

Title:

彗星探査ミッション Comet Interceptor

Abstract:

Comets are pristine small bodies and thus provide key information about the solar system evolution. Remote observations by ground observatories have characterized various comets, while in-situ observations by spacecraft have brought much more detailed information on several comets. However, the direct observations by spacecraft fly-by or rendezvous have been limited to the short-period comets, which neared the sun many times in the past and thus lost some of primitive characteristics. The Comet Interceptor mission, led by ESA, aims at a long period comet or an interstellar object. We, Japanese team, will provide an ultra-small daughter spacecraft, whose closest approach will be less than 1,000 km, allowing the first-ever multi-spacecraft fly-by observations of a comet.

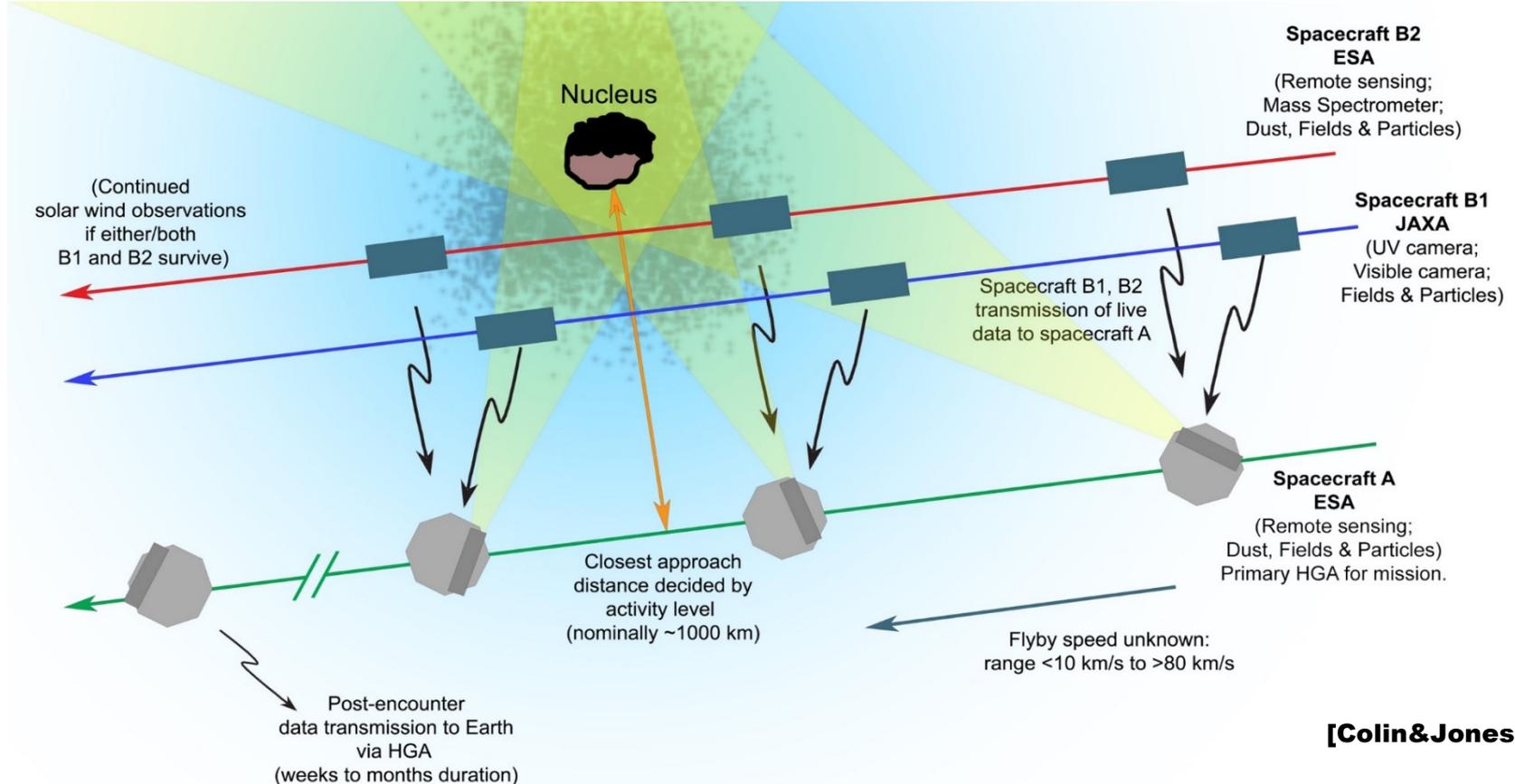
太陽系探査における水進化研究
(電磁圏・彗星視点)

彗星探査ミッション
Comet Interceptor

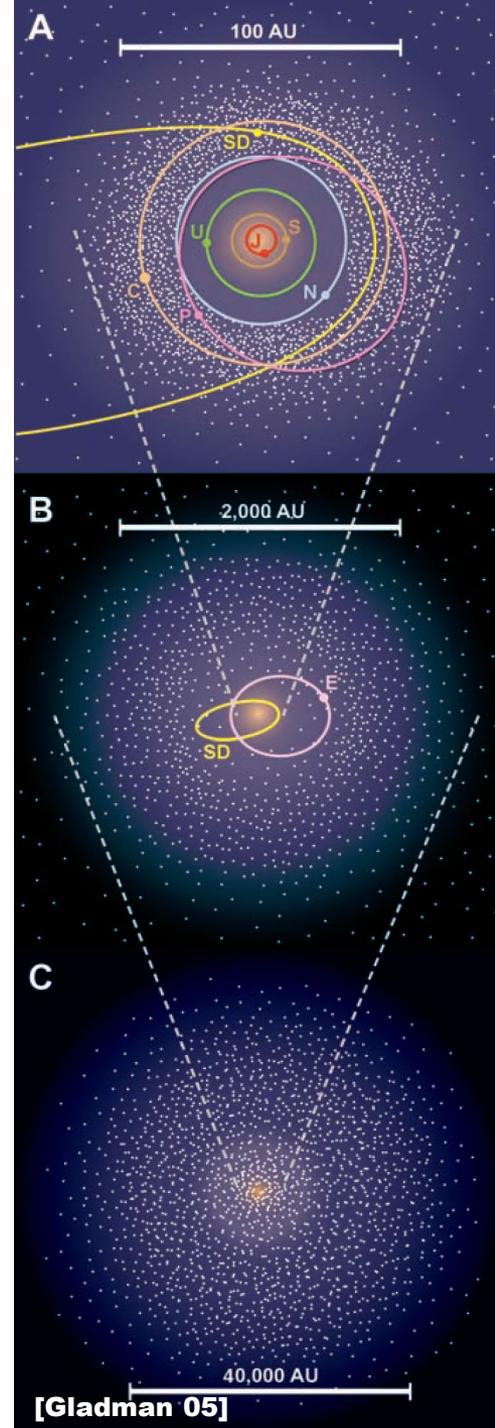
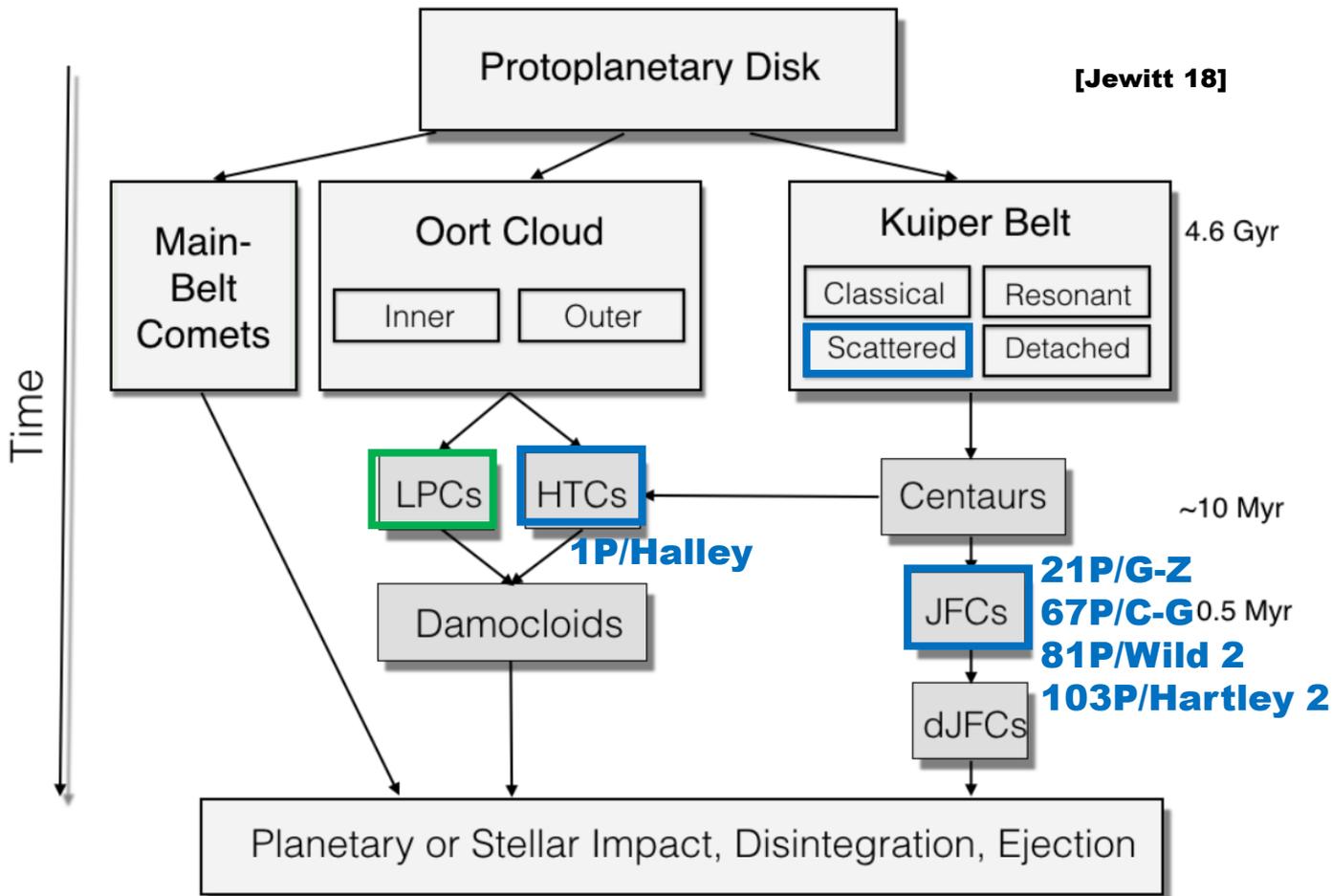
笠原慧(東大), 亀田真吾(立教大), 吉岡和夫(東大),
松岡彩子(京大), 齋藤義文(**ISAS**),
河北秀世(京産大), 新中善晴(京産大), 渡部潤一(**NAOJ**),
船瀬龍(**ISAS**, 東大), 尾崎直哉(**ISAS**)

Comet Interceptor

- **ESA F-class mission (総予算: 150 M€), 2028年頃打ち上げ予定(Arielの余剰重量)**
- **3台の探査機(A, B1, and B2)による彗星フライバイ**
 - 1機(B1)はJAXAからの提供(という構想)
- **ターゲット: 長周期彗星(もしくは恒星間天体)**

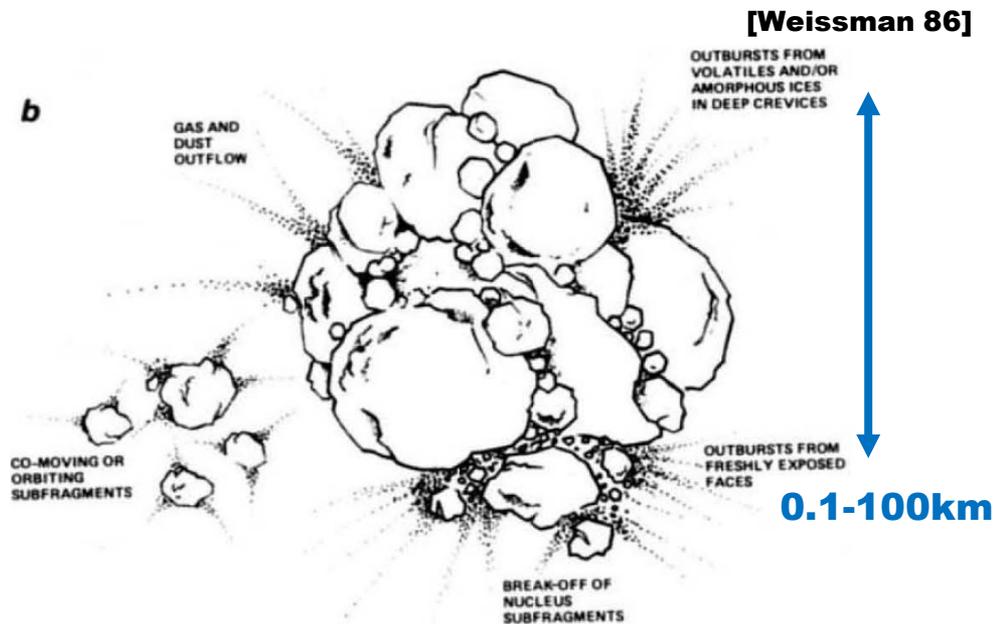
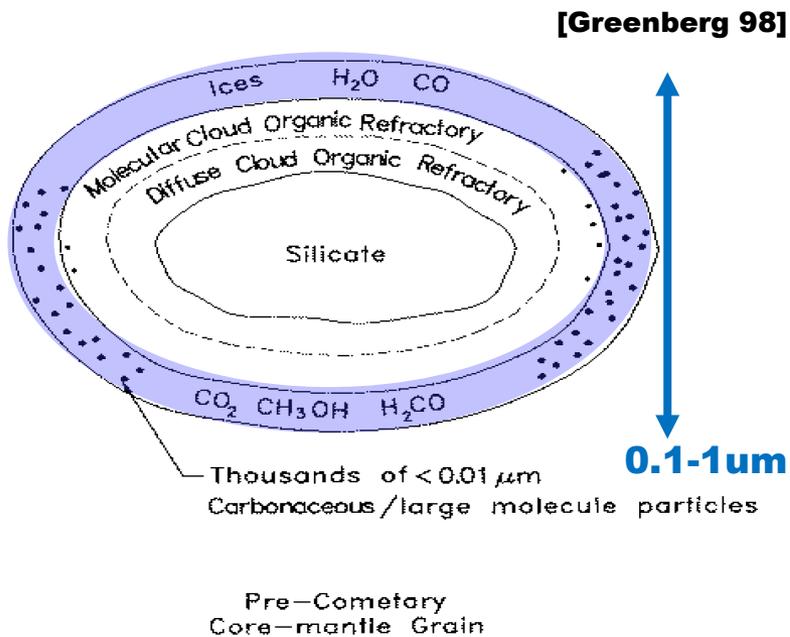


Evolution of comets



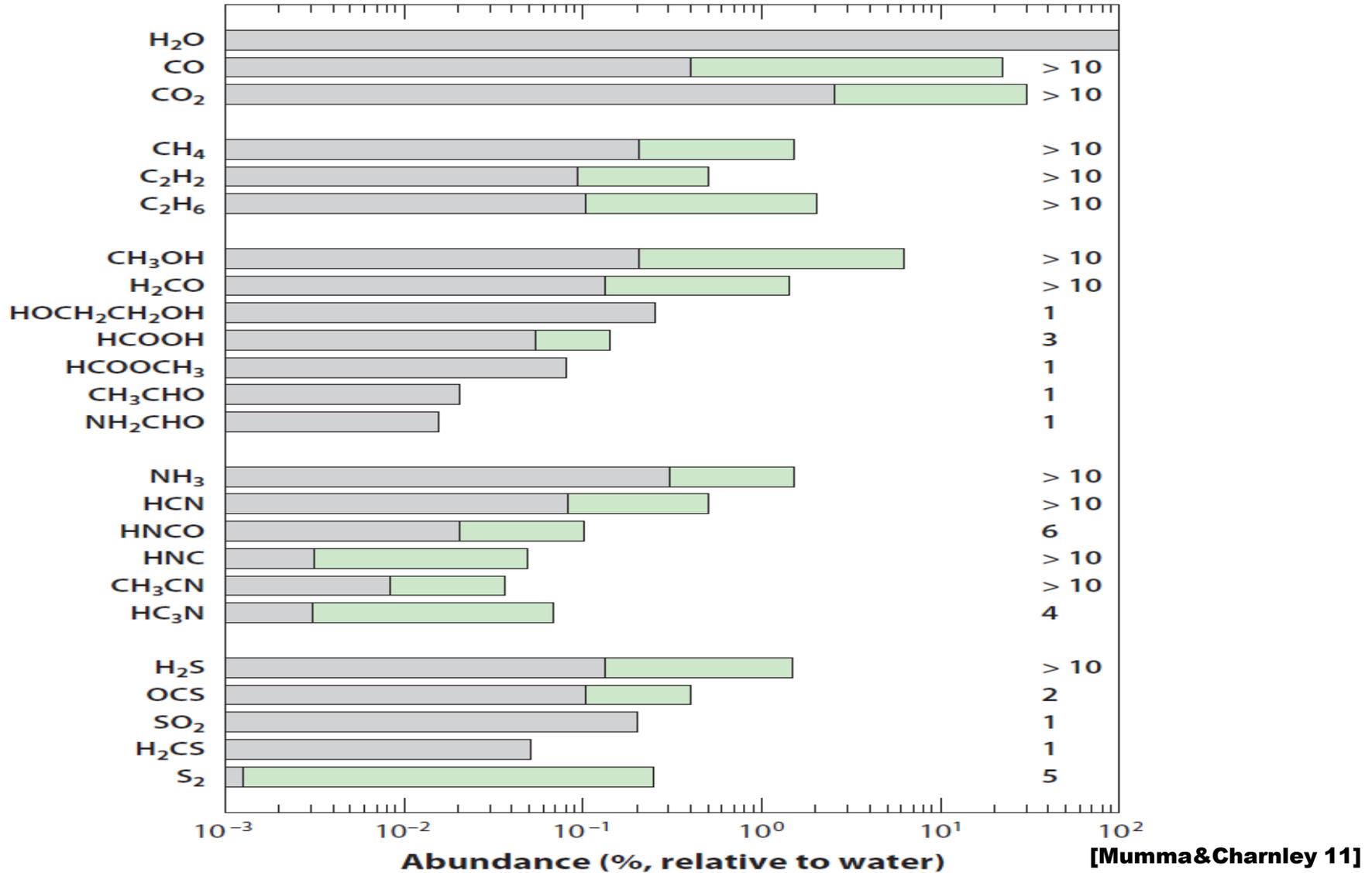
- これまで直接探査された彗星は全て**短周期彗星**(最長周期は**Halley**の75年)
- **C**ミッションでは**長周期彗星**(より始原的な彗星)を初めて直接探査する
 - 特に、オールの雲から直接落ちてきた彗星が好ましい

Comet substructure



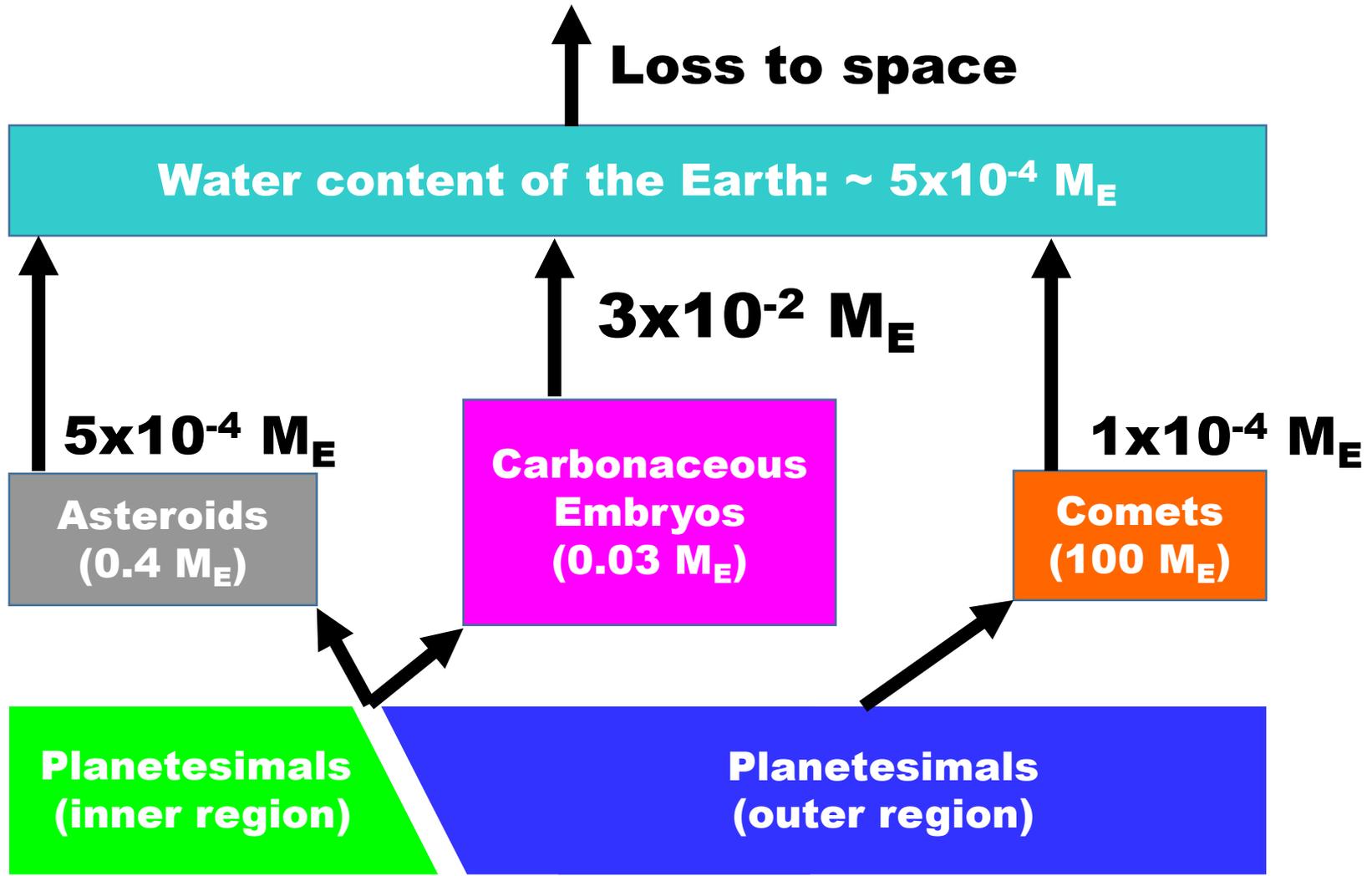
- 氷とダストの集合体
- **Dust/ice ratio > 4 for 67P/C-G (Rotundi+15; Fulle+17)**
 - より始原的な彗星では？
- 太陽に近づくと氷が昇華 → コマの形成

Coma composition



• 氷の>70%がH₂O (次いでCO, CO₂)

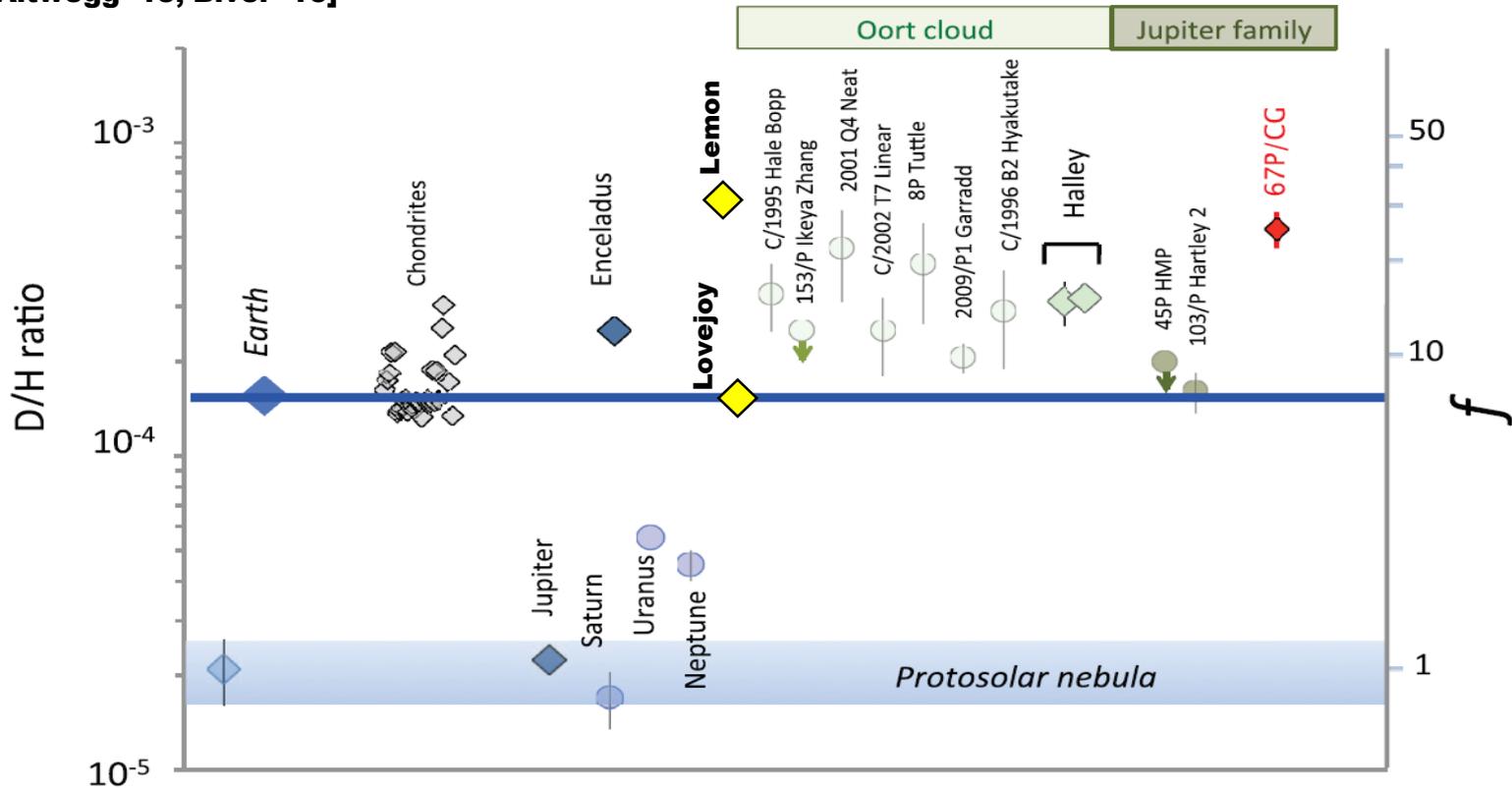
Comet is a MINOR source of water on the Earth



- 軌道力学の観点では彗星からの H_2O 供給は限定的 (Morbidelli+ 00)

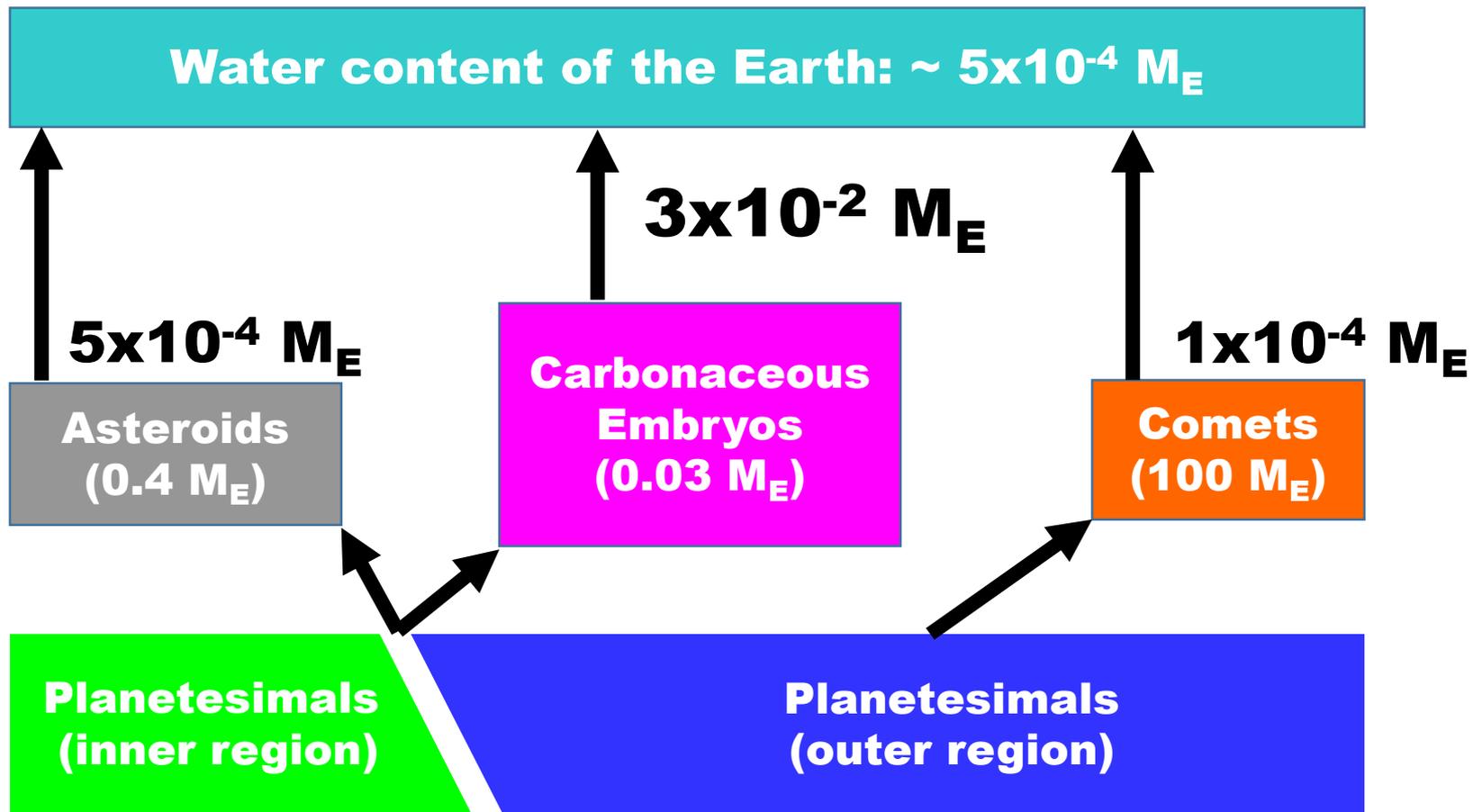
D/H ratio of water in the solar system

[Altwegg+15; Biver+16]



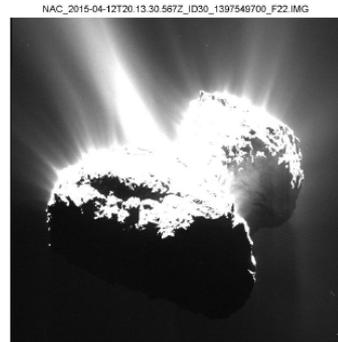
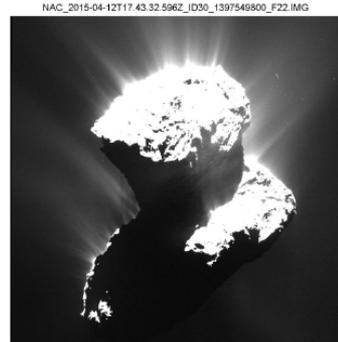
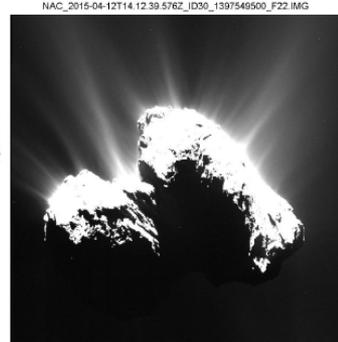
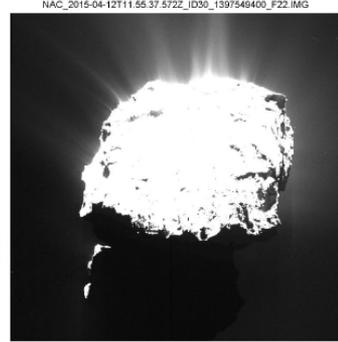
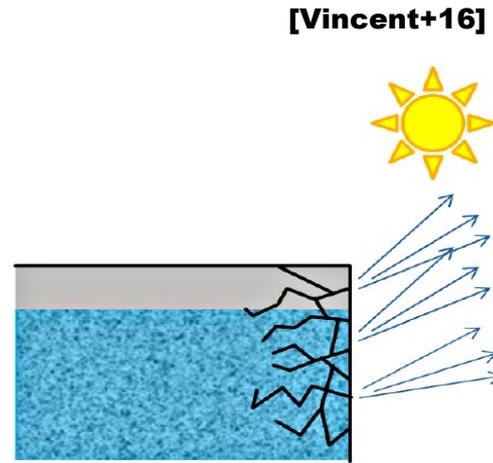
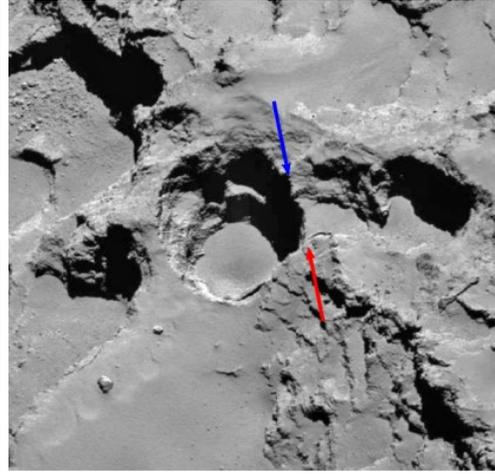
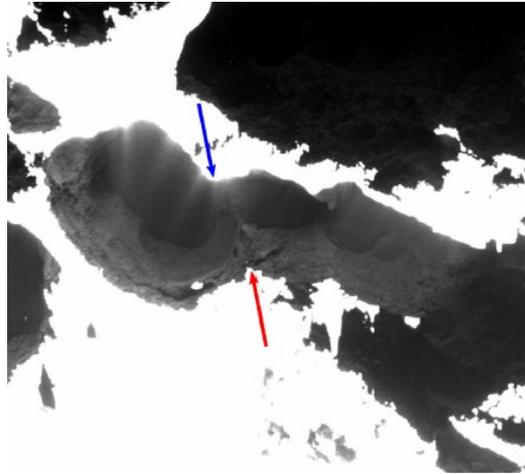
- 彗星のD/H比(の平均)は地球の水に対して大きすぎる
- 彗星からのH₂O供給は限定的

What do comets tell us (on water transport across the solar system)?



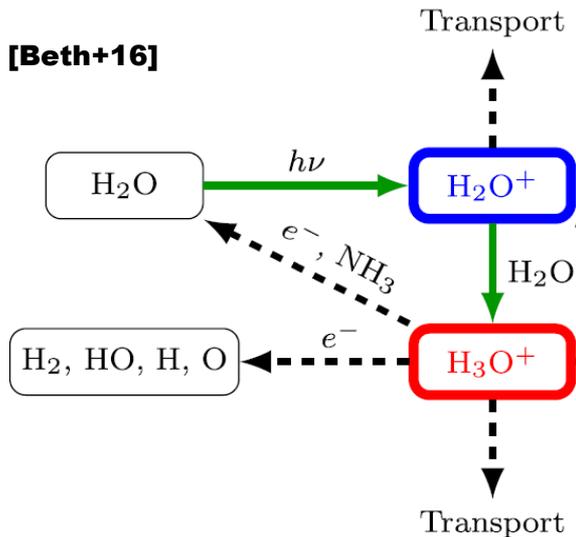
- 原始太陽系に存在した水の大部分は微惑星(→彗星)として太陽系外へ
- 彗星は太陽系の「乾燥剤」
- 彗星は残された太陽系の(大量の)水をどのように捨て去るのか？

How water is ejected from nuclei?

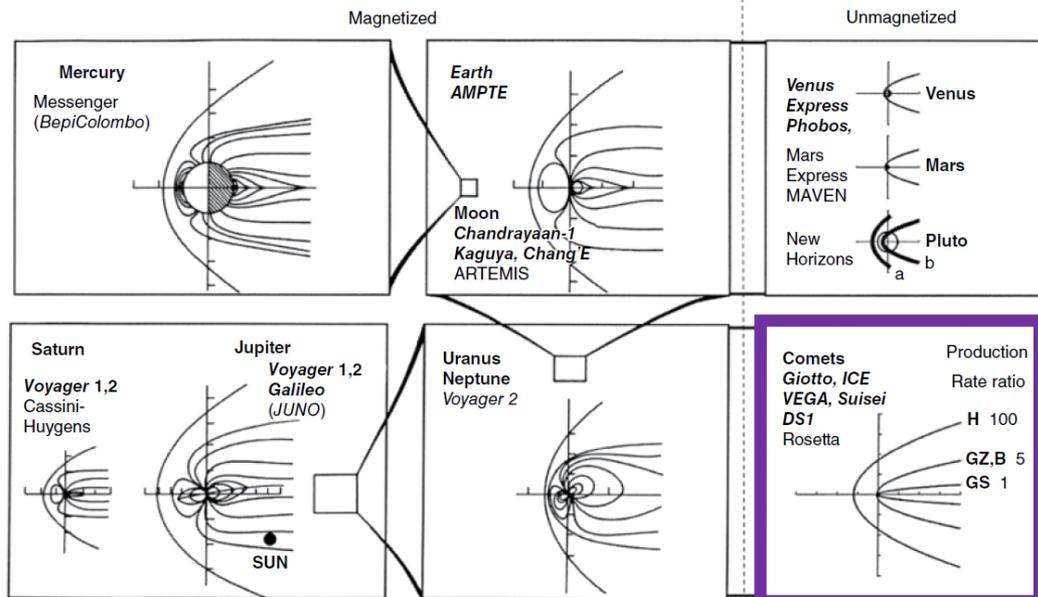
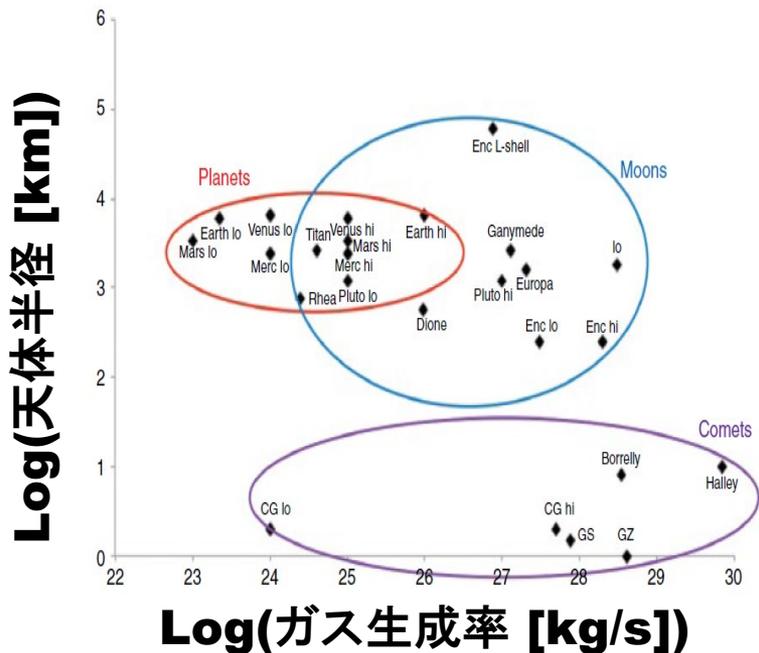


- (これまで探査した短周期彗星では)表面はボルダー・レゴリスに覆われており水は局所的なジェットとして放出される
 - 熱的/構造的ストレスで脆くなった地形に熱が侵入することで内部の氷が昇華
- しばしば見つかるピットは氷の昇華に伴う陥没地形？
- 長周期彗星ではどうか？

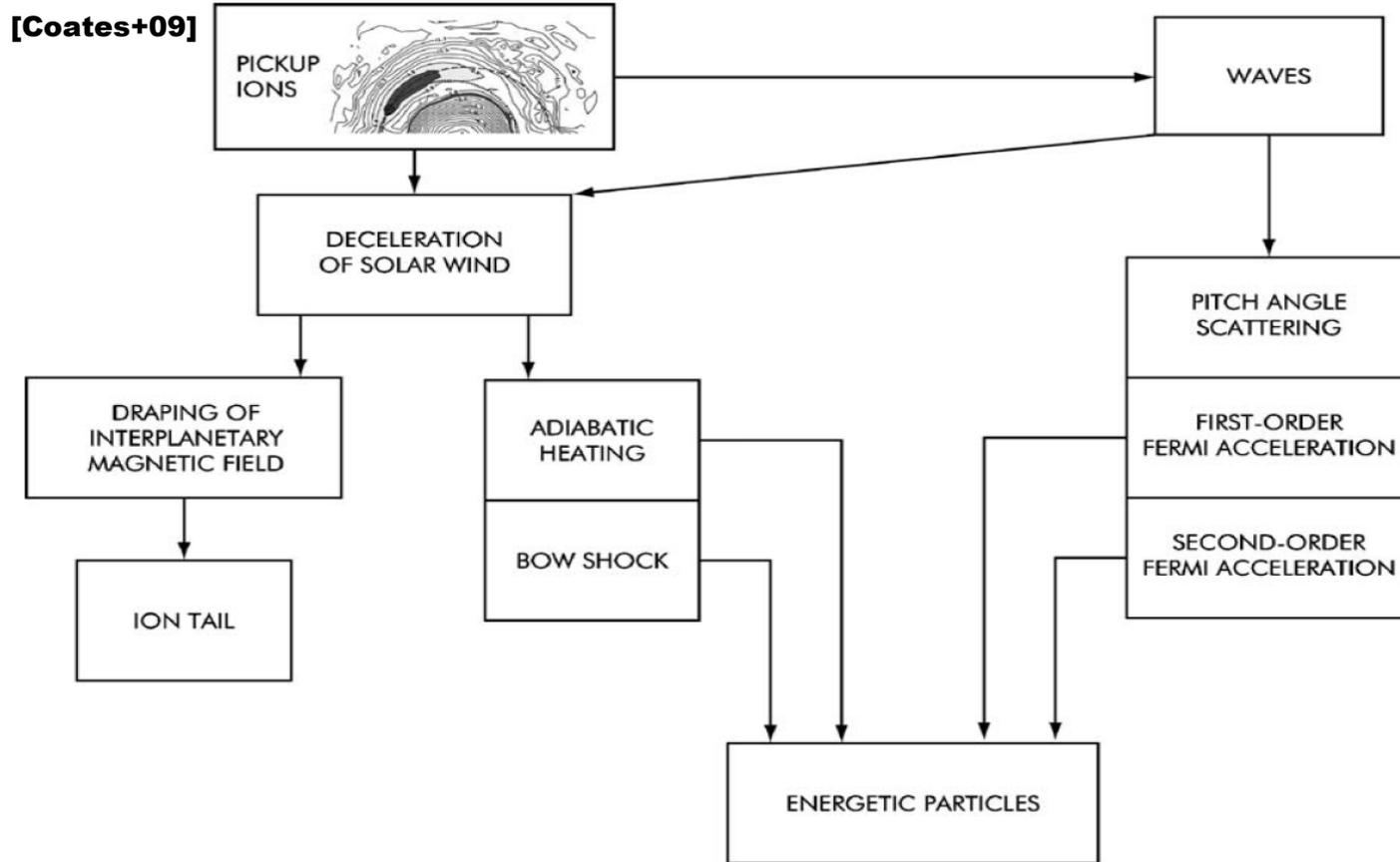
How does water interact with the solar wind?



- **H₂O**は光電離の後にピックアップされる
 - 寿命: 2×10^6 s (Huebner+ 92)
 - 膨張速度: ~ 1 km/s
 - \rightarrow H₂Oコマ $\sim 2 \times 10^6$ km
- ガス生成率@1au $\sim 10^{27-31}$ s⁻¹
 - **Bow shock, ionopause,...**の形成
 - 活動度によって磁気圏の構造は変わる
 - 長周期彗星では?

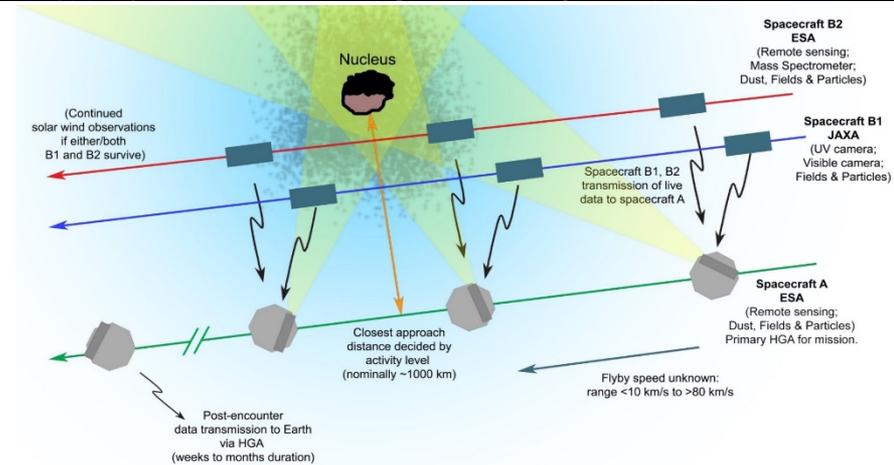
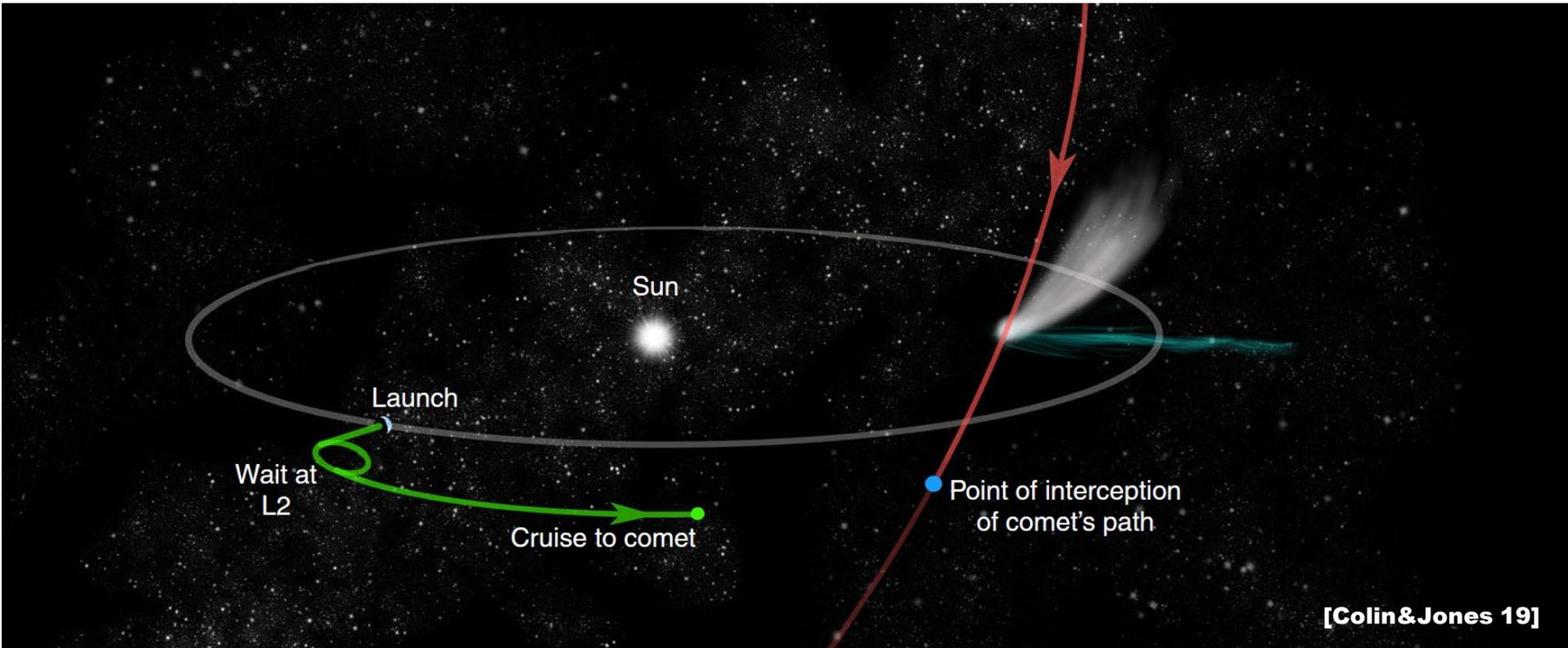


Solar wind – comet plasma interaction



- 波動粒子相互作用を介した太陽風から彗星プラズマへのエネルギー輸送
- 活動度によって観測される波動は異なる
 - **Alfven**波, イオン音波, **mirror mode**構造, . . .
- 長周期彗星では？

Intercepting an yet unknown comet



Instrumentation

Summary

- 彗星は残された太陽系の(大量の)水をどのように捨てるのか？
- 未踏のターゲットは長周期彗星
- **Comet Interceptor** ミッションは長周期彗星(願わくば新・長周期彗星)を三機の探査機でフライバイ観測
 - ミッション目的:長周期彗星の特徴を観測し,短周期彗星との比較を通じてその多様性を理解すること【比較彗星学】