

放射線発生装置使用施設における 空気の放射化について



高エネルギー加速器研究機構

放射線発生装置使用に伴う 空気の放射化の発生

- (1) 加速粒子、制動放射線が空気中に引き出されることによる放射化
 - 酸素、窒素からの短寿命の放射性核種の生成
 - 高エネルギーではトリチウム、Be-7など大気上層で生成する核種と同様のものが生成
- (2) ターゲットなどで核反応が生じ、中性子が発生することによる放射化
 - 空気に微量に含まれるアルゴンの放射化

医療用電子直線加速装置

計算条件

- 放射化領域はX線の照射範囲(床、壁まで):
 $0.5\text{m} \times 0.5\text{m} \times 4\text{m(L)} = 1\text{m}^3$
- 放射化が発生する照射時間: 1回あたり1分、1日あたり15MeV、6Gyで30回照射
- 照射室内容積: $8.5 \times 7 \times 3\text{(H)} = 178\text{m}^3$
- 実測データから推定される生成放射能をもとに計算する

直線加速装置の計算結果

生成核種(半減期)	O-15(2分)	N-13(10分)
濃度限度の1/10(Bq/cm ³)	0.02	0.02
照射直後の室内の最大濃度(Bq/cm ³)	0.016	0.0026
濃度/濃度限度の1/10	0.8	0.13
15分後の濃度(Bq/cm ³)	0.00009	0.00092
15分後濃度/濃度限度の1/10	0.0045	0.046

まとめ

- 照射終了直後の照射室内の最大濃度が空气中濃度限度の1/10を超えることはなく、次の照射が始まるまでには減衰するため、放射能の蓄積は考慮する必要はない。従って、1/10を超えることはない。
- また、患者が出入りする迷路側においても、フィルタで採取した放射性エアロゾルの濃度は照射室内に比べ1/3以下になっていたことから、その先に存在する事業所境界においては、濃度がさらに下がることは自明であり、事業所境界での線量限度は十分担保できる。

陽子線治療施設

計算条件

- 照射時間: 3分間、10Gy照射
- 空気の照射領域: $0.5 \times 0.5 \times 1(L) = 0.25\text{m}^3$
- 照射回数: 1時間2回、2室合計30回
- 一体として空調管理を行っている回転ガントリー一室を含む容積: 3000m^3
- 生成放射能は実測から求めた放射能を用いる

陽子線照射施設の結果

生成核種(半減期)	O-15(2分)	N-13(10分)	C-11(20分)	比の和
濃度限度の1/10(Bq/cm ³)	0.02	0.02	0.02	
照射直後の室内の最大濃度(Bq/cm ³)	1.6×10^{-4}	5×10^{-5}	5×10^{-5}	
濃度/濃度限度の1/10	8.0×10^{-3}	2.5×10^{-3}	2.5×10^{-3}	1.3×10^{-2}
30分後の室内濃度(Bq/cm ³)	4.9×10^{-9}	6.3×10^{-6}	1.8×10^{-5}	
濃度/濃度限度の1/10	2.4×10^{-7}	3.1×10^{-4}	8.8×10^{-4}	1.2×10^{-3}

まとめ

- 電子直線加速装置の場合と同様に、生成核種は短寿命のものである。
- 照射直後の最大放射能濃度は回転ガントリー室の容積が大きいため、空气中濃度限度の1/10を大きく下回っている。
- 30分後に次の照射を行う際には、放射能は十分に減衰する。
- 1日15回の照射終了直後のC-11で濃度は、1回目の直後に比べて1.5倍程度であり、放射能の蓄積は問題とはならない。
- 迷路側において、照射室内に比べて放射性エアロゾルの濃度は照射室内に比べ1/3以下になっていたことから、管理区域境界、事業所境界において更に濃度は低くなることは自明である。

重粒子線治療施設

計算条件

- 照射時間: 2分間、10Gy照射
- 空気の照射領域: $0.5 \times 0.5 \times 1(L) = 0.25\text{m}^3$
- 照射回数: 3室合計30回
- 各照射室内容積: 200m^3
- 生成放射能は実測から求めた放射能を用いる

重粒子線照射施設の結果

	O-14	O-15	N-13	C-11	Ar-41	比の和
室内濃度(Bq/cm ³)	2.7E-04	3.7E-04	4.5E-04	3.0E-05	2.0E-06	
濃度限度の 1/10(Bq/cm ³)	4.0E-03	2.0E-02	2.0E-02	2.0E-02	1.0E-02	
濃度/濃度限度の 1/10	6.7E-02	1.8E-02	2.2E-02	1.5E-03	2.0E-04	1.1E-01

電子直線加速装置、陽子線照射施設の場合と同様に、生成核種は短寿命のものである。
照射直後の最大放射能濃度は空气中濃度限度の1/10を下回っており、電子直線加速装置、陽子線照射施設の場合と同様の結論となる。

医療用の放射線発生装置使用施設 での空気の放射化

- 運転が定式化しており、1日の照射回数が限定され、短時間照射の繰り返しである。
- 生成する主要核種は短寿命であるため、次の照射までに減衰することから、照射直後の最大時点で空气中濃度限度の1/10を超えていなければ、1日においても、また、3月においても超えることはない。
- 照射室外までの空気の拡散を考慮すると、照射室外においては更に放射能の減衰と、濃度の希釈効果が生じるために空气中濃度限度の1/10を十分に下回ることは明らかであり、事業所境界での線量限度は十分担保できる。