

研究室・施設便り

山梨大学総合分析実験センター・資源開発分野

兼平雅彦

はじめに

「研究室・施設便り」として、今回は山梨大学総合分析実験センター・資源開発分野が担当させていただくこととなりました。本分野は、山梨大学全体の共同動物実験施設としての役割を担い、

- ①各種実験動物の維持・管理
- ②動物実験の倫理や実験手技に関する教育
- ③各種実験用機器（X線照射装置、バイオイメージング装置等）の維持・管理
- ④人工授精、凍結胚・凍結配偶子の保存
- ⑤マウス個体のSPF化

といった業務を行っています。

本稿では、前半では本学の動物実験施設の沿革と概要について紹介し、後半では、3年連続で行われ、昨年度末に無事竣工した本施設の改修工事について概説したいと思います。

動物実験施設の沿革

山梨大学は、平成14年10月に山梨大学と山梨医科大学が合併し、新たな山梨大学としてスタートを切りました。山梨大学は、甲府駅から北に約2 kmの、教育学部、工学部、生命環境学部の3学部を擁する甲府キャンパスと、甲府駅から南西に7 kmほど離れた中央市にある医学部キャンパスから構成され、動物実験施設は、医学部キャンパスに存在します。南には富士山、西には甲斐駒ヶ岳を初めとした南アルプス、北西には八ヶ岳を望む風光明媚な土地です。ちなみに、中央市は卓球の平野美宇選手の出生地として知られています。また、現在も山梨大学病院行きのバスは「山梨医大病院」と表記され、医学部の近くにある銀行の支店名は「医大前支店」となっています。寄生虫学を習った方々は、かつては日本住血吸虫の流行地の一つとして、悲しい過去があった地域としてご存知かも知れません。

動物実験施設は、山梨医科大学時代の昭和57年に第Ⅰ期施設が竣工し、次いで昭和61年に第Ⅱ期施設が、さらに平成元年に第Ⅲ期施設が竣工し、現在の3

棟連続の動物実験施設の原形となりました。平成4年に初代の施設主任として手塚英夫先生が着任し、平成28年に神沼 修先生（現 広島大学原爆放射線医科学研究所）へと引き継がれました。令和元年に3代目の施設主任として筆者が着任し、現在に至ります。奇しくも筆者が山梨大学へ赴任したのは、第Ⅰ期施設竣工から40年近くが経過し、「そろそろ改修工事か？」という機運が高まりつつある時期でした（まさか自分がその陣頭指揮を執ることになるうとは…）。

動物実験施設の概要

山梨大学総合分析実験センターは、山梨医科大学に存在した「附属実験実習機器センター」と「附属動物実験施設」が、平成14年の山梨大学との合併に伴い、統合して誕生した組織です。下記の3つの分野から構成されます。

- ①機能解析分野：学内の各種共通機器（セルソーター、フローサイトメトリー、蛍光顕微鏡など）や共通実験室の維持・管理、医学部標本館の維持・管理、病理標本作成等の業務を行っています。
- ②放射線分野：RI施設の役割を担っています。
- ③資源開発分野：動物実験施設としての役割を担っています。

1. 人員

筆者が所属している資源開発分野は、3名の教員（施設主任〔准教授（筆者）〕1名、講師1名、助教1名）、技術専門職員1名、技術職員1名、技術補佐員1名、事務補佐員1名、技能補佐員6名から構成されており、日々、施設内の清掃・消毒、動物の維持・管理、施設整備、動物の発注業務等の業務にあたっています。現在、技能補佐員を募集しておりますが、なかなか応募者が集まらず、少ない人数でぎりぎり持ち堪えているというのが現状です。他大学の動物実験施設の方々ともお話しする機会がありますが、皆さん異口同音

に「うちもそうだよ!」とのこと。武田信玄公の「人は城、人は石垣、人は堀」という有名な言葉の通り、動物施設の運営にはマンパワーが必要だと痛感している次第です。

2. 飼育動物

動物実験施設では、2024年9月現在、マウスを約6,500匹、ラットを約40匹、ウサギを約30羽、ネコを4頭飼育しています。状況に応じて、ウシガエルなどの水棲生物やニワトリの飼育にも対応しています。飼育動物の大半はマウスですが、通常の飼育室に加え、免疫不全マウスの飼育に特化した高潔度の飼育室や、BSL2の動物実験に対応した感染実験飼育室もあり、多くの利用者に活用いただいています。また、他の研究機関から導入した動物の検疫室も保有しています。

3. 飼育環境

マウス飼育室への空気の供給は、動物飼育室系統とクリーン飼育室系統の2種類があります。動物飼育室系統では、外からの空気はプレフィルター付きの屋上全熱交換器を通過し、一旦機械室へと運ばれます。その後、プレフィルターと中性能フィルターを通過して、空調機から各飼育室へ給気ダクトを介して供給されます。供給された空気は、飼育ラック内、もしくは飼育ラックに外付けのプロワーユニットに設置されたプレフィルターとHEPAフィルターを通して、クリーンな状態でマウスへと供給されます。排気の際は、排気ダクトからプレフィルター付きの屋上全熱交換器を通過し、排気ファンを介して強制的に排気されます。このことにより、周囲への臭気の拡散は最小限に留まっています。一方で、クリーン飼育室系統は、外からの空気が屋上全熱交換器と空調機を介して各飼育室へ運ばれるのは同じですが、天井にHEPAフィルターが設置されており、極めて清浄な空気が給気ダクトを介して室内全体へ供給されます。排気の際は、飼育装置内から排気ダクトを介してプレフィルター付きの屋上全熱交換器から排気ファンを介して強制的に排気されます。また、マウス用の飲料水は、限外濾過膜を通過し、イオンや不純物を除去したクリーンな水が自動給水装置により供給されます。利用講座によっては、塩素塩酸添加水を希望する場合もあり、給水ビンと先管も提供しています。クリーンな空気と水のおかげか、幸いにもこれまでに大きな感染事故は発生していません。

4. 実験室

施設内には、イヌなどの外科手術を行う大動物用手術室と、マウス・ラット・ウサギ用の小動物用手術室があります。手術室には麻酔器、電気メス、手術台、无影灯が設置されており、大動物用手術室にはX線透視装置も整備されています(写真1)。また、骨髄移植実験等に用いるX線照射装置(写真2)や、小動物のバイオイメージングとX線撮影が可能な装置などが設置されています。

こういった業務以外にも、ゲノム編集技術を用いた遺伝子改変動物の作製を請け負っています。また、加齢により繁殖が困難になった個体からの系統維持や、体細胞クローンの作製といった各種支援業務も行っています。興味のある方はご相談ください。また、こちらのURLもご参照ください(<https://www.med.yamanashi.ac.jp/~cmr/LASS/support.php>)。

5. その他

一方で、山梨ならではの問題も発生します。動物実験施設がある中央市は、甲府盆地に位置し、昼夜の寒暖差が大きいのが特徴です。この寒暖差が飼育環境に影響を及ぼさないよう、徹底した温湿度管理が要求されます。また、夏は非常に暑くなり、気温が35度を超える日もあります。特に夏は、日中の太陽からの



写真1 大動物用の手術室

熱を建物が吸収し、夕方以降も温度が下がらないという状態が続きます。そのため、夏の暑さは、冷房のみでは対応しきれず、学内のエネルギーセンターから供給される冷水を循環させることで乗り切っています。また、3月でも気温が上昇し、夏日に近くなる日もあるため、これまで夏季のみ供給されていた冷水を冬季(早春)にも供給してもらい、適切な温度・湿度管理を行っています。

改修工事について

本学の動物実験施設は、先程記載した通り、建設された順に、第Ⅰ期、第Ⅱ期、第Ⅲ期と3棟が連続した構造になっています(写真3)。それぞれの延べ床面

積は990 m²、890 m²、1,100 m²となっており、最も大きい第Ⅲ期には、施設全体の約半数のマウスが飼育されています。

改修工事は、令和3年度の第Ⅰ期の改修に始まり、翌年度には第Ⅱ期、さらに翌々年度には第Ⅲ期と、息つく暇もなく行われました。そして昨年度末、大きな事故やトラブルもなく、無事竣工しました。改修工事を行うにあたり、その棟に飼育している動物を一定期間他の飼育室へ退避させる必要がありました。また、飼育用ラックや各種の器具・機材は、いずれも特注品で代替の効かないものが多いため、専門の業者が細心の注意を払って分解・搬出し、かつ清浄度の高い状態で保管する必要がありました。そのため、実験動物用器具・機材の解体、搬出・搬入に実績のある業者の選定や、保管場所の確保といった問題もあり、課題は山積でした。また、「新築工事」ではなく「改修工事」であったことから、構造的な制限もありました。私たちの希望は、「いかに限られたスペースで利用者の希望に応えられるか」という点と「改修工事後は施設内の清浄度を現在以上に維持できるか」という点の2つに集約されました。スペックが改修工事前と変わらなければ、改修工事の意味がないと考えるのは当然です。そのため、限られたコストで手洗い場、エアシャワー、UVパスボックスの設置などを検討し、利用者の動線についても、入館者と退館者のクロスコンタミネーションを極力避ける等、職員一同で知恵を絞りました。私を含めた施設職員は、改修工事には設計の段階から関わりましたが、動物施設側が掲げる要望(理想)と、大学事務側の現実(コスト)がぶつかり合い、ときに議論が白熱することもあり



写真2 小動物用X線照射装置



写真3-1 写真奥から順に第Ⅰ期、第Ⅱ期施設



写真3-2 第Ⅲ期施設
3棟が繋がった構造になっています。

ました。私たちの要望が受け入れられずに悩んだときには、常に「利用者ファースト」という原点に帰り、新たなアイデアを模索しました。

改修工事を行う数か月前には、利用講座を対象とした説明会を開催し、改修工事のスケジュール、利用できなくなる飼育室や設備、飼育動物の一時移動等について説明し、事情を理解していただきました。「改修工事では振動や臭気は発生するのか?」「飼育匹数を削減する必要があるのか?」「感染実験飼育室が工区に当たる場合、よそで感染実験は行えるのか?」等々、厳しい指摘もありました。その際は、「改修工事により、これまで以上に清浄度や飼育環境が改善します」「高くジャンプする(新たな施設として昇華する)ためには、いったんしゃがんで力を蓄える(一定期間実験のペースを落とす)ことも必要なのではないでしょうか?」等々、根気強く説明を行いました。

改修工事に伴う別の苦労話も披露したいと思います。(個人の感想として)最も苦労したのは、第Ⅱ期の改修工事です。第Ⅰ期とⅢ期を繋ぐエリアだったため、改修工事中は両棟が分断される形となりました(第Ⅱ期には外からアクセスできないため、工事業者さんは窓から出入りしていました)。そのため、職員を第Ⅰ期担当と第Ⅲ期担当の2班体制としました。特に、第Ⅰ期で発生した使用済みケージは、覆布をかけて台車に積み、医学部内を迂回して、ケージワッシャーが設置されている第Ⅲ期へ搬入するという方法をとりました。逆に、第Ⅲ期で洗浄・消毒が済んだケージは、業務用の大型ラップで密閉し、再度台車に積み込んで第Ⅰ期内へ戻していました。第Ⅱ期の改修工事が終了し、間仕切りが撤去されたときは、さながら「黒部の太陽」のラストのように、第Ⅰ期担当の職員と第Ⅲ期担当の職員が手を取り合って再会(?)を喜びました。

一方で、第Ⅲ期の改修工事では、施設全体の洗浄業務の「要」ともいえる大型自動ケージワッシャーが使用できなくなるという事態に陥りました。ケージの洗浄をどうするか頭を悩ませ、まずはディスプレイのケージの利用というアイデアのもと、各講座に必要なケージ数に関するアンケートを実施しました。業者に見積もりを依頼したところ、とんでもない金額が算出され、一同愕然としました。そこで急遽、すでに改修工事が終了した第Ⅰ期へのケージワッシャーの設置を試み、ギリギリのところ学内予算の申請書を作成し、申請を行いました。必死のアピールが伝わったのか、大学側の配慮により、無事に学

内予算が配分され、ロータリー型の自動ケージワッシャーは設置されることとなりました(写真4)。まさに「紙一重の勝利」と職員一同、胸をなでおろしました(笑)。上記以外にも、数え上げればきりがないほどのトラブルに見舞われましたが、改修工事が終わった動物実験施設の真新しい白い外壁を眺めるたびに、「すべてがいい思い出だな・・・」と胸が熱くなります(私だけ?)。

苦労話だけでは後味も悪いかと思しますので、改修工事に伴う明るい話題も提供したいと思います。改修工事に伴い、これまで稼働を停止していたイヌ用飼育エリアとヤギ・ヒツジ飼育エリアの再整備も行い、大型動物を利用したいという要望にも応えられる施設となりました。また、入口に手洗い場を設け、外から持ち込む物品はUVパスボックスを通して搬入してもらい、利用者はエアシャワーを通過してから動物飼育エリアへ入場する動線にしました(写真5)。それが功を奏してか、2回連続で微生物モニタリングでの感染事故ゼロを達成しました。利用者の理解と協力が、施設職員の衛生意識としっかりかみ合うことで達成した成果であると実感しました。

また、改修工事に立ち会うことで、「玉掛け(クレーンなどに物を吊る作業)」や「ビシャモン(運搬用リフト)」といった、日常生活ではおそらく耳にするこ



写真4 ロータリーケージワッシャー
第Ⅲ期の改修工事中は大活躍でした(今も活躍中です)。

とのない単語にも触れました。また、資材や飼育用機材等の搬出・再搬入では、物流の職人さん、鳶職さん、大型重機のオペレーターさんなど、多くの方々に大変お世話になりました。「こういった方々が日本の物流や建築を支えているのだな」と再認識する機会となりました。

これからも、実験動物をクリーンかつ快適な環境で維持し、利用者の実験を最大限サポートすることで、優れた研究成果が山梨大学から世界へ発信されることに貢献したいと考えています。同時に、このことが、今回の改修工事に携わったすべての方々の恩に報いることに繋がると信じ、施設職員一同、日々の業務に励んでいます。

思いつくままにつらつらと筆を走らせ、何やら取り留めのない文章となってしまいましたことをお詫びいたします。拙稿をご覧になっている方の中には、これから改修工事を行う予定、もしくは現在工事中といった方もおられるかと思えます。そういった方々の士気高揚の一助となれば望外の喜びです。末筆ですが、本稿執筆の機会を与えて下さいました日本実験動物学会広報・情報公開検討委員の皆様、ならびに、執筆にあたり、助言・校閲をいただいた山梨大学総合分析実験センター・資源開発分野の諸職員へ、この場を借りて厚く御礼申し上げます。



写真5-1 入口の手洗い場



写真5-2 UVパスボックスとエアシャワー