

ワークシート A. (2枚綴り)・・・Exp1 「細胞培養実験：お絵描き実験」

* 表題: **生きている細胞をシャーレに入れたらどうなるか? :お絵描き実験**

* 目的: **細胞の基本的性質の確認(形態変化とその自律性について)。**

.....

階層性の主要レベル「細胞」に関わる実験観察を行います（実施課題 A）。つまり「細胞は体の基本単位であり、体は細胞と細胞間物質からできている、体の全ては細胞から生じる：細胞説」という基本命題があるので、「生きている細胞をシャーレに入れるとどうなるか」ということからその基本的な性質を確かめたいと思っています。つまり「細胞培養実験」を行ないます。

お絵描き実験（目的と概要）・・・Web サイト「細胞実験：Exp1」

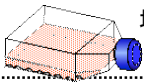
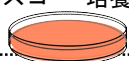

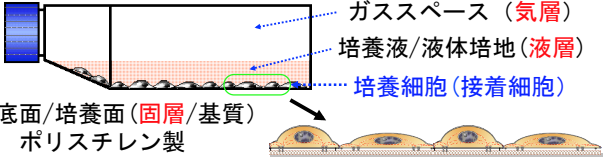
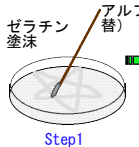
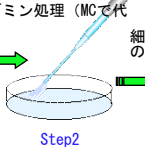
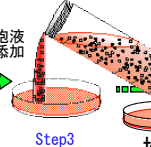
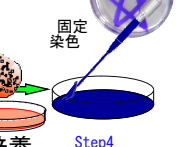
生きている動物細胞（魚類の培養細胞 FHLS）と身近な生体由来の物質（ゼラチンやアルブミン）を材料に「細胞培養実験」を行ないます。最終的に、培養シャーレの中に微小な細胞で大きな「形」を形成します。なぜ細胞で簡単に「形」ができるのか、その理由を「細胞や材料の性質や特徴」から考えましょう。更に、生体の組織細胞との類似性から考察しましょう。結果的に「動物体の成り立ち」に対する基本的な視点を構築しましょう、を目的とします。疑問は大切に！

演習 1：形態形成に関わる基礎実験：「お絵描き実験」のロジック（仮説演繹的な考え方）

- 1) 体は「_____」からできてくる（由来）。
- 2) 体は「_____と_____」でできている（区分/構成）。
↓それなら、
- 3) 生きている_____と_____の_____（細胞間物質）があれば「形」ができるはず。
- 4) それらの性質や役割が解れば「_____」ができるはず。
- 5) _____としてできるはず。
↓それなら、
- 6) _____：動物培養細胞による形態形成の基礎実験をしてみよう。
- 7) **実験とは_____。** 君は何を知りたい確かめたい？
(よって学習実験に失敗はない：自主的な考察が実験・その経緯結果から原理を理解すること)

補足：実験や技術は「素材の性質（物性）の理解」に基づき開発される。細胞培養技術とは体内細胞が生きる生育環境の再現で成り立つ（図1）。よって細胞実験の経緯・経過・結果は体内細胞の様態を少なからず反映する。細胞実験を通じて体の中身や成り立ちを考えましょう。

（「基質/マトリックス」とは「何かを生み出すところ」という意味・ニュアンス）

<p><培養細胞/細胞培養：足場依存性> 体の細胞（体細胞）はシャーレやフラスコの中で飼育することができる。それら細胞を培養細胞と言い、その行為を細胞培養と言う。今回は「ファッドヘッド ミノー」という小魚に由来する培養細胞（FHLS細胞）を使用。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div> <hr/> <p><細胞培養3層構造：固相・液層・気相> * 動物細胞は底面/基質に接着し生きる：足場依存性*</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>底面/培養面(固層/基質) ポリスチレン製</p> </div> <div style="width: 50%;">  <p>ガススペース（気層） 培養液/液体培地（液層） 培養細胞（接着細胞）</p> </div> </div>	<p><お絵描き実験の方法：基本4工程></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">     </div> <ol style="list-style-type: none"> 1) ゼラチンでシャーレに「絵文字」を描く（乾燥後は透明/保存可能）。 2) 血清アルブミンでシャーレ底面を濡らす（1分程度：メチルセルロースで代替可能）。 3) 細胞液を加え、培養する（最低45分）。 4) 「絵文字」が現れる。固定/染色する。 <p style="border-top: 1px dashed red; padding-top: 5px;">細胞実験キットを使えば、迅速簡便な「お絵描き実験」</p>
<p>図1. 細胞培養と培養細胞</p>	<p>図2. お絵描き実験の方法（概要）</p>

<お絵描き実験の材料>

- 1. 培養シャーレ、□1. ゼラチン (Gel)、□2. 綿棒、□3. 血清アルブミン (Alb)、□4. スポイト、
 - 5. 魚類細胞 FHLS (Cell)、□6. 2次培養液 (Ca-Med)、□7. 固定液 (G-Fix)、□8. 染色液 (CV)、
- コメント：実験材料の意味意義を考えてみましょう。

宿題1：ゼラチン（コラーゲン）や血清アルブミンって何？ 体のどこにある？

補足実験：動物細胞の形態とその変化（生細胞の顕微鏡観察）

細胞のライブ観察：経時的に固定染色し細胞を顕微鏡観察：その形の変化を素描しましょう。

培養 0 分の素描 (図)	培養 10 分の素描(図)	培養 20 分の素描(図)	培養 40 分の素描(図)

□Q1. 1粒2粒3粒の細胞：どう説明する？・なぜ動く・どう動く？、

□Q2. 細胞培養実験の特徴：培養時間とは：_____

参考資料

<p>動物細胞の形態変化 (マウス繊維芽細胞：SEM像)</p> <p>球状 (接着) 30分後 ドーム状 (伸展中) 60分後 細胞は _____ を認識し → _____ し → _____ する 扁平状 (伸展) 2時間後 繊維芽細胞の形態 (移動中) 24時間後 カーブ分子細胞生物学 (第1版p233)</p>	<p>細胞の形態変化：上段を培養すると下段になる</p> <p>1粒の細胞 2粒の細胞 3粒の細胞 Q：この形態変化に規則性はあるか？</p>	<p>細胞が動ける理由：細胞膜のウラ側には、球状のアクチンが数珠状に連結（重合）したアクチン繊維（細胞骨格の1種類）がある。細胞はアクチンの「重合や脱重合」を繰り返し形を変える。細胞骨格は足場となる基質と部分的に結合している。</p> <p>球状 重合 アクチン線維 脱重合 アクチン繊維の層 波打ち膜 核 進行方向 基質</p>
図3. Web 実験講義 2/9 節/ Fig. 17-	図4. Web 実験講義 2/9 節/ Fig. 20-	図5. Web 実験講義 2/9 節/ Fig. 24-

<細胞にも足があり内部には筋骨格系のような運動に関わる装置がある：細胞骨格と細胞運動>

ワークシート B. (2枚綴り) ・ ・ ・ ・ 協議 「動物体の基本構造と動物生理の基本」

* 表題: **ネコの前にサカナを置いたらどうなるか? : 体の中身の描き方**

* 目的: **器官系に基づく体構造「2系6要素」という考え方を確認する**

.....

前節で「細胞実験」を行いました。が、「木を見て森を見ず」とならないためにも、動物体そのもの・体の中身「**器官とその系統 (器官系)**」について作図作業などを行い「**体の中身の考え方：動物生理の基本**」ということを考えてみます (**実施課題 B**)。

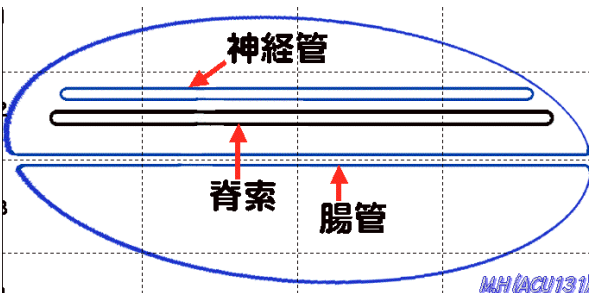
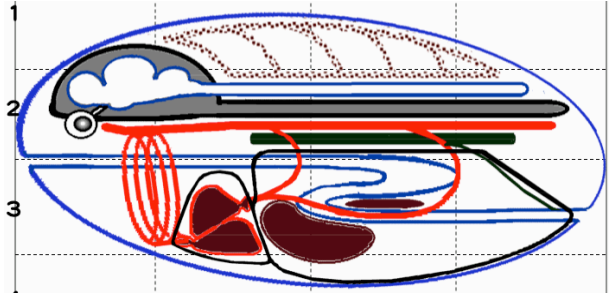
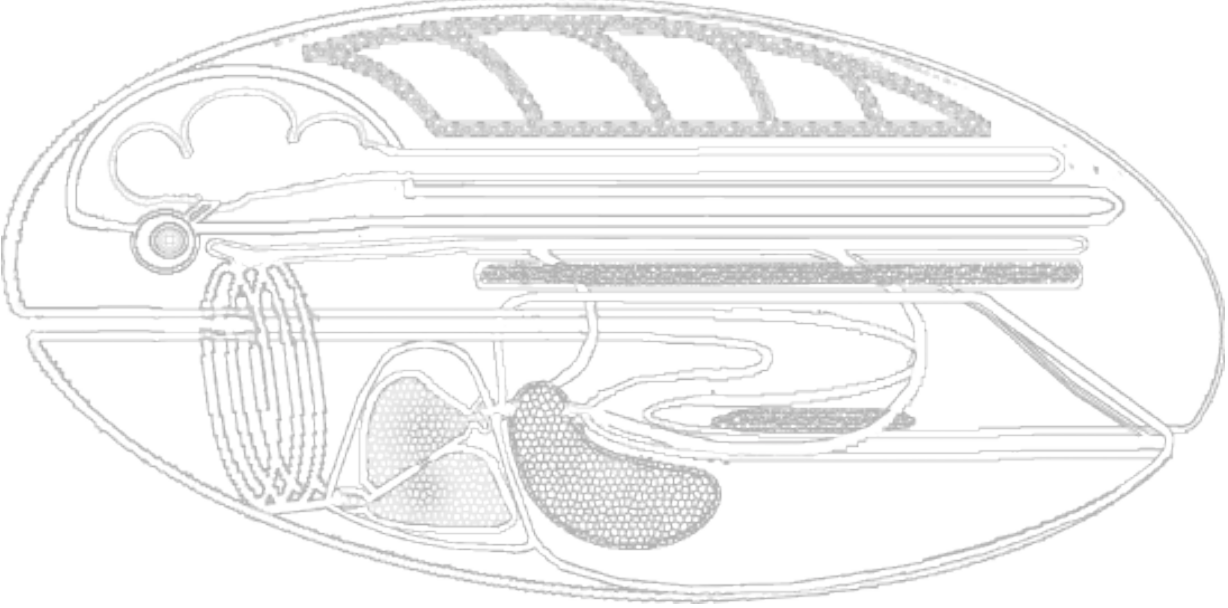
***** キーワード. 構造：要素の配置と繋がり *****

Q1. 動物体には「器官系」区分がある。11区分の名称を下に書いてください。ひらがなでも OK

1. _____系 2. _____系 3. _____系 4. _____系 5. _____系 6. _____系
7. _____系 8. _____系 9. _____系 10. _____系 11. _____系

演習 2 「環状構造に基づく動物体の描き方」・ Web サイト：描き見て考える A2

(X 軸：個体・器官系、Y 軸：部位/形状/名称/繋がり/区分/役割/仕組み/由来/その他)

<p>1. 基本(外皮・原基)：体内には3本のチューブ</p> 	<p>完成図</p> 
<p>体性系：受容(____)、伝達(____)、実施(____・____)</p>	
	
<p>臓性系：2. 吸収(____・____)、3. 運搬(____)、4. 排出(____・____)</p>	

疑問は何? : _____

演習3. 「2系6要素-器官系11区分とその順列（配列）」・Webサイト「描き見て考える」B1

(器官系：部位/形状/名称/繋がり/区分/役割/仕組み/由来/その他)

<p style="text-align: right; color: red;">考察台紙</p> <div style="border: 1px dashed blue; border-radius: 50%; padding: 20px; text-align: center; margin: 10px auto; width: 80%;"> <p style="color: red; font-weight: bold;">* C.外皮/皮膚</p> <p style="color: red; font-weight: bold;">* F.消化 * I.神経</p> <p style="color: red; font-weight: bold;">* B.循環 * E.呼吸</p> <p style="color: red; font-weight: bold;">* K.内分泌 * H.骨格</p> <p style="color: red; font-weight: bold;">* J.生殖</p> <p style="color: red; font-weight: bold;">* G.感覚 * A.泌尿</p> <p style="color: red; font-weight: bold;">* D.筋肉</p> </div> <p style="text-align: center; color: red;">< : 2系6要素 + α ></p>	<p style="color: red; font-weight: bold;">< 答えのない質問 ></p> <p>左図/丸枠内の名称(器官系)を繋がりとして考えたい。矢印(*→*)で表してみよう。但し1用語に繋がる線分は2本までとする。ネコの前にサカナを置いたらどうなるか?も意識しよう。コメントや疑問は?</p> <hr/> <hr/> <hr/> <p style="color: red; font-weight: bold;">[構造とは要素の配置とその繋がり]</p>
--	---

動物体には「器官系11区分とその順列配置」がある。下記に順列を記せ

- : 1. C → 2. _____ → 3. _____ → 4. _____ → 5. _____
 → 6. _____ → 7. _____ → 8. _____ → 9. _____ → 10. _____ → 11. _____

演習4. 動物生理の基本：2系6要素 + α ・ Webサイト「描き見て考える」B1

①	背側： _____ 系/体壁性器官（動物性器官）			
	→ < _____ > →	→ < _____ > →	→ < _____ > →	
	⑦ _____ 系	⑧ _____ 系	⑨ _____ 系	⑩ _____ 系
	← < _____ > → ⑪ _____ 系			
	② _____ 系	③ _____ 系	④ _____ 系	⑤ _____ 系
	⑥ _____ 系			
	系	→ < _____ > →	→ < _____ > →	→ < _____ > →
腹側： _____ 系/内臓性器官（植物性器官）				

宿題2. 器官系の区分やその取り扱い：君はどのような疑問を抱いたか? : メモ書きする。

- | | |
|-----------|-----------|
| 1. _____ | 2. _____ |
| 3. _____ | 4. _____ |
| 5. _____ | 6. _____ |
| 7. _____ | 8. _____ |
| 9. _____ | 10. _____ |
| 11. _____ | 他. _____ |

宿題3. 「ネコの前にサカナを置いたらどうなるか?」を動物生理の基本から解説してみよう。

ワークシート C. (2枚綴り) Exp2 「動物組織のバーチャル顕微鏡観察」

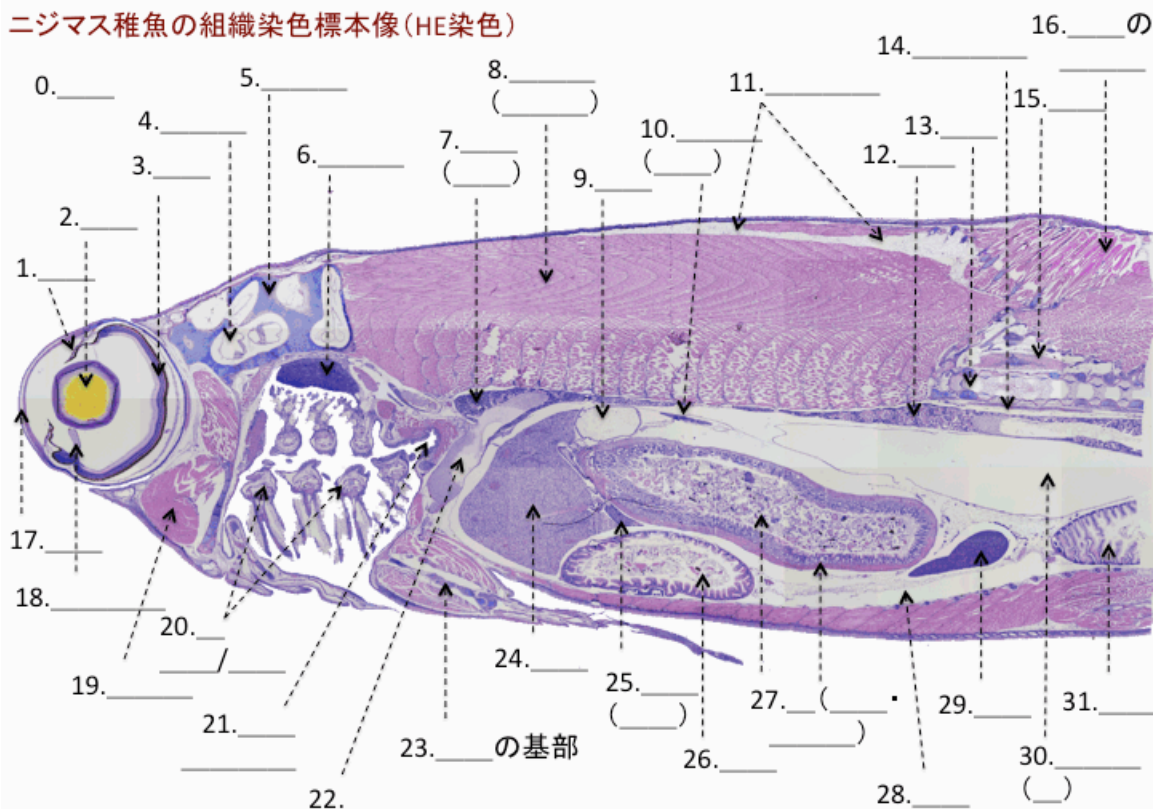
* 表題: **体の形は何からできている/無いと有るの境界には何がある?** (演習2の発展)

* 目的: **ヘマトキシリン・エオシン(HE)染色の体組織構造の見方: 体腔管腔その壁面**

.

前節で「環状構造に基づく動物体の描き方：2系6要素-器官系11区分」を行いました。その実物「体内構造：組織染色標本像」をバーチャル顕微鏡で観察します（**実施課題 C**）。更に、それらに基づき、課題 B で扱った「体の形」とは何なのかについて協議しましょう。

ニジマス稚魚の組織染色標本像(HE染色)



補足: 切断面にはない主な臓器: 1) __、2) __、3) __、4) __、5) __、6) __、

<平素な疑問を表現することはとても大切なことです：サイト「マクロ組織」の話し合い>

演習 5. バーチャル顕微鏡「魚類マクロ組織」の観察 . . . Web サイト「組織学自主トレーニング」

上図はニジマス稚魚の組織切片染色像 (4μm は薄切/ヘマトキシリン・エオシン染色) です。つまり「体の薄切り・2色で染めたらどうなるか?」という問いに対する解答です。そこで質問です。

設問『既に行った演習 2 「体の中身の描き方：作図」で描いた「線」あるいは「形」とは実際には何からできていると思いますか?』

当該の Web サイト (上図の組織像) と下記 (質問) を参照しながらその答えを見つけてください (協議してください)。つまり、「描いた線とは何・体の形は何からできている?」を考えましょう。「無いと有る」の境界には何がある? です。論より証拠・されどロジックも必要です。

質問 1: 画像は頭尾軸の傾斜縦断面 (切断面) の画像です。具体的に分かりますか? (下敷き参照)

質問 2: 例えば下記の観察部位 (候補: 分かり易い部位) を当該サイトで観察し協議し答えを見つけてください。

皮膚 (0)、胃 (27)、小腸 (26)、大腸 (31)、三半規管 (4)、ネフロン (12)、

質問 3: 体の中身の見方「体腔管腔その壁面/オモテ側とウラ側」とはどのような意味でしょう?

ワークシート C の続き

		<p><体の表面を被う壁:上皮、中皮、内皮></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 黒線:外皮/皮膚:上皮 外皮は口/肛門を介して消化管に通じる。 2) 青線:漿膜:中皮 体腔の内壁と内臓の外側を被う壁(体腔壁/腸管膜)。切れ目なく繋がっている。 3) 赤線:消化管内壁:上皮 上皮細胞の層/上皮組織 4) 内皮:血管の内腔壁を作る細胞シート
<p>図 6. Web 実験講義 2/7 節/ Fig. 8-</p>	<p>図 7. サイト「描き見て考える」C-1</p>	<p>図 8. サイト「描き見て考える」C-1</p>

宿題 6 : 体内構造の基本 (体腔管腔その壁面: 上皮組織と細胞シート)

学習とはプロセス。よって肉体力労働は不可欠である: 鉛筆をどれだけ長く使ったかが「学習の基本」

<p><体腔/管腔の細胞シート> 体腔/管腔の「壁/上皮組織」を描いてみる</p>	<p>体の横断面</p>
<p>作図実習: サイト「描き見て考える」C-2</p>	<p>作図実習: サイト「描き見て考える」C-1</p>
<p>基底膜 肝細胞 細胆管 肝静脈 血管 内皮細胞 毛細血管 中心静脈</p> <p>肝臓の構造 (肝臓は上皮組織の塊: オモテ側の細胞層の塊)</p>	<p>管腔(胆管や血管)を進み、肝臓の最深部に到達した時の組織構造</p> <ol style="list-style-type: none"> ①基底膜 ②血管内皮細胞 ③肝細胞 ④細胆管 ⑤毛細血管 ⑥中心静脈 <p>細胞シートとオモテ側/ウラ側を考える。</p>
<p>肝臓の構造: サイト「描き見て考える」K-1</p>	<p>肝臓のシート構造: サイト「描き見て考える」K-1</p>

ワークシート D. (1枚綴り) : **まとめ (協議) : 細胞の基本的な性質と動物体との関連性**
 これまでの経緯と下記の質問などから、本講義の主な目的「動物細胞の基本的性質と動物体との関連性」ということを協議したいと思っています。つまり、階層性に基づく体構造 (要素の配置と繋がり) の考え方です。 **実験とは何かを確かめること・表現してみること・共有命題とすること。**

(1~3)の底面状態に細胞を加え培養・染色すると下段のどれになるか・何故か?
 (矢印を入れてください)

(1) NONE 何もしない
 (2) GEL 透沫ゼラチン
 (3) BSA/MC アルブミン

A B C

図9. 実験講義 2/9 節/ Fig. 29~

ゼラチン部分もアルブミン液で濡らしたはずなのに、なぜ?

Step1: ゼラチン塗沫
 Step2: アルブミン処理 (MCで代替)
 Step3: 細胞液の添加
 Step4: 培養
 固定染色

シャーレ→ゼラチン→アルブミン→細胞

ゼラチンも染まると思うけど!!
 予定調和的には進まない生物実験
 科学実験とは「何かを確かめること」
 <_____の必要性>

図10. 実験講義 2/9 節/ Fig. 36

<君の疑問を確かめよう: 対照実験の必要性>

実験区: 担当者を決め協議・結果を予想する						
操作	A基本	B()	C()	D()	E()	F()
Step1	GEL	Alb/MC	None	None	GEL	GEL
Step2	Alb/MC	None	Alb/MC	None	None	Alb/MC
Step3	Cell	Cell	Cell	Cell	None	Cell
Step4	染色	染色	染色	染色	染色	染色
結果	青図					
予想図						
分かる事は何						

GEL:ゼラチン, Alb:牛血清アルブミン, MC:メチルセルロース, Cell:細胞添加, 染色:クリスタル紫, None:何もしない、

図11. 実験講義 2/9 節/ Fig. 37

設問: 大過剰の細胞をシャーレに加えると細胞は ①, ②, ③ のどれになるのか?

① 球状のまま沈下し、上下に重なる。
 ② 最下層のみが接着し扁平状、その上の細胞は球状。
 ③ 全ての細胞が接着し、扁平状になる。上下に重層状態となる。

図12. 実験講義 2/11 節/ Fig. 2-

<顕微鏡観察したシャーレの底面>

コラーゲン/ゼラチン部
 Alb/MC処理部

なぜ細胞はこの様態を示すか: その必然性は?

図13. 実験講義 2/11 節/ Fig. 7

<単位が組み合わせると・・「形」>

器官 階層性 細胞
 組織

<腸の断面>
 上皮組織 結合組織 神経組織 筋組織 漿膜

群> 個体> 器官> 組織> 細胞> 細胞小器官> 分子

図14. 実験講義 2/11 節/ Fig. 10

体表や内臓器官の表面や内腔面は切れ目のない細胞シートである。細胞層の直下には基底膜。その下が結合組織

内腔側/オモテ
 基底膜 ウラ側
 上皮組織 (胃上皮と胃腺)

図14. 実験講義 2/11 節/ Fig. 15

まとめ「動物細胞の基本的性質」

細胞は「基質」を認識し、

① / / し → ② / . / し
 → 隙間があれば ③ _____ と _____ となり
 → ④ 単層の「_____」を形成する
 → 条件が整えば ⑤ 機能発現/分化

細胞死

① 接着伸展 基質
 ② 移動配列 ③ 分裂増殖 ④ 細胞シートの形成

図14. 実験講義 2/11 節/ Fig. 21

<どうすれば培養細胞は組織化・分化するか?>

増殖 オモテ側 扁平細胞 A
 培養 B
 円柱細胞 C

選択肢:
 ① 遺伝子を導入、② 細胞増殖因子を添加、
 ③ 容器を換える。(ヒントは導入1)

図14. 実験講義 2/11 節/ Fig. 24

まとめ (図14) : 実験を通じて培養細胞が示した基本的な性質や現象 (③と⑤は補足)

① 接着・伸展 : 足場/基質となる物質(コラーゲンなど)を認識し、接着・伸展した。
 ② 移動・配列 : 伸展細胞は隣接細胞と協調的に移動配列した。
 ③ 増殖・接触阻害 : 隙間があれば分裂増殖し、隣接細胞と接すると増殖を停止する。
 ④ 細胞シートの形成 : 最終的に、切れ目のない集落「単層の細胞シート」を形成した。
 ⑤ 機能発現/分化 : 培養条件を整えると機能的な細胞となる。最終的には細胞死に至る。

要約 : 細胞の基本的な性質とは「**足場依存性と細胞シートの形成**」である (細胞の社会性)。


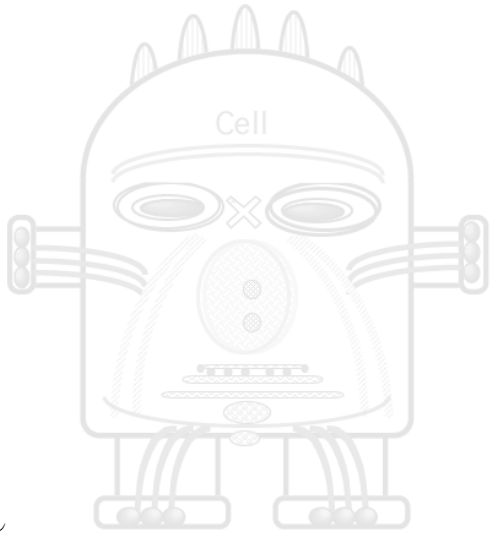
ワークシート E-1. (1枚綴り)..... E-1. 補足 1「細胞構造の基本：細胞くんの描き方」

・・・Web サイト「描き見て考える」G-1 (細胞：部位/形状/名称/繋がり/区分/役割/仕組み/由来/他)

「構造」とは「要素の配置とその繋がり」

質問：細胞の内にはどんな要素がある・その配置はどこ・どのように繋がっている？

体の要素は「形と役割」を示す。

<ol style="list-style-type: none"> 1) 膜系構造物 ：細胞膜、核膜、小器官膜など 2) 核内構造物 ：染色質、核小体、クロマチン 3) 細胞接着装置 ：緻密結合、接着斑/デスモゾーム、 4) 細胞骨格 ：アクチン繊維、微小管、中間径繊維 5) ATP合成装置 ：ミトコンドリア 6) 蛋白合成装置 ：粗面小胞体 7) 脂質合成装置 ：滑面小胞体 8) 修飾包装装置 ：ゴルジ装置 9) 分解排出装置 ：ライソゾーム 10) 分裂装置 ：中心小体、紡錘糸、収縮環/アクチン 		
細胞の基本構造		細胞くん

*** 多様性と共通性 ***

細胞構造の考え方：装置として考える(2系6要素 11 器官系の展開)

- 1) 膜系構造物：細胞膜、核膜、小器官膜 (小胞体膜) など _____
- 2) 核内構造物：染色質、核小体、クロマチン _____
- 3) 細胞接着装置：緻密結合、接着斑 (デスモゾーム) _____
- 4) 細胞骨格：アクチン繊維、微小管、中間径繊維 _____
- 5) ATP 合成装置：ミトコンドリア _____
- 6) 蛋白合成装置：粗面小胞体、遊離リボゾーム _____
- 7) 脂質合成装置：滑面小胞体 _____
- 8) 修飾包装装置：ゴルジ装置 _____
- 9) 分解排出装置：ライソゾーム、小胞体 _____
- 10) 分裂装置：中心小体、紡錘糸、収縮環/アクチン _____

宿題 7 :

描いた「細胞くん」を一見すると普通の人は違和感を抱く。君たちはどうでしょう。もしそうでないならその他の人とは何がどのように違うのだろうか。考えてほしい。

補足：体内には 300 種類くらいの細胞がある。腸の吸収上皮細胞、目の視細胞、体側筋の筋細胞 (筋繊維)、結合組織の線維芽細胞、膵臓の内分泌細胞、胃の外分泌細胞、脳の神経細胞など。しかし、その全ては上記「細胞くん」の変形と考えることも可能かもしれない。体は一粒の細胞からできてくる・細胞と細胞間物質でできている (由来:細胞説)。サイトは「描き見て考える」の G-3。

なに・なぜ・どうして・どのようにして：それ本当?

ワークシート E-2. (1枚綴り) 補足 2：細胞機能（動物生理の基本 2系 6 要素の展開）

演習 6：「細胞生理機能の基本」・・・Web サイト：描き見て考える/H-1

質問：細胞は体の基本単位である（最重要課題）。では細胞そのものは何をしている？と思いますか。

思いつくまま平易な表現で個条書きにしてみよう （面白いユニークなことでも OK です）	動物体の視座視点「階層性」 意見をください・違和感はありませんか。																																																																															
1) _____ 2) _____ 3) _____ 4) _____ 5) _____	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td> </tr> <tr> <td style="color: red;">個</td><td style="color: red;">器</td><td style="color: blue;">器</td><td style="color: green;">組</td><td style="color: red;">細</td><td style="color: red;">小</td><td style="color: green;">小</td><td style="color: green;">巨</td><td style="color: red;">分</td><td style="color: red;">元</td> </tr> <tr> <td>体</td><td>官</td><td>官</td><td>織</td><td>胞</td><td>器</td><td>器</td><td>大</td><td>子</td><td>素</td> </tr> <tr> <td></td><td>系</td><td></td><td></td><td></td><td>系</td><td>官</td><td>分</td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>官</td><td>子</td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>系</td><td>子</td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>子</td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	個	器	器	組	細	小	小	巨	分	元	体	官	官	織	胞	器	器	大	子	素		系				系	官	分									官	子									系	子										子												
1	2	3	4	5	6	7	8	9																																																																								
個	器	器	組	細	小	小	巨	分	元																																																																							
体	官	官	織	胞	器	器	大	子	素																																																																							
	系				系	官	分																																																																									
						官	子																																																																									
						系	子																																																																									
							子																																																																									

2.細胞生理機能の考え方（Z 軸.機能の基本）：器官系は特有の役割/働きを示す。例えば、細胞でも同様であると想定した場合、細胞は「.....」をしている、で下記を表記する（演習 4 を参照）。

器官系区分	器官系(その役割)に対応させた「細胞の働き」:その場合の細胞の関連キーワード
1. 外皮系	細胞は 「 _____ 」 をしている: _____
2. 消化系	細胞は 「 _____ 」 をしている: _____
3. 呼吸系	細胞は 「 _____ 」 をしている: _____
4. 循環系	細胞は 「 _____ 」 をしている: _____
5. 泌尿系	細胞は 「 _____ 」 をしている: _____
6. 生殖系	細胞は 「 _____ 」 をしている: _____
7. 感覚系	細胞は 「 _____ 」 をしている: _____
8. 神経系	細胞は 「 _____ 」 をしている: _____
9. 筋系	細胞は 「 _____ 」 をしている: _____
10. 骨格系	細胞は 「 _____ 」 をしている: _____
11. 内分泌	細胞は 「 _____ 」 をしている: _____

参考資料:細胞機能に関わるキーワード

#	仕分けの基準:細胞構造に関わるキーワード	教科書の単元項目	器官系対応区分
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→RNA→蛋白）、		

生きているとは外部状況との対応に基づき自律的基本的プロセスとその経験値を大切にすること。

肉体労働と共有命題を大切にすること。終わりです。今日はありがとう。