

環境と健康

リスク評価と健康増進の科学

Vol.1 No.3

May,

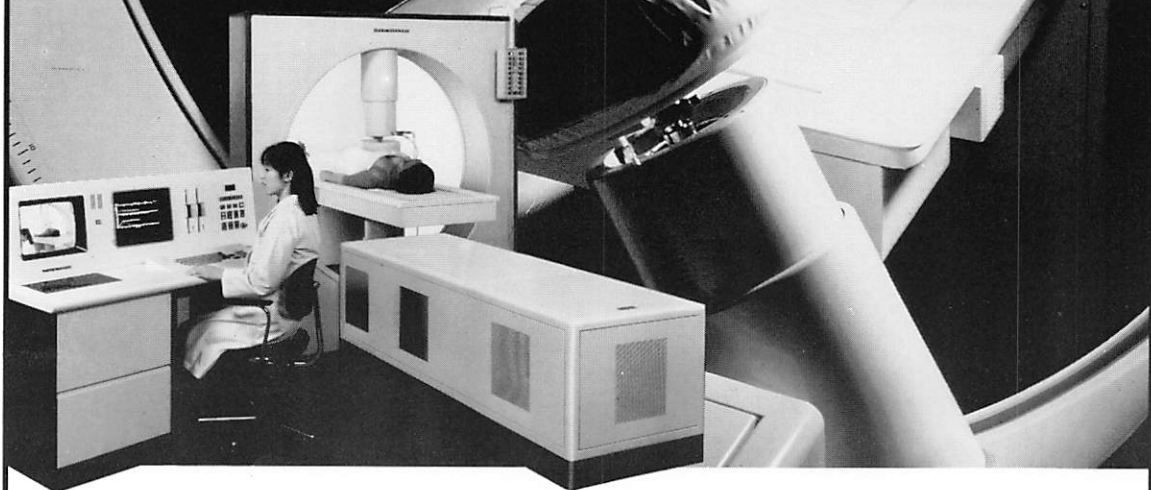
1988

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ラス^{*}(Overlay Bolus)を採用したダブルボ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. 1 No. 3 May, 1988

目 次

(1) ミニシンポジウム

「リスク・パーセプションの時代的・文化的背景」(2)

- ・リスク評価・リスク認識とコンピューター 小林 定喜 1
- ・ハイパーサーミア・代替法をめぐって 菅原 努 13

(2) 調査報告：放射線リスクとその認知(3)

7. 放射線リスク評価の現状と見通し

- 1. 原爆線量再評価 20
- 2. 一回照射と分割照射 23
- 3. 遺伝リスクの取り上げ方 25
- 4. 速中性子の線質係数について 27
- 5. 医療被曝の取り扱い 28
- 6. 生物学的考察 29
- 7. ICRPの考え方 30

(3) 脳老化の制御をめざして

- ・アルツハイマー型痴呆と二次性痴呆の画像解析 松澤 大樹 32
- ・知的健康度評価のための血清・髄液神経伝達物質
 関連酵素活性の測定 中村 重信 33

(1) ミニシンポジウム

「リスク・パーセプションの時代的・文化的背景」(2)

リスク評価・リスク認識とコンピューター 小林 定喜

1. 放射線リスク推定コード

まず最初に放射線によるリスクを算定するコンピュータのコードがいまどういふふうになっているかということをご説明致します。

放射線の健康リスクの算定には、被曝線量とリスク係数とが必要になります。個人に着目したリスク計算はこの2つの数値が得られていれば比較的簡単にできるのですが、集団についての計算は相当複雑で、コンピュータの助けが必要となります。現在、世界各国で放射線による健康リスクを算定評価するためのかなりの大がかりなコンピュータコードが幾つか開発され、実用に供されています。例えば、米国EPAのCRRIS、英国NRPBのMARCコードなどです。

この2つのコードの構成を図解して図1に示しました。左側の欄の下に図の説明を示してあります。環境から受ける線量を計算するコードが半円、人体の各器官に与える線量を計算するコードが四角形、例えば発ガンなどの人体への影響を計算するコードが下向きの白抜きの半円です。これらに加えて、健康リスクを評価するのに必要なリスク係数を計算するためのコードと、健康リスクを経済的なコストに換えるコードとがあります。

これらを組み合わせて、EPAのCRRISコードや英国のMARCコード、これは英国ですでに5年ほど前に作られたものですが、構成されています。日本でもこの種のコードがないといろいろ困ることがありまして、常々、外国コードの借用・導入ではなくて自前で整備しておきたいと思っておりますが予算がなかなかいただけず、先送りになっております。

表1に主としてアメリカのコードですけれども、線量の計算だけをするコードで現在使われているものの例を示してあります。環境線量コードと一口に言っても、大気に放出される場合、海に出てくる場合、外部線量として受ける場合、内部線量として受ける場合、というように計算するコードは別々に多数あります。それぞれのコードがけっこう複雑で大きく、1回走らせるのに数百万円かかります。

この種のもので国産のものとしては、原研が作成したSPEEDIというコードがあります。これは原子炉事故による放射能放出に際しての線量を計算するコードですが、純国産としては唯一のものでしょう。他はいずれもアメリカ、イギリス、ヨーロッパ製のものをそのまま、あるいは移植して使っているという状態です。つまり、こういうソフトの製作はお金がかかる、しかし必要であるということが、なかなか理解されないのです。自分で作らなくても他国から買えるものならば買ってあげればいい、という考えです。しかし、買えるものはもう古いものです。例えば、MARCコードにしてもCRRISコードにしても、もっと最新版を向こうは用意しているのですけれども、それは出してくれないわけ

です。

このようなコードを使いますと、被曝線量は何レムであるとか、金額として何円の損害であるとかいう数字がバツと出てくるようになってきているわけです。この結果だけ見ると、なるほどとみんな感心するのですけれども、その中身をよく見ていきますと、実は問題がたくさんあります。例えば、健康影響のコードについていいますと、個々の発ガンの線量反応関係の曲線の傾きがかなり適当なところで決めてありまして、全部足したときの幅が非常に大きい、とか、あるいは、この基になる生物学的、社会学的パラメータなどのデータベースが必ずしもちゃんとできていない、といったことがあります。

さて、リスク認識研究にコンピュータを応用するときにはどういうことを考えたらよいのでしょうか？ 被曝線量やリスク係数は、ある明確な数値で表現して、取り扱うことができ、したがって、容易にコンピュータにかけることができます。しかし、リスクの認識といったような事柄は、本来「人間的な」「あまり明確でない」概念を扱うので、そのままではコンピュータにかけれられません。何とか定量化、数値化しなければなりませんので、例えば図2に示しましたような方法で数値化します。

横道にそれますが、同様な方法を実は私達は既に「リスク尺度」で採用しております。即ち、種々の職業上のリスクについてその大きさを 10^{-9} から 10^{-8} までの目盛りにしてその頻度を目盛ってみますと、 10^{-4} くらいのところを中心にして分散しておりますので、職業上のリスクは中央値として4という指数の値で表すこととしております。

このように数量化した結果を用いてリスク認識の問題をなんとか、コンピュータで取り扱うことができますが、このようなやり方は実はかなり無理押しの強引な方法であると思われれます。

われわれは言葉を用いて考え、判断しているのですけれども、この言葉の中身が画一的なものではなく、ニュートンがゴッドと言ったときにほかの人と意味が全然違っているというようなこともあるわけです。数量的な判断、あるいは認識を表す言葉に関しても同様なことがあります。図3でその例をお目にかけます。

図3の表は、原子力発電所が事故を起こすというようなときに、NEVER（決して起こらない）というのはどのくらいの割合のことをみんなが思っているのか、NOT UNUSUALLY、PROBABLY（おそらく起こらない）ではどうか、という具合にアンケートで調べてみた結果です。ALWAYS（常に起こる）とか、NEVERというようなときには比較的固まっていますが、それでもNEVERといっても5%くらいは起こると思っている人が多いのです。ALWAYS（常に起こる）とは80%台と理解されています。

右のテーブルは、「重要である」とか「経済的である」という表現についての調査結果です。こういった形容詞の受け取り方というものはほとんど意味をなさないくらいバラついていることがうかがえます。

右側は近畿大学の学生、左側は放医研の研究者を対象にして調査した結果です。研究者の方が比較的まとまっておりますが、その理由は判りません。このように言葉というもの

は定量化するのが非常に難しいのですが、議論は言葉で行うものですから、食い違うことになるのは当然ではないか、と思われまます。

阪上 右側は言葉だけではなくて、内容の受け取り方がやはり多様じゃないですか。

青山 英語で出しているんですか。

小林 いいえ、もとは日本語で、それに対応する英語をつけて示しました。外国の学会に発表した時はその英語版の方を使いました。

JUDGEMENTのほうは言葉の受け取り方がどうこうというだけではなくて、実際自分が原子力発電をエコノミカルに思っているかどうかというのに幅があるんじゃないですか。

小林 この場合は原子力発電ということにはふれないで、言葉だけの問題として設問しております。「原子力発電をeconomicalと思うか」という設問は、全く別の調査になりまして、これに対してyesと答えた時、その内味に実はかなりの幅がある、ということ、ここで申し上げたわけです。

横路 これは文系の学生ですか、理系の学生ですか。

小林 理系の学生です。形容詞の使い方を定量化しようと思うと、放医研の研究者でもやはりずいぶんバラついています。ただ、学生のほうがバラつきが大きくなっています。

阪上 例えば、GOODというときに50%から100%の間にありますね。50%というのはどういうことですか。

小林 「100%完全に良いとは思わない。しかし「ある程度良い」と言える。その程度が50%位である。」という意味である、ということです。

阪上 原子力発電を抜きにして聞くときには、どういう聞き方をするんですか。

小林 「何かを良いとか悪いとかいうときには、あなたはどのくらいのパーセントで良いと思っているか」というふうには……。

このように言葉による数量的概念は人によってバラついているのですが、こういう状態をうまく取り扱う方法として一つ考えられるのが、「fuzzy (あいまい)」理論の応用です。これは1965年にカリフォルニア大学のZadeh教授が提唱した理論で、「人間を含むシステムは機械的なシステムとは異なり、本質的に“あいまいさ”を含んでいるので、人間故のあいまいさを数学的に取り扱える手法が必要であり、このような手法によって初めて人間をも含むシステムのモデル化が可能となる」という考え方に基づいています。

自然科学は本来人間のもつ主観性をできるだけ排除していったって客観化しようということを目指しているもので、このあいまい理論は本質的にいままでの科学的な考え方とは反するものであり、なかなか受け入れられずに来ておりました。最近になって、これを応用すると非常にうまくいく場合があるということで、理論の研究が次第に盛んになり、更には

仙台の地下鉄の運行、あるいはエレベーターの自動運転への応用などの実用化も行われるようになってきております。1984年の頃は、「あいまい理論などというあいまいなことは」とみんな笑っていたのですが、ここ3、4年の間に一挙に進展しました。

普通のコンピュータは1か0という方式に基づいてコードを書きますので大変に長くなり、大きなコードで大型コンピュータあるいはスーパーコンピュータを要するような場合に、fuzzy理論を使うと短くなって、普通のコンピュータで使えるようになる、というように伺っております。

2. 化学物質リスク推定コード

「あいまい理論」はさて置きまして、通常のオーソドックスのより方でやっていく仕事も一方でどんどん増えています。次に紹介するRisk Analysisの論文“Computerized Estimates of Potential Occupational Health Risk Due to Chemical Exposure”はその1例で、アメリカのNational Institute for Occupational Safety and Health（国立職業安全健康研究所）が、化学物質のリスク推定のために開発したコンピュータプログラムに関する報告です。

1972年にアメリカでどういう化合物が普通の職業環境に現れてくるかについてNational Occupational Hazard Surveyという調査が実施されました。一方、Registry of Toxic Effects of Chemical Substancesとしての国際的なジャーナルに出ている45,156種の化学物質についての31種の試験動物と26の投与形態による毒性のデータが収録され、この2つがデータベースとして使われております。

毒性そのものとして何を考えるかについては、毒性のエンドポイントが7種類に分類され、hazard risk indexを指標として用いております。

実際の例を表2に示してあります。このコンピュータコードを使うと何ができるかと申しますと、ある化学物質の名前をインプットすると、その化合物は全体の中でどのくらいの危なさに位置するかという順位づけ、それに曝露されている人数、関連する職業などがアウトプットされます。もう1つの使い方としては、逆にある職業を指定しますと、その職業がいろいろな職業の中で何番目に危ないか、そこにどんな化合物がどのくらいあるか、その他のリスク源として何があるかということが示されるわけです。

表2は化合物についてのアウトプットの例が示されています。数字の8は化合物の番号で、21は1,721種の化合物中におけるhazard risk indexで表した時の危なさの順位です。Formaldehydeは21番目に危ない、それに曝露されている人が10,907人いる、そのうちコントロール可能なものが48%で、1日4時間以上Formaldehydeに被曝している人の数は8%くらいである、というようなことがこの表に示されております。

表3の「SIC 28」は職業コードで、「CHEMICALS AND ALLIED PRODUCTS」を示します。これは非常に広い職業と関連していて、ここで扱っている1,721種の化合物中この職業に関連する化合物が1,161あり、危なさの程度は5番目であることが示されています。

表8に職業分類が書いてあります。コード番号として13から89まであります。この番号

と対照させながら、表4 を見てみますと、ちょっと注目したいのは73番目の職業、即ち、「広告、清掃、研究などのサービス業」です。また、当然といえば当然のことですが、皮膚や目の刺激という点で一番危ないのは80番の医療関係の職業です（表5）。表6の変異原性／催奇形性については28番の「化学物質生産」が一番危なくて、次いで80番の「医療関係」、3番目は72番の「サービス業（クリーニング）」、次いで73番の「その他のサービス業」ということとなります。表7の発ガン性等については一番危ないのがやはり28番の「化学物質生産」、次いで89番の「その他のサービス（建築、会計）」ということです。

菅原 原子力発電はどうなんですか。

小林 原子力発電はこの分類項目(Cheical and Allied Product)に属しません。もちろん、原子力産業の中でもケミカルはずいぶん使っていますから、それをもっと細かい職業区分で検索することはできるようになっているようです。

図1 放射線による健康リスクを算定評価するためのコンピュータコードの代表例






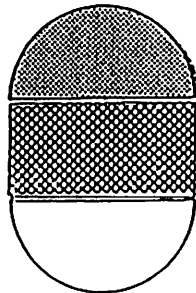
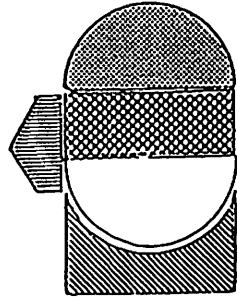
	米国環境保護庁 (EPA-CRRIS)	英国放射線防護局 (NRPB-MARC)
線量評価	主要核種全てを網羅。 全サイト対象、気象条件、地形、その他サイトの特殊条件を取り入れている。	主要核種全てを網羅。 全サイト対象。
生物影響リスク	リスク係数は主として研究所の値による。	部分的に自研究所のデータを採用。
プログラムの特徴	サイト毎、全核種の迅速な線量評価。緊急時モニタリングデータのフィードバックによる線量予測。	経済因子、特に各種の防護対策について、その利得、コスト、影響範囲等を指示する実務的プログラム。
環境線量評価  器官被曝線量評価  健康リスク評価  経済(コスト)評価  生物影響評価 リスク係数 		

図 2 正規分布を利用した間隔尺度のいろいろ

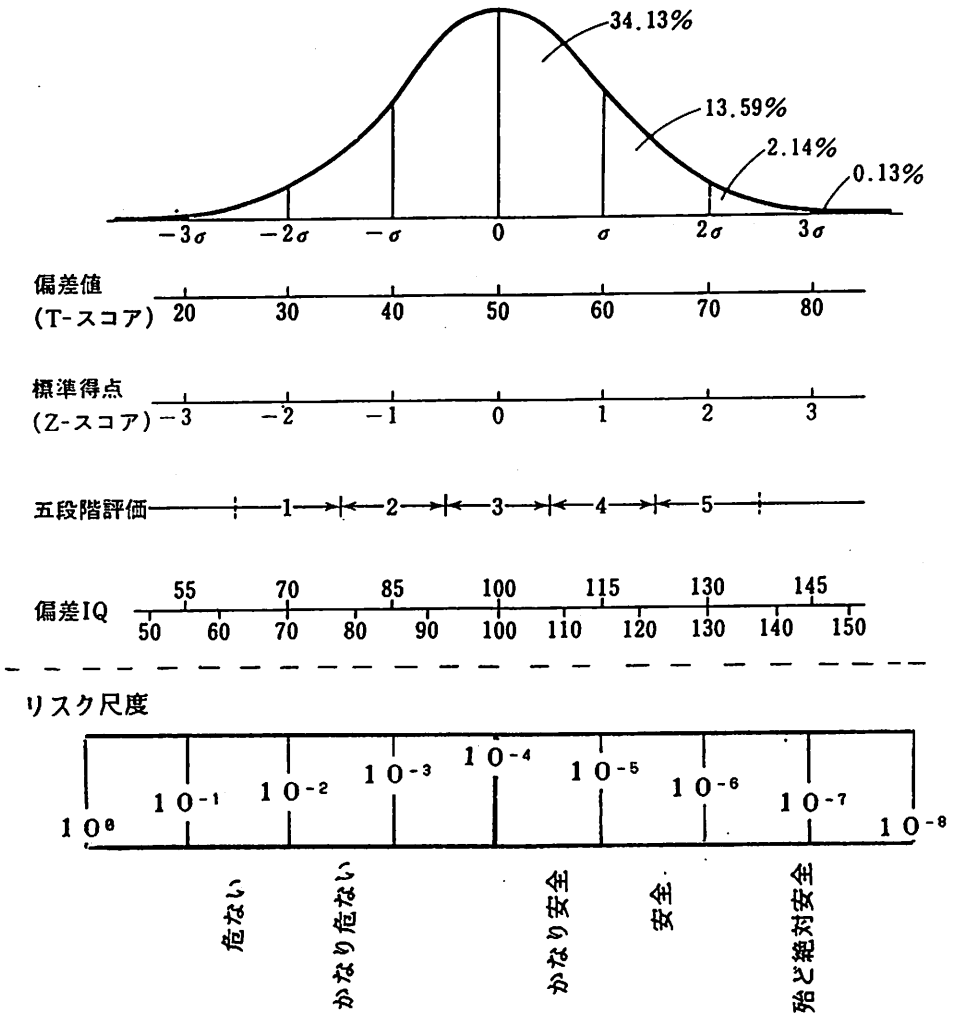


图 3

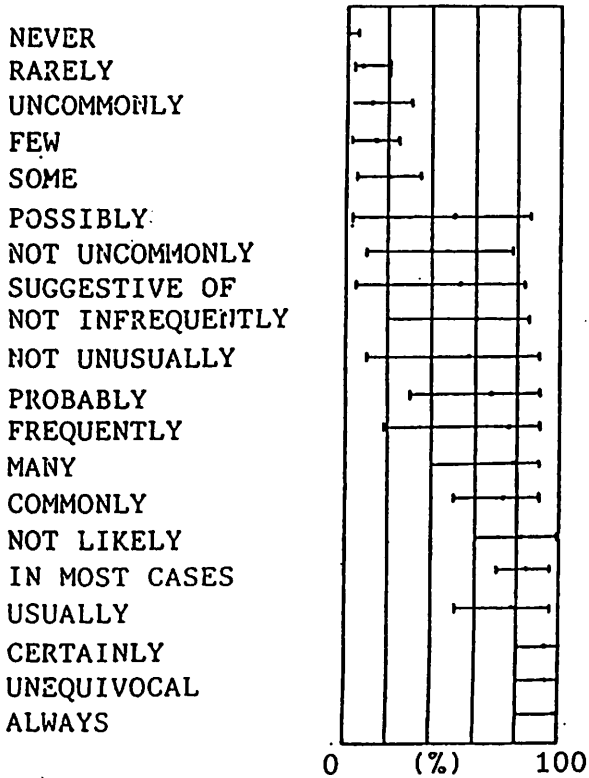


Fig. 3-A
 FREQUENCY PERCEPTION
 National Institute of Radiological Sciences (25 scientists)

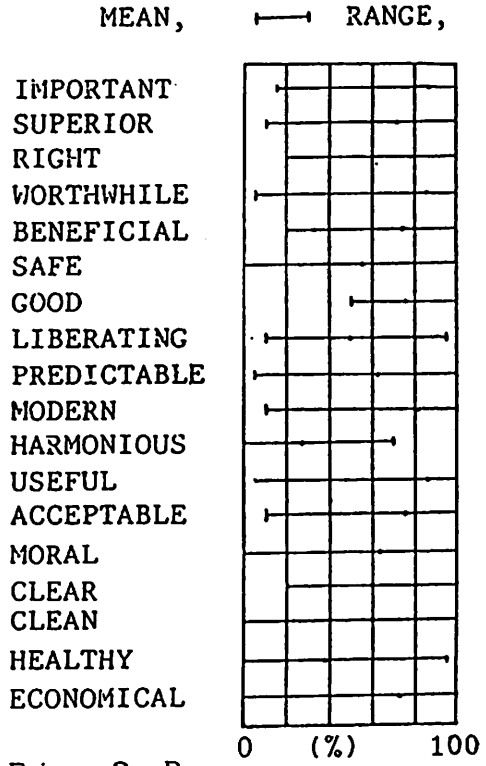


Fig. 3-B
 JUDGEMENT ON THE USE OF
 NUCLEAR ENERGY
 Kinki University (40 students)

表 1 環境被曝評価用計算コード

		(1)放出の方法		(2)大気放出									(3)海洋放出						(4)外部被曝線量			(5)内部被曝線量				(6)リスク									
		連続放出	間欠放出	大気拡散	乾性沈着	降水沈着	再浮遊	同位体希釈	食物連鎖	気象指針への適合	クラウドアース量	浸漬線量	地表外部被ばく	吸入被ばく	経口被ばく	海洋拡散一次元	海洋拡散二次元	波動場	海底土吸着	海底土の移動	食物連鎖	外部被ばく	内部被ばく	海岸砂	漁網	平板	吸入摂取	ICRP肺モデル	経口摂取	代謝ICRP Pub. 2	吸入ICRP Pub. 30	年齢依存			
大気ば放く出線に並係評る価	AIRDOS-EPA	○		○	○	○		○	○		○	○	○	○																					
	ANDOSE	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○																					
	KR85G	○		○	○				○	○	○																								
	ORION	○		○	○	○		○	○	○			○	○																					
海被洋ば放く出線に並係評る価	BEACH-III	○													○					○	○	○													
	FETRA-PNC	○														○	○	○	○																
	MARINRAD	○														○		○	○	○															
外線部並被評曝価	GAMSAND																						○		○										
	GAMNET																						○	○											
	BESTSAND																						○	○											
	BETNET																						○	○											
内線部並被評曝価	ACROS																									○	○	○	○	○	○	○	○		
	INREM-II																									○	○	○	○	○	○	○	○		
	RADRISK																									○	○	○	○	○	○	○	○	●	

表2 化学物質リスク推定コードのアウトプット例 (化合物名インプットの場合)

```

AIRI Calculation based on HRI Trial 02 Run 01      RTECS Date 01/81      NOHS Date 07/80
                                                    Date: 08/31/82      page 1

Multipliers for:  AT-1  CAR-1  ETA-1  HUT-1  NEO-1  PI-1  TER-1  TFX-1  NEO OPTION= YES
Constants for:    AT-0  CAR-0  ETA-0  HUT-0  NEO-0  PI-0  TER-0  TFX-0  CAR OPTION= NO
SEQ#             8      LF8925000/33640      Formaldehyde

HRI SEQ= 21 · HRI-2.223  PFS-10907  PEN-545569  PC-48  PFT-08  AIRI-136.337
    
```

Fig. 2. Example Adjusted Hazard Risk Index (AIIRI).

表3 化学物質リスク推定コードのアウトプット例 (職業コードインプットの場合)

```

IRI Calculation based on HRI Trial 02 Run 01      RTECS Date 01/81      NOHS Date 07/80
                                                    CENSUS OPTION=YES   Date: 09/01/82   page 1

Multipliers for:  AT-1  CAR-1  ETA-1  HUT-1  NEO-1  PI-1  TER-1  TFX-1  NEO OPTION= YES
Constants for:    AT-0  CAR-0  ETA-0  HUT-0  NEO-0  PI-0  TER-0  TFX-0  CAR OPTION= NO
SEQ#             5      SIC 28      CHEMICALS AND ALLIED PRODUCTS      IRI = 224.829

NUMBER OF CHEMICALS = 1162      +/- 1.529
    
```

Fig. 3. Example Industrial Risk Index (IRI).

表4 結果の例示 産業リスクのリスト (急性毒性)

SIC ^a	# Chemicals ^b	% Workers potentially exposed		% Potential exposures controlled		% Potential exposures more than 4 hr/day	
		(avg.)	(range)	(avg.)	(range)	(avg.)	(range)
28	1079	1.2	0.0-29.2	47.0	0.0-100.0	0.7	0.0-85.0
80	634	1.3	0.0-53.4	9.4	0.0-100.0	0.3	0.0-100.0
55	184	3.5	0.1-31.1	3.7	0.0-100.0	0.0	0.0-0.0
72	182	3.1	0.1-18.5	1.8	0.0-67.0	0.3	0.0-46.0
73	316	1.9	0.1-29.1	34.4	0.0-100.0	0.0	0.0-0.0
65	113	3.7	0.1-33.9	1.4	0.0-80.0	0.0	0.0-0.0
79	224	2.0	0.0-20.1	3.1	0.0-100.0	0.0	0.0-1.0
45	315	1.5	0.0-25.5	10.6	0.0-100.0	0.2	0.0-36.0

^aSee Table VIII for definition of SIC codes.

^bThere are 1594 chemicals in the model, which animal studies indicate are acutely toxic.

表5 結果の例示 産業リスクのリスト (皮膚・眼の刺激)

SIC ^a	# Chemicals ^b	% Workers potentially exposed		% Potential exposures controlled		% Potential exposures more than 4 hr/day	
		(avg.)	(range)	(avg.)	(range)	(avg.)	(range)
80	184	2.6	0.0-53.4	10.9	0.0-100.0	0.7	0.0-100.0
55	106	4.2	0.1-31.1	2.7	0.0-59.0	0.0	0.0-0.0
28	362	2.0	0.0-29.2	47.6	0.0-100.0	1.0	0.0-85.0
72	90	3.9	0.1-18.5	2.6	0.0-67.0	0.5	0.0-46.0
79	109	2.8	0.0-17.2	4.5	0.0-100.0	0.0	0.0-0.0
65	65	4.3	0.1-33.9	1.2	0.0-80.0	0.0	0.0-0.0

^aSee Table VIII for definition of SIC codes.

^bThere are 483 chemicals in the model, which animal studies indicate are skin and eye irritants.

表6 結果の例示 産業リスクのリスト (変異原性/権奇形性)

SIC ^a	# Chemicals ^b	% Workers potentially exposed		% Potential exposures controlled		% Potential exposures more than 4 hr/day	
		(avg.)	(range)	(avg.)	(range)	(avg.)	(range)
28	182	1.2	0.0-29.2	49.7	0.0-100.0	1.2	0.0-60.0
80	119	1.3	0.0-46.7	14.8	0.0-100.0	0.0	0.0-1.0
72	30	2.7	0.1-12.1	2.5	0.0-50.0	0.0	0.0-0.0
73	63	1.2	0.0-11.8	30.7	0.0-100.0	0.0	0.0-0.0
62	7	14.4	0.0-29.0	0.0	0.0-0.0	0.0	0.0-0.0
79	44	1.6	0.0-14.9	1.6	0.0-50.0	0.0	0.0-0.0
75	6	4.8	0.5-22.6	0.0	0.0-0.0	0.0	0.0-0.0

^aSee Table VIII for definition of SIC codes.

^bThere are 261 chemicals in the model, which animal studies indicate are mutagenic and/or teratogenic.

表7 結果の例示 産業リスクのリスト (発がん性など)

SIC ^a	# Chemicals ^b	% Workers potentially exposed		% Potential exposures controlled		% Potential exposures more than 4 hr/day	
		(avg.)	(range)	(avg.)	(range)	(avg.)	(range)
28	228	1.2	0.0-29.2	41.3	0.0-100.0	1.0	0.0-85.0
89	13	10.2	0.8-32.7	2.4	0.0-31.0	0.0	0.0-0.0
81	2	65.0	65.0-65.0	0.0	0.0-0.0	0.0	0.0-0.0
62	13	8.4	0.4-51.5	0.0	0.0-0.0	0.0	0.0-0.0
80	115	1.3	0.0-46.7	12.1	0.0-100.0	0.0	0.0-0.0
79	51	1.9	0.0-14.9	3.4	0.0-100.0	0.0	0.0-0.0
55	42	2.5	0.1-11.5	0.8	0.0-35.0	0.0	0.0-0.0
45	80	1.5	0.0-15.9	11.9	0.0-100.0	0.0	0.0-1.0
13	58	1.8	0.0-16.6	26.2	0.0-100.0	0.0	0.0-50.0
32	93	1.2	0.0-20.6	22.1	0.0-100.0	1.6	0.0-61.0

^aSee Table VIII for definition of SIC codes.

^bThere are 333 chemicals in the model, which animal studies indicate are carcinogens, equivocal tumorigens, and/or neoplastigens.

表8 モデルに含まれる産業の分類とコード番号

SIC Code	Title
13	<i>Oil and Gas Extraction</i> —Activities contained within this code are crude petroleum and natural gas, oil and well drilling and field services.
28	<i>Chemicals and Allied Products</i> —Activities contained within this code are the production of cyclic intermediate and crudes, pigments, organic/inorganic chemicals, plastics, synthetic rubbers, cellulosic fibers, pharmaceuticals, soaps, polishes, surface active agents, sanitation goods, paints, inks, and agricultural chemicals.
32	<i>Stone, Clay, and Glass Products</i> —Activities contained within this code are the production of flat glass, pressed or blown glassware, hydraulic cement, structural clay products, brick, pottery, concrete, gypsum, abrasive products, and asbestos products.
45	<i>Transportation By Air</i> —Activities contained within this code are certificated and noncertificated transport of passengers or freight, the operation and maintenance of flying fields, and handling of air freight or passengers at airports.
55	<i>Automobile Dealers and Service Stations</i> —Activities contained within this code are new and used vehicle dealers, including on-site repair and maintenance facilities, and gasoline service stations, including auto repair operations.
62	<i>Security, Commodity Brokers, and Services</i> —Activity contained within this code is the operation of brokerage offices, including related clerical operations.
65	<i>Real Estate</i> —Activities contained within this code are the rental, buying, and management of real estate. Included are the operation and maintenance of residential and commercial buildings.
72	<i>Personal Services</i> —Activities contained within this code are laundries and dry cleaning facilities, including clothing and fabric dyeing.
73	<i>Miscellaneous Business Services</i> —Activities contained within this code include advertising agencies, janitorial, maintenance, and housekeeping services, research and development laboratories, and miscellaneous business services such as business and statistical consultants.
75	<i>Auto Repair, Services, and Garage</i> —Activities contained within this code include the repair, rental, and storage of automobiles owned by the general public.
79	<i>Amusement and Recreation Services, Not Elsewhere Classified</i> —Activities contained within this code include the operation of bowling alleys, amusement parks, golf and country clubs, and miscellaneous operations such as athletic clubs and carnivals.
80	<i>Medical and Other Health Services</i> —Activities contained within this code include the operation of physicians' offices, hospitals, sanatoria, and rest homes. Also included are miscellaneous services such as blood banks and therapists.
81	<i>Legal Services</i> —Activity contained within this code includes the operation associated with legal offices and their clerical work.
89	<i>Miscellaneous Services</i> —Activities contained within this code include architectural and engineering services, engineering research, and accounting and bookkeeping services.

私が最近手がけているハイパーサーミアと代替法という2つの研究のことを考えながら日米間にこの問題に対する違いというのを検討してみよう、ということですが、代替法というのがその点では一番面白いと思うんです。

動物実験をやめようという代替法は、英語のAlternatives to animal testingの訳ですが、意味は動物実験反対運動に対して科学者が3つのR(Replacement, Reduction and Refinement)という方針で動物実験を合理的に減らそう、という研究分野です。

ですからスタートはあくまでも反対運動に対応したんですが、わが国にはそういう反対運動というのはいないわけです。ただし、動物に対する何かの気持ちがありますので、各動物実験をやるところではみな動物の慰霊祭というのをやっているわけです。それに対して、国際的な対応で、例えば日本で書いた論文を外国へ出した場合にその点の考慮が十分あるかどうかというようなことが問題になってくる、そうでないと国際的に通用しなくなる、そういうことも含めまして、さらにもっと切実に考えれば、細胞などを使ってやることによって非常に大がかりで長期の動物実験を時間的、経済的に効率化することができるということで、ぼつぼつ皆さんが認めるようになってきました。

二階堂先生に世話役をしてもらって、グループをつくってやっているわけですが、先ほどの神様のいるところで発展した方法を神様のいないところでどうするのか、そういう問題があるわけです。

もう1つは、私はガンの温熱療法をやっておりまして、米国と比べて時間的には若干の食い違いで、ほぼ同じ頃に始めたんですが、私の見るところではわが国のほうが発展が著しいとえます。技術的な開発の進め方でも、また実際の治療の応用ということでも日本では非常に早く取り入れられて、どんどん進んでいる。

その状況を考えてみると、アメリカではそれぞれの部分を高度につくり上げて、それを組み合わせていくという欧米流の開発、それに対しまして、わが国ではなるべく単純な系から試行錯誤を繰り返しながらだんだん精度を上げていく日本流開発、こういうような2つがあるのではないか。日本流のほうがこの問題の解決に対しては大変生きているのではないか、というようなことを感じているわけです。

それをリスク・パーセプションの問題点に取り上げてみたらどうかというと、リスクというのは、やはり非常によく似た輸入概念である。

そうすると、これを日本人がどう受け取っているかというところに問題がある。考えますと、2つの受け取り方ができるわけです。

1つは、数字になると非常に単純に信頼する。「リスクの比較」という表で、100万人当たり1人の死亡と同じリスクであるというので、650kmの飛行機旅行とか、100kmの自動車旅行とか、デンバーに2ヵ月滞在とかとか、いろいろ並べて放射線との比較がしてあります。これはリスク推定したら、その数値の値が同じになるということで、実際の根拠や内容は非常にいろいろなんです、信じやすい人は何となく納得してしまうような気がします。日本人は数値化されてしまうと、非常に客観的なものを見たような気がして信頼するのではないかと。入学試験も、いまは問題になってきましたけれども、点数で出しておけば公平である、1点でも多ければよろしいということで行われている。最近になって、ようやくそういったことの反省が出てきた。

これに対して、確率的な現象だから、そういうものの考え方がわからんといかんというわけです。天気予報がパーセントで出るようになると、天気予報も進歩したとみんな思うでしょうが、あれは降水確率であって、どの地域のことを言っているのか、雲を指しているのか、空を指しているのか、何のパーセントか何も説明がない。よく考えてみたら、実はあいまいである。

よく考えてみたら大変いいかげんな数字であるんですけども、数字が出ると信頼してしまう、そういうパターンが1つあるのではないかと。

それからもう1つは、数がいくら少なくともゼロではない、ゼロではないから絶対安全ではない、それから同じ数値であっても、放射線の場合は自然放射線と人工放射線とは意味が違う、というような勝手な解釈がなされている。

そういう違う2つの立場があるような感じがいたします。

それではわれわれは一体どうしたらいいのか。別に答えがあるわけではありませんが、代替法の例を考える。代替法というのは、先ほどありましたように、本来は動物実験反対から出てきたんですが、私はそれを全く宗教を離れて分解しまして、それには時間的な効率性が非常にあるのではないかと、それから例えば単純な系に移すことによって案外メカニズムがわかったりする、いろんなサンエンティフィックな効用を非常に強調して皆さんに勧めると、日本ではわかっていただいたようなことで、少しずつ同調者が出てきた。そうでなければ、もう1つは外圧を使うことです。「これをやっておかんと、そのうちに外国からえらい目にあいますよ」こう言うと、皆さんが「それじゃ、やらなきゃいかん」ということになるわけです。そういう経験を踏まえて、理屈を日本人に理解しやすい形に

再編成することが必要ではなかろうか、ということです。

具体的にどんなことをしているか思いつくままに考えてみますと、われわれが日常生活や環境でいろいろ経験していることをリスクの目で見直して、それを表してみても、それぞれの人が数値のリスクと自分の感じているものとの間にどのくらいのギャップがあるか。これをパーセプション・ギャップと申しますけれども、こういうものをずっと並べながら、ギャップをなるべく狭めるにはどうしたらいいかというようなことを順次やっていったらどうだろうと思うわけです。これが1つの一般人に対する考え方です。

もう1つ科学者としては、やはりその内容にわれわれ自身が自信をもたなければいけませんということで、そのリスクの数値をわれわれが自分で考えよう。ところが、これもやはり日本人のくせがありまして、一般人から見ると、国際放射線防護委員会が言った、あんたらが言ってもだめだ、国際機関がそう言っているから、それでいいじゃないか、こういうわけですが、あれも突き詰めてみると、われわれにはなかなか合点がいけないものがあるので、まず自分でやって、自分が納得したものを皆さんに理解してもらおうというふうにやったらどうか。

リスク・パーセプションなどというのは全く専門外ですが、勝手なことを言ってみました。昭和59年の「市民と専門家 —— 放射線のリスクをめぐって」という論説にいま言ったようなことを書いております。「われわれも放射線のある分野では専門家であるが、一般から見ればやはり素人である。この立場でリスクを一体どう考えようか。われわれが一人合点をしていてもだめであって、皆さんと一緒に理解していただけるリスクについての表現をし、利用していくにはどうしたらいいか」というようなことを書いておまして、新しいことを考えたつもりでも昔とあまり進歩していないな、ということを感じたわけです。

菅原 先ほどの城阪先生のお話を聞いていてハッと思ったんですが、日本には神様がいないのに、神様が決めたように言わねばならない。それをもってくるときに一体どうしたものだろうか……。「お前の神様が怒っているぞ」と言うのか……。

阪上 日本は神様が多過ぎるんじゃないですか。外国人がくると、「あまり神様が多くて困る」と言う。地藏さんなんかたくさんあるでしょう。「これがみんな神様か」と。そういう点では、神様が多過ぎるんですよ。日本だけがないのではなくて、神は一神か多神かということもやはり人間の心情の中にはあるんですよ。

菅原 向こうの神様は、これとこれとは殺してもいいとか、だれのに使ってもよろしいとか決めてくれているわけですよ。だから置き換えるのが楽なんです。「このネズミは使ったらいかんけれども、代わりにこれを使いなさい」と代替りのものをちゃんと神様はつくってくれているんですね。日本では石までみな生き物で、代替しようと思ってもするものがないんですよ。みな同じなんです。それが非常に困るんですよ。

木下 日本はやはり村の掬みたいなのが神様なんです。

菅原 一番極端な例は、ウサギの目に刺激して反応を見るわけです。それをやったらいかん。それで代替法の1つとして、目玉をくり抜くんです。麻酔をするから、ウサギは痛みは感じない。取ったものにいろいろやるのはかまわん。日本人から見たら、くり抜くほうがずっと……。くり抜いたらモノになって、それが代替になっているというのはどう考えても理解できないんですよ。向こうの人の考える神様をこっちにもってきて理解しようとするのは無理ですから、われわれが考えてサイエンティフィックにやろうとやましているんです。リスクには神様はないんですかね。

木下 アメリカの宗教学者などと議論すると、「リスクには宗教はない」ということなんです。では、宗教とは何か。先ほど先生がおっしゃったように、ある意味では宗教だらけ、神様だらけですね。しかし、彼らから言わせれば、宗教学的立場、学問的立場から「彼は神ではない」と。宗教学で神といえば何かというと、2つの定義があって、まず一神教だということです。それから教義がある。日本では仏教などであれば教義がありますけれども、あれはどちらかということ輸入もので、日本本来なら神道で、神道には教義がないわけです。「日本は八百万の神があり、教義がない。したがって、あれは絶対宗教ではない」というのが宗教学的定義による表現なんです。

そう言われると、われわれは当然ながら反論するわけです。「それはおまえらのほうの立場に立った宗教の定義であって、われわれはそうとは思わん」という話で、土台からけんかなんですよ。日本はそれに代わるものとして、いま言いましたような村の掬みたいものがあるって、皆がいいと言え、極端にいうと、それが神様なんです。だから「ユダヤ人と日本人」を書いた山本さんの表現で言うと、日本教なんです。そういうところがありますから、極端にいうと、皆がこういうふうなものが代替法としていいと言え、それが即ちいいということなんです。

菅原 しかし、このつくった最終的結果が世界に通用しなければいけません。そこが困るんですよ。

木下 その表現方法で、人間が善悪を判断するとき、人類の歴史の中でこうしたらこ

うなったというのを、ある人に命令してもらって判断すると一神教になるし、日本だと天罰とか、因果応報とかいう考えで、過去の歴史をある程度蓄積して、それが伝承されたものがどういう形態で現れるかが西洋と日本と違うだけだと思うんです。それを一神によって命令させるか、それとも天罰とか、因果応報とかいうので、「こうやったら昔の人も困ったんだから、おまえらもこんなことはやらんほうがいいぞ」ということを宗教という形で教えているかというのは同じようなことで、やはり人間というのは経験の産物ですからね。ただ、経験というものが遺伝子の中に組み込まれないんですね。だから自分で全部初めからやり直さなければいけません。過去の経験をショートカットにどうして取り入れるかということが、歴史とか、小説を読むということになっていると思うんです。

横路 私は若いときにボストンに留学しましたが、ボストンというのはやはりイギリスの影響を非常に受けて、私が行った当時の1958年でもって動物愛護連盟があって、日曜日は殺しちゃいかんということだったんです。日本では昔から動物慰霊祭と称して動物をサカナにして一杯飲む。私はアメリカでもそれをやったものですから、ボストンでも「日本にはこういうことがある。やろうじゃないか。どうですか」と言ったら、「動物にはスピリットがないから、そんなことをやってもだめだ」と。

菅原 私がこの前ロータリーでこの話をしたときにお坊さんがおられたので、慰霊祭はお坊さんにやってもらっているわけですが、「それをアメリカ人に「そんなことをしてもナンセンスだ」と言われて、「はい」と下がったのでは日本の宗教家としては成り立たんじゃないか」と言ったんです。殺した動物の慰霊祭をして、われわれの心の中ではちゃんと完結しているわけですね。この問題が向こうと非常に違うんですね。

武田 宗教と信仰というのはちょっと違うんじゃないですか。宗教における教義とそれを信じるということ、それから教義なしでの信仰というのがあるんじゃないかと思うんですね。

例えば、反原発などというのは信仰に近いですね。要するに、ゼロでなければいけないわけです。私のほうでいま食品照射をやってもらっているんですけども、コシヨウをエネルギーの高い電子線で照射すると、放射化が起こるわけです。10MeVでやっていますが、出ないだろうと思っているんです。いまチェックをしているところですが、ついでにコシヨウの中のセシウム137を測ると、ちょっと出るんです。そうすると、将来当然反対運動が出てくる。電子線照射の場合は放射化は起こらない。仮に多少起こったとしても、照射したてのコシヨウを食べる人はありませんから、時間が経てば激減するわけです。しかし、セシウムはずうっと残りっぱなしで、出てくるわけです。われわれはそのと

きどういうふうに話をすればいいかと思っているんです。「照射したコショウを食べても問題はあります。あなた方が問題にするんであったら、むしろセシウム137のほうを問題にしないで。しかも、それをあなた方はもう何十年と使ってきているんですよ。さあ、どうしますか」というふうにわれわれは言いたいと思うんです。ゼロを信仰するなら、さあ、どうだということで逆手に使いたい、というふうに考えているんです。

菅原 反対するのもやはり信仰ですかね。

武田 ゼロでなければならぬというのは根拠がない。

青山 代替のお話とか、そういう意味で、意志と医学の違いとか、そういう問題が出てきているわけですが、放射線の問題でも立場が違っているから対立があって、競争しているわけですね。その解決はどうしたらいいか……。

宗教というのは立場だと思うんですね。西の宗教、東の宗教という立場を離れて、意志という要素に関連して、それがつなぐというふうな発想ですね。そこにさらにもう1つ New Way of thinkingというアインシュタインの感覚を導入することが解決である。これは人間の心理学的な問題だと思うんです。

阪上 そういう点で、核兵器廃絶といっても、心理的には持っているものを捨てるというのはなかなか両国ともやらないんですね。それを何かほかのものに転換して、少しずつ燃やしていくようにして、どっかで貯蔵してやるとか、そういうことを考えないと、持っているものはゴミでも捨てないという心理がある。よそが捨てるまでわしは捨てないといつまでもがんばると思うんですよ。だからどっかで少し薄めて燃やすような道をひとつ医学者に提案してもらって……。

土屋 確かにそうなんですよね。核爆弾を廃絶するといっても、どこへ捨てるんだというところに……。やはり発電燃料かなんかに直して燃やしていく以外に手はないんじゃないですか。

阪上 人間の業を何とかバランスをもって、いいほうにもっていかなければしょうがない。

土屋 AF2でガンができる確率よりも食中毒で死ぬ人のほうが多いんじゃないかと思うんですね。そうすると、どっちがいいのか。特に南方あたりのものは入れているでしょう。そうすると、日本は自分ではやめていて、外国へ出すものには入れたとか言われるけれども、実質的には人の死ぬというリスクからすれば、AF2を入れたほうがずっと少なくなるわけです。だから同じものでも何をリスクと考えるか。そのへんの考え方が非常に大事なんです。

阪上 逃げ道をつくらないと、人間というのは行動しないですよ。“窮鼠 猫を囓む”
で、逃げ道をつくってやると、そっちのほうへ……。

* 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、土壌、食品、底質、汚泥、体液、大気…

【眼球銀行】

財団法人 体質研究会
理事長 菅原 努

血液研究所

〒606 京都市左京区一乗寺大新開町26
TEL (075) 781 - 7118 (代)

(2) 調査報告：放射線リスクとその認知(3)

7. 放射線リスク評価の現状と見直し

7.1 原爆線量再評価

広島・長崎の原爆被爆者の被曝線量について総合的な再評価が行われた結果、1986年3月に個人線量推定のための新しい方法が導入され、これが1986年線量推定方式(DS86)と命名された。この方式と古い方式(T65DR)の差異は次のように要約できる。:

1) DS86空中(FIA)ガンマ線量は、T65DRと比較すると、広島では若干増加するが長崎では減少する。これに対して、中性子線量は両市で減少し、広島では以前の値の約10%、長崎では30%程度になる。

2) 木造の日本式建造物におけるガンマ線の透過係数は小さくなり、平均してみると、広島・長崎それぞれにおいてT65DR値の約51%と59%になる。

3) 以上の結果、10mGy以上に被曝した被爆者の平均DS86総遮蔽kerma(個人遮蔽ガンマ線量及び中性子線量の合計)は、広島・長崎それぞれにおいて、T65DR値の69%と75%に減少する。

本解析は総数75,991人を対象としており、以後この対象集団をDS86サブコホートと呼称する。この中には、大半の人に線量が付与できた遠距離被爆者(59,784人)、並びに近距離被爆者19,387人(T65DRの距離に基づく)、広島では爆心地から1,600m以内、長崎で2,000m以内の被爆者)のうち、そのほとんどが日本式家屋又は長屋内で被曝し、DS86線量が直接算出できる16,207人が含まれている。

本報においては、特に、同一の被爆者集団(DS86サブコホート)についてDS86線量を用いた癌リスク推定値とT65DRを用いて得られた推定値を癌部位別に比較する。このように比較を限定して行うのは、集団の定義の変化により影響を受けないようにして、推定リスクの変化の影響をできる限り直接評価するためである。別の報告書*では、大まかな癌の分類を用いて、T65DR方式から得た結論と今や適切と思われる結論とを比較することが主な目的となっている。したがって、T65DRコホート全体との比較が行われた。また、この報告書では、生物学的効果比(RBE)に関する仮定の影響と、線量反応における非線形性の可能性に重点が置かれている。このようなことから、この報告書に述べられている新線量推定方式による変化は、本報で示すものより若干大きくなっている。

* PRESTON DL, PPIERCE DA: The effect of changes in dosimetry on cancer mortality risk estimates in the atomic bomb survivors. RERF TR 9-87.

D S 86線量とT 65 D R線量のいずれにおいても死亡率の増加が統計学的に有意な10種の癌部位、すなわち、白血病、白血病以外のすべての癌、胃癌、結腸癌、肺癌、乳癌、食道癌、卵巣癌、膀胱（尿路系）癌及び多発性骨髄腫を用いて1950-85年間の癌死亡リスク係数を比較した。過剰相対リスク（1Gy当たり）、絶対リスク（ 10^4 PYGy当たりの過剰癌死亡）、及び寄与リスク（%）の三つのリスク指標を推定した。全体的に見て、遮蔽kermaにおいては、D S 86線量がT 65 D R線量と比較して小さくなるので、これらの指標は予想通り増加する。D S 86方式では、部位別の癌の過剰相対リスクは1.35~1.51倍高くなり、 10^4 人年 Gy(PYGy)当たりの過剰癌死亡数は、1.38倍から1.61倍高くなる。寄与リスクは両方式間で有意な差を示さない（D S 86推定値とT 65 D R推定値の比は0.95~1.08である。）

D S 86方式では、T 65 D Rと比較して特定臓器の平均透過係数は全体的に増加するが、家屋の透過係数は低下する。従って、臓器吸収線量（ガンマ線及び中性子）の場合、家屋及び臓器組織の透過係数の変化は互いに相殺される傾向にあるので、線形線量反応モデルを仮定すると、両線量推定方式間におけるリスク係数の差は遮蔽kermaの場合より小さくなる。D S 86方式臓器吸収線量での 10^4 PYGy当たりの過剰癌死亡数（及びT 65 D Rに対する比）は、白血病2.94(0.95)、白血病以外のすべての癌 10.13(0.73)、胃癌2.42(0.72)、結腸癌0.81(0.83)、肺癌1.68(0.89)、乳癌1.20(1.33)、食道癌0.45(0.92)、卵巣癌0.71(1.11)、膀胱（尿路系）癌0.66(0.81)及び多発性骨髄腫0.26(0.90)である。D S 86臓器吸収線量に基づくリスク係数は、T 65 D R値に基づく係数より全体的に低いことに注意すべきである。しかし、乳癌のリスク係数は、D S 86において、臓器吸収線量レベルでも増加する。付言すれば、D S 86方式では被爆者の被爆時の姿勢と方向が考慮されているが、T 65 D Rでは考慮されていないことに注意すべきである。

癌死亡における広島・長崎の差異はT 65 D RよりもD S 86では小さく、遮蔽kermaと臓器吸収線量のいずれにおいても、もはや統計学的に有意ではない。被爆時年齢、性、被爆後経過時間などの放射線誘発癌の修正要因による影響の程度は、遮蔽kerma、臓器吸収線量のいずれにおいても、両線量推定方式間で変化しない。

D S 86の中性子線量は非常に低いので、広島においてさえもガンマ線量と中性子線量を別々に用いた線量反応解析から中性子のみの効果を測定したり、そのR B Eを推定したりすることには余り意味はない。得られたデータから推定したR B E値の信頼限界はかなり広範囲である。

D S 86では、中性子R B Eの値を、1, 10, 20 と仮定した場合、年齢及び性の影響を補正した臓器線量当量でのガンマ線による 10^4 PYSv 当たりの過剰癌死亡数は、白血

病で2.95, 2.67, 2.40、白血病以外のすべての癌で10.1, 9.41, 8.76、胃癌で 2.63, 2.36, 2.10、結腸癌で 0.76, 0.73, 0.69、肺癌で 1.80, 1.59, 1.42、乳癌で 1.22, 1.00, 0.82である。従って異なる中性子でRBE値を仮定した場合でも、ガンマ線によるリスクに実質的な相違は見られない。T65DR線量では、 10^4 PYSv 当たりの推定過剰死亡は、仮定したRBE値に大きく影響されるので、仮定したRBEが増加するにつれて2方式間の相違は大きくなる。これは、両方式における中性子成分の相対的な重要性を反映している。RBEが10のとき、乳癌、結腸癌、白血病、肺癌及び胃癌の5つの特定の癌では、DS86での 10^4 PYSv 当たりの過剰死亡数の増加は12%（結腸）から 133%（乳房）までの範囲である。

要約すれば、今回の放射線量再評価によって、放射線との関連の認められる癌の部位が変更されることはない。T65DR線量が用いられていたときに存在すると考えられた線量反応における都市間差（例えば白血病など）は、DS86線量ではもはや有意ではない。線形線量反応を仮定し、推定臓器吸収線量を用いると、両線量方式から得られるリスク係数は酷似している。ただし遮蔽kermaに基づくリスク係数は新方式の方が約40%高い。大きなRBE値を仮定すると、中性子線量はT65DRの方がはるかに高いので両方式間の相違は増大する。

7. 2 一回照射と分割照射

低線量反復被曝を受けた診療放射線技師の死亡を調査してきたので、低線量反復被曝の放射線リスクを推定、その結果と比較的低線量の1回被曝を受けた原爆被曝者とを比較し、放射線晩発効果の実体を明らかにしたい¹⁾。

放射線技師の死亡調査の方法は、厚生省に放射線技師籍登録（昭和43年末開始）申請書を提出した診療放射線技師を対象とし、誕生年、昭和8年以前、9～12年、13～25年でsubcohortに分けて、上記申請書に書かれた本籍に基づいた戸籍謄本を利用して死亡調査を行った。昭和61年度に昭和8年以前誕生cohort 4,624名、9～12年誕生cohort 1,362名、13～25年誕生cohort 2,019名、計9,179名の調査が終了した。死因分析は、昭和44年から57年末まで追跡調査して得られた死亡について、昭和50年の生命表及び、死因別死亡率を用い、cohortの年齢構成で訂正して算出した各死因についての期待死亡数を比較した。集積職業被曝線量は、昭和8年以前誕生cohortについて技師会方式で算出した。死因別死亡率と集積職業被曝線量との関連性は、曝露集団・人・年に基づいて、Mantel-Haenszel法による死亡年齢と放射線作業開始年で訂正した分割表を用いる方法で解析した。

調査した9,179名中死亡は343名、全死因についての期待数は447.93でそれより小さいが、5%の危険率で有意でなかった。全ての悪性腫瘍による死亡は観測数137期待数103.58、その差は1%の危険率で有意で、主要部位別にみると、観測数と期待数の比較で有意差は無かったが、脳神経腫瘍で1%、大腸で5%の危険率で観測数が期待数より有意に大であった。

死因別死亡率と職業被曝線量との関連性は線量推定の終了した2,300名について調べ、全死因、全ての癌では線量増加と共に相対リスクが増加し、両者の関連性は統計的に1%、5%の危険率でそれぞれ有意であることが分かった。

そこで診療放射線技師集団（男子のみ）の発がんリスク（絶対リスク）を推定してみると、14年間の追跡で悪性腫瘍による過剰死亡は33.4、平均被曝線量は44rad、従って、絶対リスクは $5.2 \times 10^{-6}/\text{rad}/\text{年}$ となった。原爆被曝者（男子のみ）の被曝後11～13年の白血病を除く腫瘍の罹患でみた絶対リスクは $12.85 \times 10^{-6}/\text{rad}/\text{年}$ であ

る²⁾。従って、診療放射線技師集団のリスクはその約 1/2である。しかしこれは罹患でみているので、死亡でみれば被爆者の死亡リスクも小さくなるはずである。実際、原爆被爆者の被爆時年齢を20~30歳、死亡時年齢を50~59歳としたとき(技師集団のそれと最も近いと考えられる)の絶対リスク(観察期間:1950~78)は $7.97 \times 10^{-6}/\text{rad}/\text{年}$ ³⁾で大差は無かった。勿論、この値は男女の区別が無い値であること、またT65Dに基づいたものであり、DS86新線量に基づく推定値でないことに注意せねばならない。白血病以外の腫瘍罹患に対する相対リスクの男女比は広島で0.67、長崎で0.9(平均0.79)であるので³⁾、男性被曝者の絶対リスクは $6.3 \times 10^{-6}/\text{rad}/\text{年}$ となる。空気中の組織カーマでみた場合のDS86新線量によるリスク推定値は、白血病を除く全癌の場合85%増加と報告されているから⁴⁾、これで補正すると $11.66 \times 10^{-6}/\text{rad}/\text{年}$ となる。

(参考文献)

- 1) Aoyama, T., et al., J. Jap. Assoc. Radiol. Technol. (English Issue) 58-63, 1987.
- 2) BEIR, p.250, National Academy Press, Washington D.C., 1980
- 3) Kato, H., Gann Monograph on Cancer Res. No.32, 53-74, 1986
- 4) Preston, D.L. and Pierce, D.A., RERF, TR 9-87

7.3 遺伝リスクの取り上げ方

リスク認知の問題にとって、放射線による遺伝リスクは最も典型的な対象となるものである。すなわち、放射線による遺伝的リスクの認知は社会の様々なグループによって異なっており、著しく過大評価される場合とまた反対に著しく過小評価される場合の両極端が存在する。このことは何も我が国だけに限った現象ではない。その理由は遺伝リスクの本来的な性質に基づくもので、一般社会人にとって遺伝リスクは特別認識困難な対象であるからである。すなわち、遺伝的リスクに対する放射線の効果は潜在的かつ長期的で、従って確率論的に把握せざるを得ず、このため一般社会人にとって直感的に遺伝的リスクの実態を認識することが極めて困難なことになっている。このような理由でリスク認識の全体体系の中での遺伝リスク評価の位置づけを考え、この観点から最近のトピックスをとらえ直すことは意義のあることと言えよう。

国連科学委員会その他で明らかにされた最近のトピックスは以下のものがあげられる。(資料：放射線科学 Vol. 30, No. 4, pp.101-106, 1987)

(1) 遺伝リスクの数量的評価の進展と集団としての健康の認知

カナダ、アメリカ、特に最近のハンガリーでの約 200万人の出生児を対象とした遺伝疫学的研究によって、自然集団の先天的異常(5.85%)、不規則性遺伝疾患(約60%)を含む各種遺伝疾患の自然条件での実態が数量的に明らかにされてきた。このことは遺伝特性の人間集団の不均一性が如何に大きいかを示すもので、示された自然条件での遺伝疾患の頻度は遺伝的リスクの安全と評価の基準を考える上の立脚点となる。このように先天異常、不規則性の多因子性遺伝疾患の自然頻度は極めて高いが、しかし他方、疾患の発現への遺伝子の力はそれほど小さくなく、従って疾患としての発現に環境の影響が相対的に大きいものと考えられる。従って、遺伝損傷に第一義的に影響を及ぼす放射線の効果の寄与の度合よりも、これらの疾患に対しては放射線以外の環境の影響の方が相対的に重要であることを示している。従ってこれらについての詳細の研究はリスクの認知の問題解明に今後基本的意味を持つてくる。

(2) 遺伝リスクと身体的リスクの相対的重みづけの問題

遺伝的リスクの社会的評価には、自然及び放射線による身体的リスクとの間の相対的重みづけを明らかにすることが必要となる。従ってこの両者の関係についての生命科学としての解析とその数量関係を明確にし、さらに社会的要因が深く絡んでいるこれらのリスクの有害度を数値的に明らかにしなければならない。このため健康の指標を確立し、また各種疾患の医療負担、後代への害などの算定などが不可欠のこととなり、リスクの問題に対する社会科学的アプローチもまた必須のこととなる。国連科学委員会でもこの種の問題に手をつけつつあるが、しかし、本質的問題については未だ避けて通っているのが現状である。近い将来リスクの認知の立場からして、いずれ手をつけざるを得ない課題となるであろう。

(3) 分子生物学、遺伝子工学などがするリスク評価研究への寄与

最近の組換えDNAを中心とした分子、細胞レベルの研究の進展によって、遺伝子損傷を出発点として放射線による身体的、遺伝的リスクの双方を統一的に理解することが次第に可能となってきた。この方向の典型的な例の一つとして発ガン遺伝子の研究が挙げられ、この方面の研究の進展は大いに期待される。このような生物医学的な体系的な研究から健康に関する総合的な学問体系を確立することこそ、リスクの概念の自然認識の哲学の基礎をなすものである。またこれらの研究の進歩は遺伝子損傷のレベルで遺伝性疾患の潜在的な原因の検出を行うことによって、遺伝性疾患発現への環境影響の実態を疫学的手段で解析的、数量的に解明することを可能にし、遺伝的リスクの認知の上にも直接的な貢献をなすことが可能となろう。

7.4 速中性子の線質係数について

速中性子線（特に低エネルギー）の線質係数 Q にはごく最近まで10という値が用いられてきた（水晶体に対しては以前30という値が用いられたこともある）。1970年代の後半にマイクロシメトリー理論が出され、低線量・低線量率での発癌や遺伝的影響など確率的影響のリスク推定に関して成された多くの実験的研究の結果を理論的に当てはめ、1 rad前後までの効果を定量的に表すことが試みられるようになった。その結果出てきたのが速中性子線の線質係数の見直しということである。

速中性子線の人体影響の例として、1930年頃のサイクロトン作業従事者に見られた白内障と原爆被曝生存者に見られた白血病や癌がある。定性的にはともかく、定量的にはこれらの二つとも速中性子線の生物効果比 RBE を求める基礎資料としては不向きなことが示された。とすると、低線量・低線量率での速中性子線の RBE の測定は実験的研究に依らねばならない。

しきい値がないと考えられる発がんや遺伝的影響の線量-反応関係と高 LET 放射線の RBE との関係を模式的に示すと下図のようになる。

そこで、200kVp程度の X 線または γ 線を基準として、低線量・低線量率或いは分割照射時の速中性子線(1 MeV位)の RBE_M の値をレビューしてみると、動物での発がん、寿命短縮、培養細胞のがん化、ヒト末梢血リンパ球の染色体異常、マウスの優性致死突然変異等について得られた値は10以上70~80、時には100以上で、特に γ 線を基準とすると高い。(マウス卵巣腫瘍のように RBE が1に近いものもある)

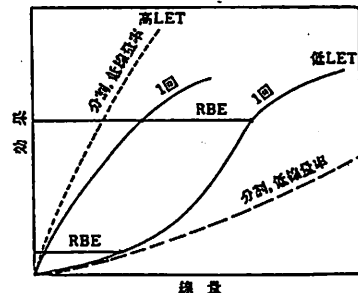


図1 線量-反応関係と RBE
高 LET 放射線の線量-反応関係は直線か上方凸の曲線である。低 LET 放射線では上方凸の曲線が主である。低線量域(低線量率、遅延分割も含む)では、両者とも直線となると考えられ、その勾配の比から RBE_M が求められる

ICRU report 40(1986)では、高 LET 放射線の線質係数を放射線の LET の関数としてではなく、マイクロシメトリーから測定可能な線エネルギーの関数として求めることを提唱した。それによると、エネルギー30keV以上の X 線と γ 線を1とすると速中性子線の線質係数は25になり、上記実験的に求めた RBE_M の値に近い(30keV以上の電子線1、トリチウム β 線2、陽子及び重イオン25、 α 粒子25)。

ICRPでは1985年のバリ声明で速中性子線の Q 値を従来の10から20に改めた。ただ、非確率的影響についての Q 値も同じ20でよいか、特に急性の非確率的影響、例えば急性死についての Q 値をいくらとするか、さらには基準放射線を X 線とするか γ 線とするか等々については問題は解決していない。

7. 5 医療被曝の取り扱い

医療被曝に関してはICRPも職業被曝に含めていない。しかしリスクと云う概念からすると問題があろう。これは自然放射線をリスクの中の線量に加えるかどうかと関係してくると思う。ICRPではバリ声明で公衆の線量を1mSvに制限することを勧告しているが、自然放射線で1mSvラドンを入れると2mSvである。一方、日本では国民全体の平均としての医療被曝は1mGyを越えている。さらに、個人の被曝線量としてみると多い人では1cGy~10cGyにも達する場合がある。また、原爆放射線を被曝した人々に、2年に1回の健康診断による医療被曝線量が被曝放射線量への付加的線量になりうると云う報告も最近みられている。

職業被曝線量に関してはその管理が厳しくなっており、多い人でも1~2cGy以下であり、その人口は医療被曝で1~2cGyを受けた人よりはるかに少ないことが考えられる。従って、職業被曝線量が国民全体の線量に寄与する割合は医療被曝線量に比して小さなものとなろう。

このように考えると国民全体としての放射線のリスクを考える場合、医療被曝線量を抜きにして論ずることは意味がないように思われる。ただその場合、重要なことはマスコミをはじめとして一般人に如何に理解させ、無用な心配を生じさせないようにするかと云うことであろう。

7.6 生物学的考察

放射線リスク評価に放射線生物学は少しも役にたっていないとは、いつも言われる非難である。未だ放射線はよいとして食物や環境にある化学物質になるとあれも危ない、これも危ないで安じて寝ている訳にもいかんし、なにも食べるものもないではないか。そんなことばかり気を揉んでいると胃潰瘍になって”自然死”してしまう。ゼロリスクなどと言うより、昔の人のように世の中に役立つ仕事をして、子供の面倒でも見ようか、その方が長生きするぜ！と皮肉たっぷりに言うのはDr.E.Koshland, Jr.の Science の巻頭言である。

そこで我が検討班の大勢をしめる放射線生物および医学者が、発癌の段階説を持ち込んで、何とかリスク評価に役立たないか論じて見た（放射線生物研究 第22巻第2号、127-160, 1987）。段階説ではがんに至るのにイニシエータとプロモータの最低二段階が必要で、放射線がイニシエータならば、プロモータがなければ発癌しないではないかと言う訳だが、実際には生体にはいろんなプロモータが作用しているので、結局は発癌してさう。ただプロモータの作用の時期や程度は人によって違うから人によってバラツキが出る。またプロモータが必要ということは時間が必要で、それが潜伏期につながる。もし潜伏期が余命に比べて長かったら実際には発癌しないので、見かけ上閾値があるように見える。こんなところが大方の同意を得た点であろうか。

化学物質の方は Ames がサルモネラ菌を使って簡便に突然変異原性を調べることのできる系を開発した。この突然変異というのがすぐ発癌と結び付けられて一時我々のまわりにある沢山のものが発癌性の恐れありということになってしまった。余りの大騒ぎに驚いたのか Ames はネズミの発癌を取り入れることを主張した。ネズミに一生投与して半数が癌になる投与量 TD50(mg/kg/日/一生)を求め、それで人の平均摂取量を割ったものとHERPとし、これの大きいものほど危険率が高いとした。そうするとワインやビールやモービルホームなどが高い値になり、先のKoshlandの皮肉な発言を生んだ訳である。

最近では Ames のテストで陽性のものにも発癌性のないものが幾つも見つかり、その代わりに反対に陰性のものでネズミで発癌性のものも見つかり、未だ未だ問題は未解決である。実際には単一物質について調べると発癌性があっても、この発癌性を抑えるものが食物のなかなどにはあり、発癌率そのものは低く抑えられているのではなからうか。このほかに放射線の方でも最近ホルメーシスと言って微量の放射線はかえって生体によいなどとの発表もあり、これらは合わせて次年度以降の課題としたい。

7.7 ICRPの考え方

ICRPは、放射線に対する職業被曝の防護基準を確立するためにリスクというコンセプトを導入したことは、既に明らかなことである。このことは、ICRP Publ. 26、第96項（参考のため以下に示す）に示されている。

作業者に関する線量当量限度 ICRP Publ. 26 1977

(96) 77項で示したように、職業上の被曝に関して委員会が勧告する線量当量限度は20年以上にわたり用いられてきた。委員会はリスクの推定を重要と考えているので、線量当量限度の被曝に伴うリスクのレベルを算定することは適切であると信ずる。放射線作業におけるリスクのレベルが容認できるかどうかを判定する有効な方法は、予見しうる将来にわたって、放射線のリスクを高い安全基準であると認められている他の職業のリスクと比較するという方法であると、委員会は信ずる。高い安全水準の職業とは、職業上の危険による平均年死亡率が 10^{-4} を超えない職業と、一般に考えられている*。大部分の職業では、事故によるものであれ病気によるものであれ、死亡のほか、それほど重くはない症例がもっとずっとたくさんある。これに反して放射線被曝は、勧告される線量当量限度を遵守して受けるレベルでは、放射線により誘発されるかもしれない何らかの悪性疾患以外の傷害または病気を、被曝した作業者に引き起こすことはきわめてまれと予想される。したがって、線量当量限度の意味合いを数量化するにあたっては、委員会は職業上の放射線被曝により誘発されるかもしれない致死悪性腫瘍の発生率の計算値は、高い安全水準にあると認められている産業の職業上の死亡率をどんな場合でも超えるべきではないと信ずる。

平均年間死亡率が 10^{-4} というのは、10万人の労働者に年間10人の死亡をもたらすに等しい限度である。この基準は、次の表から見ても分かるように、英国、米国、日本などの大部分の製造工業と同程度の安全の程度を確保し、鉱業、建設業、トロール漁業のような職業よりも2～10倍かそれ以上安全と考えられる基準である。

イギリスの産業における致命的な事故死亡率（特に断わらない限り
1974-1978の平均値で、労働者10万人当たり仕事中の年間死者数）

衣服、履物工業	0.5
自動車工業	1.5
木材、家具工業	4.0
煉瓦、製陶業	6.5
化学及び関連工業	8.5
造船、海洋工業	10.5
農業（雇用者）	11
建設業	15
鉄道従業員	18
石炭鉱夫	21
採石場	29
非石炭鉱夫	75
沖合油田・ガス(1967-76)	165
深海漁業（海上のみの事故1959-68）	280

許可を得て、王立学会研究グループに投稿された論文から再録した。
(E・ポーチン 放射線-その利用とリスク(中村尚司訳) 地人書館、東京、
1987より)

防護基準： Protection Standard (Ps) は、ICRPによると次式で算出される。

$$Ps = Ra / Pr \quad (\text{rem} / \text{year})$$

但し Ra: Acceptable risk level (/ year)

Rr: Radiation risk (/ rem)

例えば、

Raは、上述の $10^{-4}/\text{year}$ 、Rrを $100 \times 10^{-8}/\text{rem}$ （致死悪性腫瘍の発生リスク）とすると

$$Ps = (10^{-4} / \text{year}) / (100 \times 10^{-8} / \text{rem}) = 1 \text{ rem} / \text{year}$$

である。

(3) 脳老化の制御をめざして

アルツハイマー型痴呆と

二次性痴呆の画像解析

松澤 大樹 (東北大学、抗酸菌病研究所、放射線医学部門)

社会構成人口の高齢化は年々進行し、脳の老化(形態的萎縮と機能低下)に基づく知能低下老人・ボケ老人の増加は社会的に益々重要さを加えつつある。

近年X線コンピュータ断層装置(X-CT)の開発に始まる磁気共鳴断層装置(MRI)、ポジトロンエミッション断層装置(PET)などの各種CTの開発と普及はいままで不可能であった生きている人間の脳の体積・病態生理・機能などをも定量的に把握することを可能にした。

X-CTによる形態的萎縮の調査に関する対象人口は数千人に及んでいる。PETによる脳の定量的計測は血管性痴呆及び老人性痴呆(アルツハイマー病)を中心にブドウ糖消費量・局所血流量・血液量・酸素摂取率・アミノ酸摂取率などについて行われた。

<結果>

今までの成書に見られない新しい知覚が次々と得られた。

1. 男女共に脳が頭蓋腔内に於て最も大きくなるのは、20才代である。
2. それ以後大きなばらつきを伴いながら集団としては指数函数的に脳萎縮が進行する。
3. 二次性痴呆では、脳萎縮が疾患に先行するのに対し、老人性痴呆の場合には疾患が先行し、次いで脳萎縮が進行する。
4. 二次性疾患の場合には、共通の機構として脳血流量の低下とそれに見合う酸素消費量・ブドウ糖消費量の低下がみられた。
5. PETによる定量的検査の結果では、アルツハイマー病でブドウ糖の細胞膜透過性の低下に基づくブドウ糖消費量の激減が極めて特徴的であった。
6. 二次性痴呆の場合、萎縮の最もすすんだ症例が痴呆になるとは限らず、脳萎縮は痴呆となるための充分な条件ではない。痴呆というSpirit又は、心の崩壊はそのcorner stoneをなすいくつかの場所の連動機能の破綻を考慮せざるを得ない。

知的健康度評価のための血清・髄液—神経伝達物質 関連酵素活性の測定

○中村重信、中野 智、越村邦夫、亀山正邦

京都大学医学部神経内科

はじめに

加齢によって知的機能は低下する。その機序は細胞レベルで分析すると、神経細胞間のシナプス効率の低下あるいはパターンの変化によると考えられる。

これを物質レベルで検討する場合、シナプス機能に最も大きく影響するのは神経伝達物質の合成・分解過程であると考えられる。本研究では知的機能と最も関係が深いとされている神経伝達物質であるアセチルコリンについて、その合成・分解酵素活性をヒト血漿や髄液中で測定することを目的にした。

それらの結果より、知的健康度の加齢による変化を察知することが可能であるほか、痴呆疾患の初期の段階を捕らえて、痴呆を予防したり、治療するための指標になり得ると考えられる。

方法と対象

正常対照群としては中枢神経系に大きな障害の認められない患者について、検討した。アルツハイマー型痴呆は精神・神経症状にて診断し、頭部CT、MRI、PETの所見を参考にした。

髄液は早朝空腹時に、安静臥床状態で採取し、3—5 mlの分画を冷凍遠沈し、上清を-80°Cにて保存し、30日以内に活性の測定を行った。

アセチルコリン合成酵素・コリン・アセチル転移酵素(ChAT)は³H-acetyl CoAを基質としてFonnumの方法にて測定した。

髄液中のアセチルコリン分解酵素・アセチルコリン・エステラーゼ(AChE)活性はacetylthiocholineを基質としてEllmanの方法にて測定した。混在している非特異性コリン・エステラーゼ活性はbutyrylthiocholineを基質として測定し、acetylthiocholineの分解速度より差し引いて、AChE活性とした。

血漿中のAChE活性は血漿をポリアクリルアミド・ゲル電気泳動にて分離した後

Tagoらの方法にて染色し、デンストメーターにて定量した。非特異性コリン・エステラーゼ活性はiso-OMPAにより阻害した。

結果

1) ヒト髄液ChAT活性の加齢による変化

ヒト髄液中には、低分子物質による非酵素的ChAT活性が存在する。そのため、ヒト髄液1 mlをコロジオン・バッグにより限外濾過した後、ChAT活性を測定した。対照群の髄液中ChAT活性は加齢により低下傾向を示した(Fig.1)。

2) ヒト髄液AChEの性質

ヒト髄液を蔗糖密度勾配による超遠沈にて分離し、AChE活性を測定した。対照群およびアルツハイマー病患者いずれの髄液を用いても、10Sの分画に唯一のピークとしてみとめられた(Fig.2)。

ヒト髄液をSephadex G-200カラム・クロマトグラフィーにより分析した。対照群およびアルツハイマー病患者いずれの髄液を用いても、分子量38万の位置にAChE活性が唯一のピークとして認められた(Fig.3)。

3) ヒト髄液AChE活性の加齢による変化

対照群の髄液中AChE活性は、ChATとは対照的に加齢により上昇した(Fig.4)。加齢によるChAT活性の低下とAChE活性の上昇はアセチルコリンの加齢による低下を招くものと考えられる。

4) アルツハイマー型痴呆における髄液AChE活性の変化

アルツハイマー型痴呆患者のうち65才以下の者の髄液AChE活性は全例平均値より低値であった。しかし、高齢のアルツハイマー病患者の髄液AChE活性は平均値より高値を示すものがあった(Fig.5)。そのため、初老期発症のアルツハイマー病では有意($p < 0.001$)に低下していたが、高齢発症の老年痴呆では対照群との間に差は認められなかった(Table I)。

5) ヒト血漿AChEの性質

ヒト血漿中には非特異性のコリン・エステラーゼ活性が非常に高いため、血漿中のAChE活性を測定することは、容易ではない。そのため、非特異性コリン・エステラーゼ阻害薬iso-OMPAを染色液中に加えてAChE活性の定量を試みた(Fig.6)。

その結果、AChE-1, AChE-2, Band-3の3つのピークが認められた。さらに、染色液中にAChEに特異的な阻害薬BW284c51を加えると、AChE-1とAChE-2は消失したが、Band-3は残存した。Band-3はhemoglobin由来の物質でAChEとは関係のない反応によるものであった。AChE-1は髄液AChEと同じ場所に認められ、ポリアクリルアミド・ゲルの濃度を変えて分子量を測定した結果でも、髄液と同じG 4アイソザイムであることが確かめられた(Fig.7)。AChE-2は赤血球を溶血して得られるG 2アイソザイムであることが明かになった。

6) ヒト血漿AChEG 4アイソザイムの加齢による変化

ヒト血漿中のAChEG 4アイソザイム活性を対照群について測定した。その結果、血漿AChEG 4アイソザイム活性の年齢による変化は認められなかった(Fig.8)。

7) アルツハイマー型痴呆患者の血漿AChEG 4アイソザイム活性

65才以下のアルツハイマー型痴呆患者(アルツハイマー病)の血漿AChEG 4アイソザイム活性は全例正常対照群の平均値より低値であった。しかし、高齢発症のアルツハイマー型痴呆患者(老年痴呆)では正常平均値より高値のものもあった(Fig.9)。すなわち、アルツハイマー病では、有意な($p < 0.002$)低下が認められたが、老年痴呆では有意な変化は認められなかった(Table II)。

考察

加齢による知的機能の低下や痴呆症状発現にアセチルコリン濃度の低下が想定されている。脳内のアセチルコリン濃度を直接測定することは不可能であるため、髄液や血漿を用いてChATやAChE活性を測定する方法が行われている。それらの結果を用いて、知的機能の指標にしたり、痴呆の早期診断に役立てようとするのが、本研究の目的である。髄液AChE活性は加齢と共に上昇したが、血漿AChEG 4アイソザイム活性は加齢との関係は認められなかった。一方、アルツハイマー型痴呆のうち、初老期発症のアルツハイマー病では髄液AChE活性も血漿AChEG 4アイソザイム活性いずれも低下していた。これらは、アルツハイマー病の補助診断に有用と思われる。

Fig. 1.
Age-dependent decrease in CSF ChAT

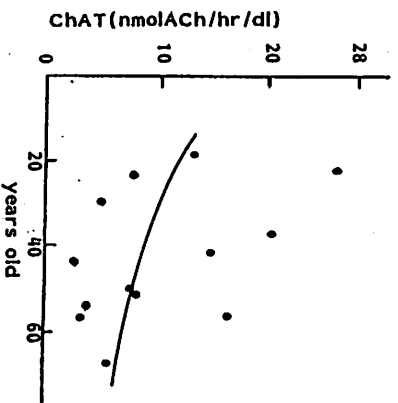


Fig. 2. Sucrose density gradient centrifugation. Linear sucrose density gradient (4.5 ml) from 5 to 20% prepared in 20 mM Tris-acetate, pH 8.5. CSF (0.2 ml) of a control subject (●—●), the same with 1% Triton X100 (×—×) and CSF (0.2 ml) of a patient with Alzheimer's disease (○—○) was put on the gradient. The centrifugation was performed as described in the text and 0.2 ml fractions were collected from the bottom of the tube.

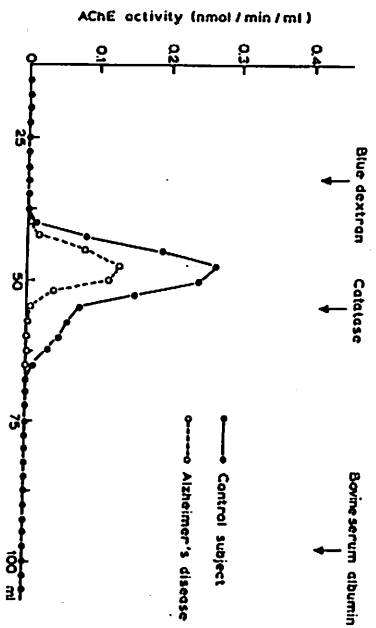


Fig. 3. Column chromatography on Sephadex G-200. CSF of a control subject (●—●) or a patient with Alzheimer's disease (○—○) was put on Sephadex G-200 column (1.8 x 35 cm) equilibrated with 0.4 M KCl-0.025 M potassium phosphate, pH 8.0. The column was eluted with the same buffer, and 2.5-ml fractions were collected.

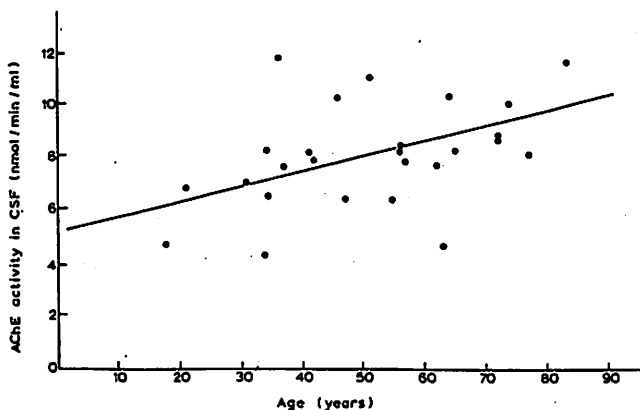


Fig. 4. Age-related changes in CSF acetylcholinesterase. AChE activity was measured in the CSF obtained from control subjects. ($r = 0.46$, $P < 0.02$).

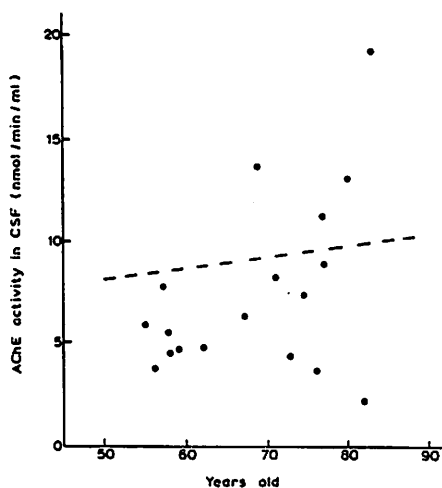


Fig. 5. Acetylcholinesterase activity in the CSF of patients with Alzheimer-type dementia. Dashed line shows the regression line obtained from control subjects (Fig. 4) ($x = \text{years}$, $y = \text{AChE activity}$, $y = 0.054x + 5.30$).

TABLE I

ACETYLCHOLINESTERASE ACTIVITY IN THE CEREBROSPINAL FLUID

Control subjects are divided into two groups for age-matching. The properties were not significantly different between these two groups, except for age.

Cases	Numbers	Age (yr)	CSF AChE activity
Control subjects (group 1)	9	73.4 ± 7.3	8.70 ± 0.98
Control subjects (group 2)	23	55.8 ± 15.2	8.34 ± 1.94
Alzheimer's disease (< 65 years old)	7	57.8 ± 2.3	4.98 ± 0.80
Senile dementia (≥ 65 years old)	11	75.4 ± 5.1	8.82 ± 4.66
Vascular dementia	7	71.8 ± 4.8	6.82 ± 3.20
Amyotrophic lateral sclerosis	12	59.8 ± 6.2	8.24 ± 1.72
Normal pressure hydrocephalus	3	72.1 ± 6.2	7.36 ± 3.64

$P < 0.001$

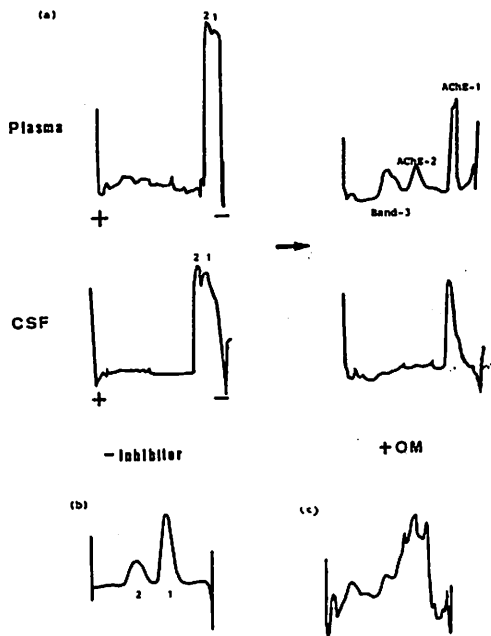


Fig.6

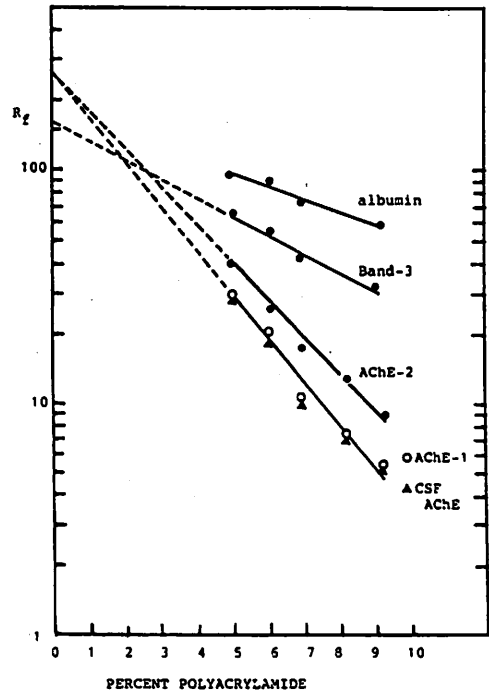


Fig.7

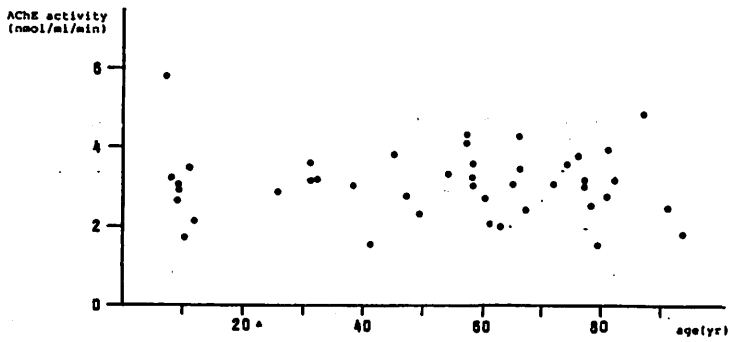


Fig.8

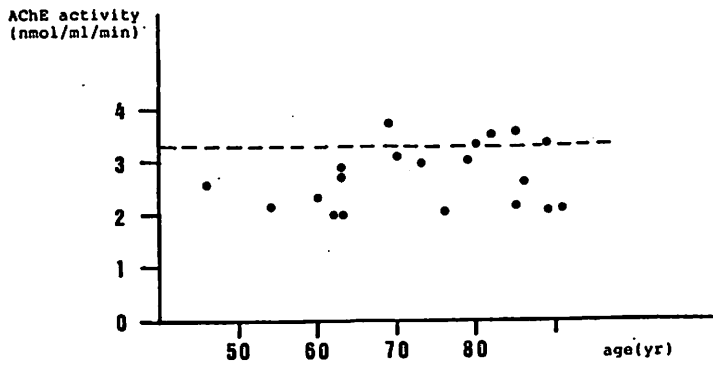


Fig.9

Cases	Numbers	Plasma G4 AChE activity (nmol/ml/min)
Control subjects	27	3.28 \pm 0.69
Alzheimer-type dementia	20	2.72 \pm 0.60 *
<65 yr	7	2.38 \pm 0.36 **
>65 yr	13	2.90 \pm 0.62
Vascular dementia	7	4.37 \pm 2.02
Other neurological diseases	15	3.34 \pm 1.33

* p < 0.02
** p < 0.002

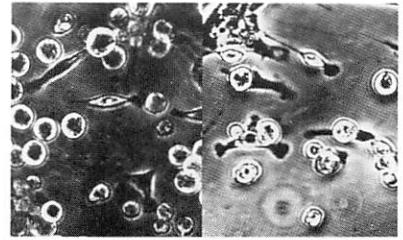
Table II

環境と健康 —リスク評価と健康増進の科学—
Vol.1 No.3 (隔月刊) 1988年 5月30日発行

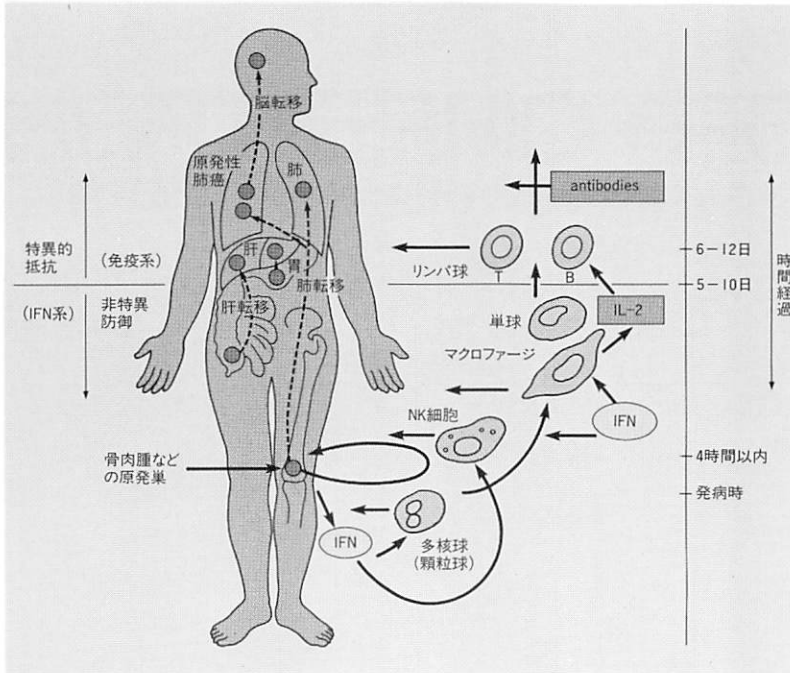
編集・発行 財団法人 体質研究会
編 集 人 菅 原 努
発 行 所 〒602 京都市上京区河原町通丸太町下ル
伊勢屋町406 マツヨビル4F
(財)体質研究会 河原町分室
TEL (075)241-4054 FAX (075)251-0901

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・ウイルス病など)後時間経過と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 綱太郎：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 京都バストゥール研究所
 発売元 財団法人 体質研究会

(財)京都バ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)体質研究会では、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