Osaka University Knowledge Archive

Title	Dynamical property of charmonia and charm quark diffusion coefficient at finite temperature in quenched lattice
Author(s)	池田, 惇郎
Citation	大阪大学, 2017, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/61489
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

様式３

論　文　内　容　の　要　旨

氏　名　（　池田　惇郎　）	
論文題名	Dynamical property of charmonia and charm quark diffusion coefficient at finite temperature in quenched lattice (有限温度媒質中におけるチャームクォークの束縛状態および輸送係数の格子数値解析)

論文内容の要旨

有限温度媒質中におけるチャーモニウムの性質は実験におけるクォーク・グルーオン・プラズマの生成に伴うJ/ψ収量抑制の予言以来、興味を集めてきた。これまで理論的には、主に媒質中で静止したチャーモニウムの性質が調べられ、相転移温度を超えてもある程度の温度まではチャーモニウムが存在することが示唆されている。また、近年の相対論的重イオン衝突実験において、生成された熱物質の流体的時間発展に伴って生じる、放出粒子数分布の方位角異方性がオープンチャームの場合も十分な大きさを持つということが分かった。これにより、チャームクォークのプラズマ中における流体的時間発展を特徴づける係数である拡散係数が興味を持たれている。

熱媒質中における粒子の振る舞いは量子色力学によって記述され、格子量子色力学第一原理計算により虚時間相関関数を得ることができる。チャームクォーク拡散係数およびチャーモニウムの動的性質は、それぞれスペクトル関数の低エネルギー領域、中間領域（束縛状態の質量付近）から読み取ることができる。スペクトル関数は遅延相関関数の虚部に対応し、虚時間相関関数を解析接続することで得ることができる。しかし計算機能力の限界により、得られるスペクトル関数の情報は限定的である。

本研究では格子量子色力学第一原理計算を用いてチャーモニウム虚時間相関関数を生成し、それぞれ異なる方法でチャームクォーク拡散係数およびチャーモニウムの動的性質を調べた。チャームクォーク拡散係数については、時間成分の運動量依存性に注目した。虚時間相関関数の時間成分の解析は、スペクトル関数の高エネルギー領域の寄与が空間成分に比べて抑えられているという点で優れている。この解析により最低限の仮定を元にチャームクォーク拡散係数に対して第一原理計算による制限を与えた。チャーモニウムの動的性質については、最大エントロピー法を用いてスペクトル関数を復元し、束縛状態に対応するピークの運動量依存性を調べた。これにより有限温度媒質中におけるチャーモニウムの分散関係およびスペクトル関数のピークの強度の運動量依存性が真空におけるものと同じ運動量依存性をもつこと、温度の上昇にともなうチャーモニウム質量の増加を見出した。

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　（　池田　惇郎　）		
論文審査担当者	（職）	氏　名
	主 査	教授　浅川　正之
	副 査	教授　大野木　哲也
	副 査	准教授　石井　理修
	副 査	准教授　佐藤　透
	副 査	助教　北澤　正清

論文審査の結果の要旨

有限温度媒質中におけるチャーモニウムの性質は実験におけるクォーク・グルーオン・プラズマの生成に伴う J/ψ 収量抑制の予言以来、興味を集めてきた。これまで理論的には、主に媒質中で静止したチャーモニウムの性質が調べられ、相転移温度を超えてもある程度の温度まではチャーモニウムが存在することが示唆されている。また、近年の相対論的重イオン衝突実験において、生成された熱物質の流体的時間発展に伴って生じる、放出粒子数分布の方位角異方性がオープンチャームの場合も十分な大きさを持つということが分かった。これにより、チャームクォークのプラズマ中における流体的時間発展を特徴づける係数である拡散係数が興味を持たれている。熱媒質中における粒子の振る舞いは量子色力学によって記述され、格子量子色力学第一原理計算により虚時間相関関数を得ることができる。チャームクォーク拡散係数およびチャーモニウムの動的性質は、それぞれスペクトル関数の低エネルギー領域、中間領域（束縛状態の質量付近）から読み取ることができる。スペクトル関数は遅延相関関数の虚部に対応し、虚時間相関関数を解析接続することで得ることができる。しかし計算機能力の限界により、得られるスペクトル関数の情報は限定的である。

申請者は従来試みられてきたものよりサイズの大きな格子上で、格子量子色力学第一原理計算によりチャーモニウム虚時間相関関数を生成し、それぞれ異なる方法でチャームクォーク拡散係数およびチャーモニウムの動的性質を調べた。チャームクォーク拡散係数については、多くの今までの解析と異なり虚時間相関関数の時間成分の運動量依存性に注目した。虚時間相関関数の時間成分の解析は、スペクトル関数の高エネルギー領域の寄与が空間成分に比べて抑えられているという点で優れている。この解析により最低限の仮定を元にチャームクォーク拡散係数に対して第一原理計算による制限を与えた。チャーモニウムの動的性質については、最大エントロピー法を用いてスペクトル関数を復元し、束縛状態に対応するピークの運動量依存性を調べた。これにより有限温度媒質中におけるチャーモニウムの分散関係およびスペクトル関数のピークの強度の運動量依存性は、擬スカラーチャンネル、ベクトルチャンネルの縦波成分、横波成分は、いずれも真空におけるものと同じ運動量依存性をもつこと、およびこれらのチャンネルで温度の上昇にともなうチャーモニウム質量の増加を見出した。これらの論点は、いずれも新規性が高く、さらに従来の計算と比べて信頼性も高く、量子色力学の高温相を理解する上で重要な位置を占めるものであると考えられる。

よって、本論文は博士（理学）の学位論文として十分価値あるものと認める。