

# CERN Summer Student Program 体験記

東京大学理学系研究科 修士課程 1 年

渡邊 陽介

yosuke@nucl.phys.s.u-tokyo.ac.jp

2008 年 (平成 20 年) 10 月 31 日

## 1 はじまり

2008 年 7 月から 8 月にかけて CERN の Summer Student Program に参加した。このレポートでは、そこの体験について書きたいと思う。

私は今年の 1 月に研究室の小沢先生の話でこのプログラムの存在を知り、すぐに申し込むことを決めた。このプログラムのいくつかの点に心が引かれたからだ。まず、場所が CERN であることが魅力だった。多くの人が長年心血を注いで作ってきた LHC が今年から動き出すということもあり、その様子を見てみたいという気持ちがあったし、そこで 2 か月間とはいえ実際に研究室に配属されて研究ができるというのは、非常に楽しみであった。また、Summer Student Program には、世界 20 カ国くらいからオフィシャルには約 150 人、その他の学生を加えると 200 人以上が参加する。それだけ多くの同世代の研究者と触れ合うことは研究のうえで刺激になるだろうし、おもにヨーロッパだったが、それだけいろいろな国に友達ができるというのは得難い経験に思えた。

そして、幸運にも CERN Summer Student Program への切符をいただくことができた。CERN での work project が、現在研究室でつかっている GEM (Gas Electron Multiplier) だということで、GEM の発祥の地で GEM の研究をできるという喜びも加わり、待ちきれない気持ちで CERN に旅立つ日を迎えた。

## 2 Summer Student Program

### 2.1 Lecture

7 月から 8 月の半ばにかけて、毎日午前中に 1 コマ 45 分間の授業が 3 コマあった。その内容は、素粒子、原子核、宇宙論、エレクトロニクス、統計、超伝導など多岐にわたるもので、かつ、多くの内容が短時間に盛り込まれた充実したものであった。たとえば、素粒子の話で

は、「Introduction to Particle Physics」「Fundamental Concepts in Particle Physics」「The Standard Model」「Beyond the Standard Model」というように、基本的な話から最先端の話まで一気に駆け抜けるという流れだった。講演者の話もジョークが入っていたり、工夫されているものも多く、熱意を感じた。特に、ニュートリノのレクチャーの講演者は「ATLAS, CMS? おれの物 (カミオカンデ) の方がでかい。それだけじゃない。美しいんだ!」と授業中やたら何度も言うのが、面白くまた印象的だった。

このプログラムに参加する前には全部英語の授業についていけるのかという不安もあった。最初の頃は、英語の聞き取りに慣れていないのに加え、スピーカーのイタリア語なまり、フランス語なまりなどに苦戦して、あまり聞きとれていなかったのだが、WEB にアップされたレクチャーを後でみるというのが助けになった。(自分ではどこの国のなまりかは判断できないので、人に聞いていたのだが。) 後半になってくると、耳も慣れてきてジョークもすべてとはいかなかったが、いくつかは楽しめるようになってきたし、講義の内容に集中できるようになった。

### 2.2 Work

私が配属になった研究室は、6, 7 人の研究室で AB (Accelerator and Beam) / BI (Beam Instrument) 部門に属していた。その部門のおもな仕事は North Experimental Area, East Experimental Area, Antiproton Decelerator (AD) のビームライン上に設置された検出器の管理である。各人が一つの種類の検出器担当という役割分担で、スーパーバイザーだった Jens は Cerenkov differential counter with achromatic focus (CEDAR), 同じ部屋だった Richard は MultiWire Proportional Chamber (MWPC)... といったふうであった。そのため、それらの検出器に問題が起きると現場に駆けつけるのだが、

同行させてもらえることが多く、コントロールルームや COMPASS 実験などいろいろなところを見学することができた。そのとき、「物理屋はうまくいかないとすぐわれわれの検出器のせいにするけど、多くの場合彼らのものがうまく動いてないんだ」と言っていたのが印象的だった。

私が担当したテーマは二つあった。ひとつは GEM が MWPC の代わりとしてビームプロファイル用検出器として使えるかどうか性能をチェックするということ、もうひとつは CEDAR のコミッショニングである。

### 2.2.1 CEDAR

North Experimental Area の H2 ビームラインに CEDAR を設置した。H2 ビームラインは二次ビームであり、パイオン、電子など様々な粒子が含まれているが、CEDAR はそこでの PID に使われていた。

CEDAR の概略を図 1 に示す。入射した粒子が電気信

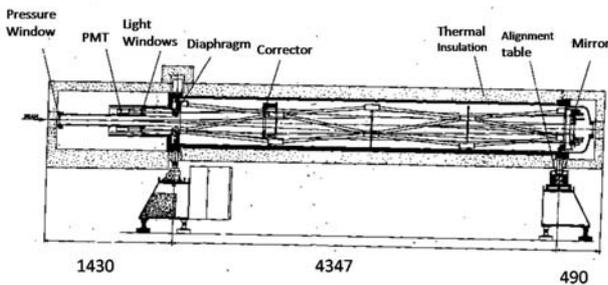


図 1: CEDAR の概略

号を作るまでの過程は次のようになる。まず、ガスが充填した箱内に粒子が入射すると、粒子の速度が光速を超えているため、 $\cos \theta = \frac{1}{n\beta}$  にしたがる開きの角度でチェレンコフ光が放出される。そして、その光子が前方にある球面鏡によって反射され、リング状に収束されるので、絞りによってそのリングのみの光子を集めるようにしておけば、あとは光電子増倍管を使って電気信号に変えることができる。PID する粒子を変えるには、ガス圧を変えればよい。これにより、ガスの屈折率、つまりは、チェレンコフ光が放出される角度を変化させることができる。

今回のコミッショニングには二つの目的があった。ひとつは NA61 の実験グループに CEDAR をすぐに使える状態にして渡すこと、もうひとつは、新しいアプリケーションプログラミング (CESAR) の動作確認である。CESAR というのは、ビームライン上の検出器を操作するためのアプリケーションで、PC から検出器の位置を動かしたり、電圧をかけたりするためのものであ

る。システムが正常に作動しているならビームラインの現場に赴く必要などないのだが、CEDAR を動かすモーターが反応しなかったりして、ビームラインに確認に行くことは何度もあった。動作原理からあきらかなように、ビームの軸と CEDAR の軸をよく一致させる必要がある。これらが正しく一致していて、かつ、絞りの上にちょうどリングが来ていれば、絞りの後ろについた 8 つの PMT にはほぼ等しい数の光子がくるはずであり、これを実現するように CEDAR の傾きを補正していった。この調整を終えた後に、ガス圧を順々に変化させて、測定した結果が図 2 である。確かに電子とパイオンの区別がおこなわれていることがわかる。こうして、無事に CEDAR を NA61 に渡すことができた。

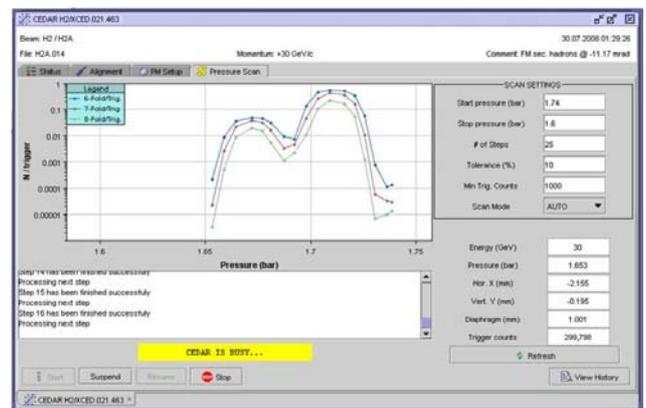


図 2: CEDAR:右側のピークがパイオン、左側のピークが電子。はっきり区別できていることがわかる。

### 2.2.2 GEM

現在多くのビームラインでビームプロファイルを得るための検出器として、MWPC が使われている。しかし、MWPC は位置分解能、ハイレートのビームに対する耐性、低エネルギーのビームに対する適用などに限界を抱えている。私が配属になった研究室が MWPC の代わりに GEM の導入を計画しているのは、主にこの最後の理由による。というのは、今回 GEM を導入しようとしているビームラインは Antiproton Decelerator のビームラインであり、そこでは減速されて非常に遅い反陽子がやってくる。MWPC で二次元のプロファイルを得るには必ず二層必要となるのだが、このように遅い入射粒子の場合には一層目で止められてしまい、二層目には何のプロファイルも残さないということが起きうる。一方、GEM の場合は入射粒子がドリフト領域に入射して、一度プライマリー電子が生じれば、二次元の読み出しができるので、上記の問題は生じない。

今回実験に用いた GEM 検出器の外観が図 3 である。CERN 内の工場で作られたものだが、この形のものなら

市販されているとのことであった。外形はAD ビームラインに MWPC の代わりとして設置できるようになっている。内部は下から読み出し基盤, GEM が 3 枚, メッシュの順にスペーサーをはさんで重ねられている。読み出しのプレートは  $400\ \mu\text{m}$  ピッチで 256 本が並んでいて, 最終的には 4 本ずつまとめて読み出すので計 64ch の読み出しを行っている。

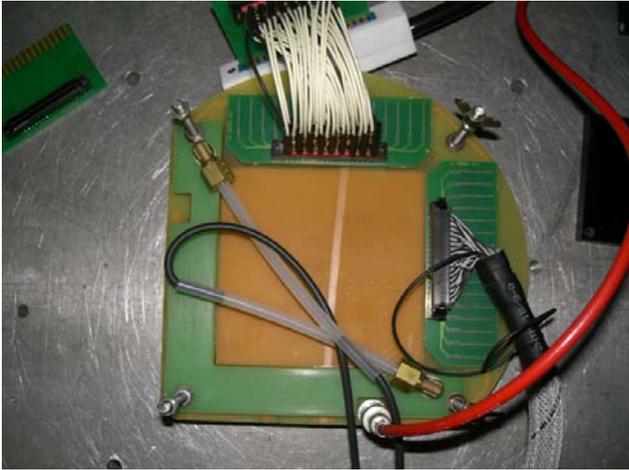


図 3: 実験に用いていた GEM のチャンバー

結論から言うと, GEM のシグナルを見ることまでで済まずに, 帰国することになってしまった。障害となったのは, この検出器はもう 5 年ほど使われていなかったことで道具がそろっていないこと, テストベンチももう 10 年ほど使われていないこと, 使っていた人はもう引退してしまっていることなどであった。そのため, GEM と積分回路のモジュールをつなぐケーブル作りから始める必要があったし, また, 正常に動くとはわかっていて delay wire chamber を用いて部屋に置いてあるガス管の成分をチェックしたりもした。こうして配線, ガス, HV など順にチェックして問題がなかったにもかかわらず, 正しいシグナルが検出されなかった。このことから, GEM にショートがおこっている可能性が高いと考えられたが, 「来年も Summer Student としてやってきて, この続きをしないとね」といわれつつ, 最終日を迎えることとなった。

このように, 成果を得られなかったのは非常に残念であったが, 実験は細かい部分の積み重ねであるということを実感することができたし, またスーパーバイザーに質問して問題に対処していくプロセスにふれられたことは非常に勉強になった。

### 3 日々の生活

私の配属になった研究室は Preveessin (フランス) にあったのでいろいろな点でスイス側と違っていたように思う。まずは, 何よりフランス語がわからないときついということであった。CERN の公用語は英語とフランス語なのだが, Preveessin にいる人のほとんどがフランス人ということもあり, 公用語はほぼフランス語という状態である。私のスーパーバイザーである Jens と, 私と同室の Richard は英語, 仏語のどちらにも堪能だった (図 4)。1 日 2 回コーヒープレイクがあったのだが, 目



図 4: 私のスーパーバイザーの Jens(右) と, 私と同室の Richard(左)

の前でひたすらフランス語で会話をされるので, 誰かが英語に訳してくれないと何もわからないことがほとんどであった。Richard や Jens が英語に訳して話に混ぜてくれるのが本当に助かった。また, 一番苦戦したのは研究室の実験で使うアプリケーションがフランス語であるため, はじめは理解できなかったことである。さすがに, ビームライン用のアプリケーションは英語であったが, 「はい」「いいえ」で答える部分は「Oui」と「Non」である。フランス人のフランス語に対する愛着を感じた。フランス人にはフランス語で話しかけないといけなくて誰かに言われたことがあったのだが, そのことを実感もしたし経験もした。研究室配属の初日にフランス側の食堂に行って英語で注文すると, フランス人のおばちゃんに「英語で話しかけるなんて」と怒られてしまった。といっても, そのときは怒られてる内容の意味すらわからないので, 横にいた別の Summer Student に聞いたのだが。その後は, 何国人かわからないときはとりあえず「ボンジュール」というようになった。来年以降参加する方でフランス側になったら, 前もってフランス語入門くらいは習っておくとよいかもかもしれません。

また, フランス側にいる Summer Student はスイス

に比べてずっと少なく、私が知っていたのは10人くらいであった。このように少数ではあったが、講義のあと Preveessin にシャトルを呼んで一緒に行くこともあり、接する機会は多かったように思う。特にスウェーデン出身の Albert, ルクセンブルク出身の Marine には初日の手続きから始まって、いろいろと助けてもらった。

Summer Student とは、パーティ、飲み会、食事、サッカーなど接する機会が山ほどあった。天気の良い日には仲間と野外での昼食を楽しんだりもした(図5)。陽気な



図 5: 昼食風景

Paolo, 日本人化していた Macimiliano, 踊りを愛する Lucia, 物理への情熱を語ってくれた Leonardo, 話し出したらとまらない Goran, クールな Albert, ..., etc, いろいろな人がいた。ベルギー人の Michael と Stijn, イタリア人の Nicola と各国の料理のレストランを順番にまわったりもした。順番が日本のときは、石田君が見つめてくれた寿司のレストランに行った。おいしそうに食べていたし、なれない箸に苦戦するということがなかったようである。実験を専攻しているから器用なのだろうか。Michael はベルギー人だけあって(?)、箱と鞆いっぱいビールを宿舎に持ってきていた。日本に帰る直前の三日間、毎晩一緒にそのベルギービールを飲ませてくれたのは本当に感謝である。私も日本酒を持っていってればよかったと思う。

いろいろな Summer Student と話す中で感じたのは、日本の文化というのは、私が思っていたよりずっと知られているし、興味を持たれているということである。Goran など Bleach という漫画の大ファンらしく、いつも「卍解！」などといっていたし、Youtube で見る日本のバラエティ番組の笑いがよくわからないなど言われることもあった。また、日本語は表音文字なのか、表意文字なのかとか、PC で日本語をどうやって打つのかなど、日本語に関することを聞かれることも多かった。表音文

字も表意文字もあるということ、びっくりされることがほとんどであった。

最後に言葉について述べる。上記のように最後までフランス語で苦戦していたが、英語に関しては CERN に到着して二週間もするとかなり慣れてきて、無理なく会話を楽しめるようになった。しかし、それと同時に本当に伝えたいことをしゃべるには語彙力が足りないし、相手の話に耳がついていかないと感じることも多かった。今回みなど英語で楽しく話した思い出をモチベーションに、英会話の練習も続けたい。

## 4 おわりに

CERN Summer Student Program から帰国してはやくも2ヵ月が経過しようとしている。このレポートを書きながら、物理という共通の興味で知り合った多くの友人が思い出された。彼らから受けた刺激は、今も確実に残っていて、日々の研究へのやる気につながっている。このプログラムで得た経験は本当に一生の宝物になったと思う。

多くの人の支えがあって、CERN での2ヵ月間をこれといったトラブルもなく充実して過ごすことができた。門戸を広く開放して原子核分野に属する私にも機会を与えてくださった KEK の皆様、行く前後に多くのサポートをしてくださった岩見さん、現地でお世話になった河西さん、近藤さん、CERN Summer Student Program のスタッフである Ingrid, Virginie, 私のスーパーバイザーの Jens をはじめとする研究室の方々、Summer Student の友人たち、申し込みの際に際し推薦書を書いてくださった小沢先生、CERN からのメールでのお願いにいつも快く答えてくれた同じ研究室の宇都宮君、そして直接は私から見えない部分で支えてくださったたくさんの方々に感謝したい。このプログラムに参加させてよかったと思っただけのように、今後も精進していきたい。来年以降参加する学生にとっても有意義な経験が待っていると思う。その機会が今後もひらかれていくことを期待します。

本当にありがとうございました。