

物質システム工学コース2015年度 海外研究留学プログラム報告

古田 守^{1*} 全 卓樹¹

竹之内 良太² 森本 潤²

(受領日：2016年5月30日)

¹ 高知工科大学環境理工学群
〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口185

² 高知工科大学大学院工学研究科基盤工学専攻物質システム工学コース
〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口185

* E-mail: furuta.mamoru@kochi-tech.ac.jp

要約：物質システム工学コースでは、修士学生を対象とした海外短期研究留学プログラムを2015年度より立ち上げた。プログラムの趣旨は、修士学生が海外の研究機関での研究体験を通じ、国際性や多様性を養うとともに大学院教育の充実に寄与せんとするものであり、2015年度より学長および環境理工学群の支援をいただきスタートした。現地で安全かつ充実した研究活動ができるよう、受け入れ先研究機関ならびに研究テーマに関して、指導教員が事前にホスト研究者と十分な調整を行った後、学生を派遣した。本年度は修士二年の竹之内良太君（古田研究室）をドイツ Stuttgart 大学へ、修士一年の森本潤君（全研究室）をチェコ Hradec Králové 大学に派遣し、研究留学を行ったので本人達からのレポートを交えて報告する。

1. はじめに

物質システム工学コース海外研究留学プログラムとして、2015年度は二名の学生を派遣した。

修士二年の竹之内良太君は、ドイツ Stuttgart 大学 Institute for Large Area Microelectronics の Norbert Frühauf 教授の研究室へ2016年1月18日から2月1日までの2週間留学した。Frühauf 教授とはこれまでも本学博士学生を受け入れて頂いたり、Stuttgart 大学より修士学生を本学に派遣いただいたり、積極的な相互受入を行っていただいている。二週間という短い期間ではあったが、液晶ディスプレイ作製体験プログラムやフォトリソグラフィー用マスク作成といった充実したプログラムを準備いただいた。

修士一年の森本潤君は、チェコ Hradec Králové 大学物理学科の Jan Kriz 准教授の研究室に、2016年1

月10日から2月20日の約40日留学した。Hradec Králové 大学物理学科の Jan Kriz 准教授の研究室は、理論物理、数理物理の研究で欧州的な存在感を持ち、本学の全研究室との間で、これまでも学生の1-2ヶ月にわたる交換を幾度も行ってきた。今回も現在進行中の、間接民主主義を数理モデルにして解析する共同研究を促進するという、具体的な目標を持っての本学院生の派遣であった。

両学生は、初めての海外留学でもあり、不安で一杯な気持ちで機中の人となったと想像されるが、現地で温かく迎えられ、充実した留学生活を送れたことが後述の本人からのレポートからも伺える。海外の大学で、実際に研究室に所属して得た経験は、学生の国際性や多様性に関する意識を大きく変え、刺激に満ちあふれたものであったようである。両名のレポートにもあるように、現地での濃密なディス

カッションもまた大きな刺激になったようである。

以上のように、プログラム初年度として、試行錯誤の部分は多かったものの、学生に刺激を与え国際性や多様性を養うといった目標に対し、一定の成果は得られた。今後も多くの学生に刺激を与えられるよう、更なるプログラムの充実を図っていきたい。

最後に、本プログラム実施に際して、学長、環境理工学群、国際交流センター等、関係各位に多大なるご理解とご支援をいただいたことに関してこの場をお借りして感謝申し上げたい。

以下、学生の留学レポートである（所属・学年は留学時）。

2. 留学報告

2.1 竹之内良太

（物質システム工学コース 修士二年）

要約

平成 27 年度高知工科大学物質システム工学コース修士学生向け研究留学プログラムの支援をいただき、ドイツのシュツットガルト大学の Institute for Large Area Microelectronics (IGM) に平成 28 年 1 月 18 日から 2 月 1 日の 2 週間滞在した。滞在期間中は、主に薄膜トランジスタ (TFT) 用のフォトマスクの設計や加工、また液晶ディスプレイ (LCD) とそれを用いたデジタル時計の作製を行った。本稿では、滞在中の研究活動を通して得た IGM 内の研究体制の状況や海外研修で体験したことについて報告する。

はじめに

筆者は、高知工科大学内のクリーンルームを用いて酸化物半導体を活性層に用いた TFT の研究を行ってきた。滞在したシュツットガルト大学の IGM は、責任者である Norbert Frühauf 教授と筆者の所属している研究室 (古田研究室) とは相互の学生交流がこれまでもあり、平成 26 年度にも研究室の博士学生が IGM へ研究留学していた実績もあり、今回のような貴重な機会を頂いた。滞在中にあたって、本学には無い TFT 作製用のフォトマスク描画装置を使用させていただき、新しくフォトマスクを作成すること、また実際に LCD を用いたデジタル時計の作成をおこなった。

IGM とは

IGM は、1991 年にドイツバーデン=ヴェルテンベルク州の州都シュツットガルトにあるシュツットガルト大学のファイニンゲンキャンパスに設立された研究所で、大面積デバイス、特にフラットパネルディ

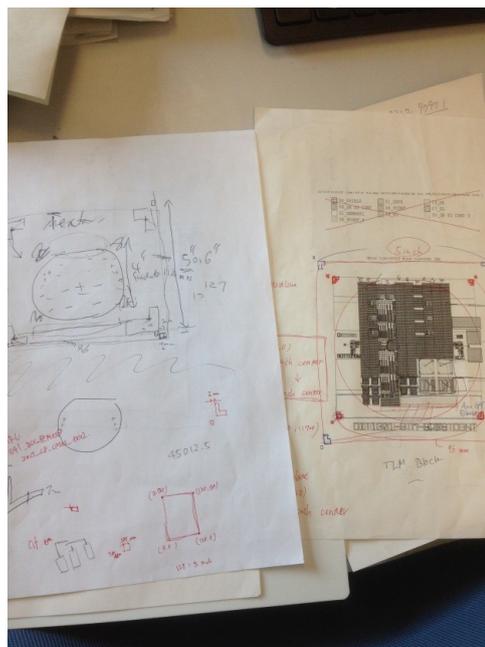


図 1. IGM での打ち合わせメモ

スプレイの研究開発で実績のある研究所である。筆者は、この留学でフラットパネルディスプレイに関する研究を深めるとともに、新しい視点を得られることを期待して、シュツットガルトへ旅立った。

IGM での研究活動

1. リソグラフィー用フォトマスクの作成

TFT 用のフォトマスクの作成では、本研究室で用いているマスクデザインを基に改良を加え、マスク設計を再構築した。設計は出発前の 2015 年の 12 月半ばから約一ヶ月間取り組み、出発までには一度完成させた。しかしながら、IGM の描画装置用にデータ変換を行う際、デザインに起因する問題により多くのエラーが生じ、ほとんどすべてのマスクデザインを現地で修正する必要に迫られた。修正項目に関して IGM のスタッフから丁寧なアドバイスを頂き手直しを加えた。その時の議論に使用した、メモを図 1 に示す。

2. LCD デジタル時計の作成

LCD デジタル時計の作成は、元来 IGM の修士学生向けのプログラムで、IGM に配属された修士学生が実施するプログラムを、本研修では筆者のために特別に実施していただいた。

はじめに 4 インチ角のガラス基板の上に酸化インジウム錫 (ITO) の成膜を行い、熱処理を行うことで ITO を結晶化させ、抵抗率が半分以上減少した。その後 ITO をデジタル時計の表記や外枠、外部回路との接続端子の形にパターンニングを行った。次に配

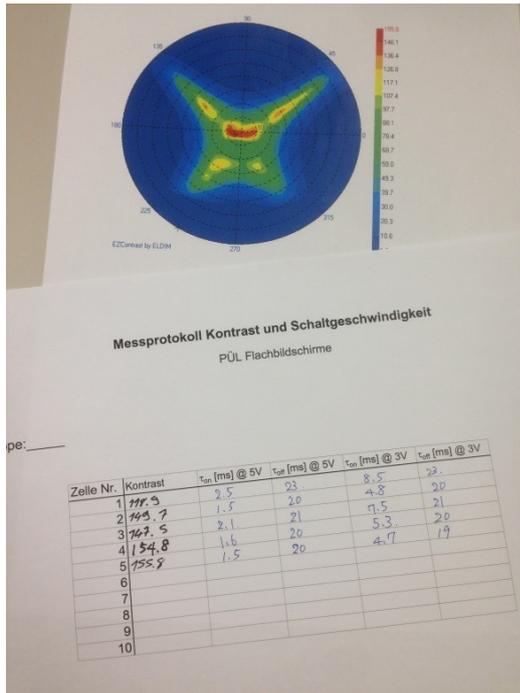


図 2. 彩度や視野角、応答速度の結果

向膜としてポリミドをスピンコーターにて塗布し、液晶を配向させるために表面を専用の機械で擦り（ラビング）格子状の模様をつけた。その後基板を回路ごとにカットし液晶セルのギャップ形成のためスペーサーを塗布した。次にディスプレイの組み立てを行った。この作業は、ほとんど透明であるITO電極の回路を持つ2枚の基板を目視で位置合わせ（アライメント）しながら接着するため、位置ずれによりサンプルをいくつか無駄にしまった。ディスプレイの組立後外枠を接着剤で固め、予め2つの基板にスペーサーで設定した隙間に液晶を注入し、ディスプレイ全面に満遍なく行き渡った後、注入口を封止した。

完成したディスプレイは、彩度や視野角、応答速度の測定を行った。その結果を図2に示す。Frühauf教授や他のメンバーに結果を見ていただきよく出来ていると褒めてもらえたことが本研修で最も嬉しかった。また図3に実際に作製したデジタル時計を示す。

まとめ

2週間と短い滞在ではあったが、日本では得られない多くの刺激を得ることが出来た。何より、ドイツの学生たちの好奇心や勉強熱心さには脱帽した。留学の最後に筆者がIGMメンバーの前でプレゼンテーションを行った際も、際限なく質疑応答が行われ、それに対して私が回答できない部分についても

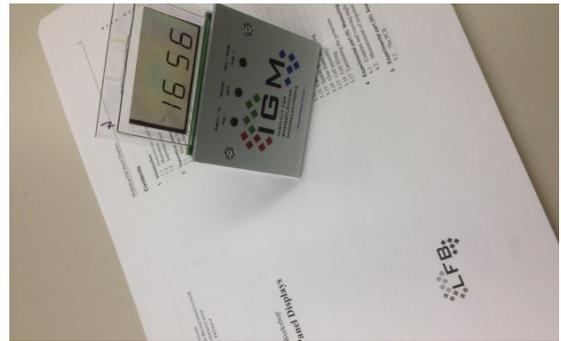


図 3. 作製したLCDとそれを用いたデジタル時計



図 4. 筆者とLorenz氏とその友人（Stuttgartにて）

全体で話し合いが続くことがあった。質問に答えられない申し訳無さの反面、メンバー全員が同じ質問に対して様々な意見を出し合い解決していく議論の仕方に感心したと同時に、日本人の学生もこうあるべきだと感じた。

また、研究装置の説明を英語で丁寧に実施していただき、全部を理解することは出来なかったものの、フォトマスクやデジタル時計の作成をサポートしていただいたIGMのスタッフやメンバーにはとても感謝している。また、平成26年度にシュツットガルト大学からインターンシップ学生として高知工科大 古田研究室で受け入れたLorenz氏と現地で再開し旧交を温めることができた。（図4）

最後に、今回の海外留学は学長をはじめ、環境理工学群や国際交流センター等、多くの方々のご協力とご支援によって実現することが出来た。改めて感謝の意を表し、報告を終えることにする。



図 5. フラデツ・クラークロヴェー大学

2.2 森本潤（物質システム工学コース 修士一年）

要約

平成 27 年度高知工科大学物質システム工学コース修士学生向け研究留学プログラムの支援をいただき、チェコのフラデツ・クラークロヴェー（Hradec Králové）大学（図 5）に平成 28 年 1 月 10 日から 2 月 20 日の約 40 日滞在した。滞在期間中は、主に欧州の投票データを使ったガラムオピニオンダイナミクスモデルの改良、量子データの解析を行った。本稿では、滞在中の研究活動や海外研修で体験したことについて報告する。

はじめに

筆者は、高知工科大学環境理工学群の理論物理研究室（全研究室）にてプログラム言語を用いた間接民主制の物理モデル化に関する研究を行ってきた。滞在中のフラデツ・クラークロヴェー大学では物理学研究所所属の Jan Kříž 教授と筆者の指導教員である全卓樹教授との間に研究交流があり、今回のような貴重な機会を頂いた。滞在中にあたって、欧州での投票や世論調査のデータ解析をおこない、また量子グラフのモデル解析について学んだ。

研究内容

1. オピニオンダイナミクスの改良

私はガラムオピニオンダイナミクスモデルに改良を加えて現実のデータのシミュレーションを行う研究を行ってきた。これをプレゼンテーションすると教授方はモデルを使って欧州の世論調査データを解析するよう指示された。対象となる世論調査データを渡された私は、研究室に配属されている Jiří Lipovský さんと共に取り組んだ。彼とは日本人とチェコ人の考え方の違いなどを話し合い、それらをどうやってモデルに適應させるかを探索した。またチェコの歴史や文化も教えてもらうことでモデルの向上に繋がるヒントを探った。

Jan 教授や他のメンバーに結果を見ていただいた

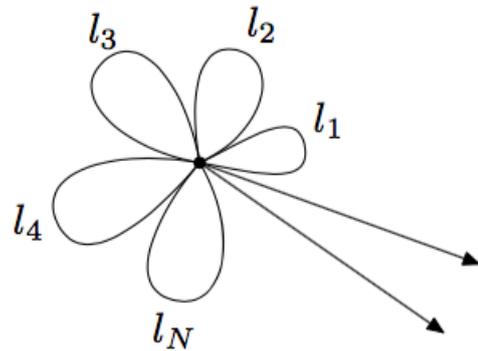


図 6. 花の形の量子モデル

ところ非常によく出ているとおしゃってくださり、自分のやったことにとっても自信が持てた。

2. 量子グラフのモデル化

私のお世話になった研究室に配属している Jiří Lipovský さんは量子グラフのモデル解析を研究しており、私に内容を教えてくれた（図 6）。彼からは、個々の量子の振る舞いを扱う量子モデルと、個々の人をデータとして扱うガラムオピニオンダイナミクスは類似性があることを教わった。社会物理学が、既存の物理モデルを社会モデルに適應させる事が目的の 1 つであることを考えると妥当な意見だと思われる。

まとめ

1ヶ月半の海外研究留学を得て、多くの経験や事柄に触れることが出来た。私の研究結果をプレゼンテーションすると、教授や学生達は質疑応答や討論を絶え間なく行い、それに対して私は出来る限りの英語での説明を、時には図や道具も使って両者納得がいくまで真剣に議論した。視野が広がったことはもちろんのこと、先に述べた熱心さや質疑応答の姿勢は自分も見習い身につけねばと強く感じた。

また、フラデツ大学の教授や学生達は何度も食事に誘ってくださった。実力不足ながらも英語でも会話を楽しむことができ、研究面以外でも充実して過ごすことができたと同時に、もっと自分の語学力を高めねばならないことも痛感した。

今回の海外留学は、高知工科大学や環境理工学群をはじめとする多くのご支援によって実現することが出来た。改めて感謝の意を表し、この制度が継続し多くの後輩が刺激的な海外留学を経験することを期待し、報告を終えることにする。

The Results of Research Abroad Program in Material and Life System Engineering Course in 2015

Mamoru Furuta^{1*} Taksu Cheon¹

Ryota Takenouchi² Jyun Morimoto²

(Received: May 30th, 2016)

¹ School of Environmental Science and Engineering, Kochi University of Technology
185 Tosayamadacho-Miyanokuchi, Kami, Kochi, 782-8502, JAPAN

² Material and Life System Engineering Course, Department of Engineering,
Graduate School of Engineering, Kochi University of Technology
185 Tosayamadacho-Miyanokuchi, Kami, Kochi, 782-8502, JAPAN

* E-mail: furuta.mamoru@kochi-tech.ac.jp

Abstract: The research abroad program in material and life system engineering course has been started from the 2015 fiscal year. Main aim of this program is to cultivate the internationality and diversity of master students through the research stay in overseas University and/or Institute. This program is also expected to enhance the education program of material and life system engineering course in KUT. To allow fulfilling research activities safely, two master students left KUT when their supervisors had made sufficient negotiations with host professors in advance. In this fiscal year, two master students of Ryota Takenouchi and Jyun Morimoto respectively flew to Stuttgart University, Germany and University of Hradec Králové, Czech Republic. The results of the research abroad program in 2015 are reported with the reports from the students.