

日本天文学会早川幸男基金渡航報告書

2009年06月10日採択

申請者氏名	松浦 美香子(会員番号3395)
連絡先住所	〒Gower Street, London, WC1E 6BT, UK
所属機関	Origins Institute, Astrophysics Group, Department of Physics and Astronomy, University College London 及び Origins Institute, Mullard Space Science Laboratory, University College London
職あるいは学年	Post-doctoral fellow
任期(再任昇格条件)	2年(再任不可)
渡航目的	研究集会での口頭発表
講演・観測・研究題目	Spitzer Space Telescope observations of molecules and dust in evolved stars in nearby galaxies 及び Infrared sources in the galaxies in the local group (2つの講演)
渡航先(期間)	ブラジル(2009年8月2日～8月8日)

今回の渡航の目的は、ブラジルで開催される第27回 国際天文連合 (IAU)・総会に出席するためです。IAU総会は複数のセッションが同時に進行する形式ですが、私は主に次の2つのセッションに参加しました。

- ・ IAU Symposium (以下Symp) 262, “Stellar populations: planning for the next decade (星の種族: 次の十年計画)”
- ・ Special Session (以下SpS) 1, “IR and sub-mm spectroscopy: A new tool for studying stellar evolution (赤外線とサブミリ波の分光: 恒星の進化を解く新しい道具)”

2つのセッションともに、ここ数年間の研究でわかったことを中心に発表し、近い将来に計画されている大型装置を鑑み、予想される成果、準備するのに必要なことなどを考える研究会でした。

まず、赤外線とサブミリ波の研究会では、主に近・中間赤外線の分光装置でどのような観測をするかということが、主に期待されていました。特にHerschel Space Observatoryの最新結果が期待されていましたが、Herschel Space Observatoryは打ち上げのスケジュールが予定よりも遅れて5月になった関係で、first lightのイメージしか出てきませんでした。次の研究会に期待します。

一つ目の研究会での私の発表のタイトルは‘Spitzer observations of molecules and dust in AGB stars in nearby galaxies’です。Spitzer宇宙望遠鏡を使ってAGB星(Asymptotic Giant Branch stars; 漸近赤色巨星)の中間赤外線分光観測をすると、 C_2H_2 分子、SiC, amorphous carbon, silicatesと言ったダストが観測されます。こういったダストはAGB星からしだいに星間空間に放出されて行くことから、AGB星は星間空間の重要なダストの供給源であると見なされてきました。Spitzer宇宙望遠鏡は感度を劇的に改善したおかげで、系外銀河にあるAGB星の分光観測を初めて可能とすることができました。そこで、銀河系とは環境が異なる系外銀河、特に金属量が異なる銀河で、AGB星における分子やダストの生成量、構成が変化するかを調べてきました。AGB星から出されるダストと星間空間で観測されるダストとの比較し、ダストの量、種類ともに一致しているか、という検討をしました。私は、量、種類とも異なっている、と述べました。大マゼラン星雲のAGB星の観測からは、PAHs(Polycyclic aromatic hydrocarbons)はAGB星で十分にできている可能性が高いと述べました。金属量が銀河系の半分しかない大マゼラン星雲のHII領域のPAHsは銀河系のHII領域のPAHsにくらべて弱いとされていました。そこで私はAGB星と星間空間とのダストの質が一致しないので、多分PAHsが星間空間で破壊されているのではないかと述べました。私が得意なのはAGB星の分子やダストの研究ですが、星間空間のダストの研究をしている人と議論ができました。出席者からでた異論は、そもそも「系外銀河のHII領域のPAHsは本当に弱いのか？」という点です。昔、大マゼラン星雲の30 DorというHII領域で観測したところ、PAHsが弱かったので、金属量が少ないとPAHsが弱い、と解釈されていました。しかしながら、30 DorだけでPAHsが弱く、大マゼラン星雲の他の領域ではPAHsが弱くはない、という意見が多数でできました。私にとっては、もちろんこの解釈のほうが好都合です。素直にAGB星から出されたダストが、そのまま居続けられると考えるとこの結論に行き着くので、無理なく解釈できます。

主催者の一人のGlenn M. Wahlgren氏には「あらゆるところで、(小さな)障害にぶつかるねえ」と笑われました。プログラムで名前が間違っていて書かれていたり、IAUの会員なのにIAUの会員ではないと見なされたり、IAUによる滞在費の補助の申請をしたのにも関わらず、その結果通知が私に届かなかったり、いろいろと問題が起きるものです。ひとつひとつ電子メールで交渉して、訂正していくしかありません。

星の進化はstellar populationsのモデルに取り込まれる重要なキーパラメータです。IAU Symp 262では、stellar populationsのモデルなどにAGB星の進化を入れるのが「どんどん流行となってきているよ」と出席者に言われました。というのは、以前のAGB星が入っていないstellar populationのモデルでは銀河のK-band(2ミクロン)の光度が観測よりも低くでてしまうことがあります。そこでzが2程度の銀河のK-bandのfluxは、赤外線でも明るいAGB星の光が支配的である、とイギリス・ポーツマスのMarastonが2005年の論文で発表したからです。最近ではK-bandのみならず、中間赤外線全般がAGB星からの光で決まるという論文すらできました。特に、次期のNASAの衛星JWSTでは赤外線の観測が中心となることから、AGB星の進化の理解がstellar populationの理解に必要であると認識されています。

私の発表は、Spitzer宇宙望遠鏡の最新の観測結果から、AGB星の進化の理解が進んでいることを認識してもらおうというのが、もくろみです。AGB星の進化の一番の問題点となっている部分は星からの「質量放出」です。星から物質が少しずつ失われるため、星の質量が時間とともに常に変化するということがおきます。星の進化は質量が重要なパラメータの一つな

ので、質量放出(率)を確定しないと星の進化が確定しないということになります。質量放出率と書いたのは、放出される物質の量は星の進化に伴って時間変化しているからです。つまり、ここで堂々巡りをしてしまっているわけです。これを、観測によって断ち切りたい、というのが我々の切実な願いです。以前、銀河系のAGB星を観測すると、最大の難点は星までの距離が不確定となってしまうという問題点がありました。つまりHR図で光度と温度をプロットしようとしても、AGB星については光度がわからないのです。系外銀河のAGB星を観測すると、AGB星までの距離は銀河までの距離で決まってくるので、AGB星とは独立に決めることができます。Spitzer宇宙望遠鏡で系外銀河のAGB星の観測を可能としたというのは、星の進化を理解するために重要なパラメータを押さえたことになります。Spitzer宇宙望遠鏡の結果から、AGB星の進化、特に質量放出率の理解が進んだことは認められました。ただもちろん、Population Synthesisに取り込むほどの精度をあげるには、AGB星の研究に大幅な改善が必要であるとの認識では一致しています。まだまだSpitzerのデータの解析は途上であり、解析だけでもあと数年はかかるでしょう。さらに、空間分解されていない銀河のSEDを理解するところまで取り込むには、Spitzerの解析だけでは足りず、将来ALMAやJWST、さらには現在運用されているハッブル宇宙望遠鏡などのデータで補完する必要があるのは私が認めるところです。

一方、Population synthesisが専門の研究者にAGB星の最新の研究結果を正確に理解してもらうのには、まだまだ時間がかかりそうです。AGB星が全て双極の形をしていると思い込んでいる(あるいはAGB星は理解不能であるというプロパガンダを流したかったのでしょうか)講演者がいましたが、決してそういうことはありません。そういった勘違いのものと背景は、ハッブル宇宙望遠鏡で撮影した双極の形をした美しい惑星状星雲の図が非常に有名になってしまったことにあります。会場の図にも「あり星雲」という双極の形をした惑星状星雲の写真が使われていました。惑星状星雲はAGB星の次の進化段階にあたります。でも、誤解しないでください。惑星状星雲の中でも、双極の形をしたものは全体の10パーセント程度にしかならず、大部分の惑星状星雲は球対称か楕円の形をしています。さらに、惑星状星雲の双極の形がどうしてできるのか、というのには諸説ありますが、いずれの説にしても双極の形が作られる、あるいはその原因が生じるのは、AGB星の末期からpost-AGB星、あるいは惑星状星雲に入ってからと考えられているのが通常です。AGB星の形が、球対称か、それとも多少歪んだ球の形をしているのが一般的か論議がありますが、AGB星の一般的な形は双極の形をしているというのは、非常に間違った先入観です。こういったことを訂正していくには、やはり異分野交流が重要で、IAU総会は「総会」の文字通り、異分野交流の絶好な機会だと認識しました。

口頭講演のほかに、惑星状星雲「らせん状星雲」の研究に関するポスターを持っていきました。一週間のポスターの掲示期間が終わり、ポスターを掲示板から外してみても、小さな驚きがありました。ポスターの裏に貼られていたのは、私が掲示期間の初めに使った片面テープではなく、両面テープでした。きっと、私が知らない間にポスターがはがれ落ちてしまったのでしょうか。それを私には何も言わずに、どなたかが、きれいに全部テープを貼り直して、しかもいくつか補強のテープまで足してくれていました。見知らぬ人の親切に感謝します。

最後に、日本天文学会・早川基金に感謝します。早川基金から旅費を補助していただいたおかげでIAU総会に行くことができました。ありがとうございます。