

名札番号：	氏名：
-------	-----

実験試験 I 発生生物学

解答用紙

(1 / 6)

問 1.

UAUGGUUCAGUGCAUCGUUC

問 2.

ハイブリダイゼーションでは、mRNA とプローブとの間で、相補的な塩基対が形成される。塩基対は塩基間の水素結合により形成される。50℃はプローブの特異的な結合に適切な温度であり、非特異的な結合は起こらなかった。しかし 70℃では、温度が高すぎて塩基間の水素結合が不安定であり、プローブが mRNA に結合できなかった。

名札番号：	氏名：
-------	-----

実験試験 I 発生生物学

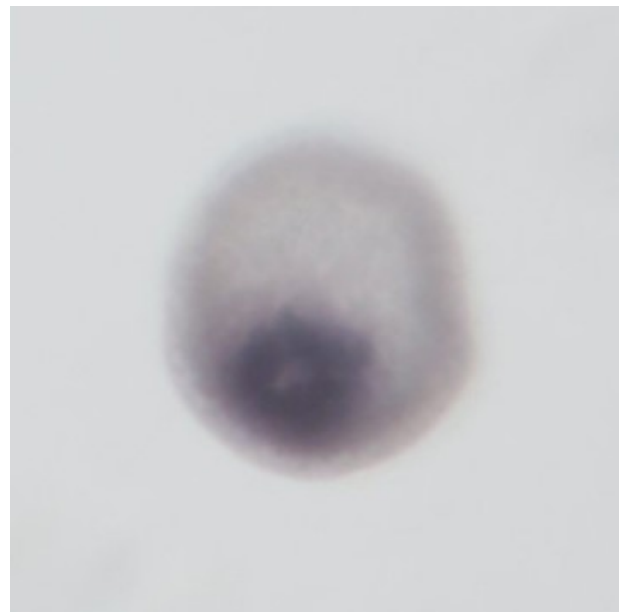
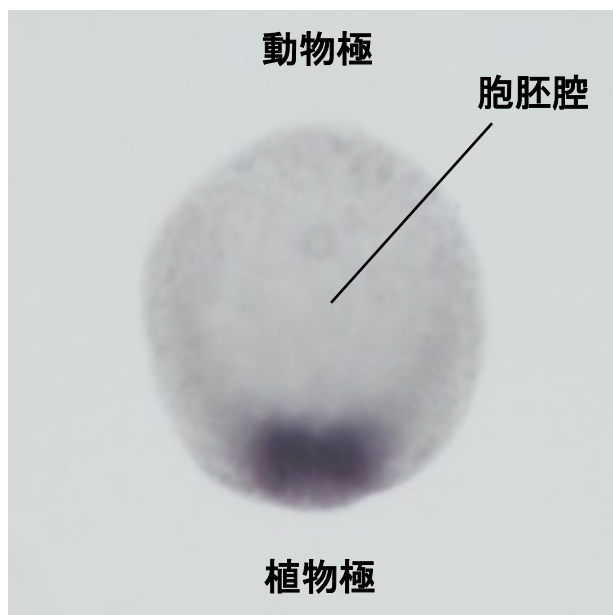
解答用紙

(2 / 6)

問 3.

サンプル A

発生段階	胞胚(期)
------	-------



ポイント

遺伝子 X は、植物極側で局所的に発現していますが、最も植物極側(発現領域の中心部)では発現していません。
これに気づき、スケッチに表すことができたでしょうか。

ポイント

植物極側から観察すると、遺伝子 X の発現領域はリング状に見えます。

異なる角度・異なる焦点で観察し、対象を立体的に捉えることも重要です。

また、このような発色を観察するときは、コンデンサー絞りを閉めるとコントラストが強くなりすぎ、シグナルも暗い色になるため、強く現れた像の陰影にシグナルが隠されてしまいます。したがって、コンデンサー絞りを開いてコントラストを弱く、像を明るくすることで、青紫色の発色がハッキリとし、シグナルが像の陰影に隠れることもなくなるため、シグナルを捉えやすくなるでしょう。

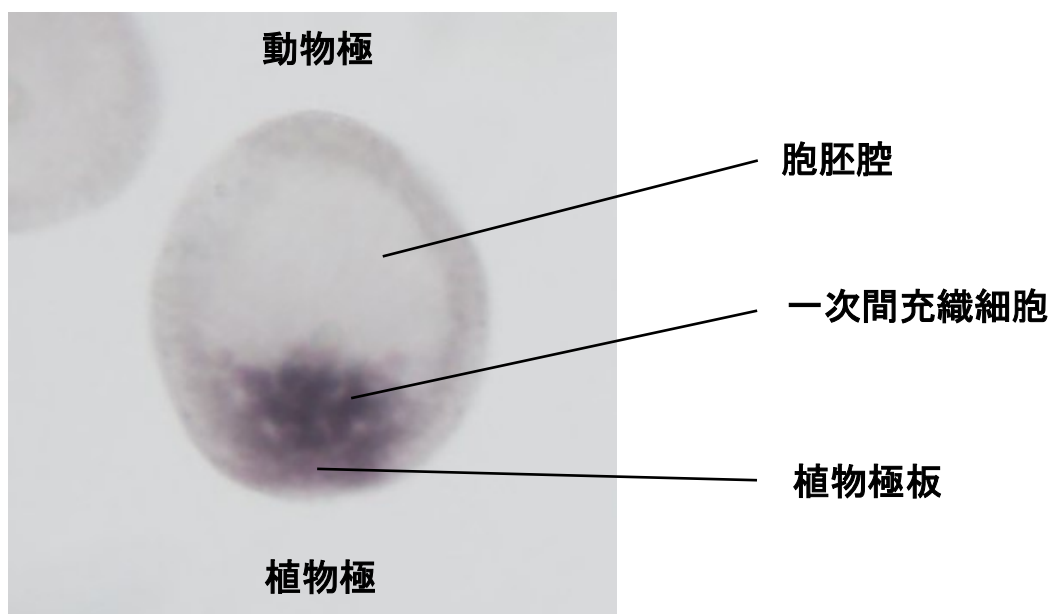
名札番号：	氏名：
-------	-----

実験試験 I 発生生物学
解答用紙
(3 / 6)

問 3.

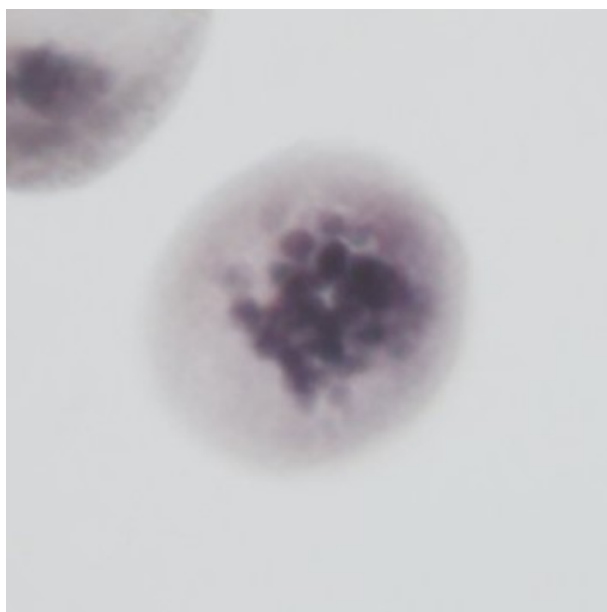
サンプルB

発生段階	胞胚(期)
------	-------



ポイント

遺伝子 X は、植物極側にある一次間充織細胞で発現しています。また、まだ胞胚腔内に移入していない植物極板の予定一次間充織細胞にも発現が見られます。



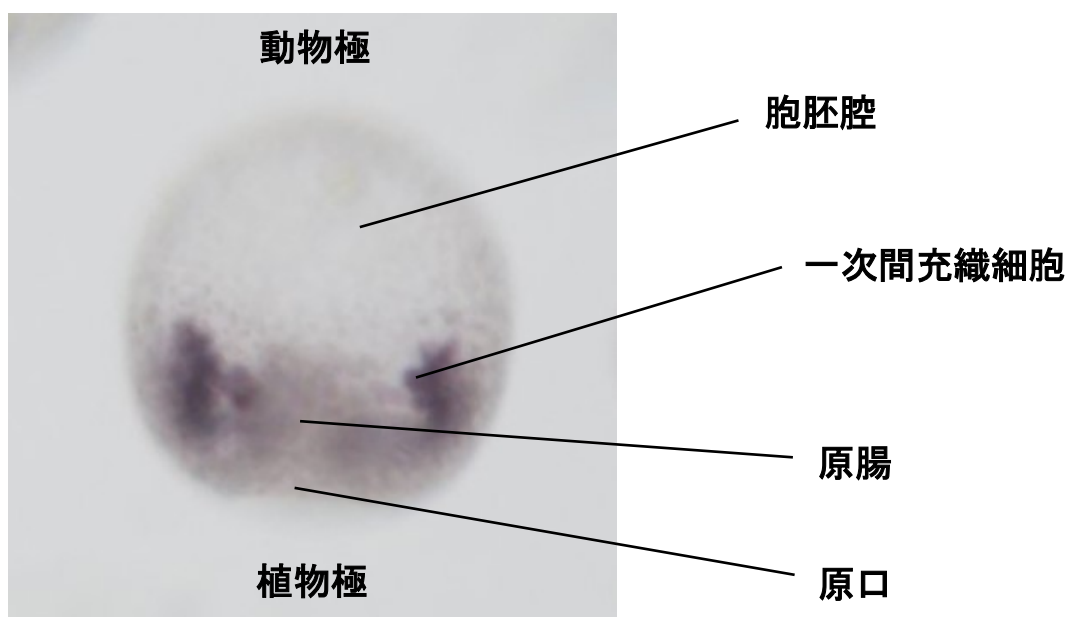
名札番号：	氏名：
-------	-----

実験試験 I 発生生物学
解答用紙
(4 / 6)

問 3.

サンプル C

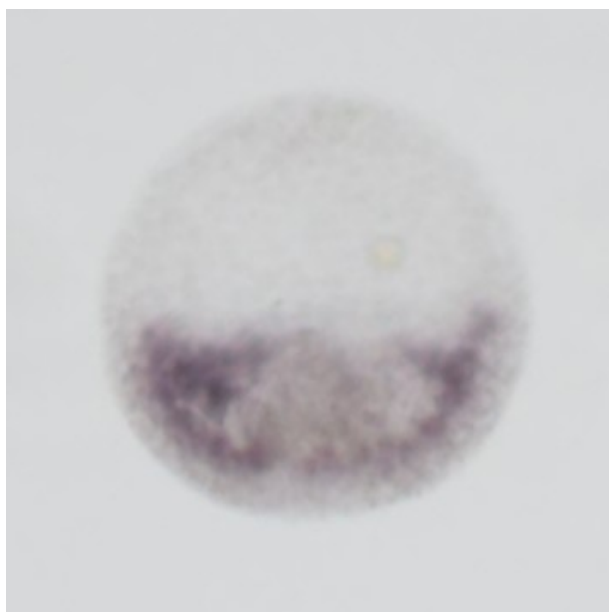
発生段階	原腸胚(期)
------	--------



ポイント

遺伝子 X は、植物極側で左右に集合した一次間充織細胞で発現しています。しかし、異なる角度から観察すると、原腸の周囲にリング状に並んだ一次間充織細胞で発現しているのがわかると思います。これは、焦点をずらして観察してもわかるはずです。

他方、原腸や二次間充織細胞では、発現していないことが確認できます。



名札番号：	氏名：
-------	-----

実験試験 I 発生生物学

解答用紙

(5 / 6)

問 4.

サンプル A

遺伝子 X mRNA は、植物極側でリング状に発現している。リングの中央の細胞群では、発現が認められない。

サンプル B

遺伝子 X mRNA は、植物極側から胞胚腔内へ移入する一次間充織細胞で発現が認められる。
植物極板での発現は、中央の狭い範囲に限定されているので、予定二次間充織細胞、予定内胚葉細胞である可能性は低く、予定一次間充織細胞と考えられる。

サンプル C

遺伝子 X mRNA は、胞胚腔内で糸状仮足を伸ばして移動している一次間充織細胞で発現が認められる。この一次間充織細胞は、原腸の周囲でリング状に並んでおり、一部は胚の植物極側の左右に集合している。原腸、二次間充織細胞、外胚葉では発現しない。

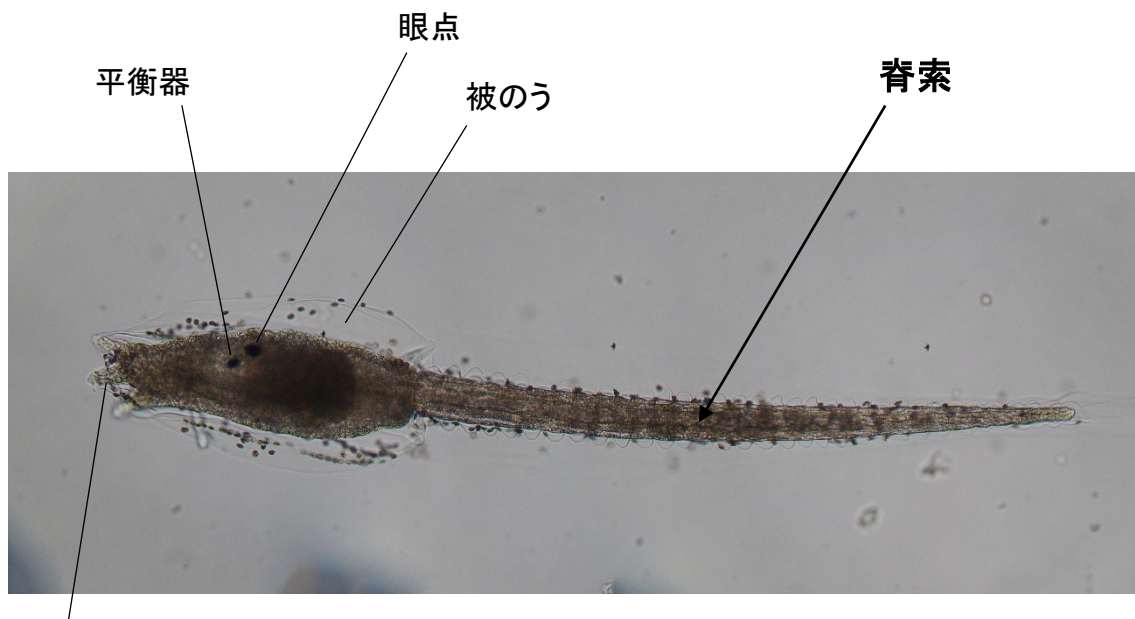
問 5.

遺伝子 X は、16 細胞期の小割球に由来する組織で発現している。小割球は、一次間充織細胞を経て、骨片形成細胞になる細胞系譜である。したがって、小割球が中胚葉由来組織である骨片形成細胞になる過程に関与している可能性が考えられる。
また小割球は、隣接する細胞に働きかけて二次原腸の形成を誘導することが移植実験により示されているため、遺伝子 X は原腸の形成に関与する可能性も考えられる。

名札番号：	氏名：
-------	-----

実験試験 I 発生生物学
解答用紙
(6 / 6)

問 6.



付着突起

スケッチのポイント

- ・スケッチは、対象となる構造物の輪郭を正確にとらえて、閉じた1本の実線で描きましょう。
- ・細部を正確に再現できるように、できるだけ大きく描きましょう。
- ・各部位の名前を記入しましょう。
発生生物学では、胚の観察方向がわかるように記載しましょう。
- ・大きさを示すスケールを記入しましょう。

観察したものを記録するとき、デジカメを利用することも多くなったと思います。しかし、焦点を変えながら対象全体を立体的に捉えてスケッチすることは、頭の中で理解したことを紙の上に再現することであり、その対象を理解する上で重要な作業です。日頃からトレーニングし、生物を観察する目をしっかり養ってください。

名札番号：	氏名：
-------	-----

実験試験 II 分子生物学

解答用紙

(1 / 4)

問 1.

① 6.0	② 10.0	③ 2.0
-------	--------	-------

問 2.

① 28	② 30	③ -2	④ 20
⑤ 26	⑥ -6	⑦ -4	

吸水種子における *GA3ox* の転写産物量は乾燥種子の (16) 倍である。

問 3.

PCR の初期：蛍光の検出限界以下のため
PCR の後期：基質 (dNTP, プライマー) や蛍光色素 (蛍光物質) の枯渇, 酵素の失活, 鋳型となる二本鎖 DNA が増えてアリーニング時に鋳型同士が再結合してしまい, プライマーが結合しにくくなるため。

問 4.

標的遺伝子と参照遺伝子の増幅効率が等しい。
それぞれの増幅効率は限りなく 1 と等しくなる (PCR の 1 サイクルで増える割合は限りなく 2 倍に等しい)。

名札番号：	氏名：
-------	-----

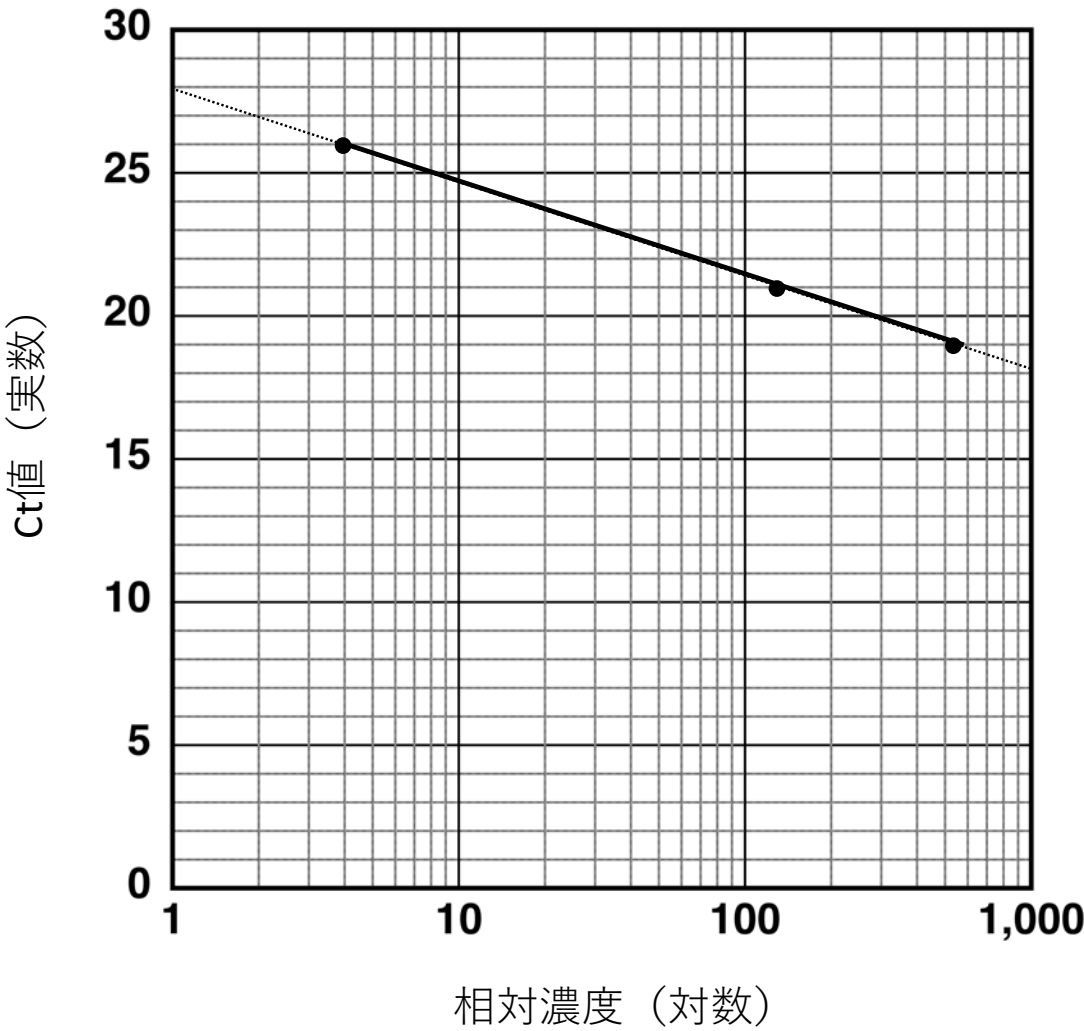
実験試験 II 分子生物学

解答用紙

(2 / 4)

問 5-1.

R遺伝子用グラフ用紙



名札番号：	氏名：
-------	-----

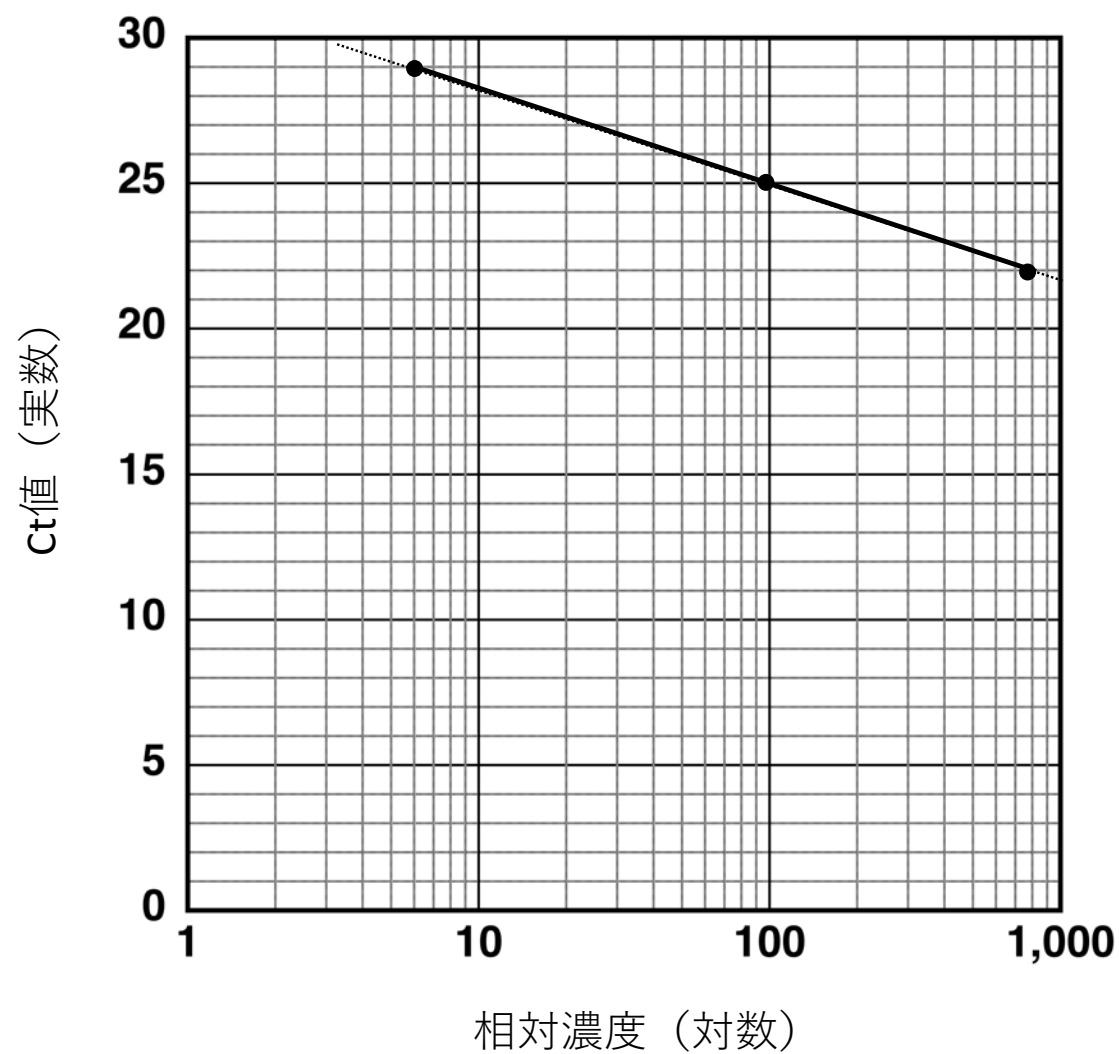
実験試験 II 分子生物学

解答用紙

(3 / 4)

問 5-1. (つづき)

X遺伝子用グラフ用紙



名札番号：	氏名：
-------	-----

実験試験 II 分子生物学

解答用紙

(4 / 4)

問 5-2.

	R 遺伝子		X 遺伝子	
	Ct 値	相対濃度	Ct 値	相対濃度
サンプル A	26	4	25	96
サンプル B	22	65	26	45
サンプル C	23	32	24	200
サンプル D	25	8	23	400

問 5-3.

	R 遺伝子で正常化された X 遺伝子の相対転写量
サンプル A	24
サンプル B	0.7
サンプル C	6
サンプル D	50

問 5-4.

<p>D → A → C → B</p>

解説

濃縮ストック溶液から適切な濃度の溶液を作成することは、生化学実験では日常的によく行われており、濃度計算はよく勉強しておいてもらいたい。化学の「モル」の概念と計算も勉強しておいてほしい。また、マイクロピペットの操作手順にも慣れておいてもらいたい。

リアルタイム PCR に関して初めて知る人も多かったかと思われるが、問題文を熟読して理解できれば、それほど難しい問題ではない。また、指数や対数の概念を正確に理解しておけば、解答は比較的容易な問題である。

問 3 や問 4 の記述問題では、意味が分かりにくい解答文が多くあった。適切な単語を用いて、読者（採点者）が理解できる文章を書く練習が必要と思われる。自分の文章の欠点はなかなか自分ではわからないので、多くの人に読んでもらって推敲をし、作文能力の向上を目指してほしい。また、DNA の「複製」と記述すべきところで「転写」と記述している解答が多く見られた。専門用語に関しては、間違って理解・記憶しないように何度でも教科書等で確認をしてほしい。

問 3 の PCR の後期で蛍光強度が増えない理由について、実際の実験では基質類（dNTP やプライマー）、蛍光色素は通常大過剰加えているので、これら基質類の枯渇は考えなくてよい。しかし、本問題文ではこれらの濃度に関して記載していないので、「基質類の枯渇」の解答も正解としている。また、「酵素が無くなる」との解答も多くあったが、正確な記述は「酵素の失活」である。実際の実験に使われる酵素は、PCR 反応後にも酵素活性は残っていると考えられている。

問 5-1 と -2 の検量線の片対数グラフで直線を引くことができるが、前後の部分（破線部分）はデータがないため直線を引くことができない。実際の実験解析において、この破線部分を用いて定量した結果は信頼性が無い。

生物の問題を解く、あるいは研究をしていくためには、生物の知識以外にも数学や国語（英語）、化学・物理等の幅広い知識が必須である。生物学以外の分野の勉強も頑張ってもらいたい。

名札番号：	氏名：
-------	-----

実験試験Ⅲ 動物生理学
解答用紙
(1 / 5)

問 1 .
記号

B

先口（旧口）動物

名札番号：

氏名：

実験試験 III 動物生理学

解答用紙

(2 / 5)

問 2.

オス



メス



名 札 番 号 :	氏 名 :
-----------	-------

実験試験 III 動物生理学
解答用紙
(3 / 5)

問 3.

脊椎動物と節足動物では背腹における神経と内臓の配置が逆になっている。脊椎動物では中枢神経が背側、内臓が腹側に位置するのに対し、節足動物では中枢神経が腹側、内臓が背側に位置している。

名札番号：	氏名：
-------	-----

実験試験 III 動物生理学

解答用紙

(4 / 5)

問 4.

精巢



卵巣



名 札 番 号 :	氏 名 :
-----------	-------

実験試験 III 動物生理学
解答用紙
(5 / 5)

問 5.

観察した細胞分裂の名称： 減数第一分裂 (例)

細胞あたりの染色体の数		28	30	32		
観察した細胞数		4	10	3		

観察した細胞分裂の名称：

細胞あたりの染色体の数						
観察した細胞数						

観察した細胞分裂の名称：

細胞あたりの染色体の数						
観察した細胞数						

コオロギ(オス)の体細胞の染色体数(2n)と算出の根拠 ----- 2n=29 本。 ----- 減数第一分裂の二価染色体の数は1細胞あたり15個(30本)がもっとも多く 観察された。ただし、オスはX0型でX染色体を1本だけもつので、二価染色体 ----- 15個のうち1個は一価染色体であると予想される。従ってオスの体細胞の 染色体数は2n=29本と推測される。 -----

学習のアドバイス

生物の体のしくみを理解するには、生物を幅広く知る必要があります。外部形態ひとつをとっても、人間が考えうるほぼすべてのパターンが表現されています。しかし、私たちの概念は、どうしてもヒト、とくに哺乳類を中心とした先入観にとらわれています。節足動物を材料とした動物生理学 III の実験試験は先入観への挑戦であったと捉えています。実は、一流の研究者ほど視野が広く、研究対象以外の生物に関する知識が豊富で、なおかつ、強い好奇心を抱いています。それが彼らの独創性に富む研究の源泉であることを感じます。例外、あるいは、例外的存在の中にこそ、原理原則を理解するヒントが隠されているからです。若い世代のうちに、一つのメジャーにとらわれることなく、幅広い知識と好奇心を満たしてほしいと思います。その後の特化した研究に必ずや生きてくるものと確信しています。

名札番号：	氏名：
-------	-----

実験試験Ⅳ 系統・分類学 解答用紙

(1 / 7)

問1. (8点満点)

	植物名（標準和名または学名）	科名（標準和名または学名）
植物1	アカマツ <i>Pinus densiflora</i> (2点)	マツ科 Pinaceae (2点)
材料に提示された植物以外で裸子植物に含まれる種	イチョウ <i>Ginkgo biloba</i> (1点)	イチョウ科 Ginkgoaceae (1点)
材料に提示された植物以外で裸子植物に含まれる種	スギ <i>Cryptomeria japonica</i> (1点)	ヒノキ科 Cupressaceae (スギ科でも可) (1点)

名札番号：

氏名：

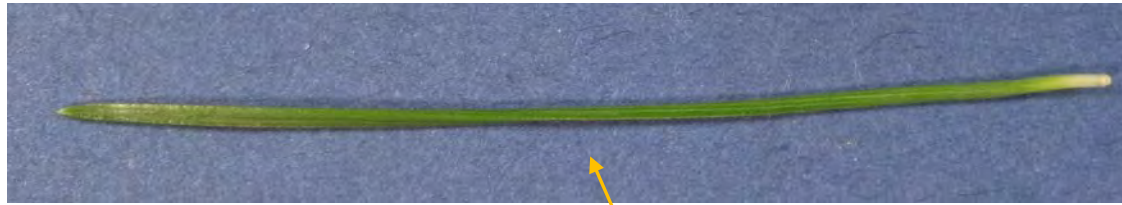
実験試験 IV 系統・分類学 解答用紙

(2 / 7)

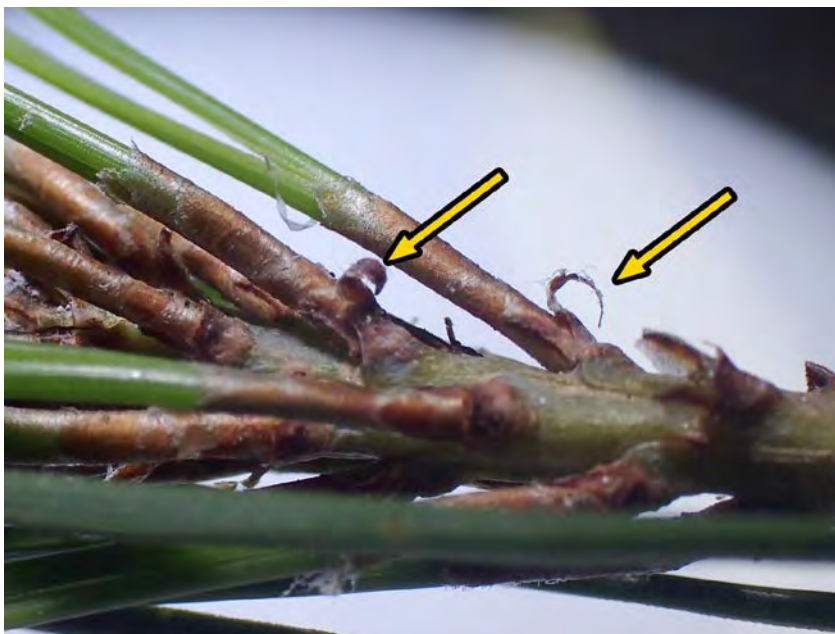
問 2. (20 点満点)

針葉

← 針葉の先端 —



鱗片葉



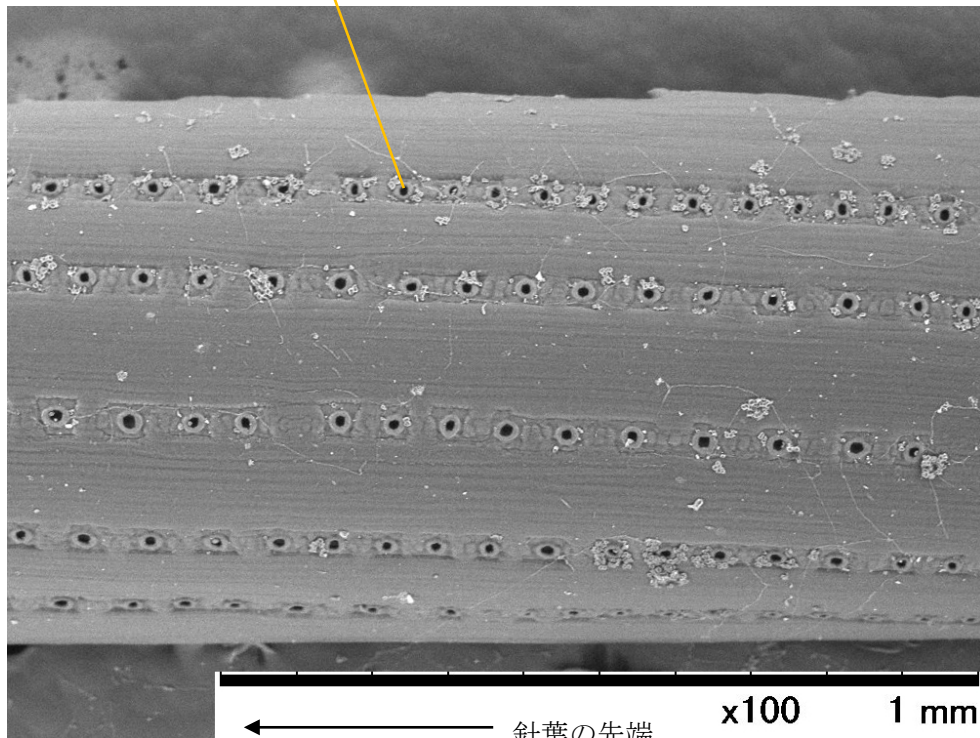
名札番号：

氏名：

実験試験 IV 系統・分類学 解答用紙

(3 / 7)

問 3. (10 点満点)



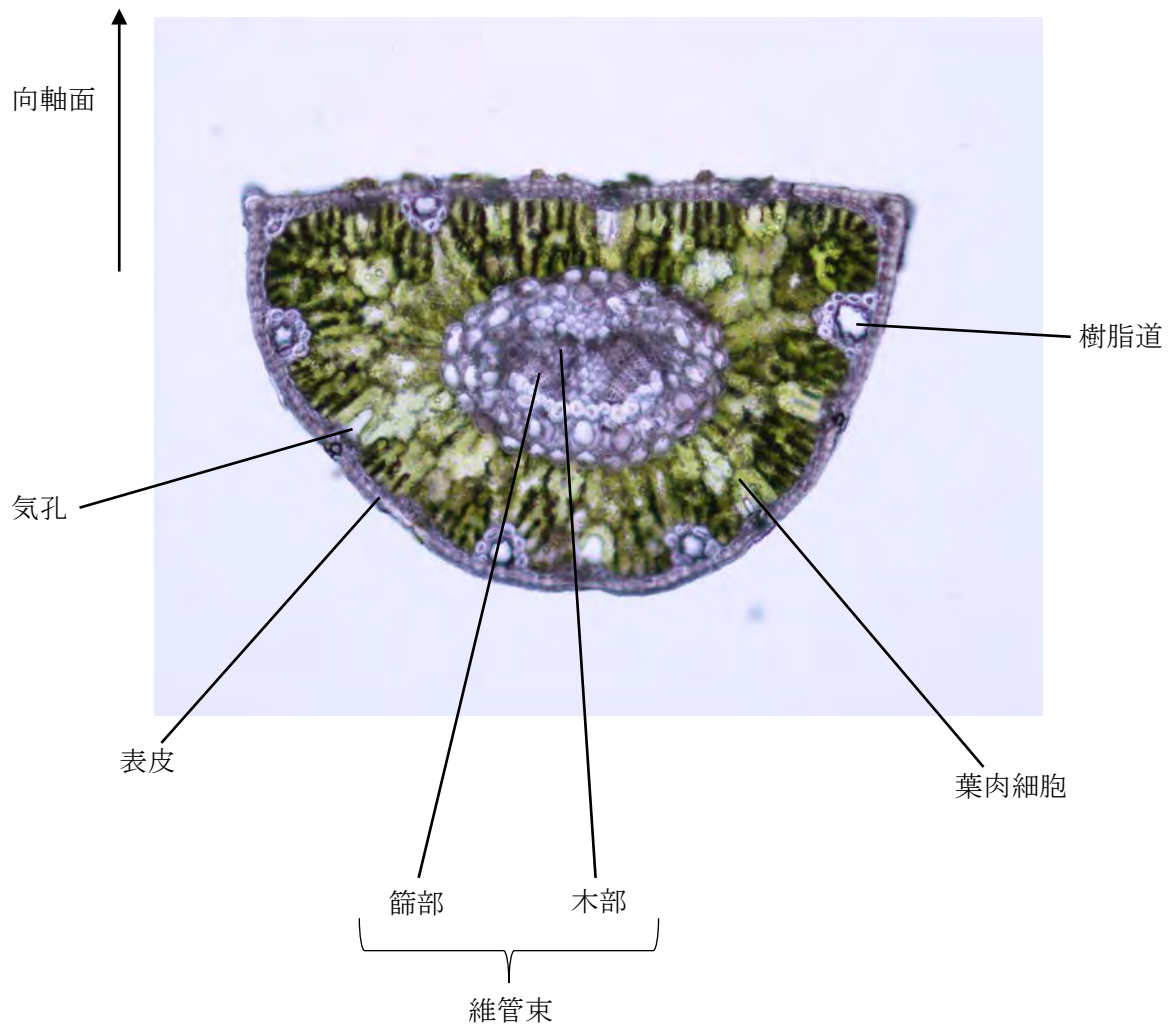
名札番号：

氏名：

実験試験 IV 系統・分類学 解答用紙

(4 / 7)

問 4. (10 点満点)



名札番号：	氏名：
-------	-----

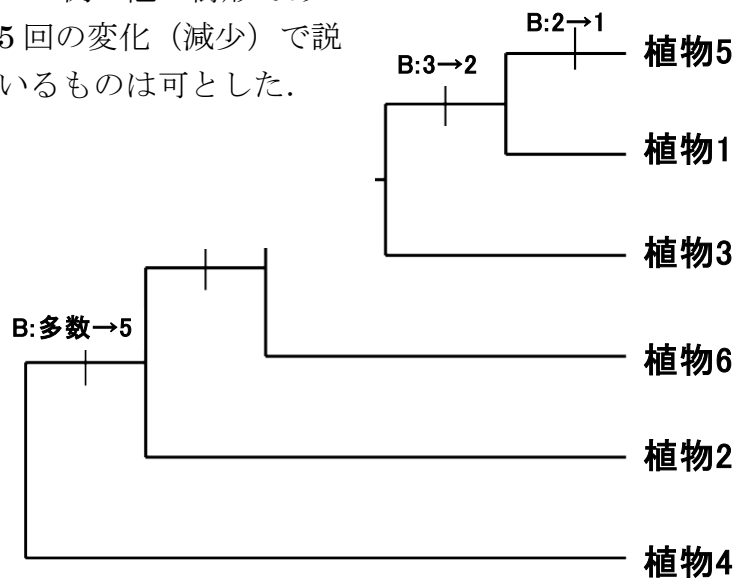
実験試験 IV 系統・分類学 解答用紙

(5 / 7)

問 5-1. ①の値:

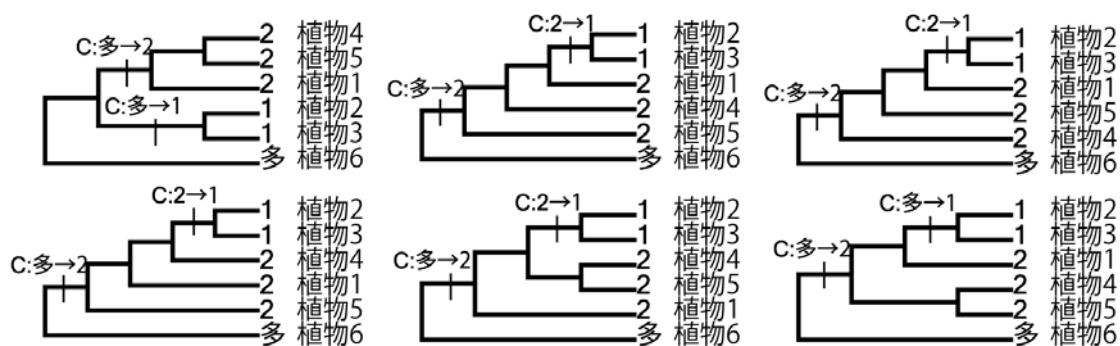
2 (2 点)

系統樹の一例。他の樹形であっても、5 回の変化（減少）で説明しているものは可とした。



問 5-2. (10 点満点)

問 5-3. (10 点満点)



いずれか 1 つの図で可とした。

名札番号：	氏名：
-------	-----

実験試験Ⅳ 系統・分類学 解答用紙

名札番号：	氏名：
-------	-----

実験試験 IV 系統・分類学 解答用紙

(6 / 7)

問 6-1, 問 6-2. (それぞれ 2 点と 8 点満点)

表 2a. 各植物種間の異なる塩基の数

	植物 1	植物 2	植物 3	植物 4	植物 5
植物 1	—	—	—	—	—
植物 2	11	—	—	—	—
植物 3	4	11	—	—	—
植物 4	15	13	15	—	—
植物 5	30	32	30	29	—
植物 6	30	27	30	29	24

名札番号：	氏名：
-------	-----

実験試験 IV 系統・分類学 解答用紙

表 2b. 各植物種間の距離行列（ここでは、各種間の距離としてある遺伝子の塩基配列のうち異なる塩基の割合（塩基置換率）を示す）

	植物 1	植物 2	植物 3	植物 4	植物 5
植物 1	—	—	—	—	—
植物 2	0.22	—	—	—	—
植物 3	0.08	0.22	—	—	—
植物 4	0.30	0.26	0.30	—	—
植物 5	0.60	0.64	0.60	0.58	—
植物 6	0.60	0.54	0.60	0.58	0.48

名札番号：

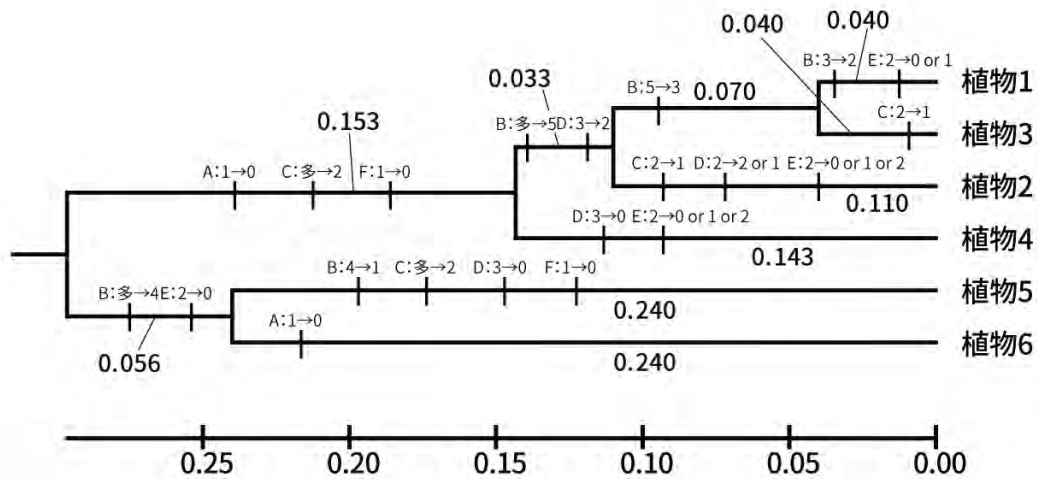
氏名：

実験試験 IV 系統・分類学 解答用紙

(7 / 7)

問 6-3, 問 6-4. (10 点満点と 10 点満点)

解答の例



上の例は、形質状態の変化について数が減少する方向だけに進化したと仮定した場合であるが、これ以外でも変化が正しく説明出来ている場合は可とした。

名札番号：	氏名：
-------	-----

実験試験Ⅳ 系統・分類学 解答用紙

解説とコメント

実験試験Ⅳは、裸子植物を材料にして、植物の分類学や系統学、形態学に関する内容を問う問題とした。内容としては、(1) 分類学や形態学に関して基礎的な知識を問う設問と、(2) スケッチや顕微鏡操作のスキルをみる形態学に関する設問、(3) 形質の進化や系統樹の計算など分岐学や系統学に関する設問を設けた。

(1) の基礎的な知識を問う問題については予想よりも良く出来ていたが、(2) や (3) の観察や実技、計算を伴う内容については解答内容の差が大きかった。

問 1.

材料の植物の名前と分類学的位置に関する基礎知識を問うた問題である。材料に提示された植物以外で裸子植物に含まれる種としては、その他にコウヤマキ *Sciadopitys verticillata* (コウヤマキ科 *Sciadopityaceae*, 以前の分類体系ではスギ科 *Taxodiaceae*), ソテツ *Cycas revoluta* (ソテツ科 *Cycadaceae*) などがあげられる。古い分類体系にもとづいて解答した場合も可とした。ベネチテスなど化石植物を解答した例があった。

教科書に出る植物や日本を代表する植物については、標準和名に加えて学名も覚えておくとうまい。また、野外や植物公園などで実物も観察しておくとうまい。

標準和名は各地方で使われている和名のうち代表的なものを標準和名と呼んで用いているものであり、カタカナ表記とする。あくまでも日本国内だけで通用するものであり学名とは異なる。学名は国際的に通用するもので、ラテン語で表記されている。ラテン語をカタカナにしたものを学名と表記している例があるが、これは誤りである。

問 2.

マツ類の形態のうち、枝や葉について問うた問題である。マツ類の枝に長枝と短枝がある。長枝には鱗片葉が、短枝には針葉（尋常葉）がつく。鱗片葉は長枝の表面にある薄い膜状の葉である。一方の針葉は短枝に束生する葉で、アカマツでは 1 本の短枝に 2 本の葉がついた状態である。その他、マツ類で葉とよばれるものに子葉と初生葉があるが、いずれも発芽後の時期だけでみられる。

問 3.

アカマツの針葉の外部形態に関する設問である。スケッチは実物をよく観察して正確に描く必要があるが、観察が不十分であったり、見た目は美しくても正確性に欠いたりした答案があった。実体顕微鏡を覗きながらスケッチすることにより慣れていないことも関係していると思われるが、スケッチや顕微鏡操作が関係する内容については日頃から装置の操作や観察する力を高めておく必要がある。基本的な技術なので今後機会を増やして、慣れることでスキルアップして頂きたい。

名札番号：	氏名：
-------	-----

実験試験 IV 系統・分類学 解答用紙

問 4.

アカマツの針葉の内部構造に関する設問である。この設問でも問 3 と同様の傾向が見られた。実物をよく見て描くことが重要である。

問 5.

系統解析関係の内容はあまりなじみが無い内容であると考えたので、ステップ毎に小問とした。落ちついて考え、丁寧に形質状態の変化を追うこと。また、正解が一つではない設問もあるので、解答した以外にどのような場合があるか考えておくこと。

問 6.

本設問では、計算方法の理解や有効数字の概念の理解などをみた。また、問 5 の内容理解についても確認する内容であった。数え間違いや計算間違いが予想していたよりも非常に多く、結果として全体の中でもっとも得点率が低い問題となった。また、小数で解答せず分数としたものや、フリーハンドで直線を引いた答案があった。計算機が準備されており計算は簡単にできたはずである上、分数では有効数字の概念を理解しているかがわからないので答案としては小数で表示して欲しい。また、答案は他人に自分の理解した内容を示すものであるので、ものさしなどを使って出来るだけ正確な作図を行って頂きたい。

その他

- 答案は他人にみて頂くものである。文字を書くことや図を描く際に丁寧に行うことを心がけること。
- 観察して表現する力を鍛えて頂きたい。とくにスケッチは観察をきちんと行っているかどうか反映されるので大変重要である。
- 計算などは単純であっても、正解を導くには正しく行う必要がある。正しく数えたり、精度良く計算したりすることは決して疎かにしないこと。