

原子力用語解説集

平成 2 7 年 6 月

(株)原子力安全システム研究所

序文

本解説集は、電力事業者や原子力関連機関の広報担当者や技術者、教育関係者といった原子力発電について説明する立場の人が、一般の方々に原子力用語についてわかりやすく説明できるよう、一つのリファレンスとしてまとめたものです。そのため、非常に基本的な内容からある程度専門的な内容まで、説明者が相手のニーズに合わせて適宜取捨選択して使用できるように、説明の詳細度を変えて記載しています。

まずは一言で「簡単に」説明する場合、さらに「詳しく」説明する場合、幅広い知識を得られるよう「角度を変えて」説明する場合の3段階の情報提供を行っています。このうち、とくに「簡単に」と「詳しく」については、専門用語を多用することなく説明しました。また、誤解や説明者が留意しておくべき点なども、「誤解に注意」「わかりやすく伝えるポイント」として解説されています。さらに、原子力用語は海外から輸入した直訳の言葉が多いことなどから、用語によっては本来の意味が推測できないものがあるので、可能な範囲で言い換えも試みました。

原子力安全システム研究所でのウェブアンケート調査やグループインタビューによると、臨界という用語の内容を理解している人は3割に満たず、多くの人は事故に関する用語という解釈をしていました。そのため、臨界は、核分裂の連鎖的な反応が一定の割合で続いている物理的な状態を表すという説明だけでなく、原子炉で発電している通常の運転状態を指し、必ずしも事故を意味しないことを説明しています。また、クリアランスレベルは、クリアランスセールからの連想で、何かを片付ける、撤去するといった誤解を招くことから、放射能規制外レベルという言い換えを記載しています。このように、誤解を生んだり難しかったりする原子力用語について、効率的な理解に役立ててもらうことをめざしています。

対象とする用語候補の選定にあたっては、まず、先行研究で取り上げている用語や、原子力安全システム研究所内でのヒアリング調査の結果を基に、用語候補110語を選定しました。そして、インターネット・新聞雑誌での各用語のヒット件数の高さなどで絞り込みを行った上、福島第一原子力発電所事故後に重要度の増した用語を追加して、対象用語67語を選びました。

本解説集の編集体制としては、原子力安全システム研究所の社会システム研究所を中心に、言語学、社会心理学の専門家、原子力の広報実務者を含めたワーキンググループを組織しました。そして、マスコミ関係者にも適宜参加いただくなど、幅広い視野で原子力用語の解説と言い換えを行うことをめざしました。なお、ワーキンググループ以外に、細部にわたって原子力安全システム研究所の技術システム研究所専門家の協力を得ました。

これにより、これまでの用語集や用語解説とは異なり、どういったところに誤解が多いのか、どのように説明すればわかってもらえるのか、といった点に重点を置いた解説になったと考えています。もちろん、まだ改善の余地はあると思っており、機会をとらえて見直しをしていく予定です。

個々の原子力用語への理解が進むことで、説明する立場の人と説明を受ける立場の人との認識の差が、だんだんと埋まっていくことを願っています。

原子力用語解説集 目次

1 原子力の基礎		3 高経年化	
放射線	1	廃止措置	121
放射能	5	高経年化	123
放射性物質	9	応力腐食割れ	127
ウラン	15	維持基準	131
核分裂	19		
自然放射線	23	4 原子燃料サイクル	
臨界	27	使用済燃料	133
燃料ペレット	31	プルトニウム	135
原子炉格納容器	33	再処理	141
軽水炉	35	中間貯蔵	145
放射線管理区域	41	MOX 燃料	147
半減期	43	原子燃料サイクル	149
シーベルト	45	プルサーマル	153
ベクレル	47	高速増殖炉	155
蒸気発生器	49	アクティブ試験	159
線量限度	51		
燃料被覆管	55	5 廃棄物	
被ばく	57	高レベル放射性廃棄物	161
崩壊熱	61	放射性廃棄物	165
放射性同位体	65	地層処分	167
放射性ヨウ素	69	ガラス固化体	173
放射性セシウム	75	TRU 廃棄物	177
		クリアランスレベル	181
2 安全対策		6 防災	
定期検査	79	原子力防災訓練	185
環境モニタリング	81	オフサイトセンター	187
非常用炉心冷却装置	85	原子力災害対策特別措置法	189
多重防護	87	計画的避難区域	191
国際原子力事象評価尺度	91	基準値	193
耐震裕度	93	出荷制限	197
基準地震動	95	原子力安全協定	199
規制基準	99		
活断層	101	7 セキュリティ	
水素爆発	103	テロ対策	201
炉心溶融	105	保障措置	203
シビアアクシデント	107		
ストレステスト	109		
非常用電源	113		
炉心冷却機能	115		
フェイルセーフ	117		
モニタリングポスト	119		

放射線 radiation

[簡単に]

高いエネルギーを持った粒子の流れや電磁波

[詳しく]

高いエネルギーを持った粒子の流れや電磁波のことを放射線と言います。原子力発電や医療に利用され、自然界にも存在しています。原子力発電は核分裂のエネルギーを用いて発電を行います、その核分裂の際にも放射線は出てきます。放射線は発電の際に用いる原子燃料のほか、原子力発電所事故などで周辺に放出された放射性物質（→見出し項目参照）からも出ています。放射線はたくさん浴びると人体に悪い影響を与えますので、それを防護するための細心の注意と厳重な管理が必要です。

[角度を変えて]

放射線には、粒子の流れである「粒子線」と、波動を介して空間を伝わるエネルギーの流れである「電磁波」とがあります。粒子線には「 α 線」（アルファ線）、「 β 線」（ベータ線）、「中性子線」などの種類があり、電磁波には「 γ 線」（ガンマ線）と「X線」（エックス線）などがあります。これらの放射線は、種類によって、ものを通り抜ける力や性質が異なり、人体に与える影響の度合いも変わってきます。たとえば、 α 線はものを通り抜ける力が弱く、紙一枚で止まります。持っているエネルギーを、短い距離で当たった物質に与えることとなります。このことから α 線を体外から受ける場合は影響が少なく、皮膚で止まり、皮膚への影響も致命傷にはなりません。これに対して、体内から受ける場合は、内臓・骨等に直接影響を与えます。 γ 線とX線は、ものを通り抜ける力が強く、体外からでも影響を与えるので注意が必要です。

[誤解に注意]

- 放射線をからだに受けると、放射線がからだに蓄積されていくという誤解がある。体内に残るのは、食べ物などを通して身体に入った放射性物質である。放射線の危険は、それをからだに受けたときの強さや量によって、考えられるべきものである。からだへの影響が、体外から放射線を直接受けた場合と、体内に入った放射性物質から出る放射線の場合とで混同されることがある。この混同が起きないように、放射線の場合と放射性物質の場合とに分けて、わかりやすく伝えるように工夫しなければならない。
- 放射線は風の影響を受けるという誤解がある。風によって放射線の流れが変わるという誤解である。この誤解も、放射線と放射性物質との混同に基づくものである。
- 医療用や産業用の放射線と原子力の放射線を別物と考えている人もいる。したがって、

原子力の放射線を説明する際に、医療用や産業用の放射線の話を持ち出すことで、かえって話をわかりにくくする場合もあるので、注意が必要である。

[わかりやすく伝えるポイント]

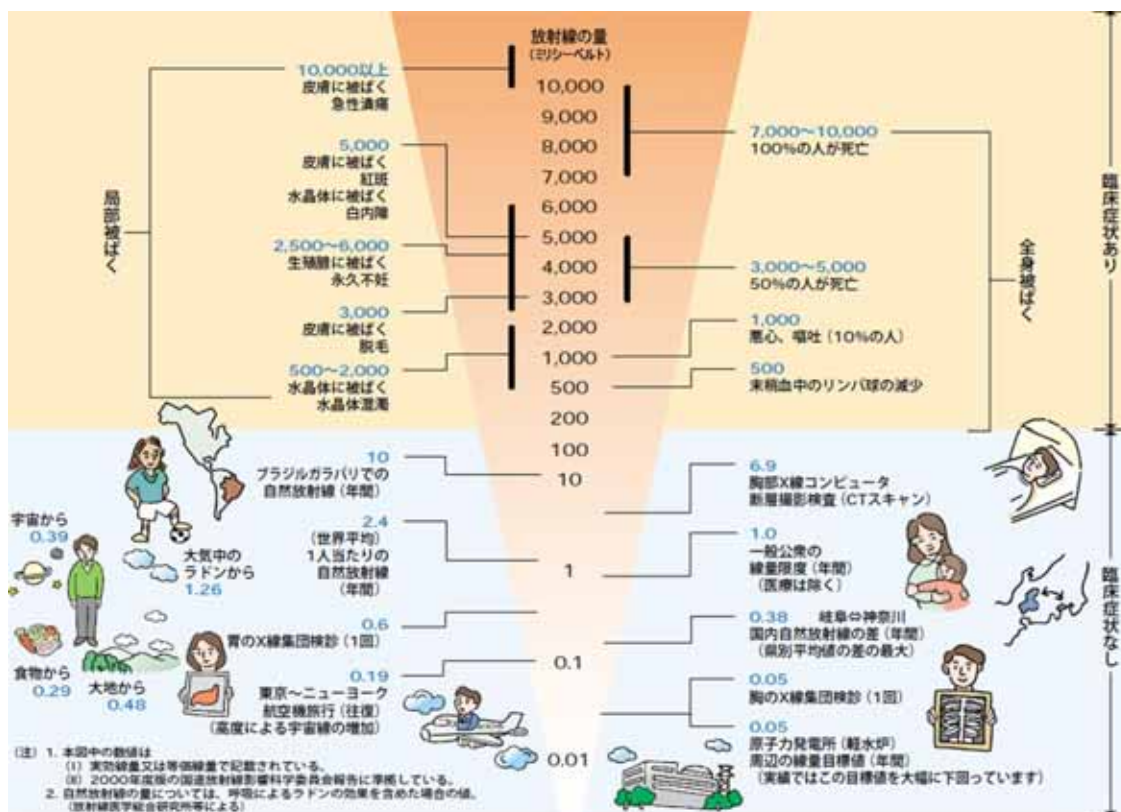
- ・医療や産業などで放射線を役立てている例を示すことで、放射線への理解が深まる場合もある。次のような事例があるほか、医療用具の殺菌、病気の診断、害虫駆除、考古学研究など、多様な応用例がある。
 - 生物は宇宙線などの自然の放射線を受けて長い期間に起きた「突然変異」によって進化してきました。突然変異による品種改良は、放射線を当てることで、突然変異率を高めようとするものです。この方法による植物の新品種の開発は、これまでに1,900種にもなり、世界で数100万ヘクタールにも及ぶ農地で栽培されています。
 - がんの治療では、放射線を患部に当てて、がん細胞を破壊して小さくし、最終的には消滅させる、放射線治療が行われています。がんの治療法は、放射線治療だけではありませんが、手術や薬による治療法とともに、重要な治療法として広く活用されています。
- ・一方で、放射線の効用ばかりを強調すると、その危険性から目をそらせようとしていると疑われることもあるので、注意が必要である。放射線の性質を正しく理解するのに、その効用と危険性の双方を正しく知ってもらうことに意味がある。
- ・放射線の人体への影響は、放射線の種類、放射線のエネルギー、放射線の量、放射線があたるからだの部位によって異なることを知ってもらうことが重要である。一方で、それらをすべて考慮に入れて、人体への影響を表した単位がシーベルトであることも、必要に応じて伝えたい。
- ・放射線のリスクと他のリスクを比較して説明することはよく行われており、説明を受ける人にとっても、放射線に対してどのような対応をするかを考えるのに参考になる面がある。しかし、喫煙や飲酒あるいは飛行機に乗るかどうかなど、自分でコントロールできるリスクと、原子力発電所から出る放射線を受けるリスクとを、そのまま比較するのは無理な面もある。このような日常の自分の生活から生じるリスクを持ち出す説明は、それを強調すると不信感を持たれたり拒否的な反応をされたりすることがある。特に、日常生活のリスクに比べて放射線のリスクが小さいから安全だ、というように説明するのは理解を得にくい場合が多い。

たとえるなら

- ・電磁波が目に見えないことの説明には、携帯電話の電磁波などを持ち出して、説明するとわかりやすい。

[図解のポイント]

- 放射線が人体にどの程度の影響を与えるのかについては、次に示すような図を書いたり示したりして解説するのもわかりやすい。



出典：原子力安全研究協会資料 (http://www.remnet.jp/lecture/qa_fig/m09_2.jpg)

※この図は、日常生活で浴びる放射線と、異常事態が起こったときの危険な被ばくとが、連続して示してある。

(上記の図を使った放射線勉強会での解説例)

- 私たちは自然にある放射線を受けて被ばくしています。その量は世界平均で年間 2.4mSv です。
- 世界には自然放射線を年間 10mSv 浴びているところもあります。しかし、そういうところに住んでいる人にガンが多いというデータはありません。
- 胸のレントゲン写真 (X線集団検診) を取ると 1回で 0.05mSv 被ばくします。胃の X線集団検診では 0.6mSv 被ばくします。
- 500mSv の放射線を 1度に全身に浴びると、血液中のリンパ球が一時的に減少します。
- 1000mSv の放射線を 1度に全身に浴びると、大体 10%の人が、気分が悪くなったり、吐いたりします。しかし死亡はしません。
- 7000mSv を全身に浴びると死亡します。
- ちなみに JCO 事故では 2人の人が亡くなりましたが、1人は 16000~20000mSv 以上、もう

1人は6000～10000mSv位浴びました。

[複合語]

自然放射線 → 親見出し参照 (p23)

人工放射線 → 原子力発電や産業利用、医療等、および核実験から発生する放射線

[関連語]

放射能 → 親見出し参照 (p5)

放射性物質 → 親見出し参照 (p9)

空間放射線量率 → 大気中の放射線の単位時間（通常1時間）あたりの量。略して空間線量率と呼ばれることもある。単位は、ナノグレイ毎時 (nGy/h) あるいはマイクロシーベルト毎時 (μ Sv/h)。

【参考文献】

- ・ 緊急被ばく医療研修のホームページから「1. 放射線の種類と人体への影響の仕方」
http://www.remnet.jp/lecture/forum/02_01.html
- ・ 原子力委員会 HP「原子力のすべて」
<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/sonota/study/aecall/>
第8章 暮らしに役立つ放射線利用
<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/sonota/study/aecall/book/pdf/8syoun.pdf>
- ・ 農林水産省HP
ホーム > 組織・政策 > 消費・安全 > 食品安全に関する原理・原則（リスクアナリシス） > 健康に関するリスクコミュニケーションの原理と実践の入門書 > リスクの比較 & リスクの比較のための指針
http://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/risk_analysis/r_risk_comm/index.html#022
- ・ 平川 秀幸（著）、土田 昭司（著）、土屋 智子（著）、
『リスクコミュニケーション論』
大阪大学出版会

放射能 radioactivity

[簡単に]

物質が放射線を出す能力

[詳しく]

自然界に存在する物質のなかには、もともと放射能を持つものがあります。放射能を持つ物質は、その原子の中にある原子核が不安定になっています。そうした物質では、自然の法則として、原子核が安定した状態になろうとして、放射線を放出するのです。そのような性質を放射能と言い、この性質を持つ物質を放射性物質と言います。

[角度を変えて]

原子力発電に用いるエネルギーは、放射能を持つ燃料の核分裂から得られます。放射能は原子力発電がつくられる前から、自然界に存在していました。原子を構成する原子核は、陽子や中性子から成り立っていて、その数のバランスが不安定な原子核や、過度に高いエネルギーを持っている原子核には、放射線を出す能力（放射能）が備わっています。そのエネルギーを放出して、より安定した状態になるときに放射線を出します。

[誤解に注意]

- ・放射能は原子力発電や核兵器の開発などによって人工的に作り出されたものだと誤解している人がいる。また、自然界にもともと放射能が存在することを知っている人でも、人工的な放射能の方が、害が大きいと思っている人もいる。
- ・一般には、放射性物質が原子力施設などから漏れたことを「放射能漏れ」と言ったり、原子力発電所事故などで放射性物質に汚染されることを「放射能汚染」と言ったりする。
- ・上記のような「放射能」という言葉で放射性物質を意味するようになるのは、日常語としては自然な意味変化であり、一般に使われているこうした用法をことさら正そうとすることが無益な場合や、そこに注意を払うことで、説明全体がわかりにくくなってしまいう場合も多い。その区別が必要になるとき以外は、この誤用は気にしないようにするのもよい。
- ・「放射能を浴びる」という言い方も一般によくされており、「放射線を浴びる」（外部被曝）意味にも、「放射性物質を浴びる」（汚染）意味にも使われている。こうした言い方を聞いた場合も、ことさらに誤用を正そうとするのではなく、伝えたい内容が正しく理解してもらえるようにすることを第一に心がけるのが、望ましい。
- ・しかしながら、原子核や原子力発電のしくみを正しく理解してもらいたい場合や、ベクレルとシーベルトの違いを認識してもらいたい場合など、「放射性物質」「放射能」「放射

線」の区別が重要になるときは、日常語とは違う専門用語としての「放射能」の意味を、明確に説明する必要がある。その際、上記のような用法が専門的には誤用であることを強調することが、理解を深めるのに役立つ場合もある。「放射能が漏れる」という表現は、正確には「放射性物質が漏れる」と言い換えるべきものである。また、放射能は放射線を出す「能力」のことなので、「放射能が強い」という表現も、「放射能が高い」と言い換えることが考えられる。

- ・福島第一原子力発電所事故後の混乱で、「放射能がうつる」という言い方が多く見られた。このような言い方が広がる背景には放射能に関する知識不足や重大な誤解があり、それが被曝した人への差別やいじめ、社会の過度な不安につながることになる。放射能がもとで何かが伝染することはないことを明確に伝える必要がある。
- ・放射能の説明が必要になるのは、原子力発電のしくみや安全性を伝えたい場合、被曝の危険性や被曝から身を守る方法を伝えたい場合などが多いと考えられる。説明の目的に応じて、どのような言葉を用いるかを変えていく工夫も必要である。

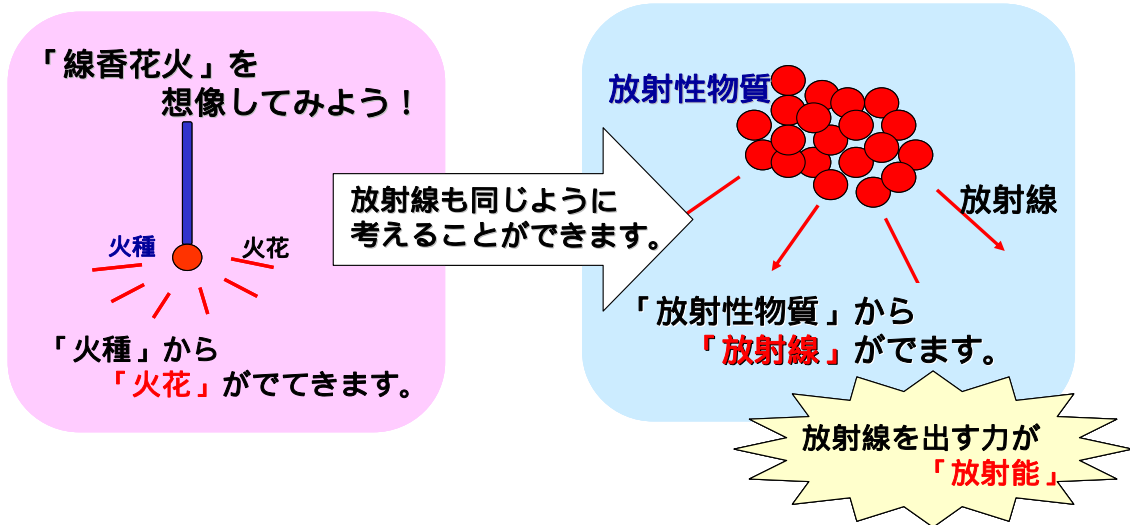
[わかりやすく伝えるポイント]

たとえるなら

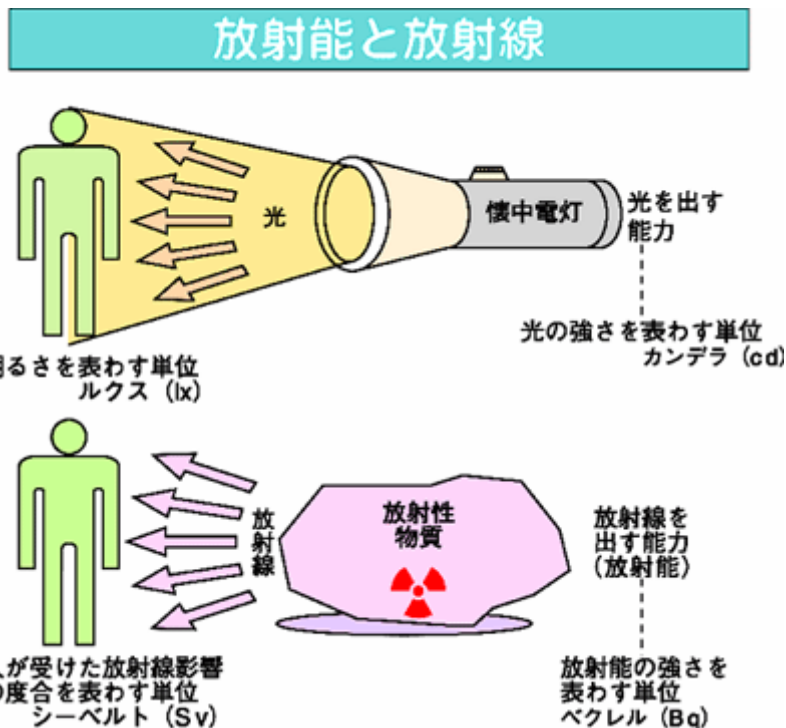
- ・放射性物質・放射能・放射線の関係については、線香花火、懐中電灯など、身近なものにたとえることで、わかりやすい説明を行うことができる。
- ・線香花火の比喻を用いる場合は、次のような説明が効果的である。「線香花火の火種から火花が出ます。火花に相当するのが放射線、火種に相当するのが放射性物質です。そして、火種には火花を出すことができる能力が備わっており、これが放射能にあたります。」このたとえばは、放射能にあたる具体的なものがなくてややわかりにくいことや、放射性物質が花火のように燃えて放射線を出していると誤解される可能性があることなどには、注意が必要である。
- ・懐中電灯の場合は、たとえば次のような説明が考えられる。「懐中電灯は電灯から光線が出ます。光線に相当するのが放射線、電灯に相当するのが放射性物質、光を出す能力が放射能です。ただし、放射線は目では見えず、放射能は放射性物質に備わっています。」また、放射能をたとえるものが必要な場合は、懐中電灯の光の強さにたとえることが考えられる。

[図解のポイント]

- ・下図は、線香花火のたとえを図解したものである。火種（放射性物質）、火花（放射線）は実体があり理解しやすいが、火種が火花を出す能力（放射能）は実体がなく、わかりにくい面がある。



・懐中電灯のたとえに合わせて、次のような図解をするとわかりやすくなる。



出典：北陸電力 HP http://www.rikuden.co.jp/atmqa/6_1.html

「原子力・エネルギー図面集」

[複合語]

放射能汚染 radioactive contamination

- ・ 空気・水・食物、土壌などが放射性物質でよごされること。

[ポイント]

- ・放射線を管理して扱っている区域以外の場所に、法令に定めてある基準以上の放射性物質が存在し、空気・水・食物、土壌などが汚染されていることを「放射能汚染」と言う。
- ・被災地の人のことを考えて、「汚染」という言葉を使わないようにする配慮が必要な場面などにも言及する。

[関連語]

放射線 → 親見出し参照(p1)

放射性物質 → 親見出し参照(p9)

半減期 → 親見出し参照(p43)

【参考文献】

北陸電力 HP: http://www.rikuden.co.jp/atmqa/6_1.html

放射性物質 radioactive material

[簡単に]

放射線を出す物質のこと

[詳しく]

放射線を出す能力を放射能と言います。放射能を持つ物質が放射性物質です。放射性物質から放射線が出てきます。例えば、原子力発電の燃料であるウランやプルトニウム、福島第一原子力発電所事故で周辺に出てしまった放射性セシウム、放射性ヨウ素などは、その代表的なものです。

放射性物質の原子核は、他の物質の原子核と違って不安定で、ずっと同じ状態であることができません。その不安定な状態がより安定した状態になろうとするとときに、原子核から高いエネルギーを持った放射線が出ます。原子核が安定した状態になれば、放射線は出なくなります。

[角度を変えて]

福島第一原子力発電所事故によって周辺に放出された放射性物質には多くの種類がありますが、特に問題となったのは、放射性ヨウ素、放射性セシウムなどです。これらは放出量が多く、それぞれ食品の暫定規制値を超えることがあったからです。

放射性物質の種類によって人体への取り込まれ方や半減期が異なります。放射性ヨウ素は甲状腺に集まりやすく、多く取り込んでしまうと甲状腺がんを引き起こす危険性が高まります。放射性ヨウ素を多く取り込んでしまう恐れのあるときは、ヨウ素剤を事前に服用し、甲状腺を、放射線を出さないヨウ素で満たしておけば、甲状腺に集まるのを防ぐことができます。ヨウ素 131 の場合、半減期は約 8 日なので、比較的短期間で出る放射線の量は減ります。

放射性セシウムは体に取り込まれると全身に行きます。特に筋肉に集まります。しかし、新陳代謝によって、70 日から 100 日で半分が排出されます。このことを生物学的半減期と言います。一方、半減期（物理的半減期）については、セシウム 134 の半減期は 2 年ですが、セシウム 137 の半減期は 30 年なので、長期にわたる土壌や飲食物の汚染を引き起こします。したがって、除染の対象は主にセシウム 137 です。

[誤解に注意]

- ・福島第一原子力発電所の事故後、放射性物質への恐怖から、1 年以上経過した現在でも、次のような対応をする人がみられる。
 - 空気中や土壌中には放射性物質が含まれているので、子どもを外で遊ばせないよう

にし、野菜なども食べさせないようにしている。また、洗濯物を外に干さないようにしている。

- 水道水には放射性物質が含まれているので、子どもの飲食に使う水はすべてミネラルウォーターを使わないと危険である。

このような方に対しては、各自治体などが公表している、空気中の放射性物質の値、基準値を超えている野菜の流通状況、水道水に含まれている放射性物質の検出結果などについて、最新の検査結果を知らせ、正確な情報を伝えるようにしたい。

- ・放射性物質を身体に取り込んだら、身体から出ていくことはなく、ずっとそのまままると思っている人もいる。半減期を知っている人の中には、身体の中から放射性物質が減るのにも同じ時間がかかると思っている人がいる。実際は、身体の新陳代謝によって、尿や汗を通して、もっと早く身体の外に出されて減っていく。新陳代謝が激しい子どもは、より早く減っていくことを伝えたい。
- ・福島第一原子力発電所事故で放出された放射性物質は、目に見えないほど非常に小さな粒子として放出されたが、黄色い雲を見たとか水たまりに黄色い粉のようなものがあつたが放射性物質ではないかとか、水道の水がピリピリ感じたので放射性物質が含まれているのではないかと、といった誤解をする人がいた。説明する放射性物質が、目に見えないものや人間の五感ではとらえられないものである場合は、そのことを強調して説明する必要がある。

[わかりやすく伝えるポイント]

- ・福島第一原子力発電所事故によって周辺に放出された放射性物質への対応については、広報する側の説明の不十分さもあり、多くの誤解や混乱を招いた。原子力発電のあり方を考える際の基本となる用語であるので、正しく理解してもらえるように説明する必要性がきわめて高い用語である。
- ・放射性物質については、一般的な説明だけでなく、説明する場面や相手によって、個々の物質に即した説明が求められる場合もある。[角度を変えて]に示した二つの物質などを例にとった説明は、必要に応じて選別して用いることが必要である。

福島第一原子力発電所事故で放出された主な放射性物質

核種	主な放射線の種類	半減期 (物理的半減期)	生物学的半減期	特徴
ヨウ素 131	ベータ線 (ガンマ線も出る)	8日	乳児 (11日) 5歳児 (23日) 成人 (80日) 注) 体内でも物理的半減は起こるので、生物学的半減期で体外に排出されるのと相まって、成人でも実際は8日以内に半減する。物理的、生物学的の両方を考慮した半減期を <u>実効半減期</u> または <u>有効半減期</u> という。	人間の体内に入ると、大部分が排出されるが、10～30%が甲状腺に集まる性質がある。大量に取り込んだ場合、甲状腺がんの原因となる。大量に取り込むおそれのあるときは、安定ヨウ素剤を服用し、被害を軽くする。 放射能が半分になる半減期は8日なので、数ヶ月で放射能はほとんどなくなる。また、体内に取り込まれた場合でも、尿などから排出されていくため、ずっと強い放射線を受け続けるわけではない。 ヨウ素 131 は、空気中のものであればマスクなどで吸収を防ぐことができ、野菜などに付着したものなら洗う、煮る(煮汁は捨てる)、皮や外葉をむくことなどで減少させることができる。
セシウム 137	ベータ線 (ガンマ線も出る)	30.2年	1歳まで (9日) 9歳まで (38日) 30歳まで (70日) 50歳まで (90日)	人間の体内に入ると、筋肉に集まりやすい性質があるが、そのほとんどは吸収されることなく排出される。 セシウム 137 の半減期は30年だが、人間の体内に取り込まれた場合でも、尿などから排出されていくため、数ヶ月程度ごとに半分に減っていく。また、空気中のものであればマスクなどで吸収を防ぐことができ、野菜などに付着したものなら洗う、煮る(煮汁は捨てる)、皮や外葉をむくことなどで減少させることができる。
セシウム 134	ベータ線、ガンマ線	2.1年	1歳まで (9日) 9歳まで (38日) 30歳まで (70日) 50歳まで (90日)	セシウム 137 と特徴は同じ。ただし、物理的半減期が2年でセシウム 137 より短い。

【参考】日本原子力文化振興財団 HP から「東京電力(株)・福島第一原子力発電所事故」
(<http://www.jaero.or.jp/data/02topic/fukushima/>)

*生物学的半減期：放射性物質の半分の量が人体から排出される時間

- ・一度にすべてのことを知ってもらうことは難しい場合が多いので、置かれた場面での、その人に必要な情報を整理して伝えられるように工夫することが大切である。

[図解のポイント]

- ・福島第一原子力発電所事故で放出された放射性物質の人への影響について、次のような図を用いることが考えられる。その際に例えば次のような説明を行うとわかりやすい。

図1：「福島第一原子力発電所から事故によって出た放射性物質は、風に乗って広がっていききました。図では灰色になっていますが、実際は目に見えません。その放射性物質から出る放射線を身体に受けたり、その放射性物質を吸い込んだり、野菜など食品にも放射性物質が付いたりして影響していききました。」

福島原発から放出された放射性物質

放射性物質は風によって運ばれ、いろいろな経路で人に影響します

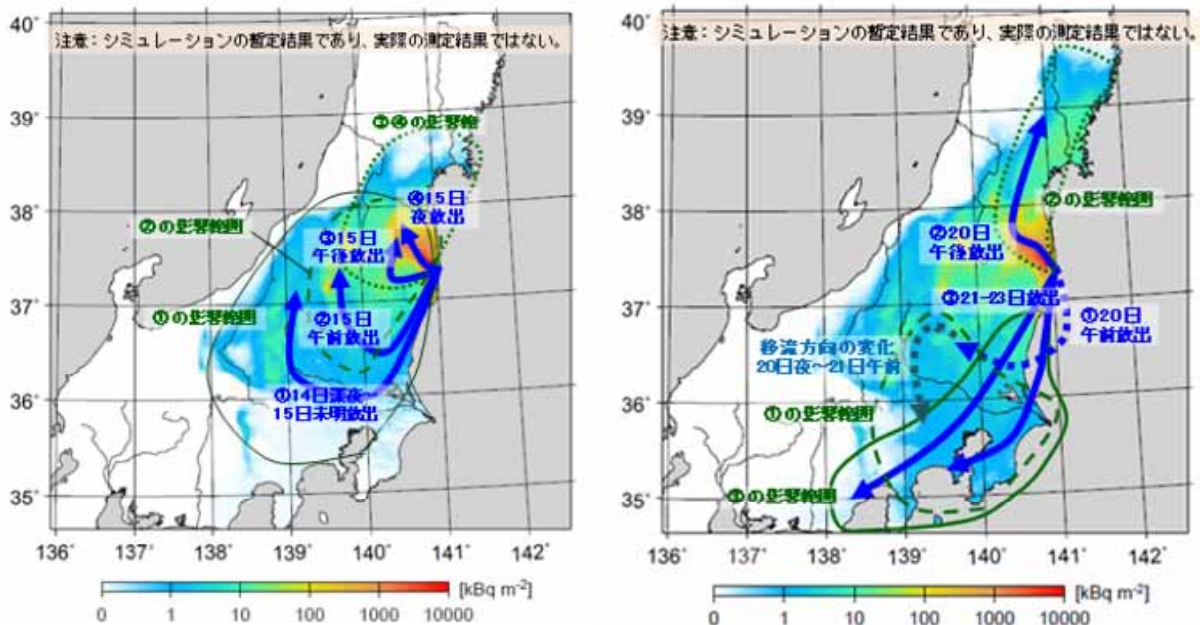


【出典】 JAEA リスクコミュニケーション室 放射線勉強会説明資料

図2：「この地図は、福島第一原子力発電所事故後に放射性物質が大量に放出されたときの放射性物質の動きをシミュレーションした結果です。当時の風向きによって経路が変わりました。」

福島原発からどのようにやってきたの？

放射性物質の大気拡散状況



日本原子力学会「原子力安全」調査専門委員会 放射線影響分科会検討結果（日本原子力学会HPから）

***この他に海に拡散した放射性物質もあるが、量や経路がはっきりつかめていないため記載していない**

・また、事故直後の状況について説明する場合は、次のような説明例が考えられる。

「福島第一原子力発電所事故では、地震と津波によって全電源喪失し、原子炉を冷やし続けることができなくなり、炉心が溶け出しました。2号機では原子炉圧力容器が破損し、1号機と3号機では、原子炉で発生した水素の爆発により建屋が大きく破損し、大量の放射性物質が放出されました。定期検査中で運転していなかった4号機では、3号機から流入した水素により建屋が破損しました。」

「大気中に放出された放射性物質は、主に希ガスや放射性ヨウ素、放射性セシウムでした。これらの放射性物質は、主に、爆発のあった3月12日～15日にかけて大気中に放出されたのち、風に乗って南西や北西の方角へと広まり、放射性ヨウ素や放射性セシウムは、やがて雨によって地上に降下しました。福島県をはじめ関東地域の放射線量は、事故直後から数日の間に最大の数値を示しました。また、大気中や土壌などからは、事故に由来するヨウ素131、セシウム134、セシウム137などの放射性物質が検出され、その影響は食品や水道水などにも及びました。これを受けて、国が暫定的に定めた基準を超えた飲食物に対して、出荷制限や摂取制限の措置が取られました。」

[関連語]

放射性セシウム → 親見出し参照(p75)

放射性ヨウ素 → 親見出し参照(p69)

放射線 → 親見出し参照(p1)

放射能 → 親見出し参照(p5)

放射性同位体 → 親見出し参照(p65)

被ばく → 親見出し参照(p57)

ウラン uranium

[簡単に]

原子力発電の燃料に使われる天然資源

[詳しく]

核分裂によって生み出されるエネルギーを利用する原子力発電では、核分裂が連続して起こりやすい物質を燃料に使います。そうした性質がある天然資源の一つがウランで、原子力発電の燃料として一般的に使われています。

[角度を変えて]

自然界に存在するウランには、主にウラン 235 とウラン 238 の 2 種類があります。この二つは化学的な性質は同じですが、原子核の中の中性子の数が違って、核分裂の連鎖が起きやすくて原子力発電の燃料に適しているのは、ウラン 235 の方です。

ウランは現在、日本ではほとんどないため、そのすべてを外国から購入しています。しかし、天然のウランにはウラン 235 があまり含まれていないので、発電用の燃料とする前にウラン 235 を濃縮しますが、その濃縮作業も現在はほとんど外国で行われ、日本は濃縮ウランを購入しています。ウランは原子力発電だけでなく原子爆弾など核兵器の燃料にも使われるため、国際原子力機関及び国が、その量や使い方などをチェックしています。ただし、ウラン 235 の濃縮割合は、発電用は 3~5%程度、原子爆弾はほぼ 100%と大きく異なります。

[誤解に注意]

- ・ウランはもともと土壌や河川・海水に含まれており、原子力発電の燃料になる放射性物質が身近な環境中にあることは意外と知られていない。放射性物質が身近なものに含まれる説明の例として、放射性カリウムなどを取り上げる際に一緒に挙げるのも、よいと思われる。
- ・ここで取り上げている原子力発電は“軽水炉”を指す。原子力発電の主流が軽水炉であることは業界内の常識であるが、一般の方の軽水炉に対する認知度は高くないため、軽水炉についても簡単に説明したほうがよい。
- ・厳密にいうと、天然ウランは、ウラン 235 が 0.720%、ウラン 238 が 99.275%、ウラン 234 が 0.005%である。ウラン 234 はごく微量なのであまり話題にならない。

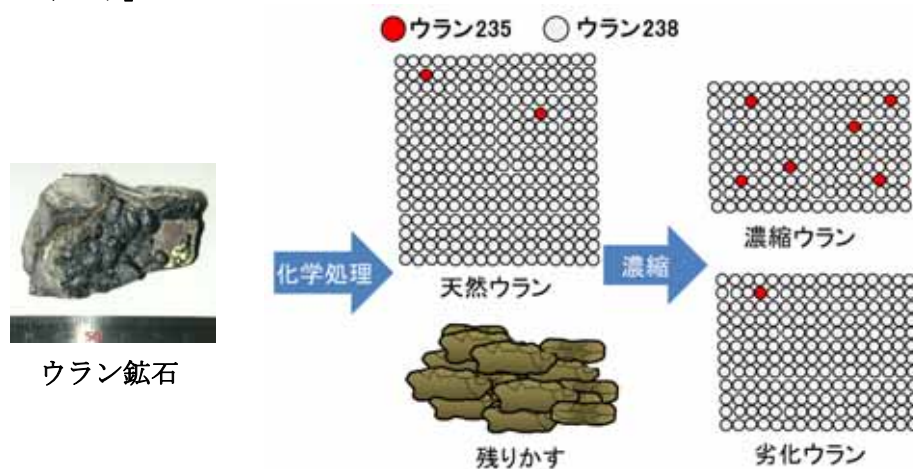
[わかりやすく伝えるポイント]

- ・ウランが人体に与える影響については、次のように説明するとわかりやすい。
「ウランは人体に悪影響を与えるアルファ線を放出しますが、プルトニウムと比べると弱いです。肺に吸い込んだり胃腸に取り込んだりする放射性物質としての影響よりも、腎臓の機能に障害をもたらす化学毒性が強いといわれています。体の外から直接皮膚に当たって受ける影響については、アルファ線は飛距離が数センチと短く、紙一枚でも遮られるため問題ありません。
[角度を変えて] に記した、資源の観点からの説明よりも、人体に与える影響の説明の方が優先すると考えられる場合、上記のような説明を行うことも考えられる。
- ・同じく原子力発電の燃料となる資源であるプルトニウムと比較することで、ウランへの理解を深めてもらうことも考えられる。その場合は、下の表に示すような点から、必要に応じて伝えられるとよい。

比較の観点	ウラン 235	プルトニウム 239
半減期	7 億年	2.4 万年
1 グラム当たりの放射能 (α 比放射能)	7.1×10^4 ベクレル	2.3×10^9 ベクレル ⇒ウランの 3.2 万倍
核分裂の起きやすさ	プルトニウムに比べると核分裂が起きにくい	核分裂が起きやすいし、発生する中性子も多い ⇒臨界になりやすい
核兵器への転用	プルトニウムに比べると転用しにくい	転用しやすい ⇒厳格な保障措置を取っている
吸い込んだ場合の毒性 (1 ベクレルあたり)	8.5×10^{-6} シーベルト被ばくする ⇒飲み込んだ場合の 180 倍の影響	1.2×10^{-4} シーベルト被ばくする ⇒ウランの 14 倍 ⇒飲み込んだ場合の 480 倍の影響
飲み込んだ場合の毒性 (1 ベクレルあたり)	4.7×10^{-8} シーベルト被ばくする	2.5×10^{-7} シーベルト被ばくする ⇒ウランの 5 倍

プルトニウム239は壊変 (→関連語参照：プルトニウム239の場合は α 線を出す) してウラン235になるという関係もあるので、ウラン235とプルトニウム239の比較をしてみた。

[図解のポイント]



上のような写真・図解を見せ、「このような鉱石から化学処理および物理処理をしてウランを取り出します」などと説明すると、ウランが他の金属と同じように鉱石から得られる天然の資源であることのイメージを、持ってもらえると考えられる。

[複合語]

濃縮ウラン → 天然のウランをもとに、ウラン 235 の割合を高めたウラン。天然のウランは、ウラン 235 が 0.7%、ウラン 238 が 99.3%の割合から成っているが、発電所の燃料として使うためにはウラン 235 の割合を高めなければならない。そこで、一般的にはガス拡散法や遠心分離法（質量差を利用）などによって天然ウランの中のウラン 235 の割合を高める。この処理を濃縮という。軽水炉の燃料として使うウランは、ウラン 235 の割合が 3～5%程度の濃縮ウランである。

劣化ウラン → ウラン 235 の割合が天然のウランよりも少ないウラン。濃縮ウランを作る作業でできるもので、ウラン 235 が 0.2～0.3%の割合のウランのこと。日本では、将来、高速増殖炉の燃料として使用するために保管されている。なお、劣化ウランのことを、減損ウランと呼ぶこともある。

[関連語]

原子爆弾 → 兵器使用の目的で、瞬間的に効率よく爆発させるため、核分裂しやすいウラン 235 またはプルトニウム 239 をほぼ 100%まで濃縮して使用している。ちなみに、広島に投下されたのはウラン型、長崎に投下されたのはプルトニウム型であった。

壊変 → 不安定な状態の原子核が、放射線を出して別のまたは安定した原子核に変わっていくこと。かつては「崩壊」と呼ばれていたが、核物理分野で「壊変」を用いるようになってから、アルファ壊変、ベータ壊変など「壊変」と呼ぶことが主流になってきている。ただし、「崩壊熱」のように炉工学分野などで定着した用語は、そのまま使用されている。

【参考文献】

- 1) 「原子力のすべて」編集委員会, 平成 15 年
(<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/sonota/study/aecall/book/pdf/siryoul.pdf>)
- 2) ATOMICA, 天然原子炉 (オクロ原子炉)
(http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_Key=04-02-01-10)
- 3) 一般社団法人 日本原子力産業協会, 燃料サイクルと放射性廃棄物
(http://www.jaif.or.jp/ja/fuel_cycle/uranium/b0202.html)
- 4) 日本原子力研究開発機構 核物質管理科学技術推進部, “保障措置”
(http://www.jaea.go.jp/04/np/archive/sg_is/)
- 5) 文部科学省, IAEA 保障措置体制下における日本の保障措置制度の改善・強化 (拡充)
(http://www.mext.go.jp/a_menu/hyouka/kekka/1289885.htm)
- 6) 公益財団法人原子力安全研究協会, 緊急被ばく医療研修講座” 内部被ばくに関する線量換算係数”
(http://www.remnet.jp/lecture/b05_01/4_1.html)
- 7) ATOMICA, 主な α 放射体毎の比放射能と発ガン毒性の比較
(http://www.rist.or.jp/atomica/data/fig_pict.php?Pict_No=09-03-01-05-02)
- 8) 日本原燃株式会社, 原子燃料サイクルと日本原燃の事業
(<http://www.jnfl.co.jp/recruit/business/uran.html>)
- 9) ATOMICA, ウラン転換
(http://www.rist.or.jp/atomica/dic/dic_detail.php?Dic_Key=187)

核分裂 nuclear fission

[簡単に]

原子の中心部にある核が割れてエネルギーを出す現象

[詳しく]

原子の中心部には原子核と呼ばれる部分があります。その原子核が割れてエネルギーを出す現象を言います。「核分裂反応」と言うこともありますが、同じ現象です。ウランやプルトニウムなどの核分裂は大量のエネルギーを取り出すことができます。そのエネルギーを用いるのが原子力発電です。

[角度を変えて]

ウランやプルトニウムなどの原子核が、核分裂を起こすのは中性子を取り込むことがきっかけとなります。また、核分裂が起こると中性子を二、三個放出します。この中性子が別のウランやプルトニウムの原子核に取り込まれることで、別の核分裂が起こります。このようにして、多くの核分裂が連鎖的に起こることで、非常に大量のエネルギーが生み出されます。

この核分裂の連鎖を安定した状態で制御しながら持続させているのが、原子力発電の原子炉内のしくみで、この状態のことを臨界（→見出し項目参照）と言います。一方、この連鎖を瞬間的に増大させ爆発的なエネルギーを作り出すのが原子爆弾です。原子力発電と原子爆弾とは、どちらも核分裂の際に出るエネルギーを利用しますが、その使い方が異なります。

核分裂によって割れた原子核は、それぞれを新たな原子核とした別の原子になります。その種類は非常に多様ですが、そのほとんどが放射能を持つ放射性物質です。放射性セシウムや放射性ヨウ素と呼ばれるものもその一つです。

[誤解に注意]

- 「核分裂」に対して、危険な現象であり、起きてはならないことと恐怖や不安を感じる人がいる。これは、福島第一原子力発電所事故後の対応で、壊れた原子炉内の核分裂を抑えるためにホウ酸水を注入するなどの緊急対応が大きく報道されたことなど、重大な事故の時のできごとがまず連想されてしまうからだと考えられる。事故や異状が起こった時でなくても、原子炉内では、原子核が分裂していて、そのことで発電のためのエネルギーを出していることを、わかりやすく説明することが望まれる。
- 核分裂が危険で怖いものになるのは、それが制御できなくなったときである。その可能性がある場合には速やかに制御棒を挿入して核分裂反応を止める設備が用意されている。

原子炉に多数設置されている検出器が異常を察知すると、速やかに制御棒が炉心に自動的に挿入され、核分裂の連鎖反応を停止させる。また、運転員の判断で、手動で制御棒を挿入することもできる。

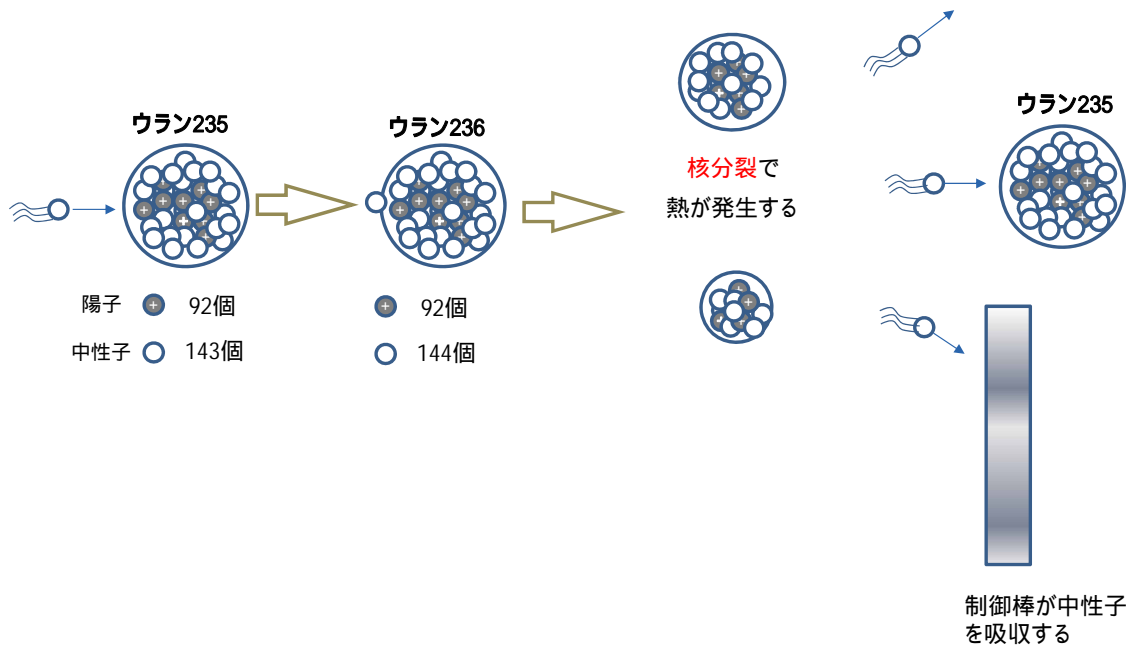
- 上記のような危険を想定した制御のシステムが効かなくなってしまった事故についても、必要に応じて説明する必要がある。その場合は、例えば、次のような説明をすることが考えられる。「制御棒が動かない場合などは、中性子を吸収して核分裂を止める中性子吸収材というもの（ホウ素のこと）を注入し、制御棒を使用せずに原子炉を停止することができます。」

[わかりやすく伝えるポイント]

- 核分裂が増えると、燃料の温度が上がり、原子炉の中の温度が上がって水が膨張するので、水の密度が下がる。そうすると、中性子が水で減速されにくくなり、核分裂を少なくするような力が働く。このように、自動的に核分裂を減らす性質が、原子炉（軽水炉）にはもともと備わっている。
- 原子炉の出力が上がると、ウラン原子の熱運動が激しくなって、核分裂しにくいウラン 238 が中性子をたくさん吸収する。そのことで核分裂しやすいウラン 235 の核分裂に必要な中性子が少なくなり、核分裂が減少する。
- 「原子核」や「中性子」のような科学の基本的な用語についても、説明の場面や相手の理解度に応じて、わかりやすく説明する必要がある。その場合は [関連語] に示した説明例などを参考にする。

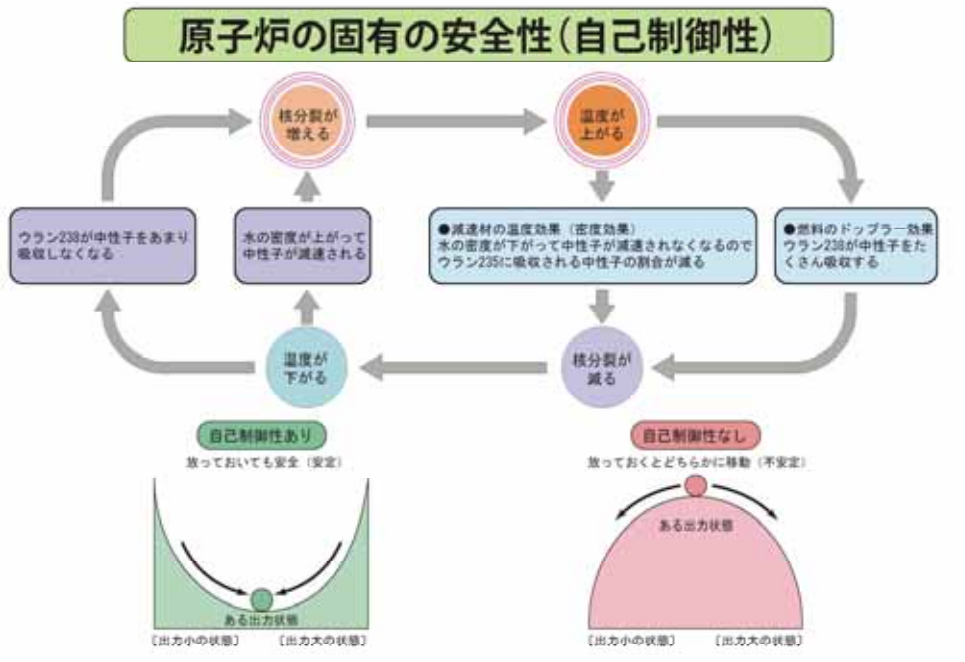
[図解のポイント]

- 核分裂の仕組みについては、次頁の図を用いて、次のように説明するとわかりやすい。
「ウラン 235 に中性子が取り込まれると、2つの原子核に分かれます。これを核分裂と言います。その時に出たエネルギーは、核分裂で出来た新しい原子核や中性子の運動エネルギーとなり、これらが燃料や周辺の水などと衝突して熱エネルギーに変わります。同時に2〜3個の中性子が出ますが、その中性子は別のウラン 235 に取り込まれて、また核分裂を起こします。そこでまた中性子が放出され、その中性子がさらに別のウラン 235 に吸収され、核分裂を起こすという連鎖反応が起こります。原子炉の中では制御棒を使ってこの連鎖反応の数を一定にし、安定したエネルギーを出すようにしています。」



核分裂の図解

- “わかりやすく伝えるポイント” に記した原子炉内の核分裂を自動的におさえるしくみについては、次の図を示したり描いたりしながら説明するとわかりやすい。



5-10

出典：原子力文化振興財団：「原子力」図面集 2012年版 5-10

[関連語]

核分裂生成物

原子の中心部にある原子核が割れて核分裂を起こすと、割れた原子核は、それぞれ新たに原子を作る。その物質のことを「核分裂生成物」と言う。そのほとんどは放射能を持っている放射性物質で、放射性セシウム、放射性ヨウ素もこれに含まれる。

〈ポイント〉

- ・「核分裂生成物」という用語はわかりにくいので、特に必要な場合以外は使わないようにしたい。核分裂のしくみとともに、それによってできる物質の性質を明確に説明することが望まれる。「核分裂によって生じる物質」と表現されることがあるが、核分裂によって分かれてできることをはっきりさせるため、「核分裂によってできる物質」と表現する方が望ましい。
- ・「放射性セシウム」(→見出し項目参照)や「放射性ヨウ素」(→見出し項目参照)など、具体的な物質に即して説明する方がわかりやすい場合もある。

原子核

物質はすべて原子から出来ています。原子は原子核と電子で構成されています。原子核は原子の中心にあり、その周りを電子が回っているイメージです。原子核は原子の質量のほとんどを占めていますが、大きさは原子の1万分の1程度です。世の中には安定した原子核と不安定な原子核があります。不安定な原子核は放射線を出して安定した原子核になります。安定、不安定を決めているのは、陽子と中性子の数のバランスです。

中性子

原子核は陽子と中性子からできています。陽子はプラスの電荷をもちますが、中性子は電氣的に中性で電荷を持ちません。中性子の質量は陽子とほぼ同じです(若干、陽子よりも大きい)。

自然放射線 natural radiation

[簡単に]

自然界にもともとある放射線

[詳しく]

原子力発電所の事故などで放出されたものでなくても、土の中にはもともと放射性物質が含まれていて、人間は、常に放射線を受けて暮らしています。土の中の放射性物質は、野菜などの食物に取り込まれたり、空気中に移ったりするので、人間はそこから放射線を受けています。このように、人工的に作り出される放射線ではなく、自然界にもともとある放射線のことを自然放射線と言います。宇宙から降り注ぐ宇宙線も自然放射線です。

[角度を変えて]

日本では、人間は平均して年間約 2.1 ミシーベルトの自然放射線を受けています。世界平均で年間約 2.4 ミシーベルトです。人々の住む自然環境と人工環境によってばらつきがあります。

例えば、土壌・岩石により放射性物質の量が異なるため、地域によって差がでてきます。国内では地域によって年間約 0.4 ミシーベルトの差があります。国外に目を向けると、その差は大きくなり、ブラジル、インド、イランの一部の地域では日本の数倍以上のところもあります。なお、このような高い地域においても、がん死亡率の増加があったという報告はありません。

また、飛行機に乗ると宇宙線を余計に受けることとなります。宇宙線の多くはもともと空気層によって遮断されています。地上から高い位置に行けば空気層が少なくなるので、その分余計に受けることとなります。富士山の頂上 (3,776 メートル) に立つと平地の約 5 倍受けます。

[誤解に注意]

- ・ 自然放射線だから身体に良く、人工放射線だから身体に悪いとする誤解がある。自然界に存在している自然放射線と、原子力発電所のように人工的につくり出した人工放射線とは、どちらも性質は同じであることを、必要に応じて伝えたい。このような誤解が広がっている背景には、ラドンの温泉などの効用が自然放射線の印象を良くし、これまでの原子爆弾や原子力事故による人体への悪影響が、人工放射線の印象を悪くしていることがあると考えられる。
- ・ 放射性物質は生まれながらにして人体の中に少なからずあることや、原子力発電所事故とは関係なく、土壌・岩石、全ての食品には多少とも放射性カリウムが入っていること

はあまり知られていない。このように、人はふだんから放射線を受けていることを伝え、少しでも放射線を受けると危険だと考える過度な不安を和らげることも、必要なことである。

- ・英語で、background radiation と表現される場合もあるが、その中には人工放射線を含めている場合があり、注意が必要である。

[わかりやすく伝えるポイント]

- ・ラドン温泉の効能（ホルミシス効果）は仮説であり、必ずしも定説となっていない。ラジウム含有量が高いとされている岐阜県の湯治場「ローソク温泉」の場合、1日で4～5マイクロシーベルトと見積もられている。
- ・自然放射線の話題となった場合、できれば人工放射線の話題も同時にするのが好ましい。特に福島での事故で周辺環境から受ける放射線の量が大きくなった地域もあり、そのような地域では、事故による人工放射線から、それまでの自然放射線だけからのときと比べて、どの程度余計に被ばくを受けることになったかを知ってもらうことも重要である。例えば、以下①～②に示す内容である。

① 「私たちの生活環境には人間活動でできた放射性物質による人工放射線があります。米国、旧ソ連などによる大気圏核実験、原子力事業や放射性物質の工業利用、原子力発電所の事故などによって放出された放射性物質から受ける放射線です。福島での事故前は日本の場合、年間0.02^{ミリ}シーベルトと見積もられていましたが、福島での事故によって、放射性物質が広範囲に放出され、土壌、草木、建物、道路等にくっ付いたり、雨で側溝などに集まったりするので、これらから出る放射線が増加しています。増加の幅は地域によってさまざまです。また、放射性物質が農地の土壌から作物に取り込まれるなどの影響も出ており、食品を通じた内部被ばくも考慮しなくてはなりません。」

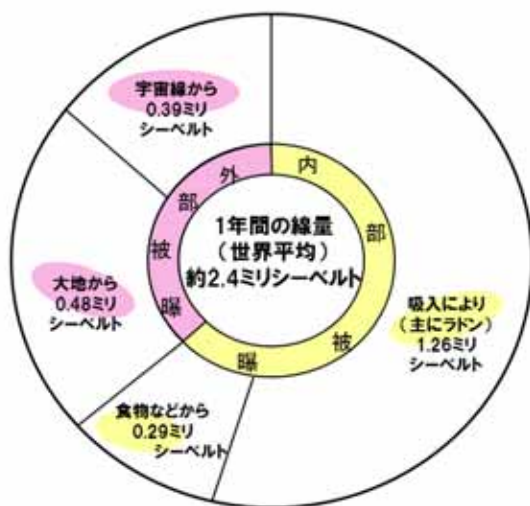
② 「そこで、事故によって余計に受けることになった外部被ばく線量を計算する際は、大地から受ける自然放射線の量である毎時0.04マイクロシーベルトを差し引いた数字を使います。例えば、線量が毎時0.23マイクロシーベルトの地点に住んでいる場合ですと、事故による追加被ばく放射線量は、0.04を差し引いた毎時0.19マイクロシーベルトを用います。8時間外にいて残りは木造家屋内にいるという条件で見積もると、1年間で1^{ミリ}シーベルトになります。この場合、木造家屋内にいる際の線量は、外にいる場合の4割程度に下がるという仮定をしています。なお、大地からの放射線は天候によって変動しますし、変動の差も地域によって違うので一概に言えませんが、自分の家の周辺が毎時0.04マイクロシーベルト程度であれば事故前とあまり変わらないということになります。毎時0.04マイクロシーベルトより大幅に高いならその増加分を余計に受けることになります。内部被ばく線量については、基準値の食品を摂取し続けたと仮定して被ばく線量を見積もっても、1年間で最大0.8^{ミリ}シーベルト

程度です。なお、1歳未満のお子さんの場合は0.3ミリシーベルト程度です。もちろん、基準値の食品を摂取し続けることは考えにくく、実際の被ばく線量はこれより十分小さい値になります。従って、市場に出ている食品などを摂っているのではあれば、健康への影響を心配する必要はありません。」

- ・医療における被ばくも、人工放射線の一つとして知っておいてもらうことが望ましい。例えば、次のように説明するとわかりやすい。

「医療における診断の際に受ける放射線も人工放射線という区分になりますが、諸外国は年間0.6ミリシーベルトであるのに比べて、日本は医療被ばく量が高く、平均して年間2.25ミリシーベルトです。診断の種類によって受ける量には差があり、例えば、胸部X線検査を1回受けると0.06ミリシーベルト、胸部CT検査を1回受けると6.9ミリシーベルトです。」 <「被ばく」の項参照>

[図解のポイント]



1年間の線量 日本平均	ミリシーベルト
吸入により	0.5
食物などから	1.0
大地から	0.3
宇宙線から	0.3
合計	2.1

- ・1年間に受ける自然放射線は日本では平均して年間約2.1ミリシーベルト（2011年12月、生活環境放射線編集委員会公表）、世界平均は年間約2.4ミリシーベルト（国連科学委員会2008年報告）である。世界平均における内部被ばくと外部被ばく、放射線源の内訳は上図のとおりである。また、日本平均における放射線源の内訳は上の右側の表のとおりである。

日本の方が世界平均より線量が少ないのは、主にラドン等を吸入することによる内部被ばくが少ないことによる。ラドンは気体であるため大地などから空気中に移行するが、建物がコンクリートや石造りであればそこからもラドンが出るので、コンクリートや石造りの建物の多い諸外国では内部被ばくが多くなる。一方、日本は木造建築が多いので世界平均と比べ低い値となっている。

- ・日本の自然放射線量は、1990年頃のデータでは1.5ミリシーベルトとされていた。

- ・[角度を変えて]において、地域によって年間約0.4ミリシーベルトの差があると記したが、具体的には、比較的高い岐阜県と比較的低い神奈川県との差である。一般に、西日本は放射性物質を多く含む花崗岩地帯が多いため、大地からのガンマ線の量が多い。

[関連語]

人工放射線 → 原子力事業、産業利用など人間活動によって造られた放射性物質からの放射線、医療分野で検診・治療で使われる放射線も含む。

【参考文献】

- 1) ATOMICA, 自然放射線による被ばく
(http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_No=09-01-05-04)
- 2) 電中研ニュース 451, 2009年1月発行
(<http://criepi.denken.or.jp/research/news/pdf/den451.pdf>)
- 3) ATOMICA, ブラジルの高自然放射線地域における住民の健康調査
(http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_No=09-02-07-03)
- 4) 文部科学省, 放射線と安全確保
(http://www.mext.go.jp/a_menu/anzenkakuho/pamphlet/_icsFiles/afieldfile/2009/06/22/090522.pdf)
- 5) 環境省, 除染情報サイト “放射性物質の環境汚染について”
(<http://josen.env.go.jp/osen/index.html>)
- 6) 厚生労働省, 薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会放射性物質対策部会資料 (平成23年12月22日) ” 基準値の食品を摂取し続けた場合の被ばく線量”
(<http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000001ywlj-att/2r9852000001ywd3.pdf>)
- 7) 下 道國, 健康文化 46号 2011年10月発行 “放射線量と健康影響 —ラドン温泉と福島原子力発電所事故—”
(<http://www.kenkobunka.jp/kenbun/kb46/simo46.pdf>)
- 8) 公益財団法人原子力安全研究協会, 新版 生活環境放射線 (国民線量の算定)
(<http://www.nsra.or.jp/library/books/book.html>)

臨界 criticality

[簡単に]

核分裂の連鎖的な反応が一定の割合で続いている状態

[詳しく]

原子力は、核分裂で熱を発生させて発電しています。原子炉では、核分裂を最初は少しずつ起こしますが、次第に繰り返し起こすようにしていきます。その連鎖反応を一定の割合に保つことで、エネルギーを安定して出すようにします。この定常状態のことを臨界といいます。原子炉の通常運転中は、臨界状態にあります。

[角度を変えて]

原子力発電では臨界を維持して電気を生み出します。臨界を維持するために運転員が日夜交代で原子炉を監視し操作をしています。しかし、このように制御された臨界ではなく、予期しない場面で臨界が起きると危険な事故につながる場合があります。原子炉の場合は、そのような状況を防止する安全システムが備わっていますが、燃料製造工場ではそもそも臨界にならないよう、一度に扱う燃料の量を制限する設備を造り管理手順を定めています。1999年、茨城県東海村にある燃料を作る会社（JCO）で臨界事故がありました。臨界となった燃料タンクのそばにいた従業員2名の方々は、突然たくさんの放射線を一度に受け死亡しています。この事故は、機器の故障や誤作動ではなく、一度に大量の燃料を処理するため、臨界防止の重要性に気づかないまま、作業手順を変更したこと等が原因で起きたものです。

[誤解に注意]

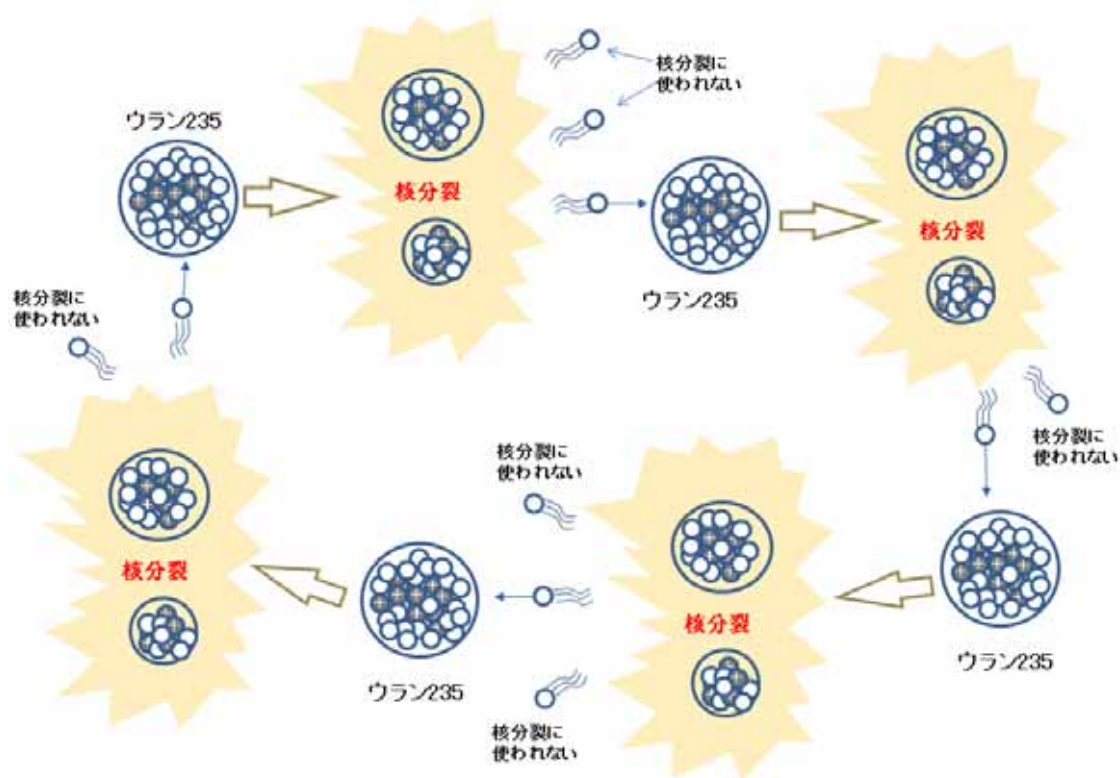
- Web アンケート調査によると、「臨界」は「限界」と同じという誤解が広がっており、爆発寸前の状態だと思っている人が多い（47%）。
- JCO 事故などの重大な事故を始め、大きく報道された臨界事故の印象が強いため、悪い意味にとる人の方が、圧倒的に多い。
- 一般の人々へのインタビュー調査では、「臨界」の意味について、「やっちゃいけない、そこまでいっちゃいけないもの」、「制御不能になって止まらなくなってしまう」、「臨終という言葉が思い浮かぶ」などの発言があった。

[わかりやすく伝えるポイント]

- 悪い意味に取る誤解が広がっており、危険と感じる度合いもかなり強いので、正しい意味を説明する必要性が高い。

- ・原子炉出力が安定している状態という意味で理解している人は 3 割に満たない。説明を付けずにそのまま使うと、まずは誤解されと思った方がよい。
- ・核分裂のしくみを理解してもらっていただければ、臨界の意味も説明しやすい。まずは、核分裂（→見出し項目参照）の[簡単に][詳しく]の説明をしてから、臨界の説明に入ったほうが良い。

[図解のポイント]



上のような図を用いて、次のように説明するとわかりやすい。

「核分裂は、中性子がウランなどにぶつかることがきっかけで引き起こされます。このとき、1 個の中性子がウランの原子核にぶつかって核分裂を起こすと、原子核は二つに割れ、中性子が 2～3 個出てきます。これらの中性には、再びウランにぶつかって核分裂をして、2～3 個の中性子を出すものもあれば、原子炉の中の別の物質に吸収されたり、原子炉から逃げ出したりして、核分裂に使われないものもあります。核分裂に使われる中性子の数（上の図では 1 個）と、核分裂の継続に必要な中性子の数（上の図では 1 個）が等しい状態が、臨界です。」

[複合語]

再臨界 → 未臨界状態から再び臨界になること

JCO 事故や福島第一原子力発電所事故で報道されたことから、事故時の悪い状態を指す意味で使われた。事故等で正規の手順や方法で制御が難しい未臨界状態の原子燃料が、再び臨界になることを意味する。

[わかりやすく伝えるポイント]

核分裂をまず理解していただくことが前提である。

【参考文献】

- 1) 公益財団法人 原子力安全技術センター，原子力防災基礎用語集 “臨界”
(http://www.bousai.ne.jp/vis/bousai_kensyu/glossary/ri03.html)
- 2) 「原子力のすべて」編集委員会，平成 15 年
(<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/sonota/study/aecall/book/pdf/siryoul.pdf>)
- 3) 日本原子力発電株式会社，げんでん会社案内 2011－2012
(<http://www.japc.co.jp/company/pdf/genden11-12.pdf>)
- 4) ATOMICA，臨界事故による放射線被ばく
(http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_Key=09-03-02-05)
- 5) 日本原子力学会ヒューマンマシンシステム研究部会 JCO 事故調査特別作業会，JCO 臨界事故に関する見解
(<http://www.aesj.or.jp/~hms/link/joc-j.html>)
- 6) 東海村，「JCO 臨界事故から 10 年を迎えて～語り継ぐ思い～」
(<http://www.vill.tokai.ibaraki.jp/viewer/info.html?id=1399&bcn=genre&anc=top>)
- 7) (社) 化学工業会 “超臨界流体部会”
(<http://www2.scej.org/scfdiv/scf.html>)

燃料ペレット fuel pellet

[簡単に]

原子炉で使う燃料を、直径・高さともに1センチ程度の円筒形に焼き固めたもの

[詳しく]

原子炉で使う燃料を、直径0.8センチ・高さ1センチ程度（PWRの場合、BWRの場合は直径・高さとも1センチ程度）の小さな磁器のように焼き固めたものです。原子力発電の燃料は、ウランなどの粉末状の物質を高温で焼いて固めたものが、最も小さな単位です。これが「燃料ペレット」というものです。燃料ペレットを金属の管に詰めて密封したものが「燃料棒」です。燃料棒を数十本～数百本束ねたものを「燃料集合体」と言います。燃料集合体を百～数百体まとめて原子炉に入れて、原子力発電に使っています。

[角度を変えて]

原子力発電は原子炉で発電をしますが、原子炉の中心にあるのが燃料です。その燃料を安全にかつ効率的に利用できるように、燃料の形状や装てんの方法には様々な工夫が凝らされています。ウランなどの燃料は、金属のままでは融点が低いので、酸化物にして融点を高めています。ウランの酸化物を粉末状にして円筒形の磁器のように焼き固めます。それによって、核分裂によってできたほとんどの放射性物質をペレット内に閉じ込めることができます。

[わかりやすく伝えるポイント]

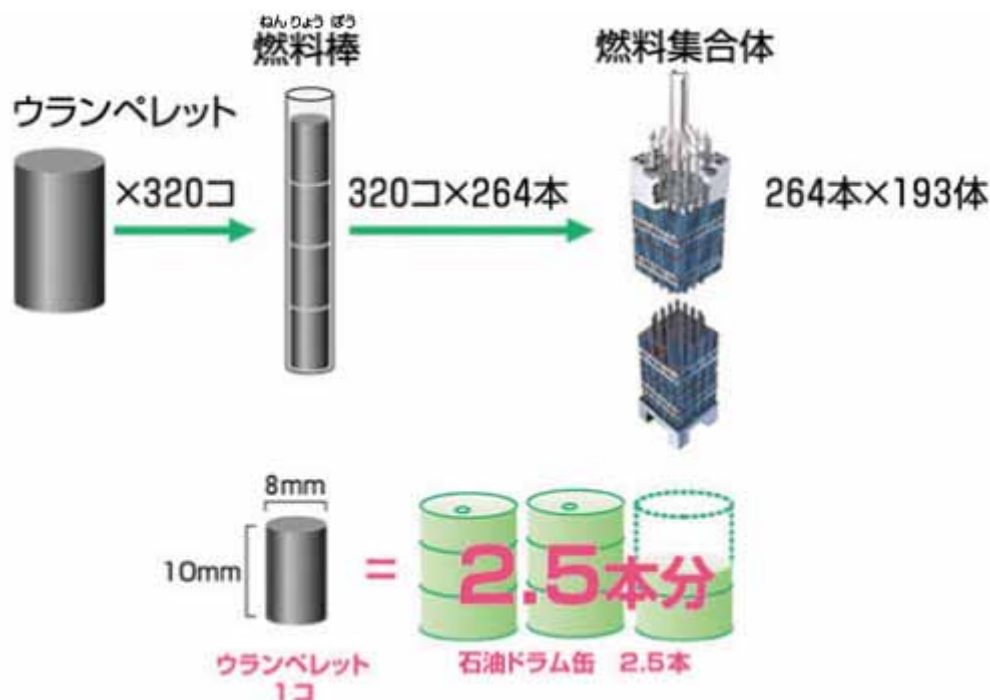
- ・「ペレット」という語は、一般用語としても、ペットのえさや種々の原料や燃料を小さな固まりにしたものとして、用いられることがあり、それらを知っている人にはイメージしやすい語である。一方、それらを知らない人にとっては、小さな固まりのことであるということも、わかりやすく説明する必要がある。
- ・原子炉のしくみを理解する中で、燃料ペレットについても理解することが望ましく、「被覆管」「燃料棒」「燃料集合体」「原子炉」「原子炉圧力容器」「原子炉格納容器」「原子炉建屋」などと合わせて伝える方法を工夫することが重要である。

[図解のポイント]

- ・燃料ペレットのように、具体的な物を説明する場合は、写真を見せたり、絵を描いたりすることが望まれる。例えば、下のような写真を見せながら、[詳しく][角度を変えて]に記したような説明を行うとわかりやすい。

燃料ペレット (PWR：大飯発電所の場合)

原子力発電所で使われている燃料(ねんりょう)は、ウランを筒型に焼き固めたもので「ペレット」と呼ばれています。8ミリメートル×10ミリメートルのウランペレット1個で、一般家庭で使う電気の約6カ月分を発電することができます。



- ・ 燃料棒264本で、燃料集合体1体となります
- ・ 他の発電所では、燃料棒、燃料集合体の数は異なります

出所：関西電力 HP

http://www1.kepco.co.jp/pr/elcity/ecoenergy/dictionary/50on/dictionary_ka.html

- ・ 燃料ペレットが、原子炉での発電のしくみのなかでどのような役割を果たしているかは、「燃料被覆管→(見出し項目参照)」に示すような図解を見せながら、燃料を効率的に使うことや、放射性物質が漏れ出さないように安全性に配慮されていることなども、合わせて説明したい。

[関連語]

- 燃料被覆管 → 親見出し参照(p55)
- 原子炉 → 「原子炉格納容器」参照(p33)
- 原子炉圧力容器 → 「原子炉格納容器」参照(p33)
- 原子炉格納容器 → 親見出し参照(p33)
- 原子炉建屋 → 「原子炉格納容器」参照(p33)
- 5重の壁 → 「原子炉格納容器」参照(p33)

原子炉格納容器 reactor containment

[簡単に]

原子燃料が入っている容器やこれにつながるポンプなどを覆っている建造物。発電所の建物の中にある。

[詳しく]

原子燃料が入っている容器やこれにつながるポンプ類など、原子力発電所の最も重要な機器を覆っている建造物です。頑丈に造られており、放射性物質が外に漏れないように設計されています。原子炉建屋の中にあります。

[角度を変えて]

原子力発電所の中心は原子炉ですが、原子炉は「原子炉圧力容器」という鋼鉄でできた容器で覆われています。高温高压に耐え、放射性物質や放射線が外部に漏れないようにする、非常に強固な建造物です。「原子炉圧力容器」からは、水や蒸気を通る管やポンプ類がつけられています。それら全体を覆っているのが「原子炉格納容器」です。「原子炉格納容器」も鋼鉄やコンクリートからなる、頑丈な建造物です。通常は、事故の際に放射性物質が外に漏れないようにする役割を果たしますが、福島第一原子力発電所事故では、水素爆発によって原子炉建屋が吹き飛ばされましたが、放射性物質は、その内側にある原子炉格納容器内の圧力が上昇してこわれたため、漏れ出したと推定されています。

[誤解に注意]

- ・「原子炉格納容器」という言葉からは、原子炉を中に納めた入れ物という意味が連想されるが、「原子炉」は、この容器を含む全体や、更に外側にある装置も含んだ発電設備全体を指して使われることもあり、わかりにくい。「原子炉格納容器」という言葉を用いる場合は、発電設備のどこを指しているのかを明確に示す必要がある。
- ・「原子炉圧力容器」と「原子炉格納容器」の区別は、一般の人にはわかりにくく、どちらが内側でどちらが外側にあるか、正しく理解していない人も多い。これらの区別が必要になる説明を行う場合は、図解をしながら明確に伝えることが望まれる。

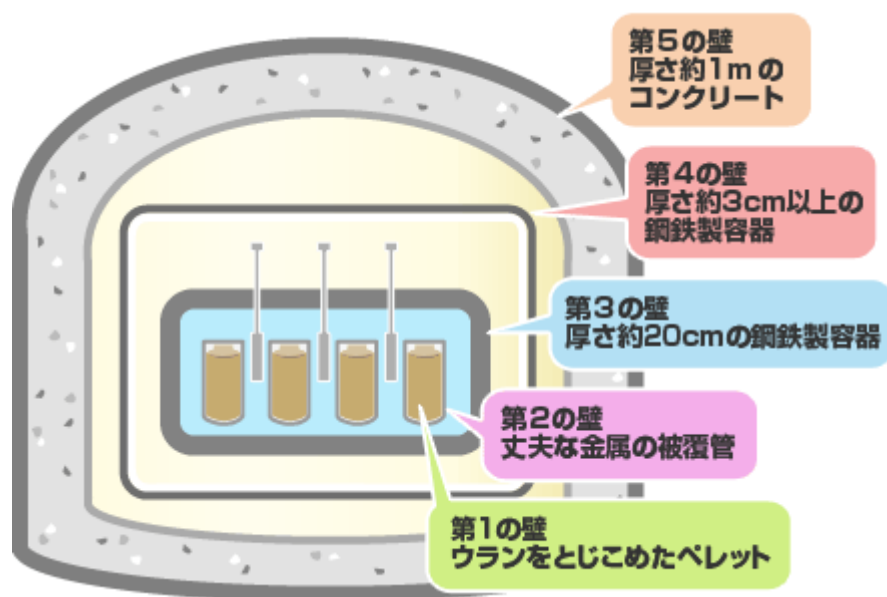
[わかりやすく伝えるポイント]

- ・人々が、原子炉内の構造を理解しておく必要を感じる機会はありませんが、福島第一原子力発電所事故直後は、原子炉で何が起きているかの説明や報道がわかりにくく、大きな不安や混乱を社会にもたらした。平時から、原子炉のしくみを説明しておくことには意味がある。

- ・「原子炉格納容器」単独での説明が求められることよりも、原子炉に関わる他の設備と一緒に説明する必要が生じる場合が多いかもしれない。[図解のポイント]に示す説明例などを参考に、その場で求められている範囲の説明を的確に行う工夫を行うことが望ましい。

[図解のポイント]

- ・ 下のような図を示しながら、放射性物質を外に出さないように、5重の壁が用意されていることを説明するとわかりやすい。例えば、次のような説明である。「原子炉の中は、原子燃料が核分裂してできる放射性物質が外に漏れ出さないように、何重もの防壁が用意されています。原子燃料は、燃料ペレット（第1の壁）の形状に焼き固められ、燃料被覆管（第2の壁）に入れられます。その周りを原子炉圧力容器（第3の壁）が覆っています。その外側には、加圧器や蒸気発生器あるいは多くの管などがありますが、それら全体は、この原子炉格納容器（第4の壁）の中に入っています。そして、一番外側に、原子炉全体を中に納めた、原子炉建屋（第5の壁）があります。」



出所：関西電力 HP

<http://www1.kepco.co.jp/bestmix/contents/16.html>

[関連語]

- 原子炉 → [図解のポイント]参照
- 原子炉圧力容器 → [図解のポイント]参照
- 原子炉建屋 → [図解のポイント]参照

軽水炉 (LWR) Light Water Reactor

[簡単に]

核分裂で発生した熱によって水から蒸気を発生させ、蒸気力でタービンを回して発電するもっとも一般的な原子炉

[詳しく]

原子力発電は、核分裂を人工的に制御することで、安全に行うことができます。その制御を行う最も基本的な装置が原子炉です。原子炉にはいくつかの種類がありますが、核分裂が基になって生じた熱によって、原子炉の周りを取り囲んでいる水を蒸発させ、その蒸気力でタービンを回す方式の原子炉です。日本の原子炉はほとんどすべてが軽水炉です。

[角度を変えて]

原子炉の分類法の一つに、減速材（中性子のエネルギーを下げる材料）や冷却材（原子炉から熱を取り出す材料）に何を使うかによる方法があります。このうち、減速材に水（軽水）を使うのが軽水炉です。軽水炉では、この減速材をそのまま冷却材として利用しています。他に、減速させる素材として、重水素からなる重水を使う重水炉、炭素からなる黒鉛を使う黒鉛炉、中性子を減速させない高速炉などがあります。

[誤解に注意]

- ・「軽水」は「普通の水」と説明されることがあるが、普通でない水がイメージしにくいので、この説明だけではわかりにくい。

[わかりやすく伝えるポイント]

- ・軽水炉と高速増殖炉の違いの説明の仕方は、下表および「高速増殖炉」の項を参照していただきたい。
- ・原子炉の種類の中かで、特に軽水炉の特徴を理解してもらいたい場合は、下表に記した項目のうち、必要な箇所を説明することが考えられる。その際、次のようなことに注意する必要がある。
 - 軽水炉には、原子炉の中で水が沸騰している『沸騰水型炉 (BWR)』と、原子炉を通る水は加圧して沸騰させず、別系統の水を蒸気にする『加圧水型炉 (PWR)』とがある。
 - BWR、PWR といったアルファベット略語は、わかりにくく感じる人も多い。いきなり略語を使うのではなく、まずは沸騰水型炉、加圧水型炉という日本

語を使って、それぞれの原子炉の特徴を簡単に言い添える方がわかりやすい。

- それぞれの軽水炉の特徴を一度にすべて理解してもらおうとするのではなく、その場その場で必要な点を中心に説明するのがよい。

軽水炉（沸騰水型、加圧水型）と高速増殖炉の主な特性

項目	軽水炉（LWR）		高速増殖炉（FBR）
	沸騰水型炉（BWR）	加圧水型炉（PWR）	
核燃料の核分裂を起こさせる中性子のスピード	遅い	遅い	速い
燃料	ウラン燃料	ウラン燃料	MOX（モックス）燃料
主に核分裂する物質	ウラン 235	ウラン 235	プルトニウム 239 プルトニウム 241
ウラン 235 濃縮度	約 3.2～3.5%	約 3.4～4.5%	劣化ウラン ^{注1)} (0.2～0.3%)
MOX 燃料中のプルトニウムの割合	—	—	20～30%
ブランケット燃料 ^{注2)} の有無	無し	無し	有り
増殖比	約 0.6（転換比）	約 0.6（転換比）	約 1.2
炉心で発生した熱を取り出す冷却材	軽水（普通の水）	軽水（普通の水）	ナトリウム
核分裂で発生した高速の中性子を減速するための減速材	軽水	軽水	無し
出力密度 ^{注3)}	約 50kW/ℓ	約 100 kW/ℓ	400～1000kW/ℓ
常圧での冷却材の融点 沸点	軽水 0℃ 100℃	軽水 0℃ 100℃	金属ナトリウム 97.8℃ 883℃
原子炉冷却材温度	約 278℃（入口） 約 287℃（出口）	約 289℃（入口） 約 325℃（出口）	約 397℃（入口） 約 529℃（出口）
出口、入口温度差	～10℃	～30℃	～150℃
熱→電気変換効率	約 30%	約 30%	約 40%
原子炉冷却材圧力	約 70 気圧	約 150 気圧	常圧 （ポンプ吐出圧 ～10 気圧）
被覆管材質	ジルカロイ-2 （ジルコニウム合金）	ジルカロイ-4 （ジルコニウム合金）	SUS316 相当ステンレス鋼
原子炉圧力容器肉厚	10～25cm	10～25cm	2.5～6cm
制御棒の挿入	下から挿入	上から挿入	上から挿入

注1) 天然ウラン濃縮後、軽水炉では不用となったウラン 235 含有量 0.2%程度のウラン

注2) 燃料を増殖するために、炉心の周りに置く燃料。劣化ウランが主に使用される。

注3) 燃料の単位体積あたりの出力

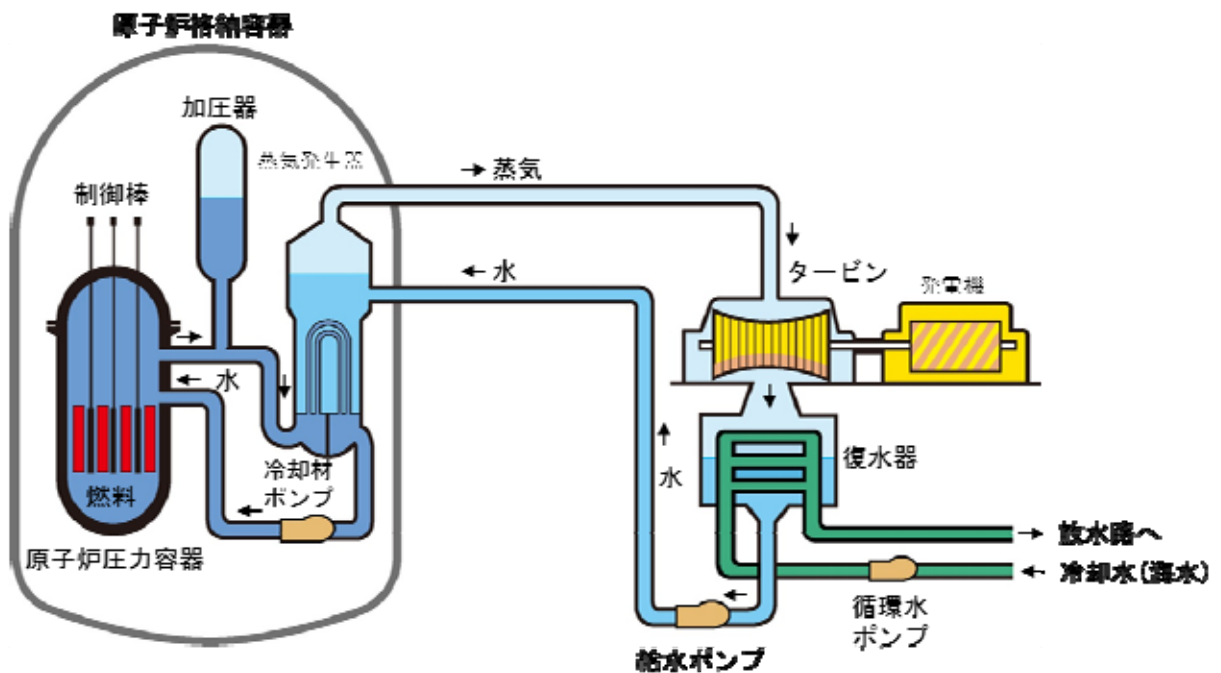
[図解のポイント]

- 例えば、次のような説明をするとわかりやすい。

「沸騰水型炉（BWR）と加圧水型炉（PWR）との違いは、原子炉の中で水が沸騰しているか、いないかの違いです。沸騰水型炉（BWR）は、原子炉の中で水を沸騰させ蒸気を作ります。加圧水型炉（PWR）は、原子炉の中で高温・高圧の水を作り蒸気発生器で熱交換を行うことで蒸気を作ります。どちらも作った蒸気でタービンを回して発電する点は、火力発電と同じ仕組みです。」

- [わかりやすく伝えるポイント] で示した表と、下のような図解とを組み合わせると、説明の仕方を工夫するとよい。

加圧水型炉 (PWR) 原子力発電のしくみ

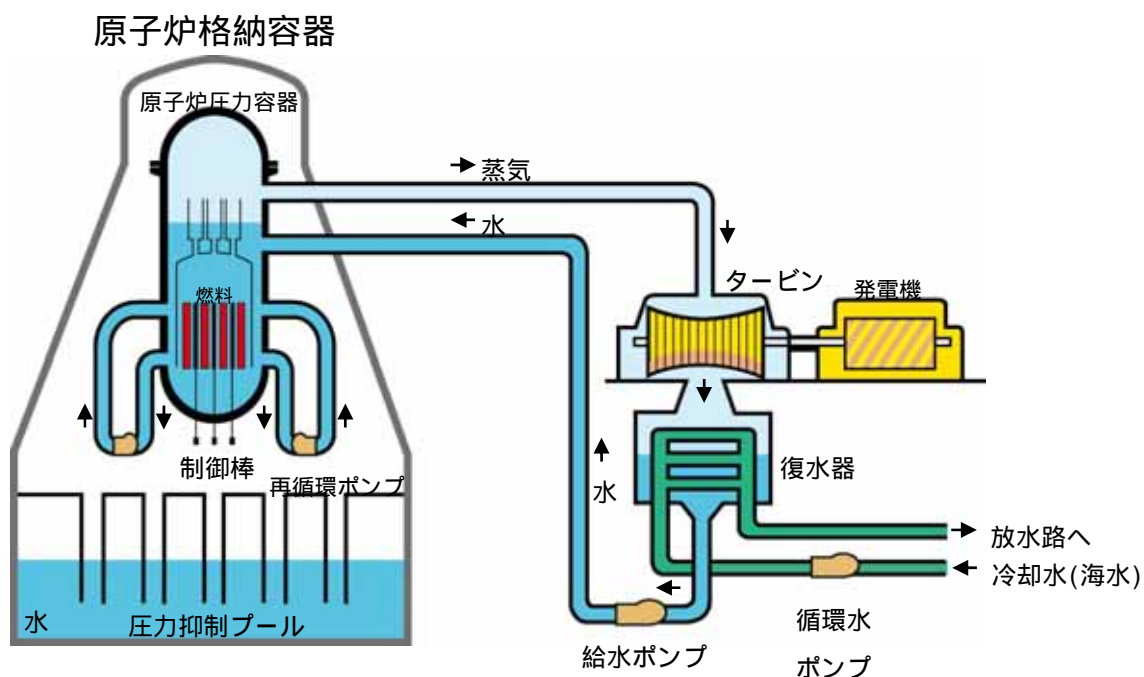


図は原子力・エネルギー図面集 2011

(<http://www.fepec.or.jp/library/publication/pamphlet/nuclear/zumenshu/digital/index.html>)

を一部修正

沸騰水型炉 (BWR) 原子力発電のしくみ



図は原子力・エネルギー図面集 2011

(<http://www.fepec.or.jp/library/publication/pamphlet/nuclear/zumenshu/digital/index.html>)

を一部修正

【関連語】

原子炉 → 「原子炉格納容器」参照(p33)

沸騰水型炉 → [わかりやすく伝えるポイント]参照

加圧水型炉 → [わかりやすく伝えるポイント]参照

高速増殖炉 → 親見出し参照(p155)

【参考文献】

ATOMICA

<http://www.rist.or.jp/atomica/data/pict/03/03010203/01.gif>

http://www.rist.or.jp/atomica/data/fig_pict.php?Pict_No=04-06-01-03-02

http://www.rist.or.jp/atomica/data/fig_pict.php?Pict_No=02-03-01-02-01

http://www.rist.or.jp/atomica/data/fig_pict.php?Pict_No=02-04-01-02-01

http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_Key=03-01-02-03

電気事業連合会 HP から http://www.fepc.or.jp/faq/1189751_1457.html

電気事業連合会 HP から 軽水炉のしくみ

<http://www.fepc.or.jp/enterprise/hatsuden/nuclear/keisuiro/index.html>

ATOMICA から 高速増殖炉と軽水炉の相違 (03-01-02-03)

http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_Key=03-01-02-03

放射線管理区域 radiation controlled area

[簡単に]

被ばくから身を守るために立ち入りを制限した、原子力施設内の特別の区域

[詳しく]

放射性物質を取り扱う、発電所や事業所などでは、放射線や放射能のレベルが一定の基準を超えるおそれのある区域を、管理区域に設定し、立ち入りを制限します。これは、従業員や周辺住民が無用な被ばくをしないようにするためです。例えば、外部被ばくだけが考えられる場所では、3か月で1.3ミリシーベルトを超える可能性のある区域を、放射線管理区域とします。

[角度を変えて]

放射線管理区域では、被ばくを防ぐために原子力施設の関係者以外の立ち入りを原則として禁止します。また、区域内における放射線を監視したり、作業者の仕事の仕方を管理したりします。放射性物質によって汚染された物などを別の施設に移す場合は輸送の安全基準などを満たしているかどうか、液体や気体の放射性廃棄物を施設の周辺に出す場合でも監視や測定をするなど、周辺住民の健康と安全を守るために、放射線が過度に漏れないよう、また、放射能汚染が拡大しないように、常に厳重な対策を取ります。

この区域の設定は事業者が行います。外部から受ける放射線の線量、空気中の放射性物質の濃度、汚染される物の表面の放射性物質の密度などについて、この区域とする基準は、法令で定められています。

[誤解に注意]

- ・「放射線管理区域」は、外部被ばくだけを問題にする用語であるが、内部被ばくと外部被ばくの両方が問題になる区域は、別に「汚染管理区域」と言って区別される。そして、法令では、それぞれを「管理区域」と呼んでいる。「管理区域」という語が使われているときは、どちらの意味で使われているのか注意しなければならない場合がある。また、この用語には、原子力や放射線の話かどうかはわかりにくいという問題もある。このような用語の実態があることを十分認識したうえで、その場その場で伝えたいことが誤解なく伝わるように、工夫する必要がある。
- ・福島第一原子力発電所事故の後、上記の法令が定める基準以上の放射線量となった地域があった。その際に、その地域を放射線管理区域に指定して立ち入りを制限すべきかどうかという混乱が生じた。事故などの緊急時は、放射線管理区域の考え方は適用されず、原子力災害対策特別措置法に基づく「警戒区域」や「計画的避難区域」が適用されるの

で、注意が必要である。

[わかりやすく伝えるポイント]

- ・放射線や放射能の管理区域を規定する法令についてその内容を説明する必要がある場合は、次のように説明するとわかりやすい。

- 「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律」

放射性物質や放射線を出す装置の取扱い、またそれらから出た放射線によって汚染された物の廃棄などの取扱いを規制して、放射線障害の防止、公共の安全を確保するために定めた法律です。その下にある規則において、放射線や放射能汚染の管理区域の設定要件が規定されています。

- 「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」

原子力事業や国際規制物資の使用等を規制して、それらによる災害の防止、核燃料物質の防護、公共の安全を図るために定めた法律です。その下にある規則において、放射線や放射性物質による汚染の管理区域の設定要件が規定されています。

[関連語]

放射線 → 親見出し参照 (p1)

放射能 → 親見出し参照 (p5)

シーベルト → 親見出し参照 (p45)

放射性廃棄物 → 親見出し参照 (p165)

【参考文献】

- 1) ATOMICA, 管理区域
(http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_Key=09-04-05-03)
- 2) 原子力規制委員会, 用語集 “管理区域”
(<http://www.nsr.go.jp/archive/nisa/word/6/0194.html>)
- 3) 核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律
(<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S32/S32H0166.html>)
- 4) 放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律
(<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S32/S32H0167.html>)
- 5) 放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律施行規則
(<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S35/S35F03101000056.html>)
- 6) 経済産業省プレス発表 (平成 23 年 4 月 22 日), 計画的避難区域、緊急時避難準備区域の設定
(<http://www.atomdb.jnes.go.jp/content/000118461.pdf>)

半減期 half-life

[簡単に]

放射性物質がもとの量の半分になるまでの時間

[詳しく]

放射線を出す能力、すなわち放射能は、時間と共に減っていきます。放射能が減っていくスピードは放射性物質の種類によって異なります。そのスピードを表す目安として、放射性物質の量が半分になる時間に着目します。放射性物質の量が半分になるまでにかかる時間を半減期と言います。ただし、その時間は放射性物質により大きく異なります。1秒未満のものから億年単位のものまであります。

例えば、ヨウ素 131 の半減期は 8 日、カリウム 40 が 12.5 億年、セシウム 137 が 30 年です。注意したいのは、半減期の 2 倍の時間が経過しても、放射性物質はゼロにはならないことです。たとえば、最初、放射性物質の量が 100 だったものが、半減期の時間がたつと、50 になりますが、次の半減期の時間がたつと（最初の時間からだと半減期の 2 倍の時間で）、25 になり 0 にはなりません。

[角度を変えて]

放射能が減っていくということは、放射性物質が別の物質に変わって量が減っていくことです。ある時点にあった放射性物質の量の半分が、別の物質に変わる時間が半減期です。半減期が短いと放射性物質は早くなくなります。ただし、その分短い時間に放射線を集中的に出します。一方、半減期が長いと少しずつ放射線を出します。

放射性物質の半減期は物質ごとに決まっています。その物質の温度を上げたり、大きな圧力をかけたり、高い電圧をかけたり、強い磁場をかけたりしても半減期は変わりません。唯一、原子核反応を起こして違う物質に変えれば、半減期は変わります。と言うより、違う物質に変えるので、その物質の持つ半減期が変わるということです。

[誤解に注意]

Web アンケート調査で、半減期の内容についての正解率は 55%であった。「放射性物質が人体に影響を与えない程度にまで少なくなる時間」と回答した人が 14%、「半減期の 2 倍の時間がたつと放射性物質の量はゼロになる」と回答した人が 9%いた。

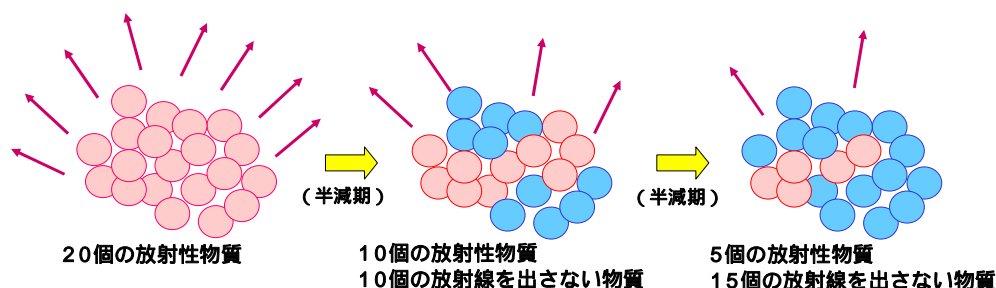
[わかりやすく伝えるポイント]

時間が経過すると、放射性物質の量は減っていくことを正しく理解してもらうことが大切であり、その減り方をとらえるものさしになるのが「半減期」。ダイオキシンやヒ素のような有害化学物質の毒性はずっと変わらないが、放射性物質の量は時間と共に減っていく。

[図解のポイント]

時間とともに弱くなる放射能

放射性物質は放射線を出しながら、不安定な状態から徐々に安定な状態（もう放射線が出ない状態）に変化する。



放射性物質が半分になるまでの時間 = 半減期

[複合語]

生物学的半減期 → 本項で説明している半減期は、壊変（崩壊）により放射性物質が減少する「物理的半減期」である。健康への影響を評価するためには、物理的半減期の他、体内に取り込まれた放射性物質が排泄などによって減少する「生物学的半減期」も考慮する必要がある。「生物学的半減期」とは、放射性物質の半分の量が人体から排出される時間である。

[関連語]

放射能 → 親見出し参照 (p5)

放射性物質 → 親見出し参照 (p9)

シーベルト Sievert (Sv)

[簡単に]

放射線の人体に対する影響の度合を評価する指標

[詳しく]

ある程度の量を超えた放射線を受けると、人体に影響が出ます。その影響の度合いはシーベルトという単位であらわされます。1シーベルトの1,000分の1が1ミリシーベルト、1ミリシーベルトの1,000分の1が1マイクロシーベルトです。シーベルトはSv、ミリシーベルトはmSv、マイクロシーベルトは μ Svと書かれることもあります。学者の名前に由来するので、Sは大文字になっています。

[角度を変えて]

人は平均すると自然界から1年間で2.4 μ Sv程度の放射線を受けています。胸のX線検査1回で0.05 μ Svを受けます。全身に一度に7,000 μ Svを受けると死亡します。おおよそ100 μ Sv未満では、放射線ががんを引き起こすという科学的な根拠はありません。それを超えた場合、たとえば100 μ Svの放射線を受けると、がんで亡くなる可能性が0.5%上昇します。このことは具体的には、次の例のようになります。現在、日本人は1000人のうち300人ががんで亡くなっていますが、仮に1,000人が100 μ Svの放射線を受けたとすると、がんで亡くなる人が300人から305人へと増える可能性があることを意味しています。

[誤解に注意]

一般にはベクレルと混同しやすいので注意が必要である。Web アンケート調査によると60%以上の人々がシーベルトとベクレルを混同している。例えば、たき火をする際における火の強さと、人の感じる暖かさ(熱さ)の程度は別のものである。ベクレルは、いわば「火の強さ」に関する単位であるのに対し、シーベルトは「暖かさ(熱さ)」、つまり人体への影響についての値である。

[わかりやすく伝えるポイント]

シーベルトとベクレルをセットにして説明するとよい。ベクレルの項を参照していただきたい。例えば、内部被ばく量を見積もるときには、ベクレルを用いるので、ベクレルの説明は省略できない。(ベクレル[誤解に注意]を参照)

たとえるなら

たき火の例 (→ [誤解に注意] 参照)

コラム

Gy (グレイ) → 実は Gy (グレイ) と Sv (シーベルト) の使い分けはあまり知られていない。一般的な広報素材では Gy を用いず、区別なく Sv で表現しているケースが多いため、ここでもその表現方式に合わせている。大量に浴びる可能性のある放射線である γ 線や β 線では、Gy から Sv への換算係数である「放射線加重係数」が 1 であることから、Gy をそのまま Sv に切り替えても、一般に大きな問題は生じない。

Gy は報道などではあまり使われない単位なので、Sv、Bq(ベクレル)の正しい概念がわからないうちに説明をすると、聞き手がかえって混乱してしまう可能性がある。一般的に知られている Sv と Bq について聞き手が十分に理解しているときのみ、説明したほうがよい。

【関連語】

ベクレル → 親見出し参照 (p47)

グレイ (Gy) → 物質 (人体を含む) が放射線を受けることにより与えられるエネルギーの量 (J/kg)

被ばく → 親見出し参照 (p57)

放射線 → 親見出し参照 (p1)

自然放射線 → 親見出し参照 (p23)

【参考文献】

- 1) 東京電力(株)福島第一原子力発電所事故関連情報 放射線被ばくに関する Q&A
(<http://www.nirs.go.jp/information/qa/qa.php>)
- 2) 原子力規制委員会, 低線量放射線の健康影響について, 平成 23 年 10 月 24 日
(<http://www.nsc.go.jp/info/20110526.html>)
- 3) 日本原子力学会、保健物理・環境科学部会 “低レベル放射線の健康影響” AESJ-PS004 r1
(<http://www.aesj.or.jp/info/ps/AESJ-PS004r1.pdf>)

ベクレル Becquerel (Bq)

[簡単に]

放射性物質の原子核が1秒間に壊変する数を示す。放射能の高さを表す単位

[詳しく]

放射性物質の原子核は壊変（崩壊）して放射線を出しますが、1秒間に壊変する原子核の数をベクレルと呼びます。放出される放射線の種類や数は、放射性物質の種類によって異なります（壊変については[関連語]参照）。学者の名前に由来するので、Bは大文字になっています。

[角度を変えて]

食品中には天然の放射性カリウムが微量含まれています。例えば1kgあたり、米30Bq、牛乳50Bq、魚100Bq、食パン30Bqの放射性カリウムが含まれています。従って、それを食べる人も当然放射性カリウムを取り込むことになり、1日あたり73Bq程度を取り込んでいくという報告があります。放射性カリウムを毎日取り込むことで体内に増え続けることはなく、同等の量が新陳代謝で排出され、常に一定に保たれています。例えば、体重60kgの成人男性では4,000Bqの放射性カリウムが常にあります。この4,000Bqは、1秒間に4000個の放射性カリウムの原子核が壊変して、放射線を体から出していることになります。

[誤解に注意]

- ・ベクレル値が大きいからといって、人体に受ける影響も大きいとは限らない。人体への影響は「シーベルト」によって表される。
- ・4,000ベクレルの放射性カリウムは天然ものだから安全だが、放射性セシウムは人工物だから体内に取り込むと危険と思う人は多い。ベクレル(Bq)は人体影響を表現する単位ではないので、人体影響の度合いを表すシーベルト(Sv)で解説する方が適切である。シーベルト(Sv)が同じなら、人工の放射性セシウム137で被ばくした場合でも、自然界に存在する放射性カリウム40で被ばくした場合でも、人体への影響は同じである。例えば、カリウム40を1日あたり73Bq経口摂取していると仮定すると、 $6.2 \times 10^{-9} (\text{Sv/Bq}) \times 73 (\text{Bq}) = 0.45 \mu\text{Sv}$ を受けることになる。一方、セシウム137の35Bqを万一経口摂取した場合は、 $1.3 \times 10^{-8} (\text{Sv/Bq}) \times 35 (\text{Bq}) = 0.45 \mu\text{Sv}$ となり、セシウム137による人体影響は、2倍のBq値のカリウム40と同じになる。このように、放射性物質ごとに、被ばく線量の見積もりが実効線量係数との掛け算で簡単にできる。
- ・ベクレルを“放射性物質の量”と解説している資料も見かけることがある。ベクレルは、正確には原子核の壊変のしやすさを意味するものなので、放射性物質の量を表す目安に

はなるが、正確には量を表す単位ではない。

[わかりやすく伝えるポイント]

- ・原子核の壊変のしくみを理解していただくことが大前提
- ・シーベルトとセットにして説明するのが効果的である。シーベルトの項を参照のこと。
- ・場合によっては、年間1ミリシーベルト超えないように設定された、食品中の放射性物質の新たな基準値（飲料水 10Bq/kg、牛乳 50Bq/kg、一般食品 100Bq/kg、乳児用食品 50Bq/kg）に、話を発展させて説明するとよい。

[関連語]

放射性物質 → 親見出し参照 (p9)

シーベルト (Sv) → 親見出し参照 (p45)

被ばく → 親見出し参照 (p57)

放射線 → 親見出し参照 (p1)

実効線量係数 → 摂取した放射性物質の量と内部被ばく量の関係を表す係数 (Sv/Bq)。

例えば、カリウム 40 は 6.2×10^{-9} (Sv/Bq)、セシウム 137 は、 1.3×10^{-8} (Sv/Bq)

放射性セシウム → 親見出し参照 (p75)

壊変 → 不安定な状態の原子核が、放射線を出して別のまたは安定した原子核に変わっていくこと。かつては「崩壊」と呼ばれていたが、核物理分野で「壊変」を用いるようになってから、アルファ壊変、ベータ壊変など「壊変」と呼ぶことが主流になってきている。ただし、「崩壊熱」のように炉工学分野などで定着した用語は、そのまま使用されている。

【参考文献】

1) ATOMICA, 放射能と放射線の単位

(http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_No=18-04-02-01)

2) ATOMICA, 食品中のカリウム 40 のおおよその放射能

(<http://www.rist.or.jp/atomica/data/pict/09/09010403/01.gif>)

3) 公益財団法人原子力安全研究協会, 新版 生活環境放射線 (国民線量の算定)

4) 公益財団法人原子力安全研究協会, 緊急被ばく医療ポケットブック “緊急時に考慮すべき放射性核種に対する実効線量係数”

(http://www.remnet.jp/lecture/b05_01/4_1.html)

5) 食品の新たな基準値の設定について

(<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/iyaku/syoku-anzen/iken/dl/120117-1-03-01.pdf>)

蒸気発生器 steam generator

[簡単に]

原子炉で発生した熱をもとに、水から蒸気を発生させる装置

[詳しく]

原子炉で発生させた熱を、タービンに伝えて回すことで、原子力発電は行われています。原子力発電の方式にはいくつかありますが、日本では、原子炉で直接蒸気を発生させるものと、原子炉の外で蒸気を発生させるものの二種類があります。原子炉の外で蒸気を発生させる装置のことを蒸気発生器と言います。

[角度を変えて]

蒸気発生器は、原子炉の外で蒸気を発生させる方式の原子力発電に備えられています。蒸気発生器の中には、直径2センチほどの細い管が3千数百本も通っています。この管の中を、原子炉から運ばれてきた高温の水が通り、その外側の水を蒸気に変えてタービンに送り込みます。この方式（加圧水型炉：PWR）では、原子炉側の水とタービン側の水とが別系統のものに分けられていますが、これによって放射性物質が存在する範囲を狭くし、発電所の管理をしやすくしています。

[わかりやすく伝えるポイント]

- ・まずは、「加圧水型軽水炉」「熱交換器」「一次冷却」「二次冷却」といった専門用語を使わないで説明することが望ましい。知識として定着を図りたい場合など、重要な専門用語を理解してもらう必要がある場合は、これらの用語を使ってよいが、その場合は、発電のしくみの図解を含めて、じっくりと時間をかけて解説する必要がある。
- ・蒸気発生器など、原子力発電所の具体的装置が話題になるのは、事故発生時や安全対策の説明時などである。そうした場面での情報の伝え方については、次の[図解のポイント]も参考になる。

[図解のポイント]

- ・「軽水炉（→見出し項目参照）」に示した加圧水型の軽水炉の図を示しながら、[角度を変えて]に示したような説明をすると、わかりやすい。
- ・もっと詳しく説明する場合は、次のように言うのもわかりやすい。「燃料が入っている原子炉圧力容器の中を水が通り、核分裂が基になって生じた熱エネルギーを受け取り高温になりますが、この加圧器で圧力がかけられているので、水はそこでは沸騰しません。その熱を持った水がこの蒸気発生器を通ると、別系統の水に熱を伝えて蒸気を起こしま

す。その蒸気が、こちらのタービンを回して発電します。その後、水は温度を下げて、再びこちらの蒸気発生器に戻ります。燃料のところにある水はタービンの方にいかないので、タービン系の管理が容易であり、万一タービン系が損傷した場合でも汚染された水が外に出る心配がありません。」

- ・上記のような説明をする際に、沸騰水型炉（BWR）の水の流れと対比的に説明する必要がある場合もあろう。その場合は次のように説明するとよい。「一方、原子炉で直接蒸気を発生させる発電方式の場合は、燃料のところを通った水がそのまま蒸気になって、タービンの方に行きます。なお、福島第一原子力発電所は、このタイプです。」

[関連語]

加圧水型（軽水）炉 → 「軽水炉」参照(p35)

沸騰水型（軽水）炉 → 「軽水炉」参照(p35)

線量限度 dose limit

[簡単に]

許容される放射線被ばくの上限值

[詳しく]

不要な放射線被ばくを避けるため、放射線被ばくの管理値として定められたもので、人が、ここまでならば被ばくしてもよいと認めることができる放射線量の上限の基準です。国際的な学術組織である国際放射線防護委員会（ICRP）が定めているもので、日本をはじめ多くの国が安全基準として採用しています。一般の人の場合、年間で 1 ミリシーベルト、放射線に接する仕事をしている人の場合は、5年間の平均が 20 ミリシーベルト、ただしどの年も 50 ミリシーベルトを超えないという基準です。この基準に、自然界から受ける放射線と医療によって受ける放射線の量は含まれていません。

[角度を変えて]

国際的な学術組織である国際放射線防護委員会（ICRP）が定めている放射線量の安全基準です。広島、長崎の原爆被爆者のデータをもとに作られた基準で、勧告として出されています。日本では、放射線障害防止法などいくつかの法令で線量限度を定めています。

社会には必要があって被ばくする場合があります。一方で、被ばくの度が過ぎると身体に悪い影響が出ます。そこで、社会的に必要な被ばくであっても、その上限を設けることで、安全を確保しようと考えて定められた基準です。また、放射線の影響が身体に出る出方には、多くの細胞が破壊されることで必ず病気や障害が出る場合と、部分的な細胞の損傷が将来の病気につながる可能性がある場合があります。前者は影響が明確なので基準を立てやすい面がありますが、後者はそもそも不確実な影響なので基準を立てにくい面があります。このようなことを考慮して、[詳しく]に記した基準が定められているのです。

[誤解に注意]

- ・線量限度は、この基準までであれば、安全であるというように考えている人がいる。確かに安全のための基準ではあるが、あくまでも容認できる上限値であり、この値に達しないからといって、いくらでも被ばくしてよいということではない。合理的に達成できる限り低く保つ努力がなされるべきである。
- ・線量限度には、自然放射線（→見出し項目参照）や医療による被ばくの線量も含むという誤解がある。これらは、次のような理由から、線量限度の対象には含まれない。自然放射線は、地域的な違いがあり、人為的に制御できないため、この基準を適用するのになじまない。また、治療や検査で放射線を受ける医療の場合は、当人が直接利益を受け

るので、線量限度の考え方を適用するのは難しい。

- ・線量限度は、平常時と緊急時とで同じ基準が適用されると思っている人がいる。また、緊急時だからといって甘い基準を設けるのはおかしいと思っている人もいる。ICRPの国際基準の考え方では、平常時と緊急時は明確に区別されている。緊急時には一般の人の場合でも、年間で1ミリシーベルトという上限基準は適用されない。
- ・福島第一原子力発電所事故後の緊急対応として、文部科学省が、校庭の放射線量の基準として年間20ミリシーベルトと発表した。しかし、この基準では緩すぎるという反論が専門家からも出されたことから、年間1ミリシーベルトに変更され、社会的に大きな混乱が起こった。こうした混乱が起きた大きな要因の一つは、上記のような誤解があったためだと考えられる。基準を提示する際には、基準の数値を示すだけでなく、その基準を設定する考え方や、その基準をどのように運用すればよいのかといったことについて、丁寧に説明を行う必要があると考えられる。

[わかりやすく伝えるポイント]

- ・線量限度を設定する考え方の基本にあるいくつかの重要概念は、それぞれ次のように説明するとわかりやすい。各概念を表す専門用語は、特に必要な場合以外は、その用語を使わなくても十分に説明できる。この点は、専門用語を使うことで、聞く側の理解への意欲が削がれる場合があるので注意したい。

確定的影響

多くの細胞が傷つく被ばくによって確実に影響が出る病気や症状には、白内障、不妊、血球の減少などがあります。これらを防止するために、被ばくによって影響が出る線量の限度として十分低い値を、線量限度に設定しています。その人の一生や、その仕事に就いている全期間の後であっても、発症することがない値です。

確率的影響

一部の細胞が傷つく被ばくによって、将来病気になる可能性があるものには、がんや遺伝による子孫への影響などがあります。この影響は、本当に影響が出るのかどうか、そもそも不確実な面があるため、明確な基準は立てることができません。そこで、悪影響が出る確率を推定して、その数字が社会的に容認できるほど小さなところに、基準を定めています。

等価線量限度

放射線による影響は、身体の各部位が持っている性質によって、異なる出方をします。そこで、臓器ごとに線量限度を定めます。例えば、皮膚よりも眼の水晶体は低く設定されています。妊娠している人の腹部はずっと低く設定されています。

実効線量限度

身体全体としての被ばく量の上限も定めています。臓器など、人間の身体の各部分を受ける影響の度合いを計算式で算出し、その数値を合計して設定します。

・ [誤解に注意] に記した、福島第一原子力発電所事故の直後、校庭の線量限度を、いったん年間 20 ミリシーベルトと定めた後、批判を受けて年間 1 ミリシーベルトに変更したことが、社会的な混乱をもたらした経緯を説明することは、今後の非常時の線量限度の設定と運用を円滑に進めるために意味のあることである。その際、たとえば、次のような情報を伝えることが考えられる。

- 緊急時は、とにかく健康への影響を出さないことを基準に設定している。100 ミリシーベルト以上の被ばくは広島・長崎のデータから、健康への影響があることが判っていることが、主たる根拠である。
- 緊急時は、その 100 ミリシーベルトを超えない範囲で、事故の状況やその国の社会的状況などを考えて基準を決めるべきだと、ICRP は勧告している。ICRP は、具体的な数字として、年間、20 ミリシーベルトから 100 ミリシーベルトを示しているが、福島での事故直後時の政府の基準は、いちばん低い 20 ミリシーベルトだった。
- 事故後、緊急時から平常時への移行期の線量限度については、ICRP は、1 ミリシーベルトから 20 ミリシーベルトの間で設定し、最終的に 1 ミリシーベルトにもっていくことを勧告している。
- 事故当初に国が定めた線量限度（年間 20 ミリシーベルト）は、ICRP の基準に沿ったものであった。ただし、放射能は時間の経過とともに減衰すること、校庭ですぐと過ごすわけではない児童生徒の現実的な生活パターンに当てはめると、年間 10 ミリシーベルト以下と見込まれることの説明が十分ではなかった。

[複合語]

等価線量限度

実効線量限度

[関連語]

被ばく → 親見出し参照(p57)

線量率 → 線量は物質に吸収される放射線量で、人体の場合、Sv で表される。

これに対し、線量率は時間当たりの放射線量で、人体の場合、Sv/h（シーベルト/時）で表される。仮に $2\mu\text{Sv/h}$ の線量率の場所に 3 時間いたとすると、線量は $2\mu\text{Sv/h} \times 3\text{h} = 6\mu\text{Sv}$ となる。

【図解のポイント】

・線量限度は、次のような表に整理して説明するとわかりやすい。

わが国の線量限度 [ICRP 勧告（1990年）に基づき、線量限度が定められた]

区分	全身	臓器など身体の部分
放射線に接する仕事をする人	平常時 5年間100ミリシーベルト 1年間で50ミリシーベルト 女性は、3か月で5ミリシーベルト 妊娠中の女性は、出産までに1ミリシーベルト	目の水晶体：1年あたり150ミリシーベルト 皮膚：1年あたり500ミリシーベルト 妊娠中の女性の腹部表面：出産までに2ミリシーベルト
	緊急時 100ミリシーベルト	目の水晶体：300ミリシーベルト 皮膚：1000ミリシーベルト
一般の人々	平常時 1年あたり1ミリシーベルト	水晶体：1年あたり15ミリシーベルト 皮膚：1年あたり50ミリシーベルト

・数値は外部・内部被ばく合計。自然放射線、医療による被ばくは含まない。出典：原子力防災基礎用語集 http://www.bousai.ne.jp/vis/bousai_kensyu/glossary/se21.html

燃料被覆管 fuel cladding tube

[簡単に]

原子力発電で使う燃料を覆っている金属製の管（くだ）

[詳しく]

原子力発電の燃料にはウランなどの核燃料物質を使います。核燃料物質を燃料ペレットという固体に固め、それを棒状にして並べたものを覆う金属の管のことを、「燃料被覆管」と言います。「被覆（ひふく）」とは覆われているという意味です。略して「被覆管」とも言われます。核燃料物質が入った被覆管のことを、「燃料棒」と言います。高温・高圧になる原子炉の水の中で、燃料を保護し、放射性物質を外に漏らさない働きをします。

[角度を変えて]

燃料被覆管は、その役割から、高温・高圧に耐えることが必要です。また、効率的に核分裂反応を起こすために、中性子をできるだけ吸収しないものであることも求められます。さらに、核燃料物質や核分裂生成物を封じ込めるとともに、燃料から発生する熱を効率よく取り出すために、熱をよく伝え、冷却材に対して腐食しない材料が求められます。このような性質をもった金属として、軽水炉では一般的にジルコニウム合金が、高速増殖炉ではステンレス鋼が用いられています。

燃料被覆管は、高温に耐えられるように設計されていますが、福島第一原子力発電所事故では、燃料の冷却がうまくできず、高温となったため、燃料被覆管の材料のジルコニウムが水と化学的に反応し、大量の水素が発生し、爆発が起きる原因の一つになりました。燃料被覆管の材料開発に関する研究が続けられています。

[誤解に注意]

- ・「被覆」という言葉は、原子力以外の専門分野でも使われることがあるが、一般には知られておらず、漢字を見ても読めなかったり、「ヒフク」と聞いても漢字が思い浮かばなかったりする人が多い。したがって、そのまま使っても理解してもらえない場合も多い。この言葉を使う場合は、[簡単に]に記したような説明を添えるようにしたい。

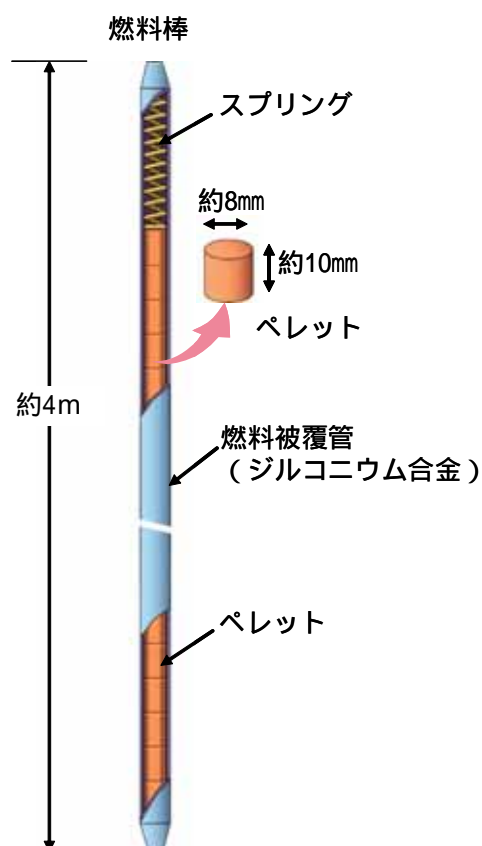
[わかりやすく伝えるポイント]

- ・「燃料被覆管」という用語自体がわかりにくいので、[簡単に]に記した、「燃料を覆っている管（くだ）」、「ウランなど原子力発電の燃料を入れた管」など、くだいた言葉を使うことが考えられる。

- ・しかし、原子力発電の基本的な装置について知識を持ってもらいたい場合などは、この語を使った上で、[詳しく][角度を変えて]に示したような詳しい説明を行う。
- ・燃料被覆管は、原子力発電所の安全を保つ「5重の壁」の一つを構成している。5重の壁のわかりやすい説明については、「多重防護」の項目を参照する。

[図解のポイント]

- ・次のように、図を用いて説明するとわかりやすい。「原子燃料の最小の固まりである燃料ペレットを一直線にかさねて、その周りをジルコニウム合金など特殊な金属でできた管で覆っています。この管のことを「燃料被覆管」と言い、燃料ペレットを含む全体を「燃料棒」と言います。この燃料棒を格子状に組み上げて四角い形にした「燃料集合体」を、軽水炉の炉心に入れて、原子力発電の燃料とします。」



軽水炉 (PWR) の燃料棒と燃料被覆管

原子力・エネルギー図面集 2011 から修正

[関連語]

燃料ペレット → 親見出し参照(p31)

被ばく exposure

[言い換え案]

放射線被ばく

[簡単に]

からだに放射線を受けること

[詳しく]

からだに放射線を受けることです。たくさん受けると有害です。放射線が遺伝子や細胞などを傷つけるからです。からだへの影響は、被ばくして間もなく起きる場合と、何年も経過してから現れる場合があります。早期に異常が生じるのは、例えば、脱毛や吐き気などがあります。長い潜伏期間を経て現れる病気には、がんや白内障などが考えられます。

また、放射線を体の外から受けるか中から受けるかで、被ばくは二種類に分けられます。一つは、からだの外から放射線を受ける外部被ばく、もう一つは、からだの中に取り込んだ放射性物質から放射線を受ける内部被ばくです。外部被ばくは、例えば、大地に存在する天然の放射性物質や、原子力発電所の事故で土壌に積もった放射性物質などから放射線を受けてしまう場合です。内部被ばくは、放射性物質を含む飲食物によって、身体の中に入った放射性物質が出す放射線を浴びてしまう場合です。また、空気中の放射性物質を呼吸により肺に取り入れることでも内部被ばくが起きます。

[角度を変えて]

事故直後に国が出した「事故によって住民が浴びた放射線は、ただちに健康に影響しない」という見解は、被ばく後すぐに出る身体への影響はないということだけを述べたものですが、長い潜伏期間の後には影響が出るということだと解釈する人が多くありました。また、身体に影響のある被ばく量について、国が決める安全基準（→「線量限度」参照）や避難区域等も何度か変更になりました。

このように福島第一原子力発電所事故では、被ばくの安全対策の不十分さが浮き彫りになりましたが、特に、原子力発電所の事故のような非常時の被ばくについての安全基準が、前もってよく検討されていなかったことが大きな問題です。この点については、国の原子力規制委員会で検討が進められています。

[誤解に注意]

- ・被ばくによってからだに影響が出るのは、放射線を受けて数週間以内に症状が出る「急性障害」と、数ヶ月から数年以上たってから症状が出る「晩発障害」とがある。福島で

の事故後の国の発表で、「ただちに影響がない」という言い方が繰り返され、急性障害の心配はないという意味であったが、晩発障害はあるという誤解が広がった。こうした誤解を生まないように、被ばくの影響は、場合によっては急性障害と晩発障害に分けて説明する必要がある。

- ・爆撃を受ける意味の「被爆」と混同される場合がある。特に、原子爆弾による被爆は、爆撃を受けるとともに放射線も受けるので、二つの意味が区別されにくいことがある。
- ・日本ではこれまで、放射線による「被ばく」よりも、原子爆弾による「被爆」の方が話題になりやすかったこともあり、「ヒバク」と聞くと「被爆」が想起されやすかった。しかし、福島第一原子力発電所事故以来、放射線の「被ばく」の方が想起されやすくなったと思われる。誤解を避けるためには、「放射線」という語をはじめに付けて、「放射線被ばく」と言い換えるとよい。
- ・仮名を交えて「被ばく」と書くのは、「曝」の字が常用漢字に入っていないためであるが、「被曝」と「被爆」との意味を区別して使いたい場合は、あえて「被曝」と漢字で書くことも効果的である。ただし、その場合も、「曝」の字になじみが無い人のために「被曝(ひばく)」のように、読み仮名を添える配慮も大事である。

[わかりやすく伝えるポイント]

- ・福島第一原子力発電所事故による被ばくの人体への影響について、国などからの公式の発表はないが、専門家の意見として、例えば、次のようなことを伝えることは、大切なことである。
- ・放射線医学の専門家である中川恵一氏は、広島・長崎のデータ、チェルノブイリ事故のデータ及び福島第一原子力発電所事故による環境中の放射線データなどを根拠に、福島での事故による放射線による深刻な健康被害は今後も現れず、子孫への遺伝的な影響も少ないと思われると発言している。一方で、被ばくによるがんの発症は数年後からと言われているので、健康調査は慎重に継続し、影響が現れていないか監視していくことが、大切であるとも言っている。中川氏は、福島県各地で講演を行い、上記のようなことを説明し、放射線によるがんを恐れて、野菜や魚を食べなくなったり、外出しなくなったりすることで生じる、人体への別の悪影響の方が心配であると述べている。
- ・一方、福島での事故による被ばくは、安全な範囲に止まると言い切ることはできないという専門家もいる。
- ・このように専門家によって、異なる見解が出されているのは、福島第一原子力発電所のような事故の前例が少なく、根拠となるデータが乏しく、原子力災害に備えた専門家による議論も十分に行われて来なかったことによるものである。現状では、絶対に正しいという見解はないので、多様な意見を聞きつつ、自らの置かれた状況で最善の対策をとることが大事であることを伝えたい。その際、住民が知りたいと思っている情報は、できるだけ整理して的確に伝えることが必要である。

- ・被ばくから身を守ることは重要であるが、その危険を意識しすぎて過度な避難行動に出ることで、逆に大きなストレスを受けたり、別の病気の危険に見舞われたりする場合もある。原子力災害の際に注意すべき危険は、被ばくだけではないことに注意することも、必要である。
- ・原子力発電所事故に限らず、被ばく一般について説明する場合は、例えば、次のように説明することが考えられる。

「人間がからだに放射線を受けるのは、自然界に存在する放射線を被ばくする場合のほか、二つの場合があります。一つは、X線検査やがん治療など医療によって被ばくする場合、そして原子力発電所事故や核兵器使用によって被ばくする場合です。医療による被ばくは、からだに悪い影響を与えないよう厳重な管理のもとで行われます。原子力発電所など原子力施設も、放射線や放射性物質が漏れ出して、そこで働く人や周辺住民の方に影響を与えないよう、厳重に管理されています。管理については、福島第一原子力発電所事故後、強化されました。」

「放射線を浴びるのを完全に防護することは現実には困難であるので、ここまでならば被ばくしてもよいと認めることができる放射線量の上限を基準値として決めています。その基準を「線量限度」(→見出し項目参照)と言います。この基準値は、一般住民と放射線にかかわる仕事に従事する人に分けて決められています。」

[複合語]

被ばく防護3原則 → 放射線源から離れる(距離をとる)、被ばく時間を短くする、
遮蔽する

外部被ばく → 放射性物質が体の外にあり、体外から放射線を受けること

内部被ばく → 放射性物質が体の内にあり、体内から被ばくすること

低線量被ばく → およそ100ミリシーベルト以下の放射線被ばく

[関連語]

線量限度 → 親見出し参照(p51)

崩壊熱 decay heat (decay power)

[簡単に]

放射性物質から出る放射線が周辺の物質に吸収されて生じた熱

[詳しく]

放射性物質は、放射線を出して別の原子核に変わっていきます。この現象を「壊変」（または「崩壊」）と言います。放射性物質が壊変するときには放射線を出しますが、そのエネルギーが周辺の物質に吸収されて熱に変わったものが、崩壊熱です。

[角度を変えて]

崩壊熱がよく話題になるのは、原子炉が停止した後の燃料についてです。核分裂によってできた放射性物質の壊変によって極めて高い熱が発生し、冷やさないとその熱で燃料が溶けることがあるからです。福島第一原子力発電所事故では、この崩壊熱を制御できませんでした。原子炉から取り出された燃料は、崩壊熱を冷やすためにプールで一時的に貯蔵します。燃料のうち使用済燃料については、再処理施設で核燃料物質はリサイクルし、それ以外で高い崩壊熱を出し続けている放射性物質は取り出して、ガラスで固めた廃棄物にすることになっています。この場合、さらに数十年間、崩壊熱を十分冷ますために貯蔵施設で保管した後、地中に埋めて処分します。再処理しない場合は、当面使用済燃料のまま冷却して、処分することになります。

[誤解に注意]

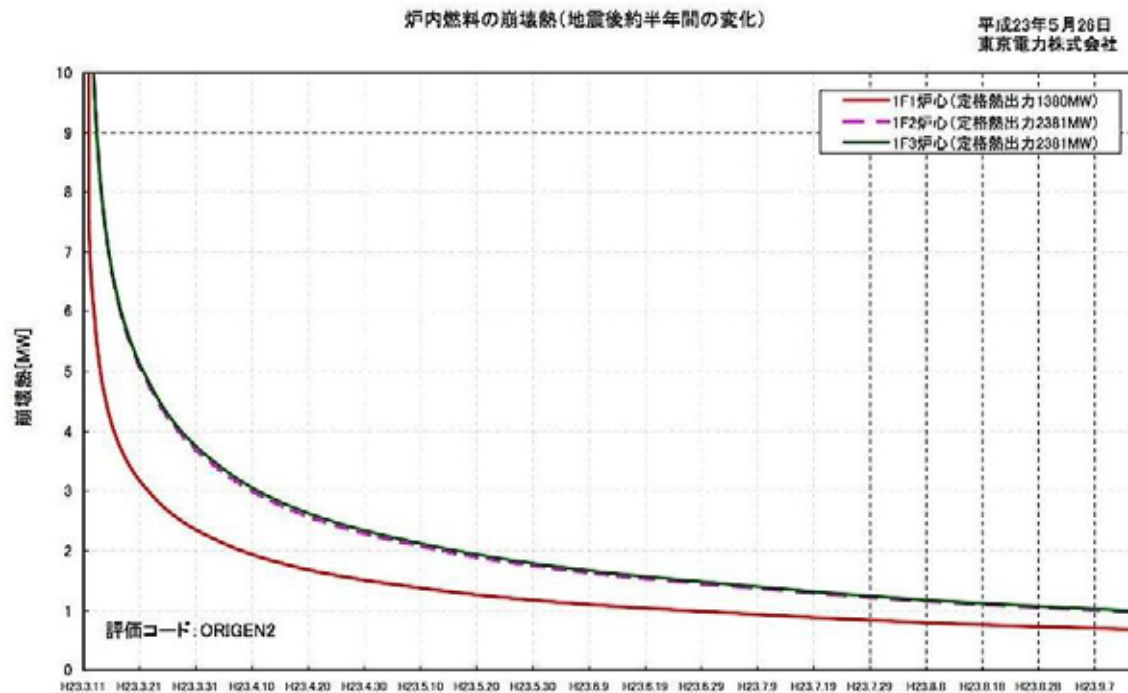
- ・ 日常用語の「崩壊」は、崩れて壊れるという意味であり、この語をそのまま用いると、事故のような何か悪いことが起こったときに出る熱だと誤解されるおそれがある。通常の原子炉の運転でも、崩壊は同時に起きている。「崩壊」の語を使う場合は、まず、この概念を明確に説明し、そのような誤解を解いておく必要がある。
- ・ 誤解を起ししやすい「崩壊」という言葉を避け、場合によっては「残留熱」と言い換えて説明することが考えられる。ただしこの場合は、熱が継続して出るというニュアンスを伝える必要がある。

[わかりやすく伝えるポイント]

- ・ 崩壊熱という用語は、使用済燃料の保管・貯蔵、再処理で発生した高レベル放射性廃棄物の貯蔵・処分の際にも話題になりやすいが、そもそもなぜ熱の扱いの問題が出てくるのかが、原子力になじみのない人には、よくわからない。[角度を変えて] に示したような内容を伝える必要がある。

[図解のポイント]

- ・原子炉が停止した後、原子炉の中の崩壊熱が、どの程度残り、どの程度の時間で少なくなっていくのかについては、次のような図を用いて説明するとわかりやすい。(事故後における福島第一原子力発電所の場合)



出所：東京電力公開資料

http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/images/handouts_110526_01-j.pdf

このグラフは、原子炉が停止した後に、原子炉内に残留している崩壊熱が、時間の経過とともにどのように減少するかを表している。半年経った後でも1MW（百万ワット=100Wの白熱電球1万个相当）の発熱があることがわかる。

なお、このグラフでは半年後までしか示されていないが、それ以降も徐々に減少はするものの、発熱は長期間続いていく。

[関連語]

放射性物質 → 親見出し参照(p9)

核分裂生成物 → 核分裂したときにできる放射性物質

再処理 → 親見出し参照(p141)

(使用済燃料の) 中間貯蔵 → 親見出し参照(p145)

炉心冷却機能 → 親見出し参照(p115)

【参考文献】

- 1) 原子力規制委員会, 用語集 “崩壊熱”
(<http://www.nsr.go.jp/archive/nisa/word/30/0874.html>)
- 2) 竹田敏一、『図解雑学 原子力』 ナツメ社 ISBN-8163-3313-4
- 3) 公益財団法人 原子力安全技術センター, 原子力基礎防災用語集 “崩壊熱”
(http://www.bousai.ne.jp/vis/bousai_kensyu/glossary/ho02.html)
- 4) 東京電力, 福島第一原子力発電所 1～3 号機の炉心損傷状況の推定について 平成 23 年
11 月 30 日
(http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/images/handouts_111130_07-j.pdf)

放射性同位体 radioactive isotope

[簡単に]

同じ原子番号を持つ元素で、原子核の中性子の数が異なるもののうち、放射線を出す性質も持つ物質

[詳しく]

同じ原子番号を持つ元素で、原子核の中性子の数が異なるものを同位体と言います。例えば、水素には、重さの異なる三つの原子があります。通常の水素のほかに、重水素、三重水素（または、トリチウム）があり、中性子の数はそれぞれ、0、1、2 です。このうち、三重水素は放射線を出し、このような放射線を出す同位体のことを、放射性同位体と言います。

[角度を変えて]

福島第一原子力発電所事故により、放射性セシウムが放出されましたが、それを「セシウム 134」とか「セシウム 137」と呼ぶことがあります。この番号が違っていると、同じ元素でありながら、放射線のエネルギーや半減期などが違ってきます。

元素の原子核は、陽子と中性子から成り、原子核の周りを電子が回っています。同じ元素であれば電子の数と陽子の数は同じで、セシウムの場合は 55 個です。この個数が原子番号になり、元素表の 55 番にセシウムが載っています。

ところが、同じセシウムでも中性子の数には違いがあるものがあり、79 個のものをセシウム 134、82 個のものをセシウム 137 と呼びます。この 134 とか 137 などの数字は、陽子と中性子の数を加えた数を示しています。

このように同じ元素でありながら中性子の異なるもののことを「同位体」と言い、セシウムの同位体には、セシウム 134、セシウム 137 のほか、セシウム 133 などもあります。このうち、セシウム 133 は放射線を出しません、セシウム 134 とセシウム 137 は放射線を出すので、特に「放射性同位体」と呼びます。

[誤解に注意]

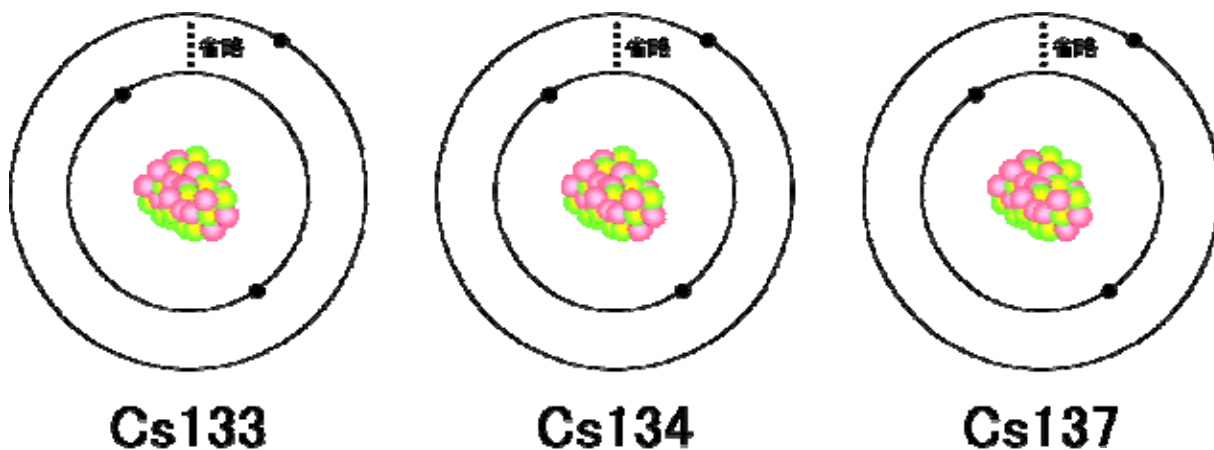
- ・セシウム 134 やセシウム 137 といった数字が何を意味しているのかは、一般にはわかりにくい。同じ元素なのに種類が違うものがあり、その種類の違いによって、放射線の出方や半減期などが変わることがあることを理解してもらうことは、重要である
- ・番号が違ってセシウムであればだいたい同じものだというように思ってしまう人もいる。番号が違えば、放射線への対応方法なども変わってくるなど、場合によっては重要な違いがあることを、具体的に説明する必要性が高い。

[わかりやすく伝えるポイント]

- セシウム 134 とセシウム 137 の違いについては、次のように説明することが考えられる。
 - セシウム 134 は半減期が 2 年、セシウム 137 は半減期が 30 年です。半減期が短い方が短期間で放射線を出しますので、セシウム 134 の方が高い放射能を持っています。1 グラムあたりの放射能はセシウム 134 が 48 兆ベクレル、セシウム 137 が 3.2 兆ベクレルで、セシウム 134 の方が 10 倍以上高くなっています。
 - 例えば 10 年程度の短期的な見方では、短期間で多くの放射線を出すセシウム 134 の方が、身体への影響は大きいと考えられます。しかし、100 年以上の長期的な見方では、セシウム 137 の方が、放射能がなかなか衰えないので、汚染への対策が必要であると考えられます。
 - 福島第一原子力発電所事故で放出されたセシウム 134 とセシウム 137 は、土壌や海水の調査によれば、放射能の高さ（ベクレル）ではほぼ同じ程度でした。個々の物質が持つ放射能は、セシウム 134 の放射能はセシウム 137 より 10 倍以上高いのに、放出された総量での放射能がほぼ等しいと言うことは、物質の量（グラム）としては、セシウム 137 の方が 10 倍以上多く出たことを意味しています。
- セシウム以外にも、ヨウ素 131、ストロンチウム 89、ストロンチウム 90 など、福島第一原子力発電所事故以降、話題になりやすい放射性同位体は多い。それぞれの性質に応じて、例えば、次のように説明することが考えられる。
 - ヨウ素 131 は、原子力発電所事故でもっとも多く放出される放射性物質の 1 つです。半減期は約 8 日なので、比較的短い期間で放射線の量は減っていきます。身体に取り込むと甲状腺に集まりやすく、甲状腺がんの原因になることがあります。自然界に存在するヨウ素はヨウ素 127 で放射能を持っていません。
 - ストロンチウム 89 とストロンチウム 90 は、核分裂でできる物質で、自然界には存在しません。半減期はストロンチウム 89 が約 50 日、ストロンチウム 90 が約 29 年です。沸点が高いため、セシウムやヨウ素に比べると、原子力発電所事故では放出されにくいですが、体内に入ると骨に集まり、留まりやすい傾向があります。代謝による排出もあまり行われません。それから、セシウムやヨウ素に比べて検出するのに時間がかかります。
- 「放射性同位体」という言葉そのものを覚えてもらう必要性は高くないが、同じ名前の元素でも、番号が違えば、放射線の出方や放射線の種類、放射線のエネルギーなどが違うことを知っておくことは重要である。この点を理解してもらえるように、[角度を変えて]に示したような説明を行うことが考えられる。

[図解のポイント]

- ・[角度を変えて] に記した、セシウム 133、セシウム 134、セシウム 137 の説明は、下の
ような図や表を見せたり書いたりしながら行くとわかりやすい。



同位体	Cs133	Cs134	Cs137
電子数●	55 個	55 個	55 個
陽子数(Z)●	55 個	55 個	55 個
中性子数(N)●	78 個	79 個	82 個
質量数(A)	133	134	137
天然の存在量	100 %	0 %	0 %

[関連語]

中性子 → 「核分裂」参照(p19)

放射性ヨウ素 radioactive iodine

[簡単に]

放射能を持つヨウ素。核分裂が起こる際に生じる物質で、原子力発電所事故などで放出され、からだに大量に取り込むとがんを引き起こすことがある。

[詳しく]

放射能を持つヨウ素のことです。ヨウ素は人が生きていくのに欠かせない元素で、人間は食事でこれを取り入れ、いつも体内に蓄えています。人体に取り込まれると血液を通して甲状腺に集まり、甲状腺ホルモンを作る働きをします。

原子力発電所の事故などで放射能を持つヨウ素が空气中に放出されると、吸い込んだ空気や飲料水などを通してからだに取り込まれ、甲状腺に集まりやすくなります。これが原因となって、甲状腺がんを引き起こす危険性があります。

ところが、あらかじめ甲状腺にヨウ素が十分に入っていれば、取り込んだ放射性ヨウ素が甲状腺に集まって来なくなります。そこで、放射性ヨウ素をからだに取り込んでしまう危険性が生じたら、ただちにヨウ素剤を服用し、甲状腺を放射性ヨウ素から守ることが望まれます。ただし、ヨウ素剤は副作用の危険もあるので、専門家の指導のもとで服用することが大切です。

[角度を変えて]

チェルノブイリ原子力発電所事故では、牛乳等に含まれていた放射性ヨウ素を体内に大量に取り込んでしまったたくさんの子どもが甲状腺がんにかかりました。事故当時18歳未満であった人のうち約4,000人が発症しました。そのうち15人が死亡しましたが、残りは生存しているという報告があります。福島第一原子力発電所の事故でも放射性ヨウ素が空气中に放出され、水や土も汚染されました。放出された量はチェルノブイリ事故の3割以下とされています。

チェルノブイリ事故では、早い段階での避難や、食品の摂取制限などを適切に行いませんでした。しかし、福島第一原子力発電所事故では、水道水汚染について、事故約十日後に東京・千葉などの水道水に含まれる放射性ヨウ素の濃度が安全基準を超えたために、自治体から住民に対して、乳児に水道水を飲ませないよう指示が出されました。

[誤解に注意]

- ・ヨウ素剤の服用が外部被ばくにも有効だという誤解がある。また、ふだんからヨウ素剤を服用しておくのがよいとか、何度でも繰り返し服用してよいという誤解もある。これらは、放射性ヨウ素がどのように体内に取り込まれ、それが人体にとってどのよ

うに影響を与えるのかを理解していないことからくるものである。

- 放射性ヨウ素は肺や消化管から取り込まれ、吸収量の10～30%が甲状腺に集まる。100%が甲状腺に集まる訳でなく、大部分は排泄されて出てしまう。
- 通常の食事で摂取しているヨウ素と放射性ヨウ素との区別ができない人もいる。昆布やワカメなどに含まれているヨウ素は、からだに通常取り込まれるもので、主に天然のもの(ヨウ素 127)である。服用するヨウ素剤も、非放射性のヨウ素(ヨウ素 127)である。放射性ヨウ素は、原子炉などから出る人工的なもの(ヨウ素 131 など)が主流であるが、自然界でも放射性ヨウ素ができることがある。しかしごく微量である。
- 福島第一原子力発電所事故の後、放射性ヨウ素に汚染された水でも、沸騰させるとヨウ素はなくなるとか、活性炭を通すとヨウ素は大幅に除去できるなど、さまざまな誤解が広がった。汚染された水を簡単に浄化する方法はなく、原則、飲用には用いないようにするしかない。
- 被曝した後でもヨウ素剤を服用すれば放射能を除去できるという誤解がある。飲むタイミングとしては、体内摂取前24時間以内又は直後で90%以上の集積を防げる。放射性ヨウ素が体内摂取された後でも、8時間以内に服用すれば約40%の抑制効果が期待される。しかし、24時間以降であればその効果は約7%と下がる。

ヨウ素剤の服用について

災害対策本部から服用が指示され、避難所等で配布されます。

○服用回数は原則1回です。
2回目の服用を考慮しなければならない状況では、避難を優先させることとされています。

○体に合わない場合は、アレルギー(発熱、関節痛、じんましん)等の、副作用が起こることもあるので医師などの指示に従って服用することが大切です。

対象者	ヨウ素の量 (mg)	ヨウ化カリウムの量 (mg)
新生児	12.5	16.3
生後1か月以上3歳未満	25	32.5
3歳以上13歳未満	38	50
13歳以上40歳未満	76	100
40歳以上	必要なし	必要なし

出典:安定ヨウ素剤取り扱いマニュアル(財団法人原子力安全研究協会)

- チェルノブイリ事故では、甲状腺がんが増えた原因の1つとして、日常的に牛乳を摂取していた事が挙げられている。福島第一原子力発電所事故の場合は、ヨウ素 131 が残っていた期間がチェルノブイリ事故の時よりも短いことと、政府が食品の暫定基準値を超える食品は出回らないような措置を講じたため、市販されている牛乳に健康に影響が出るような量の放射性ヨウ素が含まれていたとは考えにくい。

[わかりやすく伝えるポイント]

- ・福島第一原子力発電所事故直後に、放射性ヨウ素の汚染が広がったことにより、その被害について、現在でも住民には様々な不安が残っている。その不安に配慮した適切な説明が求められることが多い。過度な不安を招かないようにするには、信頼できる科学的なデータや行政機関が定めている対策などを示して、冷静に事実を伝えることが重要である。伝えるべき情報としては、例えば次のようなものが考えられる。
- ・福島事故後 2 週間から 3 週間後（平成 23 年 3 月 26 日～3 月 30 日）に、原子力災害現地対策本部は、福島県いわき市・川俣町・飯舘村の 15 歳以下の子ども 1080 人を対象に、簡易的な甲状腺の被ばく調査を行った。その結果、100 ミリシーベルトを超えた子どもは一人もいなかった。甲状腺に 100 ミリシーベルト被ばくしたとき、がんを発症するのは 1,000 人中 2 人程度と試算される。ただし、小児の甲状腺がんは治療でき、平均余命まで生存できる。
- ・ヨウ素 131 による被ばくの可能性が非常に高い地域であるとされた上記の地域で 100 ミリシーベルトを超えていないことから、他の地域の子どもも、そのような被ばくは受けていないと推定される。
- ・福島県は、その他の地域では甲状腺の被ばく線量を実際に測定できなかったことから、長期の健康調査の一つとして、県内で事故当時 18 歳以下だったすべての子どもを対象に、既に甲状腺検査を行っている。
- ・ヨウ素 131 は半減期が 8 日と短いので、現在では検出されない。

データで示すと

大気への放出量（「福島原子力事故調査報告書：東京電力」のデータより）

	評価期間	放出量 単位:PBq				
		希ガス	I-131	Cs-134	Cs-137	(参考) INES 評価
東京電力	3/12-31	約500	約500	約10	約10	約900
日本原子力研究開発機構 原子力安全委員会(H23/4/12. H23/5/12)	3/11-4/5	—	150	—	13	670
日本原子力研究開発機構 原子力安全委員会(H23/8/22)	3/12-4/5	—	130	—	11	570
日本原子力研究開発機構(H24/3/6)	3/11-4/1	—	120	—	9	480
原子力安全・保安院 H23/4/12	—	—	130	—	6.1	370
原子力安全・保安院 H23/6/6	—	—	160	18	15	770
原子力安全・保安院 H24/2/16	—	—	150	—	8.2	480
IRSN（仏・放射線防護原子力安全研究所）	3/12-22	2,000	200	30		—
(参考)チェルノブイリ原子力発電所の事故		6,500	1,800	—	85	5,200

※7 INES(国際原子力指標尺度)評価は、放射線量をヨウ素換算した値。他機関との比較のためI-131とCs-137のみを対象とした。
(例:約500PBq + 約10PBq × 40(換算係数) = 約900PBq) (1PBq = 1 × 10¹⁵ Bq)

- ・海洋への放出量は、ヨウ素 131 : 11PBq, セシウム 134 : 3.5PBq、セシウム 137 : 3.6PBq とされている。(P=peta)

簡単な被ばく予防法

1～5ミクロンの微粒子に対する除去効率

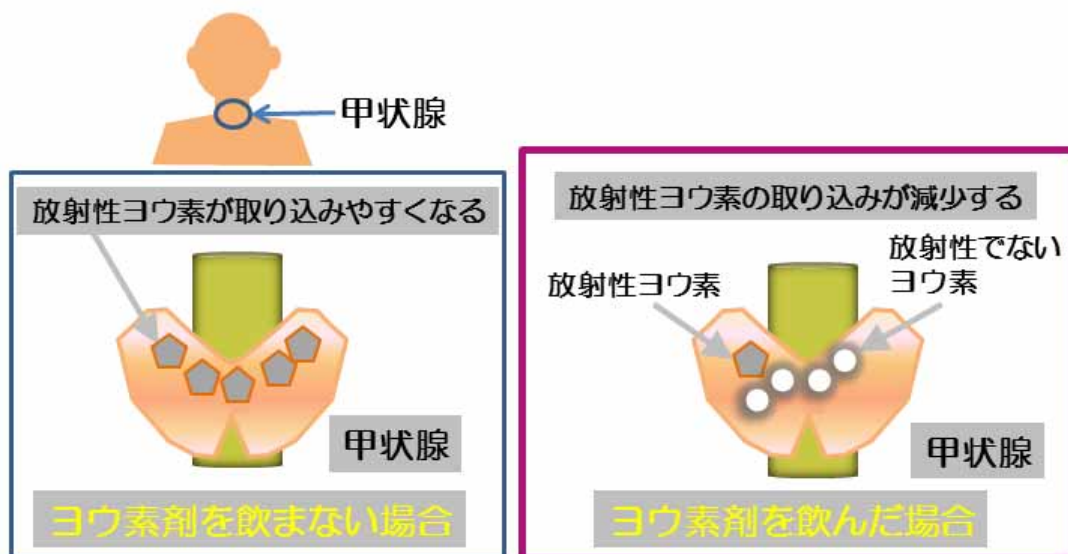
(家庭内及び個人が利用可能なものによって口及び鼻の保護を行った場合)

物質	折りたたみ数	除去効率 (%)
男性用木綿ハンカチーフ	16(普段ポケットに入れている状態)	94.2
トイレットペーパー	3	91.4
男性用木綿ハンカチーフ	8	88.9
男性用木綿ハンカチーフ	しわくちゃにする	88.1
けばの長い浴用タオル	2	85.1
けばの長い浴用タオル	1	73.9
濡れたけばの長い浴用タオル	1	70.2
濡れた木綿シャツ	1	65.9
木綿シャツ	1	34.6

注) 上記の表は、家庭内の手近にある布や衣類を使用した場合のエアソール(微粒子)の除去方法の目安を示すものです。この除去法は、人の呼吸方法及び衣類の使用方法によって異なります。

「原子力施設等の防災対策について(原子力安全委員会)のデータより」

[図解のポイント]



ヨウ素剤を飲んでおけば、放射性ヨウ素が甲状腺に集まることを防ぎ、尿や便から排出されて、発がんのリスクを下げる事が出来る。

[関連語]

ヨウ素 131 → 放射性ヨウ素の一つで原子力発電所事故の際、問題となる。半減期（約 1,570 万年）が長いヨウ素 129 などもあるが、核分裂による生成量は少ない。

甲状腺 → ヨウ素を取り込んで甲状腺ホルモンを作る組織。（ふだんの食事ではヨウ素が十分取り込まれていれば、甲状腺はヨウ素で満たされているが、満たされていないとヨウ素を吸収しやすくなる。チェルノブイリ事故で子どもに甲状腺がんが増えたのはミルクに含まれていた放射性ヨウ素を取り込んでしまったことがわかっているが、そもそも内陸国のウクライナやベラルーシは食物や土壌中にヨウ素が少なく、もともと国民的にヨウ素が欠乏した状態であったため、放射性ヨウ素を取り込みやすかったとされている）

甲状腺ホルモン → 甲状腺から分泌されるホルモン

ヨウ素剤 → 放射性ではないヨウ素を薬品にしたもの

安定ヨウ素剤 → ヨウ素剤と同じ。安定とは非放射性の意味。ヨウ素 127 を指す。

内部被曝 → 人体内に放射性物質を取り込み被ばくすること

半減期 → 親見出し参照 (p43)

核分裂 → 親見出し参照 (p19)

放射性物質 → 親見出し参照 (p9)

放射線 → 親見出し参照 (p1)

【参考文献】

- 1) 厚生労働省, 審議会資料 平成 21 年, ヨウ素
(<http://www.mhlw.go.jp/shingi/2009/05/dl/s0529-4a1.pdf>)
- 2) 食品安全委員会, 「放射性物質に関する緊急とりまとめ」 2011 年 3 月
(http://www.fsc.go.jp/sonota/emerg/emerg_torimatome_20110329.pdf)
- 3) 金子正人(放射線影響協会), 日本原子力学会誌 Vol. 49, No. 1 (2007) ,
チェルノブイリ 20 年の真実 事故による放射線影響をめぐって
(<http://www.aesj.or.jp/atomos/popular/kaisetsu200701.pdf>)
- 4) 日本核医学会, とくにお子さんをお持ちの被災者の皆様へ
(<http://www.jsnm.org/japanese/11-03-18>)
- 5) 原子力安全委員会 原子力施設等防災専門部会, 原子力災害時における安定ヨウ素剤予防服用の
考え方について, 平成 14 年 4 月
(<http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/shinsashishin/pdf/3/ho3031.pdf>)
- 6) 日本保健物理学会 暮らしの放射線 Q&A 活動委員会, 乳幼児への放射線ヨウ素の影響について
(<http://radi-info.com/q-1018/>)
- 7) 東京電力株式会社, 福島原子力事故調査報告書 本編 (概要版) 平成 24 年 6 月 20 日
(http://www.tepco.co.jp/cc/press/betu12_j/images/120620j0301.pdf)
- 8) 原子力規制委員会, 屋内退避等の有効性について
(<http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/box/bosyu020304/bousai/siryo10.htm>)
- 9) 千葉県水道局, 第 51 報-北千葉広域水道企業団からの配水に指標値を上回る放射性ヨウ
素が検出されたことについて
(<http://www.pref.chiba.lg.jp/suidou/souki/0311dannsui-51.html>)
- 10) 東京都水道局, 水道水の放射能測定結果について～第 17 報～平成 23 年 3 月 23 日
(<http://www.waterworks.metro.tokyo.jp/press/h22/press110323-01.html>)
- 11) 横須賀市, 水道水の放射性物質に関する Q&A “沸騰させると放射性ヨウ素はなくなりますか?”
(<http://www.water.yokosuka.kanagawa.jp/accident/radioactive/ganda01.pdf>)
- 12) 放射線医学研究所, 水道水中のヨウ素-131 の除去について
(<http://www.nirs.go.jp/information/info.php?i11>)
- 13) 放射線医学研究所, 放射線被ばくに関する Q&A” 子どもの甲状腺がんのリスクはどれくらい
ですか?” など
(<http://www.nirs.go.jp/information/ga/ga.php>)
- 14) 原子力安全委員会, 小児甲状腺被ばく調査結果に対する評価について, 平成 23 年 9 月 9 日
(<http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/ad/pdf/hyouka.pdf>)
- 15) 福島県, 県民健康管理調査「甲状腺検査」について
(<http://www.pref.fukushima.jp/imu/kenkoukanri/koujyou.pdf>)

放射性セシウム radioactive cesium

[簡単に]

放射能を持つセシウム。核分裂が起こる際に生じる物質で、原子力発電所事故などで放出され、土や水を汚染し、農作物や水産物に影響する。

[詳しく]

放射能を持つセシウムのことです。セシウムは人体には不要な物質です。通常、人体に不要な物質を食事などで体内に取り入れても、人間は体の中に蓄えず新陳代謝により外に出していきます。しかしセシウムは、体の中にあつて人体に必要なカリウムと性質がよく似ているため、セシウムが入ってくると、このカリウムと同じように体全体、とくに筋肉に広がります。

原子力発電所の事故などで放射能を持つセシウムが空気中に放出されると、吸い込んだ空気や飲料水などを通して、それが体内に取り込まれることがあります。また、セシウムの中には、ヨウ素と違って半減期が非常に長いものがあるため、土壌などに混じったものが農作物を通じて体内に取り込まれることもあります。福島第一原子力発電所事故から時間が経過した現在も、セシウムの危険性を減らすために、土壌の除染や農作物の出荷制限などが続けられています。

[角度を変えて]

チェルノブイリ事故では、放射性ヨウ素による甲状腺がんは増加した報告がありますが、放射性セシウムによるがんの発症は確認されていません。福島第一原子力発電所の事故でも放射性セシウムが空気中に放出され、水や土が汚染されました。その量や汚染された範囲、人体への影響は調査が進められています。

健康管理の調査ということでは、福島県の川俣町山木屋地区、浪江町、飯舘村を対象とした“先行調査”と、それ以外の福島県民全員を対象とした“全県民調査”という区分で進められています。平成24年8月末までに実施された“先行調査”では、放射線業務をしている人を除く1,753人の被ばく推計結果は、最も高かった人で25.1^{ミリ}シーベルトでしたが、5^{ミリ}シーベルト未満でみると93.8%、10^{ミリ}シーベルト未満でみると99.2%でした。

また、平成24年8月末までに実施された“全県民調査”では、放射線業務をしている人を除く104,697人の調査結果で、最も高い人で13^{ミリ}シーベルトであり、県北・県中地域では大半の人が2^{ミリ}シーベルト未満、県南地区では約95%の人が、会津・南会津地域では、ほぼ全員が1^{ミリ}シーベルト未満、相双（そうそう）地域についても約85%が1^{ミリ}シーベルト未満となっていました。これらは4ヶ月間の被ばくの推計値ですが、100^{ミリ}シーベルト以下の明らかな健康への影響は確認されていないことから、“放射線による健康影響がある

とは考えにくい”とされています。

なお、内部被ばくだけに着目してみると、平成24年8月までに福島県民7万2千人を検査したところ、健康に影響するほどの放射線量に達している人は一人もいませんでした。1ミリシーベルト以上の方が26人（約0.3%）いました。3ミリシーベルトを超えた人は一人もいませんでした。

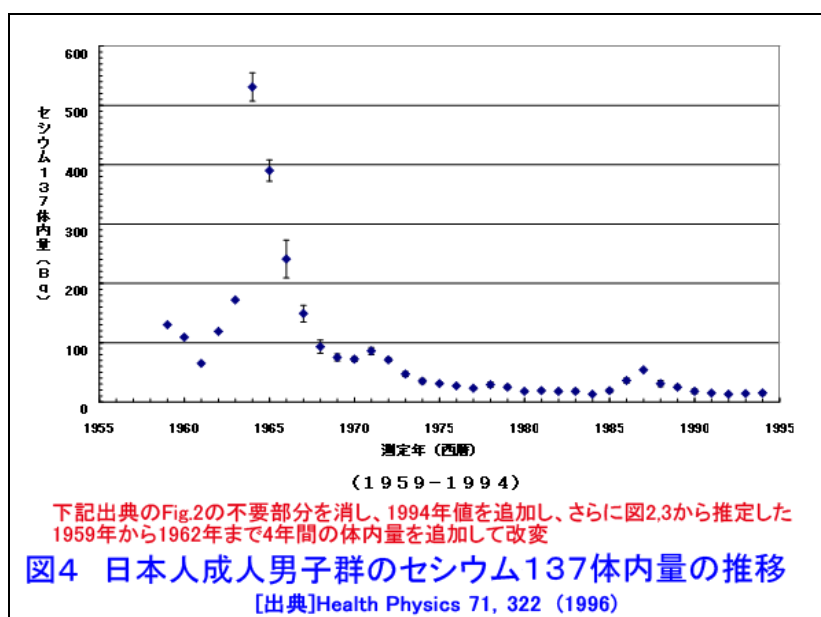
データで示すと

＜放出量については、「放射性ヨウ素」参照＞

＜乳児に対して＞ 国立保健医療科学院が実施した母乳中の放射性物質濃度等に関する調査（平成23年5月18日～6月3日）によれば、108人（宮城県10人、山形県12人、福島県21人、茨城県12人、栃木県15人、群馬県12人、千葉県14人、高知県12人）の母乳中の放射性物質濃度は、101人が不検出（検出下限値以下）であり、7人（相馬市3人、いわき市2人、福島市1人、二本松市1人）より放射性セシウムが微量に検出された。このように福島県内の7人から微量に検出されたが、これは食品中の暫定規制値と比較しても十分に低値であり、乳児への健康影響リスクはないと考えられる。

【誤解に注意】

- ・放射性セシウムについては、半減期が約30年のセシウム137だけだと思っている人もいるが、半減期が約2年のセシウム134もあり注意する必要がある。
- ・福島での事故の前にも、放射性セシウムによって日本が汚されたことはあまり知られていない。南太平洋で米、英、仏が、北極圏で旧ソ連が行った大気圏内核実験のフォールアウトは日本へも到達している。最大の年平均体内量は1964年に出現し、531ベクレルに達した（下図参照）。累積内部被ばく線量は0.105ミリシーベルトと推定された。



(<http://www.rist.or.jp/atomica/data/pict/09/09010411/05.gif>) ATOMICA より転載

- ・事故直後は、農作物や水道水から暫定規制値を超える放射性セシウムが検出されたことがしばしばあった。事故からかなり時間が経過した時点では、福島県においては、警戒区域及び避難指示区域では、農作物などの生産をしていないため、その農作物は市場には出回っていない。現在出回っている野菜、果物、牛肉、食肉鶏卵、原乳については、基準値（→見出し項目参照）を下回っていることが定期的に確認されている。
- ・関東全域では、スギ雄花に含まれる放射性セシウムの人の健康への影響の話題があったが、放射線量を試算してみると、花粉の飛散期間(2月～5月)での吸入量全体でも0.000553ミリシーベルト となり、影響は小さく心配ないレベルであった。

[わかりやすく伝えるポイント]

- ・具体的な除染作業の例としては、草刈や清掃、水洗浄、窓ガラス・外壁の洗浄、表土除去などがあげられる。その作業で発生した廃棄物（除去された土壌など）については、人が近づかないような場所などに安全な状態で仮置きをすることになる。除染の効果としては、生活環境における被ばくの低減だけでなく、除染作業を通じて、線量が比較的高い場所がわかり、そこにできるだけ近づかないようにするなど、個人の防護対策に対する意識向上にも繋がる。
- ・福島県外の東日本地域でも、地表には放射性セシウムが少なからず沈着している。しかし、空気中には放射性セシウムや放射性ヨウ素は検出されていないので、ほこりが舞うほどの風が強いときを除けば、日常生活では心配するほどではない。
- ・今後、農作物などからセシウムが検出されたという報道があった場合、どのように受け止めればよいのかを解説したりするときは、「事故直後は暫定規制値で判断したが、現時点ではさらに厳しくなった基準値を超えているかいないかで判断する」と伝えればよい。
(→「基準値」参照)

[関連語]

セシウム 137 → セシウムの同位体の一つ。自然界にはセシウム 133 しかない。原子力事業などによりセシウム 137、セシウム 134 などの放射性物質がつけられる。

カリウム → 人体の必須元素である。自然界にカリウム 39 が 93.26%、カリウム 41 が 6.73%、カリウム 40（古くからある放射性物質）が 0.012%存在する。

内部被曝 → 人体内に放射性物質を取り込み被ばくすること

除染 → 身体や地面などに付着した放射性物質を取り除くこと

出荷制限 → 親見出し参照(p197)

半減期 → 親見出し参照(p43)

核分裂 → 親見出し参照(p19)

放射性物質 → 親見出し参照(p9)

放射線 → 親見出し参照(p1)

【参考文献】

- 1) 食品安全委員会, 「放射性物質に関する緊急とりまとめ」 2011年3月
(http://www.fsc.go.jp/sonota/emerg/emerg_torimatome_20110329.pdf)
- 2) 放射線医学総合研究所, 「Cs-137, すべての化合物, 全身残留割合」
(<http://www.nirs.go.jp/db/anzendb/RPD/JPDF/gy/jgyCs137WB.pdf>)
- 3) 公益財団法人 環境科学技術研究所, 環境研ミニ百科 “セシウムとストロンチウム”
(http://www.ies.or.jp/publicity_j/mini/2007-05.pdf)
- 4) 福島県, 摂取や出荷等を差し控えるよう要請している福島県産の食品について
(<http://wwwcms.pref.fukushima.jp/download/1/subject.pdf>)
- 5) 放射線医学研究所, 尿中セシウムによる膀胱がんの発生について
(http://www.nirs.go.jp/data/pdf/i5_4.pdf)
- 6) 文部科学省及び農林水産省, 「福島第一原子力発電所の事故に伴い放出された放射性物質の分布状況等に関する調査研究結果」の簡略版について 平成24年3月13日
(<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/iinkai/teirei/siryo2012/siryol1/siryol.pdf>)
- 7) 福島県, 県民健康管理調査「基本調査」の実施状況について(平成24年8月31日現在)
(<http://www.pref.fukushima.jp/imu/kenkoukanri/240911siryoul.pdf>)
- 8) 福島県, ホールボディカウンターによる内部被ばく検査について “検査の結果累計 (平成23年6月27日～平成24年8月31日)”
(http://www.pref.fukushima.jp/imu/wbc/20121002WBC_joukyou.pdf)
- 9) 国立保健医療科学院 生活環境研究部, 母乳中の放射性物質濃度等に関する調査について 平成23年6月7日
(http://www.niph.go.jp/soshiki/seikatsu/bonyuu_results.pdf)
- 10) ATOMICA, フォールアウトからの人体内セシウム (40年の歴史)
(http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_Key=09-01-04-11)
(<http://www.rist.or.jp/atomica/data/pict/09/09010411/05.gif>)
- 11) 福島県, スギ雄花に含まれる放射性セシウムの人の健康への影響 平成24年2月8日
(<http://wwwcms.pref.fukushima.jp/download/1/120208press001.pdf>)
- 12) いわき市, 放射線量低減のための除染マニュアル 平成23年9月
(http://www.city.iwaki.fukushima.jp/dbps_data/_material_/localhost/01_gyosei/0140/decontamination_manual.pdf)

定期検査 periodic inspection

[簡単に]

原子力施設において決められた期間ごとに、実施が義務づけられている検査

[詳しく]

定期検査は、電気事業法に基づき計画的に行われています。原子力発電所の定期検査の目的としては、健全性の確認、機能維持、信頼性の向上の3つがあげられます。定期検査では、電力事業者による試験・検査のみでなく、国の検査官が現場に立ち会って安全上重要な設備が検査され、交換の必要のある部品は新品に取り替えられます。定期検査を受ける施設は、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律施行令(政令第324号)」で決められています。

[角度を変えて]

定期検査では、主要な設備が正常に機能するかどうかを点検します。設備の機能が維持されているかどうかを、分解検査や漏えい検査などによって、チェックします。その際、燃料など消耗品を交換し、補修など劣化に対する処置を行い、異常をできるだけ早期に発見することによって必要な処置を行います。さらに、他の発電所で発生した事故や故障の類似個所を点検し、必要に応じて処置を施します。定期検査では、安全上重要な設備の機能や総合的な性能については、国の検査も受けています。また、電力事業者が行う検査の実施体制・検査方法についても、独立行政法人 原子力安全基盤機構による審査が行われます。検査の間隔は、検査対象の条件によって1年、1年半、2年以内となっています。

[誤解に注意]

定期検査を義務づけられているのは、原子力発電所だけではない。原子炉設置者、燃料加工事業者、再処理事業者及び廃棄物管理事業者等は、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律(法律第166号)」に基づいて定期検査が義務づけられているので、原子力発電所以外の原子力施設(再処理施設、燃料加工施設等)も定期検査を行う。

[わかりやすく伝えるポイント]

たとえるなら

定期検査は原子力施設の健康診断のようなものである。

[関連語]

再処理 → 親見出し参照(p141)

【参考文献】

ATOMICA 原子力発電所の定期検査 (02-02-03-07)

http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_Key=02-02-03-07

環境モニタリング environment monitoring

[言い換え案]

環境放射線モニタリング

[簡単に]

原子力施設外の放射線や放射性物質を継続的に監視すること

[詳しく]

原子力発電所では、通常の運転時においてもごくわずかな放射性物質を気体又は液体で外部に放出しています。

環境モニタリングとは、住民の住んでいる地域の周辺や、原子力発電所の近くの場所の放射線量を測定したり、大気中のほこり、土壌や農産物、海水や海産物、畜産物などの環境試料の放射性物質の量を測定したりすることです。

付近住民の受ける線量が安全基準を下回っていることの確認、環境中の放射性物質の蓄積状況の把握、原子力施設からの予期しない放射性物質の漏れによる周辺環境への影響の評価などを目的としています。

また、原子力発電所に異常事態が生じ、放射性物質または放射線の異常な施設外への放出があった場合には、その周辺に複数設置されている放射線監視装置（「モニタリングポスト」参照）が異常を検知します。異常事態の際には、発電所周辺の放射線量、漏れた放射性物質の量、環境試料中の放射性物質の量をすぐに調べます。さらに、屋内退避がよいのか避難がよいのかなど、防護対策の判断をするために線量の予測を至急しなければなりません。また、付近住民の被ばく線量の評価を行います。

環境モニタリングは、電力事業者だけでなく、立地の道府県も実施しています。地域及び外部の有識者などもメンバーになっている委員会で定期的に評価され、その結果はホームページ等で公開されています。

[角度を変えて]

福島第一原子力発電所敷地外においては、福島県が県内に設置していた 24 台のモニタリングポストのうち 23 台のモニタリングポストが地震及びその後の津波により、使用できなくなりました。そこで、震災当日の 3 月 11 日からモニタリングカーによるモニタリングを行うことを検討しましたが、道路の陥没や停電が生じていたため、夜間は危険と判断し、翌 12 日早朝からモニタリングを開始しています。しかし、地震で道路状況が悪く、燃料も不足していたことなど、初期のモニタリング活動は思うように進みませんでした。データの公表についても停電等による通信機能が制限されていたため容易ではなかったようです。

福島第一原子力発電所敷地内においては、震災当日、全交流電源喪失のため、敷地内の8台のモニタリングポスト及び各号機等に接続する14台の排気筒モニターは全て不能となりました。こうした事態を受け、同日17時から、同発電所のモニタリングカー1台で、同発電所敷地内の複数の地点においてモニタリングが開始され、東京電力や原子力安全・保安院のホームページにおいて、その結果は順次公表されました。

[誤解に注意]

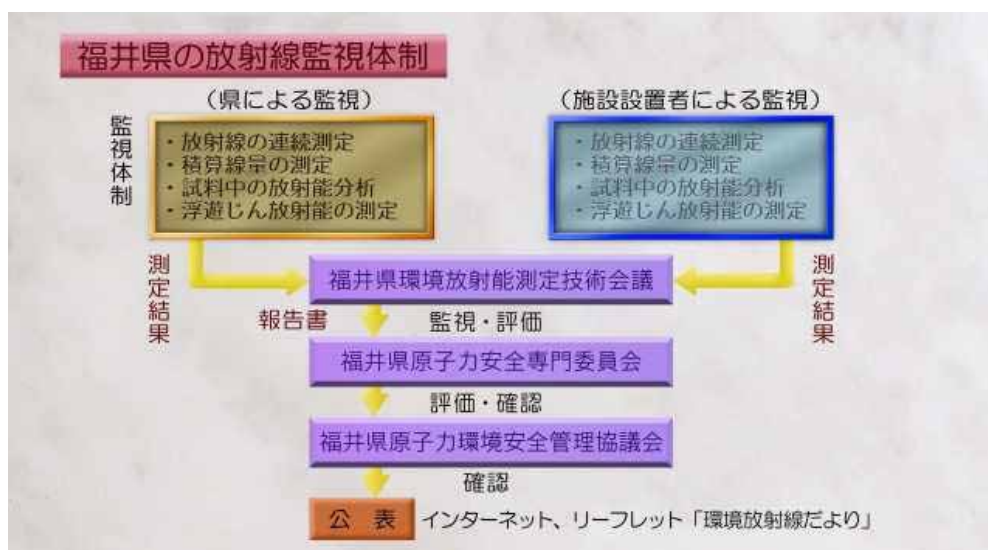
「環境モニタリング」は、大気質や水質など放射線以外のモニタリングも含む一般用語であり、公害防止のために行われると思っている人も多い。原子力関係の「環境モニタリング」では、周辺の放射線、大気中のホコリ、土壌などの放射能を測定・監視しているので、「環境放射線モニタリング」と言い換えて説明した方がわかりやすい。

[わかりやすく伝えるポイント]

「モニタリング」は定着度の低い外来語で（2002年の国立国語研究所調査では理解率28.9%）、「環境」の意味も曖昧である。「環境」は「施設外の放射線や放射性物質」、「モニタリング」は「監視」と説明すると、わかりやすいと思われる。

[図解のポイント]

○公開までの流れ（福井県の放射線監視体制を例に）



福井県原子力環境監視センターHP より転載

(http://www.houshasen.tsuruga.fukui.jp/re_info01.html)

[関連語]

- ・モニタリングステーション → 原子力施設周辺に設置される放射線監視局。空気中の放射性物質の濃度も測定できることでモニタリングポストと区別される
- ・モニタリングポスト → 親見出し参照(p119)

【参考文献】

- 1) JAEA 東海・核燃料サイクル工学研究所, “環境モニタリングとは”
(http://www.jaea.go.jp/04/ztokai/kankyo/kihou/kihou20_2/dic/monita.html)
- 2) 原子力安全委員会, “環境放射線モニタリング指針 平成22年4月”
(http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/shinsajokyo/pdf/100327_kankyo_monita.pdf)
- 4) 福島第一原子力発電所構内での計測データ 2011年
(<http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/f1/data/2011/index-j.html>)
- 5) 東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会, 中間報告書 p 249～251
(<http://icanps.go.jp/111226Honbun5Shou.pdf>)
- 6) 福井県原子力環境監視センター” 福井県環境放射能測定技術会議”
(<http://www.houshasen.tsuruga.fukui.jp/b0020com.html>)
- 7) JAEA 東海・核燃料サイクル工学研究所, パンフレット “見つめています 陸と空と海”
- 8) 人間文化研究機構 国立国語研究所, “モニタリング”
(http://www.ninjal.ac.jp/gairaigo/Teian1_4/Words/monitoring.gen.html)

非常用炉心冷却装置 (ECCS) Emergency Core Cooling System

[簡単に]

緊急時に炉心を冷却する装置

[詳しく]

原子炉内の水が減少したり、原子炉につながるパイプが破れて急速に水がなくなった時などに、緊急に炉心を冷却するために設けられている装置です。

原子炉の中へ大量の水を送り込んだり、直接燃料棒に水をかけて冷やしたりして、燃料棒の崩壊熱による破損を防止します。非常用炉心冷却装置は ECCS とも呼ばれます。

[角度を変えて]

福島第一原子力発電所事故では、地震と津波により全電源喪失が起こり、冷却水を送れなくなり、また、非常用炉心冷却装置も動かなくなったことから、炉心を冷やすことができなくなりました。そのため原子炉が空焚き状態となり、炉心溶融や水素爆発が起こり、大量の放射性物質が環境中に放出されました。

[誤解に注意]

原子炉を止めると核分裂しなくなるので、もう熱は出ないと思う人もいるが、核分裂が止まっても炉心から熱は出続ける。制御棒を一斉挿入して、継続している核分裂の連鎖反応（臨界状態）を止めても、核分裂によってできた放射性物質の壊変によって高い熱が発生し（崩壊熱という）、超高熱状態は長時間継続する。このため、原子炉を緊急停止した後も、炉心を冷却し続ける必要がある。非常時以外は通常の炉心冷却システムで対応できるが、そのシステムが作動しない場合、非常用炉心冷却装置（ECCS）は、原子炉が空焚き状態になることを防ぐ安全系の最重要装置の一つである。

[わかりやすく伝えるポイント]

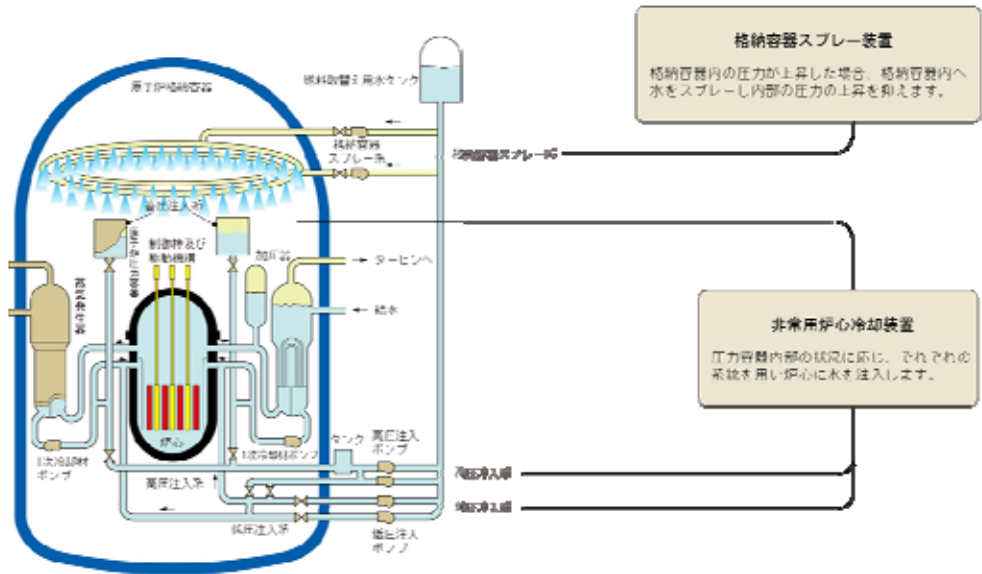
原子炉を止めること（制御棒の一斉挿入）との違いを明確に述べる。そのためには、止めた後にも崩壊熱がでるため、冷却する必要があることを説明する。

[関連語]

崩壊熱 → 親見出し参照(p61)

[図解のポイント]

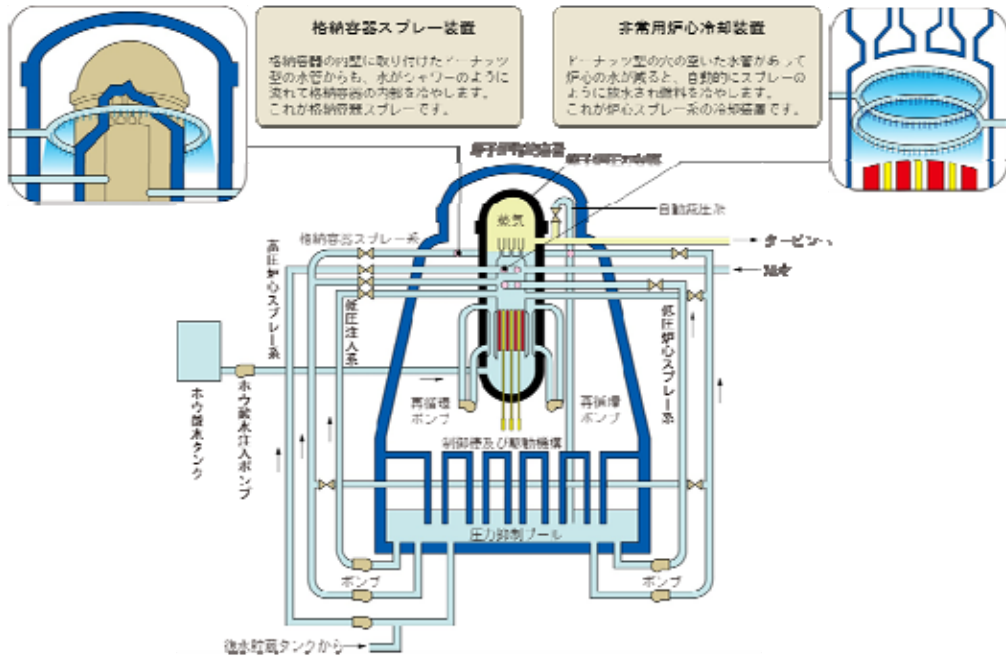
非常用炉心冷却装置等の例 (PWR)



6-14

原子力発電所と安全対策 (PWR)

非常用炉心冷却装置等の例 (BWR)



6-13

原子力発電所と安全対策 (BWR)

多重防護 Defense in Depth

[簡単に]

何重にも安全対策がなされていること。深層防護ともいう

[詳しく]

原子力発電所の安全確保の最大の目標は、人々に放射線による悪影響を及ぼさないことです。それを実現するために、階層的に幾重にも対策を講じます。これは、異常な事象の発生・拡大を防止することを目的とした手段が、思い通りに機能しなかったと仮定し、次の手段を用意すること、いわゆる前段否定の考えに基づくものです。この考えは「深層防護」の最も典型的なものとして広く使われているもので、「多重防護」と呼ばれます。

日本の場合、「異常の発生の防止」、「異常の拡大および事故への発展の防止」、「周辺環境への放射性物質の放出防止と影響低減」の3つの防止策がとられていました。

1つ目として、機器の故障や運転員の誤操作などにより通常の運転ができない状態（異常）を起こさないための対策、2つ目として、この異常が発生した場合には早期に検知し、異常が拡大して施設から外に放射性物質が放出される可能性がある事象（事故）に至らないよう、異常の拡大を防止する、3つ目として、万が一、事故に発展した場合でも、その拡大を防止し影響を低減させる、というものです。

さらに福島での事故も踏まえ、4つ目の過酷事故対策、5つ目の防災対策も含めて多重防護と考えられています。

[角度を変えて]

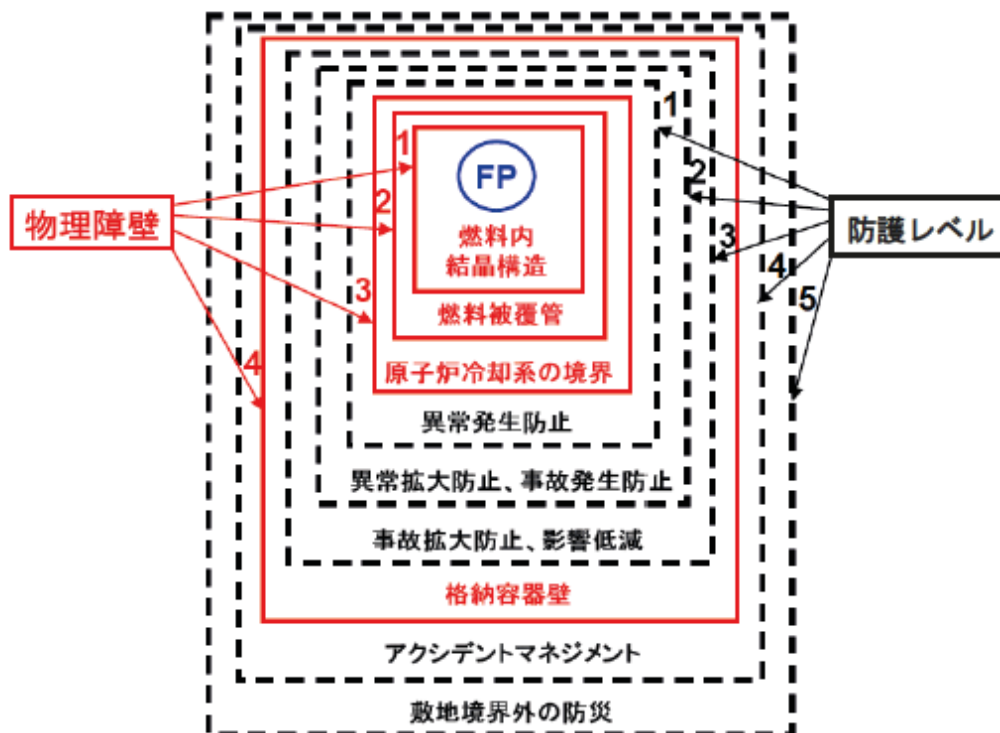
国際的な定義を参考に比較すると、多重防護の原則は、上記の3つだけでなく、さらに「過酷事故対策」と「防災対策」の合計5つになっています。なお、過酷事故とは、発生する確率が極めて小さいが発生すれば重大な炉心の損傷に至る事故を意味します。日本の規制が関与する多重防護の範囲は3つが主であり、4つ目に対する規制はなく、事業者の自主的な保安となっていました。福島での事故については、原子炉を冷却する機能と放射性物質の閉じ込め機能を失いましたが、それは3つ目の役割であることから、4つ目だけでなく、3つ目にも問題があったと指摘されています。原子力規制委員会は、福島での事故を踏まえ、4つ目になる過酷事故対策を規制に入れています。また、5つ目の防災対策については、指針の大幅見直しを行い、原子力発電所周辺の道府県や市町村によって、防災計画が策定されています。

[誤解に注意]

「多重防護」は、国際原子力機関（IAEA）の基本的安全原則では、防護レベルと物理障

壁の2つから構成されるものとされている。しかし、日本では、防護レベルを「多重防護」と呼び、物理障壁については多重障壁もしくは5重の壁として区別してきた。「多重防護」と多重障壁は似たような用語であるため、「多重防護」は、しばしば物理障壁である多重障壁（5重の壁）と混同されている。

*以下に示す IAEA の物理障壁には、原子炉建屋（第5の壁）が示されていない。

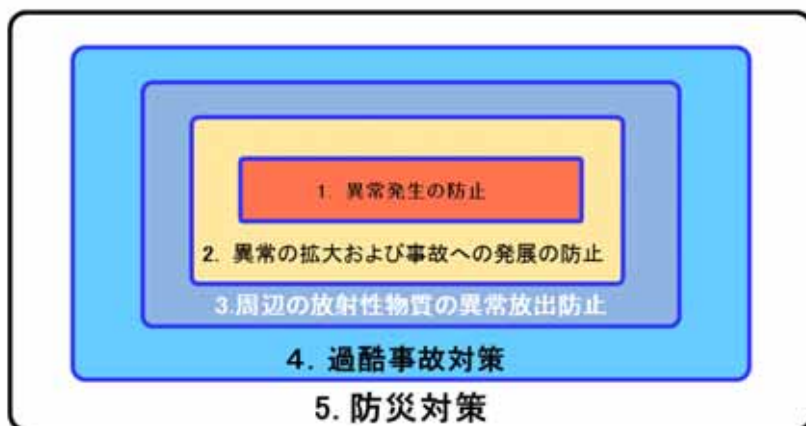


IAEA における防護レベルと物理障壁との関係

「原子力発電所の設計と評価における地震安全の論理」
 日本原子力学会 原子力発電所地震安全特別専門委員会 より転載

[図解のポイント]

<わが国が目指す多重防護（深層防護）>



[関連語]

多重障壁（5重の壁） → 放射性物質が漏れないようにつくられた、幾層にもわたる物理的な障壁である。具体的には燃料ペレット（第1の壁）、燃料被覆管（第2の壁）、原子炉圧力容器（第3の壁）、原子炉格納容器（第4の壁）、原子炉建屋（第5の壁）を指す。

【参考文献】

- 1) 電気事業連合会, 多重防護
(<http://www.fepc.or.jp/nuclear/safety/shikumi/bougo/index.html>)
- 2) 諸葛宗男, 日本原子力学会誌 Vol. 53 No. 12 “今こそ深層防護の安全哲学の深耕を”
(<http://www.aesj.or.jp/atomos/tachiyomi/2011-12mokuji.pdf>)
- 3) 原子力安全委員会事務局, 当面の施策の基本方針の推進に向けた外部の専門家との意見交換— 安全確保の基本原則に関係すること—第5回会合, 平成23年12月13日
(<http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/annai/kihon22/gensoku/20111213/siry01.pdf>)
- 4) 原子力安全委員会事務局, 多重防護について（目次案）平成24年2月1日
(<http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/annai/kihon22/gensoku/20120201/siry03-1.pdf>)
- 5) 日本原子力学会 原子力発電所地震安全特別専門委員会, 原子力発電所の設計と評価における地震安全の論理 2010年7月
(http://www.aesj.or.jp/information/20100708sc_anzenkougaku_r3.5.pdf)

国際原子力事象評価尺度 (INES) International Nuclear Event Scale

[簡単に]

原子力事故・トラブルの深刻度を表す国際的な評価尺度

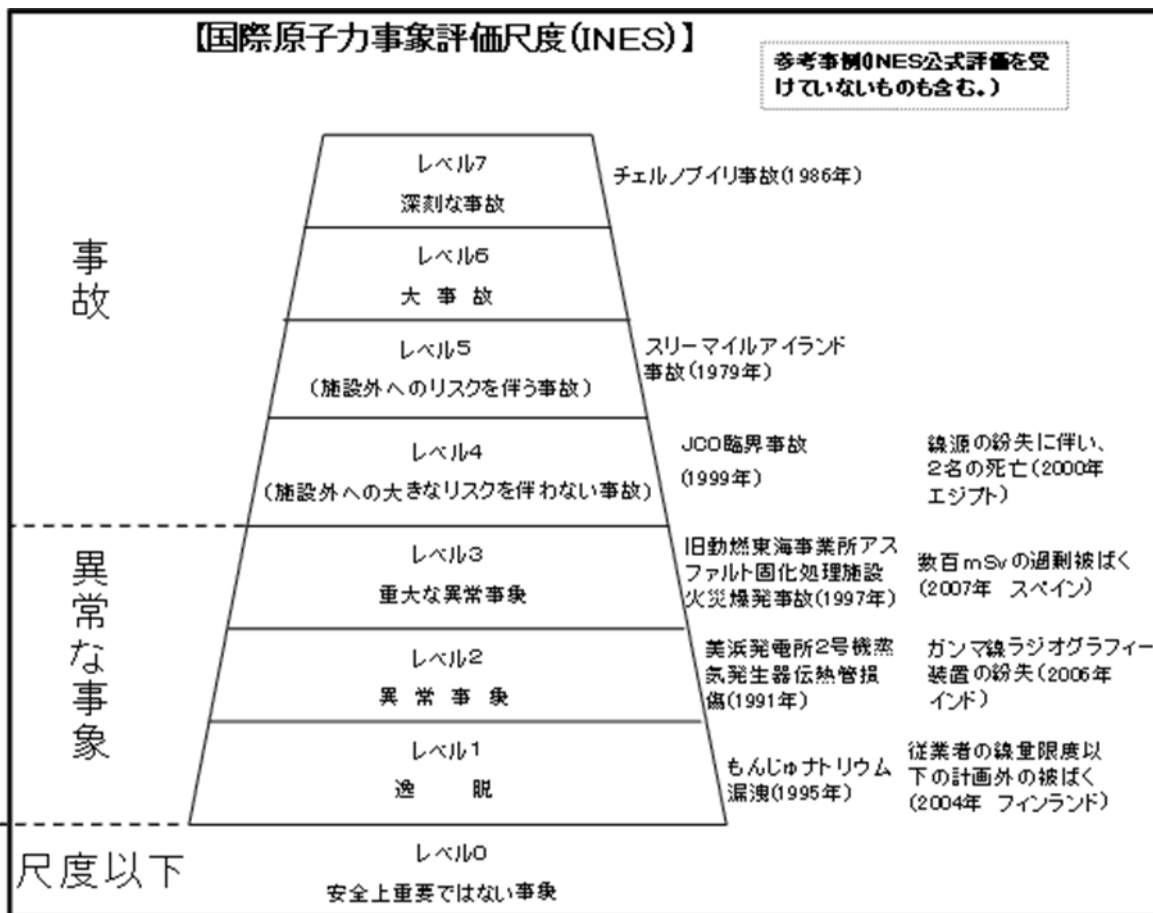
[詳しく]

原子力事故・トラブルの程度は、一般の人にはわかりにくいので、それをわかりやすく示すために設けられた尺度です。国際原子力機関 (IAEA) と経済協力開発機構・原子力機関 (OECD/NEA) の協力で策定されました。1992 年に各国での採用が勧告され、日本でも採用されています。この評価尺度は、放射性物質の発電所外への影響、放射性物質の発電所内への影響、発電所の安全確保機能の劣化 (深層防護の劣化) の 3 つの観点を基準とし、レベル 0 から 7 までに分けられています。

[角度を変えて]

- ・福島第一原子力発電所の事故はレベル 7 と評価されていますが、これは暫定評価です。最終的には原因究明が行われ再発防止対策が確定した後、専門の委員会による検討を経て正式に評価が行われます。
- ・レベル 7 に上がったのは、各地のモニタリングポストのデータから、放出された放射性物質がヨウ素 131 換算で数万テラ (1 テラ=1 兆) ベクレル以上と評価されたためです。ヨウ素 131 換算で数万テラベクレル以上の放射性物質の放出のとき、レベル 7 となります。
- ・福島第一原子力発電所事故で外部に放出された放射性物質は、チェルノブイリ事故で放出された量の 1/10 程度と言われています。しかし、福島での事故で海の方に流れた放射性物質は、海にモニタリングポストがないため、正確に評価されていませんでした。海外で観測された値などから海の方に行った放射性物質を評価し、福島での事故で放出された放射性物質の量を見積もると、チェルノブイリ事故の 1/10 よりも増える可能性があります。

[図解のポイント]



【出典】 文科省 HP

http://www.mext.go.jp/a_menu/anzenkakuho/ines/kokusaihyoukasyakudo.htm

[関連語]

国際原子力機関 (IAEA) → 原子力の平和利用を促進するとともに、原子力の軍事的利用への転用防止を目的とする。

経済協力開発機構・原子力機関 (OECD/NEA) → 加盟国政府間の協力による、安全かつ環境的にも受け入れられる経済的なエネルギーとしての原子力開発促進を目的とする。

耐震裕度 seismic safety margin

[簡単に]

大地震が起きても直ぐに甚大な事故に至らないように、ある程度余裕を持たせる度合い

[詳しく]

設計で想定した最大の地震動を受ける可能性は極めて低いですが、それを上回る地震動の可能性がゼロとは言い切れません。従って、ある程度予測される揺れやその時の環境を、敢えてより深刻なものであると仮定して安全対策を行います。例えば、重要な設備の揺れが敢えて長く続くと想定したり、揺れ幅も敢えて大きいものと想定しても問題ないことを計算で確認しています。それを幾重にも設けることで原子炉の安全機能を維持します。

また、実際に、耐震裕度を上げるための工事もします。例えば、原子炉を冷やす冷却水の配管を支える部分やその冷却水を冷やす設備を支える部分に補強材を取り付ける工事などがあります。原子力発電所の安全上重要な設備は、このような工事をするすることで、事故の拡大のリスクをさらに下げています。

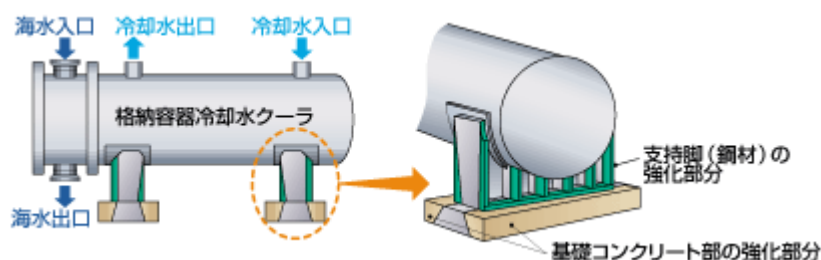
[角度を変えて]

耐震裕度評価は、基準地震動（→見出し項目参照）を使って求められます。簡単に言えば、基準地震動が起こったときに、どの程度の余裕があるか（裕度）を計算します。もう少し詳しく言えば、耐震裕度評価は、基準地震動 S_s の数倍の地震動を入力した場合の応答値と評価基準値（例えば、設備や機器の規格値）との比較により、基準地震動 S_s に対する裕度を評価します。

[図解のポイント]

耐震裕度向上工事の例

格納容器冷却水クーラは、原子炉の設置してある原子炉格納容器内の空気を冷やす役割を持っています。格納容器冷却水クーラの支持脚に鋼材を溶接して強化し、基礎のコンクリートの幅を広げる工事を行っています。



出所：関西電力 HP <http://www1.kepcoco.jp/taishin/a7.html>

[関連語]

基準地震動 → 親見出し参照 (p95)

耐震設計基準 → 親見出し参照 (p99)

【参考文献】

- 1) 原子力安全委員会, 発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針, 平成 18 年 9 月 19 日
(<http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/shinsashishin/pdf/1/si004.pdf>)
- 2) 原子力安全・保安院, 耐震裕度に関する検討状況について
(<http://www.nsr.go.jp/archive/nisa/genshiryoku/doukou/files/201003-4.pdf>)
- 3) 原子力安全・保安院/JNES, 大飯発電所 3 号機及び 4 号機に関するストレステスト (一次評価) 審査等を踏まえたストレステスト (一次評価) における確認項目の整理
(<http://www.nsr.go.jp/archive/nisa/shingikai/800/29/015/sankou15-2.pdf>)
- 4) 耐震裕度向上工事 (関西電力)
(<http://www1.kepcoco.jp/taishin/a7.html>)

基準地震動 basic earthquake ground motion

[簡単に]

原子力発電所の設計の際に想定する最大の揺れ

[詳しく]

地震による地面の揺れを「地震動」といいます。基準地震動は、発電所の敷地周辺の地質・地質構造、地震学・地震工学的観点から、発電所の事業期間中に発生しうる最大の揺れのことを指します。したがって基準地震動が起こる確率は非常に低いものになります。

この背後にあるのは、「考えうる最悪の事態」が起こったとしても、安全性を確保できるようにという考え方です。しかし、もし地震の揺れが原因となる事故が起こった場合には、基準地震動を推定する方法を見直す必要があります。実際、福島第一原子力発電所の2号機、3号機、5号機で基準地震動を一部超えた地震動が観測されていました。この策定方法については、東日本大震災時の地震・津波、福島第一原子力発電所事故から得られた知見・教訓を踏まえて見直しがされています。

[角度を変えて]

地震学的観点からは、基準地震動を上回る強さの地震動の可能性は否定できません。したがって、策定した基準地震動を上回る地震動が起きる可能性、さらに、そのような地震が起こった場合、施設にどの程度の重大な損傷事象が発生するか、施設から大量の放射性物質が放散されるか、それらの結果として周辺の方々に対してどの程度の放射線被ばくによる災害を及ぼすかを、見積もっておく必要があります。もちろん、このリスクを合理的にできる限り小さくするために努力をします。

基準地震動を超える地震動に対しては、設計上の余裕があるため、必ずしも直ぐに安全機能が失われることはありませんが、福島第一原子力発電所事故後、事業者は、その余裕がどの程度なのか把握しています。また、それを回避するための緊急の安全対策を示し、その対策によって余裕がさらにどれだけ大きくなるのか、その効果も把握しています。

[誤解に注意]

- ・ Web アンケートによる意識調査では、揺れの「平均値」であるとの誤解が多い。そうではなく、想定しうる「最大値」であり、最悪の事態を想定している点を強調する。
- ・ 「基準地震動＝限界地震動」という解釈も一部では見られている。原子力発電所において基準地震動を超える地震動が起きた場合に、多くの設備が損傷することを認めていると誤解される可能性がある。福島第一原子力発電所事故後にすべての原子力発電所で実施されたストレステストでは、基準地震動の何倍まで耐えることができるかを事業者は確認して

いる。

- ・東北地方太平洋沖地震は想定外ということが論じられたが、東京電力の認識では、以下の視点で想定外という報告がある。

「福島第一原子力発電所事故の前、福島県沖という個別の領域を震源とした $M_j7.9$ を想定し、そこでの基準地震動を算出していた。実際に起こったのは宮城県沖の $M_j9.0$ (福島第一から 178 km) の地震であるが、この地震は福島県沖にもまたがる広い領域を震源としたものであり、その評価は行っていなかった。国の地震調査研究本部でも非常に広い領域が連動する地震は想定されていなかった。結果として、福島第一原子力発電所の 2 号機、3 号機、5 号機で基準地震動を一部超えた地震動が観測されていた。なお、福島第二原子力発電所では超えていなかった。」

[わかりやすく伝えるポイント]

- ・「基準」という言葉から「平均値」と考える人が多いと思われるため、この場合の基準は、「安全を十分に確保できる基準」という意味であることも、併せて伝えることがよいと思われる。

[関連語]

残余のリスク → 基準地震動を上回る地震動の影響により、施設に重大な損傷事象が発生すること、施設から大量の放射性物質が放散される事象が発生すること、あるいは、それらの結果として周辺の方々に対して放射線被ばくによる災害を及ぼすことのリスク

ガル → 人や建物にかかる瞬間的な加速度の大きさを表している。

震度 → 地震の際における、それぞれの観測地点での揺れの大きさを表している。現在、震度の階級は 0 から 7 まで定められている。なお、震度は地震の周期や継続時間にも影響を受けるので、ガル (加速度) だけをもとに震度を計算することはできない。ただし目安として、阪神大震災では 600~800 ガル程度で震度 7 であった。

【参考文献】

- 1) 独立行政法人 防災科学技術研究所, 地震と地震動
(<http://www.j-shis.bosai.go.jp/earthquakes-and-seismic-motion>)
- 2) ATOMICA, 基準地震動
(http://www.rist.or.jp/atomica/dic/dic_detail.php?Dic_Key=2677)
- 3) ATOMICA, 原子力発電所の耐震設計審査指針の改定
(http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_Key=11-03-01-30)

- 4) 日本原子力学会 原子力発電所地震安全特別専門委員会, 原子力発電所の設計と評価における地震安全の論理 2010年7月
(http://www.aesj.or.jp/information/20100708sc_ankenougaku_r3.5.pdf)
- 5) 東京電力, 東北地方太平洋沖地震における地震動及び津波について 平成23年8月11日
(http://www.pref.niigata.lg.jp/HTML_Article/334/751/110811_26-1,0.pdf)
- 6) 原子力安全・保安院, ストレステストの進捗状況(発電用原子炉) H24.9.13(木)現在
(<http://www.nsr.go.jp/archive/nisa/stresstest/stresstest.html>)
- 7) 地震・津波関連指針等検討小委員会, 発電用原子炉施設に関する耐震計審査指針(改訂案) 平成24年3月14日
(<http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/senmon/shidai/jishin/jishin14/ksiryo2.pdf>)
- 8) 気象庁 ガルと震度の関係: 震度7は加速度で何ガルに対応するのですか?
(<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/knownow/faq/faq27.html#27>)

規制基準 safety standards for nuclear power stations

[簡単に]

原子力発電所を規制する新しい安全基準

[詳しく]

原子力規制委員会は、2013年6月19日、福島第一原子力発電所事故の教訓を踏まえた新しい規制基準を決定し、7月8日に施行しました。テロ対策などを盛り込んだ「シビアアクシデント（過酷事故）対策」、既存設備の安全対策を強化・追設する「設計基準」、活断層調査の強化や津波防護対策を定めた「地震・津波対策」の3つに大別されます。また規制基準には、最新の安全対策を義務づけるバックフィット制度が導入され、既存の原子力発電所も対象となります。

[角度を変えて]

規制基準では、想定されるもっとも大きな津波を基準津波とし、原子力発電所敷地内を浸水させないよう義務づけています。浸水が想定される場合は防潮堤などが必要で、原子炉建屋などと同等のもっとも高い耐震性が求められます。

また、活断層の定義はこれまで通り「12万～13万年前以降に動いたことを否定できない」としていますが、判断がつかない場合は40万年前以降までさかのぼって調べるよう新たに要求しています。活断層の真上には、原子炉建屋など重要施設の設置を認めないことも明確化しています。

安全設備では、事故の際に格納容器内の高まった圧力を、放射性物質を低減した上で外部に逃がすフィルタ付ベントが必要になりました。ただし、格納容器が大きい加圧水型軽水炉（PWR）と高速増殖炉もんじゅには、5年間の猶予が設けられました。整備の猶予は、原子力発電所を操作する中央制御室が使えなくなった場合に備えた緊急時制御室などにも認められました。

[わかりやすく伝えるポイント]

I シビアアクシデント対策概要

① 特定重大事故等対処施設

- ・ 緊急時制御室：中央制御室のバックアップ 5年間猶予
- ・ フィルタ付ベント：放射性物質を低減して排気 PWRは5年間猶予

② 緊急時対策所：事故の際、前線本部となる免震重要棟 機能を満たせば仮設も当面可 (重大事故が発生しても、代替交流電源から給電できる指揮所等の支援機能を確保)

③ 電源車や可搬式ポンプの配備

II 設計基準概要

- ①ケーブル難燃化：火災対策
- ②活火山、竜巻対策の強化
- ③安全上、とくに重要な機器の信頼性強化（長時間使用する配管等の多重化、他）

III 地震・津波対策概要

- ①津波に対する基準を厳格化
- ②高い耐震性を要求する対象を拡大
- ③活断層の認定基準を厳格化
- ④より精密な基準地震動の策定
- ⑤地震による揺れに加え地盤の「ずれや変形」に対する基準を明確化

【関連語】

基準地震動 → 親見出し参照 (p95)

【参考文献】

- 1) 原子力規制委員会 “原子力規制委員会及び新安全基準骨子案の概要”
(http://www.jaif.or.jp/ja/news/2013/panel02_yamamoto.pdf)
- 2) 原発新基準、正式決定＝地震、津波想定を厳格化－施設対策は一部猶予・規制委
2013年6月19日 時事通信社
(<http://www.jiji.com/jc/zc?k=201306/2013061900056&g=soc>)
- 3) 原子力規制委員会 “新規制基準に係る主な経過規定について”（平成25年6月19日）
(http://www.nsr.go.jp/committee/kisei/data/0011_03.pdf)

活断層 active fault

[簡単に]

将来も地震を引き起こす可能性のある断層

[詳しく]

岩盤の破壊によって一つの面を境に両側にずれた地層を「断層」と言います。その中でも、最近数10万年間に、おおむね千年から数万年の間隔で繰り返し動いてきた跡が地形に現れ、今後も活動を繰り返すと考えられる断層を活断層と呼びます。活断層は、今後も活動し、地震を引き起こす危険性のある断層です。

活断層では、通常約千年から数万年に一回の割合で地面がずれますが、そのときに地震が発生します。

[角度を変えて]

原子力発電所の耐震指針（2006年9月改訂）では、耐震設計上、注意すべき活断層を「この12万6千年の間に活動したかもしれない断層」としています。一つの活断層で直下型大地震が発生する間隔は千年以上あり、プレート境界での地震（東日本大震災など）の発生間隔よりはかなり長いと言えます。地震の大きさも大部分がマグニチュード7クラスです。しかし、直下型は住んでいる場所の近くに震源があるため、揺れ（震度）は局部的に大きくなるという危険性があります。

[誤解に注意]

行政や住民が活断層の有無について過度に神経質になっている場合がある。活断層の性質・3次元的広がり・活動の仕方・研究の現状などを理解しないまま、「おそろしい」というイメージだけを持つ場合が多い。

代表的な誤解は、地表で見えている活断層そのものが地震の発生源であり、その線上だけが危ない、というものである。地表で見られる活断層は、地震発生能力のある地下岩盤中の震源断層のずれがたまたま地表にまで伝わった部分にすぎないこと、よって、活断層から10m離れた場所と1km離れた場所での危険度にさほど変わりはない場合が多い。また地表に活断層がない場合にも、地下に断層が存在する危険性があることも正しく理解されていないことがある。

さらに活断層の存在に過剰に反応する例がある反面、活断層分布図に自分の町の活断層が描かれていないからといって、安心してしまっている行政や住民も多い。活断層があらわれていない場所でも、活動的な褶曲構造（下記図解参照）が発達する地帯であれば、その地下にある伏在断層や層内すべりなどによって、マグニチュード7クラスの地震が発生

しうる。

【参考】

http://sk01.ed.shizuoka.ac.jp/koyama/public_html/etc/shohyou/afault.html

松田時彦著『活断層』（岩波新書 1995年）

池田安隆・島崎邦彦・山崎晴雄著『活断層とは何か』（東京大学出版会 1996年）

【わかりやすく伝えるポイント】

たとえるなら

活断層は地形に残された大地震の化石のようなものである。地形の食い違いがはっきりとしていれば大地震が何度も繰り返し起こった結果と考えられる。そして、ひとつひとつの地震の証拠は地下の地層のなかに記録されている。昔の生物の様子を現代に伝える化石のように、活断層は過去の大地震を現代に伝える化石と言える。

【図解のポイント】

活断層は断層運動の変位様式によって下の4つの基本タイプに整理できる。また、変位が軟らかい地層内で拡散した場合には、地表に段差ではなく、たわみとして現れる場合がある。

<http://www1.gsi.go.jp/geowww/bousai/about-activefault.html>



【関連語】

耐震指針 → 「耐震設計基準」参照(p99)

基準地震動 → 親見出し参照(p95)

破砕帯 → 地下にある硬い岩盤が何らかの力で破壊され、硬いものが砕けたような跡が一定の幅を持って帯状に連なっているもの。

水素爆発 hydrogen explosion

[簡単に]

水素が酸素と急激に反応し、爆発すること

[詳しく]

日本の発電用原子炉において、燃料(ペレット)が入っている燃料被覆管の材料に主に使われているのはジルコニウム合金です。このジルコニウム合金は、高温になると周囲にある水と化学反応を起こして、水素ガスを発生させます。水素は空気より軽いので上部に集まり、その濃度が4%を超えてさらに高まり、酸素と急激に反応すると、水素爆発を起こします。

福島第一原子力発電所事故では、地震と津波により全電源喪失が起こり、冷却水の循環が停止した結果、冷却水の水面が低下して、燃料が水面より上に露出しました。露出部分は高温になり、その高温部分の燃料被覆管のジルコニウム合金に水蒸気が触れた際、酸素を奪われたために水素が発生しました。その際に、水素爆発が起こったとされます。

水素爆発が起こると原子炉や建屋の破損等が生じ、より重大な事故となる危険性が高くなります。

上記事故では、原子炉格納容器内の水素ガスの濃度を下げて、再び水素爆発を起こすのを避けるため、水素と反応しにくい窒素ガスを入れました。

[角度を変えて]

水素は酸素と結びついて(結合して)水になります。しかし、ただ水素と酸素を室温で混ぜただけでは、結合して水ができる化学反応は起こりません。きっかけが必要で、水素ガスに点火すると反応が起きます。点火しなくても温度が570℃になると自然発火し、反応が起きます。

化学反応という観点からみると、水素原子と酸素原子の電子が関与します。通常、水素は水素分子(2つの水素原子が結びついている状態:H-Hで-は電子が関与)、酸素は酸素分子(2つの酸素原子が結びついている状態:O-Oで-は電子が関与)で存在しています。H-H、O-Oで存在するよりもH-O-Hの方がエネルギーが低いので、水素、酸素の混合状態では、あるきっかけでA状態(H-H、H-H、O-O)がB状態(H-O-H、H-O-H)のように変化します(化学反応式では $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$)。その時、エネルギーの差が熱として放出されます。

[誤解に注意]

福島第一原子力発電所の事故で起こったのは、この水素爆発のみである。後述の水蒸気爆発や核爆発は起こっていない。

水蒸気爆発は、燃料が溶融して、もしも大量の水があるところに落下すれば一気に蒸発するというもので、水素爆発とは原理が異なる。

核爆発とも異なる。核爆発とは核分裂あるいは核融合の連続的な反応を短時間で起こすものであり、水素爆発とは全く異なる。

また水素爆弾（水爆）と混同されることがあるが、原理が異なり、まったく別の事象である。水爆は、水素同位体の核融合反応（上記の核爆発の一種）によって生じるエネルギーを利用する爆弾である。

【関連語】

燃料被覆管 → 親見出し参照(p55)

水蒸気爆発 → 液体の水が一気に気体（水蒸気）となり、体積が1000倍以上になることで起こる物理的現象。水蒸気爆発事故は、水が高温の金属と接触して一気に水蒸気になることにより起こる。

【参考文献】

1) 原子力防災基礎用語集、水素爆発

(http://www.bousai.ne.jp/vis/bousai_kensyu/glossary/su01.html)

2) 原子力安全・保安院，用語集 原子力防災用語集、水素爆発

(<http://www.nisa.meti.go.jp/word/13/0598.html>)

炉心溶融 core melt

[簡単に]

燃料の溶融が炉心内部に広がった状況

[詳しく]

原子力事故が発生して、原子炉内に生じる熱を十分に除去できない場合、燃料が融点を超えて溶け落ちてしまうことです。燃料が高温になる原因には、冷却機能が失われたり、原子炉の出力が上昇したりするなど、いくつかあります。

炉心溶融が起これると、放射性物質が原子力発電所外に漏れる事態を引き起こす危険性が生じます。

原子力発電所で事故が起こったとき、死守しなければならないことが3つあります。それは、「止める」、「冷やす」、「閉じ込める」です。「止める」とは、原子炉の中で起こっている核分裂反応を止めることです。「冷やす」とは、核分裂を止めてもそれまでの核分裂で発生した核分裂生成物からの放射線により発熱が続くので、その（崩壊）熱を冷やすことです。「閉じ込める」とは、放射性物質を発電所外に出さないように施設内に閉じ込めることです。

福島第一原子力発電所事故では、「止める」はうまくできましたが、「冷やす」、「閉じ込める」はできませんでした。つまり、地震発生と共に制御棒が挿入され核分裂を止めることはできましたが、全電源を喪失したため、冷やすための水を循環させることができず、冷却水がなくなり、原子炉が空焚き状態となって燃料が溶融したと推定されています。放射性物質を閉じ込める5重の壁と呼ばれた燃料ペレット、燃料被覆管は溶けて放射性物質を閉じ込められず、原子炉圧力容器も高温の燃料により穴が開いたと考えられます。原子炉格納容器も燃料の高熱そのものや、格納容器内の水蒸気、水素などによる圧力の急上昇などが原因となり、一部が損傷に至ったとみられ、放射性物質を閉じ込められなくなりました。また、原子炉建屋は水素爆発により吹き飛ばされました。

[角度を変えて]

原子力発電所の大事故には、運転停止後の冷却不能事故と運転中の原子炉暴走（急速な出力上昇）事故といったタイプがあります。

福島第一原子力発電所事故は運転停止後の冷却不能、チェルノブイリ事故は原子炉暴走でした。福島での事故は上で述べたとおりです。チェルノブイリ事故は核分裂反応を制御できなくなり、原子炉が暴走し、水蒸気爆発が起きて、原子炉内にあった大量の放射性物質が大気中へ放出されました。

[誤解に注意]

一般にマスメディアなどでは、炉心溶融の意味で「メルトダウン」という言葉が使われることがある。Web アンケート調査では、「メルトダウン」という用語の方が炉心溶融より危険な印象が強いとの結果になっている。

[関連語]

燃料被覆管 → 親見出し参照 (p55)

炉心損傷 → 被覆管が傷つくこと

全炉心溶融 → 炉心溶融のうち、炉心が全て高温によって溶融した状態をとくに「全炉心溶融」と呼ぶ。

メルトスルー → 全炉心溶融により原子炉の底に落下した燃料が、圧力容器を破損して炉外に露出することを、「メルトスルー」と呼ぶこともある。

水蒸気爆発 → 液体の水が一気に気体（水蒸気）となり、体積が 1000 倍以上になることで起こる物理的現象。水蒸気爆発事故は、水が高温の金属と接触して一気に水蒸気になることにより起こる。

シビアアクシデント severe accident

[簡単に]

設計で想定していた事象を超え、炉心の重大な損傷に至る事故

[詳しく]

あらかじめ想定していた「設計基準事象」を大きく超える事象であり、安全設計の評価上想定された手段では、適切に炉心を冷却または制御できない状態となって、炉心溶融または原子炉格納容器の破損に至る事象です。米国のスリーマイルアイランド事故、旧ソ連のチェルノブイリ事故、日本の福島第一原子力発電所事故が、シビアアクシデント（過酷事故）に相当します。

[角度を変えて]

1979年3月に米国スリーマイルアイランド2号機（TMI-2）で起きた事故では、原子炉炉心の約半分が溶融しました。この事故は設計基準事故を超えた事故であり、シビアアクシデントの典型例として位置づけられています。これを契機に、シビアアクシデントの諸現象の把握やシビアアクシデントへの防止対策のため、炉心の損傷、溶融過程に関する研究が、各国で精力的に実施されています。

(参考) シビアアクシデント時の炉心溶融進展に関する研究 (06-01-01-09)

http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_Key=06-01-01-09

[複合語]

シビアアクシデント対策 → (参考) 発電用軽水型原子力施設におけるシビアアクシデント対策規制の基本的考え方について

原子力安全・保安院 2012年8月27日

<http://www.meti.go.jp/press/2012/08/20120827001/20120827001-2.pdf>

[関連語]

炉心溶融 → 親見出し参照(p105)

設計基準事象 → 原子力施設の安全設計とその評価に当たって考慮される事象

設計基準事故 → 設計時に考慮された想定事故

ストレステスト stress test

[簡単に]

想定を超える大地震、津波などの事態によって発生する負荷に対して、どの程度の余裕があるかを計算で調べる試験

[詳しく] (原子力発電所の場合に限定して記載)

設計時の想定を超える地震や津波が発生した場合、あるいは電源や冷却機能が無くなった場合に、具体的にどのような影響があるのか、どこまで耐えられるか、弱点はどこかを個々の機器ごとにチェックします。判断の決め手は、機器が壊れることで最終的に燃料が損傷するまでに至るか否かにあります。

【外部からのストレス】

地震や津波の場合は、それらの条件を少しずつ厳しくしていき、個々の機器がどこまで耐えられるかをチェックします。燃料が損傷しないで、原子炉と使用済燃料プールをどこまで冷却維持できるかをチェックします。その限界となる地震の揺れや津波の高さは想定は何倍の余裕があるかを求めます。さらに、地震と津波が同時に起きた場合、どの程度の時間、燃料が損傷しないで維持できるかを求めます。

【内部機能の維持の程度】

完全に停電した場合や原子炉と使用済燃料プールを冷やすための最終的な機能が無くなった場合、その代替りとなる電源や冷却水の供給方法によって、燃料が損傷しないで、電源維持や冷却水供給が外部からの支援なしで確保できる時間の余裕を求めます。それぞれの余裕が確認できたら、それを回避するための緊急の安全対策を示し、その対策によって余裕がさらにどれだけ大きくなるのか、効果を示します。

[角度を変えて]

元々、各国で規制が異なる欧州で、原子力発電所の安全性に関する共通の手法として、実施されたものです。

わが国では、福島第一原子力発電所の事故を機に、原子力安全・保安院が行った安全性確認が国民や住民の方々に理解を得られているとは言い難い状況にあったことで、ストレステストをすることになりました。手続きとしては、事業者がストレステストをして、その結果を原子力安全・保安院（当時）が評価し、その評価結果を原子力安全委員会が確認します。最後に、首相と関係閣僚が地元自治体の合意を前提に再稼働の是非を判断することになっていました。つまり、再稼働を判断する政治的な材料として課されたものです。

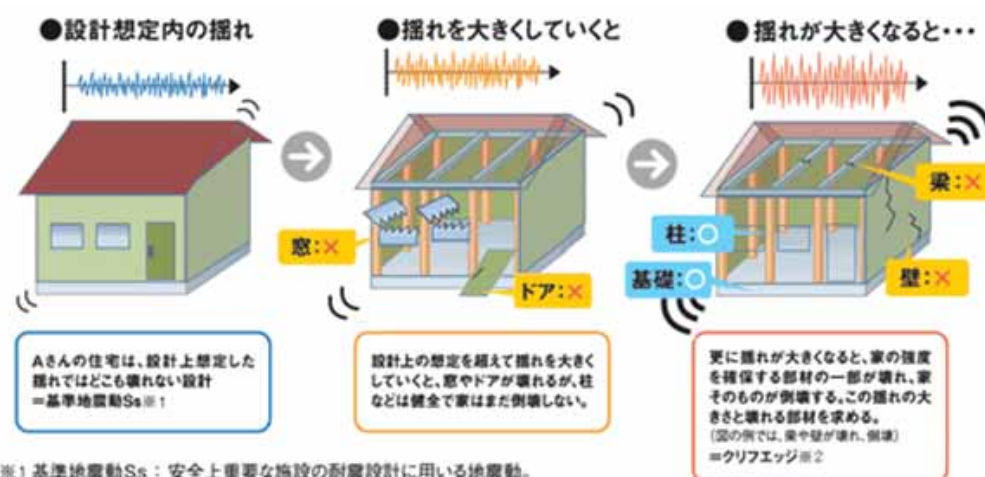
[誤解に注意]

- ・ ストレストテストは、実際の発電所の運転状況と比較して、非常に厳しい保守的な条件を設定して評価している。したがってテストで評価した裕度を超えたとしても、直ちに施設の健全性が損なわれるわけではない。
- ・ ストレストテストは一次評価と二次評価があり、一次評価は定期検査で止まっている発電所の再稼働の可否を判断し、地元の自治体に協力を求める。二次評価は運転中の発電所も含めすべての発電所における運転継続の判断をするために行われる総合的な安全評価である。一次評価は安全評価ではなく、余裕度の評価に過ぎない。現時点で二次評価を行っているところはなく、二次評価の内容は不透明であることから、[詳しく]にある解説は、「一次評価」の内容についてしか触れていない。

[関連用語]

- ・ クリフエッジ

「崖っぷち」の意味で、状況が劇的に変わる限界のこと。燃料の損傷に至るシナリオはいくつもあり、それらシナリオの中から確認できた最小の余裕度を指す。



※1 基準地震動S₀：安全上重要な施設の耐震設計に用いる地震動。

※2 クリフエッジ：断崖の先端の意味で、状況が大きく変わる限界を意味する。

出所：北海道電力 HP (ストレストテストとは)

【参考文献】

- 1) 北海道電力, ストレストテスト

(http://www.hepco.co.jp/ato_env_ene/atomic/stress_test/stress_test.html)

- 2) 澤田哲生, ストレストテストってなに? 日本原子力学会 Vol. 54 2012. 5

- 3) 関西電力, 原子力発電所の安全確保に向けた取組み > ストレストテスト

(<http://www.kepco.co.jp/ankenkakuho/stress.html>)

- 4) 東京電力, ストレストテストの概要 柏崎刈羽原子力発電所 平成 23 年 9 月 8 日

(<http://www.tepco.co.jp/nu/kk-np/info/tohoku/pdf/23090802.pdf>)

- 5) 原子力安全・保安院, ストレステストの進捗状況 (発電用原子炉) H24.9.13(木) 現在
(<http://www.nsr.go.jp/archive/nisa/stresstest/stresstest.html>)
- 6) 電気事業連合会, ストレステストの実施
(<https://www.fepc.or.jp/nuclear/safety/tsunami/index.html>)
- 7) 関西電力, 各プラントのクリフエッジ評価結果一覧
(http://www.kepc.co.jp/ankenakuho/index_images/cliffedge.pdf)

非常用電源 emergency power (source)

[簡単に]

非常用の電力供給設備

[詳しく]

外部電源を使用している装置または施設で、電力供給がされなくなったとき、停止または故障等を回避するために一時的に電力を供給する装置のことです。例えば、送電線による電気の供給が断たれた際に使用する、ディーゼル発電機などの設備を指します。

[角度を変えて]

原子力発電所では、何らかの異常により発電所への通常の電力供給が停止した場合に、発電所の保安を確保し、原子炉を安全に停止し、さらに冷却し続けるために非常用電源がきわめて重要です。

非常用電源として、小型の装置では蓄電池が使用されますが、大電力が必要な施設では素早く起動できるディーゼル発電機などが用いられます。福島第一原子力発電所事故後は、これら非常用電源がだめな時のバックアップとして、発電機を搭載した電源車を高台に配置するなどの対策がとられています。

外部電源はもとより、ディーゼル発電機などの非常用電源も含め、すべての電源が失われることは、全電源喪失と呼ばれます。

[誤解に注意]

電源車も非常用電源と考えている人もいるが、あくまでディーゼル発電機などの非常用電源のバックアップである。

[複合語]

非常用電源設備

[関連語]

外部電源 → 「炉心冷却機能」参照(p115)

ディーゼル発電機 → 「炉心冷却機能」参照(p115)

電源車 → 「炉心冷却機能」参照(p115)

炉心冷却機能 core cooling function

[簡単に]

原子炉で発生する熱を取り除く機能

[詳しく]

炉心を適切に冷却する機能のことです。基本的には冷却材と、それを炉心に送り込むポンプがその機能を果たします。冷却材としては、真水が使われています。

通常は上記の機能がありますが、それが失われてしまった場合（原子炉冷却材喪失時）は、非常用炉心冷却装置（ECCS）により冷却が行われます。

[角度を変えて]

緊急冷却が必要となる場合、原子炉の中で核分裂が起きてできた物質（核分裂生成物）から出る放射線が持つ熱量に対し、十分な量の冷却材を確保する必要があります。緊急冷却には非常用炉心冷却装置（ECCS）が機能することになってはいますが、現有設備の応用的な機能（バックアップ）として、新たな真水の注入や海水のポンプによる給水などの手段があります。

しかし、これらは電気により動くので、電源がすべて失われた場合、使用できなくなります。外部電源喪失時には、ディーゼル発電機が作動し、所定の安全機能を果たすようになってはいますが、福島第一原子力発電所事故ではディーゼル発電機が津波により水没し、使えなくなりました。このような全電源喪失に備えて、各電力事業者は、電源車を高台に配備したり、消防自動車や消防ポンプ・ホースを用意したりして、冷却機能の多様化に努めています。

[誤解に注意]

原子力発電の場合、運転を止めれば熱が出なくなるわけではない。原子炉の運転を止めても、炉心燃料から熱（崩壊熱）が出続けるのを理解することが重要（→「崩壊熱」の項参照）である。

火力発電では燃料を燃やすのをやめれば、残りの燃料や燃料の燃えカスから熱が出続けることはない。しかし、原子炉では核分裂を起こさせるのをやめても、燃えカスに相当する核分裂生成物から放射線が出続けて、その放射線のエネルギーが熱に変わるので、発熱が続くことになる。そのため、運転を停止しても炉心を冷やし続けなければならない。そのために運転停止後も冷却機能が必要となる。

[わかりやすく伝えるポイント]

たとえるなら

炉心冷却の考え方は、通常運転時の場合、自動車のエンジンの冷却装置と同じである。車のエンジンの温度を常にほぼ一定の温度に保つために、ウォーター・ポンプで回された冷却水はエンジンとウォーター・ポンプの間をぐるぐる回っている。同様に、原子炉でも水は循環しながら、冷却材として使われている。しかし緊急時には、その循環システムが壊れてしまうことがあり、その際にはビル火災のときに働くスプリンクラーや消防車による消火活動のように、外部から冷却するという方法がとられる。

[関連語]

崩壊熱 → 親見出し参照 (p61)

非常用炉心冷却装置(ECCS) → 親見出し参照 (p85)

【参考文献】

- 1) 関西電力、大飯発電所での安全性向上対策への取組み
(<http://www1.kepc.co.jp/wakasa/ooi/img/vol2.pdf>)
- 2) 関西電力、東日本大震災にかかる当社の原子力発電所の対応について
(<http://www1.kepc.co.jp/ir/report/87houkoku/pdf/87-6.pdf>)
- 3) 日本原子力発電、敦賀発電所の安全性向上対策への取り組み状況
(<http://www.japc.co.jp/tohoku/pdf/20120426.pdf>)

フェイルセーフ fail-safe

[簡単に]

機械や装置が故障しても、安全状態になるように働く仕組み

[詳しく]

フェイルセーフとは、機械が停電で止まったり、故障をしても、安全状態になるように向かう仕組みをいいます。停電などにより（核分裂を妨げる）制御棒を動かす機械が作動しなくなっても、制御棒を捉まえている電磁石の電気が切れ、制御棒自身の重さによって原子炉内に落下して挿入され、核分裂を止める仕組みなどがあります。

[角度を変えて]

フェイルセーフの考えは原子力分野に限定したのではなく、鉄道技術、ロボット技術、情報処理などの分野にもあります。例えば、鉄道の踏切では、停電などにより遮断機が動かなくなった場合、遮断棒自身の重さによって降りたままとなり、人や車が踏切内へ入ることを防ぐ仕組みがあります。

<フェイルセーフの他分野の事例>

鉄道信号保安用語(JIS E3013 2001)1015

装置が故障した場合でも安全側状態になり、危険側に動作しないこと。鉄道信号の装置故障時には、制限(列車を停止又は速度低下)側を現示する。

サービスロボット用語(JIS B 0187)

ロボット及びロボットシステムの要素が故障を生じても、あらかじめ定められた安全側の状態に保持される機能又は性質

情報処理用語((セキュリティ))JIS X 0008 2001 ISO 2382-8

故障が生じたときにセキュリティ破壊の招来を避けることに関する用語

レーザー製品安全基準(JIS C6801)

部品の故障が人体障害を起こさないような設計上の配慮。故障形態では、この配慮によってシステムが動作不能となる。

[誤解に注意]

エラーが起きた後の被害の拡大や状態回復の一つとして、フェイルセーフ（機械の故障による問題の拡大を防ぐための仕組み）という考え方がある。それに対し、エラーが起きる前に起きないように対策をたてる考えの一つとしてフルプルーフ（例えば、人間の誤操作による問題を防ぐための仕組みとしてインターロック）がある。

平成 23 年度に実施したウェブアンケート調査では、フェイルセーフの意味がわかるとした人は 25%程度であった。カタカナで理解が困難な用語の一つと考えられるので、「安全動作」というように言い換えて説明することも場合によっては有効である。

[関連語]

非常用炉心冷却装置（ECCS） → 親見出し参照(p85)

フルプルーフ → エラーを未然に防止する考え方の一つ

インターロック → フルプルーフを実現するための一つの仕組み。人間の誤操作による問題を防ぐ

【参考文献】

- 1)宮本聡介, ” フールプルーフとフェイルセーフ---14. 災害心理学” 丸善出版
(<http://pub.maruzen.co.jp/index/kokai/oyoshinri/570.pdf>)
- 2) 向殿政男, “フェールセーフ技術 ～ハイボールの原理に学ぶ～” 明治大学
(<http://www.sys.cs.meiji.ac.jp/~masao/kouen/dai9anzengaku.pdf>)
- 3)原子力用語（JIS Z 4001 1999）
- 4)鉄道信号保安用語（JIS E3013 2001）1015
- 5)サービスロボット用語（JIS B 0187）
- 6)情報処理用語（（セキュリティ））JIS X 0008 2001 ISO 2382-8
- 7)レーザー製品安全基準（JIS C6801）

モニタリングポスト monitoring post

[言い換え案]

放射線監視装置

[簡単に]

原子力施設周辺に設置され、大気中の放射線量を測定・監視する装置

[詳しく]

放射線を定期的に、または連続的に監視測定することをモニタリングといいます。モニタリングポストは、原子力発電所などの周辺で、このモニタリングを行うための装置のことです。この装置は無人で、外部被ばくに最も影響のあるガンマ線と呼ばれる放射線を測定しています。

[角度を変えて]

原子力施設から放出される放射線および放射性物質による公衆の被ばくのレベルが、法令で定められたレベルよりも十分低くなっていることを確認するために、原子力施設周辺の環境において、放射線や土壌、食物、水などに含まれている放射性物質を測定評価しています。このことを環境モニタリングと言います。

モニタリングポストは、原子力施設周辺の環境モニタリングのうち、一部を実施するために設置され、大気中の放射線の量（空間放射線量）のうち、ガンマ線を連続して測定する据え置き型の装置です。非常に精度が高いため、過度に感知することがあります。

[誤解に注意]

モニタリングポスト（モニタリングステーションも）は非常に感度の良い装置で、わずかな放射線の変動も測ることができる。したがってアクシデントなどにより、施設から放射線が漏れればすぐわかるが、漏れがなくても値（空間線量率＝時間当たりの放射線量）の上昇が見られることがある。その原因として以下のようなことがある。

① 空気中にある自然の放射性物質の雨、雪などによる降下

雨や雪が降ると自然の放射性物質（ラドンとラドンから生まれた物質）が地上に降ることから空間線量率の上昇が見られる。これらの自然の放射性物質は半減期が短く、すぐに減っていくので、雨が止むと空間線量率も下がる。

② RI 投与患者の接近による影響

核医学診断薬として半減期の短い放射性物質(RI)を投与し、検査することがある。十分に減衰しないうちにモニタリングポストに接近した場合に、空間ガンマ線量率が一時的に

上昇することがある。

③ X線撮影車（レントゲン車）の影響

モニタリングポスト、モニタリングステーションは、公民館などに設置してあるため、近くでX線（レントゲン）撮影車による健康診断が実施されることがあり、この場合は、断続的に空間ガンマ線量率の上昇が見られることがある。

④ 放射性物質積載車の接近による影響

放射性物質の輸送車等がモニタリングステーションの前を通過した程度では、空間ガンマ線量率の上昇は見られないが、近くに停車した場合、上昇することがある。

⑤ 宇宙線、雷、機器故障による影響

極くまれに、宇宙線、雷によるノイズ、測定機器の故障等により、瞬間的に空間ガンマ線量率が上昇することがある。

①～⑤の出典：原子力機構サイクル研のHPの環境モニタリング情報から

<http://www.jaea.go.jp/04/ztokai/kankyo/kaisetsu/kaisetsu4.html>

[わかりやすく伝えるポイント]

カタカナで理解が困難な用語の一つとされているため、「放射線監視装置」という言い換えが考えられる。

[関連語]

環境モニタリング → 親見出し参照(p81)

モニタリングステーション →

一般に空間放射線量のみを測定する施設をモニタリングポストと呼び、放射性物質の濃度や気象データも測定する施設はモニタリングステーションと呼ぶ。モニタリングステーションでは、空気中の塵埃（じんあい）を集めて空気中の放射性物質の濃度を測定している。そして、大気塵埃中の放射性核種分析結果として報告されている。つまりモニタリングポストの機能だけでなく、より多くの機能を持っているのがモニタリングステーションである。モニタリングポスト（放射線監視装置）と区別するため、「放射線監視局」という言い換えが考えられる。

廃止措置 decommissioning

[簡単に]

役目を終えた原子力施設の解体撤去作業

[詳しく] (原子力発電所の場合について記載)

原子力発電所を解体することによって放射性廃棄物が発生しますが、その廃棄物の処理処分と、発電所があった場所の有効利用に向けた作業を廃止措置といいます。

大きな流れとしては、まず燃料を取り出します。原子炉内部の配管などに付いている放射性物質を取り除くために、その配管等を化学薬品で洗い流します。しかし、どうしても放射性物質が取れない配管などが残りますので、それはそのままの状態です。自然に放射性物質が無くなるのを待ちます。ある程度無くなるまで 5～10 年程度かかります。その期間を待って配管などを取り外して撤去していきます。外側の建屋部分など、もともと放射性物質が付着することもないような部分は、通常の廃材と同じように解体撤去します。

[角度を変えて]

日本初の商業用原子力発電所でもある茨城県の東海発電所では、2001 年 12 月から解体が行われています。既に使用済燃料は全て搬出され、2026 年 3 月の廃止措置の終了に向け作業が進められています。福井県敦賀市の「ふげん」、浜岡原子力発電所 1 号機と 2 号機についても廃止措置が進められています。なお、解体作業を通じて発生する廃棄物の 9 割は、放射性物質として扱う必要のないものです。

福島第一原子力発電所 1～4 号機については、燃料の取り出しの準備までに 10 年、その取り出し作業だけでも 20～25 年などと見積もられているため、廃止措置終了までにあと 30～40 年かかると言われています。

[誤解に注意]

「廃止措置」とは、広く原子力施設に対して使う用語である。つまり、原子炉だけでなく、精錬、加工、燃料貯蔵、再処理、廃棄、使用に係る施設に対して共通に使う。

[関連語]

放射性物質 → 親見出し参照 (p9)

放射性廃棄物 → 放射性物質を含んでいる廃棄物。一般のゴミとは区別して処理処分される。(親見出し参照) (p165)

除染 → 身体などに付いた放射性物質を除去すること

クリアランスレベル → 親見出し参照 (p181)

【参考文献】

- 1) 電気事業連合会, コンセンサス “原子力発電所は運転を終了したらどうするの?”
- 2) 日本原子力発電株式会社, “東海発電所の廃止措置”
(<http://www.japc.co.jp/project/haishi/explanation.html>)
- 3) 一般社団法人 日本原子力産業協会 ” 原子力発電所の廃止措置”
(http://www.jaif.or.jp/ja/nuclear_power/future/a0503.html)
- 4) 電気事業連合会 ” 解体撤去の手順 “
(<http://www.fepc.or.jp/nuclear/haishisocho/kaitaitekkyo/index.html>)
- 5) 原子力安全基盤機構, 廃止措置に関する調査報告書 平成 22 年 11 月
(<http://www.jnes.go.jp/content/000017261.pdf>)
- 6) 朝日弘 大臣官房審議官 (エネルギー・環境担当), 福島第一原子力発電所 1～4 号機の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ
(<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/pressrelease/files/20120324/siryo/siryo3.pdf>)
- 7) 旧原子力安全委員会, 平成 16 年版 原子力安全白書” 廃炉の時代を間近に控えて”
(http://www.nsc.go.jp/hakusyo/hakusyo16/pdf/01hen_hajimeni.pdf)
- 8) 核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律
(<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S32/S32H0166.html>)

高経年化 plant aging

[簡単に]

原子力施設が長期間使用され、年を経ること。通常建設後 30 年以上の施設について言う

[詳しく]

原子力施設が長期間使用され、年を経ることを高経年化と言います。原子力施設では、長年使用されることで生じる劣化などによって安全性や信頼性が損なわれることのないように、法律で定められた定期的な検査や点検を行っています。これにより、機能や性能の低下の状況を的確に確認し、必要に応じて新技術や新材料を使用し、適切な補修や取替えを行い、安全性を確保しています。

[角度を変えて]

原子力施設では、年 1 回程度の定期検査に加え、一定期間（10 年間以下）ごとに、保安活動の実施状況、最新の技術的知見の反映状況を評価する「定期安全レビュー」が事業者により実施されており、その内容については「保安検査」において確認しています。

運転を開始して 30 年が経過する前に、事業者は安全上重要な機器・構造物について、今後長期間運転することを想定した高経年化に関する評価を実施し、それに基づいた長期保守管理方針を策定し、保安規定に記載することが義務づけられています。そして、その内容について原子力規制委員会により厳格に審査され認可されます。

長期保守管理方針を具体化した運転サイクルごとの実施内容を含めて、原子力発電所の点検実績は、機器の劣化状況等を踏まえた個別機器の点検の修繕の計画（保全計画）を運転サイクルごとに届け出て、国の確認を受けることとなります。保全計画の実施内容については、「保安検査」や「定期安全管理審査」において確認しています。

【参考】原子力規制委員会 HP から

<http://www.nsr.go.jp/activity/regulation/untent/untent3.html>

[誤解に注意]

メディアでは多くの場合「老朽化」と呼ばれているが、「老朽」しているわけではない。ただし、「高経年化」という呼称によって、悪いイメージを隠し、特定の方向に操作しようとしているのではないかというメディアの指摘もある（東京新聞 2011 年 12 月 4 日）。

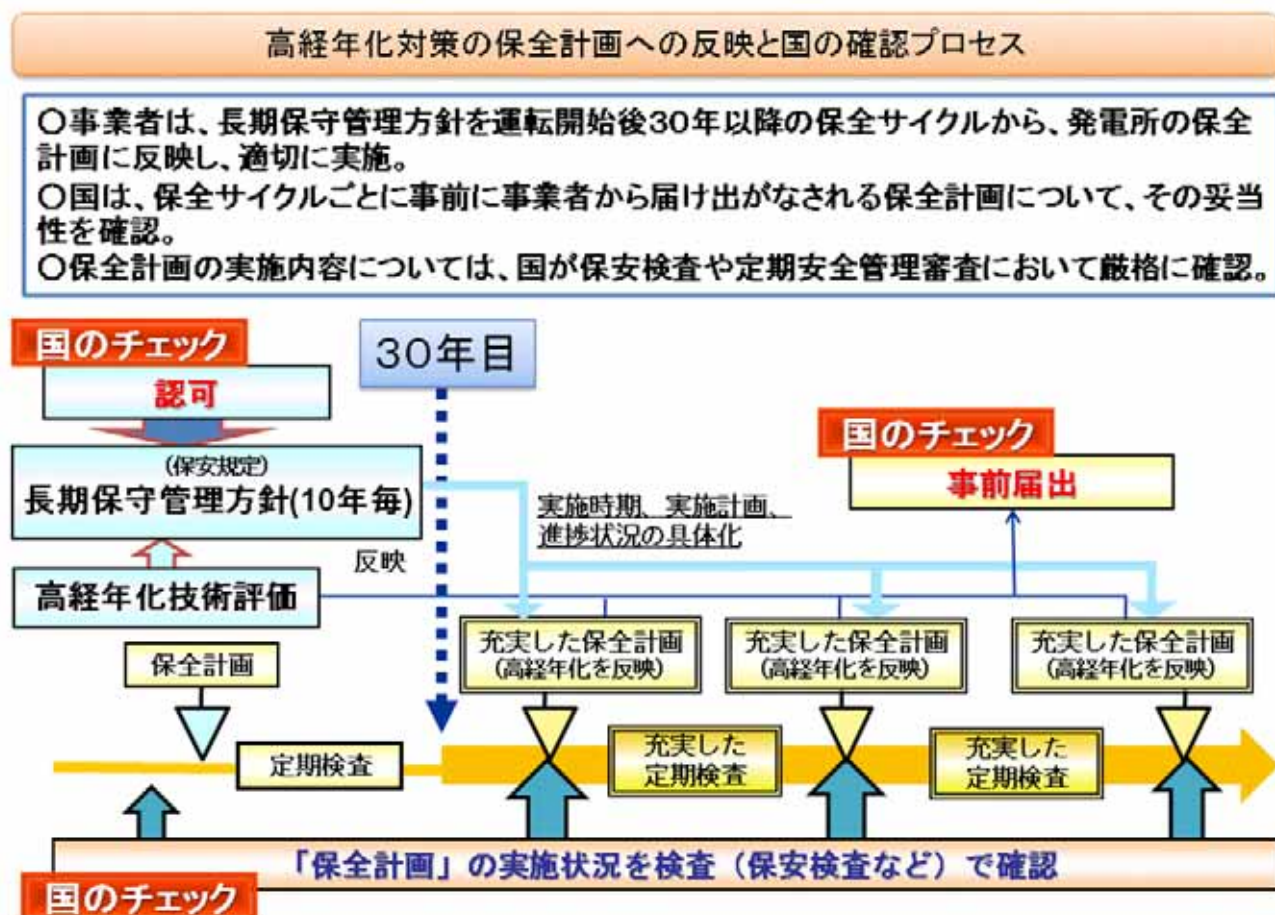
<「老朽化と同じ」というコメントへの説明例>

世の中にあるすべてのものは、維持管理しなければ時間の経過とともに当初持っていた機能や性能が劣化し、やがては古くなり役に立たなくなって寿命を迎えます。この過程を、一般には「老朽化」と言います。原子力発電所も定期的に維持管理をしなければ、設備や機器は次第に「老朽化」してしまいます。しかし、必要に応じて最新の技術が導入された設備や機器に取り替えることなどによって、原子力発電所全体として必要な機能や性能を維持していくことができます。この事から原子力発電所における時間の経過に「高経年化」という言葉を使い、機能や性能の劣化という意味合いを含んだ「老朽化」とは区別します。

【引用】 JNES（原子力安全基盤機構）のHP より

<http://www.jnes.go.jp/tokushu/keinen/grandmother/01.html>

[図解のポイント]



【出典】 原子力規制委員会 HP から

<http://www.nsr.go.jp/activity/regulation/untent/untent3.html>

[複合語]

高経年化対策

[関連語]

定期検査 → 親見出し参照(p79)

保安検査 → 事業者が適切に原子力安全を達成する活動を実施し、施設の健全性を適切に確認しているかを調べること

定期安全管理審査 → 特定電気工作物の設置者（電気事業者）が行う定期事業者検査について、実施体制及びその検査が適切に行われているかを評価するための審査。審査には、定期事業者検査の実施体制の基本事項（検査の実施に係る組織、検査の方法、工程管理、協力事業者の管理、検査記録の管理及び教育訓練）を審査する文書審査と、定期事業者検査の実施に係る重要なプロセスを選択し、抜打ち的手法を用いて審査（立会検査等）する実地審査とがある。

（参考）ATOMICA（原子力発電所の定期安全管理審査の概要
11-03-01-31）

応力腐食割れ (SCC) Stress Corrosion Cracking

[簡単に]

局所的にかかる力と腐食によって金属材料に割れが生じる現象

[詳しく]

金属材料において、力がかかっている部分に腐食作用が加わると、より少ない力で割れが生じる現象で、合金で発生しやすいものです。また、引張では発生し、圧縮では発生しないなどの特徴があります。

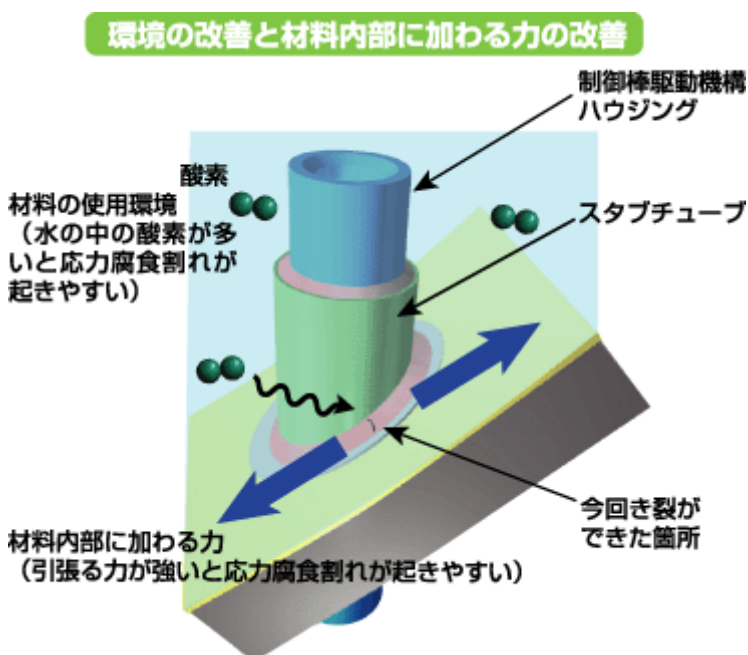
この現象は、金属の材料・応力・環境の三つが、ある条件になった場合に発生するので、1つ以上の条件を改善すれば防止することができます。

例えば、材料については、炭素含有量を減らすなどで応力腐食割れに対する感度を下げることができます。応力については、溶接することによって引張の応力が残ってしまうので、その応力が圧縮になるような溶接方法で対処することができます。環境については、微量の水素を入れて化学的に水をつくり、酸素の量を減らすことで対処できます。国内においては、これらの応力腐食割れ対策によって、トラブルの発生はほとんど見られなくなっています。

[角度を変えて]

1974年頃から問題となっている事象で、原子力発電所の計画外停止を引き起こす原因の1つです。日本では、過去に多くの原子力発電所の機器（例えば、原子炉圧力容器底部の取付け溶接部）に応力腐食割れが発見されていました。しかし、その修理や記録などが国へきちんと報告されていませんでした。その後、電気事業法が改正され、原子力発電所の健全性の評価制度が2003年10月に施行されました。

[図解のポイント]



中部電力 HP より転載

http://www.chuden.co.jp/energy/hamaoka/hama_info/hinf_jiko/kako/info_05/index.htm

[関連語]

応力 → 材料力学の用語で、引張応力、圧縮応力、せん断応力などを指す

【参考文献】

1) ATOMICA, 軽水炉における応力腐食割れ

http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_No=02-07-02-15

2) 残留応力

http://www.rist.or.jp/atomica/dic/dic_detail.php?Dic_Key=303

3) ATOMICA, 応力腐食割れの発生・成長機構と研究動向

http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_No=02-07-02-22

4) 原子力安全・保安院/独立行政法人原子力安全基盤機構, 応力腐食割れ(SCC)に関する現在までの知見の総括 平成 18 年 7 月 6 日

(<http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/anzen/shidai/genan2006/genan045/siryo3.pdf>)

5) 小林英男(東京工業大学), 失敗知識データベース” 原子力発電所のトラブル隠し”

(<http://www.sozogaku.com/fkd/cf/CB0011024.html>)

6) 中部電力, 浜岡 1 号機原子炉下部からの水漏れの原因と対策

(http://www.chuden.co.jp/energy/hamaoka/hama_info/hinf_jiko/kako/info_05/index.html)

7) 小林英男(東京工業大学), 失敗知識データベース “浜岡原子力発電所 1 号機制御棒駆動機構ハウジング貫通部のスタブチューブ取付け溶接部の応力腐食割れ”

(<http://www.sozogaku.com/fkd/cf/CB0011014.html>)

維持基準

[簡単に]

原子力発電所の健全性評価のための基準

[詳しく]

検査によってひびなどが発見された場合、安全性の観点から修理や交換を行う必要があるか、そのまま運転しても十分大丈夫なのかを技術的に判断するための基準です。

[角度を変えて]

日本機械学会の維持規格を維持基準として採用しています。この規格は、実質的に国際規格となっている米国機械学会規格（ASME）を基につくられました。維持規格は民間規格ですが、国が検討して、その妥当性を認め、2003年に原子力発電所の健全性評価のための基準として採用されました。

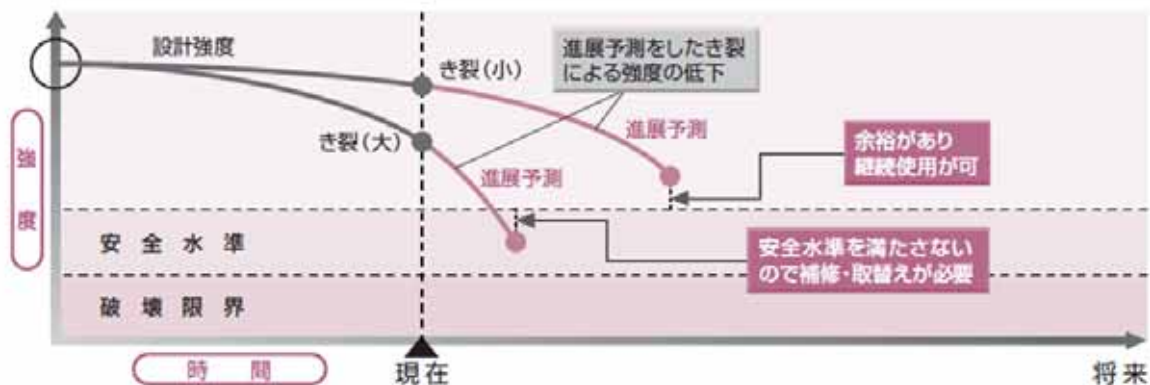
[誤解に注意]

モノは使えば古くなる。古くなっても、そのモノの本来の機能に問題がなければ、使い続けることができる。このような考え方を取り入れ、「常に新品同様の状態でないといけない」としていた原子力発電所の設備や機器について、安全性に影響しなければ、キズ、ひびがあってもそのまま使用できるようにしたものである。ただし、技術的な理論に基づく予測に加え、実際の計測に基づく変化を定期的に監視し再評価することにより、安全性への影響を常に監視している。

[わかりやすく伝えるポイント]

- ・原子力プラントにキズ、ひびがあっても運転を続けることに不安を感じる人もいるので、維持基準の考え方を丁寧に説明する必要がある。
- ・維持基準とは、原子力設備の運転開始以降にその維持のために適用する技術基準であることを伝える。
- ・以前の維持基準では、運転開始後であっても、常に新品同様の状態であることが求められていたので、安全上全く問題のないキズでも、あってはならず、検査で発見されれば、すぐに補修を行っていた。現在の維持基準では、「検査」で発見されたキズ等の欠陥を「評価」して、「継続利用」をするか「補修」を行うかを判断するようになっている。

[図解のポイント]



- 安全水準は、構造物の破壊限界を考慮して一定の裕度をもって設定。
- 設計時においては、この安全水準に対して、通常、裕度をもって設計。
- 設備の供用開始後において、き裂などの欠陥が生じると、その設備の構造強度が低下していく。(実際の強度低下は実線で示す。)
- 一定期間後(例えば5年)にき裂がどの程度進展するかを予測(進展予測)。
- その予測をしたき裂を基に、構造強度がどの程度低下しているかを工学的に求め、その構造強度が、①安全水準を満たしている場合は、予測期間は引き続き使用可能と判断され、②安全水準を満たさない場合は、修理・取替が必要と判断される。

設備の健全性評価の方法

[出所] 東京電力：TEPCO REPORT VOL.103 (2003年11月)。
<http://www.tepco.co.jp/company/corp-com/annai/shiryu/report/bknumber/0311/pdf/ts031102-j.pdf>

[関連語]

高経年化 → 親見出し参照(p123)

【参考文献】

- ・ 電気事業連合会 HP
<http://www.fepc.or.jp/present/safety/kensa/ijikijun/index.html>
- ・ TEPCO REPORT
<http://www.tepco.co.jp/company/corp-com/annai/shiryu/report/bknumber/0210/pdf/ts021012-j.pdf>

使用済燃料 spent fuel

[簡単に]

原子力発電で使用済みとなった燃料

[詳しく]

原子炉では、燃料は一般的に毎年 1/3～1/4 ずつ新しいものと取り替えられます。従って使用済燃料は、だいたい 3～4 年使用されたこととなります。取り出した使用済燃料には、放射能の高い放射性物質が含まれています。その中には、まだ利用できる核燃料物質もたくさん残っています。これに処理を施して燃料として再利用するか、そのまま廃棄物として長期間にわたって隔離します。再利用や廃棄の方法については、原子力発電を今後どうするかという政策判断によって変わってきます。日本では、使用済燃料は処理をした上で再利用されることになっています。

[角度を変えて]

原子炉から取り出した使用済燃料は、原子力発電所内にある使用済燃料プール（ピット）でおおむね 3～5 年保管されます。これは、取り出してしばらくは放射能が高く熱も高いので、放射能を低下させ、冷却するものです。プールの水は、使用済燃料から出る放射線を閉じ込める役割も持っています。輸送できる程度に放射能が低下し、熱が冷めてきたら、再利用するため再処理施設に運ばれます。再処理施設に運ばれない場合は、使用済燃料のまま当面貯蔵しておくこととなります。

[誤解に注意]

Web アンケートによると、「使用済」という語の意味から、「使用済燃料は、燃料物質を使い切ってしまったっていて、もう使えない」という誤解がある（52%）。実際は、燃料として消費されたのはわずか 3～5%で、残りの 95～97%が再利用できる。（→「プルトニウム」の項「図解のポイント」参照）

[わかりやすく伝えるポイント]

- ・使用済燃料の意味を正しく理解していた人は 25%にとどまった。正しい理解が広まるように、わかりやすく説明する必要性は高い。
- ・「使用済み核燃料」と言われることもあるが、意味は同じである。原子燃料と核燃料も意味は同じである。

[関連語]

使用済燃料プール → 使用済燃料を保管するプール。保管中の崩壊熱除去のための冷却機能維持が安全上の重要課題

原子燃料サイクル → 親見出し参照 (p149)

再処理 → 親見出し参照 (p141)

燃料集合体 → 「燃料被覆管」 (p55) 「燃料ペレット」 (p31) 参照

燃料被覆管 → 親見出し参照 (p55)

燃料ペレット → 親見出し参照 (p31)

直接処分 → 再処理しないで使用済燃料のまま地層処分すること

【参考文献】

1) ATOMICA, 使用済燃料の貯蔵施設

(http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_No=04-07-03-15)

2) 原子力委員会, 核燃料サイクル政策の選択肢について 平成 24 年 6 月 21 日

(http://www.aec.go.jp/jicst/NC/about/kettei/kettei120621_2.pdf)

3) 事故を踏まえた六ヶ所再処理施設の安全性に関する総合評価

(<http://www.meti.go.jp/press/2012/04/20120427011/20120427011-10.pdf>)

4) 原子力教育支援情報提供サイト「あとみん」、 “軽水炉の中での燃料”

プルトニウム plutonium

[簡単に]

原子力発電の燃料に使われる人工元素

[詳しく]

核分裂によって生み出されるエネルギーを利用する原子力発電では、核分裂を起こしやすい物質を燃料に使います。天然資源ではウランを用いますが、原子炉でウラン燃料を核分裂させるとプルトニウムができることから、日本は、このプルトニウムを資源として有効利用する方針です。なお、ウランを使う原子炉の中では、最初はウランのみが核分裂していますが、しだいに燃料中にプルトニウムが生成され、このプルトニウムも核分裂を起こしてエネルギーを生み出しています。

[角度を変えて]

ウランの代わりにプルトニウムを使うことでウラン資源の節約が図れます。その利用技術が大幅に進めば、天然ウラン資源がなくなっても原子力発電を続けられます。一方、プルトニウムは核兵器への転用の危険性も高いため、その扱いは厳重に管理されています。1977年、アメリカ政府の懸念から、使用済燃料からプルトニウムだけを取り出すことは好ましくないとし、ウランとプルトニウムを混合転換して原子燃料として再利用することになりました。この燃料はMOX（モックス）燃料（→見出し項目参照）と呼ばれます。プルトニウムには幾つか種類がありますが、燃料として主に使われるのはプルトニウム 239です。核分裂を起こしやすい人工的な核種として、ほかにプルトニウム 241 などがあります。

[誤解に注意]

- ・福島第一原子力発電所事故により、福島県外などかなり遠くにまで、それなりの量のプルトニウムが飛散したと思っている人がいる。事故によって気体状・粒子状の放射性物質が漏れて雲のように大気中を拡散したが、プルトニウムの沸点はかなり高いため、気体となって大量に出ることはなく、ほとんど放出されていない。しかし、小さい粒子状となって微量放出したことが考えられ、福島県内で検出されている。もちろん、福島県外へと広く拡散することも否定できないが健康影響に及ぶほど広がっているとは考えられない。なお、沸点の低いセシウムやヨウ素は比較的多く気体となり放出され、粒子状で拡散もしている。燃料ペレットの融点は2,847℃、プルトニウムの沸点は金属の状態では3,235℃程度、酸化プルトニウムの状態で3,227℃程度であり、セシウムの沸点は705℃、ヨウ素は185.2℃である。国による推定放出量では、プルトニウムの放出量はセシウムと

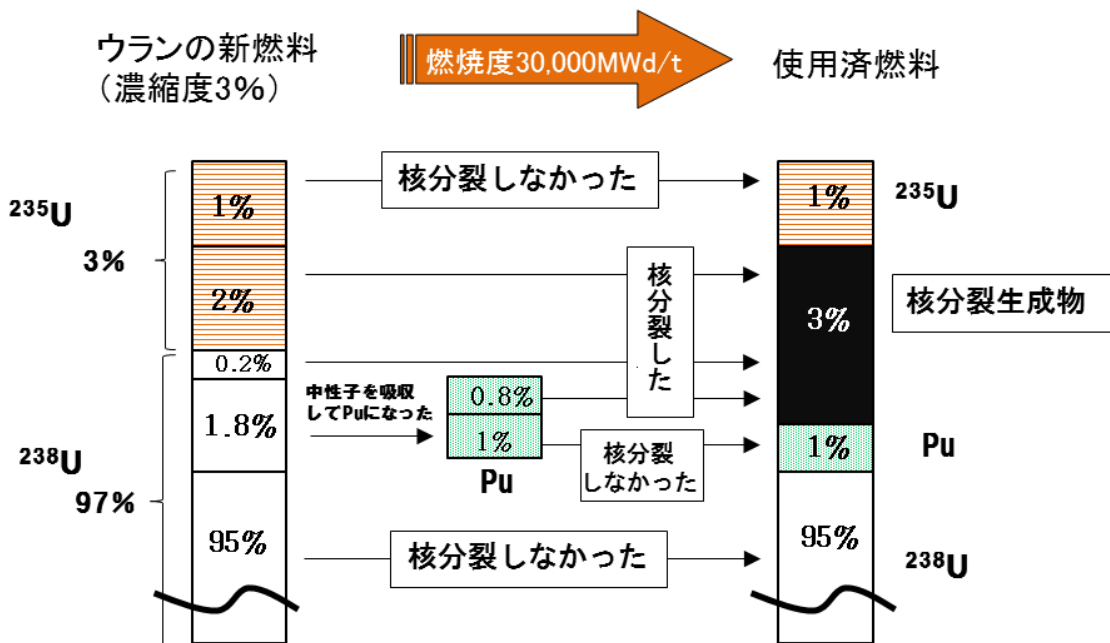
比べて1万分の1～100万分の1程度であった。

- ・福島第一原子力発電所から100 km圏内の土壌から採取したたくさんの試料をもとに、プルトニウムがどれぐらい沈着しているか調査したところ、福島県内で採取した試料の一部から、同発電所の事故によって放出されたプルトニウムが確認された。沈着量が最も高かった地点に、仮に50年間滞在した場合の被ばく線量を計算すると0.16ミリシーベルトになるが、この数値は、人体に大きな影響を与えるほど高くはない。この調査データからは、プルトニウムによる影響を心配する必要はさほどないことがわかる。
- ・一方、この調査ではプルトニウム以外の放射性物質の、土壌への沈着状況も調査した。その結果、セシウムが土壌に沈着している量が最も高かった地点に、50年間滞在した場合の被ばく線量は、セシウム134の場合71ミリシーベルト、セシウム137の場合2000ミリシーベルトとなり、プルトニウムに比べてかなり高い。したがって、人体への悪影響を起ささないようにする対策は、プルトニウムよりもセシウムの方を重視するのが適切である。
(平成24年8月21日時点の文部科学省プレス情報に基づく)

[わかりやすく伝えるポイント]

- ・プルトニウムが人体に与える影響については、例えば次のように説明するとわかりやすい。
「内部被ばくということでは、プルトニウムは壊変（崩壊）によって人体に大きい影響を与えるアルファ線を放出します。呼吸で吸い込んだ際に、がんになる危険性があります。ただし、口から飲み込んだ場合は、体内に吸収されにくく、ほとんどそのまま排出されるので危険性は下がります。外部被ばくということでは、アルファ線は飛距離が短く、紙1枚でも遮ることができるので、体内に入ってくる心配は少なく、問題ありません。しかし、壊変によって新しくできた放射性物質が、飛距離が長い放射線を出すので注意が必要です。量が多ければ遮へいしたり、距離を取ったりしなければなりません。福島第一原子力発電所の事故により、福島県内の各地でプルトニウムが検出されたという報告が出ていますが、ごく微量のため健康影響に及ぶものではありません。」
- ・[角度を変えて]に記した、資源の観点からの説明よりも、人体に与える影響の説明の方が優先すると考えられる場合は、まずは、上記のような説明を行うことも考えられる。
- ・燃料としてのプルトニウムの特徴は、ウランと比較して説明するとわかりやすい。その具体的な方法は、「ウラン」の項を参照する。

[図解のポイント]



Puについては、²³⁹Pu、²⁴⁰Pu、²⁴¹Pu、²⁴²Puなどができる

ウラン燃料の中の核種の割合変化 (例)

(九州大学 出光一哉教授の資料を基に作成)

[Q&A]

- Q: 原子力発電所で使う原子燃料はウランだと思っていましたが、プルトニウムも使うのですか。
- A: 日本の原子力発電所では通常ウランを使いますが、ウラン 238 が中性子を吸収した時にプルトニウムができて、ウラン 235 とともに核分裂を起こします。ですから、原子炉の中ではウラン 235 とプルトニウムと一緒に核分裂を起こしています。
- Q: プルトニウムは、最初から燃料として原子炉に入れるわけではないのですか。
- A: 多くの発電所ではそうです。ですが、一部の発電所では、ウランにプルトニウムを混ぜた燃料も使っています。(「MOX 燃料」「プルサーマル」: 参照)
- Q: プルトニウムだけを使うことはしないのですか。
- A: プルトニウムだけでは核分裂しやす過ぎるので、核分裂しにくいウラン 238 を多く含んだウランに、プルトニウムを混ぜて使います。
- Q: 福島第一原子力発電所事故の際にも、プルトニウムが検出されて騒ぎになったことがありましたか。
- A: ごく微量のため健康影響に及ぶものではありませんでした。原子力発電所由来のプルトニウムが検出された場所に 50 年間滞在した場合に受ける被ばく量は、最大でも 0.16mSv

程度と見積もられています。また、原子力発電所由来でないプルトニウムも検出されています。それは過去の核実験によって日本に届いたプルトニウムでした。つまり、プルトニウムというのは福島第一原子力発電所事故前から少しあったのです。検出されたからといって、全て原子力発電所から出たものとは限りません。

[関連語]

プルサーマル → 親見出し参照 (p153)

MOX 燃料 → 親見出し参照 (p147)

ウラン → 親見出し参照 (p15)

使用済燃料 → 親見出し参照 (p133)

原子燃料サイクル → 親見出し参照 (p149)

核物質防護 → 核物質を盗もうとする者や、原子力施設を破壊しようとする者から核物質や施設を守ること。

核兵器 → 瞬間的に核分裂するように、ウラン 235 の割合を 100%近くまで高めたもの

【参考文献】

- 1) 「原子力のすべて」編集委員会, “核燃料資源を有効に利用するために” 平成 15 年
(<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/sonota/study/aecall/book/pdf/4syou.pdf>)
- 2) ATOMICA, プルトニウム混合転換技術
(http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_Key=04-09-01-03)
- 3) ATOMICA, プルトニウム核種の生成
(http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_Key=04-09-01-01)
- 4) ATOMICA, プルトニウムの毒性と取扱い
(http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_No=09-03-01-05)
- 5) 日本保健物理学会, 専門家が答える暮らしの放射線 Q&A “プルトニウムが首都圏まで飛散している可能性はあるのでしょうか”
(<http://radi-info.com/q-963/>)
- 6) 日本保健物理学会, 専門家が答える暮らしの放射線 Q&A “福島から飛来してくるプルトニウムの含有比について教えてください”
(<http://radi-info.com/q-1273/>)
- 7) 文部科学省/農林水産省, 「東京電力株式会社福島第一原子力発電所の事故に伴い放出された放射性物質の分布状況等に関する調査研究結果」の簡略版について 平成 24 年 3 月 13 日 (p13-14, 表 4)
(http://radioactivity.mext.go.jp/ja/contents/6000/5233/24/5600_201203131000_pre ss.pdf)

8) 文部科学省報道発表, 文部科学省による、プルトニウム 238、239+240、241 の核種分析結果 (第 2 次調査) 平成 24 年 8 月 21 日

<http://radioactivity.mext.go.jp/ja/contents/7000/6030/view.html>

9) 出光一哉(九州大学), プルサーマルの必要性と安全性 平成 18 年 6 月 14 日

<http://idemitsu.nucl.kyushu-u.ac.jp/Presentations/PuThermal060613.pdf>

再処理 fuel reprocessing

[言い換え案]

燃料リサイクル処理

[簡単に]

原子力発電所で使った燃料から、まだ燃料として使えるものを取り出すこと

[詳しく]

使用済燃料から、再利用できるものとできないものを分ける処理のことを「再処理」と言います。再利用できるのは、核分裂しなかったウランや、核反応によってできたプルトニウムなどです。再利用できないものは廃棄物として処分されますが、最終的に処分されるまでは、原子力施設内に保管されます。

使用済燃料の再利用を目指した処理が行われる背景には、エネルギーを海外にばかり依存しないようにする必要があるからです。ほかに、将来ウランを使い切ってしまう心配があること、そのまま廃棄すると廃棄物が大量になってしまうことなどもあります。なお、使用済燃料を再処理せずに、そのまま処分することを直接処分（ワンスルー）と言います。スウェーデン、カナダ、フィンランドなどは、直接処分を選択しています。

[角度を変えて]

燃料の再処理が行われる施設では、強い酸を使う処理工程に耐えられるようにしたり、放射性物質や放射線が施設の外に漏れ出さないようにしたりする工夫が様々に行われています。具体的には、タンクや配管には腐食に強い材料が使われ、厚い壁で覆われています。また、放射性物質を閉じ込める何重ものしくみや、核分裂反応を防止する対策が備わっています。

この処理施設で再加工された燃料は、再び原子力発電所で使われます。また、廃棄物となったものは、強い放射線を出すので人間の生活圏から隔離して、地下深く埋めて処分することが検討されています。しかし、現在の日本では、その処分地が決まっておらず、決まるまでは処理施設に保管されています。

[誤解に注意]

- ・ Web アンケート調査では、30%の人が「安全性を高めるため再び処理する」という誤解をしており、再利用のための処理を指す用語としては、理解されにくい面がある。「再処理」は技術用語ではあるが、原子力発電について説明する際には、「燃料リサイクル処理」と言い換えるとわかりやすい。

[わかりやすく伝えるポイント]

- ・原子燃料サイクルの考え方を正しく理解してもらえるように、丁寧に説明することが望まれる。そのためには、この考え方が出てくる背景、これを実現するために工夫されている安全対策などもあわせて、具体的にどのような処理を行おうとしているのかについて、説明する必要がある。詳しくは「原子燃料サイクル」の項を参照する。

たとえるなら

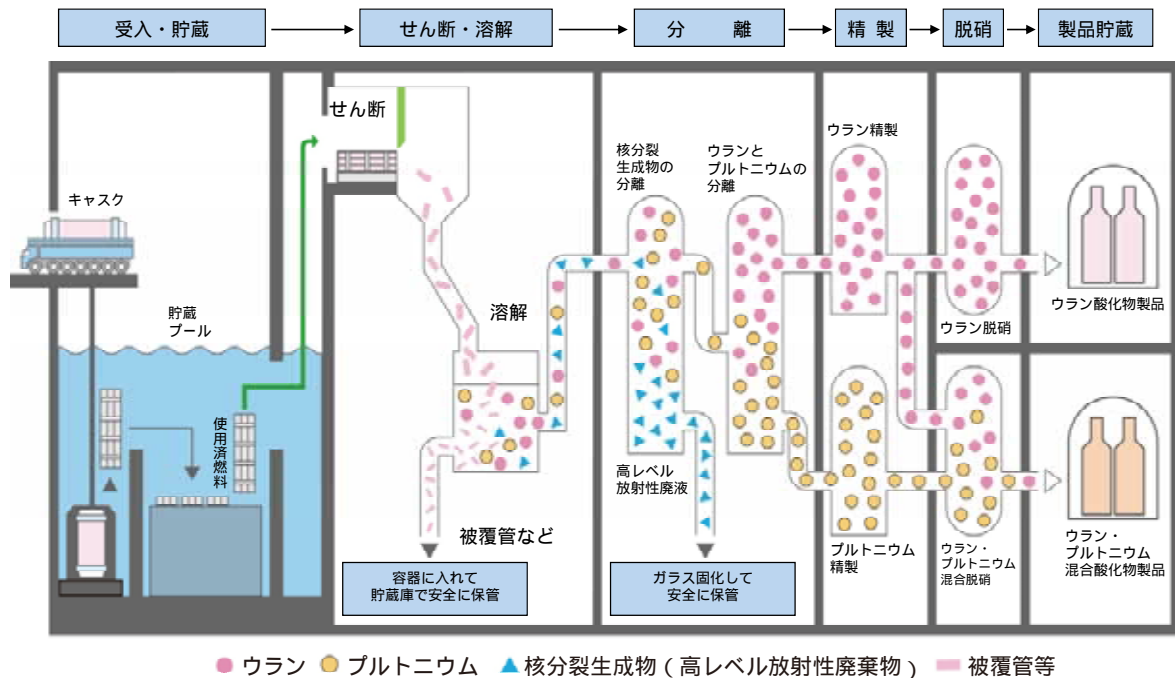
- ・資源を有効に活用するためのゴミのリサイクルの考え方は、原子力以外の分野では十分浸透しているので、そうしたゴミのリサイクルの考え方にたとえて説明することは有効だと考えられる。
- ・一方で、原子力の廃棄物の扱いには、通常の廃棄物とは大きく異なる危険やコストが伴い、批判もあるので、たとえを用いる際には、そうした違いに十分に留意する必要がある。

[図解のポイント]

- ・使用済燃料を、「切って」「溶かして」「分ける」三段階がはっきりとわかる図解が望まれる。例えば、後に示す図を用いて、次のように説明することが考えられる。

「使用済燃料の貯蔵プールから、使用済燃料を取り出し、切って、溶かし、燃料として再利用するものと廃棄物として処理するものとに分けます。再利用するために取り出す燃料はウランやプルトニウムですが、まずはその二つに分け、その後ウランだけの燃料と、ウランとプルトニウムを混合した燃料をつくります。」

再処理の工程



7-17

出典：日本原燃（株）パンフレット

出典：日本原燃(株)パンフレット（原子力・エネルギー図面集 2011）

<http://www.fepec.or.jp/library/publication/pamphlet/nuclear/zumenshu/digital/index.html>

【関連語】

直接処分 再処理しないで使用済燃料のまま地層処分すること
 原子燃料サイクル → 親見出し参照(p149)

【参考文献】

・ ATOMICA の再処理の概要 (04-07-01-01)

http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_No=04-07-01-01

中間貯蔵 intermediate storage

[簡単に]

使用済燃料をリサイクルする前に、原子力発電所外で一時的に保管すること

[詳しく]

現在の日本では、原子力発電所の使用済燃料のすべてをリサイクルできるほど、処理施設が整っていません。そこで、原子力発電所ではないところで、一時的に使用済燃料を貯蔵して管理することにしています。青森県むつ市において、東京電力（株）及び日本原子力発電（株）の原子力発電所から発生する使用済燃料の中間貯蔵施設の建設が進められています。わが国初の中間貯蔵施設です。

[角度を変えて]

使用済燃料をリサイクルする政策は、福島第一原子力発電所事故後に再検討が行われ、使用済燃料を再処理しないで処分（直接処分）する研究も視野に入れながらも、リサイクルする政策を継続する方針となっています。中間貯蔵のおかげで、再処理するまでの時間的な調整が可能となり、リサイクル政策の柔軟な運営ができます。

青森県むつ市の中間貯蔵施設は、事業開始に向け建設が進められています。使用済燃料は最長 50 年間の貯蔵とされており、貯蔵後は再処理工場へ搬出することとなっています。

[誤解に注意]

- ・使用済燃料の一時保管については、福島第一原子力発電所事故後に、プールに入れて保管している様子が繰り返し報道されたことから、水で冷却しながら保管するのが普通だと思っている人もいます。原子炉から取り出したものは、数年間プールで冷却をするが、輸送ができる程度まで冷めたものなら水にこだわる必要はない。青森県むつ市の中間貯蔵施設では、水を使わないで冷却を行う仕組みが備わっており、その仕組みは空調機を使わない自然冷却方式のため、停電などで電気が無くなっても冷却に支障はない。また、中間貯蔵施設へ使用済燃料を輸送する金属容器が、そのまま中間貯蔵施設で貯蔵する容器を兼ねているので、詰め替えといった作業はない。
- ・「中間貯蔵」という用語は、福島第一原子力発電所事故の除染等によって出た放射性物質を含む土壌や廃棄物を、福島県内に一時的に貯蔵する場合についても、使われるようになった。これと、使用済燃料の「中間貯蔵」とが混同されないように注意する必要がある。除染等による放射性廃棄物の「中間貯蔵」については、次のように説明することが考えられる。

「福島第一原子力発電所事故の除染等によって、放射性物質を含む土壌や廃棄物が大量

に発生しました。これを最終処分するまでの間、福島県内で集中的に管理・保管する施設が必要になり、それをどこに造るかが、国と福島県及び自治体との間で協議されています。環境省は、それらを中間貯蔵した後、30年以内に最終処分を完了するとしています。」

[わかりやすく伝えるポイント]

- ・ 中間貯蔵は、原子力発電所外で一時的に保管することを指すが、使用済燃料の一時的な保管は原子力発電所内でも行われている。これについては、次のように説明することが考えられる。

「中間貯蔵施設以外でも、発電所内で専用の容器を用いた、水を使わない「乾式貯蔵」が一部の発電所で既に行われています。東京電力（株）の福島第一原子力発電所では1995年から、日本原子力発電（株）の東海第二原子力発電所では2001年から、この乾式貯蔵が行われています。」

[関連語]

使用済燃料 → 親見出し参照 (p133)

再処理 → 親見出し参照 (p141)

最終処分 → 放射性廃棄物を埋設処分すること

直接処分 → 再処理しないで、使用済燃料のまま地層処分すること

【参考資料】

- 1) ATOMICA, 使用済燃料中間貯蔵技術

(http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_Key=06-01-05-14)

- 2) 原子力安全・保安院, 使用済み燃料中間貯蔵施設の安全確保に向けて

(<http://www.nsr.go.jp/archive/nisa/koho/pamph/files/tyuukantyoizou.pdf>)

- 3) リサイクル燃料貯蔵株式会社, “リサイクル燃料備蓄センターには、全国の使用済燃料が集まってくることになるのですか？”

(<http://www.rfSCO.co.jp/qa/a13.html>)

- 4) 環境省, 中間貯蔵施設について

(<http://www.env.go.jp/jishin/rmp/attach/brief20120512-13.pdf>)

- 5) エネルギー戦略会議 革新的エネルギー・環境戦略 平成24年9月14日

(http://www.npu.go.jp/policy/policy09/pdf/20120914/20120914_1.pdf)

MOX 燃料 Mixed Oxide Fuel

[簡単に]

原子力発電の燃料の一種。ウランとプルトニウムの混合燃料

[詳しく]

原子力発電の燃料には、通常ウランを使いますが、ウランにプルトニウムを混ぜた MOX 燃料を使うことがあります。MOX とは「モックス」と読み、Mixed Oxide の略です。文字通りには混合酸化物ということですが、ウランとプルトニウムの混合酸化物という意味です。そのプルトニウムは、使用済燃料を再処理して取り出したものを使います。

[角度を変えて]

MOX 燃料は、原子力発電の使用済燃料の中に残っている燃料を再利用する「原子燃料サイクル」の過程で、再利用する燃料として加工されたものの一種です。再処理工場で使用済燃料からプルトニウムを取り出し、これにウランを混ぜて作ります。通常の原子炉である軽水炉で使うこともできますし、高速増殖炉で使うことも考えられています。

[誤解に注意]

- まだ実用化されていない燃料だと誤解している人がいる。確かに、高速増殖炉での MOX 燃料の利用は、高速増殖炉自体が開発中であるため、まだ先のことだが、軽水炉では、フランスやドイツなどで使われていることや、日本の原子力発電所でも、技術的な問題のないことが確認され、一部利用が始まっている。また、軽水炉と類似の新型転換炉 (ATR)「ふげん」では、1979年から2003年の24年間、MOX燃料を使用した実績がある。
(<http://www.jaea.go.jp/04/fugen/jdbase/puru.html>)
- ウラン燃料よりも危険だと感じている人がいる。確かに、ウラン燃料よりもプルトニウムが核分裂する割合が増えるが、そのことによる影響は、1995年に原子力安全委員会が安全審査の指標をまとめている。それによれば、現在運転している原子力発電所では、MOX 燃料が炉心の3分の1までであれば、炉心の性能はウラン燃料の場合と大きく変わらないので、現有の設備設計の範囲内で安全性を維持できるとされている。

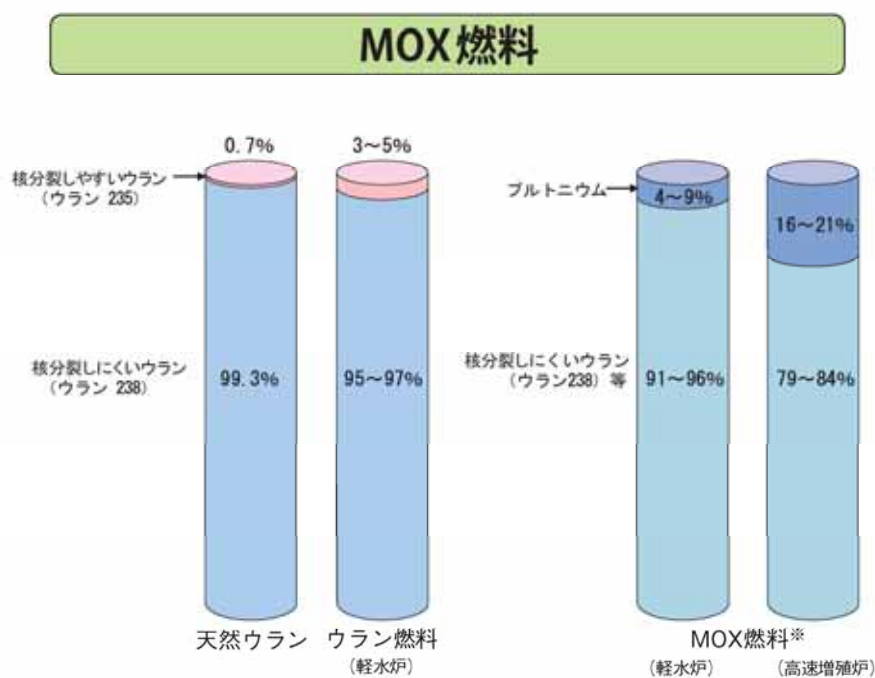
[わかりやすく伝えるポイント]

- 「MOX」という言葉はわかりにくいので、[詳しく]に記したように、読み方と書き方を示した上で、ウランとプルトニウムの混合物であることを説明するとわかりやすい。
- MOX 燃料の安全性と危険性については、ウラン燃料と比較しながら、次の点を説明するとよい。

- プルトニウムとウランは、融点や熱伝導度が異なり、MOX 燃料は、プルトニウムの割合が増えるほど、融点が低くなり熱伝導度も低くなります。このため、MOX 燃料の温度が上昇し、冷却材がなくなるような事故の際に危険な事態になる可能性があります。しかし、実際にプルサーマル（→見出し項目参照）で使用する MOX 燃料のプルトニウムの割合では、いずれの低下も小さく、安全性が確認されています。
- プルトニウムはウランに比べて中性子を吸収しやすいため、MOX 燃料の使用量が増えれば、制御棒の効きが悪くなったり、燃料出力が高くなったりする危険性が想定されます。しかし、燃料出力は、燃料集合体内の燃料棒のプルトニウム濃度を調整することで、ウラン燃料だけの場合と同程度まで抑えられます。また、制御棒の効きも、MOX 燃料集合体の数が炉心全体の 1/3 以下であれば、その原子炉内での配置を工夫することで、ウラン燃料だけの場合とほとんど変わらないようにできます。

[図解のポイント]

MOX 燃料とウラン燃料の違いは、次のような図解とともに説明するとわかりやすい。



※MOX (Mixed Oxide) 燃料：プルトニウムとウランの混合燃料で、軽水炉のプルサーマル計画や高速増殖炉などで使用される

7-20

原子力・エネルギー図面集 2012 7-20

[関連語]

- プルサーマル → 親見出し参照(p153)
 プルトニウム → 親見出し参照(p135)
 ウラン → 親見出し参照(p15)

原子燃料サイクル nuclear fuel cycle

[簡単に]

原子力発電の燃料を、製造し、再利用し、廃棄する一連の流れ

[詳しく]

ウラン鉱石からウランを取り出して、原子力発電の燃料を作り、発電に用います。使った燃料の中に残っている燃料を取り出し発電に再利用します。そして、もう使えない廃棄物は処分します。このような、原子燃料の製造、回収、再利用、そして廃棄の過程のことを、原子燃料サイクルといいます。「核燃料サイクル」と言われることもありますが、同じことを指しています。

[角度を変えて]

天然ウランには、核分裂しやすいウラン 235 は 0.7% しか含まれておらず、残りの 99.3% は、核分裂しにくいウラン 238 から成っています。ウラン 238 を燃料として使うことができれば、天然ウランを有効に活用できます。軽水炉ではウラン 235 を 3~5% 程度まで濃縮して使っていますが、核分裂しにくいウラン 238 も、原子炉で中性子を吸収すると核分裂しやすいプルトニウム 239 に変化し、核分裂します。そして、使用済燃料の中にも一部残っています。そこで、使用済燃料からこのプルトニウム 239 を取り出して、もう一度燃料として使うことが考えられるようになりました。このとき、核分裂せずに残ったウランも取り出すことができます。このような、一度使った燃料から再度使える燃料を取り出すやり方で、原子燃料を効率的に利用するための一連の流れを「原子燃料サイクル」と言います。

[誤解に注意]

- ・高レベル放射性廃棄物は、原子燃料サイクルを行うことによって出ると思っている人がいる。サイクルを行わない直接処分（ワンスルー）の場合でも、高レベル放射性廃棄物が出ることは変わらない。直接処分の場合、使用済燃料がそのまま高レベル放射性廃棄物となる。むしろ、直接処分の方が高い放射能を持った廃棄物が出る（→「高レベル放射性廃棄物」参照）。

[わかりやすく伝えるポイント]

- ・原子燃料サイクルの考え方を採らず、使用済燃料を再処理せずそのまま処分するやり方をとっている国もある。このやり方を直接処分と呼び、スウェーデン、フィンランドなどはこれを採っている。一方、フランスは日本と同じく原子燃料サイクル方式を採って

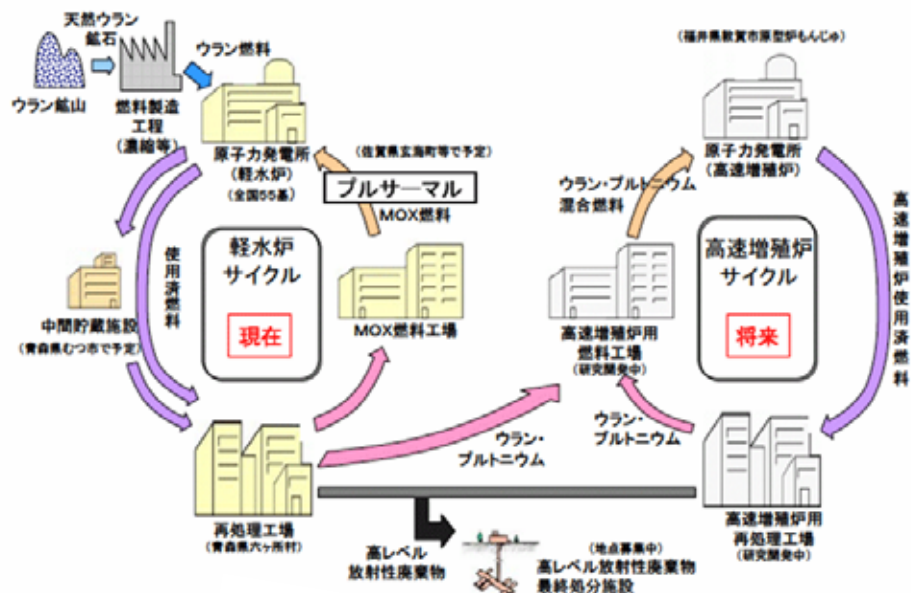
いる。

- 原子燃料サイクルの利点を説明する場合は、例えば次のようなことを言うことが考えられる。(直接処分とのより詳しい比較については、下記【参考文献】参照)
 - 限られた資源である天然ウランを有効に活用することができ、日本のエネルギーセキュリティを高める。
 - 核兵器への利用も可能なプルトニウムを燃料として消費することで、プルトニウムを余剰に持たないようにすることができる。
- 原子燃料サイクルのデメリットとしては、次のようなものがある。
 - 燃料の再処理にはコストがかかる。
 - より高度な保障措置、核セキュリティが必要になる。

[図解のポイント]

- 後に示すようなサイクルの図を書いたり見せたりしながら、次のように説明することも考えられる。

「わが国の核燃料サイクル政策は、民間事業として軽水炉でのサイクルを行うことになっていますが、将来、高速増殖炉を実現して、そのサイクルを行うことを目標としてきました。高速増殖炉が実現すると、ウランの利用率を飛躍的に増大することが可能になります。ただし、この政策については、エネルギー政策全般の見直しの中で再検討されています。」



核燃料サイクル
[出典]資源エネルギー庁: 施策情報、原子力政策の現状について、なぜ、日本は核燃料サイクルを進めるのか?、核燃料サイクル、<http://www.enecho.meti.go.jp/policy/nuclear/pptfiles/0201-0.pdf>

[関連語]

MOX 燃料 → 親見出し参照(p147)

プルサーマル → 親見出し参照(p153)

再処理 → 親見出し参照(p141)

高速増殖炉 → 親見出し参照(p155)

直接処分 → 再処理しないで、使用済燃料のまま地層処分すること

【参考文献】

- 1)原子力委員会 核燃料サイクル政策の選択肢に関する検討結果について 2012. 3. 1
(<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/iinkai/teirei/siryo2012/siryo22/siryo1-2.pdf>)
- 2)原子力委員会 核燃料サイクル政策の選択肢について 2012. 6. 21
(http://www.aec.go.jp/jicst/NC/about/kettei/kettei120621_2.pdf)

プルサーマル (Plutonium utilization in thermal reactor)

[簡単に]

再処理したプルトニウムを軽水炉の燃料として使うこと

[詳しく]

軽水炉による原子力発電では、ウランを燃料に用いますが、燃料にプルトニウムも用いる発電のことをプルサーマルと言います。「プルサーマル」は、「プルトニウム」(plutonium)と「サーマル・リアクター」(thermal reactor)の2つの言葉を合わせ、一部を省略した日本語での造語で、海外ではこの言葉は使われません。「サーマル・リアクター」とは、熱中性子炉のことで、一般的には軽水炉を指します。

[角度を変えて]

使用済燃料を再処理することで取り出されたウランやプルトニウムは、軽水炉でも十分に安全に使えることが実証されています。これによって、ウラン資源を有効に活用し、エネルギーの供給を安定させることができると期待されて、日本のエネルギー政策に採用されました。実際にプルサーマルを行うと、ウラン資源が1割から2割ほど節約できます。ウラン資源の利用効率を飛躍的に高めるのは高速増殖炉ですが、実用化には至っていません。

[わかりやすく伝えるポイント]

- ・ウラン資源の節約やエネルギーの安定供給以外の効用として、次のようなことを説明することも考えられる。
 - 再処理で取り出されたプルトニウムを高速増殖炉で使用する予定でしたが、計画が遅れており、日本国内に余剰プルトニウムが蓄積されています。わが国は国際公約として、核兵器にも転用可能な余剰プルトニウムを持たないことになっているので、プルサーマルでプルトニウムを消費することで国際公約を守ることができます。

[誤解に注意]

- ・プルサーマルは、高速増殖炉で行うものだとか、軽水炉とは別の設備が必要だなどといった誤解がある。MOX燃料が炉心の3分の1までであれば、現在運転している原子力発電所の設備設計の範囲内で、安全性を維持できるとされている。
- ・プルトニウムを使うと聞くと、その危険性を過度に心配する人がいる。次のようなポイントをわかりやすく伝え、正しい知識を持ってもらえるようにしたい。
 - ウランを燃料として使っている原子力発電所でも、運転に伴ってプルトニウムができ、それも核分裂して発電に寄与している。

- プルサーマルによる発電でも、プルトニウムが入っている MOX 燃料は、燃料全体の 3 分の 1 程度までしか使わず、残り 3 分の 2 程度はウラン燃料を使う。
- MOX 燃料を入れた軽水炉の運転実績が、すでにフランスなど海外および日本にある。

＜海外でのプルサーマル実績 出所：原子力 2010 経済産業省資源エネルギー庁編＞
フランス、ドイツ、アメリカ、スイス等 9 ヶ国で、1960 年代から 2008 年 12 月末までに MOX 燃料の装荷体数で合計 6,350 体（58 基）を使用。例えば、フランスでは 3,110 体（22 基）、ドイツでは 2,336 体（15 基）の MOX 燃料集合体を軽水炉で利用。

【関連語】

MOX 燃料 → 親見出し参照(p147)

プルトニウム → 親見出し参照(p135)

ウラン → 親見出し参照(p15)

高速増殖炉 (FBR) Fast Breeder Reactor

[言い換え案]

高速炉

[簡単に]

高速炉とは、高速中性子を利用した原子炉。そのうち、燃料の増殖を目的としたものを高速増殖炉という

[詳しく]

原子力発電では、燃料を連続的に核分裂させて発電します。燃料を核分裂させるのに中性子を使いますが、中性子を減速させて使う軽水炉などと違い、高速に動く中性子を使って核分裂を連続させるのが「高速炉」(高速中性子炉)です。「高速炉」のうち、燃料として使ったウランよりもたくさんのプルトニウムを増殖させる「増殖炉」のしくみを備えているのが高速増殖炉です。なお、「高速炉」は、高レベル放射性廃棄物を減容させる「専焼炉 (ABR: Actinide Burning Fast Reactor)」として使用することも考えられます。

「高速炉」では中性子の動きが速いので、炉心の核分裂で出てくる中性子の数が増えます。このうち「増殖炉」では、ウランとプルトニウム以外に中性子が無駄に吸収される割合も減ります。その結果、炉心の周りの燃料領域に用意されているウラン 238 に中性子を吸収させることで、プルトニウムがたくさんできるようになるのです。

「専焼炉」としての使用の場合は、次のように説明できます。「高い放射能をもつ高レベル放射性廃棄物には、ウランより原子番号が大きく、半減期が数万年の放射性物質も含まれています。こうした物質に高速の中性子をぶつけると、核分裂を起こし、半減期の短い物質に変わります。このような、放射性物質の危険性を低くする装置として高速炉を利用する研究構想を、政府は 2012 年 9 月に打ち出しました。」

[角度を変えて]

使用した燃料よりも多くの燃料が生み出される高速増殖炉は、現在の一般的な原子炉である軽水炉に比べて、ウラン資源を効率的に使うことができるようになります。ウラン資源を輸入に頼る日本は、プルトニウムを増殖できる高速増殖炉の開発を積極的に進めてきました。

その開発は、昭和 41 年に原子力委員会が決定した基本方針に沿って進められてきましたが、昭和 52 年に実験炉に成功した後、昭和 60 年に「もんじゅ」が着工され、平成 6 年に核分裂反応が連続して起きる臨界を達成しました。ところが、性能試験中の平成 7 年に、冷却材として使っていたナトリウムの漏れを起こしたため、その原因究明と安全点検を実

施してきましたが、現在も停止中です。このように、日本では「もんじゅ」以後の高速増殖炉の開発計画は未定ですが、日本に先行して開発を進めた、アメリカやフランスなどでも、高速増殖炉の開発は止まっています。

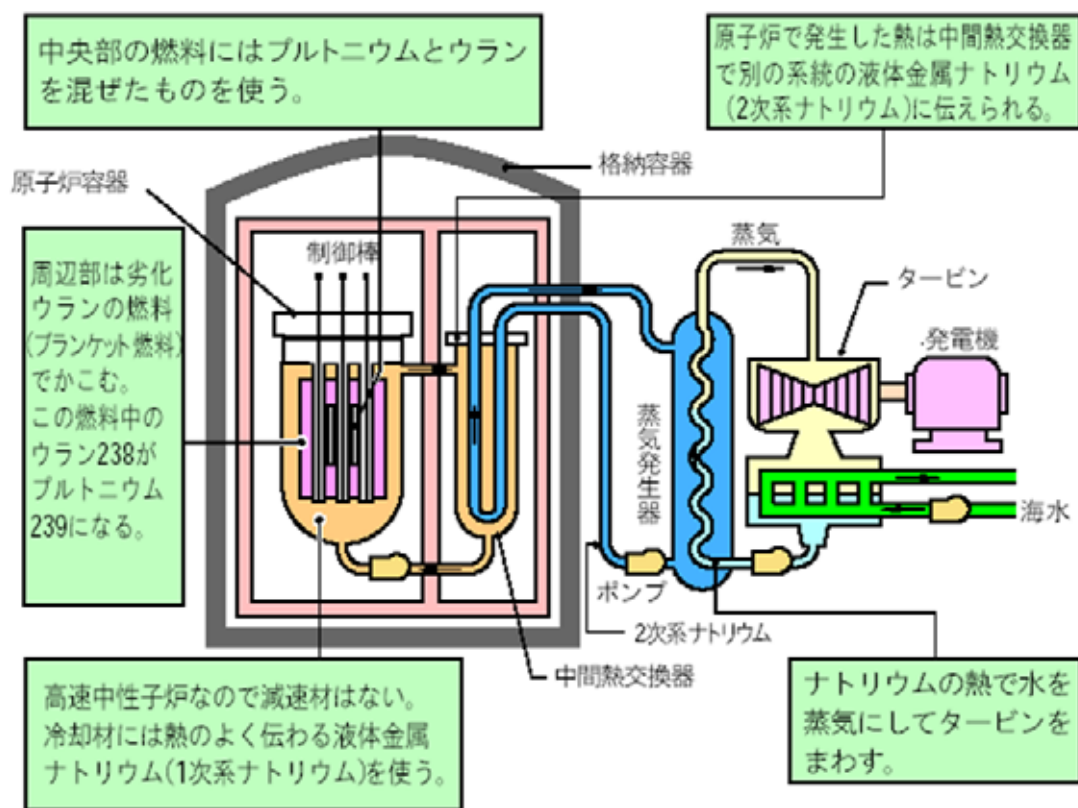
[誤解に注意]

- Web アンケート調査によると、「高速増殖炉」の正しい意味を理解している人は 21%に過ぎない。「高速増殖炉」は、核分裂のスピードを速めた原子炉であるという誤解が 20%ある。また、ウランを増殖させる原子炉という誤解も 18%ある。いずれも、「高速」「増殖」の語から連想されたものだと思われる。また、説明なしで「高速増殖炉」という語を使うと、高速に増殖するといった誤解も起きやすい。
- 上記のような誤解は、原子炉の中で何か危ないものが増殖しているというイメージを起こさせ、高速増殖炉を怖いものだと思ってしまうことにもつながる。
- 高速に増殖するといった誤解を避け、「高速炉」の使用形態には、増殖炉としての利用と、専焼炉としての利用があるということをはっきりさせるため、「高速炉」と言い換えることが考えられる。

[わかりやすく伝えるポイント]

- 何が高速で、何が増殖し、それぞれがどのような意味を持つのかを説明しないと、この用語の意味は伝わらない。[詳しく] に記した説明を参照。
- 核分裂のしくみや、ウランやプルトニウムなどの燃料の性質をわかりやすく説明することは、高速増殖炉を理解してもらうためにも、大切なことである。(→「核分裂」「ウラン」の項目参照)
- 「もんじゅ」の今後の見通しについて説明する必要がある場合も想定されよう。その場合は、「増殖炉」としての利用の可能性のほか、[詳しく] に記したような説明で、高レベル放射性廃棄物の「専焼炉」の研究に使う可能性についても言及することが考えられる。

- ・高速増殖炉の構造については、下のような図を用いて説明するのわかりやすい。



高速増殖炉(FBR)のしくみ

[出典]日本原子力文化振興財団:「原子力」図面集(2005)

【出典】ATOMICA から <http://www.rist.or.jp/atomica/data/pict/03/03010101/02.gif>

[関連語]

軽水炉 → 親見出し参照(p35)

MOX 燃料 → 親見出し参照(p147)

プルサーマル → 親見出し参照(p153)

冷却材 → 原子炉内で発生した熱を取り出すために使われる。軽水炉では、冷却材の水が減速材(中性子の速度を減速させるもの)も兼ねる。

[参考文献]

「原子力のすべて」編集委員会 編「原子力のすべて」

<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/sonota/study/aecall/book/pdf/1syoun.pdf>

アクティブ試験 active tests

[言い換え案]

最終試験運転

[簡単に]

青森県六ヶ所村の使用済燃料の再処理施設が操業するために必要な、最終の試験運転

[詳しく]

日本において原子力発電所から出る使用済燃料のリサイクルは、青森県六ヶ所村の再処理施設が操業することで、本格化します。そのために行われている数々の試験運転のうち、最終の試験運転のことを「アクティブ試験」と言います。実際の稼動条件(active condition)で実施するので、このような名称になっています。

[角度を変えて]

六ヶ所村の再処理施設では、操業に向けて様々な試験を行ってきました。まずは、水・蒸気・空気を通して正常に作動するかどうかの試験を行い、次に、硝酸などの化学物質を使って正しく動くことを確認しました。さらに、ウランを使った試験を行い、問題なく処理できることが確かめられました。このように、これまで取り扱いが比較的容易なものから、大きな注意を要するものまで、段階的に試験を行って、機能や安全性に問題がないことを確認してきました。

そして、最終段階の試験として、実際に原子力発電所から出た使用済燃料を使う試験を行う段階に来ています。この試験は、運転員や保守員の訓練という側面も持っています。

[誤解に注意]

- ・「アクティブ試験」という言葉からは、再処理施設を操業させるための試験であることが伝わりにくい。「何か活動的な試験」といった誤解もある。そのため「最終試験運転」と言い換えて説明するとわかりやすい。「アクティブ試験」という言葉を使う場合は、まず、何のためにどのような試験を行うのかを説明しなければならない。

[わかりやすく伝えるポイント]

- ・一つの施設だけの試験運転を表す語であり、さほど重要な用語でないと思われるかもしれない。しかし、原子燃料サイクル事業が本格的に始まるかどうかを分ける重要な試験を指しているため、できれば一般の人にも知っておいてもらいたい用語である。とくに、今後、原子燃料サイクルをどうするのかについて、国民的議論を経て決めていこうとす

る場合は、この試験を中心とした、六ヶ所村の再処理施設の現状を、誰でもわかるように伝えることは重要である。

【関連語】

原子燃料サイクル → 親見出し参照(p149)

再処理 → 親見出し参照(p141)

使用済燃料 → 親見出し参照(p133)

【参考文献】

- 日本原燃 HP より <http://www.jnfl.co.jp/cycle-recycle/testing/active-test.html>
<http://www.jnfl.co.jp/shiken/shiken01/003.html>
- ATOMICA より http://www.rist.or.jp/atomica/dic/dic_detail.php?Dic_Key=2281

高レベル放射性廃棄物 high level radioactive waste

[簡単に]

原子力発電によって出る廃棄物のうち、生活圏からの隔離が必要な高い放射能を持ったもの

[詳しく]

原子力発電で使った燃料から、リサイクルできる資源を回収した後に残る廃棄物のうち、高い放射能を含んだもののことを言います。これは液体なので、ガラスと混ぜ合わせて固体にして、ステンレス缶に封入して保管します。高レベル放射性廃棄物はその液体および固体にしたものの、それぞれを指します。固体にしたものは、地下数百メートルより深いところに埋めて、隔離して処分することになっています。(地層処分→見出し項目参照)

[角度を変えて]

日本では、使用済燃料は再処理されることになっているので、その処理の際に残る、高い放射能をもった廃液や、その廃液を固めたものを高レベル放射性廃棄物として扱います。この処理をしないアメリカ、フィンランド、スウェーデンなどでは、使用済燃料そのものを高い放射能を持たせたまま直接処分するので、それ自体が高レベル放射性廃棄物として扱われます。(海外での地層処分事業の進捗状況については、地層処分[わかりやすく伝えるポイント]参照)

[誤解に注意]

- ・「高レベル」というのが、何のレベルが高いのか、わかりにくく思う人もいます。まずは、放射能が高いことを明確に言うことが望ましい。
- ・「高レベル放射性廃棄物」だけを取り立てると、それだけが危険で、他の放射性廃棄物はさほど危険でないと思われるかもしれない。実際は、高レベル廃棄物以外の放射性廃棄物にも、放射能の高いものから比較的低いものまで、様々なレベルの廃棄物があり、そのレベルに応じた対策が考えられていることも、必要に応じて伝えたい。IAEA（国際原子力機関）で定義されている廃棄物の分類では、高レベル、中レベル、低レベルの三分類であるが、日本では、放射性廃棄物を高レベルと低レベルに二分している。IAEA（主に欧米諸国）の分類と比べると粗い印象を受けるが、高レベルは地層処分、低レベルは個々の放射能レベルに応じて、地層処分も含め4つの処分方式（埋設の深さなどが違う）で対応することになっている。(→「放射性廃棄物」参照)
- ・再処理の過程で残る高レベル放射性廃棄物の扱いが話題になりやすいが、高レベル放射性廃棄物は、再処理しなければならない、というわけではない。高レベル廃棄物は、再処

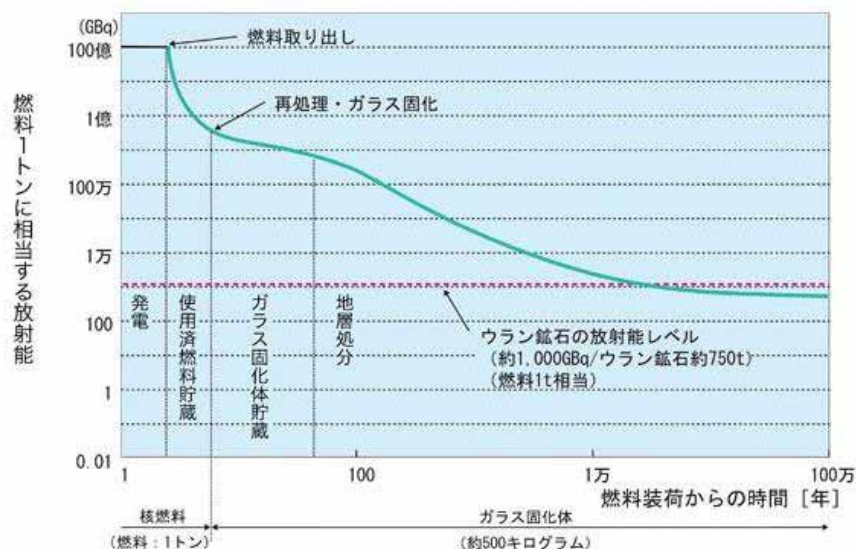
理によって減容されるということを理解してもらう必要がある。

[わかりやすく伝えるポイント]

- ・「放射性廃棄物」という用語自体を説明する必要があると感じられる場合は、はじめに、次のような説明を行ってから、「高レベル放射性廃棄物」の説明に入ると伝わりやすい。
「放射性廃棄物というのは、放射能をもった廃棄物のことで、原子力発電所などの原子力施設から出る廃棄物が、これにあたります。放射性廃棄物の中でも、放射能が高いものを高レベル放射性廃棄物と言って、扱い方に特別な対策を決めています。」
- ・高レベル放射性廃棄物が持つ放射能レベルの高さや、そこから出る放射線の強さなどについては、例えば、次のように説明するとわかりやすい。
「使用済燃料をリサイクル処理して出る、放射能レベルの高い廃液をガラスに混ぜ合わせてつくったガラス固化体は、製造直後でも非常に強い放射線を出します。ガラス固化体の表面は、人が死亡してしまうほどの放射線量にわずか 20 秒で達してしまうほどの強さ（約 1,500Sv/h）です。」
- ・高レベル放射性廃棄物が持つ放射能のレベルが自然界のウラン鉱石がもつ放射能のレベルまで戻る時間の長さについては、例えば、次のように説明するとわかりやすい。
「使用済燃料をリサイクル処理して出る廃液をガラスに混ぜ合わせてつくったガラス固化体は、製造直後でも非常に高い放射能を持っています。その放射能の高さが、原子力発電の燃料として用いるウラン鉱石がもともと持っていた放射能の高さに戻るには、数万年かかります。」

[図解のポイント]

- ・[わかりやすく伝えるポイント] に記した放射能の減少に長い年数がかかることは、次のような図を示して説明するとわかりやすい。



出所：日本原子力文化振興財団「原子力・エネルギー」図面集（2011）

- *原子燃料 1 トンから発生するガラス固化体の放射能が、燃料の製造に必要なウラン鉱石の全量（約 750 t）が持つ放射能と同程度になるまでに、数万年程度の時間がかかる。

[関連語]

- 放射性廃棄物 → 親見出し参照 (p165)
- ガラス固化体 → 親見出し参照 (p173)
- 地層処分 → 親見出し参照 (p167)
- 使用済燃料 → 親見出し参照 (p133)
- 直接処分 → 再処理しないで使用済燃料のまま地層処分すること

【参考文献】

- 1) ATOMICA, 放射性廃棄物
http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_No=05-01-01-01
- 2) 核燃料サイクル開発機構, わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性—地層処分研究開発第2次取りまとめ—総論
<http://jolissrch-inter.tokai-sc.jaea.go.jp/pdfdata/JNC-TN1400-99-020.pdf>
- 3) 経済産業省 資源エネルギー庁, 高レベル放射性廃棄物について考えてみませんか? 平成 20 年 4 月 (<http://www.enecho.meti.go.jp/rw/docs/library/pmphlt/hlw.pdf>)
- 4) 長崎晋也, 放射性廃棄物のすべて 電気新聞 2009 年 12 月

放射性廃棄物 radioactive waste

[簡単に]

原子力発電所など原子力関連施設から出る廃棄物のうち、放射能を持っているもの

[詳しく]

原子力発電所など原子力関連施設から出る、放射能を持った廃棄物のことです。人や環境に影響を与えないよう管理を必要とする放射性廃棄物のうち、放射能レベルの高いものを高レベル放射性廃棄物（→見出し項目参照）、それ以外のものを低レベル放射性廃棄物と言って区分しています。高レベル放射性廃棄物は、生活圏から隔離して処分されます。低レベル放射性廃棄物には、ある程度高い放射能レベルを持つものから低い放射能レベルのものまで含まれており、レベルに応じ、いくつかの処分方法があります。生活圏から隔離して埋設する場合もあれば、浅い地中へ埋設する場合があります。

[角度を変えて]

放射性廃棄物の処分方法として、高レベル放射性廃棄物は一つの方式、低レベル放射性廃棄物は四つの方式が、決められています。高レベル放射性廃棄物は、地下数百メートルよりも深いところに埋める地層処分（→見出し項目参照）をします。低レベル放射性廃棄物は、放射能レベルに応じて埋める方法を変えます。

低レベル放射性廃棄物といっても、中にはかなり高い放射能レベルを持つものがあり、地層処分しなければならないものがあります（地層処分→見出し項目参照）。さらに地層処分するほど危険でもなく、浅い地中への処分という訳にはいかない放射能レベルのものがありますが、それは地下50～100m程度のところに、放射性物質を閉じ込める機能を持った処分施設を設置して埋設する方法で処分します（余裕深度処分）。次に放射能レベルが高いものは、地表を掘って、コンクリート製の箱のような人工の障壁を設けます。その箱の中に金属容器に封入した廃棄物を、セメントなどで固める方法で処分します（コンクリートピット処分）。もっとも放射能レベルが低いものは、浅い地中に素掘りの溝状などの空間を作り、金属容器などに封入して埋設する方法で処分します（トレンチ処分）。

（「余裕深度処分」、「コンクリートピット処分」、「トレンチ処分」については、地層処分の項の関連語参照）

[誤解に注意]

- ・「低レベル」というと放射能が低いものしか含まれないという誤解があるが、ある程度高い放射能を持つものもある。このような誤解を避けるため、とくに必要ない場合、「低レベル放射性廃棄物」という用語を使わないようにするのもよい。

[わかりやすく伝えるポイント]

- ・放射性廃棄物とはそもそも何なのかという解説を行うことが望まれる場合もある。その場合は、例えば次のように説明するとよい。

「私たちの身近にある一般廃棄物や産業廃棄物は、その中に含まれる有害物質等による化学的な影響が気になりますが、放射性廃棄物では、放射線による影響が気になります。放射線に対しては、放射性廃棄物を遠ざけ、遮へい壁などで遮ることで、人体への影響を小さくすることができます。放射性廃棄物は放射能を持っているので、単純に『生活環境から遠ざける』だけでなく、『放射線を遮る』『放射能自体が低くなるまで待つ』とといったことも考慮して処分します。」

- ・[詳しく][角度を変えて]に記したのは、個体状にした放射性廃棄物の説明であるが、気体状、液体状のものについては、次のように説明することが考えられる。

「放射性廃棄物には、固体状のもののほか、気体状や液体状のものもあります。固体状のものは将来処分をしますが、気体状及び液体状のものには、既に対処しています。放射性物質をできるだけ取り除き、人体への影響が十分に小さくなった放射能レベルであることを確認した上で、処理施設の周辺に放出します。これによって周辺にお住いの方々が受ける放射線の量は、1年間で1ミリシーベルトに至ることはありません。」

- ・「放射能レベル」「高レベル放射性廃棄物」「低レベル放射性廃棄物」などと言うときの「レベル」という言葉が、何のレベルなのかがわかりにくいと感じる人もいます。その場合は、放射能の高さを、重さあたりの量（密度）や放射性物質の違い（どんな放射線を出すかなど）でとらえていることを説明する。

[関連語]

高レベル放射性廃棄物 → 親見出し参照 (p161)

使用済燃料 → 親見出し参照 (p133)

【参考文献】

- 1) 経済産業省 資源エネルギー庁, 放射性廃棄物のホームページ
(<http://www.enecho.meti.go.jp/rw/index.html>)
- 2) ATOMICA, 放射性廃棄物
(http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_No=05-01-01-01)
- 3) 原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会, 核燃料サイクル政策の選択肢に関する検討結果について 平成 24 年 6 月 5 日
(<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/iinkai/teirei/siryo2012/siryo22/siryo1-1.pdf>)
- 4) 原子力環境整備促進・資金管理センター, 政令等による埋設濃度上限値と処分申請値の例 (<http://www.rwmc.or.jp/library/pocket/low-level/waste/2-a3.html>)
- 5) 長崎晋也 (東京大学教授), 『放射性廃棄物のすべて』 電気新聞 2009 年 12 月

地層処分 geological disposal

[簡単に]

高い放射能を持つ廃棄物を、地下数百メートルより深いところに隔離して処分すること

[詳しく]

原子力発電事業によって残された高い放射能を持つ廃棄物を、人への影響がほとんどない地下数百メートルより深いところに隔離して埋めて、処分することです。埋める場所は、火山や活断層などの影響を受けにくいところを調査して決めていきます。埋める廃棄物は、放射性物質を物理的に閉じ込めるなど、十分に安全対策をしたものとなっていなければなりません。

[角度を変えて]

日本で、地中深くに埋めることになっているのは、高レベル放射性廃棄物のガラス固化体のほか、放射能レベルが比較的高い廃棄物です。分厚い金属容器に入れて、水を通しにくい粘土などで人工の障壁を設けます。さらに、岩盤による天然の障壁（自然障壁）によって、放射性物質を閉じ込めます。万一、地下水に放射性物質が溶け出しても、自然障壁の機能が期待通りに働けば、地上にいる人が受ける放射線量は、自然放射線と比べても十分に小さいと見込まれています。

なお、現在、再処理を行わない直接処分の研究も掲げられていますが、その場合は、ガラス固化体のように処理されたものではなく、使用済燃料のまま、地層処分することになります。その場合の方法では、工学的な課題はありますが、使用済燃料を分厚い金属容器に封入し、水を通しにくい粘土などで人工の障壁を設けるので、ガラス固化体の場合と比べて仕組みが大きく変わるものではありません。

[誤解に注意]

- ・「地層」という言葉からは、地中に深く埋めるという意味が伝わりにくい。この言葉を使わずに、地中深くに処分することと言うか、この言葉を使う場合も、「地下数百メートル以上の地層」のように、説明を添えて使うことが望まれる。
- ・地震が多い日本で地下に埋めて大丈夫なのか、という疑問は多い。地下深くでは地上に比べて揺れが小さいことはあまり知られていない。地震が起こってもガラス固化体を密封した人工の障壁と岩盤は一体となって揺れ、地震による地下水の流れなどの変化は小さいことから、地層処分の安全性に大きな影響を与えるものではないことを伝える必要がある。その際、[詳しく]にもあるように、処分場を選ぶときには、安全性に影響を与えるような活断層などは除外されることも、言い添えたい。

- ・放射性廃棄物であれば、高レベルでなくても、つまり、低レベルもすべて地層処分すべきであるとする市民の声を聞くことがある。確かに地層処分すれば安全であるが社会的コストが膨大となる。負担してよい合理的なコストと、放射性廃棄物の処分に伴うリスクとを見据えて、4つの処分方法があることを丁寧に説明しなければならない。ちなみに、現在計上されている、地層処分の事業費は約3兆円で、これは電気料金（電気を使用する国民）からまかなわれている。このようなコスト面の説明を的確に行っていくことも必要である。例えば、高レベル放射性廃棄物のガラス固化体1本を地層処分する費用は3,527万円程度であるのに対し、低レベル放射性廃棄物のドラム缶1本を浅い地中に処分すれば、費用は、トレンチ処分の場合は19万円程度、コンクリートピット処分の場合でも67万円程度で済む。いずれも放射性廃棄物の処分に伴うリスク（被ばくリスク）は同程度である。（金額については今後変動する可能性があるため、あくまで参考程度）

[わかりやすく伝えるポイント]

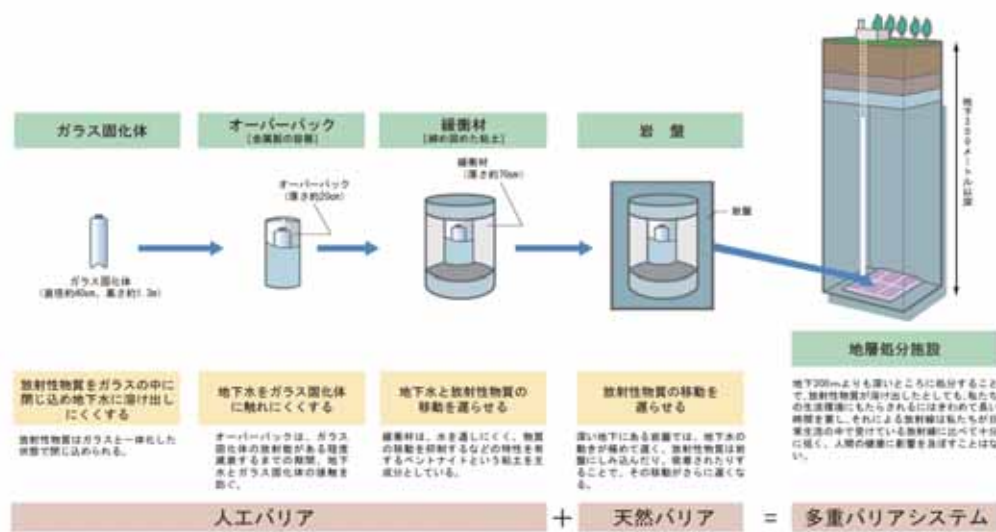
- ・[誤解に注意]の三番目に記したような、放射性廃棄物の処分のあり方を、市民とともに議論していくためには、地層処分だけでなく、放射性廃棄物のさまざまな処分方法について、わかりやすく説明することが望まれる。例えば、地中浅くに埋める「トレンチ処分」と「コンクリートピット処分」、50～100メートルの深さに埋める「余裕深度処分」という方法については、[関連語]に示すような説明を行うとわかりやすい。
- ・地層処分事業の進捗については、次のように説明することが考えられる。

「高レベル放射性廃棄物を地層処分する最終処分地の選定については、これまで次のような経緯がありました。処分の実施主体（原子力発電環境整備機構：NUMO）が三段階の手続きで、候補地から選定する計画を立て、候補地としての適性を調べる文献調査への公募を、2002年に開始しました。これまで10を超える自治体の首長から応募に関心が示されましたが、応募は1件のみにとどまり、その応募も後に撤回されました。10年以上が経過しても、選定の手続きに入る見通しは立っていません。」
- ・外国の事例を引いて、地層処分のあり方を議論するのに参考になる情報を提供することも重要である。先行事例として報道でもよく取り上げられる北欧（スウェーデン、フィンランド）の取り組みについては、例えば、次のように説明することが考えられる。

「スウェーデンでは、1980年に原子力発電の是非をめぐって国民投票が実施され、その結果を受けて原子力発電から段階的に撤退する政策がとられました。それから30年間、時間をかけてじっくりと市民との合意形成のプロセスを重ね、2009年に最終処分地を決定しました。2011年には立地・建設の許可申請書を出し、2025年には操業を開始する計画です。このように、最終処分場の選定という難題の解決には、長期的な粘り強い取り組みが必要です。なお、スウェーデンの脱原子力発電所という政策は、後に、地球温暖化問題に対応するために撤回され、既にある原子力発電所の建て替えに限った新設を認めることが、2010年に決まっています」。

[図解のポイント]

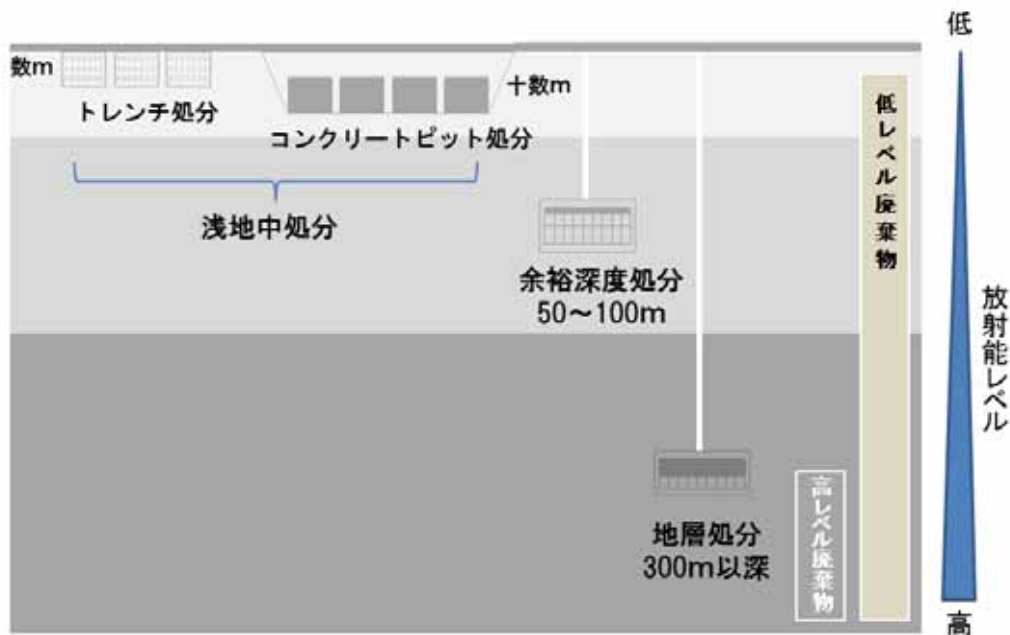
- ・ [詳しく] [角度を変えて] にあたる説明を行う際には、下のような図を示して丁寧な説明をすることも考えられる。この図は、従来からある広報用資料であるが、「多重バリアシステム」「オーバーパック」「緩衝材」などといった専門用語はわかりにくいので、これらの用語を用いる場合は、必ず説明を付けることが望まれる。また、こうした用語を強調しないで、地層処分の本質を解説することも優先されるべきことである。



< 出所：原子力図面集 2012 8-14 >

[関連語]

- ・ (浅地中) トレンチ処分 → 地表に穴を掘り、粘土などの人工の障壁を設けない空間にドラム缶などに入れた廃棄物を埋設する処分方法である。
- ・ (浅地中) コンクリートピット処分 → 地表を掘削した後、コンクリート製の箱のような人工の障壁を設け、その中にドラム缶などに入れた廃棄物を置き、すき間をセメントなどで固める処分方法である。
- ・ 余裕深度処分 → 50～100m程度の深度のところに、コンクリートピット処分と同等以上の放射性物質の閉じ込め機能を持った処分施設を設置して、処分する方法である。埋設する廃棄物は、地層処分するほど危険なものではないが、浅い地中への処分という訳にはいかないものが対象になる。



- ・ ガラス固化体 → 親見出し参照 (p173)
- ・ 自然放射線 → 親見出し参照 (p23)
- ・ 文献調査 → 立地候補地の選定過程の最初の段階。市町村からの応募が行われた後、概ね 2 年で次の段階である概要調査地区の選定を目的として、公開文献に基づき、地震、噴火、隆起、など自然現象による地層の著しい変動の生ずる可能性が高くないか評価する。
- ・ 概要調査 → ボーリング調査、地表踏査、物理探査等を行う。概要調査の結果に基づき、地層が安定していること、坑道の掘削に支障がないこと、地下水の水流等が地下施設に悪影響を及ぼすおそれが少ないと見込まれること等が確認される。これらを満足する概要調査地区の中から精密調査地区が選定される。

【参考文献】

- 1) ATOMICA, 高レベル廃液ガラス固化処理の研究開発
http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_No=05-01-02-04
- 2) 原子力発電環境整備機構, よくあるご質問” 地震の揺れは悪い影響を及ぼさないの?”
http://www.numo.or.jp/q_and_a/03/#qa01
- 3) 原子力発電環境整備機構, よくあるご質問” 地層処分の費用について”
http://www.numo.or.jp/q_and_a/05/

- 4) 日本学術会議, 高レベル放射性廃棄物の処分について 平成 24 年 9 月 11 日
(<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-22-k159-1.pdf>)
- 5) 原子力発電環境整備機構, 「概要調査地区選定上の考慮事項 (分冊-2)」 “概要調査地区とは” (http://www.numo.or.jp/koubo/document/pdf/gaiyo_3.pdf)
- 6) 経済産業省 資源エネルギー庁, 諸外国における高レベル放射性廃棄物の処分について (2012 年 2 月発行)
(<http://www2.rwmc.or.jp/wiki.php?id=publications:hlwkj201202ed#download-hlwkj>)
- 7) 日本原子力研究開発機構, 平成 24 年度 埋設処分業務に関する計画
(http://www.jaea.go.jp/04/maisetsu/reference/download/nendokeikaku_H24.pdf)
- 6) 公益財団法人 原子力環境整備促進・資金管理センター, スウェーデンがエストハンマル自治体を使用済燃料最終処分地に選定 : 2009 年 6 月 4 日
(<http://www2.rwmc.or.jp/nf/?p=1196>)

ガラス固化体 vitrified waste

[簡単に]

再処理後に残る高い放射能を持つ廃液を、ガラスに混ぜ込んで固めたもの

[詳しく]

原子力発電所で使われた燃料から取り除かれた、高い放射能を持つ廃液や、それを固めたものを、「高レベル放射性廃棄物」と言います。ガラス固化体は、液状の高レベル放射性廃棄物を、熱で溶かしたガラスに混ぜ込んで、ステンレスの缶の中に入れて固めたものです。その放射能を含む廃液の成分は、ガラスと一体化して割れても出てきません。これを地中深くに埋めることで、最終処分することになっています。

[角度を変えて]

福島第一原子力発電所事故後、原子力発電所から出る使用済燃料を再処理するかどうかについては議論がありました。国としては、使用済燃料を再処理しないでそのまま処分する研究も新たに方針として挙げつつも、再処理を進め、ガラス固化体の製造をすることになっています。

日本では、1977年からガラス固化体の製造をしてきましたが、2011年12月時点までにガラス固化体として貯蔵されているものは、青森県六ヶ所村と茨城県東海村の2箇所の再処理施設で、合わせて1,780本です。それ以外に海外に再処理を委託した結果できるガラス固化体があと約872本分追加され、国内に保管している使用済燃料を再処理すれば、さらに約24,700本のガラス固化体が追加される計算になります。使用済燃料を再処理してガラス固化体を製造する六ヶ所村の再処理施設では、2008年にガラス固化体の製造工程でトラブルが発生し、まだ本格的な運転に至っていませんが、再処理工場の完成に向けて最終的な準備を進めています。

[誤解に注意]

- ガラスは壊れやすいので、放射性物質が出てきやすいのではないかと誤解される場合がある。色ガラスの事例を用いて、放射能を含む廃液の成分はガラスと一体化して割れても出てきにくいことや、地下に埋めた際にガラスは地下水に溶けにくく、放射性物質を閉じ込めるのに適したものであることなどを説明する必要がある。
- 「ガラスに閉じ込める」と言われることがあるが、ガラス瓶に廃液を入れるという誤解を生むこともあり、ガラスの壊れやすさがより連想されやすくなるので、「ガラスに混ぜ込む」と言う方が内容が伝わりやすい。
- 2011年12月末現在、六ヶ所村に貯蔵されているガラス固化体1,533本は、海外の再処理

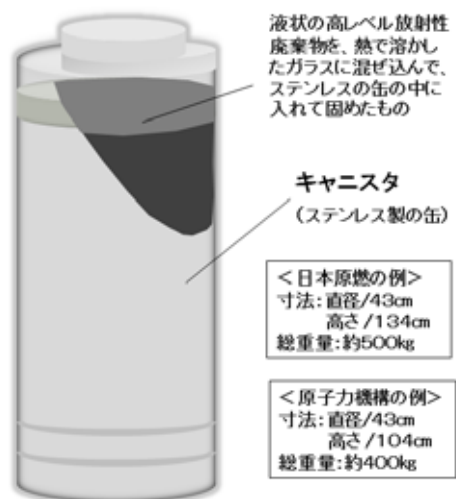
施設で製造したものが 1,414 本、六ヶ所村の再処理施設で製造したものが 119 本である。東海村に保管されているガラス固化体 247 本は、日本原子力研究開発機構（JAEA）による国産技術で製造したものである。

[わかりやすく伝えるポイント]

- ・「高レベル放射性廃棄物」を理解してもらってれば、「ガラス固化体」の意味も説明しやすい。まずは、高レベル放射性廃棄物（→見出し項目参照）の[簡単に][詳しく]の説明をしてから、ガラス固化体の説明に入ったほうがよい。
- ・ガラス固化体は、再処理しなければ製造する必要のないものであることを伝えるべきである。高レベル放射性廃棄物は、使用済燃料からウランとプルトニウムを取り出した後に残るものであり、それは高レベル放射性的の廃液であるが、それをガラスに混ぜ込んで固めたものがガラス固化体である。
- ・高温のガラス固化体が年数の経過によって、どのように冷めていくかについては、次のように説明することが考えられる。「放射能によって生じる熱（→崩壊熱）を冷ますために、地中に埋める地層処分をする前に 30 年から 50 年程度、青森県六ヶ所村の施設（高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター）に貯蔵しておきます。ガラスで固めた直後は、ガラス固化体 1 本あたり 2300W 程度の熱がありますが、30 年経過すると、1 本あたり約 560W、50 年で約 350W にまで下がります。この段階にまで下がれば、大雑把に言って、こたつ（500W 程度）から出る熱と同じ程度です。」

[図解のポイント]

- ・ [詳しく] [角度を変えて] にあたるような説明を行う際は、下のような写真を見せながら、丁寧に説明することが望まれる。



ガラス固化体(カットイメージ)

[関連語]

- 再処理 → 親見出し参照 (p141)
- 高レベル放射性廃棄物 → 親見出し参照 (p161)
- 地層処分 → 親見出し参照 (p167)

【参考文献】

- 1) 経済産業省 資源エネルギー庁, 高レベル放射性廃棄物について考えてみませんか? 平成 20 年 4 月 (<http://www.enecho.meti.go.jp/rw/docs/library/pmplt/hlw.pdf>)
- 2) 内閣官房国家戦略室, 革新的エネルギー・環境戦略の進め方について, 2012 年 10 月 19 日 (<http://www.npu.go.jp/policy/policy09/pdf/20121019/shiryo1.pdf>)
- 3) 原子力発電環境整備機構, よくあるご質問 ” ガラス固化体の発生本数は?” (http://www.numo.or.jp/q_and_a/01/#qa02)
- 4) 日本学術会議, 高レベル放射性廃棄物の処分について 平成 24 年 9 月 11 日 (<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-22-k159-1.pdf>)
- 5) 日本原子力研究開発機構, ガラス固化技術開発施設 (<http://www.jaea.go.jp/04/ztokai/tokai/center/saishori/glass.html>)
- 6) 日本原燃, 皆様からの主なご質問への回答” ガラス固化体の製造本数について” (<http://www.jnfl.co.jp/goiken/answer.html>)
- 7) 日本原燃, 返還ガラス固化体の受入れ状況 (<http://www.jnfl.co.jp/transport-schedule/high.html>)

8) 日本原燃, 臨時社長記者懇談会挨拶概 2012年9月19日
(<http://www.jnfl.co.jp/jnfl/president-talk/201209.html>)

TRU 廃棄物 transuranic waste

[簡単に]

ウランより重い放射性物質を含む、半減期が長い低レベル放射性廃棄物

[詳しく]

原子力発電の燃料をリサイクルする際にできます。低レベル放射性廃棄物（高レベル廃棄物ではない放射性廃棄物）に分類される廃棄物です。主にウランより重い（原子番号が大きい）放射性物質が含まれています。代表的なものとして、プルトニウム、ネプツニウム、アメリシウム、キュリウムなどがあり、これらの中には半減期がとても長いものがあることや、内部被ばくで問題となるアルファ線を出すものもあるために、相応の処分方法が必要となります。

なお、TRU 廃棄物には、上記のプルトニウムなどの TRU（超ウラン元素）が含まれますが、TRU でない放射性物質も含まれています。その代表的なものがヨウ素 129、炭素 14 です。

[角度を変えて]

TRU 廃棄物は、プルトニウムやウランを使用済燃料から取り出す再処理、さらにプルトニウムを使って MOX 燃料をつくる工程で出てきます。原子力発電の燃料をリサイクルする際に、そういった放射性物質を完全に回収することができず、配管などの設備や資材に残ります。具体的には、金属片、フィルタ、布など様々なものが該当します。多くは金属製の容器にセメント等で固化した状態にして処分することになります。なお、燃料リサイクルをしない場合、TRU 廃棄物に入っている放射性物質は使用済燃料の中に残ります。

[誤解に注意]

- ・ [詳しく]に記したヨウ素 129 とは、福島第一原子力発電所事故で広く知れわたったヨウ素 131（半減期 8 日）の同位体で、半減期が 1,570 万年と長い別物である。
- ・ 炭素は身近な元素であるが、放射能を持っているものがあることはあまり知られていない。炭素 14 の半減期は 5,730 年である。TRU 廃棄物に入っている炭素 14 は人工的に生成された放射性炭素であるが、実は、炭素 14 というのは自然界にある。例えば、体重 60kg の人体で、炭素 14 は 2,500 ベクレルある。
- ・ 放射性廃棄物は将来地下に埋設することになっているが、実はヨウ素 129 と炭素 14 いずれも、TRU より放射線影響が大きいことが見積もられている。ここで取り上げている放射性核種は「半減期が長い」という点で共通しているが、埋設処分した後の「動きやすさ」という点では大きく違う。地中で動きやすいということは、生活環境に戻って来る

可能性が高いことを意味し、注意を要する。TRU は地下水には多くは溶けず、岩盤に吸着されやすいので、地中では動きにくい。埋設された TRU 廃棄物によって 1 万年後の将来の人が受ける被ばく量は年間 $10 \mu\text{Sv}$ を下回ることが計算で確認されているが、そのほとんどがヨウ素 129 と炭素 14 によるものである。

- TRU の半減期の例：プルトニウム 239 (アルファ壊変) → 2.4 万年、プルトニウム 241 (ベータ壊変) → 14 年、ネプツニウム 237 (アルファ壊変) → 214 万年、アメリシウム 241 (アルファ壊変) → 433 年、キュリウム 244 (アルファ壊変) → 18 年、キュリウム 245 (アルファ壊変) → 8,500 年

[わかりやすく伝えるポイント]

- TRU の説明は「ウランより原子番号が大きい元素」と説明したいところであるが、「原子番号」や「元素」を冒頭から使うと専門的に過ぎるので、「ウランより重い」としている。ウランの原子番号は 92 であるが、ネプツニウムは 93、プルトニウムは 94、アメリシウムは 95、キュリウムは 96 である。

【元素周期表】

1																	2
3	4											5	6	7	8	9	10
11	12											13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
55	56		72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
87	88		104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
Lanthanide series (57-71)																	
Actinide series (89-103)																	

- TRU は自然界にはほとんど存在せず、ウランが核反応（中性子を吸収し、ベータ壊変する）をした結果できた人工の放射性核種である。
- 機会が許されれば、中性子との核反応には、分裂、吸収、散乱があることを述べ、ここでは、中性子を吸収する核反応が起きたことで質量数が増えたこと、さらにベータ壊変（1 個の中性子が陽子に変わって電子を出す事象）を繰り返すことで、原子番号が上がっていき、ウランより重い（正確にはウランより原子番号の大きい、つまり、T r a n s U r a n i u m）物質ができるという仕組みを語ることになる。

- ・「長半減期低発熱性放射性廃棄物」という正式な言い換えもある。TRU 廃棄物の性質を端的に表現しているが、長くて、難しい単語が混じっているので定着していないと思われる。なお、TRU 廃棄物は、低レベル廃棄物の中では発熱体であるが、高レベル廃棄物と比べ、その発熱は、高いものでも処分直後で高レベル廃棄物の 130 分の 1 である。(→「地層処分」参照)

[関連用語]

再処理 → 親見出し参照 (p141)

MOX 燃料 → 親見出し参照 (p147)

放射性廃棄物 → 親見出し参照 (p165)

ウラン → 親見出し参照 (p15)

原子番号 → 元素ごとに付けられた番号で、原子核の中の陽子の数と一致する。

人工放射性核種 → 核変換によって人工的に得られる放射性核種 (JIS 13061) とあるが、実際は人工的に生成した放射性核種という意味で広く用いられている。

超ウラン元素 (TRU) → ウランの原子番号 (92) より、原子番号が大きい元素

【参考文献】

- 1) 長崎晋也 (東京大学教授) 『放射性廃棄物のすべて』 電気新聞 2009 年 12 月
- 2) 資源エネルギー庁、「TRU 廃棄物の地層処分について考えてみませんか」平成 20 年 4 月 (<http://www.enecho.meti.go.jp/rw/docs/library/pmphlt/tru.pdf>)

クリアランスレベル clearance level

[言い換え案]

放射能規制外レベル

[簡単に]

放射性物質として扱う必要がないと判断するための基準

[詳しく]

放射性物質として扱う必要がないと判断するための基準です。原子力施設から出た廃棄物に含まれる放射性物質によって受ける被ばく線量が十分に小さい場合、放射性物質として扱う必要がないと判断します。この判断は、自然界の放射線から受ける被ばく線量に比較して十分小さいこと、人の健康に対するリスクが無視できるものであるかどうかを考慮してなされます。この基準値をクリアランスレベルと呼び、Bq（ベクレル）/g の単位で表わされます。

[角度を変えて]

クリアランスレベルは、原子炉施設の廃止措置などによって発生する金属やコンクリートが、再利用されたり、廃棄物として埋め立てられたとしても、年間 10 マイクロシーベルトを超えないように、様々な事例を想定した計算結果から算出されています。日常生活において、自然界の放射線から受ける被ばく線量（世界平均で年間 2.4 ミリシーベルト）の 240 分の 1 以下である年間 0.01 ミリシーベルト（10 マイクロシーベルト）の被ばく線量は、健康影響を無視することができると国際的にも認められています。

従って、クリアランスレベル以下の物については、後の用途又は行き先について、何ら条件をつけずに、一般のものと同様の扱いが可能となります。また、クリアランスレベル以下のものをきちんと区別し、再利用などをすることは、環境負荷の低減に繋がります。

[誤解に注意]

- 一般人を対象としたインタビューによると、クリアランスという言葉は、日常ではバーゲンセールでの「売り尽くし」の意味に使われるため、「何かをすべて片付ける。撤去する」という誤解を招くことがある。また、字面から内容を理解することが困難な用語である。そのため、言い換え案「放射能規制外レベル」を使用して説明することが考えられる。
- クリアランスレベルという用語は原子力施設の廃止措置で話題となる場合が多い。原子力発電所を解体すると金属やコンクリートなどの廃棄物がたくさん発生する。しかし、

放射性廃棄物として扱う量は意外と多くない。例えば、今、廃止措置が進められている東海発電所の場合では、低レベル放射性廃棄物が12%、残る88%の廃棄物は一般の産業廃棄物と同様な処理となるものである。その88%の内訳としては、そもそも放射性廃棄物でない廃棄物が67%、クリアランスレベル以下であることを確認する廃棄物が21%と見込まれている。なお、原子力施設では操業中に液体または気体の放射性廃棄物も発生するが、これは施設ごとに定められた安全基準をクリアすれば放出するものであり、ここで解説するクリアランスレベルとは区別する。

- ・“放射性廃棄物の裾切り”ではないかという見方をされることもある。放射性廃棄物の処分という枠組みを避けて、クリアランスの制度の枠組みで対処することではない。クリアランスの制度がないと、本来、放射性廃棄物として扱う必要のない廃棄物が放射性廃棄物と一緒に処分されたり、再利用できる資源も廃棄されてしまうことで、環境負荷を増大させ、放射性廃棄物の処分費用をも不必要に上昇させることになる。クリアランスの制度によって、年間に受ける被ばく量は10マイクロシーベルト以下と小さいものであり、これを受け入れていただくことで、社会的・経済的な負担が軽減され合理的であるということを丁寧に説明したい。もちろん、放射性廃棄物として扱う必要のない物を安全に区分することが大前提であり、経済性が安全性に優先するものではない。

[わかりやすく伝えるポイント]

- ・実際にクリアランスレベル以下であることが確認され、再利用された事例を紹介することも効果的であると考えられる。前にも述べたが、廃止措置が進められている東海発電所では、既に約400トンのクリアランスレベル以下の金属が確認され、ベンチ、テーブル等へ再利用されている。なお、当面は、原子力事業者関連の施設で再生使用する計画とされている。

[関連用語]

放射線防護 → 人を放射線被ばくから防護したり、人やその環境への放射性物質による汚染から防護したりして、放射線障害の発生を防止すること。つまり、クリアランスレベル以下のものは放射線防護の規制から外すことになる。

放射性物質 → 親見出し参照 (p9)

被ばく線量 → 「被ばく」の見出し参照 (p57)

クリアランス制度 → クリアランスレベル以下であることが確認されたものを再生利用、または処分できるようにする制度をいう。

【参考文献】

- 1) 原子力規制委員会, クリアランスレベルについて
(<http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/haiki/page5.htm>)
- 2) 原子力規制委員会, クリアランスとはどういう意味ですか?
(http://www.nsr.go.jp/archive/nisa/faq/faq_a08.html)
- 3) 国立保健医療科学院生活環境研究部, 医療での放射線安全の疑問にお答えします, ”放射性廃棄物の裾切り」って危ないの?”
(http://trustrad.sixcore.jp/clearance_waste.html)
- 4) 日本原子力発電株式会社, 東海発電所の廃止措置
(http://www.japc.co.jp/project/haishi/clearance_of_tokai.html)
- 5) 経済産業省, 原子力発電所の廃材を再利用した製品の展示 平成 21 年 5 月 8 日
(<http://www.meti.go.jp/press/20090508001/20090508001.pdf>)

原子力防災訓練

[簡単に]

原子力事業所等での災害発生を想定した訓練

[詳しく]

国、地方公共団体、原子力事業者等の関係機関が連携して、原子力発電所等の原子力施設での事故または核燃料物質等の輸送中の事故が発生したという想定のもとに、関係機関の機能が有効に働くかどうかの確認、さらに、地域住民を含めた防災関係者が原子力災害に対して十分な心構えを持つことができるよう、原子力防災に対する意識の高揚と知識の向上のために行います。

[角度を変えて]

原子力防災訓練には、国が主体となって行う原子力総合防災訓練（毎年1回実施）と、地元の道府県等ならびに原子力事業者が行う原子力防災訓練があります。いずれも関係機関が連携して、緊急時の通信連絡、環境放射線のモニタリング、周辺住民への広報活動などを模擬して行います。通報、緊急時モニタリング、緊急時医療など、防災活動の項目ごとに熟練度を高めていく訓練と、地域の住民、国、地方公共団体、原子力事業者などの連携を確認するための訓練を組み合わせながら進められていきます。

[わかりやすく伝えるポイント]

震災後に、この概念について説明するなら、福島事故時はどう機能したのか、その際の反省点、改善予定の点なども場合によって必要となる。原子力規制委員会が発行する防災関連資料を今後注視していく。

<自治体の「原子力防災計画」と「原子力防災訓練」の関係>

原子力発電所等の周辺自治体（30km圏の自治体）は「原子力防災計画」を策定し、防災体制を常に整備している。それらの内容を防災関係者が理解して、事故の際に周辺住民を誘導、指示等できるようにするだけでなく、防災計画や防災体制が有効に働くかどうかを確認するために行われるのが「原子力防災訓練」である。

（参考）ATOMICA、原子力防災のための訓練（下記【参考文献】5）参照

[関連語]

原子力事業所 → 原子力事業者が原子炉の運転等（加工、再処理、処分、輸送を含む）
を行う工場又は事業所をいう

原子力災害対策特別措置法 → 親見出し参照(p189)

放射性物質 → 親見出し参照(p9)

【参考文献】

- 1) 原子力規制委員会（旧 原子力安全・保安院），” 原子力防災訓練とは”
(<http://www.nsr.go.jp/archive/nisa/genshiryoku/bousai/kunren.html>)
- 2) (公財)原子力安全技術センター，環境防災Nネット 原子力防災用語集” 原子力総合防災
訓練” (http://www.bousai.ne.jp/vis/bousai_kensyu/glossary/ke25.html)
- 4) (公財)原子力安全技術センター，環境防災Nネット “防災訓練について知りたいの
ですか？” (<http://www.bousai.ne.jp/vis/box/qa/09.html>)
- 5) ATOMICA，原子力防災のための訓練
(http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_Key=10-06-01-08)
- 6) 原子力災害対策特別措置法 第2条
(<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/H11/H11H0156.html>)

オフサイトセンター offsite center

[言い換え案]

原子力防災センター

[簡単に]

原子力災害時の現地対応拠点。正式名称は緊急事態応急対策拠点施設である。

[詳しく]

原子力施設の近くにあり、原子力の災害や緊急事態が起こったときに、国、自治体、事業者、専門家等の関係者が集まって、事故拡大防止のための応急対策、住民の安全確保のための緊急対策などを協議する場所です。原子力発電所などがある道府県に合計 22 箇所あります。緊急時には、国、自治体、警察、消防、自衛隊、事業者などの関係者が 100 人規模で集まります。原子力施設の近くにありますが、敷地（サイト）の外に設置されるので、この名があります。

[角度を変えて]

オフサイトセンターは、1999 年の茨城県東海村での JCO の臨界事故を教訓として設置されました。原子力施設の敷地内ではなく、その外の原子力施設から 20km 以内に設置されています。しかし、福島第一原子力発電所事故ではオフサイトセンターが原子炉から約 5km しか離れておらず、事故 4 日後に退避命令が出て閉鎖され、機能しませんでした。このため立地場所や構造が抜本的に見直される予定です。

[誤解に注意]

Web アンケート調査およびグループインタビューで、多くの人々に意味が理解されていない用語の 1 つである。具体的には次のような誤解が指摘された。

- ・原子力用語ではなく、一般名詞という認識がある。
- ・リモートで管理されている場所のイメージがある。
- ・近くではなく、全く離れたところから何かやっているイメージ。

オフサイトセンターは避難所ではなく、応急の対策所である。ただし、福島事故であまり機能しなかった反省を受けて、対策よりも現地対応拠点としての役割を重視しようとする動きもある。

[わかりやすく伝えるポイント]

すでに、「原子力防災センター」という通称で地元の人々に呼ばれ、定着しているところがある。こちらの方が施設の内容がずっとわかりやすいので、「原子力防災センター」と言い換えて説明することが考えられる。

[関連語]

原子力災害対策特別措置法 → 親見出し参照(p189)

[図解のポイント]

図1. オフサイトセンターの場所 (22箇所)

原子力規制委員会 (旧 原子力安全・保安院) HP

<http://www.nisa.meti.go.jp/genshiryoku/bousai/ofusaito.html>



【参考文献】

経済産業省「オフサイトセンターの在り方に関する基本的な考え方」

(<http://www.meti.go.jp/press/2012/08/20120831003/20120831003.html>)

原子力災害対策特別措置法

[簡単に]

原子力災害から国民の生命、身体および財産を保護することを目的とした法律の一つ。略して「原災法」と言うこともある。

[詳しく]

原子力災害は、知らず知らずのうちに被害を受ける可能性があり、適切な対応を行うためには専門的な知識や特別な装備が必要です。このような特殊性のため、国が果たすべき役割と責任は、自然災害と比較して大きく、また、具体的に何かを行う場合、事故の原因者であり、事故が発生した施設について最もよく知っている原子力事業者の責任ある対応が必要です。

1999年のJCO臨界事故の教訓から、原子力施設や放射性物質の運搬時の災害対策について抜本的強化が図られることになりました。そのため、原子力災害時の初期対応の迅速化、国・地方公共団体の連携強化、国の緊急時対応体制の強化、原子力事業者の責務の明確化などを目的とした原子力災害対策特別措置法が、1999年12月17日に制定され、2000年6月16日から施行されました。

この法律では、原子力災害の予防に関する原子力事業者の義務、原子力緊急事態宣言の発出および原子力災害対策本部の設置、さらに緊急事態応急対策の実施など、原子力災害に関する事項について特別の措置を定めています。

[角度を変えて]

福島第一原子力発電所事故のとき、この法律の定める原子力災害時の初期対応の迅速化、国・地方公共団体の連携強化、国の体制強化などが実際になされたかについては疑問が抱かれています。実際のところ、国・自治体・事業者が一体となってすみやかに対応するための拠点「オフサイトセンター」は、災害現場から約5kmの避難区域内にあったため、全く機能しませんでした。

平成24年6月27日に一部改正がなされました。

- ・原子力災害対策特別措置法

(<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/H11/H11H0156.html>)

- ・原子力災害対策特別措置法施行令の一部改正（案）の概要

(<http://www.cas.go.jp/jp/genpatsujiko/info/gaiyo.pdf>)

[関連語]

オフサイトセンター → 親見出し参照(p187)

原子力災害対策指針 → 現在の指針は、原子力災害対策特別措置法に基づき原子力規制委員会が平成 24 年 10 月 31 日に定めたもので、平成 25 年 2 月 27 日および平成 25 年 6 月 5 日に全部改正がなされている。福島第一原子力発電所事故を踏まえて、「原子力災害対策重点区域」の目安が、原子力発電所から半径約 8～10km→30km に拡大。これに伴い関係自治体も拡大

○福島第一事故以前（変更前）

- ・ 防災対策を重点的に充実すべき区域 (EPZ:Emergency Planning Zone) として、原子力発電所から半径約 8～10km の地方自治体が対象
- ・ 対象：15 道府県、45 市町村

○福島第一事故以降（変更後）

- ・ 緊急時防護対策を準備する区域 (UPZ:Urgent Protective action Planning Zone) として、原子力発電所から半径概ね 30km の地方自治体が対象
- ・ 対象：21 道府県、136 市町村

【参考文献】

1) 原子力・エネルギー図面集 2012 5-37

ATOMICA 「原子力災害対策特別措置法（原災法）（10-07-01-09）」表 1

http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_Key=10-07-01-09

2) 原子力災害対策指針（原子力規制委員会）

http://www.nsr.go.jp/activity/bousai/data/130605_saitaishishin.pdf

計画的避難区域

[簡単に]

計画を立てて別の場所に避難する必要がある地域

[詳しく]

今すぐではなく、計画を立てて、別の場所に避難する必要がある地域のことです。避難に際して混乱が生じないように、国が県や市町村と打ち合わせをした上で、市町村が期限を決めて住民が避難を完了することを求めた地域です。平成 23 年 3 月に起きた福島第一原子力発電所事故後の住民の避難のために、政府が平成 23 年 4 月に設定しました。

[角度を変えて]

福島県の葛尾村・浪江町・飯舘村、および川俣町と南相馬市の一部が対象になりました。国際基準によると、避難するのが望ましいとされる場所の放射線量の基準は、年間 20～100 ミリシーベルトですが、そのいちばん低い値である 20 ミリシーベルトを基準にこの区域が設定されました。避難するまでに一か月の時間が設定されましたが、その程度の時間であれば健康への影響は問題にならないこと、避難の準備を十分にしてから移動することで混乱を少なくすることなどを考慮したものです。

[わかりやすく伝えるポイント]

- ・原子力災害対策特別措置法に基づき、原子力災害対策本部長である内閣総理大臣が指示したものである。
- ・計画的避難区域においては、警察や自治体による 24 時間態勢の警備が行われている。避難後は、自宅への一時的な立入り、通り抜けを目的とした一時的な立入り、公共的なサービス提供のための一時的な立入り、町村により事業継続が認められた事業所における勤務等のための立入りを除き、原則として立入りは認められない。
例外的に立入りが認められる場合であっても、不要な被ばくを防ぐために、用事が終わったら速やかに区域内から出ることになっている。もちろん宿泊はできない。

[関連語]

緊急時避難準備区域 → 緊急時に屋内退避又は別の場所に避難をする必要がある地域

【参考文献】

- 1) 首相官邸災害対策ページ, 計画的避難区域について 平成 23 年 4 月 15 日
(http://www.kantei.go.jp/saigai/faq/20110415_1.html)
- 2) 原子力被災者生活支援チーム, 「計画的避難区域」及び「緊急時避難準備区域」の設定について 平成 23 年 4 月 22 日
(<http://www.atomdb.jnes.go.jp/content/000118461.pdf>)
- 3) 原子力被災者生活支援チーム, 「計画的避難区域」及び「緊急時避難準備区域」での生活について 平成 23 年 4 月 28 日
(<http://www.meti.go.jp/press/2011/04/20110428010/20110428010-2.pdf>)
- 4) 原子力被災者生活支援チーム, 『「計画的避難区域」及び「緊急時避難準備区域」での生活について』の改訂について 平成 23 年 6 月 30 日
(<http://www.meti.go.jp/press/2011/06/20110630003/20110630003.pdf>)

基準値

[簡単に]

食品に含まれる放射性物質に関して、健康への影響はないとして設定された上限値。緊急時に定めたとりあえずの上限値のことは暫定規制値と呼ぶ。(基準値は一般用語であるが、ここでは「食品中の放射能基準値」を意味する原子力関連用語として取り上げている)

[詳しく]

食品に含まれた放射性物質による被ばくをできるだけ防ぐために、安全性を見込んで定めた放射性セシウムの放射能の基準値 (Bq/kg) です。放射性セシウムなどの放射性物質が一定の条件で含まれたものを1年間毎日摂取すると仮定して決めています。またこの値は、幼児やお年寄りが摂取することまで含めて考慮しています。現実にはほとんど起こらないような非常に厳しい基準です。暫定規制値では、放射性セシウムによって1年間で5^{ミリ}シーベルトの内部被ばくを超えないように設定していましたが、新しい基準値は1年間で1^{ミリ}シーベルトへと引き下げられています。

[角度を変えて]

規制の対象となっているのは、福島第一原子力発電所事故で放出された主な放射性物質のうち、半減期が1年以上のもので、具体的には、放射性セシウム、プルトニウム、ストロンチウム90及びルテニウム106です。しかし、放射性セシウム以外の放射性物質は測定に時間がかかるので、それぞれに基準値を設けて監視するのは現実的ではありません。また、放射性セシウムによる内部被ばく線量をもっとも大きいと考えられるので、放射性セシウムに着目して規制しています。放射性セシウム以外の放射性物質についても微量含まれているという仮定のもと、すべての放射性物質による内部被ばく線量が1年間で1^{ミリ}シーベルトを超えないように、放射性セシウムの基準値を定めています。

[誤解に注意]

- ・ 飲食物に対する摂取制限に関しては、福島第一原子力発電所事故以前は、法的拘束力を持たないガイドラインとして原子力安全委員会より示されていた。同発電所事故に伴い、そのガイドラインを基に、暫定的に規制値が設定された。実際、放射性ヨウ素と放射性セシウムがこの暫定規制値を上回り、摂取や出荷の制限がなされた時期があった。暫定規制値以下の食品であれば健康への影響はないと評価されている。例えば、ヨウ素は甲状腺に集まるので、暫定規制値以下の食品であれば、甲状腺に対する被ばく線量50^{ミリ}シーベルト(全身に換算すると2^{ミリ}シーベルト)に至ることはない。セシウムは筋肉など全身に分布するが、全身に対する被ばく線量5^{ミリ}シーベルトに至ることはない。

- ・上記、[詳しく] で、「放射性セシウムなどの放射性物質が一定の条件で含まれたものを1年間毎日摂取すると仮定して」としているが、一定の条件とは、「一般食品」については汚染の割合が50%、「飲料水」、「乳児用食品」及び「牛乳」については100%ということである。「一般食品」は、わが国の食糧自給率等との関係から、輸入割合を約50%と設定し、流通する食品の半分が汚染されている想定で策定されている。「乳児用食品」及び「牛乳」は、国産品でほぼ占められていること等から、流通する食品のすべてが汚染されているという考え方を採用している。
- ・暫定規制値は、グループインタビューで、多くの人々に意味が理解されていない用語の1つであった。具体的には次のような誤解が指摘された。
 - 野菜に対する規制だと思っている（⇒菜類だけでなく、飲料水、牛乳、穀類、肉・卵・魚など広く規制されていた）
 - おおまかで基準があいまいな規制値だと思っている（⇒放射性セシウムについては、5^{ミリ}シーベルトに至らないように5種類の食品に1^{ミリ}シーベルトずつ割り当て、年代毎に最も厳しい値を規制値としていた）
 - 非常時には我慢してもらふ値だと思っている（⇒我慢ということではなく、容認してもらふ値、健康や社会的、経済的な要因を考慮して決める値である。科学的に決めているということではない）
 - ひどくなれば上がると思っている（⇒100^{ミリ}シーベルトを超えることはない）
 - 年間1^{ミリ}シーベルト以下でなくてはならないと思っている（⇒被ばく線量を減らすことによるメリット（健康影響、心理的安心感など）と、放射線を避けることによるデメリット（避難等による経済的負担、生活の変化による精神的・心理的影響など）の双方を考慮して、合理的に決めるものである。従って1^{ミリ}シーベルト以下になるとは限らない）

[わかりやすく伝えるポイント]

- ・[誤解に注意]に記したように、グループインタビューによると「放射線被ばくの影響を出来るだけおさえるための合理的な線引き」という本来の趣旨とは別の論理で、基準値が決まっていると思われている面がある。そうではないことを明確に述べる必要がある。確かに基準値は低いに越したことはないが、基準値を低く設定しすぎると、今度は、放射線を避けることに伴う不利益が大きくなる。“合理的に達成可能な限り低くする”という国際的な防護措置の考え方について説明することが必要である。

[図解のポイント]

新たな基準値設定の考え方

線量の上限を1ミリシーベルトとした理由

- 食品の国際規格を作成しているコーデックス委員会の指標が、年間1ミリシーベルトを超えないように設定されていること。
- 多くの食品の放射性物質の濃度が、時間の経過とともに相当程度低下傾向にあること。

食品区分の考え方

- 特別な配慮が必要な「飲料水」「乳児用食品」「牛乳」は区分し、それ以外の食品は、個人の食習慣の違い（飲食する食品の偏り）の影響を最小限にするため、一括して「一般食品」と区分しています。

基準値の設定について

- 年間の線量の上限值1ミリシーベルトから、飲料水による線量（約0.1ミリシーベルト）を引き、残りの線量を一般食品（乳児用食品、牛乳を含む）に割り当てます。

① 「一般食品」の基準値

まず、年齢や性別などにより10区分に分け、区分ごとに一般食品の摂取量と体格や代謝を考慮した係数を使って限度値を算出しました。その結果から、最も厳しい値（13～18歳の男性：120ベクレル/kg）を下回る**100ベクレル/kg**を全区分の基準としました。これは、**乳幼児をはじめ、すべての世代に配慮した基準**です。



② 「乳児用食品」「牛乳」の基準値

放射線への感受性が高い可能性がある子どもへの配慮から、独立の区分とし、「一般食品」の半分の**50ベクレル/kg**としています。（乳児用食品、牛乳の範囲は次ページ参照）

③ 「飲料水」の基準値

すべての人が摂取し、代替がきかず、摂取量が多いことから、WHO（世界保健機関）が示している基準を踏まえ、**10ベクレル/kg**としています。



http://www.mhlw.go.jp/shinsai_jouhou/dl/leaflet_120329.pdf

[関連用語]

原子力安全委員会 → 原子力安全行政の「かなめ」として他の行政庁から独立した機関として内閣府に設置された委員会。2012年9月に廃止され、原子力規制委員会が新しくできた。

被ばく線量 → 「被ばく」の見出し参照 (p57)

線量限度 → 親見出し参照 (p51)

放射性ヨウ素 → 親見出し参照 (p69)

放射性セシウム → 親見出し参照 (p75)

プルトニウム → 親見出し参照 (p135)

ストロンチウム 90 → 放射性のストロンチウムである。半減期は 29 年。ストロンチウムは体内に取り込まれると骨などに沈着しやすく、がんの原因となることがある。なお、安定同位体は花火の原料として利用されている。

ルテニウム 106 → 放射性のルテニウムである。半減期は 374 日。人体にほとんど吸収されないため放射性セシウムとは全く異なる体内での挙動を示す。RuO₄は哺乳動物に有毒。安定同位体はパソコンのハードディスクの容量増大のために利用されている。

シーベルト → 親見出し参照 (p45)

ベクレル → 親見出し参照 (p47)

【参考文献】

- 1) 厚生労働省ホームページ, 食べものと放射性物質のはなし
(http://www.mhlw.go.jp/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/shokuhin/houshasei/)
- 2) 厚生労働省医薬品局食品安全部基準審査課, 食品中の放射性物質の新たな基準値について
(<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/iyaku/syoku-anzen/iken/dl/120117-1-03-01.pdf>)
- 3) 消費者庁, 食品と放射能 Q&A
(http://www.caa.go.jp/jisin/pdf/110530food_ga.pdf)
- 4) 薬事・食品衛生審議会 放射性物質対策部会作業グループ, 食品摂取による内部被ばく線量における放射性セシウムの寄与率の考え方 平成 23 年 11 月 24 日
(<http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000001w5ek-att/2r9852000001w5je.pdf>)
- 5) 文部科学省 放射線審議会資料, 食品中の放射性物質に係る新基準値の誘導の考え方
(http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/giji/_icsFiles/afieldfile/2012/01/13/1315036_5.pdf)
- 6) 文部科学省 放射線審議会資料, 食品中の汚染物質に係る規格基準設定の考え方 平成 24 年 1 月 26 日
(http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/housha/attach/1315662.htm)
- 7) 食品安全委員会, 放射性物質を含む食品による健康影響に関する Q&A
(http://www.fsc.go.jp/sonota/emerg/radio_hyoka_ga.pdf)
- 8) 原子力災害対策本部 原子力災害被災者支援チーム, 避難指示区域の見直しにおける基準 (年間 20mSv 基準) について 平成 24 年 7 月
(http://www.reconstruction.go.jp/topics/11_6ki_jyun.pdf)

出荷制限

[簡単に]

出荷を控えるよう事業者などに要請するもの

[詳しく]

消費者の内部被ばくを防止するため、放射性物質を多く含む飲食物を摂取しないよう、食品目単位、県域で出荷の制限をする措置です。県、市町村による管理が可能であれば、県内を複数の区域に分割して制限します。出荷制限を判断する基準値は相当の安全を見込んで設定してあるので、出荷停止となった食品を一時的に飲食していたとしても健康影響を心配するものではありません。(出荷制限は、放射性物質以外の要因でも行われますが、ここでは放射線物質によるものに限定し、原子力関連用語として取り上げています)

[角度を変えて]

出荷制限は、各地域の対象品目の分析の結果、基準値を安定的に下回るようになるまで行われます。福島第一原子力発電所の事故を受け、放射能の暫定規制値を超えた食品は、市場に出回らないよう出荷が停止されました。

過去に複数品目で出荷制限指示の対象となった自治体は、福島県、宮城県、茨城県、栃木県、群馬県、千葉県でした。

過去に単一品目で出荷制限指示の対象となった自治体及び出荷制限指示対象自治体の隣接自治体は、青森県、岩手県、秋田県、山形県、埼玉県、東京都、神奈川県、新潟県、山梨県、長野県、静岡県でした。

現在は、品目にも依りますが原則として週1回程度検査が行われています。基準値を超えるか、それに近い放射性物質が検出された場合は頻度が強化されます。

[誤解に注意]

- ・混同されやすい言葉に「摂取制限」や「出荷自粛」がある。「摂取制限」とは、原子力災害対策本部長（内閣総理大臣）が原子力災害対策特別措置法に基づき知事に指示するもの（出荷制限と同じ）で、それを受け知事が、農作物を所有している事業者や住民等が自己判断で食べることを控えるよう要請するものである。「出荷自粛」は県などが出荷業者などに自粛を要請するもので、原子力災害対策本部長（内閣総理大臣）の指示ではないが、出荷制限の指示が出される以前に、県などにより「出荷自粛」がなされていた場合もあり、単なる要請と思ってはならない。
- ・出荷制限の対象となった食品は市場には流通しないようになっているが、根拠のない噂などに惑わされている方々がいるので、食品の基準値の設定根拠などを機会があれば説

明したい（→「基準値」の項参照）。一方、出荷制限の指示の対象となっている食品が実際出荷されたこともあり、消費者の信頼を損なったことも事実であることは認識しておきたい。

- ・少しでも食べれば危険と考える人もいるが、出荷制限の対象品目を一時的に食べたとしても、健康に影響を及ぼすものではない。

[関連用語]

放射性物質 → 親見出し参照 (p9)

基準値（暫定規制値） → 親見出し参照 (p193)

原子力災害対策特別措置法 → 親見出し参照 (p189)

食品衛生法 → 食品の安全性の確保のために公衆衛生の見地から必要な規制等を講ずることにより、飲食に起因する衛生上の危害の発生を防止し、国民の健康の保護を図ることを目的とした法律

摂取制限 → 内閣総理大臣が、農作物を所有している事業者や住民等が自己判断で食べることを控えるよう知事に指示するもの

【参考文献】

- 1) 食品安全委員会，放射性物質と食品に関するQ&A 6月13日
(http://www.fsc.go.jp/sonota/emerg/emerg_QA.pdf)
- 2) 原子力災害対策本部，検査計画、出荷制限等の品目・区域の設定・解除の考え方，平成24年3月12日
(<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r98520000024vrg-att/2r98520000024vxi.pdf>)
- 3) 食品からの放射能検出に伴う出荷制限
(<http://www.caa.go.jp/jisin/110321onogai.html>)
- 4) 原子力災害対策特別措置法による制限の例
(<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r98520000015wun.html>)
- 5) 消費者庁，出荷制限期間中に千葉県香取市産ハウレンソウが出荷されたことに関する調査結果及び再発防止策について 平成23年6月13日
(<http://www.caa.go.jp/jisin/pdf/110613press.pdf>)
- 6) 農林水産省総合食料局流通課長，東京電力福島原子力発電所の事故を踏まえた農林水産物の出荷制限・出荷自粛等の取扱いの徹底について
(<http://www.maff.go.jp/j/press/shokusan/ryutu/pdf/110413-01.pdf>)

原子力安全協定

[簡単に]

原子力事業者が周辺自治体と結んだ安全に関する協定

[詳しく]

原子力事業者と地元の道府県、市町村、隣接市町村等との間に結ばれている協定のことです。この協定に基づいて、大気、土壌、食物などの放射能の測定・評価、施設の新増設に対する判断、施設の安全確認などが実施されています。

(参考資料：原子力規制委員会 HP 用語集)

<http://www.nsr.go.jp/archive/nisa/word/9/0314.html>

[角度を変えて]

原子力安全協定は立地地域の自治体によって締結時期は異なります。例えば、福島県は昭和 44 年に、昭和 46 年には静岡県と福井県が、昭和 49 年 12 月に茨城県が締結しています。

日本の原子力に関する法令では、安全確保について国の行政庁だけが統一した規制（監督）をすることになっています。地域住民の安全に責任を持つ地方自治体には、事業所に対し安全面で要求をする法的な権限は与えられていません。しかし、地方自治体も地域住民の安全を担い、住民の立場で原子力事業所の安全を確認する必要があるため、その方策として考え出された仕組みが「原子力安全協定」です。主な内容は次のようなものです。

- ・ 周辺の大気、土壌、農畜産物、海産物における放射線の共同監視（通常は事業者、地方自治体、国の三者がそれぞれ測定）
- ・ 異常時などにおける情報の迅速な連絡・通報義務
- ・ 地方自治体による立入り調査・安全措置要求の受入れ
- ・ 施設の新設または増設、変更に対する地元の事前了解
- ・ 施設の安全確認の実施

(参考資料：ATOMICA)

http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_Key=11-01-05-01

(原子力防災基礎用語集)

http://www.bousai.ne.jp/vis/bousai_kensyu/glossary/ke12.html

[わかりやすく伝えるポイント]

福島第一原子力発電所事故後、原子力安全協定を締結する自治体の広域化が議論されている。今後、原子力施設立地および周辺道府県において、原子力事業者と原子力安全協定を締結する自治体に変更・追加される可能性がある。

[関連語]

原子力災害対策特別措置法 → 親見出し参照(p189)

放射線 → 親見出し参照(p1)

テロ対策 security measures

[簡単に]

原子力施設を標的としたテロへの防護対策

(「テロ対策」は一般用語であるが、今後、原子力発電においても大きく取り上げられる可能性があるため、原子力関連用語として取り上げている)

[詳しく]

原子力発電所等の施設内で保管されている核物質が盗まれないよう、施設が破壊されないよう、外部からの様々な行為を想定して防護措置を講じることです。もちろん、テロのような事態にならないよう、警備体制の強化はさることながら、政府による国家規模の外交的かつ政治的な努力が重要であることは言うまでもありません。

原子力事業者として行うべきこととしては、監視カメラや防護フェンスの設置、金属探知器による持ち込み品の検査、IDカードによるチェックなどの防護措置が該当します。また、事業者が行っている防護措置がきちんとなされているか、国による定期的な検査も受けています。

特に、米国における同時多発テロ（2001.9.11）以降、原子力発電所においては、出入り管理強化やパトロール回数の増加、警察庁や海上保安庁などの治安当局との連携強化などにも取り組んでいます。

[角度を変えて]

原子力事業を進めていくうえでは、基本的にはすべての情報を公開することになっていきますが、核物質防護という観点から、そうできない部分もあります。窃盗やテロ対策のために、防護方法の情報が公にならないよう、きちんと管理しなければなりません。

また、福島第一原子力発電所事故は、テロ行為によって、全電源喪失と冷却水系の機能喪失などの深刻な事態を引き起こされる可能性を示しています。このため、安全面のみならずセキュリティ面においても、原子力発電所が強化すべき防護対策を取りまとめ、国際社会と共有し、核セキュリティの強化に向けた国際的取組に反映させていかなければなりません。例えば、これまでは、核物質が収容されている設備へのテロ行為を主に想定した防護措置を講じてきましたが、全電源の喪失、原子炉圧力容器や使用済燃料プールの冷却機能の喪失を防ぐことも重要であり、これらに関する設備防護の強化が求められます。

[わかりやすく伝えるポイント]

一般的なテロ対策まで話を広げずに、原子力の内容に限って説明する方が、イメージをつかんでもらえやすい。

[関連語]

- 核物質 → 原子力基本法に規定する核燃料物質及び核原料物質をいう。「核燃料物質」とは、ウラン、トリウム等の物質を指す。「核原料物質」とは、ウラン鉱、トリウム鉱その他核燃料物質の原料となる物質を指す。
- 核物質防護 → 核物質を盗もうとする者や、原子力施設を破壊しようとする者から核物質や施設を守ること。

【参考文献】

- 1) 東京電力, 原子力発電所はテロが起きても大丈夫ですか?
(<http://www.tepco.co.jp/nu/qa/qa12-j.html>)
- 2) 原子力安全・保安院, 平成 23 年度 核物質防護検査の結果について 平成 24 年 6 月 19 日
(<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/iinkai/teirei/siryo2012/siryo25/siryol-1.pdf>)
- 3) 福島第一原子力発電所事故を踏まえた課題への対応
(<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/iinkai/teirei/siryo2012/siryo10/siryol-1.pdf>)
- 4) 日本原子力研究開発機構 核物質管理科学技術推進部, 核物質防護とは
(http://www.jaea.go.jp/04/np/archive/pp_is/)

保障措置 safeguards

[言い換え案]

核転用防止措置

[簡単に]

核物質が核兵器などに転用されないようにするための手段、ないしは転用されていないことを検認する活動

[詳しく]

核兵器などへの転用を防ぐため、核物質は国内のみならず国際的に把握されています。わが国では、IAEA の保障措置を受け入れたことで、以下に示す活動等が法律に基づき実施されています。

- ① 事業者は核物質の保有量、受け入れと払い出しの量などの数字を、帳簿で管理し、国へ報告しなければなりません。これを核物質の「計量管理」といいます。国はその管理情報を確認し、国際原子力機関（IAEA）に報告します。
- ② 原子力施設内にある核物質の移動状況などを確認するために、核物質の容器などに封印機器が取り付けられ、施設内にカメラが設置されることもあります。これを核物質の「封じ込め・監視」といいます。
- ③ 計量管理と封じ込め・監視の状況の実態を確認するために、必要に応じて、国と IAEA の査察官による原子力施設への立ち入り検査を受けます。この立ち入り行為を「査察」といいます。

[角度を変えて]

- 日本は IAEA による保障措置を 1977 年から受け入れてきました。IAEA からは、「申告された核物質の核兵器等への転用はない」というお墨付きを、毎年もらっています。また、申告された核物質の転用がないだけでなく、申告していない核物質、申告していない原子力活動を示す兆候もなく、すべての核物質が平和活動の中に留まっているとお墨付きももらっています。これは、大規模な原子力活動を行う国としては、初めてとされています。なお、2011 年末において、査察の対象となっている原子力施設等は国内で 1,735 あります。
- 東日本大震災発生後、東日本の一部の原子力施設への査察活動が一時的に実施できない状況になりましたが、2011 年 8 月には福島第一、第二原子力発電所を除く全ての施設について保障措置活動が実施されています。福島第一及び第二原子力発電所については、アクセス等が可能になったものから順次、保障措置活動の回復が進められています。こ

れまでの保障措置活動を通じて、核物質の転用等の問題は特になかったとされています。

[誤解に注意]

- ・保障措置と聞いて、原子力分野での本来の意味のわかる方はごく少数である。安全保障関連の何か、というイメージしか思い浮かばないという意見がグループインタビューで多数出ている。説明の際には、核兵器への転用防止という視点がわかる言い換え案「核転用防止措置」を使用することが考えられる。

[わかりやすく伝えるポイント]

- ・核物質の査察は、マルサ（国税局の査察官）が不正を査察するようなもの、という比喻も可能である。
- ・査察という言葉に比べて、計量管理、封じ込め・監視、という言葉は馴染みがない。しかし、国、事業者としては啓発したい用語でもある。

[関連語]

- 核物質 → 原子力基本法に規定する核燃料物質及び核原料物質をいう。「核燃料物質」とは、ウラン、トリウム等の物質を指す。「核原料物質」とは、ウラン鉱、トリウム鉱その他核燃料物質の原料となる物質を指す。
- 核兵器 → 核分裂や核融合による大量のエネルギーを使った破壊兵器
- 核査察 → 国と IAEA の査察官が核物質の管理実態を確認するために原子力施設へ立ち入ること。

【参考文献】

- 1) 公益財団法人核物質管理センター，用語解説” 保障措置”
(<http://www.jnmcc.or.jp/glossary/safeguards.html>)
- 2) 科学技術庁，原子力の平和利用を支える保障措置と核物質防護 1998
(<http://www.jnmcc.or.jp/pdf/heiwariyou.pdf>)
- 3) 原子力委員会，原子力白書 平成 21 年度
(<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/about/hakusho/hakusho2009/1-6.pdf>)
- 4) 文部科学省，我が国における平成 23 年保障措置の実施結果等について 平成 24 年 8 月 21 日 (http://www.mext.go.jp/a_menu/kaihatu/gensi/hoshou/1324742.htm)

原子力用語集索引

あ	頁
アクティブ試験	159
安定ヨウ素剤	73
安全審査	147
い	
医療被ばく	25
インターロック	118
う	
宇宙線	2
ウラン	15
ウラン鉱	202
ウラン鉱石	17
ウラン濃縮	36
ウランペレット	32
え	
エネルギーセキュリティー	150
お	
応力	128
応力腐食割れ	127
汚染管理区域	41
オフサイトセンター	187
か	
加圧器	49
加圧水型炉 (PWR)	49
外部被ばく	57
壊変	48
概要調査	170
核査察	204
確定的影響	52

核燃料サイクル	149
核爆発	104
核物質	202
核物質防護	202
核分裂	19
核分裂生成物	22
核分裂反応	105
核兵器	204
核融合	104
確率的影響	52
過酷事故	107
過酷事故対策	87
活断層	101
可搬式ポンプ	99
ガラス固化体	173
ガル	96
カリウム	77
環境モニタリング	81
乾式貯蔵	146
管理区域	41

き

基準値	193
基準地震動	95
規制基準	99
緊急時制御室	99
緊急時対策所	99
緊急時避難準備区域	191

く

空間放射線量率	4
クリアランス	181
クリアランス制度	182
クリアランスレベル	181
グレイ	46

け

警戒区域	41
計画的避難区域	191
経済協力開発機構・原子力機関（OECD/NEA）	92
軽水炉	35
原子核	22
原子燃料サイクル	149
原子爆弾	17
原子番号	178
原子力安全委員会	195
原子力安全基盤機構	124
原子力安全協定	199
原子力安全・保安院	82
原子力委員会	134
原子力規制委員会	99
原子力災害対策特別措置法	189
原子力災害対策指針	190
原子力災害対策重点区域	190
原子力災害対策本部	196
原子力災害対策本部長	191
原子力事業所	186
原子力発電環境整備機構（NUMO）	168
原子力防災訓練	185
原子炉	33
原子炉压力容器	33
原子炉格納容器	33
原子炉建屋	33
減速材	35

こ

コアメルト	106
甲状腺がん	69
甲状腺被ばく	74
甲状腺ホルモン	73
高経年化	123
高経年化対策	125

高速増殖炉	155
高速中性子	155
高速中性子炉	155
高レベル放射性廃棄物	161
国際原子力機関 (IAEA)	92
国際原子力事象評価尺度 (INES)	91
国際放射線防護委員会 (ICRP)	51
コンクリートピット処分	170
5重の壁	89

さ

最終処分	146
再処理	141
再臨界	29
三重水素	65
残余のリスク	96

し

シーベルト	45
自然放射線	23
実効線量係数	48
実効線量限度	52
シビアアクシデント	107
シビアアクシデント対策	99
出荷制限	197
出荷自粛	197
重水素	65
人工放射線	26
人工放射性核種	178
蒸気発生器	49
使用済燃料	133
使用済燃料プール	133
使用済み核燃料	133
食品衛生法	198
除染	77
深層防護	87

震度	96
す	
水素爆発	103
水蒸気爆発	104
ストレステスト	109
ストロンチウム	196
スリーマイルアイランド事故	107
せ	
制御棒	20
生物学的半減期	44
セシウム	11
設計基準	99
設計基準事故	107
設計基準事象	107
摂取制限	197
線量限度	51
線量率	53
全炉心溶融	106
た	
耐震裕度	93
多重障壁	89
多重防護	87
ち	
チェルノブイリ	74
チェルノブイリ事故	69
地球温暖化	168
地震動	100
地震・津波対策	99
地層処分	167
中間貯蔵	145
中間貯蔵施設	145
中性子	22

中性子線	1
中性子炉	153
超ウラン元素	178
直接処分	141

て

定期安全管理審査	125
定期検査	79
低線量被ばく	59
テロ対策	201
電源車	99
電磁波	1
天然ウラン	15

と

等価線量限度	52
特定重大事故等対処施設	79
トリチウム	65
トレンチ処分	169

な

内部被ばく	57
-------	----

に

日本原子力研究開発機構	174
-------------	-----

ね

燃料集合体	32
燃料被覆管	55
燃料ペレット	31

の

濃縮ウラン	17
-------	----

は

廃止措置	121
------	-----

破砕帯	102
バックフィット	99
半減期	43

ひ

非常用電源	113
非常用炉心冷却装置 (ECCS)	85
被ばく	57
被ばく線量	24
被ばく防護 3 原則	59
被ばくリスク	168
被ばく量	57
被覆管	55

ふ

フィルタ付ベント	99
フルプルーフ	118
フェイルセーフ	117
福島第一原子力発電所事故	107
沸騰水型炉 (BWR)	35
物理的半減期	44
ブルサーマル	153
ブルトニウム	135
文献調査	170

へ

米国機械学会規格	131
ベクレル	47
ペレット	31

ほ

保安検査	125
崩壊熱	61
防災対策	87
放射性カリウム	47
放射性セシウム	75

放射性同位体	65
放射性廃棄物	165
放射性物質	9
放射性ヨウ素	69
放射線	1
放射線管理区域	41
放射線被ばく	57
放射線防護	182
放射線量	51
放射能	5
保障措置	203
ホルミシス効果	24

め

メルトスルー	106
メルトダウン	106
免震重要棟	99

も

モニタリングステーション	120
モニタリングポスト	119
もんじゅ	156

ら

ラドン	25
ラドン温泉	24

り

粒子線	1
臨界	27

る

ルテニウム	196
-------	-----

れ

冷却材	158
-----	-----

劣化ウラン 17

ろ

老朽化 123

炉心損傷 106

炉心冷却機能 115

炉心溶融 105

六ヶ所 159

よ

ヨウ素 11

ヨウ素剤 73

余裕深度処分 170

わ

ワンススルー 141

(英字等)

A B R 155

A S M E 131

B W R 35

E C C S 85

F B R 155

I A E A 92

I C R P 51

I N E S 91

J C O 27

J N E S 124

L W R 35

MOX 燃料 147

MOX 燃料集合体 154

O E C D / N E A 92

P W R 35

R I 119

S C C 127

T R U 177

T R U 廃棄物	177
X線	1
線	1
線	1
線	1

執筆者

株式会社原子力安全システム研究所	社会システム研究所	大磯眞一
(連絡先：E-mail: ooiso@inss.co.jp)		
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構		高下浩文
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構		菖蒲信博
明治大学大学院国際日本学研究科		田中牧郎
モナシュ大学マレーシア校ビジネススクール		渡部 幹
一般財団法人電力中央研究所		千田恭子

(所属は平成 27 年 6 月現在)