

20-5 放射線防護【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 体内に取り込んだ放射性物質の減衰特性は、① 物理学的半減期、② 生物学的半減期、③ 実効半減期 を使って説明できる。これら3種類の用語の意味を述べ、さらに、東京電力福島第一原子力発電所事故で周辺環境に放出されたヨウ素131、及びセシウム137のそれぞれの物理学的半減期、及び生物学的半減期を実際を使ってそれぞれの実効半減期を求めよ。ただし、ヨウ素131及びセシウム137の生物学的半減期はそれぞれ80日、及び100日とする。

Ⅱ-1-2 放射線被ばくによって増えた生涯のがん死亡リスク（過剰リスク）を表現するのに、“過剰相対リスク”を使うやり方と、“過剰絶対リスク”を使うやり方がある。仮に被ばくしていない集団1,000人のうち300人ががんで死亡し、100 mSvの低線量被ばくした集団1,000人のうち305人ががんで死亡したとする。この時、被ばくした集団では、被ばくしていない集団に比べ、生涯のがん死亡リスクがどの程度増えたことになるか、“過剰相対リスク”及び“過剰絶対リスク”のそれぞれで評価し、さらに、これらを使って一般の方に放射線リスクを説明する際、留意すべき点を述べよ。

Ⅱ-1-3 放射線防護に関する線量の種類の中には、吸収線量、実効線量、等価線量、1 cm線量当量 $\{H^*(10)\}$ がある。それぞれについてどのような量を表しているか、単位を示して違いが分かるように説明せよ。ただし、説明には必要に応じて「確定的影響」、「確率的影響」の用語を用いること。

Ⅱ-1-4 内部被ばくの測定手法として、鼻孔スミア、体外計測法、及びバイオアッセイを取り上げ、それぞれの特徴について述べよ。なお、それぞれの手法に適した核種を対象事例として、長所、短所についても言及すること。

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 福島県内に住む人達の勉強会で、「福島第一原子力発電所事故による追加線量（事故から約３年半が経過した現在，食による内部被ばく線量は小さく，ここでは外部被ばく線量だけとする。）と，自然放射線及び医療検査で受ける被ばく線量（自然放射線量と略す。）を比較したい。」と要望され，あなたが放射線防護の専門家として，「“自然放射線量”と“追加線量”を試算する手順の指導」を要請されたとする。

(1) 身の回りにある自然放射線と人工放射線の種類と被ばくの形態（外部被ばくか内部被ばくか）を述べよ。

(2) 放射線医学総合研究所作成の「放射線被ばくの早見図」，及び環境省の「追加被ばく線量年間１ミリシーベルトの考え方」をそれぞれ参考にして，１年間に受けた“自然放射線量（実効線量）”及び“追加線量（実効線量）”を試算するとともに，２種類の放射線量を比較し，あなたの所見を述べよ。ただし，試算対象者は，① １階建ての木造家屋（屋外の空間線量率は毎時 $0.44\mu\text{Sv}$ ）に住み，② 昨年１年間に１回の胸部X線集団検診，及び胃のX線検診（バリウム）を受けたとする。なお，自然放射線による被ばく線量は，“原子力安全研究協会編：新版生活環境放射線（国民線量の算定）2011年12月”の「自然放射線による国民一人当たりの年間実効線量（ $\text{mSv}/\text{年}$ ）」を引用する。

(3) 生活環境や生活パターンが異なる人達に，自然放射線量及び追加線量を試算する手順を指導するに当たって，留意すべき事項を，あなたが重要と考える順に５つ挙げ，選んだ理由を述べよ。

Ⅱ－２－２ 原子力発電所事故発生直後に採取された環境試料の測定においては，平常時と異なり様々な核種が高いレベルで検出され，結果の解釈など特に留意する必要がある。あなたがGe半導体検出器を利用する測定評価の担当責任者であると仮定して，上記のような事故直後に採取された土壌試料の測定を依頼されたとする。このような状況において，以下の問いに答えよ。

(1) 測定に当たって留意すべき事項を述べよ。

(2) しばらく日数を置いてからの再測定の有効性について述べよ。

(3) 測定で得られたスペクトルの解析に当たり，Cs-134やI-132の事例に触れて留意すべき事項を述べよ。

20-5 放射線防護【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 原子力規制委員会は2013年11月20日、東京電力福島第一原子力発電所事故で避難した住民の帰還に向けて、帰還後の住民の放射線管理は、従来の空間線量率「場の線量」から推定される被ばく線量ではなく、個人線量計を用いて測定された個人の被ばく線量「個人線量」を用いるべきであるとの見解を示した。以下の問いに答えよ。

- (1) 「場の線量」から「個人線量」にシフトされた経緯についてあなたの知見を述べよ。
- (2) 「場の線量」から推定して求めた個人の線量と、個人線量計を用いて測定された「個人線量」に生じる数値的な差異について解説せよ。
- (3) 個人線量計により測定された「個人線量」を用いて帰還住民の日常の放射線管理を行うに当たって、あなたが最も重要と考える課題を1つ挙げ、これを解決するための方策を論ぜよ。

Ⅲ-2 IAEAによる文書では、天然起源の放射能濃度の世界的な分布に基づき、規制免除レベルとしてウラン系列、トリウム系列の永続平衡状態を仮定し、親核種に対して1 Bq/gの値が適用されている。我が国でもこのIAEAの基準に沿って、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（以下、「規制法」という。）の規制対象外のウラン又はトリウムを含む原材料、製品等の安全な取扱いについて、事業者に自主管理を求めることとし、「ウラン又はトリウムを含む原材料、製品等の安全確保に関するガイドライン」（平成21年6月26日文部科学省）が出されている。

ある中間製品を製造する規制法対象外の工場において、使用を予定している原料鉱物（ジルコンサンド）中のウラン238濃度を測定したところ5 Bq/gであった。この原料鉱物を使用するに当たって、以下の問いに答えよ。

- (1) ICRP1990年勧告では天然起源の放射性物質についてどのような立場か記述せよ。
- (2) 上記工場において放射線防護上、検討すべき項目を多様な観点から記述せよ。
- (3) 上述した検討すべき項目のうち、あなたが重要であると考えられる技術的課題を1つ挙げ、それに必要な実施項目と実現可能な被ばく低減対策を3つ以上提示せよ。
- (4) あなたが提示した対策がもたらす効果やメリットを示すとともに、そこに潜むリスクやデメリットについても記述せよ。