

名札番号：

氏名：

実験試験 I 数理生物学

解答用紙

(1 / 7)

実験 1

問 1-1

(計算結果)

まず時刻 0 で A と B が ON であったとすると、以下のような図が得られる。



(変動の様子)

この図から、各遺伝子は変動周期は 6 で ON-OFF を繰り返す事が分かる。
時刻 0 で B と C, C と A が ON であった場合も同様である。C→B→A→C→...
の順に振動のタイミングが時刻 2 ずつ遅くなっている。

名札番号：	氏名：
-------	-----

実験試験 I 数理生物学
 解答用紙
 (2 / 7)

問 1-2

(計算結果) (変動の様子の記入欄は次のページにあります)

i) 時刻 0 で 1 つの遺伝子だけが ON であった場合。まず時刻 0 で A のみが ON であったとすると、以下のような図が得られる。



ii) 時刻 0 で隣り合う 2 つの遺伝子が ON であった場合。まず時刻 0 で A, B が ON であったとすると、以下のような図が得られる。



iii) 時刻 0 で隣り合わない 2 つの遺伝子が ON であった場合。まず時刻 0 で A, C が ON であったとすると、以下のような図が得られる。



名札番号：	氏名：
-------	-----

実験試験 I 数理生物学

解答用紙

(3 / 7)

問 1-2 (つづき)

(変動の様子)

i) 各遺伝子の変動周期は4で、A, Cは3回 ON と1回 OFF を繰り返し、B, Dは3回 OFF と1回 ON を繰り返す事が分かる。他の場合も同様であり、時刻0でONであった遺伝子と二つ隣の遺伝子は回 ON と1回 OFF を繰り返し、他の遺伝子は3回 OFF と1回 ON を繰り返す。

ii) 遺伝子の変動周期は4で各遺伝子は ON-OFF を2回ずつ繰り返す事が分かる。他の場合も同様であり、DC→CB→BA→AD→DC→...の順に振動のタイミングが時刻1ずつ遅くなっている。

iii) A, CがON, B, DがOFFであり続け、遺伝子がリズム的な変動を示さない事が分かる。時刻0でB, DがONであった場合も同様の理由からリズムが現れない

問 1-3

3 遺伝子からなるネットワークは、時刻0の状態に依らず同じ周期のリズムを刻む事が分かる。一方で4 遺伝子からなるネットワークでは、場合に依ってはリズムが現れない事がある。

よって3 遺伝子からなるネットワークの方が適していると考えられる。

名札番号 :	氏名 :
--------	------

実験試験 I 数理生物学
 解答用紙
 (4 / 7)

実験 2
 問 2-1

$A = 0.4$

年 (n)	0	1	2	3	4	5	6	7
個体数 (X_n)	0.50	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00

$A = 0.6$

年 (n)	0	1	2	3	4	5	6	7
個体数 (X_n)	0.50	0.15	0.08	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01

より $A = 0.4$

名札番号：	氏名：
-------	-----

実験試験 I 数理生物学
 解答用紙
 (5 / 7)

問 2-2

$A = 3.20$

年 (n)	0	1	2	3	4	5	6	7
個体数 (X_n)	0.50	0.80	0.51	0.80	0.51	0.80	0.51	0.80

周期 2 年

$A = 3.50$

年 (n)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
個体数 (X_n)	0.50	0.88	0.37	0.82	0.52	0.87	0.40	0.84	0.47	0.87

← 以降繰り返し →

周期 4 年

$A = 3.65$

年 (n)	0	1	2	3	4	5	6	7
個体数 (X_n)	0.50	0.91	0.30	0.77	0.65	0.83	0.52	0.91

← 以降繰り返し →

周期 6 年

名札番号：	氏名：
-------	-----

実験試験 I 数理生物学
 解答用紙
 (6 / 7)

問 2-3

(問 2-3 の解答欄は次のページにもつづいています)

A = 3.20, 3.50 の場合, 問題 2 の結果と

A = 3.20

年 (n)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
個体数 (X_n)	0.40	0.77	0.57	0.78	0.55	0.79	0.53	0.80	0.51	0.80

←→
以降繰り返し

年 (n)	0	1	2	3	4	5
個体数 (X_n)	0.55	0.79	0.53	0.80	0.51	0.80

←→
以降繰り返し

A = 3.50

年 (n)	0	1	2	3	4
個体数 (X_n)	0.40	0.84	0.47	0.87	0.40

←→
以降繰り返し

年 (n)	0	1	2	3	4	5
個体数 (X_n)	0.55	0.87	0.40	0.84	0.47	0.87

←→
以降繰り返し

より, 各 A における個体数の年変動周期と取り得る個体数の変動値は X_0 に依存せず同じである。

名札番号：

氏名：

実験試験 I 数理生物学
解答用紙
(7 / 7)

問 2-3 (つづき)

$A = 3.65$ の場合, 問題 2 の結果と

$A = 3.65$

年 (n)	0	1	2	3	4	5
個体数 (X_n)	0.40	0.88	0.39	0.87	0.41	0.88

← 以降繰り返し →

年 (n)	0	1	2	3	4	5
個体数 (X_n)	0.55	0.90	0.33	0.81	0.56	0.90

← 以降繰り返し →

より, 年変動の周期, 変動値ともに X_0 に依存して変化する。

名札番号：	氏名：
-------	-----

実験試験 II 生理学

解答用紙

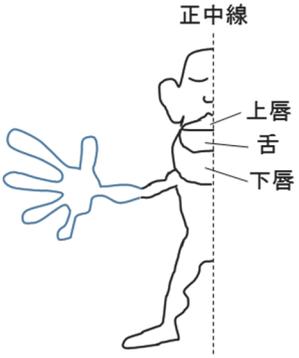
(1 / 4)

実験 1

問 1-1

<p>特徴：触圧点の密度は、指、手のひら、前腕、ふくらはぎの順に低くなる。</p> <p>-----</p> <p>-----</p>
<p>機能的意義：指を用いた細かい作業ができることは、ヒトの能力を考察する上において大変重要である。このためには指先での物体の微妙な形状や動きの認知に繊細な触圧覚が必要であり、指における触圧点の密度が高くなっていると想像される。一方、前腕やふくらはぎでは機能的に高度な触覚を必要とする役割が無いため、触圧点の密度が低いと考えられる。</p> <p>-----</p> <p>-----</p> <p>-----</p>

問 1-2


<p>作画に至った理由：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・上腕<手<指の順に、実際の体表面積比よりも描画した面積が広くなるように作画した。 ・すでに描画されているふくらはぎのサイズを考慮に入れた。 <p>触圧点の分布がヒトの機能的必要性と密接に関連しているとの発想に結びついた場合には、同じ手の中でも小指と人差し指で触圧点密度が違うのではないだろうか、などの発想が浮かぶかもしれない。そのような発想に基づいたさらに細かい作図も可。</p>

名札番号：	氏名：
-------	-----

実験試験 II 生理学

解答用紙

(2 / 4)

問 1-3

・皮膚の感覚受容体は、長時間同じ刺激を受けると反応しなくなる性質を持っている。
・延髄、視床などの中継核や大脳皮質で、同じ刺激が継続して入ってくると無視するよ うな情報処理が行われる、等。
予備体験で行った、刺激毛を長時間接触した場合の感覚変化について、関連性など を議論することも可。

問 1-4

痛点の密度は解析した領域間であまり差がない、触圧覚に比べて全体的に密度が高い、 指先は少し密度が低い、などがグラフから直接読み取れる特徴である。
触圧点のグラフの比較から読み取れることとしては、
・触圧点と痛点の密度分布パターンが異なるので、それぞれが違うメカニズム（受容器） によって感知されていることが想像される。
・触圧点密度はヒトの動作・機能における重要度（手では繊細な皮膚感覚が要求される） によって分布差があるように見えるが痛点ではそのような機能に関連した差は見られ ない。
などが回答として想定される。さらに痛点がそのような分布をする理由の考察を してもよい。

名札番号：	氏名：
-------	-----

実験試験 II 生理学

解答用紙

(3 / 4)

問 1-5

<p>特徴： <u>予備体験、手持ちのデータから推測可能な特徴</u>：○センサー自体が小さく、表面密度を十分高くできる。○センサーの密度の分布パターンを、ヒトの皮膚に準じたものにてできる（指先などに高い）。○触圧覚、痛覚などの別々の感覚に応じたセンサーが必要。○センサーの感度が状況に応じて自動的に調整される（問 1-3 から）、等。</p> <p><u>実用化する上で必要な特徴</u>：○最終的な情報処理は脳で行われるため、皮膚センサーと神経細胞の間で信号のやり取りを可能とするインターフェース。○生体に長期間接触することが可能な素材（炎症反応などが起こりにくい）の開発。○水中や、高温・低温下など、様々な環境下で安定に駆動できる。○メンテナンスの間隔が短くできる。○駆動するエネルギーの供給方法。○日常生活に支障のない程度の軽量化、等。</p>

実験 2

問 2-1

<p>特徴： 温点と冷点の分布には一部重なりがみられるが、温点と冷点の多くはそれぞれ異なる部位に存在する。温点と冷点はそれぞれクラスターを形成する傾向がある。</p> <p>-----</p> <p>-----</p> <p>-----</p>

問 2-2

<p>作用部位： TRPM8</p>
<p>作用機序： メンソールは TRPM8 に結合し、タンパク質の構造変化を起こし、ナトリウムイオンを通す孔を開口させる。メンソールは TRPM8 に結合し、冷覚刺激により引き起こされるナトリウムイオンを通す孔の開口を増強する。通常 25°C以下で活性化される TRPM8 が、メンソールの結合後には、25°Cよりも少し高い温度で活性化されるようになる。</p> <p>-----</p> <p>-----</p> <p>-----</p>

名札番号：	氏名：
-------	-----

実験試験 II 生理学

解答用紙

(4 / 4)

問 2-3

TRPV1 や TRPM8 をもつパターン：別々の神経細胞がそれぞれ TRPV1 もしくは TRPM8 をもつ。
そう考えるに至った理由：一つの神経細胞が TRPV1 と TRPM8 の両方をもつ場合、温点と冷点は重なることが予測されるが、測定データにおいて温点と冷点の多くはそれぞれ異なる部位に存在するため、異なる神経細胞がそれぞれ TRPV1 もしくは TRPM8 をもつと考えられる。メンソール塗布後も温点の数と分布には変化がみられないため。

名札番号：	氏名：
-------	-----

実験試験 III 微生物学

解答用紙

(1 / 4)

実験 1

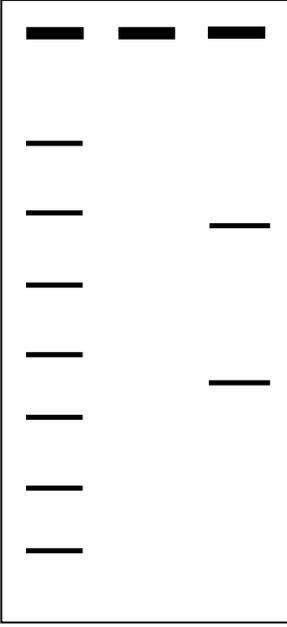
問 1-1

3

問 1-2

図 2

問 1-3

1)	グラム陰性菌	理由 グラム陰性菌に特異的に増幅される 350bp のバンドが出現しているため。		
2)	<p>M 3 大腸菌</p> 	<p>理由</p> <p>問 1-1 より 3 番の菌はグラム陽性菌である事がわかる。また 5 番の電気泳動の結果では、700bp のバンドが出現している。よって、5 番の菌が <i>R. solanacearum</i> である事がわかる。問題の前文に大腸菌はグラム陰性である事が述べられている。まとめると 3 番の菌は、グラム陽性菌であり、大腸菌ではなく、<i>R. solanacearum</i> でもない。よって、プライマーセット PS2, PS3, PS4 ではバンドは何も出現しない。</p> <p>大腸菌では、プライマーセット PS2, PS3 で増幅が生じるので、350bp と 580bp にバンドが出現する。</p>		
3)	<i>Escherichia coli</i> (大腸菌)	4	<i>Ralstonia solanacearum</i>	5

(問 1-3 の解答欄は次のページにもつづいています)

名札番号：	氏名：
-------	-----

実験試験 III 微生物学

解答用紙

(2 / 4)

問 1-3(つづき)

4)	4番が大腸菌、5番が <i>R. solanacearum</i> なので、 <i>B. subtilis</i> は2番か3番の菌。問 1-1 でどちらもグラム陽性のバンド (P1) が出ているので、 <i>B. subtilis</i> はグラム陽性の菌である。
----	---

問 1-4

細胞の形態は培養条件等でも変化するし、系統的に異なる菌でも類似の形態を示す事がある。よって、条件によって変化しない遺伝情報の方が信頼性が高い。

問 1-5

DNA ポリメラーゼ (Taq polymerase は可)

問 1-6

1、7

問 1-7

1)	<p>解答 (200 μL) 説明と計算</p> <p>まず分子量を求める。問題に示した配列のオリゴヌクレオチドは A, C, G, T の4種を全て5個ずつ含む計20塩基なので、 (Aの数 5 x 249.09) + (Gの数 5 x 265.08) + (Cの数 5 x 225.07) + (Tの数 5 x 240.08) + (63.97 x 19) + 2.02 = 6114.05。</p> <p>1 μmole は 10^{-6} mole なので、仮に 100 μmole/L の水溶液を 1L 作るためには、 $6114.05 \times 100 \times 10^{-6} = 0.611405$ g (= 611.405 mg) が必要となる。 合成したオリゴヌクレオチドの乾燥重量が 0.1222 mg なので、 $0.1222 \div 611.405 \doteq 0.00019987$ L の水に溶かせば 100 μmole/L となる。</p> <p>1L は $10^6 \mu$L なので、 0.00019987 L = $0.00019987 \times 10^6 \mu$L = 199.87 μL 小数点以下を四捨五入すると、200 μL</p>
----	--

(問 1-7 の解答欄は次のページにもつづいています)

名札番号：	氏名：
-------	-----

実験試験 III 微生物学

解答用紙

(3 / 4)

問 1-7(つづき)

2)	0.2 μ L
----	-------------

問 1-8

1)	記号 b	名称 ATP (アデノシン三リン酸 も可)
2)	RNA	

問 1-9

(○)	アデニン	-	デオキシリボース	-	リン酸
(×)	アラニン	-	デオキシリボース	-	リン酸
(×)	アデノシン	-	デオキシリボース	-	亜リン酸
(×)	グリシン	-	デオキシリボース	-	リン酸
(×)	グアニン	-	リボース	-	亜リン酸
(×)	グアニジン	-	リボース	-	リン酸
(×)	チミン	-	リボース	-	亜リン酸
(×)	チアミン	-	リボース	-	リン酸
(×)	チロシン	-	リボース	-	亜リン酸
(○)	ウラシル	-	リボース	-	リン酸
(×)	シトシン	-	デオキシリボース	-	亜リン酸
(×)	シトルリン	-	リボース	-	亜リン酸

名札番号：	氏名：
-------	-----

実験試験 III 微生物学

解答用紙

(4 / 4)

実験 2

問 2-1

5 個の細胞を測定 () () () () ()	平均選んだ細胞 により異なるが 6-15 μm 程度
----------------------------------	---

問 2-2

チューブ 2	b	チューブ 3	a	チューブ 4	c	チューブ 5	g
--------	---	--------	---	--------	---	--------	---

問 2-3

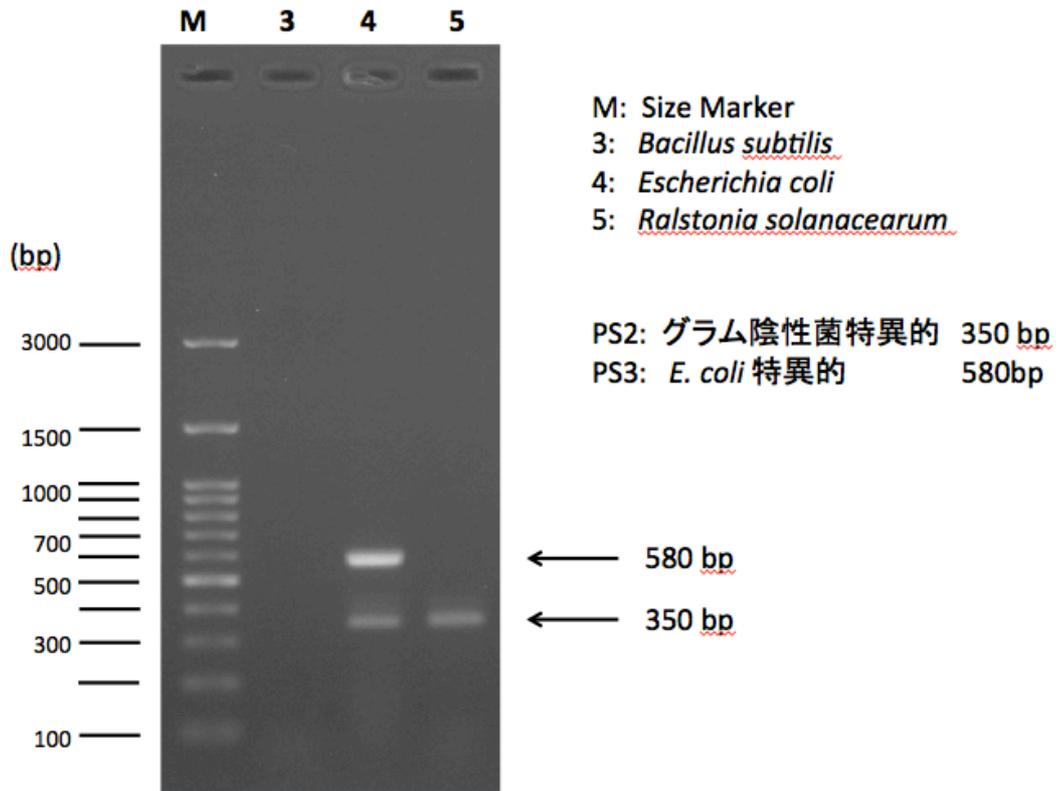
1)	
2)	2.5 μm

問 2-4

<p>解答 (1.1×10^9 個/mL) 説明と計算</p> <p>4 回測定の平均値は $(107+111+105+117) \div 4 = 110$</p> <p>計算盤とカバーガラスに挟まれた部分の厚みは 0.1 mm なので, 測定した部分の体積は, 1 mm^3 の 50 分の 1 ($0.05 \times 0.05 \times 16 \times 5 \times 0.1 = 0.02$)。</p> <p>$1 \text{ mm}^3$ 中には 平均すると $110 \times 50 = 5500$ 個の細胞が含まれると考えられる。</p> <p>設問は $1 \text{ mL} (=1000 \text{ mm}^3)$ 中の濃度なので, 換算するには更に 1000 倍するが, 測定前に 200 倍に希釈したので, その点も考慮し、</p> <p>$5500 \times 1000 \times 200 = 1.1 \times 10^9$</p>

実験 1 で行った PCR の結果

PCR実験 電気泳動結果の模範データ



名札番号：	氏名：
-------	-----

実験試験 IV 植物学

解答用紙

(1 / 3)

実験 1

問 1-1

A	約 100 (μL) (多少の誤差は正解とする。)	B	約 200 (μL) (多少の誤差は正解とする。)
(ビタミンC量の多いグループを○で囲む) (A) ・ B		(理由) ビタミン C がヨウ素を還元することで、ヨウ素溶液が無色になる。したがってヨウ素溶液に加えた細胞抽出液の少ない方がビタミンC量を多く含む。	

問 1-2

(語句の選択)A または B のうち、適当な語句を○で囲む

明所で栽培された水稻幼植物体のグループは ((A) ・ B) である。

(根拠) 明所では光合成によって活性酸素が発生するため、それを消去するために還元剤であるビタミンCをより多く合成したと考えられる。そして問 1-1 の実験からビタミンC量が多いグループ A であるので、明所で栽培された水稻幼植物体はグループ A である。

問 1-3

(弱光)

光が弱いと葉緑体がより多くの光を吸収しようとするため。

(強光) 光合成によって発生した酸素は、細胞にとって有毒な活性酸素に変換されたりする。強光下では、過剰な光エネルギーによって、細胞内に過剰の活性酸素が蓄積する。過剰な活性酸素から細胞(葉緑体)を守るため、葉緑体が光をあまり吸収しないようにするため。

問 1-4

光合成によって発生した酸素から変換された活性酸素を除去し、活性酸素から細胞(葉緑体)を守っている。

名札番号：

氏名：

実験試験 IV 植物学

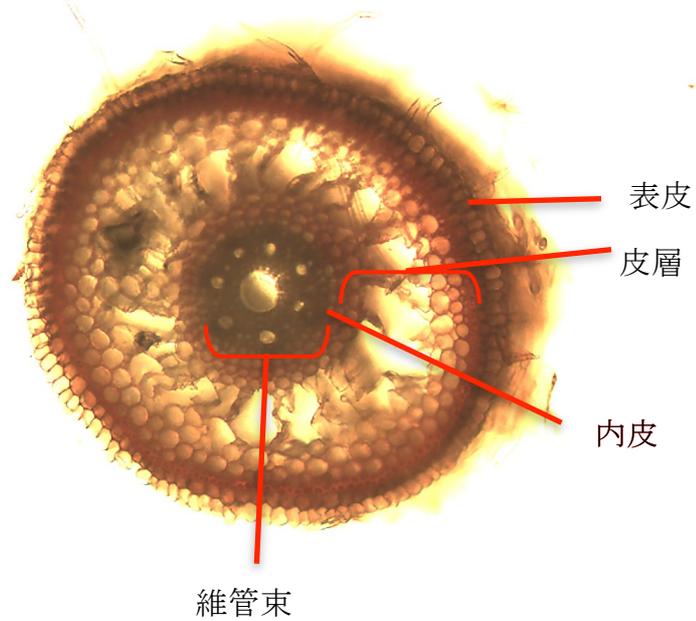
解答用紙

(2 / 3)

実験 2

問 2-1

(根の断面図)



名札番号：	氏名：
-------	-----

実験試験 IV 植物学

解答用紙

(3 / 3)

問 2-2

イ、エ

問 2-3

酸素を使った好氣的呼吸は生体内エネルギーの生産に重要である。好氣的な畑作土壌とは異なり、水田のような湛水土壌で生育する植物の根は酸素欠乏になりやすい。水稻では根の皮層細胞の一部を生長軸方向にプログラム細胞死させて通気組織を形成し、地上部からの酸素を供給するための通路を形成することで、根が酸素欠乏におちいることを防いでいる。

問 2-4

1)

根毛または根の表皮細胞で吸収された水は、細胞壁の部分を通過するアポプラスト経路、または細胞の中を通過するシンプラスト経路により、維管束系の木部道管細胞に入る。導管液は根圧によって押し上げられるよりも、蒸散により引き上げられる。蒸散の調節は気孔の開閉による。

2)

アポプラスト 導管要素内, 細胞間の空隙, 細胞壁	シンプラスト 篩管内, サイトゾル, 原形質連絡
-------------------------------------	------------------------------------

3)

オ
