

放射線関係法令に関する考察

大阪大学
安全衛生管理部
山 本 仁

日本の放射線に関する法令

放射線審議会において検討されるが、内容に応じて管轄官庁が変わる

文部科学省

原子力基本法

放射線障害防止法（障防法）

放射性同位元素等を使用する事業所以外の一般公衆の安全も考慮
放射性同位元素や放射線発生装置の使用及び放射性同位元素に
よって汚染されたものの廃棄などを規制することによって、放射
線障害を防止し、公共の安全を確保することを目的

厚生労働省

労働基準法

労働安全衛生法（安衛法）

電離放射線障害防止規則（電離則）

放射性同位元素等を使用する事業所で働く人のみの安全を考慮

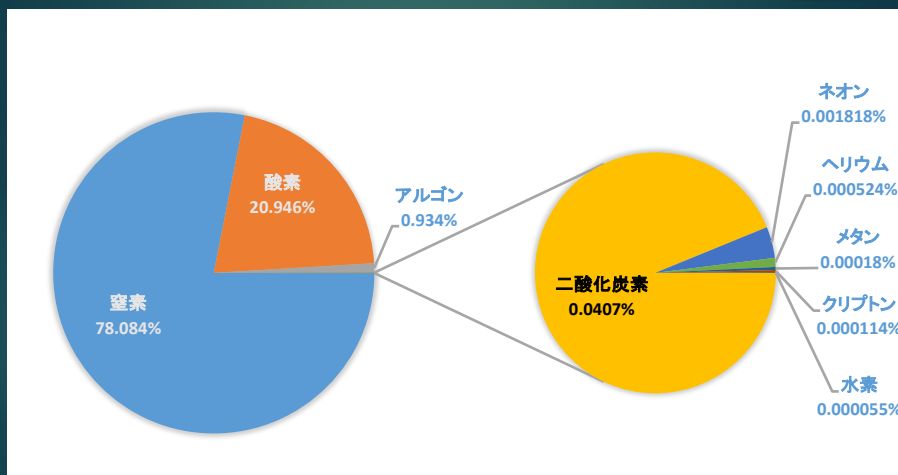
質 問

年末ジャンボ宝くじを
10年以上連続で10枚買っていますか？

一等賞が当たりましたか？

10⁻⁵（10万人に一人）という確率は
年末ジャンボを10年連続10枚購入
し続けて、一等賞を当てる確率に
ほぼ等しい

大気の組成



1980年ごろから微量測定技術が発達し、従来検出されなかった
極微量の発がん性物質が大気中に存在することが確認されるようになった

日本の基準値

日本社会の認識

基準値 = 絶対安全

水や空気など、環境中に発がん性物質などあってはならない
分析技術の進歩で、水道水や大気中に様々な発がん性物質の存在が確認



新たな基準値の策定が必要

日本の基準値

環境中に微量存在する発がん性物質のうち

これ以下なら安全とみなせる値（閾値）がある物質
→ 閾値を基準に「基準値」を策定

遺伝子を直接損傷する物質（遺伝毒性）は、
閾値が存在しないと仮定
食品添加物等人為的に加えられるものは即禁止
が、自然発生したり産業副生物はゼロにできない
→ 何らかのルールが必要
欧米で始められていた「事実上安全」
リスクが無視できるレベル の導入

日本の基準値

1993年 水道水質基準改定

閾値なしの物質については、WHOガイドラインに則り、生涯発がん確率が 10^{-5} （10万人に一人）のレベルに設定

このリスクレベルに基づく算定基準は、時期尚早のため公表は見送られた！

1996年 大気環境基準改定

ばく露量から予測される健康リスクが十分低い場合、実質的には安全（中央環境審議会）

→ゼロリスク原則の放棄

生涯リスクレベルは 10^{-6} （百万人に一人）か 10^{-5} （十万人に一人）か議論
当面 10^{-5} （十万人に一人）を目標とした

ベンゼンの基準値： $3\mu\text{g}/\text{m}^3$

日本の基準値

これ以降、日本の「基準値」の「基準」となる考え方に 10^{-5} という「基準」ができた・・・

原発事故で出てきた数字

飲食物中の放射性物質の暫定規制値 (Bq/kg) 2011.3.17

	飲料水	牛乳 乳製品	野菜類	穀類	魚介類	肉・卵 その他	乳幼児 食品
ヨウ素131	300	300 100 (乳児)	2000	なし	2000	なし	なし
セシウム (134+137)	200	200	500	500	500	500	なし
ウラン	20	20	100	100	100	100	20
プルトニウム アルファ核種	1	1	10	10	10	10	1

政府の対応



枝野幸男官房長官（当時）

「国際放射線防護委員会（ICRP）の勧告に基づき設定したものでございますが、当該物を一生飲食し続けることを前提として、人体に影響を及ぼすおそれのある数字として設定をされた数字、これに基づいて、今回報告がなされ、より広範は調査、分析、評価を行う必要があるとしたものでございまして・・・」

3月21日 福島の前乳、福島・茨城・栃木・群馬の
ホウレン草とカキナでヨウ素セシウムが
規制値越えで出荷停止

3月22日 首都圏金町浄水場でヨウ素が乳児向けの
牛乳の暫定規制値越え
東京都は一歳未満の乳児を対象に、
550mLペットボトル水3本を支給（3月24日）

以後、様々な飲食物から規制値を超える放射性物質が検出
そのたびに出荷制限がなされた

食品暫定規制値設定の根拠

二つの種類の異なる基準値を根拠

乳児の牛乳・乳製品に関するヨウ素131の値は
コーデックス委員会のガイドライン

それ以外は
原子力安全委員会（当時）の指標

飲食物中放射性物質の 基準の算定手順

- ① 年間被曝線量（一年に被曝してもいい量）の
目標値を定める 単位はmSv/年
実効線量と等価線量という二つの評価指標
- ② 対象となる放射性物質の線量係数を求める
体内に1 Bqの放射性物質が入った時の一生涯の
被曝線量（mSv）で表す→単位はmSv/Bq
- ③ 目標となる年間被曝線量の範囲に収まるように、
一日当たりの飲食物中放射性物質濃度を定める
単位はBq/kgあるいはBq/L

乳児用牛乳・乳製品に関する ヨウ素131の値の根拠

コーデックス委員会ガイドラインの算定方法

ガイドラインの目的：原発事故等で放射性物質汚染が発生した際の
飲食物の「国際取引」を想定
すなわち事故発生国ではなく、輸入国での適用を想定

事故後一年間における年間被曝線量の目標 1 mSv/年以下

ICRPが定めた介入免除レベルに準拠

輸入した全飲食物のうち汚染されたものを10%と仮定

介入免除レベルに相当する放射性物質濃度を計算

→数字を丸める

→ガイドラインレベル

原子力安全委員会の指標

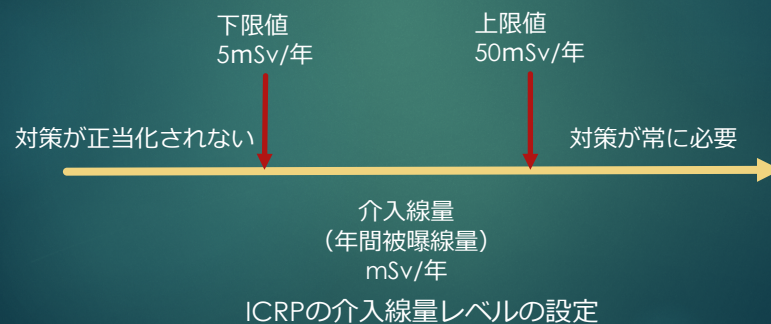
もともとは1979年のスリーマイル島原発事故を契機に、
ICRPが提示した放射線防護のための線量レベルに基づき、
飲料水、葉菜、牛乳のヨウ素131の基準値として設定

1986年のチェルノブイリ原発事故と、それに伴うICRPや
IAEAの国際的動向を受け、セシウム、ストロンチウム、
プルトニウム及び超ウラン元素のアルファ線放出核種に
ついての指標が設定

1999年の東海村JCO臨界事故後にウランについての指標が追加

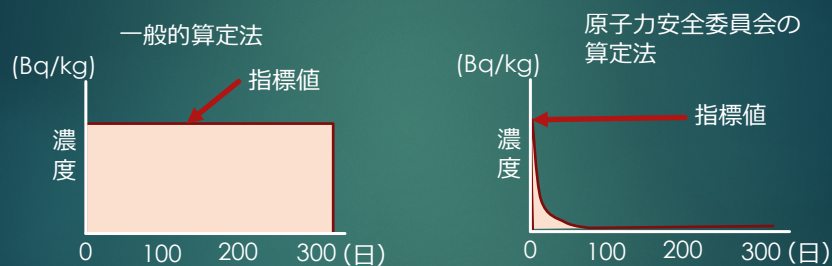
原子力安全委員会の指標

これらの基準値は、事故後一年間の被曝を想定した
年間被曝線量の目標値として設定
→「介入線量」と呼ぶ



ヨウ素131の暫定規制値

ヨウ素131の放射性崩壊（半減期8日）を考慮
（コーデックスや他の化学物質規制値にはない特徴）



成人	幼児	乳児	飲食物	成人	幼児	乳児	指標値
43	14	12	飲料水	1270	424	322	300
354	29	14	牛乳・乳製品	10500	849	382	300
177	85	118	葉菜類	5220	2500	3280	2000

放射性セシウムの 暫定規制値

放射性セシウムはヨウ素131と違い、半減期が長い
(セシウム134: 約2年、セシウム137: 約30年)
そのためヨウ素131のような崩壊による濃度低下はほとんどない

→希釈率という仮定を設定

希釈率: 人が摂取する飲食物のうち、どれだけが汚染されているか

セシウムについては、希釈率として0.5、すなわち50%が設定

希釈率の設定次第で規制値は大きく変わる性格を持つ
100%なら半分に、10%なら5倍になる

新基準値の策定

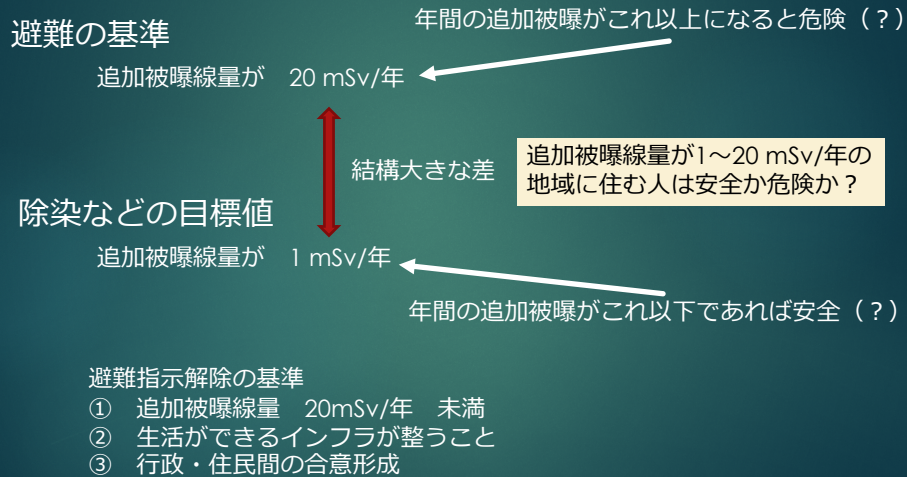
2012年4月1日
厚生労働省は、それまでの暫定規制値に代えて、新たに
「新基準値」を施行

「暫定規制値でも安全は確保されているが、より一層の
安全と安心を確保できるように、事故後の緊急的な対応
としてではなく、長期的な観点から基準値を設定した。」

介入線量レベルを「実効線量 1 mSv/年以下」とした

- ・コーデックス委員会の値を根拠
- ・「合理的に達成可能な範囲でできる限り低い水準に
線量を管理するという考え」

避難と除染の基準



安全とは？

我々は、なんとなく
 安心：主観的感情がベース
 安全：客観的・科学的に定めることができる
 というイメージを持っている

岩波国語辞典（第七版）

危なくないこと。物事が損傷・危害を受けない、または受ける心配のないこと。

広辞苑（第六版）

①安らかで危険のないこと。平穏無事。②物事が損傷したり、危害を受けたりするおそれのないこと。

新明解国語辞典（第七版）

災害や事故などによって、生命をおびやかされたり損傷・損失を被ったりするおそれがない状態（様子）。

国語辞典では「心配」や「おそれ」という言葉が使われる
 → 「安全」には心理的な要素が含まれている

古典的な基準値の算定方法

- ・無毒性換算型
- ・ALARA型 (As Low As Reasonably Achievable)

両者とも、リスクという概念が生まれる前の考え方である

無毒性換算型：環境基準に多い
無毒性＝ゼロ であるからゼロリスクを
目指す考え方

ALARA型：残留農薬基準が有名
健康影響とは無関係に、ちょっとでも混ざったら
感覚的にイヤだからできるだけ減らしましょ

無毒性換算型基準値

四塩化炭素 CCl_4 ：フロン等の原料や溶剤 人が発がんする可能性あり
(IARC Group 2 B)

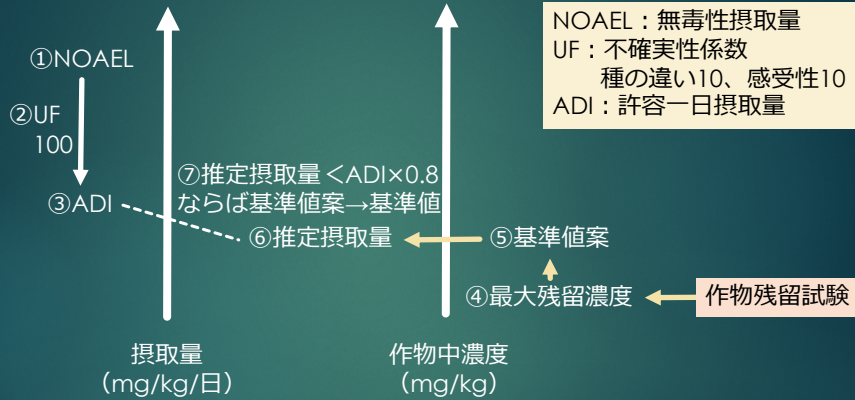
セレン Se：微量必須元素であるが必要以上に摂取すると中毒



NOAEL：無毒性摂取量
TDI：耐容一日摂取量

UF：不確実性係数
種の違い10、人の感受性10、急性→慢性10

ALARA型基準値



農薬を通常の方法で使用するどれくらい残留するかという試験の結果が基準値の根拠になる → ヒトへの健康影響という観点はない

全ての農作物と農薬の組み合わせを試験できないので、試験がされておらず基準値が制定されていない作物については、**一律0.01mg/kg**という基準ができた

ALARA型基準値 キクラゲの悲哀

2007年 横浜市の小学校で使用予定の中国産キクラゲから基準値の倍の農薬フェンプロパトリンが検出

当時、中国製品への不信感が高まっていたこともありマスコミが大騒ぎ

当面の間、学校給食へのキクラゲの使用を見合わせる

ALARA型基準値 キクラゲの悲哀

このキクラゲの基準値は、残留農薬試験がされていないので
0.01mg/kg → 中国産キクラゲから0.02mg/kg検出

しかし

フェンプロパトリンは比較的よく使われる農薬で、
残留試験されているものもある

リンゴ
イチゴ
ブドウ → 5mg/kg

とほほ...

社会全体の安全は どのように捉えるべきか

国際規格 ISO/IECガイド51:2014における定義では

安全とは

「許容可能でないリスクがないこと」



安全な状態であっても「受容できるリスクは存在している」

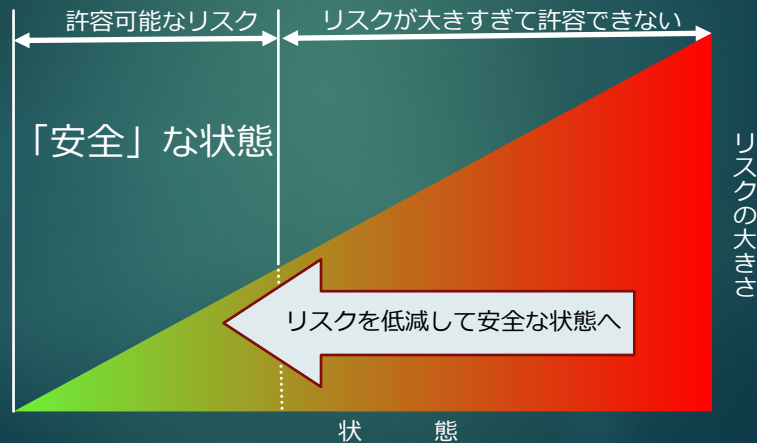
リスク = 危害のひどさ × 危害の発生確率



安全とは、「リスクゼロ」すなわち絶対安全という状態を意味せず、
残留リスクを社会が受け入れられるかどうかを判断し、受け入れられない
リスクがない状態をいう。

ISOの「安全」の定義

安全とは「許容可能でないリスクがないこと」
 → リスクの大きさを「許容可能」まで低減すれば、安全な状態になる



受容可能なリスクの大きさについて

アメリカの場合

食品中の発がん性物質がどの程度までなら安全とするか、
 論争が巻き起こり、幾度も裁判で争われた

→ 一つの化学物質について、受け入れられるリスクは
 生涯でがんになる割合が1万人に1人から100万人に1人くらい

受容可能なリスクの大きさについて

英国の場合

英国学士院が年間死亡リスクに関する評価を実施

- ①自発的スポーツ活動やプロのスタントなど危険な状況の年間死亡リスクは1000人あたり3～6人
- ②1～20歳の男性の年間死亡リスクは1万人あたり1～3人
- ③危険な職種（鉱山、建設等）の年間死亡リスクは1万人あたり1～3人
- ④製造業ではの年間死亡リスクは1万人あたり0.3人

「年間死亡リスクが100人あたり1人は受け入れられないが、1000人あたり1人は、個人が状況を認識し、リスクに匹敵する恩恵を受け、リスク低減措置が講じられる場合、全く受け入れられないことはない」

大学での事故率ってどれくらい？

ある大学の統計から考えると

事故報告レベルの実験中の事故件数

平成16年度から25年度の10年間で755件の報告
研究室で実験を行う学生数（概数） 7000名

ある学生が一年間に実験事故に遭う確率

$$\frac{755}{10} \div 7000 \approx 0.011 \quad (10^{-2} \text{オーダー})$$

ハインリッヒの法則を仮定して、重大事故の確率が1/30とすると

$$0.011 \div 30 \approx 0.00037 \quad (10^{-4} \text{オーダー})$$

とすると、この大学では年間2～3人がやばいケガを負うと考えられる。

この数字は許容可能レベルか？

全国の大学が安全衛生管理にやっきになっていることは、
許容できないリスクと認識している。

それでは、どの程度まで下げると許容可能か？

「基準値」の特徴

① 必ずしも科学的な根拠だけで決められない

動物実験や疫学データ等の科学的手法・知見だけでなく、
経済的、心理的な状態や主観的推定、仮定が大きく関与

② 数字の使いまわしと独り歩きが起こる

新たな基準値を策定する場合、関連する基準値や外国の基準値を
ベースに定めることが多い。
また、一度決まった数字が独り歩き（権威化）される

③ 一度決まるとなかなか変更されない

一度値が定まると変更は極めて困難。厳しくする場合も難しいが、
緩和するのはとてつもない努力がいる。
米国では環境基準は5年ごとに見直すことが義務付けられている。

④ 法的な意味は様々

基準値には、「規制値」「指針値」「目標値」など様々な呼び名がある。
また、値の遵守が前提となっているものもあれば、超過しても罰則のない
基準値もある。

最後に

Standards are devices to keep the lazy mind from thinking.

William Thompson Sedgwick (1855-1921)

化学物質の量-反応関係

