

F05100T08

©2022 YHALYU, Kyoto University  
 京都大学基礎物理学研究所 湯川記念館史料室  
 Kyoto University, Kyoto 606, Japan

DEPARTMENT OF PHYSICS  
 OSAKA IMPERIAL UNIVERSITY.

DATE .....  
 NO. 1

2127年4月 湯川記念館  
 (Oct. 30, 1957)

W. Heitler, On the Analysis of Cosmic Rays.  
 (Proc. Roy. Soc. A, 159, 161, 261, July, 1937)

~~I. Soft Component Analysis (Assumption a)~~

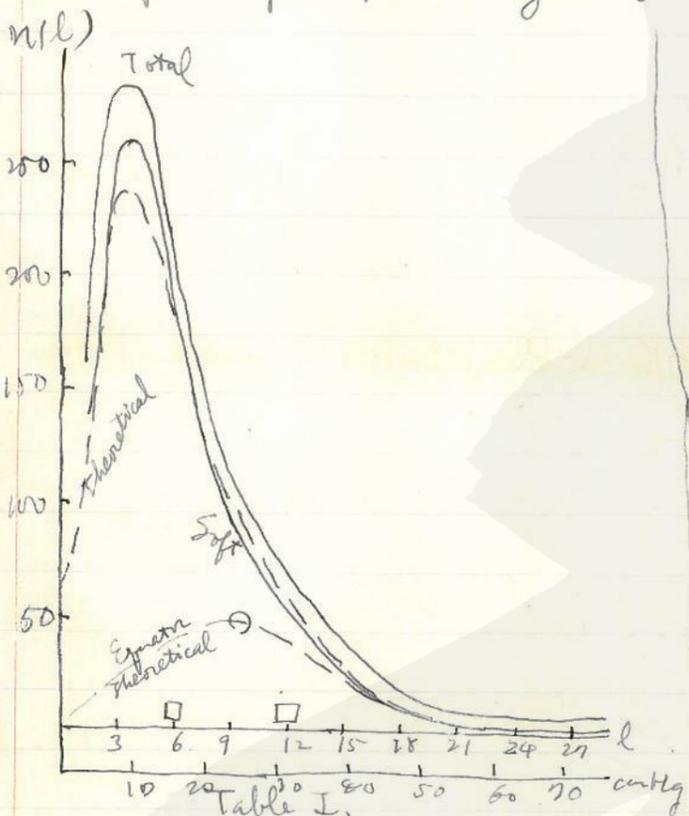


Table II, Total Number of  
 Primary and Secondary Electrons  
 $Z(l, y) = 2N(l, y) + W(l, y)$   
 $y = \log \frac{E_0}{E}$      $l = \begin{cases} 0.4 \text{ cm Pb} \\ 0.34 \text{ m H}_2\text{O} \\ 215 \text{ m. air} \end{cases}$   
 $E = 1.5 \times 10^8 \text{ eV. air and H}_2\text{O}$   
 $= 1 \times 10^7 \text{ eV Pb.}$

$l = 29 \text{ cm Hg} = 76$

$y$	$\frac{l}{\text{cm Hg}}$	$\frac{l}{\text{m H}_2\text{O}}$	$\frac{l}{\text{m air}}$	$0$	$3$	$10$	$17$	$29$
3	3	1	2.4	0.22	0.008	0		
4	7.8	1	4.8	6.6	0.076	0		
5	22.1	1	8.9	6.8	0.56	$2.5 \times 10^3$		
7	160	1	27	74	16	0.21		
10	3300	1	81	1130	900	43		
12*	24000	1	100	4000	8000	700		

Total: Pfozler, Zs. f. Phys. 102, 23, 41, 1936.  
 ○: Bowen, Millikan, Korff, and Meher, (Pen) (l=10)  
 □□: Clay (Java) Physica, 1, 363, 1934. (Stratosphere)  
 Haid: Soft: Total  
 = 25: 60: 85.

Total Number of Primary Electron Particles observed at a depth  $l$   
 is  

$$\int_0^{\infty} Z(l, y) F(y) dy$$
 where  $F(y) dy$  is the number of primary electrons in the energy  
 range corresponding to  $y$  between  $y$  and  $y+dy$ .

DEPARTMENT OF PHYSICS  
 OSAKA IMPERIAL UNIVERSITY.

DATE .....  
 NO. 2

Pfeger の実験は 磁気緯度  $50^\circ$  の所で計測した。∴ 27° vertical cut の実験結果は  $y > 3$  ( $E_0 > 3 \times 10^9 \text{ eV}$ ) までである。

$$\therefore n(l) = \int_0^\infty Z(l, y) F(y) dy.$$

$Z$  の integral eq. 4  $F(y)$  は ... の計算結果から得られた。numerical 値は 12444 であり、 $n(l)$  の計算結果は Table 1 の dotted curve である。

$y$	3	4	5	6	7	8	10	12	
$E_0$	3	7.8	22	60	160	445	2300	24000	$\times 10^9 \text{ eV}$ .
$F(y)$	100	11.5	3.0	0.67	0.14	$2.8 \times 10^{-2}$	$1.4 \times 10^{-3}$	$0.8 \times 10^{-4}$	

$\log F(y)$  は 大抵 straight line である。従って、

$$F(E_0) \frac{dE_0}{E_0} = \text{const.} \frac{dE_0}{E_0^{r+1}} \quad r : 1.7 \sim 1.4$$

Equator での vertical cut の実験結果は  $y > 4.9$  ( $E_0 > 2 \times 10^{10} \text{ eV}$ ) までである。

$$n_{\text{equ.}}(l) = \int_{4.9}^\infty Z(l, y) F(y) dy.$$

( $l=1$  の場合  $y > 3$  と  $y > 4.9$  の相違は ... ∴ この場合 primary particle の数に ... の差がある)

$l=17$  (4300 m) の場合  $y > 3$  の結果は ... stratosphere ( $l=3$ ) の場合  $n(l)$  の計算結果は ... equator での intensity は ...  $50^\circ$  の緯度で ...

この結果は ... Clay の実験結果とよく一致する。

これは soft comp. の latitude effect である。これは observed effect 15%~20% の hard comp. によるものである。(これは Auger and Leguine-Ringuet (London Conference 1954) の実験結果と一致する)

DEPARTMENT OF PHYSICS  
 OSAKA IMPERIAL UNIVERSITY.

DATE \_\_\_\_\_

NO. 3

Table IV. Number of Vertical Particles at a Latitude

Altitude	sea-level (l=29)		44cm. Hg (l=17)		26cm. Hg (l=10)		8cm. Hg (l=5)	
	$\lambda=50^\circ$	$\lambda=0^\circ$	$\lambda=50^\circ$	$\lambda=0^\circ$	$\lambda=50^\circ$	$\lambda=0^\circ$	$\lambda=50^\circ$	$\lambda=0^\circ$
Latitude								
Soft	1.7	1.7	15	12.5	100	50	230	50
Hard	5.3	4	10.5	4	15	4	25	4
Total	7.	5.7	26	16.5	115	54	255	34
Latitude Effect								
Theoretical			36%		53%		85%	
Observed	15-20%		26%*		58%† 90%‡		95%‡	

\* Compton, Proc. Amer. Phil. Soc. 25, 251.

† Bowen, Millikan, Korff and Neher, Phys. Rev. 50, 579, 1936.

‡ Clay, loc. cit.

50° vs  $\lambda$  at sea level vs high altitude vs latitude effect  
 (Cosyns, Nature, 137, 616, 1936) vs  $\lambda$  vs  $\lambda$   
 vs  $\lambda$ ,  $3 \times 10^9$  eV. vs  $\lambda$  energy  $\lambda$  vs  $\lambda$  vs  $\lambda$   
 Janossy (Zs. f. Phys. 104, 430, 1937) vs  $\lambda$  vs  $\lambda$  vs  $\lambda$   
 vs  $\lambda$  vs  $\lambda$  vs  $\lambda$  vs  $\lambda$ .

Table V. Intensities of Soft Radiation and Showers

Altitude	sea-level (l=29)	4300 m. (44 cm. Hg, l=17)	10 km. (22 cm. Hg, l=8.4)
Soft intensity	1.7	15	120
Shower intensity	1.7	14.5	97.

(Woodward, Phys. Rev. 49, 211, 1936.

Brudwick and Gilbert, Proc. Roy. Soc. A, 156, 570, 1936)

DEPARTMENT OF PHYSICS  
 OSAKA IMPERIAL UNIVERSITY.

DATE \_\_\_\_\_  
 NO. 4

2. 軟放射線 shower の soft ray の 強度は 緯度 効果は Latitude Effect  
 Table II. Shower intensity at different latitudes and altitudes  
 (Johnson, Phys. Rev. 47, 318, 1935)

Latitude	Altitudes	Sea-level	4500 in.	Effect. (obs)	Effect. (theory)
50°		2.2	15	)	50° (theory) 0°) 17%
28°		2.3	11.4		

軟放射線の強度が緯度の影響を受ける。Johnson & Read (Phys. Rev. 51, 537, 1937) は shower の latitude effect は vertical radiation の 5% (i.e. 6~10%) である。soft ray の強度は hard ray の強度の 1/5 ~ 1/10 程度である。Clay and Clay の結果は 6-12% である。

Clay and Clay, Physica. 2, 1042  
 10 m H<sub>2</sub>O の厚さの shower / vertical radiation は 50% である。これは 10 m H<sub>2</sub>O の厚さの shower の硬成分の強度を示している。

10 m H<sub>2</sub>O, 250 m. H<sub>2</sub>O での shower の硬成分の強度を示している。これは shower の硬成分の強度を示している。Transition curve の range は few mm. Pb 板の厚さの範囲である。Schwegler, Z.S. f. Phys. 96, 62, 1935; Auger et Rosenberg, C.R. 202, 1923, 1936. Auger, Kernphysik, 95, 1936.)

Energy spectra at Sea Level.  

$$N(l, E') dE' \approx N(l) \text{const.} \frac{dE'}{E'^{2.1}}$$
 The energy distribution of the soft radiation does not  
 for  $l \geq 17$   
 $E' > 1.5 \times 10^8 \text{eV}$   
 in air

DEPARTMENT OF PHYSICS  
OSAKA IMPERIAL UNIVERSITY.

DATE \_\_\_\_\_  
NO. 5

(l=17)

vary appreciably with altitude between sea-level and 4500 m.  
mean energy  $\bar{E} \cong 4.5 \times 10^8 \text{ eV}$ . for  $l \geq 17$   
2nd Rossi curve, or 4500 m.  $\bar{E}$  is 50% of that at sea level.  
(Woodward, Phys. Rev. 49, 711, 1936  
Watake and Kikuchi, Proc. Phys.-Math. Soc. Japan, 18, 210.)  
(H<sub>2</sub>O 2m の layer へおちて 80% の 10<sup>8</sup> eV 粒子が 50% になる)  
2nd 曲線は大きな shower の relative number が 50% になる (4500 m 迄)  
Montgomery and Montgomery, Phys. Rev. 47, 429, 1935  
Anderson and Niddler, 47, 429, 1935. 50, 263, 1936.  
なおこの shower の 10<sup>8</sup> eV 粒子が 50% になる。  
この shower は 10<sup>8</sup> eV 粒子の 1/2 以下になる。その 10<sup>8</sup> eV 粒子の rough には 10<sup>8</sup> eV 粒子がある。

## II. Analysis on Assumption (b)

2nd theory の break down の critical energy  $E_c$  of magnetic threshold energy ( $3 \times 10^9 \text{ eV}$  in moderate zone) として取り扱う。  
その 10<sup>8</sup> eV の primary の "hard"  $\gamma$ ;  $E_c$  の energy loss in ionization による  
 $\gamma$ .  $2.5 \times 10^8 \text{ eV/km}$  in air.  $E_c = 1.5 \times 10^9 \text{ eV}$  とすると  
soft 粒子は 6 km (3/4 atm. pressure) 以上 Pfotzer の  
stratosphere における intensity curve の 1/2 以下になる。  
その 10<sup>8</sup> eV の "hard" particle は 10<sup>9</sup> eV. 粒子の 10<sup>8</sup> eV の 1/2 以下になる (b) の 10<sup>8</sup> eV 粒子は  
3 km 以上になる。Leprince-Ringuet and Crossard (C.R. 204,  
11, 1937) は 14 cm layer Pb  $E_c$  の particle は 10<sup>9</sup> eV 以下の 10<sup>8</sup> eV 粒子



DEPARTMENT OF PHYSICS  
OSAKA IMPERIAL UNIVERSITY.

DATE .....

NO. ....

$\therefore$  iron <sup>より</sup> ~~より~~ <sup>より</sup> hard to compare lead <sup>より</sup> ~~より~~ <sup>より</sup> hard to compare  
is a lead <sup>より</sup> ~~より~~ <sup>より</sup> hard to compare iron <sup>より</sup> ~~より~~ <sup>より</sup> shower <sup>より</sup> ~~より~~ <sup>より</sup>  
to compare, (with the same condition)