

グループ化データを用いた放射線リスク解析における 被曝線量推定誤差の影響とその補正法

(公財) 放射線影響研究所 統計部 三角 宗近

[序論] 回帰分析において測定誤差を含む独立変数を用いた場合、回帰係数推定値のバイアスや効率の低下が起こることはよく知られている。放射線リスク解析では、放射線被曝線量の算出が鍵となるが、実際に測定することは難しく、多くの文献で線量推定値の導出やその誤差の疾患リスク推定への影響を扱っている (Pierce *et al.* 2004、Kukush *et al.* 2011)。放射線影響研究所の寿命調査 (LSS) はヒトの放射線被曝による長期的なリスクを知る上で、重要な基盤となっている。LSS 対象者の被曝線量は聞き取り調査で得た原爆被爆者が被曝した場所や当時の遮蔽状況などの情報に基づいて推定され、その誤差のリスク推定値への影響は、Pierce *et al.* (1990) による Regression calibration 法 (RC) によって補正されている。しかし、死亡率や疾患リスクと放射線との関連の評価に、通常の個人レベルの生存時間データを性、年齢、被曝時年齢と放射線量カテゴリなどで層別したグループ化データに基づいた Poisson 回帰を用いる慣例もあり、比較的新しい方法論の適用がなされていない。

[方法] 線量推定値に含まれる古典的測定誤差と Berkson 誤差の発がんリスク推定値への影響を補正するため、Simulation-extrapolation (SIMEX) をグループ化生存時間データへ適用した。また、数値実験によって、従来使われている観測できない真の被曝線量にパラメトリックな分布を仮定する RC 法 (RC1) およびパラメトリックな仮定を要しない RC 法の拡張 (RC2) と比較を行い、真の分布の仮定を必要としない SIMEX との比較によって RC 法の妥当性の検討も行った。

[結果] SIMEX によるリスク推定値は RC1、RC2 によるリスク推定値に近いが、少し大きかった。数値実験では、SIMEX は RC より優れたバイアス補正の可能性を示した。

[結論] グループ化生存時間データの解析においても SIMEX は回帰推定値の測定誤差によるバイアスの補正に有効な方法であった。

参考文献

Pierce, D. A., Stram, D. O. and Vaeth, M. (1990) Allowing for random errors in radiation dose estimates for the atomic bomb survivor data. *Radiation Research*, 123, 275–284.

Kukush A., Shklyar S., Masiuk S., Likhtarov, I. *et al.* (2011) Methods for Estimation of Radiation Risk in Epidemiological Studies Accounting for Classical and Berkson Errors in Doses, *The International Journal of Biostatistics*, 7 (1) Article 15.

Misumi, M., Furukawa, K., Cologne, J.B., Cullings, H.M. (2017) Simulation–extrapolation for bias correction with exposure uncertainty in radiation risk analysis utilizing grouped data, *Journal of the Royal Statistical Society, series C (Applied Statistics)*, in press.