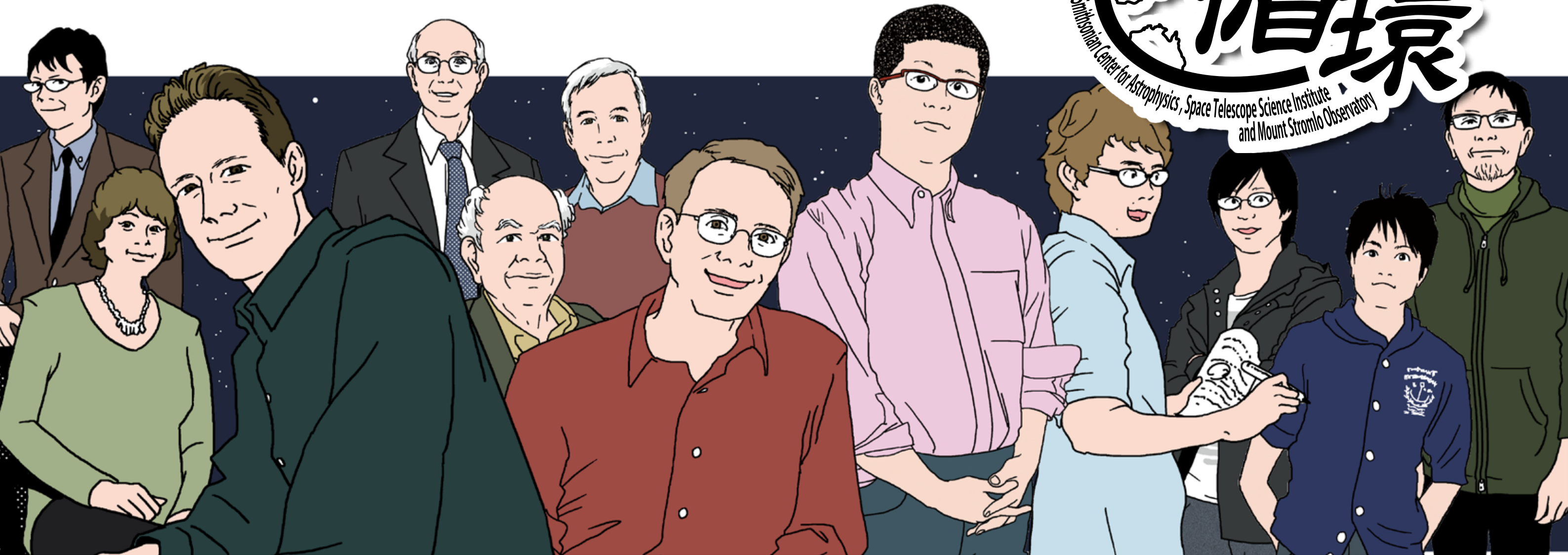


「ハーバード天文台を核とした米国研究機関との連携強化による新時代天体物理分野の開拓」  
Promotion of modern astrophysics collaborating with Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics,  
Space Telescope Science Institute and Mount Stromlo Observatory



# The Final Report

2011-2013

発行：東北大学天文学教室  
協力：Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics  
Space Telescope Science Institute  
Mount Stromlo Observatory  
制作：はやのん理系漫画制作室  
発行年月日：平成 26 年 3 月 20 日





本事業立ち上げの経緯については  
ニュースレター第1号を  
ご覧ください



# 絆で育む宇宙探求の最前線！ 終わりではなく新展開の幕開け！

早いもので頭脳循環プログラムの立ち上げから2年半が経ち、終わりを迎えようとしています。Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (CfA) 側のとりまとめ役を引き受けて頂いていたスミス先生から、「自分達の日常にとって大事な一部だった頭脳循環プログラムが終わろうとしていることが信じられない」というコメントも寄せられています。本プログラムにかかわった若手派遣研究者、研究補助支援者としてかかわった大学院生たちは、それぞれ一生の宝となる財産や思い出を得たことでしょう。いすでに物語れることもありますが、多くは醸造の時を経て次第に形を得てくるものと思います。何年かのちに本プログラムにかかわった若手研究者の方々から、このプログラムでまかれた種が豊かな実りに結実するまでの物語をひとつでも多く聞くことができれば、実施代表者としては望外の喜びです。頭脳循環プログラムを終えるにあたって、私の初渡航の物語をご紹介させていただきたいと思います。つたない経験ですが、その後の自分の研究者人生を大きく左右するかけがえのないものをたくさん与えてくれました。

私の初めての海外渡航先は、米国ハーバード大学でした。当時北海道大学大学院理学研究科博士後期課程宇宙物理研究室の学生だった私は、楕円銀河を包み込むように分布する温度一千万度程の高温ガスハローの起源と進化過程、そして銀河団中に存在する温度一億度程の高温ガスの物理過程、中でもクーリングフロー問題と呼ばれる問題の解明に興味を持ち理論的研究を進めていました。毎週送られてくる海外の科学専門雑誌には、これらの課題に関する最新の研究成果が読みきれないほど掲載されていて、「それは違うだろ」とか突っ込みを入れたりしながら貪るように読んでいました。一方で、当時の日本国内ではX線観測チームの一部の方々が、銀河団の高温プラズマの研究をGinga X線天文観測衛星を用いてできることから少しずつ研究を進めている程度で、クーリングフロー問題に取り組んでいる研究者は、観測的にも理論的にも私のグループを除いて皆無でした。そんな中、夏のある日、当時の私の指導教員だった羽部さんがSTScIで行われた銀河団の国際会議に出席し、土産としてハーバード大学で開催される銀河団のX線観測を主たるテーマとした国際会議の案内を持ち帰ってきました。プログラムを見ると、クーリングフロー問題といえばケンズリッジ大学のファビアン先生、銀河団のX線観測による研究といえばバージニア大学のサラジン先生と当時言われていた二大御所が招待講演者の中に名を連ねているではないですか！私はいてもたってもいられなくなり即座に参加を決心しました。しかし、国際会議初日は1週間後でした。

さあ、そこから会場に行き着くまでが大変でした。渡航にはパスポートが必要で、更に米国入国にはビザの取得が必要であることをまったく理解していませんでした。幸い当時の北大宇宙物理研究室の秘書さんが旅行関連の専門学校出身で色々サポートしてもらうことができました。それによると、パスポートの取得には申請から約2週間はかかるが、外務省職員関連とかなんとか理由がつくと早めてもらえることがある、ということでした。そこで早速北海道庁に行き、何とか1週間以内にパスポートを発行して欲しいと嘆願しました。もちろんはじめは断られました。それでもひるむことなく食い下がりました。当時私は冒険家植村直己に心酔していた彼の「青春を山にかけて」という本をバイスルのように愛読していたため、彼にならって熱意があれば何でも動かすことができるという信念をもっていました。役所では、この分野は世界的にはさかんに研究が進められているのに日本はまったく取り残されていること、この会議に参加することが世界最先端の情報を収集するのにいかに有効か、などを切々と訴えました。すると道庁の担当官の方が、担当教授と学部長から推薦書をもって持ってきた、そしたらギリギリ間に合うようこちらも全力を尽くす、と約束してくれました。直ちに大学に戻って宇宙物理研究室の坂下教授と理学部長教授名での推薦書を自分で作成し、まず理学部長のところに持って行きました。窓口で対応した事務員に「いますぐ理学部長に読んでいただいて署名捺印をして欲しい」と依頼すると「明日以降出直してこい」と言われました。何でも彼らの中の暗黙のルールとして「今できることは明日やれ」という不文律があるのだとか。「ふざけるな」と叫びたくなる気持ちをぐっと抑えて拝み倒して何とか学部長のお目通りを得て署名捺印をいただくことができました。その足で坂下教授の元へ走って行き（北大ってキャンパスが広いんです。当時坂下教授のオフィスは理学部とは別の建物にあって歩いたら20分はかかる所にありました）無事署名捺印をもらい、さらにその足で道庁に戻ってパスポート申請を済ませました。出発予定日の午前中に届くということでした。ちなみに飛行機の予約は、宇宙物理研究室の秘書さんが手配してくれていました。費用はすべて自費で、大学入学以来学費と生活費はすべてアルバイトと奨学金でまかないながら、わずかながら貯めていた貯金をほとんどはたたくことになりました。

一方で、国際会議に臨時参加申し込みをしなければなりません。国際電話で主催者と直接話して交渉することになりました。時差の関係でむこうの朝9時はこちらの夜11時です。十分な度数のテレホンカードを用意し、研究室の先輩、後輩の助けを得て電話での応対に必要な英会話の練習を積んで、海外通話ができる公衆電話から電話をかけました。すると何とかけた先は間違い電話でした。相手は同じハーバード大学の研究者だったようで親切にも私がかけたかったゴーレンシュタイン教授に電話を転送してくれることになりました。待っている間にテレホンカードの度数はドンドン減っていき、気が気ではありません。何とかギリギリ、ゴーレンシュタイン教授とつながり、飛び入りでポスター発表したいことを伝え了承を得ることができました。出発当日、朝一で道庁に行くとパスポートが届いていました。本当に感謝の気持ちで一杯で、帰国後米国土産を持ってお礼に行った程でした。米国領事館でのビザ取得審査もスムーズに済み、予定通りのフライトで千歳から成田に飛び立つ事ができました。

ハーバード大学最寄りのボストン・ローガン空港に着いたのは夜中の1時すぎでした。地下鉄が動くまで空港ロビーのベンチで横になって待つことにしました。すると明け方頃、カチャツという音で目を覚ますと寝ている私のこめかみに銃口を当てて警官が“What are you doing?”と言うではないですか。ビックリして震え声で“I am waiting for subway.”と答えると“Oh, you are waiting for subway.”と言い残して警官は離れて行きました。本物の拳銃を突きつけられたのは後にも先にもあれだけです。

無事ハーバード大学の会場に着き、ポスターを掲示し終えてホッとして講演を聴いているとゴーレンシュタイ教授がスクッと立ち上がって、これからポスター発表者の3分講演です、と言うではないですか。そっとゴーレンシュタイ教授の元に近づいて「実は口頭発表用のトラペもペンも持っていないんだ」と打ち明けると「そこに座っているジョーンズさんから借りなさい」と指示を受け、彼女から借りて即席で発表資料を書き上げ、スタスタの国際会議初口頭発表を済ませました。ペンを返しに行くとジョーンズさんに「君はいますぐ寝て休んだ方がいい」と言われました。ホテルの予約もしていなかったので、飛び込みでボストン中心部のホテルに部屋を取ると、最上階のデラックスルームしか空きがないとかで、ものすごく高い宿泊料を取られて、明け方には部屋の下に雲海が見えた豪華な部屋に一泊しました。

翌日の研究会会場では、念願のファビアン先生やサラジン先生達とたつぷり議論することができました。サラジン先生に「この後バージニア大学のあなたの研究室を訪問したい」とお願いすると快く受け入れてくれました。ハーバード大学での研究会終了後、ボストン美術館で腹巻きにしまっていた財布を出そうとして警備員に追いかけられたり、川辺の芝生で昼寝をしたりと一日を観光にあて、その後ワシントンD.C.に飛びました。そこから鉄道(アムトラック)でバージニア大学があるシャーロットビルにその日の内に移動する予定でしたが、その日は鉄道の予約が一杯で席が取れずD.C.で一日泊し、翌日鉄道でシャーロットビルに移動しました。シャーロットビルに着くとサラジン先生が駅まで車で迎えに来てくれていました。その晩は、先生が自宅でバーベキューをご馳走してくれました。いろいろ思い深い会話がありましたが、中でも「ファビアン先生は何でもかんでもクーリングフローモデルで説明しようとするけど強引すぎる」という私の意見に「ファビアンは、クーリングフローを愛しているからな」と返してきたサラジン先生の答えがいまも強く印象に残っています。じつは、シアトルがあるワシントン州に米国の首都があると勘違いしていて、ワシントンD.C.が首都だとは、サラジン先生宅での晚餐会まで認識していませんでした。ワシントンD.C.の空港からホテルまで市内をタクシーで移動したときホワイトハウスやペンタゴンみたいな建物があったので、日光江戸村みたいな所かなと思っていたのでした。ところがサラジン先生に「D.C.で一日過ごして観光は十分したか」と聞かれ「いやあんまり」と答えると「なぜだせつかく米国の首都に滞在したのにもったいない」と言われ、初めて“あれって本物だったんだ”と気がつく始末でした。もちろんサラジン先生には、D.C.が首都とは知らなかったことは伝えていません。

翌日と翌々日、サラジン先生にセッティングしてもらい研究室めぐりをしました。当時のバージニア大学にはクーリングフロー問題に関わる多数の研究者が在籍していました。更にバージニア大学のすぐ隣には、米国国立電波観測所の本部(NRAO)があり、そこにもクーリングフロー問題に関わる多数の研究者が在籍していました。要するに当時のシャーロットビルはクーリングフロー問題のメッカというべき地だったのです。バルバス先生の研究室を訪問したとき、私がどういう研究をしているのか説明すると、それはもう自分がやってしまった、と言って論文の原稿を渡されました。彼は自信満々に自分の研究内容を説明してくれました。私は、計算機シミュレーションを用いたアプローチで進めていましたが、彼は解析的な計算で数式を使って同じ問題の答えを求めたので自分の研究の方が上だと主張するわけです。すっかり意気消沈した状態で次の順番の研究室を訪問しました。そこはフレグマン先生の研究室でした。バルバス先生に言われた事を話して、意気消沈していることを話すと、彼から「同じ問題を異なるアプローチで研究する事は重要なことだ。そういう多様なアプローチの中から新しい発見はあるものだ」と言われ励まされました。帰国後フレグマン先生の言葉を胸に自分の考えていたおりに研究を進めると、バルバス先生の取ったアプローチでは見落とされていた新たな結果が見つかり、その結果を元に博士論文を仕上げることができました。帰国前に一泊したシアトルでは、夕暮れ時のシアトル湾内クルーズを楽しみました。氷河の浸食で形づけられた美しい海岸線と穏やかな海面に映るシアトルの高層ビル群の夜景の美しさには、SFの中の近未来都市を見ているかのような感動をおぼえました。心残りは、クルーズの途中で乗客に振る舞われた鶏のもも肉のバーベキューが、クルーズの料金に含まれていた事を知ったときには食べ尽されていて食べそこなったことです。

博士号取得後、私は理化学研究所に移籍しましたが、ミシガン大学に移籍したフレグマン先生から博士号所得後ポスドク研究者としてミシガンで働ける可能性を提示してもらいました。応募しても採用してもらえたかどうかわかりませんが、あの時ミシガンを選んでいたらその後の自分はどうなっていたのだろうと思うことが時々あります。じつは、この頭脳循環プログラムの受け入れ研究者の1人であるCfAのフィंकバイナー教授は、当時ミシガン大学の学生だったそうです。私がミシガンのポスドクを選んでいたら、当時学生だったフィंकバイナー君とキャンパスで会っていたかもしれません。しかし、一方で現在のような研究上の親密な関係は築けていなかったかもしれません。

「頭脳循環」プログラムは、震災復興の力になりたいという海外の研究機関の思いと復興を目指す東北大学天文教室の思いを結びつける具体的ツールとして、タイムリーかつ有効に役割を果たしてくれました。実施代表者として、本プログラムの実施母体である日本学術振興会に2年半に渡るご支援に感謝いたします。



(上) 2013年2月下旬にCfAを訪問した時に招待されたハーバードクラスでのディナーのようす。写真は左からスミス先生の奥様、メルニック先生、フィंकバイナー先生、土井先生、スミス先生、新田さん、ロレーヌさん、馬渡君、服部、アイゼンシュタイン先生、大坪さんとその奥様、森島さんです。

東北大学大学院理学研究科 天文学専攻 准教授  
**Tohoku University Astronomical Institute**  
「頭脳循環」プログラム 実施代表者  
**服部誠 Makoto Hattori**



(右) 2012年2月にスミス先生とそのお弟子さんのロレーヌさん、ミレヤさんを宮城の青根温泉の不忘閣という由緒ある温泉宿にご招待した時の夕食時の風景です。本プログラムの立ち上げから実施期間中のスミス先生のご尽力には感謝するばかりです。





ボルチモア滞在時の研究のようすはニュースレター第2号に載っています！



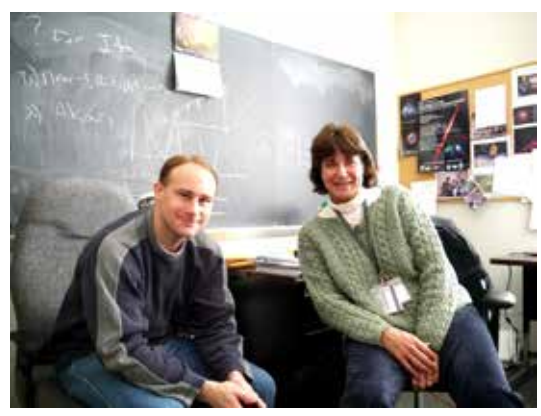
# ありがとう、STScI のみんな、 東北大の先生方、そして、妻

僕は2012年2月から1年間、Space Telescope Science Institute (STScI) のマーガレット・マイクスナー博士のもとで研究を行う「予定でした」。なぜこういう書きかたかというと、STScI に出発する少し前に赤ちゃんができたことを知り、それで結果的に予定変更となったからです。結婚して6年間子宝に恵まれなかったのに、なんとこのタイミングでできちゃいますか！と、喜びと同時にすごく驚きました。日に日にお腹が大きくなっていく妻を日本に残して2月にSTScIへ旅立ちました。出産は9月頭の予定だったので、1年かけて研究を完成させる計画でしたが、半年間で絶対完成させて、だれにも文句を言わせず8月末に帰国して出産に立ち会おう！と心に決めました。そして土日昼夜関係なく研究に打ち込みました。為せば成るものです、7月末には観測データを公表する論文が完成して、計画を完遂して帰国することができました。そして無事に8月末に長女が生まれました。子育てが落ち着いたら米国に戻り、STScI からハーバードに場所を移して新しい研究を始めるか、それとも日本に残って子育てをすかすいぶん悩みました。計画していた研究自体は完遂したこと、STScI で共同研究していたデビッド・リーベルト氏が海軍士官学校の先生として異動になること、その他さまざまなことを服部先生や高山正輝君と相談して、僕の頭脳循環はこれで終わり、と決めました。その後の顚末は頭脳循環冊子第3巻にあるとおりで、高山君に頭脳循環をパトンタッチしました。

さて、上記の論文は2014年2月末現在、実は理由があってまだ投稿していません。この論文は僕が大学院生の頃から10年以上にわたって取りためてきた観測データを公表する内容です。ですから、この論文を公表すると同時にデータも全て公表しなければなりません。なぜ10年以上も観測を続ける必要があるの？ と思うかもしれませんが。人間にとって10年は長いですが、星にとっては10年はほんの一瞬です。しかし、死にぎわの星たちはその一瞬のあいだに、さまざまな変化を起こして死んでいくのです。その死にぎわの変化をとらえるために10年以上もの観測を続けています。せっかく10年以上もかけて取りためてきたデータですから、僕自身が納得いくまで使い倒し、論文をさらに数本書き上げてからそれらと同時に投稿しようと考えているため、あえてまだ投稿していないのです。じつは僕のこの観測データを使って、高山君はオーストラリアでピーター・ウッド博士とともに研究を行いました。高山君も研究成果を論文にまとめており、完成しつつあります。僕自身も論文をまとめつつあります。更に、東京大学の共同研究者もこのデータを使って研究を行い、成果を論文にまとめつつあります。これらの論文がまとまった段階で、先にSTScIで完成させた論文とともに、すべてを同時に投稿して研究成果を発表したいと考えています。

最後に。2012年8月末に生まれた娘も現在1歳半になり、毎日怪獣のように暴れまわっています(女の子なんだけどなあ)。頭脳循環を途中であきらめたことで失ったものは大きいかもしれませんが、娘の成長をそばで見られたことは僕の人生にとっていけば重要なことに間違いなく、いまはまったく後悔していません。半年間STScIに滞在してマーガレット・マイクスナー博士のもとで研究を行い、彼女と現地のポスドクや大学院生と議論した経験は、現在僕が学生と議論する上で大変役に立っています。僕が指導する学生が僕に遠慮なく素朴に考えたことを言える雰囲気作りを大切にしています。これで頭脳循環は終わりますが、いつかまた、今度は大学生になった娘と一緒に(留学するほど「知恵」がつく事を祈って)海外の大学に長期滞在してみたいな、と思っています(さらにもう一人、今度は男の子が欲しいな、なんて思う今日このごろ)。

【本プログラムに関連する論文・発表等】  
Ita et al., "NIR variable star survey in the Small Magellanic Cloud", to be submitted to MNRAS  
Ita et al., "Infrared light variations of optically identified long period red giants in the SMC", in preparation  
Takayama et al., "Using broad band photometry to test models for Long Secondary Periods in red giants" in preparation  
Angeloni et al., "The VVV Templates Project Towards an Automated Classification of VVV Light Curves", to be submitted to A&A  
Matsunaga et al., in preparation



(右) 娘と遊んでいる時間が僕の一番のリラックスタイムです。  
(左) マーガレットとデイス。二人はいつも僕に親切にしてくれた。本当に感謝しています。

東北大学大学院理学研究科 天文学専攻 助教  
Tohoku University Astronomical Institute  
板 由房 Yoshifusa Ita

# 頭脳循環を終えて ～地球規模での「循環」～

頭脳循環プログラムにおける私のテーマは、日本の赤外線衛星「あかり」のデータをもとに「宇宙のダスト地図」を作るというものでした。人工衛星+宇宙の地図作り、というのは、どちらも手間暇のかかる組み合わせなのですが、この頭脳循環で専念する期間をいただけたのは大変有益だったと感じています。赤外線衛星による天文学研究は、1983年打ち上げの赤外線天文衛星IRAS以降、COBE, ISO, Spitzer, Herschel, ... と、欧米が時には競い合い、時には協力する形で発展してきました。そうした中、日本の本格的な赤外線衛星は(1995年に赤外線望遠鏡IRTSが相乗りの形で地球を回る軌道に投入されましたが)2006年の「あかり」の打ち上げが初めてでした。日本の赤外線衛星はまだまだ欧米を参考にする部分もたくさんあると思います。「あかり」に続く日本の赤外線衛星は、現在世界と協力し合う形で開発が進められている状況です。

そんな中、頭脳循環でHarvard-Smithsonian Center for Astrophysics (CfA)に滞在し、フィंकバイナー博士とともに研究する貴重な機会をいただきました。博士はこれまででもっとも有名な宇宙のダスト地図を作ったメンバーのひとりで、世界的に有名な研究者です。宇宙のダスト地図作りにとって絶好の環境ではありましたが。とはいえ、実際の作業は時間のかかる地道な研究で、私の研究自体も日本のチームと連絡をとりつつ、並行してフィंकバイナー博士たちと協力する形でしたので、進展具合はどうしてもゆっくりとしたものになってしまいました。世界がネットワークでつながっている現在とはいえ、日本の計算機をアメリカ東海岸からネットワーク越しに操作する効率の悪さや、日米の時差や休日の違いでスケジュール通りに進まないことなど、いろいろと苦労もありました。しかし、2006年の2月の「あかり」打ち上げから長い道のりでしたが、頭脳循環の区切りと時期を合わせて目標の第一段階がクリアできた感じです。「あかり」連赤外線全天画像のデータ公開までたどりつき [1,2]、これまでの途中経過に関しては、日本天文学会や沖縄での国際学会などで講演をする機会を得ました [3]。「宇宙のダスト地図」プロジェクト自体はこれから新しい段階に入りますが、フィंकバイナー博士たちと協力することで、当初計画していたよりも高精度な「まだ見たことのない」宇宙の地図作成も視野に入ってきました。近い将来には更なる成果を報告できると期待しています。一方で、せっかくのハーバード滞在ですので、将来の赤外線衛星に活かせることは何でも吸収しようという気持ちで滞期間を過ごしました。宇宙の広い領域を高感度で観測すると、星や近くの銀河だけでなく太陽系天体から遠くの銀河まで様々な天体が「見えて」しまいます。こうした「見えて」しまったものをきちんと理解するには、様々な天体の性質を理解することが必要になります。そこはさすがに世界のハーバード大学で、宇宙に関する様々な分野の研究者が所属しており、小惑星、原始惑星系円盤、銀河の研究者とも交流を得ることができ、そこでの議論は「ダスト地図」以外の「あかり」のデータ解析にも役立てることができました [4]。

ところで、ハーバードには世界各地から研究員や大学院生が集まっており、アメリカ人だけでなく世界各地の友人ができたことも収穫のひとつだったと思います。例えば、台湾、韓国、インドなどアジアの国々の研究者とも話をする機会がありましたが、今回は特に南米出身の研究者、中でもチリの友人がたくさんできたのが印象的でした。チリのアタカマ砂漠には国際的な電波望遠鏡であるアルマ望遠鏡をはじめたくさんの世界的な望遠鏡がありますが、南米チリは、現在、世界の天文学・宇宙物理学にとって重要な地位を占める国と言っても過言ではないと思います。そうした中、今回知り合ったチリ人の中に日本に興味を持つ研究者夫婦がいました。直接私たち日本人と話をすることでさらに日本への興味が深まったようで『キャプテン翼』や『ドラゴンボール』などのアニメから始まり、日本食、果ては日本の政治など)、嬉しいことに彼らは現在日本で研究員の職を得ようとトライしています。最初は、自分たちが世界の情報を日本に還元するだけで「頭脳循環」と呼んでもいいのだろうか、と少し考えていました。しかし、自らが日本の情報を世界に伝え、それが実際に海外から日本に来てもらうきっかけとなる。それも含めれば十分に「頭脳循環」であり、日本にとっても世界にとっても非常に意義のあるプロジェクトなのだと今では感じています。情報化の時代でも、最終的には生身の人間が重要なのだとも感じました。アメリカは個人主義の国で、職場以外でプライベートのつきあいはあまりない、という話もよく聞きます。しかし、実際には一緒に食事に行くことも多いですし、ホーム・パーティーと呼ばれることもあります。今回わが家は夫婦で渡米しましたが、家族がいることで、いろいろな人とのつながりがより広がったように感じます。

最後に。地震で自宅が被災したのち、生活再建で研究のことを考える余裕もなく、やっと落ち着いてきた頃に渡米という目まぐるしい状況でしたが、何とかここまで来ました。支えてくれた家族をはじめ、たくさんの周囲の方々に感謝したいと思います。

【本プログラムに関連する論文・発表等】  
[1] Doi et al., "AKARI Far-Infrared All-Sky Survey Maps", in preparation.  
[2] Ootsubo et al., "Far-Infrared Zodiacal Emission Observed with AKARI", in preparation.  
[3] Ootsubo et al., "Galactic foreground dust emission based on the AKARI far-infrared all sky diffuse map", CMB2013 - International Conference on Cosmic Microwave Background, June 10-14, 2013, Okinawa, Japan  
[4] Ootsubo et al., "AKARI Near-infrared Spectroscopic Survey for CO2 in 18 Comets", ApJ, 752, id. 15, (2012).

東北大学大学院理学研究科 天文学専攻 准教授  
Tohoku University Astronomical Institute  
大坪貴文 Takafumi Ootsubo

ボストンでの研究生生活と妻との暮らしはニュースレター第5号でご報告しました







私の CfA での研究のようすは  
ニュースレター第 3 号に詳しく載っています！



【本プログラムに関連する論文・発表等】

[1] DN, "Cross skewness of redshifted galaxy distribution" the 5th GCOE International sympsium, March 4-6, 2013, Sendai, Japan.

[2] DN, " 赤方偏移空間上の銀河分布の歪度を用いた初期非ガウス性の制限 " 2013 年春期天文年会, 2013 年 3 月 20 ~ 23 日, 埼玉大学

東北大学大学院理学研究科 天文学専攻 客員研究員  
Tohoku University Astronomical Institute  
新田 大輔 Daisuke Nitta

# 研究の生みの苦しみと 新たな展開

最初私は「グローバル COE」という別のプロジェクトに関する仕事で東北大学に赴任することになったのですが、その際に頭脳循環プログラムのメンバーとして声をかけていただき、結果的に海外での研究のチャンスを与えていただきました。当初 1 年ということでしたが、結局もう 1 年延長できることになり、途中で所属が名古屋大学に変わったあと何度か Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (CfA) を訪ねることができました。このようにおよそ 2 年にわたってこのプロジェクトに関わらせていただき、大変感謝しております。

受入教官のアイゼンシュタイン教授は観測的宇宙論で大変著名な方です。特に銀河分布からバリオン音響振動という特徴的なパターンを発見したことは、宇宙論に大きな影響を与えました。この振動を観測することで宇宙の距離がより精密に計れ、しいては宇宙のダークエネルギーの性質を解明する手がかりを得ることができます。また彼はスローンデジタルスカイサーベイ (SDSS) という宇宙の銀河地図を作る大規模な観測計画のリーダーでもあり、より精密にバリオン音響振動の観測を行っています。一方私はおもに初期宇宙のインフレーションという現象を観測的な方法から実証する理論をおもな研究テーマとしてきました。とくに宇宙マイクロ波背景放射 (CMB) という、宇宙に満ちた電磁波に興味を持っていたのですが、初期宇宙の情報は CMB だけでなく、宇宙の大規模構造と呼ばれるような銀河の分布のしかたにも残っていると考えられています。この頭脳循環の企画が通れば、アイゼンシュタイン教授と共同研究できることになるということで、CMB に加え、宇宙の大規模構造の世界に入っていくことに決めました。このプロジェクトでの私の研究テーマは「銀河等の密度揺らぎの正規分布からのズレ」です。しかし結論から言うと、この研究はなかなか思うようにはいかず、方針を転回して新たな研究へと移行することになりました。これからその生みの苦しみを少し語りたいと思います。

初期宇宙とひとことで言っても、宇宙の誕生から数分の間でも状態はどんどん変化していきます。私の興味はビッグバンの前にあったと考えられている宇宙のインフレーションという時代です。それこそ宇宙が誕生して 1 秒にはるかに満たない時代のできごとです。しかし現在の宇宙には幸い初期宇宙の痕跡が残っていて、いくつか調べる方法があります。一番代表的なのは CMB のわずかな温度ゆらぎを調べることです。これはビッグバンから 38 万年後に出た電磁波で、プラズマ状態だったときの宇宙の名残ですから、初期の情報をいくぶん持っているわけです。また前述のとおり、銀河の分布のばらつきぐあいにも情報がたくさんあります。この CMB のゆらぎや銀河分布のばらつきの、とくに正規分布からのズレは、インフレーションの正体と密接にかかわっています。CMB のほうが過去を見ているため、当然ながら古い情報がよく残っています。一方で銀河分布のほうは、時代が新しいのですが、将来的に銀河をたくさん観測すればより精度を高めていけるのです。つまり数で勝負です。そこで私は将来大量の銀河を扱うための、より簡単な方法で正規分布からのズレを測定する方法を考え、それがどれだけ有効なのかを研究してきました。理想的な環境ではわりとよい精度が得られたのですが、残念ながら実際の銀河の観測に当てはめるとなると、いくつかの理由から従来の方法に比べて、そんなに精度が上がらないことがわかりました。CMB の方では最近 PLANCK という、CMB を全天で詳細に観測する衛星が結果を報告して、私の課題であったゆらぎの正規分布からのズレも詳細に観測しました。その結果は残念 (?) ながら、正規分布からのズレは非常に小さいということでした。このことは、いくら独立な測定とはいえ、銀河分布から初期宇宙の情報を抜き出すならば、より精度が高い方法が望まれるようになった、ということでもあります。

その後は自分のやっている研究ははたして意味があるのだろうか？本当に面白いのか？そのことを自問自答する毎日でした。結果的に、PLANCK の観測結果からも、これまでやって来たことは方向転換したほうがよいということになりました。残念ながら、まだ研究は終わっていないのです。しかしこの失敗からは学んだことが多く、アイゼンシュタイン教授との議論から、新たな方向性で研究を始めることができました。試行錯誤の中から研究を生み出す苦しみを味わい、しかし新たな道が開けたときの喜びを噛みしめることになったのです。結局まだ頭脳循環では成果を残せていないので、自分の至らなさを申し訳なく思うのですが、次につながる研究が始まったことは大きな収穫でした。また、私の滞在中にも、CfA には世界中から研究者が訪れていました。こんなに多くの方と知り合い、議論できるということもまたとない機会であり、大変刺激になりました。

最後に、私の下手な英語を熱心聞いて議論してくださったアイゼンシュタイン教授、N 体のデータの取り扱いなど教えていただいたマクスリッジ博士、真摯に相談に乗っていただいた服部准教授、事務手続きで大変ご面倒をおかけした秘書の岡本さん、ケンスリッ ジでの生活でとてもお世話になった大坪准教授、すてきなイラスト・デザインを手がけて下さったはやのんさん、そして馬渡さんを初め頭脳循環の関係者の皆様に変な感謝いたします。また、悩ましい海外生活で心の支えになってくれた私の妻をはじめ、家族に感謝いたします。

# アメリカ武者修行を終えて

僕は頭脳循環プログラムの援助によって、2012 年 10 月から 2014 年 1 月まで Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (CfA) に滞在しました。CfA では Giovanni Fazio 先生ひきいる赤外線観測グループのメンバーと研究をさせてもらいました。赤外線観測グループでは様々なサイエンステーマに対して精力的に取り組んでいますが、僕が興味を持っている遠方銀河分野についても、Spitzer 宇宙望遠鏡で撮られたデータを主軸にした研究が Jiasheng Huang 先生や Matthew Ashby 先生などによって行われています。特に僕が渡米した時期はちょうど Spitzer Extended Deep Survey (通称 SEDS サーベイ) という Spitzer 宇宙望遠鏡を 2000 時間も費やした遠方銀河に特化した大型プロジェクト (Spitzer 望遠鏡が打ち上がってからの 10 年間で最も時間が費やされたプロジェクト!) がほぼ完了した時期でした。僕はこのデータを使って、遠方宇宙においてこれまで発見されてこなかった新種族の銀河の探索を行うことにしました。遠方宇宙においては年齢の若い銀河 (赤ちゃん～青年期銀河) が多いことは理論的にも観測的にも予想されているのですが、僕は正反対の成熟した銀河 (壮年期銀河) に着目しました。銀河は自分自身を進化させながら同時に他の銀河と群れ集まる事で銀河団というより大きな構造を作っていきますが、僕はもともと複数の銀河が群れ集まっていく過程と個々の銀河進化との間の関係に興味を持っていました。その興味から、銀河の集団化過程の中で強く影響を受けると予想されている壮年期銀河が、より大昔の宇宙にないかを探索しようと思ったのです。実際の解析とその結果についてはなかなか厳しく、「これがこれまで未発見だった宇宙初期の壮年期銀河だ!」という確証は得られませんでした。しかし、その可能性のある天体サンプルを作り、ありとあらゆる可能性を網羅的に議論した研究であるという自負はあります。

・・・と上記のようにまとめると非常にスムーズに共同研究が進んだように見えますが、実は研究をスタートさせるまでに苦労がありました。渡米前、僕は大学院前期が修了して間のない後期課程 1 年生で、それまで 2 年間やっていた研究を論文投稿して一段落つけた状況でした。アメリカで何をしようかと考えた時に、それまでの研究の延長は新しいデータがない状況ですぐにはできませんでしたし、新しい研究テーマも賢い学生では決してなかった自分にはなかなか思いつきませんでした (そもそも渡航準備でいっぱいでしたし)。学生とはいえ大学院の後期課程にもなれば研究テーマは自分で考えて決めなければなりませんので、先生たちからも「渡米してから向こうの研究者とつきあいながら考えれば?」くらいにアドバイスされていました。そんなこんなでノープランで CfA に着いて、Fazio 先生はグループリーダーですので、まずは一緒に研究の細かい部分を議論してくれる人探しから始めました。だれがどんな研究をしているのかを把握し、自分自身が何をやりたいか・CfA にいるからこそできる事は何かを考えるという作業を日常生活に慣れながら行うというのは精神的に大変でした。結局そこに 3 ヶ月近くかかってしまいましたが、そこで僕と一緒に研究してくれる事になった Huang 先生と Ashby 先生は非常に親切で助かりましたし、彼らの人柄や研究に対する姿勢には強く影響を受けました。親切といえば、アメリカで知り合った人達は皆やさしい人達でした。事務のおばさん、同部屋の学生・ポスドク、留学仲間、アパートの住人に至るまで、彼らの優しさがなければ健康に生きてはいけなかっただろうとすら思います。(余談ですが、研究支援者として時々渡米してきた山田先生・久保先輩・林君からも僕を心配してくれている優しさがばっちり伝わってきました)。しかし彼らの優しさは、決して僕の進むべき道を示すような甘さではありません。自分の道は自分で見定めなければいけない、という厳しさはありました。そうした状況で研究テーマを見出し、遅々たるスピードでしたが、着実に解析と議論を積めたという経験は、僕を強い研究者、ひいては強い人間にしたと思います。

頭脳循環プロジェクトは 2014 年春をもっていったん終了になりますが、僕と Fazio 先生らとの共同研究は今後も続くことになりまして、年に 2 回ほど再びアメリカに短期滞在するつもりです。僕の研究は実はこれからできる次世代望遠鏡・装置に適したサイエンスであり、特に山田先生が主査をつとめる WISH 望遠鏡ならば確固たる結論が出せると考えています。それに向けて Fazio 先生たちと長期スパンで付き合っていく下地が頭脳循環でできあがったのではないかと思います。最後になりますが、僕ほど頭脳循環関係者からのサポートを多く受けたメンバーはいないと思います。統括していた服部先生、岡本さんはもちろんのこと、迷走しそうな僕を根気強く見守り skype をつないでくれた山田先生や、現地での日常生活で色々面倒を見てくれた他の派遣研究者の皆さんなど、関係者全員に感謝の意を表します。

【本プログラムに関連する論文・発表等】

Paper:  
1. Mawatari et al. in prep.

Presentation:

- 馬渡健、Jiasheng Huang, 山田亨、Giovanni Fazio, Matthew Ashby, "Search for massive red galaxies at high redshift in the SEDS UDS field", CANDELS 2013 team meeting, University of Kentucky, 2013 年 8 月
- 馬渡健, Jiasheng Huang, 山田亨, Giovanni Fazio, Matthew Ashby, SEDS/UDS 領域で検出された K-[3.6] で赤い銀河について」, 天文学会秋季年会, 東北大学, 2013 年 9 月
- 馬渡健, Jiasheng Huang, 山田亨, Giovanni Fazio, Matthew Ashby, "HST view of red K-[3.6] galaxies", Science with the Hubble Space Teles cope IV, Accademia dei Lincei (Rome), 2014 年 3 月

東北大学大学院理学研究科 天文学専攻 博士課程後期 2 年  
Tohoku University Astronomical Institute  
馬渡 健 Ken Mawatari

僕のアメリカでの修行は  
ニュースレター第 4 号に  
掲載されています！







ニュースレター  
第2号はボルチモア編  
3号と4号では  
オーストラリア編の報告を  
しています！



# オーストラリア国立大学 (ANU) での一年

そこは南半球だった。乾燥した広い大地と肌を突き刺すような強い日差し。たった数時間のフライトで、真冬の日本から真夏のオーストラリアへとその飛行機は僕を運んだ。こうしてスタートしたこの国での一年という時間は、海外生活が初めての僕にとってモノの見方・考え方、あるいは研究に対する思いを揺さぶるには十分すぎる時間だった。しかし「もうちょっとがんばる」と思えるまでに立ち直るには必要不可欠な長さでもあった。

「赤色巨星で見つかった謎の長周期変光、LSP 現象を解明する」というのが僕の研究の目的だ。15 年前の 1999 年、共同研究者である Wood 先生は 400~1500 日という長い周期で明るさが変動している赤色巨星を観測的に発見し、この現象を「Long Secondary Periods(LSPs)」と名づけ世に発表した。「これは連星の「食」現象だ」、「いや星が周期的に膨張収縮を繰り返す『脈動』だ」。多くの研究者がこの変光の原因をあれこれ考え、さまざまなアイデアを出した。しかし誰もその謎を解けなかった。LSP 現象の裏には我々の知らない新しい物理の知識が隠れているかもしれない。「LSP の謎を解明しよう」、Wood 先生は共同研究を始めるときにそう言った。彼は 2009 年に LSP 天体の周りに中心の星から放出された塵 (ダスト) があることを発見していた。「星周ダストは星の光を遮る。ダストの量が増減するならば、周期的に星の明るさが変化する現象を説明できるかもしれない」、僕たちはそう予想した。幸運なことに僕が LSP の研究を始めるのと時を同じくして板助教が長年の観測を終え、僕の研究に必要なデータがそろった。「ダストの理論モデルと観測データを比較してみよう」、Wood 先生は研究方針を僕に伝えた。計算の結果、理論的に予想されるダスト減光は観測結果を再現していなかった。観測結果は更に、星表面の大気の状態が周期的に変化していることを示唆していた。「大気の状態を変化させる原因は星そのものにある」、僕は Wood 先生にそう主張した。つまり LSP 現象は連星の「食」や、星の周りのダストが星の光を「遮る」ことによって増光・減光している現象ではなく、「星の明るさそのもの」が変化しているという証拠を見つける事ができたのだ。この成果が LSP の謎を解明する上で重要な役割を果たすことを願いつつ、論文にまとめる作業にいそしんでいる。一方僕はアウトリーチ活動にも力を入れた。滞在中に 2 回ほど講師として天文学の一般向け講演を行った。その時のご縁で ANU の学生に頭脳循環の存在を周知することができた。また子供を持つ多くの保護者の方と知り合いになれたことで、天文学の面白さを親子で考えるきっかけを提供できた。実はキャンベラの日本人はほかの地域に比べ圧倒的に繋がりが強い。僕は多くの方と家族ぐるみのお付き合いをさせていただき、おかげで日本にいた頃よりずっと幅広く交流ができた。だから僕はキャンベラに住んでいる日本人が大好きだ。こうした人たちに支えられてオーストラリアでの一年間を過ごすことができたことは最高に幸運であった。僕はたしかに自分の軌跡をキャンベラの地に刻んで来ることができたと信じている。

こう書くとも僕のオーストラリアでの研究生生活は一定の成果も出て順風満帆であるかのように見えるかもしれない。しかし実際はその真逆だった。とにかく僕は英語がしゃべれなかった。コミュニケーションの障害が生活と研究すべてに影響を及ぼし、すっかり自信をなくしてしまった。Wood 先生に自分が感じた疑問点、あるいは自分の主張を伝えきれず、長いあいだ問題が解決できない日々が続いた。「もうだめかもしれない」、そう思った。「でもね、大丈夫。日本人が英語出来ないのは皆知っているから。それに外国人が上手くしゃべれないからといって迷惑だなんて思わないわ」 Wood 先生宅でのディナーの席で Wood 夫人から言われたひとことだ。会話が満足にできない自分に申し訳なさを感じていた僕にとってはおおいに驚きだった。「外国人に胸を借りよう」、僕は旅の恥はかき捨てと割り切って挑むことにした。そのおかげか外国人との付き合い方が少しずつわかってきたと思う。これは今後の人生において大きな収穫であった。「ああ、自分はこの国では『外国人』なんだ」、いつからかそう思うようになった。僕は外国人だった。この国では日本人である以前に、僕は外国人なのだ。だからこの国の人間と同じようにふるまうなど、どだい無理がある。どこまで行っても「変な人」なのだ。だったらとことん変人になろう。「変な日本人」と思われるくらいになろう。そう思い始めたころから僕は「もうちょっとがんばる」と思えるようになった。持ち前のマイペースを取り戻し、研究も少しずつ進んで論文にまとめられる程度までこぎつけることができた。

僕はどう転んでも優秀ではなかった。研究の進みも語学の進捗も、おそらく亀の歩みだっただろう。しかし僕がオーストラリアに渡ってある程度研究成果を出せたことで、たとえ微々たるものでも日豪の頭脳交流・循環に貢献できたことと信じたい。もちろんその土台には頭脳循環に関わる人々の多大なるサポートがあったことは言うまでもない。学生のうちに頭脳循環という手厚いサポートのもと海外で研究生生活を送る事ができたことは非常に幸運であった。僕にとってのこの一年間は様々な思い込みや常識を疑う一年でもあり、「でもやっぱり自分のやってきた事は間違いなかった」と再確認する一年でもあった。最後に僕を支えて下さった全ての人に感謝の気持ちを添えて僕の頭脳循環のまとめとしたい。

【本プログラムに関連する論文・発表等】  
・Takayama et al., “Using broad band photometry to test models for Long Secondary Periods in red giants” in preparation  
【頭脳循環からの補助によって出席、研究発表を行った研究会、学会】  
・American Astronomical Society 220th meeting, 2012 年 6 月, アラスカ・アンカレッジ, ポスター発表 [On the pulsation modes and masses of OSARG variables]  
・連星系・変光星・低温度星研究会, 2013 年 11 月, 福岡, ポスター発表 [LSP 変光星の観測データとダストシエルモデルとの比較]

東北大学大学院理学研究科 天文学専攻 博士課程後期 2 年  
Tohoku University Astronomical Institute  
高山正輝 Masaki Takayama

# 循環した頭脳によるさらなる飛躍を



今回の頭脳循環は、われわれ銀河観測グループの学生にとっても、また、私自身にとってもたいへん大きな意義と成果がありました。まず、なんといっても、このプログラムで 1 年以上ケンスリッジに滞在して研究に励んだ学生の馬渡君。Fazio 先生率いるグループの持つ Spitzer 衛星による最新の深宇宙観測結果をもちいた研究で、とても刺激に満ちたものとなったことと思います。研究論文も完成間近ということなのでぜひ、このままの勢いで仕上げるとともに今後の研究に発展してくれると考えています。また同じく大学院生の久保さんも、このプログラムにより海外での研究交流を積極的に行うことができました。彼女は博士号を取得して自立した研究者としての一歩を踏み出しつつありますが、このような経験が大きな支えになることは間違いないと思います。私自身の研究も、超広視野初期宇宙探査衛星 WISH 計画では Fazio 先生、Smith 先生らとの議論を繰り返し、NASA に共同での提案書を出すなど大きな進展をみました。このような共同研究は発展し、2013 年末には Fazio 先生、Smith 先生も参加された WISH 計画国際研究会を日本で開催するなど、国際的な研究活動へと発展しています。「頭脳循環」。循環した頭脳によるさらなる飛躍があつてはじめてこのプログラムは真の成果を挙げることになると思います。

馬渡君、久保さん、若手研究者の皆さん、これからの活躍に期待します！

東北大学大学院理学研究科 天文学専攻 教授  
Tohoku University Astronomical Institute  
山田 亨 Toru Yamada

# 「頭脳循環」のその先へさらなる好循環を生み出すために

「頭脳循環」考えてみればヘンな名前である。

その意味するところは、推測するに「優秀な ( ? ) 頭脳を持つ研究者の相互交流を促進することで、新たなアイデアの創出と研究の発展を促す」といったあたりでしょうか。どこにも“循環”の文字が出て来ないのが困りますが、きっと研究者間の交流とかそんな意味なのであって、1 人頭の中で思いをぐるぐる循環させていれば良い、という意味ではないのだらうと思います。

“優秀な”の部分が大変に気に病まれるところですが、私もこの循環の端くれに加えて頂いて、この 2 年余り、たびたびアメリカ・ヨーロッパに渡り、これまで知りあえていなかった研究者達にも知己を得ることが出来ました。この間に幸い「あかり」衛星の全天画像の解析をほぼ終える事が出来、これら新たに知り合えた研究者達と協力して「あかり」の描く新たな宇宙の姿を解き明かす入り口に立てたところです。もちろんその協力者には、服部先生、大坪先生を始めとする東北大学の研究者達も含まれます。

インターネットの発達のお陰で、今日我々は世界中どこにいても、ほぼ瞬時に連絡を取り合う事が出来ます。古今東西の膨大な研究成果へのアクセスも容易ですし、テレビ会議を通じて世界中の研究者達と顔を見ながら ( 英語には苦勞しながら ) 会話することも日常的に可能です。そうであってなお、人同士が直接会い、ネット越しではないダイレクトなコミュニケーションを交わす事が変わらず重要だ、というのが面白いところです。我々の専門は天文学ですが、この ( 少なくとも距離的には ) 人間と最もかけ離れた対象を扱う学問であっても、結局重要なのは “人” である、というのが正にこの頭脳循環プログラムの存在意義であり、我々にとってはその恩恵を最大限に受けられた 2 年間であったと思います。

次は、この恩恵に見合う成果をお返りする番です。

2 年間に得た “人” という財産を活かし、最大限の成果を生み出したいと思っています。

東京大学 大学院総合文化研究科 広域科学専攻 広域システム科学系 助教  
Department of Earth Science and  
Astronomy, Graduate School of Arts  
and Sciences, the University of Tokyo  
土井 靖生 Yasuo Doi







# 楽しいケンブリッジの 研究生生活

私は頭脳循環で計3回、ハーバードのあるケンブリッジを訪問する機会を得ました。これらの訪問は若手の長期派遣研究者の監督という名目でしたが、実際には自分の研究にとって実に有意義でした。2年3ヶ月続いた頭脳循環も最後ということで私が経験した頭脳循環についてお話ししたいと思います。

ハーバード大学には大規模銀河赤方偏移サーベイの観測結果のくわしい解析から銀河分布に周期的な構造を発見して、宇宙論に重要な情報をもたらしたアイゼンシュタイン教授がいます。私は頭脳循環が始まる以前から宇宙の構造形成の基礎となる暗黒物質のゆらぎの成長について何か理論的研究をしてみたいと思っていました。そこで観測に詳しいアイゼンシュタイン教授からいろいろと得るものがありそうということで頭脳循環に参加させていただきました。幸運なことにその期待は最初の訪問のときから実現しました。ある程度の具体的なテーマと方法が念頭にあったので議論がスムーズに進み、観測で実際どういうことをして、どのような理論式が必要なのかなど示唆に富む議論が出来ました。こう書くとも毎日頑張ってる机にかじりついていたような印象を受けるかもしれませんが、また研究者同士の会話という、かんかんがくがく研究のことばかり話していると思うかもしれませんが、しかし実際にはそんなことはまったくありません。訪問のたびに毎日アイゼンシュタイン教授と研究所の近くのサンドイッチ屋さんで昼食を食べながら研究というよりは世間話やアメリカの大学事情など色々話すごの方が多かったでしょう。普段は面白おかしい話をしながら、ときどき研究の話も混ざると感じます。また研究所の行き帰りもケンブリッジの雰囲気を楽しみながらのんびり散歩しているようなものでした。そんな会話を続け、だらだらと考えているうちに論文につながっていくものです。常々思うことですが研究には余裕というか自分の中で熟成する時間が必要なのである（もっとも研究スタイルには人それぞれでいろいろあるのですべての研究者がこうとは限りません）。私はこういう感じで刺激を受けながらも気楽にハーバードで過ごしました。そして日本に帰り当時博士課程の学生だった杉山君と議論し、だんだんと論文が出来ていきました。それが下にあげた2つの論文である。これらの論文はアイゼンシュタイン教授たちの観測データに直接適用できるものではありませんが、その方向の第一歩と考えています。杉山君は博士取得後、プリンストン大学のポスドクとしてこの研究をさらに発展させています。私の方も来年度、修士課程に入ってくる羽田君とより観測と結びつける方向で研究を続けていて、なんとなくいい感じになってきています。将来的に観測データに適用できる形にしていこう予定です。昨年、9月の頭脳循環による最後の訪問で、アイゼンシュタイン教授と今後も議論していくこと、できれば学生も短期的にでも訪問させることなどを話しました。

最後になりますが、この頭脳循環の代表の服部さんと事務的なことでお世話をしていただいた岡本さんに特に感謝します。ふたりののおかげでいろいろな意味で楽しいハーバード滞在ができました。私は何年かアメリカとヨーロッパでポスドクとして生活した経験から、常々アメリカに出張するならヨーロッパの方がいいなと思っていたのですが、ハーバードのあるケンブリッジはすっかり気に入ってしまいました。近いうちにまた「遊び」にいこうと思っています。（念のため「遊び＝研究」です）。

【本プログラムに関連する論文・発表等】

An Application of Wiener Hermite Expansion to Non-linear Evolution of Dark Matter Authors: Naonori S. Sugiyama, Toshifumi Futamase ApJ, 760, 114 (2012)

Relation between standard perturbation theory and regularized multi-point propagator method

Authors: Naonori S. Sugiyama, Toshifumi Futamase

ApJ, 769, 106 (2013)

東北大学大学院理学研究科 天文学専攻 教授  
**Tohoku University Astronomical Institute**  
**二間瀬 敏史 Toshifumi Futamase**



(左) Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (CfA) の Charles Alcock 所長とオフィスでの話。テーブルの上には、震災直後に東北大学天文教室への復興支援の呼びかけに応えて服部、大坪、森島が CfA を訪問した際に3人でプレゼントした仙台の工芸品玉虫塗りの梅切鉢がさりげなく置かれていました。

# オーストラリア国立大学 (ANU) マウント・ストロムロ天文台訪問記

厳冬の1月下旬、仙台から38度の熱風の吹くキャンベラ郊外にあるマウント・ストロムロ天文台を訪問し、頭脳循環プログラムによって派遣されているDC2の高山正輝君と、彼の指導をしてくださっている Peter Wood 先生と話をすることができました。

マウント・ストロムロ天文台はオーストラリアの首都であるキャンベラの街から約30km 弱離れた、自然保護区の中の小高い山の上にあります。まわりは見渡す限りユーカリの木と草原におおわれた低い山に囲まれており、空がとても広いのが印象的で、よくカンガルーを見かけました。仙台の青葉山と違って周りにコンクリートの建物はまったく見かけられず、自然だけに囲まれて天文台があります。ストロムロ天文台は10年ほど前に大規模な山火事に巻き込まれて焼けてしまいました。いまでも、望遠鏡ドームの支壁が残り、焼けこげた望遠鏡の骨組が転がっています。でも、いまでは天文台の研究棟、実験棟は全て新築され、優れた研究環境で高山君が研究に集中するには理想的な場所になっていました。

Peter Wood 先生は、高山君が現在研究を行っている赤色巨星の長周期変光星について、ストロムロ天文台で長年にわたり研究をされており、多くの優れた業績をあげられています。さらに、Wood 先生はとても親切な方で、言葉の問題でコミュニケーションがスムーズでないにもかかわらず忍耐強く高山君の指導をしてくださっているのがうかがえました。そのような Wood 先生のおかげで、高山君はストロムロ天文台での研究生生活をとても楽しんでいるようでした。私が訪問した時は、彼が3月中旬に帰国するまでに Wood 先生との共著の論文を完成させて投稿できるよう努力しているところでした。

頭脳循環プログラムのおかげで、高山君が博士課程学生として1年数ヶ月マウント・ストロムロ天文台に滞在でき、彼の研究分野で最も優れた研究者の一人である Peter Wood 先生の指導を受けることができたことは、高山君の人生にとってかけがえのないとてもよい経験になったと思います。国内の天文学会への旅費補助でさえ考えられなかった40年前の学生時代（授業料も5分の1でしたが）をすごした私には、頭脳循環プログラムで高山君が得ることのできたこのすばらしい経験をうらやましく思います。

東北大学大学院理学研究科 天文学専攻 教授  
**Tohoku University Astronomical Institute**  
**斉尾 英行 Hideyuki Saio**

(右) 左から Dr. Eisenstein, Dr. Finkbeiner,そして Dr. Fazio。



(左) Finkbeiner 夫妻。写真は、服部が Finkbeiner 夫妻にディナーに招待された時にレストランのエントランスで撮ったもの。奥様は、ボストン市内の大学の教授で科学者です。線虫を引っ張ったり、ねじったり、曲げたりしたときの応答を調べている、と楽しそうに説明してくれました。将来の癌治療の進歩につながることが期待されているそうです。Finkbeiner 先生が奥様を愛おしんでおられることがひしひしと伝わってきたディナータイムでした。





# Participation in the Tohoku Brain Circulation Program

Galaxies collide with one another. We see proof of this both in nearby objects and also in very distant galaxies as we look back into the past universe. Perhaps half of all galaxies have undergone a collision at some time. My group has been studying what happens to galaxies when they collide. There are three primary effects: (1) Interactions stimulate star formation, often in bursts of activity that are presumed to power the high infrared luminosities typically seen in such systems. (2) They influence the subsequent evolution of galaxies and their morphologies. Numerical simulations of interactions show there can be a variety of morphological distortions as well as variable amounts of star formation. The simulations demonstrate the complexity of the problem. (3) Merger-driven gas can flow into the central regions and feed matter in to the central supermassive black hole, and make it brighter.

I have been using infrared images to study these systems, working together with my previous students and postdocs, Lauranne Lanz and Mireya Etxaluze-Azkonaga, as well as some new students Sarah Willis and Chao-Ling Hung. There are some controversies and questions to resolve. What happens to the black hole nucleus? Some astronomers argue that mergers do not make much difference, or at least they say that the evidence is weak and maybe what happens to the nucleus depends on the details of the collision, for example, the kinds of galaxies involved, or how directly they approach each other. Another question: What kinds of stars are made in the merger process? Is it the same range of stellar masses as occurs in normal star forming regions, or perhaps a different kind of distribution?

In order to answer these programs, our program uses infrared images of colliding galaxies. We have examined the “spectral energy distribution (SED)” – the amount of light at wavelengths across the spectrum from ultraviolet (UV) to the infrared (IR): the UV reveals how many very massive hot young stars are present, while the IR tells us how much dust is present and thus indirectly measures the other stars, because the dust is heated up by all the radiation from stars that is absorbed and cannot be seen directly. Analysis of the shape of the SED can tell us the star formation rate, the amounts and temperatures of the dust, the total numbers of stars, and also hint at the presence of active black holes. To test these ideas, we have run a set of computer simulations of interacting galaxies, and then measured the SEDs of them to test our assumptions. The work is still ongoing, but so far we have found that the star formation rate increases dramatically as the galaxies collide, and that the kind of star formation underway appears to be similar to normal kinds -- there is just more of it.

Our collaboration with students and faculty of the University of Tohoku in the Brain Circulation Program has been an important part of making this work successful. We have had the chance to visit the beautiful city of Sendai, and to host here in Cambridge excellent Tohoku students working towards their Ph.D. degrees. We have also been working on new astronomy space telescopes to extend our research to the next generation The WISH (Wide-field Imaging Survey for High Redshifts) satellite project led by Prof. Toru Yamada will discover the very first stars and galaxies in the universe after the big bang! We are very happy with our past work together, and excited about the amazing prospects for future discoveries!

ハーバード・スミソニアン天体物理センター  
**Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (CfA)**  
**Dr. Howard Smith**

My group maps the distribution of galaxies in the Universe using data from the Sloan Digital Sky Survey. With these maps, we detect the long-lasting imprint of sound waves that propagated in the first million years after the Big Bang. Because of these sound waves, pairs of galaxies are more likely to be separated by 450 million light-years than by 300 or 600 million light-years. We have used this fossil imprint to measure the cosmic distance scale to an unprecedented accuracy of 1% and thereby to test the nature of dark energy. My collaboration with Tohoku University through the Brain Circulation program has focused on additional tests of the theory of galaxy clustering, aiming to explore whether a class of subtle additional signatures might be present in the data. If present, we hope to use the additional clustering information as a constraint on how galaxies trace the cosmic web.

ハーバード・スミソニアン天体物理センター  
**Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (CfA)**  
**Dr. Daniel Eisenstein**

Masaki settled in at Mount Stromlo Observatory remarkably quickly due to his portable laptop computer and the local internet facilities. His supervisors from Japan, Professors Ita and Saio, also took the opportunity to visit him. A major benefit for Masaki has been the opportunity to improve his English skills. I hope this has given him a chance to experience a completely different culture and research environment. A pity he doesn't like the local version of sushi!

ストロムロ山天文台  
**Mount Stromlo Observatory (MSO)**  
**Dr. Peter R Wood**

Researchers at Tohoku University, the University of Tokyo, and Harvard University are collaborating to produce the most accurate maps of interstellar dust ever made. You may ask, "what is dust?" The space between the stars in our galaxy is mostly empty, but contains small amounts of gas and dust. This dust consists of tiny pieces of graphite and silicate, and these dust grains absorb starlight and emit longer-wavelength light called far infra-red. Dust is important to astronomers because the absorption interferes with many kinds of astronomical measurements and astronomers must use a dust map to correct their observations. We use data from the Japanese satellite, AKARI, as well as European and American satellites, to make a full sky map of the amount of dust and its temperature. By combining data from many satellites, we obtain a map that is more precise, more sensitive, and better resolution (sharper image) than any of the satellites alone could provide.

A wonderful aspect of astronomy is that the sky is there for everyone to see. Nobody can own the sky. In a similar spirit, astronomers generally share their data with each other, and when they create a useful tool such as a dust map, make it available to everyone at no cost. By working together, we can advance our understanding of the universe, and share what we learn with anyone who is interested. We at Harvard have enjoyed working with our Japanese colleagues, and hope to have many more interactions in the future!

ハーバード・スミソニアン天体物理センター  
**Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (CfA)**  
**Dr. Douglas Finkbeiner**



(右) 日本・アメリカ・そしてオーストラリアの  
共同プロジェクトであることを表わす  
東北大学天文学教室の「頭脳循環」ロゴデザイン。







# ニュースレター制作・広報・秘書 プロジェクトを支える仕事

「天文学者」と言われたとき、皆さんはどんな人物像を想像するでしょうか。「きっと、望遠鏡を覗いて一晩中星座を眺めているにちがいない」と思っていないでしょうか。子供の頃は星座を見るのが好きで、宇宙にも興味を持っていたという人は多いでしょう。しかしその先にあるプロの天文学の世界や、そこにいる人たちが、どんな人たちで、どんな研究をしているのかは、意外と知る機会がないものです。この、東北大学「頭脳循環」プログラムのニュースレターは、天文学者が、どんなことに興味を持ち、どのような謎に挑戦しているのか……「この時代に生きている人たちのホンモノの天文学研究」のようすを伝えたいと思い制作しました。

この「頭脳循環」プログラムは日本学術振興会が提供する「頭脳循環を加速する若手研究者戦略的海外派遣プログラム」というのが正式名称で、これは海外に若手の研究者を派遣し、その成長を支援するというものです。東北大学以外にも多くの大学がこのプログラムの支援を受けています。近年は、科学技術研究の世界においてこのような大型の研究プロジェクトが立ち上がると、その予算を使ってどのような「意義のある」研究をしているのか？ということを広く一般にお知らせすることが推奨されるようになっていきます。これは説明責任（アカウンタビリティ）と言われ、年々取り組みがさかんになっています。東北大学「頭脳循環」プログラムでも、派遣される若手の研究者たちの活動状況をお知らせするような広報誌をつくりたい、ということになりました。天文学の（ちょっと難しい・しかし魅力的な）研究内容を多くの人々と共有したい……しかしどのようにしたら、より伝わりやすくなるだろうか？その時期、「頭脳循環」の実施代表者・服部誠准教授は、ある考えを持ちました。

それは、「漫画をたくさん載せて研究内容を紹介する冊子」の発行と配布でした。そうして、理工系・科学の漫画を専門としている「はやのん理系漫画制作室」による、「漫画を中心としたニュースレター」の制作が始まったのです。



「頭脳循環」で派遣される若手研究者は当初 4 人。理系漫画家ははやのんが、天文台や研究所があるアメリカの都市まで彼らを追いかけて行き、取材をすることになりました。はやのんは初めての海外取材ということで、以前から勉強していた英語を実際に使えるようにと改めて勉強をし直し、インタビューや滞在先でのコミュニケーションに備えていました。「天文学者はとてもアクティブ。世界で仕事をするのが当たり前」ということを知り、「これは絶対について行ってレポートをしなければ」という気持ちになっていました。

取材は 2012 年 6 月に、ポルチモアにある Space Telescope Science Institute (STScI) とボストンにある Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (CfA) を訪問。翌年 2013 年 5 月にもまた CfA を訪問しました。のちに受け入れ先として新たに加わったオーストラリアの Mount Stromlo Observatory (MSO) には行くことができなかったのが唯一の心残りです。

(左)「頭脳循環」ニュースレター Vol.3 の漫画の制作中のようす。現地での取材後、派遣された若手研究者と相談しながらストーリーを決め、絵を描き、色を塗って完成させる。

(右) STScI にて、広報を担当する人々にはやのんが取り組んでいる「漫画による研究紹介」手法を披露し、ディスカッションをした。



(上) 高名な天文学者である Patrick Thaddeus 氏夫妻が自宅の一部を宿として貸し出しており、関係者の多くが訪問時に利用している。写真は左から大坪、夫妻、理系漫画家はやのん。(右) CfA にある Dr. Smith のオフィスのドアには漫画の似顔絵が貼られている。



漫画の制作は、現地での取材のあと、各号の主人公となる若手研究者に「どんな内容・要素を盛り込めたらいいか」と相談し、ほどよく物語調にした漫画の形にして、また相談をして内容を決定、絵をきれいに描いて、絵にも間違いがないかを確かめてもらいながら仕上げる…という形で進めていました。最初に発行した Vol.1 では 2011 年 3 月 11 日に起きた東北地方太平洋沖地震発生のような物語をスタートさせました。震源地にもっとも近い大学のひとつである東北大学にいた主人公たちはこの地震によって大切な観測機器を失い、それどころか明日からどうやって暮らせばいいのかと途方にくれませんが、世界中にいる「仲間」がそれを助けようと支援の手を差し伸べてきます。そうして海外の研究機関とのコラボレーションが始まったようすを描きました。その後各号では、若手研究者の現地での生活と研究内容を漫画にして紹介しました。ひとりひとりが取り組んでいる天文学の研究の話を紹介しながら、期間中に若手研究者の板助教には赤ちゃんが誕生し、研究を一時中断することになったことや、そのかわりに博士課程学生の高山さんの派遣が急遽決まったというエピソードも描きました。配偶者の夢のため離れて暮らしたり、一緒に住む土地を変える家族の話なども描きました。天文学者は人間であって、人生があり、いろんなことがある！ということが描けて本当に良かったと思っています。

「漫画による研究紹介パンフレット」は過去にはあまり例がなく、大変に珍しい取り組みとなりました。はやのん理系漫画制作室は毎月のように全国各地で講演やイベント出演の機会があり、そのたびに配布をしました。多くの人々に「今、本当に起きている天文学研究の出来事」を伝えることができました。受け取ってくださったひとりひとりに「こういうものがあるんだな」「もっと詳しく知りたい」「天文学者ってカッコイイ!」と思ってもらえたら……そしてもししたら、将来天文学を学んでみたいと思う若い人が現れたら…と思っています。

「頭脳循環」にかかわる情報は web サイトでも公開されており、ニュースレターのバックナンバーもこのサイトからダウンロードできるようになっていました。その管理は仙台にある東北大学天文学教室のオフィスで博士課程学生の中村翔さんが行っていました。派遣された若手研究者のお世話をはじめ、マネジメント全般、そして大量のニュースレターを全国に発送する仕事は、服部研究室の秘書・岡本のぞみさんが担当していました。ニュースレターの制作は、はやのん理系漫画制作室の「はやのん」、マネージャー阿部真



美子、アシスタントの三上いすず、ZENZO →、佐藤くひき、神王みわ、冊子の形にする DTP デザインは「かやん」が担当しました。すべての号の印刷は(株)イニユニックのお世話になりました。そして冊子の配布にご協力くださった方々、実際に手にしてくださった多くの方々のおかげで、この取り組みを終えることができました。本当にありがとうございました。最後に、取材時に会った「いま・生きている・ホンモノの天文学者」の方々に感謝しながら、今後の研究の発展をお祈りいたします。

(上) 2014 年 3 月 8 日、北海道大学 CoSTEP 主催シンポジウム「空想と知識の境界を越えて～世界を刺激する絵解きサイエンス」会場での配布。

はやのん理系漫画制作室  
Hayanon's Science Comic Studio  
はやのん Hayanon

頭脳循環ニュースレター  
バックナンバーのご案内



Vol.1 (プログラム開始号)  
2012 年 3 月 30 日



Vol.2 (板・高山号)  
2012 年 10 月 2 日



Vol.3 (新田号)  
2013 年 3 月 27 日



Vol.4 (馬渡号)  
2013 年 7 月 30 日



Vol.5 (大坪号)  
2014 年 3 月 3 日

紙の冊子の無料配布は部数のある限り続けます。  
東北大学天文学教室 web サイトでは  
pdf 版を無料配布しております。

東北大学 頭脳循環ニュースレター

<http://www.astr.tohoku.ac.jp/>