8章 もう一つの 25%削減シナリオ

1.原子力導入シナリオ

本調査研究では 2030 年という未来社会を展望し、CO2 排出量を 1990 年比で - 25% にするとしたらどのような努力目標を立てたらその可能性があるかを検討した。多少のおさらいをすると、

先ず

工場など産業部門での電力消費量、燃料消費による CO2 排出量ともに 2 割削減する。省エネ努力と、現在の自動車や液晶などから主力を二次電池やロボットなどへと転換することにより、2 割削減を目指す。

運輸部門は100%電気自動車に転換する。それに必要な電力は、発電所のフル稼働で賄う。すなわち発電所は従来のようなピーク・オフピークの差から低い設備利用率に甘んじていた状態を脱して、ほぼ負荷平準化された状態で高い設備利用率を保ちながら、必要な電力を提供して社会を今まで以上に支えることになる。

民生家庭部門では、生活支援・介護ロボットが65歳以上の高齢者4人に一人に普及する。しかし、それ以外ではエネルギー消費量は人口減少に比例して2006年より10%減少する。

民生業務部門でも人口減少 10%に比例して、エネルギー(電力および燃料)の 消費量も 10%減少する。その結果、表のような電力と化石燃料消費の変化が発 生する。

年間のエネルギー消費量を 2006 年と 2030 年で比較する表

	電力消費量(億 k Wh)		燃料消費量(CO2 換算万トン)	
	2006年	2030年	2006年	2030年
産業部門	95.3	76.2	1162	930
運輸部門	2.5	36.3	449	0
民生家庭部門	31.2	35.4	106	95
民生業務部門	52.5	47.3	65	59
その他	0		232	113
合 計	181	195	2014	1197

と想定し、1990年に比べて - 4%の CO2 排出量削減を試算した。

未だ 1990 年比で - 21%が不足している。そこで、カーボンフリー電源の導入や森林管理などの努力から炭素排出権獲得という、いわば政治的な手段まで想定して、21%削減へと導くシナリオを構築した。

本章では、-21%分を原子力発電所の立地により実現する場合を描いてみよう。1990年の CO2 排出量は 2638 万トンであった。この 21%は 554 万トン CO2 にあたる。そこで、この数値を 0.41 k g/kWh を用いて電力に換算すると、135 億 k Wh となり、年間の発電所の利用率(稼働率)を 80%と想定すると、発電容量 194 万 k W に相当する。

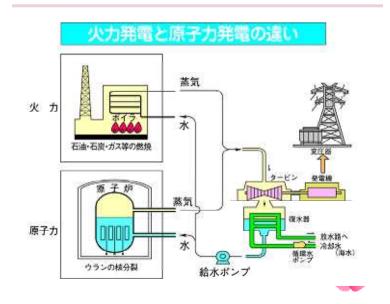
約 200 万 k W の原子力発電所を三重県に導入すると、1990 年比で 25%の CO2 排出量が削減されるということになる。

上の表で 2030 年の電力需要(電力消費量:三重県では電気消費量と呼んでいる)は 195 億 k Wh であり、ここで試算した 135 億 k Wh を下回っている。すなわち、火力発電を原子力に代替していくことになる。

日本人が使っている電力の約三分の一は原子力発電所で発電されている。欧米で起きている原子力回帰の意味するところの理解、日本のエネルギー自給率 4%への緊張、差し迫る可能性の高いオイルピーク論が本当だった場合への覚悟など、原子力の必要性を問う社会的背景がある一方で、 Not in my backyard' いわゆる NIMBY (大変なことは人様にお任せして、自分のところが責任を持つのはごめん蒙る)を本音として、立地にあくまで反対という人々も少なくない。それは日本人としての覚悟の問題でもある。エネルギー価格が仮に 10 倍になってもそれに耐える、経済活動が鈍くなり所得が減っても、それに耐えるという覚悟が国民のコンセンサスとなるなら、それも一つの選択肢である。そういう選択をするにしても、そのまえに、それに相応しい 原子力発電 の理解が必要ではなかろうか。

2.原子力発電について

原子力発電は文字通り、 原子核が核分裂する際に発 生する熱エネルギーを利用 して、水を水蒸気に変えて、 蒸気タービンを回転させ、 蒸気タービンが発電機を動 かすという仕組みになって いる。



核分裂がエネルギーを生むのは E=mc 2 による

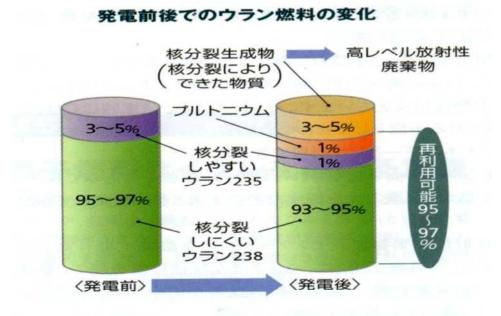
アインシュタインはエネルギーと物質が等価であることを見出し、エネルギーは質量と光速の二乗の積に等しいという式を見出した。例えばウラン 235 に中性子が吸収されると核分裂が起きて、中性子が飛び出し、バリウムやクリプトンなどに変わる。ウラン 235 が 1kg 核分裂すると 0.9 グラムの質量が失われ、代わりにエネルギーが発生する。0.9 グラムの質量が E=mc 2 の式によって計算されるエネルギーに変わる。c は光の速度を表すから、ウランの核分裂は莫大なエネルギーを発生することが解る。ウラン 235 が 1 グラム核分裂すると石油 2000 リットルの燃焼に相当するエネルギーを発生する。別の試算をしてみると、

100 万 k W の原子力発電所では 1 年間に 21 トンのウラン 235 を消費する。一年間連続運転すると仮定すると、100 万 k W の発電所が年間に発電する電力量をもとに 1 グラムのウラン 235 が核分裂して発電する電力量は約 420 k Wh となる。

因みに、100万kWの発電所で使われる燃料量を比較すると、天然ガスがウランの 4.4万倍、石油がウランの 7万倍、石炭がウランの 11万倍である。ウランは如何に少ない燃料量で大量の電力を作ることができるかが解る。

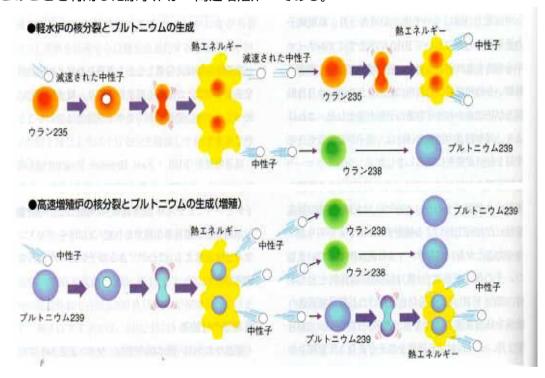
原子炉の中では、ウラン 235 の他にウラン 238 も中性子を吸収する

ウラン 235 から出る中性子がウラン 235 に吸収されて核分裂反応を起こすとエネルギーを発生するが、中性子はウラン 238 にも吸収される。ウラン 238 は中性子を吸収するとプルトニウム 239 に変わる。この物質も核分裂するので、エネルギーを放出する。



わが国で使われている原子力発電は軽水炉と呼ばれるもので、ウラン 235 から発生する中性子を、原子炉を充たしている水(普通の水。但し、不純物を取り除き、イオン交換などの処理をして純水にしてある)に通して 減速 (エネルギーレベルを下げること)し、ウラン 235 に吸収されやすくしている。それでも中性子はウラン 235 だけに吸収されるわけではなく、ウラン 238 にも吸収される。ウラン 238 から出来たプルトニウム 239 の核分裂によるエネルギーも発電に使われている。

他方、ウラン 235 から発生する中性子を水で減速しないで、エネルギーレベルが高いままで、ウラン 238 に吸収させるとプルトニウム 239 がさらに多く形成される。このことを利用した原子炉が 高速増殖炉 である。



原子力の平和利用と原子燃料のリサイクル

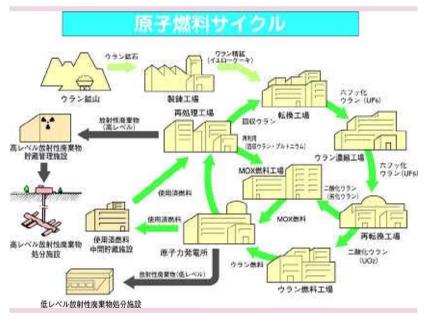
広島に投下された原子爆弾はウラン 235 の核分裂を、長崎に投下された原子爆弾はプルトニウム 239 の核分裂を瞬時に行うように設計された爆弾であった。核分裂を瞬時に起こさせるには、核分裂物質であるウラン 235 やプルトニウム 239 を 100%に近い高純度にする必要がある。これに対して、原子力発電所で使われている原子炉では、純度は 3~5%でよい。このような低濃度の核分裂物質は、そのままでは爆弾には使えない。

ウラン 235 やプルトニウム 239 が盗まれて濃縮されると原子爆弾になりかねない。 そこで、原子力発電所を絶えず監視して核分裂物質が悪用されないことを IAEA(世界原子力機関)が人を派遣し、またモニターをつけて実施している。ウラン 235 は消耗するがプルトニウム 239 はもともと存在しなかったのに原子炉の中で増える。 そこで、プルトニウム 239 を貯めないように、国内で消費することが必要になる。 さらに、高速増殖炉が実用化されているなら、その燃料に使えるが、わが国では もんじゅ という原型炉の段階であるので、未だ規模が小さすぎて日本中の原子力発 電所でつくられるプルトニウム 239 を消費できない。今後の実用化へ向けての技術 開発が期待される。高速増殖炉が実用化された暁には、ウラン 238 がプルトニウム 239 に変換されてエネルギーを生み出すので、ウランそのものが 60 倍以上も有効活用できるようになる。人類にとって期待の星のひとつである。

高速増殖炉が未だ実用化されていない今日、プルトニウム 239 を抽出分離して MOX と呼ばれている燃料を作り、これを軽水炉の燃料に使う技術が欧米で実用化されている。欧米では使われてきた実績がある。漸く日本でも九州電力の原子力発電 所で使われるようになった。プルトニウム 239 を軽水炉でも使うことをプルサーマルと呼んでいる。原子力の平和利用のためばかりでなく、プルトニウム 239 の持つ エネルギーを発電に使うのだから、原子燃料のリサイクルでもある。

原子燃料サイクル

原子力発電所で使用済みになった燃料を再処理して、ウランとプルトニウムを取り出して再利用することを、原子燃料サイクルと呼ぶ。

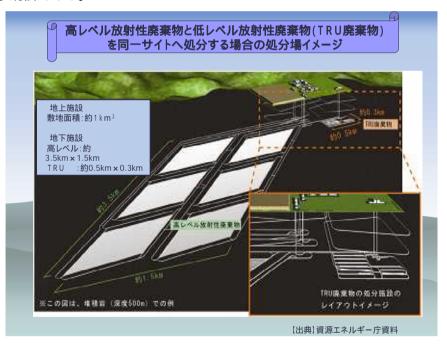


(出典:資源エネルギー庁資料)

現在、わが国では青森県の六ヶ所村に再処理工場を建設中であり、再処理工場で発生する高レベル廃棄物を地中処分する施設の候補地を探している段階である。欧米では、再処理工場はフランスなどで稼動している。地中処分地は未だ確定されていない。



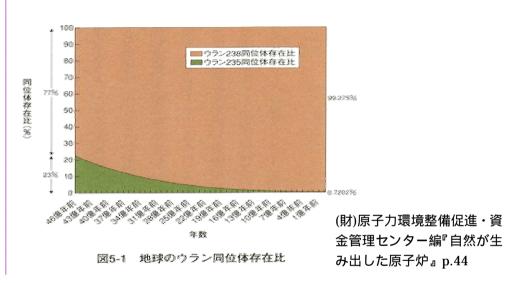
なお、日本中の原子力発電所で今までに発生した高レベル廃棄物を地層処分するのに必要な処分場の規模は地上面積で約1平方キロメートルと、発電所に比較して極めて小規模である。

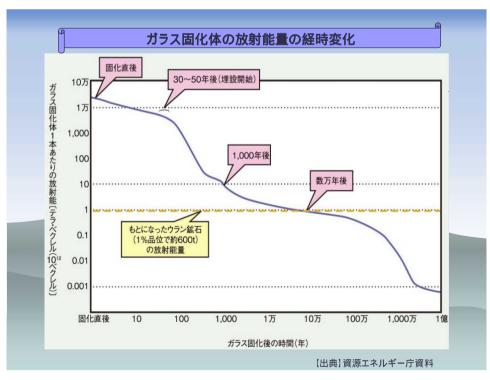


使用済み燃料の再処理により全重量の約5%が高レベル廃棄物となる。これをガラスに溶融してガラス固化体にし、万が一にも地下水に触れても放射性物質がガラスから溶出しないようにする(バリア1)。これを約20cmの厚さの炭素鋼容器に収納することにより、当面1000年の間は地下水から隔離する(バリア2)。これを約70cmの厚さの緩衝材(粘土)で覆うことで地下水と放射性物質の移動を遅くする(バリア3)。これを地下約300mに保管することで、人間環境から隔離する。地下約300m

では還元性雰囲気であり、また地下水の移動は年間数mmである(金氏顕:広領域教育 No.74 p。11-19(2010.2)。

地層処分した後に、ウラン鉱石の放射能レベルまで高レベル放射性廃棄物の放射能が減衰するのに1万年弱を要する。しかし、ウラン鉱石の10倍程度であれば数千年であり、100倍程度なら数百年である。一体どの程度まで減衰すれば心配がなくなるのだろうか。ちなみに現在の地球に存在するウランのなかでウラン235は0.7%含まれており、その他の殆どがウラン238である。地球が形成されたころにはウラン235の割合はずっと多かった。したがって、天然の原子炉があった。アフリカに一箇所その跡が見つかっている。





原子力発電所の安全性

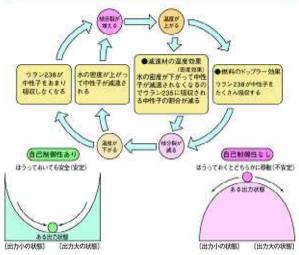
発電所には放射能を封じ込める5重の壁が作られている。また、原子炉の温度が上がりすぎると中性子を吸収する減速材が作動して、温度調節を行うように設計されている。あるいはウラン238が中性子を吸収して温度が下がるように設計されている。温度が下がるとウラン238があまり中性子を吸収しなくなったり、水温が上がって中性子を減速させるようになり、核分裂を起こしやすくする。このように原子炉は設計上自己制御性がある。

放射能を閉じ込める5重の壁 原子炉建屋 格納容器 原子炉建屋 作納容器 原子炉 圧力容器 原子炉 上力容器 原子炉 上力容器

(出典:資源エネルギー庁資料)

チェルノブイリ原子力発電所には、格納容器がなかったし、鉄筋コンクリート建屋も無かった。チェルノブイリ発電所の爆発は高温になった燃料が直接水に触れて水蒸気爆発を起こしたものであって、核爆発ではない(金氏顕:広領域教育 No.7.p。11-19(2010.2)。

原子炉の固有の安全性(自己制御性)



出典:資源エネルギー庁「原子力2007」他

原子力発電には既に 50 年以上の歴史がある。未だに 1986 年に起きた旧ソ連のチェルノブイリ原子力発電所の事故が、原子力発電の安全性を考えるときに事例に出されることがあるが、先進国で使っている水を中性子の減速材につかっている軽水炉とは原理がことなり、黒鉛を減速材に使っていたこと、運転員が禁止されていた危険な運転試験を行ったことなどが認識されていないのではなかろうか。また、チェルノブイリ事故による死者数が実際より過大に評価されているのではなかろうか。2005 年に「チェルノブイリの遺産」という報告書が出されたが、事故による死者は 47 名であった。甲状腺癌患者 4000 人のうちで亡くなったかたは 9 人であった。

2005年9月 国際機関8機関と関係国が 参加してフォーラム開催

- 「チェルノブイリの遺産」という報告書
 - ・事故によって亡〈なった方:47人
 - ・甲状腺癌患者は4000人 そのうち死亡者は9人
- ・急性放射線障害を示した人:134人 その中で、3ヶ月以内の死亡者:28名 その後の20年で19名死亡。

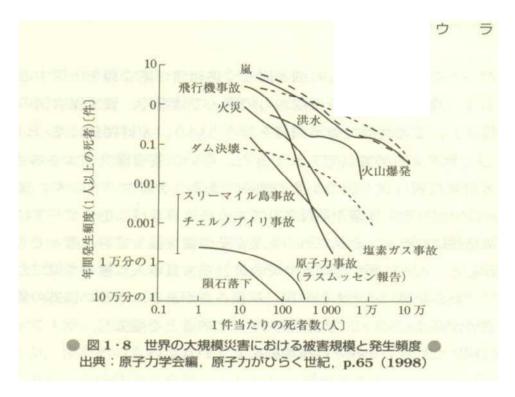
つまり、急性放射線障害での今までの死亡者47人

4000人が死ぬというカージス女史

- 各々の集団の平均被爆線量を計算する。
- 広島・長崎の原爆被害者の調査で得られた被 爆線量と癌の死亡率の計算式を使って、計算す ると3650人が死亡者の数となる。

:カナダの女医エリザベス·カージス女史の計算 彼女の論法:「原子力発電所の従業者は線量は 少ないが、被爆線量と癌死亡率の関係は原爆と 同じである。」 低線量被爆 への考慮がない。

カナダの女医エリザベス・カージス女史が誤った推定をおこなって 4000 人が死亡 するという数を発表したりしたのが、事故を過大評価した原因のひとつであっただ ろう。



チェルノブイリ事故とスリーマイル島の事故も含めて、各種の大規模災害を比較した図によると、原子力発電による死者数は他の事故に比べて少ない方である。この図は事故を統計的に調べたものであるから、客観的な評価を与えている。1998年以前に報告されたものなので、今となってはいささか新鮮さに欠けるものの、1998年以降に原子力発電所で大規模な事故は起きていない。よって、この図はその安全性に関するリスクを評価していると考えることができる。

日本の原子力発電所の耐震設計は金氏氏が纏めておられる(前出):

活断層の上には建設しない。

岩盤の上に直に建設する。

最大の地震を考慮して設計する。

信頼性の高い解析プログラムで設計評価する。

大型振動台により実証試験を行う。

大きな地震には自動的に運転を停止する。

ツナミに対しても対策する。

中越沖地震の時に運転中だった柏崎刈羽3・4・7号機は地震の揺れにより自動的に制御棒が燃料に挿入されて核分裂反応は停止し、その後炉心は正常に冷却され、放射能は閉じ込められた。すなわち、安全機能は完全に保たれ、周辺住民への放射線災害は皆無であった。

火災を起こした所内変圧器は原子炉安全機能の無い施設であった。

人間の体内にも野菜に含まれるカリウム 40 などの極微量の放射能を持っており、 一人約 7000 ベクレルである。柏崎刈羽発電所の燃料プールの水が不用意に海水に漏れたが、その放射能量は 9 万ベクレルであった。人間 13 人分に相当する微々たる量である(金氏:前出)。