

46億年のかなたに新材料を探る

——スターライト計画——

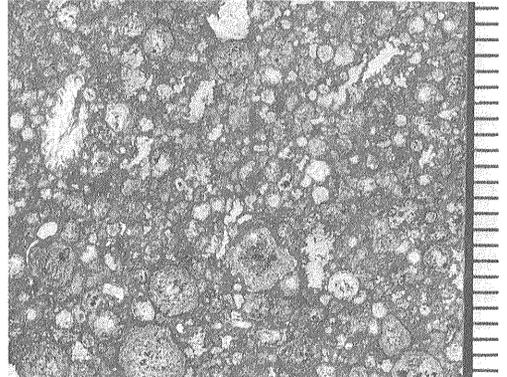
田中 剛 (技術部)

Tsuyoshi TANAKA

西暦紀元前 戦乱と貧困に明け暮れていた世界にあって ユダヤの三博士は東の空に輝く星に導びかれ 救世主キリストの誕生を知ったという。今世界の工業界は多様な新材料を求めている。期待される新物質は希有元素を含む合金 炭素・珪素セラミクス等にあると考えられ その生成に導くものは無重力場 あるいはプラズマ状態にある高温場であるとされている。材料試験ロケットや NASA のスペースシャトルはそれを求める人類の必死の手段でもあろう。しかし我々はすでに46億年の昔 神々により無重力場でしかも超高温(超新星)から低温に到るさまざまな条件で作られた含希元素珪酸塩や合金(多種類の隕石)を多数手にしているのである。隕石はそれ自体が新材料として直接使用されるものではないが その中に Oldhamite (CaS) や Osbornite (TiN) など地球上で未発見の鉱物を二十に余って含むことから隕石に含まれる鉱物の結晶学的・化学的性質を明らかにし 工学的検討を加えることは 新材料の開発研究を目標に導く一点の星明かりとはならないだろうか。

炭素質コンドライト隕石は 宇宙における非変成の堆積岩として 個々の構成粒子が隕石生成時の性質をよく保存している。その1つ Allende 隕石は第1図に示すように さまざまな包有物を含む。それぞれの鉱物は原始太陽系が冷却するにつれ その凝縮温度に従って 析出・生成したものと考えられている。

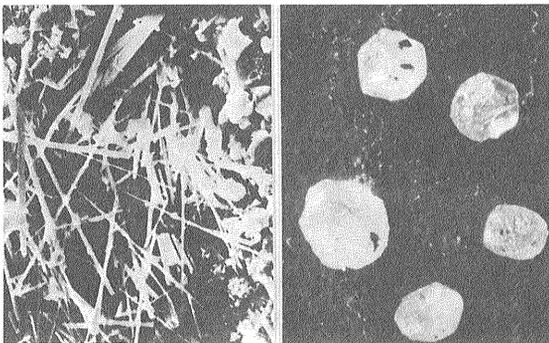
スペースシャトルでの実験の一つとして 対流のない



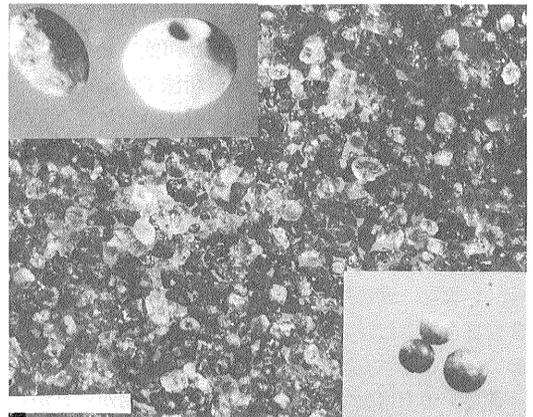
第1図 Allende 隕石の切断面。 図中のスケール一目盛は1mm

無重力下における高温材料の化学気相析出機構の研究が提案されている。炭素質隕石を構成する鉱物には 無重力下における気相からの直接析出物と考えられるものが多い。第2図に示す自型のかんらん石は単体として自由空間で生長したものであるし Wollastonite の針状結晶は Ca-Al 鉱物の再加熱による気体拡散で生じたものと考えられている。

他方コンドルールと呼ばれる包有物のように一度溶けたものもある。第3図右下に示すように 無重力の自由空間で溶けた液滴は自己の表面張力で球体となる。



第2図 Allende 隕石中の Wollastonite ヒゲ結晶(写真の横の長さ100 μm (Miyamoto ら1979))と Murchison 隕石中のかんらん石自形結晶 (写真の横の長さ3mm)。



第3図 Murchison 隕石から取り出された各種インクルージョンとコンドルール (右下部・左上部) スケールは1mm (共通)

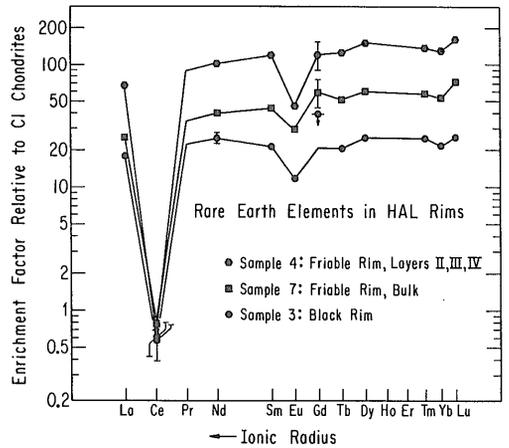
同図左上に示すように紡錘型のも存在する。これは固結時に自転をしていたものと思われる。

隕石中にはその他諸語の包有物がある。それらを取りだしたのを写真(第3図)に示す。多くのものが地球上ではみられない元素存在度を示し、多量の希土類元素を含むものもある。第4図はその一つで Hibonite (CaAl₁₂O₁₉) を含む鉱物集合体中の希土類元素存在度パターンを示す。宇宙の平均存在度に比べ100倍以上の希土類元素(図示されていないが Hf Ta Zr Sc も同様)が濃縮している。Ceが極端に少いのはこれが強度の酸化状態のもとで析出したことによると考えられる。

隕石中には貴金属塊も含まれる。第5図はその電子顕微鏡による写真で、無重力下で生成した Fe・Ni 合金中に Pt V Mo Ru Os Ir など多種類の貴金属塊が分布する。粒子が小さいため、その合金としての性質は明らかでない。このような金属塊はこれからの宇宙資源探査のためにも、その性質・成因・分布法則を明らかにする必要がある。

強誘電体材料である BaTiO₃ も隕石中に存在する。これは地質調査所の質量分析計による隕石中の希土類元素と Ba の精密定量の過程で Ba 粒子の存在が予言され EPMA で探査・発見されたものである。隕石中では木いちごの実のように BaTiO₃ 微粒子が処々に集合している。これは強誘電体として相互に付着成長したものであろう。しかしその集合体は小さく、鉱物学的性質は未知である。

従来、日本には資源がないとされてきたが、こと隕石に限って、日本は世界一の資源国である。1969年南極観測隊により南極に隕石が発見されて以来、今日まで数千個の隕石が日本に持ち帰られた。研究試料には事欠かないのである。1980年、日本学術会議は隕石科学研究センターの設立を勧告した。しかし、隕石の重要

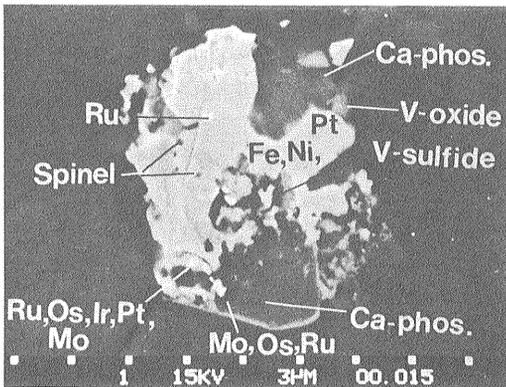


第4図 Allende 隕石中の Hibonite に富むインクルージョン(個有名 HAL)中の希土類元素存在度を C 1 隕石(宇宙存在度)のそれで規格化した図

性はその科学的価値に留まるものではない。資源や新材料といった鉱工業的な見地からも早急に検討すべきものであろう。

宇宙鉱物の化学的研究は地球化学グループの経常研究としてようやく歩き始めたところである。それは第3図に示したように数百マイクロンの試料を扱わなければならない。試料が小さいが由に常に地球物質からの汚染の危険にさらされている。隕石を精密な電子部品として扱う場が必要である。

ここでは隕石の新材料開発の指針としての役割だけを述べた。しかし、隕石の研究は宇宙資源探査の基礎としても重要なものである。これについては拙著地質ニュース 281 および 333 を参照していただきたい。



第5図 Allende 隕石中にみられる貴金属塊の電子顕微鏡写真 (ElGor-esy ら 1978)



第6図 Allende 隕石中にみられる Ba 濃縮部分。この部分は Ti の濃縮部分に一致する。写真の横巾は 300μm。