

2010 CERN Summer Student Program の報告

早稲田大学大学院 先進理工学研究科 物理学及应用物理学専攻

長坂 優志

yushi@kylab.sci.waseda.ac.jp

2010年(平成22年)11月5日

1. はじめに

この夏、2010 CERN Summer Student Program に6月22日から8月27日まで参加させていただきました。非公式の学生も含めると、世界中から400人ほどの学生が参加する大きなプログラムです。活動内容はおもに午前中の講義と各自の所属する部署で与えられる課題への取り組みの二本柱で、その他にもLINACやATLASの施設訪問や、サマースチューデントによるポスターセッション、プレゼンテーションなど、様々な活動をおこないました。このプログラムを通しての体験談を、ここに報告いたします。

2. プログラム内容

プログラムの内容は前述しました様に、大きく分けて午前中の講義と午後の配属部署での活動でした。ここでは、講義、午後の課題への取り組み、そして施設訪問やポスターセッションなどのその他の活動について記します。

2.1 講義

講義は約1ヶ月間、毎日午前中にGlobeという場所でおこなわれました。テーマは、加速器物理、素粒子物理、原子核物理、宇宙物理などの高エネルギー物理学に関するもの全般についてで、非常に基本的な実験紹介もあれば、具体的なDAQシステムに関する講義など、内容は様々でした。

勿論講義は英語で行われましたが、スライドがあったのでなんとかついていくことはできました(中にはそれでもついていけない講義もありましたが…)。

私の専攻は素粒子物理なので、普段馴染みのない宇宙物理や原子核物理に関する講義は新鮮に感じられましたし、素粒子物理に関する講義でも、自分の理解が足りないところに気付いたり、超対称性粒子など、名前だけ知っていた様な物理に関して学ぶことができました。

1日3回の講義の後には、30分の質疑応答の時間があり、学生が様々な質問をぶつけていました。質疑応答の後には基本的に解散なのですが、その時間帯を狙って直接疑問をぶつけにいくと快く応じてくれるので、私も何回かこの時間を利用して質問をしにいきました。

講義の聴衆は日を追うごとに少なくなり、私も途中からは興味のある講義にしか出ないようにしていましたが、今思えばそういった講義こそ見聞を広げるために参加しておけばよかったと、少し後悔をしています。

この講義に関して有意義であったのは、同じSt. Genisの寮の日本人の参加者と講義の疑問点について議論をすることができたことです。「review会をしよう」というと皆進んで参加してくれましたし、物理に関する素朴な疑問をぶつけ合える、貴重な時間を過ごすことができました。真面目だなあとという反応をする外国人の友人もいましたが、中には私も混ぜてくれという学生もいて、慣れない英語でしどろもどろになりながら議論をしたのも、よい思い出です。

2.2 活動

2.2.1 ATLAS Computing

サマースチューデントは、それぞれ一つの部署に配属され、supervisorの指導の下、滞在中の課題を与えられます。私は、ATLAS Computing groupという部署に配属されました。CERNでは、物理学者以外にも、多数のコンピュータサイエンティストが働いており、私が配属されたグループもその一つで、TAGシステムというデータベースを扱うグループでした。

ATLASとは、LHCにおける巨大検出器の一つで、LHCで加速された陽子が衝突した際に出てくる粒子を検出し、解析する実験をおこなっています。このデータは、解析用のデータになるまでに何段階かのステップを踏みます。以下に、このデータの流れを簡単に示します。

検出器から最初にくるデータは、RAWデータと呼ばれるフォーマットのもので、それを粒子情報に書き換えたものがESD(Event Summary Data)、さらにそこから解析用に作られるデータがAOD(Analysis Object Data)、そしてAODからはTAGファイルと呼ばれるファイルが作成されます。TAGファイルというのは、興味のある事象の選択をしやすくするために、事象のrun numberや粒子数、missing E_t などの情報をもった、データのカatalogの様なファイルです(図1)。

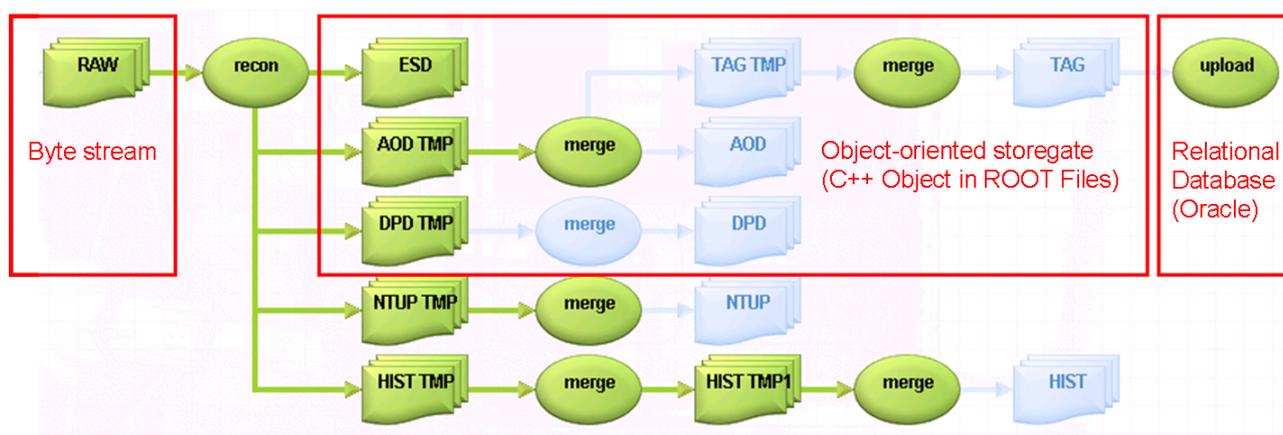


図1 ATLAS experiment data flow

ATLAS 実験において、解析用に興味のあるデータを選択するにはこの TAG ファイルが使用されているのですが、TAG ファイルの管理には、Oracle というデータベースシステムが使われており、Oracle の知識なしで TAG ファイルを扱うことは難しくなっています。

ATLAS Computing group は Oracle の知識がなくてもデータを選択、利用できるような ELLSI, AMI などの様々なツールを作っています。

ATLAS Computing group の作成しているツールのひとつに、transforms という、データの形式を変換するものがあり(たとえば、AOD から ESD を作成したり、TAG ファイルから AOD を作成したり)、今回は、ATLAS Computing group での活動として、この transforms に関する二つの課題を与えられました。

一つ目は、TAG ファイルから AOD ファイル、ESD ファイルを作成するような athena のプログラムをバージョンアップさせること。ここに athena とは、ATLAS 実験でファイルを扱う際に使用するフレームワークのことです。二つ目は、AOD ファイルから、興味のある run number, event number のものだけを抽出して、サイズの小さな AOD ファイルを作成するためのコードを書くことでした。今回私が作成したコードは、athena 上で動作するようなものを作成しなければならなかったため、最初の1ヶ月はひたすら TWiki にあるチュートリアルを読みながら、athena のセットアップをして、実際にサンプルを走らせたり、ATLAS Computing に慣れるために ELLSI を使ったりという、いわば練習の日々でした。Supervisor に説明してもらっても、英語がわからないのかコンピュータ用語がわからないのかもわからない状態で、最初の1ヶ月は苦労しましたし、貴重な CERN の日々がチュートリアルを読むだけで過ぎていくことに苛立ちと悔しさを感じていましたが、後半は慣れたからか作業が捗り、予定よりも2週間早く課題を終え、debug も含めてコードの改善作業までを終えることができました。サマースチューデントにはあまり成果は期待していないとい

う噂を聞いていたので、何か一つやり遂げて貢献してやりたいという思いがあり、なぜそんなに働んだといわれたこともありましたが、supervisor の予定以上に課題をこなしたことに関しては達成感を感じていますし、実際に自分の作ったコードが今後 CERN で使われることも嬉しく思います。

さらに、ここでの活動を通じて、加速器実験のように大量のデータを扱う場合に、どのようにしてデータを管理、使用するのかといったことを学ぶことができたことも、自分にとってプラスになったと感じています。

初めは、ハードウェアをやりたいと思って希望を出したのに、ソフトウェア、しかも物理学者ではなくコンピュータサイエンティストの部署に配属されてしまい不安に思っていました(特に自分はプログラミングが不得手だと思っていたので)、この体験を通じ、得手不得手もある程度はあるにせよ、やるかやらないか、気持ちの持ちようだと自信をもつことができたのは、大きな収穫であったと感じています。

2.2.2 τ 粒子解析

CERN に訪問できる稀なチャンスなので、サマースチューデントのプログラムとは独立に、講義が終わった最後の2週間(ATLAS Computing での活動もだいたい終わってから)は、毎日のように ATLAS で τ の ID の研究をされている日本グループの中村浩二さん(東大 ICEPP)を訪ねて、ATLAS での τ 粒子解析の基本について教えていただきました。

素粒子標準理論で存在が予言されているものの、未だ発見に至っていない Higgs 粒子の探索が、現在の素粒子物理学の最重要課題の一つに挙げられており、その探索モードのひとつで Higgs 粒子が τ 粒子に崩壊するモードがあります。ATLAS 検出器において、 τ 粒子の同定効率を上げることはこの Higgs 粒子の発見能力の向上につながる重要な研究のひとつです。

実際にこの短い期間で学べたことは、解析の基本であるモンテカルロシミュレーションとデータの比較の方法です。ATLASのデータや、モンテカルロシミュレーションを扱うには、athenaを使用する必要があり、具体的にはどのようにしてathenaを使用して解析用のrootファイルを作成するか、ntupleを作成するコードを書くかといったことを教わりました。フレームワークを使ってデータを扱うということ自体が、大規模実験ならではのことで、自分にとっては初めての体験であり、現場で働いている方に直接教えていただけるという貴重な機会を与えていただいたことに感謝しています。

粒子のデータを扱うという経験自体はできたものの、自分の力不足で実際に解析をするにいたらなかったことは残念ではありましたが、サマースチューデントとしての活動で、データを取得してからファイルを蓄積するまでの過程に携わり、その後は実際に解析データを作成し、グラフ化するという、物理実験において重要な二つのプロセスを体験することができたのは、非常に幸運なことでした。

人よりもやることが多い分時間の制約はありましたが、その分CERNにいるという貴重な機会を積極的に活かせたと思っています。このきっかけをくださった寄田先生、ご多忙のなか私の相手をしてくださった中村さんには本当に感謝しております。

2.3 施設訪問

施設訪問は、ATLASのモニタールーム、SM18という超伝導マグネットや冷凍技術などの実験棟訪問と、LINAC、コンピュータセンター訪問の計2回ありました。

ATLAS Visitでは、Pixel, SCT, TRTといったinner detector, SM18では、ビームパイプの中の構造、四重極マグネットなどを見ました。施設訪問の最大の醍醐味は実際に実験で使われているモジュールと同じものが見られるということだと思っています(図2)。

どこにいても驚くのはスケールの大きさです。検出器の大きさや、内部にどのようなモジュールがあるか、ビー



図2 SM18

ムパイプがどのようなものかなどは知ってはいましたが、この大きさのパイプが27kmも続いている、この小さな半導体のモジュールが巨大な検出器に敷き詰められているということを、現物(正確には現物とおなじもの)を目の当たりにして、その壮大さと技術力の高さに胸を打たれました。

今はビームが出ているため、数年前のサマースチューデントの様に実際にATLAS検出器そのものを見学できなかったことは残念でしたが、それでもこれらのモジュールや、モニタリングをしている現場を見学できるのは、現地ならではのことであり、施設を訪問できたことは大いに有意義であったと感じています。

2.4 ポスターセッション

サマースチューデントプログラムでは、ポスターセッションやスチューデントセッションに参加し、自分の研究、活動内容などを発表することができます。プログラム参加前から、「英語で発表をする」という経験をしたいと強く思っていたので、募集がかかってすぐ一番のりでポスターセッションに応募しました。内容は、TAG groupの仕事紹介です(図3)。仲良くなった友人たちが質問をたくさんしてくれたお陰で、充実した時間を過ごすことができました。準備はしていたつもりでしたが、やはり英語での答弁は難しく感じられ、それだけにやり終えた後は達成感がありました。もしこのプログラムに参加できたら、ポスターセッションかスチューデントセッション(もしくは両方?)へ挑戦することを強くお勧めします。

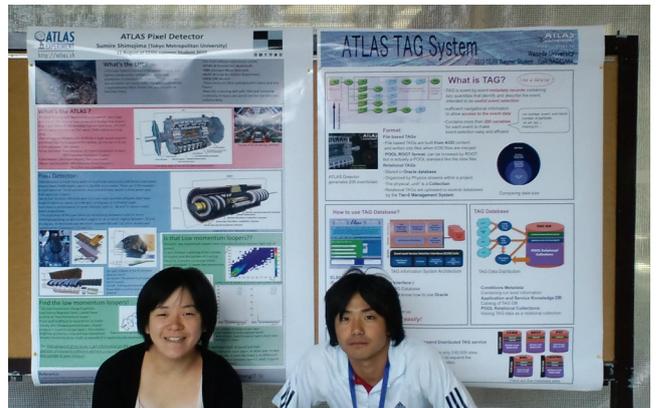


図3 ポスターセッションの様子
共に参加した下島さんと。

3. 交流

海外に行くのは今回が初めてだったので、何から何まですべてが目新しく映りました。車が右側を走っていることも、周りにアジア人がほとんどいないというのも、水を買ったら炭酸水ができたことも、すべてが新鮮でした。勿論、日本語がまったく通じないという環境もです。

元々英語に自信がある方ではありませんでしたが、日本以外からのサマースチューデントも英語が下手という話を以前から聞いていたので、外国からの参加者もそんなに喋ることができないだろうと、高を括っていた部分がありました。けれど実際現地に行ってみて、どの国の参加者も流暢に英語を使いこなす姿をみて、ここまで英語を喋ることができないのは日本人だけだという事実には驚きました。こんなに格差があるとは思っていなかったのです。

考えてみれば、英語を書いたり読んだりする機会は中学、高校とありましたが、会話そのものの経験が圧倒的に少なかったのも、言いたいことがあっても言葉にできない場面や、単語自体は知っているのに発音を知らないがために聞き取れない場面もたくさんありました。特に最初の数週間は、慣れない英語でしかコミュニケーションをとることができないという環境が大変に感じられましたし、特に集団での会話に入っていくことは非常に難しかったです。

せっかく海外へ行くのだから、ある程度は喋ることができるようになってから帰りたい！という思いが強かったので、会話にならない会話をすることにも非常にエネルギーを使いましたが、できるだけ積極的に外国人と交流をするようにはしていました。

中には、日本人というだけで興味をもってくれる仲間たちもいて、特に Ozlem というトルコ人の参加者やポルトガル人の Eric とは非常に仲良くなることができ、多くの時間を共にすごしました。

時間とともに交流の輪も広がっていき、世界中に友人を作ることができました(図4)。



図4 寿司パーティの様子

同年代で、物理を通じて世界中に仲間ができたことを非常に嬉しく思います。英語力に関していえば、最終的に満足のいくような向上は得られませんでしたし、いろいろと悔しい思いもしましたが、その分英語力をもっとあげてやるというモチベーションは高まったように感じます。研究生活を続けるならば必要不可欠な能力であると思うので、今後も今まで以上に精進を続けていこうと思っています。

4. 日常生活

CERNでの1日は、朝9時の講義から始まり、午後は各々のオフィスで課題への取り組みでした。サマースチューデントは、だいたい夕方5時から6時には帰っていたように思います(日本人参加者はもう少し遅くまでやっていたことが…)。この時期のスイスは日が落ちるのが遅く、夜8時から9時くらいまでは明るいことに驚きました。日本での研究生活と比較すると、明るいうちに帰るというのは気持ちが悪くて、夜遅くまでついつい作業をしてしまいました。CERNで働く大半の人、というか日本人以外のほとんどの人は、夜の7時までには帰宅していて、噂には聞いていましたがこんなに働くのは日本人だけなのだという現実には驚かされました。

平日は大体、講義と課題への取り組みで終わりますが、せっかくのチャンスなので土日はいろいろなところへ繰り出しました。ジュネーヴ、パリ、ベルン、チューリッヒ、ロンドン、ツェルマットと、友達といろいろなところに遊びにいきました。

もともと相対性理論に興味があつて物理の道を選んだので、ベルンのアインシュタインの家に行ったときの感動は大きかったです。窓から時計台をみて、「この時計台をみながら相対性理論を考えたのかもしれないなあ」などと、想像を膨らませてしまいました。

どの街も、いわゆるヨーロッパの建物といった感じのデザインでとてもきれいで、なかでもジュネーヴのレマン湖の噴水はとても気に入りで、近場ということもあって3、4回いきました(図5)。



図5 ジュネーヴの町並み

最後の週は、日本人参加者の富田さんと一緒に、LHCb, CMS, ALICEの三つの検出器のあるエリアへ、自転車で繰り出しました。運よくすべての施設内に入れていただき、コントロールルームにも入ることができました。サマースチューデントとしての最後の日曜日としては、最高の過ごし方だったと思っています。

5. 今後このプログラムに望むこと

講義の動画や、スライドがwebにアップされることになっているのですが、なかなかアップされなかったり、結局未だに載っていないスライドもあります。英語が聞き取れなかったり、スライドをめくるタイミングが早かったりした講義もあったので、もっと早くアップしてもらえていたら復習に使えてよかったかと思います。

ただ、上述しましたように、様々な行事が用意されましたし、積極的に動けばいくらでもやれることはありました。非常によくできているプログラムだと思います、今後もこのプログラムが続くことを望みます。

6. 総括

憧れの地、CERN で実際に LHC が稼動し始めたタイミングで研究生活を送ることができ、かねてから経験したかった留学、海外旅行、さらに世界各国に友人を作ることができるといふ、本当に、本当に恵まれた環境に身をおかせてもらったことに、心から感謝しています。

この短期間で自分がどれだけ成長できたかは、わかりません。実際には大して進歩をしていないようにも思います。しかし、この第一線で働く人たちと働き、世界最大の実験施設に感動し、同年代の物理、コンピュータサイエンス、エンジニアリングを専攻する学生たちと会話したりした、たくさんの新しい経験が、今後の私の人生に大きな影響を与えることは間違いありません。この経験をどう活かすかは自分次第。今後も精進を続けていきます。

7. 謝辞

本プログラム参加に際し、非常にたくさんの方のお世話になりました。この場をお借りしてお礼申し上げたいと思います。

手続きなどでお世話になりました KEK の石川様、西村様。現地に駐在されていて、終バスをなくしたときに助けてくださった KEK の福田様。

推薦状をはじめ、書類の書き方や現地での過ごし方について相談に乗っていただいた寄田先生、現地でお世話になった寄田研究室の木村さん。

Supervisor の Florbela, ATLAS TAG group の皆様、コンピューティングに関して相談に乗っていただいた前野様。貴重なお時間を割き、 τ 解析に関していろいろとご教授くださった中村さん、ATLAS Japan の方々。

ArDM 実験の紹介や BBQ に招待してくださった ETHZ の堀川壮介さん、ArDM の方々。

食堂でお話をしていただいた早野先生、同じ時期に滞在していた筑波大の学生の皆様、そして、苦楽を共にしたサマースチューデント、特に日本人参加者の王さん、高木さん、下島さん、富田さん。

皆様のお陰で、素晴らしい夏を過ごすことができました。心からお礼申し上げます。本当にありがとうございました。