

日産科学振興財団 理科／環境教育助成 成果報告書

回次：第 4 回 助成期間：平成 19 年11月1日～平成 20 年10月31日（期間 1 年間）
テーマ：サケ科魚類の 3D 映像化と「魚のからだ」学習コンテンツの開発
氏名：鈴木 享子 所属：東京学芸大学大学院 登録番号：7186

1. 課題の主旨

小学校、中学校では理科の多くの単元に、魚のからだや行動に関する学習内容が組み込まれている。本研究は、サケ科魚類の体内構造の 3D 映像化を試みるとともに、3D 映像を用いて「魚のからだ」への理解を促すための学習コンテンツの開発を行う。教科書をはじめほとんどの教材では、絵や図など表現が平面にとどまり理解しづらいものも多い。魚の体内構造を 3D 化し、イメージを立体的、感覚的に捉えることを可能にすることで、子供たちにより多くの視点を与えることができると考えられる。そこで本研究は、三次元高精細造影 CT 手法によって、魚類の体内構造の 3D 映像化を試みるとともに、3D 映像を用いて「魚のからだのつくり」への理解を促すための学習コンテンツの開発を行った。

2. 準備

準備 1：魚種の検討

材料として、身近な魚であり飼育がある程度容易なシロザケ、ニジマスの稚魚、また絶滅危惧種であるイトウ（標津サーモン科学館提供）を実験に供した。イトウについては、魚の体内構造だけでなく、水環境との関わりなど話題性があり、また学校実践における教育的効果が高いと考え選んだ。

準備 2：CT 撮影の準備

CT 撮影の前日に、飼育水に造影剤（イオパミロン）1%を添加し、各個体を飼育した。造影剤添加後から CT 撮影終了まで、給餌は行わなかった。なお、CT 撮影直前に、2ml の造影剤を新たに加え、造影効果の向上を試みた。

準備 3：コンテンツの開発

実験動物用 3D マイクロ X 線 CT（株式会社リガク）にて CT 撮影後、再構成ソフト i-VIEW-R により 3D 画像化、映像化した。

3. 指導方法

(1)三鷹市立中原小学校での実践

三鷹市立中原小学校の 6 年生（1～3 組で計 110 人）の生徒を対象に、作成した学習コンテンツを使って、サケ科魚類の 3D 映像化による「魚のからだのつくり」（魚類体内の生理機構と機能）やその水環境との関わりを講義した。

(2)標津サーモン科学館での実践(特別展示)

標津サーモン科学館の特別展示として、来館者を対象に、作成した学習コンテンツを使って、サケ科魚類の3D映像化による「魚のからだのつくり」（魚類体内の生理機構と機能）を解説した。

4. 実践内容

実践1：三鷹市立中原小学校での実践

教材では、まず魚の体を外見からそのままみたときに、どのような器官が確認できるかについて考え、各器官（目、ひれ、えら、ウロコ等）の構造や機能、水環境との関わりについて導入的位置づけとして解説した。3D-CTコンテンツについては、体全体の3D画像をインターフェイスとして、頭部、腹部、尾部について拡大した3D静止画像を用いて、からだの構造や機能を解説した。必要に応じて、解剖したときの組織や器官の写真を用いて比較しながら学習を進めた。また、3D回転映像を用い、「魚のからだのつくり」を立体的に把握し感じるとともに、多角的な観察学習を導入した。さらに、切断面画像については目的の器官だけでなく、周辺の内部観察等に用い、「魚のからだのつくり」について更なる理解の促進を目指した。

また、近年は小学校の理科でも環境に関連する環境耳石やウロコを使って魚類の生息環境を推定する研究についても触れるとともに、絶滅危惧種であるイトウを保護していくためにはどうしたら良いかについても生徒と一緒に考えた。

実践2：標津サーモン科学館での特別展示

上記の「魚のからだのつくり」の内容に焦点を当てた展示とした。最後に今後の研究の展望として、発生段階に応じてからだの変化を探る研究や、病気の発見やその進行・回復状況を把握する研究に応用できるといった発展的な内容も盛り込んだ。

* 実践内容の詳細については、実際に実践活動で使用したパワーポイントを資料として提出する予定である。

5. 成果・効果

(1)CT撮影と3D映像化

シロザケ、ニジマス、イトウの体全体、頭部、腹部、尾部の回転映像や静止画像に加え、ある面で切った切断面を得た。本実験により得られた3D映像等は、別の資料として提出する予定である。

(2)三鷹市立中原小学校での実践

サケ科魚類の3D映像は、児童・生徒の興味をひきつけることができ、魚の生理機構や機能への興味を喚起できた。生徒たちは、平面的な図では理解しづらい体内構造のイメージを立体的・多角的に捉えており、魚類の生理機構や機能に関する理解を促進できたと考える。生徒の感想の中では、特に骨の構造に興味を持ったとの感想が多く、予想をはるかに超える骨の数とあまりに規則的で整然と並ぶ構造に、生命の「神秘さ」や「不思議さ」を感じたようであった。からだのつくりと合わせて解説した体内構造や組織の機能では、身近に感じている鱗や鰓の機能の多さに興味を示し、さらにそれら組織と水環境との関わりにも強い関心を示した。また、材料の一つである絶滅危惧種イトウについての話でも、その生態や絶滅の原因等、環境との関連に興味を持った。

(3)標津サーモン科学館での実践

サケ科魚類の 3D 映像は、様々な年代層の興味をひきつけることができ、魚の生理機構や機能への興味を喚起できた。平面的な図では理解しづらい体内構造のイメージを立体的・多角的に捉えており、魚類の生理機構や機能に関する理解を促進できたと考える。特に本研究の大きな目的である立体的イメージの把握という点では、平面的な図よりも多くの情報を読み取っており、より効果的であったと感じた。しかし、年齢の低い児童には視覚的インパクトは与えられるが、内容をどこまで理解できているか、また“次のステップにつながる何か”を得ているかどうかについては疑問が残った。そのため教材として発展させるためには、やはり小・中・高など段階別に関連づけると効果的な内容を組み込んだ教材を作成することが必要であると感じた。

6. 所 感

魚のからだのつくりやその役割について、生徒の知識が予想以上に豊富であることに驚いたが、逆にそのイメージや感覚的なものに関してはかなり認識が低いように感じた。今回の 3D 映像は生徒に立体的・多角的イメージを与えることができ、大変効果的であったと思う。感覚が弱いことは自然(ここでは魚そのものや水との関わり)との接触が少ないことが原因の一つではないかと思う。コンテンツと同時に魚そのもの(実験室で魚に触れるというイメージではなく、フィールドに出て実際に魚がすんでいる環境を感じることにポイント)に接し、観察する機会等を与えることが大切ではないかと感じた。小学校での実践を通し、生徒たちの環境に対する意識が高いことが印象に強く残っているので、メインである「魚のからだのつくりと機能」以外にも、環境に絡めた内容を盛り込むと教育的効果が高いかもしれないと思った。

7. 今後の課題や発展性について

教科教育では、解剖実習などと組み合わせれば更に理解が深まり、3D 映像により多様な視点で「魚のからだ」を捉えることが可能となる。実際の教科教育では、「動物のからだのはたらき」(6年「理科」)や「動物の行動とからだ」(中学「科学」)などの分野で活用でき、理科教育の教材として導入することができる。さらに総合的な学習の時間においては生物から水環境への興味を促す教材としても活用できると考える。

本研究の展望については、CT の更なる改良により体内の密度差の少ない発眼卵・仔魚期の 3D 画像をとることである。この段階の 3D 映像化が実現すれば、「発眼卵-孵化直後-仔魚-稚魚」という発生の各段階を追うことが可能となり、学術的価値はもちろん中学や高校の発生の分野においても理解を促進することが期待できる。

8. 発表論文、投稿記事、メディアなどの掲載記事

現在までのところ、なし。

今後、論文にまとめ、投稿したいと考えている。

【教材制作方法】

- ・実施内容が教材開発の場合、ここから1～2ページ使って、教材の制作方法を記載願います
- ・実施内容が教材開発でない場合、このページ以降を削除願います

教材は以下の手順により作製し、実践を行った。

① 魚種や造影剤の検討(前準備)

材料として、身近な魚であり飼育がある程度容易なシロザケ、ニジマスの稚魚、また絶滅危惧種であるイトウ（標津サーモン科学館提供）を実験に供した。イトウについては、魚の体内構造だけでなく、水環境との関わりなど話題性があり、また学校実践における教育的効果が高いと考え選んだ。造影剤については、魚類が死亡せずに CT 撮影が可能な濃度設定を行った。

② サケ科魚類の 3D-CT 撮影

CT 撮影の前日に、飼育水に造影剤（イオパミロン）1%を添加し、各個体を飼育した。造影剤添加後から CT 撮影終了まで、給餌は行わなかった。なお、CT 撮影直前に造影剤を新たに加え、造影効果の向上を試みた。

撮影においては、魚体の周りについての造影剤が撮影の妨げにならないよう魚体を十分に洗浄して撮影を行った。撮影では、魚の大きさに合わせたシリンジの中に魚をたてて（水中にいる状態）いれ、体全体、頭部、腹部、尾部にわけて撮影を行った。

③ コンピュータソフトによる画像処理

CT 撮影後、再構成ソフト i-VIEW-R により 3D 画像化、映像化した。体全体、頭部、腹部、尾部のデータについて、密度を変えながら回転映像と静止画像を作製した。また、頭部の断面や腹部の断面などポイントとなる部位については画像を切り、切断面画像を作製した。

④ パワーポイントによる体内構造、機能等の解説を加えたコンテンツの開発

教材では、パワーポイントを用いて 3D 映像をインタフェース画面として活用し、魚のからだの構造や機能の解説を導入してコンテンツの開発を行った。まず魚の体を外見からそのまま見たときに、どのような器官が確認できるかについて考え、各器官（目、ひれ、えら、ウロコ等）の構造や機能、水環境との関わりについて導入的位置づけとして解説した。3D-CT コンテンツについては、体全体の 3D 画像をインターフェイスとして、頭部、腹部、尾部について拡大した 3D 静止画像を用いて、からだの構造や機能を解説した。必要に応じて、解剖したときの組織や器官の写真を用いて比較しながら学習を進めた。また、3D 回転映像を用い、「魚のからだのつくり」を立体的に把握し感じるとともに、多角的な観察学習を導入した。さらに、切断面画像については目的の器官だけでなく、周辺の内部観察等に用い、「魚のからだのつくり」について更なる理解の促進を目指した。小学校の実践では、作成したパワーポイントを使い口頭で授業を行った。水族館の実践では、パワーポイントのナレーション機能を使い解説したものを展示した。