

金星大気重力波イベントのALMA/金星探査機「あかつき」の連携観測プロジェクトの進歩報告

青木 亮輔 [1]; 徳田 一起 [2]; 前澤 裕之 [3]; 田口 真 [4]; 福原 哲哉 [5]; 佐川 英夫 [6]; 西合 一矢 [7]; 佐藤 隆雄 [8]; Lee Yeon Joo [9]; 今村 剛 [10]; 中村 正人 [11]

[1] 大府大・理・物理; [2] 大阪府立大/国立天文台; [3] なし; [4] 立教大・理・物理; [5] 立教大・理; [6] 京都産業大学; [7] 国立天文台; [8] 宇宙研; [9] JAXA/ISAS; [10] 東京大学; [11] 宇宙研

Synergetic observations of bow-shaped structures on Venus with ALMA and Venus Climate Orbiter "Akatsuki"

Ryosuke Aoki [1]; Kazuki Tokuda [2]; Hiroyuki Maezawa [3]; Makoto Taguchi [4]; Tetsuya Fukuhara [5]; Hideo Sagawa [6]; Kazuya Saigo [7]; Takao M. Sato [8]; Yeon Joo Lee [9]; Takeshi Imamura [10]; Masato Nakamura [11]

[1] Physical Science, Osaka Prefecture University; [2] Osaka Prefecture University/NAOJ Chile Observatory; [3] none; [4] Rikkyo Univ.; [5] Rikkyo Univ.; [6] Kyoto Sangyo University; [7] NAOJ; [8] ISAS/JAXA; [9] JAXA/ISAS; [10] The University of Tokyo; [11] ISAS, JAXA

We are monitoring the carbon monoxide (CO) in the middle atmosphere of the terrestrial planets in the solar system using our ground-based 10 m-radio telescope, and we found that the Venusian atmosphere has short-term changes of CO mixing ratio at an altitude of about 80 km. In December 9, 2015, the longwave infrared (LIR; 10 micrometre) band camera on board Venus Climate Orbiter "Akatsuki" (JAXA), which traces the temperature of the cloud top at around 65 km altitude, discovered the bow-shaped structures generated by atmospheric gravity waves on Venus. The huge bow-shaped structures appear on the western region of Aphrodite Terra with high reproducibility. Such dynamical and convective fluctuations induced by atmospheric gravity waves may cause the short-term variations of CO mixing ratio in the Venusian middle atmosphere.

For better understandings of three dimensional chemical and dynamical network links between the lower and upper atmosphere via H₂SO₄ clouds of Venus, in November 20 and December 1, 2016 and May 14, 2017 we carried out the synergetic observations with Akatsuki and ALMA toward the western highland of Aphrodite. ALMA executed the observations of ¹²CO and ¹³CO line at 200 GHz band (Band 6) and ¹²CO, ¹³CO, HDO, SO, and SO₂ line at 300 GHz band (Band 7). In Dec. 1, 2016 the LIR camera of Akatsuki at the perihelion succeeded to shoot the images of a part of the bow shaped structure. The spatial resolutions for the Band 7 and Band 6 are 0.27 and 0.40 arcsecond under the C40-4 antenna configuration, respectively, which allow us to resolve the bow-shaped structure spatially. ALMA in Cycle 4 consists of fifty 12m antenna arrays and Atacama compact arrays (twelve 7m antenna arrays and four 12m single dish antennas) to provide a good coverage of the UV plane. Each synergetic observation was carried out within a single day synchronizing the all antennas because the dynamical patterns induced by high speed winds on Venus change quickly. Now the delivery of the quality assurance (QA2) data of ALMA has gradually started.

In this conference, we will talk about the synergetic mission with Akatsuki and ALMA, and the current status of the data analysis.

金星探査機「あかつき」とアタカマ大型ミリ波サブミリ波干渉計 (ALMA) を用いた金星の連携観測について報告する。

我々は 10 m 電波望遠鏡を用いて太陽系地球型惑星の大気の監視を推進しており、金星の高度 80 km 付近の一酸化炭素の全球平均が短期スケールで変動する様子を捉えている。2015 年 12 月、「あかつき」衛星 (JAXA) の中間赤外カメラ (LIR: 波長 10 μm) (高度 65 km 付近の雲頂温度を観測) が巨大な弓状構造を捉えることに成功した。この弓状構造はアフロディーテ大陸で発生する大気重力波が作り出すと考えられている。一酸化炭素の変動は、こうした大気重力波イベントが化学物質の輸送状態にもたらす変化として見えている可能性もある。「あかつき」衛星の赤外線や紫外線のセンサーは低層大気から雲頂にかけての温度や CO、SO₂ などの存在量・速度場を捉えることができ、一方で ALMA のミリ波・サブミリ波のヘテロダイン分光観測では、高度 75 km から 110 km の CO や HDO、SO₂ などの微量分子を捉えることができる。そこで我々は、「あかつき」衛星と ALMA の連携観測を実施し、大気重力波イベント時とイベントの無い時期について、これら分子種の 3 次元分布 (高度・緯度・経度方向など) を観測し、金星のダイナミクスと大気化学反応ネットワークのリンクに迫る。

これまでに 2016 年 11 月 20 日、12 月 1 日、2017 年 5 月 14 日の 3 回に渡り「あかつき」衛星と ALMA の連携観測を実施した。11 月 20 日はアフロディーテ大陸西部が夕方頃にさしかかり惑星大気重力波が発生する時期と予想されたが、この時は近金点での LIR カメラの撮像の範囲で弓状構造を確認することはできなかった。一方 12 月 1 日は、弓状構造の一部を連続撮像することに成功した。5 月 14 日は、アフロディーテ大陸西部が明け方に差し掛かる時期であり、重力波が発生しない reference case として観測を行った。ALMA の 50 台の 12 m 望遠鏡群と 12 台の 7 m 望遠鏡群の干渉計システム、4 台の 12 m 単一望遠鏡により UV 空間をカバーするが、通常これらアンテナ群は独立にオペレーションされる。しかし金星の高速の輸送により大気の時空間変動が早いことから、すべての望遠鏡を連動させる同時観測を試み成功した。12 月 1 日は、ALMA は C40-4 の配列で、金星の 16 秒角の視直径に対して空間分解能は 300 GHz 帯 (¹²CO, ¹³CO, HDO, SO, SO₂) で 0.27 秒角、200 GHz 帯 (¹²CO, ¹³CO) で 0.40 秒角となっているので、弓状構造を十分空間的に分解し、かつ resolve-out の問題を回避して広がりを抑えることができるアンテナ配置となっている。現在 ALMA の QA2 データ配信が始まっており、本発表ではこれらの観測と解析状況について報告する。