

令和 7 年度医学部学校推薦型選抜試験

総 合 問 題

(時間：150 分)

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見ないでください。
- 2 問題冊子(本文)12 ページ，解答用紙 8 枚，下書き用紙 4 枚から構成されています。これらは切り離さないでください。
- 3 問題冊子について，不鮮明な印刷，落丁や乱丁，解答用紙の汚れや破損等に気付いた場合は，手を挙げて監督者に知らせてください。
- 4 問題冊子の余白は適宜利用して構いません。
- 5 解答は，すべて解答用紙の所定の欄に記入してください。字数制限のある設問では，指示がない限り句読点や英数字も 1 字につき解答欄 1 マスを使い解答してください。
- 6 試験終了後は，監督者が解答用紙のみを回収するので，その指示に従ってください。

〔 1 〕 以下の各問いに答えよ。なお、解答に至るまでの考え方・導出過程も記述すること。

問 1 囲碁や将棋の棋戦などにおいて、同じ 2 名の対局者が複数回の対局を行い、勝数が多い方を勝利者とする仕組みを番勝負という。3 番勝負では先に 2 勝、5 番勝負では先に 3 勝した方が勝利者であり、勝敗が決まった場合、残りの対局は実施しない。

2 人で対戦するボードゲームがある。引き分けはなく、必ず勝ち負けが決着する。太郎と花子の 2 人がこのボードゲームで番勝負を行う場合を考える。1 回の対局において太郎が花子に勝つ確率を p ($0 \leq p \leq 1$) とし、 n 番勝負を行って太郎が勝利者となる確率を $b_n(p)$ とする。ただし、 n は正の奇数である。また、 $b_{n+2}(p)$ と $b_n(p)$ の大小関係を調べるために $d_n(p) = b_{n+2}(p) - b_n(p)$ と定める。番勝負の勝利確率に関する以下の問いに答えよ。

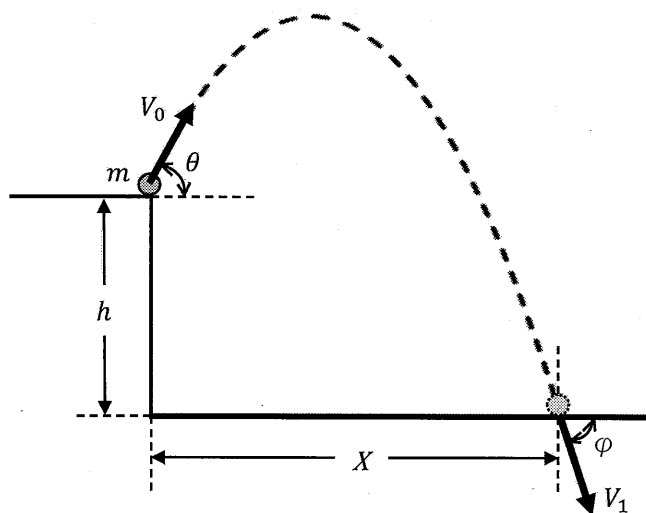
- (1) $b_3(p)$ と $d_1(p)$ をそれぞれ p の整式として表せ。また、 $d_1\left(\frac{1}{2}\right)$ の値を求めよ。
- (2) $b_1(p)$ と $b_3(p)$ の大小関係を調べよ。
- (3) $b_5(p)$ と $d_3(p)$ をそれぞれ p の整式として表せ。
- (4) 整式 $d_3(p)$ を整式 $d_1(p)$ で割ったときの商を求めよ。
- (5) $b_3(p)$ と $b_5(p)$ の大小関係を調べよ。

問 2 関数 $f(x) = x^2 + a\sqrt{a^2 - x^2} + b^2$ の最大値が 5 であるとき、以下の問いに答えよ。
ただし、 a, b は実数とする。

- (1) 条件を満たす (a, b) の集合を ab 平面に描け。
- (2) (a, b) が (1) の集合上を変化するとき、関数 $f(x)$ の最小値 m が変化する範囲を求めよ。

〔2〕

問 1 図のように水平面からの高さ h ($h > 0$) の地点から、質量 m の小球を速さ V_0 、水平方向に対する角度 θ ($0 < \theta < \frac{\pi}{2}$) で投射する。投射した小球が水平面上に着地する瞬間の速さを V_1 、小球の速度の向きの水平方向に対する角度を φ ($0 < \varphi < \frac{\pi}{2}$) とする。重力加速度の大きさを g として、次の問いに答えよ。ただし投射した小球には重力のみが作用すると仮定し、空気の摩擦は無視できるものとする。なお解答で説明を記載する際、問題文中にない記号で物理量を表すときは、その記号を適切に定義してから用いること。



- (1) 小球が水平面に着地する瞬間の速さ V_1 を V_0 、 g 、 h を使って表せ。
- (2) 投射直後の小球の速度ベクトルを $\vec{V}_0$ 、水平面に着地する瞬間の小球の速度ベクトルを $\vec{V}_1$ とする。解答用紙の図に、原点 O を始点として $\vec{V}_1$ を描け。また、理由も述べよ。なお、図の横軸は水平方向を、縦軸は鉛直方向を表しており、 O を始点として $\vec{V}_0$ を記入してある。
- (3) 小球を投射する速さ V_0 と高さ h ($h > 0$) は一定のままで、投射角 θ を変化させたとき、図に示す水平到達点距離 X が最大になる投射角を $\theta_M(h)$ とする。 $\theta_M(h)$ の角度で投射された小球が水平面に着地する瞬間に、速度の向きの水平方向に対する角度が $\varphi_M(h)$ であったとすると、 $\theta_M(h) + \varphi_M(h) = \frac{\pi}{2}$ の関係が成り立つことを数式、文章および図を用いて説明せよ。
- (4) 小球を投射する速さ V_0 は一定のままで、投射する高さ h を変える。このとき、どのような高さ h ($h > 0$) に対しても、設問(3)の投射角 $\theta_M(h)$ は $\frac{\pi}{4}$ より小さいことを数式、文章および図を用いて説明せよ。

問 2 以下の文章を読んで問いに答えよ。

人体は細胞からできている。細胞はリン脂質を主成分とする(①)に包まれ、内部は核と細胞質に分かれる。核には(②)が存在し、これは細胞の形質を決めるとともに遺伝に関わる。核の周囲にある細胞質にはミトコンドリアやゴルジ体に代表される(③)やタンパク質が含まれる。ミトコンドリアではエネルギーとして(④)の多くが合成される。

ここでは人体を構成する細胞の数について考える。例えば、細胞1個当たりの重量を1 ng と仮定すれば、体重60 kg のヒトに含まれる細胞数は(⑤)となり、以前はこの数字が良く使われてきた。しかし、この算定法には大きな問題がある。細胞は特定のはたらきを持つ細胞へと変化する、すなわち(⑥)することが知られており、その結果、形や重量が大きく変わることがある。また、細胞外にはコラーゲンや(⑦)などからなる微細空間があり、一定の空間に占める細胞数は器官によって大きく異なる。したがって、体重を特定の細胞重量で除する方法では大きな誤差が生じてしまう。

- (1) ①～⑦の()内に入る適切な語句、あるいは数値を入れよ。なお、⑦には液体の名称が入る。

これらの問題を解決するために、Bianconiらは特定の器官や細胞の種類に分けて細胞数を推定した(表1)。そして2013年に、体重70 kg 身長172 cm の30歳男性を構成する細胞の総数は 3.72×10^{13} であると発表した。ここで用いた手法は、過去の論文や教科書の徹底した調査、そして必要に応じて行った細胞体積の推定である。例えば細胞のみが集合して作られる器官であれば、過去の資料に基づいて器官全体の体積を算出し、そこに含まれる細胞1個の体積で割れば細胞数が求められる。ここで細胞体積の推定は以下のように行った。まず、資料に掲載されている組織切片のスケール付き顕微鏡写真から、細胞断面の輪郭をトレースし、 xy 平面上に x 軸が細胞

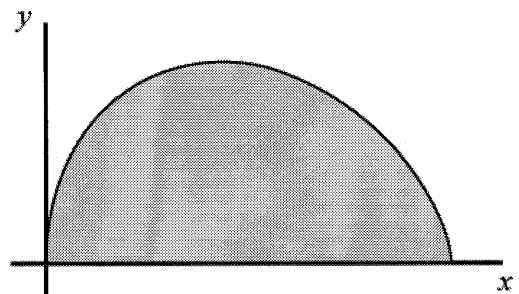


図1

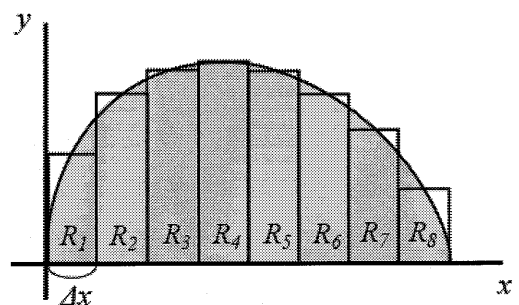


図2

胞を二つの同等な部分に分割するように置いた。そして、図1に示すような細胞の上半分の図形を x 軸の周りに1回転させた時にできる回転体を細胞と見立てた。次に、図2のように同じ幅 Δx の長方形 $R_1, \dots, R_8$ を、その上辺の中点が細胞の輪郭と交差するように並べた。ここで、長方形 $R_i (i = 1, \dots, 8)$ の高さを h_i とする。

(2) 図2から、細胞体積の近似値 V を Δx と h_i を用いて表せ。

さて、この論文では細胞数の計測は途中段階であり、今後改訂を加えるべきであると述べている。それでは、この成果はその後の研究にどのような影響を与えただろうか。ある研究グループ A は、ヒトを構成する細胞数とヒト体内にいる微生物数を計測する研究を行っていたが、Bianconi らのデータをさらに修正し、体重 70 kg の成人男性の細胞数を 3.0×10^{13} とした。^(a)そして、微生物数も更新して両者を比較した。その結果、それまで微生物数はヒト細胞数の 10 倍から 100 倍であるとされていたが、実際はヒトの細胞数に近いことが分かった。また、研究グループ B は、Bianconi らのデータには免疫細胞数の情報が足りないことに注目し、ヒトのすべての組織における免疫細胞の数を測定した。^(b)

(3) 下線部(a)について、この研究グループ A は Bianconi らが解析したすべての細胞種ではなく、4 種類の細胞数を修正すればヒト細胞数と微生物数の比の概数を求めることができることに気づいた。その細胞種とは何か。表 1 (5 ページと 6 ページ) に示す Bianconi らのデータからその 4 種類を選び、「器官/器官系」と「細胞の種類」の両方を記せ。また、選んだ理由も述べよ。

(4) 下線部(b)について、この研究グループ B は免疫細胞の種類ごとに数と総重量を算出した。それらの割合を図 3 に示す。(ア) の細胞は血液中の単球が変化したものであり、強い食作用をもつ。この細胞の名称、およびこの結果が示す細胞 (ア) の特徴について簡潔に述べ、さらに考察を加えよ。

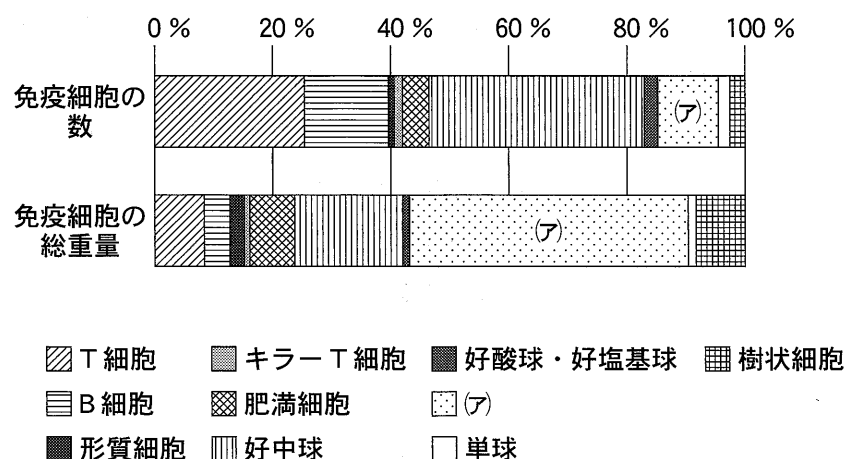


図3 免疫細胞の種類による数と総重量の割合

表1 器官・細胞の種類における細胞数

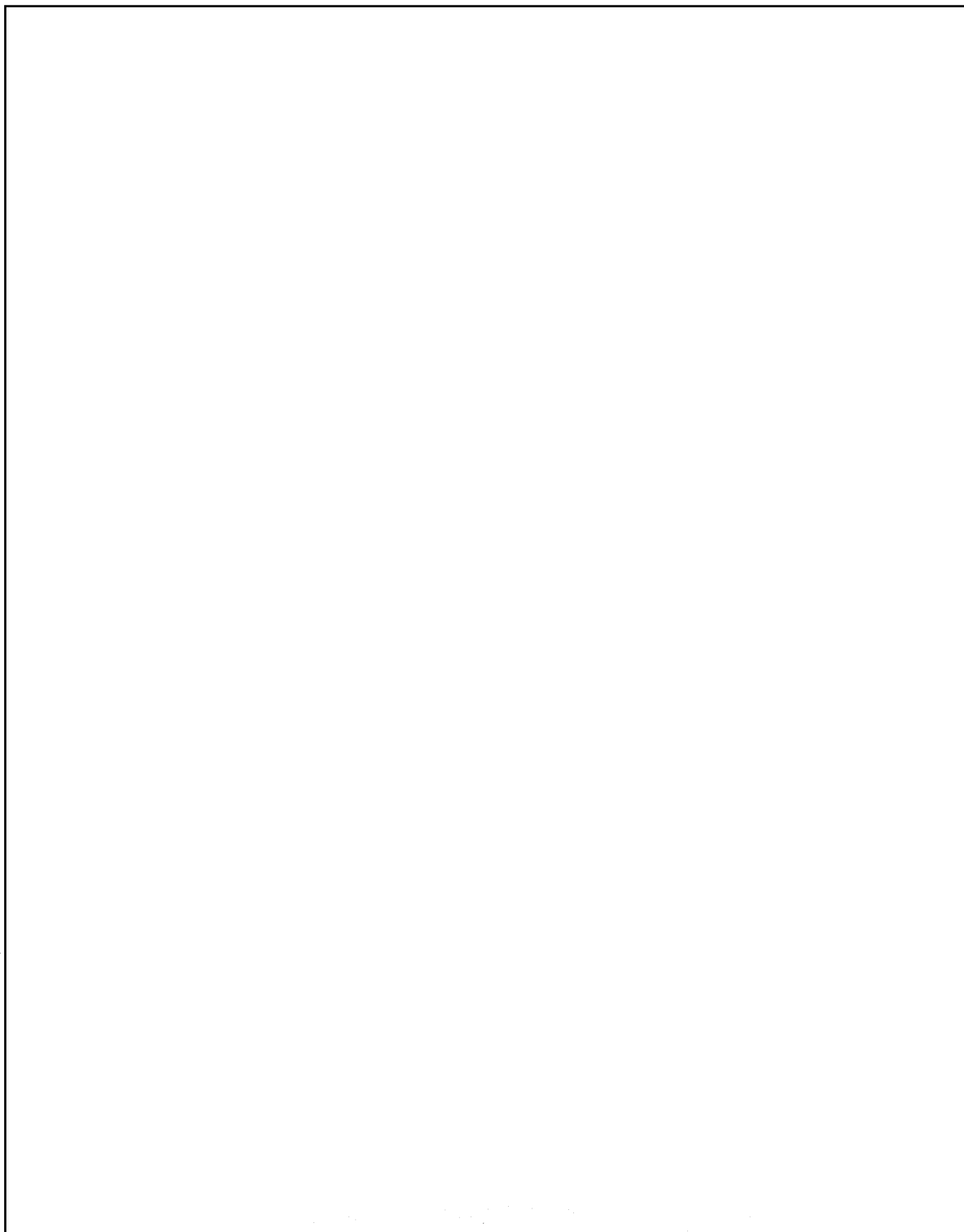
器官／器官系	細胞の種類	細胞総数
脂肪組織	脂肪細胞	5.00×10^{10}
関節軟骨	大腿骨の軟骨細胞	1.49×10^8
	上腕骨頭部の軟骨細胞	1.23×10^8
	距骨の軟骨細胞	8.06×10^7
	胆管の上皮細胞	7.03×10^7
胆道系	胆嚢の上皮細胞	1.61×10^8
	胆嚢のカハール様細胞	4.94×10^5
	胆嚢の平滑筋細胞	1.58×10^9
	胆嚢のその他の間質細胞	8.48×10^6
血液	赤血球	2.63×10^{13}
	白血球	5.17×10^{10}
	血小板	1.45×10^{12}
骨	皮質骨の骨細胞	1.10×10^9
	梁柱骨の骨細胞	7.11×10^8
骨髄	有核細胞	7.53×10^{11}
心臓	結合組織の細胞	4.00×10^9
	心筋細胞	2.00×10^9
腎臓	糸球体の細胞総数	1.03×10^{10}
肝臓	肝細胞	2.41×10^{11}
	クッパー細胞	9.63×10^{10}
	星細胞	2.41×10^{10}
肺	I型肺胞上皮細胞	3.86×10^{10}
	II型肺胞上皮細胞	6.99×10^{10}
	肺胞マクロファージ	2.90×10^{10}
	基底細胞	4.32×10^9
	線毛細胞	7.68×10^9
	内皮細胞	1.41×10^{11}
	杯細胞	1.74×10^9
	未確定細胞	3.30×10^9
	間質細胞	1.37×10^{11}
	その他の細胞	4.49×10^8
	前線毛細胞	1.03×10^9

神経系	グリア細胞	3.00×10^{12}
	神経細胞	1.00×10^{11}
脾臓	脾島細胞	2.95×10^9
骨格筋	筋細胞	2.50×10^8
	衛星細胞	1.50×10^{10}
皮膚	真皮の線維芽細胞	1.85×10^{12}
	真皮の肥満細胞	4.81×10^7
	表皮の角化細胞	3.29×10^{10}
	表皮の有核細胞	1.37×10^{11}
	表皮のランゲルハンス細胞	2.58×10^9
	表皮のメラノサイト	3.80×10^9
	表皮のメルケル細胞	3.62×10^9
小腸	腸細胞	1.67×10^{10}
胃	G細胞	1.04×10^7
	壁細胞	1.09×10^9
副腎	髄質の細胞	1.18×10^9
	皮質束状帯の細胞	6.67×10^9
	皮質球状帯の細胞	1.77×10^9
	皮質網状帯の細胞	7.02×10^9
甲状腺	明細胞	8.70×10^5
	濾胞細胞	1.00×10^{10}
血管	内皮細胞	2.54×10^{12}
合計		3.72×10^{13}

〔 3 〕

問 1 次の文章はプリンストン高等研究所の初代所長 Abraham Flexner(1866–1959)が、科学の進歩のしかたとその原動力について述べたものである。読んで以下の問いに答えよ。

著作権保護の観点から
掲載しません。



出典：Abraham Flexner. *The Usefulness of Useless Knowledge* より改変

注

drive¹ 駆り立てる, anatomy² 解剖学, reminiscences³ 回顧録,
 relate⁴ 述べる, inconspicuous⁵ 目立たない, self-contained⁶ 内向的な,
 Ehrlich⁷ パウル・エールリッヒ(1854-1915)細菌学者, 生化学者, dissection⁸ 解剖,
 microscopic⁹ 顕微鏡を用いた, array¹⁰ 並び, thereupon¹¹ すると, すぐさま,
 blandly¹² 素っ気なく, utilitarian¹³ 実利的な,
 Koch¹⁴ ロベルト・コッホ(1843-1910)細菌学者, bacteriology¹⁵ 細菌学,
 Weigert¹⁶ カール・ヴァイガート(1845-1904)病理学者。エールリッヒのいとこ,
 stain¹⁷ 染色する, bacteria¹⁸ 細菌, differentiation¹⁹ 識別,
 not a day passes but that²⁰ ~しない日は一日もない,
 not for a moment²¹ 全く~ない, plead for²² 懇願する, prodigious²³ 莫大な,
 accrue²⁴ 生じる, Pasteur²⁵ ルイ・パスツール(1822-1895)生化学者, 細菌学者,
 scores of²⁶ 非常に多くの, permeate²⁷ 浸透する, 充満する,
 predominate²⁸ 優位を占める, vista²⁹ 展望,
 pregnant with³⁰ (可能性など)を内に秘めている,
 Marconi³¹ グリエルモ・マルコーニ(1874-1937)発明家。無線通信に関する発明を多くお
 こなった, benefactor³² 恩人, averse to³³ (~することを)嫌がる,
 grapevine³⁴ ぶどうの木, brewing³⁵ 醸造, wrest³⁶ (苦勞して)手に入れる,
 far-reaching³⁷ 大きな影響のある, unforeseen³⁸ 思いがけない,
 speculative³⁹ 思索的な, fiercely⁴⁰ 猛烈に, turn upon⁴¹ ~に立ち向かう,
 syphilis⁴² 梅毒(性感染症の一種), doggedly⁴³ 粘り強く, 執拗に,
 salvarsan⁴⁴ 梅毒の治療薬として最初の化合物, untrammelled⁴⁵ 制約を受けない

- (1) 文章中の(ア)~(オ)に適切な前置詞または副詞を入れよ。
- (2) 下線部(a)について、関係代名詞を用いて英訳せよ。なお「血液標本」の英語には“blood films”を、「形態学」の英語には“morphology”を用いよ。
- (3) 下線部(b)は「立場、流れ、形勢などが逆転して」という意味である。本文において具体的に何を指しているのか、150字以内の日本語で記せ。
- (4) 本文の記載・主張と合致するものを一つ選べ。
 - a. Waldeyer は Ehrlich の才能を見抜き熱心に指導した。
 - b. Ehrlich は大学生の時から役に立つことを念頭に研究していた。
 - c. Pasteur は身近な難題を解決しながら遠大な理論的結論を導き出したが、その有用性は当初はわからなかった。
 - d. Ehrlich は梅毒の研究に熱心に取り組んだが、生前にはその治療薬の発見に至らなかった。
 - e. 科学においては知的な自由が、芸術においては精神的な自由が重要であるという点で両者は異なる。

問 2 以下の英文を読み，問いに答えよ。

著作権保護の観点から
掲載しません。



出典：ABC News, 'We are living in a climate of hatred and fear' より改変

注

Capitol Hill¹ キャピトルヒル(アメリカ・ワシントンDCにある丘で、国会議事堂があり、アメリカ連邦議会が開かれる場所), antisemitism² 反ユダヤ主義,
Hamas³ ハマス(イスラム抵抗運動),
House of Representatives' Committee on Education and the Workforce⁴ アメリカ議会
下院の教育および労働委員会, open season⁵ 厳しい批判にさらされる時期,
alum-turned-GOP Rep.⁶ 同窓生だったが、現在共和党の議員である,
U-Penn⁷ ペンシルベニア大学, harrowing⁸ 悲惨な, Palestinian⁹ パレスチナの,
militant¹⁰ 好戦的な, Gaza Strip¹¹ ガザ地区, bipartisan¹² 超党派の,
slur¹³ 誹謗中傷,
Star of David¹⁴ ダビデの星(ユダヤ教またはユダヤ民族を象徴する印),
recount¹⁵ 語る, hurl¹⁶ あびせる, Hillel¹⁷ 大学キャンパスやコミュニティで行わ
れる, ユダヤ教の文化や伝統を促進する活動のこと, press¹⁸ 迫る,
MIT¹⁹ マサチューセッツ工科大学, genocide²⁰ 大量虐殺, deem²¹ 見なす,
atrocious²² 残忍な, rail²³ ののしる, double down on²⁴ さらに力を入れる,
subpoena²⁵ 召喚状を発する

- (1) 文章中の(ア)～(オ)に適切な前置詞または副詞を入れよ。
- (2) (A)に「今こそ……」という意味になるように下記の単語の順番を入れ替えよ。なお、now を文頭に用いること。
(now, make, to, to, the, is, act, sure, time)
- (3) 下線部(a)について、Stefanik のどのような問いかけに対して、ハーバード大学およびペンシルベニア大学の学長はどのように答えたか日本語で述べよ。
- (4) 下線部(b)を日本語に訳せ。その際には done の内容を明らかにして訳せ。