The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	航空機上の宇宙線スペクトル測定による超高エネルギー強相互作用の研究
Author(s)	高橋, 義幸
Citation	大阪大学, 1978, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/32066
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【36】

氏名・(本籍)	高橋義幸（たかはし よしゆき）
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 4288 号
学位授与の日付	昭和53年3月25日
学位授与の要件	基礎工学研究科 数理系 学位規則第5条第1項該当
学位論文題目	**航空機上の宇宙線スペクトル測定による超高エネルギー強相互作用の研究**
論文審査委員	(主査) 教授 高木 修二 (副査) 教授 竹之内 脩 教授 丘本 正

論文内容の要旨

大気中の宇宙線伝播を通じて素粒子相互作用の超高エネルギー（$\geqq 10^{12}$eV）現象を調べる目的で，大気深さ260 g/cm^{2}を平均高度とする飛行機上でガンマ線及びハドロン・スペクトルを測定した。実験装置にはエマルジョン・チェンバーを使用し，それぞれ，40GeV～40TeV，1TeV～40TeVにわたるスペクトルを得た。ガンマ線スペクトルは単一のベキスペクトルでの表現が困難であったが積分形において

$$I_\gamma(\leqq E_\gamma) = (1.92 \pm 0.07) \cdot 10^{-8} \cdot (E_\gamma / 1.5\mathrm{TeV})^{-1.90 \pm 0.05} / \mathrm{cm}^2 \cdot \mathrm{s} \cdot \mathrm{sr}$$

が得られ，またハドロンについても，

$$I_H(\leqq E_H) = (5.5 \pm 0.5) \cdot 10^{-8} \cdot (E_H / 1\mathrm{TeV})^{-1.73^{+0.15}_{-0.10}} / \mathrm{cm}^2 \cdot \mathrm{s} \cdot \mathrm{sr}$$

と求まり，高高度における両スペクトルのベキに低高度と同じような，～0.2程度の差異が存在することが明らかにされた。

実験結果は他の高度における宇宙線諸成分と定量的に比較し，分析をベキ数値と絶対強度の双方について行うために，宇宙線生成と伝播の理論的取り扱いに次の三点の改良を加えた。それは(1)巨大加速器で得られている生成スペクトルに基く宇宙線スペクトルを導き，(2)一次宇宙線スペクトルの折れ曲りの影響を定量的に扱い，(3)非弾性衝突断面積の増大とスケーリング則の破れを含む一般化された拡散方程式を解析的に解くことで果たされた。

分析の結果，測定した宇宙線スペクトルが再現されるためには，10^{12}eV～10^{16}eVにわたる宇宙線相互作用にたいして，少くとも，次の2つの仮定のいづれか一方（のみ）を認める必要があることが示された。それは，[A] 一次宇宙線のエネルギー・スペクトルには3×10^{13}eV付近に折曲りがあり，素

粒子強相互作用はファインマン・スケーリング則にほぼ従う――とするか，[B] もし一次宇宙線スペクトルに折曲りがなければ，相互作用はスケーリング則を破り，$\sigma_{inel}=\sigma_0\cdot E^{\delta}$，$\delta=0.03\pm0.015$ 程度の断面積上昇を伴う，$Ed^3\sigma/dp^3\simeq AX\cdot E^{2\alpha}\exp(-B\cdot E^{2\alpha}\cdot X)$，$\alpha=0.20\pm0.05$ 程度のエネルギー依存性をもつ。2つの答えを更に検討し，最近の米国の大加速器（FNAL）の結果とを考慮すれば，後者の解（スケーリングの破れ）が有力であり，破れのしきい値は通常期待されている10^{14} eV 付近ではなく，数10^{11}eV 付近からであることが指摘された。

論文の審査結果の要旨

本論文の目的は，航空機高度でのγ線およびハドロンの強度ならびにエネルギースペクトルの測定による上空の宇宙線に関する知見を報告し，あわせてこれら粒子の発生に関する強相互作用について考察を行なうことにある。著者は鉛の薄板，X線フィルムおよび原子核乾板を何層にも重ねたエマルジョン・チェンバーを航空貨物定期便ジェット機に搭載し，大気の深さ 260 g/cm^{2}の平均高度でのγ線およびハドロンのスペクトルを測定した。その結果40TeVのγ線について$E_{\gamma}^{-1.90\pm0.05}$，1 TeV～40TeVのハドロンについて$E_H^{-1.73^{+0.15}_{-0.10}}$に比例するエネルギー・スペクトルを得た。次に著者は一般化された拡散方程式を用いて大気中の宇宙線諸成分の生成と伝播を計算し，上空で得られた宇宙線諸成分の値と，山上および地上での値とを定量的に比較した。その結果，これらの値を矛盾なく説明するために，一次宇宙線のエネルギー・スペクトルが3×10^{13}eV 程度から変化しているとするか，あるいは宇宙線粒子と空気核の相互作用断面積が数百TeV 以上のエネルギー領域で変化しはじめているとするかが必要であることを指摘している。本論文は，これまでデータが乏しかった高空における宇宙線成分のスペクトルについて確固としたデータを提供し超高エネルギー強相互作用に関して重要な知見を与えるものであり，学位論文として価値あるものと認める。