

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（＝原子核エネルギー）**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”（p10 参照）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**原子核エネルギー（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。

2011.5.6 （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

1. 福島第一原発（1～4号機）はどんな事故を起こしたか

①東京電力の福島第一原発ではいったい何が起きたか？

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号機ではほぼ同時に、世界も驚愕する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、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、**核分裂反応**の緊急停止に成功した。

イ）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、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原子炉の冷却が不可能になった。

ウ）燃料棒の露出と過熱：さらに使用済み核燃料プールの冷却もできなくなり、燃料棒の**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極めて危険な事態に進み、冷やすため外から注水を行なった（まだ大量に注水を続けている）。

格納容器では、圧力が上がり過ぎないように、弁を開いて排気した。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た発生し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、格納容器も損傷した様子。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（はじめ海水を注入したが、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、淡水に換えて注水を続けている）。

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。

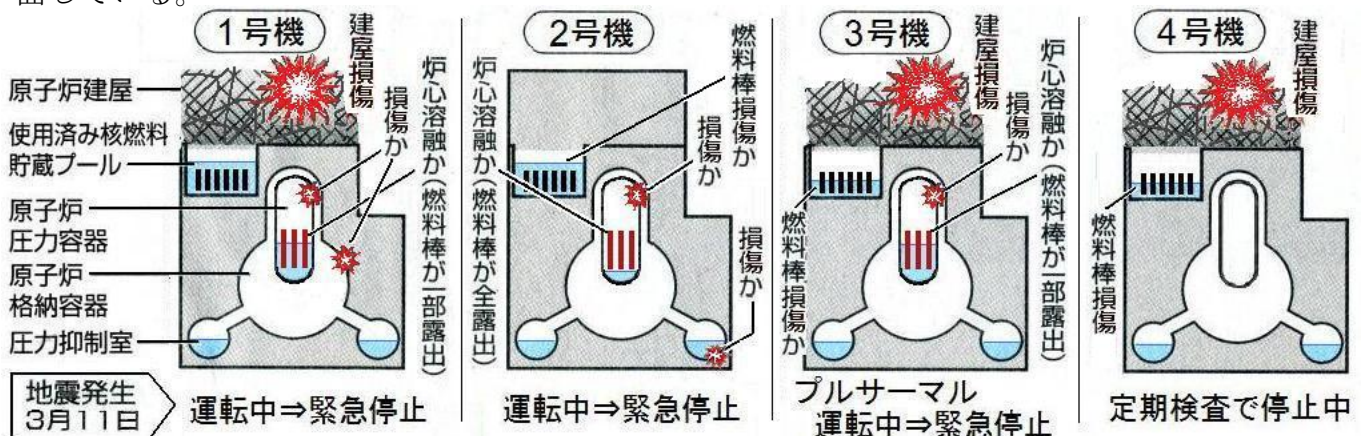
高濃度汚染水はトレンチ（坑道）にも流出、ピット（穴）から海にも流出した。注水で増え続ける汚染水を貯める容器の確保を理由に、保管中の低濃度汚染水を海に放流。

②50日以上たっても“峠を越える”ことができない事故

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、外からの注水しかできず、原子炉の損傷箇所から高濃度の放射性物質がもれ続け、事態の収束の見通しが立っていない。

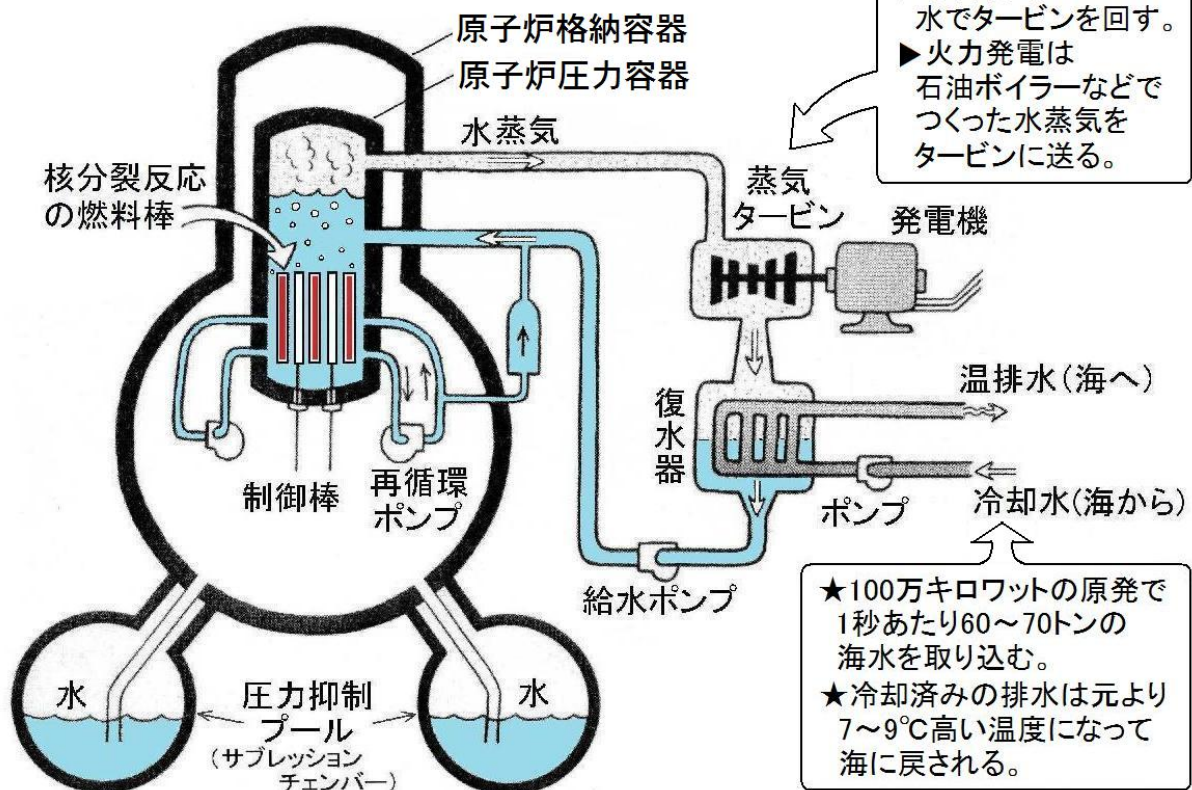
③大きな余震が予想される中、核燃料の冷却に失敗するともっと重大事態に

炉心溶融によって燃料棒が破壊され、放射能閉じ込め、原子炉容器保全、冷却確保のすべてに困難をきたしている。もし、炉心の冷却に失敗すると、さらに水素爆発や高温の燃料が水に接触して水蒸気爆発が起きて格納容器や圧力容器が吹き飛び、大量の放射性物質が飛散し、チェルノブイリをはるかに超える事態になる恐れもある。密閉性のないプールに入れただけの大量の使用済み核燃料も冷却が一向に安定しない。大きな余震が予想される中、いまま危機に直面している。



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 目的は高温水蒸気をつくること・・・発電機を回す蒸気タービンに送る高温水蒸気を核分裂反応の熱を利用してつくる。（原子炉のもとの目的は**軍事利用**=プルトニウムの生産等）

② 巨大システム・・・発生するエネルギー（熱）の巨大さと、放射性物質を扱うことに特徴と危険があり、そのため、100万個を超える機器や部品からなる複雑で巨大な装置に。

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

・これは高温で水蒸気と接すると、水分子から酸素を奪うため**水素**の気体を発生させる。

⇒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。

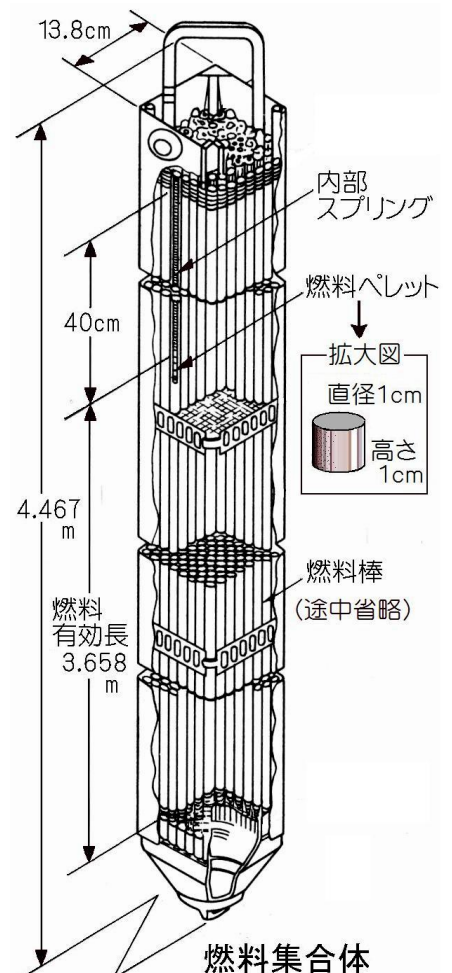
* 燃料：ウラン燃料は酸化ウランを焼き固めたもの

・燃料の酸化ウランは 2400～2860℃で融ける。

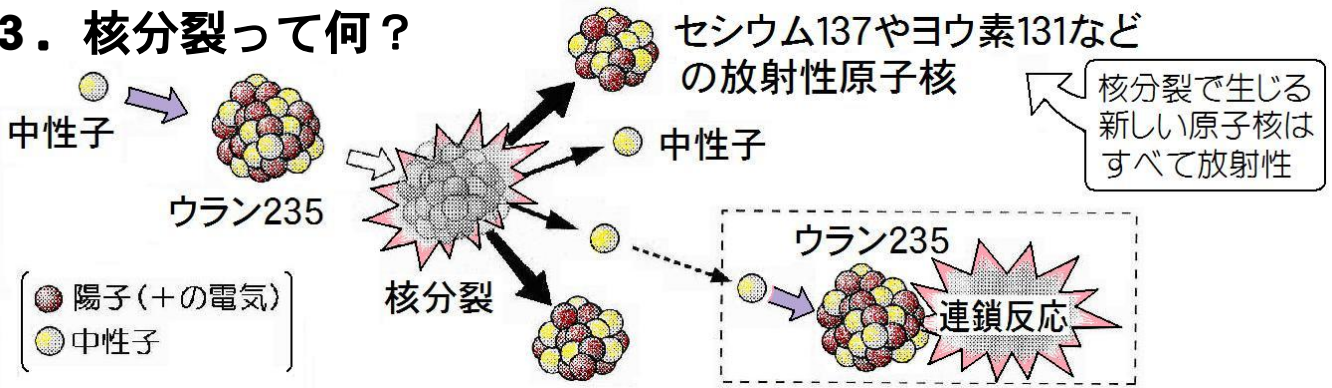
・燃料棒が大量に融け落ちて（**炉心溶融**）水に接すると「**水蒸気爆発**」（水が一気に膨張し気体になる）が起きる。

▶ 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**」と「**水蒸気爆発**」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。

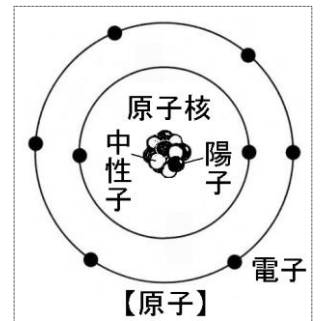


3. 核分裂って何？



★核分裂とはウラン 235 などの原子核が中性子にぶつかられて、2つに割れる現象。割れてできる原子核は多種多様 (300 種ほど)。

- ・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。

* 化学反応の100万倍。燃料の保全のため一次冷却水の温度を330℃以上にできず、大掛かりに冷却。熱の約3分の2を捨てるため、熱の発電効率が31~32%と悪い。(火力発電では40%を超える。最近では50%のものも可能に)

② 反応後にできる物質はすべて放射性物質“死の灰”！崩壊熱も出す。

ア) 核分裂でできた原子核は不安定で、安定になろうとして、粒子やエネルギーを出す。

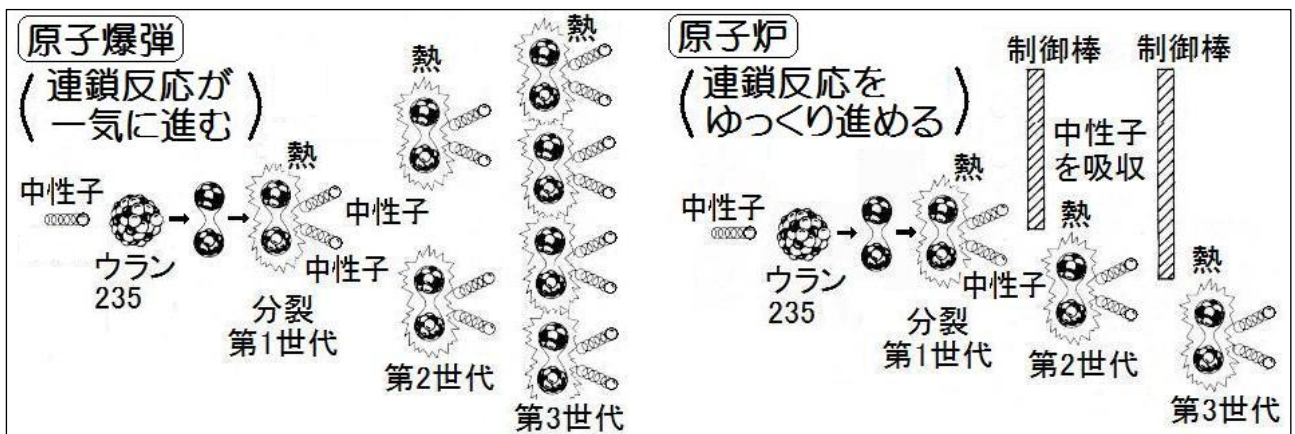
- ・飛び出すものが放射線であり、核は小さくなっていくので「放射性崩壊」という。
- ・1回の崩壊(放射線放出)で安定にならないものは、さらに放射線をだして崩壊する。

▶ 核分裂後にできる原子核は多種多様(300種程)なので閉じ込めと管理が大変困難

▶ 原発のつくる“死の灰”の量は広島原爆より多い！ — 広島で燃えたウランは約1kgだが、100万kW原発一基で年間約1000kgのウランを燃やす。したがって、これまで日本の全原発で生産した死の灰の総量は広島原爆の約110万倍(減衰を考慮して85万倍)(2009.10時点)。

イ) 核分裂を止めても、崩壊熱のために数年間冷却が必要！ — とび出す放射線のエネルギーで生じる熱を崩壊熱という。崩壊熱は核分裂の熱よりは小さい(7%)が、化学反応熱よりはるかに大きく、冷却が不可欠。(再処理後の高レベル放射性廃棄物は30~50年冷却が必要)

★原子爆弾と原子炉のちがいは反応の速さ



* 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。

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

*天然ウランの99.3%は核分裂しないウラン 238 であり、ウラン 235 は0.7%しかない。

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。

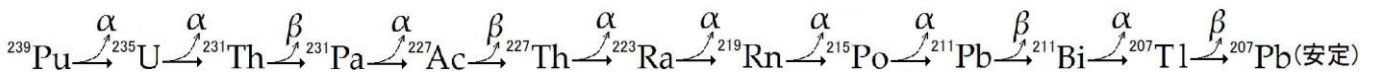
*プルトニウムはウラン 235 より核分裂しやすいので核兵器に適している。5kg ほどで原子爆弾ができる。日本が核兵器をもつのではないかと各国が警戒。

*プルトニウムの核分裂で発電しようとした**高速増殖炉**「もんじゅ」は事故続出で停止中。

*プルトニウムをウランと混ぜて (MOX 燃料)、普通の原子炉 (サーマルリアクター) で核分裂させるのを**プルサーマル方式**といい、すでにいくつかの原発で進めている。【p13 参照】

③ 人類が遭遇した最高の放射性毒物プルトニウム…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。



【参考】アメリカの放射能人体実験 — 原爆製造のためのマンハッタン計画の中で、「余命 10 年以下」の 18 人にプルトニウムを注射、体内残留量を調べた。他にも 600 人ほどで実験。

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)

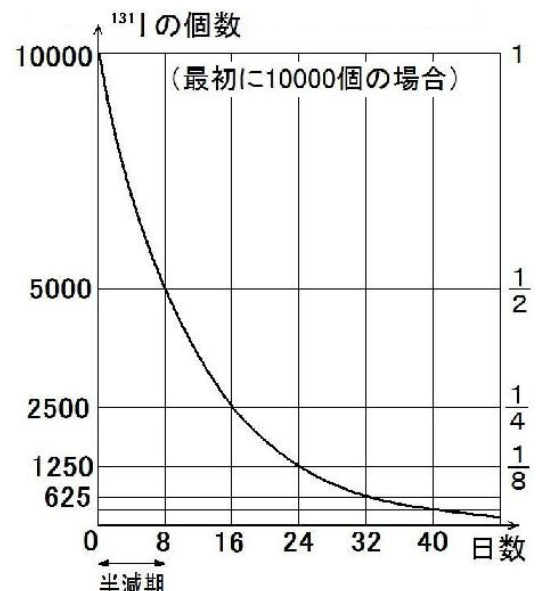
6. 半減期とは何か

一定時間経るごとに元の個数の 1/2、1/4、1/8、1/16、1/32、…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、同じ時間内に何%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である。



7. 放射線被ばくの影響には2種類ある！

① 確定的影響

* 一定量以上浴びると必ず生じる健康障害

【事例】福島原発の作業員2人が放射能汚染水で足をぬらし、2~6Sv（シーベルト）あび、「β線やけど」。ひどいと皮膚の幹細胞がダメになり、新しい細胞ができないので、皮膚移植が必要。体の一部でなく、体全体で2~6Svをあびていたら死亡したかも。（右図表参照）

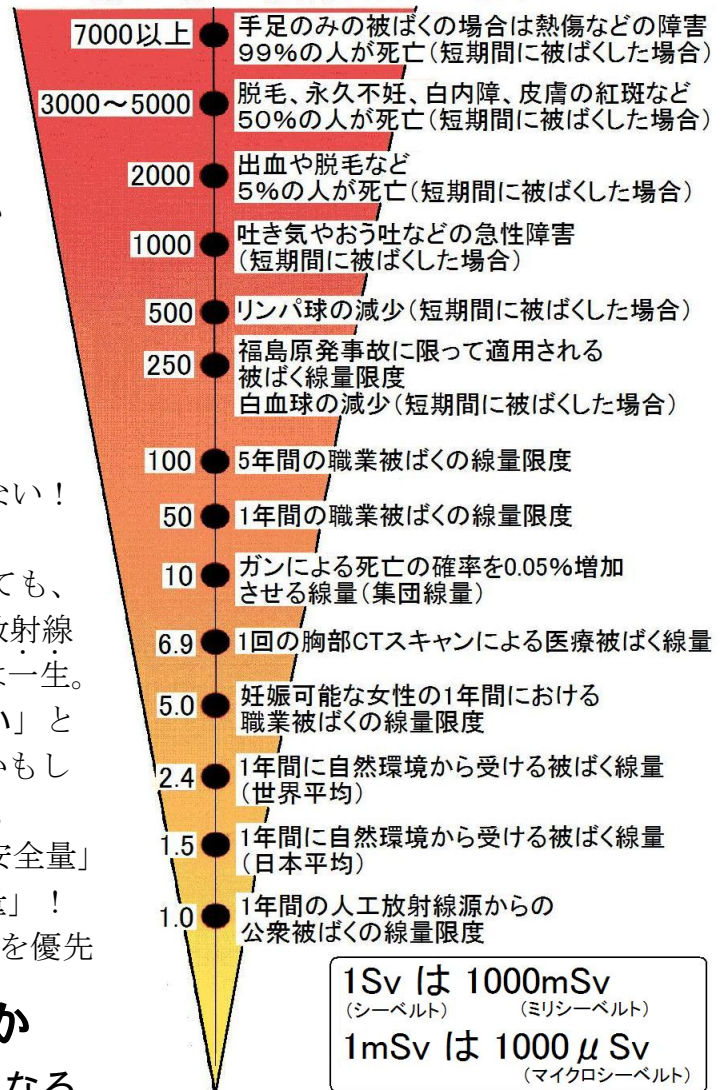
② 確率的影響・・・“宝くじ的被害”！

* ガンや遺伝的影響が起きる確率がある！

* 少ないほど当たる確率は低いが、0ではない！

- ・ 100mSv あびると0.5%確率が高くなる。
- ・ “宝くじ”は、100枚買って当たらなくても、1枚だけ買って当たる場合がある。「放射線当りくじ」の「商品」はガン、「有効期限」は一生。
- ▶ 盛んに使われた「ただちには・・・影響ない」という表現は、「将来的には、ガンになるかもしれない」という確率的影響を隠してきた。
- ▶ 「線量限度」いわゆる「許容量」は、「安全量」ではなく「がまん量」「がまんさせられ量」！
- ・ 放射線治療もリスクがあるが、病巣対策を優先

【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 細胞の遺伝子が損傷し、異常細胞になる。

放射線によってDNAの損傷を受けた異常細胞がガンや奇形のもとになりやすい。

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感受性が高い。骨髄や生殖腺に被害が出やすく、胎児、子どもの被害が大きくなる。

③ 被害を受けやすい身体部位（主に体内被ばく）

<p>水晶体</p> <p>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る。白内障になる。</p>	<p>脳下垂体</p> <p>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。</p>	
<p>甲状腺</p> <p>ヨウ素131(半減期8日)がたまる。甲状腺ガンを引き起こす。</p>	<p>骨髄</p> <p>ストロンチウム90(半減期29年)などがたまる。白血病をひき起こす。</p>	
<p>肺</p> <p>プルトニウム239(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。</p>	<p>生殖腺</p> <p>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起こす。</p>	

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、人間の感覚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。

【放射能標識】



病院や研究所など放射線が発生している場所を示す。

三つ葉は α 線、 β 線、 γ 線を意味する。

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状況に対して、これ以上はダメとした法律的な対応であり、絶対大丈夫だと保証するものではない。

▶ 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。
- ・体外からの放射線が体内に達するには皮膚などが抵抗になり、大きなエネルギーがいるが、体内被ばくではすべて直接に内臓器官に当たる。
- ・したがって、体内被ばくはガンの確率が高くなるから、極力避けることが重要。

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

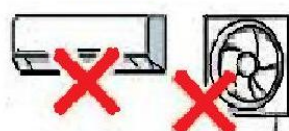
(a) 髪や肌を露出せず、帽子をかぶり、ぬれたタオルやマスクで鼻、口をふさぐ。雨にぬれないこと。



(b) 室内に入るときは全身を洗い、衣服を処分する。衣服をはたかない。



(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。

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カ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、引き続き流出している。

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。

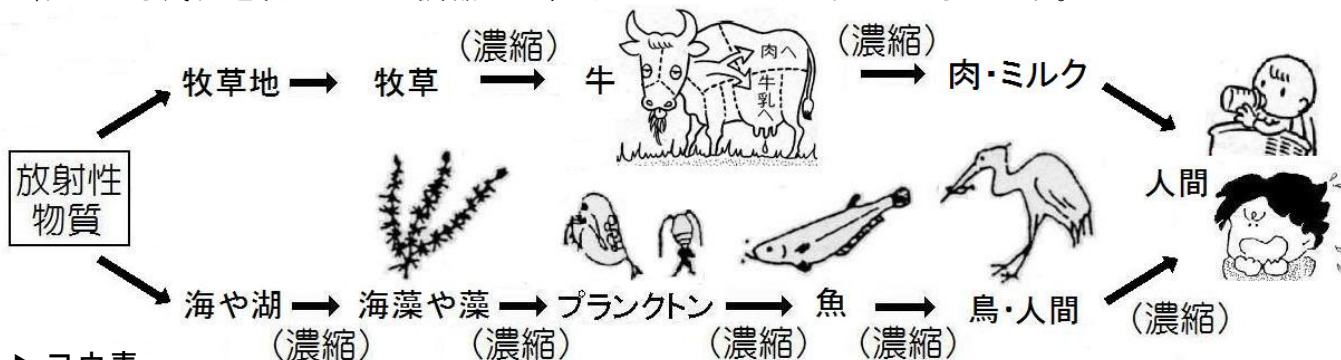
③食物連鎖による放射性物質の濃縮

ア) 食物連鎖の濃縮例に水俣病がある

水俣病が例。化学工場が多年にわたって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?・・・放射性物質の濃縮過程

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、物質の種類によって選択的に体内の特定部分に蓄積されていく。そのため、ごく微量でも食物連鎖を通して濃縮され、やがて思いがけぬ災厄をもたらす。



▶ ヨウ素

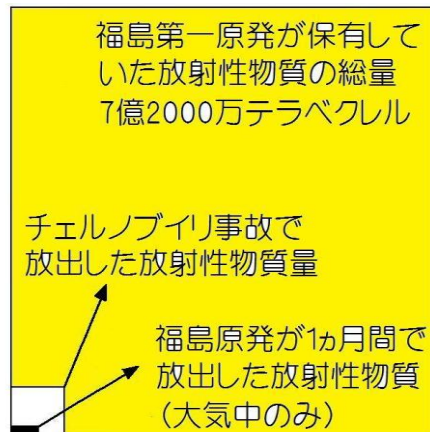
- ・ヨウ素は甲状腺ホルモン(のどにある甲状腺。骨や筋肉の発達を促進し、エネルギーの代謝を促進する作用がある)をつくるのに必須の元素で、甲状腺に選択的に取り込まれる。
- ・放射性のヨウ素131も体内に入ると約30%は甲状腺に取り込まれる。とりわけ幼児には被害が大きく、甲状腺ガンの危険がある。体外に排出されるには2カ月~3カ月程かかる。
- ・海藻などで積極的にヨウ素を摂取しておけば、放射性ヨウ素を取り込みにくくなる。ただし、食品による摂取では不十分なので、事故対応はヨウ素剤が良い。ヨウ素の過剰摂取も良くないので医者などの指示を守ること。なお、ヨウ素が含まれていても消毒液は危険。

▶ 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。

▶ 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。18年かかって半分しか体外に出ない。



【放射性物質量を比べると】

11. 自然放射線は無害か？

①自然放射線とは

*自然界にはもともと天然の放射性物質が地殻中にある。地球ができた時から存在する物質で、カリウム40、ウラン238、トリウム232などである。他に、ウランが放射性崩壊してできるラドンもある。

関東ローム層（火山灰）や積雪など岩盤上に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。

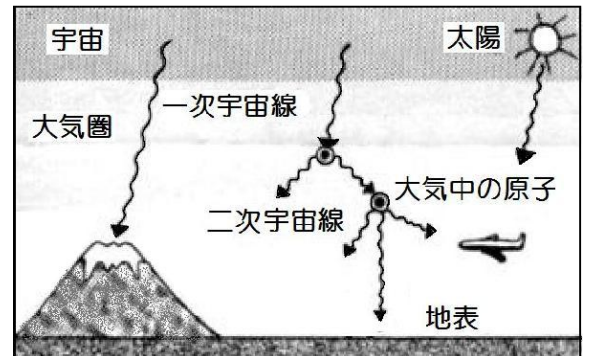
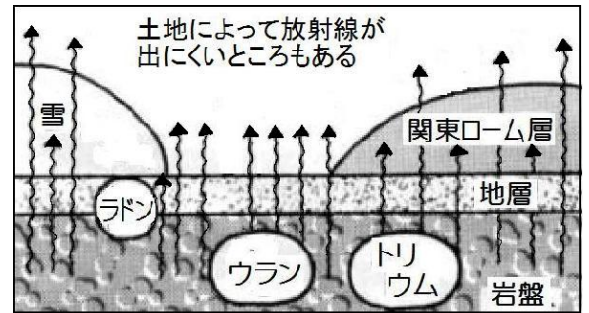
*このように地域や高度によって異なるが、自然から受ける平均線量は年間2.4mSv（ミリシーベルト）。

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。しかし、自然放射線の中で生物は40億年を生きてきた。汚染された農・海産物の選択を迫られる場合には、自然放射線量は1つの目安。

▶ラドンRn（気体。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、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は空気中にたまりやすいので、換気が大切。



12. スリーマイル島原発事故と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。

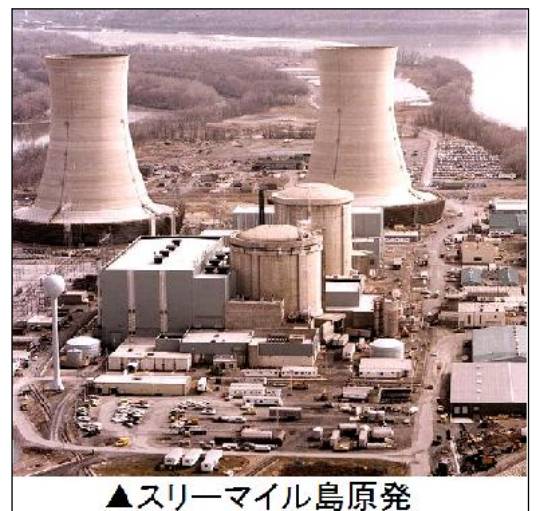
b. 核反応の暴走：核分裂反応がコントロールできなくなって急激に進み、水素爆発、水蒸気爆発などが起き、最悪の場合「原子爆弾」のようになってしまう。

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の日後2日後。これを受け、妊婦と乳幼児だけでなく13万5千人の住民が避難。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。炉の詳しい調査は強い放射線のため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

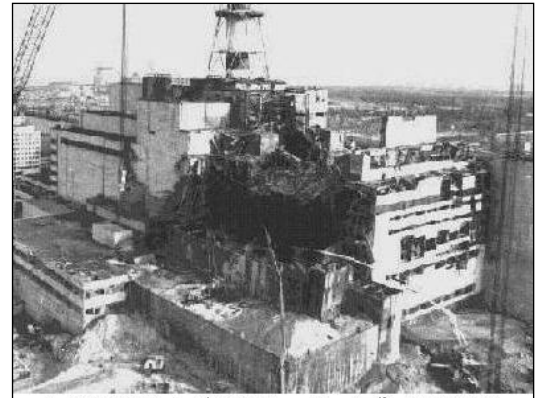
1986年4月26日、旧ソ連のチェルノブイリの最新鋭の100万kW原発（黒鉛減速・軽水冷却型）が惰性運転の実験中に制御できなくなり、核反応が暴走、水素爆発も水蒸気爆発も起こして格納容器も建屋も破壊、炎上した。

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ミリシーベルト（一般人が1年にあびる許容限度は1ミリシーベルト）。

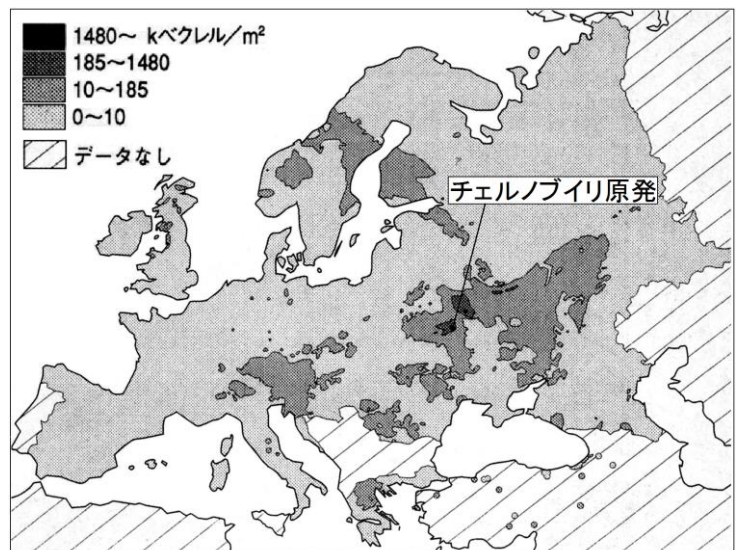
放射性ヨウ素やセシウムはもちろんのこと、プルトニウムなども合わせ広島原爆の500～800倍の死の灰が飛散し、ヨーロッパ諸国も汚染【右図】、世界を震撼させた。数日後に京都市内（朱雀高校）で降雨を調べたところ、次々と放射線を出していた。

何千という周辺住民に小児ガンをはじめ放射線障害が多発。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。今なお30km以内は立ち入り禁止である。

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。



▲爆発炎上後のチェルノブイリ原発



▲ヨーロッパのセシウム137による汚染地図

13. “安全神話” とは何か

★ “安全神話” = 原発が安全と信じさせるために危険性を軽視または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) 原子炉大国日本は4重の危険を抱えてきた。 — A 地震頻発国/B 人口過密地域に近接・集中/C 開発優先・安全軽視の審査体制/D 営利優先・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。総理に助言。

* 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) これまで日本では世界に類をみない深刻な事故が続発していた。（下記は事故の一部）

a. 「臨界事故」——“裸の原子炉”（前代未聞の原子炉容器の外での核分裂事故）

1999年9月30日、茨城県東海村の核燃料製造会社JCOで「臨界事故」。ウランの加工作業中に容器の中で核分裂反応がおき、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。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。作業員に十分な教育もせず、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。140℃で10気圧の高温水が885トンの高温水蒸気となって噴出、5人の下請け労働者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り、数10cmの幅でめくれた。建設後28年の間一度も点検せず。



▲2004年8月美浜原発の復水管の破裂

c. 史上初の原発の地震災害

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。



▲ナトリウム漏れ火災を起こした「もんじゅ」

d. 高速増殖炉「もんじゅ」のナトリウム漏れ事故

日本にはとりわけ危険な高速増殖炉「もんじゅ」がある。極めて危険な放射性物質プルトニウム(Pu)を燃料に使う特殊なタイプで、燃えないウラン238 (^{238}U)を燃料の周りに配置し、これに中性子が当たるとPuに変わるので燃やした以上のPuができ、“夢の原子炉”と言われた。

冷却をナトリウム(Na)で行う点でも特殊である。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フランスやアメリカなど欧米各国は費用の莫大さと制御の困難性で早くに開発を断念した。

「もんじゅ」は運転開始直後の1995年12月8日に温度計の設計ミスからNaが推定700kg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ぎ、点検中に炉内で3.3トンのパイプの落下事故を起こし、再び運転中止。展望のない「もんじゅ」にすでに2兆2000億円以上もつぎ込まれ、さらに費用はかさむ。

14. ほかにも原発事故の心配はないのか

① “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。しかも多くが危険な活断層の真上か直近にある。他国は地震帯を避けているが、日本では不可能。

府は国の安全基準に沿って、綾部市や舞鶴市など福井県の原発から10kmの地域の避難計画しか考えていなかった。京都市（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大変。

② 地震の巣に原発！ — 東海大地震（M8予想）の震源域の浜岡原発

これまで資源エネルギー庁は「歴史上の最大地震、さらに考えられないほどの強い揺れを想定して設計している」といつてきたが、それがから文句にすぎなかったことを柏崎刈羽原発事故や福島原発事故は証明した。

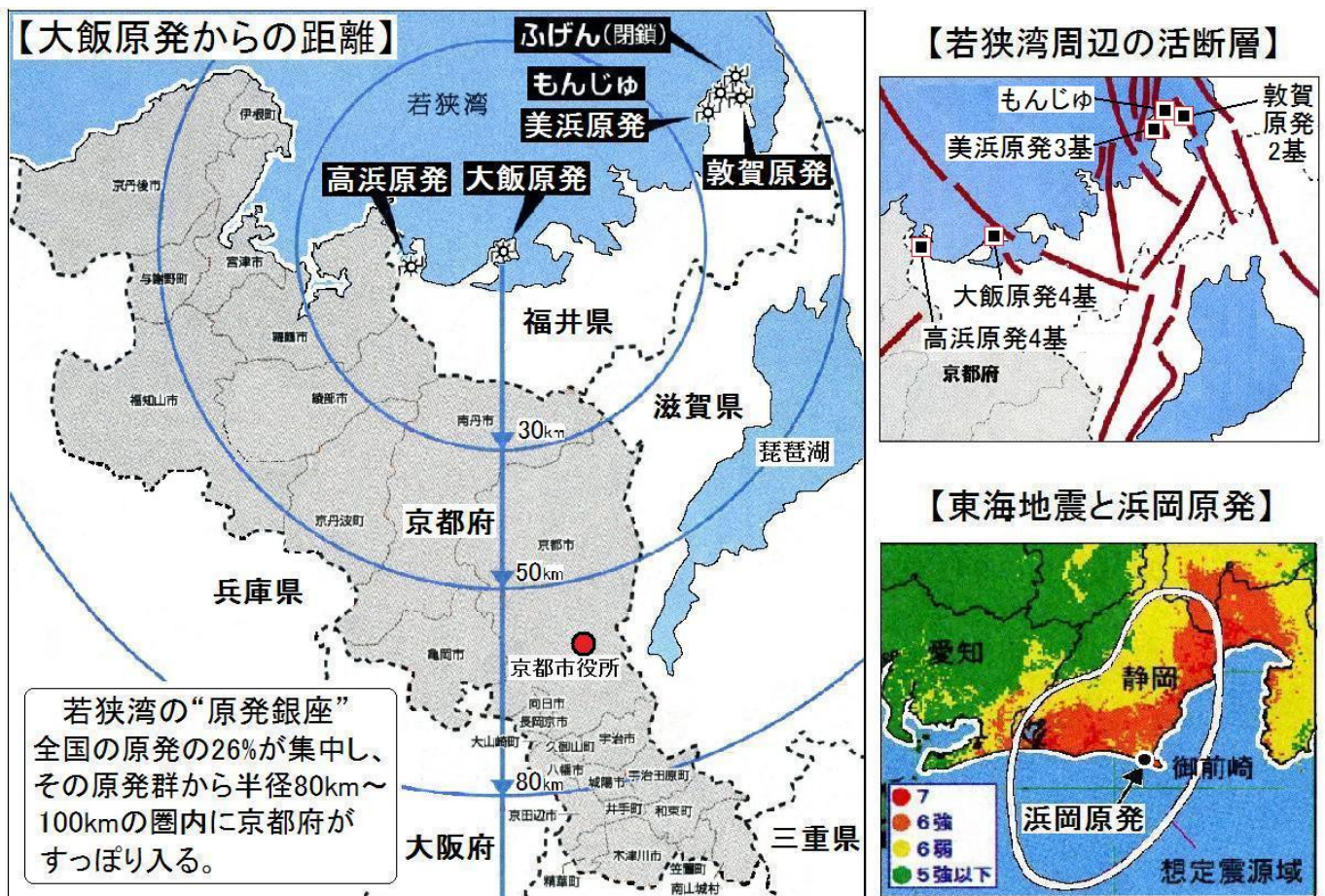
巨大地震の震源域にある静岡県の中部電力浜岡原発1号機はとりわけ危険である。この地域はこの1000年の間にM8を超える地震が4回も起きている。巨大地震が起きると、原発の構造物に振動による大きな力が加わり、配管類やその継ぎ目の破損をはじめ、少し遅れてやってくる長周期地震動によって使用済み核燃料プールの冷却水の液面が波打って、放射能汚染水があふれるなどの事故が起き、さらに制御棒が破損したり、深刻な事態に進展する危険がある。

世界的には、地震の震源域に原子炉を設置する国は日本以外にない。

③ 地震動の大きさを過小評価してきた「耐震設計審査指針」

国（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月に指針を大幅に改定した。しかし、そのときも専門家の警告を無視してまで「活断層を考慮しない」など、信じられないような対応をした。

巨大地震の現実「耐震設計審査指針」の根本的な検討を求めている。



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している日本

- * 原子炉を運転すると燃料棒中の核分裂しない²³⁸UはプルトニウムPu (核分裂する) に変わる。
- * Puは各地の原発で増え続け、現在、100t以上のPu (長崎原爆5300発分!) を保有していると思われる。(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)

②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」

- * 政府や電力会社は、当初、新型転換炉(日本独自)や高速増殖炉でPuを燃やす予定であった。しかし、新型転換炉は、若狭湾の「ふげん」に続いて青森県大間に建設する予定だったが費用がかかることと、プルサーマルで代わりができるということで開発計画が中止された。また、高速増殖炉「もんじゅ」は失敗が続き、展望が見えない。

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疑いの目をむけられた。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。【p18の地図参照】

16. 原発は老朽化するとボロボロになる

①なぜ耐用年数を越えても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、かつ膨大な費用がかかる。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。

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点、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。

250℃前後の高温で運転中の原子炉を緊急停止して、圧力容器の中に常温の水を入れた場合、建設当時に脆性遷移温度が-20℃程であったものでも、その後年月がたつて+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【p2 図】より**加圧水型【下図】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【p18 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

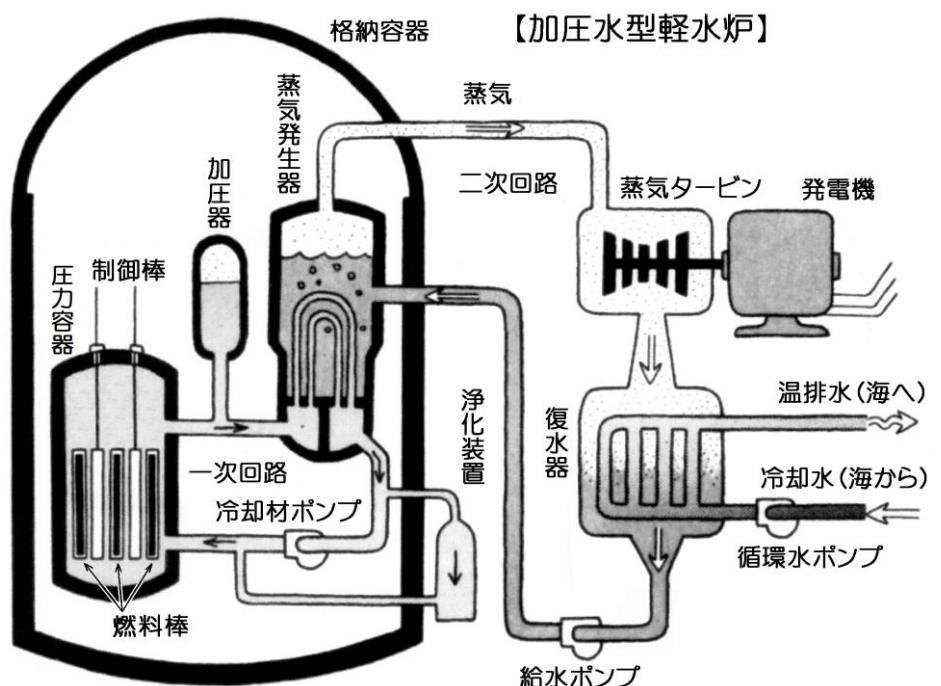
ア) 1991年2月9日、美浜2号機(加圧水型)で、とんでもない事故が起きた。**蒸気発生器【原子炉図参照】の細管の1本がスパッと切断(“ギロチン破断”**という)し、55トンの放射能汚染された一次冷却水が漏れたのである。このとき、原子炉の自動停止とともに ECCS が作動し、故障した蒸気逃がし弁がなんとか働いて炉心溶融が寸前で回避された。

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、また、これは、事故によって ECCS が作動した日本で初めての事例であって、事は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。しかし検査で合格の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、不具合のある411本に栓をしていた。この細管が**加圧水型の弱点**である。



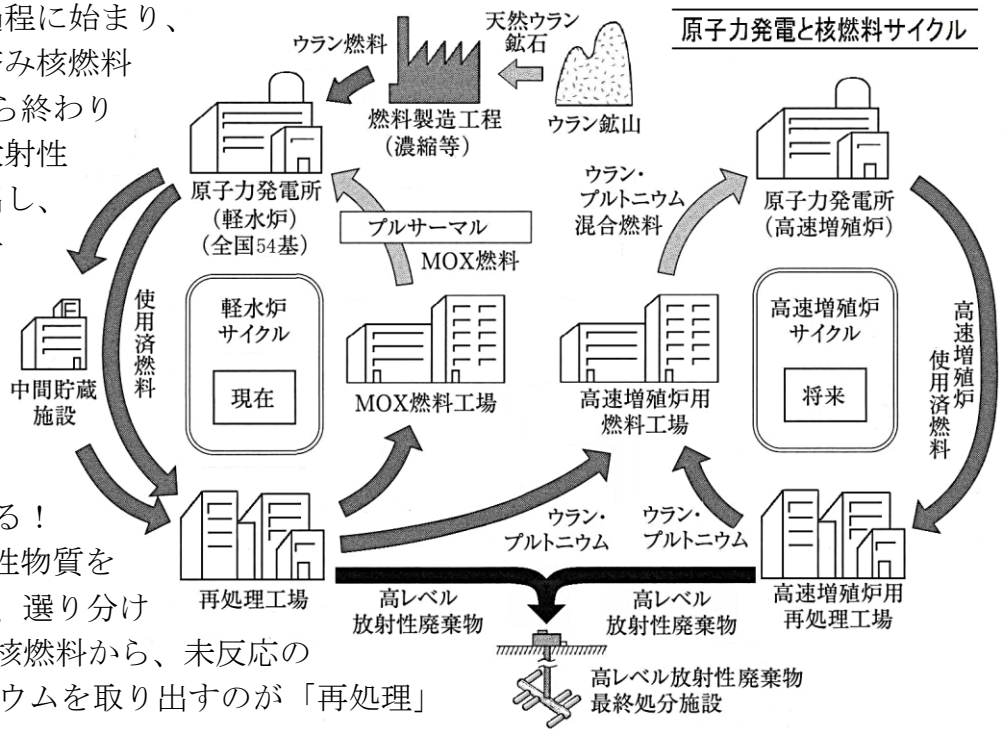
17. 原発の今後・・・仮に事故がなくてもたいへん

① 死の灰は増える一方・・・しかし、放射性廃棄物の処理技術は未完成

ア) 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・・・はじ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。

イ) 原子炉を3～5年稼働させると燃料棒は交換される。この間に核燃料の持つ放射能は元の何億倍にもなる！

ウ) 「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 何十年も冷やし続けなければならない

ア) 核分裂によって多様な化学的性質の物質ができる。放射性物質としての半減期も様々であり、中には何万年、何億年というものがある。気体もあり、重金属もあって、**管理は困難**を極める。放射性のクリプトンやキセノンなどの不活性気体は流出しやすい。

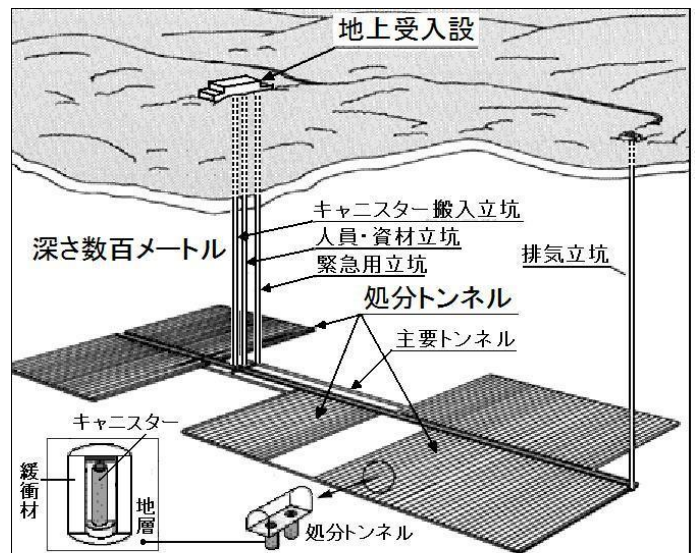
さらに、**崩壊熱**のために高レベル放射性廃棄物は**数十年**にわたって冷却を続けなければならない。(仮に③の地下の最終処分地ができたとしても、地上受け入れ施設で30～50年かけて冷却してから、地下へ移すことになる。)

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”

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、およそ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。

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



▲地下の最終保管施設(候補地すら決まらず)

イ) 100 万年もの安全な保存が地震頻発国の日本で本当に可能か？

国際科学会議の最終処分の研究報告書では、「全く不適切」とされた。放射性廃棄物の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！

④ 原発の廃止・解体はたいへんな困難を伴う

ア) 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

- * 使用済み核燃料や放射性廃棄物を敷地内から搬出できるまで何年も冷却が必要である。
- * 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る。
- * ばく大な解体費用と作業年数を要する作業であり、イギリスでは倒産した解体会社もある。

イ) 事故を起こした原発の処理はどうなる？

東京電力は事故原発 1～4 号機の廃炉を表明した。当然であろう。しかし、廃炉にする前に、重大事故を収めなければならない。東京電力が示した工程表通りに進むことは、全く期待できない。すでに様々な障害が起きており、仮に予定通り強行するならば、大量被ばくの労働者を作ることになる。廃炉のあらゆる過程が、事故がない場合より困難である。

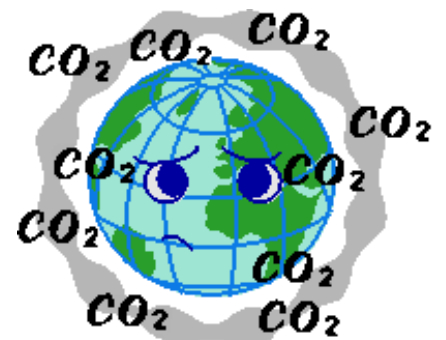
住居と土地と生活を奪われた住民・農民は一体いつ元の故郷に戻れるのだろうか？

18. 地球にも人にも“やさしくない”原発

① 放射性物質は深刻な環境汚染の最たる元凶である

原発が重大事故を起こせば、広範囲に地球的規模で放射能汚染を起こし、何十年にもわたって被害を及ぼすことを、福島原発事故が改めて証明した。また、事故がなく稼働している普段でも、必ず放射線にさらされて作業する労働者(下請け)があり、これまで大量の被ばく曝労働者をつくりだしている。

事故処理ではさらに大量の放射線を浴びて作業をしなければならない人々が膨大な人数にのぼることは、明らかである。



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、原発と関連施設全体では、核燃料製造や使用済み燃料処理、廃棄物管理などで電力を大量消費し、その過程で CO₂ を排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 熱を大量に捨て、環境と生態系を変える原発の温排水

すでに述べたように、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 の原発で冷却水流量は毎秒 60～70 トン。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。

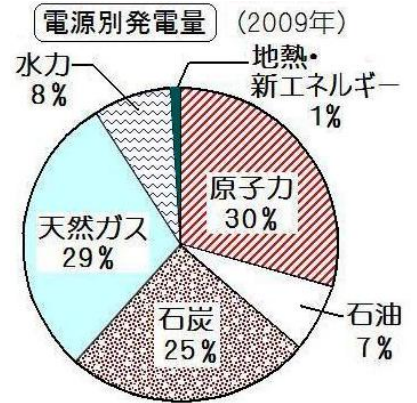
水温上昇によって、すでに生態系への影響が大きくあらわれている。若狭湾では熱帯性の動植物の増加が伝えられている。水温上昇が地球温暖化の影響のみならず、原発温排水がかかわることはまちがいないであろう。また、海水の温度が上がれば中に溶け込んでいた CO₂ も大気中に出てくるため、地球の温室効果がさらに促進されることにつながる。

19. 原子力・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事態へ進展

ア) 電気の生産量の原発依存率

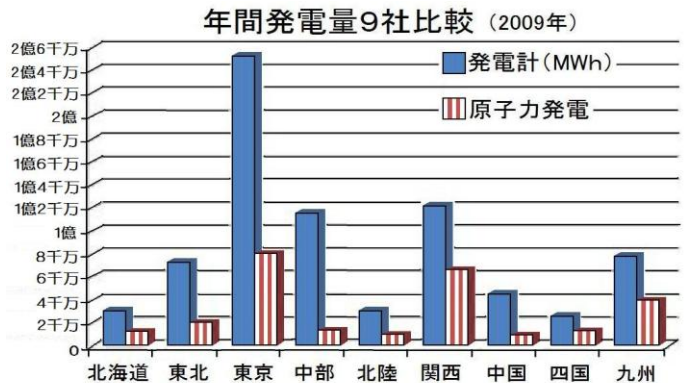
1970年に商業運転を始めた原発は今や日本の総電力の約30%を占める。9電力会社のうち、東京電力は約32%であるが、関西電力の原発依存率をもっとも高く、約54%もある。



イ) 原発が促進した24時間型・浪費社会の見直し

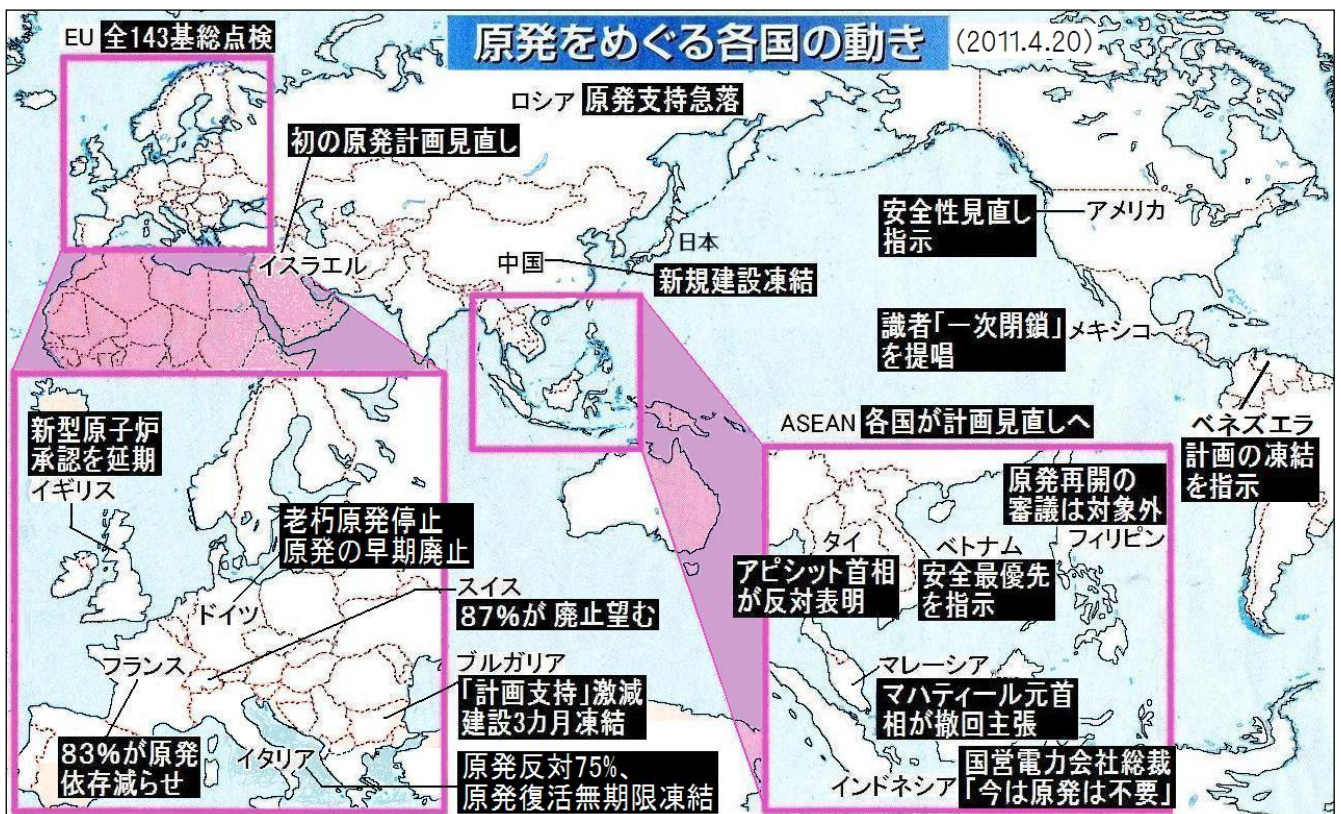
原発はフル稼働させるか止めるかのどちらかであり、中途半端は危険である。したがって、夜も発電し続け、電気は蓄えることが難しく、消費者に使わせる必要が生じる。深夜労働や24時間コンビニが広がり、夜も電気を使わせる給湯機器などが販売される理由である。

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。これまでと同じような原発依存は不可能である。



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、いろいろな動きが起きている。【地図参照: 4月20日現在】



②原発依存から再生可能エネルギーへの転換の課題

ア) 福島原発事故は、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。

原発一基建造するのにかかる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。

イ) 農産物をはじめとする生産物の**“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。巨大な原発から広大な地域に送電するしくみは、いったん原発の送電がなくなれば、広大な地域の生活と産業を止めてしまう。この点で考えても、エネルギーや電力の生産にも**“地産地消”**の考え方は有効である。

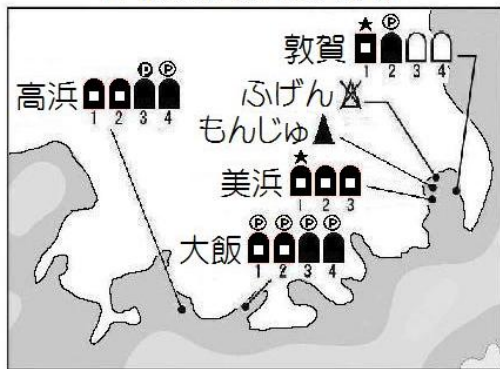
さらに**“地産地消”**の立場に立てば、様々な工夫によって、それぞれの地域にあった環境と人にやさしいエネルギー・電力の生産が可能であろうし、そのための地域産業も育てるのではないだろうか。

【日本の原発】

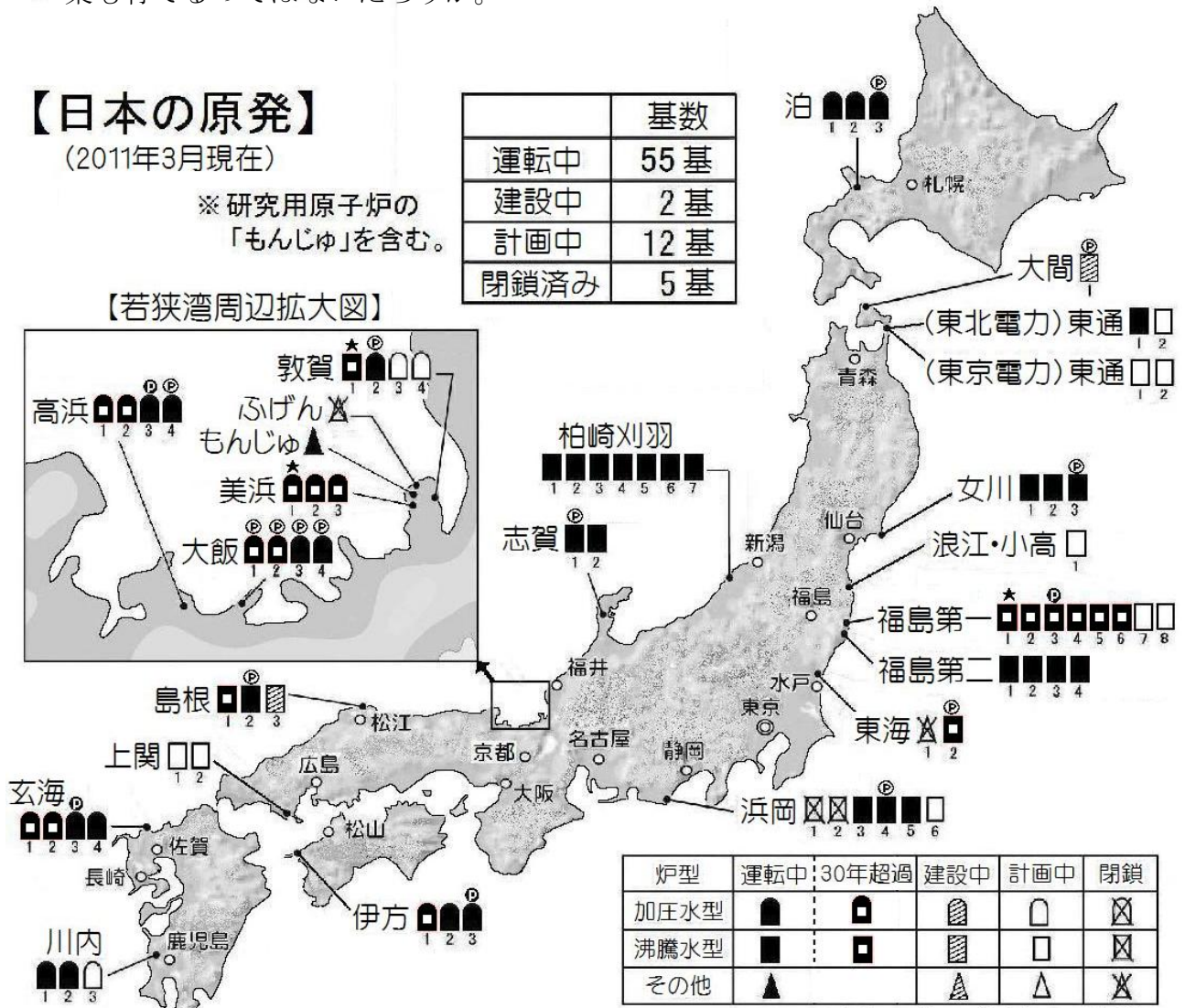
(2011年3月現在)

※ 研究用原子炉の「もんじゅ」を含む。

【若狭湾周辺拡大図】



	基数
運転中	55基
建設中	2基
計画中	12基
閉鎖済み	5基



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

▼ も く じ

1. 福島第一原発（1～4号機）はどんな事故を起こしたか	1
2. 原子炉・原子力発電とはどんなしくみか	2
3. 核分裂って何？	3
4. 放射線とはどんなものか	4
5. 原子炉にかかわるいろいろな原子核	5
6. 半減期とは何か	5
7. 放射線被ばくの影響には2種類ある！	6
8. どこが被害を受けやすいか	6
9. 放射線被害を避けるには	7
10. 環境に放射性物質が流出すると	8
11. 自然放射線は無害か？	9
12. スリーマイル島原発事故とチェルノブイリ原発事故とは	9
13. “安全神話”とは何か	10
14. ほかにも原発事故の心配はないのか	12
15. プルトニウムの特別な危険性	13
16. 原発は老朽化するとボロボロになる	13
17. 原発の今後…仮に事故がなくてもたいへん	15
18. 地球にも人にも“やさしくない”原発	16
19. 原子力・エネルギー政策の転換を	17