

# 情報デザインによる「魚類」可視化の試み

## —魚類の概要—

辻野 孝

### I. 目的

「魚類」は、様々な点において多様な生物群であり、生物多様性やSDGs（特に目標14 海の豊かさを守ろう）を理解するには、「魚類」についての理解が欠かせない。新聞・雑誌などで科学的な内容を解説するための科学イラストが増えつつあるが、「魚類」の多様性について表したものは、まだまだ少数である。

本論文では、「魚類」とその多様性に対する理解を深めるために、情報デザインの手法を用いて可視化資料の作成を試みた。また、資料の作成にあたって、サイエンスコミュニケーションやSDGsの目標14「海の豊かさを守ろう」に関する教育活動における使用を想定した。

### II. 情報デザインとインフォグラフィックス

#### 1. 背景

情報デザインとは、情報を収集・分析、情報を構造化して、表・グラフ・図にまとめる手法の総称である。情報デザインの表・グラフ・図に、読み手の興味・関心を引き出す要素を加えたものがインフォグラフィックスである<sup>(1)</sup>。インフォグラフィックスは、自然科学教育やサイエンスコミュニケーションにとって有用であり<sup>(2)</sup>、新聞<sup>(3, 4)</sup>、書籍<sup>(5)</sup>、科学雑誌<sup>(6)</sup>で広く使われている。

魚類での先行事例として、「こた (@kota\_draw)」がサメのインフォグラフィックスをTwitterで発表した<sup>(7)</sup>。また、博士（農学）の「きのしたちひろ (@chimomonga)」が自分の論文などで自筆のイラストを使用している。<sup>(8)</sup>

#### 2. 作成した図表

本論文では、魚のイラスト以外の図表は全てPowerPointとWordで作成した。魚類のイラストは、

具体的な魚種を表示して分かりやすくするために必要であり、本論文では、次の2点を理由として「いらすとや」<sup>(9)</sup>を選んだ。

- ① 魚類で幅広く180種以上のイラストを公開
- ② 親しみやすい画像のタッチがインフォグラフィックス向き

本論文では、特に記さない限り「いらすとや」<sup>(9)</sup>のイラストを使用し、部分的に「海の仲間たち」<sup>(10)</sup>のイラストを使用した。

### III. 魚類の概要

魚類は、現在32,000種が生存しているといわれており<sup>(11)</sup>、脊椎動物の半数以上を占める。5億年にわたって進化を繰り返してきたために、形、大きさ、体色、生態、染色体<sup>(12)</sup>において多様性に富んでいる。特に、軟骨魚類のサメの繁殖様式は多様性に富んでいることが知られている。このような多様な魚類に関する情報を情報デザイン手法でまとめて、インフォグラフィックスを作成した。

#### 1. 系統

古くは博物学を始めとして、形態や解剖学的知見を基に、生態・繁殖の知見を加えて分類・系統が研究されてきた。現在は、遺伝子レベルの研究（分子系統学）における知見が日々集積され、その研究結果が反映される都度更新されている。

現生の脊索動物の範囲で図1の系統樹を作成した。脊椎動物の系統関係は宮崎による「脊椎動物の系統関係」<sup>(14)</sup>を使用し、魚類の系統関係は、宮による「総合案内図としての魚類大系統」<sup>(15)</sup>を使用した。図中の●は、魚類に含まれる分類項目であることを表す。

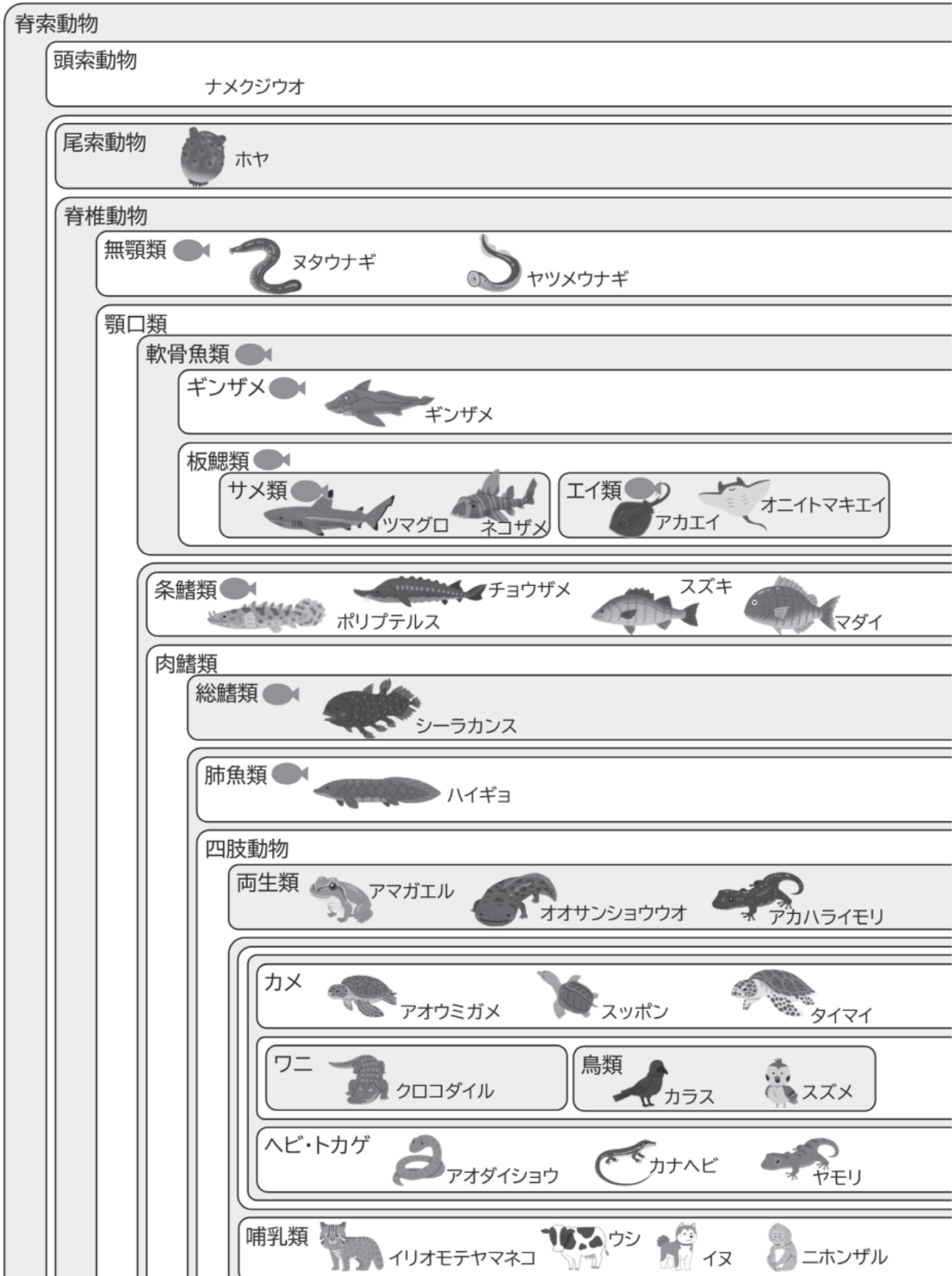


図1 脊索動物の中の魚類

系統樹は、上位の分類群がその下位の分類群を内包している関係を、樹状図で表すことが一般的である。しかし、図1は、一般的な描き方の樹状図ではなく、分類群の内包関係がよく分かるように、集合関係を表す際に使われるベン図を参考に作成した。図1からは、魚類が共通の祖先をもつ単系統はなく、脊椎動物から四肢動物を除いた多様なグループから構成されていることがわかる。

また、四肢動物類から哺乳類（単弓類）を除き、さらに残った爬虫類・恐竜を含む双弓類から鳥類を除いたものが、一般的に使われている「爬虫類」である。

## 2. 生息環境

魚類は、淡水・汽水・塩水といった塩分濃度の違いだけでなく、広い範囲の標高・深度に分布している。例えばフナやイワナは淡水の河川に生息している。また、スズキ・チョウザメは汽水域、チョウチンアンコウ・デメニギス・ホウライエソ・ソコボウズといった魚類は深海に生息している。さらに、ウナギは海水→淡水→海水と移動するものもいる。

以上述べた情報をまとめて、図2を作成した。

## 魚類の生息環境

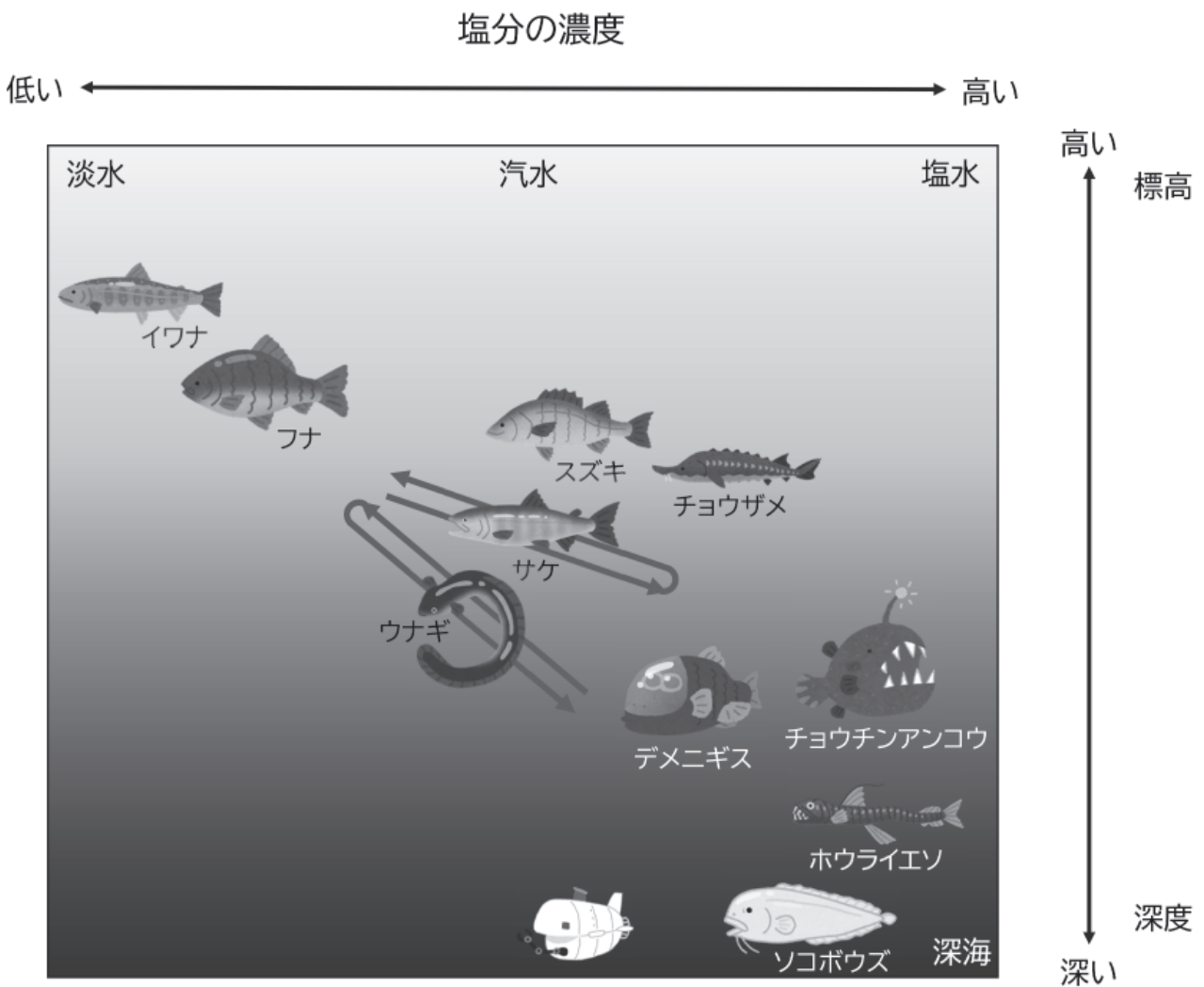


図2 魚類の生息環境（塩分濃度と高度）

### 3. 配偶システム

魚類の繁殖のための配偶システムも多様であり、次の7つに分類される<sup>(14)</sup>。

- ① 一夫一妻
- ② ハレム型一夫多妻
- ③ 縄張り訪問型複婚
- ④ 複雄群
- ⑤ ランダム配偶
- ⑥ 一妻多夫
- ⑦ グループ産卵

表形式で魚のイラストを加えて可視化し、図3を作成した。

図中のホンソメワケベラのみ「海の仲間たち」<sup>(10)</sup>のイラストを使用し、それ以外は「いらすとや」<sup>(9)</sup>の画像を使用した。

## 配偶システム

一夫一妻	 カクレクマノミ
ハレム型一夫多妻	 ホンソメワケベラ
縄張り訪問型複婚	 カサゴ
複雄群	 キングヨハナダイ
ランダム配偶	 グッピー
一妻多夫	   チョウチンアンコウ      サケ      タツノオトシゴ
グループ産卵	 クロマグロ

図3 配偶システム

### 4. 繁殖様式

「一般的に真骨類の繁殖は、体外受精によって行われる。しかしすべての軟骨魚類は、体内受精によって繁殖する。」<sup>(16)</sup>。卵子と精子を受精させる方法には、体内受精と対外受精の二とおりがある。その際の行動は、「図3 配偶システム」で示したように多様である。また、雌が卵を産む「卵生」、子ども（胎仔）を生む「胎生」があり、胎生も4つの方式に分類される<sup>(14)</sup>。また、卵生は、「軟骨魚類の中で最も一般的な繁殖様式で、現生種のおよそ半数（全頭類、ガンギエイ目、ネコザメ目とトラザメ属など）でみられる」<sup>(16)</sup>。

これらの情報をまとめて、表1を作成した。

表1 魚類の繁殖様式

受精	繁殖様式	栄養源
対外受精	卵生	卵黄
	卵黄嚢依存型	
体内受精	胎生	卵黄 + 母体からの分泌物
	組織栄養型	卵黄 + 母体からの分泌物 + 他の卵・胚
	卵食・共食い型	卵黄 + 胎盤
	胎盤型	

表1を基に、魚のイラストを加えて図4を作成した。

5. 性転換

魚類は他の脊椎動物に比べて、「性」に関する自由度が高い。「魚類の中には、一度決定した性を生涯のうちに換えることが可能な種が存在する。このような魚は性転換魚と呼ばれ、現在400種を超えることが確認されている。性転換魚は系統分類上の多岐にわたってみられ、何度も独立にその能力を獲得したと考えられている。」<sup>(16)</sup>

性転換には次の3つの様式がある<sup>(16)</sup>。

- ① 雌性先熟：メスからオスへ転換する
- ② 雄性先熟：オスからメスへ転換する
- ③ 双方向転換：どちらの性に何度も転換できる

雄性先熟の例では、クマノミの仲間がよく知られている。群れの中の体が一番大きい個体がメス、二番目に大きい個体がオスとして繁殖に関わる。それ以外の個体は、未成熟の雄として繁殖には関わらない。その群れからメスがなくなった場合には、二番目に大きいオスがメスに性転換し、三番目に大きいオスが成熟して繁殖に関わる。

雌性先熟は、ハタやベラの仲間によく知られている。また、オキナワベニハゼ、ダルマハゼ、ホンソメワケベラ、ミツボシキウセンは、双方の性転換を起こす種として知られている<sup>(17)</sup>。

以上の情報をまとめて、魚のイラストを追加して図5を作成した。

繁殖様式ごとの魚の例

繁殖様式



図4 魚類の繁殖様式

## 性転換する魚類

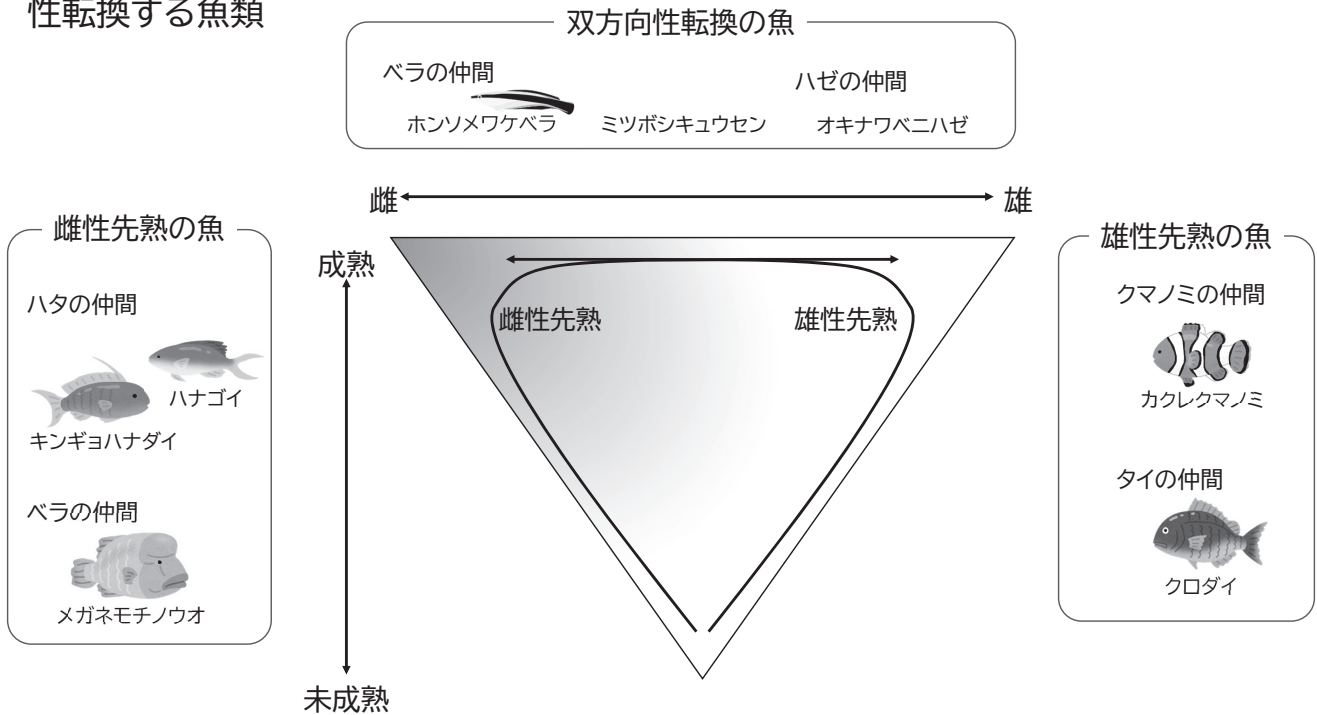


図5 性転換する魚類

### IV. 考察

本論で作成した図，使用した魚類イラスト，今後の課題について考察する。

#### 1. 作成した図

作成した図は，カラーで作成したために全体として親しみやすく，ある程度は分かりやすい図になったと判断する。情報デザインの手法で情報をまとめ，インフォグラフィックスの形で表現した。

次に，作成した図について考察する。

#### 図1 脊索動物の中の魚類

樹状図で表すことが一般的である。魚類が多系統であることと，分類上の包含関係を表現することができたが，少し複雑な図になった。見やすくするためにさらに改良が必要である。

#### 図2 魚類の生息環境（塩分濃度と高度）

ウナギとサケは河川と海の間を移動するが，このことが適切に表現できていない。このため，河川・海を図に加える工夫が必要である。チョウチンアンコウとデメニギスのイラストは，本論文の目的で使用するには特徴を少し誇張しすぎていると考えられる。

#### 図3 配偶システム

表形式でまとめたが，さらに分かりやすく興味を引くものとするために，他の図のようなイラスト化が必要である。

#### 図4 魚類の繁殖様式

書籍では，文章や表で記述されてきたものである。図にしたことで分かりやすくまとめられたが，営巣や子育てについての情報を加えると，さらに興味深い図になると考えられる。

#### 図5 性転換する魚類

この内容では初めての図と思われる。外見で雌雄を見分けることができる種については，その情報を加える必要があり，このために雌雄のイラストが必要である。

#### 図6 魚類

今回は，図を自作ではなく「いらすとや」に限定した。このことにより，イラストの魚種が限られてしまい，作成するものが限定されることが問題である。図6は，脊椎動物以上の目レベルの分類群<sup>(14)</sup>を円型に並べたものであるが，「いらすとや」では全魚種のイ



図6 魚類

ラストが揃わなかったために、イラストの部分が空白になっている目（アミア目など）がある。

## 2. 魚類イラスト

本論文では、「いらすとや」と「海の仲間たち」のイラストを使用した。どちらのイラストも一部を除いて、親しみやすいだけでなく次に挙げる特徴があり、教育目的で問題なく使用できることが分かった。

- 過度なデフォルメがない
- 種の特徴をよく表している

しかし、不足している種については、別の種で代替する必要があった。また成魚・稚魚、雌雄のイラストが必要になるため、既存のイラストのみを使うことに限界がある。

さらに、科学分野のイラスト作成には科学リテラシーが必要であり、誰でも描けるわけではない。このため、表2に示すように筆者と科学イラストレーター<sup>(20)</sup>が制作する場合を比較した。

表2 魚類イラスト作者の比較

比較項目	筆者	科学イラストレーター
著作権	制作者(筆者)	制作者(科学イラストレーター)
費用	無料	有料
製作時間	長	短
品質	低	高

比較の結果、現実的には次の2つの選択肢について検討することが現実的であると考えられる。

- ① 自作を検討する
- ② 予算を確保し、プロジェクト化する

ただし、教育目的に限定する場合、教育者自身が図を作成することは次の点においてメリットがあるため、使用目的に応じて検討することが必要である。

- 表現する内容と目的を理解している
- 図表にまとめる過程で情報が整理され、理解が深まる

### 3. 今後の課題

今後、各資料の完成度を高めるために、可視化資料の評価、情報源、イラストの検討が必要である。

まず本論文では、最初の段階として、魚類の概観を理解することを目的として、情報デザイン・インフォグラフィックスを作成した。今後、作成したインフォグラフィックスの内容を問うため、教育活動(授業、出張授業)で使用した上での自己評価、および第三者による評価を受ける必要がある。このために、完成度を向上し、カラーバージョンをウェブやSNSで公開することを検討する。

次に、一次資料を書籍に頼ったために、基になる情報が不足した。今後は、論文を含めて積極的に情報収集する必要がある。さらに、魚類イラストを既存のものに限定すると、制作できるものに限界が生じるため、自作の検討が必要である。

今後、上記の問題点について、研究費の確保を含めて解決策を検討し、研究を進める。

### V. 参考文献

(1) 木村博之, 2010年, インフォグラフィックス

- 情報をデザインする視点と表現, 誠文堂新光社
- (2) 辻野孝, 2018年, 自然科学教育におけるインフォグラフィックスの可能性について, 京都光華女子大学京都光華女子大学短期大学部研究紀要 56:153-158,
- (3) 朝日聞デジタル, <http://www.asahi.com/infograph/>, 2018年9月10日閲覧
- (4) 日経:Visual Data, <https://vdata.nikkei.com/>, 2018年9月10日閲覧
- (5) 竹内薫訳・監修, 2017年, インフォグラフィックスで学ぶ 楽しいサイエンス 科学について 知っておくべき100のこと, 小学館
- (6) 科学雑誌ニュートン, <http://www.newtonpress.co.jp/>
- (7) こた (@kota\_draw), サメのインフォグラフィックス, <https://twitter.com/i/events/1393520875748556804>, 2021年5月10日閲覧
- (8) きのしたちひろ, chihiro kinoshita research & illustrations, <https://lunlundi.com/>, 2021年11月18日閲覧
- (9) みふねたかし, かわいいフリー素材集 いらすとや, <https://www.irasutoya.com/>, 2021年9月8日閲覧
- (10) 海の仲間たち, <https://uminonakamatachi.com/>, 2021年9月8日閲覧
- (11) Joseph S. Nelson, Terry C. Grande, Mark V. H. Wilson, 2016, "Fishes of the World" fifth edition, Wiley
- (12) 小島吉雄, 辻野孝, 1985年, 魚類染色体の概況, 月刊海洋科学 176:70-74
- (13) 藤田 敏彦, 2010年, 動物の系統と分類, 裳華房
- (14) 宮崎佑介, 2018年, はじめての魚類学, オーム社
- (15) 宮正樹, 2016年, 新たな魚類体系統, 慶應義塾大学出版会
- (16) 菊池潔・井尻成保・北野健 編, 2021年, 魚類の性決定・性分化・性転換, 恒星社厚生閣
- (17) 桑村哲夫, 2012年, 魚類の社会行動と性転換の進化, 比較内分泌学 38 (145) :68-72
- (18) 神田真司編, 2019年, 遺伝子から解き明かす魚の不思議な世界, 一色出版
- (19) 村田 良介, 小林 靖尚, 野津 了, 中村 将, 2020年,



ハタ科魚類の性分化と性転換に関する形態学的  
および生理学的研究, 日本水産学会誌 /86 卷  
(2020) 4号

- (20) 京都大学 国際広報室, 京都大学 高等研究院 ヒ  
ト生物学高等研究拠点 (WPI-ASHBi), 2019年,  
プロに依頼する 科学イラストのススメ【改訂版】

