第2章 原子力施設のクリアランス制度

●第１節● クリアランス制度

１．クリアランスとは

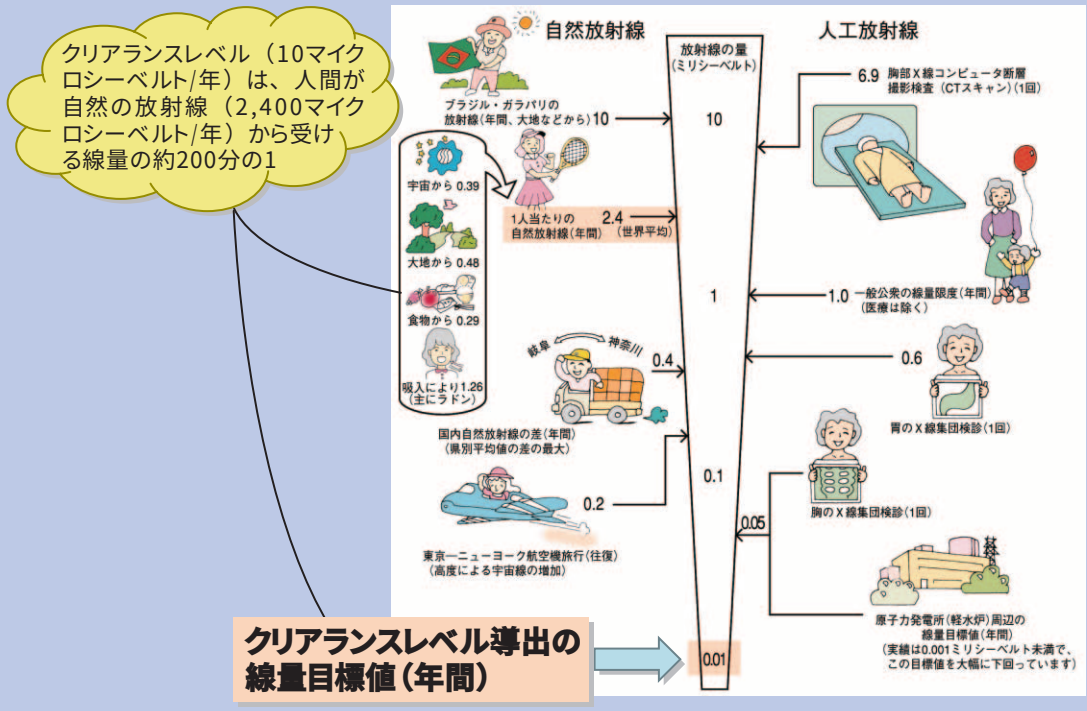
我々は、大地や空気中、あるいは人体や食べ物に含まれている天然放射性物質（ウラン、ラドン、カリウム40等）や宇宙線に起因した自然放射線から世界平均で年間約2.4mSv（ミリシーベルト）の放射線を受けています。例えば、体重60kgの日本人の体内ではカリウム40等の天然放射性物質が約7,000Bq（ベクレル）含まれており、人体そのものが約0.1Bq/gの濃度の放射性物質ともいえます。

ある物質に含まれる微量の放射性物質が持つ放射能に起因する放射線量が、自然界の放射線レベルに比較して十分小さく、また、人の健康に対するリスクが無視できるものであるならば、当該物質を「放射性物質として扱う必要のないもの」として、放射線防護に係る規制の枠組みから外すことを国際的には「クリアランス」と呼んでいます。また、放射性物質として扱う必要のないものを区分するレベルを「クリアランスレベル」と呼んでいます。どの程度のレベルの放射線の影響であれば「放射性物質として扱う必要がない」とされるかについては、国際的には個人の年間被ばく線量にして数10μSv（マイクロシーベルト）のオーダー又はそれ以下であることとされ、原子力安全委員会ではこれをもとに「年間0.01mSv（10μSv）＊1（自然界から受ける年間の被ばく線量の1/100以下）」を目安線量として、この線量に相当する放射性核種の濃度に換算してクリアランスレベルを算出しています。

なお、我が国における年間の自然放射線の各県ごとの平均値には、最大で0.4mSv（400μSv）の幅があります。これと比べても、10μSv/年という値は十分小さい値といえます。

＊1：1ミリシーベルト（mSv）＝1,000マイクロシーベルト（μSv）

図表 1-2-1　日常生活と放射線



※1ミリシーベルト（mSv）＝1,000マイクロシーベルト（μSv）

出典：資源エネルギー庁「原子力2003」他（一部加筆）

2．クリアランス制度の必要性

第１章でも述べたように、現在、試験研究炉８基が解体中であり、また、日本原子力発電㈱東海発電所は運転を停止し、使用済燃料を搬出した上で、既に廃止措置に着手しています。解体作業の進展に伴い、放射性廃棄物として放射線防護の観点から管理が必要なもの以外に、放射性物質による汚染のないもの（放射性廃棄物でない廃棄物）や汚染のレベルが極めて低く放射性物質として扱う必要のないものが発生することが見込まれています。

現在、放射性廃棄物と放射性物質として扱う必要のないものを区分する基準がないため、放射性物質として扱う必要のないものであっても放射性廃棄物として取り扱っています。

このような放射性物質として扱う必要のないものと放射性廃棄物とを一律に処分することは、廃棄物等の発生量抑制、製品等への再使用、原材料としての再生利用の促進といった循環型社会形成推進の流れに沿うものではなく、また、社会コストの観点から見ても適切でないと考えます。

このような観点から、放射性廃棄物と放射性物質として扱う必要のないものを区分する制度（クリアランス制度）を確立することが必要です。これらの廃棄物の処分や再生利用については、一義的には、発生者である原子炉設置者や事業者等（以下、「原子炉設置者等」という。）が責任を持って取り組むことが求められますが、国は原子炉設置者等のこうした活動に係る規制の枠組みや判断の基準を明確に示すとともに、原子炉設置者等の保安活動に適切な関与が行えるよう現行の安全規制制度を見直す必要があります。

●第２節● 国内外におけるクリアランスの検討

１．クリアランスの基本的概念

前節で述べたように、原子力施設の解体・廃止に伴って発生するコンクリートや金属等の中には、放射性廃棄物として扱うもの以外に、放射性物質として扱う必要がないものも含まれています。これらをどの様な基準で区分するのか、これまで国際的にもIAEA等において議論がなされてきました。

実際の原子力施設の解体・廃止の際には、原子炉圧力容器や原子炉冷却系の配管等放射性物質で汚染されたもののほか、2次系の設備や電気設備等放射性物質に汚染されていないコンクリートや金属等も大量に発生します。ここで問題は、「放射性廃棄物」をどのように定義するかによって放射性廃棄物として扱うものの量が変わるということです。放射性物質に汚染されていても、その汚染は人体に影響を与えることはない程度の場合をどのように取り扱うかも問題です。これらの点について検討し、その区分を行うための基準を設定することが必要となります。

放射線源の規制に関連しては、これまで我が国及び国際機関における議論では、おおむね以下の三つの考え方が提案されています。

① クリアランス

クリアランスとは、「ある放射線源に起因する人の健康に対するリスクが無視できるほど小さいことから、放射性物質として扱う必要がなく、よって、当該放射線源を放射線防護に係る規制体系から外しても良いこと」をいい、一旦規制の枠組みに入った放射性物質であっても、放射性核種の濃度が低いものは、規制当局の判断によりその規制体系から外してもよいという考え方です。このことから、クリアランスレベルとは、「クリアランスの判断基準となる放射性核種の濃度」のことをいいます。IAEAは、原子力施設等における比較的多量の廃棄物及び再使用・再生利用可能なものの固体状物質を主に念頭におき、その考え方、導出方法等を初めて記載した技術文書「TECDOC－855：固体状物質に含まれる放射性核種のクリアランスレベル」（以下、「TECDOC－855」という。）により公表しました。

② 規制免除

クリアランスと類似する概念ですが、規制免除という概念については、「ある放射線源に起因する人の健康に対するリスクが無視できるほど小さいことから、放射性物質として扱う必要がなく、よって、当該放射線源を放射線防護に係る規制体系に入れないこと」であり、対象となる放射線源は、一般的には、研究用のトレーサ、校正線源等の少量のものや、ごくわずかの放射性核種を含む消費財のような低濃度のものです。当該放射線源に起因する線量は、自然界の放射線レベルと比較しても十分小さいものです。このことから、規制免除レベルとは、「規制免除の判断基準となる放射性核種の数量及び濃度」のことをいいます。この考え方は、IAEAが出版した「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（BSS）」（以下、「国

際基本安全基準BSS」という。）に示されており、同報告書において、1トン程度の物量に対する放射性核種ごとの規制免除レベルが放射能濃度と放射能量で示されています。我が国でも平成16年に放射線障害防止法の改正を行い、国際安全基準BSSの導入を図っています。

③ 規制除外

規制除外とは、自然界に存在するほとんどの放射線源のように、規制ができないか、または、規制をしても効果がほとんどないような放射線源について、そもそも規制の対象としないことです。宇宙線や天然に存在する放射性物質（土壌、空気中に含まれるウラン、ラドン）及び体内のカリウム40等をいいます。

以降、国際的な動きについてはクリアランス及び規制免除、我が国の場合についてはクリアランスについて説明します。

2．国際原子力機関におけるクリアランスの検討状況

IAEAでは、従来から規制免除レベル、クリアランスレベルについての検討を進めていましたが、平成12年9月のIAEA総会において、原子力事故によって汚染された地域の商品（commodity、特に食品、木材）の円滑な国際貿易のために商品中の放射性物質濃度を策定することが決議されたことから、規制免除レベル、クリアランスレベルの設定に当たり放射性物質濃度の策定のための審議を行い、平成16年8月に「安全指針RS－G－1.7：規制除外、規制免除及びクリアランス概念の適用」（以下、「安全指針RS－G－1.7」という。）をまとめ、出版しました。

安全指針RS－G－1.7を適用する物質は、食物、飲料水等を除いた大量の固体状物質としており、規制免除が適用できる放射性核種ごとの放射能濃度（規制免除レベル）について、天然起源の放射性核種については規制除外の概念から、人工起源の核種については規制免除の概念からそれぞれ導出されています。そして、この規制免除レベルは、同様の物質に対するクリアランスレベルとして用いて良いとしています。

安全指針RS－G－1.7では、人工起源の放射性核種の規制免除レベルを決定する際の線量規準（この線量以下であれば、規制免除とするレベル）を、当該放射性核種による個人に対する実効線量が0.01mSv（10μSv）/年のオーダーあるいはそれ以下であるべきであると示しています。この線量は我が国の公衆の線量限度である1mSv/年よりも十分低いものとなっています。

また、線量規準から人工起源の放射性核種の規制免除レベルを算出するために、人工起源の放射性核種からどのような経路で放射線の影響を受けるかについて、種々のシナリオ、例えば、埋設処分や再使用・再生利用に係るシナリオを検討しています。その際、評価経路及び評価パラメータは、自然環境、人々の生活態様等が世界的に多様であることを考慮し、保守的に設定されています。

天然起源の放射性核種の規制免除レベル（放射能濃度）を決定する際には、環境物質中における放射能濃度の世界的な分布を考慮して設定されています。

線量評価等によって求められた規制免除レベルは、対数的に処理され、1×10^{n}として代表値で示されています（図表1−2−5の脚注＊2を参照）。

図表1−2−2に天然起源の放射性核種に対する規制除外、規制免除及びクリアランスが可能な放射能濃度、図表1−2−3に人工起源の放射性核種に対する規制除外、規制免除及びクリアランスが可能な放射能濃度を代表的な核種について示します。

図表 1-2-2　天然起源の核種に対する規制除外、規制免除及びクリアランスが可能な放射能濃度値

放射性核種	放射能濃度（Bq/g）
カリウム−40	10
上記以外の天然に存在する放射性核種	1

図表 1-2-3　人工起源の核種に対する規制除外、規制免除及びクリアランスが可能な放射能濃度

核　種	放射能濃度（Bq/g）	核　種	放射能濃度（Bq/g）
トリチウム	100	アンチモン−125	0.1
炭素−14	1	セシウム−137	0.1
マンガン−54	0.1	ユウロピウム−152	0.1
コバルト−60	0.1	プルトニウム−239	0.1
ストロンチウム−90	1	アメリシウム−241	0.1
テクネチウム−99	1	キュリウム−244	1

＊表中にある核種以外のものについては、（http://www.nsc.go.jp/senmon/shidai/haishi/haishi003/siryo312.pdf）を参照下さい。

安全指針RS−G−1.7は、当該濃度は十分低い値であることから、各国が安全規制へ適用するに当たり、規制当局の判断で規制免除レベルの10倍程度までの放射能濃度であっても、規制免除、もしくはクリアランスとして認めることができるとしています。なお、適用する際の規制の厳しさは、リスクの大きさに応じたものとすべきであるとしています。この考え方は、「グレーデッド アプローチ（graded approach）」という呼び方をされています。

また、安全指針RS−G−1.7では、施設の解体の際に発生したコンクリートや金属等が規制免除レベル以下であるかどうかの確認（規制免除レベルの検認）についても触れられています。規制免除レベルは、施設の解体の際に大量に発生するコンクリート等の均質な物質に対して算出されているため、廃棄物がクリアランスレベル以下かどうか検認する際には、こうした物質の平均放射能濃度の評価方法が適切なものとなるよう考慮するべきとしています。また、規制免除レベルの放射能濃度を満足させるために意図的な希釈を行うことは、通常の作業等で起こる希釈は別として、規制当局の事前の許可がない限り行うべ

きでないとしています。現在、IAEAは、検認に対する指針を検討中です。

３．原子力安全委員会におけるクリアランスの検討

(1) これまでの取組

我が国において原子力の研究、開発及び利用に伴って発生する廃棄物等の処理、処分及び再使用・再生利用を安全かつ合理的に行うための検討は、昭和59年に原子力委員会放射性廃棄物対策専門部会において行われ、その際に取りまとめた放射性廃棄物の処理処分方策の中では、放射性廃棄物と「放射性廃棄物として扱う必要がないもの」を区分する「一般区分値」という概念を提案し、その必要性を指摘しました。

これを受けて、原子力安全委員会では、昭和60年に放射性廃棄物安全規制専門部会において「無拘束限界値」という用語で、「放射性廃棄物としての特殊性を考慮する必要がないもの」の基本的な考え方を提示し検討することとして、調査審議を進めました。しかし、無拘束限界値の算出の考え方等を議論する上で必要な科学的知見が国際的に見ても十分ではなかったことなどの理由により、具体的な数値を導出するまでには至りませんでした。

その後、IAEAが平成8年にTECDOC－855を出版したことを契機として、原子力安全委員会ではTECDOC－855に示されたクリアランスレベルの導出方法の考え方を基に、科学的な観点から、我が国におけるクリアランスレベルの検討を平成9年から再開しました。

原子力安全委員会におけるクリアランスレベルの検討は、まず、発電用原子炉（軽水炉、ガス炉）及び試験研究炉の解体等に伴って発生するコンクリートや金属等に対して行い、平成11年に「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」を取りまとめ、平成13年には試験研究炉や研究開発炉（重水炉、高速炉）の解体等に伴って発生するコンクリートや金属等に関する検討を行い、「重水炉、高速炉等におけるクリアランスレベルについて」を取りまとめ、さらに平成15年には、核燃料物質使用施設におけるクリアランスレベルの検討を行い、「核燃料使用施設（照射済燃料及び材料を取り扱う施設）におけるクリアランスレベルについて」を取りまとめてきました（以下、これらの３報告書を「これまでの報告書」という。）。また、クリアランスしようとするものが、クリアランスレベル以下であることを判断するための検認方法について、「原子炉施設におけるクリアランスレベル検認のあり方について（平成13年7月）」も取りまとめました。これまでの報告書の概要については、P. 43に参考として添付しています。

(2) クリアランスレベルの見直し

原子力安全委員会は、IAEAの安全指針RS－G－1.7を受けて、放射性廃棄物・廃止措置専門部会において、安全指針RS－G－1.7に示された規制免除レベルの適用概念及び評価方法から、最新知見等これまでの報告書に反映すべき事項を抽出し、これまで原子力安全委員会で取りまとめてきた報告書のクリアランスレベルの見直し・再評価を行い、その結果を平成16年12月に「原子炉施設及び核燃料使用施設の解体等に伴って発生するもののうち放射性物質として取り扱う必要のないものの放射能濃度について」として取りまとめ

ました。

見直しに当たっては、原子力安全委員会で実施した評価と安全指針RS－G－1.7の評価との違いを調べ、評価経路、評価モデル及び評価パラメータ等原子力安全委員会の報告書に反映することが適当と考えられる項目を抽出するとともに、別途見直しに取り入れるべき新たな科学的知見の有無についても検討を行いました。

こうした検討を踏まえ、これまでの報告書で取りまとめたクリアランスレベルについて、①皮膚被ばく線量の評価　②線量換算係数（成人）の見直し　③直接経口摂取経路の追加　④子ども（1～2歳児）の４項目を考慮して再評価を行うこととしました。なお、評価の対象物は、これまでの報告書と同様、原子炉施設及び核燃料物質使用施設において、解体等に伴って発生するコンクリートや金属等とし、可燃物は除外しています。また、評価の対象とする放射性核種は、これまでの報告書でクリアランスレベルが導出されている58の放射性核種としています。

○再評価で考慮した4項目

① 皮膚被ばく線量の評価

皮膚被ばくは、クリアランスレベル以下であるとされたコンクリートや金属等を直接取り扱うことなどに伴って、皮膚表面に放射性物質が付着することにより発生する可能性があります。こうした被ばくは、これまでの報告書における評価経路のうち、次のような状況の作業で発生する可能性が高く、かつ、付着物の放射能濃度等の関係から、被ばく線量が大きくなると推定されます。

埋　設　処　分：ⅰ）積込み作業　ⅱ）埋立作業　ⅲ）建設作業

再使用・再生利用：ⅰ）スクラップ輸送積下ろし作業

ⅱ）スクラップ前処理作業

ⅲ）溶融、鋳造作業　ⅳ）スラグ作業

ⅴ）加工作業　ⅵ）コンクリート再処理作業

今回の見直しでは、これらの評価経路ごとに皮膚被ばく線量をあらためて算出した上で、放射性核種ごとに最大線量となる評価経路を求め、その際皮膚被ばくの等価線量限度である50mSv/年に相当する放射能濃度を算出しました。

② 線量換算係数（成人）の見直し

これまでの報告書のクリアランスレベルの算出においては、ICRPのPub.30及びPub.40に示された内部被ばく線量換算係数を用いています。一方、ICRPでは作業者に対してはPub.68が、一般公衆に対してはPub.72が最新の線量換算係数として提案されています。

また、外部被ばく換算係数は、これまでの報告書のクリアランスの算出において、ICRP Pub.51に示された照射方向別の線量換算係数を用いていますが、組織加重係数の変更、それを割り当てる組織・臓器の詳細化等を行った線量換算係数がICRP

Pub.74に示されています。

これらのICRPによる新たな線量換算係数は既に国内の線量限度値等として取り入れられている状況であることから、今回の見直しに当たってはこの新しい線量換算係数を用いて、埋設処分及び再使用・再生利用に係る成人に対する評価経路ごとの0.01mSv（10μSv）/年に相当する放射能濃度を算出しました。

③ 直接経口摂取経路の追加

直接経口摂取経路は、手又は顔に付着した放射性物質を直接、経口摂取することにより発生するものと考えられます。こうした経口摂取は、皮膚被ばくの評価経路と同一であることから、①の皮膚被ばく線量の評価と同じ評価経路を直接経口摂取の評価経路として選択しました。また、処分場の跡地に居住した人が屋外で活動する際に、放射性物質を含んだ土壌を経口摂取する可能性もあることからこの評価経路ついても追加しました。これらの想定すべき評価経路ごとに直接経口摂取した場合の被ばく線量を算出し、放射性核種ごとに最大線量となる評価経路を求めて、その際0.01mSv（10μSv）/年に相当する放射能濃度を算出しました。

④ 子ども（1～2歳児）の評価

子どもについては、これまでの報告書においては評価の対象としていませんでしたが、安全指針RS−G−1.7は子どもについても評価の対象としています。このことから、今回の見直しにおいて子ども（1～2歳児）を対象として追加しています。また、評価経路は、これまでの報告書で評価している経路のうち、跡地利用で農産物を摂取した場合等評価上重要でありかつ子どもが被ばくする可能性のある経路を抽出しました。この抽出した評価経路ごとに0.01mSv（10μSv）/年に相当する放射能濃度を算出しました。

注：胎児の被ばくについては、ICRPの考え方では、母体が通常の低い線量で保護されていれば、胎児の安全性は確保されると考えられています。また、0歳児の被ばく線量については、内部被ばく外部被ばくともに1～2歳児と同程度と考えられています。

以上の①から④までの4項目について再評価を行い、0.01mSv（10μSv）/年に相当する放射能濃度、又は、皮膚被ばくの評価経路については50mSv/年に相当する放射能濃度を、放射性核種ごとに求め、そのうち最も低い放射能濃度を当該放射性核種のクリアランスレベルの計算値として採用しました。

この結果、成人を評価対象者とした評価経路が決定経路となった核種は、マンガン−54、セシウム−137、プルトニウム−239等の39核種であり、子どもを評価対象者とした評価経路が決定経路となった核種は、トリチウム、炭素−14、コバルト−60等の19核種となりました。これらの概要を図表1−2−4に示します。この再評価を行ったクリアランスレベルの計算値とこれまでの報告書のクリアランスレベルの計算値を比較すると、ほとんどの核種について異なっているものの、数値の違いが10倍以上または10分の1以下となってい

るのはニッケル−59及びニッケル−63のみであり、ほとんどの核種について値は大きな相違はなかったといえます。

図表1-2-4　各検討項目における0.01mSv（10μSv）/年相当放射能濃度の最小値及びクリアランスレベルの計算値（Bq/g）

核種名	再評価における クリアランスレベルの計算値	これまでの報告書の クリアランスレベルの計算値
トリチウム	64	220
炭素−14	3.8	5.1
マンガン−54	1.6	1.1
コバルト−60	0.31	0.37
ニッケル−59	35	560
ニッケル−63	130	1900
ストロンチウム−90	0.69	0.95
テクネチウム−99	1.3	0.28
セシウム−137	0.82	1.0
ユウロピウム−154	0.38	0.38
プルトニウム−239	0.19	0.20
アメリシウム−241	0.22	0.20
キュリウム−244	0.36	0.36

＊1：表中にある核種以外のものについては、（http://www.nsc.go.jp/senmon/shidai/haishi/haishi003/siryo311.pdf）を参照下さい。

(3) クリアランスレベルの設定

IAEAの安全指針RS−G−1.7は、強制力はありませんが、IAEA加盟国ごとの原子力利用の実態に即しつつ、国際的整合性の観点から各国ができるだけ共通のレベルを採用するものとされています。

安全指針RS−G−1.7の規制免除レベルは、広く一般的な固体状の物質を対象としており、今回の見直しで適用の範囲としている原子炉施設等の解体に伴って発生する廃棄物等に限定していないことから、今回の再評価結果と直接的に比較すべきものではありませんが、再評価したクリアランスレベルの計算値と安全指針RS−G−1.7の規制免除レベルを導出する際に用いられた計算値の比較を行いました。図表1−2−5にそれぞれの計算値を示します。

図表 1-2-5　再評価におけるクリアランスレベルの計算値と安全指針 RS-G-1.7 の規制免除レベルを導出する際に用いられた計算値

核種名	再評価		RS−G−1.7		値の比較
	クリアランスレベルの計算値 ①	クリアランスレベル＊1	計算値 ②	規制免除レベル＊2	①／②
トリチウム	64	60	30	100	2.1
炭素−14	3.8	4	1.7	1	2.2
マンガン−54	1.6	2	0.15	0.1	11
コバルト−60	0.31	0.3	0.031	0.1	10
ニッケル−59	35＊4	30	140	100	0.24
ニッケル−63	130	100	59	100	2.2
ストロンチウム−90	0.69	0.7	0.55	1	1.3
テクネチウム−99	1.3	1	0.61	1	2.0
セシウム−137	0.82	0.8	0.12	0.1	6.9
ユウロピウム−154	0.38	0.4	0.060	0.1	6.4
プルトニウム−239	0.19	0.2	0.25＊3	0.1	0.74
アメリシウム−241	0.22	0.2	0.30＊3	0.1	0.74
キュリウム−244	0.36	0.4	0.49＊3	1	0.73

＊1：これまでの報告書に倣って、計算値の二桁目を四捨五入したものである。
＊2：計算値について3×10^{X}から$3\times10^{X+1}$までの値を$1\times10^{X+1}$（例えば、30から300までの値は100）と処理したものである。
＊3：安全指針RS−G−1.7のパラメータ見直しにより計算結果が変わっているが、その結果が示されていないため、原子力安全委員会で計算した結果である。
＊4：有効数字3桁目を四捨五入して2桁で示しているため、2桁目の数値は繰り上がった数値である。
＊5：表中にある核種以外のものについては、（http://www.nsc.go.jp/senmon/shidai/haishi/haishi003/siryo311.pdf）を参照下さい。

比較の結果、再評価したクリアランスレベルの計算値と安全指針RS−G−1.7の計算値との違いは、一部の核種を除いて、一桁以内に収まっています。

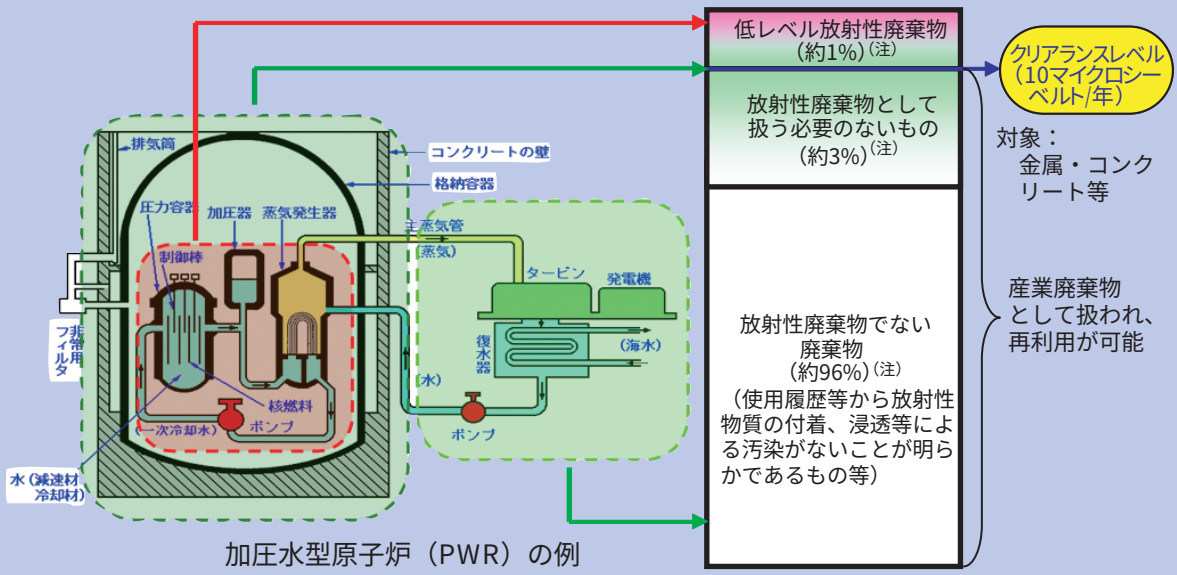
安全指針RS−G−1.7では、規制免除レベルを導出する際の個人線量の規準は0.01mSv（10μSv）/年と同程度（具体的には一桁以下）であるべきとしています。前述の安全指針RS−G−1.7における「グレーデッド アプローチ（graded approach）」という考え方では、規制免除レベルは十分低い値であることから規制免除レベルの10倍程度までは規制行政庁の判断により、規制免除またはクリアランスを認めることができるとしています。

こうしたIAEAの考え方を踏まえると、原子力安全委員会が示したクリアランスレベルの再評価した計算値と安全指針RS−G−1.7の計算値の違いは、大部分の放射性核種について1桁以内に収まっており、内容的にほぼ同等であるといえます。

したがって、再評価したクリアランスレベルの計算値と安全指針RS−G−1.7の計算値がほぼ同等であることを踏まえると、国際的整合性の観点からは、原子力施設の解体に伴い大量に発生する物質に対して、原子力安全委員会が再評価して定めたクリアランスレベルを採用すること、あるいは一般的な規制免除レベルである安全指針RS−G−1.7の規制

免除レベルを、我が国の原子炉施設等の解体等に伴って発生するコンクリートや金属等のクリアランスレベルとして採用することは適切であるといえます。

図表 1-2-6　原子力発電所の解体により発生する廃棄物とクリアランスレベル



（注）総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会廃棄物小委員会
「原子力施設におけるクリアランス制度の整備について」より引用

出典：原子力百科事典ATOMICA（一部加筆）

一方、クリアランスレベルを安全規制制度に取り入れるに当たっては、クリアランスレベルを用いて放射性物質として扱う必要のない物であることを事業者が判断して、その判断を規制当局が確認する検認制度の整備や、クリアランス制度の普及活動が重要な課題であり、規制行政庁による合理的かつ透明性のある制度設計が望まれます。

●第３節●　クリアランスの制度化に向けた検討

規制行政庁における検討

原子力安全・保安院は、原子力安全委員会の検討を踏まえ、総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会廃棄物安全小委員会（以下、「廃棄物安全小委員会」という。）において、クリアランス制度の法制化に向け検討を行いました。その際、原子力安全委員会が示したクリアランスレベル及びクリアランスレベル検認の基本的考え方を踏まえつつ、高い信頼性を有し、かつ、合理的に運用できるクリアランスレベル検認の方法を中心とした検認制度について、国と原子力事業者のそれぞれの役割に基づき、規制行政庁が行う検認に関する具体的な安全規制を想定しつつ、クリアランスレベル検認に当たって必要な技術要件に関する基本的事項等について検討を行い、平成16年9月に「原子力施設におけるクリアランス制度の整備について」と題する報告書を取りまとめました。その後、同小委員会では、原子力安全委員会におけるクリアランスレベルの再検討結果を踏まえ、同年12

月にその内容を一部改訂しています。

○原子力安全・保安院　廃棄物安全小委員会
「原子力施設におけるクリアランス制度の整備について」（概要）

1．クリアランスレベルの検討

原子力安全委員会では平成11年以降、原子炉施設を中心にその解体等に伴って発生する廃棄物についてクリアランスレベルを算出してきましたが、IAEAにおける安全指針（IAEA安全指針RS－G－1.7「規制除外、規制免除及びクリアランスの概念の適用」以下、「IAEA安全指針」という。）の検討とその出版を踏まえ、既に取りまとめているクリアランスレベルの見直しの必要性も含めた検討を行い、平成16年12月に「原子炉施設及び核燃料使用施設の解体等に伴って発生するもののうち放射性物質として取り扱う必要のないものの放射能濃度について」と題する報告書を取りまとめました。

これを受けて、廃棄物安全小委員会では、クリアランスを含めた放射線防護の基準についての国際的整合性の観点、クリアランスされたものの国際的流通の潜在的可能性、原子炉等解体廃棄物以外の廃棄物への適用を考慮した場合の汎用性、規制のわかりやすさ等の点を考慮して、原子炉施設の廃止措置等に伴って発生する廃棄物の国の規制値としてのクリアランスレベルの設定に当たっては、基本的にIAEA安全指針に示された値を用いることが適当としています。

2．クリアランスレベル検認制度

クリアランスレベル検認（以下、「検認」という。）とは、クリアランスレベルを用いて「放射性物質として扱う必要のないもの」であることを原子力事業者が判断し、その判断に加えて国が適切な関与を行うことであり、検認においては、放射性廃棄物として管理すべきものはクリアランスすべきものと区別して従来どおり放射性廃棄物として適切に管理し、クリアランスレベル以下のもののみがクリアランスされるシステムを構築し、維持することが、クリアランスに対する国民の信頼を得る上で重要です。このため、国による２段階の関与、すなわち、事業者が測定及び判断を行う前に、まず、事業者自らが策定する「クリアランスレベル検認対象物（以下、「対象物」という。）の測定及び判断の方法」の妥当性を認可（第1段階）し、認可を受けた測定に基づいて事業者が行った測定及び判断の結果を確認（第2段階）することとしています。

3．クリアランスレベル検認の流れ

原子炉施設の廃止措置を例に、検認の実施手順の概要を以下に示します。（図「クリアランスレベル検認の流れ（原子炉施設の廃止措置の例）」を参照。）

① 事前の評価、対象物の選定、測定・判断方法の設定

事前の評価によって、対象物の汚染状況や物量を把握し、対象となる範囲の設定や測定・判断条件の設定等を的確に行い、国が定める技術基準を基に事業者自らが「対象物の測定及び判断の方法」を策定します。その際、測定方法等につい

ては学協会規格をはじめとする民間規格を積極的に活用することも検討されています。

② 国による測定及び判断方法の認可

事業者が策定した対象物の測定及び判断方法については、実際に測定を行う前に、その妥当性について国の認可を受けます。

③ 対象物の測定・判断

個別の対象物の性状等に応じた解体工程を選択し、その工程に従って国の認可を受けた測定・判断方法に基づき放射性核種濃度を測定し、クリアランスレベル以下であることを判断します。

なお、クリアランスレベル（Bq/g）は、対象物中に含まれる放射性核種の放射能を当該対象物の重量で除した平均値で評価するため、放射性核種濃度の分布の均一性の程度やそのレベルを考慮して、適切な面積、重量の単位ごとに評価単位を設定すること（通常は数トン以内）となります。また、評価単位の中で放射性核種濃度の偏りがあった場合の安全性への影響について、原子力安全委員会のクリアランスレベル検認報告書では、評価単位重量が数トン以内の場合、対象物の平均放射能濃度がクリアランスレベルを満足していれば、線量目安値に対する被ばく上の影響はないと評価されています。

④ 国による対象物の測定及び判断結果の確認

事業者が行った対象物の測定及び判断結果については、国が基本的には記録に基づいて確認を行いますが、検認の客観性、信頼性を高める観点から、必要に応じ抜き取りによる測定を行うことも考慮することとしています。また、国が行う確認の一部は原子力安全基盤機構の活用を検討すべきとされています。

⑤ 保管・管理、記録、品質保証活動

クリアランスレベル以下であることが確認されたものについては、搬出するまでの間、異物や汚染物の混入を防止するための厳格な保管・管理、検認結果の記録保管等を行うとともに、検認に係る一連の業務が高い信頼性をもって機能するための品質保証体制を確立することが重要としています。

4．クリアランス制度の定着に向けて

廃棄物安全小委員会では規制制度の検討に加え、クリアランス制度が社会で適切に受け入れられるため、制度の運用に当たって留意すべき事項についても指摘しています。

① 処分量の低減と再生利用等の促進、クリアランスされたものの取扱い

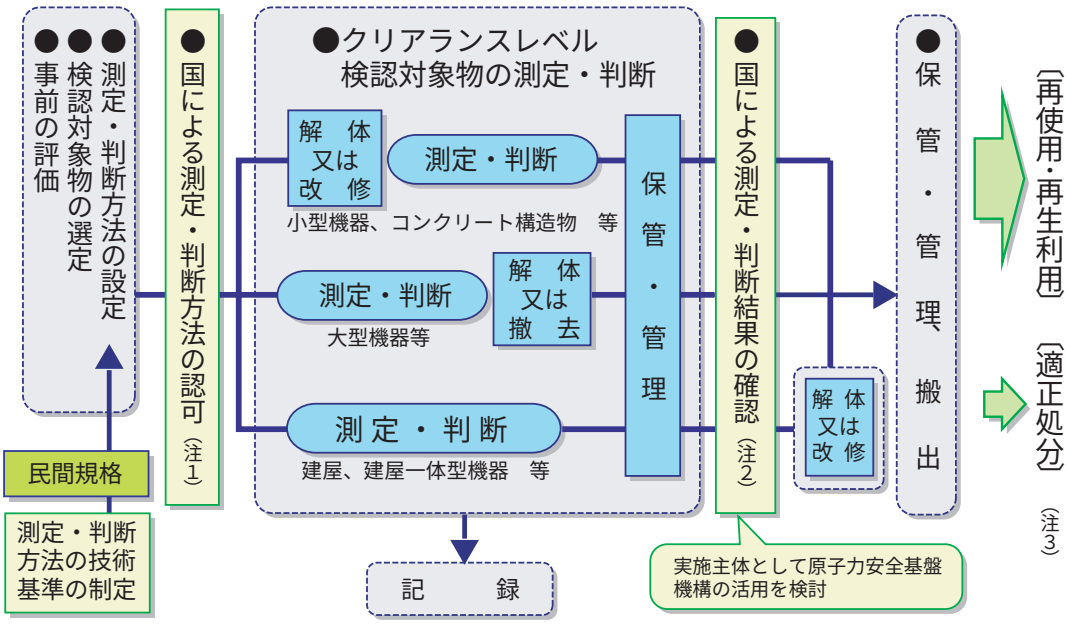
循環型社会形成推進の観点から、原子力利用に伴って生ずるクリアランスされたものについても、幅広く国民や社会の理解、協力を得ながら積極的に再生利用等を進め、産業廃棄物として最終処分に回る量を低減させる努力が重要です。原子力事業者においては、クリアランス制度が社会に定着するまでの間、クリアランスされたものについては、原子力施設由来のものであることを了解済みの処理事業者や限定された産業廃棄物処分場に搬出すること、また、自ら率先して社会

の理解を得つつ再生利用等を進めることを表明しており、このような取組は制度の円滑な定着に有効であるとしています。

また、検認によりクリアランスレベル以下であることが確認された対象物については、放射性物質として扱う必要のないものであるので、例えば、産業廃棄物として処理する場合には廃棄物の処理及び清掃に関する法律の適用対象となり、排出事業者である原子力事業者は同法に基づき適正な処理に努めることはもちろんですが、国民のクリアランス制度への信頼感を高めるためには、原子力事業者においてはクリアランス制度が社会に定着するまでの間、処分、再生利用の際の最初の搬出先を自主的に把握することが必要と指摘されています。

② クリアランス制度についての理解の促進

クリアランス制度が安心感をもって受け入れられるためには、再生利用や処分に係わる関係者、国民、地域社会の理解と協力が不可欠です。このため、国や原子力事業者においては、クリアランスレベルやその背景となる放射線についての知識の提供を含め適切に対応し、クリアランス制度について幅広く国民や地域社会の理解を深める努力が重要です。原子力安全・保安院では、クリアランス制度についての説明会を全国８カ所で開催するなどしており、このような取組は有効と考えます。



（注）１．国による測定・判断方法の認可（認可時の審査内容）
評価対象とする放射性核種の選択や組成比の設定方法、対象物の特性に応じた測定条件の設定や測定方法、測定結果の評価方法、測定・判断が終了した対象物の一時保管の方法、記録の管理、品質保証計画の策定状況　等
２．国による測定・判断結果の確認
認可を受けた方法に基づき行われた測定・判断に関する記録を確認する（必要に応じ抜き取り測定）。また、事前の評価からクリアランスされたものの搬出まで一連の測定・判断に係る品質保証活動の実施状況の確認について、国は適切な機会を通じてこれを行う。
3．クリアランスされた物の処分又は再生利用の際の最初の搬出先について、制度が社会に定着するまでの間、事業者が把握・記録するよう求める。

図　クリアランスレベル検認の流れ（原子炉施設の廃止措置の例）

一方、文部科学省においても、試験研究炉の現状、放射性廃棄物の処分の実現に向けた原子炉設置者等の取組、クリアランスに関する検討の現状を踏まえ、研究炉等安全規制検討会において、試験研究炉等におけるクリアランス制度の導入に向け、規制行政庁と原子炉設置者等のそれぞれの果たすべき役割を考慮しつつ、制度のあり方について検討を行い、報告書「試験研究用原子炉施設等の安全規制のあり方について」（平成17年1月14日）を取りまとめました。以下に、その概要を示します。

○文部科学省　研究炉等安全規制検討会
「試験研究用原子炉施設等の安全規制のあり方について」（概要）

1．試験研究用原子炉施設等におけるクリアランス制度について

試験研究用原子炉施設等の廃止措置等に伴って発生する固体状物質について、合理的な規制にするとともに、廃棄物を資源として再使用・再生利用することを可能とし、循環型社会の形成に資するためにクリアランス制度を導入します。

2．クリアランスレベル

原子力安全委員会では、「クリアランスレベル」とは、「「放射性物質として扱う必要がないもの」を区分するレベル」をいい、「放射性物質として扱う必要がない」ことを満足する要件は、「当該物質に起因する線量が「自然界の放射線のレベル」と比較して十分小さく、また、人の健康に対するリスクが無視できること」としている。また、原子力安全委員会は、実際のクリアランスレベルを導出するための目安値として、年間10μSv（自然界から受ける年間の被ばく線量の1/100以下）を用い、この線量を放射性核種の濃度に換算して得られた基準値をクリアランスレベルとして示しています。＊1

3．クリアランスレベル検認における国の関与は2段階

原子炉設置者等が、クリアランスレベルを用いて、「放射性物質として扱う必要がないもの」であると判断したものについて、規制当局が適切な関与を行うことを「クリアランスレベル検認」といいます。試験研究用原子炉施設等の廃止措置は、設備機器や建家の解体撤去、解体物の搬出等、様々な作業が段階的に実施されることから、クリアランスレベル検認は、実際に想定される廃止措置の流れに沿って実施されることが重要です。廃棄物安全小委員会報告書において検討されたクリアランスレベル検認では、2段階の国の関与が示されており、第1段階は「事業者が策定する「対象物の測定・判断方法」の妥当性確認（認可）」、第2段階は、「認可を受けた方法に基づいて測定した記録の確認」となっています。

これらクリアランスレベル検認の一連の流れは、厳格な品質保証の下に実施します。

なお、廃棄物安全小委員会では、発電用原子炉施設のように、大量の物量が想定さ

＊1：具体的なクリアランスレベルの設定については、研究炉等安全規制検討会の下に設置された技術ワーキンググループにおいて、基本的にIAEA安全指針に示された値を用いる方向で検討されています。

れる原子炉の廃止措置を例に検討を行っていますが、廃棄物安全小委員会で検討された結果については、「原子炉施設を例にクリアランスレベル検認に係る規制の枠組み、技術的基準等について定めたものであり、これらは与えられるクリアランスレベルや原子力施設の種類にかかわらず基本的に適用可能なものである。また、ここに示した以外の方法を用いて検認する場合であっても十分な技術的根拠があれば、その方法は認められるものである。」としており、基本的に試験研究用原子炉施設等から発生する廃棄物のクリアランスにも適用し得るものと考えられます。

４．今後の制度設計に当たっての留意事項

① 原子炉等規制法と放射線障害防止法の両方の規制がかかる施設に対するクリアランス制度の適用

試験研究用原子炉施設等については、原子炉等規制法に加え、放射線障害防止法の規制対象となる施設も存在しており、このような施設においては、両規制の対象となる廃棄物の混在が考えられます。この中で、試験研究用原子炉施設の一部に見られるように、原子炉起動用に用いる中性子線源等、密封された放射性同位元素の使用のためのみに放射線障害防止法の規制対象ともなっている施設については、放射性同位元素の使用履歴を調べることにより、確実に汚染が排除できると考えられます。したがって、放射性同位元素を当該施設の外へ搬出することにより、放射線障害防止法の規制対象から外れ、原子炉等規制法の規制の下に廃止措置を実施し、クリアランス制度を適用することも可能な場合があると考えられます。

一方、施設によっては、放射性同位元素の使用や廃棄物の貯蔵等で引き続き放射線障害防止法の規制を受け、使用されることも想定されることから、今後、このような施設に対する廃止措置の効率的で効果的な安全規制の実現に向け、国において、引き続き検討を行う必要があります。

② 核燃料物質使用施設の廃止措置に対するクリアランスレベル検認方法等

核燃料物質使用施設については、原子力安全委員会報告書で評価・検討された原子炉施設で用いられる重要放射性核種以外のものとして新たに重要放射性核種６核種が「核燃料使用施設（照射済燃料及び材料を取り扱う施設）におけるクリアランスレベルについて」において示されており、さらに施設によっては、重要放射性核種が異なる場合も想定されるため、対象物中の重要放射性核種の濃度測定等、クリアランスレベル検認を具体的に実施する方法について、今後、原子炉設置者等において検討すべき課題があるものと考えられます。

原子力安全・保安院では、廃棄物安全小委員会が取りまとめた報告書「原子力施設におけるクリアランス制度の整備について」、文部科学省では、研究炉等安全規制検討会報告書「試験研究用原子炉施設等の安全規制のあり方について」を踏まえ、クリアランス制度に関する所要の規定を盛り込んだ原子炉等規制法の一部を改正する検討を行っています。

主な内容としては、

○ 原子炉設置者等は、工場等において用いた資材その他の物に含まれる放射性物質についての放射能濃度が、放射線による障害の防止のための措置を必要としないものとして主務省令で定める基準を超えないことについて、主務大臣の確認を受けることができるものとすること

○ 主務大臣の確認を受けたものへの適用については、核燃料物質によって汚染されたものでないものとして取り扱うものとすること

○ 主務大臣の確認を受けようとする者は、あらかじめ主務大臣の認可を受けた放射能濃度の測定及び評価の方法（クリアランスレベルの確認（検認））に基づき、その確認を受けようとするものに含まれる放射性物質の放射能濃度の測定及び評価を行い、その結果を記載した申請書その他書類を主務大臣に提出しなければならないこと

などです。

政府は、以上のような内容の原子炉等規制法の改正法案を第162回通常国会に提出しています。

●第４節● 今後の課題

これまで説明してきたように、原子力安全委員会、原子力安全・保安院及び文部科学省では、原子炉施設等の解体に伴って発生する放射性廃棄物等を対象に、埋設処分や再使用・再生利用する際の安全規制を行う上で重要なクリアランスの検討を行ってきました。

今般の原子力安全委員会、原子力安全・保安院及び文部科学省におけるクリアランス制度の検討は、発電用原子炉、試験研究炉及び核燃料物質使用施設（照射済燃料及び材料を取り扱う施設）の解体等に伴って発生するコンクリートや金属等を対象として行ったものです。

したがって、今回の検討対象としなかった製錬施設、加工施設、再処理施設、放射性同位元素使用施設等から発生する廃棄物等のクリアランス制度については、今後、別途検討する必要があります。

IAEAでは、大量の物質に対する一般的な規制免除レベルを安全指針RS－G－1.7に示すのに先立って、少量の放射性同位元素等の放射性物質の規制免除レベルを別途に試算し、国際基本安全基準BSSの中に示しました。少量の放射性物質に対する国際基本安全基準BSSの規制免除レベルは、既にいくつかの国々で取り入れられており、我が国でも平成16年に放射線障害防止法の改正を行い、その導入を図っています。今後、放射性同位元素のクリアランスレベルについても、上記の規制免除レベルとの整合性を図るとともに、IAEAで国際基本安全基準BSSに安全指針RS－G－1.7を取り入れる検討を計画していることなどの動向を踏まえつつ、検討を行うことが必要であると考えられます。

また、製錬施設及び加工施設等から発生するウランで汚染された廃棄物等のクリアラン

スについては、安全指針RS－G－1.7の規制免除レベル、IAEAや各国のノルム（NORM：Naturally Occurring Radioactive Material　自然放射性物質）及びテノルム（TENORM：Technically Enhanced NORM　工学的利用またはその副産物として濃度が高められた自然放射性物質）の規制方法等を参考にして、今後検討を行うことが重要です。

今後、原子力または放射性同位元素の利用により発生する廃棄物等の安全かつ合理的な処理処分及び資源の有効利用の観点から、これまで未検討である廃棄物等のクリアランスレベル及び規制免除レベルについて、引き続き検討を行っていきます。

参 考

○原子力安全委員会「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」「重水炉、高速炉等におけるクリアランスレベルについて」「核燃料使用施設（照射済燃料及び材料を取り扱う施設）におけるクリアランスレベルについて」の概要

1．クリアランスレベル算出の前提条件

① 線量の目安値

クリアランスを算出するための線量の目安値は、「自然界の放射線レベルに比較して十分小さく、また、人の健康に対するリスクが無視できる」線量として、過去の放射線審議会、原子力安全委員会、ICRP及びIAEA等の関連文書を参考として、0.01mSv（10μSv）/年としている。

この線量に相当する放射能濃度（Bq/g、またはBq/cm^2）をクリアランスレベルとして導出している。

② 対象物

原子炉施設では、軽水炉（BWR、PWR、試験研究炉）、ガス炉、重水炉、高速炉の解体等に伴って発生するコンクリートや金属等を対象としている。１基の原子炉が解体された時に発生する物量を想定しており、110万kW級のBWR及びPWRにおいては、約50万トンを想定している。

核燃料使用施設では、対象施設を原子炉で照射された燃料及び材料を取り扱う照射後試験施設と試験研究施設に限定し、1施設の廃止措置に伴って発生するコンクリート及び金属（鉛を含む）を対象としている。想定物量は、数万トンであり、原子炉施設と比較して少ない。

③ 評価対象核種

評価対象核種は、廃棄物等における存在量が大きく、人体への影響度の大きな核種を選定している。原子炉施設及び核燃料物質使用施設で58核種を評価対象としている。

④ クリアランスした物質の用途等

クリアランスされた後の用途及び行き先を限定しないことを前提とし、コンクリート、金属がそれぞれ再使用・再生利用又は産業廃棄物と同様に処分されることを想定している。

2．クリアランスレベルの算出方法

① 評価経路の選定

現実的に起こり得ると想定される評価経路を埋設処分では、125経路、再使用・再生利用では、77経路を網羅的に選定し、線量が十分小さいと判断される経路、また、他の経路に包含されてしまう経路を除き、最終的に埋設処分では、41経路、再使用・再生利用では、32経路を選択した（図1、図2）。

核燃料物質使用施設では、原子炉施設における算出結果より、明らかに影響を与えない経路を除外している。また、鉛に着目した再使用・再生利用に係る評価経路を追加している。

用途または行き先を限定しないことを想定しているため、評価経路の発生確率は保守側に考慮しないこととしている。

② 評価（代表）パラメータの選定の考え方

評価（代表）パラメータは、日本における社会環境、日常生活の態様等を考慮して、標準的である人を対象に現実的と考えられる値を選定した。主に、文献等から得られる現実的、平均的な値を用いているが、直接参考となる文献等がないパラメータについては、他のパラメータを参考にするか、現実的な範囲で保守的な値を選定した。

3．クリアランスレベルの算出結果

核種ごとに、選定したすべての評価経路について計算を行い、その中で最小濃度を示す評価経路（このような経路を「決定経路」という。）の放射能濃度をクリアランスレベルとして算出した（表-1）。クリアランスレベルはBq/gまたはBq/cm^{2}で示しているが、少なくとも10トン程度の物量ごとに平均化された濃度であるとして算出したものである。

4．シナリオの妥当性評価

クリアランスレベル算出に用いた自然条件、社会環境等の評価パラメータに対して、分布幅、分布型を選定し、モンテカルロ法を用いた確率論的解析を行うことにより、評価（代表）パラメータおよび評価経路が適切かつ保守的に選定されていることを確認した。

5．IAEA技術文書「TECDOC−855」との比較

算出されたクリアランスレベルと、TECDOC−855における値を比較した。その結果、ほとんどの核種において、値の差が1桁以内であり、1桁以上差がある核種（トリチウム、炭素−14、ヨウ素−129、塩素−36、テクネチウム−99等）についても、日本における社会環境等を考慮したパラメータ及び評価経路を用いて算出した結果であり、算出されたクリアランスレベルは妥当なものであると判断した。

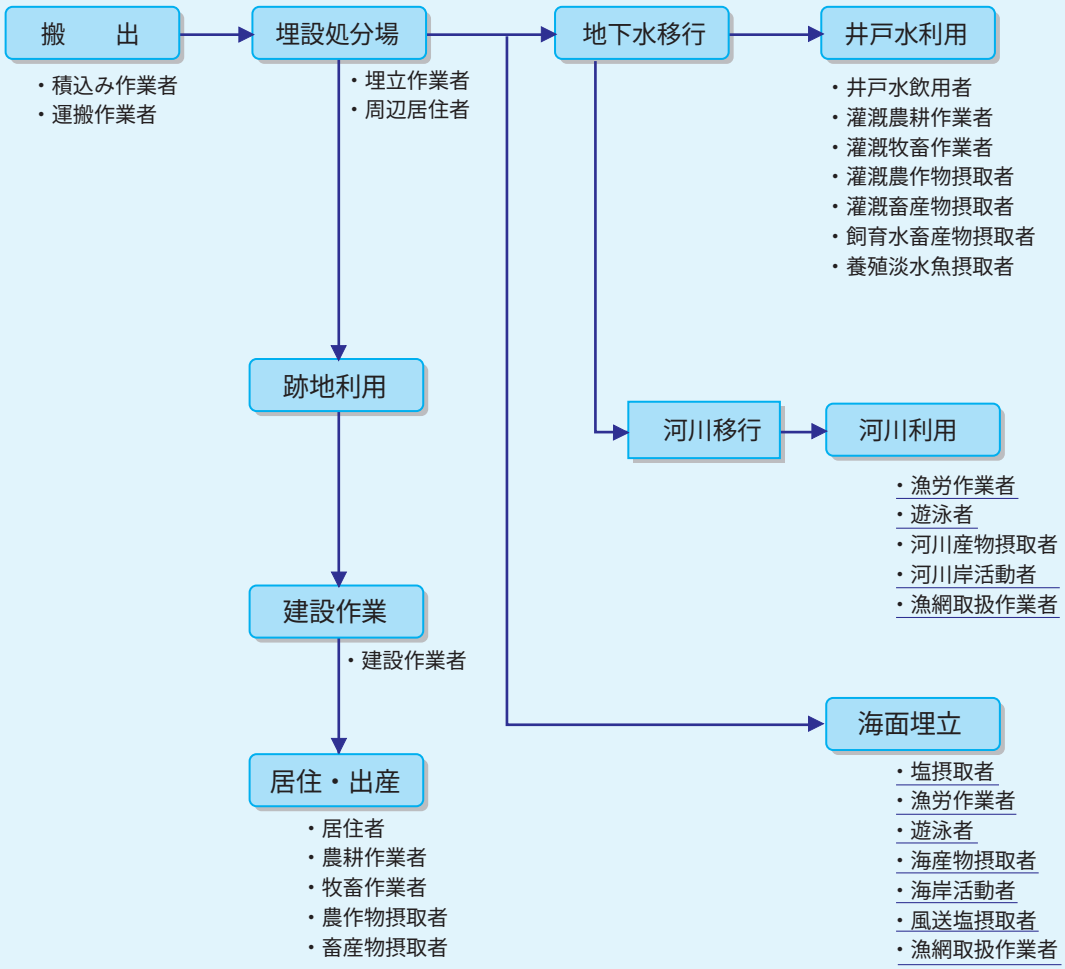
6．重要放射性核種の抽出

廃棄物等がクリアランスレベル以下であることを検認する際に、線量評価の観点から影響度の大きい限られた放射性核種の濃度を制限することによって、その他の放射性核種の影響度も自ずと制限されることになると考えられる。そこで、クリアランスレベルを算出した核種のうちから、線量評価上影響度の大きい核種を重要放射性核種として抽出している。

原子炉施設については、対象となる廃棄物等における各核種の放射能濃度の推定値（D）とクリアランスレベルの算出結果（C）との比（D/C）を計算し、炉型、対象物（ｺﾝｸﾘｰﾄ、金属）、汚染経路（放射化、二次的な汚染）ごとに最大となった核種を1にして、他の放射性核種を規格化した結果、規格化されたD/Cが0.01以上（2桁範囲に入る）の放射性核種を重要放射性核種として抽出した。

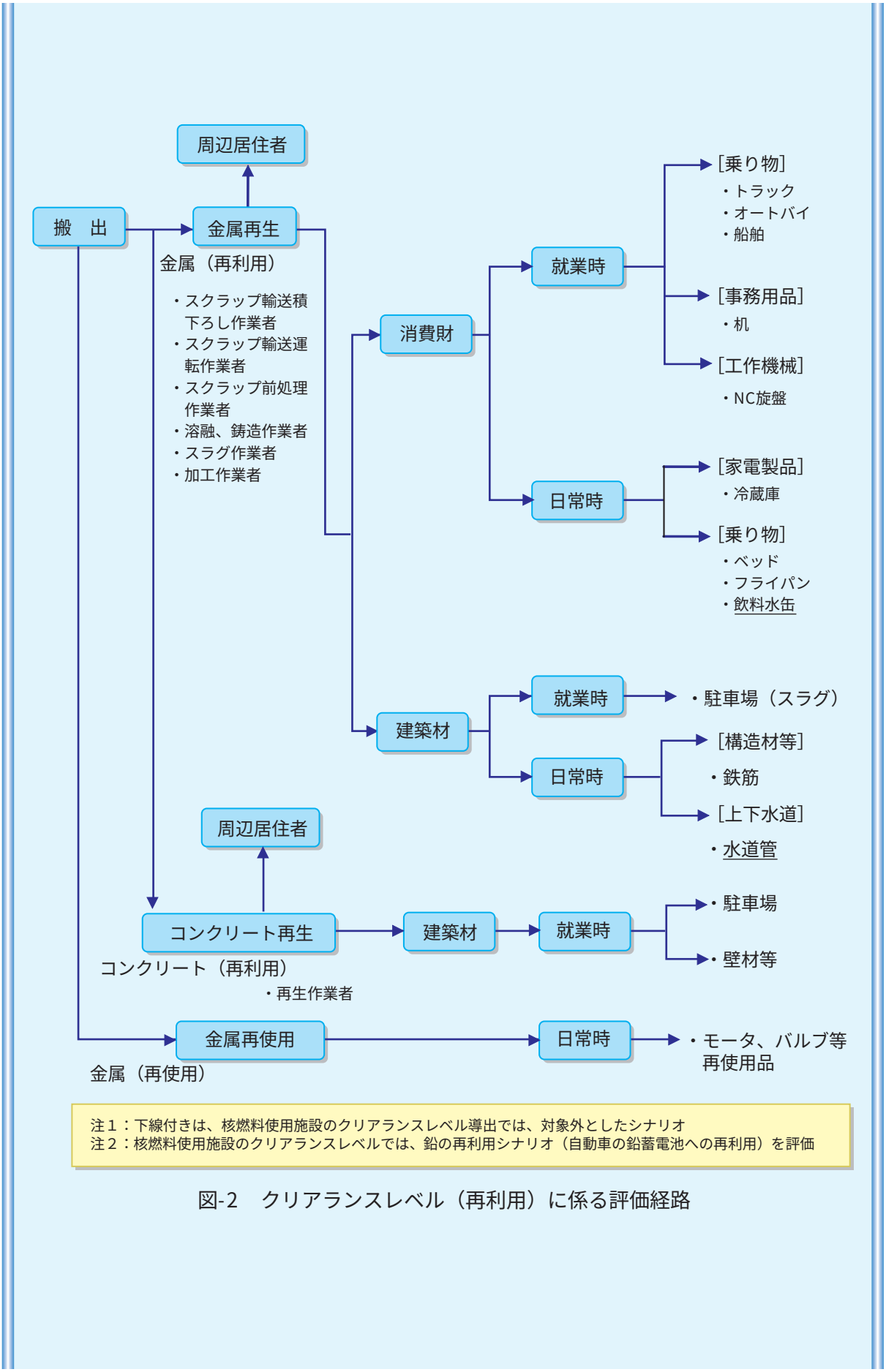
これより、プルトニウム-239、アメリシウム−241を全α核種としてまとめると、11核種が原子炉施設の重要放射性核種として抽出された。

また、核燃料物質使用施設においても、取扱い試料（燃料、材料）の核種組成比を、照射された炉型、試料の種類ごとに推定して、発生する廃棄物等における放射能濃度の推定値（D）を求め、原子炉施設における重要放射性核種の抽出と同様の方法を用いて、17核種の重要放射性核種を抽出している。



注：下線付きは、核燃料使用施設のクリアランスレベル導出では、対象外としたシナリオ

図-1　クリアランスレベル（埋設処分）に係る評価経路



注１：下線付きは、核燃料使用施設のクリアランスレベル導出では、対象外としたシナリオ
注２：核燃料使用施設のクリアランスレベルでは、鉛の再利用シナリオ（自動車の鉛蓄電池への再利用）を評価

図-2　クリアランスレベル（再利用）に係る評価経路

表-1　これまでの報告書で算出した主な核種のクリアランスレベル

表中の○は評価対象核種、◎は重要核種

核種名	各施設における評価対象			クリアランスレベル（Bq/g）
	軽水炉、ガス炉＊1	高速炉、重水炉＊2	核燃料物質使用施設＊3	
トリチウム	◎	◎	◎	200
炭素−14	○	◎＊5	◎	5
マンガン−54	◎	◎	◎	1
コバルト−60	◎	◎	◎	0.4
ニッケル−63	○	○		2000
ストロンチウム−90	◎	◎	◎	1
テクネチウム−99	○	○		0.3
セシウム−137	◎	◎	◎	1
ユウロピウム−154	◎	◎	◎	0.4
プルトニウム−239	◎＊4	◎＊4	◎＊6	0.2
アメリシウム−241	◎＊4	◎＊4	◎＊6	0.2
キュリウム−244			◎＊6	0.4

＊1：「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」（http://www.nsc.go.jp/haiki/page5/990317.pdf）で対象としている軽水炉及びガス炉
＊2：「重水炉、高速炉等におけるクリアランスレベルについて」（http://www.nsc.go.jp/haiki/page5/010716.pdf）で対象としている高速炉及び重水炉
＊3：「核燃料使用施設（照射済燃料及び材料を取り扱う施設）におけるクリアランスレベルについて」（http://www.nsc.go.jp/haiki/page5/030424.pdf）で対象としている核燃料使用施設
＊4：全α核種として、１核種にまとめている
＊5：放射化された黒鉛遮へい体のみ選定される
＊6：プルトニウム−239、プルトニウム−240、アメリシウム−241、キュリウム−244を全α核種としてまとめている

なお、表中にある核種以外のものについては、上記の各アドレスを参照下さい。