

2023年9月25~26日

放射線安全の原則

村上 健太 <murakami@n.t.u-tokyo.ac.jp>

東京大学大学院工学系研究科 レジリエンス工学研究センター

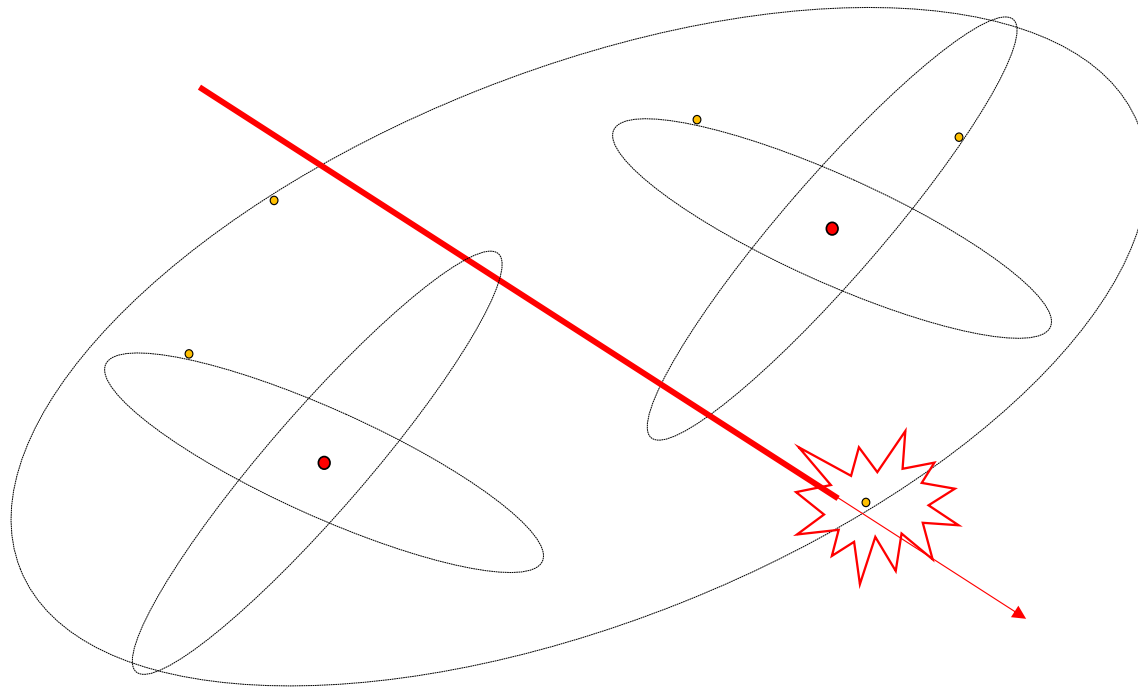
この講義は、北大・工・修士の集中講義「新型軽水炉安全工学」として実施しました

どのように答えますか？

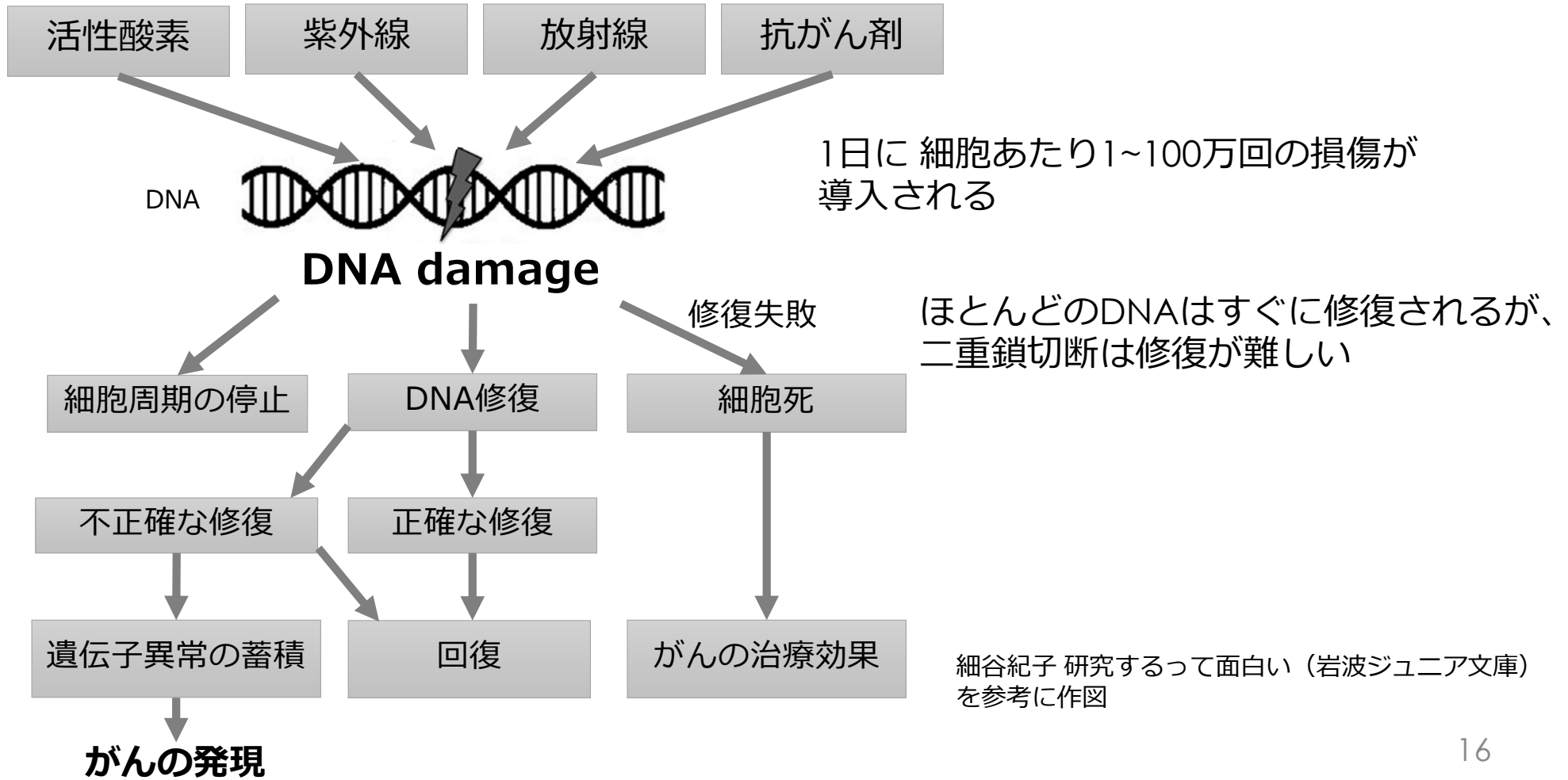
- あなたが、2011年3月に、修士1年（もうすぐ2年）だったとイメージしてください。
- 福島第一原子力発電所事故の影響で、東京の水道から微量のセシウムが検出されました。
- 東京に住んでいる従姉妹から連絡が来ました。
- 「第一子を妊娠中だが水道水の飲用を控えるべきか」と聞かれます。
- 「万が一のことを考えてリスクを下げたいが、ミネラルウォーターが手に入らない」と言っています。

原子力安全の目的（再掲）

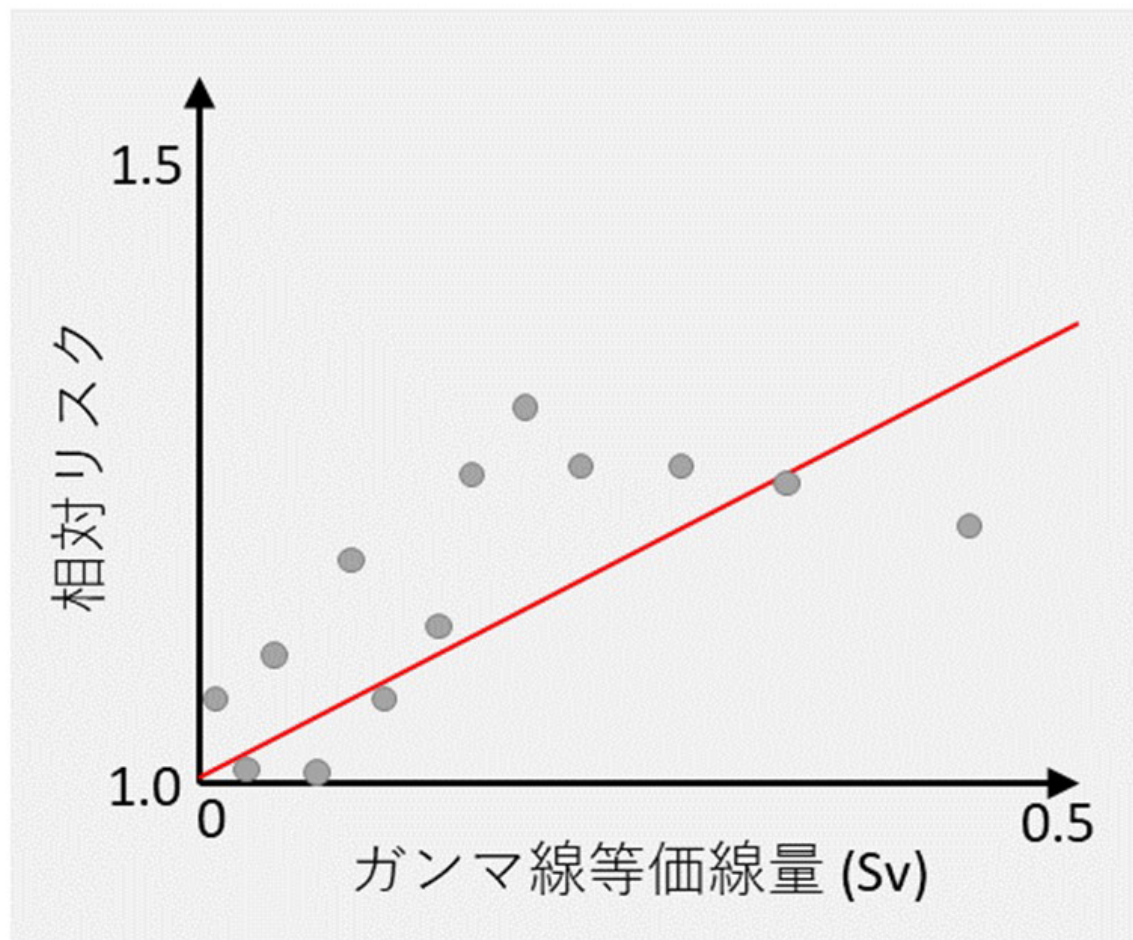
- 基本安全目的は、人及び環境を電離放射線の有害な影響から防護することである



細胞レベルでの放射線の影響



長期的な低線量被ばくの影響 (参考)



放射線影響研究所の資料
0.5 Sv未満の被ばく
爆心地から 3,000m以内の被災者
1958-1994年の固形がん罹患
(約7千症例/5万人)

遺伝的な影響 (参考)

原爆被爆者二世における染色体異常 (1967-1985)

Origin of aberrations	Children with aberrations	
	Control group (7,976 children)	Exposed group * (8,322 children)
Newly arisen	1 (0.01%)	1 (0.01%)
Inherited from either parent	15 (0.19%)	10 (0.12%)
Parental origin untested	9 (0.11%)	7 (0.08%)
Total	25 (0.31%)	18 (0.22%)

* Mean dose: 0.60 Gy

J. V. Neel, et. al., 1990

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1683818/pdf/ajhg00103-0050.pdf>

See also : https://www.rerf.or.jp/en/programs/roadmap_e/health_effects-en/

18

【4】 出典 : Used with permission of Elsevier Science & Technology Journals, from The children of parents exposed to atomic bombs: estimates of the genetic doubling dose of radiation for humans., AMERICAN SOCIETY OF HUMAN GENETICS., 46, 6 1948]; permission conveyed through Copyright Clearance Center, Inc.

放射線防護の3原則 (ICRP-Pub103, 2007年勧告)

- **正当化の原則**：放射線被ばくの状態を変化させるようなあらゆる決定は、害よりも便益が大となるべきである。
- **防護の最適化の原則**：被ばくの生じる可能性、被ばくする人の数及び彼らの個人線量の大きさは、すべての経済的及び社会的要因を考慮に入れながら、合理的に達成できる限り低く保つべきである。
- **線量限度の適用の原則**：患者の医療被ばく以外の、計画被ばく状況における規制された線源からのいかなる個人の総線量も、委員会が特定する適切な限度を超えるべきでない。

IAEA SF-1 principle 4-6 に同様の原則が示されている

日本における個人の線量限度

• 職業人（実効線量）

- 1年間 50ミリシーベルト かつ
- 5年間 100ミリシーベルト

• 一般公衆（実効線量）

- 1年間 1ミリシーベルト

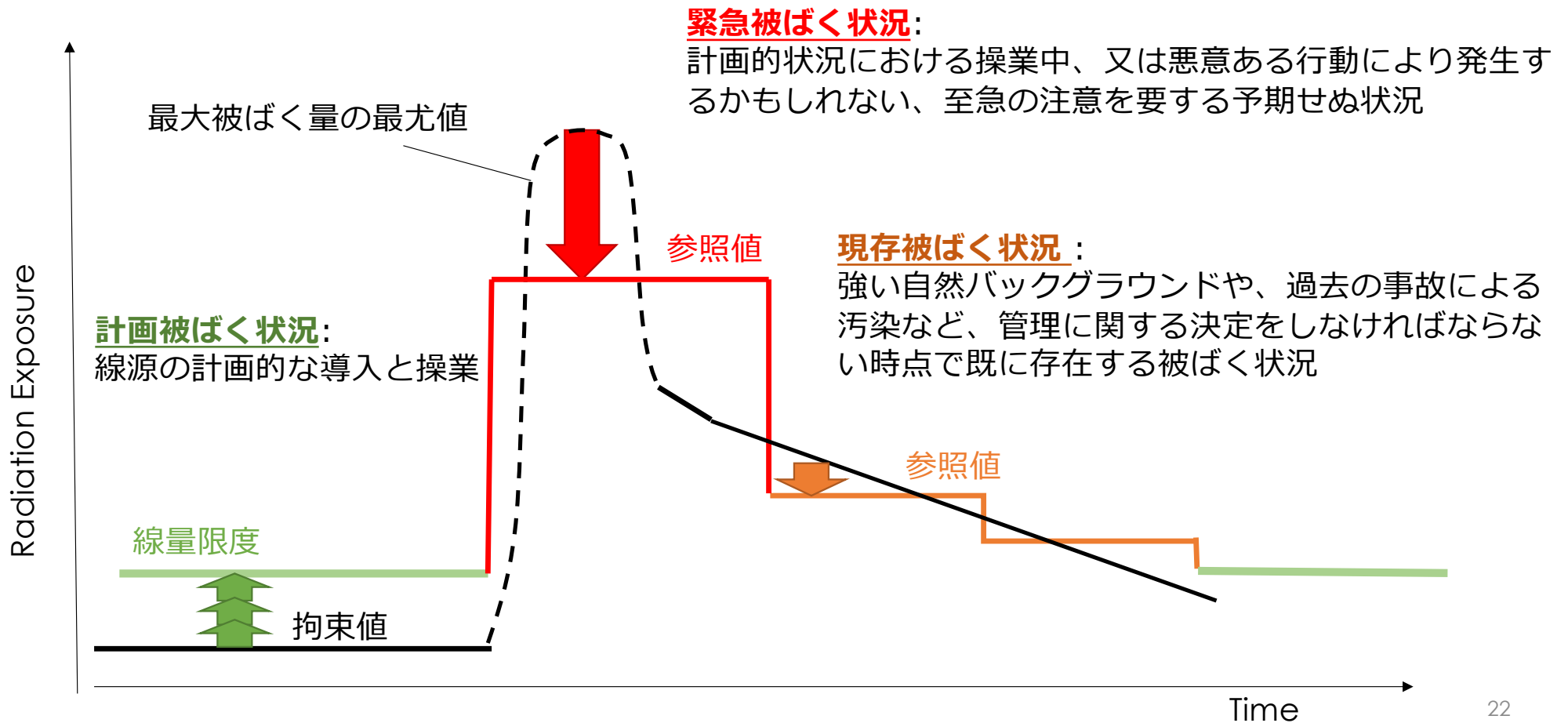
（例外）

- 医療被ばくには適用しない（個々のケースで正当化、防護の最適化が重要）

どのように答えますか？

- あなたは、電力会社の職員として、新しい原発の立地のための理解促進活動をしています。
- 地元の方から、次のように言われました。なんと答えますか？
 - 福島事故後の避難指示解除の条件は「空間線量率で推定された年間積算線量が 20 ミリシーベルト以下になること」だと聞いた。一般公衆の線量限度を超えているではないか。

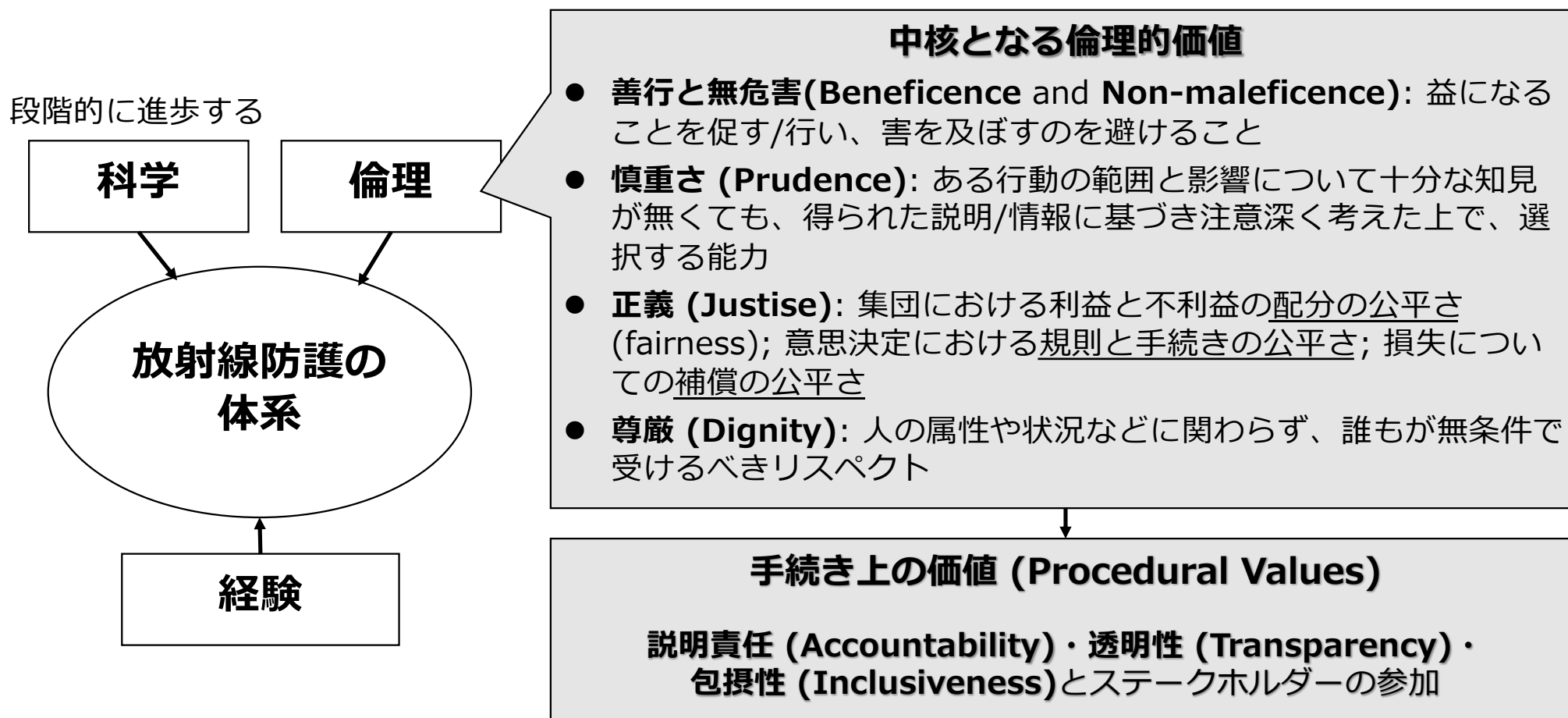
被ばく状況の分類



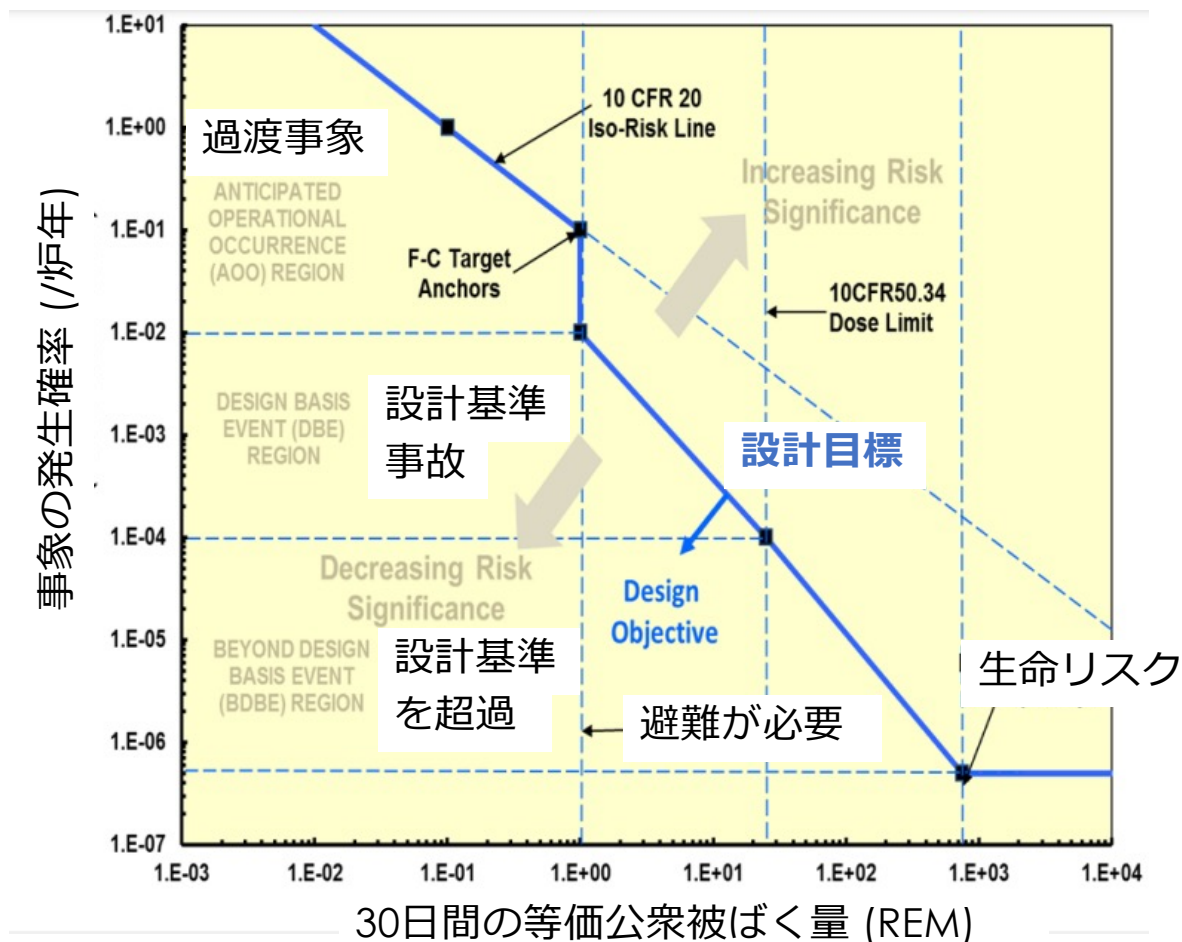
どのように答えますか？

- あなたは、電力会社の職員として、新しい原発の立地のための理解促進活動をしています。
- 地元の方から、次のように言われました。なんと答えますか？
 - 「原発事故後の作業員は20 mSv しか被ばくしていないにも関わらず、労災が認められた」と聞いた。
原子力規制庁の基準は緩すぎるのではないか？

放射線防護の倫理的側面 (ICRP-Pub138, 2017)



公衆被ばく：原子炉の型式によらない安全指標



新しい型式の原子炉では、炉心損傷頻度のような指標が、安全目標の代替指標（サロゲート）として意味を持たなくなる可能性がある。

米国の産業界は、新しい型式の原子炉に対する規制制度の設計において公衆被ばくの大きさと頻度に基づく整理の方法を提案し、規制も大筋で合意した

影響×頻度で判断するだけでなく、個人の負担が大きくなるラインからは厳しい目標を掲げることが特徴

NEI, 2019 に基づいて作成

<https://www.nrc.gov/docs/ML1924/ML19241A472.pdf>

参考文献

- 日本アイソトープ協会、国際放射線防護委員会の2007年勧告、ICRP Publication 103の翻訳、https://www.icrp.org/docs/P103_Japanese.pdf
- 原子力規制委員会、放射線防護体系の倫理基盤、ICRP Publication 138の翻訳、https://www.icrp.org/docs/ICRP_P138_Japanese.pdf
- 環境省、放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料（令和4年度版）、<https://www.env.go.jp/chemi/rhm/r4kisoshiryo.html>
 - 福島事故を含む様々な論点について、データを元に、スライド1枚＋解説の形で説明。データは毎年更新されている。
- 放射線影響研究所、放射線の健康影響、<https://www.env.go.jp/chemi/rhm/r4kisoshiryo.html>
 - 原爆被爆者調査の結果に基づいて、データと共に丁寧に紹介している。

出典一覧

No.	ライセンス	出典情報
[1]	†	SF-1 Fundamental Safety Principles (基本安全原則), 原子力規制委員会ホームページ, https://www.nra.go.jp/activity/kokusai/honyaku_01.html
[2]	†	研究するって面白い, 細谷紀子, 岩波ジュニア文庫 (2016年,10月) P.21を参考に作図
[3]	†	Pierce & Preston, 2000に基づいて作図, https://www.jstor.org/stable/3580275
[4]	†	Used with permission of Elsevier Science & Technology Journals, from The children of parents exposed to atomic bombs: estimates of the genetic doubling dose of radiation for humans., AMERICAN SOCIETY OF HUMAN GENETICS., 46, 6 1948]; permission conveyed through Copyright Clearance Center, Inc.
[5]	†	ICRP Publ.103 国際放射線防護委員会の2007年勧告, 翻訳・発行 日本アイントープ協会, https://www.icrp.org/docs/P103_Japanese.pdf
[6]	†	ICRP Pub.138 放射線防護体系の倫理基盤, 原子力規制委員会, https://www.icrp.org/docs/ICRP_P138_Japanese.pdf をもとに作成
[7]	†	Figure 3-1. Frequency-Consequence Target, NEI 18-04 Rev 1 Risk-Informed Performance-Based Technology Guidance for Non-Light Water Reactors, https://www.nrc.gov/docs/ML1924/ML19241A472.pdf