

すばる COMICS による Pic の 10 ミクロン帯ダスト放射スペクトルとその空間分布

10 micron dust emission spectra of beta Pic and their spatial distribution by Subaru/COMICS

岡本 美子[1]; 片坐 宏一[2]; 本田 充彦[3]; 山下 卓也[4]; 宮田 隆志[5]; 酒向 重行[3]; 尾中 敬[3]; 藤吉 拓哉[6]; 左近 樹[7]

Yoshiko Okamoto[1]; Hirokazu Kataza[2]; Mitsuhiko Honda[3]; Takuya Yamashita[4]; Takashi Miyata[5]; Shigeyuki Sako[3]; Takashi Onaka[3]; Takuya Fujiyoshi[6]; Itsuki Sakon[7]

[1] 北里大・物理; [2] 宇宙研; [3] 東大・理・天文; [4] 国立天文台; [5] 東大・理・天文センター; [6] 国立天文台ハワイ観測所; [7] 東大院・理・天文

[1] Institute of Physics, Kitasato University; [2] ISAS; [3] Department of Astronomy, University of Tokyo; [4] National Astronomical Observatory, Japan; [5] Institute of Astronomy, University of Tokyo; [6] Subaru Telescope, NAOJ; [7] Dep. of Astronomy, Univ. of Tokyo

惑星系形成においては、固体物質のサイズや物質の進化が大きな役割を演じる。固体物質の中でも、シリケートダストは炭素質ダストと並び宇宙空間に豊富に存在し、その化学組成や結晶状態に応じて様々なバンドフィーチャを中間～遠赤外線域のスペクトルに示す。たとえば、太陽系内の一部の彗星や惑星間塵(IDPs)では、赤外スペクトルや物質そのものの解析から、結晶化したシリケートを含むものがあることがわかっている。太陽系外天体では、系外惑星系を持つのではないかと考えられているベガ型星の Pic で、結晶質シリケートが存在することが見出されている(Knacke et al. 1993, ApJ, 418, 440)。ベガ型星は星が主系列に達しており、円盤ダストも、原始星雲中のダストの生き残りではなく、より大きな天体からの二次的生成物と考えられている。これに対し、まだ原始惑星系円盤を持つ、星形成中の T タウリ型星、Herbig Ae/Be 型星などでは、多くは非晶質シリケートに特有の、9.7、18 ミクロン付近にピークをもつ幅の広いバンドフィーチャのみが見出されるが、赤外線天文衛星 ISO の中間赤外線分光器 SWS が Herbig Be 型星である HD100546 にハールポップ彗星 (C/1995 O1 (Hale-Bopp)) に良く似た著しい結晶化フォルステライトのフィーチャを見出したり、(Malfait et al. 1998, A&A, 332, L25) すばる中間赤外線分光器 COMICS が近傍の比較的年齢を経ている T Tauri 型星 Hen3-600A に結晶化フォルステライトを検出する(Honda et al. 2003 ApJ, 585, L59)など、いくつかの天体では結晶化シリケートが見出されつつある。

シリケートを結晶化するメカニズムとしては、中心星放射による加熱とその後の X ウインドによる環流(Shu et al. 1996, Science, 271, 1545)、円盤内撃波による加熱(Harker and Desch, 2002, ApJ, 565, 109)、ダストマントルにおける化学反応熱による加熱(Yamamoto and Chigai, 2003, IAU JD14)などが提案されている。このようなプロセスがどのように起こっていたのかを知る一つの方法は、円盤内のダストの動径方向分布を観測することである。そこで我々はベガ型星である Pic について、8m 光学赤外線望遠鏡すばるの中間赤外線装置 COMICS を用いて 10 ミクロン帯のスペクトルの観測を行った。Pic は、距離 19.28pc の A5V 型星で(Crifo et al. 1997, A&A, 320, L29)、10 ミクロン帯のダスト放射スペクトルには、9.7 ミクロンの非晶質シリケートに加えて 11.2 ミクロンに結晶化シリケートによるでっぱりが見出されていた(波長分散 70、Knacke et al. 1993 ApJ 418, 440)。我々はこのシリケートの動径方向分布を調べるため、波長分散 250 で、ロングスリットをおよそ Pic の円盤に沿った方向にあてて、中心星部分だけでなく、円盤のスペクトルも取得できるようにした。こうして得られたスペクトルでは、円盤放射が中心星の外側 5 秒角まで広がっているのを検出できた。スペクトルから、星の成分を、同日に観測した標準星で測定した PSF を用いてさしひきし、星以外のダスト成分の放射スペクトルを、スリット方向に沿った各点で得た。それを元に、Pic の場所ごとのスペクトルを取り出して見たところ、中心 5AU 内では、外縁部に比べて、結晶化フォルステライトによるフィーチャである、10.06、10.42、11.89 ミクロンのピークを確認した。結晶化フォルステライトは、11.24 ミクロンにもピークを持つが我々の得たスペクトルでは、11.05 ミクロン付近にピークを持っている。Pic のスペクトルで、サブピークも含めて結晶化フォルステライトを明確に検出したのは、これが初めてである。中心部では、この 10.06 と 11.05 ミクロンのピークが突出し、その間がやや陥没するようなスペクトル形状を示すのに対し、その外側や、空間方向に広がっている全てのダスト放射を積分して得られるスペクトルは、10.06 と 11.05 ミクロンの間の陥没がより平坦になっているという違いを示す。これは円盤の中心部と外側で鉱物種やダストサイズ分布が異なっていることが原因かもしれない。

本講演では、得られた Pic スペクトルの空間的な変化を報告し、考えられる結晶化過程、惑星系形成過程について議論する。