



Support with heat NEATR!

TMNGY01

放射線関係用語解説

(放射線リスク関係)

1. 放射線(radiation) 一般的には、電離を引き起こす粒子であり電磁波であるものをいいます。パスウェイモデルでは、粒子として人体中で電離を引き起こす、中性子、核分裂片、光子および電子の4つをいいます。(一般的な陽子やアルファ粒子、宇宙線と呼ばれるミュー粒子、産業で用いられる荷電パイ中間子や重イオンおよび核分裂片は取り扱っていません。)
2. リスク(risk) 日本産業規格(JIS)では、目的に与える不確実性の影響をいいます。(JIS Q 31000「リスクマネジメントー指針」参照) パスウェイモデルでは、放射線リスクをいい、リスクアセスメントの対象としています。
3. 放射線リスク(radiation risk) 国際原子力機関(IAEA)では、放射線の曝露や放射性物質の放出等によって引き起こされるかも知れない、有害な健康影響(detrimental health effects)とその他の安全問題をいいます。(IAEA safety fundamentals 脚注1参照) パスウェイモデルでは放射線の確率的影響と確定的影響の両方を言います。
4. リスクマネジメント(risk management) 一般的には、日本産業規格 JIS Q 32000:2019「リスクマネジメントー指針」を適用することをいいます。パスウェイモデルでは、その一部であるリスクアセスメントとリスクコミュニケーションを取り扱います。
5. リスクアセスメント(risk assessment) 一般的には、特定のリスクにどのように対応し、どのようにして対応の選択肢の中から選択するかに関して、情報を得た上で意思決定を下すために、証拠に基づいた情報及び分析を提供することをいいます。
ワネッツでは、リスク特定、リスク分析およびリスク評価を行うことをリスクアセスメントと呼んでいます。ワネッツのパスウェイモデルでは、リスク特定を「線源」、リスク分析を「パスウェイ」、リスク評価を「線量」として取り扱っています。



Support with heat NEATR!

6. リスクモデル (risk model) 一般的には、リスクアセスメントを行うため、リスクを定量化するためのモデルをいいます。ワネッツでは「パスウェイモデル」および「COVID-19 曝露・感染モデル」を作成しました。

7. 日本産業規格(JIS) 産業標準化法 (2019年に工業標準化法を改正)で定められる、国際標準化の促進等のための国家規格です。最近作成される JIS は、国際標準化機構(ISO)に完全に合致しています。

(国際放射線防護関係)

8. 放射線防護(radiation protection) 国際原子力機関(IAEA)の「基本安全原則:BSS」(GSR Part3)による防護原則の適用をいいます。ワネッツでは、緊急被ばく状況において、この国際基準に従って、公衆および職業人(放射線業務従事者)を防護することをいいます。

9. 防護原則 (principle of protection) 全ての制御可能な被ばく状況に等しく適用される一組の原則。すなわち、正当化の原則、防護の最適化の原則、および計画被ばく状況において最大線量の限度を適用する原則。パスウェイモデルでは、緊急時被ばく状況で設定する線量限度のみ取り扱いますので、この最大線量の限度を適用することはありません。

10. 放射線管理(radiation control) 国内基準に従って放射線被ばくを管理することをいいます。なお、ワネッツでは放射線被ばくに言及しませんが、放射線の管理を「なぜそうするのか」について放射線防護から説明する場合があります。

11. 国際放射線防護委員会(ICRP: International Commission on Radiological Protection) 世界各国の放射線防護の専門家をつくる民間非営利の国際学術組織で、放射線防護に関する勧告を行います。1950年の「国際X線およびラジウム防護委員会」の第6回総会にて改名され、本部はカナダのオタワ、日本人メンバーは22名(2021年1月現在)います。

12. 国際原子力機関(IAEA: International Atomic Energy Agency) 原子力の平和的利用の促進、原子力の軍事利用(核兵器開発)の防止、および原子力の安全基準の策定を行う国連の保護機関。1953年、アメリカ合衆国大統領ドワイト・D・アイゼンハワーの「平和のための核」(Atoms for Peace)演説を契機とし、1952年設立、本部はオーストリアのウィーン、かつて故天野之弥氏が事務局長を務めたことがあります。



Support with heat NEATR!

1 3 . 国連放射線影響科学委員会(UNCARE: united nation United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation) 電離放射線による被曝の程度と影響を評価・報告するために国連によって設置された委員会。1955 年第 10 回国際連合総会で設置、本部はオーストリアのウィーン。1985-86 年にかけて熊取敏之氏が、2004-05 年にかけては佐々木康人氏が議長を務めました。佐々木氏は福井大学病院に在籍されていました。

(線源関係)

1 4 . 線源(source) ウラン 2 3 5 の核分裂等によって原子炉の中にできる放射性同位元素をいいます。パスウェイモデルでは、 ^3H (トリチウム)、 ^{85}Kr (クリプトン 85)、 ^{90}Sr (ストロンチウム 90)、 ^{131}I (ヨウ素 131)、 ^{133}Xe (キセノン 133)、 ^{137}Cs (セシウム 137) の 6 つを取り扱います。

1 5 . ベクレル(becquerel) 線源の単位で、放射性物質中の核種が 1 秒間に 1 個壊変することを意味します。記号は Bq、1 秒間に 100 万個壊変すれば、1MBq (メガベクレル)、1 秒間に 1 兆個壊変すれば 1TBq(テラベクレル)と呼びます。

1 6 . 核分裂収率(fission product yield) 核分裂生成物の収率。特定の核種あるいは特定の質量数の核分裂生成物を生ずる核分裂の全核分裂に対する比をいいます。ふつう百分率で表し、その合計は 200%になります。パスウェイモデルでの核分裂収率は、クリプトン 8 5 は 1.3%、ストロンチウム 9 0 は 5.8%、よう素 1 3 1 は 2.9%、キセノン 1 3 3 は 6.7%、セシウム 1 3 7 は 6.2%としています。(数値は理科年表による)

1 7 . ソースターム(source term) ある一定の範囲内にある線源とその量(単位はベクレル)をいいます。パスウェイモデルでは主に、原子炉容器内ソースターム (RV-ST)、格納容器内ソースターム(CV-ST)および格納容器放出ソースターム(RL-ST)として使います。なお、RL-ST について、パスウェイモデルでは、セシウム 137:ヨウ素 131:キセノン 133 の比率を 1:10:100 程度(東電福島事故での放出比率相当)になるよう調整しています。

1 8 . トリチウム (tritium) ^3H 、三重水素。質量数が 3 である水素の放射性同位体。半減期 12.3 年。三体核分裂によって核燃料内でもできる他、原子炉反応度制御に用いるホウ素 (^{10}B) や PWR の水質調整に用いるリチウム (^6Li) の中性子反応によって原子炉容器内でもできるもの。



Support with heat NEATR!

(パスウェイ関係)

19. パスウェイ(pathway) 線源から線量を計算するための線源ごとの線量換算係数を区分するものであって、パスウェイモデルでは、クラウドシャイン、グラウンドシャイン、経口摂取、吸入摂取、皮膚汚染およびサブマージョンの6種類を取り扱います。
20. サブマージョン(submersion) 外部直接線と吸入摂取を同時に評価するパスウェイモデルのパスウェイの1種です。
21. 線量換算係数(dose conversion factor) 核種毎とパスウェイ毎に設定された線源から線量を計算する係数です。パスウェイモデルでは、例えば、よう素 131 経口摂取は 1.44×10^{-09} Sv/Bq、セシウム 137 皮膚汚染は 2.75×10^{-16} Sv/Bq s m⁻² といった値を用います。なお、この線量換算係数は、米国環境保護庁(EPA)の線量換算係数を用いています。
22. パスウェイモデル(pathway model) 線源、公衆または緊急時対応要員、建物、道路等を模した図、および計算ソフトを用いるリスクアセスメント用のツールで、線源および介入(放射線防護措置)によって生じる線量増減を評価します。
23. 線形モデル(linear model) パスウェイモデルでは、ソースタームを線状の線源(Bq/m)とみなし、線量評価点までの距離により、線の線量が距離に反比例する関係から評価地点の線の線量とし、さらに、その評価地点の線の線量に幅を与え、面積線量(Bq/m²)とし、またその面の線量に幅と高さを与え体積線源(Bq/m³)として、それぞれの線量換算係数により線量へ変換します。

(線量関係)

24. 線量(dose) パスウェイモデルでは、線源とパスウェイから計算される人体の吸収エネルギーであって、実効線量、等価線量、吸収線量、個人線量当量および周辺線量当量の5つをいいます。なお、個人線量当量と周辺線量当量は、線質係数を1とする、すなわち、吸収線量(単位はGy) = 個人線量当量(単位はSv) および吸収線量(単位はGy) = 周辺線量当量(単位はSv)の関係があるとします。
25. 線量率(dose rate) パスウェイモデルでは、線量換算係数を使って時間当たりの線量率を求め、これに時間をかけることで線量とします。単位はGy/h または、Sv/h となります。なお、放射線サーベイメータ等で測る値も線量率と呼びます。



Support with heat NEATR!

26. シーベルト (sievert) パスウェイモデルでは、防護量である実効線量 (記号 E)、等価線量 (記号 H_T) および実用量である個人線量当量 ($H_p(d)$)、周辺線量当量 ($H^*(d)$) の単位として取り使います。なお、実用量は計測できますが、防護量は計算でしか求めることができません。
27. 防護量 (protection quantities) 国際放射線防護委員会 (ICRP) が放射線防護のために定義した、全身および身体部分の外部照射と放射性核種の摂取による、人体の電離放射線被ばくの程度の定量化を可能にする線量関連量。パスウェイモデルでは、計算で求める吸収線量 (記号 $AD_{T,R}$)、実効線量 (記号 E) と等価線量 (記号 H_T) をいいます。
28. 実用量 (operational quantities) 外部被ばくを伴う状況のモニタリングと調査のための実用的な応用に用いられる量。パスウェイモデルでは、放射線測定器を用いて測定する個人線量当量 ($H_p(d)$) および周辺線量当量 ($H^*(d)$) を言います。
29. グレイ (gray) 組織・管機 (記号は T)、放射線ごとの吸収線量 (記号 $AD_{T,R}$) の単位で、その組織・管機が単位質量当たり吸収したエネルギー (単位ジュール/キログラム) に等しいものです。
30. 実効線量、 E (effective dose) 人体のすべての特定された組織および臓器における等価線量の組織加重合計であって、次の式で表される：

$$E = \sum_T w_T \sum_R w_R D_{T,R} \quad \text{または} \quad E = \sum_T w_T H_T$$

ここで H_T または $w_R D_{T,R}$ は組織または臓器 T の等価線量、 w_T は組織加重係数である。実効線量の単位は吸収線量と同じ $J\ kg^{-1}$ 、特別な名称はシーベルト (Sv) である。

パスウェイモデルでは、受けた線量あるいは被ばくの意味で用いられる実効線量と峻別するため、単に「線量」と呼びます。

31. 吸収線量、 D (absorbed dose) 次式で与えられる基本的な量：

$$D = d\ \varepsilon / d\ m$$

ここで、 $d\ \varepsilon$ は物質の質量 $d\ m$ 中によって与えられる平均エネルギーである。吸収線量の S I 単位は $1\ kg$ あたりのジュール ($J\ kg^{-1}$) で、その特別な名称はグレイ



Support with heat NEATR!

(Gy) である。

- 3 2. 個人線量当量、 $H_p(d)$ (personal dose equivalent) 実用量の1つ：人体上の特定の点の深さ d における軟組織（通常、“ICRU球”と解釈される）中の線量当量。個人線量当量の単位は、キログラム当たりのジュール ($J\ kg^{-1}$)、または特別な名称はシーベルト (Sv) である。特定の点は、個人線量計を装着する部位で与えられている。パスウェイモデルでは、 d を 1 cm として、個人線量計等によって行う個人モニタリングにおいて計測する値とします。
- 3 3. 周辺線量当量、 $H^*(d)$ (ambient dose equivalent) 整列場の方向と反対の半径ベクトルの深さ 10mm における ICRU 球体内の対応する拡張場と整列場によって生成される放射線場 1 点における線量当量。周辺線量当量の単位は、キログラム当たりのジュール ($J\ kg^{-1}$)、または特別な名称はシーベルト (Sv) である。パスウェイモデルでは、放射線サーベイメータ等によって行う環境モニタリングにおいて計測する値とします。
- 3 4. 組織加重係数 (organ or tissue weight factor) 全身の実効線量を求めるため 15 の組織・臓器 (記号は T) ごとの等価線量にかける係数です。パスウェイモデルでは、国際放射線防護委員会 (ICRP) の 2007 年勧告の値を用います。
- 3 5. 放射線加重係数 (radiation weight factor) 15 の組織・臓器 (記号は T) の等価線量を求めるために、吸収線量にかける放射線の種類毎の係数です。パスウェイモデルでは、光子および電子しか扱いませんので 1 を用います。なお、中性子の放射線加重係数はエネルギー毎の連続関数ですが、パスウェイモデルでは 20 として取り扱うことがあります。
- 3 6. 確定的影響 (deterministic health effect) パスウェイモデルでは、放射線により致死または非致死な影響を与える吸収線量の疫学的調査の確率分布の小さい方から累積した 5% の値を、確率的影響を与える可能性のある時間当たりの吸収線量 (単位はグレイ) のしきい値として与えます。
- 3 7. 確率的影響 (stochastic health effect) パスウェイモデルでは、放射線防護のためのリスクをいい、放射線加重係数かけた吸収線量に対し直線しきい値なし仮説をあてはめたものです。なお、このリスクは、線量を増加させても致死的または非致死な影響を与えないものです。



Support with heat NEATR!

38. 放射線リスク係数 (radiation risk factor) 一般的には、国際放射線防護委員会(ICRP)の名目リスク係数 0.5/mSv をいいます。

(プラント関係)

39. 炉心損傷 (core disintegration) 一般的には炉心の温度が上昇し、燃料被覆管内の線源が原子炉容器内に出てくる状況で、格納容器内の高レンジエリアモニタ等の値によりプラント毎に設定されています。パスウェイモデルでは、深層防護第5層で不可逆な事象として周辺住民の防護措置を要請する点としています。

40. デブリ (debris) 一般的には炉心損傷後に発生し格納容器底面に堆積した熔融燃料の塊を言います。パスウェイモデルでは、このデブリが発生する熱による水蒸気により格納容器内圧力が上昇し、一定比率で格納容器外へ線源を放出する元としています。

41. スカイシャイン (sky-shine) 一般的には、格納容器内の線源から格納容器遮へいを通して外部に出た放射線が、空気中で反射して地表面に戻ってくる現象を言います。パスウェイモデルには、スカイシャインを組み込んでいませんが、炉心損傷直後においては非常に大きな線量を与えるため、リスクアセスメントの留意事項としています。

42. ストリーミング (Streaming) 原子力船「むつ」の放射線漏れで有名な事象で、放射線がしゃへい壁のすきまを通して外に出る現象です。パスウェイモデルでは、ストリーミングを組み込んでいませんが、普段線源のないところでも線量上がるケースが考えられるため、リスクアセスメントの留意事項としています。

43. 汚染 (contamination) パスウェイモデルでは、原子力災害対策指針の定める汚染判断基準 (40,000cpm) 以上を汚染と呼びます。

44. 除染 (decontamination) パスウェイモデルでは、緊急防護措置の1つとして、線源を遠くにもっていく、遮へい物を線源の上に置く、または線源を土壤中に埋める行為をいいます。

45. 緊急防護措置 (urgent protective action) パスウェイモデルでは、確率的影響を低減させるため、優先順位をシェルター・イン・プレイス、除染、避難の順として緊急に実施する防護措置をいいます。



Support with heat NEATR!

- 4 6. 予防的緊急防護措置 (precautionary protective action) パスウェイモデルでは、確定的影響を回避させるため、優先順位をシェルター・イン・プレース、除染、避難の順として緊急に実施する予防的な防護措置をいいます。
- 4 7. 緊急時区分 (EC : emergency classification) 一般的には、警戒態勢 (AL)、施設敷地緊急事態 (SE)、および全面緊急事態 (GE) を言います。なお、パスウェイモデルでは、全面緊急事態 (GE) のみを対象としています。
- 4 8. 緊急時アクションレベル (EAL : emergency action level) 一般的には、サイトの責任者が緊急時区分を判断でききよう、確認できるパラメータの数値等で表したリストをいいます。パスウェイモデルでは、炉心損傷のみを全面緊急事態とする事象に当てはめています。
- 4 9. 通報 (notification) 一般的には、サイトの責任者が緊急時区分を判断し、周辺住民の予防的防護措置、緊急防護措置またはこれらの準備を、周辺住民の防護に責任のある自治体へ要請し、緊急時の体制を構築することを言います。パスウェイモデルでは、炉心損傷による全面緊急事態のみを対象としています。

以上