

原子力・放射能基礎論

第 1 回講義「物理と化学」

講師：化学工学会 SCE・Net 郷 茂夫

<講義の目的>

原子力と放射能(放射線)を正確に理解するには、それに関連する物理と化学の勉強から入るのが有効である。この講義では、かつて高校や大学初年の頃に学んだ物理と化学の基礎の単なる復習ではなく、原子力と放射線との係わりにおいて、その物理・化学的な考え方や実際データを身につけることを目標とする。原子力や放射線は「怖い」という受け取り方は自然と思うが、どういう事情で「怖い」ものなのかを理解するための基礎知識を提供することを目的とする。

<講義概要>

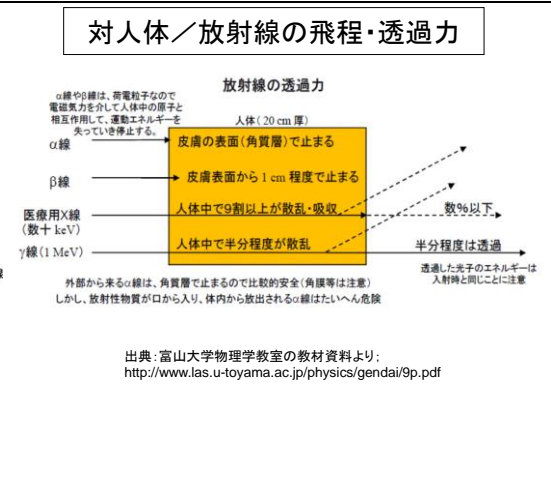
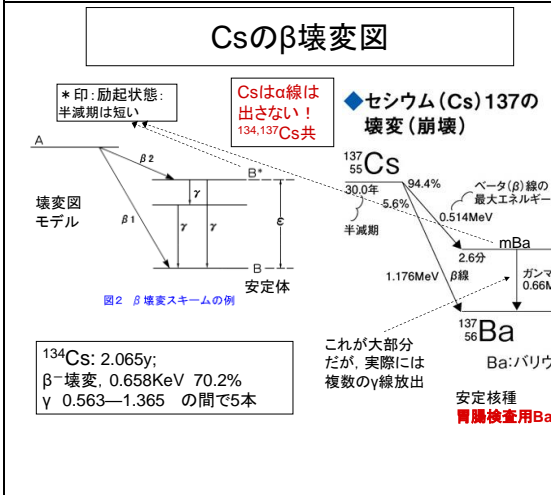
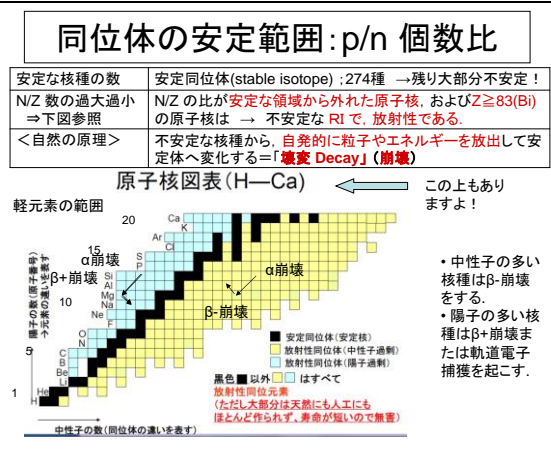
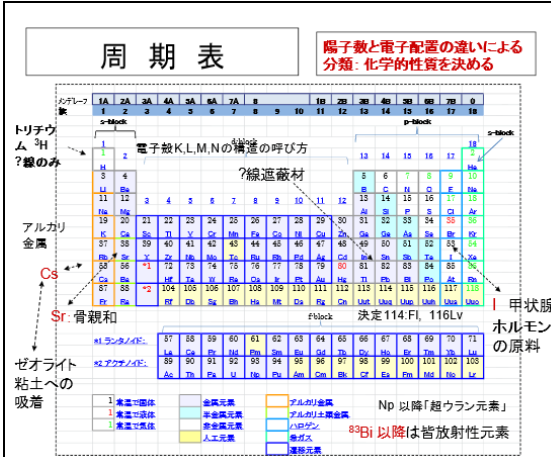
(1) まず元素・原子・原子核の基礎を学ぶ；よく使われる物理化学定数とエネルギー単位（原子力・放射線物理では、10 の 20 乗や 30 乗などと言う超巨大な数がよく使われるので）、原子と原子核と電子の構造、元素の種類（昔習った周期表）と原子の種類（核種表）の違いの理解から物質の成り立ちを知る、放射性同位体（天然と人工がある）の定義と種類、地殻と人体の組成の類似性や差異を見て、身体の中には放射性元素が大昔から存在していたことを認識する。

(2) 放射線とはわかったようでわかりにくい面があるので頭を整理したい。放射線（ α 線、 β 線、 γ 線等）を出す元である不安定核種の壊変（崩壊）現象と崩壊熱の発生、放射線が出る元原子と出た後の原子の状態、いわば放射線が生まれてから死ぬまでの一生姿を見る。次に、放射線の種類、放射線の物理・化学の単位、「強い放射線」とはよく言うが一体それは何なのか、さらに、放射線の性質（エネルギー、飛程、透過度、化学反応を引き起こすこと）を学び放射線を区別することを知る。

(3) 最後に、人間が太古より親しんできた化学反応（火）と、扱い始めてからまだたった 100 年ほどしかたない核反応の違いを学ぶ。この両者には大差があり、ざっと百万倍違うのである。人間の遠い将来はこの「原子力が生むエネルギー」をうまく制御して使わなければ、他に生きる道は無いことを認識する。

<主な内容>

1. よく使う物理化学定数とエネルギーの単位
2. 原子の構成、周期表、核種表、同位体
3. 不安定核種の壊変（崩壊）現象
4. 放射線の種類
5. 放射線と物質の相互作用
6. 放射線の性質；エネルギー、飛程、透過度
7. 化学反応と核反応の違い



化学反応の例

メタン(都市ガス)の燃焼:

$$\text{CH}_4(\text{g}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 890 \text{ kJ/mol}$$

(= 55.6 kJ/g-CH4)

灯油の燃焼熱: 47kJ前後/1g
ガス爆発: 瞬時に起こり, 超高速な衝撃波(下も同じ)

ダイナマイトの爆発:

ダイナマイトはニトログリセリンを基材とした爆薬

$$\text{C}_3\text{H}_5(\text{ONO}_2)_3 \rightarrow 3\text{CO}_2 + 5/2\text{H}_2\text{O} + 3/2\text{N}_2 + 1/4\text{O}_2 + 1,530\text{kJ/mol}$$

ニトログリセリンの爆発熱: 6.6 kJ/1g-ニトログリセリン
爆発生成ガスの体積は715L/kg(標準状態), 熱も大量に出る, 更に膨張が起こる; この変化が非常に短時間で起こる為, 爆弾薬として用いられる。

核反応の例

137Cs の崩壊エネルギー:

ベータ線: 0.514MeV/本 = 4.93*10⁷ kJ/mol = 3.6*10⁵ kJ/g
ガンマ線: 0.662MeV/本 = 6.35*10⁷ kJ/mol = 4.6*10⁵ kJ/g

崩壊のエネルギー(化学との)比較; ざっと 1万倍~10万倍

235U の核分裂反応の発生エネルギー:

生じる中性子数とエネルギーの平均値として,
235U + 中性子 → 核分裂片 + 2.52 中性子 + 180 MeV
= 1.73*10¹⁰ kJ/mol = 7.3*10⁷ kJ/g
百万キロワット級原発では, 約3.5kg/Day の 235U を使っていること。

化学反応とのエネルギー比較; 幅は様々だが, 重量当たり, ざっと百万倍

