

Restoration-by-Deconvolution 法を用いたあかつき IR2 夜面データの復元(と科学成果)

Yun Choon Wei[1]; 佐藤 毅彦 [2]; 佐藤 隆雄 [3]; 堀之内 武 [4]; Peralta Javier[5]; McGrouldrick Kevin[6]
[1] SOKENDAI; [2] 宇宙研; [3] 情報大; [4] 北大・地球環境; [5] 宇宙研; [6] コロラド大

Akatsuki IR2 nightside data Restoration by Deconvolution and Scientific Outcomes

Anthony Yun[1]; Takehiko Satoh[2]; Takao M. Sato[3]; Takeshi Horinouchi[4]; Javier Peralta[5]; Kevin McGrouldrick[6]
[1] Space Sciences, SOKENDAI; [2] ISAS, JAXA; [3] HIU; [4] Hokkaido University; [5] ISAS/JAXA; [6] University of Colorado Boulder

IR2(2-um camera) is one of the scientific instruments onboard Akatsuki which studies Venus meteorology utilising near infrared windows of CO₂ atmosphere. This presentation focuses on the data restoration work performed on IR2 data quality. IR2 observes nightsides in 1.735um, 2.26um, 2.32um filters. IR2 is a platinum silicide (PtSi) Schottky-barrier CCD detector regulated by a cryocooler to be ~65K for operation, where it full frame covers 1024x20124 pixels. Satoh et al. 2016;2017 reported the careful image reduction performed for flat fields, temperature-dependent quadrants, and point spread function (PSF) issue.

Even after the corrections, the nightside data still suffer from both light spreading (convolution) by PSF and contamination from the dayside. The IR2 team strives to achieve highest photometric accuracy as possible. In achieving so, Restoration-by-Deconvolution (RD) method was developed to perform imagery restoration. The PSF was modelled using Moffat function where parameters have been updated. The RD method can be divided into two main processes: 1. Replace saturated pixels in the original data (See presentation for full details); 2. Perform Lucy-Richardson Deconvolution by model-PSF on the 1024x1024size image embedded in the centre of a wider canvas of 2048x2048 pixels to avoid repetition of Venus disk when FFT for deconvolution is performed.

After successful restoration performed on IR2 data, aerosol properties such as the particle size parameter (Carlson et al. 1993; Wilson et al. 2008) can be deduced from the correlation plots between the restored 1.735um and 2.26um data. The 'branch' features for interpreting size modes population requiring photometric accuracy finally appeared in the restored data, which were not visible in the original IR2 data due to contamination and artefacts. Moreover, interesting morphologies such as the discontinuity features of the enormous cloud cover (2016-08-18) appears more visible where being restored at true contrast to study both the spatial and temporal variations. To conclude, development of IR2 photometric restoration is coming to a confident stage whereby the accuracy is estimated to be below ~10% deviation and more upcoming scientific achievements using restored data can be anticipated.

あかつきに搭載されている IR2(赤外線) カメラによる CO₂ 観測で金星大気の研究が行われている。本講演では、IR2 により得られたデータの復元に着目する。IR2 カメラでは 1.735um、2.26um フィルターによって夜側を、2.02um フィルターによって昼面を観測している。(冷凍機により約 65K に調整された) ケイ化白金 PtSi CCD 検出器は 1024x1024 ピクセルである。Satoh et al. (2016;2017) は flat field 処理、CCD 温度依存性の除去 (T-Dependent quadrants)、また PSF を考慮することで高精度のデータ処理を行った (実現した)。

しかし、上記の処理を行っても、夜面データは昼側の光の漏れ出しによる影響を受ける (汚染される)。IR2 チームの努力により測光データの精度向上が試みられている。そのために、RD 法が画像復元に利用されている。ここで、PSF は Moffat 関数を用いてモデル化されている。RD 法においては、1. saturate したピクセルを元データと置き換え、2. モデル化した PSF に対し LR 法によって Deconvolution することで精度向上を行うことができた。

上記によって復元されたデータを用いて、金星大気中のエアロゾルの粒子の大きさの解析を行った。この解析には高精度な測光観測が必要であり、復元前のデータからは確認できなかったが、本研究の手法で復元された画像によってより正確な結果が得られた。さらに、巨大な雲における不連続構造など、様々な興味深い形状も確認できた。

結果として、RD 法によるデータ復元精度の向上を達成することができた。