

## P317b 系外惑星大気探査のためのオープンソース・プロジェクト: ExoJAX

河原創 (東大), 川島由依 (理研), 増田賢人 (大阪大), 石川裕之 (ABC), Stevanus Nugroho (ABC), 笠木結 (総研大), 小谷隆行 (ABC/NAOJ/総研大), ExoJAX contributors

Python/JAX で書かれた勾配ベースの惑星大気推定ができるスペクトルモデル ExoJAX を開発しています。ExoJAX は分子・原子のデータベースを直接読み込み、高速に断面積を計算するアルゴリズムを用いて大気各層でのオパシティの計算を行います。そして放射伝達を解き、天体の rotational broadening や装置応答などを施し、観測データと直接比較できるスペクトルを生成します。生成されたスペクトルは、各層の温度や元素存在量、回転速度といった大気・惑星モデル中の物理パラメータに計算グラフを通じて繋がっています。このため物理パラメータでスペクトルを（自動）微分することができます。この機能により確率プログラミング言語（例えば NumPyro）や勾配ベースの最適化ツール（例えば JAXopt）と互換性を持ち、HMC-NUTS や SVI のようなベイズ推定、また ADAM などを用いた最適化を行うことができます。ExoJAX は前回発表時の Proof of Concept のような状態から脱皮し、現在、すばる望遠鏡 IRD や REACH による褐色矮星スペクトルなどに適用を始めているところです。ExoJAX は、github 上で MIT ライセンス下でオープンソース共同開発を行っていて、コロナ禍で人に会わずともよい国際共同研究のありかたの実践をおこなっているともいえます。単体テスト・PEP8 などの標準化・リファクタリングを行いつつあり、また、系外惑星以外にも天体のスペクトルモデリングへの発展性があると思います。ご興味のある方の Pull Request をお待ちしております。 <https://github.com/HajimeKawahara/exojax>