

研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		量子系における大偏差原理に基づいた統計力学の研究			
研究テーマ (欧文) AZ		Research on quantum statistical mechanics from large deviation principle			
研究氏 代 表 名 者	カナ CC	姓)オガタ	名)ヨシコ	研究期間 B	2008～ 2009年
	漢字 CB	緒方	芳子	報告年度 YR	2010年
	ローマ字 CZ	Ogata	Yoshiko	研究機関名	東京大学数理科学研究科
研究代表者 CD 所属機関・職名		緒方芳子 東京大学数理科学研究科 准教授			
<p>概要 EA (600字～800字程度にまとめてください。)</p> <p>本研究においてはマクロな量子系の統計力学を、特に確率論的な観点から解析し、以下のような成果をあげた。:量子スピン系における大偏差原理について、マサチューセッツ大学 Rey-Bellet 氏とともに、従来知られていた系について、これまでよりも証明法よりも簡潔な別証明を得た。これは subadditivity という古典系の大偏差原理ではよく用いられてきた証明法であるのだが、量子系では、“事象”が作用素のスペクトル射影で与えられるため、この議論をそのまま用いることはできない。しかし二つのスペクトル射影をうまく比較してやることにより、この議論のあてはまる状況に持っていくことができた。この証明法ではこれまでに知られている結果を統一的に証明することができるという利点がある。(現在投稿中)さらに、新たな系として、スピンの位置の置換について対称な状態、特に平均場モデルと呼ばれるモデルについて、大偏差原理を証明することに成功した。(現在執筆中)</p> <p>一方非平衡状態については、時間反転対称性の破れるレートについて研究を行った。通常非平衡定常状態は、(温度の違う熱浴をつなげるなど)時間反転対称性の破れていない状態に“近い”状態を初期状態として、時間無限大の後に至る状態として与えられる。時間発展することにより初めに存在した状態の時間反転対称性は破れていく。これは物理的にいえば(エネルギーや粒子などの)“流れ”が起こることに相当する。この破れのレートについて、仮説検定の立場から解析した。すなわち、時間発展した状態とその状態の時間反転した状態を、どれだけの精度で見分けることができるか、を問題にしたのである。結果、仮説検定の種類により、それぞれ Renyi エントロピー、相対エントロピーといった量の時間平均によって、この精度が与えられることがわかった。特に相対エントロピーの時間平均は、これまでエントロピー生成と呼ばれていた量に相当する。これらの結果は、古典系で知られている fluctuation theorem の量子版であると見ることもできる。(現在執筆中)</p>					
キーワード FA	量子スピン系	大偏差原理	仮説検定	非平衡統計力学	

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>								
	著者名 <sup>GA</sup>		雑誌名 <sup>GC</sup>						
	ページ <sup>GF</sup>	～	発行年 <sup>GE</sup>					巻号 <sup>GD</sup>	
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>								
	著者名 <sup>GA</sup>		雑誌名 <sup>GC</sup>						
	ページ <sup>GF</sup>	～	発行年 <sup>GE</sup>					巻号 <sup>GD</sup>	
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>								
	著者名 <sup>GA</sup>		雑誌名 <sup>GC</sup>						
	ページ <sup>GF</sup>	～	発行年 <sup>GE</sup>					巻号 <sup>GD</sup>	
図書	著者名 <sup>HA</sup>								
	書名 <sup>HC</sup>								
	出版者 <sup>HB</sup>		発行年 <sup>HD</sup>					総ページ <sup>HE</sup>	
図書	著者名 <sup>HA</sup>								
	書名 <sup>HC</sup>								
	出版者 <sup>HB</sup>		発行年 <sup>HD</sup>					総ページ <sup>HE</sup>	

欧文概要<sup>EZ</sup>

In this research, I studied macroscopic properties of quantum systems, from probabilistic point of view. : Prof.ReyBellet and I found a simple proof for large deviations in several quantum spin systems. Although large deviations were already proven for these systems, our proof is much simpler than the known proofs. The key point was to handle the comparison between spectral projections which define the probability in quantum systems. We furthermore proved large deviation principle for mean field models. I also studied the hypothesis testing in the context of quantum nonequilibrium statistical mechanics. Namely, we considered binary hypothesis testing on states evolving under Hamiltonian dynamics, and their time reversals. In nonequilibrium statistical mechanics, we often consider the situation that we start from a time reversal invariant initial state (which is a tensor product of equilibrium states with different temperatures). The time evolution starts to break the time reversal symmetry. We proved that the rate of the precision of the discrimination can be given in terms of Renyi entropy or entropy production (depending on the hypothesis testing we consider).