

# 日本天文学会 早川幸男基金による渡航報告書

## 4th Joint Meeting of the Nuclear Physics Divisions of the American Physical Society and the Physical Society of Japan

氏 名—高見健太郎 (Institute for Theoretical Physics, Goethe University Frankfurt)

渡航先—アメリカ合衆国ハワイ

期 間—2014年10月6日-12日

私は、Nuclear Astrophysicsのセッションにおいて、「Constraining the equation of state of neutron stars from binary mergers」という題目で口頭発表を行った。この国際会議は、4-5年に一度、アメリカ物理学会と日本物理学会の原子核物理部門が共同でアメリカ合衆国ハワイで開催しているものであり、日本と北アメリカを中心に世界中から1,000人近くの原子核物理の理論および実験の両専門家が集まり、現在の知識や計画中のプロジェクトの詳細を交換し、次の5-10年の原子核物理分野の研究の方向性を決めていく重要な位置づけにある。

相対論的天体物理学の専門家である私が、この原子核物理学の国際会議へ出席する主な目的は、私たち (Kentarō Takami, Luciano Rezzolla and Luca Baiotti) が確立した、「現在建設中の日本の次世代型地上重力波検出装置KAGRAなどによって数年以内に観測される連星中性子星からの重力波を用いて、原子核物理学の大きな難問の一つである高密度状態方程式を決める画期的な新しい方法」を原子核物理学の専門家に対して発表・紹介することであった。これは、異なる分野である天体物理学サイドからの原子核物理学に対するアプローチおよびその重要な研究成果を原子核物理学の専門家に対して広く報告することができる重要な機会である。これにより、原子核物理学分野の専門家に、私たちが行っている連星中性子星の研究が原子核物理学分野の研究とも強い関連があること

を知ってもらい、専門分野を超えた共同研究による大きなブレイクスルーにつなげることができると期待している。

私の発表内容を具体的に要約すると以下のとおりである：

数値相対論を用いて、連星中性子星合体からの重力波に対する観測と比較可能な高精度なモデリングをさまざまな状態方程式および連星の質量を用いて行った。その結果、その重力波のスペクトルに次世代型地上重力波検出装置で十分に観測可能な二つの特徴的なピーク（低振動数側を $f_1$ 、高振動数側を $f_2$ と名づける）を確認した。さらに、驚くべきことに $f_1$ ピーク振動数は、連星のcompactness ( $M/R$ ) を関数として、状態方程式の種類には依存しない普遍性をもち、簡単な3次関数で記述できることを発見した。また、 $f_2$ ピーク振動数に関しては、 $f_1$ ピークのような普遍性は発見できなかったものの、各状態方程式ごとに対して、連星の平均密度 ( $(M/R^3)^{1/2}$ ) を関数とした簡単な1次関数で記述できることを発見した。これらの結果は、全く新しい発見であり、観測される重力波から連星の質量や状態方程式などの物理情報を引き出すための強力な道具となる。そこで、私たちはこの結果を用いて、未解明の中性子星などを構成する高密度状態方程式を、観測される連星中性子星合体からの重力波を用いて効率良く制限・決定する方法を構築し、提案した。この方法は、連星中性子星からの重力波をたった1イベント観測するだけで、高密度状態方程式を決定できるかもしれない画期的なものである。

本発表に対する多くの質問やコメント、議論を通して、多くの原子核物理学分野の専門家に本研究成果の重要性を理解していただき、さらには結

果に対する興味および支持を得ることができたと感じている。実際、本国際会議の後に開催された研究集会などで、原子核物理学分野の専門家によって私たちの研究成果が引用されているのをよく見受けることができるようになった。

一方、会議全体としては、当然のことながら私の専門外の研究発表がほとんどであり、連星中性子星合体における元素合成や状態方程式などに関連した一部の発表を除いて、一般講演を理解することはたいへん困難であった。このことは当然予期されていたことなので、詳細な導入などがある招待講演を特に楽しみにしていたのだが、飛行機

の遅延により到着が1日遅れたため、初日に集中していた招待講演が聞けなかったことが非常に残念である。

以上のように、飛行機のトラブルによって興味ある講演の多くが聞けなかったことは残念であったが、一番の目的であった私たちの研究成果の発表は大成功に終わり、今回の国際会議への参加は非常に有意義なものであったと考えている。これも、日本天文学会 早川幸男基金による多大な援助のおかげであり、関係者の皆様に心より御礼申し上げます。

## 日本天文学会 早川幸男基金による渡航報告書 2014 Living With a Star (LWS) Science Meeting and 2014 SOLAR-C Meeting

氏 名—阿南徹（京都大学研究員）

渡航先—アメリカ合衆国

期 間—2014年11月1日-8日

私はアメリカ合衆国オレゴン州で行われた太陽活動とその地球への影響に関する国際的な研究会「2014 Living With a Star」で口頭講演を行いました。また、11月1日に同じ会場で行われた「2014 SOLAR-C Meeting」では招待講演を行いました。「2014 Living With a Star」は太陽物理、地球の大気圏、太陽と地球気候の関係など幅広い内容の発表を通して、太陽と太陽が惑星に与える影響を理解しようという主旨のもと行われました。144本の口頭発表、133本のポスター発表が行われるという非常に大規模な研究会でした。私は、「Chromosphere: Dynamics, heating and ion-neutral effects」というセッションで「Observation of velocity differences between neutral atoms and ions in solar chromosphere」というタイトルで太陽彩層において重要な ion-neutral effects の起因

となるイオンと中性粒子の速度差の観測に関する研究を口頭発表しました。一方で、「2014 SOLAR-C Meeting」は日本が外国と共同で打ち上げる次期太陽観測衛星 SOLAR-C に関する研究会で、13本の招待講演が行われました。その中で私は、「Measurement errors and Scientific objectives of chromospheric magnetic field in SOLAR-C」というタイトルで、SOLAR-Cの彩層磁場測定精度をもとに SOLAR-Cのサイエンスの検討について発表しました。

太陽彩層は部分電離プラズマで中性粒子、イオン、電子で構成されています。これまで、ローレンツ力が働かない中性粒子は、ローレンツ力が働き磁場に凍結しているイオンや電子と衝突することで、磁場に凍結しており、理想MHD近似が成り立つと考えられてきました。近年、この中性粒子とイオンの運動の違いが注目されており、この違いによって彩層加熱率、磁気リコネクション率、浮上する磁場量、波の散逸率が定量的に変わることが数値計算によって明らかになってきました。

私は彩層プロミネンスを中性水素とカルシウムイオンのスペクトル線で同時観測し、注意深く解析しました。そして、それぞれのドップラー速度を比較することで中性水素とイオンの運動の違いを世界で初めて有意に測定したので本研究会で発表しました。さらにその速度差は理論的に予想されていた速度の違いに比べて2桁も大きいものでした。また、中性粒子とイオンに速度差があると中性粒子に電場がかかります。私は過去に偏光観測によって電場の上限値を測定したのでその結果 (Anan et al., 2014) についても紹介し、今回の中性粒子とイオンの速度差が電場として観測できるかを議論しました。

今回の結果は、これまで理論的に予想されていた値よりも有意に大きい値でした。このことは、彩層の主な構成要素である中性水素が予想以上に磁場に凍結されていないことを示すものでした。発表後には多くの人に声をかけてもらえました。なかには「super interesting」と評してくださった海外の研究者の方もいました。また、結果の信頼性を上げるために、工夫しながら解析し、発表では解析の流れをひとつひとつ伝えました。その点も皆さんに伝わったようでしたので、良かったです。

「2014 SOLAR-C Meeting」では、日本の次期太陽観測衛星 SOLAR-C の彩層磁場測定精度を紹

介し、精度をもとにした SOLAR-C のサイエンスの検討について発表しました。SOLAR-C の完全に新しい測定対象は彩層磁場です。安定した高精度の彩層磁場を世界で初めて測定し、太陽物理を発展させることが SOLAR-C の大きな目標となっています。ところが、具体的にどのくらいの精度で彩層磁場を測定することができるのかを考えずにこれまで検討が進められてきました。私は、初めて具体的な彩層磁場測定精度を提示し、多くの太陽研究者にもう一度 SOLAR-C を使ったサイエンスについて考え直してほしいと訴えました。講演後の反響は大きく、講演ファイルを渡したり、内容についていろいろな人と話したりすることができました。発表内容は、SOLAR-C の提案書に記載される予定です。

今回の渡航では初めて国際研究会で2回講演しました。どちらも反響がありましたので、非常に有意義な研究会になりました。これまであまり話したことがなかった海外の研究者と将来の研究などについて話すこともできました。また、研究会以外もプロバスケットボールの試合を観戦したりと有意義に過ごすことができました。このような貴重な経験ができましたのも日本天文学会 早川幸男基金からの援助があったからこそです。基金関係者の方に深く感謝申し上げます。ありがとうございました。