

# 第 1 回 留学報告書

奥田 航大\*

2026 年 1 月

## 1 はじめに

豊田理化学研究所からご支援を頂いております、奥田航大と申します。2025 年 9 月からフランスの Institut Polytechnique de Paris (IPP) の PhD Track に進学し、数学・統計学・計算科学の分野で研究に従事しております。今回は、2025 年夏の留学前までをメインに、少しばかりの近況と共にご報告をさせていただきます。特に、ヨーロッパの大学院への出願を検討されている方の参考となれば幸いです。日頃からの温かいご支援により、充実した研究生活を送ることができておりますこと、豊田理化学研究所の皆様に厚く御礼申し上げます。

尚、サイトの引用に関しまして、利便性を考慮し、参考文献の章への遷移ではなく直接サイトにアクセスできるようハイパーリンクを設定しております。ご了承ください。

## 2 PhD 概観

統計学の PhD においては、国を問わず英語のスコア、プログラミング、学部レベルの線形代数・解析学・統計学の知識が最低条件となります。GRE の提出を求められることは他分野と比べれば少ないように感じます。他に知っている例では、UC Berkeley の経済学の PhD への準備のサイトには、同校の数学科の大学院のコースワークレベルの集合と位相や確率論は、必要とはいかないまでも推奨として記されてあります。

実際には、海外大学院留学の出願で何が評価されるのかは大学や国によると思います。学部でのバックグラウンドも、日本での統計学の研究者・大学院生には経済学部出身も多い(工学部も同様である)一方で、アメリカ(というより UC Berkeley)やフランスは数学専攻が主で統計学や CS は副専攻が多いように思います。UC Berkeley の学部数学科の例でも、日本の数学科よりも条件が緩いと言う方もいるようで、上の最低条件に加えて取らないといけないのは抽象代数学入門、複素解析入門、論理学入門 or 幾何学入門 + 数科目のようです(上述の「大学院のコースワークレベルの集合と位相や確率論」も、在籍する数学の PhD の方からすれば、取得基準の B+ 以上など入学時点で当たり前、との意見を伺った覚えがあります)。統計学の分野内でも偏りがありますが、生物統計学を背景とする方も国を問わずおります。フランスの非留学生の場合、グランゼコールはもう少しジェネラリストの色が強いですが、例えば IPP のうち ENSAE (École Nationale de la statistique et de l'administration économique: 国立統計経済行政学院)では、数学をベースに経済学・統計学・金融のコースに別れる際に統計学を選択して進む印象があります。

アメリカは 5 年の PhD で最初の 1-2 年をコースワークに充てるように設計しているため、学部から直接応募する方も多ければ、GAFA や金融機関などで数年働いてから進学する方もお見かけしたことがあります。学費が無料であることを前提とし、生活費が TA などから出ることから 5 年以上在籍することもあり、むしろ 4 年で卒業は(直後の就職やポジションが得られるかを鑑み)難しいと断言する大学もあれば、逆に平均在籍年数が 5 年を切る大学(Duke など)もあります(入学時の修士号保持者が多いためではないかと推測します)。Postdoc ならぬ predoc (-tral fellow) や research assistant を経験した進学者もおり、predoc のポジションは実験科学系以外では経済学や応用分野でのデータ解析に多い印象があります(大学のみならず、中央銀行や研究所のインターンシップにもあることがあります)。うま

---

\* Email: kota.okuda[at]polytechnique.edu

くいけば推薦状を書いてもらえることもあり、授業に比べ直接的に研究能力の評価に繋がりがやすいように思います。

他方、イギリスや多くのヨーロッパの大学は、日本のように修士と博士を一貫にしないのが大半です。イギリスには CDT (Centre of Doctoral Training) という、コースワークを 1 年設けるなどした合計 4 年の博士プログラムが増えていますが、イギリスは学部 3 年に 1 年追加して修士号を取得できることが多く、総じて言えば CDT を含む欧州の博士課程応募者は修士号持ちが殆どだと思います (尚、大陸側の欧州は学部 3 年が多いですが修士は 2 年で、更にフランスの多くは修士 1 年目と 2 年目で学校やプログラムを変えられます)。この CDT は大学や分野依存ですが funded である (または "may be funded" である) ので、学費を肩代わりしてもらえます。欧州一般には、CDT 以外ではプロジェクトに対する公募型の博士課程が多く、funding のある研究者単位 (あるいはグループ) で行われています。この場合は前提条件がプロジェクト依存なので特殊ですが、公募人数が少ないことからやはり修士号 (と教授とのマッチ度など) を求めるようです。欧州は国や大学、プログラムによって学費が異なりますが、公募型の博士課程はそこから学費や生活費が出るのが殆どのように思います。

修士課程について言えば、アメリカへの留学生 (つまり日本人を含む) は授業料だけで年間 60000-75000 USD ほどが 2 年間、イギリスでは 40000-45000 GBP ほどが 1 年間かかります。フランスでは一般の大学の修士は 300 EUR ほどですが、グランゼコールでは 5000 EUR もあれば 15000 EUR のところもあり、更に経営学が絡むと 30000 EUR 近くになります。私の周囲では、イギリスの学費の高さから非イギリス国籍の学生がイギリスで修士号を取った後に、1 年目のみまたは 2 年とも修士をフランスで取るケースをよく聞きます。

PhD の話になると、アメリカは 5 年間無料であることが多く、イギリスは CDT やプロジェクトの資金源、(留学生にはあまり多くありませんが) 大学の奨学金から (取れなかった場合は修士とほぼ同額)、フランスは年間 300 EUR 程度を登録料として支払いますが法律上最低賃金以上 (おおよそ月額で 1700 EUR) を大学が PhD 学生に給付する義務があり、奨学金に応募したりプロジェクトのファンドから支払われます。

就職慣行や入社後の教育制度が影響していることもあり、アメリカ (や欧州) の応用統計や機械学習を中心に、一度 PhD をやってから企業にスキルアップして就職することを考える方もいます (ただし、特に上述の公募型において、研究が長期的である場合に進学目的が短期的であると避けられ得ます)。フランスは欧州の中でも修士取得率が高い方で 1、これは 2 年とも夏に修了条件としてインターンを行いそのまま就職することが多いためだと考えられます。伝統的にグランゼコール (学部 3 年-修士 2 年相当の 3-4 年プログラムで、一般にはエリート養成機関) がインターンを重視していたため、これをモデルに一般の大学にも設置されたようですが、グランゼコール自体の数も多く、相場感覚で言えば卒業時点での就職先決定率を各校が宣伝する程度にはフランス全体で失業率が高く 2 (全体では EU 内ではスペイン、ギリシャ、フィンランド、スウェーデン、エストニアに次いで 6 位、ただでさえ修士修了者が多い上で高等教育修了者に限っても EU 平均よりは高いが、短期・学士・博士未考慮に注意) (一度雇用すると解雇しづらい面もあります) 職を得るために修士に進学するのは他国に比べればよくあることとされます。グランゼコール卒業後に飲食店などで働き、エンジニアとして就職するまで繋ぐ方もいます。この「インターン」とは、1 年目は概ね 6 週間以上、2 年目は概ね 10 週間以上で、法律上有給である必要があり、更に企業ではなく研究所や大学に「インターン」をすることで修士論文やその代替となる研究プロジェクトなどに集中的に取り組むことになります。そのため「インターン」先の研究者の funding 次第で受け入れてもらえるかが決まることもある他、修士での研究に限って言えば、本質的には学生の所属大学の研究者が必ずしも重要ではないという面もあります。

### 3 私の選択

フランスでは、修士などに限らず高等教育全体で見れば、他国に比べて理学・数学・統計学などの修了者は非常に多いと言えます 3 (Natural sciences の定義が曖昧ですが、engineering, ICT, Health, agriculture を除外しており、物理学、化学、生物学を含んだ理学部に近い意味合いだと思います)。ただし、ここでは専攻科目が高校科目に近い学部 1-2 年相当のグランゼコール準備級 (CPGE, プレパ) を含みます。印象で言えば、20 歳まで受験競争をしているようで、数学科に限ってもカリキュラムが他国とも違うのですが、集合と位相や群論などが早めに来るようです (一般の大学の数学科のカリキュラムも特徴があるようです)。実際、フランス全体として数学や物理学に非常に力を入れている

Figure A1.2. Trends in the share of 25-34 year-olds with a master's or equivalent degree (2019 and 2024)

In per cent

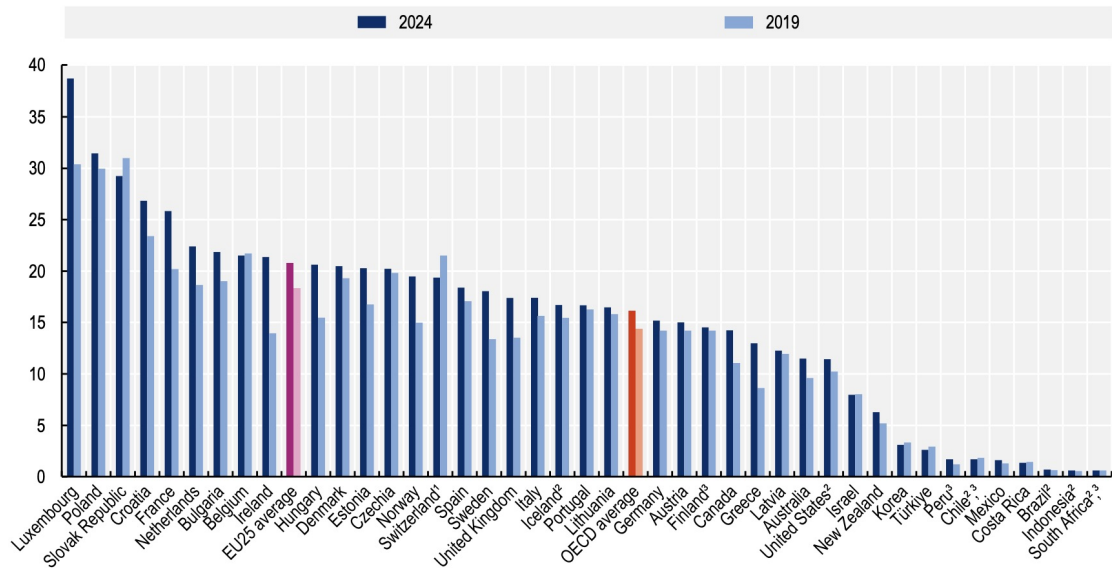


図1 国別の25-34歳の修士号保持者の割合の、2019年と2024年における比較。

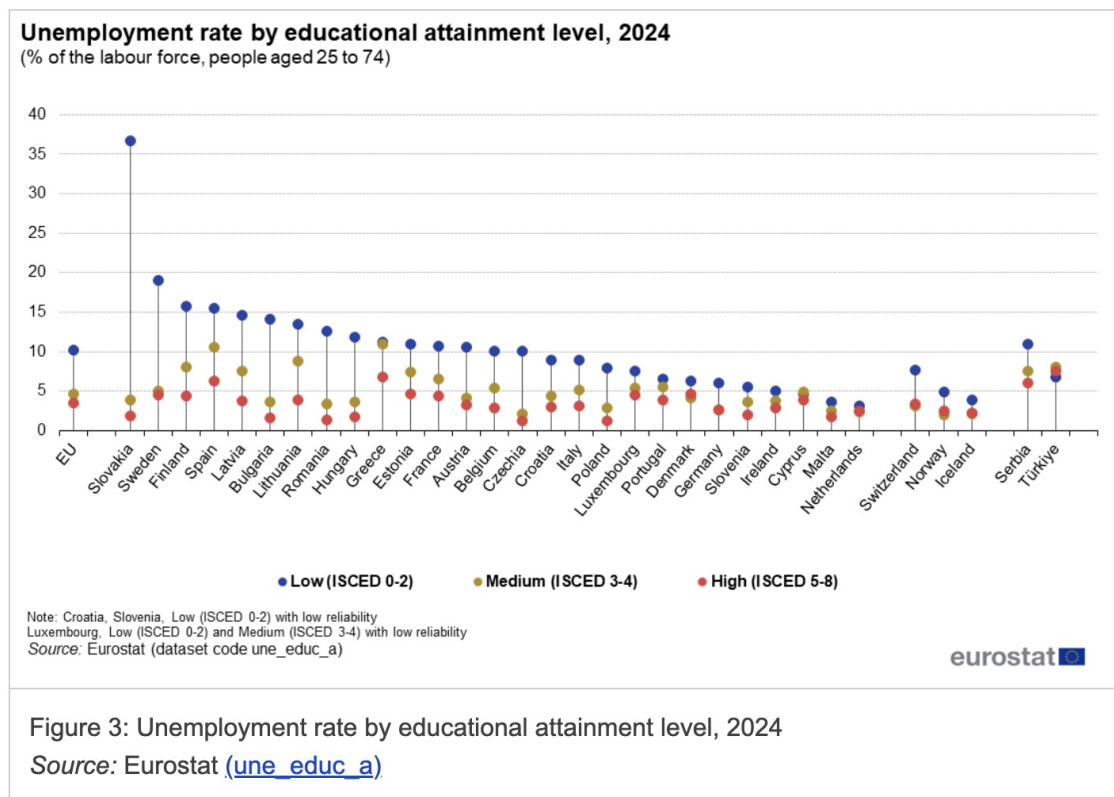


Figure 3: Unemployment rate by educational attainment level, 2024

Source: Eurostat ([une\\_educ\\_a](#))

図2 国別の教育到達度別の2024年における失業率。ISCED (International Standard Classification of Education) の0-2は前期中等教育まで、3-4は中等教育後非高等教育まで、High (ISCED 5-8)は短期・学士・修士・博士課程などの高等教育。

るように感じます。ちなみに、フィールズ賞はアメリカ (15 個、2022 年時点) に次ぎフランスは 2 位 (13 個) で、アーベル賞受賞者には Michel Talagrand がおり、歴史的な人物で言えば Poisson, Cauchy, Painlevé, Monge などは私の学校の講義室の名前 (やパリの道の名前) になっています。

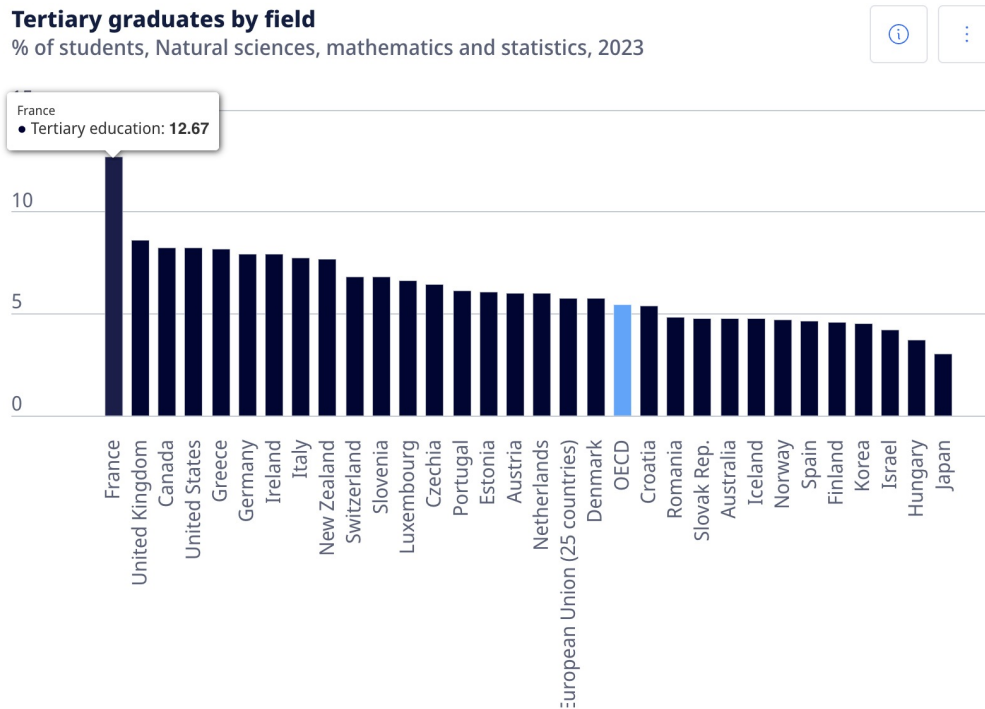


図 3 国別の理学・数学・統計学の分野での高等教育修了者の 2023 年における割合。

PhD での留学先を今のところに決定したのにはいくつか理由があります。1) 自分の研究分野 (モンテカルロ法、ベイジ統計学に対する計算; 詳細は次回以降書きます) の研究者がイギリスやフランスに多く、2) 修士号なしで進学でき、3) 数学関連のコースワークがあり、4) PhD 在籍中に渡って学費と生活費の見通しが立ちやすく、5) 指導教官が信頼できることでした。研究者は概ねクラスター化していて、出願を考えたところを詳細に書けば、UCL や Imperial, Warwick, Oxford (ただし関連研究者が少なくとも 4 人移籍), Newcastle, Nottingham, Lancaster, Bristol などのイギリス、Institut Polytechnique de Paris, Paris-Dauphine, ESSEC, Sorbonne などのパリ、他の地域では Bocconi (イタリア) や British Columbia (カナダ) がありました。この中で修士号なしで進学ができない大学を除きながら、数学のコースワークがある (= CDT または 5 年一貫 PhD がある) 大学を選んで出願しました。

最終的には、(生活の場での) フランス語に大きな抵抗がなかったこと、もっと論文を書くことを考え今のうちに数学をやる時間が欲しいこと、受け入れ先の指導教官にもしっかりと指導してもらえそうであったことを踏まえて、現在のところに進学先を決定しました。出願前も進学先決定時にも、様々な方にアドバイスを頂きましたが、あるイタリア人の研究者に「PhD で重要なのは何よりも指導教官だ。仲が悪くなったりしたら悪夢だぞ」と凄まれたのを覚えています。今も、なぜフランスに来たのか、と聞かれるといつも「Mon encadrant (指導教官) がいい人だから」と反射的に答えてしまいます。留学してよかったと思えることですし、まだ私は 1 年も経っていないのですが、今後も関係を大事にしたいと思っています。

## 4 その他

- XPLANE. 海外大学院留学の支援コミュニティで、奨学金情報・留学体験談などの掲載のほか、留学経験者のご厚意で出願時計画書 (SoP: Statement of purpose) の執筆支援プログラムが実施されています。
- TheGradCafe. (出願後) 様々な分野・学校の Master/PhD 出願情報が掲載される掲示板です (A 大学 B 分野の人

が C 大学の大学院に出願していつ頃面接が何回あって合格が出たとか reject 通知がきた、など)。必ずしも情報が多いわけではありませんが、私は面接で「あなたを合格にするように admission に伝える」と言われたのにその後連絡が来るのが 1 ヶ月くらいかかったとき、同じ状況の人がいたのをこのサイトで確認しました。面接で聞かれることが載っている場合もあります。

- PhD 学生のリスト: 各大学のホームページから、学生のバックグラウンド (修士の有無など) や分野の割合が見られることがあります。ただし、今年は A の専門分野の学生を多めに、来年は B の分野を、などの調整を他分野で伺ったことがあるので、在籍する学生全体の傾向や個々の教員が同時に指導可能な学生数などが影響する可能性はあります。私は (そもそも合格率が低い PhD 出願戦略として必ずしも良い方針ではないかもしれませんが) 出願数を絞ってスナイピングするタイプだったので、指導教官の学生の論文に目を通すなどしました。また、現在の指導教官には、入学決定前に指導の具体的な方針などや状況を別の学生にも連絡して聞くことを勧められました。
- その他の提出書類: 大学によって、自己推薦の提出書類を SoP, Research Proposal, Personal Statement, Research Statement, Contextual Statement と呼称が異なり、これらのうち複数の提出を求められることもあります。いずれにせよ研究に関する記述は求められると思うのですが大学のホームページを確認した方が良いと思います。また、Descriptive list of courses のような、公式提出成績と対応する科目名、数学や関連科目のシラバスへのリンク、成績、簡単な内容記述、教員名、一般公開されていれば授業資料へのリンク、分類 (数学・確率論、統計学、プログラミング、機械学習、など) が記載されている別添資料を提出したり、履歴書から受賞歴などを分離して載せるよう指示されることもあります。

## 5 近況報告

私は IPP (Institut Polytechnique de Paris) の PhD Track - Data and Artificial Intelligence というところの学生ですが、このコースは指導教官の裁量が大きく、フランスの元々の M1 と M2 の分離やインターンシップ、6 つの学校の連合大学という性質、更にパリ・サクレー大学などその他の近隣の大学との近接性、共同学位 (Cotutelle) などの様々な要素から非常に自由度が高いです。5 年の PhD Track の中で 1 年目は Ecole Polytechnique で Applied Mathematics and Statistics の学生としてほぼ必修固定の授業を受けていますが、それも指導教官との相談で決まったものでした。その分複雑な組織 (?) で、そもそも IPP のどの学校も高等教育省の傘下ですらなく、この Applied Maths は ENSAE (という IPP 内の別の学校) の先生も関わっているためなのか、私はメールアドレスと授業管理システムを 3 つずつ持っていて、更にもう 1 つ Telecom Paris (という IPP 内の別の学校) のものが配布される可能性さえあります。今年のコースワークは数理統計、数理最適化、離散時間確率過程、関数解析、Python、連続時間確率過程、機械学習、データベース、数値解析、外国語です。ほとんど毎日授業があります。また、外国語はフランス人でも何かを取る必要があり、英語やスペイン語などをやっているようです。現在は殆ど Ecole Polytechnique にいますが、指導教官の所属上、夏の研究や 3 年目以降徐々に ENSAE 及びその研究所の CREST にシフトするのだと思います。結局修士の学生と同じことをやっているのですが、PhD Track に在籍する個人的なメリットは大きいと感じており、例えば学費 (登録料) が 5000 → 300 EUR になったり、指導教官の発表する研究セミナーに同席したり、縦の繋がりができました。この辺りも次回書きますが、分野の大御所である Christian Robert 先生が主催するセミナーに参加したときは Pierre Jacob 先生と Nicolas Chopin 先生と 3 人で並びながら発表者に数分に 1 回のペースで質問を浴びせていて、これのために自分はパリに来たのだ、と嬉しくなったのを覚えています。初めて指導教官にお会いした時にも自分の研究の話をしたのですが、その時にも質問攻めにされ、自分の未熟さを感じるとともに、この先の 5 年間を思い武者震いがありました。

研究について、モンテカルロ法やベイズ統計学に対する計算についての研究をしています。特に「次の為替は 1.00 EUR が 183.37 円のような点予測値」ではなく、「90% の確率でいくらからいくらまで」といった、確率的な解釈が可能な形で区間予測値を出すことで予測値や効果量の不確実性を定量化する方法や、そのための高速計算の研究をしています。具体的な手法では、学部の間はマルコフ連鎖モンテカルロ法を主にやっていましたが、逐次モンテカ

ルロ法を起点により複合的なアルゴリズムを研究したいと考えています。応用では、気候学や PDE 逆問題をやっていたのですが、個人的には考古学や歴史学に興味を持っています。

今回の報告書では、もう少し研究の話に踏み込みながら、フランスの生活について書けたらと思っています。

## 6 参考文献

UC Berkeley (2025) Course Requirements: Pure Mathematics.

<https://math.berkeley.edu/undergraduate/major/pure> (2026 年 1 月 18 日閲覧)

UC Berkeley (2025) Preparing for Graduate School (Economics).

<https://econ.berkeley.edu/undergraduate/program/preparing-for-graduate-school> (2026 年 1 月 18 日閲覧)

Duke University (2025) Statistical Science: PhD Time to Degree Statistics.

<https://gradschool.duke.edu/about/statistics/statistical-science-phd-time-degree-statistics/> (2026 年 1 月 18 日閲覧)

OECD (2025) Education at a Glance 2025.

[https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2025/09/education-at-a-glance-2025\\_c58fc9ae/1c0d9c79-en.pdf](https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2025/09/education-at-a-glance-2025_c58fc9ae/1c0d9c79-en.pdf) (2026 年 1 月 18 日閲覧)

Eurostat (2025) Unemployment statistics and beyond.

[https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Unemployment\\_statistics\\_and\\_beyond](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Unemployment_statistics_and_beyond) (2026 年 1 月 18 日閲覧)

OECD (2025) Tertiary graduates by field.

<https://www.oecd.org/en/data/indicators/tertiary-graduates-by-field.html> (2026 年 1 月 18 日閲覧)

INSEE (2025) Definition: Tertiary education.

<https://www.insee.fr/en/metadonnees/definition/c1871> (2026 年 1 月 18 日閲覧)

XPLANE 海外留学支援コミュニティ XPLANE.

<https://xplane.jp/> (2026 年 1 月 18 日閲覧)

The GradCafe Graduate School Admissions Results Survey.

<https://www.thegradcafe.com/survey/> (2026 年 1 月 18 日閲覧)

## 付録：留学生活の様子



エッフェル塔と 72 人の科学者: 右端に Poisson と Monge



旧 École Polytechnique から (現高等教育・研究・イノベーション省)



指導教官と研究ミーティングをした Eurostar



暴風雪でバスが止まった日の学校帰り