

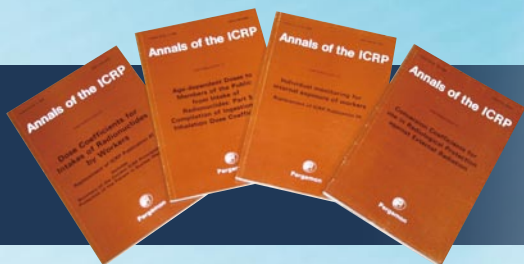
Radiological Sciences

# 放射線科学

2007.11

Vol.50

第50巻 第11号



Annals  
of  
the ICRP

## 研究レポート

「生物影響研究のための中性子照射場の特性評価」

## 印象記

「邂逅と感謝」—病理學、八十路の歩みを顧みて—

ISSN 0441-2540



## Contents

- 04 **研究レポート**  
**「生物影響研究のための  
 中性子照射場の特性評価」**  
基盤技術センター研究基盤技術部 放射線計測技術開発室 高田 真志
- 10 **印象記**  
**「邂逅と感謝」** —病理学、八十路の歩みを顧みて—  
東京医科歯科大学名誉教授 春日 孟
- 23 **RS Special Series**  
**「ICRPの線量係数と  
 それらの関連報告書の紹介」**  
10. これまでの総括と第2専門委員会の現在及び近未来の活動  
 稲葉 次郎 放医研名誉研究員(前ICRP第2専門委員会委員)  
 石樽 信人 名古屋大学医学部(ICRP第2専門委員会委員)
- 27 **「ニルス理科実験クラブ」**  
ニルス理科実験クラブ 浅見 行一
- 30 **海外レポート**  
**Knowledge about radiation  
 emergency in Thailand**  
Adul Bandhukul and Wanna Chongjitpaisan  
 Occupational and Environmental Medicine Center  
 Nopparat Rajathanee Hospital  
 Thailand
- 34 **随想**  
市川 龍資
- 35 **編集後記**



◀ 10 MeV中性子、照射野(20 cm×20 cm)の  
 生物照射実験用照射ポート室



## 研究レポート

## 生物影響研究のための中性子照射場の特性評価

基盤技術センター研究基盤技術部 放射線計測技術開発室  
高田 真志

## 1 前置き

中性子線はガンマ線やX線と比べてその生物影響が強いとされているが、用いるエネルギーにより影響の度合いが異なることが知られている。これまで主として欧米で、中性子の生物影響を調べる研究が種々行なわれてきたが、得られた結果（生物学的効果比：RBE）のパラッキが大きく、リスク評価のためには、信頼性の高い実験データが必要とされている。放医研では、1999年に発生したJCO臨界事故をうけて、2001年から中性子の生物影響研究が開始され、10 MeV中性子線の照射実験が、放医研のサイクロトロン施設内の高速中性子場で行なわれた。実験は、がん、胎児影響、遺伝的影響を対象に、SPF（特定病原体フリー）マウスを用いた白血病をはじめとするがんの発生を調べる終生飼育実験や、胎児被ばくによる脳発生への影響、細胞を用いた染色体異常に関する実験が行なわれ、実験成果が報告されている<sup>1,2,3,4</sup>。発がん実験については観察と病理解剖が終了し、がん発生率等の解析が行なわれている。現在、臨界事故で主として放出されたエネルギーである2 MeV中性子線の影響に関する生物実験を進めている。ここでは、中性子影響を評価する上で、必要となる中性子照射場の特性を評価した。現在、サイクロトロンを用いた中性子実験から、タンデム型加速器を用いた中性子場による実験にフェーズを移行し、この中性子場の評価を行なっている。ここではその概略についても紹介する。

## 2 中性子照射場

生物の中性子影響を調べるために、サイクロトロン施設内のC-8コースに、図1に示した中性子場が作られた。このコースは以前、中性子治療が行なわれたのと同じコースである。サイクロトロンで加速された25 MeVの重陽子をマグネットで垂直方向に曲げて、厚さ3 mm

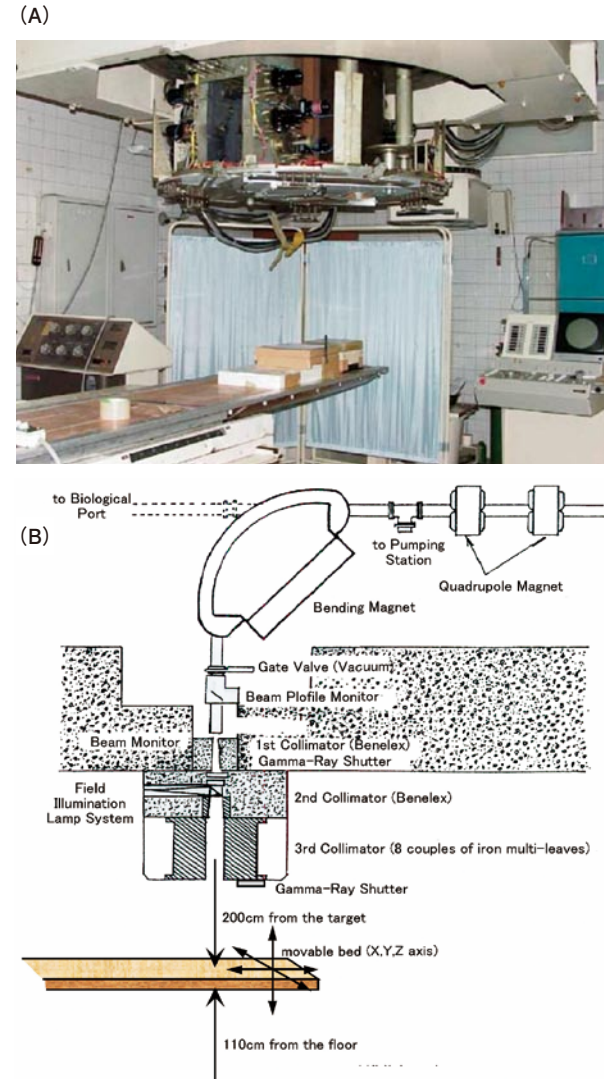


図1: サイクロトロンに設置された中性子照射場。d(25 MeV)-Be反応により中性子は生成される。(A) 照射場の写真、(B) ビームポートからの照射位置までの概略図

のベリリウムターゲット（入射粒子はターゲットで完全に止まる）に照射し、 ${}^9\text{Be}(d,n)$ 反応により中性子を発生させる。ターゲットで発生した中性子は、2段のコリメーターで絞られ、さらに第3コリメーターで照射野が形成され、ターゲットから200cmの位置にセットされた動物に照射される。ここで用いた中性子生成反応 $\text{Be}(d,n)$ は、他の中性子生成反応と比較し、中性子発生量が多く、前方性が強いために照射実験に適している。

## 3 エネルギースペクトル

d(25 MeV)-Be反応から発生する中性子のエネルギーは、熱中性子から30 MeVにまで及ぶ。この幅広いエネルギー領域を一台の検出器で計測することはできないため、5 MeVを境にして2つの領域に分けて計測を行なった。中性子エネルギー5 MeV以上を有機液体シンチレーター(NE213)で、5 MeV以下を多減速材付き ${}^3\text{He}$ 検出器を用いた。有機液体シンチレーターは、中性子により反跳された陽子を計測して、中性子エネルギーを計測できる。中性子場に必ず付随して発生するガンマ線はシンチレーターから発光される光の減衰時間の違いから識別できる。多減速材付き ${}^3\text{He}$ 検出器は、熱中性子に大きな感度を有する ${}^3\text{He}$ ガス比例計数管の周囲を、厚さの異なる5種類のポリエチレン(0-90 mm)で取り囲まれている。外部からの熱中性子の影響を減らすためにポリエチレンの外をカドミニウムカバーで覆っている。検出器に入射した中性子は、厚さの異なるポリエチレン中で散乱によりエネルギーを減速し、中心の検出器内のヘリウムガスにより、 ${}^3\text{He}(n,p)$ 反応（発熱反応、反応のQ値が764 keV）を起こして検出される。ポリエチレンの厚さを変えることで、中性子に対して感度を有するエネルギー領域を変化させ、熱中性子から数MeVのエネルギー領域をカバーする。ガンマ線は、検出器から得られる信号の波高の違いから識別できる。

計測された中性子エネルギースペクトルを図2に示した<sup>5</sup>。グラフの横軸は対数プロットの中性子エネルギー、縦軸はターゲットに照射されたビーム量で規格化したレサジー中性子フラックスである。照射野内のエネルギースペクトル(Beam on Line)は、10.5 MeVにピークが確認され、最大30 MeVにまで及ぶ。ターゲットで発生した中性子は室内で散乱し、低エネルギー側を構成しているが、100 keV以下の中性子はピーク値と比較し、3桁小さく、散乱線が少ない中性子場であることが分かった。

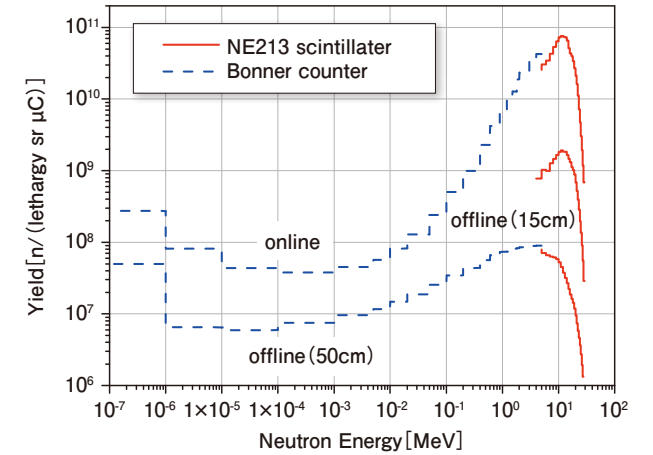


図2: 中性子照射場の中性子レサジーエネルギースペクトル（ビーム軸上とコリメーター背後）。有機液体シンチレーター（NE213 scintillator）と多減速材型中性子検出器（Bonner ball）を用いて計測された<sup>5</sup>

中性子照射野以外に、コリメーターの遮蔽効果を調べるためにビーム軸から15、50cm外れた位置で、中性子エネルギースペクトルを同様に計測した。中性子照射野外にも、コリメーターを透過した中性子、もしくは散乱した中性子があることが分かったが、中性子フラックスはピークに対して1%以下に下がっている。ガンマ線はターゲットで核反応により発生し、中性子フラックスに対して3.8%であった。この割合は他の中性子源と比較した場合よりも少ない。

## 4 吸収線量分布

中性子とガンマ線の吸収線量分布は、マイクロシメトリ手法を基本にした組織等価型ガス比例計数管で計測した<sup>6</sup>。この検出器を用いた線量計測の原理は、計数管の壁（A150プラスチック）で中性子により生成された2次荷電粒子が、0.04気圧に減圧された計数ガス中に付与したエネルギー量（線エネルギー、LETの近似値）を計測するものである。検出ガスを減圧することにより、細胞（1 $\mu\text{m}$ 相当）に付与されたエネルギーを計測できる。中性子場に混在するガンマ線の寄与は、中性子に対する感度が低い構成壁が炭素の計数管を用いた<sup>7</sup>。

中性子場の中性子和ガンマ線の吸収線量分布を図3を示した。図3は、横軸を線エネルギー ( $keV \mu m^{-1}$ )、縦軸を照射ビーム当りの人体軟組織への吸収線量 ( $Gy \mu C^{-1}$ ) でプロットされている。ガンマ線の線量分布を見るために、縦軸の低い部分を拡大したものを図3-(B)に示した。10  $keV \mu m^{-1}$  以下はガンマ線の事象であり、それ以上は中性子による事象である。中性子成分のスペクトルを分解すると、10 - 150  $keV \mu m^{-1}$  は中性子により反跳された陽子の事象、150 - 400  $keV \mu m^{-1}$  は (n,  $\alpha$ ) 反応により生成されたアルファ粒子、それ以上は計数管ガスの重い原子核 (炭素、窒素、酸素) が反跳された事象が多く占めている。ピークは線エネルギーで 15  $keV \mu m^{-1}$  にあり、線量平均は 120.7  $keV \mu m^{-1}$  であった。中性子とガンマ線のビーム当りの組織への吸収線量は、144 ( $Gy \mu C^{-1}$ ) と 2.66 ( $Gy$

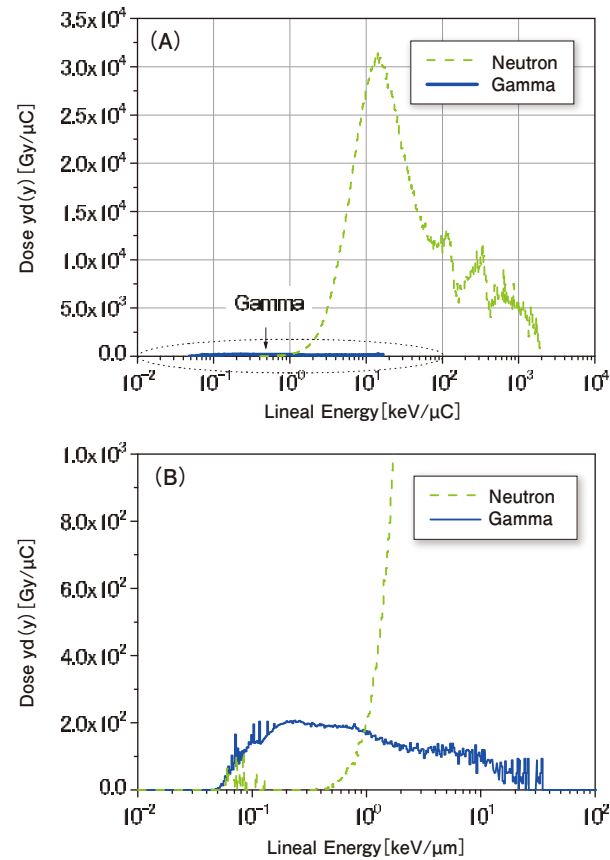


図3: 中性子照射場の中性子和ガンマ線の吸収線量分布。(A) 全体の分布、(B) ガンマ線の分布<sup>6)</sup>

$\mu C^{-1}$ ) であり、測定値に含まれる不確定性は 6.6% である。ガンマ線の吸収線量の割合は、中性子に対して 1.8% であり、中性子線源 (AmBe 21%, Cf252 58%) と比較し、かなり小さい割合である。得られた吸収線量を電離箱で計測された結果と、中性子エネルギースペクトルに A150 プラスチックのカーマ係数を乗じて得られた結果と、電離箱の計測値と重陽子エネルギーの相関関係 ( $D = 2.49 \cdot 10^{-2} \times E_d^{2.95}$ , D は吸収線量,  $E_d$  は重陽子エネルギー) から計算した結果を、表1に示した。計測データには 10% の相違が見られた。

表1: 異なる手法で評価された人体への吸収線量 ( $Gy \mu C^{-1}$ ) の比較

本研究	相関式	スペクトル	電離箱
144.6 ± 9.6 (100%)	130 (89.9%)	148 (102.4%)	131.7 ± 1.3 (91.1%)

括弧内の数値は、計測値の割合

## 5 空間分布

中性子場には、ガンマ線が付随するために、両粒子を識別して計測する必要がある。中性子の空間分布を計測する手法はいくつか行なわれているが、ここでは、ガンマ線に不感で、計測が容易な手法である、アルミニウム板を中性子により放射化させ、放射化したアルミニウムをイメージングプレートで計測する方法を用いた<sup>8)</sup>。アルミニウムは、中性子との核反応 ( $^{27}Al(n,p)$  と  $^{27}Al(n,\alpha)$ ) により放射化する。放射化したアルミニウム中には放射性核種 ( $^{27}Mg$  と  $^{24}Na$ ) が生成され、その核種から放出されるガンマ線とベータ線をイメージングプレートで計測する。ガンマ線はアルミニウムを放射化しないために、ガンマ線による成分は検出されない。イメージングプレートは 2 次元分布を計測できることから、間接的に中性子の 2 次元分布を計測できる。また 2 種類の生成された放射性核種は、半減期 (9.5 分、15 時間) と核反応のしきい値 (2.5 MeV, 5.5 MeV) が異なるために、2 種類のエネルギー領域の中性子空間分布を計測できる。

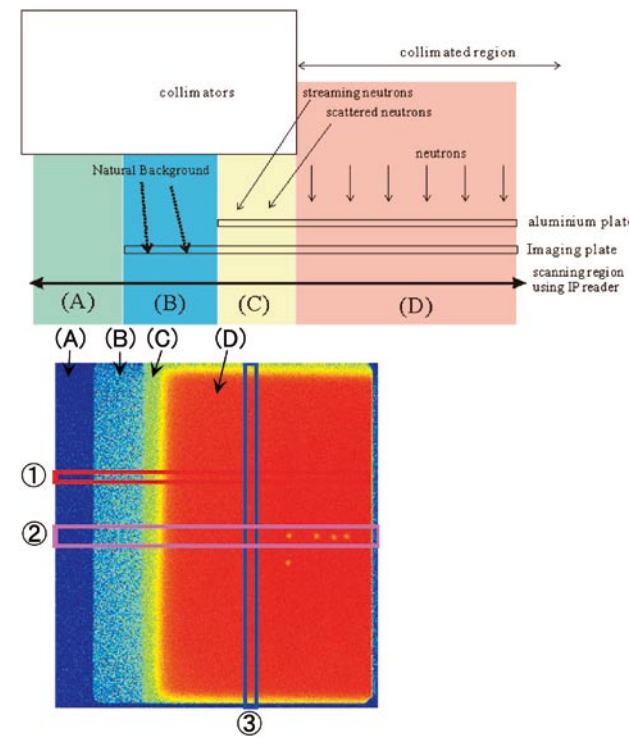


図4: (上段) 中性子の空間分布計測のための、照射中と照射後の位置関係、(下段) 計測された中性子の空間分布<sup>6)</sup>

図4に照射物の位置関係 (上段)、計測されたイメージングプレートの画像 (下段) を示した<sup>6)</sup>。両図の記号 (A) - (D) は、計測された放射線の種類を示し、(A) はイメージングプレートをスキャンしていない領域、(B) はアルミ板と接していないので自然放射線を計測した領域、(C) は照射野の外の領域であることから、散乱もしくはコリメーターを透過した中性子を計測した領域、(D) は主にターゲットからの中性子を計測した領域である。中性子 (2.5 MeV と 5.5 MeV 以上) の平坦度の分布を図5に示した。コリメーターにより形成された照射野 12cm で、中性子フラックスは 50% が維持されており、中心から 5cm 以内は平坦度が 95%、11cm 以内で 80% が維持されている。本手法の空間分解能は、アルミに開けられた穴のエッジのシャープさから、2.5mm と評価した。

## 6 タンデム型加速器を用いた中性子場

オランダ HVEE 社製の高電流出力タンデム型静電加速器を用いた中性子場 (NASBEE: Neutron exposure Accelerator System for Biological Effect Experiments) が、低線量影響実験棟に整備され、動物照射実験が開始された。中性子は、4 MeV 重陽子を金属ベリリウムターゲットに照射して生成される。ビーム電流は、重陽子で 600  $\mu A$ 、陽子で 800  $\mu A$  まで照射でき、ターゲットから 71cm の距離で、照射野として直径 12cm、線量率 6.7 Gy/h、ターゲットから 110 cm の距離で、照射野として直径 24cm、線量率 1.8 Gy/h を実現できた。本施設には、SPF (特定病原菌未感染) 動物照射室と生物照射室の 2 つの照射室がある。SPF 動物照射室は SPF 環境で飼育されたマウス、ラットを用いた研究が可能である。生物照射室では、中性子線の物理測定、ヒト培養細胞を用い、中性子線で特異的に誘発される DNA 損傷誘発機構の解明やその修復機構についての研究が行なわれている。

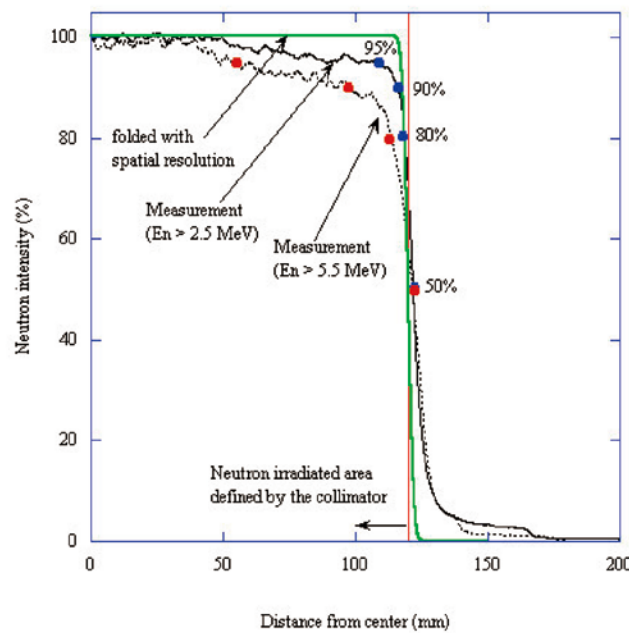


図5: 中性子空間分布 (中性子エネルギー 2.5 MeV, 5.5 MeV 以上)<sup>6)</sup>



この中性子場で用いている中性子源 d (25 MeV) -Be 反応により発生する中性子のエネルギースペクトルを、東北大学工学部の高速中性子実験室 (FNL; Fast Neutron Laboratory) で、飛行時間法を用いて計測した。中性子生成反応 d(3 MeV)-Be により生成された中性子の中性子エネルギー角度分布を図6に示した<sup>10)</sup>。中性子エネルギースペクトルには、1.9 MeV 付近に大きなピークがあり、6 MeV 付近にもピークがあることが分った。中性子は、15度より前方に発生している。

中性子の吸収線量分布を組織等価型ガス比例計数管で計測した (図7参照)。サイクロトロンの中性子場と比較し、中性子のエネルギーが下がったことにより、吸収線量分布が大きく異なることが分った。またターゲット冷却水による中性子線量の減衰、スペクトルの変化も確認できた。ガンマ線線量は、全体の15%を占めた<sup>9)</sup>。

## 7 まとめ

生物照射用の中性子場の特性評価 (エネルギースペクトル、吸収線量、空間分布) を行なった。本中性子場は、生物の中性子影響を調べるのに有効な実験場であると同時に、生物以外への照射も可能である。現在、タンデム型加速器をベースとした中性子場が構築され、生物照射を開始した。こちらも生物 (動物、細胞) の照射はもちろん、生物以外の照射も可能です。興味がある方は、nasbee@nirs.go.jp までご連絡いただきたい。

最後に、本研究は東北大学工学部三原恵里香氏の博士過程前期学位論文<sup>11)</sup> としてまとめられたものである、またサイクロトロンの本間氏を初めとする多くの方々の協力の元に来た仕事である。この場を借りて、お礼を申し上げる。

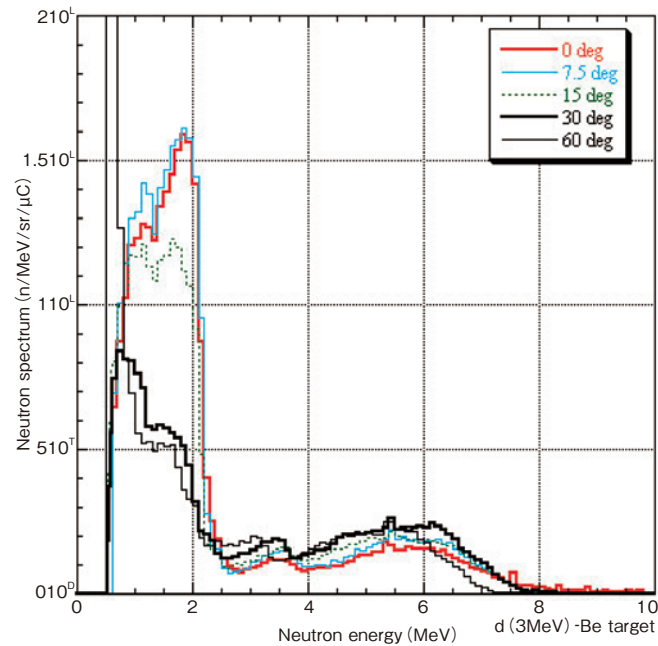


図6: d(3 MeV)-Be 反応により生成された中性子のエネルギー角度分布<sup>10)</sup>

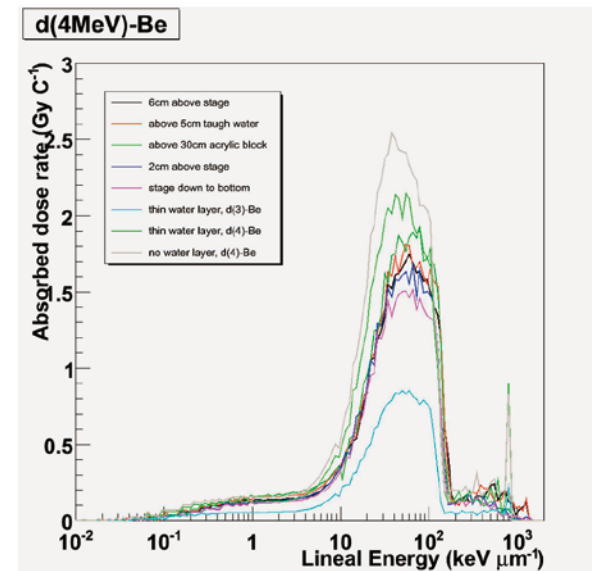


図7: 中性子の吸収線量分布、冷却水の厚さ (0,9,25 mm) を変えて計測<sup>9)</sup>

## 参考文献

1) Y.Ishida, Y.Ohmachi, Y.Nakata, T.Hiraoka, T.Hamano, S.Fushiki and T.Ogiu Dose-Response

and Large Relative Biological Effectiveness of Fast Neutrons with Regard to Mouse Fetal Cerebral Neuron Apoptosis Journal of Radiation Research, 47 (1) 41-47 (2006)

2) R.Kanda, M.Minamihisamatsu, S.Tsuji, Y.Ohmachi, T.Hiraoka, Y.Shimada, T.Ogiu, T.Ohno and I.Hayata Investigation of new cytogenetic biomarkers specific to high-LET radiation using in vivo and in vitro exposed human lymphocytes International Journal of Radiation Biology, 82 (7) 483-491 (2006)

3) Y.Ohmachi, Y.Ishida, T.Hiraoka, T.Hamano, S.Fushiki and T.Ogiu Postnatal Changes in Mice Exposed in Utero to Fast Neutrons Journal of Toxicologic Pathology, 17 (1), 63-68 (2004)

4) J.Wu, M.Morimyo, E.Hongo, T.Higashi, M.Okamoto, A.Kawano, Y.Ohmachi Radiation-induced germline mutations detected by a direct comparison of parents and first-generation offspring DNA sequences containing SNPs Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis: A Section of Mutation Research, 596, 1-11 (2006)

5) M.Takada, E.Mihara, T.Nakamura, T.Honma, K.Kono and K.Fujitaka Neutron field produced by 25 MeV deuteron on thick beryllium for radiological study: energy spectrum Radiation Protection Dosimetry, 110 (1/4), 601-606 (2004)

6) M.Takada, E.Mihara, T.Nakamura, T.Honma, K.Kono and K.Fujitaka Neutron irradiation field produced by 25 MeV deuterons bombarding on thick beryllium target for radiological study Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, A545 (3), 765-775 (2005)

7) M.Takada, M.Baba, H.Yamaguchi and K.Fujitaka Differential neutron and gamma-ray absorbed dose distributions at the mono-energetic neutron calibration facility Radiation Protection Dosimetry, 114 (4), 481-490 (2005)

8) M. Hagiwara, A. Yamadera, N. Hirabayashi, T. Aoki, M.Baba Application of Imaging Plate to Measurement of Radiation Spatial Distribution Journal of Nuclear Science Technology, Supplement 4, 267-270 (2004)

9) 酢屋徳啓、濱野毅、須田充、高田真志、萩原拓也、小西輝昭、宮原信幸、今関 等、「中性子発生用加速器システム (NASBEE) におけるターゲットの開発」、第20回タンデム加速器及びその周辺技術の研究会 (2007)

10) 高田真志、濱野毅、松山成男、馬場 護、「d(3 MeV)-Be 反応により生成される中性子エネルギー角度分布」、第17回タンデム加速器及びその周辺技術の研究会 157-160 (2004)

11) 三原恵里香、「生物照射用高速中性子場の特性評価に関する研究」、東北大学大学院工学研究科量子エネルギー工学専攻 (平成14年度)



## 印象記

# 邂逅と感謝

— 病理学、八十路の歩みを顧みて —

東京医科歯科大学名誉教授  
春日 孟

### はじめに

北海道大学で日本放射線影響学会があり、総会の後で、本誌編集長より史筆でもとお話があり、依頼電話と原稿依頼用紙が送られて来た。大学を退官後は、外科病理学診断に生きがいを感じて、日々を過ごしていたので、過ぎに八十路を振り返って、特研との関わりも含めて、旅情的印象記を書かせて頂くことにした。

### 終戦期の医学教育の思い出

日本は原爆の炸裂で、その凄さと放射能の厳しさに戦き、その線質に戸惑っていた。当時、私は18歳で、被爆地は今後60-70年は放射能汚染で住めないと新聞に書かれていたのを覚えている。情勢は敗戦の色濃く、国家同胞の行く末を少年なりに考え、不安感を持っていた。我が世代は学徒動員が済み、陸士・海兵や、旧制高校・旧制高専など上級学校（4月入学で、入校は7月）へと進学していた。敗戦後の国内事情は惨憺たる状態であったが、広島でも、長崎でも、住めないとされていた被爆地にはバラック住居が作られ、人々が住み始めていた。学校では乏しい資料、先生は教科書レベルの文書を毎回学生数を謄写版で刷ってくばり、講義をして下さった。世情の好転に助けられて、卒業したが、医師免許は占領軍のGHQの指令で、新たな臨床実地修練（インターン



写真1：故太田邦夫名誉教授（東医歯大病理、東大病理・大学評議員、都老研所長）

制度)を経て、医師国家試験に合格し、はじめて医師免許状が授与された。私は恩師太田邦夫名誉教授（東京医科歯科大学医学部、東大医学部、都老人医学研究所所長、写真1）の病理学教室に入局した。

### 塚本憲甫先生との出会い

私が病理医師になる道筋で、多くの先生や先輩方に師事してきたが、そのお一人に、塚本憲甫先生との出会いがあった。塚本先生（写真2）は癌研時代の放射線部長で、自科の患者の病理解剖の折は、如何なる時間であっても、フォルクスワーゲンを駆って、解剖室に来られた印象の深い先生で、解剖中は最後まで剖検者と一緒に解剖をご覧になり、問題点を剖検の進行に合わせて、逐一丁寧に指摘された実地にも立脚した学問に熱心な医師でした。「先生との最初の出会いは、太田先生の文部省科学研究費、“放射線の腫瘍組織への効果の病理組織学的研究”の仕事で、ラットに移植した吉田肉腫や腹水肝癌へのCobalt-60γ線照射による被爆腫瘍の経時的組織変化の研究を行うに当たって放射線機器の使用をお願いに伺った。先生は治療の終わった後、時間外ならと、いとも簡単にCobalt-60の使用を許可して下さいだったのである。そんな或る日、解剖が終わった後で、能く、医学者の事どもや、人生学などを話して下さいました。一つの思い出話は、同じく解剖が済んで、器具の洗浄・消毒などの作業をしている折、先生は「春日君、君は患者さんの標本をみて（鏡検）いる時、顕微鏡の向こうに、患者の顔や様子を感ずることがあるか」と言われた。これは憲甫先生の追悼誌にも書かせて頂いているが、-私は「まだ見ていません」とお答えしたが、先生は「そうか、しっかり、（鏡検を）やんなさい」と言われた。



写真2：故塚本憲甫所長（癌研部長、放医研、後、癌セ病院長、同・総長）（長沼弘毅氏原図）

この一言が、私をして、病理学、即ち、病理解剖学、外科病理診断学、解析病理学（実験病理学・電子顕微鏡形態学・細胞病理学・分子病理学など）をイーブンに勉強しなければならぬことを想起させて下

さったお言葉であった。この様に臨床各科の先生方も病理医学者を育成する努力をしておられた。また、放射線医学に興味を持つようになったのは、癌研の病理助手所員（研究員）であった私に、ある日、梅垣洋一郎先生（当時、癌センター放射線部長）から、“江藤秀雄（後の放医研初代科学研究官）他、の執筆・編集による「放射線医学」の中の“腫瘍病理学”の項”の執筆を依頼されて、放射線治療の実際を学びながら執筆した時期からである。当時、世間一般の風潮から、初めは、病理学の研修後は臨床医師へと考えていた私にとって、癌研究所への出向は、塚本先生や先達たちとの出会いであり、病理学を終生の仕事にしても、医師として患者や臨床医の為になると思うようになったときからである。

### 黒色腫との出会い

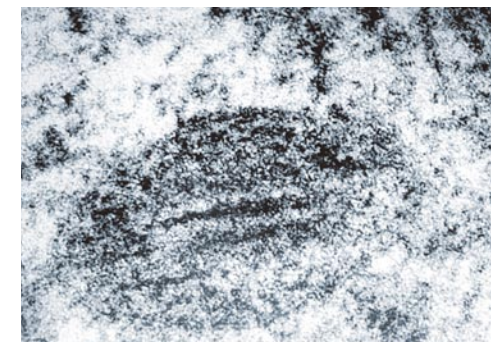
癌研に赴任後5年目に、癌研から米国癌研究の中西部癌センターとなっているロサンジェルス郡立総合病院の病理部、W.B.Bullock 病理部長（南カリフォルニア大病理教授）、南加大医学部病理学教室のChairman で肝細胞癌の研究で有名な、H.A.Edmondson 教授（写真3）、骨軟部腫瘍病理学の専門家であるC.P.Schwinn 教授（写真4）の下で、外科病理学の研修と電子顕微鏡による軟部腫瘍の研究の為に渡米することが決定していた。その様なある日、放医研の竹内正生理理部長と塚本憲甫所



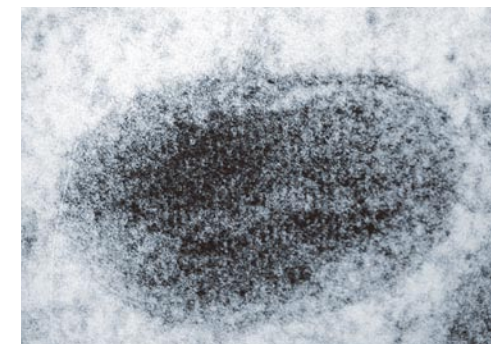
写真3：H.A.Edmondson名誉教授（南加大病理・講座主任）  
写真4：故C.P.Schwinn教授（南加大病理・L.A.郡立総合病院病理）

長から放医研へのお誘いを頂いた。渡米後、電子顕微鏡組織学の研究などから、客員準教授（後、客員教授）に任ぜられ、外科病理学の研修と共に、Dr. H.B.Demopoulos 準教授（南加大病理）とB-16及びS-91 mouse melanomaを用いてのメラニン顆粒の微細構造の解明を行い、premelanosomeの超微細構造を確定し、発表した<sup>1)</sup>（電顕写真1、2）。Melanogenesisの研究は当時の主流であったが、1960年代は電子顕微鏡の発達の関係で、melanosomeの微細構造、特にpremelanosomeの超微細構造の同定は未だしであった。その様な出会いで、人体病理学を志す私は、人メラノーマの外科病理診断能力の向上にも力を用いた<sup>2)</sup>。

本邦の黒色腫について、日本剖検輯の1,234症例（1958-1983）を調査したデータに就いて述べると、黒色腫の発生部位は、49.4%が皮膚で、28.4%が粘膜（口腔、鼻腔、膈、食道など）、7.5%が脳神経、その他と原発不明が8.7%であり、原発部位不明の黒色腫での死亡症例



電顕写真1：縦長の構造物と3重構造の境界膜よりなるプレメラノソーム<sup>1)</sup>。



電顕写真2：周期性を示す縦長の構造物(すのこ状)を有し、3重構造の境界膜<sup>1)</sup>で囲まれているメラニン沈着前のプレメラノソーム(Pre-melanosome)。



が5.8%と報告されている<sup>2,3,6)</sup>(表1)。皮膚原発の黒色腫の内訳については、頭頸部7.7%、軀幹8.3%、四肢10.2%、手掌足趾18.1%などである。本邦での特徴は粘膜由来の黒色腫の頻度が欧米諸国より高く、また皮膚では手掌や足底など身体先端部の発生率が高い点である<sup>6)</sup>。皮膚の黒色腫の罹患率は、1978年の10万人当の報告では、US白人種では男4.80、女5.20で、ポピュラーな癌であり、日本人では男0.23、女0.10で、両国の男子での比率は略々20倍であった。両国共に0-9歳からの発生が報告されており、年齢の増加と共に増加する<sup>3)</sup>。また、その死亡率は60-64歳グループ(1965-1874年)で、米国で、略々3.5('65)と5.0('74)で、日本では、略々0.6('65)と0.8('74)である<sup>4,5)</sup>。本邦では軽度ながら増加傾向にあるが<sup>2)</sup>(図1)、これは皮膚科医と病理医の診断能力の向上による部分が多いと思われる。黒色腫の組織型に関しては(%)、類上皮細胞型は、皮膚で67、粘膜で24、紡錘細胞型は、前者で26、後者で35、小細胞型は、

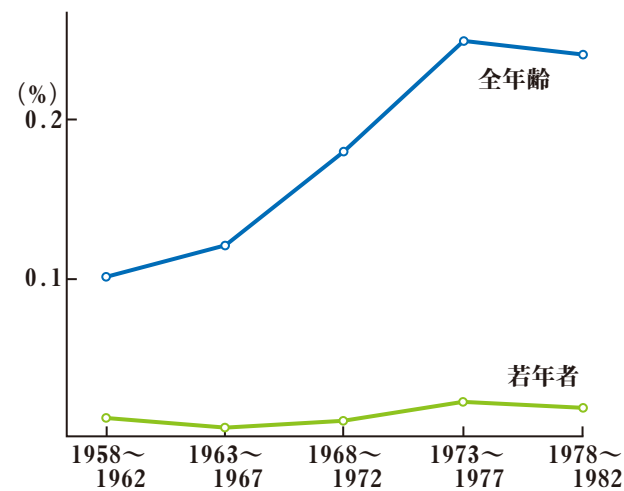


図1: わが国の悪性黒色腫の頻度の年次的推移<sup>2)</sup>

前者で7、後者で41<sup>2,3)</sup>であった。

米国研修では、南カリフォルニア大学のスタッフとして、大学のシステム、学会出張、米国人医師の考え方を、また、医師家庭にホームステイを1年半させて頂き、彼らの日常生活の状態と興味についても見聞きした有意義な2年半であった。

### ヒト色素産生性黒色腫細胞株の樹立

在米契約期間中に、放医研からの早期帰国命令で、6ヶ月を残して帰国した後、先ず、実験動物委員会の長及びその長期検討小委員会委員長として、近交系マウス、特にC57BL/6JとC3H/Heマウスの増産、飼育施設の完備・増設に主力をおいた。研究としては、先ず、色素性腫瘍の研究材料(B-16及びS-91マウス黒色腫)の確保を故清寺真教授(東医歯大皮膚科教授、後に東北大学医学部皮膚科)及び石川喜一教授(山形大学医学部生化学)に依頼し、米国Harverd University, MGH, 皮膚科のChairman, T.B.Fitzpatrick教授から羽田空港に担瘤マウスとして空輸して頂き、研究体制の整備を行った。当時は未だ戦後状態が続いており、マウスの受け取りは容易

でない時代であった。故清寺教授のPigment Cell Club(色素細胞研究グループ)の結成には、故戸田 浄博士(東京通信病院皮膚科部長)、故竹内拓司教授(東北大理学部生物学科)、石川喜一教授、松本二郎教授(慶応大理学部生物)他と共に加わった。先に米国から空輸された継代移植性B-16及びS-91マウス黒色腫をC57BL/6J及びDBA/2の皮下にそれぞれ移植し、且つ、B-16(-W)黒色腫から、継代培養系細胞株の樹立を野尻イチ技官と試み、当時、病理学第一研究室の特別研究員であった寺島東洋三博士(後、放医研所長)の協力・指導で継代系のB-16-XI(色素性)細胞株を樹立した<sup>7)</sup>。また、菅野晴夫博士(後、癌研所長)、坂元吾偉博士<sup>8)</sup>(後、癌研乳腺病理部長)及び荷見勝彦医師<sup>9)</sup>(後、癌研婦人科部長)の諸先生方の協力で人黒色腫の病理組織学的研究と、癌研婦人科から日本人の膣円蓋部粘膜(血液型はB型)に発生した粘膜由来の黒色腫(1969.1.31)を得て、培養専門技師に育った野尻技官と人黒色腫細胞株を樹立した(HMVと名付けた)<sup>8,10,13)</sup>。培養の経過は、12~13世代でメラニン産生の盛んな褐色調の細胞質と樹枝状細胞型を示していた。然し世代を経る毎に、最初に樹立したHMV細胞株は次第にメラニン色素産生能を減弱し、細胞も敷石状配列を示す類上皮細胞型の細胞形態に変化(38世代)したが、84世代(1971.3)まで略々同様の所見を示したので、色素産生能を回復させる為に、撰氏32度—撰氏37度を繰り返す培養法を行ったり、放射線照射を繰り返す方法を用いたりしたが、それらで、一時期、ある程度回復したが、減弱化の流れを止めることは困難であった。覚悟を決めて、冷凍保存中の27世代HMV細胞入りのアンプルを解凍し、28世代(1974.6)とし、解凍後の2世代目(1971.10)からsoft agar培養を行い、48世代(1975.11)以降、52世代からCloningを3回行い、再度、培養細胞株の再樹立を試み、現在に至るもメラニン産生能(顆粒形成を含む)を有意に保持しているメラニン色素産生黒色腫細胞株HMV-II,71世代

(1976,10)の樹立に成功し、<sup>11,12)</sup>この時点で、HMV細胞株をHMV-I細胞株と改名した。その後も、HMV-I細胞は顕微鏡的に淡褐色、電顕的にメラノソームを保持<sup>10)</sup>(174代)していたのと、Plating efficiencyが大変よいので、放射線感受性の研究に用いられてきた。HMV-I細胞株はHeLa細胞株とは、当時も今も放射線感受性カーブの肩の大きさは異なる放射線感受性を示している<sup>18,20,22)</sup>。然し、HMV-II細胞株とは感受性カーブは重なり合い、略々等価である(春日、未発表)。HMV-II細胞株は現在に至るもメラニン生合成をおこなっている(理研細胞銀行)。

再樹立を試みる前に、一応、ヒト黒色腫細胞株を樹立し、それを使用して報告している論文を書いている発表者に手紙乃至電話を掛け、分与をお願いしたが、その時点では、樹立した黒色腫細胞株は無色素化していると返事を受け、メラニン色素を産生しているヒト黒色腫細胞株は入手出来なかった。細胞生物学的要因があるということも教えられた。上記HMV細胞株の2系株のみでなく、それ以外にも我がグループは多くの株樹立を試みたが、その多くは、最後には、メラニン産生能を失い、低色素化或いは無色素化した。

執拗に、人メラニン産生系黒色腫細胞株の樹立を行った理由は、Melanogenesisの研究を人の細胞で行いたい為であり、また、メラニン色素蛋白を産生する本細胞を用いれば、腫瘍の転移や再発などの検定を、顕微鏡や試験管があれば、その動態を容易にチェックできるという事に興味を持った1962年に始まる。第二の理由は、従来から「メラノサイト系細胞の最小必要条件はメラニン前駆(体)物質を失わない、即ち、-黒色(メラニン産生機能保持)細胞と言われる語源が最重要条件であると考えているので、永代メラニン産生能を失わないメラノサイト系培養細胞株の樹立でなければ、再現性のある研究の発展は望めないという考えの為である。

メラニン生合成に関する研究はHMV(-I)とB-16-

表1: 悪性黒色腫の領域別発生頻度(全悪性黒色腫:1,234症例)<sup>3)</sup>

1. 皮膚原発性:	609 (49.4%)
頭頸部:	95 (7.7%)
軀幹部:	103 (8.3%)
四肢:	126 (10.2%)
手掌足趾:	223 (18.1%)
外陰部:	18 (1.5%)
男性:	[5 (0.4%)]
女性:	[13 (1.1%)]
皮膚部位不明:	44 (3.6%)
2. 粘膜原発性:	351 (28.4%)
頭部粘膜由来:	217 (17.6%)
泌尿生殖器:	46 (3.7%)
男性:	[6 (0.5%)]
女性:	[40 (3.2%)]
消化管:	84 (6.8%)
粘膜部位不明:	4 (0.3%)
3. 臓器:	31 (2.5%)
4. 脳膜:	45 (3.6%)
5. 眼球:	47 (3.8%)
6. 原発部位不明:	107 (8.7%)
原発領域が不明との記載例:	71 (5.8%)
原発部位記載のない症例:	36 (2.9%)
7. 原発腫瘍摘出後、部位記載なし:	44 (3.6%)
合計	1,234 (100.0%)

(日本剖検報 昭和33~58年)

XI マウス黒色腫を用いて、電子顕微鏡技師久保あいき技官との Autoradiography 法での grain 計測法による Melanogenesis の場の研究を Tritium にラベルした D-L-dopa<sup>13)</sup> (表 2) 及び、Tritium にラベルしたメラニンの前駆体である 4-S-Cysteinyphenol は黒色腫 (HMV- II) 細胞の胞体基質の Free ribosomes に経時的に有意に取り込まれ、同時に経時的にメラノソームへ移行すること<sup>14)</sup> (表 3) など、私の終生の病理・生物学研究者としての有意義な期間にもつながった。

HMV- II (色素産生系樹枝状細胞型) と HMV- I (無

表2: <sup>3</sup>H-D・L-dopa および <sup>3</sup>H-L-チロシンのB16-XI 黒色腫細胞内取り込みの局在部位 (Kasugaら、1971<sup>13)</sup>)

	tyrosine-T nonirrad. (%)	DOPA-A nonirrad. (%)	DOPA-T 24 hours post-irrad.* (%)
cytoplasm			
free RNP	4.9	47.8	35.8
rEP-RNP	33.2	8.7	7.5
sER	3.1	0.0	11.3
sER-aRNP	0.0	1.2	7.5
premelanosome	1.2	15.5	22.6
melanosome	8.3	11.8	7.5
mitochondria	3.1	5.6	5.7
nucleus			
heterochr.	11.7	4.3	1.8
euchr.	12.9	5.0	0.0
nucleolus	21.5	0.0	0.0

\*分化誘導促進効果をも高める。

表3: [<sup>3</sup>H]4-S-CP の HMV-II 細胞内取り込みの局在部位 a (Nakamura ら、1988<sup>14)</sup>)

intracellular organelles	time interval after labeling (h)		
	1	24	192
total number of grains	601	647	625
cytoplasm	77.5	75.9	82.6
free ribosomes	58.8 <sup>a</sup>	46.7 <sup>b</sup>	31.7 <sup>b</sup>
rER ribosomes	2.5	6.5	2.2
sER	3.8	0.0	8.0
melanosomes	0.0	11.3 <sup>b</sup>	20.2 <sup>b</sup>
mitochondria	5.0	0.0	16.8
membrane	5.0	9.7	3.7
Golgi apparatus	2.5	1.7	0.0
nucleus	22.5	24.1	17.4
chromatin	20.0	19.3	11.9
nucleolus	0.0	0.0	1.6
membrane	2.5	4.8	3.9

a数値は%、b各時間群間の free ribosomes における<sup>3</sup>H 標識率の減少率は統計的に有意である (p<0.001)

産生系樹枝状細胞型) の2株は、現在も理化学研究所細胞銀行に寄託、保管され、継代培養が継続されている。前者は melanogenetical な研究に用いられ、現在に至るも多くの研究機関での研究に役立っている。

「HMV- I 細胞株は一時期、HeLa-S3 の contamination が指摘されたが、その後、液体窒素保存の株が放医研内 (古澤佳也研究室) で見付かり、理研細胞銀行に寄託し、継代・保存されている。HMV (- I) 細胞株に関しては、今後共、研究を続け、メラニン前駆体の存在、X-線感受性、及び分子遺伝学的詳細の面からの解析が為されることを願っている。

### 個人研究と特別研究の狭間

#### 1. 中性子線による癌治療に関する特別研究

造血器特研が出発した翌年には、{中性子線等の医学的利用に関する調査研究・班長江藤秀雄 (S45.4 ~ 50.3.31)} が採択され、私は「生物学効果に関する研究班」のグループ班長に選任され、多くの研究員との公聴会、また所謂、赤本の関係者からの申し入れに対して、御園生圭輔所長に呼び出されて、所長応接室でご意見を伺ったりした。本研究での生物研究グループは①分子レベル、②細胞、組織レベル、③個体レベルからなり、使用線源は、バン・デ・グラーフ加速器による 2MeV 速中性子線 (LT=45KeV/um) の高 LET 放射線を用いて研究に入り、先ず初年度は各研究員の使用する生物材料での生物学的効果比 (RBE) を明らかにすることを第一目標として研究をおこなった。幸いに初年度で、目標にちかい成果を得て、研究発表がなされた。昭和 46 年 3 月 30 日に座談会「速中性子線等の医学利用における生物学的諸問題」について、所外専門家の参加をえて、研究班全員の成果および今後の進め方について検討を行った。人癌への効果は、放射線抵抗性腫瘍の代表である悪性黒色腫を検査目標とし、その他、リンパ腫、線維肉腫、腺癌、神

経腫瘍などが用いられた。先に述べたように、黒色腫細胞はメラニン産生能を有し、転移の有無や、治療後の拡がり (再発など) の追跡に有意である。また、既に前述の如く、in vitro 系の継代黒色腫細胞株と in vivo 系の移植性黒色腫を放医研は保有していた。本細胞の低 LET 放射線感受性は生残率曲線の shoulder (肩) 部分のカーブが極めて大きいこととの関係が示唆されていた<sup>10)</sup>。これらの放射線抵抗性腫瘍を用いての研究は抵抗性機序の解明と言う課題が最終目標であったが、生物班としては、重要な基礎研究として、速中性子線の効果を先ず、使用する夫々の分子・細胞・組織について、夫々の材料で行い得る範囲で、RBE 及び OER の値を提示し<sup>15, 24)</sup>、また、生物学的研究者との研究では、組織学的及びミトコンドリアの呼吸活性と電顕的所見などのデータの集積を旨とした<sup>10)</sup>。生物学的研究にはアリテミアの孵化率を指標にし、また、細胞の呼吸活性からの速中性子線の効果の測定もなされ、肝のアデニンヌクレオチド量を指標にした糸粒体の機能やヘキソバルビタール水酸化反応による小胞体の機能などの RBE はそれぞれ 2.5, 2.8 と報告され、電子顕微鏡的観察では糸粒体の顕著な変性像が観察されている<sup>10, 16, 17)</sup>。

HMV 系黒色腫細胞に関しても、バン・デ・グラーフ加速器速中性子線で、RBE が Dq (肩部) 比較で、9.8 という大きな値に特研班は興奮した時期もあった<sup>18)</sup> (表 4)。また、Cyclotron Neutron ではリンパ球 (P3-HR-1)、HeLa-S3、HMV-I では、夫々に D<sub>0</sub> 比較で、2.12、1.95、1.87、また、Dq 比較で、3.69、2.04、2.57 であった。更に RBE は、D<sub>0</sub> 及び D10<sup>-2</sup> の生残率を指標として、各種の細胞との比較検討がなされ、速中性子線の効果は前記指標において増殖系細胞に対しては殆ど等価な生残率効果を示し、満足しうる成果をえた<sup>15, 18, 19)</sup>。RBE に関しては、線質の異なる線源での RBE の比較は Dq (肩部) の大きさに依存している<sup>18, 21)</sup> (図 2)。また、RBE 効果のみならず、低 LET 放射線照射に対して黒色腫細胞は大きい Elkind

表4: 培養細胞株の放射線感受性<sup>18)</sup>

cell line	parameter	X-ray (200 kV)	cyclotron neutron	cyclotron neutron RBE (En=13MeV)	van de Graag neutron RBE (En=2MeV)
P3-HR-1	D <sub>0</sub> (rad)	123	58	2.12	2.3
	Dq (rad)	48	13	3.69	-
	n	1.5	1.2		
HeLa-S3	D <sub>0</sub> (rad)	123	63	1.95	2.5
	Dq (rad)	190	93	2.04	7.3
	n	5.0	4.2		
HMV-I	D <sub>0</sub> (rad)	125	67	1.87	2.5
	Dq (rad)	272	106	2.57	9.8
	n	9.1	4.9		

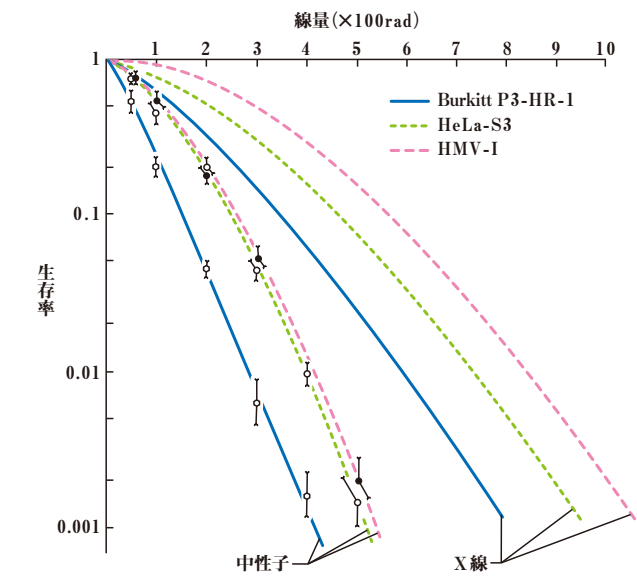


図2: ヒト培養細胞 (Burkitt リンパ腫細胞 (P3-HR-1)、扁平上皮細胞 (HeLa-S3)、黒色腫細胞 (HMV-I)) の放射線感受性<sup>18)</sup>

回復能を示し<sup>20, 21)</sup>、その後、大きい PLD 回復能も確認されている<sup>22)</sup>。In vivo 系腫瘍では、無酸素細胞或いは腫瘍細胞のもつ機能と宿主の回復因子の相乗性により低 LET 放射線での D10<sup>-2</sup> の生残率が極めて大きな線量値を示す結果となっている<sup>23, 24)</sup>。今後、in vivo 系での研究の進展と共に、ヒトでの臨床研究の進展がもたれる。且つ、健常組織及び担癌健常組織への速中性子線の障害のレベルの研究が併行して進められた。[本項の詳細に就いては放医研 20 周年誌を参照して下さい]。「中性子線の医学利用に関する調査研究」は、サイクロトロン導入と、



それによる陽子線などの重粒子線を用いた難治腫瘍の撲滅という有意義な研究を目指していたので、本研究と並行して、研究班はその設営の基本設計に粒子物理学や放射線機器の専門家との会合が繰り返され、「サイクロトロン」の医学利用の調査研究・班長 梅垣洋一郎 (S51.4 ~ 53.3.31)」が結成され、中性子線特研の内の「中性子線の生物学的効果」に関する研究班の一部は陽子線治療生物グループへ移行した。また、「速中性子線治療研究委員会(昭和50年4月1日)」などの評価組織が設けられた。これにより、医用サイクロトロンが実現し、現在の規模に放医研が発展した特別研究であった。黒色腫瘍例は今も重粒子線センターの主要な研究テーマとなっている。この特研では、稲田哲雄(物理部)、恒元 博(病院部)両先生との日夜に拘らず討議・勉強した思い出は小生の懐かしい思い出である。

この度、放医研病院機構を訪ね、施設の規模は大きくなったが、治療効果を判定する検査部門、特に病理部門の極端な縮小が目立ち、陽子線治療効果の判定機構の簡素化が示唆され、我が放医研病院部検査課長(兼任)時代の面影は無く、放射線治療の将来に危惧を感じさせられた。

## 2. 放射線による癌発生機序に関する特別研究

帰国後、特別研究の研究課題の提出の要請を所長の諮問機関からあり、“放射線発癌機序の研究”なる課題を提出したが、“この課題は片付いていると、一蹴された歴史がある。然し、この特研課題は「低レベル放射線の人体に対する危険度の推定に関する調査研究・班長 寺島東洋三部長 (S48.4 ~ 53.5.31)」で、①晩発グループ、②遺伝グループ、③内曝グループで構成された。晩発グループリーダーは寺島東洋三班長で、病理部門の担当課題は「放射線による晩発性障害の危険度推定に関する研究」であり、その主題の下で、①の放射線発癌の機構の研究を担当し、また、①の研究班の内の1) SPF マウス

表5: C57BL/6J-SPF 雄マウス及び -CV 雄マウスの自然発生腫瘍の組織像<sup>29)</sup>

	C57BL/6JNrs	
	SPF (%)	C.CV (%)
No. of mice	147	95
No. of tumor-bearing mice	101 (68.7) *	14 (14.7) *
Thymic lymphoma	0	1 (1.1)
Nonthymic lymphoma	4 (2.7)	0
Reticulum cell sarcoma	66 (44.9) **	6 (6.3) **
Plasmocytoma	1 (0.7)	2 (2.1)
Mieloid leukemia	2 (1.4)	1 (1.1)
Lung		
Adenocarcinoma	4 (2.7)	0
Adenoma	11 (7.5)	2 (2.1)
Hepatocytic		
Carcinoma	2 (1.4)	0
Adenoma	9 (6.1)	0
Stomach		
Adenocarcinoma	2 (1.4)	0
Epidermoid carcinoma	1 (0.7)	0
Others	17 (11.6)	2 (2.1)

\*p<0.001, \*\*p<0.05

表6: C57BL/6J-SPF 雄マウスにおける放射線誘発腫瘍の組織像と発生率<sup>28)</sup>

	Control (%)	100-400R (%)	500-800R (%)
No. of mice	80	162	143
No. of tumour-bearing mice	57 (71.3)	111 (68.5)	84 (58.7)
Histology			
Lymphoreticular tumours	41 (51.3)	71 (43.8)	57 (39.9)
Thymic lymphoma	0	2 (1.3) *	19 (13.3) *
Nonthymic lymphoma	0	13 (8.0)	15 (10.5)
Reticular cell sarcoma	41 (51.3) <sup>b</sup>	56 (34.6) <sup>b,c</sup>	23 (16.1) <sup>c</sup>
Myeloid leukaemia	0	6 (3.7)	4 (2.8)
Liver tumour	7 (8.8)	23 (14.2)	8 (5.6)
Lung tumour	9 (11.3)	23 (14.2)	11 (7.7)
Renal tumour	0	2 (1.2)	1 (0.7)
Adrenal tumour	0	2 (1.2)	2 (1.4)
Testicular tumour	0	0	1 (0.7)
Skin tumour	0	2 (1.2)	1 (0.7)
Muscle tumour	0	1 (0.6)	1 (0.7)
Haemangioma	6 (7.5)	11 (6.8)	5 (3.5)
Bone tumour	2 (2.5)	0	3 (2.1)
Gastric tumour	0	0	1 (0.7)
Total NO. of tumours in tumour-bearing mice	66	141	96

<sup>a</sup>p<0.001, <sup>b</sup>p<0.025, <sup>c</sup>p<0.001

の加齢性変化に関する病理学的研究グループと協同研究を行った。本研究班には生理病理部全員と障害基礎研究部部員の一部が班員として研究協力し、10年間の巨大プロジェクトとしてスタートした。本班は上記に先立ち、

昭和46年6月3日、御園生所長の命により、中井 斌部長は遺伝学分野について、春日は放射線発癌の病理学と現状について、原子力委員への説明を原子力委員会に於いておこなっており、昭和47年度より特別指定研究として、先ずスタートしていた。

私は在米中にはスタンフォード大放射線科主任のKaplan 教授と面識があり、先生の170 R x 4回分割照射法により、リンパ腫が高率に誘発されるという実験に興味を持っていた。帰国後の研究として、1964年秋にOak Ridge National Laboratoryを訪ね、Hollendar 所長、Dr.A.C.Uptonを訪ね、約1週間、同研究所で見聞を広める努力をした。また、既に癌シンポジウムで「放射線誘発白血病」を発表し、700Rの多分割照射では白血病の発生率が極度に低率であり、700R一回照射では急性死で実験にならないことを確認している<sup>25)</sup>。本特研では、放医研で飼育したH-2 haplotypeの異なるC57BL/6Nrs, DBA, C3H/Heなどで、SPF-SPF, SPF-CV, CV-SPFなる生産-飼育環境で育てられているマウスの生涯飼育による自然発生率の確認を先ず旨とした。また、それらの実験系の内、SPF-CV (SPF生産-CV清浄飼育)を基本とした実験系マウスを用い、先ず、異なる照射線量による腫瘍発生頻度、発生腫瘍の組織由来(臓器別)とその頻度についての研究を主たるテーマとした。これらの結果は、SPF-SPF条件下では、高線量一回照射・長期飼育が可能となり、Clean conventionalな条件下で生産・飼育されていた腫瘍低発系マウス、-C57BL/6系マウス-の総腫瘍発生率(1.6-14.7%)がSPF化により高率化(68.7%)し、高発系になり、上皮性腫瘍なども誘発され、多種類化すること<sup>26,29)</sup>(表5)。また照射によるSPF-SPFマウスの腫瘍発生率は高線量被爆群で軽度減少し、発生する腫瘍は多種類化することが解り<sup>27,28)</sup>(表6)、更に、SPF生産マウスは高線量耐性となり、胸腺性リンパ腫の最高腫瘍発生率を得る一回全身照射

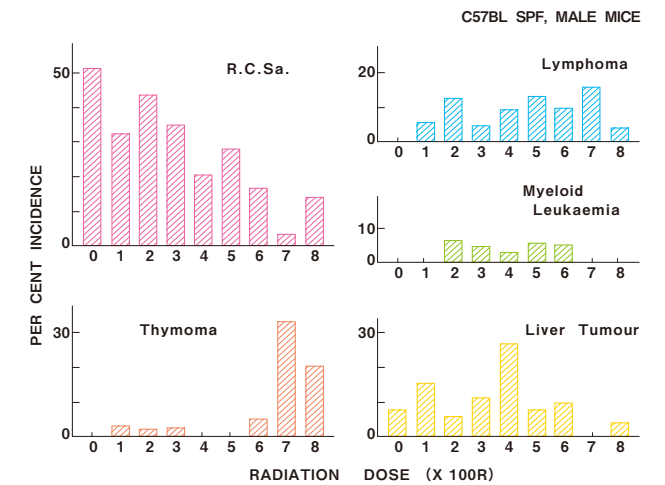


図3: 12週令でγ線の異なる線量で照射されたC57BL/6JNrs-SPF雄マウスにおけるリンパ細胞腫瘍、骨髄白血病及び肝腫瘍の腫瘍発生率(%)<sup>28)</sup>

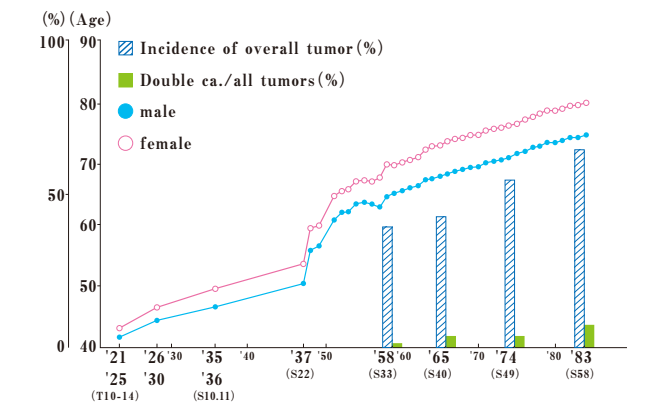


図4: 年度別平均寿命と全腫瘍並びに重複癌の発生率<sup>29)</sup>

線量は700radであることが確認された<sup>27,28)</sup>(図3)。また本研究課題を進めると、自ずから、加齢と癌の問題に突き当たった。即ち人では、癌発生の頻度が年々右肩上がりに増加する<sup>29)</sup>(図4)のは、長寿化と相関するのではないと言われてきたが、それは必ずしも当て得ていない事が解析された。即ち、図5に示されている様に、50% survivalで比較すると、短寿命の群(CV群)の癌は若年代で6.3%、高年代で10.5%で、癌の発生は高年代に幾ばくか頻度が上がっているのに対して、寿



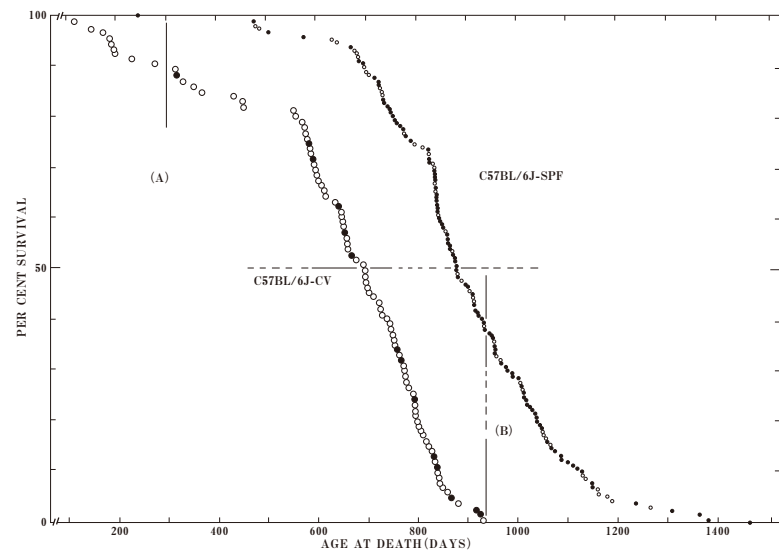


図5: 終生飼育におけるCVマウスとSPFマウスの腫瘍発生パターンと最長生存日誌<sup>29)</sup>

表7: CVマウスの寿命933日を境とした SPF マウスと CV マウスの自然発癌率と平均生存日数との比較<sup>29)</sup>

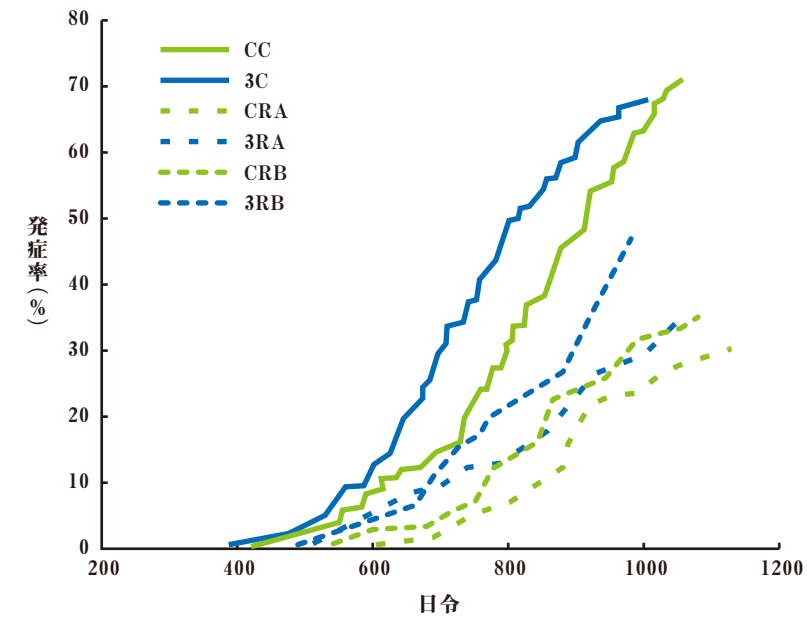
	C57/BL/6JNrs	
	SPF	CV
No. of mice used	145	95
No. of mice died until 933 days of age	90	95
No. of mice with tumors	60 (66.7%) *	14 (14.7%) *
Max. Survival days	1504days	933days

\*:  $\chi^2=51.9298$ ,  $p<<0.001$  (一部訂正)

表8: C57BL/6JNrs-SPF雄と-CV雄マウスにおける腸内細菌叢の比較<sup>29)</sup>

SPF : Enterobacteriaceae Streptococcus faecalis Staphylococcus albicans Lactobacillus Bacteroides
CV : *Clostridium, Bacillus sp. Fusobacterium sphaerophorus Fungi [ Enterobacteriaceae Streptococcus faecalis Staphylococcus a lbicans Lactobacillus Bacteroides] **Pasteurella, HVJ

(松本恒弥原図)



図特 I : カロリー制限食による自然及び被照射 C3H/HeNirMs雄マウスにおける肝腫瘍の累積発症率 (吉田和子、<sup>31)</sup>)  
CC: 照射・対照食、3C: 3 Gy照射・対照食、CRA: 非照射・10週令より制限食、3RA: 3 Gy照射・10週令より(照射後)制限食、CRB: 非照射・6週令より制限食、3RB: 3 Gy照射・6週令より制限食。  
(吉田和子原図)

命の長い群 (SPF 群) の癌は若年代で 48.4%、高年代で 51.5%である。年代と癌発生率の関係は両群共に高年代に高い。年代別発生パターンは両群共に類似している。其れに対して、CV マウスの 100%死亡日数である 933 日までに死亡する SPF マウスの匹数は 145 匹中 90 匹で、これを基に発癌率を比較すると、前者 CV 群が 14/95 匹 (14.7%) であるのに対して、後者 SPF 群は 60/90 匹 (66.7%) である。SPF 群も全匹数について発癌率をみると、99/145 匹 (68.3%) である。即ち、SPF 群では、若年から終生に亘り、連続して発生しており、長寿命とは関係無く、epigenetical な生活因子によることが示されている<sup>29)</sup> (図 5、表 7)。その原因の一つに飼料減菌の有無が関係することが示唆された。この事は、癌の発生は消化管内の環境因子、即ち Bacteria flora の質・量との組み合わせの関係が重要であることを示唆している (表 8、松本恒弥氏の研究)。腸内細菌叢と癌発生との関係に関しては、既に光岡知足教授 (東大農学部) が実験系により本課題を夙に Lactobacillus acidophilus と一定の細菌群との組み合わせにより、肝

癌の発癌率の亢進或いは抑制されることを報告している。この特研の第一期が終了するその時期に、私は東京医科歯科大学病理学講座担任として出向することになり、本研究班の研究課題は後任者である大津裕司博士 (後、病理研究室長) に引き継がれた。唯々、私としては、多数の H-2 haplotype の異なる SPF マウスを用いた実験を行う為に建設して頂いた晩発棟に入らずに退官することになり、後ろ髪を引かれる思いを抱いている。

近年、環境と発癌の課題はについて、吉田和子博士 (生理病理部) は、C3H/HeMs への投与飼料のカロリー制限食を order し、制限食単独飼育群、或いは制限食+放射線照射飼育群の研究を行い、骨髄性白血病と肝細胞癌の発生率が有意に抑制されることを報告している<sup>30)</sup> (図特-I)。癌の発生には、DNA や Ha-ras などの遺伝子また apoptosis などの自然代謝因子の関与が示唆され、新たな施設の整備や環境因子 (体液系を含む) が謳われている。わが国の癌発生率は戦前の低率、戦後の高カロリー日常生活による戦後の高率化、即ち、豊かな

国の高率と普通の国の低率という疫学比較を見れば、直接的に作用する最重要誘発癌因子は高カロリー食事であり、それに伴い、腸内細菌叢の変異が癌の発生率を左右する最大要因であることが示され、本邦の癌発生には、epigenetical な要因が主たる要因であることが強く示唆されており、癌発生の抑制戦略の最大課題への絞り込みに到達していると思われる。

### 病理医学者の減少は、医学教育・医療を不活性化する

我が医学生時代の講義では、魚類の蛋白、不飽和脂肪酸の適度の摂取が有意であることを教わった。戦後は豊かになり、牛肉摂取量が過度に増加し、これが結腸・直腸癌や乳癌などの発生を促進することが再三報告されてきた。即ち、高度成長政策の副産物として、動物性蛋白や脂質の過剰な摂取により、遂に本邦も癌の罹患率が欧米人レベルに増加し、先進国化する羽目となり、厚生医療行政に支障をきたさせている。また、必要以上の長期間の清浄や亜無菌状態は免疫能の活性を抑制し、抵抗力

の減退を促す因子となる可能性も考えられている。

明治以来、病理学は医学・医療医学の先端部門として戦後まで続いたが、現代の病理組織診断医師の不在化現象は一流病院や総合病院として、極端な話としては医大も含めて、厚生労働省からは認可されなくなる事態が生ずる危険性も笑い話としても聞き捨てることはできない。この状態は、幾ら、内科・外科系医師が癌の治療を行いたくとも、確定診断を受けずに治療する状態は、先進国の医療行政の範囲からは逸脱していく状態にならざるを得なくなることが想定される。

それに伴い、現代に於ける基礎科学としての医学研究の多くは、既に医師以外の科学者や技術者によってなされている。然し、病理解剖学や病理組織学は、人の組織を検査材料として医療に貢献する領域でもあり、特に外科病理学は医科学を修練した医師以外は患者及び患者材料にタッチすることは許されていない。この規律は世界共通であり、厚生労働省が明確に法律の遵守を命じている。

この医学・医療に必要な病理学者になるには、大学病理学教室や十分な経験を有する病理専門医の下で、先ず



数年は24時間待機で、最低で70-80体の病理解剖を行い、病理解剖の手技、所見の見方の修練を行うことが第一段階である。次いで、手術材料、生検などの生の組織の観察、その切り出し方と固定法を習い、組織標本を作り、数 $\mu$ の超薄切片を作り、特殊の染色液で染め、細部まで観察し得る標本とするプロセス、及び電子顕微鏡技術並びに超微細組織学も学び乍ら、病理形態学の見識を養うのに、研修医修了後略々10年以上の年月を要する。更に外科病理学の修練に関しては、一日に数十症例の生検診断と数例の手術症例の病理組織診断を行う。この人体病理学は臨床医学研究のみならず、医学生物学研究の発展にも欠くべからざる有意な学問領域である。熟年になってから片手間に成せる業ではない。

定年退官してから、第一線病院で外科病理診断に専念して早や十四年が過ぎ、病理医学者が年々減少していくことを危惧しているが、病理学は医師が医学研究に情熱をもって終生の仕事としうる部門である。近代疾患の医療の先行きを想う時、病理診断学無しには医療は成立しない事を認識し、既に厚労省やメディアも指摘しているが、文科省も含め、官民一体となって、人体病理学の専門医たちが歴史を念頭に生き甲斐を感じられる真の医学の教育体制と学問的環境の整備並びに医療行政の充実が計られ、病理診断医の安定確保ができる日の来ることを、待ち望んでいる。

## まとめ

放医研を退官するまでの思い出の研究の一部を記したが、これらの研究は出向先の機関でも、場に即した課題に修飾し、協同研究者と共に続けられ、報告されている。

我が情熱は黒色腫の病理組織診断の精度の向上と、人悪性黒色腫細胞株の樹立が夢で、その最大の願望であった永久メラニン産生黒色腫細胞株の樹立をなし得て、医学・医療のお役に立っている。この研究に協力して下さった協同

研究者及び協力者に対して、深く感謝の意を表します。

病理学教室の門を叩いた原点の学問—病理形態学の道を選び、医学生物学及び医療医学に携われた幸福に感謝している。

当時、放医研では、医学部出身者は10～15%であったが、異なる専門分野の研究者が、互いに虚心坦懐に意見の交換や、技術や内容の協力をスムーズに行い、研究上の連携が極めて良かった。友人達と学問を学び、研究を行えた出会いに心から感謝している。

最後に、社会が病理学の大切なことを理解し、病理診断学も出来る有意な病理学者の数的増加が加速されることを心から祈っている。

## あとがき

私の日本放射線影響学会への協力は「鈴木擘之及び横路謙次郎の両編集委員長時代にJapanese Journal of Radiation Researchの編集委員として、病理部門の研究論文の査読・審査に関する業務事項についてである。

## 参考資料

- 1) Demopoulos, H.B., Kasuga, T., Channing, A.A., Bagdoyan, H. : Comparison of Ultrastructure of B-16 and S-91 mouse melanomas and correlation with growth patterns. Lab. Invest. 14 (1) : 108-121, 1965
- 2) 春日 孟 : メラノサイト系良性腫瘍・悪性腫瘍 in : 皮膚 III 41-108 頁、現代病理学大系 19C, 中山書店 1992.9.25
- 3) 春日 孟 : 2. 皮膚・爪, XII. 色素異常症、55-58 頁、XIII. メラニン色素性腫瘍、58-95 頁。 In. 外科病理学. ed. 石川栄世、牛島 宥、遠城寺宗知。文光堂 1990年10月27日 第2版 第1刷

- 4) Comparative Epidemiology of Cancer in The U.S. and Japan. "Morbidity". Ed. Hirayama, Takeshi. The United States-Japan Cooperative Cancer Research Program. May 1978.
- 5) Comparative Epidemiology of Cancer in The U.S. and Japan. "Mortality". Ed. Hirayama, Takeshi. The United States-Japan Cooperative Cancer Research Program. May 1978
- 6) 日本病理剖検輯報 (第1輯～第26輯) 日本病理学会編 昭和33年～年58年度
- 7) Kasuga, Tsutomu., Takeshi Furuse, Ichi Takahashi, Eiko Kubo, Yuhko Iwai. : Radiosensitivity of the Melanoms --- I. --- Natl. Inst. Radiol. Sci. Ann. Rept. (NIRS-8, 41-43, 1969)
- 8) 坂元吾偉、青木幹雄、春日 孟、菅野晴夫、増渕一正、木村光男 : 陰原発の悪性黒色腫。癌の臨床、第17巻 第4号 - 276-283 頁、1971年4月
- 9) Hasumi, K., Sakamoto, G., Sugano, H., Kasuga, T., and Masubuchi, Kazumasa. : Primary Malignant Melanoma of The Vagina. Study of Four Autopsy Cases with Ultrastructural Findngs. Cancer, 42 : 2675-2686, 1978
- 10) 春日 孟 : II . 人癌由来培養細胞株、B. わが国で樹立された人癌由来培養細胞株 : 10. 黒色腫、HMV株 203-209 頁。 III . 人癌細胞培養の医学生物学への応用 : 5.4. 黒色腫 --- メラニン形成 388-396 頁、10. 放射線療法、500-520 頁、In : 人癌細胞の培養。Ed. 大星章一、菅野晴夫。朝倉書店、1975年3月5日
- 11) 春日 孟 : 黒色腫 HMV- II . In : ヒト癌細胞 (II) Ed. 鈴木利光。蛋白質 核酸 酵素。34 (1)、75-77 頁、1989
- 12) 春日 孟 : ヒト : HMV- II . In : 研究室で役に立つ細胞株 : 生体の科学、第43巻 第5号 361-362 頁、1992年 医学書院

- 13) Kasuga, T., Furuse, T., Takahashi, I., & Tsuchiya, E. : Ultrastructural and autoradiographic studies on melanin synthesis and Membrane system using cultured B16 melanoma, irradiated melanoma, and human malignant melanoma. In : Biology of Normal and Abnormal Melanocytes, pp241-264. ed : Kawamura, T., Fitzpatrick, T.B., & Seiji, M., Univ. Tokyo Press, Tokyo. 1971
- 14) Nakamura, Takuro., Sachiko Seki, Osamu Matsubara, Shosuke Ito, and Tsutomu Kasuga : Specific incorporation of 4-S-cysteinylphenol into Human Melanoma Cells. J. Investigative Dermatology, 90 (3) , 725-728, May 1988
- 15) Tetsuo Inada, Tsutomu Kasuga, Ichi Nojiri, Takeshi Hiraoka, Takeshi Furuse : Comparative Study on Radiosensitivities of Cultured Cell Lines Derived From Several Human Tumors under Hypoxic Condition. Gann, 68 : 357-362, June, 1977
- 16) Kasuga, Tsutomu., Takeshi Furuse, Ichi Takahashi, Eiko Kubo, Yuhko Iwai. : Ultrastructural Observation of the Intracytoplasmic Organelles of two Different Radiosensitive Culture Cell Strains, Irradiated with X-Ray. Natl. Inst. Radiol. Sci. Ann. Rept. (NIRS-9, 38-39, 1970)
- 17) 春日 孟、古瀬 健、土屋えい子、高橋いち。放射線感受性の異なる培養系細胞に及ぼす放射線の効果の形態学的研究 -- 黒色腫細胞とHeLa細胞 --- 癌の臨床 第16巻 第6号 p639—650, 1970年4月
- 18) 稲田哲雄、春日 孟、渡部郁雄。サイクロトロン中性子線による各種人癌培養細胞の不活性化効果。日本医学放射線学会雑誌 第37巻 第10号 979-982 頁、1977年
- 19) Tetsuo Inada, Tsutomu Kasuga, Ichi Nojiri,



「ICRPの線量係数とそれらの関連報告書の紹介」

10. これまでの総括と第2専門委員会の現在及び近未来の活動

稲葉 次郎 放医研名誉研究員（前 ICRP 第2専門委員会委員）  
石樽 信人 名古屋大学医学部（ICRP 第2専門委員会委員）

Takeshi Furuse, and Takeshi Hiraoka : Linear Energy Transfer-Dependent Radiosensitivity of Burkitt Lymphoma Cells, with Special References to Human Melanoma HMV, HeLa-S3, and L5178Y Cells. Gann, 67 : 399-402, June, 1976

20)春日 孟、大沼直身、古瀬 健、高橋イチ、久保えい子：人癌培養細胞の放射線治療への応用 -- 黒色腫細胞（HMV）と HeLa S3-1 細胞の比較検討。医学のあゆみ、90 : 326-335, 1874

21)Tetsuo Inada, Tsutomu Kasuga, Ichi Nojiri, Takeshi Furuse, and Takeshi Hiraoka : Recovery in Burkitt Lymphoma Cells after X-Ray Irradiation. Gann, 67 : 451-453, June, 1976

22)山田一郎：ヒト悪性黒色腫細胞における放射線照射後の潜在的致死損傷の回復と細胞動態の分析。御茶ノ水医学雑誌、第33巻第1号37-43頁、1985年3月

23)古瀬 健、稲田哲雄、春日 孟：マウス黒色腫2系のX線、速中性子線に対する in vivo 抵抗性因子。癌の臨床、第18巻第9号657-658, 1972年9月

24)古瀬 健、春日 孟、稲田哲雄：2MeV 速中性子線の黒色腫への効果：RBE および OER について 日本医学放射線学会雑誌 第42巻第5号476-484, May 1982

25)Kasuga, Tsutomu, Hayakawa, Jun-ichiro, Furuse, Takeshi and Iwai, Yuhko. : RADIATION-INDUCED LEUKEMIA IN C57BL/6J MICE. GANN Monograph on Cancer Research 12 : 263-280, 1972

26)T.Kasuga, Y. Noda, T.Sado and T.Furuse. : Naturally occurring and radiation-induced tumors in SPF mice, and genetic influence in radiation leukemogenesis. Recent Advances in Gerontology. XI International Congress of Gerontology, Tokyo, August 20-25, 1978, Ed. H.Orimo, K.Shimada, M.Iriki and D.Maeda. p.452-455., Excerpta Medica, Amsterdam-Oxford-Princeton.[Intl.Congr. Series 469]

27)春日 孟：I-B 実験動物の癌と加齢 23-32頁、In:老化と癌化 -- シンポジウム -- 主催者:太田邦夫。1976年12月 東京都老人総合研究所 日本学術会議老化研究委員会共催

28)T.Kasuga, T.Sado, Y.Noda, T.Terasima, T.Kitagawa. : RADIATION-INDUCED TUMOURS IN C57BLf/JNrs{SPF} and C3Hf/HeMsNrs{SPF}STRAIN MALE MICE.Late Biological Effects of Ionizing Radiation, Vol. II , IAEA-SM-224/203, p74-86, 1978, Vienna.24.

29)春日 孟, 野田攸子：7. 生活環境と癌発生 -- 終生飼育マウスおよび長寿命年代の人のデータについての巨視的解析から -- 放射線の身体的影響に関する人体データと動物実験. 放射線科学、放医研シンポジウムシリーズ、NIRS-M-62 : NO.17, p91-109. 松岡 理/小林定喜編集 放射線医学総合研究所、1986年

30)Yoshida, Kazuko., Tohru Inoue, Kumie Nojima, Yoko Hirabayashi, and Toshihiko Sado. : Calorie restriction reduces the incidenced of myeloid leukemia induced by a single whole-body radiation in C3H/He mice. Poc.Natl.Acad.Sci.,USA 94 : pp2615-2619, March 1997

31)吉田 和子：2. カロリー制限による白血病と肝腫瘍発症の抑制。放射線科学 42 (Suppl) : 107-112, 1999

32)春日 孟：35. 黒色種。939-966頁、In：腫瘍病理学。菅野晴夫、小林博編集、朝倉書店、昭和45年10月5日（1970年）

放射線防護ならびに放射線管理実務において「線量」および「線量係数」がきわめて重要な役割を果たしていることは良く知られている。筆者等は、ここ10余年にわたりICRP第2専門委員会が中心になって準備した線量と線量係数に関連した報告書を昨年6月から9回にわたって本誌上で紹介してきた。実は、本シリーズを企画した段階では、ICRP勧告の改定にあたり第2専門委員会が新勧告で用いる線量概念を取りまとめて Quantities used in radiological protection という基盤文書を準備していたことから、第10回としてその紹介を予定していた。ところが、その後、その基盤文書が新勧告の付属書になること、またその刊行は今年末以降になることから、その紹介はこのシリーズからは切り離すこととした。

そこで、今回は、すでに本誌上で9回にわたり紹介したものを簡単に振り返るとともに、第2専門委員会の現在及び近未来の活動に関し簡単に紹介し、本シリーズの最終回としたい。

シリーズ第9報までを振り返って

1990年勧告がPublication 60として刊行されてから今日までに16年が経過した、その間に約40の報告書が刊行された。そのうちの14が第2専門委員会によるものである。内容的には外部被ばくと内部被ばくの線量係数そのものを扱ったもの、線量係数の導出に用いる体内動態モデルに関するものおよび人体の解剖学および生理学を記述した標準人に関わるものに分けられる。そのほとんどについて、精粗はあるが、本シリーズで取り上げた。

シリーズの第1報には年齢依存線量係数を選んだ。1990年の勧告では一般公衆の放射線防護の重要性が強調された。このため、公衆が種々の年齢層の構成員から成っていることに配慮し、単位放射能 (Bq) の摂取による内部被ばく線量 (Sv) を3ヶ月齢、1、5、10、15歳および成人の年齢別に表示したものである。Publ. 56、

67、69、71、72と5つの報告書に分かれて刊行されている。若齢の人間の体内動態に関するデータは十分でなく、動物実験のデータから外挿した場合も多かったが、それでも不確かさはそれほど大きくないと判断している。放医研では年齢依存の問題に長期にわたり取り組み、データの蓄積がなされていた。それらが活用できたのは幸いだった。

シリーズの第2報ではPubl. 88の胎児の線量係数（母親の摂取量 Bqあたりの胎児線量 Sv）を取り上げた。基本的な考え方は年齢依存の敷衍である。ただし、胎児での放射性核種動態および組織荷重係数に関するデータはほとんど無く、線量係数はその分だけ不確かさが大きくなるのは避けられない。

シリーズの第3報ではPubl. 95の乳児線量係数（母親の摂取量 Bqあたりの母乳を介しての乳児線量 Sv）を扱った。母親による摂取のうち母乳への移行割合に関するデータが十分ではないが、成人女性の体内動態に母乳経路を加えたモデルを作成し、基本的には胎児線量よりは不確かさは小さいと判断される。

シリーズの第4報ではPub. 74の外部被ばく線量係数（単位物理量 Gyあたりの線量 Sv）を、Publ. 74に多くのデータを提供しこの問題に深く通じている日本原子力研究開発機構の山口恭弘先生にわかりやすく紹介いただいた。外部被ばくの問題は放射線防護の基本であり、重要な問題であるが、Publ. 60刊行以降ではこの報告書だけである。今後は、宇宙開発、航空機利用の拡大、加速器利用の増大等から、改めて外部被ばく線量係数に関する検討が進むものと考えられる。なお、Publ.74は国際放射線単位測定委員会ICRUとの合同作業でまとめられたものである。

シリーズ第5報では、Publ. 66の呼吸気道モデルを、ICRP第2専門委員会委員であり体内線量タスクグループINDOSのメンバーでもある名古屋大学医学部の石樽信人先生に紹介いただいた。シリーズの第4報までが線



## 第2専門委員会が関与したICRP刊行物

ICRP 番号	出版物	刊行年	題 名	種 類
Publ. 56	Ann. ICRP 20 (2)	1989	放射性核種の摂取による公衆の構成員の年齢依存線量 第1部	線量係数
Publ. 60	Ann. ICRP 21 (1/3)	1991	国際放射線防護委員会の1990年勧告	勧告
Publ. 61	Ann. ICRP 21 (4)	1991	1990年勧告に基づく作業員による放射性核種の年摂取限度	線量係数
Publ. 66	Ann. ICRP 24 (1/3)	1994	放射線防護のための人呼吸気道モデル	線量評価モデル
Publ. 67	Ann. ICRP 23 (3/4)	1993	放射性核種の摂取による公衆の構成員の年齢依存線量 第2部	線量係数
Publ. 68	Ann. ICRP 24 (4)	1994	作業員による放射性核種の摂取についての線量係数	線量係数
Publ. 69	Ann. ICRP 25 (1)	1995	放射性核種の摂取による公衆の構成員の年齢依存線量 第3部	線量係数
Publ. 70	Ann. ICRP 25 (2)	1995	放射線防護に用いる基本的な解剖学的・生理学的データ：骨格	標準人
Publ. 71	Ann. ICRP 25 (3/4)	1995	放射性核種の摂取による公衆の構成員の年齢依存線量 第4部 吸入摂取線量係数	線量係数
Publ. 72	Ann. ICRP 26 (1)	1996	放射性核種の摂取による公衆の構成員の年齢依存線量 第5部 経口摂取及び吸入摂取線量係数のまとめ	線量係数
Publ. 74	Ann. ICRP 26 (3/4)	1996	外部放射線に対する放射線防護に用いるための換算係数	換算係数
Publ. 78	Ann. ICRP 27 (3/4)	1997	作業員の内部被曝の個人モニタリング	線量係数
Publ. 88	Ann. ICRP 31 (1/3)	2001	母親の放射性核種摂取による胚と胎児の線量	線量係数
Publ. 89	Ann. ICRP 32 (3/4)	2002	放射線防護に用いる解剖学及び生理学基礎データ：標準値	標準人
Publ. 95	Ann. ICRP 34 (3/4)	2004	母乳の放射性核種の摂取による乳児の線量	線量係数
Publ.100	Ann. ICRP 36(1/2)	2006	放射線防護のための人消化管モデル	線量評価モデル

量係数を直接的に扱ったものであるが、ここでは線量係数の導出に用いるモデルを扱っている。モデルは呼吸気道の区分に始まり、粒子沈着モデル、クリアランスモデル、線量計算モデル等から成る。その構成はきわめてしっかりしていてかつ精緻であるといえるが、更なる改良が予定されているとのことである。

シリーズの第6報ではPubl. 68の職業人の線量係数を紹介した。職業人を含め内部被ばく線量計算の基礎はPubl. 30において確立され、それに1990年勧告で示された放射線荷重係数と組織荷重係数を適用するとともに核種の体内動態モデルの見直しを行って線量係数を得ている。線量係数としての不確かさはもっとも小さいと判断される。

シリーズ第7報はPubl. 89の放射線防護に用いる解剖学および生理学基礎データ：標準値、いわゆる標準人に関し、日本海洋科学振興財団むつ海洋研究所の河村日佐男先生に紹介いただいた。河村先生は、放医研時代に田中義一郎先生と一緒に標準日本人や標準アジア人のモデルを設定し、それら多くのデータをICRP標準人に提供するなどタスクグループメンバーとしても活躍したこと

から、それらを踏まえた大変に興味深い紹介となった。なお、Reference Man、Reference individuals等の訳語については私の個人的な考えを河村先生に押し付けてしまったような気がするが、もしそうであれば訂正していただきたく考えています。

シリーズの第8報はPubl. 100の消化管モデルの紹介を行った。従来Publ. 30の中で簡単に記述されていたが、近年になってがんに関する放射線感受性の観点からも消化器系の重要性が改めて認識されたこともあり、新たに独立の報告書となったものである。第2専門委員会での初期の検討には参加しており大筋は理解していたが、実際の刊行物が届いてごく短時間に紹介を書いたため、あるいは間違いもあるかも知れない。

シリーズの第9報、最後のものはPubl. 78である作業員の内部被ばく個人モニタリングを前述した石樽先生に紹介していただいた。体外計測やバイオアッセイなどの個人モニタリングで放射能汚染を検出することがあるが、その場合の線量算定の分かりやすい解説となった。Publ. 78では基本的にPubl. 68で用いられているモデルに基づいて線量計算をしている。なお、放医研では石樽

先生が中心になって個人モニタリングの結果から放射性核種の摂取量と線量を計算するためのPC用ソフトウェア「MONDAL」を開発し、一般に無償で提供している。使い勝手の良いソフトであり、広く利用されることが望まれる。(稲葉次郎)

## 現在と近未来の活動

さて、ここからは線量と線量係数に関する第2専門委員会の現在そして近未来の活動をごく簡単に紹介してみたい。まず、間もなく刊行される新基本勧告では、線量計測の基本的な枠組みは踏襲されるものの、組織荷重係数の変更が行われることになっている。ICRPが提示する線量係数の「線量」とは預託実効線量なので、組織荷重係数に変更されれば線量係数も必然的に変わらざるを得ない。同様の事態は90年勧告(Publ. 60)の際にも発生した。その折には、Publ. 30シリーズの線量係数をベースに組織荷重係数のみを90年勧告の値に置き換えて再計算された。そして90年勧告が刊行されるやいなやその結果がPubl. 61として刊行された。しかし、当時、第2専門委員会では本シリーズでも紹介された呼吸気道モデルや体内動態モデルの改訂作業が併行して進められていた。そしてこれら新しいモデルに基づく線量係数が、Publ. 61の刊行から間もない1994年にPubl. 68として刊行されたのである。これによりPubl. 61の線量係数の寿命はわずか3年づつといえ、そればかりか放射線管理の現場に余計な混乱が持ち込まれることともなった。現在、第2専門委員会において体内動態モデル等内部被ばく線量評価モデルの改訂作業が進められている。しかし今回は、第2専門委員会からは、組織荷重係数のみを新基本勧告の値に合わせたような中途半端な線量係数を提示することはせずに、モデルの包括的な改訂作業の終了を待って線量係数を新たに計算し、その後に刊行物として提示することとしている。

Publ. 68の線量係数に準拠した現行の内部被ばく管理に放射線防護上特段の不都合があるとは思われないが、第2専門委員会では、今の学術水準に相応しい、またよりよい放射線防護を提供するために、線量評価モデルやパラメータ値の見直しを行っている。これらの作業は第2専門委員会の2つのタスクグループINDOSとDOCALが担っている。以下は、主に、筆者も加わっているINDOSの作業の概要紹介である。

線量係数の計算に用いられる新しいモデルやパラメータのうち、いわゆる標準人に関してはPubl. 89として、また消化管モデルについてはPubl. 100として既に刊行されており、本シリーズでも紹介された。また、呼吸気道モデルについては、パラメータ値の変更が主でありモデルの構造に関してはマイナーチェンジ、また作業環境のエアロゾル粒子径のデフォルト値も従来どおり5  $\mu$  m (AMAD) のままである旨本シリーズで紹介された。但し、パラメータ値の変更後の具体的な数値にはまだ未確定の部分がある。

呼吸気道、消化管、あるいは皮膚から血液に吸収された放射性核種が組織に移行し排泄される過程を記述したモデル、いわゆる体内動態モデル(あるいはsystemic model)に関しては、現在30元素について見直しが行われている。多くの元素について、古典的コンパートメントモデルではなく組織系動態の変動に関わる生理学的要因を考慮した生理学的物質動態モデル、いわゆるリサイクルモデルに変更される。これは、組織系動態に対する理解が大幅に進んだというよりは、計算機の発達・普及が進んだことにより、リサイクルモデルの数学的処理が容易になったことを反映したものと考えられる。見直し作業はほぼ終わっていると考えていたが、今年5月のINDOS会合でオークリッジ国立研究所のDr. Leggettが全体を再度見直すことになり、終了までにはもう少し時間がかかりそうである。

放射線の体内における輸送過程のシミュレーションに



いわゆる MIRD ファントムが長年使われてきたが、このファントムが作られた 1970 年前後のコンピュータの性能では、実際の人体のリアルな表現には制約があった。現在では、CT データ等を元によりリアルなボクセルファントムが世界中で幾種類も作られている。第 2 専門委員会においても、GSF（ドイツ放射線環境研究所）の Dr. Zankl らに依頼し、体格、および臓器重量が標準人データに一致した男性、女性ボクセルファントムを開発した。現在、複数の研究機関において比吸収割合の計算、および外部被ばく線量換算係数の計算がこれらのモデルを用いて進められている。

放射性核種の体内摂取の経路としては、吸入、経口、経皮および創傷侵入が考えられる。ICRP はこれまで創傷侵入を扱ってこなかったが、このたび米国放射線防護測定審議会 NCRP が創傷汚染の動態モデルを開発したことを受け、ICRP もこのモデルの導入を検討している。すなわち、このモデルと ICRP の体内動態モデルとを各々の血液コンパートメントの部分で結合し、放射性核種の体内組織における残留、排泄率、および線量を計算するわけである。但し、これらは数学的な操作として可能であるということであって、計算結果をどのように使うことが適切かについては今後十分な検討が必要である。5 月の INDOS 会合においても創傷汚染モデルの適用についてガイダンスドキュメントを作る必要のあることが議論された。

これら線量評価モデルやパラメータ値の見直しが間もなく終了する。改訂されたモデルを用いて線量係数と個人モニタリングの解釈に用いるデータとが計算され、まず 30 元素について Publ. 68 と 78 の全面的改訂版が刊行される予定である。各セクションの完成目標時期が 2008 年秋に設定されているので、実際の刊行は 2009 年になるのではなかろうか。引き続き Part 2 としてセリウムとランタニドについて、Part 3 としてその他の重要元素について刊行される予定である。これらは皆職業被

ばくが対象である。その後引き続き一般公衆について、年齢依存性の線量係数等が検討される予定である。

ヨーロッパでは、関係機関の間で調和のとれた内部被ばく線量評価の実践が可能となるよう欧州共同体 EC の援助を受けて CONRAD (Coordinated Network for Radiation Dosimetry) Working Package 5 と呼ばれるプロジェクトが 2005 年に立ち上がった。その目的は、内部被ばく線量評価の不確かさの評価、新消化管モデルや創傷汚染モデルの導入の線量評価へのインパクトの評価、緊急時のモニタリングデータの解釈、等々重要かつ多岐に亘っており、国の枠を超えた多くの機関が作業を分担して進めている。我が国においても、このようなモデルの改訂が与えるインパクトを評価しておくことは、規制当局および実務現場の双方にとってたいへん重要である。こうした行政や実務に直結した研究は勿論のこと、今後どのようなデータが必要となるかを見通す上で、ICRP からの情報はたいへん役立ちまた必要でもある。第 2 専門委員会委員を拝命した筆者としては、ICRP と我が国の関係研究者等との仲立ちがうまくいくように努力したいと思うし、読者諸兄にあっても筆者に積極的に問い合わせをして頂ければ幸いである。(石樽信人)



写真 1: 第 2 専門委員会委員

## ニルス理科実験クラブ

ニルス理科実験クラブ  
浅見 行一

ニルス理科実験クラブのことを知っていますか？ 今年の春の一般公開のときに研修棟の一部屋で子供たちを相手に簡単な実験やいろいろな展示などをやっている放医研 OB を思い出した人もいるかもしれません。このクラブは放医研 OB を中心としてできたクラブで、子供たちと実験などをしながら自然への興味を呼び起こし、理解を深める手助けをしたと思って作ったクラブです。発足して一年が過ぎましたので、今までの活動を振り返りながら皆様の理解と協力をお願いしたいと思います。

### 何をやるクラブなのか

現在、クラブの活動は JR 都賀駅の近くにある「瀧澤学園専門学校」の一室を借りて行っています。週に一回（土曜日）小学生たちと理科の実験をしています。最初

#### 表. 今までに行った実験の例

顕微鏡を使ってみよう  
(魚の尾びれの血管を流れる赤血球のかんさつ)  
酸性とアルカリ性  
身の回りの放射能をはかる  
たまごを水に浮かせてみよう  
水をきれいにする  
植物、とくにイネの発芽と成長  
はがきで飛行機を作ろう  
磁石で遊ぶ  
電磁石を作ろう  
クリップモーターを作ろう  
ホーバークラフトを作ろう、など

(付記)

千葉市科学館への参加が決まり、  
11月17日の「身の回りの放射線」を皮切りに  
毎月1回土日講座を担当します。  
周りの小中学生にもご紹介頂けると幸いです。

はいろいろな事業を考えていたのですが、お客さんが少ないので 1 クラスで実験を行っています。内容は、各講師が考えて得意な分野で小学生が興味を持てるようなタイトルを選んで実施するようにしています。その一部を表に示しました。

その他の実験を例に挙げると、「ふりこの実験」ではゴルフのロストボールにヒートンを取り付けてタコ糸取り付けます。ふりこの周期が何で決まるかという実験をしました。その次の回では、その発展として複数のふりこを用いて「しょうとつの実験」をしました。こうした実験では場合によっては適当な下準備が必要となる場合があります。

現在参加者が少ないこともあり、5~6 名が週代わりで担当していますが、かなり準備が大変です。





## 放医研の一般公開への参加

昨年、放医研一般公開のための実行委員会からのお誘いがあり、初めて参加しました。研修棟で人材育成課が中心となった展示の隣りに並べて展示したのですが、少し狭くてお互い使いにくかったので今年はもう少し広い



写真1: 実験室の光景



写真2: 放医研一般公開の一角

スペースを欲しいとお願いしたところ一室お借りすることができました。それまで都賀の教室で行ってきた実験を中心に、新しい実験なども交えて展示しました。かなりお客さんもあり、まずまずだったのではないかと思います。クラブ活動の一部はホームページ ([http://www.geocities.jp/nirs\\_rika/](http://www.geocities.jp/nirs_rika/)) をご覧ください。

## どうしてこのようなクラブを始めたのか

放医研OBの有志が時々集まって歓談の会を開いているときに、近頃の子供たちは理科離れしているという話題になりました。その際、集まっていたうちの一人が佐倉にある自分の事務所を少し広げるからそこを使って塾のようなものをやったらどうか、という提案があり、とんとん拍子に実行することが決まったのです。しかし、実験室として使うには不便なところがあったので、半年ほどで引き上げることになりました。その後、事業をやっている放医研OBの紹介で現在の教室で新しく始めることになったのです。

会の名称は、その時に検討した結果、「ニルス理科実験クラブ」としました。ニルスは放医研の略称としておなじみのものですが、発足当時は放医研との関係もどうなるかわからない状態でしたので、あえてNIRSではなく、「ニルス」としました。ニルスはラーゲルレーブの小説「ニルスの不思議なたび」の主人公であることをご存知と思います。ニルスはガンの背中に乗ってスウェーデンの国内を飛んで旅をして自分の国に対する理解を深めました。この会もニルスのガンのような役割をして小中学生の理科に対する理解を深める役割を果たしたいという願いを込めたものです。

## 誰がやっているのか

全て放医研に関係する人で構成されています。現在の組織は江藤久美氏（旧生物研究部）を会長として6、7名のスタッフが交代して担当しています。当初の予定では、参加する小中学生の数が増えたら順次放医研OBに声をかけて参加をお願いし、充実させたいと思っていましたが、そのままのメンバーで一年過ぎました。スタッフの高齢化、実験テーマの種切れなどの問題も出てきており、若い人たちにバトンタッチすることで一層の充実を図る必要があります。

## そのほかにどんな活動をしているか

これからの予定としては、科学技術振興機構が推進している理科支援員配置事業や、今秋千葉市にできる科学館などに参加して、活動の広場を広げたいと思って、計画しているところです。その他、教室を貸していただいている瀧澤学園が参加しているNPO法人が実施した「若年者支援再就職促進プログラム」の一部としてパソコン検定試験受験のための実習の指導を行ったりしました。

## これからの見通し

このように「理科実験」をひとつのキーワードとしていろいろな活動をしたり、あるいはこれから新しく活動の場を広げようとしています。これは定年後に自分の活動の場がなくなった人たちに活躍の場を設けたいという思いもあります。

放医研が独立行政法人化した際に、地域協力というのをひとつの目標に掲げました。このクラブの事業はこのような目標とも合致するものです。それで放医研の前・現理事長とお会いして協力をお願いしたところ、快く約

束して頂きました。先ほど述べた一般公開への参加もその成果の一つです。また、最近の研究ではデスポの器具の使用が高まり従来のピーカーやフラスコなどが不要の物品となりつつあります。こうして時代の変遷とともに実験室の隅に眠る器具でもまだまだ工夫次第で使用できるものがあります。このような不要物品の再利用についても理解を頂きました。

## お礼とお願ひ

この実験クラブはようやく発足したばかりです。今一番の悩みは生徒さんたちが集まらないということです。ある程度人が集まり始めると軌道に乗るのでしょうが、最初がなかなか大変です。いろいろなところへ出張するような事業も考えなければならないと思っています。さきあげたように理科支援員配置への参加や千葉市科学館の実験の一部を分担することも計画中です。そうすると、今度はスタッフの数が足りなくなります。新しい人が参加して頂けると助かります。

今までにもOBおよび現役の方々に支援をお願いし、たくさんの方の支援と激励を頂きました。この場を借りて厚くお礼申し上げます。備品の購入などに当てていますが経常的な収入が少ないのでまだまだ十分な設備を整えるところまでいっていません。これからも物心いろいろな面でのご援助を賜りたくお願いいたします。

子供たち相手に実験をするのは大変なことですが、楽しみでもあります。また、近頃流行の脳の活性化にも役立つこと大です。同時に、これも最近のキーワードのひとつである地域の活性化にも役立てば、この上もなく嬉しいことです。現在までのニルス理科実験クラブの活動について、この場を借りて報告させて頂きました。（文責：浅見行一 ニルス理科実験クラブ）



## 海外レポート

## Knowledge about radiation emergency in Thailand

Adul Bandhukul and Wanna Chongjitpaisan  
Occupational and Environmental Medicine Center  
Nopparat Rajathanee Hospital  
Thailand

It is astonishing that the knowledge of Thai doctors about radiation or nuclear medicine is so little, even though they are diagnostic radiologists or nuclear medicine doctors. Generalists or specialists in other fields have no concern about this field of medicine. During the period as medical students, there are very limited days of training in radiology or nuclear medicine departments. Furthermore, perhaps there is no training at all in the curriculum of today's fast track medical students (the purpose is to make as much doctors as possible quickly.) who are trained in provincial hospitals, because radiology or nuclear medicine departments are only in big medical departments in universities in Bangkok. Now, Thailand has residency training for emergency physicians which is the post graduate training. These physicians will work in emergency departments to serve large amount of patients in today's emergency room, so these doctors do not go through training in radiation or nuclear unit.

## Emergency situation in Thailand

The only well-known accident with radiation in Thailand was the one in the year 2000. A big company who used a therapeutic radioisotope machine left the used Cobalt-60 source in the container in the area of its company. It was stolen by the iron-debris-selling merchant who didn't understand the radiation warning sign on the container. The Cobalt was sold to the iron shop. There were more than ten people who were sick with acute radiation syndrome, 3 were dead, and the others suffered in different degrees from amputation of the hand to chronic radiation sickness. At that time there was little knowledge about radiation emergency, and this accident happened in a province nearby Bangkok,

named Samuthprakan. The patients came to the hospital with fever, malaise, burn and low white blood cell count. It was a good luck for them that the medical doctor recognized the symptoms and signs as acute radiation syndrome after differentiated it from other diseases. He traced back to the shop and saw the radiation warning sign on the Cobalt container. The hospital tried to find the assistances from many government offices, in their province and in Bangkok, but all of them said that it's not their responsibility. Finally, they had to manage it by themselves. They used lead protective clothes used for protection of X-ray in the X-ray unit, and they tried to bring the Cobalt source back to its lead container. The patients were finally moved to a well-equipped treatment facility in a hospital in Bangkok. The expenses was paid by the Ministry of Public Health, not by the one who had responsibility, even not by the Office of Atomic Energy for Peace (OAEP) who took care of radiation and nuclear events in Thailand. Finally this radiological emergency event is weaned off. Recent concern in radiation emergency is dirty bombs, the making of nuclear weapons in North Korean, and lastly the usage of Polonium to poison the Russian agent.



After decontamination, the patient was moved in the clean bed (本海外レポート中の写真はすべて化学災害訓練の様子(和文要約者注))

## Terrorism era

Since the Gulf war, there was much propaganda with many methods of terrorisms: e.g. the use of Anthrax powders, sarin gas and many nerve gas. The U.S.A. sent teams to teach military and civil doctors in the South East Asia region. They came many times every year to teach doctors in Thailand about weapons of mass destruction. There were many terrorism preparedness plans and practices in collaboration between Thai and American with simulated situations in an international airport or many places. There was the new department in the Ministry of Interior called the Department of Disaster Prevention and Mitigation to look after all disasters including terrorism, chemical disaster and other natural disasters. This department does emergency drills in non-military side. The drills are mostly for chemical disaster and include zoning, establishing the command center, decontamination, patient moving, triage of the patients and evacuation of the general population. In hospitals, there is a standard that it has to do the mass casualty drill every year. Now they have to do the chemical disaster drill with the Department of Disaster Prevention and Mitigation at least twice a year. With this terrorism alertness, there is a new national preparedness plan which also includes radiation and nuclear emergency plan. However, it's very disappointed that the radiation and nuclear emergency plan is still not implemented among practitioners.

## Radiation emergency preparedness

As you may know, there is still no radiation emergency drill in operational units in hospitals. Only a few doctors and nurses know how to manage situation when accidents happen. The most frequent man-made disaster situations in Thailand were terrorisms by bombs in the three provinces in the South of Thailand. There were also many chemical disasters in Thailand such as: one in 2005 when there was sulfur dioxide leakage in Ranong province with 82 injured workers, ammonia leakage in at least three provinces with 267 workers injured, gas explosions in 2 provinces with at least 3 death and 10 injured. There were much more accidents like these happened each year. So there is no question that chemical is the most important. No radiation disaster was reported in the last 10 years except the Cobalt-60 disaster. In Thailand, occupational medicine doctors, who have much knowledge about chemical and radiation (because it was used in factories), take responsibility in managing these disasters in the hospitals, because most of the doctors working in the emergency medical departments are generalists or specialists partly working in the emergency room.



ER personal dressed in level C moved the patients in the decontamination area



## Emergency preparedness teaching unit

Nopparat Rajathanee Hospital is the only hospital in Thailand who has to do the occupational medicine by the Royal declaration, which indicates that it's the hospital's responsibility. The hospital is also the national poison center in the National Chemical Safety Plan. The hospital set the national treatment center for chemical injured patients and is the chemical preparedness teaching center who teaches most hospitals in Thailand. The contents of teaching are about chemical disasters and no components of radiation emergency. Radiation emergency drills have many parts in common with the chemical emergency drills as follows:

1. Both change doctors and nurses who do not know and fear to deal with the patients to know and not to fear to treat the patients with appropriate precaution.
2. The recognition by executives in many levels that it's important to prepare and practice the drills in national and local levels is required.
3. The preparedness is important for all stake holders including the public and the expenses is given from the central government to the hospital level for the training and drill exercise.
4. The drill exercise needs cooperation among all the doctors and nurses in the hospital.
5. The drills have two important parts. The outside hospital part in which all government offices have to cooperate and the inside hospital part which begin when the patients pass through the hospital gate.
6. The drill includes immigrant training, immigrant site, zoning, wind direction and approaching, triage of patients,



PPE fitting exercise



Those who can walk moved to the decontamination tent



The patient was moved in the clean area in ER and was resuscitated

CPR, PPE training, decontamination, water collection after decontamination, and the treatment of the patients.

The training unit has to do the emergency radiation drill. This is almost same as chemical preparedness drills so it can be done together. The scenario will include mass casualty with chemical and radiation exposure. These can be done together and the Office of Atomic Energy for Peace also supports this direction. The Nopparat Rajathanee Teaching Unit plans to do the disaster drills in

almost 9 provinces this year and will include emergency radiation components in these drills.

### 【和文要約】

#### タイにおける放射線緊急事態についての情報

タイ、ノバラット・ラジャタニー病院、  
産業・環境医学センター  
アドゥル・バンドゥクル、ワナ・チョンジトバイサン

タイの医師の放射線の知識はとても少なく、医学生卒前教育にも放射線科の実習は無いかあっても極わずかである。救急医学のレジデントも放射線科を廻らない。

### タイでの緊急事態

タイでの唯一の放射線事故は2000年に起こった、コバルト60の事故である。この時は10人以上が急性放射線症候群を呈し、3人が死亡し、他にもいろいろな程度の障害を生じた。この時には、放射線緊急事態に関する知識はほとんど無かった。患者らは、発熱や白血球数低下などの症状で来院し、幸いなことに医師が急性放射線症候群に気づいた。この医師が、調査し放射線のマークのあるコバルトの容器を見つけた。この病院への応援は不十分で、また、対応する責任体制もはっきりしていなかった。最近の放射線緊急事態に関する心配は、ダーティーボム、北朝鮮の核兵器、そしてポロニウムによる毒殺である。

### テロの時代

アメリカが東南アジアに教育チームを何度も送り、軍と一般の医師に対して大量破壊兵器に関して教えている。タイとアメリカの協力で多くのテロ対応計画があり、国際空港などでの訓練がなされている。内務省の中に新

しい災害予防対応部ができ、テロ、化学災害、自然災害を含む全ての災害を管轄している。病院ではこの部局と協力して化学災害の大量被災者に対応する訓練を定期的に行っている。新しい国家準備計画では放射線核緊急事態計画も含まれているが、放射線の部分はまだ現場で徹底されていない。

### 放射線緊急時への備え

緊急被ばく医療の訓練は病院では行われておらず、この知識を持つ医師や看護婦も少ない。タイでは多くの化学災害があり、例えば2005年にラノング県で二酸化硫黄の流出があり82名の作業員が被災した。このような事故が多く、毎年起こるので、化学災害が最重要である事は疑いない。この10年間、上記のコバルト事故以外放射線の事故は報告されていない。タイでは、産業医学の医師が、化学災害や放射線に関する知識を持ち、こういった災害対応の責任を負っている。

### 緊急事態準備教育ユニット

ノバラット・ラジャタニー病院はタイで唯一の王室に認定された産業医学の病院であり、国家化学安全計画で定められた国の中毒センターである。化学障害患者の治療センターを持ちタイ全土の病院に教育も行っている。現在は、教育内容に放射線緊急事態は含まれていない。しかし、放射線緊急事態対応訓練は化学緊急事態対応訓練と多くの共通点を持つ。したがって、これらは一緒にできると考えており、原子力庁もこの方向を支持している。ノバラット・ラジャタニー病院の教育ユニットでは、今年約9つの県で災害訓練を計画しており、これらの訓練に放射線緊急事態を含める予定である。

(和文要約 被ばく医療部 立崎)



## 明治神宮表参道とウィーン

市川龍資

森本哲郎さんが「ウィーン」(世界の都市の物語シリーズ 8 文芸春秋社 1992 年)というかなり分厚い本を書いている。その序章に相当する部分に、著書の幼い頃の思い出が記されている。その部分にはぼくは注目した。森本さんが小学校四年生だった頃、住んでいた中野区から省線電車(現在の JR 線)で原宿駅まで来て明治神宮の表参道の榎並木の歩道を歩いて青山通りに出、左に曲って当時の青山五丁目(今は区画が違っている)にあった青山師範学校の附属小学校に通学していたという。昭和 10 年頃のことであったそうである。余りにも古くなったため最近とりこわされてそのあとにファッション関係のビルが建てられた、かの有名な同潤会青山アパートの前を歩いてゆき、子供の眼にも超モダンなアパートに映ったそうである。神宮に近いところに切手屋があって、森本少年は友人達と学校帰りによく立寄ったらしい。彼はそこでマッチのラベルを買い集めていた。カフェのマッチのラベルに惹かれたのだという。森本さんはこのカフェのマッチのラベルの絵が、大人になってから見たウィーンの印象、とくにギュスタフ・クリムトなどの絵と重なり合って郷愁を感じたとのことである。このことが彼のウィーンにのめり込む原点になったそうである。

森本さんが小学生時代通学していた中野から原宿駅を経て表参道を同潤会青山アパートの前を通り青山五丁目の学校までの道を、ぼくは森本さんより数年後に完全に同じ経路で通っていた。森本さんが通っていた頃の青山師範が他処に移され、あとにその古い旧校舎を使って東京府立第十五中学校が新設されていて、ぼくもこの中学校の生徒だったからである。

しかし、神宮の近くにあったという切手屋さんはぼくの記憶にはない。現在の原宿駅の前には、メトロの千代田線明治神宮前駅があり、その直ぐ近くにクエストビルという小さなビルがあって、その一階にデメル東京店という洋菓子店がある。ここは菓子職人さんがウィーンのデメル洋菓子店に修行に行ってきた同じ菓子をつくるライセンスを

持っているお店である。ぼくは表参道近辺に行くこの店に立寄って日本製デメル洋菓子を買ってくることがある。ウィーンのデメルを思い出させてくれるからである。店内の雰囲気も似ている。ウィーンのデメルは王宮の入口に通ずるコールマルクト通りにあり、ハブスブルク時代の王室御用達の菓子店である。御園生圭輔先生(元放医研所長、原子力安全委員長)もこのクッキーがごひいきでよく買って帰られた。ぼくもそれにつられてウィーンに行くたびにデメルのクッキーをいつも買って帰る習慣がついた。その頃は直径 50cm くらいの銀の皿が多数机の上に並んでいて、種類別にクッキーが盛り上げてあった。この皿のものをいくつ、あの皿のものをいくつ、という風を集めて、全体を天秤で計量し、30 デッカとか 50 デッカとか書いてもらい、その用紙をもって会計係のおばさんにお金を払い、その受取証と引換えにクッキーの包を売り子のお嬢さんから受取る仕組みだった。1 デッカは 10g である。

オーストリアではこの重量単位を使うのが日常的である。最近のデメルには観光客がふえたせいかこの銀の大皿が消え、王朝風の昔の風情がなくなってしまったのが残念である。

1979 年 6 月の国連科学委員会はずも使っている王宮のレドゥテンザール(舞踏会の間)からリッターザール(騎士の間)にかえられてしまった。カーターとプレジネフの米ソ巨頭会談がレドゥテンザールで行われたからである。この時には、デメルのショウウィンドウには菓子でつくったカーターとプレジネフの人形がかざられていた。有名人がウィーンを訪れると、このような菓子の人形をかざる習慣があったそうである。

ICHIKAWA RYUSHI (元放医研科学研究所)



ウィーンのデメル(元原研 川上泰氏による)

## 編集後記

今月は、さまざまな分野の投稿から構成されています。投稿記事は、偶然にも「中性子影響」、「放射線防護」でお互いがつながっており、放射線研究での重要な項目に着目した記事構成になりました。有志の方の理科教室は、理科離れが進む中、さらに実験などの体験をする機会が減っている子供たちには重要な活動であり、今後、続けて欲しいものです。日本とは異なる海外の実情は、論文などで接することができないが、今月号で、その現実を知ることができました。印象記は放射線医学研究の歴史を垣間見ることができました。今月号に投稿されたボランティア活動、海外での活動、印象記は、研究論文と違い、接することが少ない内容であり、興味深く読むことができます。今後もこの種の投稿を増やして、放射線とは関係ない一般の読者にも読んでいただければと期待します。

## 次号予告

### 特集 「分子イメージング研究の動向」

(執筆予定)

菅野 巖

栗原(齊尾)千絵子

Winn Aung

伊藤 浩

大林 茂

福島 芳子

青木 伊知男

木村 裕一

張 明榮

福村 利光

菊池 達矢

中尾 隆士

分子イメージング研究センター長  
分子イメージング研究センター  
分子病態イメージング研究グループ  
分子神経イメージング研究グループ  
分子神経イメージング研究グループ  
分子イメージング研究センター  
先端生体計測研究グループ  
先端生体計測研究グループ  
分子認識研究グループ  
分子認識研究グループ  
分子認識研究グループ  
分子認識研究グループ

### 海外レポート 「ウクライナ放射線医学研究所(RCRM)の紹介」

立崎英夫

白石久仁雄

緊急被ばく医療研究センター

緊急被ばく医療研究センター

### 編集委員会

委員長 酒井 一夫

委員 内堀 幸夫

白川 芳幸

高田 真志

玉手 和彦

加藤 博敏

事務局 近江谷敏信

金澤 光隆

小橋 元

菊池 達矢

長谷川純崇

神田 玲子

石井 伸昌

立崎 英夫

鈴木 敏和

杉森 裕樹

## 放射線科学

第50巻第11号

2007年11月15日発行

### 編集・発行

独立行政法人 放射線医学総合研究所

〒263-8555 千葉県稲毛区穴川4-9-1

電話 043(206) 3026 Fax.043(206) 4062 Eメール info@nirs.go.jp

(禁無断転載)





<http://www.nirs.go.jp>