

Title	超高エネルギー領域での粒子の多重発生について
Author(s)	矢嶋, 信男
Citation	大阪大学, 1960, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/28252">https://hdl.handle.net/11094/28252</a>
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、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

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

Osaka University

【 32 】

氏名・(本籍)	矢嶋信男 やしまのぶお
学位の種類	理学博士
学位記番号	第 89 号
学位授与の日付	昭和 35 年 3 月 22 日
学位授与の要件	理学研究科原子核宇宙線学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	超高エネルギー領域での粒子の多重発生について
	(主査) (副査)
論文審査委員	教授 内山 龍雄 教授 浅野 芳広 教授 緒方 惟一

論 文 内 容 の 要 旨

超高エネルギーでの粒子の多重発生に関して、これまで多くの実験がなされてきている。しかしこの現象の複雑さのためにこのようなエネルギー領域での素過程の相互作用の性質についてはまだ殆ど判っていない。したがって現在の段階では、今まで多くの人達によって得られている理論を実験と直接くらべるよりも、むしろ実験事実を整理して高エネルギーの衝突現象の機構をしらべるいとぐちを見つけ出すことがもっとも必要であると思われる。

この論文では核子と核子の衝突をはしの衝突と正面衝突にわけて論じることが試みられた。はしの衝突か正面衝突かは衝突過程に於て交換された  $\pi$  中間子の運動量が小さいか大きいかによってきまる。衝突の過程を通じて交換された  $\pi$  中間子の運動量が小さく核子がうけた反跳を無視することが許されるなら、我々はその衝突を一応はしでひきおこされたものとみなすことができる。このようなはしの衝突では、核子はある核子を取りまいて一定の運動量分布をもった固有場中間子と衝突すると考えられる。このようにして、我々は核子と核子のはしの衝突を  $\pi$  中間子と核子の衝突におきかえて論じることができる。

この近似を用いて入射エネルギーが 100Gev 以下の核子と核子の衝突が、5Gev の  $\pi^-$  中間子と陽子の散乱の実験を使ってしらべられた。結果は実験と矛盾しないことが示された。したがって核子核子衝突を  $\pi$  中間子と核子の衝突にひきもどして説明するという我々の Model はかなり有効であることが判った。

交換された中間子の運動量は、その過程の非弾性度(核子の失ったエネルギー)と発生粒子の角分布から、個々のシャワーについて求めることが可能である。100Gev 以上の入射エネルギーをもった核子と核子の衝突について、交換された中間子の運動量をじっさいに求めると、この値は小さくて核子の反跳は無視してもよいことが示された。このことは大部分の衝突がはしでひきおこされたものであることを示している。このエネルギー領域での核子と核子の衝突から得られる  $\pi$  中間子と核子の衝突の性質は、じっさい

いに観測されている性質と矛盾していない。

さらに、 $\pi$  中間子と核子の衝突を分析することによって、 $\pi$  中間子間の相互作用が非常に強いことが示された。このことは将来の理論をつくるうえで考慮されなければならない重要な点である。

交換された  $\pi$  中間子の運動量をしらべることによって、固有場中間子の運動量分布が判る。じっさいにこれを求めると、ある大きさ以上の運動量に対しては分布函数が小さくなることが示された。このことから核子が芯をもっていて、その大きさは大体核子の Compton 波長程度のものであることが判る。この値は今までの芯についてしらべられた他の実験事実と矛盾していない。

このようにして、核子と核子の衝突を  $\pi$  中間子と核子の衝突にひきなおして考えるという我々の Model は実験的にも正当なものであって、超高エネルギー現象を理解するための一つの手がかりをあたえるものである。

### 論文の審査結果の要旨

量子力学の発展にともない、原子の内部構造の研究からさらに一步進んで、原子核の構造までが相当程度に究明されて来た。そこで現在の素粒子にとって、つぎにしらべなくてはならない問題の一つは、素粒子自身の内部構造、特に原子核の構成要素である核子自身の内部構造がそれである。

この核子の半径はいろいろのことから考えて、 $10^{-13} \text{cm}$  以下の小さなもので、このような小さな物体をしらべるためには、少くとも 1 ケタ小さな  $10^{-14} \text{cm}$  またはそれ以下の短い波長の物質波を使わなければならない。これは不確定性関係を使ってこの物質波の運動量またはエネルギーにやきなおすと  $10^9 \text{ev}$  またはこれ以上の高エネルギーの粒子を核子に衝突させる実験が必要だということになる。この衝突させる粒子のエネルギーが高い程核子の内部の詳細がよく判るわけで、それには宇宙線のなかでおこる現象を利用するのが一番よい。

この宇宙線内でおこる現象で、核子の構造とか、超高エネルギー領域に於ける中間子と核子の相互作用の様子をしらべるのに好都合な現象として、核子と核子との衝突により多数の中間子が一度に作り出される現象がある。これはすでに古くから Heisenberg をはじめ多くの人々により理論的に研究された。

矢嶋君はこの現象を理論的に分析するにあたり、まず核子のモデルとして、核子は 1 個の中間子を放出したり再吸収したりして、平均として自分のまわりを中間子の雲でとりまかれていると考えた。このような核子 A が他の核子 B に非常な高速で衝突する時に、例えば A は B の雲の中間子  $\pi_B$  と、B は A の雲の中間子  $\pi_A$  とそれぞれ衝突し、その際どちらも一度に数個の中間子を発生すると考えた。このような考え方は、この複雑な過程を中間子  $\pi$  と核子 N の衝突というものにおきかえ、しかも入射核子 A のエネルギーが  $10^{11} \text{ev}$  以下の場合には、実験室で加速器で得られた  $\pi - N$  衝突の知識をこれに応用することが出来るという利点をもつ。このような方法で A のエネルギーが  $10^{11} \text{ev}$  以下の場合の結果をかなりよく理論的に説明出来る。そこでこの矢嶋モデルをさらに A のエネルギーが  $10^{11} \text{ev}$  以上の場合に適用した。ところでこの考え方が成立するためには、A が B と衝突している間は、B の雲中間子  $\pi_B$  は B に再吸収されずに B のまわりをとりまいていなければならない。A が高速になる程衝突時間が短くなるから、この考え方はむづかしくなるが、 $10^{11} \text{ev}$  以上でも以下と同様にかなりよく実験を説明できることが判った。

現在の中間子論はこのような超高エネルギー領域にも使えるかどうかかわからないので、なるべくこのようなあいまいな所をさけて、唯上記のような簡単なモデルから、複雑な「中間子の多重発生」をよく説明出来たことは一驚に値する。なおこの考え方から核子のまわりの中間子のひろがりやを推論すると、その半径はおよそ核子のコンプトン波長程度になり、他の実験からの結論とも一致する。これらの事実は矢嶋君の考え方が正しい事を裏付けているといえる。

この論文は博士の学位論文として十分の価値あるものと認める。