

帰国後 2 週間以内に提出してください (厳守) A4 用紙 4 枚以内 下記項目は変更しないでください。

(海外・国内) インターンシップ報告書

2022 年 11 月 21 日提出

氏名	難波貴志
所属	北海道大学 大学院獣医学院 解剖学教室
学年	博士課程 4 年
活動先名	コロラド州立大学 アメリカ合衆国
期間 ① (出発日—帰札日) ② (インターンシップ 実施開始日—終了日)	① 2022 年 10 月 23 日-11 月 7 日 ② 2022 年 10 月 24 日-11 月 4 日

・活動目的

1. 動物解剖体の 3D 構築を体験し、新規の形態学的解析法やその表現法を修得する。
2. Translational medicine institute (TMI) を見学し、基礎—臨床研究連携を学ぶ。
3. 医学・獣医学研究者・教育者との人脈を構築する。

・インターンシップ先を選択した理由

私は本学の解剖学実習にティーチングアシスタント (TA) として携わり、積極的に解剖学技術の習熟に努めてきた。解剖学は発生・形態・機能・臨床応用を理解するために必須の初歩的知識だが、それらの動物種差や空間的認識の困難さは解剖学修得における課題となる。事実、TA として参加する解剖学実習では、解剖構造の理解に苦慮してきた。これに対して、コロラド州立大学(CSU)・解剖学教室では、VAA を用いた 3D 解剖学を実践している。Dr. Magee を筆頭に開発された 3D 解剖体モデルプログラム VAA は、解剖学的構造の多角的な観察を可能とし、動物体を用いずとも学生や教員の学習をサポートする。これは本学の解剖学実習にも導入されている一方、局所解剖学に関する VAA データは未だ不足している。そこで今回、本学解剖学実習において iPad Pro を用いて撮影した 3D データを基に、VAA にも利用されるデジタルスキルを学び、解剖体の 3D コンテンツの拡充に貢献したい。さらに近年、組織学的解析においても 3D 技術は発展しており、研究者としてデジタル技術に対する知見の深化は必須だと考え、本活動先を選択した。

また解剖学や組織学、発生学を含む”形態学”は、基礎分野だがその応用は多岐にわたる。コロラド州立大学が有する TMI では、基礎データの蓄積から臨床応用を目指した研究を実践しており、その研究過程や研究者たちの連携を体感し、今後、基礎研究を医療および獣医療へ発展させていくための糧にできるだろう。本活動をきっかけに海外の研究者とのコネクションを形成し、科学に対する新たな視点や知見、手法を得ることで、国際的な連携を駆使して自身の研究活動を展開していきたい。

・ 活動内容 ・ 成果

【解剖体の 3D 構築】

Virtual Animal Anatomy (VAA)は、3D 対応カメラを用いて撮影し、実体写真測量法やモデリング、オブジェクト編集等の工程を加えることで作製される。これまでに私は、iPad Pro が備える LiDAR scanner を活用し、本学の解剖学実習に供された動物体の 3D データを蓄積してきた。これはレーザー光を利用して離れた物体の距離を計測し、カメラで読み込んだ画像情報を基に、物体をデジタル上で立体的に再構築する技術であり、容易に解剖体の 3D 情報を収集できる。今回のインターン活動において、収集したデータの編集技術について、Dr. Linton, Dr. Martin, Dr. Andrew から指導していただいた。特に、スキャン時の欠落部位の穴埋めや余分な部分の除去等に加え、解剖体構造をより視覚的にするテクニックについて教わった (Fig. 1)。画像の欠損部や PC に一定のスペックが求められるため、より高度な編集方法については帰国後試行予定である。



Fig. 1 作製したヤギ頭蓋骨の 3D
(Word ファイルであれば動かせます)



Fig. 2 解剖体の 3DVR を体験

また、CSU では各動物種の解剖体や各臓器の 3D イメージを Virtual Reality (VR) としても観察可能であった (Fig. 2)。今回、医学部の解剖学実習室を見学する機会を得た。3D ゴーグル装着下で解剖体を観察でき、他者との視野共有、臓器・脈管神経系の抽出、MRI や CT 像の観察が直感的に可能だった。CSU の獣医解剖学教室では、解剖学学習において、2次元から3次元像の構築は難しいが、VVA は学生の学習サポートとして有用であるという教育効果についても研究していた。

今回の活動を通じて、新たな形態学的表現法を習得した。iPad を用いた 3D モデルの作製は容易であり、新鮮な解剖体にも適応できる。その応用は多岐に渡り、今後の継続的な解剖体 3D データの蓄積により、学生たちが解剖学的技術や知識を研鑽する有用なツールとなるだろう。

【獣医解剖学の授業への参加】

Dr. Falls が担当する解剖学の講義・実習に参加し、本学との違いを実感できた (以下、[] 内は本学のもの)。CSU では、1 学年あたりの学生数は 140 人ほどであり [約 40 人]、50 分の講義が行われる [90 分]。講義は教員からの一方向性ではなく、学生たちからの質問を多くはさむ形で実施されていた。講義内容の臓器を次回の実習で扱っており、実習では約 2 時間 [5 時間]、各グループで学習を進めていた [本学では全講義終了後から実習が始まり、動物種ごとに行われる]。また今回、私はウマやウシ、

アフリカスイギュウの頭部解剖に参加できた。実習室には、骨格標本やプラスチックネーション標本も多く、教員だけでなく学生も、実習に供された動物を用いて標本作成に従事するとのことだった。これに関しても、本インターン期間中、イヌの前肢骨格標本作製する機会を得た（除肉後の骨に穴をあけ、針金や接着剤を用いて各関節を再現: Fig. 3）。



Fig. 3 解剖体の3DVRを体験中

本学と比べて、学生に対する教員比が高く、また学生の積極性が高い印象を受けた。教員については、研究と教育のどちらか、あるいはその両方を担う等、働き方が多様であった。今回、未体験だったアフリカスイギュウの解剖や骨格標本作製によって、形態学的技術・知識を深化できた。

【複数施設の見学と研究者たちとの交流】

CSUのTMIは、動物およびヒトの疾患克服を目指し、疾患機序とその治療法の解明・確立を目的としている(Fig. 4)。マウス等の実験動物施設に加え、小動物や大動物用のMRIやCTを備えており、基礎から臨床までの研究が実践可能な施設である。特に、ヒツジとウマを扱うとのことだった。また、今回見学できなかったが、研究者と企業・起業家が交流するスペースを設けており、幅広い共同研究が実現できる環境であった。さらに今回、TMIで免疫学的治療について研究しているDr. Dowから、トランスレー



Fig. 4 訪問施設

TMI(左上)、ウマ農場(右上)、動物病院(左下)、医学部のVRルーム(右下)

ショナル研究や汎動物学的アプローチについて話を聞く機会を得た。汎動物学的な疾患研究を実践するにあたり、近年発達し続けているトランスクリプトーム解析が重要であるとのこと、その研究を紹介して頂いた。

また今回、動物病院や医学部の解剖学実習室、ウマの飼育施設、Animal Reproduction and Biotechnology Laboratory等も見学できた(Fig. 4)。最先端の施設を体験することも興味深かったが、これらの施設において研究者や教員、学生など多くの人々と交流できたことが大きな成果だった。

・今後のキャリアパスを考える上でどのようにプラスになったか

今回確立した、3Dデータの収集から閲覧可能な媒体とするまでのプロトコルは、獣医解剖学の発展に貢献できると考える。また、その応用は多岐の分野に渡るだろう。

申請者は博士課程修了後、製薬企業の研究職として大学院で培ってきた形態学的技術や知識を発揮したい。近年、研究職においてもデジタルスキルは必須のものとなっており、事実、肉眼解剖だけでなく組織学においても、連続切片を用いた三次元構造の構築・解析が可能となった。幅広い研究者たちが協働する製薬企業において、これら形態構造の3D表現は、難解な形態学を伝える優れた手法となり得る。今回の3D技術を足がかりとして、自らの研究手法に最新のデジタル技術を取り入れながら、研究活動に邁進していきたい。

また、CSUの研究機関では、その研究環境の見学や研究者たちとの交流を通じて、多様な技術・知見、他者とのつながりを新たに獲得できた。言語の違いを感じた一方で、意外にも交流を深めることができ、その壁を乗り越えたいと考えるきっかけとなった。今後も多くの研究者と関わり研究環境を経験することで、自らの研究命題とする“ヒト医療および獣医療への貢献”を成し遂げられる研究の場を定めたい。

・後輩へのアドバイス

海外インターンにおいて、滞在中のスケジュールリング、航空便や宿の予約等さまざまな事前準備が必要ですが、実際には予定外の機会に多く恵まれました。時に自らが現地で突然連絡を取る必要もありましたが、ホストの先生が多くの研究者や学生と引き合わせてくれたり、様々な施設を案内してくれたりしました。そのため、予定にこだわらず興味があることは積極的に尋ねたり、お願いしたりすると、思わぬ機会を得ることができると思います。一方で私は、往路の飛行機の欠航、復路の便の遅延、ポケットWifiが繋がらない、カードが使えないといったトラブルにも多く遭遇しました。不測の事態でもだいたいはどうにかなるので落ち着いて対処しましょう。

指導教員確認欄	指導教員所属・職・氏名 解剖学教室・教授・昆泰寛
---------	-----------------------------

- ※1 電子媒体を国際連携推進室・卓越大学院プログラム担当に提出して下さい。
- ※2 インターンシップ先の担当者が活動内容を証明した文書（署名入り）を提出して下さい。
- ※3 本報告書は卓越大学院プログラムキャリアパス支援委員会で内容を確認します。その後、教務委員会で単位認定を受けることとなります。

提出先：VETLOG