



Title	重心系エネルギー550～570億電子ボルトにおけるバー バー散乱の研究
Author(s)	紙谷, 琢哉
Citation	大阪大学, 1989, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/36379
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

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名・(本籍)	かみ 紙	たに 谷	たく 琢	や哉
学位の種類	理	学	博	士
学位記番号	第	8 5 5 3	号	
学位授与の日付	平成元年	3月	24日	
学位授与の要件	理学研究科物理学専攻			
	学位規則第5条第1項該当			
学位論文題目	重心系エネルギー 550～570億電子ボルトにおける バーバー散乱の研究			
論文審査委員	(主査) 教授 長島 順清			
	(副査) 教授 森田 正人 教授 江尻 宏泰 教授 吉川 圭二			
	助教授 杉本章二郎			

論文内容の要旨

この論文は、電子陽電子衝突型加速器トリスタンにおける重心系エネルギー 55 - 57 GeV で、
VENUS 検出器をもちいて行なわれた、電子陽電子散乱 (Bhabha散乱) の測定について、論述する。
この論文における研究の主な目的は、電子の点電荷性の検証にある。電子は、その電磁相互作用を記述する
量子電磁力学 (QED) においても、さらに弱い相互作用も含めて統一的に記述するグラショウ・ワイ
ンバーグ・サラムの電弱標準理論においても、点状の粒子として取り扱われている。

もし電子に内部構造があれば、標準理論の予測からのはずれが観測されるはずである。このはずの効果は、
Bhabha 散乱の角分布に顕著にあらわれ、エネルギーが高くなるほど大きくなる。

このため、まずこの散乱角分布を測定した。測定結果は、理論の予測と一致しており、この一致の具合を QED カットオフパラメーターという量であらわすと $\Lambda > 190 \text{ GeV}$, $\Lambda > 318 \text{ GeV}$ という下限値を得た。これを電子の大きさに言い換えると、 $1.0 * 10^{-16} \text{ cm}$ 以下であることが示されたことになる。また、クオークやレプトンがさらに小さい粒子からできていると仮定する複合粒子モデルを考え、その構成粒子を結び付ける相互作用のエネルギーのスケールを表す量を用いて、角分布の標準理論からのはずれを定量化する事もできる。そのとき、データと理論の一致の程度から、もしそのような内部構造があったとしてもそのエネルギーのスケールは 0.9 TeV よりは大きいことが示された。

また、この複合粒子モデルによると、電子の励起状態 (excited electron e^*) の存在が予測される。これは、電子と光子に崩壊する。そこで、これを探索するために、終状態に光子を伴った radiative Bhabha イベントの解析を行なった。 e^* が存在すれば、観測された電子光子対の不变質量分布にピークができる。測定の結果では、有意なピークは観測されなかった。これより e^* は、42 - 55 GeV の質

量範囲で、電子光子対への coupling の強さが通常の電子の 0.1 倍以上であるようなものは、存在しないことが示された。

論文の審査結果の要旨

現在の標準統一理論によれば物質の基本構成要素はクォークとレプトンであり、これらは大きさのない質点粒子と考えられている。しかし歴史が示すようにこれらもまた次の階層のより基本的な粒子の複合状態である可能性は十分にある。

この論文はレプトンの一員である電子 (e^-) と陽電子 (e^+) の弾性散乱 (Bhabha 散乱と呼ぶ)、及び終状態に更にフォトン (γ) が余分に生成される反応の精密測定を行ない、理論値と比較することにより、電子の構造を調べた研究の成果をまとめたものである。実験は筑波の高エネルギー物理学研究所の e^+e^- 衝突型加速器 (トリスタン) を用いて e^+e^- の重心系エネルギー $55 \sim 57 \text{ GeV}$ において行なわれた。終状態の e^+e^- はビーナス測定器の超電導ソレノイドコイル中に置かれた円筒型ドリフトチャンバーによって軌跡を検出し、5160 個の鉛ガラスモジュールよりなるカロリーメーターによりエネルギーを測定して、同定した。

実験結果からは電子の複合構造は認められず、フォトンの伝播関数カットオフが 190 GeV 以上、複合状態の束縛エネルギーが 0.9 TeV 以上という結果が得られた。これは電子が 10^{-16} cm より小さいことを意味する。さらに ($e\gamma$) の結合した励起状態 e^* の存在も認められず $42 < m_{e^*} < 55 \text{ GeV}/c^2$ で $ee^*\gamma$ の結合定数は 0.1 以下であるという結果が得られた。

この実験はトリスタンがエネルギー frontier にあるという事実をフルに活用したものであり、現在到達可能な最高エネルギー領域において、重要な新しいデータを提供するものである。

以上の観点から紙谷君の論文は理学博士の学位論文として十分価値あるものと認める。