

平成 30年 6月 30日

若手研究者海外挑戦プログラム報告書

独立行政法人 日本学術振興会 理事長 殿

受付番号 201780023

氏名 木下 雄貴

(氏名は必ず自署すること)

若手研究者海外挑戦プログラムによる派遣を終了しましたので、下記のとおり報告いたします。
なお、下記記載の内容については相違ありません。

記

1. 派遣先: 都市名 ポストン (国名 アメリカ合衆国)
2. 研究課題名 (和文): 物理的計画法を用いた環境負荷と組立・分解コストの素材決定支援システム
3. 派遣期間: 平成 30年 3月 1日 ~ 平成 30年 5月 30日 (91日間)
4. 受入機関名・部局名: Northeastern University, College of Engineering, Department of Mechanical & Industrial Engineering, Laboratory for Responsible Manufacturing
5. 派遣先で従事した研究内容と研究状況 (1/2 ページ程度を目安に記入すること)

組立製品を製造する際に発生する環境負荷とコストは、組立製品に含有する素材タイプに大きく依存している。各部品のCO₂排出量やリサイクル率の環境負荷と組立や分解時のコストは、素材の選択によって変化し、互いにトレードオフの関係にある。本研究では、物理的計画法を用いた環境負荷と組立・分解コストの素材決定支援システムを開発するために、①多目的最適化手法の Linear Physical Programming (LPP) の習得、②素材決定支援システムのプロトタイプ開発と、ケース検証のための③各国リサイクル事情の調査を行った。この研究を遂行するために、受入研究者の米国・Northeastern Univ. の Prof. Gupta とは、毎回 90 分ほどの週次打合せを行った。

① 多目的最適化手法の Linear Physical Programming (LPP) の習得

LPP 開発者の Prof. Gupta に、計算手順の疑問点を直接聞くことで習得した。実際にプログラムのソースコードを書くとともに、動作テストのために既存の分解生産計画問題に適用し、同じ計算結果が求解できるかの検証を行った。その結果、既存の結果と同一であるとみなせる解が得られたことから、開発した LPP プログラムが正常に動作したことを確認できた。

② 素材決定支援システムのプロトタイプ開発

滞在中に習得した LPP を適用したプロトタイプの開発を行い、Northeast Decision Science Institute Annual Conference 2018 (NEDSI 2018) および Institute of Industrial and Systems Engineers Annual Conference 2018 (IISE 2018) にて、英語論文発表を米国で行った。LPP を本システムに適用することで、掃除機の例題ではコストを 13%削減しながらも、リサイクル率 100%を達成し、かつ CO₂排出量を 63%削減する素材を提案できるケースがあることを示した。

③ 各国リサイクル事情の調査

各国により異なる法律や消費者嗜好の違いを分解で考慮するために、滞在先のホストファミリーや研究室の留学生に各国のリサイクル事情を尋ねた。ボストン近郊のある街では、リサイクルとその他という2種類の分別しか家庭ではしないことや、中東のある国では、約15戸毎にある回収センターに個人がゴミを直接持込み、そこで分別する地域のあることがわかった。

6. 研究成果発表等の見通し及び今後の研究計画の方向性 (1/2 ページ程度を目安に記入すること)

研究成果発表の見通しについては、開発した LPP を用いて滞在研究中に執筆した国際会議論文 2 件 (米国 16th Global Conference on Sustainable Manufacturing, トルコ 16th International Logistics and Supply Chain Congress) を、本年 10 月に発表予定である。この LPP による多目的分解生産計画法 (Disassembly-To-Order, DTO) とは、リユース部品やリサイクル素材の需要量を満たすために、品質と品種が異なる使用済み製品の回収個数を決定する問題であり、利益の最大化、回収個数の最小化や埋立て費用の最小化といった複数の目的を同時に満足する計画を立案する必要がある。発表論文では、既存モデルを発展させ、処分重量を削減するためにリサイクル素材倉庫を持つ新モデルを提案した。この多目的分解生産計画法により、使用済み製品が含有する素材の種類や量の違いから、素材リサイクルのコスト評価を可能にした。以上の研究は、更なる追加実験を経たのちに、査読付き国際論文誌へ投稿の予定である。

今後の研究計画の方向性として、新たに2つの課題が生じた。1つ目は、素材決定支援システムを実務的に発展させることである。具体的には、製品設計の観点から妥当ではない素材を事前に取り除くために、素材重量や応力などを目的関数や制約に入れることの検討である。また、システムのマニュアル作成を行うことである。2つ目は、各国リサイクル事情調査で得たデータによる国別ケース検証を行うことである。

7. 本プログラムに採用されたことで得られたこと (1/2 ページ程度を目安に記入すること)

本プログラムに採用され、3カ月の米国滞在研究において得られたことは3つある。1つ目は、DTOにLPPを適用した研究の会議論文の執筆である。分解や数理計画法に精通している Prof. Gupta と週次打合せを持てたために、関連研究の理解だけでなく、プログラムコードを書き数値実験まで行うことができた。

2つ目は、海外で自ら研究のプロジェクトマネジメントを行う打合せを持てたことである。こうした活動として、査読付き英語論文の直し、学会発表のための資料準備や航空券とホテル予約、国際会議論文の執筆等があり、自らマネジメントして活動を達成できた。海外滞在では日本の指導教員や研究室の後輩と直接会って打合せができない中、受入研究者 Prof. Gupta のご指導の下、複数のプロジェクトを遂行できたのは自信になった。プロジェクト遂行の工夫として、Prof. Gupta との週次打合せでは、何を議論したらよいか、英語ではどう表現するのかを事前にノートにまとめて打合せに臨んだ。また、Prof. Gupta には、短期間だがハードワークで良くやっているとお褒め頂いた。

3つ目は、博士取得後に再び海外で滞在研究を行いたいと思うようになったことである。これは、本滞在により、海外でしか出会えない多くの人々やチャンスがあると、肌身を持って感じたからである。例えば、ボストン日本人研究者交流会や領事館主催のキャリアセミナーに参加することで出会った多数の他分野の研究者や、経営工学の分野で最大規模である IISE 年次大会での研究発表、アメリカ人のホストファミリーとの生活など多くの初めてを経験することができた。この経験により、研究やキャリア形成に対する考え方が広がるとともに、米国家庭での食事、生活習慣やものの考え方についての理解をより深めることができた。他分野でも海外研究者との人的ネットワークを形成することで、将来の共同研究や、また新たに海外で滞在研究を行う、あるいは日本に招聘するチャンスも高まる。したがって、本滞在により海外で研究をするという選択肢が、私の中に増えたのである。以上の滞在研究で得た経験や知識に対する代償と考えると、その煩わしさは微々たるものだと今は感じるが、航空券、ホテルやホームステイ先の手配などの滞在準備に予想以上に労力を要することがわかった。この渡航準備経験をシェアすることで、後輩のチャレンジを応援したい。

最後に、Prof. Gupta、指導教員の山田哲男准教授、研究室の後輩や本学事務の方をはじめ、本滞在に際してご助言、ご支援をくださった全ての方々と、現地でお世話になった全ての方々に、心より感謝を申し上げる。