

環境と健康

リスク評価と健康増進の科学

Vol.3 No.3

May,

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. 3 No. 3 May, 1990

目 次

(1) メラノーマ --この不可解な皮膚がん-- 1
(2) 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)	
3) 原子力技術に対する態度の構造解析と リスクコミュニケーションの方策 6
4) ミニシンポジウム： リスク評価における直線仮説をめぐって 19
5) リスク評価とリスク管理における今後の課題（総括） ～一般大衆の正しい理解を得るために～ 24
6) 結 び 27
(3) Bio-update	
植物を使って抗体を作る 28
初期胚細胞と遺伝子操作動物 30
(4) 卵と虫とTime・Place・Occasion 34

(1) メラノーマ

--この不可解な皮膚がん--

体質研究会
野津 敬一

メラノーマ〔悪性黒(色)腫、Malignant Melanoma〕は、その字の如く極めて悪性、極めて転移し易い致死的な皮膚癌の一つであります。メラノーマももちろん皮膚癌でありますので、その発症には当然、太陽光、それも太陽紫外線被曝がその第一の誘因の筈と考えられます。しかし顔面にできますある種の、色素斑や母斑由来のメラノーマを除いて、例えば背中や足の裏など必ずしも太陽被曝とは関係ない所にもメラノーマができることもよく知られております。疫学的にはメラノーマ発症は太陽紫外線被曝に依存していないという報告⁽¹⁾すらあります。非メラノーマ皮膚癌発症は確かに原則的には常習的繰り返し被曝、つまり被曝総線量への依存関係がみられますが、メラノーマ発症との間にはその関係は必ずしも成り立たず、メラノーマ発症はむしろ人の社会的行動によつて異なるとされます⁽²⁾。

Gallagerら⁽³⁾は、メラノーマ発症は慢性的太陽紫外線被曝総量には関係なく、むしろ間歇的な強い太陽被曝、例えばレクリエーションや休暇をとったときに浴びる高線量被曝が問題になると主張しています。また、いまここに社会的、経済的に同程度の人がいるとしますと、屋外職業男性よりも、屋内職業男性の方がメラノーマリスクが高いのです。その理由は、屋外職業者は、慢性的長時間軽度被曝を受けていることによる皮膚角質層の肥厚や色素沈着などが、むしろメラノーマ発症に防護的に働くからであり、なかでも少なくとも屋外で10年以上の被曝職業人にその防護力は最高であるとされています。つまり屋内職業人は、そのような防護力がないのに強い太陽被曝を受けるから発病するのであるとされています。Lee⁽⁴⁾も、白人で、十分に日焼け(tan)した人ではなくて、軽い日焼け(burn)で色素沈着の少ない人にメラノーマリスクは高いことを報告しています。しかしこの場合、勿論、緯度やオゾン量にも関係しますが、屋外労働者では非メラノーマ皮膚癌発症の場合とは反対に、メラノーマリスクは小さく、むしろ社会的、経済的高位にいる者にメラノーマリスクが高いことから、強烈な短時間の太陽被曝の繰り返し、メラノーマ発症の重要因子であると主張しています。こうなると、メラノーマ発症誘因の一つにやはり太陽紫外線が深く関係することは疑いないといえます。

アメリカの統計では、非メラノーマ皮膚癌発生は概ね年50~60万人、メラノーマ発症は2.5~2.7万人⁽²⁾、メラノーマ発症は1961~1981年の間に11.3%増、男女間には有意差はありませんが、男性での年齢校正メラノーマ発生率は、1951年から1987年の間に、10万人当たり4.8 から13.4になったとされています⁽³⁾。毎10~15年ごとに白人メラノーマは概ね倍化⁽⁵⁾したことのなります。また、アメリカでの1970年代でのメラノーマ発生率は毎年6%増であったとする報告⁽⁶⁾もあります。オーストラリアでも過去10年間でメラノーマ患者は倍以上になっており、1982年以降5.5%/年の上昇になっているとされています⁽⁷⁾。

またメラノーマ発症の潜伏期は、非メラノーマ皮膚癌のそれより短いようです。何故ならメラノーマは、先天的な母斑由来のものを除き10才以前の子供では確かに稀れではあるが、10才代中期ではかなりの数のメラノーマ発症があり15才以降で一般的になることからそれが分かるとされ、実際、ニュージーランドでのメラノーマ患者の1/3は40才以下のグループでみられるということです。ここに面白い報告があります。15~20才の女性で、夏の水泳着との関係で、ビキニスタイルやヌードでは、メラノーマリスクは13倍、ワンピース型でも、背中開きのものでは、そうでないものの場合にくらべてメラノーマリスクは4倍高いそうです⁽⁸⁾。メラノーマ発症の潜伏期が短いことは、メラノーマ発症が若年層に高く、オーストラリア等の白人では20才までにメラノーマ発症が決定するとする報告もあります⁽⁵⁾。白人でのメラノーマ発症は、軽い日焼けで僅かに色素沈着した者で高いとされていますが、遺伝的構成的に色素をもった人種、つまり有色人種ではメラノーマリスクは極めて小さい上に、黒人、インド人、アジア人では、白人でみられたような毎10-15年での倍増とゆうようなメラノーマ増はない^(5,8)ことから、メラノーマリスク因子としては、皮膚の色、目の色、髪の色、最小紅斑量、皮膚タイプがあり、これらの因子に影響を与える要因としては、緯度、年齢と線量、レクリエーション被曝、日焼けの経緯(history)などがあげられるとしています⁽⁹⁾。なお、メラノーマ発症に最も有効な紫外線波長は305nm近辺のいわゆるUVB領域の光ですが、350nm以上のUVA領域の光はメラノーマリスクにならないとされています。しかし、ソラーレン+UVA(PUVA)はメラノーマリスクの要因になるといいます⁽¹⁰⁾。ちなみに、屋内蛍光灯の光はメラノーマリスク要因には全くなりません⁽¹¹⁾と報告されています。

一般に、皮膚癌の発生に、太陽紫外線被曝による皮膚免疫機構の変化、特にランゲルハンス細胞などの抗原提示細胞群 (antigen-presenting cells, AP cells) の細胞数の減少や、形態変化に伴う活性低下、それに付随する抑制性Tリンパ細胞 (suppressor T cell) の増加、全身リンパ球の減少、就中、helper/inducer T

リンパ球やナチュラルキラー細胞 (NK cell) の減少などの結果引き起こされる免疫監視機能の低下が、非メラノーマ皮膚癌の発生には重要な役割を演じていることは知られています⁽¹²⁾が、これら免疫機能の変化が、メラノーマ発症にも重要な役割をもっているのかどうかの確証は未だありません⁽¹²⁾。Setlowらは、メダカ科の2種の魚 (platyfishとswordtail) のかけ合わせで得られた雑種のある株に、哺乳類のメラノーマと全く類似した性質をもつメラノーマを作る動物モデルを作出しました。得られた雑種株は、生後5日目に304nm以上の波長の光を、200 J/cm²/dayの単一照射で、4ヶ月後に主に尾部に20~40%のメラノーマ発生をみます。ただし、360nm以上の波長の光は全く無効であったことから、メラノーマ生成の標的はやはりDNA損傷 (ピリミジンダイマーの生成等) であって、免疫学的拒否系の結果ではなく、DNA損傷による癌抑制遺伝子群の紫外線不活性化によると主張しました。Van't Veerら⁽¹⁴⁾は、色素性乾皮症 (xeroderma pigmentosum, XP) 患者は正常人に比べて高いメラノーマ発生率を示しますが、それはXP患者が細胞DNAの紫外線損傷を修復できないことに関連することを示しました。つまり、この患者でのメラノーマ発症は癌遺伝子N-rasのコードン12,13または61での塩基遷移 (transition) を与えるようなN-ras遺伝子の突然変異、つまりN-ras遺伝子というDNA分子上のdipyrimidine sitesでの光損傷と、その修復不能に極めて有意に関連があることを示しました。彼らは同時にK-rasの変異は太陽紫外線メラノーマ発症には関係しないことも併せて報告しましたが、何れにしろこれらの実験結果は、太陽紫外線によるDNA損傷、これに伴う特定の癌遺伝子の活性化、または不活性化がメラノーマ発症に深く関係しているらしいことを窺わせます。ともあれ、顔面に多いとされるある種のメラノーマを除いて、悪性黒色種の発生は慢性的な太陽被曝や、その積算量とは殆ど無関係であることは、メラノーマ発症は皮膚免疫機構の変化に直接には依存しないのではないかとの疑問も生じます。しかしやはり太陽紫外線、特にUVB領域の紫外線、それはDNAに損傷を与える主波長光でもありますが、皮膚免疫監視機構にも大きく影響を与える光でもあります。本当にDNA損傷に伴う特定の癌遺伝子の活性化のみで、メラノーマ発症を説明できるのでしょうか。今後の大きな研究課題の一つでありましょう。

最近注目を浴びていますprotein kinase C (PKC)、それも膜結合型PKCは、メラノーマ細胞の血流を通じての転移 (特に肺などへの) のための極めて強力なプロモーター機能をもつという報告⁽¹⁵⁾があります。ともあれ、メラノーマ発症は、皮膚角質層の厚み、皮膚分泌物の量と質、皮膚の清潔さ、空気中または皮膚上での発癌性化学物質の存否、勿論、緯度、日長、天候、オゾン量などに依存することは疫学的には知られています。従って、常時屋内で仕事をしている人達は、き

れいな環境の下での適当な日光浴も勿論大切ではありますが、レクリエーションや休暇での短期大量の太陽光被曝には注意する必要があるようです。

謝辞：神戸大学医学部皮膚科助教授 市橋正光先生の本小綜説に対する御校閲を感謝致します。

文 献

1. N.Cascinelli & R.Marchesini: Increasing incidence of cutaneous melanoma, ultraviolet radiation and the clinician. Photochem. photobiol., 50, 497-507 (1989)
2. F.Urbach: Potential effects of altered solar ultraviolet radiation on human skin in cancer. Photochem. photobiol., 50, 507-513 (1989)
3. R.P.Gallager, J.M.Elwood & C.P.Yang: Is chronic sunlight exposure important in accounting for increase in melanoma incidence? Int. J. Cancer, 44, 813-815 (1989)
4. J.A.Lee: The relationship between malignant melanoma of skin and exposure to sunlight. Photochem. photobiol., 50, 493-496 (1989)
5. F. Urbach: The biological effects of increased ultraviolet radiation: An update. Photochem. photobiol., 50, 439-441 (1989)
6. J.Scott: Solar ultraviolet (UVB) radiation and skin cancer: Physical and epidemiological measurements. NIH Consensus, Development Conference: Sunlight, Ultraviolet Radiation and the Skin. May 8-10, 61 (1989)
7. I.Anderson: Weather forecasts could take the sting out of sunbathing. New Scientists, May 27, 30 (1989)
8. A.J.Sober: Preadult sun exposure and cancer (melanoma) risk. NIH Consensus, Development Conference: Sunlight, Ultraviolet Radiation and the Skin. May 8-10, 55-77 (1989)

9. J.A.H.Lee: Effects of ultraviolet radiation on skin: Modulation by melanoma / skin type. NIH Consensus, Development Conference: Sunlight, Ultraviolet Radiation and the Skin. May 8-10, 49-52 (1989)
10. R.S.Stern: Modulation of effects of ultraviolet radiation based on presence of photosensitivity diseases or because of phototherapy. NIH Consensus, Development Conference : Sunlight, Ultraviolet Radiation and the Skin. May 8-10, 59-60 (1989)
11. IRPA / INIRC Guideline: Fluorescent lighting and malignant melanoma. Health Physics, 58, 111-112 (1990)
12. W.L.Marison: Effects of ultraviolet radiation on the immune system in humans. Photochem. Photobiol., 50, 515-524 (1989)
13. R.B.Setlow, A.D.Woodhead & E.Grist: Animal model for ultraviolet radiation induced melanoma: Platyfish-Swordtail hybrid. Proc. Natl. Acad. Sci., 86, 8922-8926 (1989)
14. L.J.Van't Veer, B.M.T.Burgering, R.Versteeg, A.J.M.Boot, D.J.Ruiter, S.Osano, P.I.Sdirier & J.L.Bos : N-ras mutations in human cutaneous melanoma from sun-exposed body sites. Mol. & Cell. Biol., 9, 3114-3116 (1989)
15. R.Gopalakrishna & S.H.Barsky: Tumor promoter-Induced membrane-bound protein kinase C regulates hematogenous metastasis. Proc. Natl. Acad. Sci., 85, 612-616 (1988)

(2) 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

3) 原子力技術に対する態度の構造解析とリスクコミュニケーションの方策

木下 富雄

《はじめに》

あらゆる科学技術には、必ず一定のリスクを伴うものである。しかし、技術の危険性を客観的な確率で示すリスクそのものと、危険性を主観的にどのように評価するかというリスク知覚とはしばしば喰い違い、P A (Public Acceptance) と関係するのは後者である。

科学技術にリスクがあるのにもかかわらず技術開発が進められるのは、その技術による効用が大きいからである。この場合、一般に効用>リスクであるほどP Aが得られやすいことが知られている (Kinoshita, 1988)。しかしながら、その評価については、国民の間でパーセプション・ギャップのあることが少なくない。最近の原子力技術をめぐる国民世論には、特にそれが顕著であるように思われる。

例えば、本年5月の時事世論調査 (N = 1489) から、日本の原子力発電問題を含むエネルギー問題について国民の意向を見てみると、表1に示した質問と回答のように、1986年4月に起こったソ連のチェルノブイリ原発事故を「覚えている」人が90% (前回83年調査91%) と大多数であり、この中で「日本でもソ連と同じような事故が起きるのではないかと思う」人が58% (55%) と過半数を占めている。一方、「ソ連のような事故は起きないと思う」人は10% (13%) にとどまり、前回調査より3ポイント減っている。また、「何ともいえない」は24% (24%)、「わからない」も8% (8%) と変わっていない。

このように、一般大衆は原子力発電に対し、ネガティブな評価を与えている。これは、必ずしも正確な情報に基づいた科学的客観的な評価ではなく、かなり主観的なものと思われる。

表 1

Q. 1986年4月にソ連の原子力発電所で事故がありました、覚えていますか。

A	(100%)	覚えている	覚えていない
平成元年	(1489)	89.5%	10.5%
昭和63年	(1490)	91.3	8.7

Q. (「覚えている」人に) あなたは、この事故から日本の原子力発電についてどう思いますか。あなたの気持ちに近いものを、この中から1つだけ選んで下さい。

A		現在の安全装置は十分でないの で、日本でも同 じような事故が 起きるのではな いかと思う	事故の原因がま だはっきりして いないし、ソ連 の原子力発電と は炉型も違うの で何ともいえぬ	わからない
平成元年 (1332)	10.3%	57.6%	24.2%	8.0%
昭和63年 (1361)	12.9	54.5	24.3	8.2

ここでは、我々の研究の紹介を通して、PAを規定する要因の構造を明らかにし、科学技術の広報の手段としてリスク・コミュニケーションの必要性について述べたい。

《科学技術のパブリック・アクセプタンスを規定する要因の構造》

科学技術の健全な発展には、技術そのものの進歩だけではなく、それを受け入れる社会の合意が必要である。科学技術も社会を構成している要素の一部であり、それを無視した技術の突出は、社会全体のシステムを却って壊してしまうからである。しかし、科学技術に対する社会的合意の獲得は、実際はなかなか難しい。なぜなら、これは人々の態度や価値観、社会の規範や伝統などに、深くかかっているからである。そしてまた、それは歴史的時間の関数でもある。

そこで、この科学技術の受け入れに対する社会の合意が、どのような心理的・社会的要因群によって支えられているのか、その構造を、社会調査によって明らかにするための研究を行ったのでその概要を説明しよう。

方法は以下の通りである。

- (1) 調査対象 大阪府下に在住する有権者
- (2) 標本数 700標本
- (3) 抽出方法 選挙人名簿からの無作為二段抽出法
- (4) 調査方法 訪問配布・留置記入・訪問回収法
- (5) 調査期間 1987年7月～8月
- (6) 回収率 有効標本数 493 回収率 70.4%
- (7) 質問内容 対象とした科学技術は、盲腸手術、心臓移植手術、集団胸部X線撮影、遺伝子治療、自家用車、タクシー、新幹線、旅客機、石油コンビナート、原子力発電、金属プレス、工業用ロボットの12である。分野的には医学、交通、産業の3分野が、また技術レベルで言えば先端技術と伝統的な技術が含まれている。これらの科学技術のパブリック・アクセプタンスにかかわる要因として、リスク/ベネフィット認知、科学技術の程度、発生する災害の特性、科学技術にかかわる価値観や態度、社会や政治や宗教に対する態度などが測定された。質問紙の構造が、図1に示されている。

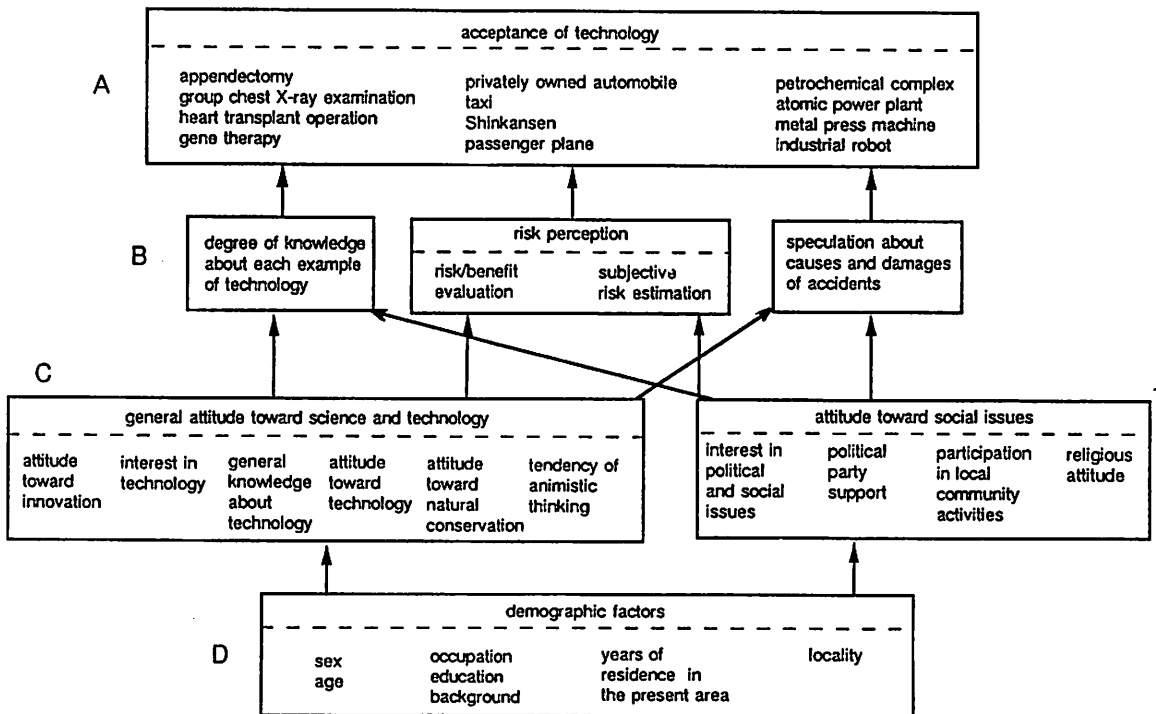


Figure 1 Questionnaire structure

結果を要約すると次のようになる。

①パブリック・アクセプタンス（PA）の高い技術と低い技術

ここで取り上げた12の科学技術は、すべてPAがある程度成立していることがわかった。しかしながら、相対的にはPAの高い技術と低いそれとがある。前者は新幹線を筆頭に、胸部X線撮影、自家用車などであり、後者は、遺伝子治療を筆頭に原子力発電、金属プレスなどである。全体として、先端技術や自分が直接触れる機会のない技術のPAが低いことがわかる。

②リスク／ベネフィット認知

12の技術すべてに対して人々は有用性（ベネフィット）を感じているが、とくに胸部X線撮影、自家用車、新幹線に対して有用性の評価が高い。相対的に評価の低いのは、遺伝子治療である。また人々が安全性に関して信頼をおいている技術は、新幹線、胸部X線撮影、盲腸手術であり、逆に危険（リスク）を感じている技術は心臓移植手術、原子力発電などである。これら12の技術に対するリスク／ベネフィット認知を、2次元空間上に表示したのが図2である。第4象限に入るものは、ベネフィットが高くリスクも低いと高く評価されている技術であるが、新幹線、胸部X線撮影、タクシー、盲腸手術などが該当する。一方、第1象限に属するものは、ベネフィットは高いがリスクもまた高いと評価されている技術で、心臓移植手術、原子力発電、金属プレス、石油コンビナートなどがあてはまる。

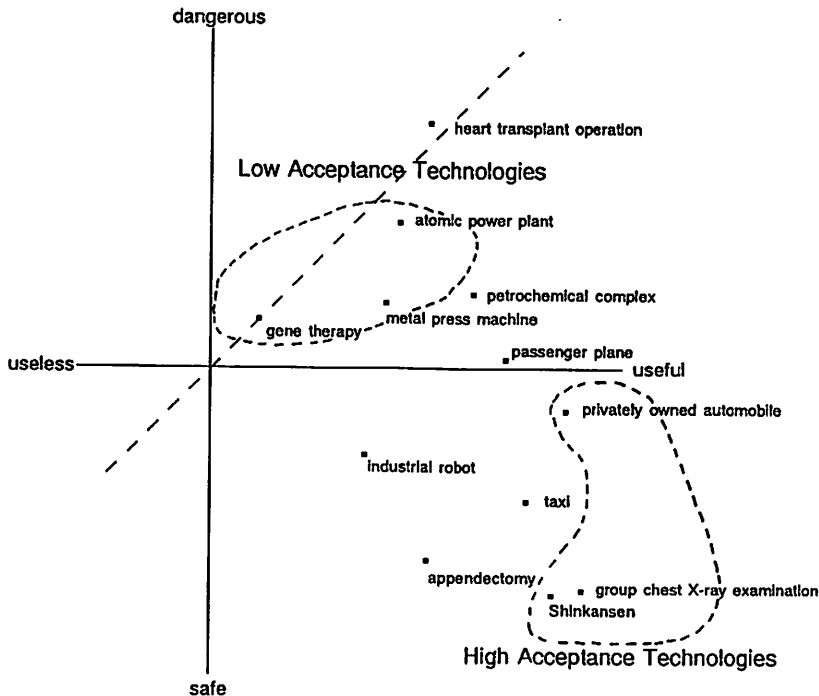


Figure 2 Risk/benefit evaluation of technology

図の右上から左下に点線がひかれているが、これはリスクとベネフィットの境界値を示すもので、トレードオフ・ラインと呼ばれる。点線の上側は、リスクがベネフィットを上回ると評価されている技術であり、下側は、逆にベネフィットがリスクを上回ると評価されている技術である。12の科学技術のうち10までが、点線の下側にあることが読みとれよう。上側にあるのは心臓移植手術のみで、遺伝子治療がちょうど点線の境目にある。この2つの技術は、歴史の浅い先端技術というだけでなく、科学以外の領域、例えば倫理、道徳、宗教、法律などの問題がからんでいるという意味で特徴的である。

③ リスク／ベネフィット認知とPAの関係

図2の中に、鎖線で囲った円が2つあるが、これは(1)で述べたPAの高い3種の技術と低い3種の技術を表している。右下の円が第4象限に、左下の円が第1象限にあることは、PAが、科学技術に対する人々のリスク／ベネフィット認知に、強く依存していることを示すものと言えよう。

④ 事故や災害の特性

科学技術のリスク認知がいかなる要因に基づいているかを調べるために、事故や災害が発生したときの特性を評価させた。危険に出会う責任性、危険の回避可能性、事故の特定性、事故の頻発性、被害の範囲、被害の時間的持続性、致死性などの項目に対する評価得点をもとに因子分析を行ったところ、事故の他律－自律性、被害の大小の2因子が見出された。ただ、技術の種類によって、この2因子が分化するものとししないものがある。

⑤ PAを支える要因の多変量解析

PAの程度を支える要因がどのような構造を持っているかを調べるために、林の数量化理論Ⅰ類とⅡ類を用いた判別分析が行われた。技術の種類によってPAの程度の分布に偏りがあり、外的基準の設定が難しいものもあるが、ここでは一例として、Ⅱ類を用いた原子力発電に対する判別の結果を示す。

設定した外的基準は、原子力発電を完全に受け入れてよいとする者から、絶対に受け入れてはならないとする者までの5グループである。第1軸は、強い受容者から中立者までの3グループと拒否の2グループ間の判別で、判別に寄与しているのは有用性の認識を筆頭に、許容死亡数、安全性の認識、推定死亡数、危険に出会う責任性などの要因である。第2軸は中立と弱い反対者の2グループと、それ以外の強い態度の3グループ間の判別で、有用性の認識、社会や政治問題への関心度、推定死亡数、不安度、安全性の認識などの要因が判別に寄与している。相関比は、それぞれ 0.721, 0.662 であった。

《リスク・コミュニケーションの効果》

「リスク・コミュニケーション」とは、説得的コミュニケーションの文脈において、トピックスのもつ効用性、安全性といったプラス面だけでなく、無用性、危険性といったネガティブな面も併せて伝えるコミュニケーションのことをいう（木下、1988）。

この点に関して、過去の科学技術に関するコミュニケーションの多くは誤りを犯してきた。すなわち、科学技術の広報の大部分は、その効用性を主張しようとするあまり、技術の裏側にある危険性については、ほとんど無視してきたといえよう。そしてこのことが、国民の科学技術に対する不信の念を、かえってかき立ててきたわけである。

説得という概念の本来の意味は、送り手にとって都合のよい意見を押しつけて受け手を誘導したり、ましてや受け手を強制的に屈服させたりすることではない。説得とは、送り手と受け手がまず共通の基盤の上に立って共に考え、その上で納得し合うことであるはずである。ところが、従来の態度変化理論の多くは、この点に関して、必ずしも配慮が十分でなかったように思われる。

リスク・コミュニケーションはこのような反省の上に立つもので、その効果は、受け手からすれば、送り手が自分に取って不利な情報まであえて伝えてくれたことによって、その内容に関して「公正感」を持ったり、送り手に対して「誠実さ」や「信頼」を感じ取るところにある。一方送り手にとっても、ネガティブな面も含めて事実をすべてさらけ出したという意味で後ろめたさがなく、よい意味での「自信」が持てるという効果がある。

このことに関係して、Stallen & Coppock (1987)は、リスク・コミュニケーションの義務として、実用的義務、道徳的義務、心理的義務、制度的義務の四つをあげている。これらの義務の背後には、おそらく、“真実をもって語れ”という哲学が存在するのであろう。

リスク・コミュニケーションは、形式的に言えば、Hovland et al.(1949)の言う「両面的提示」のコミュニケーションに似ている。しかし彼らのいう両面とは、受け手の立場と反対の内容と、受け手の立場に賛成する内容とを同時に伝えることであって、リスク・コミュニケーションのように、受け手の立場に関係なく、トピックスにネガティブな側面があればそれを隠さずに言う、つまり、真実は真実として伝えると言うことではない。また、彼らのいう効果とは、唱導方向へ受け手の態度をどれほど「誘導」し得たかということであって、リスク・コミュニケーションで考える受け手との「共考」、受け手の「啓蒙」、「信頼関係の成立」といった、多元的な効果とは発想を異にしている。その意味で、リスク・コミュ

ニケーションは、「説得」の文脈でよりも、「influence process」の文脈の中で考えた方が適当かも知れない。

現代の科学技術の中でも、最も国民の間で意見が対立している原子力関係の技術をトピックスとして、リスク・コミュニケーションの効果を実験的に明らかにするための研究が必要となってくる。そこで、我々が行った研究の結果を述べてみよう。

被験者は京都大学教養課程の男女学生、合計213名である。選んだトピックスはトピックスの特殊性による差をできるだけコントロールするために、すべて原子力関係の科学技術を用いた。それぞれの科学技術に対する知識量の大小、リスク認知の大小という二つの次元の組合せから、表2の四つのトピックスが選定された。

表2 使用されたトピックスの選択基準

知識量	リスク認知	
	高	低
大	原子力発電 高レベル廃棄物の処理	胸部X線撮影 放射線の食品照射
小		

独立変数としては上記の二つの次元のほか、コミュニケーションのタイプ（トピックスの効用性のみを主張するもの、すなわち従来の説得的コミュニケーション、効用性と危険性を併せて述べるもの、すなわちリスク・コミュニケーション、以下PO条件-NP条件と略記）の3要因（2x2x2x）が操作された。なお、独立変数はすべて被験者間要因である。

従属変数は従来の説得的コミュニケーションの実験では、従属変数としてもっぱら態度の変化のみを指標に用いることが多かったが、われわれはコミュニケーションの影響過程という観点から、一般的な態度の変化というよりも、送り手の信頼性、内容に対する信頼性、技術に対するイメージ、コミュニケーションのイメージ、社会的受容、技術の効用性とリスク認知といった、様々な次元、様々なレベルの影響を指標にとることにした。

このほか、科学技術に対する知識水準（客観テスト）、科学技術一般に対する好意度、対立した議論に対する対処の仕方、リスク評価への視点などの付加的要因が測定された。

手続きは教室を利用した集団実験形式を用いた。見かけ上の手続きは全条件同一で、一斉に条件操作を行い、質問紙に回答させる方法をとった。デザインは

「before-after」であるが、接触理論の効果も併せて見るために、1週間後、第2回目の after 実験を行った。

実験の結果は次のようになった。

実験操作のチェック：

コミュニケーションを与える前の被験者のリスク認知の評定値を分散分析したところ、リスクの主効果が有意 ($F=37.33, df=1/208, p<.001$) であった。すなわちリスク高条件の方が、リスク低条件よりも、リスクが高いと評定されていた。また、知識の自己評定値を分散分析したところ、知識の主効果が有意であった ($F=34.44, df=1/208, p<.001$)。すなわち知識大条件の方が、知識小条件よりも、知識が多いと評定されていた。以上から、独立変数の操作は有効であったと判断した。

ただ、放射線の食品照射のトピックスについては、当初予測していたよりも、リスク認知が高かった。

リスク認知：

コミュニケーションを与えた後のリスク認知の評定値を表3に示した。これらの値について、コミュニケーションを与えられる前の評定値を共変量とする共分散分析をおこなった。その結果、リスクの主効果に傾向がみられた ($F=3.18, df=1/203, .05<p<.10$)。すなわちリスク高条件の方が、よりリスクを高いと評定される傾向があった。

表3 リスク認知

リスク	P O		N P	
	知識大	知識小	知識大	知識小
高	3.84	3.83	3.57	3.75
低	2.96	3.13	3.22	3.33

注. 5ポイントスケール。数値が小さいほどよりリスク認知が低い。

効用性評価：

コミュニケーションを与えた後の効用性評価を表4に示した。これらの値について、コミュニケーションを与える前の評定値を共変量とする共分散分析を行った。その結果、リスクの主効果と知識の主効果が有意であった（順に、 $F=32.49$, $df=1/203$, $p < .001$; $F=18/64$, $df=1/203$, $p < .001$ ）。すなわち、リスク高条件の方は効用性が小さいと評定され、一方、知識大条件の方は効用性が大きいと評定されていた。

表4 効用性評価

リスク	P O		N P	
	知識大	知識小	知識大	知識小
高	2.68	2.13	2.48	2.21
低	1.75	2.37	1.66	2.37

注. 5ポイントスケール。数値が小さいほどより効用性評価が高い。

さらに、リスクと知識の相互作用も有意であった（ $F=8/12$, $df=1/203$, $p < .01$ ）。これはもっぱら、放射線の食品照射のトピックスについての効用性の評価が低く、高レベル廃棄物の処理について効用性の評価が高かったことによるものである。

社会的受容：

コミュニケーションを与えた後の社会的受容の評定値を表5に示した。これらの値をコミュニケーションを与える前の評定値を共変量とする共分散分析により分析した。その結果、リスクの主効果と知識の主効果が有意であった（順に、 $F=9.43$, $df=1/203$, $p < .01$; $F=5.24$, $df=1/203$, $p < .05$ ）。すなわち、リスク高条件の方が社会的受容が小さく、一方、知識大条件の方が社会的受容が大きかった。なお、知識とコミュニケーションのタイプの交互作用に傾向がみられた（ $F=3.20$, $df=1/203$, $.05 < p < .10$ ）。

表5 社会的受容

リスク	P O		N P	
	知識大	知識小	知識大	知識小
高	3.20	3.00	2.91	2.71
低	2.08	2.77	2.06	2.67

注. 5ポイントスケール。数値が小さいほどより社会的受容が高い。

送り手に対する信頼性の評価：

送り手に対する信頼性を図る2尺度の平均値を表6に示した。この値を分散分析したところ、リスクの主効果に傾向がみられた ($F=3.33$, $df=1/205$, $.05 < p < .10$)。すなわちリスク高条件の方が、信頼性をより低いと評定される傾向がみられた。また、コミュニケーションのタイプの主効果が有意であった ($F=4.50$, $df=1/205$, $p < .01$)。NP条件の方がPO条件よりも、コミュニケーションの信頼性を高いと評定されていた。さらに、知識とリスクの交互作用も有意であった ($F=4.09$, $df=1/205$, $p < .05$)。これには、放射線の食品照射のトピックスについて信頼性の評価がやや高かったことが影響している。

表6 送り手に対する信頼性の評価

リスク	P O		N P	
	知識大	知識小	知識大	知識小
高	4.36	3.94	4.10	3.83
低	3.98	4.02	3.45	3.82

注. 7ポイントスケール。数値が小さいほどより信頼性の評価が高い。

コミュニケーションに対する信頼性の評価：

コミュニケーションに対する信頼性を測る2尺度の平均値を表7に示した。この値を分散分析したところ、コミュニケーションのタイプの主効果のみ有意であった ($F=7.93$, $df=1/205$, $p < .01$)。これは、NP条件の方がPO条件よりも、コミュニケーションの信頼性が高いと評定されていたことを示す。

表7 コミュニケーションに対する信頼性の評価

リスク	P O		N P	
	知識大	知識小	知識大	知識小
高	4.62	4.15	3.98	4.25
低	4.29	4.40	3.75	4.02

注. 7ポイントスケール。数値が小さいほどより信頼性の評価が高い。

コミュニケーションのイメージの分析：

SD形式の6個の形容詞対を用いて、被験者にコミュニケーションに対する印象を7ポイントスケール上で評定させた。この評定値を因子分析したところ、くわしさの因子、明瞭性の因子、既知性の因子と考えられる3因子を抽出した。そこでこれらの因子のそれぞれに負荷の高い形容詞を取り出し、それらの平均評定値を示したのが表8である。各因子の評定値ごとに分散分析をおこなったところ、くわしさの因子については、コミュニケーションのタイプの主効果が有意であった ($F=0.74$, $df=1/205$, $p < .01$)。すなわち、NP条件の方が、よりくわしく、十分であると評価されていた。また、この因子については、コミュニケーションのタイプと知識の交互作用に傾向がみられた ($F=3.66$, $df=1/205$, $.05 < p < .10$)。これは、知識大条件において、NP条件のコミュニケーションの評価が最も高く、PO条件のコミュニケーションの評価が最も低かったことを示す。知識小条件については、こうしたコミュニケーションのタイプによる違いはみられなかった。

表8 コミュニケーションのイメージ

リスク	P O		N P	
	知識大	知識小	知識大	知識小
くわしさ				
リスク高	5.72	5.33	4.77	5.15
リスク低	5.23	5.23	4.86	5.22
明瞭性				
リスク高	4.22	3.94	3.79	3.93
リスク低	3.48	3.42	3.29	3.78
既知性				
リスク高	3.68	3.88	3.15	3.69
リスク低	3.35	3.93	3.19	4.12

注. 7ポイントスケール。数値が小さいほどより評価が高い。

明瞭性の因子については、リスクの主効果が有意であった ($F=8.66$, $df=1/203$, $p < .10$)。すなわち、リスク低条件の方で、コミュニケーションは、よりはっきりしていて、わかりやすいと評定されていた。

既知性の因子については、知識の主効果が有意であった ($F=11.60$, $df=1/205$, $p < .10$)。これは、知識大条件において、コミュニケーションの内容をよく知っていて、驚かないものであると評定されていることを示している。これらの結果により次の考察が加えられる。

リスク認知については、リスク・コミュニケーションによって、安全であるという方向への変化は起こらなかった。効用性評価についても、リスク・コミュニケーションによって、効用性の評価が高くなる方向への変化は起こらなかった。また、狭い意味での態度変化の指標と考えられる社会的受容についても、変化は起こらなかった。この意味で、リスク・コミュニケーションは、従来の態度変化理論でいうところの効果はなかったと言える。これらの評価や態度はいずれも、被験者がもともと持っていたリスク認知と知識量によって決定されていて、リスク・コミュニケーションをすることによって変化が生じたとは言えない。

ところが、送り手やコミュニケーションの内容に対する信頼性の評価において、リスク・コミュニケーションによる効果がみられた。これは、われわれの当初の予測によく当てはまるものである。つまり、リスク・コミュニケーションにおいて送り手にとって不利なこと、すなわちネガティブな内容を含めることは、送り手の側からは避けたいことであるけれども、そのことが結果的に、送り手やコミュニケーションの内容に対する信頼性を高めることにつながるのである。そして、こうした送り手と受け手との間の信頼関係の確立こそ、リスク・コミュニケーションの第一の狙いにほかならない。

さらに、コミュニケーションに対するイメージのうち、くわしさの側面については、コミュニケーションのタイプの効果がみられた。つまり、ネガティブな内容をも含むリスク・コミュニケーションの方が、より詳しいと肯定的に評価されていたのである。このことは間接的に、リスク・コミュニケーションの信頼性の評価の向上をもたらすと考えられる。

今後は、以下のような問題について検討を加える必要がある。その一つは、リスク・コミュニケーションの効果が1週間後どの程度持続したかという、接触理論の文脈からの検討である。

また、科学技術一般に対する態度、対立した議論に対する対処の仕方などが、リスク・コミュニケーションの効果に及ぼす影響なども検討する必要がある。さらには、これらの種々の認知成分相互の関係を、多変量解析を用いて明らかにすることが必須であろう。なぜなら、influence process という視点から説得的コミュニケーションの効果をみることは、コミュニケーションによって人々の認知構造のどの部分にどのような変化が生じたかという、認知構造全体の変化プロセスの解析を抜きにしては論じ得ないからである。

《おわりに》

リスク・コミュニケーションの最大の目標は、“真実は真実として正しく伝える”こと、Stallen & Coppock の言葉を借りれば、四つの義務を果たすことなのであって、送り手の唱導した方向に受け手の態度を変化させることが絶対的な目標ではない。もちろん、受け手の態度変化を拒むものではないけれども、より重要なのは、送り手と受け手とが同じ基盤の上に立ち、正しい情報を基に、忌たなく議論できることである。相互の信頼性は、その前提ということにほかならない。したがって場合によれば、送り手の意見に賛成できないけれども、だからと言って送り手にあからさまな反対をするつもりはない、つまり暗黙のうちに送り手の立場を容認することが、十分ありうるのである。我々の研究の結果は、リスク・コミュニケーションのもたらすこのような効果について、ある程度実証し得たといえよう。

4) ミニ・シンポジウム：リスク評価における直線仮説をめぐって

(平成元年8月2日実施)

菅 原 努

1) はじめに

分かり易い放射線リスクの解説をする時に、質問も多く仲々理解の得られないものに、「放射線防護上は線量と確率的影響との間には直線的関係があると仮定する」というのがある。質問は「それならば放射線はどんなに少なくても、小さいなりにリスクがあり、リスクをなくする為には放射線の使用をやめるべきではないか」ということになる。いや、それだからこそ放射線障害といった言葉を使わずリスクという確率的な概念を導入しているのだが、仲々それが理解してもらえない。

ここでリスクとは例えば放射線による癌をとった場合、癌の起こる確率、癌死の確率といったもので 10^{-2} とか 10^{-5} とかいった程度のものである。統計学的には、この程度の確率をどう取り扱うかは永年の習慣があって、例えば2つの集団のある平均値を比較した時に1%の確率で有意差があるということは、2つの平均値は本来同じであるべきだが、偶然違った値が得られたというのは確率1%で存在しうるので、こんなことは極めてあり得ないので、その違いを差として認めよう。その代わりその結論が間違っている確率は1%であるということである。普通統計学上は5%以下を有意差と見ている。すなわち、5%の確率とは極めて実現しにくいという考えである。

しかし、ICRPは、このような論法は多分自明のこととしてとらず、放射線リスクを他の職業上の死亡リスクと比較して、所謂安全な職業と考えられているものと同じリスクであるので、容認出来るのではないかとしている。ICRPとしては直線仮説を基本に置いたので、リスクという考え方を導入し、その大きさを容認の限度をきめることにしたのである。そこで我々としてはリスクという考え方をとることには賛成するが、直線仮説の方は頭から鵜呑みにしてよいのか、一度我々の頭で考えてみようということで、今回のシンポジウムを開催することになった。

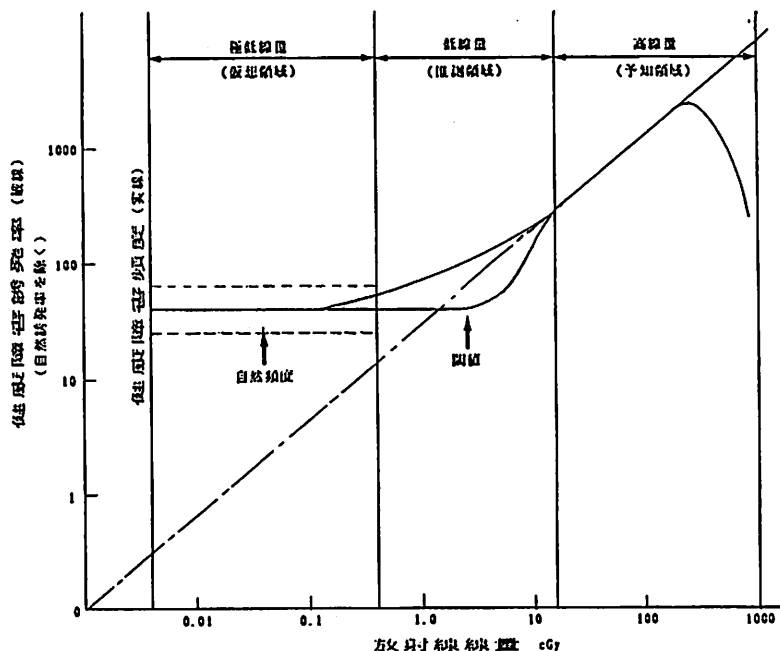
2) 各発表の要約とコメント

二階堂(金沢大学)は人集団の中に放射線高感受性の人がある程度存在しうるとの主張を支持した。しかし、このような放射線高感受性群が高癌リスク群であるとの証明が未だないことを指摘している。この可能性はRERFでも追求されているが未だ結論を得ていない。問題はこのような感受性分布とその集団のリスクと

の関係であるが、高感受性群の存在が、元来しきい値があったとしてもそれを小さくするかならず可能性があるが、この点のより数理的な考察が望まれる。

中井（横浜市大）は放射線の線量域によってリスク評価の特性が異なることを指摘した。放射線効果を実証出来ない低線量を、図1に示すように放射線効果と生体への一般影響因子との相対的關係から線量効果が条件により変動する推論領域とさらに低線量で線量効果の捕捉（認知）不能の観念領域に分けた。用語にはなお問題があり、また今後のリスク論での活用の仕方には検討すべき点が残されているが注目すべき発言であった。

図 1



松平（放医研）は直線仮説のもう一つの問題として集団線量（man-rem）というのは生物学的にはおかしなものだと指摘した。例えば100mremを100万人が受けるのと20remを5,000人が受けるのとは、何れも同じ10万人レムになるが、これが生物学的に同じとはとても考えられない。しかし、現段階ではなお放射線発癌にしきい値なしを否定しきれないいくつかの理由がある。多くの研究では10~20 rad 以下では癌は増えていないのも事実であるが、ただカーブ・フィッティングでしきい値をはっきりと出すことは出来ない現状である。そこでICRPでは直線仮説をとっているが、これに対して化学物質の場合に使うVSD（virtually safe dose）あるいは自然発生率（または数）のパーセントでリスクをあらわすことを提案した。この点は中井の提案とも合わせて今後検討すべき課題であろう。

横路（広大原医研）はラットの乳癌の系で、fission-neutron ではしきい値がないがX線ではしきい値があることを示した。清水（放影研）は初めてしきい値ありのモデルを試み、白血病に対してはLまたはLQモデルで0.1 Gyのしきい値を入れたものと入れないものが、同じ程度に統計的にフィットすることを示した。しかし白血病以外の癌ではしきい値なしの方が、しきい値ありよりフィットが良かった。

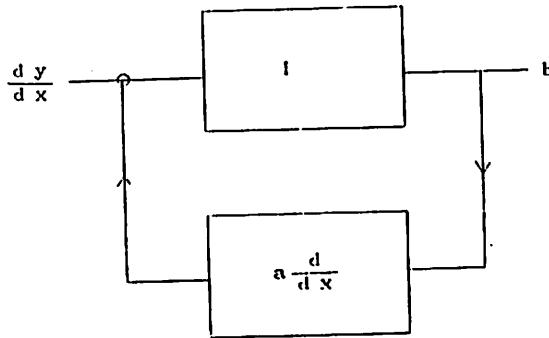
藤田（放影研）は米国におけるBRC（below regulatory concern）についてのDr. BondとDr. Sinclairとの対立する意見を紹介した。BRCとはある線量以下と線をひいてこれを規制外にしようという考え方で、この線を0.1mSv(0.01rem)にひこうとするものであるが、Dr. Bondは発癌にはpromotor, inhibitor や seek-destroy cells などが関与するので、そのような線をひくことも可能ではないかとこれを支持している。これに対し Dr. Sinclair はNCRPはnegligible individual risk level として年間1mremに対応する年間リスク 10^{-7} を定義しており、このBRCは高すぎると反対している。これにはやはり直線仮説をあくまで認めていることが根底にあるのであろう。（別項にやや詳しく解説した）

青山と米原（滋賀医大）は癌の多段階説にもとづくcomputer simulation modelを提起した。その予備的計算の結果としてしきい値のある線量・発癌関係を示した。ただ、彼等のモデルではイニシエーションの段階の細胞レベルでの線量効果関係が多ヒットモデルであるので、これが単ヒットでもしきい値が生じるかを追求せねばならない。

総合討論において、菅原（体質研）はしきい値、ホルメシスを含んだ今までのL, LQと異なる新しい線量効果関係のモデルを作る必要のあることを提案した。Promotorとしきい値との関係、自然発癌率と誘発発癌率、などを考慮すべきことを指摘した。その後、宇野（体質研）との検討をへて次のモデルを提案してま

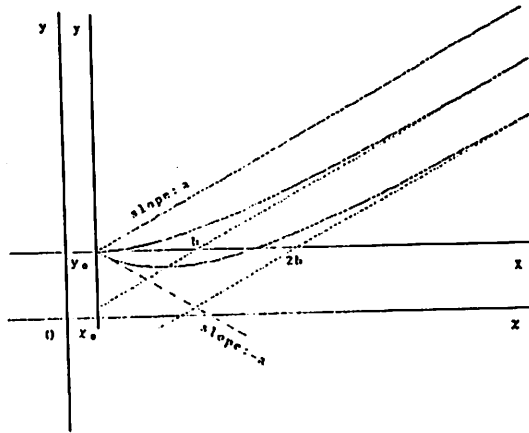
めとしたい。

図 2



$$\frac{dy}{dx} = a - b \frac{d^2y}{dx^2}; \quad y(x) = y(0) + b(1 - \exp(-\frac{x}{b})) (y'(0) - a) + ax$$

図 3



x : 線量、 y : 効果 (発がん、寿命短縮など) とすると、生体はその変化率 $\frac{dy}{dx}$ を最終的 (すなわち x の大きいところ) には一定 a になるようにフィードバックを含んでいると考える (図 2)。そのフィードバックは $\frac{d^2y}{dx^2}$ で表されるがその関与の仕方が b である。生物学的に言えば図 3 で見られるように b は外挿し

た肩の大きさに相当し、修復の大きさ、又はpromotorの大きさ p に対しては $1-p$ の関数となるものである。図3の曲線をきめるためには a 、 b 、の他にもう一つパラメーターが必要で、この場合 $\left(\frac{dy}{dx}\right)_0$ をとった。図には $\left(\frac{dy}{dx}\right)_0 = a$ 、 $\left(\frac{dy}{dx}\right)_0 = 0$ 、および $\left(\frac{dy}{dx}\right)_0 = -a$ の3つが描かれている。

これらの $\left(\frac{dy}{dx}\right)_0$ を生物学的に考える為には、バックグラウンドの放射線生物学的な反応におけるバックグラウンド値を考え、図の原点を (x_0, y_0) とすれば、 $\left(\frac{dy}{dx}\right)_0$ が如何なる値をとるかは、照射線量0における生体の状態が、ホメオステシスを含めどのような状況にあるかによってきまると考えられる。極めて単純な状態ではそれは即線量に反応して a となり、ホメオステシスの強い安定した状態では0を、さらにストレスに対して反応を準備した状態では $-$ の値をとることもあるであろう。従って線量・効果関係をきめるものは照射前の生体のあり方によると言える。これを一つの手がかりとして、さらに研究を進めたい。

3) まとめ

このシンポジウムで得られた最大の収穫は、今まで私達が直線仮説の説明で悩まされたのは、ICRPの単なる受け売りをしてきたからだということが分かって来たことである。逆の見方をすれば我々自身で基本から考えれば、多くのやるべき問題があり、その解決への努力を通じてこそ、我々の一般への解答も得られる筈だということである。直線仮説は防護のための仮説であると言いながら、どの程度の不確実さや問題を含んでいるかを明確に把握してからこそ、本当に自信を持って説明が出来るのではなかろうか。

5) リスク評価とリスク管理における今後の課題（総括） ～ 一般大衆の正しい理解を得るために ～

菅 原 努

1) はじめに

本調査は昭和63年、平成元年の2年にわたり、以下のような現状認識にもとづいて立案、実施されたものである。

放射線防護のために広く国際的にとられている方策について社会的認識を高めることは原子力の社会受容のために極めて大切なことである。その立場で見ると国際的に見て放射線防護について最近3つの大きな流れがあることに注目せねばならない。その第1は原爆線量再評価を中心とする放射線リスクそのものの再評価である。第2は放射線に限らず近代技術はその便益と共に必ず何らかのリスクを伴うとの認識から、広く現代社会における諸リスクの一つとして放射線リスクを考えていこうとするものである。第3にはこのようなリスクという考え方とその人々への受け入れ方について学問体系を確立しようという動きである。なお最近微量の放射線が生体に対して有利に働くことがありうるというホルメーシスの考え方が一部で注目されている。

このような状況をふまえ、放射線防護の一つの基礎となる放射線リスクとそれに関連する諸問題と、それらへの体系的取り組みを骨子として本調査計画を立案した。

その成果のうち、国際的な比較検討のために実施した国際会議「エネルギー生産における放射線リスクと先端技術のリスク評価」については英文プロシーディングス（財団法人体質研究会 1989.11月）を発行、広く配布すると共に、その内容解説を日本語によるレポートとして発表した。

その他の事項として、放射線リスクを一般大衆に正しく理解してもらう為に2年間の検討事項を出来るだけ平易な内容による報告書にまとめるという件については、その為に配慮すべき事項についての検討の段階にとどまらざるを得なかった。

2) 思考型式のモデルによる解析

考 え 方：

平野氏は、一般の市民が原子力のリスクをどう知覚し（リスク・パーセプション）、対応するかなどについて論じた。

人々の思考形式は一様でない。最近では3つのモデルに分ける例が多くみられる（ただし以下の名称はここだけの便宜上のものである）：

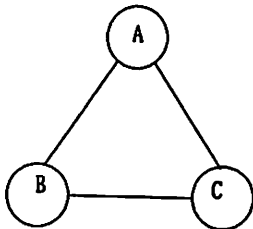
- ① 計算機タイプ：あらゆる情報を集め、頭の中で比較検討した後にイエス・ノーをいう。
- ② 心理的一貫タイプ：今更タバコをやめるとそのストレスでかえって悪いといったふうに、自分流に認知のつじつまをあわせる。
- ③ 思考節約タイプ：なにか1つの物差しだけで態度を決め、他の面で効果があっても眼中に入れない。

確率論的リスク評価がPAに効果があるかは疑問である。一般の人々ではイエス・ノーの態度が先にある場合が多く、それに影響を与えうるのは10のマイナス何乗といった数字ではなくて、リスクを減らす努力がどのようになされているのかとか、それを言う組織が信用されているかといったことの方が重要である。

不正義に対する市民の怒りは大きくて、分配に当たっての正義および手続きにおいての正義に意を用いる必要がある。

菅原のモデル：

一般論



A：合理的思考

すべての情報を集め、論理的に考えて結論を出す

B：依存型思考

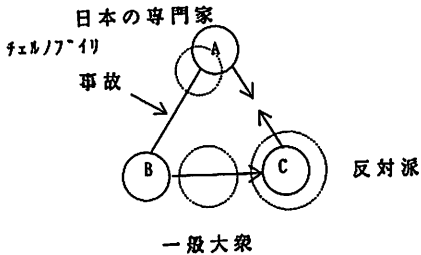
とても自分では決定出来ないとして信頼するに足ると思う意見に従う

C：独断的思考

自分の決めた重点事項を指標にして判断を下す

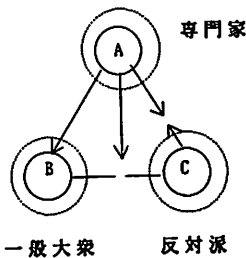
原子力をめぐっての立場

現 状



1. 日本の専門家は現状ではその自立性が十分でなく、多くを国際基準に依存している。
2. チェルノブイリ事故のようなことがあると一般大衆の大部分Bからの信頼を失ってしまう。
3. 反対派は益々力を得てふくれ上がり、専門家を攻撃すると共に、一般大衆をひきこまんと勢づいている。

あるべき姿



1. 専門家は自主性を持って自らデータを集め、判断を下す。
2. 専門家は一般大衆に分かり易い言葉で話しかけ、反対派へ向きかけた心を、こちらに向け信頼を取り戻す。
3. 反対派の誤りを明確にし、その孤立化をはかる。

3) 専門家としての具体的方策

1. 専門家集団の自立とデータ
2. 理解されるための scientific statement を行う
3. 一般大衆からの信頼の獲得
4. 科学とリスクへの理解を深める努力
5. 一般大衆の社会心理学的状況の把握

6) 結び

我々がかねてより放射線リスクをめぐる科学的、社会的問題について検討を進めてきたが、昨年から本年にかけ、この分野への社会的関心が日に日に高まりつつあることを感じる。我々としてはこれらの分野での先駆者としての努力を今後共続けて行きたいと考える。さらに放射線リスクの正しい理解の為に、研究者集団としての信頼を高めると共に、分かりやすい言葉で人々に語りかける点に付いても一層の努力が必要であると痛感している。

本報告書は未だ不完全なものながらその方向への努力の結果として、少しでもお役に立てば幸いである。

付 記：

英国ではかねてから原子力関連施設の周辺で小児白血球病が多発しているのではないかということが問題になり、今のところ確かにある地域では小児白血病の期待以上の多発があり、それが何箇所かで見られるのでLeucemia clusterとして大きな社会問題にまで発展している。これに対して、政府依頼の諮問委員会（Sir Black 委員長）の勧告にもとづき、現在各種の調査が進められている。

そのなかの一つとしてDr.Gardnerらが今年二月に、その原因としては環境よりも従事者の受けた放射線による遺伝性の白血病ではないかという case-control study の結果をBritish Medical Journal(17, Feb., 1990)に発表したもので、現在これが大問題になっている。我々もこれを一つの契機として、広い分野にわたる専門家による討論とコンセンサス作りを積極的に進め、さらにこれを我国におけるリスク評価、管理への科学的システム作りへの推進をはかりたいとしている。

(1990年 5月13日 菅原)

(3) Bio-update

植物を使って抗体を作る

植物は著者にとっては全くの専門外であるが、成程植物の場合はこんなことが出来るのかと感心したので、その要点を紹介することにした。

抗体とは勿論高等な動物に特有に免疫反応で大切な役割を演ずるものである。抗体産生についてのバイオの世界でポピュラーなことは抗体産生細胞とミエローマとのハイブリッドによるモノクローナル抗体の生産で、それが生物学、医学の多くの分野で活用されていることは周知の事実である。ところがResearch Institute of Scripps Clinic, La Jolla, California の分子生物学者Andrew Hiatt は植物を使って、大量にしかも安価に作り出す方法を考案し、先ずたばこを使ってその葉に抗体を作らせることに成功した。

そのやり方は、原理的にはたばこの葉の細胞に抗体の heavy chain と light chain の cDNA を持ったプラスミッドをトランフェクトさせ、それをそれぞれたばこの草に成長させる。次にそれを交配すると 1/4 の確率で葉の中に heavy chain と light chain の両方が産生されるものが出来、それが結合して目的とする抗体が得られるものである。このたばこを用いた実験はあくまでもモデルであって、しかも植物の作る heavy chain の末端炭水化物は哺乳類のそれとは異なるであろうから、動物の体内で動物由来のものと全く同じ挙動を示すかどうかなど未だ課題が残されている。

それにもかかわらず Hiatt の夢は大きくふくらんでいる。抗体産生植物が一度出来れば、それは種子の形でいくらでも保存が出来、また、いざという時も一年あれば大量に産生出来る。植物としても多年生の牧草など使えばよいであろう。仮の計算だが大豆を使うことが出来て、その全蛋白の 1% が目的とする抗体であるとすれば抗体 1 Kg が 100 米ドル以下で出来るというのである。

この技術は単に抗体生産のためだけでなく植物の種々の研究にも役立つ筈であるとして、Hiatt は 3 つの例をあげている。

1) 植物の生長、発育にはいくつかの低分子量のホルモンが関与している。しかしその生産の場所や作用機構がよく分かっていない。この場合この方法でこれらのホルモンに対するモノクローナル抗体を作らせれば、これらのホルモンを追求することが出来るであろう。

2) 植物自身の感染症に対して、この方法で植物の細胞内に抗体を作れば、これで感染をおさえることが出来るであろう。現在までのところこの試みは成功していないが、heavy と light の2つのchain を持った抗体の代わりにsingle chain 抗原結合体を作るなどの研究が進められている。

3) 植物細胞は周知のように厚い細胞膜でおおわれている。この細胞膜を通過出来るのは大きさにして35~50Å、分子量にして20,000以下の物である細胞の中に出来た抗体は当然これより大きいので細胞の外へでられない。これを逆に利用すると分子量20,000以下の抗原は（例えば環境汚染物質、工業副産物、農薬など）は細胞に入りそこで抗体と結合して、そこに蓄えられることになる。従ってこれは一種の生物汚染除去装置になりうる訳である。

文 献

A. Hiatt: Antibodies produced in plants, Nature 344: 469-470, 1990.

(Tom)

初期胚細胞と遺伝子操作動物

様々な形質をもった植物や動物を、思いのままに作り出すのは人類の夢でした。これまでわれわれの祖先が、この夢の実現に対してとってきた方法は、掛け合わせという手段でした。この手段の歴史は古く、遺伝子の概念がでる遙か昔の農業の始まりから、農業作物や動物の改良の際に行われてきました。中央アジアにおける小麦の野生種からの改良の長い歴史は、日本の遺伝学の泰斗で4年前になられた木原均博士によって詳細に調べられました¹⁾。また、手近なところでは私が今いる広島は、広島菜の漬物が名産ですが(たいへんおいしく、ぜひともお試しください)、これとても大阪の天王寺菜が江戸時代に別れて長野の野沢菜と広島菜に改良されたと聞きます。家畜では、サラブレッドの交配は言うに及ばず、足の早い猟犬として知られるグレイハウンドや喧嘩の強い大型犬のマスチフ系統は遠く古代エジプトや古代インドにまでさかのぼります。しかし遺伝子操作技術が大変な勢いで発展している現在では、交配という時間のかかる方法ではなく、望みの生物について特定の遺伝形質を直接いじることが可能になりました。

前号で初期胚の細胞が不老不死であり、いろいろ奇妙な性質をもつことをお話しました。ES細胞(Embryonal stem cell)と呼ばれる初期胚の培養細胞は、現在のところマウスでは比較的用意に作ることができます。そんな細胞は、研究者の手すさびで何にも役にはたたないのでは、との意見も当然でできますが、これがなかなかどうして研究面のみでなく実社会にも役立つ可能性を秘めています。その最大のものが遺伝子導入動物(トランスジェニック動物)を作ること、ES細胞は強力な手段となります。

トランスジェニック動物の第一号は、ストレス蛋白のメタロチオネイン遺伝子プロモーターにつながれたラットの成長ホルモン遺伝子を導入したマウスでした。マウスの授精卵を取り出し、顕微鏡下で細いガラスの針を用いたマイクロインジェクションで遺伝子DNAを注入します。この卵を子宮に移植して生まれた子供で入れた遺伝子が入っているものを選びます。このトランスジェニックマウスではストレスをかけると成長ホルモンの分泌が誘導されます。すなわちいじめられるとよけい大きくなるというわけで、スーパーマウスと呼ばれました²⁾。その後

もいろいろな遺伝子を導入したマウスが作られ、遺伝子機能の解析に使われています（総説としては、文献3）。たとえば、癌遺伝子を導入したトランスジェニックマウスでは特定の癌が起こり易く、発癌機構の研究で大きく寄与しています。最近では基礎研究の分野以外に、トランスジェニック羊やトランスジェニック豚、さらにはトランスジェニックウサギまで作られており、そのうちにトランスジェニック家畜で品評会が埋まるときがくるでしょう（総説としては、文献4）。

現在トランスジェニックマウスにおいては、お互いに関連する2つの問題があります。その1は導入遺伝子の発現の問題であり、その2は組み込み部位の問題です。前者は、導入した遺伝子が必ずしも望みの臓器で望むようには発現しないという問題です。同じ遺伝子をいれても、できあがったトランスジェニックマウスではそれを発現するものから、発現しないものまで様々です。また、肝臓で発現する遺伝子プロモーターをつけてやっても心臓で発現したりします。このようにまちまちであるのは、遺伝子が細胞側の染色体のどこに組み込まれるかで、周辺の遺伝子の転写活性の影響を受けるためと考えられています。マイクロインジェクションで細胞に導入されたDNAは染色体のランダムなところに組み込まれます。不活性部位に入ってしまったものは、たとえ染色体の一部として子孫に伝えられたとしても、発現は全く見られません。それでは、導入する遺伝子を、染色体の望みの部位に組み込ませることはできないのでしょうか。これに一つの解決を与えたのが、ES細胞を用いた相同組み替え法です。

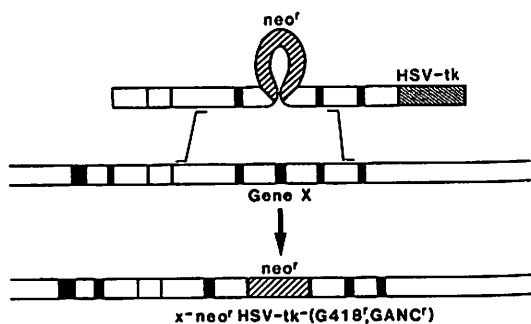
前号で述べたように、ES細胞は培養皿からとって初期胚に導入してやると、正常に発生して個体をつくります。そのため、ES細胞に遺伝子をいれ、その後初期胚に導入すると、生まれた個体では、新しい遺伝子をもったES細胞由来の細胞と、もとの胚細胞の両方によるキメラマウスができます。ES細胞由来のものはある確率で生殖細胞にもなるので、それを受け継いだ子孫はトランスジェニックマウスになります。そうすると次の問題は、DNAを培養ES細胞染色体の特定部位にどのように組み込むかという点です。培養細胞に遺伝子を導入する方法としては、マイクロインジェクションや、リン酸カルシウム沈澱にDNAをつけて入れるトランスフェクション法がよく使われます。これらのいずれにおいても、ほとんどが細胞側のDNAのランダムな部位に組み込まれます。しかし、導入するDNAが細胞側DNAと相同配列をもつ場合、たいへん少ない確率（約 10^{-3} — 10^{-5} ）ではありますが相同部位に組み込まれます。それなら、相同部位に組み込まれた遺伝子をもつES細胞のみを選択できると良いわけです。この

目的の為、negative-positive selectionによる gene targeting 法が Cappechi によって開発されました⁵⁾。方法の概略は図1にあるように、入れたい遺伝子をクローニングしたものの中に positive selection に使うneo耐性遺伝子を入れ、その外側にnegative selectionのためヘルペスウイルスの tk 遺伝子をつないだものを導入します。ヘルペスウイルスの tk 遺伝子は、哺乳動物細胞では利用できない、gancyclovir をリン酸化するので、これをもつ細胞は gancyclovir存在下で殺されます。遺伝子導入のあと、neomycin と gancyclovir で選択すると相同組み替えにより、neo をもち、しかも tk がのぞかれた細胞のみが生き残ります。今のところこの方法では、望みの遺伝子をneo遺伝子で壊すことしかできませんが、作られたES細胞を初期胚に導入してできたトランスジェニックマウスは、特定遺伝子の欠失が個体にどのような影響を与えるかを調べるのに好都合です。前号で話題になったRb遺伝子について⁶⁾、それを壊したマウスの作成はいま世界各地で競争になっています。そのようなマウスは、人の網膜芽細胞種発症について貴重な情報を与えてくれます。またこの論文が刺激となって、相同組み替えによるトランスジェニックマウスの研究がたいへん盛んになっています⁷⁾。

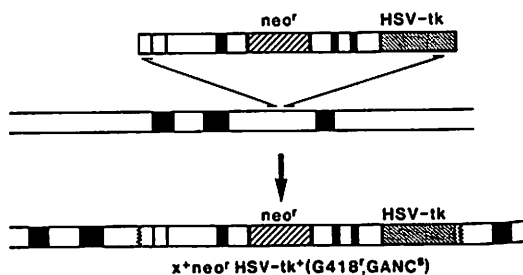
最近では、ヒトでは分子病の概念が一般化して、いろいろな病気も詰まるところはその人の遺伝子のが何らかの形で影響を与えていることが明らかになっています。遺伝病についての遺伝子治療は医学の分野でそろそろ始まろうとしています。ES細胞とトランスジェニック技術は、遺伝子治療にも深く関わっています。そして、家畜や実験動物だけではなくヒトにとっても、個体にたいする遺伝子の導入は臓器移植の後ろにひかえて、いま出番をまっているのです。

図1 positive-negative selection による相同組み替え体の選択

a Gene Targeting



b Random Integration



文 献

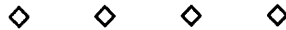
- 1) 常脇恒一郎：木原均先生の日本遺伝学会を植物学会に対する貢献。遺伝学会雑誌 62, 5-19, 1987.
- 2) Palmiter, R.D. et al.: Dramatic growth of mice that develop from eggs microinjected with metallothionein-growth hormone fusion genes. Nature 300, 611-615, 1983.
- 3) Hannahan, D.: Transgenic mice as probes into complex systems. Science 246, 1265-1275, 1989.
- 4) Pursel, V.G. et al.: Genetic engineering of livestock. Science 244, 1281-1288, 1989.
- 5) Mansour, S.M., Thomas, K.R. and Cappechi, M.R.: Disruption of the proto-oncogene int-2 in mouse embryo-derived stem cells: a general strategy for targeting mutations to non-selectable genes. Nature 336, 348-352, 1988.
- 6) 渡辺正巳：細胞の分化と癌化を支配するタンパク。環境と健康 3, 26-29, 1990. 7) Cappechi, M.: Altering the genome by homologous recombination. Science 244, 1288-1292, 1989.

(4) 卵と虫とT ime・P lace・O ccasion

アダムがまず神様の手で世に現れ、その肋骨の一本からイヴがつくられ、アダムとイヴが子づくりに励んだ(?)と言う神話を今ごろ持ち出すと、「私作る人・僕食べる人」というテレビCMが叩かれたように非難を浴びるかも知れぬ。しかし女性解放運動ウーマン・リブがアメリカを中心に起こりあつという間に極東の島にも押し寄せたのは1960年代後半から70年代にかけての事で、1972年第29回国連総会が満場一致で75年を「国際婦人年(IWY International Women's Year)」とする事を決議し、さらに75年の第30回総会翌76年から向こう10年間を「国連婦人の10年(UNs Decade for Women)」と決定する原動力となった。「私を使い捨てにするの?」と総理に迫ったと伝えられる初代婦人官房長官森山真弓は、75年メキシコでの国際婦人年世界会議に少年婦人局長として政府代表に加わっていた。やがてこのトレンドは、『雇用の分野における男女の均等な機会及び待遇の確保等女子労働者の福祉の増進に関する法律(昭和61(1986)年4月1日施行)』いわゆる「男女雇用機会均等法」となってようやく定着する。逆に言えば神話のごく最近までグローバルにまかり通って居たと言える。

半世紀足らず以前まで地震・雷と並んでベストフォーの一角に居たわが国のミスター・アダムは、ウーマンパワーに押され今やベストテンにすら連なりかねる状態であるらしい。「…人の上に人をつくらず…」と言われ出してからでも、クテ社会でサンドウィッチの出来の悪い具として生きてきた大多数のアダム達は、せめ「人と人を重ねて人をつくる…」と言うパロディーに共鳴しようとしても住宅事情や教育費用を考えるとこれもままならぬことは、核家族の子どもの数が2.17人であるという統計からも明かである。トヤツとのリードでは島田は揺れなくなった…。柴又の寅さんの喧きはバリでも共感されたに違いない。

大自然の中で雌雄の力関係はどんな変遷を辿っているのだろうか? 動物界では雄は積極的にアタックし、雌は控え目で相手を選ぶものと考えられているが、状況次第で必ずしもそうとは言えないのだ。



《雌雄淘汰》

Sexual Selection

ダーウインの自然淘汰の理論は、動物が種の存続のための能力を強化し環境に適応して行く、進化の過程についての考察である。彼は、解剖学的相違に疑問を持ち、通常雄だけに見られる角や鬣或いは美しい尾羽のような形質は、特異な過程で特徴的に分化したものだ結論し、雌雄淘汰(sexual selection)と呼んでい

る。ダーウィンは、これらの特徴は同性と競合し、より多くの性対象を惹き付けるため、種毎に様々の過程を経て分化したのだ言う。そしてその分化の過程には二つの経過があり、一つは性対象を求める際の角突き合いなど雄どうしの競争そのもので、もう一つは大きく豊かな尾羽を持つ雄孔雀を雌が性対象として選択する類の仕組みである。競合に打ち勝ち、もっとも雌を惹きつけた雄がより多くの性対象を獲得し、より多くの子孫を造ることが出来るのだ。

ダーウィンは両性の間の極く普通のこんな相違点がもっと複雑な生物学的理由に因るものであることに気付かなかった。ダーウィンが「人類の由来」(The Descent of Man and Selection in Relation to Sex:1871)を出版してから百年を経て、カリフォルニア大学のロバート・トライバースが新しい概念を提唱した。両性が出来る限り多くの遺伝子を次世代に伝えるという基本は同じであるが、その行動様式は雌と雄では異なると言うのである。

《クーリッジ大統領夫妻》

Coolidge Effect

第30代(1923-29)アメリカ大統領カルビン・クーリッジ夫妻が政府農場の鶏舎に立ち寄ったとき、ミセス・クーリッジが農場責任者に「雄鶏は何べんくらいセックスをしますの？」と尋ねた。日に十回以上です、と聞いたミセス・クーリッジは「そのことを夫に伝えて…」と頼んだ。クーリッジ大統領に「その雄鶏の相手は同じ雌鶏だったか？」と聞かれて責任者は「相手は異なります」と答えた。クーリッジ大統領はすかさず「そのことを家内に伝えてくれ…」と言った。話の真偽は別にして、一般に雄は一度交合した雌に対しては興味を失うようであり、雄が再交合が出来ないのでなく、もし新しい雌と出会えば性交能力を再現できるという事である。この現象は鶏舎での伝聞からクーリッジ効果と言われている。

新しい雌がもたらすこのような効果は牛馬の育種に応用されて来た。冷凍精液を単に注入するようになった現況から振り返ると、一頭の種雄が複数の雌を相手にせさせと務めをはたしていた風景はなんとも牧歌的ではあった。ともあれ、雄の本質は精子・遺伝子を出来るだけ多くの雌にバラ撒くことにある、と言えようか。

《卵と虫と》

卵子は精子より形は大きい数少ない。雌の造る卵子の数は限られている上に、一回の交合で受精に必要な精子は十分に賄われる。しかし、雌は雄を選ぶことで遺伝的に優れた、或いはより好ましい子孫を産むことが出来る。状況は雄にとっては全く逆で、次世代への遺伝子伝達は自己の精子を受精させ得る卵子の数

次第である。雄は同じ相手と繰り返し交合しても遺伝子拡散のメリットは少ないから、一回当りの時間を少なくし、他の雌を探すのが効率的である。雄にとって最良の遺伝子伝達の手段は多くの雌と交合することである。

ダーウインの雌雄淘汰の理論では、雄が相手選びをする事には触れていない。多くの雌の中から特定の相手を選択することは、数でこなすという考えと相反するものと捉えて来たのだろうか。もし雄に何度も交合する機会があるなら、選択的であることは、みすみすチャンスを見逃す事になる。しかし実際にはどんな種でも、雄は交合の時、こんなことでは次の交合に差し支えはせぬかとはた目に心配するほど、真剣に努力をする。

以下に紹介するように、雄の交合機会を制限するさまざまな仕組みがある事を見ると、それでも性対象を選択する雄に努力のし甲斐は有ると見える。雄は長期に亘って精子の供給が可能だと考えられてきた。精子が卵子より多く作られるのは事実だが、精子放出、精包（精子束を包む管状になった分泌物）、或いは精虫それ自体の供給には限りがある。山椒魚の場合、雄の造る成熟精子量はシーズン毎に決まっている。常時精子を作り出す種でも供給量に制限がある。精子数と放出量は交合頻度が増えれば減少し、それに伴い雌の妊娠の度合いは少なくなる。精子数がひどく減らなくても雄は次の交合迄に、精子の運搬に必要な媒体、精包を形成するいろんな成分の再成に時間が要る。山椒魚では此の回復に三日かかるという。ヒトの場合を見ると三～五億の精子が一回の受精に関与すると推定され、勿論個人差は大きいが、バラ撒きが過ぎると精子数は急激に減り、回復に若者でも三日は必要といわれる。山椒魚と同じである。ついでに数字を挙げると関与する約五億の精子の内、約二千が卵子に辿り着く。卵子の中に入り込めるのはこの中の一匹だけである。卵子の場合約四十万個が卵巣にあり、閉経までに三～四百個が排出される。両者の出会う確率からみると、あなたは選ばれた優れた個体なのだ。

《虫達のオリンピック》

Sperm Competition

雄は雌を選ぶことで間違いなく自分の子を生ませることが可能である。雄の精包にはカロリーに富んだ栄養を含んでいることが多く、放射能標識をした精包を用いた実験によると、この栄養は卵子の生産に利用されていることが判っている。雌は精子の補充或いはそれによって得られる栄養を目当てに、不特定多数の雄と交合することが考えられる。その結果、複数の雄の精子が雌の器官内で精子競合(sperm competition)と言う状態を生じる。精子競合は生物の進化にも関わり、自己の精子を受精に結び付けるために働く強い力でもある。

確実に自己の精子を受精させるには、最近に交合していない雌と選択的に交尾

すれば良い。蝶類では、雄は若くて大きい雌への求愛に時間をかけている。すでに交合した若い雌は好ましくなく、大きい雌は小さい雌より卵子を多く持っている。雄は雌の年齢を羽の損耗具合で判断する。蜘蛛の中には未経験の雌を選択するために、未熟な雌を我がものとして張り番する方法をとっている種がある。思いを遂げるためとは言え、張り番をするのはかなり根気の要る事で、その間他の雌にチョッカイを出せないことになる。よくしたもので、雄は成熟間近の若い雌を選択的に張り番出来るのである。

雄が雌の性経験の有無をどの様に識別するかを一夫一婦で営巣する種と多重婚(multiple mating)である種のネズミについて観察したところ、前者の識別力は後者よりも優れており、前者は調査に時間をかけ未経験の雌を選択したという。雄の選択能の種差はそのためによりやす時間や労力量の差に関連している。クーリッジ効果についての論文を分析した報告によると、新しい雌が雄の性衝動を再触発させる程度には種の間で大きな相違があり、この相違は野生で絶えず行われる交合の習性や状況・環境が様々であることを反映するものであると言う。クーリッジ効果の見られる種はその交合習性が多重婚であったという。

また、雄の交合習性に及ぼす雌側の要因として、性周期の影響がある。動物では交合イコール受精であり、発情期のピーク状態で事が運ぶのがもっとも好ましい。雌が発情したときのいろいろなサインに雄が反応する。ある研究によると群れを率いる雄ヒトは、発情して局所の膨らんだ雌にだけ性的関心を見せる。ナンバー・ワンの雄として、雌の発情期の受精最適時にだけ交合し、それ以外の時は群れの下位の雄に交合を許すという。

《大きい事はいい事か?》

Size Assortative

雄はまた生殖能力を基本にして雌を選んでいく。猿類を観察した結果では、出産経験のある雌は成長期の若い雌よりも受精が確実で、雄は経験のある年長雌を選んでいく事が多いという。若雌の性的誘いを無視して、年長雌との交合に容易にに応じていく。体つき、脂肪の量、お尻の肉の性的膨らみ具合、乳首の状態などで、雌の年齢や出産経験の評価をするのだ。

みんな同じように成熟していても、生涯に造り得る子孫数には個体差がある。昆虫、魚、爬虫類では雌の体が大きければその卵子の数も多いのが普通である。大きい雌を選ぶ事が昆虫、魚、爬虫類の雄に見られるもっとも普通の習性である。

魚の中には、雄が次世代へこまやかな気配りをし、産卵場所を選ぶだけでなく、発育中の児の安全までを考える種がある。条件の良い場所を産卵のために確保することで雌の気を引く事が出来るのだ。さらに父親としての努力を集注し、発育

中の児を抱えながらなお次の交合に備えている。トゲウオやヨウジウオの雄はその例で、抱卵嚢に幼いもの達を養い、栄養を補給する。共に大きい雌を選ぶが多重婚の機会は抱卵嚢の大きさに左右される。

大きい雌を選ぶ習性は体格分別(size assortative)という交合様式である。この様式では大きいものどうし、小さいものどうしが交合する。大きい多産の雌が、大きい優れた雄と或期間ペアを組んで生殖するときに適している。甲殻類の中に雄が脱皮する雌を体を張ってエスコートするエビがある。脱皮の時だけ交合が可能という事もあるが、このエビの雄は大きくて多産のしかも脱皮の近い雌を選んでいる。

《一夫？婦》

Monagamous

交合の機会は雄が子孫の面倒を見ている間、単に他の雌に近づけない或いは雌がこんな状態の雄に魅力を感じないと言うだけで制約を受ける。雌雄が協力して子孫の面倒を見る高等脊椎動物特に鳥類では、一夫一婦はごく普通で、相手を選ぶ習性は双方にあるが雌の方がより積極的で、雄は大きくて飼育経験の有りそうな年長雌を選ぶといわれる。羽毛の色、年齢、育児経験は両性にとって重要な選択基準である。

同じペアによる交合が繰り返され、そのペアが育てた成鳥数が12%増加していたことがカモメについて観察された。育雛経験の蓄積によるものであろう。この鳥は生殖に失敗すると離婚するのが普通であるが、営巣集落で雄のなわばり意識が強いとそこから選ぶ雌の数が減る事になるから、この種の雄が積極的に相手と留まるかどうかは確かでない。

《ガール・ハントはお土産持って》

Nuptial Gift

相手探しと求愛の意思表示に時間と精力を注ぐのは通常雄である。こんな事に努力を投入すると餌を探すことや他の活動時間を犠牲にせねばならぬ。雌を惹き付けることはエネルギー面でも高くつき、そのために鳴く雄の蛙や蝦蟇は繁殖期には体重が減るのだ。邪魔者が現れると、雄は一層大きな代償を払うことになる。雄蛍の発光に対して雌蛍が点滅で応答し交合が始まるが、他種の雌もまたその雄にサインを返して妨害する。中には惹きつけられた雄蛍を貪欲に食ってしまう種もある。精力投入と妨害のリスクという観点から見るとこれらのことはかなりの負担になるし、雄の交合のチャンスを著しく減少させている。

雄は雌に精子を送り込むだけではない。昆虫や鳥類の中には、雄が持参金(nuptial gift)として食物や何かを貢いだときだけ交合相手として受け入れるものが

ある。こんな貢ぎ物を用意しなければならないことは雄にとって雌探しを大変な重荷にしている。雌はこの貢ぎ物に大いに依存している。反面、貢ぎ物探しをする雄は蜘蛛の巣に絡まったりする危険に曝されることになる。カマキリの仲間には事が終わると雄が食われてしまうのがある。最高のギフトであろう。実際には巧みに逃げる雄が多いと言うが…。

雄は交合の為にしばしば高い代償を払ってまでして相手を選ぶのはどうしてだろう？ 貢ぎ物を元気に食べるような雌を選ぶと自分も感染を免れるという直接的な利益があり、間接的には、病原生物に感染した雌は受精し難いなど母性の能力が劣るからこれを避ける事が出来る。

ヒト社会でも男が結婚するのに女の家族に何らかの支払をする風習が見られる。ある調査によると、ニューギニアには全てのことが交換を軸にし運ばれるという部族があり、彼らは婚約・結婚も金(貝殻)やブタなどに換算されると言う。娘に初潮があると記念の儀式や宴が開かれ、婚約者の家族間で財貨の交換がなされお祭りのようになる。ここでは女の側も相応の財貨を用意せねばならぬから資力が父親に無いと娘は成熟しても悲劇である。アフリカのある部族では男達は早く思春期に達した女性にはより高額を支払うという。こういう女性は思春期の遅い女性よりも強い子を産むからだ。男性は単に処女を選ぶだけでなく生殖性の高い女を選んだと思われる。

一方、サモアの娘達はのん気で陽気な生活をしている。成年女性として認められるまでに、成熟期に達してから二年後に女性グループに入ることを認められる。昼は眠り夜はダンスや恋をするときであり、この期間に好きな青年を選んで結婚する。サモアの娘にとって最も充実した時期であるという。

《近親婚の悪影響……近交弱勢》

Inbreeding Depression

相手をうまく選ぶことでその子孫が今までとは異なる影響を受ける機会が増える事にもなる。近親交配は劣った子孫を生むことが多い。群れの中で、動物は近交弱勢(inbreeding depression)と呼ぶこの影響をさまざまな方法で避けている。或性交渉で生まれた者達は離散し、或距離をおいた場で別の生殖を営むことによって交合に関連した異常の発生頻度を低くしている。哺乳類では主として雄が群れを離れ、鳥類では雌が群れから離れて行く。

群れから離れないときでも、関係ないか或いは異なる相手を選ぶことで近親婚を避けている。野生の馬では通常雌が母から離れて行く。雄の血縁がいる中で成熟した雌が、父や兄弟と交合することは好ましくない。

《性の刷り込み》

Sexual Imprinting

母親に従って道路を横切るカルガモの雛の姿はテレビでもお馴染みとなったが、卵からかえった雛は最初に目にした動くものを母だと覚え込む。これは死ぬまで忘れる事のない、刷り込みという本能行動に係わる特殊な学習に基づいている。成長する若者は性の刷り込み(sexual imprinting)という過程を経て自分の属する種の基本特徴を記憶する。母や姉妹から自身の種の雌の特徴的羽毛について刷り込みがなされる。この刷り込みによって、成熟した雄は交尾の時に自身の種の雌とだけ関係するようになる。血族を識別することももう一つの刷り込みである。このような早期の経験は後々の相手の選択に大きく係わってくる。近過ぎもせず完全に無関係でもない相手を選ぶ日本ウズラのような例もある。雌雄共に最初は従兄弟姉妹を相手に選んでいる。このような選択は適正異系交配(optimal-outbreeding)と呼ばれている。結果として、近親婚の悪い影響とかけ離れすぎた交合による突然変異的な遺伝子の複合阻害の発生との間に均衡を保つことになる。

《競合か？選択か？》

雄が雌を選択するのは動物界での特別なケースとは限らない。時間や労力を要しても選択的である事が生殖に有利であれば、或いは雄が多重婚の機会を制限される状況となれば何時でも起きることらしい。雄の雌選びを正確に観察するには、研究室でのよく管理された実験に依らねばならない。野外での観察は容易な仕事でない。コオロギの観察によると、群れの数が少ないときは雄の積極的な相手選びは見られないが、過密状態になると雄はより多産の雌を選ぶと言う。群れが過密になると食物が欠乏しがちで、雄の精包に含まれる栄養は雌にとって大変重要となるのでそれを求めて雌はお互いに競合するのである。

.....

ダーウィンは雄を競合的、雌を選択的と性格づけしたが、時と場合次第で雄も雌と同じく選択的に行動することが多くの観察で確認されている。ところで、ヒトは相手をどう選んでいるのだろうか？ ヒトが相手の決定や選択をどのように行っているかを理解するのに、上述のような種々の生物についての研究を背景に心理社会学と社会生物学との二つの視点からのアプローチを紹介しよう。

心理社会的には、男女が社会的・心理的或いは肉体的に適合するための決め手は何かを探して行く。似たものどうしの方がかけ離れているよりも一般的であり、年齢・背丈・肉体的魅力などが似ている傾向がある。或質問調査に依ると、両性ともに誠実・親切・理解といった性格を好ましいとする回答が上位を占めて

いた。女子は経済力に、男子は肉体魅力に重点を置き、魅力的な女性は高収入の男性と結婚していたという調査報告もある。

このような同一性は相手選びの結果であるとは必ずしも言えない。それぞれが住んでいた場所の関系で選択が限られていたことや、結婚が取り決められた地域によって、夫婦自身によるよりも家族による決定を反映するようだ。イスラム教国では結婚は家長どうしで話が進められ決定されている。男の側から女の方へ金銭の支払がされる。売買婚といわれる。

この手の研究に心理面から入ると、性格をパターン化して統計的に処理されることが多いから問題があるという。男女が好ましい関係を造るのに話し合ったり協議したりする過程を力学的に捕らえる観察の仕方もある。都会で花婿学校が繁盛したり、農村の花嫁を他国に依存せざるを得ず、美女コンテストはセクハラにつながると抗議を受けるなど最近の力学的現象は絶好の観察対象かも知れない。それにしても花博会場で№1に選ばれたブレンダ嬢はまことにチャーミングであったと思うのだが…。

社会生物学的な観察ではヒトの社会習慣も他の動物と同様の経過と理由により進化したという観点に立って、人類が各個に種の存続のためにどの様に行動したかを予測し、観察結果が予測と一致するかを確かめる。この方法には賛否両論が多く、研究はダーウィンの雌雄選択理論を中心に進められている。それによると、単純に女性は子育てに必要な物を賄ってくれる男性を選びこれに従うだろう、男性は女性とその要求する物の両方を得るためにお互いに競争するだろう、などと予測し調査により検証を試みる。しかし、検証の結果が社会生物学理論の予測と一致したとしても、必ずしも正しいとは言えないと主張する意見もある。理論は科学的未検証（時には検証不能）の仮定や、或いは進化ということの性格から祖先の生活に関して推測の域を出ない事柄に根拠を置くことがあるからと言う。我々の行動様式と進化の係わりを否定することは出来ないが、その説明に当たってはその他の場合と同じく厳正な科学的処理が必要だというのである。



進化の基本的重要性を生物の個体にみる西洋ダーウィニアンに対して、集団とそこにある調和に注目する日本的進化論は、各時代の社会的背景を抜きにしては進化を論じられないという。数年前に東西の進化論学者が論議を交わしているが、その仕掛人は英国ダーウィニアンであった。同時に日本には、若手が自由に発言できる科学論争の土俵がないことを指摘されており、このことは「集団とその調和」が、突出した行動や考え方を牽制し、出る杭を叩く方向に働き、ヒトの

進化にも良きにつけ悪きにつけ影響したと解釈される。一方で、異文化圏の感覚からみて異常と思われる不合理さや制度或いはその存在さえにも気付かない島国性またはムラ社会的ともいうべき風土や集団感覚を醸成してきたと言えよう。外圧がなければ構造障壁が排除されないのは政経分野だけではないようである。

ダーウィンの自然淘汰説は一世紀に亘り生物学会のお歴々に信奉されて来た。そうした学派からは批判の声を期待するのは極めて困難であろう。おそらく自然淘汰説批判が顔を出すのは『生物の世界』(1941)においてであろうと思う。

『種の起源』出版以後に、ダーウィニズムを紹介した本はただならずあるけれども、ダーウィンの伝記や礼賛がやたらに多くて「ダーウィン論」をまともにやっているのがない。進化が事実であることと、この事実を説明するために持ち出したダーウィンの自然淘汰説を混同してはいけない。

自然淘汰というのはダーウィンが進化を説明するために持ち出した一つのセオリーであり、一つのセオリーが、日進月歩のはげしい自然科学界において、その発表後一世紀以上も安泰であることは、じつに奇怪である。(ダーウィン論：今西錦司・中公新書 479, 1977)

科学者は信仰の立場からは、しばしば破壊的な意見で民衆を惑わすものと見なされた。ダーウィンも「人間を動物と同じレベルに置くものだ…」として非難を受け、研究の経過には、一貫して進化と遺伝の間に蓋然性の確立を目指した努力の跡が窺われ、雌雄選択の理論と整合すればするほど万物の霊長であるヒトの座を揺るがすこととなり、思想上ひいてはヒト行動の全分野に影響を与えたともいわれる。それかあらぬか、信じられないようなホントの話が起きている。

昨年6月のクーデターで権力を得て以来、ムスリム原理主義政府は数百人の反対者を裁判にかけず投獄したと言われる。最近、スーダンの大学でダーウィニズムを教えていた生物学教授が、その進化論についての講義がイスラムの教義に背くとして、逮捕され拷問を受けたと言う。英国のイスラム社会のリーダーは「ムスリムの国々で、イスラムの原理主義者の一部に反対を唱える人達がいるけれども、ダーウィニズムとイスラム教の間に葛藤は無い。」と語っていると言う。

参 考：New Scientist March 1990;September 1987；虫の話・梅谷献二・技報堂・1985；動物の本能・桑原万寿太郎・岩波新書59・1989；世界伝記大事典・ほるぶ出版・1980。「今西進化論」批判の旅・L.B.ホーレスット・築地書館1988；ライフ・タイムスライヴ・ライフ・タイムインターナショナル・1969。

(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、土壌、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

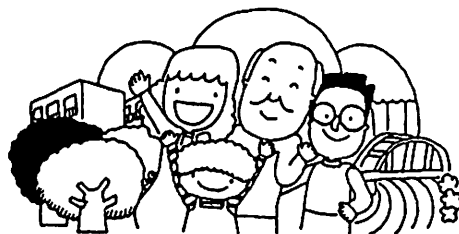
〒606 京都市左京区一乗寺大新開町26

TEL (075) 781 - 7118 (代)

環境と健康 —リスク評価と健康増進の科学—
Vol.3 No.3 (隔月刊) 1990年 5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
バスターールビル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る種々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、食欲昂進、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ご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。

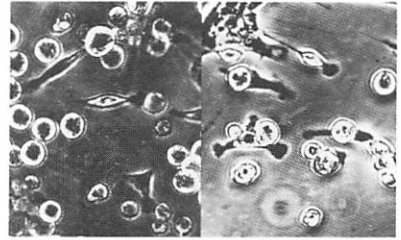
“912”研究班代表
鍵谷 勤

財団法人 体質研究会
理事長 菅原 努

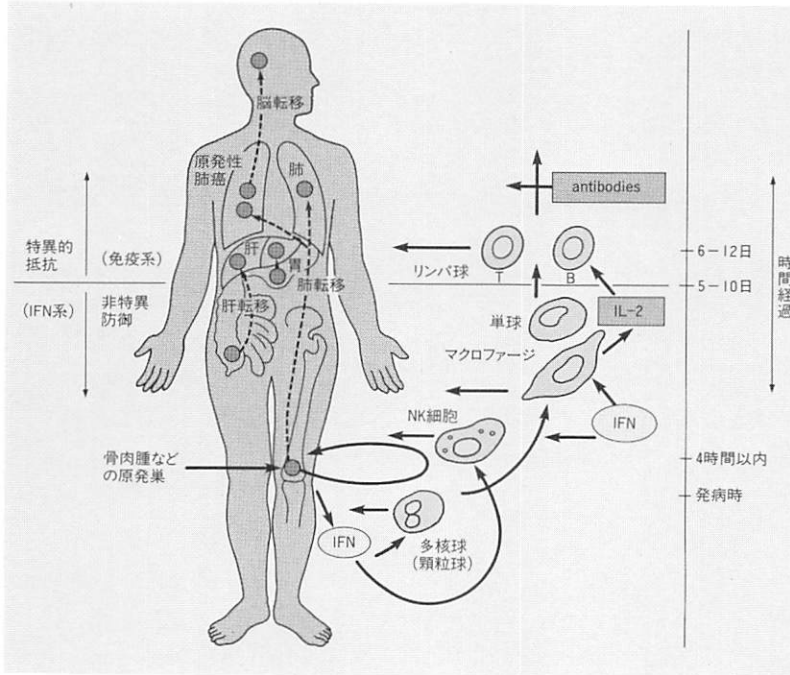
〒606 京都市左京区田中門前町103-5
パストゥールビル5F
TEL (075) 702 - 1141
FAX (075) 702 - 2141

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・ウイルス病など)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 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