

魚類解剖実験法（事例：ニジマス） 文責：羽曾部正豪

実演生物学 TopPage へは <https://jsk-biology.jp/index.html>

目次

はじめに：実験魚に対する配慮(p.1)

A. 概要

1. 実験魚ニジマス（rainbow trout）について (p.2)、
 2. 必要物品 (p.3)、
 3. 解剖実験の準備・注意事項 (p.3)、
 4. 解剖の手順/概要(p.5)、
- 解剖図：簡略模式図 (p.18)、

B. ニジマスの解剖操作

腹腔部 (p.6)、 口腔・鰓腔部 (p.9)、 囲心腔部 (p.9)、 頭蓋腔部 (p.10)、
眼球 (p.11)、 腎臓・脊椎/椎骨・脊髄 (p.12)、

C. 各部の主要名称：確認項目(p.6)、確認表 (p.13)、解剖図：模式図 (p.18)

付録：小中学生用の解説文 (p.26～)

・・・・・・・・・・・・・全てにおいて安全操作を心がけること・・・・・・・・・・・・・

はじめに「実験魚に対する配慮」(ペンを持ち集中通読に要した時間____分)

- 1) 昔から、動物実験を行うにあたっては、例えば「動物実験の自戒」として「誠心感謝の意を以て・・自ら戒むること肝要なり」（動物実験解剖の指針（1964）岡村周諦、風間書房）となっている。「感謝の自戒」である。
- 2) つまり、実験魚を解剖に供した君には「何を学び、何を考え、今後、どのようなことを考えたいか、どのように発展させたいか」を積極的に考えてほしい。
- 3) 実験とは「ともかく何かを確かめること：今日は何を知りたい確かめたい?」、体は「構造：要素の配置とその繋がり」といった大前提は常に意識すること（構造レベル：階層性も）。

宿題：各項目を集中通読・実施しながら、テキスト記述に不明や実技観察における疑問等は必ずチェックマークや下線とし術後ノートに記述する。その項目や意見は記号区分で清書し提出する（メールで OK：添付は禁止）。Web 実演生物学のギャラリー#12 を参照すること。 【疑問は大切に】

A. 概要（通読時間____分）

<1. 実験魚ニジマス (rainbow trout) について>

- 1) 鮮度を保持したまま、数量を問わず、サイズにバラツキがなく、周年、宅配便などで容易に入手可能な「ニジマス」は、解剖実習の実験動物として優れた教材である。解剖実験に適したサイズは 25-30cm 程度である。このサイズのニジマスは他の魚種に比較し骨が柔らかいことから解剖実験には適している。
- 2) ニジマスは、人工飼料のみで累代完全管理が可能な有用魚種である。
- 3) ニジマスは北米原産の淡水魚であり、成熟後は多回産卵性で、本邦では 100 年以上の飼育の歴史を持つサケ科魚類であり、「マス」の名を持つ「サケ(サケ科魚類)」である。アメリカのニジマスは降海性を示す「スチールヘッド」と呼ばれる系統がいる。
- 4) 餌料状態で体色や肉色が異なる。アスタキサンチン（カロチノイド系物質：甲殻類が多量に含む）を多量に摂餌している個体は赤みの肉質となる。
- 5) 試験研究魚としても一般的であるため、幅広い生物学領域の知見・情報を提供することが可能であり、発展展開においても優れている。
- 6) ニジマスは欧米などにおいても一般的な魚種であり、またフライフィッシングなどの対象魚であることから、グローバルスタンダードとしての側面を持つ。

<2. 必要物品：主な道具> （通読時間____分）

実習生の持参品（1～7）：□1）良く切れる先端のある文具ハサミ（解剖ハサミ）、□2）先端の鋭い小型のハサミ（眼球摘出用）、キッチンハサミ（骨きり用）、□3）ピンセット、□4）箸(はし)/竹串、□5）柄の長いスプーン、□6）タオル、□7）ポケットティッシュ（3パック）、□8）紙タオル（沢山）、□9）70%エタノール、□10）新聞紙、□11）トレー（解剖台）、□12）食器用洗剤（手洗い脱臭用）とお酢、□13）ビニール袋複数（生ゴミ用など）

必要に応じて：マスク、スポイト、解剖セット、

<3. 解剖実験の準備・注意事項> （通読時間____分）

□1）魚体表面の水分や粘液などをタオル・紙タオルで拭き取る。必要に応じて70%エタノールを吹きかけ、粘液等を凝固させ拭き取る（必要に応じ希釈した「お酢」を噴霧し臭気をおさえる）。

□2）「臭い」に強い抵抗を感じる人は「マスク」などを用いる。解剖操作中は手指に粘液など生体由来物質が付着する。よって、身近なところに「手拭きタオル」を装着すること。魚類の解剖では魚体を手指で保持する必要があるため、グローブ（手袋）を用いると粘液などのため手元が滑りやすくなり時に危険である。よって、用いない方が安全である。

□3）魚体が粘液などのため滑りやすく、固定し難いやハサミの刃先が滑る時には、紙タオルなどを「滑り止め」として使用する。紙タオルなどでしっかり保持する。

厳重注意：刃先に手指が位置しないように注意すること。安全対策は厳守する。

□4）手指に粘液が粘着した場合は、石鹼や水で洗い流す前に、紙タオル等で拭き取る、又は70%エタノールを噴霧し粘液凝集の前処理の後に取り除くのが理にかなっている（アルコールアレルギーの人は要注意、火気厳禁）。

- 5) 出血したらポケットティッシュ大の紙タオルを出血部位へ軽く押しあて、拭き取る（事前に適切な大きさの止血用の紙タオルを用意しておく）。
 - 6) 出血等で諸臓器が不明瞭になったら水道水（本来は生理食塩水）で洗い流し、その後に操作を進める。
 - 7) 解剖前や術中、気分がすぐれない時には必ず休憩すること。無理して実験を進めてはいけない。周りの人の状態にも配慮してあげること。
 - 8) 解剖中は不必要に声を出さない。テキストを参照しながら自分のペースで行う。あわてず騒がず行うことが肝要。途中で時間切れになっても困ることではない。同じ実験時間内に「何を学ぶか」である。だがしかし、少しでも勇気も必要。
 - 9) 解剖実験には「成功したとか失敗とか」はない。じっくり考えながら行うこと。
 - 10) **実験とはともかく何かを確かめること・君は何を知りたい確かめたい**
 - 11) **構造とは「要素の配置とその繋がり」・器官系 11 区分を意識し確かめよう。**
-
-

<4. 解剖図/模式図:ニジマス (Rainbow Trout) の図.8ページを参照>

図説解説は次の URL の Web サイトで参照してください。

<https://jsk-biology.jp/MH-HP-1/Ch1Kaibou-1-IP/Set1-Gallery.html>

補足：体の中身は「構造」と「動物生理の基本：2系6要素+ α ・器官系 11 区分と配置配列」に基づき理解されます。必要に応じて Web 講義「考える生物学」を参照してください。下記の URL です。

<https://jsk-biology.jp/MH-HP-1/2018%20Cell%20Biol%20Set/Set%201/Set1-Gallery.html#table>

＜5. 解剖の手順：概要＞（通読時間____分）

- 1) 対象とする実験魚について、外部形態や体部位、更にそれらの名称について、模式図（外部形態）を参照しながら確認（記録）する。魚体の全体像をノートに模式図として簡潔に描く。または、「管状構造に基づく動物体制（概念図）」を白地図として利用し解剖をすすめる。意識した事項、例えば陸上動物との差異などに対する疑問等は大切に（思いついたらその場でメモする、箇条書きにする）。
 - 2) 魚類解剖の手順としては、外部形態の観察に直結する呼吸系（口腔・鰓腔・鰓構造）を手始めにするか、腹腔内構造（主に消化系・泌尿器系・生殖系など）を先にするかは、時間配分などに配慮し決める。
 - 3) 出血が予想される新鮮な実験魚の時には腹腔部から操作をはじめめる。食道を切り離す際は大量に出血するので、紙タオル処理や水洗を行い、観察し易い状況を維持する。
 - 4) 下記の手順は、①腹腔内構造→②囲心腔内構造→③口腔・鰓腔内構造→④頭部中枢神経系構造→⑤その他（腎臓・椎骨摘出など）の構造の順である（模式図を参照）。本解説は概要であるので、各自の状況や観察に基づき実験ノートの内容（記述）を充実させること。
 - 5) 「骨格標本の作製」等を念頭に置いて解剖を進める「操作」については別紙参照。
 - 6) 本解剖操作に必要な所用時間は約2時間と考える。途中で休憩を入れること。
-
-

B. ニジマスの解剖操作

<基本操作1：腹腔部 Step1～Step5>

：通読時間____分、実技時間____分、記録時間____分

- 1) 肛門前①の位置（皮膚）にハサミを当て、体軸に直角に切れ目を入れ、腹腔内にハサミを差し込む開口部を作る（矢印方向に、腹腔がわずかに露出するまで少しずつ体壁を切る）。
 - 2) 腹腔内にハサミを差し込み、②矢印方向に、体壁を持ち上げるような感じで正中線上を切り進む。途中、腹腔が充分露出したら切開した体壁を左右に広げ、腹腔の内部状態を確認する（消化管や時には白い塊の脂肪などが見えるはず）。更に切り進め胸鰭付近/囲心腔（心隔膜）の前で止める。
 - 3) 切開した体壁を摘み上げながら、①の部位から矢印線③に沿って、内臓等を傷つけないように注意しながら、また露出状態を確認しながら体壁を切り進める。薄い半透明の腹膜が内部を被っているときには丁寧に取り除く。この時、腹腔背面（背骨の下）に細長く位置する赤黒い腎臓は傷つけないように配慮し切り進み、食道上部の腹腔前部まで体壁を切る。
 - 4) 遊離した左腹部の体壁を持ち上げ、鰓蓋の後方④で切り取る。腹腔内の臓器等が観察し易い状態にしてから、露出した腹腔内構造を観察し、特徴的な器官を識別する。適度に内臓を動かし、例えば肝臓を持ち上げ、更に観察と簡単な記録を作る。概略的に観察が終了したら<B 腹腔内器官の観察と記録>を行う。
-
-

<腹腔内器官の観察と記録>

：通読時間____分、実技時間____分、記録時間____分

1) 鰓を破損しないように配慮しながら、また腸管膜の在り様も確認しながら腹腔内
部の臓器等を丁寧に広げてみる。必要に応じて腸管膜を切り、消化器系を更に広げる。
この時、はじめに、腸後部（肛門寄り）の腸管を、広げた指先で手前に引き出すよう
にする。更に腸前部・胃・肝臓部を引き出し、消化器系の全体を広げる。

2) 白っぽい脂肪組織（塊）がある時には、丁寧に取り除く。幽門垂の周りに付着し
ている脾臓を確認する。血管系（門脈など）も確認する。

3) 腎臓の様態（形や部位など：腎臓の摘出は G で行う）を確認する。輸尿管・膀胱
を確認する。

.....

4) 以下に示す A～F について、次の①～⑤の事項を確認・記録する。

(①名称/英名も、②形・大きさ、③部位・連絡、④色、⑤触診状況)

A 食道、胃、幽門垂、腸、腹膜、腸管膜

B 肝臓、胆嚢、脾臓、

C 脾臓、血管系（肝門脈、肝静脈など）

D 鰓、

E 腎臓、輸尿管、膀胱

F 生殖腺（精巣・卵巣）

.....

5) 鰓（浮き袋）を引き出し、食道の連結部のところで切り離し、丁寧に摘出する（端
部を管状に切り取りスポイトで水を入れてみる）。

- 6) 腹腔壁の食道部と肛門部で消化管を切り離し、摘出する。食道から肛門まで一本の消化管として直線的に配置してみる（観察する）。終了後、腹腔内部に収まっていた状況となるように、再度、立体的に配置してみる。
- 7) 消化系附属器（肝臓と胆嚢）や脾臓をそれぞれ摘出し、名称等を確認する（出血するので必要に応じ水洗する）。出血の後は退色することを確認する。
- 8) 切り離した食道の管口から水道水などをスポイトで消化管内に注入してみる（消化管内容物があるときには、注入水を利用し排出する）。腸上部（胃の下部）を摘んで閉管状態にして、再度、注水し、胃の膨隆状態・形・弾力を確認する。
- 9) 終了後、腹腔体壁の食道口から口腔に向かって指を入れてみる（咽頭歯がある魚種では注意する）。切り離した食道管腔にも、可能な場合には、指を差し入れてみる。
- 10) 切り離した消化管を、食道前端から長軸方向に切り進む。消化管腔の内壁が露出したら観察・触診する。内壁を水洗すると白く変性する。粘膜が剥がれやすくなる。
.....
- 11) 魚類の消化系（見慣れないもの・聞き慣れないもの：魚種で異なる）
 - ① 幽門垂（ユウモンスイ）：胃と腸の境界部にある。
 - ② 肝脾臓：肝臓組織と脾臓組織が混在する
 - ③ 脾臓（幽門垂の周囲に散在する。又は肝脾臓として散在する）
 - ④ 鰾、有管鰾（食道に連結開口している）。
 - ⑤ 無胃魚（コイ・金魚など）

<基本操作 2：口腔/鰓腔部 Step6,7>

：通読時間____分、実技時間____分、記録時間____分

- 1) 鰓蓋(サイガイ/えらぶた)を持ち上げ、鰓の状態を確認した後、矢印⑥（鰓蓋口の基部を結ぶ線）で鰓蓋を切り取り、鰓腔を露出させる。
 - 2) 後に、鰓弓（サイキュウ）の上端・下端を切り離すので、その前に露出した鰓の基本構造（鰓弁や鰓耙の様態）ピンセットなどを利用し簡単に観察する。
 - 3) 口から口腔左側にハサミを差し込み、⑦水平線に沿って切り進み、上顎部と下顎部を切り離す。体側右側も同様に切る。
 - 4) 鰓全体が露出するので、その立体構造を口側から覗き、観察記録する。
 - 5) 鰓弓の上下端にハサミを丁寧に入れ、4対の鰓弓を一枚ずつ切り離す。鰓弓が鰓弁や鰓耙から成ることを再確認する。鰓弓の側後部から派生する多数の鰓弁は、派生方向が交互に異なる。よって2縦列に見えることも確認する。
 - 6) 必要に応じて、鰓弓・鰓弁を切り取り、スライドガラス上（ウェットマウント法）で顕微鏡を用い観察する（血管の様子や血球細胞）。この場合、メダカや稚魚などの鰓弓観察が好ましい。
 - 7) 口腔内部（歯・舌など）や咽頭歯を確認する。咽頭口-食道に指を入れてみる（食道-胃でも良い）。
-
-

<基本操作 3：囲心腔部 Step8>

：通読時間____分、実技時間____分、記録時間____分

- 1) 以下の操作に従って「心臓露出」を行っても、思うように進められない時には、その途中から<D の口腔・鰓腔部>に移り、終了後、再度、「囲心腔部：心臓」を進

める。

□2) 露出した腹腔前下部の体壁断面の中へハサミの先端を差し込み、囲心腔の下部正中線⑤を切る。この操作を繰り返し上部へ進めると心臓を納めた囲心腔の一部が露出する。ハサミの先端で心臓を傷つけないように配慮しつつ、更に切り進め、囲心腔が十分に露出するように切開する。同時に、側面の体壁を注意深く少しずつ開切する。心臓の各部（心房・心室・動脈球）が完全に観察できる段階まで操作を進める。出血したら紙タオルで拭き取る。

□3) 心房・心室・動脈球（先端の白い小さな膨らみ）の色・形を確認の後、動脈球の前部と心房の後部にハサミを入れ心臓を摘出し、水洗後、所見を確認する。更にメスやハサミで心臓の縦断面を作成し、内部構造を観察する。

補足1：麻酔処理により準備した実験魚では心臓の拍動も観察できる。摘出後でも拍動する場合がありますので確認する。

補足2：血管系の観察には稚魚を用いたライブ観察も有効（ウェットマウント法、またはビニール袋に鎮静個体を少量の飼育水と一緒に封入し、実体顕微鏡や低倍率正立顕微鏡で行う）。血液塗抹標本の作製も有意義である。

<基本操作4：頭蓋部/脳函 Step9,10>

：通読時間___分、実技時間___分、記録時間___分

□1) 中枢神経とは脳(brain)と脊髄(spinal cord)であり、前者は頭蓋骨（脳函の中）に、後者は脊椎の背側に位置する神経弓門の中に収まっている。脳を観察するためには頭蓋骨の背面（頭上部）をハサミで切り取るが、この時、紙タオルで頭部を的確に保持する。ハサミを差し込む時には、その刃先の延長上に決して手指があってはならない。

安全は全てに優先する。

- 2) はじめに、頭部を⑧線で切り離す。
- 3) 後頭部の皮膚または頭部切断面の体壁にハサミを差し込み、皮膚を取り除き、頭骨を露出させ、更に矢印⑨方向にハサミを入れ、頭蓋骨を水平面で切り落とす。具体的には、頭部切断面⑧からハサミをすこし開いて水平に刺し入れると頭蓋に突き当たる。そこで力を入れて頭蓋上部を切る。この操作を何度か行くと頭蓋腔の内部(空所)を感じる(内部には脳があるのでハサミの進入角度を下に向けてはいけない)。切断した頭蓋骨の上部を切り取る。結果として頭蓋腔内の脳の一部が露出するはず。
前から：嗅神経・嗅球/前脳(端脳/大脳)・視神経・間脳・中脳(視蓋)・小脳・脳神経・延髄・脊髄・
- 4) 更に頭骨の周囲を切り開き、脳全体が露出するように丁寧に周囲を切り進める。完全に露出した脳を頭蓋腔からピンセット(または先が鋭利でない串)などで軽く持ち上げてみる。その構造を背面から観察し部位名称を確認する。
- 5) 下記<F 基本操作 5：眼球>が終了した後で、脳全体を摘出し所見をまとめる。
- 6) 更に、頭部切断面⑧に露出する椎骨の上部に白く見える脊髄断面に細い針金などを差し込み、脳函の内部まで到達することを確認する。

<基本操作 5：眼球>

：通読時間____分、実技時間____分、記録時間____分

- 1) 頭部側面の眼球周囲にハサミを差し込み、丁寧に周囲を切る。眼球全体を完全に露出させる。眼球に接合している外眼筋(乳白色?)を確認後、丁寧にピンセットなどで取り除き、脳と連結している視神経(白色?)を露出させ確認する。その後、視

神経を切り離し眼球を摘出する。

- 2) 眼球前面の角膜を切り取る。更に眼球内部を視神経方向に切り進め、開き、その構造を確認する。レンズ等も摘出する（レンズとしての機能も確認：印刷文字の上にレンズを置いて見る）。眼球内面の黒色の膜が網膜であり、黒色は色素上皮細胞のメラニン色素に由来する。
-
-

<基本操作 6：腎臓・脊椎/椎骨・脊髄>

：通読時間____分、実技時間____分、記録時間____分

- 1) 腎臓は腹腔背部（脊椎骨直下）の前後に細長く張り付いている赤黒い臓器である。まず、腹腔との境界にある腹膜を取り除き腎臓を露出させる。
- 2) 右体側の腹部体壁も切り取り、腎臓だけが露出した腹腔背面を作る。
- 3) 頭部方向から、腎臓にメス（又は替え刃式小形カッター）の刃が直接触れないよう注意しながら、腎臓の左右端に軽く差し込み、前後に少しずつ切る。これにより腎臓背面が自然と露出して来るはず。繰り返し操作を進め完全に露出させる。腎臓の後端は腹腔より後部まで伸びていることに配慮する。
- 4) 腹部（胴部）前部の脊椎骨を摘出し、その形態を確認する。
- 5) 肛門部で魚体を横断切除し、脊椎管内にある脊髄を摘出（引き出す）する。
- 6) その他：他人の状況を確認し、質問する。ともかく疑問は大切にすること。
-
-

C. 各部の主要名称：下記の項目を実験に従い確認せよ

(できない項目は下線を引く)

1. 外部観察：通読時間____分

- ①全長 (total length)、②標準体長(standard length)、③吻長 (snout length)、
④頭長 (head length)、⑤上顎 (upper jaw)、⑥下顎 (lower jaw)、
⑦鼻孔 (nostril) , ⑧眼 (eye)、⑨頬 (cheek)、⑩肛門 (anus)、
⑪背鰭 (dorsal fin)、⑫腹鰭 (pelvic/ventral fin)、⑬胸鰭 (pectoral fin)、
⑭尻鰭 (anal fin)、⑮尾鰭 (caudal fin)、⑯側線 (lateral line)、
⑰尾柄(caudal peduncle)
-
-

2. 腹腔部：通読時間____分

- ①消化管(alimentary canal) 、②消化腺(digestive gland)、③食道 (esophagus)、
④胃 (stomach)、⑤幽門垂 (pyloric caecum)、⑥膵臓 (pancreas)、
⑦腸 (intestine)、⑧直腸 (rectum)、⑨肛門 (anus)、⑩鰾 (air bladder)、
⑪肝臓 (liver)、⑫胆のう (gallbladder)、⑬脾臓 (spleen) ⑭腎臓 (kidney)、
⑮輸尿管 (ureter)、⑯膀胱 (urinary bladder)、⑰生殖巣 (gonad)
-
-

・・・時々、休憩してね・・・

3. 囲心腔部：通読時間____分

- ①循環器(circulatory organ) 、②心臓 (heart) 、
③静脈洞 (sinus venosus/venous sinus)、④心房 (atrium)、⑤心室 (ventricle)、

- ⑥動脈球 (bulbus arteriosus/arterial bulb) 、 ⑦動脈系(arterial system)、
⑧静脈系(venous system)、 ⑨毛細血管 (capillary vessel)、 ⑩背大動脈 (dorsal aorta)、
-
-

4.口腔：通読時間____分

- ①口腔 (oral cavity)、 ②鰓 (gill) 、 ③鰓蓋 (operculum)、 ④鰓腔 (gill cavity)、
⑤鰓弁 (gill filament)、 ⑥咽頭 (pharynx) , ⑦入鰓動脈 (afferent branchial artery)、 ⑧出鰓動脈 (efferent branchial artery)、
-
-

5.頭部 (通読時間____分)

- 脳 (brain)、 脊髄 (spinal cord)、 脳神経 (cranial nerve)、
脊髄神経 (spinal nerve)、 末梢神経系(peripheral nerve system)、
自律神経系(autonomic nerve system)、 嗅球 (olfactory bulb) 、
嗅葉 (olfactory lobe) 、 視葉 (optic lobe) 、 小脳 (cerebellum) 、
延髄 (medulla oblongata)、 視床下部 (hypothalamus)、 終脳 (telencephalon)、
間脳 (diencephalon)、 視蓋 (optic tectum)、 小脳 (cerebellum)、
延髄 (medulla oblongata)、 嗅覚器 (olfactory organ)、 神経管(neural tube)、
味覚器 (gustatory organ)、

6.眼球 (通読時間____分)：必要な要素を作成せよ

- 視覚器 (optic organ)、 色素上皮層 (pigment epithelium),
-

7. その他の部位（通読時間____分）

脊髄（spinal cord）、 椎体（centrum）、 背鰭条（dorsal fin ray）、 脊椎骨（vertebra）

<F. 解剖実験を行ないながら確認できた部位/名称を記せ>

・ ・ 作業中はメモ書き程度で進める ・ ・

1. 外部形態（確認項目数____）：

① _____、② _____、③ _____、④ _____、
⑤ _____、⑥ _____、⑦ _____、⑧ _____、
⑨ _____、⑩ _____、⑪ _____、⑬ _____、
⑭ _____、⑮ _____、⑯ _____、

コメント： _____

2. 腹腔部（確認項目数____）：

① _____、② _____、③ _____、④ _____、
⑤ _____、⑥ _____、⑦ _____、⑧ _____、
⑨ _____、⑩ _____、⑪ _____、⑬ _____、
⑭ _____、⑮ _____、⑯ _____、

コメント： _____

3. 口腔/鰓腔部（確認項目数____）：

- ①_____、②_____、③_____、④_____、
 ⑤_____、⑥_____、⑦_____、⑧_____、
 ⑨_____、⑩_____、⑪_____、⑬_____、
 ⑭_____、⑮_____、⑯_____、

コメント：_____

4. 囲心腔部（確認項目数____）：

- ①_____、②_____、③_____、④_____、⑤_____、
 ⑥_____、⑦_____、⑧_____、⑨_____、⑩_____、
 ⑪_____、⑬_____、⑭_____、⑮_____、⑯_____

コメント：_____

5. 頭蓋部（確認項目数____）：

- ①_____、②_____、③_____、④_____、⑤_____、
 ⑥_____、⑦_____、⑧_____、⑨_____、⑩_____、
 ⑪_____、⑬_____、⑭_____、⑮_____、⑯_____

コメント：_____

6. 眼球部（確認項目数____）：

- ①_____、②_____、③_____、④_____、⑤_____

- ⑥ _____、⑦ _____、⑧ _____、⑨ _____、⑩ _____
⑪ _____、⑬ _____、⑭ _____、⑮ _____、⑯ _____

コメント : _____

7. 腎臓など体壁部 (確認項目数____) :

- ① _____、② _____、③ _____、④ _____、⑤ _____
⑥ _____、⑦ _____、⑧ _____、⑨ _____、⑩ _____
⑪ _____、⑬ _____、⑭ _____、⑮ _____、⑯ _____

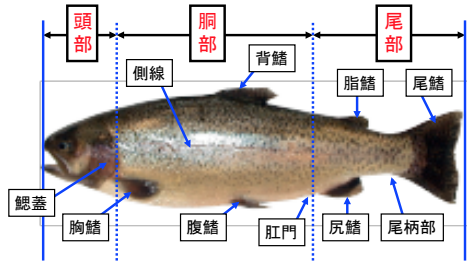
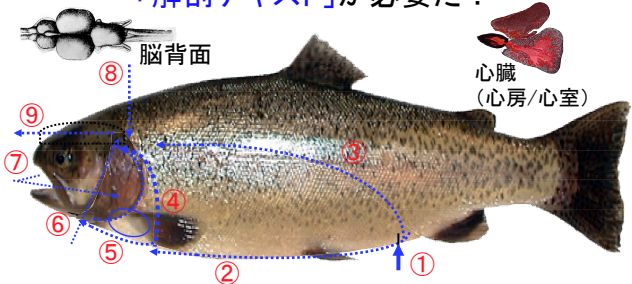
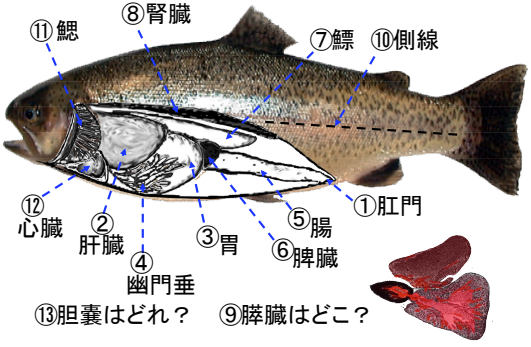
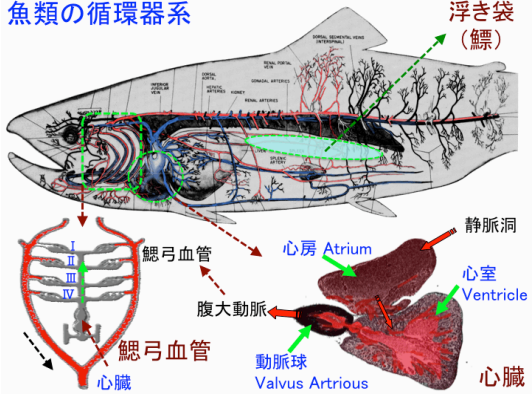
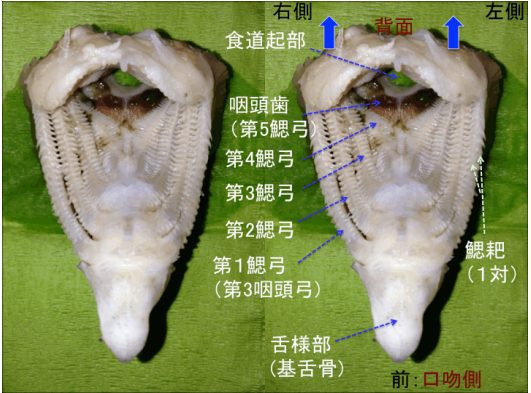
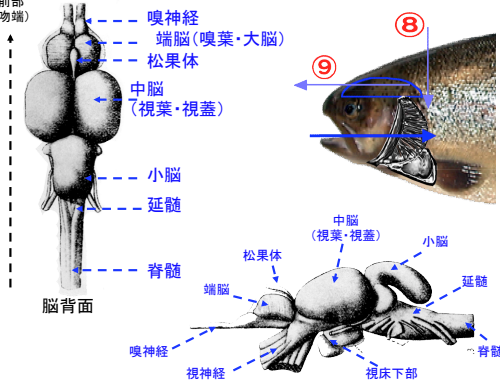
コメント : _____

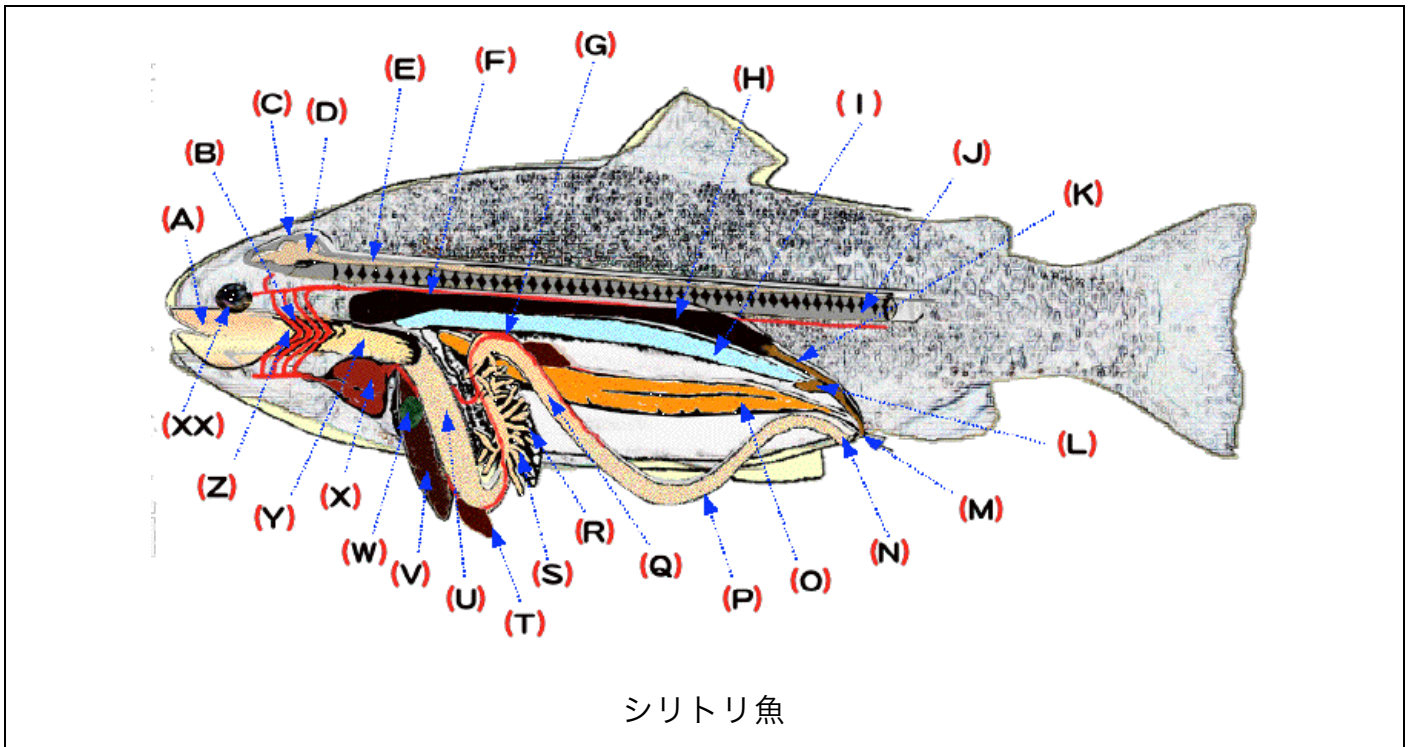
8. その他 (確認項目数____) :

- ① _____、② _____、③ _____、④ _____、⑤ _____
⑥ _____、⑦ _____、⑧ _____、⑨ _____、⑩ _____
⑪ _____、⑬ _____、⑭ _____、⑮ _____、⑯ _____

コメント : _____

< 図版/図説一覧 >

<p>体の座標軸、断面、部位 体軸：頭尾軸、背腹軸、左右軸、 断面：正中面(縦断面)、横断面、水平断面 体部位：頭部、胴部、尾部 (頸部、胸部、臀部、四肢:腕部・脚部)</p> 	<p>その前に、操作手順や確認事項を記した 「解剖テキスト」が必要だ！</p>  <p>番号順にハサミで体壁を切開する。 (腹腔→困心腔→困腔→困腔→困腔) 露出した体腔内の器官・構造を観察する。</p>
<p>体部位・体軸・体断面・</p>	<p>体腔管腔その壁面とは？：体の中に何がある？</p>
<p>Internal Organ of Rainbow Trout</p> 	<p>魚類の循環器系</p> 
<p>2系6要素-器官系 11 区分とその順列配置</p>	<p>描き見て考える</p>
	
<p>描き見て考える (鰓・血管)</p>	
<p>補足：図説解説は次の URL の Web サイトで参照してください。 https://jsk-biology.jp/MH-HP-1/Ch1Kaibou-1-IP/Set1-Gallery.html</p>	



END

D. 各部の主要名称：下記の項目を実験に従い確認せよ

（できない項目は下線を引く）

1. 外部観察

- ①全長 (total length)、②標準体長(standard length)、③吻長 (snout length)、
- ④頭長 (head length)、⑤上顎 (upper jaw)、⑥下顎 (lower jaw)、
- ⑦鼻孔 (nostril)、⑧眼 (eye)、⑨頬 (cheek)、⑩肛門 (anus)、
- ⑪背鰭 (dorsal fin)、⑫腹鰭 (pelvic/ventral fin)、⑬胸鰭 (pectoral fin)、
- ⑭尻鰭 (anal fin)、⑮尾鰭 (caudal fin)、⑯側線 (lateral line)、⑰尾柄(caudal peduncle)

2. 腹腔部

- ①消化管(alimentary canal) 、②消化腺(digestive gland)、③食道 (esophagus)、
- ④胃 (stomach)、⑤幽門垂 (pyloric caecum)、⑥膵臓(pancreas)、
- ⑦腸 (intestine)、⑧直腸 (rectum)、⑨肛門 (anus)、⑩鰾 (air bladder)、
- ⑪肝臓 (liver)、⑫胆のう (gall bladder)、⑬脾臓 (spleen) ⑭腎臓 (kidney)、
- ⑮輸尿管 (ureter)、⑯膀胱 (urinary bladder)、⑰生殖巣 (gonad)

3. 囲心腔部

- ①循環器(circulatory organ) 、②心臓 (heart)、③静脈洞 (sinus venosus/venous sinus)、④心房 (artium)、⑤心室 (ventricle)、
- ⑥動脈球 (bulbus arteriosus/arterial bulb)、⑦動脈系(arterial system)、
- ⑧静脈系(venous system)、⑨毛細血管 (capillary vessel)、⑩背大動脈 (dorsal aorta)、

4.口腔

- ①口腔 (oral cavity)、②鰓 (gill)、③鰓蓋 (operculum)、④鰓腔 (gill cavity)、
- ⑤鰓弁 (gill filament)、⑥咽頭 (pharynx)、⑦入鰓動脈 (afferent branchial artery)、⑧出鰓動脈 (efferent branchial artery)、

5.頭部

- ①脳 (brain)、②脊髄 (spinal cord)、脳神経 (cranial nerve)、脊髄神経 (spinal nerve)、末梢神経系(peripheral nerve system)、自律神経系(autonomic nerve system)、嗅球 (olfactory bulb)、嗅葉 (olfactory lobe)、視葉 (optic lobe)、
- 小脳 (cerebellum)、延髄 (medulla oblongata)、視床下部 (hypothalamus)、
- 終脳 (telencephalon)、間脳 (diencephalon)、視蓋 (optic tectum)、
- 小脳 (cerebellum)、延髄 (medulla oblongata)、嗅覚器 (olfactory organ)、
- 神経管(neural tube)、味覚器 (gustatory organ)、

6.眼球

- 視覚器 (optic organ)、色素上皮層 (pigment epithelium)、

7.その他の部位

- 脊髄 (spinal cord)、椎体 (centrum)、背鰭条 (dorsal fin ray)、脊椎骨 (vertebra)

E.解剖実験の前に (9/21/09)

<設問1 : 解剖とは?・解剖では?>

思いつくまま書いてみる (協議してみる)。

1) どこを切るのか? : _____

2) どのように切るのか? : _____

3) どこを見るのか? : _____

4) どのようにして見るのか? : _____

5) 何を見るのか? : _____

6) 何のために見るのか? : _____

7) 何の役に立つのか? : _____

8) 解剖手袋はなぜ使うのか? : _____

9) 実験の前には、何を確認したいかを列記する。 _____

<課題A1：管状構造に基づく体内概念図>

環状構造に基づく体づくり（作図実習）を行ないます。右図のような4×4の枠を別紙に大きく薄く描き、準備する。その上で、指示に従い「体の中身の概念図」を描いてください。描きながら、疑問に思う事を、時々メモしてください。自分の疑問を大切にしてください。（「立ち上がったサカナ」ということも説明します。）

そのURL：管状構造に基づく動物体内の描き方

<https://jsk-biology.jp/MH-HP-1/Top-Egaku/TubeFish/Set1-Gallery.html>

<課題A2：器官系11区分で作文しよう>

器官系（器官系統）は、おおよそ10あるいは11に区分されている（下記を参照）。その記述順列には整合性があるはずだが、あまり一貫性は見られない。君はどの配列が好きですか。丸印を付けなさい。また、その理由は？（グループで協議しなさい）

また、この器官系区分の用語（下記）を用いて、「君が朝起きる時から、外出のため家の玄関を出る時までの約1時間の様子を、行動や体内の動き」から下の罫線内に作文/記述しなさい。

図説生物/東京書籍： ①感覚系、②神経系、③骨格系、④循環系、⑤消化系、

⑥呼吸系、⑦内分泌系、⑧筋肉系、⑨排出系、⑩生殖系、

図説生物/第1学習社：①感覚系、②神経系、③循環系、④呼吸系、⑤消化系、

⑥排出系、⑦内分泌系、⑧生殖系、⑨骨格系、⑩筋肉系、

羽曾部式：①外皮系、②消化系、③呼吸系、④循環系、⑤泌尿系、⑥生殖系、
⑦感覚系、⑧神経系、⑨筋系、⑩骨格系、⑪内分泌系

1)
2)
3)
4)
5)
6)
7)

<設問A1：2系6要素+α>

動物の体は「動物性器官（体性系、体壁系）」と「植物性器官（臓性系、内臓系）」の2系統に区分される。これは、「受容、伝達、実施」であり、「吸収、運搬、排出」である。そこで、上記の「11 器官系」を、この2系統で更に区分し、下の表の中に、順列に配慮し書き入れよ。但し、下図の「外皮系」には11.を用いた。

<動物生理の基本 : 2系6要素・11器官系による配置>

11.外皮系

動物性器官 (体性系、体壁系)				
⇒D_____⇒		⇒E_____⇒		⇒F_____⇒
(6 : ___系)		(7 : ___系)	(8 : ___系)	(9 : ___系)
(G_____, 10 : _____系)				
(1 : ___系)	(2 : ___系)	(3 : ___系)	(4 : ___系)	(5 : ___系)
⇒A_____⇒		⇒B_____⇒		⇒C_____⇒
植物性器官 (臓性系、内臓系)				

11.外皮系

中学生のための解剖実験（魚類：ニジマス）

<はじめに>

私たちは、何故、からだの成り立ちを学ぶのでしょうか。

背骨のある動物を「脊椎動物/セキツイドウブツ」といいます。サカナもカエルもそうです。カメ、トリ、ブタ、サル、みんな同じ「背骨」のある動物です。ですから、サカナもサルも同じグループの一員です。でも、あなたは、本当に、そう思えますか。サカナとサルを比べてみると、何が同じで、どう違うのか、よく考えてみると解らなくなりそうですね。

今日はサケ科魚類のニジマス(rainbow trout)を材料に解剖実験を行います。「科学実験」として行います。「実験」とは、とにかく何かを確かめることです。皆さんは何を知りたいですか・確かめたいですか。

もしかしたら、君はサカナではなく哺乳動物を使って確かめたいと思っているかもしれませんね。でも残念ながら、今日は魚類/ニジマスです。

昔から研究者は、魚類のからだの成り立ちを調べながら、サルやヒトの身体のことを考えてきています。今日はその一部を紹介します。

実際に解剖を行うと、考えても・イメージしてもハッキリしなかったことがいろいろ実感できるはずです。同時に新しい疑問がたくさん湧いてくるものです。その疑問や「困ったな」と思うことを大切にしてください。すぐ答えは出ないかもしれませんが、きっと、その疑問や好奇心があなたのバックボーン（背骨）になるはずです。

文責：羽曾部正豪（東京海洋大学）

魚類の解剖実験（ニジマス）

はじめて行う「解剖実験」には「失敗したとか、成功した」ということはありません。各自が手順に従い操作（ソウサ）を進め、そのいろいろな事を「実感する・疑問に思う」ことが大切です。

<事前準備と注意>

- 1) 魚体表面の水分を紙タオルなどでふき取る。必要に応じて70%エタノールを吹きかけ、粘液（ネンエキ）を凝固（ギョウコ）させる。
- 2) 各部の構造をていねいに観察しながら解剖を進め、それぞれの臓器を個別に取り出す。必要に応じて、器官系として分類・整理し、模式図・名称を記録する。
- 3) 出血したら、小さな紙タオルをその部位に軽く押しあて、きれいにする。大量の出血で諸臓器が不明瞭になったら、水道水で洗い流した後、操作（ソウサ）を進める。
- 4) 良く切れる刃物（ハサミなど）を使うので、指導者の注意事項には充分配慮すること。手元に不安を感じる時は質問すること。
- 4) その他：他人の状況を確認し、質問する。ともかく疑問は大切にすること。

<手順1：腹腔（フッコウ）部>

- 1) 肛門（コウモン）の前①の皮膚（ヒフ）から、矢印方向に体腔（タイコウ：体の中の空所）に達するまで、体壁（タイヘキ）を切る。
- 2) 体腔（タイコウ）にハサミを差し込み、②矢印方向に、体壁（タイヘキ）をハサミで軽く持ち上げるような感じで切る進む。体腔が露出（ロシュツ）するので、切り離れた体壁部を左右に広げ、内部状態を確認する。胸鰭（キョウキ/ムナビレ）付近、または囲心腔（イシンコウ：心臓が収まっているところ）の前でハサミを止める。
- 3) ①の部位から同様に、矢印線③に沿って内臓を傷つけないように注意しながら、

また露出状態を確認しながら、体壁（タイヘキ）を切り進む。薄い半透明の腹膜（フクマク）が内部をおおっているときには取り除く。

□4) 上下で切り離れた体壁を持ち上げ、鰓蓋（サイガイ/エラブタ）の後方④で切り取るとる。内臓（ナイゾウ）が観察しやすい状態にする。

<手順2：腹腔内器官の観察>

□1) 体腔（タイコウ）内部にある臓器をていねいに広げてみる。腸管膜（チョウカンマク）の様子も確認する。血管系も確認。

□2) 腎臓（ジンゾウ）の様態（形や部位など）を確認する。輸尿管（ユニョウカン）を確認する。

□3) A～Fについて以下の事項を確認・記録する。

（①名称、③形、②部位・連絡、⑤色）

A 食道（ショクドウ）、胃（イ）、幽門垂（ユウモンスイ）、腸（チョウ）、

B 肝臓（カンゾウ）、胆嚢（タンノウ）、膵臓（スイゾウ）

C 脾臓（ヒゾウ）、

D 鰾（ヒョウ/浮き袋）、

E 腎臓（ジンゾウ）、輸尿管（ユニョウカン）、

F 生殖腺（セイショクセン）

□4) 食道の上部と肛門部で消化管を切り離し、取り出す。消化系を観察する。更に消化管内にスポイトなどで水道水を注入してみる。それぞれの部位を取り出し、名称等を確認。

□5) 更に、長い消化管を縦に切り進み、管の内面を露出させ、観察する。触診（シクシン：触って様子を知ること）する。

<手順3：囲心腔/イシンコウ・口腔/コウクウ・鰓腔/サイコウ>

「腔」の読みは「クウ」・「コウ」どちらを使ってもいいです。

- 1) 囲心腔内の心臓（シンゾウ）が露出するように、注意深く⑤体壁を少しずつ切る。出血したら紙タオルでふき取る。
- 2) 鰓蓋（エラブタ）を持ち上げ鰓（エラ）の状態を確認した後、矢印⑥の方向で鰓蓋を切る取る。
- 3) 口腔左側にハサミを差し込み、⑦水平線に沿って切る進む。上顎（ジョウガク：上のあご）部と下顎（カガク：下のあご）部を切り離す。右側も同様に切る。

<手順4：頭蓋（トウガイ）部・眼球（ガンキュウ）>

- 1) 内臓を確認・観察した後、頭部を⑧線で切り落とす。更に頭上部を矢印⑨方向の水平面で切り落とす。結果として頭蓋腔（トウガイコウ：ズガイコツの中）内にある脳の一部が露出するはず。露出部の周囲の骨など丁寧に数回に分け切り、脳を完全に露出させる。
- 2) 眼球（ガンキュウ）状態を確認しながら、外部から丁寧に眼球を露出させ、取り出す。但し、脳と連結している視神経（シシンケイ）はできるだけ切り落とさないようにする。

（眼球に接合している筋肉（乳白色？）を確認後、丁寧にピンセットなどで取り除き、脳と連結している視神経（白色？）を露出・確認する）

- 3) 眼球前面の角膜（カクマク）を切り取る。更に眼球内部を切り開き、その構造を確認する。レンズ（水晶体/スイショウタイ）も摘出する（レンズとしての機能を確認）。

<手順5：その他>

□1) 椎骨（ツイコツ：背骨）の腹側（腹腔背部/フックウハイブ）に細長く付着している腎臓（ジンゾウ）をスパーテル（小さじ）やメスを用いてていねいに摘出する（最後部分がどこかを確認する）。難しい時にはスパーテルでかき取ってみる。

□2) 腹部の前の方にある脊椎骨（セキツイコツ）を掘り出して（摘出し）、その形態を確認する。ヒント：時間があれば熱湯で煮るとサカナの骨は綺麗に取り出すことができるので、骨格標本を作るってみるのも良い勉強になる。

□3) 肛門部で魚体を横断切除し、脊椎管内にある脊髄（セキズイ）を摘出（引き出す）する。

□4) その他：他人の状況を確認し、質問する。ともかく疑問は大切にすること。