名古屋大学星の会会誌 ［レゼトワール］

Les étoiles

29
Dec. 2012

06 ＜天文学トピックス＞ ヒッグス粒子の発見へ
02 これがNANTEN2の新観測計画 “NASCO”だ◎福井康雄
04 宇宙背景輻射に迫る◎市來淨與
10 なんてんで学んだこと◎浅山信一郎
11 会員紹介
12 Kidsコーナー：流れ星のおはなし

データ提供：GLIMPSE, MIPSGAL
画像制作：名古屋大学天体物理学研究室

名古屋大学星の会会誌 Les étoiles ｜第29号｜2012.12.15発行 3000

Kidsコーナー
太陽と月と星と地球

流れ星のおはなし

夜空を眺めていて流れ星に出会えると、格別に嬉しいね！
これは、神様が天を割って地上を見ている隙間の光だから、
その間に願い事を3回唱えると神様がかなえてくれる、
なんて言ったりします。あるいは、不吉なしるしだとも……。

1 流れ星の正体は何だろう？

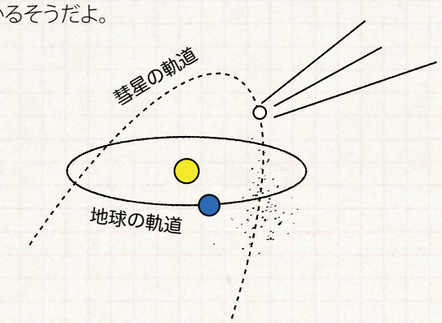
それは地球の大気に飛び込んできた宇宙の塵なんだ。0.01 – 10ミクロンの大きさの岩石くずだよ（1ミクロン＝0.001mm）。その速度は、秒速11 – 73kmと計算されているよ。それが地球の大気との摩擦で温度が上がっていき、上空120kmくらいのところまで落ちてくると、2000℃にもなり、燃えてしまうんだ。塵は大きいほど、そして速いほど明るい流れ星になるよ。また、塵が大き過ぎて燃えきらずに落ちてきたものが隕石なんだ。

2 流れ星にはどんな時に出会えるの？

お天気の良い夜更けにたまたま見られる流れ星は「散在流星（さんざいりゅうせい）」、決まった時期にいくつも見られるのは「流星群」というよ。8月のペルセウス流星群、11月のしし座流星群、12月のふたご座流星群が有名だね。流星群は、彗星がまき散らした塵と地球がぶつかることで起きるんだ。彗星は、太陽に近づくと太陽風の影響を受けて、表面から崩れていくんだ。崩れた塵は慣性の法則に従って、彗星と同じ軌道上を公転するよ。そのあたりに広がった塵の中へ地球が入っていくことで流星群になるんだ。うすーい大気のある火星でも流星群が観測されているそうだよ。

3 流れ星の音は聞こえるの？

3人に1人くらい音を聞いている、という40年くらい前の実験結果があるようだけど、光の速度と音の速度を考えるととても怪しい。まだよくわかっていないけれど、聞こえなくても音はしているんじゃないかなぁ。お天気の良い夜には空を眺めてみてね。



編集後記

前号の皆様からのアンケートをすべて読ませていただき、今回、「天文学トピックス」の新設へ至りました。全体に重い内容になってしまいましたが、今後も基本の柱を崩さない範囲で皆様のご意見に1つずつお応えできればと思います。
（星の会会員　間瀬 圭子）

表紙説明

赤外線観測衛星Spitzerで見た、電離水素輝線星雲RCW120。ロジャース（Rodgers）、キャンベル（Campbell）、ホワイトオーク（Whiteoak）の3人が1960年に作成した電離水素領域カタログの120番の天体。緑色のリングは大質量星からの紫外線に照らされて光る星間微粒子、中心の赤い星雲は紫外線によって電離されたガスである。

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 名古屋市千種区不老町
名古屋大学理学部天体物理学研究室内
TEL 052-789-2839
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。

新型の超伝導受信機で全天の分子雲地図をつくる

―これがNANTEN2の新観測計画“NASCO”だ―

天文観測の究極の目標は、全天をカバーすること。赤外線やガンマ線では、すでに全天が観測されているが、星の生まれるふるさと、宇宙の濃いガス雲については観測が立ち遅れている。このようなガス雲は、分子雲と呼ばれ、太陽などの星誕生の場である。分子雲の地図を作り、この分野で世界のトップを走るNANTEN2は、今、その視界を全天に広げる画期的な観測計画NASCO（NANTEN2 Super CO Survey）を進めている。

文＝福井 康雄 名古屋大学大学院 理学研究科附属南半球宇宙観測研究センター長／教授

宇宙の星は分子雲と呼ばれるガス雲から生まれる。分子雲は水素を主成分とする。水素は、万有引力によって互いに引きつけ合う。そのために分子雲はどんどん濃くなり、ついには太陽のような星が生まれる。星の誕生の謎を探るために、分子雲の観測は欠かせない！

分子雲には、様々な分子が含まれる。一番多いのは水素分子H_2だが、水素分子は電波を出さないので観測できない。かわりに、一酸化炭素分子COの出す波長2.6mmの電波を観測するのが常道である。この分子はどこでも水素分子の1万分の1くらい存在するので、分子ガスをよくトレースできる。

チリ・アタカマ高地のNANTEN2望遠鏡は、広く分子雲をとらえるCOの観測で世界の先頭を走ってきた。マゼラン雲の全面観測などで高い評価を得ている。しかし、その観測範囲は、現時点でも全天の4%にとどまる。分子の出す電波は弱いために、広く観測するのはとても難しい課題なのである。

COの全天観測は、NANTENチームとしてやがては取り組もうと考えていたテーマである。NANTEN2望遠鏡は一度に、「お月さま」の10分の1ぐらいの直径の円内を観測できる。この視野で全天を観測するには2千万点の観測が必要である。1点あたり1秒で観測したとしても、少なくとも正味の観測時間として2千万秒かかる。これはほとんど1年にあたる時間だが、実際には望遠鏡が移動する時間などの観測できない時間がある。現実的に見積もると、1年どころか10年かけても全天をおおうのは至難の技であることが分かる。

以上の見積もりは、受信機1個による観測の場合である。この限界を超えて、3−4年でほぼ全天の観測を行なえないか、と私達は考えた。そこで構想されたのが、4ビームの新NASCO受信機である。図1に示したように、4つの点が同時に観測できる光学系を設計した。1ビームには互いに垂直な2個の偏波成分があるので、それらを分離してさらにおのおの2個の受信機で同時観測する仕組みを使う。こうして8個の受信機による観測と同じ能率が得られ、観測スピードは8倍アップする。これなら、3−4年で観測を完了することは、決して夢ではない。各受信機は、絶対温度の4度（セ氏マイナス269度）に冷却した超伝導を使った高性能受信機である。その基本開発はすでに終了している。現在、新しい光学系と受信機全体をおさめる真空冷却容器の設計製作を進めており、2014年頃には望遠鏡にのせて試験観測が始められる見込みである。

この新観測計画NASCOが実現すると、分子雲の地図として史上最高の天文学的な財産になる。星形成の研究はもちろん、それ以外の応用も幅広い。例えば、ビッグバンの名残りである宇宙背景放射の観測では、前景として背景放射を隠す銀河系起源の成分が問題となっている（図3上）。NASCOのデータを使って、宇宙背景放射観測衛星プランク（Planck）の観測結果から前景成分を差し引き真の背景放射を導くことも、大切な課題である（次ページの市來氏の記事参照）。また、ガンマ線分布の理解にも活用できる（図3下）。NANTEN2は、新観測計画NASCOによって新しい空間に大きく羽ばたこうとしている。

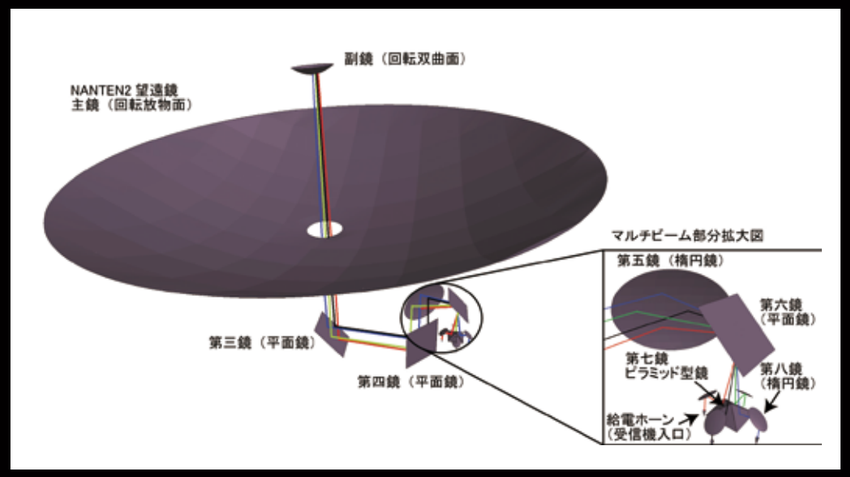


図1　新NANTEN2光学系の模式図。天体から来る電波を4mの主鏡で集光したのち、上の副鏡で折り返し、4枚の平面鏡で反射して4個の受信機へ導く。4本の線（黒、赤、緑、青）はそれぞれ4個の受信機に導かれる電波の道筋を示す。受信機は、受光部分のホーンのみ示した。

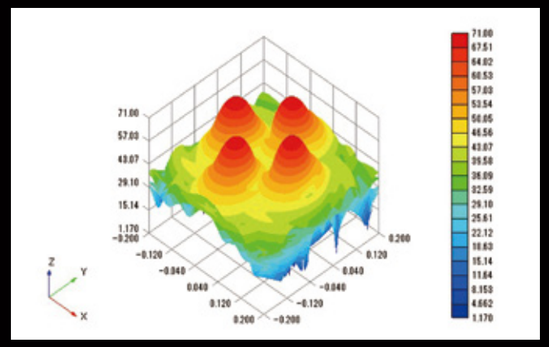


図2　NANTEN2望遠鏡の開発中の4画素 NASCO受信機の受信電力パターン。下の面は、望遠鏡が見ている天球面を示し、色のついた山の高さは各受信機の感度をあらわしている。この山が高いほど、その方角から来る電波を感度よく受信することができる。

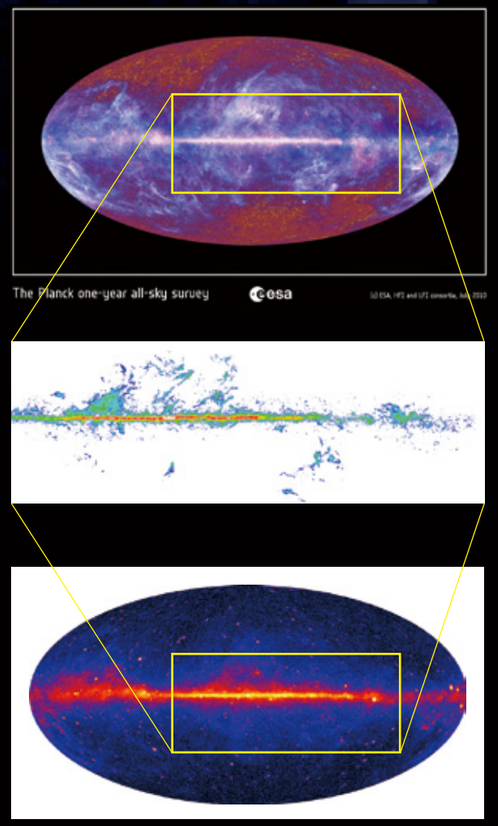


図3　**(上)** Planck（プランク）衛星の観測で求められた全天のミリ波―赤外線放射の分布図（著作権Planck collaboration）。銀河面は、画面の中央に水平に広がっている。この図では、上下の端に見える赤色部が宇宙背景放射を示し、白っぽい部分が銀河系による前景放射を示す。NASCOの観測する分子雲などによる前景放射を差し引くと、宇宙背景放射の全容が現れる。 **(中)**「なんてん」で見た波長2.6mmの一酸化炭素輝線の分布。現時点では世界最高の分子雲地図だが、全天の4%しかカバーできていない。 **(下)** ガンマ線観測衛星Fermi（フェルミ）の見た全天のガンマ線放射の分布図（著作権Fermi collaboration）。ガンマ線も分子雲起源のものが主であり、NASCOによる分子雲との比較が重要である。

研究紹介

宇宙背景輻射に迫る

市來淨與 名古屋大学素粒子宇宙起源研究機構宇宙理論部門　助教

profile　市來淨與 *Kiyotomo Ichiki*

名古屋大学素粒子宇宙起源研究機構宇宙理論部門助教。2000年京都大学理学部卒業。2005年東京大学大学院理学系研究科天文学専攻修了。博士（理学）。ビッグバン宇宙国際研究センター、日本学術振興会特別研究員を経て2008年10月から現職。専門は観測的宇宙論。宇宙磁場の生成過程や磁場が宇宙の構造形成に与える 影響に興味を持って研究を進めている。

宇宙最遠方からの光：宇宙背景輻射

「天文学の歴史は後方に下がる地平線の歴史である。」これはアメリカの天文学者エドウィン・ハッブルの言葉ですが、近年は天文観測技術の発展により、まさに宇宙の果てにまで迫るような観測が可能となってきました。宇宙の遠くを観測することは、同時に宇宙の過去を見ていることになります。すなわち、遠方宇宙観測は天然のタイムマシンです。これは光の速度が有限であるために、遠くからやってくる光を観測する私たちは、必然的に過去の宇宙を見ていることになるからです。

人類が到達した最遠方の「天体」は、宇宙背景輻射と呼ばれ、だいたい460億光年のかなたにあります。天体といっても、そこに星や銀河があるわけではありません。先ほどのタイムマシンの話を思い出すと、そこは宇宙が誕生してからわずか38万年後の世界です。この頃、宇宙の歴史にとって大変大きな出来事が生じました。ビッグバンで誕生した宇宙は高温、高密度の火の玉で陽子と電子がバラバラにプラズマとして存在していました。ところが、膨張によって宇宙の温度が冷えてくると、陽子と電子が結びついて水素となり宇宙が中性化しました。この境目を私たちは「プラズマの雲」として観測します。これが宇宙背景輻射です。

この宇宙背景輻射を放っている「プラズマの雲」には詳細に観測すると濃淡があることが分かりました。これはアメリカNASAによるCOBE人工衛星の観測成果で、この観測チームを率いた人物には2006年にノーベル物理学賞が授賞されています。この濃淡の地図には様々な情報が含まれています。宇宙に存在する物質の総量であるとか、宇宙年齢といった情報です。

図1の上図はアメリカの観測衛星WMAP（COBE衛星の後継機）による宇宙背景輻射の詳細な地図ですが、これをよく見てみると、濃淡にはある特徴的なスケールがあることが分かります。これは角度にしてちょうど1°程度です。一方、私たちは理論的な計算からこの濃淡の実際の大きさを知っているので、見かけの大きさと実際の大きさの比から距離が分かります。これが先述した460億光年という距離です。この距離を、宇宙膨張に乗っかって光が地球に到達するのにかかる時間が宇宙年齢（から38万年を引いたもの）というわけです。計算では137億年程度です。

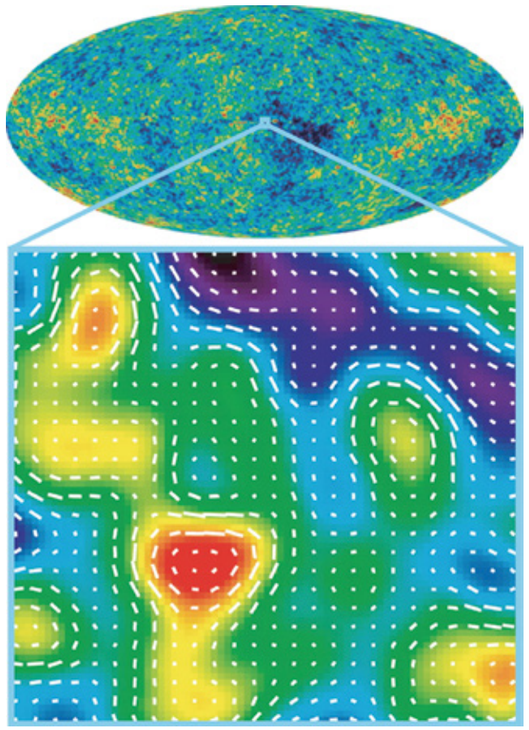


図1〈**上図**〉WMAP観測衛星によって撮影された宇宙背景輻射の温度地図。赤色と青色が温度の濃淡に対応する。〈**下図**〉プラズマの雲に付随した磁場の様子。Ichiki et al., Science, 2006 より

他にもこの濃淡の地図から様々な情報が引き出せます。私たちも、この宇宙背景輻射の濃淡（温度の揺らぎ）を用いた研究を行ってきました。例えばこの地図から、宇宙年齢が38万年頃の宇宙に存在する磁場の大きさを見積もることができます。観測されているとおりにプラズマの濃いところと薄いところがあると、濃いところから薄いところに向かって「光の風」が吹いていることが理論的に示唆されます。これはちょうど、地球上で高気圧から低気圧の場所に向かって風が吹くようなものです。光の風は、プラズマ中の陽子と比較して電子だけを効率的に押すので、そこで電流が生まれ磁場が発生しているはずであることを明らかにしたのです（図1）。

宇宙背景輻射でインフレーションを探る

このように、様々な知見を与えてくれる宇宙背景輻射ですが、近年最も期待されていることは、その詳細を観測することで、現代の標準宇宙理論の一部であるインフレーションの痕跡を直接観測できる可能性です。

インフレーションとは、ビッグバンの始まりにあったとされる急激な宇宙の加速的膨張で、日本の佐藤勝彦氏はその提唱者の一人です。インフレーションでは、宇宙始まりのおよそ10^{-35}秒という短時間に宇宙の大きさがおよそ10^{30}倍にもなることを示唆しておりにわかには信じ難いものです。にわかには信じ難いものですが、私たちの宇宙が鳥瞰するとなぜこれほど一様で（特別な場所がなくて）等方なのか（特別な方向がないのか）についての説明を与えてくれるため、多くの宇宙論研究者がその存在を信じています。ところが、インフレーションの直接的な証拠がまだありません。

これを解く鍵として、重力波があります。幸いなことに、インフレーションはその発生時期に応じた振幅の重力波の存在を予言しています。重力波とは時空を伝搬する時空自体の波ですが、先述のような急激な加速膨張により宇宙の至る所で時空が乱れ、その名残りが背景重力波として宇宙全体を満たしていると考えられています。この背景重力波は、わずかですが宇宙背景輻射に特徴的な温度の濃淡と偏光のパターンを残すことを予言しています。したがって、このわずかな特徴を捉えることができれば、インフレーションが存在するという証拠となります。しかし、この証拠の大きさは現在観測されている濃淡の大きさの10％程度かそれ以下と予言されていて、精密な観測が要求されています。

このインフレーションの検証を一つの大きな目標として、宇宙背景輻射を現在観測中の最新の人工衛星が、ヨーロッパの欧州宇宙機関による観測衛星Planckです。ところが、宇宙背景輻射のわずかな濃淡を観測する際には大きな困難に直面します。それは、私たちの銀河系からの光が漏れ込んでしまうため、これを除去しなくてはならないという問題です。特に、Planck衛星では銀河系に存在する分子雲から放たれる一酸化炭素分子輝線が検出器に混入していることが分かってきました。分子輝線は銀河系での星形成についての研究にとっては有益な情報ですが、宇宙論にとっては雑音となってしまいます。

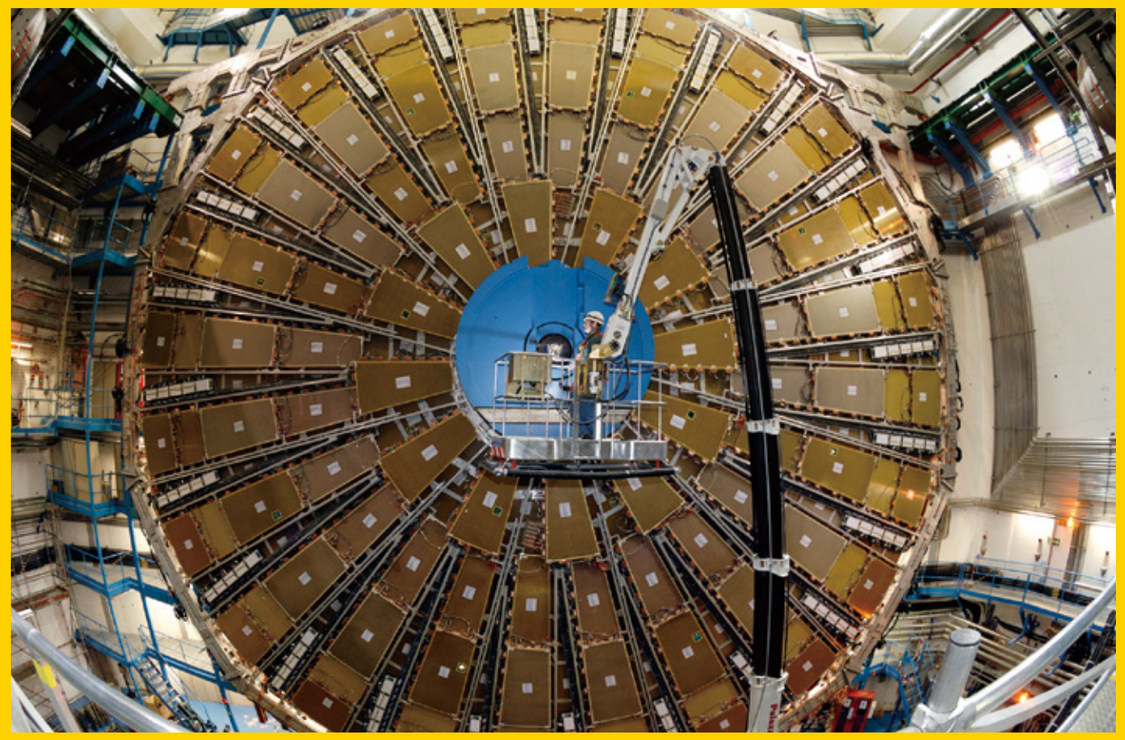
宇宙論研究と星形成研究の連携：NASCO 計画

そこで、名古屋大学の福井教授を中心とする研究グループは、研究室が運営する「NANTEN2」望遠鏡を用いて、この分子輝線の全天（南天）観測（NASCO計画）を始めています。これは、世界初の銀河系全天の分子雲地図作りというだけでなく、Planckのデータから分子輝線成分を差し引いて正確な宇宙背景輻射を見積もるためにも用いるという、一回で二度おいしい研究計画です。私は分子雲の専門家ではありませんが、宇宙論の研究者として名古屋大学に所属している縁で研究チームに加わることになり、現在はNANTEN2のデータを用いてPlanckデータから分子雲成分を差し引いて、宇宙背景輻射を正確に見積もるための研究を行っています。

インフレーション由来の背景重力波が発見されれば、インフレーション期の情報が得られるという意味で、宇宙の地平線は宇宙誕生38万年からまさに宇宙誕生の瞬間まで後方に下がることになります。この歴史的瞬間を楽しみにしながら、今は宇宙背景輻射と比べればずっと「目の前」にある分子雲の地図とにらめっこをする毎日です。

天文学 トピックス

ヒッグス粒子の発見へ



写真提供：CERN ATLAS実

今年7月、衝撃的なニュースが世界を駆け巡りました。
質量の源となる素粒子が発見された、というのです。
質量は空気のように当たり前のものとして生きてきた私たちにとって、なんともイメージしがたいニュースです。
発見したのは、CERN（セルン、ヨーロッパ合同原子核研究機構）のLHC加速器のアトラス検出器のグループ。
このアトラスの実験に参加されている名古屋大学N研の飯嶋徹先生からお話を伺うことができました。
先生は、ご自身の研究の全て（6種類のクォーク、「CP対称性の破れ」を表した行列式、Bファクトリーの検出器）がバランスよくデザインされたシャツをお召しになり、カッコよく登場されました。

講師：飯嶋 徹先生（名古屋大学）　質問者：前津 壽嗣 ／ 髙嶋 芳章 ／ 柚原 克朗 ／ 間瀬 圭子（文）
2012年9月8日(土)11:00〜　名古屋大学物理小会議室にて

Higgs Boson?

飯嶋先生、
教えてください！

profile　飯嶋　徹 *Toru Iijima*

名古屋大学 現象解析研究センター教授 同センター長（大学院理学研究科兼務）。博士（理学、1995年京都大学）。1994年高エネルギー物理学研究所（現高エネルギー加速器研究機構、KEK）助手、2002年名古屋大学大学院理学研究科助教授、2007年同准教授、2009年より現職。専門は素粒子物理学実験。現在は、KEKのBファクトリー加速器を使って、粒子と反粒子の対称性の破れや、新しいハドロン粒子の研究に挑んでいる。

LHCについて

柚原　現在、CERNの加速器は1周が27kmですが、もっと大きくしたら、もっと大きな衝突が起こり得るのですか。

先生　それは可能ですが、実際には難しいですね。なぜあんなに大きいのかというと、粒子を加速して、衝突させるのですが、エネルギーが上がってくると曲げにくくなります。27kmの周上に超伝導電磁石を1000個くらい並べてあるのですが、1000個が全てちゃんと動かないと粒子を回し続けられないのです。今の技術では、それが最高です。

前津　どれくらいのスピードで、どうやって衝突させるのですか。

先生　陽子は「バンチ」という1000個くらいの塊になっていて、光速で衝突させます。加速器は1つのトンネルの中に冷凍機があって、その中央部に左回り、右回りの2本のパイプが通っています。そして、27kmの周上の何か所かでパイプを交差させて衝突点にし、そこに検出器があるのです。アトラス検出器が日本のグループが参加している実験です。

柚原　もっと大きな装置になると、また新しい素粒子が見つかるということもあるのですか。

先生　ありますね。LHCはこの年末までは、設計値の半分のエネルギーで稼働します。その後1年ばかり休ませて設計値までエネルギーを上げる準備をし、2014年からは、フルエネルギーで稼働する予定です。そうすると、ヒッグス粒子ができる頻度が上がるので、ヒッグス粒子の性質を測ることができますし、今のエネルギーでは見えない新しい粒子、例えば超対称性粒子とかが生成される可能性があります。

前津　もう光速でぶつけているから、もっと大きくしたってそれ以上速くはならないのでしょう？

先生　エネルギーが低い時は、エネルギーとスピードの2乗は比例しているのですが、それが相対性理論になると、スピードが変わらなくてもエネルギーは上がるのです。

1人ポツンといるのではない

髙嶋　ヒッグス粒子はこの宇宙空間に充満しているのですか。

先生　素粒子は何も無いところ（真空）に1個ポツンといると思われがちですが、そうではないんですね。何もないと思われていたところはヒッグス場という空間になっていて、素粒子はヒッグス場と相互作用をしながら存在しています。そして、その相互作用によって素粒子に質量が生まれているのです。

※重力場：万有引力が働いている場
電場：電荷が静電気力を受ける場
磁場：磁極（N極、S極）が磁気力を受ける場
ということは、
ヒッグス場：素粒子がヒッグス粒子と相互作用する場
※相互作用：互いに影響し合うこと。

先生　今回の実験は、まず、陽子を衝突させることによって真空の中に充満している「ヒッグス粒子らしいもの」をたたき出し、その結果、「ヒッグス粒子らしいもの」が壊れてきたものを実際に見たのです。

髙嶋　では、ヒッグス粒子そのものを見たのではなく、壊れた後の動きを見てヒッグス粒子ではないかと考えたのですね。すると、ヒッグス粒子なるものは今でも生まれているものなのか、もともとビッグバンの時に生まれたものがそのままずっとあるのか、どちらなのでしょうか。

先生　自由に空間を動き回る粒子としてビッグバン直後には存在していたと考えられます。その後宇宙が冷えてきて、ヒッグス場という形で真空に凝縮されたのです。ですから、今でも生まれているということはないです。しかし、宇宙は広いですから、どこかのエネルギーの高い天体現象によって生まれているかもしれませんね。

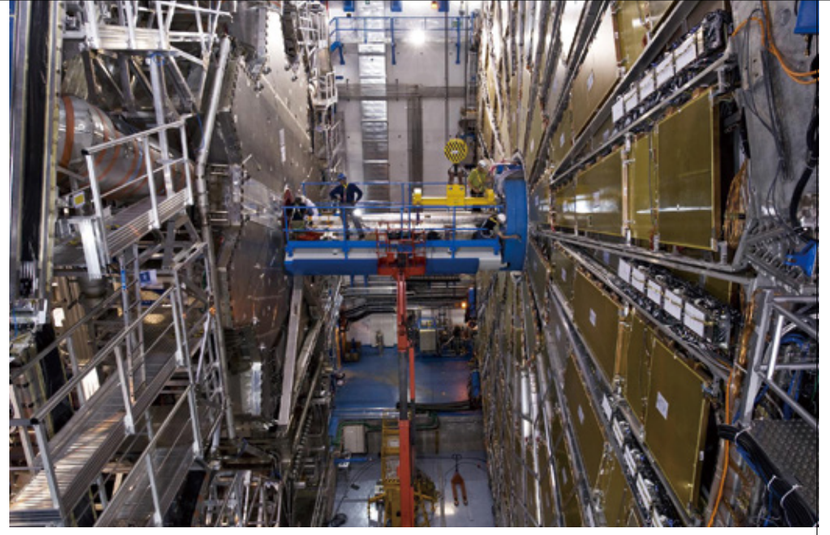


写真1　LHC加速器とATLAS検出器（写真提供：CERN ATLAS実験）

ヒッグス場はレーズンパン

髙嶋　質量というのは、粒子を動かしにくくする力をヒッグス粒子が与えていて、それは、例えば水の中で物を動かすと抵抗があるのと同じような考え方だと言われていますが、それで良いのかどうか、イメージするものがよくわからないのです。

先生　水の中を動く粒子は動きにくい、というイメージで合っています。でも、粒子の周りに糊みたいなのがまとわりついていて動きにくくなっている、というわけではありません。素粒子はミクロの世界なので、ヒッグス粒子とコツンコツンとぶつかりながら進んでいるというイメージです。粒子同士の相互作用の強さを表すのに断面積という言葉を使うことがあるですが、ヒッグス場はレーズンパンのイメージです。切り口を見るとレーズンがところどころにありますね。それが相互作用をする場所、という感じです。レーズンが大きいと、レーズンに当たる確率が大きいので、相互作用をしやすく、逆にパンの部分が大きいと、相互作用が弱いということになるのです。

髙嶋　では、ぶつかっているのは抵抗になるから、運動エネルギーが無くなってしまうのではないかと思えるのですが。

先生　そうではないですね。光速に近い粒子の世界ですからエネルギーが無くなるわけではないのです。

前津　質量があるものは光速になれないのではないですか。

先生　光速より、わずかだけ低いのです。ほとんど99％以上光速なんですがスピードが同じでもエネルギーが違うという、すごい妙な世界です。例えば、γ線は可視光の10^{12}－10^{13}倍（1000億－1兆倍）のエネルギーだけど、同じスピードなんですね。

なぜヒッグスだとわかるの？

先生　写真1が日本のグループが参加しているアトラス検出器です。名古屋大学の大学院生も検出器の製作や運転に取り組んでいます。ヒッグス粒子は安定ではなくて、出来るとすぐに崩壊してしまいます。そして崩壊して出てきた粒子をキャッチしてやるのですが、図2が今回見つかったヒッグス粒子ができて4つのμ粒子に壊れたのを捕まえたものです。赤いのが、μ粒子が検出器の中を通った跡を示しています。

間瀬　μ粒子が4個でヒッグス粒子ができているということなのですか？

先生　そうではなく、ヒッグス粒子が、ある相互作用によって、4個のμ粒子に変化したのです。2個のγ線光子に変化した例も確認されました。今回はこの2例が見つかっただけです。

前津　なぜヒッグス粒子から出てきたとわかるのですか。

先生　出てきた粒子たちの運動量を測定しているのですが、そこから親粒子の質量が計算でき、ヒッグス粒子だと思われる値が出たのです。ヒッグス粒子が崩壊して、2つのγ線ができたとすると、ヒッグス粒子の質量に相当するエネルギーを2つのγ線に半分ずつあげることになるわけですね。

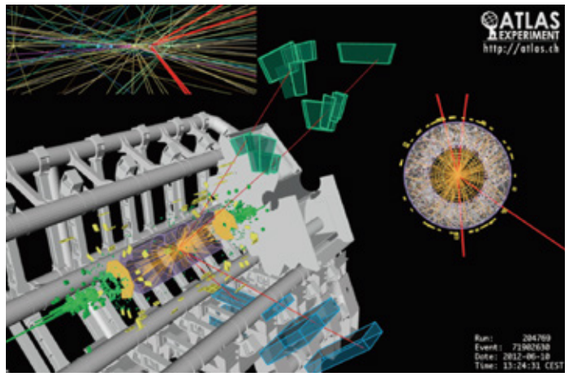


図2　ヒッグス粒子反応の候補（図提供：CERN ATLAS実験）

ほとんどゴミです

間瀬　陽子の塊（バンチ）どうしをぶつけていて、同時に2個ずつの陽子がぶつかることはないのですか。

先生　塊というと、おにぎりのようなものを2つぶつけているみたいですが、1000億個の陽子の塊は、これもまたスカスカのレーズンパンのようなもので（レーズンが陽子でパンのところは何もない）、バンチ同士が1回ぶつかって起きる反応は、LHCの場合、だいたい20個くらいです。でも、その20個の現象はたいてい面白くないゴミの様な現象です。

間瀬　ゴミの時には何が出てくるのですか。

先生　エネルギーの低いπ中間子とかです。ヒッグス粒子のように質量の重い粒子だと、高いエネルギー持った粒子が**パーン**と出てくる。エネルギーが小さいものは**ホワン**と出てくる。大量のゴミの中から宝物を見つけなければいけないのですが、全ての衝突を記録して、それを解析して、そこから探す、というのではとても間に合いません。ですから、実験の現場で高エネルギーのμ粒子やγ線が出ているよ、ということを瞬時に見て、データを取れと命令を出している。これを「トリガー」というのですが、LHCにおいて技術的に難しいところです。名古屋大の学生が作っていたのはこの部分です。

予言されたヒッグス粒子なのか？

髙嶋　ヒッグス粒子が発見されたということで、今後はどのような方向へいくのでしょうか。

先生　素粒子物理学は我々や物質を作っている最小の粒子は何かということを追い続けてきました。そして、陽子があり、その中にクォークがあり、クォークや電子が素粒子である、ということを見てきたのです。
ヒッグス粒子は我々の体を作っているものではありませんが、ヒッグス場を作り素粒子と相互作用をしている。宇宙の初期にヒッグスが凝縮する以前は、素粒子たちは光速で自由に動き回っていた。その時には何もない真空だったところが、その後、気体が水になるような相転移によって、ヒッグス場が凝縮し、素粒子が質量をもつようになった、ということがわかってきました。
そして今回の発見が、本当に予言されていたヒッグス粒子と合っているのかどうか、それはまだ、これから確かめなくてはいけません。
実際に我々が知っている素粒子は色々あり、クォークは6種類ある。6種類のクォークがそれぞれに違った質量を持っているのですが、それぞれがヒッグス粒子とどれくらい相互作用しやすいのか、それを調べたい。
これをやることによって、「今知られているクォークの質量」が「ヒッグス粒子との相互作用の強さ」と比例関係にあるのかどうか、ということを確かめてやることができます。それによって質量の起源が科学的に解明される。まず、それをやらなくてはいけないですね。

ヒッグス粒子によって質量の源ができた

前津　僕らの体ができているのは現在真空中にヒッグス場があるからですね。

先生　まずはそう考えて良いかと思います。しかし、本当はそれだけではなく、ヒッグス機構によって得られる質量はわずか1％なのです。残りはまた違う理由によって生じているのですが、まずヒッグス機構によって質量が生まれなければ、我々の質量もでてこない、その最初の1％なのです。このお話はまた難しくなりますが、まずはヒッグス粒子によって、質量の源ができた、ということです。

この後の話題は、先生の研究に関することへ移って行きました。なかなか実のある内容でしたので、またの機会がありましたらご紹介したいと思います。

つづく……のか ???

Higgs Boson?

「なんてん」で学んだこと

「なんてん」での観測のため、初めてチリ、ラスカンパナス観測所を訪れてから早いもので12年が過ぎました。当時（今もですが）「なんてん」では、装置の開発および望遠鏡の運用の大部分を学生の手で行っており、研究室の皆で協力し合い研究開発を進めて行くという経験ができたのは非常に重要な経験でした。研究室のみんなで昼夜を問わず実験や議論を行い、また実際に「なんてん」を使った観測経験など多くのことが今の私の財産になっています。

世界をリードする最高の観測をするには最高の装置が必要です。「なんてん」望遠鏡には当時から世界最高感度の超伝導受信機が搭載されていました。私は大学院の修士課程で「なんてん」の超伝導受信機の開発に尽力するうちに、超伝導受信機の魅力に取りつかれて大学院博士課程では超伝導受信機の研究で学位を取得しました。その後国立天文台に採用され、ALMA計画で日本が担当する受信機のひとつであるバンド4受信機開発チームのリーダーとして、超伝導受信機の開発を2004年から行いました。その際に「なんてん」での、チームでプロジェクトを進めていくという経験が役に立ちました。

私は2009年からチリに赴任して、現在は国際プロジェクトの中でALMAの立ち上げに邁進しています。アンテナ鏡面の精度測定や、天体を用いた指向精度の確認等、電波望遠鏡の立ち上げには、望遠鏡のしくみという工学的内容から実際の天体観測にまたがる幅広い知識が必要になります。ここでも「なんてん」での運用および実際の観測を通して培われた経験は、私にとって非常に大きな糧になっていると感じています。またALMA計画では研究室の卒業生が多数活躍されており、気心の知れたお互いの存在に支えられながらプロジェクトを推進できることができることも非常に大きいです。

このように今の私があるのは、「なんてん」を共に過ごした研究室の仲間や先生方、そして大学院博士課程で超伝導受信機開発に専念するという決断を後押ししてくださった福井先生のおかげです。「NANTEN 2」および福井研究室のさらなる発展と研究室メンバーの皆様の更なるご活躍を期待します。

アルマ観測所にて

浅山 信一郎
Shinichiro Asayama

国立天文台助教、合同アルマ観測所（Joint ALMA Observatory: JAO）Senior RF Engineer
1975年8月15日生まれ。長崎県出身。1999年4月名古屋大学大学院理学研究科（博士前期課程）入学。2001年3月同修了。2001年4月大阪府立大学大学院理学系研究科物質科学専攻（博士後期課程）入学。2004年3月同修了。博士（理学）。電波天文学用超伝導受信機研究開発が専門。2009年よりアタカマ大型ミリ波サブミリ波干渉計（ALMA）立ち上げのため、国立天文台より合同アルマ観測所に国際職員としてチリ赴任中。

PLOFILE
星の会会員プロフィール

❶趣味、特技など
❷星の会入会のきっかけ
❸星の会の良いところ、会に望むことなど
❹その他（自分のセールスポイント・若さを保つコツなど）

会員の皆様、次回はあなたのご登場をお待ちしています。

松林 正之
Masayuki Matsubayashi

❶《趣味》何でもボチボチですが、お謡いを習っています。ゴルフも嫌いじゃありませんが、年にほんの数回です。数が減るほど腕が上がっている感じがします！？ “野球も四番、ゴルフも四番”などと名刺にキャッチコピーして喜んでいます。もちろんお酒もボチボチです。建設会社を卒業後社団法人の研究員になって8年ですが、世の中の様々な方々とのつながりが増え、中川運河キャナルアートだとか美浜町竹林整備だとか結構楽しく忙しがっています。「世のため、人のため」と家内に云いますと、“家のためは！！“ときつく申します。 ❷福井先生のお誘いで星の会に参加させていただきましたが、もともと宇宙は好きで、そのスケール感がたまりません。「天の川が我々の住んでいる銀河をこの目で確認できる唯一の姿だ」などと聞きますとぞくぞくします。❸星座がほんとの宇宙の姿だと本気で思っている人たちに、そんなもんではないのだと是非わかりやすく解説してもらいたいと思っています。

山田 壽美枝
Sumie Yamada

❶《趣味》モーツァルト、バッハ。国立科学博物館教育ボランティア。コーラス。ガーデニング。❷福井教室再開と同時だったように思います。❸ご存知のことと思いますが上野の科学博物館の“シアター36〇”で上映される「宇宙137億年の旅」は福井先生の企画、監修によるものです。「見たョ。」「おもしろかった！」子供たちの笑顔を見る度に最先端の新風を吹き込んで下さった先生に感謝です。昨秋教育ボランティアの為のご講演をお願いしました。募集をかけ一週間でほぼ満席、記録です。もちろん大好評でした。南半球宇宙観測研究センター長としてでした。星の会へのおもいが伝わってきます。❹《若さを保つコツ》黒板で式、計算、グラフを使っての講義は素敵です。楽しく学ぶこと。少し勘が働くようになるのが妙で、記憶力の衰えを補って余りあるように思います。

吉田 敬彦
Takahiko Yoshida

❶《趣味》スポーツ観戦、野球やラグビー（生で観るのも好きです。TVで観るのも好きです）映画（スクリーンで観るのも好きです。TVで観るのも好きです）ハイキング（歩くのが好きです。TVでは見られません）ビール（飲むのと造るのも好きです）読書と音楽、笑いとお笑いも趣味の範囲です。 ❷もう随分前の事ですが、地元小牧の天文講座に行ったら、講師が福井先生で「星の会」の紹介をされたので中区役所での講演会に行ってみました。講演後に質問用紙に書いた6～7個のその時の宇宙の疑問に全部答えてもらい、とても嬉しく満足しました。星は子どもの頃から好きでしたし会の設立の理念がすばらしくて入会しました。 ❸今のスタイルで、時々の話題を取り入れ、少し深く難しい「星の会」が続くと好いと思います。

東 悦子
Etsuko Higashi

❶《趣味》中学からのソフトテニス。お琴（若い頃中断、再開して12年）。お花（結婚で中断、再開して8年）。旅行 ❷中日新聞の記事を見て小さい頃から興味深々の宇宙の事が聞けると思い豊田講堂へ。「星の会」の案内があり入会。その数年前に小牧で福井教授の講義に参加した時「星の会」の紹介はなかったような気が…。 ❸現在小学生から十年前小学生だった一般市民が集まり、福井教授やほかの先生方から最新の宇宙関係のお話を聞いたり映像を見たり、学生時代を思い出す計算をしたり、懇親会やイベントで楽しく話せること。また、研究室の若い方達と交流が持てること。❹《若さを保つコツ》自分は普通にしているのに、周りの人から「元気だね」言われるのが不思議？？ 異邦人？？？

高嶋 芳章
Yoshiaki Takashima

❶《趣味》自転車でのツーリング（40年以上やってます）。アマチュア無線（主に国内無線局との交信）。写真（最近は野草を撮ってます）。パソコン（現在、北区でパソコンボランティアを実施）❷家族から市民の会「星の会」があると聞き「星の会」を知りました。当時は金曜日に開かれていた「福井教室」に東京の出張帰りに会社に帰社しないで出席して以来、「星の会」に参加させていただいています。時期は講義内容の資料から2000年の秋頃でした。 ❸星、宇宙に興味を持つ市民が参加できて、常に新たな情報をご提供いただけること。また、南米チリを2度訪問することができ、NANTEN2、ALMAを見学でき今まで見たこともない素晴らしい南天の星空を見ることができたこと。 ❹《若さを保つコツ》時間があれば運動をすることが気持、体力を維持することが秘訣と思っている。

柚原 克朗
Katsuro Yuhara

❶《趣味》60歳から始めたマラソン（フル14回、ハーフ10回完走）。将棋教室（地域小中学生を対象にコミュニティセンターで開催）。東山動物園ガイドボランティア。名古屋市農業ボランティア。読書（年間百冊以上～エッセーから天文関係など広範囲）《特技》健康なので、めったに風邪をひきません。これは特技と言えるか？ ❷2009.5.6中日新聞で「福井教室・星の会」を知り、教室へ通うようになりました。その後だんだん深みにはまり、星の会情報誌のお手伝い→現在星の会理事も引き受けています。 ❸老若男女を問わず一般市民が参加でき、教室で分かり易く天文学情報を解説していただけるところ。2011.8南米チリのNANTEN2、ALMAを間近に見学できて感激しました。もう一度行きたいです。取り上げて欲しいテーマは「ダークマター」「ダークエネルギー」など。 ❹旨いビールを飲むために月に約250km走っています。《若さを保つコツ》何にでも好奇心を持つことでしょうか。