

Bファクトリーの若手研究者

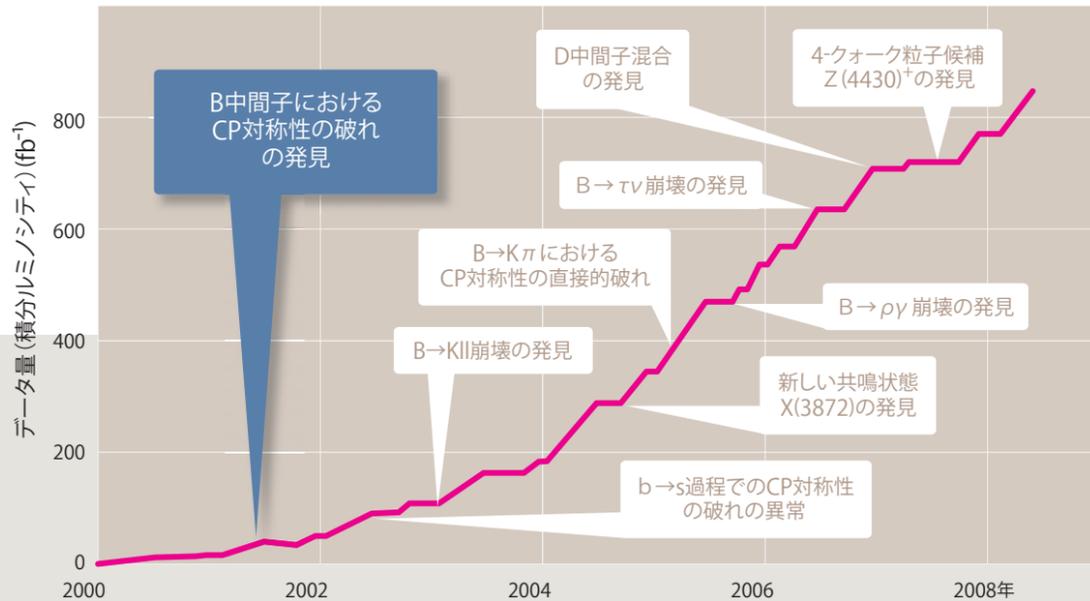


図4 Belle実験のこれまでの主な成果

グラフはその時点までの総データ量(積分ルミノシティ)を表す。データ量が増えるにつれ Belle は素粒子の世界の新しい知見をもたらしてくれたが、その中には標準理論を超える物理を示唆するものも含まれている。

新しい物理法則とCP対称の破れの起源を探る

このように、小林・益川理論はBファクトリー実験により検証されたわけであるが、これでBファクトリー実験の役割が終わったわけではない。現在の素粒子の標準理論はこれまでの実験データとは非常によく一致するが、究極の理論というには不十分であって、より高いエネルギー領域に新しい物理が存在すると考えられている。一般にはTeV(GeVの千倍)のエネルギー領域に、超対称性粒子のような標準理論を超えた新粒子が存在すると予想されている。これを観測するため、ヨーロッパのCERNでは周長27kmの巨大加速器を用いて7TeVの陽子ビームを衝突させるLHC実験が開始されようとしている。

また、宇宙が誕生した初期には粒子と反粒子が同数だけ存在したはずなのに、現在の宇宙は粒子優勢である。これを説明するためには、CP対称性の破れが必要なのだが、実は小林・益川機構でおこる弱い相互作用のCP対称性の破れだけでは定量的に説明できない。よって、新しい物理においては、小林・益川理論とは別のCP対称性の破れの起源が存在すると予想されている。

Bファクトリーでは標準理論にあらわれな

い重い新粒子を直接的に作り出すことはできないが、Bの崩壊を詳細に調べれば新粒子の効果をみることができる。たとえば、崩壊の際にWボゾンなどの粒子を生成してすぐに吸収してしまうような過程では、新粒子の影響を受けると考えられている。このような過程を経るBの崩壊の分岐比やCP非対称性などは、Belle実験では精力的に調べられてきた。

2002年ごろには、bクォーク→sクォークという過程でCP非対称度が標準理論の予想からずれるという「異常」がみつき、報道されたことがある。また、B中間子がKとπに崩壊する場合のCP非対称度が、中性Bの場合と荷電Bの場合で異なるという、標準理論では説明しにくい現象がみつかった。これらが新しい物理、新しいCP対称性の起源を示すものかどうかを結論づけるためには、さらなる測定精度の向上や理論的不定性の評価が必要となる。

Belle実験では、そのほかにもD中間子と反D中間子の混合や、4つのクォークからなる複合粒子の候補を発見するなど、cクォークを含む中間子やτ粒子の崩壊を用いて、さまざまな物理を研究してきた。このようなクォークの様相を探る「フレーバーの物理」を中心に、新しい物理の探索、強い相互作用の理解など、現代の素粒子物理に大きな貢献をしてきた。

Bファクトリー実験の一つSLACのBaBar実験は2008年をもって運転を終了した。Belle実験は現在も運転中であり、KEKBのルミノシティを現在の50倍に増強する、KEKBの高度化計画が検討されている。この計画では、KEKBの運転を3年ほど停止して、KEKB加速器やBelle測定器の改良を行う。改良後のBelle実験では、フレーバー物理を通して、未知のCP対称性の破れの起源を探索するとともに、LHCで発見されるであろう新しい粒子に働く力の性質やその理論のもつ対称性を調べることができる。

標準理論を超えた新しい物理の候補としては、超対称性理論や余剰次元などが提案されていて、その中にもいろいろなモデルが存在する。どのモデルが正しいのか、また新しい理論ではCP対称性がどのように破れているのか。標準理論では左右の対称性が破れているが、新しい理論でこの対称性が復活しているのか。これらは、B中間子のまれな崩壊を高い精度で測定したり、τ粒子の崩壊などから、標準理論の背後にある新しい理論の解明をすすめるとともに、物質優勢の宇宙を作り出したCP対称性の破れの謎を解明することが、今後のBelle実験の使命である。



西脇みちる (にしわき・みちる)
KEKB博士研究員(総研大論文博士)

私は、粒子加速器という装置そのものにかかわる研究をしています。将来の大強度加速器を含めて今、「電子雲効果」が問題となっています。これは、加速された粒子が加速器の内壁にぶつかることにより電子がはじき出され、それが雲のように浮かぶ現象です。加速粒子の飛行を妨げるほか、真空度の悪化や、内壁の発熱など、さまざまな障害を起こします。

この電子雲効果の低減をめざし、私は、さまざまな材料表面における2次電子放出率を測定し、同時に表面状態の観察を行うといった研究をしています。最近では、低い2次電子放出率を示す「グラファイト化」

処理をしたビームダクトをKEKB加速器の一部に設置して、電子雲密度の低減効果の実証実験に取り組んでいます。

この研究では、材料のいろいろな“表情”を知ることができます。同じように見える表面でも、詳しく分析してみると“別人”のような結果が得られたりします。それが難しいところでも面白いところでもあります。

小林・益川理論を実証したKEKB加速器に、自分がほんの少しでもかかわっていることをとても誇りに思います。今の研究の中から、1つでも実際の加速器に応用されればいいと思いつつ、日々研究を続けています。



住友洋介 (すみとも・ようすけ)
総合研究大学院大学
素粒子原子核専攻5年一貫博士課程5年

私は万物の基礎となる構造・力に興味を持ち、極微の世界の研究をしています。その中でも「超弦理論」、あるいは統一理論の候補である11次元理論「M理論」に焦点をあて、統一理論の構築にほんの少しでも近づこうと努力しています。

小林・益川理論をはじめ実証された理論においては、「対称性」が重要な役割を果たしています。より大きな対称性を持つ超弦理論などによって現在の事象が説明できれば、世界の根本を決めている基本的な約束事の理解へとつながります。私は、確実に存在しているけど今はまだ明らかでない物理を解き明かしていくことに、魅力を

感じています。

「標準模型」は、加速器実験の結果と非常によく合います。しかしこのモデルでは、全宇宙のわずか4%程度しか理解できません。私は超弦理論やM理論によって、残りの多くを占める「暗黒エネルギー」の問題に挑戦していきたいと考えています。

KEKで追加検証が行われている小林・益川理論のお二人、今私が研究している弦理論の基礎を築いた南部先生がノーベル賞を受賞され、個人的にも非常にうれしいです。お三方の優れた業績をきちんと評価してもらえることが、われわれ若手にとって研究の励みになると実感できました。



中山浩幸 (なかやま・ひろき)
KEK共同利用研究員
東京大学大学院理学系研究科物理学専攻博士課程3年

Belle実験によってCP対称性の破れが発見された2001年、私は大学2年生でした。見学でKEKを訪れた私は、巨大な実験装置の迫力と、そこで働く研究者たちの熱気に圧倒され、この分野に進むことを決めました。

そして今、私はBelle実験グループの一員として、B中間子の崩壊を観測しています。私たちのグループでは、現在の「Bファクトリー」および、数年後に計画されている「スーパーBファクトリー」によって、従来の理論の枠組みを超えた新しい物理現象の発見をめざしています。私はとくに、B中間子に含まれるbクォークが、sクォークと2つ

のレプトン(電子またはミュー粒子)に変化する過程に着目して観測を行っています。

ノーベル賞受賞の瞬間に、実験グループの一員としてリアルタイムで立ち会えたのは本当に幸運でした。翌日の主要な朝刊を買い込み、今も大事に保管してあります。実験的アプローチの魅力とは、世界がどのように生まれたのかという根源的な問いを、自然という“先生”と対話しながら検証していくことができる点にあると思います。この受賞をきっかけに、たくさんの若い方々にこの分野に興味を持っていただき、一緒に盛り上げていきたいと考えています。

(構成 吉戸智明)