

日本天文学会 早川幸男基金による渡航報告書 *The US-Japan Workshop on Magnetic Reconnection 2009 (MR2009)*

渡航先—アメリカ合衆国

期 間—2009年10月4日-9日

私はアメリカ合衆国ウィスコンシン州マディソン市で開催された国際会議“The US-Japan Workshop on Magnetic Reconnection 2009 (MR2009)”に参加、発表してきました。この会議には太陽・天体プラズマの研究者だけでなく、実験室や地球磁気圏プラズマの研究者も集まり、実験・観測家から理論・シミュレーション家までさまざまな分野から約50人が参加しました。今や磁気リコネクションは実験室や地球磁気圏だけでなく、太陽や天体プラズマ現象に至るまで、あらゆるところで起きていることが観測的に明らかになっています。そうしたなか、さまざまな状況下で起こる磁気リコネクションの共通の理解を深めようというのが本研究会の目的です。私は「ひので衛星によって発見された彩層における磁気リコネクションとそれに伴うアルフヴェン波の伝播」というタイトルでポスター発表をしました。昨年 *Astrophysical Journal Letter* で出版された論文と、さらに発展させた現在執筆中の論文の内容を発表しました。自分の研究成果を報告するだけでなく、知見を広げ、他分野の研究者との情報交換と共同研究への足がかりをつくることを目的とし、本研究会に参加を申込みました。

私の発表内容は、ひので衛星で新たに発見された彩層中でのジェット現象を、同時に行った磁気流体シミュレーションとの比較により物理的に理解しようとするものです。この彩層中でのジェット現象は、その形状や時間空間スケールから彩層中でも“速い”磁気リコネクションが起きていることを示唆しています。しかしながら太陽彩層は

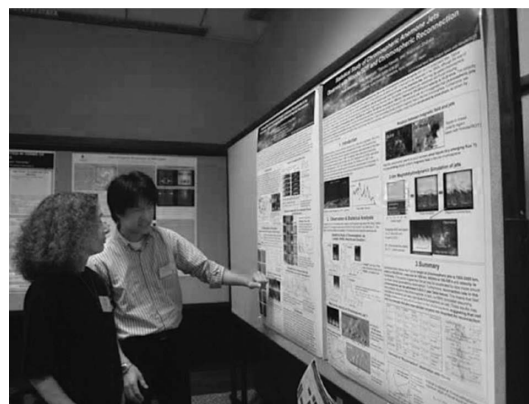
弱電離状態で粒子間衝突も無視できず、こうした現象は従来の完全電離無衝突プラズマの理論では予期されなかった初めての発見でした。私は何が磁気リコネクションのエネルギー解放の速さを決定しているのかを解明するために、浮上磁場-磁気リコネクションモデルに基づいた2次元磁気流体シミュレーションを行い、観測と定量的に比較しました。このシミュレーションは **Yokoyama & Shibata (1995)** を改良したもので、計算技法の改良によってより現実的な初期条件での計算が可能となり、定量的な比較が世界で初めて可能になりました。その結果シミュレーションによる電流シート付近に、観測でもよく似た構造が観測されることが初めて示されました。さらに、アルフヴェン波が磁気リコネクションに伴って発生し伝播していることが初めて観測され、シミュレーションでもみごとに再現されました。

本会議には、日本から私を含め「太陽ひので」関連で4人が参加しました。「ひので」の打ち上げから3年が経ち、さまざまなリコネクションの新しい観測結果がでる一方で、理論的にもそれらの研究が進みつつあることが紹介されました。なかでも地球磁気圏・実験室プラズマ研究者にとって、従来「速い」リコネクションはマイクロな物理機構によって起こるものだと考えられていたため、弱電離状態でかつ粒子間衝突の無視できない太陽彩層中で「速い」リコネクションが観測されることは全く予期されていないことでした。聞いたところでは、衝突性プラズマ実験で「速い」リコネクションが観測された例はないそうです。そのために、私の発表や日本の太陽ひので研究グループの発表は、従来の「何がエネルギー解放の速さを決定しているのか」という問題を問い直すきっかけ

となり関心を集めました。

幸いなことに私のポスターにも何人もの方が見に来てくださり、有意義な議論をすることができました。写真は主催者である **Ellen Zweibel** さんにポスター発表を聞いていただいている様子です。後で論文を書く際に気がついたのですが、彼女は星間空間における磁気プラズマを研究している理論家です。星間空間も太陽彩層と同様に弱電離プラズマであり、実は星間空間と太陽彩層の物理は似ているのかもしれないということに初めて気がつきました。また、本研究会は世界を代表するリコネクションの専門家と話せる絶好の機会だったので、できるだけ多くの方に話かけ、あわよくば議論に挑戦してみようと思いました。**Battacharjee** や **Drake, Daughton** や **Uzdensky** といったリコネクション理論で有名な研究者も参加されており、若手から大先生に至るまで身近に接する機会に巡り合えたことは、とても刺激的で大きな収穫になりました。

自分の話をきいてもらうことで、問題点も少しずつはっきりとしてきました。特に本研究会で感じたことは、リコネクション研究は少しずつマイクロな物理からプラズモイドや乱流といったダイナミクスの研究にシフトしてきているということです。つまり観測や実験、数値計算の技術の向上に伴ってそれらの研究は可能となり、「エネルギー解放の速さ」を決定するものとしてマイクロ物理だけでなくマクロなダイナミクスの重要性も非常に関心を集めています。私の博士論文のテーマは「太陽大気における磁気リコネクションのフラクタル性と粒子加速の理論的・観測的研究」でしたが、今多くの米国のプラズマ物理学者はマイクロとマクロな物理を結合する“フラクタルリコネクション” (**Shibata & Tanuma, 2001**) に最も注目しており、何度も研究会で引用されていたのが印象的で興奮しました。



研究会の様子（主催者の **Ellen Zweibel** 氏と）。

あとは余談ですが、研究会と一緒にウィスコンシン大学のプラズマ実験室ツアーも企画されました。ウィスコンシン大学の院生や若手研究員の方が説明してくださりました。普段太陽の観測データで研究をしている自分にとって実験設備を見る機会はほとんどなく、装置の大きさに圧倒されました。さらに街は南北を湖に囲まれ、緑の芝生と木々の合間に新旧さまざまな建築様式の大きな大学の建物が建ち並び、小高い丘の上に小さな天文台もありました。いろんな国籍の学生が行き交い、食堂での料理は大盛りで、留学気分も楽しむことができました。宿泊は **B&B (Bed & Breakfast)** に泊まり、ハウスキーパーの老夫婦にはたいへんお世話になりました。

このように私は、今回の渡航で多くの充実した貴重な体験をすることができました。来年は奈良で“**MR2010**”が開催されることが決まり、自分も **LOC** として参加します。今回の経験を活かし、さらに研究者として成長できるよう頑張りたいと思います。最後になりましたが、このような貴重な経験を機会を与えてくださった早川基金の皆様には心から感謝申し上げます。

西塚直人（京都大学大学院理学研究科
附属天文台）