

令和 2 年 3 月 1 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 201980226

氏 名 松本 拓史

(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 ロンドン (国名 英国)
2. 研究課題名 (和文)：電力市場における価格等の予測手法の開発とリスクマネジメントへの応用
3. 派遣期間：平成・令和 元年 10 月 7 日 ~ 平成・令和 2 年 2 月 6 日 (123日間)
4. 受入機関名・部局名：London Business School, Management Science and Operations
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)

派遣先では以下の 3 つの研究に従事し、いずれも英文誌投稿に向けた草案等の形に取りまとめた。

(1) バランシング市場における小売事業者の裁定取引戦略とそれがもたらす系統安定化効果

電力の需給の不一致 (インバランス) 精算に係る直近の制度変更を動機として、小売事業者の裁定取引がもたらすインバランス縮小効果といった観点から新制度の有効性を検証した。欧州市場における先行研究で示されていた上記の効果が日本の新制度下でも成立するという結果を示したほか、インバランスの予測可能性が高まるほど、裁定取引の利益と系統安定化効果の両方が高まることや、一定規模のペナルティーが更なる系統安定化に寄与するといった市場メカニズムを明らかにした。

(2) 電力価格の確率分布予測モデルの構築とそれに基づく電力デリバティブの価格付け手法の提案

再生可能エネルギーの大規模導入に伴い、電力価格の分布の形状が季節別・経年的に変化してきていることに着眼し、GAMLSS と呼ばれる手法を用いて天気予報から JEPX スポット価格の分布形状を予測するモデルを構築した。また、スポット価格を原資産として日次で取引される cap futures といったデリバティブを想定し、その価格付けに提案手法を応用した結果、分布の高次モーメントを考慮したモデルが、ペイオフの予測誤差低減やヘッジ効果改善の点で優位であることが分かった。

(3) PJM 市場におけるボリューム・価格リスクの同時ヘッジに向けたデリバティブポートフォリオ

燃料・気温デリバティブからなる既往のポートフォリオ戦略を、米国 PJM 市場における小売電気事業者の調達コスト変動リスクに応用してその有効性の検証を行った。複合的なノンパラメトリック回帰手法に基づくヘッジ戦略が、特に非線形性の強い PJM 市場データに対して高いヘッジ効果を有するといった結果を得た。(なお、本研究は、派遣先との共同研究の形ではなく、派遣前に得た一定の分析結果を、派遣期間中に、追加的な外国エネルギー市場調査やシミュレーションの精緻化を行うなどして内容を補強し、論文の形式にまとめたもの)

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)

5. で記載した研究のうち、(1)については、英文誌“IEEE Transactions on Power Systems”に投稿した。(2)については、近日中に論文の形に取りまとめ、ファイナンス系の英文誌に投稿する予定で準備を進めている。(3)については、OR/経営科学系の英文誌に投稿する予定で考えている。いずれの研究も学会発表については今のところ未定であるが、それぞれ国際会議における口頭発表等の形で対外的な発信をしたいと考えている。また、博士論文の執筆も同時並行で進めており、帰国後、(1)と(3)については、博士論文ドラフトに含め、所属大学に提出したところである。

今後の研究の方向性として、(1)については、一応の区切りがついたものではあるが、他市場（国内の電力エリア別や、異なる制度を持つ諸外国市場）への応用や、提案分析アプローチの更なる精緻化・汎用化などといった点で研究の余地があると考えられる。(2)については、発展性のある研究であるため、英文誌投稿後も更なる深堀ができると考えている。例えば、既往の金融工学的なヘッジ手法と組み合わせた取引戦略を考案したり、デリバティブの取引期間を日次に限定せず多様化したりすることなどが考えられる。別のアプローチとして、GAMLSSを用いた分布予測手法を、例えば、再生可能エネルギー電源や蓄電池と組み合わせた取引最適化に応用するなどの方向性も考えられる。(3)については、国内外の電力市場における様々な事業モデル（火力発電事業や再生可能エネルギー発電事業の収益・損失変動リスク）に応用することが考えられる。また、取引基盤などのハード的な側面への対応や、デリバティブ取引スキームの具体化などといった、実用化を想定した場合に考慮すべき課題を検討する方向性も考えられる。

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)

何よりも有益だったのは、自由化の先行する欧州電力市場の研究拠点に身を置くことにより、新しい研究の視点が得られたことである。国ごとに特殊性の高い電力市場のテーマを扱うからこそ、諸外国市場の横断的分析アプローチが有効であるということを実体験を通して認識することができた。前述の3つの研究すべてに当てはまることであるが、各国の市場ごとに、背景となる政策・制度、データの特性、利用可能なデータ種等がそれぞれ異なっており、それが故に、国内市場に対する有益な政策的示唆の獲得や、新たな分析・モデリング手法の提案へとつながることができた。例えば、(1)の研究で実施した、2段階の分位点帰帰手法や既往最適化問題の拡張は、欧州市場モデルを価格決定式不在の日本市場モデルに応用するという制約の中から生まれた普遍性の高い分析手法であり、(2)の研究で構築した、長期的な価格分布の高次モーメント推定手法は、需要や再生可能エネルギー出力予測の公表値不在の制約から導出した、天気予報ベースの頑健なモデリングアプローチであり、(3)の研究で扱った、最高・最低気温デリバティブの同時価格付け手法などは、非線形性の強いPJM市場リスクを扱う中で着想や有効性の確証を得たものである。

研究内容以外の点に関して言えば、各国の研究者たちの考え方や研究スタイルに触れたことが、他では得難い貴重な学びとなった。受入れ研究者であるBunn先生からは、研究の進め方やマネジメントについて様々な気づきを得ることができ、いつも多忙な中での献身的な指導に多くの励みをいただいた。また、滞在中、研究室に訪問していた他の客員研究員たちとの日頃のコミュニケーションの中からも、彼らの研究への向き合い方や視野の広さ、生産性の高さに触れることができ、大いに刺激を得ることができた。同分野の研究者としての人的ネットワークが構築できたことは、今後の研究活動を行う上での財産となったと考えている。

さらに、派遣期間中は、米国で行われた“2019 INFORMS Annual Meeting”やカナダで行われた、“IEEE 2nd International Conference on Renewable Energy and Power Engineering”といった2つの国際会議で発表する機会も得ることができた。広範囲にわたる最先端の研究発表から多くの見識が得られたとともに、分野横断的な議論の場が生む新しい視点といった価値を再認識することができ、これらの経験も大変有意義なものとなった。