

Title	Analysis of A High Enegy Nuclear Interaction in Emulsion Chamber
Author(s)	長谷川, 俊一
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/28136
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

【 43 】

氏名・(本籍)	長谷川 俊一 はせがわ しゆんいち
学位の種類	理学博士
学位記番号	第 45 号
学位授与の日付	昭和 34 年 3 月 31 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	Analysis of A High Energy Nuclear Interaction in Emulsion Chamber (エマルション, チェムバーの中の一つの高エネルギー Nuclear Interaction の研究)
論文審査委員	(主査) 教授 浅野 芳広 (副査) 教授 内山 龍雄 教授 若槻 哲雄 助教授 高木 修二

論 文 内 容 の 要 旨

Analysis of A High Energy Nuclear Interaction
in Emulsion Chamber
Shun-ichi Hacegawa

A high energy jet shower of primary energy exceeding 10^{14} ev found in emulsion chamber is fully analyzed. The distribution of the transverse momentum of secondary π^- -mesons is measured and the mean value of 450 Mev/c is obtained. This distribution of transverse momentum of secondary π^- -mesons agrees well with that obtained in our previous paper in the limit of the statistical fluctuation, which concluded this distribution in the statistical manner using many jet showers of primary energy region of about 10^{13} ev,

The emission angle dependence of the transverse momentum of decayed γ -rays of π^- -mesons is examined with both the direct measurement and the statistical method, and no appreciable change of the transverse momentum by the emission angle is found.

The angular distribution of both charged secondaries and π^- -meson in the forward top of the angular distribution is compared and the noticeable difference is not found. Many other dynamical properties of the multiple meson production is studied: the energy spectrum of secondary π^- -meson is measured and the type of dE/E^2 is obtained, the angular distribution of the energy flow converted to the soft component of the jet shower is obtained as $1/\theta^2 \cdot \theta d\theta$. These results agrees with the conclusion drawn from the angular distribution of π^- -mesons and the angle independence of the transverse momentum.

The production ratio of π^0 -meson to all charged secondaries, containing charged π -meson, charged heavy mesons, proton and its angular dependence is examined. The production ratio in the very narrow cone of this jet is 0.44 ± 0.09 and the angular dependence of this ratio is not found.

The cascade development in the emulsion chamber in the early stage of the development of the cascade shower is constructed experimentally for the purpose of exact energy determination of decayed ray of π^0 -meson. The result is compared with the theoretical curve without Landau approximation. Finally, the feature of the total structure function with many different r -ray sources from the jet shower is studied, and, from this analysis, the energy converted to the soft component and average multiplicity of the r -rays can be determined.

論文の審査結果の要旨

長谷川君の論文「Emulsion chamber の中の一つの高エネルギー nuclear interaction の研究」は宇宙線中の超高エネルギー核子 ($\sim 2 \times 10^{14} \text{eV}$) がエマルジョン・チェンバー内の炭素原子核と衝突して発生したゼット・シャワー中の、 π^0 中間子のエネルギーおよび射出角度を測定して、中間子多重発生について、以下に述べる重要な実験結果を得たものである。

エマルジョン・チェンバーは6枚の炭素板 (1枚 8 mm) を水平にならべ、その各々の層の下に 200μ の G5 エマルジョンを置き、つぎに 4 cm の空間をへだててその下に3枚の鉛板(一枚 5 mm)をならべ、その各々の下に 200μ の G5 エマルジョンを置いたものである。これらをさらにくりかえておいている。

そのエマルジョンを神戸大学校庭より飛昇させ、25,000m の上空に6時間浮遊させ超高エネルギーの宇宙線で照射したものである。

ここに解析されたジェット・シャワー S.H.I は上に述べたエマルジョンチェンバーの上から3枚目の炭素板中に出来たもので、その下の G5 乾板中に多くの2次粒子が見られる。各乾板中の粒子飛跡を追って、対応をつけ、44本の荷電2次粒子を見出した。その中13本は $5 \cdot 10^{-4} \text{rad}$. 中に collimate して3枚目の乾板ではじめて分離された。44本の飛跡からゼット・シャワーの原点の位置を 1 mm の精度で定めている。その真上の乾板を調べて、1次線は重い原子核ではなく、Proton か neutron であると見なされる。荷電2次粒子の角度分布は Target diagram の重心をシャワーの軸と仮定して求めている。前方に集中した荷電2次粒子の角度分布は $1/\theta \cdot \theta \text{ d}\theta$ の形の分布で、 $10^{12} \sim$ 数 10^{13}eV の数多くのゼット・シャワーを統計して得たものと一致している。前方に出た荷電2次粒子はエネルギーが高いため従来エマルジョン・スタックの方法では、そのエネルギーは決定困難であるのでエマルジョン・チェンバー中で π^0 中間子から発生する r 線 cascade shower に着目し、それから π^0 中間子のエネルギーを定める。 π^0 中間子から生じた r 線 ($\pi^0 \rightarrow 2r$) は炭素板中では電子対を作らず、鉛板中にはいってカスケード・シャワーを作る。この場合には20ケのカスケード・コアが観測されている。その各々は $5 \times 10^{10} \text{eV}$ 以上のものである。20ケの内、19ケがゼット原点からのものと確認している。

r 線のエネルギーはカスケード・シャワーの電子数の増加率より求める。 $\pi^0 \rightarrow 2r$ の r の対は、その2つの r 線のなす角がそれぞれの r 線のエネルギーによることから確かめている。そして7ケの π^0 に

couple した。このようにして π^0 のエネルギースペクトルを得た。 r 線のエネルギースペクトルとともに $\frac{1}{E^2} dE$ で表される。 r 線, π^0 中間子の角度分布は荷電 2 次粒子のものと大体同じである。 π^0 の transverse momentum P_T の平均値は 450Mev/c で P_T は ± 200 Mev/c のせまい範囲内にあり, 入射エネルギー, π^0 中間子の射出エネルギーに依存すると認められない。このことは重要なことである。また P_T は射出角度にもよらないことが確かめられた。

この解析から π^0 中間子と荷電 2 次粒子との生成比は $R \approx 0.44 \pm 0.09$ であって Bristol group の大型エマルジョン・スタックから求めた $R = 0.40 \pm 0.04$ に近い, 1 次線のエネルギーは half-angle method によって決定している。その値が 2×10^{14} ev である。測定された π^0 中間子のエネルギーと π^\pm 中間子のエネルギーの総和を作ると上の値より, はるかに小さく 4.8×10^{13} ev となる。残りは重い中間子と 1 次粒子とが運んだと一応考えられるが或いは 1 次粒子のエネルギー算出に誤差があるのかも知れない。

以上エマルジョン・チェンバーで得られた $10^{12} \sim 10^{13}$ ev の数多くのゼット・シャワを統計して得られた性質が 2×10^{14} ev の 1 つのゼット・シャワーにおいても大体保たれると考えられる。エマルジョン・チェンバーによって超高エネルギー核相互作用を 20×10^{14} ev まで高い精度で解析して得たものとして高エネルギー核子現象の研究に寄与多きものと認められる。かつエマルジョン・チェンバーによりさらに高いエネルギー領域にまで, その研究を拓げる可能性を開くものとして意義深き研究である。参考論文の内容とあわせ考え理学博士の学位を得るに十分な資格を有するものと認められる。