

# X線光電子分光法とは.

**X線を照射し、放出される電子のエネルギーを測定.**

**XPS : X-ray Photoelectron Spectroscopy.**

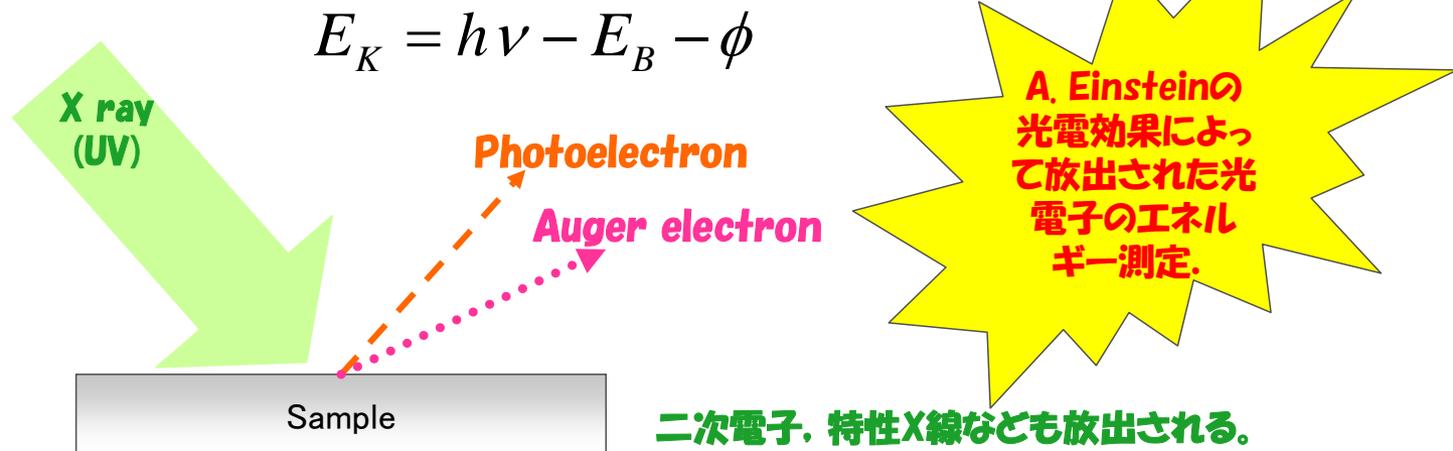
**≡ ESCA : Electron Spectroscopy for Chemical Analysis.**

**XPSのニックネーム!!**

“エックス・ピー・エス”より“エ・ス・ガ”の方が言い易い!! (最近はあまり使わない)

～ **UPS : Ultraviolet Photoelectron Spectroscopy.** ～

**PES : Photoelectron Spectroscopy.**



二次電子, 特性X線なども放出される.

光電効果については, 高校物理を思い出して!!

**X線光電子分光法では, 光電子とAuger電子を利用!!**

# X線光電子分光関連の歴史. (要素技術) FUJITSU

**1887 光電効果発見.** [H. Hertz] ……金属に光を照射すると電流が流れる.

**1895 X線発見(陰極線の研究中).** [W. Roentgen] ……未知の放射線 = X線

→→→第1回ノーベル物理学賞. (1901)

**1897 電子発見.** [J. J. Thomson] ……電子の質量/電荷比( $m/e$ )を求める事に成功.

M. Planckの黒体放射の論文(1900)を見て, 光は粒子であると確信.

ル物理学賞受賞. (1906)

**1905 「光量子仮説」で光電効果の理論付け.** [A. Einstein] **奇跡の年**

(1672「光は粒子」[A. Newton]) →→→ノーベル理学賞受賞. (1921)

・光量子仮説  
・フラウン運動  
・相対性理論

**1907 X線による光電効果発見.** [P. D. Innes]

**1912 Raueスポット撮影.** (結晶の原子間距離とX線波長が同程度)[M. Raue]

→→→ノーベル物理学賞受賞. (1914)

**1912 霧箱で電子を可視化.** [C. Wilson] …… J. J. Thomsonの弟子

**1913 「Braggの式」** ( $2d \sin \theta = n \lambda$ ) ……KCl, NaCl, KBr, KIの結晶構造決定.

H. BraggとL. Bragg親子

→→→ノーベル物理学賞受賞. (1915)

**1914 磁場型分光器発明.** [H. Robinson & W. F. Rawlinson]

**1914 「Rutherfordの式」** [E. Rutherford]  $E_K = h \nu - E_B$

**1921 CuとSeから発生する光電子を観測.** [L. de Broglie]

**1921 理論的にAuger遷移(電磁波放射を伴わない遷移)の存在提案.** [Klein & Rosseland]

**1923 Wilsonの霧箱中のKrにX線をあて, 放出電子の軌跡観測.**

**Auger電子発見.** [L. Meitner] (Augerの発表(1925)の2年前)

# XPSとAESの比較.

## ■ 共通点

- 放出された電子の運動エネルギーを計測.
- 分析対象はLi以上の全元素. (理由は微妙に違う.)
- 検出限界は, 約0.1原子%.
 

SIMSの感度が高い理由!!

  - …XPSのほうが有利. (バックグラウンドが小.)  $DL = k \frac{\sqrt{B}}{S}$
- 表面から数nm程度の深さ分析. (電子のエネルギー依存有.)
- イオンスパッタ併用で深さ方向分析が可.

## ■ XPSの長所(AESに対して)

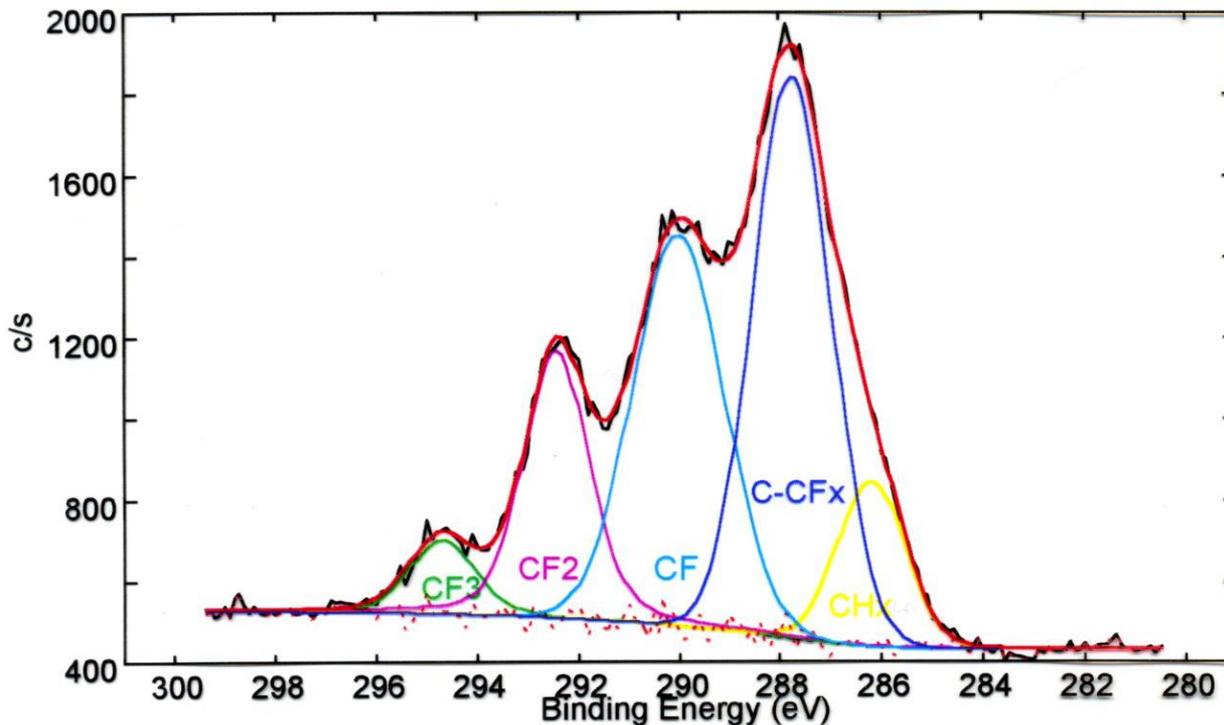
- 帯電の影響が軽微. …非モノクロの場合, ほとんど気にならない.
- 試料損傷が軽微. …通常は, <1500eVの電磁波. (Al-K $\alpha$ :1486.7eV)
- 化学状態分析が容易. (化学状態のデータベース, Auger電子.)
- 定量分析精度が高い. (XPS:面積強度, AES:微分強度)
- 対象照試料が幅広い. (有機物から金属, セラミクス etc.)

## ■ XPSの短所(AESに対して.)

バンドアライメントの計測も可.

- 微小領域分析が苦手. (XPS: 1 $\mu$ m程度 (KRATOS ULTRA 2), AES: <8nm)
- イオンスパッタ併用の深さ分析が苦手. (深さ分解能, 時間)

# SiO<sub>2</sub>/Si<sub>sub.</sub>をフロロカーボン(C<sub>x</sub>F<sub>y</sub>) フラズマでRIE後のC1sスペクトル。(化学状態分析)



**Fの配位数増に伴い、高結合エネルギー側にピーク出現。**

**SiO<sub>2</sub>をエッチングする際に、Siが露出するとフロロカーボンポリマーが形成され自己整合的にエッチングが停止する。(CO<sub>2</sub>になれない)**