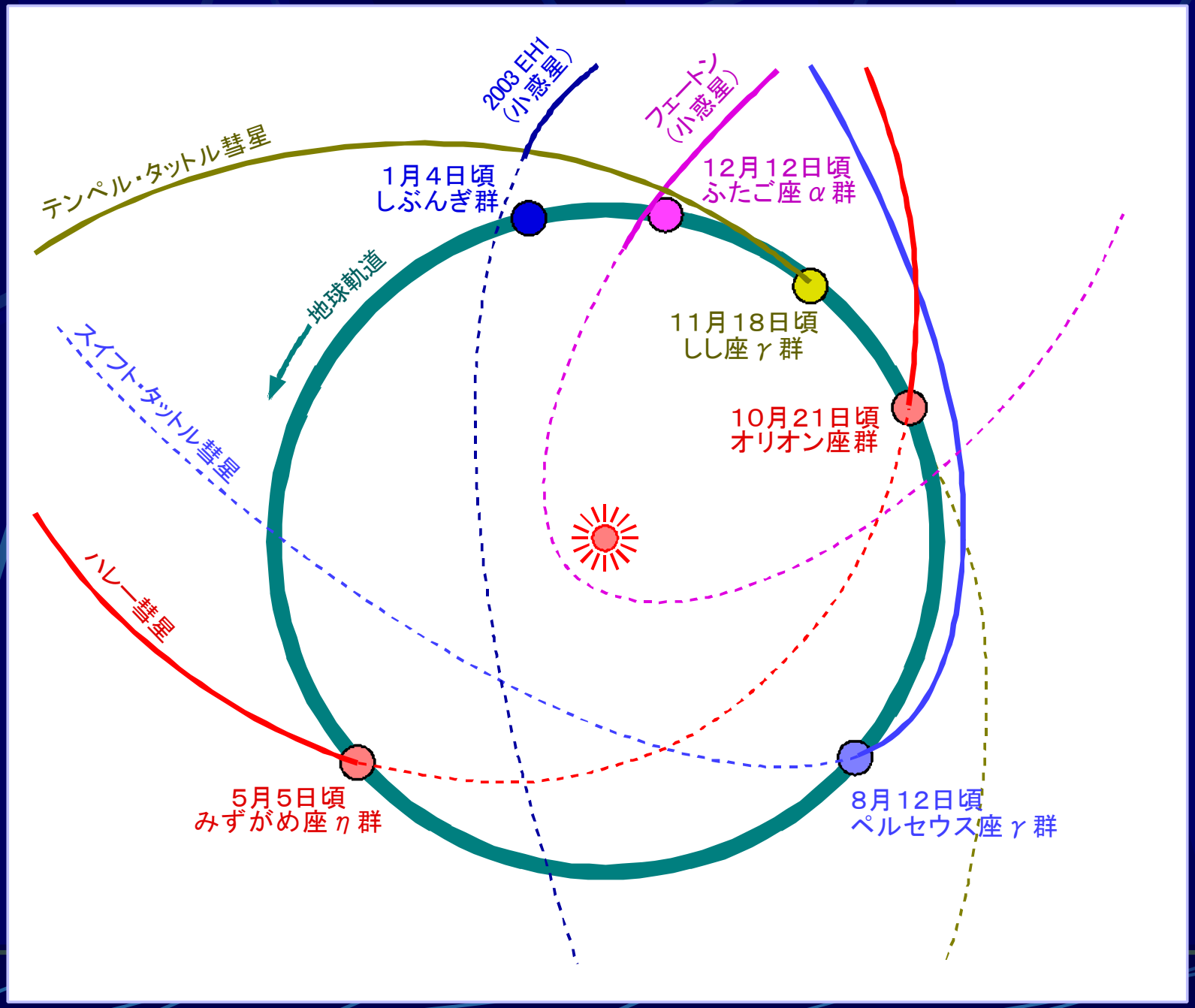

埼京線
山手線
池袋
15:00
新宿
15:09
中央線
東京
15:38
品川
15:27
京浜東北線


埼京線
山手線
池袋
15:00
秋葉原
15:42
新宿
15:09
中央線
総武線
東京
15:38
品川
15:27
京浜東北線


埼京線
常磐線
山手線
池袋
15:00
日暮里
15:49
秋葉原
15:42
新宿
15:09
中央線
総武線
東京
15:38
品川
15:27
京浜東北線


埼京線
京浜東北線
常磐線
山手線
池袋
15:00
田端
15:52
日暮里
15:49
秋葉原
15:42
新宿
15:09
中央線
総武線
東京
15:38
品川
15:27
京浜東北線


埼京線
京浜東北線
常磐線
山手線
池袋
15:00
16:01
田端
15:52
日暮里
15:49
秋葉原
15:42
新宿
15:09
中央線
総武線
東京
15:38
品川
15:27
京浜東北線


2003 EH1
(小惑星)
フェートン
(小惑星)
テンペル・タットル彗星
1月4日頃
しぶんぎ群
12月12日頃
ふたご座α群
地球軌道
11月18日頃
しし座γ群
スイフト・タットル彗星
10月21日頃
オリオン座群
ハレー彗星
5月5日頃
みずがめ座η群
8月12日頃
ペルセウス座γ群

主な流星群と母彗星一覧

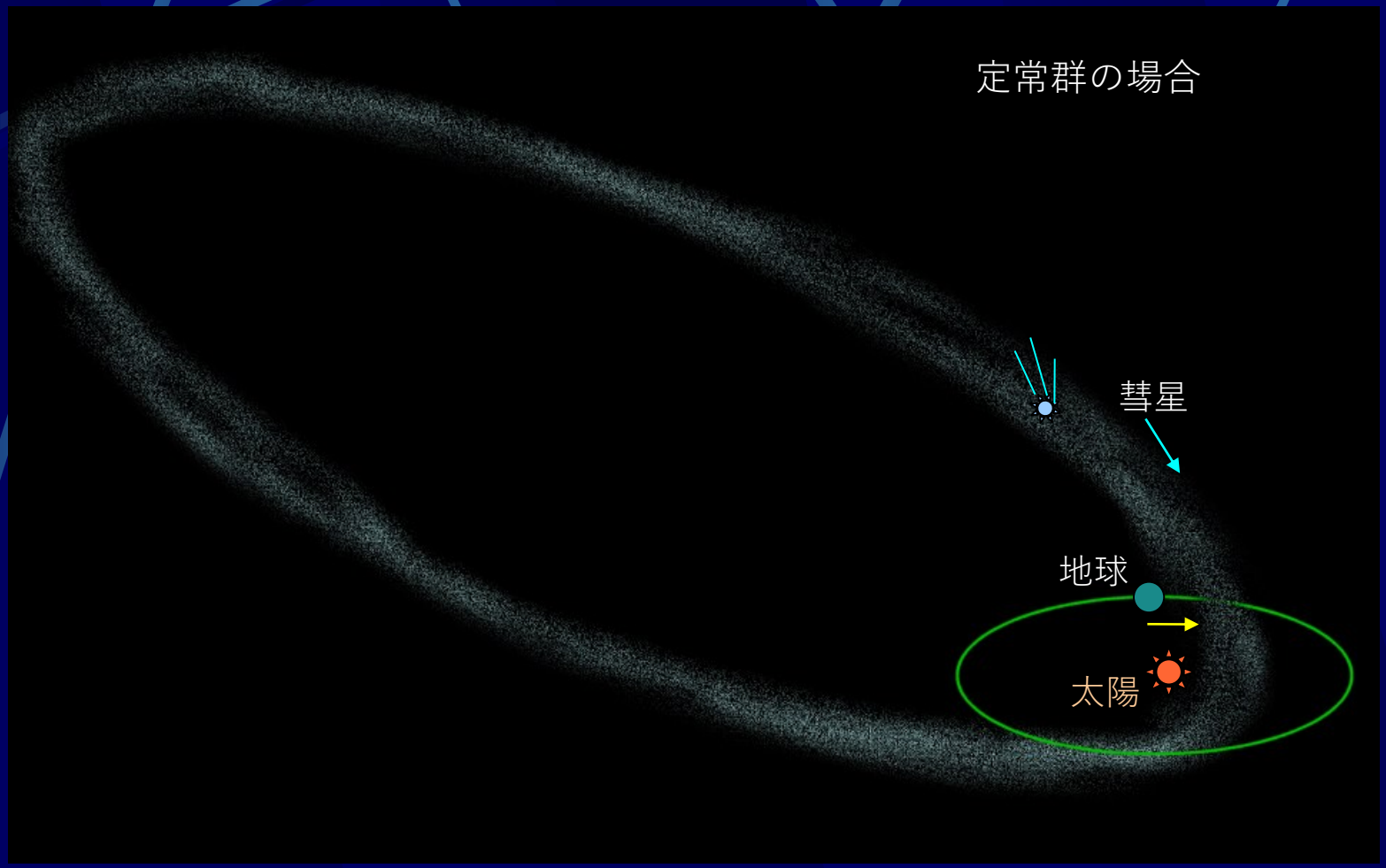
流星群名	活動極大日	出現数（ＨＲ）	母彗星
しぶんぎ	１月４日	100	?
こと	４月２１日	15	1861I
みずがめη	５月５日	50	1P/Halley
みずがめδ	７月下～８月上	10	?
やぎ	８月上	5	?
ペルセウス	８月１２日	100	109P/Swift-Tuttle
10月りゅう	１０月９日	(*)	21P/Giacobini-Zinner
オリオン	１０月２１日	20	1P/Halley
アンドロメダ	１１月上	(*)	D/Biela
おうし	１１月上～中	5	2P/Encke
しし	１１月１７日	10(*)	P/Tempel-Tuttle
ふたご	１２月１４日	100	A/Phaethon
こぐま	１２月２２日	10	8P/Tuttle

注）一時間当たりの出現数(*)は、流星嵐になる可能性。

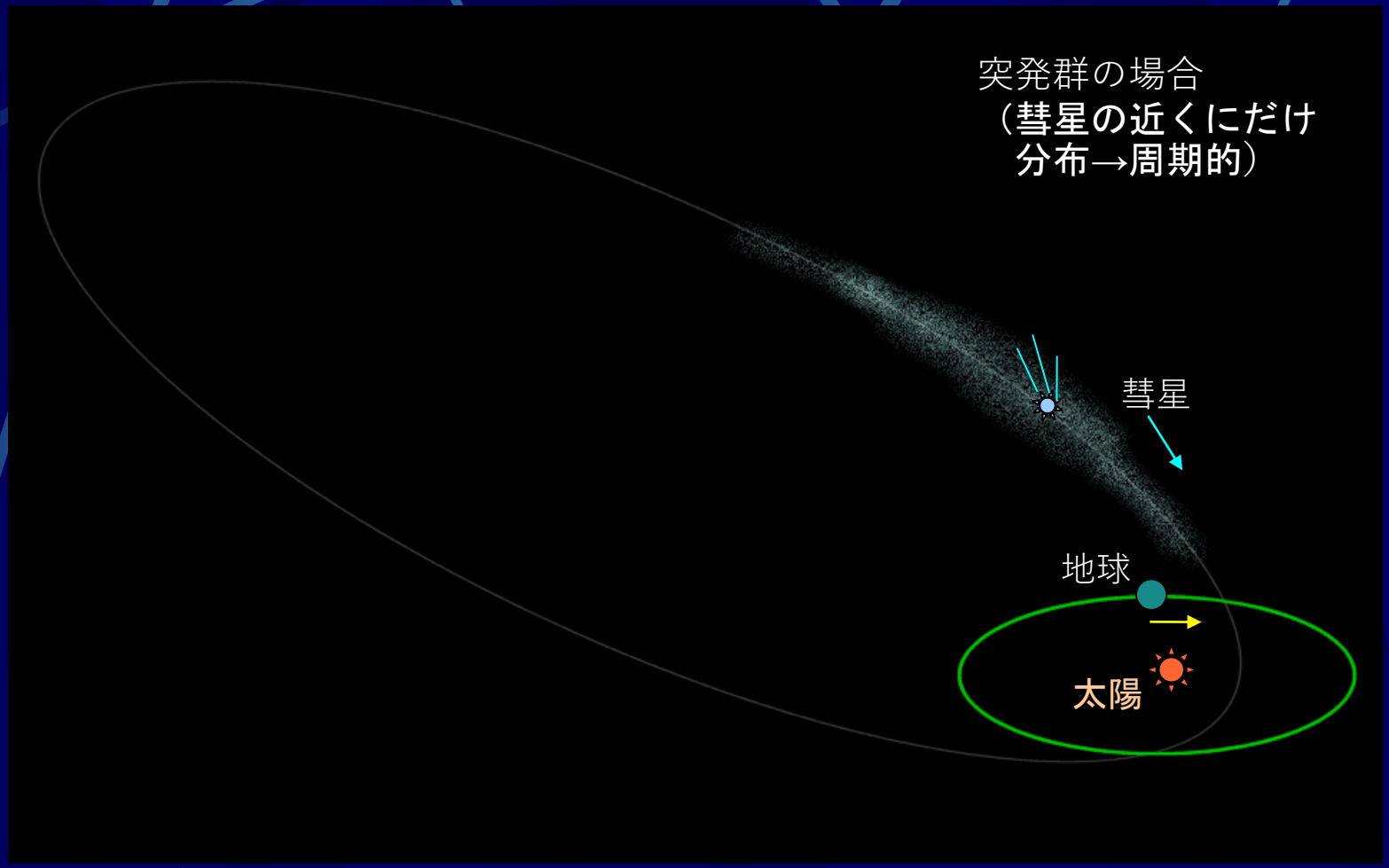
流星群の二分類

- 毎年同じように出現する定常群
  - 塵がまんべんなく軌道上に分布（古い）
  - ペルセウス座流星群、ふたご座流星群など
- 母天体の回帰と共に出現が変化する周期群
  - 塵が母天体のそばに密集（若い）
  - しし座流星群、ジャコビニ流星群など

定常群

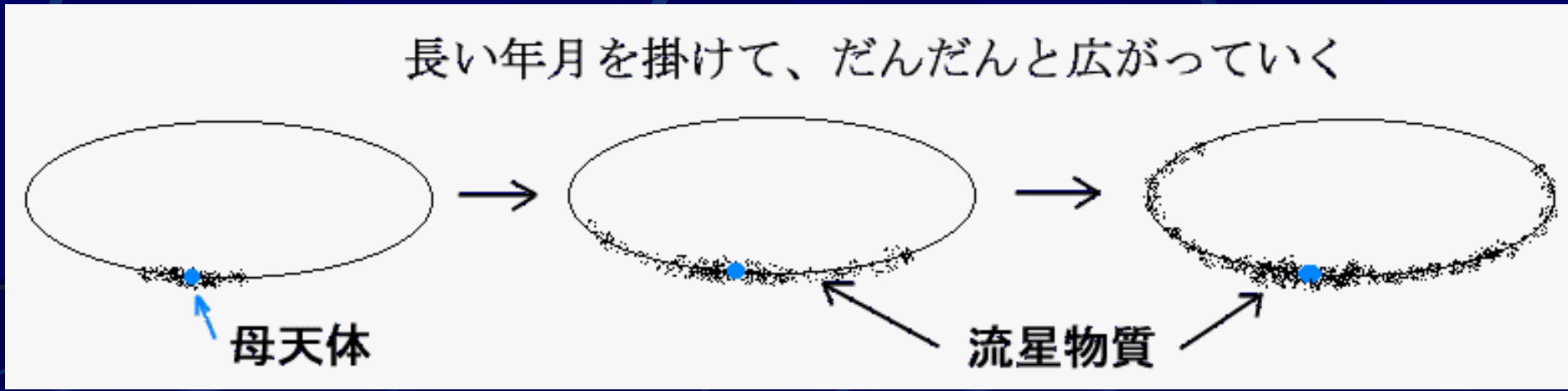


周期群（突発群）



流星群の進化

- 流れ星になるような塵粒はゆっくりと彗星から放出
- 次第に軌道上に拡散していく
- 拡散しきっていない場合――＞周期群
- 軌道全体に拡散した場合――＞定常群

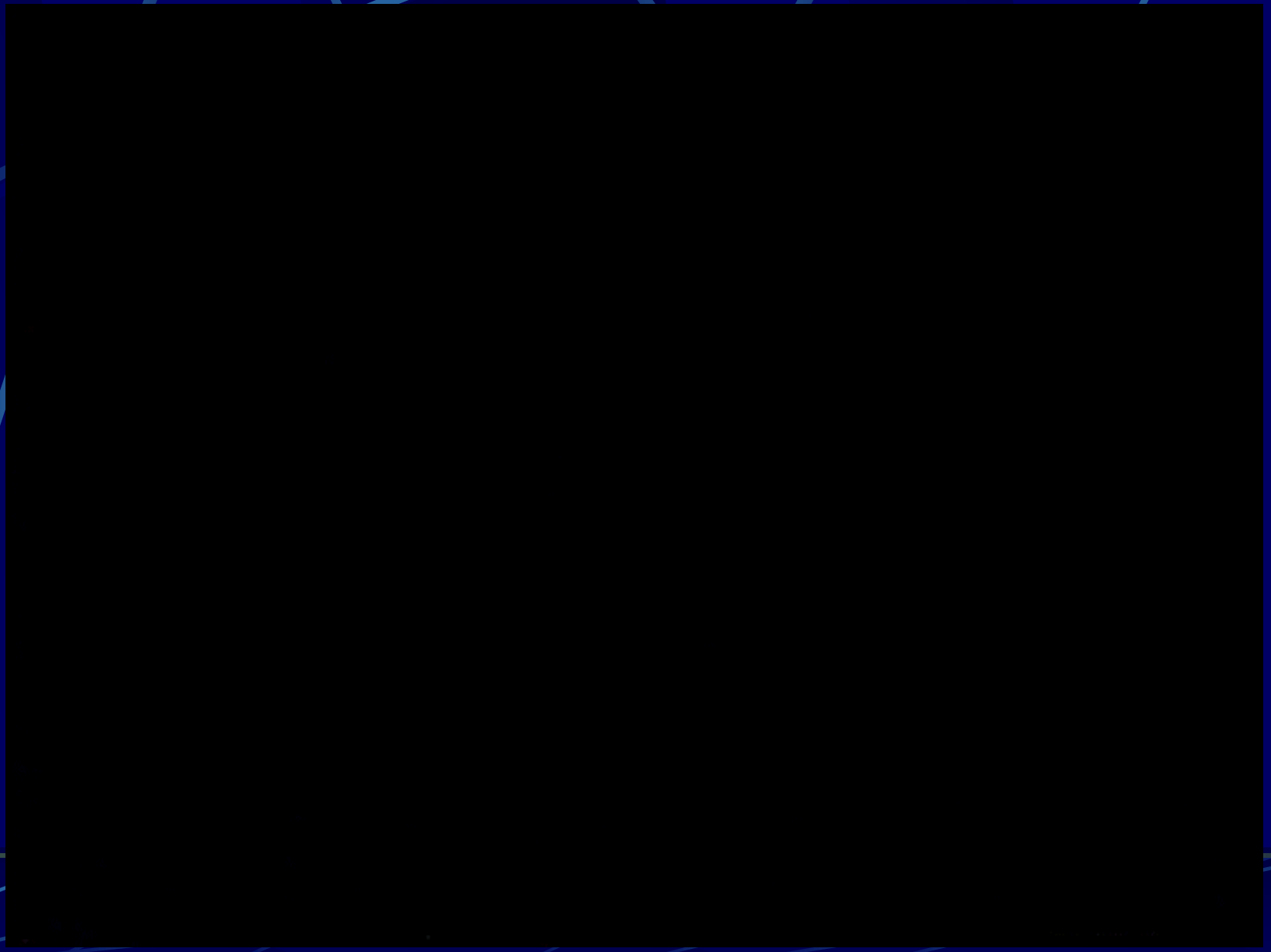


流星群の進化

- 定常群はどうなるのか？
  - 長年に渡る摂動や太陽輻射などにより
    軌道上だけでなく、次第に拡散し、
    流星群として認識できなくなる

    ーー＞　散在流星

しし座流星群（ビデオ）



しし座流星群（例）

◆テンペル・タットル彗星からまき散らされた塵粒による流星群

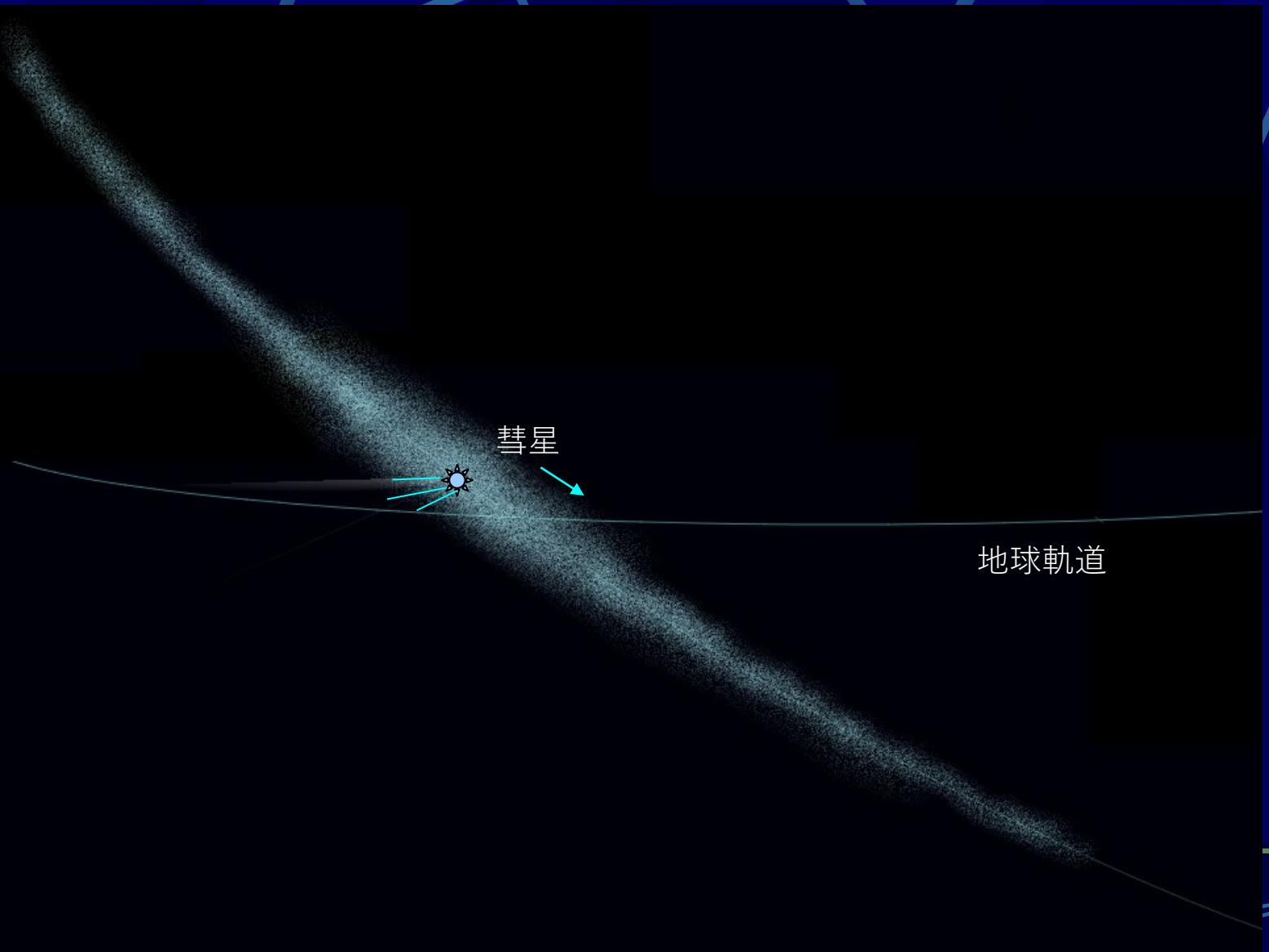
しし座流星群

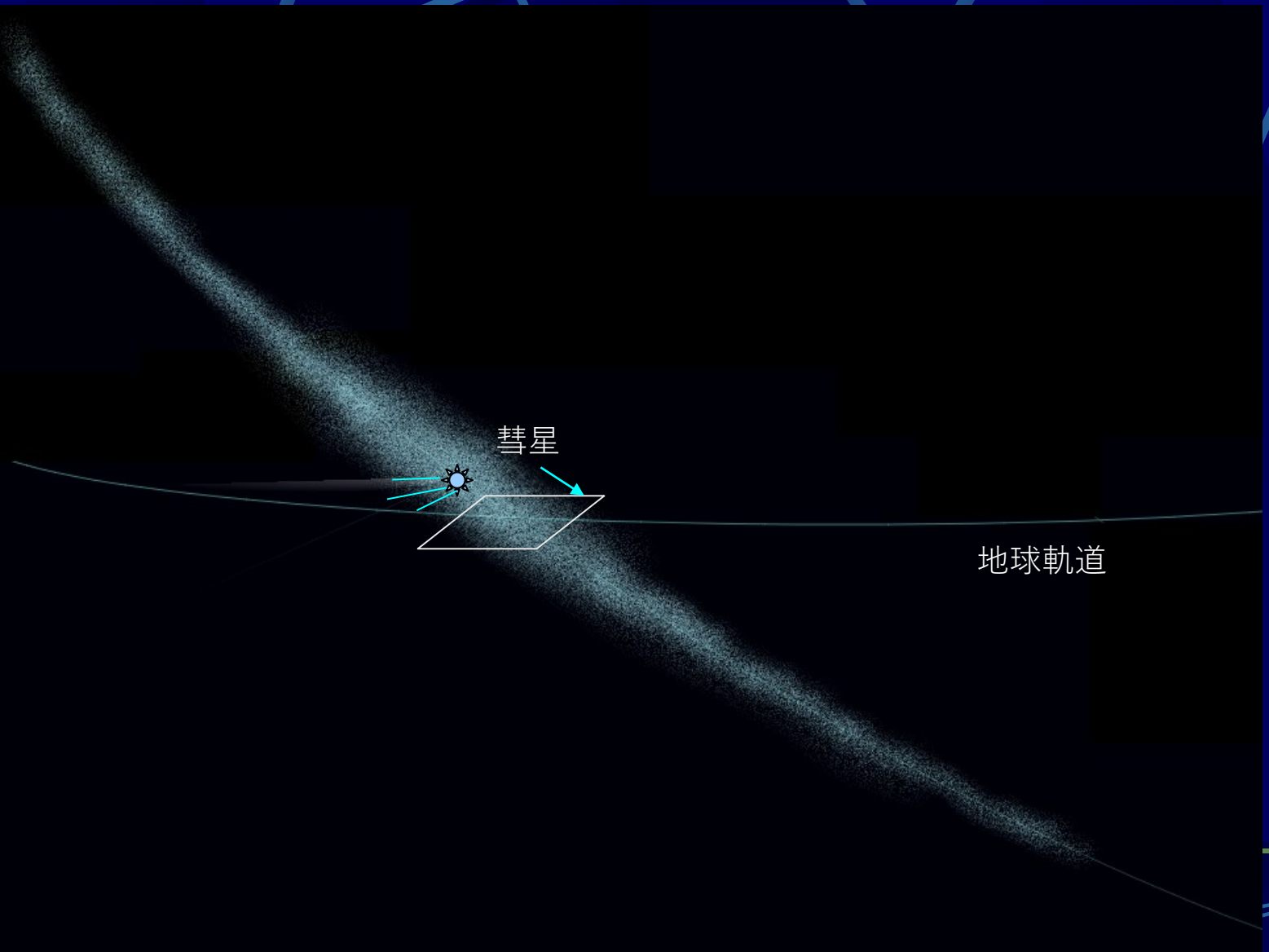
約33年毎に大出現

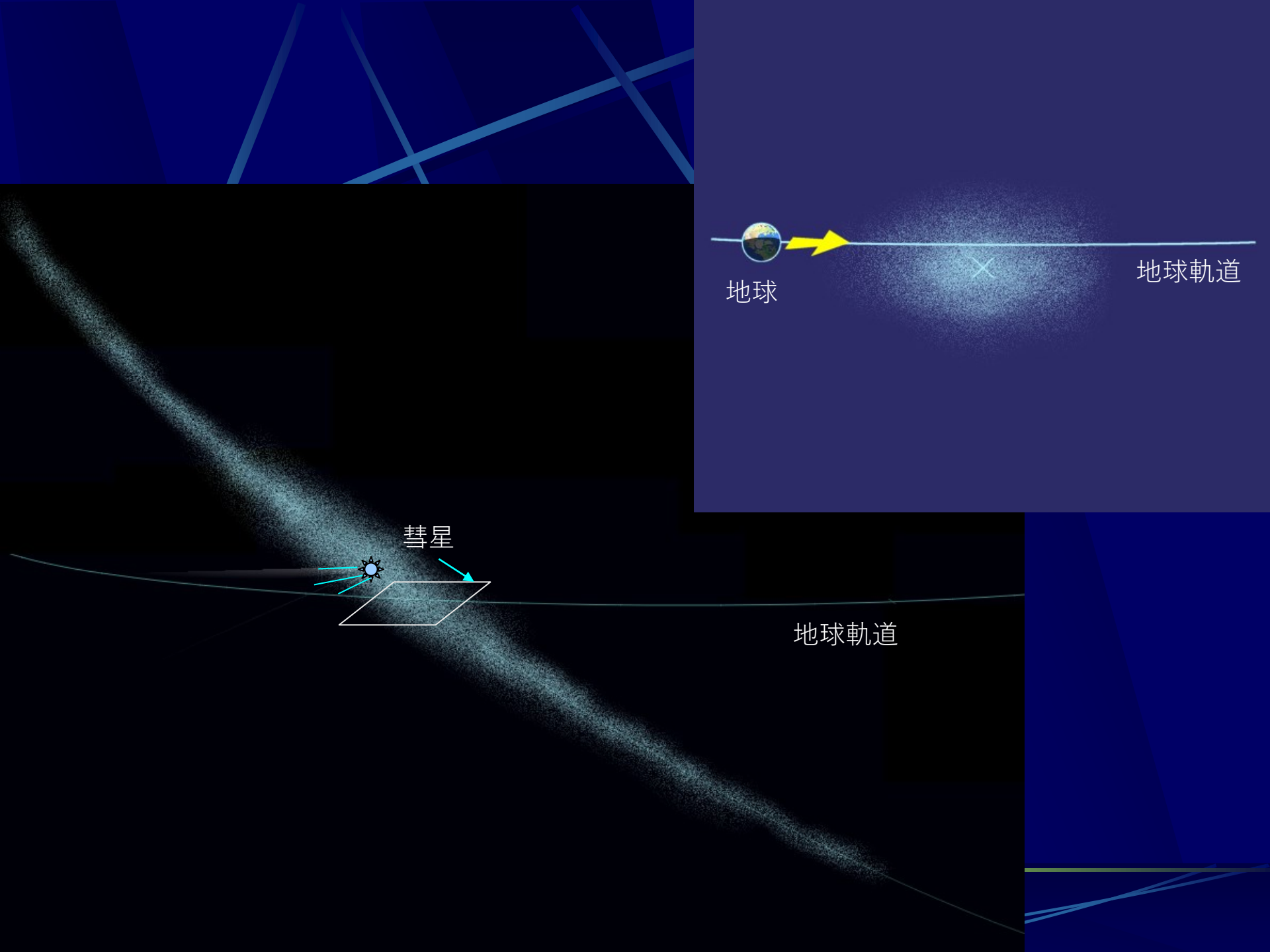
1833年の流星嵐

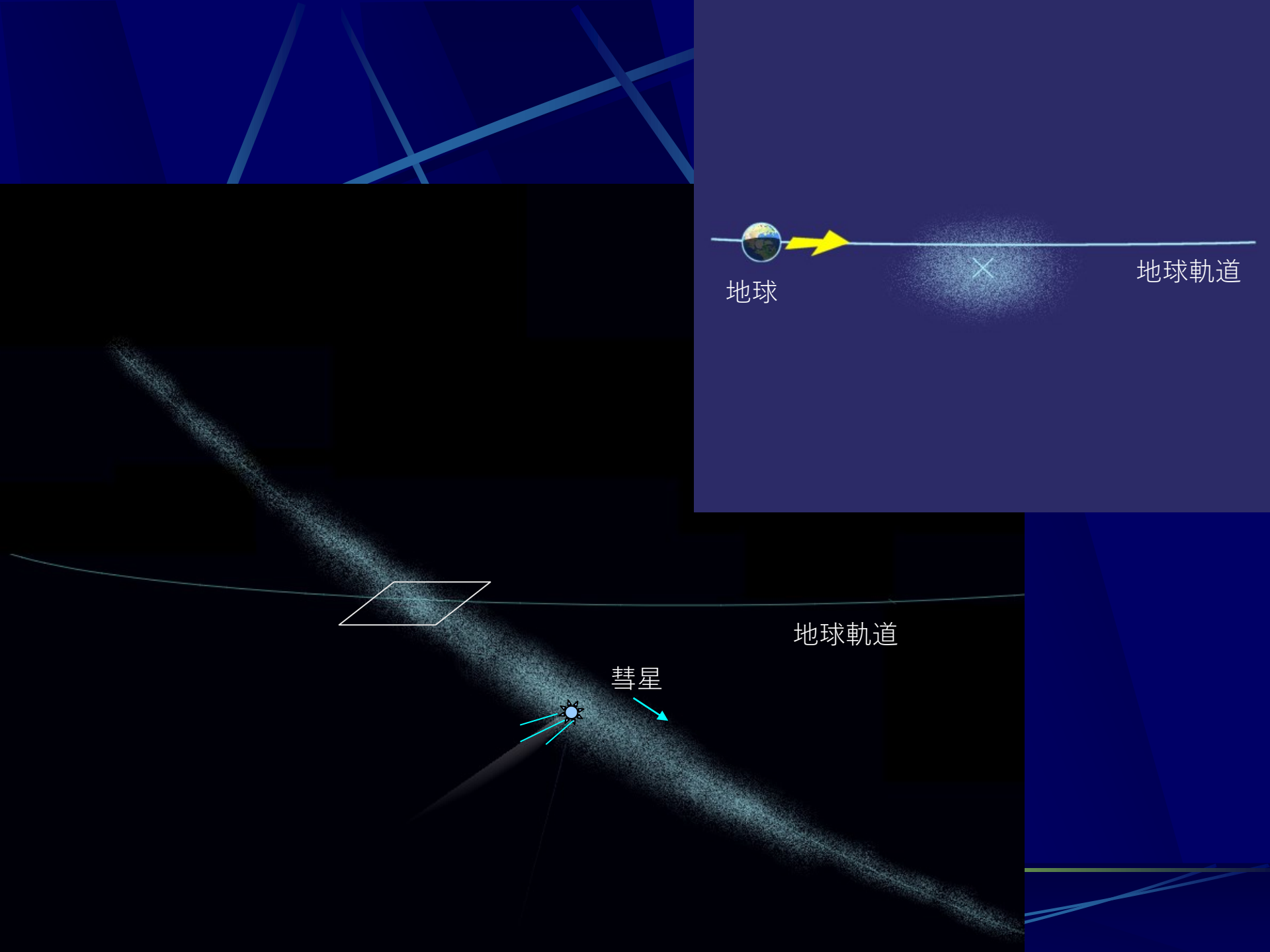
これまでの理解は？

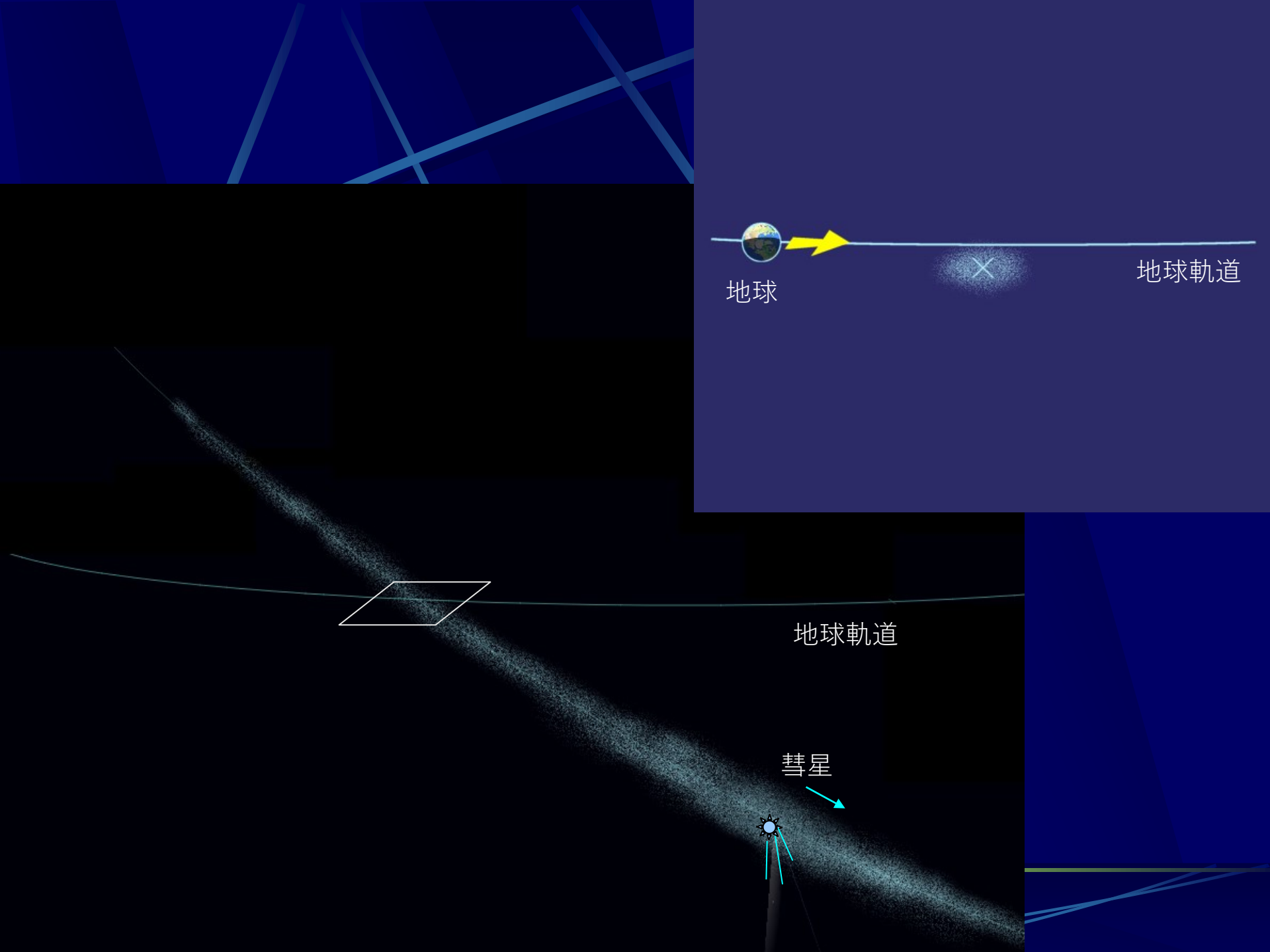
- 旧理論では
  - 直近の母彗星の軌道だけを考え、流星体は太い一本のチューブとして分布していると仮定


彗星
地球軌道


彗星
地球軌道

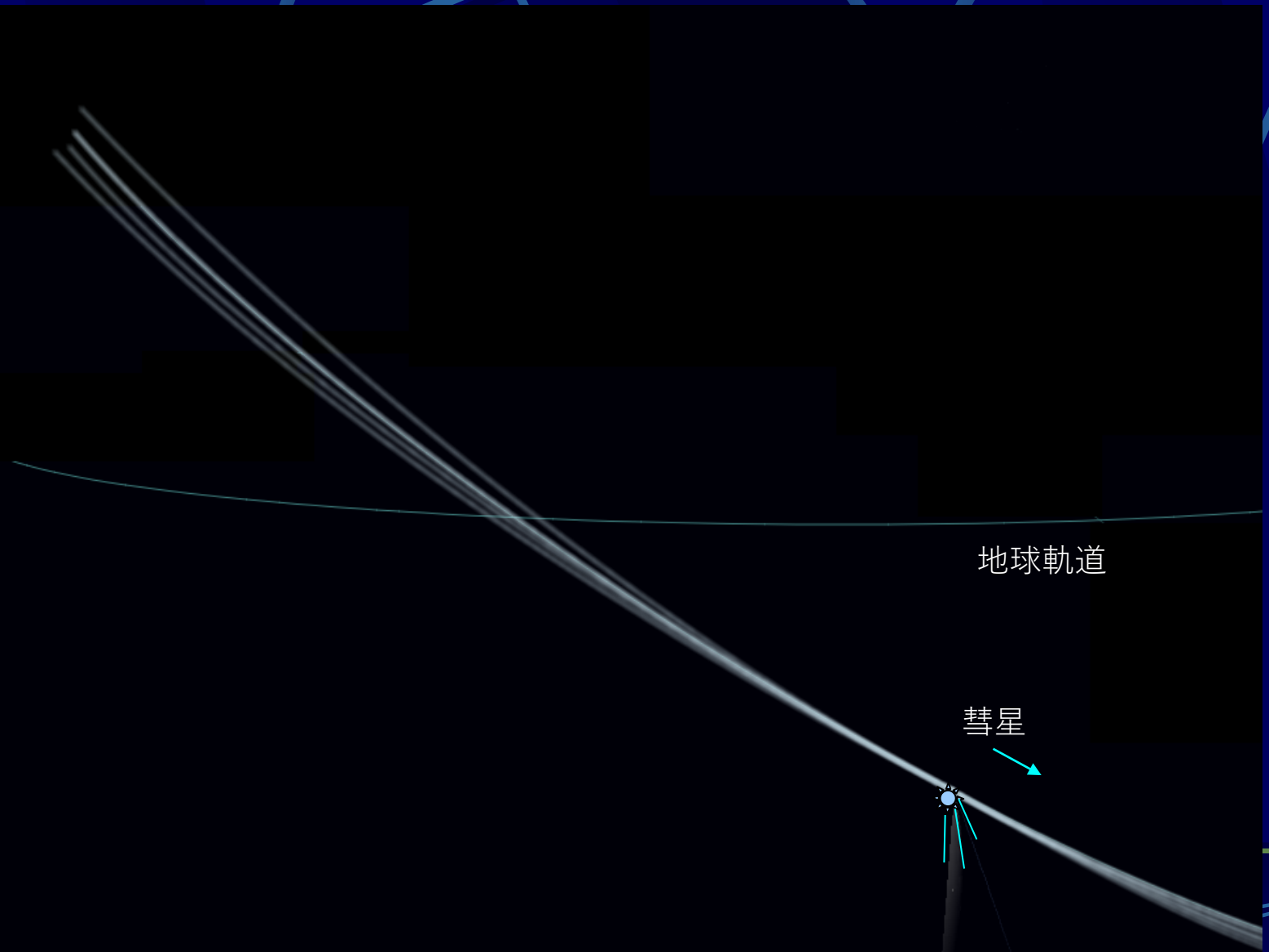

地球
地球軌道
彗星
地球軌道

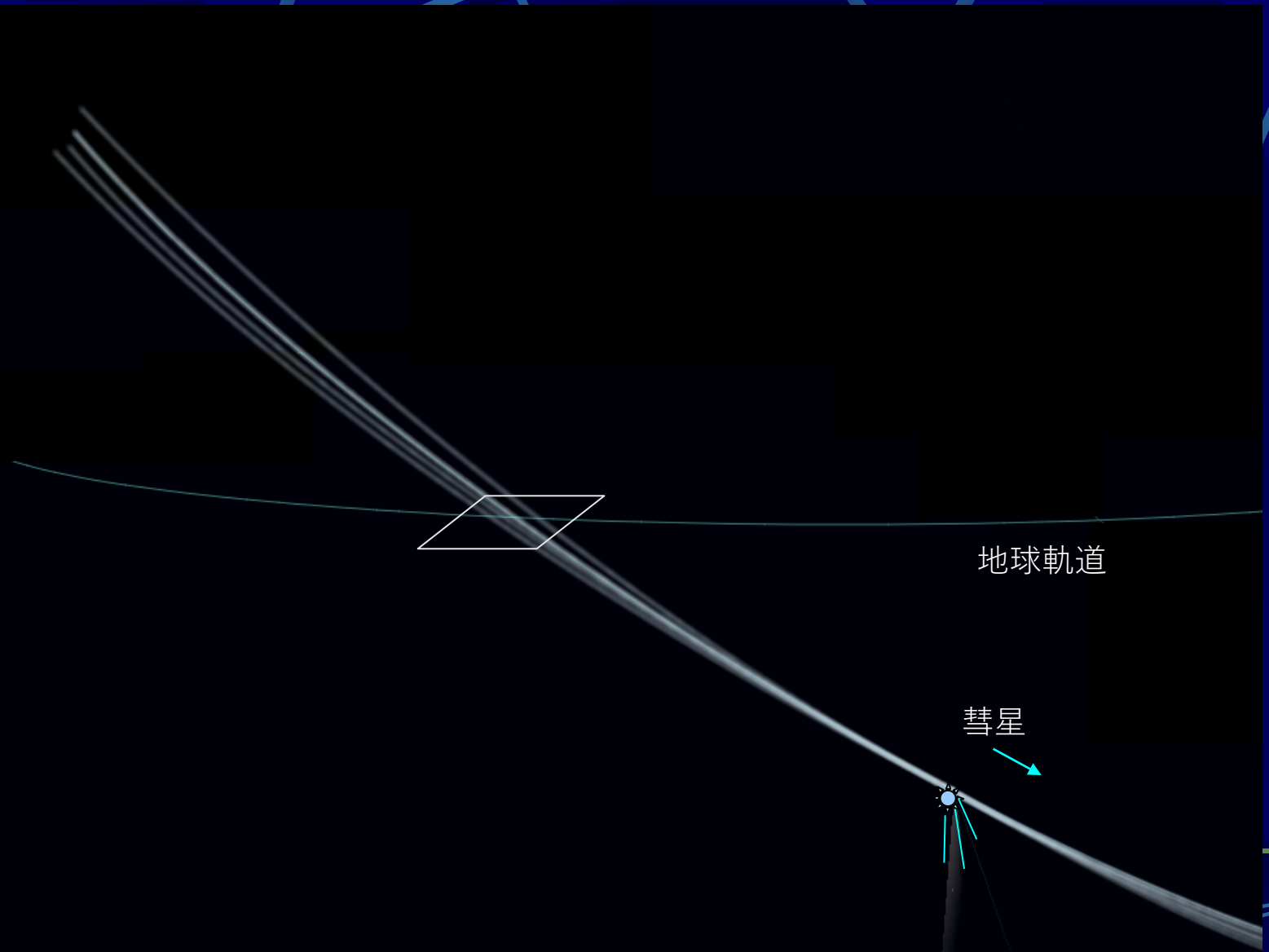

地球
地球軌道
地球軌道
彗星

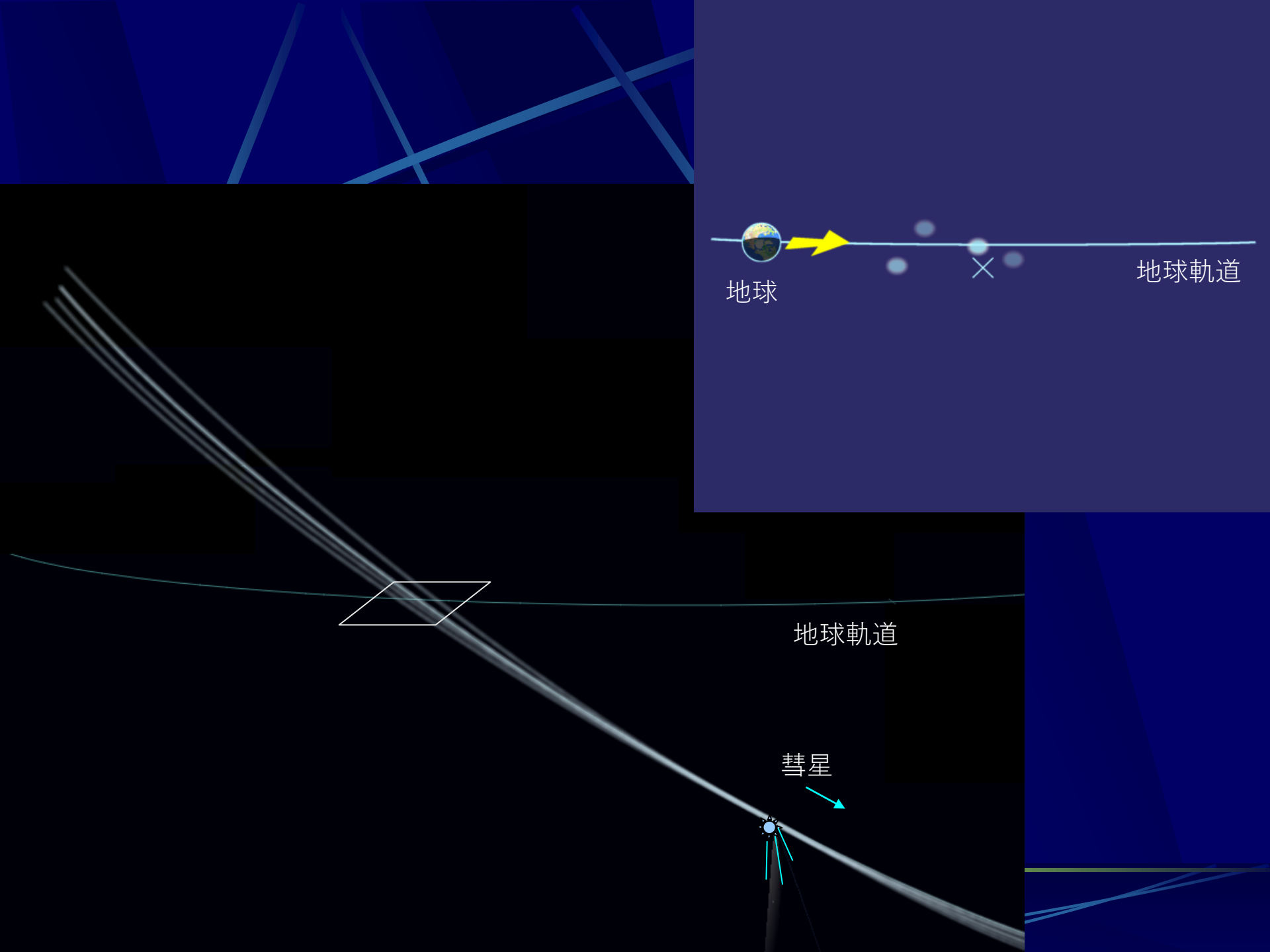

地球
地球軌道
地球軌道
彗星

しかし、2001年以降の新しい理解では

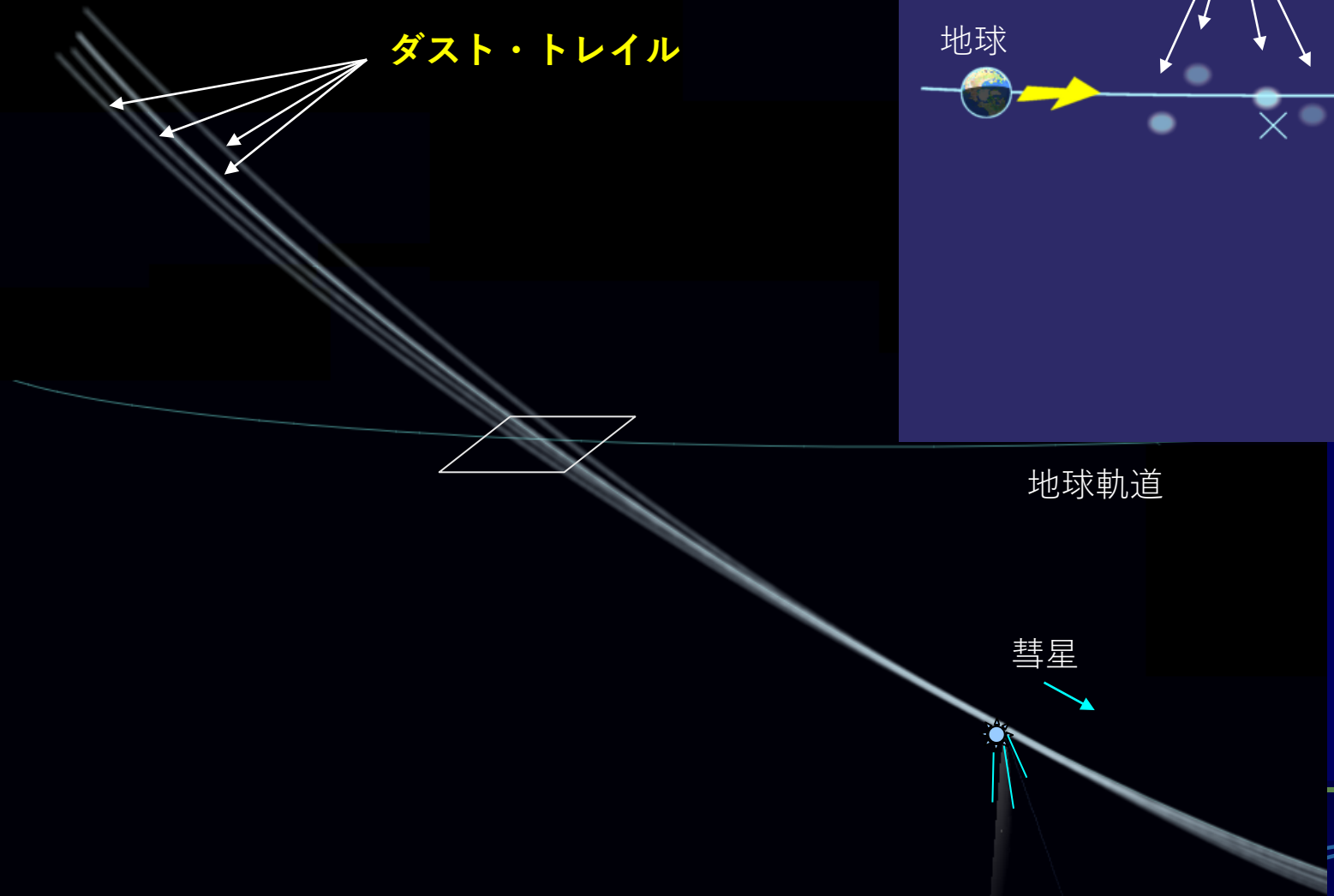
- ダスト・トレイル理論
  - 母彗星の回帰毎の軌道を基準に塵粒の細いチューブ（ダストトレイル）が独立に存在
  - それぞれが、どの場所にあるかを算出
  - 地球とトレイルの位置関係から出現予測
  - 出現数は、過去の遭遇実績と出現数から推定

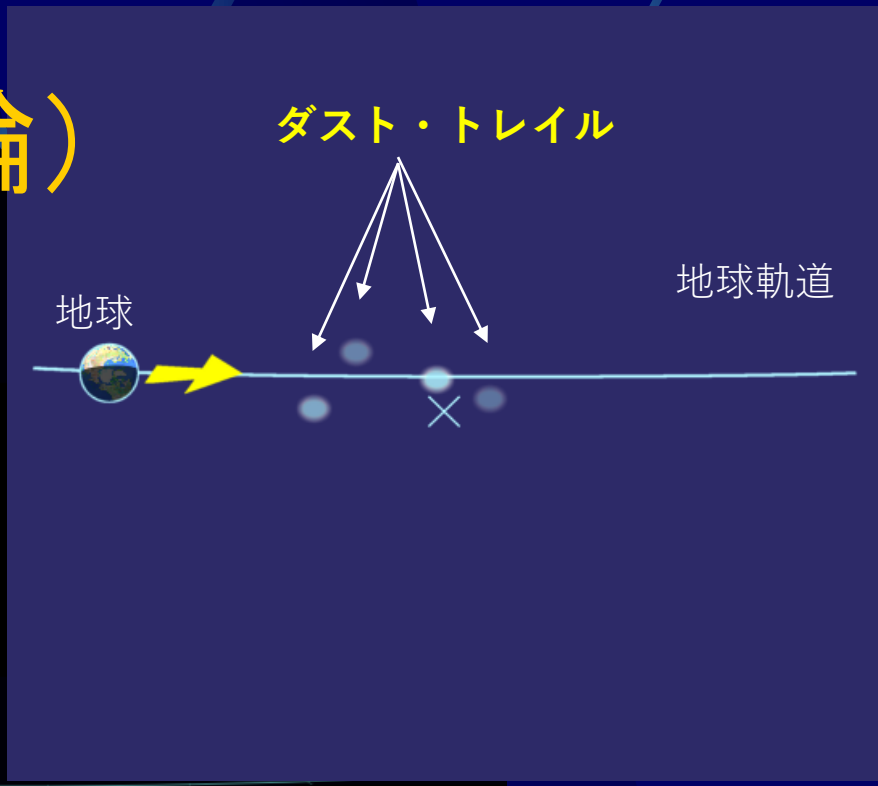

地球軌道
彗星


地球軌道
彗星

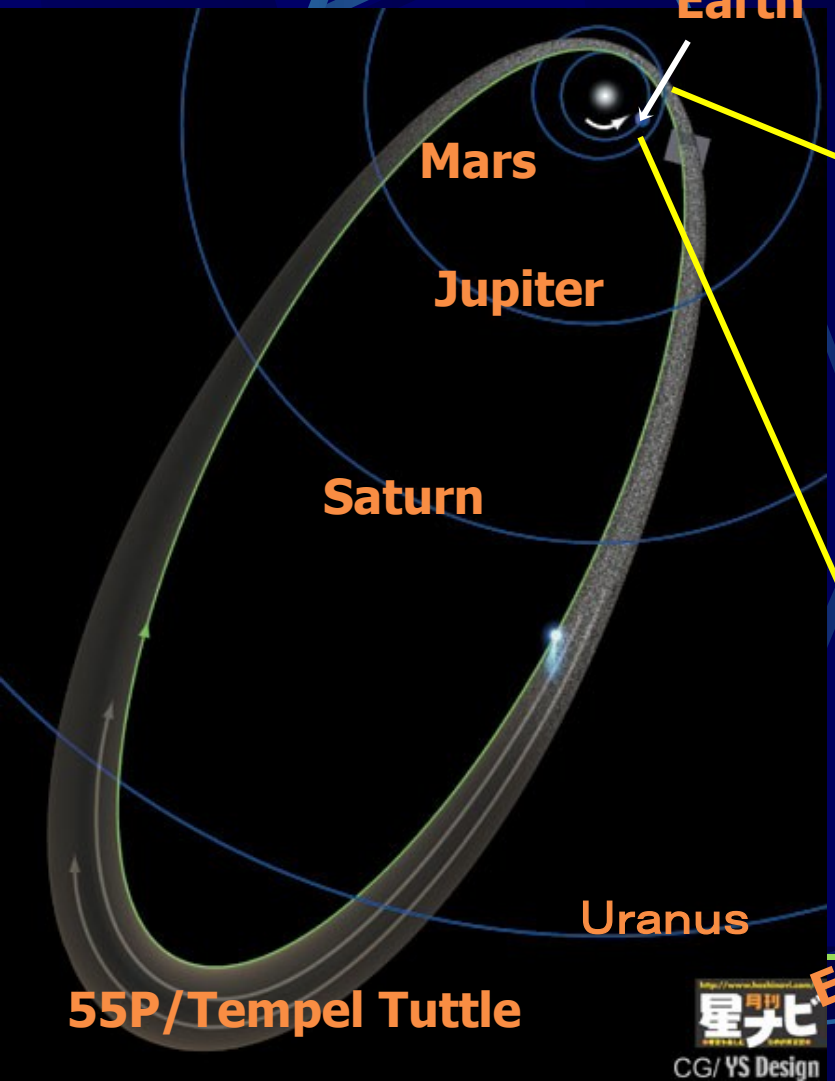

地球
地球軌道
地球軌道
彗星

流星群の新理論
（ダスト･トレイル理論）



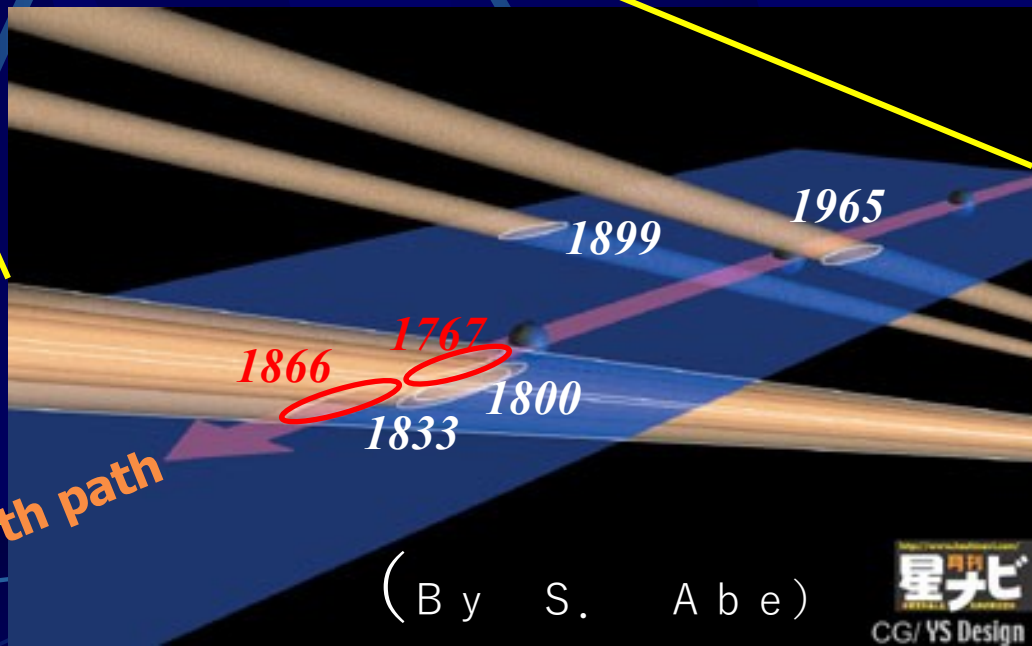


しし座流星群

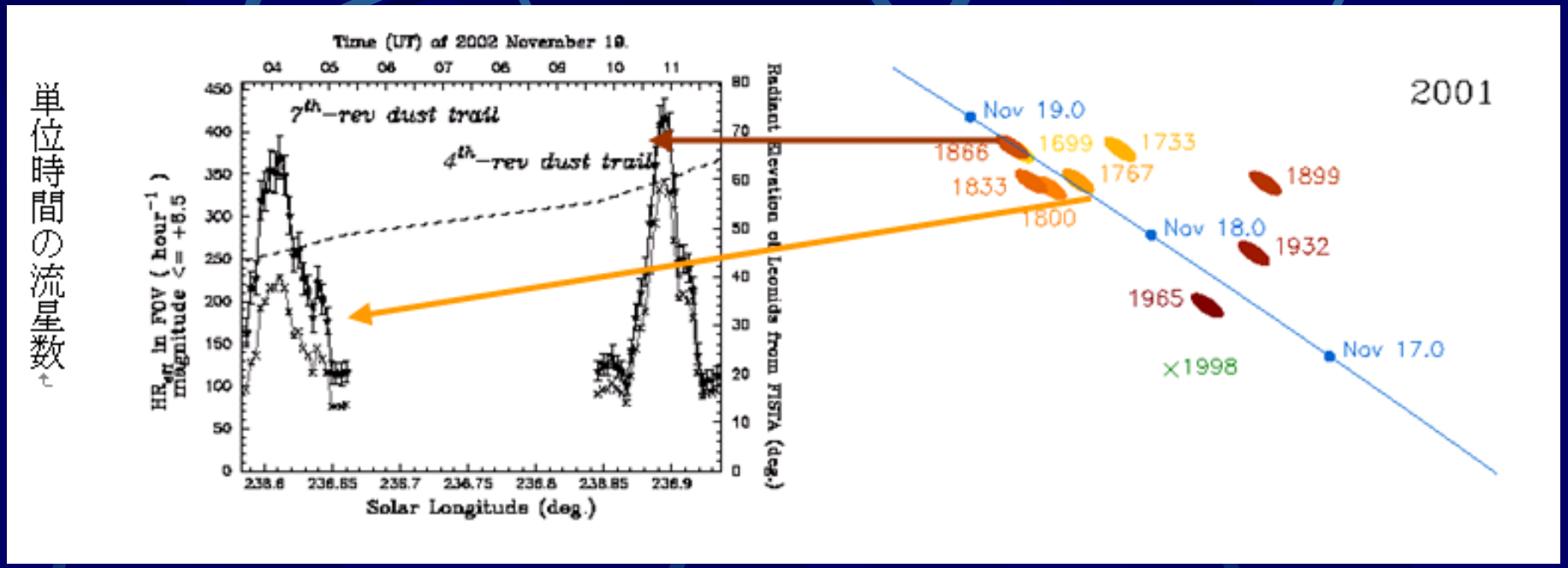


周回毎に異なる細い流星体のトレイルが生じる

——> 理論的に流星群出現を正確に予測



しし座流星群　2001年の出現

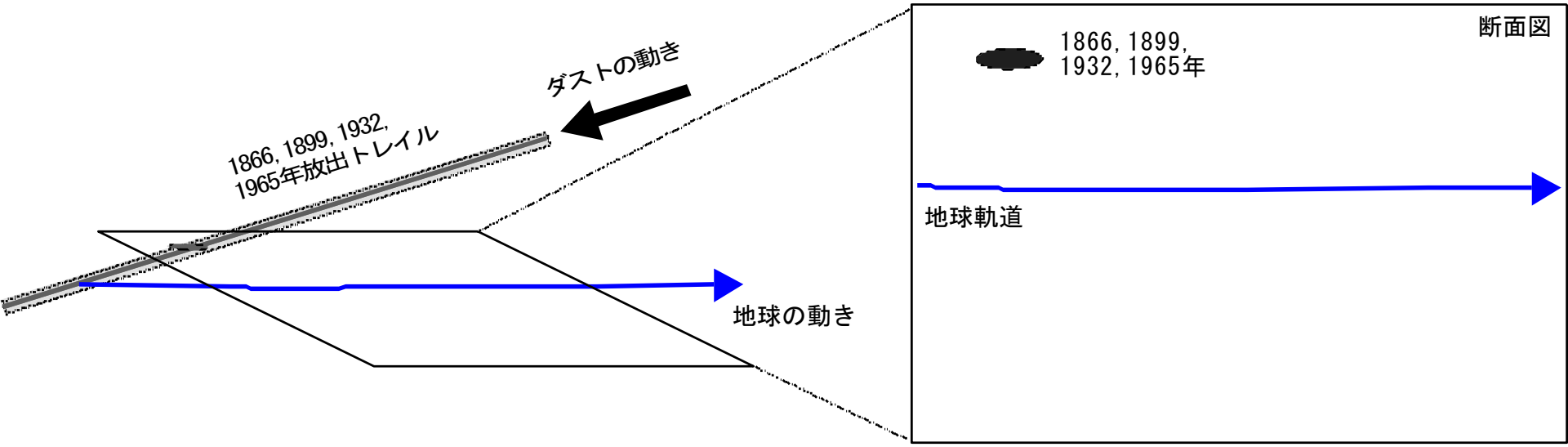


Abe et al. (2003)　　Asher (1998)

ダストトレイル理論の正しさが証明

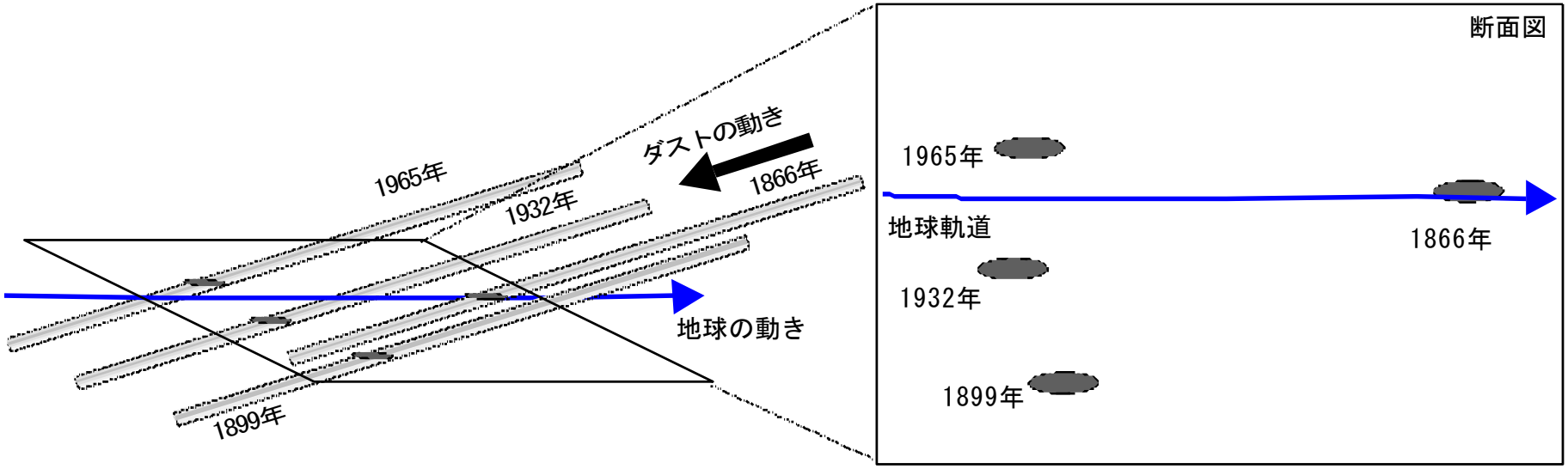
ダスト・トレイルがなぜばらばらになるのか？

①摂動の影響が全く無い**時**



ダスト・トレイルがなぜばらばらになるのか？
惑星摂動の影響

②摂動の影響を計算した時



ダストは各放出年毎の流れに分離し、細いチューブ状のダストトレイルがいくつも分布するようになる。
1866年トレイルが地球と接近し大出現する。

流星の観測手法

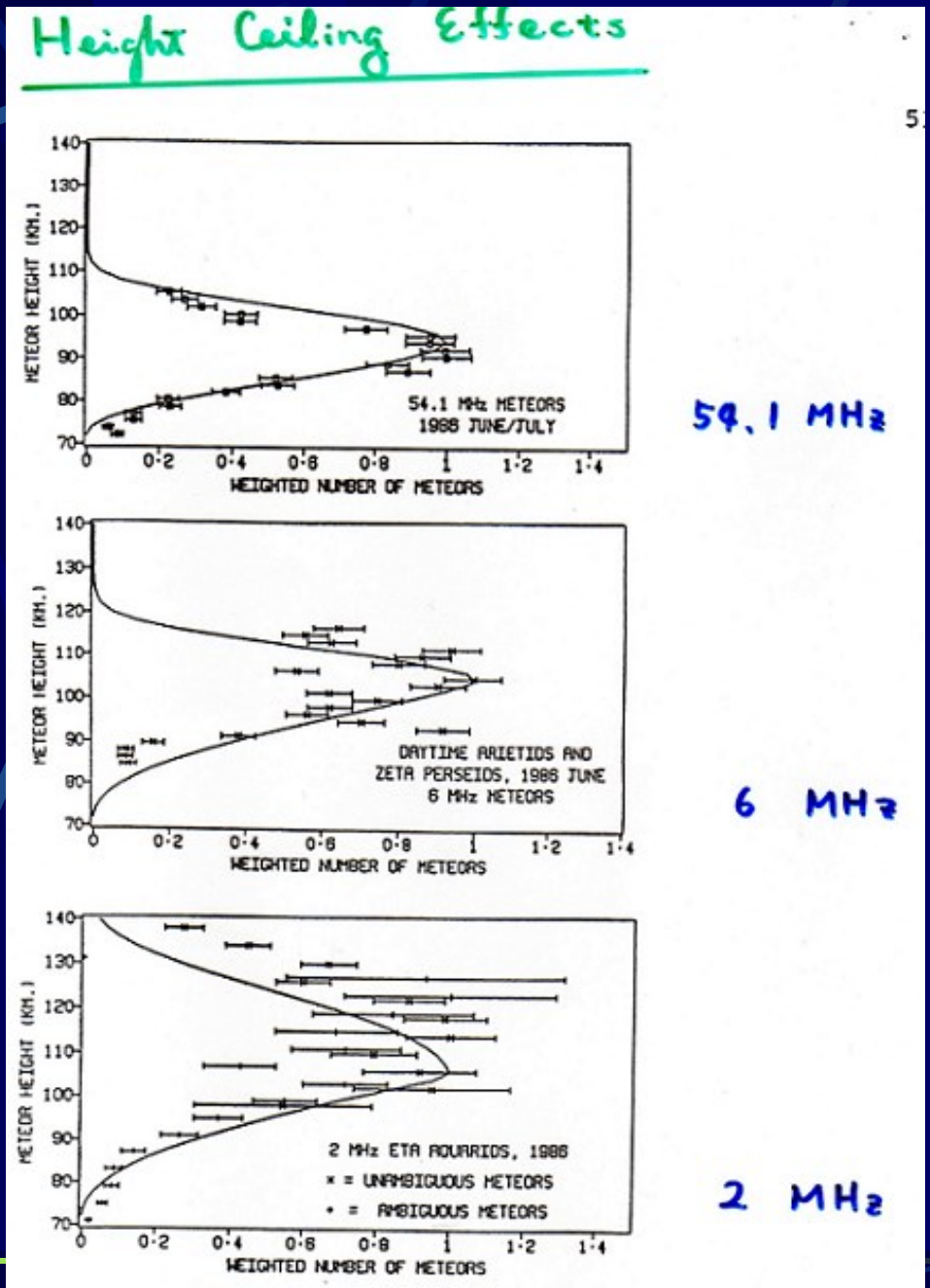
- 眼視観測　写真以前、アマチュア天文家等
- 写真観測　複数点で軌道決定
- ビデオ観測　モニター、写真に代わる
  写真よりも暗い流星
- レーダー・電波観測
  モニター、暗い流星観測可能
  特殊な観測条件

例：京都大学MUレーダーによる観測

- メリット
  - 天候に左右されない
  - 昼でも観測できる
- デメリット
  - 検出される流星の選択効果がある
  - 観測モードによっては流星群識別ができない場合がある

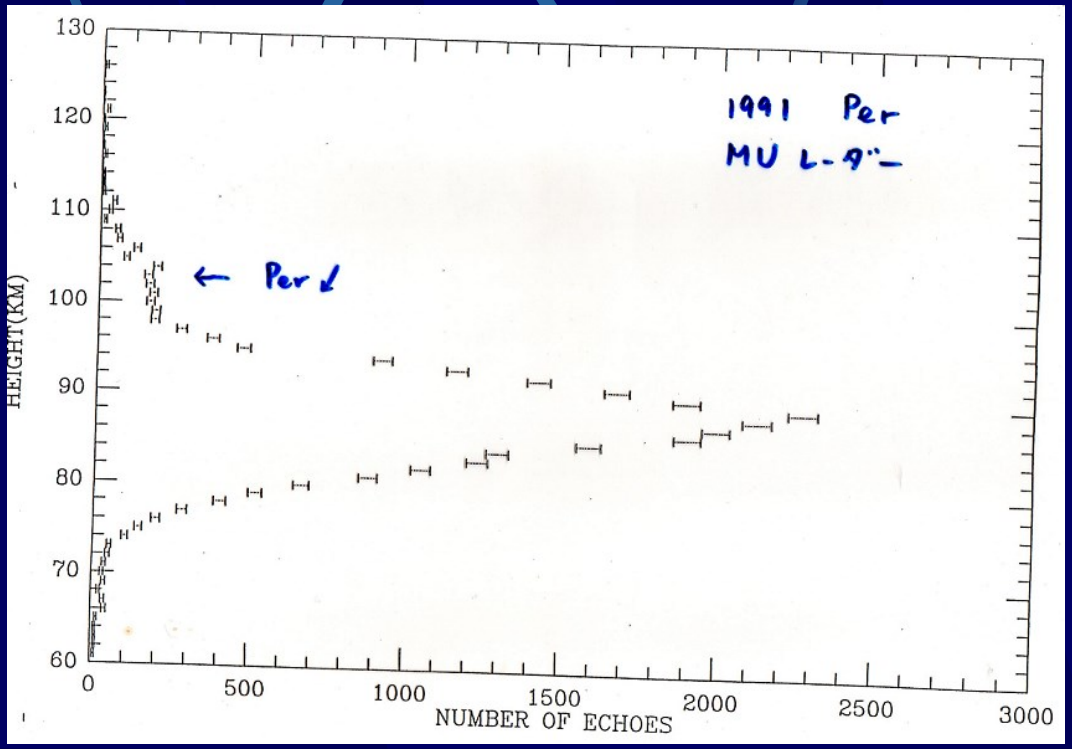
Height Ceiling

- 高々度の流星は捉えにくい
- 波長により異なる



MUレーダーでの選択効果検証 :ペルセウス座流星群

- 高速流星のケースでも捕捉は可能



Watanabe et al. (1992) PASJ v.44, p.677-685.

可視光・レーダー観測による流星の軌道決定

- 流星軌跡の二点観測から決定
  - 大気中の軌道と速度
  - ビデオ観測などが主流になり、精度が向上
  - レーダー観測による軌道決定も大きな進展
  - 大気中の軌道を地球重力を考慮して軌道要素にひきなおす必要
- 軌道要素のうち
  - 角度要素は決めやすい
  - 軌道長半径、離心率の誤差大

カナダCMORレーダー観測例

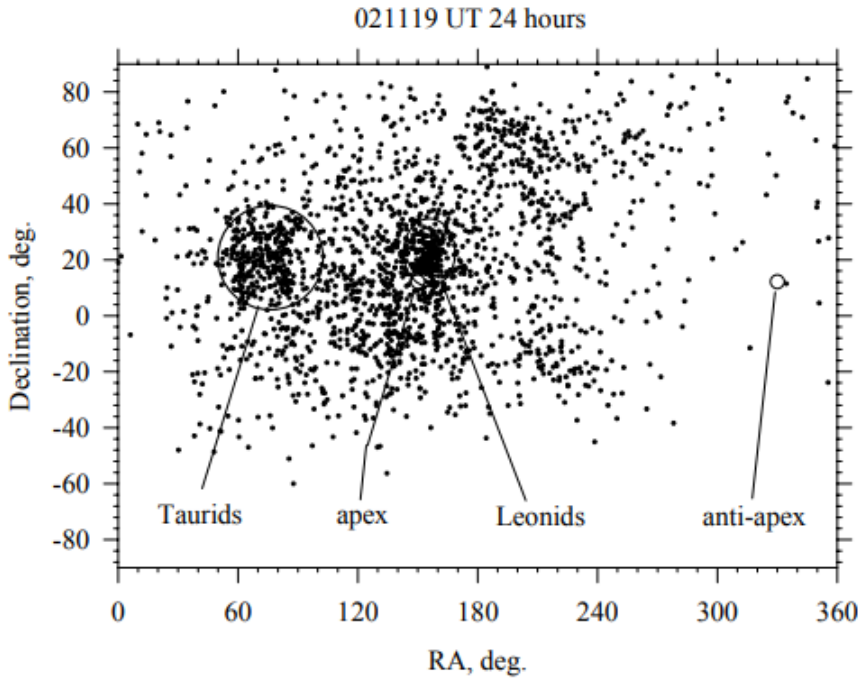


Fig. 9. The celestial coordinates of the radiants of the 2128 meteors observed by all 3 stations. The clustering around the expected value for the Leonids is apparent, as is the more diffuse radiant structure of the Taurids. The general sporadic background is a maximum in the direction of the Earth's way (the apex) and a minimum towards the anti-apex. Radiants below −47° in declination are not visible from this location.

Webster et al. (2004) Atmos. Chem. Phys. Disc 4, 1181-1201.

流星研究の現在
流星群と母彗星の関係＆進化

- しぶんぎ座流星群の母天体は？
- 長周期彗星でも流星群は生まれるのか？
  こと座流星群（４月）　1861I　？
- 小惑星からも流星群は生まれるのか？
  ふたご座流星群（１２月）　A/Phaethon
  （彗星の残骸か、小惑星か）
- 周期群の研究と母天体進化の解明　－＞　例
- 昼間流星群のレーダーによる軌道決定
- 流星体の構造や進化、組成の解明　－＞　例

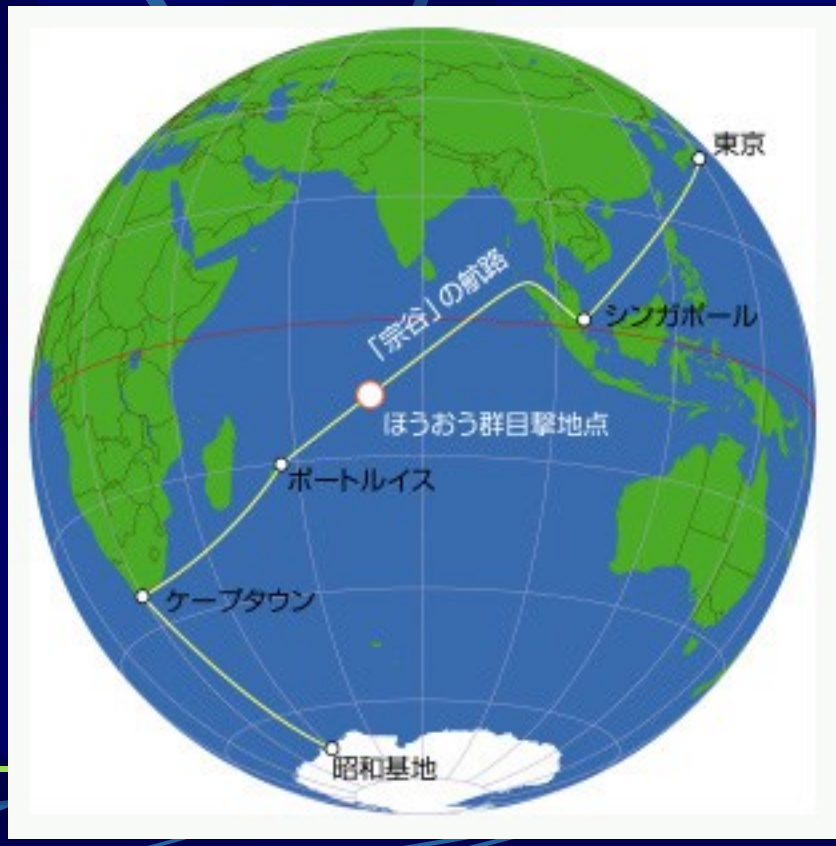
幻の流星群を追って
ほうおう座流星群
研究成果　その3

1956年(昭和31年)12月5日

それは今から、
66年前

1956年12月5日

- 南極観測船「宗谷」はインド洋上を南極に向かって航海中
- 第一次南極越冬隊



東京

シンガポール

1956年12月5日

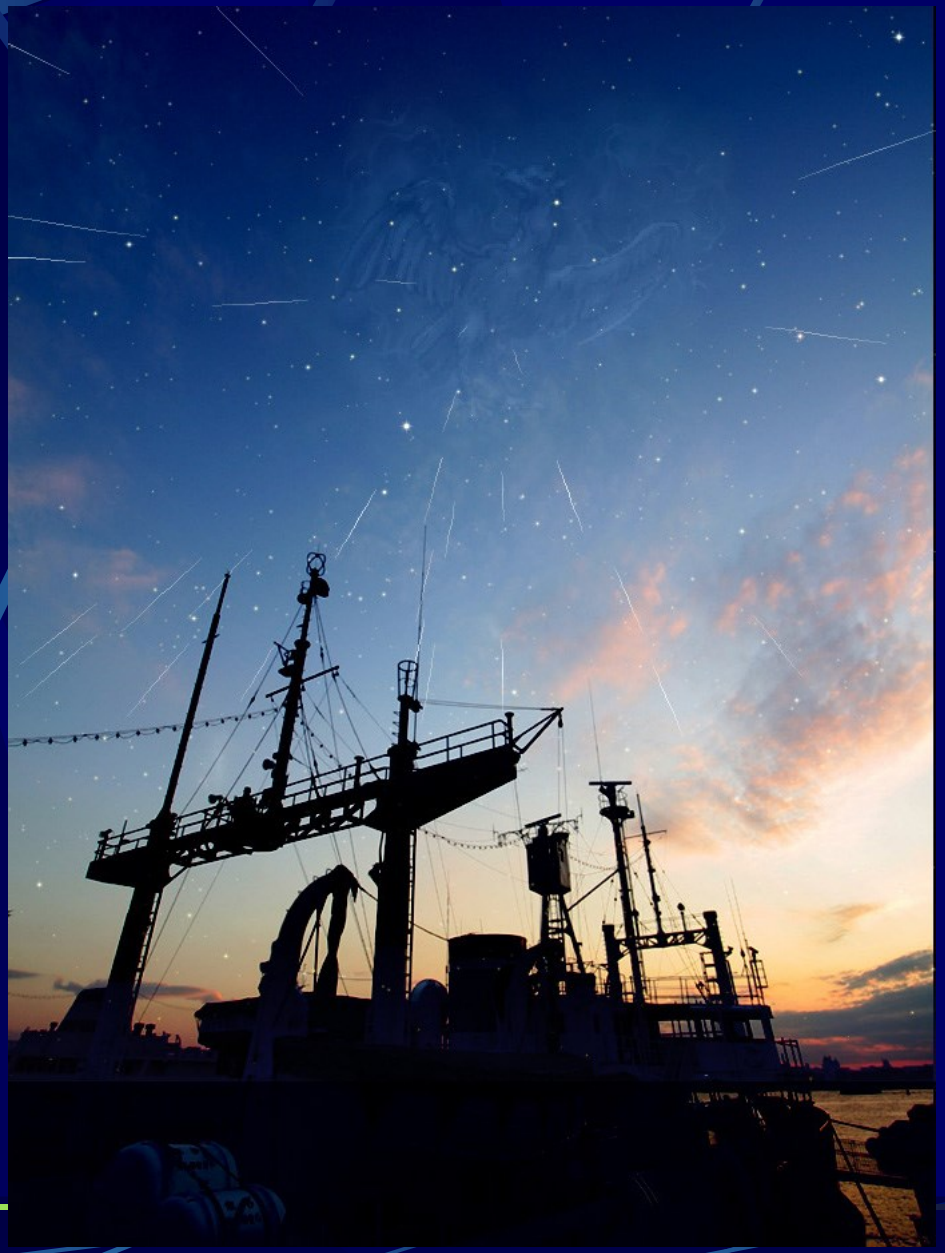
観測地点
(東経72度21分, 南緯11度00分)

ケープタウン

南極大陸

1956年12月5日

- 突然の流星雨に遭遇
- 中村純二氏らによって貴重な観測記録が残される



南極新聞
昭和31年12月6日 木曜日

南極新聞

発行所
南極新聞社
観測船宗谷

熱帯の夜の饗宴
天球狭しと流星の乱舞

（五日特別至急報）五日、二〇五〇 船橋は突如照明彈でも受けたように明るく輝いた。後部マストの増掲檣灯に十数倍する明るさである。見上げるとスバルとペガサスの丁度二等分線に沿って、視角二十度にわたる光芒が見える。つづいて、そのすぐ横に閃光一條、再び船橋は輝いた。閃光は直ちに拡がり、伸び、その光度を減じて行くが、残像はいつまでも消えない。望遠鏡で覗くと不可思議な狼火のように無気味に、視野一杯に褐色に燃えている。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。この時既に巾は三度に及び、色は次第に淡く、明るい銀河或は星雲のような壯態であった。折から全天に流星の暴風雨、北、西、南、西南、北東 あるいは東南の空に、あるものは赤い尾をひき、あるものは白い火花を散らし、紫色に、また橙色に、全く応接にいとまない有様で、居合わせた者、皆唖然としてこの壯麗な光景に見惚れたことであった。

この日、一八五〇頃、宗谷は熱帯の海を南西に向って順調に航行していた。オリオンが南の空低く輝き出した頃、前方の空に盛んに流星が飛ぶのを見て、一瞬その数を計ってみとうという健気な心も動いたが、流星の目視観測というものは元来極めて不正確だからと決めつけてそのまゝ捨て、W隊員と"これら流星の落ちる毎に誰かが死んでいるとすれば、今日は恐ろしい日だ"などと話合って旅情をなつかしんでいた。しかし、このような壯観に会うと、"流星観測は、雨水に含まれる流星塵によって行う"などとすましていられない。二二〇〇から西空をみつめて流星の録数を始めた。十分毎に採った結果は11・12・8・6・6・4で一時間47個。二三〇〇からは下松首航・関谷操舵員も共に空を眺め、流星間隔が12秒・18秒・80秒・112秒・128秒といった結果を得た。二一〇〇前後の最盛時には恐らく一時間五〇〇個を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

は星雲のような壯態であった。折から全天に流星の暴風雨、北、西、南、西南、北東 あるいは東南の空に、あるものは赤い尾をひき、あるものは白い火花を散らし、紫色に、また橙色に、全く応接にいとまない有様で、居合わせた者、皆唖然としてこの壯麗な光景に見惚れたことであった。

一〇七号機安泰！

（六日・宗谷）不調を伝えられた一〇七号機は本日〇九〇〇より航空長自から主線従席に坐り、再試験を実施。その結果 計器不良のみで、動力系統には故障のないことが判明、関係者は安堵の胸をナデ下している。

ダンス大盛況

（六日・宗谷）昨夜から開始されたダンス教室のレッスンは、シンガポールの悔を操返すまいと押すな押すな。約二〇名が吉田弘正教師の指導のもと、ワン公共の眼りをさまたげながら スロー スロー クイック クイックと涙ぐましい努力を展開した。

○ ○ ○ ○ ○

告知板

船内各位の協力に感謝

十二月二日付本紙上に当委員会から、電力節約について皆様の御協力をお願いいたしましたところ、其後の電力消費は十二月五日までの平均消費は、二日以前に比して約二〇パーセント方減少しました。このまゝで行けば、本船の電源にかなり高い安全度をもって遅轉出来るでありましょう。皆様の御協力を感謝するとともに、今後も一層の節電をお願いいたします。

電力管理委員會

寄稿 星学のすゝめ

われまた流星雨をみたり。

如何なる天変地異おこりたるか？ 流星北に一入多かりしより推し、インドは釋伽二世の誕生か？ 將又 北極洋の大落解始まりたるか？ 折から船橋にありし中村天文大博士・世界的航海学者下松氏も、たゞ"ハテ 面妖なり"とつぶやくのみ。就中、二一・四〇頃ペガサス・スバル間に尾を引きたる超特大流星の様相は、正に空前絶後、一閃、二閃、青白き閃光は波間に浮ぶ泡沫まで照し、居並ぶ人士の目をもくらましたり。一閃尾をひき、二閃爆発!! 数百科に及ぶその残光、数千億に及ぶ破片のきらめきは、第二の天の川かと、目を疑わしめたり。

されば諸賢!! 明夜の星空に目を転ぜよ！ 臥して軟文学、Y写真に心身を衰耗させる勿れ。立て！ そして甲板へ！ 仰げ夜空を！ しかして神秘の閃きを凝視せよ！

（航海科 筏の子）

Tokyo Astronomical Observatory

TOKYO ASTRONOMICAL BULLETIN

Second Series, No. 99 August 20, 1957

Meteoric Shower Observed on December 5, 1956 in the Indian Ocean.

By Masaaki Huruhata and Junji Nakamura

On board of the Soya, Japanese expedition ship to the Antarctic for the International Geophysical Year, a remarkably rich shower of meteor was observed by Nakamura while he was

- 宗谷の船上で中村純二さんが顕著な流星雨を観測した。
  - **1956年12月5日**
  - 極大は世界時の**16:30**頃
- **16:34**には満月級の火球出現、流星痕が数分間残った。
  - 放射点は、赤経**356**度,赤緯**-43**度（ほうおう座）
- 母天体は**1819VI**（ブランペイン彗星）の可能性があるが、疑わしい（**doubtful**）

follows.

$$\Omega=73^\circ, \quad q=0.9995, \quad i=12^\circ, \quad \Pi=70^\circ$$

As the associated comet, 1819 VI (Blanpain) can be pointed out as having fairly similar elements which is given in C.R. 144 as follows.

$$\omega=350.^\circ1, \quad \Omega=77.^\circ4, \quad i=9.^\circ4, \quad q=0.892, \quad e=0.699$$

(T=1819 Nov. 20.8)

The real association with this comet will be much doubtfull, because the comet with only once observed nearly one and half centuries ago.

“ほうおう座流星群“は誕生したが？

- 1957年以後も期待されたが、まったく出現しなかった
- 母彗星と考えられたブランペイン彗星も行方不明となったままだった
- いつしか幻の流星群として伝説になっていった

時は流れて。。。

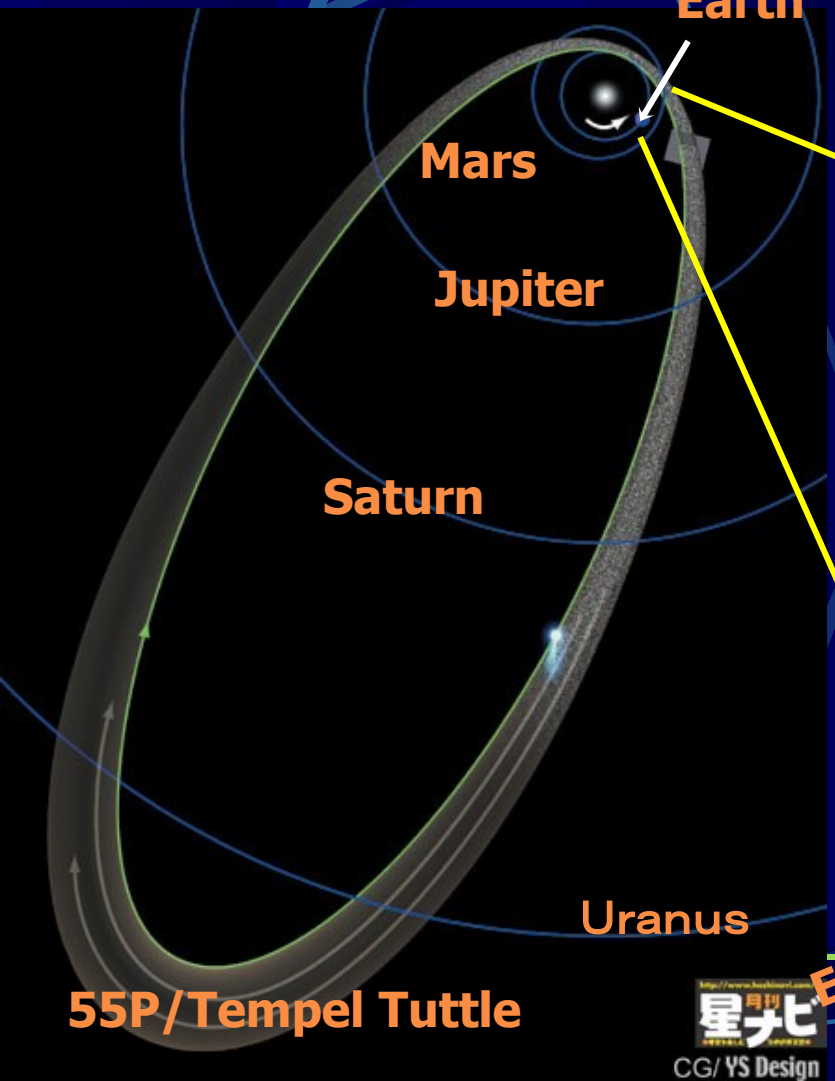
2001年(平成13年)5月

それは今から、
21年前

しし座流星雨
流星の研究に大きな進展が

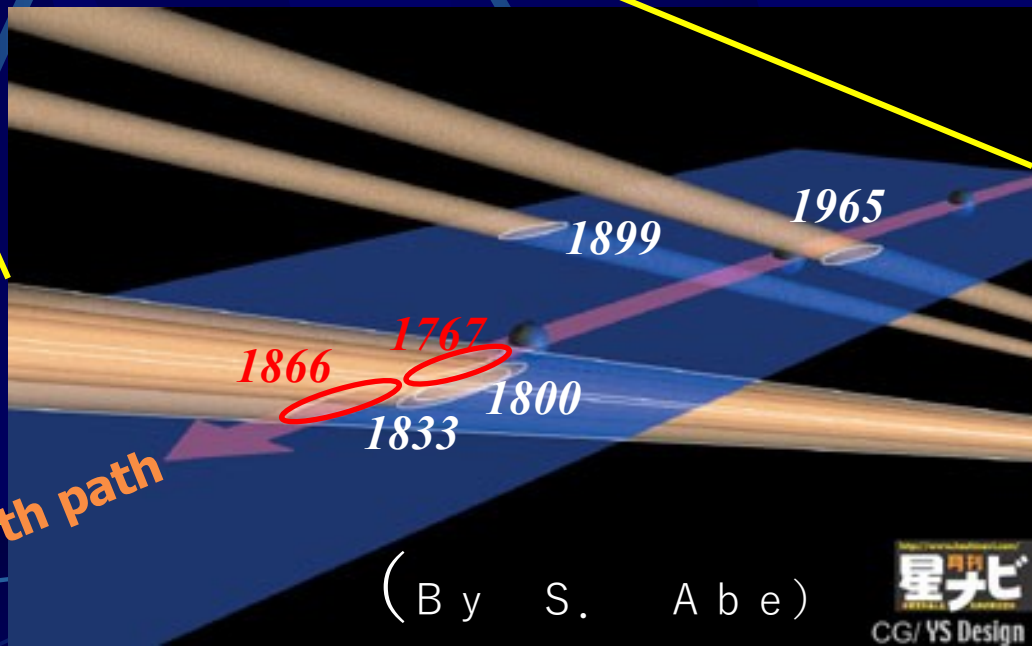
- 流星群の概念が大きく変わるきっかけに
  - ダスト･トレイル理論の成功
- その後、流星群の出現予報が可能に

しし座流星群

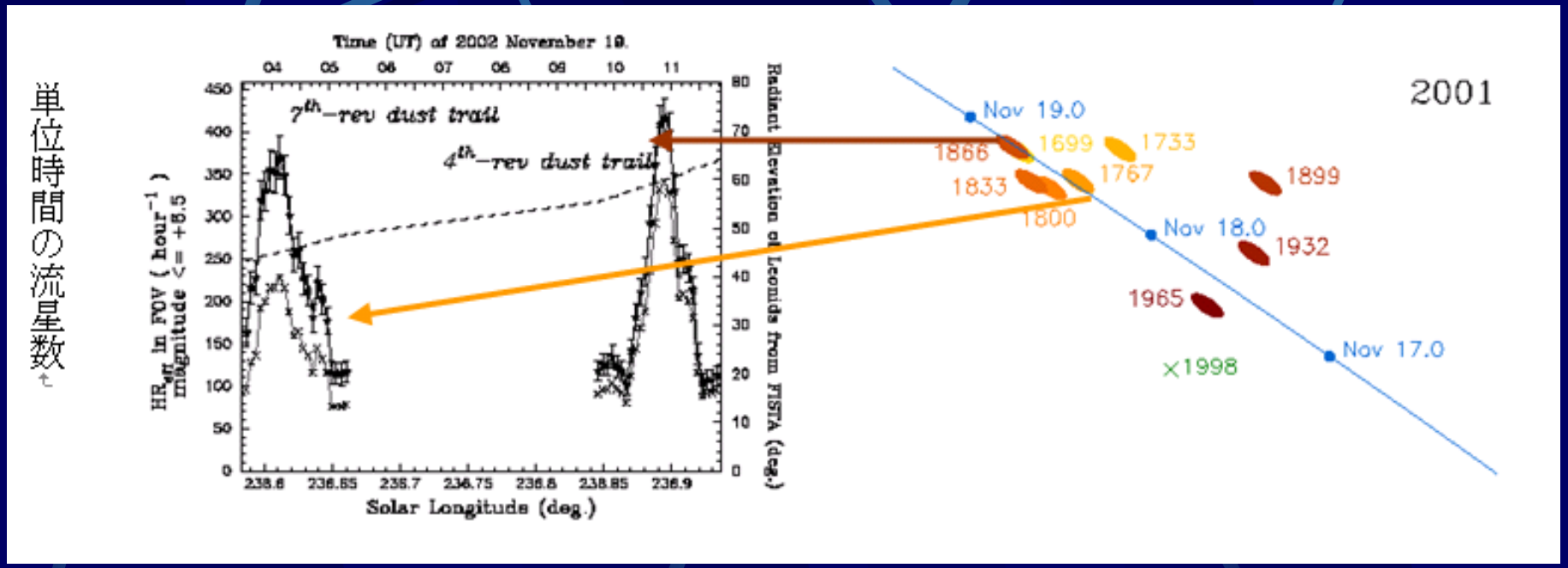


周回毎に異なる細い流星体のトレイルが生じる

——> 理論的に流星群出現を正確に予測



しし座流星群



Abe et al. (2003)　　Asher (1998)

ダストトレイル理論の正しさが証明

流星群の出現予測が可能に

- 母天体が同定され、その母親の軌道が正確にわかれば、ダスト・トレイル理論を適用することが可能
- 幾つかの周期群で予測や過去の出現の再現が成功するようになった

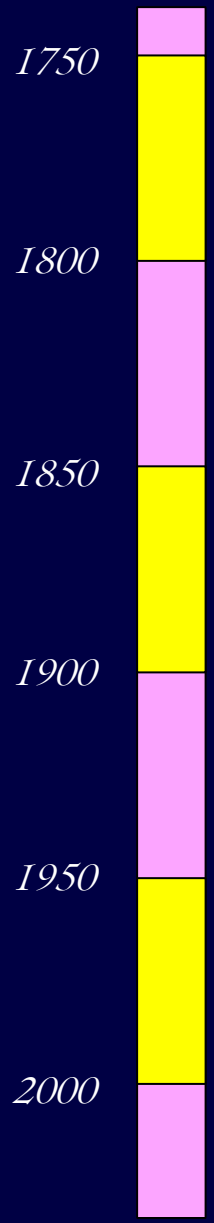
さらに時は流れて。。。

2005年(平成17年)5月

それは今から、
17年前

ほうおう座流星群
母天体、発見か？

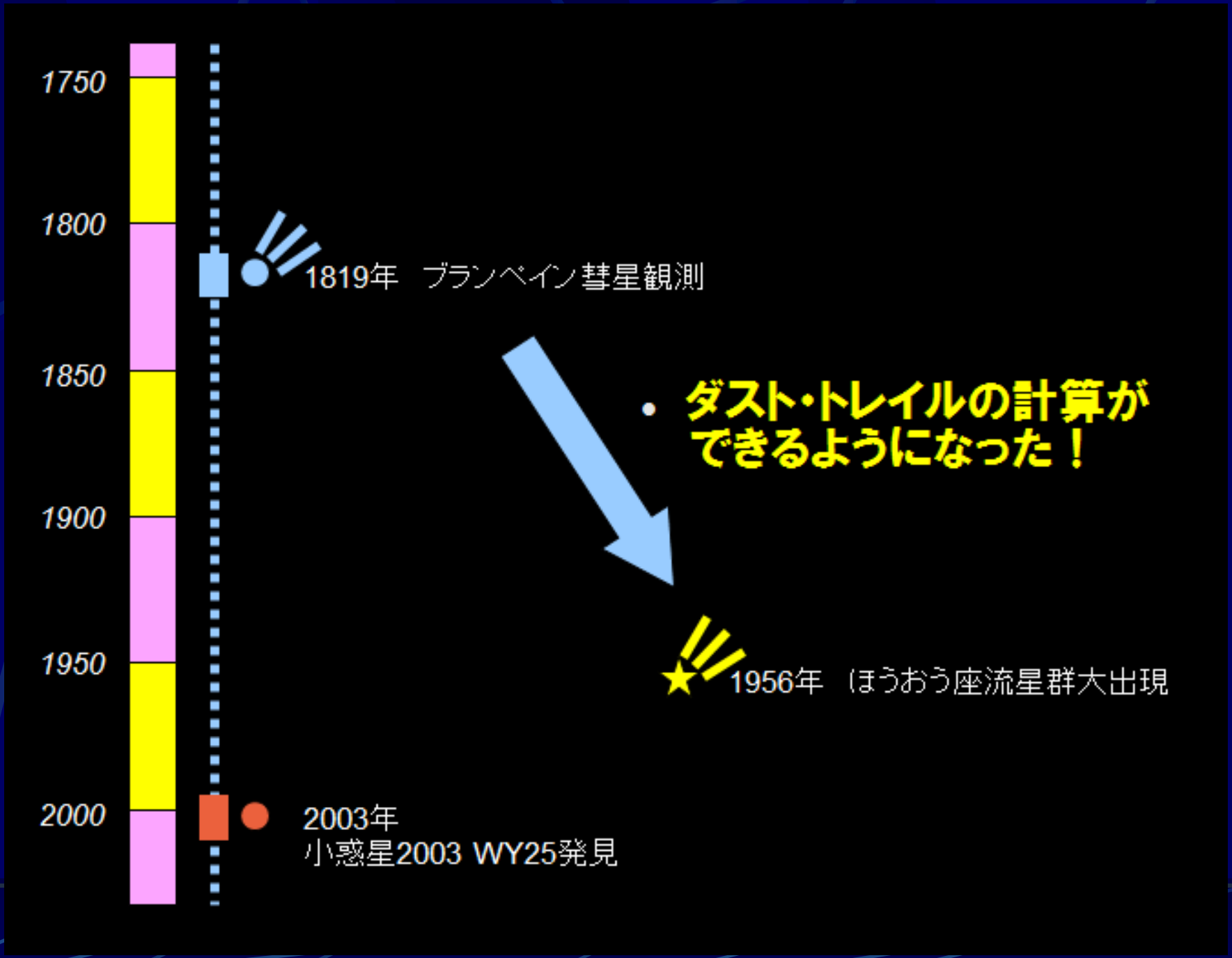
- ２００３ＷＹ２５という小惑星！
- 2005年になって、その軌道がブランペイン彗星に酷似していることが判明
- われわれはダスト・トレイル理論に適用し、彗星から流星体が放出されていると仮定して計算

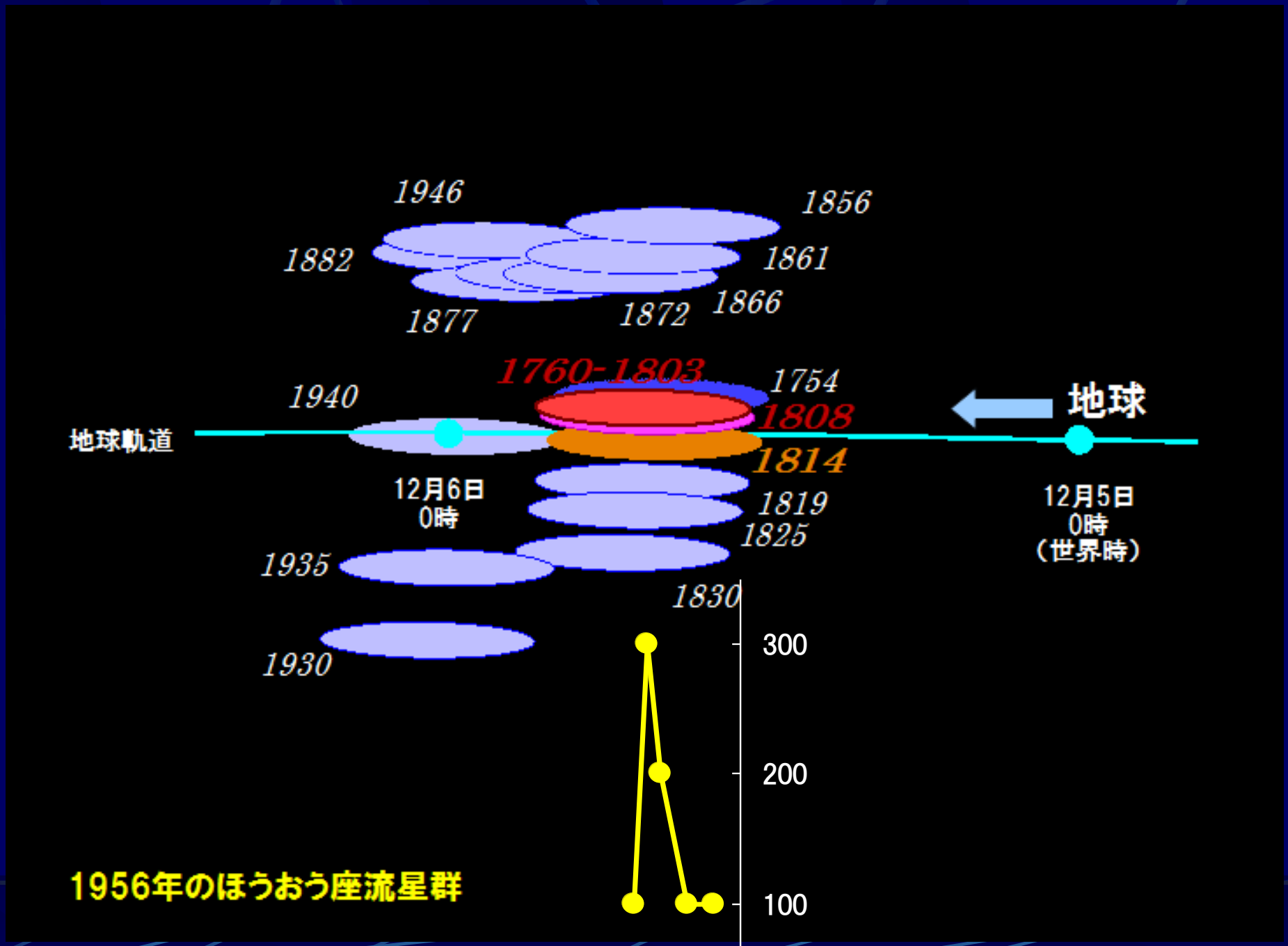


1819年　ブランペイン彗星観測

→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　ブランペイン彗星観測
ダスト・トレイルの計算ができるようになった！
1956年　ほうおう座流星群大出現
2003年
小惑星2003 WY25発見


1946
1856
1882
1861
1866
1877
1872
1760-1803
1754
1940
1808
地球
地球軌道
1814
12月6日
0時
1819
12月5日
0時
（世界時）
1825
1935
1830
1930
300
200
100
1956年のほうおう座流星群

結果

- 1956年には1760～1814に形成されたトレイルが地球を集中的に交差、時刻は大出現記録と一致　――＞　大出現の理由を解明
- 他の年には、ほとんどのトレイルが交差せず　――＞　幻となった理由も解明

Watanabe et al.(2005) PASJ 57, No.5, L45-L49

しかし、未解決の問題が。。。

- 放射点が一致しない！
  - 理論値　　α ＝　10.5°　δ ＝　－37°
    (Watanabe et al. 2005)
  - 観測値　　α ＝　356°　δ ＝　－43°
    (Huruhata & Nakamura 1957)

“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

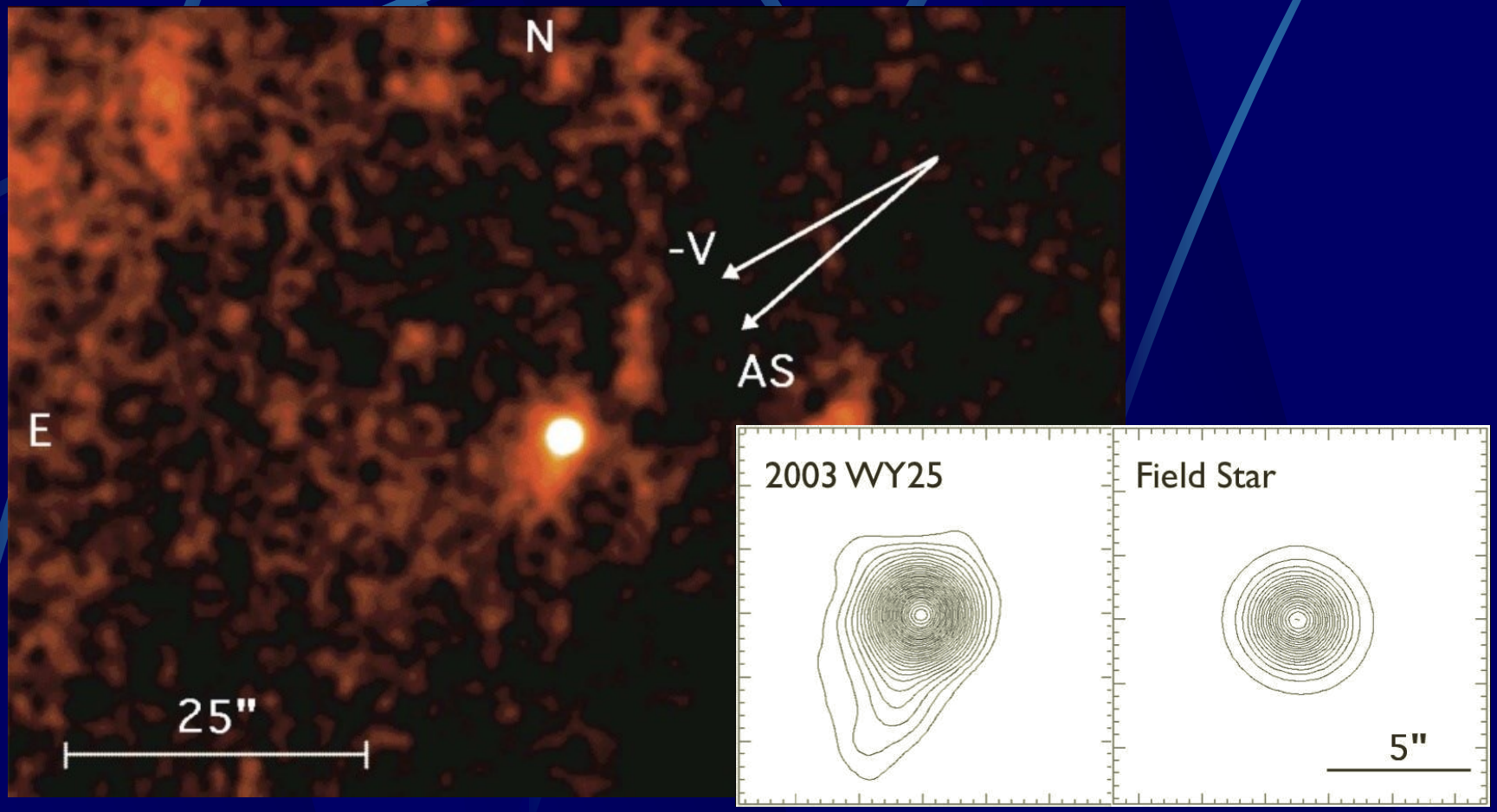
最もよい解決法は？

- 目
- こ
- し
- 共
- の
- 記
- 小
- 度

ここまでの成果は。。。

- 彗星が枯渇し小惑星になる実例を確認
  - 地球に近づく小惑星の中には、枯渇した彗星があると疑われていたが、確認例は無かった
- 本当に枯渇しているのか？

小惑星2003WY25の観測画像
（2004年3月20日）



D.Jewitt 2006より

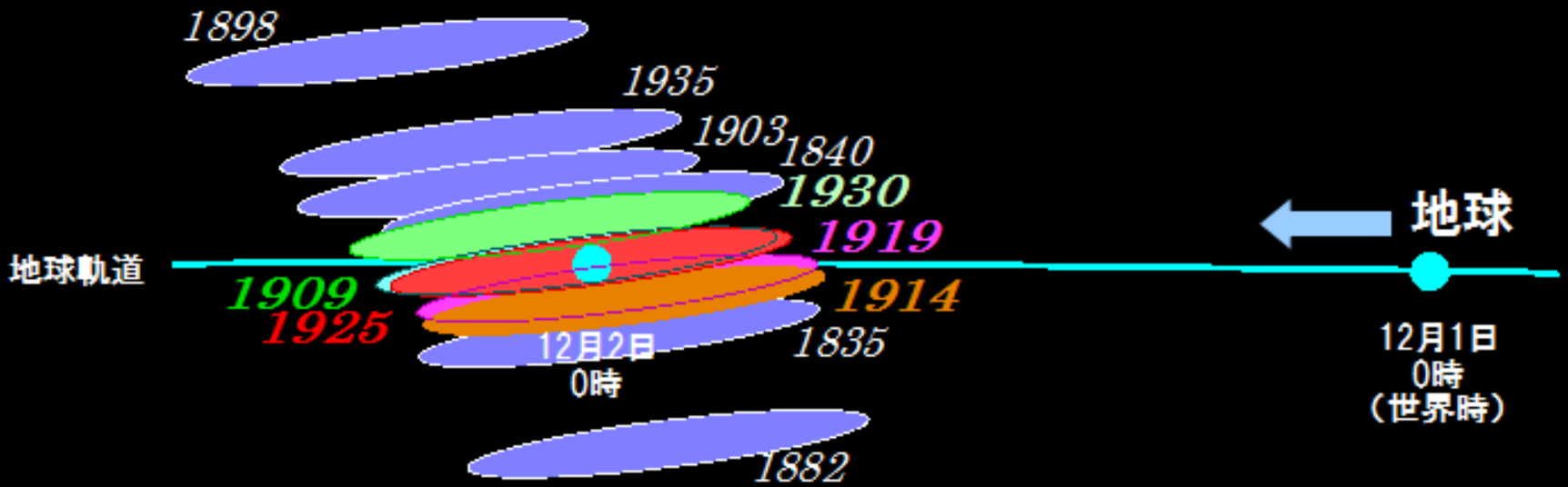
“COMET D/1819 W1 (BLANPAIN): NOT DEAD YET” D. Jewitt
Astron. J., 131:2327-2331(2006)

まだ完全に死んでいないとすれば

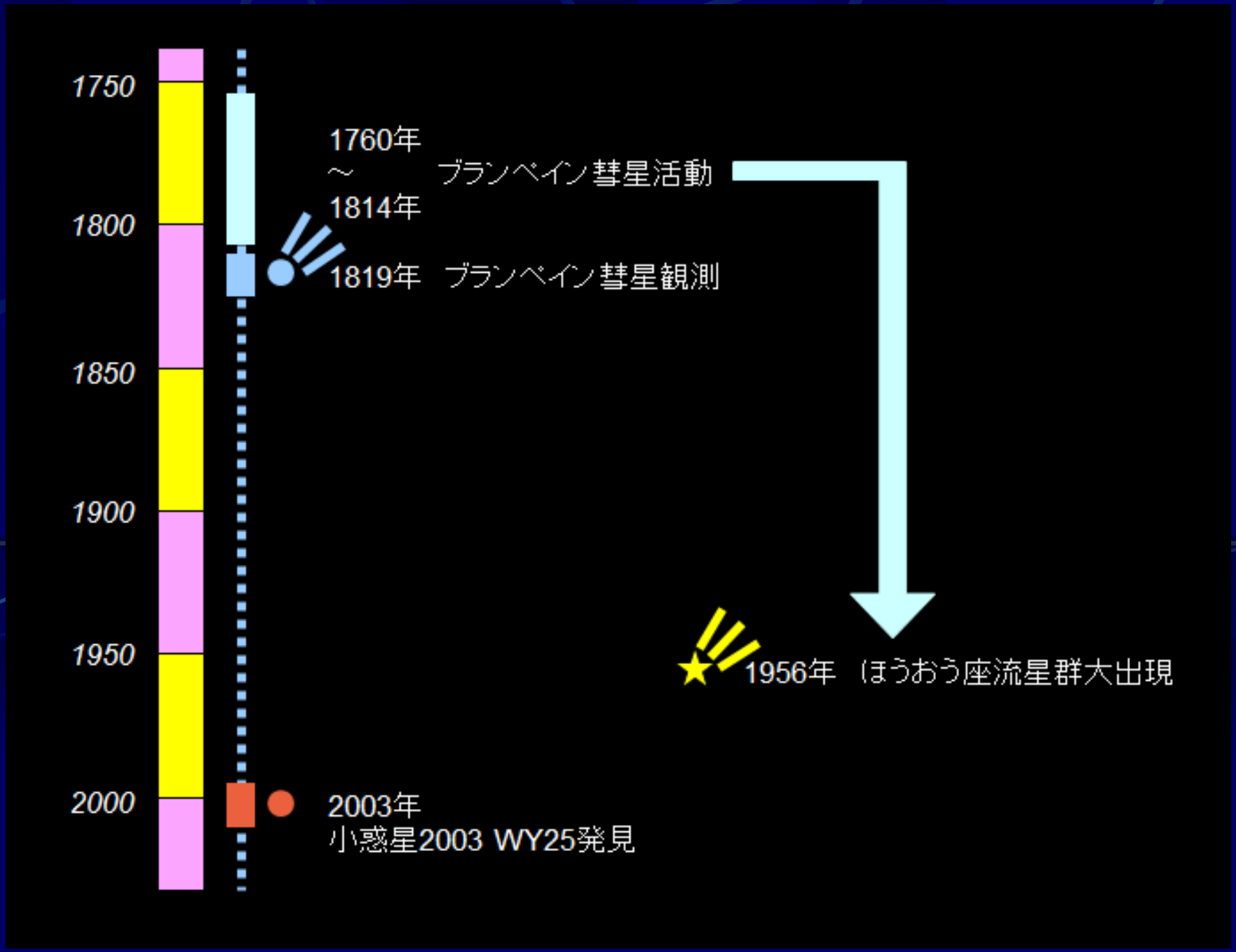
- この流星群を用いて彗星が枯渇する履歴やタイムスケールを知ることができる可能性
- なぜなら。。。
- 流星群の活動とトレイルが一対一対応すれば、トレイル形成時の時期のダストの放出度（＝彗星の活動度）がわかるはず
- そのチャンスはあるのか？

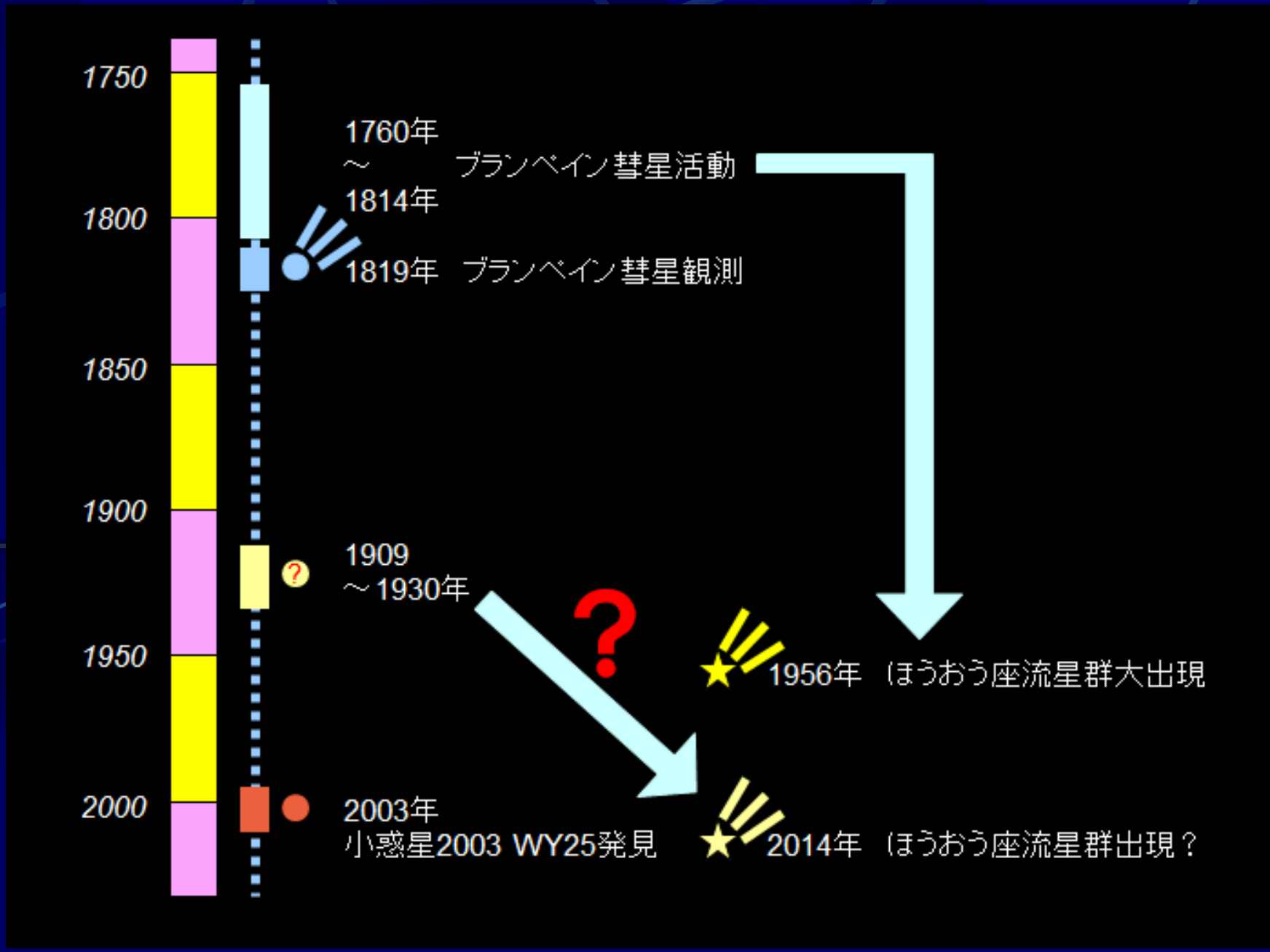
ダスト･トレイル理論は

- 過去だけでなく、将来についても計算可能
- ほうおう座流星群の将来を計算してみると。。。。
- 2014年　絶好のチャンスが。。。
  - 枯渇彗星の途中経過を流星群から知る

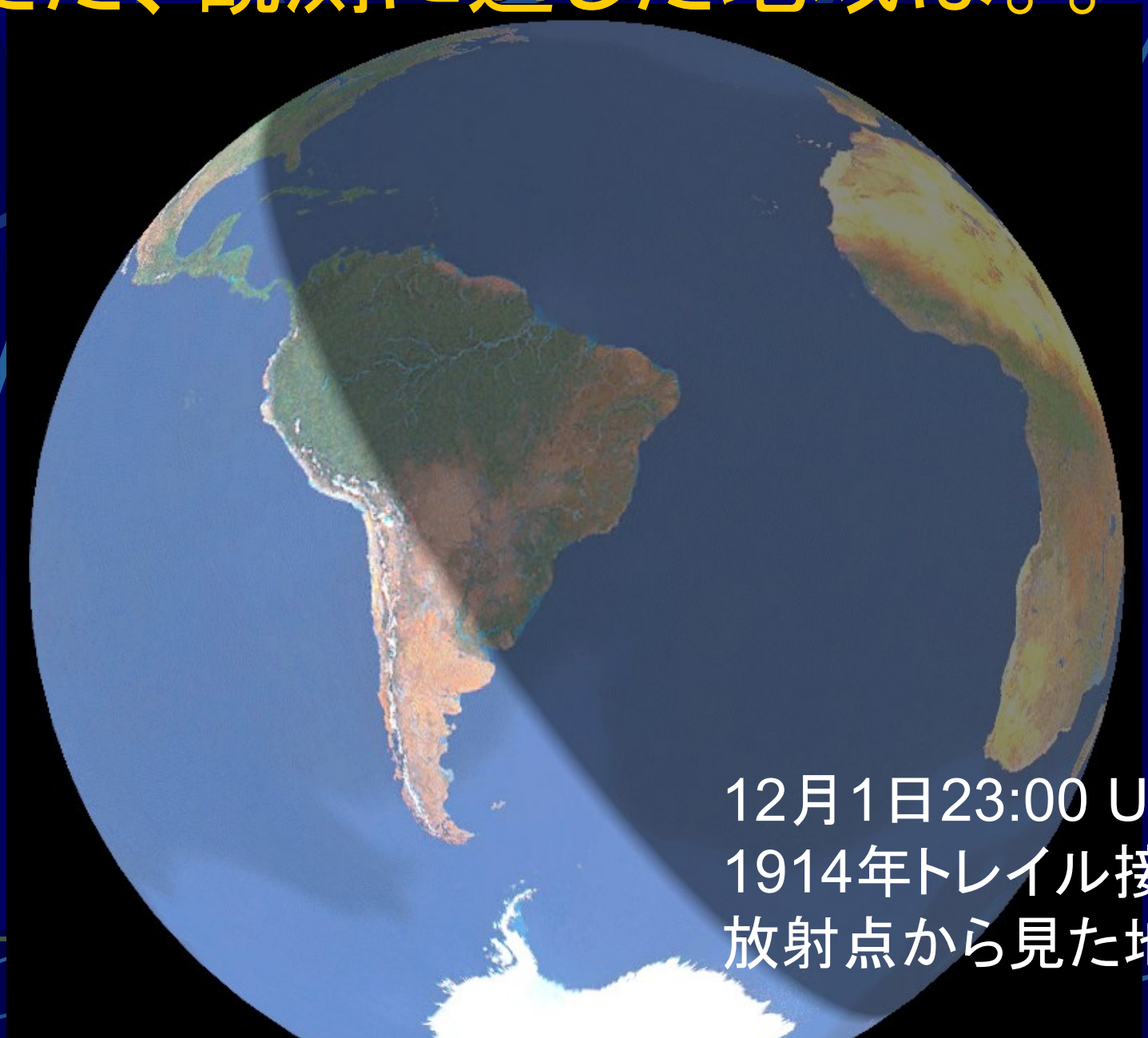


2014年のほうおう座流星群


1750
1800
1850
1900
1950
2000
1760年
～
1814年
ブランペイン彗星活動
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
2003年
小惑星2003 WY25発見


1750
1800
1850
1900
1950
2000
1760年
～
1814年
ブランペイン彗星活動
1819年
ブランペイン彗星観測
1909
～1930年
?
1956年
ほうおう座流星群大出現
2003年
小惑星2003 WY25発見
2014年
ほうおう座流星群出現？

ただ、観測に適した地域は。。



12月1日23:00 UT
1914年トレイル接近時
放射点から見た地球

00:00 UT

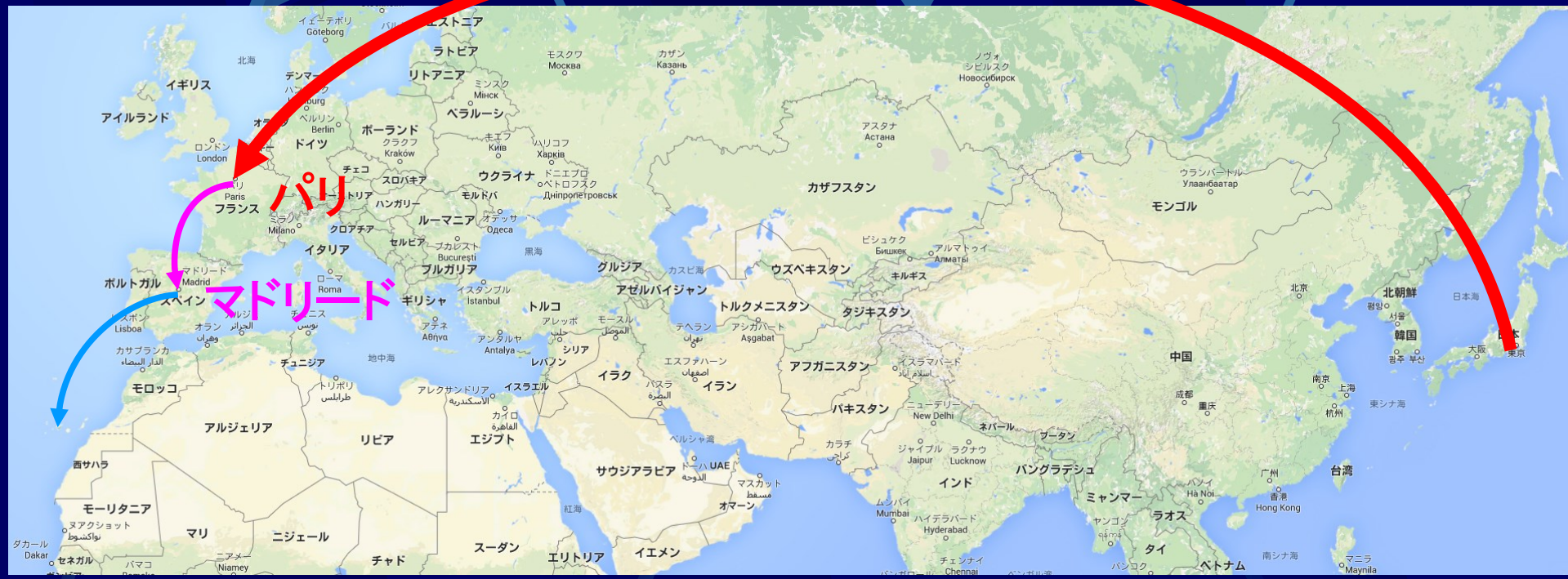
カナリー・ラパルマ島
Roque de los Muchachos Observatory

そしてついに。。。。。

2014年(平成26年)11月

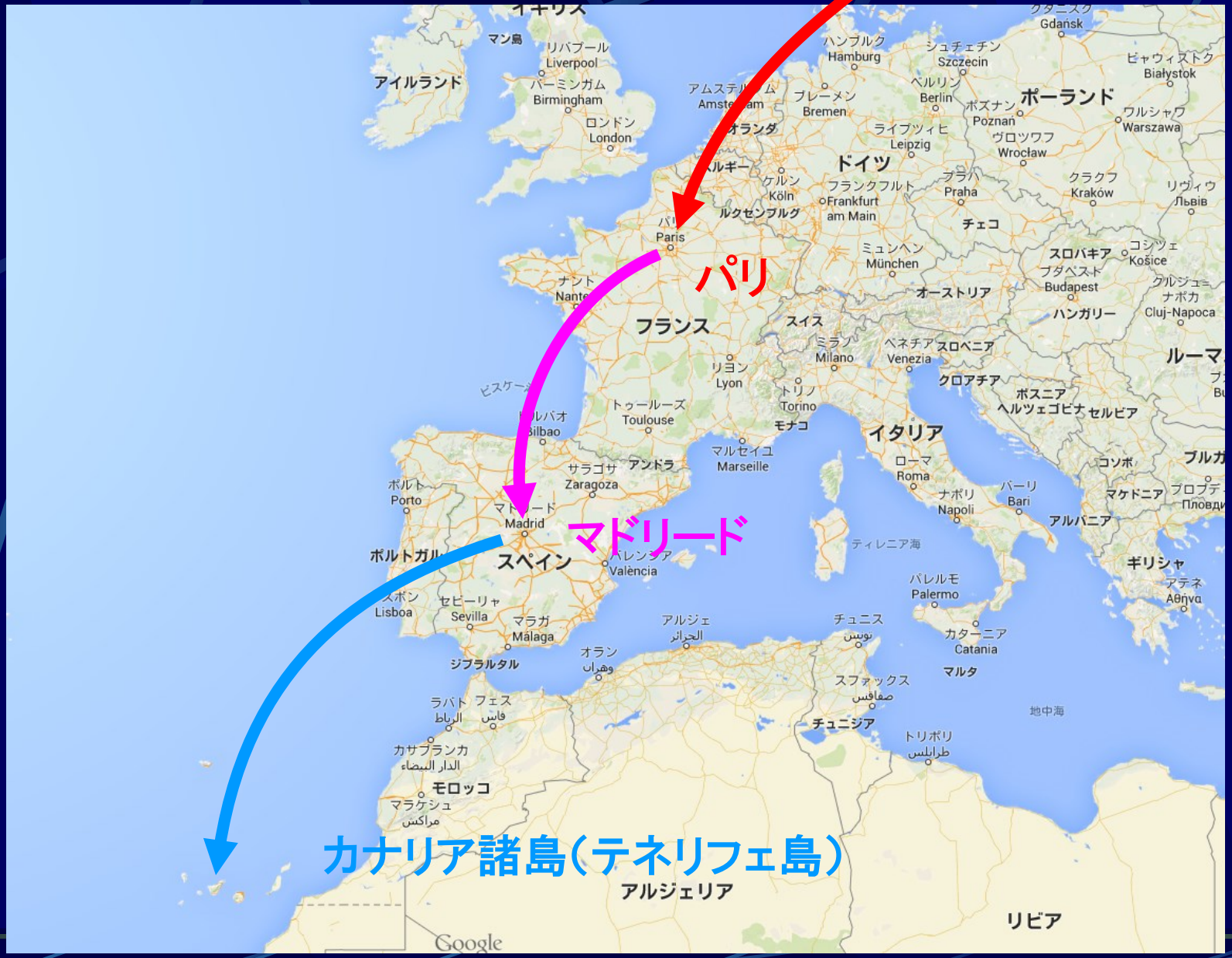
われわれは旅立った。。。

＜中村純二先生ご夫妻も＞



Google mapより

© M. Toda



地図データ ©2015 Basarsoft, GeoBasis-DE/BKG (©2009), Google, Mapa GISrael, ORION-ME, basado en BCN IGN España

Google mapより

地図データ ©2015 Google, basado en BCN IGN España

Google mapより

© M. Toda

14:36
Ankunft
Arrivals
Llegadas
Stunde
Time
Hora
Von
From
Procedencia
Flug
Flight
Vuelo
Erwartet
Expected
Estimada
Bemerkung
Remarks
Observaciones
14:20 BARCELONA VY 3216 14:30 DESVIADO
14:20 BARCELONA IB 5758 14:30 DESVIADO
14:30 LA PALMA NT 622 14:30 CANCELADO
14:30 G.CANARIA NT 147 14:30 CANCELADO
14:45 LANZAROTE NT 471 14:45 CANCELADO
14:45 FUERTEVENT NT 417 14:45 CANCELADO
15:00 G.CANARIA NT 149 15:00
15:05 G.CANARIA PM 621 15:05 CANCELADO

© M. Toda

地図データ ©2015 Google, basado en BCN IGN España

Google mapより

operado por:
NAYSA
© M. Toda

Red de Miradores Astronómicos
ESTRELLA POLAR
Polaris
Polarstern
Fig.1
Fig.2

ラ・パルマ島

Google mapより

Google mapより

INSTITUTO DE ASTROFISICA DE CANARIAS
IAC
MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACION
Gobierno de Canarias
CSIC

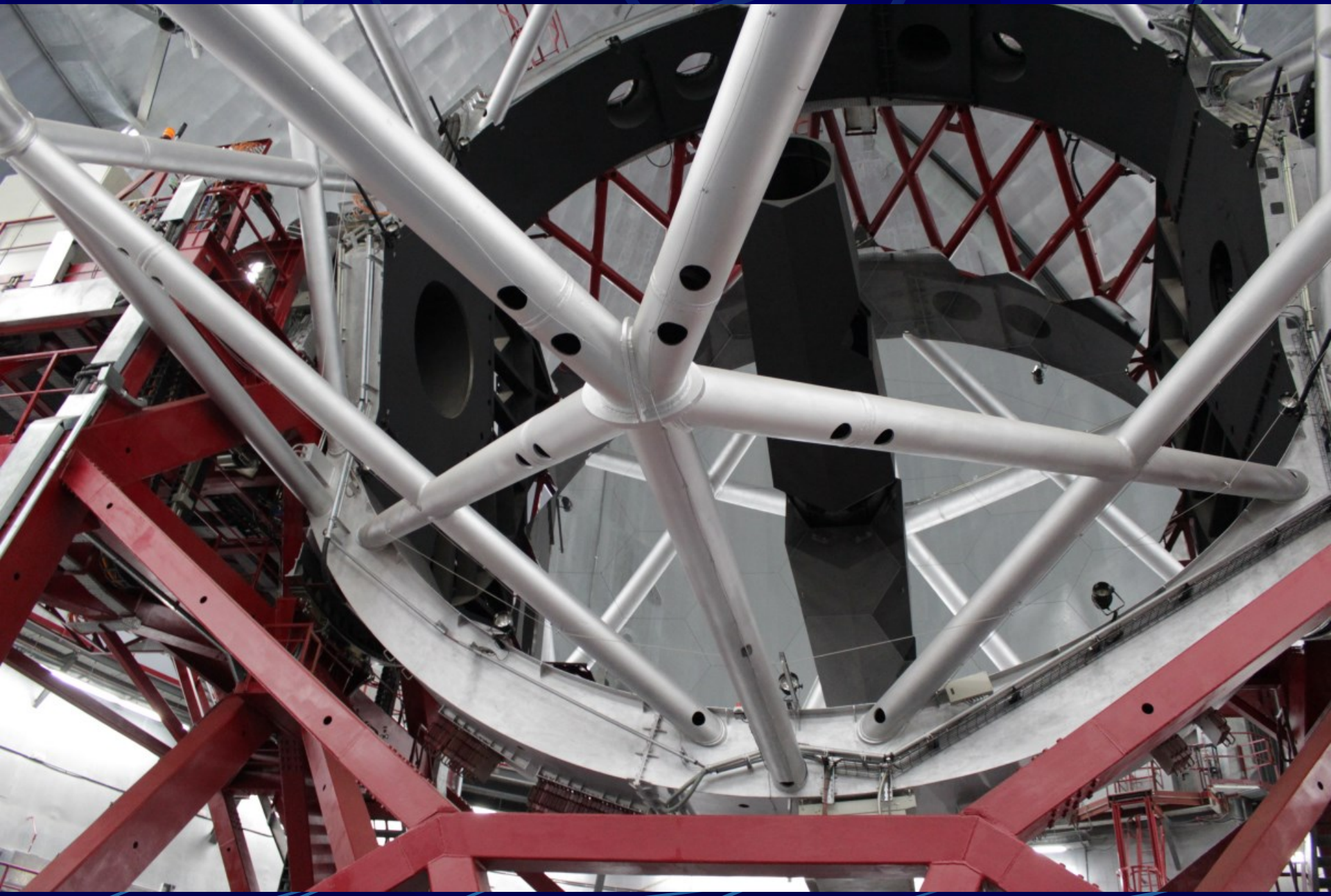
MAGIC（チェレンコフ光の観測）

William Herschel Telescope
（4.2m）

© M. Toda

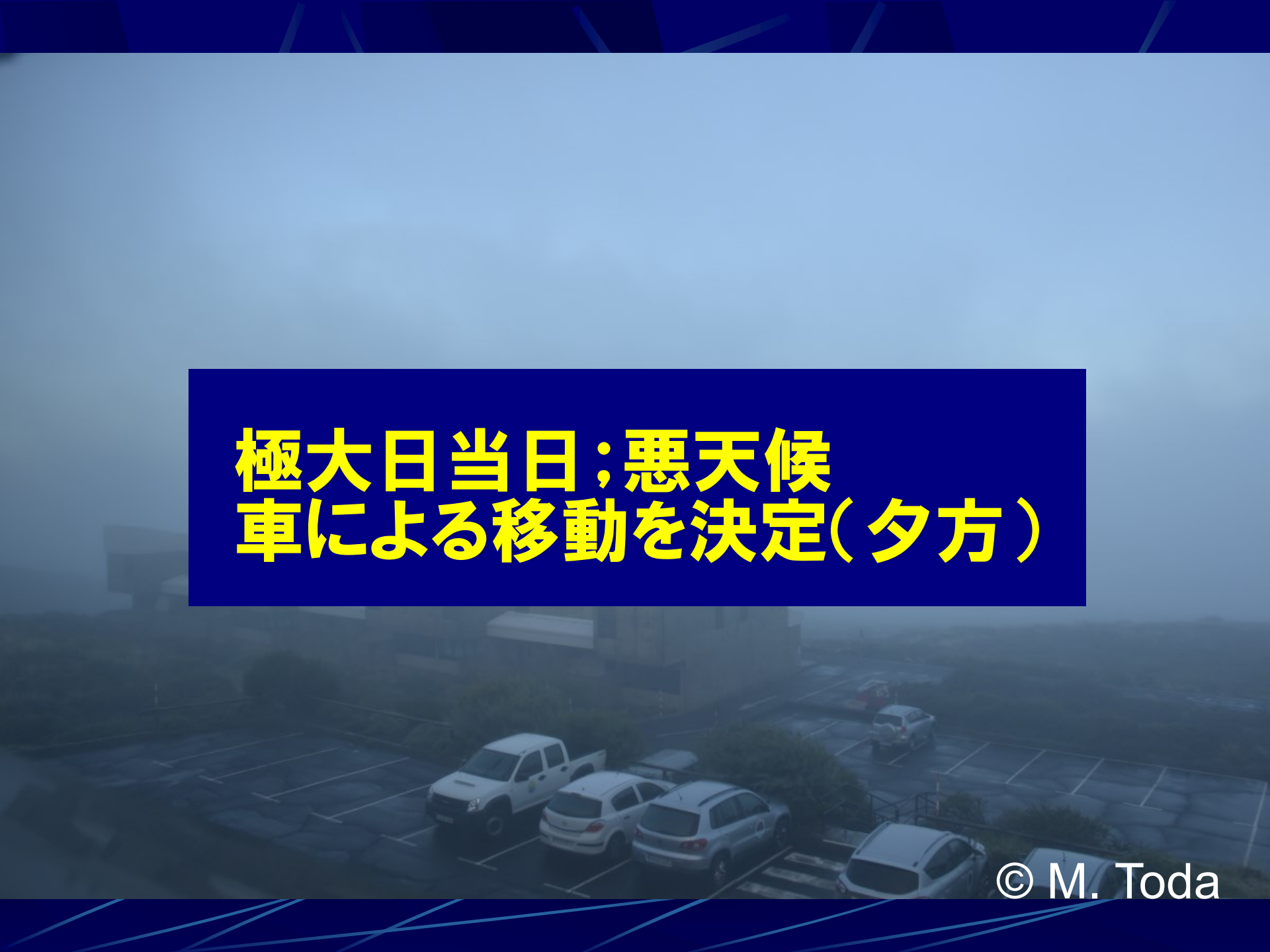
GTC（Gran Telescopio Canarias）

10,4 m
Los espejos utiliza
tecnológicos y m
imagen. El espejo
hexagonales que, unid
equivalente
El espejo primario recog
su vez la redirige al foc
luz a los focos Cassegra



Mirador
del Roque de Los Muchachos

極大日当日：悪天候
車による移動を決定（夕方）



© M. Toda

Google mapより

プンタ・バハ・デ・サン・シモン
Punta Baja de San Simón
地図
Google
画像 ©2015 GRAFCAN, 地図データ ©2015 Google, basado en BCN IGN España

Lomo Oscuro
Google
画像 ©2015 GRAFCAN, 地図データ ©2015 Google, basado en BCN IGN España
利用規約
プライバシー
問題の報告

再び移動を決定（２３時過ぎ）

Google mapより

LP-2
LP-2
LP-2
Ctra. General
LP-207
Google
画像 ©2015 GRAFCAN, 地図データ ©2015 Google, basado en BCN IGN España
利用規約

LP-2
画像 ©2015 GRAFCAN, 地図データ ©2015 Google, basado en BCN IGN España

0時47

戸田雅之氏撮影

翌日（12月2日夜）

戸田雅之氏撮影

北海道新聞（夕刊）
15
2014年（平成26年）12月15日（月曜日）

科学

幻の流星群 58年ぶり「再会」

発見の元南極観測隊員ら

1956年に第１次南極観測隊が見つけ、幻の流星群と呼ばれる「ほうおう座流星群」が、大西洋のスペイン領カナリア諸島で58年ぶりに観測された。国立天文台などのチームが出現を予測し、当時隊員だった中村純二東大名誉教授（91）らと共に現地に出向き観測した。

この流星群は56年12月、南極に向けインド洋を航行していた観測船「宗谷」で、甲板にいた中村さんや同僚が発見した。ピーク時は１時間に300個ほどが流れ「流星雨」と呼べるほどの規模だったが、翌年以降、現れたという報告例はない。

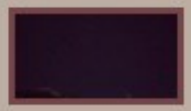
今回観測した国立天文台の渡部潤一副台長によると、今月２日、１時間当たり数個の流星が現れ、流れる方向から、ほうおう座流星群の再来と判断した。チームによると、中村さんはこの流星群の特徴であるゆっくりした流れを見て「なつかしい。（出現を予測した）計算は正しかったですね」と述べたという。

流星群は、彗星（すいせい）などがまき散らしたちりを、地球が通過して起きる。ほうおう座流星群の母天体は、1819年に発見された彗星と考えられていたが、この彗星は長らく見失われていた。ところが2003年に小惑星として発見された天体が、活動をほぼ終えたこの彗星だと近年判明。「かわさき宙（そら）と緑の科学館」の佐藤幹哉さん（47）が、軌道などから流星群の再来を計算した。

現地で観測した佐藤さんは「予想した時間に現れて、ほっとした」と話している。

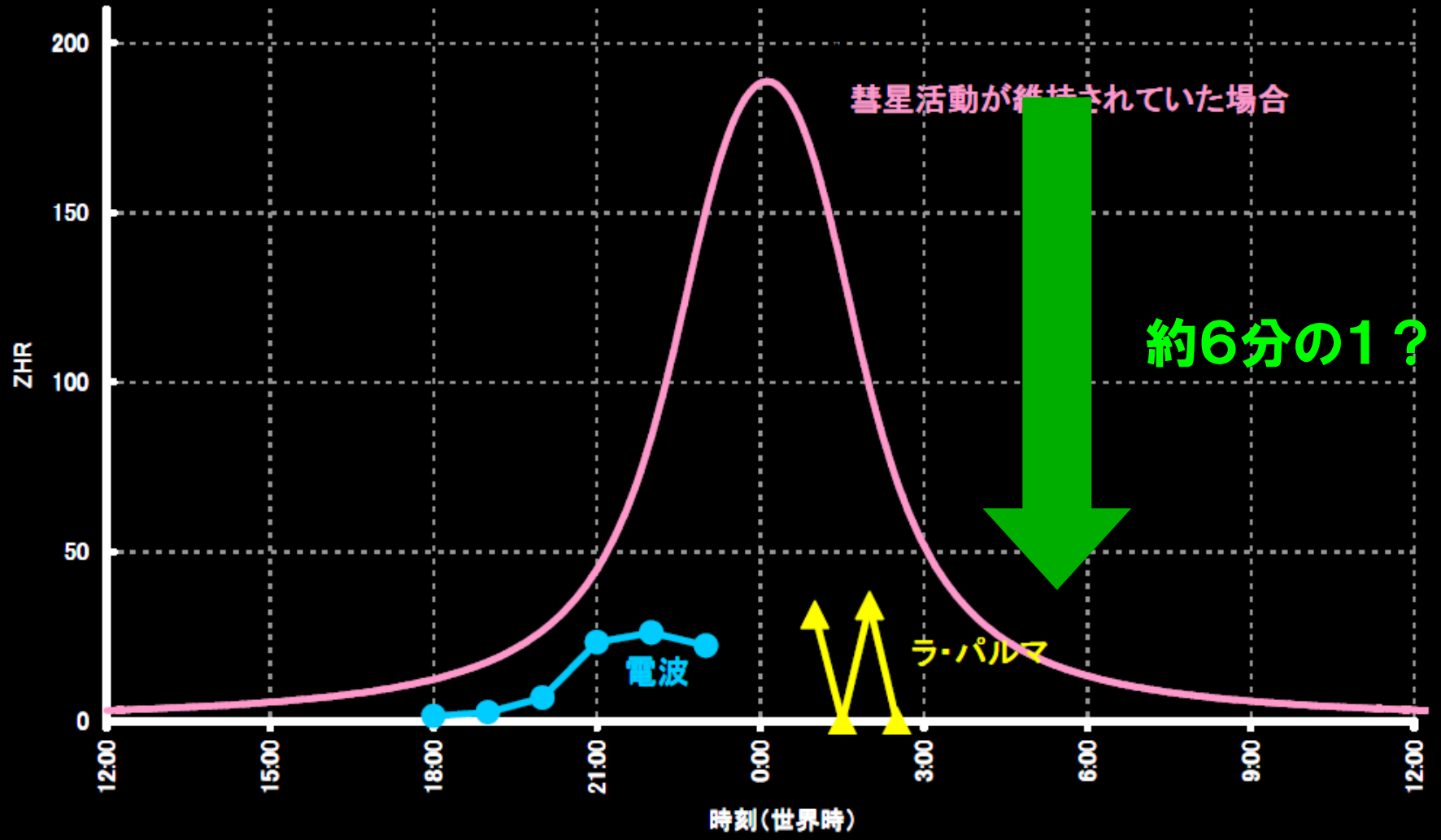
2015年1月15日の放送

「復活！幻の巨大流星群」

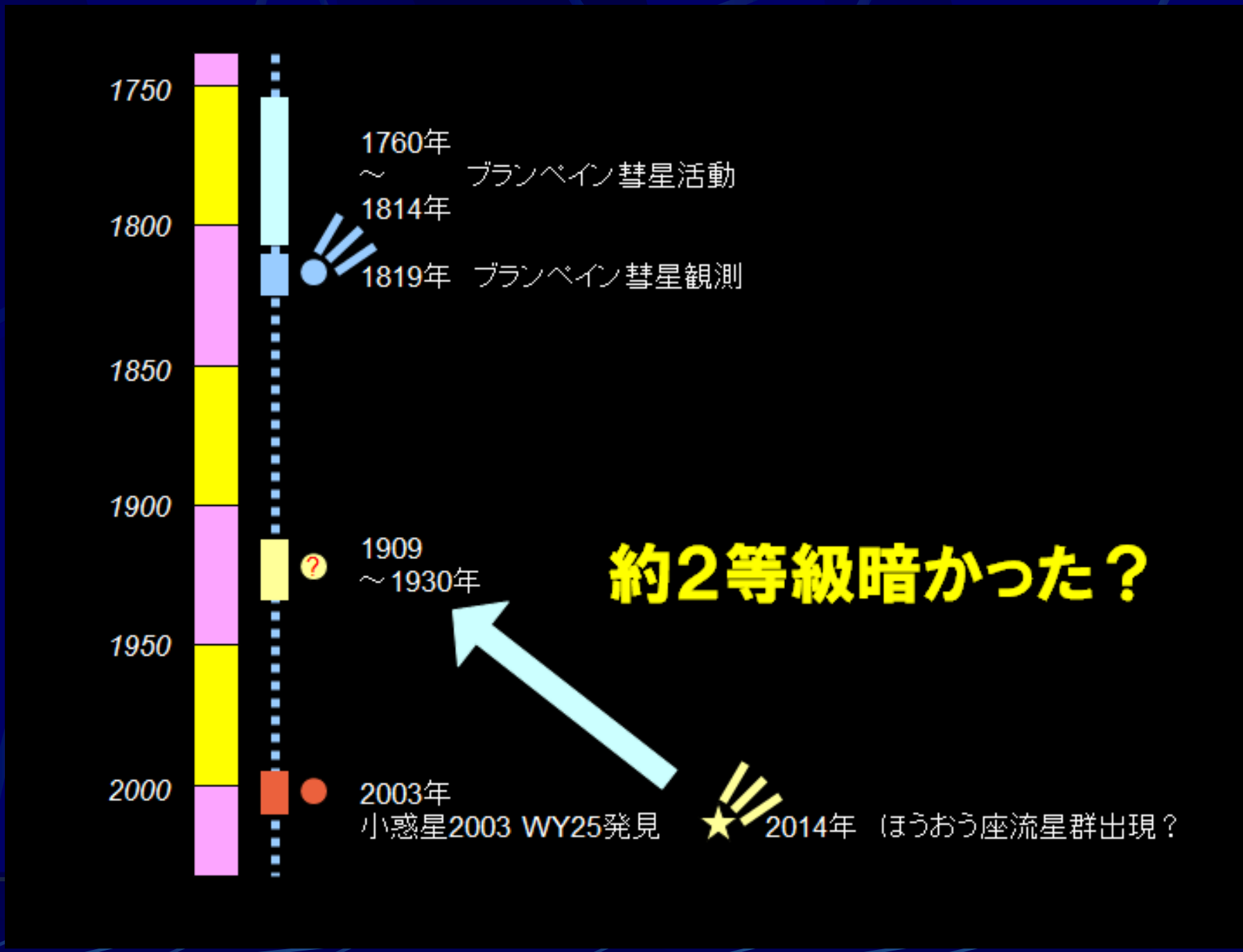


この放送回は
NHKオンデマンド
で配信中です

「５８年前に日本人が偶然発見した巨大流星群が再び現れる。」そう予測したのは、国立天文台の渡部潤一博士らのグループ。渡部博士は自ら観測隊を結成、現地に向かう。成功すれば、神出鬼没の流星群を高精度で予測できることを証明する画期的な観測となる。流星群の名前は「ほうおう座流星群」。1956年12月に南極第１次観測隊がインド洋で遭遇して以来、姿を消した幻の大流星群だ。観測隊はアフリカ北部のカナリア諸島とアメリカの二手に分かれ、歴史的瞬間に立ち会う。大流星群は、58年という時を越え、再び天空に降り注ぐのか？　幻の流星群の秘密と流星群に人生をかけた研究者たちの姿を追う。



電波観測の集計：杉本弘文氏による
http://www5f.biglobe.ne.jp/~hro/Flash/2014/PHO/index.htm


1750
1800
1850
1900
1950
2000
1760年
～
1814年
ブランペイン彗星活動
1819年 ブランペイン彗星観測
1909
～1930年
?
約2等級暗かった？
2003年
小惑星2003 WY25発見
2014年 ほうおう座流星群出現？

2017. 8. 25 プレスリリース

国立大学法人
総合研究大学院大学

受験生の方へ　在学生の方へ　修了生の方へ

日本語 | English

Google カスタム検索

Publications of the

ScienceDirect

Journals　Books

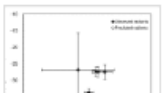
Purchase PDF　Export

Outline

Abstract
Keywords
1. Introduction
2. Forecast of Phoenicids in 2014
3. Observations
4. Analysis
5. Discussion
Acknowledgment
References

Show full outline

Figures (4)



ELSEVIER

Planetary and Space Science
Volume 143, 1 September 2017, Pages 132-137

Detection of the Phoenicids meteor shower in 2014

Mikiya Sato [a], Jun-ichi Watanabe [b], Chie Tsuchiya [b], Althea V. Moorhead [c], Danielle E. Moser [d], Peter G. Brown [e], William J. Cooke [c]

Show more

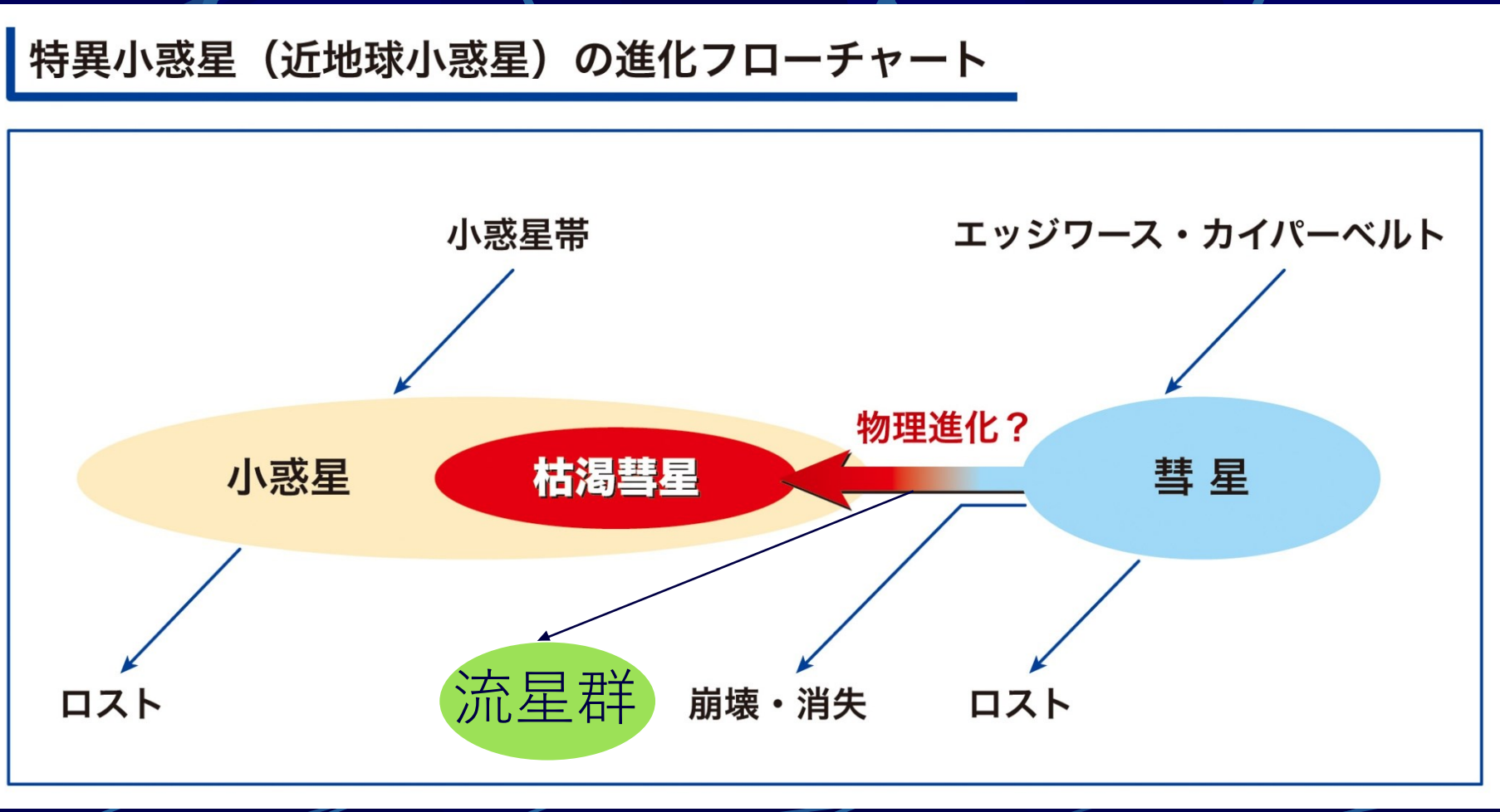
https://doi.org/10.1016/j.pss.2017.03.010

Get rights and content

Abstract

An appearance of the Phoenicids meteor shower was predicted in 2014 by using a dust trail simulation of an outburst of 1956. We detected Phoenicids meteors on December 2 through multiple observation methods. The NASA All

流星群を用いて
彗星の物理進化過程を探る！



本研究の意義

- ダスト・トレイル理論と流星群活動から、彗星の過去の活動履歴を調べることができる可能性を開いた
- 彗星の物理進化に迫る新しい方法論

しし座流星群
流星クラスター
研究成果　その1

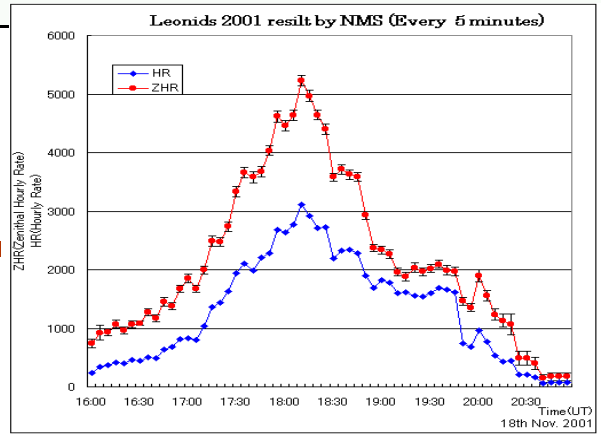
Leonid Meteor Storm During 1998-2002

<Many first things>

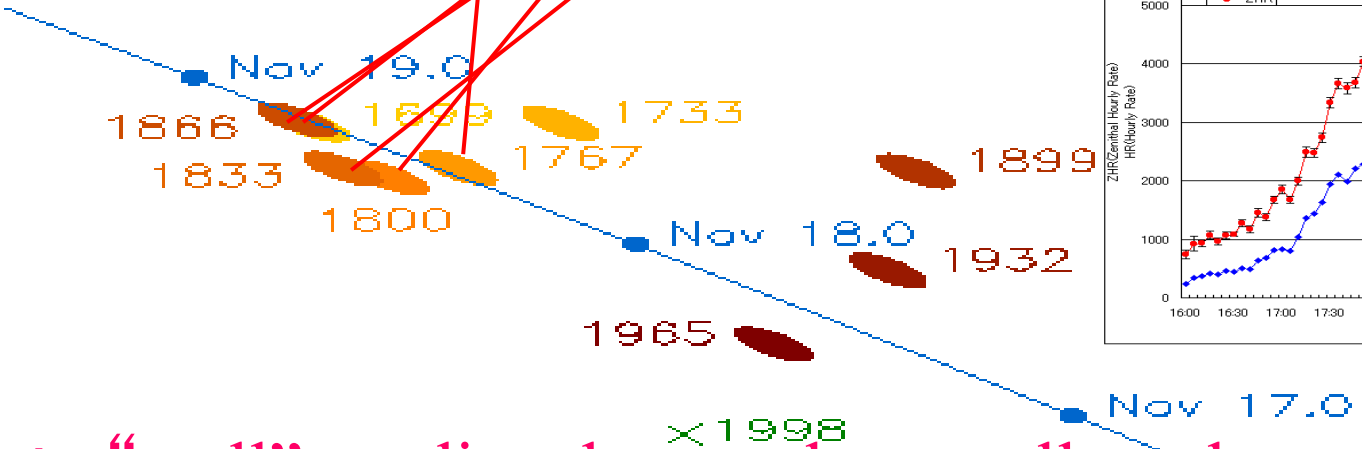
- First "video" observations of meteor storms as shown here
- First "well" predicted storm by excellent theory
- First "well planned" observation mission performed for meteor storm :Leonid MAC

HDTV-II with f=28mm F1.4 lens, FOV=59.7° × 33.5°

Zenith Hourly Rate ~ 4,000 hr^{-1} at 02:02 UT on November 18, 1999.



By NMS



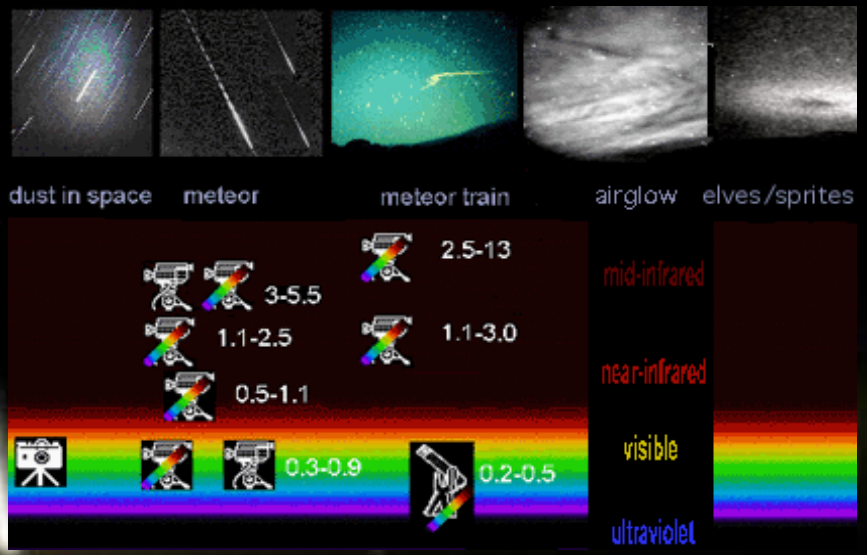
First "well" predicted storm by excellent theory

From McNaught &Asher

Leonid MAC'99

Multi-Instrument Aircraft Campaign

- Cloud free seeing
- Less scattering/absorption
- Forecasted peak location
- Multi-instrument observation
- Bring experts in one place
- Stereoscopic obs. possible

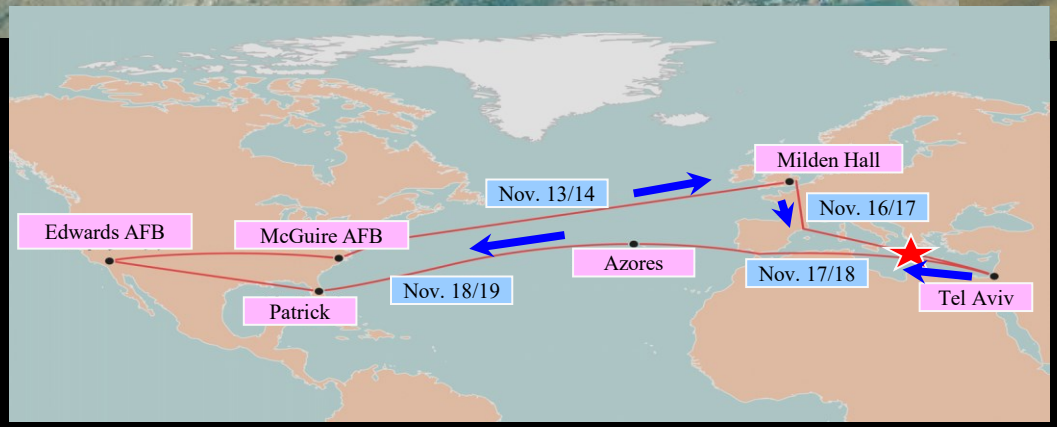


First "well planned" observation mission performed for meteor storm

Our Team participated in LEONID MAC (1998-2002)

FISTA aircraft

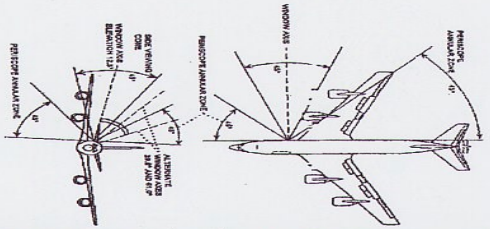
ARIA aircraft

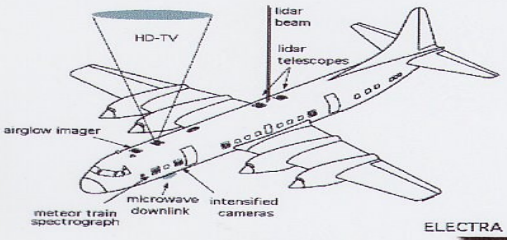


1999 Leonid MAC

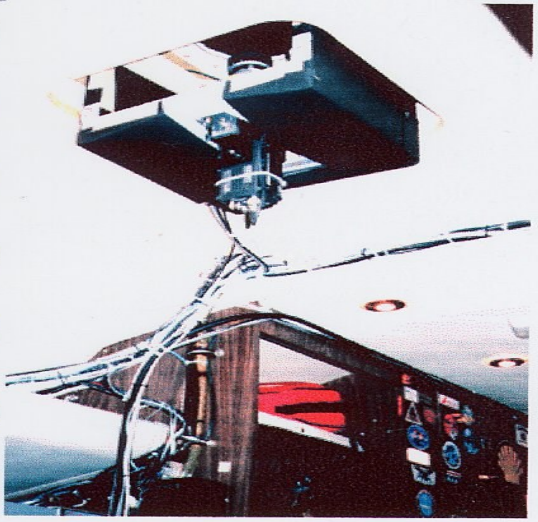
B/W HD-TV-II Developed by NHK (Japan Broadcast Company)

λ (nm)	L Gain	Pixel Area	Ratio	Field f (Hz)	Detector
160~850	5 x 10^6 (in 1/60 sec)	1920(s) x 1035(l) (10 bits/sample = 0.6Gbps) Cf. NTSC: 525x484	16:9	60 (2:1 Interlace) (30 frames; 60 fields)	Sony 1" HAD (2M px CCD + 2.5 in. II +2 MCP)





FISTA		Electra
40°	View Angle	Zenith
390	Peak λ (nm)	650
#	Lens(mm)	50 (F1.0)
#	FOV(deg²)	37.1 x 20.8
#	FOV w.r.t. Eye	6.8 %
~20	Rotation (min.)	Fixed



= See below

Lens Size of FISTA Cyclic Rotation	28 mm	58 mm	135 mm
F	F1.4	F 1.2	F 2.0
FOV (deg²)	59.7 x 33.5	32.7 x 18.3	14.5 x 8.15
Area w.r.t. Human Eye	17.7 %	5.3 %	1.0 %
Main Objective	TV Production	Stereoscopic Observation	Faintest Meteor Flux
Limiting Stellar Magnitude (+)	~8.0	~9.5	~10.0+

Ground-Based Observations

- Vis-UV HDTV-II/ Vis-UV Watec-II

Results of our team

Video Flux Measurements:

→ Impact probability to the satellites

Spectroscopic results:

→Metal Abundances

Impact Probability Assessment

- N: Number of Operational Satellites (~500)
- A: Exposed area of each satellite w.r.t. stream (~100m^2)
- T: Exposed indicator of each satellite to stream (0.5)
- F: Cumulative influx as a function of population index (S) above threshold size at a given time
- D: Total duration of the storm

$$P = \sum_{n=1}^{N} A(n)T(n)$$: "Target" Parameter

$$I = \int_{0}^{D} F(t)P(S)dt$$: Statistical number of Leonid impacts on *ONE* of all the operational satellites during the storm

Example: 2001 Leonid

- **Encountered Trail(s): a part of 1767 (7 Rev.) & 1800 (6 Rev.) & 1833 (5 Rev.) over Hawaii and 1699 (9 Rev.) & 1866 (4 Rev.) trails over Japan & Australia**
- **Averaged Population Index: S = 1.4 (+1-+6 mag) (S = 1.5 (-1 - +3 mag.) averaged over 1699 & 1866 trails by Watanabe et al. PASJ, (2002))**
- **Impact Possibility = 0.7 in ~12 hours @ +7mag!**
- **ERS-2, XMM, 4 Clusters, Marecs B2, ECS-4, SOHO, & HST took precaution measures (ESA Bulletin, 109, (2002))**
  => No serious damages officially reported yet. "Lucky"?

From Ground-Based Observations

"Clusters of meteoroids" were clearly observed

- Definition: Simultaneous apparition of many meteors within a few seconds

First example:

- 100-150 Leonid meteors within two seconds in 1997 (Kinoshita et al. GRL, 26, 41, 1999)

Meteoroid Clusters

New examples in 2001 Leonid Storm

- > 15 meteors within four seconds at 17h56m22s(UT)
  (Watanabe et al. PASJ, 54, L23, 2002)
- > 38 Meteors within two seconds at 18h29m21s(UT)
- There are other reports at different epoch

Video of the representative cluster:

38 Meteors within two seconds at
18h29m21s(UT) on Nov. 18, 2001

Taken by a wide-field video camera system

Monochromatic CCD camera (WATEC Co., type WAT-100N) with a CS-mount camera lens (f = 3.8 mm, F0.8, CBC Co.)

F.O.V. 80.6 × 65.0 degrees

limiting magnitude of 4

2001 Nov. 18 Leonid Meteor Cluster

流星クラスター

Table 1. Summary of meteoroid clusters observed so far in Leonids.

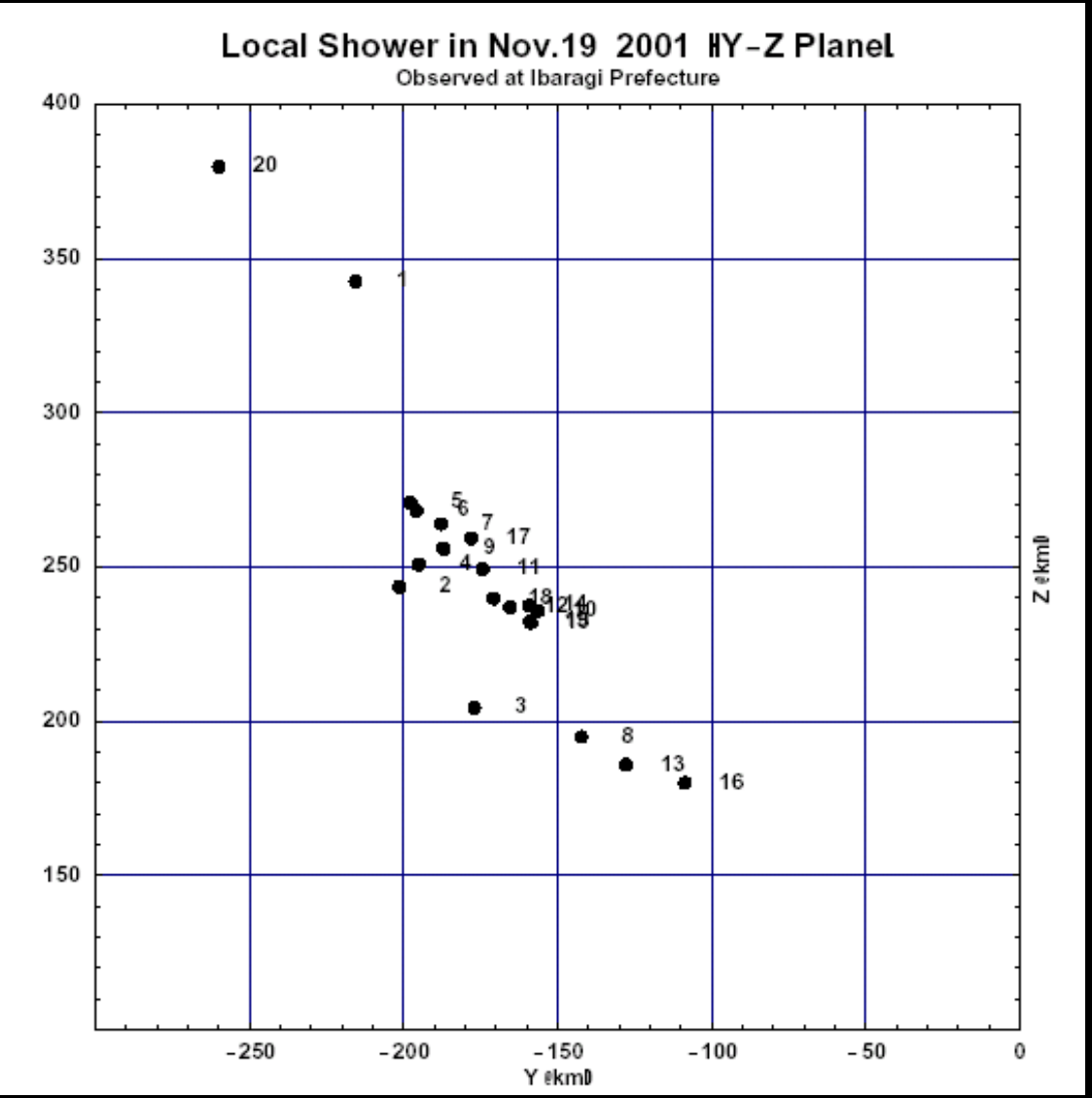
Designation No.	Epoch (UT)	Duration (s)	No. meteors	Spatial extent (km) ∥Orbit	Spatial extent (km) ⊥Orbit	Reference
97-1	13h 31m 51s 1997 November 17	2	100–150	100	50	Kinoshita et al. (1999)
02-1	17h 56m 22s 2002 November 18	2	≥ 15	···	···	Watanabe et al. (2002)
02-2	18h 29m 21s 2002 November 18	2	38	150–200	100	Watanabe et al. (2003)

Watanabe et al.(2003） PASJ, Vol.55, No.3, pp. L23-L26

Characteristics:

- Short duration within a few seconds
- Spatially concentration (an order of 100 km)
- Not spherical distribution of meteoroids
- Not so unusual magnitude distribution
- Fainter meteors have been observed simultaneously (reported by other observers)

Spatial concentration:



Origin of Meteoroid Clusters

Ejection as meteoroid clusters directly from cometary nucleus?

No!

Difference of the arrival time

The meteoroids' ejection concentrates on the perihelion. (Watanabe et al. in Meteoroids 2001 conf., 175, 2001)

- Assume that this cluster was ejected at around the perihelion passage in 1965, the difference of the arrival time of the meteoroids after one revolution is

$$dT = 17.6\, dv \quad (days)$$

dv = relative velocity of the meteoroids(m/s)

Limit for the initial velocity

- For keeping meteoroids within a few seconds, we need an **extremely small relative velocity** such as

  0.003 mm / sec

- On the other hand, the ***ejection velocity*** of the meteoroids are usually order of at most *5-20 m / sec*.

Estimate of the Initial Velocity

- Considering the random fluctuation of the energy deposit to the velocity at the ejection, the expected relative velocity should be order of

30 cm / sec

which is much larger than *0.003 mm / sec.*

- **Meteoroid clusters were NOT ejected directly from cometary nucleus, BUT born long time after the ejection.**

Origin of the clusters

- Meteoroid clusters were NOT ejected directly from cometary nucleus,

  BUT born long time after the ejection.

Then , how ?

Fragmentation of the meteoroids in Space

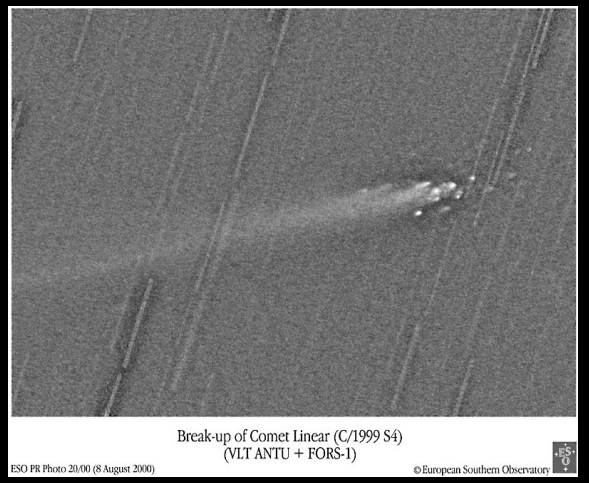
Examples of Fragmentation

- ***Cometary Nuclei*** Size ~ km
  Comet C/1999 S4(LINEAR)

- ***Cometary Dust Particles***
  Size ~1-10 micron

  Striae in the dust tail of Comet C/1995 O1(Hale-Bopp)

  (Ex. Watanabe et al. PASJ, 49, L35, 1997)



Fragmentation of Meteoroids

- ***Meteoroids***
  Size ~ between these two examples

<fragmentation of the meteoroids in space >

Then, when did they break up ?

Epoch of Fragmentation

1: Just after the ejection from the nucleus?

No!

- For keeping meteoroids compact in space, we need also an **extremely small relative velocity** among the meteoroids.

Epoch of the Fragmentation

2: Just before the entrance into the Earth?

Unlikely!

- Ex: a meteoroid is assumed to be fragmented at the boundary of the Earth's magnetosphere (~ 30 Re), we need **larger relative velocity** among the meteoroids such as *40 m / sec* to reproduce the spatial extent of the meteoroids in the cluster.

Epoch of the Fragmentation

3: Perihelion passage just before encountering the Earth?

Probably Yes!

- If a meteoroid is assumed to be fragmented at the perihelion passage just before encountering the Earth, it takes about 6 days to reach the Earth. Then, the estimated relative velocity among the meteoroids is **moderate value** such as *20 cm / sec*

Conclusion

The observed clusters of meteors are the evidence of the meteoroids' fragmentation during their orbital motion, probably at around the perihelion passage just before encountering the Earth.

Justification of the Relative Velocity of Meteoroids

- Relative velocity will be originated by the meteoroid's rotation

- Consider the expected rotation at the ejection of a meteoroid from cometary nucleus. Energy partition into translational and rotational motion at the ejection is thought to be ~ *100:1* according to collisional experiments (Fujiwara Icarus 70, 536, 1987).

Justification of the Relative Velocity of Meteoroids after the Fragmentation

- When we assume the translational (ejection) velocity ~ *10 m/s* for 1cm-diameter meteoroid, expected rotation rate is

  ~ 0.5 sec

- The relative velocity of meteoroids after the fragmentation is estimated to be order of

  ~ 10 cm/s

Future Work

- *Mechanism of the fragmentation*

  Thermal effect at the perihelion ?

- *Origin of the spatial distribution of cluster meteoroids*

  not spherical but linear
  non-isotropic fragmentation ?

  due to the Earth's perturbation ?

Future Work

- *More spread clusters ?*

  There are some indications from the video data collected in 2001 Leonids

- *More samples oversighted ?*

  why no reports on other trails ?

- Effect on the evolution of meteor streams

Meteoroid Cluster　観測例が増加中

Example in September epsilon Perseid

・9 meteors within two seconds in 2016
(Koten et al. A&A, 600,A74, 2017)

Example in July 2021 caught by Maunakea

・**XX** meteors within ten seconds in 2021
(Abe et al. in preparation)

Meteor “Hurricanes” and Possible Origins

未知の大出現はあったのか？

研究成果　その4

What is the Meteor “Hurricanes”

- Definition:ZHR > 10^6
- Vaubailon et al.(2014) on the occasion of possible strong meteor shower by close encounter of comet C/2013 A1 to Mars （ZHR ～ 4.75×10^9/hr)
- Has it happened on Earth ?

Possible Meteor "Hurricanes" ?

- Leonid meteor storms 1799 1833 1966 ?
  - But estimated ZHR < 10^6 (Brown 1999)
  - Ex. ZHR ~ 115000 by 2-rev. trail (fM=0.54) in 1966
  - Extrapolating it to 0-rev. trail(fM=130000), then ZHR should be 10^10, but extremely short duration(~ 5 min.)

Possible Meteor "Hurricanes"

- If it occurred, the witness may be limited to the restricted area and people due to extremely short duration.
- Is there such witness ?
- Possibly yes

One possible witness of meteor hurricanes

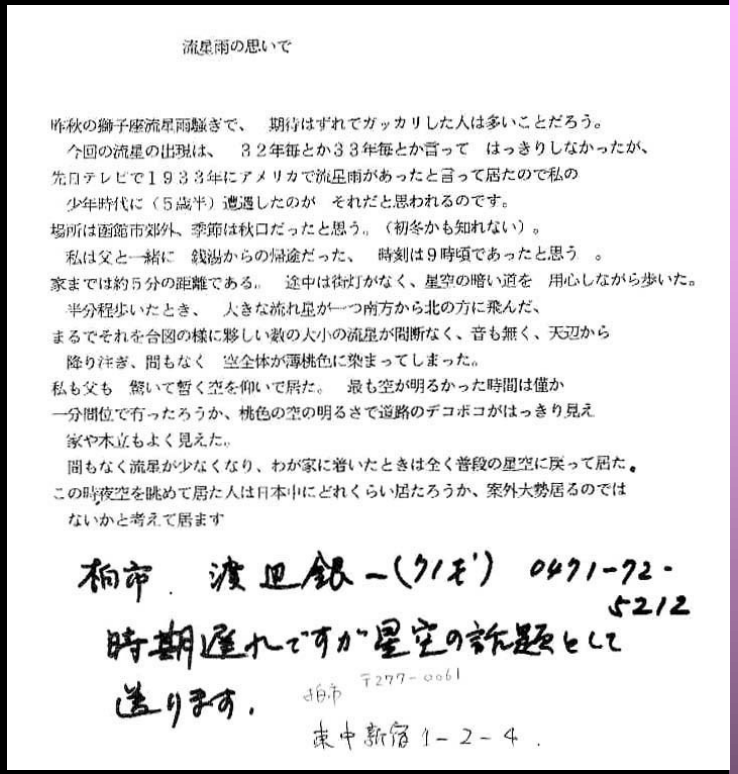
NHKテレビ『視点論点』より

It began by receiving **a fax** sent to the NHK radio station from an audience during a radio program where I was appearing to introduce the **Leonid meteor storm**……

Fax on the witness of meteor shower

1. When I was a child in autumn 1933
2. On the way back from public bath
3. One bright meteor appeared from south to north, and a lot of faint meteors followed with silence in a minute. The sky was covered by many meteors of pink color, I could see the landscape clearly.

By G. Watanabe



流星雨の思いで

昨秋の獅子座流星雨騒ぎで、　期待はずれでガッカリした人は多いことだろう。
今回の流星の出現は、　３２年毎とか３３年毎とか言って　はっきりしなかったが、
先日テレビで１９３３年にアメリカで流星雨があったと言って居たので私の
少年時代に（５歳半）遭遇したのが　それだと思われるのです。
場所は函館市郊外、季節は秋口だったと思う。（初冬かも知れない）。
私は父と一緒に　銭湯からの帰途だった、　時刻は９時頃であったと思う　。
家までは約５分の距離である。　途中は街灯がなく、星空の暗い道を　用心しながら歩いた。
半分程歩いたとき、　大きな流れ星が一つ南方から北の方に飛んだ、
まるでそれを合図の様に夥しい数の大小の流星が間断なく、音も無く、天辺から
降り注ぎ、間もなく　空全体が薄桃色に染まってしまった。
私も父も　驚いて暫く空を仰いで居た。　最も空が明るかった時間は僅か
一分間位で有ったろうか、桃色の空の明るさで道路のデコボコがはっきり見え
家や木立もよく見えた。
間もなく流星が少なくなり、わが家に着いたときは全く普段の星空に戻って居た。
この時夜空を眺めて居た人は日本中にどれくらい居たろうか、案外大勢居るのでは
ないかと考えて居ます

柏市．渡辺銀一（クイギ）0471-72-5212
時期遅れですが星空の話題として
送ります．
柏市 〒277-0061
東中新宿1-2-4．

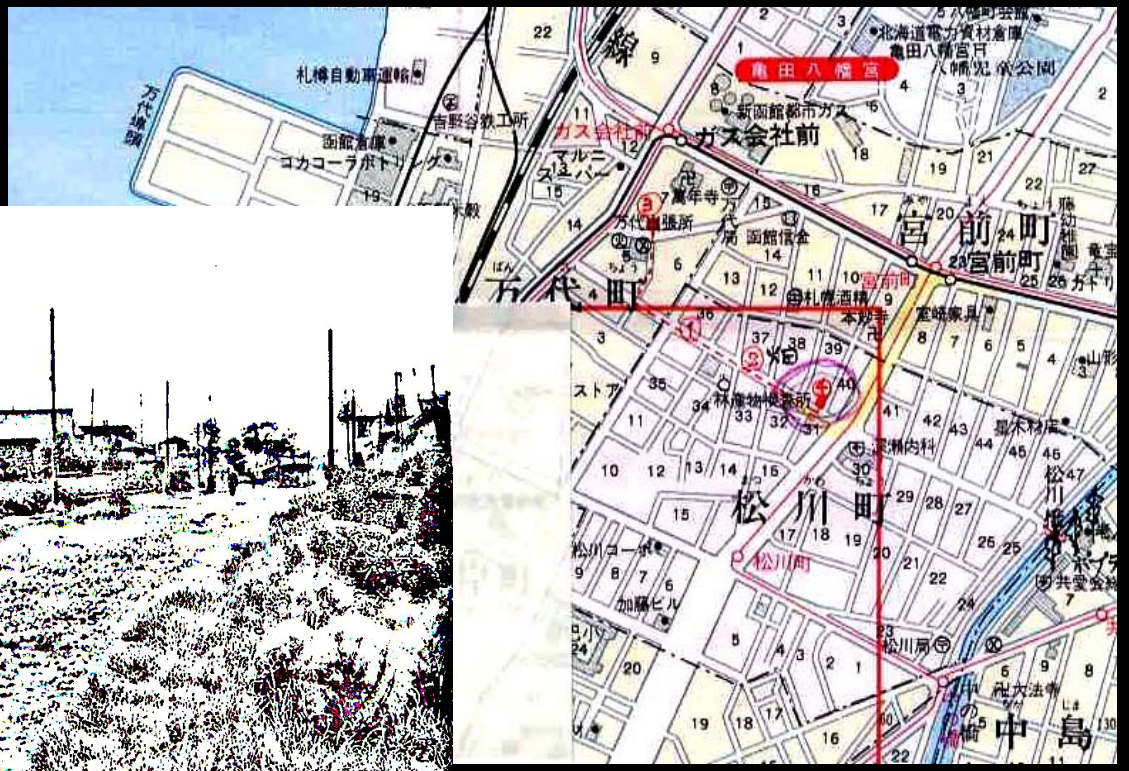
Is it real witness of a meteor hurricane ?

Due to alternation of his memories……?

Result of the Interview

- Strong display in very short duration (1 min.)
- At most max.10 min. (walk distance for home)
- No moonlight, no cloud
- First a fireball, follows rain of meteors
- No definite dates, but in autumn
- Large fire of Hakodate city in next year (1934)
- Public Bath closes at 21:00 due to lack of electric power: Witness was from 21:00 through 21:30
- Radiant point was southern sky, not Oct. Doraconid
- G. Watanabe was an engineer, who describes all the matter exactly logical and scientific.

Study of the point of his witness



First fireball came from south, and he could see it because he was going to the southeast.

His drawings of the witness

Call for information on the another witness

I asked press of Hokkaido Newspaper to announce a call for witness as an article. It was published In October 9, 2003.

70年前の流星雨 目撃者求む！

国立天文台

観測例は欧州のみ

函館で「見た」情報も

国立天文台（東京都三鷹市）が七十年前の夜空に現れた無数の流れ星の目撃者を探している。一九三三年十月九日夜のジャコビニ流星雨（流星群）。その数、一時間に数千とも数万ともいわれ、二十世紀最大規模の流星雨とされる。この大出現は従来、欧州でしか観測例はないとされてきたが、同天文台の最近の調べで函館で目撃された可能性のあることが分かってきた。新たな証言が得られ日本での目撃が確実になれば、流星雨発生のメカニズム研究の貴重な資料になる。

流星雨は、短時間に流れ星が数多く見られる現象。ジャコビニ流星雨はジャコビニ・ジンナーすい星が宇宙に残したチリ（小石）の密集部を、地球が十三年周期で通過し、地球の大気圏でチリが燃え尽きる際に見られ、十三年ごとに大きな出現を繰り返している。最近の大出現は九八年だった。

函館での目撃情報は、同天文台の渡辺潤一助教授（四七）が九九年にラジオ出演して流星雨について語った際、番組に寄せられた。

月日が特定できず、目撃者の当時の年齢が五歳と幼いことを除けば、①目撃は函館大火（一九三四年）の前年の秋②午後九時ごろ③雲なし、月明かりなし―などの情報が、当時の函館の気象条件や流星雨大出現の時期に合うという。

情報を寄せた渡辺銀一さん（七五）―千葉県柏市―は当時、父親との銭湯帰りに函館市万代町の萬年寺近くで流星雨に遭遇したという。渡辺さんは「ものすごく大きな流れ星が一つ流れた後、一、二分間、音もなく空全体が薄桃色に染まるほど流れ星が一気に流れた。道路や家がよく見えた」と話している。

国立天文台は、これ以外にも目撃情報があれば、日本で七十年前に大出現が見られたことはほぼ間違いないとみており目撃例や観測情報を探している。

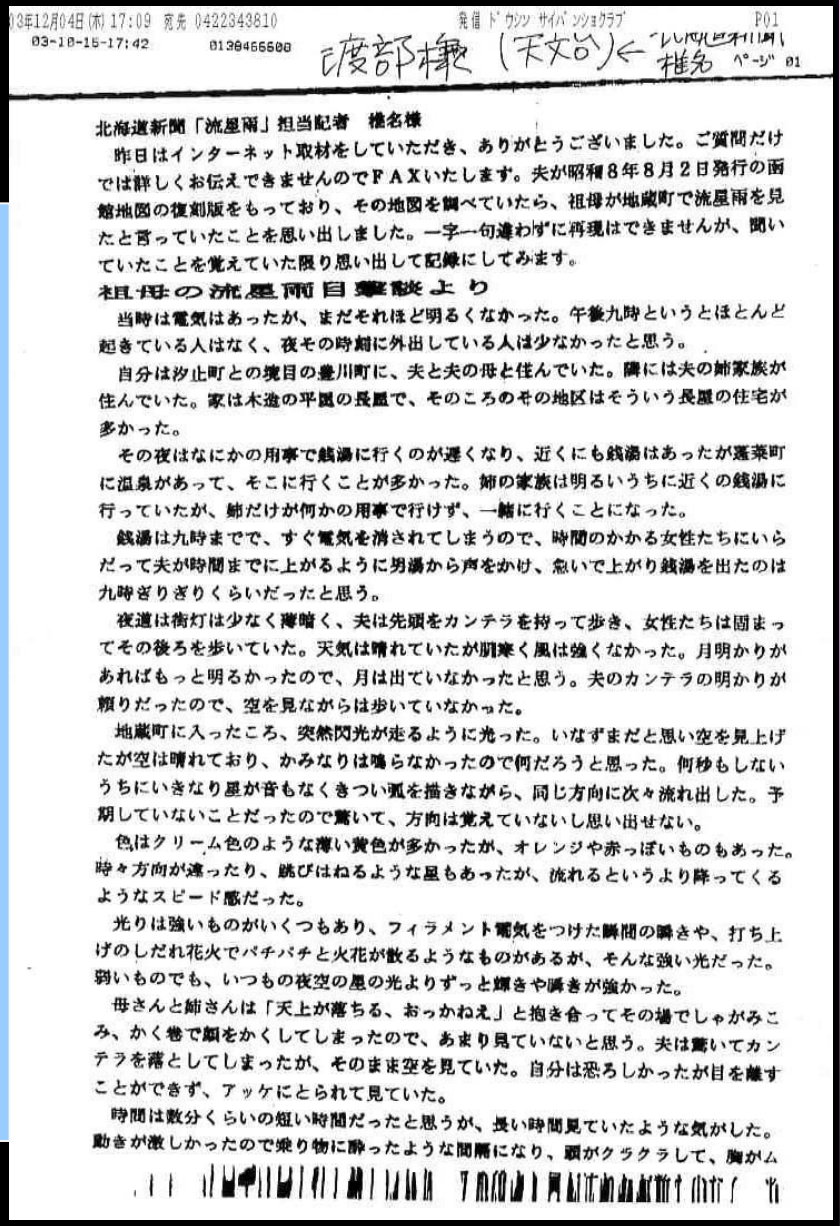
渡辺助教授は「流星雨の大出現は短時間で局所的なのが普通だが、もし日本と欧州で大出現していれば、流星雨の元のチリの空間分布などを考え直さなければならなくなる」と話している。

Another witness !

One of 10 informed witnesses clearly resembles to that of G. Watanabe.

Unfortunately she died already, her grand-daughter remembers three talks (meteor storm, fire, war).

It was within one month before Nov. 18 which is her birthday.



03年12月04日(木) 17:09 宛先 0422343810 発信 ドウシン サイバンショクラブ P01
03-10-15-17:42 0138466608 渡部様（天文台）← 推名 ページ 01

北海道新聞「流星雨」担当記者　推名様

昨日はインターネット取材をしていただき、ありがとうございました。ご質問だけでは詳しくお伝えできませんのでＦＡＸいたします。夫が昭和８年８月２日発行の函館地図の復刻版をもっており、その地図を調べていたら、祖母が地蔵町で流星雨を見たと言っていたことを思い出しました。一字一句違わずに再現はできませんが、聞いていたことを覚えていた限り思い出して記録にしてみます。

祖母の流星雨目撃談より

当時は電気はあったが、まだそれほど明るくなかった。午後九時というとほとんど起きている人はなく、夜その時刻に外出している人は少なかったと思う。

自分は汐止町との境目の豊川町に、夫と夫の母と住んでいた。隣には夫の姉家族が住んでいた。家は木造の平屋の長屋で、そのころのその地区はそういう長屋の住宅が多かった。

その夜はなにかの用事で銭湯に行くのが遅くなり、近くにも銭湯はあったが蓬莱町に温泉があって、そこに行くことが多かった。姉の家族は明るいうちに近くの銭湯に行っていたが、姉だけが何かの用事で行けず、一緒に行くことになった。

銭湯は九時までで、すぐ電気を消されてしまうので、時間のかかる女性たちにいらだって夫が時間までに上がるように男湯から声をかけ、急いで上がり銭湯を出たのは九時ぎりぎりくらいだったと思う。

夜道は街灯は少なく薄暗く、夫は先頭をカンテラを持って歩き、女性たちは固まってその後ろを歩いていた。天気は晴れていたが肌寒く風は強くなかった。月明かりがあればもっと明るかったので、月は出ていなかったと思う。夫のカンテラの明かりが頼りだったので、空を見ながらは歩いていなかった。

地蔵町に入ったころ、突然閃光が走るように光った。いなずまだと思い空を見上げたが空は晴れており、かみなりは鳴らなかったので何だろうと思った。何秒もしないうちにいきなり星が音もなくきつい弧を描きながら、同じ方向に次々流れ出した。予期していないことだったので驚いて、方向は覚えていないし思い出せない。

色はクリーム色のような薄い黄色が多かったが、オレンジや赤っぽいものもあった。時々方向が違ったり、跳びはねるような星もあったが、流れるというより降ってくるようなスピード感だった。

光りは強いものがいくつもあり、フィラメント電気をつけた瞬間の瞬きや、打ち上げのしだれ花火でパチパチと火花が散るようなものがあるが、そんな強い光だった。弱いものでも、いつもの夜空の星の光よりずっと輝きや瞬きが強かった。

母さんと姉さんは「天上が落ちる、おっかねえ」と抱き合ってその場でしゃがみこみ、かく巻で顔をかくしてしまったので、あまり見ていないと思う。夫は驚いてカンテラを落としてしまったが、そのまま空を見ていた。自分は恐ろしかったが目を離すことができず、アッケにとられて見ていた。

時間は数分くらいの短い時間だったと思うが、長い時間見ていたような気がした。動きが激しかったので乗り物に酔ったような間隔になり、頭がクラクラして、胸がム

Survey of weather records at Hakodate Meteorological Observatory

Clear nights from mid-October to mid-November

Cloud < 5 : Oct. 17,18, 25, 26,27,29,30,31
Nov. 4,8,9,10, 14,15
Moonlight at 21:15 : Yellow color

Stable :Oct. 17,18, Nov. 9

It was not October Draconids, nor Taurids.

Estimate of the Flux by witness

・In order to let the landscape visible, total light would be comparable to the half Moon(-10).

・Assume the average magnitude of meteors as 0, at least 10^4 meteors necessary at the same time.

・Hence HR ＞ 10^6 (Hurricane!)
if each meteor stay in bright during 1 sec.

・Seeing a CG simulation of the storm HR = 10^5 level, G. Watanabe said that "this is less, at least 10 times more meteors".

Origin of this meteor Hurricane

- Three possible origins
- 1: A 0-revolution trail in case of the regular ejection from the active parent body ?
- No identification of active comets

Origin of this meteor Hurricane

- Three possible origins

- 2: Extreme meteoroid cluster caused by fragmentation of large meteoroids in space ?

Meteoroid Cluster

- Simultaneous apparition of many meteors within a few seconds

Examples in Leonids

- 100-150 Leonid meteors within two seconds in 1997
  (Kinoshita et al. GRL, 26, 41, 1999)
- 38 meteors within two seconds in 2001
  (Watanabe et al. PASJ, 55, L23, 2003)

Example in September epsilon Perseid

- 9 meteors within two seconds in 2016
  (Koten et al. A&A, 600,A74, 2017)

Example in July 2021 caught by Maunakea

- **XX** meteors within ten seconds in 2021
  (Abe et al. in preparation)

Origin of this meteor Hurricane

- Three possible origins
- 2: meteoroid cluster caused by the fragmentation of a large meteoroid ?
- Not likely….. It is not possible to produce Hurricane level display.

Origin of this meteor Hurricane

- Three possible origins

- 3: Disintegration of parent body itself, which occurred about one month before the close approach to the Earth, and the produced a 0-rev. dust trail.

Examples of disintegration of comets

Cometary Nuclei Size ~ km

Comet C/1999 S4(LINEAR)

Comet 3D/Biela

Break-up of Comet Linear (C/1999 S4)
(VLT ANTU + FORS-1)

ESO PR Photo 20/00 (8 August 2000)

© European Southern Observatory

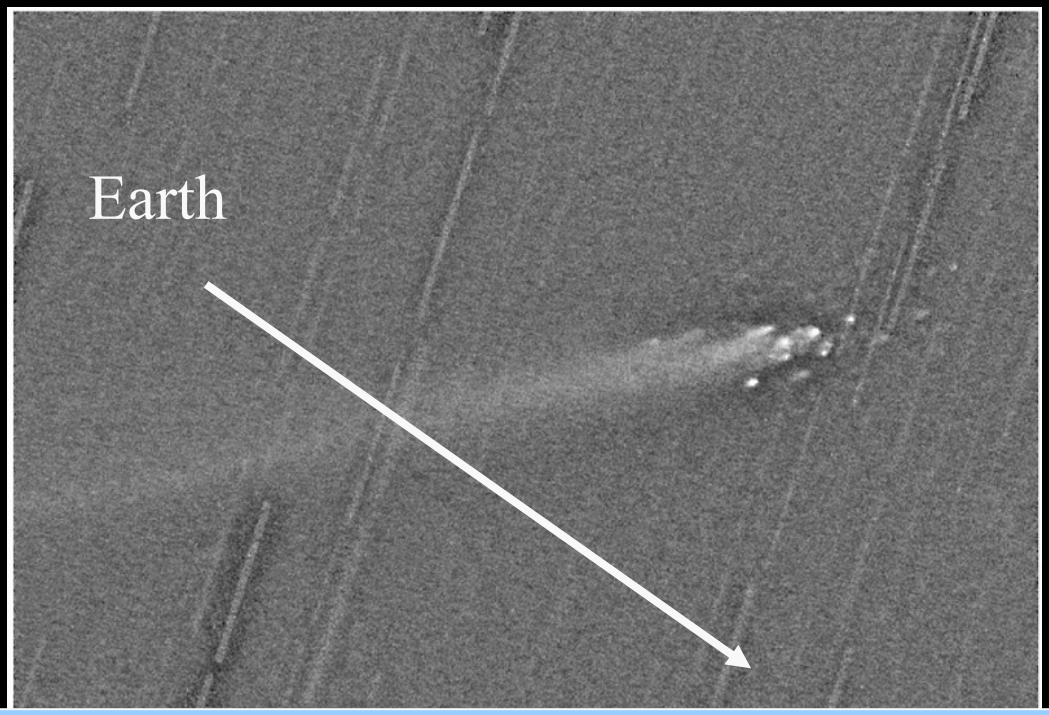
Estimate of the epoch of disintegration

- At least 1 min. duration, the length of the Earth's pass of meteor hurricane was about 2000 km.

- Disintegration epoch would be estimated by using this width with velocity dispersion (0.5-1.5m/sec) of meteoroids (Watanabe et al. 2003, Koten et al. 2017).

- At least 15-40 days before this event

Meteor hurricanes by disintegrated cometary nuclei



Earth passed through the 0-rev. trail
of disintegrated small comet in 1933

Conclusion

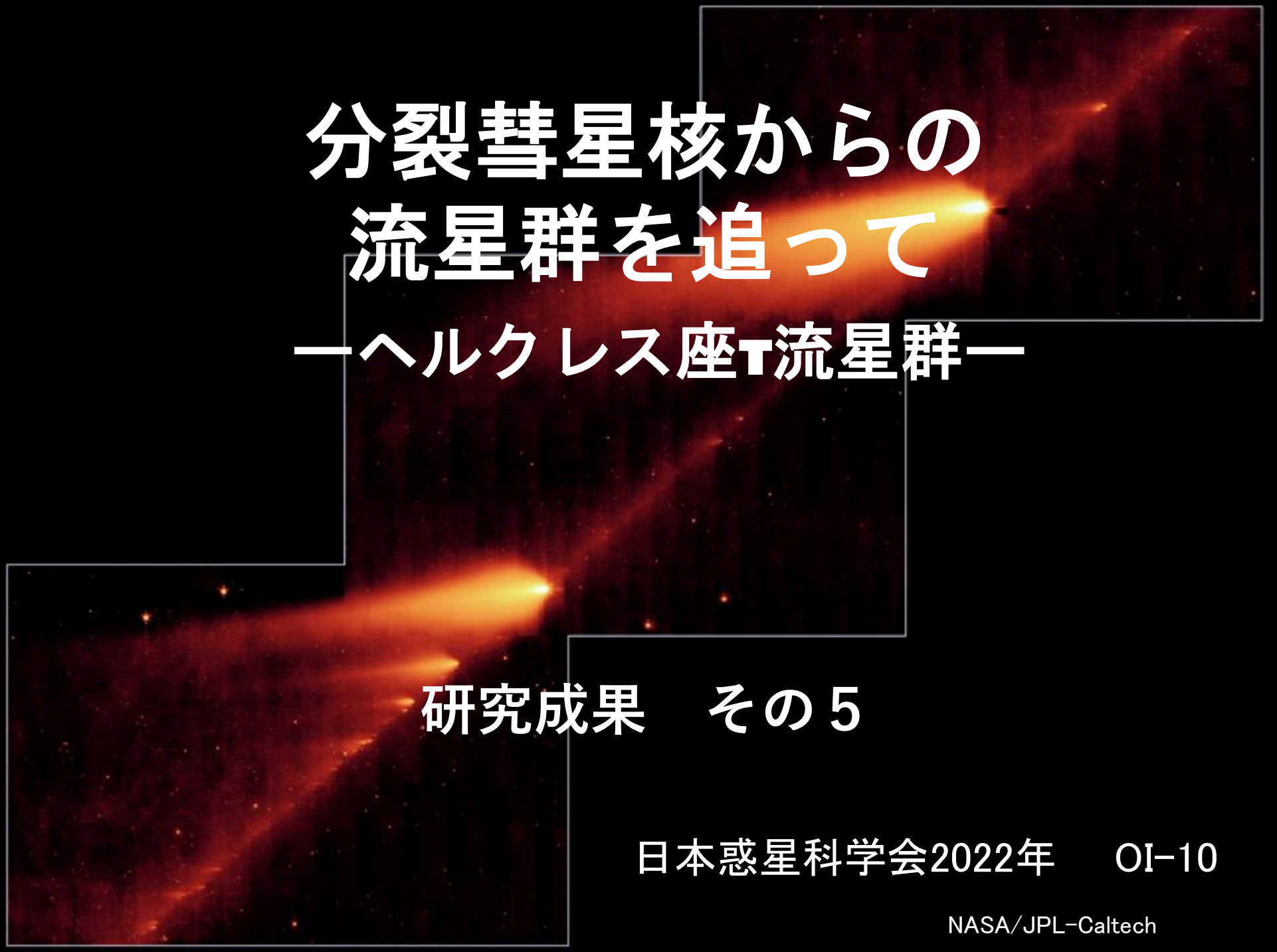
- Event in 1933 autumn should be a meteor hurricane ever recorded (HR > 10^6)
- This was not Oct. Draconids, but unknown shower
- Originated possibly by 0-rev. trail by *disintegrated small comet*
- More samples may be in the historic records

分裂彗星核からの流星群を追って

ーヘルクレス座τ流星群ー

研究成果　その５

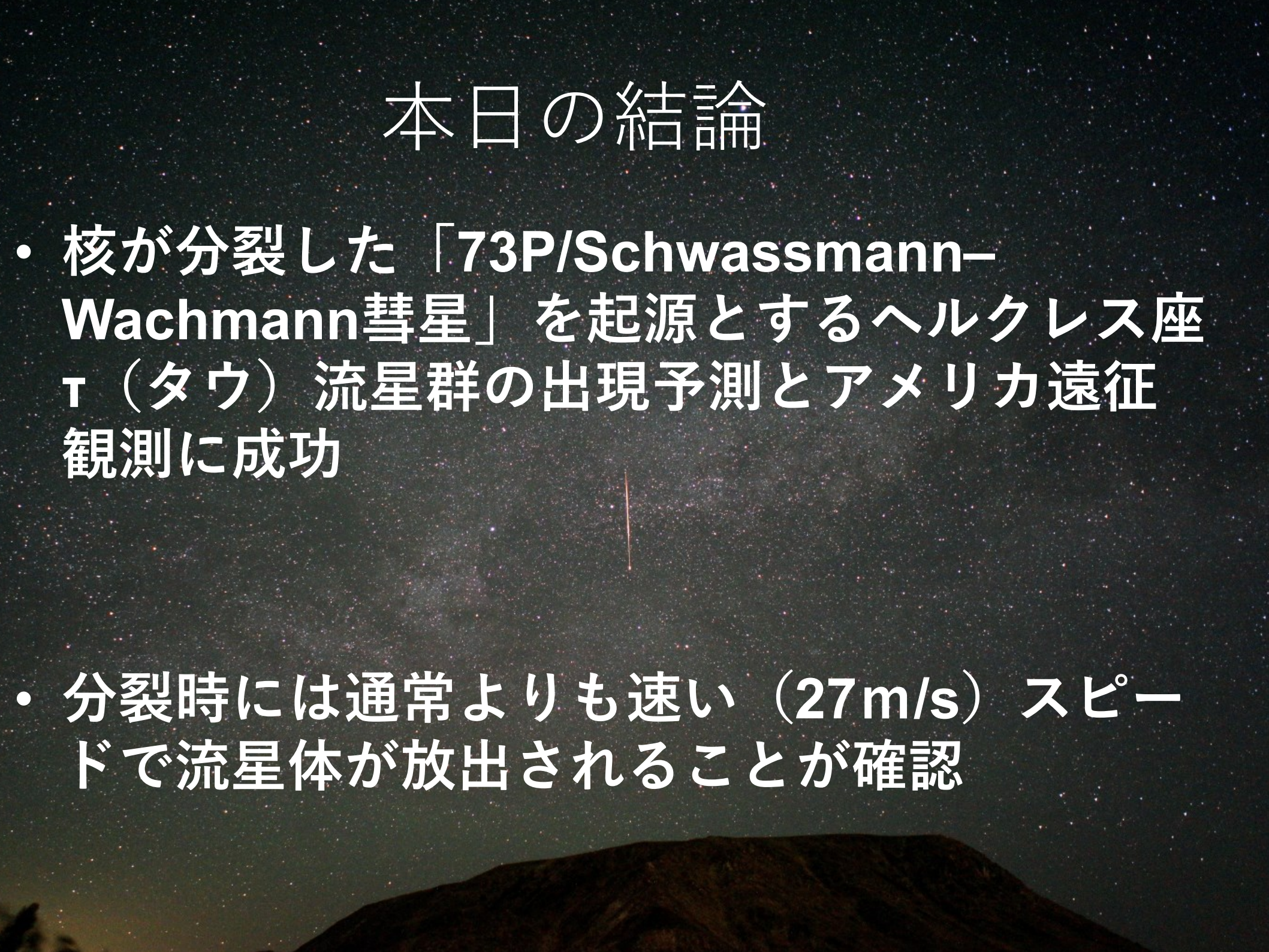
日本惑星科学会2022年　　OI-10



NASA/JPL-Caltech

本日の結論

- 核が分裂した「73P/Schwassmann–Wachmann彗星」を起源とするヘルクレス座τ（タウ）流星群の出現予測とアメリカ遠征観測に成功



- 分裂時には通常よりも速い（27m/s）スピードで流星体が放出されることが確認

本日の内容

- **73P/Schwassmann–Wachmann とは？**
- **ヘルクレス座τ（タウ）流星群とは？**
- **出現予測**
- **アメリカ遠征観測とデータ解析結果**

73P/Schwassmann-Wachmann とは

1930年発見直後の観測
改めて見直してみると。。。。。

当時から挙動不審だった！！

急増光し、肉眼彗星となった上に

COMET SCHWASSMANN WACHMANN (1930d)

Dr. Fr. Schuller, at the national Observatory Ondrejov (near Prague) sends the following positions from long-exposure photographs taken with the 8-inch Cooke triplet (Foc. length 35.53 inches):

1930	U.T.	R.A. (1930.0)	Decl.
May 22	22h 4m	18 16 15.3	+34 7 50
22	23 27	18 16 57.7	34 2 59
25	0 7	18 50 47.5	31 16 22
25	1 0	18 51 22.0	31 11 35
28	22 12	20 15 22.3	20 39 45
28	23 45	20 16 48.8	20 24 52
29	23 24	20 41 3.4	16 24 4
30	0 31	20 42 6.7	+16 10 20

The stellar nucleus was double in the 210 mm Clark refractor (visually); its two components were 8″ distant and connected by a narrow small bridge. Tail 1 was straight, tail 2 very stubby."

ails (P.A.) and integrated
he BD-scale:

_1	(P.A.)_2	Mag.
	28o	8.7
	30	8.5
28	31	7.8
30	32	7.4

The stellar nucleus was double in the 210 mm Clark refractor (visually); its two components were 8″ distant and connected by a narrow small bridge. Tail 1 was straight, tail 2 very stubby."

Prof. G. Struve has observed the comet as follows (B. Z. der A.N. No. 26):

1930	U.T.	R.A. (1930.0)	Decl.
June 3	1h 1m32s.3	22 18 38.63	- 2 41 49.9

1930 June 16 (288) Elis Stromgren

73P/Schwassmann-Wachmann とは

1930年　発見された公転周期：約5.4年の木星族短周期彗星

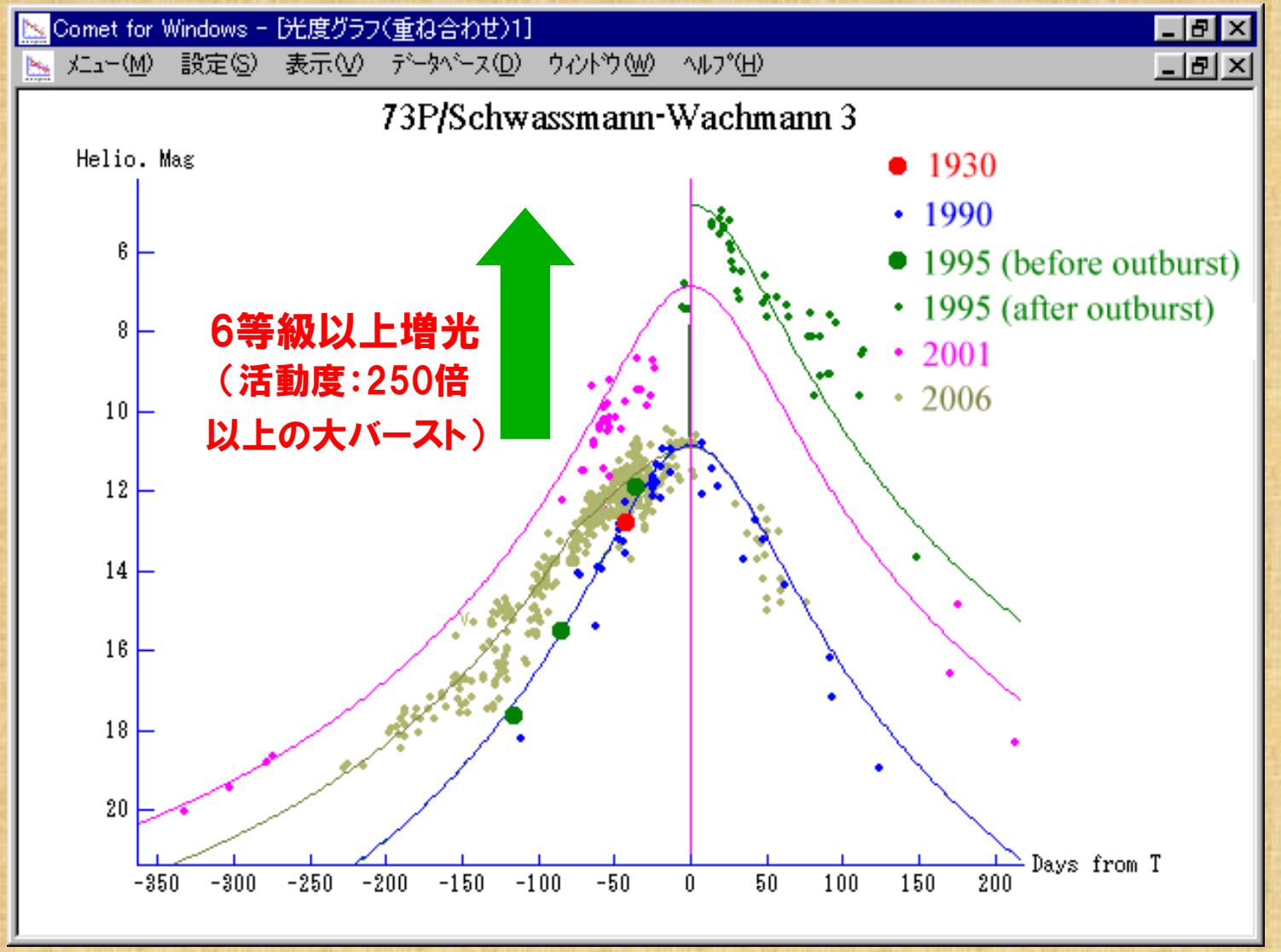
年	彗星活動
1930	発見（5/2）
1935	観測されず
1941	〃
1946	〃
1952	〃
1957	〃
1963	〃
1968	〃
1974	〃
1979	再発見
1985	観測されず
1990	検出
1995	大バースト、A～Dの4個の彗星核に分裂
2001	3個の核を確認（B,C,E）
2006	多数の核を確認
2011	C核検出
2017	C核、BT核検出
2022	今回

きわめて“癖のある”周期彗星

発見年以後、8回帰は検出されず、行方不明に

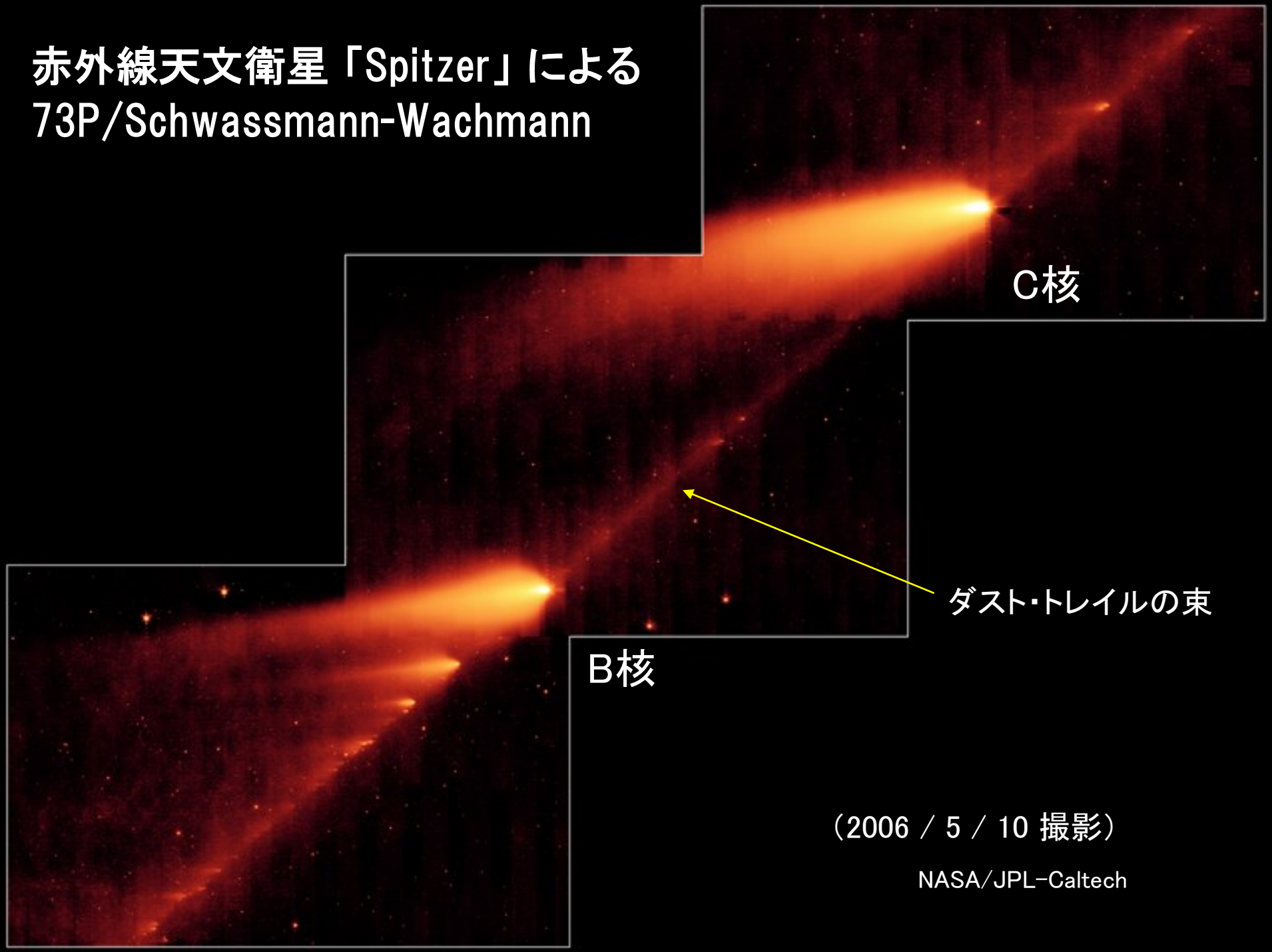
1995年の大バースト以後、分裂・崩壊し続けている

母天体の等級変化(1995年、他)



Yoshida's web : http://www.aerith.net/comet/catalog/0073P/index-j.html

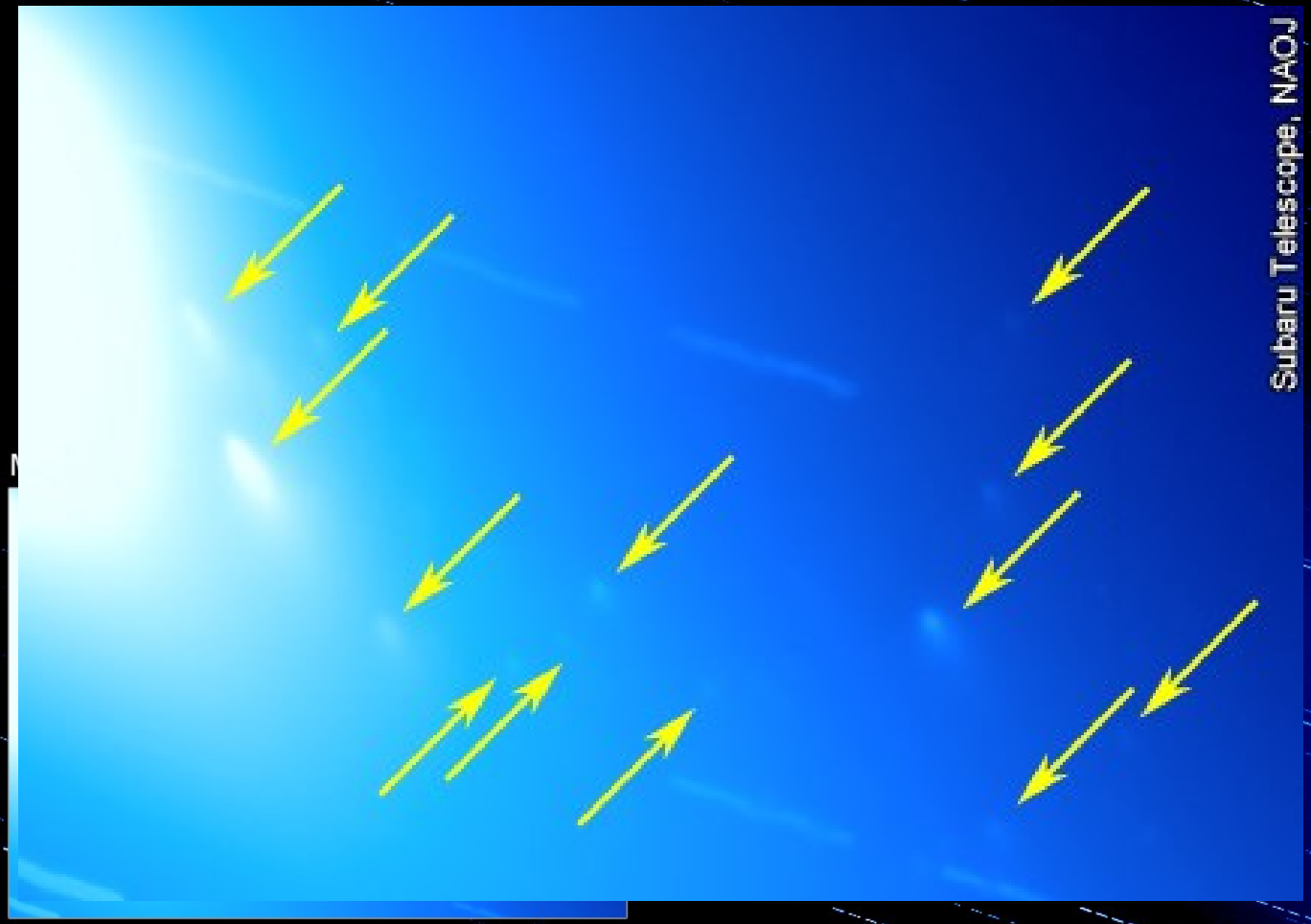
赤外線天文衛星「Spitzer」による
73P/Schwassmann-Wachmann



（2006 / 5 / 10 撮影）

NASA/JPL-Caltech

すばる望遠鏡 による
73P/Schwassmann-Wachmann B核近傍



Fuse et al. (2007) PASJ, 59, 381

B Fragment of Comet 73P/Schwassmann-Wachmann 3

Suprime-Cam (R)
May 11, 2006

Subaru Telescope, National Astronomical Observatory of Japan
Copyright©2006 National Astronomical Observatory of Japan. All rights reserved.

すばる望遠鏡 による
73P/Schwassmann-Wachmann B核近傍:54個の破片の検出

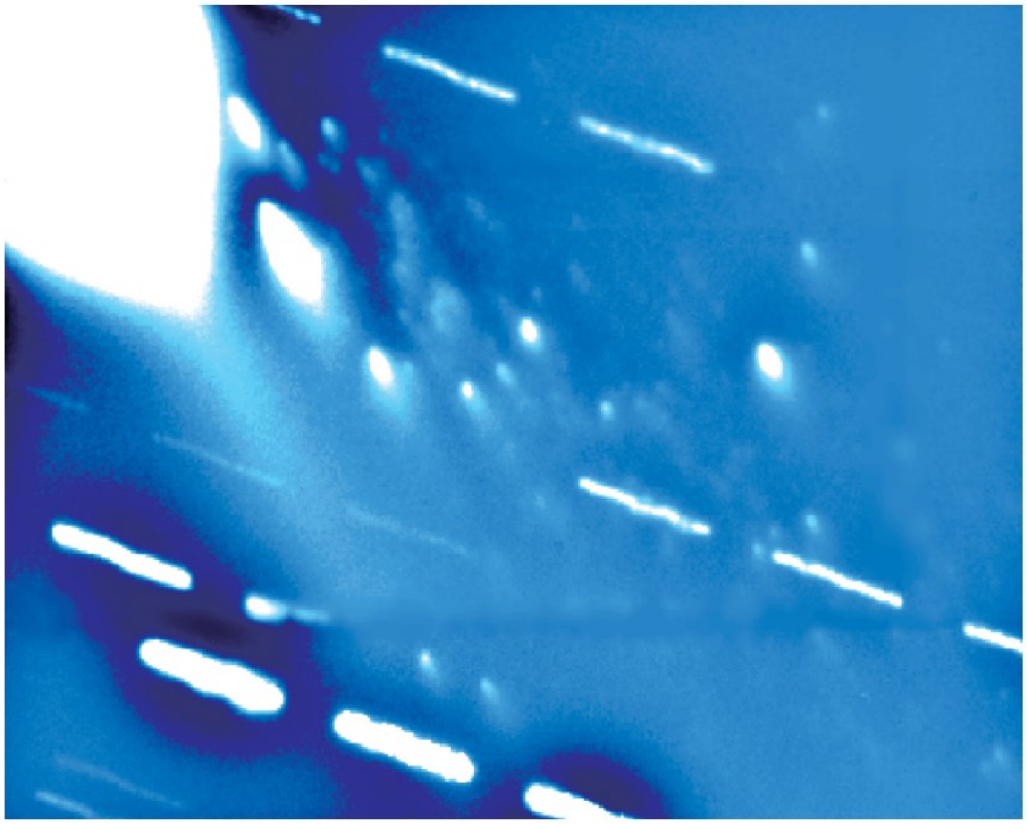


Fig. 1. Enlarged image close to nucleus B (upper left). The scale is 1.′60 × 1.′13 (7.79 × 10^3 km × 5.54 × 10^3 km). A total of 54 fragments detecte the image are surmised that they split from nucleus B in 2006 April.

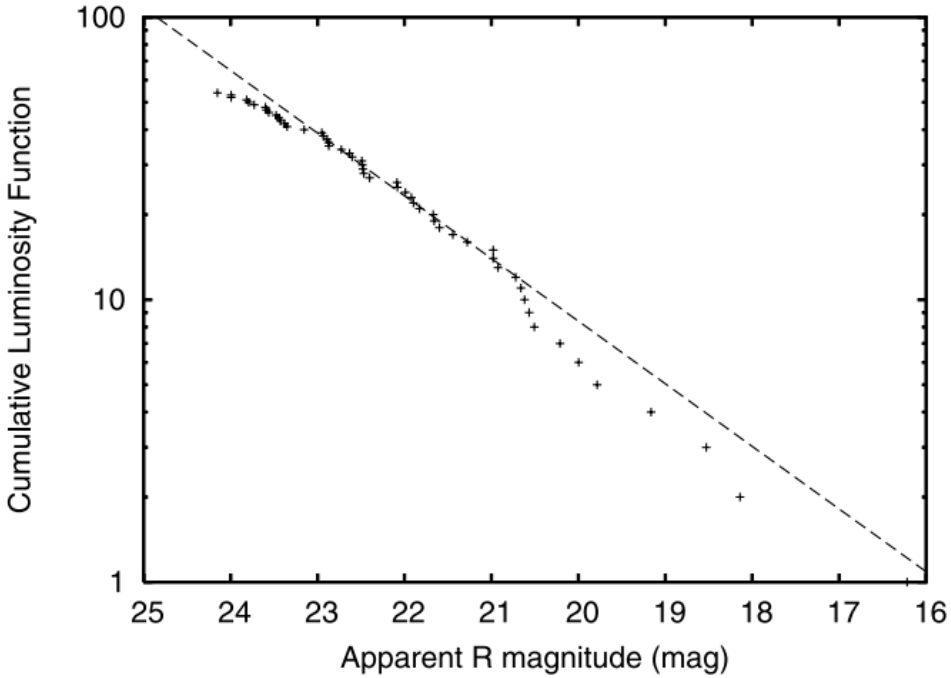


Fig. 2. Cumulative luminosity function of the detected fragments from figure 1. Measuring the slope of the fragments between 20.72 mag and 22.96 mag, the power-law index becomes $\alpha = 0.222$.

Fuse et al. (2007) PASJ, 59, 381

73P/Schwassmann-Wachmann とは

1930年発見直後の観測
改めて見直してみると。。。。。

当時から挙動不審だった！！

急増光し、肉眼彗星となった上に

当時も“分裂”した観測が残されていた

かなり”癖“のある彗星

COMET SCHWASSMANN WACHMANN (1930d)

Dr. Fr. Schuller, at the national Observatory Ondrejov (near Prague) sends the following positions from long-exposure photographs taken with the 8-inch Cooke triplet (Foc. length 35.53 inches):

1930	U.T.	R.A. (1930.0)	Decl.
May 22	22h 4m	18 16 15.3	+34 7 50
22	23 27	18 16 57.7	34 2 59
25	0 7	18 50 47.5	31 16 22
25	1 0	18 51 22.0	31 11 35
28	22 12	20 15 22.3	20 39 45
28	23 45	20 16 48.8	20 24 52
29	23 24	20 41 3.4	16 24 4
30	0 31	20 42 6.7	+16 10 20

The stellar nucleus was double in the 210 mm Clark refractor (visually); its two components were 8″ distant and connected by a narrow small bridge. Tail 1 was straight, tail 2 very stubby.″

ails (P.A.) and integrated
he BD-scale:

_1	(P.A.)_2	Mag.
	28o	8.7
	30	8.5
28	31	7.8
30	32	7.4

The stellar nucleus was double in the 210 mm Clark refractor (visually); its two components were 8″ distant and connected by a narrow small bridge. Tail 1 was straight, tail 2 very stubby.″

Prof. G. Struve has observed the comet as follows (B. Z. der A.N. No. 26):

1930	U.T.	R.A. (1930.0)	Decl.
June 3	1h 1m32s.3	22 18 38.63	- 2 41 49.9

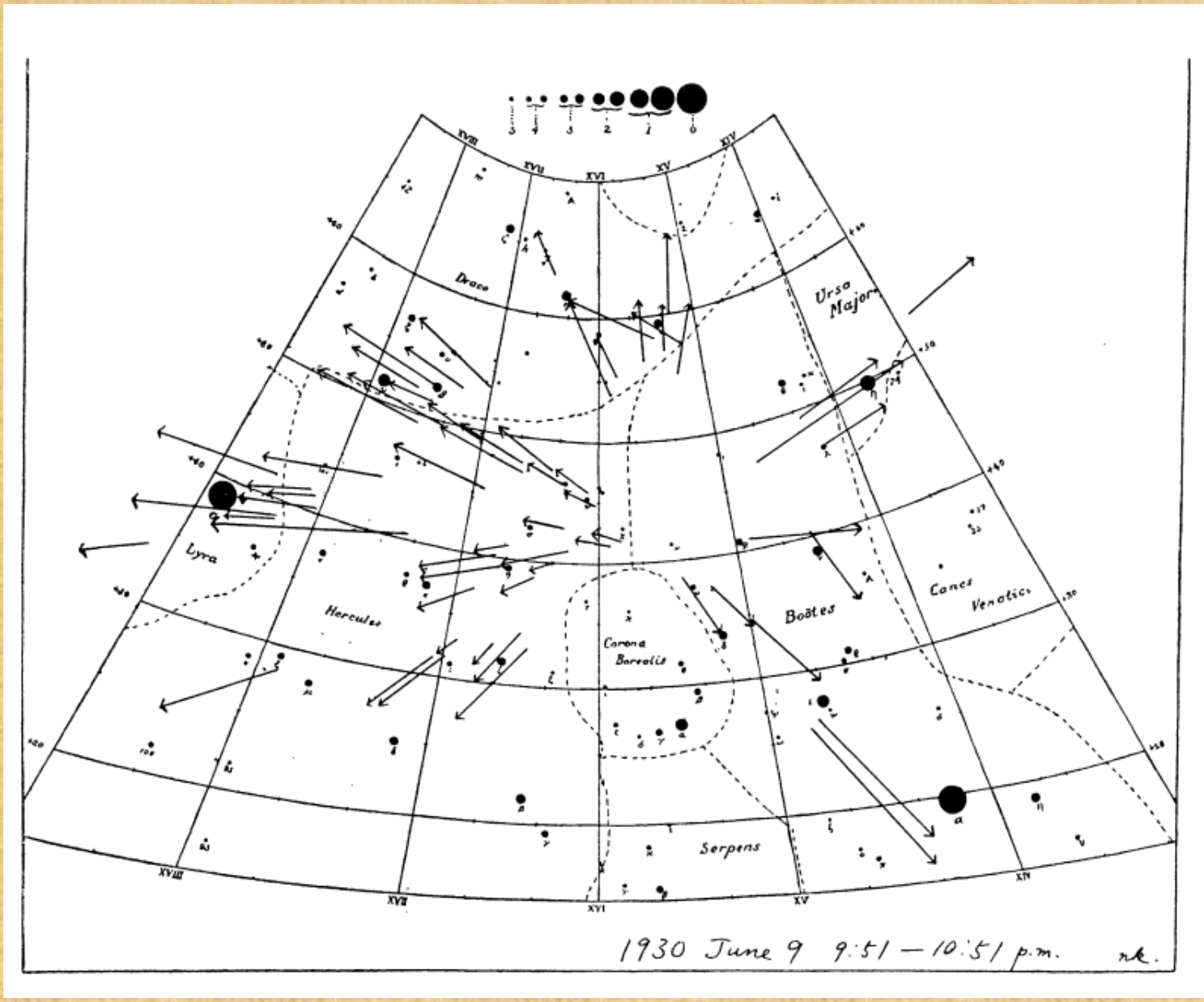
1930 June 16 (288) Elis Stromgren

ヘルクレス座τ流星群 τ-Herculids　(HTA / #61)とは

- この73P/Schwassmann-Wachmann を母親とする流星群
- 1930年の発見直後にすでに京都大学花山天文台の柴田、渡辺両氏により、関連流星群の出現可能性が指摘された
- 実際に監視観測を続けた花山天文台の中村要氏により、1930年6月9日夜、**一時間に59個の出現を記録**！！
  - 4等以下の暗い流星；対地速度が小さいことと無矛盾

(Nakamura K. (1930) MNRAS, 91, 204 – 209.)

ヘルクレス座τ流星群 τ-Herculids　(HTA / #61)とは



Nakamura, K., Monthly Not. Roy. Astron. Soc., 91, 204(1930)

ヘルクレス座τ流星群 τ-Herculids　(HTA / #61)とは

- 我々は母彗星の1995年以降の激しい分裂・崩壊現象に注目
- 彗星核深部に閉じ込められたダスト＝原始太陽系円盤のダストが、それほど宇宙風化しないまま、流星(群)として観測できるチャンス
- 同様の例は希有；19世紀のビエラ彗星のみ

分裂彗星からの流星群といえば

アンドロメダ座流星群

- **母天体：**
  3D/Biella（ビエラ彗星）
  （公転周期：約6.5年、木星族短周期彗星）
  - 分裂彗星である
  - 1846年に分裂して観測された

1846年のスケッチ（E. Weiss）

(Amedee Guillemin)

3D/Bielaとアンドロメダ座流星群の歴史

年	彗星活動
1772	発見(3/8)
1778	観測されず
1785	〃
1792	〃
1799	〃
1806	観測あり
1812	〃
1819	〃
1826	3回の回帰が同定
1832	観測あり
1839	観測されず
1846	2個の彗星核を確認
1852	2個の彗星核を確認
1859	観測されず
1866	観測されず
1872	観測されず(※流星雨:HR=24000など)
1879	観測されず
1886	観測されず(※流星雨:HR=75,000など)

- 1826年に過去の出現と同定
  ビエラ彗星に
- 1842年に分裂？(推測)
- 1846年に2つの核への分裂を観測
- 1852年にも2つの核を確認
  以降見失われる(崩壊？)

- 1872年に流星雨

- 1886年に再び流星雨

ヘルクレス座τ流星群 τ-Herculids （HTA / #61）

流星群の予報

- 佐藤幹哉氏、堀井俊氏（当時大学院生）と共に73P/Schwassmann–Wachmann 起源のヘルクレス座τ流星群の予報を計算
  - Horii et al. 2008, EM&P, 102, 85-89.
- **2022年に流星雨が見られる可能性を指摘**

Looking at the values in Table 1, at first, it is in 2022 that we notice the most possible chance of the meteor storm. Figure 1 shows the location of the dust trails in the ecliptic plane and the path of the Earth in 2022. The shape of each trail is assumed to be like a tube whose diameter is 0.001 AU. Especially, the dust trail ejected in 1995 will approach the Earth as closely as 0.00038 AU. This result correspond well to the results of the previous

Fig. 1 The location of the intersection with the ecliptic plane of the dust trails is shown. The shape of each trail is assumed to be like a tube whose diameter is 0.001 AU. The continuous line represents the path of the Earth in 2022

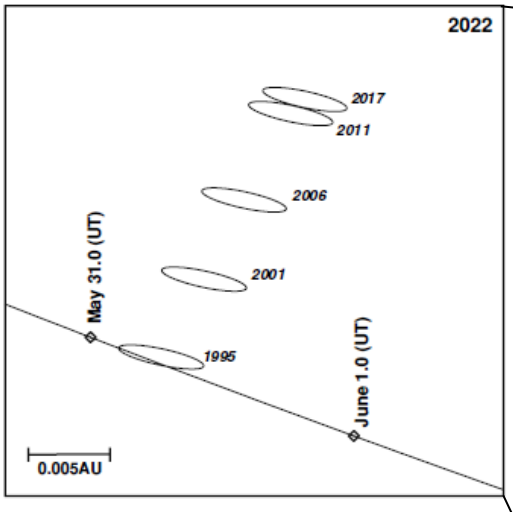
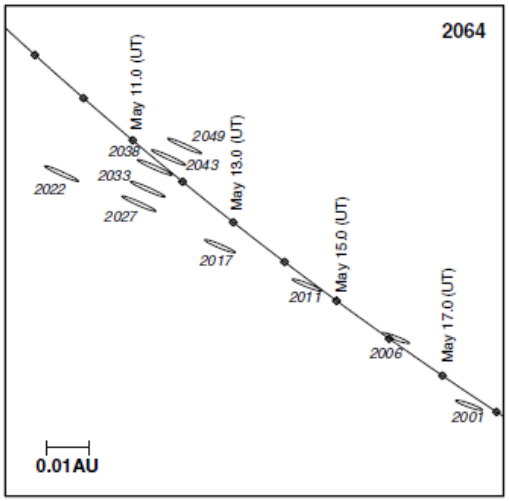
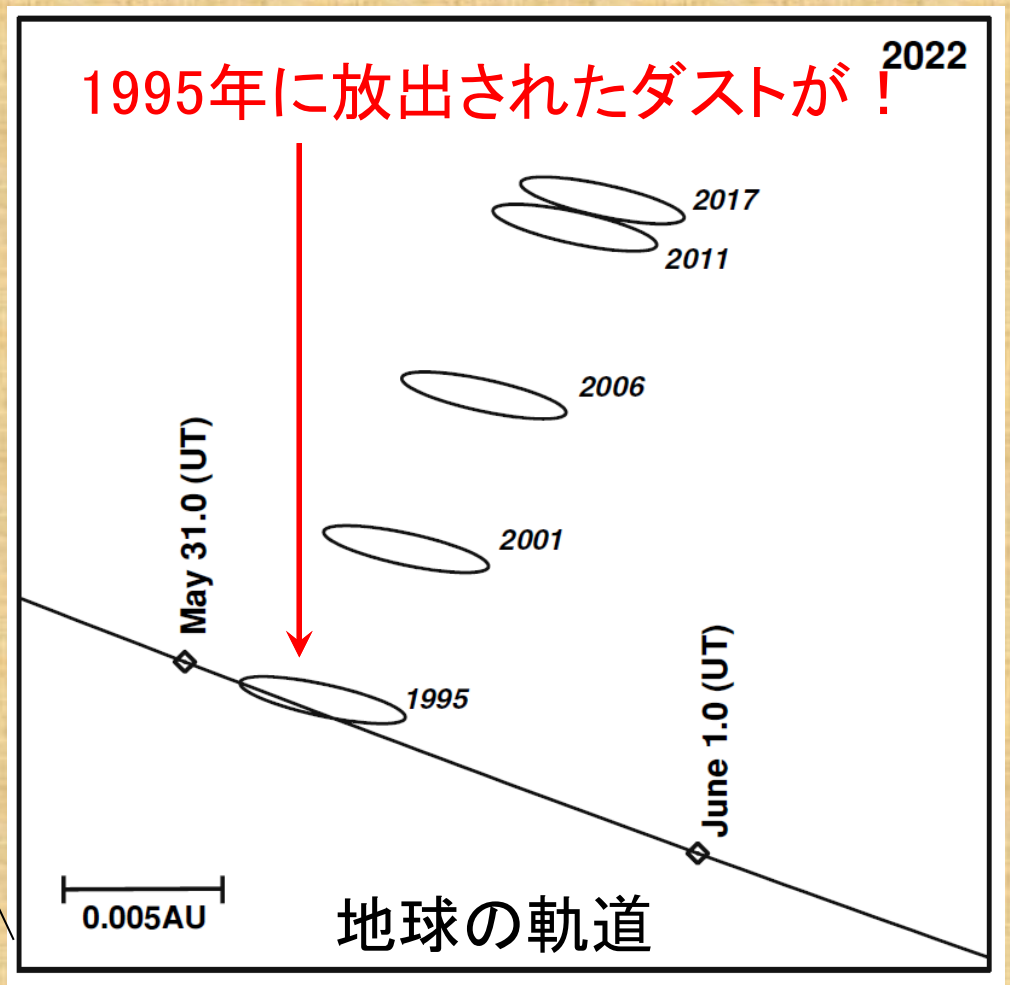


Fig. 2 Same as Fig. 1, but in 2064



Looking at the values in Table 1, at first, it is in 2022 that we notice the most possible chance of the meteor storm. Figure 1 shows the location of the dust trails in the ecliptic plane and the path of the Earth in 2022. The shape of each trail is assumed to be like a tube whose diameter is 0.001 AU. Especially, the dust trail ejected in 1995 will approach the Earth as closely as 0.00038 AU. This result correspond well to the results of the previous



Horii et al. 2008, EM&P, 102, 85-89.

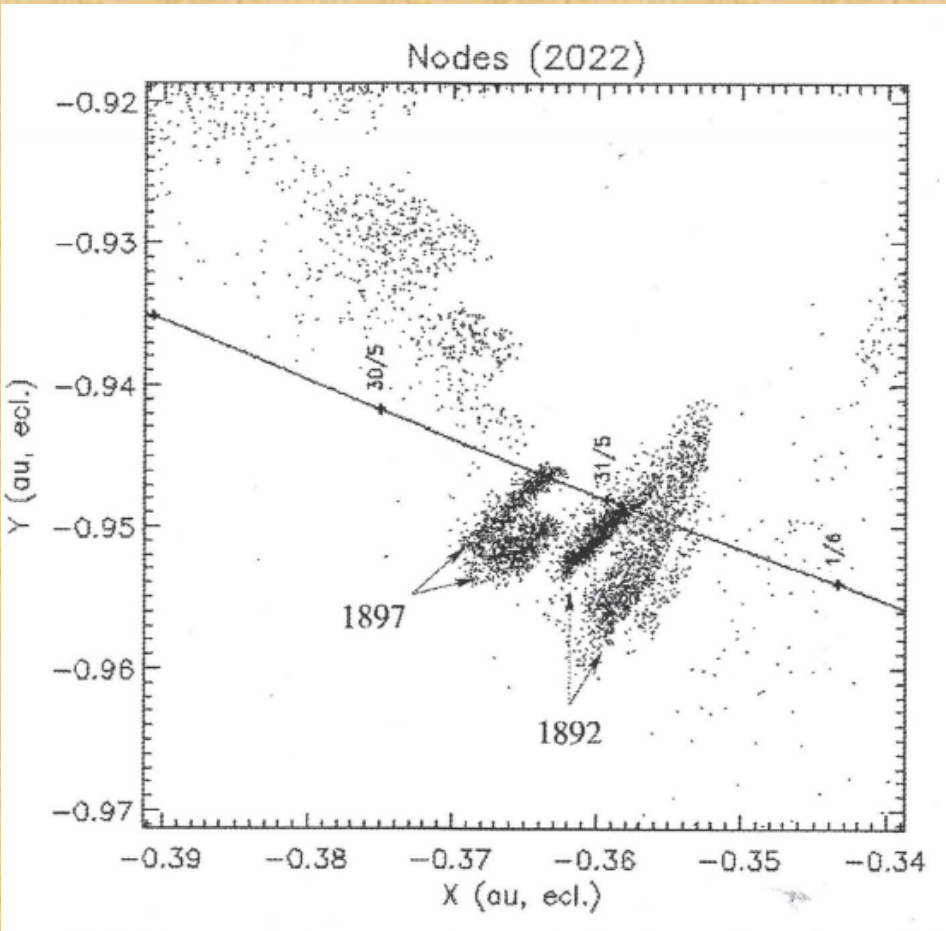
流星群出現予測

Ejected year	Expected peak time Date (UT)	Time	LS(2000.0)	Δr (AU)	Ejection Velocity (m/s)	fM	Expected position of radiant α(deg.)	δ(deg.)	Vg (km/s)	Notes
2001	2022/05/31.26	06:09	69.495	-0.0058	-30.42	0.35	209.11	+28.22	12.16	
1995	2022/05/31.21	05:04	69.451	-0.00041	-26.68	0.30	209.49	+28.13	12.07	Shower?
1990	2022/05/31.17	03:59	69.408	+0.0046	-23.84	0.32	209.83	+28.04	11.99	

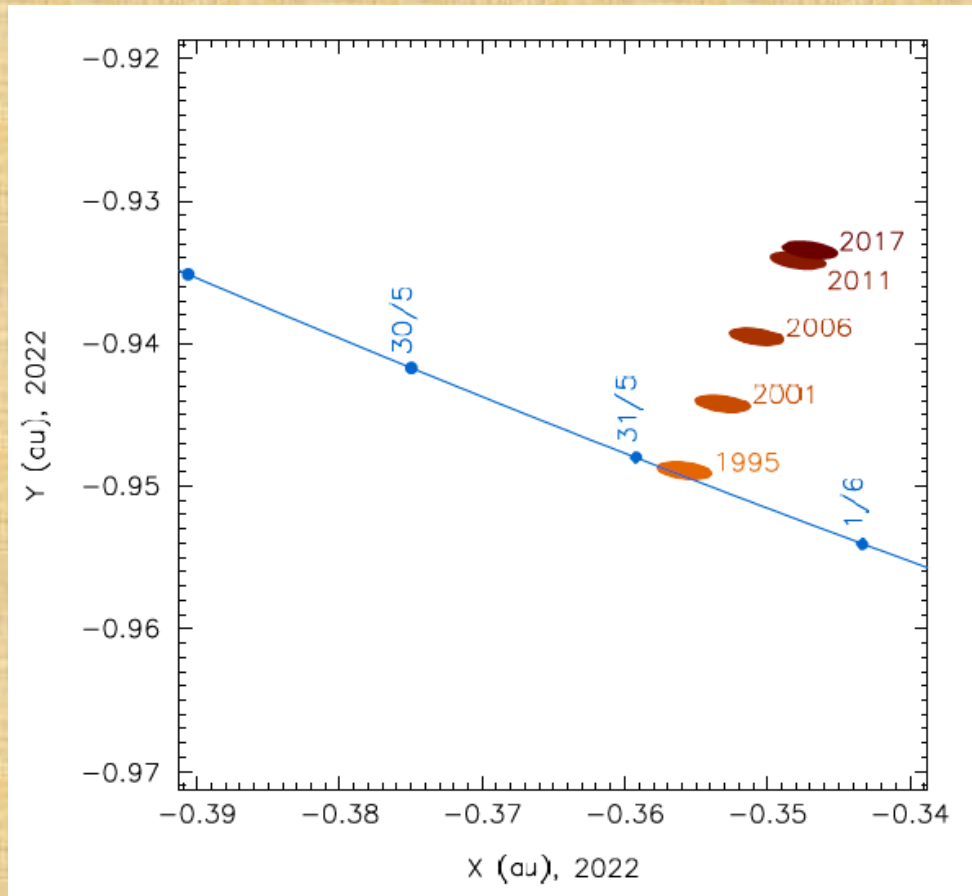
- 母彗星分裂時1995年に放出されたダストが地球に衝突！
- ただし、放出速度（絶対値）がかなり大きい（約　-27m/s）
- 放出速度がマイナス＝彗星の軌道運動と逆で、光圧が効くと、このあたりのダストがサイズによっては地球に衝突しなくなる可能性もある

※他のグループは「出現しない」と予測（Vaubaillon et al, 2022）

予測の差



By Vaubaillon

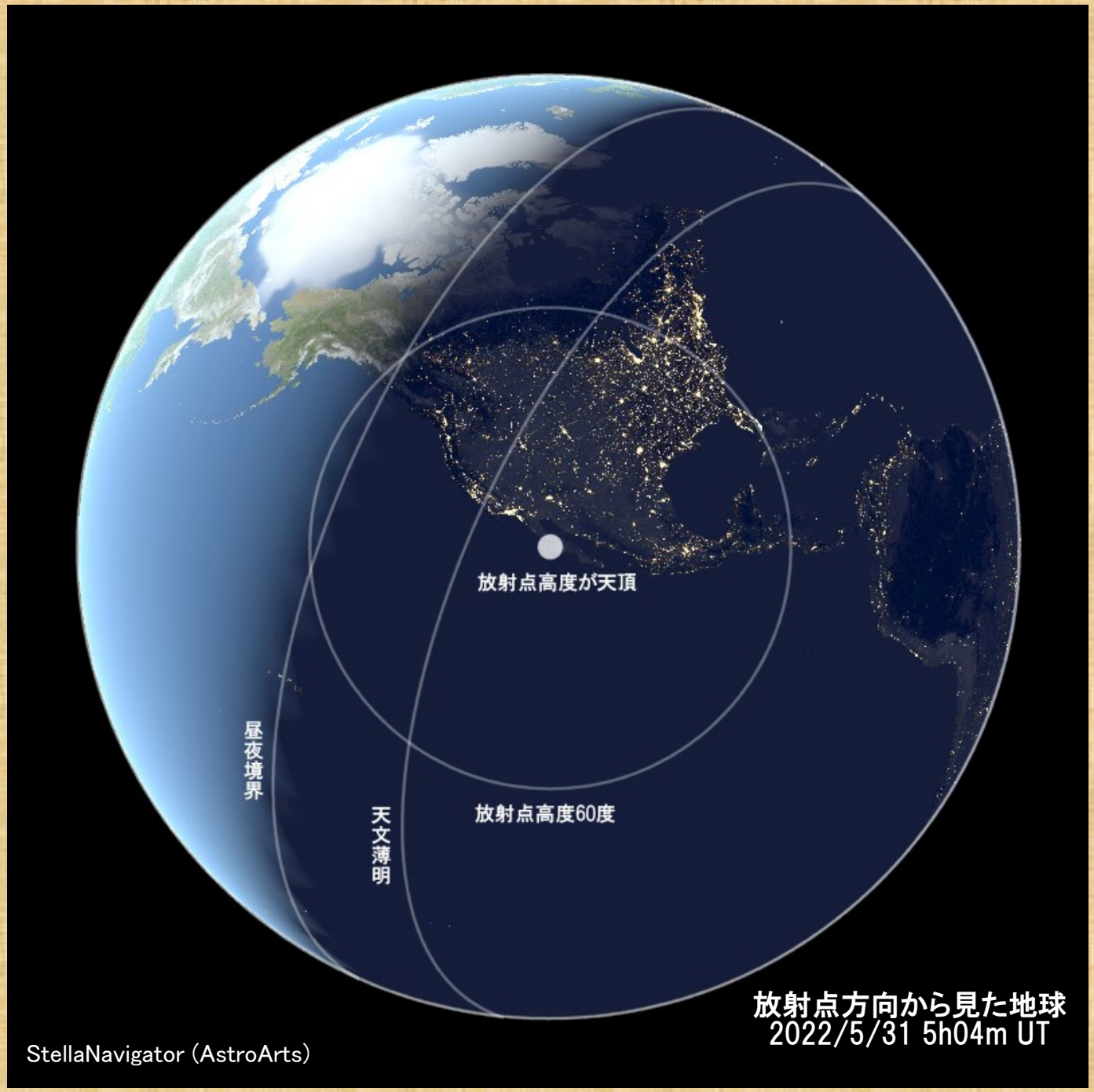


By Horii
(c) David Asher & Mikiya Sato

※母天体発見前のダストの接近のみで
1995年放出起源の流星体は無く、
出現しないと予測

Rao 2021 : WGN, Journal of the International Meteor Organization, vol. 49, no. 1, p. 3-14

予想極大時に観測条件のよい北米へ観測



遠征計画(出国まで)

- 2月15日　太陽系小天体セミナー後に初ミーティング　（ハワイ？）
- 3月　1日　NHKに申し入れ　（コズミック･フロント）
- 3月17日　NHKとの初ミーティング
- 3月18日　林左絵子さんからカリフォルニア州の観測地情報を得た
- 4月16日　NHKから番組が承認された、との連絡
- 4月23日　NHKとのミーティング　→　カリフォルニア遠征決定
- 4月24日　林左絵子さん遠征隊参加決定(後にビザの関係で断念)
- 4月25日　蓮尾さん遠征隊参加決定
- 5月始め　航空券チケット各自手配
- 5月17日　ミーティング＆NHK取材(三鷹)
- 5月26日　PCR検査
- 5月27日　出国

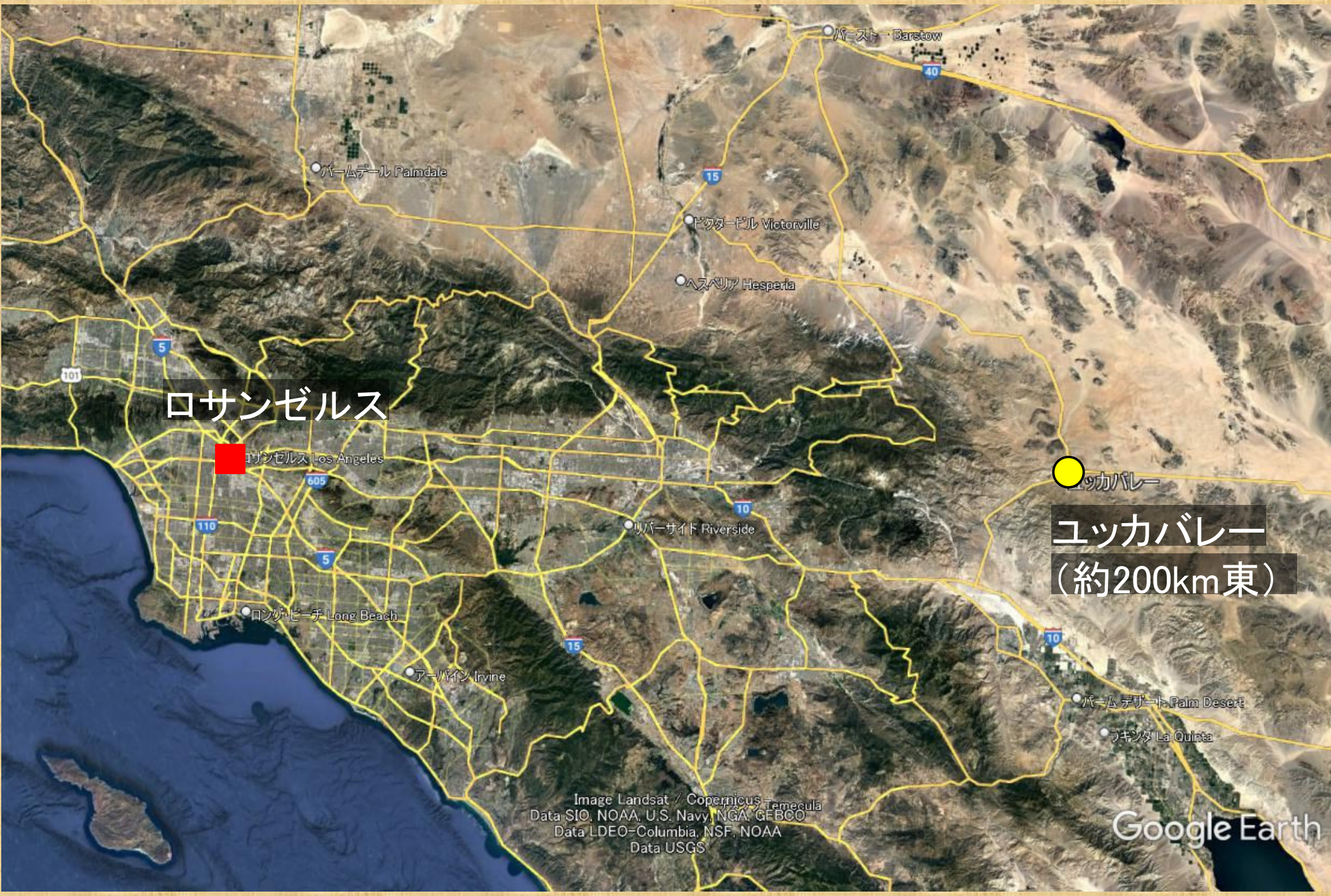
遠征計画(出国)

- 5月27日　出国

- ほとんど人が居ない空港。。。。。。

遠征日程(アメリカ入国)

- 5月27日　ロサンゼルス到着：当日夜のメキシカンレストラン


ロサンゼルス
ユッカバレー
（約200km東）
バーストー Barstow
パームデール Palmdale
ビクタービル Victorville
ヘスペリア Hesperia
ロサンゼルス Los Angeles
リバーサイド Riverside
ロングビーチ Long Beach
アーバイン Irvine
テメキュラ Temecula
パーム デザート Palm Desert
ラキンタ La Quinta
Image Landsat / Copernicus
Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO
Data LDEO-Columbia, NSF, NOAA
Data USGS
Google Earth

GMARS
GMARS
本観測予定地
ランダーズ Landers
デザート・ハイツ Desert Heights
リムロック Rimrock
パイオニアー タウン Pioneertown
ジョシュア・ツリー Joshua Tree
ユッカバレー
ユッカ・バレー Yucca Valley
ユッカバレー
モロンゴ・バレー Morongo Valley
ジョシュア・ツリー国立公園
ジョシュア・ツリー
国立公園
デザート・ホット・スプリングス Desert Hot Springs
Google Earth
247
247
62

Goat Mountain Astronomical Research Station

GMARS

- Goat Mountain Astronomical Research Station
- Riverside Astronomical Society (RAS) のメイン観測地
- 系外惑星の観測
- Star Party（観望会）が定期的に開催されている

南

東

西

北

遠征日程(アメリカ入国～帰国)

- 5月27日　ロサンゼルス到着
- 5月28日　ユッカ・バレーに向けて移動

  GMARS 下見

  とても風が強く、、、砂塵嵐状態　　自動車がスタックしてしまう

撮影：土屋さん

遠征日程(アメリカ入国～帰国)

- 5月27日　ロサンゼルス到着
- 5月28日　ユッカ・バレーに向けて移動
  GMARS 下見 （砂塵嵐＋自動車スタック事件）
- 5月29日　極大前日　ジョシュア・ツリー国立公園にて観測
- 5月30日　極大当日　GMARSにて観測 （いささか　砂塵嵐）
- 5月31日　極大翌日　GMARSにて観測

- ーーーー＞　観測結果は　佐藤幹哉さんの発表に

- 6月　1日　移動　TMT Monrovia Lab.見学(パサデナ)

TMT Monrovia Lab.にて

遠征日程(アメリカ入国～帰国)

- 5月27日　ロサンゼルス到着
- 5月28日　ユッカ・バレーに向けて移動
  GMARS 下見 （砂塵嵐＋自動車スタック事件）
- 5月29日　極大前日　ジョシュア・ツリー国立公園にて観測
- 5月30日　極大当日　GMARSにて観測 （いささか　砂塵嵐）
- 5月31日　極大翌日　GMARSにて観測

- ーーーー＞　観測結果は　佐藤幹哉さんの発表に

- 6月　1日　移動　TMT Monrovia Lab.見学(パサデナ)
  （自動車パンク事件）

TMT Monrovia Lab.にて

遠征日程(アメリカ入国～帰国)

- 6月1日　グリフィス天文台へ　外観のみ見学

遠征日程(アメリカ入国～帰国)

- 6月1日夕刻
- Wrap Up Party ！

- 6月　2日　アメリカ出国、
- 6月　3日　帰国

アメリカへの遠征観測結果：確かに出現

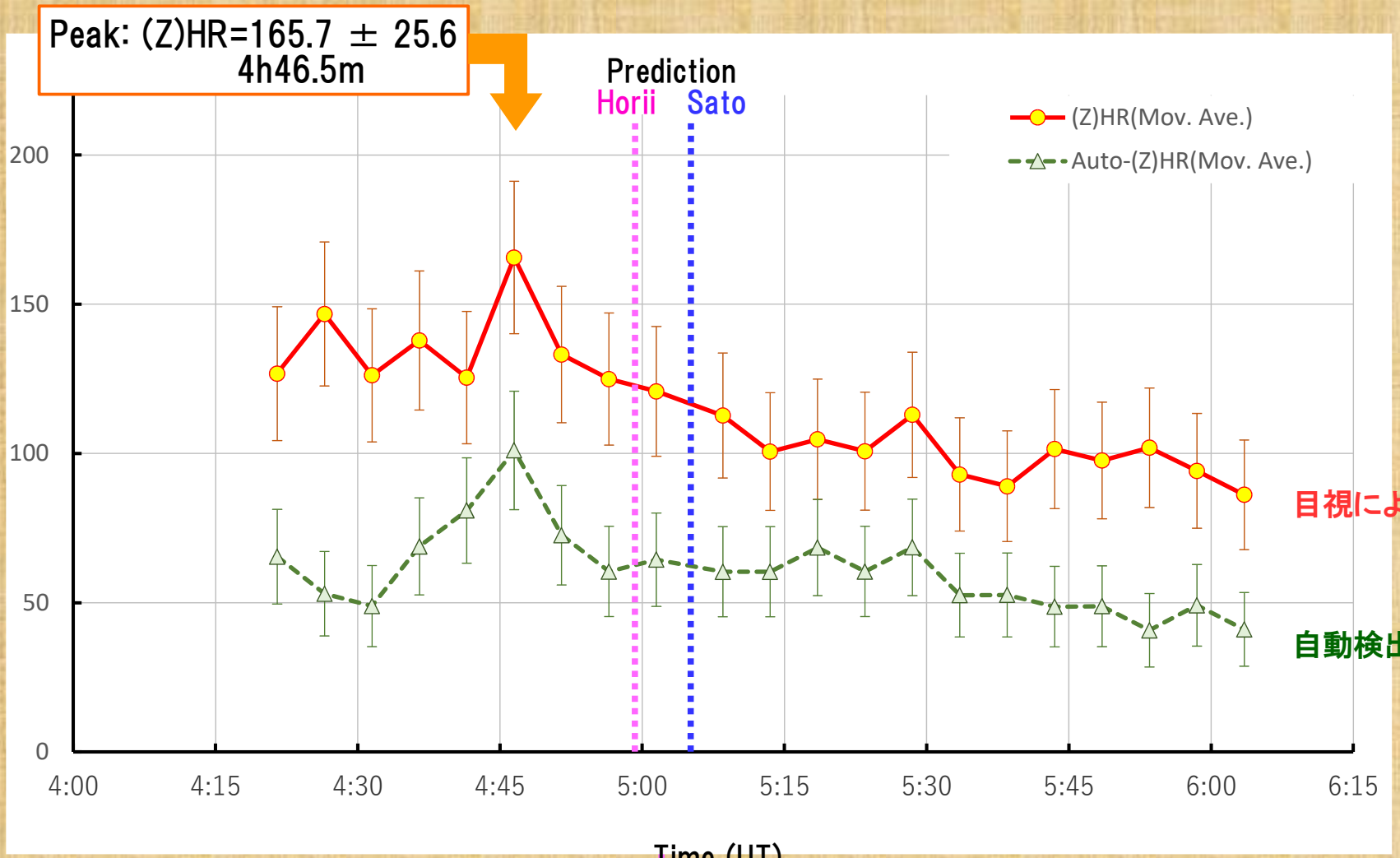


Fig. ヘルクレス座τ流星群出現規模の時間変化(移動平均)

(Z)HR：1時間あたり流星数に放射点高度補正を施した値

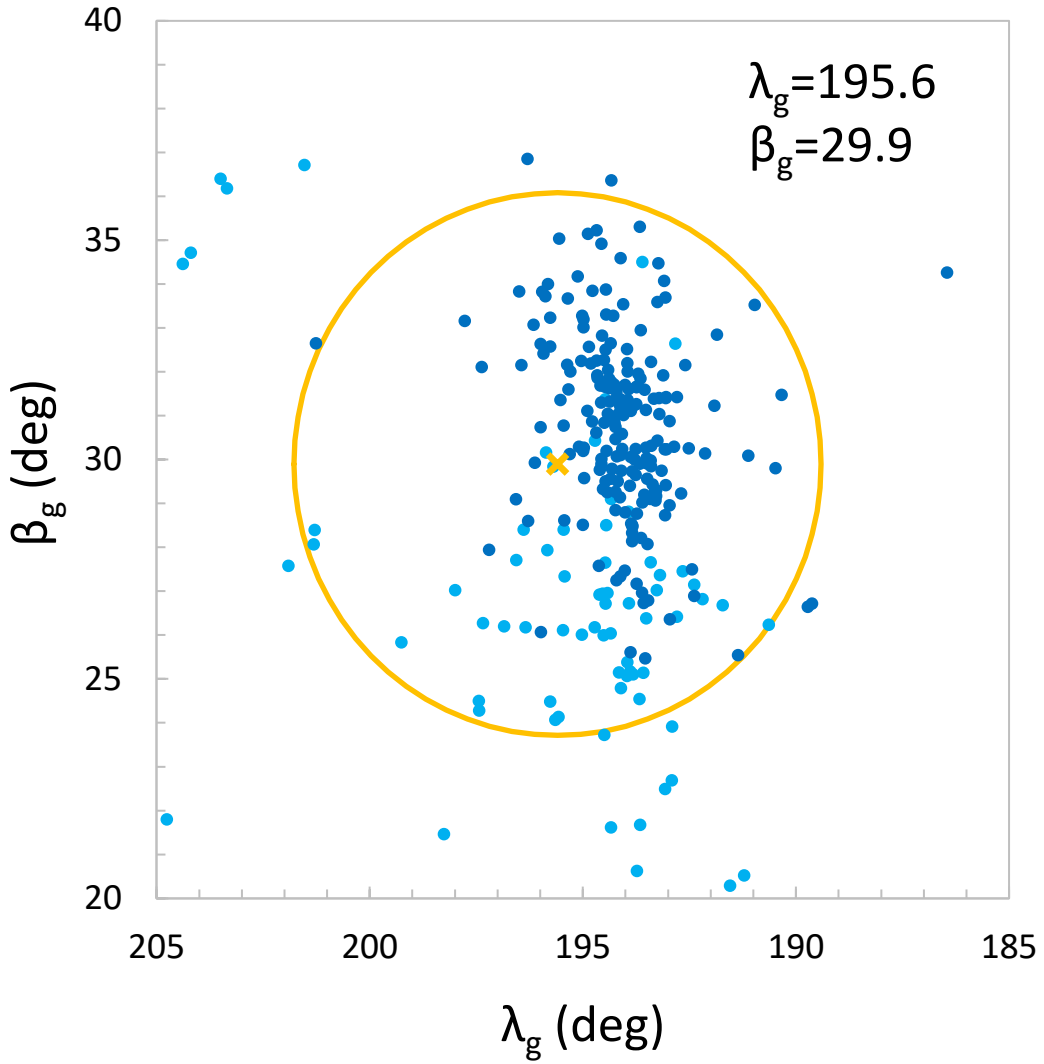
5分おきの流星数時間変化(移動平均)

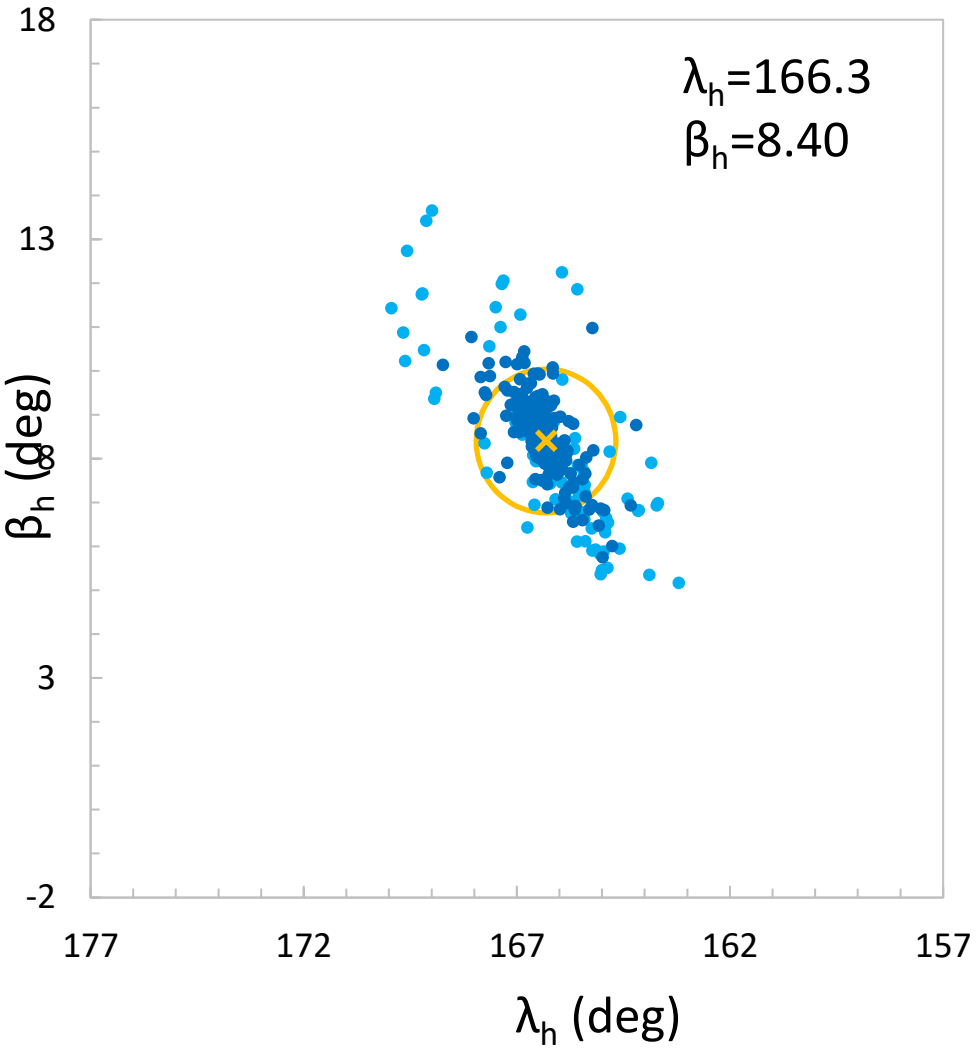
流星群一斉放出編集

他の観測データから放射点を解析

- 2022年5月24日～6月6日に観測された
  SonotaCo Network, **UK Meteor Network**,
  Global Meteor Network のデータを使用
- 求められた放射点を天球図上にプロット
  （観測された放射点データに、地球速度による補正を加える）

極大前（$\lambda_\odot$=～68°）





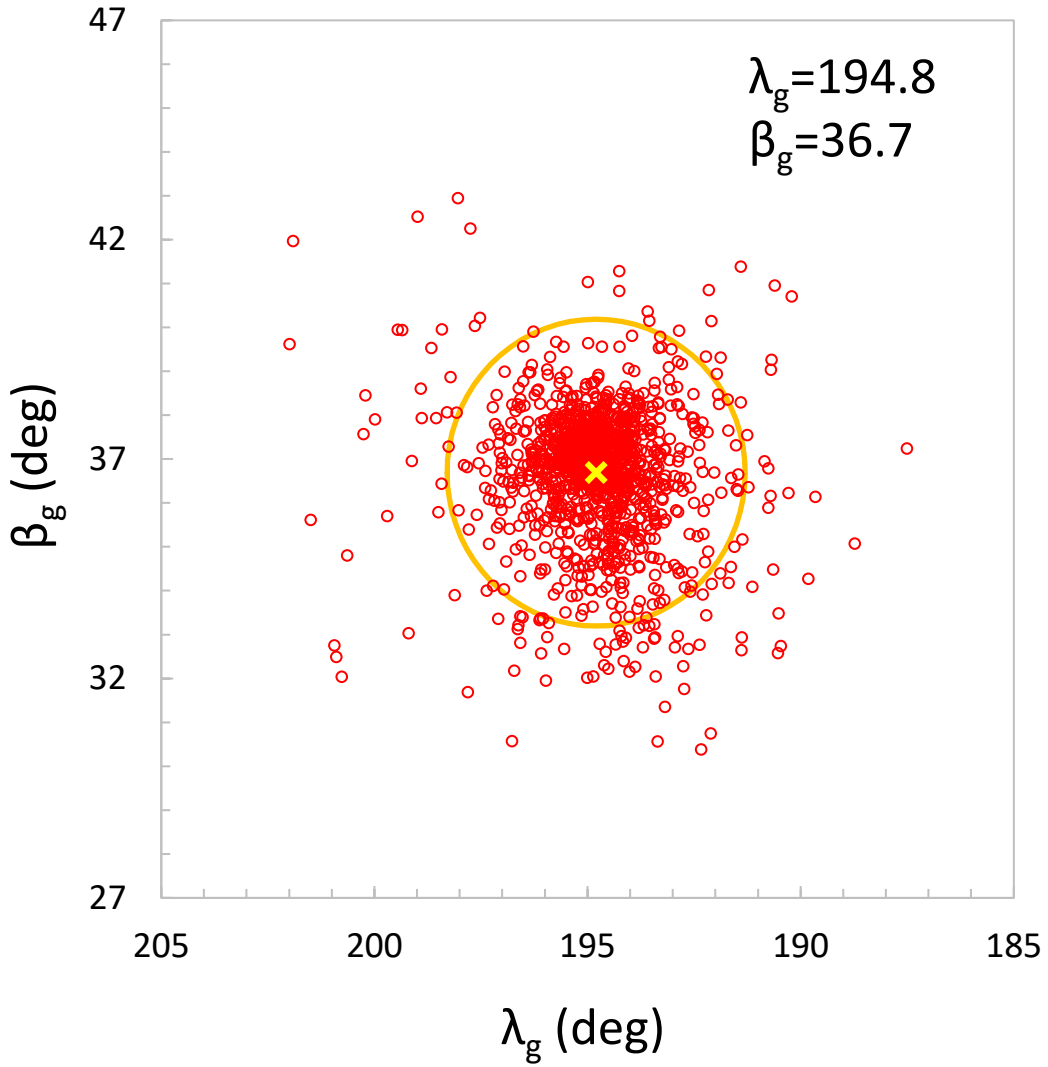
補正前

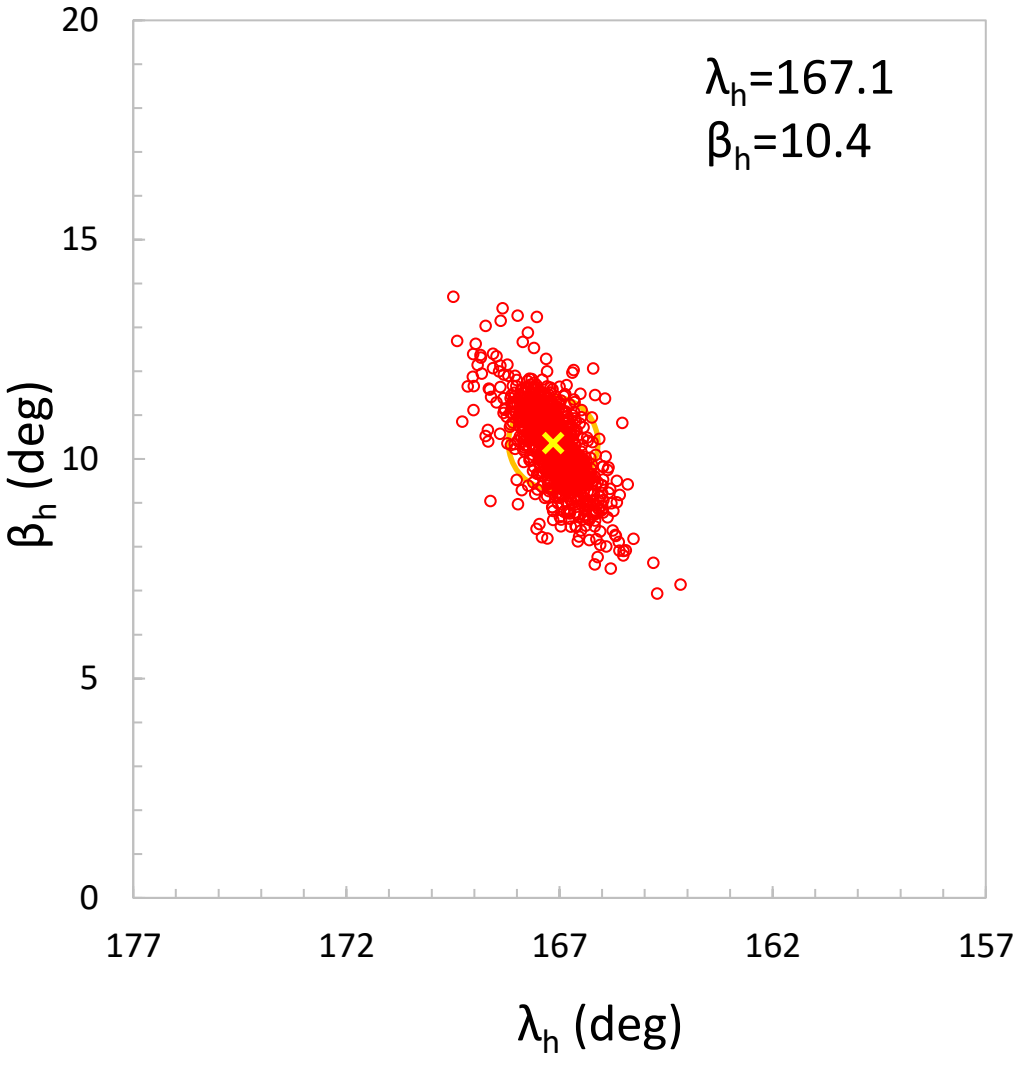
θ_g=6.18°

補正後

θ_h=1.64°

極大（$\lambda_\odot$=69°）





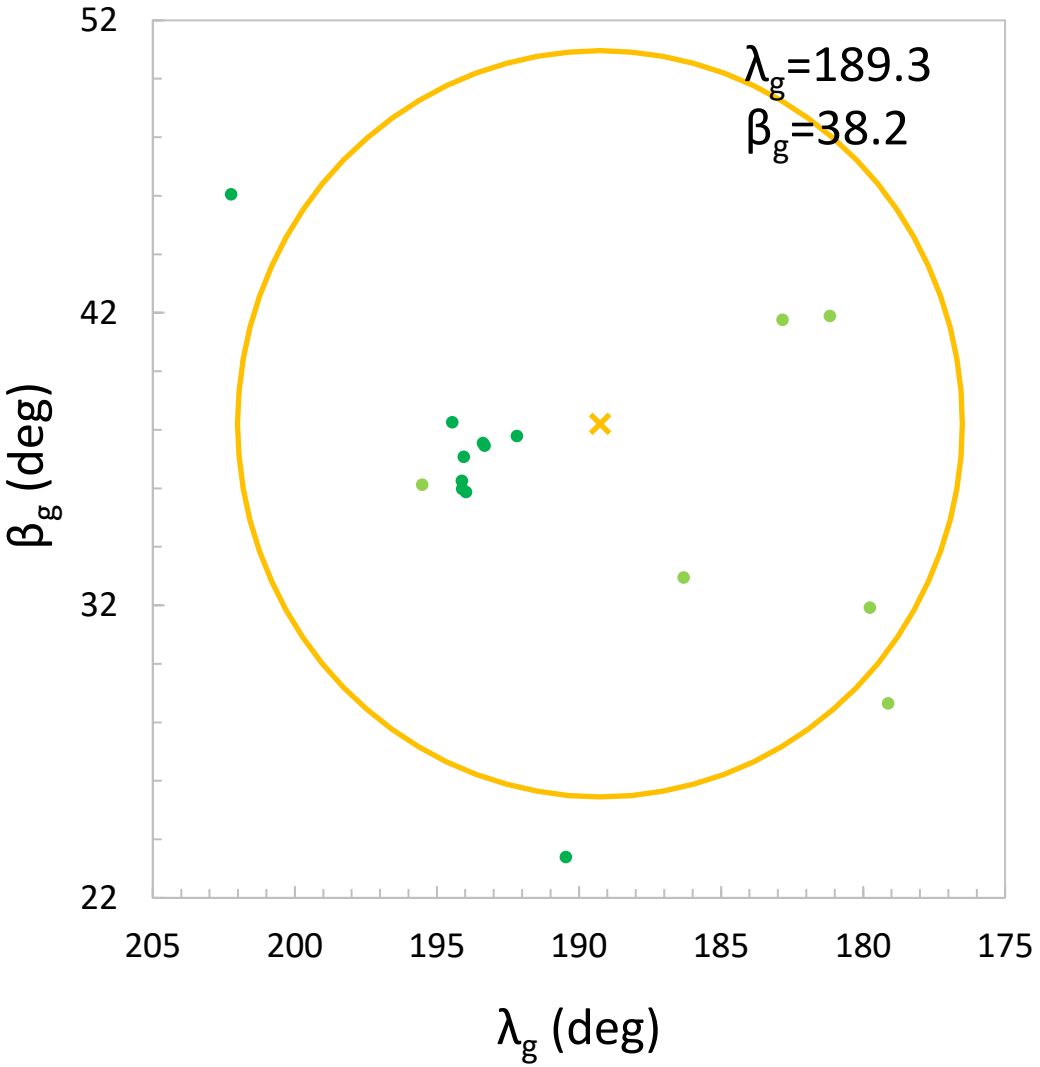
補正前

θ_g=3.50°

補正後

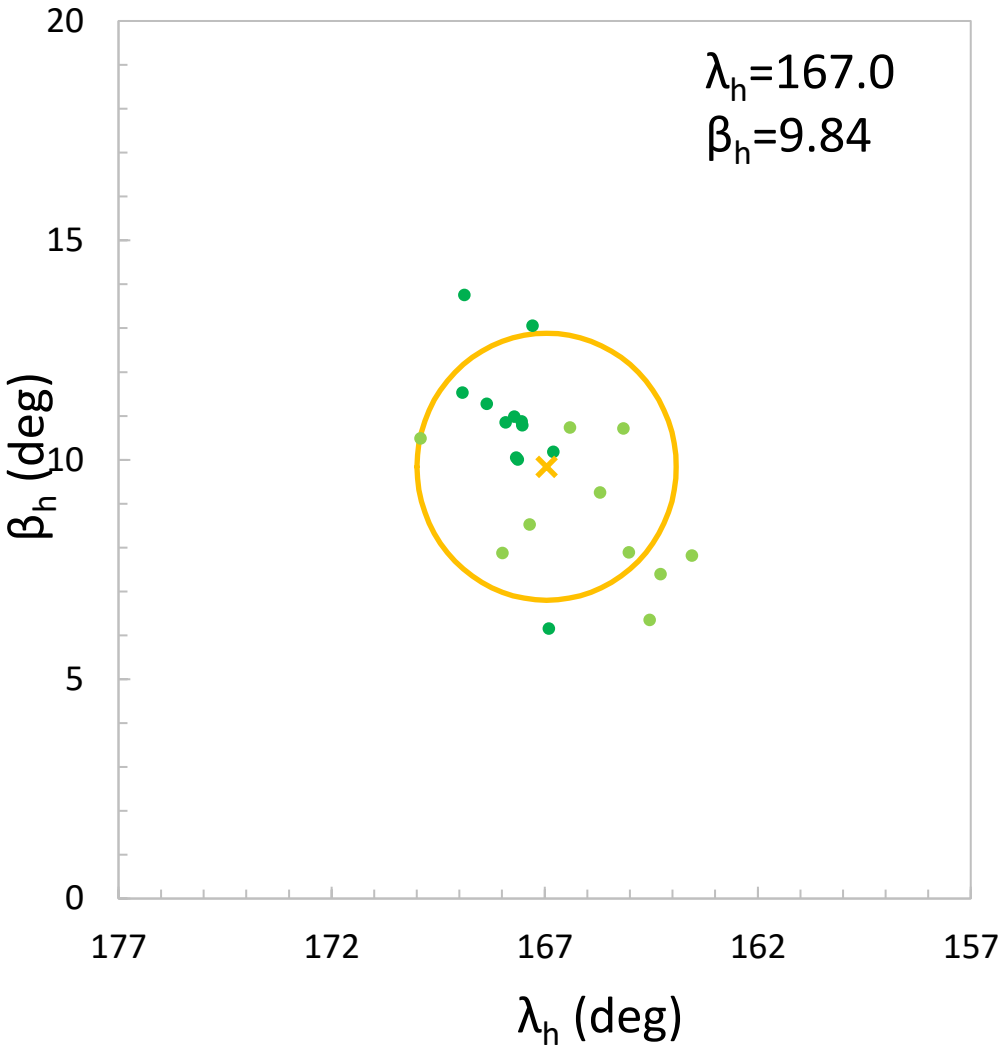
θ_h=1.05°

極大後（$\lambda_\odot$=70°～）



補正前

θ_g=12.8°



補正後

θ_h=3.04°

まとめ

- 我々の予測通りに出現が観測された
  - 極大時刻は約15分早いが、低軌道傾斜角(11.1度)が影響
  - Influx ：ϕ = 5.9 (±0.91)×10^-3 [/km^2 /hour]
  - （※出現高度88kmとして計算）
  - 極大時の放射点位置も予報と一致(λ_h＝167.66　β_h＝11.01)
- **1995年のダスト･トレイル起源である**
- 分裂核からの流星体の放出速度は**通常の彗星活動のケースより速い**ことが確認
  - 今後の流星群の出現予測に貢献

まとめ

- NHKコズミックフロント「流星群　星降る夜の謎」(8月11日放送)に結実；オンデマンド220円

はやぶさ探査機の大気圏再突入の地上観測

研究成果　その2

- https://twitter.com/i/status/1574583529731670021

国立天文台はやぶさ観測隊

「人工流星」現象の光学観測

構造・素材・質量などが既知、決められた軌道で地球に突入

⇩

天然自然の流星の構造や組成を解く鍵

かつ、国民的関心に応える広報素材の獲得

©飯島

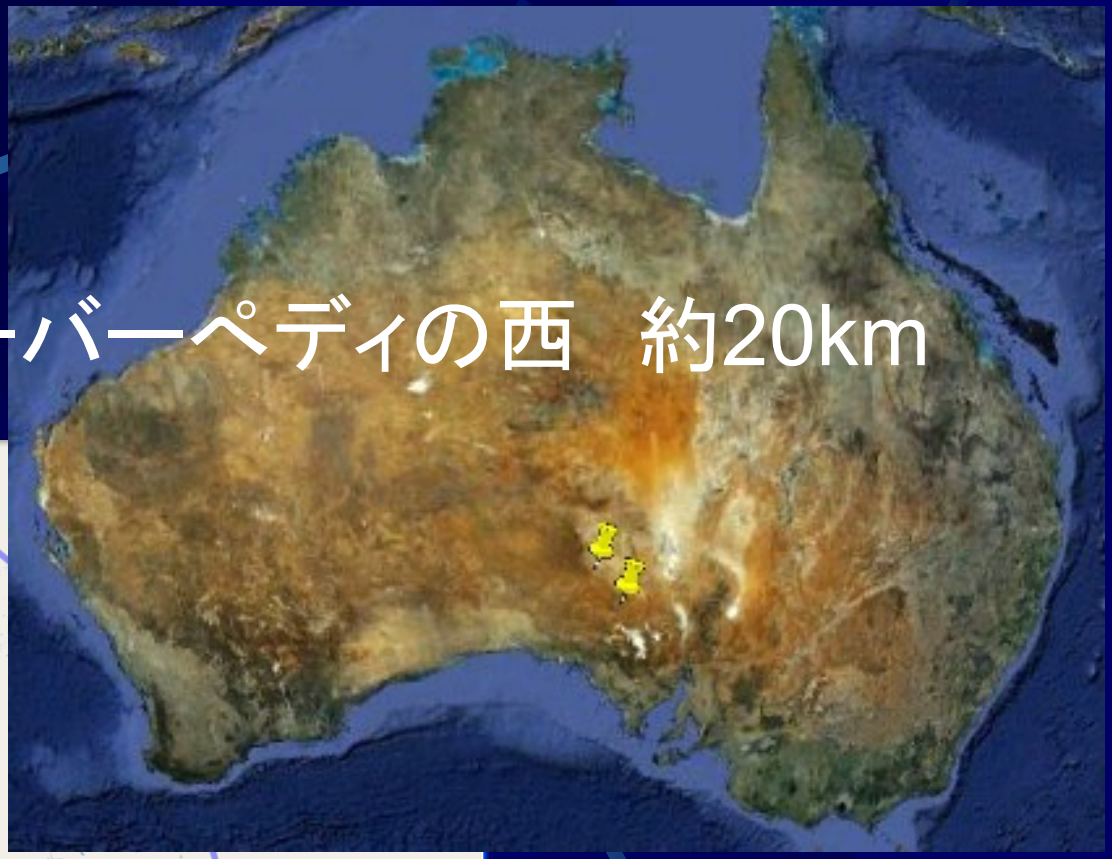
観測隊の編成

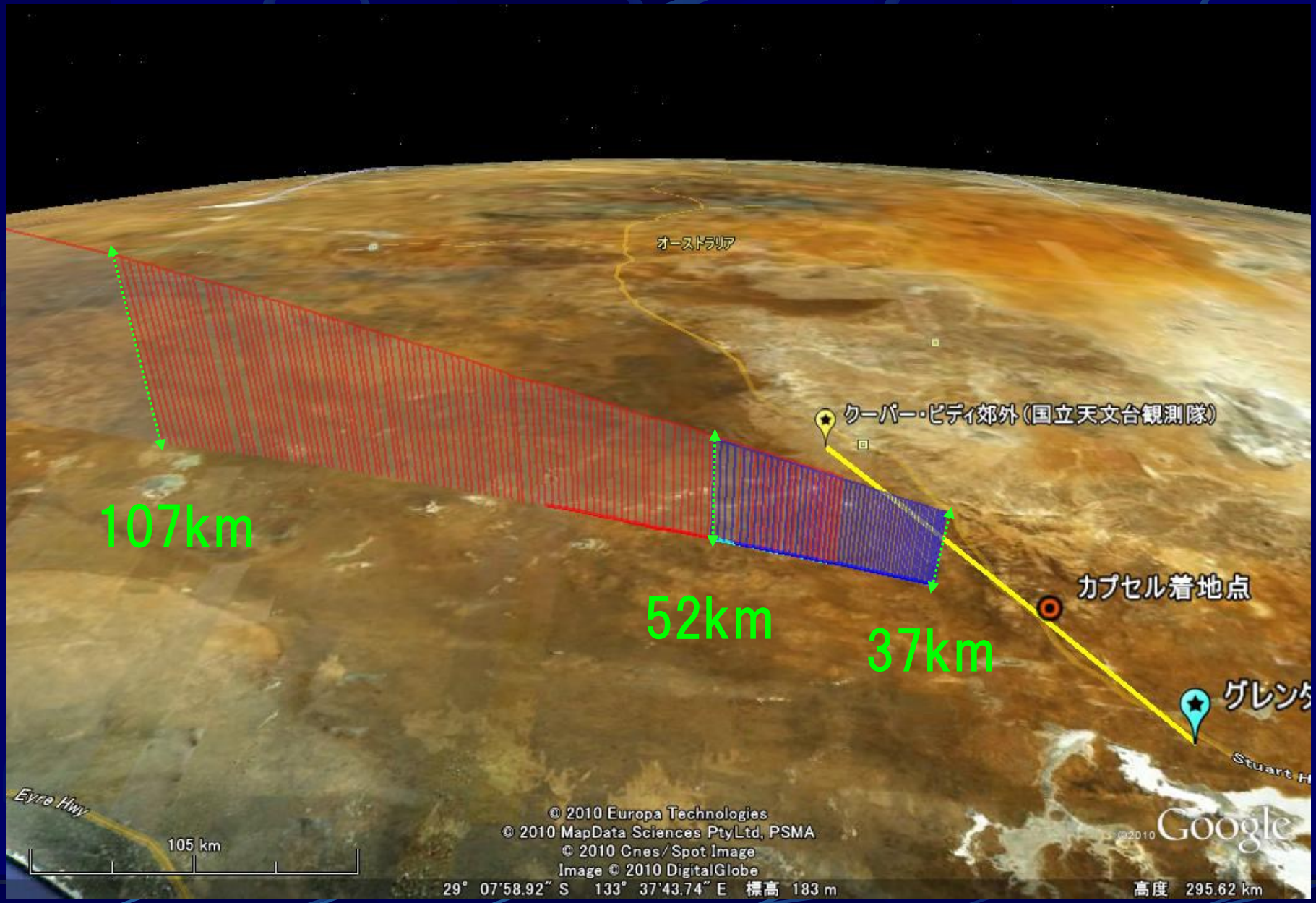
良質の画像・映像の獲得に特化した観測チーム

→ プロの写真家を含む撮影技術に熟練したメンバーで構成：（実は皆、有給休暇で）

観測地

オーストラリア　クーバーペディの西　約20km




オーストラリア
クーパー・ピディ郊外（国立天文台観測隊）
107km
52km
37km
カプセル着地点
グレン
Eyre Hwy
105 km
© 2010 Europa Technologies
© 2010 MapData Sciences PtyLtd, PSMA
© 2010 Cnes/Spot Image
Image © 2010 DigitalGlobe
29° 07'58.92" S 133° 37'43.74" E 標高 183 m
高度 295.62 km
Google

観測機器

- Canon EOS 5D MarkⅡ　14mm
- Canon EOS 5D　15mm対角魚眼
- Nikon D200　10.5mm対角魚眼
- OLYMPUS E-30　8mm対角魚眼
- OLYMPUS E-520　7mm
- OLYMPUS OM-1 16mm魚眼
  ISO3200　銀塩
- Canon EOS 5D MarkⅡ
  15mm対角魚眼　露出4秒
- Canon EOS 5D MarkⅡ
  24mm　グリズム分光　露出1秒
- OLYMPUS E-30　100mm 5コマ/s
- OLYMPUS E-P1　17mm
- Nikon D700　17-35mm
- Canon iVIS HV20
- Panasonic NV-DS88K
- SANYO Xacti WH1E
- SONY Handycam XR520V　赤外
- WATEC Neptune100 ×3台

合計18台

©大川拓也

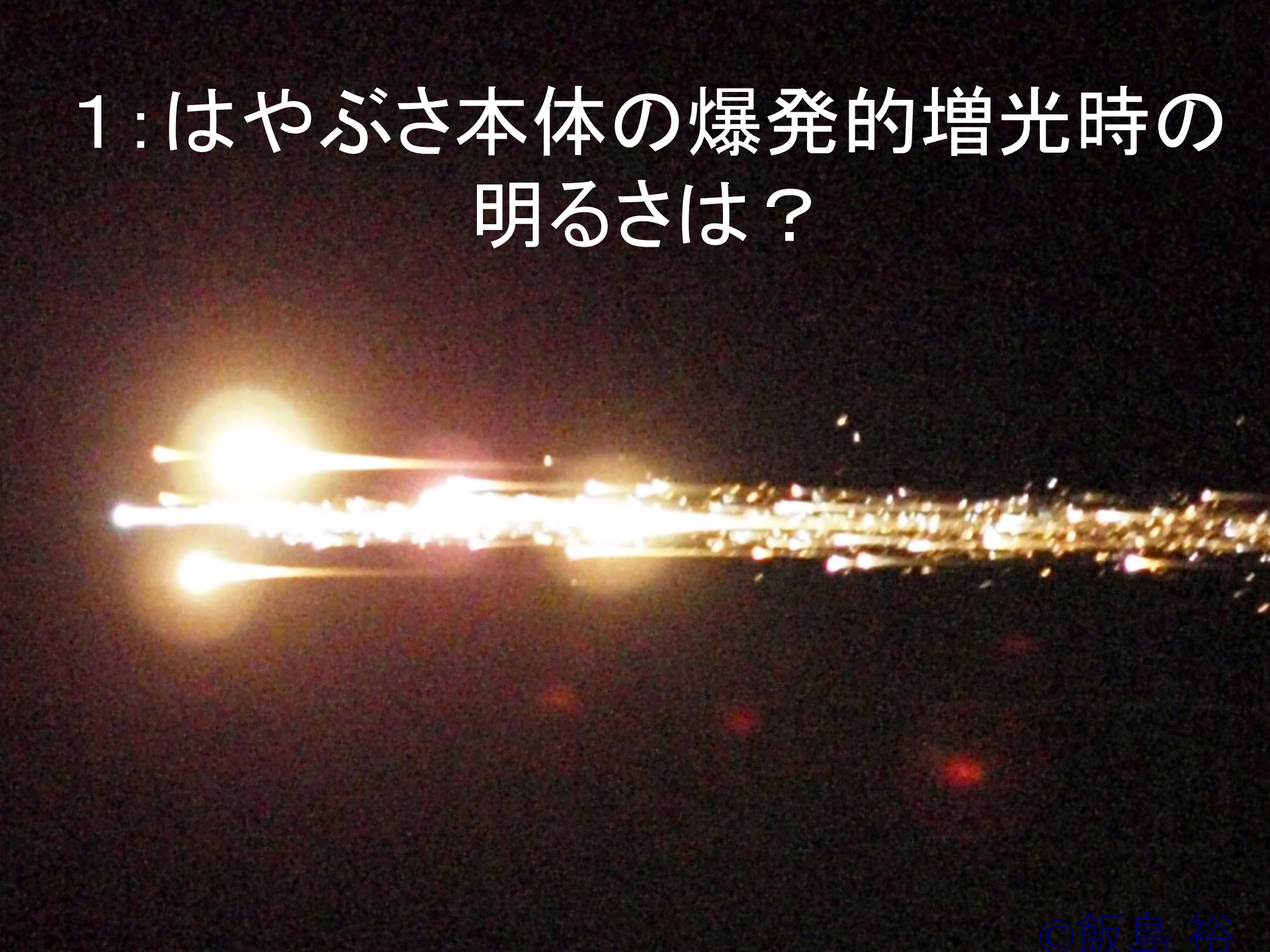
成果物

静止画（長時間）	全体状況	６台
静止画（連写）	高解像	５台
動画	高時間分解能	３台
広角	全体像	１２台
望遠	高空間分解能	２台
高感度	分裂・破片	５台
低感度	爆発時の情報	１台
分光	スペクトル	１台
カラー	色情報	１３台

観測結果

- 1:最大光輝の明るさを計測
  - ーー＞　満月級であった
- 2:カプセルの流星としての発光効率推定
  - ーー＞　0.8%程度
- 3:分光:輝線、カプセルの黒体放射
  - ーー＞　金属(Al、Mg　etc.)、3000K
- 4:分裂現象:破片のサイズ分布を導出
  - ーー＞　べき指数　1－1．5

1：はやぶさ本体の爆発的増光時の明るさは？

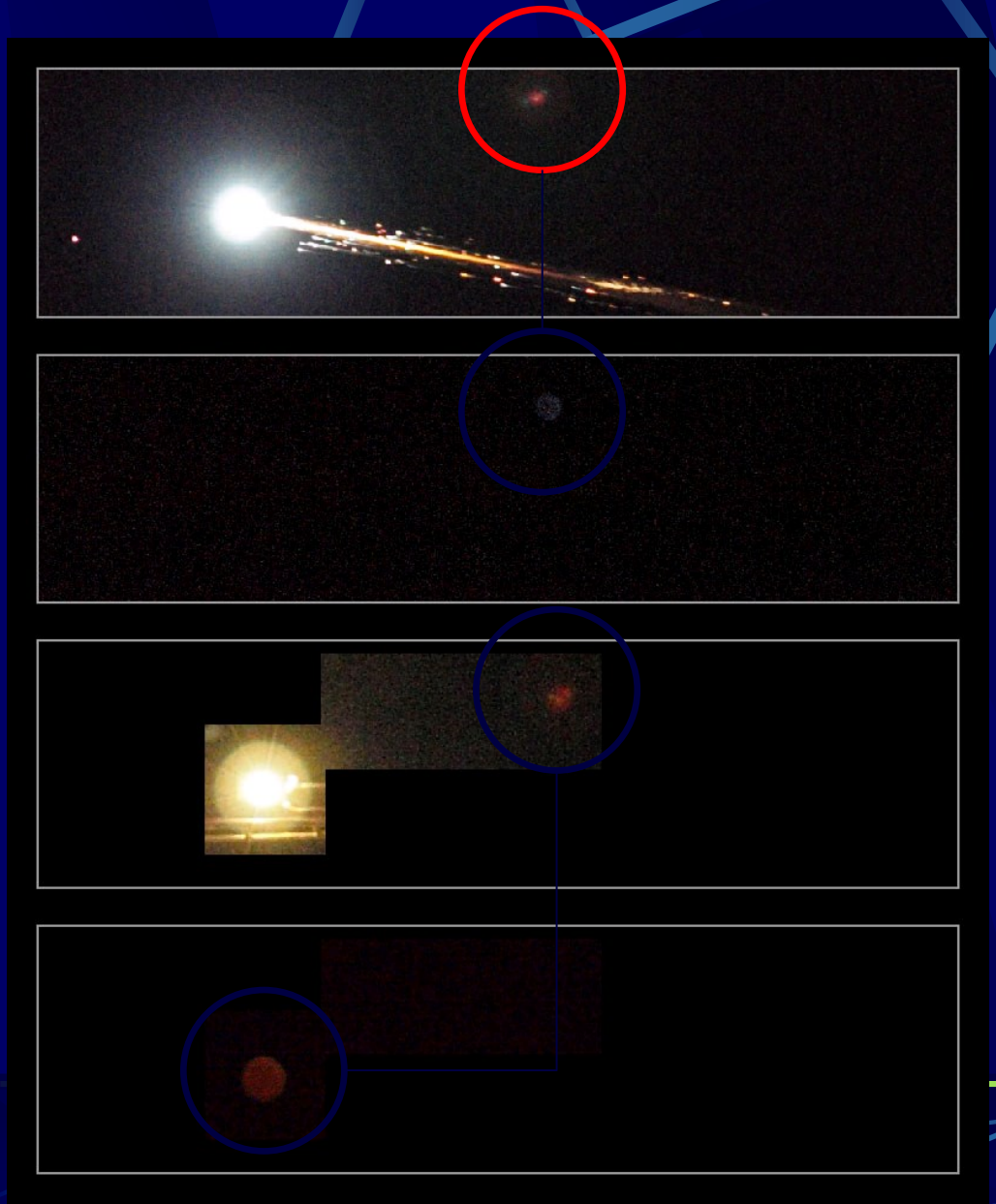


©飯島 裕

1：最大光輝の明るさ

はやぶさの帰還
2010年6月13日
サウスオーストラリア
みなみじゅうじ座
はやぶさ本体
本体の爆発
カプセル
国立天文台観測チーム
©加賀谷

ゴースト像を用いた光度測定



本体の高輝度部が飽和！
そのゴーストに着目

同条件で基準星（ベガ）を撮影し
ゴーストの光度を導出

光源とゴーストの明るさの比を
人工投下実験から導出

露出段数差15.5段
光量　光源 ： ゴースト
≒ ５０００００ ： １
（約11.7等差に相当）

最大光度は「中秋の名月」を超えた！

	等級	絶対等級	高度
22h22m13.663s	-12.3等	-13.6等	68.1km
22h22m19.810s	-13.0等	-13.7等	57.4km
22h22m20.022s	-12.4等	-13.1等	57.0km

（参考） 満月の光度 -12.66等（国際写真実視等級）
今年の「中秋の名月」 -12.4等（位相角170°）

記者会見：9月21日（中秋の名月の前日）

はやぶさ探査機の大気圏再突入の地上観測

―その最後の輝きは“中秋の名月”を超える明るさだった―

はやぶさは満月の2倍輝いていた

60億キロの旅を終え6月13日に帰還した小惑星探査機「はやぶさ」の最後の輝き＝写真、飯島裕氏撮影＝は、満月の2倍の明るさだったことが、国立天文台などの観測で分かった。22日から金沢で開かれる日本天文学会の秋季年会で発表する。折しも22日は中秋の名月。同天文台の渡部潤一教授は「夜空を見上げて、明るさを想像して欲しい」と話す。光は最大マイナス13等ほど。中秋の名月はマイナス12.4等。星の明るさは1等違うと約2.5倍になるため、2倍ほどだったという。（東山正宜）

2. カプセルの光度（等級）解析
発光効率の導出

- 最大等級時：ビデオカメラ（SANYO）動画を使用
  ↑最大等級時に飽和していない唯一のデータ
-

撮影：田鍋

  - ビデオカメラ（Canon）
  - デジタル一眼レフカメラ（OLYMPUS E-30）
  - 高感度白黒カメラ（WATEC）
  - 分光データ

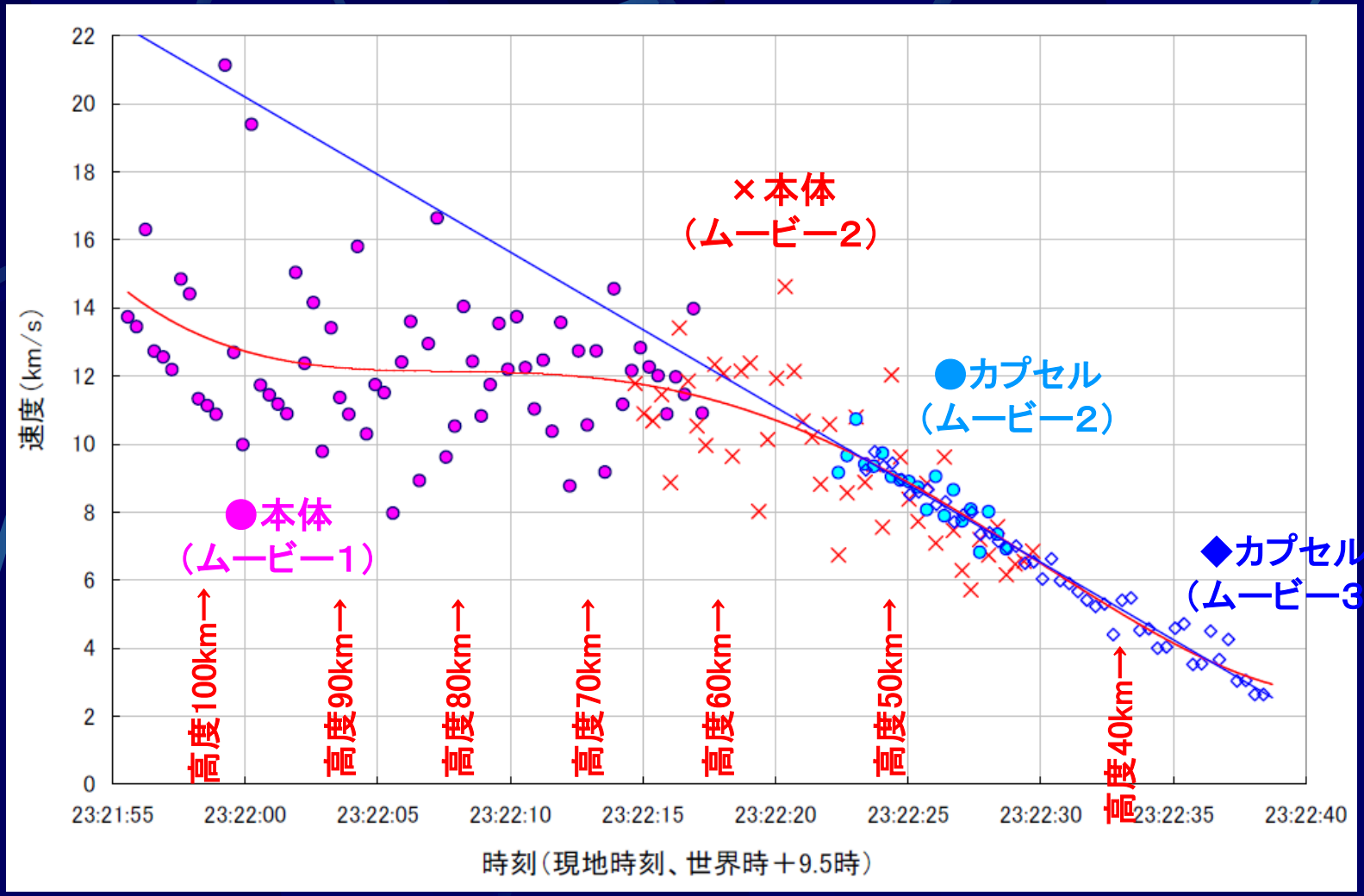


図　カプセルの速度の時間変化

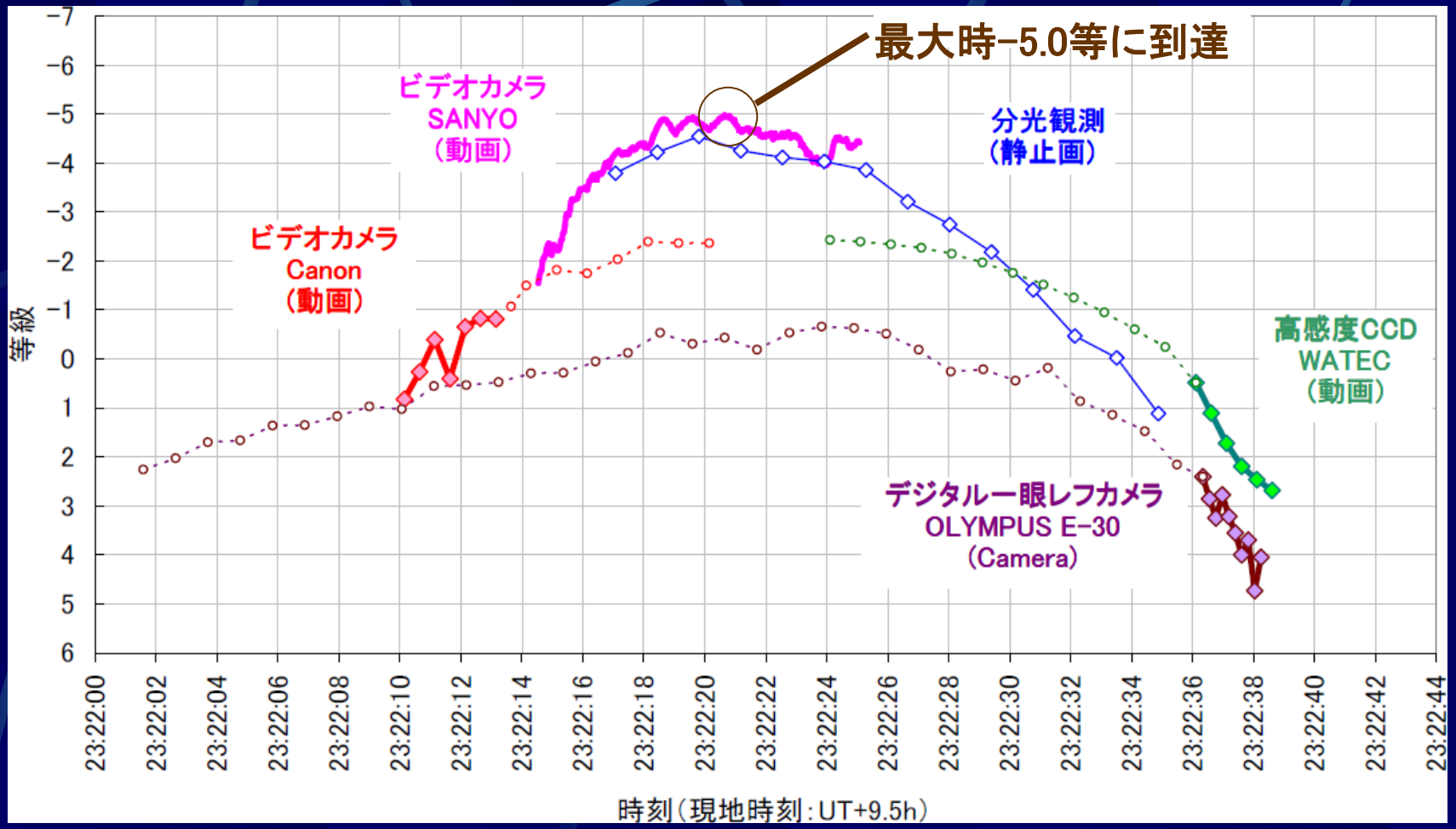


図　カプセルの実視（観測）等級の時間変化

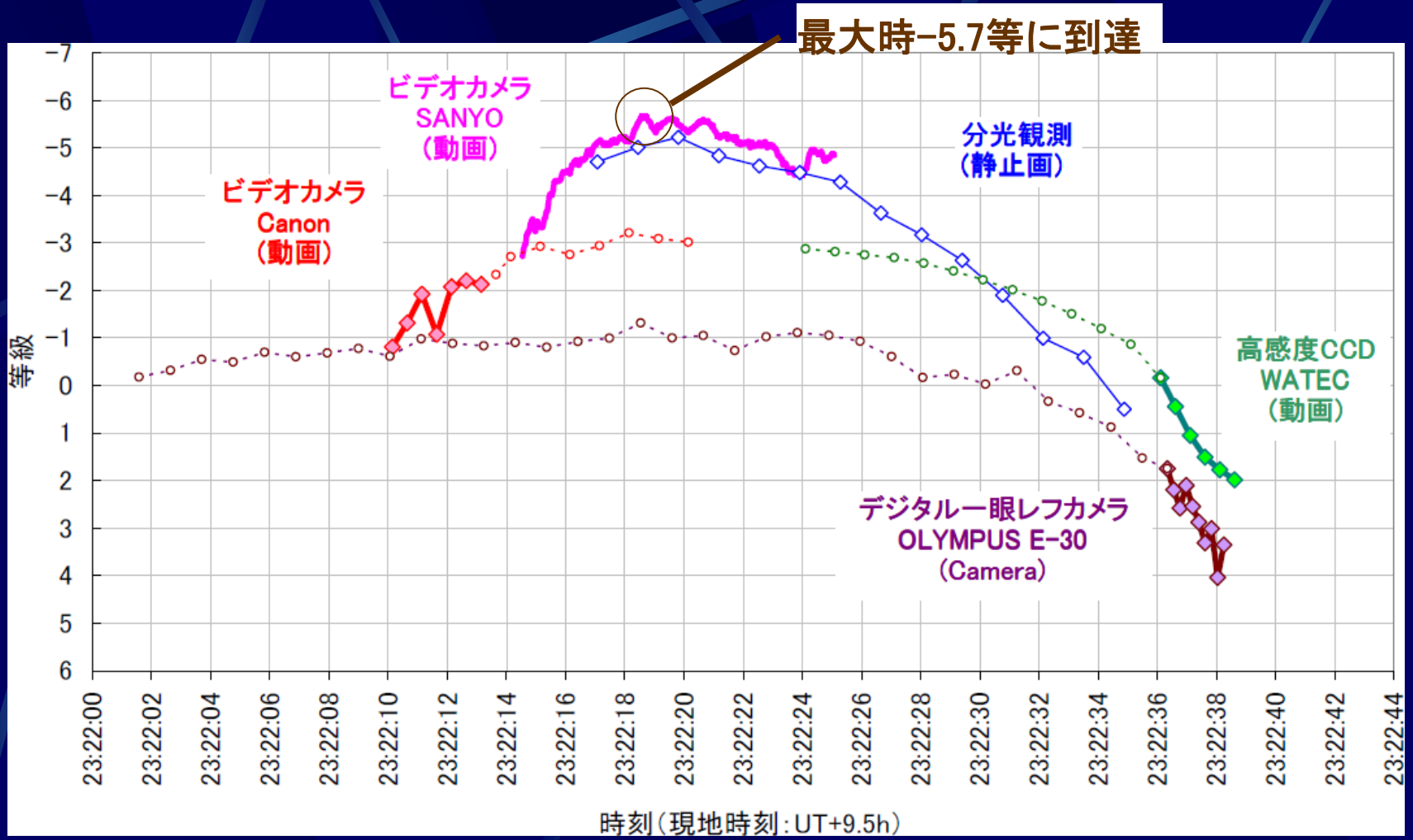
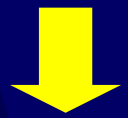


図　カプセルの絶対等級の時間変化

発光効率の解析

- 発光効率（τ）：力学的エネルギー（の変化）のうち、どのくらいが光の放射エネルギーとして放射されるかを示す値

$I = -\tau \cdot \Delta E$　（I：放射エネルギー　E：力学的エネルギー）



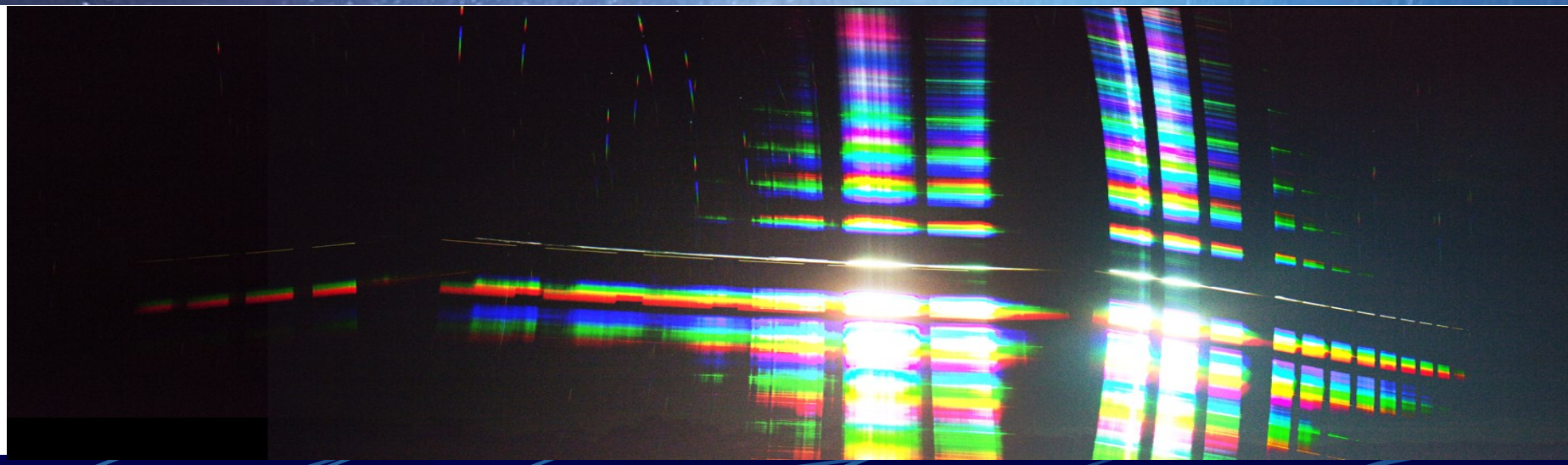
$$\tau = -\frac{I}{\Delta K + \Delta U}$$　（K：運動エネルギー　U：位置エネルギー）

- 仮定：カプセルの質量はほとんど変化しない（m = 17.1 kg）
- 位置・速度は観測から求められている

図　カプセルの発光効率の時間変化

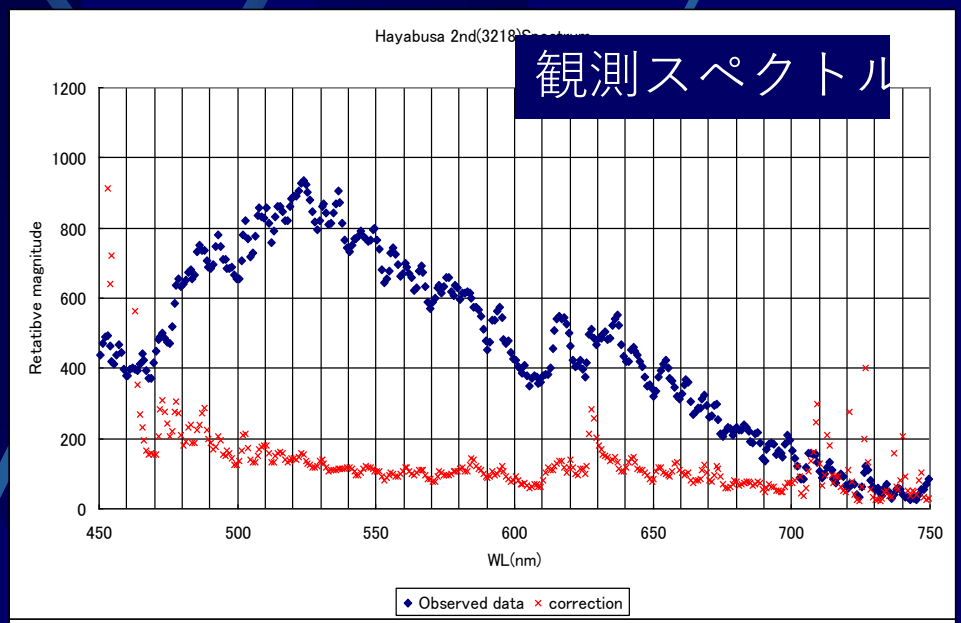
3．低分散分光観測

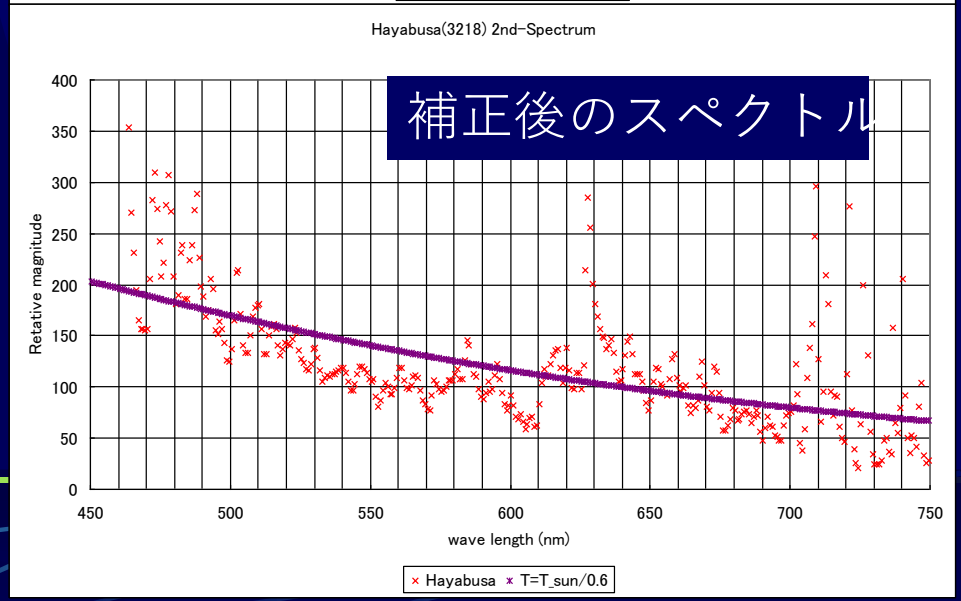
- 本体およびカプセル（後半のみ）のスペクトル

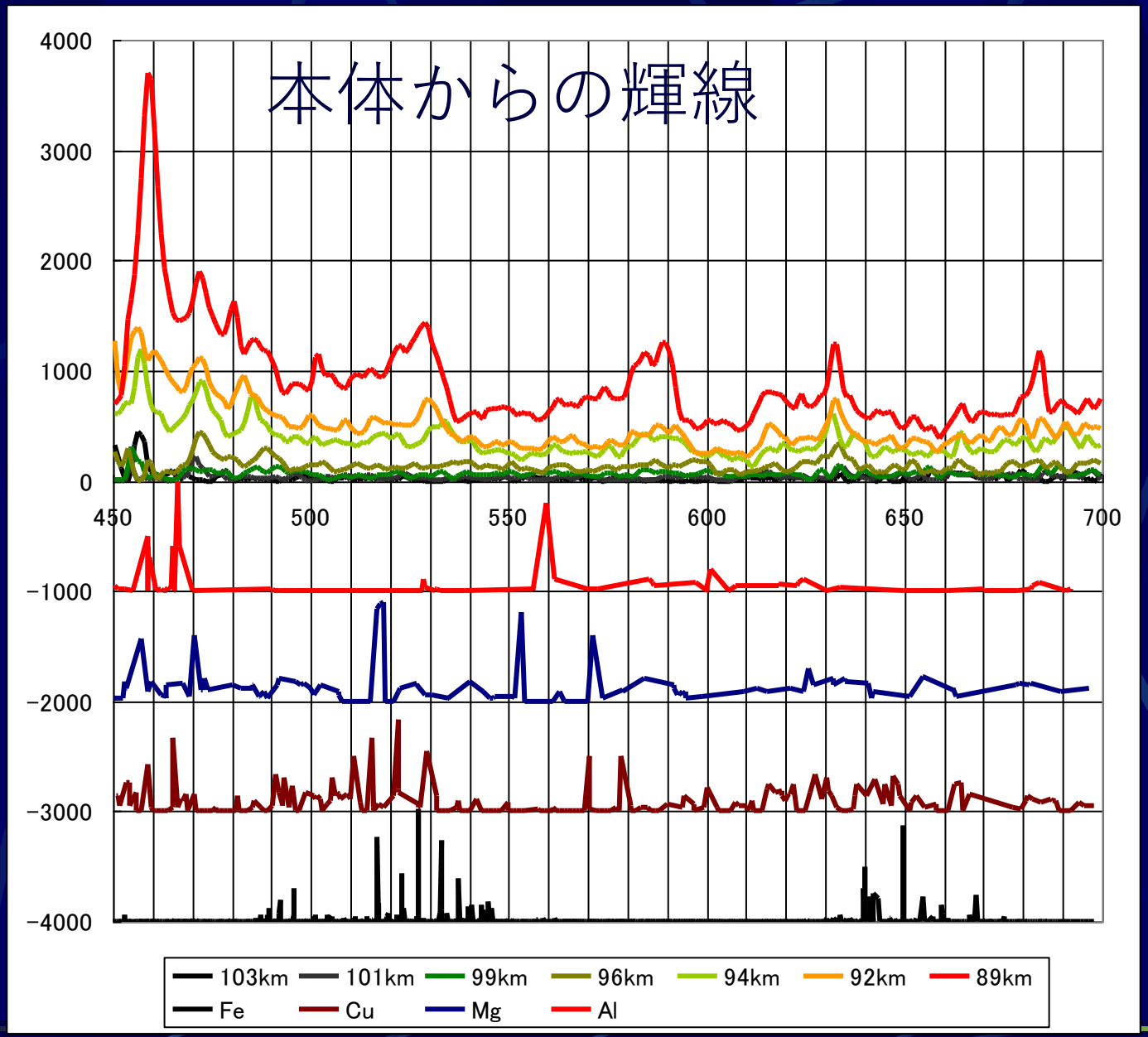


スペクトル例

土星のスペクトル
Saturn 2nd-Spectrum
count
wave length(nm)
Saturn
Solar Black Body


観測スペクトル
Hayabusa 2nd(3218)Spectrum
Retatibve magnitude
WL(nm)
Observed data
correction

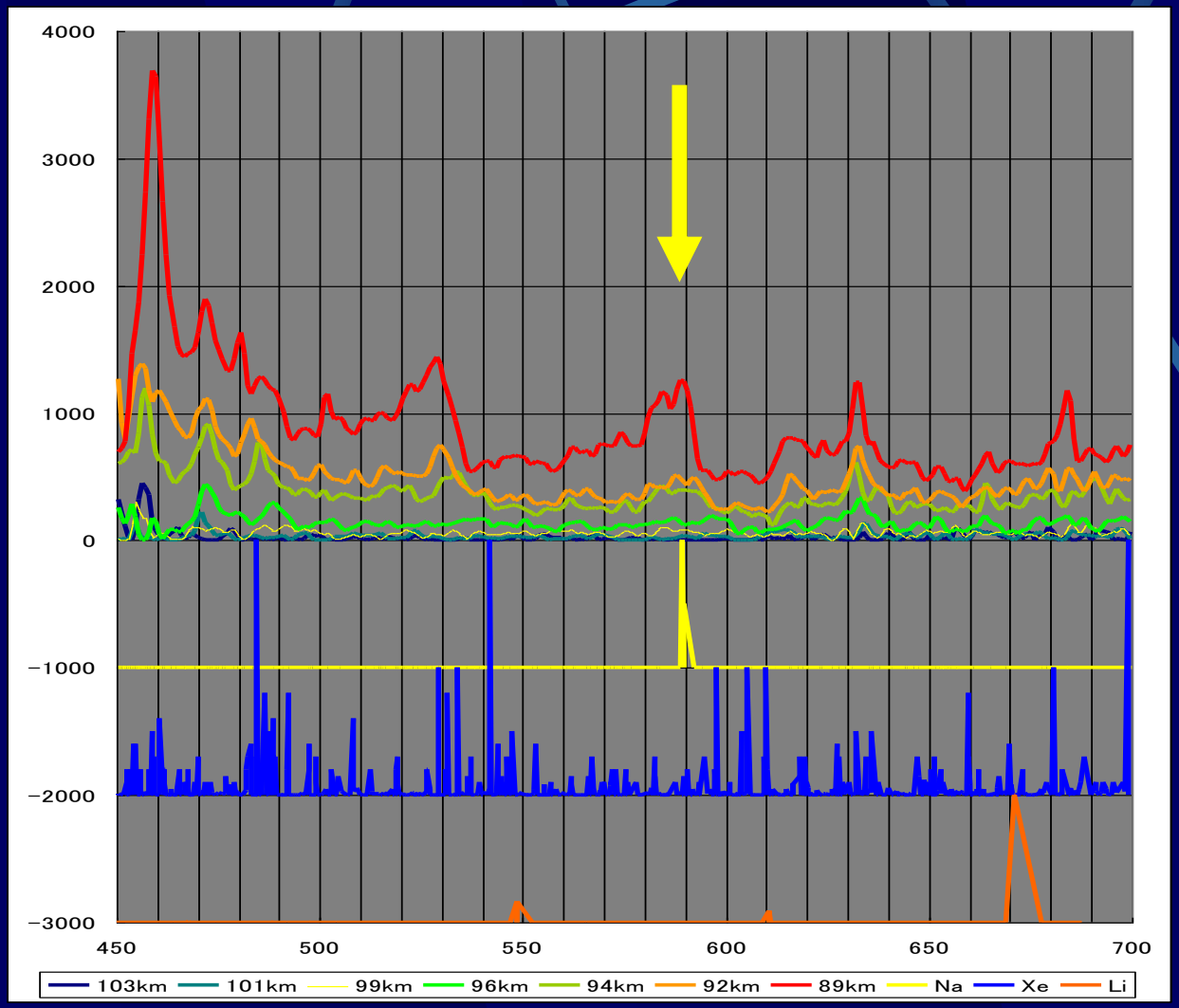

補正後のスペクトル
Hayabusa(3218) 2nd-Spectrum
Retative magnitude
wave length (nm)
Hayabusa
T=T_sun/0.6



Al
Mg
Cu
Fe

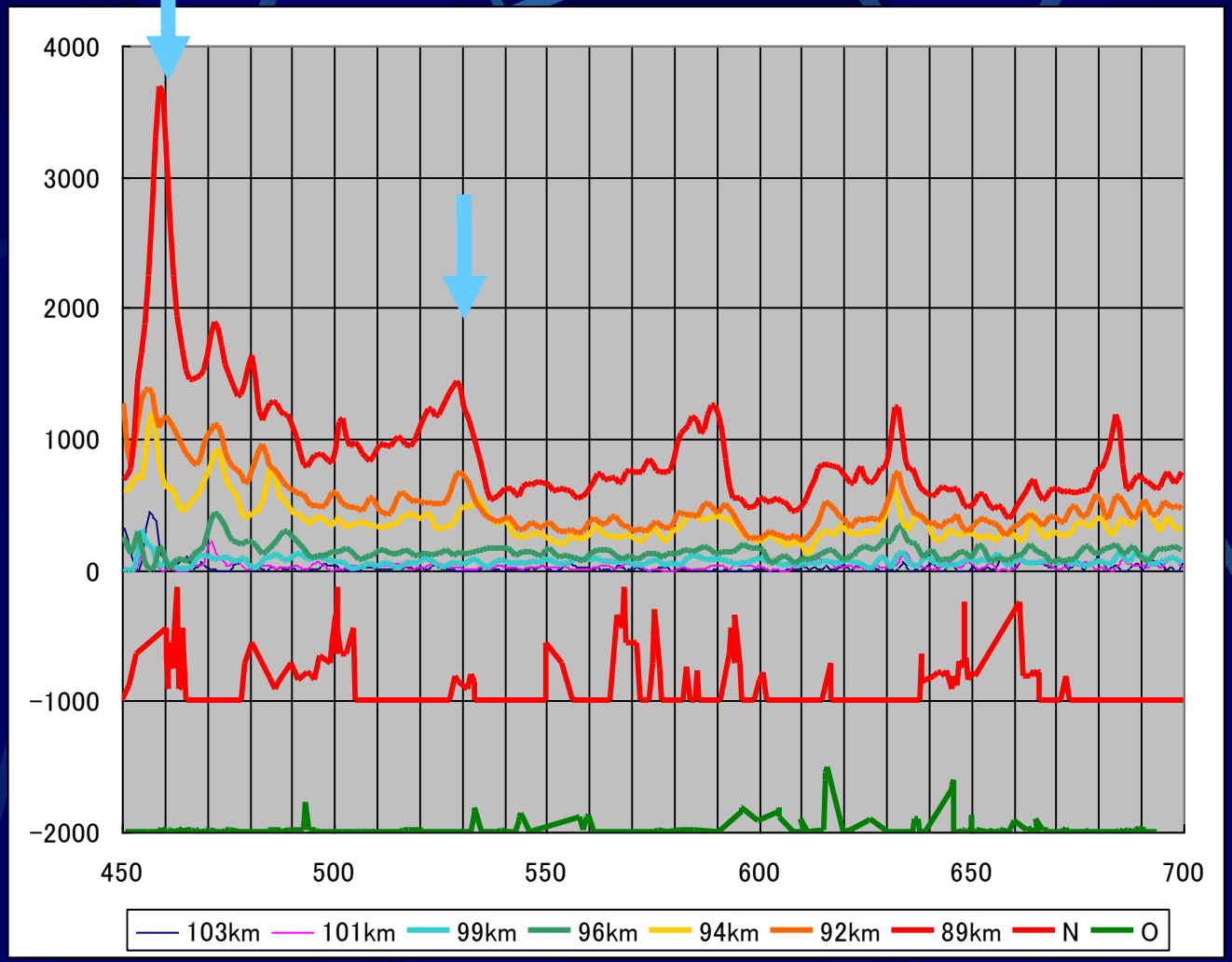
金属スペクトル（NIST ASD）

本体からの輝線



Na：90km
Xe：ない
Li：ない

本体からの輝線



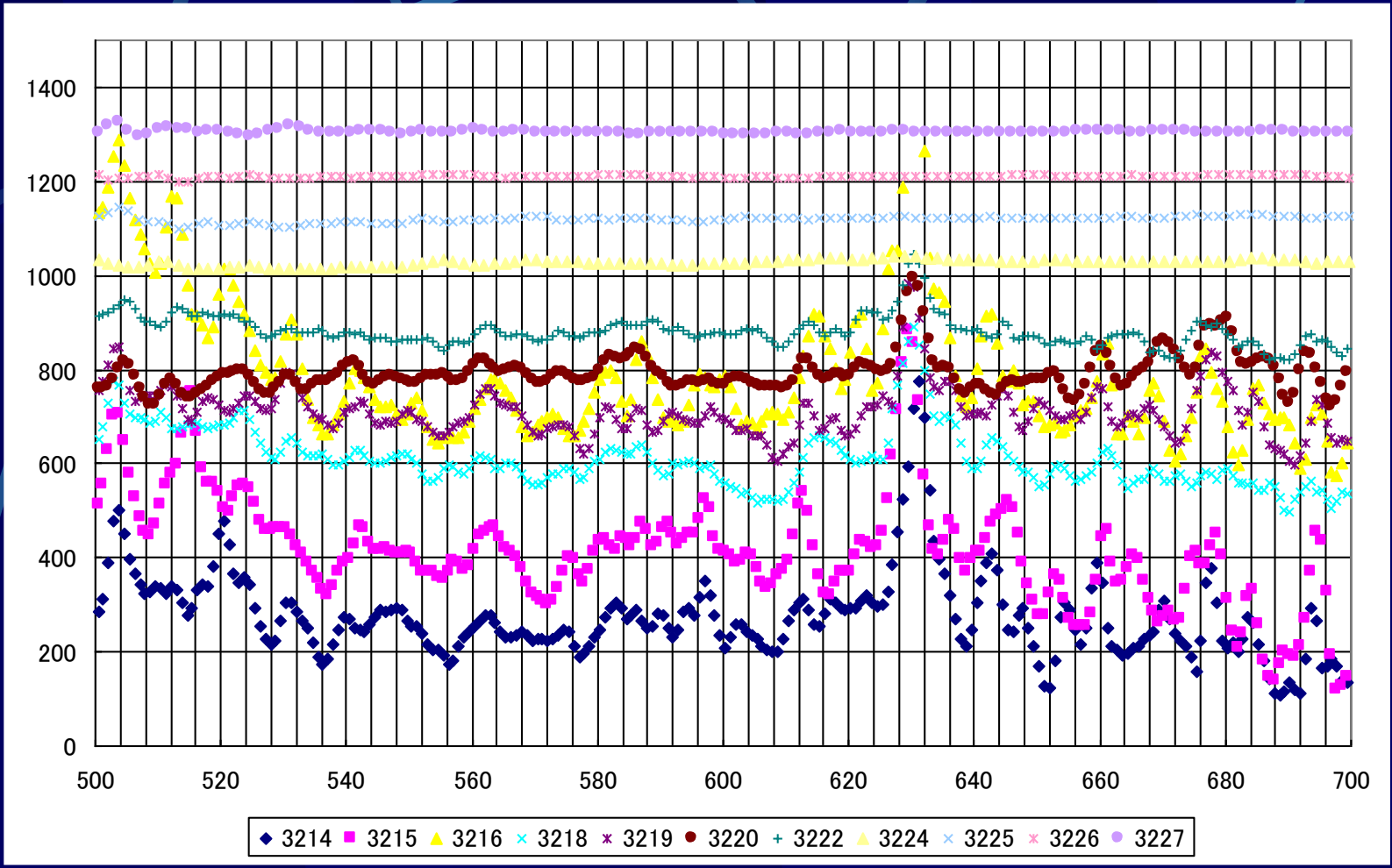
N:90km ?

O:?

スペクトル（ＮＩＳＴ　ＡＳＤ）との比較

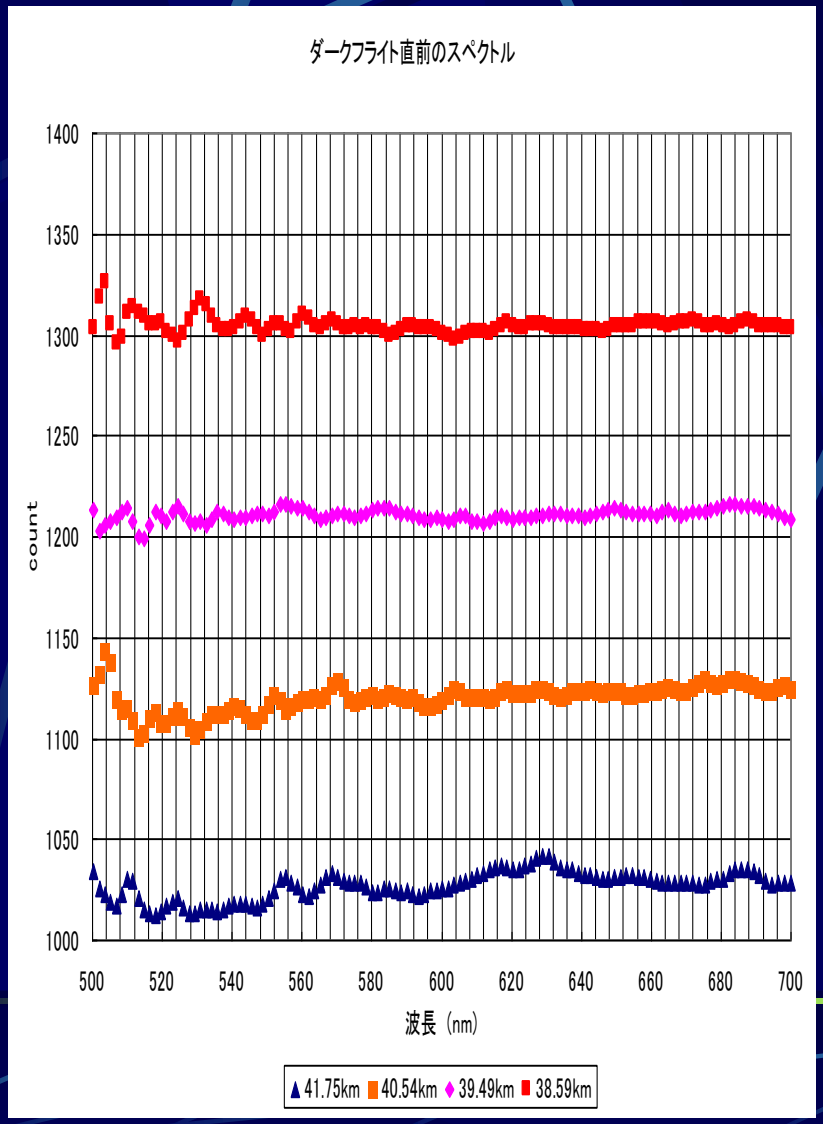
Nの禁制線(530nm付近）の超過、N_2バンドあり　←　流星現象と同じ

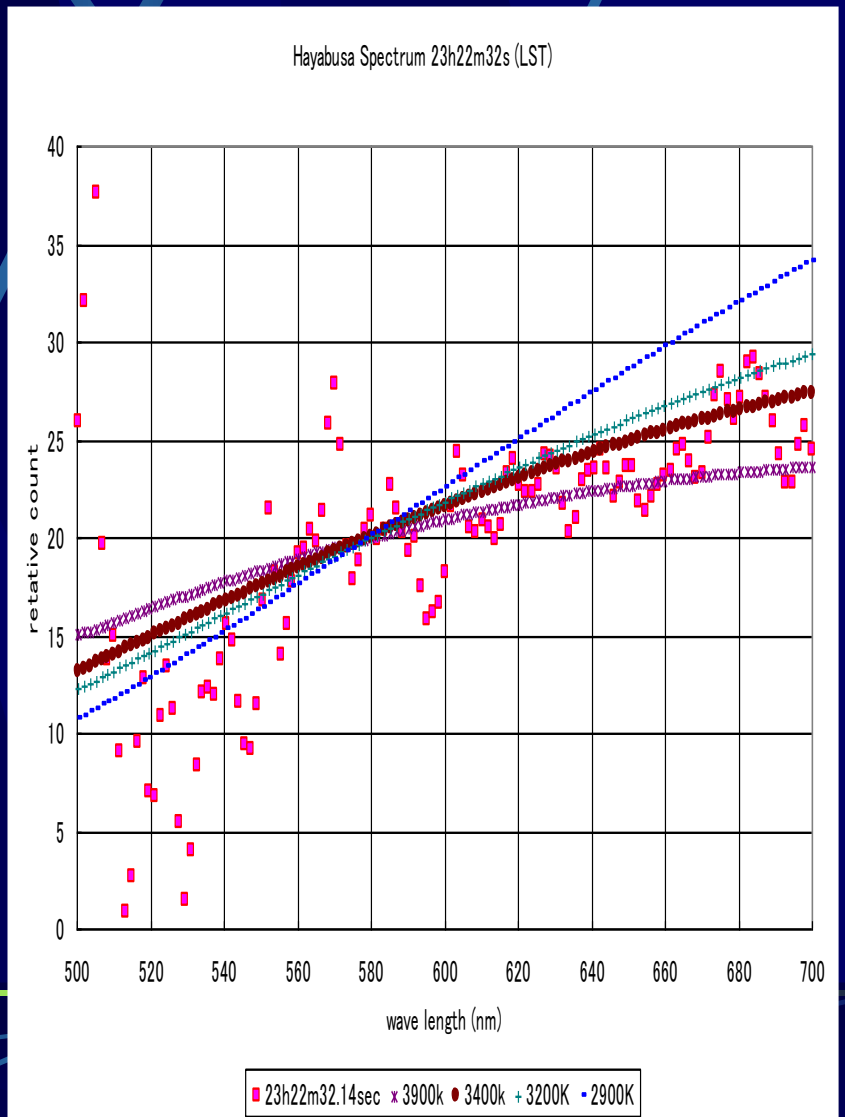
カプセルの分光観測



カプセルは、70ｋｍ付近（3214,3215)では、短波長側が増加している。空力加熱による衝撃層放射である。
高度が下がるにつれ、短波長側の超過が減少し、高度40ｋｍ付近(3226,3227)では、3000K以下の黒体放射が見える。

カプセルの放射は、主に衝撃層（N_2バンド）
ダーク・フライト直前に黒体放射（約3000K弱）



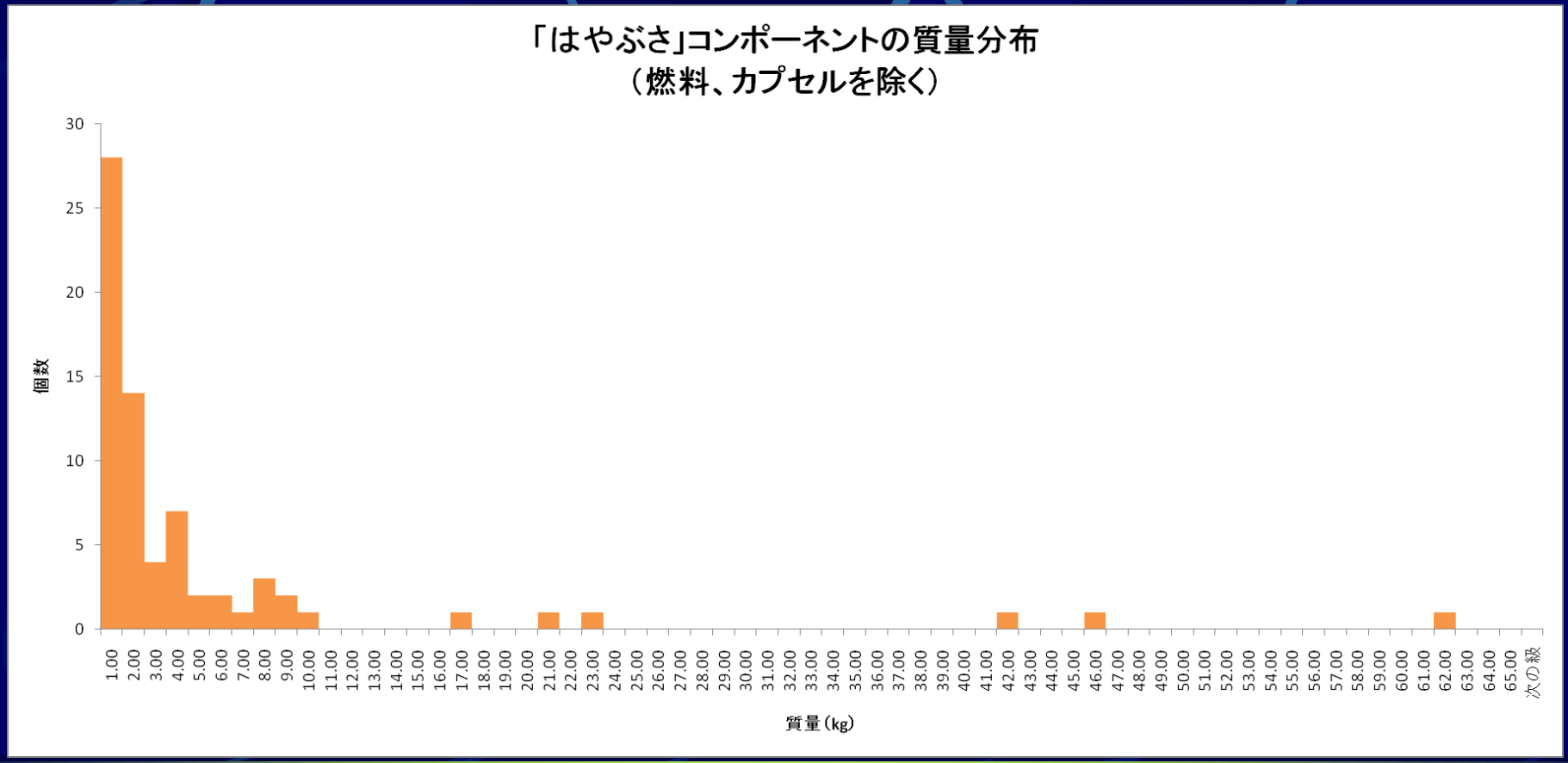


4:本体の分裂現象

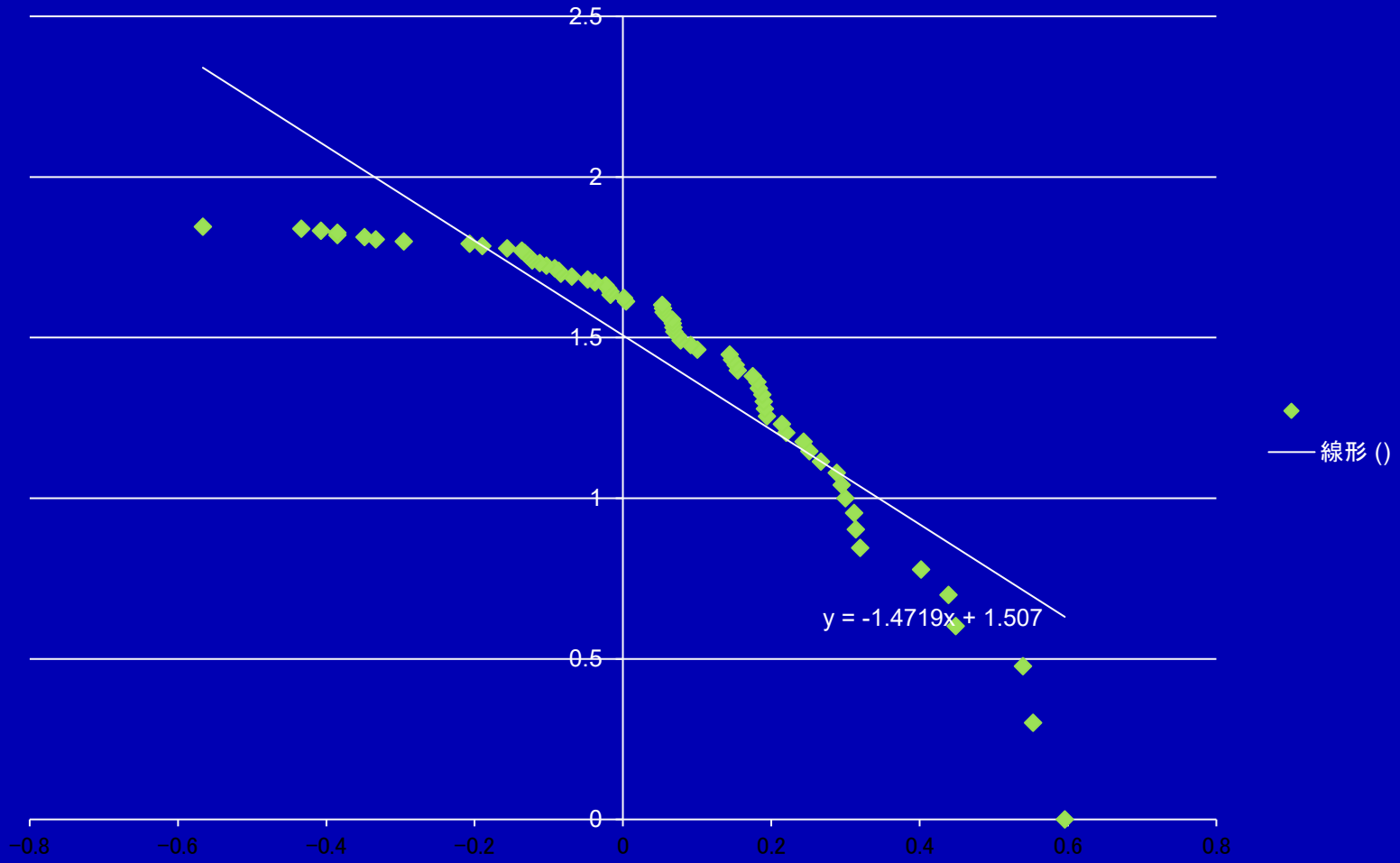
- 太陽系小天体でごく一般的に見られる現象
  - 彗星:太陽熱あるいは潮汐力による分裂
  - 小惑星:衝突による破壊　一　族
  - 流星・火球:大気圏突入による破砕

- 分裂は内部構造情報を保持している
- 内部構造が既知の探査機の分裂現象を調べることで、天体の内部構造へ示唆

Hayabusa's components Mass Distribution



Size distribution of components：Index -1.5

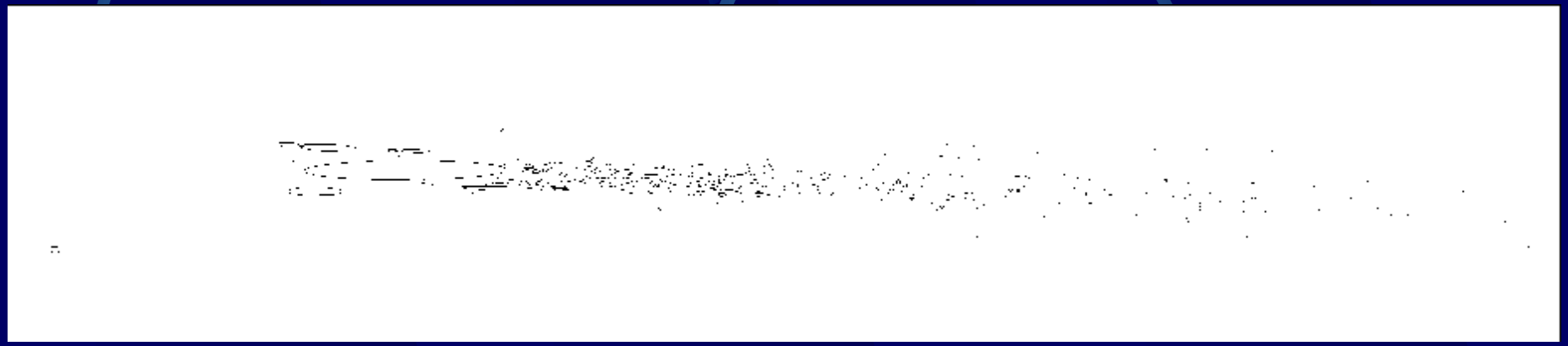


Measurement of fragments

- Usually
  - Brightness －＞ Cross Section －＞ Size
- However
  - Most Fragments are saturated!

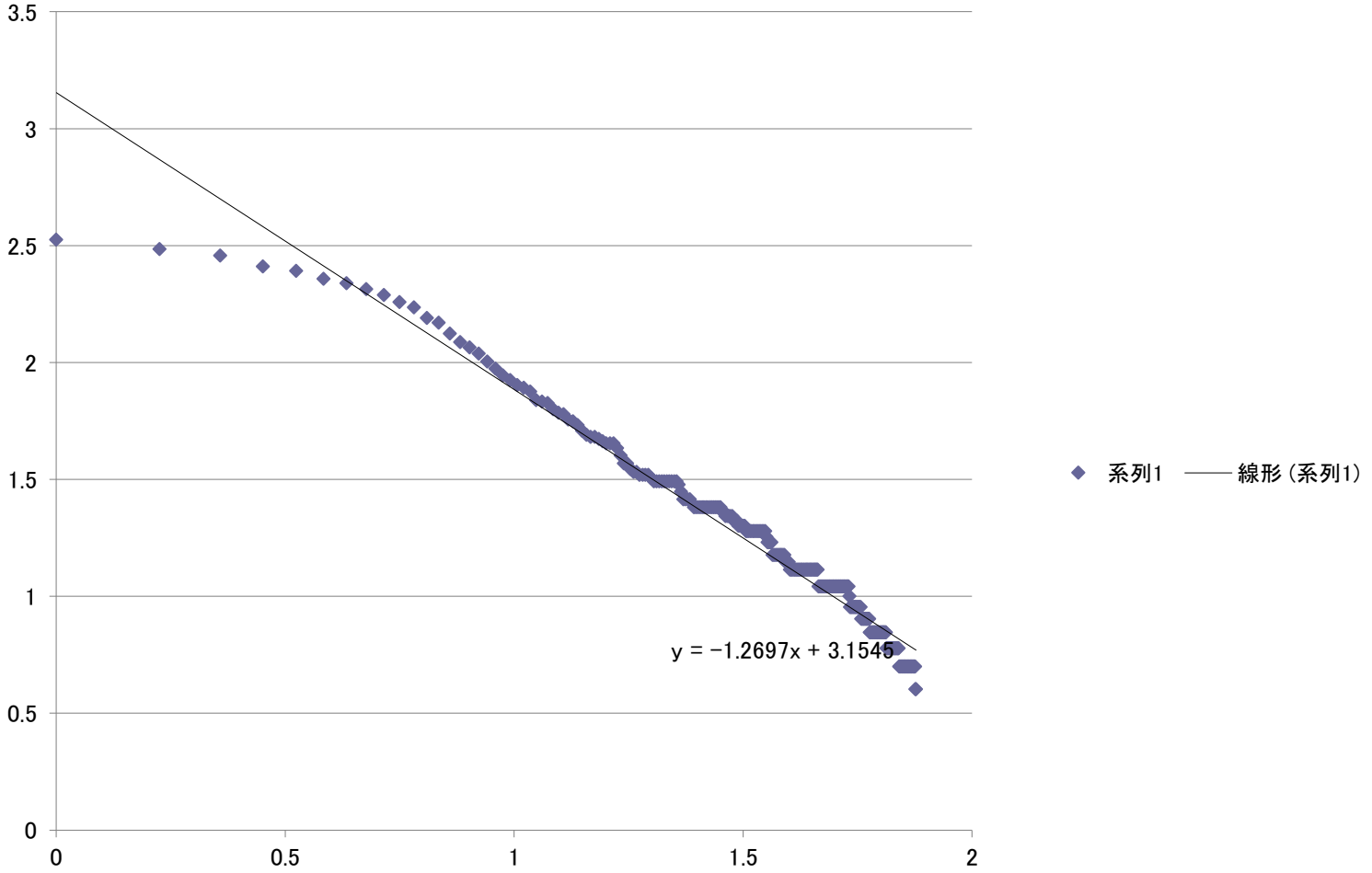
- We measured
  - Area S of saturated pixels - Brightness - Size R
    Log（R） ∞ ¾ Log（S）

Measurement of fragments



Time=23:22:20 H=57km D=137km

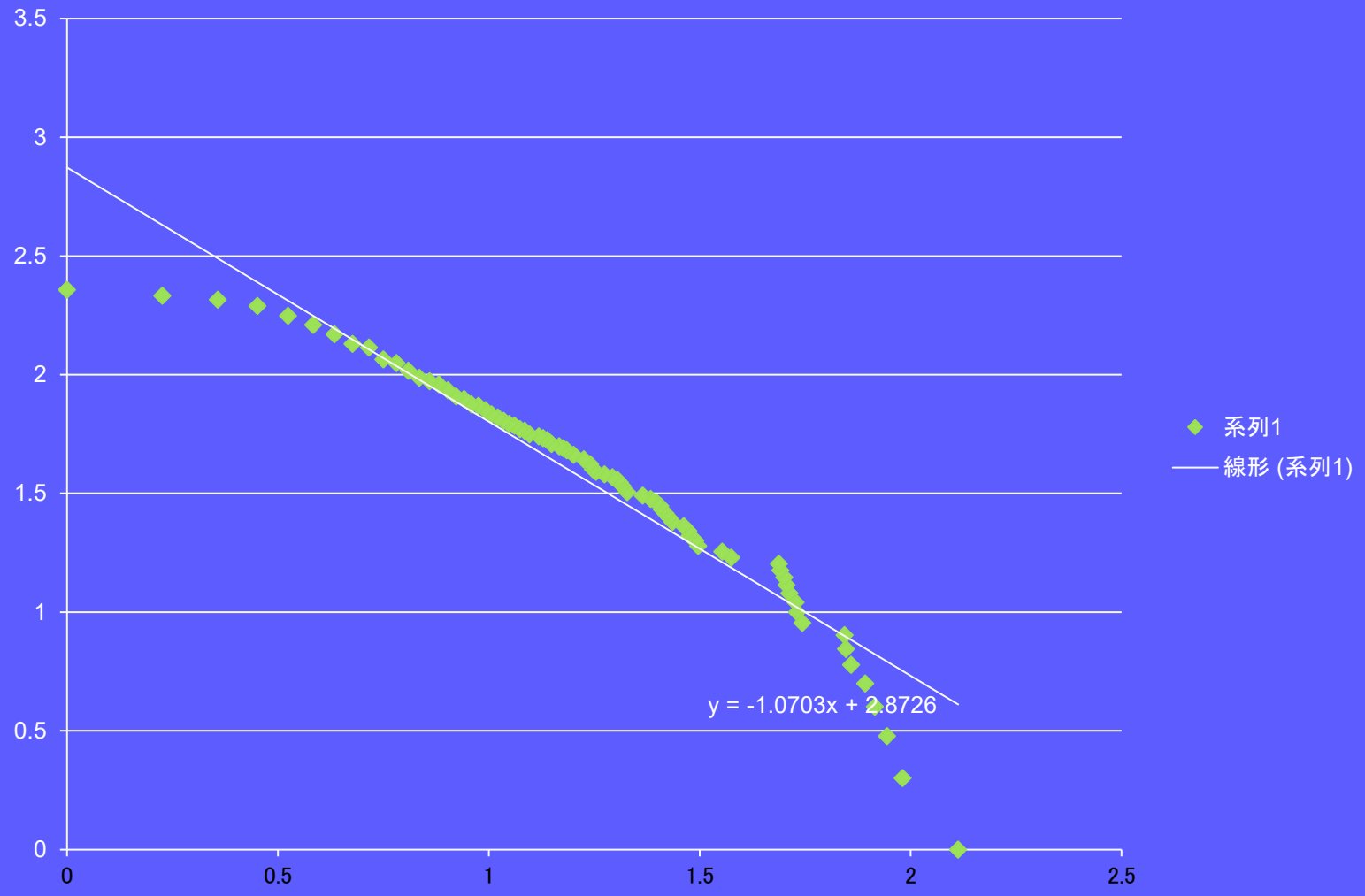
Size distribution：Index -1.3



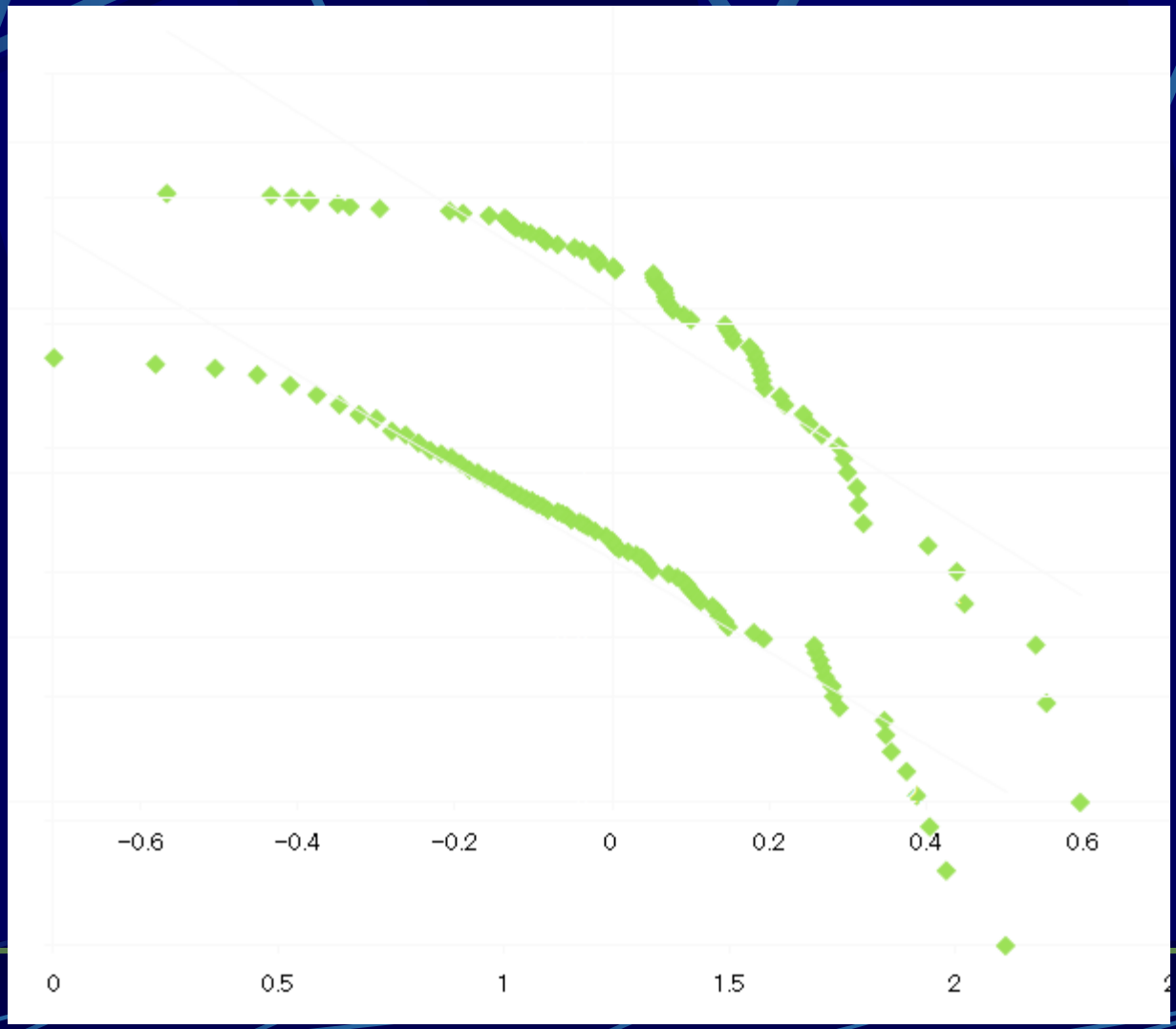
Measurement of fragments

Time=23:22:22 H=54km D=128km

Size distribution：Index -1.1



Components & fragments

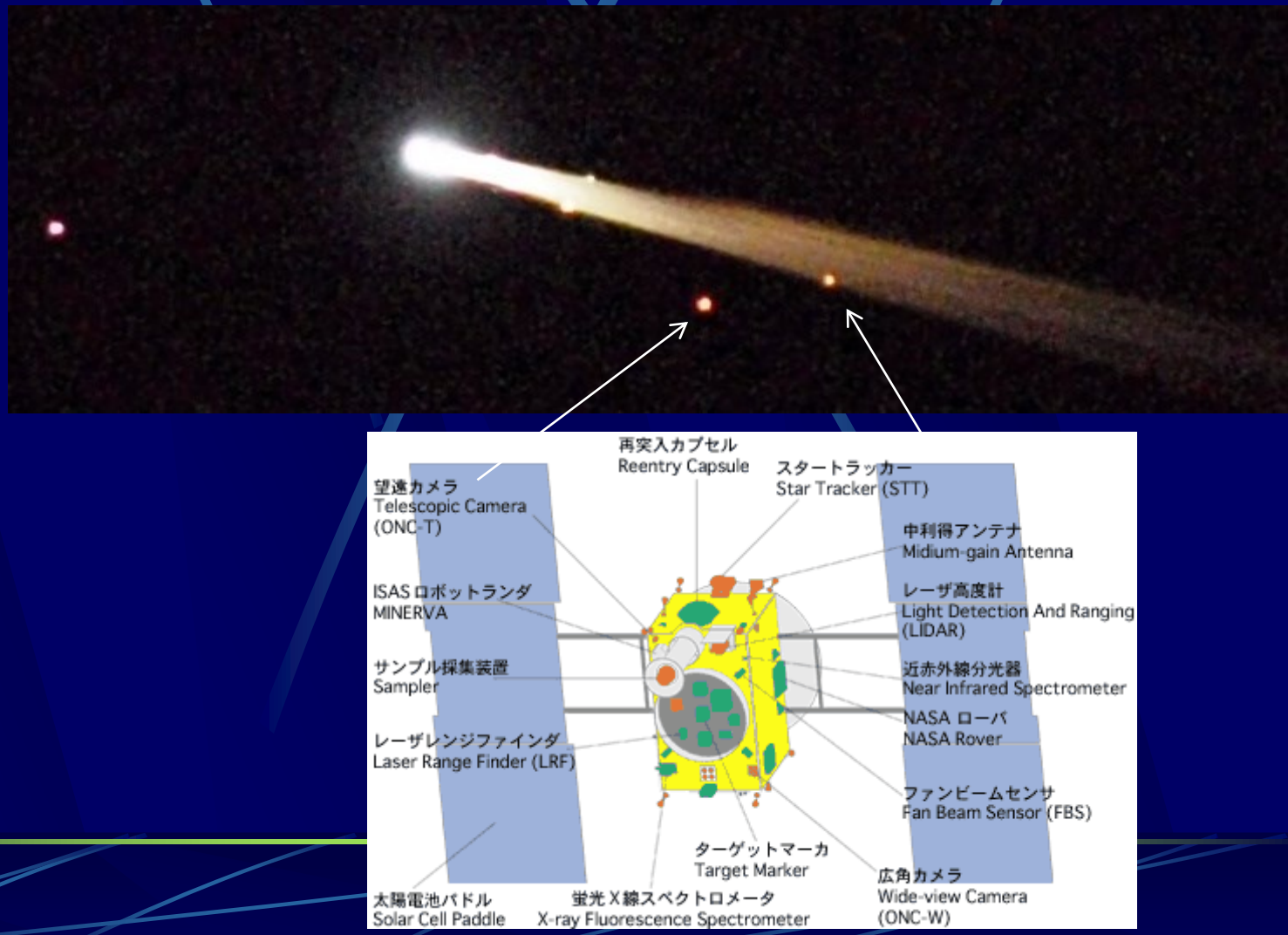


Size distribution

- Power index : 1～1.5
- Components: 1.5
  - 73P/Schwassmann-Wachmann
    - 2.1（Fuse et al. 2007）,3.3（Ishiguro et al. 2009）
  - Collision Experiment: ～3.0 (ex. Takazawa et al. P006, JSPS meeting 2010)
- Shallow index – due to artificial component size distribution & finite smallest size :
  - No more fragmentation ?
- Inversely, comets or meteoroids are composed of dust grains of wide-ranged size

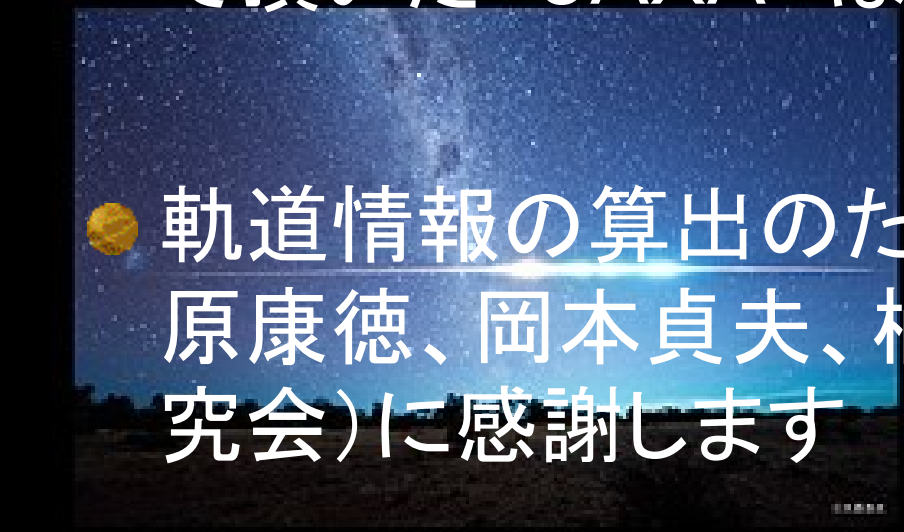
Identification of Each Part

- Possible in early phase ?



謝辞

- 人工流星現象として、カプセルだけでなく本体も再突入していただき、格好の研究の機会を与えて頂いた　JAXA　はやぶさチームに感謝します
- 軌道情報の算出のためのデータを頂きました藤原康徳、岡本貞夫、植原　敏各氏（日本流星研究会）に感謝します
- われわれの画像・動画は自由にお使いください



われわれの画像・動画は自由にお使いください

はやぶさの帰還
撮影／KAGAYA ©KAGAYA Studio
http://www.kagayastudio.com

PASJ Special Feature
Vol. 63 No.5（特集号）

- 10本の論文をまとめて出版

PASJ Publications of the Astronomical Society of Japan

Issues | Advance articles | Subject ▼ | Submit ▼ | Purchase | About ▼ | Publications of the A

Browse issues

Year 2011 ▼ Issue Volume 63, Issue 5, 25 October 2011, Pages 941–1164 ▼ Browse by volume

Browse supplements

Volume 63, Issue 5
25 October 2011
Cover image

ISSN 0004-6264
EISSN 2053-051X

Volume 63, Issue 5, 25 October 2011

Special Feature - Re-Entry of HAYABUSA

PAPERS

Expedition for a Ground-Based Observation of HAYABUSA Spacecraft Re-Entry FREE

Jun-ichi Watanabe, Takuya Ohkawa, Mikiya Sato, Kouji Ohnishi, Yutaka Iijima ...

Publications of the Astronomical Society of Japan, Volume 63, Issue 5, 25 October 2011, Pages 941–946, https://doi.org/10.1093/pasj/63.5.941

Abstract ▼ View article Supplementary data

はやぶさ探査機の知名度

→Google trendsでみる検索頻度 過去30日分（鳩山,はやぶさを同時に検索）

※青の線が「はやぶさ」の検索頻度

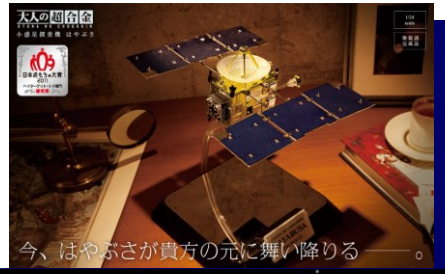
※赤の線が「鳩山」の検索頻度

参照：http://hoshiconstaff.jp/

はやぶさブーム！

LEGO
ぬいぐるみ
大人の超合金

東映、渡辺謙主演



リブラ、プラネタリウム用全天周映画

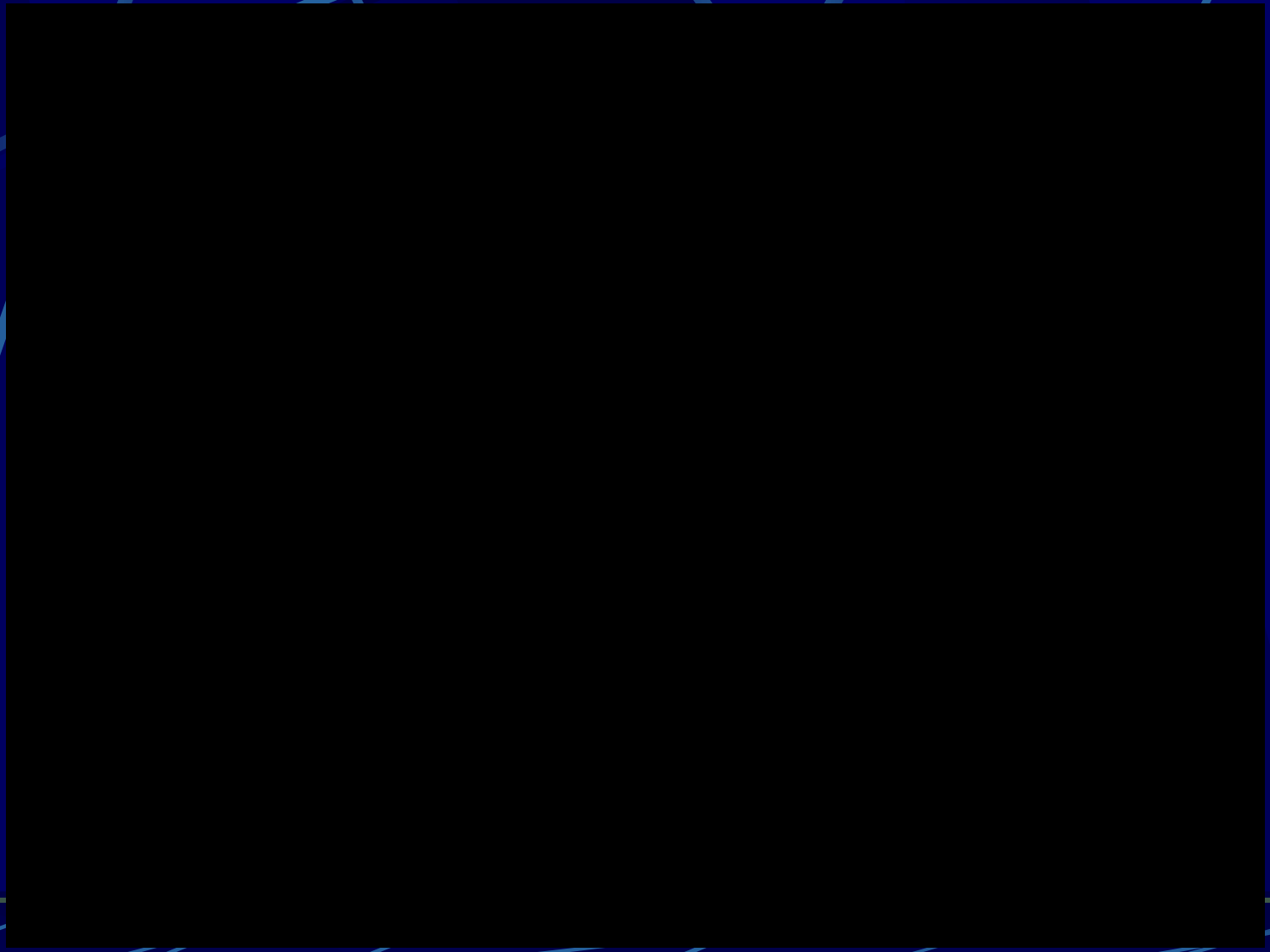
松竹３D映画

「はやぶさ」商業映画も4本！

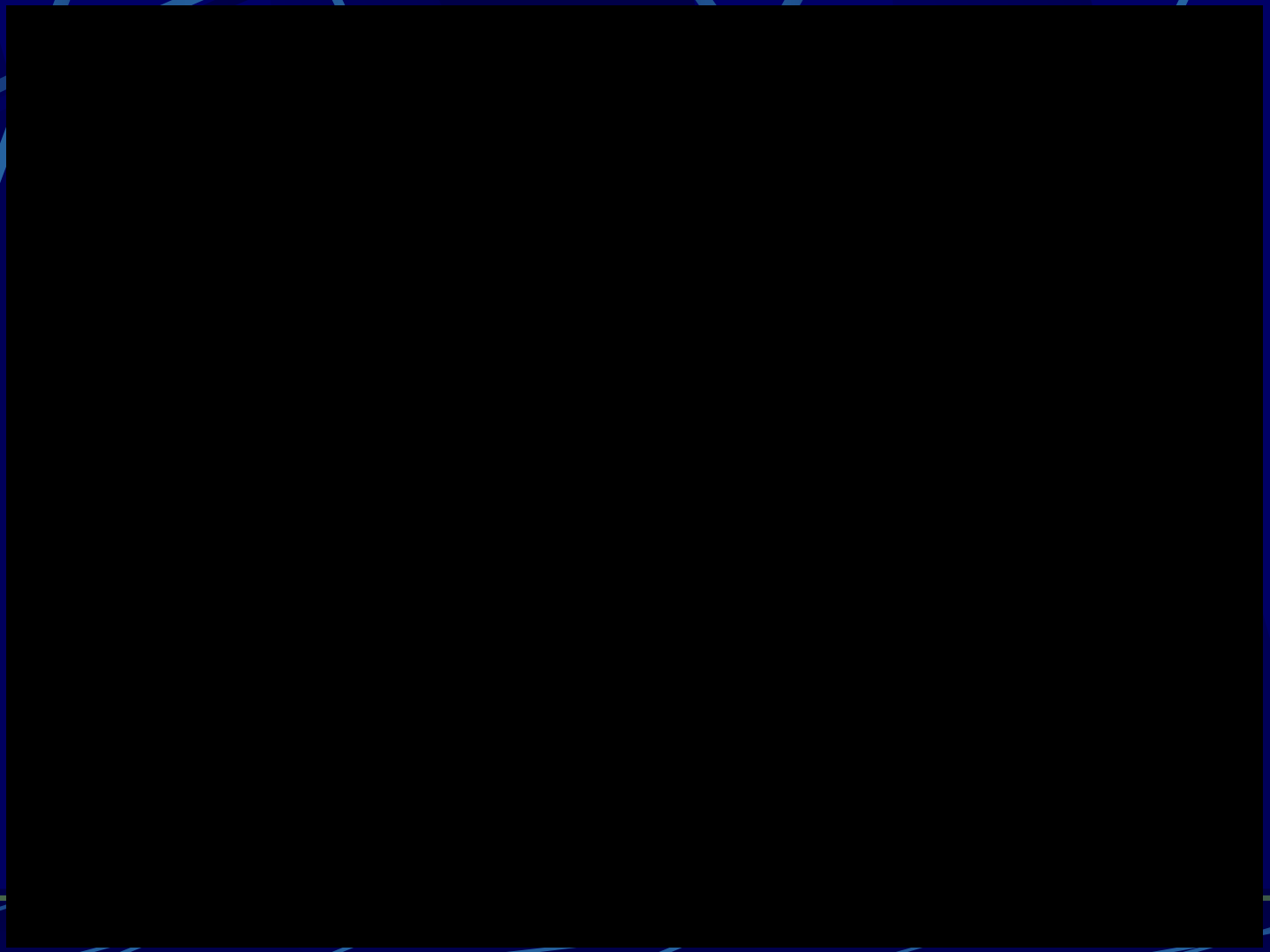
- はやぶさ　Back to the Earth
- はやぶさ
- はやぶさ　遙かなる帰還
- おかえり、はやぶさ

はやぶさ Back to the Earth

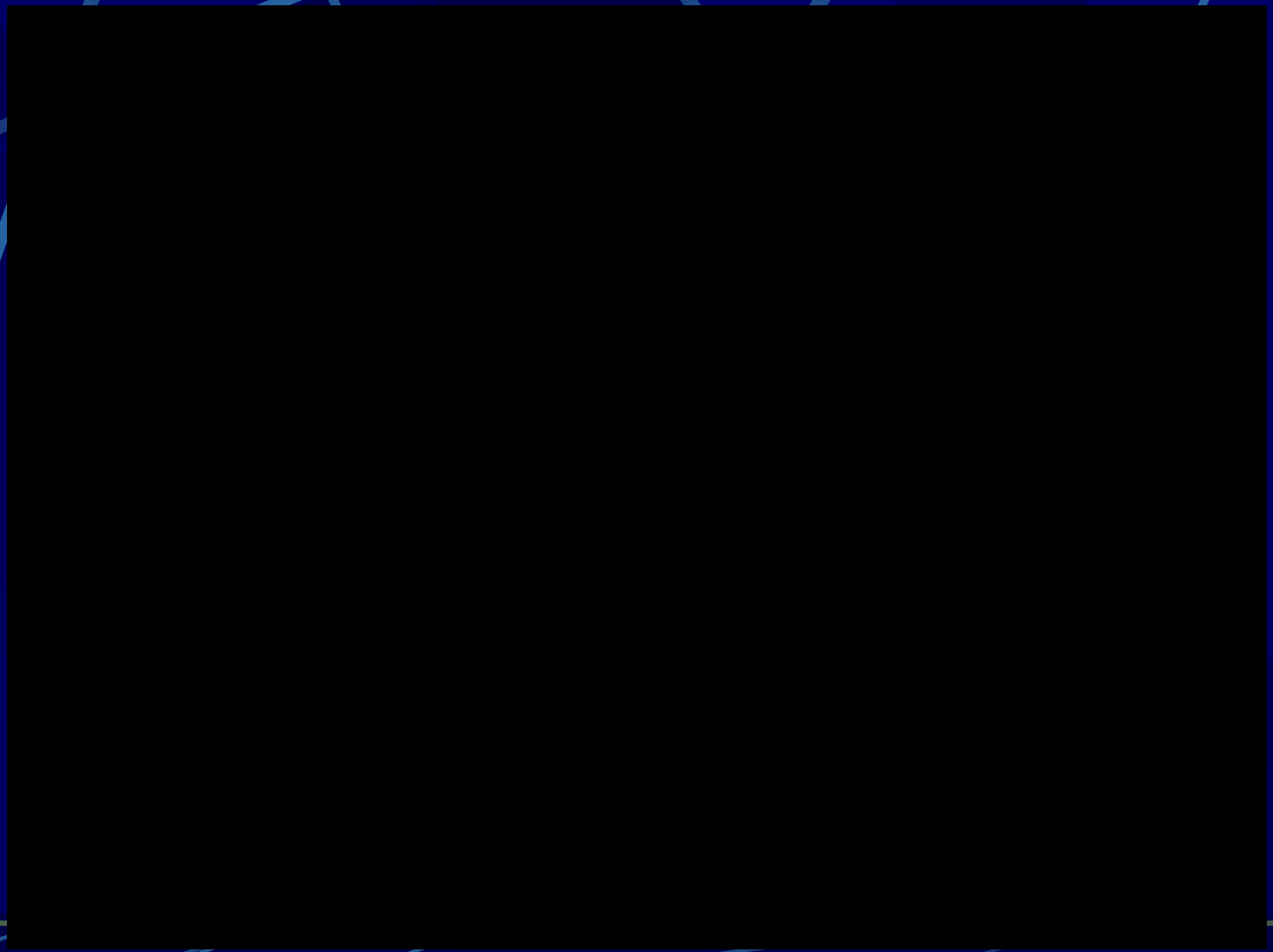
おかえり、はやぶさ



はやぶさ　遙かなる帰還



はやぶさ



広報普及活動に携わって
その１

組織としての広報活動

116年目の門戸開放

―日本の天文学シーンを変えていく国立天文台広報普及室―

渡　部　潤　一

〈国立天文台広報普及室長　〒181 東京都三鷹市大沢2−21−1〉

e-mail : watanabe@pub.mtk.nao.ac.jp

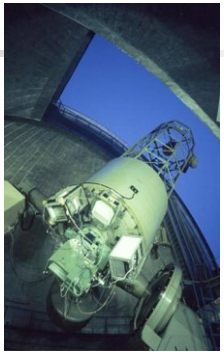
1996年4月12日の金曜日，116年にわたって閉ざされてきた国立天文台三鷹キャンパスの門が開かれた．100名を越える家族連れが，中学生が，そしてお年寄りが，続々と門をくぐり，50 cm望遠鏡の中に溢れる宇宙を感じた．天文学の魅力を多くの人に知ってもらうために，そして感動を子供たちに伝えるために，今夜も国立天文台広報普及室が活躍する．

1．プロローグ

ある日曜日，三鷹の国立天文台正門前に高校生とおぼしき数人の男子生徒が立っていた．「おい，どうすんだよ」という声が聞こえた．どこかの天文クラブの子供たちだろうか．どうやら国立天文としては，あまり恵まれた職種ではない．しかし，この事件をきっかけに少し考えが変わった．誰かがやらなくてはならないな，と思った．もちろん，自分の研究はかなり犠牲にせざるをえない．だが少なくとも研究機関だからといって，このように門戸を閉ざしていていい時代ではない．少しずつ

- 渡部潤一(1996)、天文月報　1996年8月号、p.335-340.

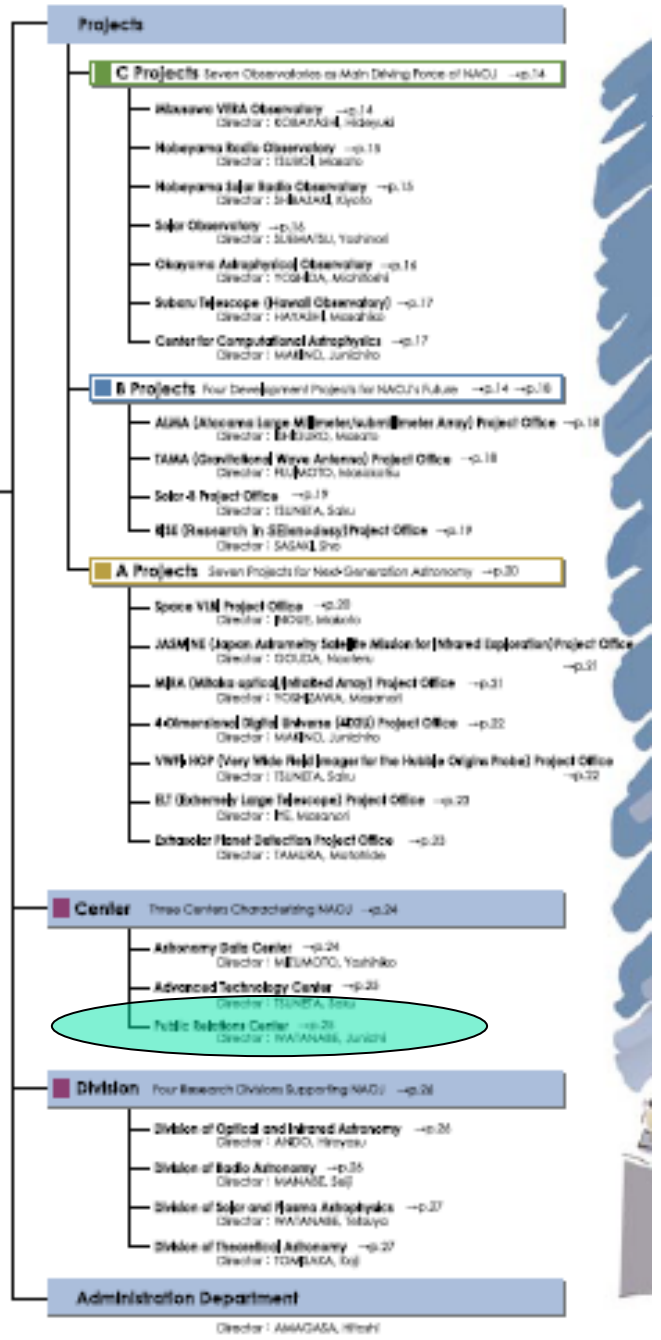
大学共同利用機関法人　自然科学研究機構
国立天文台（NAOJ）



日本における天文学のナショナルセンター
宇宙・天体の地上観測施設運営・研究拠点

国立天文台の組
センターの位置

- 18　プロジェクト
- 1　科学研究部
- 3　センター
- 1　事務管理部



・常勤職員数　250名
＋契約職員　250名
・年間総予算　130億円

国立天文台の広報の歴史

- 東京大学東京天文台：広報の暗黒時代
  （～1988）

- 広報普及室　創設（1994）

広報普及室立ち上げ時の三つの方針

- 触れられる国立天文台へ
- よく知られた国立天文台へ
- より親切な国立天文台へ

国立天文台の広報の歴史

- 省令施設として
  天文情報公開センター創設（1998）
  （広報普及室＋新天体情報室、暦計算室、図書室）

- 天文情報センターへ改組（2005）
  （広報室、普及室、暦計算室、図書室、出版室、総務班）

本センターの設置目的

（1）国立天文台のみならず天文学全般の科学的成果の一般社会への広報・普及

（2）日本国の暦の計算編集、日の出・日の入りなど市民生活に直結した天文情報の提供

（3）新発見天体に関する国内調整・国際的情報交換

（4）日本における最大の天文学関連資料の保管と公開
（5）国立天文台が刊行するすべての出版物の編集・製作
（6）国立天文台が保有する画像・著作物・特許などの知的財産の管理

広報室の基本理念

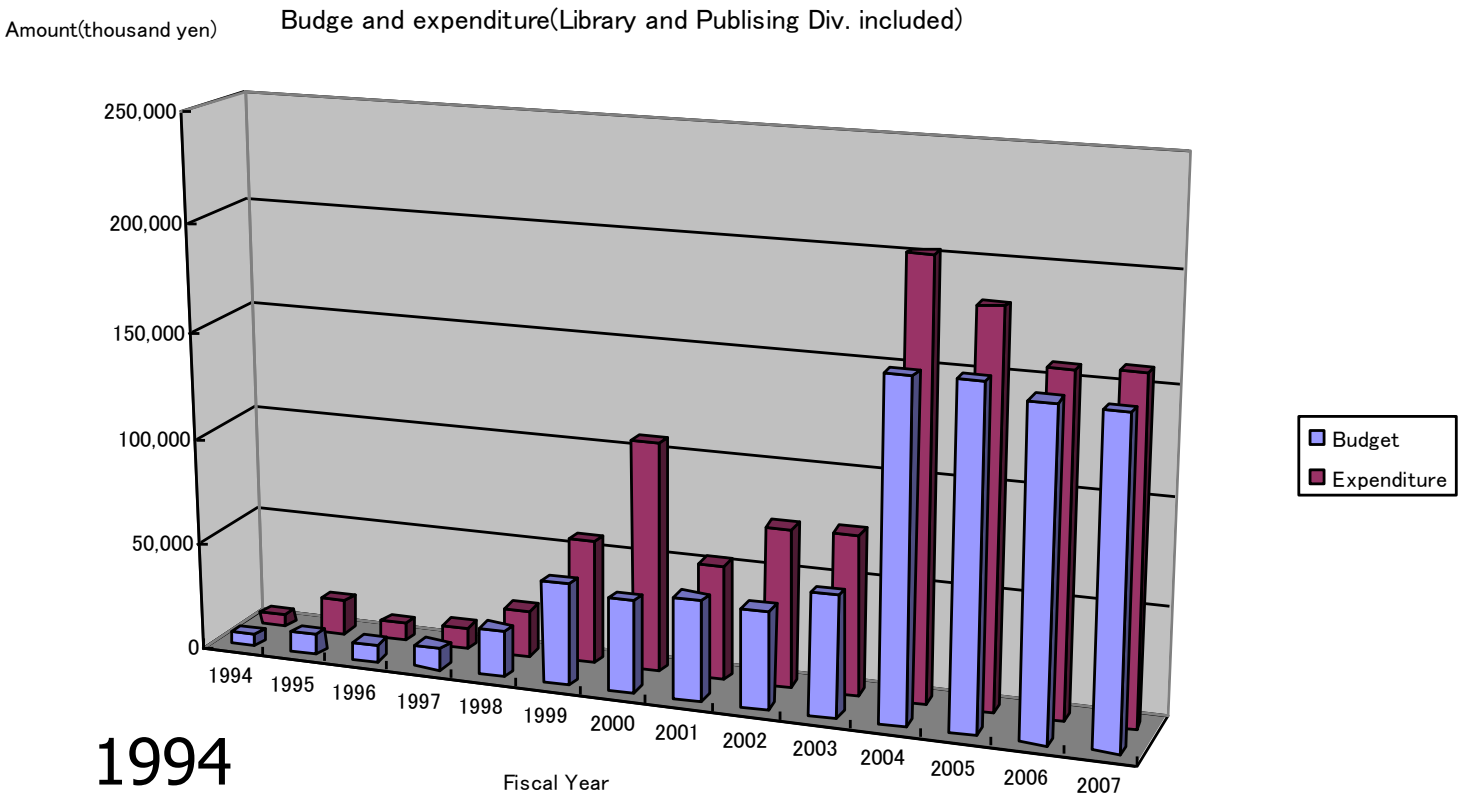
社会に“新しい天文学シーン”を

切り拓き、正しい理解

（と感動と興奮と）を

クライアントたる市民と共有する

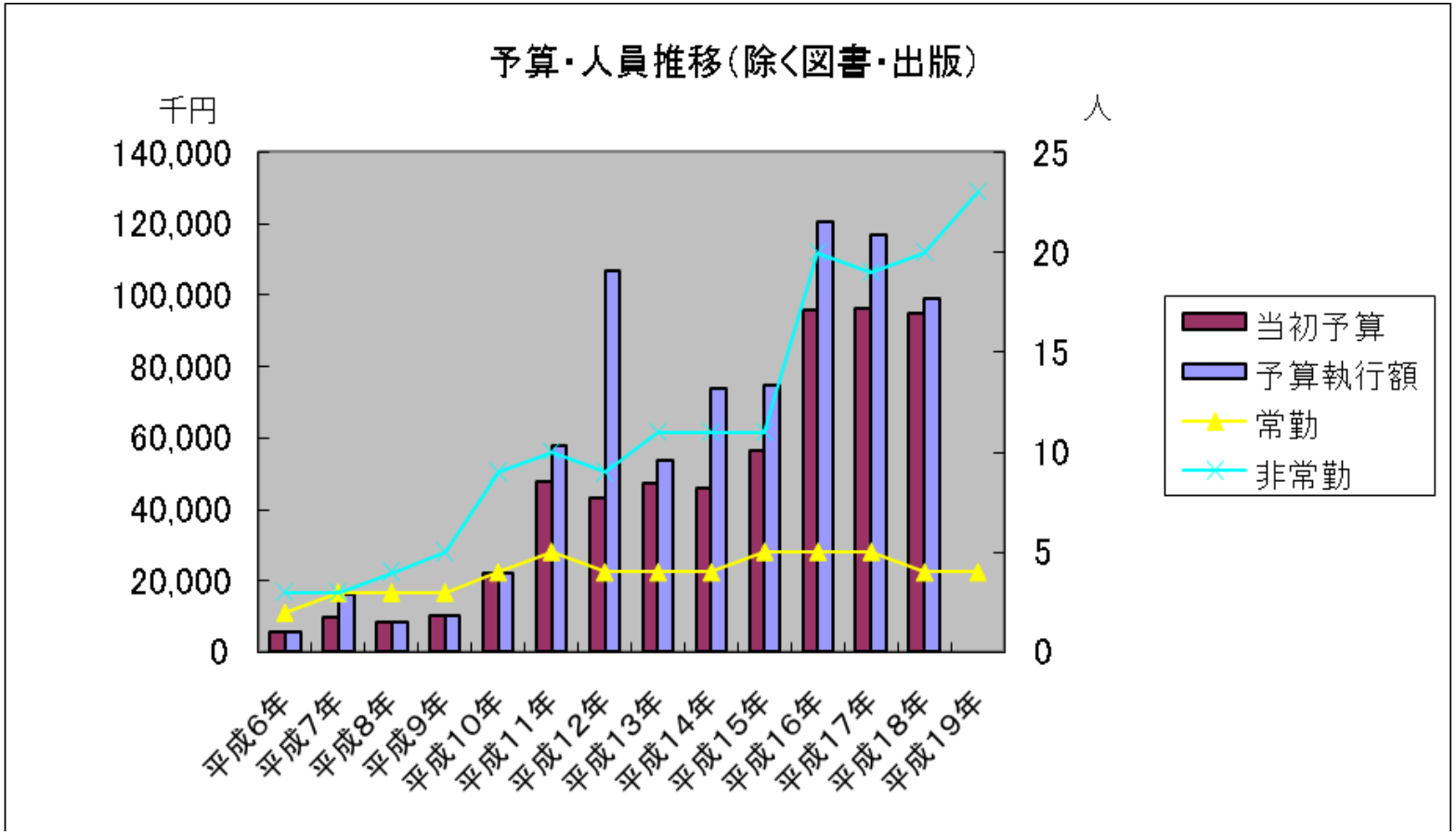
予算決算の推移
FUND　1994-2007



1994

2007

予算、人員の推移


予算・人員推移（除く図書・出版）
千円
人
140,000
120,000
100,000
80,000
60,000
40,000
20,000
0
25
20
15
10
5
0
平成6年
平成7年
平成8年
平成9年
平成10年
平成11年
平成12年
平成13年
平成14年
平成15年
平成16年
平成17年
平成18年
平成19年
当初予算
予算執行額
常勤
非常勤

国立天文台の広報の歴史

- 業務拡張と緊縮財政（2020年代）

（アーカイブ室(2012年まで)、石垣島天文台、周波数資源保護室、保時室が設置）

国立天文台での取り組みの歴史

- 1994－2002　広報普及室長として
  - さまざまな問題意識をもつ
  - 研究者　VS　報道：ミスコミュニケーション

★2002年

「基礎科学の広報と報道に関するシンポジウム」を開催

- 「マスコミへもの申す　―劣悪な報道の事例集―」発表
  8年間の実例を実名で批判

例：記者の取材不足・力量不足の例

- 朝日新聞2005年11月22日「高松クレーター報道」

直径８キロ、香川に隕石クレーター　国際リスト登録へ　１５３０万年前に衝突か
◎朝日新聞　２００３年１１月２２日　朝刊◇３８面

直径8キロ、香川に隕石クレーター

1530万年前に衝突か

国際リスト登録へ

隕石（いんせき）がぶつかった跡であるクレーターを、山口大理学部の三浦保範・助教授が香川県で確認し、22日から山口市で始まる国際シンポジウムで発表する。世界のクレーターのリストを作っている国際クレーター登録委員会（本部・カナダ）のメンバーが24日に現地を視察する。近くリストに登録される見込み。

高松市仏生山町を中心にした直径約8キロの地域の地下にあり、「高松―香川クレーター」と名付けられた。昨年、地下1750mにまでボーリング調査をした結果、①激しい衝突で岩石が変化した痕跡②隕石由来の金属粒子③衝撃による熱で岩石が溶けガラス状になった組織、という隕石衝突の３要素すべてが見つかった。

岩石の年代測定などによると、1530万年前に直径１キロ弱の巨大隕石がぶつかったらしい。日本列島は火山活動が活発なため、大昔にできたクレーターは破壊されてしまい、現存する可能性は極めて低いとされてきた。高松地域は岩盤がとても硬い花崗岩（かこうがん）だったため、衝撃の跡が残ったらしい。

岩盤のへこみを示す微小な重力異常が円形に広がっていることから、クレーターではないかと見られていたが、決め手がなかった。

三浦助教授は「1530万年前は、日本列島が中国大陸から離れた時期とほぼ一致する。この隕石の衝突が、日本列島ができるきっかけになったのではないか」と話す。

この報道の問題点

- 怪しい学説をどこまで掲載する（できる）のか？
- 意見（裏）をどうして他の先生からとらないか？

＜批判の立場に立つジャーナリズムとしての基本を忘れている＞

この報道のアフターエフェクト

- 日本惑星科学会・運営委員会で大議論
- 若手を含め、何人かの良識ある先生方が直接、抗議
- （報道ー予算獲得ー報道の連鎖の構図の　本質は、考古学ねつ造問題を促進させた報道の問題となんら変わらない）

国立天文台での取り組みの歴史

★2004年

「学術成果の広報と報道に関するシンポジウム」開催

・「考古学ねつ造問題」「地震予知」「のぞみ」報道を議論

★2005年

「学術成果の広報と報道に関するシンポジウムII」開催

・分野ごとの研究者の報道に対する意識差調査

アンケート調査

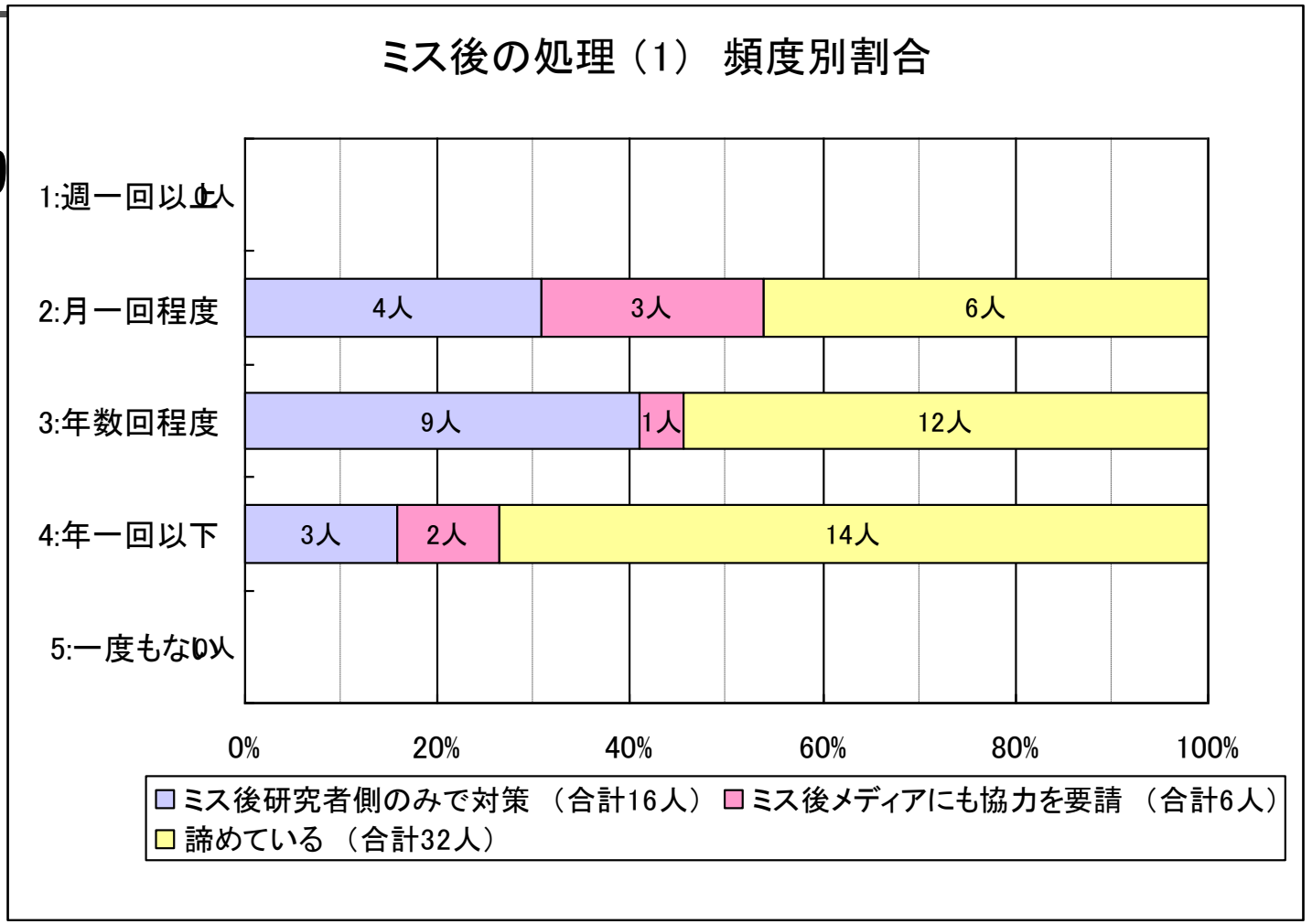
- 総研大　各分野教官　９７９名を対象
  - 郵送によるアンケート調査
  - 回答者数：３０８名（３１．５％）

アンケートからのミス・コミュニケーション実例・対策の分析

- ミス・コミュニケーションの原因は、渡部類例（2002年集録参照）＋アルファに分類される
  - １：無礼・横柄、拙速な取材への拒否感、不信感
  - ２：記者の取材不足・力量不足
  - ３：取材側の社会的倫理の欠如
    - 報道内容の事前設定、情報操作的編集等
  - ４：報道の時空間的制約に由来するミス
  - ５：研究者側の認識不足
    - ジャーナリズムの社会的役割への認識不足

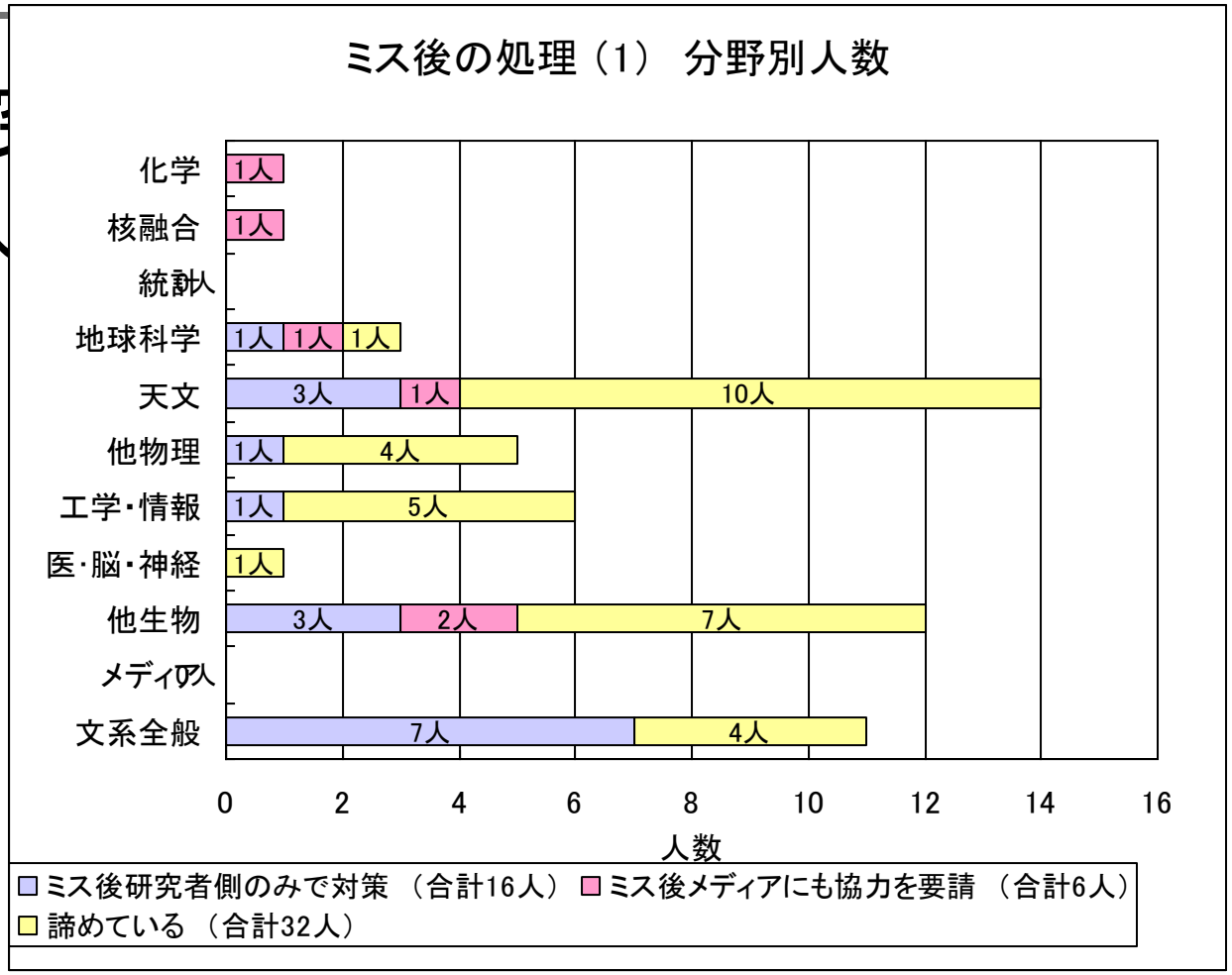
報道された内容に違和感を感じた後に対策をとるか、否か

- 頻度か



報道された内容に違和感を感じた後に対策をとるか否か

- かなりの研
  - 対策した人



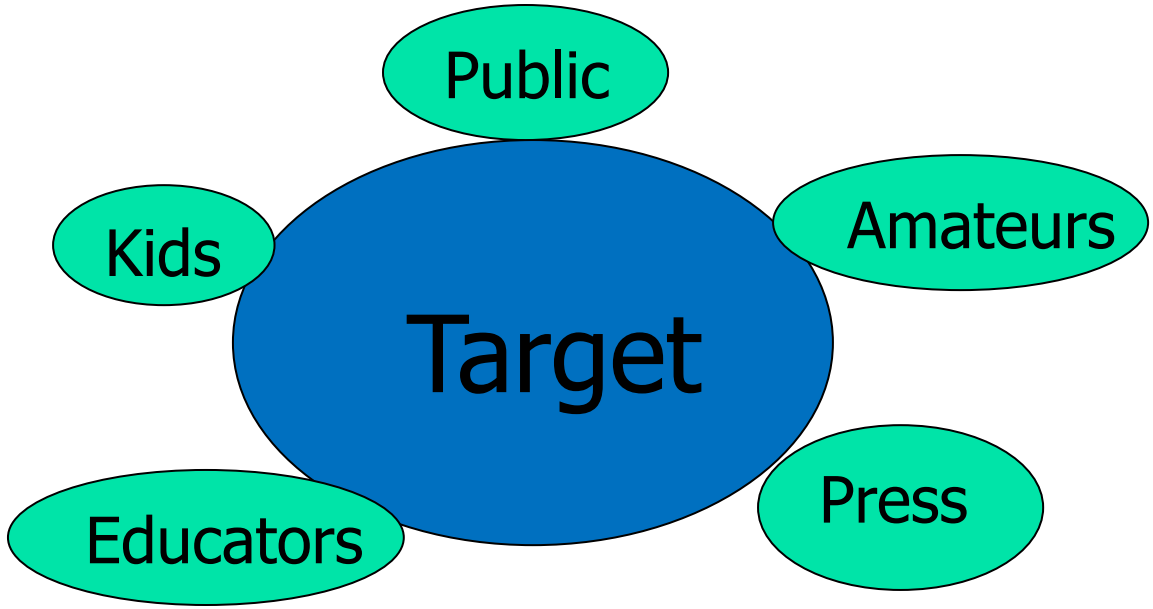
広報関連業務（抜粋）

- 一般へ向けて
  - Webページ（ホームページ）の運営
  - 電話・手紙・公文書・インターネットによる質問への対応
  - アストロ・トピックス、テレフォン天文情報など一般向け情報の作成・提供
  - 天文現象キャンペーン
- アマチュア天文家へ向けて
  - 新天体発見通報への対応
- 教育関係者へ向けて（普及室）
  - 公開天文台ネットワーク（PAONET）事務局 ――全国130施設と連携
  - スターウィーク事務局 ―― 全国200団体と連携 ― 500以上のイベント
- マスコミへ向けて
  - 記者会見、FAX・電子メール、WEB等による情報提供
  - プレス・メンバーズ・ラウンジ
  - 科学記者のための天文学レクチャー
  - 記事の独自評価

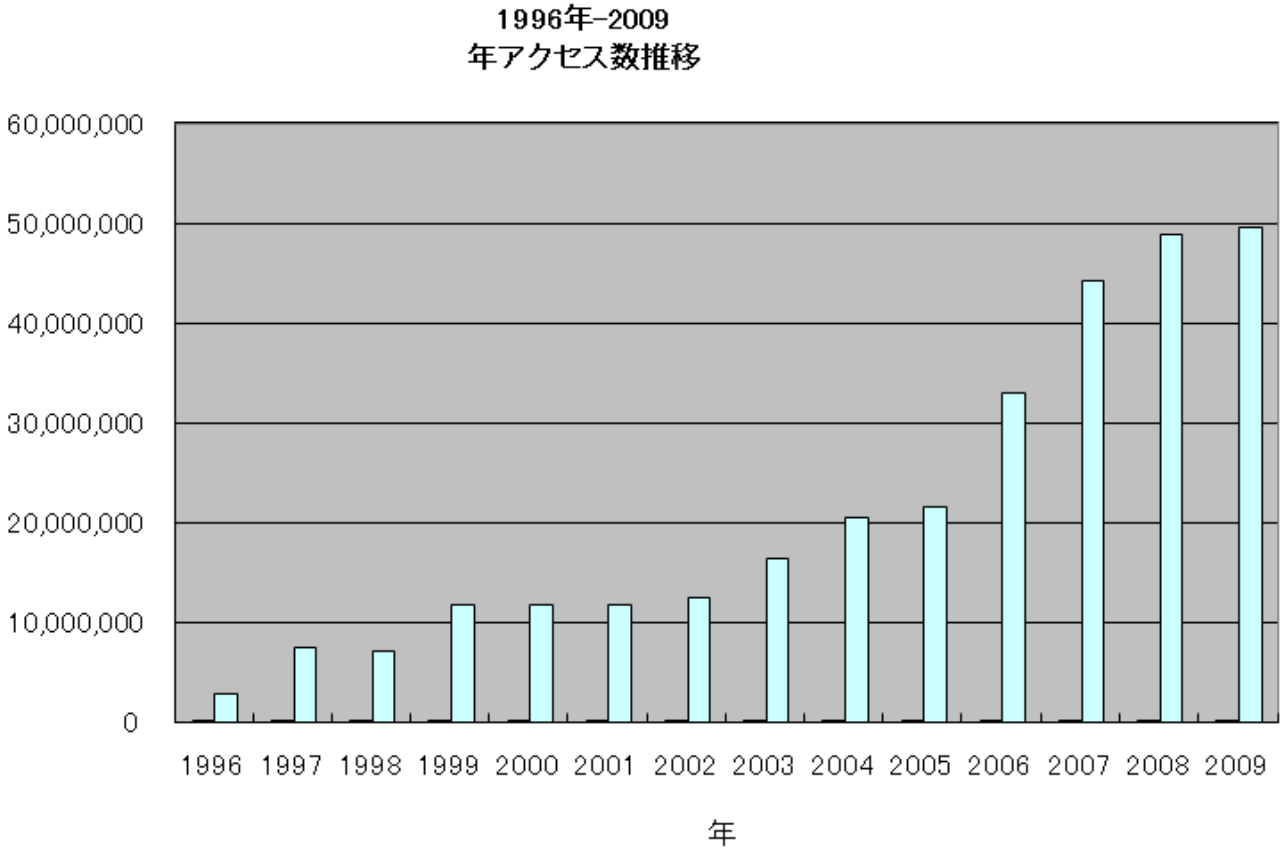
普及室の定常業務

- 施設公開関連事業
  - 三鷹キャンパス常時一般公開、特別公開、三鷹地区定例観望会
  - 団体見学や視察への対応、公開関連施設整備（4Dシアター、一号官舎）
  - 公開用画像の作成・公開、公開関連リーフレット等の整備・作成
- 教育普及事業
  - 君が天文学者になる4日間、夏休みジュニア天文教室
  - 公開講座（三鷹ネットワーク大学など）、公開講演会
- 関連機関連携事業
  - 公開天文台ネットワーク（PAONET）事務局 ――全国130施設と共同で
  - スター・ウィーク実行委員会事務局
  - 宇宙航空広報普及連絡会（宇宙の日他）
- 新規事業
  - アストロノミーパブ、一家に一枚宇宙図の作成、3Dビデオ、理科年表ｼﾝﾎﾟ、自然科学研究機構シンポ等、すばるマカリィスクール

広報の切り口
ターゲット毎の視点で

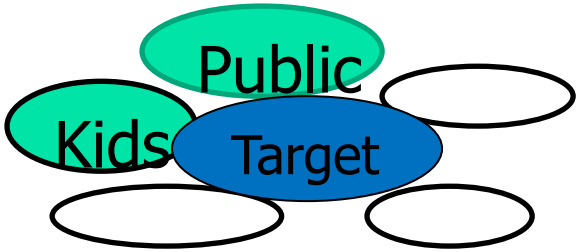


国立天文台ウェッブ



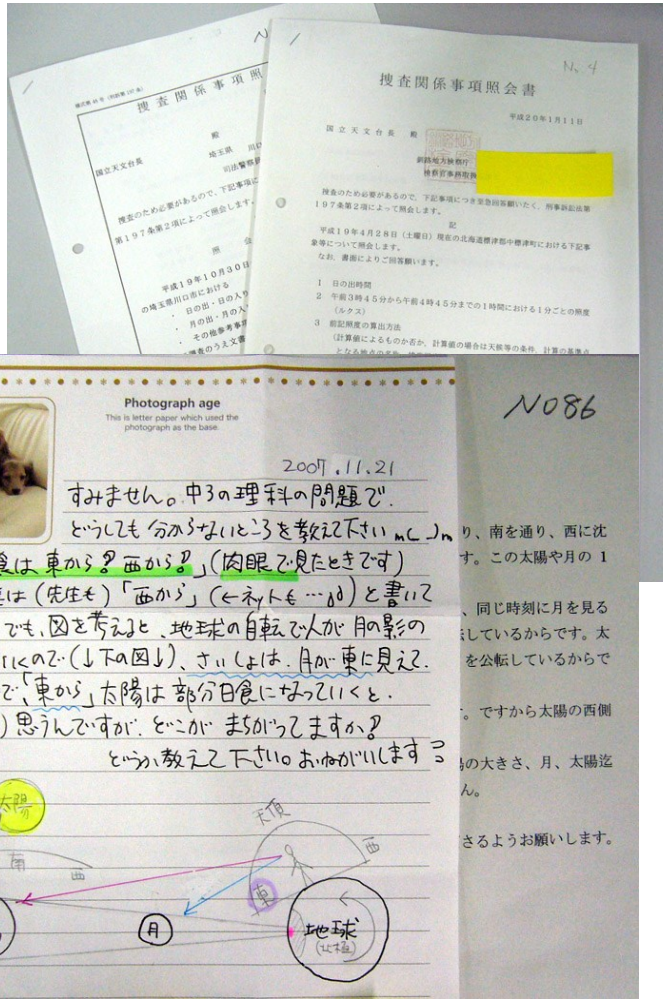
トップページサーバーのみ：5000万件/年

一般からの質問対応

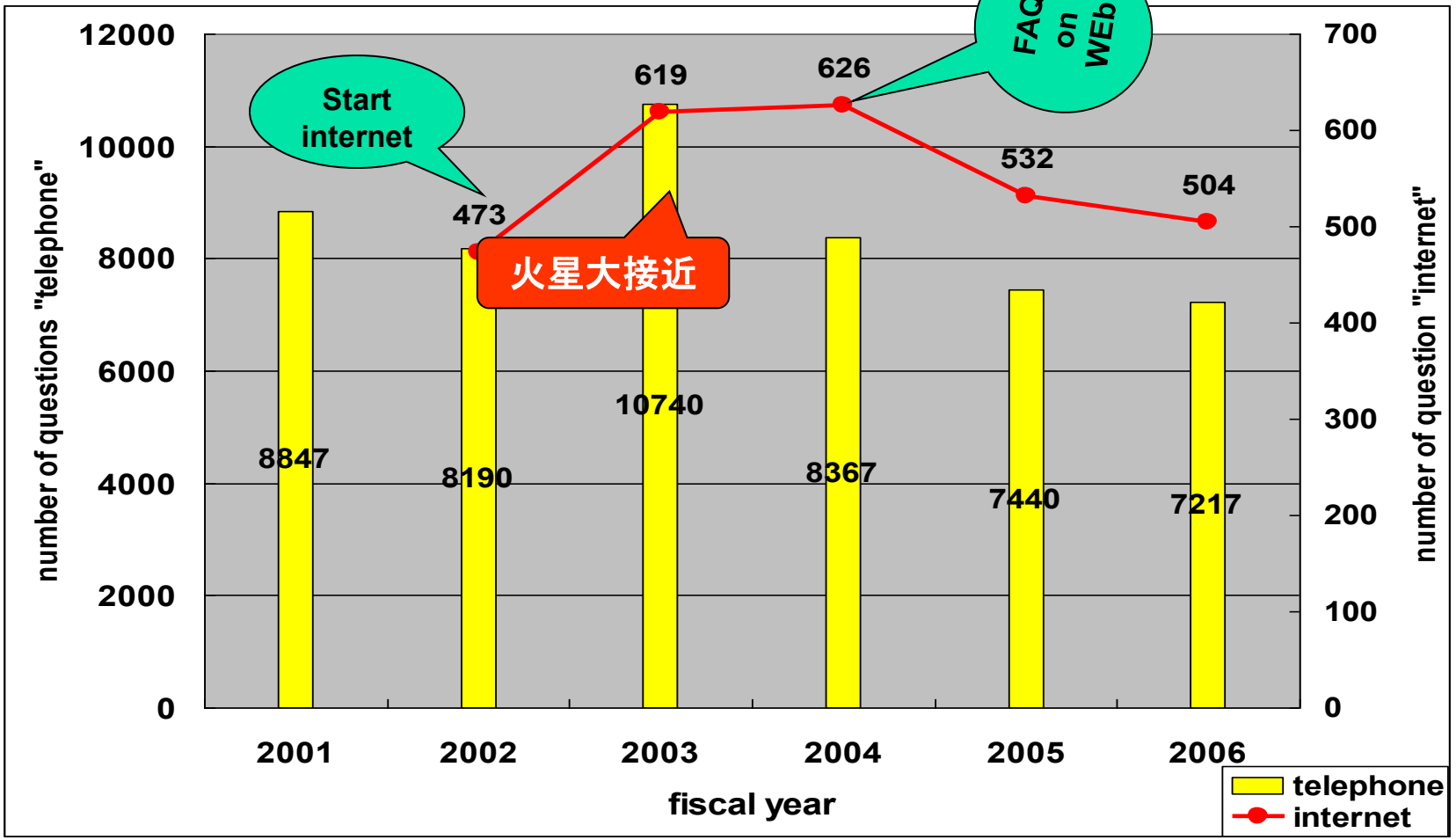


各種質問への対応

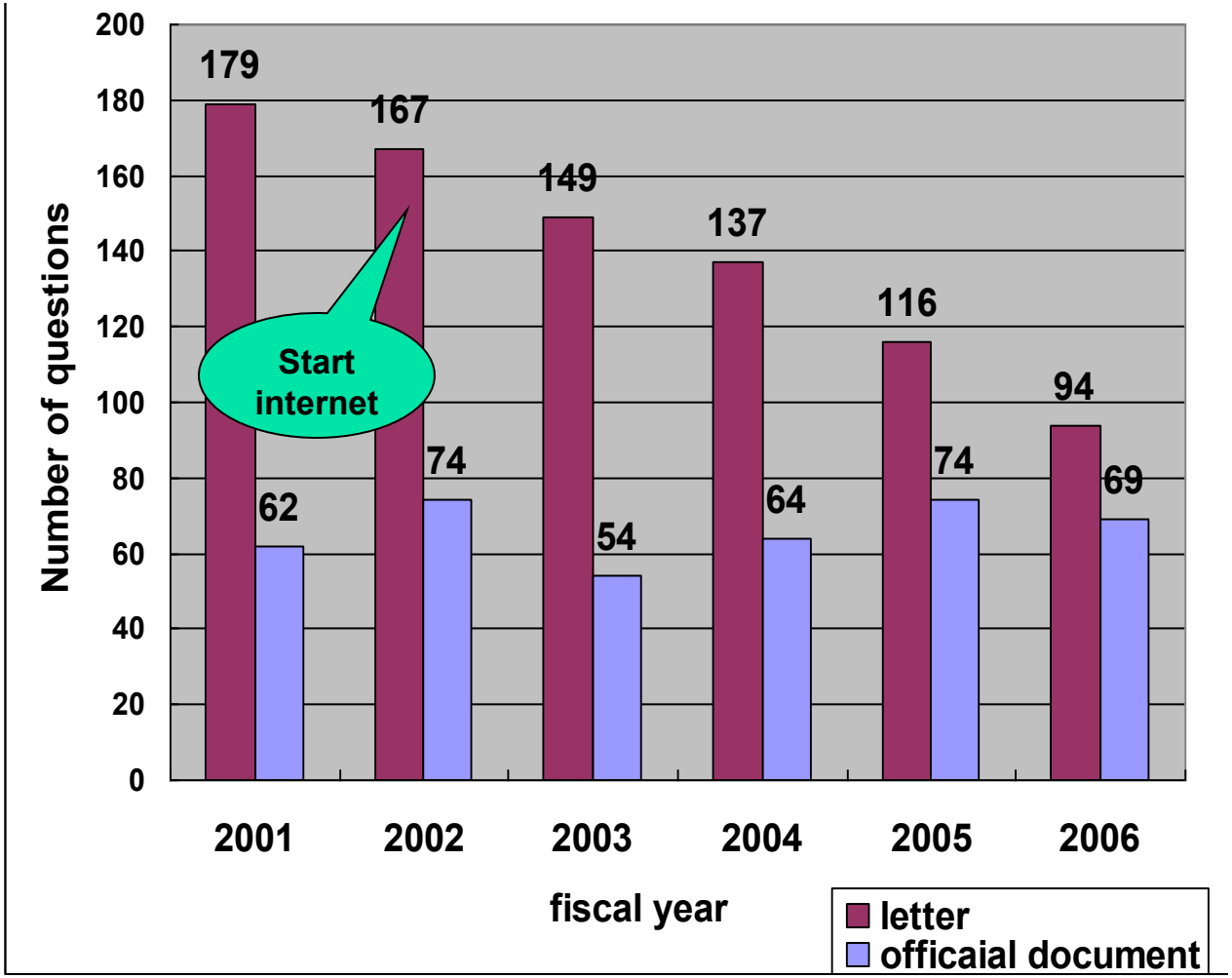
- 電話
- 手紙
- 公
- メ



電話による質問件数の推移



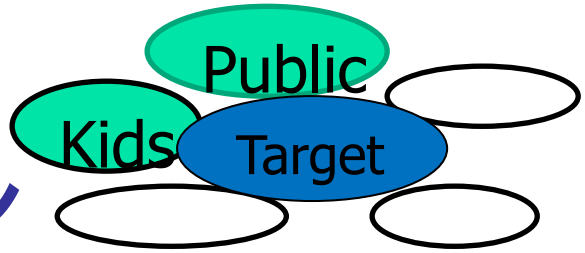
手紙･公文書による質問件数の推移



国立天文台質問窓口の経験から

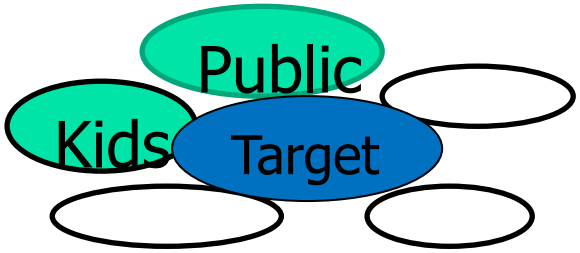
10年にわたって電話担当をされた契約職員の先生が書いたエッセイ集

インターネットによる天文現象キャンペーン



- 手軽に楽しめる天文現象を広く告知
- インターネット・携帯を利用し、観察報告を受け付けることで手軽に参加者意識を持ってもらう市民参加型
- 国立天文台と直接つながる双方向性を確保
- 時には中継企画も実施
- 残念ながらリソース不足で中止

キャンペーンの例



- 2004．12 「ふたご座流星群を見よう」
- 2005．　1 「マックホルツ彗星見えるかな？」
- 2005．　4 「アンタレス食を計（はか）ろう」
- 2005．　8 「天の川全国調査」
- 2005．10 「火星接近！　模様が見えるかな」
- 2006．　1 「初春の流星群を眺めよう」
- 2006．　5 「謎の彗星見えるかな？」
- 2007．　8 「夏の夜・流れ星を数えよう」
- 「皆既月食どんな色？」

キャンペーン効果

2004年12月12日 読売新聞 朝刊◇38面

ふたご座流星群

観測結果教えて

「ふたご座流星群」の観測結果を教えて――。流星群の活動がピークを迎えるのに合わせ、国立天文台はインターネットのウェブサイトや携帯電話のサイトで観測結果を報告してもらうキャンペーンを行う。

13日午後8―10時の時間帯で15分間観測して見えた流星の数を、http://www.nao.a

2005年7月17日　東京新聞　サンデー版

天の川全国調査

国立天文台は8月5日夜から8日朝まで、日本のどこで天の川が見えたか、見えなかったかという情報をインターネットで広く募集し、集計結果を公表する。応募先は次の通り。

パソコン　http://www.nao.ac.jp/

携　帯　http://www.nao.ac.jp/i/

6日に
ルツ彗
見える

p://www.nao.ac.jp
/、携帯電話からはhttp
://www.nao.ac.jp/
i/

2005年10月29日　日本経済新聞　夕刊◇11面

火星あす接近

2年ぶり、肉眼でもはっきり

二〇〇三年夏に地球に大接近した火星が、再び地球に近づいている。最接近は三十日。〇三年には及ばないものの、今回以上の接近は一八年までない。

火星観察の貴重な機会とあって、各地の天文施設で観察会などのイベントが開かれる。

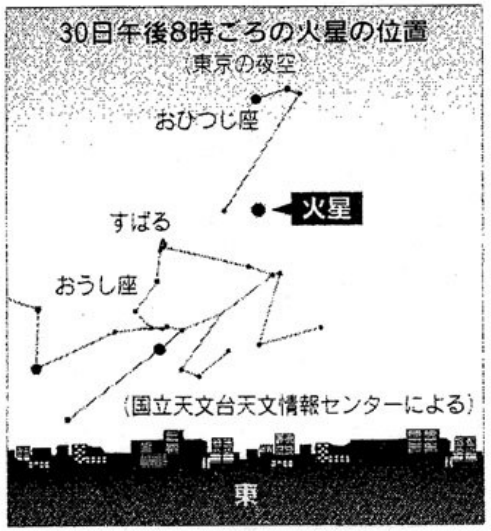
国立天文台などによると、地球と火星の距離は〇三年八月二十七日の大接近時には約五千五百七十六万キロだったが、今回は六千九百四十二万キロの〝中接近〟となる。見かけの大きさは〇三年の約八割程度という。

火星は地球と平均約二年二カ月に一度の割合で接近するが、火星の軌道が楕円（だえん）形をしており、接近する場所によって地球との距離に差が出る。

火星はこの時期、午後八時ごろには東の空に赤く輝いて見え、肉眼でもはっきりと分かる。最接近当日だけでなく、前後数週間は非常に接近した状態になる。

国立天文台は二十九日夜から十一月七日の朝まで、各地のファンの火星観察結果をインターネットなどを通じて報告してもらう「火星接近！　模様が見えるかな」キャンペーンを始める。

各地で観察会開催



◇10面

マックホルツ彗星最接近へ

て、おうし座にある「すばる」（プレアデス星団）の近くを通過。雲の

まで南の空の天頂近くですばるの西側に見える。明るさは三等級程度。

キャンペーンに寄せられた感想より（抜粋）

「はじめて流星を見れたのですごくうれしいです。感動して泣いてしまいました！」（ふたご）

「生まれて初めて彗星をみました。恒星とは一味違うホワンとしたやさしい輝きが美しかったです。」（マックホルツ）

「初めて星食という現象を観察しました。（中略）月の暗い部分から、パッと一瞬にしてアンタレスが出た瞬間は感動しました！」（アンタレス食）

「２月に生まれた長男に、あれが火星だよ、といって眺めさせました」（火星）

9/16 9

ブロガー注目のサイト

ランキング

国立天文台が2位に浮上

花火ではない、もう一つ夏の夜空を彩るイベントが話題に――。ブログ（日記風の簡易型ホームページ）の書き手たちの間で八月に話題を集めたサイトをランキングしたところ、国立天文台のサイトが二位になった。

今夏は天文に関する話題が豊富だった。国立天文台は、八月十三日にピークを迎えたペルセウス座流星群、八月二十八日に起きた皆既月食で全国のサイト利用者から観測報告を受け付ける企画を実施した。月明かりの影響がほとんどない新月のおかげで、ペルセウス座流星群は観測しやすかった。皆既月食は六年半ぶりといった話題が目立っていた。子どもの夏休みの自由研究に格好の素材だったようだ。

七位には映画「エヴァンゲリヲン新劇場版・序」の公式サイトが登場し、アニメ「新世紀エヴァンゲリオン」の映画版をリメークした新作だ。九月一日の公開前には、リメーク版という以外の情報はあまり伝えられていなかったために、ブロガーたちは内容などに関して様々な憶測や議論が盛り上がっていた。

八月一日から三十一日では、父親とみられる男性が子どもと一緒に観測した話題や、子どものために観測写真を撮影したについて個人がブログにリンクを紹介した回数をNTTレゾナント（東京

	サイト名	リ
①	診断サイト「脳内メーカー」	5,
②	国立天文台	
③	診断サイト「脳内相性メーカー」	
④	映画「レミーのおいしいレストラン」	
⑤	映画「オーシャンズ13」	
⑥	映画「トランスフォーマー」	
⑦	映画「ヱヴァンゲリヲン新劇場版：序」	
⑧	携帯電話サービス「顔ちぇき～誰に似てる？～」	
⑨	映画「Ｌｉｆｅ　天国で君に逢えたら」	
⑩	映画「夕凪の街　桜の国」	

（注）ＮＴＴレゾナントが国内主要ブログ制作支援サービス利用者を対象に実施

ネットナビ サイ

www.nikkei.co.jp/ne

ネットナビのインターネットサイトでは、夕刊に掲載した記事の一部やオリジナル記事を紹介しています。インターネット閲覧ソフトから上記のＵＲＬで呼び出せ、読者の皆さんが感想や意見を投稿できます。平日はほぼ毎日更新。携帯電話用のサイトは右上の「ド」から簡単に接続できます

Public
Kids
Target

日経新聞
2007年9月16日

日経ナビ　ブログランク　トップ

ランキング

国立天文台、iMacがブログで話題(

2007年8月17日更新

岡山県井原市で観測された、ピンク色に輝いて流れるペルセウス座流星群の流星＝13日午前1時15分、30秒露光（倉敷科学センター提供）

8月8日か(
ロガー（ブロ
を集めたサ
あるペルセ
トで個人の観
を実施した国
2位は米アッ
ン「iMac（ア

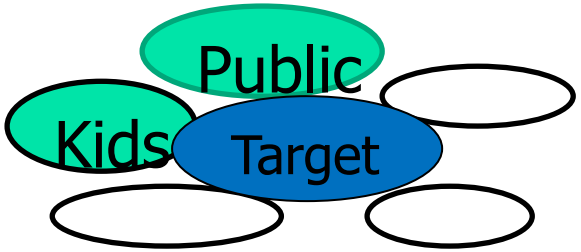
インターネ
「goo」を運営
京・千代田）がgooや他社のブログ制作支援サー
内ブログを対象に調査。リンクされた数が多いサ
た。ニュース記事や個人が運営するサイトは除い

国立天文台は、個人が8月11日から15日にかけ
の間に何個の流星を見られたかを報告する「夏の
ンペーンを実施した。今年は流星群の出現のピー
の影響がほとんどない新月だったこともあり、観測
かったようだ。

2位のiMacは、米アップルが3年ぶりにデザインを刷新した新機種を米時間8月7日に発売。これを受けて注目が集まり、ランクインしたとみられる。

ブロガーが注目するサイト 週間ランキング
（8月8日～14日調査、ニュース記事サイトや個人運営のサイトは除く）
「NTTレゾナント」より

順位	サイト名	リンク数
1	国立天文台	164
2	米アップルのパソコン「iMac」	147
3	映画「レミーのおいしいレストラン」	71
4	映画「トランスフォーマー」	62
5	映画「ハリー・ポッターと不死鳥の騎士団」	56
6	野外イベント「SUMMER SONIC 2007」	54
7	日本マクドナルド	47
8	携帯電話サービス「顔ちぇき」	38
8	動画投稿サイト「ニコニコ動画」	38
10	映画「西遊記」	31

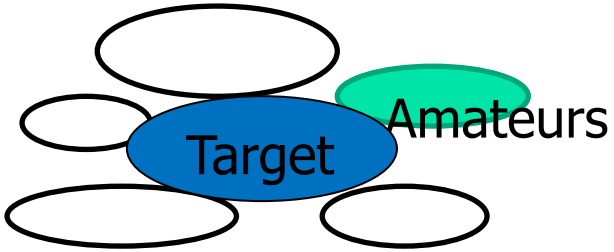


障害者向け広報

- 点字パンフレット
  - 1996年～
- テレフォン天文情報サービス
  - 毎月2回更新
- 三鷹キャンパス見学コース
  - 点字の説明
  - 音声ガイダンス導入予定(2008)

重度身障者対応接眼部開発

アマチュア天文家の新天体発見対応



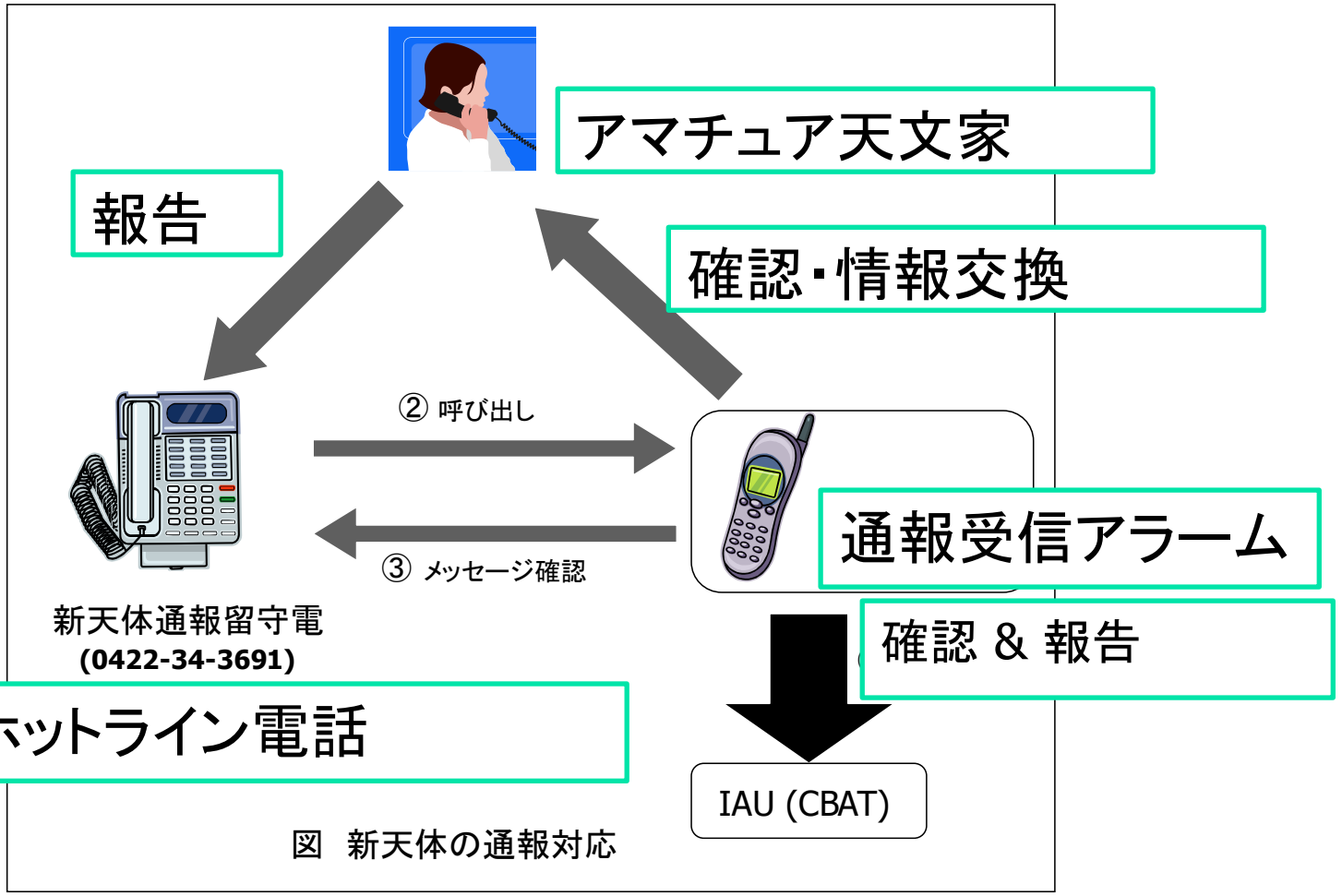
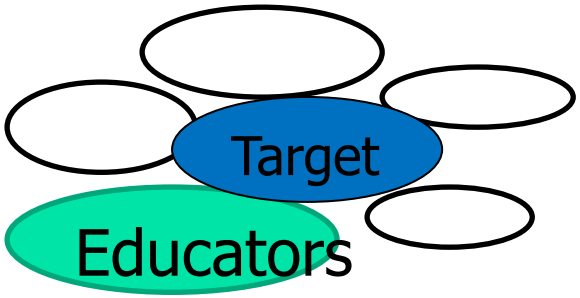


図　新天体の通報対応

教育関係者への広報



国立天文台

記者会見
情報提供

ジャーナリスト

ニュース
各種メディア

直接の
広報普及活動

情報・ニュース
最新画像

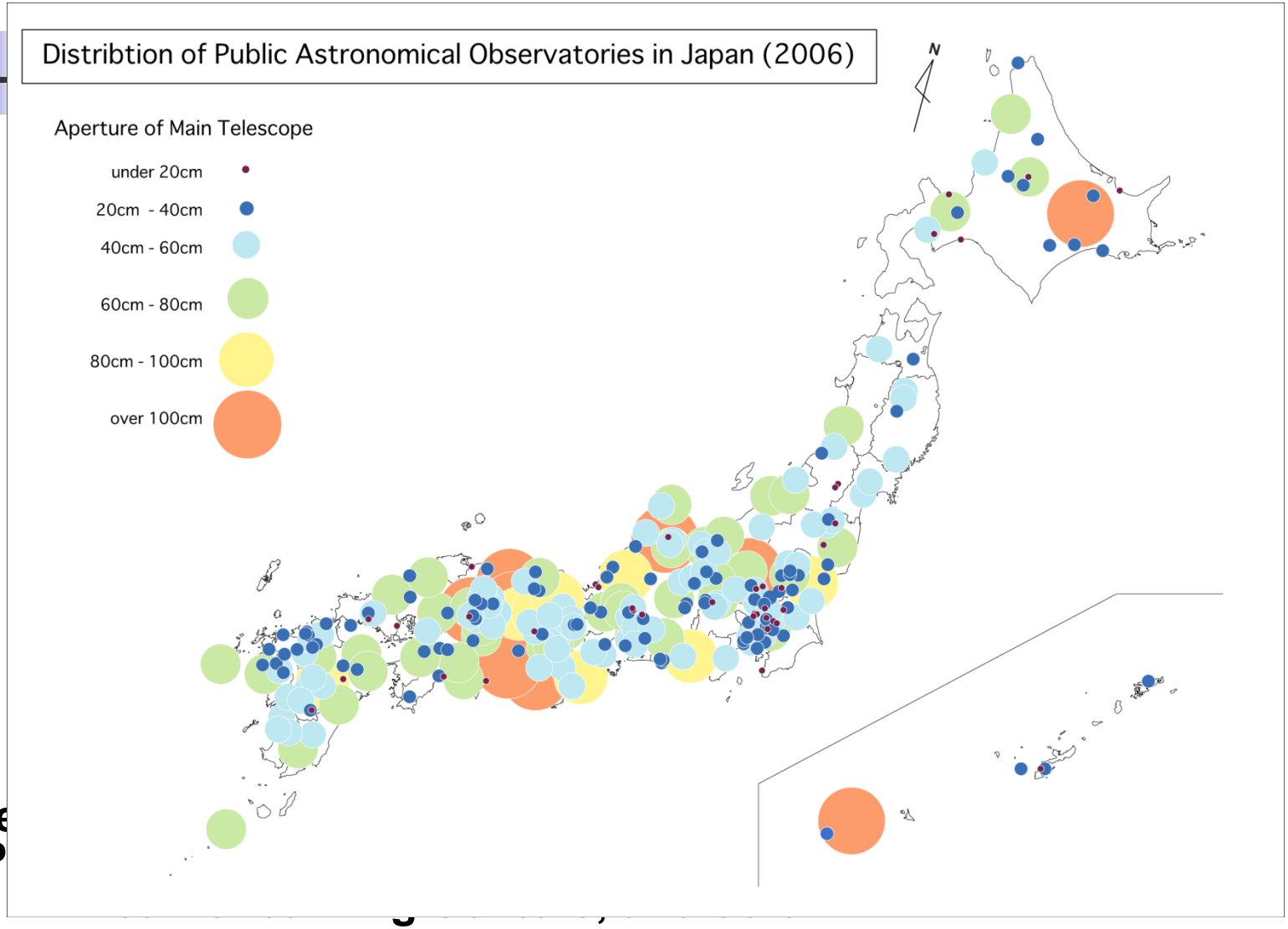
天文愛好家
同好会

生涯学習施設
公開天文台
プラネタリウム
科学館
（学校）

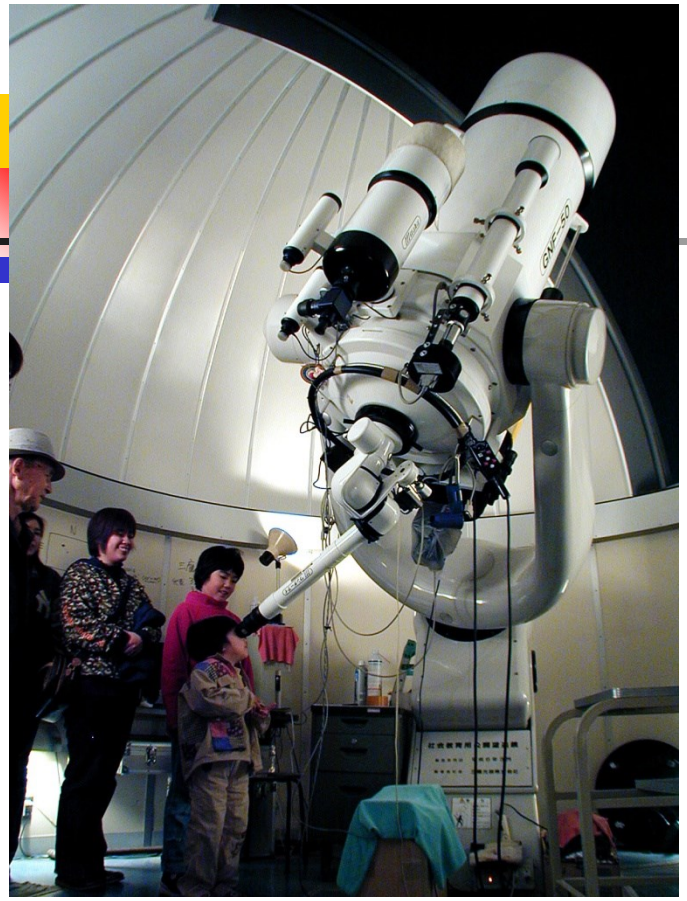
種々の教育活動

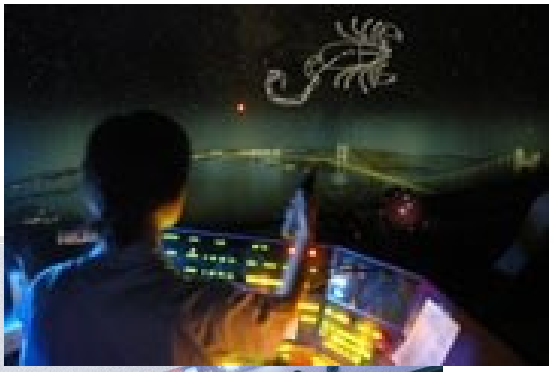
一般市民・子どもたちへ

公開天文台・プラネタリウム大国



There
P





観客動員数　：約600万人
(日本プラネタリウム協議会調べ：Jリーグに匹敵)

公開天文台ネットワーク（PAONET）

(Public Astronomical Observatory NETwork)

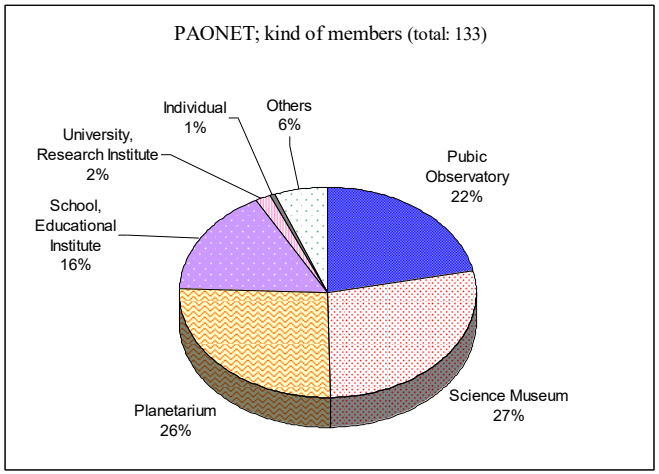
Target Educators

1995年創設

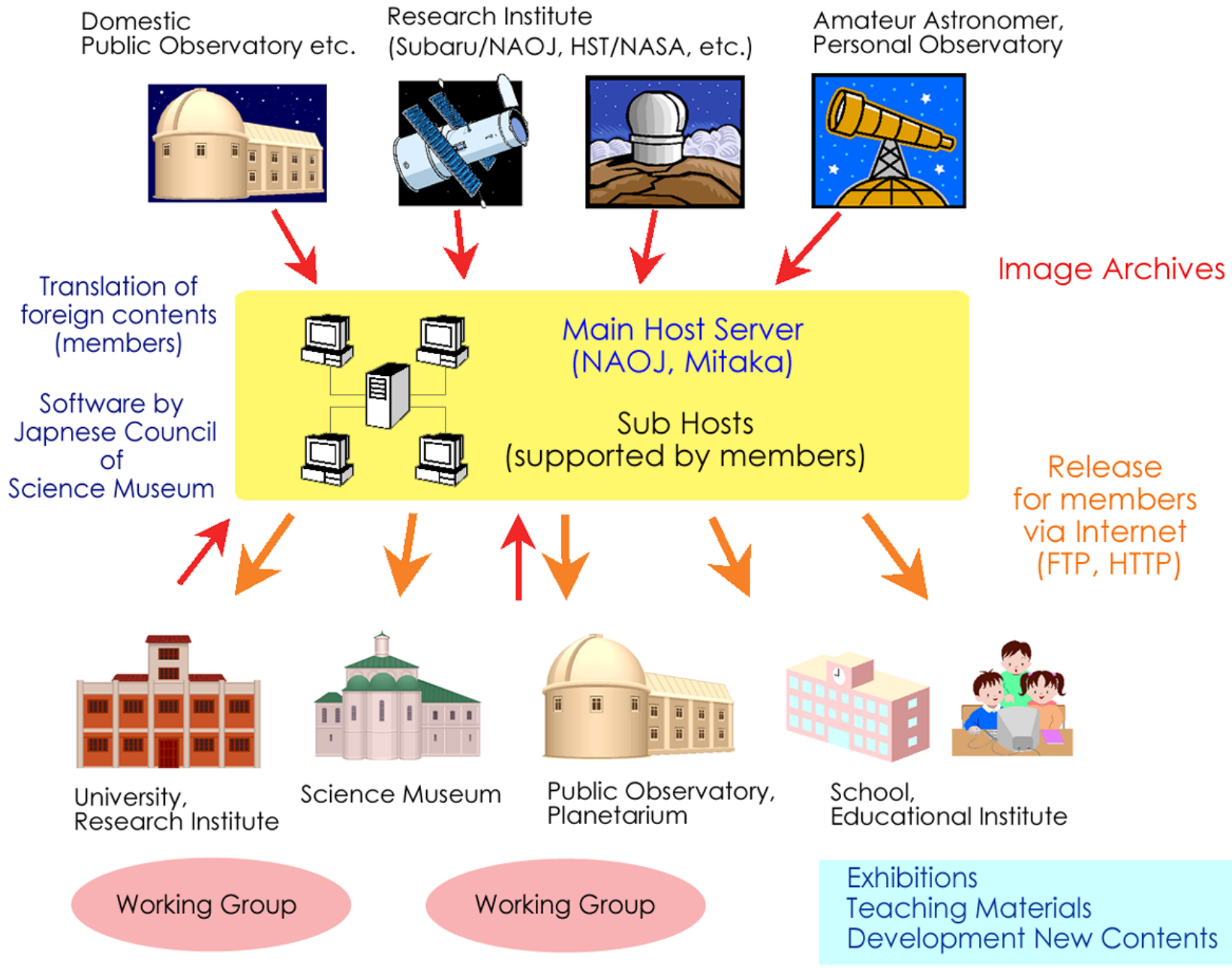
最新の天体画像をいち早く電話線（現在はインターネット）を用いて配信するシステム

最新の天文情報・ノウハウ交換にも利用

Copyright-Free （許諾決裁不要）

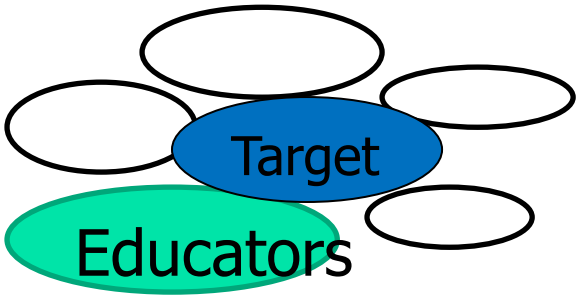


Public Astronomical Observatory NETwork (PAONET)

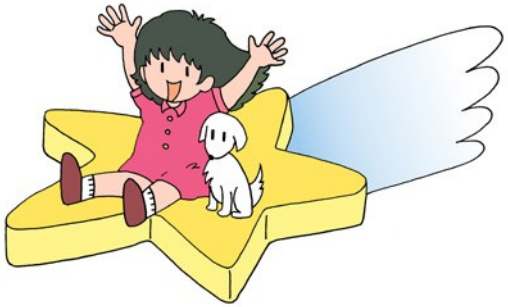


スターウィーク

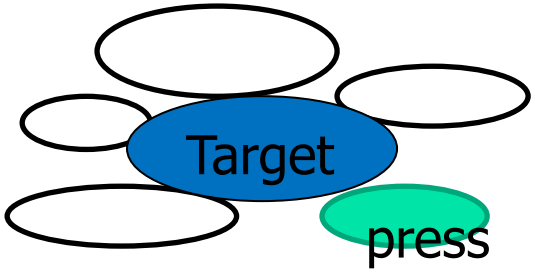
(since 1995)



- バード・ウィークの星版
- 毎年8月1日～7日の一週間
- 200以上の施設・団体（同好会、サークルを含む）

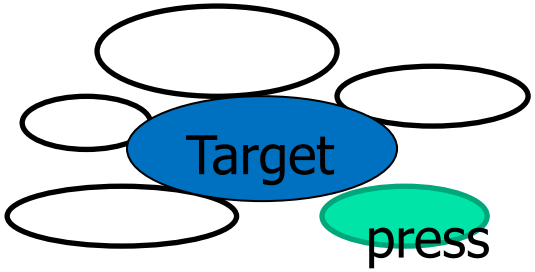


プレス向け広報



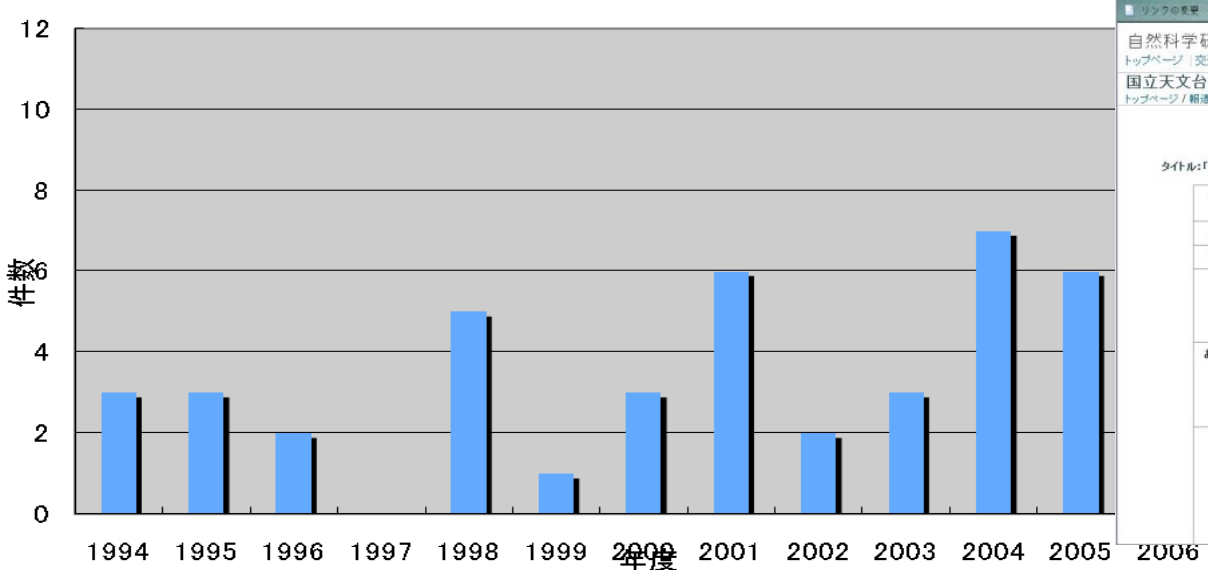
- 情報提供
  - 記者会見
  - FAX・電子メール等による情報提供
  - WEBリリース
  - プレス・メンバーズ・ラウンジ
- 科学記者のための天文学レクチャー
- 記事の独自評価

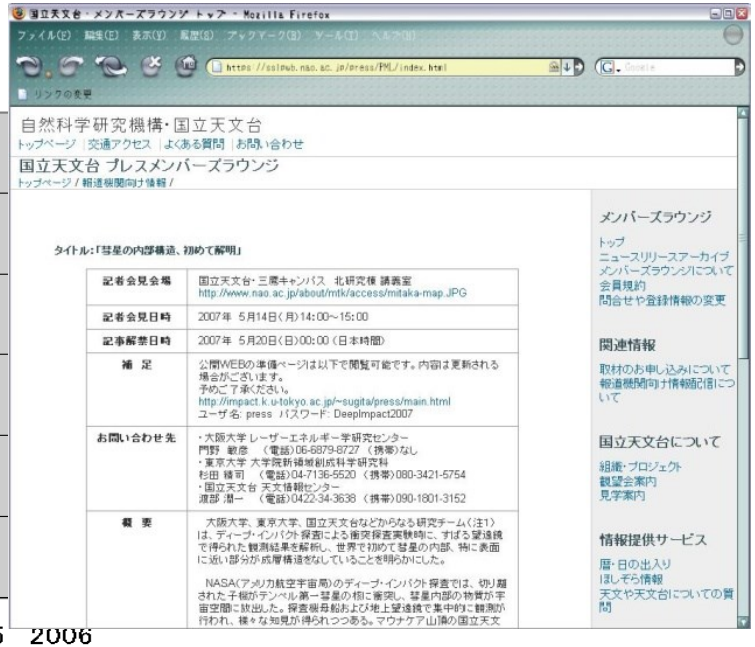
記者会見



- 事前告知＋詳細情報事前周知
  - 独自の報道関係者リスト

タイミングを計る（大きな社会的ニュースをさける）



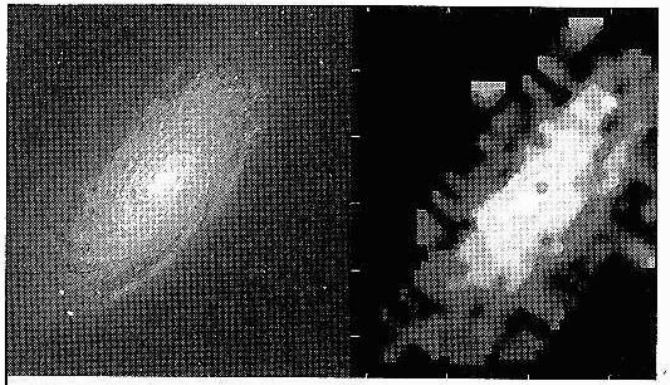


平成18年度　記者会見：10件

かなり地味な発表であっても

新聞への掲載率100%

を一時期維持した



星の「素」とらえた

星の「素」になるガスが、銀河の中で分布している様子をとらえたデータベースを国立天文台が作り、25日にウェブサイトで公開した。

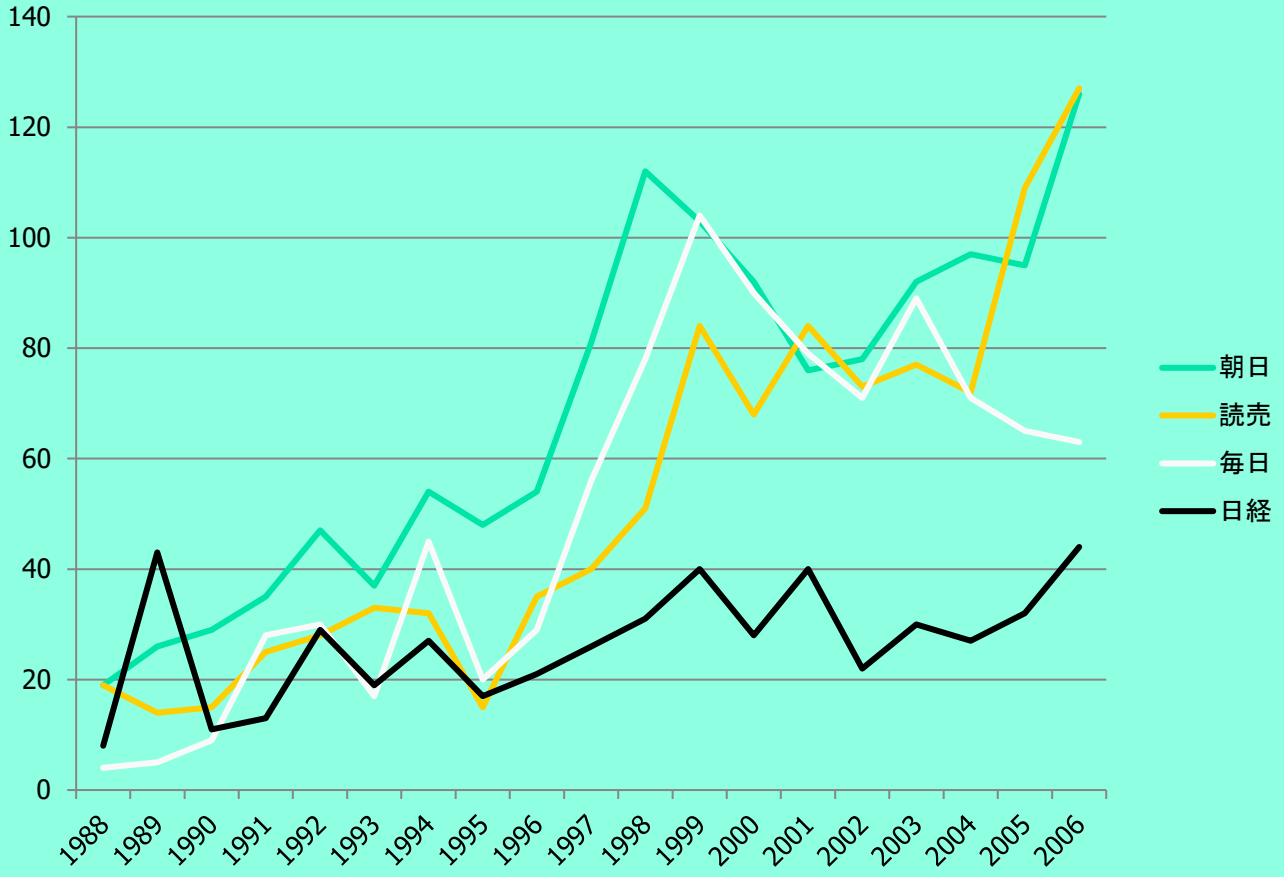
星は、宇宙空間にあるガスの塊が収縮してできると考えられている。ガスの分布がわかれば、星の形成を知るのに役立つが、目に見える光（可視光）では観測できないので、電波望遠鏡による観測が行われている。

国立天文台の研究グループは、ガスの分布を示す一酸化炭素（CO）分子の濃度を観測する直径45メートルの電波望遠鏡（長野県南牧村）の受信装置を改良。これまでの25倍の効率で観測できるようにした。01年から観測を始め、約8千万光年以内にある40の渦巻き銀河のデータを集めた。

研究に携わった中井直正・筑波大教授は「今後も観測を続け、100カ所ほどに増やしたい」としている。

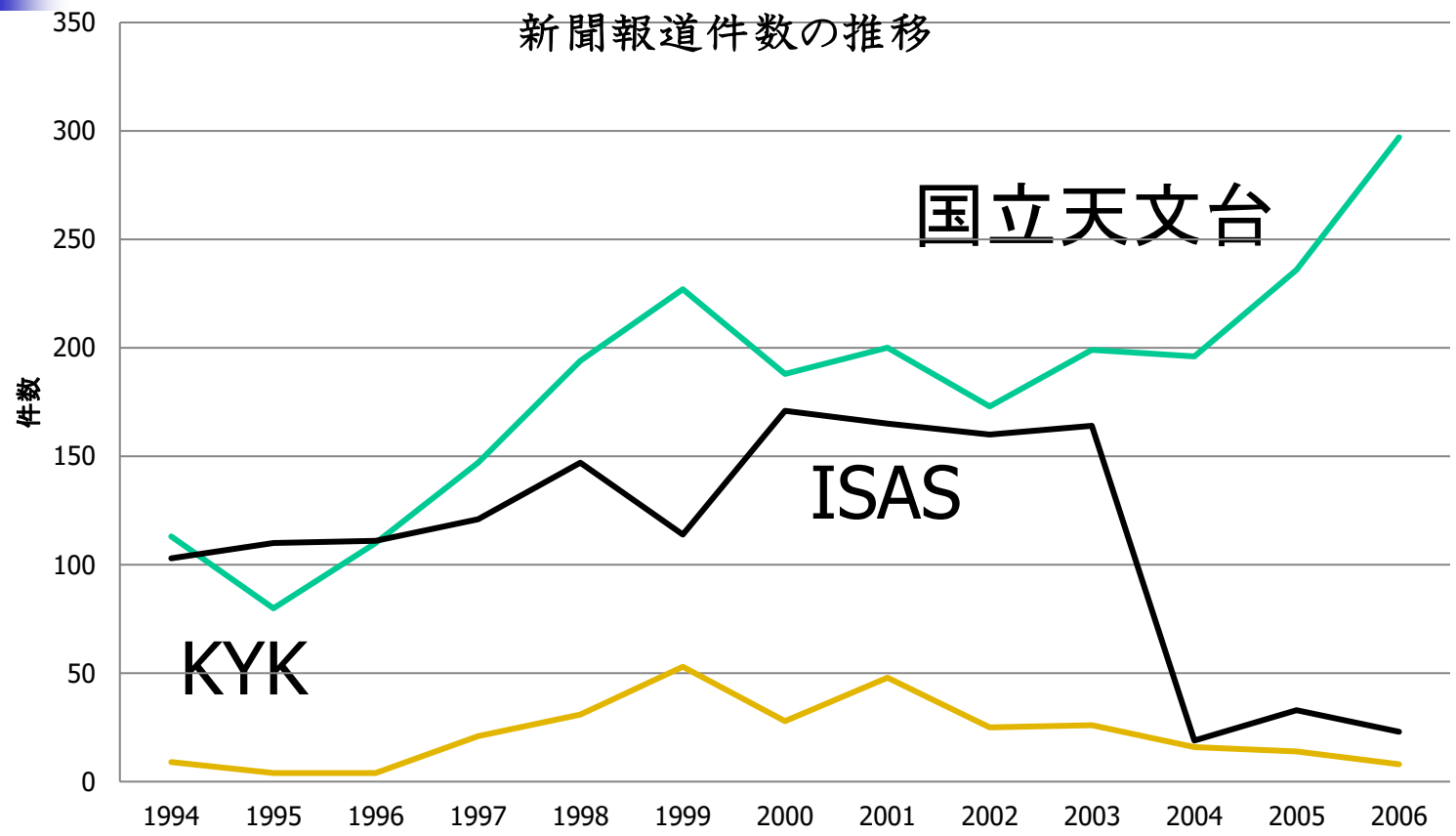
約5200万光年離れた銀河M88。電波写真（右）ではCOの分布がわかる＝国立天文台提供

新聞報道件数の推移



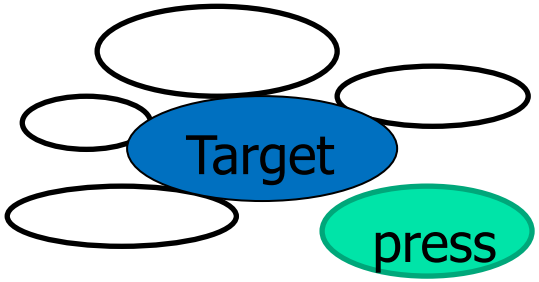
朝日・読売・毎日・日経各紙ごと

新聞報道件数の推移

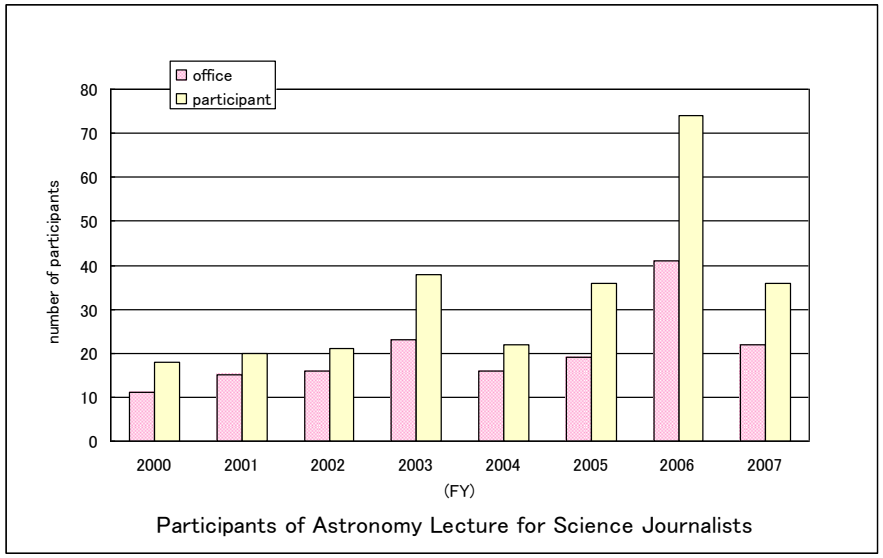


朝日・読売・毎日・日経各紙のみ：広報普及室立ち上げ以降

科学記者のための天文学レクチャー



- 最新の天文学の話題をじっくりと講義
- 1998年から年一回のペースで
- 終了後に懇談会



記事の独自評価

Target press

産経新聞　2006年8月25日　朝刊　1面

太陽系惑星8個に

冥王星を除外

太陽系の9番目の惑星とされてきた冥王星が〝降格〟され、太陽系惑星が8個になることが決まった。チェコのプラハで開かれた国際天文学連合（IAU）総会最終日の24日、「太陽系惑星の定義」について投票による採択が行われた。採択された新しい定義では、太陽系惑星は水金地火木土天海の8個に限定される。1930年に発見された冥王星が惑星の地位を失ったことで、太陽系の姿は76年ぶりに書き換えられる。（30面に関連記事）

国際天文学連合 決定

採択で承認された太陽系惑星の定義は、①太陽の周りを回り②自己の重力で球形となった天体で③軌道上で他の天体（衛星を除く）がないこと―と規定している。

この条件をすべて満たすのは、太陽に近い方から、水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星の8個だけ。③を満たしていない冥王星は、小さな惑星を意味する天体として新たに定義された「矮惑星（ドワーフ・プラネット）」の一つとなる。

冥王星は、細長い軌道の一部が海王星と重なり、他の8惑星の公転面に対して大きく傾いている。このため、多くの研究者が科学的な知見から「惑星とするには無理がある」としていたが、IAUは1999年に「惑星としての地位に変更はない」と発表した。

しかし、海王星や冥王星より外側のカイパーベルトと呼ばれる太陽系外縁部で、次々と新しい天体が発見され、その一つの「2003UB313」は、冥王星よりも大きいことが判明。米航空宇宙局（NASA）が昨年夏に「第10惑星」と発表したことがきっかけで、惑星の定義がIAUで改めて議論されることになった。

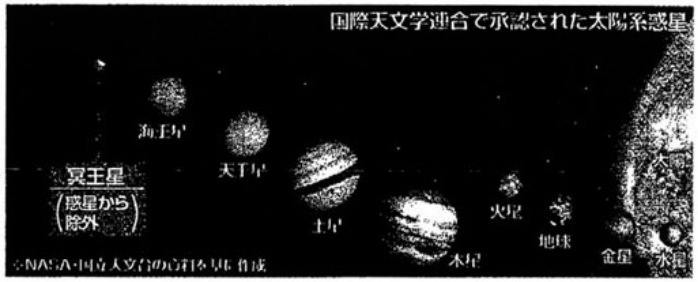
今月16日には、冥王星を惑星にとどめ3つの天体を新たな惑星とする「太陽系12惑星案」が提示されたが、研究者の反対が続出。IAUは、冥王星を外す「8惑星案」での決着を目指した。

最終的な決議案には、8惑星を「古典的惑星」として冥王星などを「古典的ではない惑星」と解釈する道も盛り込まれたが、研究者による投票の結果、明解で惑星の定義がシンプルな「8惑星案」が、多数の賛同を得た。

理解しやすい

松井孝典東大教授（惑星科学）の話「冥王星を減らして惑星を8つとしたほうがすっきりとする。冥王星を残すための定義を考えるとセレスやカロンなども入り、惑星の数は際限なく増える。社会的な観点からも、惑星の定義をシンプルに説明できるようになる。日本では教科書に対する特別な思い入れがあるので、内容が書き換わることに驚きがあるのかもしれないが、整理して教えるには定義がすっきりとしていたほうがよく、一般の人にも理解されやすくなるのではないか」

国際天文学連合で承認された太陽系惑星



※NASA・国立天文台の資料を基に作成

惑星の定義 明確化

（視点）

天空で、いつも決まった円周上を動く恒星と違って、火星や金星は天空をさまようように動くことから「惑星」と名づけられた。その惑星の定義をめぐる国際天文学連合の議論は、科学的な知見だけでは決着がつかず、政治的思惑や研究者の心情までが交錯して、とまどいがちに迷走した。

新たに決まった太陽系惑星の定義では、水星から海王星までの8個の惑星と、冥王星などの矮（わい）惑星の区別が明確にされた。迷走したとはいえ、最後は科学的に説得力のある定義が承認され「惑星とは何か」という問いに、明確な答えが示された意義は大きい。

しかし、4分の3世紀にわたって惑星としてきた冥王星を、惑星から外すことには根強い抵抗があった。冥王星が外れると、米国人が発見した惑星がなくなってしまう。

最初に提示された「太陽系12惑星案」は、政治的配慮による産物だといえる。冥王星を惑星にとどめることを大前提に、それに合うような惑星の定義を作った結果、他に3個の新惑星と、さらに12個の惑星候補がリストアップされた。

反対意見の集中砲火を浴びたのは、政治的配慮の濃厚さに比べて、科学的な説得力が乏しかったからだろう。次に示された「8惑星案」は、科学的には説得力があり多くの賛同が得られた。ただし、最終段階では「政治的配慮」と冥王星の地位を守りたいという「心情」を無視できないまま、投票による採決に持ち込まれた。

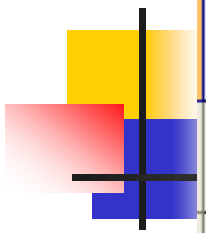
議論が迷走したことは、あながち悪いことばかりではない。議論の行方が世界中で注目されたことが、太陽系や天文学への興味を抱くきっかけになればいい。人類は、天空をさまよう惑星に古来、特別な興味を抱き、占星術や暦に取り入れてきたのだから。

（中本哲也）

惑星データ

	太陽からの距離（天文単位）	赤道半径（km）
水星	0.3871	2440
金星	0.7233	6052
地球	1.0000	6378
火星	1.5237	3397
木星	5.2026	71492
土星	9.5549	60268
天王星	19.2184	25559
海王星	30.1104	24764
冥王星	39.5405	1137

（1天文単位は約1.5億km）



順位	件数	記事No	社名	備考	月日	主見出し	評価	標準偏差
1	15	345	産経新聞	朝刊	8月25日	国際天文学連合決定　太陽系惑星8個に　冥王星を除外　惑星の定義明確化	7.55	1.92
2	12	342	東京新聞	朝刊	8月25日	冥王星格下げ　異なる発生メカニズム　公転軌道にもズレ　議論で関心高まる	7.14	2.16
3	7	334	朝日新聞	朝刊	8月25日	国際天文学連合可決　冥王星「降格」　発見後76年、矮惑星に　惑星は8個新定義　議論、平易さに軍配	7.10	2.17
4	21	350	毎日新聞	夕刊	8月25日	冥王星降格　IAU　ビンツェル博士会見　「新発見あれば新定義」	7.00	1.72
5	10	337	毎日新聞	朝刊	8月25日	太陽系惑星　冥王星の除外決定　天文学連合新定義可決　9個から8個に	6.90	1.63
6	16	289	西日本新聞	夕刊	8月25日	冥王星、惑星ｋら除外　一転脚光「勉強になる」　福岡県内の教諭ら　理科離れ歯止めに期待も	6.82	1.67
7	24	354	朝日新聞	夕刊	8月25日	国際天文学連合　惑星に新定義　「歴史的な日」	6.79	1.95
8	18	346	東京新聞	夕刊	8月25日	冥王星降格「亡き夫も納得」　米発見者の妻、心情代弁	6.68	1.71
9	13	343	東京新聞	朝刊	8月25日	国際天文学連合　冥王星格下げ決定　76年ぶり太陽系の惑星8個に	6.66	1.29
10	8	335	日本経済新聞	朝刊	8月25日	冥王星〝降格〟　惑星8個に　議論二転三転　76年ぶり変更	6.62	1.63
11	6	333	朝日新聞	朝刊	8月25日	冥王星除外　「発見国」米国はらくたん「かわいそう」CNN速報　採決、賛成が圧倒的多数	6.61	1.90

TV報道（番組込み）

テレビ局	番組名	月日	評価
NHK	クローズアップ現代	8月31日	8.0
NHK	週間こどもニュース	8月26日	6.9
NHK	おはよう日本	8月25日	6.9
NHK	ニュース7	8月24日	6.8
NHK	ニュースウォッチ9	8月25日	5.9
NHK	ニュースウォッチ9	8月24日	5.8
4ch	きょうの出来事	8月24日	5.7
NHK	ニュースウォッチ9	8月16日	5.6
NHK	ニュース7	8月25日	5.5
フジ	スーパーニュース	8月24日	4.1
フジ	とくダネ！	8月21日	4.1
フジ	とくダネ！	8月25日	4.0
テレビ朝日	報道ステーション	8月24日	1.0
		平　均	5.4

TV報道（ニュースのみ）

惑星定義に関する報道

【テレビ報道順位表】

順位	テレビ局	番組名	月日	評価	標準偏差
1	NHK	おはよう日本(約9分)	8月25日	8.68	1.51
2	NHK	ニュース7(約6分)	8月24日	7.79	1.72
3	NHK	ニュース7(約4分)	8月25日	6.81	1.72
4	NHK	ニュースウォッチ9(約6分)	8月25日	6.44	1.73
5	TBS	筑紫哲也 NEWS23(約3分)	8月24日	6.25	1.74
6	日本テレビ	きょうの出来事(約5分)	8月24日	6.07	1.85
7	フジテレビ	スーパーニュース(約9分)	8月24日	5.04	2.10
8	テレビ朝日	報道ステーション(約16分)	8月24日	4.32	2.67

報道評価結果

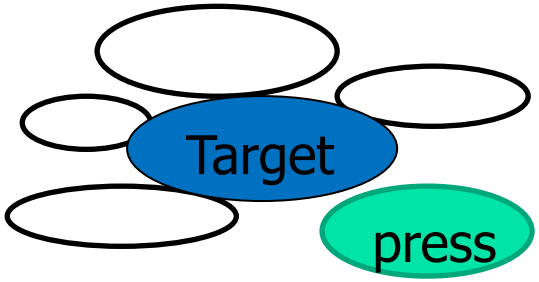
- 評価のばらつきはTVの方が大きい

		差
新聞記事	7．55－5．61	1．94
TV番組	8．68－4．32	4．36

- NHKの高評価の一方、民放の質の低さが目立つ

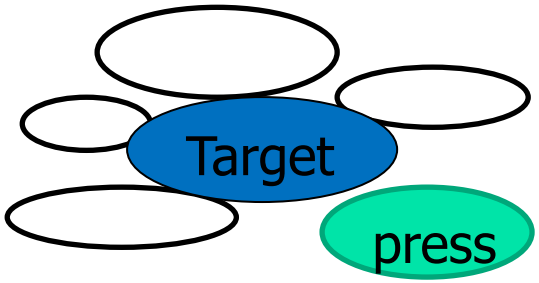
最優秀報道賞を授与

われわれの対応に不備はあるか？

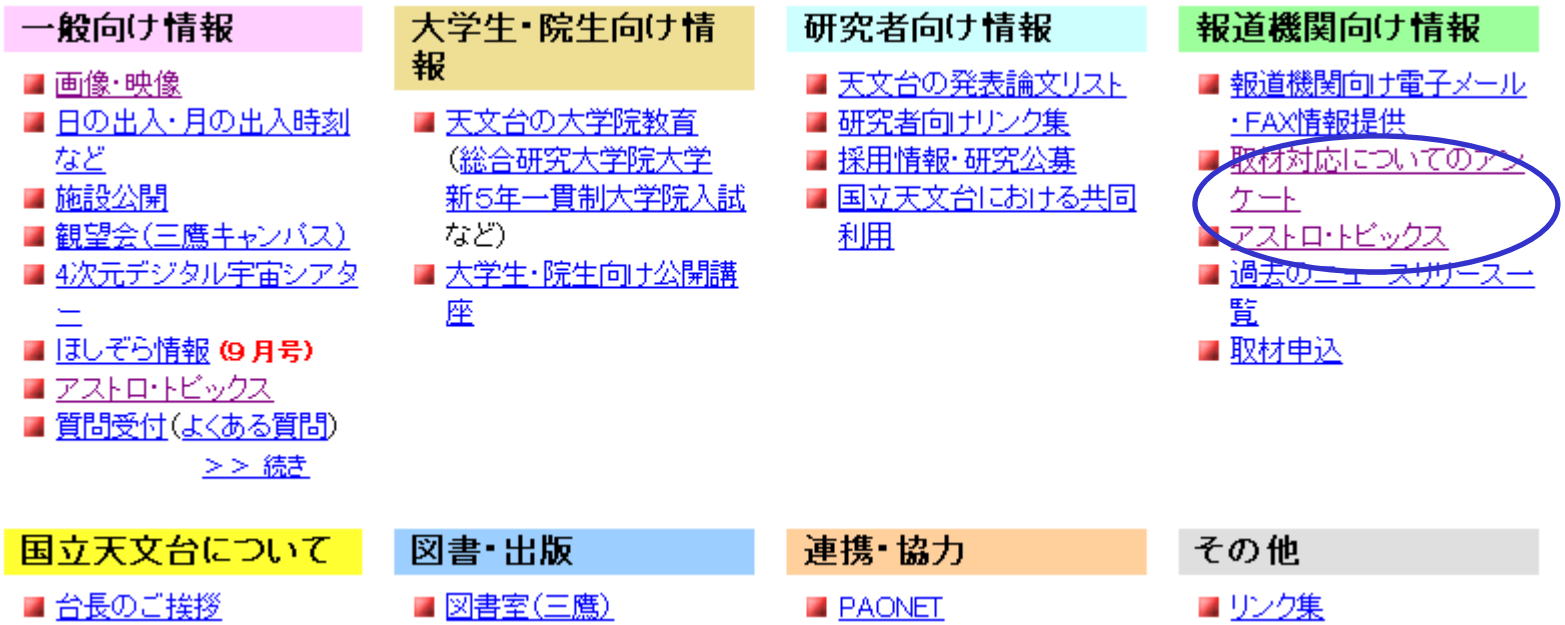


- 国立天文台側の取材対応も厳しく自己評価する必要

プレス側からのフィードバックシステム



- 取材対応アンケートは随時、実施
  - 対応の迅速性、説明のわかりやすさ、資料提供要請への対応状況にフィードバックをかけ、担当者が目を光らせるようにしている



ホームページから投稿可能

国立天文台トップページ ＞

取材対応についてのアンケート調査のご協力のお願い

天文情報センター　広報室

国立天文台では、多くの最新の成果を広く皆様にお知らせするため、なるべく多くのマスコミの方々に対して取材の便宜を図りつつ、対応を迅速かつ適切にすべく、ご意見、ご要望を伺いたいと思っております。お忙しいところ、まことにお手数ではありますが、今回の取材について、本アンケートにお答えいただき、電子メールかファックスにてご返信いただければ幸いと存じます。よろしくお願いします。

本アンケート返信先:　〒181-8588　東京都三鷹市大沢2-21-1
国立天文台　広報室
ファックス:0422-34-3810
電子メール:public ＠ nao.ac.jp
(@を半角に直し、空白をつめて下さい)

「国立天文台の取材に対する対応についてのアンケート調査」

お答えいただく方法：各質問項目にの答えの選択肢に丸を付けていただき、理由やコメントがある場合は、その下部の（　）内に書き入れてください。

A：取材申し込みについて

国立天文台または当機関の職員に対して、取材を申し込んだ時点について伺います。

冥王星報道取材時のアンケート結果の一例

- 約20年間の記者生活の中で、こんなに広報体制が充実していた取材は初めてです。天文学への理解を深めて欲しい。天文学の魅力を一人でも多くの人が感じるようになって欲しい。天文学の奥深さを、多くの人々、特に子供たちに伝えて欲しいという熱意がひしひしと伝わり、とても気持ちのいい取材ができました。

我々の仕事はどのように評価されてきたか

大学および共同利用機関「教育サービス面における社会貢献」評価報告書より　（http://www.niad.ac.jp/）

評価結果概要に記された「特色ある」、あるいは「優れた」点と「改善すべき点」の露出頻度と全体評価(各項目別評価を総合した4段階評価）

	国立天文台	ISAS	KEK	核融合	極	遺伝	民博	岡崎	総研大
特、優	12	7	8	15	6	10	10	8	7
要改善	1	6	5	1	8	3	9	2	7
全体	A	C	C	B	D	C	C	B	D

敵はしばしば組織内部に。。。。

実務担当者のの連絡網を構築

国立天文台　広報担当実務ネットワーク

カテゴリ

- イベントのお知らせ (33)
  - IAU GA 2009 (1)
  - 日食2009 (17)
- トップページ (1)
- リリース予定 (67)
  - スケジュール (24)
  - 詳細内容 (34)
    - ウェブリリース (7)
    - 記者会見 (5)
- リリース手順 (6)
- 文科省事前報告資料 (17)
- 著作物管理 (4)
- 記事の作成と編集、カテゴリ登録 (1)
- 連絡事項 (16)

月別アーカイブ

- 2009年10月 (6)
- 2009年9月 (4)
- 2009年8月 (7)
- 2009年7月 (13)
- 2009年6月 (15)
- 2009年5月 (13)
- 2009年4月 (19)
- 2009年3月 (12)
- 2009年2月 (22)
- 2009年1月 (11)
- 2008年10月 (1)

ウェブページ

取材報告　送信フォーム

2009年11月以降のリリース予定

2009年10月21日 14:48 | コメント(0)

10月27日(火):メディアリリース、ハワイ観測所記者会見
すばる望遠鏡、主星の自転に逆行する太陽系外惑星を発見

10月29日(木)前後:メディアリリース、IYA2009グランドフィナーレのお知らせ

11月4日(水):記者会見、主星の自転に逆行する太陽系外惑星を発見
11月5日(木)04:00、上記記者会見の内容の解禁時刻

11月19日(木):メディアリリース、記者レク(2010年1月8日(金)開催)、ALMA

11月下旬から12月:雑誌社向けリリース、科学映像祭　キービジュアル募集

11月30日(月):メディアリリース、ふたご座流星群キャンペーン？

12月下旬から1月上旬:メディアリリース、科学映像祭　企画募集

2009年11月4日記者会見:ハワイ観測所

2009年10月19日 15:56 | コメント(1)

すばる望遠鏡、主星の自転に逆行する太陽系外惑星を発見

PR0911_subaru_kanji_v2.pdf

記者会見日時（日本時間）：２００９年１１月４日午後２時
記者会見場所：国立天文台三鷹キャンパス大セミナー室
記事解禁日時（日本時間）：２００９年１１月５日午前４時（ハワイ観測所ウエッブでも公開）

発表者：
成田憲保 国立天文台 日本学術振興会特別研究員PD
佐藤文衛 東京工業大学グローバルエッジ研究院 テニュア・トラック助教
平野照幸 東京大学大学院生

検索

検索

最近のコメント

ブログマスター:参考:http:/ 続きを読む
ブログマスター:問い合わせ先:発表 続きを読む
ブログマスター:ハワイ観測所・広報担 続きを読む
ブログマスター:6月24日、在京キ 続きを読む
ブログマスター:観測条件について、 続きを読む
ブログマスター:岡山天体物理観測所: 続きを読む
ブログマスター:ハワイ観測所:　落 続きを読む
ブログマスター:発表者の大内さんから 続きを読む
ブログマスター:発表者の都合により、 続きを読む
ブログマスター:2月20日(金)　J 続きを読む

最近のブログ記事

2009年11月以降のリリース予定
2009年11月4日記者会見:ハワイ観測所
ウェブリリース:銀河風の正体を探る
10月27日解禁予定:ハワイ観測所ウェブリリース
記者会見:11月第一週解禁・ハ

個人的にも研究者として
種々の努力を

・　2012－2022　副台長(総務)になったため、組織的な広報活動からは離れて全体のマネージメントに注力

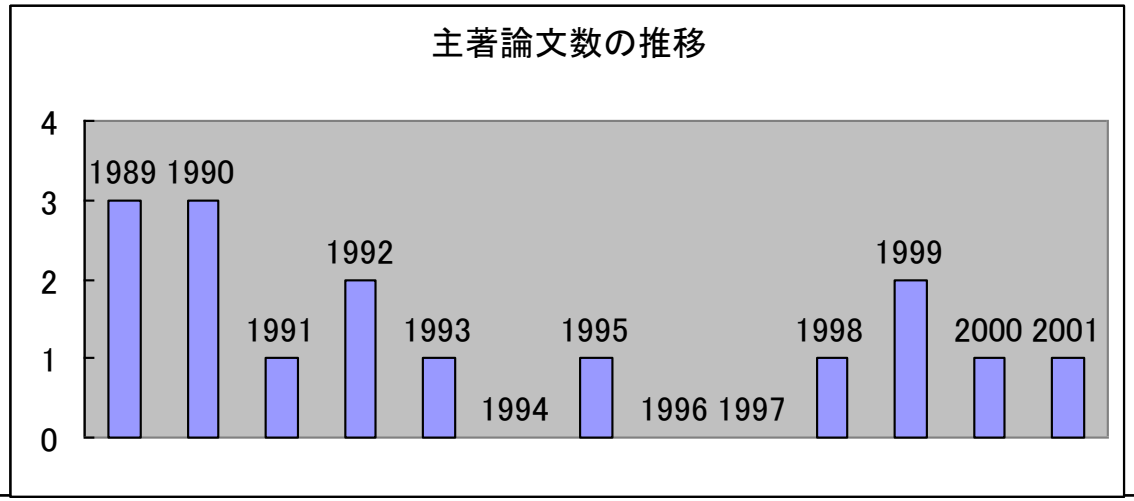
・個人的に、太陽系小天体の研究者としては努力を継続してきた　――＞　その２へ

研究者としては失ったものも大きい。。。。。

・当初、広報普及事業として立てた三つの目標はほぼ道筋がついた。。。

・20年超に及ぶ広報普及事業への尽力は長く、研究者として喪失したものも小さくはないが、自分なりの社会貢献だったと納得している

・研究では、仲間や大学院生が協力してくれた



広報普及活動に携わって
その２

研究者としての広報活動

個人的にも研究者として種々の広報普及活動を

- メディア報道対応

  必要とされ、面白さを伝えられるなら、どんなメディアでも対応

- 講演活動

  時間の許す限り、対応

- 執筆・各種監修活動

  出版物を通じて面白さを伝え、知ってもらう努力を継続

Canon
Canon
EOS-1D
X
STABILIZER
MODE
2

原体験は
ジャコビニ流星雨
（1972年）

あめあられのように流れ星が降ってくる！

はずだったけれど、
全く見えなかった。。。

事前の予測

しし座流星群　2001年11月19日 03:10から10分露出×3 35mmF4.5魚眼レンズ ISO800カラーネガ（67） 海南高原で撮影

これは2001年
しし座流星雨の写真

1970年代

- 1973年　コホーテク彗星　出現するも。。。

コホーテク彗星（1973年）

明るくなる！

事前の予測

はずだったけど、ずっと暗かった。

コホーテク彗星の写真

1970年代

- 1973年　コホーテク彗星　出現
- 1976年　ウエスト彗星　出現

ウエスト彗星（1976年）

暗いままのはず！ **事前の予測**

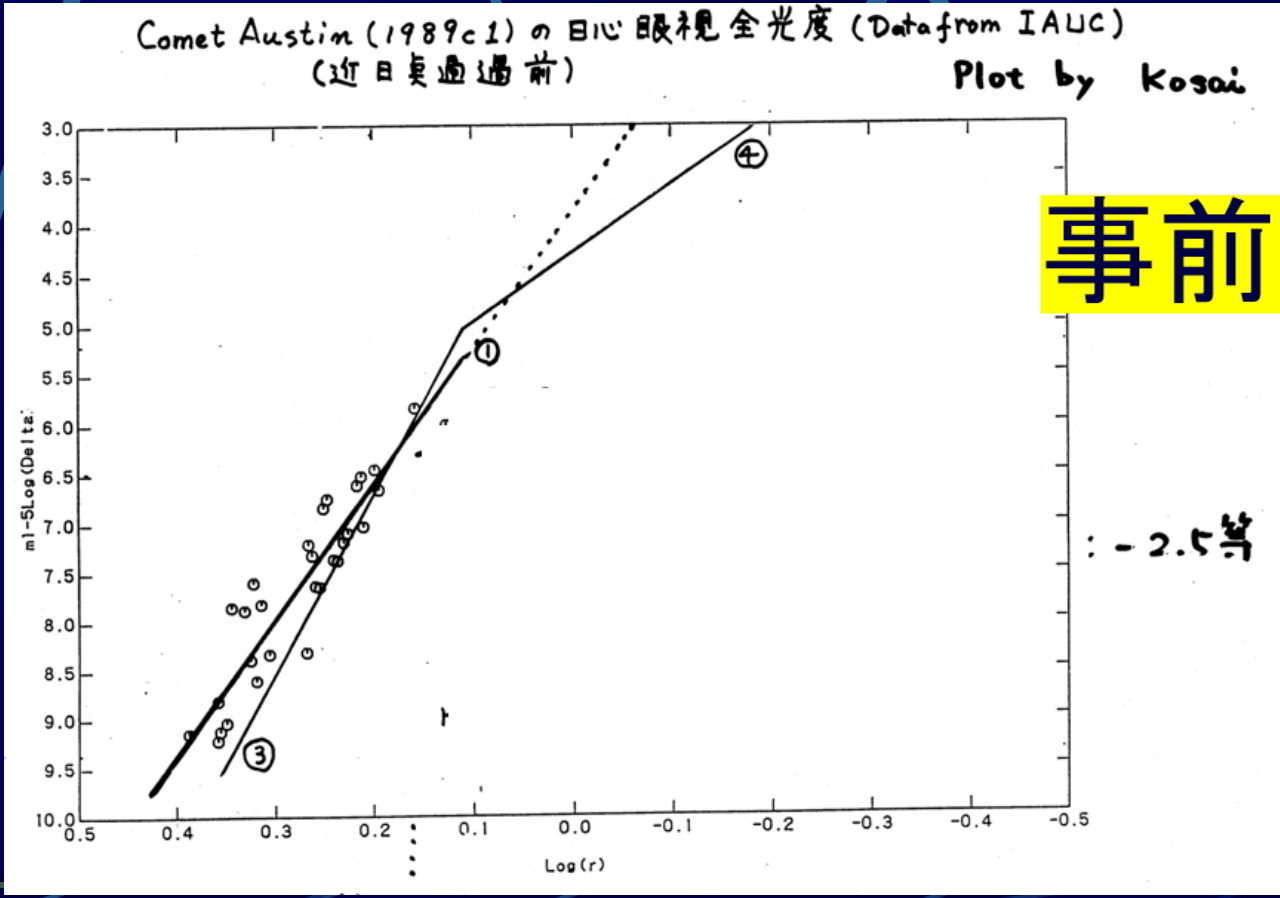
のはずだったけど、
ものすごく明るくなった。

ウエスト彗星の写真

1980－1990年代の彗星会

- 1983年　アイラスー荒貴ーオルコック彗星　出現
- 　修士論文に
- 1986年　ハレー彗星　出現
- 　博士論文に
- 1987年　渡部潤一　*東京天文台助手となる*
- 1990年　オースチン彗星　出現

オースチン彗星
明るさ急上昇　ー＞　大彗星？

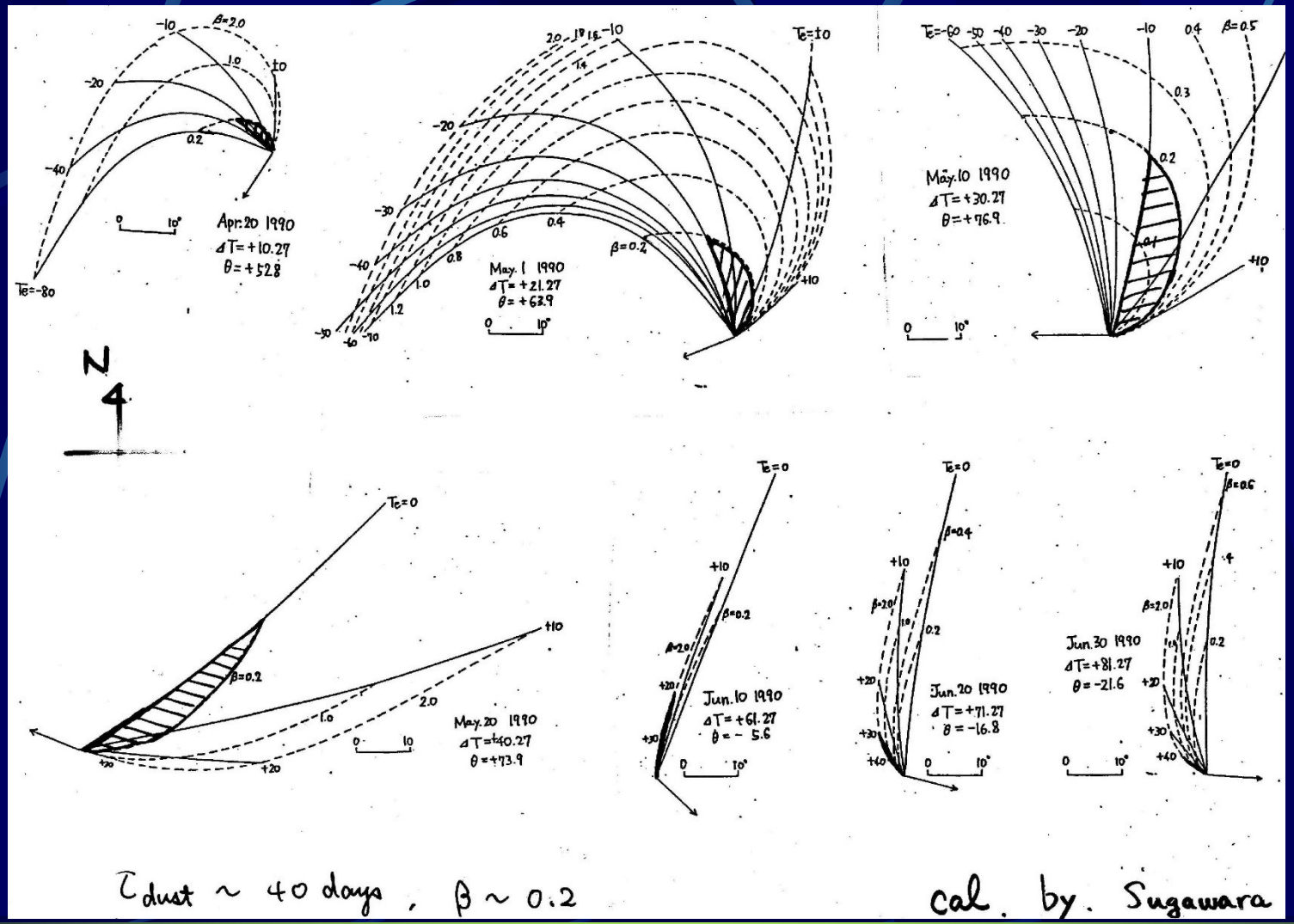


明るさ

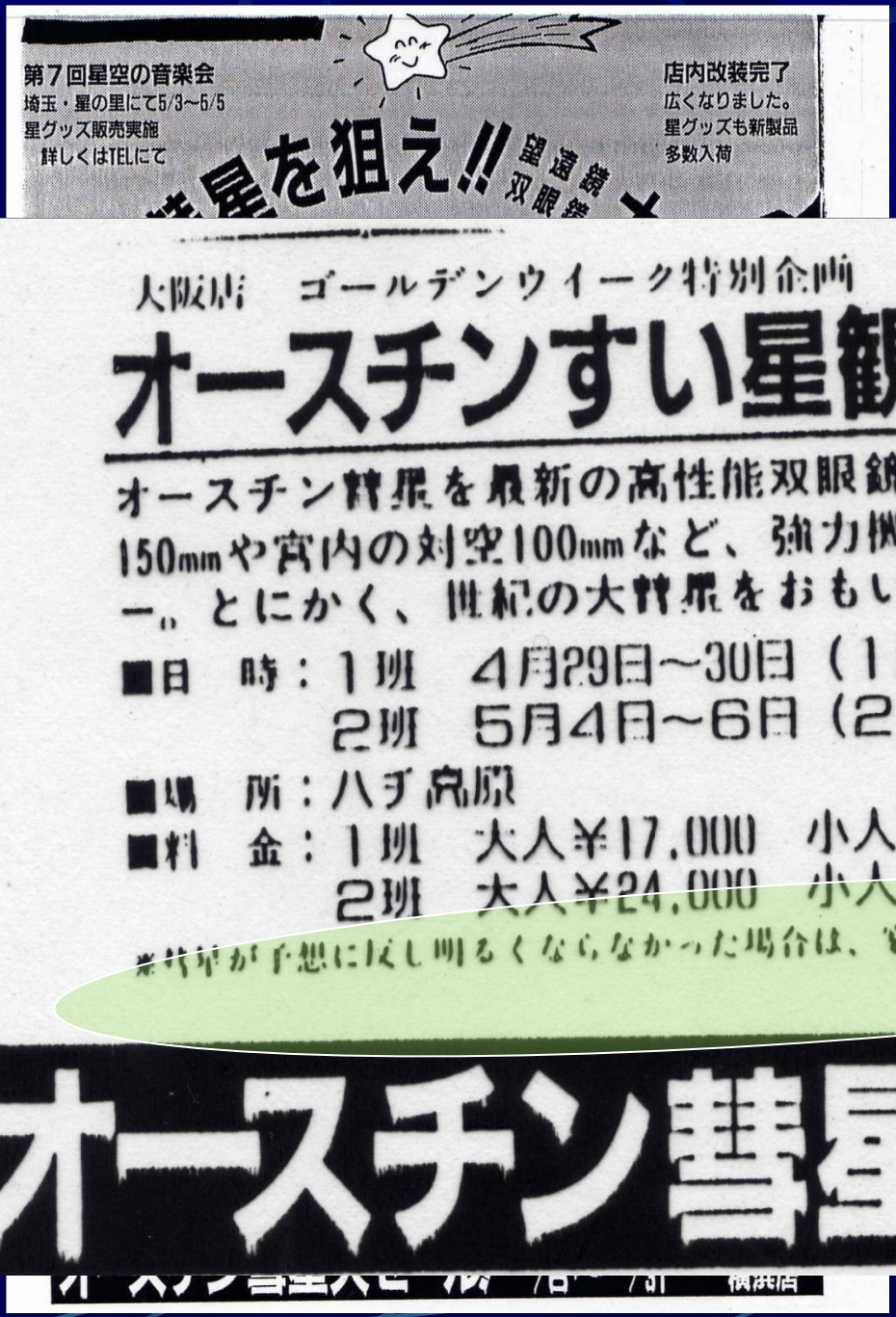
事前の予測

太陽からの距離

立派な尾が見えるはず！事前の予測



菅原賢氏計算



第７回星空の音楽会
埼玉・星の里にて5/3～5/5
星グッズ販売実施
詳しくはTELにて

店内改装完了
広くなりました。
星グッズも新製品
多数入荷

星を狙え!! 望遠鏡 双眼鏡

大阪店　ゴールデンウイーク特別企画

オースチンすい星観測バスツアー

オースチン彗星を最新の高性能双眼鏡で観測しよう。フジノン150mmや宮内の対空100mmなど、強力機材満載のスペシャルツアー。とにかく、世紀の大彗星をおもいっきり見ていただきます。

■日　時：1班　4月29日～30日（1泊2日）
　　2班　5月4日～6日（2泊3日）

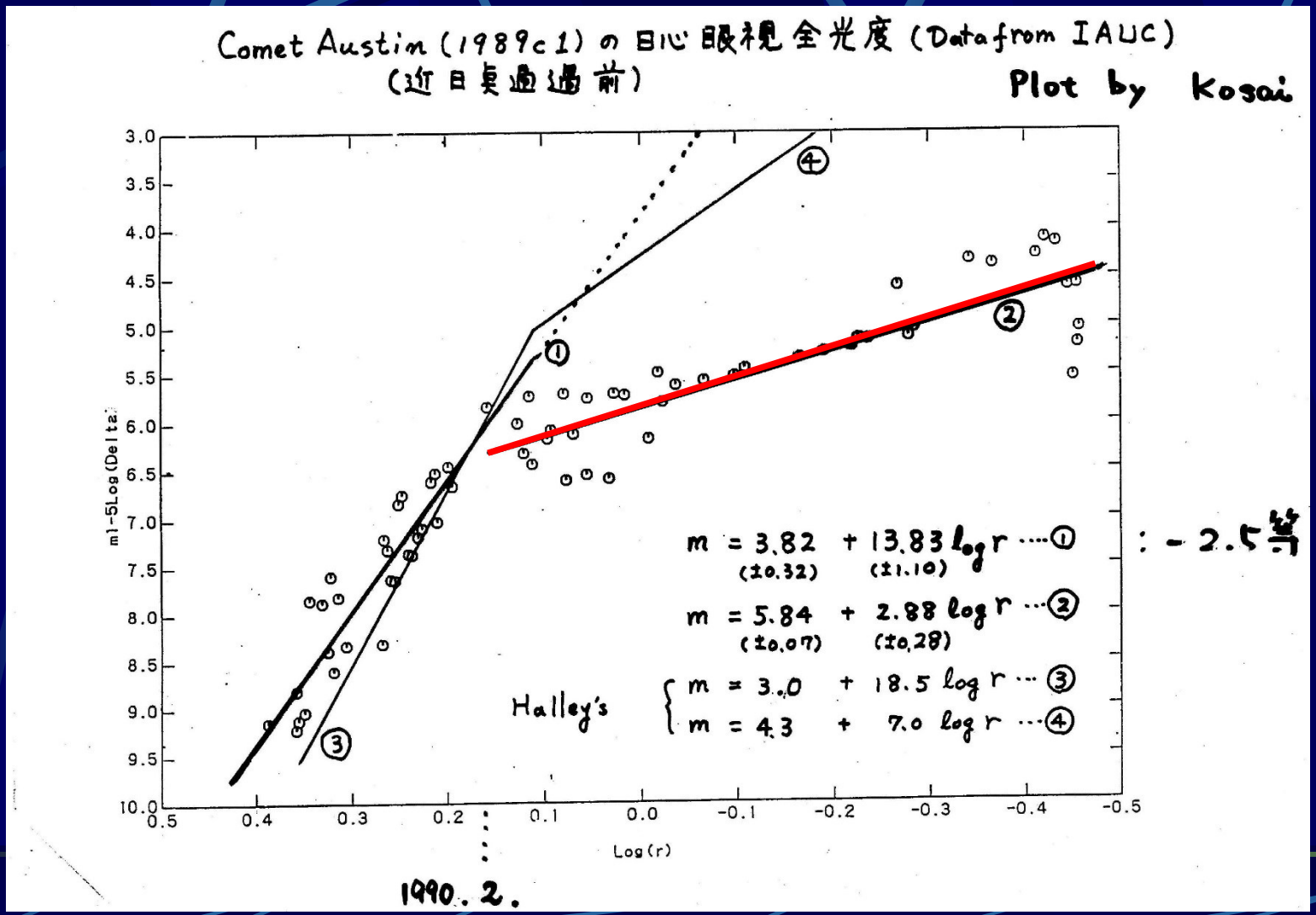
■場　所：八ヶ岳原

■料　金：1班　大人¥17,000　小人¥16,000
　　2班　大人¥24,000　小人¥22,000

※天候が予想に反し明るくならなかった場合は、宴会などで盛り上がる予定です。詳

オースチン彗星大セール

オースチン彗星：実際には



オースチン彗星

騒いだ罪?!「超特大彗星」は幻だった

肉眼では無理、探すのも大変。「それでも見

「彗星は騒ぐと明るくならない」

天文ファンの間には、こんなジンクスがある。四月十日に太陽に最接近し、今地球に近付いているオースチン彗星もこのジンクスを裏付けることになりそうだ。

この彗星がニュージーランドで発見されたのは昨年十二月六日。二月初め、国際天文連合の回報に、

「太陽に最接近するころにはマイナス二等級になる」

という予報が載った。マイナス二等級という彗星は一世紀に幾つもない明るさだ。もちろん肉眼で見える。

モンスターがシミ程度に

各天文雑誌は二月発売号ぐらいから

「今世紀最大の彗星が明るくなってきた」「モンスター彗星がやってくる」

といった見出しの記事を載せ始めた。四月発売号では軒並み二十～五十ページの特集を組んでいる。

新聞も負けてはいない。

「今世紀見えた彗星の中で最大級の明るさになる可能性もある」「ハレーをしのぐ明るさ。ゴールデンウイークには肉眼でも見える」

などと書いた。こうなっては天文ファンだけでなく、日ごろ星空とは縁遠い人たちまで、

「すばらしい彗星が見られる」

と期待したのも無理は
め新聞に「日本水路協会
1・3811 内線707
のパンフレットを希望者
という記事が載ったら、一
万人から申し込みが来た
気分が盛り上がったと
が四月十七日ごろから

肉眼でも見られるが、彗星の等級は光が一点に集まったとしての基準だから、これでは肉眼で見るのは無理。

「予想は外れ」

誌の記事もよ
ら空振り」と
る。ところが
、「これで
た望遠鏡会
薄い。新聞も
彗星が来る」
待は膨らんだ
らは、
えてこない。
ことは百も承
みたかったの
の」
など天文施設
合わせてほし
連休ごろに観
ころが多いは
て何年に一度
いる。

森 治郎

photo 藤井哲也 chart 海上保安庁水路部（航道計算）、デザイン室・赤沼芳延

はモノクローム／18日未明、愛知県南設楽郡作手村

「予想は外れ」

と言っていいようだ。

「私も新聞で『長さがみかけで一〇〇度以上、見上げた空の半分以上の淡い尾がみえるはず』といいました」

と言うのは国立天文台助手の渡部潤一さんだ。朝日新聞（東京本社版）二月六日付夕刊に載ったこの談話にはもちろん根拠はあった。

①国際天文連合に発表された彗星の水蒸気発生量と光度の増え具合②彗星が太陽から約五千万キロという至近距離まで近付くこと③尾の発生に影響を与える太陽の活動が極大期を迎えていること④何回も太陽に近付いてくたびれた周期彗星と違い、初めて太陽に近付くため表面がきれいで揮発しやすい状態にあると考えられる、などからだ。

もともとが「水もの」だから

「初期の明るさの上昇率を過大評価し過ぎました」

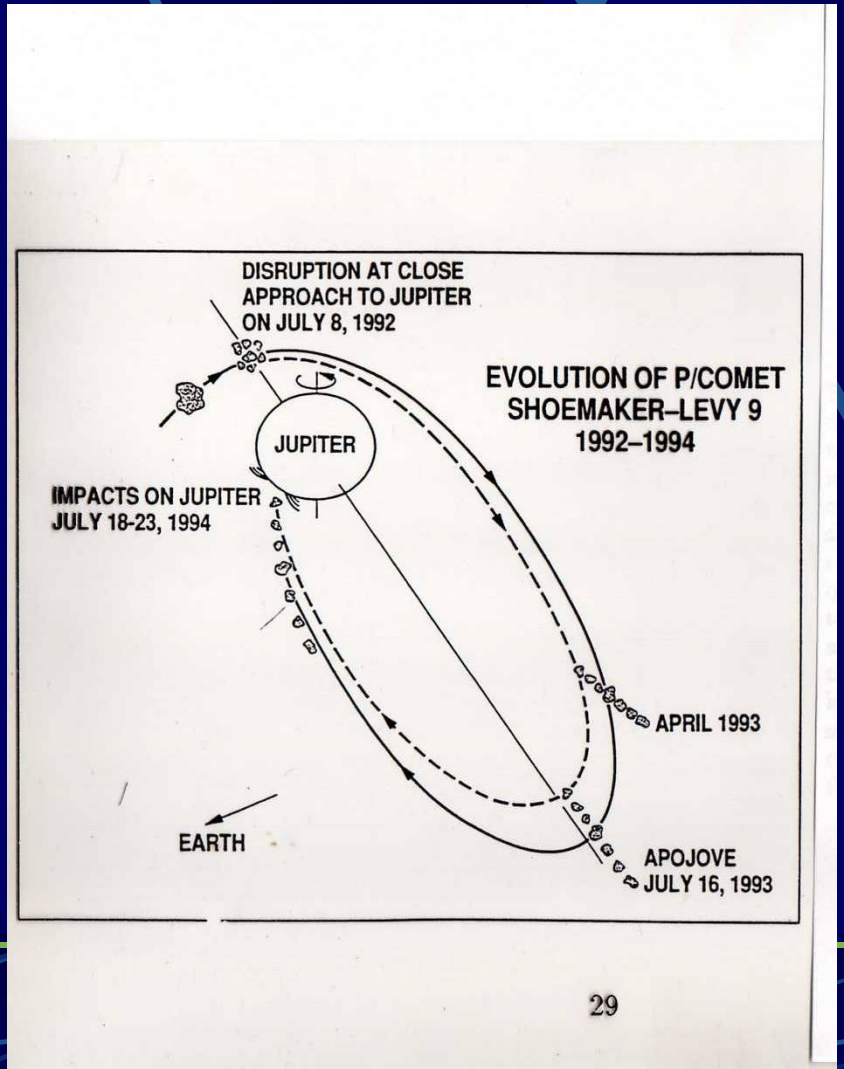
渡部さんは〝敗因〟をこう語る。また元東京天文台（国立天文台の前身）助教授の斎藤馨児さんは、

1980－1990年代の彗星会

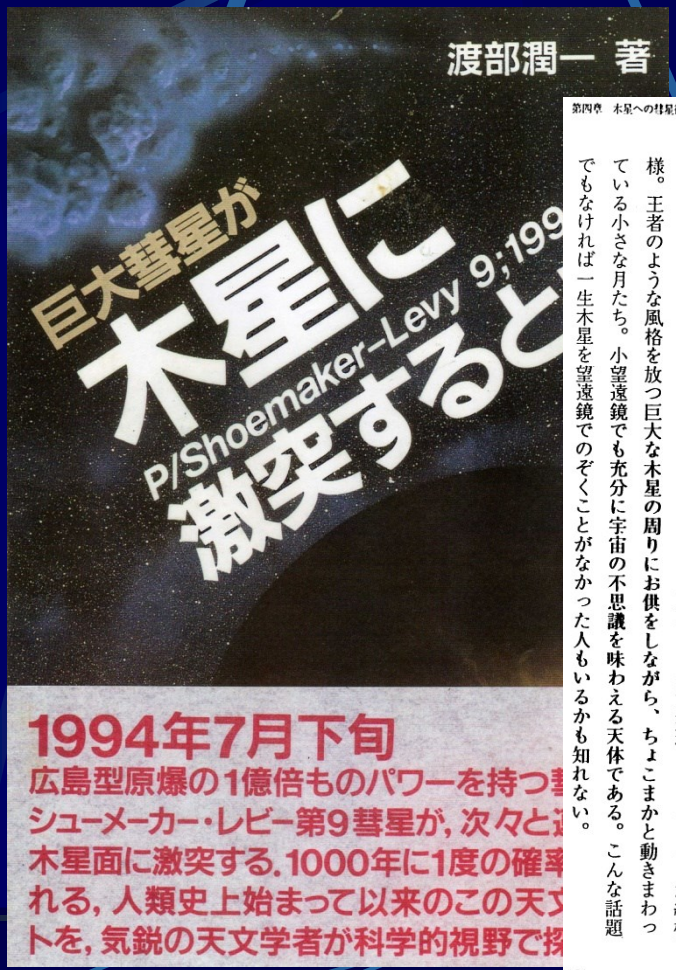
- 1983年　アイラス−荒貴−オルコック彗星　出現
- 　修士論文に
- 1986年　ハレ−彗星　出現
- 　博士論文に
- 1987年　渡部潤一　*東京天文台助手となる*
- 1990年　オースチン彗星　出現
- 1994年　シューメーカーレビ第9彗星の木星衝突

1993年　シューメーカー・レビ
―第9彗星、発見

1994 シューメーカー・レビー
第9彗星、木星に衝突か？



1994年 シューメ
第9彗星、木



一般の人のために　木星観望のすすめ

シューメーカー・レビー第9彗星の木星への衝突は、確かに天文学者にとっては魅力のある現象である。そして、さまざまな特殊な観測装置を使えばなにかしらふだんと違う現象が観測できるはずである。ただ、その予測もいくつかのモデルがあり、どの程度の規模になるかもよくわからないのが現状である。

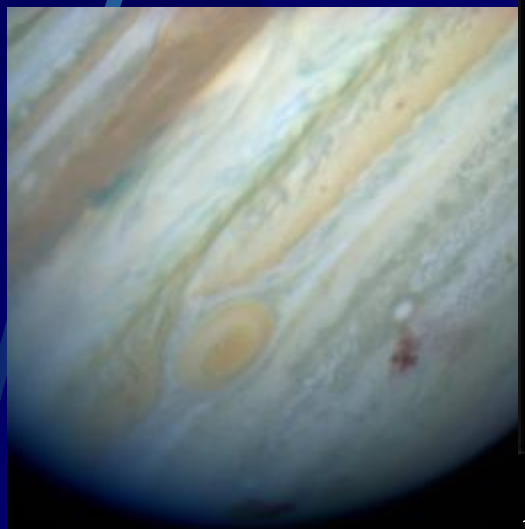
しかしながら、普通の人にとってこの現象はどう見えるのかという点については、大方の天文学者の意見は一致している。残念ながら、まったく何も見えない可能性が大きい。たとえ望遠鏡や双眼鏡を使っても、普通の人には木星面に起きる変化を捉えるのは困難であろう。

え望遠鏡や双眼鏡を使っても、普通の人には木星面に起きる変化を捉えるのは困難であろう。それは彗星が木星にぶつかった瞬間の閃光も、あるいはその後の木星面の変化を捉えるのも、特殊な方法や高価な観測機器を用いなければ無理であろう。シューメーカー・レビー第9彗星が木星に衝突するという世紀の天文ショーは、裏側に当たるという不運のために、「普通の人には見てもわからない」ものになってしまった。

だが、天文学者の予想はよくはずれる。何が起こるのか、はっきりわかっているわけではないし、なにせ人類史上初めて体験する現象である。まあ、ちょっと眺めておくに越したことはないだろう。何か起きるのではないか、という期待を捨てて、せっかくの機会だから木星とやらをのぞいてみるか、という気持ちでわれわれ太陽系の最大の惑星を眺めて欲しい。

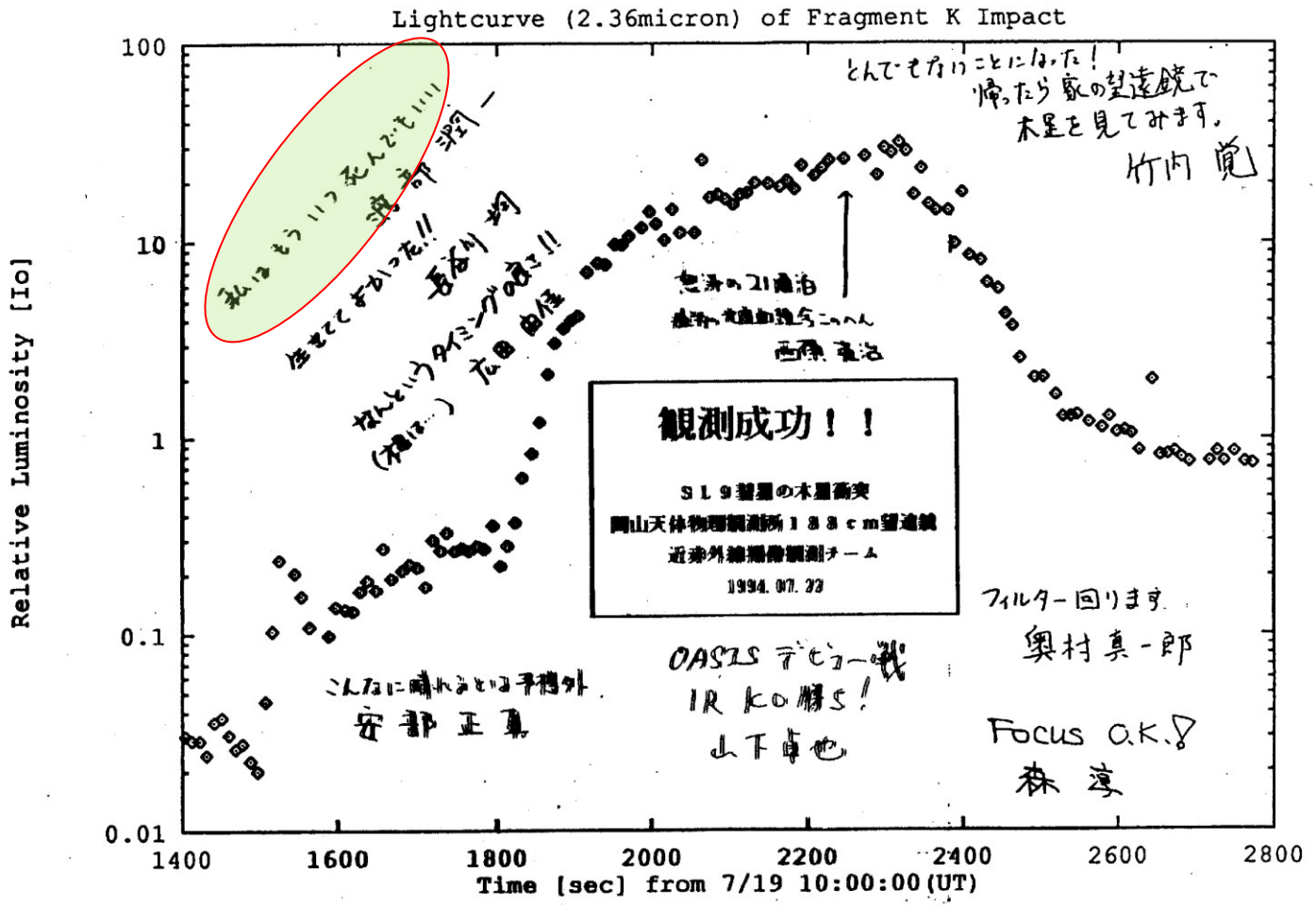
木星は衝突がなくてもおもしろい天体である。目玉のような大赤斑。くっきりとした縞模様。王者のような風格を放つ巨大な木星の周りにお供をしながら、ちょこまかと動きまわっている小さな月たち。小望遠鏡でも充分に宇宙の不思議を味わえる天体である。こんな話題でもなければ一生木星を望遠鏡でのぞくことがなかった人もいるかも知れない。

痕跡は普通の望遠鏡でも。。。。



http://seiten.world.coocan.jp/SL9.htm

木星と衝突したシューメーカーレビー第９彗星



オアシスで観測したK核の きのこ雲の光度変化のグラフと寄書き

1980－1990年代

- 1983年　アイラス−荒貴−オルコック彗星　出現
- 1986年　ハレ−彗星　出現
- 1987年　渡部潤一　東京天文台助手となる
- 1990年　オースチン彗星　出現
  - 1994～　COBE,WMAP　宇宙背景放射の観測
    宇宙年齢の決定
- 1994年　シューメーカーレビ第9彗星の木星衝突
- 1996年　百武彗星　出現

1996年　百武彗星の発見

1996年　百武彗星の接近

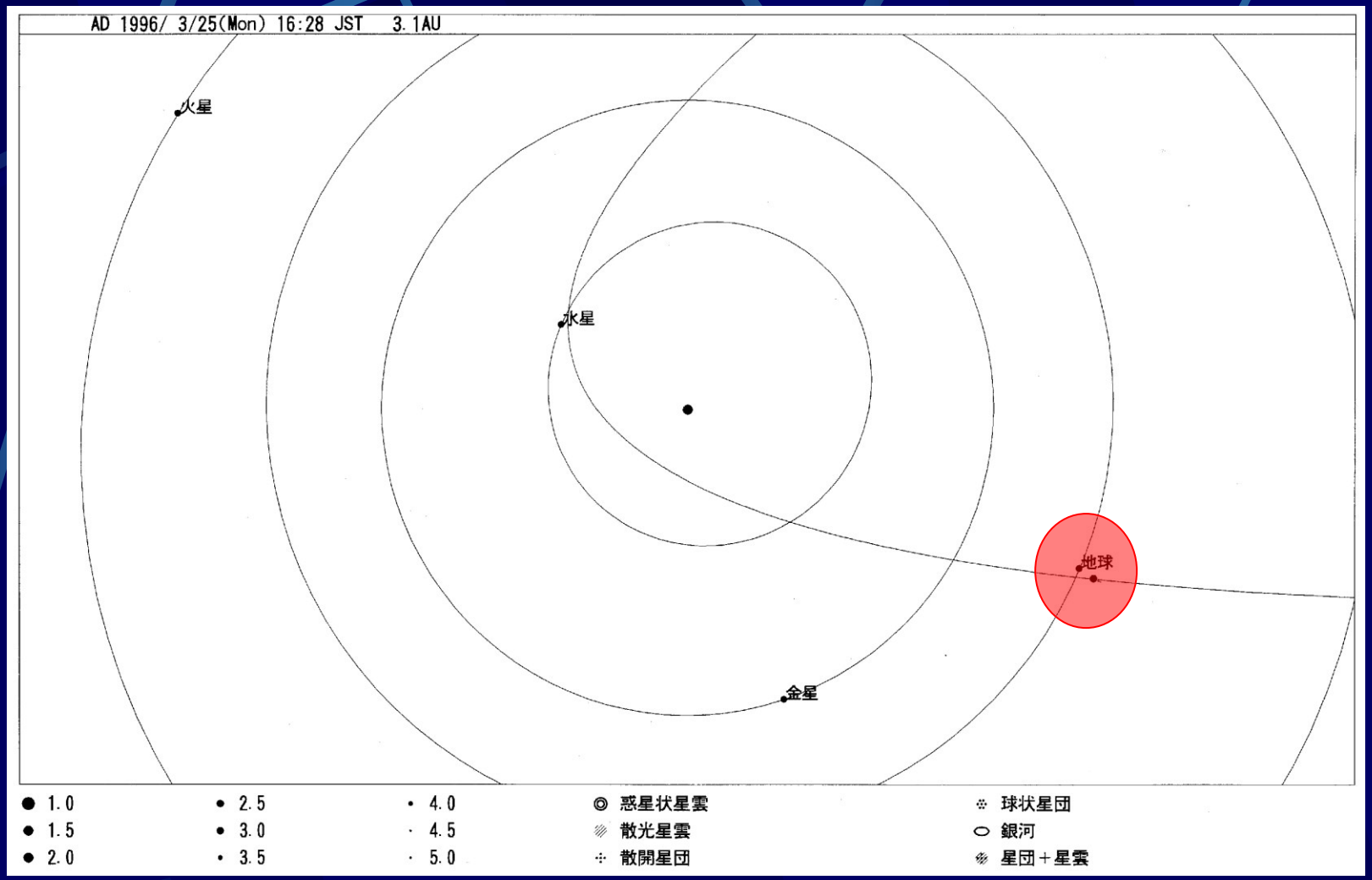
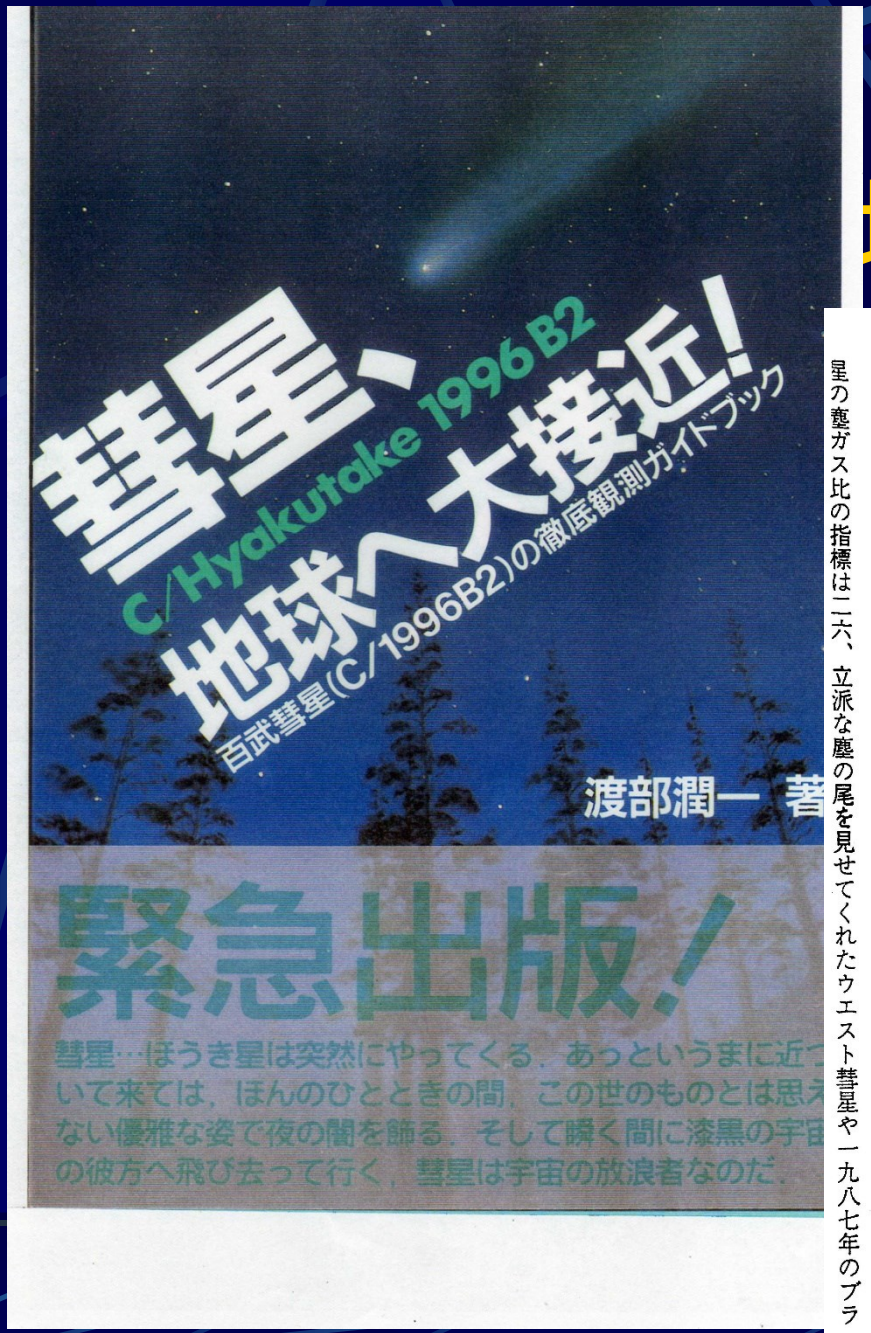


表１　地球にニアミスを起こした彗星（ヨーマンス　１９９６による）

名前	日付	最接近距離 (A.U.)	最接近距離 万km	絶対（等）
D/1770L1 Lexel	1770.07.02	0.0151	226	8
55P/1366U1 Tempel-Tuttle	1366.10.26	0.0229	343	9
C/1983H1 IRAS-Araki-Alcock	1983.05.12	0.0313	468	9-10
1P/837F1 Halley	837.04.11	0.0334	500	5
3D/1805V1 Biela	1806.12.10	0.0366	548	10
C/1743C1	1743.02.09	0.0390	583	6
7P/Pons-Winneck	1927.06.27	0.0394	589	12
C/1702H1	1702.04.20	0.0437	654	6
73P/1930J1 Schwassmann-Wachmann 3	1930.06.01	0.0617	923	12
C/1983J1 Sugano-Saigusa-Fujikawa	1983.06.13	0.0628	939	12
C/1760A1 Great Comet	1760.01.08	0.0681	1019	7
C/1853G1 Schweizer	1853.04.29	0.0839	1255	6
C/1797P1 Bouvard-Herschel-Lee	1797.08.17	0.0879	1315	9
1P/374E1 Halley	374.04.02	0.0884	1322	5
1P/607H1 Halley	607.04.19	0.0898	1343	5
C/1763S1 Messier	1763.09.24	0.0934	1397	10
C/1864N1 Tempel	1864.08.08	0.0964	1442	6
C/1862N1 Schmidt	1862.07.05	0.0982	1469	9
C/1996B2 Hyakutake	1996.03.25	0.1019	1524	4
C/1961T1 Seki	1961.11.15	0.1019	1524	9

０．１０２天文単位よりも近いものをピックアップ。１７００年以降の彗星は網羅しているが、それ以前に着いての彗星は不完全である。特に韓国で記録されている　C/1491B1 は、長谷川一郎氏の算出した軌道が確かであれば、1491年02月20日に0.0094天文単位まで近づいていることになる。絶対等級は筆者調べ。

事前の予測



百武彗星
地球へ大接近

思われる

これらの過去のデータを振り返ってみると、百武彗星のイオンの尾が見えるかどうかは、ずいぶん微妙なところにあるようである。見えてもおかしくないし、見えなくてもおかしくない。ただ、写真には確実に写るだろう。その長さもよくわからないが、仮にハレー彗星よりも短め、一五七〇年彗星程度の〇・〇一天文単位とすると、最接近前後には見かけの長さは二度程度にはなるだろう。

形はどうなるか（四）…塵の尾

これらの過去のデータを振り返ってみると、百武彗星のイオンの尾が見えるかどうかは、ずいぶん微妙なところにあるようである。見えてもおかしくないし、見えなくてもおかしくない。ただ、写真には確実に写るだろう。その長さもよくわからないが、仮にハレー彗星よりも短め、一五七〇年彗星程度の〇・〇一天文単位とすると、最接近前後には見かけの長さは二度程度にはなるだろう。

彗の塵ガス比の指標は二六、立派な塵の尾を見せてくれたウエスト彗星や一九八七年のブラ

百武彗星の尾:100度以上に

1996年　百武彗星の地球接近

1980－1990年代

- 1983年　アイラス−荒貴−オルコック彗星　出現
- 1986年　ハレ−彗星　出現
- 1987年　渡部潤一　東京天文台助手となる
- 1990年　オースチン彗星　出現
  - 1994～　COBE,WMAP　宇宙背景放射の観測
    宇宙年齢の決定
- 1994年　シューメーカーレビ第9彗星の木星衝突
- 1996年　百武彗星　出現
- 1997年　ヘール・ボップ彗星　出現

1997年　ヘール・ボップ彗星
超巨大彗星か？

表１　絶対等級の明るい彗星（ヒュージュ　１９８７による）

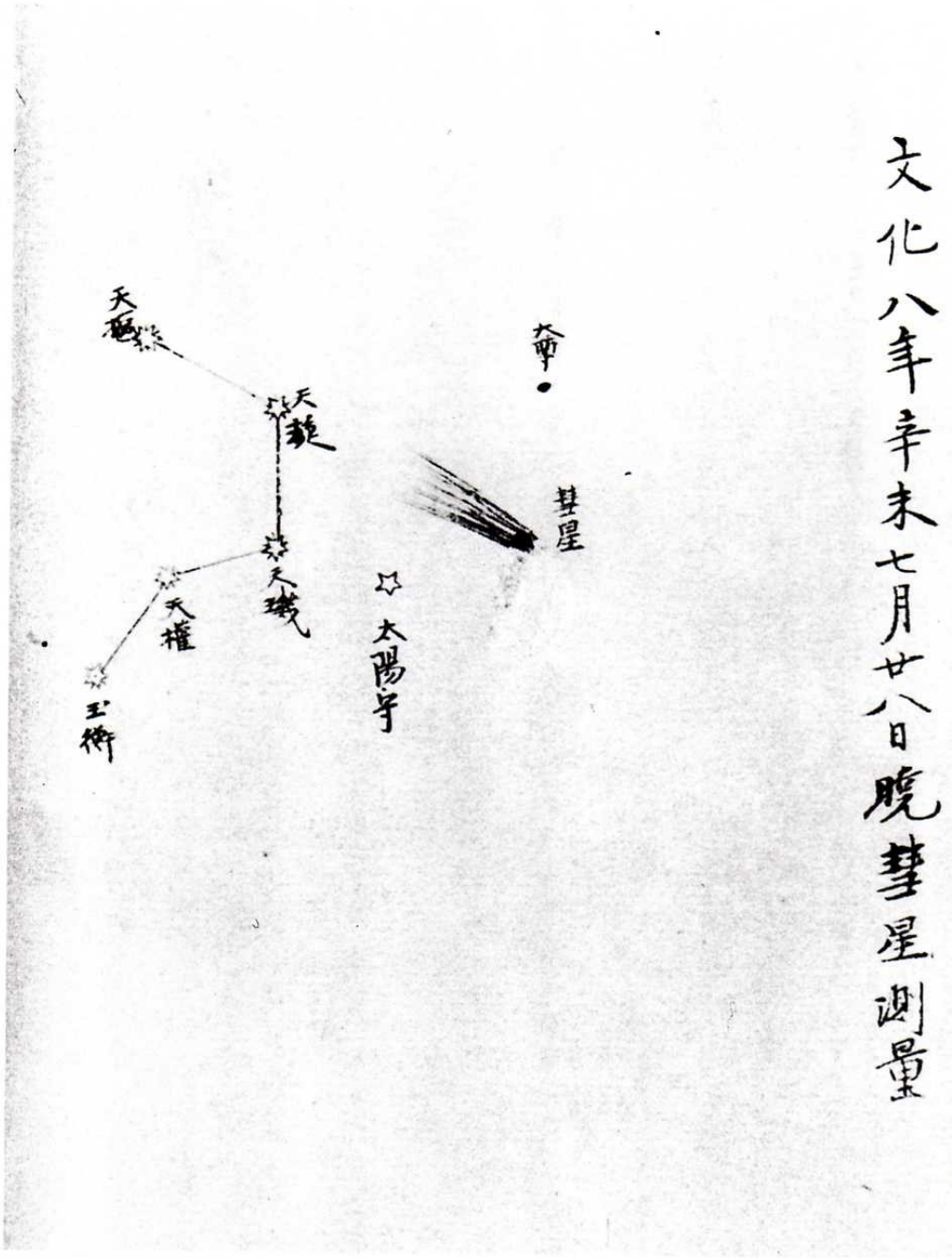
名前	近日点距離 (A.U.)	絶対等級 (等)	実視等級の明るさ（等）
C/1729 P1	4.051	-3	4～5
C/1995 O1 Hale-Bopp	0.914	-2	222
C/1577 V1 Great Comet	0.178	0	-7
C/1811 F1 Great Comet	1.035	0	2
C/1743 X1 Great Comet	0.222	0.5	-5
C/1882 R1 Great September Comet	0.008	0.8	-5～-7
C/1402 D1 Great Comet	0.38	1 ?	-5
C/1556 D1 Great Comet	0.491	1	-2
C/1807 R1 Great Comet	0.646	1.6	1～2
C/1664 W1	1.026	2.4	1

絶対等級が３等よりも明るいものを１０００個近い彗星の中からピックアップした。
ヘール・ボップ彗星の明るさは飛び抜けているものであることがわかる。

第４章の表

グレート・コメットになった１８１１年第１彗星とヘ－
諸条件比較

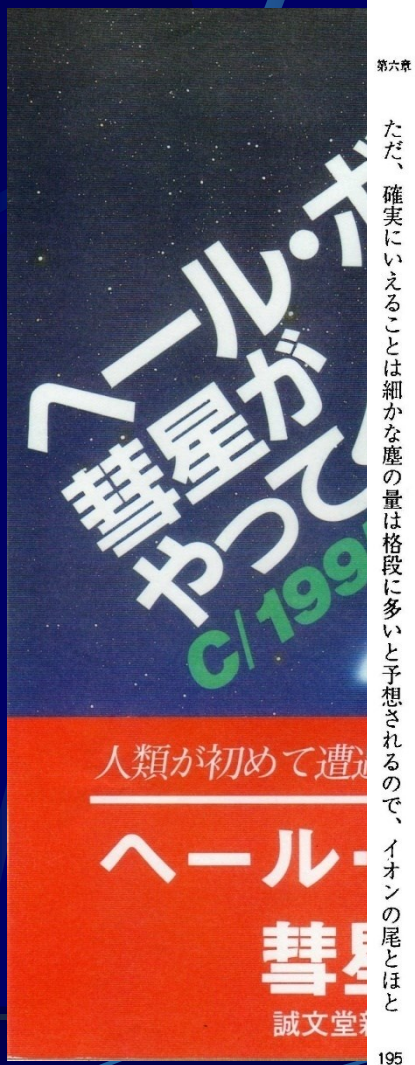
	１８１１年第１彗星
	Ｃ／１８１１　Ｆ１
軌道要素	（２０００年分
近日点通過日	1811 Sept. 12.7562
近日点距離（AU）	1.035412
離心率	0.995152
概略周期（年）	3095 年
近日点引数	65.4097
昇交点黄経	143.0497
軌道傾斜角	106.9342
絶対等級	0 等
近日点通過時の位置関係	
地心距離	1.620
日心距離	1.035
太陽からの離角	38.1
みかけの明るさ	1 等
尾の長さ（度）	9 - 15
概略位置	
赤経	11 h 5 m
赤緯	+ 43
星座	おおぐま座
地球接近時の位置関係	
最接近日	近日点通過後＋３４日
地心距離	1.221
日心距離	1.178
太陽からの離角	63.0
みかけの明るさ	1 等
尾の長さ（度）	20 - 30
概略位置	
赤経	15 h 50 m
赤緯	+ 44
星座	うしかい座



15. 本文 488 ページ参照

1997年 ヘー ップ彗星

事前の予測

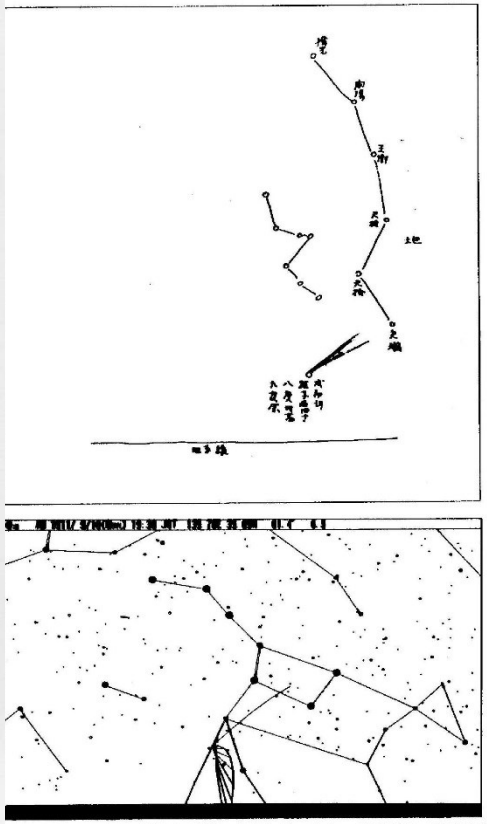


れる。

ヘール・ボップ彗星は、もちろん一八一一年の彗星を超えるグレート・コメットになるだろうが、はたして扇型に広がったような立派な塵の尾が見えるかどうかは疑問である。あまり期待できない、というのが筆者の正直な意見である。もちろん、当時とは観測条件も違っているので、写真などを用いれば、こういった広がった尾を写すことは可能かも知れない。

ベロープであると考えれば矛盾しない。一八一一年当時の「聞集録」に残されたスケッチと計算によって当時の彗星の尾の状況を比較してみると、描写された尾はイオンの尾の方向と一致している。太陽に近づいたグレート・コメットでは扇型に広がった塵の尾がみられるが、これは比較的大きめの塵が大量に放出され、その寿命が長かった場合に視認できるようになる。一八一一年のグレート・コメットでは、そのような尾は肉眼では見えなかったと考えられる。

ヘール・ボップ彗星は、もちろん一八一一年の彗星を超えるグレート・コメットになるだろうが、はたして扇型に広がったような立派な塵の尾が見えるかどうかは疑問である。あまり期待できない、というのが筆者の正直な意見である。もちろん、当時とは観測条件も違っているので、写真などを用いれば、こういった広がった尾を写すことは可能かも知れない。塵の尾の研究を行なっている厚木市こども科学館の菅原賢氏も、独自にその塵の尾の形をシミュレーションしているが、やはり扇型に広がった尾の見え方に関しては若干悲観的である。ただ、確実にいえることは細かな塵の量は格段に多いと予想されるので、イオンの尾とほと



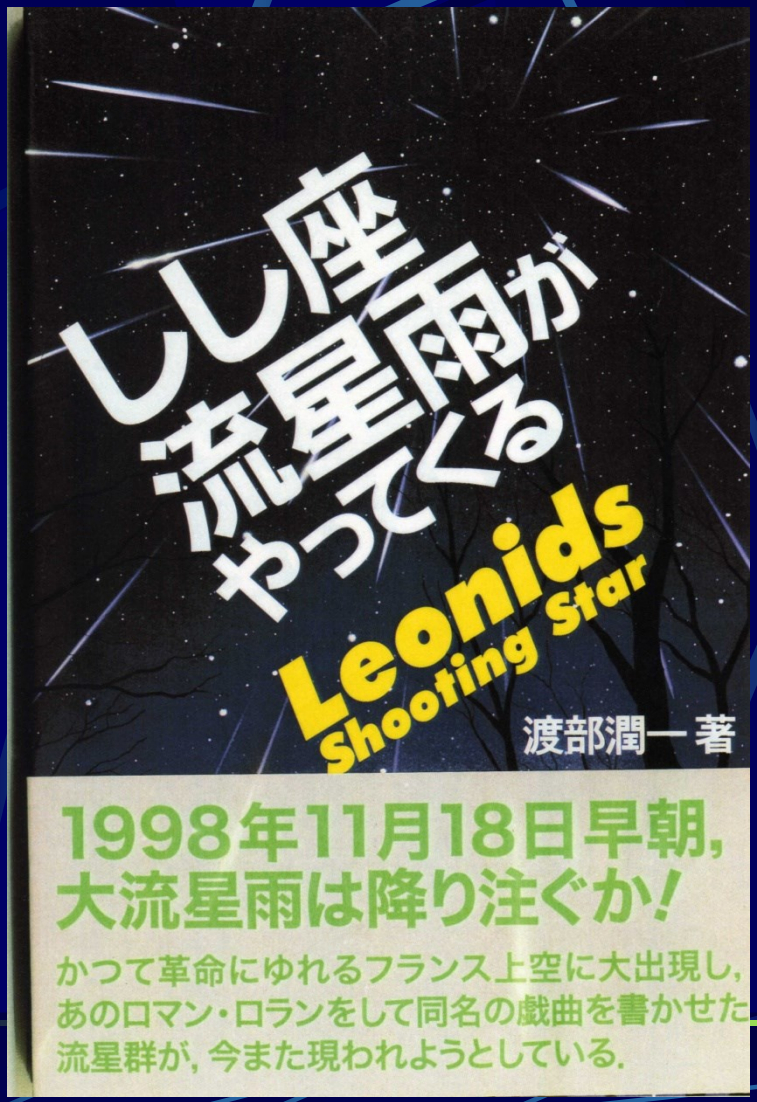
:描かれた1811年の大彗星の様子．北斗七星へ向かって伸びている尾の方向は，基
:イオンの尾の方向であることが，コンピューターシミュレーションによって再
ことがわかる．イオンの尾の長さは一天文単位としている（前者は大崎正次著
本天文資料」より引用，後者はアストロアーツ社ステラナビゲータにより作成）．

©東京都小金井市 守谷昌志郎氏

2000年代ー

◆1998年　しし座流星群　社会的騒動になる
すばる望遠鏡稼働

1998年



この両者の条件を組み合わせると、1998年と1999年には両年ともほぼ同等の しし座流星群の流星嵐を降らせる可能性を示しているといっていいだろう。条件的にはHR

地球が母彗星軌道の降交点経度を通過する時刻（日本時刻）	彗星軌道と地球軌道の接近距離（天
1998年 11月18日 5時	-0.00841
1999年 11月18日11時	-0.00714
2000年 11月17日17時	-0.00534
2001年 11月17日23時	-0.00492
2002年 11月18日 7時	-0.00637

表6-1.しし座流星群

週は1998年3月4日であった。したがって、1998年の11月17日に地球が母彗星軌道に接近するのは、258日後のことである。以降、1999年には623日後、2000年には989日後となり、流星嵐が起きる可能性が高いのは1998年と1999年の2年間ということになる。これらの条件を表1に示しておく。

この両者の条件を組み合わせると、1998年と1999年には両年ともほぼ同等の しし座流星群の流星嵐を降らせる可能性を示しているといっていいだろう。条件的にはHR

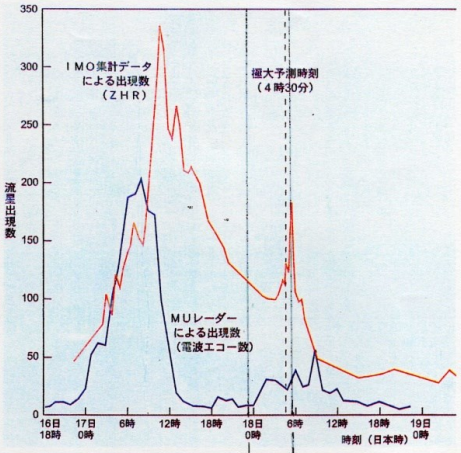
+0.010
図6-3.流星雨、流
−3000 −2000
図6-4.流星雨、流

1998年 しし座流星群

世界的な出現数変化

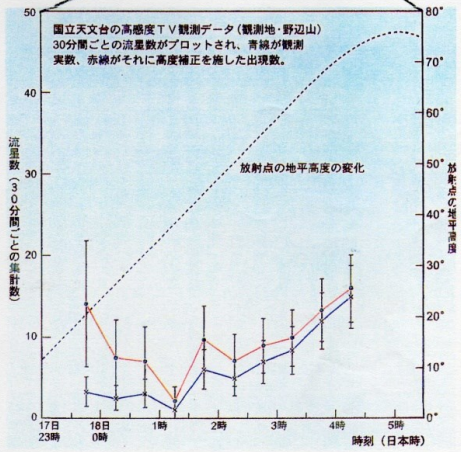
赤：国際流星機構（IMO）集計の
眼視観測結果
（Arlt, WGN 26, 239(1999)より）

青：MUレーダーによる流星エコー数変化
（渡部他、日本天文学会98年
春季年会 L10aより）



日本上空の出現数変化

（Watanabe et al., Pub. Astron. Soc. Japan, 51, L11(1999)より）



図版製作協力：スカイウオッチャー編集部）

2000年代ー

- 1998年　しし座流星群　社会的騒動になる
  すばる望遠鏡稼働
- 2001年　しし座流星群　出現

2001年国立天文台 天文ニュース(471)

事前の予測

- そのテンペル・タットル彗星は1998年2月末に近日点を通過し、その後どんどん太陽から離れ、もう10天文単位以上。。(略)。「しし座流星群」も、しだいに出現数が減る時期に入ったと考えるのが常識的でしょう。今年の出現数を数字で示すのは困難ですが、強いて挙げれば、11月18日、19日の夜明け前に、最大で、1時間当たり20個程度の流星が見られるのではないでしょうか。

2001年
しし座流星群
大出現

- 日本で3000個/時

しし座流星群　2001年11月19日 03:10から10分露出x３ 35mmF4.5魚眼レンズ ISO800カラーネガ(67)　海南高原で撮影

2010年代

◆2012年　天文現象「金」の年
　　金環日食、金星の日面通過、金星食
◆2013年　パンスターズ彗星

C/2011 L4（パンスターズ彗星）

- 2011年6月6日　Pan-STARRS 1 telescope (Haleakala)　発見
  - 太陽に近づく時　2013 Mar. 10.16753 TT
  - 太陽に最も近くなる距離 ＝ 0.3015430 （A.U.)

- 絶対等級が明るい＝核が大きい
  - －1．8等　～　4等

絶対等級の明るい彗星

- C/1729 P1 -3
- C/1995 O1 (Hale-Bopp) -2
- C/1577 V1 Great Comet 0
- C/1811 F1 Great Comet 0
- C/1743 X1 Great Comet 0.5
- C/1882 R1 Great Sept. 0.8
- C/1402 D1 Great Comet ～1

――――――――――――――――

- 1P/Halley 5

C/2011 L4（パンスターズ彗星）

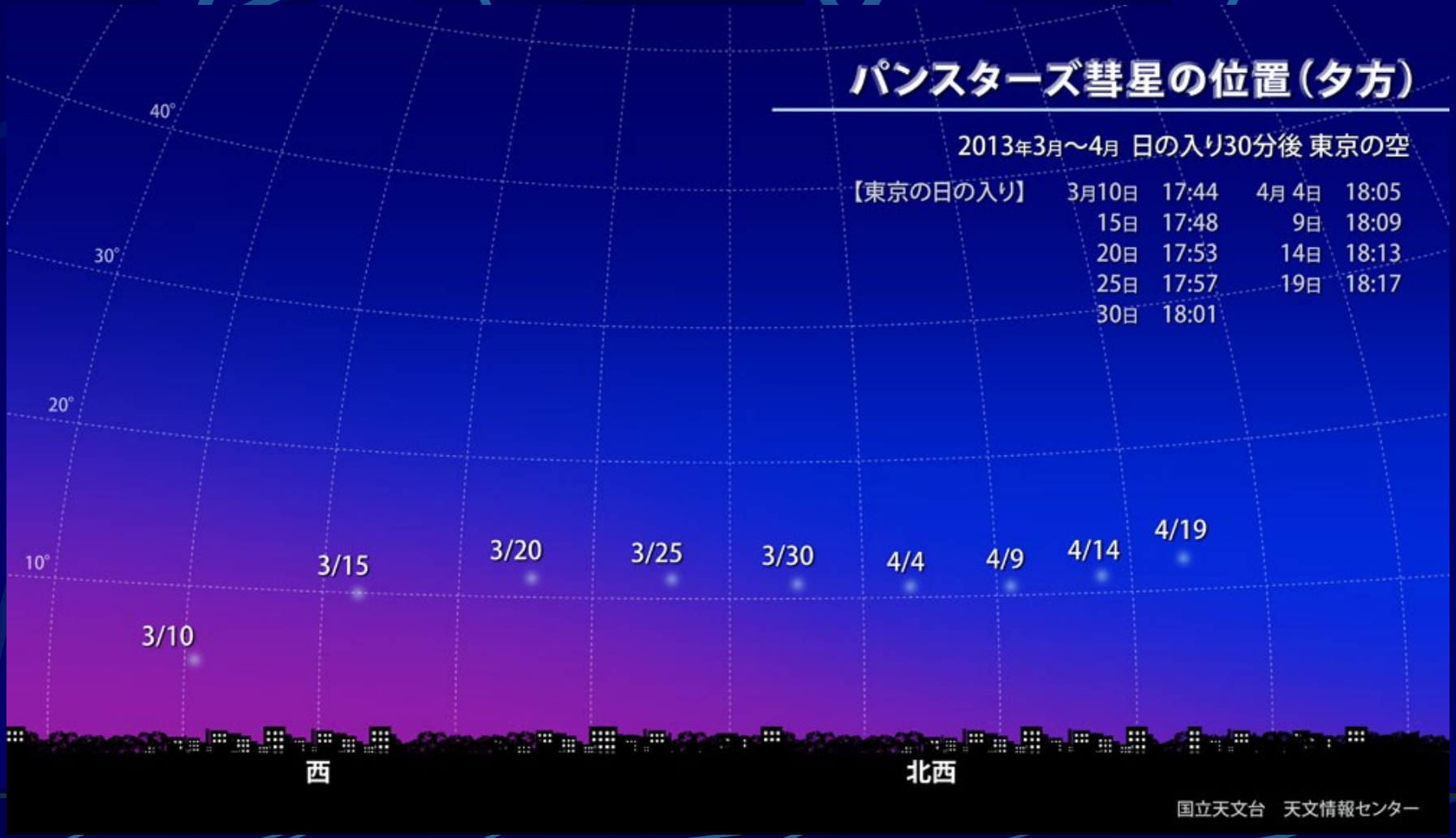
- つまり
- かなり大型の彗星＆そこそこ太陽に近づく
  - 大彗星の条件をそなえている
- 南半球では。。。。

C/2011 L4（パンスターズ彗星）

C/2011 L4（パンスターズ彗星）

- つまり
- かなり大型の彗星＆そこそこ太陽に近づく
  - 大彗星の条件をそなえている
- しかし
- 近日点通過後の北半球からの観察条件はよくなかった

C/2011 L4（パンスターズ）



明るくなるのが確実視されているのは、太陽のすぐそばまで接近、光と熱をたっぷり浴びるからだ。最大時は月くらいの明るさを放つとみられる。11月初めには肉眼で見え始め、後半から12月初めまで0等星より明るい予想だ。1965年の池谷・関彗星や97年のヘール・ボップ彗星、日本からは見えにくかった2007年のマックノート彗星など、歴代の大彗星に匹敵する可能性がある。

彗星の撮影法は、夕焼けを撮るのと大きくは変わらない。カメラは一般的なデジタル一眼レフやミラーレスカメラで十分だ。三脚で固定し、手元でシャッターを押せるレリーズを使って手ブレを防ぐ。ピントは、できればライブビューの拡大機能を使ってマニュアルでじっくり合わせたい。露出補正を使ったり、マニュアルにしたりして露出を変え、何枚も撮ろう。レンズは、パンスターズ彗星は標準から中望遠、アイソン彗星は広角が良さそうだ。

とはいえ、彗星の明るさ予測は、その組成が示す通り「水もの」。パンスターズ彗星だって、核が割れるなどしてこれから大化けする可能性もある。彗星の予測をよく外すと言われている渡部潤一・国立天文台教授は最近、あえて「春がすみもあって、パンスターズ彗星は肉眼では見えないだろう」と繰り返しており、天文ファンに「歓迎」されている。

（東山正宜）

朝日新聞

- 彗星の明るさ予測は、その組成が示す通り「水もの」。パンスターズ彗星だって、核が割れるなどしてこれから大化けする可能性もある。彗星の予測をよく外すと言われている渡部潤一・国立天文台教授は最近、あえて「春がすみもあって、パンスターズ彗星は肉眼では見えないだろう」と繰り返しており、天文ファンに「歓迎」されている。

（東山正宜）

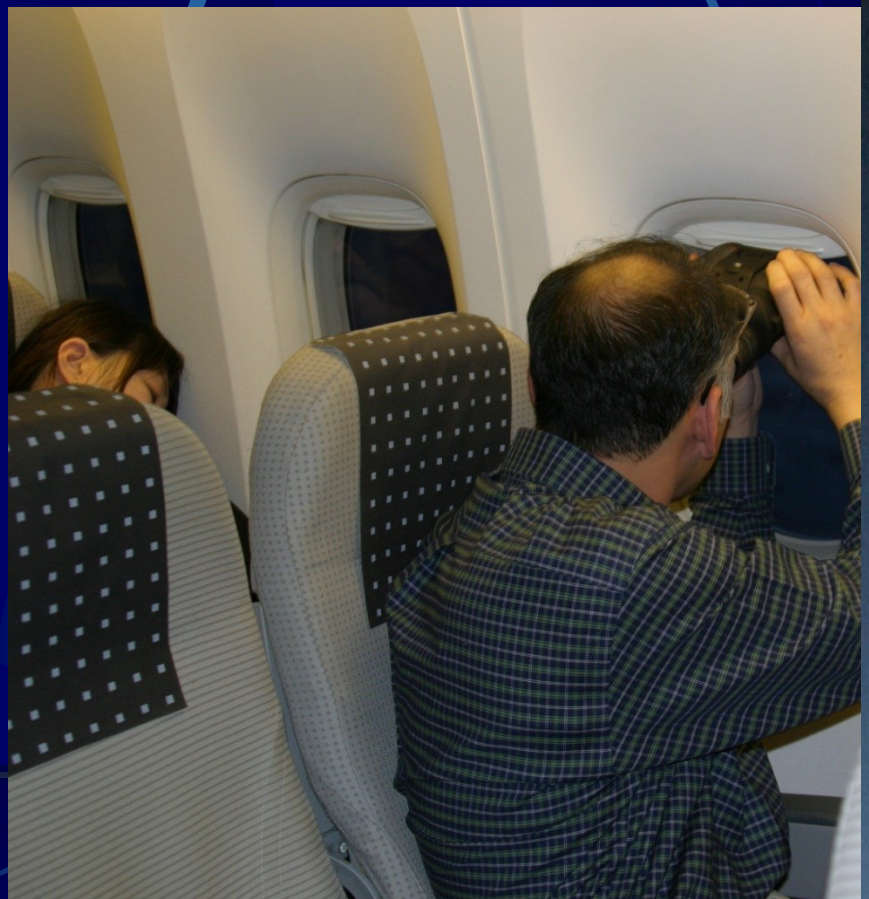
C/2011 L4（パンスターズ）

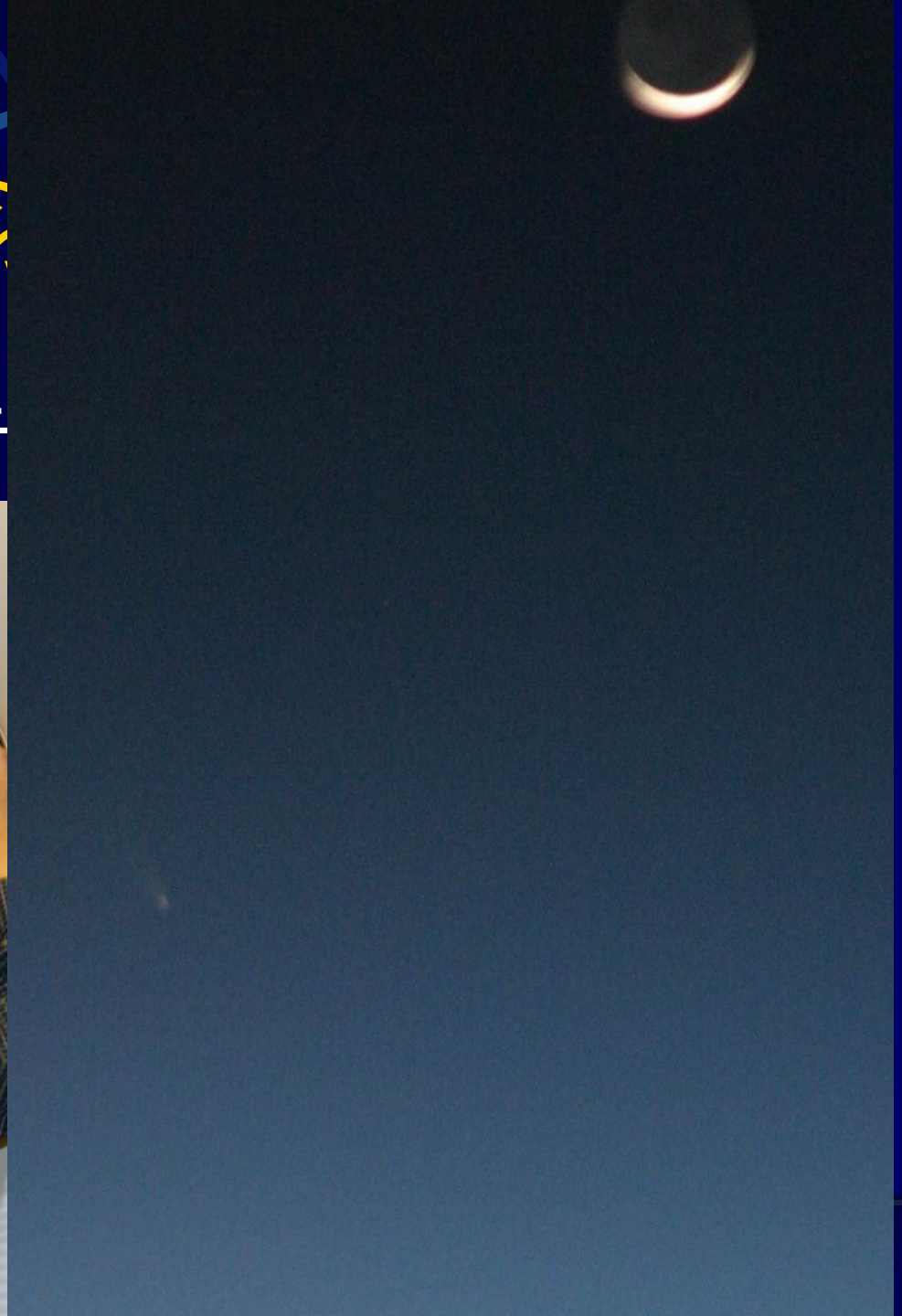
- 2013年３月13日　月齢１．６の細い月と並ぶ
- ぜひみたい。。。

３月１３日

機上か

- 羽田発札幌千歳行



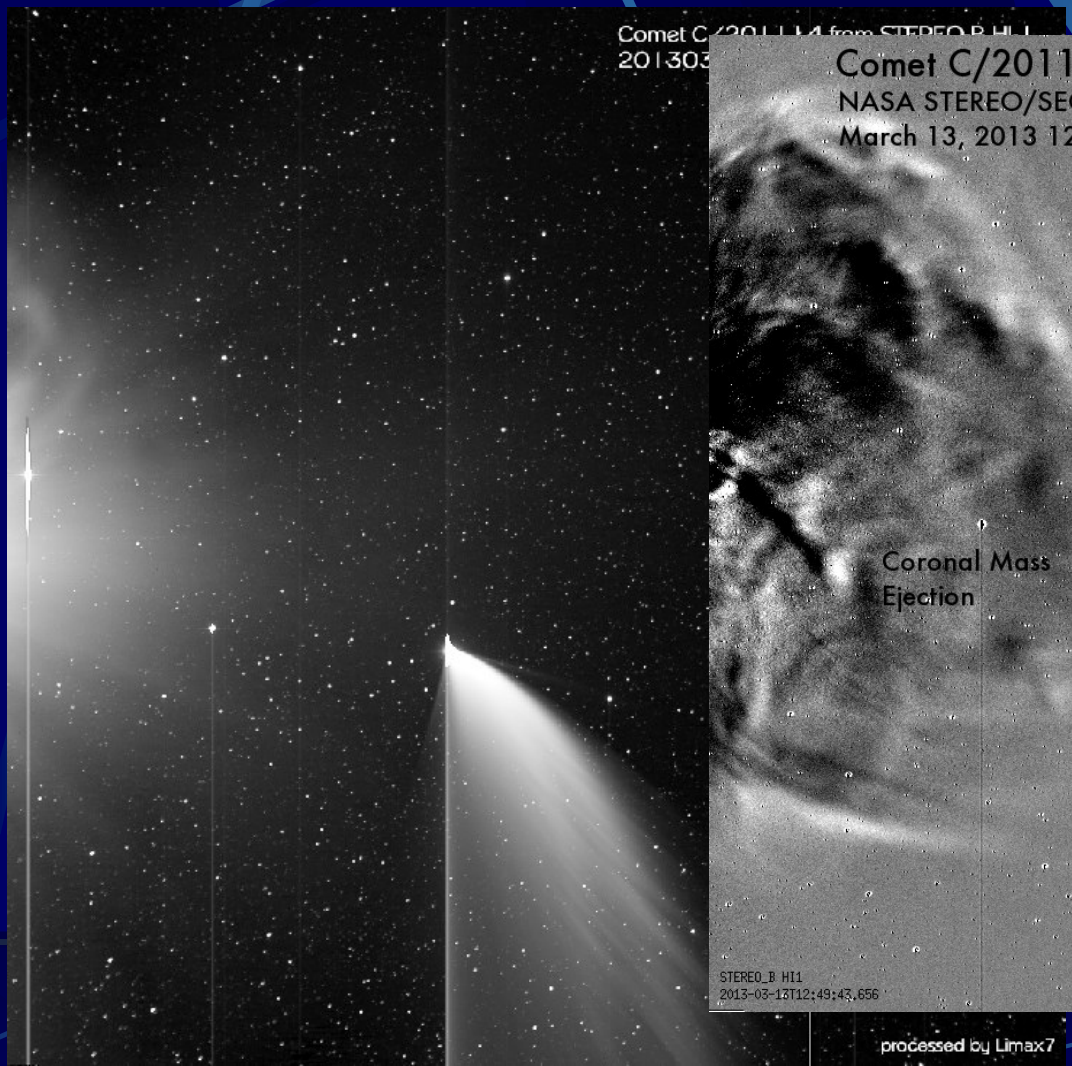


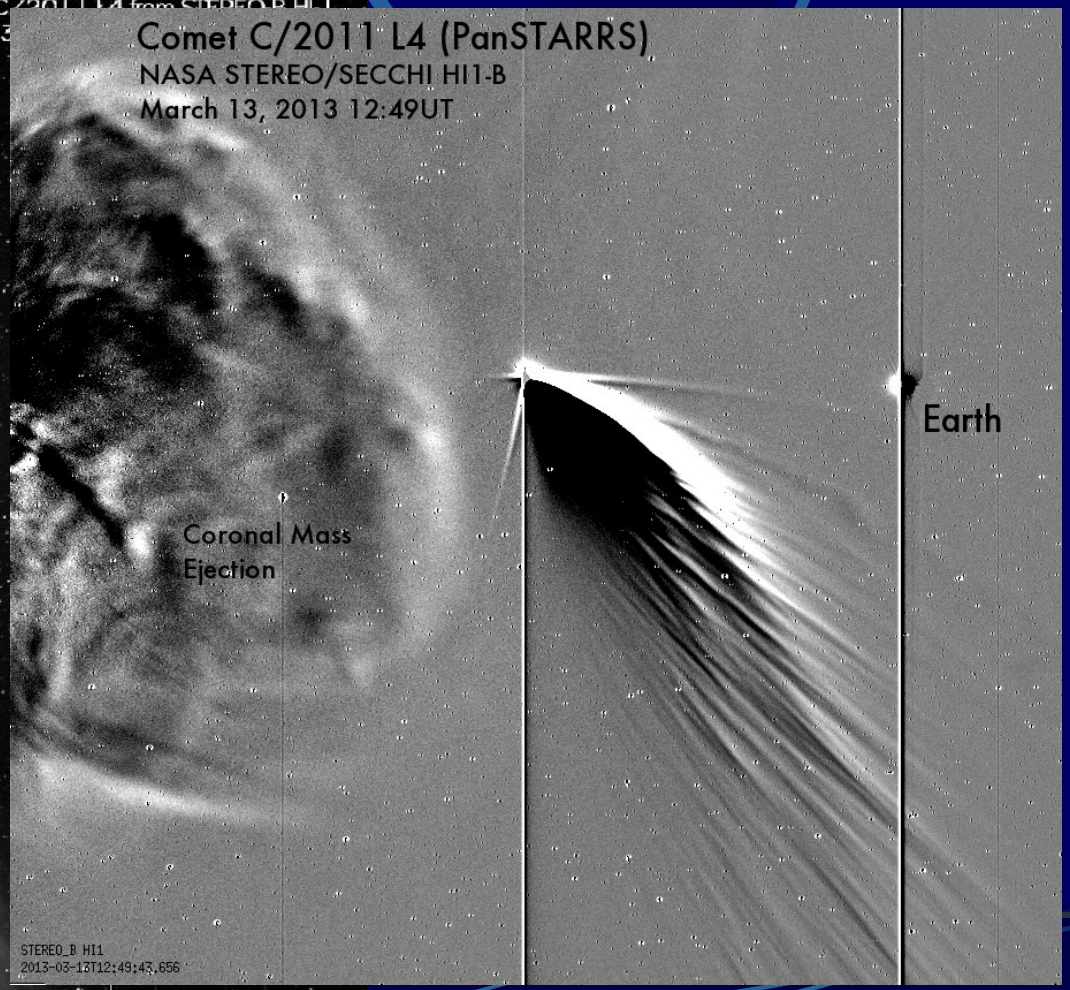
パンスターズ彗星
日本では。。。。

- それでも多くの天文ファンが観察した

©元川崎市宙と緑の科学館 大川拓也

ステレオ衛星から見た パンスターズ彗星



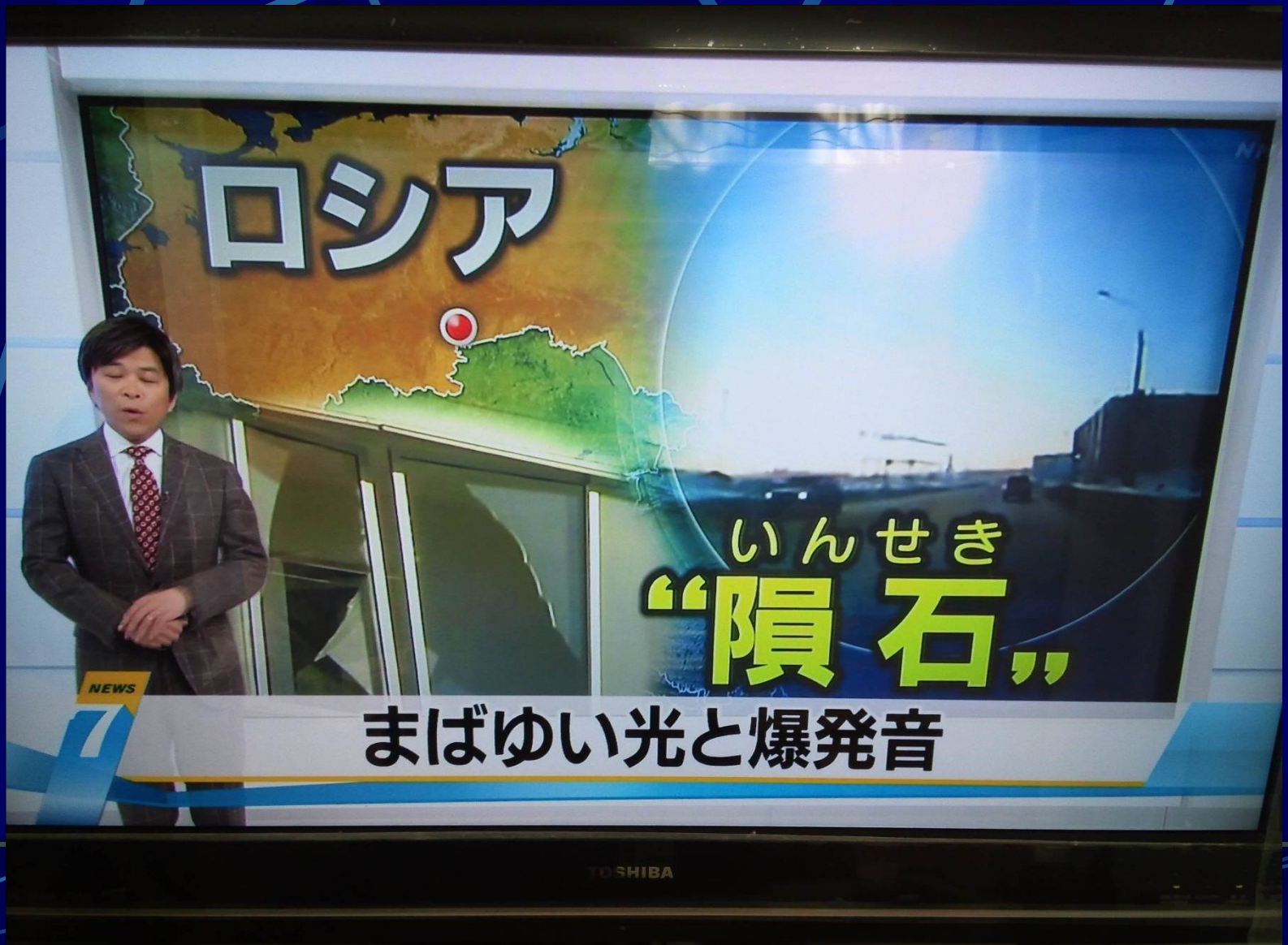


2010年代

- 2012年　天文現象「金」の年
  金環日食、金星の日面通過、金星食
- 2013年　パンスターズ彗星
-
  ロシア・チェリャビンスク隕石落下

隕石も太陽系小天体：例

2013年2月15日　ロシアの隕石落下

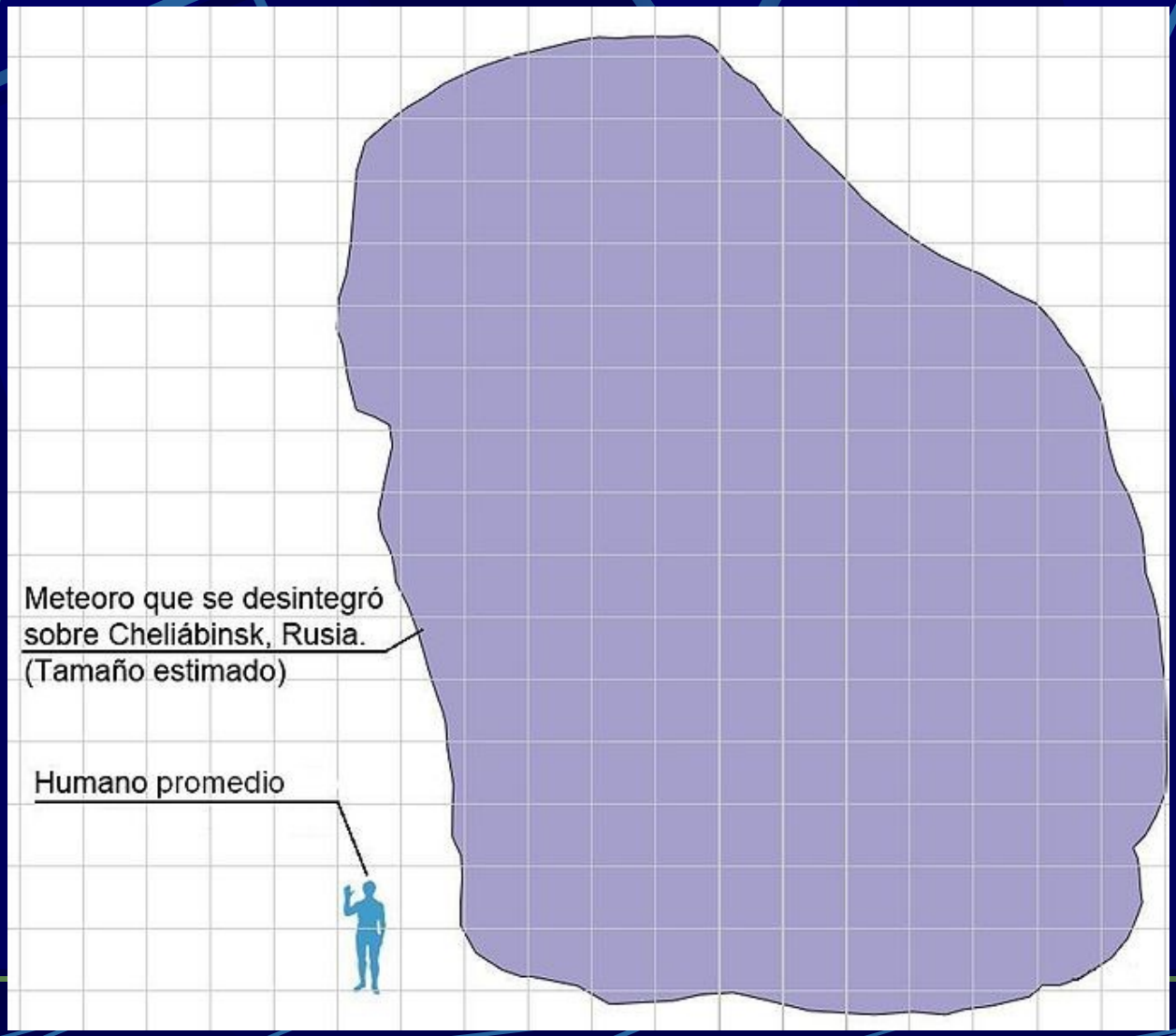


ロシア隕石落下の映像

ロシア隕石

- 衝突天体
  - 直径　10～20m　（17m ― NASA）
  - 質量　～10^7　kg　（約1万トン）
  - 速度　18　km/s
  - エネルギー　500キロトン(TNT)
    - 広島原爆の25倍
  - 絶対光度　-27～-28　等
    （太陽　-27等）

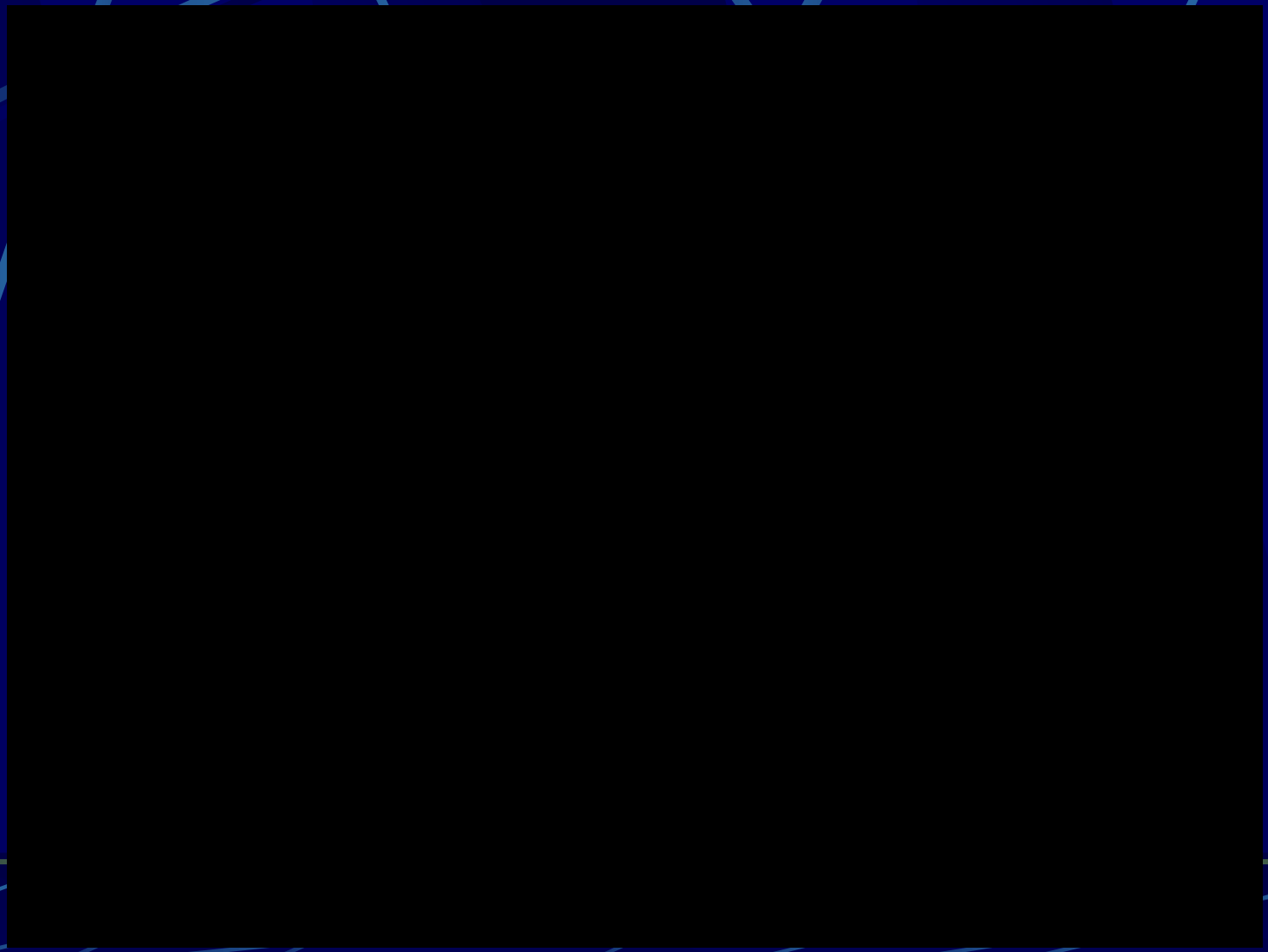
大きさのイメージ


Meteoro que se desintegró sobre Cheliábinsk, Rusia. (Tamaño estimado)
Humano promedio

偶然にも
他の小惑星の接近と重なった

- 2月16日早朝　小惑星2012DA14　地球接近

小惑星2012**DA14**の接近の様子



偶然にも
小惑星接近と隕石落下が重なった

- 2月15日午後　ロシア隕石落下
  ——＞　想定外
- 2月16日早朝　小惑星2012DA14　地球接近
  ——＞　想定内

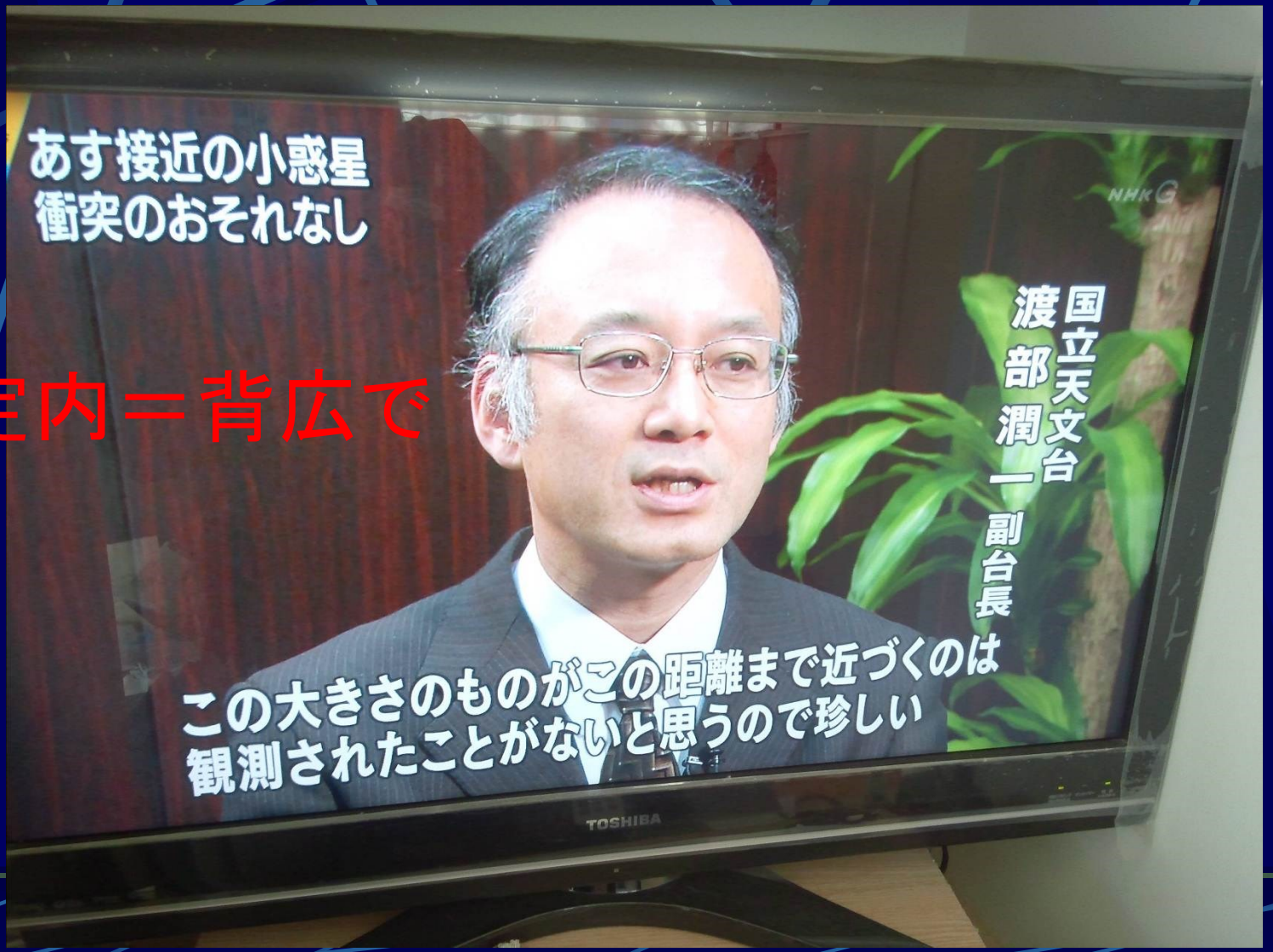
2月15日　NHKニュース7

2月15日　NHKニュース7

想定外＝普段着で

2月15日　NHKニュース7

想定内＝背広で



地球は

- 小惑星や彗星、流星体などの太陽系小天体がうようよしている空間をすり抜けて公転している
- 1kmクラスの小惑星は90%発見されているが100m以下はまだまだ
- いつどこに、このクラスの隕石が落下するかは予測が困難

2010年代

- 2012年　天文現象「金」の年
  金環日食、金星の日面通過、金星食
- 2013年　パンスターズ彗星
-
  ロシア・チェリャビンスク隕石落下
  アイソン彗星

2013年：アイソン彗星発見
天体ショーになるか！？

- 直前に同様の彗星が大彗星となったため
  大きな期待が。。。

事前の予測

ラブジョイ彗星（C/2011 W3）

- 2011年11月27日　Terry Lovejoy (Thornlands, Qld., Australia)
- 太陽に近づいた時　2011 Dec. 16.01211
  - 太陽への最接近距離 ＝ 0.005556（au)

    ーーー＞　アイソン彗星よりも近い！
- 太陽をかすめる彗星としては中くらい
  - 絶対等級では　１１～１５．５等
  - 蒸発してしまうと思われたが。。。。。

太陽をかすめて
大化けしたラブジョイ彗星

アイソン彗星はラブジョイ彗星より大型彗星と思われた

	アイソン彗星	ラブジョイ彗星
近日点距離	0.0124496　a.u.	0.005556 a.u.
絶対等級	5.5～8　等	11～15.5　等

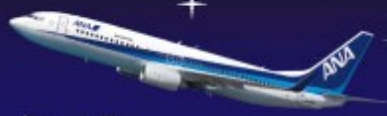
つまり、アイソン彗星はラブジョイ彗星より
少なくとも3等は明るかった。。。。。。
生き残るはず、と誰もが思い込んだ

絶対等級は吉田誠一氏のデータから

2013年末、太陽に大接近し大彗星になると予測されたアイソン彗星

飛行機ツアーも。。。。

「ANA チャーターフライト」で
空の上からアイソン彗星を見よう！



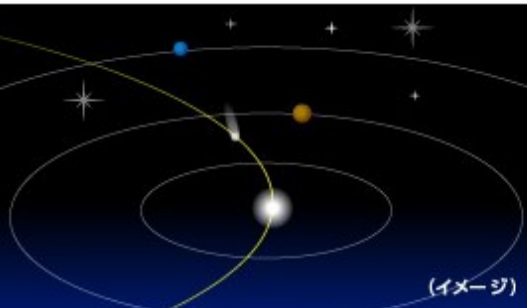
100年に一度の彗星が地球へ再接近する！
この話題の彗星について学び、チャーターフライトで彗星を観察するツアーをご用意しました。

出発日 フライト＋宿泊付きプラン：12月7日　日帰り・宿泊なしプラン：12月8日　**発売期間** 10月3日(木)14:00発売開始

アイソン彗星とは・・・

2012年9月21日に国際科学光学ネットワーク（ISON）によって発見された彗星。今世紀最も明るい彗星として期待されており、今年11月から12月にかけて、日の出前の東の空に見えます。条件が良ければ、尾を引く彗星が肉眼で見えるかもしれません。

詳しくはこちら▶



（イメージ）

ココがポイント

★宇宙飛行士・山崎直子氏、
国立天文台副台長・渡部潤一氏による
講演付き！（搭乗前羽田空港ロビーにて）

★渡部潤一氏執筆
「アイソン彗星」
関連本付き！

★AM0時～2時
(イベント開始前まで) ホテルにて
お飲み物と軽食付き！

◆イベント実施日：2013年12月8日(日)

NHK 特別番組も。。。。

宇宙チャンネル NHK SPACE CHANNEL

宇宙遺産100

星空を見る　宇宙を知る　宇宙番組情報

NHKスペシャル

宇宙生中継 彗星爆発 太陽系の謎

2013年12月4日(水)19:30~20:43 NHK総合

巨大彗星になることが期待されていたアイソン彗星は、29日未明、太陽に最接近し、
大部分が崩壊してしまったと見られている。いったい何が起きたのか？
国際宇宙ステーションに滞在中の若田光一宇宙飛行士は、
超高感度4Kカメラで崩壊前の彗星や美しい地球の姿を撮影していた。
生中継で夜の地球の絶景の上を進む国際宇宙ステーションと結びながら、
最新の科学が解き明かす太陽系の謎、そして地球や生命誕生のロマンに迫る。

みんなで楽しむ アイソン彗星

アイソン彗星の投稿写真

もっと見る

出演者　アイソン彗星通信　スペシャル映像　アイソン彗星とは　彗星を見るには

NHKスタジオ

タモリさん

久保田祐佳アナウンサー

大沢あかねさん

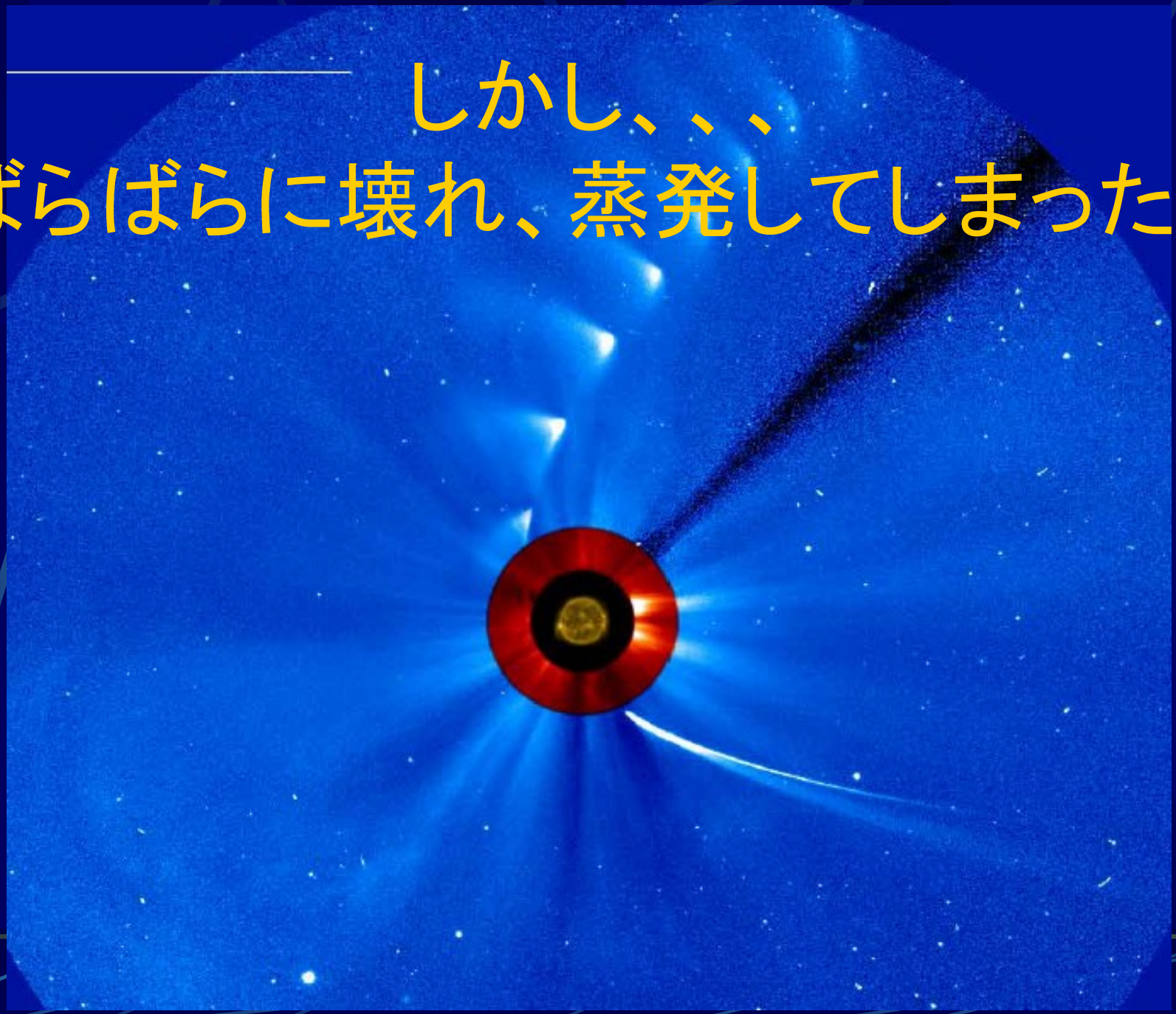
国際宇宙ステーション

こんな本まで書いてしまった。。。。

事前の予測

「太陽に接近するが、ばらばらに壊れ、蒸発してしまうことはない。確実に大彗星になるはず」

しかし、、、
ばらばらに壊れ、蒸発してしまった！

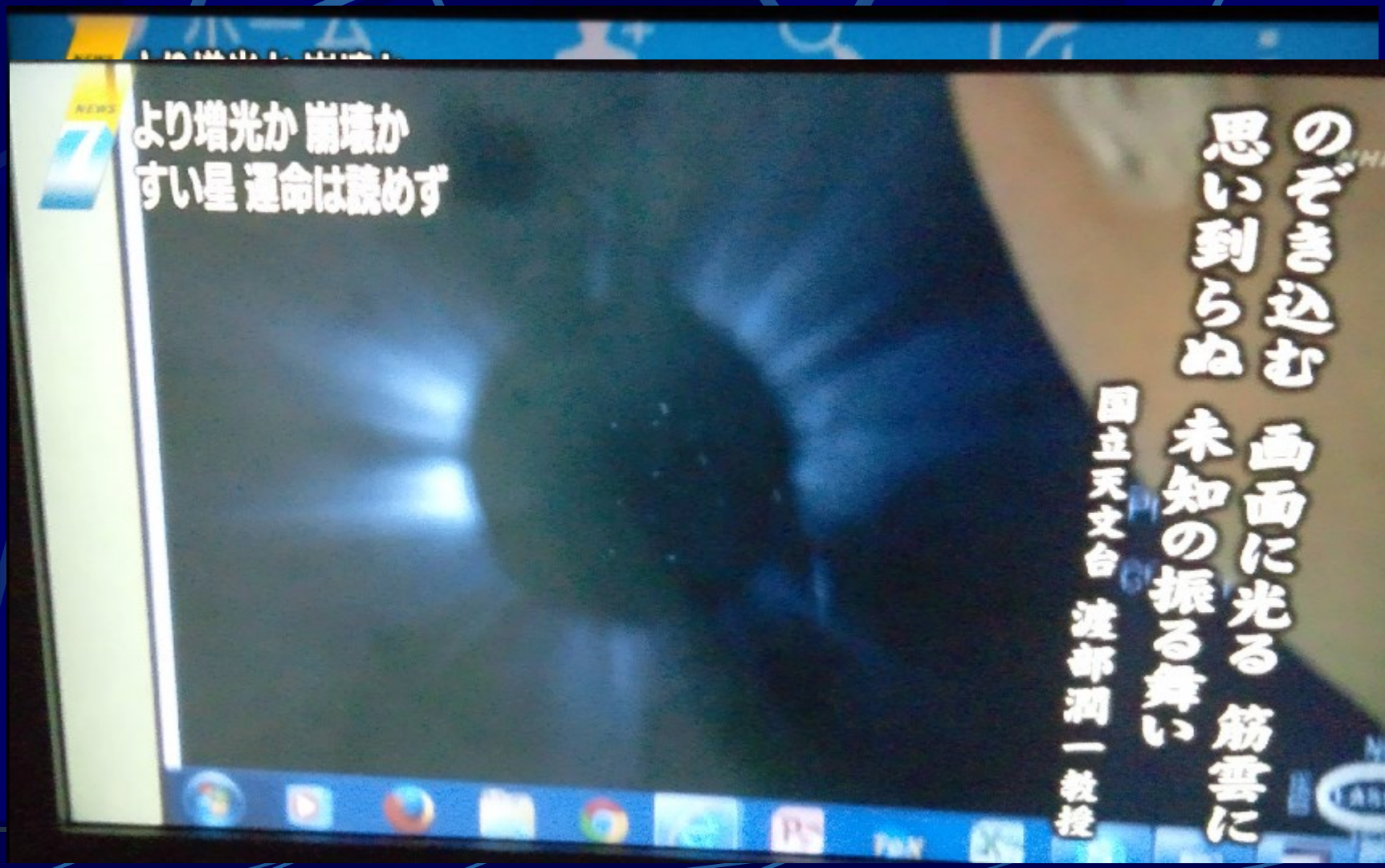


2013年年末の
NHKニュース7のトップニュースに

NHKニュース7

NEWS 7
より増光か 崩壊か
すい星 運命は読めず
国立天文台
渡部潤一 教授
宇宙のいろんな現象の予測は難しいと
逆に知ってもらういい機会になったのかな

NHKニュース7
トップニュースも予想外の展開に



2020年代

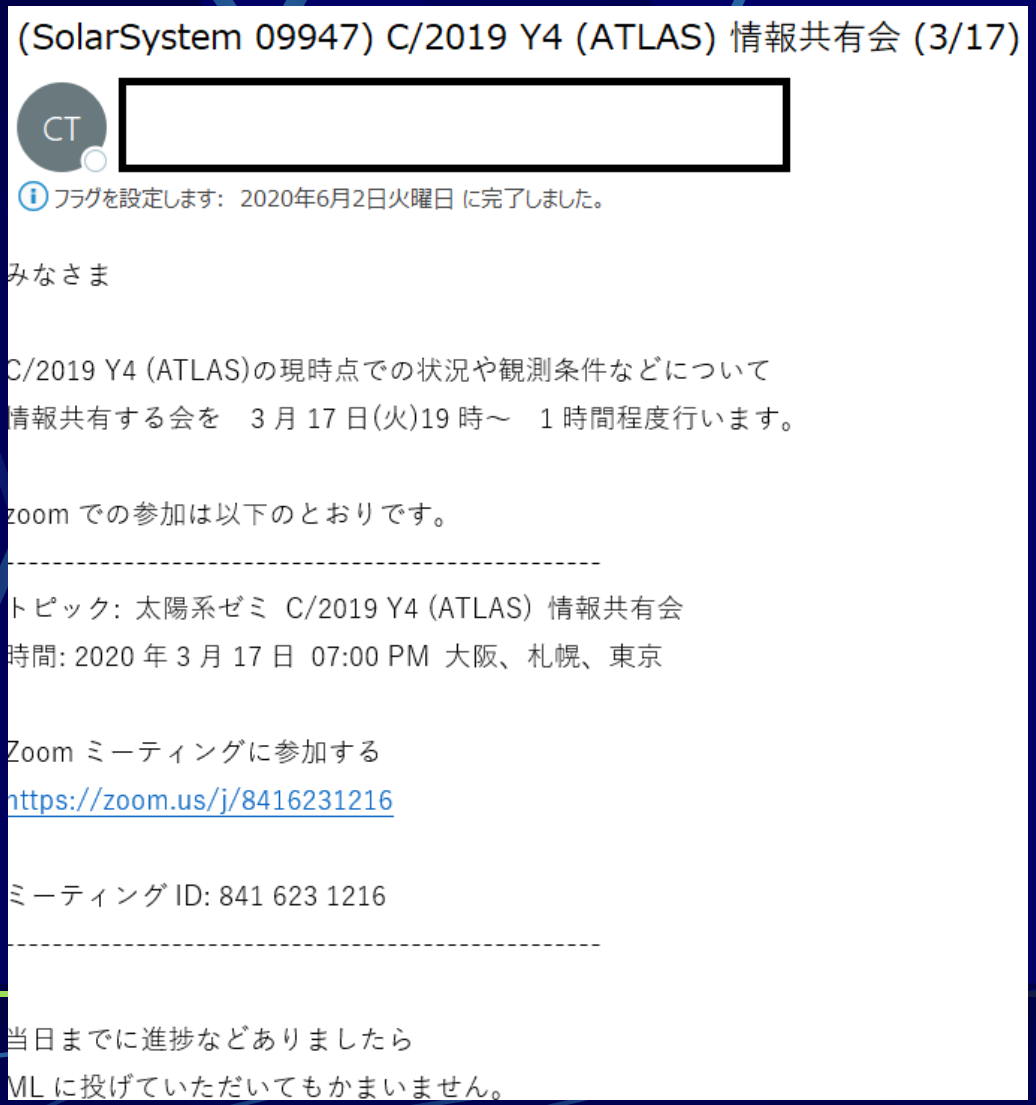
◆2020年　アトラス彗星
　　ネオワイズ彗星

2020年の期待の彗星

- ATLAS彗星 (C/2019 Y4)
  - 2019年12月28日にハワイのアトラスプロジェクトによって発見
- 軌道は放物線に近く**1844年の大彗星と酷似**
- 2020年1月　急増光開始
  - このままのペースだと5月にはマイナス等級？
  - 大彗星となるか？　と期待

ATLAS彗星 (C/2019 Y4)

- 国立天文台で毎週火曜に作戦会議を開始
- 光度は上昇を継続



(SolarSystem 09947) C/2019 Y4 (ATLAS) 情報共有会 (3/17)

CT [redacted]

フラグを設定します: 2020年6月2日火曜日 に完了しました。

みなさま

C/2019 Y4 (ATLAS)の現時点での状況や観測条件などについて
情報共有する会を　3 月 17 日(火)19 時～　1 時間程度行います。

zoom での参加は以下のとおりです。

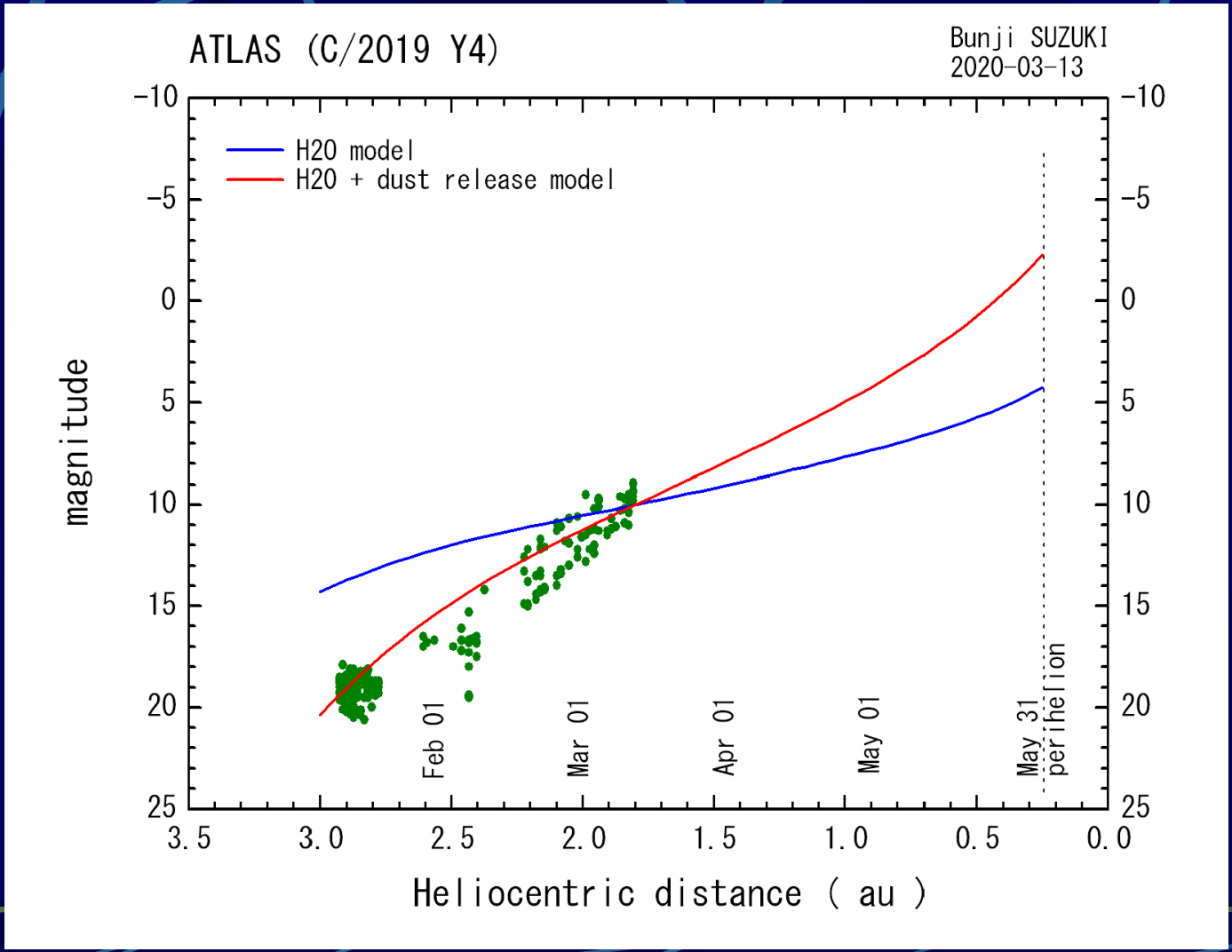
トピック: 太陽系ゼミ C/2019 Y4 (ATLAS) 情報共有会
時間: 2020 年 3 月 17 日 07:00 PM 大阪、札幌、東京

Zoom ミーティングに参加する
https://zoom.us/j/8416231216

ミーティング ID: 841 623 1216

当日までに進捗などありましたら
ML に投げていただいてもかまいません。

光度は増光：大彗星に？



©鈴木文二

大彗星に？

- 沼澤茂美氏の予想イラスト

©沼澤茂美　https://www.facebook.com/photo.php?fbid=10216533861248789&set=a.2079295911762&type=3&theater

京都産業大学もリリース！

アトラス彗星は大彗星になるか？

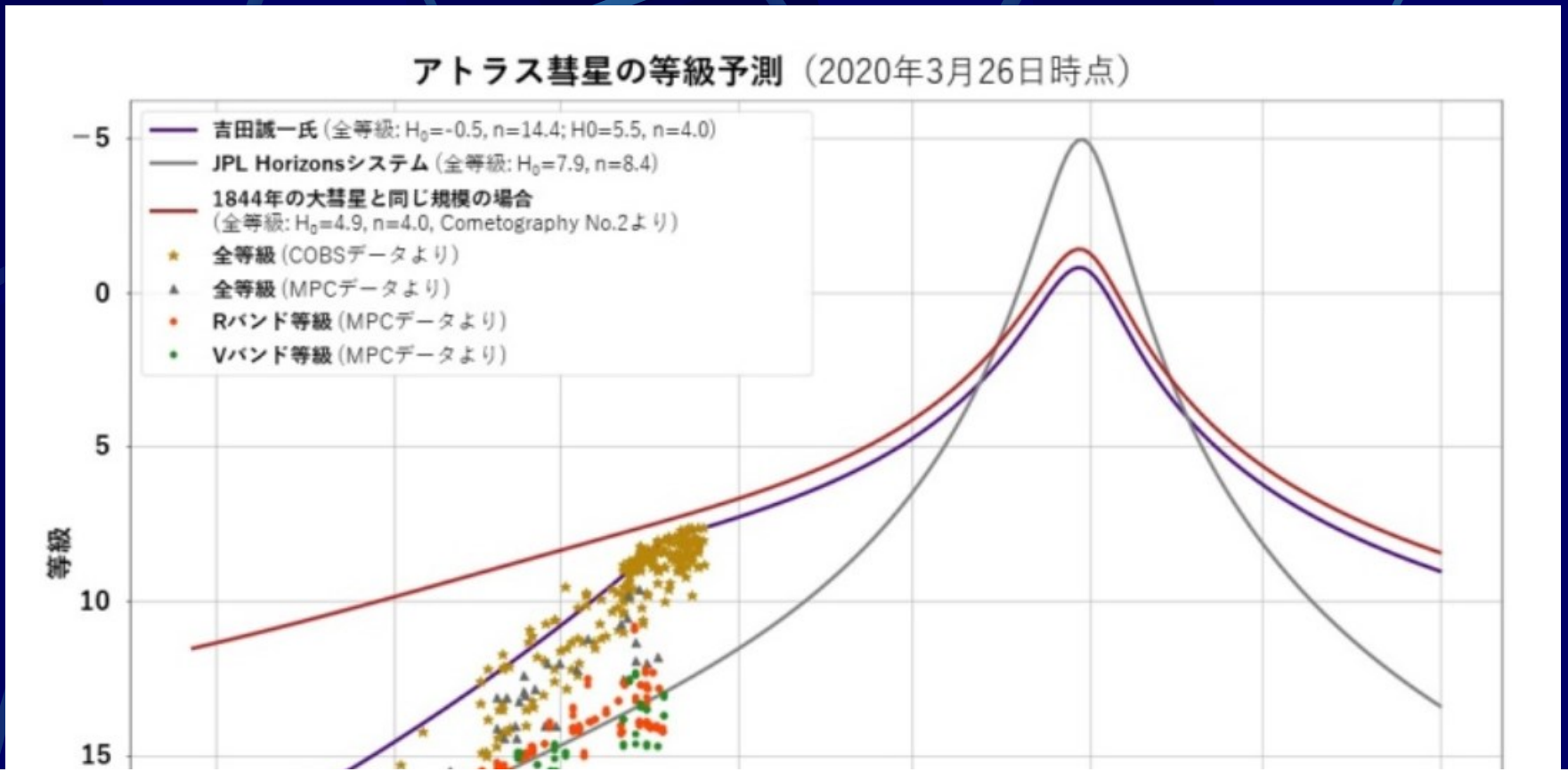
2020.03.26

彗星を肉眼で見たことはありますか？ 2020年5月、アトラス彗星（C/2019 Y4 (ATLAS)）が肉眼で観測できるかもしれません。

アトラス彗星は、ハワイ大学が運用するATLAS (Asteroid Terrestrial-impact Last Alert System；小惑星地球衝突最終警報システム) によって2019年12月28日に発見されました。発見からこれまでの観測データより、2月末から通常の彗星に比べて非常に速いペースで急激に明るくなっています。このまま順調に明るくなっていくと、太陽に最も近づく５月末にはマイナス等級にまで達する可能性があります（図１）。また、アトラス彗星は「1844年の大彗星」と似た軌道を持つことが判明しており、2つの彗星は同じ母天体から分裂した兄弟である可能性が指摘されています。ただし、最も明るくなる頃は太陽のすぐ近くにいるため、ゴールデンウイークころか

© https://www.kyoto-su.ac.jp/news/2020327_859_kao.html

京都産業大学もリリース！



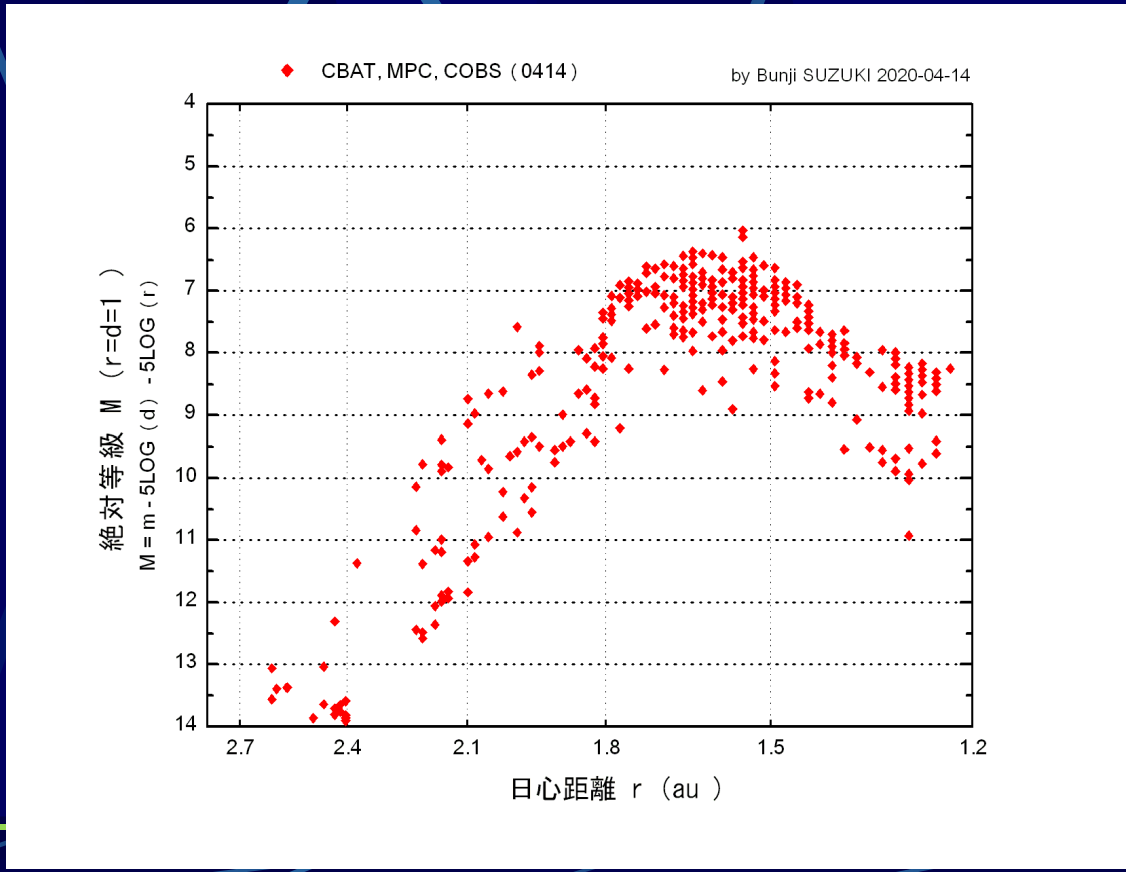
アトラス彗星自身

や太陽系初期に関する多くの知見が得られると期待される今回の貴重な機会を生かすべく、現在、神山天文台の猿楽祐樹研究員や新中善晴氏、河北秀世台長を含む世界中の研究者がアトラス彗星の観測準備を急ピッチで進めています。2014年に期待されたアイソン彗星のように太陽に近づいてバラバラに壊れてしまう可能性もあるため過度な期待は禁物ですが、アトラス彗星の今後が非常に楽しみです。

© https://www.kyoto-su.ac.jp/news/2020327_859_kao.html

ところが。。。。。

- 3月下旬頃から増光しなくなり、減光へ
- 4月上旬には核が崩壊が確認



©鈴木文二

崩壊してしまったアトラス彗星

HUBBLE WATCHES COMET ATLAS DISINTEGRATE INTO MORE THAN TWO DOZEN PIECES

< VIEW ALL NEWS RELEASES

April 28, 2020 1:00PM (EDT) | Release ID: 2020-28

そして残念会に。。。。。

(SolarSystem 10006) Re: C/2019 Y4 (ATLAS)　情報交換会＆今後の予定決め (4/21)

返信

JW

Junichi Watanabe <jun.watanabe@nao.ac.jp>
宛先　SolarSystem@pub.mtk.nao.ac.jp
ＣＣ　Chie Tsuchiya

蓮尾さんの報告では、存在が確認できるかどうかだそうです。
急遽、残念会をしましょう。1 時間限定。　　渡部

Junichi Watanabe さんがあなたを予約された Zoom ミーティングに招待しています。

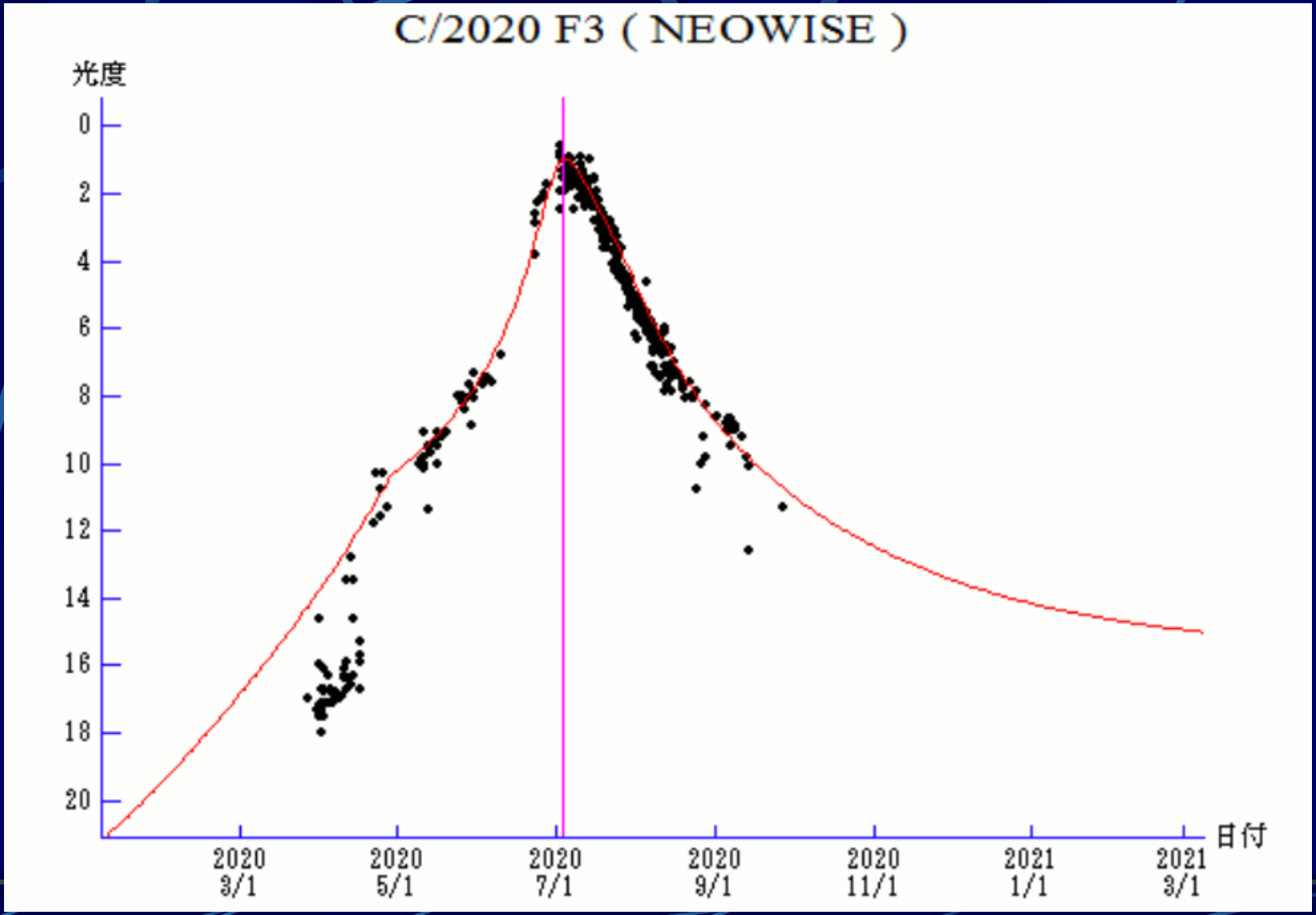
トピック: アトラス残念会
時間: 2020 年 4 月 14 日 09:30 PM 大阪、札幌、東京

Zoom ミーティングに参加する
https://zoom.us/j/97679656708?pwd=SUlydldGTzRlQURXdGRZZnN5RWZjZz09

一方、ネオワイズ彗星(2020F3)

- 赤外線観測衛星NEOWISEによって2020年3月末に発見、周期数千年の長周期彗星
- ちょうどアトラス彗星の挙動に注目が集まっている頃で見向きもされなかったが。。。。
- 予想外にどんどん明るくなって、2020年の大彗星 (The Great Comet of 2020)に。。。

こちらが大彗星に！



© 吉田誠一 http://www.aerith.net/comet/catalog/2020F3/2020F3-j.html

こちらが大彗星に！

© 沼澤茂美
https://www.facebook.com/photo.php?fbid=10217614246017733&set=a.2079295911762&type=3&theater

毎日新聞

ネオワイズ彗星「見事なほうき星」　福島でも観測　愛好家、弾む声

毎日新聞 2020年7月20日 18時42分（最終更新 7月20日 18時43分）

尾を伸ばして光るネオワイズ彗星（すいせい）＝福島市丸子で2020年7月19日午後8時50分、渡部直樹撮影

条件によっては肉眼でも観測できるほうき星として注目を集めているネオワイズ彗星（すいせい）が19日、福島県内でも観測された。福島市の信夫山では午後8時半すぎ、数人の天文愛好家らがカメラや双眼鏡を使って観測。尾がすっと伸びた姿に感嘆の声を上げた。

3月に発見され、7月上旬に見ごろを迎えた。田村市滝根町の星の村天文台によると、全国各地で観測されていたが、県内は7月に入り天気の悪い日が多く、観測できる機会が少なかった。

福島市泉から訪れた天文愛好家、山田直樹さん（55）は「やっと撮れてほっとした。これだけ明るいのは久しぶり。本で見るような、見事な形のほうき星だ」と声を弾ませた。

7月は天候が全国的に悪かったが各地で観察された

© 毎日新聞

まだまだ彗星も流星も予測通りにはならない。。。

ーしかし、そこが面白いー

- この面白さを、ぜひ皆さんと共に伝えたい

（ESO）

今後も宇宙の面白さを共に味わい、そして伝えていきたい

Meteors with extreme beginning heights from observations with high-sensitivity super-isocon TV systems

Get access

P M Kozak ✉, J Watanabe

53,

知の最前線に立つ者として
ー生き方と使命ー

大学院生の皆さんへ

本講義の内容：メッセージ編

- 大学院生としての心構え
  - 研究論文の執筆について
  - 申請書類の書き方
  - 指導教官とのつきあい方
- 基礎科学の研究者としての社会貢献とは
  - 知の最前線に立つものとしての生き方と使命

研究論文の執筆について

- 論文による研究報告は研究者の最低限の義務（特に装置を使ったら。。。）
  - 論文を書くのは誰でも辛い
- とりあえず書く：書かないこと＝研究していないことと同義
  - 論文は自身の研究成果の客観的証拠

研究論文の執筆について

- 自分で作るもの：論文投稿〆切、作ってはいけないもの：いいわけ
  - 人間はだれでも「出来ない理由」を見つけがち
  - 己を律するもののみが研究者になれる―
- 論文執筆は学会発表に合わせよ
  - 最も興の乗った頃が最適―

研究論文の執筆について

- 信用するもの：自分、信用してはいけないもの：他人の論文
  - 研究者は評論家ではない。自分自身で価値を創り出し、世界を読み解く詩人である
- 読みやすい論文をパクれ（内容ではなく、論理構成を）
  - 研究者はあらゆる意味でストーリーテラーたれ

研究論文の執筆について

- 引用は正確に
  - 先人の仕事を尊重せよ、やがて自分も先人になる
- 査読者も指導教官も絶対にあらず
  - 己の感覚を信じよ。査読者に大きく依存するが、場合によってはいい加減なものもある

研究論文の執筆について

- 読んで欲しい研究者には手紙を添えて送付
  （いささか時代遅れか？　むしろ効果的？）

- あるいは出向いて直接、手渡そう
  - 日本人的奥ゆかしさは学問の世界では通じない―

研究論文の執筆について

- 学術論文掲載を目指すとき
  - まずは内容、どこまで書き込むかの設定
  - 自分で〆切設定
  - 目指す掲載論文誌の性格を見極めて
  - 共著者の協力（活用）を存分に

- 失敗をおそれることなかれ

Table 17

Time Dependence of Citation Rates for Papers in Astronomical Journals

Journal	Annual change in citation rate[1] (% of the maximum)	Years to half-maximum citation rate[1]	Median age of cited papers (Garfield 1985)[2]
Average of 7 journals	-8.9 ± 2.2	5.6 ± 1.4	-
Annual Review of Astronomy and Astrophysics	-17.3 ± 33.1	2.9 ± 5.5	5.4
Astronomical Journal	-8.8 ± 4.5	5.6 ± 2.9	5.3
Astronomy and Astrophysics (all citations)	-8.0 ± 2.4	6.3 ± 1.9	4.4
(self citations)	-8.0 ± 3.2	6.3 ± 2.5	-
Astronomy and Astrophysics Supplement	+0.5 ± 6.8	-	-
Astrophysical Journal (all citations)	-9.1 ± 1.5	5.5 ± 0.9	4.9[3]
Astrophysical Journal Supplement	+3.7 ± 33.0	-	-
Astrophysical Journal (self citations)	-9.3 ± 1.8	5.4 ± 1.0	-
Astrophysical Letters	-15.2 ± 9.9	3.3 ± 2.1	9.9
Astrophysics and Space Science	-5.6 ± 9.2	8.9 ± 14.6	5.1
Icarus	-11.2 ± 5.2	4.5 ± 2.1	4.4
Monthly Notices of the Royal Astronomical Society (all citations)	-6.7 ± 3.4	7.5 ± 3.8	5.3
(self citations)	-8.1 ± 6.1	6.2 ± 4.6	-
Publications of the Astronomical Society of Japan	-6.7 ± 2.8	7.5 ± 3.1	5.4
Publications of the Astronomical Society of the Pacific	-8.5 ± 8.5	5.9 ± 5.9	6.5
Soviet Astronomy	-9.8 ± 4.5	5.1 ± 2.3	6.5
Abt (1981a), all citations[4], 1964-1970	-8.8 ± 2.7	5.7 ± 1.8	-
1971-1979	-3.7 ± 1.2	13.5 ± 4.4	-
Abt (1981a), highly cited papers [3], 1964-1970	-5.0 ± 1.8	11.0 ± 3.5	-
1971-1979	-4.6 ± 4.1	10.8 ± 9.5	-

Notes to the table:

1 Citations in papers published in 1984. Baseline for decline of citation rate is 1981 - 1975.

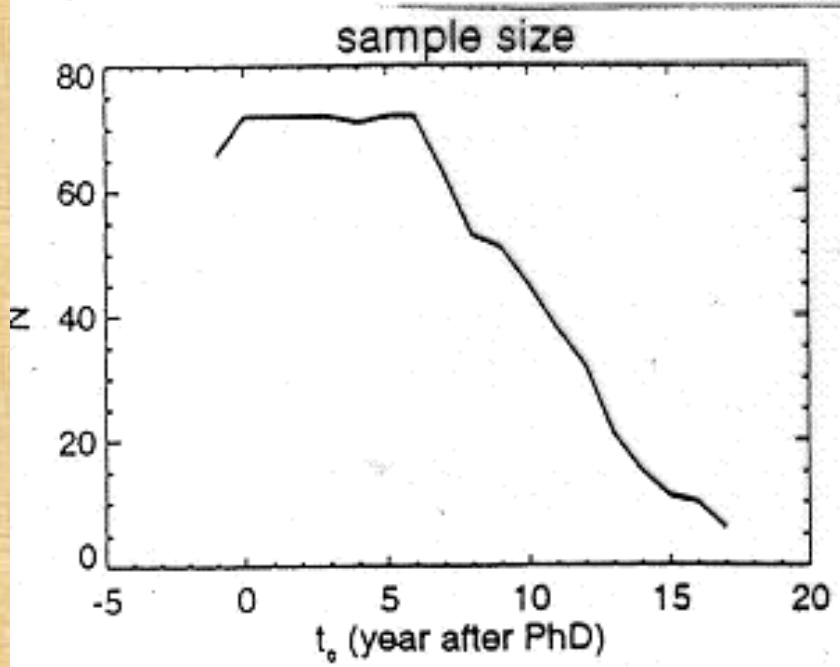
2 Citations in papers published in 1982.

3 Includes citations to the *Astrophysical Journal Supplement*.

4 Citations to papers published in the 1961 *Astrophysical Journal* and *Astronomical Journal*.

Spruit (1996)

PhD取得後の論文引用数の変化



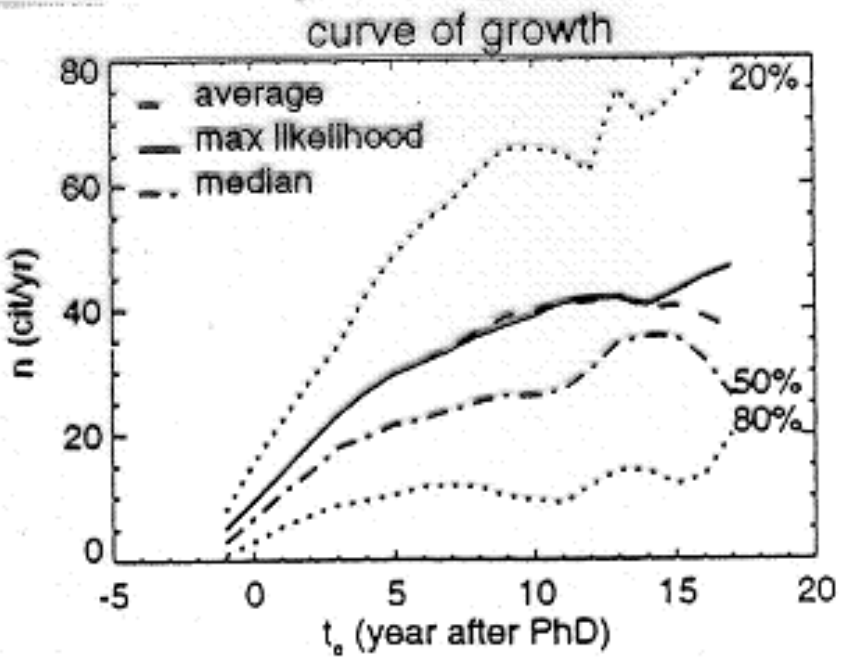


FIG. 1. Left: sample size. Right: growth of citation rate as function of time after PhD. Solid: max likelihood fit discussed in text. Median and 20 and 80 per cent intervals of the distributions are also shown. Curves smoothed by three-year running mean.

引用率

- 論文誌による差
- PASJ　2009年
- Impact Factor　5.022
  - A&A(4.179)
  - AJ(4.481)
  - ApJ(7.364)
  - MNRAS(5.103)

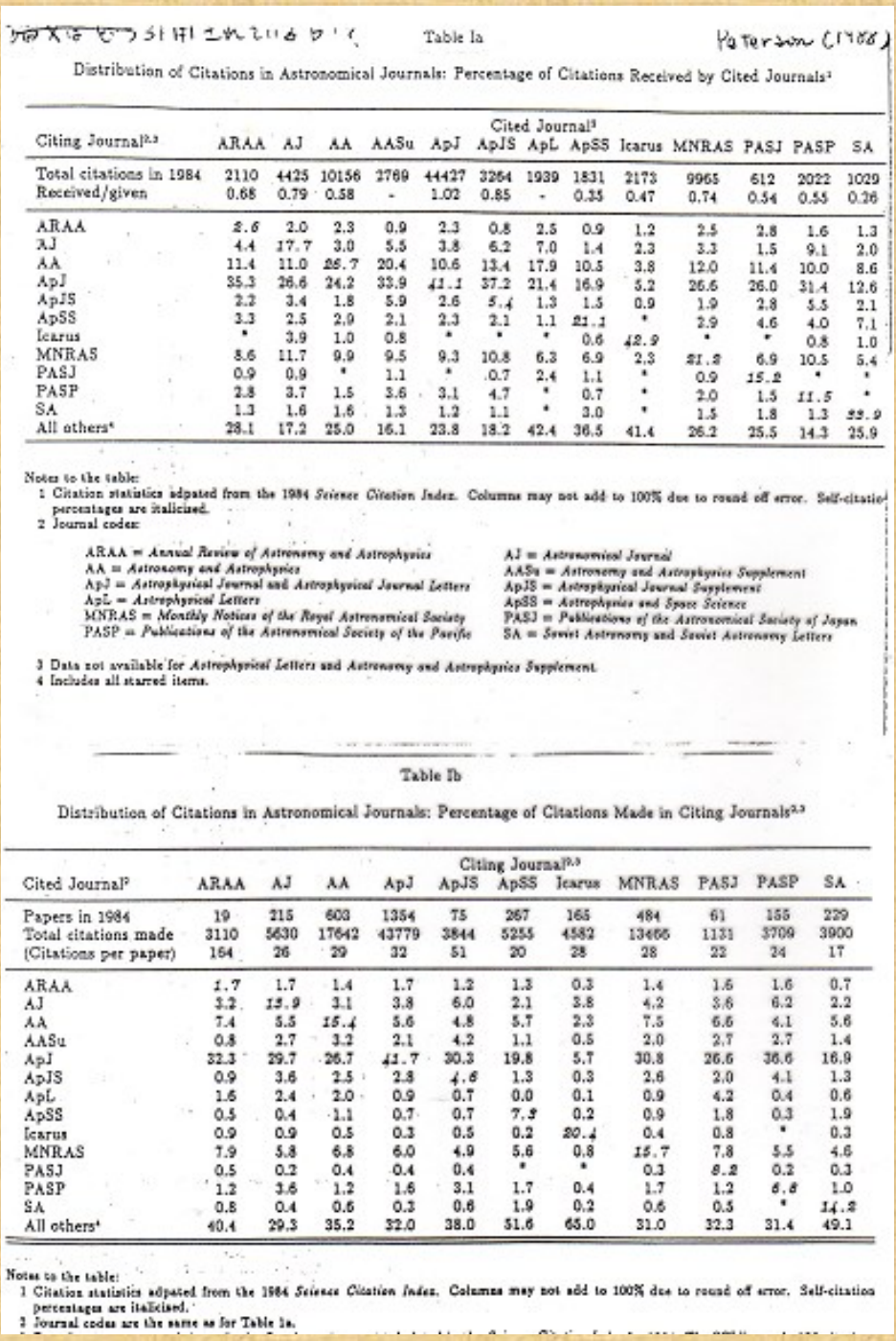


Table Ia

Peterson (1988)

Distribution of Citations in Astronomical Journals: Percentage of Citations Received by Cited Journals[1]

Citing Journal[2,3]	Cited Journal[3] ARAA	AJ	AA	AASu	ApJ	ApJS	ApL	ApSS	Icarus	MNRAS	PASJ	PASP	SA
Total citations in 1984	2110	4425	10156	2789	44427	3264	1939	1831	2173	9965	612	2022	1029
Received/given	0.68	0.79	0.58	-	1.02	0.85	-	0.35	0.47	0.74	0.54	0.55	0.26
ARAA	*2.6*	2.0	2.3	0.9	2.3	0.8	2.5	0.9	1.2	2.5	2.8	1.6	1.3
AJ	4.4	*17.7*	3.0	5.5	3.8	6.2	7.0	1.4	2.3	3.3	1.5	9.1	2.0
AA	11.4	11.0	*26.7*	20.4	10.6	13.4	17.9	10.5	3.8	12.0	11.4	10.0	8.6
ApJ	35.3	26.6	24.2	33.9	*41.1*	37.2	21.4	16.9	5.2	26.6	26.0	31.4	12.6
ApJS	2.2	3.4	1.8	5.9	2.6	*5.4*	1.3	1.5	0.9	1.9	2.8	3.5	2.1
ApSS	3.3	2.5	2.9	2.1	2.3	2.1	1.1	*21.1*	*	2.9	4.6	4.0	7.1
Icarus	*	3.9	1.0	0.8	*	*	*	0.6	*42.9*	*	*	0.8	1.0
MNRAS	8.6	11.7	9.9	9.5	9.3	10.8	6.3	6.9	2.3	*21.2*	6.9	10.5	5.4
PASJ	0.9	0.9	*	1.1	*	0.7	2.4	1.1	*	0.9	*15.2*	*	*
PASP	2.8	3.7	1.5	3.6	3.1	4.7	*	0.7	*	2.0	1.5	*11.5*	*
SA	1.3	1.6	1.6	1.3	1.2	1.1	*	3.0	*	1.5	1.8	1.3	*22.9*
All others[4]	28.1	17.2	25.0	16.1	23.8	18.2	42.4	36.5	41.4	26.2	25.5	14.3	25.9

Notes to the table:
1 Citation statistics adpated from the 1984 *Science Citation Index*. Columns may not add to 100% due to round off error. Self-citation percentages are italicized.
2 Journal codes:

ARAA = *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*
AA = *Astronomy and Astrophysics*
ApJ = *Astrophysical Journal* and *Astrophysical Journal Letters*
ApL = *Astrophysical Letters*
MNRAS = *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*
PASP = *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*
AJ = *Astronomical Journal*
AASu = *Astronomy and Astrophysics Supplement*
ApJS = *Astrophysical Journal Supplement*
ApSS = *Astrophysics and Space Science*
PASJ = *Publications of the Astronomical Society of Japan*
SA = *Soviet Astronomy* and *Soviet Astronomy Letters*

3 Data not available for *Astrophysical Letters* and *Astronomy and Astrophysics Supplement*.
4 Includes all starred items.

Table Ib

Distribution of Citations in Astronomical Journals: Percentage of Citations Made in Citing Journals[2,3]

Cited Journal[2]	Citing Journal[2,3] ARAA	AJ	AA	ApJ	ApJS	ApSS	Icarus	MNRAS	PASJ	PASP	SA
Papers in 1984	19	215	603	1354	75	267	165	484	61	155	229
Total citations made	3110	5630	17642	43779	3844	5255	4582	13466	1131	3709	3900
(Citations per paper)	164	26	29	32	51	20	28	28	22	24	17
ARAA	*1.7*	1.7	1.4	1.7	1.2	1.3	0.3	1.4	1.6	1.6	0.7
AJ	3.2	*15.9*	3.1	3.8	6.0	2.1	3.8	4.2	3.6	6.2	2.2
AA	7.4	5.5	*15.4*	5.6	4.8	5.7	2.3	7.5	6.6	4.1	5.6
AASu	0.8	2.7	3.2	2.1	4.2	1.1	0.5	2.0	2.7	2.7	1.4
ApJ	32.3	29.7	26.7	*41.7*	30.3	19.8	5.7	30.8	26.6	36.6	16.9
ApJS	0.9	3.6	2.5	2.8	*4.6*	1.3	0.3	2.6	2.0	4.1	1.3
ApL	1.6	2.4	2.0	0.9	0.7	0.0	0.1	0.9	4.2	0.4	0.6
ApSS	0.5	0.4	1.1	0.7	0.7	*7.2*	0.2	0.9	1.8	0.3	1.9
Icarus	0.9	0.9	0.5	0.3	0.5	0.2	*20.4*	0.4	0.8	*	0.3
MNRAS	7.9	5.8	6.8	6.0	4.9	5.6	0.8	*15.7*	7.8	5.5	4.6
PASJ	0.5	0.2	0.4	0.4	0.4	*	*	0.3	*8.2*	0.2	0.3
PASP	1.2	3.6	1.2	1.6	3.1	1.7	0.4	1.7	1.2	*6.8*	1.0
SA	0.8	0.4	0.6	0.3	0.6	1.9	0.2	0.6	0.5	*	*14.2*
All others[4]	40.4	29.3	35.2	32.0	38.0	51.6	65.0	31.0	32.3	31.4	49.1

Notes to the table:
1 Citation statistics adpated from the 1984 *Science Citation Index*. Columns may not add to 100% due to round off error. Self-citation percentages are italicized.
2 Journal codes are the same as for Table Ia.

PUBLICATIONS OF THE ASTRONOMICAL SOCIETY OF THE PACIFIC
99:439-441, May 1987

ARE PAPERS BY WELL-KNOWN ASTRONOMERS ACCEPTED FOR PUBLICATION MORE READILY THAN OTHER PAPERS?

HELMUT A. ABT

Kitt Peak National Observatory, National Optical Astronomy Observatories*
P.O. Box 26732, Tucson, Arizona 85726-6732

Received 1986 October 31, revised 1987 February 10

ABSTRACT

We considered the 242 papers published in 1977–86 in the *Astrophysical Journal* by 49 well-known astronomers (i.e., the living Russell, Warner, Pierce, and Heineman awardees and the AAS Presidents) plus a control group of 242 papers selected at random. We found that the numbers of reviews per paper were 1.34 and 1.37, respectively, or an insignificant 0.5σ difference. The average reviewing time was 2.1σ larger (42.7 days) for the papers by the well-known astronomers than for the control (40.8 days), probably because the former are longer papers on the average. The acceptance rate of 95% is higher for the former than for the control (83%), as one would expect for papers by more experienced authors. Thus, the papers by well-known astronomers do not receive significantly fewer or more-rapid reviews, but a larger fraction of them is eventually accepted.

Key words: American astronomers–published papers–reviewing

I. Introduction and Method

In a truly democratic society the papers by all authors, whether the authors are well-known or not, are reviewed with the same speed and scrutiny. In an oligarchy the papers by the leaders receive preferential treatment: they

tion of the younger prize recipients to those before 1977 is because they may not have been considered to be well-known before receiving the prizes. Including the Bruce Medalists of the Astronomical Society of the Pacific would not have added any additional names of Americans, al-

Reject 率

論文の Reject 率

	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ
Nature	75%	25%	
Astron. Astrophy.	12%	23%	65%
Astron. Astrophy. Letters	35%	65%	
Astron. J. / Astrophy. J.	~10%	90%	
M.N.R.A.S.	13%	87%	

ASTRONOMICAL SOCIETY OF JAPAN
c/o NATIONAL ASTRONOMICAL OBSERVATORY
MITAKA TOKYO 181, JAPAN

12 July, 2002

Dear Dr. Hideyo Kawakita,

Ref#: No.2330

Your paper which had been submitted to PASJ

"C2 Swan bands from Comet C/2001 A2 (LINEAR)"
by Hideyo Kawakita, Jun-ichi Watanabe, and K.S. Krishna Swamy

was carefully reviewed by a competent referee.
However, the referee does not recommend publication of your paper as you read in the attached report. I regret to inform you that the paper is not acceptable for publication in Publications of Astronomical Society of Japan (PASJ).

Sincerely Yours,

申請書・提案書の書き方

- プロポーザル、学振書類、科研費申請書類

- 自分のやりたいこと、主張したいことをはっきりさせてから書く
  - 主張が自分で理解できなければ、他人にもわからない

- 5W1Hをはっきりさせる

申請書・提案書の書き方

- 正確かつわかりやすい日本語(英語)で書く

- 専門用語の使用を極力抑える
  - 審査員は、まず間違いなく専門家ではない
  - 専門家以外の人に伝えられなくては失格

- 時間的余裕を持って書く
  - 熱いうちに書いたものは自分本位になりがち
  - 最低１日は時間をおいて冷静に推敲する

申請書・提案書の書き方

- 自分の仕事・業績を「うまく」入れる
  - 全体の学問の流れの中で、自分の仕事がどこに位置しているかを常に意識せよー
- 起承転結を意識せよ
  - 研究者はあらゆる意味でストーリーテラーたれ
- 提案書実例　ーー＞　編集ソフト

申請書・提案書の書き方

- 書く練習は、いくらやってもやりすぎることはない。
- 論理的思考は論理的文章を書くことで、より一層、磨かれるはず。
- 自分の文章を他の人に読んでもらい、わかりにくさ、等を指摘してもらうのもよい。

申請書・提案書の書き方

- せっかく書いた文章はどんどん積み上げ、著書を書いてしまおう。
  - 一般向け著書もある種の業績
- 文章のうまい人（研究者）の書いたものを参考にすべし。（文学作品はだめ。）

若い研究者として大事なこと

- 仲間を作る
  - 引用は知り合い（顔なじみ）の論文からされる
  - 顔は広ければ広い方がよい
  - 得意不得意を理解し、共同研究できる
- 知り合いが多いと楽しい
  - 国際学会は同好の士の同窓会みたいなもの
  - 飲み会でもよい
- 若いうちは疎外感をもってしまいがち
  - 指導教官をフルに活用
  - 機会を捉えて話をしに行く積極性を
  - 日本的な奥ゆかしさは不要

指導教官とのつきあい方

- 教官の指導力の有無、人柄、学問的評価を見極めよ
  - 指導教官は絶対ではない
  - 真摯に対応してくれるか？
  - 同業者の人物評価は良いか？
  - 日本・世界をリードする役割を担っているか？

指導教官とのつきあい方

- 指導教官は利用するものである
  - 盗めるものは徹底的に：知識、ノウハウ、人脈
- 指導教官は乗り越える（乗り換える）ものである
  - 乗り越え、乗り換える気概を持て
- （真の）指導教官は与えられるものではなく、求めるものである
  - 決めたら懐へ飛び込む気持で

知の最前線に立つとは？

- 研究（教育）者として人類のフロンティアを開拓し、知を積み上げていく

- 天文学でいえば
  - 大学・研究機関などの教育研究職員
  - 行政機関の研究職員
  - （ただし、“アマチュア“研究者として日々の糧を別途、調達しつつ、知のフロンティアに立つ者も存在）

知の最前線に立つために

- 博士課程を経て、一定の研究歴(主にポスドク)を積んだ後、就職する

- どのように職を得るのか？

  - 大学・研究機関などの公募人事へ応募
    - 倍率は数一数十倍に:アカデミックポストは熾烈な競争
  - 非公募人事を探る
  - 行政機関の職員採用試験を受験
  - **社会への貢献はアカデミックポストでなくても。。。**

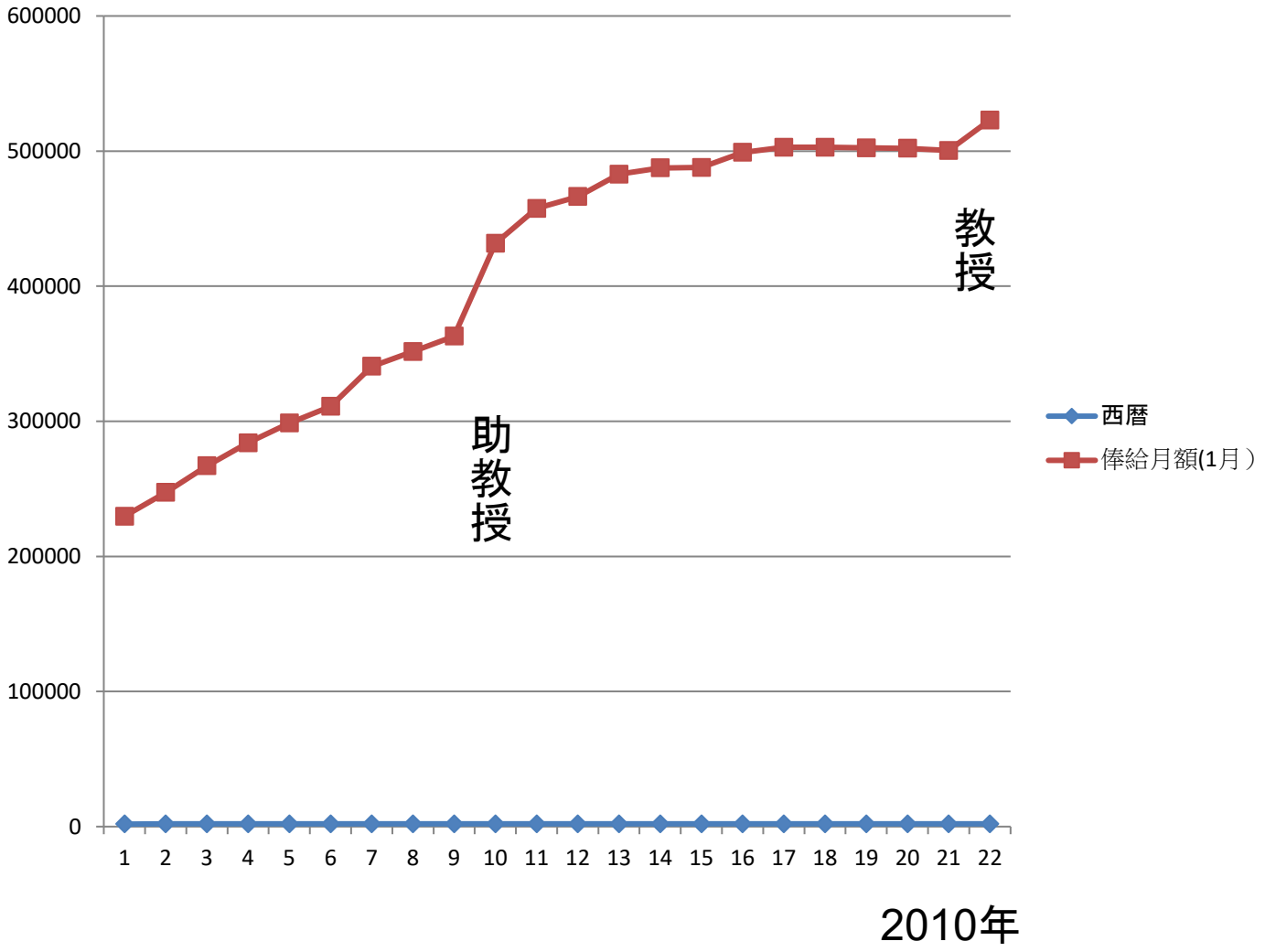
例えば。。。。

- NHKコズミックフロント
- 10年以上続く番組は天文学でのPhDを持つスタッフで支えられている

知の最前線に立つために

- 通常のアカデミックポストのキャリアパス
  - 助教ー准教授ー教授（大学・研究機関）
  - 研究員ー主任研究員ー研究部長（行政系）

月額本給額の年変化（例：渡部）



知の最前線に立つ場合には

- 社会的使命として
- 知の最前線に立つ義務感と倫理感を持つべし

ー　最前線を自ら開拓する気概を　ー

ー　体制・資金に迎合するなかれ　ー

知の最前線に立つ場合には

- 常にアカウンタビリティ(説明責任)を意識せよ
  - 自分は誰によって生かされているのか

日本の科学者 Vol.35 No.1 Jan. 2000

●特集 すばる望遠鏡

ビッグサイエンスと広報活動

ーすばる望遠鏡を例にー

渡部潤一

＜プロローグ＞

「さて，渡部君．月刊の雑誌に連載をしているようだけど，これは止めなさい．」

これは，いまから13年ほど前，筆者が東京大学東京天文台へ助手として採用された時に，当時の上司から言われた言葉である．助手に成り立てで，上司には逆らえない状況の下でも，すこしばかり議論をした覚えがある．が，当時の天文台の中では，雑誌の記事を連載することや出版することが確かにあまり快く思われていない時代だった．まあ，大学院生の小遣い稼ぎの気持ち半分，知の最前線に立つ者としての責任を負う気持ち半分で引き受けていた．

大学院ともなると専門の研究が緒につきはじめ，自分でも知の最先端に立っていることが自覚できるようになる．もちろん，分野によると思うが，当時プロの天文学者で彗星の本格的な研究者は日本にいなかった．軌道計算の大家や，彗星の一般的な知識がある天文学者は居るにはいたものの，物理的な研究を専門に行っている人はきわめて少なかったのである．

知の最前線に立つ場合には

- 常にアカウンタビリティ（説明責任）を意識せよ
  - 自分は誰によって生かされているのか
  - クライアント＝市民

変容する科学研究

科学をよむ

仲間内だけの形式捨て
社会へ成果示す仕事に

村上陽一郎

国際基督教大教授

資料

天文学会
唐牛　宏

その時、電報を打っておけばよかったのかもしれない。いや、打つべきだったのかもしれない。

レビーさん　ＮＯＶ　一四・一二五〇〇（世界時）発見
ルデンコさん　ＮＯＶ　一五・〇四八六一（世界時）発見
私は　ＮＯＶ　一三・四二　（世界時）発見

私の不手際から報告が遅れ、第一発見者の名前は付かなかった。

☆　田中・マックホルツ彗星（一九九二d）

一九九二年四月三日、起床が、いつもより少し遅くなったが、午前三時ごろ、南の空から捜索を始めた。春の薄明は早かったが、夜明け前の東の空は空気が澄んで奇麗だった。午前四時二〇分、ペガスス座に九等級の彗星を発見、確認した。

星図から「二二時一四分　プラス　二〇度四〇分」

迷うことなく、国立天文台に電報を打った。香西先生から電話を頂いた時、その日の朝

刊に掲載されている彗星と同じ物だと知って、驚いていることを話した。私は、彗星の情報を全く知らずに、未明に起き、いつものように星空を眺めていた。先生から、ＩＡＵＣの資料を、ファックスで送って頂いた時も、本当に嬉しく思っていた。名前が付いても付かなくても同じだと、私は四個目の発見を信じていた。

私は夏休みに、米国コロラド州へホームステイに生徒と一緒に行くことになっていた。せっかくの機会だから、アリゾナ州のレビーさんや、マックホルツさんにも会ってきたいし、出来たらパロマー天文台にも行ってみたいと思った。香西先生からレビーさんのアドレスを教えて頂き、アポイントメントを取ることにした。

四月下旬、日本天文学会から「天体発見功労賞」の表彰案内が届いた。宿泊の予約も済ませ、それなりの準備を整えていたが、五月一〇日、一枚の紙切れが速達で届いた。

これほど、アマチュアの心を傷つけるものはなかった。

三〇年という長い歳月を、無心に星空と対話し続けてきた自分は、何んだったのか。銭と時間の、とてつもない浪費に過ぎなかったのではないか。私の人生は、変わるべきなのだ。レビーさんから返事をもらったが、会うことも、パロマー天文台を訪ねることも辞めにした。コロラドの奇麗な星空を見上げていた頃、レビーさんからの書簡が届いた。

[illegible]

きてよかったと思った。小さな紙切れだったが、それは大きな励ましにもなった。

しかし、日本天文学会から、五月一〇日に速達で送付されてきた一枚の紙切れは、星を見つめてきた私の人生観を変えた。

知の最前線に立つ場合には

- 己を信じよ
  - たとえどのような批判を受けようとも
- 　　ー　評論家とならず、知の創造者たれ　ー

連載第47回

インターネットで同時発言する
サイバーコラム

立花隆「同時代を撃つ！」

宇宙物理学の常識を覆す大発見！ 地球の水は宇宙から巨大雪玉が運んできた

[illegible]

報告が増えるにつれ専門家も認め始めた

[illegible]

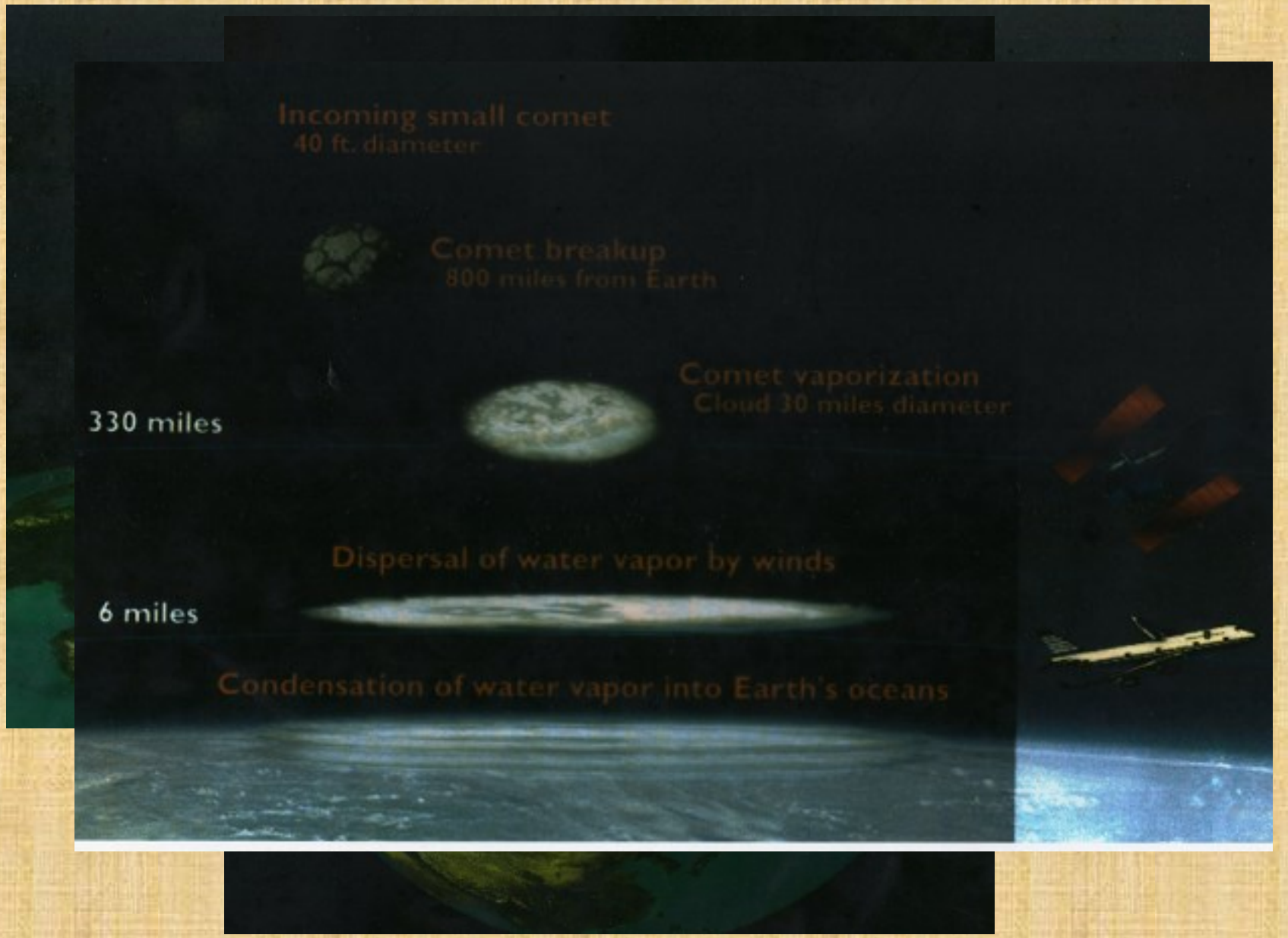
46億年で地球の全表

[illegible]

で基本的にはフランク博士が11年前に
となえた説が確証されたと受けとめ、
今回の日本の報道にあったような[illegible]
げたことをいう専門家はいない。

インターネット「立花隆に大質問」
tkoffice@po.iijnet.or

週刊現代 6/21号


Incoming small comet
40 ft. diameter
Comet breakup
800 miles from Earth
Comet vaporization
Cloud 30 miles diameter
330 miles
Dispersal of water vapor by winds
6 miles
Condensation of water vapor into Earth's oceans

巨大雪玉説と異説に寛容な精神

しかし、立花氏は「異説」に証拠を求めない。これはネットでの連載であった「同時代を撃つ！」に掲載されたものだが、「宇宙物理学の常識を覆す大発見！　地球の水は宇宙から『巨大雪玉』が運んできた」というような記事もある。この説はアイオワ大学の研究者が唱えたもので、宇宙から毎日数千個の巨大な雪玉が飛んできて、地球に水を供給しているというものである。この説が正しければ、地球上の水のほとんどは宇宙から飛来したものである、ということになるという。

この説の真偽はともかく、面白いのは立花氏の反応である。この説に対して冷ややかな日本の研究者やマスコミに向かって次のように怒っている。

> 特にひどかったのは毎日新聞で、「11年前にこの説が発表された時から議論が続き、〝雪玉〟を探そうとする試みもあったが見つからなかった。当時は1日に1、2個という内容だったが、今回は1日数千個という多さで、どこから供給されて飛来するのかも分からない。数千個もあればスペースシャトルから観測できたはずだ。今回の発表は決定的な証拠とは言えず、複数の証拠が出てこなければ多くの人を納得させられないだろう」という国立天文台・渡部潤一助手の談話を付けて、これがほとんどあてにならない話であるかのように書いている。
>
> しかし、これは問題のとらえ方も誤りだし、基本的事実関係も誤りである。
>
> 本来ならこれは、1面トップにしてもおかしくないような大発見である。
>
> アメリカでは、多くの専門家がこれで基本的にはフランク博士が11年前にとなえた説が確証されたと受けとめ、今回の日本の報道にあったような寝ぼけたことをいう専門家はいない。
>
> （「同時代を撃つ！」一九九七年六月五日号）

国立天文台の渡部氏の談話は、「複数の証拠が出てこなければ多くの人を納得させられない」という、科学者としては当たり前すぎるほど当たり前の談話だ。それをつかまえて「寝ぼけている」呼ばわりである。

立花氏が、科学の基礎である「懐疑」というものを理解していないということを、この文章はよく示している。あるいは、理解していながらあえて無視しているのかもしれないが、そうだったら救いがたい。いずれにせよ、立花氏はオカルトめいた「大発見」を常に待望しており、この大発見を少しでも疑うような発言は決して認めないのである。科学的思考を批判し、オカルト的な現象への懐疑は許さない。これは非科学的な態度といわざるをえない。

オカルト信奉への飛躍

- いいかげんな報道例

週刊文春

5月6日・13日ゴールデンウィーク特大号　特別定価370円

総追跡33本

この女のナゾを解く！

小泉今日子 新居を訪れる 葉山の天文学者

「この現場で"雪消し"している感じです」と、この四月にクランクアップした映画「マザーウォーター」の製作発表会見で語った小泉今日子（44）。実は私生活にも「雪消し」感が漂っている。

撮影はオール京都ロケで行われたが、出演者の一歳児をあやすなど終始リラックスした様子。

「雨で撮影が進まないときも、小林聡美さんたちは、近くの卓球場で、勘気あいあいと卓球をしていましたね」（ロケ地の喫茶店店主）

昼食をとった沖縄料理店では「海ぶどう弁」がお気に入りだったとか。

「キャストもスタッフも女性が多く、のんびりムードの作風。この作品を選んだのは自身、かつてのトングッたキョンキョンがゆるい感じにシフトしたのを感じるからです」（映画ライター）

そのゆったり感のあらわれといえそうなのが、小説一月十四日号で報じた葉山への移住。新居は相模湾越しに富士山と江ノ島が一望できる、森戸海岸沿いに立つ高級マンション。棟内には、かつて昭和天皇が会食をしたレストランもある。

「以前は石原裕次郎さんも所有していて、銭湯が故郷なのでも人気です。空き室が出ても市場に出回らずに内々で取り引きされるほどの（不動産店）

このエリアは、芸能人が多いことでも知られる。

「最寄り駅から離れているので、隠れ家には最適。歌手のEPO、元巨人の宮本和知もいるし、石田純一や未架裏沢もマンションを持っています」（地元住民）

日撮証言によれば、

「サングラスも帽子も被らず、すっぴんに買い物袋を下げて普通に歩いてますよ。ピンク系のワンピースや、シースルースキン風の柄のブーツとか、さすがにお洒落で素敵でした」（商店街関係者）

酔った勢いからか、朝方に甲高い声ではしゃぎながらコンビニに入る姿も目撃されるなど、かなりフリーダムな一種子。

「撮影のない日なのか、昼間から飲んでいる時も見かける」（飲食店店員）

などなど、葉山の住人の間でひそかな話題の的になっている。

この葉山夢らし、実は小泉にとって念願の生活スタイルだったようだ。沢村貞子の生き方に憧れていると

して、"海の見える部屋で最愛の人と暮らしながらひっそりと執筆活動をして（中略）そういう準備を始めたいなって思うのはありますね（『マリ・クレール』〇九年五月号）。

「最愛の人」が気になるところだが、葉山の新居では、定期的にある「イベント」が繰り広げられるという。

「彼女が自宅でパーティーを開くのですが、フォトグラファーとかスタイリストや芸能関係者、変わったところでは天文学者といったユニークなメンツが集まるそうです。部屋の中はオールド・アメリカン風にまとめられていて、四～五人ほどは優に寝ることができるほどの広さとか」（前出関係者）

なんだか絵々回遊な隠遁生活だが、「もっと露出を」がファンの心情かも。

次号5月20日号は5月12日（水）発売―定価350円です

海辺の暮らしをマンホの中？

総選挙回本「この女のナゾを解く！」は、ジャーナリストの河崎貴一、神宮恵行、小松陽明、新郷由紀、林幸源、藤健、安田浩一の各氏に取材・執筆のご協力をいただきました（編集長）

知の最前線に立つ場合には

- 科学も人間の所業と心得るべし
- 　　ー　絶対なる評価や定義はない　ー

資料12

さっそくメールありがとうございました。

>> もちろん、鍛冶さんの見方に全面的には賛成は出来ませんが、

SCIASの原稿、デスクに、「渡部さんとか中野主一さんの談話を入れて、公平な文章にした方がいいんじゃないんですか」と提案したら、「いや、雑誌は偏ってないとおもしろくない。筆者の独断でいいの。で、反論が来たら、それをまた載せるから。新聞みたいな中立な文章じゃつまらないから」と言われました。そういう意味で、あの原稿は、ふだん科学面に書いている毒にも薬にもならない不偏不党の記事とはちょっと違います。

それでも結構書き方には神経を使っていて、マースデンが独断でIAUCやらすい星の命名を牛耳っているという客観的な証拠はありませんから牛耳っていると、断定することはできませんが、少なくともそういうイメージをもたれ、反発を買っていることは確かなわけだから、そういう風に書いたり。

以前に、IAUCで地球に衝突する可能性のある小惑星というのが騒ぎになり、NASAがマースデンに文句をつけたことがありましたが、これなんかもスペースガードの主権はどっちにあるのか、という駆け引きですし、惑星の暦は、IAUとJPL、どっちが正当なのか、という争いも感じます。

ようするに、IAU、EU勢力と、NASA、米大学・研究所連合の一連の覇権争いの一つがこの事件だと思います。

> このあたりは確かに鍛冶さんのように、渦中の人間ではなく岡目八目的に>客観視できて、かつ分析能力のあるジャーナリストではないと無理なのでし>ょうね。私にはなかなか難しいです。

知人のことでもあるし、自分の所属する業界内のことをただおもしろがって書くわけにはいかない、あえて、多くを語らず、という立場はよくわかります。

鍛治

やり手の英国人学者が泣く

「冥王星」が背景にあった？

太陽系から仲間外れ？ 冥王星「降格」騒ぎ

冥王星が惑星一家から追放される？ 子どもまで巻き込んだ騒ぎになった一連の

マースデンは、冥王星を降格すると発言したことは一度もない。ただ、栄誉ある小惑星10

「小惑星の番号を付けたからといって惑星から格下げになるとは限らない」と反論した。双方

栄誉ある10000番

筆頭秘書官ヨハネス・アンデルセン名で「第9惑星冥王星の立場を変えるような提案はIAUのいかなる部門でも出されたことはない。また、IAUの惑星系科学分科会の小天体命名委員会は、冥王星に小惑星番号を付けることに反対している」という緊急発表をした。

IAUが冥王星格下げ問題の中心であるかのように報道されていることを、アンデルセンは「そのような事実はなく、誤解されているのは残念」としている。

●小惑星センター責任者のブライアン・マースデン

知の最前線に立てば

- たった者しか理解できない価値あるいは社会への発信できるものがあるはず

- 研究者コミュニティだけでなく、社会へどんどん発信し、問い続けよう

主張・解説

論壇

渡部　潤一

◆二大彗星 明かりを消し夜空を仰ごう

明かり消して百武すい星を迎えよう

三月二十五日、われわれは宇宙のニアミスを経験する。地球からたった十五万キロのところを彗星（すいせい）がかすめていくのである。ニアミスを起こすのは、一月末に発見（ひゃくたけ・ゆうじ）さんが見つけた百武彗星である。三月中旬には肉眼でも見える彗星となり、二十五日から二十六日にかけて、しかも夜の一等星アークトゥルスのそばを通過し、最接近の二十五日には北斗七星から北極星へと駆け抜けていく。

明るさはなんと一等級。大きさも満月よりも広がって見える。と形容されている。尾をたなびかせた雄姿のようなほうき星が、屋久のあいだを駆け抜けるのだ。一九八六年のハレー彗星をしのぐ宇宙のビッグイベントとなるのはまちがいがない。すでにアメリカでは二十五日を「彗星の日」として、朝々のキャンペーンが始まっている。

ところが残念なことに、このような天空ショーも、現在の日本では十分に楽しめないところがある。夜と

いう自然現象が、人工光によって変化しているからである。華やかなネオンサイン、繁華の不完全な街やライトアップなどから漏れる光のせいで、美しい星空が日本から消えつつある。

国民生活は、ここ数十年で飛躍的に豊かになりそうである。しかし、豊かさはかならずしも心の豊かさにつながっていない。そのため、優雅にたたずむ心のゆとりは、天の川はどの思いもしない。だから、その全体像を眺めるには、天の川の見えるような広い場所になくてはならない。

だが、そのような場所は日本からますます失われつつある。都会では天の川どころか、星座さえ見えないほどだ。「光害」にさらされるのである。

光害は星空観測の天敵。観測者以外の人工光のことである。

光害は星空を見えなくしているだけでなく、動植物の生態をも乱しつつある。水化改善の特殊ガラスが、街灯の水銀灯の光に含まれる紫外線を吸収して死んだり、種の実入りが悪化したり、あるいは、生まれ育ったり、といった現象がある。

こうした状況の中で、一昨年末、環境庁は、光害防止を含む条例が県レベルでも誕生した。日本天文学会も先ごろ回転サーチライトの法規制を望むアピールを決議し、環境省に要望したばかりだ。

さて、今回の大彗星を契機に各地で観望会も企画されている。理科離れ危機が叫ばれる今、子どもたちに宇宙の神秘に少しでもいい条件で触れさせるのも、我々大人の責任だ。

せめて、彗星が見られる5月中は不必要な明かりや回転サーチライトを消したい。

彗星は星のような点源ではなく天体なので、サーチライトが消えても、彗星の尾は見えないかもしない。しかしそれは、我々が星空という自然を失った紛れもない証拠なのである。

新しい環境保全計画が閣議決定されたが、光害が生態系に悪影響を及ぼす未知領域として初めて環境問題に取り上げられた。照明を変えるだけで、一〇〇%の効果を六〇%にしてエネルギーの効果もある。

ネオンサインや宣伝灯も上空に放射光が漏れないよう設計し、不必要な時間は消灯する。緑豊なライトアップはしない。光源は下向きやすく、省エネルギー効果のあるナトリウム灯を使う。どれも、光が無駄なく使われている技術的問題であることを考えれば、当たり前のことであろう。こういったほんの少しの配慮で、星空はかなり取り戻せるはずだ。

今回の百武彗星の地球へのニアミスは、ちょうど春休みにもあたる。各地の公開天文台や科学館、同好会などによる観望会が幾々と企画されている。好奇心のある人たちが多くの人たちが参加するだろう。百武彗星は、いわれているが、こういった平常神秘に少しでもいい条件で触れるものも、われわれ大人の責任だろう。

せめて、関東地方に出現する二十三、四日、そして最接近する二十五日の三夜だけでも、要な明かりやネオンサインなどを供たちのために消してもらえないものだろうか。屋外照明のり方を見直すきっかけにもなる。

今回の百武彗星のニアミスは実体ショーの中でも特別に貴しいものになるだろう。私たちひとりひとりの手に預けられている。必ずは、私たち自身がショーの開幕わせて、私たちの少しの努力をすることだ。

宇宙のショーに参加しない

（国立天文台広報普及室長＝

渡部 潤一（わたなべ じゅんいち）
国立天文台天文情報公開センター助教授

連休明けの夕刻の西空に大彗星が出現している。ごらんになっただろうか。01年に発見されたニート彗星だ。この15日に太陽に最も近づき、明るさは3等星に達すると期待されている。

5月下旬には、リニア彗星が同じ夕刻、南西の地平線に顔をのぞかせる。こちらも3等から4等と予想される。肉眼で見える大彗星が同時期に、しかも同じ夜空にふたつも並ぶのは1618年以来である。

しかし、今の日本では、この天空に舞う二大彗星シヨーを十分に楽しむことはできない。夜空を覆わんばかりの「光害」のせいだ。都市部では、天の川は既に夜空の〝絶滅種〟となり、有名な星座さえも〝絶滅危惧種〟となっている。

光害は、星空を遠ざけるだけでない。生態系も破壊している。ワシントン条約の保護種である海ガメの子供たちが砂浜で孵化後、海岸線の水銀灯や町明かりを海と間違えて迷い出し、死ぬ例が報告されている。

さらに、常時点灯された水銀灯は稲や野菜の生育に影響を与えている。夜も鳴き続けるセミや鳥たちは大都市では当たり前になってしまった。

光害の軽減は、実は難しくない。屋外照明の基本は地面や道路を照らすのが目的で、上空を明るくする必要はないからだ。既存の照明でも反射笠をつければ、光害防止と省エネルギーが両立する。

また、低圧ナトリウム灯を使えば、生態系や星空環境の保護と省エネが可能だ。実際、海ガメの保護には低圧ナトリウム灯が大活躍している。

環境省は98年、光害対策ガイドラインを制定し、大分、佐賀、熊本などでは光害防止を含む条例が県レベルでも誕生した。日本天文学会も先ごろ回転サーチラ

夜の闇の底で満
ちの一誌の休刊が決まったり、自治体が運営する

Voice 声

大いに疑問の「政治手腕に期待」

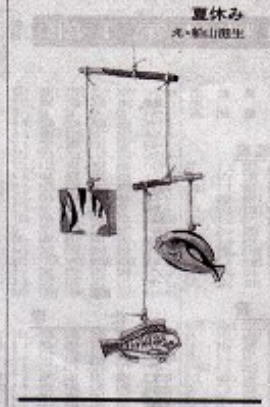
無職 大石 和信（横浜市旭区 66）

小沢一郎氏が民主党代表選に出馬表明した。政権党の自覚なく、山積の重要問題をそっちのけで、人事抗争を引きずる形で代表選に突き進む様に、国民は呆れ果てている。

1年前、自民党から政権を奪い取った結束力は一体どこに消えたのか。日本の将来について熱い決意を語っていた新人議員たちの多くが小沢氏の下に結集している。「小沢氏の政治手腕に期待して」と言うが、信じがたい。政治手腕というより、選挙で世話になったから、これからも選挙上手の世話になりたいから、というのが本音ではないか。

確かに小沢氏の政治手腕を高く評価する人たちがいるが、私には大いに疑問だ。自民党時代から現在に至るまで、どんな政治的功績があるのか。何ゆえに政治手腕が高いと言えるのか。

歴史的な政権交代を実現したことが小沢氏の功績であり政治手腕というのなら、明らかに間違いだ。あの総選挙で民主党が大勝した理由の第一は、多くの国民の自民党離れによる敵失だ。小沢氏の功績でも手腕でもない。離党・解党の力業などを指して政治手腕と言うのであれば、国民の認識とはあまりにかけ離れている。大所高所からの視点なく混迷に拍車を掛けるだけならば、凡庸な政治家だ。



夏休み
え・新山徳生

かたえくぼ

『野田聖子氏妊娠』
コウレイでいいノダ
――バカボンのパパ
（千葉県・印旛河童）

求人確保へ腰折る国の採用抑制

ハローワーク職員 並川 浩一（埼玉県川越市 38）

新卒者の就職を巡る状況が厳しさを増している。企業の採用意欲は依然慎重で、来春もこの傾向が続くであろう。将来ある若者が不安定な立場に身を置かざるを得ないのは本人や家族のみならず、社会にとっても大きな損失だ。

この状況を打開すべく、政府は関係各省の政務官らをメンバーとした新卒者雇用・特命チームを設置し対策を検討することとなった。一方で、国家公務員の人件費削減を目的に、来年度の国家公務員の新規採用抑制が閣議決定されている。来年度の新規採用者数を、昨年度より4割程度抑制しようとするものだ。しかし、これで3千人の新たな雇用が失われる。

ハローワークでは人件費増大を避けたい企業に対しても、採用実績を見ながら個別に出向くなどして採用枠の維持拡大をお願いし、1人でも多くの求人確保に努めている。しかし国が人件費抑制を名目に採用枠を縮小しては、企業への説得力に欠ける。人件費削減を急ぐがあまり、影響を熟慮せず、性急な決定をしてしまったのではないか。

天体ショー妨げる自販機乱立

大学院生 羽村 太雅（千葉県柏市 23）

「あふれる自販機、エコに逆行」（17日）を読みました。自販機が急増していることに対し、私は別の視点から問題提起したいと思います。

私の家の周りには、春に1台、8月に入ってもう1台、自販機が増えました。これによって、我が家から自転車で1分の圏内には6カ所7台の自販機が夜も燦々と輝いています。少し離れた建設会社の付近には、3カ所7台の自販機が20㍍程度の間隔で並んでいます。以前まで、我が家の周りでは夜になるときれいな星空が見られました。しかし最近になって、以前は暗かった場所も自販機の明かりで星が見えにくくなっています。

防犯上必要な街灯は仕方ないと思いますが、無駄としか思えない自販機の設置で、ふと星空を見上げる、そんな楽しみが奪われていると思うと無念でなりません。エコにも逆行し、我々を楽しませてくれる天体ショーをも妨げる自販機の乱立を食い止めることはできないのでしょうか。

一つの代替治療法への固執危険

「あまりに無防備」山ガールの嘆き

天体ショー妨げる自販機乱立

大学院生 羽村 太雅（千葉県柏市 23）

「あふれる自販機、エコに逆行」（17日）を読みました。自販機が急増していることに対し、私は別の視点から問題提起したいと思います。

私の家の周りには、春に1台、8月に入ってもう1台、自販機が増えました。これによって、我が家から自転車で1分の圏内には6カ所7台の自販機が夜も燦々と輝いています。少し離れた建設会社の付近には、3カ所7台の自販機が20㍍程度の間隔で並んでいます。以前まで、我が家の周りでは夜になるときれいな星空が見られました。しかし最近になって、以前は暗かった場所も自販機の明かりで星が見えにくくなっています。

防犯上必要な街灯は仕方ないと思いますが、無駄としか思えない自販機の設置で、ふと星空を見上げる、そんな楽しみが奪われていると思うと無念でなりません。エコにも逆行し、我々を楽しませてくれる天体ショーをも妨げる自販機の乱立を食い止めることはできないのでしょうか。

愛称を。「朝日川柳」は1通に2句以内▶住所、氏名、年齢、職業、電話番号
添付ファイルはご遠慮下さい▶原稿は返却しません▶本社電子メデ

資料出典

- 「ビッグサイエンスと広報活動」（渡部、日本の科学者2000年1月号より）
- 「変容する科学研究」（村上、朝日新聞より）
- 「森たかあき氏自費出版本抜粋」
- 「毎日新聞記事抜粋」
- 「週刊現代記事抜粋（立花隆）」
- 「サイアス記事抜粋（鍛冶信太郎）」
- 「朝日新聞記者との電子メール抜粋」
- 「朝日新聞論壇、声抜粋」