

# 魚類の立体解剖模型の開発と教材化

中川瑛美\*†・浅田将希\*・後藤太一郎\*\*

Development of the 3D anatomical models of fish for teaching internal structure of vertebrates

Eimi Nakagawa \* †, Shohki Asada \*, and Taichiro Goto\*\*

## 要 旨

脊椎動物の体のつくりを学習する上で、魚類は基本的な構造を理解しやすい。しかし、小中学校で魚類を扱うことは少なく、ヒトについてイラストや模型を用いることが一般的である。本研究では、魚類を用いて脊椎動物の基本構造を学習するための立体解剖模型を考案し、小中学校で活用することで、その有用性について検討した。立体解剖模型としては2つのタイプを考案した。一つはフェルト生地を用いたもので、構造により色分けすることでわかりやすく、耐久性はあるが、縫製するための製作時間を要した。もう一つは、公開されているペーパークラフトの魚類モデルを参考にして、クリアホルダーやストローなどプラスチック素材を用いたものであり、製作は容易で安価にできた。立体模型を小中学校の動物の体の授業で用いたところ、生徒は興味をもって模型を扱い、動物の体のつくりについて理解を深めることができた。特に、実物を苦手とする生徒に受け入れられた。考案した魚類立体解剖模型は、教育的価値のあるものと考えられる。

キーワード：魚類、解剖、立体模型、生物教材

## 1. はじめに

小中学校理科における生命の分野における「人や動物の体のつくりと働き」の学習では、人や他の脊椎動物の構造を理解することが基本となる。小学校では、6年における「人の体のつくりと働き」で人体を中心に扱うが、教科書ではヒト以外に魚類や哺乳類の動物の解剖イラストが掲載され、脊椎動物の体の基本構造を学ぶ。魚類は中でも理解しやすいため、観察・実験の指導例としては魚の解剖が一般的であった。しかし、近年は魚の解剖実習は減少している<sup>1), 2)</sup>。

平成20年小学校学習指導要領解説理科編では、体内の観察として魚の解剖や標本などの活用が記載されているものの、「指導にあたっては、人や動物の体のつくりや働きについての児童の理解の充実を図るために、映像や模型などを活用しながら推論することが考えられる」と記述されている<sup>3)</sup>。このことは、解剖実習の減少にもつながった一因であり、さらに平成29年度に改訂された新小学校学習指導要領では「魚の解剖や標本

などの活用」という事例の記述がなくなったことから<sup>4)</sup>、小学校における魚の解剖実習は激減すると予想される。

中学校では、平成20年中学校学習指導要領解説理科編の「動物の体のつくりと働き」の観察・実験の事例とし無脊椎動物の学習としてイカがあげられており、魚の解剖に関するものはない<sup>5)</sup>。しかし、平成29年度に改訂された新学習指導要領では、指導例として「魚の煮干し」を用いた解剖学習があげられている<sup>6)</sup>。このような状況を考えると、魚類についても動物の体のつくりに関する実験・観察の教材開発として、代替法は必要となっている。

立体解剖模型は古くから用いられており、人体解剖模型は教材として導入できる安価なものもある。しかし、魚類については極めて高価であり、入手したとしても演示だけに留まり、児童・生徒が自由に手にすることは難しい。比較的安価なものとして、青島文化教材社<sup>1)</sup>で販売されている「4D Vision 動物解剖」のシリーズには軟骨魚であるサメの立体解剖模型があるが、硬骨魚の模型はない。

\* 三重大学教育学研究科 † 現 熊野市立有馬小学校

\*\* 三重大学教育学部

<sup>1)</sup> 青島文化教材社 (<http://www.aoshima-bk.co.jp/>)

このような「魚の煮干し」や「魚の立体解剖模型」は体内器官の部位と形がわかるだけに留まる。代替法には、体内構造の基本を学ぶことのできる模型の開発が重要であると考え、私たちは、消化管の学習を主体とした2種類の立体解剖模型を考案した。そして、これを小中学校の授業で活用するとともに、一般向けのイベントで紹介し、開発した解剖モデルの有効性について検討した。

## 2. 布製解剖模型の開発

### 立体模型の作成

魚類の解剖模型をつくるにあたり、魚種としてニジマスを選定した。ニジマスは入手が容易であり、腹腔部が広いために内臓を見やすく、鱗が小さくて骨が比較的柔らかいことから、解剖に適している<sup>7)</sup>。私たちは2006年から新鮮なニジマスを用いた「解剖と調理」の実習を三重県津市立I中学校で毎年実施している<sup>8)</sup>、<sup>9)</sup>。また、キャンプ場における「ニジマスのつかみ取り」の際にも解剖実習をしてきた<sup>10)</sup>。ニジマスの解剖で観察するポイントとして、心臓の位置と、消化器官の特徴だけに絞るため、ニジマスをハサミで開腹した後に、心臓の位置を確認してから(図1A)、鰓と内臓を摘出する(図1B)。その後、消化管を引き伸ばすことで、口から肛門までが1本の管になっていること、鰓や鰾(うきぶくろ)は消化管の一部から生じていること、胃の後方に、幽門垂、肝臓、胆嚢、脾臓が位置することを観察することができる(図1C)。

この実習の中で、概要を説明する際に解剖模型の必要を感じてきた。

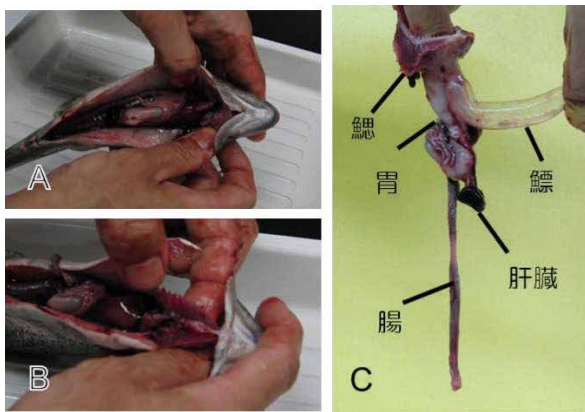


図1 A ニジマスを開腹して内臓を観察。 B 鰓と内臓を一緒に摘出する。 C 摘出した内臓の内腸を引っ張ることで、口から肛門まで1本の管になっていることがわかる。

最初に考案したのは演示用を主な目的としたもので、素材としてフェルト生地を用いた。模型は大きく分け

ると、本体と消化器官からなり、全長は40cmとした(図2A)。解剖手順を説明するために、本体の鰓付近から肛門まで腹開きをして内臓が現れるように、腹側にチャックを取り付けた。内臓は、消化器官は一本の管が基本であり、その一部から鰓や鰾が生じていること、胃の後方は幽門垂と腸に至ること、そして、胃の後方には消化系付属器の肝臓と胆嚢があることがわかるように配置した。また、循環器系として、鰓の下方に心臓と、胃の後方に脾臓を取り付けた(図2B,C)。

体の各部によって、フェルト生地の色を変えた。ここでは、灰色(外形)、赤色(鰓、心臓)、暗赤色(肝臓、腎臓、脾臓)、緑色(胆のう)、肌色(鰓耙、消化管)、桃色(筋肉、鰓周り、上顎)を用いた。材料としてはフェルト生地の他に、鰾としてポリスポイト(1ml)を用いた。

縫い方は手縫い用の白と黒の糸を使い、ブランケットステッチで縫った。体には適宜綿を詰めながら縫い合わせた。眼球はぬいぐるみ用の眼球を用い、布用ボンドで取り付けた。消化管は筒状に縫い合わせ、他の付属器官は綿を詰めながら袋状に縫い合わせた。鰓は4枚あるため、鰓弓となる部分で縫い合わせたものを2つ製作し、咽頭部を挟むように縫い合わせた。各内臓パーツを消化管に縫い付け、肌色のフェルトを適当に切り胃の後方に縫い付け幽門垂を作った。背側の模様着色は、アルコール系油性ペンと布用絵の具を用いた。完成した模型は図2のようである。

消化管は、胃の後方部で曲がるようにしてあり、体内では肝臓が前方に位置していることがわかるようにしてある(図2B,C)。胃の後方部と食道付近にあたる布の中にマグネットを入れておくことで、消化管を曲げた状態で保持することができるようにした。

### 授業での活用

2016年10月31日、11月1日と4日の3日間、これまでにニジマスの「解剖と調理」の実習を行っている津市立I中学校2年生6クラスで、解剖の前に立体模型を用いた。魚類の体のつくりと解剖手順の確認を教師が演示するとともに、各班(4名)に1体の模型を配布して生徒たちも模型を扱った。

解剖学習を楽しみにしていた生徒は、模型に興味をもって扱っており、「リアル」や「かわいい」といった声が聞かれた。また、解剖実習を嫌がる生徒も模型には関心をもつ様子が見られ、「これでわかったから解剖しなくてもいい」という声も聞かれた。授業時間は50分であるが、ほとんどの生徒は実物を模型と繋げて理解できた。授業後に、授業を担当した2名の教師にニジマ

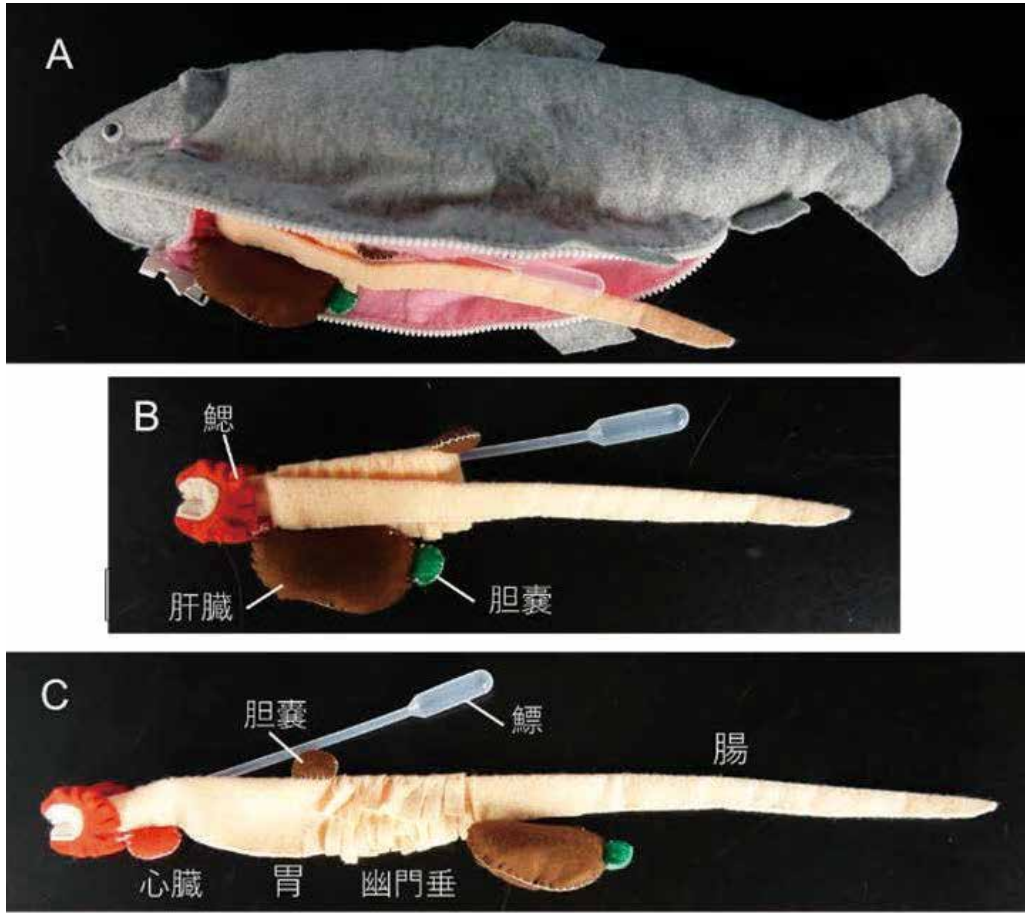


図2 A ニジマスの模型の外形. B 模型に納める際の内蔵の模型. 胃の後方で曲がるようにしてある. C Bの模型の消化管を伸ばした状態.

スの模型を使用した感想を尋ねたところ、「解剖をする前に事前学習としてよかった。きちんと内臓の部位を確認でき、解剖の際の理解が深まった」、「模型教材の提示の後に、実物で確認の流れは理解しやすく、有効であり、臓器が色分けされていることで説明がしやすかった」という回答があった。

#### 一般向けの科学イベントでの紹介

2016年7月23日、24日に科学技術館で開催された「博物ふえすていばる」で展示し、来場者に立体模型を使い消化器官の説明をした。来場した学校教育関係者に模型の型を配布して意見や感想を尋ねた。

来場者からは、「はじめて魚の体内構造がわかった」、「人間の内臓のつくりと似ている」などの感想があった。魚釣りを趣味にしている来場者からは、「幽門垂がリアルにできている」、子どもが興味を示している親子連れの来場者の中には、「今度料理をするときに実際の魚で見せてあげようか」と会話している様子もあった。魚類に詳しい来場者からは「内臓のつくりは良くできているけれど、骨も再現したらどうか」という意見もあ

った。また、製作方法に関する問い合わせもあった。

### 3. プラスチック製解剖模型の開発

#### 立体模型の作成

布製の解剖模型は中学校の授業で役立つものであったが、製作には技術と時間が必要となる。そのため、手芸が得意でなければ製作が困難である。また、手作りのために安価であるとはいえ、サイズが大きいと材料費もかかる。簡単に作成できて安価な解剖模型として、素材としてプラスチックを考え、体にはクリアファイル、内蔵にはストローやスポンジを用いた。魚種としては金魚などフナ科を想定した。理由としては、小中学校の教科書に模式図が掲載されていることから通常の授業の中で使用できるようにするためである。

外形としては、ホームページ上でオリジナルペーパークラフトの作品展示やネット販売をしている KG Craft World の「紙で作る魚図鑑ペーパーフィッシュデコイ」<sup>2</sup>を見本とした。フナの形をした型紙を作成し、0.2mmのクリアファイルを裁断した。この模型の特徴は

<sup>2</sup> [http://kj-graphic.com/page/fish\\_decoy.html](http://kj-graphic.com/page/fish_decoy.html)

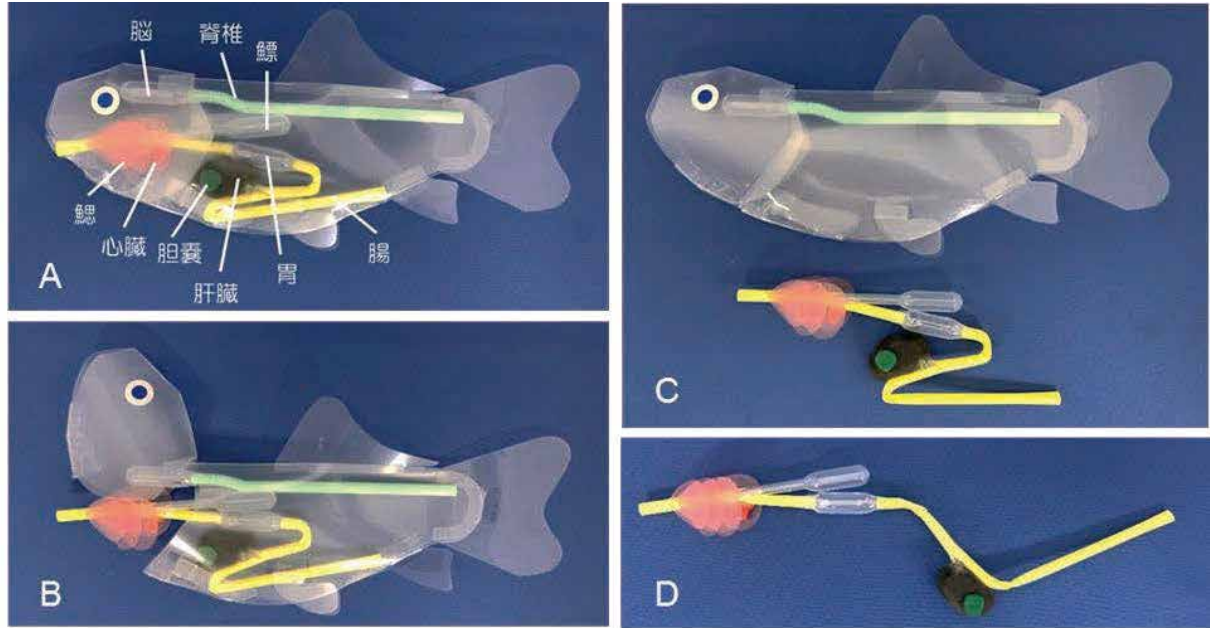


図3 A ニジマスの模型の外形. B 頭部を上方に持ち上げることで、内臓を取り出すことができる. C 模型に納める際の内臓の模型. 胃の後方で曲がるようにしてある. D Cの消化管部分を伸ばした状態.

鰓の部分から頭部を上を持ち上げることができるため、ここから内臓を出し入れできる点にある。消化管は、ストローとスポイトを基本とし、肝臓はスポンジ、胆嚢はフェルト生地、鰓にはピンク色のクリアファイル、心臓には醤油入れなどに用いる「タレ瓶」のキャップを用いた(表1)。

表1 各部位に用いた材料.

材料	体の部分
クリアファイル A4 1枚	体
クリアファイル 赤色	鰓
曲がるストロー 色付き2本	消化管
曲がるストロー 色付き1本	脊椎
ポリスポイト(1ml) 3個	胃、鰓、脳
スポンジ(褐色—または黒色)	肝臓
フェルト生地(緑色)	胆嚢
タレ瓶のキャップ(赤色)	心臓

製作時間は、約1時間であった。型紙を切る作業が30分近くかかるため、数を多く作る場合は、カッティングマシンを用いることで短縮できる。本研究でも、量産する場合にはスキャンカット(ブラザー, SDX1200)を用いた。

このようにして製作した模型が図3Aである。内臓部分は、本体の頭部を持ち上げることで取り出すことができる(図3B,C)。内臓部分は、曲げたストローを伸ばすことで、1本の管になることがわかる。フナは無胃魚であるが、消化管としての理解をしやすいように胃として途中に膨らみをつけた。また、鰓の数は4枚だが、製作しやすいように3枚にした。

製作手順は以下の通りである。

(1) 本体の製作(図3C)

型紙をクリアファイルに写し、型に沿ってハサミで切る。胴体に鰓を取り付け、セロハンテープで固定する。鰓は赤のクリアファイルが適しているが、赤マジックなどで着色しても構わない。

(2) 内臓の製作(図3C,D, 図4)

①消化管: 2本のストローを繋ぐ。一方のストローをもう一方のストローに差し込み、テープで固定する。消化管の長さは、曲げたときに口から肛門の位置までになるように切って調節するが、伸ばした状態で約30cmになる(図3D)。

②胃: スポイトを短く切る。①で作った消化管をストローの蛇腹近くで切り、短く切ったスポイトを差し込んでテープで固定する。スポイトの膨らみが胃になる。

③鰓: 鰓を取り付けたストローに斜めに切り込みを入れ、そこにスポイトを通し、テープで固定する。差し込んだスポイトの長さは胃の膨らみ付近に来るように切って調節する。

④肝臓と胆嚢: 黒いスポンジを適当な大きさに切り肝臓とし、これに、小さく切った緑色のフェルト生地で胆嚢をつくり、肝臓に接着剤でつける。スポンジで作った肝臓には十字に切り込みを入れ、そこにスポイトの先端を接着する。消化管のストローに切り込みを入れ、そこにスポイトの先端を差し込んで固定する。(図4C)。

⑤鰓: ストローの口の後ろに縦に3つ切れ目を入れ、ここに、型紙から作成した鰓を取り付けてテープで固定する(図4B)。

⑥心臓: 鰓の後方に「タレ瓶」のキャップを接着す

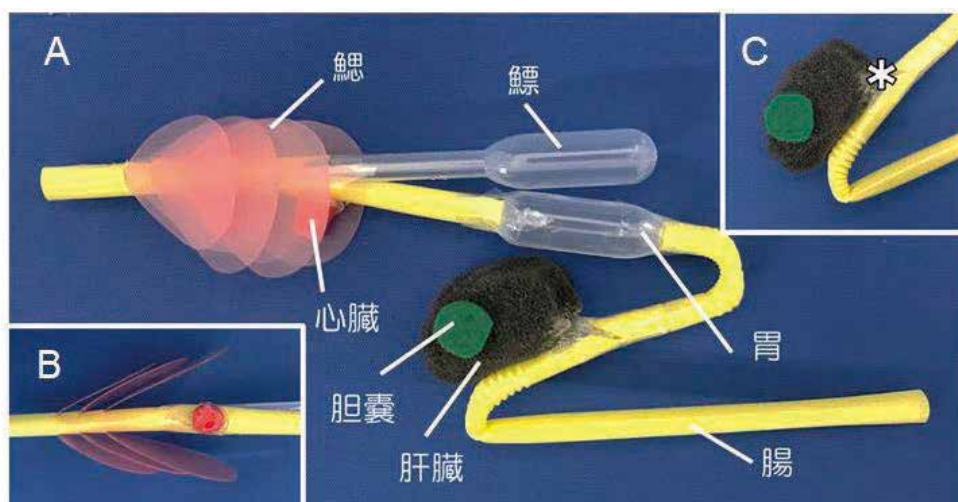


図4 A 内蔵部分. B 鰓や心臓の部分を腹側からみたところ. C 肝臓と消化管の接着部(\*).

る (図4 B)。

⑦脳と脊椎： ストロウの曲がる部分の付近を切り、そこに短く切ったスポイト (脳) を差し込んでテープで固定する。脊椎は尾びれの付け根に達するようにストロウの長さを調節し、脊椎に両面テープをつけ、外形に取り付ける (図3 A)。

この解剖模型は透明で消化器官が見えることを特徴としていることから、「クリア・フィッシュ」と名付けた。

#### 授業での活用

製作した模型を津市の小中学校の授業で使い、模型を観察の様子から、教材として適当であるかどうか検討した。小学校では、2019年6月4日、5日に津市立M小学校6年生3クラスを対象に「動物のからだのつくり」の授業で模型を用いた。中学校では、2019年10月28、30、31日の3日間、津市立I中学校2年生5クラスを対象として、「ニジマスの解剖と調理」の実習で用いた。いずれの場合も2名に1体の模型を配布した。また、魚の消化管の基本構造について解説する際には、布製立体解剖模型を演示として用いた。

小学生からは、「魚の模型を見て、からだの部位がよくわかった」、「自分でも作ってみたい」、「本物もみてみたい」という感想があった。中学生の感想も、わかりやすく面白くという反応があった。

#### 一般向けの科学イベントでの紹介

2019年7月20、21日に科学技術館で開催された「博物ふえすていばる」のアウトリーチ活動として展示し、来場者に立体模型を使い消化器官の説明をした。来場者からは、「よく考えられていて、わかりやすい」、「作り方を詳しく教えてほしい」、「早速、作ってみる」とい

う反応があり、模型を写真撮影していた。

#### 4. 考察

小中学校における「動物の体のつくり」の学習で、魚類は脊椎動物の体の基本型を学ぶ上で適しているが、教科書にはイラストがあるだけで、扱いは少ない。解剖実習は、体の仕組みとはたらきの理解、体験、生命尊重の観点から、有効な教育手段である<sup>11)</sup>。私たちはニジマスの解剖実習を中学校で長年続けているが<sup>8)</sup>、<sup>9)</sup>、それは学校全体や保護者が教育効果について共通理解があり、準備も含めたサポートがあることで可能となる。実施が難しい場合については、代替法の検討は欠かせない<sup>12)</sup>。

体のつくりの学習の中で実物や模型を用いる場合、具体的に何を学ぶかを明確にすることが重要であり、その目的に応じたものを選定することが必要となる。新学習指導要領にも例示されている煮干しの解剖については、具体的な観察についての解説もあるが<sup>13)</sup>、<sup>14)</sup>、部位の確認だけであり、器官形成や機能を理解することは難しい。このことは、市販されている模型の場合も同様である。

考案した解剖立体模型は、消化器系を中心に学ぶものであり、魚を解剖して、鰓から内臓を取り出した際にどのようなになっているか、実物と結びつけて理解できることを主眼としている。例えば、魚を開腹すると肝臓は鰓の後方に位置しているが、内臓を取り出して腸管を伸ばすことで、消化管が一本の管であり、肝臓が胃の後方に位置することがわかる (図1)。また、鰓や鰾は消化管の一部から生じていることも容易にわかる。このように、実物で理解できることを再現したのが、今回開発した模型である。

このような解剖模型は、少なくとも魚類では報告されておらず、市販品も見当たらない。授業実践から、小中学生が体のつくりの基本を理解できたことや、生きものを苦手とする児童・生徒も関心をもって触れることができたことは、この模型は教材としての価値があると言える。また、解剖模型を見た児童の「次は実物を見てみたい」という感想や、親が「料理をするときに見せてあげる」という発言から、日本の魚食文化につながる教材とみなすことができる。

布製の立体模型の製作には技術と時間が必要であるが、すでに自作したという教師もいた。教師自身が授業に使いやすい模型に修正して製作することは重要である。また、プラスチック製である「クリア・フィッシュ」の製作は簡単ではあるが、各パーツの切出しには時間がかかる。パーツを用意しておくことで、生徒は組み立てながら体のつくりを学習することが可能であると考えられる。今後も教育現場で模型を活用した実践を進めるとともに、この模型が魚の解剖に関する新しい代替法として利用されることが期待される。

## 謝辞

開発した布製解剖模型を量産する上でご協力くださいました三重大学教育学部家政教育講座の磯部由香教授および家政教育コースの学生の皆様にお礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) 西川浩輔・鶴岡義彦 (2007) 小・中学校理科授業における動物解剖の現状. 生物教育, 47(4):146-156.
- 2) 岩間淳子・小林辰至・松原静郎・鳩貝太郎 (2014) 小・中・高等学校理科教育における「動物解剖」の実態—アジアの調査例と比較して—. 生物教育, 54(1):94-103.
- 3) 文部科学省 (2008) 小学校学習指導要領解説理科編
- 4) 文部科学省 (2017) 小学校学習指導要領(平成 29 年告示) 解説理科編
- 5) 文部科学省 (2008) 中学校学習指導要領解説理科編
- 6) 文部科学省 (2017) 中学校学習指導要領(平成 29 年告示) 解説理科編
- 7) 魚類解剖実験(1)ニジマス  
(<http://www2.kaiyodai.ac.jp/~hasobe/Ch1Kaibou-1-IP/Set1-TF-Brows.html>) (参照 2019-10-1)
- 8) 中川敬史・磯部由香・吉本敏子・宗宮弘明・後藤太一郎 (2007) 食材となる身近な魚介類を用いた解剖実習の試行. 日本理科教育学会全国大会発表論文集, No. 57, p. 65, 日本理科教育学会
- 9) Goto, T., E. Nakamichi, M. Kuno, and Y. Isobe (2018)

A cross-curricular study of fish anatomy and cooking. International Science Education Conference, Abstract form p. 238

- 10) 片山典子・後藤太一郎 (2010) 野外活動施設における魚類の解剖学習. 三重大学教育学部研究紀要, 61:7-11.
- 11) 野崎真史・片山豪 (2017) 理科中等教育における解剖実験の課題と意義. 日本科学教育研究会報告, 22(5):189-194.
- 12) 加藤美由紀 (2017) 小・小・中・高校において解剖実習を行う際に留意すべき「人と動物との関係」について. 人間研究, 53:53-59.
- 13) 小林真理子 (2010) 煮干しの解剖教室. 仮説社
- 14) 富川光・鳥越兼治 (2012) 魚類のからだのつくりを学ぶためのニボシの活用. 広島大学大学院教育学研究科紀要, 61(2):25-28.