# Radiological Sciences 防身子線科学 2007.09 次の1.50 第50巻 第9号



**最近の成果** 「Microdosimetryによる重粒子線の測定」 「放医研で繁殖している SPF近交系マウスの解剖学的特性」

ISSN 0441-2540





「Microdosimetryによる 重粒子線の測定」 物理的な線質測定から生物効果を推定する手段の検証 重粒子医科学センター 加瀬 優紀

「放医研で繁殖している SPF近交系マウスの解剖学的特性」 (7) C3H/HeNrs-Atm<sup>tm<sup>1</sup>Awb</sup>/NrsFntについて

THE NATIONAL RADIOLOGICAL EMERGENCY PREPAREDNESS AND RESPONSE PLAN





# Microdosimetryによる重粒子線の測定

物理的な線質測定から生物効果を推定する手段の検証

重粒子医科学センター 重粒子線がん治療普及推進室 加瀬 優紀 物理工学部 坂間 誠、都築 大吾、阿部 杏子、早乙女 直也、松藤 成弘、金井 達明 粒子線生物研究グループ 松本 孔貴、古澤 佳也

#### 放射線の生物学的効果

放射線生物学は1896年にX線が治療に使われ始めた 後に始まった分野であり、放射線治療における様々な臨 床試行のデータを学術的に説明できるようになってきた のは1940年以降になってからである。今日でも、放射 線の初期の物理学的作用と、その結果生じる生物学的作 用の間には非常に複雑な化学的作用が関与しており、そ の多くがブラックボックスのままである。さらに重粒子 線については初期の物理学的作用も完全には解明されて いない状態である。

放射線治療に関連した生物学的効果には、腫瘍の縮小 の他に皮膚や臓器の炎症、壊死、萎縮や遺伝的影響、発 がん等が考えられるが、それらの効果は全て生物の基本 的要素である細胞レベルから始まると考えられる。そこ で基本的な生物学的効果を調べるためには、放射線を受 けた細胞が分裂する能力(増殖能)が無くなるかどうか を観察する方法が一般的である。

1956 年に Puck と Marcus は、培養細胞がコロニー (-般に細胞が50個程度集まった細胞群)を形成するかど うかで細胞の生死を判定する方法を開発した<sup>1)</sup>。これに より、細胞をシャーレにまき、放射線を照射後に培養し て結果的にコロニーがいくつ形成されたかをカウントす ることで、照射後の細胞生存率を測定できるようになっ た。このように、細胞の生死をコロニー形成能があるか ないかで判定する方法をコロニーアッセイ法と呼ぶ。

#### 放射線治療の線量について

放射線治療では、腫瘍に放射線を当てて全ての腫瘍細 胞を死滅させ増殖能をなくすことを目的に照射を行う。 従って治療計画では照射後の腫瘍内の細胞生存率を予測 することが重要となる。現在、一般的な光子線、陽子線 を用いた放射線治療では、腫瘍に照射する放射線量は物



図1:基準X線と炭素線で照射した培養細胞の生存曲線の例。図中の数値は 炭素線の線量平均LET(keV/µm)を表す。

理的な吸収線量(単位 Gv)で指示されている。これら の放射線はエネルギーが変化しても、吸収線量と細胞生 存率の関係(生存曲線)がほとんど変化せず、吸収線量 から細胞生存率が一意的に決まるので問題はない。一方 で重粒子線の場合は、エネルギーによって生存曲線が大 きく変化してしまい、同じ吸収線量でも細胞生存率が大 きく異なる。(図1に、X線と炭素線におけるコロニー アッセイ法で得られた生存曲線の例を示す。)従って、 重粒子線治療の場合、吸収線量だけでは不十分で、臨床 線量(あるいは生物線量)と呼ばれる生物学的効果を考 慮した線量で腫瘍に照射する放射線量を指示している<sup>2)</sup>。 炭素線治療に使われる臨床線量とは、吸収線量に臨床結 果の生物学的効果比 (RBE) をかけた値とされ、単位は GyE (Gy equivalent) が用いられる。この RBE は、-般に以下のように定義される。

$$RBE = \frac{D_{st}}{D_{rad}} \bigg|_{same-effect}$$

ここで、D<sub>et</sub>は基準X線によって目的とする効果 (endpoint) を起こすのに要する吸収線量で、Drad は対 象とする放射線によって同じ endpoint を起こすのに要



#### する吸収線量である。

しかし実際には、重粒子線治療のデータの少なさや臨 床結果の評価の難しさなどから、臨床的 RBE を精度よ く求めることはできなかったので、代わりに細胞照射実 験のコロニーアッセイ法で求めた RBE を参考にして決 められている<sup>3)</sup>。吸収線量に細胞照射実験の RBE をか けた値は生物線量と呼び、臨床線量と区別される。放射 線医学総合研究所(放医研)の炭素線治療では、生物線 量の計算に唾液腺(HSG; Human Salivary Grand)の腫 瘍細胞の10%生存率の RBE 値(RBE<sub>10%</sub>値)を用いてい る。臨床線量は、中性子線治療の臨床結果を参考にして、 HSG 細胞の生物線量を1.5倍した値と決められた。図2 に典型的な治療用炭素線ビームの吸収線量、生物線量、 臨床線量の深度依存性を示す<sup>4)</sup>。このように定義された 臨床線量は、放射線場の物理的条件が分かれば求めるこ とができるはずである。

#### 臨床線量の測定の問題と研究目的

現在、ある場所の臨床線量を物理的に測定したい場合 は、図3の左図のように、ビーム軸に対して多数の位置

で吸収線量を測定しなければならない。これは、ある位 置の RBE を得るのに必要な線質情報を測定するための 検出器がなく、電離箱で測定できる吸収線量の深度分布 から推定する他ないからである。測定された深度-吸収 線量分布を、図2のように1次元的に計算された物理線 量分布にフィッティングさせて、その位置に対応した臨 床線量の計算結果を参照することで臨床線量を得る<sup>5)</sup>。

しかしながらこの方法では、多数の位置で測定をしなけ ればならず、ビームの来る方向が分からない場合や、ビー ムが様々な方向から来る場合には、臨床線量を測定するこ とができないという問題がある。また、炭素線治療計画上 では常にビームは直進しているものと仮定して臨床線量を 計算しているが、実際にはビームが発散したり照射装置や 患者体内等で散乱したりするために、計算との誤差が生じ ることが知られている<sup>6)</sup>。さらに、これまでの RBE 計算 は炭素線の細胞照射実験のみの結果を参考にしたモデルで 計算されており、核破砕反応で発生する炭素線以外の粒子 種について考慮されていない問題がある。

そこで本研究では、①その位置のみの測定から臨床線 量が導出できること、②方向依存性のない小さなカウン ターで測定ができること、③炭素線以外の核破砕粒子の 生物学的効果も考慮できること、を目的に研究を行った。 上記の要求を満たす為、microdosimetry による臨床線量



図3:ある位置の臨床線量を測定する場合の手順の概念図

の推定を試みた。今後、重粒子線治療の高度化を考える 上で、3次元的に細かい臨床線量分布の測定が必要にな ると思われる。そのためには、その位置のみの測定から 導出可能な測定方法と解析方法を確立しておかなければ ならない。

#### Microdosimetry と生物効果モデル

放射線のエネルギーが体内に吸収されると生物学的効 果を及ぼす。この放射線の生物学的効果は、その生体組 織へ付与されるエネルギーの量に依存すると考えられる。 異なる種類の放射線は物質中でそれぞれ異なったエネル ギー吸収を起こす。同じ吸収線量でも放射線の種類によっ て生物効果が異なるのは、この微視的なエネルギー吸収 の空間分布の違いによる為であると考えられた<sup>7)</sup>。すな わち、放射線の生物効果は、巨視的な吸収エネルギーの 量である吸収線量に依存するだけでなく、吸収エネルギー の微視的空間分布にも依存すると考えられる。

1994 年に Hawkins は Dual Radiation Action の理論<sup>8)</sup> を発展させて、Microdosimetric Kinetic Model (MKM) を提唱した<sup>9)</sup>。MKM は様々な LET の放射線の細胞致死 を、低 LET 放射線における生存曲線から説明するモデ ルであり、次のような仮定を基に生物効果を計算する。

- 1. 放射線に対する細胞の標的を細胞核と考え、細胞核を さらに小さな "domain" と呼ばれる独立した領域に分 割する。
- Domain 内の損傷(細胞死の起こる原因となる何か)の
  平均数は、どんな放射線でも domain の比エネルギー;z
  (微小領域の吸収線量)の1次2次式(LQモデル)で
  表せる。
- 細胞核内の損傷数は、細胞核内に含まれる全 domain の損傷数の和である。
- 4. 細胞核内に損傷が1つ以上できると細胞死が起こる。

この domain の体積は、損傷の原因となる物質や初期 DNA 損傷が拡散できる範囲を表した微小な領域である と考えられており、その直径は哺乳類の細胞で 0.5 ~ 1.0  $\mu$  m 程度であるとされる<sup>10</sup>。これは G1 期や G0 期の染 色体幅に近い大きさである。従って、MKM では $\mu$  m オー ダーの微小領域に付与されるエネルギー吸収を測定でき れば、測定結果から細胞致死を推定できる。

今のところ domain や損傷の実体は明確にされておら ず、モデル上に仮定された概念に過ぎない。しかしなが ら、このような微小な domain を仮定することにより、 LET-RBE 関係の粒子種依存性を説明することができる ようになった。例として図4に単色のヘリウム、炭素、 ネオンビームを照射した V79 細胞の RBE<sub>10%</sub>値の LET 依存性を示す<sup>11)</sup>。この図から分かるように、LET では 生物効果を一意的に表すことができず、粒子種の依存性 が出てしまう。一般的に RBE がピークとなる LET 以下 では、同じ LET で比較した時、電荷の少ない粒子ほど RBE が高くなる特徴がある。この理由を説明する為に、 図5に LET が 50 keV/µm となる3種類の重粒子線(2.8



図4:単色のヘリウム、炭素、ネオンビームを照射したV79細胞のRBE<sub>10%</sub>値の LET依存性。プロットは細胞実験の結果、曲線はトラック構造とMKMで計算 した結果。

MeV/uのヘリウム線、46 MeV/uの炭素線、168 MeV/ uのネオン線)のトラック構造モデル<sup>12,13)</sup>の計算結果を 示す。同じLET にするには電荷の多い粒子ほど速度を 速くする必要があり、散乱される2次電子の到達エネル ギーも大きくなるのでトラック構造が大きくなる。コア 半径とペナンブラ半径が大きくなるということは、エネ ルギーが広範囲に分散することを意味する。ペナンブラ の半径で見ると、ヘリウムが350 nm に対してネオンは 350 µmと1000 倍もの違いがある。よって同じ LET で 比べた時、電荷の少ない粒子ほど生物効果が高いのは、 電荷の少ない粒子ほどトラック構造に起因して、狭い領 域にエネルギー付与が集中するからであると考えられ る。図4の曲線はMKMを基にして、微視的領域(半径 0.26 µmの円柱)に付与されるエネルギー計算すること で推定された結果である。このように、microdosimetry で微小領域(1µm以下)に付与されるエネルギーを考 えることによって、粒子種によるトラック構造の違いを 考慮に入れて RBE を推定することが可能になった。





6

### 重粒子線の Microdosimetry

MKM を利用するには、domain へのエネルギー付与 を測定する必要がある。しかしながら、有感体積が1.0  $\mu$ mの放射線検出器を作ることは技術的に困難である。 そこで microdosimetry では、微小組織を低圧の気体で 模擬し、その気体に生じた電離電荷量を測定して、微小 組織のエネルギー付与を間接的に求める。そのため、有 感体積が気体であり、イベント毎のエネルギー付与を 精度良く測定することが可能な小型の球形比例計数管 (LET-1/2、Far West Technology)を用いた。有感体積 の直径は1.27 cm であり、壁は1.27 mm 厚の組織等価プ ラスチックで構成されている。ここに組織等価直径が1.0  $\mu$ m になるように組織等価ガスを4.4 kPa で封入した。 ここで組織等価とは、生体組織との質量阻止能比が粒子 種やエネルギーによらず一定となることを意味する。

比例計数管の充填ガスの条件には、①比例計数管内で 電子増幅が起こせるように電子付着係数の少ないガスで あること、②擬似パルスを防ぐ為に励起したガス分子か ら発生した光子を吸収する消滅ガス(多原子ガス)が入っ ていること、が挙げられる。このような条件を満たして、 元素質量比をできるだけ生体組織に近づけた混合ガスを 組織等価ガスとして使用した。本研究で用いた MKM で は細胞核の微小領域へのエネルギー付与情報が重要で あるので、生体組織として細胞核内の微小領域を考え る。人体には脂肪、筋肉、骨など様々な生体組織がある が、細胞核内の組成は同じである。細胞核内の DNA は デオキシリボース (C<sub>5</sub>H<sub>9</sub>O<sub>4</sub>)、リン酸 (PO<sub>4</sub>)、アデニン  $(C_5H_4N_5)$ ,  $\mathcal{F} \geq \mathcal{V}$   $(C_5H_5N_2O_2)$ ,  $\mathcal{V} \vdash \mathcal{V} \mathcal{V}$   $(C_4H_4N_3O)$ , グアニン(C<sub>5</sub>H<sub>4</sub>N<sub>5</sub>O)から構成され、その元素質量比を 概算すると、平均的にH 3.7%、C 32.7%、N 14.7%、O 40.2%、P 8.7%となる。細胞核には、DNA、水(質量比;H 11.2%、0 88.8%)の他にヒストン等のタンパク質が含ま れる。タンパク質は多くの種類があるので正確な質量比



図6:組織等価直径1.0µmのTEPCで測定された<sup>60</sup>Coのy線、He 150 MeV/u、 C290 MeV/u、Si 490 MeV/u、Fe 500 MeV/uの入口のyd(y)分布

は計算できないが、DNA と同様に H、C、N、O 元素を 多く含む。

Microdosimetry の測定にはガス増幅率の高いプロパ ンベース組織等価ガスを用いた。プロパンベース組織等 価ガスは、体積比  $C_{3}H_{8}$  (55.0%)、 $CO_{2}$  (39.6%)、 $N_{2}$  (5.4%) の混合ガスで、元素の質量比はH10.3%、C56.9%、 N3.5%、O29.3%となり、DNAと水の間に近い元素組成 を持っている。プロパンベース組織等価ガスと細胞核の 質量阻止能比は粒子種とエネルギーに依らず一定値と仮 定した。

実験は主に放射線医学総合研究所の HIMAC 生物照射 室で行った。照射装置で10 cm 直径の横方向に一様な強 度のビームを作り、レンジシフターなしの状態で TEPC のカウント率が100 cps 程度になるようにビーム強度を 調整後、測定を開始した。図6に組織等価直径1.0  $\mu$ m の TEPC で測定された<sup>60</sup>Coの  $\gamma$ 線、He 150 MeV/u、C 290 MeV/u、Si 490 MeV/u、Fe 500 MeV/uの入口の yd (y) 分布を示す。ここで、y 値は線エネルギー付与 と呼ばれ、1.0  $\mu$ m 組織等価直径の有感体積に付与された エネルギーを平均弦長0.67  $\mu$ m で割った値で定義される。 また yd (y) 分布は、y 値の線量分布がスペクトルの面 積が一定になるように規格化して表したスペクトル表示





である。

このような条件においてレンジシフターの厚さを変え て、様々な深度で測定した。一般的に電荷が大きく、深 度が深いほど高 y 値のイベントが多くなり、yd (y) 分 布はシャープになる傾向がある。これは LET と同様に、 電荷が大きいほどエネルギー付与が増え電離電子が増加 するためと、電離電子数が多くなり測定値の確率的分散 が小さくなるためである。

#### Microdosimetry と細胞実験の比較

元々の MKM で推定した結果、単色ビームでは問題な かったが、SOBP (Spread-out Bragg Peaks)を持つよ うなビームでは overkill の補正が不十分になり、RBE の 推定がうまくいかない問題があった。そこで、overkill 補正した線量平均線エネルギー、(y\*)、を用いて解析 を行うことで、SOBP ビームについても MKM で解析 できるようになった<sup>14)</sup>。図7に HSG 細胞で行った細胞 照射実験の 10%生存率の、microdosimetry で得られる overkill 補正を考慮した線量平均線エネルギー (y\*)、の 関係を示した。MKM で推定される結果は実線で示され ている。MKM パラメータは、X 線と炭素線 290 MeV/u



図8: 治療用炭素線ビームにおける深部-吸収線量分布。円い点が microdosimetryの結果、四角い点が電離箱測定の結果、実線が治療計画上の 計算結果を表す。

における HSG 細胞の生存曲線から導出され、a 0=0.13 Gy<sup>-1</sup>;  $\beta$  =0.05 Gy<sup>-2</sup>; domain 半径  $r_d$ =0.42  $\mu$  m; 細胞核半 径  $R_n$ =4.1  $\mu$ m とし、このとき飽和パラメータ  $y_0$ =150 keV/ $\mu$ m となった。細胞照射実験による誤差を考えると、 MKM による推定は陽子線からシリコンビームまで細胞 致死の RBE を予測できることが確かめられた。一般に LET-RBE 関係は粒子種依存性があるが、y\*-RBE 関係は シリコンまでの荷電粒子で1つの曲線上にあるので、粒 子識別をすることなく生物効果を推定できることがわか る。従って、microdosimetry によって推定を行えば、入 射粒子と異なる核破砕粒子などが混ざっても粒子識別を することなしに RBE 値を推定できることが示された。

#### 까지 8

#### 治療用炭素線ビームの臨床線量

放医研の治療計画と比較を行う為、治療用炭素線ビー
 ム (C290 MeV/u, 6 cm 幅 SOBP 幅)において測定を行っ
 た。図8は、microdosimetry による測定、電離箱の測
 定、治療計画の計算による相対的吸収線量分布を比較し
 た図である。Microdosimetry と電離箱の分布は、粒子
 数モニタの精度 4%以内で一致している。図9に HSG 細
 胞の深部 - 臨床線量分布を microdosimetry から推定し



図9:治療用炭素線ビームにおけるHSG細胞の深部-臨床線量分布。プロット がmicrodosimetryとMKMによる結果、実線が治療計画上の計算結果を表す。

た結果と、治療計画の計算結果を示す。両者は±10%の 範囲内であったが、HSG 細胞の照射実験による検証では、 計算との誤差は最大12%<sup>4)</sup> あることを考えれば良い精度 で一致していると言える。Microdosimetry による推定 は、入口から SOBP 中心まで治療計画より高くなってい る傾向が見られる。この理由は、従来の生物効果モデル と MKM の RBE 計算の違い、計算の吸収線量分布に誤 差があること、計算ではビームの発散やフラグメント反 応による分散が考慮されていないこと、計算では炭素線 しか考慮されていないこと、などが考えられる。

#### 結論

高エネルギーの重粒子線場において、microdosimetry によるエネルギー付与スペクトルの測定結果から細胞致 死率を推定できた。粒子種が異なっても共通したモデル 計算で細胞実験の RBE 値を推定できたので、核破砕粒 子などが混ざっても粒子識別をすることなく炭素線治療 における臨床線量を測定から導出できることが分かっ た。放医研の炭素線治療計画の臨床線量と比較した場合、 治療計画の計算と 10%以内で一致していることが分かっ た。今後、臨床線量の絶対値測定の高精度化、検出器の

#### 小型化、測定時間の短縮化をしていく予定である。

#### 謝辞

放医研の野田豐氏、高田真志氏と(株)AECの皆様に は測定について多大なご協力を頂きました。厚く感謝致 します。

#### 参考文献

- 1) Puck T.T. and Marcus P.I., Action of X-rays on mammalian cells, J. Exp. Med. 103, 653-666 (1956)
- 2) Kanai T., Matsufuji N., Miyamoto T., Mizoe J., Kamada T., Tsuji H., Kato H., Baba M. and Tsujii H., Examination of GyE system for HIMAC carbon therapy, Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys. 64, 650-656 (2006)
- 3) Kanai T., Endo M., Minohara S., Miyahara N., Koyama-Ito H., Tomura H., Matsufuji N., Futami Y., Fukumura A., Hiraoka T., Furusawa Y., Ando K., Suzuki M., Soga F. and Kawachi K., Biophysical Characteristics of HIMAC Clinical Irradiation System for Heavy-ion Radiation Therapy, Int. J. Radiat. Oncology Biol. Phys. 44, 201-210 (1999)
- 4) Kanai T., Furusawa Y., Fukutsu K., Itsukaichi H., Eguchi-Kasai K. and Ohara H., Irradiation of Mixed Beam and Design of Spread-Out Bragg Peak for Heavy-ion Radiotherapy, Radiat. Res. 147, 78-85 (1997)
- 5) Mizota M., Kanai T., Yusa K., Akagi T., Shimbo M., Tamashita H., Futami Y. and Endo M., Reconstruction of biologically equivalent dose distribution on CTimage from measured physical dose distribution of therapeutic beam in water phantom, Phys. Med. Biol. 47, 935-945 (2002)

- 6) Kohno R., Kanematsu N., Kanai T. and Yusa K., Experimental evaluation of analytical penumbra calculation model for wobbled beams, Med. Phys. 31, 1153-1157 (2004)
- 7) Rossi H. H. and Zaider M., Microdosimetry and its applications, Springer, Verlage (1996)
- 8) Kellerer A. M. and Rossi H. H., The theory of dual radiation action, Curr. Topics Radiat. Res. Quarterly 8,85-158 (1972)
- 9) Hawkins R. B., A statistical theory of cell killing by radiation of varying linear energy transfer, Radiat. Res. 140, 366-347 (1994)
- 10) Hawkins R. B., A microdosimetric-kinetic model of cell death from exposure to ionizing radiation of any LET, with experimental and clinical applications, Int. J. Radiat. Biol. 69, 739-755 (1996)
- 11) Furusawa Y., Fukutsu K., Aoki M., Itsukaichi H., Eguchi-Kasai K., Ohara H., Yatagai F., Kanai T. and Ando K., Inactivation of aerobic and hypoxic cells from three different cell lines by accelerated <sup>3</sup>He-, <sup>12</sup>C- and <sup>20</sup>Ne-ion beams, Radiat. Res. 154, 485-496 (2000)
- 12) Kiefer J. and Straaten H., A model of ion track structure based on classical collision dynamics, Phys. Med. Biol. 31, 1201-1209 (1986)
- 13) Chatterjee A. and Schaefer H. J., Microdosimetric structure of heavy ion tracks in tissue, Radiat. Environm. Biophys. 13, 215-227 (1976)
- 14) Kase Y., Kanai T., Matsumoto Y., Furusawa Y., Okamoto H., Asaba T., Sakama M. and Shinoda H., Microdosimetric measurements and estimation of human cell survival for heavy-ion beams Radiat. Res. 166.629-638 (2006)

放医研で繁殖しているSPF近交系マウスの解剖学的特性 (7) C3H/HeNrs- $Atm^{tm^{1}Awb}$ /NrsFntについて -遺伝子型:C3H/HeNrs-Atm<sup>tm<sup>1</sup>Awb</sup>/Atm<sup>tm<sup>1</sup>Awb</sup>/NrsFnt, C3H/HeNrs-Atm<sup>tm<sup>1</sup>Awb</sup>/+/NrsFnt, C3H/HeNrs-Atm<sup>+</sup>/Atm<sup>+</sup>/NrsFnt -

早尾辰雄\*、上野 涉\*、新妻大介\*\*\*、大久保喬司\*\*\*、宇野真弘\*\*\*、竹内隆二\*\*\*、石井 学\*\*\*、伊藤正人\*\*\*、 藤井功輔\*\*\*、永井綯也\*\*\*、森竹浩之\*\*\*、鈴木大輔\*\*\*、南久松丈晴\*\*\*、伊田大貴\*\*\*、石原直樹\*\*\*、川島直行\*、 河野明広\*、池田 学\*、渡邊香里\*\*\*、小久保年章\*、西川 哲\*、松下 悟\*\*

#### 1. はじめに

動物実験は放射線科学研究のみならず生物・医学研究 機能を示さないマウス、すなわち C3H/HeNrs-Atm<sup>tm<sup>1</sup>Awb</sup>/ の全分野において必要不可欠である。動物実験による正 NrsFnt) 及びそのワイルドタイプマウス (ノックアウト 確な実験結果を得るためには、使用する実験動物の品質 マウスの対語。遺伝子、機能ともに正常なマウス)など について、その解剖学的特性データを報告する。 を高めることが重要である。それには、遺伝的要因、微 生物学的要因および飼育環境要因を適正に制御すること なお、Atm は Ataxia (A) -Telangiectasia (T) Mutated が必要となる。放射線医学総合研究所(放医研)基盤技 (M) から名付けられた遺伝子で、その変異がヒトにお 術センター研究基盤技術部実験動物開発・管理課では、 ける運動失調症 (A)、毛細血管拡張症 (T)、免疫不全 を主な症状とする常染色体劣性遺伝病の1つである A-T 1960年以来維持していた近交系マウス(近親交配を行っ て遺伝的背景を均一にしたマウス)を、1971年から の原因とされている<sup>9)</sup>。また、A-T には放射線高感受性、 SPF (specific pathogen free の略:特定の病原微生物等 放射線照射後の DNA 合成の異常及び高頻度な悪性腫瘍 を排除した微生物学的に清浄な状態)化して微生物学的 の合併などが伴われ、Atm と放射線の生体への影響との 制御を行いながら今日まで維持・繁殖を行っている。動 関係が近年盛んに調べられている。 物実験においてその結果を解析する上で、使用した実験 動物の特性をあらかじめ理解しておくことは非常に重要 2. 材料と方法 である。これまで、当課で維持してきた近交系マウスに ついて、C3H/He 系マウスの乳がん発がん率<sup>1)</sup>や繁殖<sup>2)</sup> 1) マウス に関するデータ、さらに 12 系統 (A/JNrs、BALB/c-nu/ C3H/HeNrs-Atm<sup>tm1Awb</sup>/NrsFnt: 米国の国立衛生研究 nu、BALB/c-nu/+、C3H/HeNrs、C3H/HeJ-bg、C57BL/ 所 (NIH) の A. Wynshaw-Boris のグループによって 6JNrs、C57BL/10、C57BL/10.C57BR/SgSn (B10.BR)、 1996年に作出された 129/SvEv-Atm ノックアウトマウ C57BL/10.DBA/2/newSn (B10.D2), C57BL/10.NRH-スが<sup>10)</sup>、1997年に放医研に導入された。このマウスの Thy-1<sup>a</sup> (B10.Thy1.1/Nrs), C.B-17/Icr-+/+, C.B-17/Icr-系統は129系を背景としているため、古瀬・野田・巽 scid、RFM/Ms、STS/A)の解剖学的特性データについ 博士らは放医研で維持している C3H/HeNrs マウスを て発表してきた<sup>3-8)</sup>。今回続報として、当課において 背景とするコンジェニック系統(特定の遺伝子以外はも SPF マウスとして繁殖している Atm ノックアウトマウ との近交系と同じ遺伝子組成からなるマウス系統)の 育成を目指した。そこで、1998年より彼らによって ス(ある遺伝子が発生工学的手法で破壊されて、正常な





写直1 C3H/HeNrs-Atm<sup>tm (-/-)</sup> a 6 调齢

写直2 C3H/HeNrs-Atm<sup>tm (+/-)</sup> a 6 调齢

\* 基盤技術センター研究基盤技術部実験動物開発・管理課 \*\* 基盤技術センター \*\*\*(株) サイエンス・サービス



写真3 C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/+)</sup> 3 6週齢

C3H/HeNrs に戻し交配(一方の親の系統との交配)が 開始され、2001年に戻し交配15代目から兄妹交配が行 われて当該コンジェニック系統が樹立された<sup>11、12)</sup>。そ の後2001年に、当課において帝王切開による無菌化を 行い、放医研 SPF マウス生産施設において Atm ヘテ ロノックアウト (C3H/HeNrs- $Atm^{tm^{1}Awb}/+/NrsFnt;$ C3H/HeNrs-*Atm<sup>tm(+/-)</sup>*と略) マウスとワイルドタイプ (C3H/HeNrs-Atm<sup>+</sup>/Atm<sup>+</sup>/NrsFnt: C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/+)</sup> と略)マウスを交配して当該系統を維持・繁殖していた。 さらに 2004 年より、Atm ヘテロノックアウトマウス同 士の交配を行い、Atm ホモノックアウト (C3H/HeNrs- $Atm^{fm^{1}Awb}/Atm^{fm^{1}Awb}/NrsFnt: C3H/HeNrs-Atm^{tm(-/-)} と略)、$ Atm ヘテロノックアウト (C3H/HeNrs- $Atm^{tm(+/-)}$ )、ワイ ルド (C3H/HeNrs-*Atm<sup>tm(+/+)</sup>*) の3遺伝子型マウスの維 持・繁殖を行っている。このうち 2004 年 8 月から 2006 年 12 月に生まれた C3H/HeNrs-*Atm<sup>tm(-/-)</sup>*マウス 258(オ ス:138、メス:120)匹(写真1)、2003年12月から 2006 年 8 月に生まれた C3H/HeNrs-*Atm<sup>tm(+/-)</sup>* マウス 329 (オス:173、メス:156)匹(写真2)、及び2003年12 月から 2006 年 11 月に生まれた C3H/HeNrs-*Atm<sup>tm(+/+)</sup>*マ ウス 299 (オス:153、メス:146) 匹 (写真3) を材料と して使用した。

#### 2) 衛生検査

毎月以下の検査を実施して、維持・繁殖しているマウ スが SPF であることを確認した。

#### a)マウスの検査

各系統のリタイアーマウス(繁殖不適となった老齢マ ウス)を解剖して以下の検査を行った。

病理学的検査:解剖時に病理肉眼検査(寄生虫検査を含む)を行い、異常な部位は病理組織検査を実施した。

細菌検査:鼻腔、口腔、気管、腸管から血液寒天培 地、DHL 寒天培地、NAC 寒天培地、PPLO 寒天培地、 F5 寒天培地を用いて、サルモネラ菌属(Salmonella spp.), Citrobacter rodentium, 緑 膿 菌 (Pseudomonas aeruginosa), Pasteurella pneumotropica, Corynebacterium (C.) kutscheri, Mycoplasma (M.) pulmonis の感染 を調べた。

血清検査:凝集反応、酵素抗体 (ELISA) 法、間接蛍 光抗体(IFA)法を用いて、*C. kutscheri, M. pulmonis,* ティ ザー菌 (Tyzzer's organisms)、カー・バチルス (CAR bacillus)、センダイウィルス (Sendai virus (HVJ))、 マウス肝炎ウィルス (Mouse hapatitis virus) に対する 血清中の抗体を調べた。

顕微鏡検査:腸管寄生原虫を調べた。

#### b) 糞便の検査

飼育中のマウスから新鮮糞便を採取し、NAC液体培地・ NAC 寒天培地、および DHL 寒天培地で培養して緑膿菌 と病原性腸内細菌の感染を調べた。

#### c) 生産施設の検査

マウス飼育室等の落下菌をトリプティックソイ寒天培 地で培養してその清浄度を、また、飼育室の床スワブを NAC 液体培地で培養して緑膿菌の有無を調べた。

#### 3) 飼育環境

マウスは SPF 動物生産・実験棟1階マウス飼育室で繁 殖し、生後3週齢より5匹ずつケージに入れて同一飼育 室で飼育した。ケージは17cmW×30cmD×11cmHの アルミニウム製(トキワ科学器械製)で、木材チップの 床敷き(道央理化産業製)を入れて121°20分の高圧 蒸気滅菌後に使用した。飼料は121°20分で高圧蒸気 滅菌したペレット状の固形飼料 MB-1(船橋農場製)を、 また、飲料水は逆浸透膜製純水(オルガノ製)を塩素濃 度10±2ppmおよび塩酸添加後pH3.0±0.2に調整し た後、自由摂取させた。飼育室は温度23±2°、湿度 50±10%に維持した。

#### 4) 測定項目と測定方法

各遺伝子型マウスのオス・メスそれぞれ約20~30例 について、同一個体の体重、体長、尾長を生後3週齢か ら12週齢まで毎週測定した。また、それらと別の個体 について3~12週齢まで1週ごとに解剖し、臓器重量 を測定した。さらに、各項目のポイントごとに平均値と 標準偏差を求め、t検定を行って有意差を判定した。

#### a) 体重

電子上皿天秤(最小目盛:0.1g)を用いて測定した。さらに、3週齢の体重を基準として各週齢の体重増加率(%) を計算した。

#### b)体長、尾長、尾率

毎回ジエチルエーテル軽麻酔下で、定規(最小目 盛:0.1cm)を用いて測定した。さらに、尾率(%)は尾 長/体長+尾長により求めた。

#### c) 臓器重量、体重比

3 週齢から12 週齢まで週齢ごとにオス・メス各8~ 20 例について、過量の麻酔薬で安楽死させた。その後 心臓より全採血を行い、解剖を行って臓器を摘出し、臓 器重量を電子上皿天秤(最小目盛:0.001g)で測定した。 さらに、各臓器の体重比(%)を臓器重量/体重により 求めた。

#### 3. 結果·考察

表1~6および図1~18に各系統の測定結果を示した。 また、各図には、同一週齢ごとにC3H/HeNrs-*Atm<sup>im(+/+)</sup>* マウスとC3H/HeNrs-*Atm<sup>im(-/-)</sup>及び*C3H/HeNrs-*Atm<sup>im(+/-)</sup>* マウスの測定値をt検定し、その結果を示した。

体重 (図 1、2) では、オス・メスともに C3H/HeNrs-*Atm<sup>tm(-/-)</sup>* が C3H/HeNrs-*Atm<sup>tm(+/-)</sup>* お よ び C3H/HeNrs-*Atm<sup>tm(+/+)</sup>* より有意に軽かった。体重増加率では、C3H/ HeNrs-*Atm<sup>tm(+/-)</sup>*のオスのみが他の遺伝子型マウスより有 意に値が小さかった。

12

臓器重量は、オス・メスともに脾を除くすべての臓 器において、C3H/HeNrs-*Atm<sup>im(-/-)</sup>*の値がC3H/HeNrs-*Atm<sup>im(+/-)</sup>*及びC3H/HeNrs-*Atm<sup>im(+/+)</sup>*の値より軽い傾向 にあった。すなわち、オス・メスともにC3H/HeNrs-*Atm<sup>im(-/-)</sup>*の肝重量(図3、4)はC3H/HeNrs-*Atm<sup>im(+/-)</sup>*及 びC3H/HeNrs-*Atm<sup>im(+/+)</sup>*のそれより有意に軽い一方、肝 重量体重比(図3、4)はそれら2遺伝子型のものより高 値を示した。

腎(図7、8)、心(図9、10)及び肺(図11、12)では、 オス・メスともにいずれの週齢においてもC3H/HeNrs-*Atm<sup>tm(-/-)</sup>の*臓器重量がC3H/HeNrs-*Atm<sup>tm(+/-)</sup>及びC3H/* HeNrs-*Atm<sup>tm(+/+)</sup>の*値より有意に軽かったものの、臓器 重量体重比では3遺伝子型マウス間に大きな差はなかっ

た。

胸腺(図13、14)、精巣(図15)、子宮(図16)では、 オス・メスともにいずれの週齢においてもC3H/HeNrs-*Atm<sup>(m(-/-)</sup>の*臓器重量は有意に軽く、さらに臓器重量体重 比も有意に低値であった。特にその精巣と子宮の臓器重 量体重比は、週齢の増加に伴う値の上昇はなくほぼ一定 であった。

一方、脾(図5、6)においては、オス・メスともに臓 器重量は、ある週齢においてC3H/HeNrs-Atm<sup>(m(-/-)</sup>の値 が有意に重かった時もあったが、概して3遺伝子型マウ ス間で大きな差は見られなかった。また臓器重量体重比 では、C3H/HeNrs-Atm<sup>(m(-/-)</sup>の値が他の2遺伝子型マウ スの値より高い傾向にあり、週齢によっては有意差も見 られた。

体長、尾長、尾率(図 17、18)に関しては、オス・メ スともにいずれの週齢においても、C3H/HeNrs-*Atm*<sup>(m(-/-)</sup> の体長と尾長が若干有意に低値を示す一方、その尾率は 一定だった。また、C3H/HeNrs-*Atm*<sup>(m(+/-)</sup>の尾長と尾率 に関して、オスの3、4週齢の値はC3H/HeNrs-*Atm*<sup>(m(+/+)</sup> の値よりわずかながら有意に高値を示した。

### 表1 C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(-/-)</sup>(♂)の解剖学的特性値

	3週齡	4週齡	5週齡	6週齡	7週齡	8週齡	9週齡	10週齡	11 週齡	12週齡
体重(g)*	9 ± 1.00	$14.2 \pm 1.40$	18.1 ± 1.44	19.9 ± 1.50	21.7 ± 1.65	22.6 ± 1.67	$23.4 \pm 1.56$	24.4 ± 1.72	$25 \pm 1.66$	25.7 ± 1.51
体重増加率(%)*	100	159 ± 10.0	203 ± 17.7	223 ± 21.1	243 ± 23.4	253 ± 25.7	$262 \pm 26.3$	274 ± 27.9	281 ± 26.6	288 ± 27.4
頭尾長(cm)*	$12.92 \pm 0.53$	$14.63 \pm 0.50$	$15.9 \pm 0.45$	$16.73 \pm 0.42$	17.3 ± 0.42	$17.6 \pm 0.39$	$17.84 \pm 0.38$	$17.99 \pm 0.36$	$18.17 \pm 0.40$	$18.26 \pm 0.39$
体長(cm)*	$6.75 \pm 0.25$	7.57 ± 0.27	8.21 ± 0.29	8.58 ± 0.24	8.84 ± 0.23	8.97 ± 0.21	9.07 ± 0.19	$9.16 \pm 0.16$	9.26 ± 0.20	$9.3 \pm 0.18$
尾長(cm)*	$6.17 \pm 0.40$	$7.06 \pm 0.34$	7.7 ± 0.29	8.15 ± 0.26	8.46 ± 0.28	$8.64 \pm 0.28$	8.77 ± 0.26	$8.83 \pm 0.28$	$8.91 \pm 0.29$	$8.96 \pm 0.29$
尾率(%)*	47.7 ± 1.59	48.2 ± 1.21	48.4 ± 1.13	48.7 ± 0.84	48.9 ± 0.85	49.1 ± 0.84	49.1 ± 0.76	49.1 ± 0.78	49 ± 0.82	49.1 ± 0.82
臓器測定匹数	11	15	10	13	10	11	10	10	12	13
肝 (g)	$0.342 \pm 0.091$	$0.785 \pm 0.142$	$1.098 \pm 0.107$	$1.191 \pm 0.126$	1.232 ± 0.160	$1.31 \pm 0.138$	$1.233 \pm 0.066$	$1.331 \pm 0.113$	1.26 ± 0.173	$1.235 \pm 0.066$
肝体重比(%)	$4.547 \pm 0.264$	$5.77 \pm 0.301$	5.989 ± 0.172	$6.106 \pm 0.345$	5.709 ± 0.678	$5.633 \pm 0.208$	$5.336 \pm 0.235$	$5.605 \pm 0.373$	$5.259 \pm 0.378$	$5.024 \pm 0.153$
脾(g)	$0.079 \pm 0.045$	$0.132 \pm 0.033$	$0.124 \pm 0.020$	$0.117 \pm 0.020$	$0.117 \pm 0.030$	$0.114 \pm 0.024$	$0.128 \pm 0.038$	$0.186 \pm 0.074$	$0.128 \pm 0.064$	$0.098 \pm 0.016$
脾体重比(%)	$0.977 \pm 0.313$	$0.965 \pm 0.137$	$0.679 \pm 0.103$	$0.607 \pm 0.125$	$0.542 \pm 0.145$	$0.485 \pm 0.070$	$0.561 \pm 0.196$	$0.776 \pm 0.292$	$0.531 \pm 0.242$	$0.4 \pm 0.057$
腎(g)	$0.102 \pm 0.024$	$0.215 \pm 0.062$	$0.304 \pm 0.032$	$0.346 \pm 0.052$	$0.344 \pm 0.068$	$0.417 \pm 0.048$	$0.407 \pm 0.046$	$0.424 \pm 0.031$	$0.406 \pm 0.042$	$0.419 \pm 0.036$
腎体重比(%)	$1.365 \pm 0.105$	$1.574 \pm 0.322$	$1.658 \pm 0.083$	1.77 ± 0.192	1.589 ± 0.264	$1.793 \pm 0.114$	1.756 ± 0.111	$1.784 \pm 0.060$	$1.7 \pm 0.097$	$1.703 \pm 0.122$
ı́L> (g)	$0.042 \pm 0.008$	$0.06 \pm 0.008$	$0.073 \pm 0.009$	$0.08 \pm 0.006$	0.084 ± 0.017	$0.093 \pm 0.013$	$0.091 \pm 0.008$	$0.091 \pm 0.008$	$0.091 \pm 0.007$	$0.094 \pm 0.005$
心体重比(%)	$0.573 \pm 0.088$	$0.448 \pm 0.032$	$0.401 \pm 0.029$	$0.411 \pm 0.027$	$0.389 \pm 0.068$	$0.402 \pm 0.035$	$0.393 \pm 0.020$	$0.384 \pm 0.021$	$0.382 \pm 0.014$	$0.381 \pm 0.019$
肺 (g)	$0.072 \pm 0.012$	$0.091 \pm 0.015$	$0.105 \pm 0.013$	$0.108 \pm 0.006$	$0.106 \pm 0.013$	$0.118 \pm 0.012$	$0.115 \pm 0.011$	$0.122 \pm 0.006$	$0.113 \pm 0.008$	$0.114 \pm 0.008$
肺体重比(%)	$0.984 \pm 0.136$	$0.673 \pm 0.055$	$0.575 \pm 0.056$	$0.561 \pm 0.066$	0.49 ± 0.039	$0.51 \pm 0.038$	$0.5 \pm 0.059$	$0.513 \pm 0.026$	$0.476 \pm 0.034$	$0.464 \pm 0.039$
胸腺(g)	$0.028 \pm 0.005$	$0.03 \pm 0.008$	$0.028 \pm 0.007$	0.027 ± 0.003	$0.026 \pm 0.008$	$0.023 \pm 0.002$	$0.017 \pm 0.002$	$0.019 \pm 0.007$	$0.022 \pm 0.018$	$0.018 \pm 0.009$
胸腺体重比(%)	0.389 ± 0.067	$0.223 \pm 0.055$	$0.151 \pm 0.035$	0.139 ± 0.023	$0.12 \pm 0.035$	$0.1 \pm 0.013$	$0.072 \pm 0.010$	$0.08 \pm 0.031$	$0.093 \pm 0.078$	$0.074 \pm 0.039$
精巣(g)	$0.021 \pm 0.005$	$0.035 \pm 0.019$	$0.037 \pm 0.005$	0.035 ± 0.002	0.056 ± 0.041	$0.035 \pm 0.002$	$0.034 \pm 0.003$	$0.032 \pm 0.004$	$0.033 \pm 0.003$	$0.032 \pm 0.002$
精巣体重比(%)	$0.277 \pm 0.038$	$0.256 \pm 0.098$	$0.2 \pm 0.022$	$0.183 \pm 0.025$	$0.249 \pm 0.151$	$0.15 \pm 0.011$	$0.146 \pm 0.017$	$0.134 \pm 0.016$	$0.137 \pm 0.013$	$0.13 \pm 0.009$

\*測定匹数は23匹(同一個体の各測定項目を12週齢まで測定)

#### 表2 C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(-/-)</sup>(辛)の解剖学的特性値

	3週齡	4週齡	5週齡	6週齡	7週齡	8週齡	9週齡	10週齡	11 週齡	12週齡
体重(g)*	9 ± 1.57	$11.9 \pm 1.74$	$15 \pm 1.63$	16.3 ± 1.51	17 ± 1.61	17.9 ± 1.96	18.8 ± 2.01	19.7 ± 2.31	$20.4 \pm 2.47$	$20.9 \pm 2.66$
体重増加率(%)*	100	134 ± 11.5	170 ± 16.5	185 ± 19.3	193 ± 20.8	$203 \pm 21.0$	213 ± 24.1	223 ± 25.7	231 ± 27.9	$237 \pm 28.8$
頭尾長(cm)*	12.96 ± 0.84	14.53 ± 1.04	$15.5 \pm 0.87$	16.28 ± 0.84	16.7 ± 0.79	17.01 ± 0.75	17.34 ± 0.82	17.48 ± 0.86	17.77 ± 0.87	17.89 ± 0.85
体長(cm)*	6.65 ± 0.43	7.48 ± 0.53	7.85 ± 0.42	8.24 ± 0.40	8.45 ± 0.37	8.59 ± 0.35	8.72 ± 0.41	8.78 ± 0.44	8.96 ± 0.43	9.01 ± 0.40
尾長(cm)*	$6.31 \pm 0.53$	$7.06 \pm 0.55$	7.65 ± 0.51	8.04 ± 0.48	8.25 ± 0.45	8.42 ± 0.43	$8.63 \pm 0.45$	8.7 ± 0.47	$8.81 \pm 0.48$	$8.88 \pm 0.50$
尾率(%)*	48.7 ± 1.83	$48.5 \pm 0.91$	49.3 ± 1.09	49.4 ± 0.84	49.4 ± 0.70	$49.5 \pm 0.73$	49.7 ± 0.77	$49.7 \pm 0.89$	49.6 ± 0.76	$49.6 \pm 0.82$
臓器測定匹数	8	12	10	8	10	10	10	12	10	10
肝 (g)	$0.339 \pm 0.033$	$0.707 \pm 0.055$	$0.898 \pm 0.143$	$0.945 \pm 0.044$	$1.014 \pm 0.126$	$0.993 \pm 0.089$	$1.115 \pm 0.091$	$1.134 \pm 0.109$	$1.124 \pm 0.150$	$1.202 \pm 0.178$
肝体重比(%)	4.372 ± 0.231	$5.764 \pm 0.909$	$5.84 \pm 0.496$	5.684 ± 0.215	5.776 ± 0.289	$5.563 \pm 0.355$	$5.636 \pm 0.196$	$5.518 \pm 0.246$	$5.577 \pm 0.483$	$5.438 \pm 0.393$
脾(g)	$0.077 \pm 0.024$	$0.118 \pm 0.024$	$0.109 \pm 0.021$	0.107 ± 0.015	$0.113 \pm 0.024$	$0.128 \pm 0.044$	$0.149 \pm 0.031$	$0.138 \pm 0.025$	$0.138 \pm 0.028$	$0.161 \pm 0.032$
脾体重比(%)	$0.999 \pm 0.312$	$0.957 \pm 0.199$	$0.711 \pm 0.119$	$0.643 \pm 0.086$	$0.647 \pm 0.127$	$0.72 \pm 0.271$	$0.749 \pm 0.132$	$0.67 \pm 0.090$	$0.686 \pm 0.146$	$0.734 \pm 0.147$
腎 (g)	$0.114 \pm 0.008$	$0.19 \pm 0.018$	$0.212 \pm 0.032$	$0.233 \pm 0.012$	$0.246 \pm 0.026$	$0.244 \pm 0.023$	$0.278 \pm 0.019$	$0.278 \pm 0.035$	$0.275 \pm 0.019$	$0.289 \pm 0.015$
腎体重比(%)	$1.465 \pm 0.046$	$1.539 \pm 0.224$	$1.376 \pm 0.066$	$1.402 \pm 0.064$	$1.404 \pm 0.101$	$1.368 \pm 0.080$	$1.404 \pm 0.040$	$1.35 \pm 0.076$	$1.371 \pm 0.098$	$1.318 \pm 0.102$
ı́ن (g)	$0.041 \pm 0.003$	$0.063 \pm 0.005$	$0.068 \pm 0.007$	0.078 ± 0.017	$0.073 \pm 0.009$	$0.076 \pm 0.007$	$0.081 \pm 0.006$	$0.083 \pm 0.008$	$0.084 \pm 0.006$	$0.087 \pm 0.005$
心体重比(%)	$0.525 \pm 0.021$	$0.51 \pm 0.074$	$0.445 \pm 0.029$	0.466 ± 0.102	$0.417 \pm 0.041$	$0.426 \pm 0.034$	$0.409 \pm 0.015$	$0.404 \pm 0.023$	$0.42 \pm 0.022$	$0.395 \pm 0.021$
肺(g)	$0.073 \pm 0.006$	$0.09 \pm 0.021$	$0.093 \pm 0.014$	$0.105 \pm 0.016$	$0.105 \pm 0.013$	$0.099 \pm 0.009$	$0.108 \pm 0.008$	$0.108 \pm 0.010$	$0.109 \pm 0.011$	$0.113 \pm 0.012$
肺体重比(%)	$0.936 \pm 0.065$	$0.729 \pm 0.158$	$0.604 \pm 0.058$	$0.632 \pm 0.089$	$0.599 \pm 0.053$	$0.556 \pm 0.028$	$0.544 \pm 0.031$	$0.528 \pm 0.027$	$0.544 \pm 0.046$	$0.516 \pm 0.068$
胸腺(g)	$0.026 \pm 0.003$	$0.045 \pm 0.021$	$0.032 \pm 0.006$	$0.035 \pm 0.005$	$0.024 \pm 0.007$	$0.025 \pm 0.008$	$0.024 \pm 0.004$	$0.028 \pm 0.007$	$0.03 \pm 0.013$	$0.022 \pm 0.005$
胸腺体重比(%)	$0.341 \pm 0.034$	$0.374 \pm 0.194$	$0.206 \pm 0.034$	$0.21 \pm 0.028$	$0.139 \pm 0.038$	$0.142 \pm 0.043$	$0.123 \pm 0.017$	$0.133 \pm 0.028$	$0.146 \pm 0.059$	$0.102 \pm 0.025$
子宮(g)	$0.006 \pm 0.002$	$0.012 \pm 0.004$	$0.025 \pm 0.013$	$0.041 \pm 0.011$	$0.033 \pm 0.010$	$0.036 \pm 0.006$	$0.038 \pm 0.010$	$0.038 \pm 0.015$	$0.038 \pm 0.016$	$0.037 \pm 0.008$
子宮体重比(%)	$0.081 \pm 0.021$	$0.097 \pm 0.041$	0.154 ± 0.067	$0.245 \pm 0.074$	$0.191 \pm 0.064$	$0.202 \pm 0.037$	$0.195 \pm 0.050$	$0.184 \pm 0.058$	$0.187 \pm 0.067$	$0.166 \pm 0.028$

#### \*\*測定匹数は20匹(同一個体の各測定項目を12週齢まで測定)



#### 表3 C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/-)</sup>(み)の解剖学的特性値

	3週齡	4週齡	5週齡	6週齡	7週齡	8週齡	9週齡	10週齡	11週齡	12週齡
体重(g)*	11.2 ± 1.13	16.5 ± 2.04	21 ± 2.30	23.4 ± 1.47	25.3 ± 1.44	26.3 ± 1.56	27.5 ± 1.51	28.3 ± 1.66	28.9 ± 1.69	29.8 ± 1.69
体重増加率(%)*	100	148 ± 15.0	188 ± 17.8	210 ± 15.9	228 ± 17.4	236 ± 17.0	247 ± 17.2	254 ± 18.3	260 ± 17.3	268 ± 19.7
頭尾長(cm)*	$13.83 \pm 0.35$	$15.51 \pm 0.49$	$16.78 \pm 0.51$	$17.68 \pm 0.39$	18.12 ± 0.35	$18.4 \pm 0.31$	$18.7 \pm 0.30$	$18.84 \pm 0.33$	$18.99 \pm 0.32$	$19.08 \pm 0.33$
体長(cm)*	7.06 ± 0.28	$7.95 \pm 0.39$	$8.69 \pm 0.38$	9.09 ± 0.26	9.28 ± 0.21	9.39 ± 0.22	$9.54 \pm 0.20$	$9.61 \pm 0.22$	9.7 ± 0.20	9.74 ± 0.21
尾長(cm)*	$6.76 \pm 0.23$	$7.56 \pm 0.25$	$8.09 \pm 0.24$	$8.59 \pm 0.29$	8.85 ± 0.28	$9.01 \pm 0.25$	$9.16 \pm 0.26$	$9.23 \pm 0.23$	$9.29 \pm 0.23$	$9.34 \pm 0.22$
尾率(%)*	48.9 ± 1.33	48.8 ± 1.40	48.2 ± 1.17	48.6 ± 1.08	48.8 ± 0.96	$48.9 \pm 0.95$	$49 \pm 0.94$	49 ± 0.84	$48.9 \pm 0.73$	49 ± 0.72
臓器測定匹数	18	20	20	11	10	10	10	17	9	18
肝(g)	$0.448 \pm 0.084$	$0.906 \pm 0.152$	$1.26 \pm 0.120$	$1.31 \pm 0.092$	1.401 ± 0.095	$1.435 \pm 0.138$	$1.393 \pm 0.146$	$1.334 \pm 0.084$	$1.278 \pm 0.108$	$1.382 \pm 0.139$
肝体重比(%)	$4.414 \pm 0.338$	$5.557 \pm 0.426$	$5.9 \pm 0.316$	$5.68 \pm 0.312$	5.415 ± 0.273	$5.309 \pm 0.187$	$5.15 \pm 0.260$	$4.854 \pm 0.219$	$4.674 \pm 0.207$	$4.76 \pm 0.356$
脾(g)	$0.088 \pm 0.024$	$0.15 \pm 0.029$	$0.129 \pm 0.021$	$0.121 \pm 0.023$	$0.12 \pm 0.017$	$0.119 \pm 0.015$	$0.109 \pm 0.009$	$0.107 \pm 0.015$	$0.121 \pm 0.044$	$0.105 \pm 0.016$
脾体重比(%)	$0.858 \pm 0.156$	$0.922 \pm 0.135$	$0.604 \pm 0.084$	$0.525 \pm 0.104$	0.463 ± 0.062	$0.438 \pm 0.036$	$0.405 \pm 0.032$	$0.389 \pm 0.051$	$0.444 \pm 0.170$	$0.363 \pm 0.065$
臀(g)	$0.15 \pm 0.021$	$0.253 \pm 0.040$	$0.368 \pm 0.036$	$0.413 \pm 0.030$	0.473 ± 0.043	$0.5 \pm 0.072$	$0.494 \pm 0.062$	$0.486 \pm 0.034$	$0.48 \pm 0.037$	$0.511 \pm 0.044$
腎体重比(%)	$1.492 \pm 0.095$	$1.553 \pm 0.115$	$1.723 \pm 0.112$	$1.792 \pm 0.127$	1.826 ± 0.096	$1.84 \pm 0.137$	$1.82 \pm 0.098$	$1.766 \pm 0.068$	$1.756 \pm 0.064$	$1.761 \pm 0.103$
ري. ن (g)	$0.052 \pm 0.006$	$0.073 \pm 0.010$	$0.086 \pm 0.011$	$0.097 \pm 0.004$	0.104 ± 0.007	$0.107 \pm 0.011$	$0.105 \pm 0.010$	$0.108 \pm 0.007$	$0.103 \pm 0.007$	$0.114 \pm 0.010$
心体重比(%)	$0.519 \pm 0.052$	$0.452 \pm 0.030$	$0.402 \pm 0.041$	$0.423 \pm 0.018$	$0.402 \pm 0.019$	$0.397 \pm 0.024$	$0.389 \pm 0.013$	$0.392 \pm 0.019$	$0.376 \pm 0.012$	$0.394 \pm 0.026$
肺 (g)	$0.089 \pm 0.009$	$0.105 \pm 0.013$	$0.116 \pm 0.017$	$0.126 \pm 0.009$	0.124 ± 0.010	$0.132 \pm 0.014$	$0.133 \pm 0.008$	$0.131 \pm 0.010$	$0.124 \pm 0.012$	$0.13 \pm 0.022$
肺体重比(%)	$0.892 \pm 0.068$	$0.646 \pm 0.050$	$0.544 \pm 0.069$	$0.545 \pm 0.033$	0.482 ± 0.042	$0.487 \pm 0.019$	$0.494 \pm 0.021$	$0.476 \pm 0.024$	$0.455 \pm 0.043$	$0.449 \pm 0.071$
胸腺(g)	$0.053 \pm 0.010$	$0.053 \pm 0.010$	$0.054 \pm 0.010$	$0.05 \pm 0.006$	$0.045 \pm 0.006$	$0.036 \pm 0.006$	$0.036 \pm 0.004$	$0.03 \pm 0.003$	$0.026 \pm 0.004$	$0.027 \pm 0.004$
胸腺体重比(%)	$0.523 \pm 0.080$	$0.329 \pm 0.073$	$0.25 \pm 0.040$	$0.216 \pm 0.027$	0.174 ± 0.035	$0.134 \pm 0.018$	$0.135 \pm 0.020$	$0.108 \pm 0.013$	$0.095 \pm 0.015$	$0.093 \pm 0.013$
精巣(g)	$0.048 \pm 0.008$	$0.081 \pm 0.018$	$0.126 \pm 0.025$	0.138 ± 0.010	$0.15 \pm 0.009$	$0.155 \pm 0.045$	$0.159 \pm 0.010$	$0.157 \pm 0.008$	$0.164 \pm 0.015$	$0.166 \pm 0.013$
精巣体重比(%)	$0.478 \pm 0.055$	$0.496 \pm 0.077$	$0.589 \pm 0.108$	$0.597 \pm 0.032$	0.579 ± 0.033	0.562 ± 0.144	$0.59 \pm 0.032$	$0.57 \pm 0.028$	$0.602 \pm 0.036$	$0.573 \pm 0.039$

\*測定匹数は30匹(同一個体の各測定項目を12週齢まで測定)

表記は平均土標準偏差

表記は平均±標準偏差

表記は平均±標準偏差

### 表4 C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/-)</sup>(♀)の解剖学的特性値

	3週齡	4週齡	5週齡	6週齡	7週齡	8週齡	9週齡	10週齡	11週齡	12週齡
体重(g)*	10 ± 1.49	13.8 ± 1.38	17.4 ± 1.57	19.2 ± 1.40	20.2 ± 1.32	21 ± 1.40	21.8 ± 1.44	22.5 ± 1.71	23.2 ± 1.54	24.1 ± 1.69
体重増加率(%)*	100	139 ± 9.5	175 ± 16.1	193 ± 17.6	204 ± 20.6	212 ± 21.7	220 ± 22.2	227 ± 25.0	234 ± 22.9	243 ± 25.5
頭尾長(cm)*	$13.58 \pm 0.56$	15.26 ± 0.46	$16.35 \pm 0.56$	17.18 ± 0.37	17.63 ± 0.32	17.88 ± 0.32	$18.17 \pm 0.35$	$18.33 \pm 0.33$	18.49 ± 0.35	$18.58 \pm 0.36$
体長(cm)*	6.94 ± 0.29	7.79 ± 0.29	8.29 ± 0.37	8.73 ± 0.25	8.94 ± 0.24	9.05 ± 0.24	9.19 ± 0.23	9.29 ± 0.23	9.38 ± 0.27	9.42 ± 0.26
尾長(cm)*	6.64 ± 0.32	7.47 ± 0.26	8.06 ± 0.33	8.46 ± 0.22	8.69 ± 0.19	8.83 ± 0.19	8.98 ± 0.22	9.03 ± 0.22	9.11 ± 0.22	9.16 ± 0.22
尾率(%)*	48.9 ± 0.86	48.9 ± 1.03	49.3 ± 1.30	49.2 ± 0.88	49.3 ± 0.86	49.4 ± 0.80	49.4 ± 0.79	49.3 ± 0.83	49.3 ± 0.94	49.3 ± 0.87
臓器測定匹数	21	16	10	13	10	14	13	10	10	15
肝(g)	$0.41 \pm 0.071$	0.751 ± 0.144	$1.005 \pm 0.144$	$1.054 \pm 0.057$	1.102 ± 0.086	$1.124 \pm 0.083$	$1.095 \pm 0.084$	1.173 ± 0.156	1.09 ± 0.091	$1.114 \pm 0.080$
肝体重比(%)	$4.609 \pm 0.416$	$5.147 \pm 0.844$	$5.349 \pm 0.705$	5.372 ± 0.247	5.481 ± 0.303	$5.362 \pm 0.350$	$4.952 \pm 0.261$	$4.966 \pm 0.493$	$4.84 \pm 0.305$	$4.84 \pm 0.182$
脾(g)	$0.083 \pm 0.026$	$0.119 \pm 0.026$	$0.112 \pm 0.026$	$0.122 \pm 0.026$	0.115 ± 0.017	$0.123 \pm 0.017$	$0.125 \pm 0.012$	0.135 ± 0.029	$0.142 \pm 0.032$	$0.134 \pm 0.021$
脾体重比(%)	$0.917 \pm 0.235$	$0.816 \pm 0.180$	$0.596 \pm 0.126$	$0.62 \pm 0.118$	0.571 ± 0.061	$0.586 \pm 0.083$	$0.566 \pm 0.064$	$0.567 \pm 0.093$	$0.628 \pm 0.118$	$0.583 \pm 0.087$
腎(g)	$0.133 \pm 0.022$	$0.208 \pm 0.041$	$0.257 \pm 0.028$	0.279 ± 0.032	0.273 ± 0.021	$0.306 \pm 0.028$	$0.318 \pm 0.019$	$0.318 \pm 0.021$	$0.307 \pm 0.026$	$0.315 \pm 0.025$
腎体重比(%)	$1.505 \pm 0.116$	$1.42 \pm 0.229$	$1.369 \pm 0.147$	$1.425 \pm 0.171$	$1.357 \pm 0.063$	$1.459 \pm 0.088$	$1.439 \pm 0.056$	$1.354 \pm 0.082$	$1.36 \pm 0.061$	$1.372 \pm 0.086$
心(g)	$0.05 \pm 0.010$	$0.07 \pm 0.009$	$0.076 \pm 0.011$	$0.087 \pm 0.008$	$0.083 \pm 0.013$	$0.089 \pm 0.008$	$0.09 \pm 0.004$	$0.098 \pm 0.010$	$0.093 \pm 0.008$	$0.092 \pm 0.006$
心体重比(%)	$0.57 \pm 0.151$	$0.477 \pm 0.052$	$0.407 \pm 0.066$	0.444 ± 0.027	$0.413 \pm 0.056$	$0.424 \pm 0.026$	$0.408 \pm 0.022$	$0.42 \pm 0.077$	$0.413 \pm 0.026$	$0.402 \pm 0.033$
肺(g)	$0.083 \pm 0.012$	$0.104 \pm 0.027$	$0.104 \pm 0.019$	$0.116 \pm 0.008$	$0.119 \pm 0.009$	$0.122 \pm 0.008$	$0.125 \pm 0.007$	$0.122 \pm 0.010$	$0.128 \pm 0.012$	$0.117 \pm 0.007$
肺体重比(%)	$0.946 \pm 0.193$	$0.712 \pm 0.158$	$0.557 \pm 0.101$	$0.589 \pm 0.037$	$0.592 \pm 0.031$	$0.582 \pm 0.033$	$0.564 \pm 0.035$	$0.517 \pm 0.025$	$0.565 \pm 0.034$	$0.511 \pm 0.039$
胸腺(g)	$0.048 \pm 0.010$	$0.063 \pm 0.018$	$0.057 \pm 0.009$	$0.057 \pm 0.006$	$0.055 \pm 0.007$	$0.051 \pm 0.018$	$0.042 \pm 0.004$	$0.044 \pm 0.008$	$0.037 \pm 0.006$	$0.034 \pm 0.007$
胸腺体重比(%)	$0.535 \pm 0.094$	$0.431 \pm 0.131$	$0.307 \pm 0.061$	$0.292 \pm 0.032$	$0.272 \pm 0.036$	$0.244 \pm 0.096$	$0.189 \pm 0.023$	$0.191 \pm 0.054$	$0.164 \pm 0.026$	$0.149 \pm 0.025$
子宮(g)	$0.008 \pm 0.003$	$0.024 \pm 0.017$	$0.05 \pm 0.023$	$0.059 \pm 0.020$	$0.075 \pm 0.020$	$0.08 \pm 0.029$	$0.096 \pm 0.026$	$0.087 \pm 0.021$	$0.083 \pm 0.030$	$0.092 \pm 0.029$
子宫体重比(%)	$0.088 \pm 0.023$	$0.16 \pm 0.099$	$0.265 \pm 0.114$	$0.298 \pm 0.098$	$0.371 \pm 0.098$	$0.384 \pm 0.142$	$0.431 \pm 0.099$	$0.365 \pm 0.084$	$0.362 \pm 0.116$	$0.399 \pm 0.124$
										まついずわり構造の学

\*測定匹数は24匹(同一個体の各測定項目を12週齢まで測定)



### 表5 C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/+)</sup>(♂)の解剖学的特性値

	3週齡	4週齡	5週齡	6週齡	7週齡	8週齡	9週齡	10週齡	11 週齡	12週齡
体重(g)*	10.6 ± 1.32	16.8 ± 1.47	21.3 ± 1.11	23.3 ± 1.23	25.1 ± 1.20	26.2 ± 1.45	27 ± 1.43	28.1 ± 1.58	29 ± 1.53	29.8 ± 1.85
体重增加率(%)*	100	160 ± 11.3	204 ± 17.4	223 ± 20.4	240 ± 22.5	251 ± 24.5	258 ± 23.5	269 ± 25.7	277 ± 25.7	284 ± 25.7
頭尾長(cm)*	$13.6 \pm 0.72$	$15.36 \pm 0.64$	$16.65 \pm 0.46$	$17.49 \pm 0.40$	18.09 ± 0.35	$18.41 \pm 0.33$	$18.63 \pm 0.33$	$18.75 \pm 0.33$	$18.95 \pm 0.35$	$19 \pm 0.35$
体長(cm)*	7.1 ± 0.32	8.04 ± 0.28	8.67 ± 0.25	9.04 ± 0.25	9.3 ± 0.22	9.42 ± 0.23	$9.53 \pm 0.17$	9.58 ± 0.17	$9.71 \pm 0.20$	$9.74 \pm 0.19$
尾長(cm)*	$6.49 \pm 0.52$	$7.32 \pm 0.45$	$7.98 \pm 0.39$	8.45 ± 0.32	8.79 ± 0.27	$8.99 \pm 0.25$	$9.09 \pm 0.28$	9.17 ± 0.27	$9.24 \pm 0.26$	$9.26 \pm 0.28$
尾率(%)*	47.7 ± 1.92	47.6 ± 1.38	47.9 ± 1.45	48.3 ± 1.18	48.6 ± 0.97	$48.8 \pm 0.94$	$48.8 \pm 0.88$	$48.9 \pm 0.84$	$48.8 \pm 0.85$	$48.7 \pm 0.86$
臓器測定匹数	13	15	11	10	9	10	12	14	11	17
肝(g)	$0.404 \pm 0.086$	$0.993 \pm 0.174$	$1.231 \pm 0.069$	$1.327 \pm 0.067$	1.317 ± 0.118	$1.381 \pm 0.164$	$1.28 \pm 0.083$	$1.346 \pm 0.096$	$1.329 \pm 0.055$	$1.339 \pm 0.101$
肝体重比(%)	$4.248 \pm 0.338$	$5.743 \pm 0.445$	$5.863 \pm 0.257$	5.799 ± 0.224	5.381 ± 0.312	$5.331 \pm 0.520$	$4.916 \pm 0.167$	$4.832 \pm 0.214$	$4.896 \pm 0.158$	$4.768 \pm 0.300$
脾(g)	$0.083 \pm 0.022$	$0.159 \pm 0.022$	$0.122 \pm 0.016$	$0.116 \pm 0.010$	$0.118 \pm 0.023$	$0.108 \pm 0.019$	$0.103 \pm 0.010$	$0.116 \pm 0.028$	$0.115 \pm 0.010$	$0.124 \pm 0.071$
脾体重比(%)	$0.866 \pm 0.155$	$0.94 \pm 0.196$	$0.582 \pm 0.092$	$0.508 \pm 0.037$	$0.479 \pm 0.080$	$0.414 \pm 0.065$	$0.393 \pm 0.031$	$0.416 \pm 0.094$	$0.423 \pm 0.039$	$0.444 \pm 0.258$
腎(g)	$0.141 \pm 0.021$	$0.275 \pm 0.054$	$0.348 \pm 0.034$	$0.422 \pm 0.018$	$0.433 \pm 0.056$	$0.475 \pm 0.060$	$0.472 \pm 0.048$	$0.488 \pm 0.030$	$0.491 \pm 0.024$	$0.499 \pm 0.043$
腎体重比(%)	$1.496 \pm 0.088$	$1.581 \pm 0.107$	$1.654 \pm 0.104$	$1.844 \pm 0.052$	$1.762 \pm 0.150$	$1.832 \pm 0.176$	$1.808 \pm 0.110$	$1.753 \pm 0.072$	$1.809 \pm 0.070$	$1.778 \pm 0.138$
ı́ك (g)	$0.05 \pm 0.006$	$0.08 \pm 0.009$	$0.085 \pm 0.006$	$0.094 \pm 0.005$	$0.098 \pm 0.010$	$0.105 \pm 0.005$	$0.103 \pm 0.007$	$0.107 \pm 0.007$	$0.108 \pm 0.005$	$0.108 \pm 0.006$
心体重比(%)	$0.535 \pm 0.046$	$0.464 \pm 0.030$	$0.403 \pm 0.024$	$0.412 \pm 0.014$	$0.402 \pm 0.026$	$0.408 \pm 0.020$	$0.395 \pm 0.021$	$0.386 \pm 0.022$	$0.398 \pm 0.011$	$0.384 \pm 0.017$
肺(g)	$0.094 \pm 0.013$	$0.112 \pm 0.014$	$0.122 \pm 0.015$	$0.127 \pm 0.010$	$0.119 \pm 0.013$	$0.13 \pm 0.009$	$0.123 \pm 0.009$	$0.128 \pm 0.009$	$0.134 \pm 0.004$	$0.13 \pm 0.008$
肺体重比(%)	$1.026 \pm 0.268$	$0.657 \pm 0.080$	$0.581 \pm 0.071$	$0.556 \pm 0.028$	0.487 ± 0.030	$0.503 \pm 0.051$	$0.472 \pm 0.025$	$0.459 \pm 0.025$	$0.495 \pm 0.020$	$0.461 \pm 0.022$
胸腺(g)	$0.051 \pm 0.010$	$0.056 \pm 0.006$	$0.051 \pm 0.007$	$0.048 \pm 0.006$	$0.041 \pm 0.007$	$0.033 \pm 0.008$	$0.033 \pm 0.007$	$0.029 \pm 0.003$	$0.029 \pm 0.006$	$0.025 \pm 0.003$
胸腺体重比(%)	$0.535 \pm 0.077$	$0.33 \pm 0.060$	$0.242 \pm 0.037$	$0.211 \pm 0.026$	$0.166 \pm 0.021$	$0.128 \pm 0.029$	$0.127 \pm 0.023$	$0.105 \pm 0.011$	$0.105 \pm 0.022$	$0.088 \pm 0.011$
精巣(g)	$0.048 \pm 0.010$	$0.088 \pm 0.012$	$0.129 \pm 0.010$	0.138 ± 0.010	$0.14 \pm 0.015$	$0.143 \pm 0.011$	$0.157 \pm 0.013$	$0.155 \pm 0.012$	$0.166 \pm 0.009$	$0.162 \pm 0.009$
精巣体重比(%)	0.508 ± 0.100	$0.51 \pm 0.029$	$0.614 \pm 0.027$	$0.604 \pm 0.028$	0.573 ± 0.061	$0.555 \pm 0.046$	$0.604 \pm 0.066$	0.559 ± 0.055	$0.613 \pm 0.025$	0.577 ± 0.038

\*測定匹数は31匹(同一個体の各測定項目を12週齢まで測定)

### 表6 C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/+)</sup>(?)の解剖学的特性値

	3週齡	4週齡	5週齡	6週齡	7週齡	8週齡	9週齡	10週齡	11週齡	12週齡
体重(g)*	9.9 ± 1.85	13.7 ± 1.64	17.3 ± 1.48	19.1 ± 1.51	20.1 ± 1.39	20.6 ± 1.50	21.8 ± 1.77	22.4 ± 1.59	23.2 ± 1.76	24 ± 1.86
体重增加率(%)*	100	141 ± 14.3	179 ± 27.2	197 ± 30.4	208 ± 35.2	215 ± 37.4	226 ± 36.6	233 ± 41.8	241 ± 39.3	249 ± 43.7
頭尾長(cm)*	13.37 ± 1.03	15.11 ± 0.86	16.3 ± 0.77	17.07 ± 0.58	17.54 ± 0.51	17.81 ± 0.51	18.14 ± 0.44	18.32 ± 0.43	18.45 ± 0.41	18.56 ± 0.43
体長(cm)*	6.89 ± 0.46	7.81 ± 0.34	8.33 ± 0.31	8.7 ± 0.24	8.89 ± 0.22	9.03 ± 0.20	9.17 ± 0.19	9.26 ± 0.18	9.34 ± 0.16	9.41 ± 0.15
尾長(cm)*	$6.48 \pm 0.63$	$7.3 \pm 0.55$	7.98 ± 0.51	8.37 ± 0.41	8.65 ± 0.32	$8.79 \pm 0.34$	8.98 ± 0.31	$9.07 \pm 0.32$	9.11 ± 0.32	$9.15 \pm 0.33$
尾率(%)*	48.4 ± 1.66	48.2 ± 1.19	48.9 ± 1.12	49 ± 1.03	49.3 ± 0.62	$49.3 \pm 0.68$	$49.5 \pm 0.77$	$49.5 \pm 0.79$	$49.4 \pm 0.83$	$49.3 \pm 0.76$
臓器測定匹数	15	9	11	14	11	10	15	10	10	20
肝(g)	$0.476 \pm 0.108$	$0.808 \pm 0.084$	$0.988 \pm 0.086$	$1.063 \pm 0.088$	1.101 ± 0.108	$1.071 \pm 0.068$	$1.125 \pm 0.106$	$1.163 \pm 0.101$	$1.138 \pm 0.100$	$1.086 \pm 0.077$
肝体重比(%)	$4.495 \pm 0.421$	$5.871 \pm 0.393$	$5.593 \pm 0.281$	5.46 ± 0.282	5.518 ± 0.356	$5.171 \pm 0.225$	$5.118 \pm 0.198$	$5.244 \pm 0.441$	$4.881 \pm 0.264$	$4.844 \pm 0.260$
脾(g)	$0.093 \pm 0.021$	$0.12 \pm 0.021$	$0.105 \pm 0.026$	$0.123 \pm 0.021$	$0.119 \pm 0.017$	$0.121 \pm 0.012$	$0.133 \pm 0.023$	$0.136 \pm 0.025$	$0.138 \pm 0.031$	$0.124 \pm 0.015$
脾体重比(%)	$0.885 \pm 0.168$	$0.87 \pm 0.143$	$0.596 \pm 0.155$	$0.631 \pm 0.084$	$0.596 \pm 0.076$	$0.583 \pm 0.055$	$0.605 \pm 0.087$	$0.612 \pm 0.103$	$0.59 \pm 0.110$	$0.556 \pm 0.071$
腎(g)	$0.154 \pm 0.023$	$0.215 \pm 0.024$	$0.254 \pm 0.030$	$0.271 \pm 0.022$	$0.29 \pm 0.023$	$0.307 \pm 0.017$	$0.306 \pm 0.030$	$0.31 \pm 0.016$	$0.322 \pm 0.023$	$0.314 \pm 0.036$
腎体重比(%)	$1.476 \pm 0.078$	$1.557 \pm 0.088$	$1.438 \pm 0.099$	$1.394 \pm 0.076$	1.457 ± 0.075	$1.481 \pm 0.062$	$1.39 \pm 0.058$	$1.398 \pm 0.081$	$1.383 \pm 0.060$	$1.4 \pm 0.138$
ı́L (g)	$0.061 \pm 0.022$	$0.071 \pm 0.006$	$0.074 \pm 0.007$	$0.082 \pm 0.007$	$0.088 \pm 0.005$	$0.091 \pm 0.007$	$0.09 \pm 0.008$	$0.09 \pm 0.003$	$0.094 \pm 0.006$	$0.09 \pm 0.006$
心体重比(%)	$0.603 \pm 0.283$	$0.516 \pm 0.061$	$0.421 \pm 0.041$	$0.423 \pm 0.021$	0.44 ± 0.033	$0.442 \pm 0.030$	$0.411 \pm 0.026$	$0.407 \pm 0.027$	$0.402 \pm 0.017$	$0.403 \pm 0.028$
肺(g)	$0.092 \pm 0.022$	$0.094 \pm 0.013$	$0.112 \pm 0.012$	$0.116 \pm 0.009$	$0.117 \pm 0.009$	$0.125 \pm 0.019$	$0.128 \pm 0.014$	$0.126 \pm 0.008$	$0.128 \pm 0.007$	$0.12 \pm 0.014$
肺体重比(%)	$0.876 \pm 0.148$	$0.68 \pm 0.079$	$0.636 \pm 0.090$	$0.595 \pm 0.032$	0.589 ± 0.037	$0.6 \pm 0.069$	$0.586 \pm 0.058$	$0.568 \pm 0.052$	$0.551 \pm 0.019$	$0.538 \pm 0.069$
胸腺(g)	$0.057 \pm 0.017$	$0.054 \pm 0.015$	$0.06 \pm 0.007$	$0.057 \pm 0.008$	$0.05 \pm 0.004$	$0.046 \pm 0.005$	$0.042 \pm 0.007$	$0.04 \pm 0.006$	$0.037 \pm 0.005$	$0.038 \pm 0.013$
胸腺体重比(%)	$0.544 \pm 0.129$	$0.388 \pm 0.097$	$0.341 \pm 0.041$	0.294 ± 0.032	$0.252 \pm 0.018$	$0.221 \pm 0.022$	$0.193 \pm 0.036$	$0.181 \pm 0.027$	$0.157 \pm 0.019$	$0.169 \pm 0.049$
子宮(g)	$0.009 \pm 0.003$	$0.022 \pm 0.010$	$0.046 \pm 0.012$	0.064 ± 0.026	$0.056 \pm 0.009$	$0.077 \pm 0.021$	$0.092 \pm 0.030$	$0.063 \pm 0.009$	$0.074 \pm 0.015$	$0.086 \pm 0.023$
子宫体重比(%)	$0.083 \pm 0.031$	$0.156 \pm 0.056$	$0.259 \pm 0.062$	$0.322 \pm 0.120$	$0.281 \pm 0.047$	$0.375 \pm 0.104$	$0.417 \pm 0.121$	$0.285 \pm 0.044$	$0.317 \pm 0.061$	0.385 ± 0.111

\*測定匹数は21匹(同一個体の各測定項目を12週齢まで測定)

表記は平均±標準偏差

表記は平均土標準偏差
------------

表記は平均±標準偏差



図1:C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/-)</sup>,C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/-)</sup>,C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/+)</sup>の体重変化(♂)



図2:C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/)</sup>, C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/)</sup>, C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/)</sup>の体重変化(♀)



図3:C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/-)</sup>, C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/-)</sup>, C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/+)</sup>の肝重量変化(*a*)



図4:C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/-)</sup>,C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/-)</sup>,C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/-)</sup>の肝重量変化(♀)



図5:C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/-)</sup>,C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/-)</sup>,C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/+)</sup>の脾重量変化(*J*)



図6:C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/-)</sup>, C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/-)</sup>, C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/+)</sup>の脾重量変化(♀)



図7:C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(-/-)</sup>, C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/-)</sup>, C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/-)</sup>の腎重量変化(*a*)



図8:C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/-)</sup>, C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/-)</sup>, C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/-)</sup>の腎重量変化(♀)



図9:C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/-)</sup>, C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/-)</sup>, C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/+)</sup>の心重量変化(a)



図10:C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/-)</sup>, C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/-)</sup>, C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/+)</sup>の心重量変化(2)



図11:C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(-/-)</sup>, C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/-)</sup>, C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/+)</sup>の肺重量変化(*d*)



図12:C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/-)</sup>, C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/-)</sup>, C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/+)</sup>の肺重量変化(♀)







胸腺重量体重比♂

週齡

胸腺重量♂

図15:C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(-/-)</sup>, C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/-)</sup>, C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/+)</sup>の精巣重量変化(♂)

调齢















図18:C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(-/-)</sup>, C3H/HeNrs-Atm<sup>tm(+/-)</sup>, C3H/HeNrs-



## ポケモンジェットインターナショナル

#### おわりに

今回の報告も含め、これまで当課で維持している17 系統(遺伝子型が異なる場合を含む)のSPFマウスの 解剖学的特性データを発表してきた。これらのデータは 維持機関ごとの亜系の特性を理解する上で重要である。 さらに、これらのデータは、近年精力的に行われている 発生工学的凍結保存 - 融解後に発生させたマウス個体の データと比較する上で、有用と思われる。

#### 謝辞

Atm ノックアウトマウスに関し、放医研野田攸子氏に 貴重なご助言を頂きました。ここにお礼申し上げます。

#### 参考文献

- 長沢文男。放医研における C3H/HeMs 系マウスの乳癌自 然発生状況について、実験動物技術、5: 47-49、1974
- 2) 富田静男、早尾辰雄、内田晴康、沢田卓也。雌雄同居(1:1) 飼育による SPF C3H マウスの繁殖成績と寿命について、 実験動物、25: 135-140、1976
- 3) 早尾辰雄、上野渉、松本恒弥、松下悟、宇原秀樹、白髭誠、 館野真太郎、入谷理一郎、佐藤久志、松橋幸宏、川島直行、 河野明広。放医研で繁殖している SPF 近交系マウスの解 剖学的特性、C3H/HeNrs、C57BL/6JNrs、STS/A につい て、放射線科学、42: 135-143、1999
- 4)上野渉、早尾辰雄、松下悟、宇原英樹、白髭誠、稲葉久義、 館野真太郎、入谷理一郎、後藤洋平、渡邊香里、斉藤か おり、竹内大輔、川島直行、河野明広、松本恒弥。放医 研で繁殖している SPF 近交系マウスの解剖学的特性、(2) C.B17/Icr-+/+、C.B17/Icr-scid、RFM/Ms について、放射 線科学、46: 91-103、2003
- 5) 早尾辰雄、上野渉、新妻大介、字原英樹、渡邊香里、石原 直樹、宇野真弘、森竹浩之、石井 学、永井綯也、鈴木

大輔、斉藤七海、稲葉久義、川島直行、河野明広、松下悟。 放医研で繁殖している SPF 近交系マウスの解剖学的特性、 (3) C3H/HeJ-bg について、放射線科学、48:63-73、2005

- 6)上野渉、早尾辰雄、新妻大介、字原英樹、石原直樹、宇野真弘、 森竹浩之、石井 学、永井絢也、鈴木大輔、斉藤七海、川 島直行、河野明広、池田学、渡邊香里、小久保年章、松下悟。 放医研で繁殖している SPF 近交系マウスの解剖学的特性、 (4) A/JNrs について、放射線科学、48: 245-253、2005
- 7) 早尾辰雄、上野渉、新妻大介、宇原英樹、石原直樹、宇野 真弘、森竹浩之、石井 学、永井絢也、鈴木大輔、斉藤七海、 大久保喬司、伊藤正人、川島直行、河野明広、池田学、 渡邊香里、小久保年章、松下悟。放医研で繁殖している SPF 近交系マウスの解剖学的特性、(5) BALB/c-nu/nu、 BALB/c-nu/+ について、放射線科学、49: 87-97、2006
- 8) 上野渉、早尾辰雄、新妻大介、石原直樹、字野真弘、森竹浩之、 石井 学、永井綯也、鈴木大輔、竹内隆二、伊田大貴、 伊藤正人、南久松丈晴、字原英樹、川島直行、河野明広、 池田学、渡邊香里、小久保年章、松下悟。放医研で繁殖し ている SPF 近交系マウスの解剖学的特性、(6) C57BL/10 および B10 コンジェニック系(B10.BR、B10.D2、B10. Thy1.1/Nrs)について、放射線科学、50: 22-35、2007
- 高木正稔、中田慎一郎、水谷修紀。ATM (Ataxia-Telangiectasia Mutated) 異常と疾患、放射線生物研究、 42: 59-78、2007
- C. Barlow, S. Hirotsune, R. Paylor, M. Liyanage, M. Eckhaus, F. Collins, Y. Shiloh, J. N. Crawley, T. Ried, D. Tagle and A. Wynshaw-Boris. Atm-Deficient Mice: A Paradigm of Ataxia Telangiectasia, Cell, 86: 159-171, 1996
- 11)野田攸子、古瀬健、東海林千恵子、中村松子、吉田和子、 相沢志郎、藤森亮、安倍真澄、Wynshaw-Boris A、巽紘 一。骨髄移植後生存期間に及ぼすドナー骨髄 Atm 遺伝子 破壊の影響。日本放射線影響学会第46回大会講演要旨集、 142、2003
- 12)実験動植物開発・管理業務。表3放医研で系統維持しているマウス系統。放射線医学総合研究所年報平成16年度、 pp.155、独立行政法人放射線医学総合研究所(2005)



All Nippon Airways (ANA) Boeing 747-400 (JA8962)

全日本空輸(ANA)は、現在、2大航空会社のうちの1社であり、現在、国内では最もホットな航空会社である。常 に新しい機種を就航させるとともに、オールビジネスクラスの航空機を投入するなど話題も多い。最近では、ボーイン グ社の最新鋭機ボーイング787を発注したことでも有名となった。

一方、テレビ東京にて放映されているポケットモンスターは、絶大な人気を得ており、海外でもたくさんの国で放映 されていて大変な人気だそうだ。ポケモンの種類は、400 くらいいるのだろうか。そのあたりは子供に聞いてみるとす ぐに答えが返ってくるくらい子供たちの大人気番組だそうだ。

1998 年、ANA とポケモンが手を結び、ポケモンキャラクタージャンボが誕生した。当時は国内線だけだったが、 ANA ではこれまでに国際線用ジャンボ機に1機、国内線用ジャンボ機に4機、そのほかに4機の合計9機をポケモンジェットとして就航していた。

写真の機体は、国際線用の機体として最初に就航したポケモンジェットとなった機体である。当時はロンドンやニュー ヨークに就航し、その後世界各地に就航したが、行く先々ではものすごいフィーバーだったという。 自分もこの機体はお気に入りでよく撮影したのを覚えている。特に機種部分のピカチュウがお気に入りだった。この 写真はジャンボならではの特徴を前面に出そうと思って撮影したものだが、思い切って機種部分のみを大きく撮影した 結果、お気に入りのピカチュウが写真一杯に撮れて大満足だったという写真だ。

#### 3962) 成田国際空港にて

# 海外レポート THE NATIONAL RADIOLOGICAL EMERGENCY PREPAREDNESS AND RESPONSE PLAN IN THE PHILIPPINES

Eulinia Mendoza Valdezco Chief, Nuclear Regulations, Licensing & Safeguards Division, Philippine Nuclear Research Institute (PNRI) and PNRI Emergency Manager Philippines



#### 1. INTRODUCTION

document.

The use of radiation sources of various types and activities is now widespread in the fields of industry, medicine, research and

education in the Philippines. These radiation sources have been under the regulatory control of the Philippine Nuclear Research Institute (PNRI) to ensure that these materials are used in a safe manner and stored in a safe and secure location, and that those which have exceeded their useful life are appropriately disposed of.

And while the safety record of the nuclear industry remains admirable compared to other industries, the occurrence of an accident affecting members of the public is always a possibility but with very low probability.

In 2001, the National Disaster Coordinating Council (NDCC) approved the revised National Radiological Emergency Preparedness and Response Plan (RADPLAN). This plan outlines the activities and organizations necessary to mitigate the effects of nuclear emergencies or radiation related accidents. An important component of this plan is the education of the public as well as the emergency responders such as the police authorities fire emergency personnel, medical responders, community leaders and the general public.

The threat of nuclear terrorism as an aftermath of the September 11 incident in the United States has also been considered in the latest revision of this

### 1.1 PURPOSE

The objective of the National Radiological Emergency Preparedness and Response Plan for Radiological Accidents (RADPLAN) is to establish and maintain an organized emergency response capability for timely, coordinated action of the Philippine authorities in a peacetime radiological incident or emergency. The RADPLAN describes the capabilities, responsibilities and authorities of participating organizations and a concept for integrating the activities of these agencies under the operational framework of the NDCC. The RADPLAN does not alter the authorities or responsibilities ascribed to any agency on a daily basis. However, the RADPLAN does assign a responsibility to specific agencies for coordinating activities of other agencies involved in a response. An organization may initiate a response activity either under its statutory authority, or in response to a request for assistance from another agency.

For the purpose of this plan, a National Response consists of two main components, namely; 1) Nuclear Response, and 2) Non-nuclear Response. The Philippine Nuclear Research Institute (PNRI) is responsible for the coordination of the National Nuclear Response; and the Office of Civil Defense (OCD) is responsible for the coordination of the Non-nuclear Response. The RADPLAN assigns to these two agencies major coordination and support functions, which begins at the initial notification of a radiological emergency and end when all government agencies have terminated their response activities.

#### **1.2 PARTICIPATING AGENCIES**

The following agencies make up the National	2.
Radiological Emergency Response organization:	
	Т
National Disaster Coordinating Council (NDCC)	tha
• National Food Authority (NFA)	and
• Department of National Defense (DND)	
- Office of Civil Defense (OCD)	2.1
- Armed Forces of the Philippines (AFP)	OF
• Department of Science and Technology	
- Philippine Nuclear Research Institute (PNRI)	fac
- Philippine Atmospheric, Geophysical and	in t
Astronomical Services Administration (PAGASA)	foll
• Department of Health (DOH)	
- Radiation Health Service (RHS)	- N
• Department of Environment and Natural Resources	- N
(DENR)	- II
• Department of the Interior and Local Government	р
(DILG)	С
- Philippine National Police (PNP)	- A
• Department of Agriculture (DA)	ľ
• Office of the President (OP)	
• Office of the Press Secretary (OPS)	2.2
- Philippine Information Agency (PIA)	TR
• Department of Foreign Affairs (DFA)	
• Department of Transportation and Communications	rad
(DOTC)	by
• Department of Public Works and Highways (DPWH)	inc
• Department of Social Welfare and Development	rad
(DSWD)	
• Department of Education, Culture and Sports	2.3
(DECS)	SO
• Philippine National Red Cross (PNRC)	ON
• Department of Labor and Employment (DOLE)	Г

### TYPES OF EMERGENCIES

There are five major types of radiological emergencies at are covered by this RADPLAN. These are listed d described in the following subsections:

#### EMERGENCIES FROM FIXED NUCLEAR R RADIATION FACILITIES

An emergency of this type is one that occurs at a ility with licensed or regulated radioactive sources their installations. Included in this category are the lowing:

- Nuclear Facilities owned and operated by the PNRI Nuclear Reactors
- ndustrial or Medical Facilities licensed to use,
- oossess, or import radioactive materials or equipment ontaining radioactive materials
- All other facilities or establishments using or
- possessing radioactive materials

#### E EMERGENCIES OCCURRING IN THE ANSPORT OF RADIOACTIVE MATERIALS

An emergency of this type is one that involves dioactive materials or wastes being transported land, sea, or air inside Philippine territories. This cludes the hazards from lost, missing or stolen diation sources.

#### B EMERGENCIES FROM FOREIGN DURCES HAVING ENVIRONMENTAL IMPACT N PHILIPPINE TERRITORIES

This type of emergency is one in which radiation from





a foreign source poses an actual, potential, or perceived threat to any area within the territorial limits of the Philippines. The source may be an accident from a foreign nuclear power reactor (for example, Chernobyl), radioactive waste repositories, fuel reprocessing plants, or from the testing of nuclear weapons. This includes the possible entry of contaminated food, plants and other commodities from affected areas outside the country.

#### 2.4 EMERGENCIES FROM SATELLITES WITH NUCLEAR MATERIALS AS COMPONENT

This is a special type of emergency in which a spacecraft with nuclear materials would land within the territory of the Philippines.

#### 2.5 EMERGENCIES FROM NUCLEAR SHIPS

This type of emergency is one that involves radioactive material or wastes from nuclear powered seacraft including nuclear submarines.

In addition to the above, the RADPLAN was revised to cover emergencies resulting from acts of nuclear or radiological terrorism.

### **3. ORGANIZATION OF THE NATIONAL** RESPONSE

The Management of the National Response, as determined by the National Disaster Coordinating Council (NDCC), requires the coordinated action of a number of national Agencies and the appropriate authorities in the local government organizations that

need assistance.

The OCD and the PNRI have the primary roles of coordinating the national response to all radiological emergencies anywhere in the country. The OCD is responsible for coordinating all non-nuclear response activities while the PNRI is responsible for coordinating all nuclear response activities.

No single national Agency has the capability to effectively coordinate the two main components of the national response alone, hence the responsibility shall be shared by the PNRI and the OCD. Both agencies

NATIONAL ASSISTANCE LOCAL GOVERNMENTS PROVINCIAL/CITY/ MUNICIPAL DISASTER **OPERATIONS CENTERS** REQUEST FOR ASSISTANCE OCD NON-TECHNICAL ASSISTANCE AND ADVICE REQUESTS CHANNELED TO APPROPRIATE NATIONAL REGIONAL AGENCIES/OFFICES NATIONAL AGENCIES



have complementary roles and therefore, require a close working relationship with each other during an emergency. Fig. 1 shows the schematic representation of this relationship, as well as with other agencies.

#### 3.1 Non-Nuclear Response

Non-nuclear national response, cover logistical and communications support including transportation, housing, evacuation, and other assistance to the local governments not classified as nuclear response. This support shall be coordinated by OCD and all requests for such support shall be sent to the OCD.



The OCD official at the emergency site notifies the regional offices of national agencies nearest the emergency areas for the required support. With respect to the national agencies in Metro Manila which are most capable of meeting the required assistance for the affected local governments, the OCD headquarters is notified. The national agency or its regional office provides the requested support in the most expedient and efficient manner.

The responsible officials of responding national agencies requiring assistance also shall send their requests to the OCD Executive Officer at the National Disaster Management Center at the headquarters of the NDCC in Manila.

#### 3.2 Nuclear Response

The National Nuclear response comprises all radiological monitoring and assessment activities and actions taken to minimize the impact of an accident or emergency accident. The PNRI, through its designated Nuclear Response Director (RESDIR), will assume overall control and coordination of all radiological monitoring, evaluation, assessment and response activities of participating national agencies. Based on the recommendations of PNRI, directions and instructions to the population and all field teams will be issued through the designated lines of communications as established by local disaster coordinating councils in the affected area.

Fig. 2 illustrates the flow of assistance to affected local governments.

#### 4. Training and Education

#### 4.1 Convex Exercises

PNRI coordinated the Philippine participation and conducted the national component of the Convex2b Exercise on 18 May 2006 for selected RADPLAN agencies: OCD/NDCC, PAGASA, DILG, DENR, PNP and DOH. Previous CONVEX exercises run by the IAEA have been participated in by PNRI as the national contact point.

#### 4.2 PNRI Radiological Emergency Committee (RECOM)

The following activities were undertaken under the RECOM.

· Review of the newest revision of the PNRI Emergency Plan (PEP)

• Completion of the following drills/seminars

- ▷General Awareness Seminar followed by Emergency/Evacuation Exercise on 14 March 2006
- ▷PNRI Fire and General Evacuation Exercise on 18 April 2006
- ▷Building Earthquake Emergency Evacuation Drill on 25 April 2006
- Emergency Management Workshop for Leaders of the PNRI Emergency Organization on 3-7 July 2006
- ▷Radiation Sources Search Methods and Equipment Familiarization Workshop
- ▷In connection with the participation of the PNRI in the Convex Exercise 2b conducted by the IAEA on 18 May 2006, facilitated and participated in the overall conduct of the parallel emergency

drill that focussed on emergency response initiation and activation of the PNRI Emergency Organization and to a limited extent, the alert of selected RADPLAN agencies. Prepared a summary report on the PNRI Emergency Drill in Response Initiation and Activation during the Convex 2b Exercise. Copies of the report were provided to the members of the ECC, Emergency Managers and the members of the activated response teams.

#### 4.3 Public Awareness

Brochures and similar information materials are produced for the purpose of enhancing public awareness on radiological emergency preparedness and response to nuclear incidents and radiological accidents. These are updated and revised if found necessary. This activity is coordinated by the Information group of PNRI.

Fig.3 Quirino Medical Center. The general area and entrance to the general emergency of the hospital

#### 5. Future Plans

#### 5.1 PNRI RECOM Subcommittee on Training for **Emergency Preparedness**

This Subcommittee will be constituted to systematize and consolidate training programs for different groups such as first responders including medical response.

#### 5.2 Revision of RADPLAN

Additional RADPLAN agencies have to be designated due to the increased threat of nuclear terrorism and the possibility of using radioactive materials for malevolent purposes. The RADPLAN will have to be revised to

ensure that it will also address accidents resulting from terrorism

#### 5.3 Medical Response to Radiological Accidents

Hospitals that will received victims of radiological accidents have already been designated and efforts to adequately equipped these hospitals are currently





Fig. 4 Quirino Medical Center. The entrance to the Emergency Department showing the special entrance for radiological accident victims

underway. (Fig. 3-5) Training of emergency personnel on the medical management of accident victims are planned subject to availability of resources from the government and other possible funding source.

A national workshop on medical response is planned at the last quarter of 2007 with possible assistance from IAEA.



Fig.5 The facade of the Quirino Medical Center showing the staff including Dr.Dalmacion in front.

#### 【和文要約】

フィリピンにおける国家放射線緊急事態準備対応計画 フィリピン原子力研究所 原子力規制・認可・保障措置部 部長 フィリピン原子力研究所緊急事態マネージャー エウリニア・メンドーサ・バルデスコ

#### 1. イントロ

フィリピンでも放射線源の利用は盛んになっている。 これらの線源はフィリピン原子力研究所(PNRI)が規 制している。2001年に国家災害調整委員会(NDCC) が改訂国家放射線緊急事態準備対応計画(RADPLAN) を承認した。この方針は、放射線緊急事態に必要な活動 と組織を概括している。この方針の重要な部分は、緊急 事対応人員と共に公衆の教育である。

国家対応は2つの部分に分かれている。核対応と非 核対応である。PNRI は核対応の調整に責任を持ち、市 民防衛室(OCD)が非核対応の調整に当たる。核対応 には、NDCC、防衛省(DND)、保健省(DOH)、運輸 通信省(DOTC)、赤十字社(PNRC)等、多くの機関 が協力する。

#### 2. 緊急事態のタイプ

RADPLAN で扱われる放射線緊急事態には主に5つ のタイプがある。 1. 固定した核放射線施設での緊急 事態; 2. 放射性物質輸送中の緊急事態; 3. フィリピ ン領域内に環境影響を及ぼす外国の線源による緊急事 態(汚染された食物や商品の輸入も含む); 4. 核物質 搭載人工衛星による緊急事態; 5. 原子力艦船による緊 急事態、である。上記の他に、RADPLAN は核放射線 テロによる緊急事態も含むよう改訂された。 3. 国家対応の組織

国家対応は数々の国の機関と、地方自治体の機関の 調整を必要とする。核対応と非核対応を両方扱える機 関は存在しないので、PNRIとOCDは責任を分け、そ して緊急時には緊密に協力する事が要求される。

非核対応は、地方自治体への輸送、家屋の提供、避 難といった後方支援と通信支援を含む。現場の OCD 担 当者は、それぞれの機関の地方事務所に協力を要請す る。各機関の担当者は、必要に応じて NDCC のマニラ 本部にある国家災害管理センターの OCD 上級担当者に 要求を送る。

核対応では、PNRI は核対応責任者(RESDIR)を通 して、参加諸機関の放射線学的モニター、評価、対応 活動の全てを統括し調整する。

#### 4. 訓練と教育

2006 年 5 月 18 日に行われた Convex2b 訓練に際し ては、PNRI は RADPLAN で決められた機関のいくつ かと共に国レベルの活動を実施した。

PNRIの放射線緊急事態委員会(RECOM)では、以 下の活動を行った。

- PNRI 緊急事態プランの見直し、一般の意識喚起セミ ナーと 2006 年 3 月 14 日の緊急時避難訓練
- 2006年4月の火災及び一般避難訓練
- 2006年4月18日のビル地震緊急時避難訓練
- 2006 年 7 月 3-7 日の PNRI 緊急時機関の指導者対象の緊急時管理のワークショップ
- 放射線源捜索法と機器習熟ワークショップ
- Convex Exercise 2b に並行しての国内緊急時訓

PNRIの情報グループが中心となり、放射線緊急時対

応の一般広報のためのパンフレット等の作成をしてい

#### 5. 将来計画

る。

各種グループ対象の訓練プログラムを体系化し確定 するため、PNRI-RECOMの緊急事態訓練下部委員会 をつくる予定である。

増大するテロの脅威に対応するため、RADPLANの 参加機関を追加することが必須である。

緊急被ばく医療に対応する病院は既に決められ、機器の整備が進んでいる。被災者の医学処置に関する緊急時対応スタッフの訓練は、国又は他の予算があれば、計画される。2007年末に医学対応の国内ワークショップが検討されていて、IAEAの協力が得られるかもしれない。

(和文要約 被ばく医療部 立崎)



「夏小袖 |と「金色夜叉 |

·市川龍資 –

満天下の紅涙をしぼったといわれた新聞小説「金色夜叉」 を書いた尾崎紅葉は文才に恵まれていたのみならず、多分 に茶目っ気のある人で、いろいろないたずらをしたようで ある。八木福次郎著「古本屋の回想」(東京堂出版)の中 に「モリエール宛の詫び状」という一文が載っている。そ れによると、紅葉が春陽堂から「夏小袖」という作品を出 版したが、紅葉の名は入っておらず、作者が誰であるかを 読者が当てる懸賞が付いていた。原稿は紅葉宅の玄関番書 生をしていた泉鏡太郎という十九歳の青年(後の泉鏡花) が清書した。自筆原稿であれば印刷所の人に紅葉作とわ かってしまうからである。作者を当てる懸賞付きの本など ほかに聞いたことがない。珍らしい本である。この「夏小袖」 は紅葉がモリエールの「守銭奴」を翻案したもので、本に は題名の下に森盈流と書いてあり、紅葉の名は無い。

さらに興味深いのは、この本の第2版以降には、紅葉 のモリエール宛の詫び状が付いていたことである。すなわ ち「拙者今般一時の出来心により不文をも省みず、貴著ラ ヴァール事守銭奴を我儘に添削仕り森盈流なる貴姓に紛 わしき変名にて夏小袖と題する新板発行致候段高作の体 面を汚し何とも申訳無之剰え指名投票を懸賞仕り世人を 惑わし候条重々の不埒恐入候 ・・・・ 以下略。明治壬辰 11 月 尾崎紅葉 モリエール殿 とある。もちろん初版の本には これは付いていない。作者がわかってしまうからである。

紅葉は外国文学の翻訳や翻案を多数作っており、「金色 夜叉 にもそのストーリーのヒントを得た種本があるであ ろうと長らく考えられていたが、その元になった外国の小 説ははっきりとはわからなかった。

岩波書店の雑誌「文学」2000年11・12月号に北里大 学講師(当時)の堀啓子さんが、「金色夜叉」の藍本-Bertha M. Clay をめぐって」という一文を載せている。 紅葉門下で唯一人外国語に通じていた徳田秋声が、「先生 はシャロット・ブレームの通俗小説を余り上手でない発音 で読んでおられた」と述べた文章に堀さんは注目した。シャ ロット・ブレームは英国人だがアメリカの出版社が彼女の

作品をBertha M. Clay というペンネームで廉価版にして 売り出し、評判が良くぼう大な数の小説が売れた。堀さん は米国のいくつかの大学図書館を廻り、数百冊の彼女の作 品を読んだ。大変な努力である。その甲斐あって、遂に金 色夜叉のもとである小説を発見した。

この小説の主人公はオクスフォード大出身の若者フィ リックスと、その幼馴染みで、抜きん出た美貌のヴァイオ レットである。二人は婚約し、フィリックスは青い月の夜 ヴァイオレットを訪れ、ライラックの茂みの下で愛を誓う。 近隣の広大な土地を買い占めた若い大富豪オーウェンは ヴァイオレットの美貌を見そめて近づく。その指に輝くダ イヤの指輪とダイヤの襟飾りにヴァイオレットは心を奪わ れる。彼女はオーウェンの求婚を受け入れ、フィリックス に婚約の破棄を申し入れる。フィリックスはあのライラッ クの茂みの下に彼女を呼び出し問い詰める。ヴァイオレッ トは「私は富が欲しい」といい切って別れを告げる。オー ウェンはヴァイオレットと結婚後間もなく死ぬ。ヴァイオ レットは英国で最も裕福な公爵と再婚する。彼女はフィ リックスとその妻イヴとに再会した時、この世に愛以上の ものは無いこと、自分は富や名誉を得ても心は淋しいと洩 らす。二人に別れを告げた時、ヴァイオレットの手元には 故郷の家のライラックの一枝が残されていた。

この小説のあらすじは以上であり、この小説の題名は Weaker than a woman となっていた。この題名は、 富に幻惑されたヴァイオレットに対しフィリックスが発し た言葉「女は弱いものだが、愛は女の天性だ。それを持ち 合せない君は、女より弱きものだ」に由来していると堀さ んは述べている。

通俗小説とはいえ、数百冊の英文作品を読んで調べると いう作業は並大抵のものではなかったであろう。強い意欲 と忍耐を要したであろうことは容易に推察できる。

ICHIKAWA RYUSHI (元放医研科学研究官)

#### 集 編

設けたいと存じます。



《編集委員会》一 委員長 洒井 一夫 委員 内堀 幸夫 白川 芳幸 高田 直志 玉手 和彦 加藤 博敏 事務局 近江谷敏信



第50巻第9号 2007年9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 千葉市稲毛区穴川 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)



平成19年4月からスタートした放射線科学は、若い研究者等で構成される放射線科学編集 委員会の下、編集経験の乏しい編集事務局員との力強い連携によって6回の刊行を無事に乗 り切ることができました。放医研の研究体制は、技術支援を含め5センターで構成されてい ます。これまでに各センターの特集を取り上げてきましたので読者の方々は、放医研の研究 体制と共に研究の方向性についてもご理解を頂くことができたものと思います。

放射線科学は、昭和43年4月創刊から多くの先輩諸氏の献身的な取り組みにより休刊もな く継続できました。このことは、事務局の誇りでもあります。引き続き放医研の機関誌とし ての趣を堅持しつつ、研究成果、技術開発などの研究成果を読者へ発信すると共に各センター が主体的に取り組む研究情報についても速やかな提供を心がけていきたいと考えています。 また、放医研の一時代を築いた OB、外部機関の研究者等の論文についても随時掲載の機会を



# 特集「放射線医学総合研究所創立50周年記念講演会」

「放医研の 50 年と現在」 高橋 千太郎 理事 「ここまできた重粒子線がん治療」 辻井 博彦 重粒子医科学センター長 「分子で見る身体のはたらきと病気」 菅野 巌 分子イメージング研究センター長 特別講演「半世紀を顧みて:がん治療の将来を想う」 杉村 隆 国立がんセンター名誉総長 「放射線防護研究のあゆみ」 酒井 一夫 放射線防護研究センター長 「放医研と我が国の被ばく医療」 明石 真言 緊急被ばく医療研究センター長 特別講演「我が国の原子力安全確保について」 一原子力安全委員会の役割と放射線医学総合研究所への期待 — 久住静代 原子力安全委員会委員

金澤	光隆	1	百井	伸昌
小橋	元	Ī	立崎	英夫
菊池	達矢	なま	命木	敏和
長谷川	目純崇	木	彡森	裕樹
神田	玲子			



