

人間侵入に関する線量基準の考え方

平成27年5月21日

原子力規制庁

内容

1. 余裕深度処分における人間侵入に関する線量基準の考え方
2. 諸外国における基準の適用
(別添)第3回検討チーム会合で提示したシナリオと線量基準の考え方

1. 余裕深度処分における人間侵入に関する線量基準
の考え方

1-1 余裕深度処分における線量基準の論点 (1/2)

- ① 線量基準に関するこれまでの議論（これまでの検討チーム会合の資料からの抜粋・要約）
- ・人間侵入に係るシナリオについては、現在の浅地中処分の基準ではその発生可能性の低減のための対策を講じていないことから、1mSv/yを線量基準としている。
 - ・炉内等廃棄物については、人間侵入の発生可能性を低減するための立地場所の選定、深度の確保、人工バリアの物理的抵抗性の確保、受動的な制度的管理の導入を前提に線量基準を設定する。
 - ・人間侵入シナリオについては、人間の行為を様式化した上で評価することとし、線量基準は、周辺公衆については国際的に示されている基準値（IAEAの基準を考慮し、例えば20mSv/y）以下で最適化。
 - ・意図的な侵入に係る評価は行わない。
 - ・偶発的な侵入の当事者の線量基準については、国際的には、少数の人々が短時間に受ける事象について周辺公衆と同じ基準である必要はないとしているが、不確実性（例えば浅地中処分では侵入者が周辺公衆と同じ人物である可能性も考えられる）を考慮し、周辺公衆と同じ線量基準を適用することとする。

1-1 余裕深度処分における線量基準の論点(2/2)

② 論点と再整理

(1) 人間侵入の形態の再整理(1-6 (1/2)で詳述)

- ・ 意図的な侵入は、テロ等の処分施設の破壊の他に、処分場を認知した上であえて掘削するという行為も含まれる。この場合、周辺公衆への影響は廃棄物埋設地と生活圏が短絡されるシナリオを評価することとなるが、意図的・偶発的の区分による影響の差異は認められない。このため、人間侵入の動機の観点ではなく、人間侵入の形態を改めて整理。

(2) 人間侵入の形態を考慮した評価対象者の再整理(1-6 (2/2)で詳述)

- ・ IAEAの浅地中処分への要求事項に基づき、偶発的な侵入者については周辺公衆と同じ人物である可能性があるとして評価の対象としている。一方、余裕深度処分の場合の人間侵入の当事者は、人間侵入の可能性を低減させる様々な対策(立地場所の選定、深度の確保、物理的抵抗性の確保、受動的制度的管理の導入)を破って侵入することから、このような対策が講じられることを前提としたうえで、評価の対象者の考え方について改めて整理。

(3) 事象発生後の被ばく時期に対応した線量基準の観点からの再整理(1-7、1-8で詳述)

- ・ 線量基準は現存被ばくのバンド(1~20mSv/y)の適用を検討するが、周辺公衆が長期間被ばくするような事象については、バンドの下方側の数値にするなど、被ばく期間を考慮した線量基準の考え方が必要。

1-2 人間侵入の定義

<人間侵入の定義>

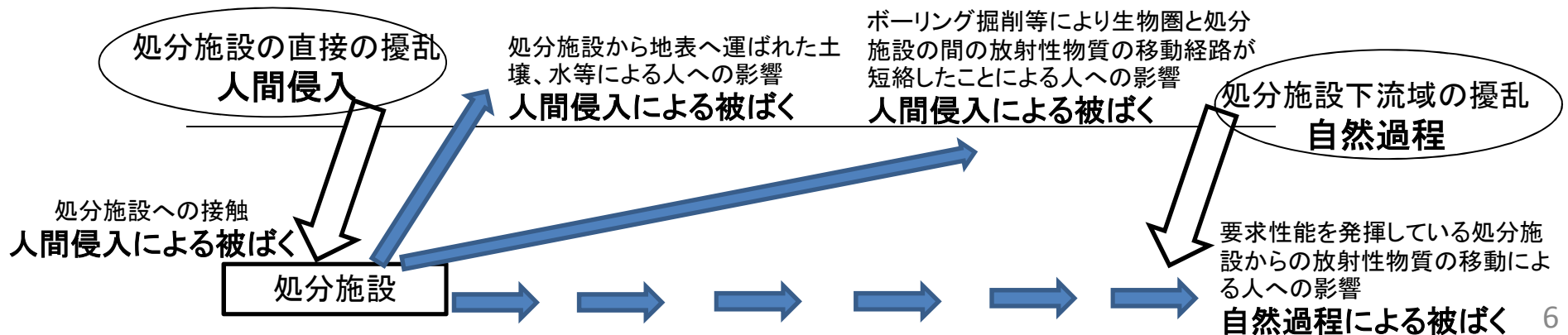
- 処分施設(すなわち、廃棄物自体、汚染されたニアフィールドあるいは人工バリア)を直接擾乱する人間活動であり、深度の確保や物理的抵抗性等を含めた人間活動を処分施設へ至らせないための対策をバイパスするもの(参考:IAEA SSR-5 1.10、ICRP Publ.81 (63))。

考え方

- 余裕深度処分における人間侵入は、立地場所の選定(鉱物資源がない等)、深度の確保、物理的抵抗性の確保、受動的制度的管理の導入により、その発生の可能性を低減させる措置が講じられているにも関わらず処分施設を直接的に擾乱するものを対象とする。例えば、処分施設へのボーリング掘削などが考えられる。
- 一方、そうでないものは、自然過程として評価する(参考:IAEA SSG-23 6.53)。例えば、処分施設より下流でのボーリング、地下利用等の行為は、処分施設に対する直接の擾乱に基づくものではないので、自然過程として評価する。

<人間侵入の影響の範囲>

- 人間侵入による影響となるのは、人間侵入による直接の影響及びその行為によって放射性物質の閉じ込め機能の一部が損傷又は失われた処分施設からの影響とする。



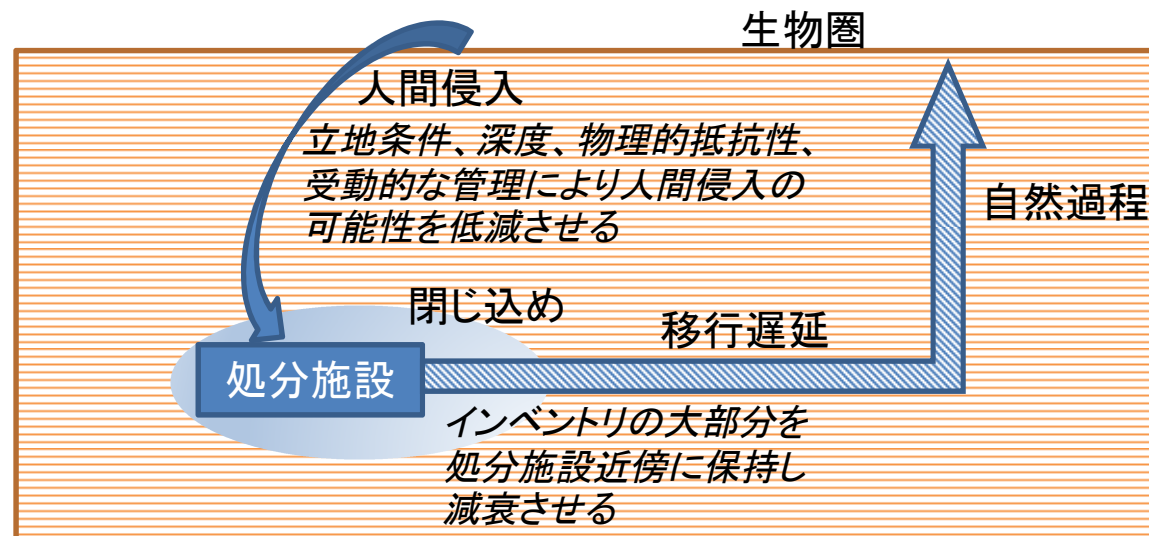
(参考) IAEA基準及びICRP勧告における人間侵入の定義

<p>IAEA SSR-5 Disposal of Radioactive Waste (原文)</p>	<p>IAEA SSR-5 放射性廃棄物の処分(和訳)</p>
<p>1.10 foot note 2) ‘Human intrusion’ refers to human actions that affect the integrity of a disposal facility and which could potentially give rise to radiological consequences. Only those human actions that result in direct disturbance of the disposal facility (i.e. the waste itself, the contaminated near field or the engineered barrier materials) are considered.</p>	<p>1.10 脚注 2) 「人間侵入」は、処分施設の健全性に影響を与え、放射線学的影響を潜在的に生じうる人間活動のことをいう。処分施設(すなわち、廃棄物自体、汚染されたニアフィールドあるいは人工バリア)の直接の擾乱をもたらす人間活動のみが、考慮される。</p>
<p>ICRP Publ. 81 Radiation Protection Recommendations as Applied to the Disposal of Long-lived Solid Radioactive Waste (原文)</p>	<p>ICRP Publ. 81 長寿命放射性固体廃棄物の処分に適用する放射線防護勧告 ((社)日本アイソトープ協会訳)</p>
<p>(63) The Commission has previously recommended a dose constraint of 0.3 mSv per year for members of the public for the optimisation of protection in radioactive waste management. <u>human intrusion because, by definition, intrusion will have by-passed the barriers which were considered in the optimisation of protection for the disposal facility.</u></p>	<p>(63) 委員会は前に、放射性廃棄物管理における防護の最適化について、公衆構成員に対して年0.3mSvの線量拘束値を勧告した。侵入は、定義によって、処分施設に対する防護の最適化において考慮されたバリアをバイパスするであろうから、この拘束値は人間侵入の重要性の評価に適用できない。</p>
<p>IAEA SSG-23 Near Surface Disposal Facilities for Radioactive Waste (原文)</p>	<p>IAEA SSG-23 放射性廃棄物処分のセーフティケースと安全評価 (和訳)</p>
<p>6.53 <u>Only those human actions that result in direct disturbance of the disposal facility (i.e. the waste, the contaminated near field or the engineered barriers) are considered human intrusion in this Safety Guide. Human actions resulting in the disturbance of the host environment beyond the disposal facility and its immediate proximity are not categorized as human intrusion, since they do not result in direct intrusion into the disposal facility. Such actions should be considered within the scenarios used for the assessment of long term risks (see Section 5).</u></p>	<p>6.53 本安全指針において人間侵入とみなされるのは、処分施設(すなわち、廃棄物、汚染されたニアフィールド、又は人工バリア)の直接的な擾乱に帰着する人の行為のみである。処分施設及びその近接領域の範囲外にある立地環境の擾乱に帰着する人の行為は、人間侵入には分類されない。これらの行為は処分施設への直接的な侵入には帰着しないためである。そのような行為は、長期リスクの評価のために用いられるシナリオの中で考慮されるべきである(第5章参照)</p>

1-3 人間侵入を低減する対策の考え方

<人間侵入対策の考え方>

- ・放射性廃棄物を起因とした被ばくには、自然現象によって生じるもの(自然過程)と人為的な活動(人間侵入)によるものがある。
- ・自然過程による被ばくについては、代表的なものは地下水による放射性物質の移行(地下水移行)であり、時間の経過とともにある程度の確からしさを持って生じる可能性があるものである。その対策として、放射性物質の閉じ込めを行い、放射性物質の漏えい等が生じたとしても公衆への影響をできるだけ小さくすることが必要。(参考:IAEA SSR-5 1.10)
- ・一方、人間侵入は廃棄物に対する直接の擾乱をもたらす行為であり、発生するかどうかは分からない。自然過程による被ばくへの対策として講じる放射性物質の閉じ込め機能は、もし仮に人間侵入が起こった場合には、人間侵入の当事者や周辺公衆に対し比較的高い線量を与える可能性がある(参考:ICRP Publ.81 (60))。
- ・人間侵入による影響については、立地場所の選定、深度の確保、物理的抵抗性の確保、受動的制度的管理の導入により、そのような事象の発生の可能性を十分に低減することが求められる。(参考:ICRP Publ.81 (61))



1-4 人間侵入に対する設計要求と線量基準の考え方

＜設計要求＞

- ・人間侵入の発生の可能性を低減するため、以下の設計を求める。
 - －立地場所の選定： 鉱物資源がないなど、地下利用が意図されない場所であること。
 - －深度の確保： 一般的な人の利用が行われない深度であること。
 - －物理的抵抗性の確保： 廃棄物埋設地の工学的な設計により、一定期間対策が講じられていること。

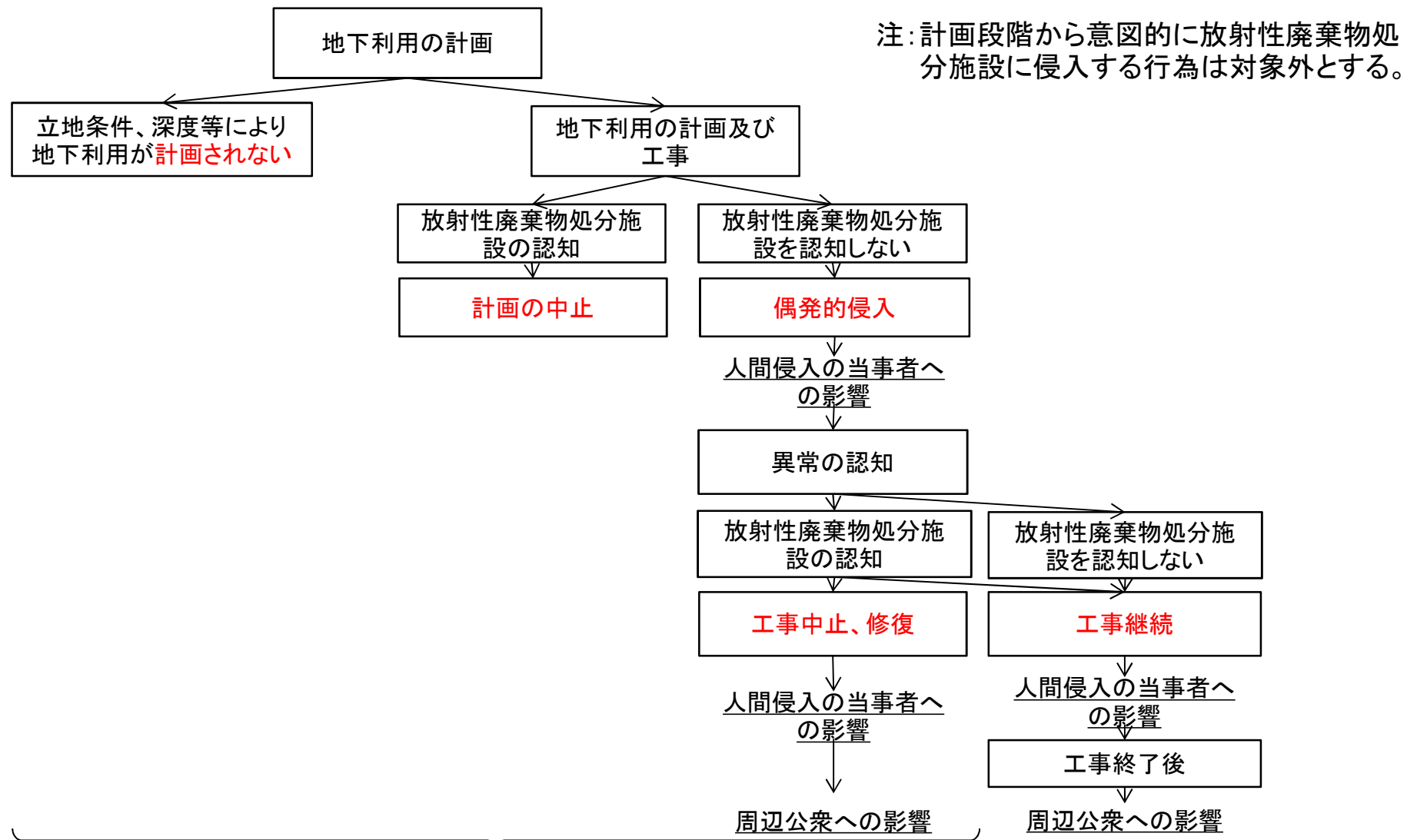
＜管理要求＞

- ・人間侵入の発生の可能性を低減するため、以下の管理を求める
 - －受動的制度的管理： 記録の保存等

＜線量基準の考え方＞

- ・人間侵入に対する線量評価は、処分施設について人間侵入の発生の可能性を低減するために設計された対策を仮にバイパスしたとして行うものであることから、その影響に対する基準に、予想される変化に対して用いられる線量拘束値を適用することは適切ではない(参考：ICRP Publ.81(63))。
- ・人間侵入に伴う線量については、万一それが発生したとしても、その値を確定的影響の閾値以下であり確率論的影響が有意に現れる線量よりも十分低い線量に抑えるように可能な限りの対策を講じる必要がある。したがって、将来人間侵入が発生し、仮に気づかれることなく何らの介入措置も講じられないままであったとしても、公衆に過度の放射線影響を及ぼさないよう現状の技術において合理的に利用可能な最善の技術を用いた頑健な処分システムの構築を求めることとする。

1-5 人間侵入シナリオに対する評価の考え方



- ・多くの場合に、この様に周辺公衆へ影響が及ぶ前に地下利用計画が中止となるように対策を整備
- ・仮に周辺公衆に影響が及んでも、過度の放射線学的影響とならないように、合理的に利用可能な最善の技術を用いた頑健な処分システムの構築を予め求める

(参考)IAEA基準における処分の対策の考え方

IAEA SSR-5 Disposal of Radioactive Waste (原文)	IAEA SSR-5 放射性廃棄物の処分(和訳)
<p>1.10. A number of design options for disposal facilities have been developed and various types of disposal facility have been constructed in many States and are in operation. These design options have different degrees of containment and isolation capability appropriate to the radioactive waste that they will receive.</p> <p>The specific aims of disposal are:</p> <p>(a) To contain the waste;</p> <p>(b) To isolate the waste from the accessible biosphere and to reduce substantially the likelihood of, and all possible consequences of, inadvertent human intrusion into the waste;</p> <p>(c) To inhibit, reduce and delay the migration of radionuclides at any time from the waste to the accessible biosphere;</p> <p>(d) To ensure that the amounts of radionuclides reaching the accessible biosphere due to any migration from the disposal facility are such that possible radiological consequences are acceptably low at all times.</p>	<p>1.10. これまでに多数の処分施設のための設計オプションが開発され、さまざまな種類の処分施設が各国で建設され、操業している。これらの設計オプションは、受け取る放射性廃棄物に適切な、異なる閉じ込めの程度や隔離容量を持つ。処分の固有の目的は以下のとおりである。</p> <p>(a) <u>廃棄物を閉じ込めること。</u></p> <p>(b) <u>廃棄物を接近可能な生物圏から隔離し、偶発的な廃棄物への人間侵入の可能性と全ての可能性のある影響を実質的に減らすこと。</u></p> <p>(c) <u>放射性核種の廃棄物から接近可能な生物圏への移行を常に抑制し、減らしおよび、遅らせること。</u></p> <p>(d) <u>放射性核種が処分施設からの移行により接近可能な生物圏に到達する量が、起こり得る放射線学的影響が常に許容できるほど低いことを確保すること。</u></p>
<p>ICRP Publ. 81 Radiation Protection Recommendations as Applied to the Disposal of Long-lived Solid Radioactive Waste (原文)</p>	<p>ICRP Publ. 81 長寿命放射性固体廃棄物の処分に適用する放射線防護勧告 ((社)日本アイソトープ協会訳)</p>
<p>4.4.3 Radiological criteria applied to human intrusion</p> <p>(60) <u>The possibility of elevated exposures from human intrusion is an inescapable consequence of the decision to concentrate waste in a discrete disposal facility rather than diluting or dispersing it.</u> It is possible that human intrusion could bring waste material to the surface and directly expose nearby populations to significant radiation doses. Also, releases resulting from human intrusion, such as drilling, could migrate through the biosphere and exposures may result that are indirectly related or incidental to the intrusion event.</p>	<p>4.4.3 人間侵入に適用される放射線学的基準</p> <p>(60) <u>人間侵入による高い被ばくの可能性は、廃棄物を希釈するか分散させるのではなく、たがいに離れている処分施設の中に廃棄物を集中するという決定の避けられない結果である。</u>人間侵入が廃棄物を地表まで運び、すぐ近くの集団にかなりの線量を直接与えることがありうる。また、ボーリングのような人間侵入に由来する放出物が生物圏を通して移動することがあり、侵入事象に間接的に関連するかまたはそれに伴う被ばくを結果として生じるかもしれない。</p>
<p>(61) <u>Protection from exposures associated with human intrusion is accomplished by efforts to reduce the possibility of such events.</u> Reasonable measures should be implemented to warn society of the existence of the disposal facility. <u>These may include siting a disposal facility at depth or incorporating robust design features which make intrusion more difficult, or employing active institutional controls (such as restricting access or monitoring for potential release) and passive institutional controls (such as records and markers).</u></p>	<p>(61) 人間侵入に関連した被ばくの防護は、そのような事象の可能性を減らす努力によって最もよく達成される。社会に処分施設の存在について警告すると言った合理的な措置を実行すべきである。<u>これらの措置には、侵入をより難しくする深いところへの処分施設の設置、強固な設計特徴の取入れ、あるいは能動的な制度的管理(立入の制限または放出の可能性に対するモニタリングのような)および受動的な制度的管理(記録および目印のような)を使用することが含まれる。</u></p>

(参考)ICRP勧告における人間侵入に対する線量基準の考え方

ICRP Publ. 81 Radiation Protection Recommendations as Applied to the Disposal of Long-lived Solid Radioactive Waste (原文)	ICRP Publ. 81 長寿命放射性固体廃棄物の処分に適用する放射線防護勧告 ((社)日本アイソトープ協会訳)
4.4.3 Radiological criteria applied to human intrusion (63) The Commission has previously recommended a dose constraint of 0.3 mSv per year for members of the public for the optimisation of protection in radioactive waste management. <u>human intrusion because, by definition, intrusion will have by-passed the barriers which were considered in the optimisation of protection for the disposal facility.</u>	4.4.3 人間侵入に適用される放射線学的基準 (63) 委員会は前に、放射性廃棄物管理における防護の最適化について、公衆構成員に対して年0.3mSvの線量拘束値を勧告した。 <u>侵入は、定義によって、処分施設に対する防護の最適化において考慮されたバリアをバイパスするであろうから、この拘束値は人間侵入の重要性の評価に適用できない。</u>

1-6 人間侵入における評価の対象者(1/2)

<人間侵入の形態>

人間侵入の形態は次のように分類できる。

① 地下水の生活利用等

周辺住民の通常の居住状況で発生するもの。典型的なものは地下水の生活利用に伴う井戸掘削等による処分施設の損壊

② 産業利用等

トンネル建設などの地下の産業利用や資源探査等における調査等に伴うボーリングによる処分施設の損壊

③ 意図的な破壊

テロ等の意図的な処分施設の破壊

1-6 人間侵入における評価の対象者(2/2)

＜人間侵入における評価の対象者＞

以下のような考察を踏まえ、人間侵入における評価の対象者は、人間侵入による処分施設の損壊で影響を受ける周辺公衆とする。

- ①については、基本的に偶発的に発生するものと考えられる。通常の居住状況の中で利用する地下水の深度を考慮した上で、それらが到達しない十分な深度を要求することを前提とすれば、人間侵入のシナリオに含める必要性は乏しい。
- ②については、深度が大きければ発生する可能性は低減するが、ボーリング等は深度の大小に依らず到達するため人間侵入シナリオとして考慮することが考えられる。処分施設の存在を認識している場合(意図的)とそうでない場合(偶発的)が考えられるが、その影響に特段の差異を見いだすことは難しい。影響を受ける可能性がある周辺公衆については、処分施設を損壊する行為を認知せず被ばくを受ける可能性があることから評価の対象とする。一方、偶発的人間侵入の当事者については、自らの行為の結果には責任を持つべきであるとの一般的な考え方に加え、人間侵入を低減させるための埋設深度を要求すること、埋設地及び廃棄体に人間侵入を防止するための堅固な物理的抵抗性を要求すること、受動的な制度的管理を行うこと等を考えれば、仮に偶発的に開始されたとしても途中で処分施設の存在を認知することが想定されることから、意図的な人間侵入とみなす。したがって、人間侵入の当事者を評価の対象とする必要はないと考えられる。
- ③については、当事者が全ての責任を負うべきであること等から評価の対象とはしない。

(参考) IAEA基準における人間侵入における評価の対象者(1/2)

IAEA SSG-23 The Safety Case and Safety Assessment for Radioactive Waste Disposal (原文)	IAEA SSG-23 放射性廃棄物処分のセーフティケースと安全評価 (和訳)
<p>6.59. In accordance with Ref. [22], “those living around the site” should be considered receptors in human intrusion scenarios. This does not mean, however, that the intruder should be automatically excluded from consideration. A distinction should not be made between the intruder and the residents. Indeed, these could be the same persons in the case of people living on top of a former site about which knowledge has been lost. Instead, a distinction should be made between the normal behaviour of people living near or even on the site, and events with a short duration and/or low probability of affecting a small number of people (such as road construction activities). Regarding the latter as ‘industrial accidents’ would not require application of the same dose criteria to the intruders in these cases as those applied to the residents near or on the site. In accordance with this distinction, the actual contact of the receptor with the waste may be considered in scenarios, and the dose criteria for intrusion, as set out in Ref. [2], may be applied to the resulting exposure if this event is deemed to be possible in a normal residential situation.</p>	<p>6.59 参考文献[22]によれば、人間侵入シナリオにおいては「サイト周囲の住民」を受容体とみなすべきである。しかしこれは、侵入者が自動的に考慮から除外されるべきであることを意味するものではない。侵入者と居住者は、それ自体を区別すべきではない。実際、これらは、それに関する知識が失われているかつてのサイトの上に住んでいる人々の場合には同じ人物になり得るだろう。その代わりに、サイト付近もしくはサイト上にさえ住む人々の通常の振る舞いと、少数の人々に影響を及ぼす持続時間が短い及び／又は確率が低い事象(道路建設活動など)とは、区別すべきである。後者を「産業事故」とみなすならば、サイト付近もしくはサイト上の居住者に適用されるものと同じ線量規準の適用を、これらのケースにおける侵入者に適用することは要求されないだろう。この区別に従うと、受容体と廃棄物の実際の接触が通常の居住状況の中で起こる可能性があると思われるのであれば、この事象がシナリオの中で考慮され、参考文献[2]に設定されている侵入者への線量規準が結果として生じる被ばくに対して適用されてもよい。</p>

(ポイント)

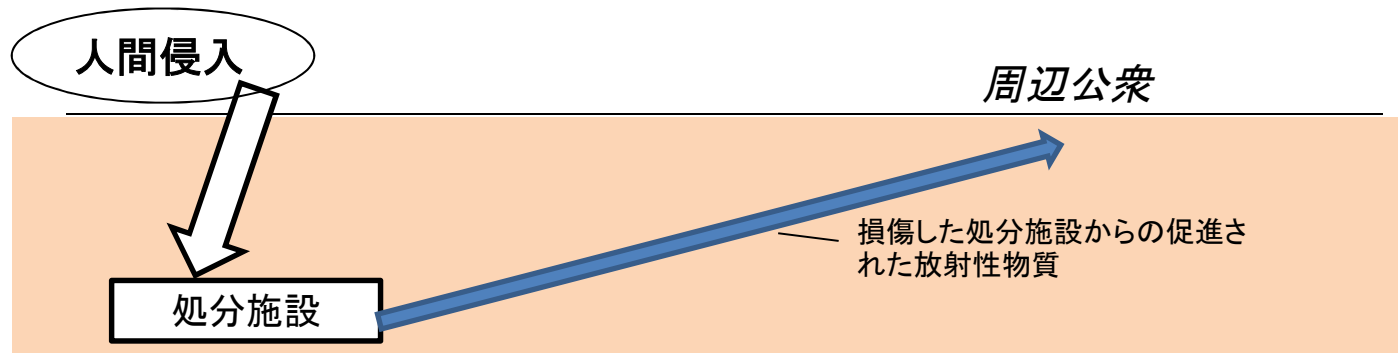
- 6.59は、浅地中処分について述べられており、その場合には「サイトの上に住んでいる人々」と「侵入者」が同じ人物となりうるとしている。このため、例として挙げられている侵入者は道路建設活動等である。

(参考)IAEA基準における人間侵入の評価の対象者 (2/2)

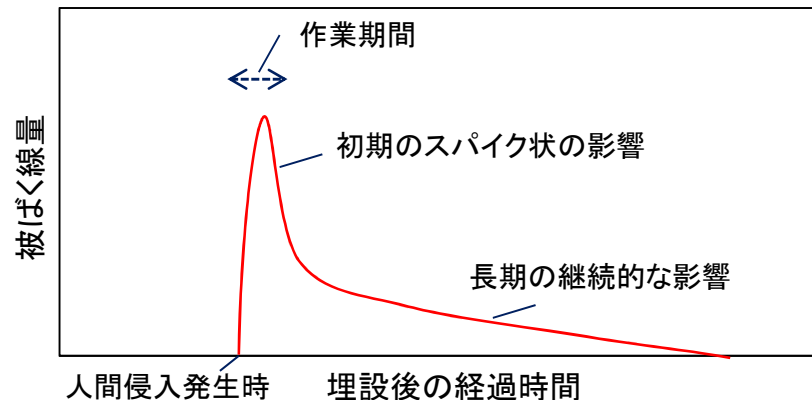
IAEA SSG-23 The Safety Case and Safety Assessment for Radioactive Waste Disposal (原文)	IAEA SSG-23 放射性廃棄物処分のセーフティケースと安全評価 (和訳)
<p>6.54. During operation of the facility and for any subsequent period of institutional control, it is assumed that a variety of measures will be in place to ensure that human actions do not adversely impact the safety of the disposal system. These measures will not only be based on safety considerations, but also will satisfy security related requirements and, if relevant, requirements relating to accounting and control of nuclear material. Nevertheless, deliberate (intentional) human intrusion could occur during this period; <u>deliberate human intrusion can be defined as entry to, or disruption of, a facility in which the person or persons carrying out the intrusion are aware of the existence of the facility and have some knowledge of its contents. Therefore, it is likely that the intruders would take measures to limit the potential impact of their intrusion, for example by minimizing their contact time with the waste. Even if this is not the case, the intruders will have to bear their responsibility and the consequences because their actions were intentional.</u></p>	<p>6.54. 施設の操業中とその後の制度的管理期間中、人の行為が処分システムの安全性に悪影響を及ぼさないことを確保するために、様々な措置が講じられると想定される。これらの措置は安全上の考慮に基づくのみならず、セキュリティ関連の要件及び、関連性があるならば核物質の計量管理に関する要件も満たすことになる。それにも関わらず、故意の(意図的な)人間侵入がこの期間に起こる可能性がある。<u>故意の人間侵入は、侵入を行おうとする一人又は複数の者がその存在を認識し、その内容物に関する知識を持っている場合、施設への侵入又は破壊と定義できる。したがって、例えば廃棄物との接触時間を最小限にするなど、侵入者が彼らの侵入による潜在的な影響を制限する措置を講じる可能性がある。そうでない場合でも、彼らの行為は意図的なものなので、侵入者はその責任と結果を負わなければならない。</u></p>
<p>6.55. <u>Although it is recognized that third parties might unknowingly be exposed to radiation as a result of deliberate intrusion by others, it is stated in Ref. [39] that “Intentional disruptive actions should not be considered in safety assessments”.</u> In support of this position, it is noted in Ref. [39] that, while it is widely accepted that a society that generates radioactive waste bears the responsibility for developing a safe disposal system that takes into account future societies, even if future societies are forewarned of the consequences of their actions, the present society still cannot protect future societies from their own actions.</p>	<p>6.55. <u>他者による故意の侵入の結果、第三者が知らずに放射線に被ばくするかもしれないと認識されるが、参考文献[39]の中では「安全評価において、意図的な破壊行為は考慮されるべきではない」と述べられている。</u>この立場を支持して、参考文献[39]では次のように述べられている。将来社会のことを考えた安全な処分システムを開発する責任は、放射性廃棄物を生み出す社会が負うということは広く受け入れられているが、たとえ将来社会が現社会の行為の結果についてあらかじめ警告を受けていても、現社会は将来社会を彼ら自身による行為から守ることができない。</p>
<p>6.56. (抜粋)<u>In conclusion, in the safety assessment for a waste disposal facility, inadvertent (unintentional) human intrusion should be considered but quantification of the potential risks associated with deliberate intrusion need not be carried out.</u> Consequently, inadvertent human intrusion should be assumed to occur at some time following the loss of knowledge about the site and its hazardous contents.</p>	<p>6.56. (抜粋)廃棄物処分施設の安全評価において、偶発的な(意図的でない)人間侵入が考慮されるべきであるが、<u>故意の侵入に伴う潜在的なリスクの定量化は、実施する必要はない。</u>したがって、安全評価においてはサイトとサイト内の有害内容物についての情報が失われた後のある時点で、偶発的な人間侵入が想定されるべきであることを意味する。</p>

1-7 人間侵入事象における影響の進展

- ・周辺公衆：
 - ・人間侵入が起きた後に、廃棄物と接触した地下水が適切に措置されなかった場合に、周辺に居住する公衆が影響を受ける。
 - ・ボーリング掘削により処分施設が損壊された場合、事象が発生した初期に、それまで処分施設内に溜まっていた汚染水が地表へ放出された場合は、短期間に限られた比較的高い線量の影響を受ける可能性がある。
 - ・その後、適切な介入措置が講じられないままであった場合は、汚染水により長期にわたる定常的な影響を受ける可能性がある。
 - ・こうした事態を考慮し、長期にわたる定常的な状態と、初期の短期間とを分けて線量基準を設定する。



<人間侵入による周辺公衆への影響の概念図>



1-8 人間侵入と線量基準について(まとめ)

➤ 人間侵入に対しては、以下を要求

- ① 想定される有用資源を避けた適切な立地場所の選定、廃棄物と生活圏の離隔のための十分な深度の確保、掘削等による侵入を難しくするとともに人工物の存在を認知させるための物理的抵抗性の確保、記録の保存等の受動的制度的管理の導入
- ② 上記対策を整備したうえで、仮にそれらの対策をバイパスして人間侵入が発生し、気づかれることなく何らの介入措置も講じられないままであった場合を想定したとしても、周辺公衆に過度の放射線影響を及ぼさないこと

②の評価の考え方

評価シナリオ例	線量基準	線量基準の説明
<ul style="list-style-type: none"> ・<u>管理期間終了後の放射能濃度が高い状態で、埋設地が擾乱され一部の閉じ込め機能を喪失し、廃棄物と地表を結ぶ直接的な移行経路が形成された状態を想定</u> ・形成された移行経路を介した核種移行や地下水移行の加速による公衆の被ばく 	<p style="text-align: center;"><u>1mSv/y</u></p> <p>初期の短期間については <u>20mSv/y</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> ・人間侵入が起きた場合に、少なくとも対策が必須となる緊急被ばくの線量バンドに至らないよう、現存被ばくの線量バンド(1~20mSv/y)を超えないようにすべき(参考:IAEA SSR-5 2.15、ICRP Publ.122 (55)) ・長期にわたる被ばくは、上記バンドの下方から選ぶべきであり、公衆が生涯を通して被ばくすることも考慮すると1mSv/yが上限となるようにすべき(参考:ICRP Publ. 122 (61)) ・ただし、短期被ばくについては現存被ばくの線量バンドを超えないことを求める

(参考) IAEA基準における人間侵入の線量基準の考え方

IAEA SSR-5 Disposal of Radioactive Waste (原文)	IAEA SSR-5 放射性廃棄物の処分 (和訳)
<p>2.15. The safety objective and criteria for the protection of people and the environment after closure of a disposal facility are as follows: Safety objective (略) Criteria (a) The dose limit for members of the public for doses from all planned exposure situations is an effective dose of 1 mSv in a year [3]. This and its risk equivalent are considered criteria that are not to be exceeded in the future. (b) To comply with this dose limit, a disposal facility (considered as a single source) is so designed that the calculated dose or risk to the representative person who might be exposed in the future as a result of possible natural processes³ affecting the disposal facility does not exceed a dose constraint of 0.3 mSv in a year or a risk constraint of the order of 10^{-5} per year⁴. (c) <u>In relation to the effects of inadvertent human intrusion after closure, if such intrusion is expected to lead to an annual dose of less than 1 mSv to those living around the site, then efforts to reduce the probability of intrusion or to limit its consequences are not warranted.</u> (d) <u>If human intrusion were expected to lead to a possible annual dose of more than 20 mSv (see Ref. [7], Table 8) to those living around the site, then alternative options for waste disposal are to be considered, for example, disposal of the waste below the surface, or separation of the radionuclide content giving rise to the higher dose.</u> (e) <u>If annual doses in the range 1–20 mSv (see Ref. [7], Table 8) are indicated, then reasonable efforts are warranted at the stage of development of the facility to reduce the probability of intrusion or to limit its consequences by means of optimization of the facility's design.</u> (f) (略)</p>	<p>閉鎖後期間の放射線防護 2.15. 処分施設の閉鎖後の人と環境の防護のための安全目的と規準は、以下のとおりである。 安全目的 (略) 規準 (a) 公衆の構成員に対する全ての計画被ばく状況からの線量限度は、実効線量で年間1mSvである。これ、およびこれと同等のリスク当量は、将来超えない規準として考えられる。 (b) この線量限度に従うために、処分施設(単一の線源とみなされる)は、処分施設に影響する可能性のある自然過程の結果として、将来被ばくするかもしれない代表的個人への計算された線量またはリスクが年間0.3mSvの線量拘束値を超えないか、年間10^{-5}オーダーのリスク拘束値を超えないように設計される。 (c) <u>閉鎖後の偶発的な人間侵入の影響に関して、このような侵入がサイトの周辺住民に年間1mSv未満の線量をもたらすと予想される場合には、人間侵入の確率を減らすことも、その影響を限定するための取り組みも正当化されない。</u> (d) <u>人間侵入がサイトの周辺住民に20mSv(参考文献[7], 表8を参照)を上回る可能性のある年線量を導くと予想される場合には、例えば、地表下への廃棄物の処分または、より高い線量を与える放射性核種の内容を分離するといった、代替となる処分のオプションが考慮されるべきである。</u> (e) <u>1~20mSv(参考文献[7], 表8を参照)の範囲の年線量が示される場合には、施設の開発段階で侵入確率を低減するまたは、施設設計の最適化によって、その影響を限定する合理的取り組みが正当化される。</u> (f) (略)</p>

(ポイント)

- 偶発的な人間侵入で周辺住民に1mSv/y未満の線量が予想される場合は、侵入確率を減らすことも影響を限定するための取り組みも正当化されず、1-20mSv/yの場合は影響を限定する合理的な取り組みが正当化される
- 周辺住民の線量が20mSv/yを上回る可能性が予想される場合は、代替オプションが考慮されるべき

(参考) ICRP勧告における人間侵入の線量基準の考え方

ICRP Publ.122 Radiation Protection Recommendations as Applied to the Disposal of Long-lived Solid Radioactive Waste (原文)	ICRP Publ.122 長寿命放射性固体廃棄物の地層処分における放射線防護(和訳)
<p>(55) In the distant future, in the case where oversight provisions are no longer operational in case the memory of the presence of the disposal facility is lost, it is possible that people will 'rediscover' the disposal facility. This may be without compromising its integrity (e.g. remote sensing), by observing very small discharges into the biosphere, or it may be by directly breaching the containment, albeit inadvertently, and causing contamination of the environment. Under current guidelines, situations of this type would be treated as existing exposure situations, and it may be postulated that a similar approach will apply in the future.</p>	<p>(55)遠い将来において、処分施設が存在することに対する記憶が失われ、監視の備えがもはや機能していない場合、人々が処分施設を「再発見」ということが考えられる。これは、生物圏へのごくわずかな流出が(遠隔検出により)見つかって施設の健全性を損なうことなしに行われることもあれば、意図したものではないにせよ、閉じ込めが直接破られ、環境汚染がもたらされることによるものであることもありうる。現行のガイドラインでは<u>この種の状況は現存被ばく状況として扱われ、将来も同様のアプローチが採られることが考えられる</u>だろう。</p>
<p>(61) According to Publication 103 (ICRP, 2007), long-lasting exposures resulting from natural disruptive events (with or without an emergency phase) should be referred to as 'existing exposure situations', and the recommended reference level for optimising protection strategies ranges between 1 and 20 mSv year⁻¹. In agreement with the Commission's recommendations in Publication 111 (ICRP, 2009b), a reference level should be selected in the lower part of the band (e.g. in the range of a few mSv per year).</p>	<p>(61) Publication 103 (ICRP, 2007)によれば、破壊的自然事象による長期間にわたる被ばくは「<u>現存被ばく状況</u>」とされるべきであり、最適化された防護戦略の勧告参考レベルは1~20 mSv年⁻¹の範囲である。Publication 111 (ICRP, 2009b)における委員会の勧告に沿って、参考レベルは帯域の下方(例えば、1年につき数mSvのレンジ)から選ばれるべきである。</p>

(参考) ICRP勧告における人間侵入の線量基準の考え方

ICRP Publ.122 Radiation Protection Recommendations as Applied to the Disposal of Long-lived Solid Radioactive Waste(原文)	ICRP Publ.122 長寿命放射性固体廃棄物の地層処分における放射線防護(和訳)
<p>(65) At the planning stage, the results of the stylised or simplified calculations can, if required, be used as indicators of system robustness by comparing them with numerical values of dose. If this approach is taken, the application of the reference levels defined for emergency and/or existing exposure situations is recommended. (中略) In circumstances where doses are estimated to exceed these reference levels, reasonable efforts should be made to reduce the probability of human intrusion or to limit its consequences.</p>	<p>(65) (前略)様式化又は簡略化された計算の結果は、計画立案段階では、必要な場合、それを線量の数値と比較することによってシステムの頑健性の指標として利用することができる。このアプローチを用いる場合は、緊急時及び／又は現存被ばく状況のために定義された参考レベルの適用を勧告する。(中略)線量はその参考レベルを超えると推定される事情がある場合には、人間侵入の確率を減らすか、又はそれによる影響を抑えるための合理的な努力が払われるべきである。</p>

(ポイント)

- 遠い将来の人間侵入によって処分施設が再発見される状況は現存被ばく状況として扱われ、同様のアプローチが取られることが考えられる(#地層処分に対する勧告だが、余裕深度処分の対象廃棄物にも長寿命核種が含まれるため、考え方は同様と解釈)
- 長期間にわたる被ばくは現存被ばく状況として、参考レベルは帯域の下方から選ばれるべき(#破壊的自然事象に係る勧告だが、「長期間にわたる被ばくは現存被ばく状況とされるべき」とあることから考え方は同様と解釈)
- 計算結果と線量数値(緊急時／現存被ばく状況)との比較は、システムの頑健性の指標として利用できる
- その参考レベルを超えると推定される場合は侵入確率を減らすか影響を抑えるための合理的な努力をすべき

(参考)ICRP勧告における被ばく状況の考え方

ICRP Publ.103 The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (原文)	ICRP Publ.103 国際放射線防護委員会の2007年勧告((社)日本アイソトープ協会訳)
<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>Planned exposure situations</u> are situations involving the deliberate introduction and operation of sources. Planned exposure situations may give rise both to exposures that are anticipated to occur (normal exposures) and to exposures that are not anticipated to occur (potential exposures; see Section 6.1.3). ・ <u>Emergency exposure situations</u> are situations that may occur during the operation of a planned situation, or from a malicious act, or from any other unexpected situation, and require urgent action in order to avoid or reduce undesirable consequences. ・ <u>Existing exposure situations</u> are exposure situations that already exist when a decision on control has to be taken, including prolonged exposure situations after emergencies. 	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>計画被ばく状況</u>とは、線源の意図的な導入と運用を伴う状況である。計画被ばく状況は、発生が予想される被ばく(通常被ばく)と発生が予想されない被ばく(潜在被ばく; 6.1.3 節参照)の両方を生じさせることがある。 ・ <u>緊急時被ばく状況</u>とは、計画された状況を運用する間に、若しくは悪意ある行動から、あるいは他の予想しない状況から発生する可能性がある好ましくない結果を避けたり減らしたりするために緊急の対策を必要とする状況である。 ・ <u>現存被ばく状況</u>とは、管理についての決定をしなければならない時に既に存在する、緊急事態の後の長期被ばく状況を含む被ばく状況である。
<p>5.9.3 Factors influencing the choice of source –related dose constraints and reference levels</p> <p>(239) The first band, 1 mSv or less, applies to exposure situations where individuals receive exposures –usually planned – that may be of no direct benefit to them but the exposure situation may benefit to society. The exposure of members of the public from the planned operation of practices is a prime example of this type of situation.</p> <p>(240) The second band, greater than 1 mSv but not more than 20 mSv, applies in circumstances where individuals receive direct benefit from an exposure situation. Constraints and reference levels in this band will often be set in circumstances where abnormally high levels of natural background radiation, or stage in post-accident rehabilitation may also be in this band.</p> <p>(241) The third band, greater than 20 mSv but not more than 100mSv, applies in unusual, and often extreme, situations where actions taken to reduce exposures below 50 mSv, constraints could also be set in this range in circumstances where benefits from the exposure situation are commensurately high. Action taken to reduce exposures in a radiological emergency is the main example of this type of situation.</p>	<p>5.9.3. 線源関連の線量拘束値と参考レベルの選択に影響を与える因子</p> <p>(239) <u>1番目のバンドである1mSv[*]以下は、個人が被ばくする状況—通常は計画被ばく状況—に適用され、個人には直接的な便益がないかもしれないが、その被ばく状況が社会の役に立つことがあるかもしれない場合である。計画された通常操業による公衆構成員の被ばくはこの種の状況の主要な例である。(後略)</u></p> <p>(240) <u>2番目のバンドは、1mSv[*]よりも高いが20mSv[*]を超えず、その被ばく状況から直接の便益を個人が受ける事情に適用される。(中略)計画被ばく状況における職業被ばくに対して設定される拘束値はその例である。異常に高い自然バックグラウンド放射線又は事故後の復旧段階を含む被ばく状況も、このバンドに含まれることがある。</u></p> <p>(241) <u>20mSv[*]よりも高く100mSv[*]を超えない3番目のバンドは、被ばくを低減させるためにとられる対策が混乱を起こしているかもしれないような、異常でしばしば極端な状況に適用される。(中略)放射線緊急事態において被ばくを低減させるためにとられる対策は、このタイプの状況の主要な例である。(後略)</u></p>

(参考)ICRP勧告における参考レベルの考え方

ICRP Publ.103国際放射線防護委員会の2007年勧告 ((社)日本アイソトープ協会訳)

表5 線源関連の線量拘束値と参考レベルの枠組みと、制御できるすべての被ばく状況での
主要な単一線源からの作業者と公衆に対する拘束値の例

拘束値と参考レベルのバンド ^{a)} (mSv)	被ばく状況の特徴	放射線防護の要件	例
20より大きく 100まで ^{b,c)}	<p>制御できない線源により、あるいは線量を低減するための対策が不釣り合いに混乱しているような状況により被ばくした個人。</p> <p>被ばくは通常、被ばく経路における対策によって制御される。</p>	<p>線量を低減するための考慮がなされるべきである。線量が100 mSvに近づく場合、それを下げるために一層の努力がなされるべきである。</p> <p>個人は放射線リスク及び線量を下げる対策について情報を知らされるべきである。</p> <p>個人線量の評価が行われるべきである。</p>	放射線緊急事態による最も高い計画残存線量に対して設定された参考レベル
1より大きく 20まで	<p>個人は通常、必ずしも被ばくそれ自体ではなく、被ばく状況から便益を受けるべきであろう。</p> <p>被ばくは、線源若しくは被ばく経路における対策によって制御されることがある。</p>	<p>可能ならば、個人がその線量を低減できるように十分な、一般的情報が入手できるべきである。</p> <p>計画被ばく状況においては、個人の被ばく評価及び訓練が行われるべきである。</p>	<p>計画被ばく状況における職業被ばくに対して設定された拘束値</p> <p>放射性医薬品による治療を受けた患者の介助者と介護者に対して設定された拘束値</p> <p>住居のラドンによる高い計画残存線量に対する参考レベル</p>
1以下	<p>個人は、個人にとってほとんど又は全く便益はないが、社会一般にとって便益がある線源に被ばくする。</p> <p>被ばくは通常、事前に放射線防護要件が計画されている線源に対して直接とられる措置により制御される。</p>	<p>被ばくレベルに関する一般的な情報が利用できるべきである。</p> <p>被ばくレベルに関する被ばく経路の定期的な検査が行われるべきである。</p>	計画被ばく状況における公衆被ばくに対して設定された拘束値

^{a)} 急性若しくは年間の線量。

^{b)} 例外的状況においては、情報を知らされた志願作業者が人命救助、放射線誘発による重篤な健康影響の防止、又は破滅的な状態への発展の防止のために、このバンドを超えた線量を受けることがある。

^{c)} 関連する臓器・組織の確定的影響の線量しきい値を超える可能性がある状況では、常に対策を必要とするべきである。

2. 諸外国における基準の適用

2 諸外国での人間侵入シナリオに適用する線量の考え方(1/3)

- ・浅地中処分を含む場合には、道路工事等が評価対象となっている。
- ・深度を隔離機能として求めている処分の場合には、ボーリング掘削が共通して評価対象となっている。
- ・ボーリング掘削シナリオによる評価対象者には、井戸水利用等を行う周辺公衆が含まれる。
- ・事業許可申請に近いフィンランド、スウェーデンについては、ボーリング掘削作業者は事業者による評価対象となっているが、発生確率を乗じたリスクでの評価又は影響の例証としており、線量そのものを指標とはしていない。
- ・米国は、ボーリング掘削作業者を評価対象としていない。

表 諸外国における人間侵入シナリオの線量基準及び評価シナリオ(1/2)

国	対象廃棄物	線量基準	評価シナリオ	評価対象者と被ばく経路
フィンランド	HLW(使用済燃料)、ILW、LLW	線量に事象の発生確率を乗じた期待値について0.1mSv/y	ボーリング、井戸掘削	☆作業員、地質学者(ボーリングコアからの外部被ばく) ☆公衆(汚染地下水に由来する飲用、農畜産物の摂取による内部被ばく)
スウェーデン	HLW	影響に関する例証とする 実効可能な最善の方法(BAT)の適用根拠	☆貫通ボーリング	☆作業員(掘削水及びコアからの外部被ばく、粉じん吸入による内部被ばく) ☆周辺公衆(汚染地からの外部被ばく、ボーリング孔の井戸利用による内部被ばく)
	ILW、LLW	リスク総和対象シナリオ(メインシナリオ含む)全体で 10^{-6} /年の死亡確率	☆貫通井戸ボーリング	☆周辺公衆(井戸水飲用による内部被ばく)
米国	HLW(ガラス固化体/使用済燃料)	0.15mSv/y(～1万年) 1mSv/y(1万年以後)	地下水探査のためのボーリング	周辺公衆(帯水層からのボーリング井戸水飲用による内部被ばく)

☆:事業者が選定したシナリオ

2 諸外国での人間侵入シナリオに適用する線量の考え方(2/3)

表 諸外国における人間侵入シナリオの線量基準及び評価シナリオ(2/2)

国	対象廃棄物	線量基準	評価シナリオ	参考
フランス	HLW ILW(長寿命)	確定的影響が現れる線量よりも相当低い	貫通ボーリング 放置されたボーリング孔 深い帯水層のボーリング	作業員(コア検査に伴う外部被ばく)
	ILW(短寿命核種廃棄物)、 LLW	0.25mSv/y(基準に明記されていないが適用されている)	道路工事、住宅建設・居住	作業員(☆粉じんの吸入に伴う内部被ばく) 周辺公衆(☆粉じんの吸入に伴う内部被ばく)
英国	HLW、ILW(炉内構造物、長寿命核種廃棄物)	規定なし	井戸の掘削、探査ボーリング、考古学調査	作業員(☆天然資源のための調査ボーリングでの地質工学作業による外部被ばく)
	ILW(短寿命) LLW、VLLW	3~20mSv/y ・範囲の高い限度は短い時間に受ける被ばくに対して適用 ・範囲の低い限度は長期間継続して受ける被ばくに対して適用	処分施設への直接侵入、バリア損傷あるいはバリアの機能低下させるその他の人間活動	

2 諸外国での人間侵入シナリオに適用する線量の考え方(3/3)

【出典】

- 米国HLW: 10 CFR Part 60「地層処分場における高レベル放射性廃棄物の処分」(NRC)
米国LLW: 10 CFR Part 61「放射性廃棄物の陸地処分のための許認可要件」(NRC)
フランスHLW/ILW:「深地層における放射性廃棄物の最終処分に関する安全指針」(ASN)
フランスLILW: 安全基本規則(RFS)I.2「短中寿命かつ低中レベル放射性廃棄物の地表処分に関する安全目標及び基本設計」、RFS I.2 Reference No.4「地表処分場から生じ得る様々な放射線学的影響の研究」
スウェーデン: SSMFS 2008:21「核物質及び原子力廃棄物の処分の安全性に関する放射線安全機関の規則及び一般勧告」(放射線安全機関(SSM))、
SSMFS 2008:37「使用済燃料及び原子力廃棄物の最終管理における人間の健康と環境の保護に関する放射線安全機関の規則及び一般勧告」(放射線安全機関(SSM))
フィンランド: STUK YVL D.5「原子力廃棄物の処分」
英国HLW/ILW:「放射性固体廃棄物を対象とする陸地における地層処分施設:許可要件に関するガイダンス」(環境規制機関(EA)等)

■「事業者による設定」に関する出典

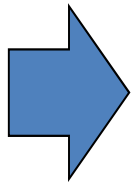
- フランス: RFS I.2 Reference No.4「地表処分場から生じ得る様々な放射線学的影響の研究」
スウェーデン: SKB TR-11-01「フォルスマルクにおける 使用済燃料の最終処分場の長期安全性 - SR-Siteプロジェクト総括報告書」(SKB社、2011年3月)
SKB TR-14-01「SFRの安全解析、長期安全性、SR-PSU安全評価メイン報告書」(SKB社、2014年12月)
SKB TR-14-08「SR-PSU安全評価における将来の人間活動の取扱い」(SKB社、2014年11月)
フィンランド: POSIVA, オルキルオトにおける使用済核燃料処分に関する セーフティケース - 2012年統合報告書, POSIVA 2012-12
POSIVA, オルキルオトにおける使用済核燃料処分に関する セーフティケース - 生物圏評価報告書2012, POSIVA 2012-10
英国: NDA, "Geological Disposal, Generic Post-closure Safety Assessment", NDA Report no. NDA/RWMD/030, December 2010

(別添)

第3回検討チーム会合で提示したシナリオと線量基準の考え方

別添-1 シナリオと線量基準の考え方(1/2) 資料3-3より

- 基本シナリオ:過去及び現在の状況から、廃棄物埋設地及びその周辺の地質環境、被ばく経路の特性に基づき将来起こる可能性が最も高いと予見される一連の変化を考慮し、科学的に最も可能性が高いと考えられる状態設定の下で、科学的に最も可能性が高いと考えられるパラメータを用いて評価するためのシナリオ。
線量基準は0.01mSv/y。
- 変動シナリオ:基本シナリオに対する不確かさを網羅的に考慮した状態設定の下で、科学的に合理的と考えられる範囲で最も厳しい設定により評価するためのシナリオ。
線量基準は0.3mSv/y。

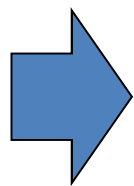


◎基本シナリオについては、科学的に最も可能性が高いと考えられる状態設定、パラメータを用い、設計の結果が、規制免除レベルやクリアランスレベルの導出に用いられる低い線量を下回ることを求めている。また、変動シナリオについては、基本シナリオに対する不確かさを網羅的に考慮した上で、科学的に合理的と考えられる範囲で最も厳しい設定による評価を行い、その基準として国際的に要求されている線量拘束値を用いるものであり、これらの考え方については、浅地中処分に特有の考え方ではなく、余裕深度処分の対象となる放射性廃棄物に対しても適用できるものである。

◎このことから、当該廃棄物に対してもこれらのシナリオ及び線量基準を適用することが妥当。

別添-1 シナリオと線量基準の考え方(2/2) 資料3-3より

- 上記以外の自然現象及び人間侵入に係るシナリオ: サイト条件を十分に勘案して、その影響について評価を行うシナリオ。現行の第二種廃棄物埋設(トレンチ処分及びピット処分)に関する許可基準規則の解釈※では、線量基準は1mSv/y。
- ◎トレンチ処分・ピット処分における基本シナリオ・変動シナリオ以外の自然現象及び人間侵入に係るシナリオについては、人間侵入に対するリスクの低減が図られていないことから、線量基準として1mSv/yが設定されている。
- ◎このため、平成25年に策定された規制基準の議論の際、1mSv/yと設定した上で、「なお、将来、制度的管理等の事業終了後の放射線被ばくのリスクを低減する措置が講じられる場合には、同措置の内容を踏まえて、当該線量基準の見直しを検討する必要がある」としている。



- ◎炉内等廃棄物の埋設に際しては、人間侵入の影響を低減するために、隔離の確保、人工バリアの物理的抵抗性の確保、受動的な制度的管理の導入を図ることとしており、人間侵入シナリオに係る線量基準については、これらの対策を前提に設定する。
- ◎また、ピット処分において、人工バリアの物理的抵抗性の確保、受動的な制度的管理の導入等の規制要求を検討した上で、同様に線量基準についても見直すこととする。

別添-2 人間侵入シナリオに係る基準の考え方(1/3)資料3-3より

○人間侵入シナリオと基準

- ・人間侵入の発生の可能性を減ずる対策を講じたとしても、なおその発生の可能性は否定できないため、人の行為を様式化した上で、埋設した放射性固体廃棄物に起因して発生すると想定される放射性物質の生活環境に及ぼす影響が、周辺住民と偶発的侵入者のそれぞれに対して、放射線防護上の特別の措置を必ずしも必要とする状況に至らないことを示すことにより、人間侵入シナリオを含む規制基準適合性評価に対して十分な頑健性を有することを示すこと。
- ・人間侵入シナリオについては、廃棄物中の放射能濃度が管理期間終了直後に十分に減衰していることを確認することを目的にサイト条件を十分勘案して、その影響を評価すること。
- ・人間侵入シナリオについては、人間の行為を様式化した上で、周辺住民又は偶発的侵入者に対し、一定の線量を超えないことを示すこと。
- ・人間侵入に係る基準については、人間侵入に対する対策を講じること及びIAEAの基準を考慮し、例えば、20mSvを超えないことを求めることが考えられる(参考:IAEA SSR-5 2.15.(e))。

(参考)

IAEA SSR-5 Disposal of Radioactive Waste (原文)	IAEA SSR-5 放射性廃棄物の処分 (和訳)
2.15. (e) If annual doses in the range 1–20 mSv (see Ref. [7], Table 8) are indicated, then reasonable efforts are warranted at the stage of development of the facility to reduce the probability of intrusion or to limit its consequences by means of optimization of the facility's design.	2.15. (e) 1~20mSv(参考文献[7], 表8を参照)の範囲の年線量が示される場合には、施設の開発段階で侵入確率を低減するまたは、施設設計の最適化によって、その影響を限定する合理的取り組みが正当化される(warranted)。

別添-2 人間侵入シナリオに係る基準の考え方(2/3)資料3-2より

○規制制度における考え方

- 偶発的な人間侵入については、当該行為が発生する可能性を考慮し、必要に応じ周辺公衆及び人間侵入の当事者に対する影響を評価。
- 意図的な人間侵入については、意図的であることは当該施設の認知に係る制度的管理が機能していることを意味しており、また接近者自らが責任を負うべきものであるため、当該行為に伴う影響は考慮しない。

○評価の対象となる者に係る国際的な要求について

- 周辺公衆 人間侵入シナリオにおいては、偶発的侵入におけるサイトの周辺公衆への影響を評価し、SSR-5 2.15.で示された基準を満足(参考:SSR-5 5.11.及びSSG-23 6.59.)。
- 偶発的な人間侵入 偶発的な人間侵入の当事者とサイト周辺公衆を区別すべきでない。両者を評価対象とするが、周辺公衆の通常の振る舞いと確率が低い事象とを区別すべきであり、これらに同じ線量基準は要求されない(参考:SSG-23 6.56.及び6.59.)。
- 意図的な人間侵入 意図的な侵入の当事者については、廃棄物の存在を認識し、その内容物に関する知識を持っている場合、侵入の結果については彼らが責任を負うべき。安全評価においては、意図的な侵入に伴う潜在的なリスクの評価は実施する必要はない(参考:SSR-5 A.8.並びにSSG-23 6.54.及び6.56.)。

別添-2 人間侵入シナリオに係る基準の考え方(3/3)資料3-2より

<長半減期核種の濃度制限>

- ・周辺公衆: 余裕深度処分を想定して試算した線量が、他の処分オプション(処分深度の増加、高い線量を与える放射性核種の分離等)が考慮されるべきか否かを判定する線量(参考:SSR-5 2.15. (d))。

<その他の基準適合性評価>

- ・周辺公衆: 将来の人間活動の確率を定量的に示す科学的な根拠は存在しないが、発生の可能性を低減する種々の対策が取られる。
このことから、公衆の線量限度である1mSv/yではなく、人間侵入シナリオについて国際的に示されている基準値を適用するとともにその値以下で最適化する(参考:SSR-5 2.15. (e))。

・偶発的な人間侵入の当事者:

人間侵入の当事者は周辺公衆と同じ人物である可能性もある。国際的な考え方では、線量基準については少数の人々が短時間受ける事象については、周辺公衆と同じ基準である必要はない、としているが、将来の人の行為に不確実性があることから、ここでは保守的に周辺公衆と同じ線量基準を適用することとする(参考:SSG-23 6.59.)。

(参考) 現行の許可基準規則の解釈(抜粋) (トレンチ処分及びピット処分を対象)

「廃棄物埋設地の保全に関する措置を必要としない状態に移行する見通しがあるもの」とは、設計時点における知見に基づき、廃棄物埋設施設の基本設計及びその方針について、廃止措置の開始以後における埋設した放射性廃棄物に起因して発生すると想定される放射性物質の環境に及ぼす影響が以下の基準を満たすよう設計されていることをいう。

- 一 評価に当たっては、廃棄物埋設施設の敷地及びその周辺に係る過去の記録や現地調査結果等の最新の科学的・技術的知見に基づき、人工バリア及び天然バリアの機能並びに被ばく経路等に影響を与える自然現象及び土地利用による人間活動を考慮するものとし、人工バリア及び天然バリアの機能の状態の変化に関する要素を体系的に収集・分析し、網羅的・包括的に評価すべきシナリオを選定し、評価を行う。
- 二 廃止措置の開始以後において評価の対象とする期間は、シナリオごとに公衆が受ける線量として評価した値の最大値が出現するまでの期間とする。

三 基本シナリオ

- ① 基本シナリオは、過去及び現在の状況から、廃棄物埋設地及びその周辺の地質環境、被ばく経路の特性に基づき将来起こる可能性が最も高いと予見される一連の変化を考慮し、科学的に最も可能性が高いと考えられる状態設定の下で、科学的に最も可能性が高いと考えられるパラメータを用いて評価すること。
- ② 科学的に最も可能性が高い状態設定による評価シナリオにより与えられる線量が、可能な限り低く抑えられるように、廃棄物埋設施設の設計が配慮されているものであることを示すこと。すなわち、基本シナリオによる評価の結果により、埋設した放射性固体廃棄物に起因して発生すると想定される放射性物質の生活環境に及ぼす影響が無視できるほど軽微であることを示すものとして、公衆の受ける線量が一年間当たり10マイクロシーベルト以下になる可能性が十分にあることを示すこと。
- ③ 同一事業所内に複数の廃棄物埋設施設が予定される場合は、これらの重畳を考慮すること。

四 変動シナリオ

- ① 変動シナリオは、基本シナリオに対する不確かさを網羅的に考慮した状態設定の下で、科学的に合理的と考えられる範囲で最も厳しい設定により評価する。なお、パラメータ間に相関関係がある場合には、これを勘案した上で保守性が確保されるように設定すること。
- ② 科学的に想定される変動要因を網羅的に考慮した評価シナリオにおいて、廃棄物埋設施設の設計が様々な不確かさに対する頑健性を有するものであることを示すこと。すなわち、変動シナリオによる評価の結果により、公衆の受ける線量が国際放射線防護委員会(ICRP)の勧告(Pub.103等)で示された線量拘束値の上限である一年間当たり300マイクロシーベルトを超えないことを示すこと。
- ③ 同一事業所内に複数の廃棄物埋設施設が予定される場合は、これらの重畳を考慮すること。

五 上記以外の自然現象及び人間侵入に係るシナリオ

- ・ 上記以外の自然現象及び人間侵入に係るシナリオについては、サイト条件を十分に勘案して、その影響について評価を行い、公衆の受ける線量が一年間当たり1ミリシーベルトを超えないことを示すこと。

(参考1/3)IAEA基準における人間侵入の評価基準に係る考え方

IAEA SSR-5 Disposal of Radioactive Waste (原文)	IAEA SSR-5 放射性廃棄物の処分 (和訳)
<p>5.11. For near surface disposal facilities, the waste acceptance criteria will limit any consequences of human intrusion to within the specified criteria (see para. 2.15), even if control over the site is lost. The dose constraint (see para. 2.15) adopted for doses to members of the public applies for the anticipated normal evolution of the site following the period of institutional control.</p>	<p>5.11. 浅地中処分施設に対しては、サイトの管理(control over site)が失われていても、人間侵入のいかなる影響も指定された規準(2.15項参照)内になるように、廃棄物受入れ規準を制限することになる。公衆の構成員の線量に適用される線量拘束値(2.15項参照)が、制度的管理期間の後にサイトの予期される通常の変化に対して適用される。</p>
<p>RADIATION PROTECTION IN THE POST-CLOSURE PERIOD</p> <p>2.15. The safety objective and criteria for the protection of people and the environment after closure of a disposal facility are as follows:</p> <p>Safety objective(略)</p> <p>Criteria</p> <p>(a) The dose limit for members of the public for doses from all planned exposure situations is an effective dose of 1 mSv in a year [3]. This and its risk equivalent are considered criteria that are not to be exceeded in the future.</p> <p>(b) To comply with this dose limit, a disposal facility (considered as a single source) is so designed that the calculated dose or risk to the representative person who might be exposed in the future as a result of possible natural processes³ affecting the disposal facility does not exceed a dose constraint of 0.3 mSv in a year or a risk constraint of the order of 10⁻⁵ per year⁴.</p> <p>(c) In relation to the effects of inadvertent human intrusion after closure, if such intrusion is expected to lead to an annual dose of less than 1 mSv to those living around the site, then efforts to reduce the probability of intrusion or to limit its consequences are not warranted.</p> <p>(d) If human intrusion were expected to lead to a possible annual dose of more than 20 mSv (see Ref. [7], Table 8) to those living around the site, then alternative options for waste disposal are to be considered, for example, disposal of the waste below the surface, or separation of the radionuclide content giving rise to the higher dose.</p> <p>(e) If annual doses in the range 1–20 mSv (see Ref. [7], Table 8) are indicated, then reasonable efforts are warranted at the stage of development of the facility to reduce the probability of intrusion or to limit its consequences by means of optimization of the facility's design.</p> <p>(f) (略)</p>	<p>閉鎖後期間の放射線防護</p> <p>2.15. 処分施設の閉鎖後の人と環境の防護のための安全目的と規準は、以下のとおりである。</p> <p>安全目的(略)</p> <p>規準</p> <p>(a) 公衆の構成員に対する全ての計画被ばく状況からの線量限度は、実効線量で年間1mSvである。これ、およびこれと同等のリスク当量は、将来超えない規準として考えられる。</p> <p>(b) この線量限度に従うために、処分施設(単一の線源とみなされる)は、処分施設に影響する可能性のある自然過程の結果として、将来被ばくするかもしれない代表的個人への計算された線量またはリスクが年間0.3mSvの線量拘束値を超えないか、年間10⁻⁵オーダーのリスク拘束値を超えないように設計される。</p> <p>(c) 閉鎖後の偶発的な人間侵入の影響に関して、このような侵入がサイトの周辺住民に年間1mSv未満の線量をもたらすと予想される場合には、人間侵入の確率を減らすことも、その影響を限定するための取り組みも正当化されない。</p> <p>(d) 人間侵入がサイトの周辺住民に20mSv(参考文献[7], 表8を参照)を上回る可能性のある年線量を導くと予想される場合には、例えば、地表下への廃棄物の処分または、より高い線量を与える放射性核種の内容を分離するといった、代替となる処分のオプションが考慮されるべきである。</p> <p>(e) 1~20mSv(参考文献[7], 表8を参照)の範囲の年線量が示される場合には、施設の開発段階で侵入確率を低減するまたは、施設設計の最適化によって、その影響を限定する合理的取り組みが正当化される。</p> <p>(f) (略)</p>

(参考2/3)IAEA基準における人間侵入の評価対象者に係る考え方

IAEA SSG-23 The Safety Case and Safety Assessment for Radioactive Waste Disposal (原文)	IAEA SSG-23 放射性廃棄物処分のセーフティケースと安全評価 (和訳)
<p>6.54. During operation of the facility and for any subsequent period of institutional control, it is assumed that a variety of measures will be in place to ensure that human actions do not adversely impact the safety of the disposal system. These measures will not only be based on safety considerations, but also will satisfy security related requirements and, if relevant, requirements relating to accounting and control of nuclear material. Nevertheless, deliberate (intentional) human intrusion could occur during this period; <u>deliberate human intrusion can be defined as entry to, or disruption of, a facility in which the person or persons carrying out the intrusion are aware of the existence of the facility and have some knowledge of its contents. Therefore, it is likely that the intruders would take measures to limit the potential impact of their intrusion, for example by minimizing their contact time with the waste. Even if this is not the case, the intruders will have to bear their responsibility and the consequences because their actions were intentional.</u></p>	<p>6.54. 施設の操業中とその後の制度的管理期間中、人の行為が処分システムの安全性に悪影響を及ぼさないことを確保するために、様々な措置が講じられると想定される。これらの措置は安全上の考慮に基づくのみならず、セキュリティ関連の要件及び、関連性があるならば核物質の計量管理に関する要件も満たすことになる。それにも関わらず、故意の(意図的な)人間侵入がこの期間に起こる可能性がある。<u>故意の人間侵入は、侵入を行おうとする一人又は複数の者がその存在を認識し、その内容物に関する知識を持っている場合、施設への侵入又は破壊と定義できる。したがって、例えば廃棄物との接触時間を最小限にするなど、侵入者が彼らの侵入による潜在的な影響を制限する措置を講じる可能性がある。そうでない場合でも、彼らの行為は意図的なものなので、侵入者はその責任と結果を負わなければならない。</u></p>
<p>6.56. (抜粋)<u>In conclusion, in the safety assessment for a waste disposal facility, inadvertent (unintentional) human intrusion should be considered but quantification of the potential risks associated with deliberate intrusion need not be carried out.</u> Consequently, inadvertent human intrusion should be assumed to occur at some time following the loss of knowledge about the site and its hazardous contents.</p>	<p>6.56. (抜粋)<u>廃棄物処分施設の安全評価において、偶発的な(意図的でない)人間侵入が考慮されるべきであるが、故意の侵入に伴う潜在的なリスクの定量化は、実施する必要はない。したがって、安全評価においてはサイトとサイト内の有害内容物についての情報が失われた後のある時点で、偶発的な人間侵入が想定されるべきであることを意味する。</u></p>

(参考3/3)IAEA基準における人間侵入の評価対象者に係る考え方

<p>IAEA SSG-23 The Safety Case and Safety Assessment for Radioactive Waste Disposal (原文)</p>	<p>IAEA SSG-23 放射性廃棄物処分のセーフティケースと安全評価 (和訳)</p>
<p>6.59. In accordance with Ref. [22], “those living around the site” should be considered receptors in human intrusion scenarios. This does not mean, however, that the intruder should be automatically excluded from consideration. A distinction should not be made between the intruder and the residents. Indeed, these could be the same persons in the case of people living on top of a former site about which knowledge has been lost. Instead, a distinction should be made between the normal behaviour of people living near or even on the site, and events with a short duration and/or low probability of affecting a small number of people (such as road construction activities). Regarding the latter as ‘industrial accidents’ would not require application of the same dose criteria to the intruders in these cases as those applied to the residents near or on the site. In accordance with this distinction, the actual contact of the receptor with the waste may be considered in scenarios, and the dose criteria for intrusion, as set out in Ref. [2], may be applied to the resulting exposure if this event is deemed to be possible in a normal residential situation.</p>	<p>6.59. 参考文献[22]によれば、人間侵入シナリオにおいては「サイト周囲の住民」を受容体とみなすべきである。しかしこれは、侵入者が自動的に考慮から除外されるべきであることを意味するものではない。侵入者と居住者は、それ自体を区別すべきではない。実際、これらは、それに関する知識が失われているかつてのサイトの上に住んでいる人々の場合には同じ人物になり得るだろう。その代わりに、サイト付近もしくはサイト上にさえ住む人々の通常の振る舞いと、少数の人々に影響を及ぼす持続時間が短い及び／又は確率が低い事象(道路建設活動など)とは、区別すべきである。後者を「産業事故」とみなすならば、サイト付近もしくはサイト上の居住者に適用されるものと同じ線量規準の適用を、これらのケースにおける侵入者に適用することは要求されないだろう。この区別に従うと、受容体と廃棄物の実際の接触が通常の居住状況の中で起こる可能性があると思われるのであれば、この事象がシナリオの中で考慮され、参考文献[2]に設定されている侵入者への線量規準が結果として生じる被ばくに対して適用されてもよい。</p>
<p>IAEA SSR-5 Disposal of Radioactive Waste (原文)</p>	<p>IAEA SSR-5 放射性廃棄物の処分 (和訳)</p>
<p>A.8. In the event of inadvertent human intrusion into a disposal facility, a small number of individuals involved in activities such as drilling into the facility or mining could receive high radiation doses and exposures of other persons could also arise as a result of the intrusion. <u>The doses and risks involved for any individuals authorized to take part in activities that deliberately disturb the disposal facility or its waste need not be taken into consideration in this context, as such activities would constitute planned exposure situations.</u></p>	<p>A.8. 処分施設への偶発的な人間侵入の事象の場合、施設を掘削または採掘する様な活動に関与する少数の個人は、高い線量を受けるであろうし、侵入の結果として他の者に対する被ばくを起こす可能性があるだろう。<u>処分施設または、その廃棄物を故意に擾乱する活動に参加する権限のあるいかなる個人に関わる線量およびリスクも、この状況において、その様な活動は、計画被ばく状況を構成するものであるため、考慮する必要はない。</u></p>