

Muses-C のリモートセンシング機器による 1989ML の地質学的観測について

Geological observation of 1989ML: what kind of information can we remotely obtain by Muses-C?

齋藤 潤[1], 安部 正真[2]

Jun Saito[1], Masanao Abe[2]

[1] 西松建設(株)技術研究所, [2] 宇宙研

[1] Technical Research Inst., NISHIMATSU Construction Co., Ltd., [2] ISAS

小惑星探査計画 Muses-C では、小惑星 1989ML のリモートセンシング観測(可視-近赤外イメージャ、赤外分光など)ローバーによる踏査、サンプルリターンが計画されている。1989ML は、現在までに得られた情報ではスペクトルタイプの EMP、あるいは C に近いものと想定されているが、これらに該当すると考えられている隕石種は未分化から分化したものまで多岐にわたっており、それぞれの隕石種の成因に関する多くの知見を元に総合的に議論することが必要である。本講演では、これらのリモートセンシング観測機器を組合わせて小惑星 1989ML について地質学的にどのような情報が取得可能か、主に隕石と小惑星の関連をベースとした考察を行う。

宇宙科学研究所が計画している小惑星探査計画 Muses-C は、小惑星 1989ML を対象として、電気推進・サンプリング技術・自律航法・再突入力プセルといった工学的課題の達成を目指した工学ミッションである。またこのミッションでは理学観測として、1989ML に対するリモートセンシング観測(紫外・可視イメージャ、近赤外分光・蛍光 X 線分析)・NASA と共同で行うローバーによる踏査・サンプル回収とその詳細研究を行う計画である。

分光などのリモートセンシング観測で地質を調べる場合、天体の表層に不均一性があるか否か、あるとすればそれがどのような分布をしているかを知ることが、当該天体に起こった地質学的プロセスを把握するために重要である。1989ML とどのような隕石種が類似しているか(又はしていないか)に関しては回収されたサンプルの研究で有益な情報が得られると考えられるものの、不均一性がどのようなものであるかについては、広域を同時に観測することの出来るリモートセンシングが唯一の観測手段である。不均一性がどのようなものかを事前に予測して宇宙機によるリモートセンシング観測シナリオを構築するためには、スペクトル的に関連するとされる隕石種の成因に関する議論について survey を行うことが必要である。またこのような議論は、1989ML が未知の物質であったとしても、小惑星に起こり得る地質学的プロセス(例えば Scott, et al. 1989 参照)を考慮しシナリオを想定しておくという意味で重要である。

Muses-C の探査対象天体である 1989ML は、現在までに得られた地上観測の情報によれば、スペクトルタイプの EMP、あるいは C に近いものと想定されている。しかし、小惑星のスペクトルと隕石の比較に関する研究によれば、これらに関連すると考えられている隕石種は未分化な炭素質隕石に類似するものから分化した隕石(エコンドライト又は鉄隕石)に類似するものまで多岐にわたっており、宇宙機による 1989ML の地質探査を行う場合、ごく限られた特定の隕石種あるいはそれに類似した物質種のみを想定することは危険である。このため、Muses-C で行うリモートセンシング観測では、1989ML のスペクトルタイプに該当すると考えられるそれぞれの隕石種(又はその類縁物質)についてその成因に関する知見を元に総合的に議論して観測シナリオを構築する必要がある。

1989ML のスペクトルタイプの類似しているとされているいわゆる EMP、C 型に関しては、それに該当するとされている隕石種としてエンスタタイトコンドライト、エンスタタイトエコンドライト、CI/CM コンドライトあるいはその加熱変成を受けたもの、さらに鉄隕石がその候補としてあげられている。

これらの隕石種に起こり得る不均一性としては、分化の程度の違い、(CI/CM コンドライトの)熱変成の程度の違い・水質変成の程度の違い、shock(あるいは weathering)の程度の違いが主なものとして挙げられる。Muses-C の分光カメラ AMICA(360nm-1023nm、7バンド;高度 10km で 1m/pixel の分解能)および赤外分光計 NIRS(850nm~2100nm、波長分解能 25nm で 51ch;高度 10km で 17m/pixel の分解能)で可能な分光観測では、分化・変成・熱変成の違いの把握に関しては、(1)鉄を含んだ mafic-silicate の量的な違い/olivine-pyroxene の量比;(2)含水珪酸塩鉱物の吸収を捉えることによるその有無・分布に関する情報を得ることで対処することが出来ると考えられる。shock-effect の違いに関しては、クレーターとその周囲を分光観測で調べることにより darkening、reddening の差違を捉えることが考えられる。

これら以外に 1989ML 候補物質種に関連する不均一性としては、鉄隕石についてその成因に関する議論から FeS に富んだ core が鉄ニッケル metal の core 以外に存在したとする研究者もいる(Wasson, 1985)。このようなものがある程度の大きさで 1989ML に残っているのであれば分光により鉄ニッケル金属鉱物と硫化物のスペクトルの違い(右上がりの程度が異なる)で判別できる可能性がある。しかし、決定的な情報としては蛍光 X 線分析による化学分析結果、あるいは回収サンプル中に regolith 成分があればその中の fragment の分析によって検証するこ

とが重要となろう。

本講演では、Muses-C による 1989ML の地質リモートセンシング観測について、組成的不均一性としてどのようなものが考えられるか、また AMICA/NIRS でどのような観測が出来るかについて現在までに検討した結果を紹介する。また今後このような地質観測項目をより詳細に検討し、観測シナリオを精密化するためにどのような調査研究が必要であるかについても合わせて議論する。 文献： Scott, E.R.D. et al. (1989) in "Asteroids II", 701-739 ; Wasson, J.T. (1985) Meteorites. New York: W.H. Freeman and Co.