

地理的犯罪分析における空間重み行列の新たな構築方法の開発

三浦 ゆき乃

犯罪の発生における空間的特性を理解するための地理的犯罪分析は、犯罪予測や捜査支援において重要な役割を果たしている。犯罪の発生には社会経済的要因や地理的要因が密接に関連しており、これらの特性を統計モデルに適切に組み込むことは、犯罪の予測精度の高い分析を行う上で不可欠である。

そのため地理的犯罪分析では、空間的分布の特性をモデル化するために「空間重み行列」が広く用いられる。空間重み行列は、地域間の空間的依存関係を定量的に表現するための重要な要素であり、空間統計モデルの精度や解釈可能性に大きな影響を与える。しかしその構築方法については統一的な指針が存在していない。従来の空間重み行列は、隣接情報や距離を基に構築される手法が一般的である。しかしこれらの方法は、地理的な隣接性や距離といった単純な要因を考慮するのみであり、地理空間データの特性に応じた柔軟性に欠けるという課題がある。

そこで本研究では、空間重み行列の新たな構築方法を提案し、その有効性を検証することを目的とした。提案手法では、地理的特徴および観測データの特徴を空間重み行列に反映させるため、Gower の距離、主成分分析 (PCA)、既存手法と PCA の混合、t-SNE、UMAP という様々な異なるアプローチを検討した。

また、提案手法の性能を評価するために、シミュレーションによる人工データと、実際の犯罪データを用いて解析を行った。シミュレーションデータでは、モデルのパラメータ設定を変更しながら、提案手法が従来手法と比較して予測精度をどの程度向上させるかを検証した。一方、実際の犯罪データを用いた解析では、従来の空間重み行列と提案手法を比較し、犯罪発生の空間的分布をモデル化する際の予測精度を評価した。

解析の結果、提案した空間重み行列のいくつかの手法は、従来の手法に比べてモデルの予測精度を向上させ、空間的自己相関の特性をより適切に捉えることが確認された。特に、Gower の距離や PCA に基づいた空間重み行列は、従来手法よりも優れた結果を示した。また、実データにおいても、提案手法が犯罪分布の特性をより正確にモデル化できる可能性が示された。

これらの結果は、地理的犯罪分析における統計モデルの精度向上に寄与するだけでなく、実務的な犯罪予測や捜査支援における有用性を示している。(行動統計科学)