

鉱物学的観点からみた巨大衝突盆地の表層構造

○上本季更^{1,4}, 大竹真紀子¹, 春山純一¹, 松永恒雄², 諸田智克¹,
横田康弘¹, 中村良介³, 山本聡², 岩田隆浩¹

¹宇宙航空研究開発機構, ²国立環境研究所, ³産業総合研究所, ⁴東京大学

背景: 月裏側にある South Pole-Aitken 盆地 (SPA 盆地) は、巨大衝突により形成されたと考えられている。同盆地ではこの衝突により、表面の地殻が剥ぎ取られ、下部に存在すると言われるマントル物質が露出しており、月の起源の解明に繋がる月内部の元素・鉱物組成を直接的に把握するのに最も重要な地域であると考えられてきた。特に衝突の中心部においては、掘削深度が大きいいため、表層の斜長石に富む地殻はすべて外へ飛散し、マフィック鉱物に富む岩石が広がっている可能性が高いとされてきた [2]。しかし、最近の研究で、SPA 盆地の北東部の地殻厚が厚いということ [3] や、盆地の衝突の中心から比較的近い場所 (図 1①) に anorthosite (斜長岩) が [1]、更にその北西部 (図 1②) では purest anorthosite (>98vol.% 斜長石) が存在する [4] と報告された。このことは、地殻はすべて剥ぎ取られたとされていたこれまでの研究と矛盾しており、同盆地規模の巨大衝突盆地の形成メカニズムは未だ明確に把握されていないということからも、地殻が剥ぎ取られることなく残存したという可能性は十分にあると言える。

目的: 本研究では、露出していると考えられている月内部の物質の組成を把握することを最終目的としているが、今回は、その内部物質露出範囲に制約を与えるために、巨大衝突による SPA 盆地掘削領域を推定し、盆地の掘削深度を再検討する。そこで、まず地殻の飛散状況を把握するために、SPA 盆地内の anorthosite の有無を再確認するとともに、その盆地内の分布状況から、地殻の水平方向における掘削領域の推定をする。

本研究では、研究手段として月周回衛星「かぐや」搭載のマルチバンドイメージャ (MI) による分光観測データを用い、SPA 内部のクレーターおよびその周辺の反射スペクトル解析を行うことで、鉱物に特徴的な吸収を観察した。MI は、可視波長域においては 415、750、900、950、1000 nm、近赤外波長域においては 1000、1050、1250、1550 nm のバンドを観測する。そこで、斜長石の、スペクトル吸収が 1250 nm で顕著に見られるという特徴を用いて斜長石に富む岩石の存在の確認をするとともに、pyroxene (吸収 900~1000 nm 付近)、olivine (吸収 1050 nm 付近) を観察することにより、各観測地点の岩石種を調べた。解析する地域は、斜長石に富む岩石はマフィック鉱物を多く含む岩石よりも反射率が高いという特徴を利用し、SPA 盆地の内部で、反射率の高い場所を Clementine 750nm-basemap を用いて選出した。今回は、この map の中で最も反射率の高いものを 100 としたとき、80 以上の反射率である地域を解析対象とした (54 箇所)。

結果、過去の研究 [1] で anorthosite が発見されたクレーターと盆地の中心からほぼ同距離にある Poincare 北部のクレーター (図 2) においては、クレーター内の南部のリム上に purest anorthosite (>98vol.%斜長石) がみられることがわかった (図 3)。さらに、15 箇所において、purestanorthosite ほどではないが、斜長石に富む岩石 (>90vol.%斜長石) がみられ、37 箇所には、斜長石に富む岩石はみられなかった。(図 2)

結果から、現在解析した中で、anorthosite は盆地の中心付近よりも、中心から約 700km の範囲より外側で広く見られることがわかった (図 4)。特に盆地の縁に沿った地域に比較的多く分布していることが明らかとなった。この範囲は Hiesinger et al. (2004) におけるトランジェントキャビティの外側とほぼ整合しており、また、Ishihara et al. (2009) における地殻厚マップにおいても外側は地殻が厚いことから、地殻が完全に掘削されず残っている可能性が高いことが、鉱物学的情報から初めて明らかとなった。また、内側における 3 箇所の anorthosite に関しては盆地の中心からみて北西側に偏って存在しており、その存在理由を考える必要がある。例えば、地殻物質が衝突の掘削により剥ぎ取られず残留している可能性、また、盆地形成時におけるインパクトメルトから分化した可能性、あるいは、盆地外部からもたらされた (壁面が崩壊した、ejecta として飛来したなど) 可能性が挙げられる。内側の斜長岩と外側斜長岩の違いをみるため共存する他の鉱物の種類を調べたところ、全て 950 nm に吸収をもつ輝石であった。そのため、他鉱物という点に関しては内側と外側で相違は見られなかった。今後各箇所の詳細な鉱物組成や産状等を把握することで更に追究していく必要がある。また、今回は anorthosite の高い反射率を利用して解析地域の抽出を行ったが、Clementine のマップでは空間分解能が MI より低いこともあり、より詳細な anorthosite の分布を把握するために盆地全体を MI によって解析していく予定である。

[1] C.M. Pieters et al., (2001) Journal of Geophysical Research, vol. 106, No. E11

[2] D. Spudis et al., (1994) Science, 266, 1848-1851

[3] Ishihara et al., (2009) GRL vol. 36, L19202

[4] Ohtake et al., (2009) Nature 461 (7261): 236-40

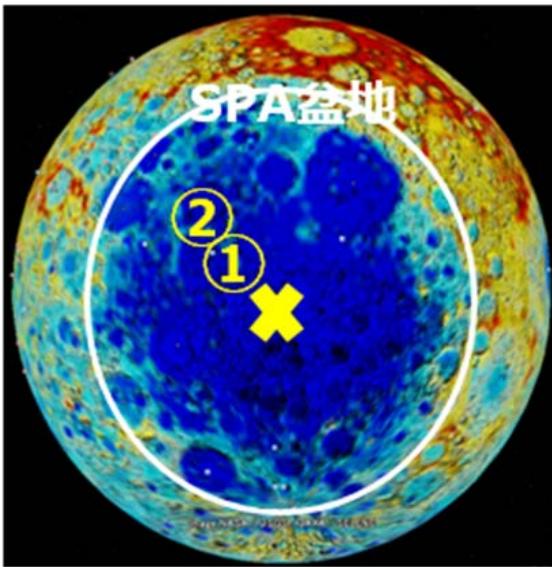


図1：先行研究で anorthosite のが見つかった箇所

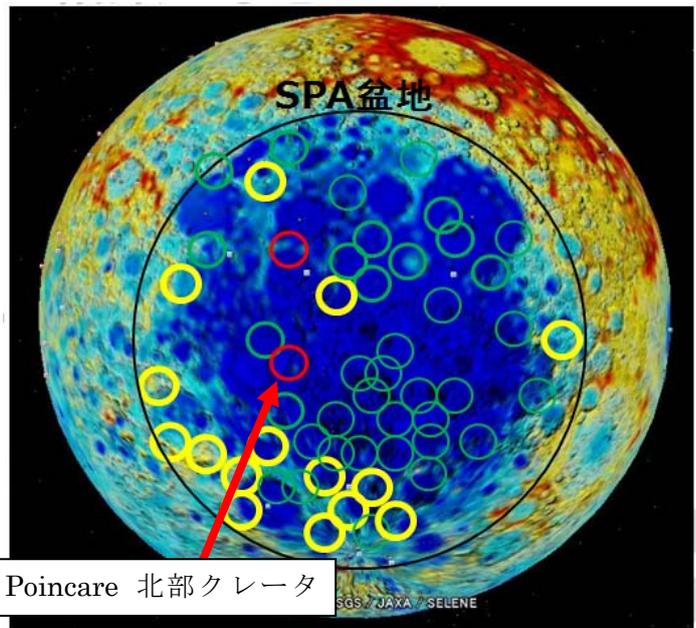


図2：解析結果 ○98vol.%斜長石、○90vol.%斜長石<98vol.%、○斜長石<90vol.%

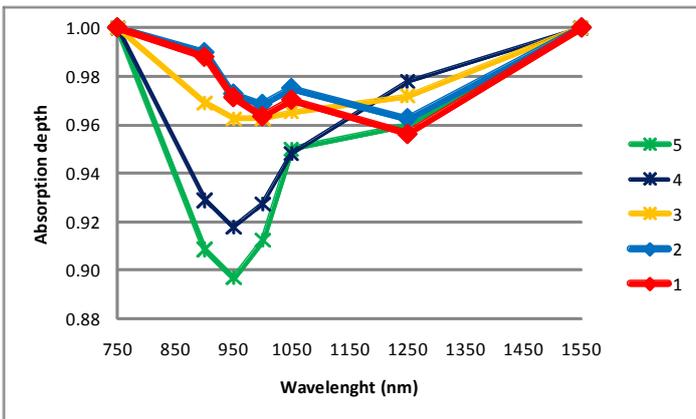
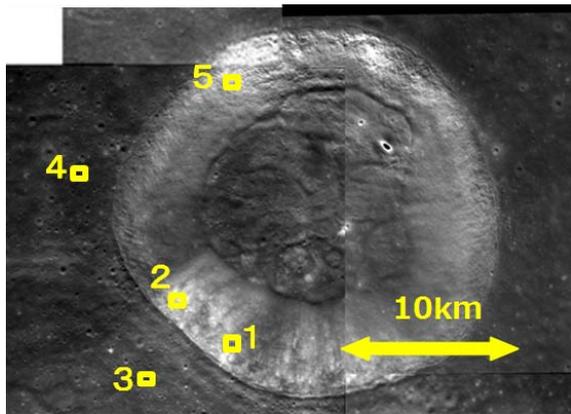


図3：Poincare 北部クレーターの主なスペクトルの吸収を示したグラフ（上図の1～5と対応）

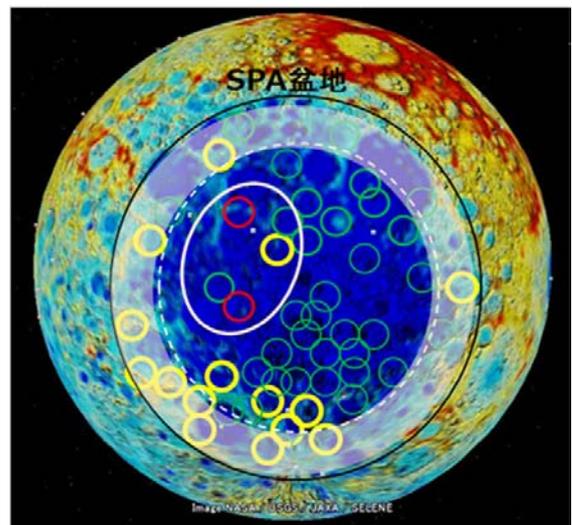


図4：解析結果から地殻が残っていると考えられる領域（内側の○に関しては未解明） …：トランジェントキャビティ