

計算科学アライアンス海外派遣報告書

理学系研究科天文学専攻・宇宙線研究所
修士一年 酒井直



州都であるオースティンにあるテキサス州会議事堂

申請者はHETDEX (Hobby-Eberly Telescope Dark Energy Experiment) に参加している。これはテキサス大学オースティン校 (アメリカ合衆国) が主導し、東京大学宇宙線研究所、マックス・プランク研究所 (ドイツ) などが参加している国際共同研究で、大規模分光観測¹に基づき100~120億光年遠方の初期宇宙で宇宙論パラメーターを決定することを主目的とした計画である。今回申請者はテキサス大学オースティン校にて2020年1月13~16日に開催された共同研究者会議に参加し申請者の研究成果を発表、それについて世界各地から集まったHETDEXの多くのコラボレーターと議論した。また、今後申請者が担う研究の計画についても議論することができた。普段直接会うことのできない多くのコラボレーターが一堂に会した今回の会議は申請者にとって大変貴重な機会だったと言える。

申請者はHETDEXに機械学習による輝線の自動選出手法の開発²で貢献している。従来から一般的に用いられている観測された物理量に検出基準を設ける方法だけでは、実際の天体からではないシグナルも多く天体として検出されてしまう³。こうした「偽物」の輝線を取り除くのに、人が

¹ 天体のスペクトルを取得する観測のこと。

² スペクトルの中から輝線を検出し分析することで、天体の様々な物理的性質を探ることができる。

³ 検出された輝線のうちおよそ20%は実際の天体によるものではない「偽物」の輝線。

目で輝線を一つひとつ確認する必要があった。しかしこの方法は時間がかかり現実的ではない⁴上に、確認する人によって判定基準が異なるといった問題も抱えていた。そこで申請者はこれらの問題を解決するために、この作業を機械学習によって自動化する手法を開発した⁵。大元となるデータを整備するこの作業はHETDEXの抱えるあらゆるサイエンステーマにとって最も基本的かつ避けては通れないデータ解析作業であり、この手法の開発によってはじめてこれらの科学的探究を開始できる。申請者のこの研究では数十万の画像を扱うため、そしてこれらに機械学習を適用するため、高性能の計算機が必要であった。申請者はこの研究にテキサス大学が所有するスーパーコンピューターStampede2⁶を用いた。

会議二日目にまずこの成果についての発表を行い、性能評価の結果などを共有した。三日目には元々予定されていなかった、機械学習の性能をチーム全体でさらに詳しく吟味する7時間を作ってもらえた。検出限界付近の暗い輝線などは人が判定を行っても判断に迷うことが多い。こうした繊細な作業を自動化するにあたりこのように多くの関係者の目によって機械学習の振る舞いを確認することは、科学的信頼性を担保しながらこの手法を実際にデータに適用するにあたってとても重要なことである。このような重要な議論ができたのは会議に直接参加できたからに他ならず、大変貴重な機会だったと言える。また最終日には、HETDEXの代表を務めるテキサス大学オースティン校 Gebhardt Karl 教授と主導的な役割を担う同校 Erin Mentuch Cooper 研究員とそれぞれ一対一で議論することができた。これによって、今後の申請者の研究方針⁸を正確に把握することができた。テレビ電話やメールなど、限られた手段、限られた時間の中ではできない密な議論を持てたことで、今後の研究がより円滑に進むことを確信している。

HETDEXは一つのチームであるが、国際共同研究ゆえ世界中にコラボレーターが散らばってしまっている。チームとして大きな成果を出すためにはそれでも、密なコミュニケーションを取らなければならない。今回の会議はそのための非常に重要な場であり、申請者が直接参加できたことで申請者自身の研究に大きな影響を与えたのみならず、HETDEXチームにとっても良い影響があったことに疑いの余地はない。これら全て、計算科学アライアンスの海外派遣制度による支援がなければ実現できなかったことであり、この場をもって感謝の意を表したい。今後もこの会議での経験を活かしてさらにHETDEXでの計算科学の手法を用いた研究を深め、宇宙論パラメータの決定という大きなサイエンステーマならびにその他多くの意義深い科学的課題に貢献してゆきたい。

⁴ HETDEXの全ての観測データに対し人の目による確認を一人で行うと、100年以上かかる計算になる。

⁵ これを適用すると注4の作業が約4時間で完了する。判定基準も唯一であり、再現性もある。もちろん精度も人と同様にそれ以上。

⁶ 世界のスーパーコンピューター演算性能ランキング「TOP500」で第18位にランクインしている。(2019年11月版)

⁷ 機械学習が識別した輝線の画像を目視で確認し、分類が正しく行われているか確認した。

⁸ 主なものとして、宇宙論パラメータ決定に直接関わるLy α 輝線の自動選出手法の開発を申請者は今後担うことになった。