

第一回海外留学報告書

永島 来悟*

Institute for Theoretical Condensed Matter Physics, Karlsruhe Institute of Technology, 76131 Karlsruhe, Germany

2026年2月

2025年7月からドイツの Karlsruhe Institute of Technology の博士課程に所属している永島来悟と申します。同年の3月に東京大学理学系研究科物理学専攻修士課程を卒業しました。現在は理論物理（紙とペン、数式処理ソフト、プログラミングなどを用いて物理を研究する）の中でも物性物理（モノの性質を理論的に解明することを目指す分野）、特に超伝導と呼ばれる現象に関連した理論的研究を行っています。ドイツ留学を選択する人は留学する人の中では少数派だと思うので、参考になれば幸いです。

1 ドイツ博士課程留学まで

1.1 初めて留学を志したきっかけ

大学入学時には物理学に興味を持っており、研究をするために大学院に行くのか、ということは漠然と理解していましたが、海外大学院という発想は全く頭にありませんでした。ところが2020年4月ごろ（大学2年生になったばかり）にコロナウイルスによって自宅にいる時間がほとんどとなり、暇を持て余してネットサーフィンしていたところ、「海外大学院に行けば給料がもらえる」「日本の大学院では給料がもらえない」などというセンセーショナルな文言を見つけ、興味を持ったのが始まりです*1。海外で修行すれば人間的にも大きく成長できるだろうとも考え、留学する手段や方法を調べ始めました。アメリカを初めとする海外の大学院博士課程に応募するには強力な推薦状が必要とのことで、自分で動かなければそのようなものは得られないことを知ったため、学部在籍中に留学する手段を模索しました。自分の所属していた東京大学理学部物理学科では、4年生の後期にドイツの Max Planck Institute (MPI)*2の一つに（所定の条件を満たせば）半年間留学できる制度があったため、まずはこれを目指して準備を始めました*3。これ以前（乳児期除く）の海外経験は（旅行を含め）ありません。

1.2 学部時代での出願と結果

幸いにも MPI で半年間研究できることになったので、ここでの経験をもとにアメリカのいくつかの大学院に出

願しました。この時は「サイエンスをやるならまあアメリカだろう」くらいの気持ちでそこまで調べもせず出願先を決め*4、結果は全て不合格。結構凹みました*5。この時は GPA が 3.8/4.0、TOEFL iBT が 109/120 点、発表論文や学会発表経験はありませんでした。ちなみに外部奨学金も落ちました。東大の院試には MPI 留学前に通っていたので、そちらで研究をすることにしました*6。

1.3 修士課程での転機

アメリカ留学が叶わなくなり「自分は研究者に向いていないのかなあ」と思ったため、修士課程に入るや否や就職活動を始めました。修士一年目の夏の終わりくらいまで本気で就職活動をし、いくつかの（サイエンスとは縁のない）企業でのインターンに参加したりもしましたが、途中で「どうせいつかは労働するんだから、今のうちくらい自分のやりたいことを追求してもいいだろう」という気持ちが湧き始めました。幸いにも MPI 留学時の研究結果が修士一年目の夏終わりくらいにまとまったためプレプリントとして発表した後、秋頃に参加したあるワークショップでスイスの大御所教授に「まあ PhD の数年くらい誤差でしょ、やりたいならやってみたらいいんじゃない？」のようなことを言われ、「やっぱり博士課程行くか」という気持ちになりました。ただせっかく博士課程に行くなら海外で挑戦しよう、という気持ちは変わりませんでした。

* raigo.nagashima@kit.edu

*1 この辺りの話はよく語られているので詳細は省略します。よく調べてから決めるのがよいでしょう。

*2 ドイツの研究機関。色々と種類がありますが、非常に雑に言えば日本における理研のような機関です。

*3 日本生まれ日本育ちのいわゆる純ジャパで英語はそれなりに読めるが話せない、という状況でした。なのでオンライン英会話で毎日英語を話す（触れる）習慣をつけることから始めました。

*4 Harvard や MIT のようないわゆる「有名大学」しか調べていませんでした。愚かです。確か5校出願したはずですが、もちろん将来の指導教官になるかもしれない人にコンタクトを取ったりはしていません。

*5 同時期に MPI に留学していた友人と旅行中、最後まで結果の出ていなかった Harvard からの不合格通知が届き、慰めてもらったのをよく覚えています。

*6 東大時代の指導教官には大変お世話になりました。心から感謝しています。ちなみにこれを執筆している現在も共同研究を行っています。

1.4 応募先の選定

少なくとも自分の分野において、アメリカの大学院は修士課程と博士課程を合わせたもので通常 5~6 年卒業に要する、ということを知っていました。つまり日本で修士課程を終えてからアメリカの大学院に進むと、(例外はあるものの通常は) 修士課程からやり直し、ということになります。もちろん知識を深め、自分のやりたい研究を探すなどのメリットは多数あるものの、自分としては改めて二年間を修士課程の勉強に費やすのは勿体無いと考えました。なので進学先の選定に際して、アメリカの大学院は最初から考えませんでした。次に選択肢に上がったのは以前の留学先であるドイツでした。給料も生活に困ることない量をもらえる上、どのような文化なども割とわかっていたためスムーズに研究に移行できるだろうという狙いもありました。また、給料(と物価)がとても高いスイスも選択肢の一つでした。イギリスやフランス、スペインなどは色々情報を集めた結果選択肢から外しました*7。最終的にはドイツの教授二人、スイスの教授一人に応募することにしました*8。

1.5 進学先の決定

修士一年目の 12 月に現在の指導教官である Jörg Schmalian 教授にメールし、すぐに面接が行われることになりました。面接(というか実質ディスカッション)の内容は自分が発表していたプレプリントの内容について、1 時間ほどの面接終了後「よく理解している。いつでも来ていいよ。」というメールをいただきました*9。この時点で進学できることになったのですが、それを確約する証明書などをもらったわけではないので正直自分はとても不安でした。最終的にこの教授のもとで研究することにしましたが、この時 TOEFL iBT や研究計画書、志望動機、GPA などは一切要求されませんでした*10。

1.6 ドイツ博士課程留学の準備について

このように自分は指導教官になりうる人にコンタクトを取り、自分が卒業する年に PhD の学生を取る予定か、今までどのようなことをやってきたか(発表済みのプレプリント、論文があると便利)、などを伝え、学生を取る予定があるかを聞きました。また、返事があっても学生を取らない場合や、ホームページで公式に Job Opening を行う場合などもあります。推薦状が必要かどうかの場合によります。留学経験は(研究成果につながったこと

*7 研究分野、給料、行政手続き、言語の壁など様々な側面から判断しました。

*8 この時誰に応募するのかは問題になりますが、自分は MPI 時代および東大の指導教官から色々聞いた上で決めました。

*9 この時現在の指導教官は、「自分が修士二年の終わり頃で直ちに行き先を決めないといけない」と思っていたようです。

*10 唯一聞かれたのは「どうやって研究室を見つけたの?」くらいだったと記憶しています。拍子抜けしました。

を除いては) 不要でした。とにかく連絡してみるのが良いでしょう。自分の場合のようにしっかりと議論ができれば TOEFL iBT のスコアなどを用意しなくてよい場合もあるようです*11。

2 ドイツでの生活について

2.1 ドイツ語について

「ドイツで研究するのだからドイツ語は必須じゃないの?」という疑問が湧くでしょう。結論から言うと必須ではありません。研究は英語で行うので英語が話せれば研究に支障はありません*12。ただし日常生活でドイツが必要な場面がたまにあります*13。地域にもよりますが役所での手続きなどはドイツ語で行われるので、ドイツ語が話せると圧倒的なアドバンテージがあります。自分は MPI に留学した際はドイツ語が全く話せず、博士課程留学の前に集中して勉強し、独検 2 級を取得してからドイツに渡航しました。ただ現地のドイツ語とは全然戦えないのが実情です*14。

2.2 ドイツ生活の基礎情報

基本的な情報として、ドイツでは夏の日照時間が長く、またサマータイム制を導入しているため 22 時くらいまで外が明るい*15。逆に冬は日があまり出ず、さらに曇りが多いため晴れの日があると気分が上がります。自動車網が非常に発達しており、通勤に車を使う人も少なくありません*16。鉄道網も発達しているため、国の主要都市は電車に乗れば到達できます*17。自転車通勤の人も多いです。物価は日本よりは高いですが、€ 1=¥100*18 だと思えば妥当に思える場合が多いです。ご存じの方も多いと思いますがドイツはビールとソーセージが有名で、地域ごとにいろいろな種類があるのが特徴です。ですが近隣諸国にフランス、イタリア、スペインなどという食文化が極めて豊かな国があるので、それらと比べるとドイツの食文化はそこまで発達していないというのが実情です*19。極めて重要な点として、日曜日はほとんど全ての店が閉まります*20。インターネット環境について

*11 レアケースな気はしますが...

*12 もちろん法学などの分野では例外はあるでしょうが、科学分野は英語です。

*13 それも結構大事な手続きの場面で。

*14 生活に慣れてくると買い物の際は「カードで。」などと言うだけになり、普段は大してドイツ語が必要ないとも言えます。

*15 割と涼しい日が多いですがたまに 38°C になります。

*16 博士課程学生で車通勤(通学)の人もいたりします。

*17 ただ日本の JR に相当する DB (Deutsche Bahn) の ICE (新幹線のようなもの) は非常に遅延が多く、ドイツ国民の悩みの種兼話の鉄板ネタでもあります。

*18 これを執筆している現在、日本円はもっと弱いですが。

*19 食文化については研究室メンバー間でも度々話題になります。

*20 日曜日でも営業しているのはガソリンスタンドや駅のパン屋、有名観光地のレストランくらいです。日本で言うコンビニはあり

ては、そこそこの大きさの都市だと公共の Wifi が飛び交っており、助かります*21。注文したものが家に届かないことや、配送予定日通りに物が届かない、電車が遅延、キャンセルされるというのは日常茶飯事で、寛容さが試されます*22。一般にドイツは治安の良い国とされていますが、日本と比較すると犯罪率は高いです*23。ちなみに私が住んでいるカールスルーエはとても治安が良いため、金曜夜に研究室メンバーとバーに行くこともしばしばあります。

2.3 ドイツでの研究、研究室について

指導教官によって随分スタイルは異なりますが、ここでは自分のケースについて紹介します。まず渡航して1週間くらい経った時に以前の研究についてセミナーを行いました*24。その後はいくつかこういうのをやってみ

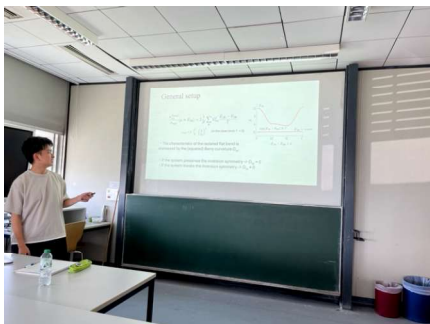


Fig.1 渡航後すぐのセミナーの時の様子。人生で一番炎上した。

ないか、と提案されたものの中から一番興味の湧いたものを選び、その論文の詳細まで詰めてノートにまとめて指導教官に発表し、そこからは発展させた内容を研究しています。基本的には自分で色々計算し、ポスドクの人たちや指導教官と議論したりして内容を深めていきます。

現在は、超伝導という電気抵抗がゼロになる現象に関連した理論的な研究を行っています。超伝導体に磁場を加えると、磁場が弱ければ超伝導体は磁場を内部に侵入させないのですが*25、多くの超伝導体はそれなりの大きさの磁場を印加すると格子を組むように超伝導体の内部

ません。悲しい。

*21 一方で自分で Wifi を契約する際は割と大変です。自分は非常に大変な目に遭いました。

*22 ローカルな電車は割と時間通りに来ます。ありがたい。

*23 日本と比較するのがナンセンスという話でもあります。

*24 修士論文にまとめた内容とは異なる研究結果を発表しましたが、このセミナーは人生で一番炎上しました。計算を簡略化するためある仮定を行ったがその仮定は一般には外して計算できる、という論法でしたがうまく伝わらず質問攻めされました。そのほかにも色々気になる(痛い)ポイントを突かれました。これもかなり凹みました。

*25 完全反磁性という性質で、リニアモーターカーの浮上原理にも用いられています。

を磁場が貫通します*26。磁場が貫通した領域は「渦糸」と呼ばれる超伝導が壊れた状態になっているのですが、ある種の超伝導体ではこの渦糸がトポロジカルに非自明になる*27場合があります、その性質やそれをどのように実験的に判別するかについて調べています。この内容についてドイツ物理学会で発表する予定なので、これを執筆している現在はそれに向けて準備をしています。このほかにも前述のセミナーで発表した内容を大幅にアップデートした論文がアクセプトおよび出版され*28、研究は割と順調です。

研究室(および所属する機関)は非常に国際色豊かで、日本人は自分しかおらず、東アジア人も韓国人のポスドクが一人と最近入った中国人のポスドクが一人いるだけです。ヨーロッパ出身の人がほとんどですが、ドイツ人がほとんどかと言われると全くそんなことはなく、英語以外でよく聞こえてくるのはドイツ語やロシア語です*29。慣習としてランチを研究室メンバーの人たちと一緒に食べるので、その際にいろいろなヨーロッパネタや国際ニュースに対する見解などを聞けるのは非常に楽しいです*30。

2.4 授業や卒業要件などについて

自分の所属する機関では○単位取得などの要件は存在せず、原理的には博士論文を提出し博士論文審査を突破すれば博士号を取得できます。なので授業を取る必要は全くないのですが、興味のある(研究に関連する)授業をいくつかと、ドイツ語の授業をとっています。基本的には4~5年で卒業するケースが多いと聞いているので、自分は4年くらいで卒業できたらいいなと思っています*31。ドイツは労働者の権利がきちんと認められており、博士課程学生は労働者としてみなされるので、労働日数に応じた有休が付与されます*32。この辺りも精神衛生上非常に好ましいと考えています。

2.5 日常生活

渡航してから一ヶ月は諸々の手続きと前述のセミナーで前途多難この上なしといった感じでしたが、それを乗

*26 強い磁場をかけると超伝導状態は壊れます。

*27 位相幾何学的に非自明な構造を持つということ。トポロジカルに非自明な超伝導体の性質はある種の量子コンピュータの動作原理の根幹になっています。

*28 <https://doi.org/10.1103/5s61-vc71>

*29 自分の所属する機関の歴史的要因もあってロシア語話者が多いです。

*30 大学入試の時に世界史選択にして良かったと思うことがたまにあります。

*31 指導教官の funding が切れず、かつ指導教官が認めれば滞在可能期間は伸ばせます。極端な例外ですが12年間博士課程をやった人も、という話も聞きました。

*32 最初の半年間はあまり有休がありませんが、それ以降は年に30日の有休が付与されます。有休は(記憶が確かならば)次の年の終わりまで持ち越せばはずです。

り切ってからはのびのびと研究に打ち込めています。日本では平日でもアルバイトやセミナーのない日の生活リズムは乱れまくっていましたが、ドイツに来てからは（土日を除いて）基本的に 23 時就寝 7 時起床の生活で平日は 9~10 時間ほどオフィスで研究しています。料理が好きで、かつ外食も高いため基本的に自炊しており、昼食は弁当を持って行っています。日本にいた時、土日は決まって飲み会に参加していましたが、ドイツに来てからは友人とハイキングに行ったり、家で電子ピアノを弾いたりしています。割とイベントが多いので、そちらも息抜きになって楽しく生活しています。



Fig.2 友人と夏にハイキングに行った時の写真。中央が筆者。



Fig.3 クリスマスパーティーの際にみんなで用意したものの一つ。この他に一人一品自国の料理を用意することになっていたため、筆者はカレーライスを用意したところ好評だった。様々な文化の料理に出会った。

近隣諸国に旅行するハードルは低いのですが、研究が予想以上に軌道に乗り熱中していたため、8月に学会参加のためスペイン^{*33}に行った他はドイツにいました^{*34}。今の研究が一段落したら、少し足を伸ばしてみようと思っています。

3 謝辞

このように現在ののびのびと研究に打ち込み、金銭面を気にせず楽しく生活できているのは豊田理研の皆様方

^{*33} バスク地方の Bilbao。合間を縫って San Sebastian にも行きました。食べ物 genuinely 美味しかったです。

^{*34} 年末年始は日本に一時帰国していましたが。



Fig.4 カールスルーエ中心部でのクリスマスマーケットに設置された観覧車。予想以上に早く回っていた。



Fig.5 同僚の PhD 学生の誕生日パーティーに参加した際のキャンプファイヤー。

ご支援のおかげです。心より感謝申し上げます。