



岡山大学記者クラブ

文部科学記者会

科学記者会

御中

令和 2 年 9 月 30 日

新生スーパーカミオカンデで挑む宇宙の進化の解明

◆発表のポイント

- ・世界初の超新星背景ニュートリノの発見と、宇宙の進化の謎の解明を目指した研究がスタートします。
- ・本研究に必要なスーパーカミオカンデ（注1）の改造（タンク内の純水にレアアースの一種であるガドリニウムを導入）が完了し、新たな観測が始まりました。
- ・スーパーカミオカンデの性能を極限まで引き出すための新たな素粒子・原子核実験も並行して進めていきます。

宇宙初期から現在までの 138 億年の間に起こった超新星爆発で放出され宇宙に蓄積されたニュートリノ「超新星背景ニュートリノ」の世界で初めての発見と、それにより宇宙の進化の解明を目指す研究計画（科学研究費・基盤研究 A・課題番号 20H00162・代表者 岡山大学 小汐由介）が本年度よりスタートしました。また先月には東京大学宇宙線研究所が運営するニュートリノ検出器「スーパーカミオカンデ」にレアアースの一種であるガドリニウムが加えられ、新たな装置として観測をスタートさせました。これにより超新星背景ニュートリノの観測が高感度で行えるようになります。本研究は新たな素粒子・原子核物理学の実験を推進し、その結果をフィードバックすることで、スーパーカミオカンデでの超新星背景ニュートリノ観測精度を劇的に向上させる計画です。本研究については、本年 9 月 17 日に日本物理学会秋季大会（オンライン開催）で岡山大学自然科学研究科の小汐准教授がシンポジウム講演を行いました。今回の発表では、世界初の超新星背景ニュートリノの発見に向けた岡山大学グループのこれまでの研究活動とその成果、さらに今後の研究計画と展望について紹介します。

◆研究者からのひとこと

2018 年 6 月から 12 月まで本研究に深く関わるスーパーカミオカンデのタンク改修工事を行った時の写真です。私自身も講義の合間をぬって毎週のように研究施設へ赴き、タンクの中で作業（主に監督と掃除ですが。。）を行いました。今年 7 月から始まったスーパーカミオカンデへのガドリニウムの導入作業でも、本研究室の大学院生が作業開始より 1 カ月前の準備段階から参加し、現場で大活躍でした。



小汐准教授



PRESS RELEASE

■発表内容

<生まれ変わったスーパーカミオカンデ>

世界最大のニュートリノ検出器・スーパーカミオカンデは今年から新たなフェーズに入りました。それは5万トンの超純水にレアアースの一種であるガドリニウムを溶解し、ニュートリノ反応の識別能力を劇的に向上させる実験です。本年7月14日から8月17日までの35日間でスーパーカミオカンデに13トンの硫酸ガドリニウムを導入し、現在、順調に運転を行っています。しかしガドリニウムの導入への道のりは平坦なものではありませんでした。これまで10年近くにわたり岡山大学素粒子物理学研究室では、試験タンクによる調査開発研究、タンクの水漏れの改修、ガドリニウムに含まれる微量放射性不純物の除去などを東京大学宇宙線研究所などと協力して進めてきました。また、本年のガドリニウム導入にも準備段階から参加し、その成功に大きく貢献しました。さらにガドリニウム導入後はいち早く初期データの解析を行い、期待される測定感度を達成していることを実証しました。

<研究の目的>

本研究の目的は、ひとえに世界で初めての「超新星背景ニュートリノ」の発見です。宇宙誕生から現在までの138億年の間に起こった超新星爆発（注2）により放出され、現在の宇宙に漂っている超新星背景ニュートリノ（図1）の発見は、宇宙の歴史や恒星進化の謎に対するブレイクスルーとなります。これまでのスーパーカミオカンデでは、ニュートリノ以外の雑音により信号が埋もれてしまい、発見には至りませんでした。しかしガドリニウムを導入すれば、雑音を除去し、信号を効果的に取得することが可能となり（図2）、わずか0.1%のガドリニウムの導入で観測感度は5倍にも向上します。

今回の検出器の改造により、これから数年の観測で世界初の超新星背景ニュートリノの発見が期待できます。

<今後の研究計画>

スーパーカミオカンデは、ニュートリノ質量の発見により2015年のノーベル物理学賞を受賞するなど大きな成果をあげてきました。しかし超新星背景ニュートリノの発見のためには、これまで以上に精密な測定が必要となります。特にいまだに謎に満ちたニュートリノ自身の性質の解明や、ニュートリノの標的となる水中の酸素原子核との反応の理解は必要不可欠です。そこで岡山大学素粒子物理学研究室では国内外の研究者と協力して、世界最高エネルギーの加速器を持つCERN（注3）での素粒子実験や、茨城県東海村のJ-PARCからスーパーカミオカンデに人工的なニュートリノを飛ばすT2K実験（注4）、ユニークな加速器を持つ大阪大学核物理研究センターでの原子核実験など、考え得るありとあらゆる最先端の手法を駆使して、スーパーカミオカンデにおける観測精度を極限まで高める挑戦を進めていきます。



PRESS RELEASE

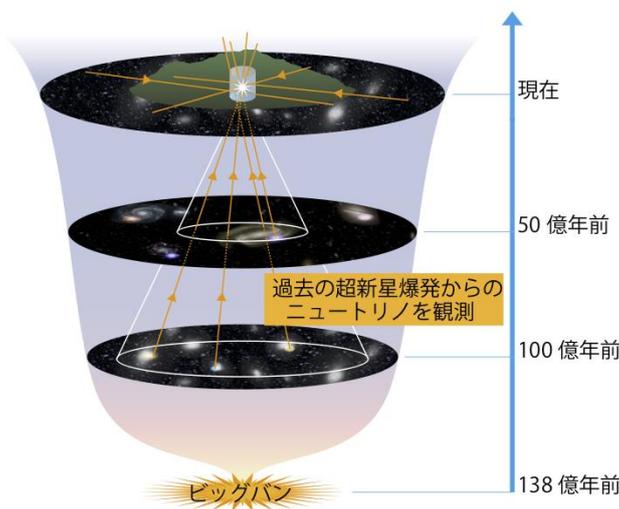
■補足・用語説明

(注1) スーパーカミオカンデ：世界最大の水チェレンコフ宇宙素粒子観測装置です。約5万トンの水タンクに約13000本の光センサーが設置されています。東京大学宇宙線研究所附属神岡宇宙素粒子研究施設を中心とする約190人からなる国際共同実験が行われています。

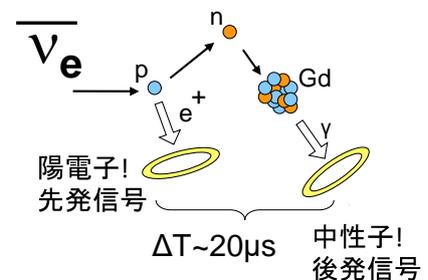
(注2) 超新星爆発：太陽の8倍以上の重さを持つ大質量星で星の一生の最後に起こす大爆発です。これまで超新星爆発からのニュートリノ信号は、1987年に大マゼラン星雲で起こった超新星1987Aによりカミオカンデ実験が観測した11個のニュートリノがあります。この功績により小柴昌俊氏は2002年ノーベル物理学賞を受賞しました。

(注3) CERN：欧州原子核研究機構。スイス・ジュネーブとフランスの国境にまたがって位置する素粒子物理学の研究所。素粒子ヒッグスの発見でも有名です。

(注4) T2K実験：高エネルギー加速器研究機構と日本原子力研究開発機構が共同で運営する大強度陽子加速器施設J-PARCで作作り出したニュートリノビームを、295キロメートル離れた岐阜県飛騨市神岡町にあるスーパーカミオカンデで検出する長基線ニュートリノ振動実験です。(図3)



(図1) 超新星背景ニュートリノ



(図2) ガドリニウム (Gd) の導入により、ニュートリノ反応で発生する中性子 (n) の信号が、陽電子の信号 (e+) と時間差を持って検出することが可能となり、雑音を大幅に削減できる。



(図3) T2K実験の概要 ©T2K国際共同グループ



■参考資料

- ・ 東京大学宇宙線研究所附属神岡宇宙素粒子研究施設による研究発表
<http://www-sk.icrr.u-tokyo.ac.jp/sk/news/2020/08/sk-gd.html>

■研究資金

本研究は、日本学術振興会・科学研究費「基盤研究 A」（課題番号 20H00162、代表者・小汐由介）の支援を受けて実施します。またこれまでの研究は以下の支援を受けて実施しました。

- ・ 科学研究費「新学術領域研究」（課題番号 17H06365、代表者 東京大学 Mark Vagins）
- ・ 科学研究費「特別推進研究」（課題番号 26000003、代表者 東京大学 中畑雅行）
- ・ 科学研究費「新学術領域研究」（課題番号 24103004、代表者 東京大学 Mark Vagins）
- ・ 科学研究費「基盤研究 C」（課題番号 26400292、代表者 小汐由介）

<お問い合わせ>

岡山大学大学院自然科学研究科

准教授 小汐 由介

（電話番号）086-251-7817 / 086-251-7905

（FAX）086-251-7830

（メール）koshio@okayama-u.ac.jp



岡山大学は持続可能な開発目標 (SDGs) を支援しています。