

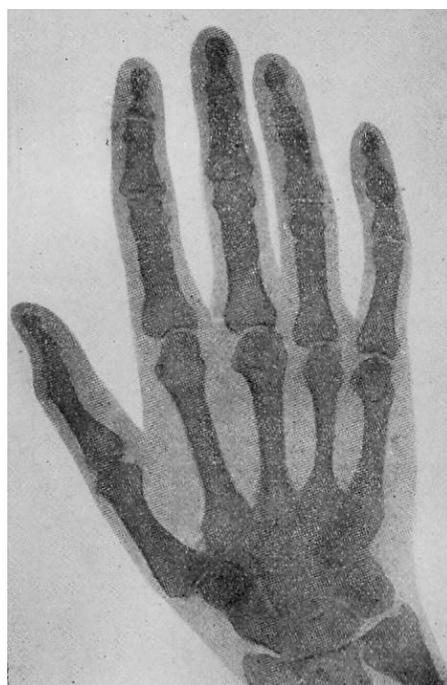
## 19 X線及び放射能

19世紀の終末から20世紀の始に至る数年間は実に電気に関する新現象の発見によって一般科学界に異常な衝撃を与えたところの重要な時期であった。そして多くの発見のうちの最も顕著なものとして、我々はX線及び放射能の現象を何よりも先に挙げることができる。

X線は1895年の11月にドイツのヴュルツブルヒ大学の教授レントゲンによって見出だされた。



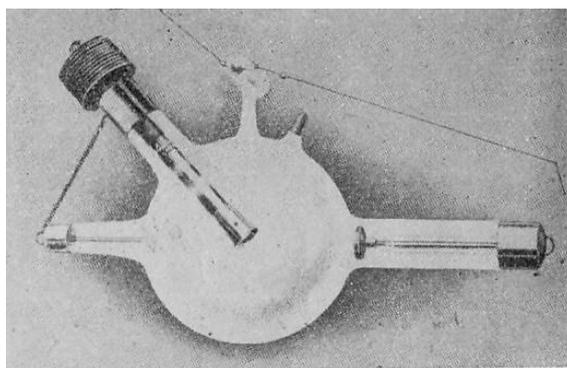
第 131 図 ウィルヘルム・  
コンラート・レントゲン



第 132 図 X線で撮った写  
真(ケルウイン卿の手)

彼は最初レナード線の実験的研究を行っていた際に、真空管を黒いボール紙で包んでおいたに拘わらず、その近傍にあった白金青酸バリウムの紙の上に或る放射線を感じることを見出だし、その性質を検して之が

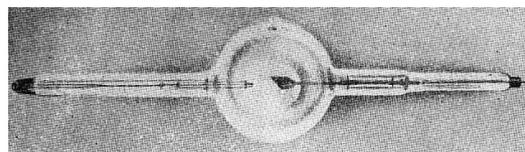
種々の物質を透過することを明らかにした。紙や木や布類などは之に関して殆んど透明であり、その他の物質も凡そその密度に比例して透過する。又能く写真乾板に感ずるので、例えば手をその上に載せてこの放射線をあてると骨の形が明瞭に現われる。レントゲンは当時この不思議な放射線が物理学的にどんなものであるかを未だ審らかにしなかったが、ともかくも事実的に示されたこの放射線に対して X 線なる名を与えた。後に発見者の名を借りて屢々レントゲン線とも呼ばれている。



第 133 図 普通の X 線管

X 線が物質を透過する著しい性質は直ちに種々の方面に利用せられて多くの実験的価値を発揮した。特に医学上では外面から直接に見ることのできない人体機構を、その儘 X 線によって写真に撮影することができるので、その異常状態や病患や又は金属介在物の所在の如きを容易に覗き知り、之を医学的研究又は診療手段に用いて甚だしく有効であることが一般に認められた。X 線を発する真空管は真空度の非常に高いものでなければならない。普通に陰極に対立して斜に置かれた対陰極と称する金属が具えられている。この構造から見ても、陰極から発した陰極線が対陰極に衝突してそこから X 線が発せられるのであらうと云うことは容易に想像せられる。近頃ではアメリカのクーリッジが 1913 年に発明したクーリッジ管と云うのが一般に用いられている。之は陰極線電子を

利用する代りに、電流で熱せられた金属から放出する電子を対陰極に衝突させるようにしたものであって、之によって非常に強大な X 線が得られる。



第 134 図 クーリッジ管

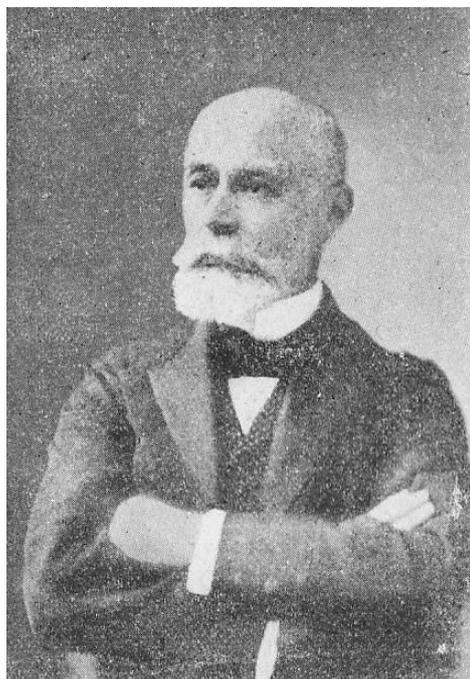
X 線も陰極線や陽放射線と同様に真直ぐに進むが、電気や磁気場によって曲げられない点が之等と異なっている。又 X 線が気体の分子をイオン化することは 1896 年にイギリスのタムソンによって明らかにされた。感応コイルの両極の距離を加減して火花が僅かに飛ばない程度にしておいて X 線をその間に送ると、火花が飛ぶようになるのは、空気がイオン化されて伝導体になるからである。

X 線が果して何であるかと云う問題は、その後多くの学者の頭を悩ました。イギリスのストークスやドイツのウィーヘルトなどは陰極線の電子が対陰極に衝突してそこで急激に止められるために、一種の電磁的脈動が之から出るのものであってそれが X 線に外ならないと論じた。又イギリスのブラッグは X 線を中性微粒子の放射であるとして種々の現象を解釈しようとした。併し 1912 年にドイツのラウエが X 線の干渉を結晶体に於て発見し、之が光と全く同様の電磁波であることを証明するに至って、始めて X 線の本体が確実に知られるようになった。

X 線の発見に引き続いて、従来未だ曾つて知られなかった物質の不思議な性質として放射能の現象が世を驚かした。

1896年にフランスのアンリ・ベクレルはX線が真空管の蛍光を発する場所から起りはしないかと云う推察のもとに蛍光を発する物質として知られていたウラニウム塩類の結晶を黒紙に包んだ写真乾板に載せておいたところが結晶と写真板との間に挟んだ銀の小片が黒い影を写真に印することを見出だした。彼は最初之をウラニウムの蛍光のために発せられるX線に依るものと解したが、更に実験を重ねているうちに、ウラニウムは常にこのような作用を有することを明らかにし、之を自然的に存在する一種の放射線に帰した。この放射線はその後発見者の名を取ってベクレル線と呼ばれた。その性質については種々の薄い物質を透過し、写真板に感じ、又気体をイオン化すること、X線と同様であった。

ところが1898年にフランスのキュリー及び同夫人は、ウラニウムの外にトリウム化合物が同様の性質をもつこ

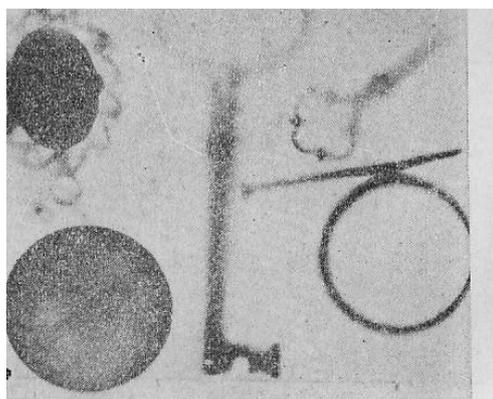


第 135 図 アンリ・ベクレル



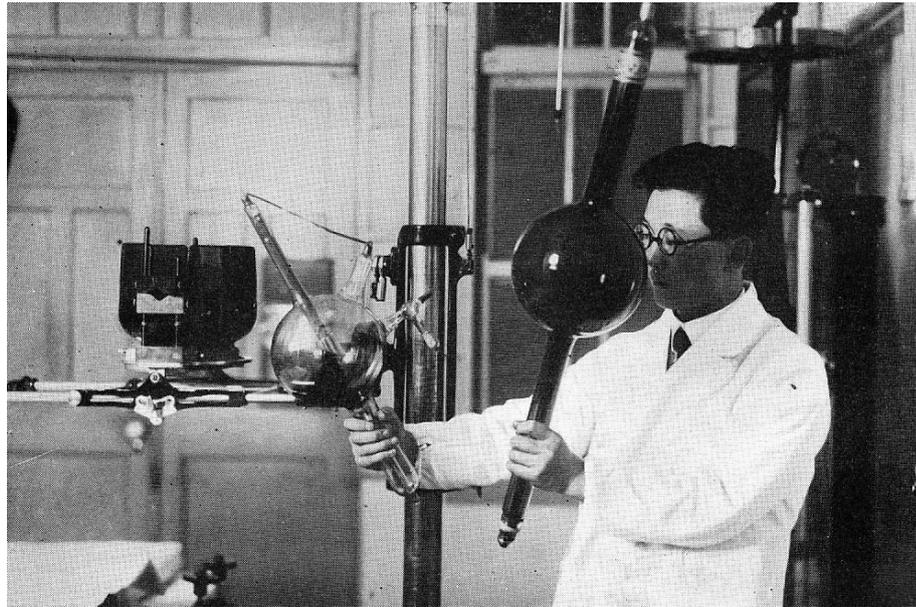
第 136 図 キュリー夫人

とを見出だし、更にピッチブレンドと称する酸化ウラニウムを含む鉱石を研究している際に之が純粹のウラニウムよりも遥かに強い作用をもつ放射線を出すことを発見し、遂にキュリー夫人の手によってこの鉱石中からその極めて著しい放射作用を有する未知の物質だけを化学的に分析抽出することに成功し、微量ではあったが二種の物質を得て、之等をラヂウム及びポロニウムと名づけた。爾後この作用は放射能と称せられて種々の新奇な事実の発見に導いた。放射性物質が常に原子量の大きな元素及び化合物に限られるのは最も注目すべき特徴である。



第 137 図 臭化ラジウムで撮った写真

ベクレル線については、その後イギリスのラザフォードの研究によって、之が三種の異なった放射線から成り立っていることが見出だされた。三つの放射線への分析は主として物質透過の程度の相違によって可能にされるのであって、第一に $\alpha$ （アルファ）線と名づけられたものは厚さ 0.05 ミリメートル程のアルミニウム箔によって既に全く吸収されてしまうものであり、次に $\beta$ （ベータ）線と名づけられたものは数ミリメートルの厚さのアルミニウム箔を十分に透過してその後方に達することのできる部分である。又第三に $\gamma$ （ガンマ）線と称せられるものは透過能最大の部分であって、透過の程度は X 線をも超え、アルミニウム板の厚さが 50 センチメートル程に達し始めて吸収され尽すに至る。

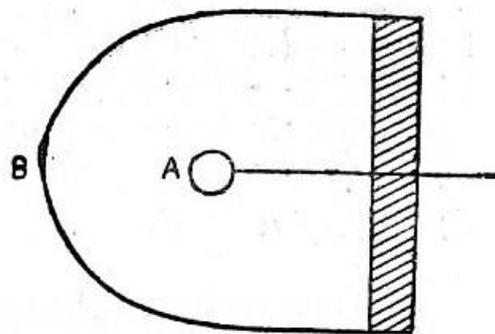


左はガス管球（胸部レントゲン写真用）右はクーリッジ管球（癌腫等の治療に用い20万ヴォルトを通ずる）



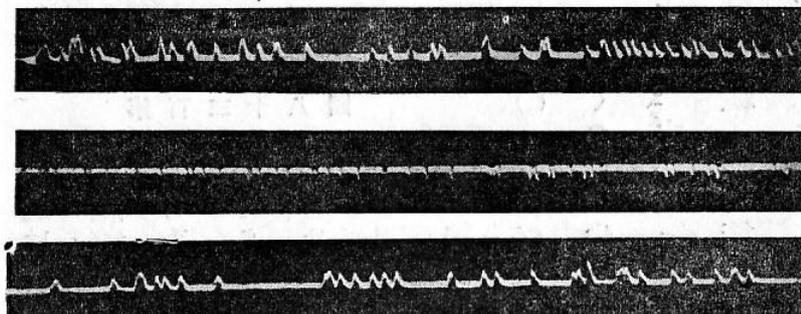
ロイマチスの電気療法（シュネー氏四槽浴）

之等の放射線がどんなものであるかに関しては、1899年から1900年に亘ってギーゼルやステファン・マイヤー及びシュワイドラーが先ず $\beta$ 線が磁場によって陰極線と同様に曲げられるのを見出だしたこと、次いで1903年にラザフォードが $\alpha$ 線の電場及び磁場による屈曲を実験し得たことから漸次明かになった。即ち $\beta$ 線は陰電気を帯びた粒子から成り、且つその電気量と質量との割合に於ても全く陰極線電子と同一であることが知られ、又 $\alpha$ 線はカナル線と同様に陽電気を帯びた粒子から成るけれども、その電気量と質量との割合は水素陽イオンの半分であることが見出だされた。之によって $\beta$ 線は電子そのものに外ならないことが容易に結論されたけれども、更に $\alpha$ 線が何であるかについては立ち入った研究を必要としたのであった。 $\alpha$ 線は硫化亜鉛のような蛍光性の物質を塗った蛍光板に衝突して之を能く光らせる。スピントリスコープと云うのはその有様を虫眼鏡で覗くようにした装置であって、之を視ると無数の閃光が燦爛として星の輝きを見るようである。ラザフォード及びガイガーは1908年に更に $\alpha$ 粒子の数を電氣的に記録し得るような装置(第138図)をつくった。半球形の金属器の頂点Bに小さな孔があつて雲母の薄い板を張つてある。之から $\alpha$ 線を入れると内部の気体をイオン化し、電極Aにつないだ電気計に各粒子毎に衝動を感じしめる。それ故電気計の針の動きを一定の速さで動かした写真フィルムの上に撮影すると、第139図のような記録を得



第 138 図

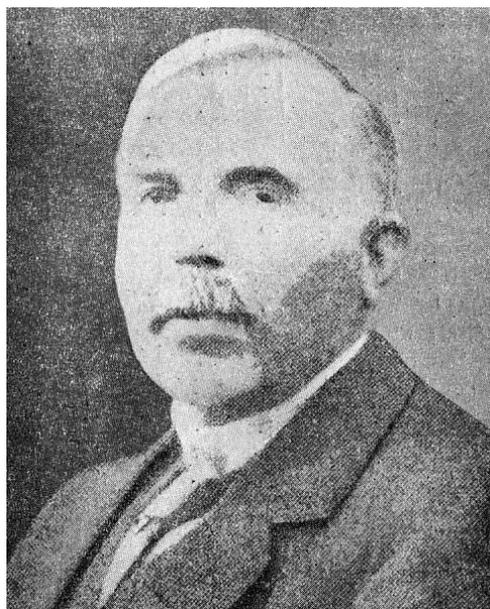
るから、之によつて一分間にどれ程の数の $\alpha$ 粒子が到着するかを明らかに算えることがで



きるラザフォード等は一方で $\alpha$ 線が直接に電気計に与えた電気量を測つ

第 139 図  $\alpha$  粒子の記録

て個々の $\alpha$ 粒子の電気量が水素イオンのその二倍に等しいことを見出した。この事実と、上に述べた通り電気量と質量との比が水素イオンの半分であると云う事実とから $\alpha$ 粒子の質量は水素イオンの4倍でなければならないことが当然結果するのであって、ヘリウムの原子量が恰度水素の4倍あることを考え合わせて、 $\alpha$ 粒子はヘリウム原子が二重にイオン化したものであることが證された。ところで実際に放射性物質からヘリウムが発生すると云うことは既に1903年にイギリスの化学者ラムゼー及びソッデーによって化学的に検出せられ、そのスペクトルによって完全に確められた。



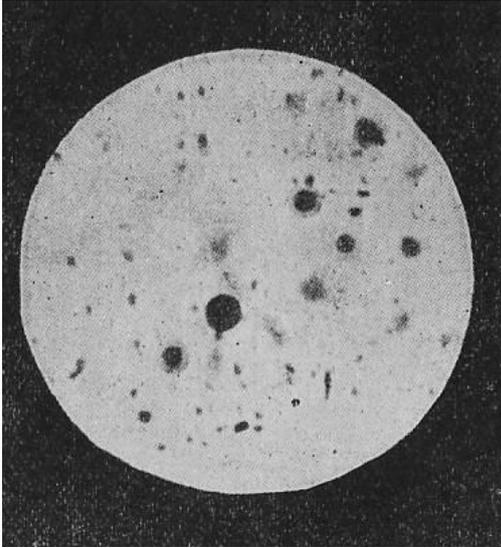
$\alpha$ 線及び $\beta$ 線と異なって $\gamma$ 線は少しも磁場の影響を受けない

第 140 図 アーネスト・ラザフォード

いものであるから、明らかに帯電粒子ではなく寧ろ種々の点で X 線に似ていることが漸次知られた。その本質については X 線と共に後にラウエの発見によって始めて示され、それが同じく電磁波の一種に外ならないことが明らかにされた。

キュリー夫妻はラヂウムを発見してから間もなく、ラジウムと一緒に置かれた物体が放射線を感应してそれ自身放射能を有するようになることを見出だした。この現象はラザフォードによってトリウムの場合に詳細に研究せられ、この場合に感应する放射能はトリウムから絶えず発生している放射性の気体であるところのトリウム・エマナチオンなるものに帰せられると云う驚くべき事実が知られた。そればかりでなくこのエマナチオンはトリウムと分離するとすぐ消滅してしまつて、その代りにエマナチオンの接触していたどの物体の表面にも、肉眼では見えないが非常に細かい放射性の沈殿物を生ずることがわかつた。なおこの後ですぐドイツのドルンはラヂウムからも全く同様の性質のエマナチオンを見出だした。

1902 年にラザフォード及びソッディーは之等の事実に基づいて、放射性物質の変脱理論を提出し、物質元素に関する従来 of 化学上の見解に対して全く新しい変革を与えた。即ち放射性物質の原子は放射線を放出すると共に異なつた原子に崩壊変脱してゆくものであると云うのである。この理論は実際にかような変脱によって生成せられてゆく多くの物質が実験的に確定せられ、その原子量や化学的性質や光のスペクトルなどが明らかにせられるに従つて漸次動かすことのできないものとなつた。今日我々は変脱系列として、ウラニウム・ラヂウム系列、トリウム系列、

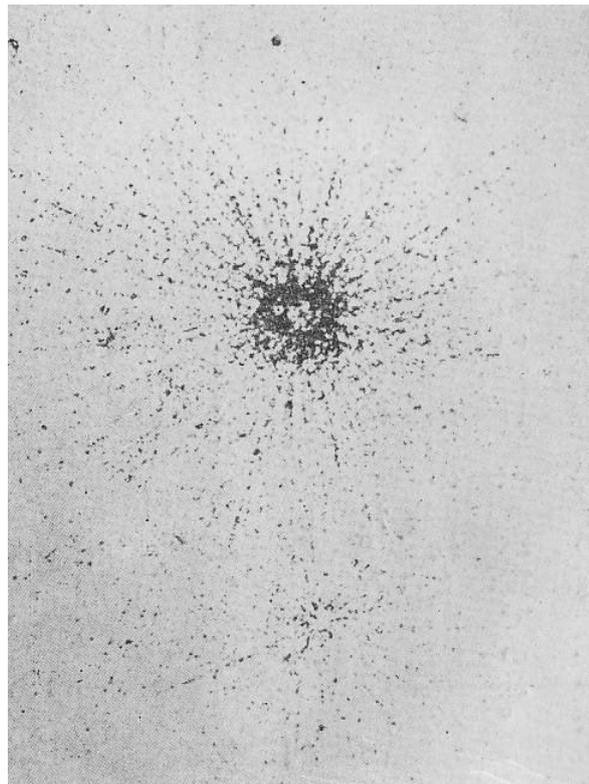


第 141 図 一種の花崗岩中に見られるウラニウムハロ

子は原子量 4 を減じ、 $\beta$  線放出によるものでは原子量を増減しない。之は  $\alpha$  粒子が原子量なる 4 ヘリウム・イオンであり、 $\beta$  粒子が質量の非常に小さい電子であることを考えるならば、当然の結果と見ることができる。又之等の変脱は常に一定の時間内に一定の割合で起るのであって、その遅速は一様でなく、その原子の半数が崩壊する

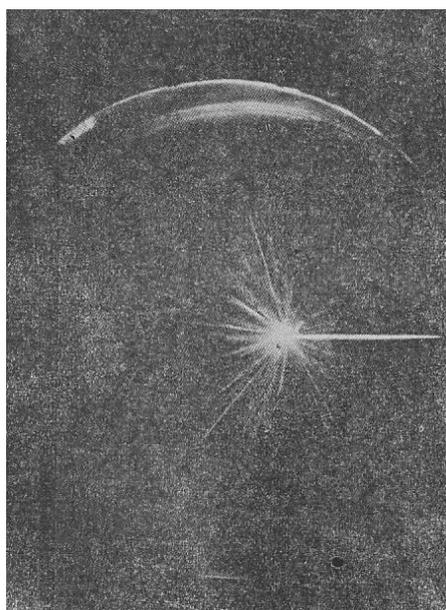
アクチニウム系列の三つを知り、それらのなかにそれぞれ十数個の元素を見出たすに至った。そして変脱の最後に於て之等の系列の何れもが鉛を生ずることは一つの注目すべき事実である。

変脱の過程は各々の原子が一個の  $\alpha$  粒子若しくは一個の  $\beta$  粒子を放出することによつて起るのであるが、そのうち  $\alpha$  線放出によるものでは原



第 142 図 写真乾板上に印したアルファ粒子の痕跡

に要する時間即ち半減時間なるものは、例えばウラニウムでは数十億年に及び、ラヂウムでは 1700 年、ラヂウム・エマナチオンでは四日であり、その他僅かに数分若くは数秒に足りないものさえある。このように長短の差はあるが、原子がそれぞれの寿命をもつことは実に驚くべき事実と云わなければならない。 $\alpha$ 線や $\beta$ 線の速さは非常に大きい。前者は光の速さの5乃至7パーセント、後者は80乃至99パーセントにも達する。一方では前者の質量は後者の数千倍も大きいから、両者とも多大のエネルギーを放射されることがわかる。それ故之等の放射線が吸収されるとそこにはかなりの多大の熱量が生ずる。1グラムのラヂウムはそれ自身からの数段の変脱のために一時間に凡そ 132 カロリーの熱を発生することが計算される。だからラヂウムと対量の水があるなら前者は後者を僅かに四分の三時間程で氷点から沸騰点まで熱することができる



わけである。太陽や地球内部に若し少量の放射性物質が含まれているとすれば、既にその現在の熱を供給するに足りるのであろうことも屢々想像された。又地球上の多くの岩石中にはウラニウムとトリウムとが殆ど同様の割合で含まれていることが見出だされている。この事実は最初地球が混沌たる有様にあった時代に、之等の岩石

第 143 図 棒の先端に附着するラヂウムから  $\alpha$  線が四方に放射される有様

の生成起原の同一であることを物語るものであって之

から地球の年齢を推算することができる。又種々の岩石中には放射能現象のためにあらわれるハロと称する円形の極めて小さな顕微鏡的斑点が見える事がある(第 141 図)。之は以前には微生物と考えられたこともあるが、放射性物質が含有せられて之から発する $\alpha$ 線のために或る化学的变化が起されるのである。写真乾板の上に放射性物質の微量をおくと、その周囲に発する $\alpha$ 粒子のために上述のハロと同様な現象を呈することは第 142 図に示す通りである。この写真の上で $\alpha$ 粒子の経過した痕跡が明らかにわかる。