

核汚染対策の手引き

許可無くして譲渡・複製を禁ず

1997年版 水班作製

目次

A. 身近な放射性物質からの防御の必要性 ······	3
1. 核燃料輸送車の危険性	
2. 核燃料輸送車の見分け方	
3. R I の輸送事故・盜難・不正廃棄	
4. 空を飛ぶ劣化ウラン	
B. 大規模核汚染に対する防御性 ······	4
1. 大規模核汚染に対する防御の必要性	
2. 大規模核汚染の発生を判断する	
3. 原発事故とはどんな災害か	
4. 重要な放射性物質の特徴	
C. 核汚染防御を実施する ······	8
1. 強度核汚染地域からの避難	
2. ヨウ素剤の使用の実際	
3. 放射線障害の予防薬・治療薬	
4. 除染	
5. 生活空間のシェルター化	
6. 避難後・シェルター後の生活	
D. 標準防護服セットの解説 ······	13
E. 放射線測定器（ガイガーカウンター）の使用方法 ··· 14	
1. ガイガーカウンターとは？	
2. 放射性元素の種類	
3. 放射線傷害	
4. ガイガーカウンターの用途	
5. ガイガーカウンターの基本操作方法	
6. ガイガーカウンターの測定限界	
7. 環境放射能レベルの実際の測定例	
8. 放射線測定の数値をどう解釈するか	
9. 放射能（放射線）を表す単位について	
F. 参考図表 ······	21
1. 核施設	
2. 核燃料輸送車の標識・放射線測定器写真（外観・内部）	
3. 核燃料輸送路図	

A. 身近な放射性物質からの防御の必要性

多くの人にとって、放射能による汚染は非日常的な出来事でしょう。そして私たちが日常生活しているすぐそばに、放射性物質が存在しているとは気付いていません。実際は、この狭い日本の中に存在する原発や核攻撃目標は、その時が来ればすぐ隣でしかない距離にあります。しかしそういった意味でなくても、放射性物質による汚染の危険性は、まさに日常生活の中にあります。

それは高速道や一般道を走る核燃料輸送車の存在です。そして医療や工業で使われるRI（ラジオアイソトープ）も宅急便で私たちの近くを走り回っています。さらにジャンボジェット機などにバランスとして使用されている劣化ウランも、私たちの頭上を飛び回っています。

このような状況で自分を守るためにには、高感度の放射線測定器による日常的測定が必要となります。

1. 核燃料輸送車の危険性

日本は狭い国土に原発や核施設が多数存在します。そのため核燃料や使用済みの核燃料が高速道や一般道を使って、ひんぱんに輸送されています。そして核燃料輸送車の荷台は、近寄れば放射線測定器の針が振り切れるほど強い放射線を出しています。したがって高速道路のパーキングエリアなどで、核燃料輸送車の隣に駐車するのを避けるのはもちろんですが、核燃料輸送車の前後左右をいっしょに走らないよう気をつけます。特に後は事故に巻き込まれる危険性が高いので絶対避けます。

2. 核燃料輸送車の見分け方

核燃料物質輸送車両には横と後部に標識を付けることが義務づけられています。標識は1辺が25cmのひし形で、上半分が黄色地で黒い三つ葉マーク、下半分が白地に「放射性 この車両に近づかないこと」という文字が記されています。この標識は小さいため、かなり近づかないと読み取れません。

核燃料を陸上輸送する運送会社は、以下の3社にほぼ限定されます。車体とシートの色は以下のようになっています。

日本通運	ボディ オレンジ色	シート オレンジ色
上組	ボディ 濃紺	シート 緑
日立物流	ボディ 白に赤と青のライン	シート 青

また核燃料物質輸送車両は隊列輸送されるので、以下のような構成の隊列編成も核燃料輸送車を見分けるポイントです。

偵察車（4～5 km先）→警備車→先導車→輸送車（複数）→後続車→警備車
隊列にはパトカーや護送車がついている場合もあります。また隊列に何も知らない一般車が割り込んで、一緒に走っている場合もあります。自分もそうならないよう注意して下さい。

3. R I の輸送事故・盜難・不正廃棄

医療機関や研究施設、そして金属の非破壊検査会社では放射線源として、放射性物質であるR Iを所有しています。このR Iは普通の荷物と一緒に、航空便や宅急便で運ばれています。そして普通の荷物と同じように多くの破損事故や紛失事故が起きています。そして輸送時だけではなく、施設での紛失や不正な廃棄多くの実例があります。

4. 空を飛ぶ劣化ウラン

1985年、御巣鷹山に墜落したボーイング747型123便には医療用の放射性物質（R I）の入った92個のカートンが積まれ、一部のR Iが周囲に飛び散っています。しかし飛び散ったのはR Iだけではなく、バランスとして機体に使われていた劣化ウランも周囲に飛び散ったのです。747型機には垂直尾翼に12個と水平尾翼に8個の248Kgもの劣化ウランが使われていました。劣化ウランはれっきとした放射性物質で、化学的にも強い毒性があります。

B. 大規模核汚染に対する防御

1. 大規模核汚染に対する防御の必要性

米国でスリーマイル島原発事故があったとき、「我が国の原子炉は米国より優秀だから大丈夫」とロシアの科学者は言いました。チェルノブイリ原発事故があったとき同じように「我が国の原子炉はロシアと違って優秀だから大丈夫」と日本の科学者は言いました。ロサンゼルス大地震で高速道路の高架橋が落ちた時から、阪神大震災で高速道路の高架橋が落ちるまでは「日本の高架橋は米国と違って設計基準が高いから落ちたりしない」と日本の技術者は言い続けました。

日本は世界第三位の原子力発電大国です。それも活断層だらけの小さな島にぎゅうぎ

ゆうに押し込められて設置されています。日本では原発事故は起きないという空想的な方針で原発が運転されている以上、わたしたちは原発事故が起きたときの準備を自分でやる必要があります。

原発事故以外でも私達は核実験などで放射性物質の被爆を受けてきましたし、これからも受けるでしょう。1964年に核燃料を搭載した人工衛星S N A P - 9 Aが大気圏で燃えつき、大気中に Chernobyl 以上の大量のプルトニウムをばら撒きました。そして核燃料を積んだ衛星はまだ地球軌道を多数回っています。

また北朝鮮の核弾頭ミサイルの標的は日本であり、朝鮮半島での戦術核兵器の使用は、国内での原発事故と同等の地理的意味を持っています。そして当然、日本の都市が直接核攻撃される可能性をも考える必要があります。

核汚染の準備はこれらの破局にも、わたしたちの生存確率を大きく高めてくれるでしょう。

2. 大規模核汚染の発生を判断する

「事故発生や核兵器の使用ができる限り早く知る」

原発事故は隠し通せなくなるギリギリまで隠そとされます。事故を起こした原発に近い地域ほど「事故を知ったときには、もう手遅れ」という危険性が高くなります。ですから原発に近い所（最低半径40キロメートル以内）には住まないのが修行者としての常識です。

「報道の内容を鵜呑みにしない」

事故報道ではどんな大事故でもパニックを防ぐため、意図的な情報操作や過小評価がなされます。例えば「原子炉は大丈夫ですから安心してください。」とか「専門家は避難する必要はないといっています。」などのコメントが付けられるでしょう。事故報道の裏を読み、事故の実態を見抜き適切な核汚染防御の決定をする必要があります。

3. 原発事故とはどんな災害か

事故・天災・戦争などで制御不能となった原子炉内は暴走を始めます。核燃料の詰った燃料棒は溶け、核燃料の一部は高熱で蒸発します。蒸発したプルトニウム 239 ・ストロンチウム 90 ・セシウム 137 などは原子炉格納庫内で凝集して微細な粒子になります。この格納庫内に充満した粒子の殆どは $1\sim10\mu$ の大きさで重力によって沈降しません。したがって格納庫の破れから大気中に放出された粒子は空気と共に風下に流れ

広がっていきます。またキセノン133・クリプトン85・ヨウ素131などの揮発性の放射性物質は分子のまま拡散していきます。

空気の流れは気象的諸条件によって複雑に変化します。チェルノブイリ原発の例からすると、原発から半径40km以内は風の向きとは関係なく激しく汚染されると考えた方が良いでしょう。そして大気の流れの方向には、半径100km以内の地域に高濃度の汚染地帯が風の向きに沿って分布します。

また大気の流れの方向に半径300km以内の地域には、高濃度の汚染地帯が飛び石のように分布します。これは放射性物質を濃縮した水滴が、雨となって地上に落ちた地域です。また核燃料の溶融と共に、火災や爆発などがあれば大量の放射性物質を含んだ煙や塵が周囲に撒き散らされます。「もんじゅ」などの高速増殖炉は水に触れると爆発する金属ナトリウムを大量に抱えています。したがって最も危険な原子炉といえます。

4. 重要な放射性物質の特徴

放射性物質は放射線を出しながら、より安定な物質に変化していきます。そして放射性物質が最初の量の半分にまで減るのに必要な時間を「半減期」と言います。この半減期と生化学的性質によって具体的な核防御の対策がおこなわれます。

「短時間に崩壊する放射性物質」

- ・クリプトン88 半減期 0.118日
- ・キセノン135 半減期 0.379日

これらの放射性物質は原発事故で大量に放出されますが、短時間に崩壊するので、原発から近い地域以外は核防御の対象になりません。事故隠しや報道規制が行われるため、原発事故発生の情報を素早く入手するのは困難であることも理由の一つです。

「短期間に崩壊する放射性物質」

- ・ヨウ素131 半減期 8.04日

原発事故では多量に放出され、半減期が8日と短かい放射性物質です。

ヨウ素131は植物体内で高度に濃縮され、乳製品などでは更に濃縮されます。呼吸や食物から体内に入ったヨウ素131は、甲状腺に蓄積されます。その速度は年齢が低いほど大きいため、子供達のヨウ素131対策は重要です。

・キセノン133 半減期 5. 25日

揮発性の放射性元素で、原発事故では多量に放出されます。高度汚染地域からの一時的避難や簡易シェルター化した室内への閉じこもりなどはヨウ素131やキセノン133による被爆をできる限り低減するための対策です。

「長期間に崩壊する放射性物質」

高度汚染地域からの一時的避難や簡易シェルター化した室内への閉じこもりなどの短期の核防御の後は、半減期の長いセシウム137やストロンチウム90の食料汚染に対する対応が核防御の中心となります。

・ストロンチウム90 半減期 28. 8年

化学的にはカルシウムと似た性質のため、体内では骨に蓄積し骨髄被爆を引き起こします。

・セシウム137 半減期 30. 2年

化学的にはカリウムと似た性質のため農作物に良く吸収されます。吸収されたセシウム137は植物の生長部位や貯蔵組織に蓄積されます。半減期が30年と長く、チェルノブイリ原発事故ではセシウム137による食物汚染が今も続いている。

体内に入ったセシウム137は大部分が排出されますが、その一部が筋肉や生殖器に蓄積しガンや遺伝的障害を引き起こします。

・クリプトン85 半減期 10. 7年

揮発性の放射性元素で、原発事故では多量に放出される。強力なガンマ線を出すので被爆すると全身のガンに関係します。

・プルトニウム239 半減期 21000年

半減期も2万年と長く、人類の知っているもっとも強力な毒物です。プルトニウムの微粒子はホットパーティクルと呼ばれ、このホットパーティクルの付着した所は、センチメートル単位の微小な、しかし激しい汚染を受けます。このホットパーティクルを吸い込むと、ほとんどの場合肺ガンを引き起こします。

チェルノブイリ原発事故では遙か離れたオーストリアで、このホットパーティクルを含んだ雨粒の一つが、木製のベンチを一人がすわる分だけの場所を汚染したような例もあります。

C. 核汚染防御を実施する

核防御は直接の核攻撃を受けた場合を除いては、放射性物質に対する防御が中心となります。そして放射性物質に対する防御は「強度汚染地域からの避難」・「除染」・「生活空間のシェルター化」・「予防治療」・「避難後・シェルター後の生活」の四つに分かれます。

1. 強度核汚染地域からの避難

核汚染源からどのくらい範囲まで避難する必要があるかは、核汚染源の規模によって異なります。チェルノブイリ規模の核汚染源では、半径40キロメートル以内と、風下100キロメートルに広がる扇状の地域は強度の汚染地域です。汚染規模を汚染発覚初期から正確に把握する事は不可能です。したがって核汚染源が確認された段階で、半径40キロメートル・風下100キロメートルの範囲は、避難の準備を開始します。そして、避難

行動と平行して、汚染規模の情報を収集します。

「強度核汚染地域からの避難」を決定した時点で、速やかな避難を開始します。風下の地域の判断は、風下のデータがない場合は汚染源から東側約30度の扇状とします。これは夏は若干弱まりますが、日本の上空は偏西風（西から東に吹く風）が常に吹いているからです。

しかし、これはあくまでも原則です。この上空の偏西風とは別に、時と場所によって風向きの異なった地上風が吹いている事が多くあります。例えば福島第一・第二原発などは、夏には「やませ」と呼ばれる北東の風の多く吹く地域にあります。また海と陸との温度差によって生じる海陸風は、日本の平野部のほとんどで見られます。

したがって自分の居住地域から、最低100キロメートル以内の核施設や戦術目標（軍施設など）・戦略目標（首都など）の位置を確認します。そして核汚染源予想位置と自分の居住地域の地理的・気象的条件に応じた避難計画を作成します。

2. ヨウ素剤の使用の実際

a. ヨウ素剤の必要性

呼吸や飲食で取り込まれた放射性物質によって、体内から被爆することを「内部被爆」と言います。原発事故により汚染された地域では、放射性同位元素の「ヨウ素131」による内部被爆の対策が重要です。体内に取り込まれた「ヨウ素131」は血液を循環し約80%が1～2日で尿中に排泄され、約20%が甲状腺ホルモンの原料としてのど

の甲状腺に取り込まれます。

この取り込みは日常の食事に含まれているヨウ素の量に大きく影響されます。平均的日本人の食事で甲状腺に取り込まれるヨウ素は15%くらいになります。ヨウ素を大量に含んだ食事（コンブなどの海藻を多量にとる）では数%になる場合もあります。この取り込ま率は年齢も大きく影響し、乳児期で約40%で小学生くらいから大人と同じ程度になります。

b. ヨウ素剤の使用

ヨウ素剤は効果を高めるために、事故発生後できるだけ早く使用します。ヨウ素剤とはヨウ化カリウム50mgを1錠中に含んでいる錠剤です。具体的な使用方法は以下のようになります。

乳児は初回1錠をすり潰し、ミルクなどに混ぜて飲ませます。牛乳は牧草の汚染が牛の体内でさらに濃縮されており、母乳も母親の汚染を反映します。したがって授乳は缶入り粉ミルクに切り替えます。

1歳以上は初回2錠を水と共に使用します。その後24時間ごとに2錠使用します。使用期間は4~7日間を目安とします。

副作用は非常に稀ですが、発熱・かゆみ・発疹などの副作用がでた場合は使用を中止します。ヨウ素剤が入手できない場合は、ヨウ化カリウムを正確に計量して、1日1gを越えない量を使用します。ヨウ化カリウムは大きな薬局などで手に入ります。

c. 注意

大事な事は、ヨウ素剤は甲状腺にヨウ素131が取り込まれるのを抑えますが、甲状腺に取り込まれたヨウ素を131を排泄するにはヨウ素剤だけでは効果が無いということです。

3. 放射線障害の予防薬・治療薬

a. 朝鮮人参の服用

朝鮮人参を放射線に被爆する数日前から服用すると、放射線障害を強く押さえる効果があります。1日の用量は0.5~3.0gで、用法は粉末で頓服するか煎じて使用します。エキス製剤を使用してもかまいません。

b. グルタミンの服用

アミノ酸の1種であるグルタミンを服用すると、腸の放射線障害をほぼ完璧に抑える事が出来ます。1日の用量は1.5～4.0 gです。用法は1日数回に分けて、水に溶かし1時間以内に服用します。

c. 体内に取り込まれたセシウム137の除去

セシウム137は体内に取り込まれた後も、体内で循環します。そのため胃で吸着剤と結合させ体外に除去する事が可能です。

使用される吸着剤は、フェロシアン化鉄で一般にはPB（ブルシアンブルー）として知られています。

使用法は1g／1回で、3回／1日。水と共に服用し、3週間以上継続します。高度内部被爆者には10g／1日を8～10日間投与し、小児には3gを3日間投与した例もあります。副作用は特にありませんが、大量投与で便秘がみられます。

4. 除染

a. 除染の重要性

放射性物質に汚染された身体から、汚染物質を取り除くことを「除染」と言います。放射性物質が身体や持ち物に付着している間、被爆は続きます。したがって除染はできるだけ早く行う必要があります。また除染前に雨に濡れるなどすると付着した放射性物質が溶解し、内部に沈着するので除染できなくなります。汚染されていない水でも濡れないよう注意します。具体的なやり方は以下のようになります。

b. 衣服・所持品の除染

汚染地域で着ていた衣服を取り替えます。上着や靴・靴下などは、降下してくるチリや歩く時に舞い上げたチリに強く汚染されます。必ず取り替え廃棄します。基本的に汚染地域で着ていた衣服・持ち物はできる限り廃棄します。廃棄できないものは、少なくとも「ヨウ素131」の半減期間の4倍以上（8日×4＝32日）は、隔離保管して使用しないようにします。

c. 体表の除染

頭髪や皮膚の露出している部分は大量のぬるま湯で流水洗浄します。シャンプーや2～3%の中性洗剤を使いスポンジで軽く流し洗いを繰り返します。各部位を3分くらいは洗浄します。外傷があれば3%過酸化水素水（商品名オキシドール）で洗浄します。除染前に濡らした髪の毛などは除染しきれないので、剃髪して出来るだけ除去します。

d. 体内腔の除染

鼻腔洗浄（ネーティ）・胃洗浄（ガージャカラニー）・腸管洗浄（サンカプラクサラクリヤ）なども必要に応じておこないます。

5. 生活空間のシェルター化

避難できない状況や、避難までする必要があるかどうか判断しかねる場合は、できる限りシェルター化した空間で過ごします。そしてシェルター外では標準防護服セットのような防塵装備を着装しできるだけ被爆を防ぎます。

この生活空間のシェルター化は標準で2～4週間行います。これはこの2～4週間で半減期の短い放射性物質がある程度減少するからです。そしてその後は、半減期が数十年と長い放射性物質の対策が中心となるため、シェルターが実用的でなくなるからです。

生活空間のシェルター化の実施項目は以下のようになります。

0. 2～4週間分の水と食料は常に用意しておきます。

a. 扉や窓を閉めます。閉めた窓は布ガムテープなどで目張りやコーリングガンでパテ埋めをします。出入り口の扉も上下の隙間から外気が流入しない様に、出来るだけ狭くします。核攻撃や放射能雲が直撃するようなコースに位置する場合は、鉄筋コンクリートの住居でなければ十分な気密性がありません。

b. エアコン・換気扇・郵便受け・換気口などの外気流入口を塞ぎます。そして目張りやパテ埋めなどをします。換気の必要が生じるので火は使いません。建物内の密閉度が高くなると、温度変化などにより外気との気圧差が生じ、わずかな隙間から外気を吸い込みます。したがって外気から微粒子を除けるフィルター（ヘパフィルターなど）を換気口に取付けることがベストです。

c. ありとあらゆる容器に飲用水を貯めます。ただし放射能雲が到達している可能性がある場合は水道水も汚染されていると考えます。したがって汚染源から近く、情報の入手が遅かった場合は備蓄していた水だけで過すか、ある程度の被爆覚悟でミネラルウォーターなどを買い出しに行くことになります。標準核防護服セットはこのような場合に必須となります。

d. 家の中でも、窓や入り口から最も遠い部屋をシェルタールームとして、そこを中心に生活します。出入り口はシェルタールームから一番遠い所以外は、窓と同様に塞ぎ、出入り口は1ヶ所にします。

e. 空気清浄機を何台か買っておき、シェルターとした部屋と玄関までの部屋に空気清浄機を置きます。

f. 室内でも防塵マスクなどを着用し、できるだけ空気中の塵を吸い込まないようにします。

6. 避難後・シェルター後の生活

a. 出来るだけ外に出ないようにし、雨や風のある日は外出しないことを守ります。特に強度核汚染地域の風下になるような気象条件では、外出を避け決して雨に当たらないようにします。またマスク・帽子・手袋は必ず着用します。そして数回の着用の後は廃棄することを勧めます。

b. 飲水や調理用の水は、水道水を出来るだけ使わないようにします。使う場合はRO浄水器やシーガルフォー浄水器を通したものを使います。可能であれば、飲水は核汚染前製造の備蓄水・ミネラルウォーター・各種飲料などにします。

c. 食品を購入する時は日付や賞味期限を確認し、核汚染前の製造のものを選びます。また生産地も、強度核汚染地域から遠い産地のものを選びます。

D. 標準防護服セットの解説

標準防護服セットとして特殊ゴーグル・特殊防塵マスク・ディスポグローブ・タイベックスーツ・タイベック足カバーを設定しました。このセットは核汚染地域からの脱出や核汚染地域での行動（自宅の核シェルター化作業など）において放射性物質から身を守るためにつくられました。

「特殊ゴーグル」

目の粘膜と顔の上半分を保護します。メガネをかけたまま使用でき、目枠にはベンチレータ（通気孔）が設けてあるため曇りにくくなっています。

視界が必要ない場合や、温湿度によってはベンチレータが必要ないので、その場合はふさいだ方が若干密閉度は上がります。

「特殊防塵マスク」

呼吸器系と顔の下半分を保護します。ひもの長さが調節でき、接顔クッションが付いているためマスクと顔の隙間からの漏れ込みがほとんどありません。

プレフィルター・カーボンフィルター・メインフィルターの三層構造で0.2 μ以上の微粒子を99.5%以上捉え、カーボンフィルターである程度の有害物質を吸着する能力があります。

「ディスポグローブ」

使い捨ての手袋を3組用意しました。強度はありませんので負荷をかける作業をするときはその上に軍手をするか、台所用の手袋を用意しておきましょう。

「タイベックススーツとタイベック足カバー」

タイベックとはデュポン社が開発した新素材です。通気性を保ちながら、超微粒子や液体を通さないゴアテックスに似た機能があり、ゴアテックス以上の化学薬品耐性があります。

タイベックススーツはフードが付いているので顔と手以外を保護します。水・油・有機溶媒などの浸透を防ぎ、0.5 μ以上の粒子の侵入を99%以上阻止します。またかなりの強度と耐久性があり、色々な作業に使用できます。透湿性もあるため激しい作業にも、蒸れにくくなっています。

タイベックは高い耐水性があり100以上の耐水圧があります。したがって安全な水が使えるなら、付着した危険な物質を洗い流す事によって、損耗するまで使用できます。唯一の欠点は、ゴアテックスと同じように熱（火炎）には弱いことです。

E. 放射線測定器（ガイガーカウンター）の使用方法

* * 使用上の注意事項 * *

- ！ 精密機器ですので、ショックを与えないで下さい。
- ！ 内部は、高電圧がかかっていますので、裏ぶたを開けないで下さい。
- ！ ぬれた手で操作しないでください。
- ！ 湿度の高いところで使用しないでください。

1. ガイガーカウンターとは？

ガイガーカウンターは、代表的な放射線測定器の1つです。しばしばSF映画などで、放射能を測定するために、"ガリガリ"といわせながら使っている測定器が出てくることがあります、あれがガイガーカウンターです。放射性元素は、エネルギー的に大変不安定な原子であるため、その周りに放射線と言われる非常に高いエネルギーを持った粒子（ヘリウム原子核や電子や電磁波）を放出して安定な状態になろうとします。この反応を一挙に起こさせるのが、原爆などの核兵器であり、制御して徐々にエネルギーを取り出し発電利用するのが、原子力発電です。放射性元素を含んだ物質を放射性物質と呼びます。ガイガーカウンターは、放射性元素そのものを検出するのではなく、そこから放出される放射線を検出する測定器です。

放射線は大きく分けると、アルファ線（ α 線）、ベータ線（ β 線）、ガンマ線（ γ 線）という3種類があります。この中で物質を通過しやすいベータ線とガンマ線がガイガーカウンターで測定できます。一方、アルファ線はほとんど測定することはできません。これは、アルファ線＝ヘリウム原子核、ベータ線＝電子、ガンマ線＝電磁波というように、アルファ線は、物質を作っている原子に衝突しやすく、放射線を感知する計数管の内部まで届かないためです。それに対して、ベータ線とガンマ線は、アルファ線と比べると、原子と衝突する頻度が小さく、計数管内部にまで到達することができます。

2. 放射性元素の種類

アルファ線を放出する放射性元素には、ラジウム、ウラン、プルトニウムといった元素があり、人体への影響が強いということが分かっています。原子炉内に核燃料として、これらの放射性元素が大量に存在しています。一般的に、これらの放射性元素は質量が大きく、原発事故においても比較的飛散しにくいのですが、チェルノブイリ事故のように大事故では、かなりの遠方までこれらの微粒子が飛び散ったことが明らかになっていきます。

ベータ線を放射する放射性元素は、多種類存在しますが、その中でも核燃料から生成す

る主要な物には、揮発性の高いものが多く存在します。クリプトン85やキセノン133といった放射性希ガス、ヨウ素131、テルル132、セシウム137、セシウム134などがあります。これらの元素は原発事故において、周囲に大量に放出される核汚染物質であり、揮発性が高いため広範囲に飛散します。ガイガーカウンターは、これらの元素を検出します。

ガンマ線については、これを単独で放出する原子もありますが、多くの場合、アルファ線やベータ線を出す放射性元素から同時に放出されます。ガンマ線は光と同じ電磁波に属しますが、光と異なる点は、エネルギーが普通の光の10万～100万倍もあり、粒子に似た性質が強いことです。レントゲンに使われるX線もガンマ線の一種ですが、エネルギーがガンマ線と比べて1／100近く弱い点が異なります。

私たちがいつもさらされている放射線としては、環境放射線と言われるものがあります。これは、主に地中に存在する微量の放射性元素と宇宙から飛来してくるアルファ線が原因となっています。その他、医療分野では、診断や治療目的で各種の放射線が積極的に利用されています。

Chernobyl原発と同程度の100万キロワットレベルの原発で利用される放射能の量は、広島型原爆の500～1500発分にも相当すると言われています。現在、日本には50～100万キロワットレベルの原発が、50基ほど存在していますから、すべてがフル稼動した場合、何万発分もの原爆をストックしていることになります。Chernobyl原発事故だけで、全世界の死者の総数は将来ガンによる死亡者を含めると70万人に達するという試算もあるほどです。

3. 放射線傷害

放射線の人体に与えるダメージの大きさは、アルファ線>ベータ線>ガンマ線の順になっていますが、これは、放射線が生体の細胞を作る原子と衝突する頻度や相互作用の大きさに依存しています。したがって、放射性元素の種類により程度の差はありますが、放射線にさらされる時間と放射線のエネルギーが大きくなるほど人体へのダメージは大きくなります。放射線防護の基本は、いかにして放射線被曝の時間を短くするか、いかにして危険なレベルの放射線を出す放射線源から迅速に離れるかということにあります。また、放射性物質の体内摂取は、たとえその照射量がわずかであっても、放射線による長期間の体内被曝を起こしますから極めて危険であり、最小限にする必要があります。

人体が、高エネルギー量の放射線にさらされた場合、直後に火傷状の障害が生じ、しばらく経つと、脱毛や出血斑などの様々な傷害が発生します。また、細胞の中の遺伝子・染色体へのダメージも高頻度で起こります。このため、さらに時間が経過すると、細胞の増殖が停止して血液の細胞が作られなくなり悪性の貧血を起こしたり、免疫を司るリンパ球細胞が作られずに免疫不全症を起こしたりして、死亡する確率が高まります。

このように高度の放射線被曝の場合には、早期の致死（急性死）を免れても、長期におけるガンによる死亡率は、被曝量に応じて高いものになります。一方、軽度の放射線被曝では早期の傷害は軽微でも、高度の被曝の場合と同様に被曝量に応じて、発ガンの危険性にさらされることに変わりはありません。

4. ガイガーカウンターの用途

a. 環境放射線の測定

私たちの身の周りには、ごく微量ですが放射能が存在しています。その原因是、微量のウランやラドンなどの放射性元素が大地中に存在することと、宇宙の彼方から地球上に飛来してくる宇宙線（主にヘリウム原子核などからなるアルファ線）が大気中の酸素や窒素などの気体の原子核と衝突した結果、核反応が起こり、新たに陽子、中性子、π中間子、電子などの二次宇宙線が大気中で生成し、地上にも飛来してくることによります。これらの総和としての微量の放射線に私たちは常にさらされています。一定地域の環境放射線量は、通常は一定で、これをバックグラウンド値といいます。もし、この値が上昇するようなことがあれば、R I 事故・原発事故・核兵器の使用等による核汚染の可能性を考え、早急な情報収集と対策を検討する必要があります。

b. 食品の放射能測定

・チェルノブイリ原発事故以後、輸入食品中に、残留放射能が検出されて日本でも問題になりましたが、本ガイガーカウンターは、高感度の計数管を使用しているので食品中の微量の放射能でも測定が可能です。また、飲料水についても、0. 2～1 リットルほどを鍋で加熱して蒸発させ、底に残った物質をガイガーカウンターで測定することによって放射能汚染を検知することができます。

c. サーベイメーターとしての利用

サーベイメーターとは、身体や衣服などの身近なものへの放射能汚染、床や道路上の同様の汚染状況を部分的にチェックするための測定器のことです。ガイガーカウンターは、このために最もよく利用される放射能測定器です。

具体的には、測定器の取っ手の反対側の側面に計数管が内蔵されていますから、その部分を体や地面等の目的物に近づけて汚染状況を測定します。

5. ガイガーカウンターの基本操作方法

(1) 電源をONにする。

機種によって赤いスイッチまたはOFF/ON/SILENTの切り替えダイアルのタイプがある。

(2) スケール変換ダイアルをNOR. に合わせる。

機種によってはスケール変換ダイアルがあります。NOR. からHIに切り替えると、表示される数字は1/1000表示（小数点以下は切り捨て）、すなわち、K（キロ）表示となります。これは、NOR. の通常表示だと、10万カウント以上は表示できないので、実際の数字の1000分の1の表示で対応するためです。

(3) 測定時間設定ダイアルを、6SEC. に合わせる。

測定時間を6秒モードに設定することを意味します。6秒モードの場合、6秒間計測、6秒間表示を繰り返します。表示された数字は、6秒モードであれば、6秒間の間に計数管に飛び込んできた放射線粒子の数を示しますので、この数字が大きいほど放射能は高いということを示します。一般的に、測定の設定時間が長いほど測定値は安定した値が得られます。急ぐ場合や車で移動しながら測定する場合には、6秒モードで大体の傾向をつかみます。通常は1分または10分モードで測定してください。

(4) SILENTの切り替えスイッチ

BEEP/SILENT切り替えダイアルのある機種は、カウントを“ガリガリ”音でも出す時はBEEPに、音を消す時にはSILENTに設定します。OFF/ON/SILENTの切り替えダイアルのタイプはONが電源投入とBEEPに相当します。

(5) 表示盤の読み取り

測定値の表示盤に表示されるHzの単位は、測定値の読み取りには使用しません。1分と10分モードでは、表示された数字に小数点がつきますが、これについても無視して、小数点以下の数字も含めて読んで下さい。すなわち、1分モードで10.2Hzの表示が出たら、1分間あたり102回の放射線を検知した（102カウント/分）と解釈してください。

(6) 測定値の読み取り

測定を開始してから最初に表示される測定値は、信頼性が低いので採用せず、2回目以降に表示される測定値を採用してください。

6. ガイガーカウンターの測定限界

測定器の測定限界は、約1000カウント／6秒、すなわち、1分モードで1万カウント、10分モードでは、表示器の限界により、19999カウントになります。すなわち、約 $1.43 \mu\text{Sv}/\text{hr}$ が限界です。この以上高い放射能が存在しても、本測定器ではそれに比例した測定値は得られなくなります。言い換えると、仮に測定器の計測能力を超えた多量の放射線が存在しても、測定器上では頭打ちとなり、被曝の危険性を過小評価してしまう可能性があります。

またガイガーカウンターが、その測定限界を超えた高い線量の放射線にさらされると、カウントをしなくなるという現象が生じます。これを「窒息」とよんでいます。この場合放射線が無くなつたと誤解する可能性があります。

7. 環境放射能レベルの実際の測定例

「郊外住居の室内の測定例」

実際に一般的な住居環境を測定した結果を、例として以下に示します。

6秒 (6 SEC) モードの時、

5	16	12	10	8	7	10	11	9	10
最小値	5	最大値	16						

10回平均 9.8 カウント／6秒

1分 (1 MIN) モードの時

9.6	13.4	9.6	10.6	9.8	13.4	10.5	11.9	11.0
最小値	9.6	最大値	13.4					

9回平均 111 カウント／1分

10分 (10 MIN) モードの時

11.14	11.58	11.38	11.34	11.43	11.60	11.56
11.31	11.43	11.75				
最小値	11.14	最大値	11.75			

10回平均 1145 カウント／10分

「岩石の放射能の実際の測定例」

身近で比較的放射能の高い物質として、花崗岩（御影石）があります。これを測定すれば、バックグラウンド値の2～3倍の数値が得られます。花崗岩は、墓石や各種のモニュメントおよび舗道などに使われています。実際に御影石の記念碑を測定した結果を、例として以下に示します。

6秒(6MIN)モードで測定

22	27	23	32	20	28	38	21	23	18
最小値	18	最大値	38			10回の平均	25.2カウント／6秒		

周囲の放射能のレベルは、約11カウント／6秒くらいでしたが、上の御影石の記念碑で測定した放射能のレベルは、10回の平均値として25.2カウント／6秒という値が得られました。この記念碑自体から発せられている放射線は、25.2 - 11 = 約14カウント／6秒ということになります。

8. 放射線測定の数値をどう解釈するか

測定値がどの程度まで上がると、異常と判断すべきでしょうか。結論としては、普段から自分の居住地域の環境放射線を測定しておき、その値が徐々に、または急激に増加してきたら情報を収集し、核汚染対策を実施する必要があります。大事なことはいかに早く、原発事故等についての正確な情報をキャッチできるかということですから、日頃から測定値の動きに気をつけて、測定値の変化について安易に考えず、原因を追求してください。また一般人の許容線量限度（無害と言う意味ではない）は、1mSv／年（1年間あたり1ミリシーベルト）です。千葉県のある場所では環境放射線が、約10カウント／6秒なので、これは、約0.1 μ Sv／hrであり、この線量を1年間浴び続けると、

$0.1 \times 24 \text{ (時間)} \times 365 \text{ (日)} = 876 \mu\text{Sv} / \text{年} = 0.876 \text{ mSv} / \text{年}$
となり限度範囲内です。計測値（カウント数）から線量当量率を算出するためには、以下の計数管の特性に関する関係式を用いました。1 μ SVは、1 / 1000 mSv (100分の1ミリシーベルト)のことです。

$$\begin{aligned} 108 \text{ カウント／6秒} &= 1 \mu\text{Gy} / \text{hr} \\ &= 1 \mu\text{Sv} / \text{hr} \end{aligned}$$

ある人が、1シーベルトの放射線に被曝すると（合計が1Svということであって、短期間に被曝しようとも長期間の合計が1Svであろうとも関係ない）、この人はこの被曝よって、40%の確率で将来ガン死する可能性を背負ったことになるといわれます。すなわち、被曝者の5人に2人は将来において、ガン死するということです。この確率から、1mSvの自然放射線に毎年コンスタントに被曝し、これが25年間続くと、100人に1人がこの被曝が原因で将来ガン死する可能性が出てきます。

短期間で大量の放射線に被曝した時の急性死者は短時間に大量の放射線に被曝した時に発生します。同じ線量でも、長期にわたって被曝したという場合は、急性障害の出ない場合もあります。そこで、実効的な被曝線量として、最初の7日間の線量に、引き続く23日間の線量の半分を加えた線量を短期線量と定義します。この短期線量を急性死を評価する時の目安にします。

短期線量 2. 0 S v 以下の時 → 急性死亡率 0 %

" 2. 7 S v の時 → " 10 %

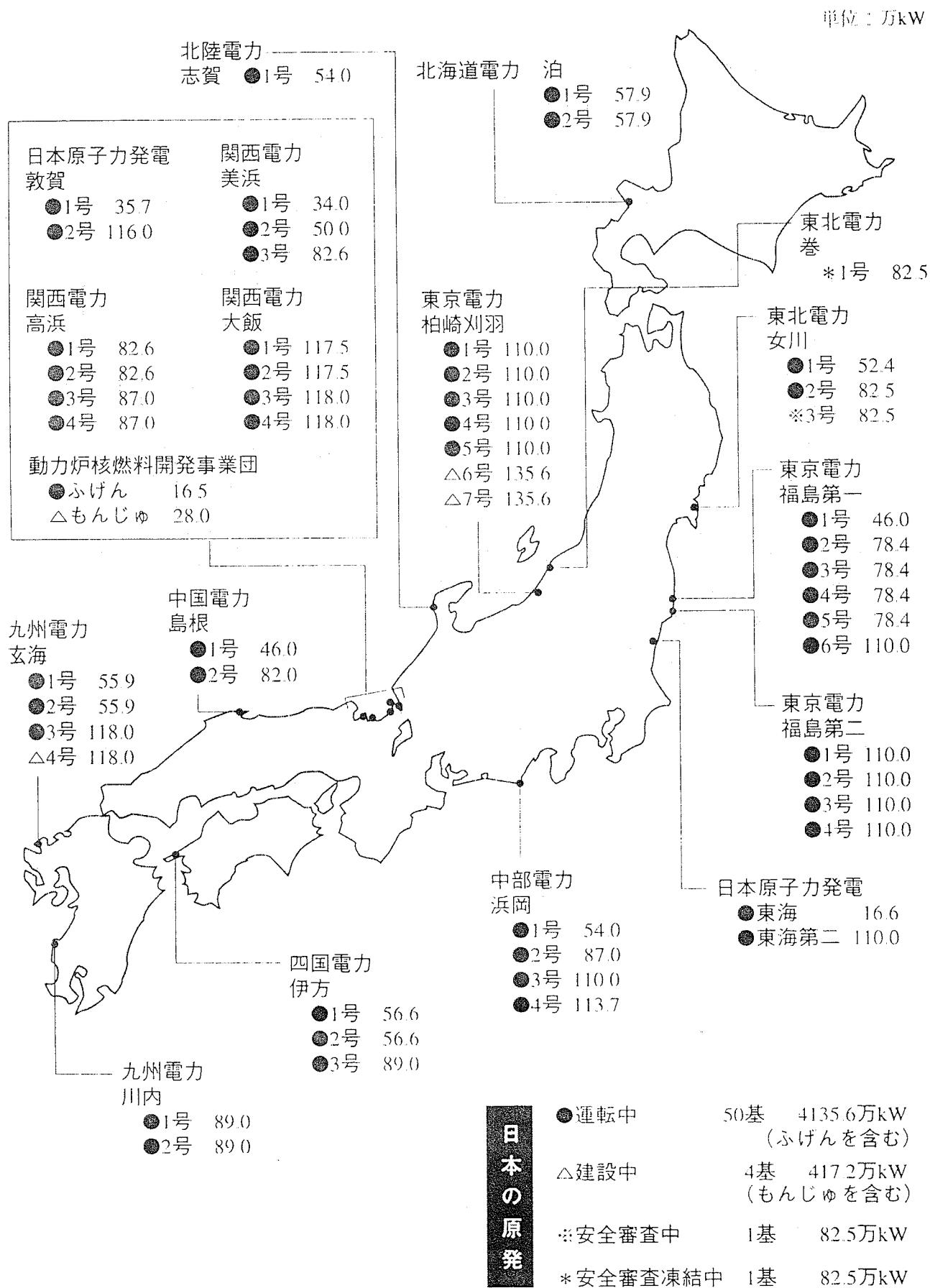
" 9. 3 S v の時 → " 99 %

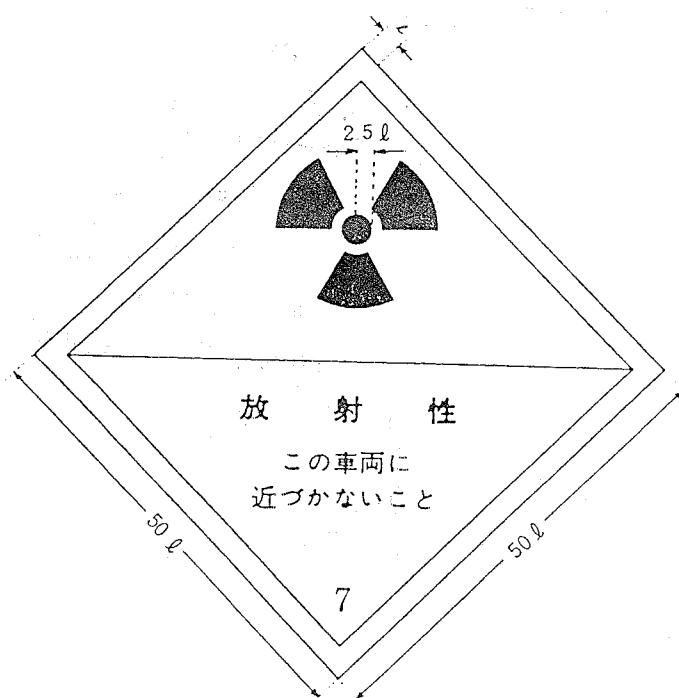
9. 放射能（放射線）を表す単位について

吸収線量（グレイ；Gy）と線量当量（シーベルト；Sv）は生体に与えるエネルギーの大きさ（作用の大きさ）を表します。Gyは、単に1kgあたりに与えられるエネルギーの量を表し、Svは吸収線量にさらに生体に与えるダメージを考慮に入れられた線量の単位です。一般に、線量当量（Sv）=生物学的効果係数×吸収線量（Gy）で表されます。例えば、ウランやプルトニウム等のアルファ線の様に生体に与えるダメージが大きい放射線では、1Gyは20Svに相当します。β線やγ線ではこの関係が、 $Gy = Sv$ となります。照射線量として、レントゲン（R）という単位がありますが、これも同様なエネルギーを表す単位で、多くの場合、 $1R = 0.0093Sv$ と考えてよいでしょう。1Rとは、1Kgの空気に照射して、正および負の、それぞれ0.258ミリクーロン（mC）のイオンを作る線量と定義されています。

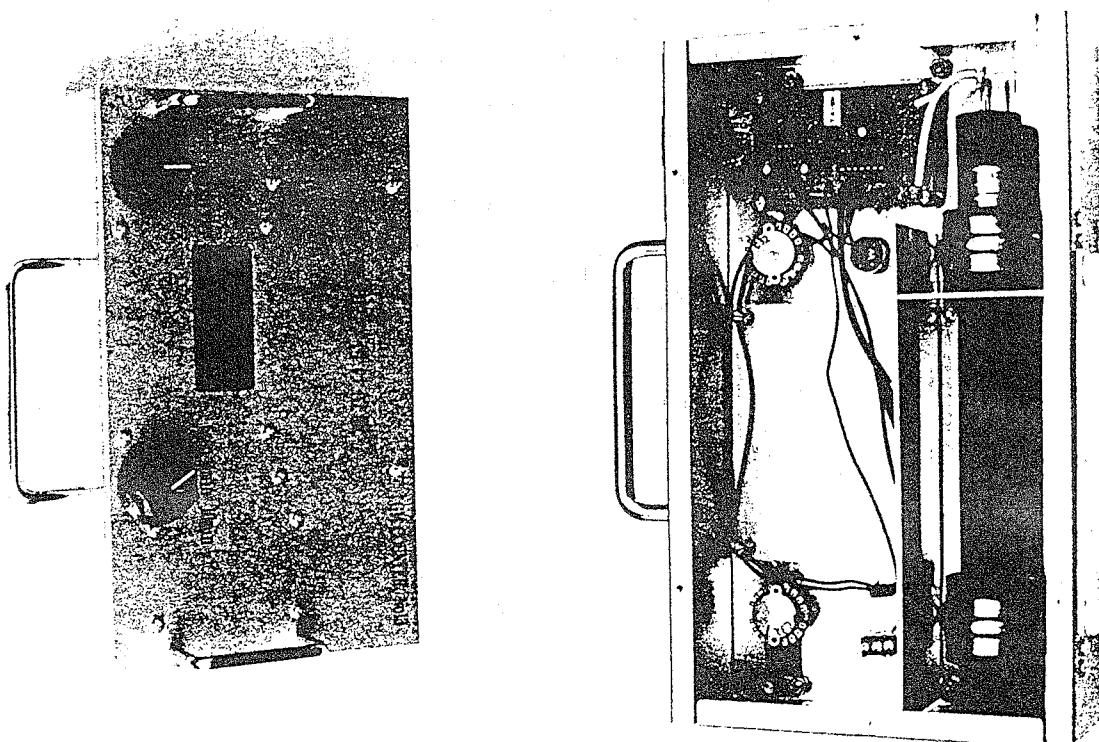
通常、これらの値はGy/hr, Sv/hr, R/hrなどのように単位時間当たりの量、すなわち線量率で表す場合が多いです。

原子力発電所立地図（1996年3月現在）



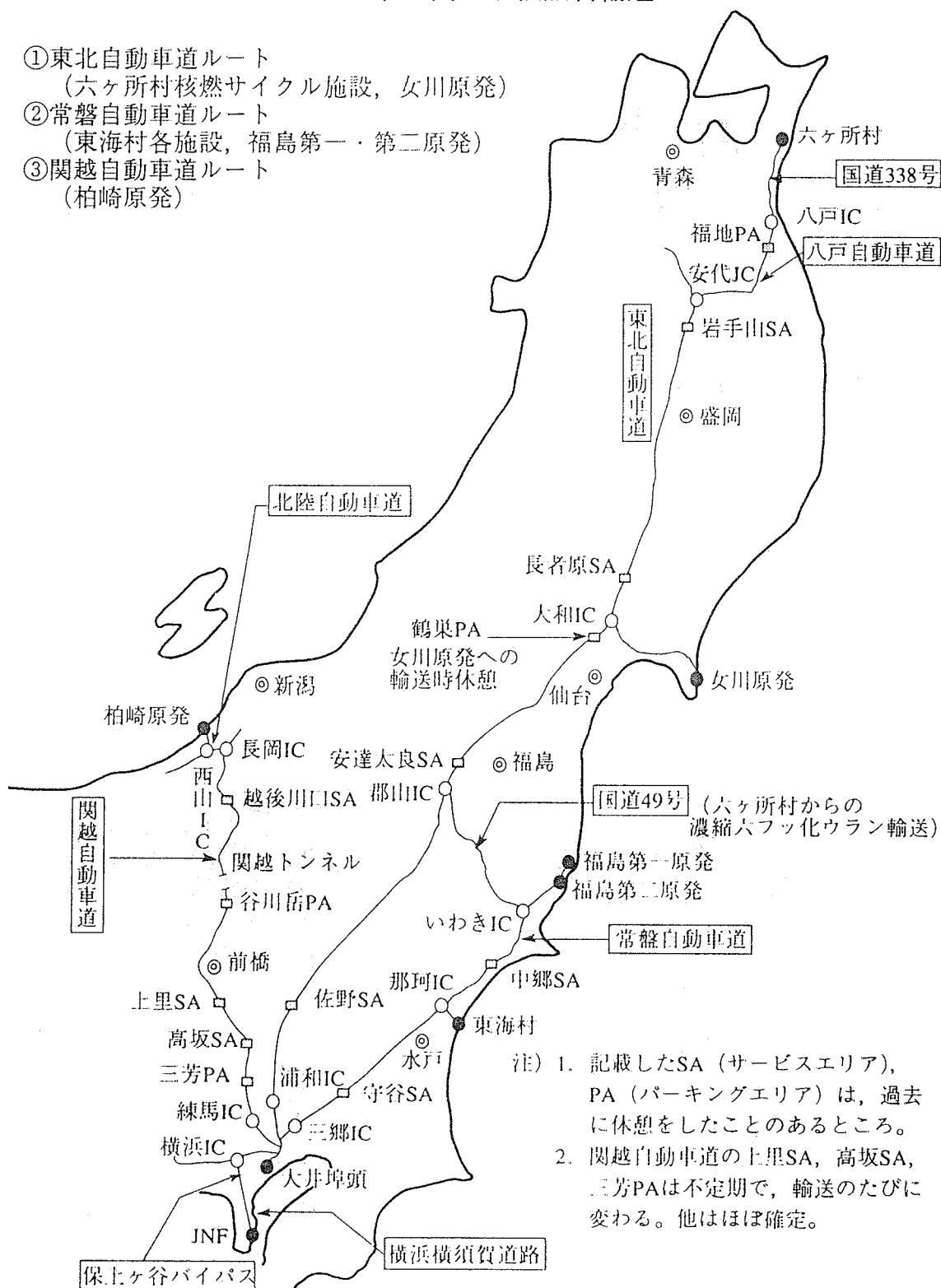


部 分	色 彩
上半分の地	黄
三葉マーク	黒
下半分の地	白
文字	黒
ふちの部分	白
ふちの内側の線	黒
区分線	黒



北へ向かう核燃料輸送ルート

- ①東北自動車道ルート
(六ヶ所村核燃サイクル施設、女川原発)
- ②常磐自動車道ルート
(東海村各施設、福島第一・第二原発)
- ③関越自動車道ルート
(柏崎原発)



注) 1. 記載したSA (サービスエリア), PA (パーキングエリア) は、過去に休憩をしたことのあるところ。
2. 関越自動車道の上里SA, 高坂SA, 三芳PAは不定期で、輸送のたびに変わる。他はほぼ確定。

東京周辺の核燃料輸送道路

女川原発
六ヶ所村核燃サイクル施設など

福島第一・第二、東海
などの各原発、動燃東
海事業所、三菱原子燃
料、日本核燃料コンバ
ージョン、原子燃料工
業東海製造所など



動燃人形峠事業所, JNF, 原子
燃料工業熊取製造所, 浜岡・
敦賀・志賀(能登)・鳥根などの
各原発, ふげん, もんじゅなど

- 注)
1. 高速湾岸線, 高速中央環状線, 高速9号深川線は, 1992年11月のふげんの輸送でつかわれた。
 2. 環状7号線と国道246は, 人形峠への天然フッ化ウラン輸送路。一般道路を核燃料が走るのは, 東京都内ではここと笹目街道。
 3. 1993年11月の柏崎への輸送は全燃料が東海村から運ばれ, 三郷ICから東京外環自動車道を通って, 所沢ICから関越自動車道に入った。

南へ向かう核燃料輸送ルート

- ①中国自動車道ルート
(動燃人形峠、島根原発)
- ②北陸自動車道ルート
(ふげん、もんじゅ、敦賀・志賀原発)



かつてはこの先、伊方・玄海・川内原発にもトラック輸送が行なわれていたが、いまは海上輸送のみ

- 注) 1. 東名高速の海老名SA、中井PA、富士川SA、日本平PAは不定期。最近は中井PAが多い。
2. 中国自動車道の加西SAも最近は不定期。社PAがつかわれることもあるようだ。