

# 日本天文学会 早川幸男基金による渡航報告書

## *Back at the Edge of the Universe*

氏 名—石垣真史（東大宇宙線研究所M2）

渡航先—ポルトガル

期 間—2015年3月14日-20日

今回私は2015年3月にポルトガルで開催された国際会議“Back at the Edge of the Universe”へ参加し、その中で“Faint Galaxies at  $z=5-10$  for UV Luminosity Functions and Cosmic Reionization”というタイトルで口頭発表を行った。発表内容は同年1月にAstrophysical Journal誌で出版された論文“Hubble Frontier Fields First Complete Cluster Data: Faint Galaxies at  $z=5-10$  for UV Luminosity Functions and Cosmic Reionization” (Ishigaki, M., et al., 2015, ApJ 799, 12) に準じたものである。またそれに加え、後述するように2月に発表されたPlanck 2015による宇宙背景放射 (CMB) 観測の最新の結果も盛り込んだ議論を行った。研究内容は以下のとおりである。

本研究ではHubble Frontier Fields (HFF) プロジェクトで得られた撮像データを用いて赤方偏移5-10の星形成銀河を検出し、その宇宙再電離への寄与を議論した。HFFはハッブル宇宙望遠鏡によって銀河団領域を観測するプロジェクトである。銀河団による重力レンズ効果を用いることで、その背後にある暗い銀河を検出することが可能となる。HFFでは最終的に六つの銀河団を観測するが、今回はそのうち一番早く観測が完了した銀河団Abell 2744のデータを用いた。すべての重力レンズ効果を考慮したこれまでにない方法でシミュレーションを行うことにより、赤方偏移6から9の銀河からの紫外線光度密度を正確に推定した。その結果、紫外線光度密度は赤方偏移8から遠方で大きく減少していることがわかった。求めた紫外線光度密度をPlanck 2013によるCMB

の観測から得られた電離光子密度と比較したところ、両者をともに説明できるモデルは存在しなかった。これは観測されている銀河からの電離光子が、宇宙再電離を引き起こすのに十分でない可能性を示唆する。

ここまですら論文で議論した結果であるが、今年2月にPlanck Collaborationによって新しいCMB観測の結果が発表された。新しい結果によると、電離水素の柱密度に相当する自由電子の光学的厚みはこれまでの値に比べ約0.06とかなり小さくなった。これにより宇宙再電離に必要な紫外線光度密度の総量はこれまでと比べ減少し、結果として紫外線光度密度とCMB観測の結果の間の矛盾は小さくなった。しかし、それでも両者には $1\sigma$ ほどの差異がある。これについてより精密な議論をするためには、今後観測されるHFFの六つの銀河団のデータを用いて、紫外線光度密度をより正確に測定する必要がある。

発表後にはいくつかの質問をいただいた。研究分野の近い方が多いためか、かなり専門的な解析にかかわる部分についての質問が多かった。そのうち一つは大規模構造が引き起こす系統誤差 (cosmic variance) の影響を光度密度を求める解析に取り入れたか、というもので、本研究で議論が足りていなかった部分の指摘であった。これについては、今後シミュレーションの中にcosmic varianceの効果も入れることにより、その影響を見積もりたい。今回の国際会議はHFFを扱っている発表がとても多かった。その中でも招待講演者のRychard Bouwens氏や、Pascal Oesch氏、Derek McLeod氏などは自身の発表の中で本研究を紹介してくださり、私の発表に対しても多くコメントをくださった。またHFF領域を分光した研究結果も数多く発表されており、今後はそれ

らを踏まえたうえでさまざまな議論を行っていく必要があると感じた。宇宙再電離の研究以外にも、銀河の形態、ガスやダストの性質、環境効果についてなど、さまざまな発表が行われた。普段自分が扱うことのないテーマについて発表を聞いたのは貴重な機会であった。今回の渡航は私にとって初めての海外での国際会議であり、世界中の研究者達が最先端の結果について議論する、という中に身を置くのはとても良い経験となった。

自分と同様の学生で素晴らしい発表をしている人もおり、普段研究室で解析を行っているときとは違う、多くの刺激を受けることができた。

最後になりますが、今回の国際会議参加への援助をしてくださった、日本天文学会早川幸男基金の関係者の皆様に御礼申し上げます。このような機会を与えてくださり、本当にありがとうございました。

## 日本天文学会 早川幸男基金による渡航報告書 *Multi-Messengers from Core-Collapse Supernovae 2015*

氏 名—古澤峻（国立天文台天文シミュレーションプロジェクト特任研究員）

渡航先—アメリカ

期 間—2015年3月1日-9日

私は、2015年3月2日から7日にアメリカのヴァージニア州にある Virginia Tech Research Center で行われた “Multi-Messengers from Core-Collapse Supernovae 2015” に参加しました。この研究会は、重力崩壊型超新星の爆発のメカニズムの解明、放出されるニュートリノ・重力波の観測予測、高密度高温下の核物質の理解などを目的としています。観測予測、大規模シミュレーションなどの超新星爆発に関する各分野の専門家が集まり、少数精鋭で行われました。私は状態方程式の専門家として参加しました。分野を横断した研究会は規模が大きくなり議論も浅くなりがちですが、今回はミクロな物理から観測まで一つ一つのテーマに時間をかけて少人数で議論する有意義な研究会でした。

私はこれまで超新星爆発シミュレーション用として、既存のものとは根本的に異なる新しい核物質の状態方程式を計算してきました。これまで課

されてきた原子核の種類・組成に関する近似を取り払い、全原子核の存在比を正確に計算している点が最大の特徴です。全原子核の存在比は非常に重要な物理量であり、超新星物質中の弱相互作用反応を介し、爆発のダイナミクスや観測されるニュートリノに大きく影響します。私の状態方程式を基に、超新星爆発中の弱相互作用反応率を計算すると、従来の状態方程式に比べて、原子核による電子捕獲率が約40%、核子によるニュートリノ加熱冷却率が約30%近く変わることなどがわかりました。また自ら超新星爆発シミュレーションを行い、私の状態方程式に含まれる軽元素によるニュートリノ加熱反応が重要であることを証明しました。またシミュレーションで使うための状態方程式のデータテーブルは、国内外の多くの研究者に提供しています。今回は、“Equation of State in Core-Collapse Supernova Simulations” と題した発表をしました。自分の研究成果のみならず、他の研究グループの状態方程式も紹介し、それぞれの状態方程式の核物質・原子核の計算法とその信頼度はもちろん、計算への組み込みやすさなど、シミュレーションを行う研究者の求める情報を提供しました。核物質の計算例としては相

対論的平均場近似, 原子核の計算例として圧縮液滴モデルの解説を簡単に行いました。

他の招待講演者は, 超新星爆発乱流理論, 数値相対論, 爆発的元素合成, ニュートリノ観測, 可視光観測, 重力波放出, 重力波解析, などをそれぞれ1時間から1時間半くらいずつ講義しました。これらはどれも関連分野でありながらじっくり勉強する機会がなかったのでとても有意義でした。自由な議論の時間も多く設けられており, 状態方程式とシミュレーション, シミュレーションと観測の関係を, それぞれの立場からじっくり話し合いました。放出されるニュートリノ放出や重力波の振動数に状態方程式が与える影響など, ミクロな物理から観測への道筋を議論できたのは一

番の収穫でした。

帰国前日には参加者とともにワシントンD.C.に観光にいきました。ホワイトハウスを観光していたとき, 周辺の車が爆発し, パトカーが大量に集まり, ホワイトハウス付近は閉鎖されてしまいました。ニュースではテロの可能性は低いと報じられていましたが, 恐ろしい体験をしました。最後に, 渡航を援助していただいた日本天文学会と早川幸男基金, および, その関係者の皆様に心より感謝をいたします。今回の渡航では, 普段の研究会では得られない, 超新星爆発に関連した知見を多く得ることができました。ありがとうございました。