

## 合理的放射線安全確保

### 背景・目的

一般公衆に対する放射線防護は、公衆の線量限度である 1mSv/y (1時間あたりの平均値で約0.11  $\mu$ Sv) よりも低い線量領域でも、人工放射性核種からの被ばく線量を合理的に達成できる限り低くすることが原則となっており、1mSv/y以下の極低い線量でも様々な防護基準の遵守が求められている。また、輸送の防護基準では、原子炉廃止措置の進展に伴い、大型の廃棄物コンテナによる放射性廃棄物の輸送の実現が期待されている。

本課題では、測定技術や安全性評価技術の高度化を通じて、放射線安全基準を満足する合理的な考え方や適合判断手法を提案する。

### 主な成果

#### 1. 日本のバックグラウンド (BG) がんリスクに基づく人工放射性核種リスク

日本の都道府県毎の死亡率データを用い、国際放射線防護委員会 (ICRP) が定義するリスクの考え方に基づく BG がんリスク (すでに存在しているリスク) の確率分布、ならびに公衆の線量限度に基づく人工放射性核種からの最大想定リスク分布 (線量限度をぎりぎりに遵守しようとした時の想定上のリスク分布) の評価を行った (図1)。この結果、人工放射性核種からの最大想定リスク分布の98%以上は、BG がんリスクの標準偏差1 $\sigma$ に相当するリスクよりも小さいことがわかった。このことから、公衆の線量限度を遵守できる放射線防護を実施していれば、一般公衆は、BG がんリスクのばらつきの中に埋もれてしまうほどの小さなリスクしか受けないことが明らかとなった。

#### 2. 大型の廃棄物の合理的な輸送を目指した放射能分布評価技術の開発

原子炉施設の廃止措置等に伴って発生する大型の解体廃棄物は、比放射能 (放射能濃度) が全体にわたって分布していることを示すことで、現行の放射性廃棄物の輸送と同等に取り扱うことが可能となる。そこで、当研究所では、ステレオ撮影技術、 $\gamma$ 線のモンテカルロ輸送計算法、 $\gamma$ 線測定を連続的に活用した高精度な比放射能分布評価手法を開発してきた (図2)。

本手法の性能を明らかにするために、まず大型模擬廃棄物と標準線源を用いて BG 計数率の推定精度を実験的に評価し、BG 計数率は $\pm 30\%$ 程度以内の精度で推定できることを明らかにした。次に、処分容器への廃棄物収納条件、放射線測定条件および放射能評価不確かさの関係を、充填率をパラメータとして評価した。その結果、本手法は、充填率が比較的高い条件であっても、数回程度の $\gamma$ 線測定で輸送要件の確認が可能であり、実用的な測定方法であることが示された。また、本手法を適用した際の大型廃棄物の製作工程 (処分容器への廃棄物収納工程) に与える影響は、充填率が11%程度の典型的な大型廃棄物の場合で、時間増加は約10%程度で済むことが示された (表1) [L10008]。

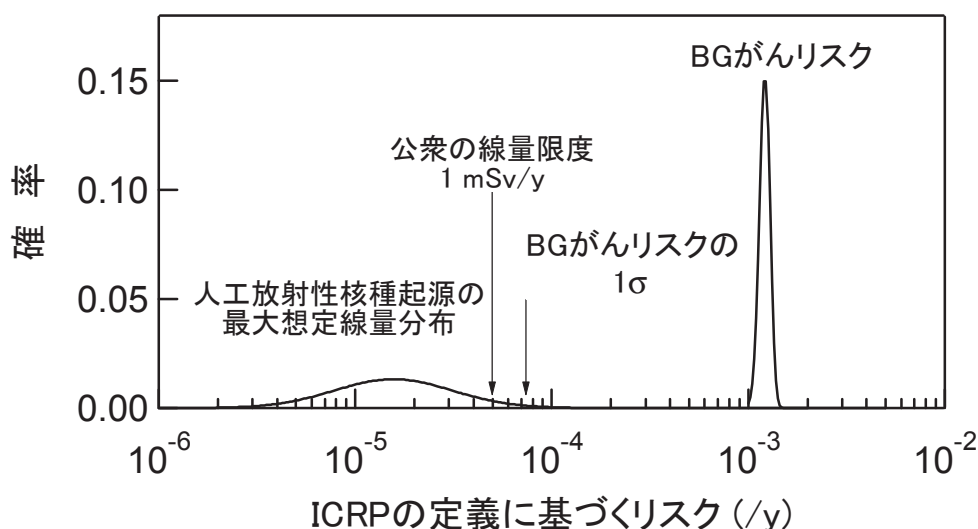


図1 日本のバックグラウンドがんリスクと最大の人工放射性核種リスクの比較

BGがんリスクの確率分布は、正規分布として取り扱うことができ、その算術平均値は  $1.2 \times 10^{-3}/y$  であり、標準偏差の  $1\sigma$  に相当するリスクは  $7.4 \times 10^{-5}/y$  であった。公衆の線量限度である  $1 \text{ mSv}/y$  や人工放射性核種に起因すると想定できる最大のリスク分布は、BGがんリスクの  $1\sigma$  に相当するリスクよりも小さい。

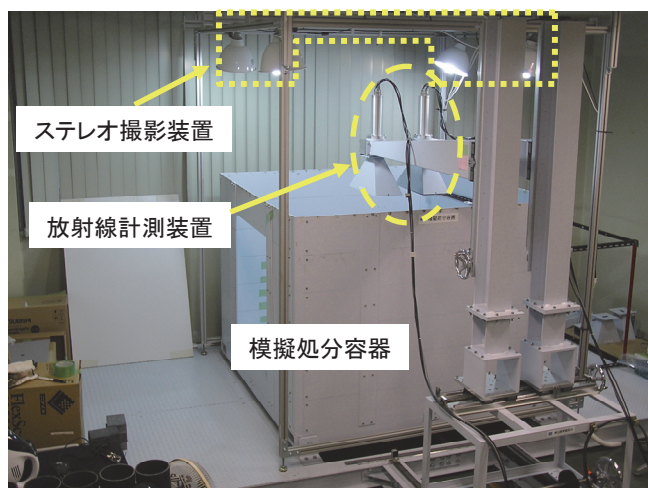


図2 大型廃棄体放射能評価装置

放射性廃棄物の比放射能評価においては、線源位置が不明なことによる遮へい効果の不確かさの増加から比放射能評価精度が低下する。そのため、本手法では、ある程度の廃棄物が収納された時点で  $\gamma$  線測定を行うことで、この不確かさを低減している。したがって、廃棄体の製作では、収納⇒測定⇒収納⇒測定…と  $\gamma$  線測定が行われることになるものの（回数は充填率に依存する）、測定時間の増加が廃棄体製作工程に与える影響は小さい。

表1 廃棄体製作工程の時間増加

| 廃棄物収納作業<br>(1.6m角の容器に収納することを想定) |        |          | 比放射能分布評価 |          |            |
|---------------------------------|--------|----------|----------|----------|------------|
| 一回の作業の収納重量 (ton) <sup>*1</sup>  | 充填率(%) | 収納作業 (h) | 測定回数     | 評価時間 (h) | 時間の増加割合(%) |
| 0.1                             | 5      | 2.5      | 2        | 0.33     | 14%        |
|                                 | 10     | 5.0      | 3        | 0.50     | 10%        |
|                                 | 20     | 10.0     | 6        | 1.00     | 10%        |

<sup>\*1</sup> 放射能レベルが高いため、遠隔操作による廃棄物収納が想定される。マニピュレータ等により把持可能な廃棄物重量を 0.1ton(100kg)と想定した。