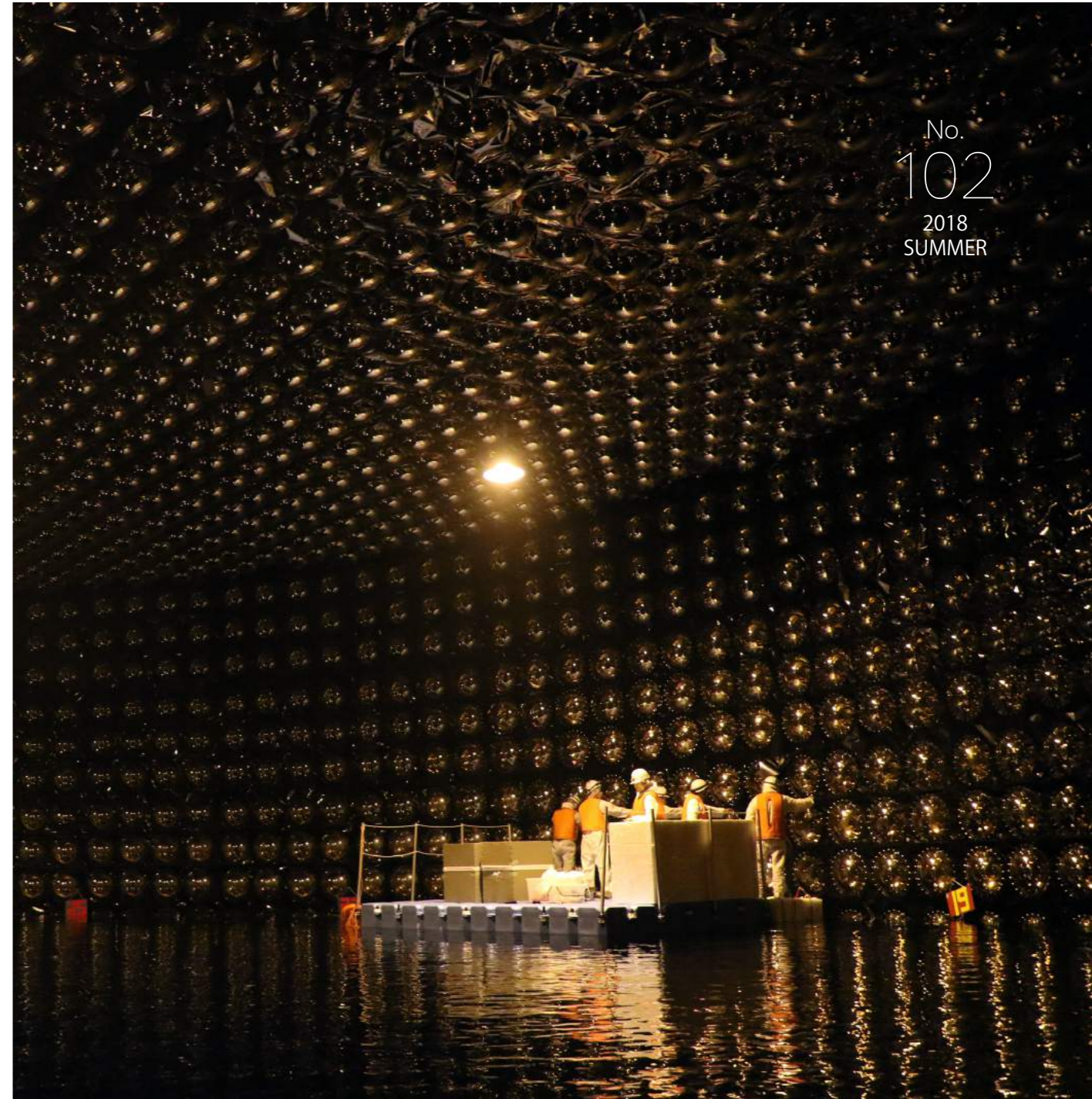


宇宙線研究所の今を伝える

# ICRR NEWS

Explore Universe and Elementary Particles with Multi-Messengers.

No.  
102  
2018  
SUMMER



東京大学  
宇宙線研究所  
Institute for Cosmic Ray Research

ICRR NEWS No.102 2018 SUMMER

編集・発行：2018年6月30日 東京大学宇宙線研究所広報室

## Contents

### ■ Features

- 01 スーパーカミオカンデ  
12年ぶりの「開封」  
気になる9のナゾ

### ■ Features

- 17 大気蛍光望遠鏡を用いた  
極高エネルギー宇宙線観測  
テレスコープアレイグループ  
藤井俊博

### ■ Report

- 23 第18回宇宙線研究所 × カブリ数物連携宇宙研究機構  
合同一般講演会「粒をさぐる・粒でえがく宇宙」

### ■ Press Release

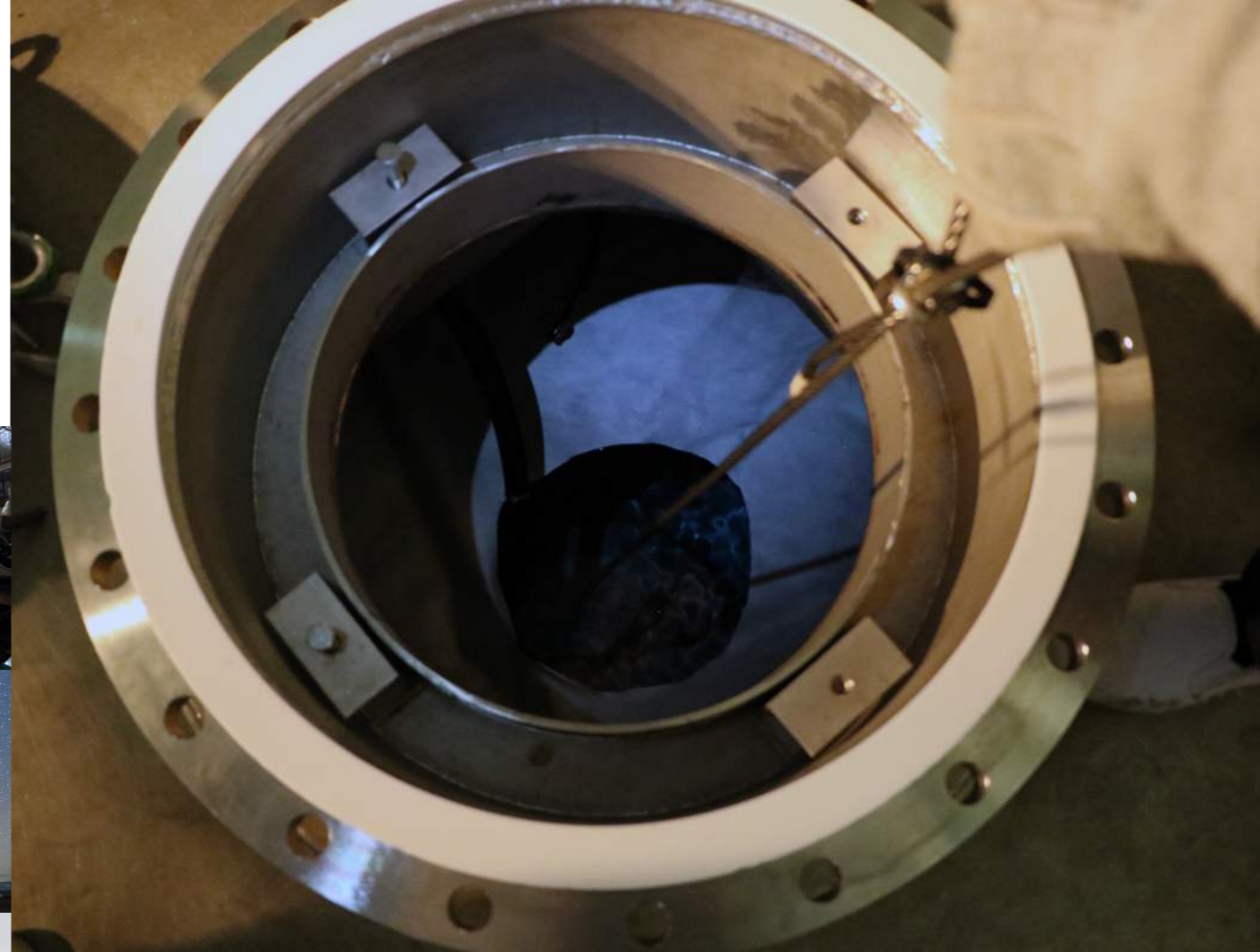
- 24 132.8億光年かなたの銀河に酸素を発見  
—酸素の最遠方検出記録をさらに更新

### ■ Event

- 24 「喫茶室かぐら」作家と学者の会おうところ

### ■ Information

- 25 人事異動  
ICRR Seminar



### ■ Features

## スーパーカミオカンデ 12年ぶりの「開封」 気になる9のナゾ

「封印」は解かれた——。岐阜県飛騨市神岡町の地下 1000m に設置された素粒子観測装置「スーパーカミオカンデ (SK)」。いつ起こるかわからない超新星爆発に備えて 24 時間体制で観測を続けていたが、この夏 12 年ぶりに運転を止めて水タンクの「ふた」が開けられた。なぜ開けられたのか。そこにはどんな世界が広がっているのか。気になる「9のナゾ」にせまる。

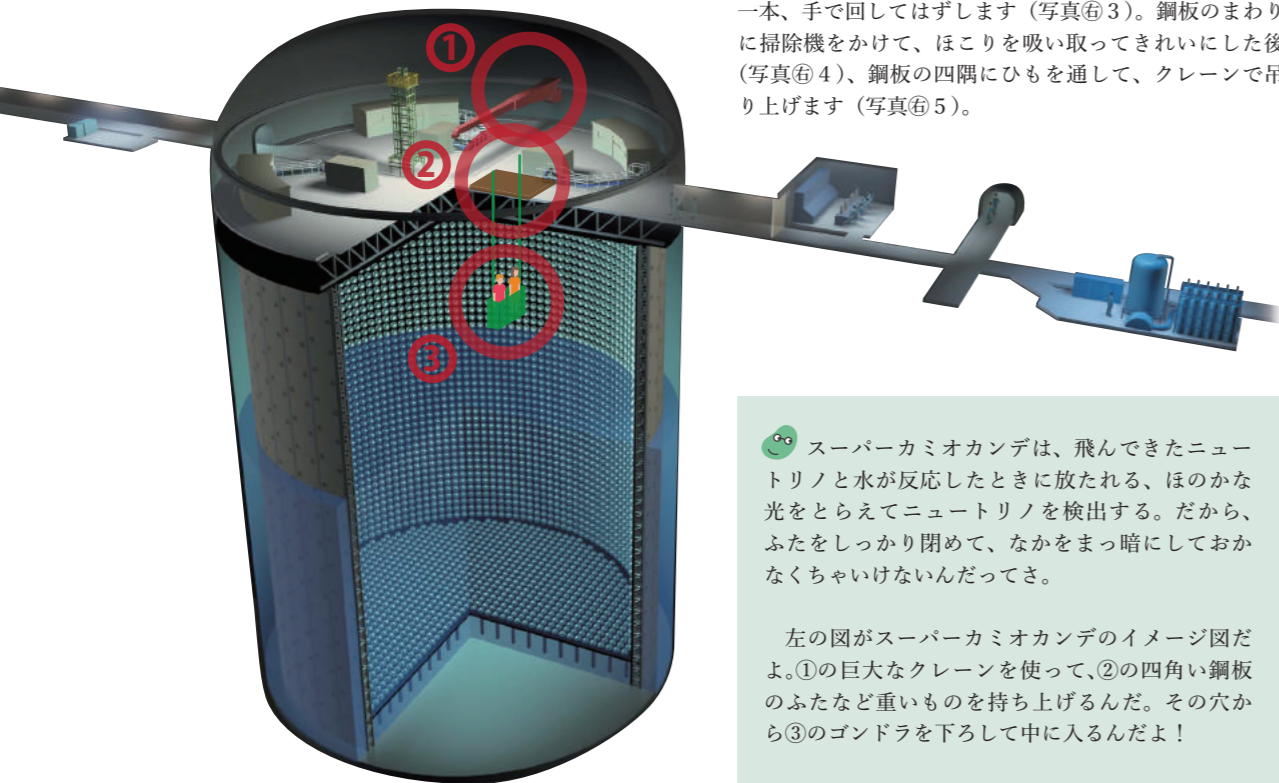
Q1

ふたを開けるのは何年ぶり？

12年ぶり

スーパーカミオカンデ (SK) は 1996 年 4 月に観測を始めました。その後 2001 年 11 月に、水タンクの表面に並ぶ光センサー「光電子増倍管」の約 6 割が破損する事故が発生し、2002 年に残された光電子増倍管を使って部分的に再建して運転を再開。2005 年 10 月から 2006 年 7 月にかけて完全再建工事を実施し、観測を再開しました。それ以来、SK は 24 時間体制で観測を続けています。今回まで 12 年間ふたは固く閉じられ続け、誰も中に入っていないでした。

実は、この間に 2 回だけ、スーパーカミオカンデの中をのぞいたときがあるらしいよ。天皇陛下と小泉純一郎元首相が訪れたとき。そのときだけは運転を止めて、のぞき窓から水タンクの中をご覧になったんだって。



スーパーカミオカンデは、飛んできたニュートリノと水が反応したときに放たれる、ほのかな光をとらえてニュートリノを検出する。だから、ふたをしっかりと閉めて、なかを真っ暗にしておかなくちゃいけないんだってさ。

左の図がスーパーカミオカンデのイメージ図だよ。①の巨大なクレーンを使って、②の四角い鋼板のふたなど重いものを持ち上げるんだ。その穴から③のゴンドラを下ろして中に入るんだよ！

Q2

「ふた」ってどんなの？

たたみ7畳ほどの鋼板

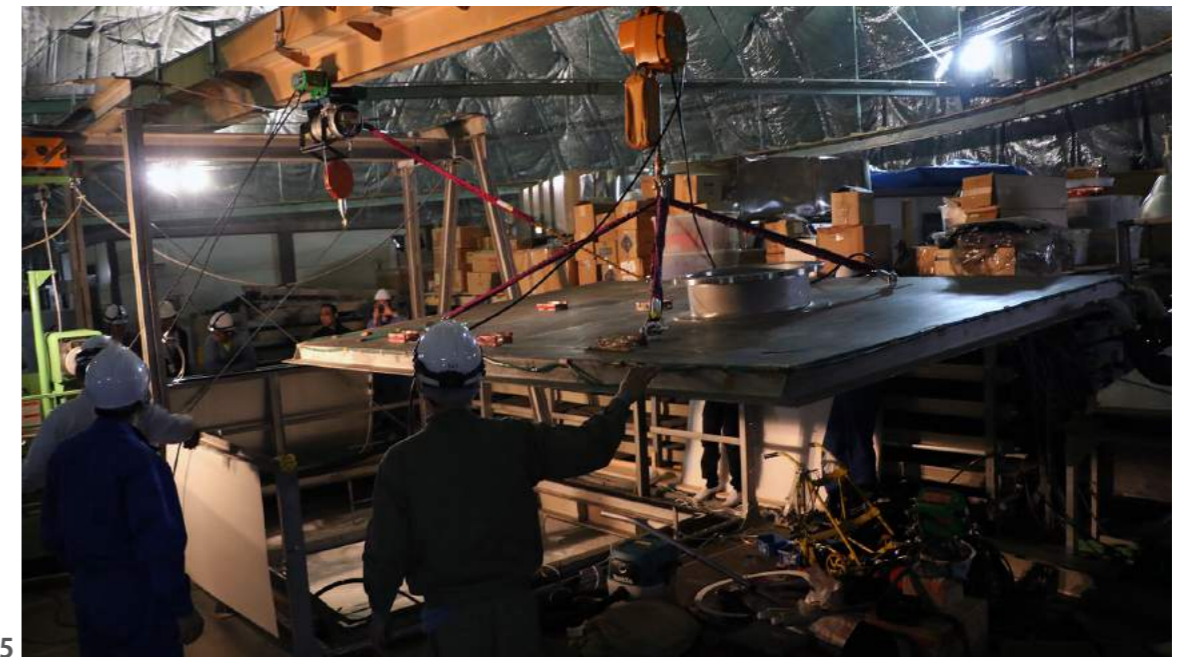
水タンクの上に幅 2.8m、長さ 4.2m (たたみ7畳分) ほどの大きさの長方形の穴があります。普段はステンレス製の鋼板がのせられ固く閉じられています (写真①)。長方形の鋼板の中央近くには、直径 40cm ほどの丸い「のぞき窓」が設けられています。この穴から遠隔操作できる潜水カメラを入れて、中の様子を見ることもできます。

Q3

どうやって開けるの？

クレーンで吊りあげる

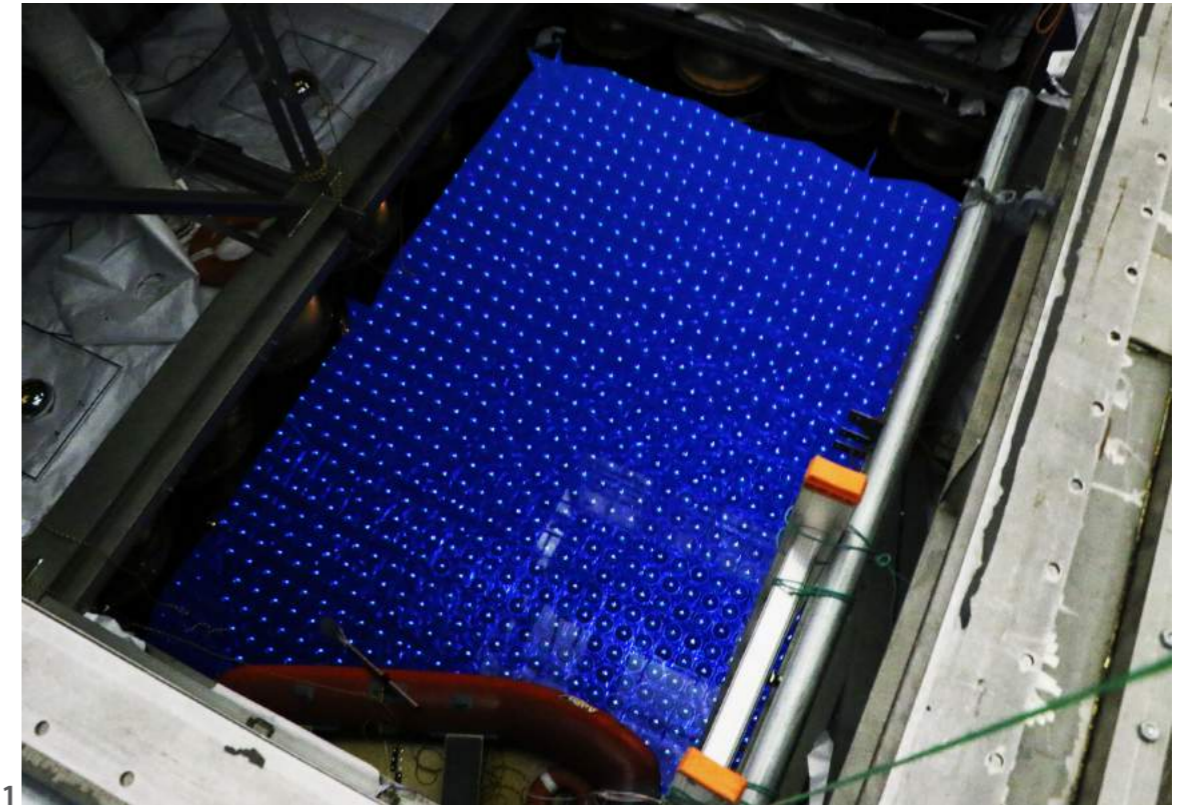
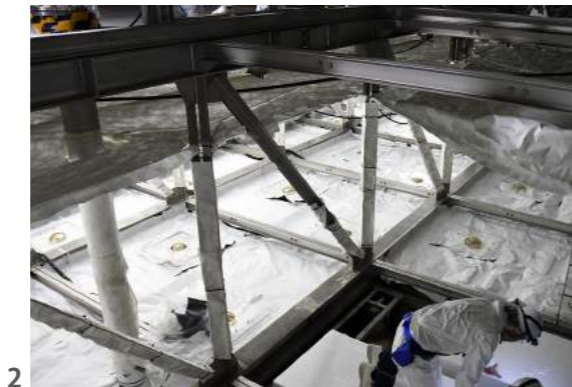
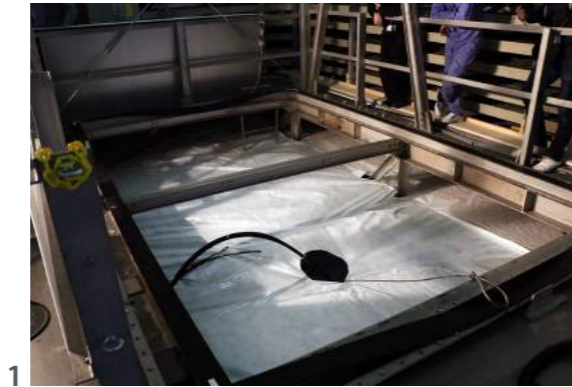
SK の水タンクの上の実験エリアには、巨大なクレーンが設置されています。このクレーンを使って、先ほどの鋼板を吊るして持ち上げます。まずは、のぞき穴をふさいでいた丸い金属板をクレーンで持ち上げます (写真②)。そして、長方形の鋼板の縁に締められたねじを一本一本、手で回してはずします (写真③)。鋼板のまわりに掃除機をかけて、ほこりを吸い取ってきれいにした後 (写真④)、鋼板の四隅にひもを通して、クレーンで吊り上げます (写真⑤)。



Q4

開けたらなにが見えるの？

いよいよふたが開いたので、中をのぞいてみましょう！  
なにやら白いシートで覆われています（写真1）。この白いシートは、水タンクの中で発生したチェレンコフ光を拡散反射させるための膜です。この白いシートをはずすと……、まずは外向きの光センサーがあり（写真2）、その奥には天井に設置された光センサーの後ろ姿が見えてきました（写真3）。研究者や作業員の方たちがはしごを伝って下に降り、クレーンを使って光センサーの枠組みを丁寧にはずしていきます（写真4）。すると、整然と並ぶ光センサーが天井からの光を照り返した輝きが見えます（写真右①）。水タンクの底まで 40m の深さがありますが、極限まで純度を高めた水のため視界はとても鮮明で、高さをあまり感じません。



Q5

水はどこから出るの？

水タンクの底の中心部に排水口があり、排水管を通して底部の側面にある出口から排水します（写真右②）。吐き出された水はいったん坑内に溜められ、その後ポンプを使って水タンクの上部まで汲み上げられます（写真右③）。そこから坑内の側溝を伝って近くの川に流します。

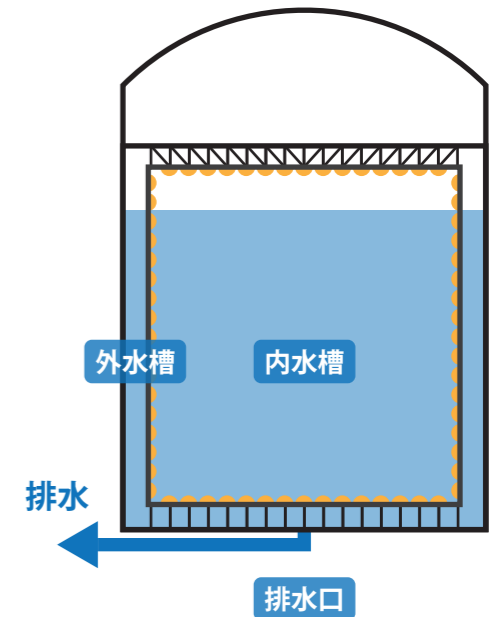
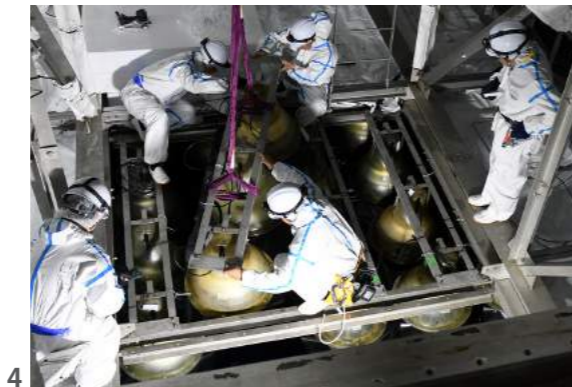


Q6

水を抜くのに何日かかるの？

約2カ月

スーパーカミオカンデの水タンクの大きさは直径 39.3m、高さ 41.4m で、その中は約 5 万トンの水で満たされています。装置がある池ノ山の地下水を利用し、不純物を極限まで取り除いた「超純水」を用いています。今回の計画では、作業をしながらではありますが、6 月中旬から水を抜き始めて全部抜き終わるのは 8 月中旬。水を全部抜くまでには、約 2 カ月間かかります。



Q7

なぜふたを開けるの？

改修工事をするため

工事の内容

① 止水補強工事

現在、水タンクの底から一日約1トン（1000リットル）の純水が漏れています。今回の工事では、水タンクの内壁や底部をつくるステンレス製パネルの溶接のつなぎ目に止水剤を塗り、近くで地震が発生しても水が漏れないように強化します。

② 配管の改良

スーパーカミオカンデ（SK）の中の水は、極限まで水をきれいに保つためにたえず循環し続けています。今は1時間あたり60トンの水を外に出し、35日間で一巡する速さで循環させています。今回の工事では、その循環の速さを2倍にできるように、配管を改良します。

③ 光電子増倍管の交換

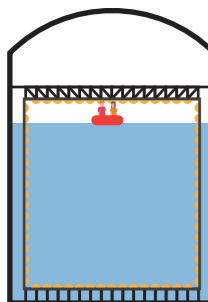
SKの中には、内水槽と外水槽をあわせて約1万3000個の光電子増倍管があります。しかし、この12年間の観測の間に、そのうちの数百個にノイズが大きくなったり、内部の放電で光を放ったりなどの不具合が見つかっています。今回の工事では、それらの光センサーを交換します。



工事のスケジュール

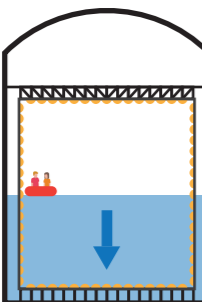
6月上旬～6月下旬

天井部での作業



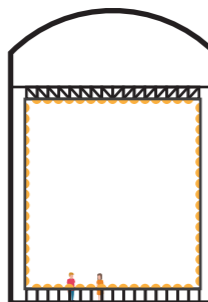
6月下旬～8月中旬

水位を下げながら壁面での作業



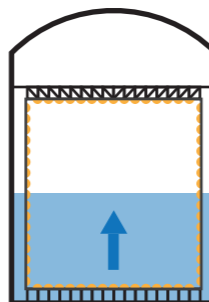
8月中旬～9月末

底面での作業



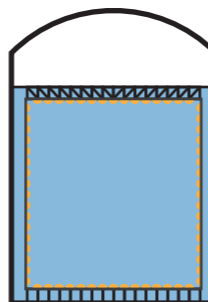
10月～12月中旬

超純水を供給して水位を上げていく



12月中旬～

観測再開



Q8

なぜ改修工事をするの？

最大の目標 超新星背景ニュートリノの観測

今回の改修工事の最大の目標は、宇宙が誕生してから現在までに起こった超新星爆発によって放たれたニュートリノ「超新星背景ニュートリノ」を観測することです。

超新星爆発が起きる頻度は、ひとつの銀河内だと30～50年に1度とまれです。しかし、宇宙全体を見回すと数千億個の銀河があり、数秒に1回くらい、広い宇宙のどこかで超新星爆発が起きていると考えられています。

その超新星爆発により放たれたニュートリノは、私たちの手のひらを1秒間に数千個通り抜けているほどです。このようなニュートリノを観測することで、超新星爆発のメカニズムを理解し、星が作られた歴史を明らかにしたいと考えています。

観測方法 ガドリニウムを超純水にまぜる

超新星背景ニュートリノは、これまでもSKで1年間に数回ほど反応しているはずですが、ノイズに埋もれて観測できませんでした。レアアースの1種である「ガドリニウム（Gd）」という物質を水タンクの中の純水に添加することにより、この反応を区別できるようになります。名付けて「SK-Gd（スーパーカミオカンデ・ガドリニウム）計画」です。

超新星背景ニュートリノのうち最もSKの水と反応しやすいのは「反電子ニュートリノ」です。下の反応の②と④のように、「タンク内のほぼ同じ場所から連続する2つのチェレンコフ光が放たれる」という特徴的な信号を観測することで、超新星背景ニュートリノを区別しようと考えています。

SK-Gd 計画の目標

① 超新星背景ニュートリノの発見

宇宙には、過去の超新星爆発から放出されたニュートリノが飛び回っています。その中で反電子ニュートリノの特徴的な信号を探します。

② 超新星爆発の方向を決める精度の向上

超新星爆発からのニュートリノ事象 超新星爆発<sup>※1</sup>の方向が明確になる



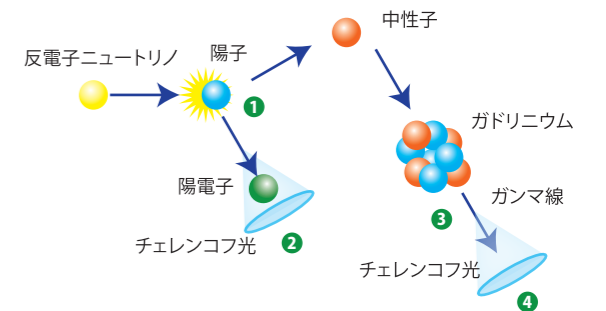
※1 超新星背景ニュートリノではなく近くの超新星爆発により10秒ほどで放出される事象

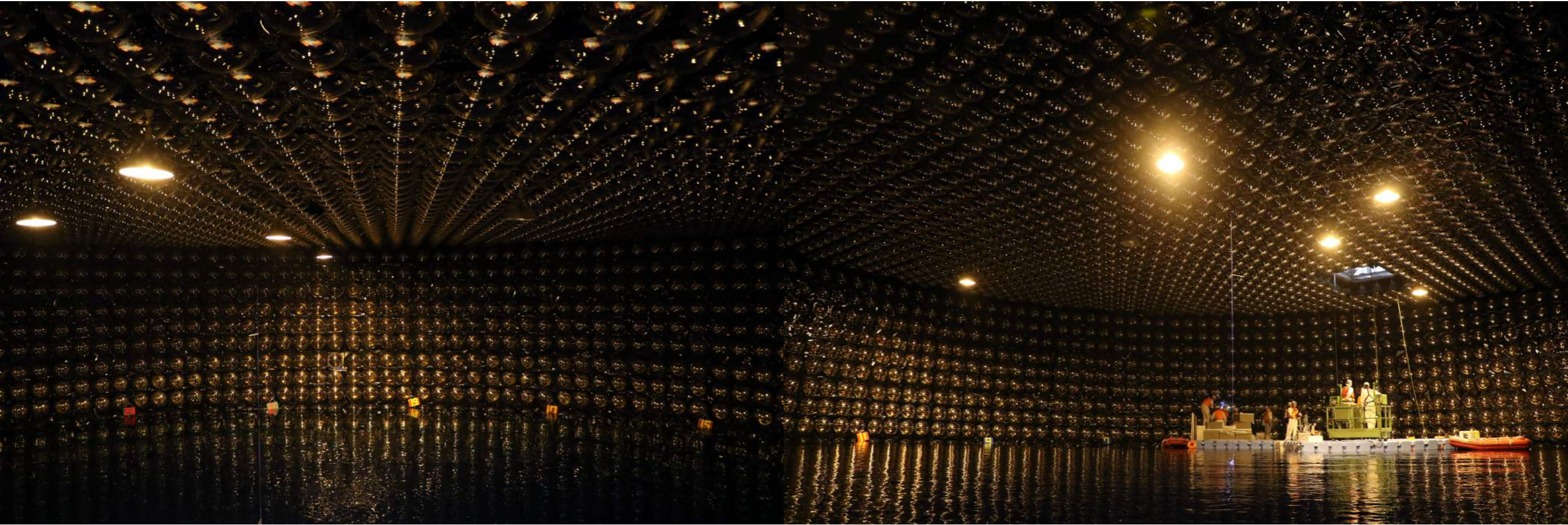
③ ニュートリノと反ニュートリノの判断能力の向上

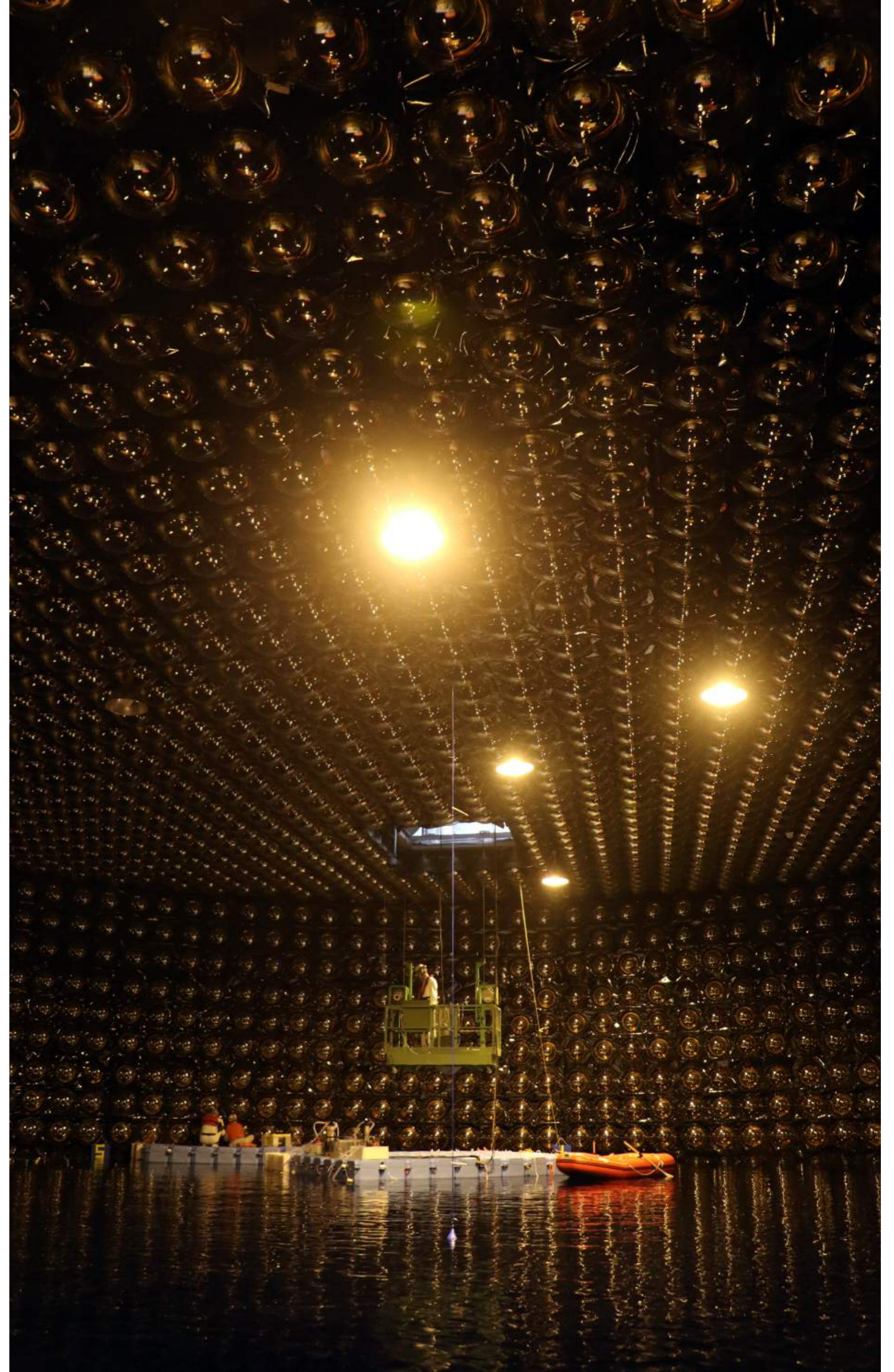
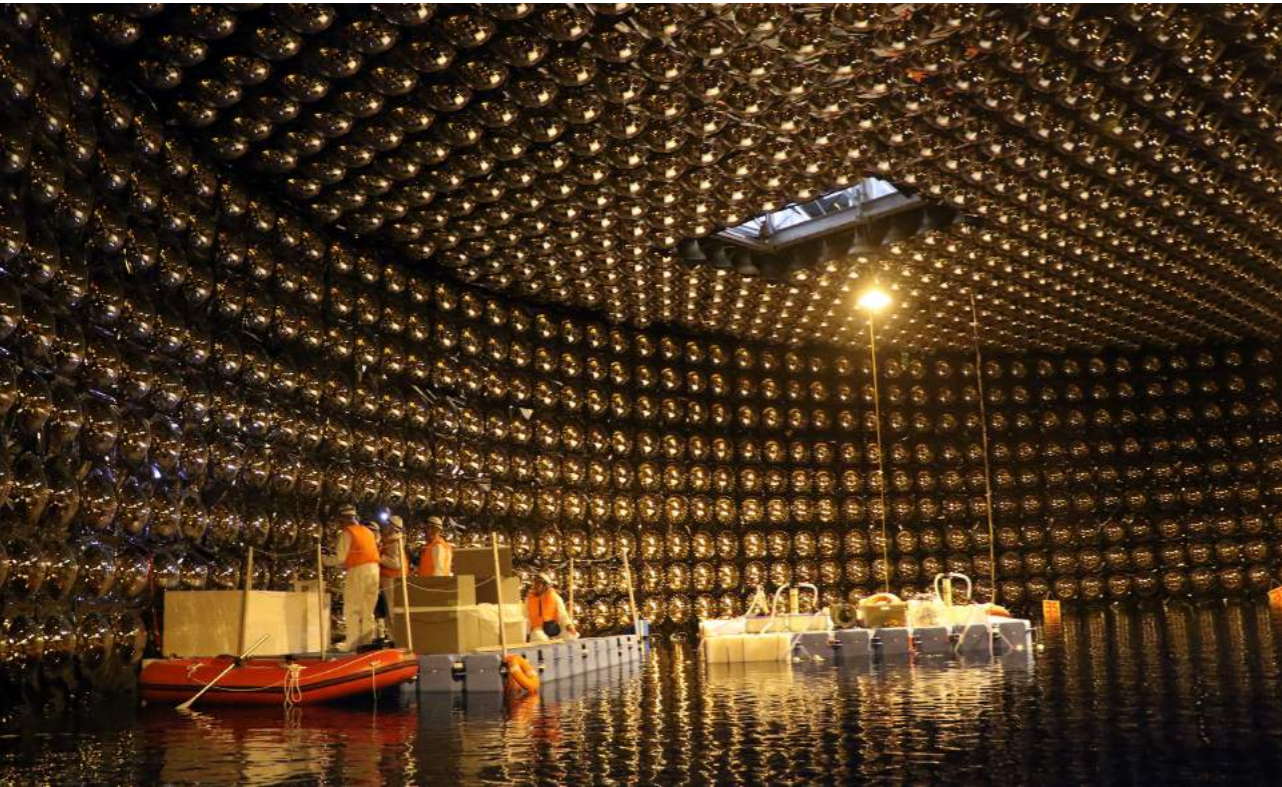
エネルギーの高いニュートリノの反応では、発生する中性子の数を調べることでニュートリノと反ニュートリノとの区別をしやすくなります。また、陽子崩壊事象と大気ニュートリノによる事象の区別もより正確になると期待されています。

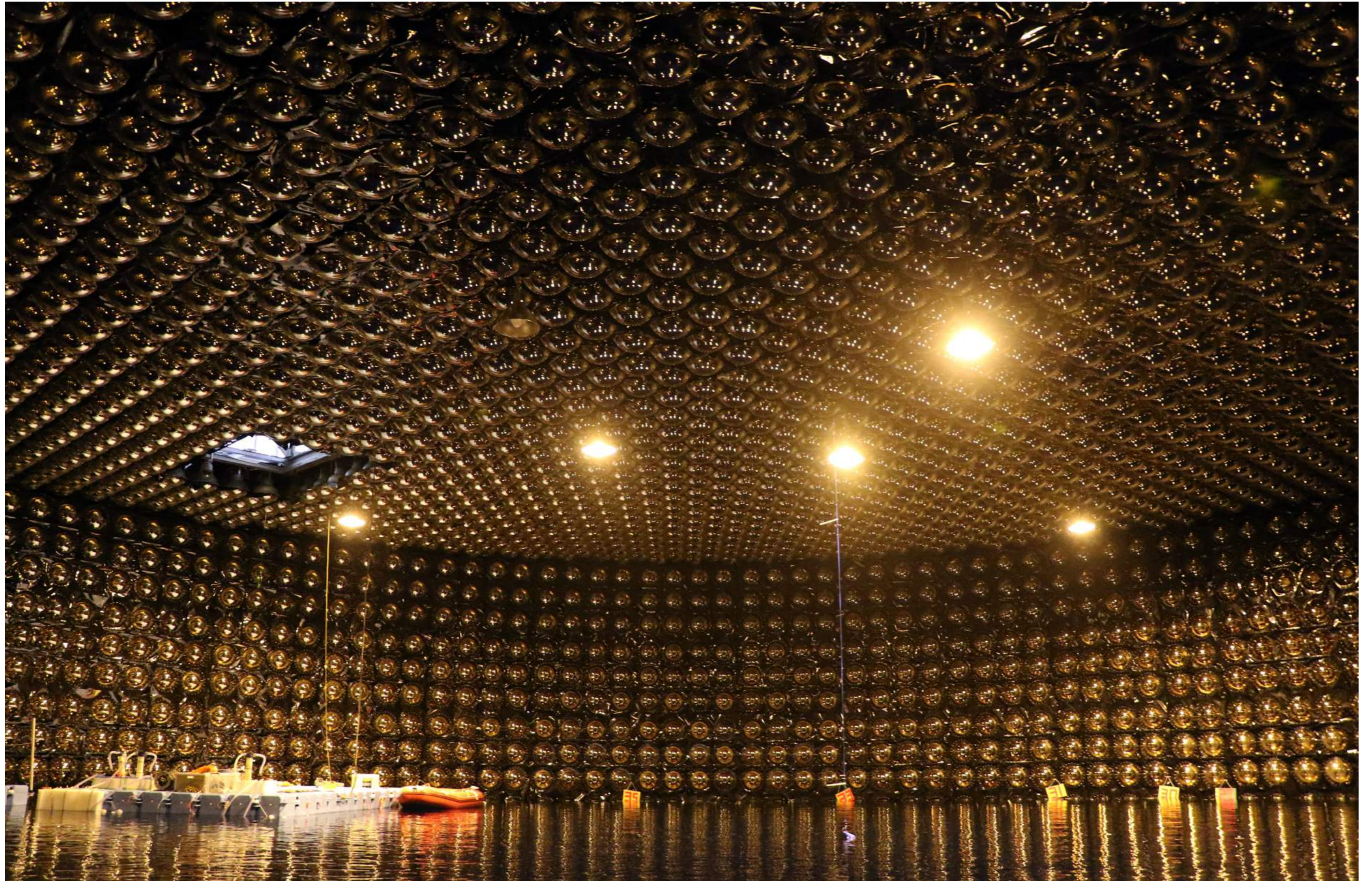
反電子ニュートリノと水の反応

- ① 反電子ニュートリノが水中の陽子と反応して陽電子と中性子を放出する
- ② 陽電子がチェレンコフ光を放つ
- ③ 中性子がガドリニウムに捕獲されてガンマ線を放つ
- ④ ガンマ線がチェレンコフ光を放つ













Q9

どうやって中で作業するの？



ゴンドラ

ゴンドラに乗って水タンクのなかに降りていきます。上の写真は内水槽のもので、3ページで開けた長方形の穴から入ります。一度に4人ほど乗れる大きさです。床まで40mを降りるのにかかる時間は約5分。頭にはヘルメットにヘッドライトを身につけ、クリーンスーツを着ます。



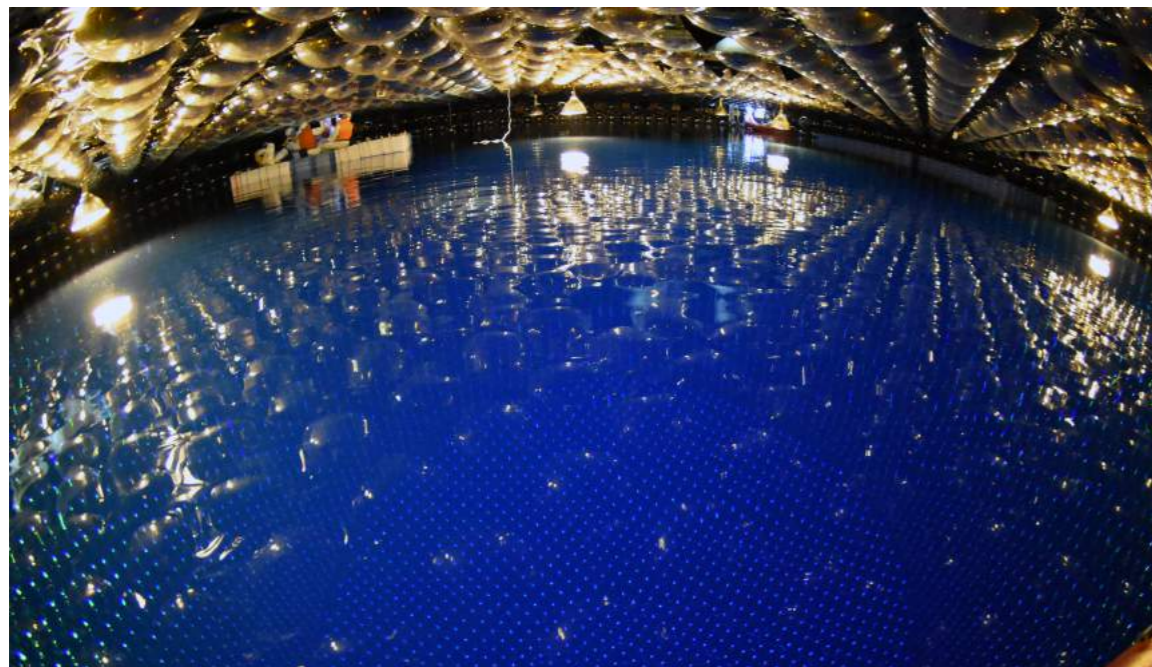
ゴムボート

ゴンドラで水面にたどり着いたら、2人乗りの赤いゴムボートに乗りこみます。天井部や壁の目的地まで、手でオールを漕いで向かいます。水面の作業ではクリーンスーツの上に、さらにライフジャケットを身につけます。



浮き床

水面での作業では、ゴムボートのほかに浮き床も使います。中に空気が入ったプラスチックの床をつなげたもので、水に浮かびます。ゴムボートよりも広く、安定して作業をすることができます。



Features

# 大気蛍光望遠鏡を用いた 極高エネルギー宇宙線観測

テレスコープアレイグループ

藤井俊博（東京大学宇宙線研究所 日本学術振興会特別研究員）

この度、第12回日本物理学会若手奨励賞（宇宙線・宇宙物理領域）を受賞することになり、東京理科大学で開催された第73回日本物理学会年次大会にて受賞講演を行った。名誉ある素晴らしい賞を受賞できて非常に光栄であるが、決して私一人の力ではないことを強調しておきたい。今回の受賞対象論文となった研究結果は、共同研究者らの長年に渡る開発研究と長期の定常観測が必要不可欠であり、これらの研究に携わった共同研究者の方々（図1・p19）に深く感謝したい。では、今回の受賞対象論文になった3編の研究結果と、極高エネルギー宇宙線観測の今後の展望について以下に述べる。

## 極高エネルギー宇宙線はどこからやってくるのか？ どのように加速されるのか？

### 極高エネルギー宇宙線観測実験

1912年のV.F. Hess、1913年のW. Kolhörsterによる飛行機による高度ごとの放射線量の測定から、宇宙から高エネルギーの放射線（宇宙線）が地表に降り注いでいることが発見された。その後の100年以上続く宇宙線観測によって、地上の粒子加速器で到達できる1粒子あたりの最大エネルギーより7桁以上も大きい $10^{20}$  eVという宇宙空間でもっとも高いエネルギーを持つ宇宙線（極高エネルギー宇宙線）の存在が明らかになった。しかし、この極高エネルギー宇宙線の起源・加速機構についてはこれまでの観測では明らかになっておらず、現在宇宙物理学において解決すべき課題のひとつとなっている。

起源解明が困難な理由として、宇宙線の到来頻度はエネルギーのべき乗に従って減少するため、極高エネルギー宇宙線の到来頻度が年間 $100\text{ km}^2$ あたり1粒子と極端に少ないことが挙げられる。そのため、数多くの極高エネルギー宇宙線を捕えるには広大な有効検出面積を持つ大型装置によって長期間の定常観測が必要不可欠となる。現在、この宇宙線の起源・加速機構を解明するために、北半球で有効検出面積 $700\text{ km}^2$ を持つテレスコープアレイ実験（Telescope Array Experiment、以下TA）と、南半球で有効検出面積 $3000\text{ km}^2$ を有するピエールオージェ観測所（Pierre Auger Observatory、以下Auger）の2つの大型装置が、到来する宇宙線の定常観測を続けている。

私はこれまでにTAとAugerに共同研究者として参加し研究を進めてきた。今回の受賞対象となった研究成果としては、①TAでの極高エネルギー宇宙線スペクトルの測定 [1]、②Augerでの相対論的モノポール探査解析 [2] である。さらには、TAとAugerの双方の実験に所属する研究者であることを生かして両グループの若手研究者らを組織し、③次世代の大規模宇宙線観測実験を目指した検出器開発 [3] を進めてきた。これら3つの研究成果が今回の若手奨励賞の受賞対象論文となっている。

### ① TAの大気蛍光望遠鏡による 極高エネルギー宇宙線スペクトルの測定

大気蛍光望遠鏡とは、極高エネルギー宇宙線が大気中で発する紫外線蛍光を鏡で集光し、焦点面に設置された数百本の光電子増倍管で撮像する望遠鏡である。この手法は、1958年の乗鞍シンポジウムで菅、小田によって提唱され、その後1969年に棚橋らによって極高エネルギー宇宙線からの大気蛍光が堂平観測所で初観測されたという、日本発祥の宇宙線観測手法のひとつである [4]。

TAでも大気蛍光望遠鏡を採用し、直径3.3 mの球面鏡の焦点面に、撮像素子である光電子増倍管を256本並べたカメラを設置した望遠鏡を新たに設計した。図2に、米国ユタ州にあるTAサイトと大気蛍光望遠鏡ステーションの写真を載せる。私がTAに参加したときは、ちょうど大気蛍光望遠鏡の建設時期であり、まずカメラの製作と標準光源を使った基本性能評価に携わった。その後、TAサイトであるユタ現地での夜間の観測運用を続けながら、測定データから極高エネルギー宇宙線の到来方向やエネルギーを求める解析手法を開発した。

大気蛍光望遠鏡を使う観測では大気蛍光の発光効率、光の散乱・吸収、鏡の反射率、遮蔽物による影響、光電子増倍管の量子効率をすべて考慮することと、荷電粒子が大気中の光速を越えたときに発するチェレンコフ光によるノイズを除去することが必要であった。そのため、私は検出器の細部構造とチェレンコフ光の影響をすべて考慮した「逆モンテカルロ法」と呼ばれる解析手法を実装した。そして、1地点の大気蛍光望遠鏡の測定データから極高エネルギー宇宙線の情報を求める単眼解析手法を完成させ、7年間の定常観測で得られた測定データを解析し、図3 (p21) の $10^{17.2}$  eV以上の3桁を越える幅広いエネルギースペクトルを測定した [1]。この結果からエネルギースペクトルは単純なべき乗の関数ではなく、 $10^{17.4}$  eVと $10^{18.6}$  eVに折れ曲がり構造を持つことが明らかになり、現在はこの構造の解釈についての議論が進んでいるところである。



(図1) 受賞対象になった対象論文の共同研究者ら。TA(左上)、FAST(右上)、Auger(下)の共同研究者らとの写真である。特に、博士課程時の指導教官である大阪市大の荻尾彰一教授、シカゴ大学時の受入研究者だった Paolo Privitera 教授、そして現在の受入研究者である東京大学の佐川宏行教授には、研究遂行にあたり多くの助言を頂いた。



(図2) 左がアメリカユタ州にあるTAサイトであり、中心にある扇形の建物がTA大気蛍光望遠鏡ステーションである。右は、大気蛍光望遠鏡ステーションであり、3.3 m口径の複合球面鏡とその焦点面には256本の光電子増倍管からなるカメラが設置されており、12基で1地点の大気蛍光望遠鏡ステーションを構成する。

## 極高エネルギー宇宙線観測に特化した次世代望遠鏡を開発 有効検出面積を1桁以上向上、コストは10分の1に

### ② Augerの大気蛍光望遠鏡による 超相対論的な磁気モノポール探査解析

1931年、P.A.M. Dirac はマクスウェル方程式の対称性から電荷と対になる磁荷（磁気モノポール）が存在すべきことを予言した。もし、磁気モノポールが宇宙初期の位相欠陥から生成されたとすると、その後、銀河間磁場や強磁場中性子星の近傍等で加速され、超相対論的な速度で地球に到来し、宇宙線観測装置などで観測できると考えられている。しかし、現在までの測定では磁気モノポールの存在は確認されていない。

私は Auger の大気蛍光望遠鏡の測定データを使って、磁気モノポール事象を探査する解析手法を実装し、10年間の定常観測で得られた測定データから候補事象を探査した。結果、候補事象は見つからなかったが、極高エネルギー宇宙線観測実験から初めて磁気モノポールの到来頻度の上限値を定めた。図4は磁気モノポールの到来頻度の上限値であり、Augerの結果はこれまでに報告された値を1桁以上更新するもっとも厳しい上限値となっている[2]。またこの論文は Phys. Rev. D の Editors' suggestion に選ばれ、Particle Data Group にこの上限値が掲載されている[5]。

### ③ 次世代の宇宙線観測実験の開発研究 としての新型大気蛍光望遠鏡の開発

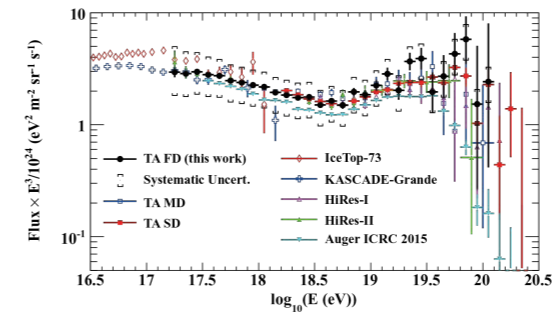
次世代の宇宙線観測実験として、TA や Auger より低コスト型の新型大気蛍光望遠鏡で望遠鏡アレイとして展開する計画 (Fluorescence detector Array of Single-pixel Telescopes, 以下 FAST, <https://www.fast-project.org>) の実現へ向け、開発研究を進めている。FAST で使う新型大気蛍光望遠鏡は、従来の大気蛍光望遠鏡よりも小さい光学系（直径 1.6 m）と 20 cm の大口径光電子増倍管 4本で構成され、極高エネルギー宇宙線観測に特化したデザインにより従来の10分の1までコスト削減が実現できる。この新型大気蛍光望遠鏡を 20 km 間隔でアレイ状に設置することで、極高エネルギー宇宙線への有効検出面積を1桁以上向上し、極高エネルギー宇宙線の起源・加速機構の解明を目指す。

私は、TA サイトにて新型大気蛍光望遠鏡と同等の視野角を持つフレネルレンズを使った光学系と 20 cm の光電子増倍管 1本を使った FAST 試作機を設置し、2014年に技術検証を実施した。この FAST 試作機を使った2ヶ月の試験観測により、遠方垂直レーザー光と16事象の極高エネルギー宇宙線からの有意な信号を検出した[3]。そして、FAST 試作機での技術検証をもとに日米豪チェコの国際協力実験を組織し、20 cm の光電子増倍管 4本と口径 1.6 m の球面鏡を持ったフルスケールの新型大気蛍光望遠鏡を2基 TA サイトに設置した[6]。図5には設置した2基の FAST 望遠鏡、21 km 遠方の垂直レーザーから FAST 望遠鏡で記録された波形、そして FAST 望遠鏡と TA の大気蛍光望遠鏡で同時観測された極高エネルギー宇宙線事象を示す。またこの宇宙線は、TA の大気蛍光望遠鏡の解析から 3 km 先に到来した  $10^{18.55}$  eV の宇宙線であることが確認されている。これらの2基の FAST 望遠鏡は日本からの遠隔操作による定常観測を続けており、これまでに368時間の夜間観測を実施した。現在は、FAST 望遠鏡の観測運用を継続しながらデータ解析を進めているところである。

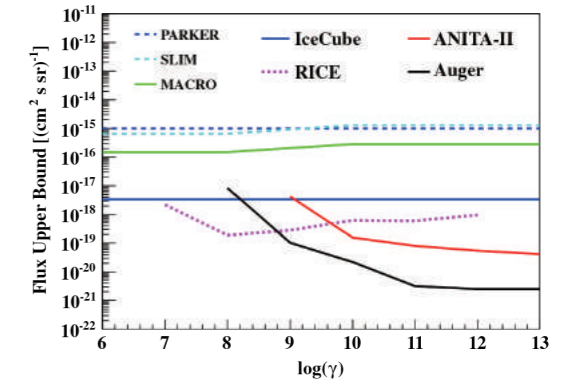
### 極高エネルギー宇宙線観測の今後の展望

現在、北半球の TA では有効検出面積を4倍に増やす拡張計画 (TA×4) のため検出器の製作が進んでいる[7]。図6 (p22) には、TA サイトでの作業場 (Cosmic ray center) に置かれている180台の地表粒子検出器を示す。これらの検出器は、ヘリコプターによってユタ荒野の3000 km<sup>2</sup>の範囲に2.08 km 間隔で設置される。TA×4では、TAで観測されたホットスポットと呼ばれるおおぐま座方向の宇宙線事象の過剰[8]を4倍の統計量によって検証し、世界で初めての宇宙線源の決定的証拠を掴むことを目指している。

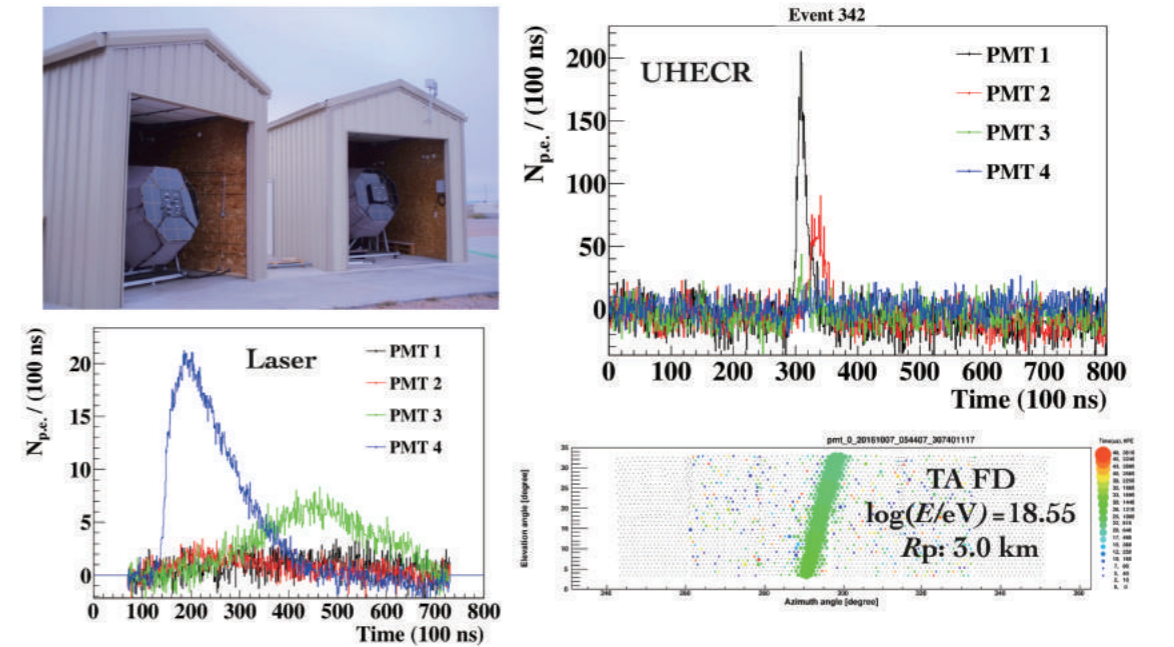
一方、南半球の Auger では水チェレンコフ光検出器の上にプラスチックシンチレーターを増設する拡張計画 (AugerPrime) が進んでおり、2019年から定常観測を開始する予定である[9]。AugerPrime では2種類の粒子検出器を組み合わせることで、24時間365日定常的に観測を続けている地表粒子検出器アレイの測定データから宇



(図3) 7年間の TA 大気蛍光望遠鏡の単眼解析で得られたエネルギースペクトル。縦軸にエネルギーの3乗をかけた、スペクトルの細部構造を見やすくしている。これまでに報告された他実験での測定結果を示す[1]。



(図4) 相対論的な速度を持つ磁気モノポールの到来頻度の90%信頼度の上限値[2]。ローレンツ係数(γ)が10の10乗以上でこれまでの上限値を1桁以上更新する世界でもっとも厳しい上限値となっている。



(図5) TA サイトに設置された FAST 望遠鏡 2基 (左上図)。左下図は、21 km 先で射出される紫外線垂直レーザー (CLF) を観測した波形を示す。右上図は、FAST 望遠鏡で観測された宇宙線事象 (UHECR) であり、右下図は同じ事象の TA 大気蛍光望遠鏡で観測されたイベントディスプレイである[6]。



(図6) TA サイトの作業場 (Cosmic Ray Center) にて、ヘリコプターでのユタ荒野への設置を待つ TA×4 用の 180 台の地表粒子検出器。また、TA と Auger の検出器の性能を比較するために、Auger で使われている水チェレンコフ光検出器 6 台 (写真左下) も、設置へ向けた準備が進んでいる。

宙線の質量組成を推定することが可能となる。これまでの夜間観測のみの大気蛍光望遠鏡による質量組成解析と比べて、10 倍の統計量を達成できる。そしてその豊富な統計量から宇宙磁場で曲げられにくい軽い質量組成のみを抽出し、宇宙線源の起源を探る異方性探査が実現できる。

今後 10 年の間に、TA×4 と AugerPrime で極高エネルギー宇宙線源を特定する決定的な証拠が十分に期待されている。そして、極高エネルギー宇宙線を使って宇宙線源が特定できれば、より多くの宇宙線源を同定するための次世代実験が必要となる。FAST は宇宙線事象数を飛躍的に増やすための次世代実験の一つであり、今後 10 年で長期の安定観測と較正方法、データ解析手法を成熟させる必要がある。その開発研究をもとに FAST が実現すれば、現状の 10 倍の統計量によって今はまだ黎明期にすぎない極高エネルギー宇宙線天文学を飛躍的に成長させ、宇宙極限事象を理解する次世代の天文学として確立させることができる。

さらに、FAST は宇宙磁場で曲げられない極高エネルギー領域のニュートリノに対して感度が高く、もし極高エネルギーニュートリノが初観測されれば、その方向は宇宙線源を指し示す確固たる証拠となる。宇宙線の起源天体を特定できれば、地球に到達した宇宙線の起源天体に対する曲がり角から宇宙磁場の強さ・構造についての強い制限がかけられる。また、宇宙線の異方性から質量組成を限定できれば、極高エネルギー領域のハドロン相互作用モデルの検証の不定性を大幅に抑えることができると、他分野への波及効果も非常に大きい。

今後 10 年の極高エネルギー宇宙線観測の飛躍的な成長を期待し、私自身も極高エネルギー宇宙線天文学という新たな天文学の確立に向けて微力ながらも貢献できることを願って、共同研究者らとの繋がりを大切しながら研究に邁進していきたい。

参考文献

- [1] Telescope Array Collaboration, *Astropart. Phys.* 80, 131-140 (2016)
- [2] Pierre Auger Collaboration, *Phys. Rev. D.* 94, 082002 (2016)
- [3] T. Fujii et al., *Astropart. Phys.* 74, 64-72 (2016)
- [4] 棚橋吾郎, 大気の大気観測による宇宙線実験の始まり (1998)
- [5] M. Tanabashi et al. (Particle Data Group), *Phys.Rev.D* 98, 030001 (2018)
- [6] T. Fujii et al., *Proc. of 35th ICRC, PoS (ICRC2017) 468* (2017)
- [7] Kido et al., *Proc. of 35th, ICRC (ICRC2017) 386* (2017)
- [8] Telescope Array Collaboration, *The Astrophysical Journal Letters*, 790:L21, 2014
- [9] The Pierre Auger Observatory Upgrade-Preliminary Design Report, <https://arxiv.org/abs/1604.03637>

藤井 俊博 東京大学宇宙線研究所 日本学術振興会特別研究員

奈良県出身、2012 年大阪市立大学にて博士 (理学) 取得。その後、東京大学宇宙線研究所、シカゴ大学カブリ宇宙物理学研究所を経て 2016 年より現職。専門は極高エネルギー宇宙線観測。趣味は写真、自転車、世界遺産散策。猫派。



Report

第 18 回 宇宙線研究所 × カブリ数物連携宇宙研究機構合同一般講演会 「粒をさぐる・粒でえがく宇宙」



実施レポート

東京大学宇宙線研究所 (ICRR) とカブリ数物連携宇宙研究機構 (Kavli IPMU) の合同一般講演会「粒をさぐる・粒でえがく宇宙」が 4 月 14 日 (土)、千葉県柏市のアミューズ柏で開かれました。春と秋の年に 2 回開催しており、今回で 18 回目を迎えました。関東を中心に北陸、東海、関西の方にもお越しいただき、333 人が参加しました。講演会には宇宙線研究所教授で神岡宇宙素粒子研究施設長の中畑雅行先生と、カブリ数物連携宇宙研究機構特任助教の白井智先生が登場。それぞれ「Super-Kamiokande・超新星ニュートリノ観測の最前線」、「Naturalness・LHC 実験で探る不自然な自然」のタイトルで話しました。



## Press Release / Event

### Press Release

132.8 億光年かなたの銀河に酸素を発見  
酸素の最遠方検出記録をさらに更新



東京大学宇宙線研究所観測的宇宙論グループの馬渡健さん（プレスリリースの研究時の所属は大阪産業大学。現在は宇宙線研究所特任研究員・ICRR フェロー）らの国際研究チームは、アルマ望遠鏡を使って非常に遠方にある銀河 MACS1149-JD1 を観測しました。その結果、この銀河が地球から 132.8 億光年の距離にあることが判明しました。さらに研究チームは、この銀河に酸素が含まれていることを発見しました。これまで最も遠方で発見されていた酸素の記録を塗り替え、観測史上最も遠方で酸素を発見したことになります。ハッブル宇宙望遠鏡などでの観測成果と合わせると、この銀河の中では宇宙誕生からおよそ 2.5 億年が経過したころから活発に星が作られ始めたと考えられます。



ハッブル宇宙望遠鏡が赤外線撮影した銀河団 MACS J1149.5+2223 の画像の一角に、アルマ望遠鏡が電波で観測した銀河 MACS1149-JD1 を合成した画像。アルマ望遠鏡が観測した酸素の分布を緑色で表現しています。

© ALMA (ESO/NAOJ/NRAO), NASA/ESA Hubble Space Telescope, W. Zheng (JHU), M. Postman (STScI), the CLASH Team, Hashimoto et al.

\*詳しくは右上の QR コードのページをご覧ください。

### Event

「喫茶室かぐら」

作家と学者の会合とところ

7/13 募集締切



「喫茶室かぐら」では、天文学者の渡部潤一さんをマスターに、常連客として作家の小川洋子さん、新聞記者の青野由利さん、物理学者の大橋正健さんをお招きし楽しい会話が繰り広げられます。文学と科学という異なった分野で活躍されている皆さんとのトークイベントです。この機会にぜひ参加してみませんか？

〈日時〉2018年8月12日（日）

10:00~11:30（9:30 受付開始）

〈場所〉神岡図書館

〈参加者〉（敬称略）

マスター：渡部潤一（天文学者）

常連客：小川洋子（作家）

青野由利（新聞記者）

大橋正健（宇宙線研究所 教授）

〈参加費〉無料

〈定員〉50人

〈共催〉

宇宙まるごと創生塾飛騨アカデミー

飛騨市教育委員会、飛騨市

〈お申込方法〉飛騨市役所のホームページを参照

〈お申込期限〉2018年7月13日（金）17時

〈お問い合わせ〉

TEL: 0577-62-8904（飛騨市役所 地域振興課）

「喫茶室かぐら」を繰り広げられる  
楽しい会話にあなたも参加しませんか？

作家と学者の会合とところ

マスター 渡部潤一（天文学者）  
常連客 小川洋子（作家）  
青野由利（新聞記者）  
大橋正健（物理学者）

2018.8.12(日) 参加無料  
10:00~11:30 (9:30 受付開始)  
神岡図書館 (飛騨市神岡町東町 378 神岡振興事務所 1 階)

### Information

#### 人事異動

日付	名前	異動内容	職
H30.3.31	池田 大輔	任期満了	特任助教
H30.3.31	川田 和正	任期満了	特任助教
H30.3.31	端山 和夫	任期満了	特任助教
H30.3.31	梁 柄守	任期満了	特任助教
H30.3.31	衣川 智弥	任期満了	特任研究員（研究所研究員）
H30.3.31	庄司 裕太郎	任期満了	特任研究員（研究所研究員）
H30.3.31	利川 潤	任期満了	特任研究員（研究所研究員）
H30.3.31	榊 直人	任期満了	特任研究員（プロジェクト研究員）
H30.3.31	PRONOST, Guillaume	任期満了	特任研究員（プロジェクト研究員）
H30.3.31	成川 達也	受入終了	学振特別研究員
H30.3.31	青木 利文	定年退職	技術専門職員
H30.3.31	篠原 昌延	定年退職	技術専門職員
H30.3.31	小川 洋	任期満了	学術支援専門職員
H30.3.31	内舘 那美	任期満了	学術支援専門職員
H30.3.31	村上 早苗	任期満了	臨時用務員
H30.4.1	三尾 典克	採用	特任教授
H30.4.1	門叶 冬樹	委嘱	客員教授
H30.4.1	川田 和正	採用	助教
H30.4.1	小幡 一平	採用	特任研究員（研究所研究員）
H30.4.1	馬渡 健	採用	特任研究員（ICRR フェロー）
H30.4.1	PRONOST, Guillaume	採用	特任研究員（研究所研究員）
H30.4.1	利川 潤	受入開始	学振特別研究員
H30.4.1	林 航平	受入開始	学振特別研究員
H30.4.1	小林 雅俊	受入開始	学振特別研究員
H30.4.1	梁 柄守	受入開始	協力研究員
H30.4.1	栗井 恭輔	昇任	技術専門職員
H30.4.1	戸村 友宣	昇任	技術専門職員
H30.4.1	青木 利文	再雇用	技術職員
H30.4.1	篠原 昌延	再雇用	技術職員
H30.4.1	田島 典夫	採用	技術補佐員
H30.4.1	野邑 俊也	採用	技能補佐員
H30.4.1	高嶋 紀子	採用	用務補佐員
H30.4.30	牛場 崇文	退職	特任研究員（ICRR フェロー）
H30.5.1	BALLMER, Stefan Werner	採用	特任准教授（外国人客員）
H30.5.1	牛場 崇文	採用	特任助教
H30.5.16	中山 祥英	昇任	准教授
H30.5.31	辻 久美子	退職	用務補佐員
H30.6.1	佐古 崇志	採用	特任研究員（研究所研究員）
H30.6.1	丹郷 真代美	採用	用務補佐員

(H30.3.17~H30.6.1)

### Information

#### ICRR Seminar

2018.4.20  
Dr. Takashi Sako (ICRR)  
"Forward Particle Measurements at Colliders and Air Shower Development"

2018.5.25  
Dr. Koji Noda (ICRR)  
"Gamma-ray Burst Physics with MAGIC and CTA LST"

2018.6.19  
Dr. Ken Mawatari (ICRR)  
"Challenge to the Most Distant Evolved Galaxies: Hint on Star-formation Activity during the First 500 Million Years of the Cosmic History"

ICRR NEWS No.102 2018 SUMMER  
編集・発行：東京大学宇宙線研究所広報室

住所 〒277-8582 千葉県柏市柏の葉 5-1-5  
TEL 04-7136-3102（代表）  
E-mail icrr-pr@icrr.u-tokyo.ac.jp  
URL www.icrr.u-tokyo.ac.jp