

## 惑星大気観測ビッグデータ解析に向けた放射伝達計算コード ARTS の拡張

# 菅原 徹也 [1]; 平原 靖大 [2]  
[1] 名大・環; [2] 名大・院・環境・地球惑星

## Extension of the radiative transfer code ARTS for big data analyses of planetary atmosphere

# Tetsuya Sugawara[1]; Yasuhiro Hirahara[2]  
[1] Environmental studies, Nagoya Univ.; [2] Earth&Planetary Sciences, Nagoya Univ.

Radiative transfer is the most important factor in interstellar and atmospheric sciences. The forward model which deduces the intensity of radiation based on the various information such as the pressure, temperature and molecular abundance in the atmosphere enables us to develop and design a new instrument and to add the constraint to the observed results by comparing with the simulated results. Along with the improvement of remote sensing and ground observation technology, the accuracy and calculation speed required for the radiative transfer code are also increasing. In particular, planetary science has entered a new generation since the beginning of the operation of ALMA telescope. However, there is a problem that large amounts of observed data are currently being buried as the archive data. So it is needed to develop a new, high resolution and convenient code to resolve and identify the detailed 3D structure of the atmosphere.

In this study we improved the radiative transfer code for general planetary atmosphere based on ARTS (the atmospheric radiative transfer simulator; Buehler et al. 2018). ARTS is a radiative transfer package which is suitable for a wide wavelength region, mainly for the millimeter and sub-millimeter region. According to the recent study of the intercomparison of some latest radiative transfer codes (Schreier et al. 2018), ARTS showed sufficient results in the brightness temperature region as the Earth ( $215 \leq T_B \leq 300$  K). We performed a simulation of  $\text{HC}_3\text{N}$  in the Titan, the well-known moon of Saturn based on ALMA archive data from our interest. It is found that ARTS had some problems with simulation in the case of low-temperature atmosphere ( $T_B \sim 100$  K). Besides that, to our knowledge, study reports with ARTS applied to general objects other than the Earth have not been done yet. Then we will present the implementation of ARTS which enables to apply the radiative transfer analysis to the Titan atmosphere as an example.

放射伝達計算は宇宙科学や大気科学において最も重要な要素である。その中で大気の圧力、温度、構成元素の存在度など各種情報に基づいて実際に測定されうる放射強度を計算するフォワードモデルは、次代の観測機器の開発と設計に新たな知見をもたらすほか、実際の観測データとシミュレーション結果を照らし合わせることでこれまでの観測結果に制約を加えることができる。しかし、リモートセンシングと地上観測両技術の向上に伴い、放射伝達計算を行うコンピューターコードに要求される精度や計算速度も比例して大きくなってきている。特に、最近アルマ望遠鏡の登場により惑星科学は新しい時代へ突入したものの、解析速度が観測に追いついておらず、観測データが大量のアーカイブデータとしてうずもれてしまっていることは大きな問題である。そこでアルマ望遠鏡以上に大気の3次元構造を詳細に分離・検知できるような、高分解能で高速処理が可能な便利で新しいコードの開発が急務になっている。

本研究は大気放射伝達シミュレーター ARTS (Buehler et al. 2018) をベースに、一般的な惑星大気で放射伝達計算が可能なコードへの拡張・開発を行う。ARTS はミリ波・サブミリ波領域を中心に、広範な波長領域に対応した放射伝達コードである。最新の放射伝達コードを相互比較した研究では、ARTS は地球ほどの輝度温度 ( $215 \leq T_B \leq 300$  K) の場合十分に精緻な結果が得られた (Schreier et al. 2018)。しかし我々の研究室の興味によりアルマアーカイブデータを解析して得た土星の衛星タイタンの大気中に微量に存在する  $\text{HC}_3\text{N}$  に関してシミュレーションを行ったところ、ARTS は低温大気 ( $T_B \sim 100$  K) での計算に問題があることが分かった。さらに、現時点で ARTS を用いて地球以外の天体についてシミュレーションした研究報告はいまだ為されていない。そこで本発表ではタイタン大気を例にとり、改良・拡張開発したコードと ARTS の比較を行い、シミュレーションした結果について議論する。