

原子力とは一体何なのか？

京都大学・原子炉実験所 小出 裕章

・被曝すること

放射線は目に見えないし、五感に感じない

人類が放射線を発見したのは1895年、ドイツのレントゲンが最初でした。レントゲンはその見えない不思議な光を「X線」と名づけました。それ以降、たくさんの人たちがX線の正体を探るための研究し、1898年にはキュリー夫妻が放射性物質を発見しました。そうした中で、五感に感じない放射線に被曝して、キュリー夫妻を含めたくさんの人たちが命を落としました。

放射線はエネルギーの塊で、被曝とは放射線からエネルギーを受け取ること

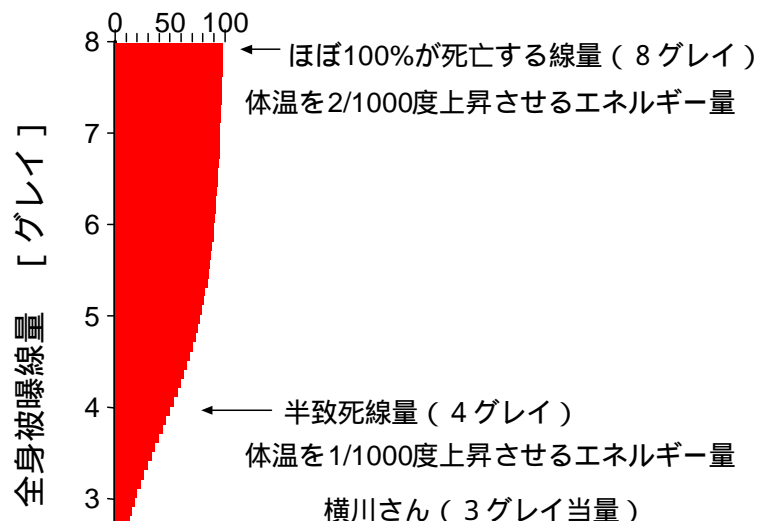
一口に「放射線」と言っても、たくさんの種類の放射線があります。レントゲンが発見したX線は光の一種ですし、ガンマ線と呼ばれる放射線も同じです。ベータ線の正体は電子の流れですし、アルファ線と呼ばれる放射線は陽子2個、中性子2個からなる粒子の流れです。それぞれに性質が違い、人間が被曝する時の仕方も多様です。しかし、いずれにしても被曝とは、放射線を受けた物体が放射線からエネルギーを受け取ることです。

被曝の単位は「グレイ」で、物体1kgが1Jのエネルギーを放射線から受けた時に1グレイと定義されています。物体が人体の場合には、受ける放射線の種類によって影響の出方に違いがあるため、障害の重さに関する係数を掛けて、「シーベルト」と言う単位に変換します。たとえば、アルファ線はガンマ線やベータ線に比べて発ガン毒性が20倍高いと考えられており、1グレイの被曝を20シーベルトとします。

大内さん(18グレイ当量)

篠原さん(10グレイ当量)

急性死亡確率 [%]



たくさん被曝すると死んだり、急性の障害が現れる

たくさん被曝をすると人は死んでしまいます。原爆被爆者には髪の毛が抜けてしまったり、吐き気や下痢をしたり、火傷をしたり、出血を起こした

図1 被曝による急性死確率とJCO作業員の被曝量

り、たくさんの被害が出ました。中には死んでしまう人もいました。その後も、核=原子力開発や医療上の事故でたくさんの被曝者が出、人間はどのくらい被曝すると死ぬかが次第に分かってきました。その結果、およそ2グレイ被曝すると死ぬ人が出るようになり、8グレイも被曝すればほとんどすべての人は生き延びられないことが分かってきました。そして、4グレイの被曝をする人が2人いれば、どちらか一人は死ぬと考えられ、それを「半致死線量」と呼びます。私たち人という生き物は時に風邪を引いたり、病気になったりして体温が1度も2度も上がることがあります。暖かい風呂に長時間入っていれば、それだけで体温も上がるでしょう。それでも人間は死んだりしません。しかし、4グレイの被曝は人間の体温を1000分の1度しか上昇させないほどのわずかなエネルギーです。それでも、人は放射線からそれだけのエネルギーを受ければ2人に1人が死んでしまいます(図1参照)。

放射線が持つエネルギーは生命体が持つエネルギーに比べ桁違いに大きい

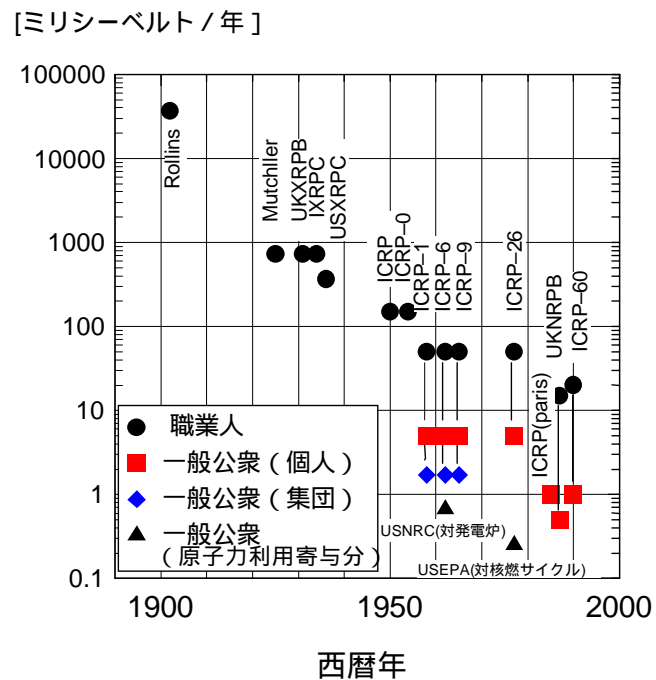
どうしてそんなことになるのでしょうか？ それは一つひとつの放射線の持つエネルギーが生命体を構成している物質が持っているエネルギーに比べて桁違いに大きいからです。私たち人間の体を含め、この世の物質はすべて原子が結合した分子でできていますが、原子がお互いに手を取り合って分子を形作る時のエネルギーは数電子ボルトであるのに対して、一つひとつの放射線のエネルギーは数万～数百万電子ボルトに達します。私たちが被曝すれば、DNAを含め細胞を構成している分子がずたずたに引き裂かれてしまいます。1999年、東海村で起きた臨界事故では、10グレイ、18グレイの被曝をした2人の労働者が筆舌に尽くせない苦悶の末、死んでしまいました(図1参照)。

どんなに少しの被曝でも

ガンなどの危険が増える

ただ、人が死んだり、急性の障害が出るのは、ある量以上の被曝をした時だけです。被曝の量が少なければ、その種の被害は現れません。しかし、長い被曝の歴史、特に原爆被曝者の健康追跡調査のデータが蓄積してくるにつれて、急性の障害が出なくても長い年月の後にガンなどが発生することが分かってきて、そうした被害の場合は、どんなに被曝量が少なくても被害が発生することが分かってきました。そのため、被曝に対する許容量は時が経つとともに劇的に小さくされてきました(図2参照)。

図2 いわゆる放射線「許容量」の変遷



放射線や放射能が発見された直後においては、被曝についての知識がなく、被曝の制限値は著しく高かった。その後、放射線の危険度についての科学的な知識が蓄積するにつれて、被曝の制限値は、一方的に低下してきた。一般公衆に集団についての規定があるのは、集団全体の遺伝子プールを考慮したためである。
 Rollins, Mutchlerは研究者の個人名。
 UKXRPB: 英国X線ラジウム防護庁、IXRPC: 国際X線ラジウム防護委員会
 UKNRPB: 英国放射線防護庁、USXRPC: 米国X線ラジウム防護委員会
 ICRP: 国際放射線防護委員会、続く数字は勧告の番号
 USNRC: 米国原子力規制委員会、USEPA: 米国環境保護庁

．原子力発電とは何をしているのか？

原子力発電がしていることはお湯を沸かすこと

多くの方は、原子力というと科学の最先端で、とても難しいことをしていると思うでしょう。しかし、図3に示すように、原子力発電でやっていることは単にお湯を沸かすことだけです。その点を取れば火力発電とまったく同じで、沸かした湯気でタービンという羽根車を回し、それにつながった発電機で電気を起こしているにすぎません（図3参照）。

それなのになぜ原子力が特別な危険を抱えているかといえば、原子力の燃料であるウランを燃やせば（核分裂させれば）核分裂生成物という死の灰が否応なくできてしまうからです。二酸化炭素も灰も生まらずに物を燃やさないように、死の灰を生まずにウランを燃やす（核分裂させる）ことはできません。このことが、原子力が抱える危険の一切の根源です。

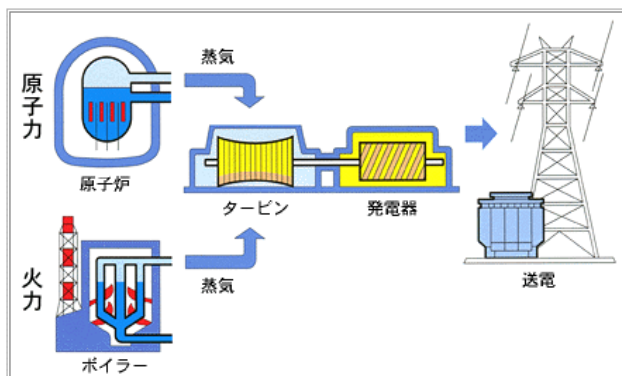


図3 原子力発電と火力発電は湯沸し装置

原子力発電所が生み出す死の灰の量は膨大

今から 61 年前の夏、米国は女性や子供を含めたたくさんの非戦闘員が生活していた街に原爆を落としました。広島は街は一瞬に壊滅し、短期間に 10 万人の人々が筆舌に尽くしがたい苦痛のうちに命を奪われました。かろうじて生き延びた人たちも「ヒバクシャ」というレッテルを貼られて、苦痛に満ちた人生を歩まざるを得ませんでした。その広島原爆で燃えたウランは 800g でした。一方、今日では標準となった 100 万 kW の原子力発電所の場合、1 年間の運転で約 1000kg、広島原爆に比べて約 1000 倍のウランを燃やします。当然、燃えた分だけの死の灰ができます。

今年チェルノブイリ事故 20 周年

それほどの危険物を内包した原子力発電所が重大事故を起こした場合どのような被害が起きるかは、事実が教えてくれました。旧ソ連チェルノブイリ原子力発電所で 1986 年 4 月 26 日、事故が起きからです。事故が起きて今年で 20 年になります。

ソ連きっての最新鋭の原子力発電所だったチェルノブイリ 4 号炉は、出力 100 万 kW で 1984 年 3 月から運転されていました。ほぼ丸 2 年間運転し、炉心に広島原爆 2600 発分の死の灰を抱えた状態で事故が発生しました。主要な放射性核種であるセシウム 137 を尺度にして測ると、その事故では炉心に蓄積していた 3~4 割、広島原爆 800 発分が放出されました（図4参照）。その結果、「放射線管理区域」に指定しなければならない程の汚染を受

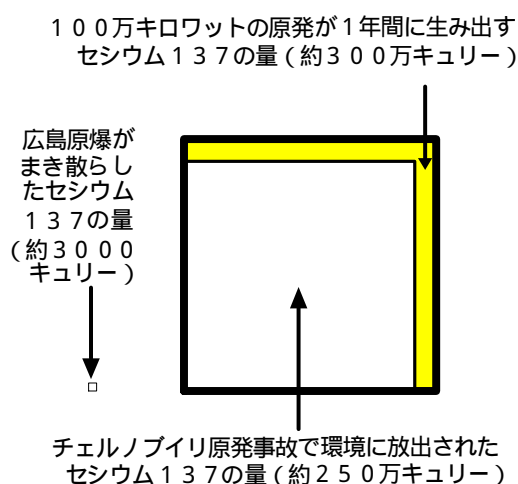


図4 原子力発電所が生む放射能の目安（セシウム137による比較）

けた土地の面積は、日本の本州の6割に相当する14万5000km²になりました(図5参照)。「放射線管理区域」とは「放射線業務従事者」が仕事上、どうしても入らなければならない時だけに限って入る場所です。普通の人々がそれに接する可能性があるのは、病院のX線撮影室くらいしかなく、立ち入りを厳しく制限される場所です。しかし事故の影響もあり、ソ連は1991年に崩壊してしまい、特に汚染の激しい地域(15キュリー/km²)から約40万の人が避難させられただけで、残りの500万を超える人々は子供たちも含めていまだに汚染地域で生活しています。しかし、生まれ育った土地を捨てて避難しなければならないこともまた大変な苦痛でしょう。

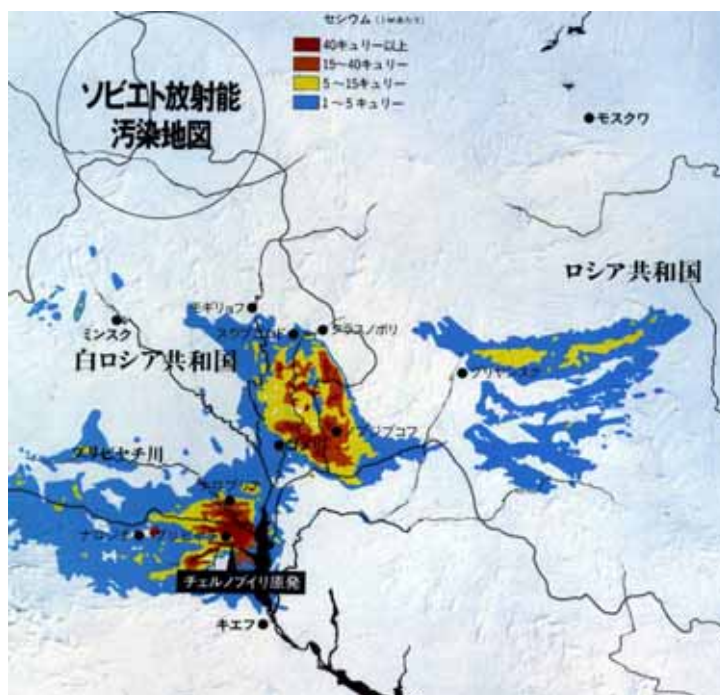


図5 チェルノブイリ原発事故による汚染の広がり

地震国日本と原子力

地震は人間の手では止められない

方丈記には5つの厄災についての記述があります。そのうちの4つが天災(火の災い(安元の大火,1177)、風の災い(治承の旋風,1180)、水の災い(養和の飢饉,1181-82)、地の災い(元暦の大地震,1185))、残りの1つが人災(清盛による福原遷都とその失敗,1180)です。このうち元暦2年の地震のマグニチュードは7.4でした。

地震は自然現象で、人間の手で止められません。1995年1月17日の兵庫県南部地震も、昨年10月23日の中越地震、そして12月26日のスマトラ沖地震もすべては私たちが望むと望まざるとに拘らず起きました。もちろん、これからもそうです。ある日ある時、私たちは突然地震に襲われ、茫然自失することになります。

「マグニチュード」とは地震が発生した時に放出されるエネルギーを尺度にして測り、マグニチュード6の地震が放出するエネルギーは広島原爆が放出したエネルギーのちょうど1発分に相当します(図6参照)。マグニチュードの値が1増えると、放出されるエネルギーは約32倍になり、2増えると1000倍になります。兵庫県南部地震は「阪神大震災」を引き起こし、6000人を超える死者を出しました。その地震のマグニチュードの値は7.3と推定され、そのエネルギーを広島原爆が放出したエネルギーと比べれば90発分になります。その朝、淡路島北部から神戸、西宮にかけての地下で広島原爆90発が相

『方丈記』
 ゆく河の流れは絶えずして、しかももとの水にあらず。淀みに浮かぶうたかたは、かつ消えかつ結びて、久しくとどまりたる例えなし。

在々所々、堂舎塔廟、一として全からず。或は崩れ、或は倒れぬ塵灰たち上りて、盛りなる煙りの如し。地の動き、家の敗るる音、雷に異ならず。家の内をれば、忽ちにひしげなんとす。走り出づれば、地割れ裂く。

次いで炸裂したと考えればいいし、そのために近代的な人工都市神戸が崩壊しました。2004年10月23日に起きた中越地震のマグニチュードは6.8でしたが、多数の集落が根こそぎ破壊されて生活できなくなりました。昨年暮れに起きたスマトラ沖地震のマグニチュードは9.0、広島原爆3万発分のエネルギーに達しました。そのため、地球の回転軸がゆがみ、1年の長さまでもが変わったほどの巨大な地震でした。

今、世界の地震学者が注目しているのは東海地震です。東海地震が起こった場合のマグニチュードは8から8.5、あるいはそれ以上と推定されており、その地震が放出するエネルギーは広島原爆1000発から5000発分、あるいはそれ

以上となります。東海地震の想定震源域と浜岡原子力発電所の位置を図2に示します。中部電力は長い間、浜岡原発はいかなる地震に対しても120%安全だと言ってきましたが、今年初めから耐震補強工事なるものを始めました。しかし、縫い物をする時に生地が強さに合った糸を選ぶように、物を作る時にはバランスを考えることが必須です。原発という複雑なシステムも装置全体のバランスを考えながら設計されなければなりません。それなのに、一部が弱かったからといって、そこだけを補強すれば、全体の信頼度はむしろ下がります。その上、兵庫県南部地震が起きるまで、日本の耐震設計の専門家は例えば次のように述べていました。

「ノースリッジ地震の後も、サンフランシスコの被害が大問題となった1989年ロマブリエタ地震の後も、日本の建設技術者は、『ところで日本の構造物は大丈夫なんですか』という質問をあちこちで受けるはめとなった。『あれくらいでは日本の構造物は壊れません』というのが、我々の答えである(中略)設計で使う力は、世界の地震国で使われている力の数倍は大きい(中略)なんと言っても最大の理由は、地震や地震災害に対する知識レベルの高さであろう」(片山恒雄東大教授、現(独立行政法人)防災科学技術研究所理事長)

専門家といわれる人たちの思い込みは裏切られ、世界に誇る耐震設計によって建設されたという多くの建屋が崩壊し、高速道路が倒壊し、列車が脱線しました。昨年の中越地震でも、幸いに転覆こそしませんでした。新幹線が脱線しました。その理由は「想定以上の揺れだった」からだそうです。川内原発も含め原子力発電所が地震で壊れれば、人類はかつてない災害「原発震災」に遭遇することになります。

放出エネルギー（広島原爆の個数）

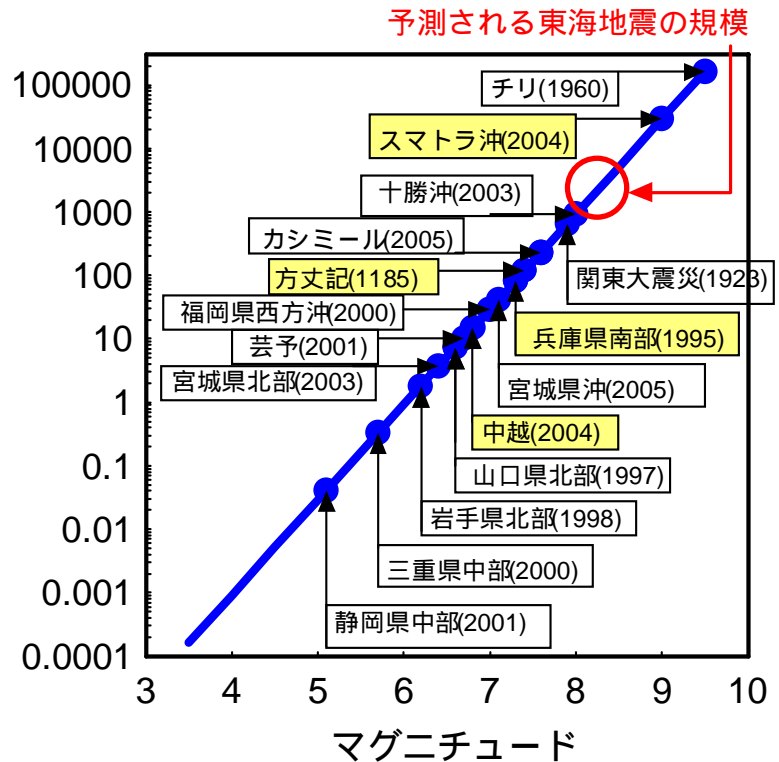


図6 地震の規模（マグニチュード）と放出エネルギー

生み出した放射能はいずれごみになる

放射能のごみを生み出す全体像

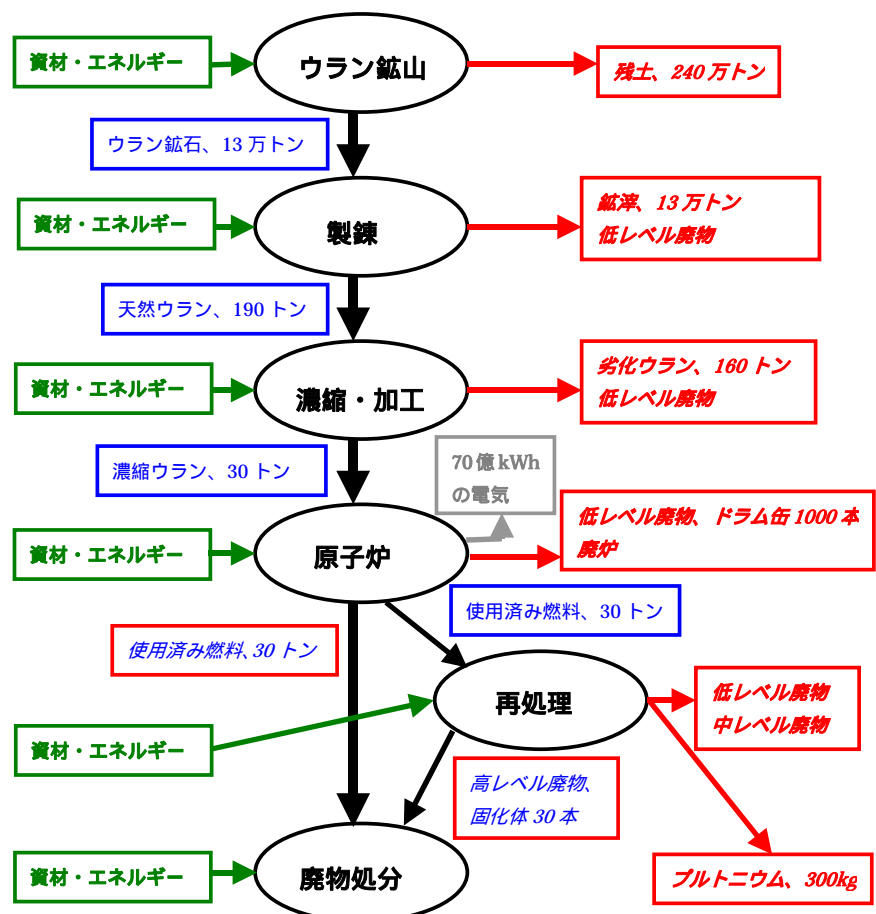
その上、問題はそれだけでは済みません。原子力発電所を動かすためには、原子力発電所だけがあればいい訳ではないからです。そのために必要な一連の工程を図6に示します。電気が欲しくて原子炉を動かそうとすれば、まずウラン鉱山でウランを掘ってこなければなりません。その段階からすでに歴大な放射性のごみを生み出します。次に、掘ったウランを原子炉で燃えるように濃縮し、加工したりしなければなりません。その過程でもまたごみが出ます。さらに、原子炉を動かせば、その段階でもたくさんのごみが出ると同時に、使用済みとなった燃料は歴大な死の灰の塊として人類の未来に大きな負債となるのです。

ウラン残土すら始末できなかつた日本

原子力推進派は、原子力の場合、発電所に搬入しなければならない燃料の量が他の発電方式に比べて圧倒的に少ないと主張します。しかし、元をたどってウラン鉱山まで行けば、図7に示すように240万トンもの残土（放射能を持った廃物）が鉱山周辺に捨てられることになります。

日本では1955年末、岡山県と鳥取県の県境にある人形峠でウランが発見され、その後約10年にわたって試掘が行われました。その間、取り出されたウランはわずか85トン、100万kWの原子力発電所1基の半年分の運転を支えるにも足りないほどのわずかな量でした。結局、人形峠周辺には採算がとれるようなウランは存在していないことが分かり、鉱山は閉山しました。一方、試掘によって掘り出されたウラン鉱石混じりの残土は、人形峠周辺の民有地を中心に合計で約45万m³、ドラム缶に詰めれば225万本分が野ざらしにされました。そのことに気づいたのは1988年になってのことでした。ほとんどの土地は再度国と貸借契約を結ぶことで、残土の放置を容認しましたが、鳥取県湯梨浜町の方面（「かたも」と読みます）という集落だけは、自分たちの村を昔の静かな村にして返して欲しいと要求しました。

図7 100万kWの原発を巡る一連の流れ



1990年に一度は住民と協定書を結んで残土の撤去を約束した動燃（動力炉核燃料開発事業団、現、原子力研究開発機構）は、撤去先がないことを理由に放置を続けてきました。住民は苦悩の果てに、残土の撤去を求めて裁判を起こしました。2002年5月になって地裁が動燃に3000m³分の残土を撤去するよう命ずる判決を出し、動燃は控訴しましたが、高裁も最高裁も原判決を支持して2004年10月に動燃の敗訴が確定。動燃は残土を撤去せざるをえなくなりました。動燃は撤去を先延ばししながら住民の懐柔を図りましたが、住民の意志は崩れませんでした。結局、動燃は残土を日本国内では始末をつけることが出来ず、残土のうちウラン濃度の高い一部、290m³の残土を「鉱石」としてアメリカ先住民の土地に捨ててに行きました。今は、裁判で撤去を命ぜられた残りの2710m³の残土をレンガに加工して県外に搬出する計画が浮上しています。しかし、放射能はレンガにしたところで無くなるわけではありません。いずれまた力の弱い地域に押しつけられる以外にありません。こうして、原子力開発の最初に生じる残土すら始末できないままです。

どうにもできない使用済み燃料

現在日本には55基、4900万kW分の原子力発電所が動いていて、私たちは電気が欲しいといって原子力発電を動かしながら、毎年、広島原爆約5万発分に相当する死の灰を生み出しています。日本で原子力発電が始まって以降、原子力発電はたしかに6兆kWhに近い電力を生み出しました。しかし、その裏で不可避免的に生み出した死の灰の総量は、すでに広島原爆100万発分に達しています(図8参照)。正直に言うと、私自身その恐ろしさを実感できません。日本人の一人ひとりが等しくこの放射能に責任があるとは思いますが、もし原子力の恩恵を受けている今の世代の人間が等しく責任を負うとするならば、セシウム137の減衰を考慮してなお、わずか150人で広島原爆1発分の放射能に責任を負うことになります。

人類初の原子炉が動き出したのは1942年のことでした。それ以降すでに60年以上の歳月が過ぎ、その間死の灰を死の灰でなくそうと研究が続けられてきましたが、困難はますます増えるばかりで一向にその方法が視えません。人類は死の灰を生み出すことはできるようになりましたが、死の灰を無毒化する力を持っていません。そうなれば、できることは死の灰を人類の生活環境から隔離することしかありません。放射能にはそれぞれ寿命があり、一口に「死の灰」といっても、寿命の長いものも短いものもあります。代表的な核分裂生成物、セシウム137の半減期は30年です。それが1000分の1に減ってくれるまでには300年の時間がかかります。

その上、原子力発電が生み出す放射能には、もっとずっと長い寿命を持った放射能があります。たとえば、長崎原爆の材料にもなったプルトニウ

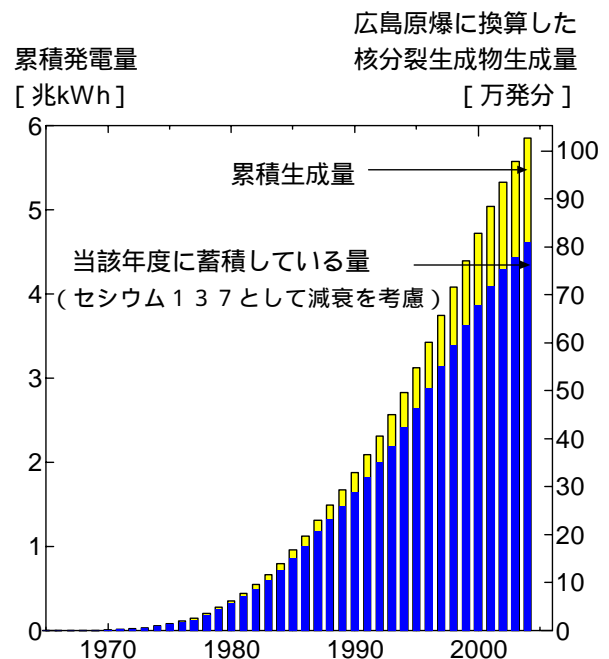


図8 日本の原子力発電による累積発電量と核分裂生成物の累積生成量

ム 239 の半減期は 2 万 4000 年で、それが 1000 分の 1 になるまでには 24 万年かかります。原子力発電所の使用済み燃料（あるいはそれを再処理して生じる高レベル放射性廃物）は、およそ 100 万年に渡って人間の生活環境から隔離しなければならない危険物です。日本では現在、青森県六ヶ所村に建設された貯蔵施設（高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター）に、およそ 50 年間を目処に一時的に貯蔵して当座をしのいでいます。また、2000 年 5 月に「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」が成立し、その廃物は、ガラス固化体にして深さ 300～1000m の地下に埋め捨てにする方法が唯一のものと決められました（図 9 参照）。



後は候補地を探すだけ

埋め捨てを決めてしまえば、後はどこに埋めるのかを決める作業が残るだけです。その作業をする組織は原子力環境整備機構です。この組織は自分を「NUMO」と呼んで下さいと言っていますが、その英語名は「Nuclear Waste Management Organization」で、きちんと翻訳すれば核廃物管理機構です。「Nuclear」を「核」と訳さずに「原子力」と訳すところは日本の原子力推進派の常套手段ですが、英語の略称にする時にわざわざ「Waste（廃物）」を無視してしまい、日本語にする時には「環境」という言葉を滑り込ませるなど、詐欺とでも言うべきと思います。その組織は埋め捨てを決めるに当たって、立候補制を取りました。つまり核のごみを自分が引き受けると立候補した所に捨てると言うのです。ただし、誰でも嫌がる核のごみを簡単に受け入れる自治体があるはずありません。そこで NUMO は立候補すれば、それだけで金を払うと約束しました。そして、昨年後半から立候補に追い詰められる自治体が相次ぐようになり、高知県の津野町は断念しましたが、同じ高知県の東洋町では、今熾烈な綱引きが続いています。九州でも奄美大島の宇検村は断念したものの、五島列島や、対馬で誘致をめぐる動きが続いています。

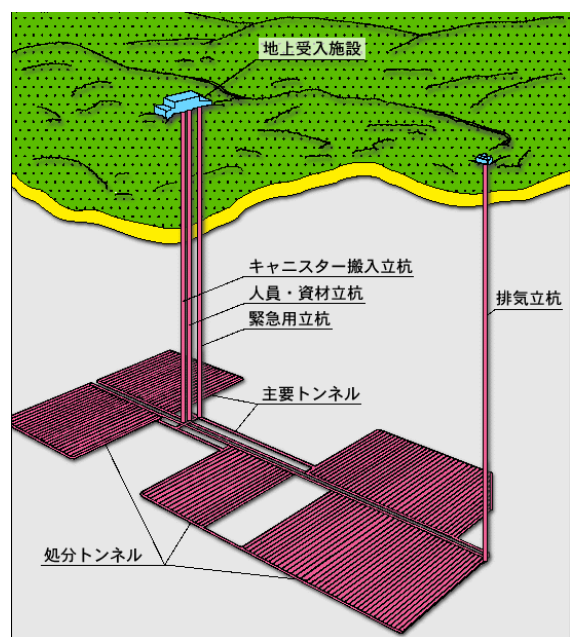


図 9 高レベル放射性廃物処分場の概念図

最終処分施設の安全性

高レベル廃液はガラス原料と混合してステンレス容器に流し込んだ上で固化します。ガラスは安定な物質といわれていますが、高レベルガラス固化体の場合、放射性物質自体からの発熱と被曝、放射性物質が崩壊すれば別の物質になることによる組成の変化などで、劣化が進みます。またステンレスは錆びにくい金属ではありますが、錆びない金属ではありません。そのため、ステンレス容器をさらに厚さ

190mm の炭素鋼のオーバーパックで包むことになっていますが、炭素鋼は1年間で0.03mmは錆びていきますので期待どおりにいっても6000年もたてばなくなってしまいます。後はむき出しの放射能を自然の機構で閉じ込めてもらうことを期待します。

しかし、日本は世界一の地震国ですし、高知県は連綿と起きてきた南海地震

の震源域です。原子力を進める人たちは、高レベル廃物の処分を深地層処分と呼んでいますが、300mや1kmの深さなど、半径6000kmある地球からみれば薄皮のまた表面にしかすぎません。地震は数kmあるいは数十kmの深さから岩盤を割りながら地表面まで断層を現します。そのような事象に巻き込まれてしまえば、処分場が安全である道理がありません。

また、どんなに考えたところで、100万年後の社会など想像できる道理がありません。もちろん現存しているすべての国は消滅しているでしょうし、人類そのものが存在しているかどうかすら分かりません。その頃にもし人類がこの地球上に存在していれば、地下1000mなど、ごく普通の生活環境になってしまっているかも知れません。結局、人類は原発が生み出す廃物の処分方法を知らないまま今日まで来てしまいました。いまだにその処分法を確定できた国は世界に1つもありません。

・原子力を勧める本当の理由

原子力は即刻やめても困らない

日本では現在、電力の30%を超える部分が原子力で供給されています。そのため、ほとんどの日本人は、原子力を廃止すれば電力不足になると思っています。また、ほとんどの人は今後も必要悪として受け入れざるを得ないと思っています。そして、原子力利用に反対すると「それなら電気を使うな」と言われたりします。

しかし、発電所の設備の能力で見ると、原子力は全体の18%しかありません。その原子力が発電量では30%を超えているのは、原子力発電所の稼働率だけを上げ、火力発電所のほとんどを停止させているからです。原子力発電が生み出したという電力をすべて火力

表1 気が遠くなる時間の長さ(2007年現在)

| | |
|-----------------------------|------------|
| 日本で原子力発電が動き始めて(1966年)から | 41年 |
| 現在の9電力会社ができる(1951年)から | 56年 |
| 日本初の電力会社(東京電灯)ができる(1886年)から | 121年 |
| 明治維新(1868年)から | 139年 |
| アメリカ合州国建国(1776年)から | 231年 |
| 忠臣蔵の討ち入り(1702年)から | 305年 |
| 邪馬台国(卑弥呼)から | 約1,800年 |
| 神武天皇(?)即位から | 2,667年 |
| 低レベル放射性廃物のお守り | 300年 |
| 高レベル放射性廃物のお守り | 1,000,000年 |

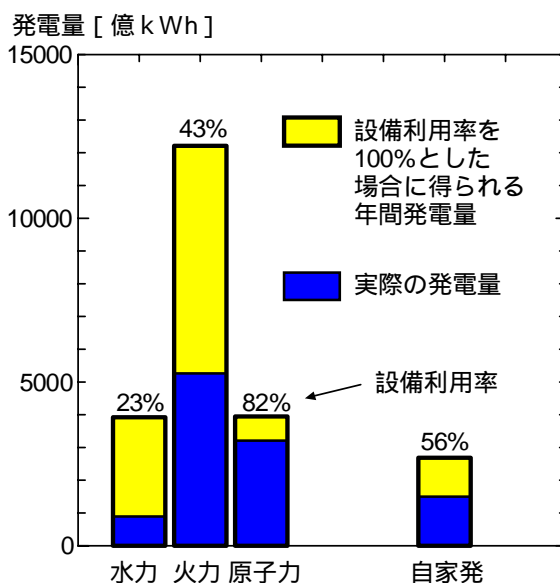


図10 日本の発電設備の量と実績(2000年度)
全発電設備の年間設備利用率: 48%

発電でまかなったとしても、なお火力発電所の設備利用率は7割にも達しません。それほど日本では発電所は余ってしまっていて、年間の平均設備利用率は5割にもならないのです。つまり、発電所の半分以上を停止させねばならないほど余っているわけです(図10参照)。

ただ、電気は貯めておけないので、一番たくさん使う時にあわせて発電設備を準備しておく必要がある、だからやはり原子力は必要だと国や電力会社は言います。しかし、実績を調べてみれば、最大電力需要量が火力と水力発電の合計でまかなえなかつたことすらほとんどなかったのです(図11参照)。

電力会社は、水力は湯水の場合には使えないとか、定期検査で使えない発電所があるなどと言って、原子力発電所を廃止すればピーク時の電気供給が不足すると主張します。しかし、極端な電力使用のピークが生じるのは一年のうち真夏の数日、そのまた数時間のことでしかありません。かりにその時にわずかの不足が生じるというのであれば、自家発からの融通、工場の操業時間の調整、そしてクーラーの温度設定の調整などで充分乗り越えられます。今なら、私たちは何の苦痛も伴わずに原子力から足を洗うことができます。

発電設備量 [100万kW]

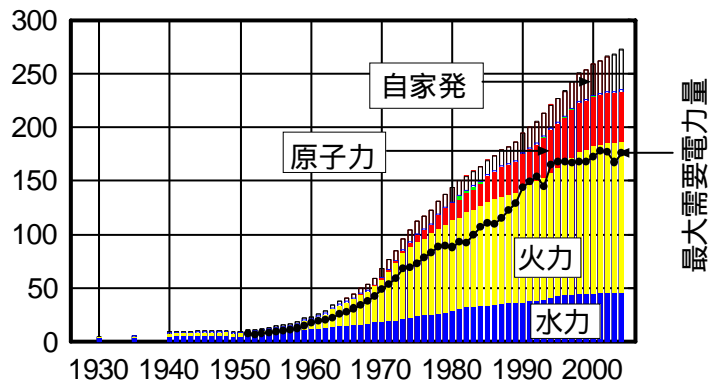


図11 発電設備要領と最大需要電力量の推移
(最大需要電力量は電気事業に関するもののみ。)

原子力から撤退する核先進国

貧弱な資源、成り立たない経済性、破局的事故の怖れ、見通しのない廃物処分の重荷のために、一時は原子力に夢を抱いた世界の国はすでに原子力から撤退を始めています。今では、ヨーロッパの原子力を牽引してきたフランスでさえも新たな原発建設計画はなく、ヨーロッパ全体で計画中の原発はフィンランドに1基あるだけです(図12参照)。もっとも、ヨーロッパのことをいうのであれば、それよりずっと早くからすでに米国は原子力から撤退を始めていました(図13参照)。

では、いったい原子力など何のために進めてきたのでしょうか？ 私自身がそうであったように、夢のエネルギーとして目が眩んだままここまで来てしまったのでしょうか？ それなら気づいた時点で足を洗えばいい

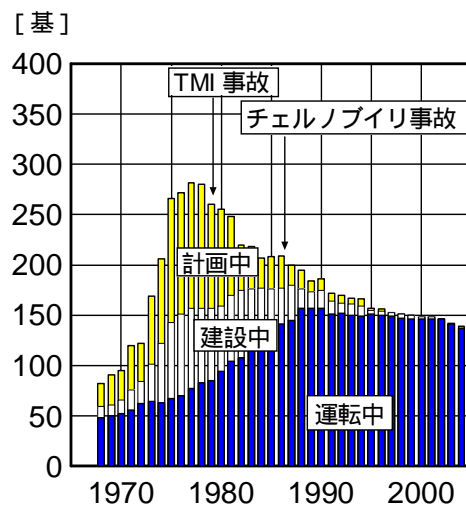


図12 西欧の原発の開発状況

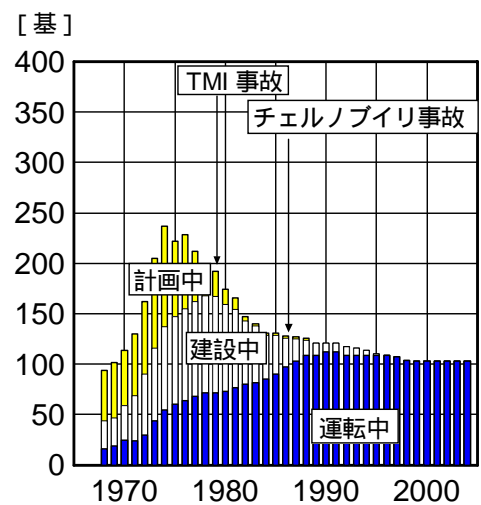


図13 米国の原発の開発状況

だけです。たしかに、原子力を進めてきた人々の中にも、原爆の威力に目がくらんで原子力にあらぬ期待をかけた時期はありました。その期待は、愚かなものでしたし、そのことに多くの人々が気づくようになってきました。しかし、社会や国には個人の論理とは別の論理があります。連綿と原子力を続けてきて、未だに足を洗えない理由もまた存在しています。私が気づいた点は4つでした。

個別企業、電力会社の利益

言うまでもなくその一番の動機は個別企業、すなわち電力会社の利益です。資本主義社会では、商品の価格は市場原理で決まります。価格の高い製品しか作れない企業は生き残ることができません。しかし日本の電力会社は独占企業であり、電気事業法で利潤が保証されてきました。そして、その利潤は、図14に示すよう

に電力会社の資産（レートベース）に比例するように定められていたため、電力会社は原子力発電所を持てば持つだけ自動的に利潤を得ることができました。しかし、電気事業法に守られた電力会社の放漫経営は、日本の電気料金を世界一高いものにしてしまいましたし（図15参照）、電力自由化の世界的な流れの中で、日本の電気料金も市場原理で決めねばならない時代になってきました。結局、日本の電力会社がこれ以上、原子力発電を抱え込むことはもはやできない時代です。

三菱・日立・東芝など巨大原子力産業の利益

しかし、それだけではまだ、原子力から撤退するには不十分です。日本の原子力は三菱、日立、東芝という巨大企業が群がって支えてきました。次第に肥大化してきた原子力産業は、現在全体で2兆円あるいは3兆円産業と呼ばれるまでになってきて、すでに設置してしまった生産ライン、

$$\text{総括原価} = \text{必要経費（減価償却費 + 営業費 + 諸税）} + \text{利潤}$$

$$\text{利潤（事業報酬）} = \text{レートベース} \times \text{報酬率} 3\%$$

$$\text{レートベース} = \text{固定資産} + \text{建設中資産} + \text{核燃料資産} + \text{繰延資産} + \text{運転資本} + \text{特定投資}$$

原発は建設費が高く、建設期間が長く、核燃料を備蓄すればそれも資産となり、研究開発などの特定投資も巨額で、それらすべてが利潤を膨れ上がらせる。

図14 電力会社が原発を進める理由
（電気事業法が利潤を決める）

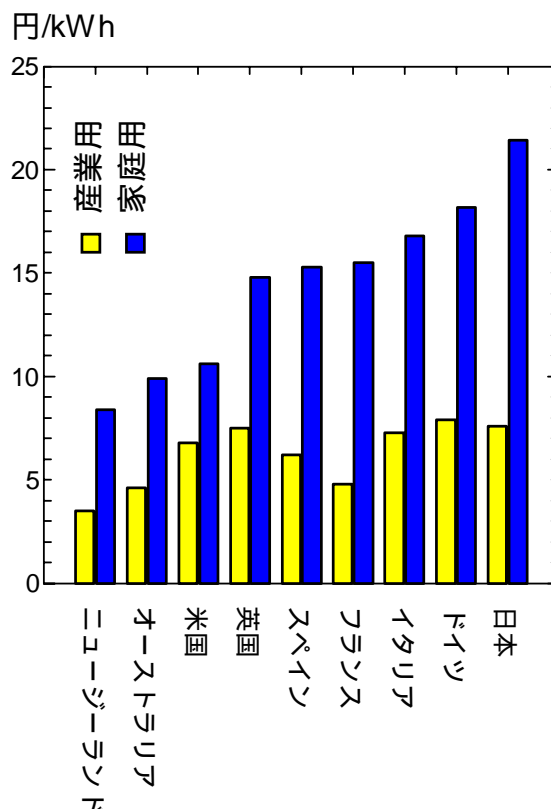


図15 電気料金の国際比較 (1999年)
電中研「電力自由化問題研究会」の成果概要。より作成

配置してしまった人的資産などがあり、どうにも止まれなくなってしまっています。しかし、現実の企業活動は厳しい国際競争にさらされており、世界一高い電気料金はその他の産業の重圧になってきました。たとえば、世界一優秀な技術を持つと言われていた日本のアルミ精錬産業は、電力多消費産業の故にすべてつぶれてしまいました（図16参照）。結局、産業界全体から見ても、原発をこのまま放置しては自らが生き残れなくなってきており、原子力産業も国内的には縮小せざるを得ません。しかし、それでは原子力産業の儲けが失われるため、その代わりに市場としてねらわれているのがアジアの国々です。公害企業の海外移転・環境破壊を続けてきた「先進国」はいままた自国では背負いきれなくなった重荷を海外に押しつけようとしており、まさに犯罪とでも言うべき行為です。

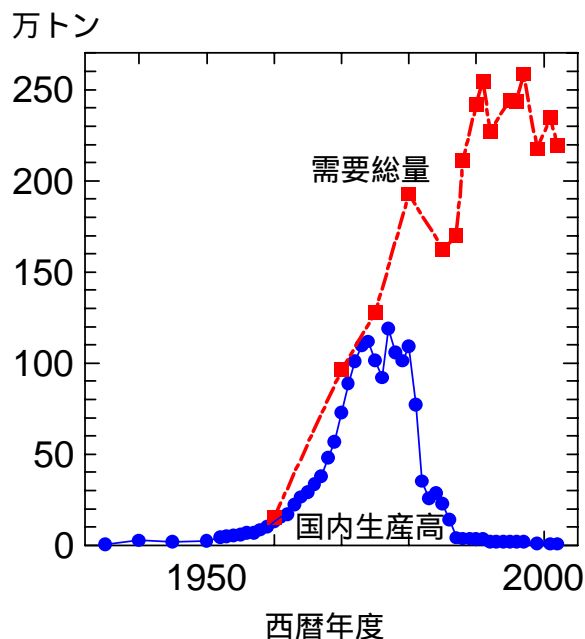


図 16 アルミの国内生産高と需要総量

現在、日本国内に残っている唯一のアルミ精錬工場は、自家水力発電所を持つ日本軽金属・蒲原工場のみ

核開発の技術的な力と原爆材料（プルトニウム）を蓄えたい国の意図

電力自由化の時代になり、電力会社の放漫経営は許されなくなりましたし、世界一高い電気代となって国際競争に勝ち残れなくなった産業を考えれば、一部の原子力産業の利益だけを守ることもできなくなりました。したがって、と の要求はすでに破綻しています。それでもなお日本が原子力を推進しようとしているのは国家の意思によります。

1939年9月1日ナチスドイツのポーランド侵略で始まった第2次世界戦争で、ナチスの迫害を逃れたたくさんの科学者が米国に渡りました。前年暮、ドイツのオットー・ハーンによって核分裂反応が発見されて間もない頃であり、ナチスの原爆開発を恐れた科学者たちはナチスが原爆開発に成功する前に原爆を作り上げるよう、当時の米国大統領ルーズベルトに進言しました。こうして米国における原爆製造計画・マンハッタン計画が始まりました。人里離れた場所に秘密都市を作って5万人を超える科学者・労働者を閉じ込め、20億ドル（1940年の為替レートで換算して86億円。1941年の日本の一般会計歳入も86億円でした）を超える資金を投入して原爆の開発に当たりました。一口にウランと呼ぶ元素の大部分は「非核分裂性ウラン(U-238)」で、「核分裂性ウラン」の割合はわずか0.7%でしか存在しません。そのU-235を集める作業を「ウラン濃縮」と呼びます。しかし、この「ウラン濃縮」という作業はとてつもなくエネルギーを必要とする大変な作業でした。一方、U-238を「核分裂性のプルトニウム(Pu-239)」に変換し、Pu-239で原爆を作る方法もあることに気づきました。シカゴ大学のフットボール場観客席の地下で人類初の原子炉が臨界に達したのは1942年の暮でした。その成功を受け、ワシントン州ハンフォードに巨大なプルトニウム製造用原子炉と、生み出されたプルトニウムを分離するための再処理工場が作られました。こうして、マンハッタン計画ではウラン原爆とプルトニウム原爆を作る作業が平行して進められました。結局、1945年夏になって米国は3発の原爆を完成させましたが、そのうち2発がプルトニウム原爆でした。1発は人類初の原爆として、米英ソ3国首脳が日本への降伏勧告を協議するポ

ツダム会談の日にあわせて、米国の砂漠アラモゴルドで炸裂。もう1発が長崎原爆・ファットマンとなりました。「核分裂性のウラン」で作られたウラン原爆は広島に落とされたリトルボーイです。

マンハッタン計画で、U-235 を集めるために「ウラン濃縮」が、U-238 を Pu-239 に変換させるために「原子炉」が、生み出された Pu-239 を集めるため

に「再処理」がそれぞれ開発されたのです（図 17 参照）。日本では「核」は軍事利用、「原子力」は平和利用と言うように、あたかも別物のように宣伝されてきましたが、技術に軍事用も平和用もありません。マンハッタン計画で開発された核技術を現在、日本では「原子力の平和利用」と称して用いています。「平和」利用として原子力開発を進めていけば、それはとりもなおさず核開発の力を付けていることとなります。現在の政府の公式見解は、「自衛のための必要最小限度を越えない戦力を保持することは憲法によっても禁止されておられない。したがって、右の限度にとどまるものである限り、核兵器であろうと通常兵器であるとを問わずこれを保持することは禁ずるところではない」（1982年4月5日の参議院における政府答弁）というものです。特に、「個人としての見解だが、日本の外交力の裏付けとして、核武装の選択の可能性を捨ててしまわない方がいい。保有能力はもつが、当面、政策として持たない、という形でいく。そのためにも、プルトニウムの蓄積と、ミサイルに転用できるロケット技術は開発しておかなければならない」という外務省幹部の談話は、日本が原子力から足を洗えなかった別の理由を教えてください。

ただし、日本という国は、これまでの原子力開発ですでに44トン、それで長崎原爆を作れば、2000発を超える原爆を作れるだけの材料（プルトニウム）を懐に入れてあります。

こうして、原子力の「平和」利用を進めれば進めるだけプルトニウムは溜まってしまし、高速炉を動かせば超優秀な核兵器材料も溜まってしまいます。日本は「原子力の平和」利用を標榜してここまで来ましたが、いまや、核保有国以外で「原子炉」「再処理」「ウラン濃縮」のすべての技術を持った唯一の国となりました。

国造りの誤りと地域の疲弊

その上、現在、原子力が推進されようとする強力な原因が生まれてきました。それは貧困な政治によって疲弊された小さな自治体がカネにすがって生き延びようとする事です。原子力発電を誘致する、

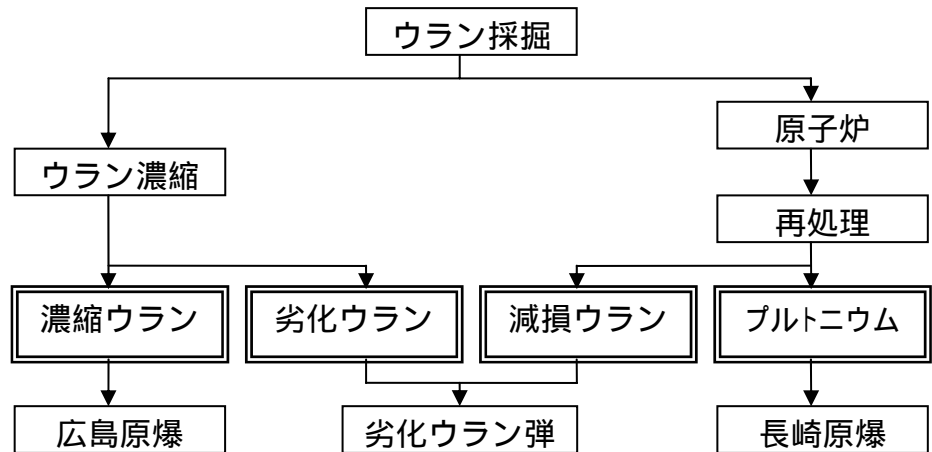


図 17 マンハッタン計画における2つの道

米国の原爆製造計画（マンハッタン計画）では、広島原爆を作るために「ウラン濃縮」、長崎原爆を作るために「原子炉」、「再処理」が開発された。それらが今、原子力「平和」利用と称して利用されている。

再処理工場を誘致する、そして放射能のごみ処分場を誘致することで、カネを得ようと言うのです。しかし、昔から「悪銭身につかず」と言います。自分で働いたのではなく、人から受け取るだけのカネは結局は胡散霧消するだけです。その上、長い目で見れば地域はいっそう疲弊します。一体、そのような地方政策、国家政策が正しいのでしょうか？ 歴史の流れは大きく、向きを変えるためには大変な努力が必要です。まずは事実を知り、きちんと考え、しっかり向きあうことこそ大切です。

・何よりも大切なこと

自分を万物の霊長と名づけた人類

地球は46億年前に誕生したといわれます。誕生当初の地球は生命が根付くには過酷過ぎ、生命が誕生するまでには数億年の時の流れが必要でした。40億年前に生まれた生命は、おそらくは今の常識から言えば、生命と呼ぶにはあまりにも原始的なものだったでしょう。その後、様々な生物種が生まれ、そして滅びました。人類と呼べるような生物種がこの地球上に誕生したのは、400万年前とも600万年前とも言われますが、地球や生命の歴史に比べれば、人類の歴史などいずれにしても1000分の1の長さでしかありません。もし、地球の歴史を1年として1月1日から時をたどれば、人類が発生したのは春も夏も秋も過ぎ、冬が来て、大晦日の午後になってからに過ぎません。

その人類は現在地球上で栄華を極めていますが、人類が今日のようにエネルギーを膨大に使い始めるようになったのは18世紀末の産業革命からで、それ以降わずか200年しか経っていません。それを地球の歴史を1年と考える尺度に当てはめれば、大晦日の夜11時59分59秒にしかならず、残り1秒のことです。図18に示すように、その200年の歴史で人類が使ったエネルギーは人類が数百万年で使った全エネルギーの6割を超えます。

危機に直面しているのは人間だけでない

命あるものいずれ死ぬのは避けられません。個体にしてもそうだし、種としての生物もそうです。地球上には、これまでもたくさんの生物種が生まれては滅んできました。数千万年前までこの地球を支配していたといわれる恐竜たちも、忽然と姿を消しました。そ

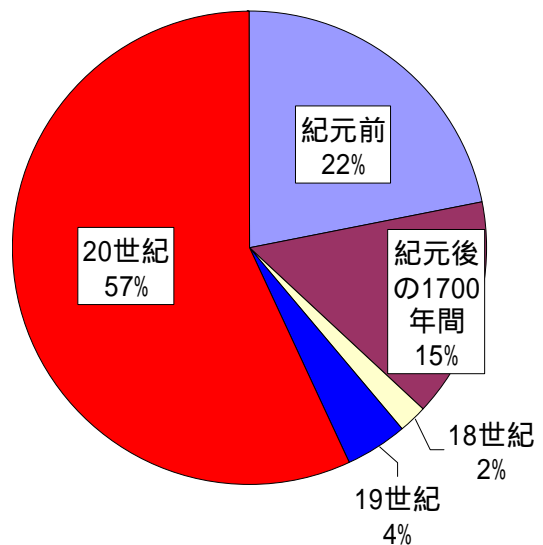


図18 浪費の世紀

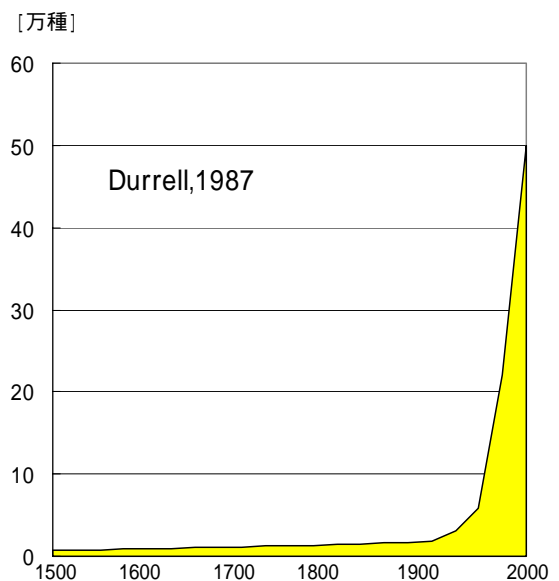


図19 人類が絶滅に追い込む生物種

の原因は、宇宙からの巨大隕石の落下だという説もあれば、肉体が巨大化しすぎて生命を維持できなくなったとの説もあります。しかし、恐竜たちからみれば、いずれにしても万やむをえない理由で絶滅に追い込まれたのでしょう。人類も一つの生物種として、いずれは絶滅します。ところが、図 19 に示すように人類は自らの栄華のために地球上に住む多くの生物種を絶滅に追い込んできました。結局、人類は、他の生物種を含めた地球の生命環境を破壊し、その挙句に自らも絶滅することになります。人類は自らを万物の霊長と呼んでいます、むしろ愚かな生き物というべきでしょう。

危機的な日本の環境

日本においては 1880 年代以降、50 年で 10 倍になるような率でエネルギー消費の拡大を続けてきて、現在、日本に入射する太陽エネルギーの総量に比べて約 0.6% のエネルギーを人為的に消費しています（図 20 参照）。このままエネルギー消費の拡大を続けるならば、数年後には太陽エネルギーの 1%、2050 年には 10%、2100 年には太陽が我々に与えてくれているエネルギーと等しいだけのエネルギーを人為的に消費することになります。そうした時代がどんな時代になるか人類には経験がありません。またそれを予測できるような学問もありません。しかし、かりにその時代の日本においてまだ人が生きられたとしても、従来と同じスピードでエネルギーの浪費を続けるかぎり 2150 年には太陽エネルギーの 10 倍、2200 年には 100 倍のエネルギーを使うことになってしまいます。そのような未来に人類が生き延びられないことは当然です。

エネルギーの浪費に慣れてしまった日本人にとって、エネルギー消費を抑えることは容易なことではありません。そのため、多くの日本人は消費を抑えることなど出来ない、もっと便利に暮らしたいと言います。

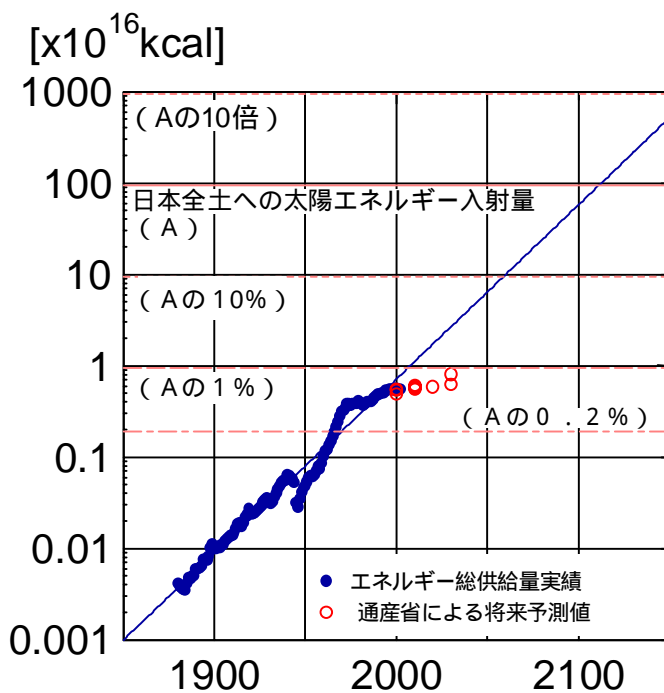


図 20 日本におけるエネルギー総供給量の変遷

（太陽エネルギーの 0.2% の部分は、風、浪、空気の対流など、いわゆる自然現象を引き起こすために使われている。）日射量の平均値として $256 \text{kcal}/\text{cm}^2/\text{yr}$ 、日本の総面積は 37.8万 km^2 とした。

図の外枠として使っている四角は、1 年毎に地球に到達する太陽エネルギー (5400)

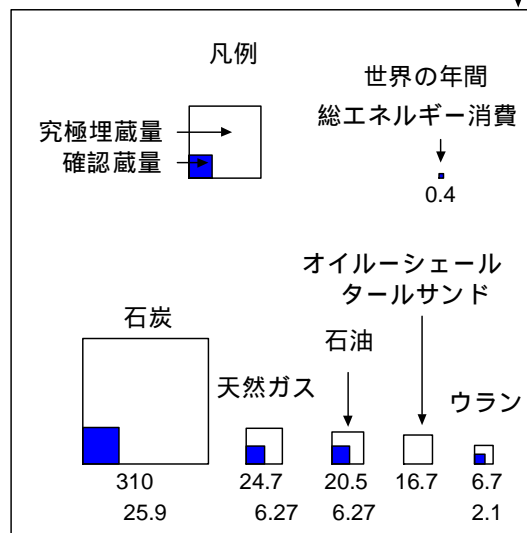


図 21 再生不能エネルギー資源の埋蔵量

上段が「究極埋蔵量」、下段が「確認埋蔵量」

数字の単位は $10 \times 10^{21} \text{J}$

どのようなエネルギーが使えるか？

原子力はもともとエネルギー資源になりませんし、化石燃料すら環境を破壊します。そしてどちらも、使っていけばいずれはなくなります。それらに比べれば、太陽のエネルギーは龐大ですし、なくなることもありません（図 21 参照）。ただし、その太陽のエネルギーも人間のためだけにあるではありません。地球上のすべての生態系は太陽のおかげで生きており、人間が好き勝手に使えば、やはり生命環境が破壊されます。人類が地球上で生き延びたいと思うのであれば、太陽エネルギーを効率よく、かつ節度を持って使っていくのが残された唯一の道です。

小欲知足、自分自身の生活を見直そう！

いったい、私たちはどれほどのものに囲まれて生きれば幸せといえるのでしょうか？

人工衛星から夜の地球を見ると、日本は不夜城のごとく煌々と夜の間に浮かび上がります。建物に入ろうとすれば自動ドアが開き、人々は階段ではなくエスカレーターやエレベータに群がります。夏だというのに冷房をきかせて長袖のスーツで働きます。そして、電気をふんだんに投入して作られる野菜や果物は季節感のなくなった食卓を彩ります。

種としての人類が生き延びることに価値があるかどうか、私には分かりません。そして、人間とは愚かにも欲深い生き物のようです。しかし、もし地球の生命環境を子供や孫たちに引き渡したいのであれば、その道はただ一つ「知足」しかありません。浪費社会を変えるには長い時間がかかります。私たちが日常的に使っているエネルギーが本当に必要なものなのかどうか真剣に考え、一刻でも早くエネルギー浪費型の社会を改める作業に取り掛からなければなりません。そのために残されている時間はそう長くはありません。

4つのR

Refuse : 使わない

Reduce : 使う量を減らす

Reuse : 再使用する

Recycle: リサイクル

宮崎県の問題

日本人一人ひとりが自分の生活を考え直すことは大切ですが、宮崎には宮崎の問題もあります。一つは小丸川揚水発電所です。なぜ揚水発電所などが建てられるかといえば、原子力発電所は小回りが聞かず、夜間に余ってしまった電力の使い道がなくなるからです。やむなくその電力で川の水を山の上に汲み上げ、電力をたくさん使う昼間にその水を再度下流に流して発電しようとするのが揚水発電所です。しかし、その過程で約3割ものエネルギーが無駄になってしまいます。電力消費を抑える、あるいは小回りの聞かない原子力発電を止めさせれば、揚水発電所は不要になりますし、豊かな自然を壊さなくても済みます。すでにこの発電所は77%も工事が進んでいますが、それを止めさせることができれば、原子力発電を止めさせることに繋がります。

もう一つは、かつて2004年に南郷町で持ち上がった使用済み燃料中間貯蔵施設誘致の動きです。その動きはかろうじて阻止しましたが、もしそれが認められてしまえば、図8に示した龐大な死の灰のかなりの部分がこの宮崎県に押し付けられることになるところでした。そして、ごみの押し付け場を得た国や電力会社はますます原子力を進めることになるでしょう。皆さんが自分の地域に足をつけ、自分たちの生活と未来を守っていく一つひとつの行動が大切です。