



岡山大学の放射線施設動物実験の現状



寺東 宏明

1. はじめに

動物実験は生命研究そのもののテーマであるが、その成果を医療や農業等社会に還元するためにも必要なものである。特に、医学系キャンパスに立地する放射線施設ではそのニーズは高いものがある。本稿では、岡山大学の放射線施設の中でも医歯薬学総合研究科や大学病院が置かれている鹿田キャンパスの放射線施設の情報を中心にお伝えする。

2. 岡山大学の動物実験に関する規程等

岡山大学では学内で実施する哺乳類、鳥類及び爬虫類の生体を用いたすべての動物実験、飼養、保管について「岡山大学動物実験規則（以下、動物実験規則という。）」に則って実施することが求められている。ただし、畜産に関するもの、附属学校における情操教育に関するもの、馬術競技に関するものについては例外である。動物実験規則では、動物実験を実施しようとする場合、「動物実験計画書」を提出し、動物実験委員会の承認を経て実験が可能となる。遺伝子組換え動物の場合は、更に「組換えDNA実験計画書」を合わせて申請し、承認を得る必要がある。また、動物実験実施者は動物実験教育訓練を受講し、登録されることも必須である。以上のことは放射線施設での動物実験においても適用されるため、放射線施設利用申請の際に、動物実験委員会の承認番号を添えて申請する。

動物実験規則では、動物施設等の飼養保管施設の外で動物実験室を設置しようとする場合には、「動物実験室設置承認申請書」を提出し、動物実験委員会の承認を受ける必要がある。動物実験を可としている放射線施設はその承認を得て、動物実験室を設置している。

3. 岡山大学の放射線施設

岡山大学には令和3年度現在6か所の放射線施設

がある。このうち、学内共同利用の放射線施設において動物実験が許可されているのは自然生命科学研究支援センター光・放射線情報解析部門の鹿田施設、同じく津島施設の2施設である。鹿田施設は医歯薬学総合研究科や大学病院が置かれている鹿田キャンパスに設置されていることから、以前から動物実験のニーズが高く、動物実験の設備・機器を多数整備してきた。本稿では鹿田施設の動物実験関連設備の紹介、動物実験の管理・運営と現状について述べる。

4. 鹿田施設の動物実験の現状

(1) 鹿田施設の概要

鹿田施設は岡山大学のアイソトープセンターに相当する中核的放射線施設である。鹿田キャンパスにおける専用の放射線施設は、昭和29（1954）年に医学部中央研究室アイソトープ分室が医学部附属病院外来棟内に設置されたのが最初である。昭和49（1974）年に独立した建物が竣工し、医学部RI研究センターとなった。一方、昭和62（1987）年、同キャンパスに省令施設岡山大学アイソトープ総合センターが設置され、平成5（1993）年に地上5階地下1階の新しい建物が竣工した。この建物は現在、鹿田施設として使われているものである。前述した医学部RI研究センターは平成10（1998）年にアイソトープ総合センターに統合、廃止された。平成15（2003）年、学内共同利用施設の統合が行われ、アイソトープ総合センターは自然生命科学研究支援センター光・放射線情報解析部門鹿田施設として運用されることとなった。平成25（2013）年に建物改修工事を行い、おかやまメディカルイノベーションセンター（OMIC）分子イメージング部門を地下1階に置き、動物実験設備を含む各種PET創薬設備の導入・運用が始まった。平成29（2017）年には中性子医療研究センターが鹿田施設建物内に設置され、現在に至る。現在のスタッフは施設長（教授）1、

放射線取扱主任者（准教授）1，技術職員 3，事務補佐員 1 で，施設の管理運営並びに放射線教育を行っている。

（2）鹿田施設の動物実験室

鹿田施設は地上 5 階地下 1 階の建物で，管理区域は 1 階の一部と 2 階全域を除くすべての階で設定されている（図 1）。

管理区域の作業室のうち，動物実験委員会に承認を得た作業室のみで動物実験が可能である（表 1）。また，同様に遺伝子組換え動物の使用も必要な承認を得ている。施設内の室には，飼育室という名称が付けられているものもあるが（表 1），鹿田施設内では飼育をすることはできず，あくまでも実験としての飼養のみが許可されている。動物実験に関する各作業室の構造は前から奥に，前室→実験室→飼育室となっており，動物の逃走を防ぐようになっている。



図 1 鹿田施設建物前景

表 1 鹿田施設の動物実験室と整備設備等

動物実験室名	許可レベル	主要設備	階
小動物用 CT 室	P2A	小動物用 CT	5F
動物乾燥室		動物乾燥装置 フリーザー（動物個体・汚染物用）	
動物実験室 1	A	局所排気装置	
動物実験室 2	A	局所排気装置	
動物実験室 3	A	局所排気装置	
動物飼育室 1	A	小動物用ゲージラック	
動物飼育室 2	A	小動物用ゲージラック	
SPECT 室	P2A	小動物用 SPECT	3F
細胞病理実験室	P2A	IVIS	
小中動物用 PET カメラ室	P2A	中動物用 PET/CT 小動物用 PET	BF
サル乾燥室	A	動物乾燥装置	
サル一時飼育室	P2A	小動物用ゲージ 中動物用ゲージ	

注：P2A は遺伝子組換え動物実験（P2）が許可されている室，A は動物実験が許可されている室。



図 2 サル用ゲージ（左），サル一時飼育室（右）

また，各室はねずみ返しも設置可能である。サル用実験室は扉が鉄格子の形状で，逃走を防ぐ（図 2）。

承認申請書における各動物実験室に関する記載は特別なことはなく，使用核種の種類と物理的状態等，化学形等，使用数量（年間，3 月，1 日最大），使用の目的，使用の方法等である。使用の目的には，実験の内容と，糞尿は回収することを記載している。動物実験室の扉には，動物実験規則に基づき，所定の掲示を行っている。各作業室の使用核種については多岐にわたるため，ここでは説明を省略する。

（3）動物実験設備

鹿田施設の動物実験用設備のうち，主なものについて説明する（表 1）。

■中動物用 PET/CT システム：Eminence STARGATE（島津製作所）。中動物用 PET/CT として臨床用の PET/CT システムを導入している。ウサギやサル等の中型動物の撮像が可能。PET と CT を連動して撮像でき，PET で得られる機能情報と CT で得られる形態情報を重ね合わせることによる病変部位の正確な特定ができる（図 3 上）。同じ室に小動物用 PET も設置されている。

■発光・蛍光 *in vivo* イメージングシステム：IVIS Spectrum（Zenogen）。化学発光や近赤外蛍光を用いた小動物レベルでの非侵襲的な光イメージングを可能とする機器。感染症や腫瘍等，種々の疾患のプロセス及び治療処置に対する反応を容易に可視化する。近年，創薬研究で頻用される設備であり，非 RI 実験でも利用が多い（図 3 下左）。

■小動物用 SPECT/CT システム：FX3000（Gamma Medica-Ideas）。SPECT と CT が組み合わせられ，SPECT

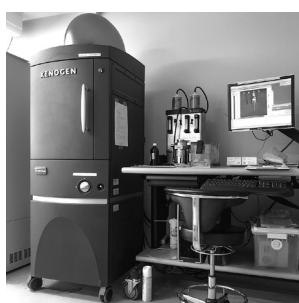
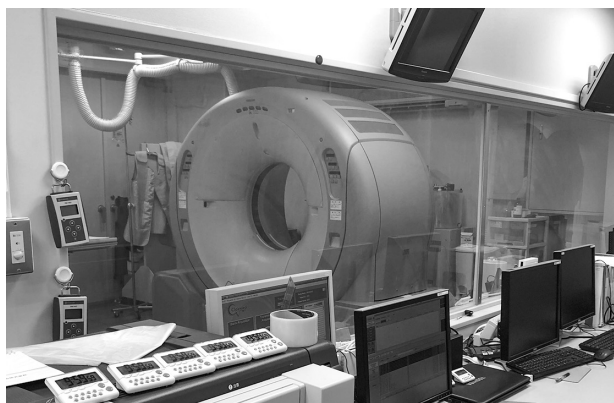


図3 動物実験用設備

中動物用 PET/CT システム (上), 発光・蛍光 *in vivo* イメージングシステム (下左), 小動物用 SPECT/CT システム (下右)

撮像と CT の撮像をスムーズに行うことができる。エネルギー分解能の高い CZT を用いることで異なる核種を同時に使用する多核種同時収集が可能 (図3 下右)。

(4) 動物実験の手続き

鹿田施設を利用する場合、研究グループごとに施設利用申込書にて利用申請するが、利用に動物実験が含まれている場合は、動物実験計画書と許可証を添えて申請する。許可証の交付には時間がかかるので、承認プロセスで許可番号が得られた時点で、申請を可能としている。その際、許可された動物実験実施者番号も同時に通知いただく。地下1階に設置される OMIC 所有の分子イメージング設備については、別途 OMIC に設備ごとの利用申請を行い、その利用計画書と許可証の添付も必要である。

鹿田施設で使用が可能な動物は、マウス、ラット、ウサギ、サル、ブタである。動物実験の利用料金は、動物種ごとに個体単価を設定している。また、各設備の利用料金も設定されている。OMIC 設備利用の場合は別途追加料金が必要である。

(5) 管理区域内での動物の取扱

動物搬入は、原則1週間前に管理室にその旨を伝え、当日搬入時に動物搬入管理簿に①動物種、②匹数、③保管期間、④使用核種、⑤搬入先・使用の場所を記載する (図4)。

管理区域内での動物の管理は利用者が責任を持って行い、管理側が飼養を補助することは行っていない (図5)。

一旦管理区域に搬入した個体は原則として管理区域外に搬出することを認めていない。鹿田施設では非放射線実験で IVIS を利用するケースが多くあるが、搬入した個体にラジオアイソトープを投与したか否かについては判別が困難なため、そのような措置をとっている。利用者は実験終了後、動物個体を個体保存用フリーザーに入れる。施設スタッフはフリーザーに個体がある程度溜まった時点で乾燥処理を行い、日本アイソトープ協会の廃棄物分別にしたがって廃棄する。糞を含む床敷も別途回収し、施設スタッフが乾燥処理を行った後、分別廃棄する。



図4 動物搬入手続き



図5 動物実験中の例

5. 鹿田施設における動物実験の実績と今後の課題

鹿田施設の直近3年間の動物搬入実績は、全数の9割をマウスが占め、残り1割をラット、ウサギ、サル、ブタが占める（表2）。サルにはカニクイザルやマーモセット等複数種が含まれる。3年間の傾向として、マウス搬入実績が減少しているが、これは平成30（2018）年度まで行われていた学内プロジェクトによる大規模マウス実験が終了したことによる。その減少分を考慮すると、年ごとにばらつきはあるが、いずれの生物種も毎年ほぼ一定の数が搬入されている。中型動物については、学内他施設での使用ができないため、鹿田キャンパス以外の部局からの利用も多く、この傾向は将来的にも変化がないものと考えられる。

鹿田施設は中型動物実験が可能な学内でほぼ唯一の放射線施設であり、動物実験設備についてもPET/CTやIVIS等、高度な分析機器を整備し、小型動物実験においても環境が最もよい施設である。よって、鹿田施設は岡山大学における放射線動物実験の中核として今後も機能していくと考えられる。

課題としては、これら動物実験設備の今後の更新があげられる。これらの設備の多くが平成25（2013）年のOMIC運用開始時に導入されたものであり、更にこれらの設備の進化が日進月歩であることを考え合わせると、その速やかな更新が課題である。一部設備に関しては不具合が出始めていることもある。対応としては、学内利用を増やすだけでなく、学外利用を開始することで施設運営の自立を図ると共に、そのプレゼンスを強化し、設備更新等の必要性を理解してもらう必要がある。

2つ目の課題は、設備のオペレートに関する問題

表2 鹿田施設の動物搬入実績

年度	マウス	ラット	ウサギ	サル	ブタ
2018	784	8	15	10	11
2019	551	24	4	21	6
2020	442	26	10	4	2

である。現在、技術職員の研修を行うことにより、各設備の管理や整備だけでなく、利用指導を行うことができる体制を整えつつある。しかし、施設内には大小100余の設備があり、これらすべての利用指導や受託試験を行うまでには至っていない。特に動物実験に関連する機器・設備は、高度な知識や技術を要求するものが多い。設備の管理運営を直接担当3名の技術職員のうち正規職員は1名のみであり、技術の伝達については大きな課題となっている。

3つ目の課題は、使用核種についてである。鹿田施設は学内トップの使用核種を誇る中核的放射線施設であるが、その種類と量は既に限界に達している。創薬研究で新たな核種利用の要望が近年続いており、新しい核種の許可を得るために、使用が少なくなった核種を減らす作業で対応しているのが実情である。

6. 謝辞

動物実験をはじめ施設運営に尽力いただいている花房直志准教授、永松知洋氏、今田結氏、磯辺みどり氏の各技術職員、寺田輝子事務補佐員に感謝する。

参考資料

- 1) 岡山大学自然生命科学研究支援センター光・放射線情報解析部門鹿田施設ホームページ <http://hikari2.med.okayama-u.ac.jp/>
- 2) 岡山大学動物実験委員会ホームページ <http://www.cc.okayama-u.ac.jp/~animal/committee.html>
- 3) 岡山大学自然生命科学研究支援センターゲノム・プロテオーム解析部門ホームページ http://www.okayama-u.ac.jp/user/grcweb/dgpweb/GRC_home-J.html
- 4) 岡山大学大学院医歯薬学総合研究科産学官連携センター（おかやまメディカルイノベーションセンター）ホームページ <http://www.crc.okayama-u.ac.jp/center/index.html>

（岡山大学自然生命科学研究支援センター）