

諸外国におけるウランクリアランスの制度の整備状況（概要）

原子力安全委員会 放射性廃棄物・廃止措置専門部会

ウラン廃棄物埋設検討小委員会 第1回配布資料 ウ検第1-3号(参考資料)から抜粋

諸外国におけるウラン核種等に対するクリアランスに関する規制及び実施状況を以下に述べる。

### 1. 国際原子力機関 (IAEA)

IAEA は、1996 年に BSS No.115『電離放射線に対する防護と放射線源の安全のための国際基本安全基準』を出版し、規制除外、規制免除及びクリアランスの概念を示し、公衆に対する実効線量が年間  $10 \mu\text{Sv}$  オーダー以下、集団実効線量が年間  $1 \text{man} \cdot \text{Sv}$  とする基本原則を示した。また、中程度の量（1 トンオーダー）までの Th 系列、U 系列の天然放射性核種及び人工放射性核種の規制免除レベルが記されており、U-nat 及び U-238 の免除レベルは放射能濃度で  $1\text{Bq/g}$  及び  $10\text{Bq/g}$  である。(U-nat は 13 の子孫核種、U-238 は Th-234、Pa-234m の子孫核種を含む)

この概念を適用して IAEA 安全指針 RS-G-1.7『規制除外、規制免除およびクリアランスの概念の適用』が 2004 年に取り纏められた。RS-G-1.7 では大量の物質に対する規制除外又は規制免除が適用できる放射能濃度が示された。天然起源の放射性核種については、規制除外を適用し、世界の土壌中の放射能濃度分布上限に基づき設定され、K-40 は  $10\text{Bq/g}$ 、それ以外の核種は  $1\text{Bq/g}$  となっている。人工起源の放射性核種については、規制免除を適用し、基準線量を  $10 \mu\text{Sv/y}$  オーダー以下とする核種ごとの放射能濃度を示した。

### 2. 欧州連合 (EU)

EU では、加盟国の学識経験者からなる科学者グループの意見を聴取して、欧州委員会（以下「EC」という）が作成した『電離放射線からの危険に対する作業員及び一般公衆の健康防護のための基本的な安全基準』を加盟国共通の放射線原則としている。EC の規制除外の統一的検討がこの安全基準の枠の中で行われている。

規制された行為から発生した物を対象とした一般クリアランスレベルに関するガイダンス RP122 Part I『クリアランス及び規制免除の概念の実際的な使用 第 I 部』が 2000 年に出版されている。RP122 Part I は、物の材質及び行き先に関係なく適用可能な基準である。クリアランスレベルの導出にあたっては、天然起源の放射性核種についても、人工起源の放射性核種と同様のベースで計算されている。

また、一般クリアランスレベルの導出シナリオでは、他の物質との有意な混合が想定される期間までとして、親核種に含める子孫核種の範囲を 100 年間に限定している。このため、ウラン親核種の計算結果に含められる短半減期の子孫核種は Th-234、Pa-234m、Pa-234 の 3 核種となっている。

代表的なウラン核種のクリアランスレベル計算値結果は以下の通り（記号+は短期平衡に

ある子孫核種含めた評価を示す)。

U-234 : 1Bq/g、U-235+ : 1Bq/g、U-238+ : 1Bq/g

### 3. 米国

米国では、原子力委員会(現・原子力規制委員会;NRC)が制定した規制指針RG1.86『原子炉施設の運転免許の終了』(原子炉施設の解体廃棄物等の解放基準)に沿って、規制当局の判断により運用されている。

再利用のための表面汚染密度としては最大 2.5Bq/g 相当、除染可能な場合は、0.2Bq/g 相当が定められている。

原子炉の運転以外から発生する放射性固体物質のクリアランスについては、10 CFR Part 20 第 2002 条に基づく廃棄物所有者からの申請により、手続きの承認を得るものである。

#### クリアランスの実績

ウラン廃棄物については、DOE の原子力施設内(Paducah サイト)の C-746-U 廃棄物処分施設で 524m<sup>3</sup> の低レベル廃棄物及びバックグラウンドレベル(U-238 濃度で 0.54Bq/g)の廃棄物約 300 トンを 2000 年までに処分している。また、Pinewood 処分場では化学廃棄物処分放射能 250pCi/g(U-238 濃度 4.5Bq/g)、産業廃棄物で 30pCi/g (0.548Bq/g) の上限値を定めており、廃棄の都度、州の許可を取得することとしている。金属スクラップの市場放出については、5,000dpm/100cm<sup>2</sup> の表面汚染密度を目処にフリーリリースを行い、現在までに Oak Ridge 濃縮工場からの金属約 10,000 トンを売却した。

### 4. カナダ

クリアランス及び規制免除については「核物質及び放射線源の規制に関する規則」で決められており、カナダ原子力安全委員会(CNSC)の個別審査によりケースバイケースで実施されている。この審査基準は公衆被ばく限度 1 mSv/y を基本としており、運用上は数 10  $\mu$  Sv の上限値で審査されている。この規則は RS-G-1.7 を参考に改訂が進められている。

### 5. ドイツ

ドイツでは、これまでの放射線防護委員会の勧告値に基づく実績、並びに EC 委員会の各種ガイダンスに基づき、2001 年放射線防護令(StrlSchV)を改正した。クリアランスレベルは、無条件クリアランスと条件付クリアランスレベルに区分して定められている。

ウラン(U-238+)の場合、無条件再利用 0.6Bq/g に対し、溶融処理することを前提とした条件付再利用の場合 2Bq/g である。金属スクラップの再利用については、無条件クリアランスによる再利用、溶融処理を条件とする条件付クリアランスによる再利用、および放射線防護令の 7 条に基づき認可された施設からの再利用がある。Siempelkamp 社の金属溶融処理施設は、7 条認可施設の例である。

### クリアランスの実績

Siempelkamp 社の処理実績は、2006 年 9 月現在までに約 20000 トンに達する。その内、12,000 トンを原子力産業界で、7,000 トンをそれ以外で再利用している。ウランで汚染した廃棄物についても、Siemens や NUKEM 燃料製造工場、Urenco のウラン濃縮プラント(almelo)、WAK 再処理プラントの解体物等 4,455 トンを受入れ、商業ベースで溶融処理されている。

### 6. 英国

英国では、クリアランスに相当する関係法令として放射性物質免除令 (SoLA) [1986 年/1992 年改定] を適用している。固体廃棄物(密封線源を除く)で 0.4Bq/g を超えない場合には規制免除され、またウランに対する基準は、11.1Bq/g 以下となっている。英国では放射性廃棄物の処分は 1993 年放射性物質法 (RSA93) の下で規制されている。クリアランスレベルは英国の法律で明確に示されていないが、RSA93 の一覧表 1 と低い放射エネルギーの物質への免除命令では、無条件のクリアランスのために使用されるかもしれないレベルを含んでいる。判定規準は平均の放射エネルギー濃度で 400kBq/t 以下である。

### クリアランスの実績

Capenhurst ウラン濃縮工場の解体から発生したアルミニウム、鋼材などの金属約 7,500 トンが自由放出された。その内訳は、除染後のスクラップ (アルミニウム：5,500 トン、鋼材：1,500 トン)、溶融装置によるインゴット生産 (アルミニウム：550 トン、鋼材：60 トン) である。建屋コンクリート廃棄物等がクリアランスされ、サイト内での再利用又は埋設されている。また、再利用できないインゴット、焼却灰を自治体の廃棄物処分場に約 750m<sup>3</sup> 埋設している。

### 7. フランス

規制除外とクリアランスの概念は 法令 No. 2001-270、公衆健康コード (法令 L1333-20 と一緒に L1333-11)、公正労働基準法令 (法令 L231-7-1) によって導入されている。また、免除に関する EU 指令を施行する新しい法律は、2002 年 4 月 4 日の命令 No.2002-460 に定められている。規制管理からの行為の免除は、命令の R43-22 条で扱われている。

### クリアランスについて

フランスにおいて、クリアランスのプロセスは国の機関の管理下に残るべきであるという見解である。当局はクリアランス行為の認可を与え、その後の検査を通じたクリアランス基準への適合を確認している。クリアランスレベルを採用していないが、極低レベルの解体金属については、最近、積極的に条件付再利用として廃棄物容器に使用している。

### 8. スウェーデン

スウェーデンでは、原子力エネルギー施設から発生する可燃物を含む全ての固体廃棄物の

管理規則 (SSI FS 1996:2) を定めている。この規則で無条件クリアランスが規定されている。また条件付クリアランスは、金属の溶融処理や産業廃棄物処理施設への処分について認められている。現行のウランの無条件クリアランスレベルは 0.1Bq/g と厳しく、事実上検認が困難であったが、RS-G-1.7 と同じレベルである 1Bq/g とする改定案が検討されている。条件付クリアランスレベルは、無条件の 10 倍の値を採用する。

#### クリアランスの実績

クリアランスの実績としては、1987 年から 2006 年までに認可された専門の金属溶融工場 (Studsvik Radwaste) で既に 16,000 トン以上の金属廃棄物を溶融処理してインゴットを作製し、約 90%を一般市場に放出している。そのうちウランで汚染された金属廃棄物に対しては、2004 年までの実績で、625 トンのうち 622 トンを溶融処理後に放出している。ウラン廃棄物処理工程からのウラン汚染物は、地方自治体の産業廃棄物埋設施設で埋設された。Risängen には、1991 年から 2000 年までに約 870 トン (CaF<sub>2</sub>)、非有害産業廃棄物施設の Gryta には 1990 年から 2005 年までに約 6,500 トンの廃棄物が埋設された。

#### 9. フィンランド

フィンランドは、クリアランスの適用に関して放射線・原子力安全センター (STUK) が規定ガイド YVL8.2(2002)として、原子力からの廃棄物に対する放射性核種のクリアランスレベルを提供し、公衆及び作業者の実効被ばく線量 10  $\mu$  Sv/y、集団預託線量 1manSv を超えないことを前提としている。無条件規制解除については  $\alpha$  線放出核種 0.1Bq/g、 $\beta$   $\gamma$  線放出核種についてはその放射エネルギー別にそれぞれ 1Bq/g、10Bq/g の濃度基準を定めている他、表面汚染密度についても定義している。しかし、規制ガイド YVL 8.2 は規制解除に物量的な制限が決められていて、廃止措置に伴う大量の廃棄物や規制区域の建物、敷地のクリアランスに対応出来ないため、改訂が行われ 2006 年には発効する予定であったが、その後情報は無い。

#### 10. ベルギー

ベルギーは、「電離放射線の危険性に対する一般公衆、労働者及び環境の保護についての一般規則に関する政令」(2001 : ARBIS) に基づき実施しており、EC の RP122 Part I に示された核種のクリアランスレベルのうち半減期 6 ヶ月以上の核種について無条件クリアランスを規定している。

#### クリアランスの実績

Eurochemic 再処理施設の廃止措置においてクリアランスを適用している。2004 年 10 月までに鋼材等 1,300 トンを除染または溶融処理し、67.5%を無条件放出した実績、コンクリート 870 トン及び重コンクリート 440 トンを無条件放出した実績が報告されている。なお、コンクリートは、将来、路盤材に利用される。

以上

諸外国におけるクリアランス制度の整備状況(その1)

項目\ 国等	米国	カナダ	ドイツ	英国	フランス
クリアランス制度化等の有無	(個別審査)	(個別審査)	有	免除令で実施	ゾーン区分を適用
規定法規等	連邦規則 10CFR Part20 RG-1.86(1974):原子炉施設の運転免許の終了 DOE 5400.5:公衆及び環境の放射線防護	AECB規制文書R-85	原子力法第9条第1項 放射線防護令(2001改正)	AEA1946:原子力法 RSA93:放射性物質法(1993) The Radioactive Substances (Substances of Low Activity) Exemption Order(1986,1992改訂):放射性物質(低放射性物質)免除令	DSIN通達 SD3-D-01 原子力施設に対する廃棄物研究に関する指針(2001) DSIN:原子力施設安全局
法令等に記載されている規制値	RG-1.86: 天然ウラン、U-238等 平均 5,000dpm α /100cm <sup>2</sup> (0.83Bq/cm <sup>2</sup> ) 最大 15,000dpm α /100cm <sup>2</sup> (2.5Bq/cm <sup>2</sup> ) 遊離性 1,000dpm α /100cm <sup>2</sup> (0.17Bq/cm <sup>2</sup> ) 注)1dpm≒0.017Bq	クリアランスレベルの線量基準を50 μ Sv/yとする Consultative Documentが出されているが、クリアランスレベルは未規定。(AECB Regulatory Document R-85,1989)	305 核種毎に設定、以下は例 無条件クリアランス (固体、流体) (再利用する建屋) U-234(固体) 0.5Bq/g 1Bq/cm <sup>2</sup> U-235+(固体) 0.5Bq/g 1Bq/cm <sup>2</sup> U-238+(固体) 0.6Bq/g 2Bq/cm <sup>2</sup> 無条件クリアランス (1000t以上の建造物の瓦礫等) U-234(固体) 0.4Bq/g U-235+(固体) 0.3Bq/g U-238+(固体) 0.4Bq/g 条件付クリアランス (スクラップ) (処分) U-234(固体) 2Bq/g 9Bq/g U-235+(固体) 0.8Bq/g 3Bq/g U-238+(固体) 2Bq/g 10Bq/g	再利用・処分 全人工核種…0.4Bq/g (天然核種BGを除く。) 天然核種 U:11.1Bq/g 表面密度(輸送物基準を準用) ・α核種 ≤0.4Bq/cm <sup>2</sup> ・β γ核種 ≤4Bq/cm <sup>2</sup>	一般廃棄物ゾーン (施設の設計、運転規則、使用履歴に基づき、放射性物質との接触があるかないかによって、原子力廃棄物ゾーンと一般廃棄物ゾーンに分かれる)
条件		案件毎に個別に認定(AECB). (原子力発電所廃棄物に対する個別事例: Gentilly-1(表面汚染密度)) ・α核種 ≤0.2Bq/cm <sup>2</sup> ・β γ核種 ≤1.0Bq/cm <sup>2</sup> *放射性核種が同定されている場合は、IAEAの作業文書(1991)の基準等を準用 ・α核種 ≤0.37Bq/cm <sup>2</sup> ・β γ核種 ≤3.7Bq/cm <sup>2</sup>	無条件クリアランスでは固体・流体物質、建物の断片・掘削土壌(1,000t以上)、土壌表面、再利用建屋について設定 条件付クリアランスでは処分する固体・流体物質、解体する建屋、リサイクルスクラップについて設定		
クリアランスレベル導出方法	RG-1.86:1974年当時の利用可能な測定器検出能力に基づき決定(dpm/100cm <sup>2</sup> )。	線量基準を50 μ Sv/yとする	線量基準を10 μ Sv/yとする 無条件クリアランス:RP122 Part I に基本的一致 条件付クリアランス:溶融処理、建物について基準を設けている	放射性物質の定義及び放射性物質免除令により規定。この規定は10 μ Sv/yを満足するとしている。	—
運用の現状	非放射性廃棄物処分場での処分	・サイト内の廃棄物処分場(C-746-U)にウラン濃縮工場からの廃棄物 524m <sup>3</sup> 、建設廃材300トン搬出(U-238濃度0.54Bq/g) ・Pinewood有害産業廃棄物処分場(化学廃棄物)の受入れ濃度:250pCi/g(U-238濃度4.5Bq/g)	・Siemens Hanauのウラン燃料加工施設の解体コンクリート等:約10,000トン産業廃棄物埋設施設へ搬出	・Capenhurst サイトの解体に伴い発生した焼却灰、アルミインゴット等 (2001年から2002年までに約750m <sup>3</sup> を自治体の廃棄物処分場であるClifton Marshに搬出)、 ・コンクリート、金属等、Clifton Marshへの処分実績:約9,000m <sup>3</sup> (2006/2007)	
	再利用	・244トンのパレットを売却 ・395トンのスクラップ金属を再利用 ・1998年に20,000トンがサーベイスされ、17,000トンがフリーリリースされた。(内訳 ウラン濃縮工場:10,000トン、原子力発電所:7,000トン) ・旧SEG(現Energy Solutions)溶融施設による溶融処理。高エネルギー粒子の遮へい材等に再利用	・Siempelkamp社はこれまで20,000tを溶融し、12,000tを原子力産業界で、7,000tをそれ以外で再利用 (ウラン系の実績) Siemens:3,400トン、NUKEM:725トン WAK再処理:150トン、 濃縮プラント(Almelo):180トン、 濃縮プラント(Gronau):溶融処理予定	Capenhurstのウラン濃縮工場の設備解体で発生したアルミニウム、鉄鋼等をスクラップ市場へリサイクル ・除染後(アルミニウム:5500トン、鋼材:1,500トン) ・溶融後(アルミニウム:550トン、鋼材:60トン) Capenhurstサイト:解体コンクリート等をサイト内埋め戻し材等として使用。	極低レベルの解体金属を溶融し、廃棄物容器、内装遮蔽体として再利用
備考	2005年3月にRS-G1.7を取り入れた固体物質の処分の管理のための放射線防護基準がまとめられ、原子力規制委員会に提出された(10CFR Part 20 RIN 3150-AH18)。しかし、同年6月採用を延期。	AECBIは、2000年3月に、CNSC(Canadian Nuclear Safety Commission)に改組されている。RS-G-1.7を考慮した検討が行われ、2007年に規則改定の予定とされていたが、現在ホールド中。	条件付きクリアランスに基づく処分基準(第9欄)を処分と焼却に区分して整理することを検討中。		

表中の核種の右に示される「+」は、短期平衡にある子孫核種を含めて評価した核種であることを示す。表中の数値は親核種での値を示したものの例。U-238+は子孫核種Th-234、Pa-234m、Pa-234を含む。U-235+は子孫核種Th-231を含む。

諸外国におけるクリアランス制度の整備状況(その2)

項目\ 国等		スウェーデン	フィンランド	ベルギー
クリアランス制度化の有無		有	有	有
クリアランスレベルの整備状況	規定法規等	放射線防護法・令(2001年改正) SSI FS 1996:2 放射線防護機関(SSI)規則「原子カプラントの管理区域からの物品とオイルの搬出に関する放射線防護機関規則」(1996改正)	放射線法(2002改正) 放射線令(1998改正) 放射性廃棄物の規制管理解除指針 YVL8.2(2002改正)	電離放射線の危険性に対する一般公衆、労働者及び環境の保護についての一般規則に関する政令(2001:ARBIS)
	法令等に記載されている規制値	SSI FS 1996:2 無条件: α核種 0.1Bq/g, 0.4Bq/cm <sup>2</sup> βγ核種 0.5Bq/g, 4 Bq/cm <sup>2</sup> サイト又は自治体の廃棄物処分場 総量限度 1GBq/年 α核種 0.5Bq/g βγ核種 5Bq/g 油の焼却:総量限度 0.5GBq/年 α核種 0.1Bq/g βγ核種 5Bq/g ・条件付きクリアランス:放射線防護令4条に基づき許可できる。(EC基準を参考に判断する)	無条件処分・再利用*2 α核種 0.1Bq/g 0.4Bq/cm <sup>2</sup> βγ核種 1Bq/g 4Bq/cm <sup>2</sup> 低エネルギーβγ核種 (3H、14C等) 10Bq/g 40Bq/cm <sup>2</sup> 処分(条件付)(上限濃度) α+βγ 10Bq/g (総量限度) α核種 10MBq/y・サイト βγ核種 1GBq/y・サイト *2: 表面汚染密度と濃度を満足する必要がある。	EC文書RP122Part I の濃度基準を採用(但し核種で半減期6ヶ月以上の核種について適用) 以下はウラン核種の例 U-234 1Bq/g U-235+ 1Bq/g U-238+ 1Bq/g 表面汚染密度基準 α核種 0.04Bq/cm <sup>2</sup> βγ核種 0.4Bq/cm <sup>2</sup>
	条件		1つの原子力発電所当たり、年間100トンの廃棄物に限定	案件毎に個別認定 ・Eurochemic再処理工場の解体廃棄物(鋼材、コンクリート)に対して適用。 表面密度(遊離性表面汚染) ・α核種 ≤0.04Bq/cm <sup>2</sup> ・βγ核種 ≤ 0.4Bq/cm <sup>2</sup>
	クリアランスレベル導出方法	線量基準を10μ Sv/yとする(TECDOC855参照) 無条件クリアランス: 条件クリアランス: 溶融処理(RP-89を使用)	線量基準を10μ Sv/yとする 無条件クリアランス: ECのBSS基準を使用 条件クリアランス: 用途を限定して、ケースバイケース	線量基準を10μ Sv/yとする 無条件クリアランス: RP-122Part I に準拠 条件クリアランス: 10μ /yを前提にケースバイケース
運用の現状	クリアランスの実績	・自治体のRisängen処分場の受入れ濃度は250ppmU、平均濃縮度3.5%、60kgU/y(18MBq/t相当)であり、これまでに870トンを受入れ自治体のGryta処分場に30ppmU(3MBq/t相当)のCaF <sub>2</sub> を受入	サイト内又は近くの自治体の廃棄物処分場に搬出	
	再利用率	・油、危険物は年間に60トン、金属屑は年間に500トンクリアランス ・Studsvik Radwaste社の溶融処理施設に原子力施設からの金属廃棄物を受入れ、溶融処理している。1987年から2006年までに計16,000トン処理し、インゴットを売却。 ・2004年までにウラン汚染金属約625トンのうち、溶融後、622トンが無制限解放。	原子力発電所からの金属屑(無条件) 最大 10トン/年 Olkiluoto 金属300トン 廃油、大量の金属、ゴミは、条件付きでクリアランスされている。	・Eurochemic再処理施設からの金属1300トンを除染または溶融処理後に放出(無条件は67.5%) ・コンクリート870トン、重コンクリート440トンは無条件放出。コンクリートは、将来、路盤材等に再利用予定。
備考		2008年にSSI FS 1996:2を改正予定 RP122Part I とRS-G-1.7の厳しい値を採用 無条件クリアランス U:1Bq/g 条件クリアランス: U:10Bq/g(溶融)	次回のYLV8.2の改訂時に下記を反映予定 ・金属スクラップ等、広く流通する可能性のある物についてはRS-G-1.7を採用	