

# ICRP勧告における最適化概念の変遷

伴 信彦

# 放射線防護のはじまり

- 1895 X線の発見
- 1896 放射線皮膚障害の初症例  
ウラン（自然放射能）の発見
- 1898 ラジウムの発見
- 1925 ICRUの設立
- 1928 ICRPの設立（1950年よりICRP）

# IXRPC時代の勧告

## ■ 1928年勧告

- 表層部組織の損傷、内臓器官の不調、血液学的変化を考慮
- 遮蔽・距離に関するガイダンス
- 休暇と労働時間に関する勧告

## ■ 1934年勧告

- X線の耐容量: 0.2 R/日
- 健康診断の必要性

# 当時の問題意識

X線・ラジウムを扱う作業を

- どれくらいやっても大丈夫か?
- どれくらい休めば回復するか?

# 転機となった出来事

- 遺伝的影響の発見
- 広島・長崎への原爆投下
- 大気圏核実験
- 原子力の平和利用



医療以外の分野  
一般公衆の防護

# 基本的な前提の変化

## ■ 1954年勧告

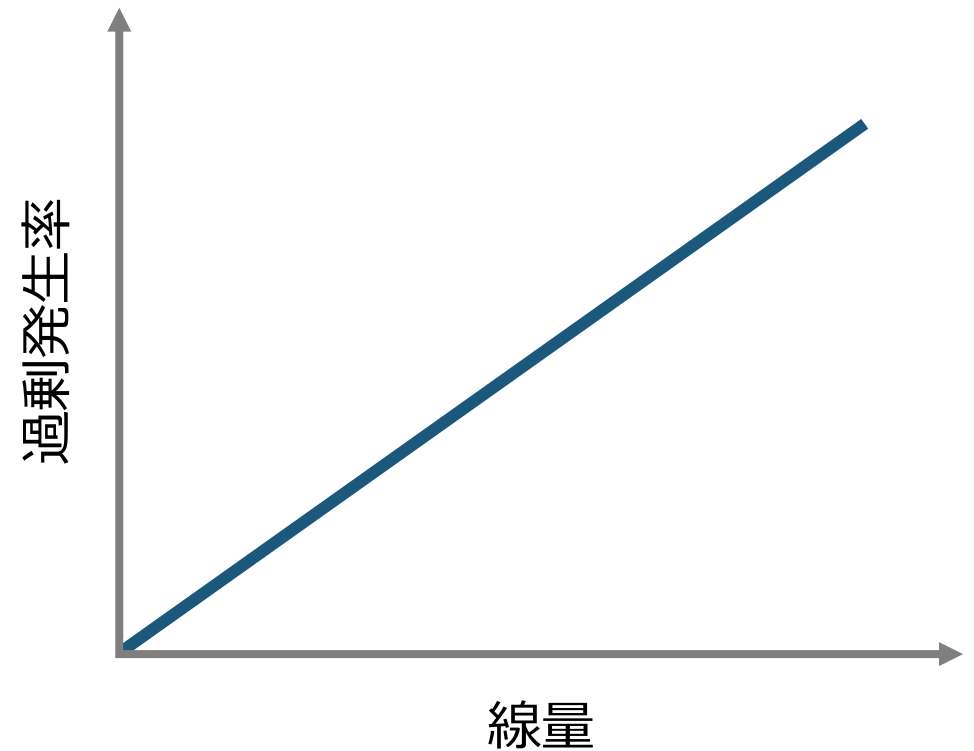
最大許容線量として提案された値は、生活上の他のハザードに比べて小さなリスクしかもたらさないが、エビデンスは不完全であり、ある種の放射線影響は不可逆的で蓄積性があるという知見を踏まえ、すべてのタイプの電離放射線に対する被ばくを可能な限り低いレベルに低減するため、あらゆる努力をすることを強く勧告する。

## ■ 1965年勧告（Publication 9）

放射線による白血病その他の型の悪性腫瘍の誘発機構はわかっていない。  
（中略）委員会は、放射線防護の目的には、線量効果関係が直線的であるという仮定、および線量が積算的に作用するという仮定にかわる実際的な代案を持っていない。

# Linear Non-Threshold (LNT) Model

- がんと遺伝性影響の線量反応に関する統計モデル
- 安全な線量を定義できない
- 個々の被ばくを独立に扱うことができる



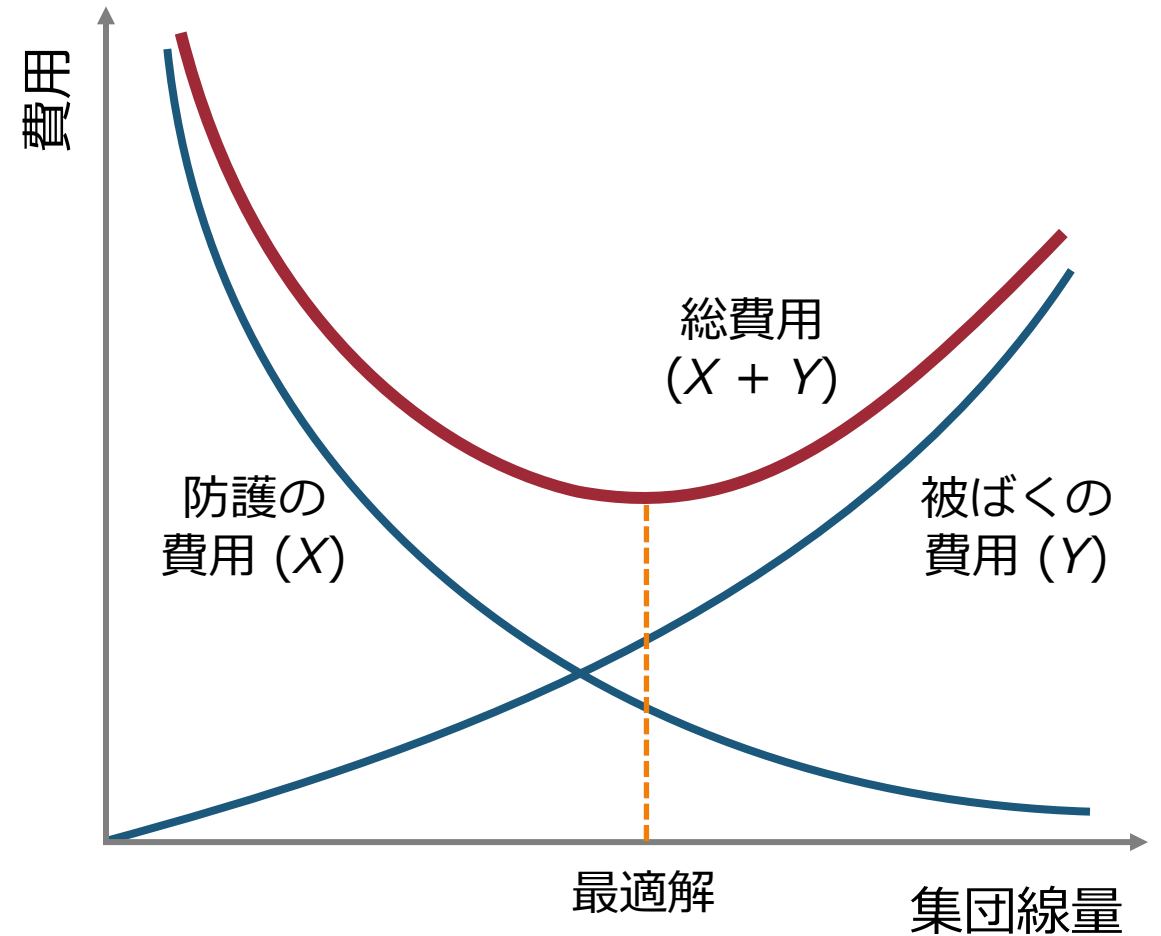
# 1977年勧告（Publication 26）

- 確率的影響の制限は、適切な線量当量限度を決して超えてはならないという条件を常に守りつつ、すべての正当化できる被曝を、**経済的および社会的要因を考慮に入れながら合理的に達成できるかぎり低く保つこと**によって達成できる。
- 人間の諸活動に関するたいていの決断の基礎をなしているのは、費用と利益とを暗々裏にはかりにかけた結果、ある選ばれた行為は行う“価値がある”と結論される、という形式である。それほど一般的ではないが、選ばれた行為の遂行は個人あるいは社会に対する**利益を最大にするように調整されるべき**であるということも認識されている。



# 費用便益分析による最適化

放射線被ばくに関係しない費用と総便益が一定とみなせるならば、防護に要する費用 ( $X$ ) と被ばくによる損害の費用 ( $Y$ ) の和の最小値を与える選択肢が最適解となる。



# 1990年代の課題

- チョルノービリ事故による汚染
- レガシーサイト
- 一般職場・住居のラドン

現存被ばく状況

# 最適化プロセスの拡大 (Publication 101)

## ■ 安全文化

最適化は心構えである。(中略) 活動的な安全文化を固く守るべきであって、その重要な属性は・・・

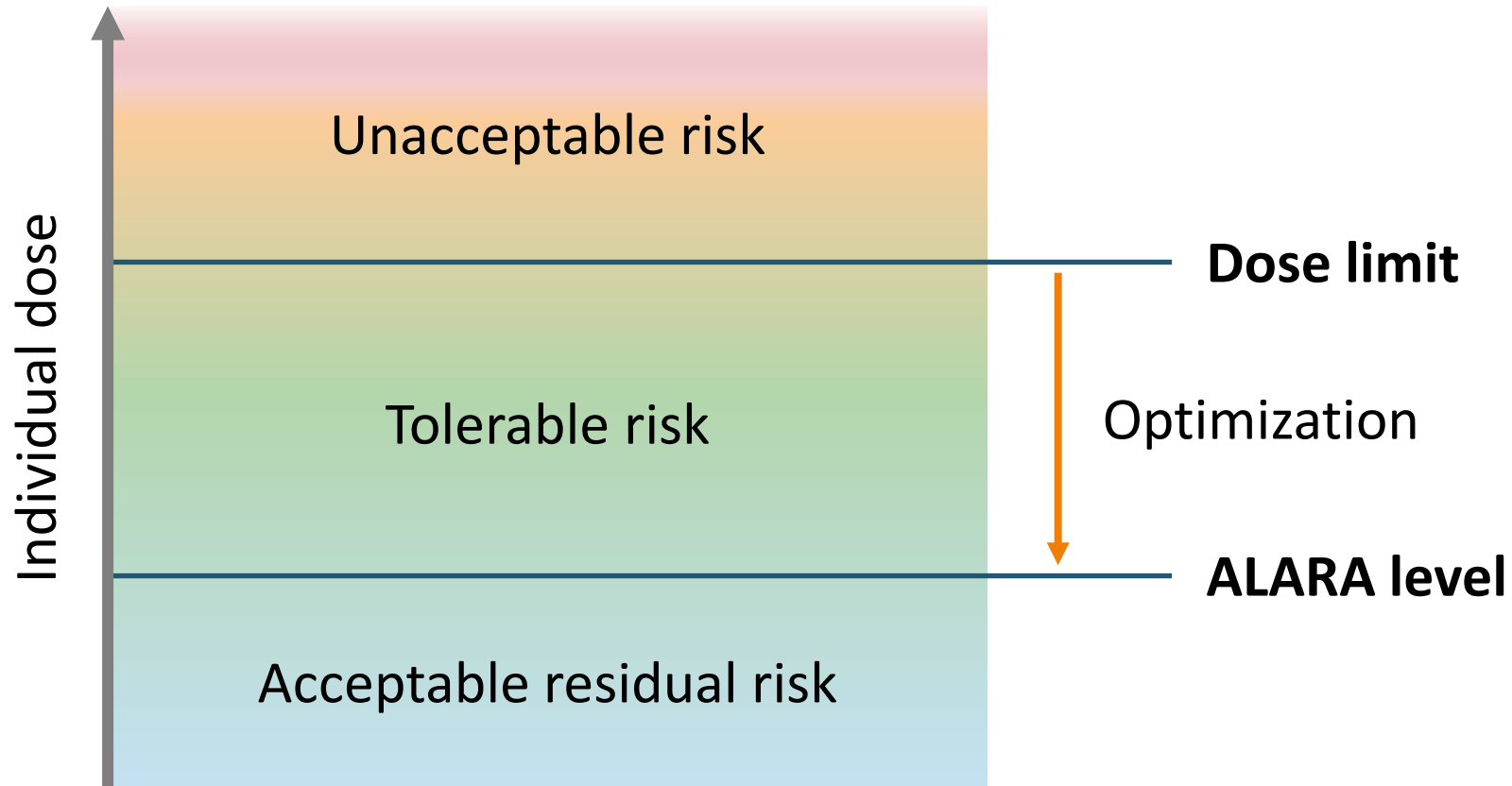
## ■ 利害関係者の関与

意思決定プロセスへの価値の組み込み、意思決定の実質的な質の改善、競合する利害間の争いの解決、作業者と公衆双方の共通の理解の構築及び、諸機関における信頼の構築を達成する実績のある手段である。


## ■ 被ばく分布の公平性

集団線量の概念の直接的な適用は、(中略) 重要な社会政治的な考慮、例えば選択肢を比較し評価するのに特に重要かもしれない公平性を考えに入れていない。

# 放射線リスクの受容性に関するモデル



# Task Group 114

 INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION SUBSCRIBE MEMBER LOGIN

[ABOUT ICRP](#) [WHO WE ARE](#) [WHAT WE DO](#) [EVENTS](#) [ICRPAEDIA](#) [SUPPORTERS](#) [DONATE](#)

[Main Commission](#) [Scientific Secretariat](#) [Committee 1](#) [Committee 2](#) [Committee 3](#) [Committee 4](#) [Task Groups](#)

[ICRP \(WHO WE ARE\)](#) / [Task Group 114](#)

## Task Group 114

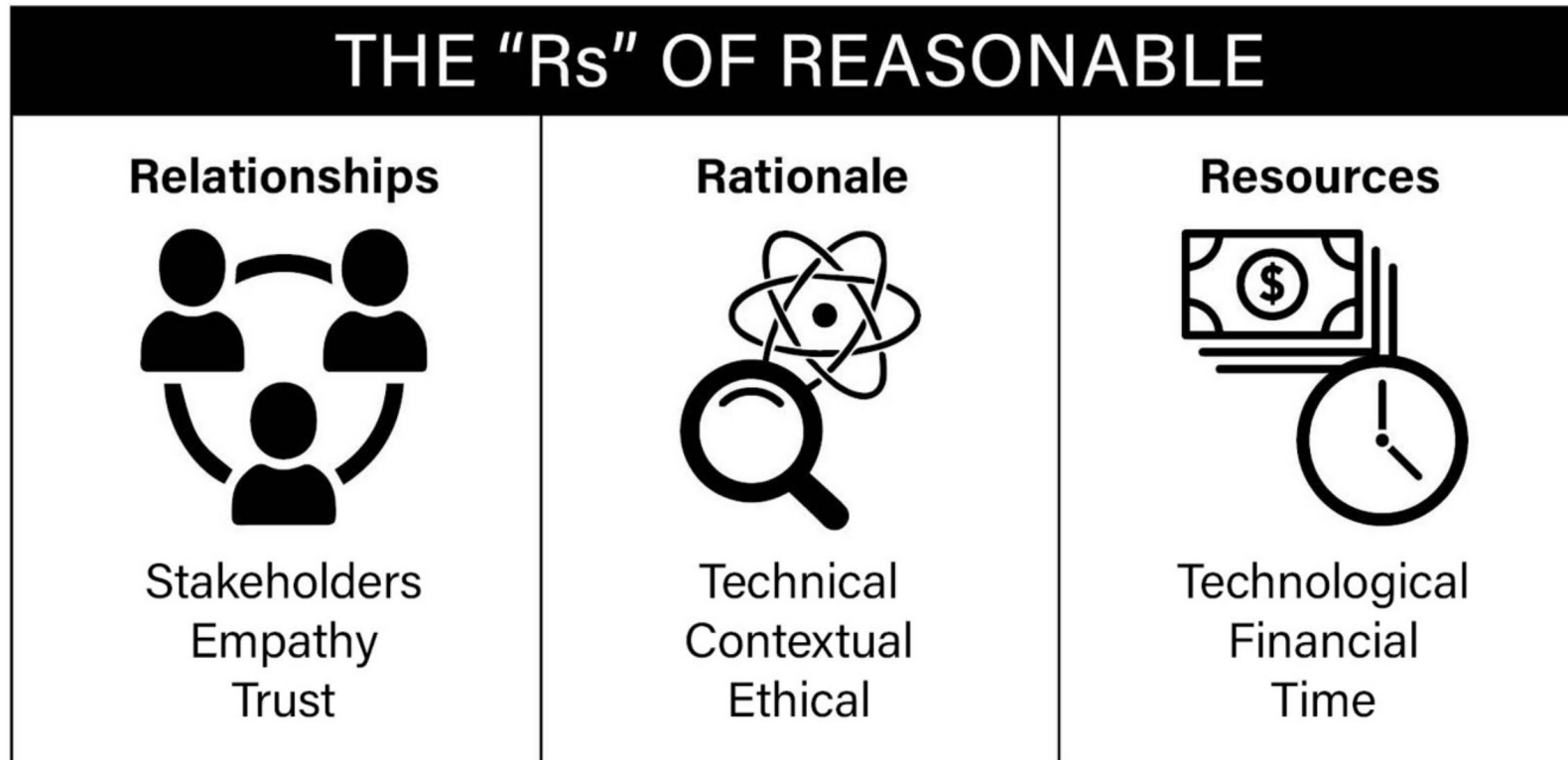
### Reasonableness and Tolerability in the System of Radiological Protection

#### Under Committee 4

Discussions of reasonableness and tolerability have been part of ICRP publications for many years, including the introduction of a model of risk tolerability in *Publication 60* (1990). *Publication 101* (2004) developed the approach to address the implementation of the optimisation process and the way to elucidate what is reasonably achievable. *Publication 124* introduced the approach for protection of the environment. *Publication 138* (2018) examined the ethical foundations of the RP system, identifying four core values underpinning the system of RP. For this Publication, issues of tolerability and reasonableness in application of the system of protection were recognized, but not treated specifically.

The model of reasonableness and tolerability of radiological risk is a conceptual framework for the implementation of the ICRP principles of optimisation (guided by constraints and reference levels) and limitation, based mainly on the level of exposure, and closely related to the level of risk. Potential exposures require consideration of the likelihood of an exposure occurring, as well as the magnitude of exposure should an event occur. This model provides guidance for the implementation of the principles in planned, emergency and existing exposure situations. Reasonableness plays a key role in the decisions regarding appropriate levels of protection and is the core of the implementation of the optimisation principle taking into account societal and economic aspects, and also protection of the natural environment, as well as organisms that are part of, and adds value to, people's environment and livelihood. Reasonableness applies to any exposure situation as far as an optimisation process is implemented, although what may be considered reasonable will depend on the specifics of the situation and involvement of stakeholders in an inclusive process.

# 合理性に関する3つのR



(Wieder et al 2022 J Radiol Prot 42: 021513)

# まとめ

- 確率的影響の線量反応関係としてLNTモデルを採用したことに伴い、防護の最適化の概念が生まれた。
- 初期には、費用便益分析を中心とする解析的アプローチにより最適化が達成できると考えられた。
- 現在では、倫理的・社会的観点からの意思決定プロセスの適切性に重点が置かれている。