

20-4 放射線利用【選択科目Ⅱ】

Ⅱ 次の2問題（Ⅱ-1，Ⅱ-2）について解答せよ。（問題ごとに答案用紙を替えること。）

Ⅱ-1 次の4設問（Ⅱ-1-1～Ⅱ-1-4）のうち2設問を選び解答せよ。（設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し，それぞれ1枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 放射線の直接効果と間接効果を説明し，DNAに対するそれらの効果を簡潔に解説せよ。

Ⅱ-1-2 X線を利用した（1）無機系材料及び（2）生体系物質のイメージングにおいて，考慮すべき重要なコントラスト形成過程とその差異に言及しつつ，それぞれの応用例を簡潔に解説せよ。

Ⅱ-1-3 放射線を利用した医療診断技術を3つ挙げ，それぞれについて簡潔に解説せよ。

Ⅱ-1-4 機能性素子やエネルギー関連構造材料などでは，混入水素の影響を評価することが重要である。放射線を利用した2種類の水素原子検出法について，原理に言及しつつ，その差異を簡潔に解説せよ。

Ⅱ－２ 次の２設問（Ⅱ－２－１，Ⅱ－２－２）のうち１設問を選び解答せよ。（解答設問番号を明記し，答案用紙２枚以内にまとめよ。）

Ⅱ－２－１ 我が国では，放射線を用いたがんの診断や治療，また，突然変異育種等が盛んに行われている。そこで，基礎的な調査研究として種々の細胞の放射線影響を調べる業務を行うこととなった。この業務を担当者として進めるに当たり，下記の内容について記述せよ。なお，用いる放射線は，ガンマ線と重イオンとし，放射線による細胞の致死と突然変異への影響を調べるものとする。

- (1) 計画策定に当たって調査・検討すべき事項
- (2) 業務を進める手順
- (3) 業務を進めるに当たって留意すべき事項

Ⅱ－２－２ γ 線による構造体内部のイメージングは様々な分野で利用されてきたが，近年，より高い信号/ノイズ比と原子核にまで遡った物質識別能力が要求されつつある。 γ 線のエネルギーを高精度に制御することにより，この様な要求に対処することを想定して，以下の問いに答えよ。

- (1) エネルギー可変な γ 線を発生させるために利用すべき原理と発生する放射線の特徴について，記述せよ。
- (2) MeV領域の γ 線を発生させるために必要な基本的な機器構成と，エネルギー可変な γ 線源としての利用方法について，簡潔に記述せよ。
- (3) エネルギー可変なMeV領域の γ 線を用いて可能になると想定される物質識別の原理と応用例を，簡潔に示せ。

20-4 放射線利用【選択科目Ⅲ】

Ⅲ 次の2問題（Ⅲ-1，Ⅲ-2）のうち1問題を選び解答せよ。（解答問題番号を明記し，答案用紙3枚以内にまとめよ。）

Ⅲ-1 我が国では，世界に先駆けてホウ素中性子捕捉療法（BNCT）によるがん治療の研究開発が進められている。BNCTは，従来の標準的な治療では治療が困難な，悪性度の高い脳腫瘍などで優れた効果を示すと考えられる放射線治療法であり，最近は加速器中性子源の開発により，その実用化が期待されている。そういった状況を考慮して，以下の問いに答えよ。

- (1) 多くの患者が安全，安心で効果的な治療を受けられるために，検討しなければならない技術的課題を多面的に述べよ。
- (2) 上述した検討すべき項目に対して，あなたが最も大きな技術的課題と考えるものを1つ挙げ，適切な解決策を提示せよ。
- (3) あなたの提示した解決策がもたらす効果を具体的に示すとともに，それを実施する際の問題点について述べよ。

Ⅲ-2 機能性素子や構造材料などでは，原子空孔や其の集合体等の評価が，機能性向上や材料の寿命予測などに重要な役割を果たす。ところがこれらの欠陥のサイズ分布や空間分布の情報を得るには，困難がつきまとう。放射線を高度に制御・計測して，この様な状況に対処することを想定して，以下の問いに答えよ。

- (1) 原子空孔やその集合体を検出するために有用な放射線の種類と利用すべき相互作用過程について述べよ。
- (2) この手法において，エネルギーを制御したビーム状の放射線を利用すると，表面からの深さに依存した情報が得られる。この放射線の発生及びエネルギー制御のプロセスについて具体的，かつ簡潔に述べよ。
- (3) ここで示された手法により解決可能な物質科学上の課題を簡潔に述べるとともに，更なる展開に向けたアイディアを述べよ。