



Title	Kinetics of Charmoniums Produced in a High Energy Heavy Ion Collision and Their Application to the Signature Problem of Quark Gluon Plasma Phase
Author(s)	日置, 慎治
Citation	大阪大学, 1991, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/37299
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について 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

氏名・(本籍)	ひ	おき	しん	じ
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	9759	号	
学位授与の日付	平成3年3月26日			
学位授与の要件	基礎工学研究科 数理系専攻 学位規則第5条第1項該当			
学位論文題目	Kinetics of Charmoniums Produced in a High Energy Heavy Ion Collision and Their Application to the Signature Problem of Quark Gluon Plasma Phase (高エネルギー重イオン衝突で生成されるチャーモニウムの運動とそのクォークグルーオンプラズマ相のシグナル問題への応用)			
論文審査委員	(主査)	教授 石井 恵一		
	(副査)	教授 福島 正俊	教授 伊達 悦朗	助教授 上田 保

論文内容の要旨

クォークグルーオンプラズマ (QGP) とは、ハドロンの中に閉じ込められているクォークやグルーオンが、高温や高密度の状況下において、非閉じ込め状態となっていることを言う。

現在実験室においてQGPを創り出そうと、ヨーロッパのCERNとアメリカのBNL両研究所において、大規模な高エネルギー重イオン衝突実験が進行中である。

QGPのシグナル問題とは、実験室において一瞬だけ生成されたQGPをどのようにして同定するかという問題である。

本論文では、ハドロン-QGP相転移が一次相転移であるとの立場で、新しいしかも測定可能なQGPのシグナルを二つ提案した。一つは ϕ' と J/ψ の生成比であり、もう一つは、 η_c の質量変化を2光子崩壊で測るというものである。

格子ゲージシミュレーションの結果得られたクォーク間ポテンシャルの温度依存性をチャーモニウムの質量や波動関数の決定に応用することにより、QGPによる J/ψ 抑制の効果が弱まり、寿命にして温度依存性を無視した場合に比べて約2倍長くなることを示した。

ハドロン相においては、温度依存性を考慮した新しいタイプのチャーモニウム間のバランス方程式を提唱した。系の発展の中で、時間的にも長い混合相において、QGPとハドロン両相の効果をとり入れ、チャーモニウムの運動を調べた。その結果、 ϕ' と J/ψ の比に対する影響がQGPが生成された場合とされない場合とで、全く逆であることが分かり、これをQGPのシグナルとして提案した。

また混合相における η_c の2光子崩壊の質量分布が、温度計の役割を果たすことに注目し、臨界温度の所からの寄与が、初期エネルギーが $2.5\text{GeV}/\text{fm}^3$ の時には、温度0からの寄与よりも大きくなり、実

験により測定可能であることを示し、新しいQGPのシグナルとして提案した。

論文審査の結果の要旨

重い原子核同士を高エネルギーで衝突させると、はじめハドロン（核子、中間子などの総称）同士の激しい相互作用があり、種々の粒子発生が起こる。同時に十分ハドロンの内部エネルギーが大となればある臨界値を越えた点で、その構成粒子であるクォークやグルーオンがとびだし、高温のクォーク・グルーオン相が実現する。系は膨張し、膨張により冷却する。臨界温度以下に下がると系はハドロン相に逆戻りし、ずっと冷えきった時点では殆ど軽い π 中間子の系になる。一般に以上のシナリオが受け入れられているが、この過程でクォーク・グルーオン相ができた証拠をどのような現象で同定するかという問題が、本論文のテーマである。（クォークやグルーオンは単独では観測できない。）

もし、密度と温度が臨界点以下でクォーク・グルーオン相ができなければ、最初のハドロン相互作用でできる種々の粒子、とりわけ重い中間子の J/ψ 、 ϕ' 、 η_c 、 χ は通常の性質のまま観測されるであろう。しかし、臨界値を越えてクォーク・グルーオン相が実現した場合は、その J/ψ 等がクォーク・グルーオン相及びその後の高温のハドロン相の中に浸ることになり、 J/ψ 等の性質が変化する。特に J/ψ はクォーク・グルーオン相ではとけて減少することが、従来指摘されていた。

著者は従来の結果に加えて、次の効果を取り入れられるべきであると考えた。

1. クォーク・グルーオン相が実現し冷却していく場合、臨界点で一気にハドロン相に戻るのではなく、中間にクォーク・グルーオン相とハドロン相の混合相が介在する。
2. ハドロン相の中での J/ψ 等に対しては、それを構成するクォーク間の力がハドロン相の温度に依存するので、生き残りの評価に当たっては、この温度依存の効果が考慮されねばならない。
3. ハドロン相の中での J/ψ 、 ϕ' 、 η_c 、 χ は他のハドロンとの相互作用によりそれらの存在比率が変わる。

著者はこの三点の効果を精力的に計算し、最終状態に現れる J/ψ 、 ϕ' 、 η_c 、 χ の生成比や各相での粒子質量をより正確に評価することに成功した。

この結果、著者はクォーク・グルーオン相が実現した証拠として、次の二つのことを実験的に同定すればよいことを提案した。

1. ϕ' と J/ψ の生成比はクォーク・グルーオン相が実現すれば入射エネルギーと共に増大するが、実現しない場合はむしろ減少傾向を示し差が存在する。
2. η_c の質量は通常の質量 2.97GeV に対して、クォーク・グルーオン相が実現した場合は、質量 2.64GeV に移行し、その生成断面積は増大し測定可能な大きさになる。

当研究は素粒子・原子核物理学の重要課題に取り組み、三つの新しい要素を導入し、従来に比べてより現実的な現象の記述に成功した。それに基づいて、実験に対して有益な指針を提案することができた。これらの成果は素粒子・原子核物理学によく貢献するものであり、当論文は工学博士学位論文としての内容にふさわしいものと認められる。