

星のお知らせ

福井教室 申込不要

第122回 2017年7月22日(土) 講師: 福井 康雄 名古屋大学 特任教授
 第123回 2017年9月30日(土) 場所: 名古屋大学 理学部B館5階B5講義室
 各日14:00-16:00



NHK文化センター宇宙講座2017『宇宙にみちる水素』 要申込/有料

担当: 名古屋大学教員
 開催日時: 第1・3・5水曜 18:30~20:00(全12回)
 開催場所: NHK文化センター 名古屋教室
 名古屋市中区東桜1-13-3
 NHK名古屋放送センタービル 6階大会議室

NHK文化センター・宇宙講座にお申し込みが必要です。

<受講のお問い合わせ・お申込み>
 NHK文化センター 名古屋教室 TEL:052-952-7330

7月 5日 宇宙線の起源(福井 康雄 特任教授)
 7月19日 物質の起源と初期宇宙の進化(飯嶋 徹 教授)
 9月 6日 最新の惑星の姿(水野 亮 教授)
 9月20日 新たな発見(福井 康雄)
 10月 4日 素粒子と宇宙を記述する
 未知の対称性: 超対称性(久野 純治 教授)
 10月18日 まとめ(福井 康雄)



福井康雄 天文学講演(国立天文台講演会『クール・ユニバース~アルマ望遠鏡でたどる私たちのルーツ』、2014年12月、約60分)が、YouTubeで配信されています。是非ご覧ください。

https://youtu.be/LG5IT_p_9YU

国立科学博物館 全球型映像施設 「シアター360」(東京・上野) 宇宙138億年の旅—すべては星から生まれた

福井康雄の監修による上記オリジナル立体映像の上映が行われております。お近くへお越しの際はぜひ足をお運びください。

料金: 一般・大学生620円、高校生以下無料
 2017年後期上映予定月: 8月、11月、12月
 上映時間等詳細につきましては下記 国立科学博物館HPをご覧ください。
<http://www.kahaku.go.jp/exhibitions/theater360/index.html>

※各詳細は名古屋大学 星の会事務局までお問い合わせください。TEL 052-789-2837(受付時間 月~金 10:00-17:00)

編集後記

今回、キッズコーナーでは、最も古い天文学「地球の形」について取り上げました。邪馬台国の時代より500年から700年もさかのぼっています。記録の乏しい昔々のことなので、未開な時代に思えてしまいますが、ピタゴラスの定理が発見されたのもこの時代です。きっと、人の頭脳は、今も昔もあまり変わらないのでしょう。現代の知恵の多くも、もとをたどれば、先人たちのおかげです。さて、地球の「丸い形」には無駄がありません。そして、球はどこから見ても球です。この星、地球も美しい形をしていますね。(星の会会員 間瀬 圭子)

表紙説明



天文学専用スーパーコンピューター「アテルイ」。2013年4月に国立天文台水沢キャンパスに設置され、2014年9月に2倍の性能にアップグレードされた。国立天文台が運用する数値計算専用のスーパーコンピューターとしては第4世代にあたる。愛称は、奈良時代から平安時代初期にかけて東北地方で活躍した蝦夷の首長アテルイ(阿弭流為)に由来し、水沢の地で果敢に宇宙の謎に挑んで欲しいという願いが込められている。
 画像提供: 国立天文台

名古屋大学星の会

(題字: 加藤延夫 愛知県芸術文化センター 元総長)

名古屋大学星の会 事務局
 〒464-8602 名古屋市中種区不老町
 名古屋大学理学部天体物理学研究室内
 TEL 052-789-2837
 電子メールアドレス hoshikai @ a.phys.nagoya-u.ac.jp

「名古屋大学星の会」は、NANTEN2と、名古屋大学の宇宙研究を応援する一般市民の集まりです。

名古屋大学星の会会誌

[レゼトワール]

Les étoiles

38
 June, 2017

名古屋大学星の会会誌 Les étoiles | 第38号 | 2017.6.20発行

02 研究紹介

井上剛志先生にインタビュー!

宇宙の未来を追う天文学

05 会員紹介 PROFILE

06 会員紹介 INTERVIEW

08 エッセイ 宇宙の見方、研究の進め方: 宇宙を追った私の半世紀

◎福井 康雄

10 Kidsコーナー どうして「地球が丸い」ってわかったの?

1500

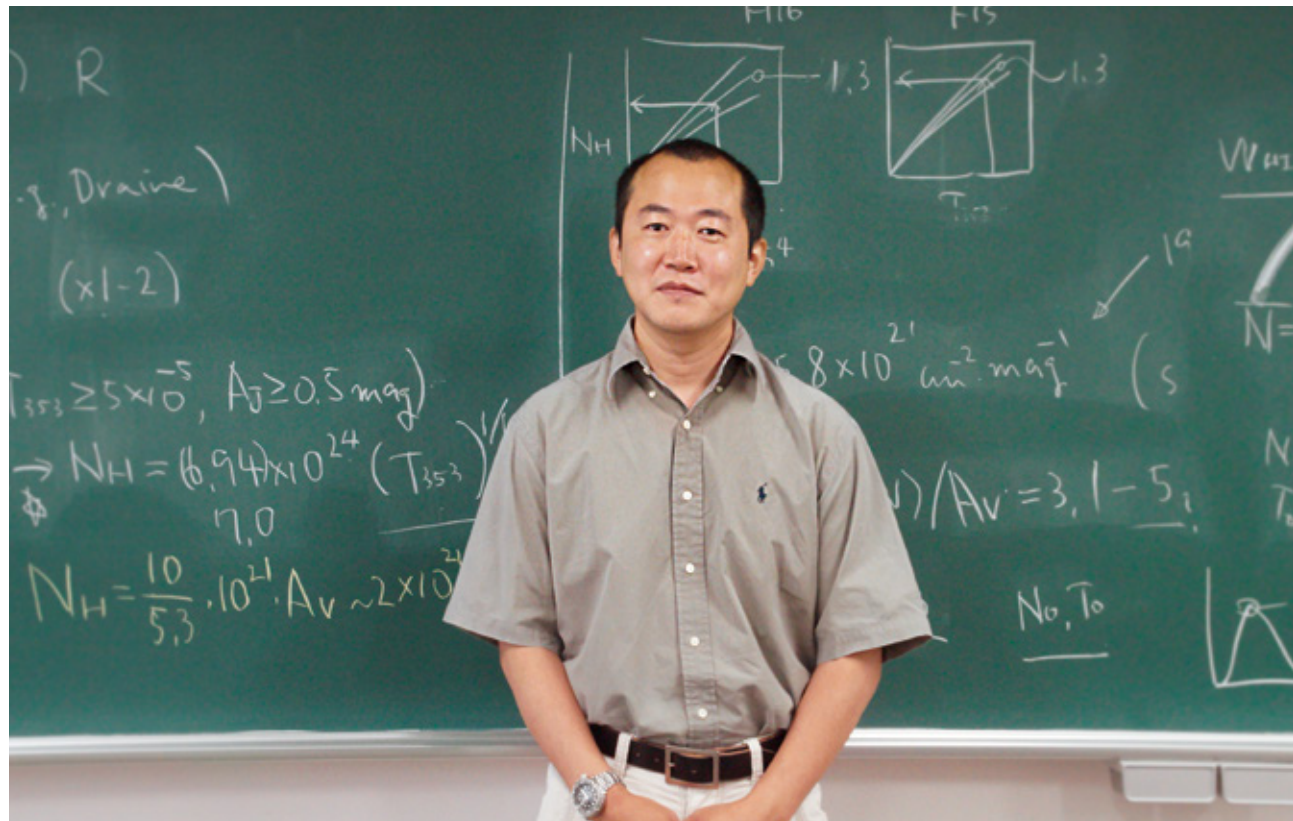
画像提供: 国立天文台

井上剛志先生にインタビュー！ 宇宙の未来を追う天文学

◎聞き手 = 福井康雄（名古屋大学）・柚原克朗（星の会会員）

◎文 = 早川貴敬（名古屋大学）

◎写真撮影 = 高嶋芳章（星の会会員）



スーパーコンピューターを使った数値シミュレーションは、

現代の天文学で重要な分野の一つです。

今見えているものが、10万年後、100万年後にどうなっているか

観測で知ることにはできませんが、

シミュレーションではずっと長い時間の変化を追いかけることができます。

条件を変えると何がかわるか「実験」して確かめることも、シミュレーションであれば可能です。

星間物質の数値シミュレーションを専門にしている、

名古屋大学の井上剛志先生にお話をうかがいました。

数値シミュレーションの道に進むきっかけは？

京都大学の大学院に進学した時は、方程式を手計算で解いて宇宙の進化を研究することに興味がありました。しかしその方面は既にかなり開拓つくされていて、新しくできることがあまり無さそうでした。

当時はまだコンピューターの性能が低く、1次元や2次元のシミュレーションしかできないような状況でした(注1)が、研究室にいた犬塚さん（現・名古屋大学教授）の研究を見て興味を持ちました。コンピューターの世界にはムーアの法則(注2) というものがあり、自分が学位を取って世に出る頃にはコンピューターの性能がどれぐらいになっているか、おおよその見当がつきます。その頃には3次元のシミュレーションができるようになっていて、実際の観測と比較できるだろう、これは将来性がありそうだと思います。

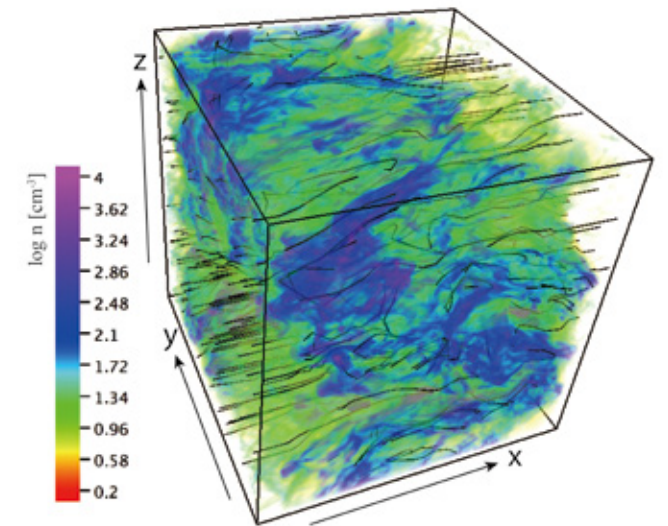
注1 例えばシミュレートする空間を一つの軸方向につき1000個に区切って計算をする場合、2次元であれば1000の2乗のデータ量だったものが、3次元になると1000の3乗になり、扱うべきデータ量は1000倍になる。

注2 コンピューターの性能が18か月で2倍になるという経験則。これに従えば、3年後には4倍、5年後には10倍になるという予測ができる。

実際に3次元のシミュレーションが

できるようになってみてどうでしたか？

学位を取って国立天文台に移り、最初の年にスーパーコンピューターの更新がありました。2009年のことです。それまでに比べて数十倍速くなり、3次元のシミュレーションができるようになりました。コンピューターの進化は予測通りでしたし、計算コード（コンピューターに与える命令、プログラム）も数年掛かりで準備していたので、結果が出てきた事自体は予定通りと言いますか、



スーパーコンピューターで星間ガスの進化を計算し、再現した分子雲。ガスの密度で色分けされており、紫色の密度が高い領域が将来星の種となる（緑と紫では密度がおおよそ1000倍異なっている）。図中の黒い線は磁力線を示しており、分子雲が磁気嵐状態にあることを表している。

特に驚きはありませんでした。2次元でやっていた頃は、計算して出てきた結果をそのままマップとして描けば、そこに全ての情報が載っているのを見ていくだけなのですが、3次元ではデータが膨大にあって、どう解析して物理的な意味を読み解けばよいのかまでは考えていなかったで、それからが大変でした。

観測天文学者との交流

3次元の膨大なデータをただ論文にするだけならばいくらでも書けますが、面白い論文にするにはそれなりのモチベーションが必要です。観測が示唆する面白い天体現象をどうやってシミュレーションデータからうまく証明（もしくは説明）するのかがセンスの見せ所になります。

3次元の計算を始めてまずやったのは、分子雲の形成と、もう一つは超新星残骸の計算です。分子雲の形成

の方は、学生の頃に2次元でやっていたテーマで、という解析をしたいというのは元々固まっていた、観測の方々と議論をしていました。超新星残骸の方は理論的な興味、超新星残骸の中でどのように磁場が増幅されるのかを知りたくて始めただけで、観測との比較までは考えていませんでしたが、名古屋の研究会で発表したところ、シミュレーションにそのまま対応する天体を福井先生が観測されていることを教えていただいて、そこから話が広がっていきました。3次元の計算ができるようになるというのは予期してやっていましたが、ちょうど自分の研究分野と近い分野で、面白い観測成果が続々出てくるのは全く予期していませんでした。

日本の数値シミュレーション天文学者を 取り巻く環境、世界との比較

日本では、天文学のためだけに使えるスーパーコンピューターを国立天文台が持っていて、思いついたことをタイムリーに実行できます。一方、例えばフランスの研究者と話してみると、彼らはEU全体で物理学や化学やその他の様々な分野の研究者と競争して使用できる時間を勝ち取らなくてはなりません。年に一度提案書を書いて採択されると、要望した時間の六掛けぐらいが割り当てられます。そして実際に計算が実行されるまで大変時間が掛かります。アメリカも似たような状況です。日本のコミュニティは、共同研究したり議論したりできる程度に人が居て、なおかつスーパーコンピューターは混みすぎているというバランスのとれた状況にあります。しかし、今後を考えると楽観できない面もあります。一人で全ての計算コードを書いていた昔と比べると、方程式



はより高度に、計算コードはより複雑になっています(注3)。今は一人で全て書くのはとても無理です。アメリカ・ヨーロッパではシステマティックにやっていて、計算コードを開発することを目的とした研究所を作ったり、コードの開発だけをやっている研究グループがあったりして状況に対応しています。しかし、日本では個人の才能に頼っていて、しかもコードを書くだけでは認められず、実際に計算結果を出して科学的な議論をして論文にするところまで全て一通りやらないと一人前の研究者と認められません。これまではそれで上手く回っていましたが、いずれ立ちゆかなくなるのではないかと危惧しています。

注3 昔のスーパーコンピューターは、1つのCPUが載っていてその性能が圧倒的に高いというものであったが、CPU単体の性能を上げるにも限界があり、今はいかに多くのCPUを効率良く同時に使って性能を確保するかが問われる。ハードウェアの性能もさることながら、ソフトウェアの出来不出来がより重要となる。

個人の研究としてこれからやってみたいこと

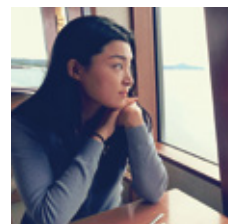
これまでは、ガスと磁場を考慮に入れた3次元の計算をやってきましたが、宇宙線(宇宙空間を飛び交う高エネルギーの荷電粒子)の効果を入れた計算はまだほとんど誰もやっていません。ガスが持っている熱エネルギーと、磁場が持っている電磁エネルギーは同じぐらいですが、宇宙線のエネルギーもそれらと同じぐらいあります。あるいは、相対論的な効果であるとか。計算する技術は十分発達しましたが、今まで考慮に入れてこなかった物理がまだたくさん残っているので、そういう方向を切り拓いていくのが重要だと考えています。本日はありがとうございました。

井上 剛志 Tsuyoshi Inoue
名古屋大学大学院 理学研究科 准教授

京都大学大学院にて理論天体物理学を専攻。青山学院大学助教、国立天文台助教などを経て、2016年より現職。2015年に日本天文学会研究奨励賞、2016年にアジア太平洋物理学会連合プラズマ部門若手研究者賞を受賞。スーパーコンピューターを用いて希薄な星間プラズマから星形成雲に至るまでの進化過程などを研究している。

会 員 紹 介 P R O F I L E

- 1 趣味、特技など
- 2 名古屋大学星の会入会のきっかけ
- 3 名古屋大学星の会の良いところ、会に望むことなど
- 4 その他(自己アピールなど)



村井 志穂
Shiho Murai

- 1 音楽(Jazz,Bossa,洋楽etc.)、旅行、アウトドア(海,山)、Yoga。
- 2 夜空にキラキラ光る綺麗な星を見ているのが好きでした。かつて、タスマニア島で見た天の川とその近くにぼんやりと見えるマゼラン雲に感動して、ますます宇宙に興味を持ちました。地球や太陽や月のこと、惑星や銀河、何もないところからどうやって星や生命が生まれたのかということが知りたくてプラ

ネタリウムや天文のイベントに出掛けていました。そして、気が付いたら星の会に入会していました。
3 星や宇宙に興味を持つ人が気軽に参加出来て、最新の天文学を分かりやすいお話で解説されているところ。
4 星の会入会の後、御縁があって研究室の秘書をさせていただいております。



久保田 卓夫
Takuo Kubota

- 1 若い時からテニスが趣味ですが、数年前に膝と腰を壊して手術をして以来もっぱら観戦です。近々、全英オープンテニス観戦にウィンブルドンへ是非行きたいと思っています。また最近は、古いJAZZレコード・CDを引っ張り出して古いオーディオ装置で聴いています。
- 2 2015年のチリツアーに参加したことです。
- 3 星の会は、皆さんが紳士・淑女であり幅広い趣

味・経験をお持ちの方が多く、話をされていて気持ちの良いばかりです。また、星の会は義務感の無いところが気楽で良いです。
4 家電製品などの道具を自分で修理・メンテナンスして長期間に亘り使用することが得意です。私のパソコンは10年物で、車は17年物です。健康維持のために、一昨年のチリツアー参加をきっかけとして週3回プールで泳いでいます。



塩田 由起子
Yukiko Shiota

- 1 園芸・水泳
- 2 先に入会していた兄にチリの話を聞き日本にはない南米の地を見てみたと思ひチリツアーに参加するため入会、昨年はニュージーランドツアーにも参加させていただきました。

3 福岡県糸島市に住んでおりますので普段の活動には参加できませんが、ツアーがあればまた皆さんとご一緒に旅行ができれば嬉しいです。
4 特にありません。

- 1 自然を楽しむこと。そのための旅行。定年退職後、自由な時間ができたので、今までできなかったことを少しずつやっています。
- 2 福井先生に勤務校に講演に来ていただいた時、夫からALMAにどうしたら行けるか聞いて欲しいと頼まれていたため、お聞きしたところ、「チリツアー」の案内をいただきました。
- 3 最先端の天文学の研究の成果を勉強できるのはワクワクします。まだ理科を教える立場にあるので、生徒達に伝えていきたいと思っています。普通の旅行では行けない天文の施設を見せただけなのは楽しみです。
- 4 天文学はこの世の始まりから現在を扱う学問で、すべての学問の中で一番中心になる学問だと思ひ興味を持っています。

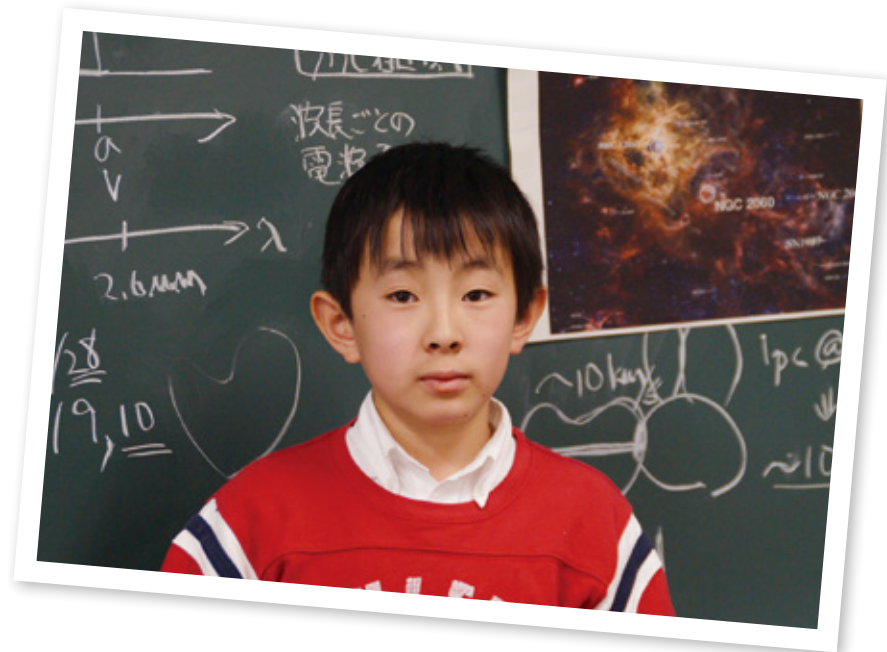


杉浦 仙
Sen Sugiura

杉浦 一道
Kazumichi Sugiura

1 子供の頃から星は好きで、望遠鏡を自作したり、写真撮ったりしてきました。寒い冬の朝早起きして、大きく羽根を広げたようなウエスト彗星の姿を見た時の感動は未だに忘れられません。自由時間が増えたので、晴れた日には長野県境の自分の観測所まで車を走らせ、天体写真を撮ったり満天の星空を眺めたりして楽しんでいます。
2 妻が入会するのに合わせて、同じ時に入りました。
3 昨年ニュージーランドツアーに初めて参加させていただき、星の会の成り立ちやエピソードを聞かせていただき、楽しい旅行ができました。以前行われたチリツアーは、残念ながら参加出来なかったのですが、是非もう一度企画していただきたいです。
4 写真部、山岳部、サイクリング、バイク、カヌー、アマチュア無線等々、広く浅く色々な事に手を出してつまみ食いしてきました。さてこれからはどれから再開しようか? 部屋には買ったままで読んでない本が山ほどあるし、天文のことも基礎から勉強したいし...

会員紹介 INTERVIEW



名古屋大学星の会会員で最年少の磯部孝明さんに、
星の会会誌編集担当の3名がインタビューしました。

磯部さんは今年4月に地元の三河湾ぞいの中学校に入学したばかりの中学1年生。
福井教室では、いつも教室の最前列にすわって講義に聞き入っています。

©星の会会員 柚原克朗、高嶋芳章、間瀬圭子

聞き手 星の会に入会したのはいつ頃ですか。
また、きっかけは何ですか。

磯部 小学6年のとき入会しました。きっかけは、
星に詳しい近所の男性の方から「名古屋市科学館プラネタリウム」や「星の会」に
ついて話を聞いたことです。プラネタリ
ウムは5年生の夏休み頃に初めて見学、
星の会には6年生のときの6月、星の会
総会の講演会が初めての参加でした。

聞き手 それ以前にも、宇宙には関心があったの
ですか。

磯部 小学3年のころから星や天体に興味を
持ち、小学5年のときお小遣いを貯めて

6cm屈折望遠鏡を購入しました。その
望遠鏡で太陽系惑星は全て観測し、現在
M1かに星雲・M57環状星雲などを観測
しています。星図も近所の方からゆずっ
てもらい、観測に使っています。最近では、
福井教室の講義にでてくる、銀河のガス
に興味があります。大マゼラン銀河や小
マゼラン銀河に最も心をひかれます。
日本からはみえないのですが。

聞き手 福井教室へは毎回出席しているそう
ですが、難しくないですか。

磯部 難しくありません。面白いです。最近では
第119回(2017年1月28日開講)の「ビッ

グバン関連」の内容はちょっと難しかっ
たですが、福井先生がわかりやすく説明
してくれたので、理解できました。

聞き手 講演会のあとのライトパーティにも参加
していますね。

磯部 はい。大人の会員の方との会話が楽しく、
料理も好きです。この間は、カプレーゼ
が美味しかったです。

聞き手 磯部さんは天体以外にも好きなものが
ありますか。

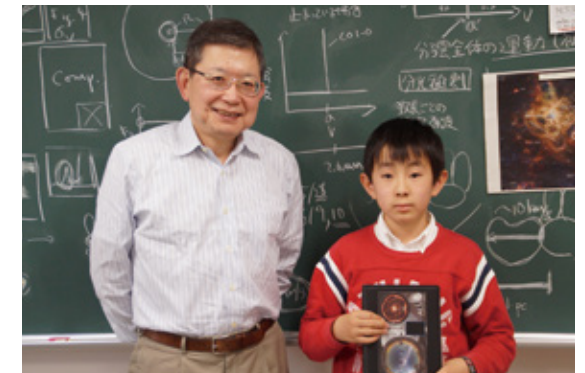
磯部 本を読むのが好きです。特に時代小説です。
藤沢周平など、1日1冊くらい読んでいます。
テレビの水戸黄門シリーズも好きです。

聞き手 学校の勉強はどうですか。

磯部 数学と理科が好きです。外国の人ともコ
ミュニケーションをとりたいので英語も
がんばっています。最近は忙しくなって、
星の観測をする時間がなかなか取れない
のが残念です。

聞き手 中学では部活は何に入りますか？

磯部 剣道部に入るつもりです。



聞き手 同級生とも遊びますか。

磯部 中学校は自宅から歩いて10分と近いので
すが、近所に中学1年生は2人だけ。1年
生は1クラスだけで生徒は28人です。あま
り外で遊ぶ機会はありませんが、休み時
間にクラスメイトとおしゃべりしています。

聞き手 お家のある三河湾は、お魚がおいしい
でしょう。

磯部 はい、イワシが大好きです。

聞き手 よく星の会や福井教室にきていますね。
一人で来るのですか？

磯部 はい。バスと電車で来ています。

聞き手 中学に入ったばかりですが、将来の高校
などは決めていますか。

磯部 まだ、それほどはっきりとは決めていま
せん。将来は、福井先生のような立派な
研究者になりたいと思います。今年の福
井先生への年賀状には、ダークマターや
ニュートリノのことを書きました。

聞き手 今日はありがとうございました。磯部さん
のこれからの活躍が、大いに楽しみです。

(文/星の会会員 柚原克朗)

宇宙の見方、研究の進め方： 宇宙を追究した私の半世紀①

福井 康雄 Yasuo Fukui



2017年を一つの節目とし、1970年代からの私の研究を振り返りたい。

宇宙を見ることは楽しい。私も子供の頃、望遠鏡を通して見る月面や土星の環、オリオン大星雲などに心を引かれた。自分の目で見た星の光は、ときめきに満ちていた。

ややたって大学院生になりたての頃、先輩の天文学者の講演を聞く機会に恵まれた。ふつうの講演は、一つか、多くても二、三の天体についての話である。このような講演を聞いてなるほど面白いと思う反面、その他の多くの天体はどうなっているのかという疑問が生まれる。一つの天体の話を聞くと、広い宇宙の全体はどうなのかが、知りたくなる。ひとつだけで分かった気分にはなれなかった。もっと徹底して宇宙全体を理解したいという思いが、ふつふつと、とめどなく湧いてきた。そういう思いを抱いて、大学院時代、自分の研究構想をいくつか温めていた。

私が、自分の手で研究を進める機会に初めて恵まれたのは、名古屋である。1980年に名古屋大学に赴任し、「宇宙像を、より広く、より深く、理解したい」という目標に向かって、「宇宙全体」と取り組む私の挑戦が始まった。電波で宇宙を見る手法の基礎を大学院で学び、名古屋で研究構想を実戦に活かすことになったのである。研究となると、のんびり見ているだけではすまない。宇宙の新しい顔を見つけるために、考えをめぐらせる。

まず、観測装置をつくることから、ことは始まる。そのために、電波望遠鏡のデザインを考える。ここでは、将来どこまで研究をのばせるかも視野に入れる。私が考えたのは、一酸化炭素CO分子の電波による宇宙の広い探索である。星はガスから生まれる。ガスは分子雲となっており、一酸化炭素分子の出す電波でとらえられる。星の進化を理解するためには、電波で見た広い地図づくりが、基本目標になる。この方針は、実はいまでも変わっていない。

自分の研究を進めつつ、周りの研究の動きを知ること大切である。1970年代の後半、大学院生のころに、宇宙を研究している国内の主な大学を見学して歩いた。どこでどのような問題意識で人々は研究しているのか、肌身で感じることができた。名古屋に移ってからは、国際的な規模でヨーロッパ、アメリカなど各地の研究機関を訪問した。その中で、自分の研究の構想、将来性を考えた。検討の結果は、「分子雲の広い地図づくり」に十分に意味がある、という結論だった。今振り返って、これは大きくは間違っていなかった。

装置を作るには予算が必要である。予算獲得のためには説得力を磨くことが求められる。予算は寝ていても飛び込んでは来ない。文部省に申請し、審査をパスする必要がある。当時は、ワードプロセッサはなく、予算の申請書は手書きである。自分の研究の必要性を申請書にところを込めて手書きでしるした。私の申請書は、審査する先生方にもある程度通じたようで、少なくない予算を認めていただいた。これが、天体物理学研究室A研の、宇宙観測研究の基礎を作った。

予算がつくと、それをどう活かすかが問題になる。少ない経費でよりよい装置ができれば、素晴らしい。名古屋大学物理学教室の特色のひとつは、装置作りに強いことである。工作室（今は、「装置開発室」と呼ばれる）には、腕のよい技官のグループが控えていた。ただし、研究の目的をよく分かってもらうことが、大切になる。意味の分からない研究のために時間と労力をさきたい人はいない。だれしも、やりがいのあることをやりたい。工作室で時間をとってもらい、電波での宇宙研究で星の誕生が分かることを何回も説明した。やがて、A研担当の技官メンバーが決まり、開発が始まった。

A研の歴史を説明すると長くなるので、それはまた別の機会に紹介することにして、今日はここで筆をおこう。（次号に続く）

Kidsコーナー

太陽と月と
星と地球

「地球は丸い」って
言うんだけど、



どうして
「地球が丸い」って
わかったの？



地球が丸いということは、ずいぶん昔からわかってたよ。それは、今から2500年以上も前に(紀元前500年以上)、ギリシアのピタゴラスたちが、海で、船から陸を見るとき見え方などから、気づいたんだよ。



そして、科学的に地球が丸いことを示す根拠を次のようにまとめたのが、ギリシアのアリストテレスなんだ。時は紀元前330年ころ、日本では弥生時代、中国では諸子百家が活躍した時代だよ。

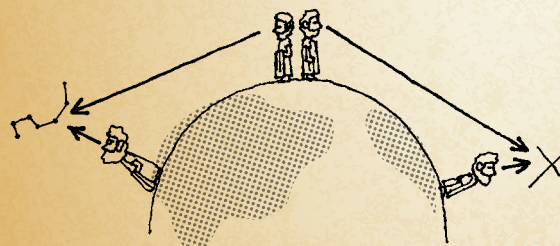
1 船が陸に近づくとき、船から陸の山を見ると、山頂から見え始め、だんだんふもとの方まで、見えてくる。



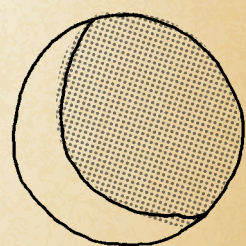
2 高いところに登るほど、遠くが見える。



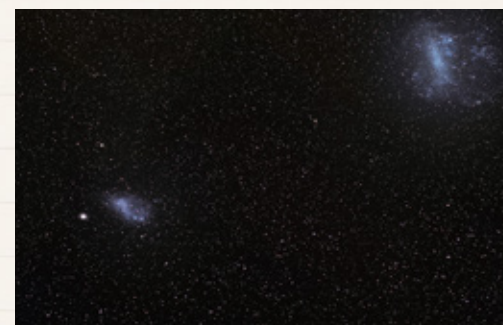
3 南北に旅をすると、星座の高さが変わる。



4 月食の時、月に映る地球の影が丸い。



そして、実際に地球が丸いことを証明したのは、それから1800年も後の、大航海時代のこと。1519年から1522年に地球を一周した、ポルトガルの探検家マゼランの一行だよ。マゼラン海峡とか、大小マゼラン星雲にその名を残しているね。



マゼラン雲
画像提供: ESO/S. Brunier (CC BY 4.0)

西回りに旅をした一行の日記は、帰ってきたら、日付けが1日遅れていたよ。
どうしてだかわかるかな？

こたえ：一行は西へ向かって航海したので、夜から昼に、昼から朝に、朝から夜になっていく向きに移動した。つまり、今という日付変更線を1日前の方へ越えて進んだから。



画像提供: NASA/Bill Anders

さあ、次回は、
丸い地球の大きさを
初めて測ったエラトステネス
のお話をしよう！



(文/星の会会員 間瀬圭子)

