


緊急対策マニュアル

原発

その時あなたは  どうするか!?

事故

日本科学者会議福岡支部核問題研究委員会編

合同出版

もくじ

はじめに——なぜ、緊急対策マニュアルなのか—— 5

1 もし、原発事故が起これたら

- 1 「事故前」にどんな知識と準備が必要か 9
- 2 「事故初期」にどんな緊急措置が必要か 13
- 3 「事故中期」にどんな対応策が必要か 18
- 4 その後の対応について 19

2 原発事故の特徴と対策について

- 1 原発事故の程度 21
- 2 これまでに起こった重大事故 22
- 3 原発事故の被害と影響の特徴 25
- 4 事故の時間的経過からみた被ばく 27
- 5 決定的に重要な事故情報 28
- 6 日米の事故対策はどうなっているか 29
- 7 緊急対策のポイント 29

3 放射線障害から身を守るために

- 1 放射線とはなにか 31
- 2 放射線障害はなぜ起こるか 35
- 3 放射線からの防護 41

4 重大事故はどのようなようにして起こるか

- 1 核分裂の連鎖反応 47
- 2 原子力発電のしくみと安全性 49
- 3 事故はどのように進行するか 52
- 4 放射能雲による被ばく 56

5 原発事故緊急対策についての提言

- 1 法制度の改正を提言する 60
- 2 現行法制度のもとでの改善を提言する 61

参考文献

あとがき 69

編集担当・岡崎桃子

装丁・口絵デザイン 六月舎

はじめに——なぜ、緊急対策マニュアルなのか

原子力発電所に事故が起きて、放射能が漏れるような事態になったとき、国および地方自治体（知事や市町村長）には住民を被害から守る責任があります。そのために、日頃から地方自治体当局は万全の防護体制を整え、万一事故が発生したときは、事故の状況に応じて迅速・適切な指示を与え、必要となれば避難誘導して住民への被害を最小限にするよう努めなければなりません。

ところが、「原子力発電所等周辺の防災対策について」という原子力安全委員会の決定では、防災対策を実施する地域の範囲を「原子力発電所等を中心とする半径八〜一〇キロメートルの距離をめやすとする」としています。これはチェルノブイリ事故の例を見てもわかるとおり、あまりにもせま過ぎます。チェルノブイリ事故では半径三〇キロメートル内の住民約一三五〇〇〇人が避難しました。事故の程度によっては数百キロメートルでも危険になります。

国のこの決定からすると、一〇キロメートル以上離れた地域の住民はみずから防護対策を考えなければならぬ状態に放置されているということになります。一〇キロメートル圏内では「原子力災害地域防災計画」がつくられています。発電所周辺の住民に対する避難訓練も行なわれず、事故時の

避難の方法や対策についても住民に知らされていません。しかも、計画自体が重大事故は起きないという前提に立ったものになっていて、事故が起きたときに必要な設備・機器類が整備されていません。また、対処する行政組織もタテ割りであるなど原発事故に対する防災体制が不備のままにおかれています。これでは緊急時に必要な対応ができるかどうか大いに疑問です。

このような現在の原発事故に対する不十分な「防災計画」のもとでは、事故が起きたとき、わたしたち自身がどのように対処したらよいかを知り、緊急事態に備えておく必要があります。ところが予想される事故の模様や対応についての専門的な書物・文献はあっても、原発事故の際の市民のための防護の手引書のようなものはみあたりません。

そこで本書は、原発事故がどの範囲にどのような被害をもたらすか、これにどのように対処すれば被害を軽減させることができるか、避難行動の要点や、対応に必要な放射能・放射線障害や放射能雲の広がりかたなどについて知っておくべき重要な事柄をのべて、緊急事故対策の手引きとして執筆したものです。

地方自治体で素早い防護対策がとられ、直接には消防士や警察官の機敏な活動によって避難誘導などの適切な措置がとられるならば、いうまでもなくこれにしたがうべきです。これから述べる事柄は、このような指示が遅れたり、伝わらなかったときの自己防衛の手引きとなるものです。

やっかいなことに、放射線は死ぬ危険があるほど強い量であってもわたしたちの感覚によってとらえることはできません。したがって、事故が起きたとき、事故の内容やどれほどの放射能がどれくら

い長い時間放出されているのかといった情報が何よりも重要になります。こうした情報なしには適切な避難行動や対策がとれないのです。

正確な情報ができるだけ早く、広く、隠べいされることなく住民に知られることが適切な対策をとる前提となります。この点について電力会社および行政当局が責任を自覚して的確に対応することを声を大にして求めるものです。

本書が原子力発電に対するいたずらな不安をおおるものであるという批判が起こるかもしれませんが、しかし、わたしたちは、国民に原子力発電にとまなう危険を正確に知らせず、しかも、万一の事故の場合の対策を示さないことは許されないことだと考え、本書を発行することにしました。行政当局が自ら原発事故に対する緊急対策の手引きを作成し、関係住民に配布しているアメリカ合衆国の例にみならうべきです。

また、本書を発行することは、原子力発電を容認するものであるという批判があるかもしれませんが、わたしたちはわが国の原子力発電の現状に対して批判的な立場をとっていますが、原子力発電の是非を論じることが本書の目的ではありません。しかし、現実に原子力発電所が稼働している以上、死の危険からのがれる方法や原発事故と放射線被害についての正確な知識を知っておくことは重要なことであると考えます。

本書が原発事故の防護体制の確立と日本の原子力発電のありかたについての論議を進める一助になれば幸いです。

1 もし、原発事故が起これたら

この章では原発事故に際して身を守るための対応を事故が起きる前の「事故前」、事故直後から放射能放出が続いている間の「事故初期」と放出がやんだあとの約一カ月の間の「事故中期」に時間的に分けて考えます。また、距離的には、地域を原子力発電所から約五キロメートル以内の近距離地域と、それより遠いおよそ一〇〇キロメートルまでの中距離地域に分けて考えます。

1 「事故前」にどんな知識と準備が必要か

①自分の住んでいる地方自治体（都道府県、市・町・村）に原子力防災計画があるかどうかを確かめ、あればそれを読んでおきましょう。市役所や町村役場に問い合わせるとわかります。

②あらかじめ自分の居場所（自宅や勤務先）から一〇〇キロメートル以内にある原子力発電所の位置を調べましょう。さらにその原子力発電所までの距離と方向を地図で調べ、周辺の景色の中で「あ

表② 放射能雲の到達する時間

距離 km	風 速							
	1メートル/秒		2メートル/秒		4メートル/秒		6メートル/秒	
10	2時間 50分		1時間 20分		40分		30分	
20	5	30	2	50	1時間 20		1時間 0	
30	8	20	4	10	2	10	1	20
40	11	10	5	30	2	50	1	50
50	13	50	7	0	3	30	2	20
60	16	40	8	20	4	10	2	50
70	19	30	9	40	4	50	3	10
80	22	10	11	10	5	30	3	40
90	25	0	12	30	6	20	4	10
100	27	50	13	50	7	0	4	40

ん。放射能雲の広がる方向は風向きで決まります(図①)。けっして、放射能雲が広がっていく方向に避難してはいけません。風向きをいくつか想定して、それぞれの場合にどの方向に避難すればはやく脱出できるか経路を調べておきましょう(図②)。

⑤緊急避難用の携帯品のリストを作っておき、いつでも揃えられるように準備しておきましょう。

⑥服用するためのヨウ素剤(ヨウ化カリウムなど)を入手する方法を調べておきましょう。電力会社、自治体、薬局などへ問い合わせてください。

放射能の強さを測るガイガーカウンターや被ばくした線量を測る検出器を身近に備えておきたいところですが、安いものでもガイガーカウンターが約八万円、被ばく線量計が約四万円します。

表① 風速判断のめやす

風速 (メートル/秒)	陸上の状態
0.0 ~ 0.2	静穏、煙がまっすぐのぼる。
0.3 ~ 1.5	風向きは煙のたなびくのでわかるが、風向計には感じない。
1.6 ~ 3.3	顔に風を感じず。木の葉が動く。風向計が動き始める。
3.4 ~ 5.4	木の葉や細かい小枝がたえず動く。軽い旗が開く。
5.5 ~ 7.9	砂ぼこりがたち、紙片が舞い上がる。小枝が動く。

の三角の山の方向」とか、「あの建物の方向」であるとか目安となるものを確認して左の空欄に記入しておきましょう。

- 原子力発電所の場所 ()
- そこまでの直線距離 ()
- 原子力発電所の方向 ()

キロメートル

③事故が発生したとき、原子力発電所から出た危険な放射能を含んだ放射能雲が風によって移動していきます。放射能雲といっても普通の雲のように目に見えるものではありません。放射能は、風によって広がっていきますので、そのときの風の方向を注意深く観察し、放射能の広がりを予測する必要があります。放射能雲の移動する速さはそのときの風速とほぼ同じです。風速は表①によりおおまかに知ることができます。あなたの居場所が原子力発電所の風下にあたるときは、放射能雲が何時間後に到着するかを表②で確認する必要があります。

なお、風向きは、原子力発電所が設置されている海辺の地域では夏季には昼と夜で反対方向に吹きますし、地形にも大きく影響されますので注意が必要です。

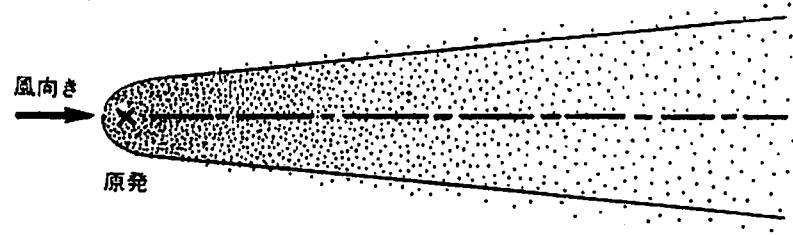
④避難する方向は、放射能雲から遠ざかる方向でなければなりません

かなりの量の放射能が発電所の敷地外へ放出されたか、あるいは放出される恐れがあることがわかった場合、以下に述べるような緊急対策への行動を始めて下さい。

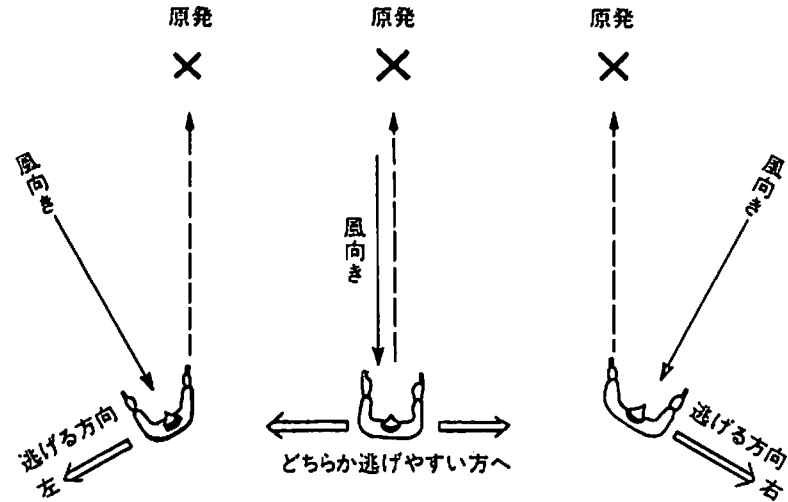
2 「事故初期」にどんな緊急措置が必要か

<p>携帯品の例</p> <ul style="list-style-type: none"> 携帯ラジオ 懐中電灯 水筒 地図 預金通帳などの重要書類 <p>避難時の服装品</p> <ul style="list-style-type: none"> 頭から覆えるフードのあるレインコート ビニール（またはゴム）の手袋 ビニール（またはゴム）の長靴 防護マスク（またはその代用品、四三ページ参照）
--

図① 放射能雲の広がりがた



図② 放射能雲からの脱出の方向



風に向かって立ったとき、原発の位置が右寄りにあれば左方向へ逃げます。
 原発の位置が左寄りであれば右方向へ逃げます。

①近距離地域……原子力発電所から約五キロメートル以内——風向きや風速によらず避難が必要な危険地域

- a テレビ・ラジオのニュースによって事態をできるだけ正確に知ることが大切です。
- b 無風か微風のときは、原子力発電所を中心にした半径五キロメートルの円内に放射性物質が降下します。すみやかにこの圏外に避難します。
- c 風速が大きいときは、原子力発電所からなるべく外れた経路をとって、風上の方に避難します。
- d 放射能の放出が短時間で少なく、しかも原子力発電所の風上にいるときは、付近のコンクリートの建物の中に避難することも考えられます。しかし、その後の状況の変化によっては遠くへ避難しなければならないこともありうるので情報に注意しましょう。

●避難する際の心得

- イ 服装はできるだけ肌が露出しないように長そでの服、ズボン、くつ下を着用します。気密性のある厚手の生地の方が望ましいでしょう。その上に頭から覆えるフードのあるレインコートを着用し、ビニールの手袋をして、長靴をはきます。
- ロ 携帯ラジオ、懐中電灯、水筒、地図、貴重品などを持って出ます。
- ハ 電気、ガスの確認、戸締りをしましょう。
- ニ 避難の手段は自動車・自転車・徒歩が考えられますが、自動車による避難は交通渋滞

にまきこまれる恐れだけでなく、住民のスムーズな避難を妨害する原因にもなります。病人や老人、乳幼児がいる場合を除けば、自転車が案外有効かも知れません。地形やそのときの状況によって判断することが必要です。なお、自動車には車外からの放射線をさえぎる効果はありません。

- ホ 避難するときは放射線の影響を受けやすい妊婦、乳幼児、子供を優先させましょう。
- ヘ 避難の途中、雨が降ってきたらできるだけ濡れないようにします。つよい放射能が雨に含まれている恐れがあるからです。
- ト 安全なところへ着いたらすぐにコート、手袋、長靴などをぬいでひとまとめにし、人が近づかないような屋外に保管します。これらのものに放射能が付着している恐れがあります。

e 放射能に汚染したか、あるいはその疑いがある場合は、なるべく早くつぎの措置を取ることが必要です。

●放射能に汚染した際の緊急措置

- イ 皮膚が汚染された場合には多量の水と石けんによる洗浄が最も効果的です。
- ロ 傷を負っている場合には直ちに多量の水で傷口を洗浄します。
- ハ 身体が放射能に汚染される恐れがあるか、あるいは汚染された恐れがある場合には、できるだけ早くヨウ素剤（ヨウ化カリウム他）を服用します。この場合も、妊婦、乳幼

児、子供を優先します。

二 自覚症状がある場合は、相当量の被ばくが予想されるのですぐに医者の手当が必要です。たとえ自覚症状がなくても専門医の診察を受けた方がよいでしょう。

②中距離地域……原子力発電所から約五〜一〇〇キロメートル——風向きや風速によっては危険になる地域

a テレビやラジオのニュースなどで事態を正確に把握しましょう。

b 外に出て風向きを調べましょう。

風向きを調べる方法：大きな建物のそばでは正しい風向きは分かりません。ビルの屋上や丘の上などで調べるのがよいでしょう。風が弱くて分かりにくいときは、たばこの煙や、糸の先に小さい紙片をつけたものなどで調べることができます。

c もしあなたのいる場所が原子力発電所の風上であればあわてる必要はありません。しかし、風向きが変わることがあるので事故の情報に注意し、ときどき風向きを確かめましょう。また、放射能で汚染されないうちに飲料水および洗浄水として大量の水をためておきましょう。

d もしあなたのいる場所が原子力発電所の風下であれば、放出された放射能の量によっては危険が生じます。状況によっては屋内退避でよいこともありますが、避難の指示があればもちろんそれにしたがうべきです。

また、詳しい事故の状況が公表されなかったり、指示がはっきりしない場合は自主的に避難することを考えたほうがよいでしょう。避難は①の近距離の場合で述べた仕方に準じて行ないます。その場合も放射能雲が移動してくる方向と離れるように避難します。一二ページの図②を見て、逃げる方向を考えて下さい。

e 放射能雲の中心からおよそ一〇キロメートル離れば一応安全とみてよいでしょう。しかし、風向きの変化により放射能雲の広がり方も変わりますので、注意が必要です。

f 避難の途中で雨にあった場合には、雨宿りの場所を捜して雨のやむのを待つほうがよいでしょう。雨の中に放射能が含まれている恐れがあるからです。

g 寝たきりの病人がいるなど避難できない事情がある場合や、放射能の放出が一時的で少ないことが明らかな場合は屋内退避もありえます。

●屋内退避の際の心得

イ 窓や戸を閉じて外気が入らないようにします。換気扇も止め、その扉を閉めます。

ロ 飲料水を密閉容器にできるだけ大量にためます。水道水を消毒している塩素が逃げないように、ふたのできる清潔な容器に口元までいっぱい入れておきます。直射日光を避けた場所で保存すると三日間位は安心して飲めます。冷蔵庫に保存すればなおよいでしょう。

ハ テレビ・ラジオをつけて情報に注意します。

ニ 木造家屋は戸外からの放射線をさえぎる効果が弱く、外気からの密閉も不十分なので、できればコンクリートの建物に避難した方がよいといえます。

ホ 建物内にくつつかの部屋がある場合には、窓ぎわから離れた中心部の部屋にいる方が安全です。

3 「事故中期」にどんな対応策が必要か

原発事故で放出される放射能にはいろいろな種類がありますが、放射能の放出が止まってからの一カ月間は、とくに放出量の多い放射性ヨウ素（ヨウ素一三二）が残っていて危険です。また、量は少ないけれども寿命の長い放射能により野菜や水が汚染されています。この期間の対策は、これらの汚染物からいかに身を守るかということに尽きます。

- ① 放射能汚染の状況を正確に把握することが必要です。3章の放射能・放射線障害の解説を読んで、いたずらにこわがるだけでなく冷静に判断して対処することが大切です。
- ② 放射性ヨウ素の体内（甲状腺）への取り込みを防ぐため、ヨウ素剤（ヨウ化カリウム他）を服用することが必要です。
 - a できるだけ早期に、ヨウ化カリウムを二三〇ミリグラムふくむ錠剤を服用します。服用量は成人と一歳以上の子供は一日一錠です。一歳以下の子供は半錠です。

- b 三〜七日間服用を続けます。しかし、一〇日以上服用を続けてはいけません。また、一人の服用量の合計が一〇〇〇ミリグラムを越えてはいけません。
 - c ヨウ素を含む海藻の摂取は好ましいのですが、必要な量の摂取には乾燥したもので五〇グラム以上食べなければならぬので実際的ではありません。
- ③ 放射能で汚染された食品・飲料水への対処の仕方
 - a 牛乳や菓物の野菜はなるべく避けます。牛乳の代わりに当面粉ミルクを用い、やむを得ず野菜をとるときは十分水洗いをしましょう。
 - b 汚染された水を使わざるを得ないときは沸騰させて使います。水の中に含まれている揮発性の放射性物質を除くためです。
 - ④ 妊婦や幼児の外出はできるだけ控えましょう。とくに雨が降ったときはできるだけ雨に濡れないように注意しましょう。雨に濡れたときは、濡れた服や靴は家の外においておきます。雨に濡れた体は水でよく洗いましょう。子供が戸外、とくに砂場で遊ばないように注意しましょう。地面が放射能に汚染されている恐れがあるからです。

4 その後の対応について

一カ月たつと放射性物質のうち寿命の短いヨウ素一三二は減衰しますのであまり心配しなくてよい

のですが、寿命の永いストロンチウム九〇やセシウム一三七などによる危険が残ります。汚染の程度にもよりますが、ひどいときは数十年以上たたないと安全にはならない場合もありますので、居住地の汚染の度合を知って対処しなければなりません。もちろん住めなくなることもあります。

水や食品が広い範囲で放射能に汚染されていることも考えられます。こうなると汚染の実態調査や除染作業などが必要ですが、これは個人の対応の範囲を越えています。汚染された食品をとらざるを得ない状況の中でどう対処するか、その指針が必要ですが、それは本書の枠を越えますので、ここではふれません。

2 原発事故の特徴と対策について

1 原発事故の程度

原発事故と一口にいてもいろいろな程度があります。ここでは広い意味での原発事故をいくつかに分類して、それぞれの場合の対策活動を考えてみましょう。1章で原発事故として述べてきたのはこの分類にしたがえば主に大事故ということになります。

故障——放射能が原子力発電所の外部に漏れる恐れはない程度の異常が起きたことをいいます。故障が発生したら、発電所から地方自治体に連絡をすることになっています。発電所の関係者をのぞいて緊急にするべきことは恐らくないでしょう。しかし、電力会社などの関係者がこのような事故にきちんと対応するかどうか、大事故を防止できるかどうかを左右しますので、関心をもって事態をみまもることが大切です。

事故——放射能が発電所の敷地内へ放出されるか、またはその可能性がある異常事態をいいます。発電所から非常に近い場所にいる人については、なんらかの緊急対策活動が必要になるかもしれない。事故の程度やその後の事態の展開などの関連するニュースに十分注意する必要がある。

大事故——放射能が発電所の敷地外へ放出されるか、またはその可能性がある異常事態をいいます。放出される放射能が比較的少ないものから、原子炉が爆発崩壊して大量の放射能を放出し、広い地域に空前の大被害を与えるものまで事故の程度はさまざまです。このような事故が起こったことがわかったら、直ちに事故の内容や程度および対策本部などから出される指示を確認して、1章にあるような緊急事態への避難行動にとりかかる必要があります。

2 これまでに起こった重大事故

これまで世界で起きた重大事故を三つとりあげてみましょう。

●ウインズケール原発事故——一九五七年一月一日にイギリスのウインズケール原発で起こった事故です。黒鉛減速空気冷却方式とよばれる原子炉で、黒鉛を焼きなますため、温度をあげる定期的な作業が行なわれていたとき、温度上昇が止まらなくなり黒鉛が燃えだしました。炉心に水を注ぐことによって鎮火はしたものの、ヨウ素一三一など二万キュリーの放射性物質が大気中に放出されました。放射能は風によって、風下の幅一六キロメートルの地域を高濃度に汚染しました。そこは牧草

地帯であったため、生産された牛乳が一カ月間の出荷停止となりました。

●スリーマイル島原発事故——一九七九年三月二八日にアメリカのスリーマイル島原発で起こった炉心熔融と水素爆発をともなう大事故です。近くに飛行場があり、航空機が墜落することを想定して原子炉容器が通常の四倍の強度で作られていたため、原子炉の崩壊はまぬがれました。しかし、一〇〇万キュリーの放射性希ガスが大気中に放出されたといわれています。事故が報じられるとまもなく自主的に避難した人びともいましたが、三日後に半径八キロメートルに住む妊婦と幼児に避難勧告が出されたときは、混乱が生じました。避難した人は合計一三万五〇〇〇人でした。

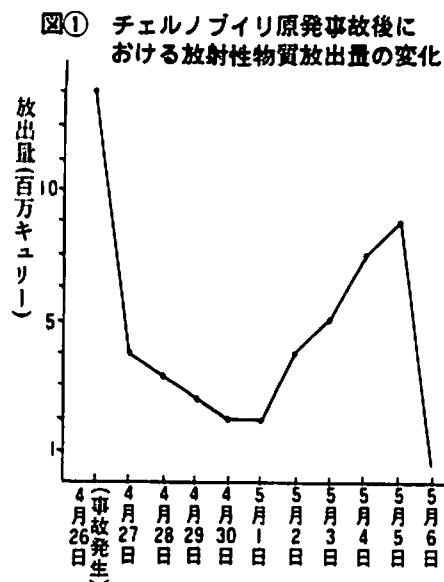
●チェルノブイリ原発事故——一九八六年四月二六日にソ連のチェルノブイリ原発で原子炉が爆発炎上した空前の大事故で、一億キュリー以上の放射性物質が放出されました。その結果、ヨーロッパのほぼ全域が放射能で汚染され、その一部は遠く離れた日本にも到達しました。

最初に、爆発にともなう核燃料の破砕片などが周囲に飛散しましたが、決死の消火作業により黒鉛の燃焼は停止しました。さらに大量の砂、鉛などを上空からヘリコプターで投下して放射能を閉じ込め、放出を防ぐ作業が続けられた結果、放出量は次第に減少していきました。しかし、五月二日になって、閉じ込められた放射性物質が出す崩壊熱により高温となり、再び放射性物質を放出しはじめました。その後、五月七日になって放出量は急激に減少しはじめ、次第に終息していきました。

原発に最も近いプリピャチ市では、翌二七日に家畜をふくめた市民四万五〇〇〇人が二時間余りで避難しました。その後、三日間で半径三〇キロメートル以内の住民一三万五〇〇〇人がバス一〇〇台を使って避難しました。それから四年たった現在においても多くの人びとがもとの場所に帰ることができません。

事故発生から六時間後には二七〇組の緊急医療班がモスクワから送られるなど、避難を含めた事故への対応の迅速さには学ぶべきものがあるようです。

事故後の放射性物質の放出量を図①に、住民一人当たりの平均被ばく線量を表①に示しました。



表① チェルノブイリ原発事故における住民の被ばく量

地域	人口	1人当たりの被ばく線量
プリピャチ市	45,000人	3.3レム
3～7 km	7,000	54.3
7～10	9,000	45.6
10～15	8,900	35.4
15～20	11,600	5.2
20～25	14,900	6.0
25～30	39,200	4.6

3 原発事故の被害と影響の特徴

原発事故による影響や被害を語るとき「原発防災」という用語がよく使われますが、災害という言葉には大雨、台風、地震などの自然の災い(天災)の意味あいが高く、原発事故に対する責任や対策活動の緊急性がはっきり表現されないため、適切な用語ではありません。

原発事故によって起こる被害や影響には、つぎのような他の災害と異なるさまざまな特徴があります。

①もし、放射線に色がついていたり臭いがついていれば、あるいは放射線を浴びるとただちに皮膚の色が変わったり気分が悪くなったりするようなことがあれば、だれもが放射線をさけるための行動をすぐに始められるでしょう。しかし、放射線に被ばくしたかどうかは特別な検査をしない限り直接知ることはできません。よほど強い放射線に被ばくしない限り、そのときすぐには自覚症状が出ないというやっかいな特徴があります。

②放射線による被ばくの影響はほとんどの場合、後になって現れます。原子炉の近くで大量に被ばくする場合をのぞいて即死することはまずありません。しかし、被ばくする量が多ければ多いほど後になってガンが発生する可能性は確実に高くなります。

③放射性物質がいったん発電所の外部に放出されたら、その広がりを防ぐ方法はありません。このために広い地域で人びとが放射能で汚染される可能性があります(図②参照)。

原発事故の被害額

今から約30年前の1960年に科学技術庁の委託を受けた日本原子力産業会議は、原発の重大事故の被害の大きさを理論的に評価した秘密報告「大型原子炉の事故の理論的可能性および公衆損害額に関する試算」を作成しました。

この報告書にいう大型原子炉とは、現在の原子炉の約7分の1の出力のもので、死者への補償額をわずか85万円にするなど被害を過少に見積もっても推定被害額が1ないし3兆円となり、当時の国家予算の規模を越えたため報告書は公表されなかったといわれています。

後期——中期以降の数年または数十年にわたる期間では、放射能に汚染された食物の摂取による内部被ばくが主に問題になります。ま

一三二です。

中期——放射性物質の放出が止まってからの一カ月間は、放出された放射性物質が地表に付着したり大気中に拡散していき、その一部が水や食物に取り込まれていきます。この期間には地表に付着した放射性物質からの外部被ばくと、地表から舞い上がったものを含む空気中の放射性物質の吸入と汚染された水や食物を摂取することによる内部被ばくが問題となります。ここでも特に危険な放射性物質はヨウ素一三二です。

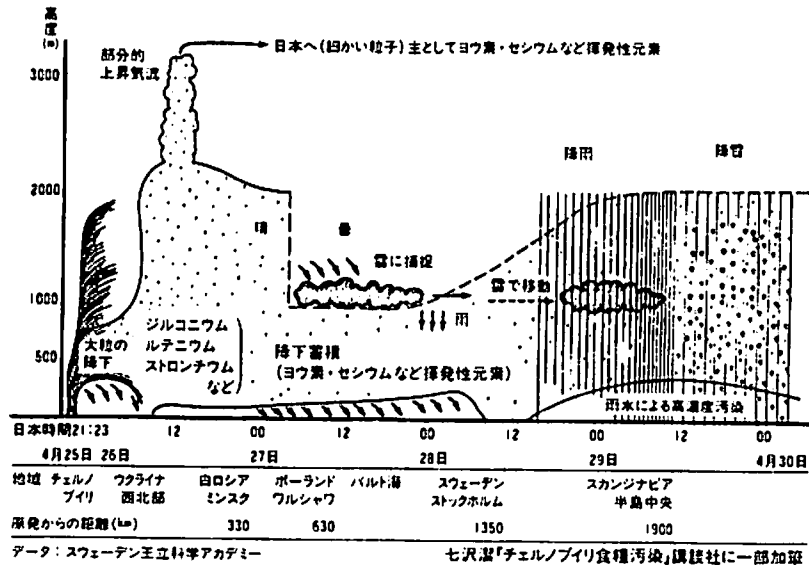
初期——事故発生から放射性物質の放出が続いている数時間以内は、放射能雲からの体外被ばくと空気中に浮遊する放射性物質の吸入による体内被ばくが問題となります。この期間で特に危険な放射性物質はヨウ素一三二です。

4 事故の時間的経過からみた被ばく

原発事故が発生したあとの放射線による被ばくの内容を時間の経過にしたがってみると次のようになります。

- ① 重大事故が起こった場合、その被害は極めて大きいため原子力発電所を設置している企業による被害補償はほとんど不可能と考えられます。
- ② 放射能による土地や動植物の汚染は長期間におよびます。人体への影響はガンを生じさせる原因となって長期間にわたって残りますし、遺伝をとおして後の世代にまで影響がおよぶ可能性があります。
- ③ 原発事故によって被害を受ける範囲や被害の大きさは、事故発生時の気象条件、すなわち風向き、風速、大気の安定度などによって大きく左右されます。
- ④ 原発事故によって被害を受ける範囲や被害の大きさは、事故発生時の気象条件、すなわち風向き、風速、大気の安定度などによって大きく左右されます。

図② チェルノブイリ原発事故にみる放射性物質の広がりかた



表② 各時期における被ばくで対象になる放射性物質

初期	キセノン133, 135, クリプトン85, ヨウ素131
中期	ヨウ素131, スロンチウム89, セシウム134, テルル132, 核燃料物質(ウラン235, 238, プルトニウム239 など)の微粒子
後期	スロンチウム90, セシウム137, その他の長寿命の核種

た、セシウム一三七による外部被ばくも警戒が必要です。

各時期における被ばくが問題となる放射性物質を表②に示しておきます。

5 決定的に重要な事故情報

原発事故が発生したとき最も重要なことは、事故の内容や放射性物質の外部への放出の程度などについての正しい情報をできるだけ早く知ることです。事故についての正しい情報が得られれば、たとえ対策本部などからの指示が遅れるようなことがあっても、自主的に緊急対策活動に取り組むことができます。

過去にはスリーマイル島事故のときも、チェルノブイリ事故のときも避難勧告の発令をする際に災害対策本部に混乱と動揺がありました。

原発事故が発生したら原子力発電所は直ちに事故内容を発表すべきです。発表が遅れてとりかえしのつかない事態に陥ることは許されません。そのためには原子力発電所では事故通報の体制が整備されていなければなりません。また、原子力発電所が設置されている地方自治体および隣接する地方自治体においては、行政当局がすみやかに緊急対策の指示をだすことができるような体制づくりあげられていなければなりません。

6 日米の事故対策はどうなっているか

避難基準や防護対策活動が日米でどうなっているかを比較検討してみましょう。表③は、日本とアメリカの防護対策の指針を示したものです。

この比較表からすぐにわかることは、アメリカの基準が日本よりもはるかにきびしいということです。アメリカの基準では日本の避難基準の二ないし四分の一程度で強制的な避難が考慮されています。また、アメリカの基準では自主的な避難を積極的に認めていることも注目されます。

7 緊急対策のポイント

原発事故が起きた場合、被害を最小限に食い止めるには、放射線による被ばくをできるだけ少なくするように努めることです。低いレベルの放射線であっても被ばくの量がふえればふえるほどガンなどの発生の可能性は高くなるからです。

被ばくの量を少なくするためには、放射性物質からできるだけ離れること、放射線をできるだけさえぎること、放射線にさらされる時間をできるだけ短くすることが必要です。そのためには、原発事故によって発生した放射能雲につつまれる恐れのあるところにいる人は、そこから離れて放射能のないところや放射線の弱いところに避難することが最善の方策です。

3 放射線障害から身を守るために

1 放射線とはなにか

●放射線の種類

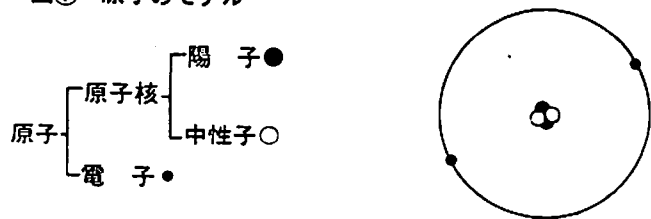
よく知られた放射線には健康診断で用いられる엑스線(X線)がありますが、放射線にはこのほかにアルファ線、ベータ線、ガンマ線、中性子線、陽子線などがあります(表①)。アルファ線とはヘリウム原子核の流れのことで、プラスの電気を帯びています。ベータ線とは電子の流れのことで、マイナスの電気を帯びています。ガンマ線およびX線は光の一種で、エネルギーの強い電磁波です。中性子線は中性子の流れ、陽子線は陽子の流れのことです。

ここで述べた陽子、中性子、電子はいずれも原子を構成する粒子です。原子の中心には何個かの陽

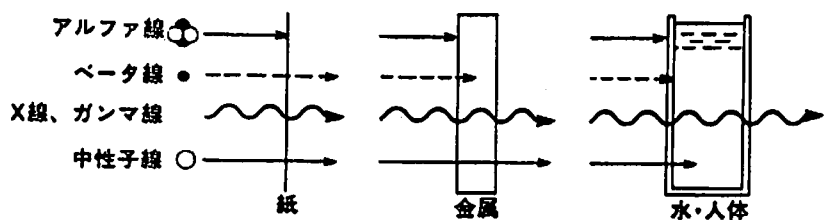
表③ 防護対策の日米比較

全身被ばく線量	日 本	アメリカ
1レム以下		<ul style="list-style-type: none"> ○防護活動の必要なし。 ○州政府は退避壕、避難場所の確認を行うよう連絡する。あるいは住民の自主的避難を認める。 ○環境放射線レベルのモニタリングを行う。
1～5レム	<ul style="list-style-type: none"> ○乳幼児、児童、妊婦は、自宅などの室内へ退避すること。その際窓などを閉め気密性に配慮すること。 	<ul style="list-style-type: none"> ○退避壕、避難場所を探し、次の指示を待つよう連絡する。 ○とくに子供及び妊婦、婦人の避難を考慮すること。 ○環境放射線レベルのモニタリングを行うこと。 ○近接道路を遮断すること。
5～10レム	<ul style="list-style-type: none"> ○乳幼児、児童、妊婦は指示に従いコンクリート建屋の屋内に退避するか、または避難すること。 ○成人は、自宅などの屋内へ退避すること。その際、窓などを閉め気密性に配慮すること。 	<ul style="list-style-type: none"> ○あらかじめ決められた区域に強制避難を行うこと。 ○環境放射線レベルのモニタリングをし、これらのレベルに基づいて強制避難区域を調整すること。 ○近接道路を遮断すること。
10レム以上	<ul style="list-style-type: none"> ○乳幼児、児童、妊婦、成人とも、指示に従いコンクリート建屋の屋内に退避するか、また、避難すること。 	

図① 原子のモデル



図② 放射線の吸収



放射性物質が崩壊して量が半分になるまでの時間を物理的半減期といいます。また、それらの核種が体内に取り込まれた場合、体内の代謝機構によって排出されて、体内の量が半分になるまでの時間を生物学的半減期といいます。これらの二種類の半減期から、生体への影響を考慮して考えられた半減期を有効半減期といいます。有効半減期は、物理的半減期と生物学的半減期の短い方に近い値となります。表②にはそれらの核種が体内に入り込んだ場合、どの器官に主に取り込まれるかを示しました。

●放射線に関する量の単位
放射能と放射線の量を測る単位について説明しましょう。

①ベクレル（またはキュリー）
放射能の強さを示す単位にベクレルがあります。

表① 放射線の種類

アルファ線	ヘリウム原子核の流れ。プラスに帯電。
ベータ線	電子の流れ。マイナスに帯電。
ガンマ線・X線	強いエネルギーの電磁波。
中性子線	中性子の流れ。電氣的に中性。
陽子線	陽子の流れ。プラスに帯電。

子と何個かの中性子からできた原子核があり、そのまわりを何個かの電子がまわっています(図①)。例えば、ヘリウム原子核は二個の陽子と二個の中性子からできています。

放射線があるかどうかを見たり、臭いをかいだりして直接には知ることはできません。放射線を測定しようとするとガイガーカウンターのような検出器が必要となります。

放射線を物質に当てると、物質によっては放射線を吸収したり透過したりします。その割合は放射線の種類によって異なります(図②)。一般に、アルファ線は紙一枚で止められますが、X線とガンマ線はかなり大きな透過力を示します。

●放射性物質の半減期
放射性物質は放射線をだして別の物質に変わっていきます。これを放射性物質の崩壊といい、このような性質を放射能と呼びます。なお、放射能という用語が放射性物質そのものの意味で使われることもあります。放射性物質にはさまざまなもの(核種)がありますが、代表的なものをいくつか表②に示しました。

表③ 放射線量の単位

単位	備考
ベクレル・キュリー	放射能の強さ。1キュリーは370億ベクレル。
グレイ・ラド	吸収線量。物質が吸収した放射線エネルギーの量。1グレイは100ラド。
シーベルト・レム	線量当量。生体への影響を考慮した放射線の量。1シーベルトは100レム。

さて、放射線障害はなぜ起きるのでしょう。
放射線は原子の間を通過するときに原子から電子を奪い、原子を電気を帯びた状態（イオン状態）にしたり、あるいは原子と原子の間の結びつきを切ったりします。
ご存知のように、生物の細胞は無数の原子や分子からできていますので、放射線のこのような作用で細胞が傷つけられることとなります。これが放射線障害の原因です。被ばくした線量によっては細胞は死ぬこともありま

表② 放射性核種の種類と特徴

放射性核種	物理的半減期	生物学的半減期	有効半減期	主な器官
プルトニウム239	24400年 24400年	200年 500日	198年 500日	骨 肺
ストロンチウム90	28年 28年	50年 49年	18年 18年	骨 全身
セシウム137	30年	70日	70日	全身
ヨウ素131	8日	138日	7.6日	甲状腺
コバルト60	5.3年	9.5日	9.5日	全身
イットリウム90	64時間 64時間	38年 49年	64時間 64時間	全身 骨

一秒間に一個の原子核が崩壊するときの放射能の強さを一ベクレルといいます。放射能の強さを示す単位にはほかにキュリーがあり、三七〇億ベクレルで一キュリーとなります。
②グレイ（またはラド）
物質が吸収した放射線の量を吸収線量といいます。吸収線の単位にグレイがあります。物質一キログラムにつき一ジュールのエネルギーを持つ放射線を吸収したときの吸収線を一グレイといいます。吸収線量の単位にはほかにラドがあります。一〇〇ラドで一グレイとなります。
③シーベルト（またはレム）
吸収線量は同じであっても放射線の種類によって生物のうける被害は違ってきます。そこで、生物への影響を考慮して測った放射線の量を線量当量（せんりょうとうりょう）といいます。線量当量の単位としてシーベルトがあります。線量当量は、ガンマ線、ベータ線、X線の場合は吸収線量と同じ数値ですが、中性子線の場合は吸収線量の二〇倍、

2 放射線障害はなぜ起こるか

アルファ線の場合には吸収線量の二〇倍という大きな数値に変更されます。線量当量の単位にはほかにレムがあります。一〇〇レムで一シーベルトとなります（表③参照）。一レムは一〇〇〇ミリレムです。
被ばく線量という用語が専門書以外の本でよく見られますが、これは吸収線量または線量当量のことです。いわゆる被ばくした線量という意味です。

続いていきます。この担い手が染色体です。傷ついた染色体が原因で後にガンの発生をひき起こすことがあります。また、生殖細胞が傷つくと遺伝的障害の原因となり、一世代だけの問題ではなくなります。

●放射線被ばくによる障害

人体が放射線にさらされることを放射線被ばくといいます。放射線被ばくは体外被ばく、体内被ばくの二つに分けられます(表④)。

体外被ばくとは、体外の放射性物質からの放射線を被ばくすることです。アルファ線は皮膚表皮で止まり、障害はほとんどありません。注意しなければならないのは、ベータ線とガンマ線です。

体内被ばくとは、体内に取りこまれた放射性物質からの放射線が体内臓器に障害を与えることです。この場合、アルファ線が人体に大きな障害を与えます。

放射線による障害は、被ばく線量の大きいときにすぐに現れる急性障害と被ばく線量は小さくても後になって現れる晩発性障害に分けられます(表⑤)。また、被ばく線量がある値(しきい値)を越すと必ず発生する障害と、被ばく線量に比例して発生の確率が增加する障害に分けることができます(表⑥)。

●放射線被ばく障害の特徴

表④ 放射線被ばくの種類

体外被ばく	ベータ線、ガンマ線が問題となる。
体内被ばく	アルファ線の影響が大きい。

表⑤ 放射線障害の種類

急性障害	各臓器に障害。死ぬこともある。
晩発性障害	ガンの発生。

表⑥ 被ばく障害としきい値

しきい値	障害の例	被ばく線量の増加による変化
ありなし	白内障、皮膚紅斑、脱毛、不妊 ガン、遺伝的影響	より重症となる。 ガン発生確率が大きくなる。

放射線被ばくによる障害は、他の原因による障害と異なる次のような特徴があります。

第一に被ばくしたことを直接知ることができないことです。被ばくの有無を調べるためには被ばくしているときに被ばく線量計などの機器を携帯していることが必要です。

第二に潜伏期があり、症状が遅れて現れることです。

第三に症状の現れかたが人によって異なったり、時間の経過にともなう症状の変化が複雑なことです。第四に遺伝的影響があり、次の代にも影響を及ぼす恐れがあります。

第五に少量の被ばくによる障害では、他の原因による障害発生との区別が難しくなります。

●放射線に対する感受性

放射線被ばく障害の現れかたは人体組織によって

異なります。その影響の受けやすさを感受性といいます。細胞分裂が激しい器官や発育過程にあるものは感受性が高くなります(図③)。一般的に、成人よりも子供、子供よりも胎児が感受性は高くなります。

●急性の放射線障害

人体に高いレベルの放射線が当たった場合、どのような障害を生じるでしょうか。

高いレベルの全身被ばくを受けた場合の一般的な傾向を図④に示しました。また、各臓器が高いレベルの被ばくを受けた場合に起こる放射線障害を表⑦に示しました。

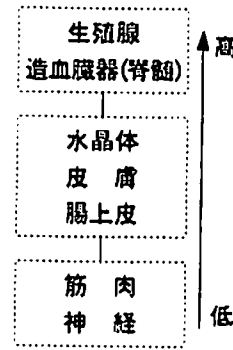
●晩発性の放射線障害

低レベルの放射線であっても後になって晩発性障害をひき起こす可能性があり、主にガンの発生が問題となります。放射線障害によるガンの発生については、一般的に次の二つのことがいわれています。

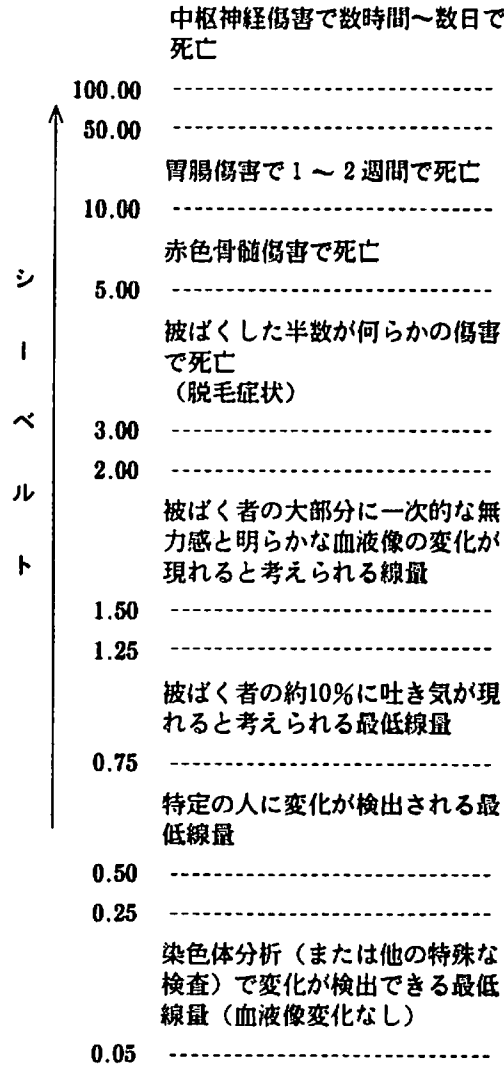
①どんなに少ない量でも放射線に被ばくした人はガンになる可能性が増大します。これは、たばこを吸うと肺ガンになる確率が増えることと似ています。

②ガンの発生確率は被ばく線量に比例し、被ばく線量が二倍になればガンの発生確率も二倍になります。放射線の被ばくによるガンの発生率が、自然発生率の二倍になる放射線量を倍加線量といいます。図⑤は各臓器の倍加線量を示したものです。

図③ 放射線に対する感受性



図④ 被ばく線量による障害の現れかた



表⑥ 遺伝的影響 (出生児100万当たり)

1グレイの被ばく	突然変異	染色体異常
男性	1000~2000人	30~1000人
女性	0~900人	0~300人

● 遺伝的影響

放射線による遺伝的影響を見てもみましょう。
 遺伝的影響としては、染色体の数や構造の変化をとまなう染色体異常と遺伝子自身の突然変異の二つが考えられます。しかし、放射線被ばくによる人間の遺伝的障害に関するデータはほとんどありませんので、影響が現れる被ばく線量について詳しいことはわかっていません。

ちなみに、広島・長崎の原爆で比較的高い線量の被ばくを受けた親から生まれた二万七〇〇〇人以上の子供の中で変異が認められたのは二名で、低い線量の被ばくを受けた親から生まれたほぼ同数の子供では変異が認められていません。
 そこで、動物実験からの推定を表⑥に示しておきます。いずれも出生児一〇〇万人当りの数字ですが、女性の方が男性よりも数値が低いのは、女性の生殖細胞の感受性が低いからです。

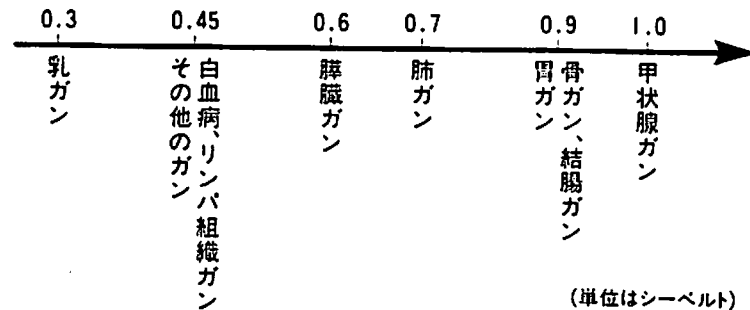
3 放射線からの防護

放射線被ばくに対する防護を体外被ばくと体内被ばくの二つに分けて考えてみましょう。

表⑦ 各臓器の放射線障害 (国連科学委員会報告1985年)

水晶体	高感受性。細胞分裂をしないため障害が蓄積する。1度に2シーベルトぐらいの被ばくで混濁を生じ、5シーベルトで進行性の白内障となる。
甲状腺	高感受性。ガンの発生率は白血病よりも高い。穏やかな腫瘍の進行とガン治療の成功率が高いため死亡率は白血病よりも低い。
皮膚	低感受性。数週間~数カ月にわたって20シーベルト以上の被ばくで美容上受け入れがたい変化がおこる。
肺	ガンの発生率は白血病と同程度といわれている。
乳房	高感受性。ガンの発生率は白血病より数倍高い(成人)。
肝臓	低感受性。1カ月にわたって約40シーベルト被ばくしても耐える。
骨髄	高感受性。赤色骨髄の障害は白血病の原因となる。0.5~1シーベルトの被ばくで影響がある。強い再生能力がある。
腎臓	低感受性。5週間にわたって約23シーベルト被ばくしても障害は現れない。
腸	低感受性。
卵巣	3シーベルト以上で不妊の原因となる。
睾丸	1回に0.1シーベルトの被ばくで1時的な不妊となる。2シーベルト以上永久不妊となる。

図⑤ ガン発生の倍加線量



表⑨ 微粒子に対する除去効率 (IAEA 1981年)

物質	重ねる枚数	除去効率%
木綿ハンカチーフ	16	94.2
木綿ハンカチーフ	8	88.9
ぬらした木綿ハンカチーフ	1	62.6
木綿ハンカチーフ	1	27.5
けばの長い浴用タオル	2	85.1
けばの長い浴用タオル	1	73.9
ぬらしたけばの長い浴用タオル	1	70.2
トイレトペーパー	3	91.4

●体内被ばくに対する防護

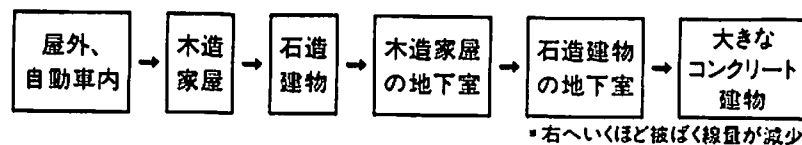
体内被ばくに対する防護を考える場合、まず大切なのは放射性物質が体内に入るのを断つことです。放射性物質は呼吸からの吸入と皮膚の傷からの侵入、および食物摂取による侵入が考えられます。

口と鼻からの吸入を防ぐには専用の防護マスクが効果的ですが、一般には常備していることはまれですので、身近な物で代用したときの微粒子に対する除去効率を表⑨に示しておきます。厚手の木綿のハンカチを何重にも折りたたんで、口に当てることは効果的であるといえます。

傷口からの侵入を防ぐには、なるべく素肌を外気にさらさないようにすることが大切です。もしも、傷口への汚染があった場合には、直ちに多量の水で傷口を洗うことが大切です。

食物摂取による放射性物質の体内侵入を防ぐには、放射能に汚染された食物をできるだけ食べないようにすることです。この場合、放射能のちりを直接かぶった食物だけでなく、後で述べる「食物連鎖」によって放射性物質が濃縮される場合があります。

図⑥ 浮遊放射性物質からのガンマ線被ばく線量の比較



・右へいくほど被ばく線量が減少

●体外被ばくに対する防護

体外被ばくに対する防護としては次の三つのことが大切です。

①放射性物質からできるだけ遠くに離れる。

放射性物質からの放射線の影響は、放射性物質からの距離が二倍になれば影響は四分の一に、距離が三倍になれば影響は九分の一というぐあいに、離れば離れるほど影響が弱くなります。

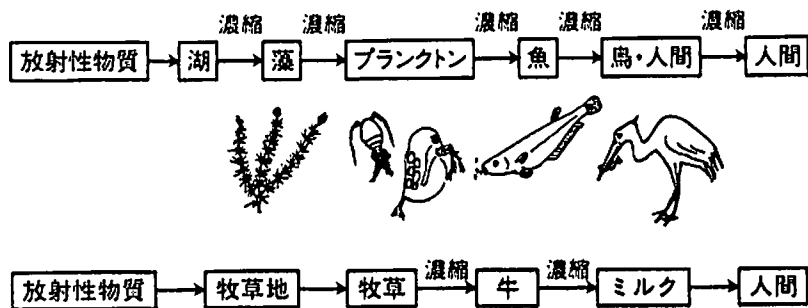
②放射線をできるだけさげさる。

放射線は物質によって吸収されてさげられます。透過力の強いガンマ線でもコンクリートを透過した後にはかなり弱くなります。また、ガス状またはホコリに含まれた放射性物質に対しては気密性の高い場所に避難することも重要です。屋内退避する場合の建物の種類と空气中に浮遊する放射性物質からのガンマ線による被ばくの減少の度合を図⑥に示します。屋内退避をするときには、気密性の高い大きなコンクリート建物に避難するのが効果的といえます。

③放射線にさらされている時間を短縮する。

被ばく線量は被ばく時間が長いほど大きいので、できるだけ被ばく時間を短くすることが大切です。もしも、身体の表面が放射性物質で汚染された場合は、できるだけ早く多量の水と石けんで洗浄することが大切です。

図⑦ 食物連鎖による放射能の濃縮



例えば、湖水に溶け込んだ放射性物質が藻の中に取り込まれ濃縮される場合があります。そのような藻を動物性プランクトンが食べ、さらに濃縮されます。次に、それらの動物性プランクトンを小魚や甲殻類が食べ、さらにそれらを大きな魚が食べ、またそれらを鳥たちが食べるにより放射性物質はさらに濃縮されていきます。このように放射性物質を濃縮した魚や鳥を最終的には人間が食べる可能性があります。

他の例としては、大気中に放出された放射性物質が牧草地に降下して牧草に付着し、その牧草を牛が食べ、そのミルクを人間が飲むということも想定されます。

このように低いレベルの放射性物質といえども、「食物連鎖」により濃縮されて人体に摂取される可能性があります、注意が必要です。

で注意が必要です。万一、食物により放射性ヨウ素を摂取した場合には、ヨウ化カリウムなどを早期に服用して放射性物質を体外に排出させることが必要です（一八ページ参照）。

●自然界からの被ばく線量

人は宇宙から年間約三〇ミリレム、大地や建物から年間約一五〇ミリレムの自然放射線を浴びています。また、普通の食事でもある程度の放射性物質を毎日体内に取り込んでいて、その量は年間約二〇ミリレムになります。結局、普通に生活していても、人は平均して年間約二〇〇ミリレムの自然放射線を受けることになります。さらにこのうえに、医療や職業上の理由で自然放射線以外の放射線をやむをえず浴びることがあります。

どんなに低いレベルの放射線でも被ばく線量に比例してガンの発生が増えると考えられていますが、自然放射線以外の放射線を浴びる限度をどの程度にすべきかについては、さまざまな議論があります。現在、国際放射線防護委員会では一般人に対する自然放射線以外の線量限度を年間一〇〇ミリレムと決めています。これは、それまでの年間五〇〇ミリレムとしていたのを引き下げたものです。

●食物連鎖による放射能の濃縮

放射性物質がいわゆる「食物連鎖」により蓄積・濃縮され、食物として体内に入ることがあります（図⑦）。

4 重大事故はどのようにして起るか

1 核分裂の連鎖反応

ウランの原子核に中性子をぶつけると原子核はほぼ半分に分裂し、二個（または三個）の中性子を出します。この二個の中性子がさらに二個のウラン原子核を分裂させ、四個の中性子を出します。このように原子核の分裂が続くことを連鎖反応といいます（図①）。

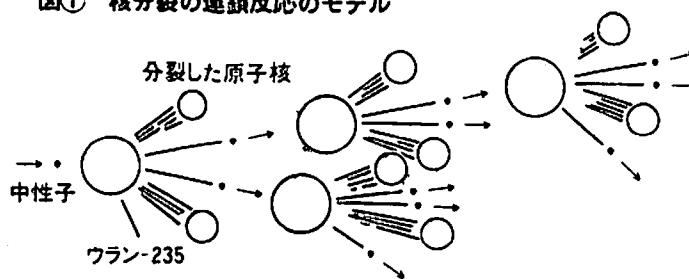
ウラン原子核が分裂するとき大きなエネルギーが出ますが、連鎖反応により二個、四個、八個、一六個……とねずみ算式に分裂が進むと、一〇〇万分の一秒というような短時間にばく大な数の原子核が分裂して、この際に非常に大きなエネルギーが出ます。この原理を利用したものが原子爆弾です。原子力発電も同じくウラン原子核の分裂のときに出るエネルギーを利用したものです。

原子爆弾と違う点は、原子力発電のときは核分裂の連鎖反応が爆発的に起らないようにし、核分

表① 電気出力100万キロワットの原子炉を
1年間運転したときの炉内の放射能（一部）（単位：キュリー）

放射性各種名	半減期	炉内放射能	最大許容身体負荷量
ストロンチウム89	51日	115,000,000	0.000004
ストロンチウム90	28年	4,300,000	0.000002
ヨウ素131	8日	76,000,000	0.0000007
ヨウ素132	2.3時間	110,000,000	0.0000003
セシウム137	30年	3,200,000	0.00003

図① 核分裂の連鎖反応のモデル



裂をゆるやかに持続させて、そのエネルギーを小出しに取りだすようになっていることです。

では、原子力発電のなにが危険なのでしょう？

原発事故における危険のもととなるのは核分裂による爆発ではなく、原子炉にある大量の放射能の存在です。電気出力一〇〇万キロワットの加圧水型原子炉には約八七トンの低濃縮ウランが核燃料として入れられています。これ自体の放射能はそれほど大きなものではありません。原子炉が運転されると核分裂の破片などの放射性物質、いわゆる「死の灰」がつくられます。放射性物質のうち寿命の短いものは生成されるとすぐに消滅してしましますが、寿命の長いものは運転するにつれて次第にたまっていきます（表①）。一年間運転した後にたまる放射能の量は一六〇億キュリーになります。これは広島型原爆の爆発一時間後に残る放射能の三・五倍にもなります。

この放射能はそれ自体多量の熱を発生します（これを崩壊熱といいますが）。この崩壊熱は、電気出力一〇〇万キロワットの原子炉の場合、原子炉停止直後で二〇四メガワット（一メガワットは一〇〇〇キロワット）になります。これは家庭用の八〇〇ワットのヒーターなら二五万台分に

もなります。このため原子炉を停止しても炉心は絶えず冷やし続けられなければならず、冷却が十分でない原子炉の放射能が外部に放出されるような重大事故に結びつく恐れがあります。

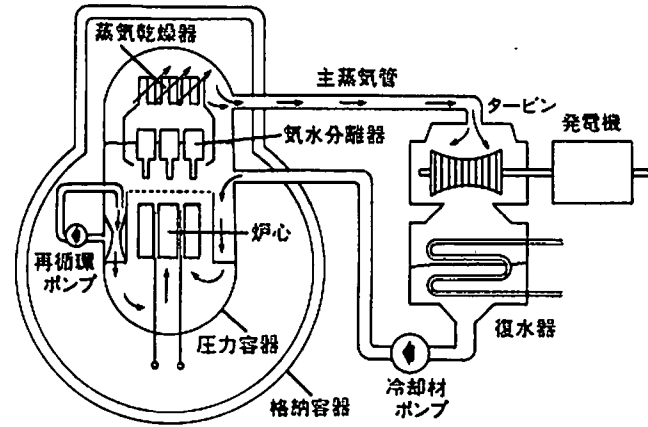
2 原子力発電のしくみと安全性

日本の発電用原子炉のほとんどは「沸騰水型」（図②）といわれるものと、「加圧水型」（図③）といわれるものどちらかです。いずれも最終的には核分裂の熱でつくられた蒸気がタービンを回して電気をつくります。

「沸騰水型」では、核分裂の熱でつくられた蒸気が直接タービンを回して電気をつくります。

これに対して「加圧水型」では核分裂反応の熱は、約一六〇気圧の圧力を加えられた水（一次冷却水）によって炉心からいったん蒸気発生器に運ばれます。蒸気発生器のなかで別の系統の水（二次冷却水）がこの熱を受け取って約五〇気圧の水蒸気に変わり、これがタービンを回して電気をつくります。この二次冷却水は、火力発電所における

図② 沸騰水型原子炉

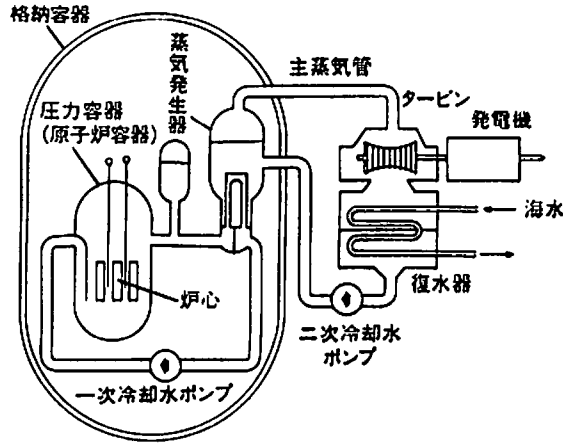


水と同じで熱を運ぶという役割をもっています。

これに対して一次冷却水（沸騰水型では一次、二次の区別はありません）は、熱を運ぶ役割とともに次に述べるような役割をもっています。

先にウランの原子核に中性子がぶつかるとう原子核が分裂を始めると述べましたが、この際、スピードの遅い「熱中性子」と呼ばれる中性子の方が核分裂の連鎖反応をひきおこしやすい性質をもっています。そこで、核分裂で出てくる速い中性子のスピードを落としてやる必要があります。この減速に都合なのが、水の分子(H₂O)に含まれる水素原子です。水素原子の原子核は中性子とほとんど同じ重さであるため、中性子がぶつかったときに効率よくスピードを落とすことができます。このような役目をするものを減速材といいます。日本の原子力発電所のほとんどを占める加圧水型炉と沸騰水型炉とはいずれも減速材として普通の水（軽水）を用いています。

図③ 加圧水型原子炉



炉心を流れる水が冷却材と減速材の両方を兼ねていることが、この型の原子炉に「自己制御性」と呼ばれる安全性をもたらすひとつの要因になっています。もし何かの原因で原子炉の核分裂が急激に大きくなったとき、熱による膨張や水中にできる水蒸気の泡によって減速材（水）の密度が下がるため、中性子の減速の効率が落ちて核分裂の連鎖反応にブレーキがかかるからです。また、一次冷却水の配管が破れて炉心から水が完全に失われるような場合には、中性子が減速されないで核分裂自体が停止することになります。もちろん核燃料から大量の崩壊熱が発生するため、このまま放置することはできません。逆に、原子炉運転中に不用意に冷たい水を炉心に注入すると核分裂が急激に増大するという事になります。

原子炉には事故に備えているいろいろな設備が設置されています。例えば、冷却材が失われた場合に備え

て緊急炉心冷却装置（ECCSと略称）があり、原子炉容器または冷却材の配管が破壊した場合でも放射能が外部に大量に漏れるのを防ぐための、格納容器があります。

しかし人間のすることに完全ということはありませんし、機械には故障がつきものです。原子力発電所が巨大な危険を内包している以上、最悪の事態も考えておく必要があります。

これらの安全設備がうまく働かず、炉心の放射能の大半が環境に放出されるという事態のことを原子力産業界では「仮想事故」と呼んでいます。このような大事故は空想の世界でしか起こらないという意味でしょう。そうあってほしいものです。

つぎにこの問題をできるだけリアルに検討してみたいと思います。

3 事故はどのように進行するか

事故の発端になるものとして最も重要と思われるのは、一次冷却水の配管の漏れや破損です。

これにより、原子炉がから焼きになると炉心が溶けてしまう恐れ（炉心熔融、メルトダウン）があります。この他にもたとえば、二次冷却水ポンプの故障（スリーマイル島原発事故のケース）、発電タービンの故障、あるいは二次冷却水の漏れなどがあります。これらが一次冷却水の喪失につながると事故が拡大していくことになります。

さらに具体的に、一次冷却水配管のうち大口径のものが破れた場合に何が起こるかを考えてみま

しょう。

原子炉内は前に述べたように高温・高圧であるため、炉内の水は破れたところからどどと吹き出してしまうようになってしまうと考えられます（ブローダウン）。水は中性子の減速材でもあるので水がなくなれば核分裂は止まりますが、核燃料ペレット（錠剤の形をしているのでこう呼ばれる）は崩壊熱を出し続けるので、燃料棒の温度はどんどん上昇します。水が蒸発するのにもなって、炉心は少し冷やされますが、すぐに温度は上昇に転じます。ここで緊急炉心冷却装置（ECCS）がうまく働いて三〇秒以内に炉心に水が届けられなければなりません。もしこれがうまくいかないと、「ジルコニウム—水反応」というもう一つの原因による熱の発生が起こります。

燃料棒の表面はジルコニウム合金というものでできていますが、燃料棒が一〇〇〇度以上に熱せられると、炉心に充填している水蒸気がジルコニウムと反応して大量の熱と水素ガスを発生します（ジルコニウム—水反応）。一〇九〇度以上ではこの反応による発熱は崩壊熱と同じくらいの量になり、炉心の加熱が促進されます。加熱によって燃料棒の内部の圧力が高まり、一部にふくれが起こったり破裂したりします。そうすると燃料棒の中の放射性物質が圧力容器中に漏れ、さらにそれが冷却水配管の破れ口から格納容器中に放出されます。

このように燃料棒の表面で「ジルコニウム—水反応」が進んだ後、水で急冷されると燃料棒そのものがくずれてしまうかも知れません。そうするとその破片が冷却材の通路に詰まって冷却を妨げる可能性があります。また「ジルコニウム—水反応」で生じた水素ガスは、原子炉容器中かまたは格納容

器中にたまり、圧力を高めるだけでなく空気と混合して爆発（水素爆発）の危険を生じます。

炉心の冷却がうまくいかず、「ジルコニウム—水反応」により加熱されたとなると、炉心の温度は燃料（二酸化ウラン）の融点二八〇〇度に達し、熔けてひとかたまりになります（炉心熔融）。炉心全部が熔けたとするとその重量は二〇〇トン以上にもなります。配管破断から炉心熔融が起こるまでの時間は一〇分から六〇分と予想されています。ひとかたまりになった炉心は表面積が小さくなるので、これを冷却することは絶望的です。いずれは原子炉容器の底をとかして貫通し、さらに格納容器の底のコンクリートも突き破って地面の中に沈んでいき（チャイナ・シンドローム）、大量の放射能が環境に放出されることとなります。

つぎにこの炉心の放射能はどのようにして大気中に放出されるでしょうか。格納容器がしっかりとあればこれが大量に外部に漏れることはないでしょう。しかし、炉心熔融のような事態が起こると事態は深刻になります。熔融した炉心が原子炉容器の底に落下して、底にたまっている水に触れると爆発的に大量の水が蒸発します（水蒸気爆発）。あるいは「ジルコニウム—水反応」で生じた水素が爆発するかもしれませんが（水素爆発）。これらによって原子炉容器が破裂すると、その破片が格納容器を突き破るかもしれません（原子炉容器ミサイルという）。

同じような爆発は格納容器の中でも起こりえます。爆発ではなくても格納容器中に発生するさまざまな液化しにくい気体による圧力に耐えきれずに格納容器が破壊されるかもしれません。格納容器内にはこのような事態に備えて格納容器スプレイというものが設けられており、充滿した蒸気を冷やし

て内部の圧力を下げるとともに、気体状になっている放射性物質を溶解、沈降させる役目をもっています。緊急炉心冷却装置（ECCS）も含めこのような安全装置がどの程度有効に働くかが事故の行方を左右していきます。

炉心に含まれる放射性物質にはさまざまなものがあり、これらから出てくる放射線の種類、エネルギーもさまざまです。またその化学的性質も異なっているので、熔融した炉心から大気中に放出される割合も異なります。

キセノンやクリプトンなどの希ガスといわれるものは気体で、他の元素と結合しないため、熔けた燃料のなかからほとんど一〇〇パーセントが大気中に放出されます。人体にとって特に危険なヨウ素は、炉心の破壊によって生じる多量のエアロソル（大きさが一〇〇分の一ミリメートル以下の微粒子、ほこり）や他の蒸気と結合して、その大半が放出されます。セシウムとテルルは沸点がそれぞれ六九〇度と一三九〇度と低く、半分以上が放出されると考えられます。この他に放出量が多いと考えられるものはバリウムとストロンチウムです。プルトニウムなど不揮発性の酸化物になるものは空気中に放出されにくいのですが、最悪の場合にはエアロソルとなって数パーセントが出ていくと考えられます。

4 放射能雲による被ばく

大気中に放出された放射能は広がって大きな影響を周辺にあたえます。事故が起こったときの格納容器内の気体は高温なので、放出された放射能はおそらく少し浮き上がったあと、周囲に広がっていきます。放出物は希ガスのほか、ヨウ素、セシウム、ストロンチウムなどの放射性元素が微粒子の状態で浮かんでいるエアロゾルの状態です。これを放射能雲（プルーム）とよびます。

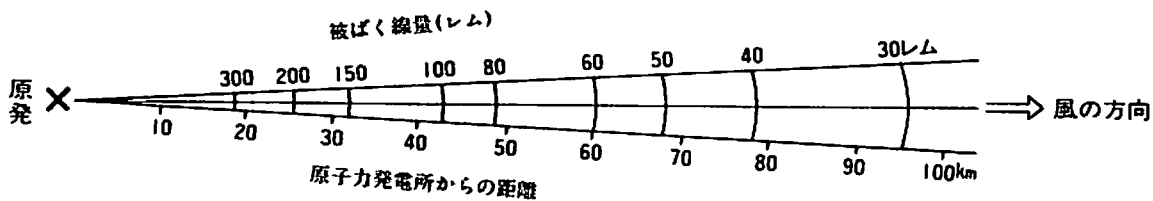
放射能雲は風によって移動しますが、同時に拡散されて上下や横方向に広がっていきます。放射能雲が風下に流されていくときに、粒子の大きな放射性物質は地面に降って土地を汚染します。風下にいる人はこの放射能雲や汚染された地面からのガンマ線被ばくと、呼吸することによって空気中の放射能を体のなかに取り入れることによる内部被ばくとを受けることになります。

放射能雲がどのように広がって周辺にどれくらいの影響を与えるかはそのときの風向き、風力、天候などに大きく左右されます。風が比較的強いときと、弱いときの二つの場合について、被ばく線量を試算したものを図④に示します。

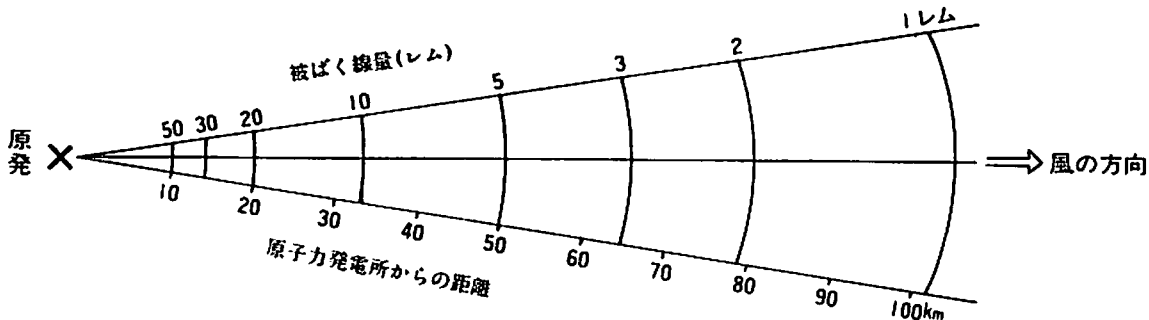
この試算は電気出力一〇〇万キロワットの加圧水型炉から炉心の放射能の大半（希ガス九〇%、ヨウ素七〇%、セシウム五〇%、テルル三〇%その他）が放出されるという最も過酷なクラスの事故が起きた場合について、風下一〇キロメートル以遠の場所に一週間とどまったときの全身への被ばく線量を計算したものです。被ばく線量の数値は扇形の中心線上におけるもので、扇形の横の境界線上で

図④ 原子力発電所からの距離と被ばく線量との関係

a. 風が強く、放射能雲の広がりが小さい場合（風速毎秒6メートル、角度が6度の例）



b. 風が弱く、放射能雲の広がりが大きい場合（風速毎秒1メートル、角度が16度の例）



図の見かた：例えばaの場合、原子力発電所から風下50キロメートルのところに住んでいる人は、被ばく線量が約80レムとなります。

の被ばく線量は中心の約三〇パーセントになります。この被ばく線量の大半は、地上に降った死の灰からのガンマ線によるものです。二四時間以内に避難した場合には被ばく線量は図に示した値のほぼ半分になります。

図④のaのように、昼夜間を通じて風が比較的強い場合には、放射能雲はあまり拡散せず風下の方角に流れるため、原子力発電所から五〇キロメートル離れた地点でも八〇レム程度となり、遠方まで高い被ばく線量を示します。

図④のbのように、昼間で日照りが強く風が弱い（毎秒三メートル以下）場合には、放射能は気流により薄められるため、被ばく線量は小さくなりますが、そのかわりに影響のおよぶ範囲がきわめて広くなります。

なお、呼吸などによって体内に入った放射性ヨウ素は甲状腺に集まるため、甲状腺の被ばく線量は図④に示した値の一〇倍以上にもなります。

5 原発事故緊急対策についての提言

アメリカやソビエトとは比較にならないほど人口密度の高いわが国で、もし原発事故が発生すれば、その被害は想像を絶するものになると考えられます。にもかかわらず、2章でふれたように、日本の原発事故に対する緊急対策はアメリカと比較しても不十分なものです。

わたしたちは、原発事故対策についての現行の法制度には不備があると考えます。ここでは、その改正についての提言を行ないます。また、現行の法制度のもとでも事故対策計画およびその実施について多くの問題点があり、早急に改善が必要です。これらの改善についても、それぞれの関係機関・組織への提言を行ないます。

事故が発生すればいうまでもないことですが、事故に備えての事前の対策についても原子力発電を行なっている企業が第一の責任を負うべきです。

また、原子力発電を推進してきた国のエネルギー政策の善し悪しはおくとしても、現に原子力発電所が運転されている以上、その安全対策や事故対策については国もまた責任を負うべき立場にありま

す。

いわば被害者ともなりうる地方自治体、学校関係、消防署や警察署も、以下に述べるわたしたちの提言を積極的にうけとめて、国民の生命を守るための務めを果たされるよう望むものです。その場合、必要な設備や経費などを電力会社や国に要求することは当然の権利です。

1 法制度の改正を提言する

●「防災対策」の整備充実の義務化

電力会社・国の関係諸機関・地方自治体に「防災対策」の整備充実を義務づける法制度を確立する必要があります。

●通報の義務化

電力会社は原発に関する一切の異常事態について、事の大小にかかわらず国・都道府県・市町村に即時通報する義務を課すべきであり、違反した場合には刑事罰を科す厳しい法制度を確立する必要があります。いままでに原発の異常事態や故障発生がなされなかつたり遅れたり、ひどいときには隠されていた例がたくさんあります。通報の遅れが住民の命にもかかわることを考えると

実にゆゆしい問題です。

●緊急放送局設置のための関係法改正

放射能が外部に漏れる恐れがあるような事故が発生したとき、NHKのラジオ・テレビ放送局が緊急放送局として全面的に事故対策本部などに協力できるような体制をつくる必要があります。住民への情報の伝達や避難の指示にはラジオ・テレビは大きな威力を発揮します。

●気象台の業務に関する関係法の改正

緊急時の気象観測・気象通報および原発周辺の上空放射能観測など気象台の業務は大変重要です。原発事故の放射能の被害の程度は気象条件に大きく左右されますし、避難の仕方にも関係します。

2 現行法制度のもとでの改善を提言する

●国に対する提言

①事故対策事業に対する補助金の予算化

地方自治体などの事故対策に要する費用に対して国庫補助を行なうべきです。

②専門医の養成と派遣体制の整備

事故発生の際に派遣できる放射線障害の専門医を多数養成し、即時現地に派遣できる体制を国の責任で整備しておくべきです。

●地方自治体に対する提言

①総合実地訓練の実施

都道府県や市町村では「地域防災計画（原子力防災対策関係）作成マニュアルについて」（昭和五五年、消防地二六二号）にしたがって防災計画が作成されていると思われます。これには、改善を要する次のような問題点があります。

第一は、たとえば周辺地域住民全員が近くの鉄筋コンクリートの建物に避難できるように地区ごとに避難する場所が確保され計画されているかどうか、また風向きによる避難経路の指示や誘導の計画が地区ごとにきめ細かく作られているかどうか、つまり中央で作られたマニュアルの単なる引き写しでなく地域の実状に応じた具体的な計画が十分練られているかどうかです。

第二は、計画の有効性が実地の訓練で確かめられているかどうかです。計画をたてたというだけでは実施に移したときいろいろな不都合が生じるはずで、したがって実際に総合実地訓練を繰り返して不備な点を改善していかなばなりません。もし訓練が十分行なわれていなければ、事故が発生したとき大混乱になるのは目にみえています。

第三は、これらの避難の場所や方法などが住民によくわかるように十分知らされているかどうかです。

②都道府県ごとに専門家の助言体制を

住民に対する避難の指示は都道府県知事から市町村長をへて出されることになっています。事故の状況に応じて、どの時点でどのような避難行動を指示するかは判断は、専門家の意見を聴かなければ難しいでしょう。中央の原子力安全委員会が事故が起こったときに設置するものに緊急技術助言体制がありますが、この助言を待っているのは遅すぎます。都道府県は独自にこのための専門家の助言体制を平常から準備しておくべきです。

また、都道府県は独自の放射能測定・評価能力を持つべきです。そのための関連機器を設置し、その専門要員を配置すべきです。

③総合対策本部の設置

緊急事態に対処する機関・組織は地方自治体・消防署・警察署・海上保安部・緊急医療組織などですが、それぞれの組織の命令系統がタテ割りになっており、横の連絡に欠け混乱する恐れがあります。総合的に対処するには指示系統を一つに集中した総合対策本部を置き、そこにすべての情報を集め、各機関に指示を出すようにすべきです。そのための現行関連法制間の整合性を図ることが必要です。

④必要器具・装備の設置

原発事故に対応するため必要な器具・装備、たとえば放射能の強い場所での作業が予想される消防士のための放射能防護服や防護マスクの数量が非常に不足しています。電力会社の責任で早急に充足させるべきです。

⑤住民への事故情報伝達方法の改善

事故の際の住民への指示や通報は、広報車や有線放送などを通じて行なわれることになっていますが、事故の拡大によって避難しなければならぬような事態になったときはサイレンで知らせる方法がよいでしょう。住民はサイレンをきいたら直ちにラジオ・テレビの緊急放送局にダイヤル・チャンネルを合わせ、放送によって正確な事故の情報と的確な避難開始の指示、地区ごとの避難方法などの細かい指示が分かるようにすべきです。

⑥ヨウ素剤の準備

原発周辺の市町村には住民全員にいき渡るだけのヨウ素剤を準備しておくべきです。

⑦学習の強化

知事・市町村長をはじめとする自治体職員や警察官・消防士が放射能・放射線障害・放射線防護について十分学習する研修制度を確立すべきです。

⑧住民への講習と避難方法の周知

自治体は住民に対して原発事故・放射能・放射線障害について学習する講習会をしばしば開催すべきです。

さらに事故に対する対応・避難方法などを具体的に示すチラシやパンフレットなどを作成して全住民に配布すべきです。

●放送局に対する提言

ラジオ・テレビ放送局は公共的責任をもつ立場にあります。原発事故に際しては可能な限り情報伝達に協力されることを要望します。特にテレビの場合は、避難経路、放射能の広がりかた、各モニタリングポスト地点の放射能の強さの説明や表示を画面を使って行なうことができ、大きな威力を発揮します。緊急事態に備えて地元の原発に関する周辺の地図、モニタリングポスト地点の位置を示す地図などを前もって準備されることを要望します。

●気象台に対する提言

放出された放射能雲の広がりかたは風向きや風速、逆転層の存在などによって決まります。気象台が事故時の原発施設区域から約一〇〇キロメートルまでの地域の気象の観測体制と迅速な通報体制を整備されることを要望します。

また、上空の空間線量測定のための緊急観測用航空機またはヘリコプターを準備する必要があります。これらを実施するためには法制度の改正や予算措置を必要としますが、これに積極的に対処されることを望みます。

●医療機関に対する提言

原発事故のとき緊急医療体制がとられることとなりますが、それには地域の一般の医師・看護婦の参加が必要です。地域医師会ごとに医師・看護婦は原発事故や放射能・放射線障害とその応急措置についての学習を行なっておくことが望まれます。

また、一般病院では原発事故に備えて、入院患者に対する避難を含む防護対策を検討し、職員
の訓練を行なうことが必要です。

●学校関係者に対する提言

児童・生徒の在校時に避難しなければならないような事故が起こった場合は、学校の責任において集団避難させることが必要です。帰宅させたり、親を迎えにこさせることは混乱を助長するの
で避けるべきです。したがって避難方法などについて十分計画し、訓練しておくことが必要です。

●メーカー・研究者に対する提言

安くて使いやすい携帯用放射能測定器・警報線量計・被ばく線量計・防塵マスクの開発・製作
を要望します。

【参考文献】

米国ニューハンプシャー州民間防護局編「Seabrook 原子力発電所「緊急事態対策計画案内」」

自治労原発問題研究会編「原発事故から身を守る」 第一書林

日本科学者会議編「暴走する原子力開発」 リベルタ出版

日本科学者会議編「原子力発電—知る・考える・調べる」 合同出版

日本科学者会議北海道支部科学・技術研究会「原発事故が起こったら—アメリカの原発事故の「防災計
画」」

小野周・安斎育郎編「原発事故の手引」 タイヤモンド社

放射線医学総合研究所「一般医が知っておくべき被ばく者の医療処置」

国連環境計画 (UNEP) 編、古澤康雄・草間朋子訳「放射線—その線量・影響・リスク」 同文書院

安斎育郎著「からだのなかの放射能」 合同出版

古澤康雄著「放射線障害を語る」 東京大学出版会

中央防災会議決定（一九七九年七月一二日）「原子力発電所等に係わる防災対策上当面とるべき措置につ
いて」

原子力安全委員会決定（一九八〇年六月三〇日）「原子力発電所等周辺の防災対策について」

消防庁・原子力災害対策消防マニュアル研究会編（一九八一年一月）「原子力災害対策・避難誘導等の
ための手引」

NEA Expert Group, Nuclear Accidents-Intervention Levels for Protection of the Public, OECD

本書は、日本科学者会議福岡支部の核問題研究委員会で一年余りの調査と議論を積み重ねてまとめられたものです。

本来、本書のようなものは原子力発電所が設置される時点で、行政、原発設置企業、住民などの広範な人びとが参加して作られているべきものです。本書のようなものが今までなかったということが、日本の原発政策における国民不在を雄弁に物語っています。そのような中で、今回、本書を世に問うことになりましたが、私たちはこれを原発事故に対する緊急対策について市民の立場に立って考えた一つの提案・問題提起と考えています。本書が読者や専門家のご批判により、さらに充実したものになることを願っています。

本書を作成する作業を進めている間にも、原発事故をめぐるさまざまなニュースが入ってきました。その中でも、福島原発の再循環ポンプの羽根の破損事故に際して警報が鳴っているのにそのまま運転を続けた、というニュースに私たちは戦慄をおぼえると同時に、本書を作成する意義を重ねて確認することになりました。しかし、私たちは、本書が実際に使われるような原発事故がけっして起こら

あとがき

ないことを願っています。

執筆にあたり参考資料やご意見等で多くの方がたのご援助をいただきました。特に鶴野晃氏、日本科学者会議福岡支部の皆さんに感謝いたします。

一九八九年 春

日本科学者会議福岡支部 核問題研究委員会

代表 森 茂康 (九州大学名誉教授)

岡本良治 (九州工業大学)

押川元重 (九州大学)

酒井嘉子 (九州大学)

豊島耕一 (佐賀大学)

本庄春雄 (九州大学)

三好永作 (九州大学)

原発事故—その時あなたはどうか!?

1989年6月30日 第1刷発行

編者 日本科学者会議福岡支部核問題研究委員会

発行者 宮原恒子

発行所 合同出版株式会社

東京都千代田区神田神保町1-52

郵便番号 101

電話 03(294)3506

振替口座 東京 8-65422

印刷所 新灯印刷

製本所 三森製本所

■御請求あり次第総目録送いたします
■乱丁落丁のさいはお取換いたします

ISBN4-7726-0140-6

© Shigeyasu Mori, 1989