

論文名： Belle 実験における二光子過程での  $\chi_{c2}(1P)$  の測定（要約）

新潟大学大学院自然科学研究科

氏名 清野 義敬

---

本研究では Belle 実験において蓄積された  $971\text{fb}^{-1}$  の二光子散乱のデータを使用して、二光子過程における  $\chi_{c2}(1P) \rightarrow J/\psi \gamma$  の崩壊過程を解析することにより、 $\chi_{c2}(1P)$  の二光子崩壊幅を測定した。Belle 実験は電子・陽電子衝突型加速器実験であるが、電子・陽電子の両ビームから放出された光子と光子が反応する物理過程である二光子過程によって二光子衝突による粒子生成を測定することができる。

$\chi_{c2}(1P)$  は強い力によりチャームクォークと反チャームクォークが束縛された状態であるチャーモニウムの 1 つである。強い力を媒介するグルーオン同士での相互作用によって強い力の結合定数が大きくなってしまいう低エネルギー領域での量子色力学による現象メカニズムの理解は難しい。チャーモニウムは強い力の結合定数についての摂動論が破綻する直前のエネルギー領域であるため摂動と非摂動の取り扱い境界付近にある現象として興味深い研究対象となっている。またチャーモニウムはチャームの質量が重いため非相対論的近似を適用することができ、クォークと反クォークが強い力によって束縛された状態の中で最も簡単な系の 1 つとして考えることができる。

$\chi_{c2}(1P)$  には 2 つの光子に崩壊するチャンネルがあり、その崩壊率を表す二光子崩壊幅の予測値は理論モデルでの相対論的補正や放射補正に大きく影響を受けるため量子色力学に基づいたクォーク・反クォーク系の束縛状態を説明する理論モデルの検証に利用されてきた。これまでに多くの理論モデルが提案されており、 $\chi_{c2}(1P)$  における二光子崩壊幅の予測値は幅広くなっている。そのため実験によって正確で精密な二光子崩壊幅を測定することが現象理解のために重要となってくる。 $\chi_{c2}(1P)$  の二光子崩壊幅は二光子過程において生成する  $\chi_{c2}(1P)$  の測定によって求めることができる。この手法の中で最も精度の良い結果が Belle 実験の初期 ( $32.6\text{fb}^{-1}$ ) に報告されており、全体誤差は 12.9% であった。一方で  $\chi_{c2}(1P)$  の二光子崩壊幅の測定において、これまでで最も良い精度の結果は BESIII 実験での  $\chi_{c2}(1P) \rightarrow \gamma \gamma$  の崩壊分岐比測定から換算した値となっていた。その換算値での全体誤差は 6.2% であった。この  $\chi_{c2}(1P) \rightarrow \gamma \gamma$  の崩壊分岐比による測定と比較して二光子過程での測定では精度の良い結果がまだ報告されていなかった。

本研究では Belle 実験での先行研究と比べて約 30 倍となる  $971\text{fb}^{-1}$  のデータを使用することに加えて、新しい解析手法の導入や系統誤差の評価方法の改善により、二光子過程での測定において精度の大幅な向上を目指した。本研究の結果として、これまで行われてきた実験結果と矛盾せず、世界最高精度の測定値を報告できた。この精密な測定値によって提案されている理論モデルの較正や高次補正の正当性を評価でき、クォーク・反クォーク系の物理をより深く理解することにつながる。