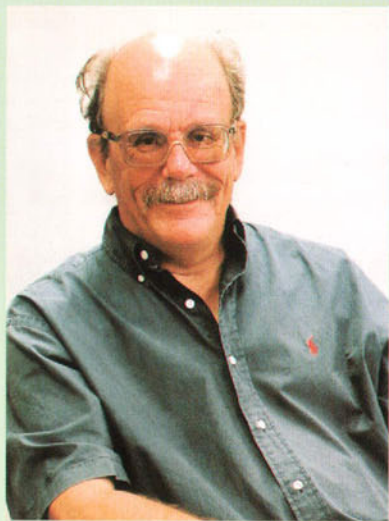


—Belleグループでは、研究方針を決定する必要があるとき、どのようなプロセスを踏んでいるのでしょうか。

オールセン Belleグループには代表者が3名います。その下に、執行部としてエグゼクティブ・ボード（EB。代表者3名、測定器サブシステムのリーダーたち、実験の解析部門の代表者から構成）があり、またグループの総意を反映するためのインスティテューショナル・ボード（IB。代表者3名、EB議長、参加研究機関の代表から構成）があります。

Belleグループは、グループの総会を年に3回開きます。重要な決定は、可能な限り総会で総意として採択されます。しかし、ごくまれですが、総意をまとめることができない場合、すべての出席者（大学研究生を含む）の投票で決定されます。



最近の例としては、測定器部分のビームパイプ半径の変更がありました。複数の案があって、どれが良いかサイエンティフィックには判断できないような重要かつ難しい決定の場合、総会前にメンバー全員に情報が行き渡るように、慎重な準備が進められます。たいへん、3人の代表者が臨時委員会を指名し、その委員会が課題をかなり掘り下げて検討するのですが、その

際、それぞれの提案者に資料や試験結果の提出を要求することができるようになっています。

臨時委員会は総会に先がけて、問題が物理学上のものや技術的なものである場合はEBに、政策上の問題や経営上の問題の場合には、IBに報告書を提出します。報告書は、すべてのメンバーが読めるようにウェブサイトに掲示されます。これを受けて、EBやIBでは、綿密な討議を重ねて推薦案を決めます。

その後の総会において、臨時委員会が独自の報告を発表するとともに、EBあるいはIBがそれぞれの推薦案を提示します。それで合意に至れば、その問題は採択されます。投票結果が僅差で、また決定するまでに時間的な余裕がある場合、ふたたびこの過程を繰り返すこともあります。即決しなければならないときには、多数決によって決定します。

次の総会を待たずに決定しなければならない課題が発生した場合は、EBあるいはIBが特別委員会を召集し、遠隔地からでも討議に参加できるようにテレビ会議を行って、そこで決議します。

Belleのメンバーは、電子メールとウェブサイトで何が起きているかについての情報をいつでも入手できるようになっていますが、例外もあります。重要性は低くても緊急を要する問題が生じたときには、EBあるいはIBにおいて電子メールで討議をしたのち、その結果を受けた代表者の相談によって決定されます。

—オールセンさんは、日本のTRISTANや他の国での国際的プロジェクトに関わってこられました。Belleグループや日本の実験グループのあり方をどう見ておられますか。

オールセン Belleのスタイルには特別に日本的な面があります。決定

壊し、単位時間当たりの崩壊数は指数的に、つまり急激に減っていく。ところがCP対称性の破れがあると、中性B中間子のある特定の崩壊モードへの崩壊数は、指数的な減少からのずれが生ずる。中性B中間子(B^0)の場合と反中性B中間子(\bar{B}^0)の場合とのずれの度合いの違いが、粒子と反粒子の性質の違いを表すことになり、小林・益川理論の直接的な検証になる、と三田らは指摘した(図10)。

これを確かめようとKEKとSLACの日米2つの研究所は、80年代末にBファクトリー構想に着手、90年代末から今日まで激

しい実験競争を繰り広げてきた。

昨年までのデータで、「中性B中間子が中性K中間子とチャームクォークと反チャームクォークの複合状態」に崩壊する」という理論の検証に最も重要な崩壊モードで、CP対称性の破れが日米ともに観測された。

これは中性K中間子以外における初めてのCPの破れの発見である。観測されたCPの破れの大きさは、小林・益川理論が正しいことを強く示唆した結果となっている。

現在、2つのBファクトリー実験はCP対称性の破れやB中間子の稀崩壊現象、たとえばB中間

子がK中間子と μ 粒子2つに壊れる崩壊などで、次々と新発見を発表している。

これらの崩壊は非常にまれにしか起こらない現象である。素粒子物理学では、まれな現象には、さらにエネルギーの高い未知の世界の情報が含まれているとされる。その意味でもBファクトリーの意義は大きい。

いずれにしろ、2、3年の内にボトムクォークに関するCP対称性の破れとフレーバー変換についての全貌が明らかになるだろう。

Bファクトリー物理の明日

それでは、次にBファクトリ

ーが目指すものは何か。

現在の素粒子標準模型は、素粒子の最終理論とは考えられてはいない。たとえば、前述の3つの力の相互作用の強さは、「超対称大統一理論」という標準模型を超える、さらに大きな枠組みの統一模型の予言と一致する。

標準模型を超える物理が存在するならば、そこには必ず新しいフレーバーの構造やCP対称性の破れの原因が含まれており、その効果はB中間子の物理にも現れてくるはずだ。

また、超対称大統一理論ではクォークに対応してスカラークォークといわれる超対称パート

を下す前に、しばしば繰り返し注意深く長い議論や準備がなされます。これはいわゆる「ネマワシ」と呼ばれるものなのでしょうか？

それにもかかわらず、最終決定は必ずしも総会に出された推薦案のままというわけではありません。総会の決定が執行部の推薦と異なるケースや、最終決定を下す前にさらに詰めが必要だと総会が判断することもあり、われわれにとっては驚きです。

Belleでは原則的に、実験に関わるすべての人が方針決定の過程において意見を言うことができる、というルールを採用しています。このような決定方法をとれば、当然、その実行にあたっては協力が得られやすいでしょう。

外国の多くの実験グループでは違います。重要な決定は委員会レベルで下されるのが一般的で、「ひら」は末席にあって発言力をもっていない。

——日本も、将来的には多くの国際プロジェクトを遂行していくと思われませんが、大きな国際研究組織をつくり動かしていくためのアドバイスをお聞かせください。

オールセン Belleグループの規模はとても大きいと考えられているようですが、国際的に見るとそれほどではありません。総会での直接の議論が可能であり、グループ内での情報のやりとりもうまくいっていますが、米国や欧州の実験グループのように、それこそ大きな規模になると、そうは行かないでしょう。

将来の大型国際プロジェクトにおいては、コンセンサスの構築を目的としてグループ全体が問題を論議するというような日本のスタイルは実際的ではありません。必然的に、階層性をもった組織構成を取り入れるべきだと思います。

(構成：平田光司)

Belle実験グループは世界13ヵ国、55の大学・研究機関からの約300人の研究者によって構成される。大学院生は国内外合わせて150人ほどで、そのうち総研大の学生は3名。博士論文を目指してさまざまな研究テーマに取り組んでいる。約50名は1年の半分以上の期間KEKに滞在し、実験の遂行、データ解析の前線で活躍している。これまでに26人がBelleの実験で博士号を取得した。

Belle実験グループでは、学生と学位をもった研究者の区別をしない。学生も研究グループの一員として仕事を分担し、その成果を博士論文にまとめていく。学生にとっては世界中から来ている第一線の研究者から直接指導が受けられるメリットがあるが、半面、自分の仕事に考察が不十分だと、グループ内で厳しい批判にさらされることも少なくない。

B中間子の崩壊からCP対称性の破れを見つけるなどというデータ解析は、すべての研究者にとって初めての経験であって、どうすれば正しい答えが得られるかというマニュアルは存在しない。すべてが試行錯誤である。手法が確立しているようなデータ解析なら、経験を積んだベテラン研究者のほうが若い学生よりよく知っているが、まったく新しいタイプの解析となると事情は違ってくる。

データ収集を終えてから会議まで、2週間くらいの短い期間に集中して解析を行ったことがある。交代で仮眠をとりながらの仕事であった。若い学生たちが次々とアイデアを出しながら難しい問題に取り組み、結果的に会議で発表した解析手法や証明手法はライバルのそれと比べても決してひけをとらなかった。彼らの独創性や論理的思考能力は世界で十分通用することが証明されたと言えよう。

(山内正則)

ナー粒子の存在が予言される。スカラークォークのフレーバーやCP対称性が、クォークと同じとは限らない。

超対称大統一理論による予言の確認をめざして、現在フェルミ国立研究所ではテバトロン実験というのが行われている。また、2007年からは欧州のCERNでLHC実験が始まる。これらの加速器実験や、さらに将来の電子陽電子リニアコライダー実験では、超対称パートナーのスカラークォークを直接探ることが目的の1つとなっている。

この流れの中で、スカラークォークのフレーバーの構造やCP

対称性の破れを探るのはBファクトリー実験の役割である。そのためには、Bファクトリーの能力を少なくとも今の10倍以上向上させる必要がある。

また、素粒子物理の発展は宇宙の歴史の解明にも重要な役割を果たしてきた。現在の宇宙は物質の集まりで、反物質がない。CP対称性を破るどのような相互作用があるかの追究は、初期宇宙でどのようにして粒子、反粒子の非対称性が生じ、なぜ反物質が消えて現在のような宇宙ができたかを明らかにする鍵となる。

「CP対称性」と「フレーバー物理」を覗き窓とするBファクトリ

一の物理は、今後数十年にわたって、素粒子物理の発展に重要な役割を果たすことになるだろう。



岡田安弘（おかだ・やすひろ）

専門は素粒子理論。現在は、ヒッグス粒子探索、B中間子崩壊、 μ 粒子崩壊などいろいろな物理過程で標準型を超える物理をいかにして探ることできるかを理論的な立場から解明する研究を行っている。