

論文要旨

小標本/レアイベントにおけるポアソン回帰に基づく 効果指標の推定手法の検討

生物統計情報学コース

49-236601

石川 裕也

ポアソン回帰モデルはカウントデータを解析する際に用いられる一般化線型モデルの一つであり、そのパラメータ推定には最尤法が用いられることが標準的である。しかし、最尤推定量は小標本やレアイベントデータを解析する場合に必ずしもよい推定方法ではなく、推定値の存在性や推定に伴うバイアスが問題となることがある。そのため、先行研究において Firth の方法やデータ拡大に基づく推定方法などが検討されてきたが、特に回帰係数ではなく効果指標の推定という観点からの妥当性の議論はなされておらず、どの推定方法が適切であるかの整理は不十分であった。

本研究の目的は、ポアソン回帰モデルに基づく効果指標の推定について、特に小標本/レアイベントの状況において有用な推定手法を確立することである。小標本やレアイベントの状況における推定量のバイアスへの懸念を緩和するため、最尤推定量と比較して漸近バイアスの低減が見込まれる推定量の具体形を、漸近バイアス低減の一般的枠組みを与える Kosmidis and Lunardon (2024) および Hirose and Mano (2024) の結果を用いて導出した。また、別の観点からある種のバイアス低減として、推定値の上振れ確率と下振れ確率の差異を漸近的に緩和する推定量を、Kenne Pagui et al. (2017) の中央値バイアス低減法に基いて導出した。

これらのバイアス低減を意図した推定方法と先行研究で議論された各種の推定方法に対して、小標本/レアイベントにおける効果指標推定の観点から、その統計的性質を比較するシミュレーション実験を実施した。その結果、Firth の方法と中央値バイアス低減法に基づく推定量が、設定の違いに対してバイアスの観点から安定的な推定方法であることが示唆された。また、曝露確率および効果指標の真値が極端な値でないような設定では、Hirose and Mano (2024) に基づく効果指標の推定量がバイアスの観点からより望ましい推定量であることが示唆された。さらに、レアイベントを対象とする実データ解析の例として、Japan Public Health Center-based Prospective Study のデータに上記の推定方法を適用した。喫煙状態と肺がん死亡リスクの関連を検証した Zha et al. (2019) の解析の一部を踏襲した解析を実施し、手法間で結果の違いが生じるかどうかを確認した。