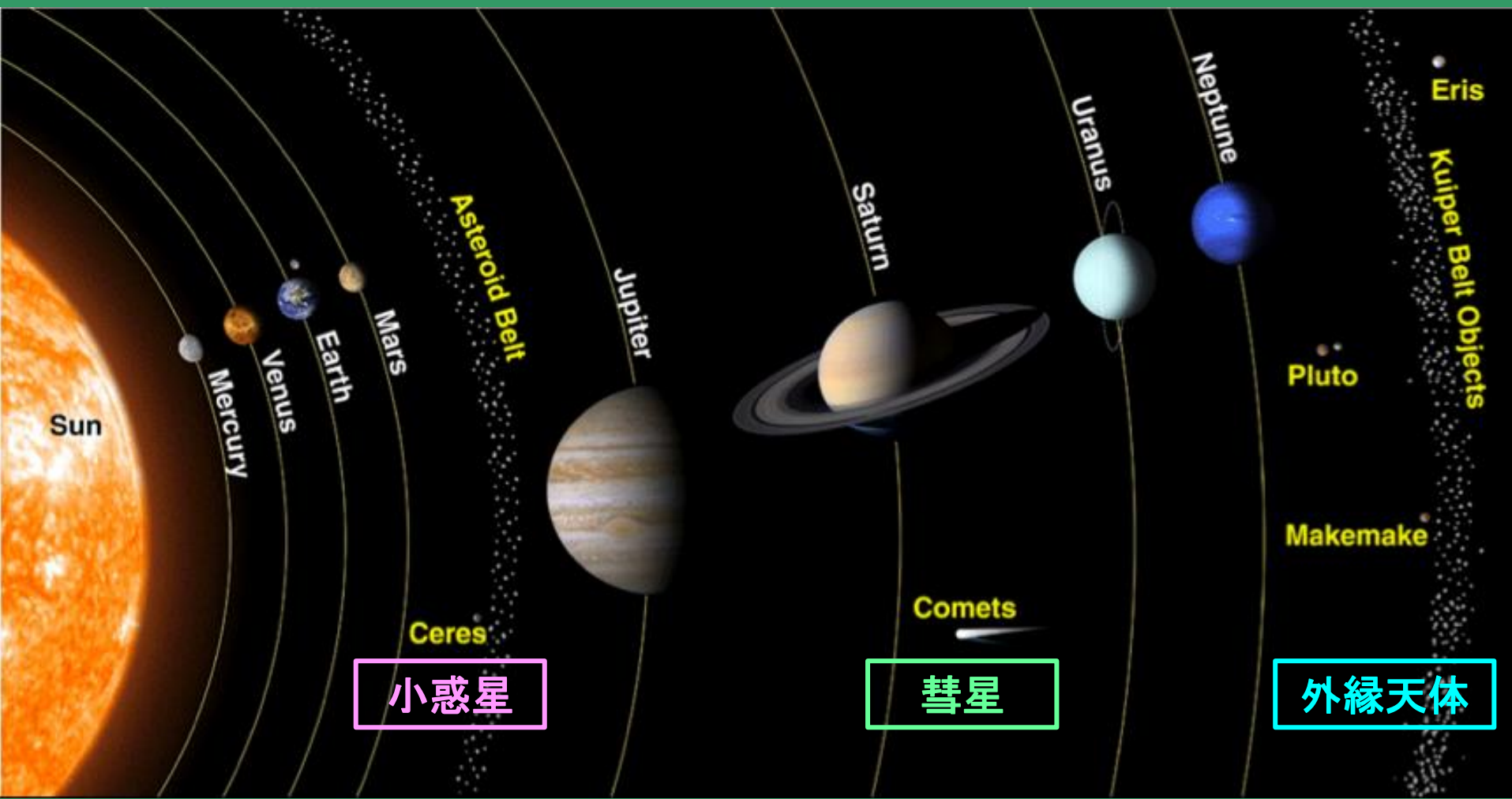


# GREX-PLUS：太陽系小天体サイエンス

寺居 剛、大坪 貴文（国立天文台）



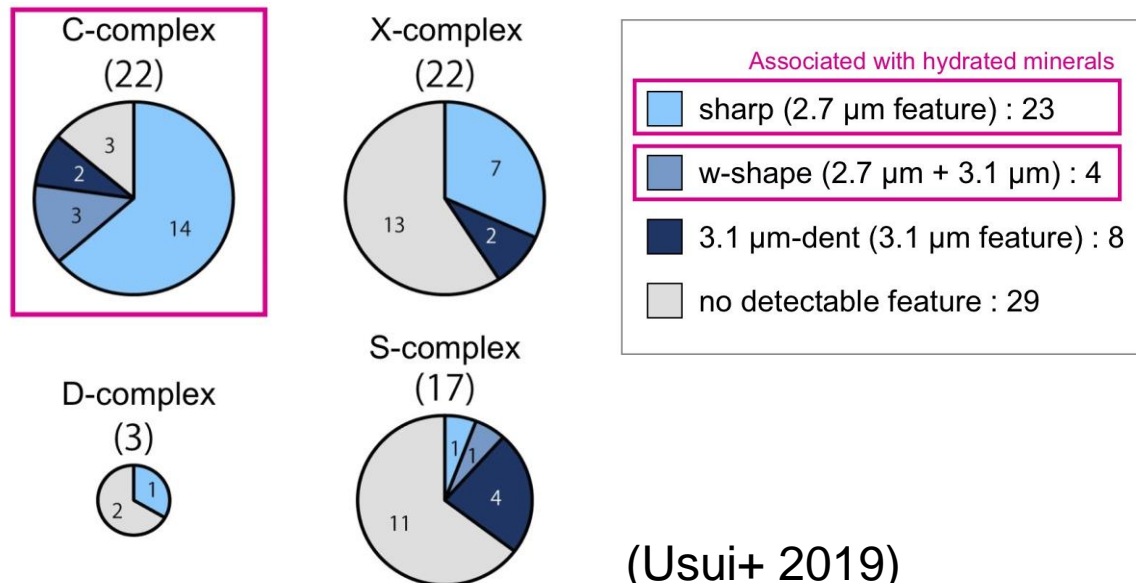
# 太陽系小天体サイエンス

---

- 惑星形成の材料である微惑星の形成・進化、初期太陽系の環境・物質分布
- ケイ酸塩・炭素質鉱物、氷分子 ( $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ , etc.)・含水鉱物、有機物
- 熱履歴、初期組成・化学進化、起源・軌道進化、地球への水・有機物供給
- GREX-PLUS による太陽系小天体観測：
  - ① 小惑星上の含水鉱物
  - ② 外縁天体表層の  $\text{H}_2\text{O}$  氷
  - ③ 彗星の化学組成

# ① 小惑星上の含水鉱物

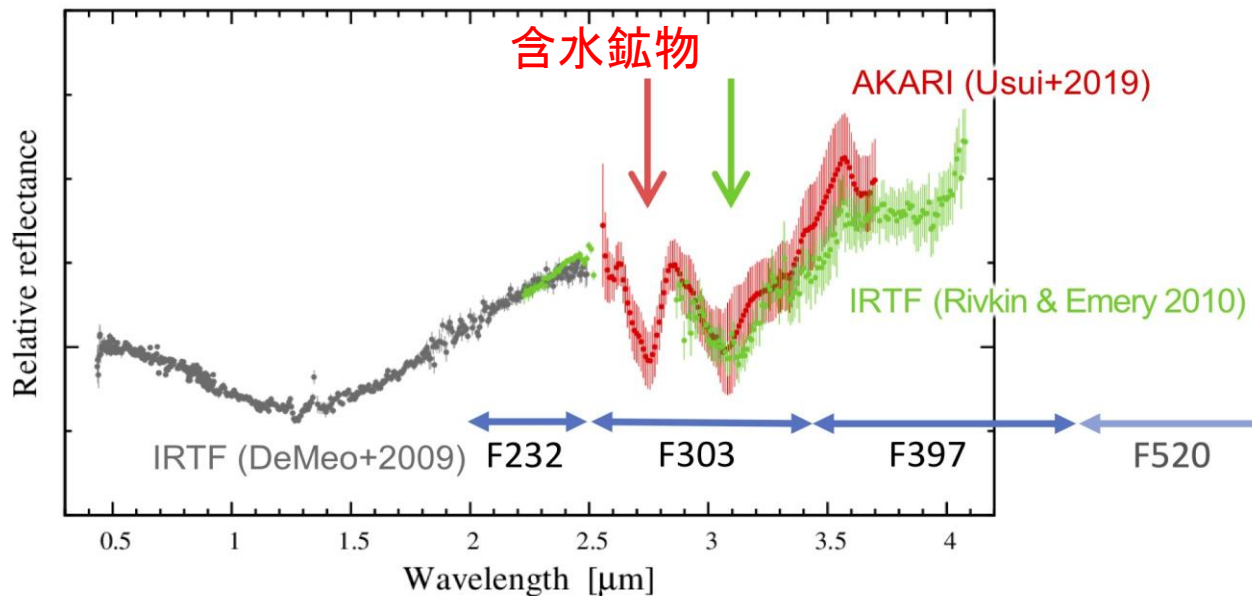
- 小惑星中の水の存在は、太陽系の形成・進化、さらには地球の水の起源という観点でも重要なテーマ
- 含水鉱物の 2.7  $\mu\text{m}$  フィーチャ  
⇒ 地上観測は大気吸収の影響で 2.5–2.85  $\mu\text{m}$  の観測が難しい  
⇒ スペースでの観測が必要
- 赤外線衛星「あかり」による近赤外線分光観測 (2.5–5  $\mu\text{m}$ )  
⇒ 66天体中27天体 (C型小惑星では22天体中17天体) で含水鉱物の徴候



(Usui+ 2019)

# ① 小惑星上の含水鉱物

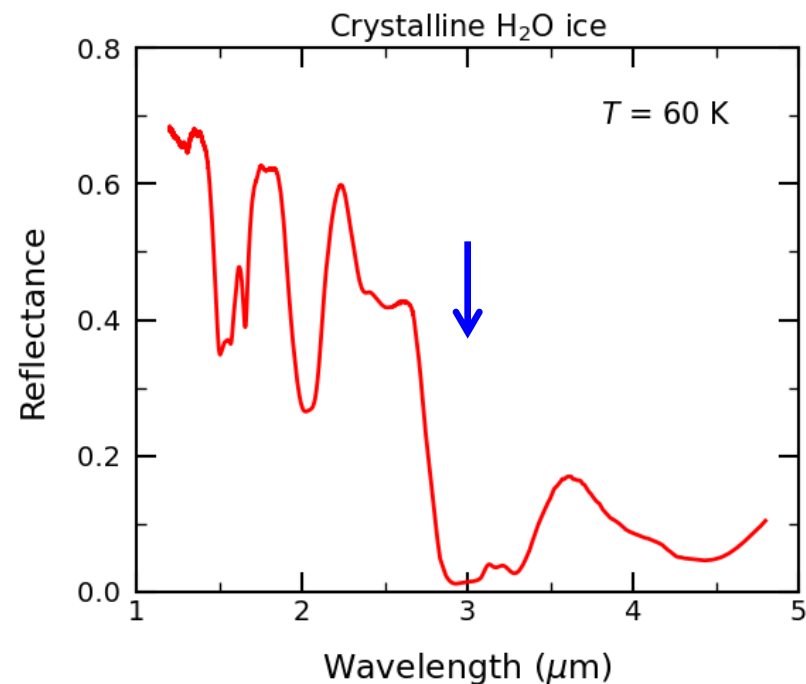
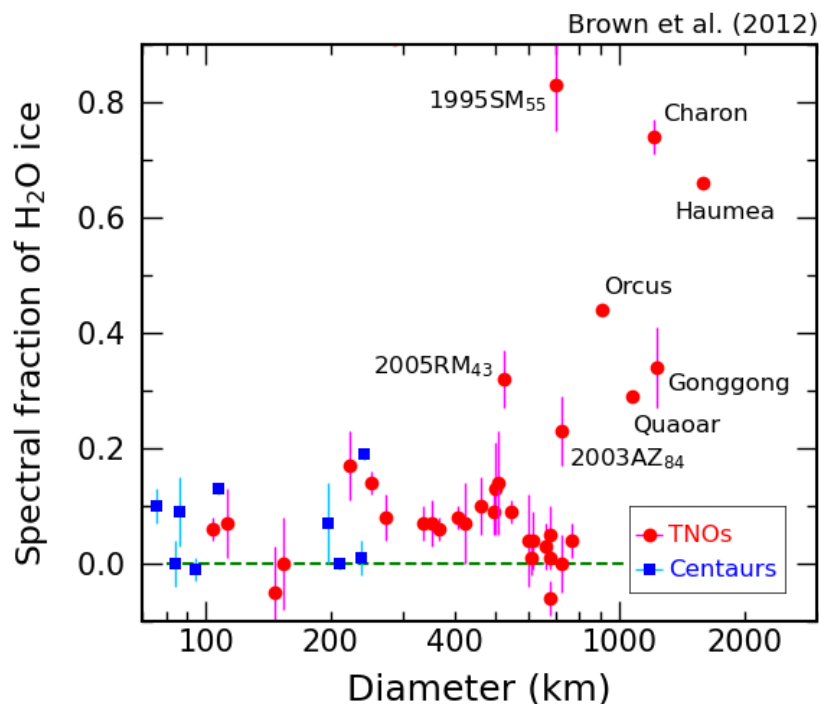
- 2–5  $\mu\text{m}$  のスペクトルが取得できればベストであるが、多数の小惑星の観測データに基づいた統計的研究 (> 100 天体) をおこなうには、多波長高精度測光観測も有効
- F303 フィルターは含水鉱物 (+水氷)、F397 フィルターは有機物などをとらえるのに適している
- 「あかり」での観測限界は直径 > 40 km だったのに対し、GREX-PLUS による撮像なら大幅に小さな天体 (~10 km) まで観測可能



(24) Themis の 0.5-4  $\mu\text{m}$  スペクトル

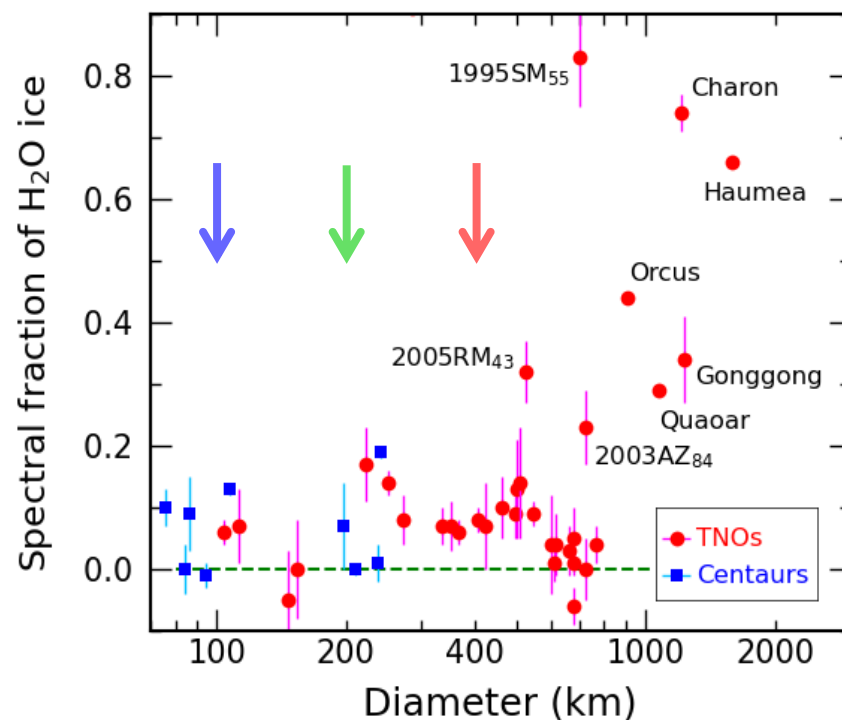
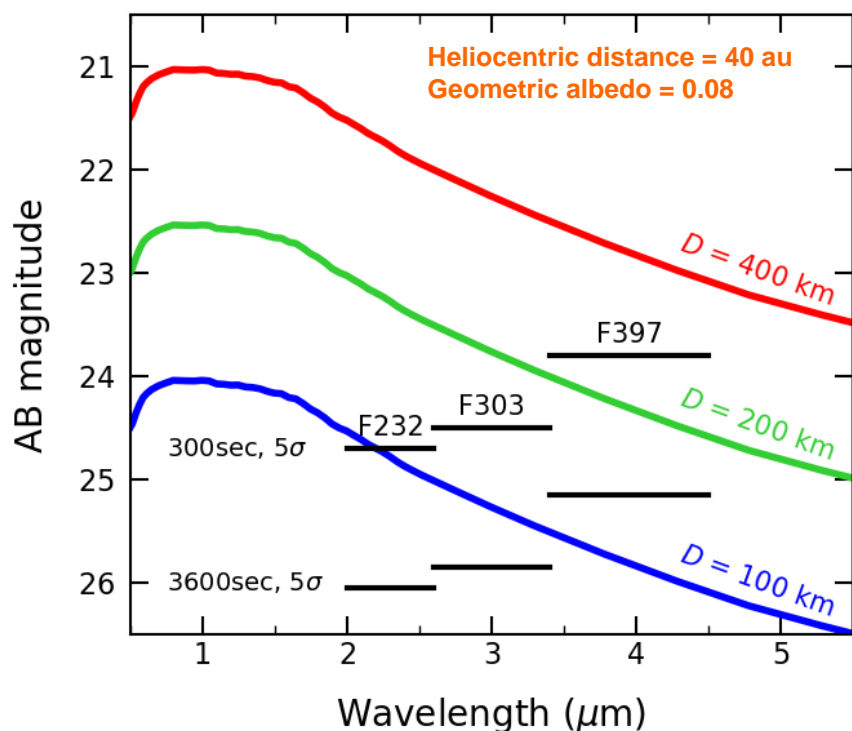
## ② 外縁天体表層の H<sub>2</sub>O 氷

- 外縁天体 (TNOs) : 海王星以遠の低温領域に位置する氷天体集団
- 近赤外分光観測から大型天体には豊富な H<sub>2</sub>O 氷が確認されている一方、中小サイズの天体では微量もしくは非検出のものが多い
- 直径 800 km 前後で transition ? どのようなメカニズムが原因? 他の物理量との関連性は? 不純物に隠されている可能性も。



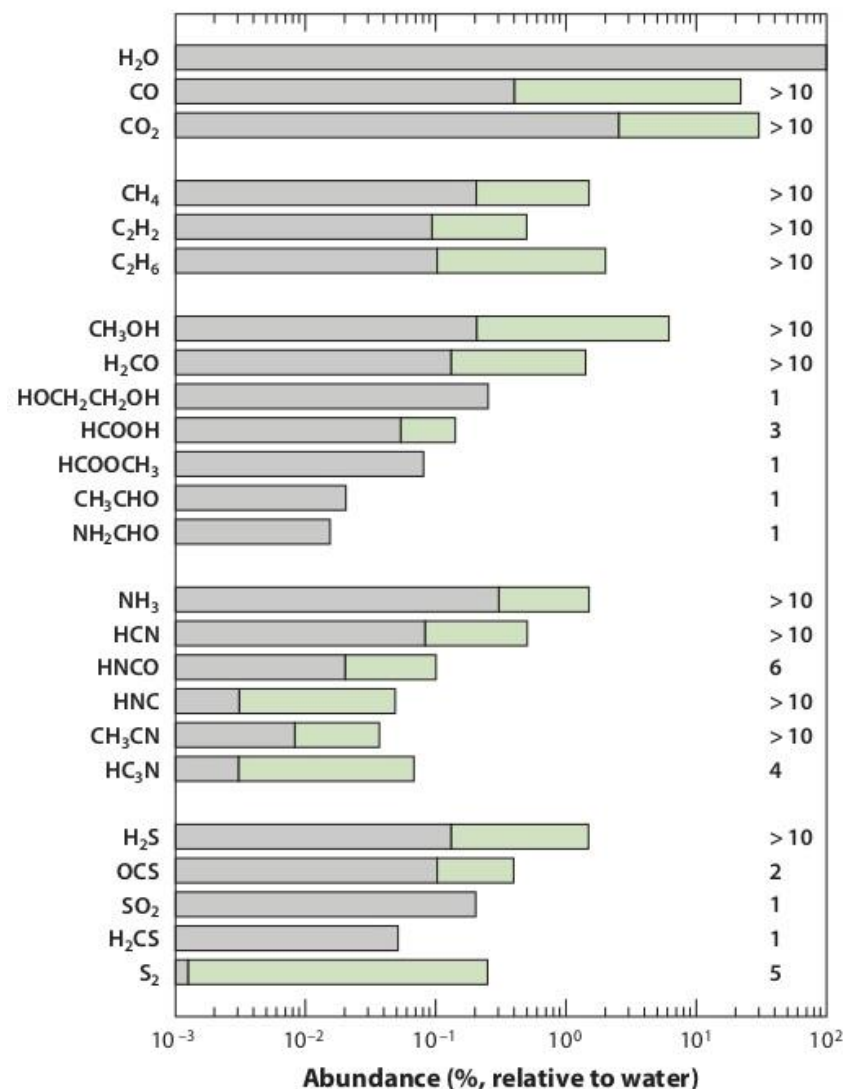
## ② 外縁天体表層の H<sub>2</sub>O 氷

- H<sub>2</sub>O 氷は波長 3  $\mu\text{m}$  付近に O-H 伸縮振動バンドによる強い吸収帯を持ち、より微量なレベルまで検出することが可能
- F303 フィルターによる 3  $\mu\text{m}$  帯観測は H<sub>2</sub>O 氷量の高精度測定に最適
- 直径 ~200 km までの多数の外縁天体を対象にした統計的研究が可能  
→ 外縁天体の表層における熱進化・化学進化の理解



### ③ 彗星氷の化学組成

- 彗星氷の主成分は  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CH}_3\text{OH}$  および炭化水素などであり、近赤外線領域に特徴的なスペクトルフィーチャを持つ
- 彗星氷の三大主成分である  $\text{H}_2\text{O}/\text{CO}_2/\text{CO}$  比を精度良くとらえることは、原始太陽系の巨大惑星+氷惑星形成領域の分子進化をとらえる上でも重要
- 「あかり」は彗星18天体の近赤外線分光観測をおこない、 $\text{CO}_2$  が  $\text{H}_2\text{O}$  に次いで彗星氷の主要な成分を占める可能性が高いことを明らかにした (Ootsubo+ 2012)
- 観測天体数を更に増やし、統計的な議論をおこなうことが重要

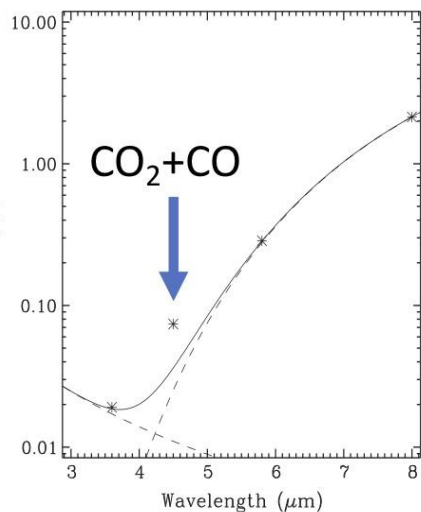


(Mumma+Charnley 2011)

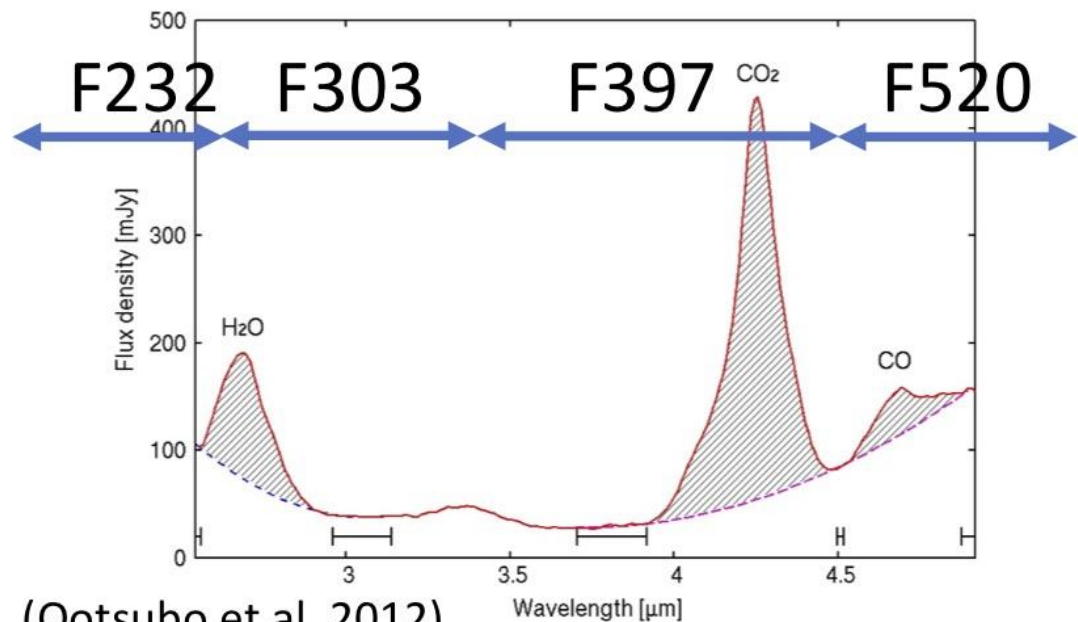


### ③ 彗星氷の化学組成

- F303 フィルターは H<sub>2</sub>O、F397 フィルターは CO<sub>2</sub>、F520 フィルターは CO の検出に適している。
- Spitzer/IRAC では CO<sub>2</sub> と CO を切り分けられなかったが、GREX-PLUS なら H<sub>2</sub>O、CO<sub>2</sub>、CO を異なるフィルターでとらえることが可能。



Spitzer IRAC  
3.6, 4.5, 5.8, 8.0 μm  
(Reach et al. 2013)



(Ootsubo et al. 2012)