

研究成果

私の研究分野は統計科学であり、これまでの研究は大きく分けて、

- (1) 線形モデルにおける検定統計量の帰無分布の非正規性の下での漸近展開;
- (2) モデル選択問題における情報量規準の漸近挙動;
- (3) 時空間データ分析のための変化係数モデルの開発;

に分類される. (1) に関する研究成果として、一元配置分散分析モデル、重回帰モデル、多変量線形回帰モデル、GMANOVA モデルの検定統計量を漸近展開式を得ている (Fujikoshi, Ohmae & Yanagihara, 1999; Yanagihara, 2000, 2001, 2005; Wakaki, Yanagihara & Fujikoshi, 2002). このとき、実際に非正規性の下での漸近展開式を帰無分布の近似式に用いる場合、ほとんどの場合、真の分布の尖度の推定量が必要となるが、一般的に広く用いられている尖度の推定量は適度な標本数であっても大きなバイアスを持つことが知られている. そこで、近似の精度の改良を目的として、バイアスが小さくなるような新たな尖度の推定量を提案した (Yanagihara, 2007). その他、漸近展開を使った応用例として、漸近展開式を利用した単調関数により検定統計量を変換することで漸近近似の精度をあげる方法 (Yanagihara & Yuan, 2005; Matsumoto, Yanagihara & Wakaki, 2011)、漸近展開式による非正規性に対して頑健性な検定になる条件を導出 (Yanagihara, 2007) なども行っている. この条件から正規性に対するずれに対して気兼ねなく使用できる検定かどうかわかることになる.

(2) の研究内容は主に、AIC などの情報量規準のバイアス補正である (Yanagihara, Sekiguchi & Fujikoshi, 2003; Fujikoshi *et al.*, 2003; Yanagihara *et al.* 2012; Kamo, Yanagihara & Satoh, 2013). いくつかの線形モデルでは、 C_p 規準のバイアスを完全に補正した MC_p 規準を得ている (柳原・永井・佐藤, 2009; Yanagihara & Satoh, 2010; Yanagihara *et al.*, 2023; Shibayama, Kirishima & Yanagihara, 2024). また、正規多変量線形モデルにおいて、目的変数の次元数が標本数よりも大きくなった場合、AIC は標本共分散行列が非正則になるため定義できなくなるが、リッジ型の共分散行列の推定量を用いることで非正則性を回避し、次元数と標本数が同時に無限大に近づくという新しい漸近理論によりバイアス項を再評価した新たな AIC を提案した (Yamamura, Yanagihara & Srivastava, 2010). 上記の結果は、仮定したモデルの分布と真のモデルの分布が同じことを仮定しているが、異なる場合でのバイアス補正に関する結果も得ている (柳原, 2005; Fujikoshi, Yanagihara & Wakaki, 2005; Yanagihara, 2006; Yanagihara, Himeno & Yuan, 2010, Yanagihara, Kamo & Tonda, 2011; Hashiyama, Yanagihara & Fujikoshi, 2014). これらの中でも特に、Fujikoshi, Yanagihara & Wakaki (2005) の結果は編集委員に認められ、2006 年度の Jacob Wolfowitz 賞を受賞している. また、より一般的な候補のモデルに対して CV 規準のバイアスを規準を提案しており (Yanagihara, Tonda & Matsumoto, 2006; Yanagihara & Fujisawa, 2012; Yanagihara *et al.*, 2013), これらの結果は一般性が高く式も簡単になることから、非常に汎用性の高い結果となっている.

(3) に関する研究では、不動産鑑定会社である (株) 東京カンテイとの共同研究である不動産価格予測モデルの構築と、二国間交流事業でノルウェーと行っている共同研究であるクジラの成長予測モデルの構築を行った. 不動産価格データは、土地の価格、商業施設や公共施設が近いかどうかの利便性など、地域に強く依存したものとなっている. そこで、Ohishi *et al.* (2021, 2023, 2025) で、似たような推定値をもつ隣接地域での母数を全く同じ値として推定することができる Fused Lasso を用いて不動産価格データに離散的变化係数を持つ地理的加重回帰モデルを当てはめて解析を行った. この方法により、予測モデルの構築と個体のクラスタリングを同時に行うことが可能となる. 同一なモデルで予測できる地域を判定することはマーケティングを行う上で重要な要因となると考える. また、この離散的モデルにより、道路や川、市区町村の境界を超えると傾向が劇的に変わるという実際によくある現象をモデリングすることが可能となった. 鯨の成長データについては、鯨の回遊時期や場所によりえさの豊富さが異なるため、時期と位置に強く依存したものとなっているため、年と季節変動と位置の成長への影響を多項式により記述するモデルを考え解析を行っている (Yamamura *et al.*, 2016; Solvang *et al.*, 2017).