

# 原始太陽系星雲の高温過程で形成されたコンドリュールの再現実験

東北大学・理学研究科 中村智樹

太陽系は約46億年前に始まった。惑星や小惑星ができる前の初期太陽系には、ガスとダストからなる原始太陽系星雲が存在した(図1)。コンドリュールは直径1mm程度の固体球状物質(図2)で原始太陽系星雲に浮遊していた固体粒子の主要成分である。コンドリュールは星雲内で形成した最初の微小天体(図1)に大量に集積した。小惑星(図1)はその微小天体の生き残りである。したがって、小惑星には多くのコンドリュールが含まれており、小惑星から地球に飛来した隕石にはたくさんのコンドリュールが含まれている(図2)。

コンドリュールは星雲内の無重力状態で、前駆物質が高温加熱、急冷されてできたと考えられているが、具体的な形成過程は解明に至っていない。最大の理由は、地上実験ではコンドリュールの組織や元素組成分布を再現できないからである。本研究では、世界で初めて微小重力下での熔融実験でコンドリュールの再現を目指す

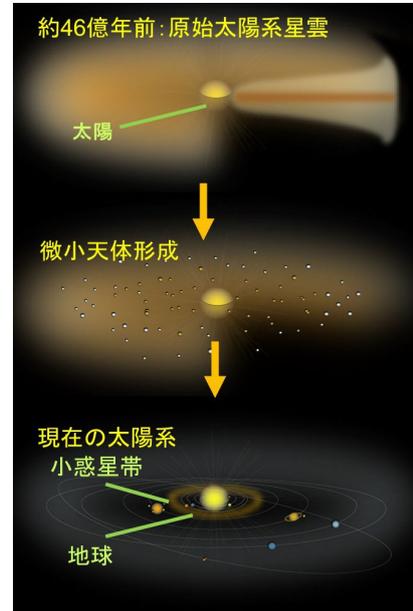


図1：太陽系の形成過程

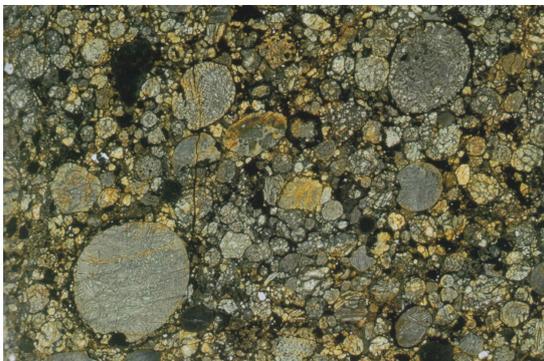


図2：S型小惑星から飛来したコンドライト隕石。たくさんのコンドリュール(球状物質)が含まれている。写真横幅15mm。

否を判断しやすいため、である。

コンドリュールはその組織でいくつかに分類されており(Grossman et al. 1988)、今回の実験で再現を試みるのは棒状カンラン石(Barred-olivine:BO)コンドリュール(図3)である。このタイプを選んだ理由は、(i)前駆物質が全熔融してできたため、実験で熔融、冷却条件を明確に制約でき、星雲で起こった高温現象を制約できる、(ii)特徴的な組織をしており(図3:棒状のカンラン石と間のガラス、それら全体を取り囲むようにカンラン石のリムが存在する)、再現実験の成

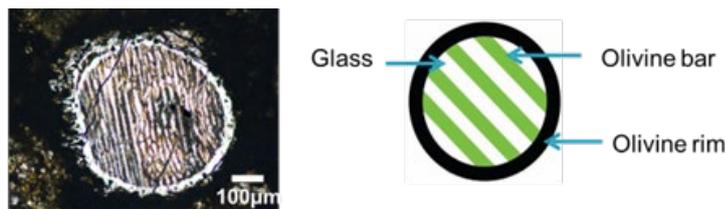


図3：Barred-olivineコンドリュールの光学顕微鏡写真(左)と模式図(右)

本研究では特にカンラン石のリム(図3)に再現に着目したい。理由は、過去の地上実験で棒状のカンラン石は再現されているが、カンラン石のリムが再現されていないからである(Lofgren and Lanier, 1990; Tsuchiyama et al. 2004 他)。我々の研究グループも前駆物質を(1)ガスジェット浮遊させ、レーザー溶融させる方法(Nagashima et al. 2008)、(2)静電浮遊させ、レーザー溶融させる方法(JAXA 石川教授との共同研究)、による地上実験を試みたが、カンラン石のリムができなかった(図4)。コンドリュールの結晶化は、宇宙で周りとの接触がない状態で起こった。我々はこれを理解し、ガスジェット浮遊法、静電浮遊法による地上実験を行ったが、浮遊させる際に発生する対流や表面振動、さらには重力による結晶の沈殿が問題であった。これらを抑えられる宇宙での実験が必要である。

コンドリュールは小惑星や地球の原材料物質である可能性があるため、太陽系の天体形成を知る上で最も重要な固体粒子である (Alexander, 2022)。したがって、コ

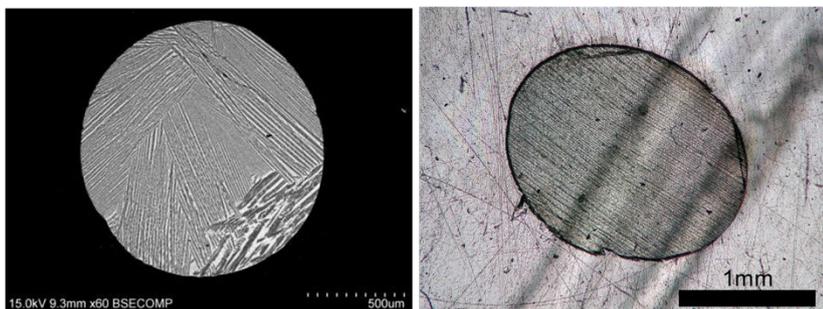


図4：ガスジェット浮遊法で作成したBOコンドリュール(左)と静電浮遊法で作ったBOコンドリュール(右)。どちらもリムが観察されない。

ンドリュール形成を理解するこ

とは惑星科学の第一級の命題である。本申請では隕石中に含まれる実際のBOコンドリュールの化学組成(高いMg/Feのtype I、低いMg/Feのtype II)の出発物質を用い、冷却率を変化させ(結晶化温度領域で0.5K/s~100K/s)、微小重力下の「きぼう」で実験を行い、BOコンドリュールの再現を目指す。