

1. 宇宙人じゃない！宇宙塵だよ！

「うちゅうじん」と聞くと、「円盤に乗ってくるアレですか？」と言う人もいますが、宇宙の「ちり」のことです。宇宙からやってくるもっと大きな物質に隕石があります。それなのに、なぜ小さいものを研究するのでしょうか。実は、大きいもの（隕石）が小さいもの（宇宙塵）を兼ねないからなのです。

2. 宇宙塵の発見

宇宙塵は19世紀に発見されました。特に、世界の海を航海したチャレンジャー号が深海底から回収した泥のなかからたくさんのガラス球が発見されてCosmic spherule（宇宙スフェール[球粒]）と名付けられました。ただし、宇宙起源であることが本当に分かったのは1970年代です。どうやって分かったと思いますか？（難しいかも）

3. 宇宙塵の集め方

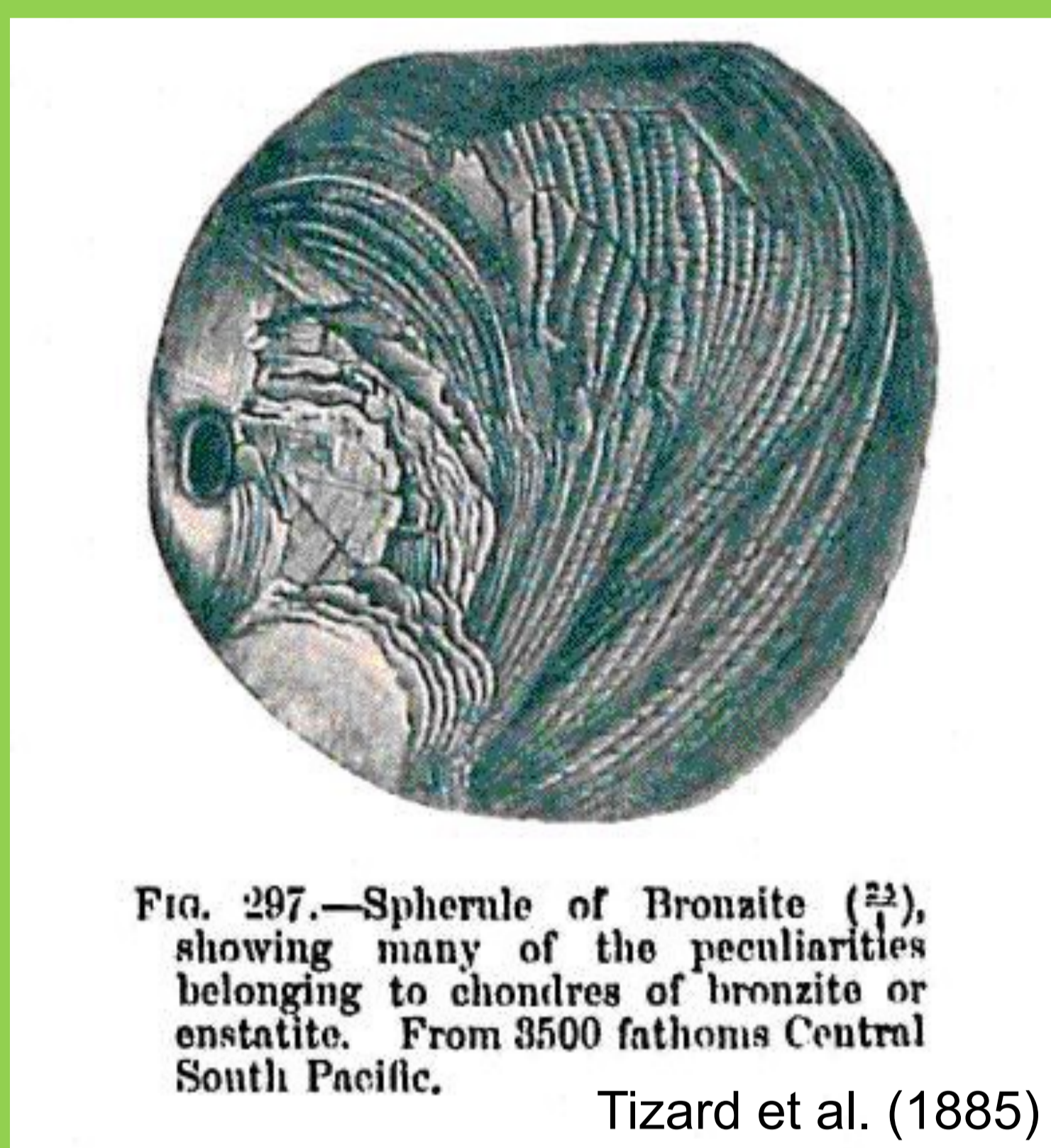
1970～80年代はCosmic spheruleが研究されました。1980年代からは、成層圏（高度10～50 kmの大気圏）からInterplanetary dust particle (IDP:惑星間塵)が回収され、1990年代からは南極の氷や雪からAntarctic micrometeorite (AMM:南極微隕石)が回収されて、研究されています。宇宙ステーションから少数のMicrometeoroidも回収・研究されています。

Cosmic spherule (スフェール)

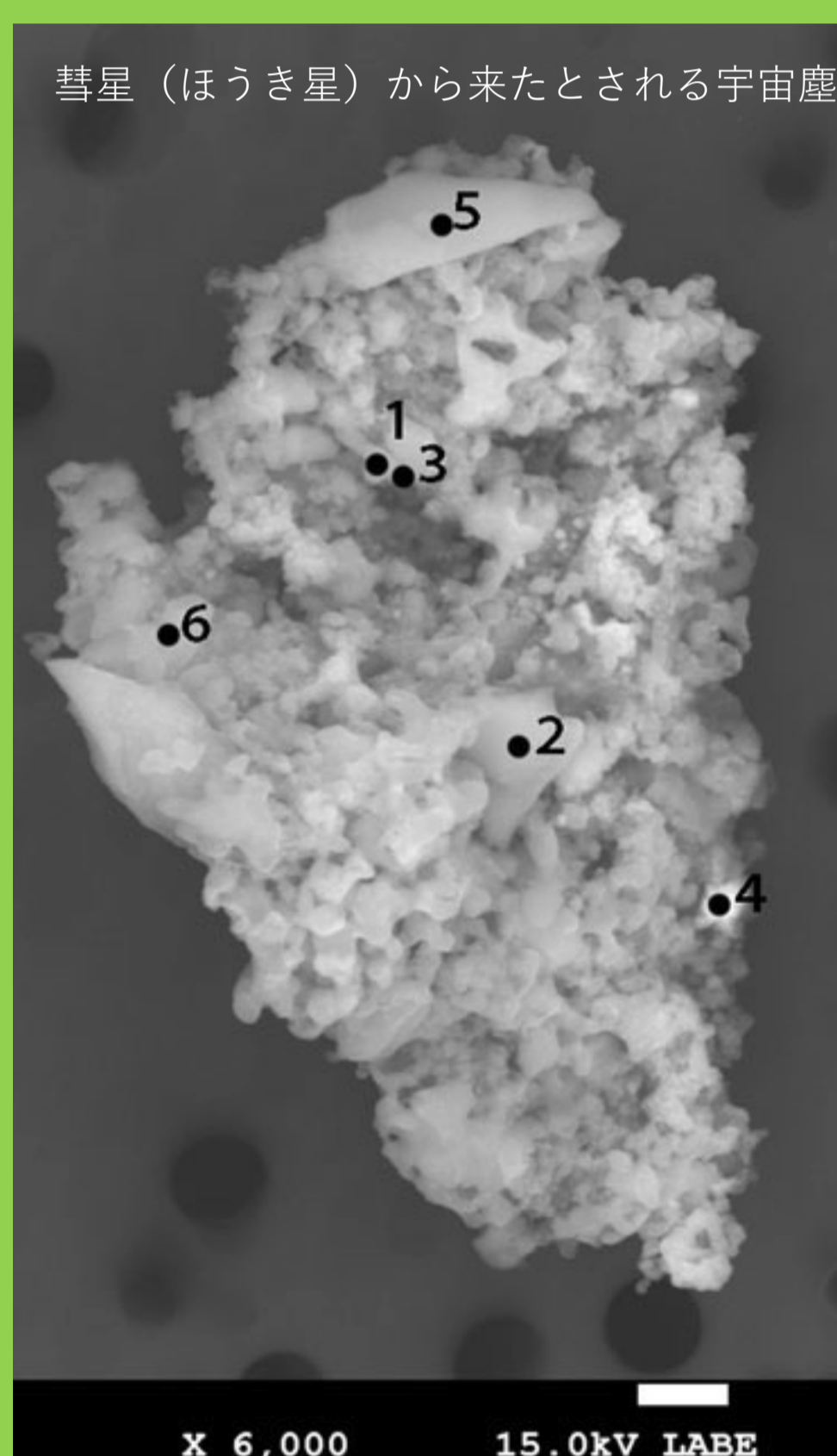
IDP (惑星間塵)

AMM (南極微隕石)

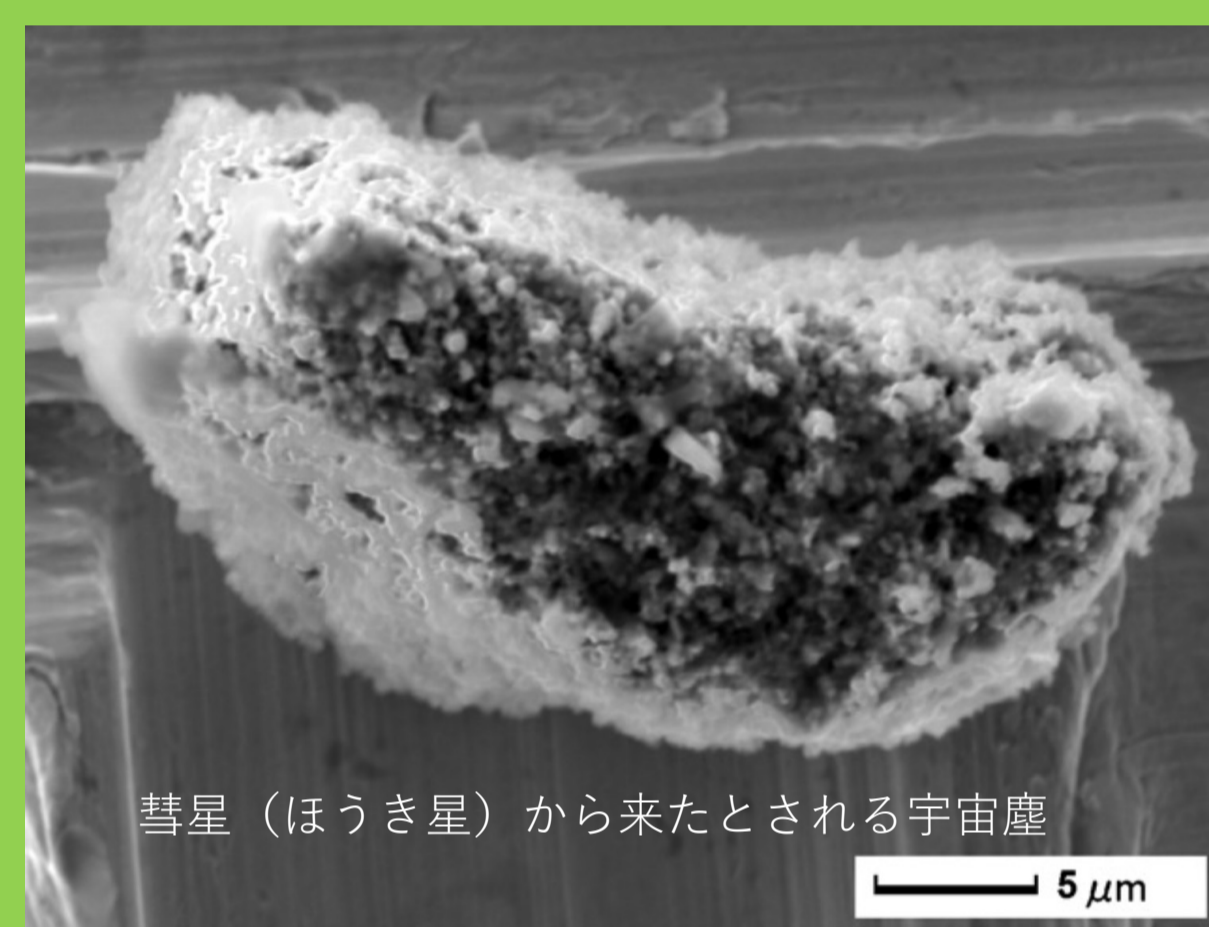
Micrometeoroid (マイクロメテオロイド)



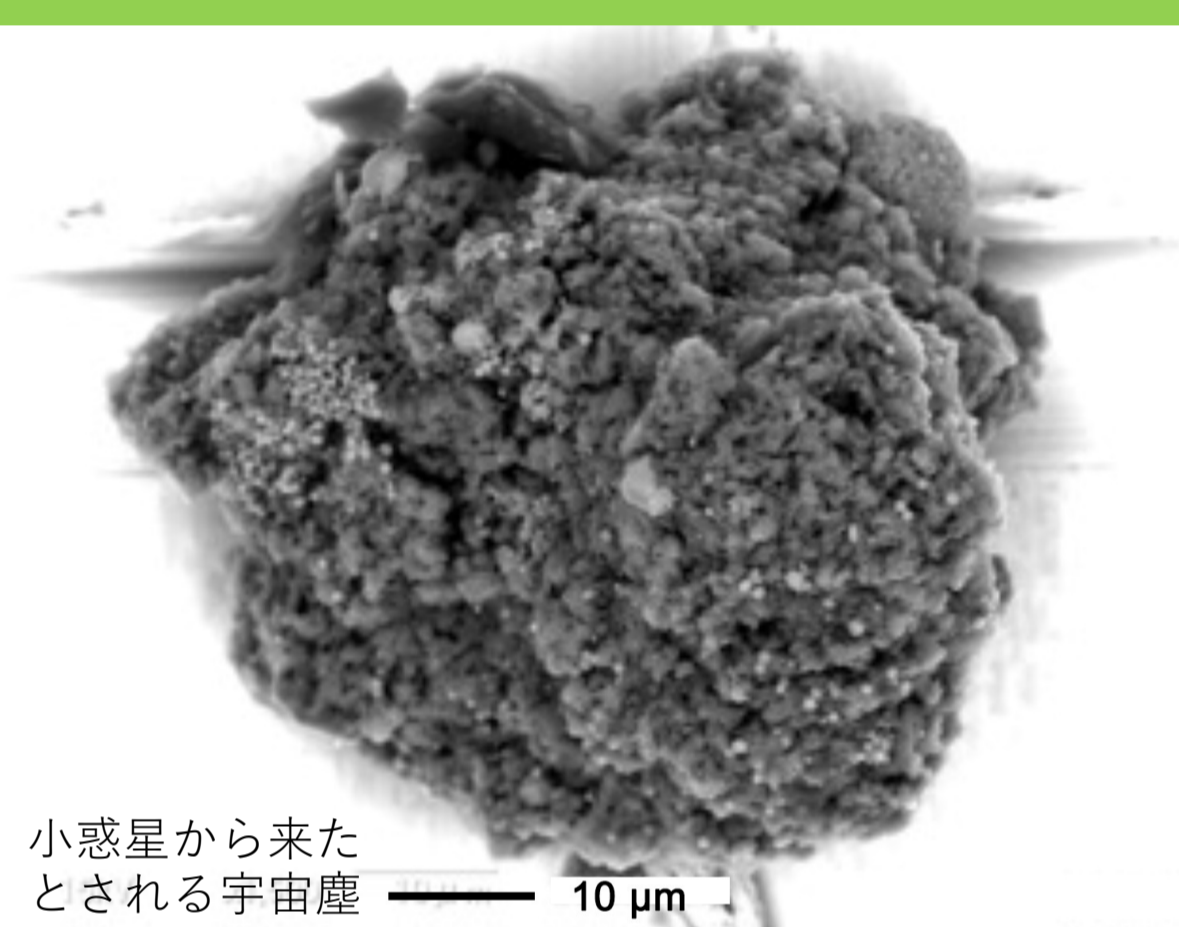
大気研突入時に溶融した宇宙塵



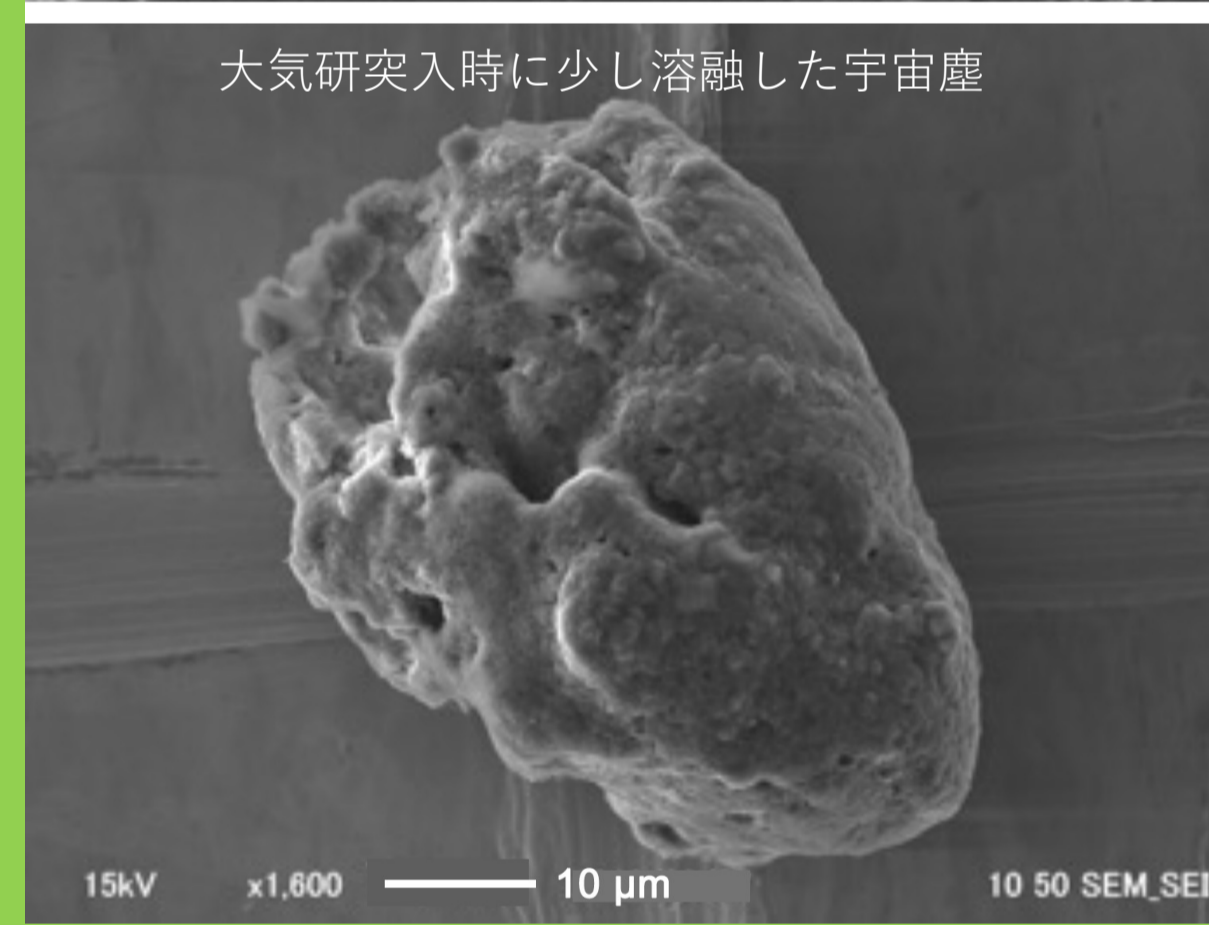
Cosmic dust catalog No. 21 (NASA)より



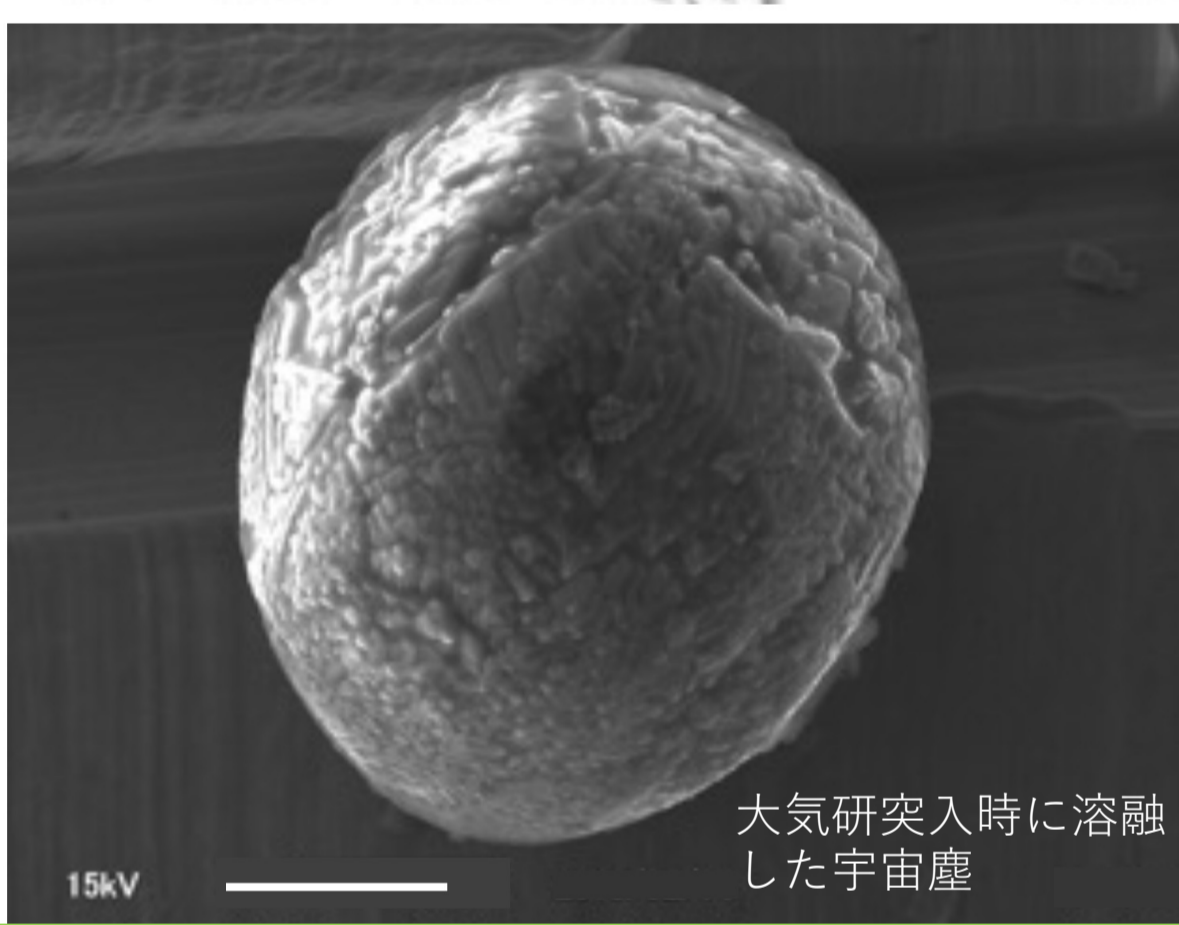
5 μm



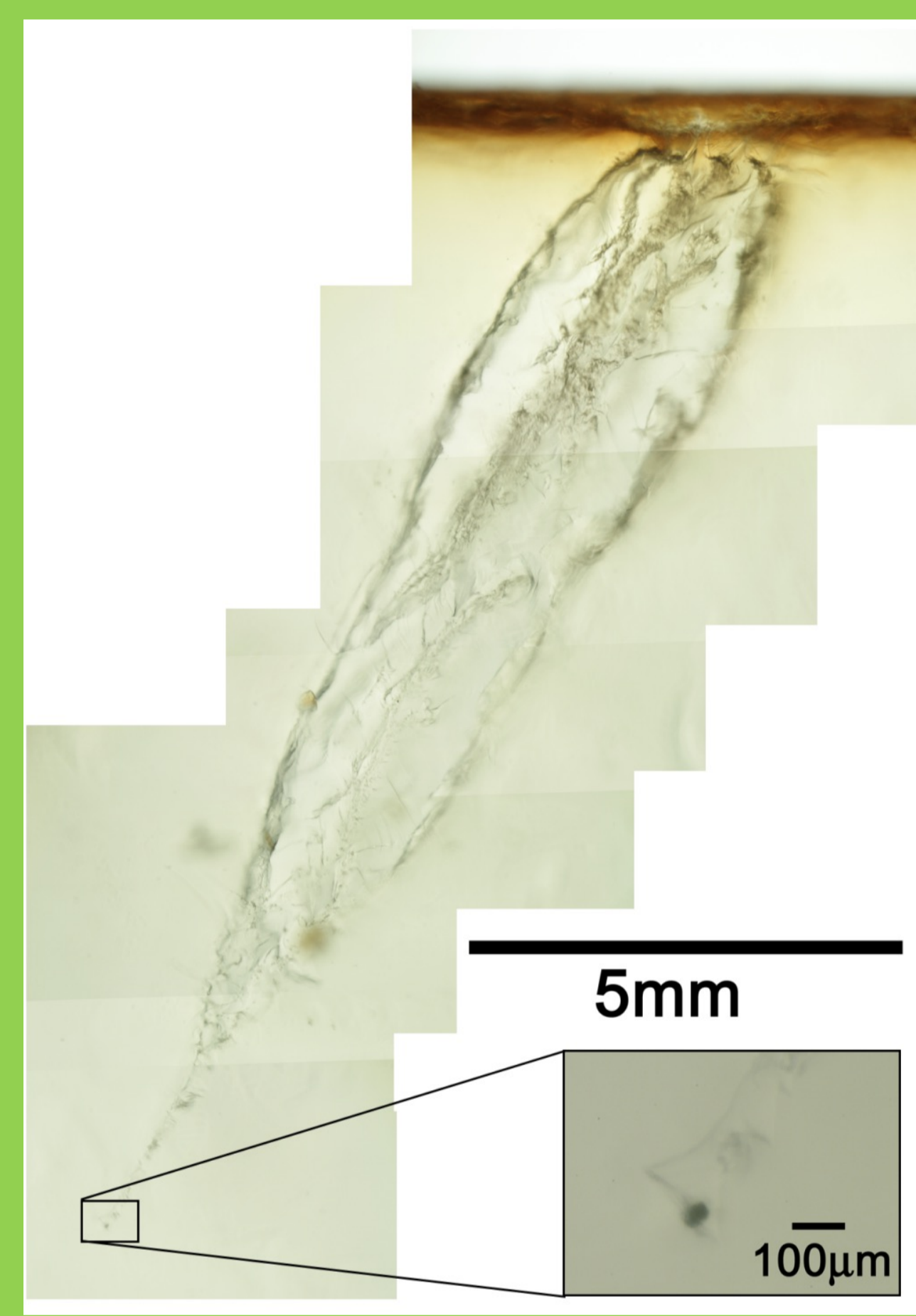
10 μm



15kV x1,600 10 μm



10 50 SEM SEI 15kV

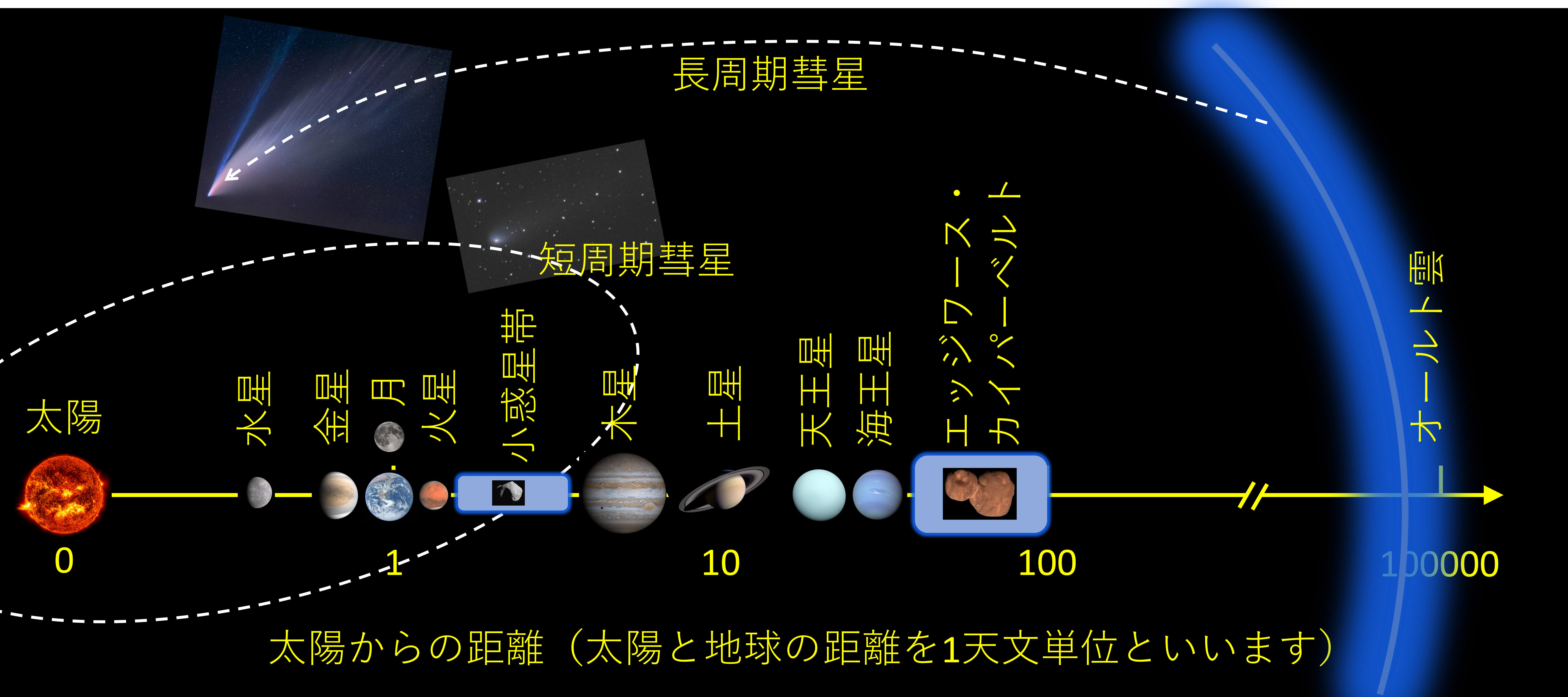


100 μm

Noguchi et al. (2011)

4. 宇宙塵はどこからやってくるのだろう？

下図は太陽系の模式図です。宇宙塵はどんな天体からやって来るとおもいますか？隕石は？



5. 宇宙塵を発生しやすい天体の特徴とは？

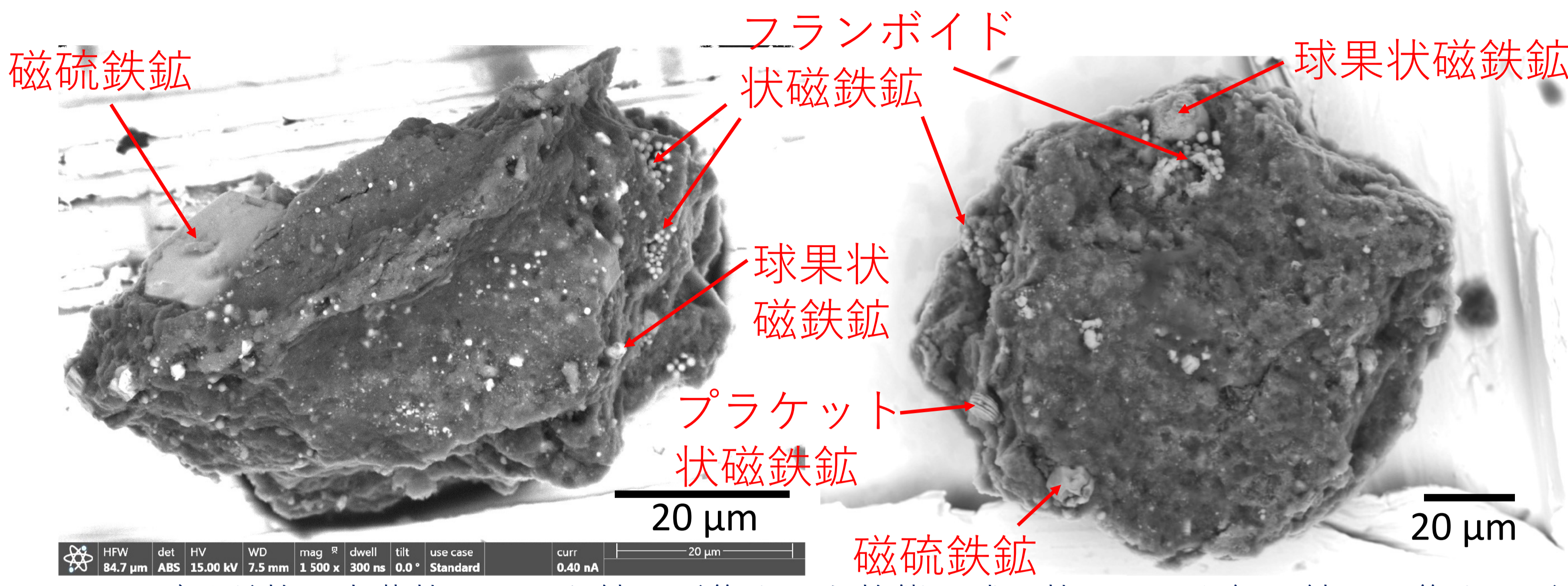
右図は小惑星リュウグウから、JAXAのはやぶさ2探査機が試料を採取した直後の自撮り画像です。この画像に、宇宙塵を発生しやすい天体の特徴があらわれています。それはどんな特徴でしょうか？



なお、はやぶさ2探査機では、タンタルという金属でできたパンコ玉くらいの大きさの金属球をジェット機の飛行中の速度位でリュウグウに打ち込んでいます。

小惑星リュウグウのかけら

宇宙塵 (含水宇宙塵)



フランボイド状は木苺状に小さな結晶が集まった状態。球果状はとても細かい結晶の集まりが放射状に成長した状態。プラケット状とは仮とじ本のように薄板が積み重なった状態。

走査型電子顕微鏡で、組織と化学組成にもとづいて宇宙塵を見つけます。

宇宙塵を樹脂などに埋め込んで0.1 μm (髪の毛の1/1000の薄さ)に切ります

樹脂の角：左側に宇宙塵が埋め込まれています

実体顕微鏡下で微小粒子を一粒ずつ拾い上げます

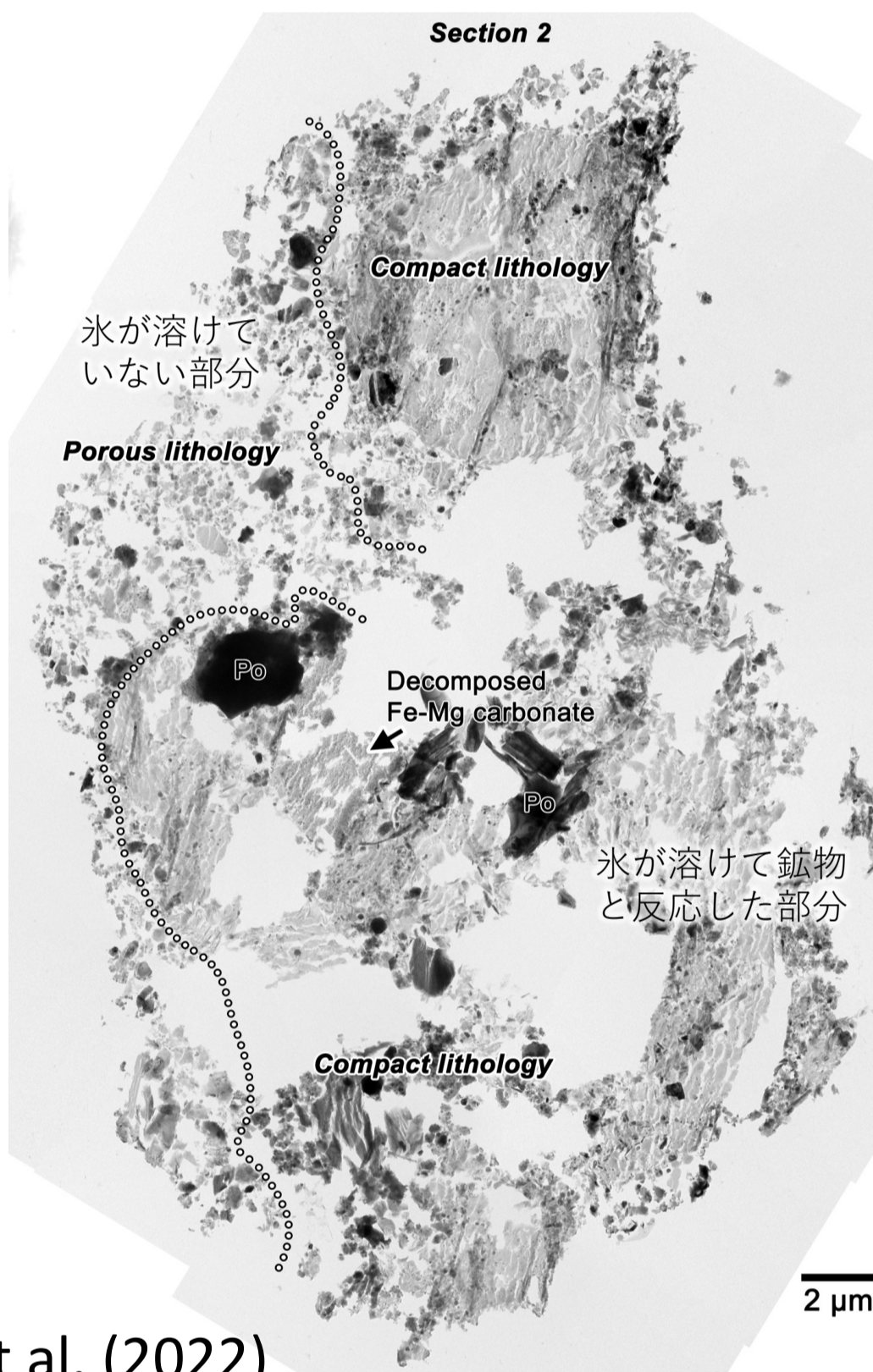
宇宙塵の調べ方

宇宙塵を樹脂ごと薄切り

宇宙塵の薄切りは金魚すくいのように、直径3mmの金網(グリッドといいます)にすくって、よく乾かしたら透過型電子顕微鏡(左図)などで観察・分析します。薄く切るのは、試料を電子が通り抜けるようにするためです。どの過程も気を抜くことができないので、結構大変です。

6. 太陽系の果てからやってきた宇宙塵

AMMのひとつを0.1ミクロンという薄さに切り出して透過型電子顕微鏡で調べました。この宇宙塵は、おそらくエッジワース・カイパーベルトにある天体からやってきたと考えました。ヒントは右の図にある鉱物中の線状の傷の数です。



Noguchi et al. (2022)

氷が溶けていない部分

氷が溶けて鉱物と反応した部分

鉱物中にできた多数の線状の傷 (黒い細い線)

太陽面爆発で放出された荷電粒子が鉱物に傷をつける

Fleischer et al. (1965)

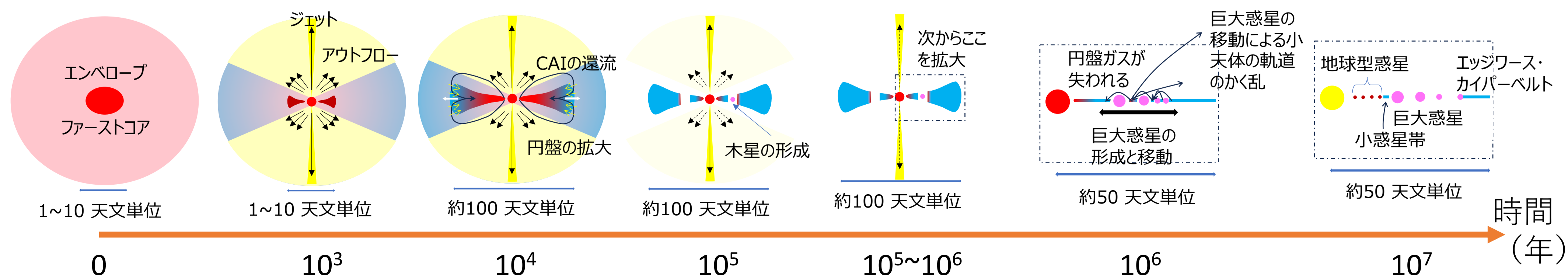
7. 宇宙塵は皆さんの上にも降ってきているかも知れません

近年、古いビルの屋上の砂からスフェルールが発見されました (Genge et al. 2017)。より新しい研究では、20年間掃除されていなかった90 m × 90 mという大きな屋根を持つ建物の屋上に溜まっていた砂泥から320個の宇宙塵を発見したそうです (Suttle et al. 2021)。私達も20年間掃除されていなかった京大総合博物館の屋上 (2.8 m × 40 m) に溜まった砂から宇宙塵を探しています。上の研究から考えて、何個くらい宇宙塵が見つかるかと期待できるでしょうか？



3.8kgの砂を回収し、磁石に付くものを集め、その中から球状の物体を探しています。膨大な数の、人間の活動で作られる微小な酸化鉄の球が邪魔をしてまだ発見できていないです。(どんな方法であっても、宇宙塵を発見するのは大変です)

8. 宇宙塵を調べることで私達が知りたいこと



太陽系はどのような物質から作られたのか
太陽系ができて初めの数百万年の間に何が起きたのか