

1.目的

- ①夜になると真っ暗になるグラウンド周辺を明るくする
- ②放射線について、科学的に正しく理解するきっかけとする
- ③放射線に対する無知や無関心が原因となる差別や偏見を無くす
- ④サイクロトロンや原子力発電所等から発生する廃棄物の処分について考えるきっかけとする

2.クリアランス物とは

サイクロトロン（重粒子線治療や微細構造解析に使用される粒子加速器）や原子力発電所などの解体で生じる廃棄物のうち、放射線量が0.01mSv/年以下のものをクリアランス物とよび、一般の産業廃棄物と同様に扱うことができる。これを産業廃棄物として処理すると莫大な費用がかかるため再利用が期待されているが、放射線に対する理解不足から再利用が進んでいないのが実情である。

3. 1年間に受ける放射線量の比較

- ①0.000000008mSv（グラウンドに設置したクリアランス電灯から）※4.C参照
- ②0.00000006mSv（正門に設置されている花崗岩製の校訓の石碑から）※4.D参照
- ③0.8 mSv（日本人ひとりあたりの平均摂取量の魚から）
- ④2.1mSv（日本人の自然放射線から）※4.E参照

4.メリット

- ①夜になると真っ暗になるグラウンドの倉庫周辺の防犯・安全対策になる。
- ②放射線を科学的に正しく理解することにより、差別や偏見を無くすことができる。
- ③社会課題となっているエネルギー問題や廃棄物の処分方法について考えるきっかけとなる。また、課題研究のテーマとして研究し不登校を克服し、慶応大学総合政策部に進学した生徒がいる（文春オンライン：<https://bunshun.jp/articles/-/62776?page=2>）
- ④太陽光パネル・蓄電池の設置により停電時にも使用可能となり防災上も役に立つ

5. 参考資料

A. 放射線について

- ①怖がらなくてもいい量の放射線を必要以上に怖がると、差別や風評被害を生む
- ②怖がる必要のある量の放射線は適切な防護をする必要がある。怖がらないのは大変危険

B. 積算放射線量を計算する際に重要な点

- ①放射線は線源からの距離の2乗に反比例して小さくなる
- ②線量率×時間で積算放射線量が決まるので、時間が重要になる

C. クリアランス電灯の設置による年間積算放射線量の計算モデル

(放射線測定器の表面からセンサー部分までの距離を 0.02m とする)

- ①クリアランスレベルの放射線量率は 0.01mSv/年以下なので、最大の 0.01mSv/年とする
- ②年間 180 日登校、半径 10 m の場所に毎日 1h 滞在したとする

年間放射線量は $0.01 \times (0.02/10)^2 \times (1/24) \times (180/365) = 0.0000000008 \text{mSv}$

D. 正門付近に設置されている花崗岩製石碑（校訓）から受ける年間積算放射線量の計算モデル

- ①放射線測定器による測定により $0.05 \mu\text{Sv/h} = 0.5 \text{mSv/年}$ (クリアランスの 50 倍以上)

($1 \text{mSv/年} = 1000/24 \times 365 \mu\text{Sv/h} = 0.1 \mu\text{Sv/h}$)

- ②年間 180 日登校、1 日 6 h 教室に滞在、教室までの距離 20m とする。

年間放射線量は $0.5 \times (0.02/20)^2 \times (6/24) \times (180/365) = 0.00000006 \text{mSv}$

- E. 自然放射線の線量率は日本の平均値が 2.1mSv/年である。この放射線量率を一年中浴び続けるので、積算放射線量は 2.1 mSv となる

F. 有効数字と誤差について

科学で取り扱う多くのデータは測定値であり、真の値との間には誤差がある。誤差は測定機器の精度によって異なるので、どこまでが信用できる数値かを明確に示す必要がある。

例えば、日本の平均値が 2.1mSv/年であるということは、有効数字 2 桁で 2 桁目までは信用できる値であり、真の値は 2.05 mSv/年以上、2.15 mSv/年未満であることを示す。

そのため、科学では「測定値どうしの足し算では、計算した結果を四捨五入によって測定値の末位が最も高い位のものに合わせる」というルールがある。

数学では $2.1 + 0.000001 = 2.100001$ が正解であるが

科学では $2.1 + 0.000001 = 2.1$ となる。(2.100001 は間違いとなる)

すなわち、クリアランスレベルの放射線量は無視できる量であると言える。

※1は「食品中の放射性物質の基礎知識健康影響と食品の安全性について」

福島県立医科大学 熊谷敦史氏の資料より引用

参考資料① (※1)

参考資料 日本人の自然放射線による年間実効線量

被ばくの種類	線源の内訳	実効線量 (ミリシーベルト/年)
外部被ばく	宇宙線	0.3
	大地放射線	0.33
内部被ばく (吸入摂取)	ラドン222 (屋内、屋外)	0.37
	ラドン220 (トロン) (屋内、屋外)	0.09
	喫煙 (鉛210、ポロニウム210等)	0.01
	その他 (ウラン等)	0.006
内部被ばく (経口摂取)	主に鉛210、ポロニウム210	0.80
	トリチウム	0.0000082
	炭素14	0.01
	カリウム40	0.18
合 計		2.1

出典：(公財) 原子力安全研究協会「生活環境放射線」(平成23年
環境省「放射線による健康影響等に関する統一した基礎資料(平成27年度版)」第3巻「放射線による被ばく

参考資料② (※1)

日本人の自然放射性物質
による内部被ばく
(経口摂取)

	実効線量 (μ Sv/年)
鉛210、 ポロニウム210	800
カリウム40	170
炭素14	2.5
トリチウム	0.0082
計	980

食品由来のポロニウム210
(Po-210) の年摂取量

	年摂取量 (Bq)
日 本	220
米 国	22
アルゼンチン	18
中 国	68 - 130
イ ン ド	20
イ タ リ ア	40
ポーランド	44
ルーマニア	51
ロ シ ア	40 - 55
英 国	28 - 44
参 考 値	58

国連科学委員会 2000年報告書付
属書B表16より

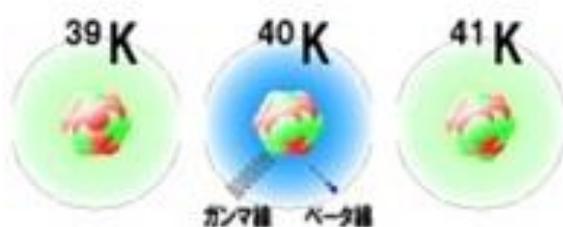
食品中のポロニウム210

	生の食品の放射能濃度 (mBq/kg)					
	^{226}Ra	^{210}Pb	^{210}Po	^{232}Th	^{228}Ra	^{228}Th
牛乳製品	5	40	60	0.3	5	0.3
肉製品	15	80	60	1	10	1
穀物製品	80	100	100	3	60	3
葉菜	50	30	30	15	40	15
根菜および果実	30	25	30	0.5	20	0.5
魚製品	100	200	2000	-	-	-

- ^{210}Po は海産物、特に魚の内臓に濃縮
- 日本人は魚介類消費量が多く、内臓を食べる習慣のために、他国に比べ食品からの ^{210}Po 摂取量が多くなる
- 日本人 ^{210}Po 年間摂取量：220 Bq (世界の参考値：58 Bq)

放射線医学総合研究所監訳：放射線源と影響、実業出版社、1995、p74
 原子力百科事典 食品中の放射能 (09-01-04-03)

放射性カリウム (カリウム40)



- カリウムのうち0.0117%が放射性カリウム40
- カリウム1g当りの放射能の強さは30.4Bq
- 生物学的半減期は30日
- 体重60kgの成人男性は4000Bqのカリウム40をもち、170 $\mu\text{Sv}/\text{年}$ の内部被ばくを受ける

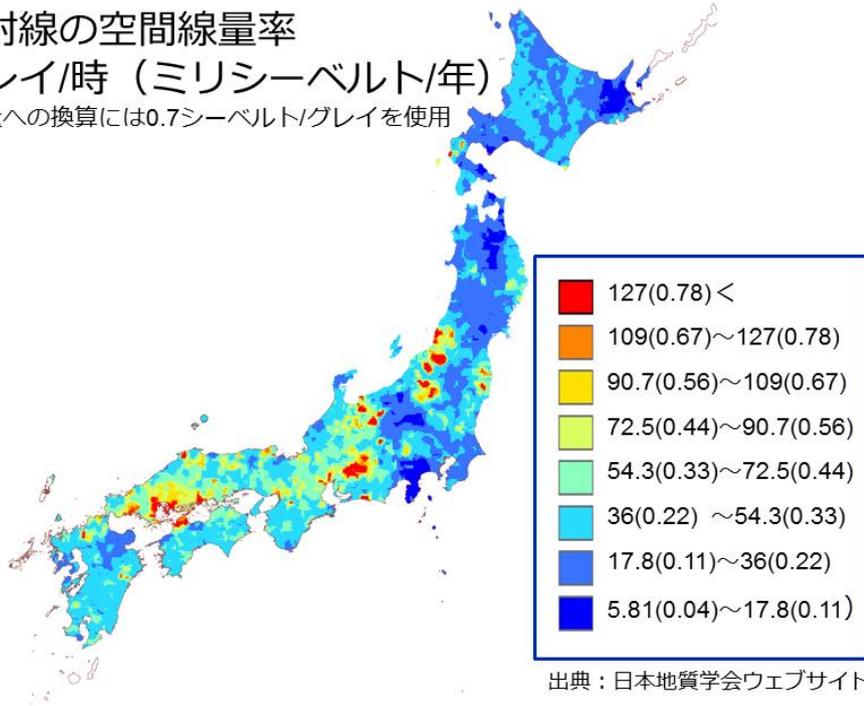


身の回りの放射線

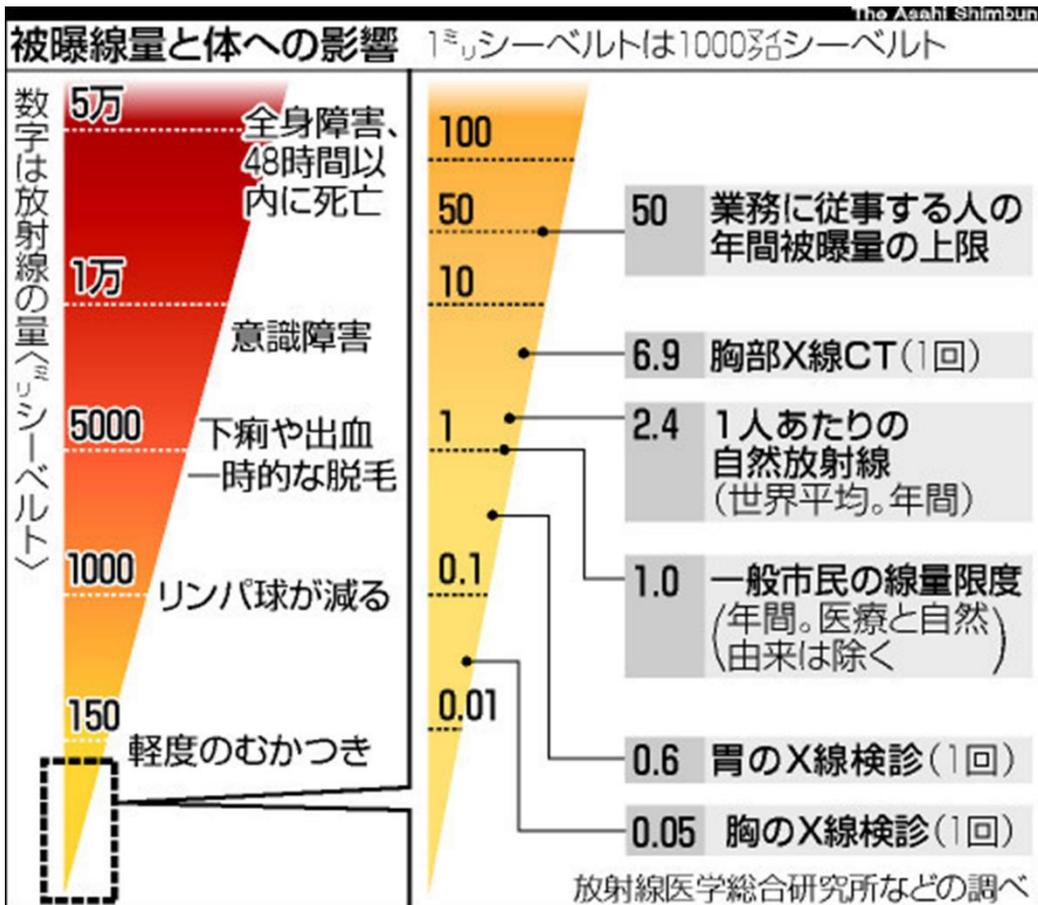
大地の放射線 (日本)

自然放射線の空間線量率
ナノグレイ/時 (ミリシーベルト/年)

・実効線量への換算には0.7シーベルト/グレイを使用



出典：日本地質学会ウェブサイトより



教 育



放射線を特別で怖いものと考えている人は多いでしょう。しかし、本当にそうでしょうか？

実は、私たちは普通に生活しているだけで、1年間当たり約2ミリの放射線を浴びています。これから逃れることは誰もできません。自然放射線といい、宇宙や地面、空気中に含まれるラドン、食べ物に含まれるカリウムなどから放出されています。つまり、放射線はどこにでも存在しています。危険なのは、多くの量の放射線を浴びることなのです。

放射線帯びた廃棄物

□ 973 □



写真提供 福井南高校

安全なら再利用の試みも

さて、普通の物質であっても、極めて高いエネルギーを持つ放射線を浴びると、放射性物質に変化することがあり、放射化と呼んでいます。その程度は物質の種類や浴びる強度、時間によって異なります。現在、老朽化した原子力発電所やがん治療などにも使われるサイクロトロンなどにも使われていますが、長く放射線を帯びてきた廃材は放射化しているものがあります。

解体の時に大量に発生するコンクリートや金属などの廃棄物を、放射線の量から危険なものと安全なものに分け、放射線量を厳密に測定して1年間に0.01ミリシーベルト以下に抑えたい

のをクリアランスレベルといいますが、自然放射線の100分の1以下ですから、十分に安全と言えます。クリアランスレベルの廃棄物を防犯灯などで再利用する試みが始まっています。

放射線量は距離の2乗に反比例します。防犯灯の半径を0.1メートルとすると、1メートルと100分の1になると、10分の1の1になります。また、浴びる時間が少ないほど受ける放射線の総量は減ります。遠く離れ、短い時間ほど安全になりますね。

寺田寅彦博士は、物事に対しては「正当にこのわがごとく」と言われています。放射線も同様です。必要以上に怖がり、差別や風評被害を生んだりしてはいけません。

(舞子高校 壺井宏泰)

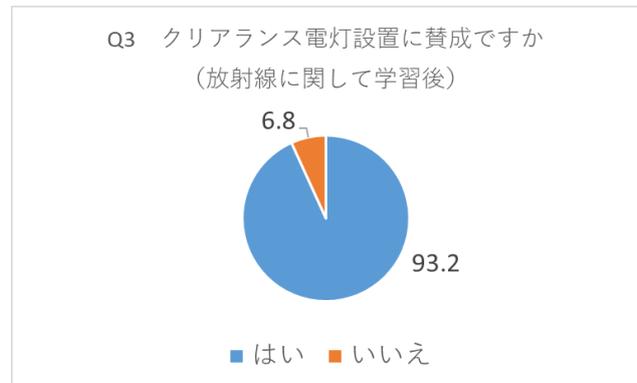
参考資料⑧

2024年6月に「自然環境と防災Ⅰ」、「自然環境と防災Ⅱ」の授業で、クリアランス電灯と放射線についての授業を2時間実施した。

1時間目 はかるくん（放射線測定器）を使って学校内の自然放射線の測定

2時間目 放射線量と人体への影響、原子力防災、クリアランスについて

授業開始前後でクリアランス電灯に対する意識



意識がどのように変化したかを調査した

このように放射線について学習後はクリアランス製品設置に賛成の意見が大幅に増えた。

学習後に反対と記入した3名も、クリアランス制度の普及には賛成していて、クリアランス製品を設置することにより自分事として放射線について考えることが、福島県からの避難者に対する差別や偏見をなくすことに役立つと回答している。

生徒の感想

- ① クリアランス電灯は、学習前は漠然と危険だと考えていたが、自然放射線の測定と学習をして安全だとわかった
- ② クリアランス電灯を設置すると放射線を浴びてしまうという恐怖があったが、普段浴びている放射線よりかなり少ないことを学び、安全だとわかった。まだまだ、放射線について知らなければならぬと感じた
- ③ 放射線は医療にも使われていて、正しく使用すれば安全だと知っていましたが、やはり放射線と聞くと不安な気持ちのほうが大きかったです。しかし、授業を通じて普段から自然放射線を浴びていて、自然放射線の2.1mSv/年ぐらいなら安全だとわかった。

参考資料⑨

(1) 兵庫県の原子力防災計画について

- ①福井県で原子力発電所事故が発生して避難が必要になった場合に、神戸市は舞鶴市の約6万人を受け入れることになっている。
- ②原発50km圏内の丹波篠山市は市民と旅行者全員分の安定ヨウ素剤を備蓄している
- ③避難指示に係る広報文例

「核燃料物質を輸送中の車両に事故が発生しました…」

→いつでも、どこでも原子力災害の可能性あり

(2) 放射線に対する無知・無関心による悲劇

- ①福島県から避難している方に対する差別・偏見
- ②311子ども甲状腺がん裁判（2022年）

原発事故以降300人以上の子供たちに甲状腺がんが発症。200人以上が甲状腺の全摘出又は片提出している。多くの患者は甲状腺がんのことを他人に言えず完全に分断、孤立している。声をあげると批判や差別の恐怖があるので声をあげられない。⇒葛藤を乗り越えて訴訟

黒川第1意見書は、福島市の中心部に設置されたモニタリングポストで計測された原発事故直後の空間線量率や波高分布から放射性核種の量を割り出した論文に着目し、放射性ヨウ素131による甲状腺被曝量について考察している。

高エネルギー加速器研究機構の平山英夫氏の3つの論文を基に考察した同意見書によれば、2011年3月15日夕方から16日未明にかけて福島市に襲来した放射性プルーム（雲）を呼吸によって体内に取り入れたことによる「1歳児の甲状腺被曝量（甲状腺等価線量）は約60ミリシーベルト」という計算結果が示されている。

- ③関西訴訟原告団の代表の森松明希子さんの母子避難（毎年、自然環境と防災で講義）
- ④広島・長崎の原爆による「黒い雨」の裁判は現在も続いている
- ⑤福島第一原子力発電所4号機の危機

使用済み核燃料の冷却ができなくなり、最悪シナリオでは東京も強制避難の対象となる可能性があった。→高レベル放射性廃棄物処理問題