



この世界の成り立ちを探る

「ALICE」計画

スイス・ジュネーブの郊外にはセルン（CERN）という物理学の研究施設があり、そこでは世界中の研究者が集まって、素粒子・原子核物理の研究をしています。

セルンでは多くの研究プロジェクトが進んでいます。2012年にはLHCという粒子加速器を用いてビッグスという新粒子が発見されました。その存在を予言した2人の物理学者が翌年のノーベル賞を受賞したことは、記憶に新しいかもしれません。

長崎総合科学大学は、このLHC加速器を用いた「ALICE」という計画を進めている日本の私立大では唯一の大学です。国立大では東京大など5つの大学が参画しています。日本からは学生も含め50人ほど、世界では米国、南アフリカからフランクフルトまで、あらゆる地域から約2千人が参加する国際共同体です。長崎大の大学生や大学院生もその中で活躍しています。

ALICEでは、原子核をほぼ光の速さまで加速させて衝突させる、という実験をしています。

「なぜそんなことをするのか」を説明するために、まず、人類ははるか昔から、科学を武器にこの世界の謎、つまり「どうやって、このような法則でこの世界ができてきたのか」を追求してきたことを説明しなければなりません。

物質の成り立ちの解明がよい例です。最新の科学では、原子核は核子というものからできていて、さらにその核子はクォークという素粒子からできていて、とされています。しかしこのクォークは単体で観測されたことがありません。クォークには閉じ込め」という不思議な性質があり、一つ一つ取り出して見ることはできないのです。

一方、宇宙はビッグバンで始まったといわれます。私た

ちの体も含め、この宇宙を構成するすべてのエネルギーや物質がそこで爆発的に生成されたのです。

ALICEでは「ビッグバンで宇宙が始まってから100万分の1秒後の宇宙がどうなっていたのか」を追求します。その頃は、原子核などはまだ存在せず、クォークが「閉じ込め」から開放されて、単体で動き回っている、クォークのスープのような状態だったと、われわれは考えています。しかし、その詳しい性質、それがどうやってできたのか、その後それがどうやって普通の原子核になっていったのか、詳しいことはあまり分かっていません。ビッグバンから「星の素」ともいえる原子核の生成までの道筋が分からない「ミッシングリンク」なのです。

ALICEでは、原子核衝突で高温物質を作り、宇宙初期状態を一瞬だけ再現し、そこから飛び出してくる素粒子等を観測し、何が起きていたのかを解析します。例えばガンマ線のような高エネルギーの光子を見れば温度が推測でき、これまでに、5兆程度の温度を達成していることが分かってきました。これは人工的に作ることができる最高の温度です。

人類はやがてALICEの結果を他の知識、例えば超新星内など、宇宙における元素合成に関する知識や生物学などあらゆる分野の知識と組み合わせ、駆使し、ビッグバンから人類出現までの宇宙のすべての歴史を紐解くことができるかもしれません。

私は工学部の教員で電子回路を専門に教鞭をとりながら、このプロジェクトを推進しています。「物理の教員じゃないのか」と思う人もいるでしょう。最先端の物理ではいわゆる粒子検出器を用いますが、そのデータを読み出して処理するのに電子回路技術が必要なのです。私はこの工学分野から物理の研究を支えています。

私たちの検出器は、数億個と100万チャンネルといった読み出しチャンネル数を持ちます。身近な物で例えると、スマホに内蔵されているマイク一つが1チャンネルです。

おおよま・けん 1971年愛知県生まれ。東京大大学院理学系研究科修士課程修了。同研究科博士課程単位取得退学後、同大教務補佐員を3つづつ学位取得。独ハイデルベルグ大物理学部研究員。2014年から長崎総合科学大工学部教授。19年より研究担当副学長。ALICE国際共同体の日本代表で、19、22年は国際共同体副議長を務めるなど国内外でこの分野をけん引している。



スマホのマイクは音声、つまり空気の振動状況を1秒間に数万回計測しますが、私たちの検出器のチャンネルは、「素粒子が検出器内に残した小さな声」と、いつも音声ではなく電気信号を1秒間に500万回という速度で記録します。その検出器が生み出すデータは1秒間に一般的なデジタルカメラの写真100万枚分という驚異的な量になります。

そんな大量のデータを保存することはできないので、これをコンピュータで処理しても「PPGA」と呼ばれる特殊な集積回路や「GPU」というゲームなどでも使われる特殊な計算回路を使います。長崎大では、これらの技術を使ってALICEのデータ処理システムを開発しました。学生らがデザインを担当した電子回路や制御システムが、今まさにセルンで稼働しています。

ALICEの目標は宇宙初期の再現だけではなく、新粒子探索、粒子同士の力の源や質量の起源の解明など、多岐にわたります。現在長崎大では筑波大やベルゲン大（ノルウェー）等と共同で次の目標に向けた新たな検出器も開発していて、それはクォークのスープの起源に迫るものです。

ALICE自体が成長を続ける活きたシステムです。今後10年以上にわたる長大な計画があり、そこで活躍する若い人材を長崎から輩出することが、私の大きな目標の一つでもあります。

随時掲載します