

# CERN Summer Student Programme 2015 参加報告

京都大学 理学研究科

平本 綾美

hiramoto@scphys.kyoto-u.ac.jp

2015年9月16日

## 1 はじめに

2015年6月29日から9月4日まで、CERN Summer Student Programmeに参加いたしました。プログラム中はLHCbのグループに所属し、Scintillating Fibre (SciFi)に関する研究を行いました。スーパーバイザーのもとで様々な実験をさせていただけただけでなく、講義やワークショップも非常に充実しており、たくさんのことを学ぶ毎日でした。世界中から集まった200名以上の学生とともに過ごした10週間の活動内容を、ここに報告いたします。

## 2 活動

### 2.1 講義

6月30日から6週間のあいだ、素粒子理論や実験をテーマとした数多くの講義が午前中に行われました。LHCでの物理に関連した実感の伴う講義が多かったことが印象的です。講義はすべてオンラインで後から見ることができるようになっており、たいへん便利だと感じました。

### 2.2 施設見学、ワークショップなど

プログラム中には、Data CentreやAntimatter Factoryなどの施設だけでなく、地下へ降りて各検出器を見学する機会もたくさん設けられていました。とくにLHCb検出器を見学した際は、わたしの関わっていたSciFi Trackerがインストールされる予定の場所を自分の目で確認することができ、とても貴重な経験となりました。

また、ROOTやディテクター、シミュレーションなどのワークショップが数多く開催されているだけでなく、Summer Studentがポスターセッションや口頭で自分のプロジェクトについて発表する機会も設けられていました。さらにわたしの所属していたLHCbでは、ミーティングの中でSummer Studentがプレゼンをするセッションがあり、わたしも参加させていただきました。



図1: LHCb 検出器を訪れた際の様子

### 2.3 研究活動

#### 2.3.1 概要

LHCb 実験のための大規模な SciFi Tracker の開発が現在行われています。Tracker のアップグレードは Long Shutdown 2 中に行われる予定です。本研究ではその準備の一環として、SciFi の性能評価をするための手段を確立するため、いくつかの測定を行いました。

#### 2.3.2 LHCb Tracker Upgrade

現在の LHCb 検出器における下流の Tracker は図 2 の T1~T3 であり、silicon strip でできた Inner Tracker (IT) と Gas straw からなる Outer Tracker (OT) で構成されています。High Luminosity になると OT の occupancy が過剰になってしまうため、これらすべてがアップグレードによって SciFi Tracker に交換される予定です。使われる予定の SciFi は直径が 250  $\mu\text{m}$  で、SiPM を用いた読み出しが準備されています。

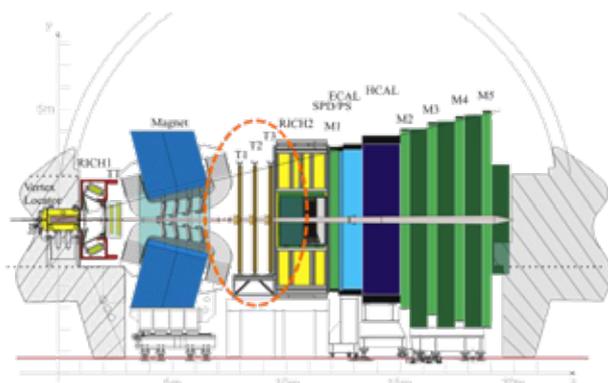


図 2: 現在の LHCb 検出器.マグネット下流に T1~T3 がある

### 2.3.3 Plastic Scintillating Fibre

今回の測定で用いたファイバーは Kuraray の SCSF-78 で、ポリスチレンでできたコアと 2 層の cladding layer を持っています。ここで、全反射できる光の角度を numerical aperture (NA) という指標で表すことにしましょう。NA が小さいほど全反射できる角度が小さくなってしまい、光のロスが多くなることを意味します。今回わたしたちの使う SCSF-78 は NA が 0.7 となっています。

### 2.3.4 測定

Fibre Tracker において重要なパラメータのひとつに、Attenuation length があります。伝達される信号には様々な角度の光が含まれるため、実際の光路はファイバーの長さとは異なります。そのため、Fibre を伝達した後の光量がどれくらいになるのかを知ることが重要になってきます。

この Attenuation length には波長依存があり、実験室でこれを測定するためには Spectrometer が欠かせません。さらに Spectrometer と SciFi をつなぐ都合上、Clear Fibre も必要となってくるのですが、ここで大きな問題があります。Clear Fibre(NA=0.5)と Spectrometer(NA=0.2)の NA が SciFi よりも圧倒的に小さいため、普通につなぐと接続部分で多くの光をロスしてしまうのです。

そこで、SciFi と Clear Fibre のあいだにレンズを入れ、光を収束させることでロスを減らすことは可能だろうか、というテーマで測定を行いました。

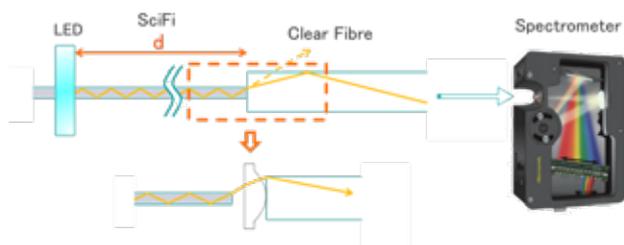


図 3: 測定のセットアップ

図 4 に実際に用いた SciFi, レンズおよび Clear Fibre の様子を示します。用いるベース (SciFi を固定するためのもの) による影響や、レンズが最も効率的に集光する Optimum position の探索を行ったのち、レンズありとレンズなしの光の強度測定と、Attenuation length の算出を行いました。



図 4: 実際の測定に用いた SciFi (左), レンズ (中央) および Clear Fibre (右)

### 2.3.5 結果

図 5 は、レンズありとなしでの光の強度比を表しています。波長によらずほぼ一定の比となっており、レンズを置いたときの強度は、置かないときの約 9 倍にもおよびことが分かります。



図 5: 強度比 (レンズあり/レンズなし)

図 6 は測定した強度をもとに算出した Attenuation length です。波長依存性があることだけでなく、レンズの有無によらずほぼ同じ形のスペクトルになっていることが分かります。

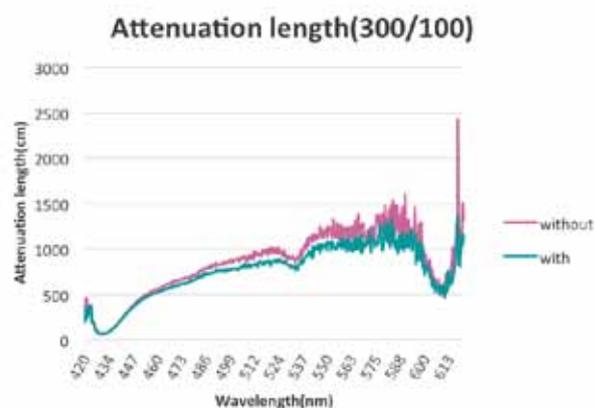


図 6: Attenuation length

以上のことより、我々の測定において、レンズを置くことは非常に効果的であるようだということが言えます。今後、さらに精密な測定をおこなう予定とのことでした。

### 3 CERN での生活

わたしは滞在中、フランスの St.Genis にある CERN ホステルに宿泊していました。近くにスーパーマーケットがあり、午後の研究が終わった後は、よくそのスーパーへ買い物に行って料理をしました。キッチンに同じフロアに滞在している Summer Student たちがやってきて、今日はなにをつくるの?と聞かれたりしました。St.Genis のホステルは、非常に友達のつくりやすい環境だったと思います。各国の料理をふるまうパーティーも何度か開催され、お互いに準備を手伝いながら料理をするのはとても楽しかったです。

また、多くの友人が日本に興味を持ってきているということは新たな発見でした。時には答えに困るような深い質問をされることもあり、自分の国のことについて自分なりの考えをきちんと持つておくことは大切なことであると気づきました。

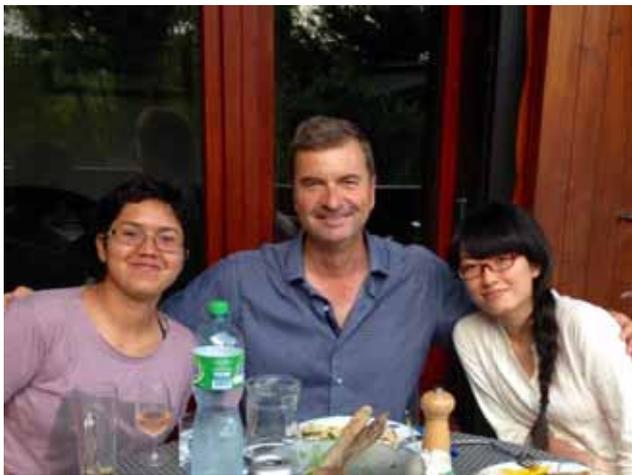


図 7: スーパーバイザーの自宅にて

### 4 今後の抱負

CERN に滞在することで、海外で生活することに対する抵抗がすっかりなくなったように感じます。もちろん、英語力不足を痛感することはたくさんありましたが、それでも見知らぬ土地で生活するのに必要なのはそれだけではないのだということに気づきました。

また、たくさんの人に出会い、様々な文化にふれ、自分ももっとがんばろう、と思いました。CERN のなかには物理学者だけでなく、エンジニアや技術者の方々もたくさん

おられました。実験をするにあたり、そういった方々とお話する機会を得ることができたのもたいへん貴重な経験でした。

### 5 今後このプログラムへ望むこと

このプログラムで最も運がよかったと思うのは、LHCb に関わることができたことです。正確にはわたしの所属はディテクター開発・運営部門のなかで LHCb のために準備をしているグループ、という位置付けだったのですが、運良くこのようなグループに配属されると、日本の大学にいると経験できないようなことを経験することができると思います。せっかく参加するからには、このようにこれまで全く関わりのなかったところで、真新しいことを学ぶというのも良いことだと思うので、志望する際にそういったところも考慮されるともっと充実するのではないのでしょうか。

### 6 謝辞

このプログラムに参加するにあたり、お世話になったたくさんの方々に感謝いたします。KEK 国際企画課の宮居さま、Summer Student Team のみなさまにはたいへんお世話になりました。推薦し、送り出してくださった研究室のみなさま、CERN でスーパーバイザーとして研究の指導をくださった Christian Joram 氏、一緒に測定をしてくださった Ana Barbara Cavalcante 氏、仲良くなってくれたいろんな国の友達、その他様々な面で支えてくださった多くの方々に心より感謝申し上げます。

そして最後に、日本からの参加者である芦田くん、澤田くん、周くん、樊くん、みなさんのおかげで毎日ほんとうに素敵な時間を過ごすことができました。ありがとう。