

原発事故の正確な理解のために

—危険を正しく知って、正しく怖がり、正しく対処しよう—

科学研究は、人間の知的好奇心をかきたてるとともに、その成果は技術に生かされ、人々に幸福と発展をもたらす可能性を広げてきた。

しかし一方で、科学・技術が安全・生命・環境を顧みずに経済的利益優先で利用されてきた現実があり、最新科学は人の命を奪う戦争にも悪用されてきた。

その典型が**原子力（＝核エネルギー）**と**放射性物質**である。この正確な知識と情報はこれまで一般の人々にはほとんど届いておらず、学校教育でも、ごく一部の生徒・学生しか学ぶ機会がないのが現状であった。むしろ、最近では、小・中学校を中心に“安全神話”が大手を振って持ち込まれていた。

そこへ3月11日、原子炉4基同時という国際的にも空前の原発事故が日本で起こった。4月12日ついに事故評価は世界最悪のレベル7に引き上げられた。これまでの経過からすれば、この破滅的な事故は起こるべくして起こったともいえる。

原発事故はいったん起これば取り返しのつかないほど甚大で長期にわたる被害を社会にもたらす。それは、原子炉で発生する**核エネルギー（熱）**が極めて大きいことと、燃料および反応後の生成物がすべて有害な**放射性物質**であるという2つの際立った特徴から来る。とりわけ、放射性物質の閉じ込めに失敗すればどうにもならなくなる。このように制御がきわめてむずかしい原発を、しかも現実には深刻な事故を起こしたことをふまえて、社会的にどのように扱えばいいのだろうか。

そのようなことを判断するには、一定の科学的知識が必要である。情報隠しも横行しているが、情報の正否を見定められなければ賢明な判断はできない。わけのわからない不安にかられるだけであれば、パニックにおちいるしかない。

そこで原発のしくみとその危険性、および事故の状況を正確に知って、正當に怖がり、適切に対処するために、資料を提供したい。役立ててもらえば幸いである。

2011.5.21（文責：市川章人）



福島第一原発（事故前）



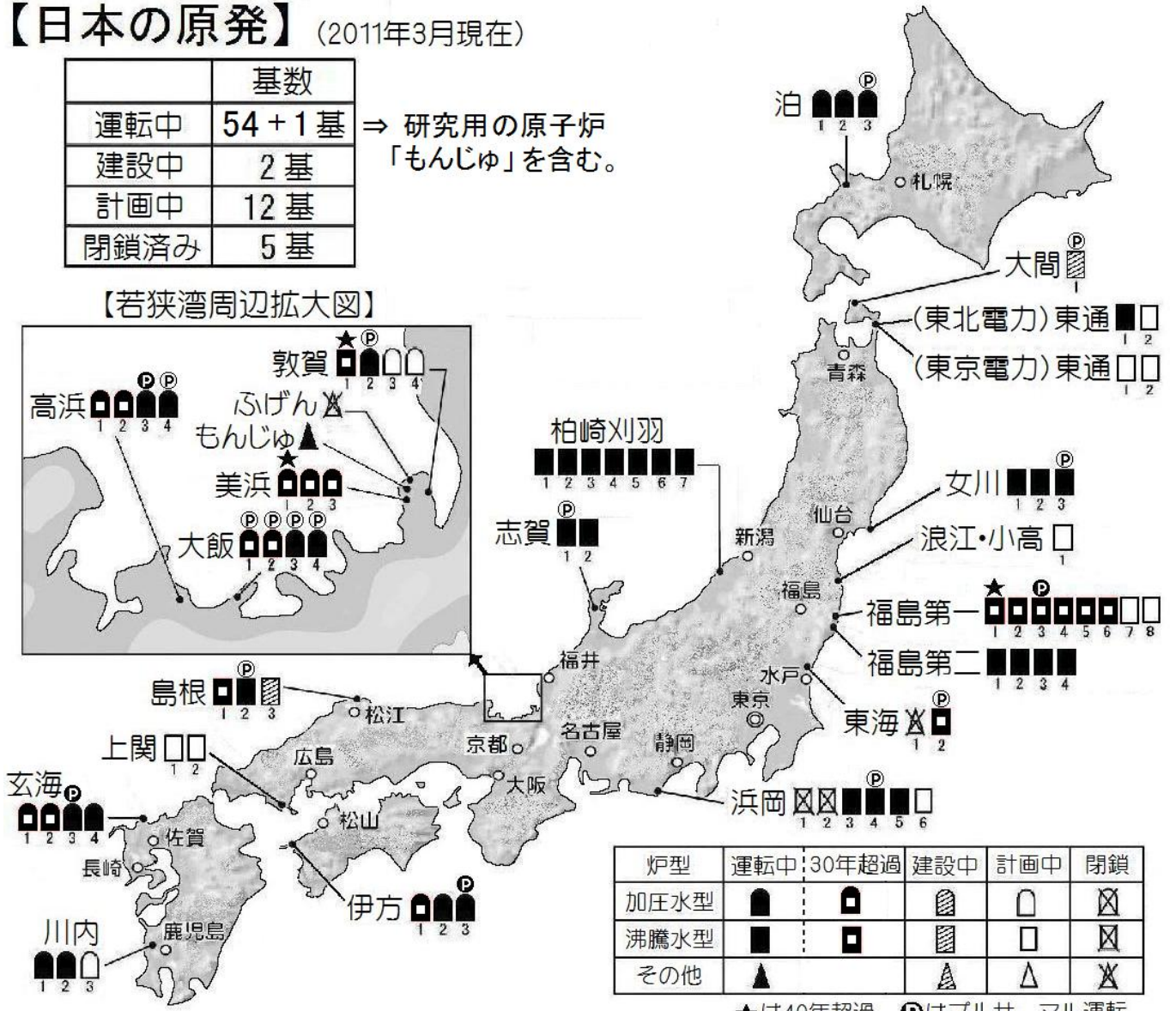
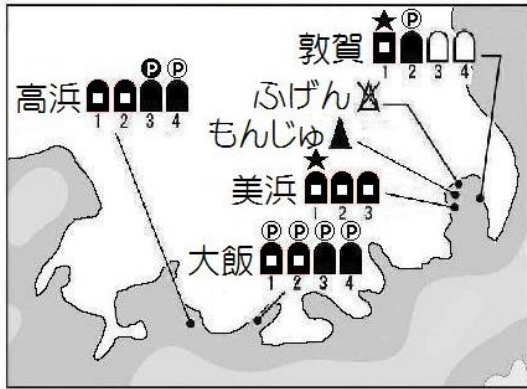
水素爆発の後、白煙を上げる福島原発

【日本の原発】 (2011年3月現在)

	基数
運転中	54 + 1基
建設中	2基
計画中	12基
閉鎖済み	5基

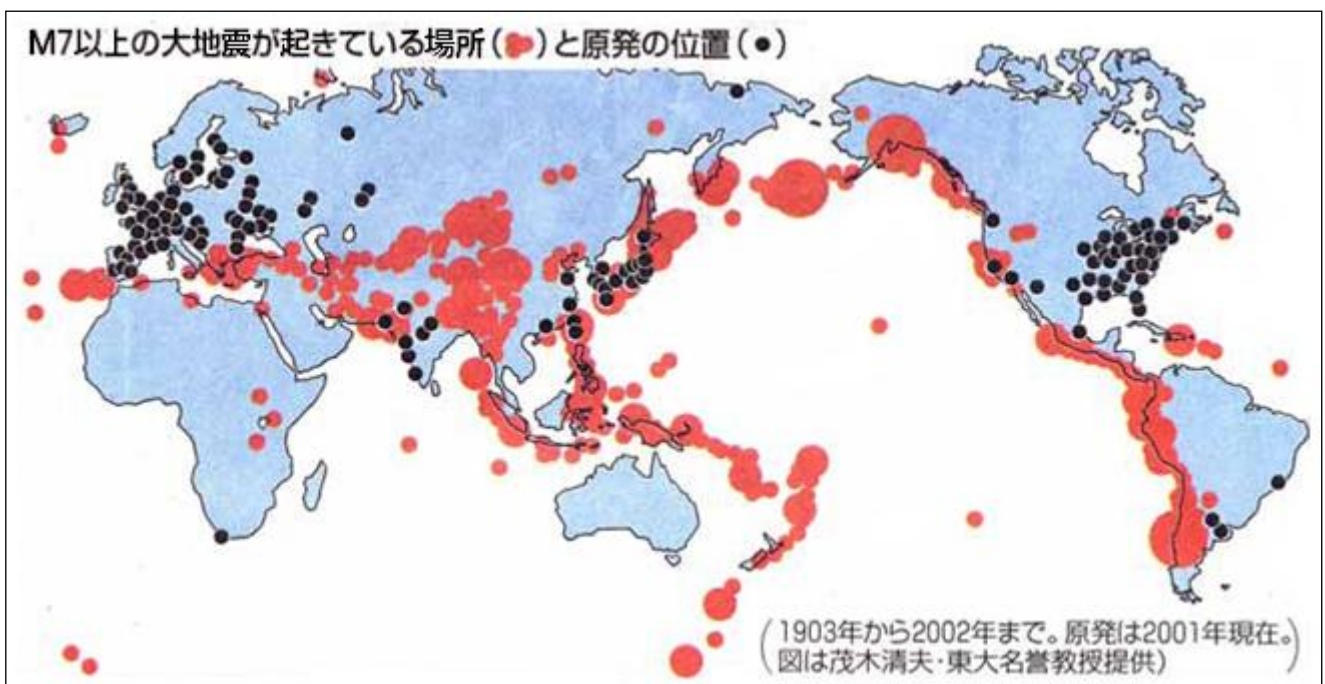
⇒ 研究用の原子炉
「もんじゅ」を含む。

【若狭湾周辺拡大図】



炉型	運転中	30年超過	建設中	計画中	閉鎖
加圧水型	■	■	■	□	☒
沸騰水型	■	■	■	□	☒
その他	▲	▲	▲	△	△

★は40年超過 ㊦はプルサーマル運転
㊦はプルサーマル計画中



(1903年から2002年まで。原発は2001年現在。
図は茂木清夫・東大名譽教授提供)

▲世界の地震地帯と原発の立地点 (世界の原発はほぼ例外なしに地震地帯を避けて建設)

1. 福島第一原発はどんな事故を起こしたか

①緊急停止後、絶対に必要な冷却機能の喪失

2011年3月11日マグニチュード9.0の巨大地震（東北地方太平洋沖地震）が発生。その結果、福島第一原発の1～4号機でほぼ同時に、世界に類のない破滅的な原子力事故が発生した。

ア) 原子炉の緊急停止：稼働中だった1～3号機は核分裂反応の緊急停止に成功した（地震動を感知して、中性子を吸収する制御棒を下から燃料棒の間に押し込む装置が作動した。）

イ) 世界で経験のない「全電源の喪失」による冷却の失敗：しかし、津波を受けて非常用も含め全電力の供給が途絶え、危機を救う最後の砦といわれるECCS（緊急炉心冷却装置）も機能しなくなり、安全確保に絶対必要な炉心の冷却機能が失われた。同時に、原子炉建屋内にあった使用済み核燃料プールの冷却機能も失われた。

②破滅的事態への暴走の開始

ウ) 燃料棒の露出から過熱へ：使用済み燃料棒の出す崩壊熱でプールの水が蒸発。燃料棒がむき出しになって過熱され、放射性物質がもれ出る危険な事態に進み、冷やすため外から注水。

原子炉容器では、圧力が上がり過ぎないように、弁を開いて排気。原子炉内の水が蒸発により減って、1～3号機の燃料棒がどれもむき出しになり、ついに炉心溶融が起きた。

エ) 水素爆発：高温になった燃料被覆管のジルコニウム合金が水蒸気と反応して生じた水素ガスによって、12日から各号機が次々と爆発。1号機の建屋が損壊、おそらく格納容器も損傷。

3号機の建屋損壊、2号機は格納容器の圧力抑制室が損傷。4号機の建屋も損傷。

炉心を冷却するため、外部からの注水を開始した（緊急に海水を注入したが、塩類の結晶が詰まって冷却水が通らなくなる恐れがあるので、のちに淡水に換えて注水）。

オ) 大量の放射性物質の放出で大気も土も海も汚染：圧力下げるための排気をするたびに、放射性物質もくり返し大気中へ放出。爆発で飛び散ったがれきも放射能汚染。さらに、炉心冷却のため注入した水が高濃度（高レベル）の放射能に汚染されて外へ、海へ流出し、圧力容器の損傷も考えられる深刻な事態。この間、3人の作業員が高濃度汚染水で被ばく。

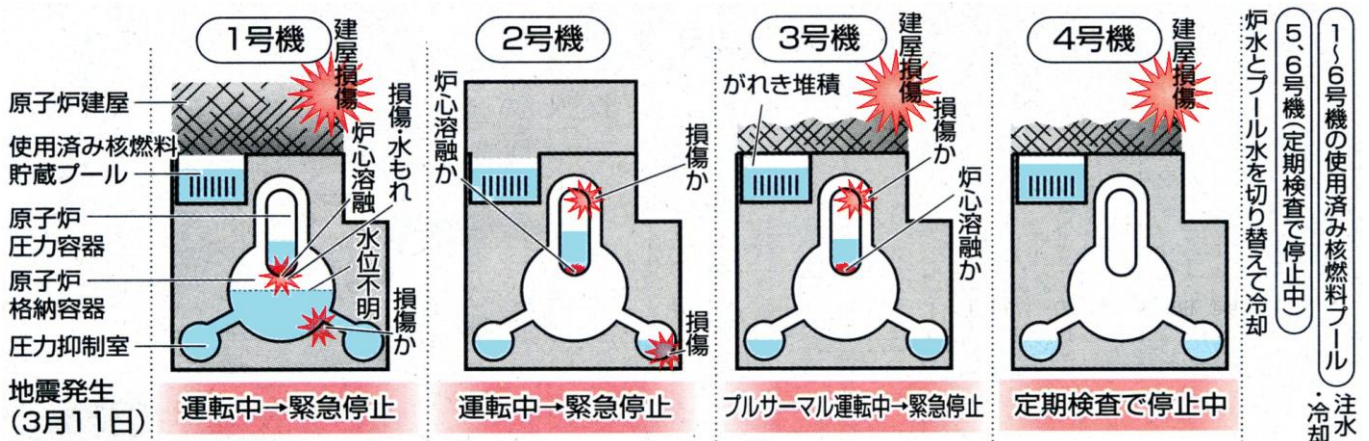
③冷却できなければ何の役にも立たなかった多重防護

初期対応のまずさから、1、2、3号機とも燃料の大部分が融けて圧力容器の底に落下する炉心溶融に至った。1号機は圧力容器の底が損傷し、溶融燃料の一部が格納容器にも落下している様子。一部格納容器の大量漏水も起きていた。絶対大丈夫といていた放射能を閉じ込める「多重防護」のすべてが破たんした。これが今最も重要な冷却確保に困難をきたしている。

④2ヵ月以上たっても、収束の見通しすらたたない

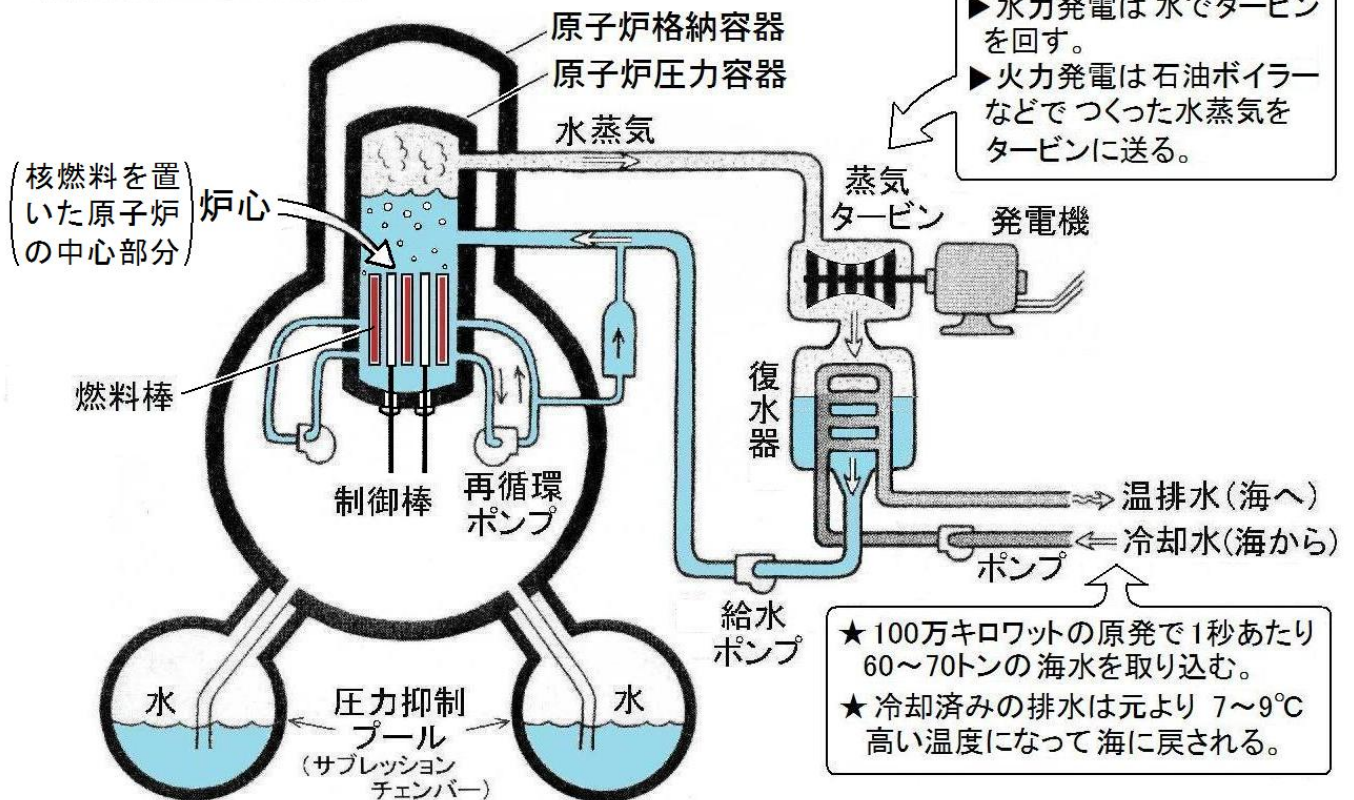
冷却水を内部で循環させて安定して冷やせるようになり、かつ放射性物質の流出を止めることができ初めて「峠を越えた」といえる。現状は、見通しすら立っていない。

□今後、水素爆発や水蒸気爆発によって格納容器や圧力容器が大破し、大量の放射性物質が飛散する恐れや、融け落ちた燃料が核分裂反応を起こして、制御不能になる危険もある。余震が予想される中、いまなお危機的状態にある。



2. 原子炉・原子力発電（原発）とはどんなしくみか

【沸騰水型軽水炉】（事故を起こした型）



①原子炉の目的は湯沸し——水を熱して高温水蒸気をつくり、発電機を回す蒸気タービンに送る。（ただし、原子炉の元々の目的は軍事利用＝プルトニウムの生産【補足1】）

②原発は巨大システム・・・巨大なエネルギー（熱）と放射性物質を扱うことに特別の危険と困難さがあり、そのため、100万個を超える機器や部品、配管からなる複雑で巨大な装置に。この压力容器は下部が弱点。

③燃料棒は多数本まとめて燃料集合体に

- ・燃料は多数の酸化ウランのペレット（小塊）

- *燃料被覆管：ジルコニウム合金できている

- ・これは1000℃近くになると水蒸気（H₂O）から酸素Oを奪うため、水素の気体H₂を発生させる。

⇒福島原発では、これが「水素爆発」につながった。

- ・被覆管は1200℃で破損し始め1850℃で融ける。

⇒燃料棒が破損すると、閉じ込めていた気体や揮発性の放射性物質がもれ出る。福島原発でも起きた。

- *燃料：ウラン燃料は酸化ウランを焼き固めたもの

- ・燃料の酸化ウランは2400～2860℃で融ける。

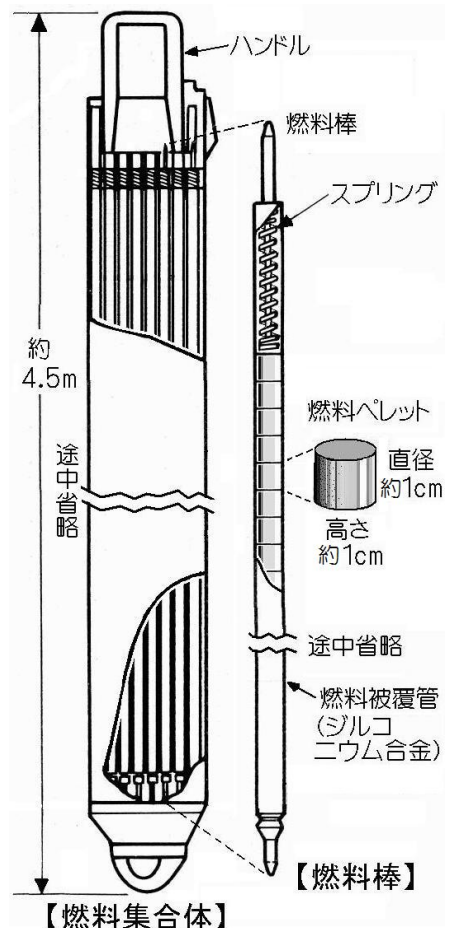
- ・燃料棒が大量に融け落ちて（炉心溶融）水に接すると「水蒸気爆発」（水が一気に膨張し気体になる）が起きる。

□福島原発は安定的・恒常的な冷却ができていないから、

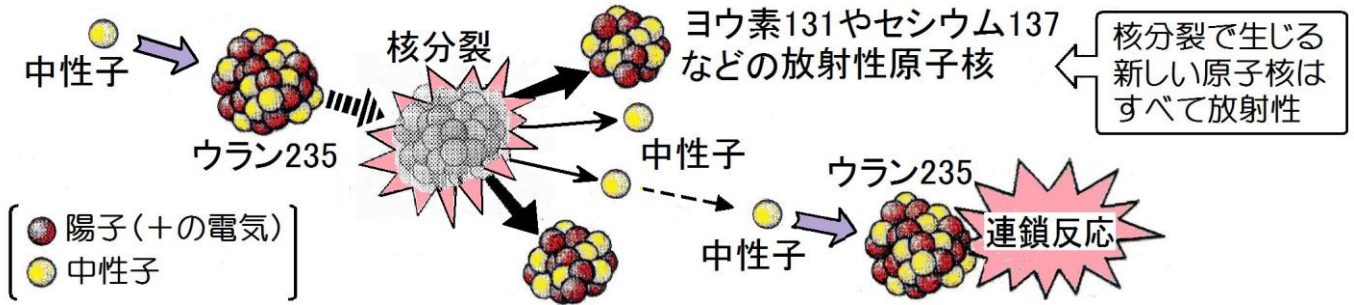
「炉心溶融」の拡大と「爆発」の危険はまだ残っている。

この場合、ウランやプルトニウムなどの重金属を含めた大量の放射性物質の漏出・飛散が起きる。（最悪の事態！）

- ・水素は、強烈な放射線による水の分解からも発生する。

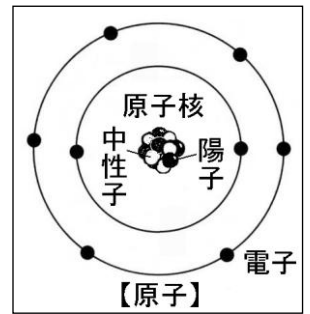


3. 核分裂 — すべての災いの元がここにある



★核分裂とは、ウラン 235 などの原子核に中性子がぶつかって、2 つに割れる現象。原子が分離・結合する化学反応とはまったく異なる反応。

- ・原子核(1兆分の1cm)は原子(1億分の1cmほど)の中心部分。原子核は陽子(プラスの電気)と中性子(電氣的に中性)でできている。【右図】
- ・陽子の個数で化学的性質、すなわちどんな元素かが決まる。
- ・陽子と中性子を合わせた個数(=質量数)で原子核の重さが決まる。



①ばく大なエネルギー(熱)を発生する核分裂反応。

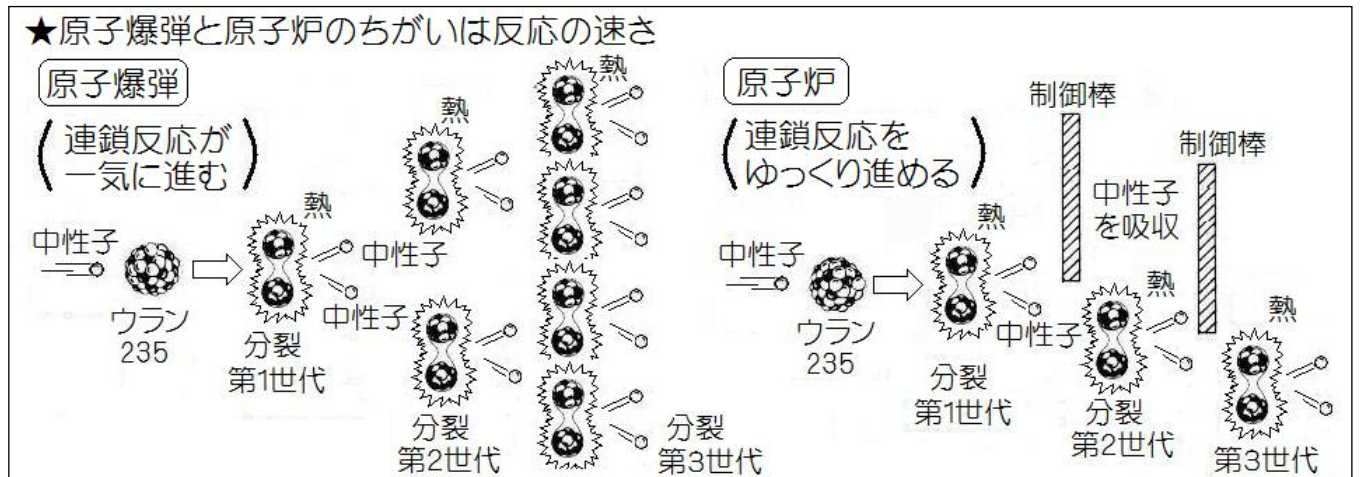
- *核分裂エネルギーは化学反応の100万倍にもなり、燃料で2000℃を超える熱が発生する。
- *しかし、燃料の保全のために、炉心を通る水からつくる水蒸気の温度を280℃ほどに抑えなければならない。そのため、ものすごい勢いで冷却水を流して、熱の3分の2を捨てる。
- ▶ 原発の発電効率は31~32%と悪い。(火力発電では最近では50%のものも可能)
- ▶ 原発は1日に広島原爆の4発分のウランを燃やす! — 広島で燃えたウランは800gだが、100万kW 原発一基で年間約1000kgのウランを燃やす。1日に3kg (=広島原爆4発分)。

②燃料は「使用済み」が極めて危険——すべて“死の灰”(放射性物質)

- *核分裂で生じる原子核はすべて不安定で、放射線(粒子やエネルギー)を出して安定になろうとする。このとき核は小さくなるので、これを「放射性崩壊」ともいう。
- *1回の崩壊で安定にならないものは、さらに放射線をだして崩壊する。
- ▶ 核分裂後にできる原子核は多種多様(約300種)なので閉じ込めと管理が大変困難
- ▶ これまで日本の原発で生産した死の灰総量は広島原爆の110万倍(2009.10時点)。

③核分裂の熱は止められても、使用済み燃料の「崩壊熱」は止まらない

- *放射線のエネルギーで生じる熱を崩壊熱という。これは核分裂の熱よりは小さい(7%)が化学反応熱より巨大で、使用済み燃料は放射線を出し続けるから、ひたすら冷却が必要!



- *制御棒は中性子を吸収する物質 — ホウ素(ホウ酸)やカドミウムなどが使われる。
- 福島原発でのホウ酸投入はいったん止めた核分裂が燃料溶融で再び起きるのを防ぐため。

4. 放射線とはどんなものか (正しくは「電離放射線」という)

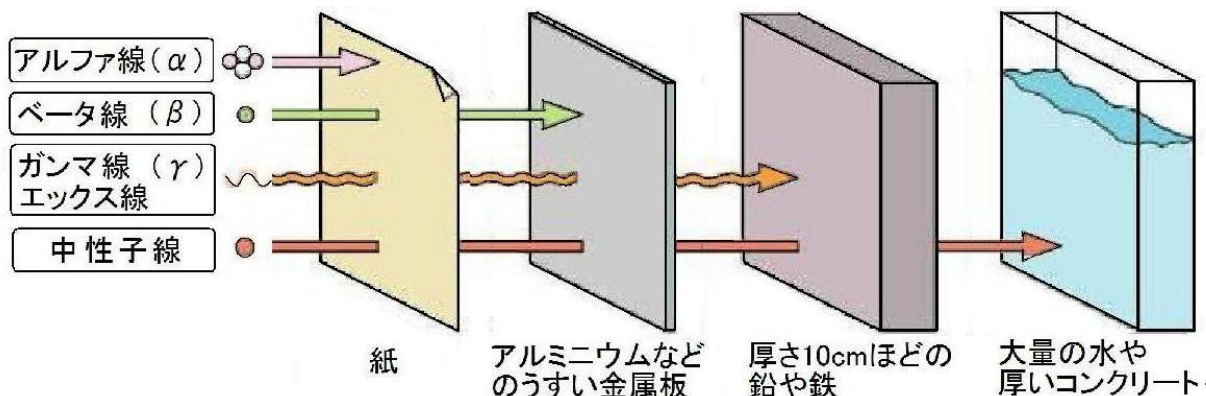
★放射線＝不安定な原子核が、安定になろうとして放出する粒子やエネルギー

- ・もとは、アルファ線(α線)、ベータ線(β線)、ガンマ線(γ線)の3つを言ったが、その後、エックス線や中性子線、陽子線も含めるようになった。

① 放射線の実体

- ・アルファ線(α線)：ヘリウムの原子核(陽子2+中性子2)。正(プラス)の電気を持つ。
- ・ベータ線(β線)：たいへん速い電子。負(マイナス)の電気を持つ。
- ・ガンマ線(γ線)：振動数の大きい電磁波。α線やβ線の放出に伴うことが多い。光の仲間であるが大変エネルギーが大きい。エネルギーを小さくするとエックス線に変わる。
- ・中性子線：電氣的に中性な微粒子。核分裂の際に高速の中性子が飛び出す。

② 放射線の透過能力——どんな物で止められるか



▶ 人体にあるとどこまで入るか — α線は皮膚にあると百分の4mm(細胞3,4個分)ほど進んでとまる。β線は皮膚から入ると数mmで止まる。γ線は人体を突き抜ける(強いγ線をコンクリートで止めるなら厚さ1mほど必要)。

③ 放射線の電離作用——これこそ人体に被害を与える原因

*電離作用：放射線は、原子に当たるとその中の電子をとったり、跳ね飛ばしたりする。これを「電離作用」と言う。原子の電離(イオン化)によって、その原子でできている細胞が死んだり、細胞中の遺伝子が傷ついて変質した細胞がガンの元になる可能性がうまれる。

▶ α線は電離能力が高く、β線、γ線に比べて20倍の被害を人体に与える。

- ・中性子線も人体に与える被害がかなり大きい。(急性被害では、γ線の1.7倍)

▶ 大量被ばくの場合、体の一部があびるよりも体全体があびる方が危険。

④ 放射線の単位(計りかた)——ベクレル(Bq)とシーベルト(Sv)

1 Bq：原子核が1秒あたり1個の割合で崩壊する場合の放射線の強さで、放射性物質の量を表す。

1 Sv：人体への被害の度合いを加味した放射線の量。

グレイ【右図に説明文】から換算する。

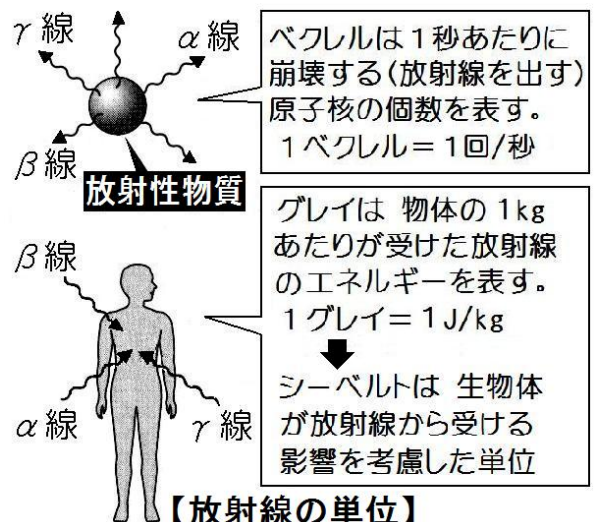
β線やγ線は1グレイ=1シーベルトだが、α線では1グレイ=20シーベルト。

補足「放射能」＝放射線を出す能力。

「放射性物質」＝放射線を出す物質。

※「放射能」が「放射性物質」や「放射線」の意味で流用される場合がある。

被曝(ひばく)＝放射線に曝される、放射線を浴びること。被爆(ひばく)＝爆発の被害を受けること。



5. 原子炉にかかわるいろいろな原子核 (原子核の種類＝「核種」)

① 核分裂を起こすのはウラン 235、ウラン 238 は核分裂しない。

*天然ウランの 99.3%はウラン 238 でウラン 235 はわずか 0.7% しかない。そこでウラン 235 を集めてその割合を 3~4%に増やし(濃縮するという)原子炉の核燃料とする。

② 核分裂しないウラン 238 から、核分裂するプルトニウム 239 ができる。

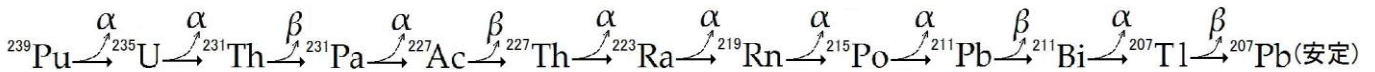
*原子炉は死の灰以外にプルトニウム(自然界には存在しない元素)を作り出す。

*これはウラン 235 より核分裂しやすいので核兵器に適しており、5kg ほどで原子爆弾ができる【補足 1】。プルトニウム大量保有で各国が「日本が核兵器をもつのではないか?」と警戒。⇒そこで原発でプルトニウムを使う高速増殖炉やプルサーマル方式を推進。【p14 参照】

③ 人類が遭遇した最高の放射性毒物プルトニウム

*プルトニウム 239 は、放射性崩壊を 12 回行なってその間何度も α 線と β 線を出す。

*100 万分の 1g の微粒子を吸い込んだだけで肺ガンが誘発される。肺に沈着するほか、血管を通じて骨や肝臓に沈着する。沈着すると体外に排出されにくい。



分類	原子核の種類	記号	放射線	半減期	半分が体外に出るまで	その他(集まる身体部位)
使用前の核燃料棒	ウラン235	${}^{235}_{92}\text{U}$	α線、γ線	7億年		天然存在率 0.720%
	ウラン238	${}^{238}_{92}\text{U}$	α線、γ線	45億年		天然存在率 99.275%
使用後の核燃料棒の中に新しくできるもの(300種)	ヨウ素131	${}^{131}_{53}\text{I}$	β線	8日	138日	揮発性(甲状腺)
	セシウム137	${}^{137}_{55}\text{Cs}$	β線、γ線	30年	70日	(筋肉など全身)
	ストロンチウム90	${}^{90}_{38}\text{Sr}$	β線	29年	50年	(骨、全身)
	コバルト60	${}^{60}_{27}\text{Co}$	β線、γ線	5.3年	9.5日	(全身)
	プルトニウム239	${}^{239}_{94}\text{Pu}$	α線、γ線	2万4千年	肺500日/骨200年	重金属(肺、骨、肝臓)

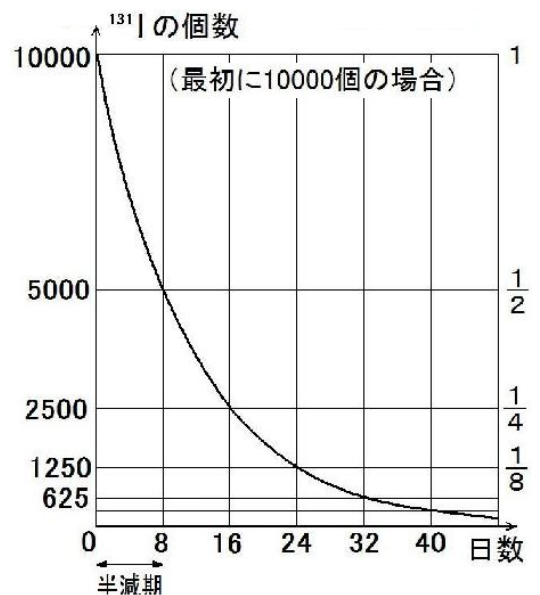
6. 半減期とは何か

放射性物質は、一定時間経るごとに最初の量の $1/2 \rightarrow 1/4 \rightarrow 1/8 \rightarrow 1/16 \rightarrow 1/32 \rightarrow \dots$ になる

★同じ放射性原子核が多数ある場合、その内の 50% (半分) が崩壊するまでの時間を「半減期」という。半減期の値は放射性原子核の種類ごとに決まっている。

*放射性物質(放射性原子核の集団)は半減期の短いものは早く放射線を出して急速に減っていくが、半減期の長いものは少しずつであっても長い間放射線を出す。

【参考】個々の放射性原子核がいつ放射線を出して崩壊するかはまったく決まっていない。しかし、同一時間内に何%が崩壊するかは原子核の種類ごとに決まっている。これは「個々の振る舞いに確率がある」ことを示し、超ミクロの物質世界の特徴。



7. 放射線被ばくの影響（被害）には2種類ある！

① 確定的影響

* 一定量（しきい値）以上浴びると必ず生じる健康障害【右図に事例】

□ 福島では作業員2人が放射能汚染水で足をぬらし、2~6Sv（シーベルト）あびて、「β線やけど」

□ 1999、JCO 作業員の被ばく死【補足2】

② 確率的影響——宝くじ的被害！

* ガンや遺伝的影響を生じる確率がある！

・放射線当たりくじの「賞品」はガン、「受取有効期限」は一生。

* 確率的影響に「しきい値」はない！

* 多いほどガンになる確率は高くなる。

□ 当初盛んに言われた「ただちに健康への影響はない」は確率的影響を隠してきた。

□ その後「年間100mSv以下ならガン死亡率上昇が0.5%までで大事なことない」的発言へ

▶ **線量限度は安全量ではない！「がまん量」！**

・放射線治療は将来のリスクより病巣対策優先。

□ 最初の放射線被ばくの犠牲者キュリー夫妻

【被ばく線量と被害】(ミリシーベルト)



8. どこが被害を受けやすいか

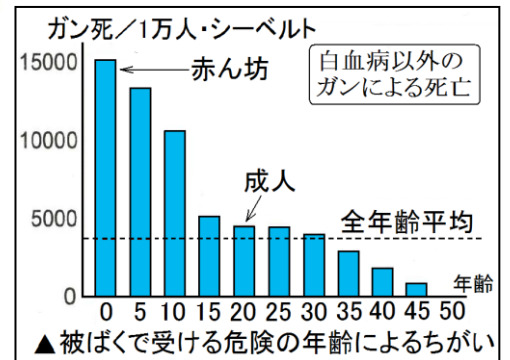
① 細胞の“設計図” DNA が壊される。

* 放射線でDNAを壊された細胞は、あるいは分裂を止めて細胞死を迎え、あるいは無限に増殖をはじめてガン細胞になる。

② 細胞分裂が盛んである程、被害が大きい。

* 細胞分裂の激しい器官や発育過程にあるものほど放射線感受性が高い。子どもは大人の数倍【右グラフ】

③ 被害を受けやすい身体部位（主に体内被ばく）



水晶体

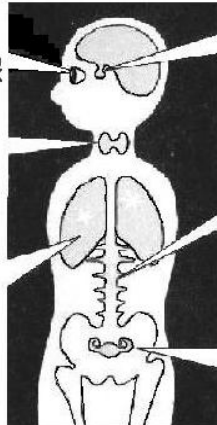
水晶体は細胞分裂をしないので放射線による障害は蓄積され、白内障になる。

甲状腺

ヨウ素131(半減期8日)がたまる。甲状腺ガンを引き起こす。

肺

プルトニウム239(半減期2万4千年)などの微粒子が付着する。肺ガンを引き起こす。



脳下垂体

イットリウム90(半減期62時間)がたまる。胎児に呼吸障害を引き起こす。

骨髄

ストロンチウム90(半減期29年)などがたまる。白血病をひきおこす。

生殖腺

セシウム137(半減期30年)などがたまる。不妊、ホルモン障害、遺伝子突然変異などをひきおこす。

※単位の換算：1Sv（シーベルト）=1000mSv（ミリシーベルト）、1mSv=1000μSv（マイクロシーベルト）

9. 放射線被害を避けるには

★放射線は死ぬ危険があるほど強い量であっても、人間の五感ではとらえることができない。被害を避けるには、放射線に関する正しい知識と事故の際の迅速な情報入手が重要になる。

□しかし政府は1カ月以上、拡散状況を公表しなかった!!

①放射線被害を避ける大原則

▶「できるだけ被ばくしない方がいい」

・「線量限度」は、放射線を浴びざるを得ない場合、これ以上はダメとした法律的な対応であり、絶対安全を保證するものではない。

▶とくに体内に放射性物質を取り込むことは極力避けること

・体内に取り込んだ放射性物質が発する弱い放射線を長時間浴び続けた方が、強い放射線を外から受けた場合よりも簡単に細胞膜が壊れることが調査研究で明らかにされている。
・体内被ばくでは放射線がすべて直接に内臓器官に当たり、ガンの確率が高くなる。

②具体的な防護方法

▶体外からの被ばく（外部被ばく）を避けるには — さえぎる・離れる・時間をへらす

・屋内退避では、放射線をさえぎる効果の高いコンクリートで密閉性のある建物が効果的。
・放射性物質からできるだけ遠くに離れる。放射性物質からの距離が2倍になると放射線に当たる量は4分の1に、距離が3倍になれば当たる量は9分の1というように少なくなる。
・風に乗って放射性物質が飛んでくるので、原発の風下ではない方角に逃げる。
・放射線にさらされる時間をできるだけ短くする。
・放射性物質（ほこり、雨）が髪の毛、肌、衣服につかないようにする。石けんで洗う。

▶体内被ばく（内部被ばく）を避けるには

・放射性物質を含んだほこりを吸い込まない。口や鼻にぬれたタオルやマスクをあてる。
・放射性物質の混じった飲料・食料を避ける（特に、乳幼児）。野菜表面に付いたものはよく洗う。ゆでるとさらによい（ゆで汁は捨てること）。

被ばくを避けるための主な注意点

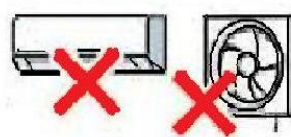
(a) 髪や肌を露出せず、帽子をかぶり、ぬれたタオルやマスクで鼻、口をふさぐ。雨にぬれないこと。



(b) 室内に入るときは全身を洗い、衣服を処分する。衣服はたたかない。



(c) まどを閉め、エアコンや換気扇の使用を控える。



(d) 公の情報や指示を聞きもらさない。



【参考】放射線を浴びた（外部被ばくした）人から放射線被害を受けることはない!

□放射線を浴びた人に近づけば、感染症と同じように被害を受けると誤解している人がいる。
* α線はヘリウムの原子核であるから、これが体に当たれば、体の原子から電子を2つももらって、ただのヘリウムの気体になり、いずれ体外に出てしまう。ヘリウム気体は軽いので風船や飛行船などに使われているが、安全な気体である。
* β線はもともと電子で速さが大きいだけであるから、ぶつかればただの電子にもどる。
* γ線はX線と同じで体を突き抜け、体には残らない。
つまり、放射線を浴びた人の細胞が傷ついても、その人が放射能を帯びるわけではない。

【放射線管理区域を示す標識】



病院や研究所など放射線が発生している場所を示す。

3カ月で1.3ミリシーベルトを超えるおそれのあるところ

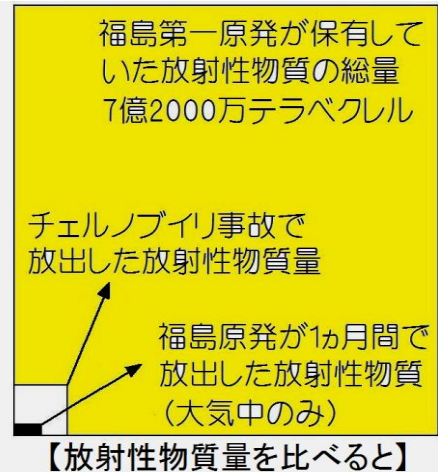
(三つ葉はα線、β線、γ線を意味する。)

10. 環境に放射性物質が流出すると

①福島原発はぼう大な量の放射性物質を環境に放出

□事故発生後1か月間に福島原発が大気中に放出した放射性物質の総量は63万テラベクレル（テラは1兆）とみられる（この数値に海への放出分は含まれていない！）。これはチェルノブイリ事故の12%に達する量で、経済産業省は事故評価を世界最悪のレベル7に引き上げた。しかし、まだぼう大な放射性物質が残っており、引き続きもれ続けている。

□5月6日、政府は福島原発の放射性物質による土壌汚染がチェルノブイリに匹敵する地域があることを認めた。大学の研究チームは、すでに4倍に達しているともいっている。



②空中に浮遊後、地面に積もる放射性物質

ヨウ素やセシウムは微粒子になって空中に浮遊して風で運ばれるが、いずれ地面に積もる。特に雨とともに落ち、農産物にも取り込まれる。今もチェルノブイリ原発に近づけないのは、主に半減期が長いセシウム137のため。

③「広がって薄まる」とはよく言ったもの — 食物連鎖による濃縮をごまかすな

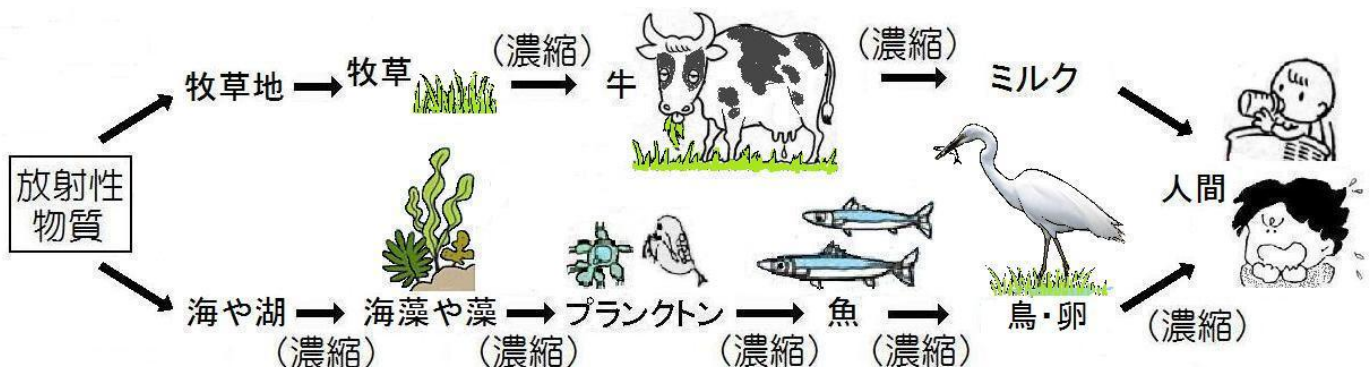
ア) 食物連鎖による濃縮例に水俣病の「有機水銀」がある

化学工場が長年水俣湾に捨てていた廃液中の水銀から有機水銀を生じ、食物連鎖を経て魚介類の体内で1000万倍以上に濃縮され、それを食べた人々の脳や神経を侵した。

イ) 「海で拡散し薄められるから大丈夫」は本当か？・・・濃縮される放射性物質がある

ヨウ素131は甲状腺に、放射性ストロンチウム（主にストロンチウム89と90）は骨にというように、放射性物質にはわざわざ選んで体内の特定部分に取り入れられるものがある。

そのため、ごく微量でも食物連鎖【下図】を通して濃縮され、やがて思いがけぬ災厄に。



▶ ヨウ素

- ・ヨウ素はとくに**甲状腺**（のどにある）に取り込まれ、甲状腺ホルモン（骨や筋肉の発達を促進し、エネルギーの代謝を促進する作用がある）をつくるのに必須の元素である。
- ・放射性のヨウ素131も体内に入ると約30%は甲状腺に取り込まれる。とりわけ幼児には被害が大きく、甲状腺ガンの危険がある。幼児では体外に排出されるには2か月～3か月程かかる。
- ・昆布やヒジキなどの海藻で積極的にヨウ素を摂取すれば、放射性ヨウ素を取り込みにくくなる。ただし、食品による摂取では不十分なので、事故対応はヨウ素剤が良い。ヨウ素の過剰摂取も良くないので医者などの指示を守ること。

なお、ヨウ素が含まれていても消毒液を飲むのは危険。

▶ セシウム137 (¹³⁷Cs)

- ・人体の必須元素であるカリウムに性質が似ており、体内に入ると**全身**に回り有害性は高いが、体外へ排出されやすい。約10%は速やかに排出され、残りは100日～200日滞留する。

・セシウム137は生物濃縮されることが知られており、スズキやカツオ、ブリなどで100倍以上に濃縮される。筋肉に蓄積されるので、魚を食べる大型魚により多く濃縮される。

▶ストロンチウム90 (⁹⁰Sr)

・ストロンチウムは人体にもっとも危険な放射性物質の一つ。性質がカルシウムに似ているので骨に濃縮・沈着して、長期間（半減期は29年）β線を出し続け、骨のガンや白血病を誘発する恐れがある。とくに、幼児の場合、とりこみと保持率は成人の5～7倍である。

・海藻や魚、ミルクはストロンチウムを蓄積しやすい。体への影響が半減するのに18年。

□「風評被害」—消費者と生産者を対立させ、真の加害者の責任をあいまいにする危険も。

□校庭利用制限の基準値は、子どもを「放射線管理区域」で生活させるようなもの

「放射線管理区域」は「3カ月につき1.3mSv（ミリシーベルト）を超えるおそれのある区域」で、放射線業務従事者と許可された者以外の立ち入りが禁じられる。

ところで、4月19日文科省は学校の校庭利用制限を1時間当たり3.8μSv（マイクロシーベルト）以下と定めた。しかし、この量だと1日4時間だけ屋外にいても、3カ月で1.3mSvを超えてしまい、「放射線管理区域」で生活しているような状態になる。しかも、これは外部被ばくだけの数値であり、子どもたちが校庭で遊べば土を触ったり砂埃を吸い込んだりして内部被ばくすることもあり、子どもへの実際の影響を考慮しているとは言い難い。



11. 自然放射線は無害か？

①自然放射線とは

*地殻中には、地球が誕生した時から存在する天然の放射性物質であるウラン238、トリウム232、カリウム40などが含まれる。また、ウランの崩壊でできるラドンもある。

岩盤上に関東ローム層（火山灰）や積雪など堆積物があると人にあたる放射線の量は減少する。

*もう一つは宇宙からくる放射線（宇宙線）である。高度が高いほど被ばく量が増え、富士山頂では東京に比べ約4倍、高度12000mの飛行機の中では地上の100倍以上になる。

*このように地域や高度によって異なるが、自然から受ける平均線量は年間2.4mSv（ミリシーベルト）。

②「自然放射線は無害」は迷信

*自然放射線も人工放射性物質の放射線も人体への影響は同じで、どちらも浴びない方がよい。

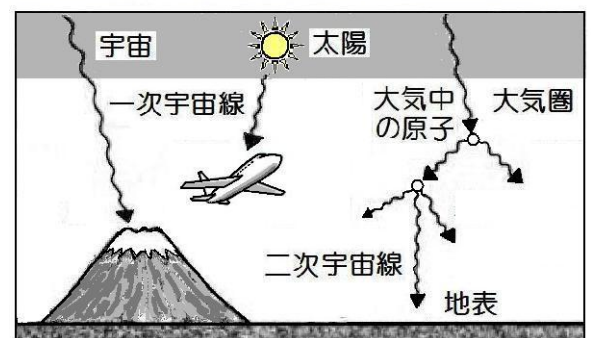
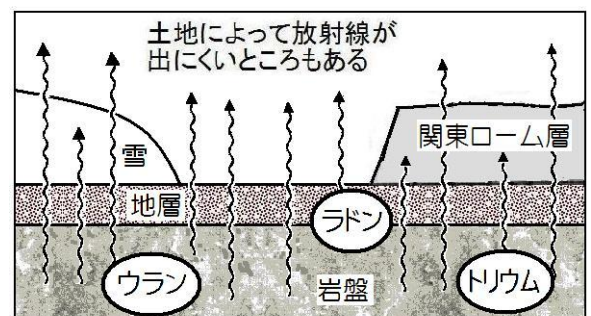
「少々の放射線は浴びた方がいい」などの話は迷信である。

*生命は約40億年前に深い海の中で誕生した。27億年前頃に地球磁場ができて有害な宇宙線をさえぎるようになると生物は浅い海にも住めるようになり、さらに5億年程前に大気中にオゾン層ができて紫外線もさえぎるようになると生物は陸上にも住めるようになった。すなわち、生物は強い放射線の元では生きられなかったのである。

▶ラドンRn（気体。α線を出す。半減期が4秒、1分、4日の3種ある）

ウランやトリウムの崩壊でできる原子核で、アルファ線を出す。土や岩石に含まれる。

密閉性の高いコンクリート製の住居や換気設備のない地下室などではラドンが空気中にたまりやすいので、換気が大切。（ラドン温泉のラドンはこれと同じもの）



【地殻と宇宙から受ける自然放射線】

12. スリーマイル島原発事故・チェルノブイリ原発事故とは

■原子炉の事故のうち、特に炉心溶融と核反応の暴走を過酷事故という。

- a. **炉心溶融**：原子炉の過熱で燃料棒が融けることである。これが進行すると、水の分解で発生した水素による「水素爆発」や水が一気に気体になる「水蒸気爆発」が起きる。この時は压力容器や格納容器が破裂し、大量の放射性物質が飛散る。
- b. **核反応の暴走**：核分裂反応がコントロールできなくなって急激に進み、水素爆発、水蒸気爆発などが起き、最悪の場合「原子爆弾」のようになってしまう。

①スリーマイル島原発の炉心溶融と水素爆発

アメリカのスリーマイル島原発は、1979年3月28日、点検作業で閉めた冷却水ポンプの栓を開け忘れ、運転員がミスを重ねて、炉が空だきになり、世界初の**炉心溶融**と水素爆発を起こし、放射性物質を放出した。

州知事が原発から8km以内の妊婦と乳幼児の避難を勧告したのは事故発生2日後。これを受け、妊婦と乳幼児だけでなく13万5千人が避難。原発から26km地点でも放射能が検出され、多くの住民に被害をあたえた。

放射性物質がもれ出るのが止まったのは事故発生後12日目であった。炉の詳細な調査は強い放射線のために8年後までできず、事故処理まで11年かかった。



②チェルノブイリ原発の核分裂の暴走と爆発

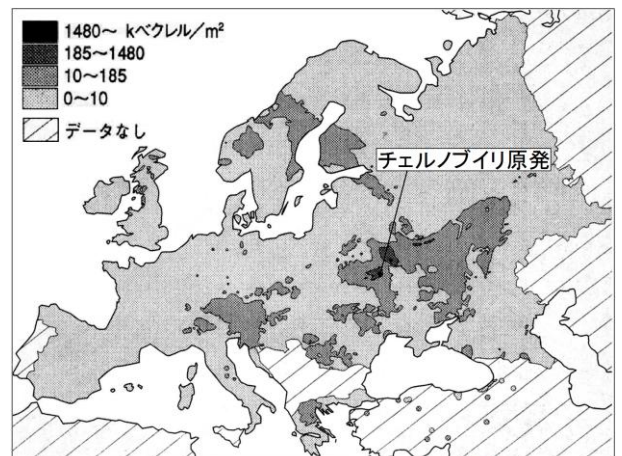
1986年4月26日、旧ソ連のチェルノブイリの最新鋭の100万kW原発（黒鉛減速・軽水冷却型）が惰性運転の実験中に制御できなくなり、**核反応が暴走**、水素爆発も水蒸気爆発も起こして格納容器も建屋も破壊、炎上した。

消火のために突入した消防隊員たち31名が極めて強い放射線によって死亡。半径30kmの住民は事故翌日から避難を始めたが、13万5千人の平均被ばく量は120 mSv（一般人があびる許容限度は1 mSv）。

放射性ヨウ素やセシウムはもちろん、プルトニウムなども合わせ広島原爆の500～800倍の死の灰が飛散し、ヨーロッパ諸国も汚染【下図】、世界を震撼させた。数日後に京都市内（朱雀高校）で降雨を調べたところ、雨から次々放射線が出ていた。

汚染地域は広く、今なお30km以内は立ち入り禁止である。しかし実際には汚染地域に500万人もの人々が子供たちも含めて住んでおり、**小児ガン**をはじめ放射線障害が多発している。

また、2000年にロシア政府は事故処理に携わった86万人のうち、5万5千人以上が放射線障害などで死亡したことを明らかにした。現在も事故処理に3900人が従事し、まだ50年以上かかるといわれている。



13. “安全神話” とは何か

★ “安全神話” = 原発が安全と思わせるために、危険性を軽視・無視した非科学的な主張

① 大事故の背景にあった “安全神話”

ア) アメリカは「重大事故の確率は 10 億年に 1 回」という“机上の計算”に沿って「十分安全」として原発を推進した。これに対し、炉心溶融を扱った映画『チャイナ・シンドローム』が封切られ、原発の危険を告発した。スリーマイル島原発事故はその 12 日後に起きた。

イ) ソ連はスリーマイル島の事故の時、「原子炉の型がちがうので大丈夫。原発はサモワール（紅茶を入れる湯沸かし器）みたいなもの」と豪語したが、7 年後、最悪の事故を起こした。

② 日本も “安全神話” にどっぷり浸かってきた——破滅への道を歩んでいた

ア) スリーマイルとチェルノブイリの原発事故のとき、日本ではどのように言っていたか

日本の原発推進勢力は、1979 年のスリーマイル島原発事故の時、「米国の運転員は質が低い」とか、基本が同じ型の原発なのにささいな違いを強調して「型が違う」と言い張った。1986 年のチェルノブイリ原発事故の時には、「ロシア人は馬鹿で、日本人は優秀だ」「ロシア型は日本が使っている米国型とは違う」などと言って、日本の原子力発電所だけはいついかなる時も安全であるといい続けた。まさしく安全神話にどっぷりとつかっていたのである。

その結果、信じられないような事故が続き、ついに福島原発事故に至ったのである。

イ) 原子炉大国日本が抱えてきた 4 重の危険 —— A 地震頻発国 / B 人口過密地域に近接・集中 / C 開発優先・安全軽視の形式的審査体制 / D 利潤第一主義・技術的手順無視の運転。

■ “アクセルがあってもブレーキがない” 日本の原発推進——国際条約に事実上違反

* 「推進」から独立し強力な権限を持つ「規制・監視体制」が極端に弱い日本

・ 原子力安全・保安院（経済産業省）：基本は原発の推進にある。

・ 原子力安全委員会（内閣府）：専門家 5 人、各部会専門家は非常勤。権限弱い。

* 政府、安全保安院、電力会社等は「日本では重大事故は起こりえない」と断言してきた。

□ 福島原発事故は “人災” —— 何度も指摘されてきた全電源喪失の危険を無視した政府・東京電力

・ 2005 年以降、共産党吉井英勝議員は実例を示して地震や津波による全電源喪失で炉心溶融が起きる危険性を繰り返し指摘し、市民団体等も対策を求めたが、国も東京電力も無視。

・ 2006 年、原子力安全委員会の「耐震指針検討分科会」で、石橋委員が全電源喪失の危険を警告したが無視。委員は抗議の辞職。2009 年に経産省の福島第一原発の耐震設計見直し案の審議でも、活断層・地震研究センター長岡村氏が巨大津波を警告したが、検討を先送りした。

ウ) これまで日本では深刻な事故が続発していた。（下記は事故のごく一部）

a. 「臨界事故」—— “裸の原子炉”（発生 40 分後科学技術庁に連絡⇒信じず⇒5 時間後確認）

1999 年 9 月 30 日茨城県東海村の核燃料製造会社 JCO でウランの加工作業中に容器の中で核分裂反応が起きた。3 人の作業員が強い放射線を浴び（18、10、3 Sv）、660 人余の周辺住民も被ばく。大量被ばくの 2 人は治療の施しようがなく悲惨な死をとげた。【補足 2】

核燃料は一定量以上（臨界量）を一カ所に集めると核分裂の連鎖反応を起こす。作業を急がせ規定外バケツで大量のウラン化合物を加工させた。

b. 復水管が破裂——28 年間一度も点検せず

2004 年 8 月 9 日福井県美浜原発 3 号機の復水管が破裂。10 気圧 140℃の高温水が 885 トンも高温水蒸気となって噴出、下請け労働者 5 人が気道を火傷して窒息死、6 人が重火傷。破裂した復水管は長年の使用で肉厚が極端に薄くなっていた。建設後 28 年の間一度も点検していなかった。



▲2004年8月美浜原発の復水管の破裂

14. ほかにも原発事故の心配はないのか

① 史上初の原発の地震災害——柏崎刈羽原発

2007年7月16日新潟県中越沖地震が世界最大出力の柏崎刈羽原発（東京電力）を襲った。世界初の地震災害である。緊急停止したが、想定の5倍もの激しい揺れ（2000ガル）で、火災や放射性物質の漏れなど3665件ものトラブルが発生。とりわけ電気系統の故障は深刻で、一時冷却不能になったため、炉心溶融を起こす寸前であった。

② “原発銀座”——日本の原発の26%が集中する若狭湾

京都府には原発はないが、隣県福井の若狭湾は最大の密集地帯で14基もある。ほぼすべてが活断層の真上か直近にある。府には国の基準に沿って、綾部市や舞鶴市など福井県の原発から10km地域の避難計画しかなかった。京都市役所も大飯原発から約60kmしかない。近畿の“水がめ”である琵琶湖は美浜原発から約30km、琵琶湖が汚染されると関西全体に影響する。

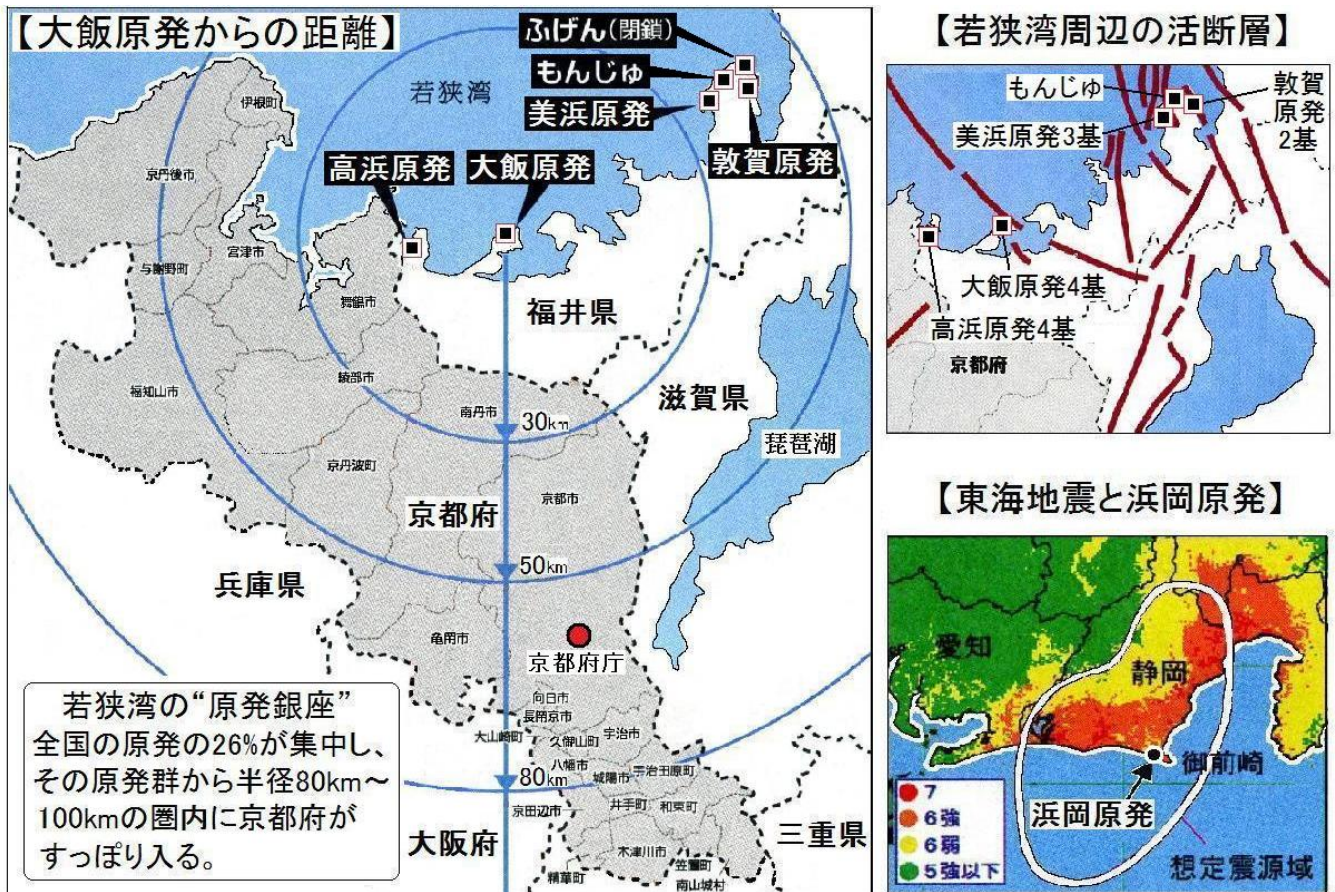
③ 地震の巣に原発！——東海大地震（M8予想）の震源域の浜岡原発

4つのプレートが押し合う日本列島は地球上でもっとも地震活動が活発な地域であり、原発の立地には不適切である【p1世界地図参照】。特に、巨大地震の震源域にある中部電力浜岡原発はただちに停止し、廃炉にすべきである。この地域はこの1000年間にM8を超える地震が4回も起こり、今後30年以内に同様の地震が起きる確率が87%とされている。

④ 実態に合わない恣意的な「耐震設計審査指針」の根本的な再検討を

原子力安全委員会は2000年の鳥取県西部地震が指針の想定以上だったために、2006年9月に指針を改定した。改訂前は“活断層であっても動いたのが5万年以上前であれば、その真上に原子炉を建ててもよい”としていた。改訂によって“約13万年前以降の活動が否定できない活断層は避ける”としたものの、「活断層の連動を考慮せよ」という専門家の警告は聞き入れなかった。このように科学的知見を無視した「耐震設計審査指針」は根本的な検討が必要である。

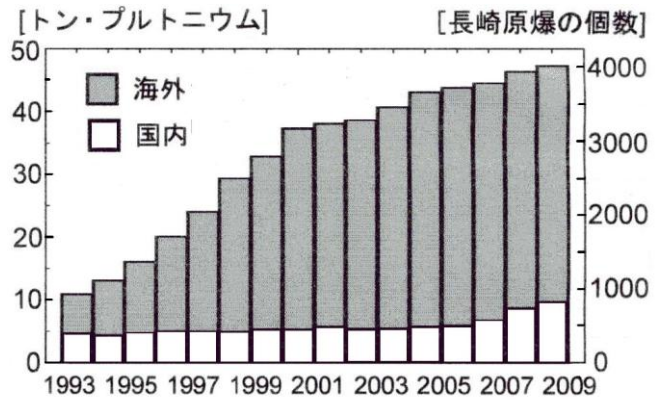
ちなみに、アメリカは「50万年以上前から断層活動がないところ」でないと許可をしない。



15. プルトニウムの特別な危険性

①大量のプルトニウムを保有する日本

* 原子炉を運転すると、燃料棒中の核分裂しないウラン²³⁸ (²³⁸U) は中性子を取り込んで核分裂可能なプルトニウム²³⁹ (²³⁹Pu) に変わる。この²³⁹Puは、各地の原発で増え続け、現在100トン以上のPu(長崎原爆5300発分!?)を保有しているとも言われる。(正確な数値は、政府や原子力安全委員会が明らかにしない) 【右は2009までのグラフ】



▲日本が保有する分離プルトニウム
(長崎原爆(21kt)が8kgのプルトニウム²³⁹で製造されていたとし、保管中の分離プルトニウムの68%が核分裂性であると仮定した。)

②高速増殖炉「もんじゅ」の破たん

ア) 燃料を生み出す“夢の原子炉”?

* 高速増殖炉とはプルトニウム(Pu)を高速の

中性子で核分裂させ、同時に燃料の周りに配置する燃えない²³⁸Uが中性子を取り込んで²³⁹Puに変わるので、燃やした以上の²³⁹Puを増殖できる“夢の原子炉”と言われた。

* 高速増殖炉は²³⁹Puを扱う点でも、冷却を金属のナトリウム(Na) (98℃で液体)で行う点でも危険である。Naは水やコンクリート(水を含む)に触れると爆発的に反応する。先に高速増殖炉を手掛けた欧米各国はNa事故を起こし、早くに高速増殖炉の開発を断念した。

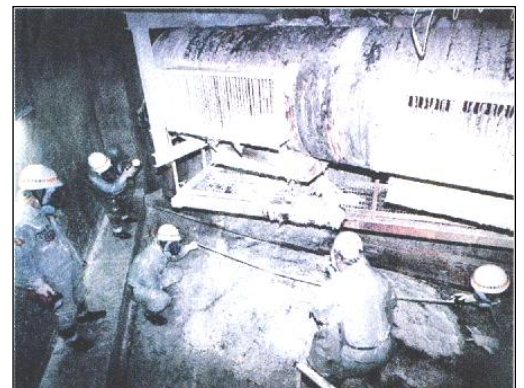
イ) くりかえし事故を起こし、止まったままの「もんじゅ」

* 「もんじゅ」も運転開始直後の1995年12月8日に、温度計の設計ミスからNaが700kg(推定)ももれて激しい火災を起こした。対応の遅れと数々の事故隠しが問題となった。

* その後14年も停止し、2010年5月6日に強い反対の声を押し切って性能試験を再開。その直後からトラブルが相次いだ。そして8月26日、原子炉容器内で燃料交換用装置(直径46cm、長さ12m、重さ3.3ト)が落下、再び運転中止に陥った。いまだに止まったままである。

ウ) 2050年に実用化? — 無理だと白状したようなもの

* 当初、実用化予定を1980年代前半としたが、次々と先に延ばされ、ついに「2050年頃の実用化をめざす」となった。1kWhの発電すらしていない「もんじゅ」にすでに2兆2000億円以上もつぎ込まれ、復旧作業に約9億4千万円の費用がかかる。停止中も維持費に1日5500万円が消えていく。いったいいくらの税金を注ぎ込むのだろうか? その挙句に、原子力船「むつ」と同じように、捨てる公算が強い。



▲ナトリウム漏れ火災を起こした「もんじゅ」

③普通の原子炉でプルトニウムを燃やす冒険的運転「プルサーマル」

* 各地の原子炉で生成され増え続けるPuは、国際社会から日本に核兵器製造の意図ありとの疑いの目がむけられた。政府は「平和利用」であることを示すため、Puを「もんじゅ」で燃やす計画であったが実現していない。そこで、政府および電力会社は、普通のUを燃やす原子炉(サーマルリアクター)で厄介者のPuを燃やすプルサーマルを推進することにした。

* プルサーマルは²³⁵UにPuを4~9%混ぜたMOX(モックス)燃料を使う。しかし、Puは核分裂反応のブレーキである制御棒の働きを弱め、MOX燃料は融点が低くて破損しやすいため、専門家からは「反応が不安定。十分な基礎研究なしの運転は無謀だ」という批判が強い。

* すでに、今回事故を起こした福島第一原発3号機以外にもプルサーマル運転中であり、他にも多数の原発が実施予定で、今後が大変心配である。【p1日本地図参照】

16. 原発は年数がたつとボロボロになる

①なぜ耐用年数を越えて、半世紀近く前の原発を延々と稼働させるのか？

ア) 当初30年の耐用年数を19基が超えた！

1970年、大阪万博を機に日本の原発の商業運転が始まった。原発が安全に運転できるのは**30年間**が目安とされた。その後40年、福島第一原発を含め19基が運転開始後30年を超えた。敦賀1号と美浜1号は40年を超え、特別に老朽化が懸念される。爆発した福島第一1号はちょうど40年であった。

イ) 安全より、経営・利益の優先

放射能まみれの原発の廃炉はたいへん困難で、かつぼう大な費用がかかる。さらに新たな原発の立地や増設が地元の反対で難航してきた。そこで、政府は1999年に、敦賀1号、美浜1号、福島第一1号の3基の寿命延長計画(補修)を認めた。2005年には原発の運転を**60年間**とする方向をだした。安全より電力会社の経営・利益を優先したのである。(原発の減価償却は16年！)

老朽原発名	所在県	開始	電力会社
敦賀(1号)	福井	1970.3	原電
美浜(1号)	福井	1970.11	関西
福島第一(1号)	福島	1971.3	東京
美浜(2号)	福井	1972.7	関西
島根(1号)	島根	1974.3	中国
福島第一(2号)	福島	1974.7	東京
高浜(1号)	福井	1974.11	関西
玄海(1号)	佐賀	1975.10	九州
高浜(2号)	福井	1975.11	関西
福島第一(3号)	福島	1976.3	東京
美浜(3号)	福井	1976.12	関西
伊方(1号)	愛媛	1977.9	四国
福島第一(5号)	福島	1978.4	東京
福島第一(4号)	福島	1978.10	東京
東海第2	茨城	1978.11	原電
大飯(1号)	福井	1979.3	関西
福島第一(6号)	福島	1979.10	東京
大飯(2号)	福井	1979.12	関西
玄海(2号)	佐賀	1981.3	九州

②原子炉をボロボロにする過酷な条件

- (a) 激しい圧力変化と振動による**金属疲労**
- (b) 温度が繰り返し激しく変化することによる**熱疲労**
- (c) 冷却水や蒸気による**浸食・腐食**
- (d) さらに、核分裂の際の放射線(中性子)による**脆性劣化** (ぜいせいれっか)

ア) 原発の長期稼働が危険である理由は(a)~(d)の過酷な物理的環境にある。(a)(b)(c)はとくに、冷却水や高温蒸気を通す配管に集中的に起きる。(d)は原子炉特有の避けられない大問題で、高エネルギーの**中性子**をあびて原子間の結合がずれるため、圧力容器の分厚い鋼鉄さえ脆くなり、亀裂が入りやすくなる現象である。

イ) しかも、検査もせずに長年稼働させてきた機器も多くあり、さまざまな事故につながった。

③劣化した炉に ECCS の冷却水が入ると、かえって壊れる危険が高まる！

ア) 緊急時に炉内に制御棒を差し込んで核分裂反応を止めても、崩壊熱による温度上昇を抑えるために冷却が引き続き不可欠である。通常の冷却機能が作動しなくなったときに圧力容器に水を入れて冷却する装置が ECCS (緊急時炉心冷却装置) である。

イ) では、ECCS が作動すれば安全かという、老朽原発では、熱いガラスのコップが氷水でパリッと割れるような事故の危険性が高まってくる。長期間中性子をあびている圧力容器は、**脆性遷移温度** (脆くなって壊れやすい温度) がしだいに高くなっていくからである。

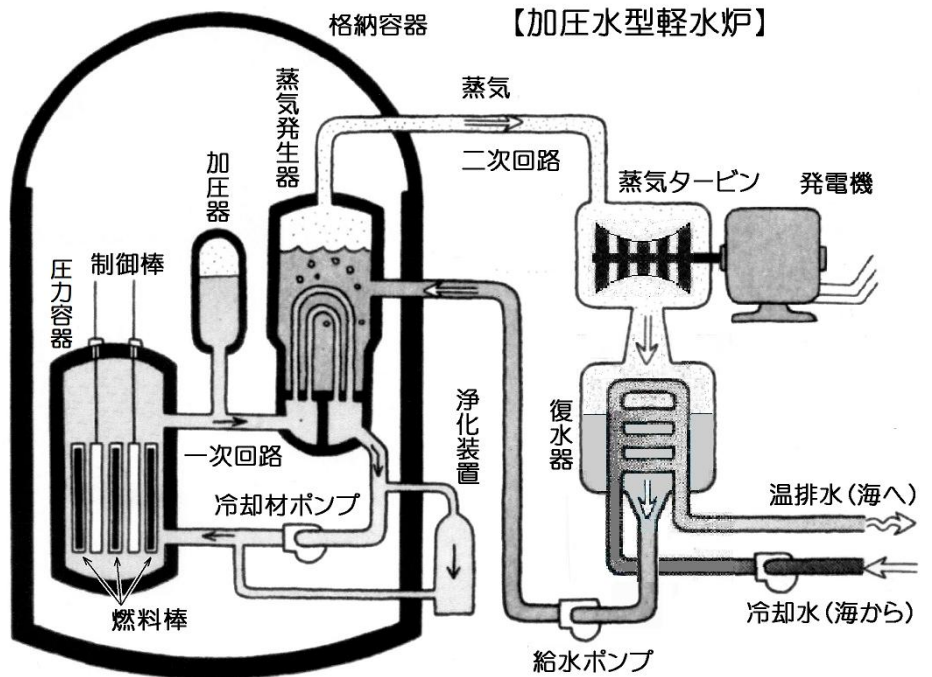
原子炉は 250℃前後の高温で運転するが、これを緊急停止して圧力容器の中に常温の水を入れるとする。建設当時に -20℃の水に耐えられた容器でも、その後年月がたって脆性遷移温度が +70℃程になっておれば、常温の冷却水に耐えられず壊れてしまう危険性がある。

ウ) 特に、圧力容器のあびる中性子量は沸騰水型【p3 図】より**加圧水型**【次ページ図】の方が**多い**ので、加圧水型の老朽原子炉の脆性遷移温度はかなり高くなっているはずである。京都府に隣接している若狭湾のほとんどの原発は加圧水型である【p1 図参照】。

④老朽化で起きた事故の典型——「絶対起こらない」はずだったギロチン破断

ア) 1991年2月9日、美浜2号機（加圧水型）で、とんでもない事故が起きた。**蒸気発生器【右図参照】の細管の1本がスパッと切断**（“ギロチン破断”）し、放射能汚染された一次冷却水が55トンのも漏れたのである。ECCSが作動したが、一歩まちがえば、原子炉「から炊き」で炉心溶融に進行する事態であった。

原子力安全・保安院が「絶対起こり得ない」と主張していた“ギロチン破断”が起き、さらに、事故



によって ECCS が実際に作動した日本で初めての事例として、極めて深刻であったが、「多重防護」に守られて大丈夫であったという論調がふりまかれた。

イ) 蒸気発生器は直径 22mm、肉厚が 1.3mm の逆 U 字型の細管が約 6500 本入っていて、その総延長距離は約 50km（京都・大阪間距離）あり、110 万 kW 級であればこれが 4 つ、総延長 200km もある。この細管が水流による振動で擦れて**減肉**を起し、やがてピンホール（小さな穴）や傷が急速にひろがる。そこで定期検査で肉厚を測り、薄くなった細管は栓をして使用を止めていた。しかし検査で合格していた細管が破断したのである！

ウ) 美浜 2 号機では細管 6520 本のうち 411 本に栓をしていた。細管が加圧水型の弱点である。

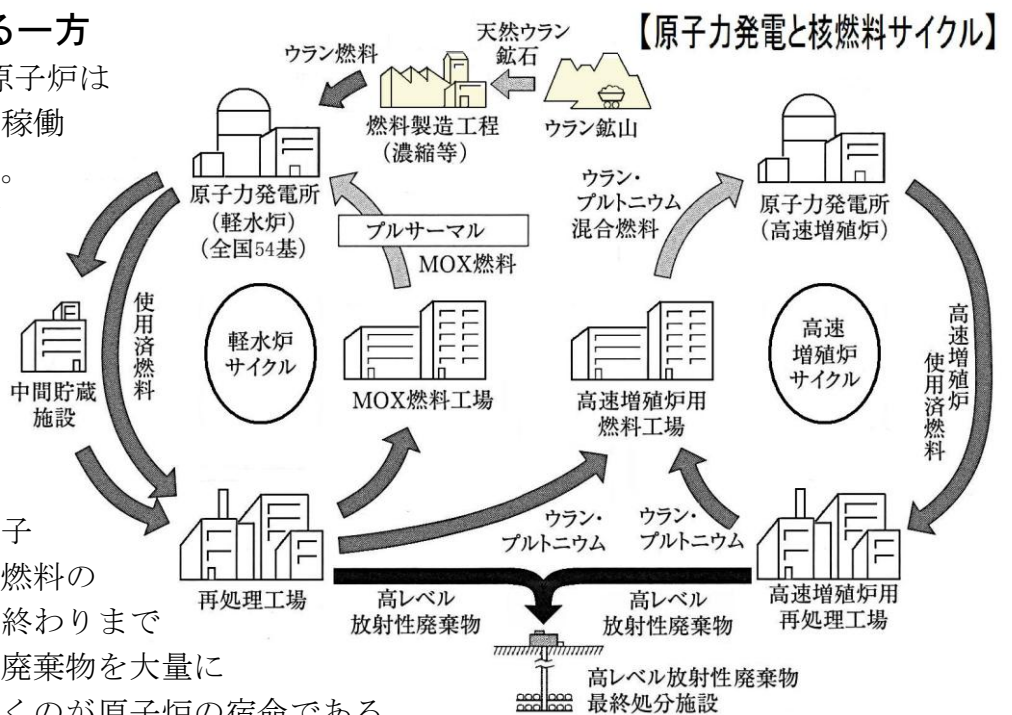
17. 原発の本質——未完成な装置とどうにもできない核のゴミ

①死の灰ゴミは増える一方

ア) 見てきたように、原子炉は**技術的に未完成のまま稼働**させている装置である。「もんじゅ」は動かすことすらできない。

イ) 原子炉に一度入れた核燃料は使い終わる時点で、放射能は元の**何億倍にもなる！**

また、ウラン鉱石を掘る過程に始まり、原子炉の運転、使用済み核燃料の再処理まで、始めから終わりまで**あらゆる過程**で放射性廃棄物を大量に生み出し、増やしていくのが原子炉の宿命である。



* 数値で見ると、100万kW原発を1年間動かすにはウラン235が約1000kg必要である。そのためには、ウラン鉱石が13万ト(残土240万トが出る)必要⇒製錬して天然ウラン190ト(鉱滓13万ト、低レベル廃棄物が出る)⇒濃縮・加工して濃縮ウラン30ト(劣化ウラン160ト、低レベル廃棄物が出る)⇒原子炉で燃やして、使用済み燃料30ト⇒再処理すると、プルトニウム300kg(低レベル廃棄物、高レベル廃棄物、高レベル廃棄物固化体30本できる)。このようにぼう大な核のゴミ、放射性産業廃棄物を残すのである。

▶なお「再処理」とは放射性物質を無くすることではなく、選り分けにすぎない！使用済み核燃料から、未反応のウラン235やプルトニウムを取り出すのが「再処理」である。このときの廃棄物の放射能は高レベルであり、崩壊熱も大きい——残りカスほど危険である！

これまで再処理はフランスやイギリスに依頼してきた。青森県の六ヶ所村に再処理工場を建設中だが、トラブル続きで未完成である。(2年後に完成?)

▶化学的な毒性は無毒化する方法があるが、放射線を出さないようにする方法は存在しない!

②何十年も冷やし続けなければならない

ア) 高レベル放射性廃棄物は崩壊熱のために数十年にわたり冷却を続けなければならない。仮に地下の最終処分地(次の③)ができて、地上受入施設で30~50年間冷却が必要である。

イ) 六ヶ所村には燃料製造工場と再処理工場のほか、放射性廃棄物の中間貯蔵施設もあって、全国の原発から約1万3千体の使用済み核燃料が集められ、1338本の高濃度放射性廃棄物のガラス固化体にして冷却を続けている。まさに核のゴミ置き場である。

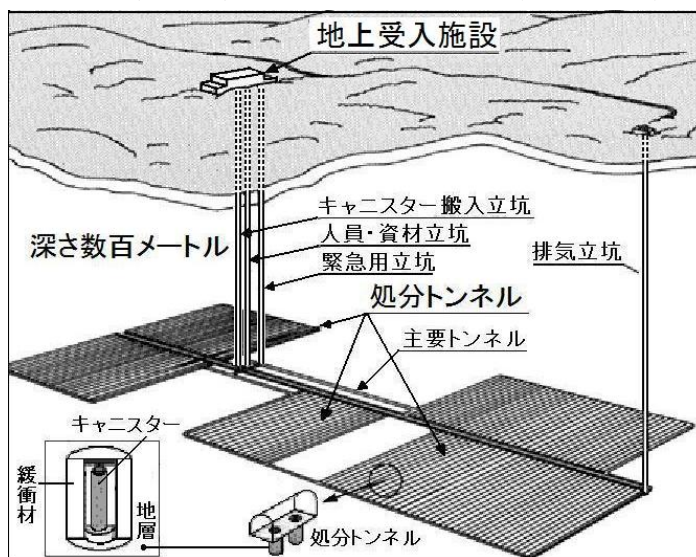
③“トイレのないマンション”——放射性廃棄物の地層処分は夢物語

ア) 高レベル放射性廃棄物は、環境や人間に被害を与えないように、10万年~100万年隔離保管しなければならない。その最終保管場所を数百mの地下に10km³の容積をもつ施設とする「地層処分」計画がある【右図】。しかし、これは候補地の目途すら立たない状況であり、各国でもほとんど決まっていない。フィンランドだけが最終処分地を決めているが、後の人類が知らずに“発掘”しないか心配している。

【参考】映画『100000年後の安全』

日本では2006~2007年にかけて、滋賀県余呉町、高知県東洋町、秋田県上小阿仁村で誘致の動きは出たが、住民の反対で消滅した。(「文献調査」10億円!)

イ) 100年以上も先まで安全な保存が、地震頻発地で本当に可能か? 国際科学会議の最終処分の研究報告書で「日本、スイス、ニュージーランドは全く不適切」とされた。放射性廃棄物処理技術は未完成である。“トイレ”はできていない! しかし、死の灰は毎日排泄されている!



▲地下の最終保管施設(候補地すら決まらず)

④いずれ迎える原発の廃止・解体は、たいへんな困難を伴う

事故なく、安定的に停止させた原発でも、廃炉は建設より技術的にも経済的にも大変困難

* 原子炉自体が巨大な放射性物質のかたまり(金属やコンクリート等が中性子を浴びて放射性物質に変わっている)であり、解体作業はたいへんな危険が伴う。

* 解体を想定しない設計で頑丈に複雑に作られており、また、設計図が失われているケースもあり、解体には技術的にも大きな困難があり、当然ばく大な解体費用と作業年数を要する。

▲結局、使用済み燃料を再処理しないほうがまし。ウランを燃やさないほうがもっとまし!!

18. 地球にも人にも“やさしくない”原発

①放射性物質は地球汚染の最たる元凶である

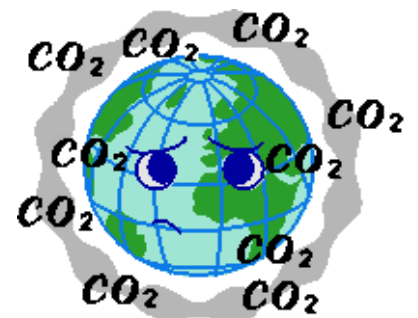
原発は、それに関わるあらゆる過程（前ページ）において、大量の放射性ゴミを作り出す。このゴミは地球上で最悪の環境汚染物質である。無毒化する方法がまったくないからである。また、原発に関わる全過程には必ず放射線にさらされて作業する大量の労働者（大部分は下請け）が不可欠であり、これまで多くの命と健康を奪ってきた。

われわれは人類史に残る未曾有の破滅的事故を目の前にして、大きな決断を迫られている。原発を続けるなら、あらゆる生命を損ないながら、ぼう大な放射性の産業廃棄物にまみれていく地球を覚悟しなければならない。

②全体で見れば、原発のシステムは大量の温室効果ガスを排出する

政府や電力会社は「原子力は二酸化炭素 CO₂ を出さず、環境にやさしい」と宣伝し、「原発ルネッサンス」と称して原発の拡大を推進してきた。たしかに、核分裂反応そのものは CO₂ を出さない。しかし、原発システム全体では、核燃料製造や使用済み燃料処理、廃棄物管理など各過程において大きなエネルギーを消費し CO₂ を大量に出している実態がある。

また、地震や事故で原発が停止するたびに火力発電に変えている。新潟県中越沖地震で柏崎刈羽原発がすべて破損したとき、代替の火力発電で年間 3000 万トンの CO₂ を排出した（年間総排出量の約 2.5% 増加）。



③大量の温排水による環境と生態系の“熱汚染”

先にも触れたように、原発は発生した熱の 3 分の 2 以上を捨てる。電気出力 100 万 kW の原発では 300 万 kW の熱を作り、200 万 kW 分の熱を捨てる。冷却水の流量は毎秒 60～70 トンであり、大きな湯の川ができる。福井県では合計 1200 万 kW あり、全原子炉が稼働すると由良川（毎秒 34 トン）の 20～24 倍もの温排水が若狭湾に休みなく注がれることになる。

原発は「発電装置」というよりも「海水加熱装置」といった方が適切である。水温上昇によって生態系への影響はすでに起きている。若狭湾では熱帯性の動植物の増加が伝えられている。当然その陰で、生きていられなくなった生物がいるはずである。

また、海水の温度が上がれば中に溶け込んでいた CO₂ も大気中に出てくるため、地球の温室効果がさらに促進される。

このように原発システムは水の加熱と CO₂ の大量排出によって地球温暖化を促進している。

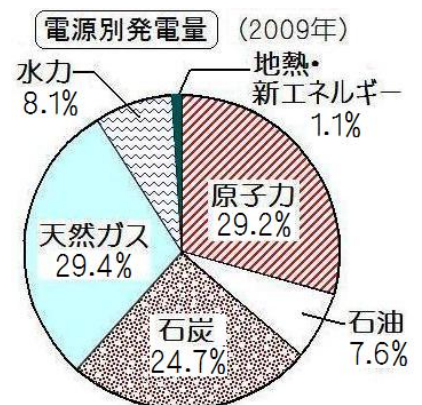
19. 原発からの撤退・エネルギー政策の転換を

①原発依存の社会のあり方が問われる転機

ア) 電気生産は本当に原発に依存しないとだめなのか？

1970 年に商業運転を始めた原発は今や日本の電力生産の約 30% を占める。9 電力会社のうち、東京電力は約 32% であるが、関西電力の原発依存率がもっとも高く、約 54% もある。これでは、原発が止まれば、電気不足になって大変だという電力会社の主張が正しいように思える。

しかし、発電設備の能力で比較すると、原発の割合は 20% 弱しかない。どういうことなのか。実は、日本では原発をフル稼働させ、火力発電を休ませながら電気を作っている。需給調整は火力発電所を止めたり動か



したりして行っているのである。

しかも、最大需要電力量と比べると、ごく一時期を除いて火力と水力の合計でまかなうことが可能であることを示す資料もある。【右グラフ】

イ) 原発依存と 24 時間型・浪費社会

原発はフル稼働させるか止めるかのどちらかであり、中途半端な運転は危険である。そこに、夜も発電し続け、消費者に使わせる必要が生じる。深夜労働や 24 時間コンビニが広がり、夜も電気を使わせる給湯機器などが販売される理由である。

ウ) 原発をめぐる各国のうごき

近年、地球温暖化防止を名目に「原発ルネサンス」と称して世界中で原発を推進する機運が高まっていた。しかし今回の事故によって、日本だけでなく各国で原発中心のエネルギー政策の再検討を迫られ、脱原発への大きな動きが起きている。

② 原発からの撤退と再生可能エネルギーへの転換の課題

ア) 福島原発事故は、国際社会が自然エネルギー（再生可能エネルギー）への転換を本格的に検討する必要性を明らかにした。太陽光発電、太陽熱による温水、太陽熱を集めた蒸気発電、風力発電、水力発電、地熱発電、波力発電、潮力発電、微生物発酵によるガスや植物からの油抽出などの生物由来の資源であるバイオマス燃料などいろいろな方法があり、すでにほぼ完成した技術も、研究を進めている分野もある。

イ) ウラン燃料はいずれ枯渇する（あと 100 年程）から、必ず自然エネルギーに移行しなければならない。しかも、原発一基建造するのに 5000 億円、さらに廃炉、廃棄物処理、事故処理などのかかる天文学的数値の費用を、自然エネルギーの拡充に向けるならば大きな進展が可能であろう。ドイツはすでにいくつもの地方が 100%再生エネルギーに切り替えており、国全体でも電力の 16.8%を自然エネルギーでまかない、さらに増やしつつある。

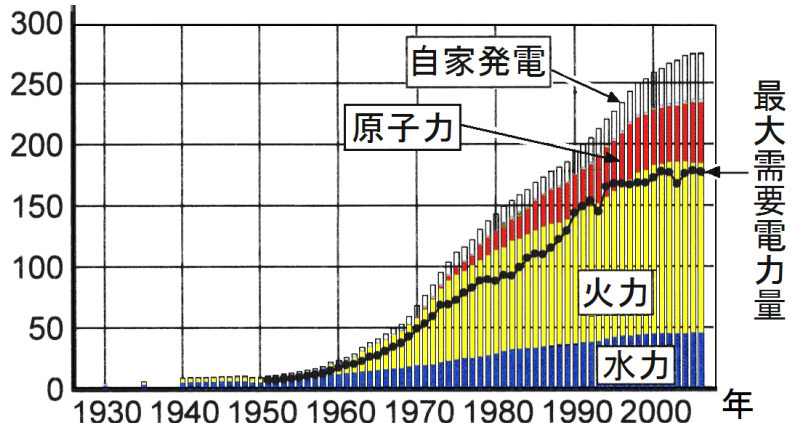
ウ) 農産物などの“地産地消”の考え方をエネルギー生産にも適用することで新たな展望が開けるのではないだろうか。巨大原発から広大な地域に送電するしくみは、いったん原発がストップすれば、広大な地域の生活と産業を止めてしまう。“地産地消”で分散させ、小規模にすれば、送電ロスの低減、危機回避やエネルギー生産に伴う公害など負の側面の克服も容易になるだろう。さらに“地産地消”の立場に立てば、様々な工夫によって、それぞれの地域にあった環境と人にやさしいエネルギー・電力の生産が可能であろうし、そのための地域産業も育てるのではないだろうか。

③ 根本問題は、大量エネルギー浪費社会を見直すこと！！

* 原発の見直しは、24 時間型社会、大量生産、大量消費、大量廃棄の見直しなどとセットの検討が必要になるだろう。背景には、電力会社やその周辺が原発によって非常に高利潤を上げる資本主義的しくみと利権構造があり、この点にメスを入れることも重要である。

* また、温暖化防止、生態系破壊など地球環境の悪化は単純に二酸化炭素の削減など特定要因を改善すれば済む問題ではない。地球環境破壊の根源は人間による大量のエネルギー浪費にあり、これを見直すことなしに、地球に未来があるとは思えない。

発電設備量 (100万kW)



▲ 発電設備容量と最大需要電力量の推移
(最大需要電力量は電気事業に関するもののみ)

20. 安全神話教育の破たん！子どもたちに真実を伝えよう

平成22年度 原子力教育支援事業

学校等において原子力を含めたエネルギーに関する学習に取り組まれる際、より充実した内容となりますよう、そのような学習に役立ち、かつ、皆様の原子力を含めたエネルギーの理解促進のための活動の一助となるため、教育職員や児童生徒等を対象とした教育支援事業等を行っております。

	学習機会の提供	課題の提供	副教材等の提供	財政的な支援
小学生	出前授業等の開催	原子力ポスターコンクールの開催	学習用機器 (簡易放射線測定器「はかるくん」)の貸出	※原子力・エネルギーに関する教育支援事業交付金
中学生				
高校生	施設の見学等	課題研究コンクールの開催	教育情報の提供	
高等専門学校生				
教育職員等	教育職員セミナー ○基礎コース ○応用コース		副教材等の作成・普及	

※都道府県や市町村の教育委員会が行う原子力やエネルギーに関する教育への取組にも使用可能。

①危険も含めて正しく真実を伝える原子力教育ではない！

ア) 小・中学校における安全神話の教育の実態

▶ 副読本 (文科省と経済産業省資源エネルギー庁が発行) の内容

a. 小学用『わくわく原子カランド』: 漫画に登場する博士とロボットの会話「かべが5つもあって安全なんだね!」「原子力は、施設事故をふせぐしくみやいざという場合にも周囲への影響をふせぐしくみで安全が守られているのじゃ」

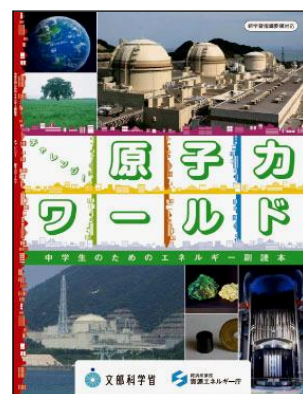
b. 中学用『チャレンジ! 原子力ワールド』: 「原子力発電所では、事故を未然に防ぎ、事故への発展を防止する対策が取られている」「原子炉は放射性物質を閉じ込める5重のかべで守られている」「大きな地震や津波に対しても耐えられるように設計されている。」

▶ 広報ビデオ『プルトニウム物語 頼れる仲間プルト君』(1997年動力炉・核燃料開発事業団) では「プルトニウムでガンになったとは断定された例はない」「飲んでもすぐ出る」⇒アメリカエネルギー庁長官(核兵器の製造管理・原子力技術開発部門) から抗議

▶ 『TOSS 宮崎法則化サークルほしやどん』(6年生総合学習、エネルギー授業プラン 2006) などがばらまいた安全神話授業のモデル

「日本人は1945年の原子爆弾投下以来、原子力に対するいわゆるアレルギーを持っています。ですから、もともと原子力発電所に対して否定的です。さらに、1986年に起こったチェルノブイリ原子力発電所の爆発事故はそのアレルギーを決定的なものにしました。しかし、原子力発電は日進月歩その安全性を高め続けています。日本の原子力発電所とチェルノブイリの原子力発電所はまったくの別物です。日本の原子力発電所の安全性はチェルノブイリのそれとは比べるべくもありません。そこで、日本の原子力発電所とチェルノブイリの原子力発電所との違いについての授業を提案します。」

(次は授業展開の具体例)



【説明】「チェルノブイリで働いている人々は、専門家ではありませんでした。日本の原子力発電所では、厳しい訓練をつんだ人たちが働いています。彼らは、毎年何日間、訓練を積んでいると思いますか。予想をノートに書きなさい。」

【発問】日本でもチェルノブイリのような事故が、①起こると思う。②たぶん起こると思う。③たぶん起こらないと思う。④起こらないと思う
どれか1つに手を挙げます。

▲具体的で科学的な知識を与えないうえ、「安全」ばかりを強調するやり方。

イ) 高校の『物理II』の内容 —

* 原子核反応や放射能、さらに原発も扱っている。しかし、原発事故の記述はいっさいない。放射性廃棄物にはさらっと触れるだけ。実教出版だけ JCO 事故のコラムがある。

* 放射能については、線量による被害の差や被ばくを避ける注意をする教科書もあるが、どの教科書も放射線のいろいろな利用（トレーサー、放射化による成分分析、年代測定炭素など、医学、農学品種改良・発芽抑制）を強調している。

自然放射線を強調し、人体への影響は「一律簡単には言えない」と書く教科書もある。

* 新指導要領では『物理基礎』に、上記と同様の内容が盛り込まれた。

▲科学的な側面と技術の肯定的側面の記述にほぼ終始

②原子力教育は、原子力推進団体がまるごと請け負っている

* 先の副読本の発行は国だが、制作は「日本生産性本部・エネルギー環境教育情報センター」。これは財界系シンクタンクで、「原子力発電所の…新增設の着実な推進」などの「指針」を発表（2009.8）。教材の製作委員会には、文科省役人、小中学校教員だけでなく、電力会社の連合体である電気事業連合会の広報部長が参加。

* また、副読本を提供するホームページは、文科省の委託を受けた日本原子力文化振興財団（原子力業界団体が1969年につくった広報団体）が運営。

* 文科省は副読本を2009年度に4万部印刷、全国の小・中学校、教育委員会に見本として配布。10年度には30校で副読本を使った出前授業を日本原子力文化振興財団が実施。

▲つまり、原子力業界が国の委託を受け、税金で教材を作り、普及も請け負っている。

③原子力業界の注文で学習指導要領が変えられた

* 文科省は2008.3に学習指導要領を改定。中学理科の解説書で「原子力発電ではウランなどの核燃料からエネルギーを取り出していること、核燃料は放射線を出していることや放射線は自然界にも存在すること…」と初めて原発に詳しく言及。しかし、放射線の危険性には触れていない。

* 改訂の背景には、日本原子力学会（電気事業連合会顧問が会長）が教科書を詳細に調べ、1996年から3度学習指導要領に注文つけてきたことがある。

▶ 1989年高校に送ってきた本（プロメティウス編集部）【右参照】

「みんな知っているライオンもウサギと同じ動物です。怖がりすぎていませんか—ライオン」…この問いかけなら君はどうする？

▲部分的な事実を使って全体としては間違った方向に導く手法

□ 副読本の内容は日本原子力文化振興財団のホームページでも公開していたが、4月13日に取りやめた。高木義明文科相は15日「事実と反した記載がある」として内容を見直す考えを明らかにした。全国の小中学校などに約3万部を配布したが回収を検討する。

怖がりすぎていませんか—放射線
もくじ（一部）
地球上では人間が出現する前から放射線がありました
—安全は一人一人の価値判断の違いで異なります—
みんな浴びている放射線も電波と同じ電磁波です
日本人は安全基準に神経質なところがあります

【補足 1】 軍事目的からはじまった原子炉

■アメリカの原爆製造計画（マンハッタン計画）

* ナチスの原爆製造計画

* 1942 マンハッタン計画開始。
ニューメキシコ州ロスアラモスの秘密都市に 5 万人～10 万人閉じ込めて研究（オッペンハイマーらノーベル賞級科学者多数、若手研究者、高校生、デュポン社、GE 社、ウェスティングハウス社など）。

* ウラン濃縮よりも、原子炉でできたプルトニウムを取り出す再処理の方が技術的に容易

* 1945.5 ナチス・ドイツ降伏

* 1945.7.6 アラモゴルドでプルトニウム爆弾の実験（⇒科学者：「脅しはいいが、投下はやめてほしい」⇒科学者の排除）

* 1945.8 戦後政治のため、降伏確実な日本に原爆投下！（広島 6 日・長崎 9 日）

▶ **放射能人体実験（1945～47）**：マンハッタン計画で数千人が Pu を扱うので、その影響調べるため、余命 10 年以下の 18 人に Pu を注射し、体内残留量などを調べた。1986 年アメリカで暴露され、日本で共産党が文献の日本語訳を出し、新聞でも抗議・非難。日本のマスメディアは完全無視。後に 600 人の実験が発覚したとき、あわてて後追い報道。

■原子炉の発電への転用

* 1952 原子力潜水艦ノーチラス号建造開始、安全性を二の次にして原子炉装備

* 1954 ソ連のオブニンスク原発で初の商業用の電力生産に成功（黒鉛減速軽水冷却型）

* 1957 アメリカも SHIPPINGPORT 原発建設（加圧水型）

■日本の遅れた原子力技術・・・技術も管理能力も一番足りない日本

* 敗戦直後、占領米軍は日本の原子力研究施設を破壊

* 1966 東海 1 号炉（イギリスより購入）

* 1970 敦賀原発 1 号炉、美浜原発 1 号炉（アメリカから購入）

▶ **エネルギーの対米従属**：エネルギー政策がアメリカによって次々変えさせられ（石炭⇒1960 石油⇒1970 原子力）、ウラン輸入もアメリカに従属状態。**エネルギー自給率 4%**

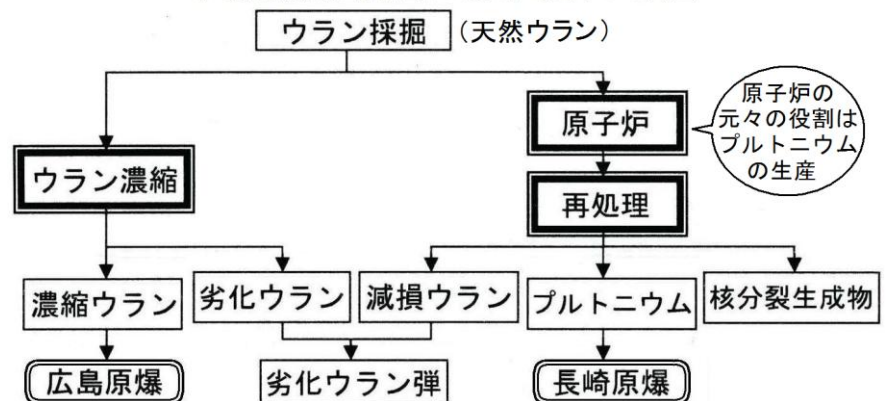
【補足 2】 死をもたらした放射線被ばくの実相——JCO 作業員の臨界事故

■ 1999、核燃料製造会社 JCO の作業員 3 人の被ばく事故では、大内久さん（35 歳）が 16～20 Sv、篠原理人さん（45 歳）が 6～10 Sv の被ばくと推定された。2 人は日本の医学会が総出で治療に当たりながら、筆舌に尽くしがたい苦悶の内に命を奪われた。

被ばくから 6 日目の大内さんの骨髄細胞の顕微鏡写真には、本来あるはずの染色体はなく、写っていたのはバラバラに切断されて散らばった黒い物質であった。造血組織を破壊され、皮膚再生能力も奪われ、自分の身体を再生する能力をまったく失っていた。篠原さんも同じ。天文学的な鎮痛剤（麻薬）と毎日 10 リットルを超える大量の輸血、輸液を受けながら、骨髄移植、皮膚移植など、あらゆる手段をとったが帰らぬ人となった。

移植を受けた皮膚は鎧のように硬くなり、死後の解剖を行った医師はメスを入れた時に「ザザッ、ザザッ」とかつて聞いたことがない音を聞いたと述べている。

▼ 原爆製造計画における 2 つの道



米国の原爆製造計画では、広島原爆(リトルボーイ)を作るために「ウラン濃縮」、長崎原爆(ファットマン)を作るために「原子炉」、「再処理」が開発された。それらが今、原子力の「平和」利用と称して利用されている。

▼ も く じ

【図】日本の原発、世界の地震地帯と原発立地点	1
1. 福島第一原発はどんな事故を起こしたか	2
2. 原子炉・原子力発電とはどんなしくみか	3
3. 核分裂—すべての災いの元がここにある	4
4. 放射線とはどんなものか	5
5. 原子炉にかかわるいろいろな原子核	6
6. 半減期とは何か	6
7. 放射線被ばくの影響（被害）には2種類ある！	7
8. どこが被害を受けやすいか	7
9. 放射線被害を避けるには	8
10. 環境に放射性物質が流出すると	9
11. 自然放射線は無害か？	10
12. スリーマイル島原発事故・チェルノブイリ原発事故とは	11
13. “安全神話”とは何か	12
14. ほかにも原発事故の心配はないのか	13
15. プルトニウムの特別な危険性	14
16. 原発は年数がたつとボロボロになる	15
17. 原発の本質—未完成な装置とどうにもできない核のゴミ	16
18. 地球にも人にも“やさしくない”原発	18
19. 原発からの撤退・エネルギー政策の転換を	18
20. 安全神話教育の破たん！子どもたちに真実を伝えよう	20
【補足 1、2】	22