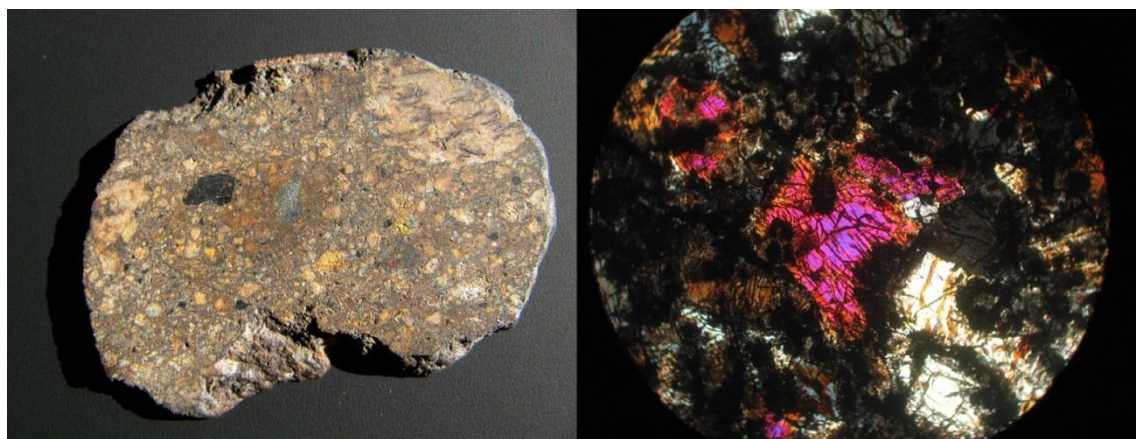


## 隕石と小惑星の関係：アルマハータシッタ隕石でわかったこと

アルマハータシッタ(Almahata Sitta)隕石は、2008年10月7日の早朝にスーダン北部に落下した隕石である。落下の19時間前の10月6日にアリゾナ州ツーソンのレモン山天文台で小さな小惑星が発見された。その軌道解析からこの小惑星は地球に衝突することがわかり、世界中からの観測データが寄せられてアフリカ北部のスーダンに衝突することが予測された。この小惑星はのちに、2008 TC3 と名づけられた。実際にこの隕石の落下の目撃情報が寄せられ、隕石探査が始まった。この小惑星はスーダンの上空37kmのところで爆発し、小さな破片が周辺に飛び散った。これまでに1g以下から400gまでの隕石600個、総重量にして40kgの隕石が回収されている。

アルマハータシッタ隕石の最初の試料はユレイライトと分類された。ユレイライトは、かんらん石と輝石の結晶が集合した火成岩のような岩石組織をもつ隕石であり、結晶の境界部にはダイヤモンドや鉄ニッケル合金を含む黒色の物質が取り巻いているユニークな隕石である。その後のアルマハータシッタ隕石の研究から、かんらん石や輝石の結晶サイズ、酸素同位体比は破片ごとに変化に富んでおり、多数の隕石岩片が集まったポリミクト・ユレイライトという稀なタイプであることがわかった。さらに、回収された隕石を調べると、エンスタタイト・コンドライトや、普通コンドライト(HやLコンドライト)が多数見つかった。すなわち、この小惑星は、まったく異なる隕石が集まってできた不均質な物質の集合体なのであった。



ポリミクトユレイライト (DAG319 隕石) とユレイライトの偏光顕微鏡写真 (XPL)

これまで隕石と小惑星の関係は、両者の反射スペクトルの比較で行われてきた。天体望遠鏡で小惑星の可視・近赤外のスペクトルを観測し、小惑星表面の反射能(アルベド)や、構成する鉱物の吸収帯を調べて小惑星の分類が行われてきた。一方、地球に落下した隕石についても実験室で反射スペクトルを測定し、小惑星との対応関係が検討されてきた。2008 TC3 は発見直後に地球に衝突することがわかったので、天体望遠鏡で観測されたが、F タ

イプと呼ばれるマイナーなグループに属することが明らかになった。すなわち、Fタイプの小惑星は数が少なく、対応する隕石は存在しないとされてきたのであった。アルマハータシッタ隕石の回収の結果、この小惑星はユレイライトとコンドライトの混合物であることがわかったが、2種類の隕石の混合物でFタイプ小惑星の反射スペクトルの特徴を説明できることが明らかになった。このことは、隕石の分類群と小惑星の反射スペクトルによるタイプ分けは、必ずしも1対1ではなく、どちらも異なる隕石タイプの混ざったものである可能性も視野に入れて検討すべきであることを示唆している。

さらに、アルマハータシッタ隕石は、小惑星の起源と進化にどのような知見をもたらしたのか？まず、この隕石の50%がユレイライトでできていることから、太陽系の初期に形成された微惑星の内部が分化してユレイライト母天体ができた。この母天体は激しい天体衝突で粉々に砕かれた。この破片が再び集積して大きな天体へと成長する段階で、エンスタタイト・コンドライトや普通コンドライトの破片を取り込んで、不均質な小惑星が形成された。この小惑星が再び天体衝突で破壊され、その破片の一つが2008 TC3になったというわけである。ユレイライト母天体が破壊されたあと、再集積した天体はユレイライト娘天体であり、2008 TC3はユレイライト母天体からは孫天体ということになる。

ユレイライト娘天体は、さまざまな隕石タイプが集まった不均質な内部構造をもっている。エンスタタイト・コンドライトは、鉄は還元状態の鉄ニッケル合金になっており、ケイ酸塩成分には鉄を含んでいない。こうした隕石は内部太陽系の還元的な環境でできたものである。普通コンドライトはケイ酸塩鉱物中に酸化鉄を含んでおり、エンスタタイト・コンドライトとは異なるやや酸化的な環境でできたものと考えられている。すなわち、2008 TC3の1世代前の小惑星、すなわちユレイライト娘天体の形成時には、太陽系のさまざまな場所でできた固体天体が軌道運動をする間に、大きく軌道を変化させ、太陽系内部物質と外部物質が混ざったことを示唆している。

隕石や小惑星から太陽系の初期史を解明する研究は、巨大なジグソーパズルを解くようなものである。アルマハータシッタ隕石は、私たちがまだ十分にパズルを解くためのピースを手に入れていないことをはっきりさせた。パズルを解くためには、もっと部品を手に入れること、部品と部品をつなぐうえで鍵となる手がかりを探し出すことが重要である。そのためには、すでに落下して地上に落ちている隕石の探査、落下が目撃された隕石の探査、回収、はやぶさ2のように、探査機による小惑星探査とサンプルリターン、さらに、小惑星の光学天体望遠鏡による観測を地道に行い、得られた情報を総合化していくことが不可欠である。

Horstmann, M. and A. Bischoff (2014) *Chemie der Erde*, 74, 149-183.