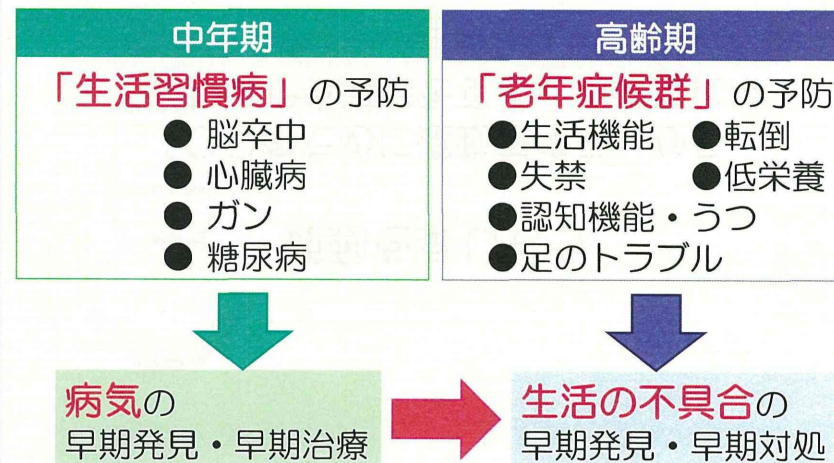


♡ 運動をすることでところとからだが好き

- 1) 運動は
食後の**血糖値**や**中性脂肪値**の上昇を確実に抑制する
- 2) 運動は骨筋肉に適度な負荷となり、
腕と脚（手と足）の**骨密度**が高く維持される
筋力の低下が抑制される
- 3) 運動は睡眠の質を改善する
寝る前の**いい汗**と**いい気分**により**誘眠効果**が促進される
- 4) 運動により仲間が増加する
穏やかな**コミュニケーション**により仲間が増え続ける



♡ 年齢によって健康維持の目的は異なる



♡ 体力の種類

技能関連体力 	スポーツ技術の向上に必要とされる体力 巧さ、パワー、スピード など
健康関連体力 	健康な生活活動に必要な体力 疾病・介護予防などの予防活動において大切とされる体力 柔軟性、筋力・筋持久力、全身持久力、身体組成 など
生活関連体力 	日常生活を円滑に遂行するための体力 毎日の生活を楽しむための体力 器用さ、歩行能力、協調性、認知力、適応力、知恵など

♡ あなたの体力づくりの目標は？

- 1) 減量やメタボ因子の改善，疾病予防
 - 2) 通院（投薬）期間・回数の短縮
 - 3) 心身の健康長寿の達成
 - 4) 良好なQoL（質の高い生活）の保持
基本的な生活機能の保持
エンジョイ人生
- からだ，ところ，健康，人間関係（仲間），生活，人生など，高めていきたい“質”は多い。

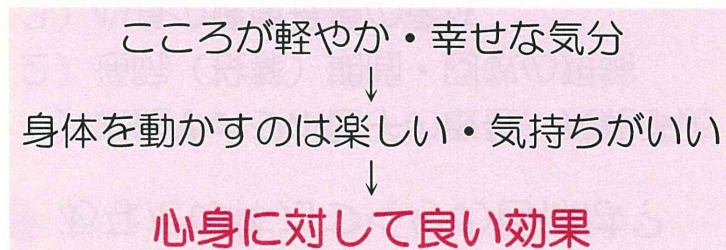


♡ 運動継続・効果を引き出すための理論




- ① 運動実践の効果 + 運動の楽しさ
- ② 教室で実践する + 自宅で実践できる
- ③ 集団で楽しむ + 個人で取り組む
- ④ 昔ながらの遊び + 運動
- ⑤ 音楽 + 運動
(歌、手拍子、足拍子、音を奏でる道具) (筋力運動、足踏み、柔軟体操など)
- ⑥ 短期的目的 + 長期的目標
- ⑦ 安全・簡単 + 挑戦・競争 (ゲーム)
- ⑧ 科学的根拠 + ところとからだとの対話
- ⑨ 非日常性 (こころの解放) + 継続意欲 (自信)

♡ 運動の選択に必要な条件

- ① ところとからだに“効果”のあること
- ② 仲間とともに“楽しめる”こと
- ③ 身体を動かした“気分”になること
- ④ 自分自身の取り組む姿勢・気持ち
- ⑤ ところ・気持ちが“弾む(わくわくする)”こと
- ⑥ 安心感 充実感 爽快感 達成感



♡ 自分に合った運動をみつけよう

有酸素運動 	ウォーキング, ジョギング, 水泳, 山登り, 沢歩き, ダンス全般 . . .
筋力トレーニング 	ダンベル, 自重負荷, フィットネス施設
コミュニケーション運動 	グランドゴルフ, ゲートボール, レクリエーションゲーム, 運動教室

筋トレやウォーキングのみなど単一運動による介入では、将来的な健康効果が得られにくい (Beswick et al., 2008).

⇒複数の運動要素を組み合わせた多面的な内容が望ましい



運動を楽しもう

「〇〇のために運動をする」から
「楽しいから運動をする」への変化は
“心も体も笑顔になった！”につながる

♡ 仲間や自分とのコミュニケーション

★コミュニケーション

言葉、動作、表情、話し方、振る舞いなどによる言語的または非言語的におこなわれる情報のやりとりのこと

★コミュニケーション・スキル

- ①視覚や身体、声などによる**応答行動**能力
- ②他者の**情報を引き出す**能力
- ③自己開示を伴って他者に**情報を提供する**能力
- ④他者に助言を与えて他者の**行動に変化**を生じさせる能力
- ⑤他者との**問題解決を共有する**能力

*心理学辞典より引用

♡ 非言語コミュニケーションの大切さ

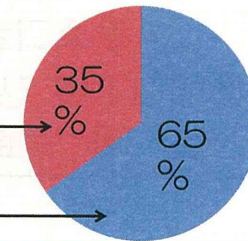
メラビアンの法則 アメリカの心理学者
 相手に伝わる感情や意志の総量 = 言葉 + 声 + 顔の表情
 100% 7% 38% 55%

非言語コミュニケーション

レイ・バードホイッスル

アメリカの文化人類学者

- 言葉で伝わること
- 身体の動きやしぐさで伝わること



非言語コミュニケーション

♡ 仲間同士で自信を高めるために (Bandura, 1977より)

1. 成功体験の積み重ね：遂行行動の達成

→成功体験を共有する

2. 仲間の成功を喜ぶ：代理的経験

→仲間の成功を自分のことのように喜び、意欲を高める

3. 言葉をかけてもらう：言語的説得

→指導者・支援者・仲間から受け入れられる

4. 変化に気づく：生理的および情動的喚起

→改善・喜び・楽しさを実感・共有する

♡ 運動を倍楽しむ・運動の効果を倍増させる4つの魔法



1) ほめる、ほめられる

→ほめ上手・ほめられ上手になる

2) 笑顔になる

→仲間と一緒に笑う

→自分が“楽しむ”



3) 受け入れる

→仲間を受け入れる

→自分を受け入れる



4) 気づく、気づきをうながす

→自分の体と対話する (body talk)

→仲間と会話する



♪仲間へ
♪仲間から

♪指導者・支援者へ
♪指導者・支援者から

♪自分へ
♪自分から



運動実践のための基本を見直す

例：ウォーキングの時間帯

早朝空腹時	体調の良い場合に限る。早朝高血圧は注意。 低血糖を来すおそれのある人や心室性期外収縮のある人はより慎重に取り組む
朝食後	大多数の人が実行可能
午後～夕方	多くの人にとって理想の時間帯 (高血圧、糖尿病などに最適)
夕食後	大多数の人が実行可能
深夜	睡眠障害を来さない人は実行可能

時間帯によって、運動の効果やリスクに多少の違いが認められるが、原則的には個人の生活リズムに合わせて、時間帯を設定する

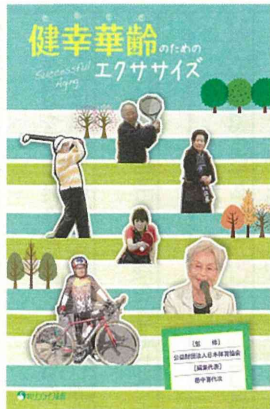
健康づくり運動の5原則

- ① 全面性の原則：
運動の組み合わせで全身の筋肉や関節を使う
 - ② 個別性の原則：
年齢・体力・好みにあった運動を選択する
 - ③ 過負荷の原則：
運動になれば徐々にレベルアップ
 - ④ 意識性の原則：
自分の筋肉・関節の動きを意識する
 - ⑤ 特異性の原則：
目的にあった運動を実践する
- + α 継続は力なり、運動を始めるタイミング

運動を楽しもう！！

- ・ケガ防止に留意（膝、肘、手首、指、腰など）
- ・使い過ぎ症候群（疲労骨折）防止に留意
- ・仲間 仲間との交流を大事にする
- ・技能
向上は困難でも維持・低下抑制に努める
（筋力、持久力、バランス、関節可動域）
- ・研究心 新しい発見・工夫を見つけて楽しむ
- ・振り返り 毎日の生活習慣（食事、睡眠、入浴、排便など）を大切にする

♥ 本の紹介



「健幸華齢のためのエクササイズ」
サンライフ企画
公益財団法人日本体育協会
編集代表：田中喜代次（筑波大学）

- 第1部 健幸華齢
- 第2部 健幸華齢の心得12箇条
- 第3部 健幸華齢のためのエクササイズ
- 第4部 健幸華齢プログラム
- 第5部 究極の健幸華齢とは

購入先

<全国官報販売協同組合>

http://www.gov-book.or.jp/book/detail.php?product_id=270527

<日体協HP・医・科学関連書籍>

<http://www.japansports.or.jp/publish/tabid/777/Default.aspx#kanren07>

ありがとうございました



資料 27

第3回講演会アンケート結果

①性別	②年齢	③本日の感想
男	87	聴くほどに細心の注意を要する、それが自然な動きの中で進み、馴れる努力が必要なんだと感じました。
男	76	意欲を持って、元気アップ運動に取り組もう！と思うようになりました。7月～8月まで2か月間の元気アップ期間もそうでしたが、藪下先生の優しさ、素晴らしいご指導により、これまでより運動に取り組む楽しさが増しました。ありがとうございました。元気に「おまけの人生」をできれば百歳以上までがんばりたいと思っています。(病院に通わなくても、健康でがんばれそうです。)
男	73	大変よかった。
男	70	すばらしい講演でした。(よく理解できた)ありがとうございました。時間が少なかった。(内容が多かった)
男	68	巾広い心と体の健康について、先生からのアドバイス、取り組む姿勢きっかけをより具体的に教えていただきありがとうございます。今から始めること。今までやっていること続ける参考なること
女	84	20分位遅くなりました。いいお話だったと思います。私は月2回(火)月4回(土)に民舞をして体を動かしています。おかげで元気です。自転車でも買い物にも行きます。
女	79	良いお話ありがとうございました。これからもよろしく願いいたします。先生のお話最高です。
女	78	明日から始めます
女	77	始めて参加し運動の必要性を感じました。ありがとうございました。
女	76	この教室に通って自分の健康状態に変化ができました。今日のお話も分りやすく大変良かったです。
女	76	藪下先生の話しの楽しい所、又分りやすいこと、参考になりました。
女	76	毎日楽しみながら運動をしたいと思います。
女	75	7月、8月と元気アップに参加できてとても良かった。良かった点 今まで内科の先生に歩くように言われていたのに、実行しなかった。でも元気アップでお腹の脂肪は歩くのが良いと聞き、歩くようになりました。その結果、足のむくみがとれました。こむら返りがなくなりました。お腹の脂肪はまだとれないが、あきらめず歩こうと思います。グラウンド・ゴルフ(週3回)でコミュニケーションはとり楽しんでます。週1回、体操教室(高齢者)で習った事をしたいです。
女	75	体操、運動する事によってこの先がますます変化がある事が色々できますがすごく楽しみです。これからもよろしく願いします。
女	75	継続は力なり私も散歩を始めて2年近くなりますがこれからも楽しくできる様努力していきたいと思えます。散歩のタイミングをよく判る様お話聞いて大変勉強になりました。心身共に健康になる様頑張ります。
女	75	本日は色々体力等運動の方法を聞きまして勉強になりました。これからも勉強会を開いて頂きたいと思えます。本日はありがとうございました。
女	75	大変楽しいお話でした。運動の大切な事が分りました。
女	74	大変分りやすく楽しく、勉強になりました。
女	73	ととてもわかりやすい話でよかった。体操の重要性を理解しました。これからもっともっと体操をして行きたいと思えます。
女	72	7月8日の元気アップ運動とても楽しかったです。又参加させていただきます。
女	71	大変楽しく拝聴できました事うれしく思っています。これを有意義に今後の生活生かしていきたい思えます。
女	70	今になって思えば自分の生活等に追い回され忘れていた事を思い出しました。少しでもいいから自由に考え方を変えて楽しんで毎日を過ごせたら幸せですね。
女	70	自分にあつた運動を見つける(きっかけを見つけること)見つけたらすぐスタートする。これらを長く続けることが大切心と体を笑顔にする「元気アップ運動」の見つけ方講演会参考に今日より始めるようにします。ありがとうございました。
女	70	運動を始めるきっかけにしたいと思えます。
女	69	楽しい講演でした。毎日の運動、食事、そして仲間との心の交流とても大切な事とわかりました。健康長寿に目標をおいて先生方にご指導頂きながら楽しい毎日にしていきたいと思えます。
女	69	運動する事がいかに元気な老後を送るのに必要な事が分りました。ととても分りやすいお話でした。親しみやすい内容でした。
女	68	食欲と睡眠。バランスが取れない。
女	68	先生の話をお伺ってやはり運動力ですね。日常において体力をつける事かな？今日は参考になりました。
女	66	元気アップ教室も無事終わりありがとうございました。資料に基づき話も分りやすく勉強になりました。自分の足で歩いて参加できることがうれしいです。これからはがんばって参加したいと思えます。
女	66	大変楽しい分りやすいお話ありがとうございました。
女	66	元気で毎日過ごす為の大切さがわかりました。ウォーキング、筋力強化につとめ、楽しい生活をエンジョイしたいと思えます。

第3回講演会アンケート結果

①性別	②年齢	③本日の感想
女	65	いつも楽しく勉強させていただいております。参加させていただきありがとうございました。
女	65	先生の講義分りやすくて為になりました。昨日終了した元気アップ教室の次の日でしたので楽しく聞くことが出来ました。次回も是非参加したいと考えています。
女	64	運動の大切さがしみじみと分りました。若い時は全々運動は好きではありませんでした。近年年と共に運動が楽しくなってきました。ご指導ありがとうございます。
女	63	とても素晴らしい講演会でした。日頃心と体を笑顔にする様努力して参ります。講演会の内容が盛りだくさんでもう少し時間があってもよかったと思います。
女	63	健康寿命とは言いますが、死ぬまで元気であるには、心(精神)と身体のバランスを良くし食事と運動の大切さを思い知らされ毎日その時に意識して生活したいと思います。
女	63	毎日の運動を楽しむこと。ウォーキングをまた始めようと思った。
女	62	とても参考になりました。もっと参加できたらいいなあ～。ありがとう。
女	61	運動の大切さ健康長寿の源になる事が分り良かったです。分りやすい講演でした。運動のきっかけがあって体操しています。このまま続けていきたいと思っています。
女	61	分りやすい講演でよかったです。これからも生活習慣に気を付け程よい運動を続け長生きできるよう心がけたいです。
女	57	今日はありがとうございました。是非本を買い読んでみたいと思います。分りやすく、ハキハキしてとても良かったです。
女	51	心と体は素直なので。話しの内容とてもよかったですと思います。無理のない、体力を作って見たいと思います。
女	42	今日は、色々参考になる説明での、方法的な事を聞いて、とっても素晴らしい内容での参考にも、すごい。なれる事なので、とってもいい話をきかしてもらいどうも、ありがとうございました。お世話になりました。今後とも、良い参考になれる様な、健康面でもの気づかいと気配りかたへの、笑顔になれる、元気でいたいです。
未記入	未記入	一步踏み出せない、体が硬くて、話は分かりましたが、やる勇気がでない。
未記入	未記入	体操教室に参加したいと思っていますが一步踏み出せません(体が硬くて)。ストレスが溜まるだけです。高齢者でもできるプログラム、初めから運動している人とは追いつけないので初心者、初めての人対象にきってほしいです。

(単位:名)

参加者	45
80代	2
70代	21
60代	17
50代	2
40代	1
30代	0
20代	0
未記入	2
男性	5
80代	1
70代	3
60代	1
50代	0
40代	0
30代	0
20代	0
未記入	0
女性	38
80代	1
70代	18
60代	16
50代	2
40代	1
30代	0
20代	0
未記入	0
未記入	2

北茨城元気づくりプロジェクト

講演会のご案内

中秋の候、皆様におかれましては、ますますご健勝のこととお喜び申し上げます。

また、先日の第3回講演会はお忙し中沢山の方にご参加いただき誠にありがとうございました。

さて、第4回講演会の日程が決まりましたのでお知らせいたします。多くの皆様のお申込みお待ちしております。

第3回

『メンタルヘルスと栄養の関係 —うつ病や認知症を防ぐ！—』

【講師】 独立行政法人 国立精神・神経医療研究センター
疾病研究第三部 部長 功刀 浩
(講演 50 分 質疑応答 10 分)

日 時 : 10月20日(日曜日) 午後1時30分 開演

会 場 : 大津コミュニティーセンター
(北茨城市大津町 1236)

申込方法 : 北茨城元気づくりプロジェクト事務局(☎46-0650)へ
前日までにお電話にてお申込下さい。
(10:00~16:00 木・日休み)



北茨城元気づくりプロジェクト
(北茨城市大津町 1348)
北茨城市保健センター

資料 29

北茨城元気づくりプロジェクト

講演会のご案内

清秋のみぎり、皆様におかれましては、ますますご健勝のこととお喜び申し上げます。

さて、第5回講演会の日程が決まりましたのでお知らせいたします。

最後の講演会となりますので、多くの皆様のお申込みお待ちしております。

第5回

『放射能ってどんなもの？』

【講演内容】・放射線とはそもそもどのようなものか

- ・危険性と安全性について・子供への影響
- ・魚への影響・発がんとの関係 など

【講師】筑波大学医学医療系
准教授 磯部 智範

日 時：11月10日（日）午後1時30分 開演

会 場：大津コミュニティーセンター
（北茨城市大津町 1236）

申込方法：北茨城元気づくりプロジェクト事務局
（☎46-0650）へ前日までにお電話で
お申込下さい。（10時～16時 木・日休み）



北茨城元気づくりプロジェクト
（北茨城市大津町 1348）
北茨城市保健センター

2013.11.10
北茨城元気づくりプロジェクト

大津コミュニティセンター

(第 5 回)

放射能ってどんなもの？

学ぼう放射線 — 基礎から人体影響まで —

筑波大学医学医療系 (医学物理学グループ)


磯辺 智範

(tiso@md.tsukuba.ac.jp)

2013/11/10

北茨城元気づくりプロジェクト (第5回) 2013/11/10

学ぼう放射線
— 基礎から人体影響まで —



筑波大学医学医療系 (医学物理学グループ)
磯辺 智範
(tiso@md.tsukuba.ac.jp)

本日の内容

1. 放射線・放射能の基礎
2. 人体への影響
3. その他知っておきたいこと

本日の内容

1. 放射線・放射能の基礎
2. 人体への影響
3. その他知っておきたいこと

放射線って何？

*本にはこう書いてあります

- ・“波長が短い電磁波”および“高速で動く粒子”
- ・原子核が壊れる時などに出てくる“高速の粒子”やエネルギーを持った“電磁波”

加速！ 取り出し

(電磁波)

放射線とは、高いエネルギーを持つ、粒子・電磁波

分類の説明！

放射線って何？

(放射性同位元素、Radioisotope: RI)

イメージとして

放射線は、放射線を出す能力がある物質から出てくる。放射線は、放射線を出す能力がある物質から出てくる。

放射線は、放射線を出す能力がある物質から出てくる。放射線は、放射線を出す能力がある物質から出てくる。

半減期とは？

- ・放射線を出す能力が半分になる時間
- ・放射線を出す能力が半分になる時間

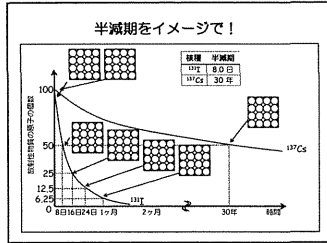
→ すなわち、放射線を出す能力が半分になる！

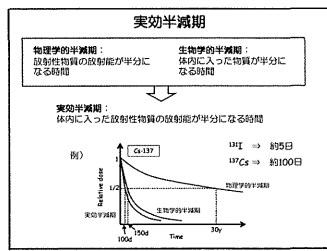
一秒当たり壊れる放射性物質の数

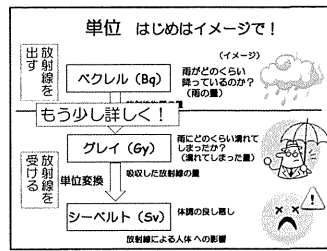
- ・ Bq (ベクレル) と呼びます！
- ✓ 毎秒1個の割合で壊れているとき、1ベクレル (Bq)
- ✓ 土壌汚染や食品の規制値で話題

規制値 (平成24年4月1日～)
(単位: ベクレル/kg)

一般食品	100
牛乳	50
飲料水	10
乳児用食品	50







吸収線量 (Gy)

✓ 吸収線量 (Gy) は、物質の種類に関係なく単位質量あたりに吸収されるエネルギーとして、以下の式のように与えられる。

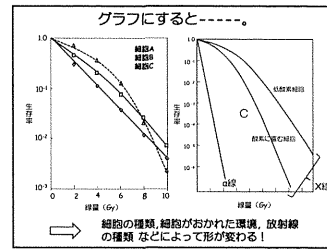
$$D = \frac{de}{dm}$$

D : 吸収線量
 de : 吸収されたエネルギー
 dm : 物質の質量

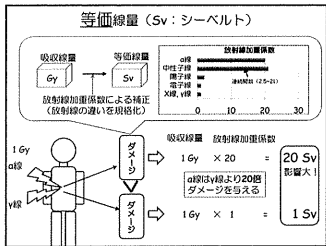
単位は J/kg で、特別単位として Gy (グレイ) が使われている。

- 1 Gy = 1 J/kg
- 放射線が 1kg の物質と相互作用した結果、1J のエネルギー吸収があるときの吸収線量

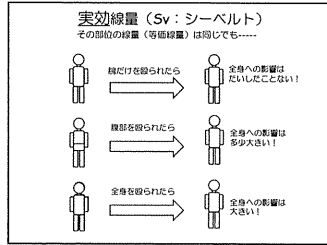
同じ吸収線量でも-----。



そこでシーベルト (Sv) が登場



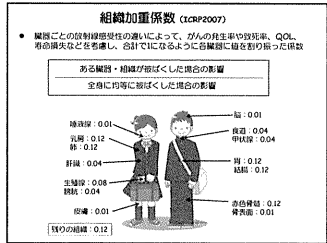
実はもう一つ
シーベルト (Sv) が-----。



受けた場所や範囲によって
全身への影響は変化する

放射線で置き換えると
放射線を受けた場所や範囲によって
全身への影響は変化する

全身への影響に換算するために
「組織加重係数」が登場!

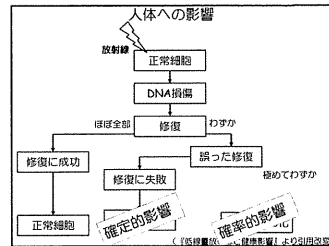


全身へのダメージを計算!
例) X線 2 Gy (等価線量 2 Sv)

均等線ばく(全身線ばく)		不均等線ばく(臓器線ばく)	
眼	$2.0\text{ Sv} \times 0.01 = 0.02\text{ Sv}$	眼	$2.0\text{ Sv} \times 0.01 = 0.02\text{ Sv}$
甲状腺	$2.0\text{ Sv} \times 0.04 = 0.08\text{ Sv}$	甲状腺	$2.0\text{ Sv} \times 0.04 = 0.08\text{ Sv}$
皮膚	$2.0\text{ Sv} \times 0.04 = 0.08\text{ Sv}$	皮膚	$2.0\text{ Sv} \times 0.04 = 0.08\text{ Sv}$
骨髄	$2.0\text{ Sv} \times 0.08 = 0.16\text{ Sv}$	骨髄	$2.0\text{ Sv} \times 0.08 = 0.16\text{ Sv}$
合計	2.0 Sv	合計	0.18 Sv

本日の内容

- 放射線・放射能の基礎
- 人体への影響
- その他知っておきたいこと



確定的影響

- 放射線により細胞が失われることによって起こる影響
- しきい線量がある
- しきい線量を超えなければ、影響の発生確率は0
- 線ばく線量が障害発生率に比例

しきい線量: この線量を線ばくすると約1%の人に障害が発生する線量

線量と人体への影響

局所線ばく	皮膚: 乾皮	生体線: 永久不妊 (男) 2000~4000 (女) 2000~4000	生体線: 白内障	生体線: 急性骨髄性白血病
全身線ばく	飛行機(東京~NY) 0.2 mSv / 往復	X線CTスキャン 5~30 mSv / 回	放射線治療 3 mSv / 回	放射線検査 0.05 mSv / 回
	宇宙線: 赤道上空 1 mSv/day			

局所線ばく: 皮膚: 乾皮, 生体線: 永久不妊 (男) 2000~4000 (女) 2000~4000, 生体線: 白内障, 生体線: 急性骨髄性白血病

全身線ばく: 飛行機(東京~NY) 0.2 mSv / 往復, X線CTスキャン 5~30 mSv / 回, 放射線治療 3 mSv / 回, 放射線検査 0.05 mSv / 回, 宇宙線: 赤道上空 1 mSv/day

局所線ばく: 皮膚: 乾皮, 生体線: 永久不妊 (男) 2000~4000 (女) 2000~4000, 生体線: 白内障, 生体線: 急性骨髄性白血病

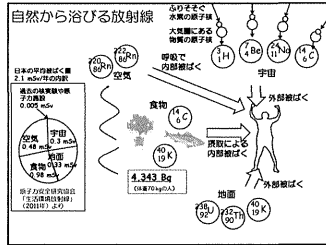
全身線ばく: 飛行機(東京~NY) 0.2 mSv / 往復, X線CTスキャン 5~30 mSv / 回, 放射線治療 3 mSv / 回, 放射線検査 0.05 mSv / 回, 宇宙線: 赤道上空 1 mSv/day

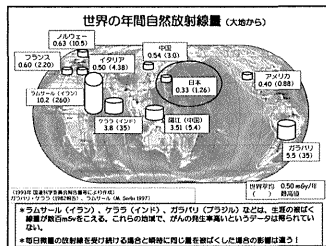
確率的影響

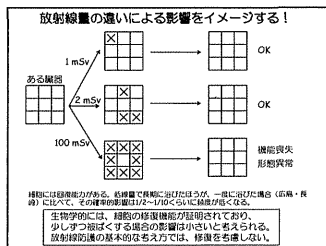
- 放射線により細胞が突然変異することによって起こる影響
- 線ばく線量と発生確率が比例
- どんなに少ない線量でも影響の発生確率は0ではない(かもわからない)

線ばく線量 < 100 mSv以下

累積線量で100 mSv以下の放射線の影響に関して問題にすべきはがん影響であると考えられている。→これまでに線量線ばくを蓄積、ヒトでは遺伝的影響は観察されていない。







本日の内容

1. 放射線・放射能の基礎
2. 人体への影響
3. その他知っておきたいこと

(1) 外部被ばくと内部被ばく

(外部被ばく)

体の外側から、放射線にさらされる

放射線源から離れたら、それ以上被ばくしない

(内部被ばく)

放射性物質が体内に入り影響する

→ 一度体内に入ったら排泄されるまで被ばくを受け続ける

・主な経路:
①吸入、②経口、③創傷 → 血液

外部被ばく

放射線から身を守るために・・・

①距離をとる!

②遮蔽をこころ!

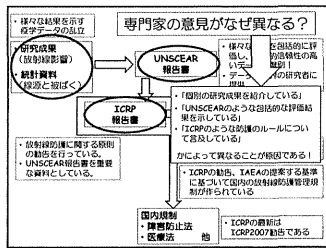
③時間短縮!

どの場所にも、どのくらいの放射線があるのか把握しなければならぬ

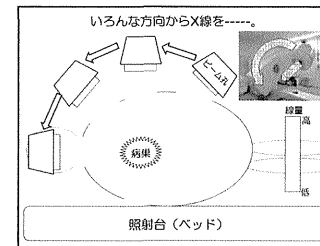
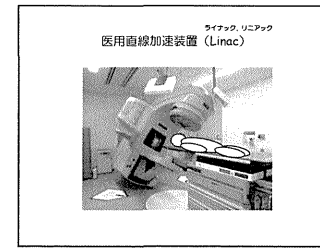
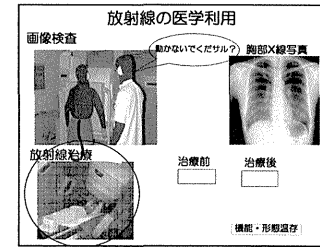
モニタリング

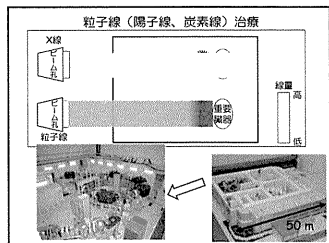
これを行うために

(3) 専門家によって意見が異なる理由



(4) がん治療にも一役！





まとめ

- 放射線と放射能の基礎的なこと、人体への影響、がん治療への利用に関して説明した。
- 世界的には自然放射線の高い地域も存在する。しかし、住民の健康被害は明らかになっていない。
- 公衆被ばくの規制限度は1 mSvであるが（現在は緊急時のため20 mSv）、もしこれを若干超えるような被ばくを受けても、それは放射線管理のミス意味するのであって、健康被害をもたらすことにはならない。
- “正しい知識にもとづいて”という前提ではあるが、「放射線はわずかでも恐ろしい」という偏見を減らす必要がある。そうしなければ、パニック・ストレス（健康被害）、風評被害（経済損失）をもたらすことになる。

- 100 mSv未満の被ばくでは、リスクが小さくて有意な増加が観察されない（他のリスクに埋もれるため小線量でのリスクを証明できない）。放射線防護の基本的な考え方では、影響があるとしてLNT仮説で考える。
- 文献等からリスクは低いとは言えるが、安心を与えることは難しい。
- 信頼できる情報を見抜く目を養うこと、さらに、リスクに対してバランスの良い考え方を持つことが必要であると考え。

はじめに

2011年3月11日の東日本大震災に伴い、福島第一原子力発電所の事故が発生し、『放射能・放射線』という言葉がマスメディアに連日取り上げられ、世間に多くの情報が飛び交いました。「范疇した」といっても過言ではないでしょう。そのような中、現在でも、氾濫した情報が正しいのか否かを精査できない状況にあるのではないのでしょうか？

本稿では、放射能・放射線の正しい知識を身につけていただくべく、基礎的な内容を噛み砕いて解説していきたいと思います。

放射能・放射線のイメージ

放射能・放射線の違いについて、わからない人も多いと思います。マッチをイメージしてみてください。放射能は『炎を出す能力（マッチの本数）』に、放射線は『マッチから出る炎』に、放射性物質（正しくは放射性同位元素と呼ぶ）は『マッチ』に相当します（図1）。この放射能の大きさは、Bq（ベクレル）という単位で表します。厳密には、1秒当たりに起こる放射性壊変の数を表します。ちなみに、毎秒1個の割合で壊変しているとき、放射能の強さは1 Bqとなります。『放射性壊変？』といわれても難しいですよ。もう少し詳しく説明します。通常、放射性物質はエネルギーが高い状態、いわゆる『不安定』な状態で存在します。不安定なものは必ず安定になろうとします。放射性物質も同じです。不安定な自分自身（高いエネルギー状態）が壊れて安定な状態（低いエネルギー状態）になるのです。その時、同時に放射線を出しながら壊れるため、これを放射性壊変というのです。

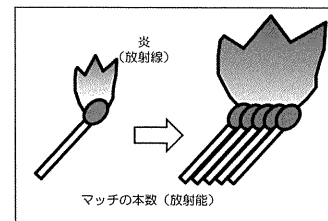


図1 放射線と放射能のイメージ

Bqはもうわかりましたね？しかし、テレビや新聞ではBqの他に、『Bq/m²』や『Bq/kg』などの単位がよく使用されています。これらはBqに関連した値として、Bq/m²は1 m²あたりにどれくらい放射性物質が存在するかという意味となります。また、Bq/kgは食品や水など物質1 kgあたりにどれくらい放射性物質が含まれているかを表しています（図2）。

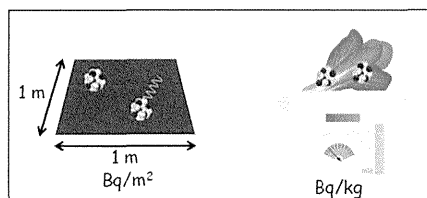


図2 Bqと関連した値

半減期

放射能とは放射性物質が放射線を出す能力のことでしたよね。しかし、その能力は一定ではなく、だんだん弱くなっていきます。もう少し専門的というと、放射性壊変によって親核種の数(放射能)が半分になるまでの時間のことを半減期といいます。例えば、¹³⁷Csが600個あったとします。¹³⁷Csの半減期は約30年であるため、30年経つと放射能を持つ¹³⁷Csが半分の300個になります。このような半減期を物理学的半減期といいます。

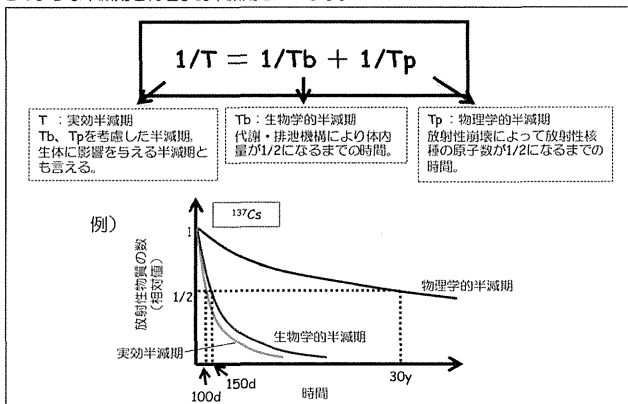


図3 ¹³⁷Csの半減期

物理学的半減期は他の影響を考えず、放射性物質が純粋に半分になる時間を表します。しかし、放射性物質を体の中に取り込んでしまうことも考えられますよね?そこで、体内に取り込まれた放射性物質が、その半分の量を体から排出するまでの時間を生物学的半減期といいます。そして、放射性物質自体が純粋に半分になる時間である物理学的半減期と、放射性物質の半分か体外に排泄する時間である生物学的半減期を考慮し、実際に体内での放射性物質量が半分になる時間を実効(有効)半減期といいます。人体への影響を考えるときは、実効半減期を使います。これらの関係は式(1)で表されます。

$$\frac{1}{\text{実効(有効)半減期}} = \frac{1}{\text{物理学的半減期}} + \frac{1}{\text{生物学的半減期}}$$

----- 式(1)

また、各半減期は放射性物質それぞれで異なります。表1に原発事故で人体への影響が懸念される主な放射性核種の紹介をします。

表1 人体への影響が懸念される放射性核種¹⁾

核種 (主な同位体)	主な摂取経路	線質 排出量	物理学的 半減期	生物学的 半減期
Cs セシウム (134, 137)	初期に吸入 長期的に経口	β/γ線 大量	134 : 2.1年 137 : 30.1年	134, 137 : 約100日*
I ヨード (131)	初期に吸入 ほとんど経口 (生物濃縮)	β/γ線 大量	8.0日	10~80日
Sr ストロンチウム (90)	ほとんど経口 (生物濃縮)	β線 微量	28.7年	50年
Pu プルトニウム (239)	吸入	α線 ごく微量	24110年	20年以上

*年齢が若いほど半減期は短く、1才までは9日、9才までは38日、30才までは70日。

放射線の分類

放射線とは、端的にいうと「高いエネルギーを持つ、粒子および電磁波」のことです。例えば粒子線ということを考えてみると、電子は原子核の周りを取り囲んでいる粒子ですが、これは放射線とはいえません。この電子を何らかの手法で取り出し、エネルギーを与えると電子線という放射線になります。野球のボールで考えると、ただ単にボールに触れても何ら痛みを感じません。しかし、楽天イーグルスのまーくん(田中将大投手)が投げるボールに当たると、きつとかなり痛いんですよね?ちなみに、粒子線の中で、電子線や陽子線など、電荷を持っているものを荷電粒子線、中性子のように電荷を持っていないものを非荷電粒子線といいます。

次に電磁波に関して考えてみます。電磁波には多くの種類があります。ラジオで使用されるラジオ波、電子レンジのマイクロ波、暖房器具として使用される赤外線、可視光も電磁波です。しかし、これらは放射線とはいえません。なぜなら高いエネルギーを持っていないからです。電磁波の中で放射線と呼ばれるのはX線とγ線です。X線は医療などで用いるために人工的に発生させた放射線のこと、γ線は放射性物質が、壊変する時に放出される放射線です。

図4に主な放射線を分類してみました。各放射線についての詳細を知りたい方は放射線物理学の教科書をご覧ください。

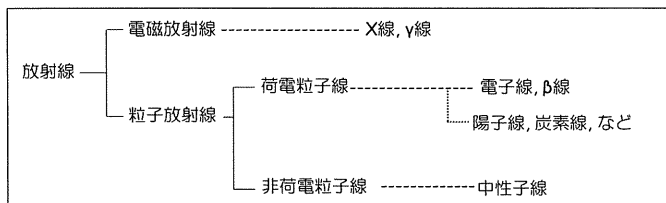


図4 放射線の分類

放射線の性質

放射線の性質ですが、蛍光作用・写真作用・透過作用・電離作用に分類されます。医療現場ではこれらの性質を利用し、画像診断や放射線治療が行われています。ここでは、透過作用について、詳しく解説していきます(図5)。放射線は、種類によってその透過のしやすさが違ってきます。例えば、α線は紙1枚で止まってしまうのですが、β線は紙を透過することができます。しかし、薄いアルミニウムでは止まってしまうのです。また、X線やγ線は透過力が強く、厚い鉛やタングステンでようやく止めることができます。中性子線は鉛やタングステンも透過してしまいます。しかし、中性子線は水やコンクリートで止めることができます。

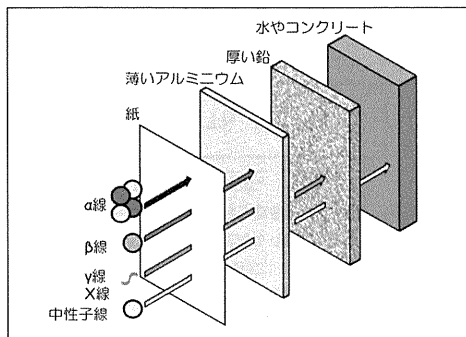


図5 透過作用

放射線の単位

最近では放射線関連のニュースも多くなり、Bq(ベクレル)、Gy(グレイ)、Sv(シーベルト)など、多くの単位を耳にしますが、それぞれの単位の意味が分かるでしょうか?イメージでとらえてみます(図6)。Bqは放射線の強さを表しており、雨がどのくらい降っているのか?(雨の量)を表しています。降った雨に対して、傘をさせばあまり濡れませんし、傘をささない人はたくさん濡れてしまいます。このように、濡れてしまった量、つまり人体に当たった放射線の量は個人により異なります。これを吸収線量といいGyという単位を使用します。さらに、濡れた雨の量により、風邪をひき、鼻水を出したり、熱を出したり、寝込んでしまったりと、その影響は異なると思像できます。このように、人体への影響まで考慮した放射線の単位をSvといいます。実はこのSvには、等価線量と実効線量という2つの呼び方があります。では次に、等価線量と実効線量の違いに着目しながら図7、8を使って放射線の単位についてもう少し詳しく解説していきたいと思います。

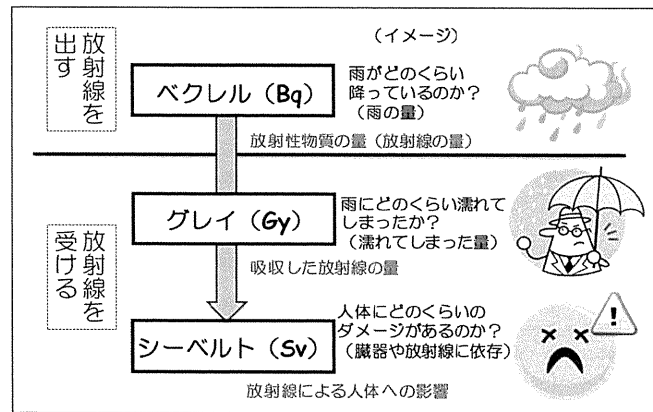


図6 放射線の単位のイメージ

まず、等価線量について、図7を用いて解説します。仮に、α線を1Gy(吸収線量)受けた場合と、γ線を1Gy受けた場合とを比較します。等価線量のポイントは、「たとえ、人体が吸収した放射線の量(吸収線量)が同じでも、放射線の種類によってその人体への影響の度合いは異なる」ということです。つまり、同じ1Gyでもα線とγ線では影響の度合いが異なります。その度合いを補正するために用いるものが、放射線加重係数です(表2)。放射線加重係数については、コラムをご覧ください。表2より、放射線加重係数はα線=20、γ線=1です。これより、α線では吸収線量0.05Gyで、γ線は1Gyで、同じ1Svの等価線量になります。つまり、α線はγ線に比べて20倍ダメージが強いといえます。