

工系3学院学生国際交流基金プログラム

帰国報告書

派遣者氏名: 松田錬磨	
所属・研究室・学年:システム制御コース 三平研究室 修士2年	
派遣先大学・専攻: University of Cambridge Department of Engineering 受入研究室・教員名: Fumiya Iida	
派遣期間:平成29年7月10日～平成29年9月25日	
申請カテゴリ: <input type="checkbox"/> (C1)SERP	
研究(プロジェクト)題目: System Identification of Hopping Robot	

- A) 帰国後1か月以内に工系国際連携室宛 (ko.intl@jim.titech.ac.jp) にMS Wordファイルにて提出ください。
- B) SERP・AOTULEで派遣された場合は、受入教員の評価書も添付して下さい。
- C) この表紙を含まず、ページ数は2～4ページ、ファイルサイズは3MB以内としてください。
- D) 研究室や宿舎内の様子の写真、図表、イラスト、滞在中のその他の写真などは挿入可です。ただし、それらを掲載する際には簡単な説明を加えて下さい。
- E) 提出された報告書の2ページ目以降を工系のホームページに掲載いたします。また、別途、学内広報誌「東工大クロニクル」の執筆をお願いすることがあります。

報告書必須記載事項

1. 派遣大学の概要(所在地、創立、規模など)
2. 留学準備など
3. 所属研究室での研究概要とその経過や成果、課題など
4. 所属研究室内外の活動・体験(日常生活・余暇に行った事など)
5. 留学先での住居(寮、ホームステイ等)、申し込み方法、ルームメイトなど
6. 留学費用(渡航費、生活費、住居費、保険料)など
7. 今回の留学から得られたもの、後輩へのメッセージ、感想、意見、要望
8. その他 *任意
(留学先で困ったこと/帰国後の進路(就職・進学・長期留学))

東京工業大学 工系3学院学生国際交流基金
帰国報告書

派遣年月:平成 29 年 7 月~9 月

氏 名:松田 錬磨

所 属:工学院 システム制御系 システム制御コース

派 遣 先:ケンブリッジ大学

(次ページ以降に記入してください。)

1 派遣大学の概要(所在地、創立、規模など)

ケンブリッジ大学 (University of Cambridge) は1209年に設立された、イギリスではオックスフォード大学の次に長い歴史を持つ大学である。ロンドンの北部に位置していてロンドンまでは電車で1時間程度である。カレッジ制を採用している大学で、31のカレッジから構成され、100以上の学部と20,000人程度の学生からなる。世界大学ランキングは4位(*1)で文理問わず非常に優秀な学生たちが集まっている。また、積極的に国際交流を行っており、留学生も多数存在する。この大学の卒業生または教鞭を取った学者にはジェームス・クラーク・マクスウェル、アイザック・ニュートン、チャールズ・ダーウィン、ジェームス・ワトソンなどが挙げられ、科学の発展に欠かせない人物が多く在籍していたことがうかがえる。



Figure 1 King's College

(*1https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/2017/world-ranking#!/page/0/length/25/sort_by/rank/sort_order/asc/cols/stats 参照, 2017年10月29日)

2 留学準備など

「ヨーロッパはカード社会で現金に対応していない店もある」、「外国で常に大金を所持していると危ない」という注意を出国前から度々耳にしていたので、クレジットカードとデビットカードを1つずつ作っておいた。大体の買い物や旅行の手配等はクレジットカードを用いて行うことができ、非常に便利だった。しかし、クレジットカードは引き出し限度額があり、家賃などの支払いには不向きであったので、引き出し限度額が高く設定されているデビットカードを用いることもあった。所持しているカードの支払い限度額等を出国前に確認しておくことと現地で慌てることがないので事前に確認しておくことと良いと思う。また、実際にイギリスに来てみるとコインランドリーを使用する際や食事の際に現金で支払わなければならないことも多々あり、現金を簡単に引き出せるという面でもデビットカードは重宝した。支払い先によっては片方のカードしか対応していないという事態も数回あったので、2つカードを用意しておいてよかったと思う。住居に関しては、研究室の先生にお願いして手配していただき、航空券・保険等は出国1ヶ月前に準備した。荷物の準備にあまり時間を割けなかったためイギリスに到着してから多くの忘れ物に気づいたが、大抵のものはイギリスで調達できた。

3 所属研究室での研究概要とその経過や成果、課題など

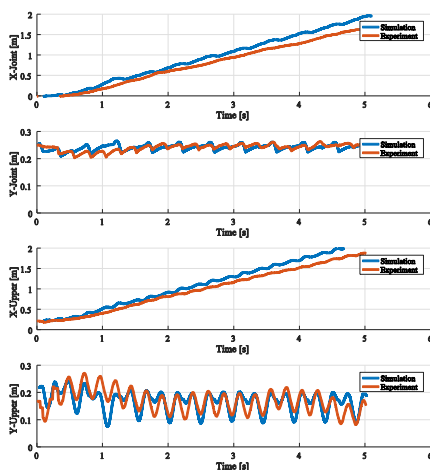


Figure 2 同定前のシミュレーション(青)と実験データ(赤)の比較

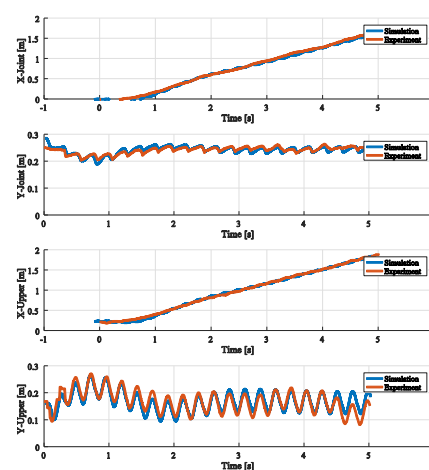


Figure 3 同定後のシミュレーション(青)と実験データ(赤)の比較



Figure 4 ホッピングロボット
CHIARO

Figure 4のCHIAROと呼ばれるホッピングロボットのシステム同定を研究として行った。このロボットは上のアームと下の木製の脚によって構成されており、中心に配置されているモータとバネを駆動させることで、前進できる構造となっている。シミュレーションと実機実験はもとからなされていたが、シミュレーションで用いられていたいくつかの物理パラメータは直感的に決められており、正確な値でなかったためシミュレーションと実験データの間に大きな乖離が生じていた。そこで、正確な物理パラメータを推定し、シミュレーションと実験データの整合性を取ることが本研究の目的であった。複数の物理パラメータの中から摩擦係数 μ 、アーム・脚間のダンピング係数 d 、ロボットの重心位置 (x_g, y_g) 、入力トルクの大きさ τ に大きな誤差が含まれていると推定し、これらの真値の同定を行うこととした。実験データとシミュレーションの重心位置の偏差情報をコスト関数に組み込み、これが最小となるような物理パラメータを探索する最適化問題を解くことで物理パラメータの同定を行った。この際、最適化手法としては、Grid Search Method, Bayesian Optimizationの2つの方法を用いた。Bayesian Optimizationはガウシアン過程を用いた学習をベースとする最適化手法であり、この方法を用いることで速く正確なシステム同定を可能とした。Figure 2, Figure 4それぞれの4つのグラフは上から順にアームのマーカのx座標・y座標・脚のマーカのx座標・y座標となっており、青線がシミュレーション結果、赤線が実験結果を表している。これらのグラフから、システム同定後のシミュレーションと実験データの乖離は同定前のそれに比べて大幅に軽減されていることがわかる。今後は、物理パラメータのみでなく運動方程式のモデル化誤差等の同定を行っていくことが課題である。より精度の良いシステム同定が達成されれば脚構造の最適化や入力パルス波の最適化等において信頼のおける解析をシミュレーションによって行えるため実験ベースの最適化よりも大幅に時間を短縮できる。このようなシミュレーション環境の構築が本研究の最終目的である。

4 所属研究室内外の活動・体験(日常生活・余暇に行った事など)

はじめの一ヶ月はイギリスでの暮らしに慣れるため旅行にはあまり行かず、ケンブリッジ市内を散策したり、生活必需品を揃えたりするのに土日を使った。カレッジやケンブリッジ大学が所有する植物園には学生証があれば無料で入ることができた。荘厳なチャペルを有するKing's College, ニュートンのりんごの木で有名なTrinity College, WatsonとCrickがDNA螺旋構造の発表をしたEagleというパブなど様々な歴史的な名所に足を運び、ケンブリッジの歴史を肌で感じる事ができた。また、ケンブリッジ大学の周りにはたくさんの自然があり、研究で疲れたときは公園を散歩したりランニングしたりして気を休めた。また、ケンブリッジ大学の卓球部での活動やケンブリッジに在住する日本人の方々とのBBQ等を通して交流の輪を広げることができた。研究室のメンバーは日常生活や研究で困ったことがあったときに相談すると快く答えてくれてとても頼もしかった。また、Tea Timeに研究室のメンバーと紅茶を汲みに行ったり、打ち上げ等でパブやご飯に行ったりした。イギリス人の英語はとても速くテンポ良く会話するのはなかなか難しかったが、たどたどしい英語でなんとか会話することができた。

イギリス国内はWindsor, Liverpool, Londonに旅行した。同じ国とは言えど、風土や文化の違いを感じることができ、大変有意義だった。ロンドンやケンブリッジはイギリスの中でも多国籍な地域で、日本人も高確率で目にするが、WindsorやLiverpoolなどではあまり日本人は見かけなかった。WindsorとLiverpoolには同プログラムで同じくケンブリッジに派遣されていた清野さんと共に旅行し、Beatlesの街とレゴランドを満喫した。イギリス国外は、ノルウェー・ドイツ・フランスに旅行した。ノルウェーのフィヨルドでは言葉では言い表せないほどの美しく壮大な自然を体感し、民族博物館では一風変わったノルウェーの先住民の暮らしを垣間見た。ドイツではBMWの博物館や科学の博物館で様々な技術的にも

しろい展示を見、パブでは1Lのビールを飲んだり、ミュンヘンに古くから伝わるバイエルン料理をたしなんだりした。フランスのボルドーには一人旅で行ったため、充電の変換プラグを買い忘れたり、空港のターミナルを間違えたりと様々なトラブルに冷や汗をかかされたが美しい夜景や絵画を堪能することができた。フランスのレストランは少し割高だったが雰囲気はとても良く、ボルドー産のワインはやはりおいしかった。英語圏でない国に行くのは初めての経験で標識や伝言掲示板が全く読めないことに不安を覚えたが、大抵の場所で英語は通じたのでスムーズに旅行することができた。

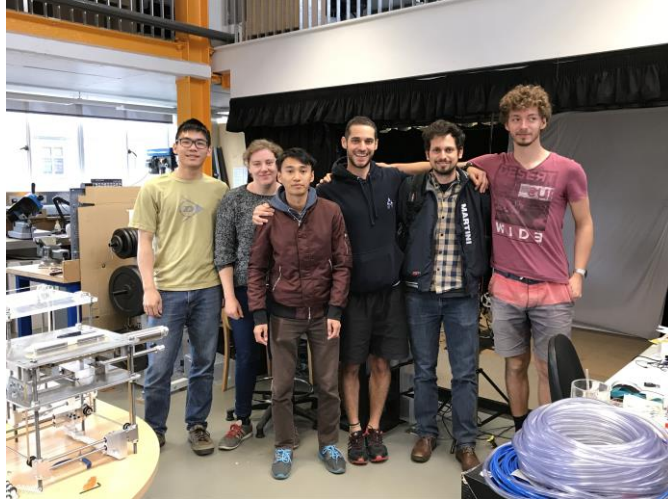


Figure 5 研究室のメンバーとの写真

5 留学先での住居(寮、ホームステイ等)、申し込み方法、ルームメイトなど

5.1 Corpus Christi College

留学前に研究室の先生に寮を手配していただき、最初の7週間はケンブリッジ大学のCorpus Christi Collegeの寮に住むことができた。家賃は毎週130ポンドでお風呂・トイレ・キッチンが共同であった。このカレッジにはLeckhampton Houseと呼ばれる、食堂やバーが一つになった施設が附属していた。ここでは同じカレッジに住んでいる学生とご飯を一緒に食べたりバーでお酒を飲んだり、ゲームをしたりして過ごした。夕ご飯は2~4ポンド、バーでのお酒は2~3ポンドと普通のお店に比べると格安で食事することができた。他にもカレッジには図書室やプール・テニスコートなども附属しており、カレッジのメンバーは自由に使用できる。特に10月以降には新しい学生がたくさん入ってきてLeckhampton Houseはにぎわうらしく、9月末で日本に帰らなければならないことが悔しく感じられた。ケンブリッジにSERPで留学する際は10月以降も残れるように日程を組むことを強くおすすめする。

5.2 ピーターさんの家

9月以降はCorpus Christi Collegeの寮の空きが無かったので、8月に新しい家探しを始めた。2つの家を下見に行き、立地や家の雰囲気から2軒目に下見に行った家に住むことに決めた。家探しにはケンブリッジ大学のAccommodation Serviceを利用した。家賃は一ヶ月625ポンドで、お風呂・トイレが共同でキッチンは個人用のものを使用できた。この家の家主さんはイギリス人のピーターさんと日本人の奥さんととても優しくしていただいた。日本人の奥さんは私の滞在期間、ちょうど日本に帰ってしまっていたため、最初の1,2日しか顔を合わせなかったが、洗濯機の使い方やお米を買える場所(revital)等を教えてくれた。奥さんが日本に行っている間、ピーターさんに週に1回ほど日本語を教えていた。また、言語や宗教・お互いの国の文化などについてピーターさんと語り合った。

6 留学費用(渡航費、生活費、住居費、保険料)など

イギリスへの行き帰りはBritish Airwaysで往復し、往復にかかった費用は17万円であった。直行便でないプランを選べば、もう少し安く済ませることができたが、初めて一人で海外に行くということで不安だったため直行便を選択した。外食はどの店も高く、最低でも5ポンド以上はした。そのため、寮の食堂が使えないとき(8/17~9/17までは食堂の夏休みでその間は食堂が使えなかった。)はなるべく自炊をするようにした。自炊も初めての経験だったが慣れてしまえば特に苦もなくこなすことができた。パパクチャーやラズベリーなど日本では珍しい食材もトライした。Seoul Plazaという店ではうどんやラーメンなどの日本食が売られており、日本食が恋しくなったときにはそれらを買に行った。野菜やお肉など

はSainsbury'sやTESCOなどのスーパーで調達した。

7 今回の留学から得られたもの、後輩へのメッセージ、感想、意見、要望

本留学では、新しいことに積極的にチャレンジする精神力を養えたと思います。留学に行く前は自分の英語がイギリスの人に伝わるか？無事に海外で一人暮らしをすることができるのか？等不安なことだらけでしたが、周りの人達に支えられながら一つ一つの不安を解消していくことができました。今後も今回身につけた積極性を武器に新たなことに果敢にチャレンジしていきたいと思います。また、現地の学生や先生に親切にいただき、日本に来ている留学生や外国人の人達を出来る限り手助けしたいという気持ちが強くなりました。また、本留学を通して英語力の向上のみならず様々な文化の違いを実際に感ずることができました。文化とは、気候・風土・食べ物・言語等様々な要素によって形作られていくものだと思います。その一つ一つを実際に自分の五感で感じられたことは非常に貴重な体験でした。一つ心残りがあるとすれば、留学期間がケンブリッジ大学の夏休み期間とかぶっていたため、あまり多くの学生と交流できなかったことです。今後ケンブリッジ大学を留学先として選ぶ学生は留学の日程を10月以降までにすることをおすすめします。そうすればより生き生きとしたケンブリッジの姿を垣間見られるはずです。今後留学を考えている人は出発前の私のように現地での生活・研究について不安に思うこともたくさんあると思いますが、留学を通してたくさんのことを体感し学ぶことができるはずです。本報告書が留学への第一歩を踏み出す際の一助になればと思います。

最後にケンブリッジでお世話になった方々、本留学をサポートくださった先生方、SERP関係者の皆様、留学に関するアドバイスや激励の言葉をくれた先輩・友達、最後まで精神的な支えとなってくれた家族に深く感謝申し上げます。