

## 船井情報科学振興財団 第2回ポスドク報告書

NASA JPL ポスドク 1 年目の塚本紘康です。数か月後にイリノイ州 University of Illinois at Urbana-Champaign (UIUC) に引っ越しすることが正式に決まり、残りのロサンゼルスでの日々を噛みしめて生きています。2024 年は 13 年周期と 17 年周期の素数ゼミが 221 年ぶりに同時に発生する記念すべき年で、イリノイではこの夏約 1 兆匹のセミが見られるそうです。前回の発生の 1803 年、アメリカにはまだイリノイ州もカリフォルニア州も存在せず、ヨーロッパはナポレオン戦争真っただ中、日本は江戸時代、沖縄は琉球王朝、中国は清王朝、インドではムガル帝国が衰退しイギリス東インド会社が台頭していました。ドルトンが原子論を提唱する論文を発表したのも 1803 年です。221 年の時を経て出会うセミたち、どんな気分なのでしょう。今月中旬部屋探し、研究室のセットアップをするついでに、素数ゼミの大合唱を聞きながら、時代の流れと科学の進歩を感じてきます。

ビザの問題が解決したので先月は仕事も兼ねてイギリス、インド、沖縄に行ってきました。



言わずと知れたタージマハル



ムガル帝国時代の天文台・ジャンタルマンタル

## 1 大学院入学審査

今年から UIUC 航空宇宙工学専攻大学院の入学審査委員会に所属することとなり、合格、不合格の判定をするという非常に責任の重い仕事を初めて経験しました。以前より私のブログ (<https://usphdlife.com/>) では、いかにアメリカの大学院に合格するか、という話題について出願する側の視点から扱っていましたが、今回遂に審査する側として、そこで語ってきたことの答え合わせをしてみます。言うまでもないかもしれませんが、これから書くことは一般論ではありません。また、今後の公平な審査のため詳細の明言は避けます。

## 1.1 足切りはある？

何かしらの数値で表現できる指標（GPA、英語の試験、大学ランキング、etc.）に関して、一般の出願者には、出願のカテゴリに応じて具体的な足切りやガイドラインがある程度存在します。修士など指導教員を指定しない入学の場合、厳密な足切りに達していない出願者は不合格となる可能性が非常に高いです。しかしそれに満たない場合でも、教授が雇いたいと思った場合は交渉が可能ではあります。足切りの数値の一部は大学のウェブサイトで公表されている場合も多いはずですが、特に、全体として出願者の GPA がかなり高いので、低い GPA だと残念ながら中々のハンデを負うこととなります。計画的にコツコツやるか、強めの言い訳を考えておきましょう。

## 1.2 どの書類が重要？

足切りを突破している場合、まずは CV（履歴書）にある実績に基づいて仮の評価を下します。続いて推薦状を見ますが、やはりよく言われるようにその重要度は非常に高く、CV の評価が少し低くても推薦状で挽回するケースは多いです。というのも、アメリカに限らず、世界で名の知れた大学の教員からの推薦状は非常にわかりやすく、そこで使われている言葉選びによってほとんど数値的に研究能力等に関する評価を下すことができるからです。このような推薦状全てが一貫して具体的に高い評価をしている場合（例えば、今まで指導した学生 100 人の中で最も優秀、など）、それだけでかなり合格が近いと言っても過言ではないと思います。ただ、漠然と人柄を褒めていたり、授業の成績など CV からわかることを繰り返していたり、具体例なく研究能力について言及していたりなど、アメリカのスタイルで書かれていない推薦状には価値がありません (<https://usphdlife.com/lor/>)。最後に志望動機書ですが、ここまでで合格、不合格が決まっている場合には、これによってその評価が変わることはあまりありません。とはいえ、ここでは論理的で説得力のある文章を書く能力があるかと、出願者のビジョンが大学や教授のビジョンとマッチしているかが一目でわかるので、研究員として雇うつもり出願者や、ボーダーラインにいる出願者の志望動機は、詳細に読み込むことも多々あります。

## 1.3 結局どうやって決まる？

一般の出願者は、何人かの教授がまず独立に審査し数段階評価で点数をつけ、その点数の根拠を羅列します。審査は基本的には出願者と近い分野の教授が行います。ここで意見が大きく分かれるのは稀で、日本に比べ定性的に思えるアメリカ大学院の入学審査システムも、ここまでのステップを踏むと実は意外と定量的であることがわかります。その複数の初期評価の何となくの平均をもとに、入学審査委員会が最終決定を下します。この段階は、応募書類の審査が網羅的にされているか、見逃している部分がないかのチェックが主な役割です。また、出願者の多様なバックグラウンドを主張する Personal Statement に書かれている内容がしっかりと考慮され、公平な判断が下せているかについても注意深く確認します。

## 1.4 面接はある？

UIUC 航空宇宙の場合、書類審査に通った段階で、研究なしの修士課程に入学することができます。トップで合格した場合は、大学からの奨学金を貰える場合もあります。研究を希望する場合は、その後指導教員を見

つける必要があり、私の研究室では上記の書類審査に加えオンラインで面接を行いました。この辺りは大学、研究室ごとにより違いがあると思いますが、一例として紹介しておきます。

まず私宛の数百人の応募の中から、書類に基づき数十人程度と簡単に面接し、研究のビジョンや人柄について確認します。そもそも面接している段階で、どの応募者も雇うに値する実績を持っているので、これは私が相手を評価しているというよりも、お互いにお互いを様々な面で評価しあって、約5年間一緒に面白い研究をし続けられるかを判断するというイメージです。例えば、私の分野は宇宙工学の中でも数学色がかなり強いので、宇宙へのパッションを持ちつつ、理論研究に強い興味があるかどうかきに焦点を当てて質問をしていました。応募者も、私自身から具体的に研究内容を聞くことで、ここでやっていく覚悟が本当にあるかを確認する良い機会になっていたと思います。その中から数人、私がオファーを出すかどうか、そして相手がそれを受けようかどうかの意思確認のための最終面接をします。ここでは具体的なお金の話や、研究の進め方、UIUCでの生活の様子など、最初の面接では話さなかった細かいところまで言及します。ちなみに今年私は3人採用しました(<https://hirotsukamoto.com/people/>)。

## 1.5 日本の奨学金は必要？

アメリカでは、研究員となる学生の学費と生活費を指導教員が賄うのが典型的なので、どれだけ優秀であろうと、採用されるかどうかはその年の教授自身の財政状況に強く依存します。したがって、研究目的で大学院に進学する場合は、ある程度時の運によらず合否をコントロールすることができるという意味で、奨学金を持っていることはやはり非常に大きなメリットです。もちろん必須とは言いませんが、どのような実績であれプラスであることは間違いなく、締め切りを過ぎていない限りは獲得を目指すべきです。実績と奨学生の同士のつながりの強さを考えると、船井情報科学振興財団が圧倒的におすすめです(<https://usphdlife.com/scholarship/>)、ここ数年で他の留学支援団体もかなり増えてきているようです(<https://xplane.jp/application-prep/scholarships/>)。大学院出願を思い立ったときにはまず、自分の状況にあった奨学金を探してみてください。

## 2 NASA-JPL での研究

これまでの私の研究のほとんどは、制御理論に基づくシステムの高度な意思決定のための理論開発と実装でした。このような意思決定は常に、システムと環境との相互作用によって得られる観測データに基づくのですが、この枠組みの大きな課題は、何かの異常でそのデータが正しい情報を反映していない場合に、簡単に間違った行動をとってしまうという点にあります。宇宙ミッションの完全自律化においてこれは大きな課題で、現状データに基づく意思決定は自律化されていても、そのデータの異常検知には地上との連携、人間の関与が必要であるケースが多く存在します。ここ最近では、人間の経験則によらず、データ自体に欠陥がないかを判定する宇宙探査に特化した知能を開発し、強い数学保証を保ちながら、それを意思決定のための知能と組み合わせる方法について模索しています。古くは Anomaly Detection and Identification と呼ばれる分野ですが、AI が社会に浸透し様々な手法が乱立する中、制御理論の観点から統一理論を打ち立て、システムレベルでの自律宇宙探査を実現しようというのが我々の目標です。

### 3 UIUC での教育

UIUC は伝統的に制御理論、宇宙システム系の分野が非常に強く、それらの基礎のほとんどは授業で網羅的にカバーされています。しかし、近年機械学習に基づいた意思決定や知能の開発に関する理解が飛躍的に向上し、従来の教育カリキュラムでは、それらを適切に制御理論、宇宙システム論と組み合わせて研究に利用するという需要に対応しきれなくなっています。ということで、今年の秋からこのトピックに焦点を当てた大学院生向けの全く新しい授業をつくることにしました。全ての範囲をこの授業でカバーすることはできないので、まずは推定理論（システムの挙動の原因を特定する理論）と予測理論（システムの将来の挙動を知る理論）について主に議論するつもりです。他の大学でよくある授業のように、カルマンフィルターなどのツールとその使い方を紹介するのではなく、ツールによらない、推定、予測の大元にある数学理論とその保証を導出し、AIを含め、現代にある様々な推定、予測技術の仕組みを根本から理解させることを目的としています。

教えたい内容とその先のビジョンははっきりしているものの、資料と宿題をゼロからわかりやすくつくるのは思ったよりも大変で、もともとある授業にすればよかったなども最近思いました。予想よりもはるかに時間がかかっているものの、革新的な研究を世の中の当たり前にするために何とか頑張っています。

### 4 その他

パリオリンピックのチケットを手に入れました。心置きなく楽しむために寝る間も惜しんで働きます。