「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 and Space Telescope Science Institute

頭脳循環

Promotion of modern astrophysics collaborating with Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics and Space Telescope Science Institute

Vol.2
2012 Fall

絆で育む宇宙探求の最前線！

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
制作：はやのん理系漫画制作室
発行年月日：平成24年10月2日

アメリカ東海岸・ボルチモアで最先端の宇宙研究

ボルチモアはアメリカ合衆国メリーランド州の都市。首都ワシントン D.C. からは約 50km という位置にあり、アメリカ東海岸、チェサピーク湾の奥部にある港町で、工業、貿易、観光で栄え、アメリカでも有数の大都市となっている。かつては南北戦争の舞台にもなり、国歌や星条旗が生まれた歴史ある場所として知られている。この街には世界大学ランキングでトップ 15 に入るジョンズ・ホプキンス大学（Johns Hopkins University：JHU）がある。医学・国際関係学の研究で有名なこの大学は、ボルチモアの実業家ジョンズ・ホプキンスの遺産を基に、1876 年に世界初の研究大学院大学として設立された。現在はさまざまな学部・学科を持ち、ホームウッドキャンパス内には宇宙望遠鏡科学研究所 (SpaceTelescope Science Institute：STScI) が設置され、天文学の研究にとっても重要な意味を持つ場所となっている。

帆船の到着で賑わうインナーハーバーのお祭り。この街の活気が感じられる。

宇宙望遠鏡科学研究所
Space Telescope Science Institute(STScI)

宇宙望遠鏡科学研究所 (Space Telescope Science Institute：STScI) は天文学研究大学院連合 (AURA※) によって運営されている研究所。ハッブル宇宙望遠鏡をはじめとする、NASA による数々の宇宙からの天体観測ミッションにおいて、装置開発、衛星運用、データアーカイブ、広報などを担当している。およそ 80 名もの天文学者が在籍し、最先端の研究が行われている。

※ Association of Universities for Research in Astronomy の略で、東北大学も AURA の一員。

【上】名門校の風格を感じさせられるキャンパス内。研究所の建物を徒歩で移動。「いい運動になる」というウワサも。
【下】STScI のロゴマークの前で、派遣受入先のマーガレット・マイクスナー博士と記念撮影。「本当にここに来た」という気分に。

板助教のデスク。他の研究者と同部屋のため気軽に話したり議論したりすることができる。

Messages from Kathryn and Margaret

Space Telescope Science Institute is delighted to be participating in the Brain Circulation Program with Tohoku University. Space Telescope Science Institute is the science operations center for the HubbleSpace Telescope and in the future will operate the James Webb Space Telescope. Our science research staff play an integral role in science calibration support of the instruments and the science vision for the software tools we develop to maximize the science coming out of the mission. Our staff also conducts vigorous research programs that feed productively into the optimization of the missions to produce the best science. Astronomy is in a golden era rich with data surveys from ground based telescopes and space based telescopes. Our collaboration with Tohoku University benefits our research programs but also provides opportunity for synergy between significant ground and space based efforts.

宇宙望遠鏡科学研究所
Space Telescope Science Institute (STScI)
派遣受入先　副所長
Dr. Kathryn Flanagan

STScI 副所長。NASA により打ち上げ準備が進められているジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡（The James Webb SpaceTelescope）のミッションオフィス責任者でもある。X 線天文学のエキスパートで、超新星残骸の研究等に携わる研究者。教育やパブリックアウトリーチにも力を入れている。

My research group works on the Large and Small Magellanic clouds using large surveys conducted with the Spitzer Space Telescope and Herschel Space Observatories. We have combined these data with large ground based surveys such as the Infrared Survey Facility (IRSF) conducted by Prof. Yoshifusa Ita of Tohoku Univeristy and from large space base surveys with the Akari space mission. One of the key science questions we are trying to address is how stars form and how these same stars enrich the galaxies with metals and dust when they die. When stars die, they become unstable and begin to pulsate which causes the light to vary. We have conducted a survey with Spitzer to detect the infrared variables that we are combining with Yoshifusa Ita's IRSF survey of 10 years to measure the detailed light curves of these same variables. We are very happy that Yoshifusa can visit us for several months to share his expertise on variable stars and collaborate with us on our Spitzer variability survey.

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

装置開発から観測まで幅広くこなす。宇宙望遠鏡を使ってマゼラン雲を包括的に観測し、星の生と死による物質循環の様子を調べる国際研究プロジェクト「SAGE 計画」と「HERITAGE 計画」の責任者。今回の「頭脳循環」では板助教たちをボルチモアに迎え入れている。

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

板 由房 助教　Yoshifusa Ita

出身高校：富山県立高岡高等学校　　最終学歴：東京大学大学院理学系研究科 天文学専攻 博士過程修了
職歴：2004 年 4 月- 2007 年 3 月 宇宙航空研究開発機構 (JAXA) 宇宙科学研究所 (ISAS) 宇宙航空プロジェクト研究員
2007 年 4 月- 2010 年 3 月 自然科学研究機構 (NINS) 国立天文台 (NAOJ) 研究員　　2010 年 4 月-現職

僕の職業は天文学者です。自分で言うのもなんですが、最高にかっこいい職業だと思っています。

天文学者は大きく分けると二種類います。観測天文学者と理論天文学者です。僕自身は観測天文学者です。観測天文学は自然を相手にする実験物理の一分野ですが、他の実験物理分野と明らかに異なるのは、実験対象を間近で見たり、手にとって弄くり回したり、対象に変化を与えてみたりする事ができない所です（はやぶさ衛星のサンプルリターンは例外中の例外です）。星の近くまで行って、星の中で何が作られているか見たいから星をぶっ壊して中をみてみよう、と言うわけには残念ながら行きません。我々人類ができる事は、遠いところにある天体が過去に発した光を見る事だけです。観測天文学者はその光を様々な観測装置や観測手法を用いて分析し、光を発した天体の物理的な情報を抜き出してその正体をつきとめるのが仕事です。そうです、天体からの光が観測天文学者が得られる唯一の情報源で、それしかないのです (これもニュートリノや重力波という例外はありますが)。

「光が全て」の学問ですから、光から余すこと無く情報を引き出すために様々な観測装置や観測手法を駆使して分析を行う必要があります。そのため世界の天文台にはそれぞれ特色のある観測装置が備えられており、研究目的に応じて使い分けるため世界中の天文台に出向いて観測を行います。天体観測は市街光を嫌いますから、天文台は山の上などの人里離れたいわゆる「秘境」に設置されている事が多いです。僕は過去にチリの 5600m の山頂に建設された天文台にも行ってきました (車で頂上に行けます)。防寒具を買いに山登り専門店に行き、店員さんに「5600m の山に登るための装備を買いに来ました」と、メタボ腹をした僕が言った時の、「お前が登れるわけないだろ。まずはその腹をどうにかしろよ」という声が聞こえて来そうな店員さんのあきれ顔を今でも覚えています。話がそれましたが、普通の海外旅行では絶対に行かないような、「世界の秘境」に行って観測を行う事ができるのは観測天文学者をやっていて良かったと思える事の一つです。天文台で同じように観測に来ている海外の研究者と知り合いになったり、食事しながら議論したりするのもとても楽しいです。

学者の仕事は、一つ疑問が解決しても次々と新しい疑問が出てきて、エンドレスに勉強をし続けないといけないところが辛いところですが、好奇心が強い人ならばそのプロセスが逆に楽しく思えるでしょう。

このとりとめのない文章を読んで、なんだか観測天文学は楽しそうだな、と思ってもらえたとしたらこの文章は大成功です。

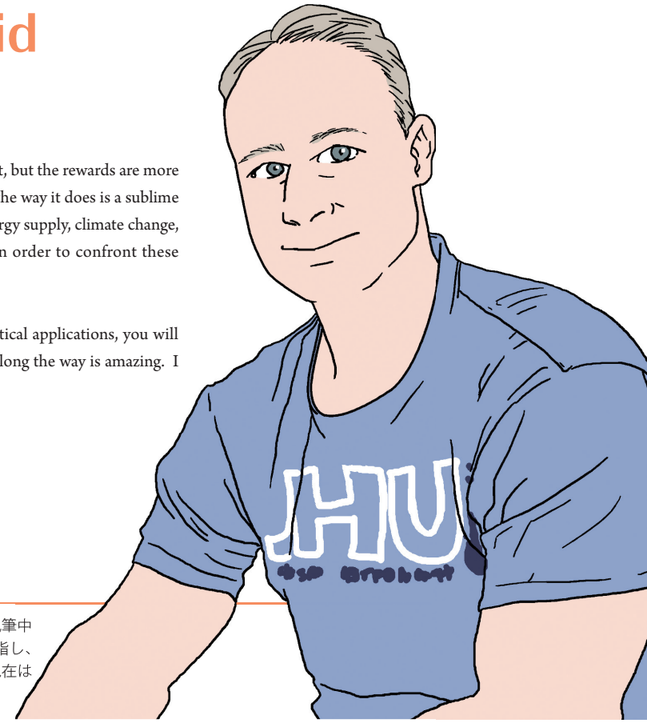
東北大学大学院理学研究科　天文学専攻　博士課程後期 1 年
Astronomical Institute, Tohoku University
リサーチアシスタント

高山 正輝　Masaki Takayama

出身高校：長野県立飯山北高等学校　　最終学歴：東北大学大学院理学研究科天文学専攻　修士課程修了
2012 年現在　東北大学大学院理学研究科天文学専攻　博士課程 1 年

私は大・小マゼラン星雲 (地球からの距離 16 万光年、20 万光年) に点在する赤色巨星の脈動変光星の理論的な研究をしています。理論的な計算によると、一つの星には無数の変光周期が存在します。しかし実際に観測で見つかっているのはそのうちの何種類かの周期の変光だけです。なぜ特定の種類の周期だけが現れるのか理論的に明らかにしようと現在は研究を進めています。このように天文学は人類が到達できない遠方の現象を学問する分野です。隠されている物理を少ない情報から想像し、天体現象の本質を明らかにすることに面白さを感じます。私は常々天文学は「天」の「文学」だと思っています。物理法則というシンプルで美しい言語によって書かれた「宇宙」という最高にクールな書物を、人類が読破できる日は来るのでしょうか？私は 1 ページでも多くこの書物を読み解きたいと、そう思っています。

Message from David



I would like to encourage you to pursue science. The first few steps can be difficult, but the rewards are more than worth it. To truly understand even a small piece of why the universe works the way it does is a sublime experience. In addition, the many urgent problems our society faces today, in energy supply, climate change, transportation, etc., will only be solved through the application of science. In order to confront these challenges, we'll need as many skilled people as possible working on them.

Whether you pursue science for the sake of its own beauty, or for its direct practical applications, you will find the journey rewarding and worthwhile. It is not an easy road, but the view along the way is amazing. I invite you to come along.

ジョンズ・ホプキンス大学
Johns Hopkins University
派遣受入先

Dr. David Riebel

マイクスナー博士に師事する。取材当時は大学院生で博士論文を執筆中だった。プロの野球選手や宇宙飛行士に憧れるも、大学の先生を目指し、アメリカ海軍の教育機関へ進む。その後 JHU の博士過程へ入学。現在はアメリカ海軍士官学校で教鞭をとる。

スペシャルアドバイザーからのメッセージ

斉尾 英行 教授

出身高校：倉吉東高校（鳥取県）
最終学歴：東北大学理学研究科
天文学専攻
博士課程修了

天文学は宇宙および天体の現象を理解しようとする学問で、世界の研究者が同じ対象について研究を行っています。そのため天文学は必然的に国際的な学問です。天文学で優れた研究結果を得るのに、ほとんどの場合、海外の研究者との交流が非常に役に立ちます。そのため天文学の研究者は、特に若い時に海外の研究状況を知る必要があります。その意味で、研究頭脳循環による若手研究者の海外派遣は、画期的なプログラムです。これによって、まだ頭の柔らかな若手研究者及び大学院生が海外で得た強い印象は必ずこれからの研究に大きな影響を与えると思います。頭脳循環プログラムは実質２年間だけですが、その後も同様なプログラムが継続される事を強く望みます。

李 宇珉 准教授

出身高校：千葉県立東葛飾高校
最終学歴：東京大学理学部
博士課程修了

天文学において興味の対象とする天体は、手に取って眺めることも、直接実験して調べることも困難なものがほとんどです。対象を理解するためには、対象をよく観察（観測）し、それと地球上で得られる様々な知見（実験や理論的考察によって導かれるもの）とを組み合わせて、対象の本当の姿を探っていくという手法をとります。したがって、天文学の研究を進めていくためには、物理や天文学の広い理解と知識が重要になります。それを得る一つの方法は、天文学について様々な興味を持つ人と理解や知識のやり取りをすることです。頭脳循環のプログラムは若い人にそのような絶好の機会、研究会出席や留学の機会を提供する有益なプログラムであることを確信しています。

アメリカ合衆国
メリーランド州　ボルチモア

宇宙望遠鏡科学研究所……
略称 STScI は
ジョンズ・ホプキンス大学の
キャンパスの中にある
研究所です

ここは
米国の中でも
ハッブル宇宙望遠鏡などの
宇宙望遠鏡を用いた
観測的研究を行っている
研究者が
たくさんいるところです

星の死による宇宙の物質循環

ここで私たちは
マーガレット・
マイクスナー博士とともに

について
研究します！

東北大学大学院理学研究科
天文学専攻　板 由房 助教

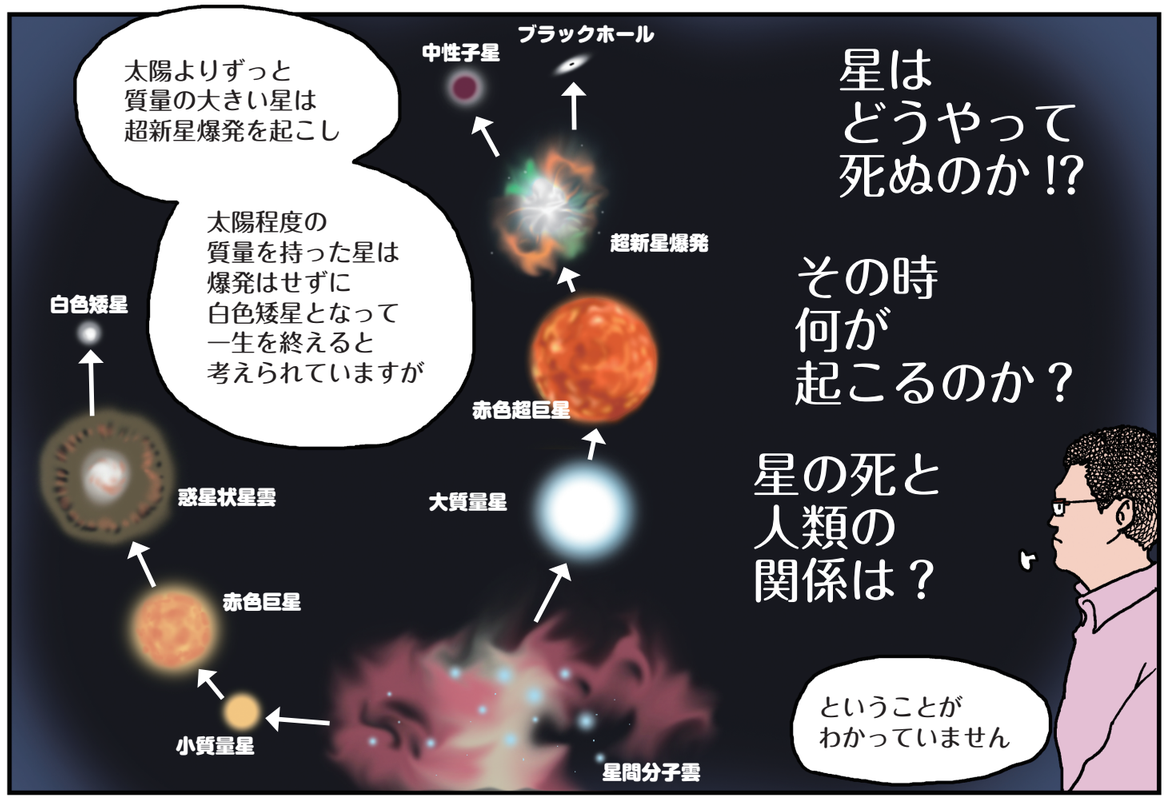
東北大学大学院理学研究科
天文学専攻　博士課程後期１年
高山 正輝

星は永遠に
輝き続けられる
わけではありません

いつかは
死を迎えます

太陽よりずっと
質量の大きい星は
超新星爆発を起こし

太陽程度の
質量を持った星は
爆発はせずに
白色矮星となって
一生を終えると
考えられていますが



星は
どうやって
死ぬのか!?

その時
何が
起こるのか？

星の死と
人類の
関係は？

ということが
わかっていません

これが
わかれば

私たちの体を
つくっている物質が
どこから来たか？

という疑問も
解き明かすことが
できるんです

星の死は
私たち人類の存在と
密接に関係しています

実は
私たちの体を
作っている物質は
すべて遠い昔に
星の中で
作られたものなのです

う〜ん！

僕たちの体の
もとになっている
物質が
宇宙から
やってきた…！

宇宙のはじまりと言われる
ビッグバンでは
ヘリウムより重い元素は
ほとんど
作られませんでした

最初は
水素とヘリウム
ばかり
だったんですね！

そして最初の星が生まれ
その中心部で「核融合」が起こり
炭素・窒素・酸素・鉄などの
ヘリウムより重い元素が
作られていきました

宇宙広しといえど
核融合を起こせるほど
高温で高密度な環境は
星の中心部をおいて
他にないのです

そして
中心部で生成された物質は
超新星爆発 と

死にそうな星が起こす
質量放出現象
によって

宇宙空間へと
ばらまかれました

この物質を使って
また新たな星が生まれ
それがまた元素を作り
そして死を迎えます

それが長い年月の間に
何度も繰り返されて
宇宙には徐々に
ヘリウムより重い物質が
溜まっていき……

めぐりめぐって
今はこうして
私たちの体を作ったり
身の回りの物に
なっていたり
するのです

これを
**宇宙の
物質循環**
といいます！

僕たちは
み〜んな
星の子
なんですね！

カンドー
しますね！

我々は特に
宇宙の物質循環における
質量放出現象の重要性を
調べています

おぉ〜い

死にそうな
星は
いませんか〜

質量放出現象は
死にそうな星が
引き起こすので
そういう星をたくさん探して
調べる必要があるんですよ

死にそうな星を
どうやって
見つけるか？

死にそうな星は
太陽の100倍から
1000倍もの大きさの
巨星となり
表面温度が低くなります

若いときは
スリム！

年をとると
だんだん
太っちゃって

そして
質量を放出する！

その結果
自分自身のまわりに
ダストシェルと呼ばれる
チリの雲が作られ

えーい！
ダイエットー!!

その雲は
星から出る
可視光より短い
波長の光を
吸収・散乱します

自分が出した
ダストで
隠れちゃった…

だから
死にそうな星は
私たちの目や
普通の望遠鏡を
使うと
見えないのですが

見えない……

赤外線を出すという
性質があるため

赤外線をとらえる
望遠鏡ならば
見る事ができて
簡単に探し出せるのです

見える！

おお〜！

ではなぜ
巨星となった星は
質量を放出するのでしょう!?

死にそうな星は
脈動といって
人間の心臓のように
星の大きさが
時間変化していることが
知られています

そこで我々天文学者は
この脈動のエネルギーが
質量放出の引き金に
なっているのではないか？
と考えています

私はこの質量放出と
脈動の関連性を調べるため
まだ学生だった2000年末から
南アフリカ天文台で
大小マゼラン雲の中にある
死にそうな星の脈動の様子を
現在まで
10年以上にわたって
観測し続けているんです

このデータから
質量放出の物理機構や
星の時間平均された明るさといった
質量を放出している
「星自身の情報」を
詳しく知る事ができます

質量放出現象を
完全に理解するためには
「星自身」の情報に加えて
「放出された物質の種類と量」を
知る必要があります

それには更に
放出された物質が出している
中間赤外線をとらえたデータが
必要です

ですが
中間赤外線のデータは
地上からの観測では
得る事ができないため
宇宙望遠鏡を用いた観測が
必要です！

ここ
STScI にいる
マーガレット・マイクスナー博士は
NASA が打ち上げた
スピッツァー宇宙望遠鏡を用いて
マゼラン雲中の
死にそうな星を
中間赤外線で観測しました

STScI
マーガレット・マイクスナー博士

背景図：NASA/JPL-Caltech/M. Meixner (STScI) & the SAGE Legacy Team 提供

私が持つ「星自身の性質」を
知るためのデータと
彼女が持つ
「放出された物質の量と種類」を
知るためのデータを
組み合わせることで

星が死ぬ間際に
どのような機構で
どのような物質が
どれだけ放出
されているか？

という事を
知ることが
できるのです！

お互いが
お互いのデータを
必要としており
以前より共同研究の話が
持ち上がっていましたが

頭脳循環で
実際に顔を
つきあわせながら
共同研究できる事に
なったわけです

ボルチモアへ
ようこそ！

そしてここには
SAGE-VAR※計画の
データ解析を
担当している
デイブもいます

星の脈動を
理論的に研究している
高山君には

その理論によって
観測データを説明する
役目を担って
もらいます

※ SAGE-VAR
　スピッツァー宇宙望遠鏡を使った赤外線星の脈動を調べるプロジェクト。質量放出の結果、可視光線ではまったく検出できなくなってしまったような星の脈動の様子を調べている。
　マイクスナー博士が主導し、板助教も共同提案者の一人。

観測と理論！
協力して
研究を
進めましょう！

大学の教員になると
海外の研究機関に
長期間滞在して
研究を行うことは
なかなかできません

今回
東北大天文教室の先生方に
サポートしていただいたおかげで
若手と言われるうちに
海外の研究機関に長期間滞在し
外国人研究者の議論や研究の進め方や
学生の教育のしかたなどを
学ぶことができました

世界に出れば
よりたくさんの
出会いもあります！

この経験から
新しいアイデアが
生まれて
きそうですね！

もっと勉強……
そして研究
するぞ〜！