

Title	Bayesian Statistics, Statistical Physics, and Monte Carlo Methods : An interdisciplinary study
Author(s)	伊庭, 幸人
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/2075
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

氏名	伊庭幸人
博士の専攻分野の名称	博士(理学)
学位記番号	第15568号
学位授与年月日	平成12年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文名	Bayesian Statistics, Statistical Physics, and Monte Carlo Methods: An interdisciplinary study (ベイズ統計、統計物理、及び、モンテカルロ法に関する学際的研究)
論文審査委員	(主査) 教授 阿久津泰弘
	(副査) 教授 赤井久純 教授 川村光 教授 菊池誠 教授 齋藤基彦

論文内容の要旨

本論文では統計物理及び統計物理と統計科学の境界領域の研究を扱った。取り扱った話題は、ベイズ統計と統計物理の関係についての研究(3-6章、8章)、微視的な物体の設計(7章)、および、拡張アンサンブルに基づくモンテカルロ法の研究(8-9章)の3つに大きく分けられるが、この分け方で異なる区分に属する話題の間にも、相互に密接な関係がある。たとえば、統計的推定と微視的な物体の設計は、本論文の定式化では、共に確率的な枠組みでの逆問題の例となっている。また、モンテカルロ法は多くの章の研究で重要な役割を担っている。

3、4、5の各章では、動的モンテカルロ法の統計的推定における応用を議論した。3章では、イジング模型の「逆問題」、すなわち、雑音で汚されたパターンから結合定数を推定する問題を扱い、最大周辺尤度法と動的モンテカルロ法の組み合わせにより結合定数と雑音の同時推定が可能であることを示した。4章では、系列データの変化点の推定問題を赤池の擬ベイズ法に基づくモデル混合の手法を用いて論じ、動的モンテカルロ法が事後確率の計算に有用であることを示した。5章では、「相互関係データ」に基づく分類のためのモデルを導入し、統計物理のスピンのモデルとの類似を示した。また、動的モンテカルロ法がこのモデルを用いたベイズ推論のために有用であることを明らかにした。

一方、6章では、統計物理でよく知られているもうひとつの近似法である平均場近似を取り上げ、モデル選択(モデル混合)の問題への応用を論じた。具体的には、重回帰モデルの集合の上での事後平均を平均場近似によって計算した。

7章では、タンパク質の設計の問題を取り扱った。統計科学との類似に導かれて開発した新しい手法(デザイン方程式法)を、代表的な格子タンパクモデルであるHPモデルに適用し、満足すべき成果を得た。

8章では乱れた系の統計物理における厳密な結果として知られている「西森ライン」に関する諸結果にベイズ統計の立場からの解釈を与えた。

9章と10章の主題は動的モンテカルロ法それ自体の研究である。9章では、格子タンパクのためのアルゴリズムを議論した。考案の核心となる部分は、自己回避条件を破るサンプルを適正な割合で含むようなアンサンブルを、学習によって構成することである。ここでは、この考案に基づくアルゴリズム(Multi-Self-Overlap Ensemble Monte Carlo)をHPモデルに適用し、従来型のマルチカノニカル・モンテカルロより優れた性能を示すことを確かめた。10章では別の種類の拡張アンサンブル法(Multi-System-Size Ensemble Monte Carlo)のスピングラスモデルへの応用を示した。

論文審査の結果の要旨

伊庭幸人氏はベイズ統計と統計物理学に関する学際的研究を行った。その結果、データから背後の物理モデルを決定する「逆問題」に対するベイズ推論の有効性を示した。また、拡張アンサンブルに基づく新しいモンテカルロ法を提出し、それを用いて、従来計算困難であった問題に対し画期的な進展を与えた。これらの成果は統計物理学・統計科学の発展に多大な寄与をするものであり、博士（理学）の学位論文として十分価値のあるものと認める。