

環境と健康

リスク評価と健康増進の科学

Vol.3 No.2

March,

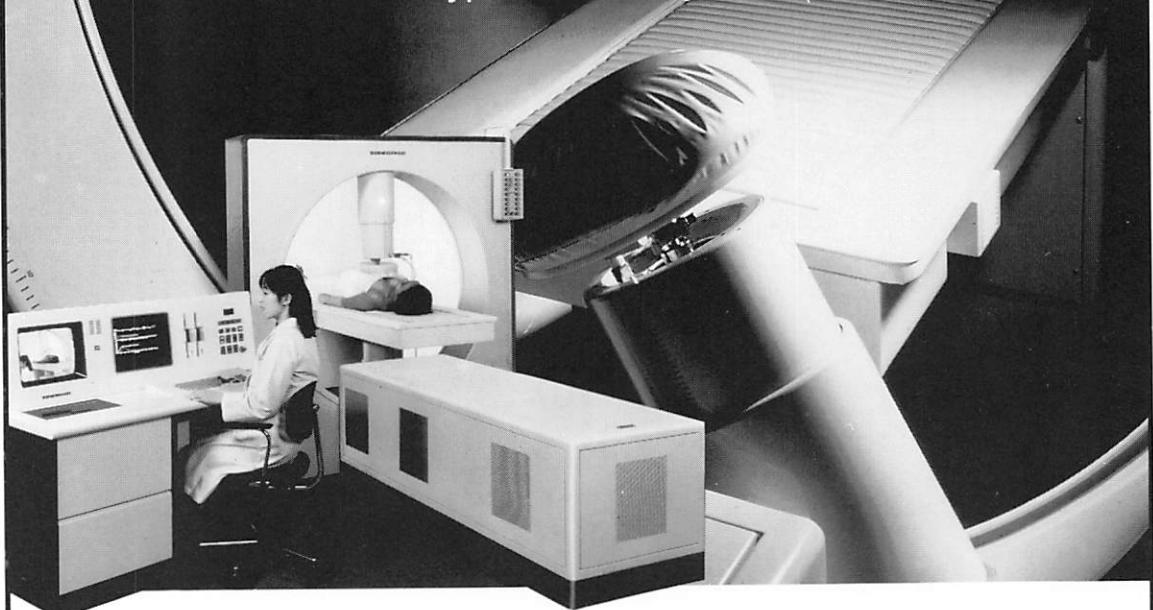
1990

Environment and Health
Scientific Approaches to Risk Estimation and Wellness

科学技術庁長官賞受賞

サーモトロン-RF8 THERMOTRON-RF8

Most Advanced Hyperthermia System for Cancer Therapy



癌治療に対するHEARTがHARD(装置)に…

- 1 表在性腫瘍・浅在性腫瘍・深部腫瘍それぞれの病巣を的確に加温するための専用回路を内臓。
 - 2 巨大コイルを構成する円形ガントリーの中心に電極を配置。偏りのない均一な電波で身体の中心部までの的確に加温。
 - 3 大型フレキシブルボーラス(Over-lay Bolus)を採用したダブルボーラスシステムにより疼痛や表層脂肪の発熱を大幅にコントロール。
 - 4 温度測定点における局所血流量の推定ソフトを内臓。治療効果の判定、化学療法の計画等の参考に。
 - 5 リニア・アレー温度センサー、温度測定値のチャート表示、ボーラスと皮膚面を密着させるTECHシート、特殊電極、専用ダイナミックファントム、BGM装置等々治療を適切にすすめるための魅力あるオプション群。
- * = 注文仕様

販売



山之内メディカル株式会社

〒103 東京都中央区日本橋本町2-3-11 TEL 03(244)3019

製造



山本ビニター株式会社

〒543 大阪市天王寺区上汐6-3-12 TEL 06(771)0605

環境と健康
-- リスク評価と健康増進の科学 --
Vol. 3 No. 2 March, 1990

目 次

(1) 放射線防護から見たリスクの評価とその知覚に関する調査

(2年間の調査のまとめ)

2) 反原発における一般大衆の態度構造の実態

a. 公開パネル討論開催の趣旨	.....	1
b. 原子力の P A (パブリック・アクセス) の立場から	.....	2
c. 反原発における一般大衆の態度	.....	8
d. 反原発の現状とそれにおけるすり替え論	.....	12
e. 原子力行政について	.....	18
f. 自由討論の記録	.....	22

(2) Bio-update

細胞の分化とがん化を支配するタンパク	.....	26
老化と発生初期の胚細胞	.....	30

(3) ラドン てんや & わんや

..... 33

(1) 放射線防護から見たリスクの評価とその知覚に関する調査

2年間の調査のまとめ

2) 反原発における一般大衆の態度構造の実態

a 公開パネル討論開催の趣旨

青山 畑

標題のようなパネル討論会をわざわざ公開と言う形で開催しました趣旨と申しますのは、我国の原子力発電反対運動の動向が、後にも関西電力の浅井さんがくわしく御説明下さいますように、従来の運動は、活動家が中心で、原発立地点で運動が行われ、運動の方法も訴訟と言う形だったのが、最近では、主婦層、若者層が中心となり、運動の場所も立地に限定されずに全国的になり、運動の方法も訴訟から市民運動といった形に変化したと言うこと、つまり、運動が一般大衆を巻き込み、一步進んで一般大衆が中心となつたかに見えます。勿論、日本のすべての大衆が反原発になっていると言うような事ではありませんが、多くの大衆が動かされていると言うことは、我々がこの問題を考える上で認識しておく必要があると思うのです。

大衆が主体と言うことは、勿論、大衆をあおっている活動家がいるからですが、反対も理論的なものではなく、感情的なもので、不安感、恐怖感といったものが反対運動の推進力になっているようあります。従って、この問題を考える上で二番目に重要なことは、そのような大衆の不安感は何処から来るのか、何故、反対運動にまで高められるのか、と言うことを理解することだと思われます。社会心理学的に言いますと、この標題のような、「反原発における一般大衆の態度構造」を理解せねばならないと言うわけあります。

しかし、社会心理学的に理解する前に、社会心理学の専門家の立場からではなく、反原発運動家と日常的に接し安全性を説明しておられる電力会社のP A担当者の方とか、放射線生物学、放射線衛生学の専門家の方が、標題についてどのように受けとめ、どのように対応すべきかと考えておられるか、を知ることが重要であ

ると考えました。

そのようなわけで、関西電力、広報部課長浅井信雄氏に、「原子力PAの立場から」、放射線医学総合研究所、岩崎民子先生に、「反原発における女性の心」、大阪府立放射線研究所、武田篤彦先生に、「反原発におけるすり替え論」、産業医科大学、土屋武彦先生に、「原子力行政の問題点」、と言う演題でお話いただくことに致しました。どなたも、この分野で豊富な御経験と高い御見識をお持ちですので、興味深い、有益なお話を聞けると思います。

しかしながら、演者はやはり専門家であり、本当の一般大衆の原子力に対する率直な気持ちをお話いただくことは難しいと思うのです。そこで、この討論会を公開といたしまして、一般の方にも参加していただき、自由討論の機会にどしどし発言していただこうと考えた次第です。幸い、大学生と主婦の方を中心に、多数御参加下さいました。一般大衆の方と専門家と自認している人間の考え方のどこが違っているのか、相互理解の可能性は、その方法は、等、討論を通じて明かになれば大変有意義なことだと考える次第です。

b 原子力のPA（パブリック・アクセプタンス）の現場から

浅井 信雄

1. はじめに

ソ連のチェルノブイル事故をきっかけにして、輸入食品の放射能汚染や放射線の人体への影響などを含め原子力発電の是非をめぐる議論がマスコミやジャーナリズム誌上を賑わし、現代社会の不安材料の一つを一般の人達に突きつけるという結果になっている。

特に、原子力が抱える放射能や放射線の問題をどのように認識し、対応していくかこれまで専門家といわれる人達によって料理されてきたこの問題が今や一般の人達によって料理されようとしていると考えても過言ではない。学校教育であまり教えられていない放射能というものを一般の人達にどのように正しく理解してもらえるかが原子力発電に対する理解を左右する重要な問題の一つとしてとらえる必要がある。

専門家と一般の人達との認識のズレを理解し、ギャップを埋めるための課題を明確にするため、原子力のPAを推進している現場の立場から、原発反対運動の状況と特徴、原発反対意見の主な論点、放射線に関する意見の実例、放射線に関する正しい知識の提供、今後の課題について整理した内容を紹介する。

2. 原発反対運動の状況と特徴

(1) 最近の原発反対運動の状況

[従来]	[伊方出力調整試験] (1988年)	[参議院選挙後] (1989年)
【運動の主体】活動家中心	→ 主婦層、若者層中心	→ 活動家中心
【運動の場】原発立地点	→ 都市部と原発立地点	→ 全国と立地点
【運動の方法】訴訟	→ パーフォーマンス	→ 政治運動

(2) 最近の原発反対運動の特徴

- イデオロギーやライフスタイルの違いによる対立がみられる。
 - 反核、反原発、脱原発
 - 政党色の強いグループ、自然食品志向グループ、地域グループ
 - ゲリラ的・グループ
- 強い政治色がみられるが、目標達成にいたっていない。
 - 脱原発法制定要求へ向けての1千万人署名運動
 - (89年1月22日から開始)
 - ミニ政党による参議院選挙への出馬(89年7月23日)
 - 脱原発法制定の請願、議員立法への働きかけ
 - (89年10月26日以降)
- 脱原発法の基本骨子
 - ① 運転中、建設中の原子力発電所、原燃サイクル施設の廃止
 - ② 運転中の施設は、経過機関を経て全て廃止
 - ③ 放射性廃棄物は、発生者の責任において管理
- 脱原発法制定の問題点
 - 原子力発電に対する定量的基礎に基づいた代案がない
 - 太陽光など自然エネルギーへの期待が大きすぎる
 - 豊かな社会を支えるためのエネルギーの必要性の視点に欠ける
 - 産業構造の転換に要するエネルギーと時間の視点に欠ける
 - リスクを管理するための現代科学技術の水準を認めていない
 - エネルギーの選択における日本の国際的な立場を考えていない

3. 原発反対意見の主な論点

- (1) 原発が絶対安全ということはありえず、わが国の原発もソ連の切尔ノブイルのような大事故が起こりうる。
- (2) 放射能汚染食品による生命、種の保存への危機感がある。（放射線の人体への影響は充分解明されていないため、微量の放射線でも今後ガンや遺伝障害等を多発させる可能性がある。）
- (3) 高レベル放射性廃棄物の処分技術は確立されておらず、未完成の技術である。
- (4) 原子力発電をやめても電気は余っている。（省エネルギーとエネルギー消費の見直しをすれば、原子力がなくてもやっていける。）
- (5) 原子力発電は廃棄物処分や廃炉コストを含めると安くない。
- (6) 他の先進国でも原子力に消極的である。

4. 放射線に関する反対意見の実例

- 「なぜ原子力発電所の近くに、白血病の子供がこんなにいるのでしょうか？」
西ドイツのビュルガッセンに 600人の住民と一つの原発、その20キロ四方に15人の白血病の子供たちがいる。
(「女性自身」88年8月9日号)
- 「東電・福島原発の労働者 2倍近い染色体異常」
(89年1月30日 每日新聞1面)
- チェルノブイリ！ 1986年4月の大事故以来日本でも体内セシウム137（危険な放射能の一種）がどんどん増えつづけています。
(「原発いらない人びと」の新聞広告 89年7月9日 朝日新聞)
- チェルノブイリ原発事故 日本人の体内放射能 昨夏まで影響が残る
(89年7月21日付 朝日新聞(大阪版))
- 「放射能毒性事典」
(ロザリー・バーテル著 渕脇耕一訳 87年7月)からの事例

<例題>

原子力施設の40年にわたる運転によって年平均0.005レムの電離放射線を300万人の人々が受けたとする。この被曝が原因でこの集団の中に誘発されたと考えうる遺伝性疾患の増加は、この障害が平衡状態に達した段階で、1世代あたりどの程度のものになると予想されるのだろうか？

<答>

人口 100万につき毎年およそ1万4000の出生がある。したがって 300万人について4万2000となる。1「世代」は30年を意味するのが通例なので、この 300万人の1世代にわたる出生数は、 1.26×10^6 となる。結婚はこの対象集団の中で行われるものと仮定した。両親それぞれの遺伝有意線量は、子供が生まれるときの平均年齢が30歳なので、0.15レムとなる。出生数と線量を加味すると、1世代あたり遺伝性疾患を持った子孫が94-4838人余多く生まれることになる。この集団については被曝がなくとも、21.4ないし67万人の遺伝性疾患を持った子供たちが生まれてくると予想されていることがわかる。

実際の病気の増加率は、0.014%と2.26%の間のどこかになるはずである。この原子力施設は40年間にわたって運転を続けたのだから、第2世代も最近の10年にわたって直接に遺伝有意線量を受けたことになる。この分は今回の推定には含まれていない。それにまたもちろん、以上の例題で計算に含めなかったものとして、流産、催奇性や直接的発ガンといった影響がある。（一部数式、表を省略）

5. 放射線に関する正しい知識の提供

多くの日本人が「広島」、「長崎」、「ピキニの原爆マグロ」といったキーワードと「放射能」に対する恐怖とを直結させてしまうがごとく歴史的な流れの中で多分に感情の次元で形成された「放射能」に対する態度に打ち勝って、正確な情報に基づいた原子力発電に対する認知マップを頭の中に形成し、焼き付けることができるような有効な方法を考えなければならない。

その手段として正確な情報の提供が前提となるが、ただ、学術論文があるだけではあまり役に立たない。一般の人達は日頃見聞きする新聞・雑誌の記事や書籍のほか、テレビ・ラジオの報道の内容によって大きな影響を受けているといつても過言ではない。

有効な手段の一つとして、体の病気に対する不安に対応するための手段として、状況の変化を把握するための測定手段があり、「家庭の医学書に相当するもの」

があり、かかりつけの医者に相談できるような「専門家とのコミュニケーション」の場があり、「専門家の診断」を受けることができるというような方法を確立する事が必要と考えられる。

以下に正確な情報を小冊子やマンガという形で提供している書物を例示するが、まだまだ、「家庭の医学書に相当するもの」とはなっていない。

・ 「放射線の人体への影響」（日本保健物理学会 企画委員会編）

放射線の種類と利用、放射線と放射能、放射線の量と単位、放射線源、ラドンによる被曝、放射線の検出、生体の構成、放射線障害の発生機構、体内被曝と体外被曝、線量率効果、全身被曝と部分被曝、確立的影響と非確立的影響、非確立的影響の症状、早期障害、不妊、胎児の障害、放射線と身体的影響、放射線とガンの関係、リスク、放射線とガン、ガン誘発の証拠、誘発されるガンの種類、ガン誘発率、遺伝的影響と放射線、個人のリスクと集団のリスク、放射線の被曝線量、医療被曝、放射線障害の防止と制限、放射線以外のリスク、容認リスク、法令、労災認定、放射線と他の有害物質

この小冊子は学会が発行したということと、カバーしている範囲が一般の人達の関心事項であるため、それなりに評価できる。ただ、放射線従事者のための教育テキストとして作られたものであるため、一般の人達が「家庭の医学書に相当するもの」として日頃手の届くところに置いておくという体裁にはなっていない。一般向けに見やすくして、内容をわかりやすく充実すればもっと広く活用できると考えられる。

・ 「鈴木義司の原子力発電を考える」（鈴木義司 著 漫画社発行）

放射線はどうして知るの？
自然界にも放射線はある
地域で差のある自然放射線
放射線を大量に受ければ、やはり危険だ
放射能は蓄積される？
海外では原子力施設の近くでガンが急増している？
輸入食品は安全

これはマンガという体裁によって放射線や放射能の性質を大づかみにして理解できるようになっている。

米国では、原子力学会がビデオ、スライド、パソコンのソフトという体裁で教材を学校や一般向けに貸出サービスを行っているという例も参考になる。

《米国原子力学会が提供している放射線に関する教材》

- Compute Your Own Radiation (software) 中高生、一般向け
- Living in a Nuclear Age : Radiation and Living Things (ビデオ) 中高生向け
- Low-Level Radiation (スライド) 高校生、一般向け
- Radiation Demonstration (ビデオ) 中高生、一般向け
- Radiation Naturally (映画) 中高生、一般向け
- Radiation: Health Effects(natural, industrial, medical) (ビデオ) 一般向け
- Test Your Radiation IQ (software) 中高生向け

専門家によるセミナーなどもおこなわれているが、対象が限られており、まだ一般の人達にとって身近なものとはなっていない。

6. 今後の課題

正確な情報の提供を書物という形で提供しても、理解に限度がある。

これは、「わかっていても好きになれない」ということがよくあるように、何かを思い出すときに自分の体験などを中心に過去のいやな思い出やエピソードをたどることがよくある。

「百聞は一見にしかず」ということわざどおり原子力発電所や環境放射能の測定センターなどの見学体験や放射線利用の実態見学、放射線の測定体験を多くの人達にしてもらうことも必要である。

原子力発電所からの放射能もれを心配して、自ら放射線測定器を購入し、仲間の間で測定値を交換しているという状況もあり、放射線を気軽に測定できる安価な測定器の普及も重要である。

また、新たな知見が確認された時や未確認の報道がなされた時には、専門家から一般向けに、図表や定量的な解説をつけて、すみやかにプレス発表するという対応も必要である。

7. 結び

白紙のキャンバスに絵を描くのではなく、既に描かれたキャンバスの上に別の絵を描く作業は簡単ではない。

c 反原発における一般大衆の態度

岩崎 民子

これまでに当研究班において「反原発論争における問題点とその分析」ということで、一般大衆側に立っての問題点を指摘し、その対処方法を幾つか示した。その後、原子力発電の是非論はともかくとして、多くの関係者が正しい放射線の知識の普及に関心を向けるようになり、偏った、誤ったPA運動に「待った」をかけるよう、様々な方法でそれなりに努力するようになった。これらのことについて気がついたことを幾つか述べてみたい。

多種多様な考え方のグループ：

の中にははっきりと原子力を肯定している人と、これと同数くらいの反対の人がいるが、大多数は自己主体性のない人たちである。そこには全く無関心派もいれば、なんとなくなんとなく賛成、反対という人が多い。選挙の時と同じでこの“灰色”グループがキヤスチングボードを担っている。PAでは旗幟鮮明派を除くこの人たちに、如何に原子力の必要性をわかってもらうかである。絶対反対派の中には放射線のリスクは“ゼロ”であるべきであるという。とにかく、放射線は防護上、線量－反応関係が直線であるというモデル仮説の立場をとっている以上は、どんなに僅かでも有害となり、いくら他のリスクとの比較をといってみても、容易に納得はしてもらえない。

一般大衆といつても実際に接してみると、サイト周辺の人たちとサイト外の人たちとでかなり原発に対する受けとめ方が違う。サイトの人々はそれなりに勉強しており、さしたる事故もなく、発電が安全に行なわれているということもあって、あきらめを混えた既成事実の容認をしている人が多い。しかしながら、ここに理想ともいえるモデルがあるように思われる。すなわち原子力が地域住民と共にある地域、東海村は原子力がその地域と共存してうまくいっているようである。それは原研なり動燃の人々が建設当初から地元に住んで、生活してきたからに外ならない。PA100回行なうより、従業員がその地に住むことによって安全性の証明をすることが最高のPRとなるのではなかろうか。

一方、サイト外の方に不信感の人が多い。無関心派の人の中にはいまだに大都会の電力がどこから送られてくるのか全く知らない人も多く、その辺のところも十分わかってもらう必要性がある。もっと身近な問題点について、反復を重ねながら学習してゆく必要がある。この辺が地道なPA活動の大いに期待されるところである。

不賛成派（灰色反対派）の中には簡単に電気を節約したらよい——たとえば1日1時間停電すればよいではないか、企業の使う電力を制限したらよいではないか——など気軽に考えている、これは主婦層に多い。これがどんなに我々の生活に負担があるか、また社会的問題となるかあまり深くは考えてはいないのである。女性層を対象にする場合には、女性は感性で物事をとらえ易い。自然放射線や医療被曝、それにリスクの細かな数値をいくら正確に、学問的に話そうとしても受け入れてはもらえない。とにかく漠然でもよいから、“気持ち（思考）”の中に何かメモリーしてもらわねばならない。難しい学問的安全性よりも、身のまわりの需要と供給から説明してゆくのも一つの手であろう。もう一つ身のまわりという例として、放医研で先日「原子力の日」に「放射線何でも質問コーナー」の電話相談を一日したが、一般女性からの質問では医療相談が多かった。医療相談といっても本当の医療相談ではなく、医療被曝による本人の健康影響および胎児への影響の怖れである。放医研ということもあるが、PAの現場でもこのような質問はいつもうけることである。サイト外の人にとってはこのような身近な放射線の被曝とか食品汚染が当面の問題なのである。それには放射線アレルギーをなくすほかはないだろう。

情報の公開：

原子力施設周辺にはそれぞれ立派なPR館ができているが、一般にかなりレベルが高く、近寄りがたい。「よく何万人入場しました」という報告があるが、いくら入っても素通りの人ばかりでは駄目である。昨今、“見る”だけでなく、手にとって体験してもらうよう考え方方が変わってきたのは結構である。パネルをベタベタ壁にはっておくだけではあまり効果がない。

原子力施設を見学した一般の方々の感想はかなり評価が高いものであった。これも非常によい体験であろう。如何に安全であるか、クリーンで、そこでは多くの技術者が働いている（なお女性もいると更によい）。反対派のいうドロンコ業務を想像していた認識が一転したとか。但し見学者が管理区域に入る場合、物々しい装備をした方が安全性を示すことになるのか、汚染の怖れがない場所では（出る時にモニターするわけだから）かえって軽装であった方が危険に対する怖れがなくなるかも知れない。しかしいろいろな考えの人がいるから一概にはいえない。心理学者はどう考えるだろうか。

学校教育：

日本人は原子力を原爆としてまず思考の中に取り入れてしまったところに悲劇がある。しかも原爆イコール原発と認識されてしまっている。火だって爆発の危険があるものを我々はアパートの中でうまく使いこなしている。放射線や原子力エネルギーを正しく理解し、上手に使えば何ら怖いものではないことを小さな時から教えることが大切である。目に見えないから怖いのであれば電気だって同じことなのだが、すっかり我々の生活の一部になっている。これらを低学年の教育の中で電気と同じくとり入れてほしい。社会科教育でもエネルギー論をわかり易く説明する。その中ではたとえばエネルギー資源とか、輸入エネルギーのリスクの分散を説くのもよいだろう。

しかし現在の学校教育に携わる教師は正しい知識をもっているとはいいがたい。教育を行なうにはまず教師の目を開かせることが必要である。彼らは大学で正しい原子力・放射線に関する教育をうけていない。現在彼らの参考とする書物はかなり偏見と独断に満ちたある意図をもって編集されたものであることが多い。それらは平易に書かれており、人をひきつける魅力のある書き方がなされている。それに対し科学的に現在正しいと判断されている立場にたって書かれた解説書はほとんどない。あっても科学的には正しいかも知れないが、あまりにも専門的すぎる。象牙の塔の学者はそんなやさしい啓蒙書をあまり書きたがらない。それは学者としての見識が疑われるからである。しかし難しいことをわかり易く書くことこそベテランの専門家でできることではないだろうか。正しいわかり易い原子力・放射線の参考書が望まれる。教育は時間のかかる事業ではあるが、すぐさまとりかからねばならぬ問題である。

女性従業員の活用を：

女性はすべてのものに対し防護反応が強い。その女性が原子力施設で大勢働いているとすれば、安全を証明することになるのではないか。論より証拠である。丁度東海村に原子力関係者が住みつくと同じことである。これを利用しない法はない。もっと積極的に女性技術者を採用し、しかも責任ある立場につかせることである。

これまでの原発に対するPAにおいては電力当事者あるいはジャーナリストとか役人であったが、一般大衆にとってそれらの人よりは科学者の発言の方が信頼性は高い。しかも男性よりは女性の信頼性は高い。それは政治の世界が如実に証明している。女性はなかなか嘘をつけない。本当のことをいう。真面目である。そこが長所であり、短所であるのだが。とにかく、行為に対してはフェアな態度で

あることが望ましく、強いてはそれが信頼性を得ることにつながるであろう。

結論として、原子力・放射線に対するアレルギーは大分改善されたように思われるが、まだまだ地についたものでなく、街角イベントなど表立った努力もさることながら、ワープロ通信など新しいアイデアをとり入れ、あせらずに地道に今後の努力を積み重ねることである。

〔注〕
―― 反原発 !! 電気を節約しましょう ――

原子力発電には今30-40%の電力シェアをもっている。私は原子力発電に不賛成です。では原子力を止めた時どう節約するか、ちょっと考えてみました。

24時間つけ放しになっている冷蔵庫、帰宅すればパチッとスイッチを入れるTV。まずテレビを見る時間を減らしましょう。冷蔵庫の開閉にも頭を使って回数を減らしましょう。電子レンジの使用も検討しようかな。タイマーでご飯を炊くのもやめましょう。掃除機をかけるのも回数を減らしましょう。その代わり帚を使うようにしましょう。洗濯機もありますね。小物は手で洗いましょう。シーツや布団カバーは仕方ありません。夏と冬には冷暖房エアコンを使いますね。これは沢山電気を消費します。夏は26℃から入れたのを

28℃に、冬は20℃からだったのを18℃にセットするようにしましょう。

さてまだ何か節約できるものはないかしら。そうそう私の階は10階ですので、少なくとも一日2回はエレベーターを使います。これも30%減らすのですか。では3階まで階段を使うことにしましょう。

皆さん便利さをある程度犠牲にして電気を節約し、原子力発電をやめましょう。

――さて私はこれだけの努力を払うことができるでしょうか――

最後に、現在照明は蛍光灯を使っていますし、自分のいる部屋しか明るくしていません。ではどうしましょう――そのよい解決策は早く寝ることです。

d 反原発の現状とそれにおけるすり替え論

武田 篤彦

《反原発運動の構成と最近の傾向》

反原発・反核燃サイクル運動は、①この分野の専門教育を受けあるいは知識を蓄積している理工系の運動家（たいていは単独であることが特徴で、まれに数人のグループ、目的によっては連携する）、②それに接近し利益互恵の立場で大衆向けの活動をする文筆家、出版社（広瀬 隆、廃刊になった週刊誌Touchなど）、③反原発政策をかけつけ支援しつづける各級議会議員、その所属する政治団体あるいは母体となっている労働組合、④前の3者の影響をうけている一般大衆、の4集団にわけられる。④は、原発や核燃サイクルについて学習を重ね、論理的に問題点の理解につとめる立場と、理屈抜きで運動参加に充実感を見出す立場とに大別できる。数の上では主婦が最も多いが、これに、学者、文化人、医師、弁護士、宗教者、農民、漁民などが、加わっている。またこれら4集団に属するひとの多くは、程度の差こそあれ、自然食品推進、有機農業、無農薬農業、環境保護、反差別、動物愛護などの運動とかかわっている。

1979年のTMI原発事故から、反原発運動は幅が拡がり層に厚みを加え、核燃サイクル全体に対する関心が高まる中で、1986年、チェルノブイリ原発事故の発生により、運動家相互の連携が急速に進展した。そしてこれまでの、専門家と政党・労働組合の活動家を中心とした動きが、若い主婦を中心とした一般大衆の参加する大衆運動として、反核と結びつけた反原発のよびかけは、かなりの影響力をもつようになった。とくに昨年1月の伊方原発の出力調整試験の実施は、原子力についての知識をほとんど知らない若い婦人たちが「子供たちが危ない!! いのちを守れ!!」のスローガンの下で、反対運動に“ニューウェーブ”をつくり出し、それまでの活動家をおどろかせ、よろこばせた。この新しい波を既成の集団は巧みにリードし、「脱原発法」制定をかけてそのエネルギーをとりこみ、運動の定着化、組織化と統制を図った。そのような中で参院選に、はじめて反原発を主要政策とする政治団体が3団体登場したが、得票数は予想されたほどのものではなかった。

そして最近、ニューウェーブに変化のきざしがみられるようである。そのひとつは、成立には多くの困難を抱え、持久的努力を必要とする脱原発法制定運動のマンネリ感である。加速度が落ち運動がやや地道になってきた今、「ガンガンやってきた。もっと力いっぱい駆けまわりたい」という若い婦人たちは、“反原発ばなれ”とはとてもいえないけれども、より新鮮なターゲットを求めているようである。また①と②の離反あるいは疎遠がすすみ、③の社会党の政策修正と労働

界再編成により、反原発の旗色の鮮明さが変化する可能性も出てきたようである。ただ反原発の流れは、流量が多少減ったとしても川はばは本質的に変わっているわけではないので、核燃サイクルを含め、立地地域での困難な状況は簡単には改善されないだろうと考えられる。図-1に示すように、世界的にみて第3の大型事故が発生すれば、原発推進にとってはまさに致命的であることはまちがいなく、無事故運転を切望するものである。

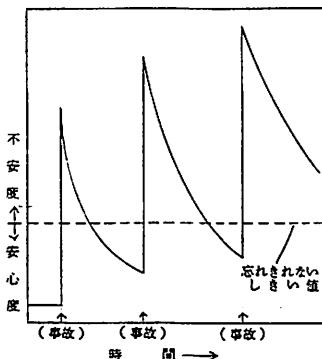


図-1 (木下富雄氏による)

《反原発論争の論点とその主張》

反原発運動は、核燃サイクル全体に対する反対運動につながるものであるが、その論点は大きく2つに区分される。

ひとつは“原発の安全性”についてのもので、これは、原子炉工学、運転中の緊急対応の手段と対策、耐震性など地盤の問題、事故時の風向きなど気象条件、航空機墜落の危険性、放射性廃棄物の保管管理方法と処理・処分、などであり、いわば“ハード”面をとりあげたものである。もうひとつは、原発由来の“放射線の影響”評価に関するもので、放射線や放射性物質の人体、生物への悪影響をその主な内容で、いわば“ソフト”を中心とした内容である。

いずれも反原発専門家による、意識的に巧妙に誤解を招く表現やすりかえが行われている。また、新聞報道を主体としたマスコミのニュース取扱いの態度は、残念ながらこれら反原発専門家の意図を助長する結果になっている場合が多い。

次項に、反原発専門家による主張について、いくつかの事例を紹介する。

《反原発専門家によって提起される主張》

〔原発の安全性についての主張のポイント〕

1) 核爆発についての、燃料棒と原子爆弾との混同

含まれるウランの純度のちがいを無視して、燃料棒に爆弾における核爆発が

生ずるとして、原発事故の規模、影響の範囲、程度などについて論じている。

2) チェルノブイリ原発の“爆発”が“核爆発”であるかのような表現

爆発はこの原子炉の構造の特性から発生した高温下での水蒸気爆発および化学反応による爆発であったが、これが核分裂生成物を飛散させる結果となったことから、核爆発と誤って受けとられる傾向が大きい。

3) 日本の原発とチェルノブイリ型原発の構造上の相違点を無視する

チェルノブイリ型原発は、小型原発の集合体のような構造であり、中性子減速材に黒鉛が用いられていること、ある程度以下の低出力からの出力上昇では、核分裂反応が急激に進行する特性があることなど、構造や性能の上で日本の原発とはことなることは、理解されにくい。

4) スクラム（緊急停止）系とECCS系の混同

スクラム系は核分裂反応を緊急停止させるためのものであり、炉心の“からだき”に対する水注入のためのECCS系が混同され、制御棒の役割と冷却水の働きが区別されず、これがダブった場合の恐怖の場面を想像させるようになっている。

5) 制御棒が膨張すると入らなくなるという誤解

制御棒とガイドとのあいだには十分なすき間があり、また全長をひきぬかない構造になっているので、緊急時には瞬時に投入することができるのであるが、この事実を無視して、緊急時に入らなくなるとの切迫感をあおるようになっている。

6) 原子炉停止における“手動” “自動” のちがい

原子炉停止を決めた場合に、その緊急度について判断し、時間的に余裕のある場合は、プログラムされた短時間内に進行する自動停止を避け、ゆるやかに手動で停止操作をすすめることになるが、電車やケーブルカーでエアブレーキが効かなくなった場合の非常制動を手動装置で行う場面を、想像させるような誤解を生じている。

〔放射線の影響についての主張のポイント〕

1) 放射線はどんな微量でも危険だ

自然放射線が地球創世以来存在していて、地球環境はすなわち放射線環境であり、宇宙線、大地放射線と食物由来の放射性物質からの放射線で合計1.1mSv／年、この他にラドンの吸入により肺の受ける放射線が約1mSv／年あることの理解を得ることが、最大の重点課題である（図-2）。これに加えて、放射線ホルミシスの事実を解説することが、場合によって必要である。

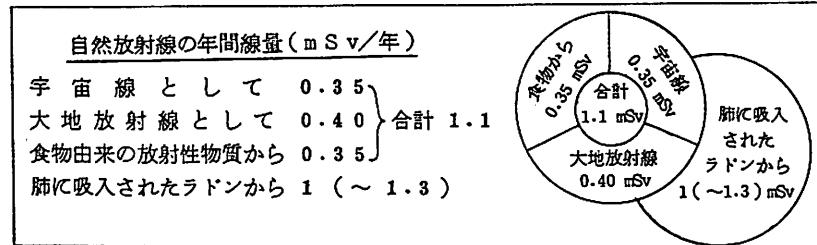


図-2

2) 人工放射線は自然のものより危険だ

「人工」といっても、その放射線の種類と性質は、自然放射線のメンバーは同じであること、ヒトが新しいタイプの放射線を創り出しているのではなく、自然放射線として知られている放射線と同じものの質や量をコントロールするという点において「人工」であることが、あいまいになっている傾向がある。

3) 人工の放射性物質は濃縮されやすく、蓄積して内部被曝により発癌する

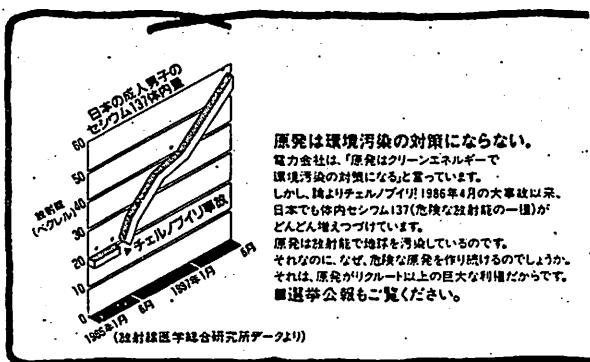
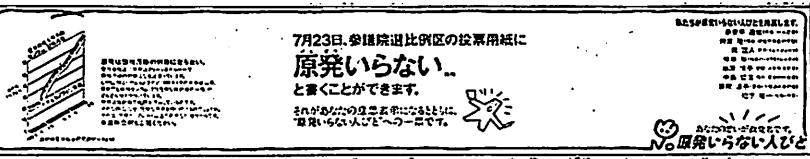
生物濃縮の意味を、乳汁中の重要元素について、それが生物の重要な特性であること、そして放射性ヨウ素やセシウムが、非放射性のものより選択的に多く濃縮、蓄積されることはないことの、理解を得る必要がある。

4) チェルノブイリ原発事故でセシウム137の体内量が増大をつづけている

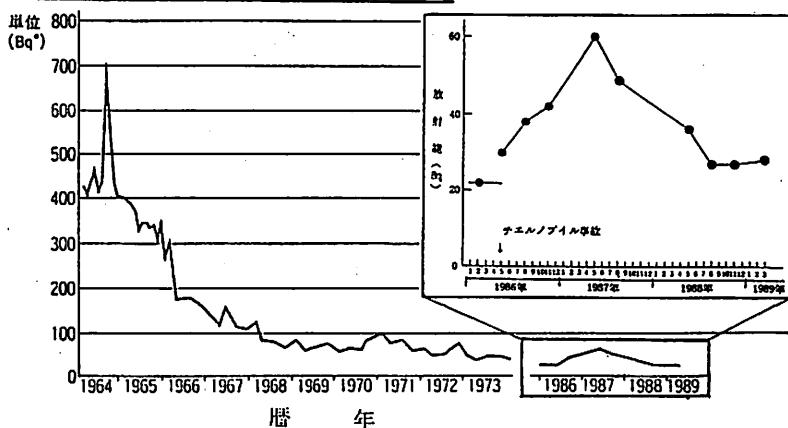
図-3は、今夏の参院選の選挙用広告にのせられたもので、事故により日本人男子のセシウム137体内量が、増加の一途をたどっているとアピールしている。しかしこれは、増加傾向が事故後2年目から減少に転じ、すでに検出限界まで下降していること、そして25年前の空中核実験時には、体内量は今回の事故による場合の10倍以上も高いレベルにあったことを説明している内容の、一部だけをとり出して利用したものである。

5) 放射能汚染食品の摂取制限レベルが高すぎ、ミルクについては欠落との批判

日本の摂取制限レベルの370Bq/kgは、十分に安全であることを理解させるには、1日の摂取量1.4kgのうち輸入食品は約1/3、その大部分はアメリカとカナダからで、事故の影響を受けたヨーロッパ地域からの輸入割合は3%程度であるが、全輸入食品がこの地域由来と仮定して計算した摂取制限レベルは、400Bq/kgをこえるものとなったこと、これをアメリカなど多くの国のレベルと整合させるために、370Bq/kgにきびしくしたこと、などを解説すべきである。なお、日本は新鮮牛乳の輸入を認めていないので、制限レベルは設けられていない。



1986年前後のセシウム137の放射能の比較



図一3

6)有機農業をつづけるためには、原子力はごめんだ

有機農業を指導している反原発運動家の手元に、有機農法で作ったコメの中にはセシウム137が普通の栽培法の場合に比べて、かなり多く含まれ内部被曝をもたらすことを示す皮肉なデータが生まれた（図-4）。これは堆肥由来のセシウム137と考えられ、化学肥料を用いる農法では、ほとんど検出されないものである。おもわぬ伏兵の出現にこの反原発運動家は、目先の恐怖に目をうばわれて有機農業を見捨ててはならないのであって、セシウム137が多いことを気にして化学肥料の使用に走るのではなく、原子力利用が有機農法の作物汚染をひきおこしたのだから、原子力を一刻も早く止めさせるためにも、このセシウム137汚染の有機農業を守り発展させねばならないと主張している。

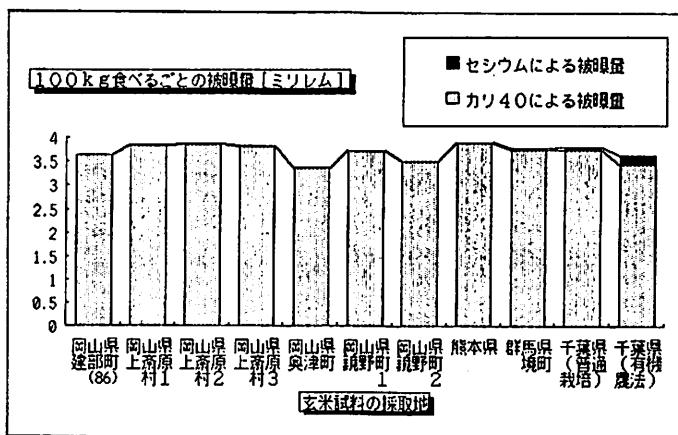


図-4

7) チェルノブイリ原発事故で、家畜の奇形が多発した

1989年2月17日付の「モスクワ・ニュース」に、チェルノブイリ原発近郊の集団農場で、目などに奇形をもつ家畜が数多く生まれているという記事が掲載され、その内容が世界に流された。これに対し、ソ連農業アカデミー、同医学アカデミーなどの要職にある6名の専門家は、3月1日付の「プラウダ・ウクライニー」紙でこれが誤りであるとする反論を掲載した。それによると、問題の地域に大規模で高濃度の放射能汚染はなく、奇形の家畜が特に多いということはなかった。家畜の近親交配を長くつづけると、まず目の奇形が多発して来ることが知られているので、これは放射能が原因ではなく、繁殖管理の問題であると結論された。しかしこの訂正内容についての記事は、日本のマスコミには報道されなかった。

8) ムラサキツユクサが放射能の恐ろしさを教えてくれる

ムラサキツユクサのおしひの毛の細胞の突然変異は、温度の変化でよく生ずることが知られ、1℃の低下で、おしひの毛100万本あたり400本にみられるといわれている。放射線による突然変異誘発には 720mRを必要とするので、これは自然放射線の年間線量の7倍以上に相当する大きな線量であり、したがってムラサキツユクサは、数mR以下の放射線のモニタリングには適さず、むしろ微小な温度変化のバイオセンサーとしての利用価値を考えるべきであろう。

e 原子力行政について

土屋 武彦

原子力行政についてとことん論じるだけの能力もないし、また資料も持合わせていない。さらに、それだけの勉強もしていない。したがって、私に与えられた原子力行政の問題点について深く論ずることはできない。そこで、原子力発電における原子力行政について、私なりに眺めてきた雑感を述べることで、私の責を果たさせていただくことでお許しを願いたい。

《法律、行政の複雑さ》

国家の発展とともに法律、行政と云ったものが複雑化することはやむを得ないことであると思われる。しかし、一方で明治時代の、また戦時中の法律などが厳然と残っていることなど我々一般人にとっては、理解に苦しむことが多いことも事実である。

原子力に関連した法律としては、第1に原子力基本法が昭和30年に制定され、これに基づいて核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（原子炉等規制法）と放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律（放射線障害防止法）が昭和32年に制定され、これによって法的規制がなされている。⁽¹⁾こうしてみると、放射線障害防止に関しての監督官庁として科学技術庁が規制を行うと思うのが一般人の感覚である。しかし、たとへば健康診断を例にとると、総理府令による健康診断ですべて行われるかと云うと現実は異なっている。まず私企業に属するものは労働省関連の労働安全衛生法における電離放射線障害防止規則（電離則）によって規制され、国家公務員であれば人事院規則によって規制されている。種々の面で監督官庁がそれぞれ異なるからと云えばそれはある程度理解できるが、総理府令による健康診断の條項と電離則とが同じではない。この

辺のところが一般人には理解が困難な一つとなるのである。

次に原子力行政についてその機構は図1⁽²⁾に、また原子力発電所の許認可手順については図2⁽²⁾に示すようになっている。このような機構の中で実用発電炉は通産大臣が、試験用あるいは研究開発のため原子炉は内閣総理大臣が、実用船舶用原子炉は運輸大臣が設置許可、詳細設計および工事方法の認可検査などの規制を行うこととなっている。原子力の開発、安全性の重要性を考えるときに、一般人の目からみればもっと一環した行政機構がとれないものかと考えさせられる面がある。

《原子力の必要性、安全性に関するPRの問題》

先ずエネルギー問題について、全国民に対するPRが不足である。このエネルギー問題について日本のマスコミは何を考えているのか真剣に考えているのかと問いたいと思う。今のような状態でゆけば21世紀に大変なことになることを国民に理解させる義務があるのではなかろうか。また、行政もエネルギー問題を通じて、原子力発電の必要性を国民に理解させる努力が不足しているためと思われる。行政はこのような問題についてはもっとマスコミを利用する必要があると思う。

次に原子力発電の安全性に関しての全国民に対するPRの不足。第一に原子力発電と原爆とは全く異なることを理解させることである。次に原子力発電にも故障はある。しかしそれをいち早く発見できるしくみとなっており、その故障が事故につながらないように多段階で防護されていることなどを知らせることである。大体、原子力船むつの中性子もれの故障の際に放射線と放射能も区別もわからず報道したマスコミに対して厳として抗議を行わなかった行政の姿勢にも問題がある。マスコミ社会となっている現況では、国家として必要な問題に関してはマスコミを利用することも行政にとって重要な問題の一つではあるまい。

参考文献

- (1) 放射線障害の防止に関する法令 概念と要点 日本アイソトープ協会
1981
- (2) 人類と核エネルギー 三島良績・永井道雄 監修 日本原子力文化振興財団
1986

図 1

原子力関係行政機構⁽²⁾

(昭和60年9月30日)

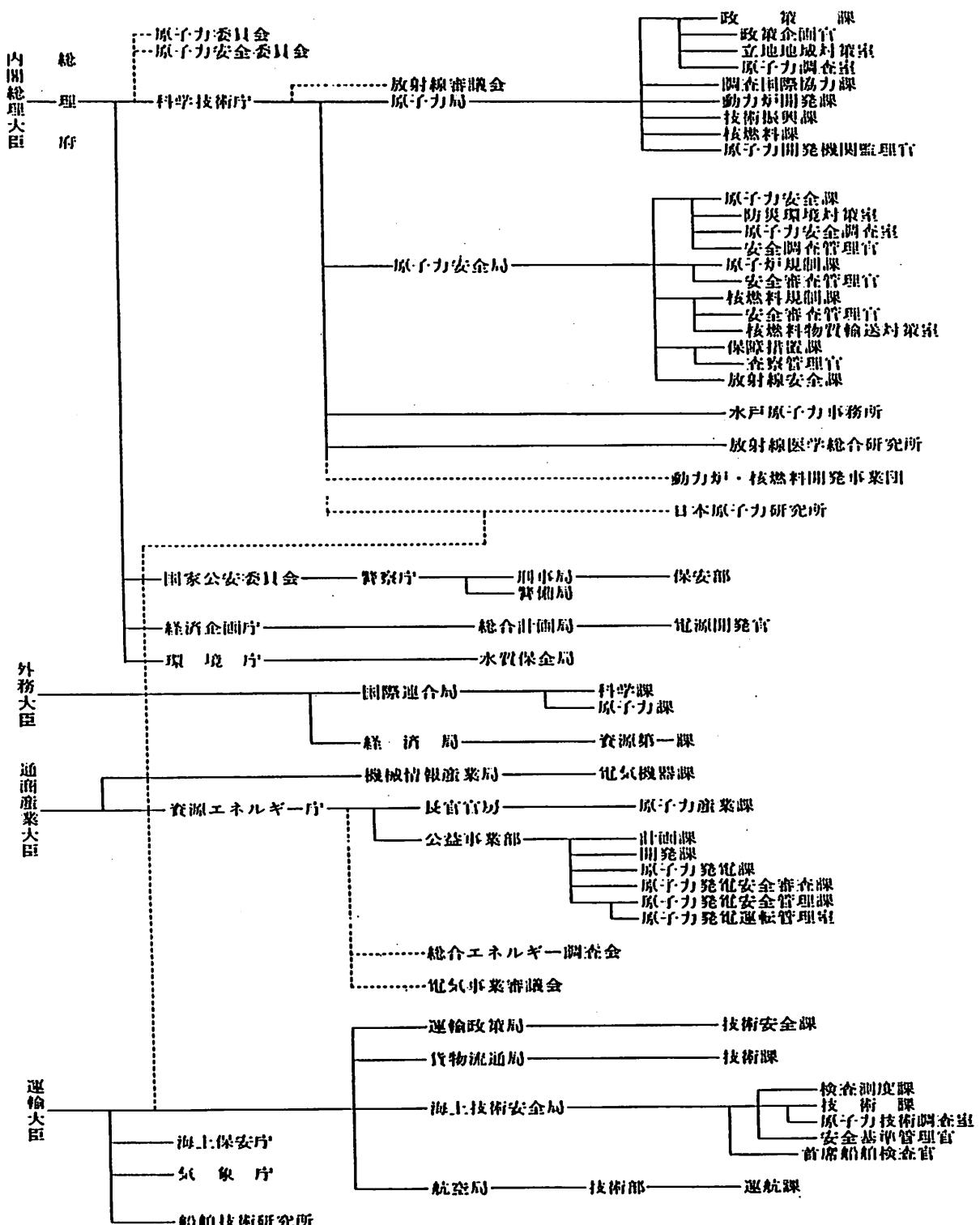
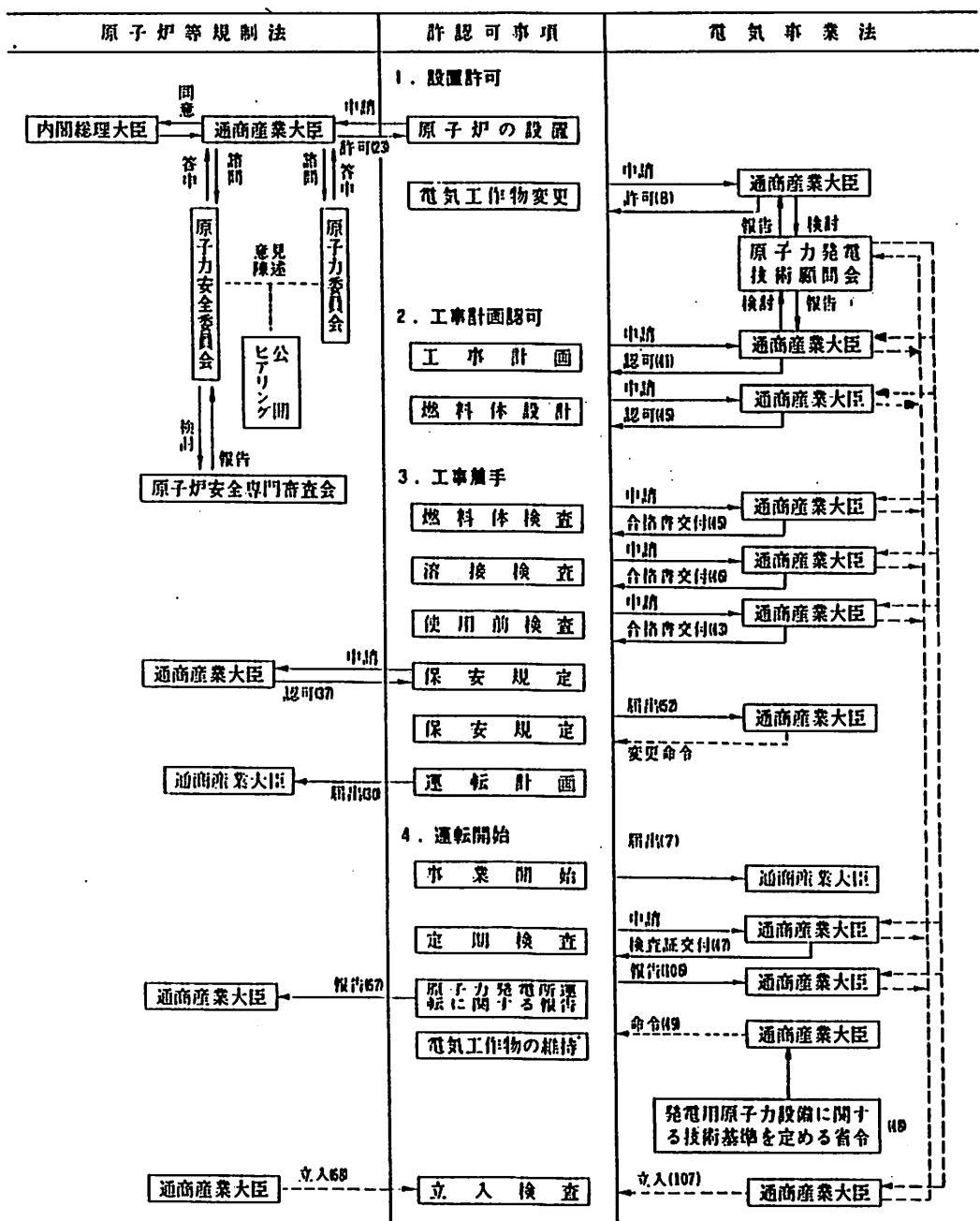


図2

(2)

原子力発電所の許認可手順



(注) 1. 核原料物質、核燃料物質および原子炉の規制に関する法律による。()内は当該条文。

† 自由討論の記録

〔青 山〕 今回の公開討論会では、先ず、女性の御意見を聞きたいと言うのが最大の目的であります。どなたか言われた様に、原発反対が活発になった理由には参議院選挙自民党が惨敗したのと共通点がある。消費税は高齢化社会に備える意味で必要であると、大蔵省主導型で民意を充分聞かずに強引に導入した。これに対して、大衆は怒った結果、あるようなことになったわけです。大衆の中でもっとも怒ったのは女性ではないかと考えます。原発の場合は、買物毎に3%の税金をとられるというような目に見える問題はない。しかし、経済の高度成長と共に物質的な生活は大変豊かになったけれども、その間、色々の所で公害問題や環境汚染問題が発生した経験をもっている。現在も、生活は一見豊かであるが必ずしも質的に見て生活が向上したのかと言うと、どうも誤魔化されている感じがする。油断をすると、また、環境や食品の汚染問題などが起こるのではないかという不安があると思うのです。原子力発電も安全、安全と言われて来たが、外国で大きな事故が起きた。日本でも本当に安全だろうか。このように一般大衆が考えたとしても不思議ではないと思います。そして、安全、安全と言っているのは男性であって、しかも男性中心の社会であると言うことも問題ではないか、と多くの女性は考えておられるのではないか、と思うわけです。

このようなわけで、女性の御意見を承りたい。

何方か御座居ませんか？（沈黙―――）。御発言がないと困るのですが―――。

〔木 下〕 順番に当てたらどうですか。

〔青 山〕 失礼ではないでしょうか？

〔木 下〕 心理学的には当てない方が失礼なのです。

〔青 山〕 そうですか、では、S夫人お願いします。

〔S夫人〕 岩崎さんのおっしゃった事に共感を持って聞きました。確かに、数値なんか沢山聞いても理解することは非常に難しい。だから、反対派の人達も漠然と文学的に反対していると思います。

〔青 山〕 私のわからないのは、一般に主婦は電化製品をどんどん買われる。結果として電力を消費することになります。電力を消費しながら反原発を言うのはお可笑いのではないでしょうか。

〔S夫人〕 それはある種の女性が無知であると言うことです。私は電化製品を買いませんから。（笑い）

〔A夫人〕 どうして女性だけの意見を聞く企画にしたのかよくわかりません。男性の中にも同じぐらい無知な人が居ると思います。（笑い） ただ、私の近所にも、お母さん方だけで広瀬隆の本の勉強会をしている人達がいます。これは非常に問題だと思います。

〔菅 原〕 こんな議論になると思ったから、「一般公衆は科学をどの程度理解しているか」と言うNatureに出た論文の要約を持ってきました。一般大衆は科学技術に関心は極めて高いが、知識は極めて乏しいと言う結果が出ています。例えば、「地球が太陽の周りを廻るのに一年かかるか」と言う間に正解を出した人は米国で46%、「ある種の放射能は自然にあるか」の質問に正解だった割合は65%です。日本人はもっと知識はあるかも知れないが、一般に知識が低い。日本でもこういう調査が必要だと思う。

〔浅 井〕 朝日の社説に似たような記事がありました。文系の人間は確かに「熱力学第二法則」も知らない。しかし、理系の人間もシェイクスピアの有名な詩を尋ねられても知らない。だから、文系の人にも開き直りがあるわけです。

〔青 山〕 科学知識が無いから駄目なのではなく、それが普通の状態だと私は思うのです。

〔土 屋〕 政府がマスコミを利用して、もっと啓蒙する必要があるのに怠けていたんですよ！

〔阪 上〕 本当に科学知識を身につけるには時間がかかる。ちょっと啓蒙したぐらいで本当の知識は身につかないでしょう。現在、人類は教育を受けているのです。

〔青 山〕 もう少し女性の意見をお願いします。

〔K夫人〕 私は医師ですが、男性、女性ともに、過剰反応に対しては困ることが多い。潜在梅毒、B型肝炎、エイズの患者などについて理解できていれば取扱に支障はないが、理解できていない人は非常に恐怖感を持って、患者の取扱を拒否したりする。原発の場合も同じではないかと思います。

〔中 井〕 看護婦さんが職業被曝を問題にしませんか？

〔K夫人〕 教育を受けていますから問題はありません。

〔N夫人〕 石川県で反原発は盛んになってきている。しかし、石川県で原発が本

本当に必要かどうかわからない。「省エネをした場合どうなるのか?」、「省エネができるのか?」、といった事もわからない。私は反対、賛成よりも“わからない”立場です。

【青山】バーミンガムの国際会議でスエーデンから来たフリンダー教授にあって聞いたのですが、スエーデンは国民投票をして、2010年に原発廃止を決議したが、反対派自身が省エネや代替エネルギーに限度があることを理解し始めた。逆に政府は決定したので抜き差しならなくなつて困っているとの事でした。

【浅井】家庭、病院、デパートなど、民生用といわれている電力は40数%です。原子力も同じ割合ですから、産業用の原子力を残して、原子力を止めれば家庭や病院は真っ暗になると言うことになります。

【浅井】それから、マスコミはある切口だけ報道するから困る。スエーデンは半分が原子力でやっているから原子力を廃止した時、産業の低下が起り、ECの中で競争力をもってやっていけるか問題になっている。昨日、「電気なんていらない」と言う番組をやっていたんですが---

【土屋】それをテレビでやるのがおかしい。（笑い）

【N夫人】私は感情的に反対しているだけです。テレビ討論でも反対と賛成は平行線でまじわらない。賛成の側は企業の人が出てくるが、自己弁護をしているように聞こえる。それから、始めに、ミスがあると言うことを言つといてほしい。安全といいながら事故があった。日本人は原子爆弾にアレルギーがあり、原子力発電との差なんかよくわからないから、原子とついただけでこわくてかなわない。主人とは全く反対です。（笑い）

【木下】普通家族内の価値観はほぼ同じです。例えば、家族が同じ政党を支持しているケースは8割ぐらいです。一致しない場合は、夫とか親が専制君主的な場合です。（笑い）

【Y君】学生の立場で言います。一番心配なのは、この頃の学生が自分の意見を出せないことです。人に言われないと何も出来ない学生が増えている。原発でも意見を言えない人が多い。言ったとしてもムードにおされて意見を言う。

【K姫】切尔ノブイリ事故の本は本当のことのように書いてあるが、最後にノンフィクションと書いてある。しかし、一般の人は信じてしまう。これは恐ろしいことです。

【横路】その通りです。おかしいとはっきり言うべきです。

- 〔菅 原〕私の経験から言っても、ノンフィクションはフィクションなのです。
- 〔青 山〕時間も大分超過しましたので、最後のまとめを木下先生にお願いして、終わりにしたいと思います。
- 〔木 下〕女性の御意見に焦点が当てられましたが、女性だけが反対とは限りません。調査すると、余り男女差はないのです。また、PRが不足しているのではないかと言うことですが、これは、むしろコミュニケーション不足と言うことです。コミュニケーションには、送り手と受け手があり、メッセージの内容をメディアを通して伝えるわけです。ところが、送り手が政府とか電力会社であれば、真実を隠しているようだとられるのだから、政府が公報をやることは意味がない。受け手の方も、職業的反対、純粹な反対、ムードで反対といろいろあるから、ターゲットによってやり方を変えねばならない。だいたい、企業が商売する時はマーケティングでこれを考えるわけです。メディアもいろいろある。内容にも問題がある。こう言うわけで、慎重にやらないと効果はないと思います。くわしいことは明日話します。
- 〔青 山〕どうも有難う御座居ました。明日、木下先生に「反原発論の態度構造解析とリスク・コミュニケーションの方策——リスク・パーセプションからリスク・コミュニケーションへ」と言う御講演をお願いしていますので、そこでくわしく聞かせていただく事にしたいと思います。

(文責青山)

(2) Bio-update

細胞の分化とがん化を支配するタンパク

レチノblastoma(Rb)遺伝子産物のRbタンパクがいま細胞増殖制御因子として注目を浴びている。ご存じの通り、レチノblastomaは日本名を網膜芽細胞腫といい少年期に多発する家族遺伝性がんである。Knudson(1971)は、RBは引き続く2回の突然変異で起きることを示し、家族性Rb患者は、誕生時にすでに全ての体細胞で1方のRb遺伝子の突然変異が起きているため2回目の突然変異のみで発症するので頻度が高いことを報告した。この腫瘍細胞では13番染色体の長腕部分(13q14)の欠失が高頻度に見られることから、この染色体部分にがん抑制遺伝子の存在が予想され、がん抑制遺伝子研究の走りを作った細胞である。

Rb遺伝子はこの染色体部位に27のエクソンを持つ200kb以上にわたる遺伝子として存在している(Wiggs et al., 1988; Hong et al., 1989)。正常細胞では、このRb遺伝子から4.7kbのメッセンジャーRNAが合成され、このメッセンジャーRNAから928個のアミノ酸からなる核タンパク(Rbタンパク)が合成される(Lee et al., 1989)。このRb遺伝子がなくなるとレチノblastomaが進行する。また、Rb遺伝子をレトロウイルスベクターに組み込みRb遺伝子を欠損するレチノblastomaや骨肉腫の細胞に移入すると、それらのがん細胞のがん形質が抑制される(Huang et al., 1988)ので、Rb遺伝子はがん抑制遺伝子であることは間違いない。Rb遺伝子の欠損は、Rbのみならず肺小細胞がん、骨肉腫、乳がん、膀胱がんなどでもみられ、Rbに特異的な現象ではなく、多くのがんに共通した増殖制御機構の乱れの原因になっていると思われる。いいかえれば、Rbタンパクを介して直接的あるいは間接的に細胞増殖を制御すると推測される。Rbタンパクは、リン酸化の程度の異なる複数の分子群として存在する。リン酸化の有無は細胞周期の位置と密接に関係し、G₁/G₀期ではリン酸化されていない状態(p100^{Rb})で存在し、S/G₂期ではリン酸化された状態(pp112-114^{Rb})で存在する。正常細胞では、Rbタンパクがリン酸化されることによってDNA合成が起り細胞周期が進む。

Rbタンパクは、SV40ラージT抗体複合体(SV40T)をはじめアデノウイルスE1A、ヒトパピローマウイルスE7などDNA腫瘍ウイルスのトランスフォーミング因子と結合する(Whyte et al., 1988; DeCaprio et al., 1988)。これらのトランスフォーミング因子はすべて細胞増殖に関係するタンパクである。SV40Tの特長の一つは、G₁/G₀休止期にある細胞の増殖系への移行を促進する働きにある。また、

分裂酵母のcdc2遺伝子産物とも相同性が高い。cdc2遺伝子産物は、細胞周期の移行をG₁/SあるいはG₂/M期で阻止する能力を持っている (Raibowol et al., 1989)。これらの事実は、Rb遺伝子ががん形質の発現を抑える、増殖抑制に関与する因子であることを強く示唆する。

もし、Rb遺伝子が増殖制御因子であるなら SV40Tとは相反する能力を持っていることは容易に予想される。Ludlowら(1989)によると SV40Tはリン酸化されていないRbタンパクp110^{Rb}としか結合しない。Rbタンパクは、増殖しない休止期細胞(G₀/G₁)ではリン酸化されておらず、S/G₂期では高度にリン酸化されている (DeCaprio et al., 1989) ので、SV40TがG₀/G₁期細胞に特異的に働くことと一致する。こうした現象にあわせて、Rbタンパクのリン酸化が起きている S/G₂期にはカイネース活性が高く、G₀/G₁期ではホスファターゼ活性が高い。これらの現象は、SV40TがG₀/G₁期でアタックする相手はRbタンパクであることを示唆している。

一方、各種のヒト白血病細胞はホルボールエステル(TPA)やレチノイック酸(RA)で分化が誘導される。この現象を使ってChenらは(1989)細胞の分化とRbタンパク存在状態との関係を調べた。彼らは、5種のヒト白血病細胞をTPAあるいはRAで処理し分化させ、細胞形態でみた分化の進行とRbタンパクの脱リン酸化が密接に関係していることを見つけた。

Rbタンパクの細胞増殖制御は、最近DeCaprioら(1989)によって提出された図1のモデルに集約される。リン酸化されていないRbタンパク(p110^{Rb})は、細胞をG₀/G₁期にとどめるよう働くが、Rbタンパクがリン酸化されて pp112-114^{Rb}とな

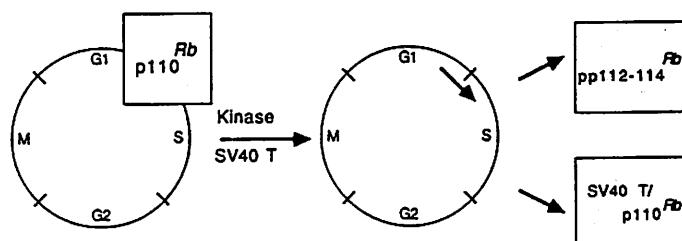


図 1 p100^{Rb}の増殖抑制機能のモデル

p100^{Rb}は、細胞がG1期から抜け出することを阻止し S期への侵入を妨げる。この阻害は、Rbタンパク(p100^{Rb})がリン酸化されて pp100^{Rb}になるか、SV40T 抗体と結合することによってはざれる。一度、p100^{Rb}がリン酸化されて pp100^{Rb}になるか、SV40T 抗体と結合すると細胞はDNA合成期に侵入できるようになる。

ると細胞はDNA合成期に進入する。p110^{Rb}の働きが続くと細胞は分化の方向へ進むことになる。SV40Tは、このp110^{Rb}に結合する能力があり結合すると、p110^{Rb}による細胞増殖制御ははずされ、細胞は増殖系に入る。このように普遍的な細胞増殖と分化制御の図中にRbタンパクが納まりつつある。

しかし、Rbタンパクのカイネースはなにか？これがまだ明かではない。cdc2はセリン／スレオニンカイネースであり、それによるリン酸化によってG1/Sブロックがはずれる。Rbタンパクは、cdc2と同じリン酸化部位を多数持つのでセリン／スレオニンカイネースがRbカイネースの有力な候補者である。Rbタンパクやcdc2カイネースは、G1/S期でリン酸化され、M期でリン酸化される pp60^{c-scc}と明確に異なる。しかし、現時点ではG1/S移行期でcdc2によってリン酸化される相手は分かっていないし、この酵素の生体内での働きは明確ではない。どちらにせよ、cdc2カイネースとRbタンパクカイネースが同一の酵素（群）であるか否かとは関係なく、これらは細胞増殖制御に重要な働きをしており、これがプロトオノコジーン生成物の基本的役割であろう。

参考文献

- Chen, P.-L., Scully, P., Shew, J.-Y., Wang, J. Y. J. and Lee, W.-H.: Phosphorylation of the retinoblastoma gene product is modulated during the cell cycle and cellular differentiation. *Cell* 58, 1193-1198, 1989.
- DeCaprio, J. A., Ludlow, J. W., Figge, J., Shew, J.-Y., Huang, C.-M., Lee, W.-H., Marsilio, E., Paucha, E. and Livingston, D. M.: SV40 large tumor antigen forms a specific complex with the product of the retinoblastoma susceptibility gene. *Cell* 54, 275-283, 1989.
- DeCaprio, J. A., Ludlow, J. W., Lynch, D., Furukawa, Y., Griffin, J., Piwnica-Worms, H., Huang, C.-M. and Livingston, D. M.: The product of the retinoblastoma susceptibility gene has properties of a cell cycle regulatory element. *Cell* 58, 1085-1095, 1989.
- Hong, F., Huang, H.-J. S., To, H., Young, L.-J. S., Oro, A., Bookstein, R., Lee, E. Y.-H. P. and Lee, W.-H.: Structure of the human retinoblastoma gene. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 86, 5502-5506, 1989.
- Huang, H.-J. S., Yee, J.-K., Shew, J.-Y., Chen, P.-L., Bookstein, R., Freidmann, T., Lee, E. Y.-H. P. and Lee, W.-H.: Suppression of the neoplastic phenotype by replacement of the RB gene in human cancer cells. *Science* 242, 1563-1566, 1989.

- Knudson, A. G.: Mutation and cancer: statistical study of retinoblastoma. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 68, 820-823, 1971.
- Lee, W.-H., Shew, J.-Y., Hong, F., Sery, T. W., Donoso, L. A., Young, L.-J., Bookstein, R. and Lee, E. Y.-H. P.: The retinoblastoma susceptibility gene encodes a nuclear phosphoprotein associated with DNA binding activity. Nature 329, 642-645, 1987.
- Ludlow, J. W., DeCaprio, J. A., Huang, C. M., Lee, W. H., Paucha, E. and Livingston, D. M.: SV40 large T antigen binds preferentially to an underphosphorylated member of the retinoblastoma susceptibility gene product family. Cell 56, 57-65, 1989.
- Raibowol, K., Draetta, G., Brizuela, L., Vandre, D. and Beach, D.: The cdc2 kinase is a nuclear protein that is essential for mitosis in mammalian cells. Cell 57, 393-401, 1989.
- Wiggs, J., Nordenskjold, M., Yandell, D., Rapaport, J., Grondin, V., Janson, M., Werelius, B., Petersen, R., Craft, A., Riedel, K., Liberfarb, R., Walton, D., Wilson, W. and Dryja, T. P.: Prediction of the risk of hereditary retinoblastoma, using DNA polymorphisms within the retinoblastoma gene. N. Engl. J. Med. 318, 151-157, 1988.
- Whyte, P., Buchkovich, K. J., Horowitz, J. M., Friend, S. H., Raybuck, M., Weinberg, R. A. and Harlow, E.: Association between an oncogene and an anti-oncogene: the adenovirus E1A proteins bind to the retinoblastomagene product. Nature 334, 124-129, 1988.

(Nabe)

老化と発生初期の胚細胞

不老不死は洋の東西を問わず人々の願いでした。秦の始皇帝が不死の願いを薬に託したのは有名ですが、手にいれる前に死んでしまいました。古代エジプトの伝説では、不死鳥は一旦灰になってから生まれ変わることになっています。また中世のヨーロッパでは、年寄りが大きな若返りの臼に入り、一旦粉々になってから若返ってでてくることになっています。何だかたいへんなように思えますが。ちなみに浦島太郎は付け馬の玉手箱を開けたがために、ツケを払わねばならぬことになったのは無惨な話です。話がそれましたが、いずれにせよ若返りでは体を灰にしたり、粉々にしたのちにはじめて生まれ変わるという筋書きです。再生のためにには良くも悪くも秩序が一旦破壊されねばならぬということでしょうか。実をいうと若返りにおける秩序の破壊は、我々の体でもみられます。個体という高度に分化した細胞の秩序だった集まりは、そのままでは子孫に伝わりません。生殖細胞のみが不死性を持ち30億年の命をもつDNAを次代に伝えます。このような不死性は、卵子と精子のみならず授精後しばらくの間は胚細胞もあるていど持っています。成人してからの体の中で生殖細胞以外で不死性を持つのは癌細胞ぐらいで、これはたいへん困りものです。

分化した体細胞は無限に増殖することではなく、老化あるいは自発的に死ぬプログラムを持っています。数号前のこの欄でとりあげられた Apoptosis はそのようなプログラム死の表現です¹⁾。通常の体細胞は試験管内で培養を続けると一定の分裂回数の後には老化してついには死に絶えることが、もう30年も前にHayflickによって見つけられました²⁾。試験管内老化がなぜ起こるかについては大きく分けてプログラム説とDNAや生体高分子のすりきれ説の2つがあります。後者では成体が常にさらされている活性酸素が老化の元凶ではないかと最近考えられています³⁾。ここでは、プログラム説にたって話を進めます。

試験管内の老化についていえば、マウス細胞では培養液に加える血清中の因子が老化細胞の死の原因であることが明らかにされています⁴⁾。これはヒト細胞でも同じで、血清のない培養液では老化せず無限に増え続けます。血清存在下の試験管内で無限増殖するようになった細胞株の多くは染色体が異常になり時には動

物への移植で癌を作るのでですが、血清のない条件で無限増殖する細胞は染色体も正常です。また血清中の因子による死に先だって細胞内に特別な蛋白が誘導されることがわかっています。さらに老化した細胞ではDNAの合成を抑制する遺伝子産物が発現しており、これには少なくとも4つの遺伝子が関与していることが明らかになっています⁵⁾。これらに対して、未分化の胚細胞ではどうでしょうか。

発生の初期には、1個の受精卵から出発して盛んに細胞分裂が起こります。その後胚は子宮壁へ着床し、内胚葉、外胚葉、中胚葉に分化します。着床前の胚細胞は、不死の生殖細胞も含む体のどの細胞へも分化しうる能力を持っています。これを利用して、優秀な牛の8細胞や16細胞期の初期胚の細胞の各々を仮親の雌牛に移したくさんの子牛を作る技術が開発されています。いうなれば、一卵性の双生児ならぬ16生児といったところです。このような能力は、着床後の3胚葉に分化した細胞では失われます。細胞老化は分化にともなって働き始めるプログラムであるようです。というのも、マウスで未分化の胚細胞を試験管内で培養する技術が最近開発されましたが、ES細胞(embryonal stem cell)と呼ばれるこの細胞は正常であるにも関わらず無限増殖能をはじめから持っています。なんだか癌のようですが、実際にそうでES細胞のもとであるマウスの胚を子宮以外の場所に移植してやると頻度は低いながら、立派な癌を作ります。この腫瘍では分化したいいろいろな組織が含まれるため奇形腫と呼ばれます。これから培養系に移した細胞はEC細胞(embryonal carcinoma cell)と呼ばれます。EC細胞はその性質がES細胞とよくています。

EC細胞は未分化である限り無限増殖し、しかも動物への移植では腫瘍性を持ちます。しかも試験管内での薬剤処理によって、いろいろな細胞へと分化します。この結果、培養皿の中には神経細胞、筋肉細胞、上皮細胞、線維芽細胞、軟骨細胞といった雑多な細胞がみられます。このため、EC細胞は分化過程の研究に用いられます。これらの細胞は、種類に応じた特定の分裂回数の後老化して死に絶えます。例えば、神経細胞は分化の後一度も分裂しないし、上皮細胞は20回の分裂して死にます⁶⁾。また分化したEC細胞は腫瘍を作りません。このような実験から、老化のプログラムは分化決定を合図に働き始め、時計を持って細胞の寿命を計り始めるようにも思われます。またこの実験から老化しないためには、分化して特定の機能を持つことは禁忌であり、そうすると高度に分化した生体機能は持ち得ないことがわかります。やはり我々にとって人間である以上老化は避け難いといえます。

最後に 1 つ疑問が残ります。ES 細胞や初期発生の胚が無限増殖能を持ち、時には腫瘍まで作るのなら、正常の胚発生ではなぜ癌にならないのでしょうか？ 答えは簡単で、分化してしまうからです。ES 細胞は培養液中にある蛋白性の因子があると未分化状態を保ちます。この因子は元々白血病細胞を分化させる因子で、LIF (leukemia inhibitory factor) と名付けられていたものと同じであることが最近わかりました^{7,8)}。LIF の ES 細胞に対するこの作用の発見は、遺伝子導入動物を作るための大きな技術になっていますが、これについては次回話そうと思います。ともあれ実際の胚においては LIF は胚を包む栄養膜細胞が出し、内側の細胞を未分化に保ちますが、後にこれがなくなり分化が開始されるものと考えられています。

文 献

- 1) 菅原努。癌細胞を自殺させる。「環境と健康—リスク評価と健康増進の科学」、2 (5,6), 21-23, 1989.
- 2) Hayflick,L and Moorhead,P.S.: The serial cultivation of human diploid cell strains. Exptl. Cell Res. 25, 585-621, 1961.
- 3) 鈴木堅之。「老化の原点を探る」 裳華房 1988.
- 4) Loo,D.T., Fuquay,J.I., Rawson,C.L. and Barnes,D.W.: Extended culture of mouse embryo cells without senescence: Inhibition by serum Science 236, 200-202, 1987.
- 5) Smith, O.M. and Smith, J.R.: Genetic analysis of indefinite division in human cells: Identification of four complementation groups. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 85, 6042-6046, 1988.
- 6) 丹羽太貴、未発表
- 7) Williams,R.L., Hilton,D.J., Pease,S., Willson,T.A., Stewart,C.L., Gearing,D.P., Wagner,E.F., Metcalf,D., Nicola,N.A. and Gough,N.M.: Myeloid leukemia inhibitory factor maintains the developmental potential of embryonal stem cells. Nature 336, 684-687, 1988.
- 8) Smith,A.G., Heath,J.K., Donaldson,D.D., Wong,G.G., Moreau,J., Stahl, M. and Roger,D.: Inhibition of pluripotential embryonic stem cell differentiation by purified polypeptide. Nature 336, 688-690, 1988.

(Ochan)

(4) ラドン てんや & わんや

◇◇ プロローグ ◇◇

《昭和六十年夏》

1985年夏、ニュージャージー州モンクレアの四家族がモーテルに移動し、留守の間に数千立方フィートの土が彼らの家の下や周りから掘り出された。およそ六十年以前にこの場所はアメリカラジウム会社が出す廃棄物の埋め立て処理場であった。この会社はラジウム塗料を使って時計の蛍光文字盤を造っていた。ラジウム廃棄物の分解に伴いラドンガスが放出され、表層土から漏れ出て家の中へ入り込む。肺癌の因となるこのガスの曝露から住民を守る為、ニュージャージー環境保護局は連邦環境庁の協力を得て汚染土の移動を計画した。数週間で家族は戻れる予定であったが、結果としては思いがけない悪夢のような事故の続発に出会いう。

土の掘り出しは手始めに12軒を対象に行われた。役所が見込んだ1200万ドル計画はニュージャージーの環境改善政策の看板として、また近辺の百以上の同様に汚染された地域に於けるラドンリスクの見直しモデルともされた。計画によると、55ガロン入りドラム缶に土を詰めトラックで8マイル離れたキアニーの置き場へ運び、そこから列車でネバダのベッティにある廃棄物埋立地に運ぶのである。しかし、七月に土掘りが始まってから、ネバダの地方及び州の役人は搬入を阻止する連邦裁判所の命令を要請した。ネバダ州知事リチャードH. ブライアンは「我々の州は核廃棄物の処理場にはならない」と宣言した。作業が中止されたとき、集めた15,000本のうち汚染土で満たされた10,000本はキアニーに運ばれ、残る5,000本はモンクレアに置かれていた。

次の二年間に、ニュージャージー州内での土処理計画が幾つか組まれた。しかし、計画の何れもが住民との話し合い無しに発表されたため強い反対が起き結果的に阻止された。環境保護局の担当官リチャードT. デューリングがバーノンの町近くの採石場跡に汚染物質を土に混ぜて埋めることを決めたとき、数千人の民衆が反対運動を起こし、州の議会は計画に反対する六つの法律を通した。ジャクソン・タウンシップに近い野生動物管理地域に一時的にドラム缶を保管すると言う別案は環境保護運動家、ハンター、地方官らによって反対された。

ニュージャージー裁判所の決定の下、モンクレアからドラム缶を他へ移すべく環境保護局は、州が永久処分地を見つけるまでの間一時的な貯蔵所を提供してくれる地域に750万ドルを出すことにした。それでも引受手は無かった。1987年末に環境保護局は連邦政府と合意が出来、環境保護局が業者に400万ドルを支払い

テネシーにあるオークリッヂ国立研究所にドラム缶を運び、その高放射性廃棄物と混合した上でワシントン・リッチランドの連邦保管所に移すことになった。掘り出しが始まって三年後の1988年夏の終わりまでに全数がモンクレアとキアニーから移動出来た。

《平成元年六月》

話はここで終わらない。モンクレアのラドン対策班はもっと多くの土を運び出すべきだと考えた。環境保護局は同意せず、「作業は終わった、出来た穴をきれいな土で埋め戻せば充分だ」と言う。1989年6月になって、1984年に全域を特別財投地域(Superfund site)と宣言した環境保護庁は、独自の評価を終え、ラドン対策班に同意した。モンクレアからもっと土を取り除くだけで無く、少なくともさらに18地区の掘起こしが必要だと言うのである。今春の開始が予定される環境保護庁計画は完成までに少なくとも3年かかる。一方、モンクレアの四家族は借家住まいをし、五年前に離れたわが家にいつ戻れるか判らぬ状態にある。

この出来事を契機として提起された環境問題が我々に教えたものは一つの警告的事実；モンクレアの家庭で判った「ラドンの低濃度に被曝する事は危険だ」ということだけが、明確な科学的理解を伴わずに拡がったということ、にとどまらないとしてもそれは決して目新しいことではない。貧弱な基礎知識しかないのに、このような思い切った措置が取られたということは、もし問題がこの地域だけに限られていたら、そのままやむやになったかもしれない。しかし研究の不足が近年大きく取り上げられるようになった自然発生ラドンがより大きな問題をもたらすかも知れないことを理解するのに妨げになっている。科学的知識の不足は、環境保護庁が公衆衛生局と協同して1988年9月に天然ラドンに関する「健康情報」の発行を決めた時点になっても一向に改善されていない。天然ラドンは埋められた物質から出るものと同じように濃縮されることは少ないが、連邦当局によると800万のアメリカ家庭が天然ラドンガスの安全とは言えない量に曝されていると言うのである。問題の充分な評価が無いままに当局は全国的試験を行うことを要請し、家庭では受け入れ難いような基準をきめて、それに対する速やかな対応を勧告した。環境保護庁の推定に依れば室内ラドンを許容レベルに下げるのに、所帯当り1000～2000ドルを必要とする。従って、環境保護庁決定の一つの結果として肺癌発生の有意な減少が確實でないのに数十億ドルの支出を必要とすることになる。より聰明なアプローチは住居地ラドンのリスクについての信頼できる情報が集められ、ガス減少の効果的手段が立案されるまで行動の延期をすることだ。今の時点では大衆は余りに多くかつ余りにも速やかな行動を迫られている。

◇◇ ラドンとその娘達 ◇◇

ラドンが健康を障害することには疑いはない。その弊害は少なくとも十六世紀中ごろ以来観察され、およそ350年前に有害と判定された。1556年に医師ジョージアス・アグリコラは肺疾患がアーツ山（東独とチェコの国境にある）の銀山坑夫の間に多発することに気付いた。地区の女達の中には七人の夫を若死にて失ったものがあった。1879年になって病気は癌であったことが判り、その後のリポートでは1875～1912の間に鉱山で働く男達の半数が癌で死んだと言う。

1930年代までに何人かの医師が坑内の放射活性と肺癌との関係を疑った。鉱石は高濃度のウラニウムを含み、空気にはラドンが高濃度に含まれていた。しかし、他の医師達は放射線仮説を否定し、病気に対する遺伝傾向の素因を招く坑夫達の近親婚に原因があるとした。核時代の幕開きと共にウラニウムの採掘が殖えるにつれて坑夫達の肺癌発症数は増大した。ついに、1950年代と1960年代に欧州と米国西部でなされた疫学調査は、坑内で高濃度のラドンガスに長時間曝されることが肺癌の原因であることを突き止めた。

《魔性の娘達……》

ラドンはラジウムの壊変による産物である。ラドンが人の健康に及ぼす最たるもののは半減期45億年のウラニウム-238に伴う放射活性崩壊鎖(decay chain)に起因する。ウラニウム-238とラドンは地殻中に広く存在するが特に花崗岩、頁岩、磷酸を含む鉱石に多い。ラドンはガス体であるから岩床の裂け目や土壌を通して大気中に到る。半減期は僅か3.8日で、その壊変産物は一括してラドン娘核種(radon progeny)と呼ばれ、それ自体がミリセント～22年の半減期を持つ放射活性元素である。

ラドンガスは肺への出入りが激しく障害を与える程度まで長くは残らない。しかし、その娘核種は固体で気管支樹に留まり易く、そこで重い α 粒子、より軽い β 粒子、短い波長の γ 線を放つ。三つの中で α 粒子は大きく重く組織に傷害を来すので最も危険である。皮膚は一つか二つの細胞を通過させるだけでストップさせるので、それらに対する効果的防壁になる。しかし、肺にはこんな保護層がないので、娘核種が気管支に到るとそれに沿った敏感な基底細胞に粒子の影響が及ぶ。 α 粒子は細胞核のDNAを傷害し、その傷害が制御不能の細胞分裂をもたらし癌性腫瘍の成長につながる。

1960年代遅くにラドンと癌との関連が判明して以来、不完全とは言え、公衆衛生局は米国坑夫が被爆するガスの総量の制限基準を、空气中1立當り100ベキリ-

(pCi) と決めた。この職業上の制限基準は通常ワーキングレ・ベル(WL)として用いられている。

数年間は、ワーキング・レベルが坑外の何処に居ても蓄積されると考えるものはいなかった。1970年代に入ってコロラドの外れのウラニウム鉱山の上や、フロリダ外れの磷鉱石鉱山の上に立てられた家々にラドンの高濃度が発見された。土壤の隙間から、基礎や床や側溝の裂け目を通り、ラドン娘核種はしばしば放射活性濃度が1ワーキング・レベル以上に達することもあった。鉱山廃棄物のみが家庭ラドンの出どこではない。1970年代末～1980年代初の研究結果によると、ウラニウムの高濃度の地核を含む特定地域ではラドンガスが放出され、国中の数百万家庭が影響されていることになっている。

それでも、1984年10月に建設技師スタンレイ・ワトラスが、ペンシルバニア、ポッツタウンのリマリック原子力発電所への通勤途上で放射線感知器が作動したことから警告を出すに到るまで、自然発生のラドンに向けられる注意は極く僅かであった。ボイタウンに程近いワトラスの家は、ペンシルバニア東部、ニュージャージー北部からニューヨーク南部に跨り産出する、ウラニウムに富んだ花崗岩で出来たリーディングプロン (the Reading Prong)で建てられている。フィラデルフィア電力会社でワトラス宅の地下室の放射能を測定したところ、家屋ではかって記録したことの無い 2700ビ'コキュリ-という衝撃的高レベルを示した。続いで近隣の家屋を調査したらワトラス宅程ではなかったが同様に高いラドン濃度を示した。こうしたことから世間の注視は世論を喚起し環境保護庁を促し室内ラドン対策を建てさせた。

◇◇ 魔女を追う ◇◇

環境保護庁の打つ手はまづ、低濃度のガスが検出される場合に人の健康に与える危険の基準を決め、この問題を国内に適用することであった。不幸なことに、初めて最近の充分とは言い難い調査に基づいて評価が決められた。

既に高レベルのラドンに曝すことでラットや犬で肺癌を誘発できることは確認されたが、動物の肺は人に較べ小さくまた制約があるのでラドンは違った行動を見せる。そのため動物実験ではガスによる障害情報としては充分とは言えない。もちろん人での研究が理想的だが実験的に癌の危険が疑われる物質に曝す訳には行かない。結論として日常生活の中でラドンに影響される人達に就いて調べる他に方法はない。貴重なデータはウラニウム坑夫を対象とした疫学調査から得られた。

動物実験と同様に、疫学調査の結果はラドンガスと大量の娘核種が癌の原因であることを示した。1949年から1977年の間に行われた典型的一連の研究で、平均509 リーキング・ペル・マンスに曝されたコロラド高原のウラニウム坑夫はね一般の人達に較べ三倍高い肺癌の発症が有ることが判った。1971年のチェコスロバキアの研究によると、平均 227 リーキング・ペル・マンスに曝されたウラニウム坑夫の肺癌発症は一般よりも5倍高いことが判った。

環境保護庁ではこれらの研究から室内ラドンに曝される人達の予測肺癌発症率を決めようと考えた。もし100人が70年間空気1立中4ピコキュリーのラドンの検出される家に住むと、ラドンによる肺癌死は1~5人；20ピコキュリーでは6~21人；200ピコキュリーで44~77人になろうと推定した。

混乱はこの予測の基礎となったデータに矛盾と間違いがあったことである。例として、コロラドの研究ではラドン試験はさほど頻繁に行われず、正確な被曝記録は調査した坑夫の僅か十分の一に就いてのみであった。他の研究では正確な被曝積算の記録がなかったり、癌との関連を疑うときの重要な要因とされる初被曝時の坑夫の年齢も定かでなく、単に癌死の人数を数えただけとか生存中の癌患者を合算したりという具合であった。そして多くの場合、坑夫の健康状態、異なる作業環境で受けるストレスや、ラドンよりも大きな肺癌危険因子である喫煙歴などが欠落していた。

環境保護庁の、ウラニウム坑夫から一般家庭の住人にいたる調査に基づく結論はさらに、両者の環境の重要な相違を無視している。坑夫は常に、ラドン娘核種がくっつき易い粉塵に取り囲まれている。これらの粉塵は大きいので娘核種だけよりも肺組織に留まり易い。また坑夫は継続的精力的に活動するので空中のものを何であれ大量に吸い込むことになり易い。対照的に家庭でのラドン娘核種は拡散している上に動きが少なく、又家屋は坑内より換気がよい。これらの条件は相乗して娘核種の循環と家庭での関連したリスクを小さくしている。坑内でのラドン100ピコキュリーの放射レベルは家庭屋内に換算すると200ピコキュリー/Lに相当する。

坑内と住居での被曝の相違について反対しないまでも、疑問を持ち続ける研究者がいた。例を上げると、Physics Today の1989年4月号でカリフォルニアのローレンス・バークレイ研究所の物理学者アンソニー・ネロは肺に対するラドンの放射線量は基本的に坑内も家庭も同じだと主張した。しかし、ネロが自分の主張の裏付けに引用した論文の著者、ワシントン、リッチランドのバッテル・パシフィック・ノースウェスト研究所の物理学者アンソニーC. ジェームズは、肺組織

への量は測定し得ないと言いつっている。

環境保護庁データが持つ他の問題は、被曝即リスクと考える大ざっぱな思い込みに基づくものと思われる。事実は一方で、或閾値以下ではラドンは無害であることを示唆している。2年ほど前にピットバーグ大学の放射線物理学者バーナード・コーエンは米国の415地域での非坑夫の肺癌率と住居地ラドンレベルとの関係の研究を完了した。もし、環境保護庁のラドン被曝のリスクに就いての思い込みが正しかったら、ラドンの高レベルの家に住む人達の肺癌による死亡率は、ラドンの低い地域に住む人達のそれよりも20%高いはずだが、事実は逆であった。前群に於ける率は30%低かったのである。同様に、1988年6月ニュージャージー健康局は752人についての研究結果を発表した。それによると、屋内ラドンレベルと癌発症率との間に統計的に有意な相関が見出せなかった。そして1987年1988年に別々に実施された調査で、物理学者で放射線安全コンサルタントのバージニア、アレキサンドリアのラルフE. ラッポはニュージャージーの自然ラドンレベルはテキサスのそれより7倍大きかったが、両州の全癌中に占める肺癌は同率であることを発見した。ラドンの低レベルが有害であるなら、ニュージャージーでの肺癌は総癌症例の中で大きな比率を占めるべきであった。

屋内ラドンレベルと肺癌との関係を結び付けるデータが乏しいにもかかわらず環境保護庁は、毎年米国人がラドンガスに曝されることで死亡するのは5,000～20,000人であろうと予測を発表している。これらの数字は他の肺癌統計と関連を持たせることは困難である。New England Journal of Medicine 1988年12月号に見るように、ロサンゼルス・カリフォルニア大学のジョナサンE. フィールディング、ケニスJ. フェノウの報告によれば全米年間 130,200人の肺癌死の内、118,000人は喫煙によるもので、更に残りの 10,200人の内 2,500～8,400人は受動喫煙 (secondhand smoke) によると言う。ニューヨーク市マウントサイナイ医学部環境科学研究所のウィリアムJ. ニコルソンはアスベストによる肺癌死年間5,000人を追加計上している。これで見ると屋内ラドンによる癌死は最高で4,700人、環境保護庁推定の下限より少なく、その上限からは遙かに低い数字になる。肺癌の要因とされるディーゼル排気中の芳香族炭化水素の様なケミカルや汚染物質を考慮にいれても、環境保護庁の推定は過大と思われる。

環境保護庁の企画で更に問題となるのは、ラドンによる肺癌と見なされた者の内4分の3は喫煙者であったということである。研究者の殆どはラドンの発癌要因に喫煙が相乗的に作用すると信じている。発癌要因は複合されるとより危険度が高くなる。然るに喫煙がリスク要因として取り入れられてないのである。

◇◇ 打つ手は確かか……？ ◇◇

少量のラドンといえど健康障害を来すと言う認識のもとに、環境保護庁の政策立案者は公衆にラドン濃度を殆どゼロレベルにするように指導しようと考えた。しかしそれは不可能でないにしても極めて困難であることに気付き、1986年にアクションレベルと名付けた段階的ガイドラインを開発した。それによると、 200ビコキュリー/L 以上のラドン量の家に住むものは一週内にレベルを下げるかまたは濃度が下げられるまで別の建物に移るべしとされ、 $20\sim 200\text{ビコキュリー}$ の場合は数カ月以内に、 $4\sim 20\text{ビコキュリー}$ では数年以内にとそれぞれのラドンレベル低下のための対応期間を定めた。

勧奨基準にもかかわらず、環境保護庁担当官は住民が高濃度に就いて不安を示すと、まづラドンのみの試験を勧めた。（環境保護庁の住民に対する勧告は彼らの地域でどの程度検出されるかを知るために州の放射線防護事務所を呼ぶことである）。しかしこの勧告は、1988年9月に環境保護庁と公衆衛生局が17州でラドン調査を行った結果の報告を受けた後変更された。調査された18,000家庭の四分の一以上が 4ビコキュリー/L を超えるラドン放射線量を示したのである。報道会議に於て、公衆衛生局副長官のバーノン J. ホークと前環境保護庁長官リー M. トマスはセカンドフロアより下に住む人達に、持ち家各所のガスに就いて検査をするよう促した。そして四月に環境保護庁長官ウィリアム K. ライリは国の学校建物に対して同様の処置をするよう指示した。

全ての公開情報が評価に耐えないものであったことを無視して、平均的米国人の被曝推定は17州の調査から結論された。その問題点の一つは、各建物のラドンレベル調査は換気の悪い冬に為されたこと、もう一つは、測定装置の活性炭容器がラドンレベルが、人々が主に時間を過ごす部屋より、倍にも達する地面に近い生活空間や、時には地下室に置かれたことである。環境保護庁自体の「ラドンへの手引(Citizen's Guide To Radon)」は地下室での短期間の測定は、家屋内被曝の平均ラドンレベルとして信頼できない指標であると言い、最後に、ラドンは土壌の最も抵抗の少ないとこを通過し限局された部分から室内に入るので、濃度は土壌の条件次第で、部屋の一側毎に或は日毎に変化するものだと述べている。

例え検査結果が家屋の持ち主にラドン放射線の低減を動機付けたとしても、二つのもっとも推奨される対策、除去・隔離或は換気によって 4ビコキュリー以下 に下げ得るかどうか定かでない。ウラニウム鉱山の外れに立てられた家の土壌除去は、1970年代初期で一戸平均 \$13,000 の経費を掛け、最高のラドン濃度を何がしか下げたけれども、この企画が終了したとき三分の二以上の家ではなお 6ビコキュリー を超

えるラドン放射レベルを示した。1986年に環境保護庁とニュージャージー環境保護局は、ラドン高レベルを示すクリントン地区で家屋の下にパイプとファンを設けた。ファンでガスが排除され、ラドンレベルを4ピコキュリー以下に出来たものもあり、この企画は広く適用できる成功モデルだと宣言した。しかしこのやり方は全ての家屋に当てはまるものではなく特に石造には向いていない。

環境保護庁のガス除去に対する問題の多い取り組みと、ラドンに関する他の多くの評価の誤りはより大きな問題をもたらした。それは信用の喪失である。人々は役所が繰り返しリスクや試験方法やガス減少の為に予定された戦略に就いて誤った公表をするので、役所の言うことに皮肉的不信的になった。

同じ問題が州レベルにある。昨秋、ニュージャージー健康局は肺癌の増加と、増加するラドン被曝との間に相関が見られたと主張した。この主張は肺癌の婦人433人について非肺癌婦人402人を対照として行った研究に基づくものであった。しかしその主張の誤りは、局自身のやり方により、統計的に有意であるために必要な高被曝の症例が少ししか無かったことだ。更により悪いことは研究の中で配慮がされていなかった次の点である。それは、州の環境保護局がニュージャージーの家庭の30%は1立当たり4ピコキュリーを超える放射レベルを示すと推定しているのに、肺癌患者433人中6人だけしかそのレベルを示す家屋に居なかつたことである。この様な問題があったにもかかわらず、環境保護局長官のクリストファJ.ダゲットは研究が終わって間もなく、天然ラドンへの被曝は州の最も深刻な環境脅威であると宣言し、各家庭でラドン検査を行うよう促した。

◇◇エピローグ◇◇

国の家庭ラドン政策に明確で信頼できる基準を設けるため、州並びに連邦当局両者は、まづ信頼できる包括的科学資料を集め必要がある。このことは、国立科学アカデミーが一年以上前に、連邦政策の基礎堅めをするために行った動物と人による実験の報告書に述べた。報告の著者達は環境保護庁のリスク推定の評価基礎となる小研究を了承したが、彼らは屋内ラドンに「最も深刻な今日の健康問題の一つ」と言うラベルを貼る遙か以前に取りやめた。公衆衛生局副長官ホウクがしたように……。その代わりに、彼らは情報が不足しているのでリスクは不明確だと強調した。規制の行動を推奨するよりも、アカデミーはもっと疫学調査を行うよう呼びかけた。

いくつかの調査が進行中であり、それらは屋内ラドンがもたらす健康脅威のよ

り明確な構図を示すだろう。1991年に環境保護庁が独自に行う包括的なよくコントロールされた屋内被曝の調査を終える予定である。この調査は建物各階のガス濃度を長期に測定するだけでなく、部屋毎にそこで過ごした時間を集計するなど人々の生活様式の身近な情報が集められている。我々は同様に、次の数年に今進行中の研究が、住居内ラドンが真のリスクをもたらすものかどうかを確定することを望む。一方、環境保護庁は米国民に、存在せぬかも知れない『問題』を是正するのに多くを費やさせる前に、よい試験法よい除去の仕方について確かな科学的裏付けが出るのを待つべきである。(Leonard A.Cole : The Sciences Jan/Feb 1990 ; The New York Academy of Science)

《あとがき》

職業環境でのラドンによる健康障害の記録は1500年代に遡る。発端となった鉱山は1516年から銀を産出し、1850年よりウラン鉱(ピッチブレンド)を産出している。このピッチブレンドはキューリー夫人がラジウムを精製発見した原料である。坑内から出る水は高濃度のラドンを含み、その水を用いた湯治場として、鉱山のあるヨアヒム渓谷は今も繁栄している。

ラドンによる肺癌リスクの研究は第二次世界大戦により中断したが、その後疫学的研究が進み、近年に到って一般公衆の放射線被曝線量としてラドンが注目されるようになった。医療用などの人工放射線を含めた全ての線原に対して自然放射線が83%を占め、更にその58%をラドン(及びトロン)が占めるという状況が1982年の国連科学委員会(UNSCEAR)報告書で明らかにされた。

欧米ではオイルショックを契機にしたエネルギー節約運動により住宅の気密性が高まり、換気率が減ったこと、敷地の土、岩石からのラドン放散率が高いこと、などが原因で屋内ラドン濃度が高くなった家屋が多数観察された。米国ではウラン鉱山の廃石を宅地造成に用いたためにその地区的家屋内ラドン濃度が異常に高くなつた例が発見されたこともあり、それがこの話の発端である。

わが国でもラドン研究の歴史は古いが、一般家屋内のそれについては、1982年～83年の時点で「日本家屋には放射能は含まれず、ほぼ完全な換気状態と考えて良かろう。従って屋内外のラドン濃度は等しいと仮定できよう……云々」とする見解が多く、一般家庭のラドン濃度については測定するまでもない、と考える風潮が強かった。しかし、1982年UNSCEAR報告書を機として積極的な活動がはじまった。しかし、今のところすぐに対策を必要とするような高濃度のものは見られ

ないようである。

一般環境内におけるラドンによる被曝線量と、その健康リスクに関しては多くの問題が残されており、この解説にもあるように今後の解明が待たれる。

屋内ラドンによる肺癌のリスクに関しては詳細な検討が行われており、それによれば「多くの国で肺癌の主因はシガレット喫煙と考えられているが、無視できない割合がラドン被曝によることが示された」ということである。米国ウラン鉱夫を対象とした疫学調査では、ラドン被曝と肺癌発生との関係は喫煙によって大きく影響されることが明らかに示されている。喫煙以外の肺癌誘発要因とラドンとの相関関係については全く解析がされていない。

高レベルの屋内ラドン被曝集団における肺癌についてノルウェー等でパイロット疫学調査が開始されている。これまでの散発的に行われた小規模の調査では、屋内ラドン濃度と肺癌発生率とは相関していないという報告が散見される。充分にコントロールされた動物実験と、疫学調査が待たれる所以である。

<ラドン・ミニ知識>

ラドンは無色・無味・無臭の不活性ガスで、ラジウムが壊変（原子が α 線・ β 線・ γ 線等を放出して別の核種に変わる現象）して出来たもの。ラドンの中でウラン系列から生じたラドンをラドンと呼び、トリウム系列から生じたラドンをトロンと呼んで区別しているが、両方を含んでラドンと言うことがある。

ラドンはポロニウム→鉛→ビスマス→ポロニウム→と次々に壊変し、この壊変系列の中で短寿命の放射性核種を総称してラドン娘核種と言う。

「放射能を表す単位」には、ベクレル (Bq)、キュリー (Ci)[☆] があり、「照射（暴露）量を表す単位」に、Bq hm^{-3} 、ボテンシャル α エネルギー被曝 (J hm^{-3})、WLM (作業レベル月) がある。また、「放射能濃度を表す単位」として、WL (ワーキング・レベルまたは作業レベル)、 $pCi l^{-1}$ その他がある。

WL、WLM は鉱山労働者の作業環境・条件に合わせて設定された単位であるから、一般居住環境で用いるときは注意が必要である。

☆：1975年の国際度量衡総会で放射能の単位としてベクレルが採択され、

今後は漸次ベクレルに換算して表示することになっている。

(放医研環境セミナーシリーズ No.15 から)

(Yo)

* * * * * * * * * *
* 技術と経験に基づいた *
* 精度の高い各種検査を行います *
* * * * * * * * * *

【臨床検査】

血清学的、血液学的、病理学的、寄生虫学的、
生化学的、微生物学的、生理学的・・・各検査

【公害検査】

水質、土壤、食品、底質、汚泥、体液、大気・・・

株式会社 血液研究所
(財) 体質研究会 血液研究所

〒606 京都市左京区一乗寺大新聞町26

TEL (075) 781 - 7118 (代)

環境と健康 ーリスク評価と健康増進の科学ー
Vol.3 No.2 (隔月刊) 1990年 3月31日発行

編集・発行 財団法人 体質研究会

編集人 菅原 努

発行所 〒606 京都市左京区田中門前町103-5

バストゥールビル5F

財団法人体質研究会

TEL (075)702-1141 FAX (075)702-2141

HEALTH RESEARCH FOUNDATION



漢方製剤 “地竜エキス・912” の服用ご希望の方へ

ジリュウ（地竜）は日本薬事法で認められている”医薬品”のひとつで、風邪薬に配合されて広く用いられています。”地竜エキス・912”は中国西安の第四軍医大学王克為教授が開発したもので、従来のジリュウとは異なりある種の抗腫瘍効果が報告されています。

本財団は、”912”の抗腫瘍効果、および化学治療や放射線治療の効果を増強する作用を日中共同で研究するために、化学者、基礎医学者および医師から成る試験研究班を組織しています。”912”研究班は、厚生省から”試験研究用医薬品”として輸入することの許可を得、文部省、（財）日中医学協会の助成もいただいて、細胞、動物および臨床試験を行っています。

この2年間の臨床観察によると、副作用は無く、疼痛軽減、食欲亢進、状態の改善などが認められています。

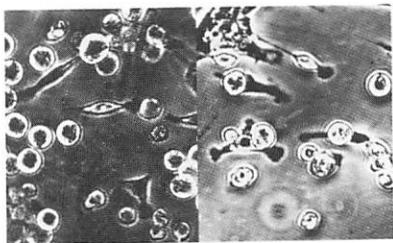
治療中および治療後の方で、この研究に協力して服用なさりたい方はお申し出下さい。試験研究班の医師を通じてお渡し致します。なお、詳しくは下記の研究班代表にお尋ね下さい。

“912”研究班代表
鍵 谷 勤

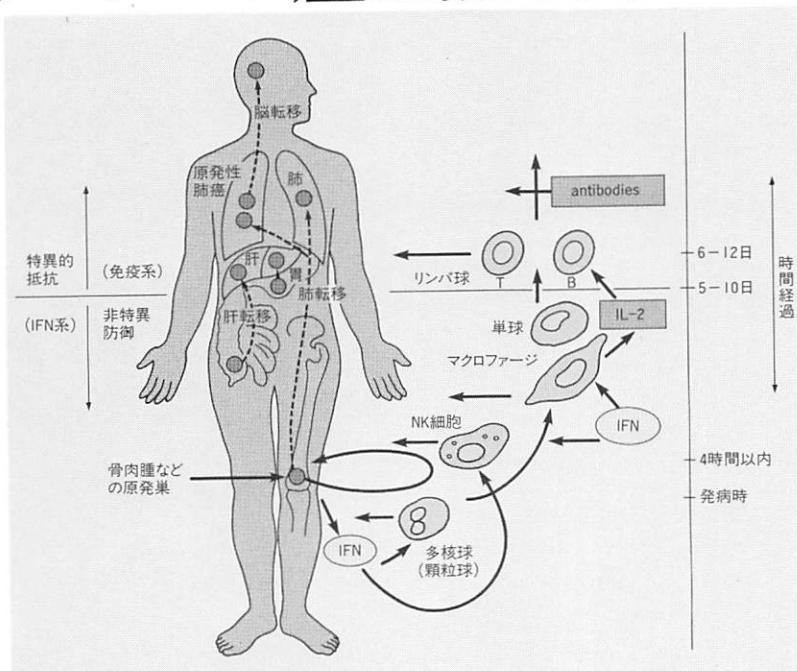
財団法人 体質研究会
理事長 菅原 努

〒606 京都市左京区田中門前町103-5
パストゥールビル5F
TEL (075) 702 - 1141
FAX (075) 702 - 2141

ボンナリネ BON-NARINE



インターフェロン産生能を高めるボンナリネ



発病(腫瘍・ウイルスなど)後時間経過と生体内防御機構に活躍する諸細胞と諸因子との関連性
出典:岸田 純太郎:Interferon、日本医師会雑誌93-8、付録、臨床医のための免疫科学

人間の体には元来、できたばかりの癌やウイルス感染症といち早く戦う生まれながらの仕組みが備わっていることが判ってきました。この仕組みが正常に働いて、癌、ウイルス感染症、成人病などを自然に治せた人は幸運ですが、この仕組みが正常に働かない場合に癌などが進行して行くのです。

この仕組みによって造り出され、種々の病気と戦うのがインターフェロン(IFN)という物質です。しかしこのインターフェロンという物質を体の中で造り出す能力には個人差があります。ボンナリネはこの能力を高めます。



研究指導 財団法人 京都パストゥール研究所
発売元 財団法人体質研究会

(財)京都パストゥール研究所では「ナリネ菌」と健康の関わりを解明する研究が進められています。

(財)体质研究会では、健康増進を目指し、種々の研究活動を行っています。

財団法人 体質研究会
Health Research Foundation