

小論文

工学部

注意事項

1. 「解答始め」の合図があるまで、この冊子は開かないこと。
2. この冊子は表紙を除いて8ページである。
3. 「解答始め」の合図があったら、まず、黒板に掲示又は板書してある問題冊子ページ数・解答用紙枚数・下書き用紙枚数が、自分に配付された数と合っているか確認し、もし数が合わない場合は手を高く挙げ申し出ること。次に、受験番号・氏名を必ずすべての解答用紙の指定された箇所に記入してから、解答を始めること。
4. 解答は、必ず解答用紙の指定された箇所に横書きで記入すること。

問 1 つぎの文章や図を読んで、後の設問(1)~(4)に答えなさい。

人工知能 (AI) というのは、ごく平たく言ってしまえば、「人間のような知能をもつコンピュータ」のことだ。これまで、データを分析するのは、統計学の知識をもったデータ・アナリストという専門家だった。だが、恐ろしく大量のビッグデータ^(注1)が相手となると、その作業は容易ではないし、人件費もかかりすぎる。そこで人間の代わりにコンピュータにやらせてしまおう、という考えである。

たとえば、顧客の消費性向におうじてピンポイントの広告をとどけるターゲティング広告や、オンライン・ショップの協調フィルタリング（よく似た商品購買傾向をもつ顧客たちの購買歴から顧客に商品をお勧めする機能）にも、すでに人工知能技術が活用されている。そして、この傾向は、今後いよいよ拡大していくだろう。インダストリー 4.0^(注2)では、工場のなかで製作機械や半完成部品につけたセンサーから時々刻々到来する大量のデータを、人工知能コンピュータが自動的に分析して物流の効率性を高めたり、柔軟にカスタムメイドの製品を仕上げたりする努力が盛んに試みられていると聞く。

近年、なぜかマスコミは盛んに、「人工知能が賢くなった」と喧伝^{けんてん}している。チェスや将棋や囲碁のチャンピオンと人工知能を闘わせ、コンピュータが人間に勝ったと騒いでいるのはその典型だ。チェスの世界王者ガルリ・カスパロフに IBM 社のディープブルーが勝利をおさめたのは 1997 年のことだが、将棋ではもう少し時間がかかり、米長邦雄永世棋聖に将棋ソフトのボンクラーズが勝利をおさめたのは 2012 年のことである。さらに、将棋よりずっと難しいといわれた囲碁でも、2016 年にアルファ碁というソフトが高段者を打ち破り、関係者を驚かせた。

だがこれをもって「コンピュータが人間より頭がよくなった」と見なすのは、あまりに妙な話ではないか。ディープブルーにせよ、ボンクラーズにせよ、アルファ碁にせよ、人間のチームが膨大な棋譜をメモリーに記憶させ、難しいプログラムを研究開発してようやく作り上げた機械だ。コンピュータが自分でシステムを構築したわけではない。だから、勝ったのはシステム構築をおこなった秀才たちであり、彼らが集まって高性能機械を駆使し、天才棋士に勝ったというだけの話である。それに、コンピュータの処理速度や記憶容量はどんどん増していくから、ちょっと意地悪く言え

ば、年々強くなるのは当たり前だという見方もできる。

大切な点は、チェスや将棋を指すとき、人間とコンピュータとでは問題解決のアプローチが全然違うことだ。天才棋士は、経験にもとづく直感的ひらめきから、盤面の全体的展開を読んで指し手を決める。別に計算をしているわけではない。一方コンピュータは、有利な局面に到達するための膨大な道筋を高速計算で調べ上げ、それらを比較して最高評価値の指し手を決めるという方法が基本である。だから、たとえコンピュータが天才棋士に勝ったとしても、天才棋士の頭脳のひらめきのメカニズムを解明したことにはならないのだ。^(b)

このことは、コンピュータがクイズや大学入試問題を回答する場合もまったく同様である。IBM社の人工知能ワトソンは2011年、米国の人気クイズ番組「ジョパディ！」に出演し、人間のチャンピオンを破って賞金を獲得したことで大いに注目をあびた。だが、たとえば歴史の問題が出題されたとしよう。人間にとっては、事件の起こった細かい年代や地名人名を正確に記憶するのは大変である。一方、コンピュータのほうは、まるごと年表や百科事典をメモリーに貯め込んでいるのだから、それらのデータを出力することは朝飯前だ。むしろコンピュータにとっての難事は、出題文の意味を理解し、求められる答えの意図をとらえて、メモリーのなかから適切なデータを検索するルートを探し当てることである。

(注1) ビッグデータ：従来の管理システムでは記録や保管、解析が難しいような巨大なデータ群のこと。多くの場合、単に量が多いだけでなく、時系列性・リアルタイム性のあるようなものを指すことが多い。

(注2) インダストリー4.0：ドイツ政府が推進する国家プロジェクト。従来の生産工場の製造プロセスと、様々なデジタル技術を組み合わせて、ビッグデータの活用や、生産ラインの自動化・自律化の推進を目的としている。

[出典] この文章は、『ビッグデータと人工知能 可能性と罨を見極める』、西垣通著、中公新書、2016年より抜粋した。ただし、問題作成のため、一部改変している。

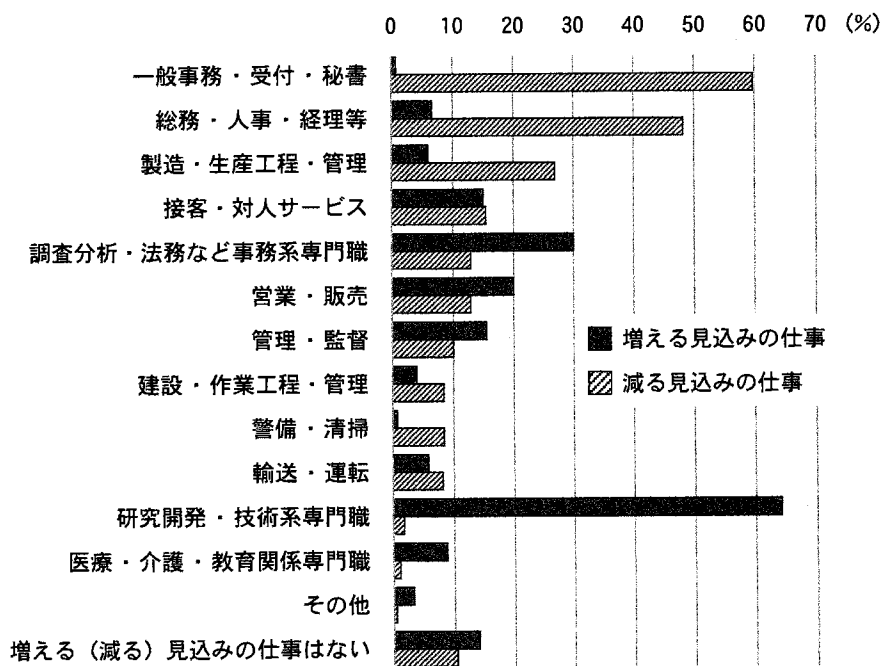


図1 人工知能技術等の導入が進展した場合、今後3～5年で増える、または減る見込みの仕事（東証一部上場企業を中心とする日本企業を対象として実施したアンケート調査結果（回答293社）に基づく）

[出典] 図は、「日本企業のAI・IoTの導入状況」、日本経済研究センター、2019年（https://www.soumu.go.jp/main_content/000610197.pdf）から抜粋した。ただし、一部を改変している。（上記サイトへは、2021年8月アクセス）

設問(1) 人工知能技術にとって①容易なこと及び②困難なことはなにか。著者の考えに基づき、それぞれ以下の項目を①か②に分類しなさい。

- A. 膨大なデータを記録し、条件に従って出力すること。
- B. 問題の内容を理解し、その意図を捉えて解決策を導き出すこと。
- C. 既存情報によらない、新しいアイデアを創出すること。
- D. 相手の態度や雰囲気から、相手の気持ちを汲み取ること。
- E. 登録された顔や音声のデータを基に、特定の人物を認証すること。

設問(2) 下線部(a)にあるように、将棋ソフトや囲碁ソフトがプロ棋士に勝ったからといって、「コンピュータが人間より頭がよくなった」と見なせないのはなぜか。著者の考えに基づき 30 字以内で答えなさい。

設問(3) 下線部(b)の「たとえコンピュータが天才棋士に勝ったとしても、天才棋士の頭脳のひらめきのメカニズムを解明したことにはならない」のはなぜか。著者の考えに基づき 100 字以内で説明しなさい。

設問(4) 下線部(ア)にあるように、今後、人工知能技術の活用が拡大する傾向にあると予測されている。図 1 は、人工知能技術等の導入が進展した場合、今後 3～5 年で増える、または減ると予測される仕事のアンケート調査結果である。これに関する以下の問いに答えなさい。

- ① 図 1 から読み取れることを 100 字以内で述べなさい。
- ② 図 1 から読み取ったことを踏まえ、学生時代にどのような能力を身に付けるべきか、あなたの考えを 100 字以内で述べなさい。

問 2 つぎの文章を読んで、後の設問(1)～(5)に答えなさい。

〈歴史〉

ボールペンの歴史は、ラジスラオ・ピロ（ハンガリー）が1919年にボールペンの原型ともいべき筆記具を考案、その特許を取得したことに始まる。この筆記具には得がたい魅力があったにもかかわらず、当初、ペン先機能の不安定さからトラブルが頻発し、また、筆記文字・線の品質、インキの色（青）、書かれた書類の長期保存性、改ざん防止への信頼性不足などを理由に、官公庁での公式書類にその使用を認められない期間が続いた。その後、製品の改良が進んで急速に普及し、今では公文書の筆記用具へ昇格している。

今日、ボールペンの国内生産量は年間十数億本、その中で国内消費は年間4～5億本に達している。この数値は国民1人当たり年間4～5本を購入する計算になり、現在、筆記具（鉛筆、シャープペン、万年筆、ボールペンなど）総生産額の約2/3をこのボールペンが占めている。廉価でコモディティー化^(注1)したボールペンは、使い捨ての筆記具として私たちの生活に定着した。^(ア)

〈ボール〉

ボールペンに使用するボール径は、描線幅に応じて分類される。ボール素材には高硬度、耐摩耗性、インキとの濡れ性、防さびなどの材料特性が望まれる。普通、超^(イ)硬合金（WC）が用いられるが、水性インキに対してその防さび効果が十分とは言い難い。炭化ケイ素（SiC）、ジルコニア（ZrO₂）などのセラミックスボールを採用する理由のひとつがこのあたりにある。

〈ホルダー〉

インキをボール表面まで誘導するのがホルダーの使命である。その構造は、インキ導入孔、導入溝、受皿、クリアランス^(注2)からなる。筆圧を受けるボールの円滑な回転を促すには、受皿は高硬度のボール素材になじみやすいものでなければならない。そのため、ホルダー材質には比較的軟らかい真鍮^{しんちゅう}、洋白^{ようはく}^(注3)、ステンレスなどが用いられる。

〈描線の品質〉

ヘルツの弾性接触論によると、「球－平面」の接触円直径 d は（筆圧 $P \times$ 球径 D ）^{1/3}

に比例する。この理論から見ても、描線幅の管理がボール径の選択によってなされるのは当然である。ボールの径に対する描線幅の比率を転写率と呼ぶ。転写率はボールの筆圧（紙面の凹み深さ）によっても左右され、ボール径の25～70%程度と見積られるのが普通である。

〈ペン先の寿命〉

ボールペンの機構部であるチップ先端の摩耗は、「ボール／受皿」における回転摺動^(注4)によって引き起こされる。仮に、ボール径0.3 mmのボールペンによる平均筆記速度 $V = 1.5 \text{ m/min}$ を想定してみよう。ボールの回転数は約1500 rpm^(注5) となる。 V が4.5 m/minならば、約4500 rpmの高速回転となる。ボール径が小さくなると、回転速度はさらに上がる。^(a)

一方、筆圧は「ボール／受皿」および「ボール／紙面」の微小な接触面で支えられる。ボール径0.3 mmのボールを仮定すると、いずれも実接触面積は 0.01 mm^2 のオーダー^(注6)であろう。したがって、ボールは 1 cm^2 あたり数トンの重さを支えることになり、かつ電動モーターの回転数を超える高速下で摺動する「ボール／受皿」あるいは「ボール／紙面」の間には、インキという潤滑剤を介するとはいえ、激しい摩擦摩耗が生じて何ら不思議はない。実験によれば、受皿の摩耗量：100～700 μm /500 mなどのデータが得られている。この摩耗がボール沈み（ボール径や受皿の減耗によるボール突出高さの減少）を生じさせた結果、限界筆記角度の増大、クリアランスの拡大によるインキ流出過多、ボール落ち（ボールの飛出し）などのトラブルにつながる事となる。

この結果、ボールペンの筆記可能距離には摩耗による限界値（寿命）が存在する。多分、筆記距離にして数千 m のオーダーであろう。ただし、現実のボールペンは、「インキ容量寿命<チップ摩耗寿命」を前提条件に設計しているために、製品寿命はインキ容量によって決定される。それは、もしこの逆が生じると、損失感が大きい^(c)という消費者心理を見越した商品戦略なのである。

〈書き味〉

ボールペンはその機構上、描線幅を確保するための筆圧を要するため、手に加わる力（筆記抵抗力）は筆記用具のなかで最も大きい。しかし、方向によらない滑らかさが軽い筆記感となり、滑らかすぎて頼りなさを与えかねない。受皿でのボールの円滑

回転にとってインキは潤滑剤の役割を兼ねている。その意味で、水性ボールペンは油性ボールペンに比べ書き味が多少劣るようである。JIS^(注7)では筆記試験機による試験法をこと細かく指定している。

(注1) コモディティー化：高付加価値商品の市場価値が低下し、一般的商品になること。

(注2) クレアランス (clearance)：ボールとホルダの隙間。

(注3) 洋白：銅と亜鉛とニッケルから構成される合金。

(注4) 摺動：機械の装置などをすべらせながら動かすこと。

(注5) rpm：1分間当たりの回転数。

(注6) オーダー：桁数のこと。

(注7) JIS：日本産業規格の通称。産業標準化の促進を目的に制定される国家規格。

[出典] この文章は、『球体のはなし』、柴田順二、技報堂出版、2011年より抜粋した。ただし、問題作成のため、一部を改変している。

設問(1) 下線部(ア)について、開発当時は普及しなかった「ボールペン」が、現在使い捨ての筆記具として私たちの生活に定着した理由を、著者の考えに基づき二つ答えなさい。

設問(2) 下線部(イ)について、ボール素材に文中にあるような「材料特性」が望まれるのは、ボールペンにどのような性能が要求されるためか、考えられる性能を二つ答えなさい。

設問(3) 〈描線の品質〉にある描線幅に関する次の問いに答えなさい。ただし、ボール径が D 、筆圧が P のとき、ヘルツの弾性接触論より、描線幅（接触円直径）は d になるとする。

- ① 筆圧を $2P$ とした場合の描線幅を d で表しなさい。
- ② 描線幅を $2d$ にするための、筆圧 P とボール径 D の組み合わせを A～D より選び、記号で答えなさい。ただし、その他の影響は無視してよい。
 - A. 筆圧： $2P$ 、ボール径： D
 - B. 筆圧： $2P$ 、ボール径： $2D$
 - C. 筆圧： $4P$ 、ボール径： D
 - D. 筆圧： $4P$ 、ボール径： $2D$

設問(4) 〈ペン先の寿命〉に関する次の問いに答えなさい。

- ① 下線部(a)に関して、同じ筆記速度でボール径が 0.5 mm から 0.3 mm になった場合、回転速度は何倍になるか、小数第 2 位を四捨五入して答えなさい。
- ② 下線部(b)に関して、単位面積当たりの水の重さが、ボールが受ける単位面積当たりの重さに相当する条件となる水の深さを A～D より選び、記号で答えなさい。
 - A. 水深数十メートル
 - B. 水深数百メートル
 - C. 水深数千メートル
 - D. 水深数万メートル
- ③ 下線部(c)に関して、損失感が大きい理由を説明しなさい。
- ④ ボールペン以外の工業製品で摩擦摩耗によって生じる不具合を、例を挙げて説明しなさい。

設問(5) 下線部(e)について「試験法をこと細かく指定」するのはなぜか、考えられる理由を 50 字以内で述べなさい。