

3Dプリンタを用いたメダカの解剖模型教材の作製

大鹿研究室 山野 雄平

1. 本研究の背景と目的

現行の小学校学習指導要領解説理科編によると、第6学年「人の体のつくりと働き」の単元では人や他の動物の臓器の働き、体内における位置等を理解させることとされている。また、体内の観察においては標本や魚の解剖の活用が示されている¹⁾。

平田は実際に解剖学習を行う事で内臓器官の位置等の理解を促すことができると述べている²⁾。しかし、西川らは解剖には教員の解剖経験の不足、解剖実習を行う時間の不足といった問題があると指摘している³⁾。また、解剖学習に対する児童の抵抗感や嫌悪感の問題点もある。そのため生体の解剖に代わる教材が必要である。このような教材として、小池らは魚の内臓図を印刷したパズル教材を開発している⁴⁾。しかし、石松は解剖について学習する際に平面的な教材を用いると、立体的な模型教材を用いた場合と比べ、子どもにとってわかりづらくなると述べている⁵⁾。

そこで、本研究では臓器の位置、形等に対する実感を伴った理解を促すことができる、生体により近い立体的な模型教材を作製することを目的とした。

2. 教材の作製

(1) 模型のモデルとする生物の選択

模型教材のモデルとする生物は、渡邊が解剖を行う上で比較的抵抗感が少ないと述べている魚類⁶⁾のうち、小学校の理科の教材として一般的で、子どもにとってなじみ深いメダカを選択した。

(2) 模型の作製手順

模型作製には、近年注目され、その用途も多岐にわたる3Dプリンタを用いることにした。また、3Dプリンタで模型を出力する際の元情報としては、メダカのパラフィンセクション標本のバーチャルスライド画像を使用した。バーチャルスライドとは、標本の高倍率、高解像度の画像を、コンピュータ上に取り込み、デジタルデータとして閲覧できるようにしたシステムのことである。以下に模型の作製手順を示す。

① 3Dデータの作成

まず、メダカのパラフィンセクション標本のバーチャルスライド画像を、パソコン上で整列させた。次に、それぞれの画像中に存在する臓器の断面を専用のソフトを用いて囲んだ(サーフェスレ

ンダリング法)。最後に各画像に厚みを付けることで、臓器を3Dデータとして再構築した(図1A)。

② 模型の出力

作成した3Dデータを模型として出力できるかソフトを用いてチェックした後、石膏とPLAをプリント素材として3Dプリンタを用いて模型を出力した。

③ 模型の複製

出力した模型のうち、そのままでは強度的に問題のあるものは、ウレタン樹脂により複製し、着色した。

④ 外枠の作製

この「臓器模型」をメダカ型の外枠にはめ込み、「解剖模型」を作製した(図1B)。

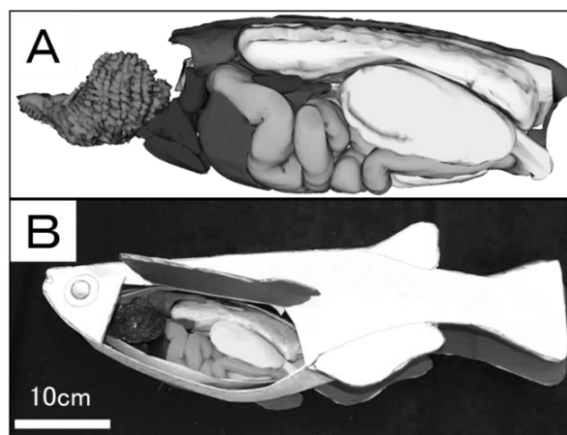


図1 3Dデータおよび作製した模型

A : 作成したメダカの内臓の3Dデータ

B : メダカの解剖模型

(3) 作製した模型教材

本研究では、①消化・吸収に関わる臓器としてえらと心臓、②呼吸・循環に関わる臓器として腸、肝臓、胆のう、③排出に関わる臓器として腎臓、④その他の臓器としてうきぶくろ、卵巣、脾臓を「臓器模型」として作製した。

「臓器模型」は、生体の情報を元として作製したため、非常にリアルな形状となっている。

心臓は、血液の流れを考えやすくするため心房、心室、動脈球の他に、心臓につながる静脈、動脈も再現した。腸は、咽頭歯から肛門までの消化管を模型にした。腎臓は、腎頭のみでは尿が膀胱に運ばれ排出される様子を想像しづらいと考えたため、輸尿管の途中までを模型として再現した。

模型の着色に関しては、実際の臓器の中には色が似通っているものも多くあり、実物に似せた配色はむしろ子どもの理解を妨げると考えたため、実物とは異なった、臓器の区別が明確となるような着色をした。これにより、体内における位置を色と結び付けて理解することが可能になると考えられる。

作製した外枠はメダカの解剖を意識しやすいようにメダカ型にした。また、この外枠には扉を二つ付けた。この扉を開けることで、実際にメダカを側面から解剖した時と同じように、中に臓器が詰まっている様子が観察でき、臓器の体内における位置を理解することができると考えられる。

この「解剖模型」は、それぞれの「臓器模型」を取り出してその形状を観察できる他、取り出した「臓器模型」を組み立て直し、外枠に収めるといった活動が可能であり、この活動を通して、臓器の体内における位置に対する理解を深められると考えられる。

3. 名古屋市科学館における実践

(1) 概要

解剖模型教材は、臓器の位置、形に対する理解を促すか、解剖模型教材を用いた実践を通して魚の体のしくみについて興味を抱かせることができるか等を検討するため、名古屋市科学館「生命ラボ」において、来館者を対象に実践を行った。

(2) 補助教材

実践に際しては、臓器の働きに対する理解を促すために補助教材として、視覚教材（パワーポイント）を作成し用いた。

(3) 実践の様子

実践中、参加者は解剖模型の扉を開けて、中に臓器がぎっしりと隙間なく詰まっている様子を見て驚いていた。腸の臓器模型を取出し観察する際には、食べ物がどのように腸の中を通過していくのか、模型上を辿っている参加者も見られた。

臓器模型を組み立てさせる活動を行った際は、最終的には多くの参加者が模型を正しく組み立てることができ、模型を組み立てていくと各臓器が隙間なく収まることに、感動している参加者も見受けられた。

(4) 本実践のアンケート結果

「模型教材を通したメダカの臓器の位置、形等についての理解度」に関する項目では、解剖模型教材を使用することにより、メダカの臓器の形や位置について、参加者の83%が理解できたと回答した。このことから、多くの人がメダカの臓器の位置や形について理解できたとはいえる。

「実践プログラムを通したメダカの体のしくみについての興味の度合い」について調査したと

ころ、72%の人が、模型教材などを通して、メダカの体に仕組みについて興味をもったと回答した。

また、今後このような模型を使った解剖を行ってみたいかどうか尋ねたところ、77%の参加者が行いたいと回答した。さらに、行いたいと答えた参加者に、次に行うとしたらどのような動物で行いたいか尋ねた。行いたいと回答した参加者の約6割は、解剖模型実習の教材として哺乳類を扱ってみたいと考えていることが分かった。

解剖模型に対する自由記述によると、肯定的な意見としては「模型が手のひらサイズで大きかったから」あるいは「色分けされていたから」分かりやすかったという記述がみられた。模型の大きさや色分けが、参加者の理解を助けたと分かった。また、面白かったという回答も多くみられた。さらに「理解できた」という記述もあり、中でも臓器の場所について理解できたという回答が目立った。一方、否定的な意見としては、「組み立てが難しい」、「気持ち悪い」等の意見もみられ、一部の参加者は嫌悪感を抱いていると分かった。

4. まとめ

実践の様子とアンケートの結果より、解剖模型教材は、臓器の位置、形等に対する理解を促し、解剖模型教材を用いた実践を通して体の仕組みに対する興味を抱かせることができると分かった。また、各臓器の模型は、参加者が手に取って観察し、組み立てる活動を通して破損することはなく、教材として使用するにあたって十分な強度をもっていることが分かった。したがって、解剖模型教材は繰り返し使用が可能であるといえる。これらのことから、解剖模型教材は、生体の解剖に代わり、臓器の位置、形等を教える教材として有効であるといえる。

本研究の課題として、小学校第6学年「人の体のつくりと働き」の単元の学習における教材としての有効性を検討する必要がある。また、解剖模型を用いた実習を「また行いたい」と回答した人の多くは、哺乳類について行いたいということが分かり、哺乳類の解剖模型教材もしくは、人体模型と比較する授業を行う必要があると考えられる。

[引用・参考文献]

- 1) 文部科学省「小学校学習指導要領解説理科編」, 大日本図書, 2008.
- 2) 平田幸憲, 「第6学年『主な臓器の位置と働き』の指導について—解剖から食育を含んだ指導について—」, 『理科の教育』, vol. 58, No. 682, 2009, pp. 26-28.
- 3) 西川浩輔・鶴岡義彦「小・中学校理科授業における動物解剖の現状」, 『生物教育』, Vol. 47 (4), 2007, pp. 146-156.
- 4) 小池守・高津戸秀, 「ジグソーパズルを利用した魚の解剖学習に関する実践的研究」, 『日本教科教育学会誌』, 第34巻, 第4号, 2012, pp. 1-8.
- 5) 石松亜沙美, 「魚の解剖に関する教材研究と授業実践—碧南海浜水族館における連携授業を通して—」, 愛知教育大学学士論文, 2013
- 6) 渡邊重義, 「小学校理科におけるブタの内臓の観察—教育実習生の授業実践に関する事例研究—」, 『生物教育』, vol. 47, No. 4, 2007, pp. 181-188.