

## 論文審査の結果の要旨

氏名 丹 治 直 人

本論文は5章からなる。第1章は、イントロダクションであり、本研究に至った着想や歴史的経緯、背景となる現象が述べられている。第2章は、一様な強い電場中における非摂動的なボソン粒子、フェルミ粒子生成を量子論的に定式化し、その上で、場に対するバックリアクションの効果を取り入れた。特に生成粒子分布関数の時間発展に注目し、エネルギーが場から粒子にどのように流れるのか、及び、簡単なモデルを用いてプラズマ振動の典型的なスケールを導出した。第3章では、前章の結果を量子色力学における非可換ゲージ場（グルーオン場）中のクォーク対生成に拡張した。特に、非可換ゲージ場に特有の内部空間における向きと生成されるクォークのカラーの自由度の関係を明らかにし、実空間の向きだけでなく内部空間の向きにも依存した粒子対生成を導出した。また、外場のかけられた向きに負の圧力を持った系が、粒子生成によってどのように正の圧力を持ち、最終的に圧力の等方化に向かうかを初めて定量的に示した。加えて、磁場の効果、カイラル異常項の効果についても解析した。第4章では、現実の相対論的重イオン衝突反応の系に即して、前方光円錐内のみ電場が生じていると想定し、そのような境界条件の下で、粒子対生成の解析を行った。特に、固有時とラピディティを用いた膨張座標系における量子論的な粒子生成を定式化し、膨張座標系に特有の物理量とその意味を明らかにした。

強い電場中の粒子生成の物理は歴史が長いものの、近年実験的な実現可能性も出てきたことから「強場の物理」として急速に発展してきている。その中で、論文申請者は、相対論的重イオン衝突反応における平衡化の問題を見据え、生成粒子数の時間発展を場の量子論の非摂動的に見事に定式化した。この解析は、今後、相対論的重イオン衝突反応において系の局所熱平衡がどのように起こるかを知らる上で、非常に重要な結果である。

なお、本論文の内容は、いずれの章も論文提出者が主体となって計算、解析を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。