

「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



絆
で育む宇宙探求の最前線!

Vol.3
2013 Spring



↓ この冊子を読んで更に知りたくなったら、
この URL に今すぐアクセス!!
<http://www.astr.tohoku.ac.jp/~hken/us.tohoku.abc/>

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 25 年 3 月 × 日



アメリカの大学都市・ケンブリッジで宇宙のはじまりの謎に迫る



ケンブリッジはアメリカ合衆国マサチューセッツ州の都市。街を流れるチャールズ川の対岸にはボストンがある。このふたつの地域はともに全米屈指の学術都市として知られており、ケンブリッジにはハーバード大学及びマサチューセッツ工科大学、ボストンにはマサチューセッツ州立大、ボストン大、タフツ大、ノースイースタン大などの名門大学がキャンパスを構えている。ケンブリッジは1630年に清教徒たちの入植地として設立され、当初はニュータウンと呼ばれていた。1636年、清教徒派の牧師ジョン・ハーバードが最初の寄付者となり、全米初の大学となるハーバード大学が開学。牧師を養成する高等教育機関として、その歴史をスタートさせた。ジョン・ハーバードや初代校長のナサニエル・イートンなどの主要な関係者が本国イギリスのケンブリッジ大学出身であったことから、翌々年の1638年に、街の名前がケンブリッジと改められた。ハーバード大学は多くのアメリカ合衆国大統領やノーベル賞受賞者を輩出し、世界をリードする教育・研究の場となっている。

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)



ハーバード・スミソニアン天体物理学センター (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics : CfA) はハーバード大学天文台とスミソニアン天体物理観測所によって共同運営されている研究機関。世界各地の大学や研究機関と協力し、地上望遠鏡、宇宙望遠鏡による観測及び理論的研究により研究が遂行されている。CfA が関わる主たるプロジェクトには、1999年に打ち上げられて現在も活躍中のX線観測衛星 "Chandra" や南極点に設置された電波望遠鏡で宇宙創成期を探る "BICEP" など世界を先導するプロジェクトが目白押しである。

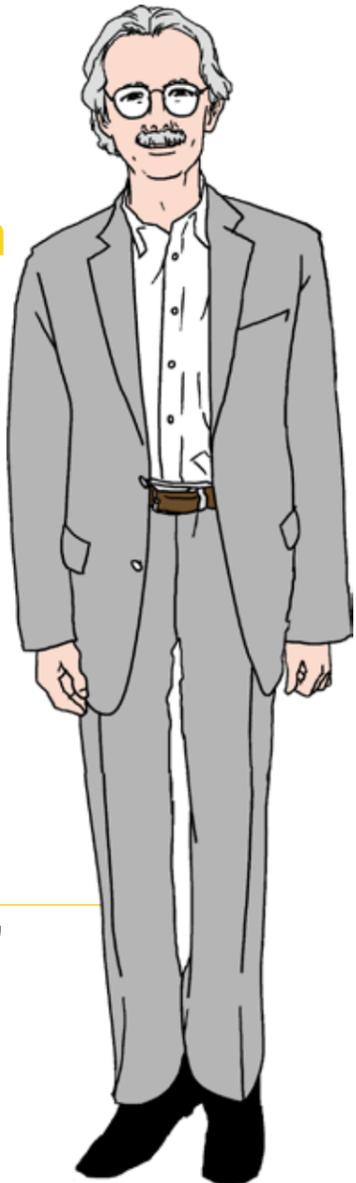
CfA 敷地内の歴史と威厳を感じさせる会議場外観。CfA 内でも最も古い建物の一つで100年以上の間にここに接続する形で新しい建物がドンドン建てられ現在に至っている。その為 CfA 内の研究室からここへ至る経路はまるで迷路のように複雑。セミナーを聴きに行く時は CfA 内の研究者について行くのでビジターでも建物内を通過して会場にたどり着く事が出来るが、セミナー後残りのピザを揃んでぼやぼやしていると取り残されて迷子になってしまうこともシバンバ。そういう時は、一旦外に出て、正面玄関から入り直す事になる。



定例セミナー、講演会、国際会議が行われる CfA 敷地内の会議場内部の様子。定例セミナーは昼食時に行われることが多く、昼食のピザやサンドイッチにポテチが CfA 持ちで支給されます。Howard Smith 博士からの震災支援の申し出を頼って服部、大坪、森島の3人が東北大から CfA を初めて訪ねた2011年5月に3人でここでオムニバス形式で講演をしたのもこの会場でした。その後頭脳循環プログラムで CfA を訪問した二間瀬もここで講演を行い、その後の反響の大きさと共同研究の輪が予想以上に広がった事に感銘を受けました。因に山田、秋山、土井も CfA 内の別の会場で講演を行って新たな共同研究の輪を築いています。

Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics(CfA) Participation in the Tohoku Brain Circulation Program

I am the Director of the Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, which is mostly often called simply "the CfA". The CfA combines the astronomers of Harvard University and the Smithsonian Institution. We are located on the Harvard campus in Cambridge, Massachusetts. We have a very broad range of active research projects that cover the entire electromagnetic spectrum, from low frequency radio observations of highly red-shifted neutral hydrogen to the most energetic photons ever recorded. In my own research, my collaborators and I probe the outer reaches of the solar system for small bodies left over from the epoch of planet formation. These bodies are too faint for direct detection, so we look for events when they pass between our telescopes and bright stars.



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)
派遣受入先 所長
Dr. Charles Alcock

マイクロレンズ効果と呼ばれる重力レンズ効果の一種を応用して、天の川銀河とマゼラン星雲の間に漂う暗黒物質探査観測 MACHO (マッチョ) 実験を指揮した、ニュージーランド出身の国際的天文学者。この実験により、ブラックホール等光を放たない星が暗黒物質の主成分では無い事を明らかにした。現在は CfA の所長を努める。



My group studies the composition and history of the Universe by using maps of the distribution of galaxies in vast areas of the cosmos. Galaxies are not scattered randomly in the Universe, but instead form in patterns tens to hundreds of millions of light years across. These patterns are fossils, created in the earliest moments after the Big Bang. By studying them we can learn about the physical conditions of this formative time. We use data from the Sloan Digital Sky Survey to construct the maps, which contain millions of galaxies within a volume of space a few billion light years on a side. Our collaboration with Tohoku University aims to develop new methods to quantify these fossil clustering patterns and search for new physical understanding of the early Universe.

宇宙望遠鏡科学研究所
Space Telescope Science Institute (STScI)
派遣受入先
Dr. Daniel Eisenstein

銀河の広域探査観測プロジェクト、スローンデジタルスカイサーベイ (SDSS) によって、バリオン音響振動と呼ばれる、銀河の大規模構造の分布に現れる、宇宙初期に刻印された音波の世界初検出に成功した、若き国際的天文学者。現在、SDSS バージョン3の研究リーダーとして、銀河の大規模探査を用いた観測的宇宙論分野を先導している。

CMB・大規模構造探査データ：宇宙初期からの密度揺らぎの正規分布からのズレを測定

前号の板先生は観測天文学でしたが、僕は理論天文学（あるいは理論宇宙物理学）を研究しています。観測天文学との違いは、積極的に物理や数学、時にはコンピュータを使って宇宙の謎を探求していくことです。もちろん理論を考えるためには情報が必要なので、観測との連携は必要不可欠です。

僕は理論天文学の中でも宇宙そのものを研究対象とする「宇宙論」を専門にしています。宇宙では一見我々の常識を超えたような現象やスケールの大きな構造があります。しかしそんな現象や構造にも、基本的には我々のまわりと同じ物理法則が働いていると考えて、物理の理論を使うことで地球にいながらにして謎を解明していこうという訳です。

もちろん、本当に同じ物理法則がなりたっているか、ということはきちんと検証しなくてはなりません。実は宇宙には暗黒物質や、物質ですらない謎の暗黒エネルギーといった正体不明のものがあります。これらは既存の物理で説明できるような物質やエネルギーではありません。また、誕生したばかりの宇宙は地球上ではまだまだ実現不可能なほどエネルギーが高い状態で、標準的な物理（素粒子論）からは、確実に外れるだろうと予想されています。つまり、宇宙を研究することで逆に新しい物理の法則が発見される可能性も秘めているのです。そう考えるとわくわくしますね。

私は派遣研究員として CfA に滞在しているのですが、海外での長期の滞在自体初めてなので、ここでの研究生生活は自分にとって新しいことだらけでした。研究所はケンブリッジの穏やかな町並みの中にありますが、世界中から毎週のように多くの研究者が訪れて、とても活気にあふれています。このような環境で研究に専念できるのは、とても刺激になってありがたいですね。

そんな環境の中、現在私はアイゼンシュタイン教授らとともに、初期宇宙の謎を解明すべく研究をすすめています。この頭脳循環の機会を生かして、さらに刺激的で面白い研究を続けていきたいと思っています。

東北大学大学院理学研究科 天文学専攻 GCOE 助教
Tohoku University Astronomical Institute
派遣若手研究者
新田 大輔 Daisuke Nitta

出身校：福井県立金津高等学校、金沢大学理学部物理学科
最終学歴：東北大学大学院理学研究科天文学専攻 博士課程修了、博士（理学）
職歴：2010年4月～2011年9月 名古屋大学理論天体物理学研究室 研究員
2011年10月～現職

Message from Cameron

I am an astrophysicist, and my direct field of study is referred to as large-scale structure where we literally try to address some of the biggest questions in the cosmos. How did the Universe begin? What is it made of? How do galaxies form and evolve? I find these questions fascinating and humbling to study, but I am also amazed at the human ingenuity in finding ways to answer such mind boggling puzzles. Trying to understand the fundamental nature of our existence is the whole purpose of science, and science has become the backbone of our world society. Whether it's just a few classes, or a career devoted to scientific research, how can time spent trying to explain the mysteries of the Universe not be simply awesome?

ハーバード・スミソニアン天体物理学センター

Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics(CfA)
研究員

Dr. Cameron McBride

ピッツバーグ大学でPhDを取得後、計算機上に宇宙の構造を再現する Large Suite of Dark Matter Simulations (Las:Damas) 計画のメンバーとして、シミュレーションを用いた観測的宇宙論の研究を精力的に行っている若手研究者。2011年から現職。

スペシャルアドバイザーからのメッセージ

この頭脳循環が始まって以来、多くの博士課程の学生、助教がハーバードに滞在しそれぞれ有意義な研究生生活をおくっている。私も新田君の指導教官という立場で CfA に2回訪れ、新田君の受け入れ教官である Daniel Eisenstein 教授と頻りに議論する機会を得た。また談話会などで現在我々のグループが行っている弱い重力レンズによる「髪の毛座銀河団」内の暗黒物質部分構造や密度揺らぎの非線形成長の発表を行い、それらの話題について興味を持っていただいた Margret Geller 教授やX線グループの研究者と共同研究に発展するきわめて有意義な議論ができた。ここで我々と CfA との共同研究につながる2つの話題について触れてみたい。

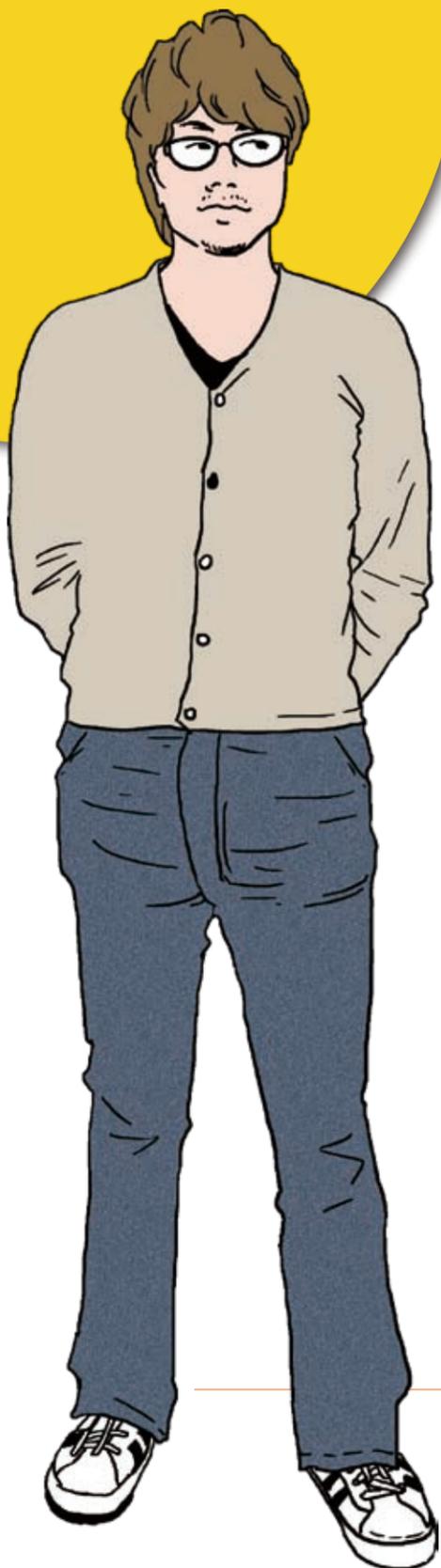
一つは銀河団の質量を正確に決定するという研究である。銀河団は数千もの銀河からなる宇宙で最大の自己有力系で、その形成や統計的な性質は宇宙論にとって極めて重要である。銀河団の性質を決める最も大事なパラメータの一つはその質量であるが、それを精度よく決めることは至難の業である。我々はすばる望遠鏡を使った重力レンズ観測によって多くの銀河団の質量分布を測定してきたが、その主要メンバーの一人で東北大出身で現在台湾の研究所の準教授の梅津敬一が提唱した複数の cluster lensing 観測量 (weak shear, positive-negative magnification bias, Einstein radius) を Bayesian 統計的に扱い cluster mass profile を決定する方法がある。この方法と Geller 教授達がやっている kinematic velocity 法と呼ばれる別の方法を合わせて joint likelihood を作り、mass と同時に dynamical profile も同時に解くという共同研究を始めている。

もう一つは暗黒物質の非線形パワースペクトルの研究の発展である。宇宙論の現在の最もホットな話題は暗黒エネルギーであるが、理論的な研究が藪の中という現状では観測的にその性質を決めることが非常に重要である。それに向けて大規模銀河赤方偏移サーベイを使ったバリオン音響振動の観測や宇宙シフト観測が計画されているが、これらの観測結果を正確に評価するには宇宙の大規模構造の分布を記述するパワースペクトルという量の精密な理論予想が必要である。この問題は重力の非線形成長を正確に取り扱う必要があり、この研究に関して私と昨年度博士をとり現在プリンストン大学のポストドクの杉山尚徳君との共同研究があり、それを Eisenstein 教授達が進めている SDSS データを使ったバリオン音響振動の観測に適用する共同研究を議論している。この共同研究には新田君も積極的に参加することになる。

頭脳循環が始まって2年という短い時間ではあるが上述のような具体的な共同研究の議論が始まっている。これを大きく発展させるためにも今後もこのような国際交流による刺激が継続的に続くことを期待したい。

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

京都大学卒業後イギリスのウェールズ大学カーディフ校で PhD 取得。
相対性理論や宇宙論の研究で先駆的な業績をあげる。重力波やインフレーション理論、さらにすばる望遠鏡を用いた重力レンズ効果の観測的な研究など、多岐にわたって精力的に研究を行っており、世界的な研究者も多数輩出している。1998年度フィリップ・フランツ・フォン・ジーボルト賞受賞。



宇宙はどうやって
できたんだろう？

宇宙には
果てが
あるんだろうか？

子供の頃から
そんなことばかり
考えていた僕は

天文学者を目指して
大学へ……
そして
東北大学大学院
天文学教室へと進んだ

東北大学 天文学教室
二間瀬敏史 教授

宇宙がいつ
生まれたかというのは
最近の観測から
およそ 137 億年前
ということが
わかっています

そして
我々が知ることのできる
宇宙の大きさは
この 137 億年のあいだに
光が進むことのできる
距離……

つまり
137 億光年くらい
ということになる！

この中に
ある
星や銀河などの
天体を
私たちは観て
いるのです

ちなみに
一番近い恒星は
地球から
どれくらいの距離か
わかるかな？

新田君！

4 光年
です！

隣の
アンドロメダ銀河
までは 240 万光年
です！

4 光年

240 万光年

うん……

宇宙の広さを
感じますね！

宇宙というのは
ただの天体の
入れ物ではなく
現在も風船のように
空間自体が
どんどん膨張して
います

宇宙は
どうやって
できたのか!?

現在の研究では
宇宙は
ビッグバンと呼ばれる
非常に高温高密度の
状態から膨張して

温度が下がるにつれて
星や銀河が生まれてきたんだ
と考えられています!

それだけでは
説明のつかないことが
多いので

現在ではさらに
ビッグバンの前には
インフレーションという
非常に急速な
加速膨張の時代が
あったんじゃないかと
考えられています

僅か1秒の1兆分の1のそのまた1兆分の1の100億分の1の間にウイルスが銀河のサイズくらいに膨張する現象!

この
インフレーションの正体は
いったいなんなんだろう?

僕はさらに
勉強するために
大学院へ進み

天文学の
修士号と
博士号を取り

そしてついに
ホンモノの
天文学者になった!

現在
東北大学大学院理学研究所
天文学専攻 GCOE 助教……
の僕 新田大輔!

大昔に起きた
ビッグバンの
さらにその前のことを
調べる……
ということに
なりますね

うん……!

昔の生き物を
調べたいときは
化石を調べたり
するでしょう

それと同じで
宇宙にある
「インフレーションの
痕跡」を見つけて
調べるということに
なりますね!

「インフレーションの痕跡」!

インフレーションの時代は
すごく宇宙そのものの
エネルギーが高かった！

そのような環境では
インフレーションを起こす
物質の揺らぎが無視できなく
なります

インフレーションによって
起きた揺らぎの影響で
物質の密度が高いところと
低いところ
ができます

密度の高いところに
銀河などの天体が
できていったんです

広い宇宙空間に
銀河がどのように
分布しているかを
見れば
インフレーションが
どのようなものだったかを
知ることができるはず

当然
世界中の天文学者が
そのことに気づいて
研究を進めている！

新田君
ケンブリッジにある
CfA に行き
彼らと協力して
この謎に挑戦してほしい！

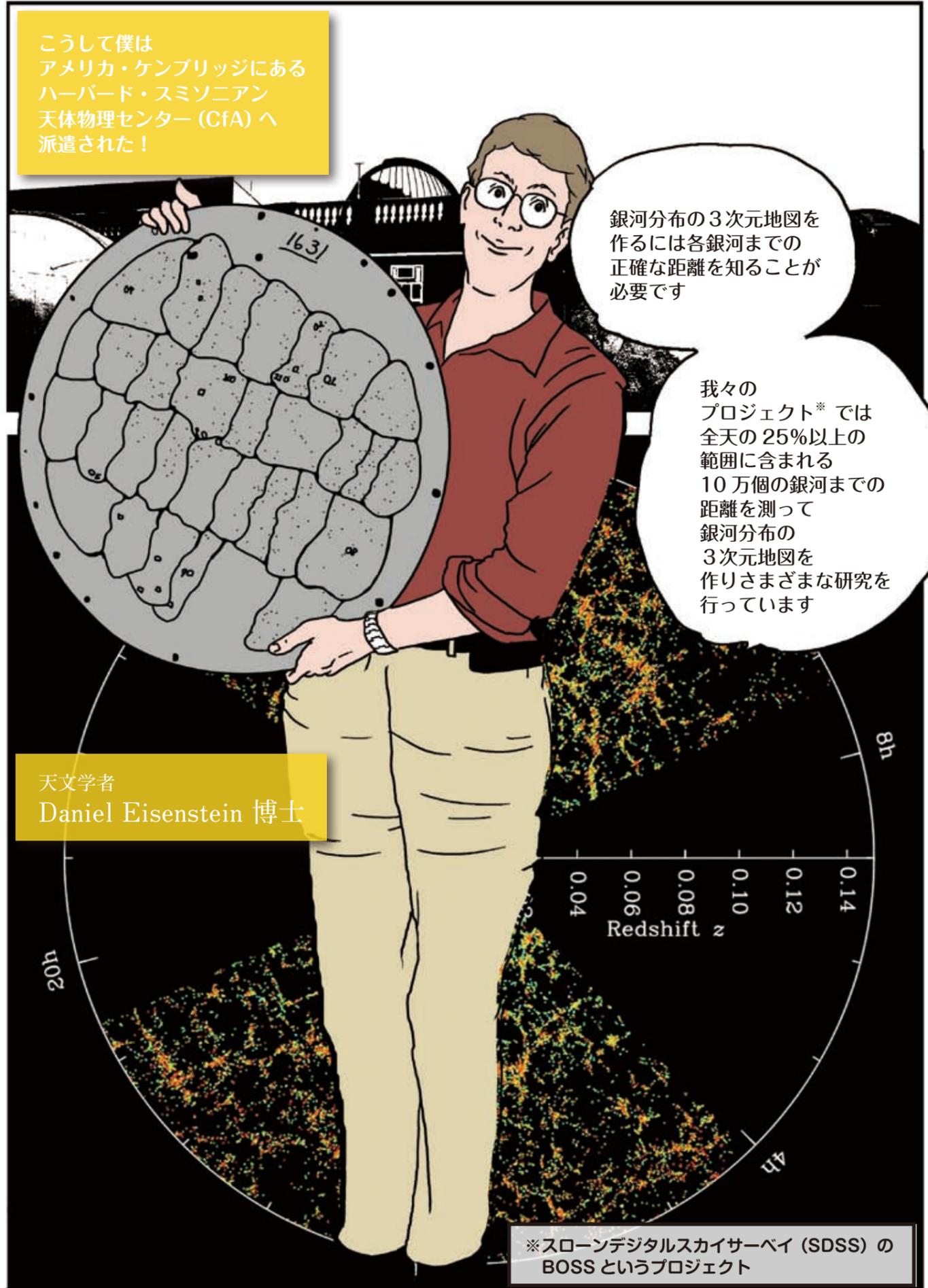
えーっ！

こうして僕は
アメリカ・ケンブリッジにある
ハーバード・スミソニアン
天体物理センター (CfA) へ
派遣された！

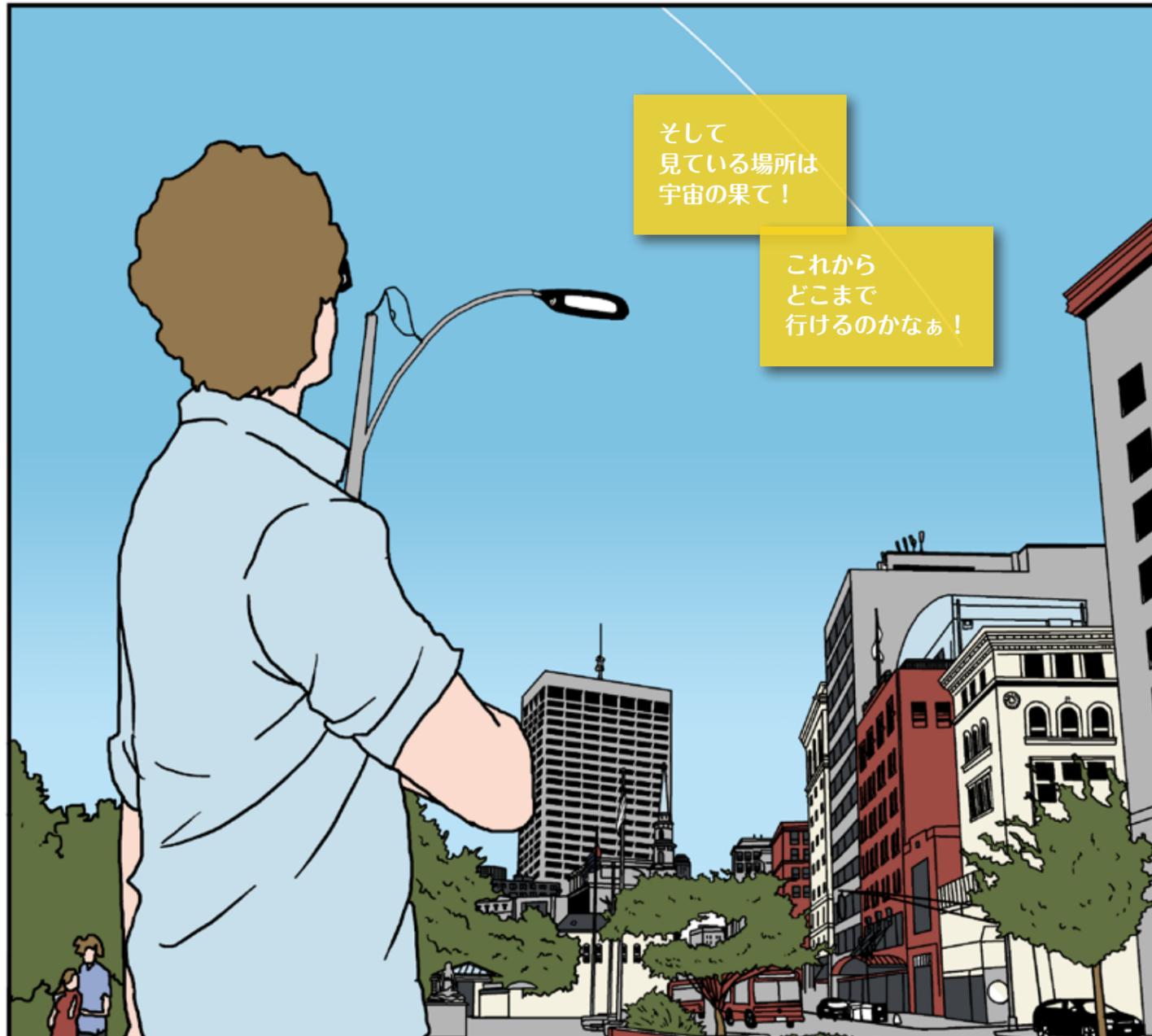
銀河分布の3次元地図を
作るには各銀河までの
正確な距離を知ることが
必要です

我々の
プロジェクト* では
全天の25%以上の
範囲に含まれる
10万個の銀河までの
距離を測って
銀河分布の
3次元地図を
作りさまざまな研究を
行っています

天文学者
Daniel Eisenstein 博士



*スローンデジタルスカイサーベイ (SDSS) の
BOSS というプロジェクト



頭脳循環ニュース

今回のメインテーマ・CfAでの研究の他にも、東北大学天文学教室の頭脳循環プロジェクトは進められています。各地に派遣された若手研究者が今、何をしているのか、レポートします！



課題2：日本・米国双方独自の大マゼラン星雲広域探索データ：星からの物質放出モデルの飛躍的精度向上

板助教が取り組んでいた研究はひと区切り... 博士課程の大学院生・高山君にバトンタッチ！

時は2012年、博士1年の私は修士過程の研究で得た成果を国内外の学会や研究会で発表し、また論文にまとめる作業を進めていました。しかし同時に指導教員の斉尾教授がこの3月で退職された後何をどうするか暗中模索する毎日を送っていました。そんな日々が続いた秋の頃、頭脳循環のプロジェクトチーフである服部准教授はじめ板助教、斉尾教授から板助教の後任として海外に行ってみないか？とのお話をいただきました。行き詰まっていた私にとっては願ってもないチャンスと思い颯爽とこの船に乗り込んだのでした。

私の研究は板助教と非常に近く、赤色巨星と呼ばれる死に際の星について「星がどのようにして死んでいくか？」を明らかにしていくことです。板助教と違うのは私は理論的な面から研究をしていることでした。それはすなわち理論・観測の両方からのアプローチによって対象となる天体をより多角的に理解出来るチャンスでもありました。そこで理論・観測両面で常に第一線で活躍されてきたオーストラリア国立大学のPeter Wood先生の元で研究することが最良であると考え、共同研究のオファーをしました。私たちは板助教が持つ世界的に見てもユニークな観測データを譲り受け、Wood先生が長年苦しんでいた「Long Secondary Period」の謎に迫っていきます。

(高山正輝)

教員である僕が米国の研究所に長期滞在できたのは、もちろん東北大学天文学教室の先生方に支えて頂いたからです。しかし、もう一人重要人物がいます。それは僕の妻です。実は僕の頭脳循環が始まった昨年2月頃は、妻の妊娠が判明して間もなくで、妻がつわりで大変な頃でした。そうです、またとないチャンスだからと言って妻は長期滞在を許してくれました。妻には一生足を向けて眠れません。

集中して仕事に打ち込んだ結果、共同研究が殊の外うまく進み、7月上旬には予定していた研究の結果が出そろって成果を論文にまとめる事もできました。共同研究者が9月から別の研究所へ栄転する事になった事から、更なる発展的研究はメール等を通して進める事にし、7月下旬に僕は一旦帰国しました。

8月下旬に長女が無事生まれ、頭脳循環の続きをどうしたら良いのか随分悩みました。妻も僕と同じく大学教員であり、講義と研究という仕事があります。予定していた研究の結果は既に出た事もあり僕の頭脳循環は終了とし、大学院生の高山正輝君に頭脳循環をバトンタッチする事になりました。オーストラリアに派遣された彼が、星の脈動研究の第一人者であるウッド博士と共に僕の観測結果を理論的に説明してくれる事を楽しみにしています。

(板由房)

課題1：日本の赤外線衛星「あかり」が取得した全天データを用いた銀河系内ダスト全天地図の精度・解像度の飛躍的改善

暴風雪のボストンでデータとにらめっこ



大坪 貴文 准教授



「あかり」衛星のデータ公開も控え、CfAに滞在して全天ダスト地図作成のためのデータとにらめっこの日々を過ごしています。北緯約42度にあるボストンは、日本でいえば仙台よりやや北、札幌に近い緯度に位置しています。さすがに寒いですが、大西洋に近いせいしか札幌ほどには雪は降らないという話でした。ところが平穏な日々を過ごしていたこの2月、アメリカ北東部に非常事態宣言が出されるほどの暴風雪が襲来し、10年ぶりの大雪が積りました。TVでは「Blizzard 2013」というキャッチフレーズのもと気象ニュースを1日中報じるほど。2日間は公共交通機関もストップ、お店も殆どが閉まっていた。我が家もせつせつと玄関の雪かきだけすませて、1日中家に閉じこもって過ごすはめになりました。

(大坪貴文)

都市部でも一晩で50cm以上の積雪に。自転車もすっぽり雪に埋もれてしまい、掘り出すのもみな一苦労でした。玄関前は雪かきしましたが、歩道などはその後の数日は雪の壁の間を歩くはめに。

私たち派遣研究者をサポートしています！

私は1/20-2/2にかけて馬渡君の研究補助員としてスミソニアン天文台に滞在してきました。滞在の目的は馬渡君の研究支援、共同研究者との議論です。私は赤方偏移 $z=3$ の銀河高密度領域を研究しています。これは馬渡君の研究している銀河形成の環境依存性とも関連が深いテーマです。最新の研究成果や解析手法についてなど、滞在中に馬渡君の研究支援を行うことができました。

また馬渡君を指導しており、私の共同研究者でもあるGiovanni G Fazio、Jiasheng Huang氏との議論も今回の滞在の重要な目的でした。両氏にはSpitzerのデータで協力していただいています。滞在中の議論の結果、共同で観測提案を出すことになりました。現在観測提案書提出に向けてシミュレーションを行っているところです。真冬のボストンは想像を絶する寒さでしたが、とても有意義な滞在でした。この機会を与えて下さった頭脳循環スタッフの皆さまに感謝いたします。

(久保真理子)



Jiasheng Huangさんとの記念撮影！

私は10月22日から3週間弱、馬渡君の研究補助員としてアメリカ、ケンブリッジにあるハーバード・スミソニアン天文台に滞在しました。この初めての長期滞在から、海外での研究生活、そして文化の違いというものを肌で感じる事が出来ました。研究面でも得られるものは非常に大きいものでした。今回馬渡君と議論を行ったことで、4月にすばる望遠鏡で観測する研究を軸に、1つの時間軸のみた大局的な銀河の形成・進化について研究について進める事が出来ました。また、私の最初の論文のキッカケとなった研究者のMatthew G. Walker氏にお会いし、理論・観測の両者からみた議論を行うことで、将来的研究の可能性や、今の理論構築や観測の問題点、そしてこれからやっていくべきことを話し合う事が出来ました。

この経験は私にとって、これからの研究だけでなく価値観にも大きな影響を与えました。服部先生はじめ、頭脳循環プログラムに携わる皆さんに感謝したいと思います。ありがとうございました。

(林航平)

課題3：CMB・大規模構造探索データ：宇宙初期からの密度揺らぎの正規分布からのズレを測定

次回の頭脳循環ニュースレターは僕が主役です！



大学院生 馬渡君

こんにちは！ボストン（正確には隣のケンブリッジ市）に来てからはや5ヶ月が経とうとしています。CfAではSpitzer宇宙望遠鏡の最新データを世界に先がけて使わせてもらえる事になり、現在解析中です。また11月にチリのMagellan望遠鏡で自ら撮った補足データの処理も最近行っています。ボストンは非常に住み易い街で、生活面で困る事はありません。NBA観戦や歴史名所巡りをするなど楽しく過ごしています。（馬渡健）

次回充実の研究生活をお伝えします！



(写真左) Magellan望遠鏡。チリの中でも田舎の方にあり、ボストンから片道20時間ほどの大旅行でした。同行の共同研究者が風邪でダウンして急に1人観測になるなど、アクシデント続きだったのも良い思い出です。(写真右) 大晦日の夜はパークレー音楽大学のジャズコンサートに行きました。クリスマスと正月の感覚が日本と反対で、大晦日は街中で夜中まで色々なイベントが行われていました。

頭脳循環 web サイトにも情報がいっぱい！

東北大 頭脳循環

検索

東北大学が海外の研究機関と協力し、若手の天文学者を派遣、共同研究を進める「頭脳循環プロジェクト」の研究成果はWEBサイトでも発信しています。関連研究者やプロジェクトの紹介、派遣先の滞在記などの情報を掲載しています。ニュースレターのPDF版が無料でダウンロードできます。ニュースレターの冊子配布のお申し込みも当WEBサイトからご連絡ください。
<http://www.astr.tohoku.ac.jp/~hken/us.tohoku.abc/index.html>

