

第1問 次の( )に当てはまる言葉を, [ ]には当てはまる数字を入れよ.

			配点
1. わたしたちが何かについて調査するとき, その調査対象すべて( A )という. しかし, Aをすべて調査することはふつうしないで, その一部である( B )を調査する. BはAから( C )に抽出しなければならない.	A B C	母集団 標本 無作為	1 1 1
2. Bから得られた値を統計量という. 統計的解析とはBの統計量からAの( D )を推測するのが目的である. Dとしてよく利用されるものとしては, 中心を表す代表値である( E ), ばらつきを表す代表値である( F )などがある.	D E F	母数 平均 分散あるいは標準偏差	1 1 1
3. 川津池にはアカガエルとアオガエルが3対2の割合で生息している. どのカエルも活発に活動しているので, 網でカエルを捕まえると無作為にカエルを捕まえるとする. 10匹のカエルを無作為に捕まえた場合, アカガエルが8匹いる確率 [ G ]である. (小数第3位を四捨五入して, 小数第2位までを答えよ)	G	0.12	2
4. 肉眼でも観察が可能な超新星は1年平均で0.2個出現するとする. ポアソン分布に従うとすれば今年, 超新星が1つだけ出現する確率は [ H ]である. (小数第3位を四捨五入して, 小数第2位までを答えよ)	H	0.16	2
5. 統計的にBの統計量から, AのDを推測することを( I )という. Dに関する予想の真偽を検証することを( J )という. Iではひとつの値でDを推測する場合は( K )といい, ある幅を持つ( L )をつけて推測する場合は( M )という. Jでは否定したい仮説である( N )をたてる. Nが棄却されれば( O )を採用する.	I J K L M N O	統計的推定 統計的検定 点推定 信頼区間 区間推定 帰無仮説 対立仮説	1 1 1 1 1 0.5 0.5
6. 因子は4種類に分類できる. その最適水準を知るために取り上げる因子で実験の場でもその結論を適用する現場でも制御できる因子を( P )という. Pと交互作用があり, 実験では制御するが, 現場では制御できないこともある因子は( Q )という. 実験の制御を高めるために, 実験の場の局所管理に用いる因子を( R )という. PやQと交互作用があるが, 現場でも実験の場でも制御できない因子を( S )という.	P Q R S	制御因子 標示因子 ブロック因子 層別因子	0.5 0.5 0.5 0.5
7. Rが1つあるときには( T )によって, 2つあるときには( U )によって実験計画する.	T U	乱塊法 ラテン方格法	1 1
		合計	20

第2問 打ち上げ花火を100個打ち上げて、そのうち上がった高さを測定したところ以下の結果を得た。

1. 平均, 分散, 標準偏差, メジアン, レンジ, 変動係数, 標準誤差を計算せよ。

結果は小数第2位を四捨五入し, 小数第1位までとせよ。

	数値	単位	配点
平均	253.9	m	1
分散	320.8	m <sup>2</sup>	1
標準偏差	17.9	m	1
メジアン	252.4	m	1
レンジ	82.3	m	1
変動係数	7.1	%	1
標準誤差	1.8	m	1

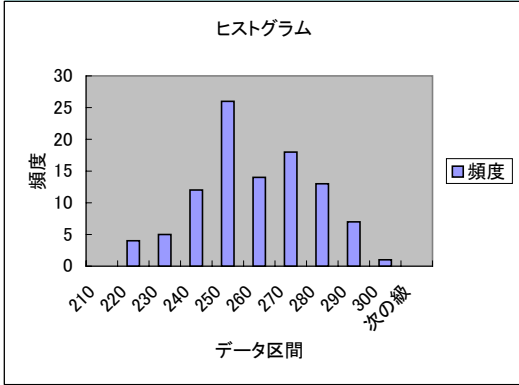
番号 打ち上げ花火の高さ(m)

- 1 272.6
- 2 246.6
- 3 281.7
- 4 253.7
- 5 244.3
- 6 286.7
- 7 243.5
- 8 234.7
- 9 239.4
- 10 226.0
- 11 281.4
- 12 227.4
- 13 252.4
- 14 250.8
- 15 262.2
- 16 239.1
- 17 257.9
- 18 263.5
- 19 264.0
- 20 224.2
- 21 252.7
- 22 234.5
- 23 256.3
- 24 269.2
- 25 247.6
- 26 252.4
- 27 266.5
- 28 252.0
- 29 272.6
- 30 233.8
- 31 243.6
- 32 279.4
- 33 236.2
- 34 244.4
- 35 239.7
- 36 249.1
- 37 237.9
- 38 249.1
- 39 258.3
- 40 283.0
- 41 239.3
- 42 248.1
- 43 277.5
- 44 246.5
- 45 243.5
- 46 253.8
- 47 272.2
- 48 272.0
- 49 223.6
- 50 249.6
- 51 241.0
- 52 273.9
- 53 287.1
- 54 210.8
- 55 268.8
- 56 239.5
- 57 270.0
- 58 263.4
- 59 268.0
- 60 257.4
- 61 254.7
- 62 244.2
- 63 241.9
- 64 293.1
- 65 258.7
- 66 264.4
- 67 275.2
- 68 241.2
- 69 259.3
- 70 232.6
- 71 249.6
- 72 249.0
- 73 240.3
- 74 269.5
- 75 241.4
- 76 261.9
- 77 265.7
- 78 276.1
- 79 260.9
- 80 242.5
- 81 226.1
- 82 272.3
- 83 285.2
- 84 263.6
- 85 240.9
- 86 239.0
- 87 263.9
- 88 275.1
- 89 272.0
- 90 263.0
- 91 285.9
- 92 241.4
- 93 214.9
- 94 261.7
- 95 217.8
- 96 244.3
- 97 247.2
- 98 219.0
- 99 243.5
- 100 272.2

	数値	単位	配点
平均	253.9	m	1
分散	320.8	m <sup>2</sup>	1
標準偏差	17.9	m	1
メジアン	252.4	m	1
レンジ	82.3	m	1
変動係数	7.1	%	1
標準誤差	1.8	m	1

2. 階級数10個で, 分級したヒストグラムを作成せよ。分級の仕方指定しないが, データをなるべく適切に表すようにせよ。

配点 2



最大値	293.1		
最小値	210.8		
ヒストグラム			2
3番	29.4 %		2
4番	47.5 %		2
合計			13

3. このデータが正規分布に従うとすると260~280mの範囲には何パーセントのデータが属するか? (小数第2位を四捨五入して小数第1位までを答えよ)

29.4 % 配点 2

4. このデータが正規分布に従うとすると255m以上の花火は全体何パーセントか? (小数第2位を四捨五入して小数第1位までを答えよ)

47.5 % 配点 2

第3問 次のデータはA村とB村それぞれからウメの木を無作為に12本選んで、実の着いた数を数えたデータである。

1. A村, B村のウメの着実数についてそれぞれ、以下の計算をせよ(小数第2位を四捨五入せよ)。

	A村	B村
	125	124
	73	131
① 99%信頼区間をつけて母平均を区間推定せよ。	143	114
配点	87	108
A村	68	102
	153	156
B村	67	137
	90	78
	58	136
② 95%信頼区間をつけて母標準偏差を区間推定せよ。	76	98
配点	78	142
A村	34	138
B村		

① 99%信頼区間をつけて母平均を区間推定せよ。

A村  $56.0 \leq \mu_A \leq 119.4$  1

B村  $102.0 \leq \mu_B \leq 142.0$  1

② 95%信頼区間をつけて母標準偏差を区間推定せよ。

A村  $25.0 \leq \sigma_A \leq 60.0$  1

B村  $15.8 \leq \sigma_B \leq 37.9$  1

② 2つの村のウメの着実数の母平均には差があるのかを1%の有意水準で検定せよ 配点 2

帰無仮説 A村とB村のウメの着実数の母平均は等しい。  
対立仮説 A村とB村のウメの着実数の母平均は異なる。

P値 0.009443 (四捨五入しなくてよい)

結論 1%の有意水準で帰無仮説は棄却でき、両村のウメの着実数の母平均は異なる。

③ 2つの村のウメの着実数の母分散には

				配点
①	A村	$56.0 \leq \mu_A \leq 119.4$		1
	B村	$102.0 \leq \mu_B \leq 142.0$		1
	A村	$25.0 \leq \sigma_A \leq 60.0$		1
	B村	$15.8 \leq \sigma_B \leq 37.9$		1
②	帰無仮説			
	対立仮説			
	P値	0.009443		
	結論			2
③	帰無仮説			
	対立仮説			
	P値	0.071622		
	結論			2
④	帰無仮説			
	対立仮説			
	P値	0.048283		
	結論			2
⑤	帰無仮説			
	対立仮説			
	P値	0.022817		
	結論			2

差があるのかを1%の有意水準で検定せよ 配点 2

帰無仮説 A村とB村のウメの着実数の母分散は等しい.  
対立仮説 A村とB村のウメの着実数の母分散は異なる.

P値 0.071622 (四捨五入しなくてよい)

結論 1%の有意水準で帰無仮説は棄却できないので、両村のウメの着実数の母分散が異なるとはいえない.

④ A村のウメの着実数の母平均が65であるかを  
5%の有意水準で検定せよ. 配点 2

帰無仮説 A村のウメの着実数の母平均は65である.  
対立仮説 A村のウメの着実数の母平均は65でない.

P値 0.048283 (四捨五入しなくてよい)

結論 5%の有意水準で帰無仮説は棄却でき、A村のウメの着実数の母平均は65でない.

⑤ B村のウメの着実数の母標準偏差が50であるかを  
1%の有意水準で検定せよ. 配点 2

帰無仮説 B村のウメの着実数の母標準偏差は50である.  
対立仮説 B村のウメの着実数の母標準偏差は50でない.

P値 0.022817 (四捨五入しなくてよい)

結論 1%の有意水準で帰無仮説は棄却できないので、B村のウメの着実数の母標準偏差は50でないとはいえない.

合計 12

第4問 ハウス栽培のトマトのビタミンC含量(mg/100g)について、ハウスに使うプラスチックシート4種類を比べた。その結果、以下の結果を得た。分散分析を行え。

資材A	資材B	資材C	資材D
26.3	24.2	25.6	28.8
27.5	24.0	24.3	28.1
27.5	25.3	23.8	25.9
26.5	25.1	26.3	26.6
26.2	24.8	25.7	26.4

配点	
エクセル表	2
P値	3
結果	3
その他	2
合計	10

分散分析：一元配置

概要

グループ	標本数	合計	平均	分散
資材A	5	134	26.8	0.42
資材B	5	123.4	24.68	0.317
資材C	5	125.7	25.14	1.093
資材D	5	135.8	27.16	1.513

配点	
エクセル表	2
P値	3
結果	3
その他	2

分散分析表

変動要因	変動	自由度	分散	割られた分散	P-値	F 境界値
グループ間	22.2775	3	7.425833	8.885233	0.001068	3.238867
グループ内	13.372	16	0.83575			
合計	35.6495	19				

帰無仮説 プラスチックシートによってトマトのビタミンC含量は変化しない。

対立仮説 プラスチックシートによってトマトのビタミンC含量は変化する。

P値は0.001068なので1%の有意水準で帰無仮説が棄却され、プラスチックシートの違いによってトマトのビタミンC含量は変化する結論できる。

4つの資材の平均をみると資材Dがもっとも高い。

資材それぞれの平均値についての有意差検定をするには多重検定法を使わなければならない。

第5問 ある早春に花が咲く花木をすこしでも早く咲かせようとして、3種類の薬剤処理(薬剤A, 薬剤B, 薬剤C)と開始時期の異なる低温処理を組み合わせる実験したところ以下の結果を得た。結果は平年の開花日に比べて何日早く咲いたかという日数で表し、各処理3反復である。

	薬剤A	薬剤B	薬剤C
9月開始	14	13	8
	20	18	12
	16	10	11
10月開始	11	22	6
	15	15	-3
	6	18	3
11月開始	16	5	8
	9	10	-2
	12	6	3

1. 分散分析せよ。

分散分析：繰り返しのある二元配置

概要	薬剤A	薬剤B	薬剤C	合計
<b>9月開始</b>				
標本数	3	3	3	9
合計	50	41	31	122
平均	16.66667	13.66667	10.33333	13.55556
分散	9.333333	16.33333	4.333333	15.02778
<b>10月開始</b>				
標本数	3	3	3	9
合計	32	55	6	93
平均	10.66667	18.33333	2	10.33333
分散	20.33333	12.33333	21	63.5
<b>11月開始</b>				
標本数	3	3	3	9
合計	37	21	9	67
平均	12.33333	7	3	7.444444
分散	12.33333	7	25	27.52778
<b>合計</b>				
標本数	9	9	9	
合計	119	117	46	
平均	13.22222	13	5.111111	
分散	17.69444	33.25	28.11111	

分散分析表

変動要因	変動	自由度	分散	F値	P-値	F境界値
標本	168.2222	2	84.11111	5.914063	0.010613	3.554561
列	384.2222	2	192.1111	13.50781	0.000261	3.554561
交互作用	208.2222	4	52.05556	3.660156	0.023757	2.927749
繰り返し誤	256	18	14.22222			
合計	1016.667	26				

P値が0.010613なので低温処理の開始時期の効果は5%の有意水準で認められた。

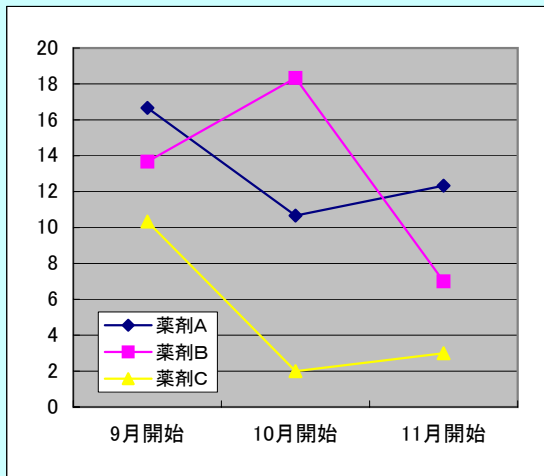
P値が0.000261なので薬剤処理の効果は0.1%の有意水準で認められた。

P値が0.023757なので低温処理の開始時期と薬剤処理の間の交互作用は5%の有意水準で認められた。

配点

エクセル表	1
薬剤	2
時期	2
交互作用	2
交互作用	
どこに	1
分散	1
薬剤	2
解析	2
合計	13

2. 交互作用を評価, 検討せよ.



交互作用 配点  
どこに 1  
分散 1

薬剤処理の効果の分散は192.1と交互作用の分散の52.1に比べて, ある程度大きいので薬剤処理の効果を手単で評価することも可能である。(要するに処理時期を考慮しなくても薬剤Cは効果が一番小さいといえる)

低温処理開始時期の効果の分散は交互作用とあまり変わらないので低温処理開始時期の効果は薬剤処理との組み合わせを考慮して検討しなければならない。

交互作用としては10月に低温処理開始すると薬剤Bが顕著な効果を示す点(組み合わせの妙)がもっとも目立つ。

3. この実験では3つの薬剤のうち1つを使わないで実験したら交互作用は検出されない。どの薬剤か？

配点 2

薬剤B

4. データからよみとれることをできるだけ多く箇条書きせよ。

配点 2

交互作用がかなり大きいので2つの処理を組み合わせた結果で判断しなければならない。

したがって, 平均から判断すれば低温処理開始時期が10月で薬剤Bを組み合わせたときにもっとも開花時期が早くなると結論できる。

薬剤Bは低温処理開始時期が10月の時に効果が高いが, 9月, 11月に低温処理を開始する場合は薬剤Aに劣る。

したがって, 生産現場で低温処理開始時期を10月に設定できない場合には薬剤Aを使う方がよい。この場合, 薬剤処理は制御因子であり, 低温処理開始時期は標示因子ということになる。

第6問 羊の血液中の成分Gを自動測定する装置をA君は使って、20頭の羊(a~t)について血液中の成分Gが異なるかを調査した。分析装置は1日20点分析できる。しかし、日によって測定値が変動する傾向がある。

1. A君は一人では羊の採血を10頭しかできなかったため、以下のような順序で分析した。どのような問題点があるかを、フィッシャーの3原則、系統誤差、偶然誤差の3つの言葉をかみならず使って説明せよ。

1日目 a,b,c,d,e,f,g,h,i,j	2日目 k,l,m,n,o,p,q,r,s,t	反復 無作為化 局所管理 系統誤差 偶然誤差	配点 1 1 1 1 1		配点 1 1 1 1 1
----------------------------	----------------------------	------------------------------------	-----------------------------	--	-----------------------------

フィッシャーの3原則とは反復、無作為化、局所管理である。この実験では反復はなく、しかもaから順番に分析しているため無作為化されていない。無作為化されていない実験では誤差が評価できない。無作為化によって系統誤差を偶然誤差に転化することによって、誤差を評価する必要がある。したがって、少なくとも反復と無作為化を満たす完全無作為化法によって、分析するべきである。例えば以下のように2反復の実験をする。

1日目 k,k,g,h,q,m,l,s,j,o	2日目 t,r,f,q,o,b,a,l,d,c	3日目 e,g,i,h,n,b,r,m,i,e	4日目 a,p,c,p,d,t,s,n,j,f
----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------

しかし、日によって測定値が変動するという系統誤差があることがわかっているため日ブロックとする局所管理を導入して乱塊法で分析するのが望ましい。

2. 1. の答えで述べた問題点を解決するような分析手順を考えよ。分析は3反復行うとする。なおA君はB君を採血担当者にして、1日20頭の採血を可能にしたので1日で20頭分析できる。

計画	5
合計	10

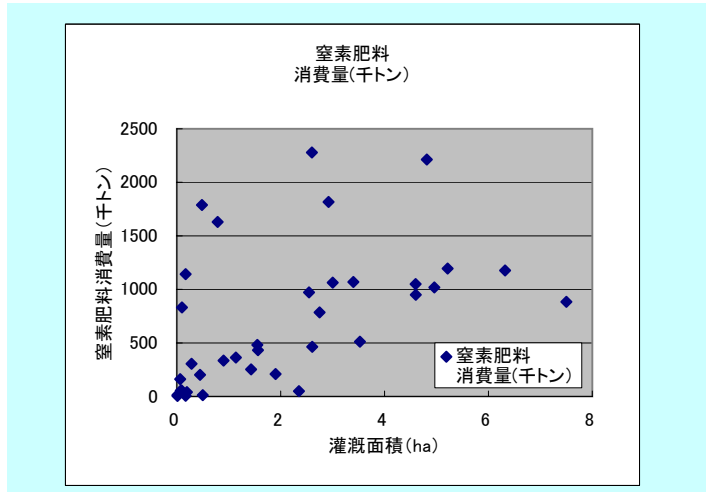
	配点	5
1日目	q,a,f,b,j,o,n,h,l,g,e,d,k,t,c,p,r,s,m,i	
2日目	e,j,a,h,k,m,g,c,p,l,t,f,o,r,i,s,q,b,d,n	
3日目	e,i,n,j,o,l,f,q,e,s,g,k,h,t,d,m,p,r,a,b	

例えば上のような分析手順が考えられる。それぞれの日にa~tが1つずつ割り当てられ、日の中ではランダムに配置されていること。



第7問 右のデータは灌漑面積 (ha)と窒素肥料消費量 (千トン)の国別データである。

1. 散布図を書け。 配点 1



2. 相関係数を計算せよ。小数第4位を四捨五入し、小数第3位までで結果を示せ。

配点 2

相関係数 0.488

3. 母相関係数を95%信頼区間をつけて区間推定せよ。小数第4位を四捨五入し、小数第3位までで結果を示せ。

配点 2

母相関係数 0.190 ≤ ρ ≤ 0.704

4. 相関の有無を検定せよ。 配点 2

帰無仮説 灌漑面積と窒素肥料消費量の間には相関がない。  
対立仮説 灌漑面積と窒素肥料消費量の間には相関がある。

P値 0.002531 (四捨五入しなくてよい)

結論 1%の有意水準で相関がある。

	灌漑面積 (ha)	窒素肥料消費量(千ト)
アルゼンチン	1.561	432.6
オーストラリア	2.545	972.3
バングラデシュ	4.597	1049.9
ブラジル	2.920	1816.0
カナダ	0.785	1629.8
チリ	1.900	210.0
コロンビア	0.900	335.4
コンゴ	0.011	3.8
コートジボアール	0.073	53.0
デンマーク	0.447	201.6
エジプト	3.400	1068.9
フィンランド	0.064	162.0
フランス	2.600	2279.0
ドイツ	0.485	1787.7
ガーナ	0.011	14.2
ギリシャ	1.431	253.0
インドネシア	4.815	2213.0
イラン	7.500	884.2
イラク	3.525	510.7
イスラエル	0.194	40.5
イタリア	2.750	785.3
日本	2.607	463.0
カザフスタン	2.350	50.0
ケニヤ	0.090	57.0
韓国	1.138	363.4
メキシコ	6.320	1176.4
ニュージーランド	0.285	305.6
フィリピン	1.550	481.5
ポーランド	0.100	831.7
ロシア	4.600	950.0
タンザニア	0.170	6.2
タイ	4.957	1018.6
トルコ	5.215	1195.2
イギリス	0.170	1142.0
ベトナム	3.000	1063.2
イエメン	0.500	11.3

散布図 配点 1

相関係数 2

区間推定 2

検定 2

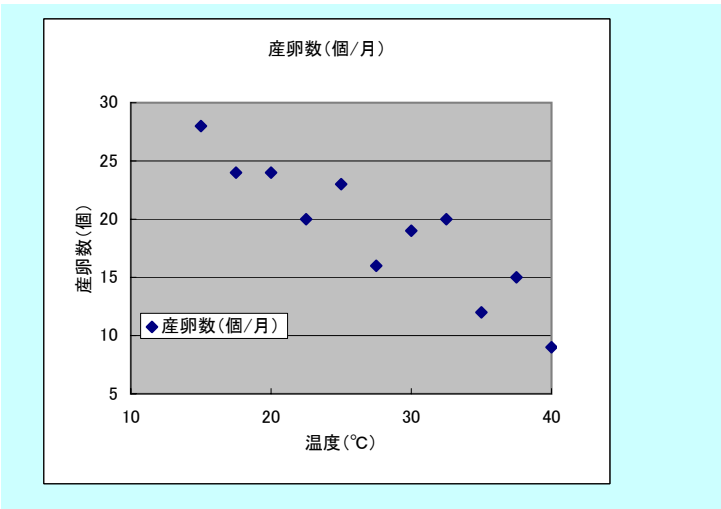
合計 7

第8問 ある地方特産のニワトリは温度が高くなると産卵数が少なくなるというので実験したところ以下のデータを得た。

1. 散布図を書け。 配点 2

温度(°C)	産卵数(個/月)
15	28
17.5	24
20	24
22.5	20
25	23
27.5	16
30	19
32.5	20
35	12
37.5	15
40	9

散布図 配点 2



2. 相関係数を計算せよ。小数第4位を四捨五入し、小数第3位までの結果を示せ。

配点 1

相関係数 -0.907

相関係数 1

3. 回帰分析を行い、箇条書きで結果を書け。

		配点		
概要	エクセル表	1	回帰分析	1
	回帰	2	エクセル表	1
	回帰係数	1	回帰	2
	回帰式	1	回帰係数	1
	切片	1	回帰式	1
			切片	1

回帰統計	
重相関 R	0.907318
重決定 R2	0.823226
補正 R2	0.803585
標準誤差	2.518417
観測数	11

分散分析表					
	自由度	変動	分散	F値	有意 F
回帰	1	265.8273	265.8273	41.91257	0.000115
残差	9	57.08182	6.342424		
合計	10	322.9091			

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 99.0%	上限 99.0%
切片	36.19091	2.748318	13.16839	3.48E-07	29.97378	42.40804	27.25931	45.12251
温度(°C)	-0.62182	0.096049	-6.47399	0.000115	-0.8391	-0.40454	-0.93396	-0.30968

回帰は有意Fが0.000115であるから0.1%の有意水準で回帰は有意であり、温度はニワトリの産卵数に影響する。  
 回帰係数も0.1%の有意水準で有意であり、母回帰係数は0でない。母切片も0.1%の有意水準で0でない。  
 回帰式は産卵数(個)=36.19-0.62182×温度(°C)である。  
 寄与率は82.3%でニワトリの産卵数は温度によって82.3%、単回帰分析によって、説明できた。

4. 温度が25°Cのときの産卵数を点推定せよ。結果は小数第2位を四捨五入し、小数第1位までを示せ。

20.6 個

配点 2

点推定 2

5. あるにわとり1羽について温度が30°Cのときの産卵数を予測せよ。結果は小数第2位を四捨五入し、小数第1位までを示せ。

17.5 個

配点 2

点予測 2

6. 産卵数が22個のニワトリがいた。飼育温度を逆推定(点推定でよい)せよ。結果は小数第2位を四捨五入し、小数第1位までを示せ。

22.8 °C

配点 2

逆推定 2

合計 15