OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

| | |
|---|---|
| Title | Statistical Inference for Noisily Observed Ergodic Diffusion Processes |
| Author(s) | 仲北, 祥悟 |
| Citation | 大阪大学, 2021, 博士論文 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://doi.org/10.18910/82333 |
| rights | |
| Note | |

*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　（　仲北　祥悟　） | |
|---|---|
| 論文題名 | Statistical Inference for Noisily Observed Ergodic Diffusion Processes<br>（誤差付き観測によるエルゴード的拡散過程に対する統計的推測） |

論文内容の要旨

本論文は誤差付きかつ時間パラメータについて離散的な観測に基づいたエルゴード的拡散過程に対する統計的推測の方法論を議論したものである．この拡散過程は未知の有限次元パラメータに依存する確率微分方程式の解であり，有限次元パラメータに関する推定論並びに検定論を拡散過程の観測に誤差が混在する状況において考えた．

論文の主だった内容は三つの章立てによって構成される．一つ目の章はこの統計的推測問題について大標本理論の観点から疑似尤度関数及び対応する適応的最尤型推定量と適応的ベイズ型推定量の漸近的性質を調べた．ここで理論統計学において頻繁に用いられる尤度関数ではなく疑似尤度関数を提案し議論する動機として，時間パラメータについて離散的な観測が為される状況下において拡散過程の尤度関数は一般に陽に表現できないことが挙げられる．また観測誤差が付随していると見做すのが妥当かどうかを判定する観測誤差検知の統計的検定を構築し，下記の実データ解析において実際に本論文で提案される方法論が必要となる状況の存在を示した．加えて上記の最尤型推定量の漸近的性質を利用して拡散過程のパラメータに対する検定統計量を構成し，この統計量の漸近的性質も論じた．二つ目の章は一つ目の章でその漸近的性質が示された推定量・検定統計量について，有限標本数の下でも近しい性質を見ることができるかを計算機による数値実験によって確かめた．大標本理論は統計的推測において標本数が十分大きい場合に機能する近似の議論であるから，現実的な標本数で理論的に立証された漸近的性質に近い性質を統計量が持つかを見ることは重要である．三つ目の章は観測誤差検知の検定により観測誤差が付随すると見做せる実データに対して本論文の提案手法を用いた統計解析を行い，読者がどのように提案手法を実データ解析において活用すればよいかを理解するための例示とした．

様式7

# 論文審査の結果の要旨及び担当者

| 氏　名　（　仲北　祥悟　） | | |
|---|---|---|
| | （職） | 氏　名 |
| 論文審査担当者 | 主査　教授 | 内田　雅之 |
| | 副査　教授 | 狩野　裕 |
| | 副査　教授 | 鈴木　譲 |

## 論文審査の結果の要旨

高頻度時系列データには，潜在過程である確率過程に観測ノイズが加わっている場合がある．本論文では，潜在過程がエルゴード的拡散過程であり，潜在過程とは独立なノイズが加えられたノイズ付き拡散過程モデルから得られる高頻度データに基づいた統計的推測問題について研究している．具体的にはノイズ付き拡散過程から得られる高頻度データを用いて，ノイズの分散および潜在過程である拡散過程の拡散係数パラメータとドリフトパラメータの統計的推測理論を構築した．ノイズの影響を小さくするために，高頻度データから局所平均を求め，その局所平均とノイズの分散の推定量を用いて拡散係数パラメータとドリフトパラメータに対する適応的疑似尤度関数を導出した．得られた適応的疑似尤度関数から統計的確率場を構成して，統計的確率場の大偏差不等式を示した．その大偏差不等式を用いて，ノイズ付き拡散過程に対する適応的最尤型推定量や適応的ベイズ型推定量が一様可積分であることを示し，適応的最尤型推定量や適応的ベイズ型推定量の漸近正規性およびモーメントの収束を証明した．また，ノイズ付き拡散過程から得られる高頻度データを用いた統計的仮説検定理論を研究した．局所平均に基づく適応的疑似尤度関数を用いて，拡散係数パラメータやドリフトパラメータに対する適応的尤度比型検定統計量，適応的Wald型検定統計量，適応的Rao型検定統計量を提案し，帰無仮説の下での漸近分布や検定の一致性を示した．そして，数値シミュレーションにより適応的最尤型推定量および適応的ベイズ型推定量や適応的検定統計量の漸近挙動を検証した．さらに提案手法を風速データに適用してノイズ付き拡散過程の統計的推測法の重要性を立証した．

上述の通り，ノイズ付きエルゴード的拡散過程の適応型推測法の開発および提案した統計量の漸近的性質の解明は顕著な学術的貢献であり，博士（理学）の学位論文として価値のあるものと認める．