

New Faces

山田 竜平(国立天文台 RISE 月惑星探査検討室)

皆様、こんにちは。国立天文台RISE月惑星探査検討室所属の山田竜平と申します。2009年3月に東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻にて博士号を取得し、現在は佐々木晶先生の下で、国立天文台RISE月惑星探査検討室の연구원として惑星科学の研究を続けております。上記のように私は、博士号を取得してすでに4年近く経過しており、また博士号を取得するまでに3年余分に時間がかかっているのですが、とてもNew Faceといえるような存在ではないですが、いろいろなご縁で執筆の機会をいただいたので、これを機に、私の博士号を取得するまでの時代と更にポストドク時代の研究生活についてご紹介したいと思います。

私の専門は広義で言えば固体地球惑星物理学ですが、これまでは惑星探査、特に惑星地震探査、惑星地震学という特にマイナーな(?)分野で研究を進めてきました。私が「惑星探査」という分野を始めて知ったのは、大学学部4年生のときでした。当時、私は名古屋大学の地球惑星科学科に所属し、地球惑星物理学講座という講座に配属されたばかりでした。その講座の新歓パーティーで、ある先生から、今宇宙研という所で、おもしろい事をやっている、月に地震計と温度計を打ち込んでネットワークを作るんだ、というんだか壮大でおもしろそうな話を聞きました。それが[LUNAR-A][1]ミッションという惑星探査ミッションを知った始めて、[もうすぐ打ちあがる(2000年当時)]という話だったので、今のうちに是非、惑星探査ミッションに関わっておきたいと強く興味をもつようになりました。その後で、紹介していただいたのが、昔宇宙研にいたという噂があった山本哲生先生(現北海道大学)でした。学部の卒業研究では山本先生の下で赤外線天文衛星IRASにより取得された赤外スペクトルデータの解析を行い、TiCダストの光学特性を調べま



した。ここで、初めて宇宙探査データを扱うことができました。

名古屋大学を卒業後、山本先生の紹介で当時LUNAR-Aミッションのプロジェクトマネージャであった水谷仁先生を紹介していただき、東大の大学院に入って念願の宇宙科学研究所で研究を行う事ができるようになりました。しかし、そこでまっていたのはまさに「苦難」というべき日々の連続でした。修士のときに、LUNAR-Aミッションで使用する「ペネトレータ」に搭載する地震計(月震計)の開発に関わる事になったのですが、それがなかなか大変で、来る日も来る日も試験の日々、そして不具合の連続。もちろん、我々は世の中に一つしかない最高のものを作ろうとしているので、そんなに簡単なわけではありません。特に、ペネトレータは人工衛星からの切り離しで天体表面に自由落下させて、内部に搭載した観測機器ごと貫入埋設設置させる装置ですので、内部の搭載機器はその貫入時の衝撃(~10000 G)に耐えられるだけの耐衝撃性が要求されます。また、月で起こる多くの地震はアポロで実施した月面地震観測結果(e.g., [2])より、変位にしてÅレベルの極微動である事が分かっています。10000 Gの衝撃に耐えた後に、なおかつ極微小の振動を捉えられるだけの地震計の構造を確立するには、多

くの労力を伴いましたが、チーム一丸となって、なんとか要求される性能を満たすだけの地震計の開発に成功することができました[3]。ただ、一方で様々な不運や不幸も重なって、LUNAR-A プロジェクト自体が暗礁に乗り上げてしまい、なかなか打上げまでに漕ぎ着ける事ができませんでした。私の腹づもりとしては、当初博士論文は開発した地震計で取得した月震データを使って書けるだろうと勝手に考えていたのですが、なかなかそうはいかず、結局LUNAR-A ミッション自体は2007年1月を持って中止となりました。まさに世の中の厳しさと、惑星探査プロジェクトの難しさを身をもって体感することとなりました。

一方、惑星探査ミッションに学生時代に関わっていた事でいろいろと得られたものもあります。惑星探査ミッションには非常に多くの方が関わっているので、いろいろな方とのつながりができます。特にいろいろな大学の先生とのつながりで、学ぶ事は多かったです。宇宙研では、藤村彰夫先生、田中智先生、白石浩章さんなどに実験や測定の基礎、測定データの解釈の仕方、実験屋、研究者としての精神や心構えなどを教えられました。また、当時東工大の小林直樹先生(現宇宙研)や東大地震研の竹内希先生には、地震データの解析手法や計算プログラミング手法をいろいろと学ばせていただきました。月震計の性能評価を行うためによく名古屋大学の犬山地震観測所に足を運び、地震観測試験を行っていたのですが、そこの先生である山田功夫先生(現中部大学)には、地震計の事や、地震観測のやり方、ノイズ対策や配線手法などをいろいろと教えていただきました。皆さん、スパルタな方が多くて、毎日のようにぼろぼろにされていたのですが、何とか喰らいついて、多くの事を学び取ることができたと思います。また、人工衛星や宇宙用機器の試験への参加などは、探査をやっていればこそできた経験だと思います。宇宙研時代には、ミッションの中止など、何度かどん底に落ちいて、困難な時期もあったのですが、おかげですっかり打たれ強くなった気がします。私はとても褒められたような学生ではなく、時間はかかったものの、なんとか学位取得まで漕ぎ着けられたのは、供にミッションを支えてきた多くの方々のおかげだと思っています。

宇宙研時代の話の締めとして、もう少しペネトレータの話をしておくと、LUNAR-A の中止を経た後もペ

ネトレータの開発は続き、ペネトレータの耐衝撃性自体は無事に確立されました[4]。ペネトレータは固体天体表面に無人観測ネットワークを構築するうえで、優れたツールであり、多点で同時に地震データ、温度データが得られる点での科学的価値は客観的に見ても極めて高いと言えます。現状、日本のペネトレータは世界最高の性能を確立した独自のものであり、いまだ世界の追従を許していません。個人的な見解になりますが、このままでは「宝の持ち腐れ」になってしまうので、早急にどんな形であれ、「ペネトレータ」を使用した固体惑星探査を実行するべきだと思っています。

さて、長くなってしまいましたが、ポストドク時代の話にも少し触れておきます。東大で学位を取得した後すぐに、運良くフランス、トゥールーズのRaphael Garcia氏に声をかけて頂き、トゥールーズ第3大学で1年間研究員として研究をする事になりました。Garcia氏はもともと地球の地震学が専門でしたが、2009年当時NASAで提案していた惑星地震探査計画に関わり始めたところで、日本で似たような事をしていた私と一緒に仕事をする事になりました。トゥールーズ大学では、月面で最大の科学的成果を得るのにどのような地震計ネットワークを構築するのが最適であるか、数値シミュレーションにより最適ネットワークを設計する手法について研究を行いました[5]。この手法は月面や地震観測だけでなく、様々な地球物理観測に応用できるので、将来の探査計画を立案するのに非常に有用な手法となります。

フランスでは、特にフランス語で結構苦労したのですが、異なる言語、文化圏で生活、仕事していく事は非常に刺激的でした。また、相模原に閉じこもっているだけでは出会えないような人たちとのたくさんの良い出会いもありました。実は、今この原稿もパリの一室で執筆しているのですが、私が今、パリに派遣されているのもこのフランスでの縁があったからでしょう。いろんな物事に対して、(良い意味で)多少肩の力を抜いて望めるようになったのもこのフランスの自由な気風に触れた事が大きいと思います。若い学生の方達にはぜひ一度、海外での研究生生活を経験する事をお勧めします。

フランスから帰国後は再び宇宙研に戻り、これも過去の縁で、宇宙研の水谷研究室の先輩であった山本幸生さんとJAXAの科学衛星運用データ利用センター

(C-SODA)と一緒に仕事をする事になりました。山本さんは元々、惑星地震探査に興味を持っていた方で、一緒にこれまでにない惑星地震探査データ(メインはApolloの月震データですが)のデータベース、公開システムを日本で作ろうと盃を交わしました。そこで、Apolloでの観測当時から現在に至るまで月震の分野の第一線で研究を続けているテキサス大学の中村吉雄先生のところを二人でオースティンまで訪ね、約一か月以上に渡って、データと情報の収集を行いました。ほぼ二人での作業だったのでリレーショナル型データベースと公開システムの一応の完成を見るまでは一年近くの時間を要しましたが、これまで公開されていなかったデータも含め、7年半に及ぶ観測のほぼ全てのApollo地震データをアーカイブでき、そのメタデータも含めてWeb上で公開できるようにしました[6]。惑星地震データの公開システムとしては評判も良く、世界最高のものだと思いますので、まだ発展途上の部分もありますが、ぜひ皆さんお使いいただければと思います[<http://darts.jaxa.jp/planet/seismology/>].

最後に、現在の話になりますが、C-SODAでの仕事の後、今は国立天文台のRISE月惑星探査検討室(就任当時RISE月探査プロジェクト)で研究員として佐々木晶先生の下、惑星科学の研究が続けられています。今、天文台に来て約1年半になりますが、今の主な仕事は次期月探査計画SELENE-2と次期小惑星探査計画はやぶさ2での機器開発や科学検討になります。SELENE-2では、軟着陸機での地震探査計画に携わる一方、VLBI電波源を用いた月重力場探査に関する検討、開発も進めています。また、はやぶさ2では天文台だけでなく千葉工業大学や会津大学のスタッフの方たちと供にレーザー高度計に関する仕事に取り組んでいます。これまでは地震探査に注力してきましたが、VLBI電波源やレーザー高度計を使用してリモートセンシングにより、天体の内部構造情報を得る事も可能です。現在は、幅広く内部構造探査に関われるよう、様々な探査機器、手法について学ぶと供に、その機器で何がどこまで分かるのか鋭意、研究を続けています(e.g., [7])。また、せっかく作った惑星地震データベースや日本では「かぐや」で得られた有用な月探査データもたくさんありますので、現在はそれらを使っている月の科学、主に内部構造の研究も同時に進行しています。

以上、長文になりましたが、私はもうすぐ12年、一回りになるうかというくらい、主に惑星探査に関わってきました(とてもNew Faceではなさそうですが...). 紆余曲折も多かったですが、その分学ぶ事も多く、普通に机に座っていただけではできないような経験もたくさんできました。惑星探査は労力も多く、時間はかかるのですが、惑星科学を支える「本質」の一つなので、誰かがやらなければならない仕事だと思います。それ以上に、自分が関わった機器でこれまでの科学を変える重要なデータが得られるというのは非常にエキサイティングな事です。とはいえ、これまで、月探査、地震探査という狭い分野に注力していたので、いざRISEに来て幅広く探査に関わるというくらい勉強不足も感じます。これからは、日本及び世界で固体惑星探査をやる、内部構造探査をやるとなれば、常に声をかけていただけるくらい鋭意成長していきたいと思いますので、皆様、今後ともご指導の程、よろしくお願い致します。また、この場をもって、これまでの研究生生活を支えてくださった、諸先生、先輩方に御礼申し上げます。

参考文献

- [1] Mizutani, H. et al., 2003, Adv. Space. Res. 31, 2315.
- [2] Nakamura, Y. et al., 1982, J. Geophys. Res. 87 supplement, A117.
- [3] Yamada, R. et al, 2009, PSS 57, 751.
- [4] 田中智, 2011, 日本惑星科学会誌・遊星人 20, No.3, 208.
- [5] Yamada, R. et al., 2011, PSS 59, 343.
- [6] 山田竜平, 2012, 宇宙科学情報解析論文誌 1, 121.
- [7] 山田竜平, 2012, JPGU Meeting, P-PS25.