

# 暮らしや産業での放射線利用

## 暮らしや産業での放射線利用

### 放射線の性質

放射線には、ものを通り抜ける性質(透過力)があります。また、物質を変質させる働きなどももっています。放射線は、これらの性質を活かして、色々な分野で利用されています。

### 医療での利用

病院などで受けるエックス(X)線検査は、透過力を利用したものです。

その歴史は古く、キュリー夫人は、車に積んだエックス(X)線装置で負傷した兵士の骨折などを診断し、人命救助のために働きました。また、放射線は注射器、手術用メスなどの医療品の滅菌やがんの治療にも利用されています。

最新の治療では、がんに集中的に放射線を当てて、周りの正常な部位(細胞)のダメージを少なくし、がん細胞を消滅させることが可能になっています。



医療品の滅菌



重粒子線がん治療照射室

### 農業での利用

じゃが芋に放射線を当てて、芽が出るのを防ぐことができます。

芽の細胞以外に影響を与えることはなく、これによりじゃが芋を長く保存することが可能になります。

この他、放射線による品種改良も行われていて、病気への抵抗性をもたせた梨や寒さに強い稲など、色々な品種が作られています。また、沖縄県などでは、ゴーヤーやスイカに被害を与えていた害虫であるウリミバエを駆除するために放射線が利用されています。

ウリミバエの生殖能力を無くすことにより、繁殖を徐々に減らすことができ、ウリミバエによる被害を抑えることに成功しました。



じゃが芋への放射線照射



ゴーヤーやスイカに卵を産みつけてしまいうりミバエ

### ココがポイント

放射線は、その性質を活かして、色々な分野で利用されています。

### 工業での利用

プラスチックやゴムに放射線を当てることによって、耐熱性や耐水性、耐衝撃性、硬さを向上させることができます。また、放射線を当てることで物質に水分を保つ性質をもたせ、水分を含んだまま一定の形を保つ透明で柔軟性のある傷当て材が作られています。

その他、電子線を利用することにより、排ガスや排水中の有害な化学物質を分解処理する技術が開発され、利用されています。



強度を高めた自動車のタイヤ



水分を保つ傷当て材

### 自然・人文科学での利用

考古学では、エックス(X)線の透過力を使って仏像などを壊さずに内部を調べる時に利用しています。また、炭素14の放射線の量を調べる「放射性炭素年代測定法」で遺跡から出て来た土器などの年代を調べています。

これは、土器などに含まれている炭素14の長い半減期(5730年)を利用して年代を測定する方法です。



仏像を壊さずに内部を調査



土器などの年代測定

### 先端科学技術での利用

兵庫県にある大型放射光施設SPring-8は、「放射光」と呼ばれる強力な電磁波を発生させ、物質科学や生命科学など幅広い研究に利用しています。

例えば、小惑星探査機「はやぶさ」が持ち帰った微粒子の解析やインフルエンザ治療薬の開発などに利用しています。



SPring-8

暮らしや産業での放射線利用

## 学習のポイント

- ◎放射線は、医療、農業、工業など多くの分野で利用されていることを学ぶ。

## 指導上の留意点

- ◎放射線が医療、農業、工業など多くの分野で利用されていることを放射線の性質(P.11)も含めて理解できるようにする。

## ■医療分野

### 〈滅菌〉

注射器や手術で使うメスなどの医療器具は、使用する前に細菌などの微生物を完全に死滅させる必要がある。現在は、ディスポーザブル(使い捨て)の器具が数多く開発されている。滅菌の方法は幾つかあるが、煮沸滅菌では、加熱により材質が劣化する不利益がある。また、薬品による滅菌処理の場合、薬品の微量の残留汚染というリスクがある。そこで、これらの医療器具は放射線照射による放射線滅菌が有力な方法として実施されている。放射線滅菌は、材質の劣化や汚染がほとんど無く、また、包装したまま滅菌できるという利点がある。ディスポーザブル注射針と注射筒、ディスポーザブル採血器具、輸血用具、医療用接着剤、プラスチック製縫合糸など多くの医療器具の滅菌に放射線が利用されている。

### 〈診断〉

病院では、胸や胃などの内臓などを診断するために、エックス(X)線撮影やCT(コンピュータ断層撮影)が利用されている。また、核医学の検査では、微量の放射線を出す化合物を体内に投与して、体内から出て来る放射線を捉えて診断する方法もある。この場合は、半減期の短い放射性物質を工業的に作って病院に供給している。

### 〈治療〉

放射線によってがん細胞などを手術をせずに破壊し、がんを治療することができる。治療方法としては、外から放射線を照射する方法、患部に放射性物質を埋め込む方法の2種類がある。また、手術のように切り取らずそのままの形として残すことができ、投薬治療のような副作用もほとんど無い。

## ■農業分野

### 〈食品への放射線照射〉

じゃが芋は、時間が経過すると発芽して食べられなくなってしまうが、じゃが芋の芽に放射性物質のコバルト60から出るガンマ( $\gamma$ )線を当てることにより発芽を防止することができることから、じゃが芋を長く保存することが可能となる。

日本では食品への放射線照射は、じゃが芋の発芽防止のみが実用化されているが、海外では、色々な食品を対象に行われている。対象食品は、生鮮野菜(じゃが芋、玉ねぎなど)、果実(マンゴ、パパイヤなど)、生鮮肉類、調味料(スパイス、ハーブなど)などであり、目的は、発芽防止、寄生虫や病原微生物の制御、害虫駆除などである。

### 〈品種改良〉

品種改良は、放射線を当てることによって意図的に突然変異を起こさせ新しい品種を作る技術である。黒

班病という病気に強い梨や寒さに強い稲など、数多くの品種が作り出されている。日本では、1950年代に各研究機関にガンマ線照射室が作られ、放射線育種の実験が始まった。そして1960年には、野外照射のできる大型のガンマーフィールドをもつ放射線育種場((独)農業生物資源研究所)が茨城県常陸大宮市に建設され、放射線による新品種の育成が大きく進展した。



ガンマーフィールド

### 〈害虫駆除〉

農業分野では、薬を使わない方法として害虫駆除や品種改良などに利用されている。

放射線照射を利用した害虫防除の技術の一つに不妊虫放飼法がある。これは、放射線を当て不妊化したオスの害虫を野外に放して害虫の数を減らす技術である。不妊処理したオスを野生のオスよりも多く野外に放すと、野生虫同士の受精の機会が減って、次世代の害虫の数が減っていき、やがては絶滅してしまう。

日本では、1972年にゴーヤーやきゅうりなどの野菜類に大きな被害を与えていたウリミバエの駆除を目的として沖縄県農業試験場内(病害虫防除技術センター)などにウリミバエ不妊化施設が建設された。そして、1993年に沖縄県と鹿児島県奄美群島のウリミバエ根絶に成功した。ただ、外からウリミバエは島に入ってくるので、この駆除は毎年行われている。

現在では、国際的な協力の下に、この技術によるハエの仲間の害虫根絶作戦が展開されている。ただ、すべての害虫に有効ではない。

# 暮らしや産業での放射線利用

## ■工業分野

### 〈新しい材料〉

自動車のダッシュボードやシート、タイヤ、水泳用のビート板、お風呂場のマットなどは、放射線の電離作用を利用して耐熱性に優れた物質に改質したり、強度を高めたりする技術が使用されている。

また、材料に色々な機能を付け加えることができる。このような材料は、空気清浄機のフィルターやボタン電池などに利用されている。

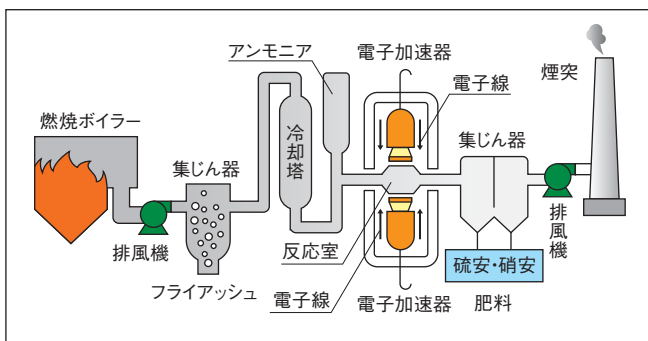
### 〈環境保全〉

火力発電所では、酸性雨の原因となるイオウ酸化物(SOx)や窒素酸化物(NOx)が多く排出されるため、その除去対策が重要な問題となっている。日本原子力研究開発機構では、これら大気汚染物質を除去するために小型の加速器により作り出した電子線を照射し、イオウ酸化物、窒素酸化物を効率よく除去する方法を開発した。

この技術は、火力発電に依存する中国の成都及び杭州、ポーランドのポモジャーニの火力発電所で実用化されている。また、ブルガリアのマリツァイースト火力発電所でもパイロット施設が稼働している。



杭州火力発電所(中国)



日本原子力研究開発機構が開発した大気汚染物質を除去する仕組み

### 〈厚さ計〉

物質に放射線を照射した時の透過作用を利用した厚さ計が用いられている。これは、食品包装用のラッピングフィルムや紙、アルミはくなど厚さを均一に保たなければならないような工業製品の工程管理において、厚さを正確に測定するために利用されている。



厚さ計

### 〈非破壊検査〉

材料内部の欠陥や表面の微小な傷などを、物品(材料、機器、建造物など)を分解しないで調べる検査方法を非破壊検査という。機器や構造物あるいは金属の溶接部分、また、金銅仏や重要な美術工芸品などの細かい傷やひび割れその他内部の欠陥状況を知るため、エックス(X)線やガンマ(γ)線を使って検査することが広く行われている(病院のエックス線撮影と同じ原理)。

その他、空港の手荷物検査でも使われている。

## ■自然・人文科学分野

### 〈年代測定〉

遺跡などから出土した土器の年代は、土器に付いた「こげ」や「すす」に含まれる炭素を測定して推測される。

放射線を出す炭素14は、大気中でつくられている。宇宙からやって来る放射線(宇宙線)によってつくられた中性子が空気中の窒素に吸収されると、放射線を出す炭素に変化し、その濃度は空気中で一定である。食物が採取されると、炭素の取り込みは無くなり、放射線を出す炭素の量は時間とともに規則的に減っていく。そこで放射線を出す炭素の量と出さない炭素の量の割合から食物の「こげ」の年代を測定でき、土器の使用された年代が特定できる。

### ■先端科学技術での利用

兵庫県にある大型放射光施設SPring-8<sup>スプリング・エイト</sup>は、「放射光」と呼ばれる強力な電磁波を発生させて利用することにより、物質構造や化学反応の時間的変化などを原子・分子という超微細なレベルで調べることができる研究施設である。放射光に含まれるエックス(X)線や紫外線といった光を利用して色々な実験を行うことができることから、ナノテクノロジーをはじめとした材料科学、さらには生命科学や医学などといった幅広い研究分野に利用されている。小惑星探査機「はやぶさ」が持ち帰った微粒子の解析や自動車排ガス浄化用の高性能な触媒の開発、さらにインフルエンザ治療薬の開発に利用されるなどの成果が生まれている。

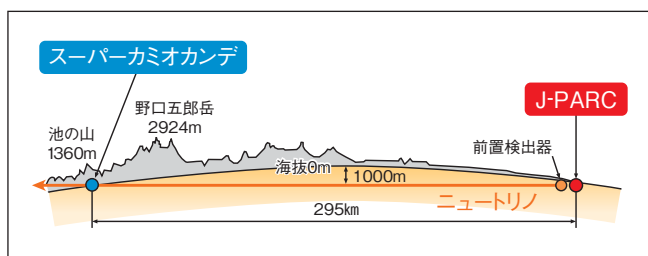


SPring-8

茨城県にある大強度陽子加速器施設J-PARCは、陽子を利用した加速器施設である。加速された陽子を原子核に衝突させて発生した中性子やミュー粒子（ミューオン）、ニュートリノなどの粒子を使って、素粒子物理や物質科学などの最先端の研究を行う施設である。J-PARCから発生させたニュートリノを約295キロメートル離れた岐阜県にあるスーパーカミオカンデで検出して、ニュートリノが起こす現象の一つの兆候を世界で初めて発見した。



J-PARC



### 参考〈放射線に関する職業〉

- 診療放射線技師・医師  
 エックス(X)線、CT(コンピュータ断層撮影)、PET(陽電子放射断層撮影)での病気の診断、ガンマ( $\gamma$ )線、重粒子線などでのがんの治療などを行う。
- 研究者  
 放射線・加速器などを使っての基礎物理の研究、新しい材料や薬剤などの研究、宇宙から来る放射線を解析しての宇宙の研究などを行う。
- 放射線管理者  
 大学・病院、研究所、会社などで扱う放射線の管理を行う。
- 非破壊検査技術者  
 超音波、放射線、磁力など、色々な手段を利用してものを壊さずに検査を行う。エックス線、ガンマ線を利用しての非破壊検査及び診断を行う。
- 環境調査会社の技術者  
 環境中にある放射性物質の検査を行う。
- 放射線測定器製作会社の技術者  
 放射線測定器の開発・製作などを行う。

# 放射線の管理・防護

## 放射線の管理・防護

### 平常時の管理に伴うモニタリング

原子力発電所など原子力施設の周辺では、原子力施設から放出された放射性物質による周辺環境への影響を監視するため、敷地周辺にモニタリングポストやモニタリングステーションを設置しています。これらを用いて環境中の放射線量を監視し、事業者や自治体のホームページなどで情報が公開されています。

また、周辺の海底土、土壌、農産物、水産物などについても、定期的に試料を採取して放射能の測定(モニタリング)を行い、放出された放射性物質が周辺に影響を与えていないかどうか確認されています。全国の自治体などでは、放射線や放射能を調査しており、空気中のちりや土壌などを調べ放射性物質の分析やモニタリングを行っています。

### ◆原子力施設周辺の放射線モニタリング



施設周辺の放射線量を測定します。  
海水に含まれる放射能を調べます。



### 非常時における放射性物質に対する防護

原子力発電所や放射性物質を扱う施設などの事故により、放射性物質が風に乗って飛んで来ることがあります。

その際、長袖の服を着たりマスクをしたりすることにより、体に付いたり吸い込んだりすることを防ぐことができます。屋内へ入り、ドアや窓を閉めたりエアコン(外気導入型)や換気扇の使用を控えたりすることも大切です。なお、放射性物質は、顔や手に付いても洗い流すことができます。

その後、時間がたてば放射性物質は地面に落ちるなどして、空気中に含まれる量が少なくなっていくます。そうすれば、マスクをしなくてもよくなります。



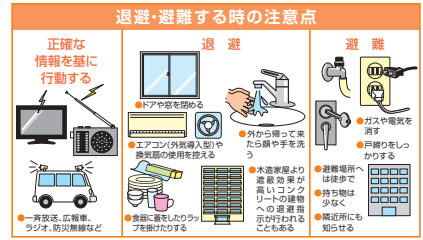
### 退避や避難の考え方

放射性物質を扱う施設で事故が起こり、周辺への影響が心配される時には、市役所、町や村の役場、あるいは県や国から避難などの指示が出されます。

周辺のデマなどに惑わされず、混乱しないようにすることが大切です。

家族や先生の話、テレビやラジオなどで正確な情報を得ること、家族や先生などの指示をよく聞き落ち着いて行動することが大切です。

事故後の状況に応じて、指示の内容も変わってくるので注意が必要です。



退避と避難は、どちらも放射性物質から身を守ることであり、「退避」は家や指定された建物の中に入ること、「避難」は家や指定された建物などからも離れて別の場所に移ることです。

### 調べてみよう、考えてみよう

身近な環境放射線のモニタリング施設の場所や観測データを調べてみよう。また、放射性物質から身を守らなければならない状況やその方法について考えてみよう。

## 学習のポイント

- ◎ 平常時においても様々な方法で地域の放射線が測定・管理されていることを学ぶ。
- ◎ 事故後しばらくたつと、それまでの対策を取り続けなくてもよくなることを学ぶ。

## 指導上の留意点

- ◎ 事故後しばらくたつと、放射性物質が地面に落下することから、それまでの対策を取らなくてもよくなることを理解できるようにする。

### ■放射性物質の管理とは

一定の放射性物質を取り扱う場合には、取り扱う前に許可を受けたり届出をしなければならぬことなどが法令で定められている。また、そのような場合には、放射線を取り扱う者以外の立ち入りを制限する「(放射線)管理区域」の設定などが行われている。

### ■外部被ばくの防護の方法

放射線を取り扱う時には、放射線防護の方法がある。時間・遮へい・距離である。「時間」は、放射線業務従事者が放射線を受ける時間を短くすることにより被ばく線量を低減する。「遮へい」は、放射線の種類によって透過力は異なるため適切な遮へい物を設置することにより被ばくを低減する。「距離」は、放射線源との距離を離すことにより、空間線量率を低減する。

同様に原子力災害時などにおいては、一般公衆にも一部適用が考えられる。放射線を受ける時間を短くし、コンクリート造など遮へい効果の高い建屋に入ることにより、被ばくを低減することができる。また、距離については、放射性物質から離れるほど放射線の量が減り、例えば、放射性物質が人体に比べて十分小さく点とし

て存在するような場合は、距離が2倍になれば放射線量は、4分の1となる。ただし、放射性物質が周辺に面として分布しているような場合は、離れば影響は小さくなるが、距離の2乗に反比例して影響が小さくなる関係は薄れることに注意する必要がある。

### ■退避と避難の考え方

外部被ばく(体の外から放射線を受けること)を防ぐには、「退避」や「避難」が有効である。また、内部被ばく(放射性物質を体内に取り込むこと)を防ぐには、屋内へ退避し建物の窓を閉めるなどして、放射性物質を吸い込まないようにするとともに、自治体の指示で飲食を制限されている飲み物や食べ物をとらないことが重要となる。

東京電力(株)福島第一原子力発電所の事故では、事故発生から1年の期間内に積算線量が20ミリシーベルトに達する恐れのある区域に住む方々に対し別の場所への計画的避難が指示されている。

※国際放射線防護委員会(ICRP)と国際原子力機関(IAEA)の緊急時被ばく状況における放射線防護の基準値は20~100ミリシーベルト(年間)。

### ■避難勧告となる20ミリシーベルトの考え方

ICRPは、緊急時の被ばく状況において、放射性物質により汚染された食品の摂取の制限などに伴う健康リスクと被ばくによるリスクを考慮して、放射線防護の基準値を年間20~100ミリシーベルトとしている。

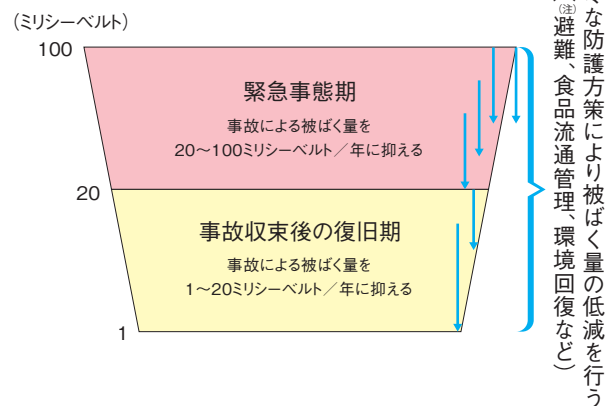
東京電力(株)福島第一原子力発電所の事故では、緊急時としてその基準の中で最も低い値である20ミリシーベルトが採用されている。将来的には、年間1ミリシーベルト以下まで戻すことを目標として様々な方策により「合理的に達成できる限り低い」被ばく線量を目指している。

この基準は、ICRPの勧告を基に原子力安全委員会の助言を得て定められている。

- 1.緊急事態期:事故による被ばく量が20~100ミリシーベルトを超えないようにする。この段階では、遠くの安全な場所へ避難したり、飲料水や食品についての放射線測定を徹底したりすることなどにより、被ばく量の低減に努める。
- 2.事故収束後の復旧期:年間1~20ミリシーベルトを超えないようにする。この段階では、学校や住宅周辺の汚染された土壌の処理を行ったり、規制値を超える食品などが市場に出回らないよう監視を継続したりすることなどにより、被ばく量の低減に努める。

## ◆ICRPの勧告について

事故に関する放射線量の目安



(注) 東京電力(株)福島第一原子力発電所の事故直後に政府は、半径20キロメートル圏内の住民に対して避難を指示し、さらに事故発生から1年の期間内に積算線量が20ミリシーベルトに達する恐れのある区域に住む方々に対し別の場所への計画的避難を指示している。「食品流通管理」では、規制値を超える放射性物質が検出された食品が発見された場合には、その出荷や摂取の制限が行われた。そして「環境回復など」では、今後、モニタリングの結果も踏まえて、必要に応じて土壌の除染などの措置を取り、避難先からの帰還を検討する見通しとなっている。

### ■放射線の規制値

我が国における放射線被ばくの規制は、国際放射線防護委員会(ICRP)の勧告に基づいて制定され、公衆の被ばくは、年間1ミリシーベルトを超えないように原子力発電所、病院、工場などの事業所ごとに事業所の境界での線量限度が決められている。この線量限度は、適切な施設の設計や防護の計画を立て、認可された条件の下での規制値であり、これらの限度を超えれば、健康影響が現れるというような安全と危険の境界を示すものではない。

今回の東京電力(株)福島第一原子力発電所事故のように、環境中に放出された放射性物質による被ばくは、計画被ばく状況での規制された線源からの被ばくと違い、計画的な防護ができない状況であるので上述の年間1ミリシーベルトという線量限度は適用されず、緊急事態期や事故収束後の復旧期の参考レベルという制限値を用いて防護する。参考レベルとは、その値を超えるような場合に必ず避難や除染のような線量低減の防護措置を取るよう設定する制限値である。しかしICRPは、この防護措置について過大な費用と人員を掛けることなく、経済的、社会的に見て、合理的に達成できる限りにおいて行うべきであると述べている。

## 放射線についての参考Webサイト

### 放射線の人体への影響など

- ◆(社)日本医学放射線学会◆  
<http://www.radiology.jp/>
- ◆日本放射線安全管理学会◆  
<http://wwwsoc.nii.ac.jp/jrsm/>
- ◆日本放射線影響学会◆  
<http://wwwsoc.nii.ac.jp/jrr/>
- ◆(独)放射線医学総合研究所「放射線Q&A」◆  
<http://www.nirs.go.jp/>

### 放射線の食品への影響など

- ◆食品安全委員会◆  
<http://www.fsc.go.jp/>
- ◆厚生労働省◆  
<http://www.mhlw.go.jp/>
- ◆農林水産省◆  
<http://www.maff.go.jp/>
- ◆消費者庁「食品と放射能Q&A」◆  
[http://www.caa.go.jp/jisin/pdf/110701food\\_qa.pdf](http://www.caa.go.jp/jisin/pdf/110701food_qa.pdf)

### 環境放射能など

- ◆文部科学省「放射線モニタリング情報」◆  
<http://radioactivity.mext.go.jp/ja/>
- ◆文部科学省「日本の環境放射能と放射線」◆  
[http://www.kankyo-hoshano.go.jp/kl\\_db/servlet/com\\_s\\_index](http://www.kankyo-hoshano.go.jp/kl_db/servlet/com_s_index)

## 著作・編集

### 放射線等に関する副読本作成委員会

#### 【委員長】

中村 尚司 東北大学名誉教授

#### 【副委員長】

熊野 善介 静岡大学教育学部教授

#### 【委員】

飯本 武志 東京大学環境安全本部准教授

大野 和子 京都医療科学大学医療科学部教授／社団法人日本医学放射線学会

甲斐 倫明 大分県立看護科学大学教授／日本放射線影響学会

高田 太樹 中野区立南中野中学校主任教諭／全国中学校理科教育研究会

永野 祥夫 世田谷区立用賀中学校主幹教諭／全日本中学校技術・家庭科研究会

野村 貴美 東京大学大学院工学系研究科特任准教授／日本放射線安全管理学会

藤本 登 長崎大学教育学部教授

諸岡 浩 西東京市立碧山小学校校長／全国小学校生活科・総合的な学習教育研究協議会

安川 礼子 東京都立小石川中等教育学校主任教諭／日本理化学協会

米原 英典 独立行政法人放射線医学総合研究所 放射線防護研究センター規制科学研究プログラムリーダー

渡邊 美智子 茨城県土浦市立山ノ荘小学校教諭／全国小学校社会科研究協議会

(敬称略・五十音順)

## 監修

社団法人日本医学放射線学会

日本放射線安全管理学会

日本放射線影響学会

独立行政法人放射線医学総合研究所

(五十音順)

## 写真提供・協力

独立行政法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)、株式会社応用技研、財団法人環境科学技術研究所、九州国立博物館、京都大学医学部附属病院、セイコー・イージーアンドジー株式会社、株式会社千代田テクノル、東北放射線科学センター、徳島大学アイソトープ総合センター、中西友子、ナノグレイ株式会社、公益財団法人日本科学技術振興財団、独立行政法人日本原子力研究開発機構、日本核燃料開発株式会社、

J-PARCセンター(独立行政法人日本原子力研究開発機構／大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構)、

独立行政法人日本原子力研究開発機構、財団法人日本原子力文化振興財団、財団法人日本分析センター、

独立行政法人農業生物資源研究所放射線育種場、日立アロカメディカル株式会社、富士電機株式会社、

独立行政法人放射線医学総合研究所、独立行政法人理化学研究所

(敬称略・五十音順)

## 発行

文部科学省

〒100-8959

東京都千代田区霞が関3-2-2

平成23年10月発行



著作・編集  
放射線等に関する副読本作成委員会