

原発計画 30km 圏内の光市民として

京都大学原子炉実験所 小出 裕章

・原子力にかけた幻の夢

原爆の強烈な破壊力

1945年3月10日、東京は300機を超えるB29による空襲を受け、下町を中心に市街地の40%が灰燼に帰し、10万人の人々が焼き殺されました。その時に雨あられと投下された焼夷弾の量は1665トンでした(平凡社、世界大百科事典)。その5か月後、広島、長崎に原爆が投下されました。広島原爆の爆発力は火薬に換算して16キロトン、すなわち1万6000トンで、長崎原爆のそれは21キロトン、2万1000トンでした。そして、それぞれ10万人の人々が筆舌に尽くしがたい苦悶のうちに短期日に死亡し、幸か不幸か生き延びた人々は被爆者となって、その後の人生を奪われました。

ウラン原爆

ウランの核分裂現象が発見されたのは第2次世界戦争の前夜、1938年の暮れも押し詰まった頃でした。ナチスの迫害を逃れて米国に移っていたアインシュタインをはじめとする優秀な科学者たちが、ナチスより先に原爆を作らなければいけないとルーズベルト大統領に進言し、米国の原爆製造計画である「マンハッタン計画」が始まりました。

もちろん、当初はウランを材料にして原爆を作る構想が生まれました。しかし、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(U-235)」はわずか0.7%しか存在しません。そのU-235を集めることを「ウラン濃縮」と呼びます。しかし、この「ウラン濃縮」という作業はとてもなくエネルギーを必要とする大変な作業でした。そのため、原爆爆裂時に放出されるエネルギーより遥かに多くのエネルギーを、ウラン濃縮だけのために使わなければなりませんでした(図1参照)。

プルトニウム原爆

一方、超優秀な科学者たちは、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。

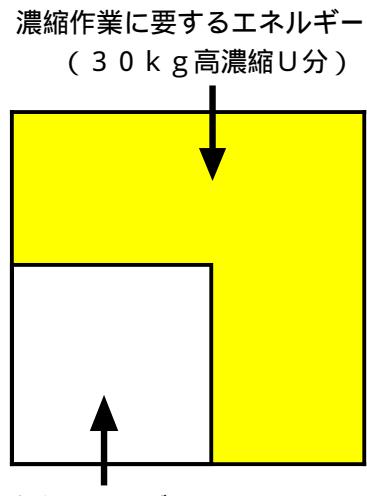


図1 広島原爆の
エネルギーバランス

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（トリニティ＝三位一体）。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（図2参照）。

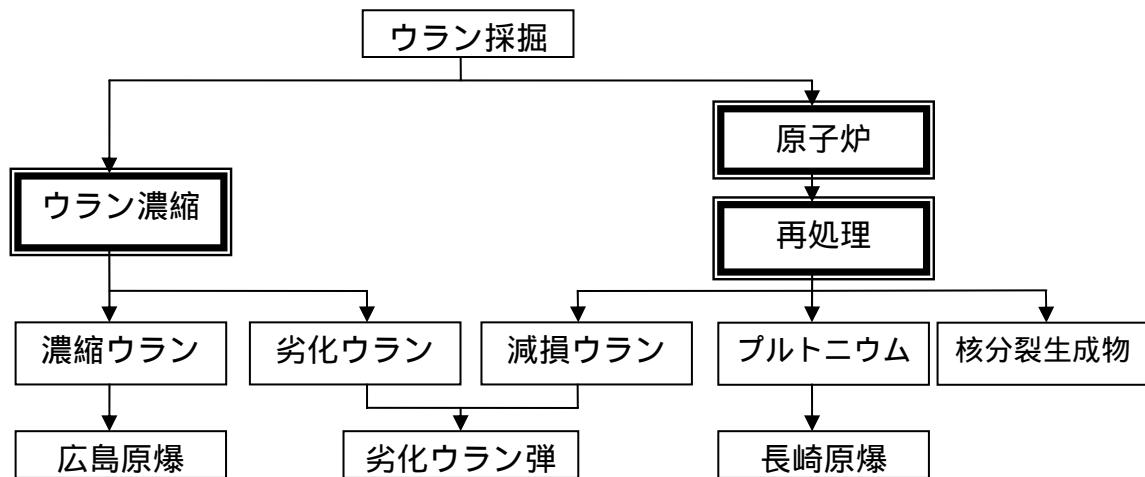
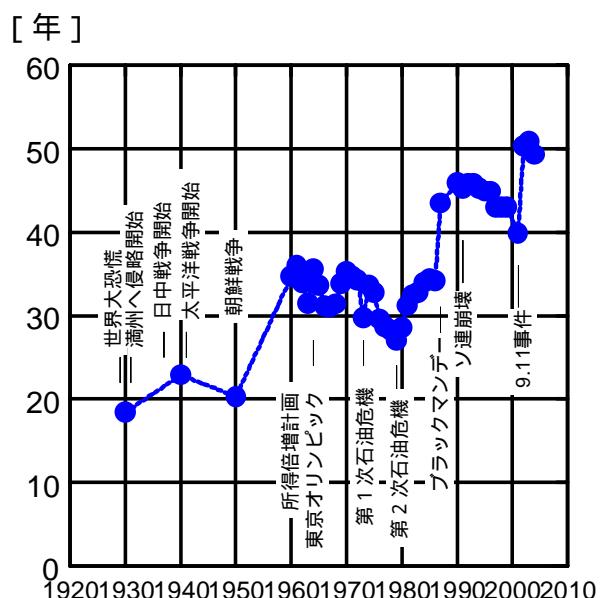


図2 マンハッタン計画における2つの道

恐れは期待に転化した

原爆が示した強大な爆発力への恐れは次に、未来へのエネルギー源としての期待に転化しました。化石燃料はいずれ枯渇するので、未来のエネルギー源は原子力だと言われたのでした。では、現在私たちが強く依存している石油はいつなくなるのでしょうか？ 石油の可採年数推定値の変遷を図3に示します。今から約80年前の1930年における石油可採年数推定値は18年で、それは長く続く戦争の強力な動機の一つとなりました。それが10年たった1940年には、逆に23年に伸びました。しかし、それでも石油権益を確保することは列強諸国の深刻な課題であり続け、第2次世界戦争の動機となりました。しかし戦争が終った1950年になっても石油可採年数は20年でした。本来であればこの時点で、石油可採年数推定値には大きな不確かさがあり、それには単純な石油埋蔵量の推定だけでなく、世界の政治状況、個々の国的事情、経済的な思惑などが複雑に絡み合っていることをしっかりと認識すべきでした。それから10年たった1960年には、石油は枯渇するどころか、可採年数が35年に伸びました。その上、それから30年たった



1990年になっても石油は枯渇するどころか可採年数は45年に延びたのでした。最新の可採年数推定値は50年にまで延びています。

貧弱なウラン資源

使えばなくなる資源を「再生不能資源」と呼び、化石燃料もウランも「再生不能資源」です。地球上に存在している化石燃料とウラン資源の量を、それぞれが発生するエネルギー量で比較して図4に示します。圧倒的な埋蔵量を誇るのは石炭です。世間では「エネルギー危機」なるものが叫ばれ、多くの人々はあたかもエネルギー資源が枯渇してしまうかのような錯覚にとり憑かれていますが、石炭を使い切るまでには1000年かかります。その上、近年急速に消費が増大してきた天然ガスは新たな埋蔵地域が次々と発見されていますし、海底のメタンハイドレート、地殻中の深層メタンなど将来性が有望視されている資源もあります。少なくとも予想可能な未来において化石燃料は枯渇しません。逆に、多くの人たちが抱かされた幻想と違って、ウランは利用できるエネルギー量換算で石油の数分の一、石炭に比べれば数十分の一しか存在しません。

化石燃料が枯渇するから未来は原子力だと言われ続けた宣伝そのものがまったくの誤りでした。事実を虚心坦懐に見ることができるなら、原子力の燃料であるウランはすぐに枯渇してしまうので、当面は化石燃料に頼るしかないというのが本当です。

3. 被曝の危険さ

放射線の発見と被害の歴史

1895年、ドイツの物理学者レントゲンが陰極線管（TVのブラウン管もその一種）の実験をしている時に、偶然、正体不明の不思議な光が発生していることに気付きました。そして彼はそれを「X線」と名づけました。人類が放射線を発見した最初です。それ以降、たくさんの人たちがX線の正体を探るために研究を始めました。翌96年にはフランスの物理学者ベクレルがウランも謎の放射線を発する力を持っていることを発見し、それを放射能と名付けました。続いて、98年にはキュリー夫妻がポロニウム（キュリー夫人の祖国ポーランドにちなんで命名）とラジウムを発見しました。つまり放射性物質の発見です。彼らの発見の功績をたたえて、「ベクレル」や「キュリー」が放射能の強さを表す単位と使われることになりました。

こうした時代は、大変優秀な学者たちが活躍した時代でしたが、いかんせん当時は放射線が何である

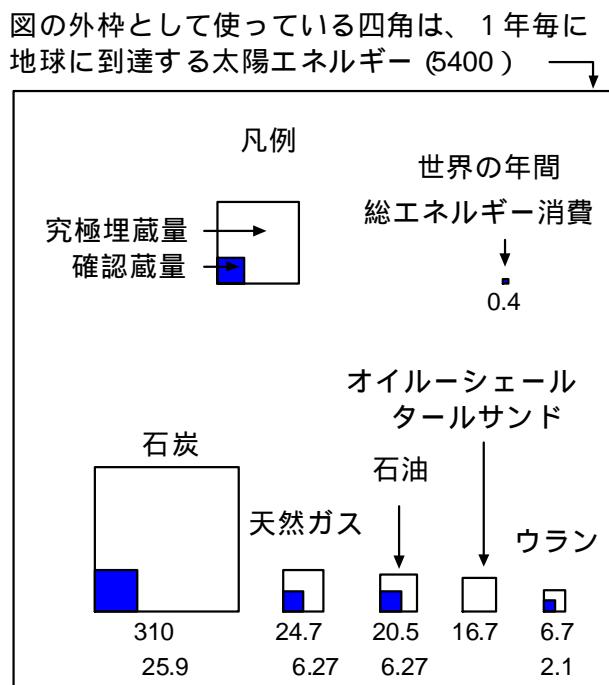


図4 再生不能エネルギー資源の埋蔵量

数字の単位は $10 \times 10^{21} \text{J}$
上段が「究極埋蔵量」、下段が「確認埋蔵量」

か、放射能が何であるかを知らない時代でしたし、被曝することがどれだけ恐ろしいことかも知りませんでした。そのため、放射線の発見直後から、多くの人々に火傷などの急性の放射線障害が現れ、放射線に被曝をすることが生命体にとって有害であることが事実として分かってきました。それでも当時は、皮膚が赤くなるかどうかという、生命体にとっては大変危険な量が被曝限度とされていました。そのため、ピエール・キュリーは身体を壊し、道路をふらふらと歩いていて馬車に撥ねられて死にました。マリー・キュリーは白血病で死ぬことになりました。そして、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。

東海村事故での悲惨な死

1999年9月30日、茨城県東海村の核燃料加工工場（JCO）で、「臨界事故」と呼ばれる事故が起こりました。工場にあった1つの容器の中で、核分裂の連鎖反応が突然始まり、作業に当たっていた3人の労働者が大量の被曝をしたのでした。

放射線の被曝量は物体が吸収したエネルギー量で測ります。単位は「グレイ」で、物体1kg当たり1ジュール（0.24カロリー）のエネルギーを吸収した時の被曝量が1グレイです。従来の医学的な知見によると、およそ4グレイの被曝を受けると半数の人が死に、8グレイの被曝をすれば絶望と考えられてきました。事故で被曝した労働者の被曝量はそれぞれ18、10、3グレイ当量（グレイ当量は、急性障害に関する中性子の危険度をガンマ線に比べて1.7倍として補正した被曝量）と評価されました（図5参照）。特に高い被曝を受けた2人の労働者については単なる被曝治療（被曝の治療は実質的には感染予防と水分、栄養補給くらいしかない・・・）では助けられないため、東大病院に送られました。その後、感染防止や水分・栄養補給はもちろん、骨髄移植、皮膚移植などありとあらゆる手段が施されました。彼らは造血組織を破壊され、全身に火傷を負い、皮膚の再生能力を奪われていました。そして、天文学的な鎮痛剤（麻薬）と毎日10リッターを超える輸血や輸液を受けながら苦しい闘病生活を送りました。彼らは、私の予想を遙かに超えて延命しましたが、最大の被曝を受けた大内さんは12月に、2番目の被曝を受けた篠原さんは翌年4月に帰らぬ人となりました。人間という生き物は体温が1度や2度上がっても死にません。しかし、悲惨な死を強いられた2人の労働者が受けたエネルギーは、彼らの体温を1000分の2～4上昇させただけのものでしかありませんでした。

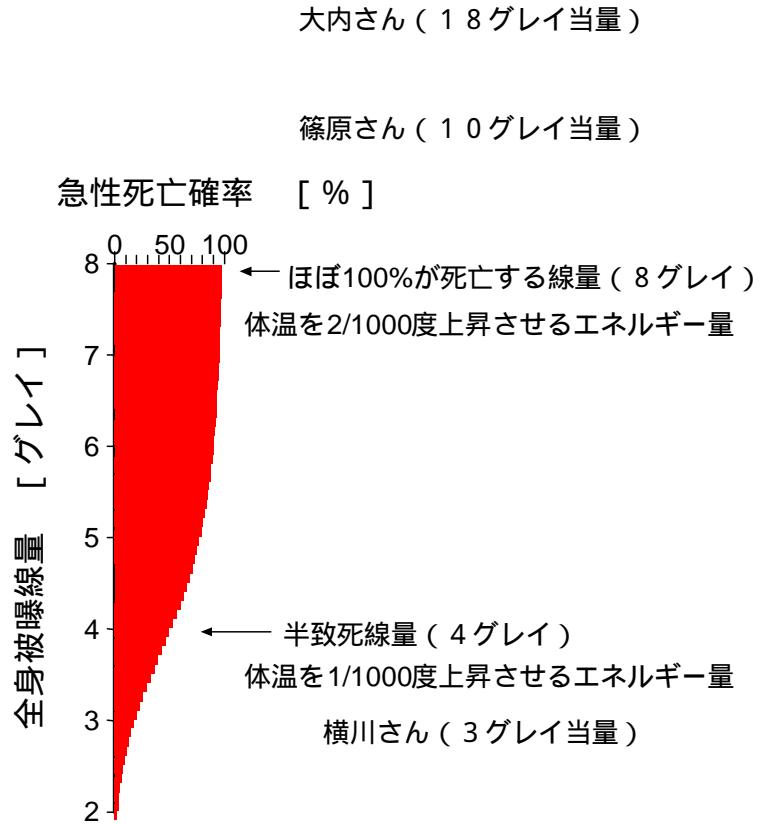


図5 被曝による急性死確率とJCO作業員の被曝量

分子結合のエネルギーと放射線のエネルギー

何故、ほんのわずかのエネルギーであっても、放射線に被曝する場合には、人間が死んでしまうのかといえば、生命体を構成している分子結合のエネルギーレベルと放射線の持つエネルギーレベルが 10 万倍も 100 万倍も異なっているからです。私たちの DNA を含めた身体、さらにはこの世に存在するあらゆるものは、生命体を含め、原子・分子から成り立っています。分子は原子が結合したものですが、その結合のエネルギーは数電子ボルト（1 個の電子を 1 ボルトの電圧に逆らって移動させるために必要なエネルギーが 1 電子ボルト）です。一方、放射線のエネルギーは数十万から数百万、場合によっては数千万電子ボルトに達します。生命体に放射線が飛び込んでくれば、DNA を含め多数の分子の結合がいともたやすく破壊されてしまいます。

微小な被曝でも危険はある

放射線によって生命体の分子結合が破壊されるという現象は、被曝量の多寡には関係なく起こります。細胞が死んでしまったり、組織の機能が奪われたりするほど被曝量が多ければ急性障害となり、そこまでのダメージを受けなければ、傷を受けた細胞が生き残り、やがてガンなど晩発性障害の原因になります。

低レベル放射線の生物影響を長年にわたって調べてきた米国科学アカデミーの委員会は 2005 年 6 月 30 日、彼らが出してきた一連の報告の 7 番目の報告を公表しました。これはこの委員会が出した包括的な報告としては 1990 年に公表された 5 番目の報告に継ぐもので、15 年ぶりの改定です。その一番大切な結論として、以下のように書かれています。

利用できる生物学的、生物物理学的なデータを総合的に検討した結果、委員会は以下の結論に達した。被曝のリスクは低線量にいたるまで直線的に存在し続け、しきい値はない。最小限の被曝であっても、人類に対して危険を及ぼす可能性がある。

人間は放射能を生み出すことはできたが、消す力を持っていない

すでに述べたように人類が初めて原子炉を動かしたのは 1942 年のこと、長崎に落とす原爆材料プルトニウム 239 を作りだすことが目的でした。原子炉の中では核分裂性のウラン（ウラン 235）が燃えて核分裂生成物、いわゆる死の灰が生み出されます。そして一方で、出てきた中性子を非核分裂性のウラン（ウラン 238）が捕獲して核分裂性のプルトニウム（プルトニウム 239）に姿を変えます。こうして人類は大量に放射性物質を作り出す技術を手に入れましたが、その時からこうして生み出した放射性物質を何とか無害化できないかという研究も始まりました。しかし、すでに 67 年たった現在、人類は放射能を無害化する力を手にいれていません。また、放射能は土に埋めても海に流しても分解されず、自然には放射能を無害化する力はありません。放射能にはそれぞれ寿命があり、人類にできることは自らが生み出した放射能をできる限り閉じ込めることだけです。

. 原子力は二酸化炭素を出さない？

原子力こそ最大の二酸化炭素放出源

現在、地球の温暖化なるものが人類にとっての最大の問題であると宣伝されています。そして、その

原因が二酸化炭素を主成分とする温室効果ガスであり、二酸化炭素の放出を減らすためには、化石燃料への依存をやめ、二酸化炭素を出さない原子力に切り替えるべきだと宣伝されています。

原子力とはウランやプルトニウムの核分裂現象を利用します。核分裂現象は、通常の物が燃える場合に二酸化炭素が出る現象とは異なります。そのため、日本の国や電力会社は「原子力は二酸化炭素を出さず、環境にやさしい」と宣伝しています。ただし、その宣伝は、最近では「原子力は発電時に二酸化炭素を出さない」に変わりました。何故でしょう？

原子力発電を行うにあたって必要な作業の流れを図6に示します。中央やや下よりに「原子炉」と書いた部分が原子力発電所です。これを動かせば、今日標準的となった100万kWの原発の場合、1年間に約70億kWhの電気が生み出されます。しかし、この原子炉を動かすには、ウラン鉱山でウランを掘ってくる段階に始まり、それを製錬し、核分裂性ウランを「濃縮」し、原子炉の中で燃えるように加工しなければなりません。そのすべての段階で、厖大な資材やエネルギーが投入され、厖大な廃物が生み出されます。さらに原子炉を建設するためにも厖大な資材とエネルギーが要り、運転するためにもまた厖大な資材とエネルギーが要り、そして、様々な放射性核種が生み出されます。これら厖大な資材を供給し、施設を建設し、そして運転するためには、たくさんの化石燃料が使われざるを得ません。結局、原子炉を運転しようと思えば、もちろん厖大な二酸化炭素が放出されてしまいます。この事実があるため、国や電力会社

も「発電時に」と言う言

葉を追加せざるを得なかつたのでした。しかし、

「発電時に」ということ

が原子力発電所を動かす

ことを示すのであれば、

原子力発電所の建設にも

運転にも厖大な資材や化

石燃料を必要としている

のですから、その宣伝も

また正しくありません。

その上、たしかに核分裂

現象は二酸化炭素を生み

ませんが、その代わりに

生むものは核分裂生成物、

つまり死の灰です。二酸

化炭素を生まないと理

由だけを強調して、死の

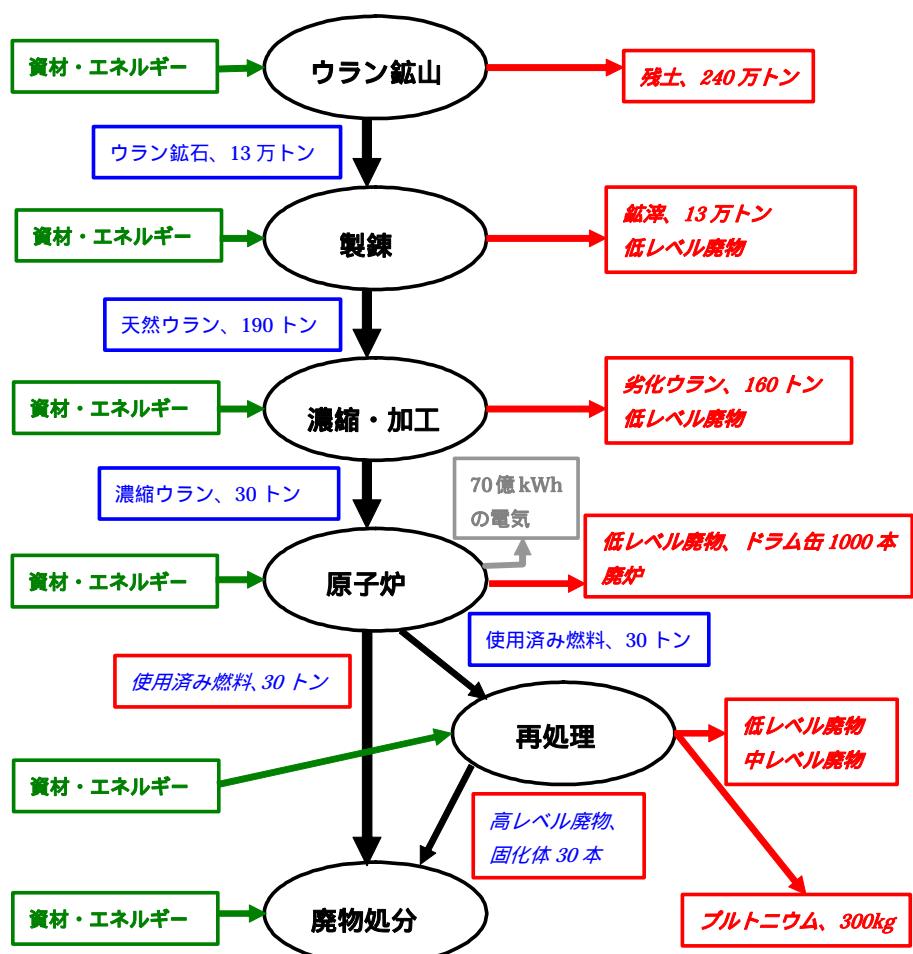
灰に目をつぶる議論もま

た正しくありません。

図6には原子炉の運転

に伴って「低レベル放射

図6 100万kWの原発を巡る1年毎の作業



性廃物」が生じることを記しましたが、その廃物は現在青森県六ヶ所村に次々と埋め捨てにされています。そして、日本の国は、それが安全になるまでに 300 年間管理するのだと言っています。日本で原子力発電を行って利益を得ているのは電力会社です。当然、生み出す放射能のごみに責任があるのは、電力会社のはずです。しかし、現在の九電力が生まれたのは戦後で、その歴史は未だに 58 年しかありません。その電力会社が放射能のごみを 300 年間管理すると保証ができる道理がありません。そこで、電力会社は放射能のごみは国の責任で管理してくれるよう求め、日本の国はそれを受け入れました。しかし、300 年と言う時間の長さはどの程度の長さなのでしょうか？ 明治維新で現在の日本の国家体制ができるからわずか 141 年しかたっていません。米国など未だに 233 年の歴史しかありません。現在から 300 年昔にさかのばれば元禄時代、忠臣蔵討ち入りの時代です。その時代の人々が現在の私たちの社会を想像できた道理がない

ように、私たちが 300 年後の社会を想像することなど到底できません。もちろん現在の電力会社など存在しないでしょうし、自民党という政党もないでしょう。日本の国すらないかも知れない彼方です。それにもかかわらず、生み出した放射能のごみを 300 年にもわたって一体どうやって誰の責任で管理するのでしょうか？

日本の原子力発電は 1966 年の東海 1 号炉の運転で始まりましたが、今日までに生み出した核分裂生成物 (Cs-137 で測る) の量は広島原爆のそれの 100 万発分を超えていました (図 7 参照)。「高レベル放射性廃物」として残されるこの核分裂生成物は 100 万年にわたって、生命環境から隔離しなければいけない毒物です。日本の国はそれを地中に埋め捨てにしてしまうと言っていますが、その安全は科学的に保証できません。もし、高レベル放射性廃物を現在の日本の国が言っているような方法でなく、きちんと管理し続けようとすれば一体どのような手段があるのか、現在の科学では、シナリオすら書けません。したがって、一体どれくらいのエネルギーが必要になるか定量的に示すこともできませんが、発電して得たエネルギーをはるかに上回ってしまうことは想

表 1 気が遠くなる時間の長さ (2009 年現在)

日本で原子力発電が動き始めて(1966 年)から	43 年
現在の 9 電力会社ができる(1951 年)から	58 年
日本初の電力会社(東京電灯)ができる(1886 年)から	123 年
明治維新(1868 年)から	141 年
アメリカ合衆国建国(1776 年)から	233 年
忠臣蔵の討ち入り(1702 年)から	307 年
邪馬台国(卑弥呼)から	約 1,800 年
神武天皇(?)即位から	2,669 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

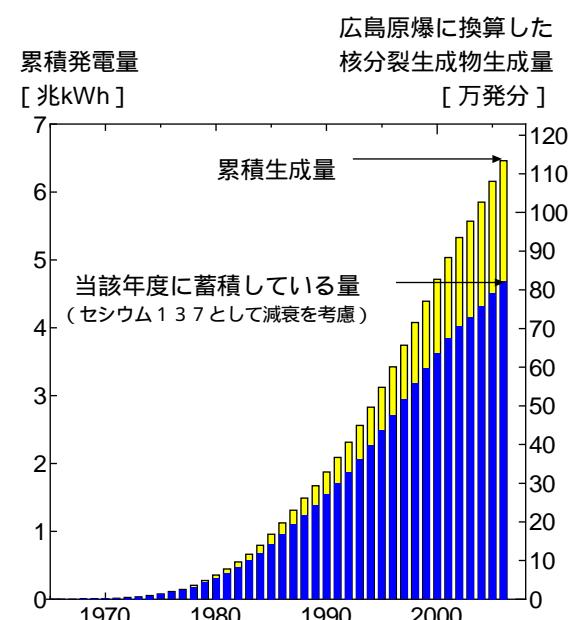


図 7 日本の原子力発電による累積発電量と核分裂生成物の累積生成量

像に難くありません。もちろん、二酸化炭素の放出も膨大になってしまふでしょう。

龐大な温廃水

今日 100 万 kW と呼ばれる原子力発電所が標準的になりましたが、その原子炉の中では 300 万 kW 分の熱が出ています。その 300 万 kW 分の熱のうちの 100 万 kW を電気についているだけであって、残りの 200 万 kW は海に捨てています（図 8 参照）。私が原子力について勉強を始めた頃、当時、東大の助教授をしていた水戸巖さんが私に「『原子力発電所』と言う呼び方は正しくない。あれは正しく言うなら『海温め装置』だ」と教えてくれました。300 万 kW のエネルギーを出して 200 万 kW は海を温めている、残りの僅か 3 分の 1 を電気についているだけなのですから、メインの仕事は海温めです。そういうものを発電所と呼ぶこと自体が間違います。

その上、海を温めるということは海から見れば実に迷惑なことです。海には海の生態系があって、そこに適したたくさんの生物が生きています。100 万 kW の原子力発電所の場合、1 秒間に 70 トンの海水の温度を 7 度上げます。中国地方最大の川は広島の太田川だと思いますが、その太田川でも、1 秒間に 92 トンの流量しかありません。日本全体でも、1 秒間に 70 トンの流量を超える川は 30 に満ちません。原子力発電所を造るということは、その敷地に忽然として温かい大河を出現させることになります。長い間、その環境を求めて生活してきた生物はその場を追われることになるでしょう。

日本というこの国は気候に恵まれた、得がたい生命環境を持っています。たとえば、雨は地球の生態系を維持する上で決定的に重要なものです。日本の降水量は平均で 1700mm/年を越え、世界でも雨の恵みを受けている貴重な国のです。国土全体では毎年 6500 億トン近い雨水を受けています。それによって豊かな森林が育ち、長期にわたって稲作が持続的に可能になってきました。また、日本の河川の総流量は約 4000 億トンです。一方、現在日本には 53 基、電気出力で約 4800 万 kW の原子力発電所があり、それが流す温廃水の総量は 1 年間に 1000 億トンに達します（表 2 参照）。日本の全河川の流量に換算すれば約 2 度も温かくしていることになり、これで温暖化しなければ、その方が不思議です。

もちろん日本には原子力発電所を上回る火力発電所が稼動していて、それらも冷却水として海水を使っています。しかし、現在の原子力発電所は、燃料の健全性の制約から 1 次冷却水の温度を高々 330 度しか上げることができず、そのため発電の熱効率は約 33% でしかありません。一方、最近の火力発電所の熱効率は 50% を超えており、もし原子力から火力に転換することができれば、それだけで海に捨てる熱をはるかに少なく済ませることができます。その上、火力発電所を都会に建ててコジェネを使えば、総合のエネルギー効率を 80% にする

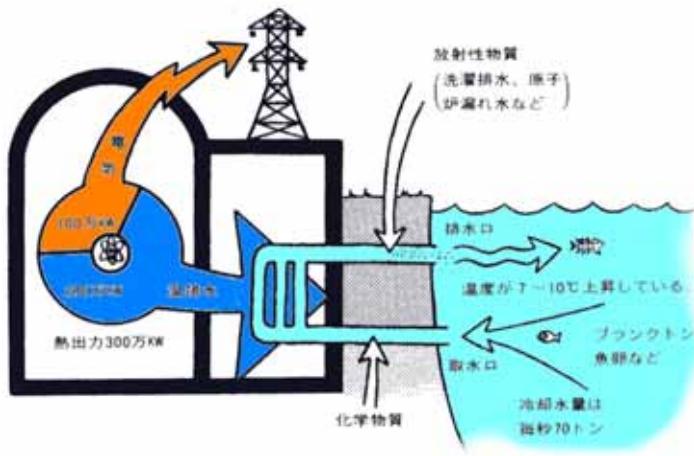


図 8 「原子力発電所」は「海温め装置」

表 2 原発の温廃水の龐大さ（1 年毎）

日本の全降水量	6500 億トン
日本の全河川流量	4000 億トン
55 基の原発の温廃水 (7 度温度を上げて海に戻す)	1000 億トン

ことも可能です。しかし、原子力発電所だけは都会に建てられず、この点でも原子力は失格です。

もし、地球温暖化の原因が二酸化炭素にあるというのであれば、原子力こそ最悪の選択になります。ただし、地球温暖化、もっと正確に言えば気候変動の原因は、日本政府や原子力推進が宣伝しているように、単に二酸化炭素の増加にあるではありません。産業革命以降、特に第二次世界戦争以降の急速なエネルギー消費の拡大の過程で二酸化炭素が大量に放出されたことは事実ですし、それが気候変動の一部の原因になっていることも本当でしょう。この資料の最後に述べるように、生命環境破壊の真因は、「先進国」と呼ばれる一部の人類が産業革命以降、エネルギーの膨大な浪費を始めたことにあります。そのため、多数の生物種がすでに絶滅させられたり、今も絶滅されようとしています。地球の環境が大切であるというのであれば、二酸化炭素の放出を減らすなどという生易しいことではすみません。日本を含め「先進国」と自称している国々に求められていることは、エネルギー浪費社会を改めることです。あらゆる意味で原子力は最悪の選択です。

・原子力発電自体の危険さ

原子力発電は湯沸かし装置

多くの人は、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、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（図9参照）。その点を取れば火力発電と同じで、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。

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ずに物を燃やせないように、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。

原子力発電所が生み出す死の灰の量は庞大

広島の町を壊滅させた原爆の爆発力は 16 キロトンで、その時に燃えたウランは 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（図 10 参照）。

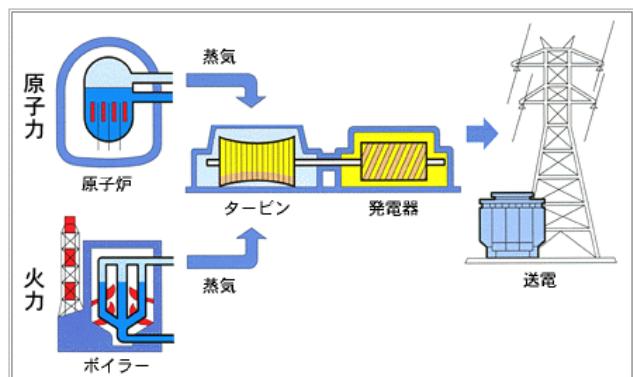
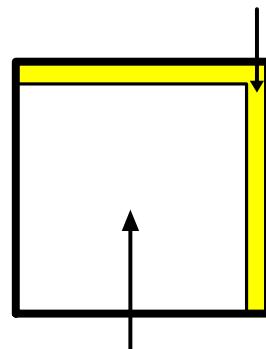


図9 原子力発電と火力発電は湯沸し装置

100 万キロワットの原発が 1 年間に生み出すセシウム 137 の量（約 300 万キュリー）

広島原爆がまき散らしたセシウム 137 の量（約 3000 キュリー）



Chernobyl nuclear accident released Cesium 137 into the environment. The amount is approximately 250,000 curies.

図10 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)

通常運転時にも放射能は放出される

先に、原子力発電所が建設されると、その場に大河が忽然と生まれることを記しました。その大河には、厖大な熱が捨てられますが、捨てられるのは単に熱だけではありません。原子炉を冷やすために海水を発電所内に引き込むわけですが、発電所内の配管に貝殻などが付着して詰まってしまっては困るため、海水を取り入れる時に、薬品を加えて、貝殻の幼生などを殺します。その上、その大河には放射能も捨てられます。

原子力発電所を運転する時にも、気体・液体・固体の放射能のゴミが生まれます。固体の放射能のゴミは図6に示した「低レベル放射性廃物」としてドラム缶に詰められて、六ヶ所村に押し付けられます。それでは気体と液体の放射能のゴミはどうなるのでしょうか？ 原子力発電所には、背の高い煙突があります。しかしそれを煙突と呼んではいけません。なぜならそこからは煙は出ないからです。そこから出るものは放射能をもった気体で、煙突は排気筒と呼ばれます。液体の放射能のゴミは厖大な温廃水に薄めて海に流されます。原子力発電所を含め、放射能を取り扱う施設はすべて原子炉等規制法、あるいは放射線障害防止法の規制を受け、放射能を環境に棄てる時には濃度規制を受けます。しかし、原子力発電所からは巨大な大河が流れ出ていますので、どんなに大量の放射能でも薄めて流すことができます。

環境中で薄められてしまった放射能は、その汚染を検出することが難しくなってしまいます。しかし、放射能には『安全量』はなく、どんなに微量でも危険です。そして、自然には放射能を浄化する力がありません。そうであれば、薄めて流すということは汚染を拡大することしかありません。

もとから分かっていた危険

平常時に生じる汚染だけでなく、原子炉が事故を起こせば大変な被害が出ることは原子力開発の当初から分かっていました。特に、原子力を設置しようとする会社にとっては、事故を起こしてしまった時の補償問題をどうするかが決定的に重要でした。世界の原子力開発を牽引してきた米国では、初の原子力発電所の稼働を前にして、原子力発電所の重大事故がどのような災害を引き起こすか、原子力委員会(AEC)が詳細な検討を行いました。その検討結果は、「大型原子力発電所の重大事故の理論的可能性と影響」(”Theoretical Possibilities and Consequences of Major Accidents in Large Nuclear Power Plants”, WASH-740)として、1957年3月に公表されました。この研究では、熱出力50万kW(電気出力では約17万kW)の原子力発電所が対象にされ、その結論には以下のように記されています。

「最悪の場合、3400人の死者、4万3000人の障害者が生まれる」

「15マイル(24キロメートル)離れた地点で死者が生じるし、45マイル(72キロメートル)離れた地点でも放射線障害が生じる」

「核分裂生成物による土地の汚染は、最大で70億ドルの財産損害を生じる」

70億ドルを当時の為替レート(1ドル当たり360円)で換算すれば、2兆5000億円です。その年の日本の一般会計歳出合計額は1兆2000億円しかありませんから、原子力発電所の事故がいかに破局的か理解できます。当然、個々の電気事業者がこのような損害を補償できる道理もなく、米国議会では直ちに原子力発電所重大事故時の損害賠償制度が審議され、9月にはプライス・アンダーソン法が成立、1957年12月18日のシッピングポート原子力発電所(電気出力6万kW)の運転開始を迎えたのでした。

日本でも、日本原子力産業会議が科学技術庁の委託を受け、WASH-740を真似て、日本で原子力発電所

の重大事故が起きた場合の損害評価の試算を行いました。その結果は、1960 年に「大型原子炉の事故の理論的可能性及び公衆損害に関する試算」としてまとめられましたが、その結果が WASH-740 と同様に破局的なものであったため秘密扱いとされてしまいました。それでも、電力会社を原子力開発に引き込むためには、どうしても法的な保護を与えねばならず、重大事故時には国家が援助する旨の原子力損害賠償法を 1961 年に制定したのでした（図 1-1 参照）。

都会に建てられなかった原発

それでも、巨大事故が怖い彼らが次にやったことは、原子力発電所は都会に作らないことでした。

2007 年 7 月 16 日に中越沖地震に襲

われた柏崎・刈羽原発（7 基、821 万 kW）は東京電力の原発ですが、それは新潟県にあり、東北電力の給電範囲です。東電は他に、福島第 1 原発（6 基、470 万 kW）、福島第 2 原発（4 基、440 万 kW）を持っていますが、それらもまた東北電力の給電範囲です。さらに、今は青森県の下北半島の北端に近い東通村に新たな原発を作ろうとしています。東電は、自分の給電範囲に原発だけは作ることができなかったのでした（図 1-2 参照）。

Chernobyl 事故

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 Chernobyl 原子力発電所で 1986 年 4 月 26 日、怖ってきた事故が起きたからです。ソ連の最新鋭の原子力発電所だった Chernobyl 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 10 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けた土地の面積は、日本の本州の 6 割に相当する 14 万 5000 km²（山口県の面積は 6111 km²、中国地方 5 県合計の面積は 3 万 1916 km²）になりました（図

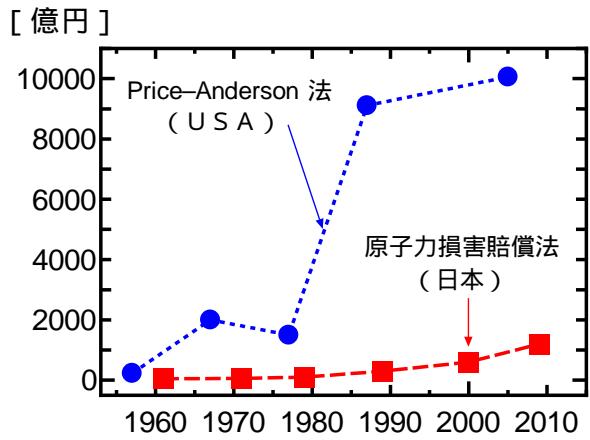


図 1-1 原発重大事故時の損害賠償限度額

Price-Anderson 法では、国は賠償に関与せず、電気事業者が負う賠償額がすべてとなる。

日本の原賠法では、電気事業者は無限責任を負うと定められており、賠償限度額を超えた分は、国が国会の議決を経て援助することとされている。



図 1-2 自分の給電範囲から原発を追い出した東京電力（東京電力の冊子より）

13 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ありません。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 以上)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。

・大事故に対処できるか?

上関原発事故シミュレーション

中国電力は新たに山口県上関町に原発を作ろうとしています。計画されている原子炉は島根原発3号炉と同じ改良沸騰水型原子炉(ABWR)で、出力が137万3000kWのものが2基とされています(表3参照)。

切尔ノブイリ原発よりさらに巨大な原発が事故を起こせば、その被害を論ずることも無意味かもしれません。でも、参考のため、米国原子力委員会が行った「原子炉安全性研究(RSS)」の手法に基づいて、事故のシミュレーションをしてみます。

事故はRSSが分類したBWR1型事故とし、大気安定度D型(ごく普通の気象条件)風速4m/秒、7日後に全員避難して汚染地域は無人になる、地面に積もった放射性物質からの被曝は建物などで半分に減るなどと仮定しました。急性で死ぬ人の発生割合を示す地図を図14に示します。ただし、被害が出るのは全方位ではなく、風下になった24度の角度の中だけです。

不幸にして風下になった場合でも50人以上の死者が出るのは山口県内に限られます。風向と死者の発生する数の予測値を表4に示します。(2000年の国勢調査データに基づく。)

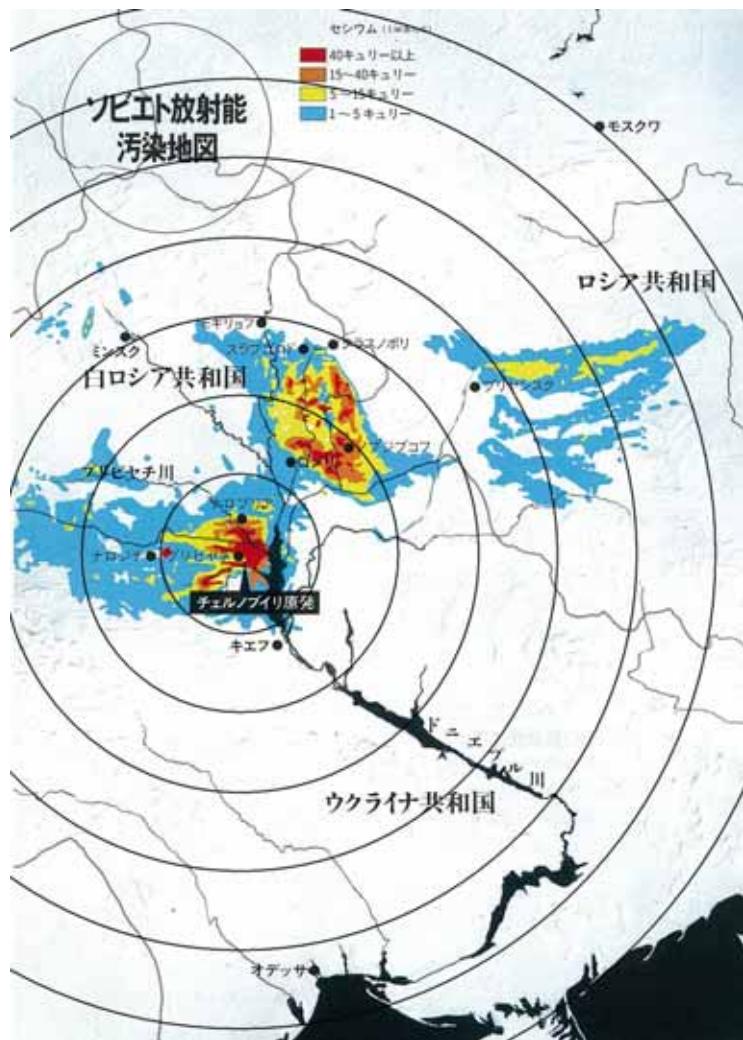


図13 チェルノブイリ原発事故による汚染の広がり

表3 上関原発計画

	1号機	2号機
炉型	ABWR	ABWR
電気出力	137万3千kW	137万3千kW
着工(予定)	2010年度	2013年度
営業運転開始(予定)	2015年度	2018年度

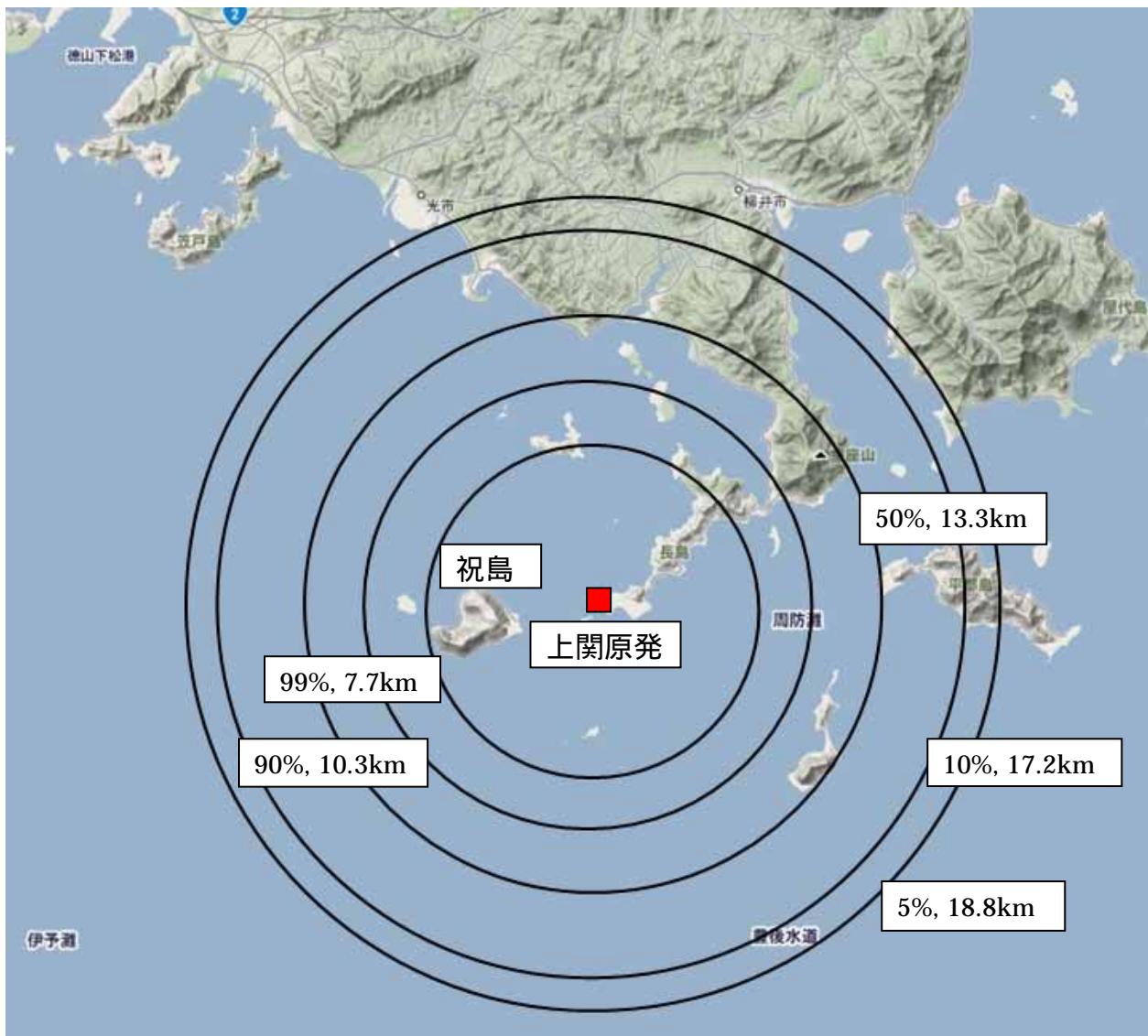


図 14 急性死者が発生する割合

ただし、急性死者が出なかつたとしても、やがてがんで死ぬ人たちは発生します。代表的な風向で、どの地域で癌死が生じるかを図 15 に示します。

風が西から東に吹いていれば、関西圏と東京が風下となり、その場合は癌死死者が 120 万人を超えます。風向きが北東に近い方向に吹けば広島が風下に巻き込まれ、広島市民 25 万を含め、約 50 万の人がやがてがんで死

表 4 急性死者が生じる市町村と人数(2000 年国勢調査)

風下角 度	市町村	人口	距離	到達	短期線量	急性死 人
		人	km	時間		
0	田布施町	16221	17.8	1:14	2.5	1242
0	大和町	8258	20.0	1:23	2.1	249
0 ~ 15	平生町	14578	16.1	1:07	2.9	2340
15	柳井市	33597	18.6	1:18	2.4	1793
30 ~ 45	大畠町	3654	21.3	1:29	1.9	65
45	大島町	7374	19.3	1:20	2.2	295
60	上関町	4307	6.3	0:26	13.0	4300
315	下松市	53097	28.3	1:58	1.2	89
330	光市	46422	20.3	1:25	2.1	1212
330	下松市	53097	28.3	1:58	1.2	89
345	大和町	8258	20.0	1:23	2.1	249

ぬことになります。

急性死から身を守るには

原子力発電所で事故が起きた場合、放射能は風に乗って流れてきます。被害を防ぐために何よりも肝心なことは、流れてきた放射能に巻き込まれないことです。しかし、放射能をみることはできません。とても難しいことですが、冷静に風向きを見て、原子力発電所の風下から直角方向に逃げることが一番大切です。そして可能であれば、できるだけ原子力発電所から離れることも大切です。でも、仮に少しごらい離れたところでも、雨にでも襲われれば濃密な汚染を受けてしまいます。放射性物質を身体に付着させることは大きな危険となりますので、雨合羽や頭巾、帽子、それに着替えは必須です。また運悪く放射能に巻き込まれてしまった場合には、それを呼吸で取り込まないようにすることが大切です。マスク、あるいは濡れタオルもそれなりに効果があるでしょう。

ただ一番心配なのは、私達が事故の発生を知ることができるかどうかということです。国や電力会社は事故を過小評価し、できればなかったことにしようとします。一刻を争うような事態になっても、おそらくは情報がでてこないでしょう。おまけに風速 4m / 秒とすれば、放射能は一時間に 14 km 流れます。普通の人は走っても到底逃げられません。車はおそらく交通網が麻痺して動かないでしょう。

原子力発電所事故による急性死から逃れる方策を、重要度の高いと私が思うものから以下に書きます。

1. 原子力発電所を廃絶する。

2. 廃絶させられなければ、情報を公開させる。

(たとえば、原子炉の制御室に TV カメラを設置し、映像を常時外部で見られるようにすることができるれば、有効でしょう。)

3. 公開させられなければ、自ら情報を得るルートを作る。

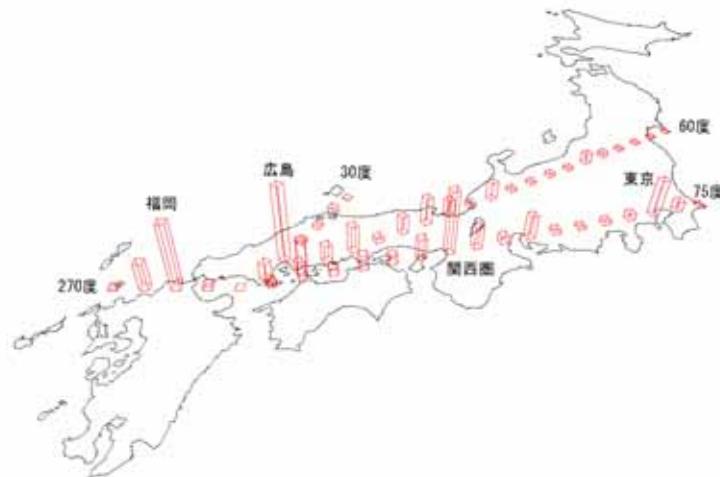


図 15 晩発性癌死が生じる場所

チエルノブリ原発の事故より

2年の歳月がながれた。

これから何が起るの、おかあさん……



(簡易型放射線測定器で自ら放射線量を測定することも意味がありますが、いつもいつもそのデータを得続けることはまずできないでしょう。それよりは、原子力発電所サイトを監視する、あるいは職員(特に幹部)の家族の動きを観ておくことの方が役に立つでしょう。)

4. 事故が起きたことを知ったら、風向きを見て直角方向に逃げる。そして可能なら原子力発電所から離れる。
5. 放射能を身体に付着させたり、吸い込んだりしない。
6. 全て手遅れの場合には、一緒にいたい人とともに過ごす。

・人という生き物

原子力は即刻やめても困らない

日本では現在、電力の約30%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28%になっているのは、原子力発電所の設備利用率だけを上げ、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割にしかなりません。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割にもなりません。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しまっています(図16参照)。

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、過去の実績を調べてみれば、最大電力需要

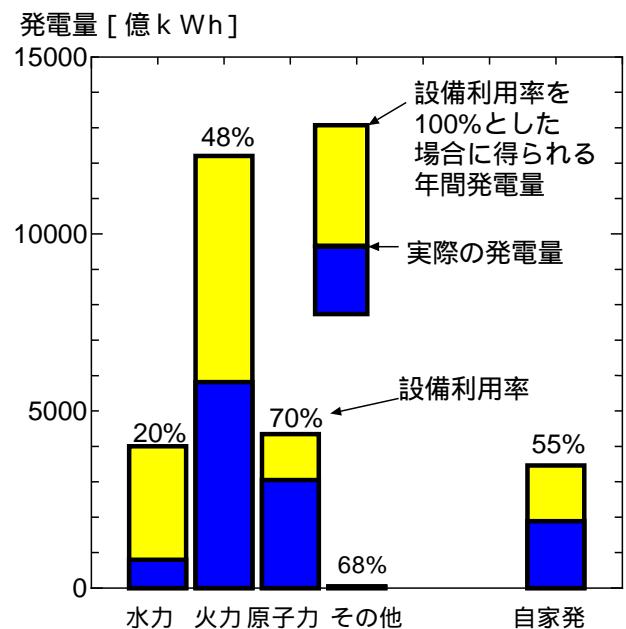


図16 日本の発電設備の量と実績(2005年度)

全発電設備の年間設備利用率: 4.8%

電力会社が持つ水力・火力・原子力・その他の発電設備のうち、原子力と水力が約18%ずつ、残りの64%は火力発電が占める。また、青で塗った実際の発電量のうち、原子力の部分が水力・火力・原子力・その他の合計の28%になる。その他、自家発電所もある。

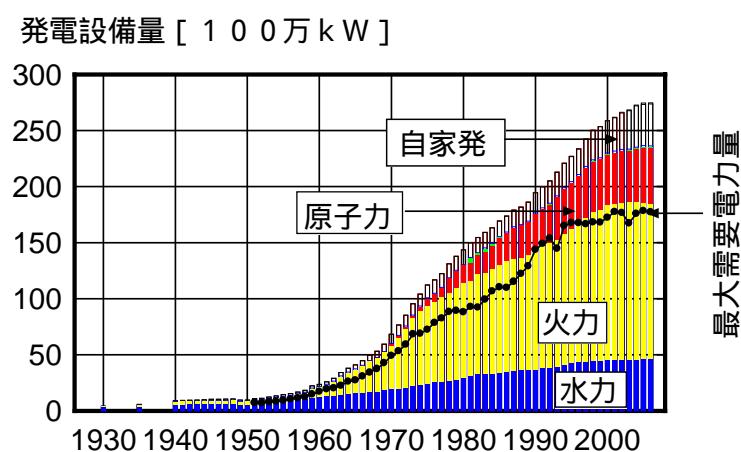


図17 発電設備要領と最大需要電力量の推移

(最大需要電力量は電気事業に関するもののみ。)

量が火力と水力発電の合計以上になったことすらほとんどありません（図17参照）。電力会社は、水力は渇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。

生命環境破壊の真因はエネルギー浪費

地球は46億年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、地球や生命の歴史から見れば、いずれにしても人類の歴史など1000分の1の長さしかありません。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が過ぎ、夏が過ぎ、そして秋も過ぎ、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年しかたっていません。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。

そのため、大気汚染、海洋汚染、森林破壊、酸性雨、砂漠化、産業廃棄物、生活廃棄物、環境ホルモン、放射能汚染など破滅的な環境汚染がきました。

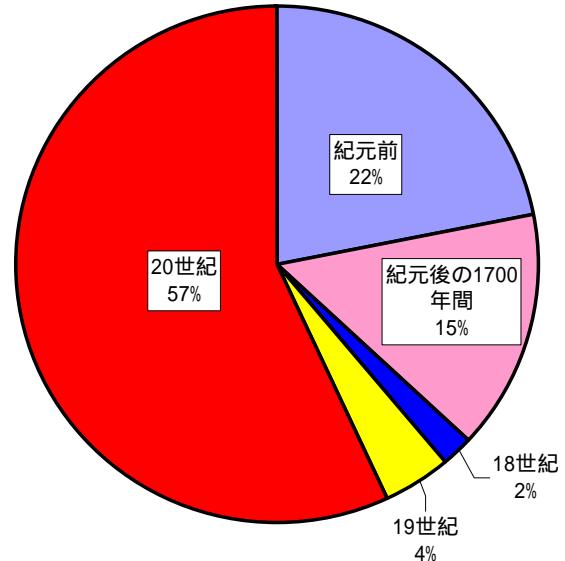


図18 産業革命以降の破滅的な浪費

靈長類と自らを名づけた人類

命あるもの滅するのには必然です。個体にしてもそうですし、種としての生物もそうです。これまでにもたくさんの生物種がこの地球上に生まれては滅びてきました。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。その原因是、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。ところが人類の栄華の影では、図19に示すように、地球上に住む多くの生物種が絶滅に追い込まれてきました。人類も一つの生物種として、いざれは絶滅するのが宿命です。しかし、人類は自らの手で他の生物種を含めた地球の生命環境を破壊してきたわけです。人類は自らを「靈長類」と名づけましたが、まさに驕り昂ぶりの典型です。人類は実に愚かな生き物ということになるでしょう。

少欲知足

今日私たちが直面している問題の根本は、私たちの欲望が際限なく大きくなってしまったことがあります。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闇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。

残念ではありますが、人間とは愚かにも欲深い生き物のようです。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、私には分りません。もし、人類が絶滅すれば、地球はもっと平穏な星に戻るでしょう。しかし、地球の生命環境を人類の子孫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。

ただし、現在の世界で平均以上にエネルギーを使っているのは、世界人口の 25%を占める、いわゆる「先進国」と呼ばれる工業文明国だけで、その国々が全体の 68%のエネルギーを使ってしまいます。残りの 3 つのグループの間でもエネルギーの奪い合いがあり、貧しい人々はほとんどエネルギーを使えないまま苦しんでいます。現在の世界では 11 億人が「絶対的貧困（1 日 1 ドル以下で生活し、食べるものがなく、きれいな飲み水がないなど、生きていくのに最低限度必要なものさえ手に入れることのできない状態）」に苦しみ、5 億人が飢餓に喘いでいます。

種としての人類が地球環境を破壊してきて、今までそれを加速していることは確実です。しかし、人類の内部を見れば、一方には生きることに関係ないエネルギーを厖大に浪費する国がある一方、生きるために必要最低限のエネルギーすら使えない人々も存在しています。地球環境を破壊しているのは、人類の一部、いわゆる「先進国」と呼ばれる国々に住む人たちです。もちろん、私たち日本人もそれに含まれます。

日本を含め「先進国」と自称している国々に求められていることは、エネルギー浪費社会を改めることです。一度手に入れてしまった贅沢な生活を棄てるには苦痛が伴う場合もあるでしょう。当然、浪費社会を変えるには長い時間がかかります。しかし、世界全体が持続的に平和に暮らす道がそれしかないとすれば、私たちが人類としての叡智を手に入れる以外にありません。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。

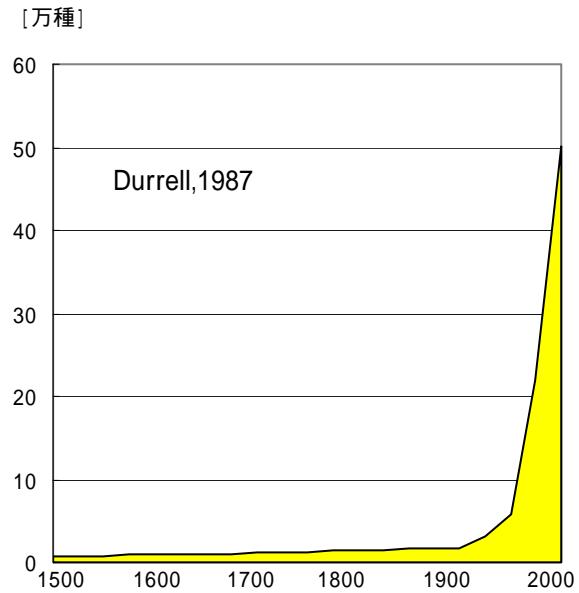


図 19 絶滅に追い込まれる多数の生物

