

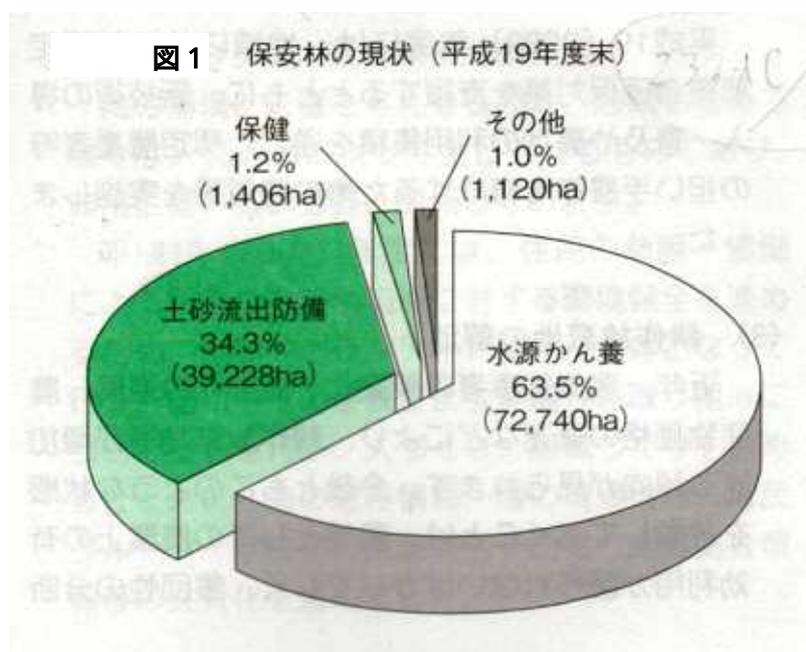
2030年に、その時点での電力需要の16.3%に相当する31.8億kWhをカーボンフリーにすることを考えてきた。太陽光、風力、バイオマス、RDFの持つ発電の可能性を19.3億kWhと推定した。それでも未だ約13億kWhに相当する53万トンCO₂の排出量削減が必要になる。これは1990年比でCO₂約9%に相当する。

この不足分を具体的にどのようにして補うか、現実味のある順に検討してみよう。

(1) 森林による炭素固定

森林が吸収する炭素を二酸化炭素排出権として認めることになっている。京都議定書とそれに続く地球温暖化防止会議ではわが国の国内森林管理による二酸化炭素排出権を1990年比6%削減の内、3.9%認めようということになっている。さらに2009年12月にコペンハーゲンで開かれた第15回地球温暖化防止会議(COP15)では、産経新聞2010年1月8日号が紹介しているように、森林の炭素固定機能を積極的に認めようという動きがでた。

森林は永久に炭素を固定し続けるわけではない。30~50年で樹木が成熟すると炭素吸収は終わる。しかし、森林管理をもっと積極的に評価しようという動きからすると、間伐や木材の住宅等への利用などを適切に二酸化炭素排出権に読み替えるようになる可能性もある。そこで、三重県の保安林に着目して、森林管理による炭素固定について検討してみよう。



三重県は、三重県内の森林面積の 30.6%にあたる 114494ha を保安林と指定し、森林の適正な保全・管理に努めている（平成 20 年度版 三重県「環境白書」p.54）。図 1 に示すように、水源涵養林と土砂流出防備林が主なる構成要素である。そこで、森林 1ha あたり、一年間に 2 トンの炭素を固定すると想定しよう。2 トンとはわが国の温帯林の平均的な炭素吸収・固定量である。

$114494\text{ha} \times 2 \text{ トン C/ha} = 23 \text{ 万トン C} = 84 \text{ 万トン CO}_2$ すなわち、毎年 84 万トンの CO_2 が吸収・固定されていることになる（実際は CO_2 が固定されるのではなく、C が固定される）。

13 億 kWh を二酸化炭素に換算するには、換算係数 0.41kg/kWh を用いることができる。

$$13 \text{ 億 kWh} \times 0.41\text{kg/kWh} = 53 \text{ 万トン CO}_2$$

よって、三重県内の保安林で吸収固定される CO_2 （厳密には炭素）を 権利 とみなすなら 13 億 kWh 分の約 1.6 倍もの排出量削減を見込めることになる。

森林管理での炭素固定が認められるようにするには、間伐や樹木生育の調査などの作業が必要になるであろう。

（ 2 ） 海水ウランの開発

原子力発電からは、発電所の建設、運用などに要するエネルギーから発生する二酸化炭素を考慮すると若干の発生量があるものの、基本的には二酸化炭素が発生しない。カーボンフリーの電力を得る一次エネルギー源として、海水からウランを得る方法が開発途上にあるので、これを三重県である程度の規模のモデルプラントを設置して実施することを想定する。そして、三重県で生産したウラン燃料を、どこかの原子力発電所で燃料として発電された電力をカーボンフリーの電力として三重県で使うことを考える。現在の法制下では、このような場合にカーボンフリーの電力を購入して 炭素排出権を得る のは認められていない。しかし、今後化石燃料に対して 環境税 を課すとなれば、ウラン燃料に対しては相応の 二酸化炭素排出権 が与えられる可能性があるという前提で、話を進めることにする。

図 2 に原子力発電所（軽水炉）の 1 年間あたりの核燃料サイクル（日本原子力学会編「原子力がひらく世紀」p.147）を示す。100 万 kW の原子力発電所では平均一年間に核分裂するウラン 235 を 3%含む濃縮ウランを 30 トン消費する（濃縮ウランの濃度は 3 ~ 5 %とされており、5%とすると、これから推論する数値が若干異なってくる。ここでは、詳細な数値を求めるより、大まかな数値を求めるのが目的なので、原本どおり 3 %を想定する）。濃縮する前の天然ウランでは年間 180 トンになる。

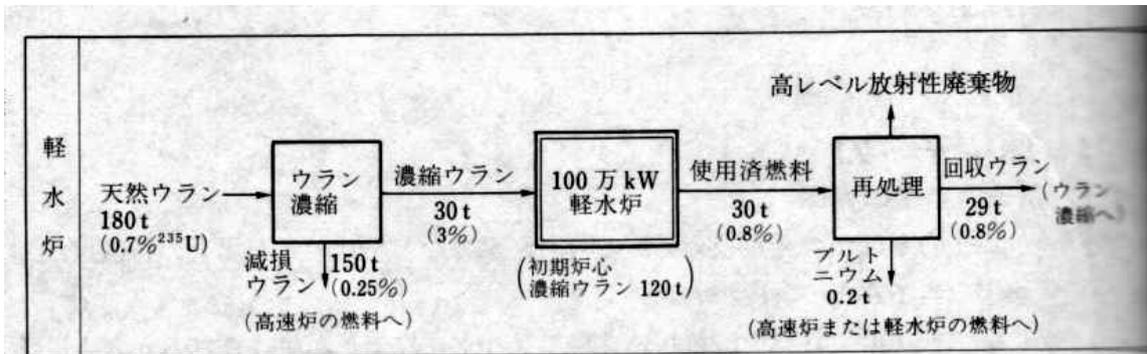
原子力発電所の設備利用率を 80%とすると 180 トンのウランから 1 年間に 70 億 kWh の電力が得られる。

13 億 kWh の電力を得るのに必要な天然ウランの量は 33 トンである：

$$13 \text{ 億 kWh} / 70 \text{ 億 kWh} \times 180 \text{ トン} = 33 \text{ トン}$$

図2 軽水炉の1年当たりの核燃料サイクル

(エネルギー資源学会「エネルギー資源ハンドブック」p. 398)



海水には 3.3ppb のウランが溶けている。これを選択的に吸着する繊維が開発されている。図3に示すように、ポリエチレンで不織布を作りこれに電子線を照射してグラフト重合させ、表面にアミドキシム基を有する布状のウラン捕集材を作る。海水中に 20~40日浸漬しておく、図3に示すように、捕集材 1k g あたり青森県むつでは約 0.5g の、沖縄県では 1.5g のウランが吸着されることが玉田博士により報告されている(玉田正男ら：日本原子力学会和文論文誌 vol.5, No.4, p.358-363(2006))。

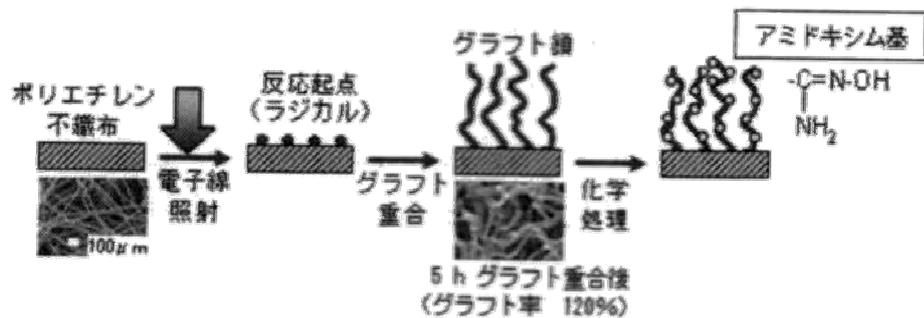
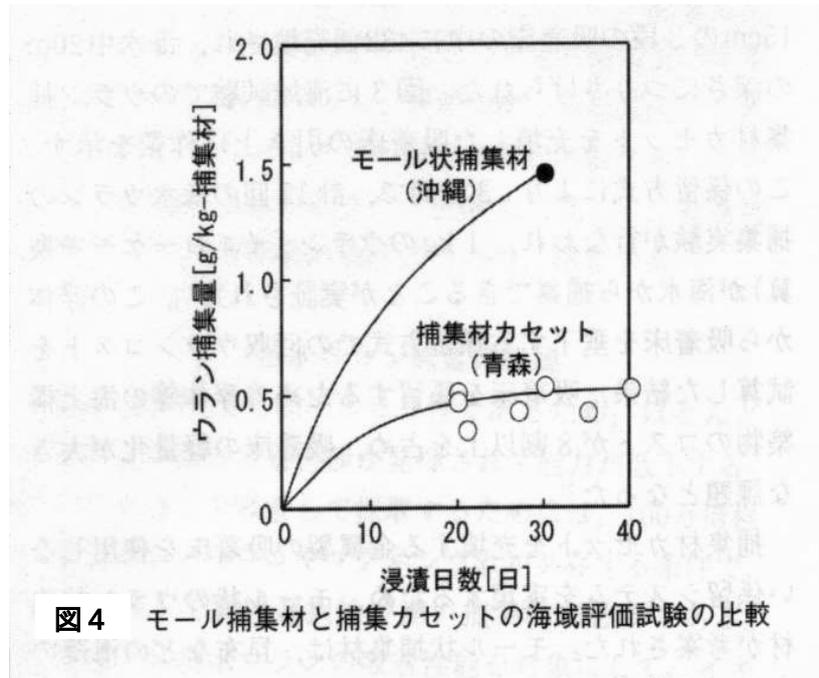


図3 放射線グラフト重合によるウラン捕集材の合成工程

玉田正男「海水からのウラン回収技術」日本エネルギー学会誌 Vol.68.No.4(2009)p.249-253



年間 1200 トンのウランを捕集する場合の海中構築物のイメージが図 5 である。年間 33 トンを捕集（吸着）するには 36 分の 1 の規模でしかない。よって、1200 トンの場合に試算されている。この規模でウランが捕集されるとウラン 1 k g あたり 8.7 万円で、捕集効率が 2 g/kg 捕集材から 6g/kg 捕集材へと向上すると約 3 万円となり、将来の陸上ウラン（現在使われているウラン）の値上がりを想定すると価格競争力がついてくる可能性がある。エネルギー自給率 4% のわが国が自給率を向上させる一番の近道のひとつであろう。

そこで、国のパイロットプラントを三重県に誘致することを考え、年間 33 トン規模でウランを生産する。それを使って発電される電力はカーボンフリーであるので、その量に相当する二酸化炭素の排出権を三重県が得ると想定すれば、13 億 kWh のカーボンフリー電力を調達できることになる。場所は伊勢湾と太平洋の境界で、毎日ある程度の海水の流れがある場所を選定すると良いであろう。

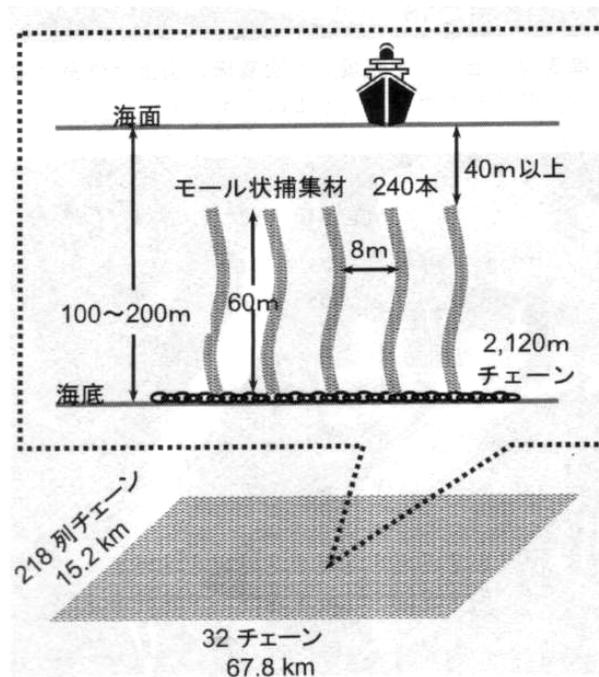
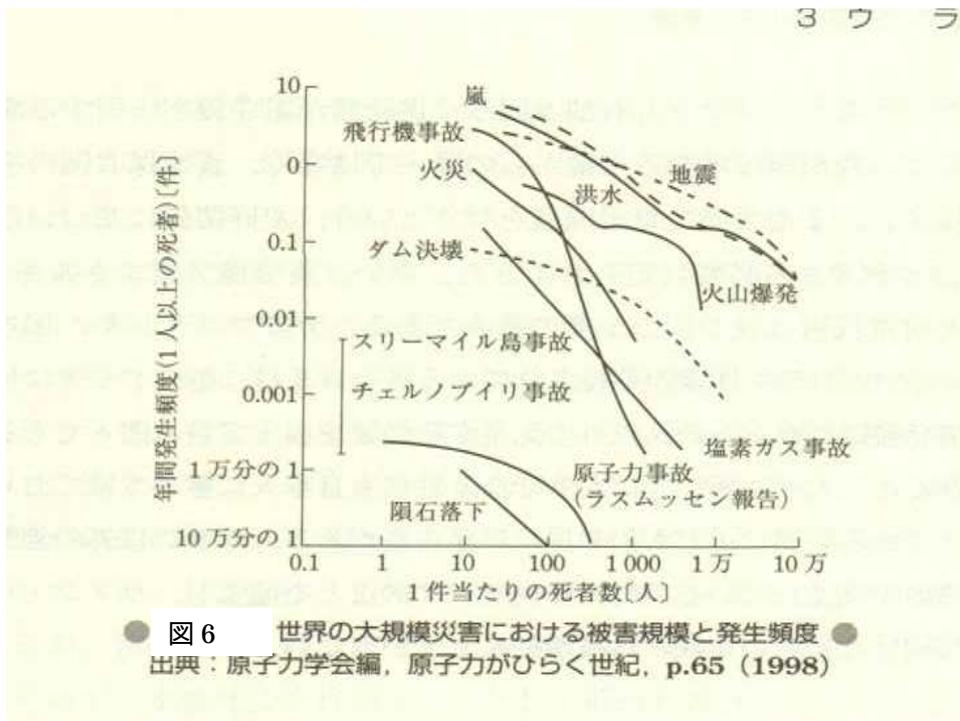


図5 モール状捕集材による年間1,200トンのウラン捕集規模での係留システム

(3) 超小型原子力発電所の立地

一般に原子力発電に対する理解が薄い場合に、筆者は体験上考える理由として、原子爆弾と原子力発電の区別が曖昧であるか区別がつかない、原子力発電に対する誤解があるか、知識が不足している。とりわけ、チェルノブイル型原子力発電所と先進国が使っているPWRあるいはBWR型原子力との区別を知らないか、チェルノブイリ事故が人間が起こした事故であったことを知らない、学校で原子力発電は怖いものだと教えられた核分裂そのものが怖いなどがある。

本報告では原子力発電のリスクについて説明するのは範疇外である。よって、図6にリスクを図示したものを掲載するのに止めることにする。

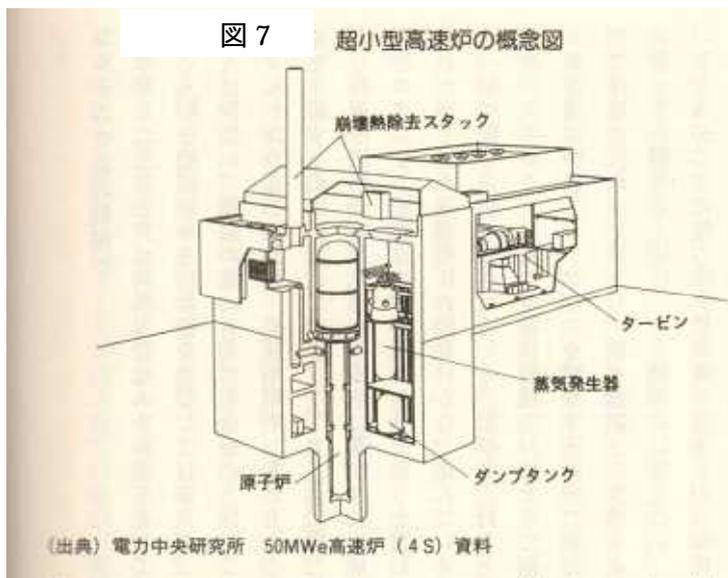


ところで、カーボンフリーの発電所で、年間 13 億 kWh を設備稼働率 80% で発電するには 18.6 万 kW すなわち大よそ 20 万 kW の原子力発電所あるいは水力発電所が必要である。太陽光発電や風力発電に対する三重県のポテンシャルはすでに織り込み済みであり、県内にこれだけの発電容量を水力発電所で新たに建設するのは不可能に近いであろう。

現在日本の電力会社が所有しているタイプの原子力発電所を建設するなら、技術的には耐震性の慎重なる検討以外には問題は少ない。

もし、未来へ向けて三重県が原子力技術のパイオニアになろうとするのであれば、原子力発電所が核拡散の懸念から逃れることが可能な、小型炉の開発を行うという選択肢がある。これは高速炉と呼ばれるもので、プルトニウムを生産しないで、単純に消費するだけの炉を持った原子力発電である。保守が殆ど不要で運転が簡単で、炉の内外の事故に対して炉心の損傷がなく、安全なように設計できる。また、工場での大量生産が可能で、一体化・モジュール化されているので運搬・設置が簡単である。放射性物質は完全に格納されているので、廃棄物の処理系を持たない。一度燃料を装填すれば 10 年間は無補給であり、10 年後には工場に持ち帰って補給点検すればよいように設計されている。この概念設計は（財）電力中央研究所が行い、東芝（株）などが詳細設計を終えている。同様の技術はフランスやアメリカでも 10 年以上前に検討されている。プルトニウムを工場でしか取り出せないのが、途上国で無法者がプルトニウムを盗む行為に対する耐性がある。一基あたり 5 万 kW のものが概念設計されており、その例を図 7 に示す。三重県で世界に先駆けて途上国向けに適した、テロに強い原子

力発電所を開発しようという選択肢を取るならば、考慮する価値があるアイデアであらう。



(電力中央研究所編著「循環型社会」電力新報社 1998年 212頁より)