



原子力安全の基本的考え方について
第Ⅰ編 別冊
深層防護の考え方

標準委員会 技術レポート

2014年5月

一般社団法人 日本原子力学会
標準委員会

2. 深層防護の考え方とは何か

2.1 深層防護の概念

「深層防護の考え方」とは、一般に、安全に対する脅威から人を守ることを目的として、ある目標をもったいくつかの障壁（以下「防護レベル」）を用意して、あるレベルの防護に失敗したら次のレベルで防護するという概念である。

この概念を適用して高い安全性を確保するためには、信頼性が高く、かつ共倒れしない防護レベルを、脅威に対して幾重にも準備しておく必要がある。すなわち、ある防護レベルがどんなに頑健であったとしても、単一の防護レベルに完全に頼ってはならず、一つの防護レベルが万一機能し損なっても次の防護レベルが機能するようにしなければならない。

こうした深層防護の概念は原子力に特有のものではないが¹、原子力の利用においては、炉心に大量の放射性物質を内蔵している原子炉施設のように、人と環境に対して大きなリスク源が内在し、かつどのようにリスクが顕在化するかの不確かさも大きいという化学プラントや航空機などと同様の特徴があることから、不確かさに対処しつつ、リスクの顕在化を徹底的に防ぐために、深層防護の概念を適用することが有効と考えられている【解説1参照】。

なお、防護レベルの目標を達成するための手段（以下「防護策」）としては、物理的な障壁の他、例えば制御・管理や緊急時における対応手段といったものがある。

2.2 原子力安全のための深層防護

(1) 原子力安全の特徴

一般産業や社会的活動についても、我々の生活に影響を及ぼすリスクがあるという面では、原子力施設の場合と同じである。ただし、原子力施設は放射性物質を内蔵しているので、他の産業などが有するのと同種の危険があるだけでなく、放射線影響という原子力固有のハザードが存在する。さらに、万一、大量の放射性物質が放出される事故が発生した場合には、広範囲かつ長期間、人と環境に深刻な影響を及ぼすという特徴を持っている。特に、原子炉施設の場合は、福島第一原子力発電所事故のように、放射性物質が大量に放出されてしまうと、周辺住民の放射線影響を防ぐための避難や居住制限などの施策によって、生活への影響が出るなど社会的な影響が大きい。このような原子力固有の特徴を踏まえて、放射性物質の放出を抑制し、放射線影響の顕在化を徹底的に防ぐため、原子力安全を確保する取り組みが必要である。

このため、原子力安全の基本的な目的は、原子力の施設や活動に起因する放射線の有害な影響から人と環境を防護することであり、原子力施設の安全確保の目標は、人や環境に放射線の有害な影響を与えるような事故の可能性を確実にきわめて低いものとする

¹ 例えば、軍用語では“縦深防御（じゅうしんぼうぎょ）”という。その意味は攻撃側の軍勢を停止させるのではなく、占領地を与えつつ時間を稼ぎ、遅延させることを目的とした戦略であり、対義語としては“水際作戦”がある（Wikipedia より）。

強固なものとしていく継続的改善活動の重要な取り組みである。このように、深層防護の考え方を効果的に適用し防護策の信頼性を高めるためには、設備（ハード面）と運用（ソフト面）の両面からの取り組みが必要であり、運転経験に学ぶ活動が重要となる。

(2)各防護レベルの独立性

複数の防護レベルが全て機能しなかったときに、人或いは環境に対する有害な影響が引き起こされる。深層防護の考え方で不可欠な要素は、異なる防護レベルが、各々独立して有効に機能することである。そのため、ある防護レベルにおける設計、機能、対策等が、他の防護レベルのそれらにとって障害とならないようにしなければならない。ある防護レベルが他の防護レベルの機能失敗によって従属的に機能失敗することがないことを含め、各防護レベルが独立な効果を発揮するように設計を行うことが必要である。なお、防護レベルの設定の仕方によっては、独立な効果を発揮する具体的な対策が存在しなくなる場合もあり、深層防護の考え方が適切に適用できなくなる場合がある。また、各防護レベルの独立性を確保するためには、想定外がありうることを考慮して、全く異なる取り組み（例えば、設備や機器などのハードウェアだけに頼った対策だけではなく、マネジメントによる対策など）をとることも有効である。

(3)防護レベルのバランス

一方、各防護レベルが各々独立して有効に機能することが必要であるが、これは各防護レベルが相互に無関係に考えられるべきということを意味するものではない。防護策全体の性能を高めるためには、各レベルが適切な厚みを持ち、各レベルの防護策がバランスよく講じられ、あるレベルの防護策に負担が集中しないことが重要である。

(4)防護レベルでの不確かさへの対処

「深層防護の考え方」に基づく防護策が全体として有効に機能するためには、「効果が独立な防護レベルの設定」と「それぞれの防護レベルの信頼性」が必要な要素である。防護レベルの信頼性について、安全確保のための想定や具体的方法にはいずれも不確かさが含まれており、このため結果として、人と環境への放射線影響のリスクを完全にゼロとすることはできず、さらに、リスクを完全に把握して厳密に定量化することも不可能であるため、想定する条件に対して裕度を確保することによって、想定を超える条件に対しても頑健性が期待できるようにし、リスク並びにその不確かさに対処するという考え方がとられている。

(5)その他の留意すべき事項

ところで、「深層防護」という言葉が、多重障壁や物理的障壁といった狭い意味で受け取られる場合や、直接ハードウェアをイメージした意味でとらえていると見られる場合、

AESJ-SC-TR005(ANX):2013

日本原子力学会標準委員会

**原子力安全の基本的考え方について
第 I 編 別冊 深層防護の考え方**

2014年5月20日 初版 第1刷発行

発行所 一般社団法人 日本原子力学会
(〒105-0004) 東京都港区新橋 2-3-7
(新橋第二中ビル 3 階)
電話 (03)3508-1263 ; FAX (03)3581-6128

©2014 Atomic Energy Society of Japan