

第3回 高等研究院レクチャー

16:00 開会



杉山 直 名古屋大学大学院理学研究科教授・グローバルCOE「宇宙基礎原理の探求」拠点リーダー

宇宙を理解する：
素粒子から太陽・地球、そして宇宙まで



飯嶋 徹 名古屋大学大学院理学研究科准教授・グローバルCOE「宇宙基礎原理の探求」技術支援室長

消えた反粒子の謎に迫る：
Bファクトリー実験における三つの発見



関 華奈子 名古屋大学高等研究院教員・太陽地球環境研究所准教授

オーロラと宇宙の嵐：
太陽がひきおこす宇宙環境のダイナミックな変動



金田 英宏 名古屋大学大学院理学研究科准教授

宇宙の塵を解き明かす：
赤外線衛星「あかり」の発見

18:30 閉会

宇宙への挑戦。

3/19 金
2010

会場 名古屋大学 野依記念学術交流館
2Fカンファレンスホール
主催 名古屋大学高等研究院
共催 名古屋大学グローバルCOE「宇宙基礎原理の探求」
URL: <http://www.gcoe.phys.nagoya-u.ac.jp/index.html>



杉山 直 名古屋大学大学院理学研究科教授・グローバルCOE「宇宙基礎原理の探求」拠点リーダー

宇宙を理解する： 素粒子から太陽・地球、そして宇宙まで

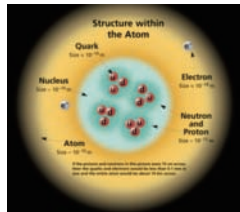
受賞歴：西宮湯川記念賞 (2001)、日本学術振興会賞 (2006)、日本天文学会林忠四郎賞 (2008)

代表的業績：宇宙マイクロ波背景放射温度揺らぎの理解とその応用

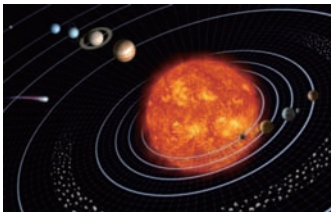
プロフィール：宇宙論の分野、特に宇宙マイクロ波背景放射の研究において、その温度揺らぎで空間の曲率などを決定できることを示したことなどから、国内外で高く評価されている。

本日の高等研究院レクチャーは、グローバル COE「宇宙基礎原理の探求」拠点の活動のハイライトをお届けします。

我々の拠点では、宇宙を構成する最小の単位である素粒子から、太陽系、そして宇宙まで、膨大なスケールにまたがって研究を展開しています。一見全く関連がなさそうなこれらの分野が、実は密接に結びつく局面がいくつかあります。私自身の研究と関連の深い、ダークマターやダークエネルギーを例に取って、それらが宇宙の発展で決定的な役割を果たしていること、また、素粒子物理学に新たな展開をもたらす可能性を秘めていることを解説します。



素粒子



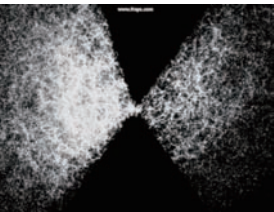
太陽系



星形成領域



銀河



大規模構造



飯嶋 徹 名古屋大学大学院理学研究科准教授・グローバルCOE「宇宙基礎原理の探求」技術支援室長

消えた反粒子の謎に迫る： Bファクトリー実験における三つの発見

受賞歴：日本物理学会論文賞（共同受賞、2002）

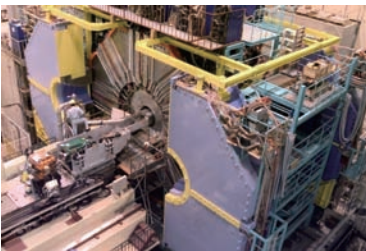
代表的業績：B 中間子崩壊における CP 対称性の破れの発見、B 中間子稀崩壊の測定、新しい粒子検出器の開発研究

プロフィール：Bファクトリー実験を中心メンバーとして主導し、B中間子崩壊におけるCPの破れや稀崩壊事象を発見した。また、2009年度より採択された大型科研費「多彩なフレーバーで探る新しいハドロン存在形態の包括的研究」の代表者をつとめるなど、名実ともに日本の素粒子実験の新しいリーダー。

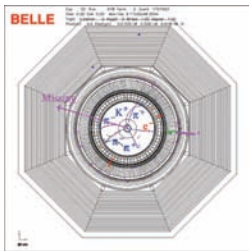
Bファクトリーは、電子と陽電子¹を高頻度で衝突させ、自然界には存在しないB中間子²と反B中間子（B中間子の反粒子³）を大量に生成させる装置です。衝突点に設置されたBelle（ベル）測定器では、瞬時に起こるB中間子の崩壊の過程が精密に記録されます。実験は、CP対称性（粒子と反粒子の対称性）の破れの起源解明を目的として、1999年にスタートしました。CP対称性の破れが、粒子と反粒子の性質に違いを与え、その結果、宇宙で反粒子が消えてしまったと考えられているのです。Bファクトリー実験は、B中間子の崩壊でのCP対称性の破れの発見に成功しました。この現象を予測していた、「小林・益川理論」⁴を見事に証明したのです。Bファクトリー実験における第1の発見といってよいでしょう。これ以外にもBファクトリー実験がもたらした第2、第3の発見があります。それらは、我々がまだ知らない新しい物理世界の広がりを感じさせるものです。この講演では、Bファクトリー実験がもたらした3大発見を紹介するとともに、今後の私たちの計画についても聞いて頂きたいと思います。

用語解説

- 陽電子**
正の電荷をもつ電子で、通常の電子（陰電子）の電荷を $-e$ とすると、 $+e$ の電荷をもつ素粒子のひとつ。陽子とは異なる。
- B中間子**
非常に重いボトムクォークを含んでいる中間子。湯川秀樹が予測したパイ中間子の40倍ほど重い。
- 反粒子**
通常の粒子と質量などの性質は同じで、電荷の符号だけが異なる粒子。電子の反粒子が陽電子。
- 小林・益川理論**
クォークを6種類考えることで、K中間子の崩壊で、CP対称性が破れている現象を説明した理論。新しい3種類のクォークの一つがボトムクォーク。



B ファクトリー検出器



B 中間子から τ (タウ) 粒子が生成された現象



素粒子ファミリーのモデル



関 華奈子 名古屋大学高等研究院教員・太陽地球環境研究所准教授

オーロラと宇宙の嵐： 太陽がひきおこす宇宙環境のダイナミックな変動

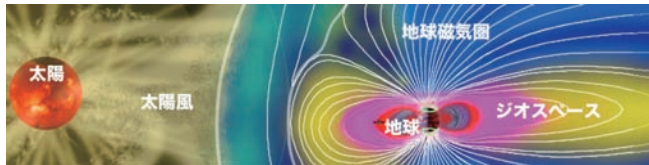
受賞歴：米国地球物理学連合 F. L. Scarf Award(2001)、大林奨励賞 (2001)

代表的業績：地球磁気圏における惑星起源イオンのダイナミクスの研究

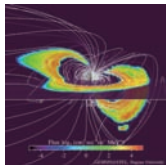
プロフィール：ジオスペース環境モデリングプロジェクトや衛星探査計画において中心的役割を果たし、観測データ解析と数値実験の融合による新しい宇宙空間プラズマ物理学研究の開拓を牽引している。

20 世紀に人類が宇宙へと進出するようになり、私たちの地球周辺の宇宙環境への理解は飛躍的に進みました。我々を取り巻く宇宙空間はダイナミックに変動するプラズマの世界です。太陽表面で爆発が起こり、放出された大量の太陽大気が地球近傍に到達すると、激しいオーロラ活動や大規模な電流系の発達、そして放射線帯粒子の突然の消失と増加などを伴う、宇宙嵐(Geospace Storm)を発生させます。宇宙嵐時には、大量のエネルギーとプラズマが地球の勢力圏である磁気圏内に入り込み、ダイナミックなエネルギー変換現象が一齐に発動します。また、大きな宇宙嵐時には、変電所の故障による停電や、通信障害、人工衛星等の故障、誤動作などが多発します。そのため実用的要請から、ジオスペース環境変動のメカニズムを理解し、精度のよい予測を実現しようという宇宙天気予報の取り組みが世界的に始まっています。

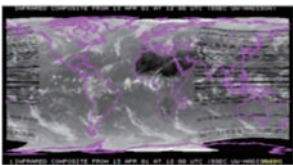
一方で、人工衛星等を用いた新しい観測技術の発展は、宇宙に普遍的な宇宙プラズマ現象の天然の実験室としての、地球周辺の宇宙空間の価値を高めています。本講演では、最新の観測と数値シミュレーションデータに基づいて、宇宙環境のダイナミックな変動に関する我々の理解がどこまで進み、何か課題になっているのか、国際的な将来計画なども含めてご紹介したいと思います。



太陽地球系概念図



放射線帯の数値モデル



宇宙嵐時に見られた衛星通信異常



オーロラ



金田 英宏 名古屋大学大学院理学研究科准教授

宇宙の塵を解き明かす： 赤外線衛星「あかり」の発見

受賞歴：日本天文学会欧文報告論文賞（共同受賞、1999）

代表的業績：銀河のダスト進化の理解、極低温望遠鏡・遠赤外線検出器の開発

プロフィール：銀河の星間ダスト研究の第一人者。望遠鏡や観測装置の開発から、観測研究まで系統的に行える数少ない若手研究者の一人であり、赤外線天文学の分野では、次代を担うエースと目されている。

我々は赤外線で宇宙を観測しています。宇宙空間にはダストと呼ばれる無数の固体微粒子が存在しますが、ダストは可視光を遮ってしまいます。天の川に暗い筋が見られるのは、ダストによる減光のためです。しかし、ダスト自身は赤外線で光っていて、この光を詳しく調べることで、宇宙空間にどのような種類の物質がどういった環境に存在するかを知ることができます。このダストは生命体の素になる有機物の生成や、固体惑星の形成、銀河の進化などに重要な役割を演じます。ダストが宇宙でどのように生成され、進化を遂げるのかを理解することで、化学的・物質的に豊かな現在の宇宙がいかになって作られてきたのかを知ることができます。しかし、宇宙からの赤外線は地球大気で容易に吸収されてしまうため、大気圏外に望遠鏡を打ち上げないと観測できません。また、望遠鏡自身が大量の赤外線を出さないように、望遠鏡を -267°C の極低温に冷やさなければなりません。そこで、我々と JAXA、東京大学などが力を合わせて極低温望遠鏡と赤外線観測装置を開発し、2006 年に日本で初めての赤外線天文衛星「あかり」を打ち上げました。本講演では、銀河のダストとその進化について、「あかり」による最新の観測結果を紹介します。



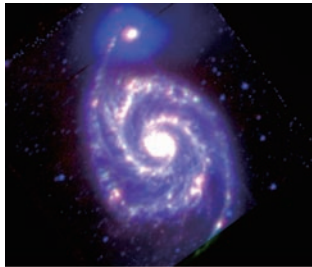
6 K(ケルビン)極低温望遠鏡



赤外線天文衛星「あかり」



星形成領域の塵



近傍銀河 M51 の塵