ロシア・チェリャビンスク隕石の総合解析

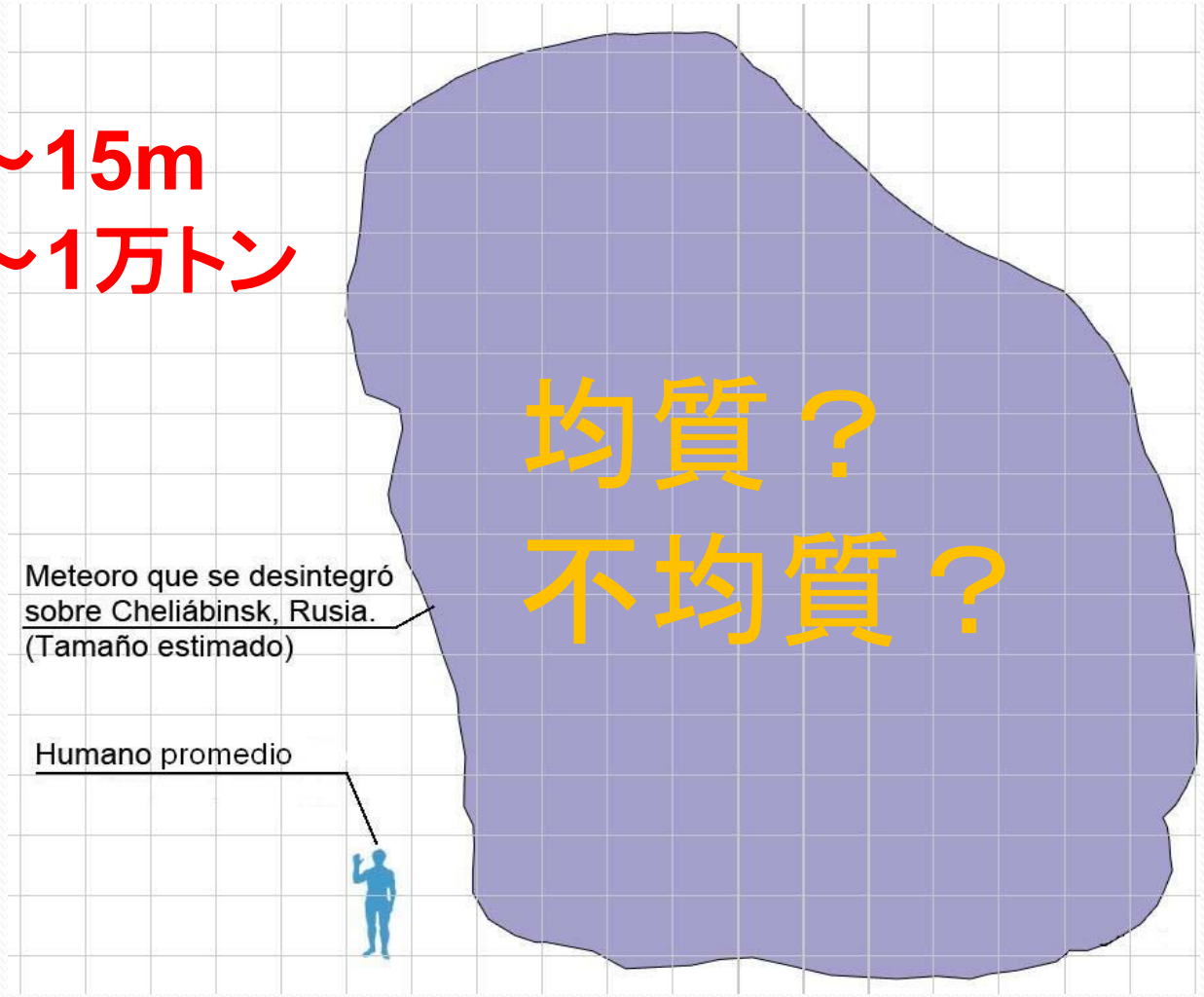
～起源と歴史の理解に向けて～

岡山大学地球物質科学研究センター
中村栄三
ウラジミール・マルコヴェッツ

2013年2月15日
ロシア・チェリャビンスク州の隕石落下

小惑星？ or 彗星？

サイズ：直径～15m
質量～1万トン



”チェリャビンスク隕石“

報道による情報

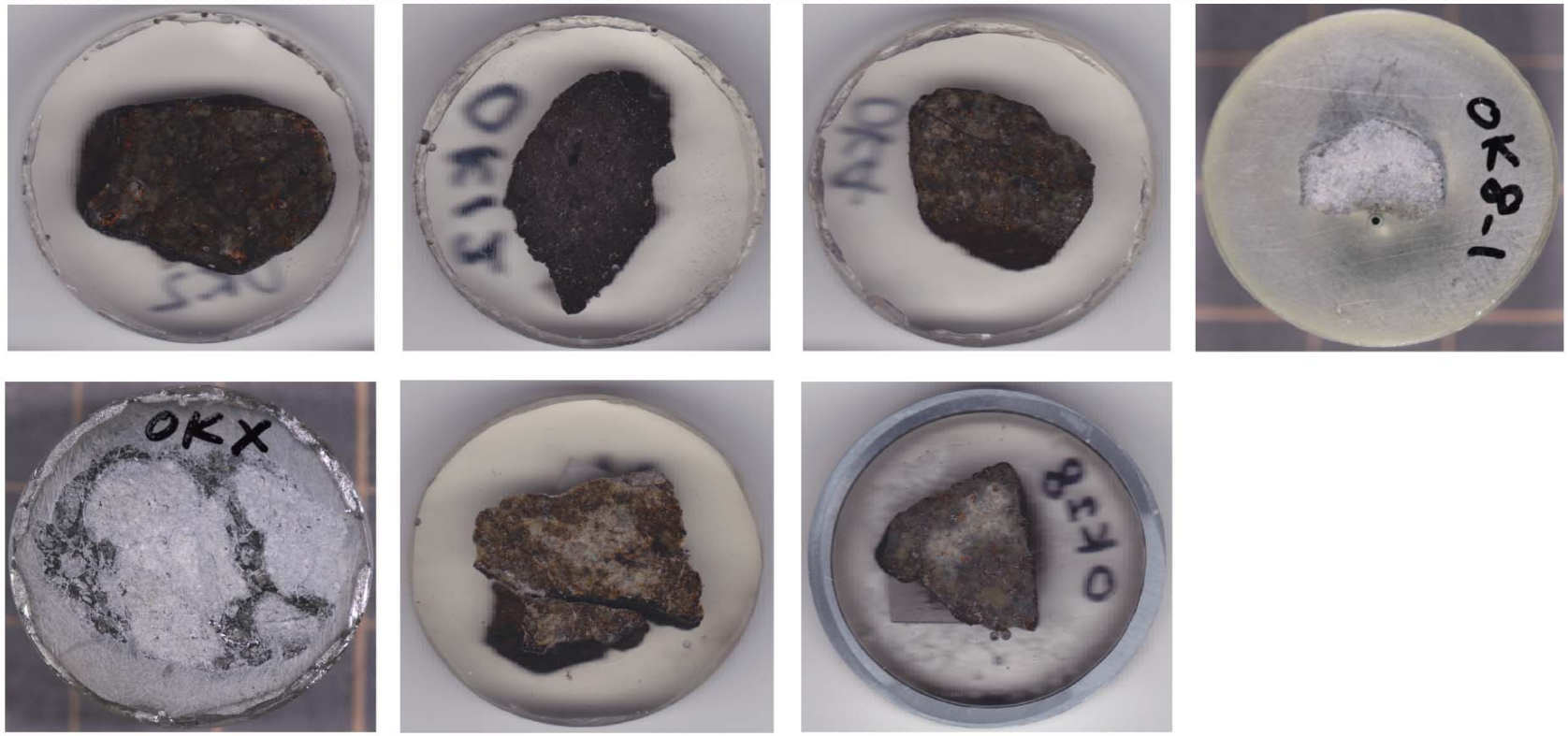
岩石学的特徴

・石質の普通隕石（Ordinary Chondrite)
・金属鉄約10%含むLL5型
・3~5千万年前に衝突？

＊イトカワ：LL5~6

三朝に来たチェリャビンスク隕石(1)

三朝に来たチェリャビンスク隕石(II)



チェリャビンスク隕石マウント試料

（マウント直径 25mm）

システムとしての分析研究体制
～Super CASTEMの確立～

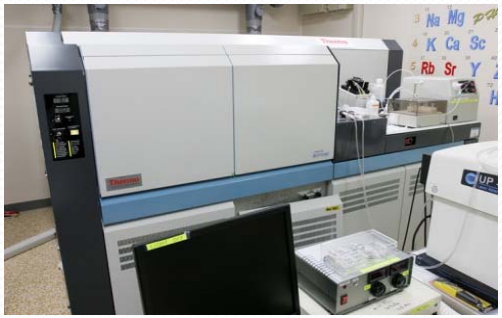
研究設備・研究能力

- 地球基礎分析化学
- 地球年代学
- 地球物質解析科学
- 地球外物質解析科学

極微少量試料の
- 74元素定量分析
- 13同位体分析：H, Li, B, C, N, O, S, Sr, Ce, Nd, Os, Pb, Hf
- 9放射年代測定：Rb-Sr, Sm-Nd, U-Pb, U-Th-Ra, K-Ar, La-Ce, Lu-Hf, Mn-Cr, 極微小領域U-Pb
- 微細組織・構造解析
- ナノスケール試料加工

超清浄実験室

表面電離型質量分析計


ICP質量分析計

高分解能2次イオン質量分析計

希ガス質量分析計

集束イオンビーム試料加工装置

透過電子顕微鏡

FE走査電子顕微鏡

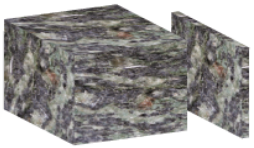
安定同位体質量分析計

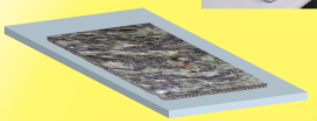
地球惑星物質総合解析システム

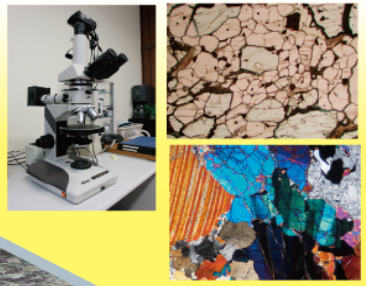
野外調査・試料採取

サンプルリターン　隕石

岩石薄片作成・
（粉末試料作成・鉱物分離）

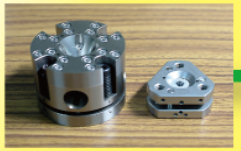




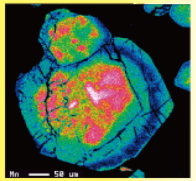


Visual Stage
によるリンク

光学顕微鏡観察・顕微ラマン分光分析
による組織観察および相解析



下部マントル探査
システム　ダイヤモンドアンビルセル



フィールドエミッション
走査型電子顕微鏡

安定同位体質量分析計

表面電離型質量分析計

クリーンルーム

希ガス質量分析計

ICP 質量分析計

記載に基づく全岩同位体・元素濃度分析・年代測定

X 線マイクロプローブ
による組織観察・記載・
主要元素濃度分析

マイクロサンプリング

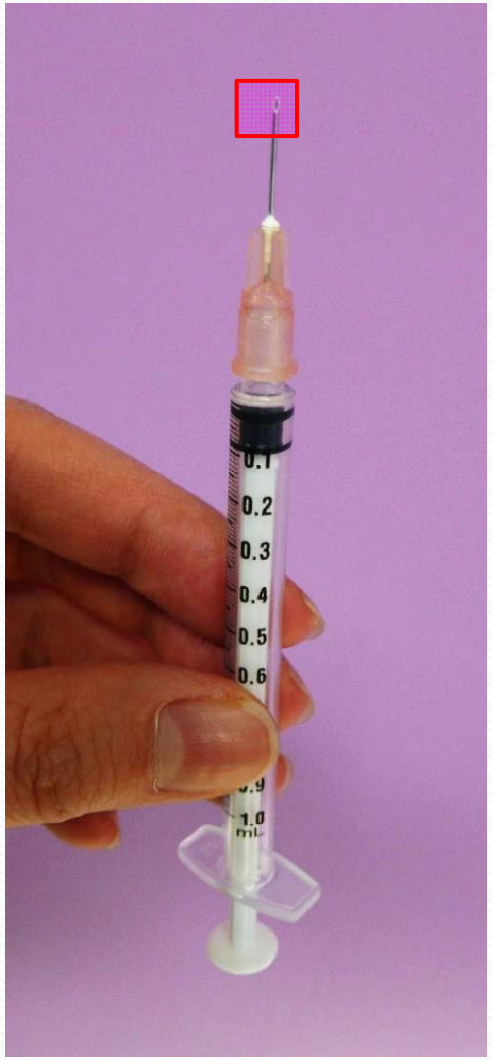
二次イオン質量分析計・
レーザーアブレージョン ICP 質量分析計による
微量元素濃度・同位体分析・年代測定

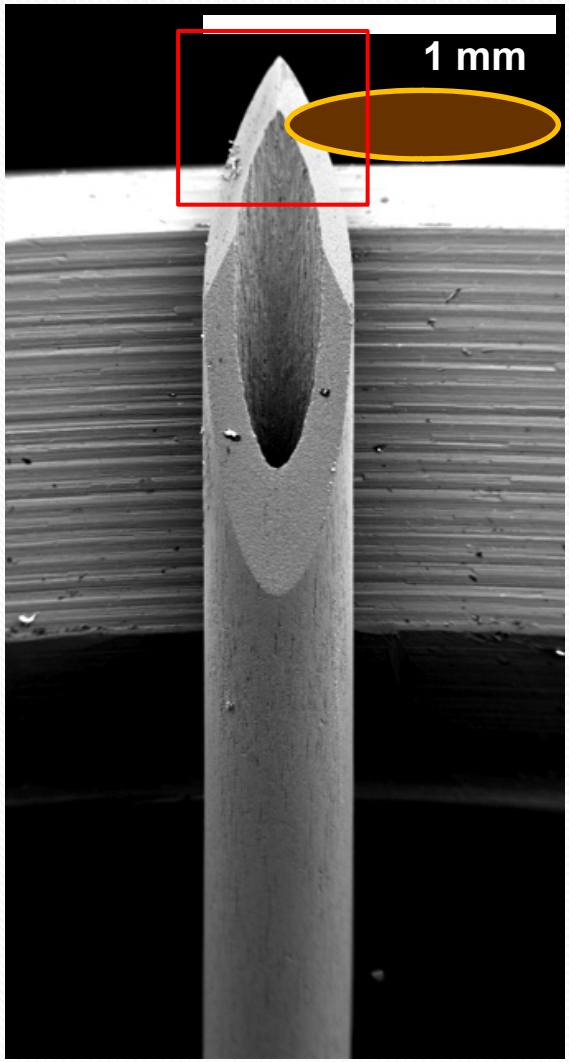
収束イオンビーム試料加工装置

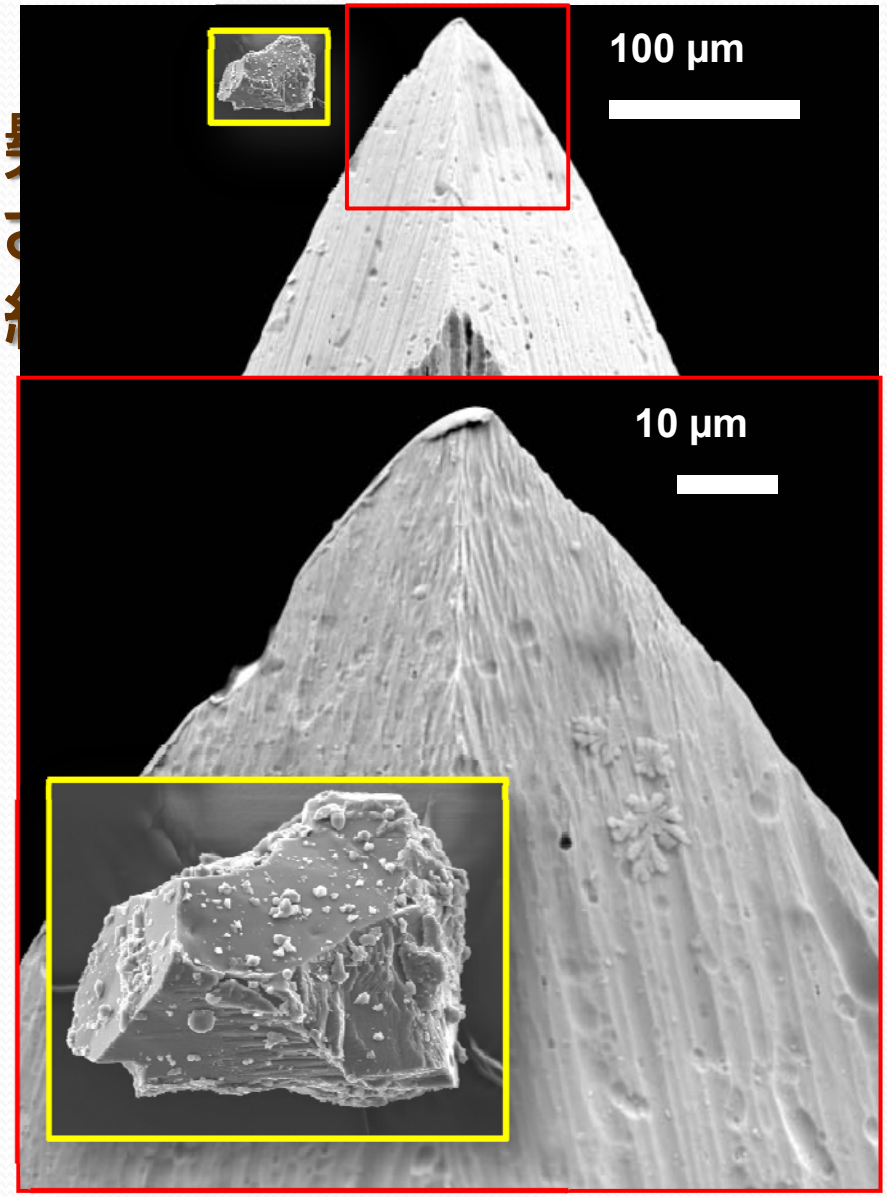
フィールドエミッション透過型電子顕微鏡
による微細構造解析・組成分析

ナノメートルスケール
における観察・解析

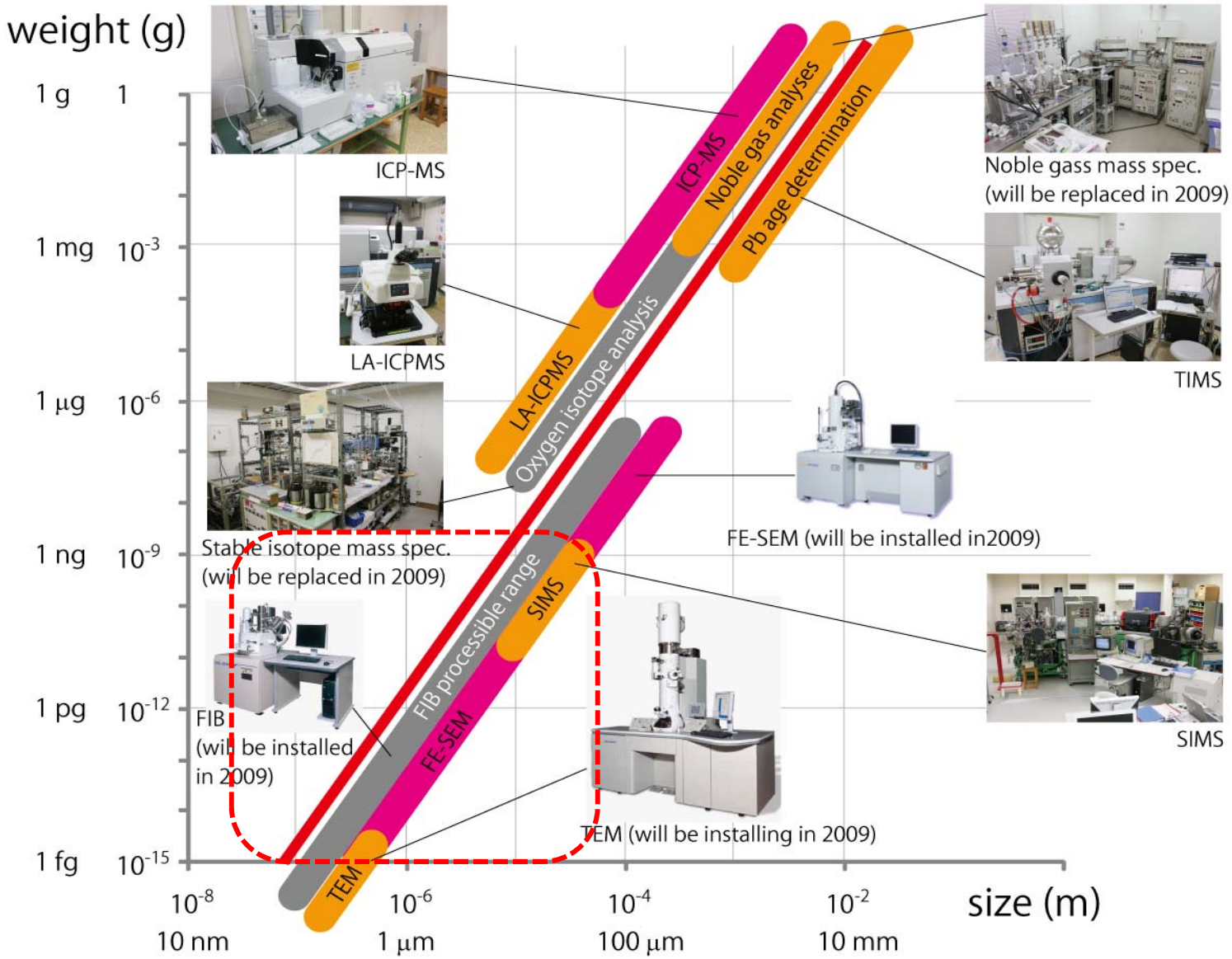
注射針・髪の毛と
イトカワ微粒子のサイズの比較







粒子サイズと解析手法



2008年時の見積

期待試料量: 10 mg

- 60元素の定量分析
- 8種類の同位体分析
- 5種類の年代測定

を計画

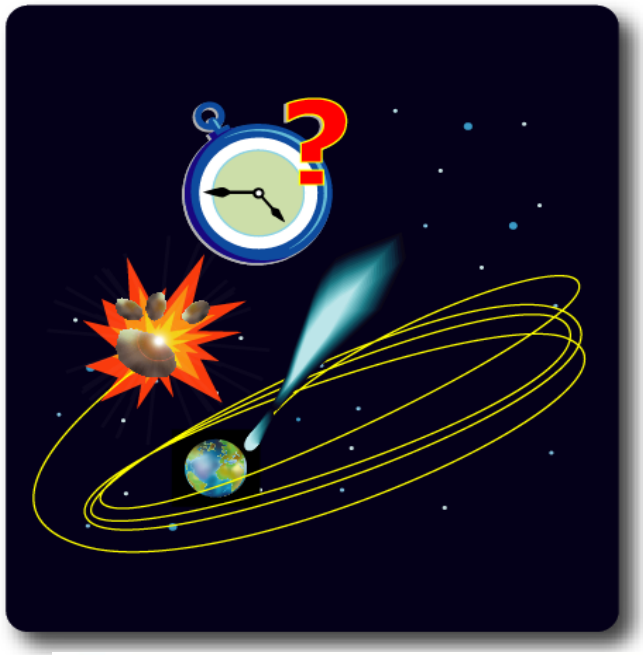
しかし実際は…

回収粒子: 1 ng

- SEM, SIMS, TEMによる局所分析・記載を中心に初期分析ルーチンを変更

地球や太陽系の始まりはどうやって調べられてきたか

【地上観測】 天体望遠鏡と隕石



デメリット

地球落下前の小惑星表面の情報

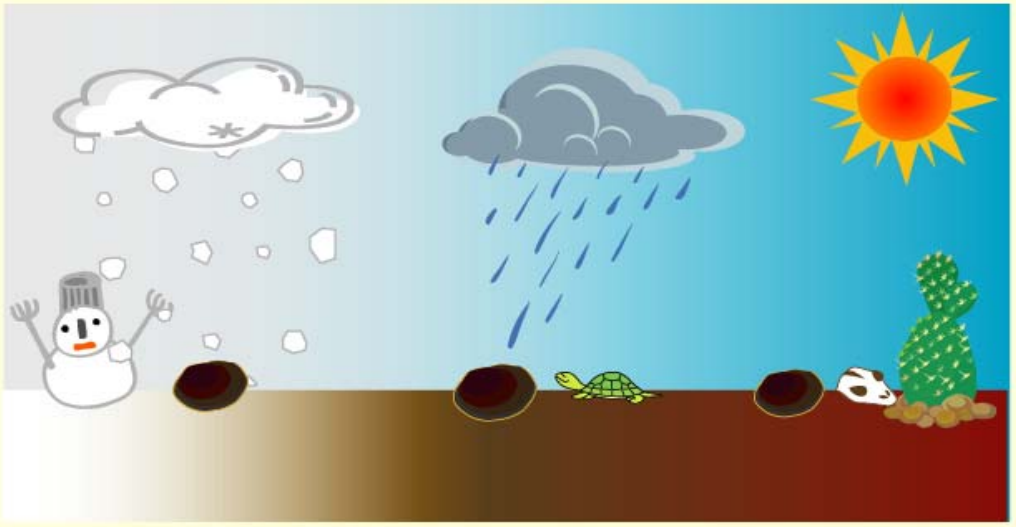
ない？

地球落下後の汚染

極めて少ない！

隕石のメリット

・太陽系形成初期の情報を得られる
・たくさんのサンプルを地球上で回収できる



三朝でどのような分析をするか？

- 光学顕微鏡・電子顕微鏡・電子線プローブマイクロアナライザー・ラマン分光・赤外分校・透過型電子顕微鏡による鉱物相および組織解析。
- 二次イオン質量分析計（SIMS)による微小領域の微量元素酸素・リチウム・ホウ素・マグネシウム同位体分析
- 全岩化学組成・同位体分析
- 分離した鉱物を用いた年代測定
- 総合的かつ精密に記載し、チェリャビンスク隕石の起源と歴史を理解する。