

## 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：<br>劉 依蒙                                                                                                                                                                                           |  |
| 所属・研究室・学年： 物質理工学院 応用化学系 エネルギーコース・青木研究室・修士1年                                                                                                                                                              |  |
| 派遣先大学・専攻： オックスフォード大学・材料学専攻                                                                                                                                                                               |  |
| 受入研究室・教員名： Professor Hazel Assender                                                                                                                                                                      |  |
| 派遣期間： 平成 29 年 7 月 3 日 ~ 平成 29 年 8 月 27 日                                                                                                                                                                 |  |
| 申請カテゴリー：<br><input checked="" type="checkbox"/> (C1)SERP <input type="checkbox"/> (C2)AOTULE <input type="checkbox"/> (C3-a)部局間協定校 <input type="checkbox"/> (C3-b)全学協定校 <input type="checkbox"/> (C4)その他 |  |
| 研究(プロジェクト)題目：<br>異なる湿度環境におけるポリプロピレン膜の水蒸気透過性の研究                                                                                                                                                           |  |

- 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~8月

氏 名：劉 依蒙

所 属：物質理工学院 応用化学系 エネルギーコース

派 遣 先：オックスフォード大学

## 1. 派遣大学の概要(所在地、創立、規模など)

オックスフォード大学はイギリスのオックスフォードにある、現存する世界3番目に古い大学である。2016-2017年度のTHE世界ランキングでは世界1位とされている。学生23000人のうち、学部生は11728人、大学院生は10941人いる。毎年世界各国から申請者を集めており、海外出身の留学生数は全体の40%を超えている。

オックスフォードは人口16万程度の小さな町である。ロンドンの中心地やヒースロー空港から高速バスが運行しており、交通面では便利なところである。町の中心部には商店街があり、生活に必要なものは簡単に入手できる。夏でも気温はやや20℃を超える程度であるため、短期留学にとって理想的な場所だと思われる。

## 2. 留学準備など

Department of Materialsの場合、応募前に受け入れ希望教員と連絡をとる必要はなかった。プログラムへの参加が確定した後、行きたい研究室について希望を聞かれ、5月に受け入れ予定の教授とメールのやり取りを始めた。5月中旬に教授と15分程度のSkype面談を行い、研究テーマや必要な持ち物に関して相談した。研究テーマに関連する論文を1本いただき、出発まで熟読した。

寮がなかなか決まらなかったため、ビザの申請は少々手遅れだった。6月初旬に書類を出して、premium serviceを使ったら3日以内にビザが取れた。

## 3. 所属研究室での研究概要とその経過や成果、課題など

高分子薄膜材料(ポリプロピレン, OPP)の水蒸気透過性に関する研究を行った。真空蒸着機を用いてOPP膜に薄いCa膜を蒸着し、Ca腐食試験(Calcium test)の進行速度によって異なる温度と湿度条件における水蒸気透過速度を調べた。試験結果によると、OPP膜の水蒸気透過率は水蒸気分圧(絶対湿度)と線形関係があり、すなわち、水蒸気の拡散率と吸収率は温度にほとんど依存しないことがわかった。

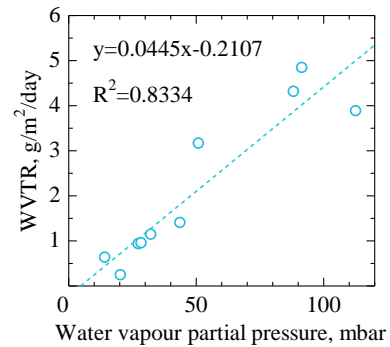
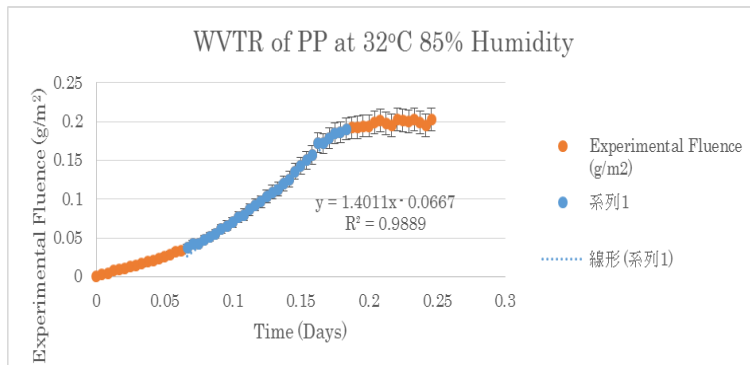
まず実験方法を説明する。厚さ90 $\mu\text{m}$ の透明なOPPシートを10cm四方にカットし、1cm四方の穴が開くようにカプトンテープを貼り付けた。それから試料シートを真空蒸着装置(Edwards 306)のチャンバー内に固定し、 $5 \times 10^{-5}$ mbarの真空状態にした。なお試料の向かい側には2つのタングステン製の蒸着ボートを設置しておいてあった。1つ目のボートに電流を通過させ過熱することによって $\sim 220\text{nm}$ のCa膜を蒸着させた。試料を取り出すときの空気によるCaの腐食を一時的に防止するために、真空状態のまま2つ目のボートを加熱し35nmのCu膜をCa膜の上に蒸着させた。蒸着が完了したら、シートを作業台に移し、膜がある面を上にして、熱硬化性のエポキシ樹脂を15mlほどたらした。10cm四方のきれいなガラス板を載せて、ガラスの自重でエポキシ樹脂を広げた。それからUVランプで7分間照射することによってエポキシ樹脂を固め、膜のある面から水蒸気の進入がないようにした。これまではサンプルの作製ができた。Ca腐食試験を行うためには、サンプルを密閉性の反応室に入れた。反応室は温度制御ができるホットステージの上に固定した。ホットステージの表面温度を設定することによって、反応室内の空気温度をコントロールした。また、反応室内にKClまたはMgCl<sub>2</sub>の飽和水溶液を入れ、湿度を制御した。サンプルの向かい側にカメラを置き、タイムラプス機能を利用して6~10分間隔で撮影し、1cm四方のCa蒸着部分の色変化を観察した。光反射性のCaは水蒸気と反応すると透明のCa(OH)<sub>2</sub>になるので、灰色の度合いを画像分析ソフト(ImageJ)で測ることによって反応の進行度(水蒸気の透過量)を推算した。

研究では主に2つの課題があった。一つ目はカメラの自動ピンと調節による色の偏差であった。既往研究では、Ca蒸着部分が黒から透明になるにしたがって、画面全体は明るくなるため、同じ場所であっても画像上で異なる色を示すことがあった。その解決策として、今回の研究では10 mm x 50 mmの長方形ステップ式可変型金属NDフィルタ(Rectangular Step Variable Metallic Neutral Density Filter)を導入した。エポキシ樹脂を使用する前、カプトンテープを1枚はがすことによって観察領域の隣に膜のない透明な部分を作った。ガラスの接着が完了したらNDフィルタをその部分に固定した。NDフィルタの色変化の有無によって、画像全体の色の偏差がその程度あるかを調べた。結果として、この「窓」を導入することによって、画面全体の明るさがほとんど変わらなくなったため、NDフィルタで調べる色変化も実験結果に大きな影響を与えない程度であることがわかった。

2つ目の課題は設備の故障の問題だった。蒸着装置使用中、膜厚を測定するために、水晶振動子マイクロバランス(QCM)装置を用いるが、QCMのヘッドが接続不良でしばらく使えなかった。ヘッドを別の研究室から借りて使っていたが、今度は設備の老化のため外殻とショート回路になり、別の研究室の技術員に修理してもらった。また、真空にする過程がどんどん長くなり、最終的に進まなくなったが、空気漏れを調査してもらい、液体窒素を追加してもらうことによって解決した。

実験結果を図示する。温度を25~49 $^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度を45~97%に変え、Ca腐食試験を10回行った。温度

と湿度の値を使って水蒸気分圧を計算し、環境を示すパラメータを一つにまとめた。水蒸気透過量 (Experimental fluence) は灰色の度合いを使って時間の関数として計算した。透過速度が一定にある中間領域のプロットより近似直線を引き、傾きを水蒸気透過率として求めた。水蒸気透過率は水蒸気分圧 (絶対湿度) と線形関係があることがわかった。なお水蒸気透過率は拡散率、吸収率および水蒸気分圧に正比例に、基材の厚さに反比例する形で表示できるため、水蒸気の拡散率と吸収率は温度によらずほとんど変わらないことがわかる。



#### 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)

オックスフォードから8km離れたBegbroke Science Parkという大学と企業がシェアするキャンパスにある Professor Hazel Assenderの研究室に所属した。研究室までは無料のシャトルバスで通っていた。朝は10時頃に研究室につき、夕方は17時頃に研究室を出た。たまに実験の進捗が悪いときがあつて、終バス(19:15発)に乗って帰った。オックスフォードに戻ったら、スーパーで買い物して寮で自炊するという繰り返しをした。

研究室は規模が小さく、教授と技術員と3名の博士課程の学生しかいなかった。教授は週2-3日程度顔を現れた。またイギリスは夏休み期間であつたため、博士学生も旅行したり帰省したりして、3人とも揃える日はほとんどなかった。それゆえ、技術員は大きな頼りになった。

研究室のGroup meetingは2週間に1回の頻度にあつた。毎回のMeetingの最後に次回の日時を決めた。Meetingは研究の進捗に関するディスカッションがほとんどなく、設備の故障や足りない薬品について簡単な意見交換をする場であつた。実験の進捗や方針に関しては、教授との個別ディスカッションで進んだ。留学の8週間では、口頭での報告を1回、資料を使った報告を2回行った。

夏休み期間では、昼食を持ち込んでProfessor Wattの研究室と合同でgroup lunchをすることを教授が決めたが、3回しか続けなかった。イギリスで流行っているものに関してまったく知識がないため、会話に参加しづらかつた。プログラムが終了する直前、研究室のメンバーはpubで送別会を開いてくれた。

プログラムの4週目に、材料学専攻の担当教員がsummer student全員のために食堂で歓迎会を開いてくれた。6週目に、オックスフォードの学生とバーを体験した。別のイベントも企画したらしいだが、自分の帰国時期が一番早いので参加できなかった。

休日はほとんど観光に使っていた。オックスフォード大学にある有名な博物館やカレッジ、そしてオックスフォード近郊にある世界遺産のブレナム宮殿を見学した。またプログラムで出会った知り合いとロンドンに行って、ビッグベンやロンドンアイなど有名なところを観光した。



Department of Materialsの先生とサマープログラムの学生たちの集合写真

#### 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

材料学専攻事務室の教員が学生寮を探してください。オックスフォードの住居費は全体的に高い方なので、1日25ポンドだった。7月はOxford Brookes Universityの学生寮を借りて、8月はオックスフォード大学の寮に引越した。Brookes Universityの寮はきれいだが、Departmentから少し離れているため、通学にはやや不便だった。一方、オックスフォード大学の正規生は全員「カレッジ」に配属され、カレッジが提供する寮と食堂を利用する。今回はSt. Edmund Hallというカレッジの寮に泊まっていた。3階建ての古い建物で、部屋数は20個未満。個室にはベッド、クローゼット、机と洗面台があり、トイレとシャワーを2~3人でシェアした。建物には広いキッチンとダイニングルームが2つあり、同プログラムの学生と一緒に夕食を作っていた。



#### 6. 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

今回の留学から得られたものは主に2つある。1つ目は研究というものへの理解が深まったことである。通常このようなサマープログラムでは博士課程の学生の手伝いをかねて、指示されたものだけするのが一般的であると聞いた。しかし所属研究室は人数が少ないためかもしれないが、プログラムの最初で研究概要と進み方の案だけ説明され、具体的な進み方を自力で考えないといけなかった。2ヶ月という短い期間で、どのぐらい実験を行って、最終的にどういう目的にたどりつけるかを自分で計画しなければならなかった。ドクターに囲まれた環境で心を沈ませ、研究テーマに対して責任を持って積極的に文献を探し、実験を考えた。また、実験方法を1から細かく説明してくれる人がいないため、既往の論文を精読し、装置の操作方法を違う人に尋ねるような努力をした。操作ミスで失敗したことも数回あり、総合的な実験数が少なかったのだが、自分のペースに合った自主的な研究をすることが体験できて貴重な経験になった。

2つ目は自分にもっと自信を持つようになった。オックスフォード大学のような、世界から学生が集まる大学では、一人ひとり英語のレベルやアクセントが違っており、自分の発音や文法で恥をかくことはなかった。現地の人も外国人と話すことに慣れているため、単語だけ言ったらわかってくれる場合が多いため、外国人としての身分を意識せずに暮らすことができた。また、所属研究室に中国出身の先輩が1人いらっやあって、内向型であるが、実験に励んで研究室生活を楽しんでいる姿をよく見かけた。よく留学生ということ言い訳にして人と会話することを回避する自分のことを思い出した。もっと自信をもって心を開いて生活を送ることを決めた。

後輩へのメッセージ: 異なる国や地域から集まる同じサマープログラムの学生と仲良くすることが大事である。悩みを分担してくれて、楽しさを分かち合ってくれる相手がいれば、留学生活は倍以上楽しくなる。