



CEA インターンシップ参加報告

2018/08/27～12/06

原子炉工学研究室
修士 1 年 本多京介

1. はじめに

私は 2018/08/27～12/06 の 3 か月半に渡って、フランスの原子力・代替エネルギー庁 (Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives, CEA) Saclay 研究所でインターンシップを行ってきました。CEA では、原子力分野に限らず、新エネルギー研究、気象・環境、生物科学、また軍事研究など様々な分野の研究を行っている。また、CEA は 2016 年に米・ロイターが発表したイノベーションを牽引する国立研究機関の世界トップを記録しており、世界を牽引している研究機関と言えます[1]。本インターンシップの準備は 2 月からの先方とのメールのやり取りから始まり、終わってみれば 12 月と、この 1 年間は CEA インターンシップを中心に回っていたと言えます。この報告書では、CEA インターンシップの内容や滞在先であるパリでの生活などについて書いていきたいと思います。



2. インターンシップ内容 (CEA 内にて)

○インターンシップのテーマに関して

私は SERMA という部署で Sébastien LAHAYE 氏の指導の下、インターンシップを行いました。SERMA とは、原子炉炉心に関するテーマ。炉物理、応用数学を担当する部署です。私のインターンシップのテーマは核データに適用する統計的分布法則による燃焼計算への影響の差異を確認し、最適な分布法則を導くことでした。炉物理計算コードで用いる核データをそのまま用いることはできず、計算コードで使用するための処理を行う必要があります。これまでは正規分布を仮定することで処理を行っていましたが、Figure1 のように相対標準偏差が大きいもの（特に 50%以上）となると、核データの負値の確率が無視できなくなり物理的に成り立たなくなってしまう[2]。そこで、今回は対数正規分布や Fitnormal 分布（確率分布の平均値と標準偏差が核データと一致する分布）などを用いたり、それらを組み合わせたりして今回用いる 6 つの分布法則を作成します。対象とした核データは 5 種類で、核分裂収率、崩壊分岐比、崩壊定数、崩壊エネルギー、反応断面積です。核データの処理を行った後に、そのデータを炉物理計算コード MENDEL のインプットとして燃焼計算を行います。燃焼後の崩壊熱や核種数密度のデータを用いて 4 次のモーメントまで差異を確認します。また、それらの結果を実験データやベンチマークの結果と比較することも行

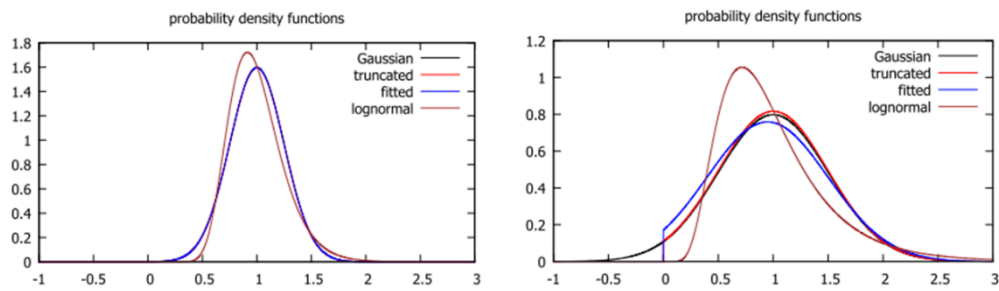


Fig. 5. Candidate law probability density function for relative standard deviation of 25% (left) and 50% (right).

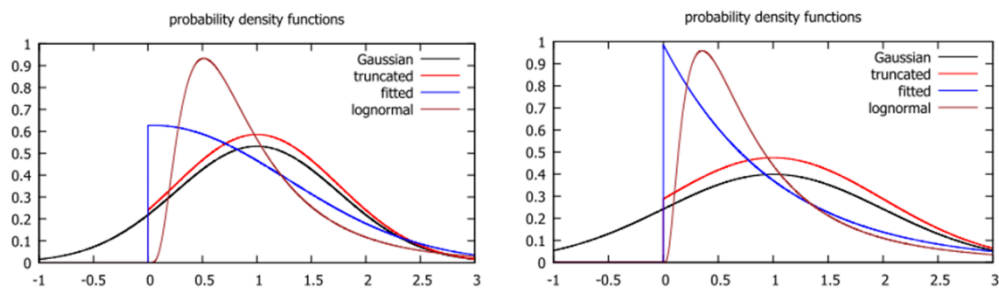


Fig. 6. Candidate law probability density function for relative standard deviation of 75% (left) and 100% (right).

Figure1 分布法則間の確率密度関数の違い

います。以上のような研究により、様々な分布法則を用いたサンプリングによるデータ自体と燃焼計算への影響の差異を評価することができました。今回の検討の結果は CEA の内部レポートになる予定です。

○CEA 内での生活

インターンシップ中の CEA 内での生活は、大雑把に平日の 8:30~17:00 までが勤務となっていて自宅（後述）近くからベンツのシャトルバスで通勤をしていました。インターンシップ中は、SERMA の建物内のインターンシップ生用の部屋でイタリア人 2 名と生活していました。同じ建物内にもいくつかインターン生用の部屋があり、それぞれ数名の学生がいましたが、ヨーロッパ周辺や中国等様々な国籍の学生がいました。インターンシップに参加している学生のインターンシップへの意識であったり、語学堪能であることであったり、見習わなければならないと感じることも多かったです。お昼休みが 1 時間半程度あり、充分にリフレッシュできました。昼食は CEA 内の食堂に行っていました。昼食は基本的に美味しい安価で、十分なボリュームもあって非常に満足でした。その他にも各々でコーヒーを飲みながら休憩をする時間もありました。始めは砂糖を入れて飲んでいましたが、徐々にブラックコーヒーを味わえるようになりました。また、研究所内はセキュリティの観点から写真撮影が禁止されていたり、某 G○○g○○eMap の図がぼやけていたり、入退場のゲート前で銃を装備した警官及び警察犬がいたりと厳重な警備をしていました。本レポートでも CEA 内の写真がないため、レポートに使用できず残念ですが仕方ありません。

○インターンシップに関するまとめ

3 か月半という短い期間ではありましたが、微力ながら一つの成果を得ることができ充実したインターンシップとなったのではないかと感じています。当初、インターンシップの背景となる知識を得るために、論文や資料を読むことから始まりましたが、LAHAYE 氏による英語と日本語と時々フランス語による丁寧な指導のおかげで何とか前に進むことができたと思います。また、LAHAYE 氏以外にもインターンシップのサポートをして頂いたり、昼食をご一緒させて頂いたり、SERMA では多くの方にお世話になりました。SERMA の方々のおかげで非常に充実したインターンシップ生活を送ることができ、非常に感謝しています。研究室 OB である川本氏と同様、特に LAHAYE 氏にはインターンシップの指導だけでなく、研究所内の事務手続きや後述の私生活の面でも非常にお世話になり頭が上がりません。

3. 生活

○住居

インターンシップの期間はパリ 14 区にあるパリ国際大学都市（Cité Internationale Universitaire de Paris）の日本館（Maison du Japon）に滞在していました。パリ国際大学都市とは、フランス国内で学ぶ研究者や音楽家等の主に留学生のために作られた学生寮郡で 40 に及ぶ各国の寮があります。日本館はその中の 1 つです。6 階（フランスでは 0 階から数えるので日本式では 7 階に当たる）の奥の屋根裏部屋のような部屋が私の部屋でした。入居者のうち 7 割までが日本人と決



滞在先の日本館の外観

められており、その他はフランス周辺の欧米諸国をはじめとする日本以外の方々がいました。また、住居者の方の滞在理由も多様で、研究者や博士課程の学生、音楽家、芸術家などの方がおり、私のような修士の学生はあまり多くないように感じました。ほとんどが私より年上の方でしたが、みなさん気さくで良い人たちばかりで大変仲良くしていただきました。外国人の知り合いよりも日本人の知り合いの方が多かったようにも感じます（笑）。インターンシップ期間後半には外食をしたり旅行に行ったりと多くの時間をこの日本館の方々と過ごしていました。

○食事

平日の昼食は CEA 内のレストランで食べられましたが、その他朝食と夕食は自分で準備しなくてはいけませんでした。はじめの一週間はスーパーやパン屋さんのサンドウィッチなどを購入して食事を済ませていましたが、CEA に通う日本人の方に IKEA に連れてっていただいたことで、生活必需品が揃い自炊も可能になって、スーパーで食材を買う楽しみもできました。日本でも買い物が好きでスーパーはよく行っていました、海外のスーパーでは初めて見るものが多く店内をよくうろうろしていました。もちろんちゃんと外食もしましたし、むしろ、外食のほうが多かったように感じます。レストランの食事は基本的においしいものが多かったと思います。その中でもパリで始めて入ったレストランで食べたガレットが一番印象深く、非常においしかったです。ワインは日本より安価に売られており、土日平日に関わらずほとんど毎日飲んでいました。パリ市内には日本食のお店や日本食の食材店も存在し、食事時になると日本食店は基本的に行列ができており、日本食の人気を伺い知ることができました。私も友人と 1 時間程度列に並んでラーメンを食べたこともあります（笑）。



ガレットとシドル



人気のなりたけのラーメン



鴨肉のコンフィとエスカルゴ（奥）

○余暇

始めのうちは平日のインターン後に、パリの中心地まで歩いていき、セヌ川沿いを散歩に出かけていました。初めての海外ということもあって、周辺の街並みだけでも十分満足できました。生活にも慣れてくると、国際大学都市の目の前にある、モンスリー公園 (Parc Montsouris) で読書をしたり、国際大学都市内のジムで筋トレやテニスをしたりしていました。読書といっても日本語の本はガイドブック程度しか持っていなかったもので、電子書籍 kindle で読んでいました。公園内には絵画のようなフレームがあり芸術が街に根付いていることを感じさせてくれました。



滞在先近くのモンスリー公園

○観光・旅行

インターンシップが休みである土日は、基本的にフランス国内外の観光や旅行に出かけていました。(6 か月以上のインターンシップの場合は有給があるとかないとか…。) 以下は私が実際に訪れた主な観光先や旅行先です。

パリ周辺観光リスト

ルーブル美術館、オルセー美術館、ルイビトン美術館、自然史博物館、パリ動物園、凱旋門、エッフェル塔、パリディズニーランド、ベルサイユ宮殿、ブルボン宮殿、ノートルダム大聖堂、シャンゼリゼ劇場、アウトレット、スタッド・ド・フランス、ロンシャン競馬場

旅行先リスト

フランス国内 モンサンミッシェル、エビアン、ボーン

フランス国外 ベルギー、オーストリア、スロバキア、イギリス

滞在の前半は一人での観光でしたが、後半は日本人の友人と一緒に観光や旅行に行くことが多かったです。フランスが初めての海外だったこともあり、パリだけでも十分に堪能することができたと思います。旅行先で最も印象的だったのは、友人と訪れたボーンです。ボーンでは毎年 11 月に開催されている栄光の 3 日間と呼ばれるブルゴーニュ最大なワインのお祭りが行われていました。町一帯がお祭りムードになっており、ワインだけでなく生牡蠣、チーズ、エスカルゴなどの屋台も出ておりとても満足でした。



ボーンワイン祭り



コンコルド広場からの夜景



モンサンミッシェル



ジャポニズム 2018

日仏友好 160 周年公式行事。パリ内外で約 8 か月にわたって開催。



改修工事中のビッグベン

2021 年に終了予定。

○若物会

知人の日本人の方からの誘いで日本人若手物理学研究者の会（通称：若物会）に参加していました。若物会はパリ在住の主に 20～30 代の若手の物理系の研究をしている日本人の会です。月に 1 回程度勉強会を開催しており、異種の研究をしている方との交流の場となっています。メンバーは学生や研究者、また、パリに数年在住している方から私のような短期滞在の人まで多様なバックグラウンドを持っています。さらに、物理学会という名前ではあるものの、生物系の研究者の方も在籍しており、様々な人と交流することができる魅力的な組織です。私が参加した 2 回の勉強会ではそれぞれ、細胞の成長、宇宙医療がテーマとなっていてどちらかと言えば、生物の内容となっていました。（若物会とは別に生物会もあるそうです。）メンバーの人は海外で研究しているということもあり、これまでに一定の実績をあげている人が多くいました。そういった方との交流を通じて、改めて私自身の研究に対する向き合い方も考えさせられ、非常によい機会となりました。

○LAHAYE 氏とのプライベート

LAHAYE 氏はとても丁寧で親切な方で、インターンシップ以外にもお世話になりました。フランスに到着してすぐにペタンクというフランス発祥のスポーツに誘ってもらい、LAHAYE 氏の友人と楽しみました。また、ルーブル美術館へ連れて行ってもらい館内の案内までして頂きました。またある日には、LAHAYE 氏の友人とパリ市内の森に行き、栗拾いを行いました。オーブンで焼くと甘く美味しかったです。また、帰国前日にはオーケストラに行き、フランス最後の夕食を共にしました。別れのときに次回会うときにはフランス語で会話することを約束してお別れをしました。



フランスの栗拾い

4. その他の思い出



SERMA のメンバーと卓球大会優勝



凱旋門賞

ありがとうエネイブル



サッカー初観戦（フランス vs ウルグアイ）

サッカー初観戦

W 杯優勝国のプレーに感動



パリの夜景



Imazato vs Louis Vuitton

@ルイビトン本店



凱旋門からシャンゼリゼ通り
with クリスマスイルミネーション
次の日に大規模デモの場となる



Mouvement des Gilets jaunes

黄色いベスト運動の様子

5. 終わりに

今回の海外インターンシップで得られたものは非常に多かったと思います。海外の研究所の現場の体験、海外での生活、英語やフランス語の外国語の利用など貴重な財産となりました。今回の経験を生かして、研究に取り組んだり、残りの学生生活を過ごしたりしていきたいと思います。

そんな経験の中で、私の経験から参考になると考えるのは以下の2点です。

1点目は、ビザ取得する場合は早めにとということです。ビザの取得には様々な書類が必要だけでなく、取得のために大使館への予約が必要になります。私は取得までの日程に余裕がなくなってしまう、インターンシップの日程変更も考えるほどでした。手続き等、他の協力が必要なこともあります、自分ができる部分は早めに済ませてしまう方がいいと思います。2点目はフランス語についてです。フランスでは公用語がフランス語です。外食や買い物時には英語で対応してもらえますが、英語が通じるところばかりではありませんし、現地の方と交流したり、文化を感じたりするためには必要だったと感じました。私の場合は英語もままならなかったのも、フランス語を習得する余裕をつくることができませんでした。以上の2点参考になればと思います。

最後に、今回のインターンシップ期間に公私共にお世話になった、LAHAYE 氏には特に感謝申し上げます。さらに、SERMA をはじめとする CEA の方々や生活面で世話になった日本館の方々にも大変感謝しています。また、このような貴重な機会を提供して下さった千葉先生とそれを支えて下さった CEED の方々に感謝申し上げます。終わりにしたいと思います。

Merci.

参考

[1] 在日フランス大使館 貿易投資庁 2019/01/20 閲覧

<https://www.youbuyfrance.com/jp/Posts-12552--cea>

[2] Sebastien Lahaye “Choice of positive distribution laws for nuclear data”

EPJ Nuclear Sciences & Technologies, 4:38, 2018.

[3] 川本洋右氏（本研究室 OB） CEA Saclay 研究所滞在記 2019/01/20 閲覧

<http://www.aesj.or.jp/gakuseikouryu/ATT00112.pdf>