The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Robustness of Model Selection Criteria Based on Statistical Divergence Measures
Author(s)	倉田, 澄人
Citation	大阪大学, 2019, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/72188
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

様式３

論　文　内　容　の　要　旨

氏　名　（　倉　田　澄　人　）	
論文題名	Robustness of Model Selection Criteria Based on Statistical Divergence Measures （統計的ダイバージェンスに基づいたモデル評価規準の頑健性）

論文内容の要旨

自然現象や人間の心理行動等を表現する数学的・統計学的モデルを作成するに当たって，明らかに観測に当て嵌まっていないものを作っては実用に耐えないが，その一方で現在観測されているデータを追っただけのモデルでは今後の予測に寄与し難いという問題がある．情報量規準AICに代表されるモデル評価規準はモデルの候補から最適なものを選択する為の尺度であり，特に情報量規準の多くはKL divergenceに基づいて，真の分布とモデルとの乖離度から良いものを選択するよう導かれている．モデル選択に際して望ましい性質の一つには，BIC等が達成している選択の一致性があり，これは充分大きな標本数に対して選択精度を保証するものである．ところで，現実の場面では突発的な外乱や誤り，個性等に起因する，モデルから見て想定外の異常値(外れ値)が発現する．異常値に明確な定義を与えることや，この生起を阻止することは極めて困難である．ゆえに解析手法には，これらの混入による影響を抑制する能力(頑健性)が望まれる．本研究は，KL divergenceを拡張したBHHJ divergenceに基づいたモデル評価規準族を導出し，「選択の頑健性」を検討することに主眼を置いた．本研究では，モデル評価規準の頑健性の尺度として，異常値，延いては母分布の混合に対して規準自体がどの程度変動するのかを調べ，従来の情報量規準はその変動が非有界であるのに対し，提案手法を用いた場合，モデルに対して適当な条件を与えた下では変動を有限に抑えられることを示した．この性質に関する条件はモデルに対して課せられるものであり，異常値及び汚染分布の内訳には関係しないことから，本手法は多様な異常に対する頑健性を達成していると考えられる．更に，ベイズ的手続きをダイバージェンスに沿って拡張し応用することで選択の頑健性と一致性を両立させられることを示し，また本研究の応用として，多項式回帰や因果ダイアグラムのパス選択，意思決定分析に於ける一対比較行列の分析について検討し，諸設定にて従来手法に対する優越性を示している．

様式７

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　（　倉　田　澄　人　）			
論文審査担当者		（職）	氏　名
	主 査	教　授	狩 野　裕
	副 査	教　授	鈴 木　譲
	副 査	教　授	内 田　雅 之
	副 査	准教授	濵 田　悦 生

論文審査の結果の要旨

現実のデータ解析では，想定外の異常値等が混入し分析結果が歪められることがしばしばある．異常値混入を防ぐことは重要であるが，現実問題として，それは不可能であると云ってよい．そこで，異常値混入等によって分析結果が本質的に変化しない頑健(robust)な統計的推測方法が求められる．データにモデルを適合させ予測に活かしたいことがある．パラメータの多い（大きな）モデルは得られたデータに良く適合するが，実は，予測が目的のときは，より小さなモデルの予測精度がより高いことがある．モデル選択は永年統計科学の主要な研究テーマであった．モデル選択には，データの尤度を用いる，すなわち，Kullback-Leibler (KL) divergenceにもとづく情報量基準やその拡張版がよく用いられる．当該論文は異常値に対して頑健なモデル選択規準を研究テーマとするものである．

本論文では,まず，KL divergenceを拡張したBHHJ divergenceに基づいて新たなモデル（評価）規準族を導出し，「モデル選択の頑健性」についての理論研究を進めた．加えて，得られた理論的な成果を応用した興味ある応用研究を行った．モデル選択規準の頑健性の尺度として，異常値に対する規準の変動量（gross-error sensitivity）に焦点を当て，従来のモデル選択規準ではその変動量が非有界であるのに対し，提案したモデル選択規準では有限に抑えられることを，漸近展開を用いて証明した．この頑健性は異常値や汚染分布の種類に関係しないことから，提案されたモデル選択規準が多様な異常性に対する頑健性を達成していることが分かる．二番目の理論結果として，著者は，ベイズ的手続きをBHHJ divergenceに沿って拡張し適用することによって，新しく提案された規準にはモデル選択の頑健性と一致性という一般に相反する性質を有することを証明した．

応用研究として多項式回帰や因果ダイアグラムのパス選択，意思決定問題における一対比較行列の分析について詳細に検討し，諸設定にて従来手法に対する優越性をシミュレーションによっても示した．

以上の研究成果は統計科学おける顕著な学術的貢献であり今後の研究に新たな地平を拓くものである．それゆえ，博士（理学）の学位論文として価値のあるものと認める．