

# 主題科目テーマ講義「放射線を科学的に理解する」

## 成績評価

## 《物理分野レポート課題》

出席とレポートで合否判定

## レポート

各分野ごとに1本選択、合計3本（それより多く提出してもよい）

物理：鳥居、石渡 締切：12月22日(木)

化学：小豆川 締切：12月22日(木)

生命：渡邊、中川、藤原 締切：1月20日(金)

## レポート 物理分野（鳥居）#1

放射線と物質（原子・分子）との相互作用の知識をもとに、GM管がどうやって放射線を計測するのか、その動作原理について説明した後、 $\alpha$ 線、 $\beta$ 線、 $\gamma$ 線が入射したとき、それぞれの場合について反応過程と検出効率について述べよ。

（※ 参考文献：基礎物理学実験教科書 霧箱・GM管）

## レポート 物理分野（鳥居）#2

原子炉内で核分裂または放射化により生成する放射性核種について、 $\alpha$ 崩壊の系列、 $\beta$ 崩壊の系列ごとに整理して述べよ。また、多種多様な核分裂生成物のうち $^{131}\text{I}$ や $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{90}\text{Sr}$ などが特に問題となるのはなぜか。

## レポート 物理分野（鳥居）#3

以下の計算課題 (A)～(E) から2題以上を選び回答。

### (A) $^{40}\text{K}$ の内部被曝

体重 60 kg の人の体内にはカリウム元素が通常 130 g 程度含まれている。このうち 0.0117% は放射性同位体の  $^{40}\text{K}$ （半減期 12.8億年）である。

(i) この  $^{40}\text{K}$  による放射能は何ベクレルか。

(ii) 1 Bq の  $^{40}\text{K}$  が体全体に与える実効線量率は何  $\mu\text{Sv/h}$  と見積もられるか。

(iii) 体内にある  $^{40}\text{K}$  による被曝は年間何 mSv/年 に相当するか。

**(B) 放射性セシウムの除染と空間線量率**

福島市では今も空間線量率（地上 1 m）が  $1 \mu\text{Sv/h}$  という高い値が続いている。以下の問いにおいて、放射性セシウムはすべて  $^{137}\text{Cs}$  だと仮定して答えよ。余力のある人は放射能の半分が  $^{137}\text{Cs}$ 、半分が  $^{134}\text{Cs}$  であるとして計算できるとなおよ。い。

- (i) 地表に一様に付着した放射性セシウムがその主な原因だとすると、その密度は何  $\text{Bq/m}^2$  と見積もられるか。
- (ii) 周囲の半径 10 m を除染して、その範囲内で地表の放射性セシウムの量を 5分の1に下げられるとする。（ただし半径 10 m の外はそのまま。）空間線量率はいくらに下がるだろうか。周りには建物などなく、平らな土地であるとして計算してみよ。

**(C)  $^{131}\text{I}$  の崩壊熱**

福島第一原発から放出された  $^{131}\text{I}$  は 15万 TBq ( $T=10^{12}$ ) と言われている。原子炉の中には、当初その10倍前後の  $^{131}\text{I}$  が、1号機から3号機までの各々の炉内に存在していた。

- (i) 放出された  $^{131}\text{I}$  は全部で何グラムに相当するか。
- (ii) 各炉内において、 $^{131}\text{I}$  による崩壊熱は当初何ワットであったと推定されるか。放出される  $\beta$  線と  $\gamma$  線のどちらも炉内の水で全てのエネルギーを失うとして計算するとよい。  
(※ 実際の炉内では他のありとあらゆる核種による崩壊熱が積算される。)
- (iii) 原子炉容器内の適当な水量を仮定して、 $^{131}\text{I}$  の寄与による温度上昇率を見積もってみよ。なお、水の冷却循環装置は電源喪失のため止まっていた。

**(D)  $\alpha$  線の内部被曝**

$\alpha$  線の内部被曝に注意が必要な理由を述べ、何か例を選んでエネルギー付与や線量の計算をしてみよ。

**(E) 原子物理学**

- (i) 5 MeV の  $\alpha$  線はいかほどの速さか。5 MeV の  $\beta$  線ではどうか。光速と比較してみよ。
- (ii) 鉛の  $K\alpha$ -X 線（2p準位から 1s準位に遷移するとき発するX線）のエネルギーを求めよ。

**レポート 物理分野（原子力工学：石渡先生）**

次のいずれかについてA4レポート用紙3～5ページで論述せよ。

1. 2050年および2100年における日本、米国、中国、欧州、および（現在の）発展途上国のエネルギー構造のあり方について、理由とともに考えを述べよ。
2. 現在運転中の軽水炉の安全性を高めるための技術的対策。
3. リスク認知と心理について具体例(原子力に限らない)と考察
4. 講義で紹介した安全強化型軽水炉の1つについて、技術的詳細

信頼できる統計や事実に基づいて根拠(出展)を挙げて述べてください。