

デザイン工学部A方式Ⅱ日程・理工学部A方式Ⅱ日程
 生命科学部A方式Ⅱ日程

3 限 理 科 (75分)

科 目	ページ
物 理	2～9
化 学	10～18
生 物	20～30

〈注意事項〉

1. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないこと。
2. 解答はすべて解答用紙に記入しなさい。
3. 志望学部・学科によって選択できる科目が決まっているので注意すること。

志望学部(学科)	受験科目
デザイン工学部(建築)	物理または化学
理工学部(電気電子工・経営システム工・創生科)	
生命科学部(環境応用化・応用植物科)	物理, 化学または生物

4. 科目の選択は、受験しようとする科目の解答用紙を選択した時点で決定となる。
一度選択した科目の変更は一切認めない。
5. 問題冊子のページを切り離さないこと。

(生 物)

注意：生命科学部環境応用化学科または応用植物科学科を志望する受験生のみ選択
できる。解答はすべて解答用紙の指定された解答欄に記入せよ。

〔I〕 つぎに並べるできごとについて、以下の問いに答えよ。

- A：メセルソンと が、DNAの半保存的複製を証明した。
B： が、DNAの塩基組成に規則性を見いだした。
C： が、生物に由来する物質が形質転換をもたらすことを発見した。
D：ワトソンと が、DNAの分子構造を提唱した。
E： が、形質転換をもたらす物質はDNAであることを示した。
F： が、ヌクレイン(DNAに相当する物質)を発見した。
G：ハーシーと が、大腸菌とファージを用いた実験でDNAが遺伝子の本体であることを示した。
H： が、遺伝の法則を提唱した。
I： らが、 の遺伝の法則を再発見した。
J：ワイズマンが、獲得形質の遺伝を否定した。
K： が、分子レベルの中立進化を提唱した。
L：ダーウィンが、「種の起源」を著した。
M： が、交配実験の組換え価にもとづき染色体地図を作成した。
N：サットンが、染色体説を提唱した。
O： が、顕微鏡を自作し微生物をはじめて観察した。

1. 空欄 ～ にあてはまる人物名を以下から選んで記せ。

エイブリー	北里柴三郎	木村資生	グリフィス
クリック	スタール	シャルガフ	ド フリース
チェイス	パスツール	ミーシャー	メンデル
モーガン	ラマルク	レーウエンフック	

2. 下記の図は、できごと A～G とできごと H～O について年を追って並べたものである。①～④と、⑤～⑨にあてはまるできごとをそれぞれ B, C, D, F, と J, L, M, N, O から選んで記号で記せ。

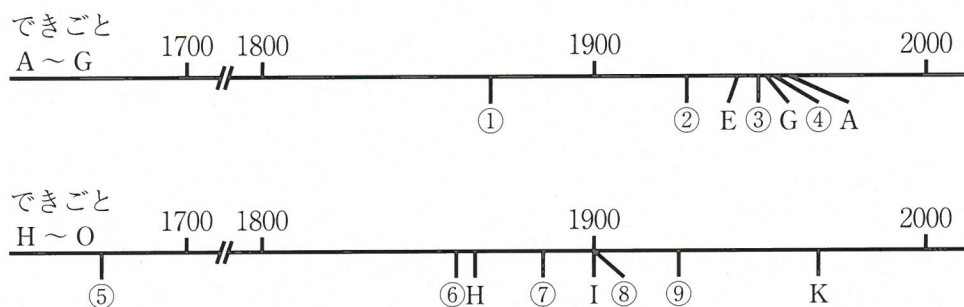


図. できごとを年を追って並べたもの

3. できごと A で明らかになった「DNA の半保存的複製」のしくみについて、句読点を含めて 60 字以内で説明せよ。
4. できごと C, E, H, M の研究で、主として用いられた生物の名称をそれぞれ記せ。
5. できごと D で提唱された「DNA の分子構造」はどのような構造か、適切な語句を記せ。
6. できごと E で、「形質転換をもたらす物質は DNA である」ことはどのような実験結果によって示されたのか、句読点を含めて 50 字以内で述べよ。
7. できごと K に関して、分子レベルの中立進化に関する以下の(a)～(e)の記述のうち、正しいものをすべて選び記号で記せ。
- (a) DNA の塩基配列中には時間とともに一定の確率で突然変異が生じる。
 - (b) 生物が集団を形成すると、DNA の塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列にはほとんど違いが認められなくなる。
 - (c) DNA の塩基配列中に生じた突然変異は、生物の形質を必ず変化させる。
 - (d) DNA の塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列の変化は、自然選択に対して有利でも不利でもないものがほとんどである。
 - (e) 時間が経つと自然選択に対して有利でも不利でもない突然変異はすべて排除され集団内に広がることはない。

生物

〔Ⅱ〕 つぎの文章を読んで、以下の問いに答えよ。

生命活動を営むうえで欠くことのできない元素の中に窒素がある。大気には多量の窒素(N₂)が含まれるが、これを直接利用して窒素固定を行う生物は、窒素固定細菌や一部のシアノバクテリアなどに限られている。これらの微生物は大気中の窒素を細胞内に取り入れ、これを還元して イオンに変えることができる。この反応はATPのエネルギーを利用し、 とよばれる酵素の働きによって触媒される。

植物が窒素同化に利用する無機窒素化合物は イオンの他にも イオンがある。 イオンは植物に吸収されるといくつかの酵素の働きにより イオンとなる。 イオンは酵素の働きにより、 と結合して をつくり、 はアミノ基が に渡され2分子の となる。その後、 のアミノ基がさまざまな有機酸に転移して有機窒素化合物が合成される。

1. 空欄 ~ にあてはまる適切な語句を以下の(a)~(i)から選んで記号で記せ。

- | | |
|------------------|-------------|
| (a) 硝酸 | (b) 亜硝酸 |
| (c) シアン化物 | (d) アンモニウム |
| (e) グルタルアルデヒド | (f) グルタミン |
| (g) グルタミン酸 | (h) ケトグルタル酸 |
| (i) グリセルアルデヒドリン酸 | |

2. 空欄 にあてはまる適切な語句を記せ。

3. 下線部(i)について、ヒトの体に含まれる元素のうち、生体を構成する割合(生重量)が窒素より多い元素の名称をすべて挙げて記せ。

4. 以下の(a)~(e)の物質のうち、窒素原子を含むものをすべて選び、記号で記せ。

- | | | |
|-----------|------------|---------|
| (a) 脂肪酸 | (b) クロロフィル | (c) DNA |
| (d) セルロース | (e) ルビスコ | |

生物

5. 下線部(ii)について、大気中の窒素が生物の利用可能な形態に変換されるには、文章中の細菌の働きや工業的な窒素固定のほか、ある自然現象によるものがある。この現象の名称を記せ。
6. 下線部(iii)の窒素固定細菌の一種には、マメ科の植物の根に進入して共生関係を結ぶものがある。
 - 1) この細菌の名称を記せ。
 - 2) 窒素固定する細菌と共生関係を結ぶマメ科の植物にあたるものを、以下の(a)~(e)からすべて選んで記号で記せ。

(a) マツヨイグサ	(b) シロツメクサ	(c) シロイヌナズナ
(d) トクサ	(e) ゲンゲ	
7. 動物は窒素化合物について、どのような形態で外部から取り込み、どのようにして生体のさまざまな物質として使用しているか、句読点を含めて40字以内で述べよ。
8. 哺乳動物において、窒素分を体外に排出させるために働く回路反応を何とよぶか記せ。また、その反応を行う臓器の名称を記せ。
9. 下線部(iv)の反応は葉緑体のある部位で行われる。その部位の名称を記せ。
10. 窒素化合物の一部は土壌中の細菌の働きによって気体の窒素として空気中に放出されているが、この過程を何とよぶか記せ。
11. 工業的に固定される窒素の一部は肥料として農業に利用される。肥料が過剰に使用されると生態系に悪影響を及ぼすことがあるが、このうち、水生生物への影響について、どのような過程でどのように影響を与えるか、句読点を含めて60字以内で述べよ。

生物

〔Ⅲ〕 つぎの文章を読んで、以下の問いに答えよ。

除草剤の一つにビアラホスという化合物がある。図1は、ビアラホスを不活性化する酵素(BAR)の遺伝子を含むDNA(センス鎖)の塩基配列である。BAR 遺伝子は、①の開始コドンから④の終止コドンの領域にコードされており、各コドンの下に翻訳された際に生合成されるタンパク質のアミノ酸残基が記載されている。BAR 遺伝子を持つトランスジェニック植物を作る目的で、実験1～実験6を行った。

5-	TCA	CTC	GAA TTC		CGA	TCG	ACG	GGA	TCT	ACC	① ATG Met		AGC	CCA	GAA	CGA	CGC
			<i>EcoRI</i> 認識配列									Met	Ser	Pro	Glu	Arg	Arg
	CCG	GCC	GAC	ATC	CGC	CGT	GCC	ACC	GAG	GCG	GAC	ATG	② CCG Pro		GCG	GTC	TGC
	Pro	Ala	Asp	Ile	Arg	Arg	Ala	Thr	Glu	Ala	Asp	Met	Pro	Ala	Val	Cys	
	ACC	ATC	GTC	AAC	CAC	TAC	ATC	GAG	ACA	AGC	ACG	GTC	AAC	TTC	CGT	ACC	
	Thr	Ile	Val	Asn	His	Tyr	Ile	Glu	Thr	Ser	Thr	Val	Asn	Phe	Arg	Thr	
	GAG	CCG	CAG	GAA	CCG	CAG	GAG	③ TGG Trp		ACG	GAC	GAC	CTC	GTC	CGT	CTG	CGG
	Glu	Pro	Gln	Glu	Pro	Gln	Glu	Thr	Asp	Asp	Asp	Leu	Val	Arg	Leu	Arg	
	GAG	CGC	TAT	CCC	TGG	CTC	GTC	GCC	GAG	GTG	GAC	GGC	GAG	GTC	GCC	GGC	
	Glu	Arg	Tyr	Pro	Trp	Leu	Val	Ala	Glu	Val	Asp	Gly	Glu	Val	Ala	Gly	
	ATC	GCC	TAC	GCG	GGT	CCC	TGG	AAG	GCA	CGC	AAC	GCC	TAC	GAC	TGG	ACG	
	Ile	Ala	Tyr	Ala	Gly	Pro	Trp	Lys	Ala	Arg	Asn	Ala	Tyr	Asp	Trp	Thr	
	GCC	GAG	TCG	ACC	GTG	TAC	GTC	TCC	CCC	CGC	CAC	CAG	CGG	ACG	GGA	CTG	
	Ala	Glu	Ser	Thr	Val	Tyr	Val	Ser	Pro	Arg	His	Gln	Arg	Thr	Gly	Leu	
	GGC	TCC	ACG	CTC	TAC	ACC	CAC	CTG	CTG	AAG	TCC	CTG	GAG	GCA	CAG	GGC	
	Gly	Ser	Thr	Leu	Tyr	Thr	His	Leu	Leu	Lys	Ser	Leu	Glu	Ala	Gln	Gly	
	TTC	AAG	AGC	GTG	GTC	GCT	GTC	ATC	GGG	CTG	CCC	AAC	GAC	CCG	AGC	GTG	
	Phe	Lys	Ser	Val	Val	Ala	Val	Ile	Gly	Leu	Pro	Asn	Asp	Pro	Ser	Val	
	CGC	ATG	CAC	GAG	GCG	CTC	GGA	TAT	GCC	CCC	CGC	GGC	ATG	CTG	CGG	GCG	
	Arg	Met	His	Glu	Ala	Leu	Gly	Tyr	Ala	Pro	Arg	Gly	Met	Leu	Arg	Ala	
	GCC	GGC	TTC	AAG	CAC	GGG	AAC	TGG	CAT	GAC	GTG	GGT	TTC	TGG	CAG	CTG	
	Ala	Gly	Phe	Lys	His	Gly	Asn	Trp	His	Asp	Val	Gly	Phe	Trp	Gln	Leu	
	GAC	TTC	AGC	CTG	CCG	GTG	CCG	CCC	CGT	CCG	GTC	CTG	CCC	GTC	ACC	GAA	
	Asp	Phe	Ser	Leu	Pro	Val	Pro	Pro	Arg	Pro	Val	Leu	Pro	Val	Thr	Glu	
	ATC	④ TGA		GCA	CCC	CTA	GAG	TCA	AGC	GGA TCC		TTC	AAA	-3'			
	Ile																

図1. BAR 遺伝子を含む DNA 領域の塩基配列

[実験1] 図1のDNA全長をPCR法によって増幅した。

[実験2] 実験1によって増幅されたDNAを、⁽ⁱ⁾制限酵素である*Eco*RIと
⁽ⁱⁱ⁾*Bam*HIによって切断し、BAR遺伝子を含むDNA断片Aを調製した
(図2)。

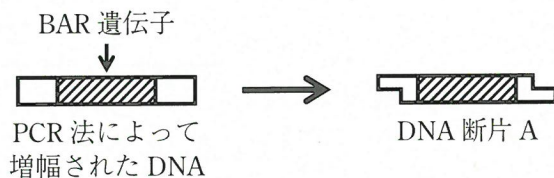


図2. DNA断片Aの調製

[実験3] 植物形質転換用プラスミドBを*Eco*RIと*Bam*HIによって切断し、プ
ラスミド断片Cを調製した(図3)。

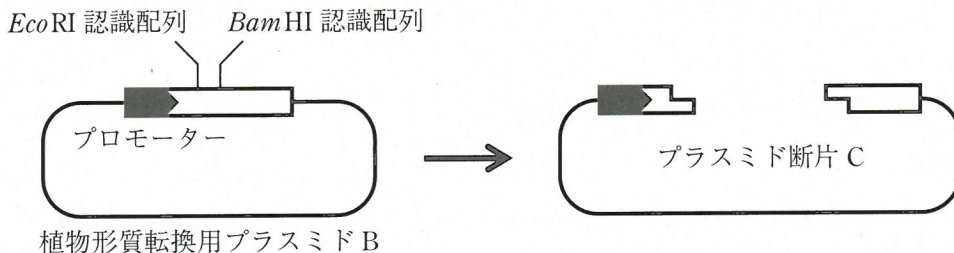


図3. プラスミド断片Cの調製

[実験4] DNA断片Aをプラスミド断片Cに組み込むことによってプラスミ
ドDを調製した(図4)。

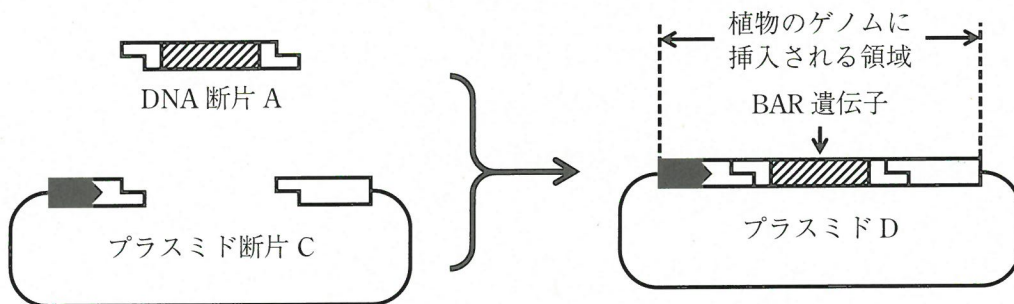


図4. プラスミドDの調製

生物

[実験5] プラスミドDをアグロバクテリウムに導入した。

[実験6] 実験5の(iii)アグロバクテリウムをシロイヌナズナに感染させた。BAR遺伝子が染色体に組み込まれた種子を選抜することによって、ビアラホスに対して耐性を持つシロイヌナズナを作出した。

1. 下線部(i)について、つぎの文章の空欄 ～ に適する語句を下記の(a)～(i)から選んで記号で記せ。

PCR法はポリメラーゼ 反応法の略であり、マイクロチューブ内でDNAを増幅する技術である。増幅したいDNAと2種類のプライマー、およびDNAポリメラーゼを混ぜ合わせ、約95℃→約55℃→約72℃の反応サイクルを繰り返すことによって、2種類のプライマーで挟まれたDNA領域が増幅される。反応サイクルを20回繰り返すことで、理論上DNAは約 倍に増幅される。一般に、PCR法には 由来のDNAポリメラーゼが使われる。

- | | | |
|---------|---------|----------|
| (a) 連鎖 | (b) 連結 | (c) 連続 |
| (d) 1万 | (e) 10万 | (f) 100万 |
| (g) 好圧菌 | (h) 好熱菌 | (i) 好塩菌 |

2. 実験1で使用するプライマーの組み合わせとしてふさわしい塩基配列を以下の(a)～(f)から2つ選んで記号で記せ。

- (a) 5'-GTCGATCGGAATTCGAGTGA-3'
- (b) 5'-TCACTCGAATTCGGATCGAC-3'
- (c) 5'-AGTGAGCTTAAGGCTAGCTG-3'
- (d) 5'-TTTGAAGGATCCGCTTGACT-3'
- (e) 5'-AGTCAAGCGGATCCTTCAAA-3'
- (f) 5'-AAACTTCCTAGGCGAACTGA-3'

3. 下線部(ii)に関する以下の(ア)~(エ)の文章について、正しいものには○、間違っているものには×を記せ。

(ア) 制限酵素という名前は外来 DNA の侵入を制限する働きに由来する。

(イ) *EcoRI* は古細菌から見つかった制限酵素である。

(ウ) *EcoRI* は GAATTC の塩基配列を認識して、G と A の間を切断する。

(エ) さまざまな種類の制限酵素があり、いずれも 6 塩基からなる特定の配列を認識する。

4. 図 3 に示されているプロモーターについて、つぎの文章の空欄 、 にあてはまる語句を、下記の(a)~(f)から選んで記号で記せ。

プロモーターは、転写の開始を決定する DNA 領域である。プロモーター上に、 と基本転写因子が結合することで転写が開始され、 の方向に RNA が合成されていく。

(a) DNA ポリメラーゼ (b) RNA ポリメラーゼ (c) リボソーム

(d) 3'→4' (e) 3'→5' (f) 5'→3'

5. 実験 4 で DNA をつなぎ合わせる際に使われる酵素の名称を記せ。

6. 下線部(iii)について、つぎの文章の空欄 ~ に適する語句を下記の(a)~(i)から選んで記号で記せ。

トランスジェニック植物の作出には、アグロバクテリウムという が用いられることが多い。アグロバクテリウムは植物に感染し、プラスミド中の という領域を植物の染色体 DNA に組み込み、植物に を形成させる。

(a) ウイルス (b) 菌類 (c) 細菌

(d) C-DNA (e) R-DNA (f) T-DNA

(g) 腫瘍 (h) 斑点 (i) 菌根

生物

7. 図1②の CCG が CCC に置き換わった場合の記述として最も適しているものを以下の(a)~(d)から1つ選んで記号で記せ。
- (a) BAR のアミノ酸配列に変異が生じる。
 - (b) BAR のアミノ酸配列の長さが増える。
 - (c) BAR のアミノ酸配列は変化しない。
 - (d) BAR のアミノ酸配列にフレームシフトが生じる。
8. 図1③の TGG が TGA に置き換わった DNA を使用して実験1~実験6を行ったところ、ビアラホス耐性のシロイヌナズナを作出することはできなかった。その理由を、句読点を含めて70字以内で記せ。
9. 現在、全世界で栽培されるダイズの約80%が除草剤耐性を持つトランスジェニックダイズである。除草剤耐性のダイズを使用することには生産上どのような利点があるのか、句読点を含めて70字以内で記せ。

〔IV〕 つぎの文章を読んで、以下の問いに答えよ。

生態系を構成する生物群集は、 栄養生物である生産者と 栄養生物である消費者に分けられる。生産者である植物は、 によって無機物である二酸化炭素と水からデンプンなどの有機物を生産する。消費者には、生産者を直接捕食する一次消費者、一次消費者を捕食する二次消費者、さらに高次の消費者が存在し、次々に捕食する。我々人間が生態系から多くの恩恵を得るためには、多様な生物を維持することが望ましい。しかし、生物は絶滅してしまうこともある。その原因の1つに、自然現象や人間の活動により、既存の生態系が外部の力によって破壊される がある。一方で、 は生物多様性の維持に働く場合もある。例えば、人里近くにあり、人間によって管理・維持された森林や水田などの地域である では、定期的な によって多様な環境が維持され、生物の多様性が高く保たれている。

1. 空欄 ～ に入る適切な語を記せ。
2. 下線部(i)のような食う食われるの関係が一連に続くことを何とよぶか記せ。
3. 下線部(ii)に記される恩恵を何とよぶか記せ。
4. 下線部(iii)の原因の1つには、外来生物の存在が挙げられる。日本において外来生物ではない生物を、以下の(a)～(n)から3つ選んで記号を記せ。

(a) オオクチバス	(b) ボタンウキクサ
(c) オオサンショウウオ	(d) ウシガエル
(e) カミツキガメ	(f) アライグマ
(g) グリーンアノール	(h) カブトガニ
(i) カワラノギク	(j) ハリエンジュ
(k) ミズヒマワリ	(l) セイタカアワダチソウ
(m) ヌートリア	(n) セアカゴケグモ
5. 下線部(iv)は3つの階層を含んでいる。この3つの階層について句読点を含めて70字以内で説明せよ。

生物

6. 以下の表はある湖におけるエネルギー量を栄養段階ごとに示したものである。

表 エネルギー収支(単位 J/(cm²・年))

栄養段階	総生産量 (同化量)	呼吸量	純生産量	被食量	枯死・ 死滅量	成長量	エネルギー 効率(%)
太陽エネルギー	499,321.5*	-	-	-	-	-	
生産者	432.9	①	335.4	42.2	12.5	280.7	②
一次消費者	42.2	12.5	29.7	8.2	③	20.3	④
二次消費者	⑤	5.0	3.2	0.0	0.0	3.2	⑥

*入射光のエネルギー

- 1) 表の①～⑥にあてはまる数値の小数第2位を必要に応じて四捨五入して小数第1位まで記せ。
- 2) 生態系内を移動したエネルギーは、最終的に生態系外へ失われる。この時に失われるエネルギーは一般的にどのような形態をとるか。以下の(a)～(d)から1つ選んで記号を記せ。

(a) 化学エネルギー	(b) 熱エネルギー
(c) 光エネルギー	(d) 電気エネルギー
- 3) 水界生態系では、水生植物や植物プランクトンなどが生産者となり、純生産量がゼロとなる水深までの間で物質生産を行っている。この限界の水深を何とよぶか記せ。

