

氏 名	成 祉 旻
授与した学位	博 士
専攻分野の名称	学 術
学位授与番号	博甲第2948号
学位授与の日付	平成17年 3月25日
学位授与の要件	自然科学研究科資源管理科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)
学位論文の題目	Studies on Influence Analysis in Cox Proportional Hazards Models (Cox 比例ハザードモデルにおける影響分析の研究)
論文審査委員	教授 栗原 考次 教授 垂水 共之 教授 梶原 毅

#### 学位論文内容の要旨

Cox(1972)の比例ハザードモデルは共変量のある場合に生存時間に対する処理効果や共変量の効果を分析するための標準的方法として、医学や信頼性の分野において広く利用されている。一方、影響診断はデータの微小な変化が分析結果にどれくらい影響するか、特に影響の大きい観測値がないかどうかを分析する方法であり、回帰分析における研究にはじまり、多変量解析やその他の統計モデルにおいて研究されている。比例ハザードモデルにおける影響診断についてもCain and Lange(1984)などいくつかの方法が提案されているが、それらの影響診断はもっぱら単数観測値診断や2つの観測値に限った複数観測値診断に関する議論であった。

本論文ではTanaka(1994)やTanaka and Zhang(1999)の統計モデル一般に対する複数観測値診断の考え方を応用し、Cox 比例ハザードモデルにおける影響診断法を提案した。その方法は部分尤度法に基づいて回帰係数に対する影響関数と情報行列(従って、回帰係数に対する漸近共分散行列 $V$ )を導き、回帰係数の影響関数に対して $V^{-1}$ をメトリックとする主成分分析を適用して次元を縮小した上で、グラフィカルに影響の大きい観測値の集合を探索する方法であり、Cookの局所影響法と密接な関係をもつことが知られている。比例ハザードモデルにおいては tied observations(タイ)の取扱いにいくつかの方法があるが、様々の統計パッケージでよく利用されているBreslow(1974)とEfron(1977)の方法を用いて部分尤度に組み入れ、影響関数や情報行列を求めた。数値例として肺がんの臨床試験データ(Kalbfleisch and Prentice, 1980)にCoxの比例ハザードモデルおよび開発した影響診断法を適用してそれらの性能の検討を行い、2つの単独で影響の大きい観測値があること、2つ以上の観測値が集まって影響の大きい集合はないことが分かった。また数値例ではモデル選択への影響についても詳しく検討した。

## 論文審査結果の要旨

Cox比例ハザードモデルは、ハザード関数と共変量の関係が対数線形モデルで表され、個体毎に生存時間が異なるデータを取り扱えるため、処理効果や共変量の効果の分析を行う標準的な手法として、医学や信頼性の分野で利用されている。一方、解析結果の信頼性や安定性の評価のため、データの微小な変化が及ぼす解析結果への影響を調べ、影響の大きい観測値を同定する影響診断は、各種のデータ解析において不可欠なものとなりつつある。

本論文では、Cox比例ハザードモデルにおいて、解析結果への影響が大きい複数個の観測値を探索するための診断法について提唱している。その方法は、潜在ハザードを除いた部分尤度法に基づき回帰係数に対する影響関数と回帰係数に対する漸近共分散行列を求め、その逆行列に対して主成分分析を適用し、低次元の主成分空間において影響の大きな観測値のクラスターを探索するものである。影響関数値が大きな値をとるクラスターにおいて、それらを形成する複数個の観測値が、解析結果に同じような影響を与えると考える方法である。さらに、同じ値を持つ観測値（タイ）を持つ場合についても、漸近共分散行列を計算し、影響診断の対応を可能としている。数値例として肺ガンの臨床試験データに適用し影響診断をおこない、1つの単独で影響の大きな観測値、3個の観測値からなる影響の大きなクラスターが存在することを確かめている。また、パラメータの微分によって定義される経験影響関数が実際にデータを落として分析した解析結果とよく近似しており、提唱した方法の有効性を示している。

これらの研究は、生存データ解析における影響診断の理論と応用への貢献は大きく、学術的及び実用的な価値が高い。以上により、本論文は博士（学術）に値すると判断した。