

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： 中谷 隆一	
所属・研究室・学年： 物質理工学院材料系材料コース早川研究室修士一年	
派遣先大学・専攻： Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST) Department of Materials Science and Engineering 受入研究室・教員名： Soft Nanomaterials Lab. Kim, Sang Ouk	
派遣期間： 平成 28 年 9 月 18 日 ～ 平成 28 年 12 月 18 日	
申請カテゴリー： <input type="checkbox"/> (C1)SERP <input checked="" 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： Laser Induced Self-Assembly of Block Copolymer Domains on Graphene Light Absorbing Layer	

- 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28年9月18日～12月18日

氏 名:中谷 隆一

所 属:物質理工学院 材料系 材料コース

派 遣 先:韓国科学技術院

(次ページ以降に記入してください。)

1. 派遣大学の概要

KAISTは、大韓民国大田広域市に位置する国立大学である。大田は高速道路や鉄道が開通したことにより、ソウルや釜山など各地の主要な都市を連絡する交通の要衝として栄え、現在では150万人を抱える韓国の五番目の大都市として知られる。工業都市としても知られ、その興隆の歴史は科学技術の発展によって下支えされてきた。1993年に万国博覧会、2002年には日韓ワールドカップが開催されたことでもよく知られる。また、それらと並行して高層マンションや工業団地の開発が進み、現在もなお各地で開発途中の土地や建物を目にする事ができ、その発展を直接肌で感じることができる。1971年に前身となるKAISが政府主導のもと設立され、1980年のKISTとの併合を経て設立されたKAISTもこの歴史とともに進展を続けてきた。Reutersが発表した”World’s Most Innovative Universities 2016”ではStanford University, MIT, Harvard University, University of Texas System, University of Washingtonに続き6位となっておりアメリカ以外の大学としては最上位にランク入りした。2016年現在、KAISTには5のcollege、70を超えるDepartments/Divisions/Programsが存在し、約1万人の学生が在籍している。

2. 留学準備など派遣大学の概要

派遣決定後から派遣開始までの約3か月間は、派遣先の研究室の学生と定期的に連絡を取り合った。事前に派遣先の教授より、同研究室所属のPh.Dコース4年および修士課程1年の学生を紹介して頂き、彼らと研究内容についてディスカッションしたり、KAISTに提出する書類の作成を手伝って頂いた。書類提出後、KAISTの国際連携室より、追加で提出の必要な書類(健康診断書など)についての案内を頂いたので、その手順に従い手続きを行った。寮の場所は健康診断書を提出後にKAISTより指定された。冬の大田は気温が零度以下になる日が多く、非常に寒いので事前に着込める服をまとめて寮に送っておくのが良いだろう。寮にはシーツ、枕、布団は用意されていないのでそれらも併せて送っておくとよい。

3. 所属研究室での研究概要とその経過や成果、課題など

KAISTでは、東工大での指導教官である早川准教授より紹介して頂いたKim教授の研究室に所属し、研究を行った。Kim教授の研究室ではリソグラフィをはじめ、カーボンナノチューブ、グラフェン、有機薄膜太陽電池など多岐に渡る研究を行っている。私はそれらの中でも近年、次世代半導体微細加工技術として注目を集めるブロック共重合体リソグラフィに関して研究を行った。

ブロック共重合体とは、異なる2種類の成分から構成される高分子で、この2成分は水と油のようにお互いに反発しあう一方、同種の成分同士は集合する性質を持つ。その結果、マイクロ相分離構造と呼ばれる様々な形態を持つナノメートルサイズの規則的な構造を形成する。このマイクロ相分離構造によって薄膜に形成されるナノ構造をマスクとして利用し、半導体基板にパターンを作り込む一連の技術がブロック共重合体リソグラフィである。半導体製品の性能は回路パターンのサイズに強く依存する為、より微細な構造を簡便に作製することのできる技術やプロセス、材料の開発がこれまで精力的に行われてきた。そんな中、Kim教授は微細な構造を形成することのできるブロック共重合体と、グラフェンおよびレーザーを用いることにより従来のハードでフラットな表面を持った半導体基板上だけでなく、柔軟で曲率のある表面を持った基板上においても高度に配向、配列した微細構造を形成させることのできるプロセスを新たに開発したことを昨年、報告している。本プログラムではまず、この技術を習得することを目的とし、その後、これまでに報告例のないスケールでの微細加工が可能な材料と組み合わせることで、「簡便に、大面積で、ナノメートルスケールの微細構造を形成させることができる」というブロック共重合体の利点を、リソグラフィだけでなく、より広範な領域において活用することができるという可能性とその魅力を明確に示すことを最終的な目標とした。

本研究では、まず今回実験に使用する材料がレーザーによって高度に配列、配向することが可能な材料であるか評価するためにグラフェン上ではなくシリコン基板上でレーザーによるアニーリングを試みた。実験の結果、材料はシリコン基板上にて微細な自己組織化構造を形成したものの、その配列度は非常に低かった。これは材料が潜在的に有している秩序-無秩序相転移温度が非常に高かったためであると考えられる。まず、レーザー照射範囲内部には温度勾配が存在し、レーザーの走査とともにブロック共重合体が段階的に熱アニーリングされ、中心付近で秩序相から無秩序相へと転移する。その後、引き続き、段階的に冷やされることによってブロック共重合体ドメインは再配列し、この時に無秩序相がブロック共重合体の両成分に対して中性的な役割をするために、レーザー走査方向に対して平行に配列すると考えられる。しかし、今回使用した材料はこの秩序相から無秩序相への転移温度が非常に高く、この温度に達する前にポリマー自体が分解してしまうという問題があった。この問題を解決する手段としては、まず、ポリマーのもつ秩序-無秩序相転移温度を低下させることのできる材料を新たに合成することが考えられる。次に、再配列を促す支配要因であるレーザー照射範囲内部での温度勾配や走査速度を大きくすることが

考えられる。これらの値を大きくすることで、ポリマーが分解する前に前述の段階的熱アニーリングプロセスを実行することができると考えられる。

今回の留学期間内では目標を達成することはできなかったが、これまで扱ったことのなかった微細構造観察用装置である走査型顕微鏡を始め、レーザーの扱い方、グラフェン層の作製法などを知ることができた。今回の研究で得られた知見および経験を残り一年間の修士研究生活に活かしていきたい。

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)

研究室には、定期的開催されるイベントが幾つかあった。まず、誕生日会は毎月必ず開催された。というのも研究室には総勢30名にも及ぶ学生が所属しており、毎月誰かしらかの誕生日があったためだ。教室の一つを貸しきり、皆で誕生日ソングを歌い、ケーキを食べながら他のメンバーの誕生日を祝った。他には定期的にサッカーをして遊んだ。大学内外のサッカー施設を利用し、昼や、時には夜23時から遊び始めたときもあった。土日は研究した時もあれば、ルームメイトやKAISTの友人と近くのGung-Dongに歩いて遊んだり、食事をとったりした。時には韓国的高速鉄道「KTX」に乗ってソウルに行き、日本からの友人や家族と一緒に買い物や食事を楽しんだ。

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

KAISTでは寮を利用した。上述したように、寮の場所は健康診断書提出後に大学から指定されたので自分で選ぶことはできなかった。しかし、寮の場所は後ほどWebを通じて変更の依頼を出すことが可能である。自分は徒歩で大学から40分、自転車で20分の場所にあるNuri Hallを指定された。寮から距離があり、遠いと感じたが、徒歩で5分の距離にあるExpo Science Parkで週末に定期的にイベントが開催されていたので週末の過ごし方には困らないと思いきや変更することはしなかった。寮の近くにバス停があるので、#121のバスに乗れば10分程度でKAISTの正面まで行くことができる。バス料金は1回1,100~1,400KRWである。多くのバスは22:30頃に運行を終了するので、それ以降は歩いて帰るか、タクシーを呼ぶことのできる電話BOXが学内にあるので、それを利用することもできる。タクシーは初乗り2,800KRWと日本と比較してかなり安いので積極的に利用するとよい。ただし、英語ではなく韓国語でしか通じないので友達に助けを求めらうか必要な韓国語を覚える必要がある。自分の場合は、研究室の人が使わなくなった自転車ももらい、それを最後まで利用していた。バスやタクシーを利用せず、よりお金を節約したい場合にはTashuと呼ばれるレンタサイクルサービスがあるので、そちらの利用を推奨する。登録には外国人登録番号および電話番号が必要である。持っていない場合には研究室の方に協力してもらうのが良いだろう。レンタルサイクルを始め、バスや電車の料金の支払いにはT-moneyカードと呼ばれるプリペイド式交通カードを利用した。T-money加盟店のマークがあるコンビニで購入可能であり、また加盟店及び駅の無人券売機でチャージが可能。T-moneyを利用すると通常料金よりも若干だが割引となるのに加えて、乗換時にも割引サービスを受けられる。バスの降車時に専用の機械にタッチする、または乗換時に乗換専用改札から降りることでこのサービスを受けることができる。

ルームメイトは同時期に同プログラムでKAISTへの留学を申請していた東工大M1の日本人の学生であった。彼はDepartment of Aerospace Engineeringの学生であったので普段は行動を共にしなかったが、週末にご飯を一緒に食べに行ったり、彼の学部の人を紹介してもらって一緒にご飯を食べに行ったりした。近くで開催されたbeer festivalやscience festivalにも彼と一緒に足を運んだ。

6. 留学費用(渡航費、生活費、住居費、保険料)など

渡航費:2万円(Peach利用)、生活費:26万円、保険料:2万円、計30万円

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

今回の3か月にわたる留学を通じて学んだことは、「自らの殻を破ることの大切さ」である。自分がいる場所から一歩足を踏み出せば、そこにはこれまでとは違う世界が広がっている。日本から韓国へと足を踏み出した際にも、話す言語の違いは勿論のこと、政治、歴史、食事、インフラ、産業、天気に至るまで似たものは存在しても同じものは皆無であった。それに臆することなく、むしろそれらと交りあうことを心から楽しむことで、かけがえのない友人を沢山作ることができ、お世話になったKAISTの教授とも良好な関係を築くことができた。他人に意見を合わせる必要はなく、むしろ自らの意見をまっすぐぶつけることで、必ず彼・彼女らは答えてくれるし、そこから得られることは非常に大きい。広い心を持って私を受け入れてくれたKAISTの友人たちに心から感謝したい。最後に、今回の貴重な機会および派遣全前後を通じて多大な支援を下された東京工業大学の先生方、東工大およびKAISTの国際連携室の方々、Kim教授、早川准教授に心より御礼申し上げます。