

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	特異モデルにおけるベイズ仮説検定に関する理論的研究
Title(English)	Theoretical Study of Bayesian Hypothesis Testing for Singular Models
著者(和文)	仮屋夏樹
Author(English)	Natsuki Kariya
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11891号, 授与年月日:2021年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:渡邊 澄夫,三好 直人,金森 敬文,山下 真,中野 張
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11891号, Conferred date:2021/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	仮屋夏樹	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	渡邊澄夫	教授	中野張	准教授
	審査員	三好直人	教授		
		金森敬文	教授		
		山下真	教授		

### 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Theoretical Study of Bayesian Hypothesis Testing for Singular Models (特異モデルにおけるベイズ仮説検定に関する理論的研究)」と題し、英文6章より構成されている。

第1章「Introduction」では、統計的検定において帰無仮説に対応する集合が対立仮説の集合の中で特異点を持つ集合となる場合が応用上しばしば生じていると述べ、その場合には統計的正則モデルの漸近理論を適用することができないために統計的検定の設計において特異モデルの理論が必要になることを説明している。また本論文では特異学習理論に基づいて特異モデルの統計的検定を実現するための理論的な基盤を構成すると述べている。

第2章「Bayesian hypothesis testing」では、ベイズ法による統計的検定の一般的な構成法を説明し、帰無仮説と対立仮説がそれぞれ確率モデルと事前分布の組により定義されているときには、それぞれの周辺尤度の比によって定義される検定統計量が最強検定を与えることを示している。これより、統計的検定を構成するために周辺尤度比の確率的挙動を明らかにする必要があると述べている。

第3章「Asymptotic analysis of the marginal likelihood ratio for testing homogeneity in normal mixtures」では、混合正規分布を用いた均質性の検定においてサンプルサイズが無限大に近づく場合における周辺尤度比の漸近挙動を特異学習理論に基づく代数的方法により導出し、与えられた有意水準に対して棄却域を設定する方法を提案している。ここで対立仮説については3種類の異なる設定においてそれぞれの場合の漸近挙動と棄却域の導出を行い、数値実験と比較することで提案法の有用性を明らかにしている。

第4章「Testing homogeneity for normal mixture models using variational Bayes」では、周辺尤度比の値を求める際のパラメータ集合上の積分計算の実行が困難な場合に変分ベイズ法が近似法としてしばしば利用されていると述べ、変分ベイズ法により求められる変分周辺尤度比の漸近挙動を定数オーダーの確率的変動も含めて導出することで均質性の検定に利用可能になることを示している。また数値実験を行うことで提案法の有効性を確認している。

第5章「Asymptotic analysis on upper bounds of the type I and type II errors for singular models」では、ベイズ法の統計的検定法におけるタイプ I およびタイプ II の誤り確率について、特異学習理論に基づいてそれぞれの上界を求めることができ、それらの値が双有理不変量である実対数閾値を用いて表されることを示している。

第6章「Conclusion」では、本論文を要約し今後の課題を説明している。

以上を要するに本論文は、特異モデルにおけるベイズ検定において周辺尤度比および変分周辺尤度比の漸近挙動を導出することで従来の方法では構成が困難であった統計的検定を実現するための理論的な基盤を構築したものであり、理学上、貢献するところが極めて大きい。よって、本論文は博士（理学）として十分な価値があるものと認められる。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。