



*The Pheasant Memorial Laboratory*  
since 1992

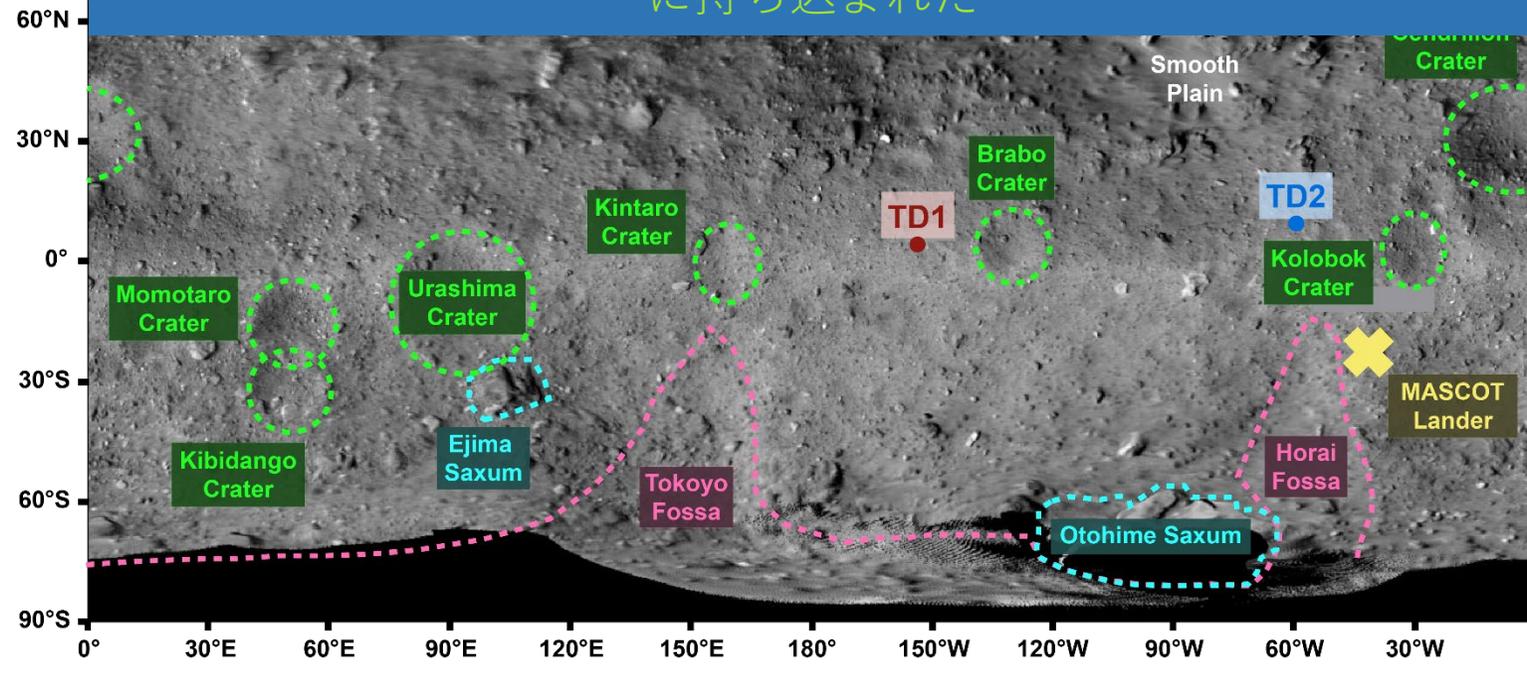
# Organic Matter in the Asteroid Ryugu 小惑星リュウグウの有機物

## Christian Potiszil

Associate Professor of Astrobiology,  
岡山大学・惑星物質研究所

# Hayabusa2 ミッション - サンプル位置

5.4 gの試料が2020年12月に地球に帰還し、そのうちの55mgがPMLに持ち込まれた

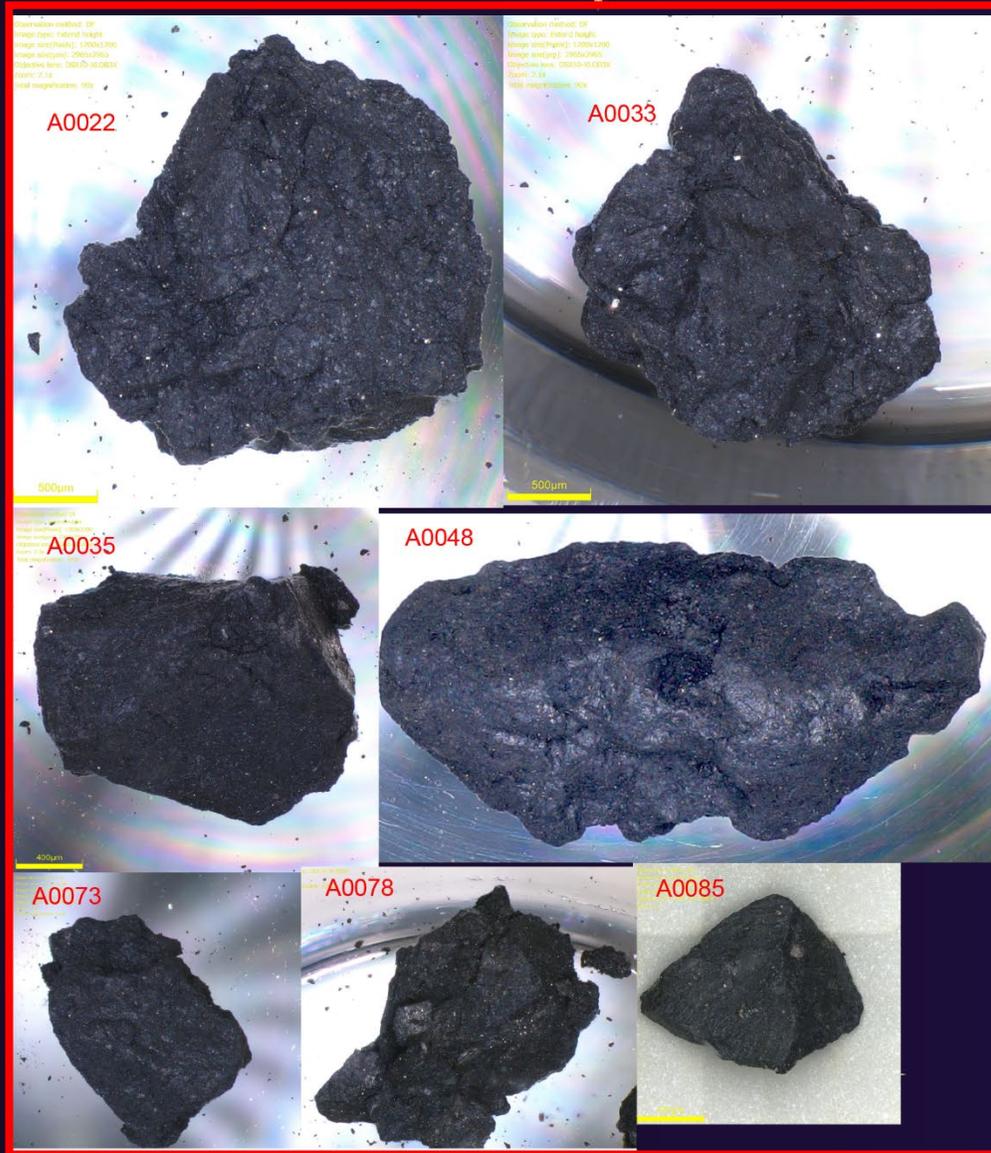


❖ 2か所のサンプルリングサイト (TD1 & TD2)

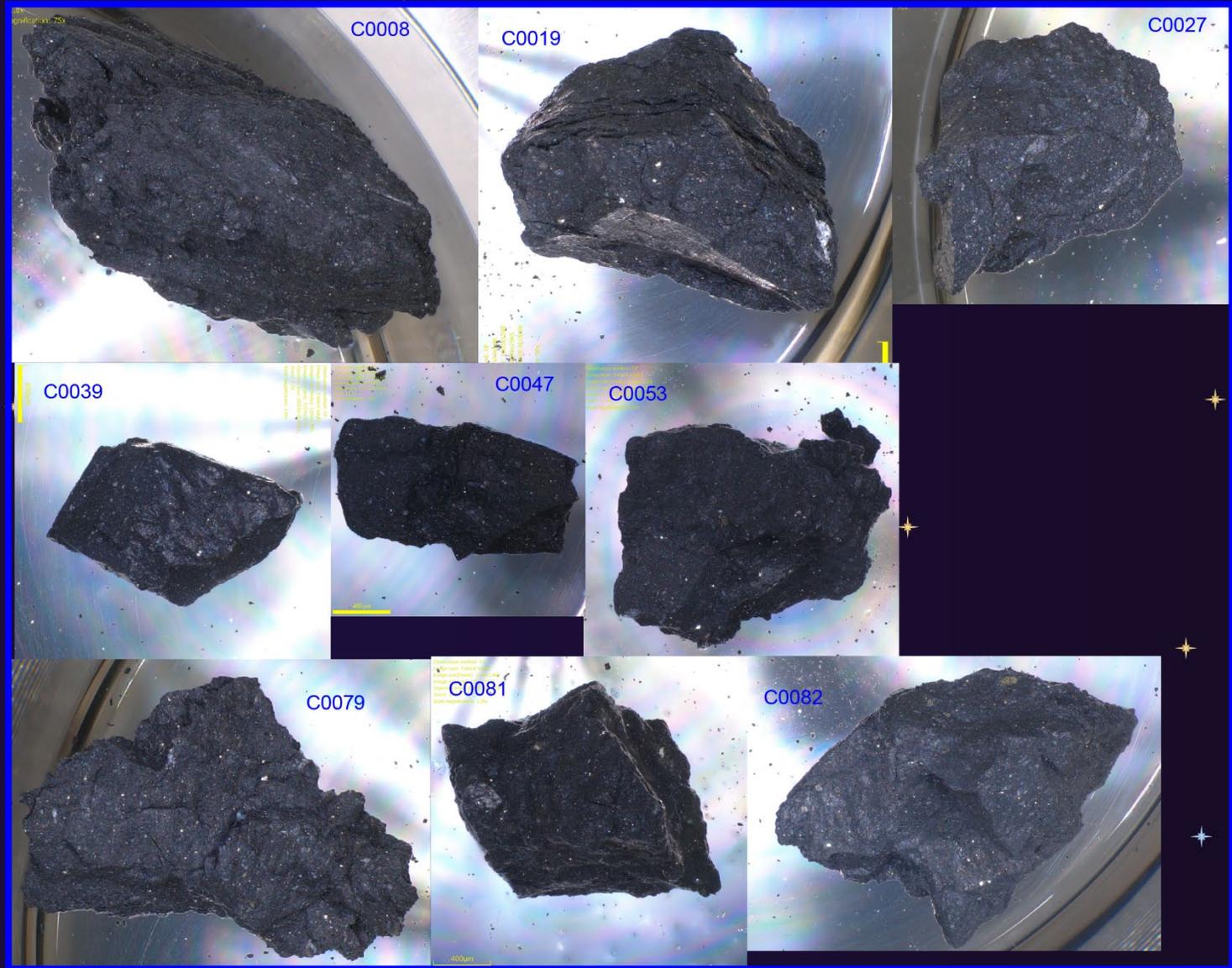
❖ TD1は表層の試料で、TD2は表層とより深い位置からの試料が含まれる

Figure Credit: Potiszil et al., 2023 *Life*

# TD1 粒子 (N=7)

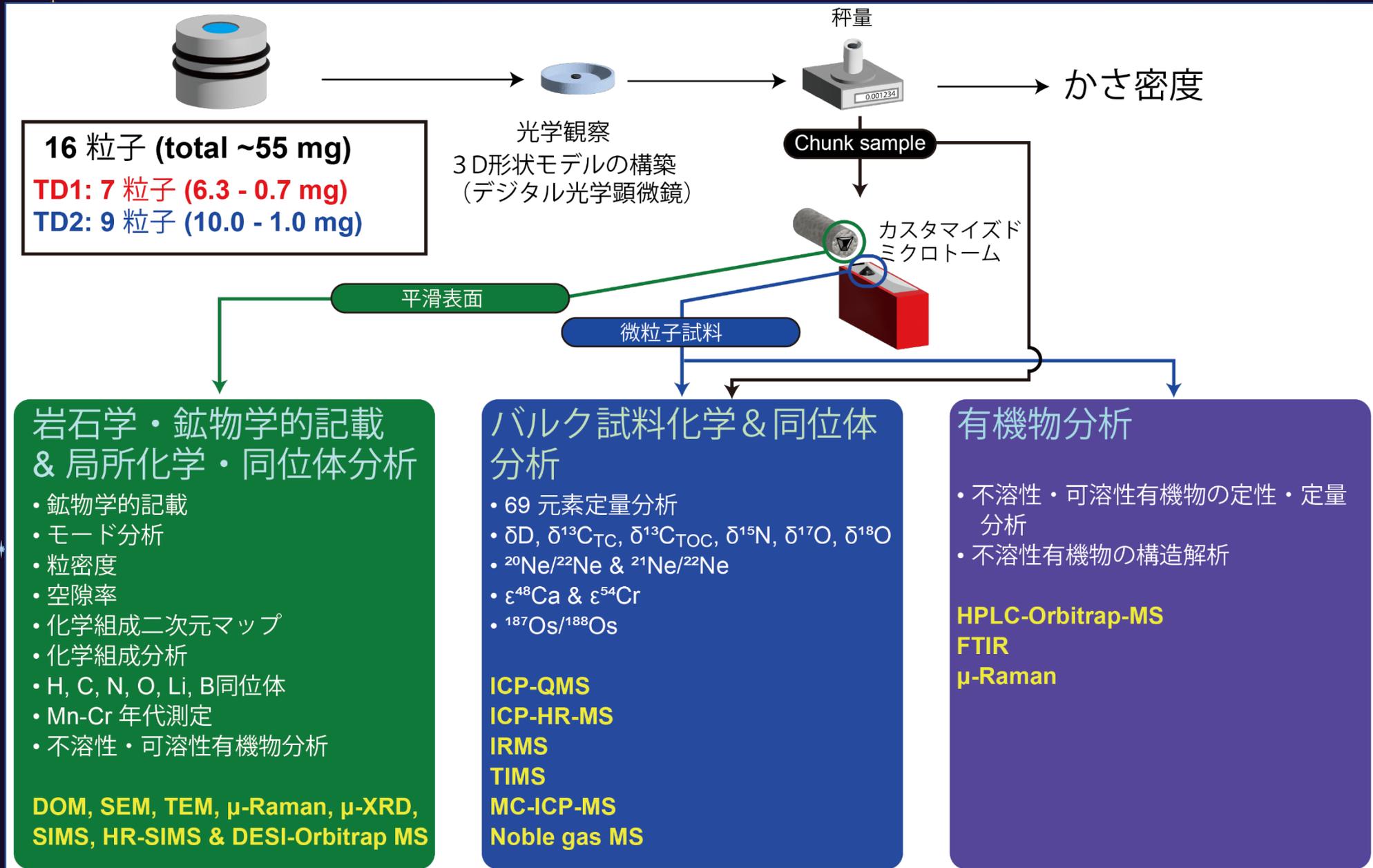


# TD2 粒子 (N=9)

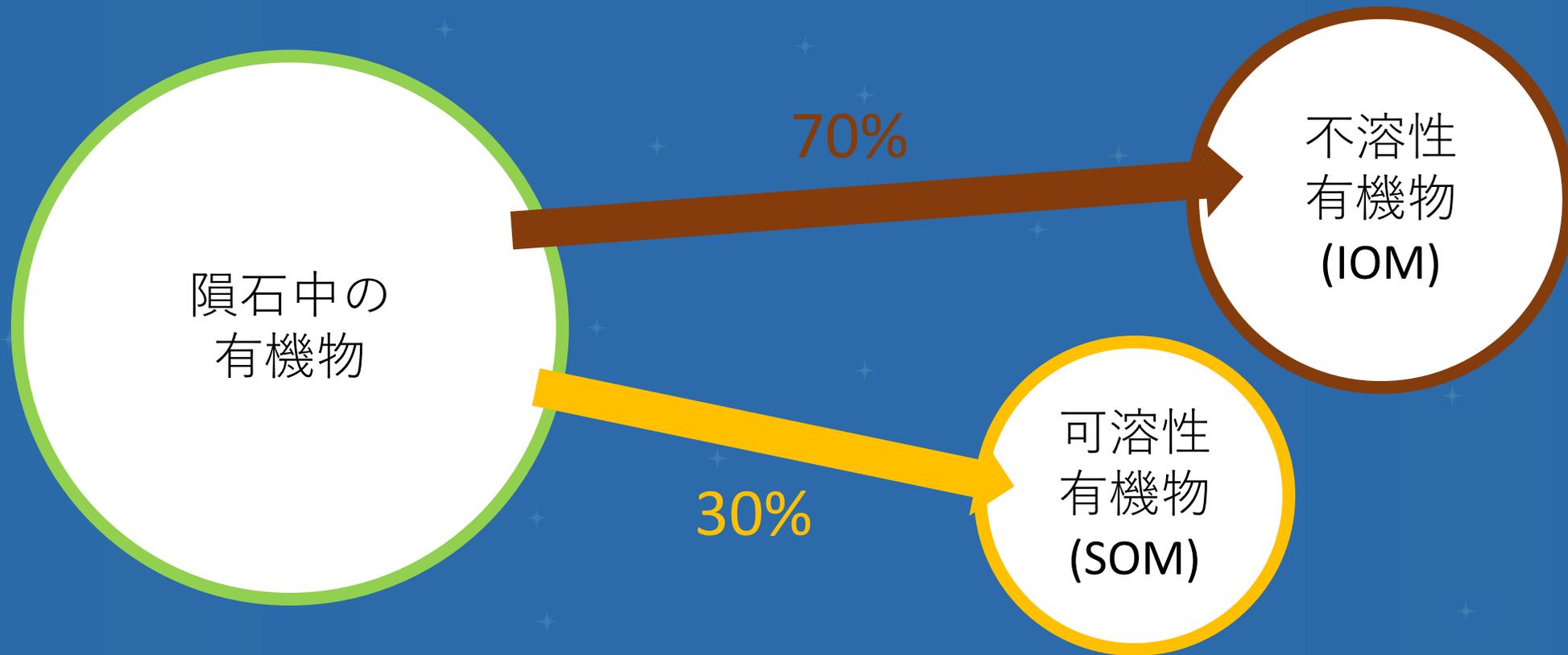


1 mm

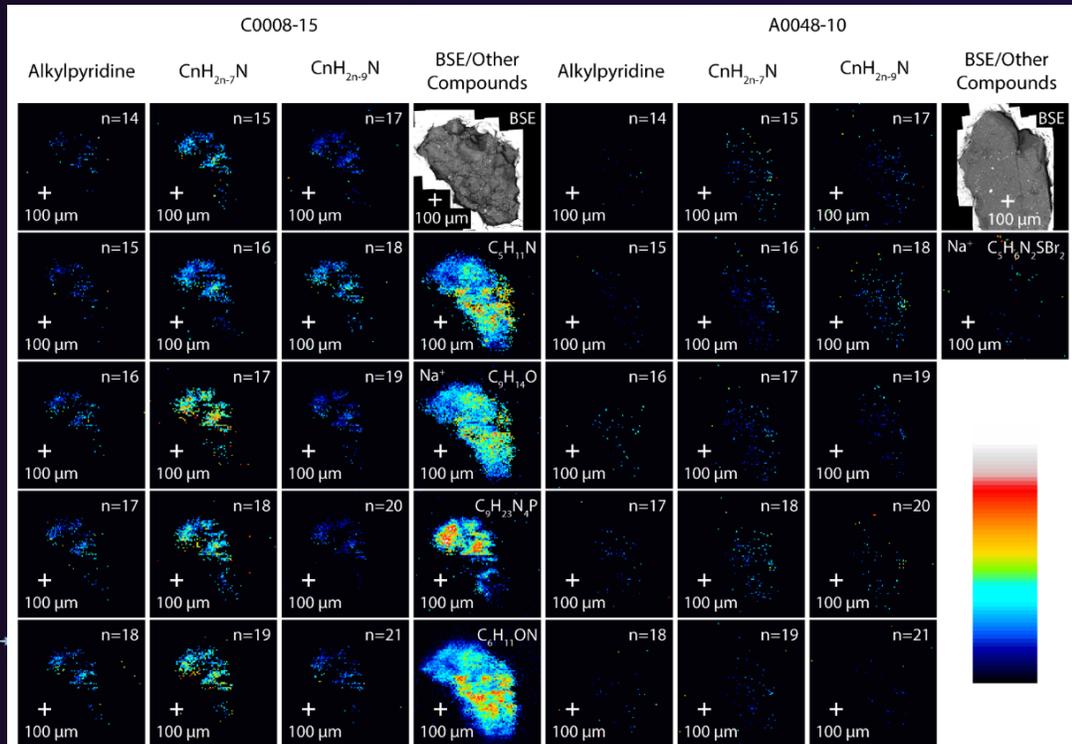
# はやぶさ2 高次キュレーション施設 (岡山大惑星研・PML)



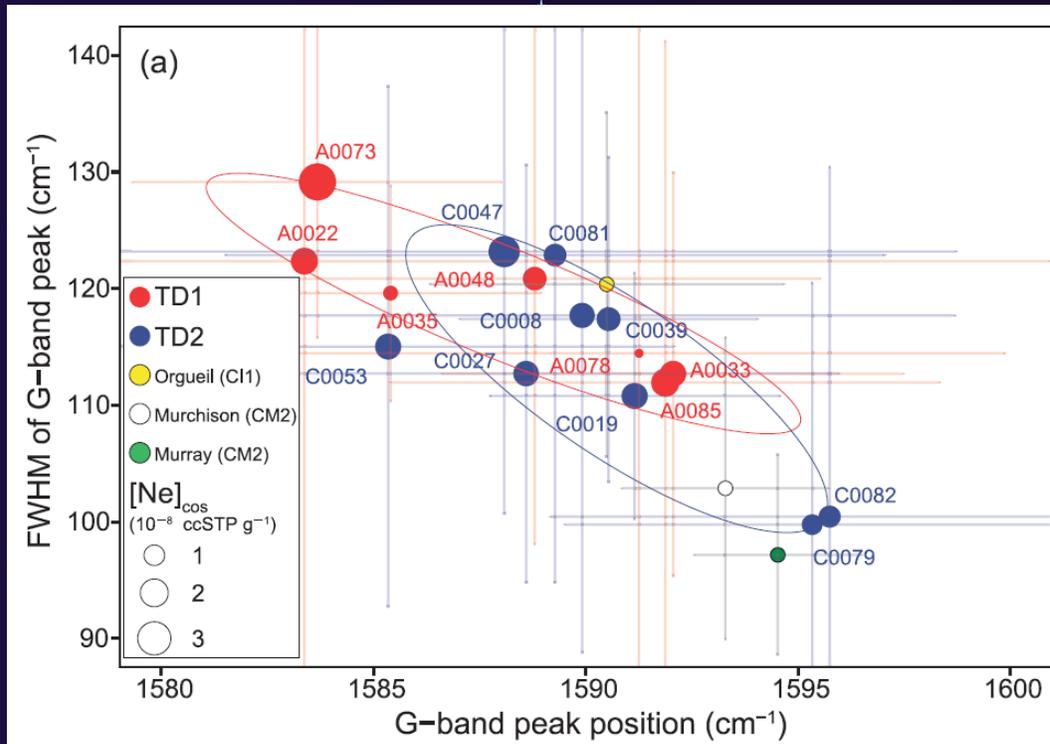
# 隕石に含まれる有機物



# リュウグウの有機物に残された宇宙線照射の痕跡



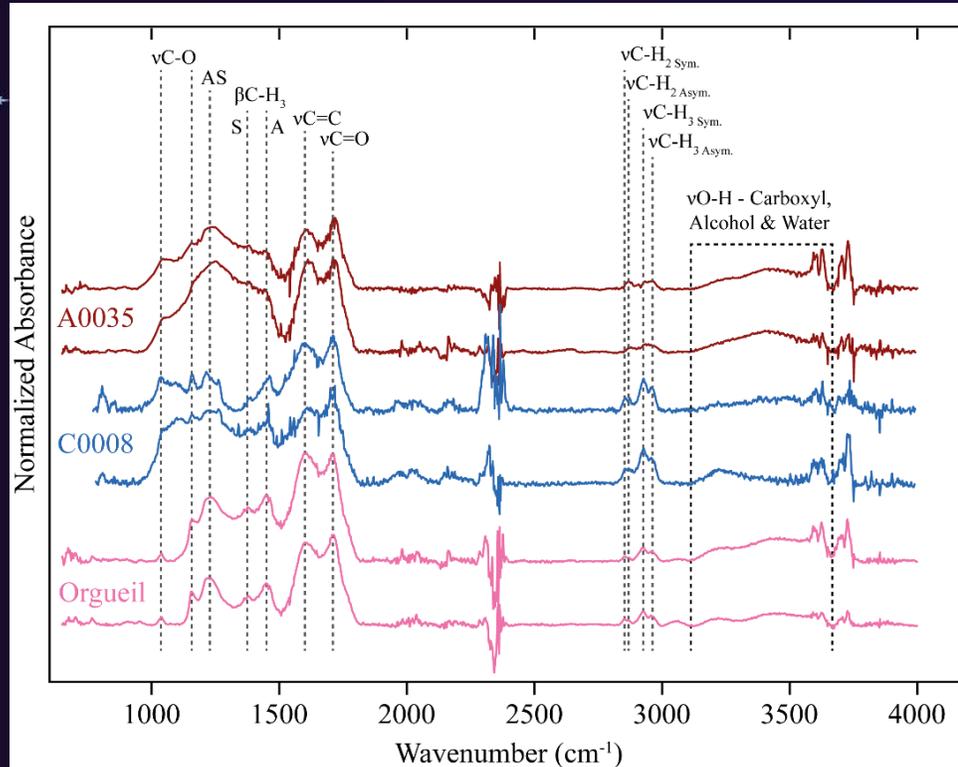
可溶性有機物のDESI-OT-MSによる二次元マップ



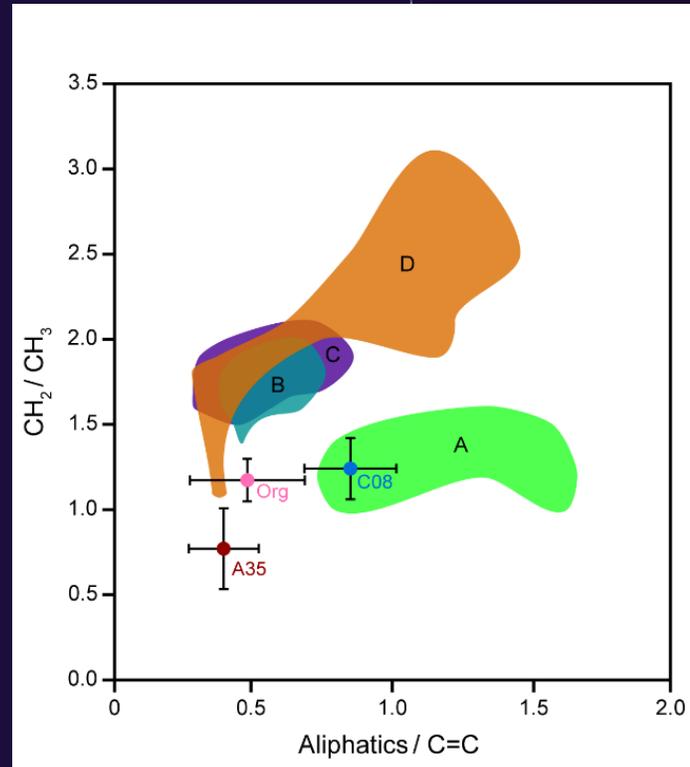
不溶性有機物のRaman データと 宇宙線起源ネオン量

Figure Credit: Nakamura et al., 2022 Proc. Jpn. Acad. Ser. B.

# バルク試料の不溶性 (高分子) 有機物



分離した不溶性有機物のFTIR スペクトラム

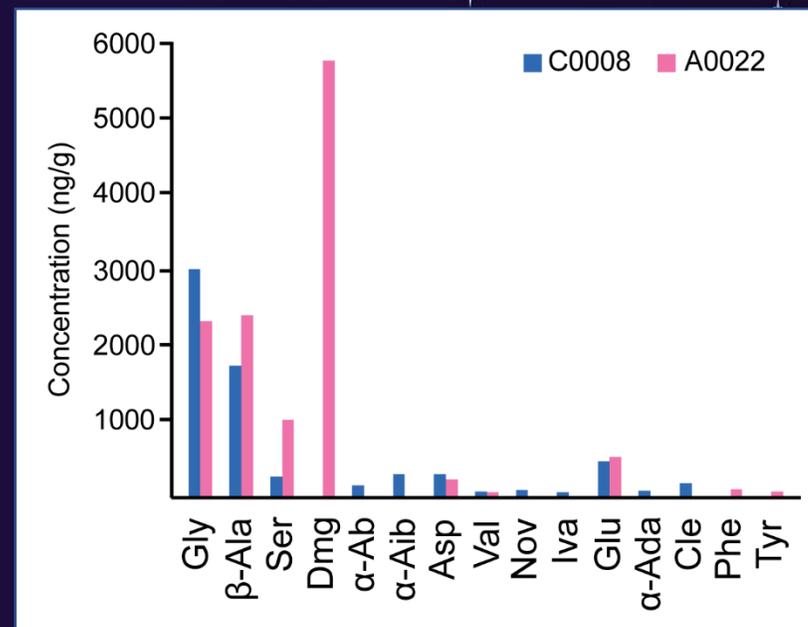
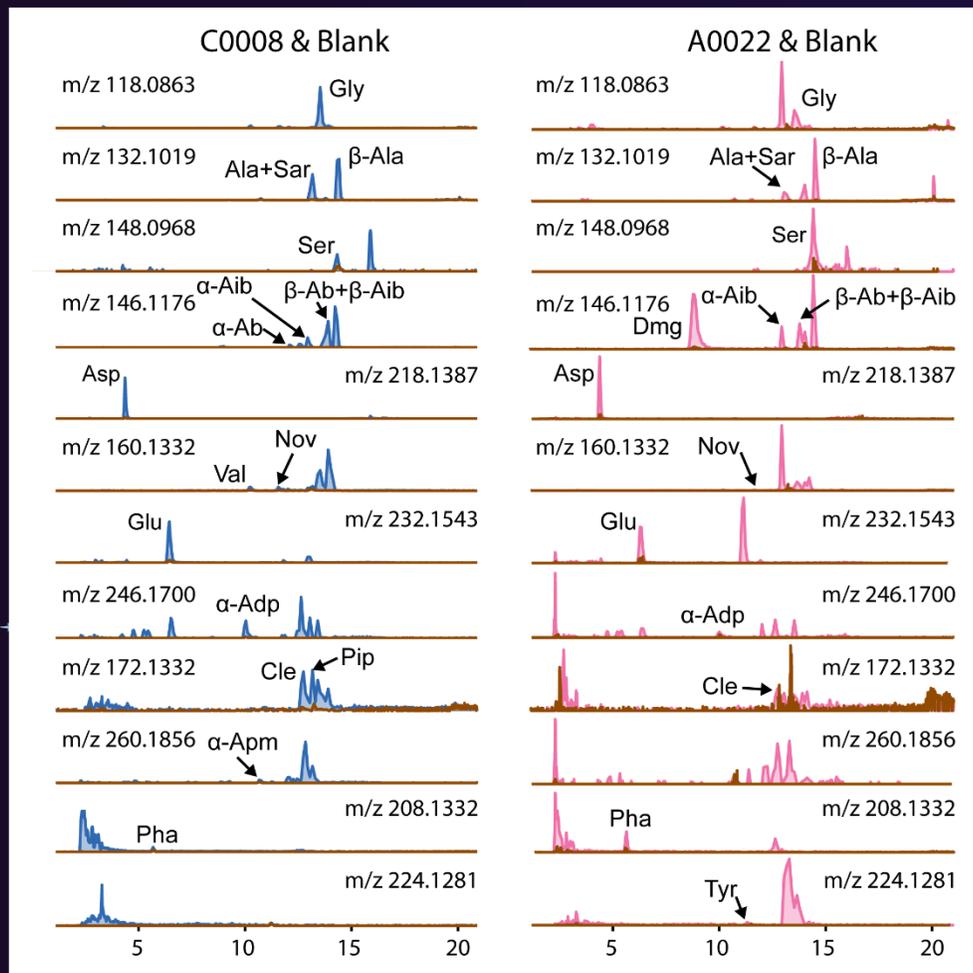


FTIRスペクトルバンドデータ

- A: タイプ 1 & 2 炭素質コンドライト中の初生的有機物
- B: 低温酸化/低変成炭素質コンドライト中の有機物
- C: 低含水条件で高い熱変成を被った有機物
- D: 高含水条件で高い熱変成を被った有機物

Figure Credit: Nakamura et al., 2022 Proc. Japn. Acad. Ser. B.

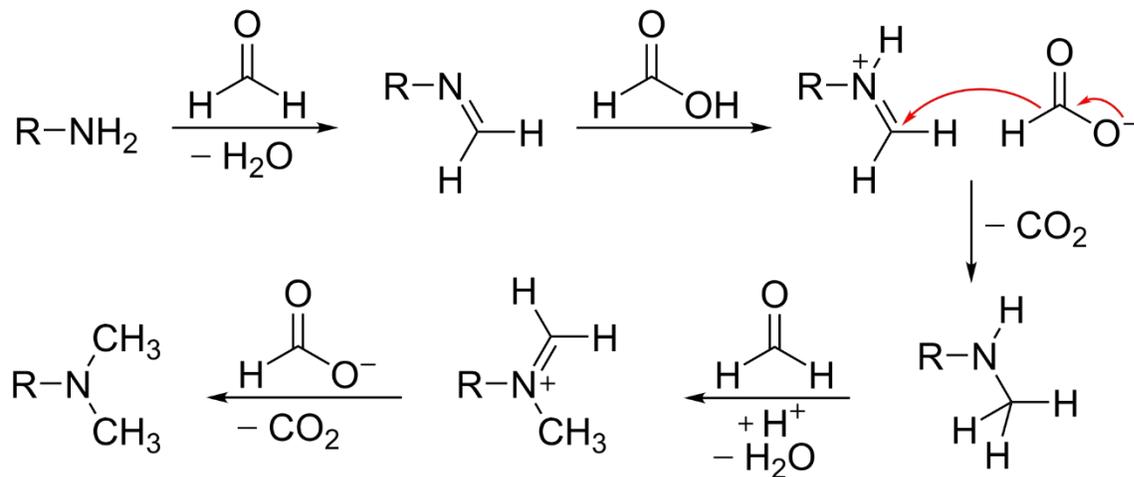
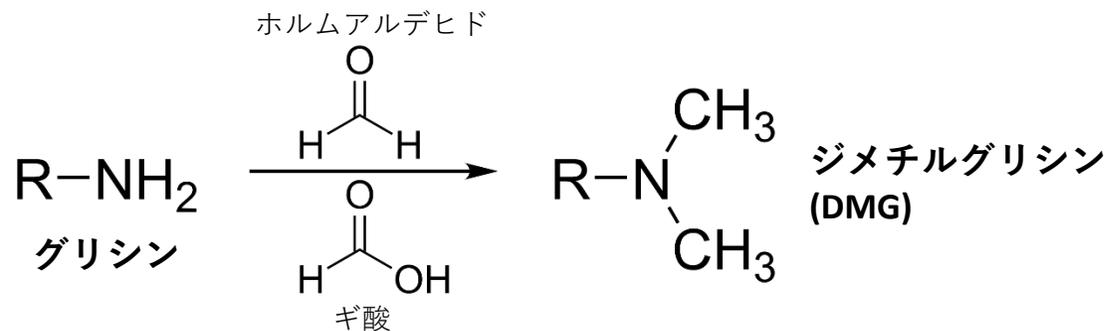
# リュウグウ試料に含まれるアミノ酸



- A0022のβ-アラニン/グリシン比 (1.03) はC0008 (0.57) よりも高い。⇒より水質変質が進んだことを示す
- A0022 非常に高いジメチルグリシン (DMG) を含有量をもつことに対し、C0008では、検出限界以下である。

Figure Credit: Potiszil et al., 2023 Nat. Comm.

# エシュバイラー・クラーク反応



❖ エシュヴァイラー・クラーク反応は、ホルムアルデヒドとギ酸をグリシンと反応させてDMG、 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CO}_2$ を生成する反応である。

❖ この反応は、水が豊富に存在する系で生じることが可能

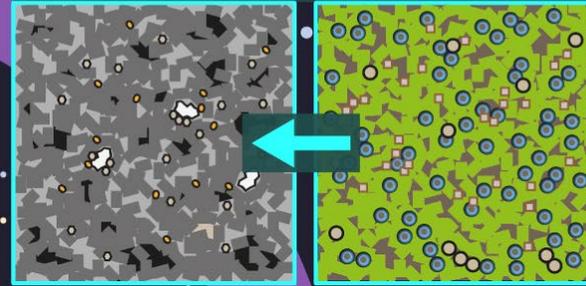
❖ リュウグウにはギ酸が豊富に含まれており、彗星にもギ酸とホルムアルデヒドが観測されている。

# 結論

- ❖ 小惑星リュウグウの不溶性/高分子有機物とN-ヘテロサイクル分子の両方が、宇宙線等による照射による変質過程を記録している
- ❖ 一方、異なったタッチダウンサイト(TD1とTD2サイト)から得られた粒子の鉱物およびアミノ酸から、両サイト間で異なった程度の水質変質過程を経ていたことが分かった
- ❖ 小惑星上での水質変質の程度が異なることにより、アミノ酸合成経路が異なった結果、TD1試料ではより多くのジメチルグリシンが形成されたことが分かった

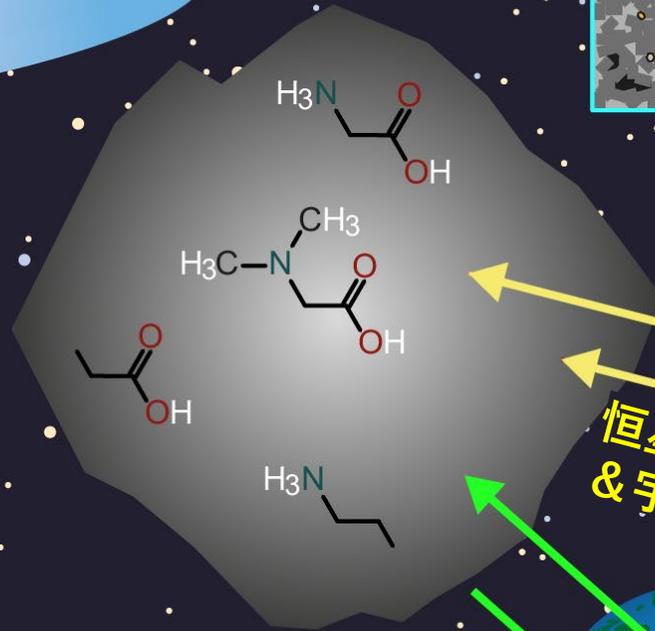
原始太陽系星雲 /  
原始太陽系圓盤

水質變質



星間物質

分子雲



恆星紫外線 · X線  
& 宇宙線



Thank you for listening and I will be happy to answer any questions.