

## 月の位相関数 : 地質依存性とマルチバンド画像の位相角補正

### Lunar Phase Function: Geological Dependence and Photometric Correction of Multi-band Images

# 横田 康弘[1], 本田 理恵[2], 飯島 祐一[1], 水谷 仁[1]  
# Yasuhiro Yokota[1], Rie Honda[2], Yu-ichi Iijima[1], Hitoshi Mizutani[1]

[1] 宇宙研, [2] 高知大・理・数理情報  
[1] ISAS, [2] Information Sci., Kochi Univ.

Clementine マルチバンド画像等の可視近赤外分光・多色測光データを用いて月表層の地質解析を行う際には、経験的な位相関数曲線による反射光強度の補正が必要とされる。位相関数は反射光強度の位相角依存性を表す関数であり、物理的には月面構成粒子の光散乱の方向特性や Opposition Effect と呼ばれる効果などが反映されている。地表の状態や構成粒子の光学的性質は地質により異なるので、位相関数も地質により異なる。今後精密さを増していく月の可視近赤外観測データの解析においては、位相関数の地質依存性も考慮する必要がある。

得られた位相関数の利用に際してあらかじめ属する地質グループを知る必要があるということは、「観測データから地質を知りたい」という利用目的にとってはジレンマである。そこで本研究では、位相関数の選定と位相角補正とを反復的に行う Clementine 画像補正方法を開発した。このような方法を用いることにより、月の全面の化学組成の推定が従来よりも正確に行えると考えられる。

地質解析においては観測データから位相関数の影響を除きアルベドを知ることが重要であるが、逆に位相関数を調べる立場においては観測データからアルベドの影響を除かなければならない。同一月面を異なる位相角で撮像した画像ペアがあれば、アルベドの影響を相殺して位相関数の情報を取り出せる。この用途のために本研究では、月面上の任意の座標点について「観測回数」、「画像名」、「観測時の幾何学条件」、「観測された反射光強度」等の情報を網羅した Clementine データベースを作成した。解析対象は月全周の緯度 $+30^{\circ}\text{N} \sim -30^{\circ}\text{N}$  の範囲を観測した Clementine UV-VIS 画像三バンド(415、750、950nm)である。使用した原画像は 114,208 枚である。

位相関数の地質依存性を調べるには前もって地質を分類する必要がある。しかし、分類に利用できる情報として Clementine データよりも空間分解能が高くかつ月全周をカバーしているデータは他に無い。そこで、Clementine データ自身により定量的なクラスタリングを行う方法として、Kohonen の自己組織化マップの手法を導入した。データベースから「基準の位相角 ( $30^{\circ}$ ) 及び異なる位相角で観測された月面」を選び出し、その三バンド反射率データに自己組織化マップを適用して 9 グループにクラスタリングを行った。ただしグループ数が 9 個であるのは、比較的単純に分けるため 3 行  $\times$  3 列の 2 次元マップを用意した結果である。講演ではより細かくクラスタリングした場合についても報告する予定である。9 グループのうち 7 グループについては、画像ペアデータを集成して位相関数曲線を定めることができた。残りのうち 1 つは広い位相角範囲で画像ペア数が得られなかったグループであり、もう 1 つは自動処理では除ききれなかった不適切なデータである。

地上観測による地質区分図及びプロスペクタの元素存在度(FeO, TiO<sub>2</sub>, Th)データを援用して各グループの地質学的意味付けを行った結果、各グループは高地-海区分や宇宙風化の度合い等を表していると解釈できた。海はさらに Ti 量によって細かく分けられた。位相角  $30^{\circ}$  で規格化した位相関数曲線を高地-海間で比較すると、位相角約  $20^{\circ}$  以下では高地が海を最大約 7.6% まで下回っている。位相関数のバリエーションは異なる海の間でも見られる。Ti 量の高い海ほど位相関数の傾きも急になっている。宇宙風化の進んだ高地と未風化な高地との比較からは、未風化な位相関数の方が位相角  $5 \sim 6^{\circ}$  付近で約 2% 下回る可能性があるといえる。位相関数の傾きと反射率との間には負の相関関係があることも確認された。これは定性的には、位相関数モデルに含まれる一次散乱アルベドの効果として説明できる。

またクラスタリングの結果得られたスペクトル区分図は地上観測に基づく Wilhelms (1987) の結果と特に Near Side でよく一致しており、この手法は、今後大容量化することが予想されるマルチバンドスペクトル・または連続スペクトルによる惑星の地質図自動作成のための手法としても有効である。