

# 自然環境中のウラン

## ー 環境中ウラン濃度と ウランのクリアランス・レベル ー

平成20年10月30日

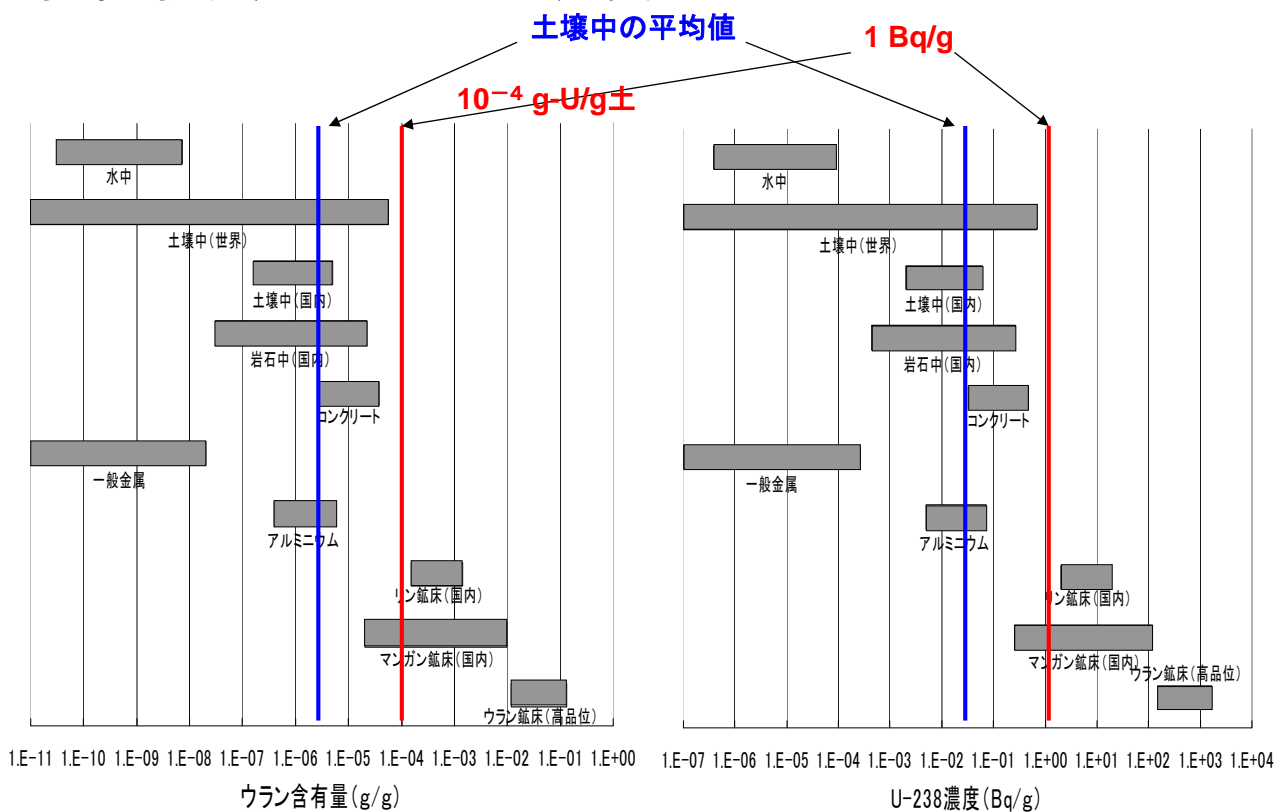
下 道 國

藤田保健衛生大学 客員教授

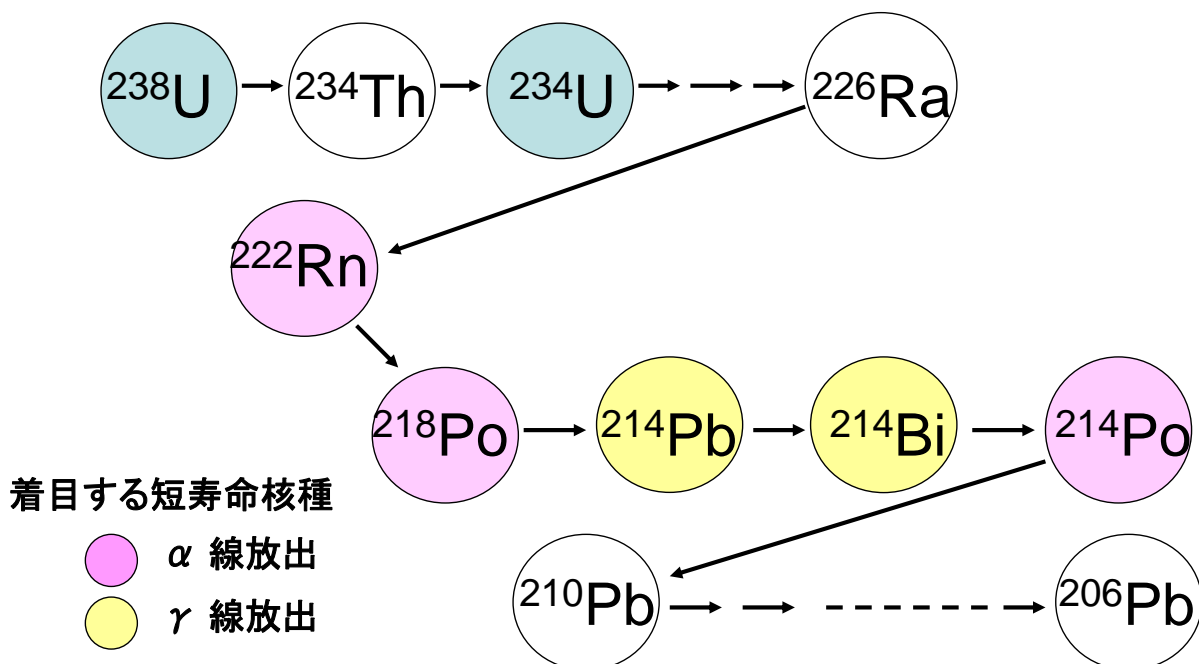
### 天然ウランの特性

| 核種    | 半減期<br>(y)         | 存在比<br>(wt %) | 比放射能<br>(Bq/g-U)   | 放射能の割合<br>(Bq %) |
|-------|--------------------|---------------|--------------------|------------------|
| U-234 | $2.46 \times 10^5$ | 0.0053        | $1.24 \times 10^4$ | 48.88            |
| U-235 | $7.01 \times 10^8$ | 0.711         | $5.74 \times 10^2$ | 2.25             |
| U-238 | $4.47 \times 10^9$ | 99.2837       | $1.24 \times 10^4$ | 48.88            |

# 各種物質中のウラン濃度



# ウラン系列



## 各種環境におけるラドン濃度

|       | 屋内   | 屋外  | 職 場 環 境<br>事務室 | 工 場  | 学 校  | 病 院  |
|-------|------|-----|----------------|------|------|------|
| 算術平均値 | 15.5 | 6.1 | 22.7           | 10.1 | 28.4 | 19.3 |
| 幾何平均値 | 12.7 | 5.9 | 18.5           | 8.1  | 22.8 | 13.2 |
| 測 定 数 | 899  | 705 |                | 705  |      |      |

(単位 Bq/m<sup>3</sup>)

## ウラン系列核種からの実効線量

| 被 曝 源      |          | 濃 度<br>(U: Bq/g,<br>Rn: Bq/m <sup>3</sup> ) | 実効線量<br>(mSv/y)     |
|------------|----------|---|---------------------|
| 土中ウランの外部被曝 | 世界人口加重平均 | 0.033                                       | 0.093*              |
|            | 日本の平均濃度  | 0.029                                       | 0.082*              |
| 屋内ラドンの吸入被曝 | 世界の算術平均  | 40  | 1* <sup>2</sup>     |
|            | 日本の算術平均  | 15.5  | 0.4* <sup>2</sup>   |
| 屋外ラドンの吸入被曝 | 世界の算術平均  | 10  | 0.095* <sup>3</sup> |
|            | 日本の算術平均  | 6.1   | 0.058* <sup>3</sup> |

\*  $D_U = A \text{ [Bq/g]} \times (462 \times 10^{-6}) \text{ [(mGy/h)/(Bq/g)]} \times 8760 \text{ [h]} \times 0.7 \text{ [Sv/Gy]}$

\*<sup>2</sup>  $D_I = Q \text{ [Bq/m}^3\text{]} \times 0.4 \times (9 \times 10^{-6}) \text{ [(mSv/y)/(Bq/m}^3\text{)]} \times (0.8 \times 8760 \text{ [h]})$

\*<sup>3</sup>  $D_O = Q \text{ [Bq/m}^3\text{]} \times 0.6 \times (9 \times 10^{-6}) \text{ [(mSv/y)/(Bq/m}^3\text{)]} \times (0.2 \times 8760 \text{ [h]})$

## 自然放射線による年間の実効線量(1)

日本 1.6 mSv (世界平均値 2.4 mSv)

内訳 外部被ばく線量 0.76 mSv (実測)

γ線線量率(地上1 m) 0.44 mSv (50 nGy)

ウラン系列核種 < 0.1 mSv

主に、Rn 壊変核種(Pb-214, Bi-214)

- ・土壌からの寄与 地下 0~20 cm 90 %  
20~40 cm 9 %  
半径 100 m 以内 90 %
- ・大気からの寄与 1/20 程度 (但し2.2 nGy:6.1Bq/m<sup>3</sup>)  
半径 500 m 以内 90 %

## 自然放射線による年間の実効線量(2)

日本 1.6 mSv (世界平均値 2.4 mSv)

内訳

空気中ラドンの吸入による線量 0.46 mSv

(但し 屋内 15.5 Bq/m<sup>3</sup>、屋外 6.1Bq/m<sup>3</sup>)

- ・ラドンとラドン壊変生成核種の寄与率1:40 (98 %)
- ・屋外と屋内被曝での線量比率 1:9 (90 %)
- ・ラドン源 地表面下 2 m 以内、3 m以下は飽和

| 区分 | 検討を要する事例 <sup>※8</sup>                              | 除外、行為、介入の区別           | 法令による規制          | 対応の方法  | 対応のための線量の目安/規準                 |   |
|----|---|-----------------------|------------------|--|--------------------------------|---|
| 1  | 鉱物、鉱石等に含まれる自然放射性物質の比率を高める処理をしていないもの(区分2、3、4、5、6を除く) | 除外                    | 対象外              | —  | —                              |   |
| 2  | 過去に廃棄された自然放射性物質を含む残渣                                | 介入                    | 対象外              | 対策レベル  | 今後の検討(1~10 mSv/年)              |   |
| 3  | 産業で生成される灰、缶石など(原材料として取り扱う物質は免除レベル濃度以下のもの)           | 介入                    | 対象外              | 対策レベル  | 今後の検討(1~10 mSv/年)              |   |
| 4  | 産業利用の残渣、現在操業中の鉱山の残土、捨石、                             | 行為/介入 <sup>※9</sup>   | 対象               | ・一定濃度を超える可能性のあるものを特定する<br>・特定物質の利用のうち、作業者または一般公衆が受ける線量に応じ放射線防護上の適切な管理を求める。 | 1 mSv/年(これを超えたら規制するか、介入するかを検討) |   |
| 5  | 産業用原材料(製造、エネルギー生産)、探掘(区分7を除く)                       | 行為/介入 <sup>※9</sup>   | 対象               | 区分4と同様   | 1 mSv/年(同上)                    |   |
| 6  | 一般消費財(使用)   | 行為                    | 商品ごとに対象とするか否かを検討 | 基本的にBSS免除レベルを適用<br>型式承認に相当する制度を検討  | ~10 μSv/年<br>~1 mSv/年          |   |
| 7  | 放射線を放出する性質を意図して利用するために精製された核燃料物質や放射線源として使用するもの      | 行為                    | 対象               | BSS免除レベルを適用  | 10 μSv/年                       |   |
| 8  | ラドン   | 規制下にあるラジウム線源から発生するラドン | 行為               | 対象   | BSS免除レベルを適用                    | — |
|    | 核原料物質鉱山における職業環境のラドン                                 | 行為                    | 鉱山保安法の対象         | —  | —                              |   |
|    | 住居、一般職業環境におけるラドンで上欄を除く                              | 介入                    | 対象外              | 対策レベル  | 今後の検討                          |   |

※8:ここにあげた事例は、文献調査及び自然放射性物質が比較的多く含まれていると考えられるものを実態調査したものについて記載したものである。なお、物質や鉱物の産地、種類、物量等により、自然放射性物質の含有量は異なってくることから、一定濃度を超える可能性のあるものを特定し、さらに放射線防護の必要があるものについては、適切な管理を求めることとなる。

※9:基本的には行為であるが、行為と介入の両面を持ち、原材料を取り扱う初期過程は、介入の対象の要素が大きい。

※10:区分7及び区分8は、今回の基本部会において規制免除に関して検討対象としていない。

| 実効線量                                 | 原子力・加速器・RI利用<br>施設 個人   | 廃棄物処理                   | NORM   | 生活環境   |
|--------------------------------------|---|-------------------------|--|--|
| 100mSv/y                             | <b>50</b> 常時立入場所 <b>職業人線量限度</b><br>$1\text{ mSv/w}$ $50\text{ mSv/y(M)}$<br><b>20</b> $100\text{ mSv/5y(M)}$<br><b>10</b> $5\text{ mSv/3m(F)}$<br><b>5</b> 管理区域境界/病室<br>$1.3\text{ mSv/3m}$<br><b>2</b><br><b>1</b> 事業所境界 <b>公衆線量限度</b><br>$250\text{ }\mu\text{ Sv/3m}$ $1\text{ mSv/y}$ |                         | 過去の廃棄物、<br>産業上の灰、缶石<br>$1\text{--}10\text{ mSv/y}$<br>産業原材料、残渣、残土<br>一般消費財(形式承認) | CT $7.0\text{ mSv}$<br>自然放射線<br>世界 $2.4\text{ mSv/y}$<br>日本 $1.6\text{ mSv/y}$ |
| 500 μSv/y                            | <b>300</b><br><b>100</b><br><b>50</b> 線量目標値<br><b>10</b> 免除レベル  | 拘束値<br>クリアランスレベル        | 一般消費財(個別対応)  | 胃X線集団検診<br>$0.6\text{ mSv}$<br>胸X線集団検診<br>$0.05\text{ mSv}$                    |
| <b>2</b><br><b>1</b><br><b>0.005</b> |   | TUR廃棄物1万年後<br>高レベル80万年後 |  |  |

## さまざまなリスクとの比較

|             |       |                 |
|-------------|-------|-----------------|
| がん          | 250   | (10万人当りの死者、以下同) |
| 自殺          | 24    |                 |
| 交通事故        | 9.0   |                 |
| 放射線 1 mSv/y | 3.0   | (LNT仮説による期待値)   |
| 火事          | 1.7   |                 |
| 自然災害        | 0.10  |                 |
| 飛行機事故       | 0.013 |                 |
| 落雷          | 0.002 |                 |

中谷内一也 「リスクのモノサシ:2004の人口動態」から

## ウラン廃棄物のクリアランスレベルについて

- 一般公衆の線量限度を基準とする  
線量限度は 1 mSv/y (リスク係数  $3 \times 10^{-5}$ )  
実効線量は  $10 \mu\text{Sv/y}$  (限度の1/100)とする
- 環境中のウラン濃度を基準とする  
平均値は 0.03 Bq/g  $\Rightarrow$  1.1 mSv/y ( $\gamma + \text{Rn}$ )  
普通土壌の最大値 1 Bq/g をつかう