

Marie Curie (1867 – 1934)

放射線の発見

M. Curie

ベント ヴォルフガング
東海大学・理学部・物理学科



マリー・キュリーとは…



「その人は、女だった。
他国の支配を受ける国に生まれた。
貧しかった。
美しかった。」



(「キュリー夫人伝」次女エーヴ・キュリー著 冒頭より)

本名: マリア・スクウォドフスカ＝キュリー (Maria Skłodowska-Curie)
(マリー・キュリーはフランス語名)

出身: ポーランド ワルシャワ

物理学者であり化学者である

→ 1903年 ノーベル物理学賞受賞

1911年 ノーベル化学賞受賞

→ 女性として史上初のノーベル賞受賞者で、物理学賞と化学賞を受けた唯一の人物

時代背景…

ポーランド→ 18世紀後半～20世紀中盤は分割支配の時代

ウィーン会議にてロシア・オーストリア・プロイセン(後のドイツ帝国)による分割支配

→マリーの生まれたワルシャワはロシア領

→マリーの生まれた1867年は正式な国ではなかった

公用語:ロシア語

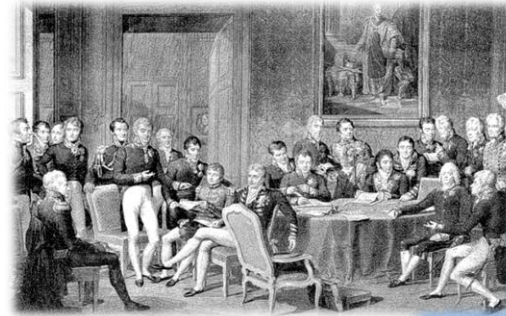
正規の宗教:ロシア正教

(ポーランドはカトリック)

選挙権・非選挙権:無し

→ポーランド人は何度も反発しては失敗

→母国の殉教者が大勢いるような状態



↑ウィーン会議の様子

↓分割支配時代の地図



時代背景…



独立に必要なもの→「母国語」と「宗教の継承」
→民族の大切な要素！

→家や学校で密かにポーランド語を教え、カトリックの教えを守るよう伝える

同時に教育に力を入れた

→ポーランド人にとって、学問をすることは母国に貢献することであった
(中でも、科学は、特に高く評価された)
→また、得た知識を下の世代に伝えた



→1918年 ポーランド独立

幼少時代…

共に教育者であった両親の5人兄弟の末っ子として誕生
→その中でもマリアは幼少の頃から頭がよかった
→4歳の時には姉の本を読み、記憶力も良かった
→ロシア語は嫌いだったが、勉強は好きで常に首席

→クラスでは1番年下であったが、15歳で高校を卒業



マリの生誕地で、現在はマリア・スクウォドフスカ＝キュリー博物館となっている



左から、マリー、ブワディスカ・スクウォドフスキ、ブロスニワバ(ボローニャ)、ヘラ

1876年 病気により、姉ゾフィアが他界

1878年 母が結核で他界

→カトリックに疑問を感じ信仰を捨てた

高校卒業後…

マリーの夢→両親のように教育者になり、母国の役に立つこと
→しかし、当時のポーランドでは女性の進学は困難+留学する家計の余裕無し
→医者になりたがっていた姉に提案をした：

「姉さんが先にパリに行ってください。
その間私が働いて学費を送ります。
姉さんが医者になったら、今度は私の面倒をみて下さい。」

→マリーは姉の学費を稼ぐために学校卒業後は家庭教師をする

その間…ワルシャワ移動大学で学ぶ

→女性にも高い教育が必要という考えのために作られた移動する教育組織
→マリーはそこで科学について学ぶ



初恋とパリ留学…

1885年からマリーは住み込みの家庭教師を始める

- 農業を営む家で働く
- 教え子の兄と惹かれあう
- 結婚の約束をする
- 社会的地位の違いを理由に相手の両親から猛反対される

1890年3月

姉から一緒にパリで住もうと誘われる

→マリーは断る



理由…

- ・病気の父の元にいると決めたから
- ・恋人を忘れられずにいたから

初恋の終わりとパリへの留学…

1891年秋

結婚は認められなかったが、
恋人とマリーは連絡を取っていた
→関係に進展がなかったので別れた

→マリーは自らフランス行きを決意



1935年に建てられたマリ・キュリーの銅像

恋人その後…

晩年に、マリーの銅像の前に座り込んでいる彼の姿が見られたという…

パリ留学と結婚…

1891年の11月に彼女はソルボンヌ大学（パリ大学）に入学する

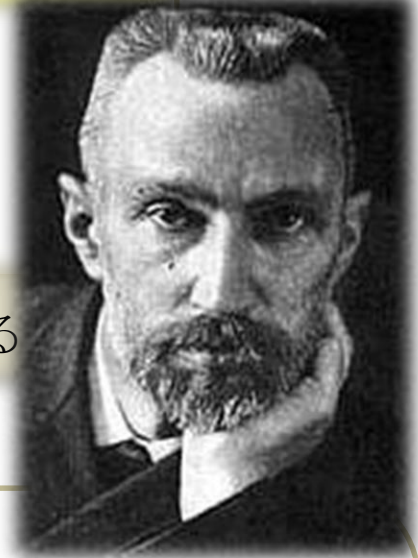
- 学生寮の屋根裏部屋で、寝食を忘れ、勉強した。
- 1893年 物理学の学士号を首席で取得
- 1894年 数学の学士号を取得
- フランスのソルボンヌ大学を卒業

この頃からフランス風の「マリー」という名前を使い始める

ピエール・キュリー(Pierre Curie)との出会い

1894頃研究で困っていた時に、知人の紹介で、フランス人の物理学者ピエール・キュリー(Pierre Curie)に相談（金属の磁氣的性質について）

- 1895年7月26日、マリー（27）は、ピエール・キュリー（36）と結婚
- 「母国で教育者になる」という夢を捨てるほどの恋であった。
- 1897年に長女イレーヌを出産(後のノーベル化学賞受賞者)
- 博士論文を書き始める
- 1904年に次女エーヴを出産(後に芸術家となり「キュリー夫人伝」を出版)



共同実験…

フランスの物理学者ベクレルの研究に着目



ウラン鉱が放射するX線に似た透過力を持つ光線に着目

→これはX線などと異なり外部からのエネルギー源を必要とせず、ウラン自体が自然に発していることが示されたが、その正体は不明だった

→マリーとピエールは、この研究を始める

→ウラン鉱の周囲に生じる電離を計測



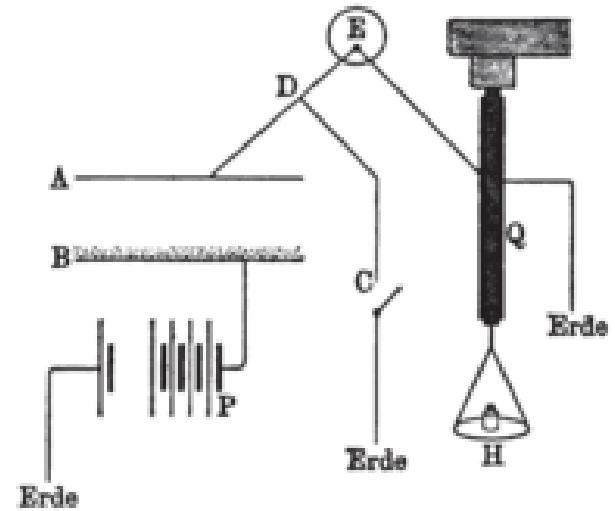
→サンプルの放射現象が光や温度など外的要因に影響を受けない

⇒放射は分子間の相互作用等によるものではなく、原子そのものに原因があるという事を示す

放射能の発見…

次にマリーは、この現象がウランのみの特性かどうか疑問を持ち、既知の元素を測定しトリウムでも同様の放射があることを発見

→このような現象を起こす元素を放射性元素と名づけた



二人が使用した放射能計測システム
物質(B)の放射能で電離した空気の電荷をAで捉え、下げた分銅(H)の重さで応力が決まる水晶のピエゾ素子圧電効果を用いた応力計(Q)に通して相殺する。補償点(釣り合い)の精密な測定には、象現電圧計(E)が使われた。Erdeはアース

彼らは発見した内容をすぐに発表した

→しかし、2カ月前にベルリンでゲアハルト・シュミットが独自に発見・発表していた



ノーベル物理学賞の受賞(1903)...

→夫婦で共同受賞

1894年に彼女がピエールに会いに行くきっかけとなった問題はその後二人の研究により、放射性物質によるものであることが想像されてきた。

→1898年その新しい放射性元素を特定することができた



→大量のウラン鉱からポロニウム (polonium) とラジウム (radium) を発見した

7月18日 ポロニウムが発見

12月26日 ラジウムが発見



→オーストリア国はウラン鉱を大量に用意した
→二人はポロニウムとラジウムについて更に研究を進めることができた。

1906年4月19日の午後、ピエールが交通事故で急死



→娘2人と支え合い、研究を続けた

→ピエールの死後、大学はマリーにピエールの職の後任になって欲しいと要請する

→彼女はそれを承諾し、ソルボンヌ大学物理学講師となる

→女性として初めて同大学で講義を行う。

夫の事故死の後、夫の弟子の物理学者Langevinと恋愛関係にあるとマスコミに書き立てられた

→このため、科学アカデミー会員に選ばれる事はなかった。

ノーベル化学賞の受賞(1911)…

夫の死後

→ラジウムの生成に(ポロニウムとラジウムの分離)成功

→2度目のノーベル賞受賞

→ラジウムの精製技術が放射線医療の発展につながる

→ラジウム精製技術の特許を取得せずに技術を公表した。

彼女のこの大きな研究成果に感激した故郷ワルシャワの学会は彼女に適切な職を用意するので戻ってきてくれないかと打診

→彼女は結局は夫が亡くなったパリの地を離れなかった



1921年にはアメリカが彼女に研究材料を提供するとともにワシントンに招待した

→マリーはその頃助手を務めるようになっていたイレヌと共にアメリカに行きハーディング大統領と面会

病の発覚、そして…



1934年5月 体調不良で入院

→7月4日 放射線障害の研究の影響による白血病で死去(享年66歳)

→パリ郊外のに埋葬された

→1995年、夫のピエールの遺体と共にパリのパンテオンに移された。

→彼女は亡くなる直前まで研究を続けていた



放射能の単位には彼女の名前「キュリー」が使われている

改葬されたパンテオンの近くにある国立科学学校で当時彼女が活動した研究棟は現在キュリー夫妻博物館となっている

マリー・キュリーの遺産…

なぜ、ラジウム精製技術の特許を取得しないのですか？



「人生最大の報酬は、知的活動によって得られる」
→自分の研究成果が多くの人の役に立つことが、彼女にとっての報酬
→彼女の研究成果によって今でも多くの人が救われている



→彼女は亡くなってもなお報酬を得ている



Ernest Rutherford

ラザフォード

1871-1937

原子核の発見者

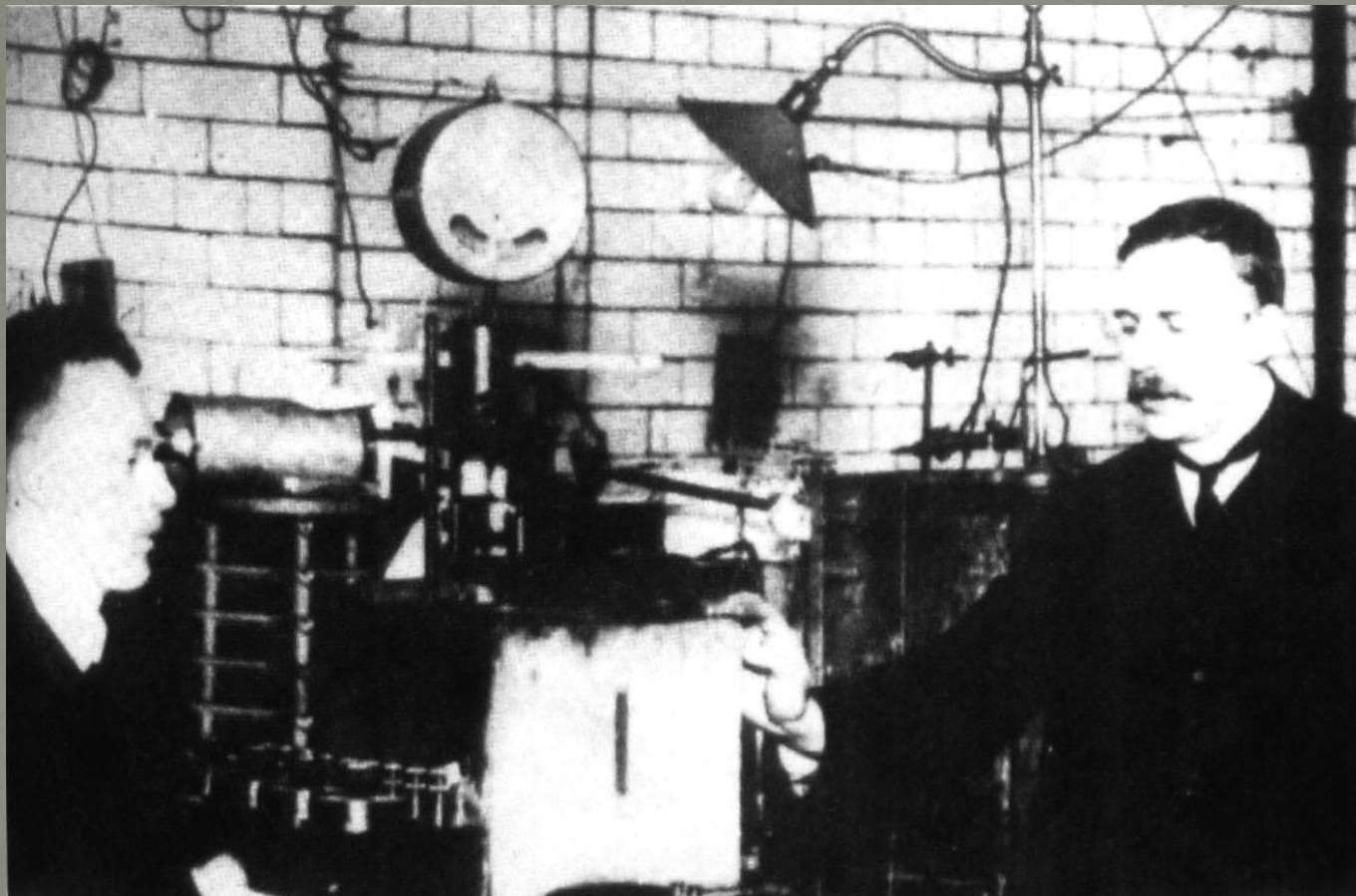
- 1871 ニュージーランドで生まれる
12人兄弟の4番目、
父親が細工の上手な人で
後に麻紡績工場、縄工場を建てて成功する。
- H. Hertz による電磁場の発見より、電磁場について研究
をする。
- 1895 奨学金をもらいイギリスに留学、ケンブリッジ・
Cavendish 研究所に行く (1895-1898)
J.J. Thomson と研究する。
- X線の発見 (W. Rontgen, 1895)
- ウラニウム放射能の発見 (H. Becquerel, 1896)
- 電子の発見 (J.J. Thomson, 1897)

1998 – 1906: Montreal (カナダ)に滞在

1903: ウラニウムの放射能が複数の放射線であることを発見し、アルファ線、ベータ線、ガンマ線と名前を付けた。放射能の法則を発見（「半減期」の概念）。

- 1907- 1919 : Manchester (イギリス) に滞在。
ガイガー (H. Geiger) と共にシンチレーション式アルファ線カウンターを開発
- 1908 ノーベル化学賞を受賞
「物理学者が突然ノーベル化学賞に値すると判断されたのには驚いた」と授賞式に述べる。
講演題目「放射線物質の放つアルファ粒子の化学的性質」

E. Rutherford, H. Geiger 達がアルファ散乱の実験を行う



- アルファ線の散乱の現象を研究

- 「白金箔に8000個当てると一個が90度以上曲がる。」

- 1911に論文発表

「原子には、それ自体の大きさに比べて極めて小さくて、至近距離まで近づくことのできる中心粒子があり、その中に原子の質量のほとんど全部が集まっているに違いない」

(原子核の発見, 1911)

- 散乱法則を発見 (Rutherford's cross section)

Theory of structure of atom

Suppose atom consists of + charge Ne at centre + - charge as electron distributed throughout sphere of radius r .



$$\text{Force at P on electron} = Ne^2 \left\{ \frac{1}{r^2} - \frac{r^3}{6^3} \cdot \frac{1}{r^2} \right\}$$

$$= Ne^2 \left\{ \frac{1}{r^2} - \frac{r}{6^3} \right\} = \neq$$

Suppose charged particles e mass m moves through atom so that deflection is θ all but $r \sin \theta$ distances from centre



deflecting force \perp^2 double of force at P

$$= Ne^2 \left\{ \frac{1}{r^2} - \frac{r}{6^3} \right\} \sin^2 \theta$$

$$\text{accel } \perp^2 \text{ double of } a \sin \theta = da = \frac{Ne^2}{m} \left\{ \frac{1}{r^2} - \frac{r}{6^3} \right\} \sin^2 \theta$$

... if u is speed in heavy particle atom

$$u = \int da \cdot dt = \frac{Ne^2}{m} \int da \cdot \frac{ds}{v}$$

$$= \frac{Ne^2}{m v} \int \left(\frac{1}{r^2} - \frac{r}{6^3} \right) \frac{r}{2} \cdot \frac{2 \pi r^2}{r^2} ds$$

$$= \frac{2 \cdot Ne^2}{m v} \int \frac{\Delta (r^3, r^3)}{r^2 \cdot 2} \cdot \frac{u}{r \sin \theta} \cdot a \left(\frac{1}{r^2} - \frac{r}{6^3} \right) \cdot \frac{dr}{\sin \theta}$$

$$= 2 \int \sin^2 \theta \cos^2 \theta \cdot \frac{r^2}{6^3} \cdot \frac{\sin \theta}{a} \cdot d\theta \quad \text{for } r = \frac{a}{\sin \theta}$$

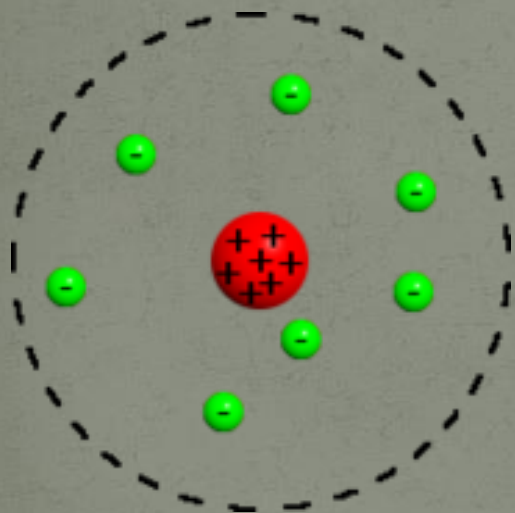
原子核の存在
についてノート
(Manchester, 1911)

Rutherford の論文 (原子核の発見, 1911)

LXXIX. *The Scattering of α and β Particles by Matter and the Structure of the Atom.* By Professor E. RUTHERFORD, F.R.S., University of Manchester*.

§ 1. **I**T is well known that the α and β particles suffer deflexions from their rectilinear paths by encounters with atoms of matter. This scattering is far more marked for the β than for the α particle on account of the much smaller momentum and energy of the former particle. There seems to be no doubt that such swiftly moving particles pass through the atoms in their path, and that the deflexions observed are due to the strong electric field traversed within the atomic system. It has generally been

- 1913 著書「放射性物質とその放射線」出版
- 1919 から、Cavendish 研究所の所長。
- 1937 66才 庭仕事中，木から落ちて亡くなる



Rutherford の原子模型。
始めに、原子核は「重電子」と呼んだ。電子の軌道は明記しないが、原子核から比較的遠いところで回る。

Cavendish 研究所にて
(1930 年頃)

