

総合型選抜 I

総合問題

[注 意]

1. 監督者の指示があるまで、この冊子を開かないこと。
2. この冊子の問題は、表紙を除いて 7 ページからなる。落丁・乱丁および印刷の不鮮明な箇所などがあれば監督者に申し出て、問題冊子の交換を受けること。
3. 監督者の指示に従って、解答用紙 2 枚のそれぞれに受験番号および氏名を記入すること。
4. 解答は、必ず解答用紙の指定された場所に、特に指示のないかぎり日本語横書きで記入すること。
5. 解答に字数制限がある場合は、句読点および括弧もすべて字数に数えること。
6. 解答は、内容とともに、用語、表記、構文にも注意して書くこと。
7. 解答用紙とは別に、下書き用紙を 1 枚用意した。適宜利用すること。ただし、下書き用紙は持ち帰ること。
8. この冊子は持ち帰ること。

【問題1】資料 A は、「Autonomous Vehicles: Timeline and Roadmap Ahead」(WORLD ECONOMIC FORUM: <https://www.weforum.org/publications/autonomous-vehicles-timeline-and-roadmap-ahead/> 2025.07.23) から一部を抜粋、改変、省略したものである。資料 A を読み、次の間に答えなさい。

問1-1 下線部(1)を 125 字以内で日本語に訳しなさい。

問1-2 次の候補のうち、資料中の[A], [B], [C]に入れるのに最も適切なものをそれぞれ選びなさい。ただし同じものを 2 回選択してはならない。

候補: L0, L1, L2, L3, L4

問1-3 下線部(2)が指している内容として資料で説明されているものを、次の(ア)~(カ)の中からすべて選びなさい。

- (ア) これまで運転者の責任であったものが製造者の責任とされる懸念があるから
- (イ) 車両の製造コストがこれまでの約 1.4 倍となるが、そのコストは L4 と大差ないから
- (ウ) 消費者が期待する完全な機能が搭載されていないから
- (エ) システムから人間への運転主体の変更による事故が実世界で発生しているから
- (オ) 特定の設備が備えられた道路でしか利用できないから
- (カ) 運転者が前方を監視する必要がないから

問1-4 資料で説明されている内容に基づいて、2030 年ごろの個人向けの L1, L2, L3, L4 の車両販売台数がどのようになるかを予想しなさい。まず販売台数が多いと予想する順に記号 L1, L2, L3, L4 を並べ、次にその順が妥当であるとする理由を 300 字以内で説明しなさい。なお、この間では資料で説明されている内容に反しない範囲で自分自身の考えを理由の一部として含めてもよいが、自分自身の考えを述べた部分には下線を引きなさい。

資料 A

Assisted, automated and autonomous personal vehicles

Personal vehicles represent the largest AV (Autonomous Vehicle) market segment by volume. This means that automation advances in this area are crucial for improving road safety and enhancing travel convenience. However, vehicle automation in personal vehicles is an incremental evolution rather than a disruptive revolution. (1)While many projections have long stated driver-less vehicles are imminent, this white paper finds that, over the next decade, personal vehicles will benefit primarily from advanced assistance features rather than autonomy.

Definition of system levels

Vehicle automation is classified into different levels that differentiate the extent of automation, the driver's involvement and where the respective system can be used (Figure 1). This classification reflects the technological progress and helps ensure clarity about the technology's capabilities and liability. To make the technological differences even clearer, the levels are subdivided according to the driver's required activities, namely whether it is required to hold the steering wheel in their hands, keep their eyes on the road or focus their mind on the driving environment.

Forecasts by automation level

Assisted driving technologies, particularly at [A], are expected to be the most dominant technologies in new cars sold in 2030 and beyond. This is due to broad market availability, low regulatory hurdles and lower system costs than for both [B] and [C]. As a result, drivers of most new cars will still be required to keep their hands on the steering wheel and their eyes on the road long after 2035.

L3 vehicles – where liability moves from the driver to the system, yet the driver still needs to be able to regain control in a short timeframe if required – will remain a transitional offering rather than a long-term solution. There are four key constraints limiting the widespread adoption of L3 vehicles:

1. Safety risks: at L3, drivers are required to retake control within around 10 seconds, creating potential safety concerns in real-world conditions.
2. Liability concerns: the shift from driver responsibility to manufacturer's liability, with the related issue of determining who was driving, makes manufacturers hesitant to scale L3 in public environments.
3. High costs: L3 requires a similar technology stack to L4, leading to nearly identical system costs that typically range from \$7,000 to \$10,000.
4. Limited value: consumers might expect full autonomy, but they are not allowed to fully disengage as they may be required to take over quickly.

For (2) these reasons, many manufacturers continue to prioritize [A] advancements over [B], meaning that by 2035 and potentially beyond, [B] vehicles will still constitute only a small fraction of sales.

For personal vehicles, L4 autonomy remains significantly constrained by both technical and regulatory barriers. Only 4% of vehicles sold in 2035 are expected to feature L4 capabilities, reflecting the slow and selective deployment of true autonomous technology in this arena. In addition, given the additional operational challenges in urban settings, some of these capabilities will only be available for highway environments.

Finally, there are still expected to be a significant number of new vehicles with L0 and L1 technologies by 2035. The features of these technologies are also becoming increasingly commoditized, with many countries mandating basic safety features, such as lane-keeping assistance and automatic emergency braking. L1 systems, however, struggle to deliver a compelling value proposition: they are a similar cost to [A] systems but offer significantly less functionality. As such, much of the L0 market share is projected to shift directly to L2 over time, bypassing L1 systems altogether.

autonomous	自律的な	namely	すなわち	take over	引き継ぐ
segment	区分	steering wheel	ハンドル	prioritize	優先させる
crucial	重要な	forecast	予測	advancement	進歩
enhancing	強化する	dominant	支配的な	fraction	部分
incremental	段階的な	availability	入手可能性	significantly	著しく
disruptive	破壊的な	regulatory	規制の	barrier	障壁
projections	予測	hurdle	ハードル	selective	選択的な
imminent	目前の	timeframe	時間枠	deployment	展開
autonomy	自律性	transitional	過渡期の	arena	土俵
classify	分類する	constraint	制約	operational	運転上の
differentiate	区分する	widespread	広範な	commoditize	一般化する
involvement	関与	adoption	採用	mandate	義務付ける
classification	分類	retake	取り戻す	compelling	魅力的な
clarity	明瞭さ	hesitant	躊躇した	proposition	提案
capability	能力	stack	積み重ね	functionality	機能性
liability	責任	identical	等しい	bypass	迂回する
subdivide	細分化する	disengage	解放する		

		Explanation
Assisted	L0 Manual	<ul style="list-style-type: none"> - Safety warning or temporary assistance - Driver retains all driving tasks
	L1 Assisted driving	<ul style="list-style-type: none"> - Steering OR speed control by the system - Driver remains hands-on and eyes-on
	L2 Partially automated driving	<ul style="list-style-type: none"> - Steering AND speed control by the system - Driver remains hands-on and eyes-on
Automated	L3 Automated driving under conditions	<ul style="list-style-type: none"> - System drives under pre-defined conditions - Driver needs to step in within ~10 seconds upon system request
Autonomous	L4 Autonomous driving under conditions	<ul style="list-style-type: none"> - System drives under pre-defined conditions - No take-over by the driver is required
	L5 Autonomous driving in all conditions	<ul style="list-style-type: none"> - System drives in all Conditions - No take-over by the driver is required

Figure 1. Six levels of vehicle automation

【問題2】資料 B を読み、次の問に答えなさい。

問2-1 実験 1 を行うとき、次の(1)から(6)に答えなさい。

- (1) 1 回の試行で得られる得点の期待値と分散を求めなさい。分散は小数点以下第 4 位を四捨五入して求めなさい。
- (2) 9 回の試行で得られる総得点の期待値を求めなさい。
- (3) 3 回の試行で得られる総得点がちょうど 3 点となる確率を表 2 から読み取って答えなさい。
- (4) 3 回の試行で得られる総得点がちょうど 3 点となる確率を表 1 の値を用いて計算し、計算過程を含めて答えなさい。確率は小数点以下第 4 位を四捨五入して求めなさい。
- (5) n 回 ($n \geq 2$) の試行で得られる総得点の確率分布は、 $n-1$ 回の試行で得られる総得点の確率分布と 1 回の試行で得られる得点の確率分布があれば求めることができる。表 1 と表 2 の値を用いて、6 回の試行で得られる総得点が 1 点である確率を求めなさい。小数点以下第 3 位を四捨五入して求めなさい。
- (6) A さんと B さんがそれぞれ 5 回の試行を行い、総得点を競うことを考える。表 2 の値を用いて、A さんの総得点が 6 点以下かつ、A さんの総得点が B さんの総得点よりも 4 点以上多い確率を求めなさい。答えは小数点以下第 4 位を四捨五入して求めなさい。なお、これは野球において残り 5 回で 3 点差を逆転して勝つことができる確率の簡易シミュレーションといえる。

問2-2 実験 2 を行うとき、次の(1)から(4)に答えなさい

- (1) 戦術 O を採用し、試行を 1 回行ったときに得られる得点の期待値を求めなさい。
- (2) 戦術 P を採用し、試行を 1 回行ったときに得られる得点の期待値 m_p を、 p を用いて表しなさい。
- (3) 戦術 Q を採用し、試行を 1 回行ったときに得られる得点の期待値 m_q を、 q を用いて表しなさい。
- (4) スポーツでは練習することで戦術の成功度を高めることができることが多い。戦術の成功度を変化させた場合を考えてみよう。ここでは練習をすることで戦術 Q を採用したときに箱 C が選ばれる確率 q が 0 から徐々に高くなっていくとしよう。練習に関わらず戦術 O と P を採用したときの各箱を選ぶ確率は変わらずに一定のままとする。具体的には、 $p = 0.8$ で変わらず、練習によって $q = 0, 0.1, 0.2, 0.3, \dots$ のように q が 0.1 刻みで大きくなっていくとする。このとき練習によって q をどこまで高くすれば戦術 Q を採用できるか決定したい。戦術 Q を採用したときの 1 回の得点の期待値が他のどの戦術を採用したときの 1 回の得点の期待値よりも大きくなる最小の q を求め、計算過程とともに解答欄に記入しなさい。

資料 B:

「高橋快成、福原義久、”野球における、試合状況を考慮した守備指標 Defensive Value per Play の提案” (2024)」の論文を読んでいたところ、1 回の攻撃で得られる得点とその確率が示されているデータや様々な状況で期待できる得点のデータをみつけた。これらのデータをもとに、野球をシミュレーションするための簡易的な実験を 2 種類考えた。

実験 1:

0 から 6 までのいずれかの数字が書かれた 1000 枚のカードを用意し、全て同じ箱に入れる。この箱からカードを 1 枚取り出し、そのカードに書かれた数字を得点 X とし、カードを箱に戻すという試行を n 回繰り返す。 n 回の試行で得られる総得点を求める。2 人がそれぞれ 9 回の試行を行って総得点の多さを競うことで、簡易的に野球をシミュレーションできると考えられる。

X の確率分布は表 1 のとおりである。この表は論文の野球データの得点確率に基づいて設定した。表 2 は、複数回の試行で得られる総得点の確率を示したものである。総得点は 7 点以上となることもあるが、簡略化のため表には記載していない。

実験 2:

野球に限らず点を得るスポーツでは、点を得る可能性が高い状況になるように戦術を駆使することが多い。ただし、どの戦術も成功する(得点の可能性が高い状況になる)場合と、成功しない(得点の可能性が高い状況にならない、もしくは低い状況になる)場合があることが一般的である。この様子をシミュレーションすることを考える。

0 から 6 までのいずれかの数字が書かれたカードがたくさん入った箱 A, B, C, D を用意する。それぞれの箱で各数字のカードの割合は異なっているものとする。箱 A, B, C, D それぞれからカードを 1 枚取り出すときの平均得点を表 3 にまとめる。それぞれの箱は状況に相当し、平均得点はどれだけ得点をとりやすい状況かを表しているといえる。

ここでは戦術に応じた確率分布に基づいて箱を 1 つ選んでその箱から 1 枚カードを取り出し、そのカードに書かれた数字を得点とし、カードを元の箱に戻すという試行を行う。この試行を 1 回行ったときに得られる得点の期待値は、

$$(\text{それぞれの箱が選ばれる確率}) \times (\text{その箱からカードを 1 枚取り出すときの平均得点})$$

の和で求めることができる。

1 回の試行での得点の期待値を考えてみよう。各箱からカードを 1 枚取り出すときの平均得点は変わらないため、各箱が選ばれる確率(確率分布)が与えられれば計算できることがわかる。ここで、戦術 O, P, Q を考える。戦術 O を採用すると必ず箱 A が選ばれ、戦術 P を採用すると確率 p で箱 B、確率 $(1-p)$ で箱 D が選ばれるものとする。戦術 Q を採用すると確率 q で箱 C、確率 $(1-q)$ で箱 D が選ばれるものとする。表 4 はこれをまとめたものである。

複数の戦術からどの戦術を採用するか意思決定方法として、「各戦術を採用したときの 1 回の試行の期待値を比較し、最も高い期待値の戦術を採用する」が使える。この実験では、戦術 O, P, Q そ

それぞれを採用したときの期待値を確率 p および q を用いて表して比較することで、どの戦術を採用すべきかを検討できる。

なお、平均得点が高い箱の選択を狙う戦術を採用する際には、通常は、平均得点が高い箱ほど選ばれる確率は低く、それが選ばれなかったときは、より平均得点が高い箱が選ばれてしまうというハイリスクハイリターンの関係が見出されることが多い。スポーツにおいては、成功する可能性は低いですが成功すれば大量得点が狙える状況を作り出せる一方で、成功しなかった場合は点が得られない状況や失点する状況になる戦術がそれに相当する。

表 1: 実験 1 での X の確率分布 (1 回の試行で得られる得点 X とその確率)

X	0	1	2	3	4	5	6
確率	0.767	0.131	0.06	0.025	0.01	0.004	0.003

表 2: 実験 1 での複数回の試行で得られる総得点の確率 (確率は小数点以下第 4 位を四捨五入した値。総得点が 7 点以上になることもあるが、この表からは省略している。)

		総得点						
		0 点	1 点	2 点	3 点	4 点	5 点	6 点
試 行 回 数	2 回	0.588	0.201	0.109	0.054	0.025	0.012	0.006
	3 回	0.451	0.231	0.145	0.083	0.044	0.023	0.009
	4 回	0.346	0.236	0.169	0.108	0.064	0.036	0.012
	5 回	0.265	0.227	0.181	0.127	0.082	0.050	0.014

表 3: 実験 2 で、各箱に入っているカードを 1 枚取り出すときに得られる平均得点

箱 A	箱 B	箱 C	箱 D
0.7	0.8	1.8	0.5

表 4: 実験 2 で、各戦術を採用したときに箱 A, B, C, D のそれぞれが選ばれる確率 (箱 A, B, C, D の確率分布)

	箱 A	箱 B	箱 C	箱 D
戦術 O	1	0	0	0
戦術 P	0	p	0	$1-p$
戦術 Q	0	0	q	$1-q$