

My CERN

名古屋大学大学院理学研究科 理論天体物理学研究室 (AT)

白石 希典

mare@a.phys.nagoya-u.ac.jp

2008年(平成20年)10月31日

概略

LHC が今まさに動き出そうとしている中、私は CERN summer student programme 2008 に参加し、そこで 2ヶ月間公私共に多くのかげがえのない経験をした。研究においては LHC の中核を担う 4 実験の一つである ALICE に携わり、実験前夜の高揚と嵐の前の静けさを抱えた雰囲気の中、第一線の研究者と共に多くの時間を過ごした。本 report はこの program で得た教訓、知識、感動をまとめ、また来年の応募者にとって助けとなる情報を記したものである。

1 Before CERN

2008年1月中旬、思いがけない形で CERN 行きの chance を得ることになる。2年前の同 program に参加された名古屋大の奥村さん、高橋さんからこの program の概要や意義について伺っており、参加を熱望していたのだが、素粒子実験ではなく宇宙理論の研究室に所属しているという現状や、M1 の間に一つの研究を完成させなければならないというあせりが、このような唯一無二の chance を逃すべきではない、という意思を押し殺す方に働き、なかなか決断に至ることができないでいた。しかし、私の指導教官である杉山直教授のゴーサインで事態は一変する。その言葉を聞いた瞬間は正直とても戸惑ったが、時間が経つにつれ私のためらいの気持ちは徐々に晴れてゆき、翌日には猛スピードで申請書類を書き揃えることとなった。

ここから CERN 到着までの間は、ひたすら application に追われる日々を過ごす。まずはじめに履歴、自身の携わる研究の内容、CERN でやりたいことやその motivation などを日本語と英語で綴った書類を、指導教官の推薦状と併せて 1/31 までに KEK に提出する。この書類と面接で KEK からの推薦者を定めるようである。2/8 に東大の ICEPP で行われた面接では自己紹介をした後、書類についての確認や説明を求められ、最後の 5 分は英語で自身の研究や自分の名前の由来について話した。名前の由来の説明の際には途中で行き詰まってしまったが、「今回は日本語でいいよ。でもあっちでは説明出来るようにね、君の宿題だね。」という言葉も飛び交うほど穏やかなものであった。ただこのとき自分が採用されることになるとは思いませんでした。

その後、一縷の望みを抱きながらも卒業研究に忙殺されていた 2/13、内定との知らせが届く。この瞬間、自分の内なる世界が inflate してゆくように感じられた。もともと大学院留学を希望するほど、海外での研究、生活を切望していたので、念願であった一つの夢が叶ったように思えた。このときの心の高揚は忘れられない。

しかしその余韻に浸っている暇など微塵もなかった。この段階では、あくまで KEK が推薦する日本人学生が決まっただけで、ここから CERN 側の web application を 2/19 までに完成させなければならなかった。そこでは profile や motivation, CERN の何に興味があるか、などをすべて英語で記述する。あちらの supervisor はこれを見て、どの学生を受け入れるかを決めるというので、教授の添削を受けながら意気込んで作成した。内定通知を受けてから提出までの期間はとても短く、また教授が不在の timing であったので、このときが一番大変であった。次代の挑戦者はこの申請の流れを当初から念頭に置いて、計画的に動くことをお勧めする。

Web application が無事完成し一段落着いたかと思えば、今度はあちらでの生活環境を整えるための application が始まった。まず CERN summer student team からそれを知らせる mail が届き (3/7)、そこから hostel や自身の program 参加期間などの選択、UBS 銀行の口座開設などを 4/16 までに完了しなければならなかった。その中で最後までどうすべきか決めかねていたのが hostel の選択であり、利便性が分からない上に自身の給料にも依存することであるので、奥村さん、高橋さんや戸本准教授に相談に乗っていただきながら慎重に選んだ。また、日本から CERN に持ってゆくお金についても相当悩まされた。結局、web に書いてある給料 88 (CHF/day) で

は週5日労働として1760 (CHF/4 week) でやっていくことになるため、現在東京より物価の高いスイスでは不足であると考え、スイスフランのT/Cを1500 (CHF) ほど用意したのだが、実際に現地でもらえる給料は2400 (CHF/4 week) であったので、余分にお金を持ってゆく必要はまったくなかった¹。やはり、ここでも事前の情報収集は必須だと思った。

このように様々な application と奮闘している間に、CERN から自分の supervisor と assignment についての契約書が郵送されてきた。その中で、自分はALICE実験の data analysis 部門に配属され、LHC の first light の際に採られる data を扱う予定だ、ということを知り、とても興奮したのを覚えている。即、supervisor と連絡をとり、私は高エネルギー実験についてまったくの素人であるということを伝えて、行くまでに何を勉強してゆくべきか一から十まで質問した。しかしそれ以来研究室の生活が多忙を極め、supervisor と communication すらまともにとれなかったことはとても後悔している。Mail のやり取りを続け、自分から研究の initiative をとれるくらいALICEについて把握出来ていたら、出来ることもよりたくさんあっただろう。

このように、自身の研究とCERNでの研究、生活の準備とでばたばたしているうちに、いよいよ出発の日を迎えることとなる。ここまでは疾風の如く時が流れた。日本での研究に一旦ケリを付け、2ヶ月の長期不在のため迷惑をかけるであろう日本の仲間に挨拶して、6/23、関空から旅立った。

2 In CERN

ここでは、summy²として私が実際に体験したことや私の視点からみたCERNの姿を、偏見や裏話を交えながら時間の流れに沿って説明してゆく。なお、CERN滞在中は以下のような目標に従って行動した。

- 世界最先端の素粒子実験に参加することによって、自身の抱える素粒子論に対する学問的な壁を破り、かつ現実世界と理論体系の link を体感する。
- 様々な国から来た summies, 研究者, その他のすべての人々と絶えず interaction をすることによって言語や文化を享受し合い、自身の知識や世界観を広げる。

¹日本から持ってゆくお金は最初の1週間さえ暮らせる分があれば十分であると思う。あとは念のため valid な credit card さえ持っていれば、万事安心。

²Summer student の通称。造語である。

2.1 Working Time

この program では、平日の official working hour は 8:30 – 17:30 と定められており、lecture³がない時期はこの時間帯に自分の office (ALICE) で研究し、lectureのある時期は 8:45 – 12:30 の間それを受けてから研究室に行く、というのが standard な日課であった。しかしこの時間帯内であっても、講義後予定されている “visits” と呼ばれる CERN 内にある様々な detector や施設への見学 tour, “workshops” と呼ばれる特別実習講座、あるいは個人的な detector 訪問 tour や non-official に開催される講義などに自由に参加することができた。また、滞在中たまたま CERN で行われていた国際会議や ICEPP の SUSY 講座に潜らせてもらうこともあった。

Lecture では、素粒子物理学、原子核物理学、加速器科学、宇宙物理学、統計学、LHC 実験についてなど、素粒子、宇宙に関連する topics が周到に用意されており、それらは非常に基本的なものからだんだん専門的なものへと系統的な流れに乗って説明が進められた。疲労が蓄積しているときなどは1限目の頭から出席することが困難なこともあったが、大方は参加した。私は素粒子実験の基礎知識をほとんど持っていなかったということもあり、speaker 独特のなまりが入った英語は至極難解であったが、lecture も終盤に差し掛かると、なんとなく聞き取れているような気になっていた⁴。毎日の講義の最後には discussion session が設けられており、neutrino の講義の際には聴衆の前で質問を試みた。また、宇宙論の講義を担当された Dr. Subir Sarkar には講義後に私の宇宙研究に関して相談に乗ってもらい、その後も mail で貴重な advice をいただいた。私は宇宙関係の方しか認識していなかったが、speaker はその道の第一線の研究者ばかりであるので、この機会に contact をとらないと損であると思う。

Official な visit では LINAC, CC, SM18, ISOLDE, non-official な visit では ALICE, ATLAS, LHCb, AD を訪問させてもらった。それぞれが特色を持った施設であり、加速器、beam pipe の構造、detector の概要、data 処理の仕方などを実際に目にしたのだが、lecture や ALICE での研究で学んだことと相重なり、CERN の実験についてとても深い理解を得ることが出来た。百聞は一見にしかず、である。中でも ALICE, ATLAS の monster detector を目の当たりにしたときは、そのあまりの巨大さに唖然とした。あのような巨体の中に張り巡らされた回路一つ一つを制御するなんて未だに人間業と

³毎年7月上旬 – 8月上旬に summies 向けに開かれる講義のこと、CERN 在住の第一線の研究者が担当する。

⁴私の理解が正しかったかどうかは定かではないが、listening は経験の量がものをゆうと思う。

は思えない...

また、第7週から2週間ほど ICEPP の浅井准教授が熱弁を振るわれた SUSY 講座に参加させていただき、SUSY の可能性や ATLAS で発見されるであろう event について系統的に学ぶことが出来た。この講義によって日本に帰国してからも素粒子実験について積極的に学ぼうという motivation が上がった。最終週には String 2008 という国際会議が開かれており、滞在最終日には IPMU の大栗氏のプレゼンを聞いたりもした。

2.2 Non-working Time

土日や一日の仕事の終わった後などは基本的に完全 off であり自由な時間だったので、この機会を利用してさまざまな summies と旅に出たり遊びに明け暮れたりした⁵。

最初の1, 2週は CERN に滞在するのは初めてということもあり、Japanese summies と共に St. Genis を自転車で散策したり、Geneva を歩いて回ったりした。第1週はスイス、オーストリア共催で行われていた EURO 2008 の最終週であったため、試合のある日は CERN の restaurant で TV 観戦ができ、どの試合のときも restaurant は sports pub と化していた。ここで CERN の国際色の豊かさと本場の soccer 文化を初めて感じた。St. Genis に行った次の日には、原因不明の下痢に襲われ2日間何も出来なかった⁶。このため最初の土曜日を無駄にし、その上、日曜日の EURO 決勝を Geneva の big screen で見られなかったことが悔やまれてならない。2週目には Japanese summies が5人全員そろい、土曜日には Geneva で去年から恒例?のチーズフォンデュを食べた。このときまたま入った Les Armures は、official には Geneva 最古の restaurant らしい⁷。ワインが少々効いていたが味は格別である。第2週の日曜日には Wimbledon の決勝があり、こちらは他国の summies も交えて Geneva の pub で観戦した⁸。また、この週から数々の party が開かれるようになり、2週に1回の summies 公認 party に加え

⁵しかし、ALICE での研究を進めたいときや名古屋大学の講義の report に取り組んでいるときなどは、深夜や休日でも office や自分の部屋で研究や勉強をして過ごした。さらに自身の携わる宇宙研究を進める必要があり、かつ日本で開催される天文天体夏の学校での poster 発表の準備もしなければならないという時期には、他国の summies や ALICE の同僚に “very crazy” と言われるほど働いていた。日本にいたときほど缶詰でやっていた訳ではないが、そのときは純粋に CERN や office での研究生活を夢中で楽しんでた。実際、彼らと遊びに行くことよりもわくわくしたときもある。だが彼らの誘惑を断るときはいつも断腸の思いであった。

⁶おそらく St. Genis の Champion で買ったネクタリンをそのまま洗わず食べたためと思われる。海外に食の安全はない。

⁷後に non-official な Geneva 最古の restaurant のチーズフォンデュも食べた。こちらはワインも程よく、口当たりはまるやかであった。

⁸とても歴史的な一戦であり、EURO に続きこちらもスペインの選手が優勝した。

て毎週「何か」が催されていた。ALICE でも mechoui という BBQ party が開かれ、point2 において ALICE collaborator 総動員で、これまでの成果を祝し今後の発展を祈願した。

3週目からは徐々に遠出することを志し、週末には Montreux, Bellegarde, Charmonix, 泊まりで Strasbourg や Paris などを訪れた。Montreux では世界的に有名な jazz festival が催されており、jazz を通して世界の音楽を実感した。Bellegarde では休日の田舎町を悠々と楽しみ、Charmonix では Mont Blanc に登ったり山岳博物館に行ったりしてヨーロッパ屈指の大自然を味わった。Strasbourg には町中に戦争の追悼碑や痕跡があり、ドイツともフランスともとれる町並みからも、ドイツとの国境という何とも複雑な地の戦乱と平和の歴史を感じることが出来た⁹。Paris では、Louvre で世界最高の芸術に触れ、古代エジプトから現在の Paris が出来るまでの人類史の変遷を学んだ。このように様々なところへ行って様々な文化を体感することにより、その地の言語や自然、人間、歴史をより深く学ぶこととなり、summies や CERN の研究者との会話も大いに膨らんだ。その際には彼らの意識の根底にあるものに少し共感出来たような気がした。私がヒロシマ出身だと言うと、皆必ず「あの atomic bomb の」と反応し「今は放射能は大丈夫なのか」、「町並みはもう復興したのか」と返してくる。戦争に対する関心や感情は global に共通するものがあるのだと実感した。それはこの間に Geneva にある国際赤十字と国連を訪れて感じたことでもあった。また、CERN 周辺はこの時期 22:00 頃まで日が落ちないので、仕事終わりに summies や研究仲間と 21:00 頃まで volleyball や soccer をしたりして communication を深めた¹⁰。

7週目からは SUSY 講座が始まったこともあり遠出をしなくなったが、Geneva や St. Genis に行くことはしばしばあり、教会にクラシックを聞きに行ったり祭りに参加したりした。民主党の参議院議員である内藤正光氏と早野教授と Japanese summies とで基礎科学の将来や今後の日本について話し合ったことは、脳裏に印象深く刻まれている。

このように充実した余暇を過ごしていたのだが、それ以外の時間はほとんど CERN で過ごした。毎日の朝食は近くのスーパーで買って来た軽食を building 38 の dining room でとり、夕食は restaurant 1 でとった。Restaurant の値段は日本の大学の学食に比べると非常に高く、1食まともに食べると容易に 10 CHF は超えてしまうので朝は節約した。それでも CERN の外に比べたらずいぶん

⁹私が一番行きかけたところであり、印象深い町である。

¹⁰このとき soccer の level の高さを身を以て感じた。まず走りから違う。日本代表が勝てない訳だ。

と reasonable な値段であった。

あちらで感じた culture shock は山のようにあるが、中でもコンビニがまったくないのにはなんとも困った。そのため買い物は夕方早めに行なければならず、研究に忙しいときは諦めざるを得なかった。また、日曜日は飲食店以外完全 off であることも困った。それと日本ほど品揃えがよくないことも上げられる。しばしば「最悪でも passport とお金さえあれば生きていける」と言われるが、私は日本から持っていける物はなるべく持っていくべきだと感じた。

3 Research in ALICE

ここでは、私が official に assign された ALICE 実験での研究活動について説明する。

3.1 My Assignment

CERN への渡航前に supervisor から言い渡された私の研究テーマは、まず detector に入ってくる宇宙線の signal を利用して detector の calibration を行い、8 月上旬の予定であった 1st $P-P$ event の ALICE 内での signal を解析する、というものであった。ところが LHC において予定に遅れはつきものなのか、first light day は 2008.9.10 に shift してしまったため、実際には以下のようなことを行った。

- AliRoot や Geant3 などの simulation tool を用いて ALICE の detector 内で起こる崩壊 event を simulate した。またその物理背景を理解するため、detector 各々の performance や ALICE の物理を学んだ。
- CASTOR から calibration 用に採られた raw data を入手し、その解析に携わった。あわせて calibration の手法と、宇宙線物理学を学習した。
- Simulation data と raw data を比較し、ACORDE における performance の妥当性を評価した。

3.2 ALICE

3.2.1 About ALICE

ALICE とは、LHC で加速させた Pb を衝突させることによって瞬間的に超高温高圧環境を作り出し、そこから強い相互作用をする粒子と Quark-Gluon Plasma (QGP) の性質を詳細に測定すること、を目的とした重イオン衝突実験である。 $\sqrt{s} = 5.5 \text{ TeV}$ であり、エネルギー密度にして $1 - 1,000 \text{ GeV} \cdot \text{fm}^{-3}$ の状況下における QCD の

物理が解明可能である。ALICE は 18 の detector 群から構成されており、中心部分にハドロン、電子、光子を、それより外側の部分にミュオンを検出する detector が配置されている (図 1)。

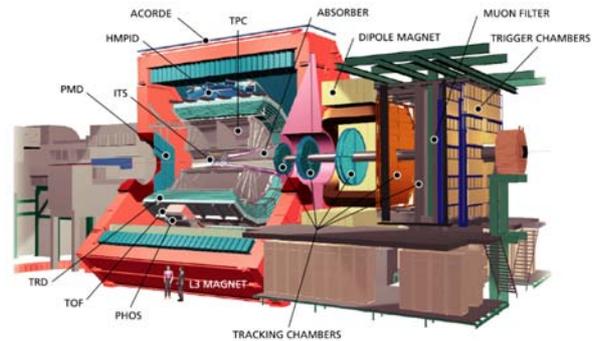


Figure 1. Layout of the ALICE detector. For the sake of visibility, the HMPID detector is shown in the 12 o'clock position instead of the 2 o'clock position in which it will actually be positioned.

図 1: The illustration of ALICE

3.2.2 The Simulation Data Analysis

加速器実験において simulation data は、実験で得られた raw data から粒子の運動状態や軌跡を決定するために用いられる。図 2 はその一例である (ただしここでは raw data を用いていない)。

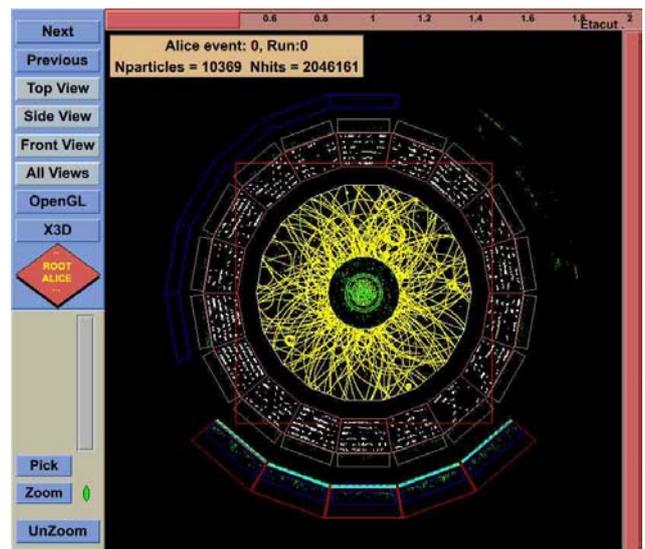


図 2: Prototype of the ALICE event display for the number of Pb is 1,000, one of the events is 100

ALICE における simulation data は, AliRoot と Geant3(4) という tool を駆使することで得られる。ここで AliRoot とは Root system に ALICE 内部の全 detector の情報を反映させたものであり, Geant3 とは Monte Carlo simulation を用いて detector 内の反応を計算する code である。

Simulation data が完成した後は, それぞれの粒子の軌跡に空間座標を割当て kinematics を reconstruct することで軌跡を特定できる。

また上述の用途以外に simulation data を, detector の性能を診断, 最適化するための詳細な prediction data, として用いることもある。こちらは本研究の最後の部分で言及する。

3.2.3 The Raw Data Analysis

Raw data は CASTOR に access することで入手できる。CASTOR とは, CERN で開発された data の階層的貯蔵管理システムのことである。

Raw data analysis の一例として, SDD という detector の calibration data を AliRoot を用いて histogram 化したものを図 3 に示す。

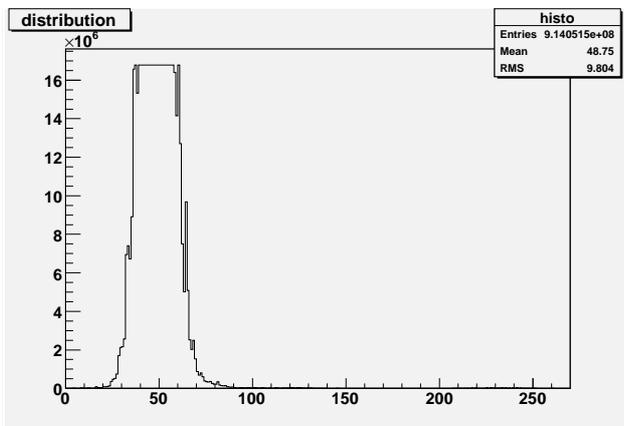


図 3: The signal (ADC value) - event histogram in SDD

3.3 ACORDE

3.3.1 About ACORDE

The ALICE COsmic Ray DEtector (ACORDE) とは L3 magnet の上側の表面に位置するプラスチックシンチレーター群の総称である (図 1 の上部に位置している)。

ACORDE には主に,

1. 最初に感知した宇宙線の trigger signal を TPC, TOF, HMPID, ITS などへ転送し, それらの commissioning や calibration を補助する,
2. TPC, TRD, TOF と連動して大気ミューオンの event を検出し, 宇宙線 spectrum の knee 部分に対応するような高エネルギー宇宙線の研究に役立つ,

といった働きがある。大気ミューオンの momentum spectrum は $0.1 - 2 \text{ TeV}/c$ の範囲を高精度で測定することが可能である。

3.3.2 The Analysis of ACORDE's Raw Data

研究の最終段階として, ACORDE の raw data と simulation data の解析に取り組んだ。まず raw data の取り扱いであるが具体的には, raw data の中から宇宙線のミューオンが 60 個の module 中どこにヒットしたか振り分ける変換 program を作り, それを用いて ACORDE で観測されるミューオンの位置を特定する, というところを行った。図 4 は, 2008.7.27 と 2008.8.8 に得られた single muon trigger の signal を histogram にしたものである。Noise のない理想的な環境では縦軸の値 (signal の数) は横軸の module number によって大きく揺らいだりしないと考えるので, module 42 の performance に異常があることが予想出来る。

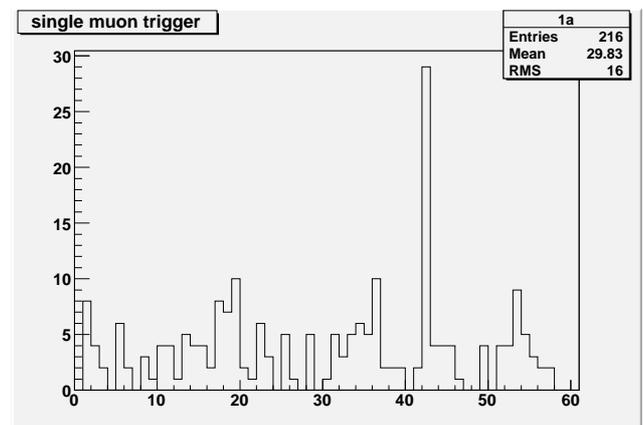


図 4: The histogram of event number for each module (ACORDE raw data)

3.3.3 the simulation of ACORDE

次に, ACORDE が宇宙線によってどのような performance をするのか確認するべく, cosmic ray generator を用いて simulation data を生成した (図 5)。統計数を増やすとよりゆらぎの少ない形に近づくと思われる。

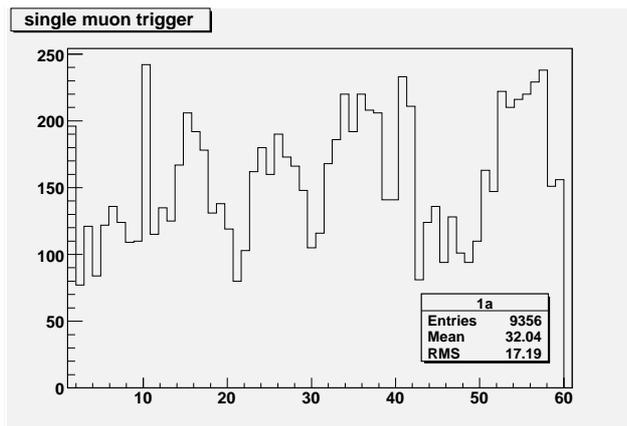


図 5: The histogram of event number for each module (ACORDE simulation data)

3.3.4 The Comparison

Raw data (図 4) と宇宙線のための signal (図 5) を比較してみても, raw data の module 42 の signal が突出しているということがわかるので, module 42 の妥当性をまず疑うことが出来る¹¹.

3.4 Conclusion

ALICE での活動内容¹²をまとめると,

- ALICE event の simulation を通して, 素粒子実験の simulation 手法, QCD の物理, detector performance について知見を得た。
- Raw data の解析を通して, CERN の data 管理システムや detector の生の performance を体感し, 宇宙線物理学, 素粒子的宇宙論の理解を深めた。
- ACORDE における raw data と simulation data との比較を通して, calibration の手法を体験し, ACORDE の現在の performance を評価した。

4 After CERN

今まで述べてきたような¹³怒濤かつ夢のごとき 9 週間もあっとゆう間に過ぎ去り, 8 月下旬には帰国の途につ

¹¹ここから統計的な処理をし, module 42 に対して正確な診断を与えなかったのが, 時間の都合上それはかなわなかった。研究初期に解析 tool の download や C++ の処理に手こずっていたことが悔やまれる。

¹²Research in ALICE の詳細は, <http://www.a.phys.nagoya-u.ac.jp/~mare/index.html>

の該当箇所にある final report に記してあります。そちらをご覧ください。

¹³有限文字数では到底語りきれないが...

いた。私の人生においてもっとも長期の海外滞在であったため, 帰国した途端に逆 culture shock に陥ってしまうのではないかと不安になっていたのだが, やはりその予感はお的中した。まず, 挨拶や reaction を欧米風に返してしまう。中でも “Hi” と “Sorry” はしばらく抜けず, これを日本語に改めることに至極違和感を感じた。それは英語ないしフランス語が私の生活の中まで浸透しているということの現れなのかもしれない。確実に英語の文章を読むのが速くなり, 英語での communication 能力も格段と向上したという実感がある。また, その意欲も衰えることなく, 毎日英語を話したくてたまらないほどである。この program を通して外国語への不安は完全に取り除かれたので, 今後も海外で研究生活を送れる chance を必ずものにできるように日々努力してゆきたい。

CERN で得た高エネルギー物理学や素粒子論, データ処理の知識は今でも鮮明に記憶しており, それを自身の携わる宇宙研究と連結させることで追求を続けている。最近では, NLSP の候補として上げられる $\tilde{\tau}$ や \tilde{B} like な $\tilde{\chi}_1^0$ などが宇宙初期の軽元素合成に影響を及ぼす, という理論的見解に興味を持っており, それを通して SUSY の性質を学んだり, SUSY の存在を検証する ATLAS や CMS などの加速器実験, XMASS などの地下観測, また, PAMELA や FERMI などの宇宙観測の動向に着目することで研究を進展させている。また, これらの process を通して dark matter の性質の理解が深まることにも期待している。そして CERN で初めて耳にした topic である vacuum energy の性質の実験的検証にも非常に興味があり, dark energy の宇宙論的制限との関連性を調べることで dark energy の新たな見解を得られるのではないかと睨んでいる。この program でさらに encourage された, 理論, 実験, 観測を分け隔てなく何事にも興味を持ち追求する, という意志を保持し, 先の研究テーマについて, また更なる将来の研究テーマについて取り組んでゆきたい。

そしてこの program を通して出会った世界中の仲間, 先輩, 研究者とは今後も積極的に連絡をとり, 近い将来, 研究面や生活面において collaborate できるよう常に心がけたい。この program において一番の収穫であった「新たな出会い」は一生大切にすべきものである。

5 今後本プログラムに望むこと

今年は CERN に旅立つ前に説明会が開催されなかったが, 「1 Before CERN」に述べたように, この時点で滞在手続きや自身の旅支度に関してたくさんの疑問と不安をかかえており, 結局 clear にならないまま CERN に

行き失敗したということもあるので¹⁴，事前説明会の復活をお願いしたい。

また，ALICEにおいて supervisor の support がいささか希薄であったように感じる。私の supervisor である Dr. Paolo Giubellino は ALICE の management 部門の deputy で，しかも first light 直前で多忙のため，2ヶ月間で3回しか会うことができなかった。そのため研究テーマを自分で提案し，自分のやり方で研究していた。Supervisor と一体になって研究出来ていれば，より ALICE の中核部分に関わっていたと思うので，この点はぜひ改善していただきたい。反面，そのおかげで ALICE ではさまざまな国の研究者，学生と議論したり communication をすることが多く，これがとても貴重な経験になった。多国籍な研究室で話し手によってなまり方がまったく違う英語を聞きながら，研究に打ち込んだり，ときにはたわいもない会話をして過ごした刺激的な日々がとてもなつかしい(図6)。今ではこの経験が海外に研究の場を求める motivation となっている。

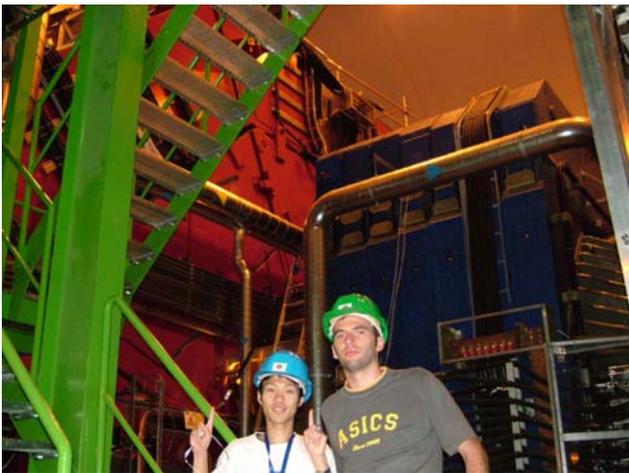


図 6: 私と同志と ALICE

最後に，M1 の段階で世界中の研究者や同年代の学生とともに2,3ヶ月も海外で過ごすという機会は，他の分野をみても存在しないと思うので，この program の継続はもちろんのこと，直接的に高エネルギー実験に関わる研究に携わっていない私のような学生に対しても border を設けることなく，今回のように選考の対象にしてくださることを望みます。

6 Acknowledgments

本 program に参加するにあたって，多くの方々にご尽力いただきましたことを感謝いたします。

まず，杉山教授には多忙を極める中，本 program に私を推薦していただき，また英語での web application の際には時間の限りご指導ご鞭撻をいただきました。本 program の OB である奥村さん，高橋さんには application や滞在準備の際に多くの援助をいただきました。お二人がかつて作成された report が本 program に対する私の挑戦のきっかけとなり，かつ貴重な情報源となりました。近藤さん，河西さん，岩見さんには多大なる後方支援をしていただき，おかげで CERN で快適かつ安全な生活を送ることができました。早野教授，内藤氏には一緒にお話しする機会を設けていただき，また浅井准教授には high level で実効性のある講義を受講させていただき，まことに勉強させていただきました。CERN で知り合った世界中の summies や研究者には，英語での communication に困惑したときや道に迷ったときなど優しく手を差し伸べていただき，ALICE では研究に関して教えてもらったことも多々ありました。そして Japanese summies の存在は，ある時は心の拠であり，またある時は共に困難と戦う同志でもありました。CERN で無事に楽しく過ごせたのは彼らのおかげであると思います。

最後に，私の周りの日本の方々，家族には私の不在のため度々ご迷惑，ご心配をおかけ致しましたこと，心からお詫び申し上げます。

みなさまのおかげで本 program を満身に終わることができ，このような report を以てそれを報告できるのを，限りなく幸せに思います¹⁵。

¹⁴Hostel 予約の際の手続きミスのため 8/22 に checkout することになっており，滞在最終日の夜は研究室の desk で寝る，という trouble もあった。

¹⁵このレポートのカラー版 (PDF)，および滞在中の写真は，
<http://www.a.phys.nagoya-u.ac.jp/~mare/index.html>
からたどることができます。