

# CERN Summer Student Programme 体験記

東京大学大学院 理学系研究科

家城 斉

ieki@icepp.s.u-tokyo.ac.jp

2013年(平成25年)10月22日

## 1 はじめに

私は2013年7月1日から9月6日までの10週間、CERN Summer Student Programmeに参加しました。CERNには様々な国からたくさんの研究者が集まり、文化や言語の違いを越えて研究活動が進められています。このプログラムでは、最先端の場で実際に研究に参加しながら世界中から集まった学生と交流することができ、大変貴重な経験を得ることができました。以下ではその体験について報告致します。

## 2 活動内容

### 2.1 Work Project

私はAEgIS(Antihydrogen Experiment: Gravity, Interferometry, Spectroscopy)という実験グループに参加した。反物質の重力を測定した実験は未だかつてなく、AEgISは反水素を用いて反物質の重力を測ることを試みている。光を二つのgridに入射すると、干渉によってスクリーン上に縞模様が見られるが、光を反水素に、スクリーンを検出器に置き換えれば、縞模様が反水素の重力によって下(または上)にずれるはずである。AEgISはこのずれを1%以下の精度で求めることを第一段階としている。(図1)

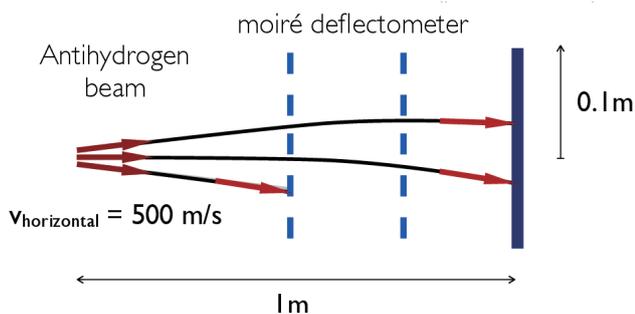


図1: 測定原理

このずれの大きさはTOFによるので、低温の反水素と高い位置分解能を持つ検出器が必要となる<sup>1</sup>。その検出器の候補の一つがemulsion detectorである。Emulsion detectorは位置分解能が非常に高いが、低温下で粒子の検出感度が低下することが知られており、私のprojectはemulsion detectorの感度の温度依存性を調べることだった。

Emulsion detectorは、プラスチックの板に乳剤を塗布したフィルム(写真乾板の一種)を使用しており、フィルムを現像すると荷電粒子の通過した位置を黒い点(銀のgrain)として観測することができる。(図2)また、感度と言っているのはこのgrainの数密度のことである。感度の変化は、図3のような装置を使ってemulsion film

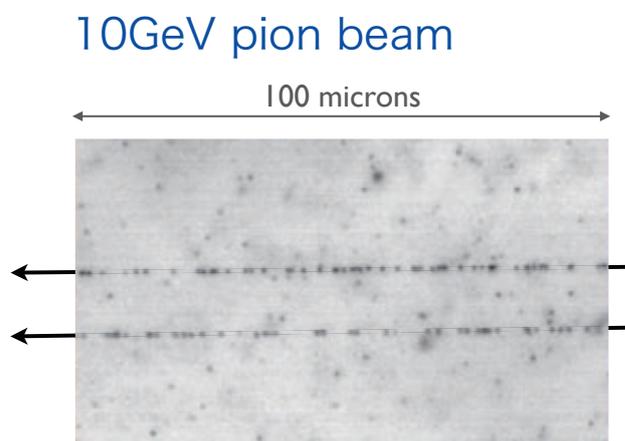


図2: Emulsion filmを現像、スキャンした画像。エネルギー損失から粒子識別も可能である。

の温度を調整し、フィルムに線源を照射することによって測定した<sup>2</sup>。

私は、フィルム付近に取り付けられた温度センサーを読み出して、ヒーターを調節するためのプログラムをLabVIEWというグラフィック型言語を使って作成した。

<sup>1</sup>反水素の水平方向の速度を500 m/s、飛距離を1 mとすると、このずれは19.6  $\mu\text{m}$ である。

<sup>2</sup>OPERA実験(Oscillation Project with Emulsion-tRacking Apparatus)で使用されているフィルムを用いた。

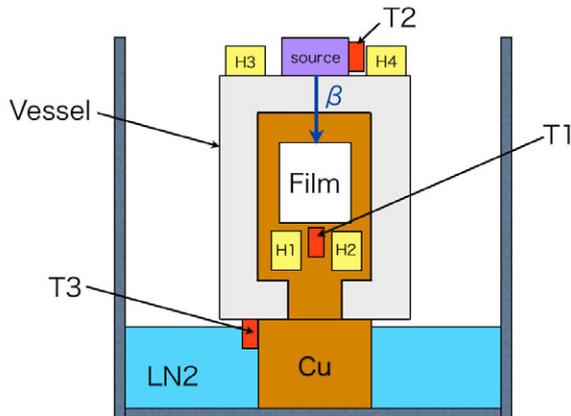


図 3: セットアップ。フィルムは銅のブロックに固定されており、ブロックには温度センサー (T) とヒーター (H) が設置されている。

私の supervisor の James さんは、説明がとても上手な方で、いつも図を交えて細かく指示を出してくださいました。ATLAS や CMS といった大規模実験に配属される人が多い中、私は配属されるまで AEGIS について何も知らなかったのが不安になっていたが、たくさんの人に出会い、すぐに私の心配は杞憂だったとわかった。

まずは LabVIEW について一から勉強し、センサーを読み出すプログラムを作った。センサーのプログラムができた時点では、「暑いね、今日は何度？」などと気温を測るのに使われていたが、ヒーターの電流、電圧が制御できるようになると、フィルムの温度を自動で制御できるように PID 制御について勉強するようアドバイスもらった。読み出した温度から PID 制御の原理を使ってヒーターの出力電圧を計算し、出力するというプログラムができると、実際に測定が始まった。(図 4)

AEGIS は Bern 大学と協力して実験を行っており、そこで有賀さんご夫妻と木村さんにお会いした。線源の照射は木村さんと一緒に行い、その後の現像、スキャンは装置が CERN にないため木村さんが Bern に持ち帰ってやってくださった。私はその装置の見学とミーティングに参加するために Bern 大学へ行く機会をいただいた。有賀さんには学内をあちこち案内していただいたのみならず、ご自宅で二度もパーティを開いていただき、温かく迎え入れてくださったことにとても感激した。

一回目の測定で、温度と感度の相関を確認することができ、液体窒素の温度で emulsion film は十分有効であるように思われた。しかし、いくつか測定上の問題も発覚した。温度制御に関して言えば、センサーが銅ブロックに埋め込まれているため、フィルムの温度にきちんと一致しているかどうかは定かでないことが指摘された。また、ヒーターの電力が弱すぎたため、そのままのセットアップでは私のプログラムを使って温度を調整するこ

とはできなかった<sup>3</sup>。

二回目の測定は、センサーを一つ増やしてフィルムの温度を読み出せるように工夫したのだが、解析の結果、別の問題が出てきてしまい、その原因をつきとめる前に時間切れとなってしまった。私のプログラムは木村さんに引き継がれ、今後の測定でも使用してもらえることになった。この測定の結果は、AEGIS で emulsion detector を使えるかどうかを左右する重要なポイントであり、問題解決まで関わるができなかったことは残念ではなかったが、そのような部分に携わせてもらえたことはとても感慨深かった。

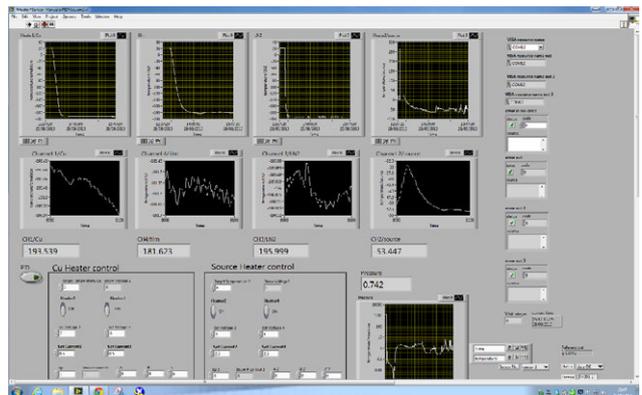


図 4: 温度センサーのモニターとヒーターの制御プログラム

## 2.2 Lecture, Visit

7月3日から8月9日までの約6週間は、午前中に lecture があった。内容は素粒子物理学の基礎に始まり、検出器や加速器、統計、データ解析、医療、反物質など様々だった。内容をすべてつかむことは難しかったが、ビデオがウェブ上にすぐアップロードされたので、特に興味深かったものをリスニングの教材として寝る前に何度も聞いていた。

また、visit に応募すると CERN 内の研究施設を見学することができた。Visit には、CMS や ATLAS などの施設を見学できる公式のものほかに、summer student が企画したものがあつた。しかしそれとは別に、AEGIS の technical student の Olof さんが個人的に CERN 内を自転車であちこち案内してくれたため、AMS や ATLAS のコントロールルームなど、より多くの施設を見学することができた。LHCb は公式に見学する機会が設けられていなかったが、summer student の企画を利用して見学することができた。巨大な装置を間近で見れたことに加え、説明がわかりやすかつたこともあつて、LHCb の visit は特に面白かつた。

<sup>3</sup>温度調整はやむなく手でドライバーを使って行った。

## 2.3 Poster session

AEGIS には、ポルトガル人の Joao とクロアチア人の Ivana が summer student として、さらに中国人の Lu が assistant student として配属されており、彼らと一緒に AEGIS の実験内容について poster session で発表した。私は自分の仕事に最も関係の深い検出器部分を担当したのだが、互いによく理解していなかったところはみんなで調べたり人に尋ねたりして、質問に答えられるように準備した。AEGIS のメンバーはみな真面目な性格で、何の話をしていても、彼らとの会話は考えさせられることが多かった。人に恵まれ、AEGIS に配属されたことは本当に幸運だったと思っている。(図 5)

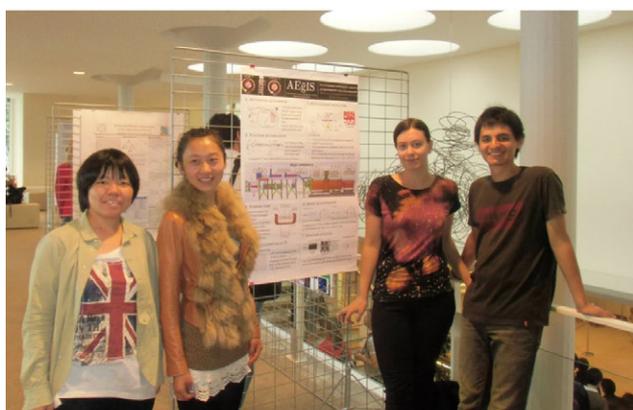


図 5: Poster session にて。右から Joao, Ivana, Lu, 私。

## 3 CERN での生活

平日は、講義のある期間は午前 9 時から lecture を受け、午後は 1 時から 7 時くらいまでオフィスか実験室、あるいは AD Hole (Antimatter Deceleration Hole) で作業をした。James さんや Joao, Ivana, Lu のほかに、装置に関わる技術者や Bern 大学の方々など、日々多くの人と関わることができて、調子はどうかみんな何かと声をかけてくれたことはとても嬉しかった。AEGIS の spokesperson の Michael さんも多忙な合間をぬって今やっていることは面白いのか、楽しんでやっているかということを気にかけてくれた。CERN で働く女性研究者の方と話す機会を何度も設けてくださり、女性研究者の地位や PhD のことなど、たくさんのアドバイスをもらった。

また、夜は日付が変わるまでレストランで話していたこともしばしばあったし、UAE 出身の Meera と Kaltham やギリシャ人の友達と一緒に卓球をしたり、お茶や晩ご飯をごちそうになったこともあった。オーストリア人の Valentin に Marillenknoedel というお菓子の作り方を教

えてもらったときには、分量のいい加減さに思わず笑ってしまったのも楽しかった。日本に興味を持っている人は多く、いきなり知っている日本語を何か言われたり、漢字は音だけでなく意味を持っているのが面白いと言って名前の意味を聞かれることも何度かあって驚いた。一方で、誰かに日本のことを質問されてもその人の国のことを尋ねることができず、いかに自分の視野が狭かったかを思い知った。

休日はスイスやフランスに出かけ、世界遺産である Bern の旧市街や、少し遠出してパリなどへ行くことができた。すすんで声をかけてきて道を教えてくれた人や切符の買い方を教えてくれた人など、些細な出会いが嬉しかった。何事も日本にとどまっているばかりではわからないことばかりで、研究だけでなく出会った人、ものごとすべてが貴重だった。

## 4 今後の抱負、プログラムに望むこと

今回の経験で痛感したことは、語学力とコミュニケーションがいかに重要かということだった。文化や環境の違いに関係なく、会う人みんなが自分の考えをしっかり持っていて、それを他人に対してははっきり主張している印象を持った。今後はこの 10 週間で感じたこと、出会ったたくさん人のことを心にとめて、自分がどうありたいのか日々考え続けていきたい。

このプログラムについては、身近に過去の参加者が何人かいたため随分前から知っていたが、プログラムに応募している人は同じように研究室の先輩に参加者がいるといった場合が多いような気がした。今後、このプログラムがより広く周知されることを期待したい。

## 5 おわりに

このプログラムに参加するにあたり、本当にたくさんの方々にお世話になりました。多忙な中推薦書を書いてくださり、application form を何度も添削して下さった阪大の山中先生、参加を勧め、快く送り出してくださった東大の山下先生、今回の企画でお世話になった KEK の福田さん、吉田さん、Summer student team のの方々、AEGIS の Michael さん、James さん、Bern 大学の有賀さんご夫妻、木村さん、本当にありがとうございました。貴重な機会を与えていただき、無事にプログラムを終えることができたことを心から感謝します。

最後に、同じく日本から参加した安達くん、関畑くん、山口くん、山道くん、このメンバーで参加できて楽しかったです。ありがとう。