

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.

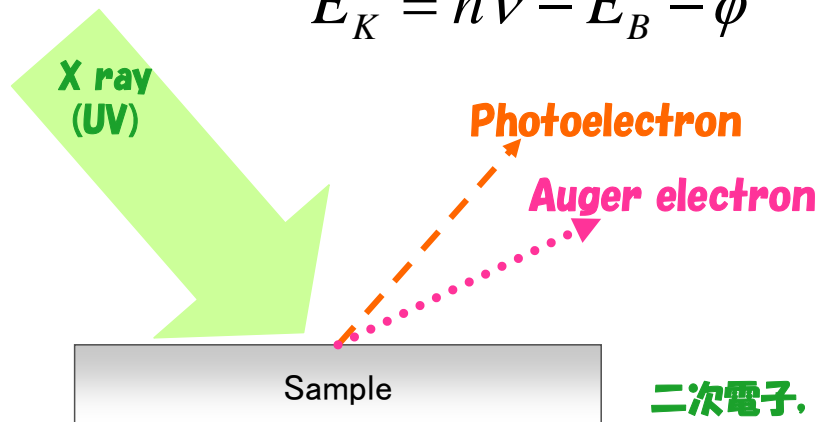
\equiv ESCA : Electron Spectroscopy for Chemical Analysis.

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.

$$E_K = h\nu - E_B - \phi$$



**A. Einsteinの
光電効果によっ
て放出された光
電子のエネル
ギー測定.**

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라운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%.
 ...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.

SIMSの感度が高い理由!!

■ XPSの長所(AESに対して)

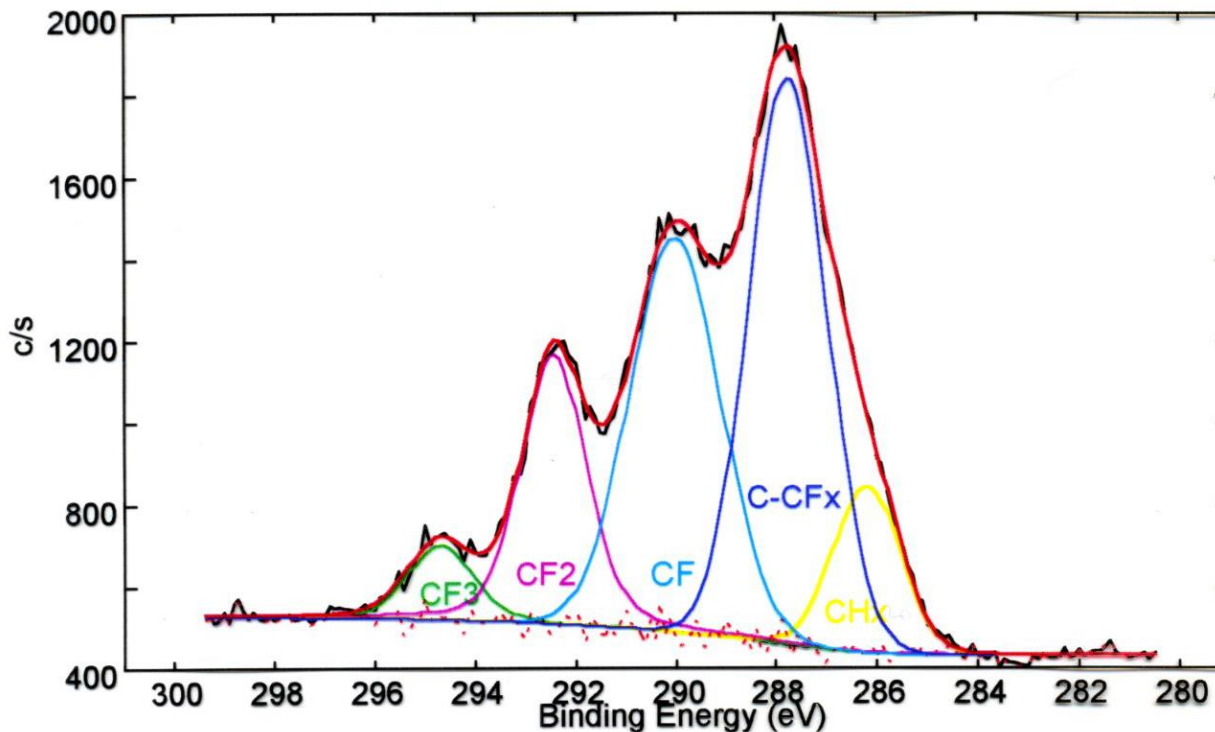
- 帯電の影響が軽微. ...非モ/クロの場合, ほとんど気にならない.
- 試料損傷が軽微. ...通常は, <1500eVの電磁波. (Al-K α :1486.7eV)
- 化学状態分析が容易. (化学状態のデータベース, Auger電子.)
- 定量分析精度が高い. (XPS:面積強度, AES:微分強度)
- 対象照試料が幅広い. (有機物から金属, セラミクス etc.)

バンドアライメントの計測も可.

■ XPSの短所(AESに対して.)

- 微小領域分析が苦手. (XPS: 1 μ 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)

$\text{SiO}_2/\text{Si}_{\text{sub.}}$ をフロロカーボン(C_xF_y) 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_2 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。(CO₂になれない)