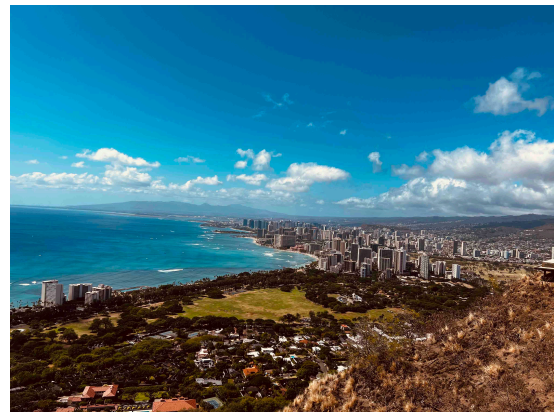


## 船井情報科学振興財団 第1回ポスドク報告書

今年の6月1日より、正式に Caltech · NASA Jet Propulsion Laboratory (JPL) にてポスドクとして働き始めました。これまでの経緯は以前の報告書をご覧ください。



NASA Jet Propulsion Laboratory



IEEE SMC, Honolulu, Hawaii

### 1 研究

JPL での現在の研究に関しては残念ながらまだ話せない部分が多いのですが、いくつか既に公開されている内容について少しご紹介します。

#### 1.1 Planning and Control with Machine Learning for Autonomous and Robotic Systems

私の分野では、ここ数年で、機械学習や人工知能を制御理論やロボティクスに何かの形で用いるという研究が急増しています。このインフレによって、既存の方法では手も足も出なかったような複雑な問題が解かれていく一方で、限定的な環境下での理論的根拠のない高いパフォーマンスが囃し立てられたり、機械学習や人工知能が実際には必要とならない問題に対してそれらを用いて新規性を主張したりなど、新しい分野であるだけに、研究論文の質が非常に不安定化しています。それゆえ機械学習や人工知能に対する見方が研究者の中でも二極化し、本来研究分野の一つに過ぎないにも関わらず、その本質ではなく、各々の信条に基づいた固定観念がそれぞれのグループに生じつつあります。メディアや SNS で AI について好きなように議論されてしまうことは、ある程度仕方ない気もしますが、似たような状況が研究者の中でも起こるのは何とか回避せねばなりません。

機械学習、人工知能も元を辿れば単なる数学です。これらのバズワードに左右されることなく、数学的に、この分野においてどのような問題が解かれて、どのような問題が解かれていないのかを、制御理論とロボティクスの視点から解説するという目的で、今年の 10 月に IEEE Systems, Man, Cybernetics (SMC) という学会で Tutorial Session を行いました。この学会の主催者の一部は NASA JPL に所属していて、あえて伝統的な制御理論、ロボティクス、機械学習の学会ではなく、AI に関する課題に広い視点で正面から取り組んでいる学会を選びました。Caltech の指導教員、CMU で今年から助教を始めた Caltech の同期、私の 3 人で企画し、努力の甲斐あって IEEE SMC の Best Tutorial Award を頂くことができました。

## 1.2 CaRT: Certified Safety and Robust Tracking for Multi-Agent Autonomy

現在 NASA JPL では Robotics セクションの Maritime and Multi-Agent Autonomy グループに所属していて、この論文はまさに Multi-Agent Autonomy に関するものです。宇宙ミッションにおけるロボットの運用では、意思決定則の最適なパフォーマンスよりも遥かに、不確定な状況下における安全性と堅牢性が強く求められます。この意味で、パフォーマンスを重視し、ブラックボックス化した部分を含む機械学習や AI の技術とは従来相性が悪いのですが、数学的にパフォーマンスと安全性 & 堅牢性の良いところ取りを提案したのがこの論文です。IEEE CDC にて今年の 12 月に発表します。シンガポール楽しみです。

## 2 NASA JPL

### 2.1 スケジュール

NASA JPL での働き方はとてもフレックスで、9 日間で労働 80 時間とだけ決まっています。周りでは平日 8 時から 17 時まで働いて、隔週で金曜休みをとっている人が多いです。駐車場の混み具合から察すると、全体的に月金はりもて働いている人も多いようです。ただフライトミッションの打ち上げが近いチームはもちろんその限りではなさそうです。これまでは気が向いた時に研究して休みたい時に休むスタイルだったのですが、JPL でのネットワーキングも兼ねて最近は大変にスケジュールを固めて研究しています。17 時以降構内にいると暗いし寒いし人もまばらでも寂しいので、最近は大変に帰ってボルダリングジムに通っています。どちらのスタイルの方が良いのでしょうか。

### 2.2 働き方

給料はプロジェクトベースで払われる仕組みで、JPL エンジニアの多くは複数のプロジェクトを掛け持ちしてそれらを同時並行で進めています。国家予算の影響を強く受ける組織なので、成果を出していても、政治的な都合で突然仕事の一部がなくなり、新しいプロジェクトを探さなければならなくなることもしばしばあるそうです。と言うと大変そうに聞こえるかもしれませんが、実力主義な部分はアメリカの他の組織もあまり変わらず、能力を示し続けていけば生き残れそう、そして何より自分の仕事を心から楽しんでいる人、誇りに思っている人が多いように感じます。

## 2.3 方針

JPLは宇宙を探索して科学の謎を解明するフライトミッションが何より第一優先で、それに貢献する活動が一番多くのお金が割り振られます。そういった意味では、基本はアカデミアというよりもインダストリー、民間企業に近い戦略をとっています。とはいえ、その活動の解釈の幅はある程度広く、新しい技術や理論開発、基礎研究に対しても、フライトミッションに十分貢献しうると判断されればお金が出ます。“十分”の定義が国家の予算と方針によって大きく変わりうるのがアカデミア脳の人々の悩みの種のようなのですが、うまく立ち回れば、アカデミアとインダストリーの良さどちらも享受できそうなポテンシャルを感じます。この二つの最適なバランスは人それぞれ異なり、JPLの中でも大きなバリエーションがあるようなので、ここでたくさん学んで、主導権を持って自分の能力を最大限に活かせるバランスを見つけようと思います。

## 2.4 雰囲気

研究所構内は、カフェテリアがあつたりコンビニがあつたり自販機があつたり、大学のような空気感が漂っています。ただ入り口は常に屈強なセキュリティーが何人も控えていて、不法侵入禁止のサインが至る所に表示されているので、そのあたりでは物々しい雰囲気も少なからずあります。慣れてはきましたが、NASAのIDを見せて駐車場へ向かうゲートのセキュリティーを突破する時、いつもちょっとだけ誇らしい気分になります。

平日の午前は構内ツアーも受け付けていて、老若男女、様々な層の人々が施設や展示の解説を受けている様子もよく見かけます。私も画面越しのスペースシャトルに憧れた子供の一人だったので、ローバーのモデルを見てワクワクしている子供を見ると嬉しくなるし、楽しそうに宇宙について質問するおばあちゃんを見ると、アメリカ全体の宇宙への情熱を垣間見た気がして身が引き締まります。理想と現実の差こそあれ、夢を追いかけて夢に生きる人が行き着く先の一つなのは間違いなさそうです。

## 2.5 永住権

実は最近アメリカの永住権を手に入れました。よく知られている通り、アメリカの航空宇宙業界では永住権なしではできない仕事も多く、詳細の言及は避けますが、JPLで働き始めて改めて外国人とUS personの権利の違いをひしひしと感じます。JPLでは外国人で大活躍している人も多数見受けられるので、もちろん永住権は必須ではないようです。

アカデミアでは、同じく航空宇宙関連の分野の場合、研究グラントの応募条件の一つに永住権を持っていることが挙げられることが多いので、これでようやくアメリカで活躍する土台が整い一安心です。

細かい地味なメリットで言えば他にもあって、例えば、Global Entryという制度に登録が可能になり、これを使うとアメリカ国内の空港のセキュリティーと荷物検査、アメリカ入国審査を全て一瞬で突破できるようになるそうです。シンガポールに行く時に試してみます。

## 2.6 来年に向けて

以前の報告書でお話したように、来年9月頃からUniversity of Illinois at Urbana-ChampaignにてAssistant Professorとして働く予定なのですが、それに向け早速研究室の学生の募集を始めました(<https://hirotsukamoto.com/positions/>)。LinkedInにポストしたところ、ありがたいことに世界中から既

に200以上の応募があり、私の研究のビジョンに共感してくれる優秀な学生がこんなにもたくさんいることはとても嬉しい驚きでした。その中から選ぶのは非常に困難ですが、どこかで機会があれば、話せる範囲でアメリカ大学院の入学審査のプロセスも公開したいと思っています。

授業は Estimation of Dynamical Systems と Space Robotics を受け持つ予定です。教育は大変とは聞きますが、宇宙探査の新しい常識の確立と知識レベルの底上げをすることも、長期的かつ持続的に人類文明の発展に貢献する手段の一つだと思うと、どこまでやれるかワクワクしています。

初期研究資金は豊富でインパクトのある研究アイデアもまとまってきているので、まずはロボティクス関連の研究設備を整え、理論研究の土台を築き、数年後の研究資金、そしてテニユアの獲得に向けて、楽しみつつ戦略的に残りの時間を過ごします。