

# 原子力発電の危険性と代替エネルギーの可能性

加 藤 聖 士

## 目 次

はじめに .....	2
I 原子力発電の依存度 .....	4
1. 世界各国の原子力発電 .....	4
2. 日本国内の原子力依存度 .....	7
II 三大原子力事故にみる人的・環境への影響 .....	9
1. スリーマイル島原子力発電所事故 .....	9
2. チェルノブイリ原子力発電所事故 .....	11
3. 福島第一原子力発電所事故 .....	13
III 代替エネルギーの可能性 .....	16
1. 自然エネルギー .....	16
(1) 太陽光エネルギー .....	17
(2) 太陽熱発電 .....	18
(3) 風力・潮力・地熱エネルギー .....	19
2. 新型エネルギー .....	20
3. 可能性と問題点 .....	22
おわりに .....	23

## はじめに

今日、原子力エネルギーを取り巻く環境は大きく変化している。その契機になったのは、2011年3月11日に起こった「東北地方太平洋沖地震」の影響による福島原子力発電所事故である。これは原子力時代が到来した20世紀半ば以来の問題であって、決して今日始まった問題ではない。しかしながら、2011年3月11日の「東北地方太平洋沖地震」の津波が起因となった世界最大規模の原発事故を引き起こした福島原子力発電所は、これまでもその安全性に関する論争の対象となってきた。それ故に、この未曾有の事故が再度注目されるに至り、「脱原発」論争に拍車を掛けることとなった経緯については論を待たないであろう。これに世界各国がより慎重に議論を重ねている。ドイツは早々と「脱原発」宣言を表明し、イタリアにおいては政府の「継続案」も国民投票で否決されたことで「脱原発」の方向へと方針を転換した。これに反して、フランス政府は、原子力発電所の新設を継続し、同国のエネルギー政策を原子力に依存する決意を再確認している。

では、当事国日本はどうであろうか。世界唯一の被爆国である我が国においても、先進工業国として、原子力政策は国家の経済力を維持・発展させるために「不可欠なエネルギー源」として歴代政権のなかで重要な位置を占めてきたのである。原子力エネルギー問題については、各国でも同様にそれぞれの立場で慎重に議論を重ねてきたことも事実である。もちろん端を発した日本も、その国の中の重要な一国でありながらも、未だ原発問題への有効な答えを見出せずにいる。

世界各国の原子力発電の依存度は、先進大国のアメリカが群を抜いて多い。国土面積が広いこともあるが、他国に対して倍ほどの稼働中原発設備が所有している。次いでフランスである。フラ

原子力発電の危険性と代替エネルギーの可能性  
ンスは今もなお脱原発に否定的であるだけに、面積に比して原子力発電への依存は高いと見られる。原子力施設の所有数が第三位に位置しているのが日本であり、原発問題がその社会に深刻な影響を及ぼしてきたことと比例している。日本の発電量に対して原子力発電の占める割合は2割程度で、エネルギー全体から見ると決して高くない数字のように思えるが、後に示すように各国と比較すると原子力への依存度はむしろ高いといえるのである。他の国々の原子力発電への依存度は日本の約半分程度であり、それほどの依存は見受けられない。ヨーロッパ各国の原子力発電への依存度はきわめて少ないように見えるが、注意しておかなければならないのは、フランスからの原子力発電の電力輸入に依存している部分が非常に大きい点である。また、中国やインドなどの超新興国は、今日でも多数の原子炉を新設しているか、あるいは建設計画を有している。さらには、新興国でも原子炉を建設し、工業発展を押し進める計画を持つ国は少なからず存在するのである。この地震による事故を契機に、世界中が原子力の危険性を訴えるようになり、一部の国々を除いて脱原発の方向性が高まっている。しかし、これまでも幾度となく、その危険性に関する議論は起っている。特に、アメリカのスリーマイル島やウクライナ（旧ソ連）のチェルノブイリの事例は顕著といえるだろう。事故が起こってからでは遅いことは分かっているが、やはり、スリーマイルやチェルノブイリなどの事故で核の危険性に対してもっと慎重になるべきであったと言わざるを得ない。

約20年の時を経たチェルノブイリ原発周辺の状況は決していいものではない。放射線が放つ生殖物や人体への影響は深刻である。数年後の日本もこういった事態を招くことは想像に難しくない。特に将来を担う若年層の人体への影響は計り知れない。原子力発電がたとえ再生可能エネルギーであり、環境に配慮したク

リーンなエネルギーであったとしても、生活に対する環境には配慮できていない。環境、生活、安全に配慮したエネルギー供給の実現に向かう必要がある。

こういった事故をきっかけに世界中で新型や代替エネルギーが考案されている。ここで取り上げるのは短期的限界<sup>1)</sup>のあるエネルギーではなく、ソーラー発電、太陽光や風力などの自然を使った発電、水力発電、地熱発電、バイオマス発電などの長期的無限であり、かつ有効的なエネルギーである。これまで以上に有効な代替エネルギーを開発し、十分な発電量を供給できるならば、脱原発の世界を具現化する可能性も見えてくる。しかし、代替エネルギーにもやはり問題はあり、自然発電は自然の力を借りるために、一定の供給量しか確保できないことや、水力発電のように環境破壊などの問題がつかまとう場合もある。

本論ではまず、現在の世界／日本の原子力事情を明らかにし、その原子力発電とその依存度に関して明らかにしていく。次いで、スリーマイル島やチェルノブイリ、福島<sup>3</sup>の3つの事例をもとに、危険性や人的・環境などの破壊や汚染事例を、現在注目されている代替エネルギーと合わせて考察を行うことで、今後将来へ向けての可能性を論じる。

## I 原子力発電の依存度

第1章では、世界各国の原子力発電に関する設備に関するデータをもとに、各国の原子力に対する依存度を検証しておこう。

### 1. 世界各国の原子力発電

図1は、主要国の原子力発電設備の数を表したものである。ま

1) 短期的限界とは主に石炭や石油などの有限資源である。

原子力発電の危険性と代替エネルギーの可能性  
 ずここからわかることは、アメリカが他国に比べて、原子力発電所が多いことである。稼働中の原子炉が 104 基、建設または計画中のものが 10 基である。原子力発電施設数が世界第 2 位のフランスはヨーロッパ最大の原子力大国で 58 基を有し、建設計画中のものも 2 基ある。アメリカの国土面積は 9,629,091km<sup>2</sup>に対してフランスの国土面積は 632,759km<sup>2</sup>と、国土に対して設備数は比較的多い。また、日本の国土面積は 377,930km<sup>2</sup>とフランスのおおよそ半分の面積でありながら、運転中の設備数は 54 基であり、建設・計画中は 15 基とより過密していることがわかる。ロシアは世界一の国土面積を誇りながら、設備数は日本のおおよそ半分である。

### 主要国の原子力発電所の数

※下記の国々以外も含めた世界全体の原子力発電所数は 443基(稼働中)、220基(建設・計画中)である。

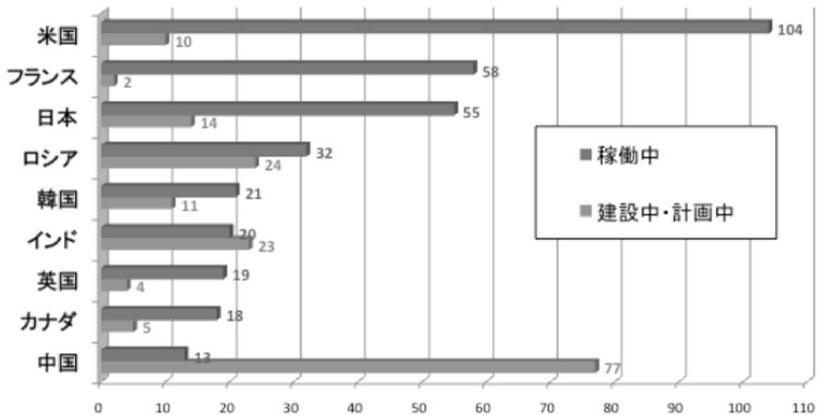


図 1：主要国の原子力発電設備の数

＜典拠＞「COURRIER JAPON」講談社 vol.079 (2011年6月号) p.23

図 2 は、各国の発電施設別の割合を記したものである。この統計を見て分かるように、アメリカは世界最多の原子力設備があるにも関わらず、いまだ石炭への強い依存がある事がわかる。逆に原子力の発電量は石油の次に低い。それに比べ、設備数アメリカの約半数の日本は、アメリカより多く、約 24%と比較的に高い

数値となっている。

フランスは約77%の原子力発電量と驚異的な数字である。しかし、エネルギー面で日本とフランスには共通点がある。それはエネルギー自給率の問題である。もともと化石燃料に乏しい両国は石油危機を契機に石油代替エネルギーに取り組んできた。しかし、日本が原子力と電源の多様化に取り組んだのに対して、フランスは発電コストが廉価な原子力の推進により、原子力エネルギーの開発に邁進していった。その結果、フランスは今では発電の多くを原子力発電で補い、他国に電力を輸出するような国になっている。日本は、脱石油を図り、多様化に進んだ結果、原子力、天然ガス、石炭、石油、水力などバランスのとれた電源構成を築き上げたのである。<sup>2)</sup>

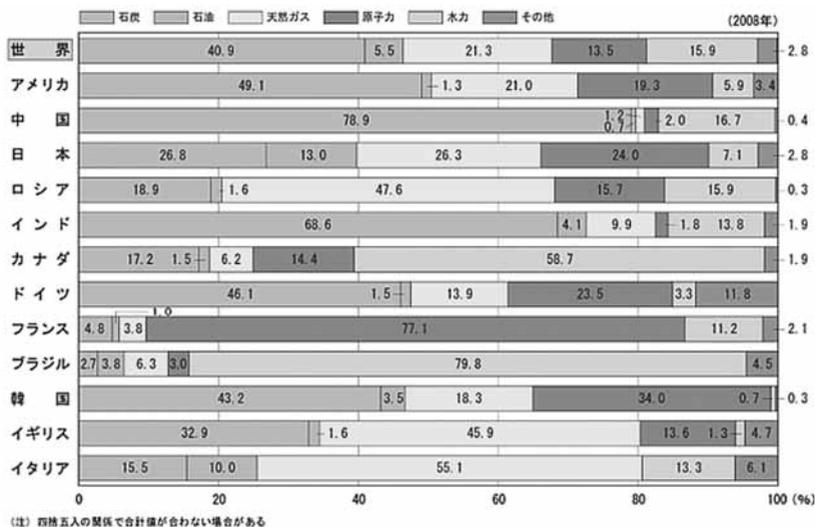


図2：主要国の電源別発電電力量の構成比

＜典拠＞ 「電気事業連合会（でんきの広場）」

[http://www.fepec.or.jp/present/jigyoushuyoukoku/sw\\_index\\_03/index.html](http://www.fepec.or.jp/present/jigyoushuyoukoku/sw_index_03/index.html)

2) 池上彰 (2011) 「危機の時代を生きるための新しい『エネルギーの常識』」『COURRIER JAPON』 講談社 vol.080 (2011年7月号) pp.18-21

## 2. 日本国内の依存度

日本は、やはり化石燃料に乏しいということもあり、輸入に頼る手段しかない。例えば石油・石炭に至っては、99%以上が輸入で、天然ガスは90%以上である。しかし、図3を見てわかるように、石炭・石油や天然ガスなどの化石燃料による総発電量は2009年時点で約60%、原子力は単体で約30%であるのに対し、2014年から2019年にかけての見通しでは、化石燃料を減らし原子力発電へ徐々にシフトしていていることがわかる。再生可能エネルギーや新エネルギーにそれほどの変化は見られないが、やはり原子力発電に頼ろうという姿勢を垣間見ることができる。<sup>3)</sup>

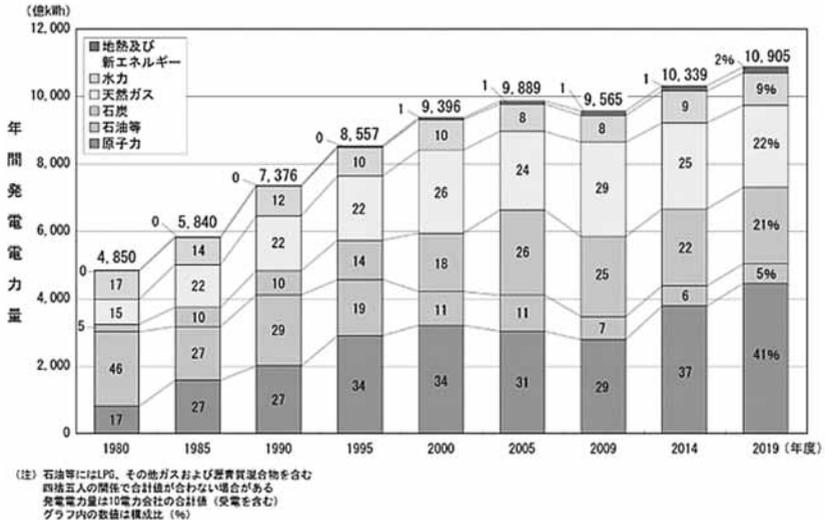


図3：電源別発電電力量の実績および見通し

<典拠>「電気事業連合会（でんきの広場）」

<http://www.fepec.or.jp/present/jigyou/japan/index.html>

図4は、日本の原子力発電所や建設状況を示している。図をみてもわかるように全国各地に発電所が拡散し、地方にある電力会

3) 「電気事業連合会（でんきの広場）」

[http://www.fepec.or.jp/present/jigyou/shuyoukoku/sw\\_index\\_03/index.html](http://www.fepec.or.jp/present/jigyou/shuyoukoku/sw_index_03/index.html)

社の管轄区域内には多数の原子力発電所が配置されている。関西電力や東京電力などは、福島原発以前までは約 50%を原子力発電でまかっていた。しかし、事故後は原発への姿勢が大きく変わりつつある。

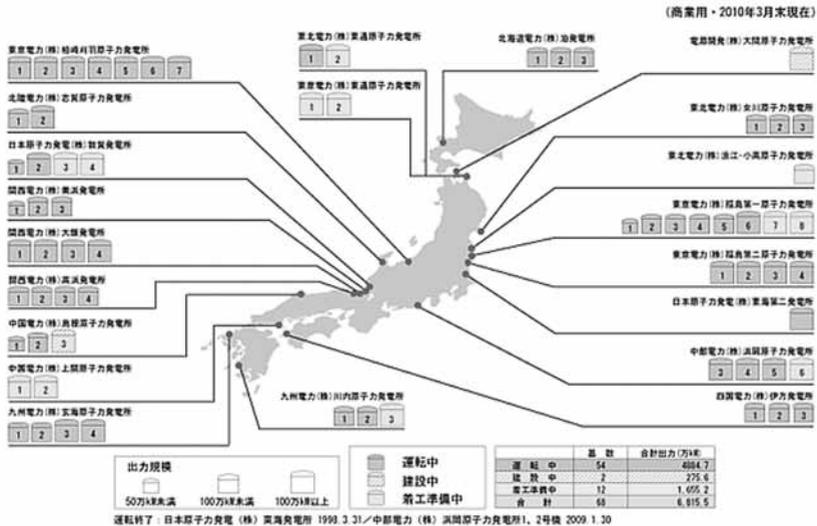


図 4：日本の原子力発電所の運転・建設状況

<典拠>「電気事業連合会(でんきの広場)」  
<http://www.fepc.or.jp/present/jigyuu/japan/index.html>

環境省は、「国内で自然エネルギーを導入した場合にどの程度の発電量が見込めるか、試算した結果を発表し考慮しても、最大で原子力発電 40 基分の発電量が見込める」という試算を公表した。これは、風の強い東北地方では、原子力発電の 3～11 基分を風力でまかなえる計算である。試算によると、事故前の政府が決めていた普及策だけでも、風力発電なら風が吹いている時だけ発電するため、稼働率を 24%と仮定し、出力 100 万 kW で稼働率 85%と仮定した場合、原子力発電の約 7～40 基分に相当する。日本では、6 月現在で浜松原子力発電所をはじめ、全国約 42 基

原子力発電の危険性と代替エネルギーの可能性が定期点検を理由に稼働停止を行っている。安全策という理由が第一ではあるが、やはり国民の不安や反対デモを招いていることも一つの大きな要因である事は間違いない。事実上、原子力発電所の再稼働には国民の有無に関係なく行うことができるが、その地方の住民や今日の現状、計画や政策などを考慮すれば再稼働の目処はたたないであろう。関西電力でも、定検のために原子力発電所を稼働停止していることにより、節電の必要性を唱えている。<sup>4)</sup>

先に述べたように、節電も大切ではあるが必要最低限の電力を補うための代替案（新エネルギー）を早急に形成していく必要があるのではないか。地方を抜きで考えれば風力である程度の電力をカバーが可能であり、化石燃料からの発電ではなく、再生可能エネルギーや代替エネルギーの構築はいまの義務であることは間違いない。時間がかかることではあるが、これがオイルショック後の日本または世界のエネルギー転換の絶好の機会である。

代替エネルギーについては第3章で詳しく述べる。次章では、スリーマイル島、チェルノブイリ、福島で起こった原子力発電所の3大事故を例に上げ、各国の現状、対応策や方向性またどういった危険性があったかなどを論じていく。

## Ⅱ 三大原子力事故にみる人的・環境への影響

### 1. スリーマイル島原子力発電所事故

まずは、世界で最も原子力発電所を保有しているアメリカで起こったスリーマイル島原子力発電所事故をみていく。アメリカ合衆国、ペンシルベニア州スリーマイル島の原子力発電所は、1968年に建設が開始され、1974年に稼働を開始した。事故が起こったのは1979年3月28日のことである。午前4時、冷却系の

4) 矢沢潔（2008）『原子カルネサンス』技術評論社 pp.18-28

トラブルによって、第2号炉が停止した。冷却水の循環が止まったことで、蒸気発生器の温度管理ができなくなり、発電用のタービン、次いで原子炉が緊急停止した。冷却系の圧力が上昇し、原子炉圧力容器の圧力調整弁が開いた。この弁は圧力が何らかの理由で閉



図5：スリーマイル島原子力発電所

<典拠>「福島第一発電の放射線汚染の影響」  
<http://www.imart.co.jp/fukushima-genpatu-houshasen-eikyuu.html>

まらず、大量に外部に流れだしたのである。この原子炉には計器が設置されておらず、正しい水位計を図ることはできなかった。ECCS251658240（緊急炉心冷却装置）は冷却水を注入したが、手動でECCSが停止させられた。冷却水を失ったエオシン<sup>5)</sup>は温度上昇を続け、ジルコニウム<sup>6)</sup>の被覆管が破損した。後に明らかになったのは燃料の約45%が熔融していたということである。同日中に原子炉は安定したと見られたものの、圧力容器内に溜まった水素が爆発する可能性があった。4月1日、専門家グループは水素爆発の恐れはないと判断し、終息に向かった。アメリカの原子力規制委員会は、この事故を教訓とし、安全規制を徹底している。<sup>7)</sup>

5) 赤色の酸性染料の一。生物切片試料の染色剤（細胞質を赤く染める）のほか、吸着指示薬・蛍光指示薬、また赤インクの色素として用いる。

6) チタン族に属する遷移元素の一。元素記号 Zr 原子番号四〇。原子量九一・二二。銀灰色の固体金属。無定形ものは黒色粉末で、空気中で発火しやすい。腐食しにくく、熱中性子を吸収しにくい。その合金を原子炉材料・化学装置などに用いる。

7) 矢沢潔 前掲書 pp.18-28

この世界一の原発大国で起こった事故は、炉心溶融というきわめて大きな事故であったにもかかわらず、外部への放射能漏れはごくわずかであり、発電所の運転員や周辺住民など一人のケガ人も犠牲者もでなかったことが明らかにされている。この事故による環境・人的被害は幸いにも皆無と言っても過言ではない。しかし、ここでは大きな影響が別の形になって現れた。それは、原子力発電所の事故がきわめて危険なものだという見方を世界に広げる決定的なきっかけになったからである。これを契機に、過激な活動家が原発阻止のために実力行使にでることも多々あり、日本国内でも例外ではなかった。

事故以来 100 基を超える原発を稼働させていた原発大国アメリカでは、原発の新規発注は停止し、西ヨーロッパでの一部の国では離脱しようとする動きが現れた。多くの人々が原発問題に警鐘を鳴らし、人類が必要とするエネルギーを違ったところから求めなくてはならないと考えるようになった。また、これはチェルノブイリや福島を経て、より強い概念として継承していく必要性がある。

## 2. チェルノブイリ原子力発電所事故

1986年4月26日、旧ソ連ウクライナ共和国で原子力発電史上最も大きな事故が起こった。それがチェルノブイリ原子力発電事故である。

26日午前1時23分、前日より点検のため停止状態となっていた4号炉が急激な出力上昇によって爆発を起こし、原子炉および建屋は破壊され、火災とともに大量の放射能が放出された。火災鎮火のために、大量の砂やホウ素などが500トン以上ヘリコプターから投下された。ソ連の報告では、5月6日時点では大量の放射能放出は終わったとみられている。その後、6月から11月



図6：チェルノブイリ原子力発電所

〈典拠〉「福島第一発電の放射線汚染の影響」

<http://www.imart.co.jp/fukushima-genpatu-houshasen-eikyou.html>

にかけては、コンクリートで崩壊した原子炉と建屋を囲い込む作業が行われた。ここまで動員された作業員の数は、約70万人に達している<sup>8)</sup>。<sup>9)</sup>

爆発による放射能の影響は甚大なものであった。放射能漏れによって発生した放射能雲はベラルーシ南部を通過し、バルト海に流れ込んだ。4月27日にはスウェーデンで放射能が検出され、4月末までにはヨーロッパ全土、また5月には北半球全体で観測されている。これによって、ソ連政府は事故の情報公開を余儀なくされたのである。1986年8月に報告された資料によると、鎮火活動に携わった原発職員と消防士など約200名に急性障害が現れ、31名が死亡。4月27日の時点で、チェルノブイリ原発に隣

---

8) 事故処理に従事した人々は、リクビダートル（ロシア語で後始末する人）と呼ばれ、健康状態は極めて深刻なものであった。年度ごとに、リクビダートルの健康状態を比較すると、作業時期が早いほど悪い傾向である。

9) 「チェルノブイリ原発事故」<http://www.rri.kyoto-u.ac.jp/NSRG/Chernobyl/Henc.html>

原子力発電の危険性と代替エネルギーの可能性  
接するプリピャチ市約 4 万 5000 人の住民が避難し、5 月の段階  
では周辺 30km 圏から 9 万人、最終的には 13 万 5000 人の住民が  
避難している。<sup>10)</sup>

1989 年 2 月に公表された感染マップでは、原発から 300km 離れた地域にも高濃度汚染が確認されている。政府は、地域住民や周辺国との感染症対策の妥当性を求め、IAEA に調査要請し、1990 年に国際チェルノブイリプロジェクトを発足させた。1991 年 5 月の報告では、「汚染地域住民には放射能被曝に起因する健康影響は認められない」、「汚染対策はもっと緩やかでもよいが、社会的現状を考えると妥当なものである」という結論が出された。これに対して、ベラルーシやウクライナなどは抗議したが、認められなかったのである。<sup>11)</sup>

しかし、事故で放出された放射性ヨウ素などの影響によって、チェルノブイリ周辺では 1990 年頃から小児の甲状腺ガンが増加し始めた。ベラルーシ科学アカデミーの報告（1996 年）では、慢性疾患や新生児の先天性疾患の発生率が増加し、社会的、経済的变化に伴う精神的なストレスも健康を悪化させている要因であるとの報告もある。しかしながら、1996 年 4 月に開催された「事故 10 年総括会議」では、甲状腺ガンの増加を除き、事故による影響は認められないとの結論が出された。<sup>12)</sup>

### 3. 福島第一原子力発電所事故

2011 年 3 月 11 日午後 2 時 46 分にチェルノブイリと同等の原子力発電事故が日本で発生した。

---

10) 鷹野和美「チェルノブイリ原子力発電所爆発事故による被災者に対する移住政策に関する研究」『社会福祉学』日本社会福祉学会 Vol.32 No.2 p.147  
「チェルノブイリ原発事故」<http://www.rrikyoto-u.ac.jp/NSRG/Chernobyl/Henc.html>

11) 同上

12) 同上

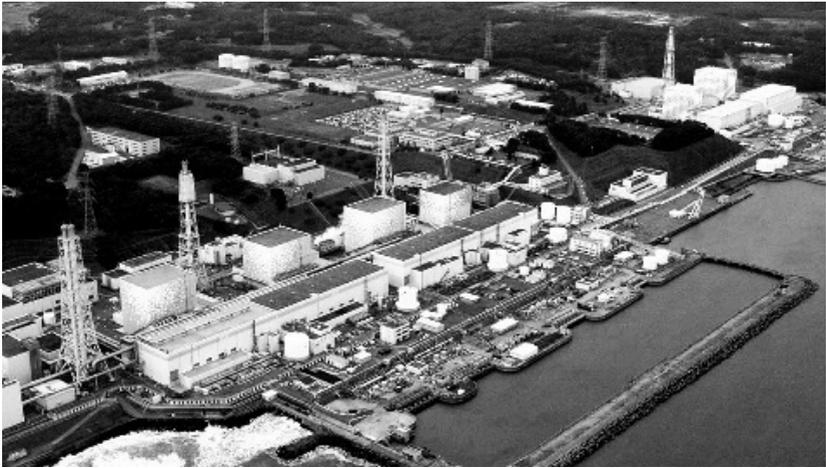


図7：福島第一原子力発電所

〈典拠〉「福島第一原発、緊急時態勢を発令 東電が初めて」  
<http://www.asahi.com/national/update/0311/TKY201103110615.html>

福島第一原子力発電所は、3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震によって1号機から3号機までが、自動停止した。外部電源が失われ、津波の影響で、非常用ディーゼル発電機や冷却用海水ポンプが起動せず、6号機を除いて電源喪失の状態となった。その後も電源を確保することはできず、炉心冷却機能が失われ、自動冷却のみならず、原子炉圧力容器への注水も行うこともできない事態となった。<sup>13)</sup> 燃料棒が露出する状態が長期にわたったため、炉心は溶融し、放射性物質が原子炉圧力容器内、そして室外へと放出されたのである。水素爆発事故によって、大量の放射性物質が大気、海洋、土壌へと放出され、除去対策が進まない状況となっている。また、濃度基準を上回った農産物など、その影響は甚大なものである。<sup>14)</sup>

---

13) 吉岡斉 (2011) 「福島原発震災の政策的意味」『現代思想』青木社 pp.74-76

14) 「福島原発メルトダウン」

<http://www.asahi-net.or.jp/~pu4i-aok/cooldata2/politics/politics27.htm>

福島を襲った地震の影響で、周辺住民、周辺地域や農作物などへの被ばくが懸念されている。福島第一原子力発電所の正門では、毎時 1000 マイクロ・シーベルト (Sv)<sup>15)</sup> を観測した。当初、半径 10km 圏内に住む住民への避難勧告が出されたが、その後すぐに半径 20km 圏内へと変更された。一方、健康への被害は放射線の量だけではない。非営利団体「放射線と公衆衛生プロジェクト」のジョセフ・マンガノ事務局長は、ウランウムを高熱で分裂させる過程で 100 以上の新たな化学物質ができ、それが大気や食物を通じて健康被害を起こす可能性がある」と指摘し、「これらの物質がいったん人体に入れば、暴れ牛が陶器の店に入るような事態になる。人体で暴れ、正常な細胞を破壊する」<sup>16)</sup> と述べている。

また、農産物への影響も大きい。大気中の高い放射性物質が作物に付着し、食品衛生法上の暫定規制値を大幅に上回り、出荷制限がなされる。農林水産省によると 6 月以降の野菜中の放射性物質の濃度は低く、暫定規制値を越える事例はない<sup>17)</sup>。このように暫定規定値を越える放射性物質が検出されなくても、一般消費者には理解しがたい事実であり、相互のすれ違いにより生まれる誤解が被災地の生産者を苦しめる悪循環へと発展している。

このような原子力発電所での 3 大事故を受けた地域では環境や人的に計り知れない影響を及ぼしている。スリーマイル島の事故では甚大な被害はでなかったが、多くの避難民を出している。これだけに留まらず、チェルノブイリでは、環境、生態系への被害

15) シーベルトという単位は放射線が人体に与える影響を示す。10 万マイクロ Sv (0.1Sv) 以上でがんになる人が増加するといわれている。400 万マイクロ Sv (4Sv) 以上で半数の人が死亡するという。ちなみに CT スキャンでも 6900 マイクロ Sv 程度の放射線を浴びる。

16) 「ウォールストリートジャーナルジャパン：福島原発の被災とよくわからない健康への影響」  
<http://jp.wsj.com/japanrealtime/2011/03/14/> 福島原発の被災とよくわからない健康への影響 /

17) 「農林水産省」<http://www.maff.go.jp/index.html>

が膨大であったことを考えると、今後数十年以上の単位での人体への影響は計り知れない。福島は現在も復興が進んでいない現状である。多数の避難民が避難所での生活を余儀なくされ、福島を少し離れた東京などでも一定基準を越えた数の放射線量が検出されている。

このような状況のなかで、日本国内外で代替エネルギーへの期待値は高い。そこで次章では、今度導入される可能性のある代替エネルギーについて明らかにしていく。

### Ⅲ 代替エネルギーの可能性

#### 1. 再生可能エネルギー

第2章で述べたように、このような事故が起こってからでは遅い。原子力発電は爆発に加え、その爆発により多量の放射線を放出する危険性がある。事故当時から20年経ったチェルノブイリ、現在の福島でも被爆者にとっても大きな問題である。世界の先進国・新興国はいまだ脱原発派と原発推進派に分かれている。フランス等を除くヨーロッパ各国では中長期計画を提出し、稼働中の原発を一定期間稼働させた後に廃炉とし、再生可能エネルギーへシフトさせる方向にある。アメリカ、中国、インドなど少数国を除く多くの国にこういった動きが見られ始めている。そこで、第3章では原発また石油・石炭などの化石燃料の負担を減らす代替再生可能エネルギーについて述べる。

自然エネルギーとは、主に太陽光、熱、風力、潮力や地熱などの自然現象から得ることの出来るエネルギーのことを指す。石油や石炭などの枯渇性のある化石燃料とは異なり、太陽光などのように太陽が照り続ける限り枯渇の心配のないようなエネルギーであり、再生可能エネルギーとも位置付けられる。ここでは代替エ

原子力発電の危険性と代替エネルギーの可能性  
エネルギーの可能性を解いていく。

### (1) 太陽光エネルギー

太陽のエネルギーを利用して発電を行う太陽光発電システムは、発電時に排出物を出さないクリーンエネルギーである。太陽光エネルギーは、1㎡あたり約1kWのエネルギーになる。地球全体に降り注ぐエネルギー量を考えると、世界で年間に消費されるエネルギー量を1時間程度でまかなえることになる。表1をみてもわかるように、他の電力と比べると圧倒的にエネルギーを作り出していることがわかる。しかし、太陽光エネルギーは天候に左右され、火力発電などと比べると、設備コストが割高という難点もある。日本の太陽光発電の導入実績は図8の通りである。2009年の時点で、262万kWとなっており、国内電力量の数%にしか達していない。<sup>18)</sup>

エネルギー量			
水	力	毎秒	5億 Kcal
潮	汐	毎秒	7億 Kcal
地	熱	毎秒	77億 Kcal
風	波	毎秒	880億 Kcal
太	陽	毎秒	420,000億 Kcal

表1：地球上のクリーンエネルギー源の比較

<典拠> 「太陽光発電協会」

<http://www.jpea.gr.jp/11basic01.html>

18) 「資源エネルギー庁」<http://www.enecho.meti.go.jp/index.htm> および生井良一（2006）「地球温暖化防止対策に関する自然エネルギー取り組みの事例研究」『嘉悦大学研究論集』嘉悦大学 Vol.49 No.1 pp.20-21

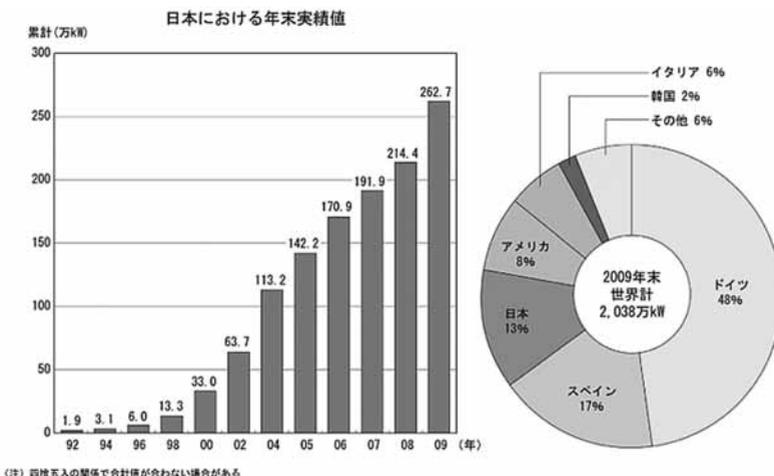


図 8：日本の太陽光発電導入量（出力）の推移

＜典拠＞「でんきの情報広場」

[http://www.fepec.or.jp/future/new\\_energy/jisseki/index.html](http://www.fepec.or.jp/future/new_energy/jisseki/index.html)

## (2) 太陽熱発電

太陽熱発電とは、太陽光と反射板を用いて太陽炉に集め、熱源を利用する方法である。前述した太陽光エネルギーであるため、天候に左右されやすいが、二酸化炭素などの温室効果ガスの排出がないため、クリーンであり、燃料費が不要であることから低コストである。その発電方式には以下の3つの方式がある。

### ①タワー式太陽熱発電

中央タワー方式、集中方式などとも呼ばれ、大規模なものでは数100枚から数1000枚の平面鏡を用い、中央に設置された集熱器に太陽光エネルギーを集め、その熱で発電する方式である。最大で、1000℃程度まで加熱することができる。

### ②トラフ式太陽熱発電

パラボリック・トラフ方式、分散方式などとも呼ばれ、曲面鏡

原子力発電の危険性と代替エネルギーの可能性を用い、太陽光をパイプに集中させることによって、パイプ内を流れる液体を加熱させることで発電する方式である。

### ③ デイッシュ式太陽熱発電

デイッシュ・スターリング方式などとも呼ばれ、放物曲面状の鏡を用い、スターリングエンジン<sup>19)</sup> に太陽光を集中させ発電する方式。

太陽エネルギーを活用する場合の欠点は、やはり天候・時間に左右され、エネルギーの密度が低いことである。安定したエネルギーの供給と、エネルギーを溜めるための技術開発は急務である。研究開発段階ではあるものの、太陽エネルギーを発電と熱供給に利用できる熱・電気複合システムも進められている。<sup>20)</sup>

### (3) 風力・潮力・地熱エネルギー

風力エネルギーは、風向・風速の変化によって安定したエネルギー供給が難しいが、資源の潜在性は無尽蔵なエネルギーであるといえるだろう。経済産業省では、1976年以降、サンシャイン計画<sup>21)</sup> (1993年度からはニューサンシャイン計画) によって風力発電システムの開発を進めてきた。2007年3月時点で約1400基、総設備容量は約168万kWである。風力を利用したものはこれまでも多くある。例えば、帆船や揚水や製粉でも活用されている。現代に入り、風力発電システムに関するアイデア・理論が体系化され、普及し始めている。<sup>22)</sup>

---

19) スターリングエンジン (Stirling engine) は、シリンダー内のガスや空気等を外部から加熱・冷却する外燃機関。

20) 「太陽熱発電のメリット・デメリット」<http://www.solarpw-md.com/>

21) 1993年度からはニューサンシャイン計画。

22) 生井良一 前掲書 pp.23-24 および「風力発電で原発40基分の発電可能 環境省試算」<http://www.asahi.com/national/update/0421/TKY201104210510.html>

潮力発電は、海流や潮の満ち干の潮力エネルギーを利用して発電する。潮の満ち干の場合、干満差の大きい河口に巨大な堰を建設し、潮位が変化によってタービンを回転させ発電する仕組みである。また、湾内に堰を建設し、そこに一時的に海水をため、開放することで発電するシステムもある。海流の場合は、海流の早いポイントを探索（速度4～5ノットの海流が最適といわれている）し、海中にタービンを沈め、タービンが回転することで発電する。<sup>23)</sup>

地熱発電は、地中深くの蒸気などの地熱エネルギーによって、タービンを回転させる発電方法である。地中約30～50kmの温度は1000度に達する。この熱資源を直接得ることは現在の技術では不可能であるが、火山噴気孔や、温泉などの地熱を利用することで発電が可能となる。<sup>24)</sup>

## 2. 新型エネルギー

新型エネルギーとは、第3章第1節で述べたような発電を含む再生可能エネルギーと定義することができる。しかし、ここでの新型エネルギーとは、新しく実現性のあるエネルギーのことを指す。なかでも、バイオエネルギーは、近年最も注目されている新型エネルギーといえるだろう。

バイオエネルギーとは、バイオマスを原材料に製造される熱や電気、気体・液体燃料などを指す。バイオマスとは、生物（bio）の量（mass）のことを指すが、今日では有機性エネルギーや資源を指すことが多い。バイオマスの種類には、木材や紙、生ゴミ、糞尿、プランクトンなどの有機物がある。2002年に改正された「新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法」（新エネ法）では、バイオマスを「動植物に由来する有機物であってエネルギー源として利用することができるもの（原油、石油ガス、可燃性天然ガ

原子力発電の危険性と代替エネルギーの可能性  
ス及び石炭ならびにこれから製造される製品を除く)』<sup>25)</sup>と規定  
している。<sup>26)</sup>

バイオマスの特徴は次のようなものが挙げられる。

再生可能なカーボンニュートラル：バイオマスを燃焼して放出  
される CO<sub>2</sub> は、その原料が生成させる際に CO<sub>2</sub> を吸収する。  
そのため、CO<sub>2</sub> の排出量は±0 になるという構造のことであ  
る。

貯蔵性と代替性：バイオマスは有機性の資源であるため、原料や  
個体・液体などとして貯蔵ができ、石油や石炭などと代替す  
ることができる。

莫大な利用可能量：2000 年の時点で、約 2,600 万 kl（原油換算）  
のバイオマスの可能性を秘めている。1999 年時点での利用  
量は約 600 万 kl であり、その多くはパルプ工場の産業廃棄  
物である。

しかし、バイオエネルギーの利用に関していくつかの問題もあ  
る。バイオマス資源は地域によって異なり、その設備費用やエネ  
ルギー密度などを考えるとコスト高になる。また、ゴミなどの廃  
棄物によるバイオマスは、比較的利用しやすい資源であり、大量

---

23) 「海の力を利用!! 潮力発電」<http://earthoffuture.kagennotuki.com/tyouryoku.html>

24) 「日本の地熱エネルギー」[http://wwwsoc.nii.ac.jp/grsj/jgea/main\\_a.html](http://wwwsoc.nii.ac.jp/grsj/jgea/main_a.html)

25) 「経済産業省：新エネルギーの概念整理」

<http://www.meti.go.jp/committee/materials2/downloadfiles/g90825b12j.pdf>

26) 片山秀策 (2007) 「代替エネルギーとしてのバイオマスの利用」『第 30 回農業環  
境シンポジウム「温室効果ガス排出をどう削減できるのか～農林水産分野にお  
ける地球温暖化防止対策～』配布資料 pp1-2 ([http://www.niaes.affrc.go.jp/  
magazine/pdf/mgzn09801\(6\).pdf](http://www.niaes.affrc.go.jp/magazine/pdf/mgzn09801(6).pdf))

な資源であるが、その多くは燃焼・投棄されているのが現状である。さらに、運搬コストが高い点も、バイオマスを利用する上で深刻な問題といえる。

欧米では、大規模なバイオエネルギー導入が推進され、バイオマスの一次エネルギーに占める割合は数十%にまで達している。例えば、アメリカでは、カーボンニュートラル構造を利用し、バイオエタノール生産が進められている。なかでも、とうもろこしによるバイオエタノール生成が盛んである。しかし、一方で、食用とうもろこしが使用されるため、発展途上国の穀物価格の高騰の食料問題が起こっている。

### 3. 可能性と問題点

本章第2節では、いくつかのエネルギー代替案を紹介した。このような自然を利用するエネルギーには期待値が高い。しかし一方で、自然を利用するということは、やはり十分なエネルギーを常に供給できないという欠点がある。またコストの問題も挙げられる。広大な土地を使用するメガソーラー発電などは土とともにコストも膨大な数字になる。太陽熱発電では、効率的な発電をするためには、できる限り日照時間の長い土地が必要となってくる。効率性を考えると、大型な設備に加え、十分な熱量確保のため広大な受光面積も必要である。つまり、条件を満たす広大な土地が必要になる。結果的に、導入時の設備コストがかなり高価なものとなる。しかし、太陽熱発電には、太陽光発電と比べて、24時間の発電が可能という長所がある。太陽光発電が利用する光を保存しておくことは現在の技術では不可能だが、太陽熱発電は熱エネルギーを利用するものなので、昼間に熱を蓄えておくことにより、夜間の発電も可能である。風力発電も期待値は高いが、日本においては限られた場所にしかつくり出すことができないのが現状で

原子力発電の危険性と代替エネルギーの可能性  
 ある。年間を通して一定の風力が強い東北地方に重点が置かれて  
 いる。また、発電時の騒音なども難しい問題点の一つである。地  
 熱発電は今後の有効性が期待されるが、地熱を利用できる土地が  
 基本的に国立公園敷地内付近であるため、思うような発電効率を  
 見出すことができない。

	太陽光発電	風力発電	廃棄物発電 (バイオマス発電含む)
メリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 枯渇する心配がない</li> <li>・ 発電時に CO<sub>2</sub> 等をださない</li> <li>・ 需要地に近いため送電ロスがない</li> <li>・ 需要の多い昼間に発電</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 枯渇する心配がない</li> <li>・ 発電時に CO<sub>2</sub> 等をださない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 発電に伴う追加的な CO<sub>2</sub> の発生がない</li> <li>・ 新エネルギーの中では連続的に得られる安全電源</li> </ul>
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ エネルギー密度 (注) が低く、火力・原子力と同じ電力量を得ようとすると広大な面積が必要</li> <li>・ 夜間は発電できず、さらに雨、曇りの日は発電出力が低下し不安定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ エネルギー密度 (注) が低く、火力・原子力と同じ電力量を得ようとすると広大な面積が必要</li> <li>・ 風向き・風雨即到時間的・季節的変貌があり、発電が不安定</li> <li>・ 風車の回転時に騒音が発生</li> <li>・ 風況の良い地点が偏在</li> <li>・ 設備にかかるコストが高い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 発生効率が低い</li> <li>・ ダイオキシンの排出抑制対策や焼却灰の減量化などの更なる環境負荷低減が必要</li> </ul>
発電コスト	49円/kWh	9~14円/kWh	[大規模] 9~11円/kWh

表 2：新エネルギーの評価と課題

<典拠> 「電気事業連合会 (でんきの広場)」

[http://www.fepc.or.jp/present/jigyoushuyoukoku/sw\\_index\\_03/index.html](http://www.fepc.or.jp/present/jigyoushuyoukoku/sw_index_03/index.html)

## おわりに

本論では、原子力発電への依存から原発事故の事例、エネルギー代替案について述べることで、原子力がもたらす影響というものがどれだけ計り知れないものか明らかにしてきた。しかし、膨大な国家予算をつぎ込み、産業の発展に寄与してきたエネルギー政

策を転換することは容易ではない。要するに、現在の日本を含め世界でも、環境や生態に危険をさらすと分かっているにもかかわらず日常生活の利便性を考えれば、一定期間もしくは原子力の次を担う発電効率の優れたエネルギー代替案がでてこない限り、依存せざるを得ないのが現状である。

2011年3月に事故を起こした福島第一原発での中長期計画では、廃炉に30年以上を要すると発表されている。また、作業員の健康に影響を及ぼす危険のある原発周辺での除染作業はいまだ難航している。今回の事故に関しても、事故発生直後の国の対応のみならず、原子力エネルギーの維持・開発に関わってきたすべての機関や企業の見通しの甘さが、現在の作業の遅れの原因のひとつと言っても過言ではない。政府（政党間の利己的な言動）や東京電力との責任の擦り付け合う時間があれば、もう少し被災者を危険区域から早期避難が可能であったのではないかと懸念する。いまだに放射線量が高い原発周辺地域での生活は厳しいものがある。遠く離れたチェルノブイリでは、事故後20年以上の時間が経たにも関わらず、今もなお放射性物質が検出されている。おそらく数年もしくは数十年後の日本にもこういった現状が待ち構えているに違いない。

私たち日本人はこのような事故を経験し、脱原発へ向かおうと言っている矢先に、ベトナムへの原発輸出を継続すると発表した。つい先日の出来事で胸に強く焼き付いた事故であったにもかかわらず、日本は他国に同じ道を歩ませようとしている。事故を経験し、その教訓を踏まえた安全性向上を確約するとあるが、原子力の利用には常に危険が付きまとうことに違いはない。第二次世界大戦後に制定された核拡散条約を踏まえ、核保有に対する態度は厳しくなったが、世界中から核が消えることはなかった。原子力問題も、今後も起こる可能性・危険性がきわめて高いことを再認

原子力発電の危険性と代替エネルギーの可能性  
識したにもかかわらず、原子力開発を模索する国は少なくないの  
である。原子力開発と脱原発の論議はもはや「いたちごっこ」の  
様相を呈しているようでもある。

この現状を唯一打開できる策があるとすれば、それは原子力以  
外の再生可能エネルギーを促進することである。第3章でも述べ  
たように、原子力と異なり、コストや発電効率の面ではまだ乏し  
いが、今後効率性を上げ、原子力発電に引けを取らないエネルギ  
ーが実現することを願う。そうすれば原子力を必要としない、真の  
安全でクリーンな生活が私たちの前に実現するはずである。

#### <参考文献>

- 阿木幸男 (2011) 「アメリカ反原発非暴力直接行動の歴史」『現代思想』青木社  
秋澤淳・長坂研・堀尾正朝 (2007) 『再生可能エネルギーで地域がかがやく』公人の  
友社  
天笠啓祐 (2007) 『バイオ燃料 畑でつくるエネルギー』コモンズ  
池上彰 (2011) 「危機の時代を生きるための新しい『エネルギーの常識』」『COURRIER  
JAPON』講談社 vol.080 (2011年7月号)  
小出裕章 (2011) 『原発のない世界』筑摩書房  
片山秀策 (2007) 「代替エネルギーとしてのバイオマスの利用」『第30回農業環境シ  
ンポジウム「温室効果ガス排出をどう削減できるのか～農林水産分野における地  
球温暖化防止対策～」』配布資料 pp1-2  
([http://www.niaes.affrc.go.jp/magazine/pdf/mgzn09801\(6\).pdf](http://www.niaes.affrc.go.jp/magazine/pdf/mgzn09801(6).pdf))  
桜井淳 (2011) 「福島第一原発事故を検証する－人災はどのようにしておきたか－」  
日本評論社  
佐野眞一 (2011) 『津波と原発』講談社  
ジャン＝マリー・シュヴァリエ (2007) 『世界エネルギー市場』作品社  
鷹野和美 「チェルノブイリ原子力発電所爆発事故による被災者に対する移住政策に関  
する研究」『社会福祉学』日本社会福祉学会 Vol.32 No.2  
生井良一 (2006) 「地球温暖化防止対策に関する自然エネルギー取り組みの事例研究」  
『嘉悦大学研究論集』嘉悦大学 Vol.49 No.1  
広瀬隆・藤田祐幸 (2000) 『原子力発電で本当に私たちが知りたい120の基礎知識』  
東京書籍  
松下潤・黒澤俊雄・君島真仁 (2005) 『これからのエネルギーと環境』共立出版  
メアリー・マイシオ (2007) 『チェルノブイリの森－事故後20年の自然誌－』日本放  
送出版協会  
矢沢潔 (2008) 『原子カルネサンス』技術評論社  
横山伸也 (2003) 『バイオマスで拓く循環型システム』工業調査会  
吉岡斉 (2011) 「福島原発震災の政策的意味」『現代思想』青木社

吉川すすむ (2006) 『新エネルギー最前線－環境調和型エネルギーシステムの構築を目指して』科学同人

<参考 Web サイト>

- 「太陽熱発電のメリット・デメリット」<http://www.solarpw-md.com/>  
「アメリカの原発事情」<http://simlabo.main.jp/simrepo/r038.htm>  
「よくわかるミスリーマイル島、チェルノブイリ原発事故と被害の実態」  
<http://www.nuketext.org/threemile.html>  
「電気事業連合会（でんきの情報広場）」<http://www.fepc.or.jp/>  
「ニューシア 原子力施設情報公開ライブラリー」<http://www.nucia.jp/index.html>  
「International Atomic Energy Agency」<http://www.iaea.org/>  
「地熱発電」[http://www.03trade.com/mailmaga/timelyhit/th\\_090109\\_01.html](http://www.03trade.com/mailmaga/timelyhit/th_090109_01.html)  
「風力発電のメリット・デメリット」  
<http://www.fcssystem.co.jp/info/column/1258677827.html>  
「新エネルギー研究所」<http://newenergy-laboratory.com/index.html>  
「ECO JAPAN -成長と共生の未来へ-」<http://eco.nikkeibp.co.jp/>  
「環境ビジネス.jp」<http://www.kankyo-business.jp/>  
「経済産業省：新エネルギーの概念整理」  
<http://www.meti.go.jp/committee/materials2/downloadfiles/g90825b12j.pdf>  
「海の力を利用!! 潮力発電」<http://earthoffuture.kagennotuki.com/tyouryoku.html>  
「日本の地熱エネルギー」[http://www.soc.nii.ac.jp/grsj/jgea/main\\_a.html](http://www.soc.nii.ac.jp/grsj/jgea/main_a.html)  
「asahi.com 朝日新聞社」<http://www.asahi.com/>  
「資源エネルギー庁」<http://www.enecho.meti.go.jp/index.htm>  
「福島原発メルトダウン」  
<http://www.asahi-net.or.jp/~pu4i-aok/cooldata2/politics/politics27.htm>  
「福島第一発電の放射線汚染の影響」  
<http://www.imart.co.jp/fukushima-genpatu-houshasen-eikyoku.html>  
「チェルノブイリ原発事故」  
<http://www.rri.kyoto-u.ac.jp/NSRG/Chernobyl/Henc.html>  
「農林水産省」<http://www.maff.go.jp/index.html>  
「ウォールストリートジャーナルジャパン：福島原発の被災とよくわからない健康への影響」  
<http://jp.wsj.com/japanrealtime/2011/03/14/> 福島原発の被災とよくわからない健康への影響/  
「太陽光発電協会」<http://www.jpea.gr.jp/11basic01.html>