

R005-07

A 会場 : 11/24 PM1 (13:15-15:15)

14:45~15:00

## 超小型衛星による次世代大気観測システムの構築

#高橋 幸弘<sup>1)</sup>, 佐藤 光輝<sup>2)</sup>, 杉山 玄己<sup>3)</sup>, 大野 辰遼<sup>3)</sup>, 久保田 尚之<sup>1)</sup>

(<sup>1)</sup> 北大・理, (<sup>2)</sup> 北大・理, (<sup>3)</sup> 北海道大学

## Next-generation atmospheric observation system by micro-/nano-satellites

#Yukihiro Takahashi<sup>1)</sup>, Mitsuteru SATO<sup>2)</sup>, HARUKI SUGIYAMA<sup>3)</sup>, Tatsuharu Ono<sup>3)</sup>, HISAYUKI KUBOTA<sup>1)</sup>

(<sup>1)</sup> Faculty of Science, Hokkaido University, (<sup>2)</sup> Faculty of Science, Hokkaido University, (<sup>3)</sup> Department of CosmoSciences, Graduate School of Science, Hokkaido University

In recent years, disasters caused by thunderstorms, typhoons, and linear precipitation bands has been said to be becoming more severe, but the detailed understanding of their mechanisms, high-precision and high-frequency monitoring, and prediction accuracy are insufficient, and improvements are slow. One of the major reasons for that is the lack of information obtained from observations in terms of space and time. The energy source of typhoons and many linear precipitation bands is latent heat injected from the ocean. However, the means of measuring the amount of water vapor above the ocean are limited to microwave radiometers mounted on a very small number of satellites, and observation frequency is insufficient. In addition, clouds before the start of rain cannot be captured by common weather radars (such as C-band radar). Ka-band radars with higher radio frequencies can capture cloud particles, but spatial scanning takes time, it is actually difficult to track the development of the three-dimensional structure of thunderstorm from moment to moment, and the equipment is expensive and the maintenance costs are high. The lack of improvement in the accuracy of typhoon intensity predictions may be due to the fact that the central pressure is empirically estimated from the two-dimensional cloud patterns obtained by satellites. If we could grasp the 3D (three-dimensional) structure of thunderstorm and clouds in the center of a typhoon, it could lead to a dramatic improvement in the accuracy of predictions. However, most conventional satellites only take 2D images by nadir imaging, making it difficult to estimate 3D structures.

A group led by Hokkaido University is developing a method to estimate the vertical integral value (column amount) of water vapor, including in the ocean, using water vapor absorption lines, using a super multicolor spectral camera mounted on a 50 kg-class microsatellite, and has achieved technical success. We have also mastered the technique of fixing the field of view of a camera mounted on a similar 50 kg-class microsatellite and taking continuous shots, and have succeeded in detailed 3D observation of clouds, including the center of a typhoon, from the data. In addition, the lightning observation unit (GLIMS) mounted on the International Space Station (ISS) has a track record of imaging and photometry of lightning discharge emissions in thunderstorms. Based on this experience, we are promoting a low-cost satellite constellation (coordinated operation of multiple satellites) using micro-/nano-satellites weighing 50 kg or less (6U-12U cubes). Each satellite will be equipped with a narrowband spectral camera, a thermal infrared camera, and EVS (event vision sensor) for observing lightning discharges. While being small, lightweight, and low-power consumption, they will be able to observe 3D cloud structures and horizontal water vapor distributions over the ocean with a spatial resolution of 100-200m, something that has been difficult with previous satellites, all at 1/100 to 1/10 of the cost of conventional satellites.

近年、ゲリラ雷雨や台風、線状降水帯による被害は甚大化していると言われるが、それらの詳細なメカニズムの理解や高精度・高頻度監視、さらに予測精度は十分ではなく、その改善も遅い。その大きな要因の一つが、観測から得られる情報が空間的・時間的に不足している点にある。台風や多くの線状降水帯のエネルギー源は海洋から注入される潜熱である。しかし海洋上の水蒸気量の計測手段は、ごく少数衛星に搭載されたマイクロ波放射計など限られており観測頻度は十分ではない。また、降雨開始以前の雲は、一般的な気象レーダー（Cバンドレーダーなど）では捉えることができない。より周波数の高いKaバンドレーダーは雲粒を捉えることが可能だが、空間的スキャンには時間を要し、積乱雲雲の立体構造の発達を時々刻々追うことは困難な上、装置が高価な上に維持費も高額である。台風の強度予測精度の改善が見られないのは、そもそも中心気圧が衛星で得られる雲の2次元パターンから経験的に推定されている事情も影響している可能性がある。もし積乱雲や台風中心部の雲の3D（3次元）構造が把握できれば、予測精度の飛躍の向上につながるかもしれない。しかしほとんどの従来の衛星は真上からの2次元（平面）撮像なので、3D構造の推定は難しかった。

北海道大学を中心としたグループは、50kg級の超小型衛星に搭載した超多波長スペクトルカメラを用い、水蒸気の吸収線を用いた海洋を含む水蒸気の鉛直積分値（カラム量）の推定手法の開発を進めており、技術的な目処が得られている。また、同じように50kg級の超小型衛星に搭載されたカメラの視野を対象に固定して連写する技術を修得しており、そのデータから、台風中心部を含む雲の詳細な3D観測に成功している。さらに、国際宇宙ステーション（ISS）に搭載した雷観測ユニット（GLIMS）により、積乱雲中の雷放電発光の撮像及び測光に実績がある。こうした経験を踏まえ、50kgまたはそれ以下（6U-12U）の超小型衛星を用いた低コスト衛星コンステレーション（複数機の連携運用）構想を進めている。それぞれ衛星には、狭帯域スペクトルカメラ、熱赤外線カメラ、雷放電観測用のEVS（イベントビジョンセンサー）を搭載し、小型・軽量・省電力でありながら、これまでの衛星でも困難であった空間解像度100-200mでの雲の3D構造や海洋上水蒸気水平分布などを、従来衛星の1/100から1/10のコストで実現する。