

試験科目（試験時間）
筆記試験（60分）

受験番号					
フリガナ					
氏名					

【解答上の注意】

- ・ 問題用紙は試験終了後すべて回収する。
- ・ 解答は所定の解答用紙に記入すること。
- ・ 問題用紙が複数ページになるため、解答忘れがないよう注意すること。
- ・ 【共通問題】は志願者全員解答すること。
- ・ 【選択問題】は【1】または【2】のいずれか1つ選択し、解答すること。
- ・ 選択問題の解答する問題は試験開始の合図から20分後。それまでに選択問題を決めること。

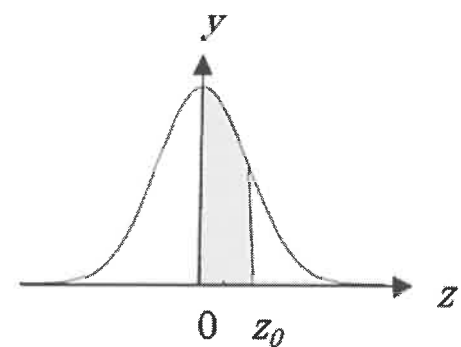
【共通問題】 1/2 ページ

問1 日本人男性の平均身長は正規分布に従うとされている。身長が平均値 172 cm、分散 25 cm²の正規分布に従うとき、以下の設問にすべて答えなさい。必要に応じて標準正規分布表を用いてもよい。

- (1) 身長の標準偏差を求めよ。
- (2) 平均身長以下の人の割合を求めよ。
- (3) 平均±2標準偏差の間に収まる人の割合を求めよ。
- (4) 185 cm以上となる人の割合を求めよ。

下の表は、標準正規分布の分布曲線における灰色部分の面積の値をまとめたものである。あるデータが正規分布に従う場合、このデータを標準化、つまり観測したデータ群を「平均 0、分散 1」になるような変換を行うことで標準正規分布表からデータが出現する確率を求めることができる。例えば標準偏差 1.96 以内に収まる確率を知りたい場合は、左見出しにある 1.9 と上見出しにある 0.06 の交差しているところを見ると、0.475 と分かる。

z_0	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.000	0.004	0.008	0.012	0.016	0.020	0.024	0.028	0.032	0.036
0.1	0.040	0.044	0.048	0.052	0.056	0.060	0.064	0.067	0.071	0.075
0.2	0.079	0.083	0.087	0.091	0.095	0.099	0.103	0.106	0.110	0.114
0.3	0.118	0.122	0.126	0.129	0.133	0.137	0.141	0.144	0.148	0.152
0.4	0.155	0.159	0.163	0.166	0.170	0.174	0.177	0.181	0.184	0.188
0.5	0.191	0.195	0.198	0.202	0.205	0.209	0.212	0.216	0.219	0.222
0.6	0.226	0.229	0.232	0.236	0.239	0.242	0.245	0.249	0.252	0.255
0.7	0.258	0.261	0.264	0.267	0.270	0.273	0.276	0.279	0.282	0.285
0.8	0.288	0.291	0.294	0.297	0.300	0.302	0.305	0.308	0.311	0.313
0.9	0.316	0.319	0.321	0.324	0.326	0.329	0.331	0.334	0.336	0.339
1.0	0.341	0.344	0.346	0.348	0.351	0.353	0.355	0.358	0.360	0.362
1.1	0.364	0.367	0.369	0.371	0.373	0.375	0.377	0.379	0.381	0.383
1.2	0.385	0.387	0.389	0.391	0.393	0.394	0.396	0.398	0.400	0.401
1.3	0.403	0.405	0.407	0.408	0.410	0.411	0.413	0.415	0.416	0.418
1.4	0.419	0.421	0.422	0.424	0.425	0.426	0.428	0.429	0.431	0.432
1.5	0.433	0.434	0.436	0.437	0.438	0.439	0.441	0.442	0.443	0.444
1.6	0.445	0.446	0.447	0.448	0.449	0.451	0.452	0.453	0.454	0.454
1.7	0.455	0.456	0.457	0.458	0.459	0.460	0.461	0.462	0.462	0.463
1.8	0.464	0.465	0.466	0.466	0.467	0.468	0.469	0.469	0.470	0.471
1.9	0.471	0.472	0.473	0.473	0.474	0.474	0.475	0.476	0.476	0.477
2.0	0.477	0.478	0.478	0.479	0.479	0.480	0.480	0.481	0.481	0.482
2.1	0.482	0.483	0.483	0.483	0.484	0.484	0.485	0.485	0.485	0.486
2.2	0.486	0.486	0.487	0.487	0.487	0.488	0.488	0.488	0.489	0.489
2.3	0.489	0.490	0.490	0.490	0.490	0.491	0.491	0.491	0.491	0.492
2.4	0.492	0.492	0.492	0.492	0.493	0.493	0.493	0.493	0.493	0.494
2.5	0.494	0.494	0.494	0.494	0.494	0.495	0.495	0.495	0.495	0.495
2.6	0.495	0.495	0.496	0.496	0.496	0.496	0.496	0.496	0.496	0.496
2.7	0.497	0.497	0.497	0.497	0.497	0.497	0.497	0.497	0.497	0.497
2.8	0.497	0.498	0.498	0.498	0.498	0.498	0.498	0.498	0.498	0.498
2.9	0.498	0.498	0.498	0.498	0.498	0.498	0.498	0.499	0.499	0.499
3.0	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499



【共通問題】 2/2 ページ

問2 ある疾患に対するワクチンの接種状況について以下の表のような結果が得られたとする。ワクチンの有効性は、以下の式から算出されている。

$$\text{ワクチンの有効性} = \frac{\text{未接種群における 10 万人あたりの重症者数} - \text{接種群における 10 万人あたりの重症者数}}{\text{未接種群における 10 万人あたりの重症者数}}$$

この表から読み取れる内容について、年齢、接種率、重症化率、有効性のそれぞれの関係性について言及しながら説明しなさい。

年齢	人口数 (%)		10万にあたりの重症者数 (人)		有効性
	未接種	接種済	未接種	接種済	
12歳~15歳	70.1%	29.9%	0.30	0.00	100%
16歳~19歳	26.5%	73.5%	1.60	0.00	100%
20歳~29歳	23.8%	76.2%	1.50	0.00	100%
30歳~39歳	19.1%	80.9%	6.20	0.20	96.80%
40歳~49歳	15.6%	84.4%	16.50	1.00	93.90%
50歳~59歳	12.0%	88.0%	40.20	2.90	92.80%
60歳~69歳	10.2%	89.8%	76.60	8.70	88.70%
70歳~79歳	5.4%	94.6%	190.10	19.80	89.60%
80歳~89歳	7.4%	92.6%	252.30	47.90	81.10%
90歳以上	9.5%	90.5%	510.90	38.60	92.40%

年齢	人口数		重症者数		有効性
	未接種	接種済	未接種	接種済	
12歳~90歳以上	1300000人 (15.4%)	7142857人 (84.6%)	214人 (16.4人/10万人あたり)	301人 (4.2人/10万人あたり)	74.30%

問3 疾患の有無を調べるための検査は様々あるが、近年注目を浴びた検査といえば新型コロナウイルスの抗原検査やPCR検査であろう。理想的な検査は、検査結果が陽性であれば皆疾患を抱えており、陰性であれば皆疾患を抱えていないというものである。しかしながら、完璧な検査というものは存在しない。つまり、検査結果が陽性の場合、疾患ありのことが多いものの疾患がない場合もある。同様に、検査結果が陰性の場合、疾患なしのことが多いものの疾患がある場合もある。したがって、検査にもその良し悪しを評価する指標が必要であり、そのための指標として感度と特異度がある。感度は疾患を持った人のうちその所見がある人（陽性）の割合のことであり、特異度は疾患を持たない人でその所見がない人（陰性）の割合のことであり、一般的に感度と特異度はトレードオフの関係にあるとされており、どちらかを上げてしまうとどちらかが下がるような関係にあると言われている。また検査の良し悪しを評価する別の指標として、陽性的中率と陰性的中率がある。陽性的中率とは検査で陽性になった人の中で実際にその病気に罹患している人の割合のことであり、陰性的中率とは検査で陰性になった人の中でその病気には罹患していない人の割合のことであり、

これらを踏まえて、以下の (1)、(2) の問いに答えなさい。

(1) 200 人の集団（疾患あり 100 人、疾患なし 100 人）に対し、ある疾患の検査を実施したところ、感度は 90%、特異度は 40% であったとき、下の表の①~④に当てはまる数値を答えよ。

	疾患あり	疾患なし
検査陽性	①	③
検査陰性	②	④
合計	100人	100人

(2) 感度が高い検査と特異度が高い検査の特徴について、陽性的中率と陰性的中率に言及しながら説明せよ。加えて、それぞれの検査がこういった時により有効となるかという点についても説明せよ。

＜共通問題ここまで＞

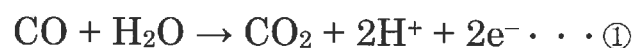
- ・ 選択問題【1】または【2】のいずれか1つ選択し、解答すること。
- ・ 解答は所定の解答用紙に解答を記入すること。

選択問題【1】 1/2 ページ

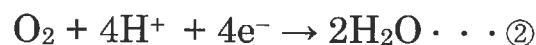
ヒトの体内で発生する活性酸素が老化や様々な病気の発症に関与することが多くの研究で示されている。活性酸素とその生成に関する以下の文章を読み、(1) から (6) の問いに答えなさい。

活性酸素とは、通常の酸素分子に比べて反応性が高い酸素の異性体や関連化合物の総称で、代表的なものとして、スーパーオキシドアニオン (O_2^-)、過酸化水素 (H_2O_2)、一重項酸素 (1O_2)、ヒドロキシルラジカル ($\cdot OH$) などがあります。ヒトが高強度の運動や長時間の運動を行うと、運動の継続に必要なエネルギーを生み出すためにミトコンドリア内での酸化還元反応が活発になりますが、このようなときにこれら活性酸素種の生成も増加することが知られています。一方で、生体には活性酸素種を分解するスーパーオキシド・ディスムターゼやグルタチオン・ペルオキシダーゼ、カタラーゼなどの酵素も備わっています。

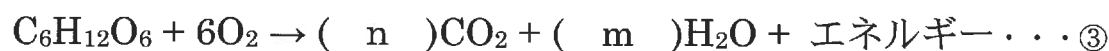
ここで酸化還元反応を、ある物質が電子を失う「酸化」と、別の物質が電子を得る「還元」が同時に起こる反応として定義します。例えば、(A) 一酸化炭素 (CO) が酸素分子 (O_2) と反応して二酸化炭素 (CO_2) になる反応を例に考えてみましょう。(B) この反応の標準自由エネルギーの変化 (ΔG) は負であるため、通常の条件下で自発的に進行します。この反応において、一酸化炭素が電子を失う過程の半反応式を以下のように表すことができます。



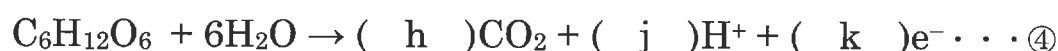
一酸化炭素が2つの電子を放出して二酸化炭素になっていますから、一酸化炭素が (ア) されたこととなります。一方、酸素分子の方は、以下の反応式のように、電子を受け取って (イ) されます。



このような酸化還元反応はヒトのエネルギー代謝の過程において多く行われています。例えば、グルコースは細胞呼吸によって (ウ) され、最終的に二酸化炭素と水になってエネルギーを供給しますが、その過程を以下の式で表すことができます。



ここで、グルコースの炭素原子に注目すると、炭素原子が (エ) される過程を以下④の様な半反応式で表すことができます。

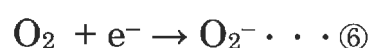


この過程でグルコースの炭素原子は (オ) され、炭素の (カ) 数が増加します。さて、この反応は酸素を必要としているため、もし短時間に多くのエネルギーを消費するような高強度の運動を行い、その需要に見合うエネルギーを供給するのに必要な酸素がミトコンドリア内で利用できない状況であれば、グルコースは完全に (キ) されず、解糖系の最終生成物であるピルビン酸 ($C_3H_4O_3$) が以下の式⑤のように2つの電子を受け取ることで (ク) されて乳酸 ($C_3H_6O_3$) になります。これによって比較的短時間ながらも必要なエネルギー供給を維持することができます。



この反応では、炭素の (ケ) 数は減少しています。ピルビン酸はミトコンドリアでの酸化的リン酸化によるエネルギー生成においても重要な役割を担う物質の一つです。

ミトコンドリアでは、電子伝達系における複数の酸化還元反応によって多くの電子の授受が行われ、最終的に酸化的リン酸化によってエネルギーを生成しています。この電子伝達系では、酸素分子が式②に示したように水に (コ) されますが、このとき一部の酸素分子が不対電子を捕獲して (サ) され、以下の式⑥のようにスーパーオキシドアニオン (O_2^-) が生成されず。



選択問題【1】2/2 ページ

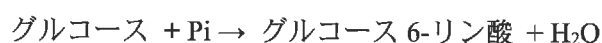
スーパーオキシドアニオンは、その他の活性酸素の前駆体で、スーパーオキシドアニオンから過酸化水素やヒドロキシルラジカルなどが生成されます。体内に取り込まれた酸素のうち数パーセントがこれら活性酸素種に変換されるという試算もあります。(c) いわゆる有酸素運動と呼ばれる運動を、高い強度で行ったり長時間行なったりすれば、酸化のリン酸化によってそれだけ多くのエネルギーを生み出す必要があるため、細胞の中ではさらに多くの活性酸素種が生成されることとなります。これらの活性酸素は、非常に反応性が高く、細胞膜やDNAを障害することで、生体にダメージを与えることがあります。たとえば、細胞膜を構成する脂質(RH)は、活性酸素種の一つであるヒドロキシルラジカルと反応して水素原子(H•)を奪われ(シ)されると、脂質ラジカル(R•)となり(式⑦)、このような脂質ラジカルの仲間が蓄積すると細胞膜の構造や機能を正常に保つことができなくなります。



(記号「•」は不対電子を表す)

このようなことが筋線維の細胞膜やタンパク質で起きることが、筋力低下や筋疲労の一因であると考えられています。また活性酸素種による血管障害が動脈硬化進展に関与することも知られており、さらに正常細胞ががん細胞に変化する要因として、活性酸素種によるDNA障害に関与することも指摘されています。

- (1) 文中の(ア)から(シ)には、「酸化」または「還元」のどちらかの用語が入る。それぞれ適切な用語を選んで答えなさい。ただし(ア)から(シ)のすべてを「酸化」またはすべてを「還元」と答えた場合は、設問(1)の点数を与えない。
- (2) 下線部(A)について、式①と式②を参考にして、一酸化炭素が酸素分子と反応して二酸化炭素になる酸化還元反応の全体式を完成させなさい。
- (3) 式③の(n)(m)に当てはまる数値を答えなさい。
- (4) 式④の(h)(j)(k)に当てはまる数値を答えなさい。
- (5) 下線部(B)について、生体内には自由エネルギーの変化 ΔG が正の値をとる反応がある。例えば解糖系の最初のステップであるグルコースがグルコース6リン酸になる以下の反応における ΔG は正の値であり、このままでは運動に必要なエネルギーを抽出するための反応が自発的に進まないはずである。



(Pi: 無機リン酸)

しかし実際にはこの反応から滞りなく解糖系が進んで必要なエネルギーを生成している。この反応が進むためにいったい何が起きていると考えられるか? あなたの考え(仮説)を丁寧に述べて、この一見すると矛盾している両者の事実に整合性がとれるように説明しなさい。

- (6) 下線部(C)を踏まえると、運動は生体にとって有害であるようにも考えられる。その一方で、レジスタンストレーニングの継続によって筋力は増強し、いわゆる有酸素運動の継続によって動脈硬化性疾患やがんの罹患率が減少することが知られており、運動は生体にとって有益なはずである。一見すると矛盾するこれらの事実のどちらも間違っていないとすると、活性酸素種に関するどのような機序によって考察すれば整合性のある説明をすることが可能であろうか? あなたの考え(仮説)を丁寧に述べて両者の事実に整合性がとれるように説明しなさい。

< 選択問題【1】ここまで >

- ・ 選択問題【1】または【2】のいずれか1つ選択し、解答すること。
- ・ 解答は所定の解答用紙に解答を記入すること。

選択問題【2】 1/2 ページ

問1 つぎの文章を読んで以下の設問すべてに答えなさい。

わが国では、国民の体力・運動能力の現状を明らかにするとともに、体育・スポーツの指導と行政上の基礎資料を得ることを目的に、毎年運動能力の調査が行われている。テスト項目は年齢区分により異なっているものの、その中の1つに投能力を評価するためのものとしてソフトボール投げあるいはハンドボール投げがあり、投球距離が長い者ほど投能力が高いと評価される。文部科学省の報告結果から、投能力は体力水準が高かった昭和60年頃と比較すると、低下していることが明らかとなっている¹⁾。この投能力について物理的に考えてみることにする。

空中に放たれたボールは、空気抵抗を無視した場合、斜め方向に初速度が与えられてその後は重力にまかせて落下する運動を行う。図1の状況において、ボールの初速度の大きさを v_0 、速度と水平面がなす角度を θ 、重力加速度を g 、時間を t とおき、ボールの初期位置を投球方向と鉛直方向共に0とした場合、投球方向の速度は(①)、鉛直方向の速度は(②)となる。この時、投球方向の位置は(③)、鉛直方向の位置は(④)となる。ボールの投球距離は、地面に落下した時のボールの鉛直方向の位置は0であることを利用すると求めることができ、その時の時間 t は v_0 、 θ 、 g を用いて表すと0と(⑤)になる。この時、 $t=0$ は投球時の時刻を表していることになる。(⑤)と(③)より水平到達距離は、 v_0 、 θ 、 g を用いて表すと0と(⑥)になる。

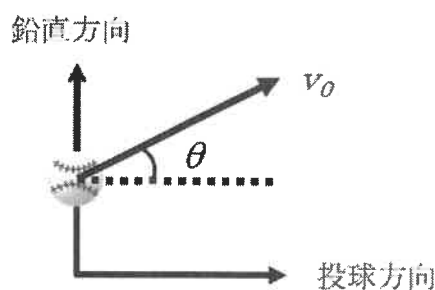


図1

- (1) ①～⑥に入れるべき数式を解答欄に記入せよ。
- (2) 投球距離を向上させるための方法の1つとして、ボールの初速度を大きくすることがあげられる。ボールの初速度を大きくするための方法について、ボールの運動量と身体からボールに作用する力積という観点から説明しなさい。定数や変数は自身で設定し、何を示したものが分かるようにしておくこと。

1) 文部科学省 体力・運動能力の年次推移の傾向

https://www.mext.go.jp/prev_sports/comp/b_menu/other/_icsFiles/afieldfile/2016/10/11/1377987_002.pdf

問2 つぎの文章を読んで以下の設問すべてに答えなさい。

「重心」という言葉は、スポーツ現場でよく耳にする。例えば、球技やコンタクトスポーツの経験者であれば、「重心を下げて構えるように」と指導された経験はないだろうか。また、陸上競技においても「重心の位置」を気にした経験はないだろうか。このように、多くのスポーツ競技において、重心はキーワードとなっている。

重心の位置を算出するにあたって、まずは2つの物体からなる系に考えてみる。図2の座標系に対して、物体1の重心の位置を x_1 、質量を m_1 とし、物体2の重心の位置を x_2 、質量を m_2 とする。また、2つの物体からなる系の重心の位置を x_{cg} とし、重力加速度を g とする。このとき、重心の位置 x_{cg} は(①)となる。

身体の重心は、身体を剛体（力が働いても変形することのない物体）が連結した系として捉えることで求めることができる。この時、各剛体の質量と各剛体の重心位置が特定されている必要がある。図3の2次元座標系 Oxy において、剛体が n 個連結しており、原点 O から各剛体の重心までの位置を $r_n (x_n, y_n)$ 、各剛体の質量を m_n とおくと、身体重心の位置 x_{cg} は(②)となる。

身体重心の質量と加速度の積は、空気抵抗を無視した場合、身体の重力と地面から身体に作用する力（地面反力）によって物理的に決定する。身体重心の質量を m_{cg} 、身体重心の加速度を a_{cg} 、地面反力を F_{grf} 、重力加速度を g とおくと、身体重心についての運動方程式は(③)となる。

- (1) ①～③に入れるべき数式を解答欄に記入せよ。
- (2) 陸上の走動作中において、身体の重力は常に一定の大きさかつ方向に作用するので、身体重心の加速度は空気抵抗が無視できたとすると、地面反力に比例して変化することになる。地面反力は、身体が地面を押す力の反作用となっているので、その大きさや向きは身体が地面を押した力に依存する。図4は陸上短距離走時のスタート動作を示したものである。スタート時において身体重心を進行方向により加速させる方法について、地面反力の大きさと向きという観点から説明せよ。

図は次ページに続く

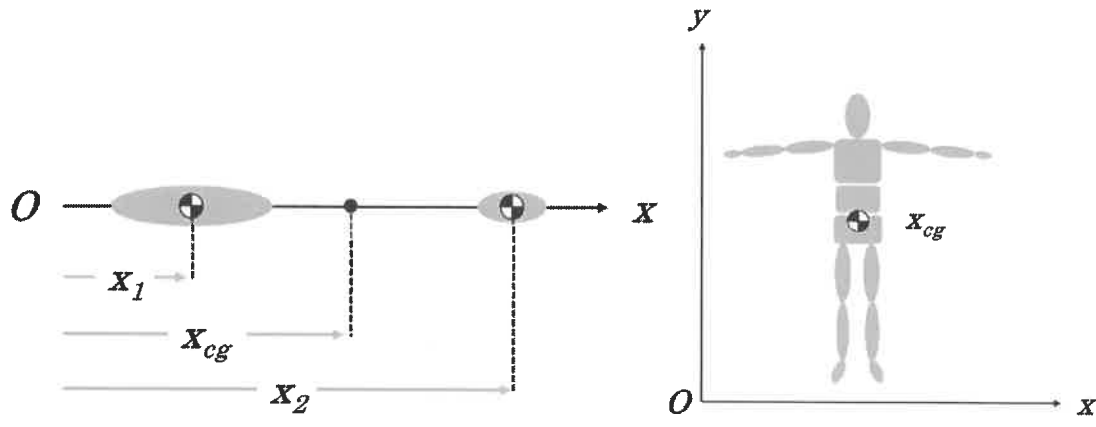


図 2

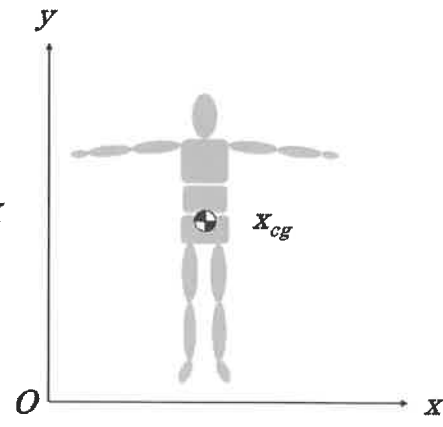


図 3



図 4

< 選択問題【2】 ここまで >

試験科目（試験時間）
<h1 style="margin: 0;">筆記試験</h1> （60分）

受験番号					
フリガナ					
氏名					

【解答用紙】

【共通問題】

問1

(1)		(2)		(3)		(4)	
-----	--	-----	--	-----	--	-----	--

問2

問3

(1)

①		②		③		④	
---	--	---	--	---	--	---	--

(2)

採点欄	
-----	--

試験科目（試験時間）
筆記試験（60分）

受験番号					
フリガナ					
氏名					

【解答用紙】

選択問題【1】

(1)

ア	イ	ウ	エ	オ
カ	キ	ク	ケ	コ
サ	シ			

(2)

(3)

n	m
---	---

(4)

h	j	k
---	---	---

(5)

(6)

採点欄	
-----	--

試 験 科 目（試験時間）
<h1 style="margin: 0;">筆記試験</h1> （60分）

受験番号					
フリガナ					
氏 名					

【解答用紙】

選択問題【2】

問1

(1)

①	②	③
---	---	---

④	⑤	⑥
---	---	---

(2)

問2

(1)

①	②	③
---	---	---

(2)

採 点 欄	
-------------	--