

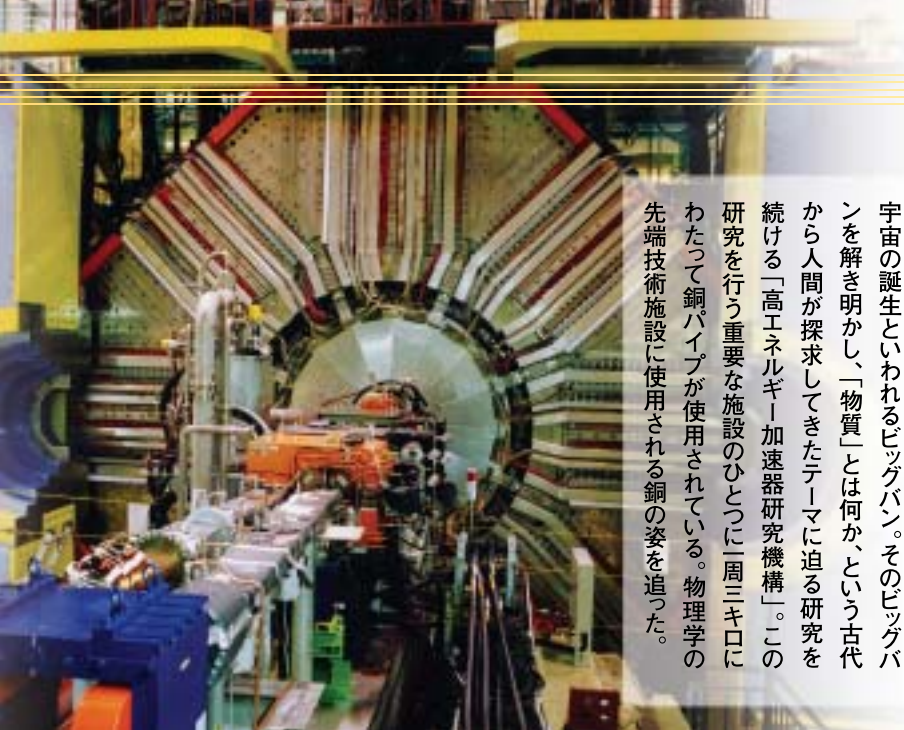
高エネルギー加速器研究機構

ビッグバンを解き明かす――

一周三キロの銅ビームパイプに素粒子が走る

ビッグバンの謎を探究するビーム衝突装置

宇宙の誕生といわれるビッグバン。そのビッグバンを解き明かし、「物質」とは何か、という古代から人間が探求してきたテーマに迫る研究を続ける「高エネルギー加速器研究機構」。この研究を行う重要な施設のひとつに一周三キロにわたって銅パイプが使用されている。物理学の先端技術施設に使用される銅の姿を追った。



*印写真:高エネルギー加速器研究機構提供

* Belle測定器

東京・秋葉原から完成して間もない「つくばエクスプレス」に揺られて「時間足らず、「つくば駅」に着く。駅から車を駆る。このあたりは「研究学園都市」の名にあさわしく、大学や公私立の研究機関が多く、それらの施設が広大な敷地に立ち並ぶ。樹林が深いためそれらの施設は外からはなかなか見ることができない。樹林が切れると、その合間にお椀をつぶしたような独特な形の筑波山がぞく。約三十分で目的地に到着する。

高エネルギー加速器研究機構は、これまで世界中の注目を集めるいくつもの研究成果を上げてきており、国際的によく知られた研究現場のひとつである。アジアやヨーロッパ、アメリカなどから多くの研究者が参画している。

さて、テーマの「物質」だが、紀元前五〇〇年頃に古代ギリシャのデモクリトスは、物質は原子(アトム)からできていると考えた。アトムとはギリシア語で「これ以上分けられないもの」という意。それから二五〇〇年経った今、これ以上分けられない粒子は「素粒子」と呼ばれている。物質はつまり素粒子からできている。素粒子はいったどこからやってきたのか。それをつきつめてゆくと宇宙の誕生にまで遡ることになる。

宇宙は「ビッグバン」と呼ばれる大爆発が始まったと言われている。ビッグバンとは、宇宙は約三十七億年くらい前に想像を絶

するような高い密度と温度の状態から生まれて膨張してきたという理論だ。ビッグバンは銀河の速度を観測するうちにわかってきたもので、宇宙空間自体が時間の経過とともに膨張し、銀河はそれに伴って互いに離れてゆくものと考えられている。しかし、ビッグバンで同じだけ作られたはずの物質と反物質のバランスは現在完全に崩れている。この研究機構ではその謎を探るために、電子と陽電子を衝突させ、その鍵を握る中間子と反中間子を調べることで、現在の宇宙の物質と自然の法則がどのようにして作られたのかを研究することを目標にしている。

物理学の最先端分野で活躍する銅

超微小の素粒子を調べるためには「加速器」という装置が必要となる。同機構では、この加速器と呼ばれる巨大な装置(KEKB加速器)を使って研究を行っている。このKEKB加速器は地下十メートルのトンネル内に設置され、一周三キロという巨大な二つのリング(ビームパイプ)を持っている。二つのリングのそれぞれの中に電子のビームと陽電子のビームを光速に近いスピードで逆方向にまわし、それらが一カ所で衝突するように設計されている。この衝突点近くに設置されているのが Belle という測定器であり、衝突によって起る素粒子の現象を調べている。

茨城県
つくば市



高エネルギー
加速器研究機構
正面入口



* 高いビーム電流を支える加速空洞



真空ポンプ



* ビームパイプの周囲には多くの銅コイルが…



偏向磁石



2本の銅ビームパイプ



ビームパイプ

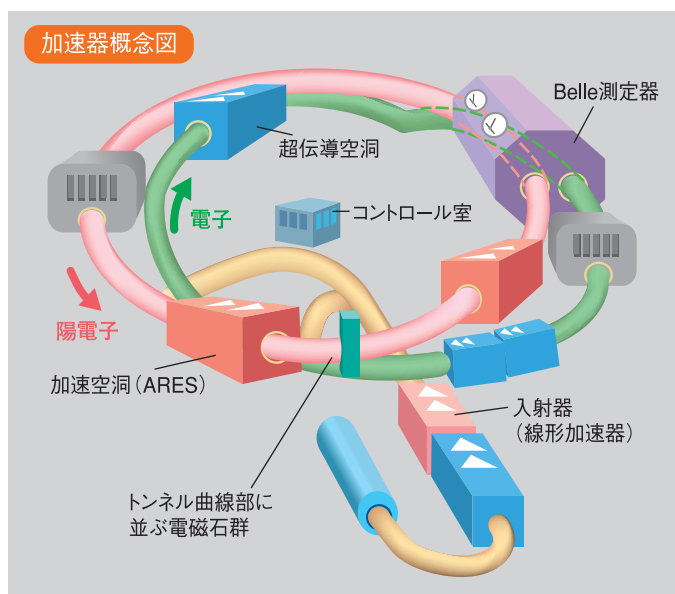
この加速器のメンテナンスが実施される日、取材班は地下十メートルのトンネル内に入った。ゆるやかな曲線を描き伸びる二本のビームパイプ。そこに取り付けられた磁石群、Belle測定器の何と巨大なこと。ご案内いただいた同機構加速器研究施設金澤健一氏はこう言われた。

加速器の真空ビームパイプが他の真空容器と大きく異なるのは、その中に高エネルギーの電子や陽電子が通っているという点だ。このためビームから出る放射光やビームが作る電流や電磁波に常にさらされている。加速器のビームパイプでは、単純なパイプではなく、放射光の影響を防ぐ突起を付けたり、余分な電磁波が作られにくい滑らかな断面にしたりと、その構造にさまざまな工夫が取り入れられている。この真空ビームパイプの他、加速器には、高周波空洞、高周波加速管、導波管などに多くの銅が使用されている。

この二つのビームパイプ内は真空に保たれている。ビームパイプ内を周回している電子や陽電子は、パイプ内にある気体分子とぶつかると、散乱されて軌道から外れパイプなどに当たって失われる。もし大気中を電子が通るとすると百万分の一秒以下、つまりリングを二周もできずに瞬時に失われてしまう。そこで真空ポンプでパイプ内を真空にし、圧力を兆分の二気圧にして、十時間以上十億周以上リングを周回できるようにしている。

このビームパイプは主に内径九四ミリ、肉厚六ミリの銅パイプで構成されている。真空リング内を走る電子の軌道はパイプ外部に設置された偏向磁石という磁石によって曲げられるが、この時、電子から放射光と呼ばれる光が放射される。この放射光はたいへん強く、パイプ内壁をたたき、パイプを熱する。そこで熱伝導がよく、機械的強度に優れた無酸素銅が使われることとなった。パイプは、銅を引抜き加工して作られており、そのパイプに冷却水管や真空ポンプのフランジなどが取り付けられている。真空パイプの製作に当たっては、銅同士の接合には電子ビーム溶接を採用。また、圧力を下げるためにパイプの内面は化学的に洗浄している。

この施設の成果は、人類の知的財産の蓄積といえますが、私たちの暮らしとは直接結びつくものではありません。暮らしと結びつく可能性のあるのはむしろ研究の手段である加速器や測定器を支える技術です。周辺技術も思いがけない所に結実しています。例えばそのひとつが、今ほとんどの人が接しているWW Web (World Wide Web) というシステム。これはこの機構と同様なヨーロッパの共同研究機関で考えられたものです。また、現在注目されているCNT (Carbon Nano Tube) を利用した電子源の開発が進められています。最近大幅な性能向上を実現し、プラズマディスプレイなどへの応用が期待されています。



古くて新しい金属と言われる銅。今、物理学の最先端でまた新しい世界を拓こうとしている。

——この施設の成果は、人類の知的財産の蓄積といえますが、私たちの暮らしとは直接結びつくものではありません。暮らしと結びつく可能性のあるのはむしろ研究の手段である加速器や測定器を支える技術です。周辺技術も思いがけない所に結実しています。例えばそのひとつが、今ほとんどの人が接しているWW Web (World Wide Web) というシステム。これはこの機構と同様なヨーロッパの共同研究機関で考えられたものです。また、現在注目されているCNT (Carbon Nano Tube) を利用した電子源の開発が進められています。最近大幅な性能向上を実現し、プラズマディスプレイなどへの応用が期待されています。



加速器研究施設 金澤 健一氏