

E13 020 A04 4

宇野宗祐の論文

最近の研究

湯川秀樹

E13 050 A04

No. 6

地帯

磁気緯度 50 度の邊迄少しづつ増加し、^{9.2} 此水
 かゝ先磁極^{9.2} 極子で大體在り一定である。更に二
 の変化は高さと共に著しく増加する。第二
 圈は赤道に於て宇宙線の強さは $1 \sim 1.7$ 倍
 の、水面に於ては $4 \sim 6$ 倍の、^示 磁気緯度
 の、水面に於ては $1 \sim 1.7$ 倍の、^示 磁気緯度
 の、宇宙線の強さは $1 \sim 1.7$ 倍の場合の、^示 緯度
 への強さ

物理と化学 (四枚一頁)

東京 神田区 錦町三丁目 物理化学振興聯盟
電話 八九五番

14 x 20

110202021

No. 1

以下 次郎 湯川

宇宙線に関する最近の研究

湯川 秀樹

1. 小引、1912年 Hess が地球外から来る放射線の存在を主張してから既に25年、その間幾多の曲折はあつたが、今日に於ては何人も宇宙線の存在を疑はばない所が、その研究が物理学の中心問題の一つとなつて来た。何處にこの問題の重要性があるか。答は至極簡單である。物理学の目的が出来る文藝の範圍の色に現象を研究し、その凡てに直つて成立つ一般の法則を發見するのことにあつたと考へると、地上百般の現象から最もかけ離れた宇宙線に関する諸現象は

物理と化学 (四枚一頁)

東京 神田区 錦町三丁目 八九五番 物理化学振興聯盟

14x20

は、No. 3

この中で、

である。併し、第一の問題を解く手段として
 第二の問題の研究を利用する他、¹⁾から、結
 局後者の方が先決問題であり、且物理学者に
 取つてま²⁾直接の^{重要性}意義を指つてゐる。併し、
 後の問題の研究は、¹⁾又宇宙線の²⁾状態の特有
¹⁾子²⁾と³⁾の⁴⁾知識が有用である、⁵⁾といふ意味から、⁶⁾
 したが、先づ第一の問題を略述する。
 ある地点に於て宇宙線の強度は高さと共に
 急激に増加することを知り、⁷⁾Hess
 以来、⁸⁾地球外から来るものであるとい
 ふ推定の第一の論拠であった。近來、研究者
 自身が地球に束のか、⁹⁾或は¹⁰⁾記録装置を東
 世にかした、¹¹⁾地上から成層圏に至る¹²⁾範囲
 の強度の¹³⁾変化が¹⁴⁾測定された。¹⁵⁾第一¹⁶⁾圈¹⁷⁾最
¹⁸⁾の¹⁹⁾強度の²⁰⁾変化が²¹⁾測定された。²²⁾

— 1947 —

物理と化学 同教一頁

東京 神田区 錦町三丁目
電話 八九五五番 理化学振興聯盟

14x20



No. 4

以下六號 組用

近に於る Regener & Pfoley の実験を述
 べる。彼等は三組の計数管を鉛直線に並べ、
 之等全部を通過する帯電粒子丈が記録され
 る検出装置を気球に束せ、4分毎にその数及
 び気圧・温度等を自動的に記録せしめり。第
 一の結果は必要の補正を加へたる結果は第一
 圖に示す通りで、真上に近い方向から宇宙
 帯電粒子の数は高さと共に急激に増加し、氣
 壓 10 cm Hg 程度の高さ附近に於て極大にな
 り、それ以上 29 km (10 mm Hg) の高さま
 で減少する一方、^{之を延長して}氣壓 0 の極限に於
 て有限の数を喫へる。

(第一圖)

物理と化学 四枚一頁

東京 神田区 錦町三丁目 理化學振興聯盟
電話 八九五番

14 x 20



も水面以下に於て宇宙線の強度の相違も多し人の比は100
倍に水、500mの水を透過して其の強度も約10分の1に弱
知られたり、之は極めて勢力の大きい正電荷粒子の陽子の
特殊電磁気的相互作用によるものなり、その理由は

No. 5
高速度の

この結果は第一に地球外から帯電粒子が
飛んで来ること、第二にこの一次線が二次的
作用による多数の低速度帯電粒子を発生
し、之が曲線に極大を喫へる原因に在つて石
ることを示すものと考へられる。これ以
上の出入つた説明に比しては豫備的知識が
必要であるから、後述し比す。
~~宇宙線~~宇宙線の少くとも重要部分は大抵帯電粒子
であること、^{決定的}光子の多くは二次的の在りてあ
ることは色に石電強から推定されることであ
るが、その最も重要な根據は宇宙線の強度の
緯度による変化である。近年 Compton,
Millikan 等が世界各地に亘つて探査した
結果によると、宇宙線の強度は磁気赤道から

~~空の高度に於ては地球の~~
水面に於ては地球の

物理と化学 (四枚一頁)

東京 神田区三丁目 理化學振興聯盟
電話 八九五番

14x20



No. 6

磁気緯度50°の邊迄少しづつ増加し、それから先磁気の近くまで大體一定である。更に高さを増して行くとき緯度による変化は段々急激になる。水面の深さ4360mの處に於て変化を示すと第一圈の如くである。但し、これと赤道との強さを1と取つて西側、強さは単位時間^秒の電磁場中の電磁場の強さの比である。

この結果は、高速度の帯電粒子が地球の表面に降り、その磁場の強さによって曲げられ、赤道に近づくにつれて強さが増すこと及び大氣中を通

物理と化学 (四枚一頁)

東京 神田区 錦町三丁目 八九五番 理化学振興聯盟

7
No.

以下六段 用

過す際、電離を起して勢力を失つて行進、
 従つて器即ち一定以上の^{運動}勢力を指つて居
 る。この力が水素乃至ある一定の長さの軌道
 (得)ること、を考慮すると、大體よく説明し得
 る。さうすると、~~地球~~水素の軌道より宇宙
 線の最初少くとも $10^9 \sim 10^{10}$ eV 程度の運
 動勢力を指つて居るに似たり、水素
 下500 m 以内のものは最初少くとも $1.5 \times$
 10^{11} eV の勢力を指つて居ることになる。
 通常天然の放射能物質から出て来る放射線
 の^量現在人工的方法により得られる放射線
 の~~粒子~~放射線の勢力は $10^6 \sim 10^7$ eV
 であり、陽子の質量が全部運動勢力に變つて
 初めて 10^9 eV になるのであるから、宇宙線^の

物理と化学 (四枚一頁)

東京 神田区 錦町三丁目 八九五番 理化学振興聯盟

14 x 20



No. 8

以集事此比莫大也

以下六部組用

構成する箇所の粒子の勢力は莫大のとい
いねん体が集めておるといふねん体ら
如。

高宇宙線、束流を明かにするに、この入
射方向分布を詳しく調べ、必要があ
る。この問題近來感人に研究されておるが
~~詳細~~に、~~これ~~並に入らねんといふ。

これら各種の研究の結果を綜合すると、宇
宙線の少くとも大部分は常電粒子で、~~宇宙~~
空間地球外の各方向から大體一律にやつて、
磁場のよる^{抑録}屈曲と、~~共~~角にその吸収の結果
として、~~高さ~~緯度のW方向分布を示すものと
考へられる。従つて、宇宙線は^中太陽系^の太陽系が銀河
系の星々から来るもの^とは極めて僅かである。

物理と化学 (四枚一頁)

東京 神田区三丁目 物理化学振興聯盟
電話 八九五番

14x20



No. 11

軌道の
 之で見ると、勢力消失、従つて電磁能は運動
 力と質量比 $\frac{1}{c^2}$ 一旦急激に減少して後再び徐々に
 増加して行くことになる。この後の増加
 が果して実験と一致するか高疑問があるが、
 軌道の減少の方向疑いなく、従つて 10^8
 eV 程度乃至これ以下の運動能力の陽子
 は γ 線飛跡、電子の γ 線より遙かに濃い γ の
 存在をこの地(局)に示す。他の重粒子(電子)に
 よるものとして区別が出来る。
 更に霧中 γ 線の進む方向に直角的に H
 原子核場を作用させれば γ 飛跡は

$$\rho = \frac{\sqrt{T^2 + 2mc^2 T}}{eH}$$
 なる曲率半径で曲げられる。但し e, γ 粒子

物理と化学 (四頁一頁)

東京 神田、湯川三丁目
 電話 八九五番 理化学振興聯盟

14 x 20



2004年10月10日 湯川秀樹先生宛手紙

No. 13

以下六頁 湯川

に役が著しく陽電子に一致。中央に陽電子

(第四図)

流した電子の径路は 0.35 cm の径路に、これ

が、幾つかの陽電子の径路として現れ、^{この中、一方は向うに}

太い径路、^{電子の径路は} 一方は電子の径路、^{径路は} 径路が

陽電子、^{径路は} 径路が、^{径路は} 径路が、^{径路は} 径路が

物理と化学 (四枚一頁)

東京 神田区 錦町三丁目 理化学振興聯盟
電話 八九五番

14x20

No. 14

として指摘した
 く称んた) 子母 (の) 子。故に一つ
 の帯電粒子が通過しては...
 系。宇宙線の物質通過 (ii) 陰陽電子対の発生
 第四回分急集中の行取の飛跡が観れりて
 系。陽気、之が核分裂の行取の飛跡が観れり
 露出を通過したものは核分裂の行取又は此道
 の物質中を通過する二次線に吸収せしむる
 系に於ては行へられぬ。何とせれば行取の
 偏りの一次線が物質中の行取に露出を通過す
 る確率の行は小さいからである。この二
 次線に二次線が多くなる陰陽の電子である。此
 種の電子の行取からして、^陽陽電子の如
 くは陰陽電子の
 電子の行取が電子の行取に核分裂の行取
 陽電子の行取に核分裂の行取

物理と化学 (四枚一頁)

東京 神田区 山崎町三丁目 八九五番 物理化学振興聯盟

14 x 20

No. 15

以下 六號 組用

比より下速度を減速させるとして輻射線を
 放出して勢力を失ふ場合がある。^{射線は比より速}
 程の起る確率に粒子が程々程々運動する程に大
 小程々して下速度を失ふ原子の原子番号の
 二乗に比例し、且運動勢力が大きい程に
 下。従つて高速度の電子が程々程々の物質
 を通過する程に、^{射線は}輻射線が起る割合は
 矢小確率が大きくなる。射線が起る割合は
 輻射線の下の勢力が矢小程々の程に少いが、
^{第三回}第三回は水中の放射線の放射線の下の勢
 力が矢小程々の程に少くなる。即ち
 二の程にして出来た程々程々の物質中
 を進入して行く程に之は二次的作用を起す。
 此の第一は光電効果^(photoelectric effect)

物理と化学 (四枚一頁)

東京 湯川記念館
山形 八五五番
理化学振興聯盟

14x20



No. 16

見下 六 齋 組用

收され、光電子が放出される。第二は Compton

効果で、散乱光の電子はまっで散乱される。

これは現象は散乱体の(波長が短く)より、散乱

光の波長が短くなる。散乱の

エネルギーは散乱体のエネルギーより、散乱

光のエネルギーは散乱体のエネルギーより、散乱

光のエネルギーは散乱体のエネルギーより、散乱

光のエネルギーは散乱体のエネルギーより、散乱

光のエネルギーは散乱体のエネルギーより、散乱

光のエネルギーは散乱体のエネルギーより、散乱

光のエネルギーは散乱体のエネルギーより、散乱

光のエネルギーは散乱体のエネルギーより、散乱

光のエネルギーは散乱体のエネルギーより、散乱

光のエネルギーは散乱体のエネルギーより、散乱

物理と化学 (四教一頁)

東京 神田区 錦町三丁目 八九五番 物理化学振興聯盟

14 x 20



No. 17

此らの現象を綜合すると、宇宙線中の陽子
 運動電子は先ず空気を通過し、その途中に陽子
 線を生じ、その陽子のエネルギーは、
 更に陰陽の電子を発生し、その電子は又陽子
 線を生じ、このようにして、陽子線が倍して行く
 ことになる。前の第四回中の陽子の電子の飛
 行距離は、¹⁰倍の速さで進んだとすると、
 陽子線の発生範囲は、¹⁰倍の速さで進んだ
 陽子の飛行距離の¹⁰倍になる。陽子の飛行距離
 は、¹⁰倍の速さで進んだとすると、¹⁰倍の速さ
 で進んだ陽子の飛行距離の¹⁰倍になる。陽子の
 飛行距離は、¹⁰倍の速さで進んだとすると、¹⁰倍
 の速さで進んだ陽子の飛行距離の¹⁰倍になる。

物理と化学 (四教一頁)

東京神田区錦町三丁目五番五号 物理化学振興聯盟

第六回

14 x 20 10 20



~~中子~~ 中子 20
中子、^{湯川の論文}既に ~~湯川~~ 湯川が述べている、~~中子~~ ~~中子~~ ~~中子~~
よから、~~中子~~ ~~中子~~ の詳細は ~~湯川~~ ~~湯川~~ ~~湯川~~ の論文に
述べられている。他の問題も ~~湯川~~ ~~湯川~~ ~~湯川~~ の論文で
あろうと見られる。

10x20 K.N.K.



No. 18

以下六段 組用

電子による電場は ~~正~~ 加速又は減速と水、
 その結果輻射線と放出して勢力を失ふ。量
 子論によると、この現象の起る確率は粒子
 数の比電荷 $\frac{e}{m}$ の二乗に比例し、衝突する原
 子の原子番号 Z の二乗に比例し、且運動勢力
 と共に急激に増加する。故に陽子の標的より電子が水中
 及び鉛中に於て、輻射による失ふ勢力を示
 せば第一圈の Z 知くなる。この標的に運動勢力
 が $10^7 \sim 10^8 \text{ eV}$ 以上のものと輻射による
 勢力損失が電離による α の ~~比~~ 遙かに
 大きく存難り、これは特に鉛の標的の大き
 さの物質に於て著しい。かくして出て来る
 輻射線の勢力は廣く範囲に亘つて居るが、
 電子の運動勢力と同程度の勢力の γ 線が主

電場
 起るが、電子
 に対しては
 意味を有して
 なる。

物理と化学 (四巻一頁)

東京 神田区 錦町三丁目 電話 八九五番 理化学振興聯盟

14x20

(h_ν)

h_ν

