

## 考える生物学(1): 動物体の 見方・考え方・進め方 について

### < 命題(見方)・原理(考え方)・実証(進め方)の必要性 >

どのような教科にも学習に不可欠な大切な約束事がある。では生物学には何がある？

<見方>	<考え方>	<進め方>
命題の探求	原理法則の探求	実証検証の探求
課題/テーマの設定	論理/ロジックの設定	作業プロセスの設定

学習には、1) テーマ(命題)があり、2) その事例に基づく解説(進め方)があるが、3) その基本となる考え方「原理・法則」による補完は重要である。その前提となる視点は、4) 「構造: 要素の配置とその繋がり」であり、自発的な疑問には 5) 「学習マトリックス」による丁寧な考察が有効である。生物学の理念は、6) 実体と概念の連立連携、7) その「考察の視点」は、形(形態)、役割(機能)、仕組み(原理)、由来(起源)、である。

**構造: 要素の配置とその繋がり、 構造レベル・考察の基本・役割の補完による学習マトリックス**

**\*\* 時には気ままに生物学演習・ 疲れた時の生物学演習・ 一息ついて生物学演習 \*\***

### 1. はじめに

今日は、動物体の「見方・考え方・進め方」の話を通じて生物系のロジカルシンキング(納得できる考え方)を紹介します。難しく言えば「命題・原理・実証の必要性」ですが、これは普通の学習形式のことなので、ここでは「なるほどね」と頷けるような事例(課題)を加え、その形式は実際に役立つか(実効的か)について話し合いたいと思います。

例えば、「図1はサカナの体内構造です。どうなっているか説明してください」、または「脊椎動物は様々な形(図1右)をしています。どう説明しますか」と問われたら貴方はどのように対応しますか。(補足: 空はなぜ青い? と問われたらどうしましょう。) つまり、本講義では、動物の体内構造の見方(命題)・考え方(原理)・進め方(実証)を事例に、生物学の基本的な視座視点(学習マトリックス)の確認をしたいと思います。右QRコードは図1のサイトです。図などに付記された「G#番号」はサイト「ギャラリー」番号です。



<p>図 1.1. 魚類の頭尾軸縦断面の組織標本像(HE 染色):G#7、#8</p>	<p>図 1.2. 脊椎動物の体内構造とは?:G#15</p>

### 2. 講義概要 (今日は模擬講義なので下記の一部(前半)を行います。残りや詳細は指定の Web サイトを参照)

□1) 最初に、「器官系区分、階層性区分」に関わるアンケート調査・その状況を紹介します。□2) 次に、それらは必要なことか、どうすれば暗記ものではなくなるかのため、階層性(図4)でその対応策を紹介します。そのために必要な前提は「構造: 要素の配置とその繋がり」です。□3) この観点「構造」を念頭に、課題(作業 Q1: 管状構造に基づく体の中身の描き方)を行います。その上で、□4) この課題・テーマ(Q1)が成り立つ基本的な考え方(原理法則: 2系6要素・器官系11区分)を紹介します。すると、動物の体内構造が単純に見えてくるはず。つまり、生物学にも「考え方の基本: 原理法則」があること、必要であることが理解できるはず。そこで、□5) 次の課題(Q2: ネコの前にサカナを置いたらどうなるか)により、そのことを発展的に確認(実証)してみましょう。最後に、□6) まとめとして「生物学の学習マトリックス」の概要を説明します。なお、十分に時間があれば、付録(別様テキスト)を用いて、3)で「描きたい線とは何?」の観点から、□7) インターネットバーチャル顕微鏡観察や、その実体の探求のため、□8) 体の基本単位「細胞」に関わる実験学習(細胞培養実験)などを行いたいと思っています。自分の素直な気持ちで気軽に対応し話し合ってみましょう。

- Q1. テーマ: 管状構造に基づく体の中身の描き方・・・その視点は構造と器官系・器官
- Q2. テーマ: ネコの前にサカナを置いたらどうなるか・・・動物生理の基本・2系6要素、器官系 11 区分

< ワークシート 1: 動物生理の基本(2系6要素・器官系 11 区分)、階層性(構造レベル)>

Q1. テーマ: 体の中身の描き方(管状構造に基づく体の中身の描き方)、

脊椎動物(ヒト、ブタ、トリ、カメ、イモリ、サカナなど: 図 1)は様々な体型を示すが、その内部構造(の基本)は限りある器官・臓器の配置とその繋がりにより成り立っている(構造レベル: 器官系)。ここでは、動物体(例えば、ヒト・サカナ)に共通する体内構造を統一的な観点から側面俯瞰図(構造図)として描く(命題の探求)。更に、その作図が成り立つ幾つかの原理や法則などを探し求め、解説協議に基づきその実情を確認(実証)する。補足、動物体の1次情報(基本的な視点)は、「体部位: 頭部・胴部・尾部・四肢」に加え、「体軸・体断面、体節、体内腔」などが用いられる。これは原理法則として使えますか？

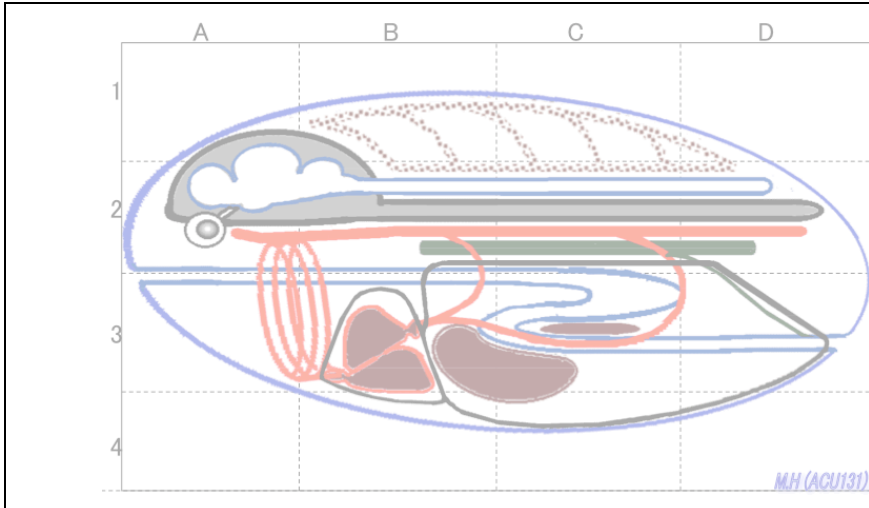


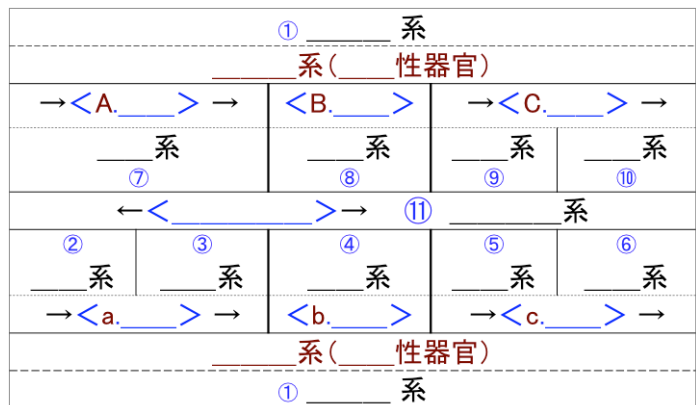
図 2. (G#17)  
管状構造に基づく体の中身の描き方: 側面図・体内構造・2系6要素(器官系・器官)から考察すると左図になる。

左図は色分け塗り分けを加え見やすくした。

\* C. 外皮/皮膚

- \* F. 消化
- \* I. 神経
- \* B. 循環
- \* E. 呼吸
- \* K. 内分泌
- \* H. 骨格
- \* J. 生殖
- \* A. 泌尿
- \* G. 感覚
- \* D. 筋肉

\*は器官系区分。線分で結び、繋がりを明らかにせよ(\*には2線分のみ可)。(G#19)



\_\_\_\_ 系 \_\_\_\_ 要素・ \_\_\_\_ 系 \_\_\_\_ 区分とその順列・配置 (G#19)

< 図 3. 動物生理の基本: ネコの前にサカナを置いたらどうなるか? >

視覚レベル	H	M	L	学理域
	個体			
		細胞		
			元素	

図 4. 個体の構造レベル(階層性区分)を配置図とします。上の空欄に適切な名称・用語を与えよ。(G#00)

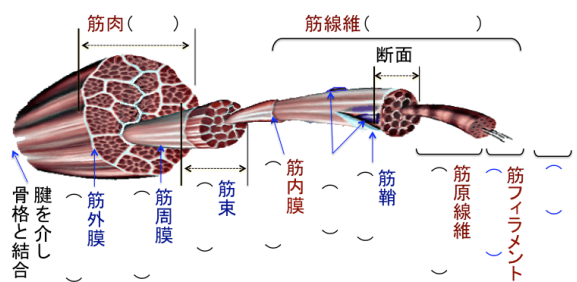


図 5. 筋肉の成り立ちを説明してみよう。上図の空欄などに適切な用語を与えよ。生物学は「実体と概念の連立連携」である。



＜ ワークシート 2:「動物生理の基本」を発展させると「細胞生理の基本」になる ＞

細胞培養実験の考察などに基づき、細胞の生理・機能(役割)を考える。その場合でも構造に対する視点が必要。

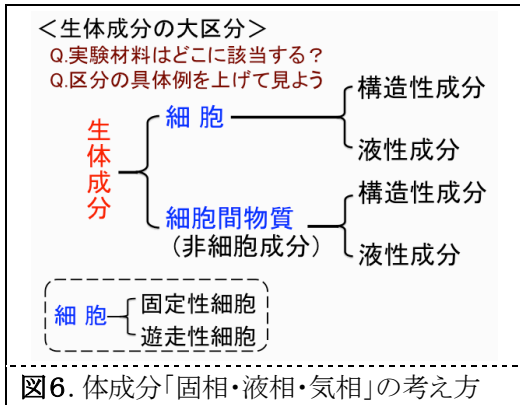


図6. 体成分「固相・液相・気相」の考え方

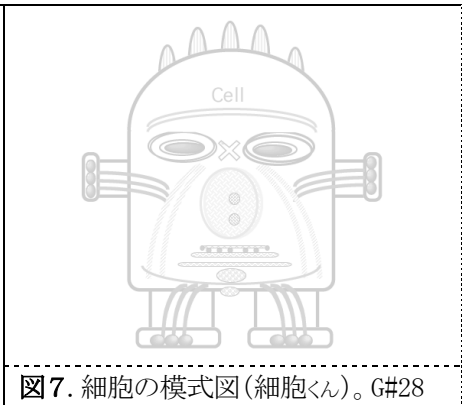


図7. 細胞の模式図(細胞くん)。G#28

左図は「細胞のつくり」を「構造」の視点からイメージ化したもの。「役割の補完」や「要素の配置とその繋がり」を念頭に描くとプロセス化される。



発展課題. 細胞生理の基本(考え方:細胞自身は何をしている)。

器官系は特有の役割/働きを示す。例えば、細胞でも同様と想定した場合、細胞は「……」をしている、には「……」がある、などとして平易に表現せよ。G#37



区分	器官系(役割)に対応させた「細胞の働き」:右側には必要とするキーワードを記せ。	
1	外皮	細胞は「 <input type="text"/> 」をしている:
2	消化	細胞は「 <input type="text"/> 」をしている:
3	呼吸	細胞は「 <input type="text"/> 」をしている:
4	循環	細胞は「 <input type="text"/> 」をしている:
5	泌尿	細胞は「 <input type="text"/> 」をしている:
6	生殖	細胞は「 <input type="text"/> 」をしている:
7	感覚	細胞は「 <input type="text"/> 」をしている:
8	神経	細胞は「 <input type="text"/> 」をしている:
9	筋	細胞は「 <input type="text"/> 」をしている:
10	骨格	細胞は「 <input type="text"/> 」をしている:
11	内分泌	細胞は「 <input type="text"/> 」をしている:

作業. 下記は細胞機能などに関わるキーワードである。教科書などを参照しながら、それらが意味する(該当する)用語や区分や役割について、平易な表現で明記してみよう(確認してみよう)。

#	細胞(構造)に関わるキーワード	単元区分と役割	頁
1	細胞膜、脂質2重層、流動モザイク、多機能性		
2	低分子の膜輸送:能動/受動/共同/浸透, チャンネル		
3	解糖/TCA/電子伝達系・ATP 合成:内呼吸		
4	物質代謝系(糖/アミノ酸/脂質/核酸)		
5	修飾/分泌/分解、小胞体輸送		
6	遺伝子 DNA 複製、分裂増殖、細胞周期		
7	受容体(レセプター)、		
8	リン酸化酵素、2nd メッセンジャー、		
9	細胞接着、インテグリン、細胞運動		
10	細胞骨格(アクチン線維/微小管/中間径線維)		
11	遺伝子発現(DNA→mRNA→蛋白)、		

# まとめ:生物学習マトリックスについて



演習のまとめとして、生物学習に必要な不可欠な「**学習マトリックス:図8 配置図**」の概要を確認しましょう。図8の左は「X, Y, Z」軸を与えたイメージですが、やはり、前提は「**構造**」の観点です。G#0

**<3軸構造による学習マトリックス BioMTX>**

**0. 構造とは?**

**1. 構造の基本(X)**  
構造レベル:階層性

**2. 考察の基本(Y)**  
形/役割/仕組み/由来

**3. 役割の補完(Z)**

動物生理の基本  
2系6要素+ $\alpha$   
器官系11区分

構造体の成り立ちを  
ロジカルにイメージする  
貴方がある

\*\* 考える・話し合う・掘り下げる \*\*

考察の視点 (Y軸)	体構造の基本的な視点:階層性 (X軸)									学理領域の区分 (4軸)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1										<p><b>&lt;学習マトリックス:その視座視点&gt;</b></p> <p>* 学習対象には<b>実体</b>がある。</p> <p>* 実体あるものには<b>構造</b>がある。</p> <p>* 構造とは「<b>要素の配置とその繋がり</b>」。</p> <p>* その要素は<b>構造レベル</b> (階層性) に従う。</p> <p>* 考察は「<b>形・役割・仕組み・由来</b>」。</p> <p>(形態・機能・仕組み・起源)</p>	
2 形(形態)											
3 形(形態)											
4 形(形態)											
5 形(形態)											
6 役割(機能)										解剖組織学 1	
7 仕組み										生理学 2	
8 由来(起源)										発生遺伝学 3	
9 その他											
1.境界,[2. . 3. . 4. . ], [5. . 6. . 7. . ], 8.調整, 9.他 役割/機能の補完:動物生理/細胞生理の基本 2系6要素+ $\alpha$ (Z軸)											

**図8. 個体生物学の学習マトリックス(BioMTZ)**

**作業 1:** 右上の配置図は対象とする要素に対する視座視点である。下線に適切な用語を与え確認してみよう。

- X 軸 (階層性: 構造レベル9区分)  
: 1) 個体, 2) \_\_\_\_\_, 3) \_\_\_\_\_, 4) \_\_\_\_\_, 5) 細胞, 6) \_\_\_\_\_, 7) \_\_\_\_\_, 8) \_\_\_\_\_, 9) 元素,
- Y 軸 (考察の基本: 形・役割・仕組み・由来)・・・作業2を参照  
: 1) \_\_\_\_\_, 2) \_\_\_\_\_, 3) \_\_\_\_\_, 4) \_\_\_\_\_, 5) \_\_\_\_\_, 6) \_\_\_\_\_, 7) \_\_\_\_\_, 8) \_\_\_\_\_, 9) 他,
- Z 軸 (役割の補完: 2系6要素+ $\alpha$ ・動物生理の基本)  
: 1) 境界, [ 2] \_\_\_\_\_, 3] \_\_\_\_\_, 4] \_\_\_\_\_], [ 5] \_\_\_\_\_, 6] \_\_\_\_\_, 7] \_\_\_\_\_], 8) 調整, 9) 他,

**作業 2:** 下記を事例について「考察の視点(基本)9項目」から簡単明瞭な表現を試してみよう。

考察の基本	事例: 消化器系 & DNA		
1	部位	消化器系は「どこ」にあるか?	DNAは「どこ」にあるのか?
2	形状	消化器系とは「どんな形」か?	DNAとは「どんな形」か?
3	名称	なぜ、そんな「名前」なのか?	なぜ、そんな「名前」なのか?
4	繋がり	消化器系はどこに「繋がって」るのか?	DNAは どこに「繋がって」いるのか?
5	区分	消化器系はどんな「部品」でできている?	DNAは どんな「部品」でできている?
6	役割	消化器系はどんな「役割」を持つのか?	DNAは どんな「役割」を持つのか?
7	仕組み	消化器系はどんな「仕組み」で働くのか?	DNAは どんな「仕組み」で働くのか?
8	由来	消化系はどのようにして「できてくる」?	DNAは どのようにして「できてくる」?
9	他	消化器系に類似な物には何があるか?	DNAに類似な物には何があるのか?

## <生物学の基本:HASOBE の考え方>

(1) 実体あるものには**構造**がある。構造とは (2)「**要素の配置とそのつながり**」であり、その要素は連続的・段階的な (3) **構造レベル**「階層性 3x3:9区分」に従った扱いを必要とする。その要素に対する**考察の視点**は、(4)「**形(形態)・役割(機能)・仕組み(原理)と由来(起源)**」であり、役割の考察には (5)「**器官系区分:2系6要素(動物生理・細胞生理の基本)**」に準じた補完が有効である。すなわち、要素に対する3軸構成の視座視点は、自己相似的な (7) **学習マトリックス**を構成し、複雑系に対する平易な視点と道筋を与える。必要とすべきは、実体・構造に対する (6)「**命題(見方)・原理(考え方)・実証(進め方)**」の平易な事例であり、「知識と知識をつなぐ知識の学び」とその経験値は今日的・必要不可欠な学習テーマである。

\*\* 平素の視点:なに・なぜ・どうして・どのようにして・それ本当? \*\*

\* \* 考察の基本(視点): 形(部位, 形状, 名称, 繋がり, 区分/構成)・役割・仕組み・由来・他 \* \*  
補足: 本編の要所に示した「**G#番号**」はサイト「**実演生物学・ギャラリー**」で参照可能な実践サイト番号です。

まとめ 1. 階層構造レベルの見方 考え方 進め方(命題・原理・実証の必要性): G#00

区分		命題・課題・視座視点	その要素/構成/事例(キーワード)	Gallery #	行
実体には構造「要素の配置とその繋がり」があり、体は1細胞を起源とし全ての細胞と細胞間物質は細胞から生じる					0
I	個体	A. 共有命題「サカナの縦縞・四肢・尻尾」を話し合う。			1
		B. その課題「科学論・多様性と共通性・動物体の座標」を考える。			2
		1	1次体型区分	体部位・体軸・体断面・体内腔・体節分節	3
		2	2次体型区分	体壁性器官/体性系(背側)、内臓性器官/臓性系(腹側)	4
		3	骨格系	骨パズル:頭部骨格、鰓弓系、肩帯/腰帯、	5
II	器官系	A. 共有命題「ネコの前にサカナを置いたらどうなるか」を話し合う。			6
		B. その課題「器官系区分と動物生理の基本」を考える。			7
		4	動物生理の基本	2系6要素(受容-伝達-実施、吸収-運搬-排出)	8
		5	器官系統の区分	器官系 11 区分とその順列・配置・役割	9
		A. 共有命題「体の中身の描き方:描いた線や形とは何?」を話し合う。			8
III	器官	B. その課題「体構造の側面俯瞰図と主要器官:体腔管腔その壁面」を考える。			10
		6	器官と臓器	その所属(分類)・繋がり・役割	11
		7	体腔管腔その壁面	細胞と細胞シート(上皮組織:上皮・中皮・内皮)	12
		8	体内構造の方向性	表面と裏側(オモテ側とウラ側)、その規則性	13
		A. 共有命題「体の薄切り2色で染めたらどうなるか」を話し合う。			14
IV	組織	B. その課題「4大組織(上皮・結合・筋・神経)とその由来」を考える			15
		9	組織区分とその要素	4大組織、細胞と基質と細胞間物質	16
		10	所在の根拠	発生学的な由来(シート構造の変化と規則性)	17
		11	結合組織の考え方	中胚葉由来の細胞と物質	18
		A. 共有命題「細胞をシャーレに入れたらどうなるか」を話し合う:細胞培養実験の必要性			19
V	細胞	B. その課題「多様な細胞とその原型・細胞くんの描き方」を考える。			20
		12	細胞構造の基本	膜系構造体、細胞の起源(共生進化)	21
		13	細胞の基本的性質	足場依存性と細胞シートの形成:点・面・立体	22
		14	多様な細胞の考え方	形態と機能:細胞くんとパラニューロン、etc	23
		A. 共有命題「細胞自身は何をしているか」を話し合う。			24
VI	小器官	B. その課題「細胞生理の基本:考える筋道・古典的ロジックの重要性」を考える			25
		15	分類・構造・機能	機能装置としての理解	26
		16	細胞生理の基本	考察の枠組み:2系6要素 11 器官系区分との対応	27
		A. 共有命題「筋肉は何からできている」を話し合う。			28
VII	巨大分子	B. その課題「生体高分子とは?:種類・形・役割・仕組み・由来」を考える。			29
		17	筋構造とその階層性	構造レベルと名称区分(様態名称と実体名称)	30
		18	巨大分子の種類	分泌性物質と内在性物質、構造と役割	31
		19	遺伝の基本	セントラルドグマ(DNA から蛋白質)、高次構造	32
		A. 共有命題「子牛が草を食べるとなぜ成長するか」を話し合う。			33
VIII	分子	B. その課題「生体分子とは?:種類・形・役割・仕組み・由来」を考える。			34
		20	種類と構造	糖・アミノ酸・脂質・核酸・補酵素・生体元素	35
		21	物質の代謝と循環	糖代謝・窒素代謝・核酸代謝:起点と繋がり	36
		22	エネルギー変換	ATP 合成、膜電位、補酵素の役割	37
		A. 共有命題「原子・元素・イオン・分子は何がどう違う?」を話し合う。			38
IX	元素	B. その課題「生体元素・微量元素:種類・形・役割・仕組み・由来」を考える。			39
		考察の視点9項目:部位・形状・名称・繋がり・区分(構成)・役割・仕組み(物性)・由来・他			40
動物生理・細胞生理の基本は、考察の視点「役割:2系6要素・器官系 11 区分」を拠り所とする。				41	
現実/実体の枠組み		A1. 現象/状況・・・ A2. 実体/実在・・・ A3. 本質/原型 B1. 役割/働き・・・ B2. 機能/仕組・・・ B3. 性質/物性		42	

