

# AE

Aomori Energy

エネルギー情報誌

原子力だよりAE

vol. 153  
Winter 2023

## 放射線 正しく知ろう、

特集



photo: 日本最古の鉄道防雪原林

届け! エネルギーの現場から

東北電力株式会社 東通原子力発電所



当時の繁栄を  
今に伝える  
町のシンボル



青い森の美味しい 楽しいレシピ

布海苔(ふのり)

わんつか紹介

野辺地町



冬の野辺地は  
旅情たっぷりだぞ。



# 特集

# 正しく知ろう、放射線

## 放射線の基礎知識

私たちは、日常の暮らしの様々な場面で放射線を受けています。今回は、放射線についての基礎知識や、放射線と私たちの健康との関わり、放射線による最新のがん治療などについて、東京大学大学院医学系研究科総合放射線腫瘍学講座 特任教授の中川恵一先生にお聞きしました。

正しく知るの  
だぞ。



## 「放射線」「放射性物質」「放射能」は どう違うの？

放射線を出す物質のことを「放射性物質」といい、放射性物質から放出されるエネルギーを「放射線」、そして放射線を出す能力のことを「放射能」といいます。

「放射線」「放射性物質」「放射能」の関係を懐中電灯に例えてみると、懐中電灯から出る光が「放射線」、懐中電灯が「放射性物質」、光を出す能力が「放射能」ということになります。



放射線は目に見えず、においもなく、人間の五感で感じることはできませんが、比較的簡単に計測することができます。長さや重さを測る際に使われる「メートル」や「グラム」のように、放射線や放射能にも単位があります。

**Bq (ベクレル)**: 放射性物質の放射線を出す能力(放射能)の強さを表す単位で、土や食品、水道水などに含まれる放射性物質の量を表すときに使われます。

**Sv (シーベルト)**: 放射線の強さを表す単位で、放射線の人体への影響度合いを表すときに使われます。

**Gy (グレイ)**: 放射線のエネルギーが物や人に吸収された量を表す単位。

## 日常生活と放射線

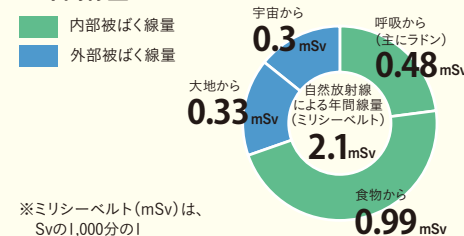
放射線は体に影響のある危険なものというイメージがあるかもしれませんが、実は私たちの身の回りに常に存在しているとても身近なものです。

私たちは毎日の暮らしの中で様々な放射線を受けています。例えば、ラドンという元素は、建物の部材からガスとして発生し、空中に漂って放射線を出しています。外に出れば、大地の岩石に含まれるウランなどから放射線が出ており、宇宙からは常に放射線が降り注いでいます。

さらに、お米やお肉、野菜など、私たちが毎日食べている食品にも放射線を出す物質が含まれています。食品によって量は違いますが、すべての食品に放射性物質が含まれているといっても過言ではありません。私たちはこれらの食品を食べることにより、日常的に放射性物質を体に取り入れているのです。

放射線を、よくわからないもの、怖いもの、とやみくもに恐れるのではなく、正しく理解し、正しく恐れることが大切です。

### ■日本人1人当たりの自然放射線による年間線量



### ■食物に含まれている放射性物質の一例(カリウム40)

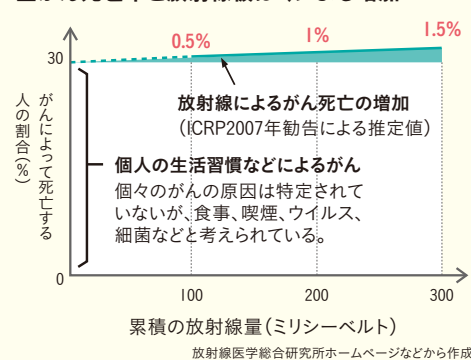


## 放射線と私たちの健康との関わり

クマだって健康は大事だぞ。



### ■がん死亡率と放射線被ばくによる増加



## 放射線を少しでも受けるとがんになるの？

原爆被ばく者を主とした疫学調査によると、放射線量が100ミリシーベルトを超えると、線量の増加とともにがんによる死亡率が増加することが確認されています。

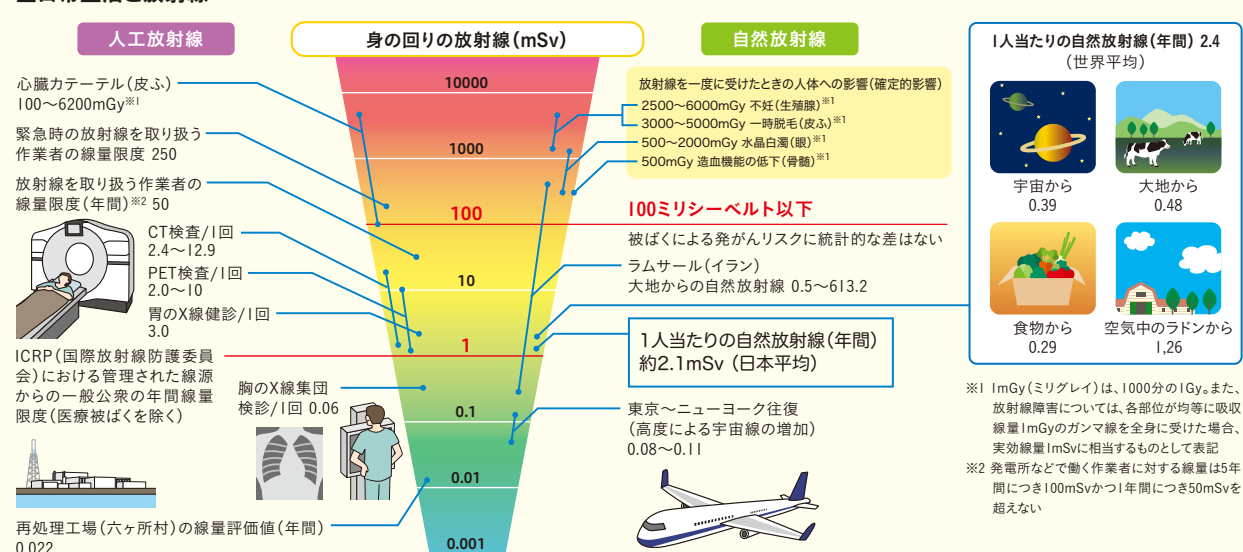
しかしながら、100ミリシーベルト以下では放射線によってがんの死亡が増えることを示す明確な証拠が確認されたことはなく、仮にがんになったとしても、それが放射線の影響によるものなのか特定することはできません。

また、原爆被ばく者の疫学調査では、大きな線量を一度に被ばくした場合の影響を調べていますが、放射線による発がんのリスクは、被ばく線量の合計が同じであっても、長期間にわたって少しずつ被ばくした方が、大きな線量を一度に被ばくした場合と比べて影響が小さいことがわかっています。

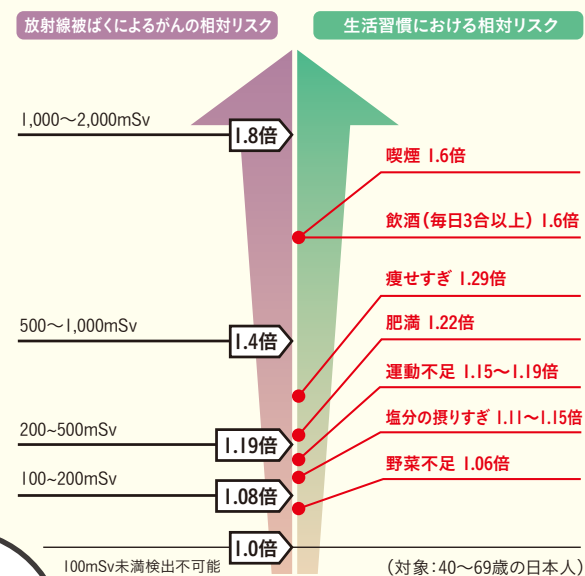
私たちは日常的に放射線を受けていますが、日常生活の中で原爆被ばく者のように多くの放射線を一度に全身に浴びることはまず考えられません。

そのため、普段の生活で過剰に放射線を受けているのではないかと心配する必要はありません。

### ■日常生活と放射線



## 放射線と生活習慣によるがんになるリスク



がんは放射線だけではなく、感染症や喫煙、大量飲酒や運動不足といった生活習慣など様々な要因によって発症します。

国立がん研究センターの研究によると、100~200ミリシーベルトの被ばくでがんになるリスクは、被ばくしていない人のリスクの1.08倍です。

生活習慣で比較すると、野菜不足でがんになるリスクは、そうでない人のリスクの1.06倍となっており、野菜不足と同じ程度といえます。

また、喫煙や大量飲酒によってがんになるリスクは1.6倍と、500~1,000ミリシーベルトの被ばくによるリスクよりも高い数値となっており、いかに生活習慣による影響が大きいかわかります。

がんになるリスクを考えるなら、放射線による被ばくより、生活習慣を見直すことをまず考えましょう。



東京大学大学院医学系研究科  
総合放射線腫瘍学講座 特任教授  
なかがわ けいいち  
**中川 恵一氏**

【略歴】1960年 東京都生まれ。東京大学医学部医学科を卒業後、同学部放射線医学教室入局。スイス Paul Sherrer Institute へ客員研究員として留学後、東京大学医学部放射線医学教室助手、専任講師、准教授・放射線治療部門長を歴任。2021年度より、現職。日経新聞で「がん社会を診る」連載中。「がんの練習帳」、「がんのひみつ」、「最強最高のがん知識」、「コロナとがん」など、著作多数。



## 東京大学医学部附属病院で行われている放射線治療

東京大学医学部附属病院では、様々ながんの種類に合わせて、患者さんへの負担をなるべく少なくするため、以下のような放射線治療を取り入れています。



### 外部照射

外部照射は病巣に対して、体の外から放射線を照射します。どのように照射するかは、がんを有効に治療しながら周辺の正常組織にはできるだけ影響を及ぼさないように計画され、治療装置の進歩とともに様々な照射方法が可能になってきています。

#### ライナック体外照射

一般的に広く用いられている放射線治療(装置)です。定位放射線照射や強度放射線照射もこれに含まれます。1日1回の照射を1~40回程度行います。



#### ライナック定位放射線照射(脳、体幹部)

少数の小さい病変に多方向から放射線をピンポイントで1~5回照射します。1回当たりの線量が高く、抗腫瘍効果が大きいのが特徴です。肺がんや肝がん、前立腺がん、骨転移などの治療に用いられます。



#### 強度変調放射線治療

多方向から様々な強度・形状の放射線を照射し、病変の形に合わせた照射を行うことができます。正常臓器への線量を減らしつつ、病変への線量増加が可能となります。



照射精度を高めるため、患者の骨格に合わせて作られたメッシュ状の装具

#### ガンマナイフ治療

定位放射線照射の中で、頭部専用の機械を用いた1回照射のことを指します。1mmのずれもないため、正常な脳にダメージを与えずに治療できます。



金属製ヘルメットで頭部を固定し治療

### 内部照射

内部照射は放射性物質を体の中に入れ、がんやその周辺組織に放射線を照射する方法です。

#### 小線源治療(子宮頸がん)

ミリ単位の小さい放射性物質(放射線源)を一時的(または半永久的)に病変内に留置して、体内から病変に放射線を照射します。放射線源が病変に近い場合高線量を照射することができます。

子宮頸がんへの内部照射に使用される治療ユニット



この医療技術  
トレンディだぞ!



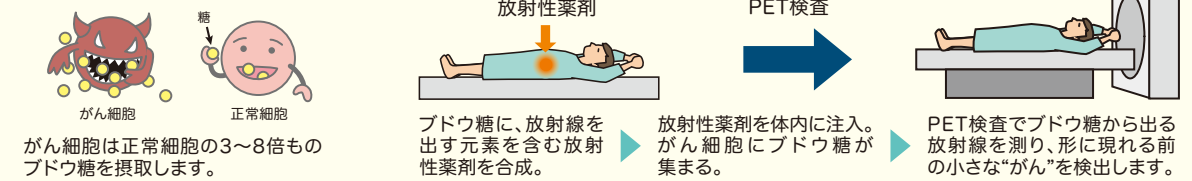
## 放射線による最先端の医療技術

## 放射線でがんを発見し治療するというのはいったいどういうもの?

放射線によるがん発見の手法には、放射性の薬剤を使用する「PET※(ペット)検査」というものがあります。PETの中でも代表的なのが、ブドウ糖の特性を利用したもので、全身のがんの広がりを一度にとらえることができます。

※PET:Positron Emission Tomography(陽電子放出断層撮影)

### ■放射線利用によるがんの発見



また、放射線はがんの治療にも用いられています。放射線治療は外科療法(手術)や化学療法(抗がん剤)と並ぶがんの3大治療法の1つであり、体外から患部に放射線を照射することで、細胞のDNAに損傷を与え、がん細胞を死滅させます。この他にも、放射性医薬品の投与によって、がん細胞だけを放射線で体内から破壊し、全身に広がる転移がんを治療する研究も進められています。

放射線は、がんの根治(病気を完全に治すこと)だけではなく、進行したがんの痛みや出血など、がんに伴う症状の緩和にも大きな役割を果たしています。



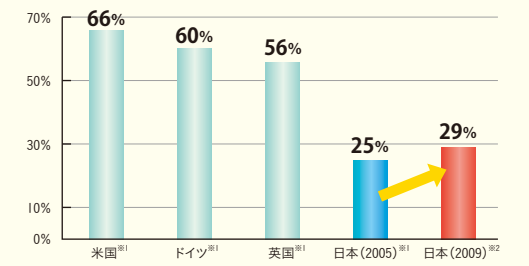
## 放射線治療の現状

放射線治療は部位によって違いはあるものの、1回の治療時間が数分ほどで、通院が基本です。照射技術の進歩により、治療の精度が上がり、がん病巣を正確に狙い撃ちできるようになったため、正常な組織へのダメージや副作用が以前に比べてずっと少なくなっています。また、体を切らずに治療が行えるため手術に比べて体への負担が少なく、ほとんどが入院の必要もないことから、生活や仕事への影響も最小限で済みます。

欧米では、がん患者の半数以上ががんの治療に放射線治療を取り入れていますが、日本の場合はまだ3割程度にとどまっているのが現状です。

ただ、近年では手術と同等の治癒率が期待できるがんについては、放射線治療を選択する人が増えてきました。東京大学医学部附属病院の場合、前立腺がんの治療では手術よりも放射線治療を選択する人が多くなっています。

### ■がん患者のうち、放射線治療(併用も含む)を実施している患者割合



※1 第3回がん対策推進協議会資料(2007.5.9)より  
※2 地域がん登録全国推計(2006)及び日本放射線腫瘍学会2009年構造調査より

### ■放射線治療で多くのがんを治療できます!

- 肺がん
- 頭頸部がん
- 前立腺がん
- 食道がん
- 乳がん
- 子宮頸がん

## Column

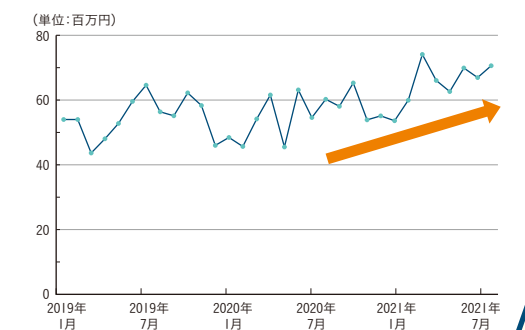
### コロナ禍でのがん治療

東京大学医学部附属病院では、医療従事者の感染リスクを考慮して、がんの治療に当たり手術よりも放射線治療を選択するという動きがありました。

治療を受けても新型コロナウイルス感染症に感染しやすくなるということはありませんので、治療を先延ばしにする必要はありません。

主治医とよく相談し、ときにはセカンドオピニオンを受け、早期に治療を開始することが望ましいです。

### ■放射線治療診療報酬(月毎)(東大病院放射線治療部門データ)







東北電力株式会社  
東通原子力発電所 発電管理課  
は せ べ ゆう だい  
長谷部 雄大さん(25)

八戸市出身。青森県立八戸工業高等学校を卒業した2016年に入社し、現在7年目。系統管理班に所属し、原子力設備点検計画の調整や準備などの業務に従事しています。

# 届け!

## エネルギーの現場から

その 3

### 東北電力株式会社 東通原子力発電所

東北電力株式会社東通原子力発電所1号機は、青森県内で初の原子力発電所として2005年12月に営業運転を開始しました。定期検査中の2011年3月に発生した東日本大震災に伴い、現在も運転を停止していますが、震災を教訓により高いレベルの安全確保に取り組んでいます。今回は、再稼働に向けて東通原子力発電所で取り組んでいる安全対策をご紹介します。

#### 津波対策

施設を津波から守る防潮堤

東通原子力発電所では、最新の知見で想定される津波の高さは海抜11.7mと評価しています。

原子炉建屋やタービン建屋などの主要な設備は海抜約13mに建設されており、津波が到達しない設計となっていますが、万が一想定を超える高さの津波が発生した場合に備え、2013年5月に高さ3m(防潮堤頂部の高さは海抜16m)総延長2kmの防潮堤を建設し、津波対策の強化を図りました。



防潮堤

#### 電源の確保対策

大容量電源装置等の設置

東通原子力発電所では、地震によ



大容量電源装置

#### 冷却機能の確保対策

淡水貯水槽の設置

福島第一原子力発電所のような

り外部からの電力供給が途絶えた場合に備え、原子炉建屋内に3台の非常用発電機(水冷式)を設置しています。非常時はこの発電機により、原子炉や使用済燃料プールに水を送り、冷却するポンプ等を運転することが出来ます。

また、万が一非常用発電機が3台とも使用できない場合に備え、海抜23mの高台に大容量電源装置(空冷式のディーゼル発電機)4台、電源車5台を配備しています。

加えて、今後ガスタービン発電機を配備する予定としており、対策の多様化と多重化を進め、電源確保対策の信頼性を高めていくこととしています。

#### 訓練の充実・強化

重大な事故を防止するためには、原子炉や使用済燃料プールを安定的に冷却するための水源を確保することが重要です。発電所構内には、発電所の運転に必要な淡水を貯蔵するタンク(純水タンク2千t×2基、ろ過水タンク3千t×2基)が設けられています。

これらに加え、高台に淡水貯水槽(計1万800t)を新たに設置し、重大事故の収束に必要な淡水の確保に万全を期しています。



注水訓練



電源確保訓練

エネルギーの現場で働く

この人に

聞きました。

エネルギーの現場で働きたい  
と思ったきっかけは?

東日本大震災で停電を経験したことがきっかけです。地元である八戸市も地震と津波の被害を受け停電が発生しました。暖房器具が使用できずにつらい思いをしました。が、電気のありがたみを知るいい経験になりました。電気を使えない人々のために復旧に尽力してくれた東北電力に感謝するとともに、生活する上で不可欠なライフラインを支える仕事にあこがれを抱きました。



他課の工事計画等に基づき、点検計画を検討

日々心がけていることは?

私は原子力設備の定期的な試験の計画作成及び点検作業について、他課との工程調整、準備作業を担当しています。

原子力設備の定期試験、点検作業に当たっては、発電管理課内だけでなく他課との調整が必要となるため、「言ったつもりだけと伝わってなかった」といったコミュニケーション



所属長とともに作成した資料を確認

これからの目標は?

再稼働が実現すれば電気の安定供給につながり、その結果、地域の皆さんからの信頼につながっています。そのため、日々の業務を迅速かつ正確に行い、自身の知見を深めながら、再稼働に貢献できるように努力したいと考えています。

エラーを防止するためにも積極的な情報共有を心がけています。

点検作業の内容について調整する立場になってからは、他課の工事計画なども確認し、発電所内全体の業務を見た上で優先順位を決めることが求められるため、より深い知識や経験が必要だと感じています。

#### 長谷部さんの1日のスケジュール

- 6:30 起床・準備・朝食
- 8:20 出社・朝礼
- 8:40~12:00 現場機器の巡視・操作対応
- 12:00~13:00 休憩
- 13:00~17:20 機器点検内容の確認・検討
- 17:20~18:50 定例予定表作成
- 18:50~22:00 帰宅・夕食・入浴
- 22:00 就寝







美味しい  
楽しい

# レシピ



今回のあもり食材は…  
**布海苔(ふのり)**



極寒の時期に旬を迎える布海苔(ふのり)。青森県では下北半島・風間浦村産が有名です。布海苔の主成分は「フノラン」という水溶性食物繊維で、腸内環境を整える効果があります。布海苔といえはお味噌汁というイメージが強いです。今回はひと味違う布海苔を使った美味しい楽しいレシピをご紹介します！

## ふのりの ピザトースト

ピザトーストにたっぷりのふのりをトッピング。磯の香りとチーズのkokoroで食欲アップ。

- 【材料】(1枚分)**
- 食パン …………… 1枚
  - マヨネーズ …………… 小さじ1.5
  - ふのり …………… 20g
  - A チーズ(溶けるタイプ) …… 20g
  - しょうゆ …………… 小さじ1
  - 輪切りにしたピーマン …… 5枚
  - チーズ(溶けるタイプ) …… 20g
- ※仕上げ用

### 【作り方】

- 食パンにマヨネーズを塗り、混ぜ合わせたAをのせる。
- ①に輪切りにしたピーマンと仕上げ用のチーズをのせ、オーブントースターで10~15分、こんがり焼けば出来上がり。

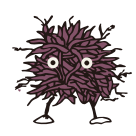


## 揚げ出し豆腐の ふのりあんかけ

熱々の揚げ出し豆腐に、熱々のふのりあんをかけて。ボリュームメニューなのにとってもヘルシー。

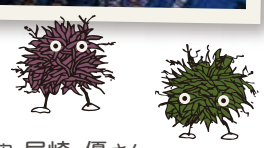
### 【材料】(2人分)

- 豆腐 …………… 2丁
- 片栗粉 …………… 適宜
- 揚げ油 …………… 適宜
- かいわれ大根 …………… 少々
- ふのり …………… 30g
- 和風あん
- ・だし …………… 150ml
- ・しょうゆ …………… 小さじ2
- ・みりん …………… 小さじ2
- ・水溶き片栗粉 (片栗粉小さじ1、水小さじ2)



### 【作り方】

- だし、しょうゆ、みりんを合わせて沸かし、水溶き片栗粉でとろみをつけて和風あんを作る。
  - 豆腐に片栗粉をまぶし、170℃の油で表面をカリッと揚げる。
  - 器に②の豆腐を盛り、ふのりをのせ、熱々の和風あんをかける。かいわれ大根を飾れば出来上がり。
- ※①で和風あんとふのりを一緒にするとふのりが溶けてしまうので、別々に盛り付けた方がきれいに仕上がる。



【レシピ監修】  
自宅れすとらん「こんみど」(青森市)主宰 尾崎 優さん

## 野辺地町 わんつか 紹介



**野** 辺地町は下北半島のつけ根、陸奥湾の最奥部に位置しています。北前船の寄港地のひとつで、湊町として栄えた歴史があり、町には数々の遺産や祭、文化が残っています。夏はヤマセによる冷涼な気候で、野辺地葉つきこかぶやナガイモなど地域特有の気候に適した農産物が栽培されています。また、陸奥湾の海底に直接稚貝をまいて育った「ぢまきほたて」など海産物も豊富で、年間を通して旬の味覚を楽しむことができます。



復元北前型舟才船「みちのく丸」

