

廃炉の大切な話

— 福島第一原子力発電所の今とこれから —

はじめに

現在、東京電力 福島第一原子力発電所では、建屋から燃料を取り出し、建屋を解体していく「廃炉」の作業をしています。

この作業は、30～40年かかる見込みですが、日本国内はもとより諸外国のご協力もいただきながら少しずつ前に進んでいます。

この資料は、みなさまの不安や疑問に少しでも分かりやすくお答えするとともに、福島第一原子力発電所の今とこれからをお伝えします。

目次

福島第一原子力発電所の今	.....	P.3-4
福島第一原子力発電所の全体像	.....	P.5-6
当面の課題	.....	P.7-8

課題01 溶けて固まった燃料の取り出し

溶けて固まった燃料の取り出し作業	.....	P.9-10
使用済燃料プール内の燃料の取り出し作業	..	P.9-10

課題02 汚染水対策

汚染水とは	.....	P.11-12
汚染水への取り組み	.....	P.13-14

課題03 労働環境の改善

改善のための様々な取り組み	P.15-16
---------------	-------	---------

Q & A

Q & A		P.17-20
放射線の基礎知識		P.21-22

福島第一 原子力発電所の今

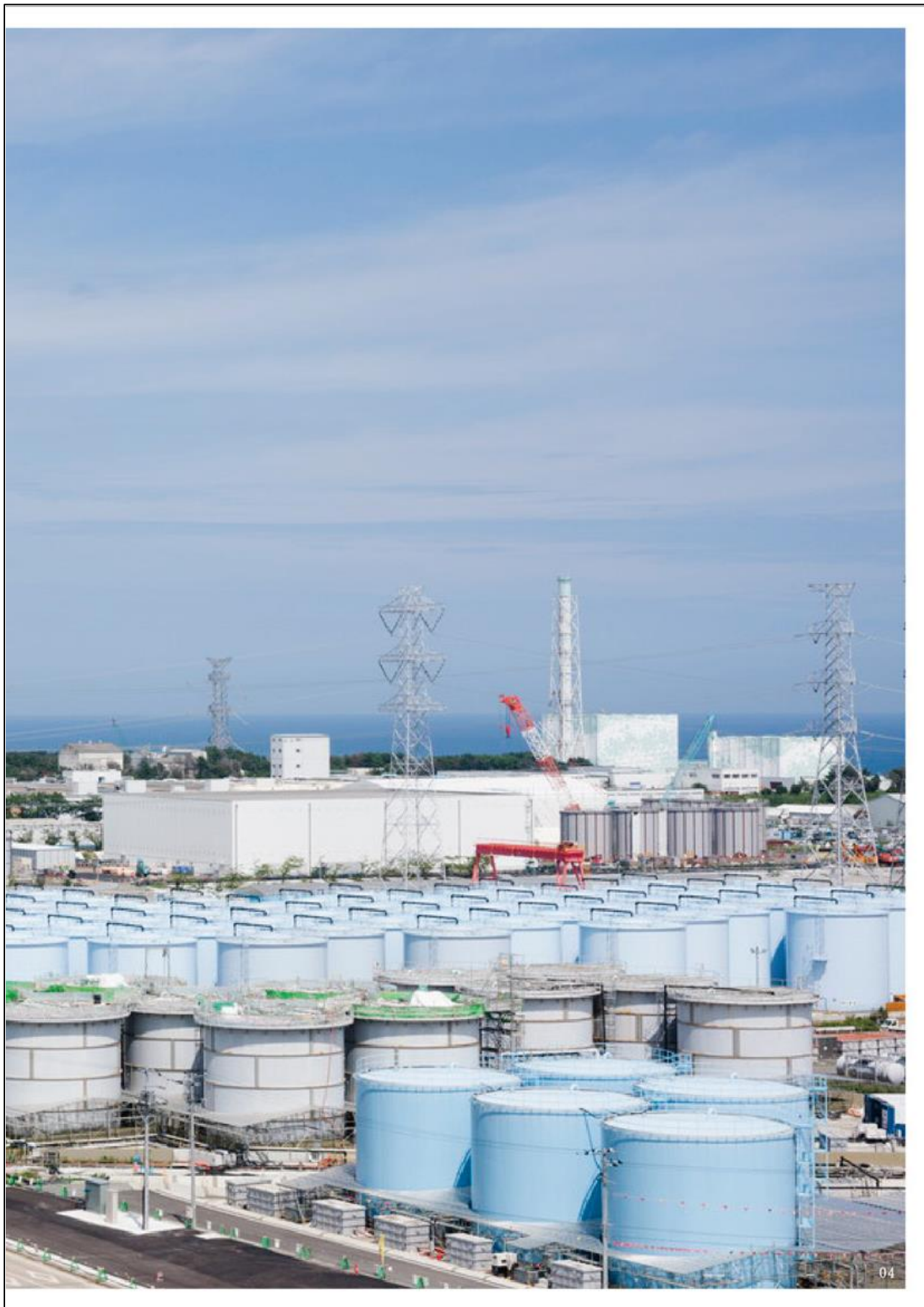
2011年3月11日の事故当時、1～3号機は原子炉を冷却できず、燃料が溶けて大量の水素が発生。

1、3、4号機の建屋が水素爆発で壊れ、世界で誰も経験したことのない現場で、

安全最優先で廃炉に向けた取り組みを続けてきました。そして、今。

各号機ともに、継続的な注水により、原子炉を冷却することで、安定した状態を維持しています。





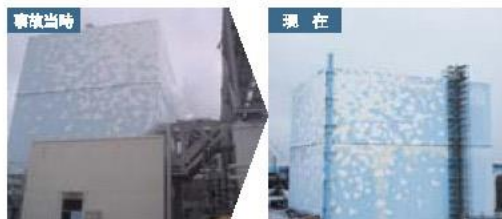
福島第一原子力発電所の全体像

■ 1号機 〈燃料体：392本〉



放射性物質の飛散防止のために原子炉建屋にカバーを設置していましたが、今後の燃料の取り出しに向け、飛散防止対策を徹底しながら、カバー解体を実施しています。

■ 2号機 〈燃料体：615本〉



1号機の水素爆発の衝撃により原子炉建屋の上部側面パネルが開きましたが、現在はパネルを閉じ、放射性物質の飛散を防止しています。また、今後の燃料などの取り出しに向け、飛散防止対策を徹底しながら、建屋上部を全面的に解体する予定です。

■ 5・6号機



震災時は定期点検中だったため、浸水はしたものの建屋損傷も炉心損傷も免れました。現在、燃料は使用済燃料プールに移送し、安全に貯蔵・管理されています。

免震重要棟





福島第一原子力発電所の溶けて固まった燃料は、事故当時に比べ発熱量が大幅に低下しており、継続的な注水により冷却することで、各号機ともに安定した状態を維持しています。今も、一歩ずつ著実に廃炉に向けた取り組みが進んでいます。

■ 3号機 (燃料体: 566本)

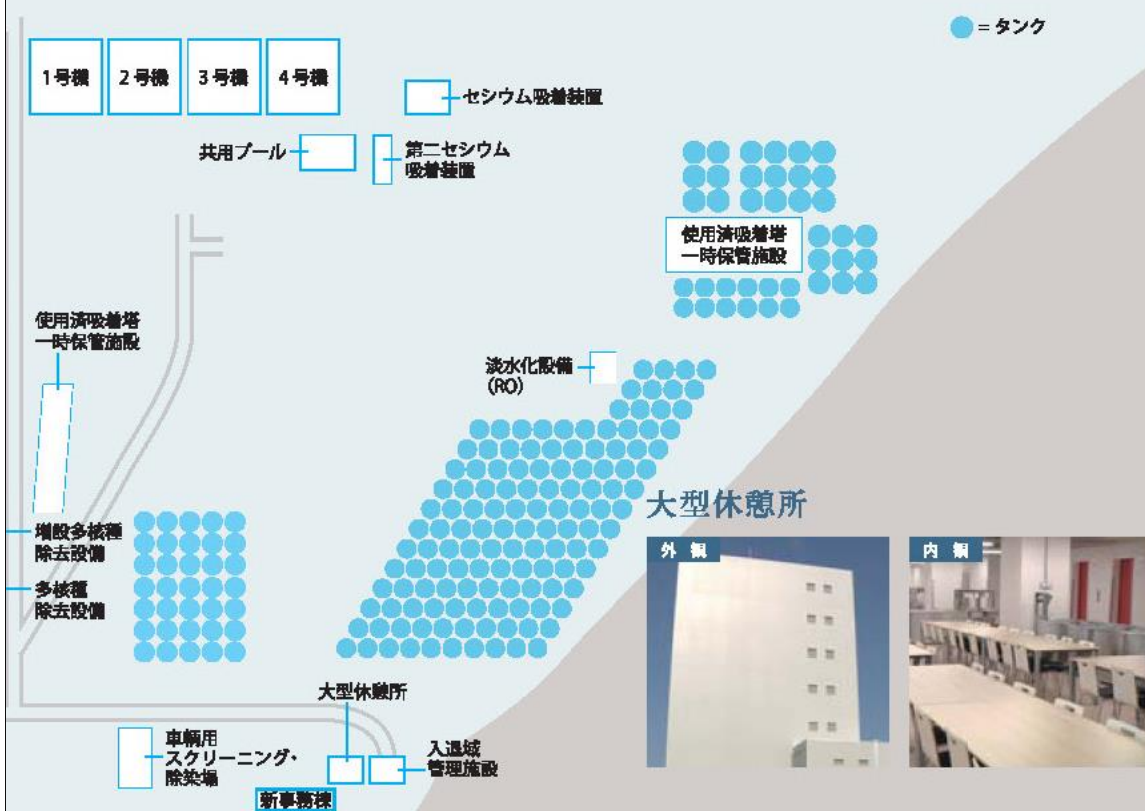


現在、原子炉内の燃料を取り出すために、除染・遮へいやガレキの撤去を行っています。すでに、最も大型のガレキは撤去を終え、残ったガレキの撤去などの作業が進んでいます。

■ 4号機 (燃料体: 1533本 [取り出し完了])



2014年12月に使用済燃料プール内のすべての燃料の取り出しを完了し、リスクが大幅に低減しました。廃炉作業の重要な1ステップを安全・着実にクリアした、とても大きな進展です。



当面の課題



世界で誰も経験したことのない現場。安全最優先で作業に取り組んでいます。

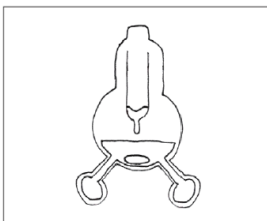
福島第一原子力発電所の当面の課題

廃炉の作業では、当面の課題が3つあります。1つ目は、溶けて固まった燃料の取り出し。2つ目は、汚染水対策。そして、3つ目は、構内で働いている方々の労働環境の改善です。

課題01

溶けて固まった燃料の取り出し

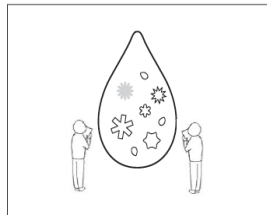
溶けて固まった燃料については、より安定的に管理するため、取り出し・保管することを目指しています。まずは、溶けて固まった燃料の位置や状況の調査を進めています。



課題02

汚染水対策

「汚染源に水を近づけない」「汚染水を漏らさない」「汚染源を取り除く」の3つの基本方針の下、様々な対策に取り組んでいます。



課題03

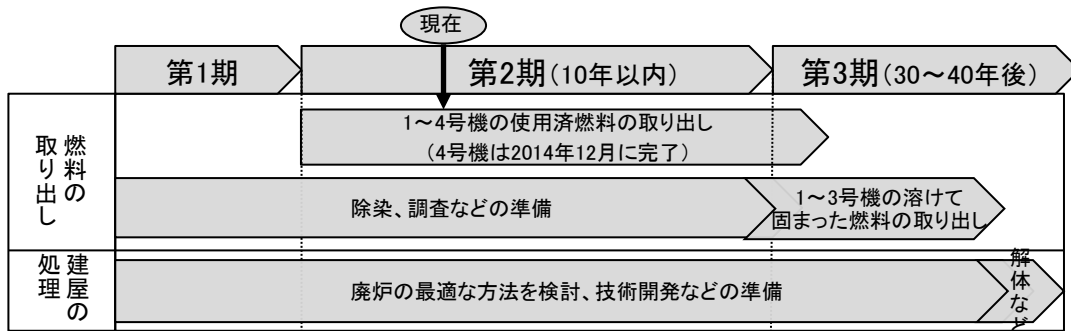
労働環境の改善

現場で働く方々から、直接ご意見やご要望をうかがいながら、労働環境の改善に取り組んでいます。



廃炉までのロードマップ

長きにわたる取り組みを、しっかりと情報をお伝えし、住民のみなさまのご理解をいただきながら安全最優先で進めています。



課題
01 | 溶けて固まった
燃料の取り出し



世界にも前例のない困難な状況に対し、国内外の叡智を結集して取り組んでいます。

溶けて固まった燃料の取り出し作業 (1～3号機)

原子炉建屋の中は、放射線量が高いところが多く、人が立ち入って作業しにくい状況にあります。そのため、ロボットの開発やコンピュータでの解析などにより、建屋の中の状況を推定しながら、溶けて固まった燃料の取り出しに向けた調査・準備を進めています。

原子炉建屋の除染の実施

放射線量が高いため、ロボットも活用しながら除染作業を行っています。



高圧水除染装置



吸引・プラスト除染装置

原子炉内の状況把握

格納容器の破損状況や、溶けて固まった燃料の状態を調査しています。



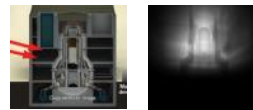
調査用ポート



原子炉格納容器内部調査装置
(形状変化型ロボット)

宇宙線「ミュオン」による原子炉内の状況把握

宇宙から飛んでくる高い物質透過能力を持った粒子、宇宙線「ミュオン」を用いて、レントゲンのように原子炉内部の状態を透視し調査しています。



※宇宙線「ミュオン」は、ほとんどの物質を通り抜ける一方、溶けて固まった燃料など、密度の高い物質によっては遮られる性質を用いて透視します。

使用済燃料プール内の 燃料の取り出し作業(1～4号機)

2014年12月
4号機の燃料の
取り出し
移送作業を完了

使用済燃料プール内に貯蔵されている燃料は、より安定的に冷却・管理できるよう、早期に取り出し・移送作業を進めていく必要があります。

特に、4号機は、プール内の燃料数が最も多かったことなどから、はじめに燃料の取り出しに着手し、2014年12月にすべての燃料の取り出しを完了しました。

現在、残る1～3号機の燃料取り出しに向け、除染やガレキ撤去などを進めています。



取り出し作業の様子

課 題

02

汚染水対策



3つの基本方針にそって、様々な対策を進めています。

汚染水とは

原子炉内では、溶けて固まった燃料に水をかけて冷却を続けています。この水が、建屋に流入する地下水と混ざり合うことで、原子炉建屋などの内部に汚染水が発生しています。

現在、原子炉建屋から建屋外へ流出しないような水位管理を行っているため、汚染水が建屋から漏れいしているわけではありませんが、作業員の被ばくの低減や、万が一のときに土壌や海洋への影響を拡大させないため、多様な対策に取り組んでいます。

(イメージ画像追加予定)

汚染水対策3つの基本方針



- 1 汚染源に水を「近づけない」
新たな汚染水の発生を低減するため、原子炉建屋内への地下水流入をおさえます。周辺地下水のくみ上げや、建屋周辺への遮水壁の設置などを実施しています。
- 2 汚染水を「漏らさない」
汚染水が漏れいしないよう、建屋の海側への遮水壁の設置や、タンクのリプレースなどを実施しています。
- 3 汚染源を「取り除く」
汚染水の浄化や、地下トンネル(トレンチ)内の汚染水の除去を実施しています。

※「トレンチ」とは配管やケーブルが入った建屋海側の地下トンネルです。

汚染水対策

汚染水への取り組み

今では、敷地周辺の海水中の放射性物質の濃度も、十分低い値となっていますが、よりリスクを題の最終的な解決のため、引き続き、対策に取り組んでいきます。

方針1 汚染源に水を「近づけない」

地下水バイパス・サブドレン（井戸）

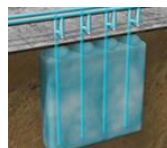
建屋に入る前の地下水を、高台にある井戸や建屋近くの井戸からくみ上げて、汚染水の発生を低減します。くみ上げた地下水は、厳しい水質検査を経て海に排水します。

（イメージ画像追加予定）

※サブドレンからくみ上げた水は浄化処理を行います。

凍土方式の陸側遮水壁

建屋周辺の地中に土壌を凍結させた氷の壁をつくり、地下水の侵入を防ぎます。



凍結イメージ

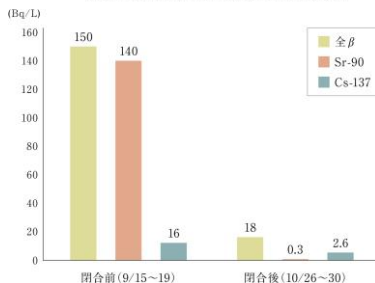
方針2 汚染水を「漏らさない」

海側遮水壁

1～4号機の海側に、長さ30mの鋼鉄製の杭を約780mに渡って設置し、港湾内へ放射性物質が流出するのを防ぎます。



海水中放射性物質濃度の変化（閉合前後）



※濃度は、1～4号機取水口開渠内すべての測定地点の海水中放射性物質濃度平均値

タンクの増設

汚染水を貯留するためのタンクは、容量が不足しないように計画的に建設しています。

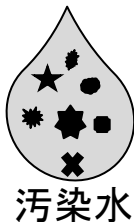


方針3 汚染源を「取り除く」

放射性物質除去設備

原子炉建屋

写真
Or
イラスト新規制作



汚染水

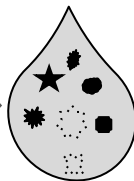
セシウムとストロンチウムを重点的に除去



第二セシウム吸着装置



モバイル型
ストロンチウム
除去装置



セシウム、
ストロンチウム
除去

その他の放射性物質を除去



多核種除去設備 (ALPS)



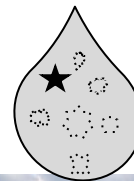
高性能多核種除去設備



増設多核種除去設備

事故後、タンクに貯めてきた汚染水は2015年5月27日に浄化処理完了

トリチウム以外の放射性物質を除去し、タンクに貯蔵



貯水タンク

低減させるために様々な取り組みを実施し、汚染水対策は大きく前進しています。また、汚染水問

タンクに溜まっている水について

現在の設備で、汚染水を浄化しても「トリチウム」という放射性物質は取り除くことができません。

そもそも、トリチウムとは？

原子としては水素で、「三重水素」と呼ばれ、主に水として存在します。自然界にも存在し、私たちの飲む水道水にも、私たちの体の中にも含まれています。



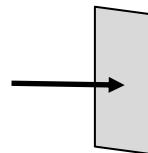
自然界に存在するものです



私たちの体の中にもあります

人体への影響は？

ベータ線という放射線を出しますが、そのエネルギーは小さいため、紙1枚で遮へいできます。トリチウムが人体の外部にある場合は被ばくの心配はありません。また、体内に取り込んだ際の影響も、セシウム137に比べて500分の1以下と非常に小さいものです。



エネルギーが小さく紙1枚で遮へい。外部にある場合は心配ありません。

トリチウムの取扱いについては、様々な選択肢の検証結果を踏まえて決定することとしており、検証結果については、まずは、関係者への丁寧な説明などの必要な取り組みを行うこととしています。

建屋内に残る汚染水の処理

建屋の中に溜まっている汚染水はどうするの？

現在、建屋には地下水が流入し続けており、その増加分はくみ上げて浄化し、タンクに貯蔵しています。そのため、建屋内の水量はほぼ一定ですが、最終的には全て取り除くこととしています。

現在、原子炉建屋の周辺にある井戸から地下水をくみ上げる対策などで地下水位の状況を確認しながら徐々に下げ、これに合わせて建屋の水を減らしていっています。これは、建屋の水位が地下水位を上回ると、建屋の中に溜まっている汚染水が建屋外に流出してしまうため、地下水位が常に建屋内の推移を上回るよう、水位差を確保し続けることが重要だからです。

(イメージ画像追加予定)

課題
03

労働環境の改善



現場で働く方々から直接ご意見をうかがい、改善に取り組んでいます。

改善のための様々な取り組み

除染などにより、全面マスクを着用せずに作業できる場所を徐々に拡大していったり、発電所近くで食事や休憩ができる施設を増やすなど、少しでも働きやすい環境となるように努めています。

全面マスク着用が不要なエリアが約90%に拡大

福島第一原子力発電所構内では、除染や敷地舗装などにより放射線量が低減。2015年5月には、構内の約9割のエリアで全面マスクの着用が不要になりました。軽装備にすることは、作業者の負担を軽減し、仕事の質の向上やケガの減少にもつながります。また、一般作業服着用可能エリアも徐々に拡大してきています。



大型休憩所の運用開始

発電所構内の入退域管理施設※と直接つながる、地上9階建て、約1,200人が利用可能な大型休憩所の運用が2015年5月31日からはじまりました。現場の近くで食事・休憩・ミーティングができるということは、健康管理や仕事の質の向上につながります。



約1,200人が
利用可能
食事や休憩
スペース完備

※セキュリティチェック、防護装備の着用、線量計の配布・回収、退域時の汚染測定などを行う施設。

食生活の改善

給食センターの整備により、福島県産の食材を使った温かい食事を提供しています。

約3,000食規模の
温かい食事を
提供



医療体制の整備

救急医療室を設置し、医療スタッフが24時間体制で常駐。また、救急車4台をはじめ、超音波検査装置、AEDなどを配備しています。何か異変があれば、すぐに診察を受けられます。

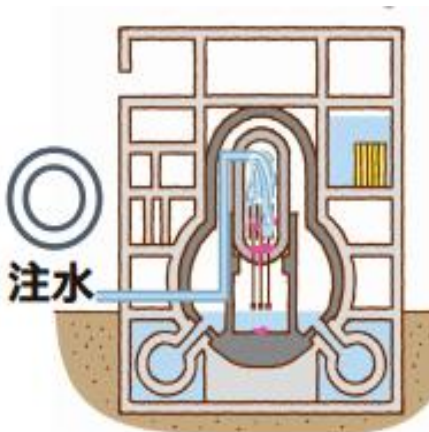


Q & A

仲間を信じ
前進!! 力志
頑張

再び爆発する危険性はないの？

事故時に溶けて固まった燃料は、事故当時に比べ発熱量が大幅に低減しており、継続的な注水により冷却することで、各号機ともに安定した状態を維持しています。



事故当時は、原子炉に水を送ることができなかつたため、燃料が発熱し、水素が発生、爆発が起きました。



地震や津波の備えはどうなっているの？

原子炉格納容器が入っている重要な建物については、「東日本大震災」と同規模の地震や津波でも壊れないことを、コンピュータ解析や診断などで確認しています。

万が一、津波などの影響により発電所内の電源がなくなっても、バックアップ電源を確保しているほか、注水によって原子炉を冷却する手段を用意しており、日頃から訓練を重ねています。

< 緊急時の電源確保 >

電源喪失時に備え、電源を多重化し、「電源車」「ガスタービン車」なども用意しています。緊急時必要に応じて、この車から注水設備に電気を送ります。



注水訓練の様子



電源車



消防車

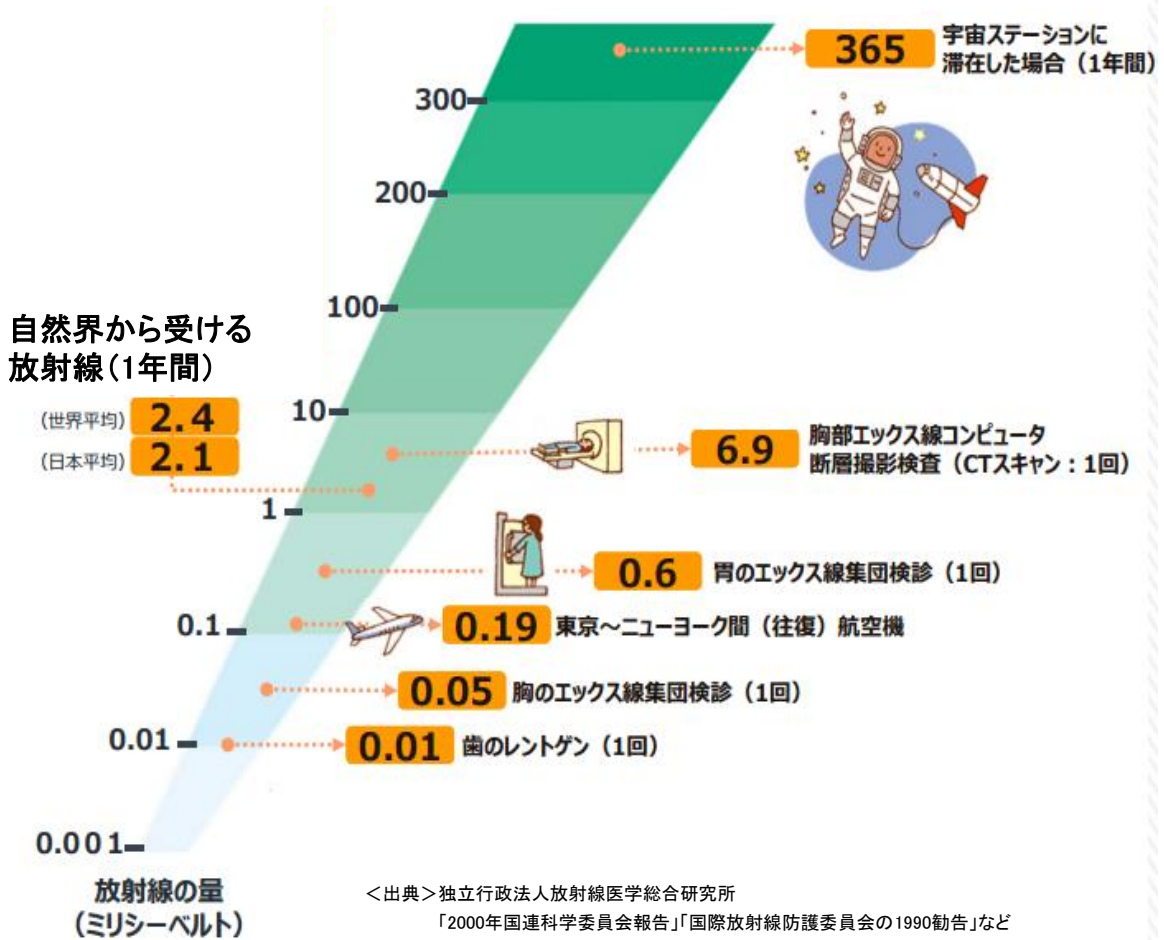
Q & A

発電所のそばの空間線量は？

発電所の正門や敷地境界周辺の空間線量率は0.0008～0.0035ミリシーベルト/時程度※です。

※ 2015/10/28～11/24のモニタリングポストのデータ(10分値)

放射線を受ける量の比較

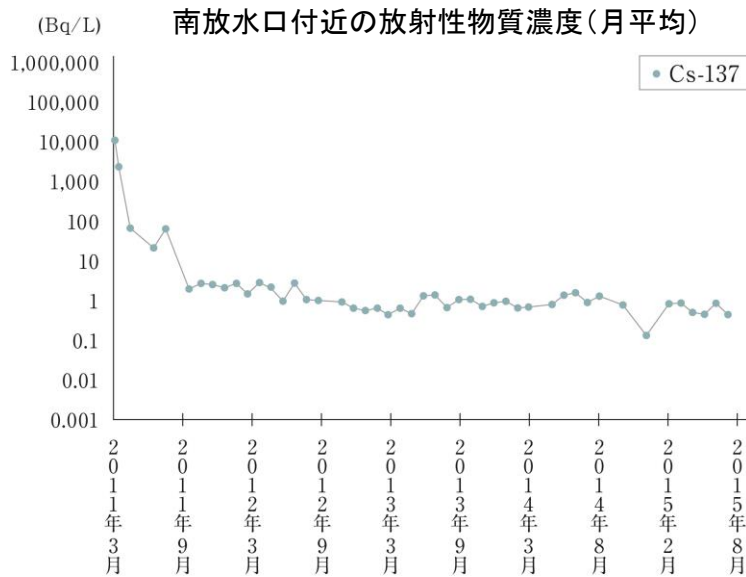


発電所から海へは今も放射性物質が出ているの？

発電所の周辺海域(港湾外)の海水の放射性物質の濃度については、事故直後から数ヶ月で、劇的に低減しており、それ以降、世界的な飲料水の水質基準<WHO(世界保健機構)の飲料水水質ガイドラインの基準※>と比べても十分に低い状態が継続しています。

※ 飲料水水質ガイドラインの基準(セシウム134…10Bq/L、セシウム137…10Bq/L、ストロンチウム-90…10Bq/L、トリチウム…10,000Bq/L)

福島第一原子力発電所周辺の海水に含まれる放射性物質(セシウム137)の分析結果



放射線の基礎知識

身の回りにある放射線

私たちは、ふだん、身の回りにある様々な放射線を受けて生活しています。放射線は、もともと自然界に存在するもので、原子力発電所や病院など特別な場所にだけあるものではありません。

(イメージ画像追加予定)

放射線の人体への影響

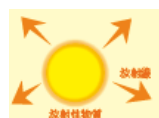
放射線は、細胞に当たると細胞中のDNAに傷をつけることがあります。この傷は体の中に備わっているシステムで修復されます。少しの傷なら修復が成功し、元に戻ります。修復が不完全の場合、遺伝子の突然変異が起こり、がん細胞が生じる可能性があります。必ずがんが起こるわけではありません。

(イメージ画像追加予定)

放射性物質・放射能・放射線ってどう違うの？ベクレル、シーベルトって？

ベクレル(Bq)とは

放射線を出す能力である放射能の強さを示す単位のことです。



シーベルト(Sv)とは

放射線が人体に与える影響の度合いを表す単位のことです。

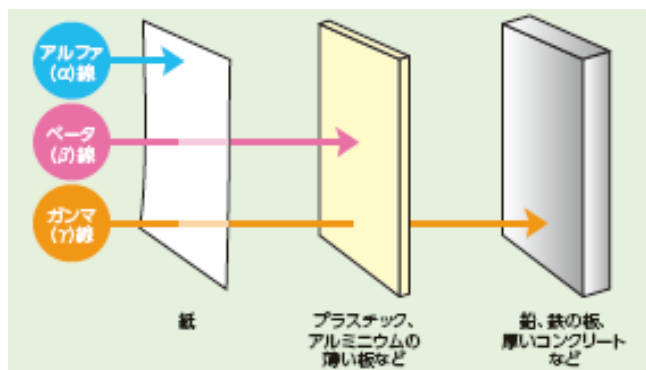


放射線の種類と特徴

放射線の種類

種類により、ものを通り抜ける力が異なります。

主な放射線のうち、アルファ線は紙一枚で、ベータ線はプラスチックなどの薄い板で止められます。通り抜ける性質が強いガンマ線は、鉛や鉄の板、厚いコンクリートなどで止められます。



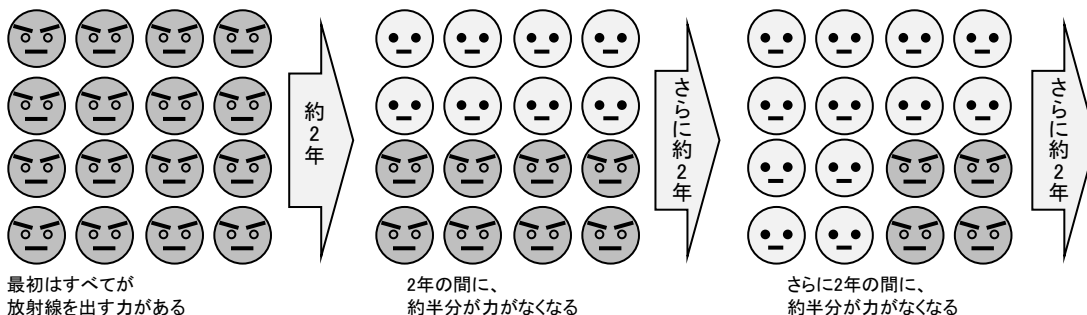
放射能の特徴

放射線を出す力、放射能は、時間と共に低減します。

放射能は、時間の経過とともに減衰していく性質を持っており、放射能が半分になるまでの時間を「半減期」と呼びます。半減期には、物理学的半減期と生物学的半減期があります。

物理学的半減期

放射性物質が、放射線を出して別の原子核に変化し、半分に減るまでの期間です。



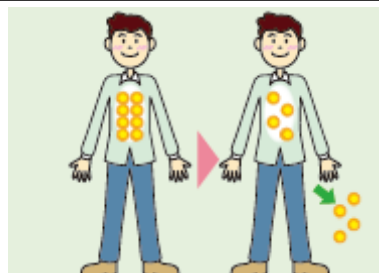
半減期は、放射性物質ごとに異なります。

セシウム134	約2年	セシウム137	約30年
---------	-----	---------	------

生物学的半減期

体内に取り込まれた放射性物質が、代謝などにより体外に排出され半分に減るまでの期間です。

セシウム134、 セシウム137	1歳まで:9日 9歳まで:38日	30歳まで:70日 50歳まで:90日
---------------------	---------------------	------------------------



裏表紙

お問い合わせ

経済産業省 資源エネルギー庁 原子力発電所事故収束対応室（代表）03-3501-1511

写真提供：東京電力株式会社

201〇年〇月発行