



# Measurement of electron azimuthal anisotropy and implications of heavy quark flow in Au+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}}=200$ GeV

著者	坂井 真吾
内容記述	Thesis (Ph. D. in Science)--University of Tsukuba, (A), no. 4230, 2007.3.23 Includes bibliographical references
発行年	2007
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2241/90764">http://hdl.handle.net/2241/90764</a>

氏名(本籍)	さか 井 真 吾 (茨城県)		
学位の種類	博 士 (理 学)		
学位記番号	博 甲 第 4230 号		
学位授与年月日	平成 19 年 3 月 23 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当		
審査研究科	数理物質科学研究科		
学位論文題目	<b>Measurement of electron azimuthal anisotropy and implications of heavy quark flow in Au + Au collisions at <math>\sqrt{s_{NN}} = 200</math> GeV</b> (核子対あたり 200GeV の金・金衝突における電子の方位角異方性の測定と heavy quark の集団運動)		
主 査	筑波大学教授	理学博士	三 明 康 郎
副 査	筑波大学助教授	博士(理学)	江 角 晋 一
副 査	筑波大学助教授	理学博士	小 沢 顕
副 査	筑波大学教授	理学博士	金 谷 和 至
副 査	筑波大学教授	博士(理学)	受 川 史 彦

### 論 文 の 内 容 の 要 旨

著者は核子あたり 100GeV 同士の金原子核を衝突させ中心ラピディティ領域に生成する電子の反応面に対する方位角異方性を測定した。著者は、まず、高運動量領域の電子がチャームクォークを含んだ D 中間子からの崩壊生成物と考えられることを示し、D 中間子の方位角異方性が決定できること、さらには、クォーク融合模型を仮定することによって、チャームクォークが既知のライトクォークと同程度の集団運動を持っていることを明らかにした。このことによりクォーク・グルオンプラズマが核子あたり 100GeV 同士の金原子核衝突で生成していたことの新たな有力な証拠を与えたものである。

量子色力学の計算によれば、非常に高温高密度状態になると、クォークはハドロンへの閉じ込めから開放されて、クォークとグルオンのプラズマ状態 (QGP) に相転移すると予測されている。相対論的高エネルギー重イオン衝突では、持ち込まれた運動エネルギーの 1 部が原子核程度の小さな空間領域に放出されるため、高温高密度状態となった反応中心部は QGP 相転移をひきおこすと考えられる。相対論的高エネルギー重イオン衝突実験によってクォーク・グルオンプラズマを実験室で生成し、その性質を明らかにすることは、原子核物理学のみならず宇宙の歴史の観点においても、最先端研究として注目されているところである。

著者を含む研究グループでは、米国ブルックヘブン国立研究所で RHIC と呼ばれる衝突型加速器を利用した国際共同実験 PHENIX を推進している。既に、①飛行時間測定器によるハドロンの粒子識別と、②相対論的高エネルギー重イオン衝突における反応平面解析技術、の 2 点を確立しており、その解析技術から、(I) バリオン収量の異常増加現象 (Baryon Dominance)、(II) 大きな方位角異方性と、その粒子依存性 (Mass Ordering of  $v_2$ ) という発見を行い、特徴的なハドロン生成機構としてのクォーク融合模型の成立と u, d, s などのライトクォークの集団運動を明らかにしてきた。

本論文では、上記の解析技術と、電磁カロリメーター及びリングイメージチェレンコフ検出器を用いた精密電子識別と組み合わせることによって、電子の方位角異方性の測定に成功したものである。種々の既知の

ハドロンの崩壊からの電子生成量を定量的に調べることによって、当該実験においては 1.5GeV/c 以上の高横運動量領域では、チャームクォークを含んだ D 中間子からの寄与が大きいことを示し、D 中間子の方位角異方性を決定することが出来た。さらに、ライトクォークで成立していることが確認されたクォーク融合模型を用いて、チャームクォークが既知のライトクォークと同程度の集団運動を持っていることを明らかにしたものである。反応初期における熱化の重要な根拠を与えると共に、クォーク・グルオンプラズマの性質の理論的解析に重要な手掛かりを与えるものである。

## 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、核子あたり 100GeV 同士の金原子核衝突における電子の反応面に対する方位角異方性を測定し、高運動量領域の電子がチャームクォークを含んだ D 中間子からの崩壊生成物と考えられること、D 中間子の方位角異方性が決定できることを議論し、さらには、クォーク融合模型を仮定することによって、チャームクォークが既知のライトクォークと同程度の集団運動を持っていることを明らかにした。このことによりクォーク・グルオンプラズマが核子あたり 100GeV 同士の金原子核衝突で生成していたことの新たな有力な証拠を与えたものである。著者の論文は多数の国際会議や Physical Review Letters への投稿からも多くの研究者の注目するところとなっており、当該分野への貢献は著しいものがあり、原子核物理学の進展に多大な貢献をするものと評価できる。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。