



光の量子論

Q-semi 第7回資料

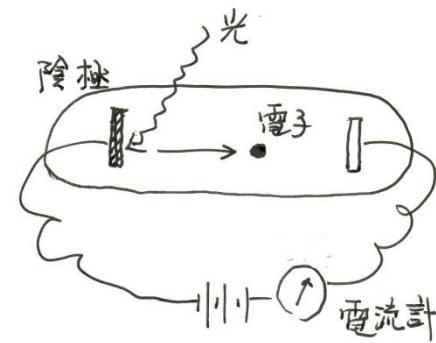
これまでのまとめ

- 電子のダブルスリットの実験から、電子は波動の性質を持つことが分かった。
- 電子の波動を複素数に拡張して状態関数を考えた。
- 状態関数の大きさの 2 乗は電子の位置の確率密度を与える。
- 原子内電子のエネルギーは離散値になる。
- これまで定常状態の電子（エネルギーの固有状態）について説明してきた。

AINシュタインの光量子説

光電効果の現象

- ▶ 金属に光をあてると電子が出てくる。
- ▶ 波長の長い光(赤い光など)はどんなに光を強くしても電子は出てこない。



コンプトン散乱

- ▶ 金属（電子）にX線をあてるとX線が散乱される。
- ▶ 散乱したX線の波長は入射X線の波長よりも長い。



電子のエネルギー保存の式

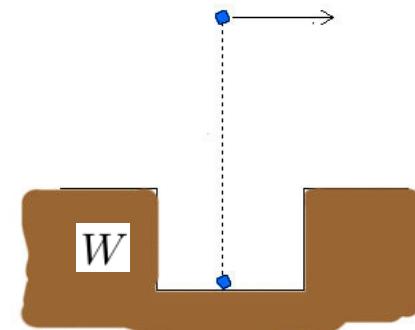
$$E = \frac{p^2}{2m} + U$$

属内電子は金属から出られない。ポテンシャルの深さを W と書く。仕事関数という。金属の種類により仕事関数の値は異なる。

$$\frac{p^2}{2m} = E - W$$

$$E = h\nu$$

$h\nu > W$ でないと電子は出て行けない。



閑話休題

- ・ ガンマ線が光であることを発見した人物は、フランスの物理学者ポール・ヴィラル(Paul Villard、1860-1934)です。
- ・ 1900年、ウランの放射性崩壊によって放出される高エネルギーの電磁波を発見し、この電磁波は可視光よりも波長が短く、X線よりも波長が短いことから、この電磁波を「ガンマ線」と名付けました。ヴィラルは、ガンマ線の性質を説明するために、つぎのように論文に書きました。「我々は、この放射線は、単なる電磁波ではなく、光子と呼ばれる粒子で構成されているのではないかと考える。この粒子は、非常に小さく、質量を持たない。」
- ・ しかし、ヴィラルの光量子化説は、アインシュタインの光量子化説よりも限定的なものでした。ヴィラルの光量子化説は、ガンマ線にのみ適用される仮説でしたが、アインシュタインの光量子化説は、すべての光に適用される仮説でした。
- ・ koko 注 ウイルソンによって霧箱が発明されX線の写真が発表されたのは1986年。1910年には α , β , γ 線の写真が発表され、1912年には改良した霧箱で非常に鮮明な写真が発表されている。

α 線, β 線, γ 線のそれぞれの名称を最初に使った人物は?

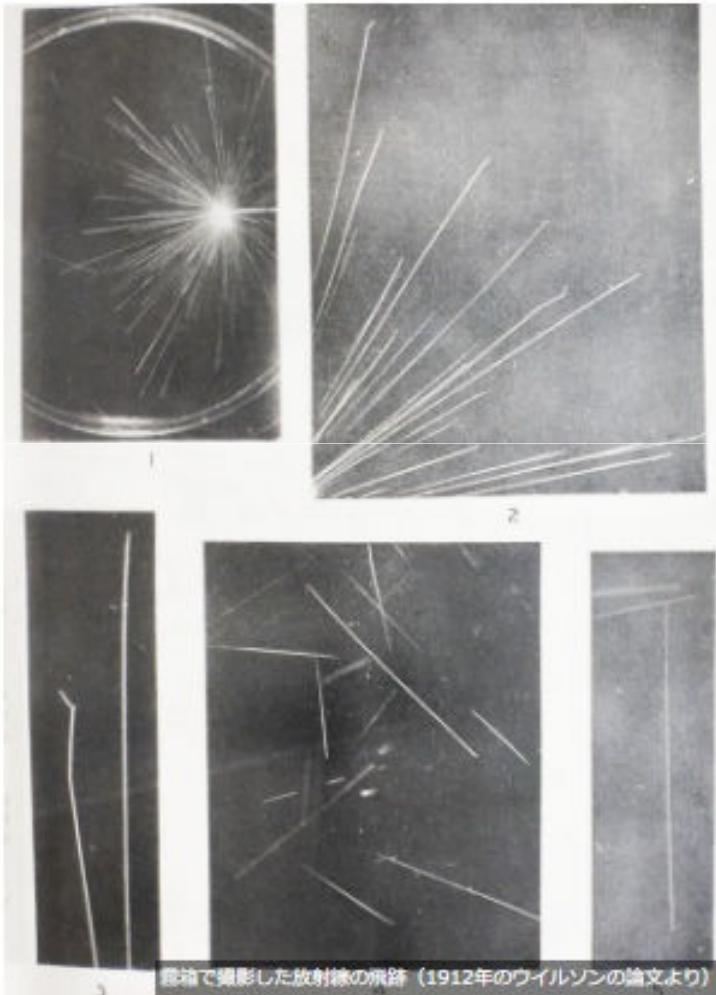
またその年代は?

- α 線、 β 線、 γ 線の名称を最初に使ったのは、**アーネスト・ラザフォード**です。彼は、これらの放射線がそれぞれ異なる性質を持つことを発見し、区別するためにこれらの名称を用いました。
- **発見の経緯と年代**
- **α 線と β 線:** 1899年、ラザフォードはウランから放出される放射線が、透過力の弱い α 線と透過力の強い β 線の2種類に分けられることを報告しました。
- **γ 線:** 1900年にフランスの科学者ポール・ヴィラールが、 β 線よりもさらに透過力の高い放射線を発見しました。1903年、ラザフォードはこの放射線を γ 線と命名しました。
- これらの研究を通じて、ラザフォードは「原子物理学の父」と呼ばれ、原子の構造や放射性崩壊の理解に大きく貢献しました。

出典を

- ご質問ありがとうございます。 α 線、 β 線、 γ 線の名称の出典について、科学史の文献や論文を参照して詳しくご説明します。
- α 線と β 線の名称の出典**
- アーネスト・ラザフォードは、1899年に発表した論文**「Uranium Radiation and the Electrical Conduction Produced by It」**（ウラン放射線とそれによって生じる電気伝導）の中で、ウランから放出される放射線が、透過力の異なる2つの成分からなることを報告しました。この論文の中で、彼は透過力が弱い方を「 α 線（alpha radiation）」、透過力が強い方を「 β 線（beta radiation）」と名付けました。
- この論文は、科学雑誌 **Philosophical Magazine** に掲載されました。
- γ 線の名称の出典**
- γ 線の発見者は、1900年にフランスの物理学者**ポール・ヴィラール**です。彼は、ラジウムから放出される放射線の中に、磁場や電場で曲がらない、透過力の非常に高い新たな放射線が存在することを発見しました。
- この放射線に対し、ラザフォードは1903年に**「 γ 線（gamma radiation）」**と命名しました。この名称は、 α 線、 β 線という先行する2つの放射線の名称に続く形で付けられました。ラザフォードはこの γ 線が、X線のように電荷を持たない電磁波であることも示しました。

威尔逊的1912年の論文



直線状の飛跡はベータ粒子（電子）、曲がった飛跡は**アルファ粒子（ヘリウム原子核）**の軌道を示しています。（典拠：youtube）

<https://www.youtube.com/watch?v=RwKcxzwgN8w>

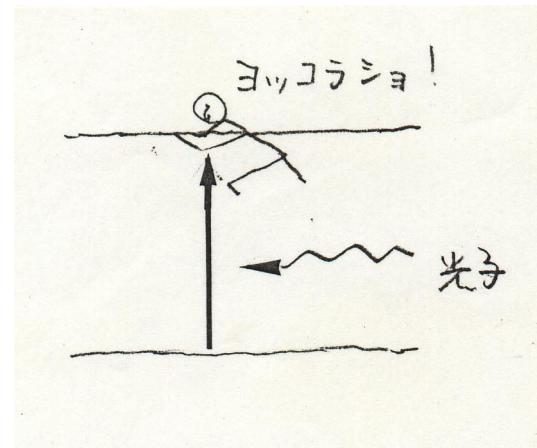
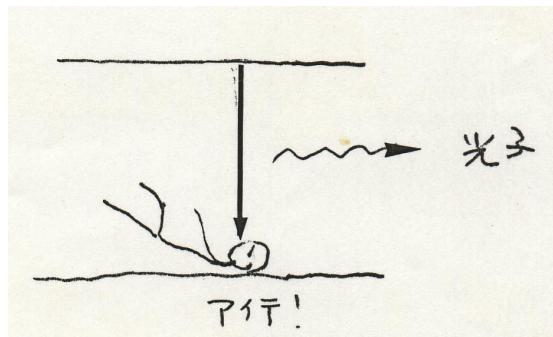
γ 線により生まれた電子の飛跡を捉えた霧箱の写真 は誰が初めて報告したのか？

ウィルソンがガンマ線によって生成された電子の飛跡を捉えたとされる
オリジナルの写真について、現時点で確認できる情報は見つかりません
でした。

霧箱の発明者であるC.T.R. ウィルソンが1910年にガンマ線による飛跡
を観測したと発表したことは知られていますが、その時の写真が一般に
公開されたり、広く知られたりしている例は少ないようです。

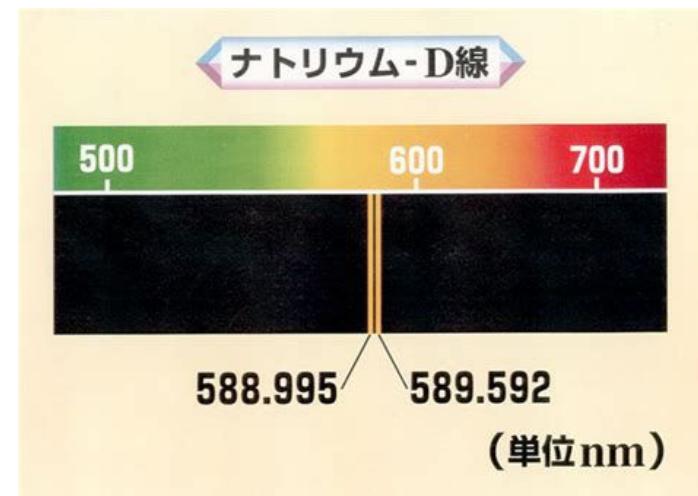
しかし、ガンマ線によって作られた飛跡は、基本的に**細く曲がりくねった電子（ベータ粒子）の飛跡**として観察されます。もし写真が存在する
ならば、それは背景に直接の飛跡がない細い線の飛跡が写っているもの
だと考えられます。

原子の放出する光

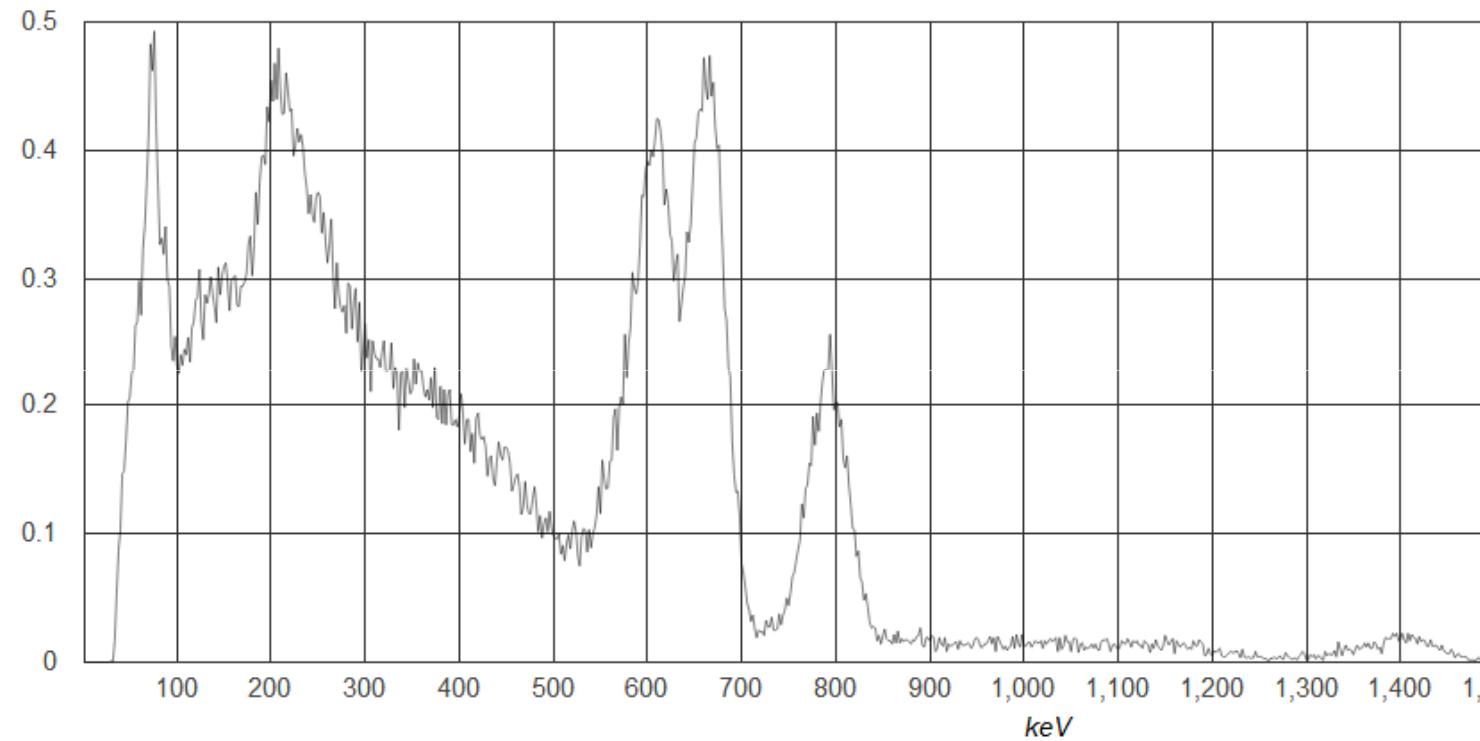


光は原子の指紋

カドミウム

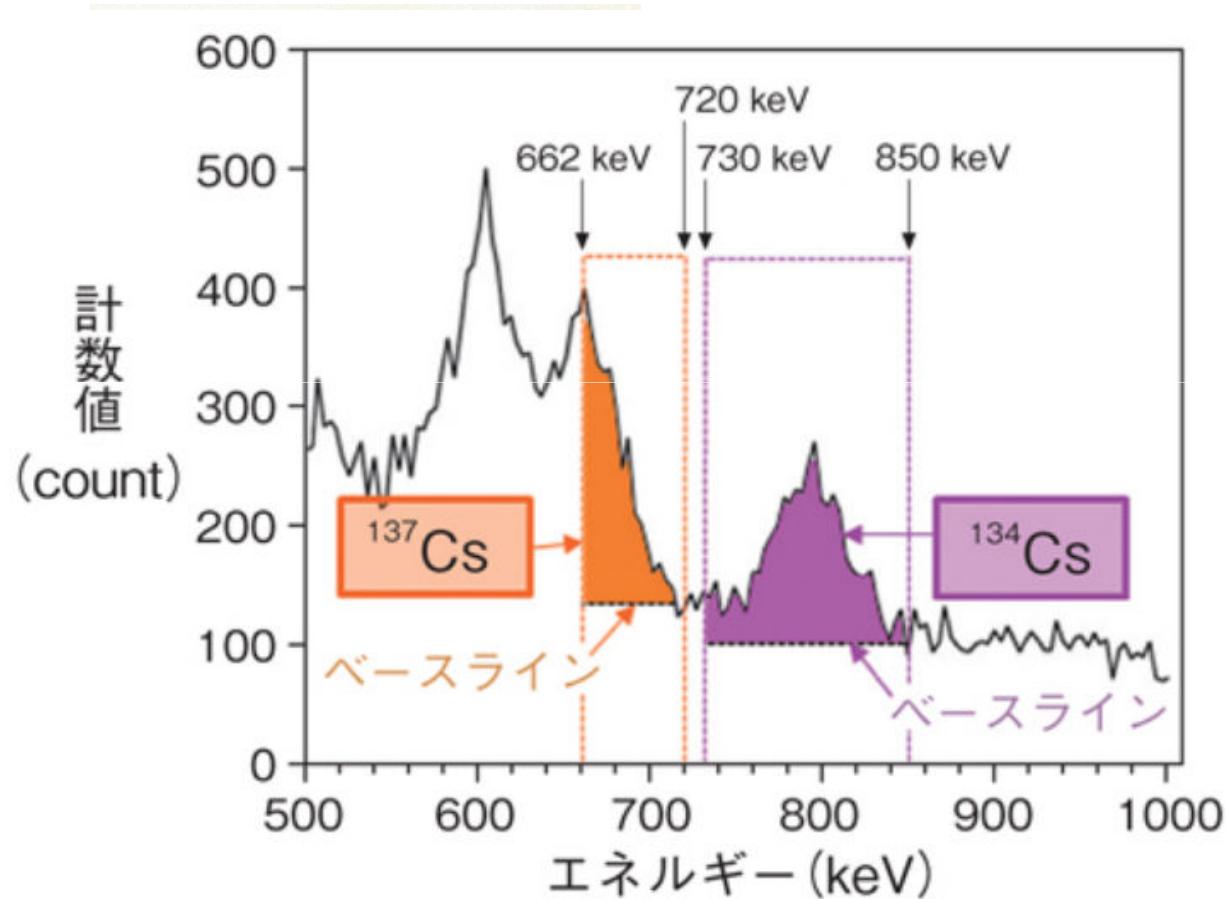


■問題1．柏市の土のスペクトルです。セシウム134(Cs134)、セシウム137(Cs137),カリウム(K40)の山はどれでしょうか？

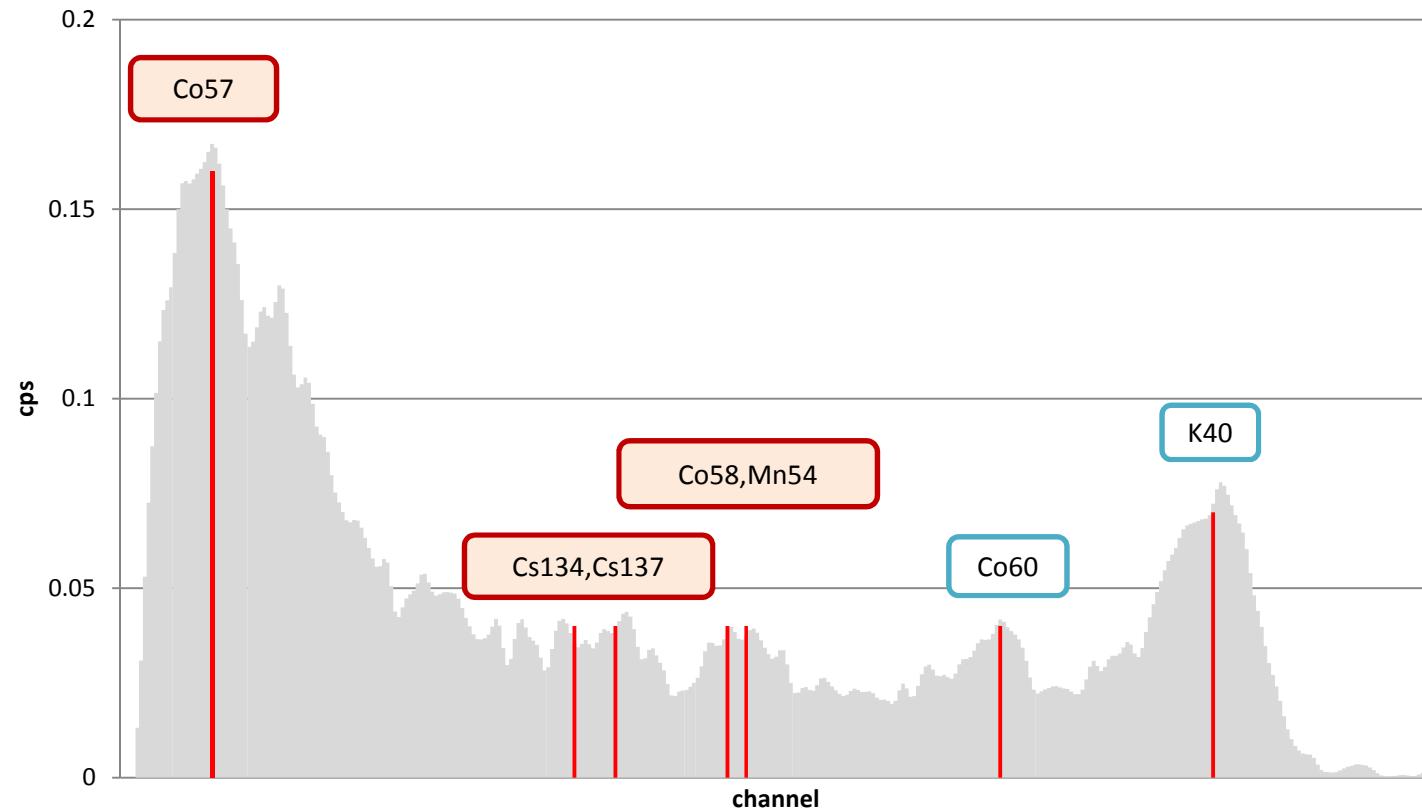


<http://bq-center.com/wordpress/?p=774>

原子核の放出する光(γ線)のスペクトル



原発作業員AさんのWBCスペクトル



γ 線は原子核の指紋