

一 次の文章を読み、後の問い（問1～13）に答えよ。（配点 50）

人間と関わるロボット

人間と関わるロボットの研究は、従来のロボット研究とは異なり、根本的な難しさを持つ。それは、**I** が予測不能な存在だからだ。

人間の行動は実に多様である。その多様な行動をすべてあらかじめ想定して、行動の一つ一つに対する **II** の動作を決定しておくことは不可能である。

工場で働くロボットでは、まわりの人間など不確定な要素をすべて取り払ったところで、ロボットが活動する環境を整え、**III** のタスクを決める。一方で、日常生活において、まわりの人間を排除することはできない。日常生活とは、**IV** が活動する場であり、そこで働くものはロボットでも人間でも、**V** を意識する必要がある。すなわち、「人間と関わる機能」を作ることが、研究の中心的な課題になる。この研究を、人間とロボットの相互作用（ヒューマン・ロボットインタラクション）と呼ぶ。

この「人と関わるロボット」の研究開発のもっとも大きな特徴は、ロボットの開発と人間についての理解を同時に進めなければならないという点である。

人間に関して完全な知識を持たなくても、人間が利用できる機械を作ることにはできる。たとえば横長テレビは、人間の特性を最初からコウリョ^aして設計されたのだろうか。テレビの幅を偶然横長にしてみても、リンシヨウカン^bが出ることに気づき、あとから人間の視覚特性を改めて調べ直した可能性もある。

パソコンのマウスやキーボードも同じだ。とりあえず情報を入力する手段は必要なわけで、そのために、いろいろな形や機能を試してみた可能性もある。

そのようにしているうちに、ある特定の形が多くの人に受け入れられて、その製品がたくさん売れるようになる。そうなると、その形には人間の何かにウツタ^cえるものがあるはずだ、人間の特性を反映しているはずだと考えて、改めて人間の性質を調べてみることになる。

インターネットとロボット

さらに典型的な例がインターネットである。インターネットは、メールやウェブの機能によって急速に世界的に普及した。しかし、どうして人間はネットをそれほどまでに好むのか？ ウェブによる情報共有がそれほど便利なのか？ それによって人間社会が変わったのは、人間の持つどのような性質に基づくのか？

言いたいことは、これまでのロボット工学の常識であれば、まずは環境やタスクに関する完全な知識を準備して、その知識の範囲でロボットを設計して動かすというアプローチをとってきた。けれども、人間を含む環境がよく分からなくても、ロボットを作ることにはできる。すなわち、

「 **ア** 」

ということである。

もう少し説明を加えると、インターネットや携帯電話など、人間に利用され、社会を変えていく新しい技術は、人間に関する完全な知識なしに、設計され、普及する。その普及によって、人間の新しい性質が発見され、発見された性質は再度製品の設計にフィードバックされる。

「 イ 」

のである。言い方を換えれば、生活上の強いニーズから生じた冷蔵庫や洗濯機などの開発とは異なり、インターネットや携帯電話に象徴される新しい技術開発は、それ自体が人間理解を伴うものになっている。人と関わるロボットも、インターネットと同様である。

実際、人と関わり、人とコミュニケーションできるロボットは、ここ四、五年のうちに、多くの企業で^(注)プロトタイプが試作され、いくつものショッピングモールで^B実証実験が続けられている。そのような実証実験を繰り返しつつ、人々の反応を見ながらロボットを改良していこうとしているのである。

そのような意味で、ロボットの技術開発は、社会の変革を伴いながら普及するインターネットと同様に、人間理解を伴う技術開発なのである。認知科学や心理学における人間の知識をヒントに、ロボット工学やセンサ工学の技術者がロボットを作る。ロボットを作るには、もろんヒントだけでは不十分で、システムを構成する際には、工学的な知識を加える。認知科学や心理学には、人間はこのような機能を持っているという X な知識は数多くあるが、それらをつなぎ合わせてどのような仕組みになっているかという、システム構成に関する知識はほとんどない。その足りない部分を、技術開発では Y な知識で補い、実際に^dカドウするシステムに仕上げるのである。

このようにして開発されたロボットは、人間社会でその性能を試される。ロボットが高い性能を示せば、それは、そこで応用された認知科学や心理学の知識が正しかったこと、さらには付け加えた工学的なシステム構成仮説が正しかったことを裏付ける。すなわち、ロボットを使って、認知科学や心理学も進化していくのである。

認知科学や心理学が進化すれば、また新たな知識が得られ、それをもとに、ロボットはさらに改良される。^C ロボットを開発することは、単なる技術開発ではなく人間を理解するための技術開発なのである。

人間理解のための技術開発

このような技術開発は、何もロボットだけに起きていることではない。先にテレビの例を挙げたように、本来、我々が日常生活で利用するほとんどの製品は、同様の側面を持つ。完全な製品はなく、常に人々の評価にさらされ、改良され続けていく。

では、そのような製品作りのアイデアはどこから来るのだろうか？ もちろん人の中から出てくるのである。人が人にとって便利なものを作る。その便利なものとは、本来人が行ってきた作業を肩がわりしてくれるものである。言うなれば、

「 ウ 」

というのが人間の営みではないか。その営みは、ひいては次のように言い換えられるかもしれない。

「人間はすべての能力を機械に置き換えた後に、何が残るかを見ようとしている」

ロボットは、そのような、「人間を理解したい」という根源的欲求を満たす格好の道具である。人類は、新しい革新的技術を手に入れるたびに、それをロボットの形にしてきた。我々はあえて意識してこなかったが、常に、技術開発を通して人間を理解しようとしてきたのである。そう考えれば、ロボット開発が人間理解と結びつくという考えは、特段新しいものではない。これまで繰り返されてきた営みと同じである（なお、ここでの「ロボット」とは、冷蔵庫やテレビのような家電製品を含む「広義のロボット」を意味する）。

おそらく異なるのは、先に述べたように認知科学、心理学、脳科学といった分野と、ロボットの技術開発が密に結びつくようになってきたことである。認知科学や心理学は、これまで独自の方法論を確立してきた。ゆえに、これまでは、技術開発と深く結びつくことはなかった。しかしながらロボット研究が進み、人間らしいロボットを作り出せるようになると、これらの分野の研究者もロボットに強い興味を持つようになってきた。

ところで心理学や認知科学の実験では、さまざまな道具が用いられる。たとえば、ペグ・イン・ホールという実験では棒（ペグ）を使う。これは、ワシントン州立大学の心理学者メールゾフが考えた実験で、人間が棒を穴に差す様子を子供に見せた場合と、機械が棒を穴に差す様子を子供に見せた場合とを比較するというものである。結果は、人間が棒を穴に差した場合には、子供はまねをするが、機械の場合はまねをしない。子供はまねをする対象に、人間らしさを求めるのである。

そこで、^D ロボットを道具として同じように利用するとどうなるだろうか？

私は以前、板倉昭二氏（京都大学）とともに、著者らが開発したロボットを機械のかわりに用いて、このペグ・イン・ホールの実験を行ってみた。その結果、子供は、ロボットの場面にもまねをしたのである。このとき子供は、ロボットにある程度人間らしさを感じていた可能性がある。

このようにロボットは、心理学や認知科学の一種の道具として使われていくのではないか。それによってその方法論も、ひいては変えていくのではないか。

なぜ人間型ロボットなのか？

ここで「なぜ私が人間型ロボットを作るのか。人間型ロボットにこだわるのか」を説明しておこう。

人間型ロボットとその他のロボットの違いは、まず第一にその見かけにある。前者は、頭や手があり、いわゆる人間らしい見かけを持っている。必ずしも人間そっくりである必要はない。顔のようなものや手のようなものが、人間と似たようなバランスで備え付けられていればいい。

もつとも大きな違いは、先に述べたように、そのロボットのいる環境に人間が存在するかどうかである。ゆえに、人間型ロボットの研究において、もつとも重要なテーマは「人との関わり」である。

そして、この「人との関わり」において、

「人間型ロボットは、他のメディアと比較したとき、より優れている」

人間は本来、対話の対象を擬人化する傾向を持つという、非常に強い脳の機能を備えている。たとえば、人間は、ヤカンにさえ話しかけることができるが、話しかける際には「どこに鼻がありどこに目があるか」を無意識のうちに想像している。

ロボットは、一種のメディアである。右に述べた人間本来の脳の性質にカンガみれば、擬人化しやすい人間型ロボットが、他のメディアよりも親しみやすいメディアとなることは、容易に想像できる。

端的に言えば、人間の脳は、パソコンの画面を見たり、キーボードを操作したりするように設計されているというよりは、他の人間を認識し、人間と関わるために設計されていると言っていだろ。ゆえに、人間型ロボットは、パソコンや携帯電話を超えた、万人が受け入れることができるメディアになる可能性がある。^E子供からお年寄りまで、パソコンは使えなくても、人間型ロボットには自然に話しかけることができるのである。

現在、我々は、パソコンや携帯電話を介して、インターネットから情報を受信し、さらに、送信もしている。しかしながら、キーボードを使いこなせない人たちにとっては、非常にとっつきにくいメディアとなっている。もし、人間のように人間と関わる人間型ロボットが開発できれば、それは、パソコンや携帯電話に並ぶコミュニケーション手段として、必要不可欠なものになる可能性があるのである。

(石黒浩『ロボットとは何か―人の心を映す鏡』(講談社2009年))

(注) プロトタイプ：試作品。

※ 問題作成にあたり、本文を一部改変した。

問 1 傍線部 a ～ e のカタカナを漢字に直せ。解答は、解答用紙の所定欄に読みやすいはつきりした楷書体で書くこと。解答番号は ～ 。

a コウリョ

b リンジヨウカン

c ウツタ

d カドウ

e カンガ

問 2 空欄 ～ に入るものの組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。解答番号は 。

- | | | | | | |
|---|----------|-----------|------------|-----------|----------|
| ① | I — 人間 | II — ロボット | III — ロボット | IV — 人間 | V — 人間 |
| ② | I — 人間 | II — ロボット | III — 人間 | IV — 人間 | V — 人間 |
| ③ | I — 人間 | II — 人間 | III — ロボット | IV — ロボット | V — ロボット |
| ④ | I — 人間 | II — 人間 | III — 人間 | IV — ロボット | V — ロボット |
| ⑤ | I — ロボット | II — ロボット | III — ロボット | IV — 人間 | V — 人間 |
| ⑥ | I — ロボット | II — ロボット | III — 人間 | IV — 人間 | V — 人間 |
| ⑦ | I — ロボット | II — 人間 | III — ロボット | IV — 人間 | V — ロボット |
| ⑧ | I — ロボット | II — 人間 | III — 人間 | IV — 人間 | V — ロボット |

問 3 空欄 に入るものとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。解答番号は 。

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① 一元的 | ② 総合的 | ③ 補足的 | ④ 抽象的 |
| ⑤ 集合的 | ⑥ 断片的 | ⑦ 形成的 | ⑧ 試験的 |

問 4 空欄 に入るものとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。解答番号は 。

- | | | | |
|-------|--------|---------|---------|
| ① 工学的 | ② 人文学的 | ③ 心理学的 | ④ 経済学的 |
| ⑤ 倫理的 | ⑥ 社会学的 | ⑦ 社会科学的 | ⑧ 認知科学的 |

問5 空欄 に入るものとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。解答番号は 。

- ① 環境がよく分からなくても、人が進化する物を作ることは可能である
- ② 環境がよく分からなくても、人が理解する物を作ることは可能である
- ③ 環境がよく分からなくても、人が設計する物を作ることは可能である
- ④ 人間がよく分からなくても、人が入力する物を作ることは可能である
- ⑤ 人間がよく分からなくても、人が利用する物を作ることは可能である
- ⑥ 人間がよく分からなくても、人が模倣する物を作ることは可能である

問6 空欄 に入るものとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。解答番号は 。

- ① 製品の改良と人間に対する反応が同時に進行する
- ② 製品の改良と人間に対する理解が同時に進行する
- ③ 製品の設計と人間に対する反省が同時に進行する
- ④ 製品の設計と人間に対する変革が同時に進行する
- ⑤ 製品の利用と人間に対する反感が同時に進行する
- ⑥ 製品の利用と人間に対する実証が同時に進行する

問7 空欄 に入るものとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。解答番号は 。

- ① 製品作りを通して人の評価を機械に置き換えている
- ② 製品作りを通して人の内面を機械に置き換えている
- ③ 製品作りを通して人の業務を機械に置き換えている
- ④ 技術開発を通して人の利便を機械に置き換えている
- ⑤ 技術開発を通して人の能力を機械に置き換えている
- ⑥ 技術開発を通して人の営業を機械に置き換えている

問 8 傍線部 A 「『人と関わるロボット』の研究開発のもっとも大きな特徴」の説明として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。解答番号は 12。

- ① 環境やタスクに関する完全な知識を準備して、その知識の範囲でロボットを設計するため、人間がおかれた環境を完全に理解する必要があること。
- ② 人と関わるロボットの研究は、人間の生き様と密接に関係するため、人間の根源に迫るという難しさがあること。
- ③ ある特定の製品がたくさん売れたときに、なぜ売れたのかについて消費者の動向を分析し、その時代のニーズにあった製品を展開する必要があること。
- ④ 横長テレビの画面幅がたまたま人間の視覚特性に合った結果、多くの人に受け入れられたように、偶然の気づきを見落としてはならないということ。
- ⑤ 新技術が人間に関する完全な知識なしに設計された場合でも、その技術の普及によって、人間の特性が見直され、製品設計に反映されるということ。
- ⑥ 開発後のロボットは、自動的に人間の特性に関するデータを集めて改善を試みるため、開発時に人間に関する知識が不完全であっても問題はないということ。

問 9 傍線部 B 「実証実験が続けられている」の理由として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。解答番号は 13。

- ① 人間に利用される新しい技術は、人間に関する完全な知識なしに設計されているため、実験を繰り返すことでその知識を完全にすることがあるから。
- ② 人と関わり、人とコミュニケーションできるロボットは、人々の反応を学習しながら改良するためのデータを収集する必要があるから。
- ③ 時代によって生活上のニーズの強さが変化するため、数年をかけて人々の必要性にあわせてロボットを開発する必要があるから。
- ④ いったん開発した技術の見直しによって、人間の新しい特性を発見し、製品設計にフィードバックする必要があるから。
- ⑤ 冷蔵庫やテレビのような家電製品は日常的に利用するものであるため、数年をかけてその耐久性を調査する必要があるから。
- ⑥ 人が人にとって便利なものを作るのが技術開発であるが、より多くの人のニーズに対応する必要があるため、人々の評価を収集する必要があるから。

問10 傍線部C「ロボットを開発すること」の説明として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。解答番号は 14。

- ① 使用者である消費者理解のため、認知科学や心理学、経済学の知識が必要となること。
- ② 高い性能を目指し、ロボット工学やセンサ工学の技術者だけでシステム構成すること。
- ③ 人間の中からあふれてくる製品作りの考え方にしたがって、ひたすらに創造すること。
- ④ インターネットのように人間理解は伴わず、新しい技術革新を活かして開発すること。
- ⑤ これまで人間が行ってきた仕事を代行する、人間にとって便利なものを作り出すこと。
- ⑥ 新しい革新的技術を認知科学、心理学、脳科学の分野と深く結びつけて形にすること。

問11 傍線部D「ロボットを道具として同じように利用するとどうなるだろうか？」の答えとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。解答番号は 15。

- ① 棒以外のさまざまな道具を用いた実験でも、子供は機械のまねをするようになった。
- ② 人間が棒を穴に差す場合、子供は模倣するが、ロボットの場合はまねをしなかった。
- ③ 人間が棒を穴に差す実験とロボットが棒を穴に差す実験とでは、同じ結果が得られた。
- ④ 機械が棒を穴に差す場合、子供はまねをするが、ロボットの場合はまねをしなかった。
- ⑤ 大人と子供とで実験結果が異なり、ロボットに人間らしさを感じるのは子供だけであった。
- ⑥ 子供はロボットに一定の人間らしさを感じ、ロボット自体に強い興味を示すようになった。

問12 傍線部E「子供からお年寄りまで、パソコンは使えなくても、人間型ロボットには自然に話しかけることができるのである」の理由として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。解答番号は 16。

- ① パソコンには鼻や目がついておらず、擬人化は困難だが、人間型ロボットには手や足が付属していて動作が伴うため。
- ② パソコンはキーボードを使いこなせないと親しみが感じられないが、人間型ロボットはキーボードが省略されているため。
- ③ パソコンは音声認識が不十分で会話ができないが、人間型ロボットは人間との会話を自然に行う設計がなされているため。
- ④ パソコンの持つインターネットからの情報を送受信する機能に加え、人間型ロボットはユーザーが操作する楽しさがあるため。
- ⑤ パソコンよりも人間型ロボットは擬人化しやすく、人間と関わるために設計されている人間の脳に親しみやすさを感じさせるため。
- ⑥ パソコンは画面やキーボードというメディアの役割が大きいですが、人間型ロボットは人間との関わりを意識した小型設計であるため。

問13 本文の内容に合致するものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。解答番号は

| |
|----|
| 17 |
|----|

。

- ① パソコンのマウスやキーボードは、多くの人に受け入れられて広く販売される形や機能を実験結果から確定したうえで普及させており、人間の特性にしたがってデザインされたその形は大きく変化することはない。
- ② インターネットの普及は、メールやウェブの機能という、人間の身体的能力を超えた機能を有していたために人間に好まれたが、最新のロボット研究では情報共有の際は人間らしさに回帰しようという動きがある。
- ③ 人間に利用され、社会を変える新技術は、その技術の普及によって明らかになった人間の特性を再度製品の設計にフィードバックする都合上、人間に関する完全な知識をもって設計されなければならない。
- ④ 人間型ロボットを開発することは、工学的なシステム構築に基づく技術開発を高度化するだけではなく、その技術開発を認知科学、心理学と結びつける研究も含むため、人間を理解するための開発であるといえる。
- ⑤ 従来のロボット研究とは異なり、最新のロボットの研究では、ロボットと人間が相互に情報提供を行い、より人間の特性に近づけた設計を実現するとヒューマン・ロボットインタラクションが重視されている。
- ⑥ ロボットの技術開発では、認知科学や心理学における人間の知識をヒントに、ロボット工学やセンサ工学の技術者が主体となるが、このとき認知科学や心理学の知識は不十分なため、開発の成功は技術者の能力にかかっている。
- ⑦ 人間がロボット開発に力を入れる理由は、人間が有するすべての能力をロボットに置き換えた後に、人間の行う仕事は何も残らないという環境を目指しているからであり、開発段階においてロボットの人間らしさの追究は必要とされていない。
- ⑧ メールゾフが考えた実験において、人間が棒を穴に差す様子を子供に見せた場合、子供はまねをするが、人間型ロボットを含む機械の場合はまねをしないという結果になったのは、機械に人間らしさが失われていたからである。
- ⑨ 最新のロボット研究では、開発者がはじめに準備した環境やタスクに関する完全な知識の範囲内でロボットを設計して動かすというアプローチだけで、人間の特性を理解したロボットを作ることに成功している。

二

次の文章を読み、後の問い（問1～14）に答えよ。（配点 50）

甲

サクラの花は、春に咲きます。ごくまれに、秋に花咲くサクラがありますが、ふつうには、サクラの花は春に咲くものです。ですから、「なぜ、サクラの花は、春に咲いて、秋には咲かないのか」という“ふしぎ”が生まれます。

この“ふしぎ”をまともなものと思う人もいるでしょう。でも、サクラが春に咲くのが当たり前だと思っている人は「七ふしぎ」をテーマにしている本だからといって、いきなり無理な“ふしぎ”をもち出してきた」と **ア** かもしれません。

花が咲くためには、ツボミがつくられなければなりません。ですから、「なぜ、秋にサクラの花は咲かないのか」という“ふしぎ”がまともなものだと思ふ人も思わない人も、「春に花咲くサクラのツボミは、いつできるのか」という疑問を、まず考えなければなりません。「ツボミは、花の咲く少し前につくられる」と思われがちです。ところが、サクラのツボミは春の開花の少し前につくられるのではないのです。春に花咲くサクラのツボミは、開花する前の年の夏、七～八月につくられるのです。

ですから、秋には、すでにツボミができています。そのことを知れば、「なぜ、秋にサクラの花は咲かないのか」という“ふしぎ”が、^aトツピヨウシもないものではなく、^Aまともなものだと考えられるでしょう。

春に花咲くサクラのツボミが花咲く前の年の夏にできるというのは、^bイガイな感じがするかもしれません。でも、これは、サクラだけに限つためずらしい性質ではありません。ウメ、コブシ、ハナミズキなどの春に花咲く樹木のほとんどは、開花する前の年の夏から秋までにツボミをつくりま

す。「なぜ、秋にサクラの花は咲かないのか」という“ふしぎ”は、秋にはツボミがすでにできているのなら、「なぜ、そのツボミは、秋に咲かず、春に咲くのだろうか」というまともな疑問になります。

もし、秋にサクラの花が咲けば？

サクラのツボミは、花咲く前の年の夏にできます。そこで、「なぜ、夏にできたツボミが、秋に咲かず、翌年の春に咲くのだろう」との疑問が浮かびます。これに対し、「秋は寒いが、春は暖かいから」と考える人がいるかもしれません。

しかし、「秋は寒い」という印象があるのは、その前の季節である夏が暑いために、それに続く秋は寒く感じるのです。春が暖かいと感じるのは、その前の季節である冬が寒いからです。実際には、春と秋の温度はほとんど同じです。

ですから、暖かい温度のために春に花が咲くのなら、夏にできたツボミが秋に花咲いてもおかしくありません。そのため、夏にできたツボミが秋に咲かないのは、「秋は寒いから」という理由ではありません。

「もし秋にサクラの花が咲けば、どうなるか」と考えてください。夏にできたツボミがそのまま

成長して秋に花咲いたとしたら、やがてやってくる冬の寒さのために、タネはつくられません。とすると、子孫が残りません。

もしそうなら、種族は滅びます。せつかくつくられたツボミが開花したのに子孫を残せないという結果に終わることがないように、サクラの木は秋に花を咲かせません。ツボミを「越冬芽」という、硬い芽の中に包み込みます。

越冬芽は、冬の寒さに耐えるためにつくられる芽です。ツボミは、越冬芽の中に包み込まれて、冬の寒さに耐え、春を待つのです。ですから、秋に花が咲かないためのしくみは「秋に、ツボミは越冬芽の中に包み込まれてしまうため」ということになります。

サクラの場合、秋に越冬芽をつくって花を咲かせないのは、「秋に咲くと、やがてやってくる冬の寒さのために、タネはつくられず子孫が残らず、種族が滅びてしまうから」と **I** づけられました。

しかし、秋に、花を咲かせる植物があります。代表的なのは、キクやコスモスです。すると、「なぜ、キクやコスモスは秋に花を咲かせるのに、種族は滅んではいないのか」との疑問が生まれます。

たしかに、キクやコスモスなどは、夏から初秋にかけて、ツボミをつくり、秋に花を咲かせます。しかし、キクやコスモスなどは、花を咲かせてタネをつくるまでの期間が短いのです。そのため、秋に花を咲かせても、冬の寒さがくるまでに、タネをつくり終え、子孫を残すことができるのです。

一方、サクラが花を咲かせてタネをつくるのには、月日がかかります。秋に花を咲かせては、冬の寒さがくるまでにタネをつくり終えられません。タネができなければ、種族は滅びてしまいます。だから、秋に花を咲かせないしくみを備えているのです。

秋に花が咲かないためのしくみは、**X**、「秋に、ツボミは越冬芽の中に包み込まれてしまうため」と紹介しました。しかし、これは **Y** 「**X**」です。なぜなら、**Z** 二つの疑問が続くからです。

一つ目は、「秋に冬の寒さに耐える越冬芽をつくるというのなら、どうしてサクラは、秋の間にもうすぐ寒い冬がくることを知っているのか」という疑問です。二つ目の疑問は、「どのようなしくみで、越冬芽はつくられるのか」というものです。この二つの疑問をまとめて、次の項で考えていきましょう。

なぜ、秋の間に、冬がくるのがわかるのか？

サクラは、夏にツボミをつくります。しかし、秋に花を咲かせないために、越冬芽をつくり、その中にツボミを包み込みます。もし秋に花を咲かせると、冬の寒さがくるまでに子孫（タネ）をつくり終えられないためです。

ほんとうにそうなら、サクラは、秋の間に、「冬がもうすぐやってくる」ということを知っていることになります。「ほんとうに、秋の間に、サクラは冬が訪れることを知っているのか」という疑問が浮かびます。

越冬芽は冬の寒さをしのぐためのものですから、冬の寒さが訪れる前につくれねばなりません。気温が低くなり、寒くなってから急いで越冬芽をつくることのできるほど、サクラの反応は **エイビ** **ン** ではありません。

そのため、サクラは、冬の寒さが訪れることを寒くなる前に知る能力をもっていなければなりません。「ほんとうに、秋の間に、サクラは冬が訪れることを知っているのか」という疑問に対する答えは、「知っている」です。では、どのようにして、サクラは冬の寒さが訪れることを、寒くなる前の秋に知ることができるのでしょうか。

その答えは、「葉っぱが、夜の長さををはかるから」です。夜の長さは、夏から秋にだんだん長くなり、かなり大きく変化します。このことは、夕方七時ころでもまだ明るい夏に比べ、五時ころには暗くなる秋を思い浮かべると、理解できます。

でも、ほんとうに、葉っぱが夜の長さををはかれば、冬の寒さの訪れを前もって知ることができるのでしょうか。この疑問に対する答えは、「できる」です。夜の長さは、六月下旬のゲシの日を過ぎて、だんだんと長くなりはじめます。そして、夜の長さがもつとも冬らしく長くなるのはトウジの日です。この日は、一二月の下旬です。

^Bそれに対し、冬の寒さがもつともきびしいのは二月ころです。夜の長さの変化は、冬の寒さの訪れより、約二カ月前先行しているのです。ですから、葉っぱが夜の長さをはかっているならば、冬の寒さの訪れを約二カ月前取りして知ることができるのです。

だんだんと長くなる夜を感じるのは「葉っぱ」です。ところが、越冬芽がつくられるのは「芽」です。とすれば、「葉っぱ」が長くなる夜を感じて、「冬の訪れを II した」という知らせは、「芽」に送られねばなりません。「どのようにして、葉っぱから芽に、その知らせは送られるのか」という疑問が浮かびます。

植物は、動物の神経のようなシグキの伝達手段をもっていません。そこで、夜の長さに応じて、葉っぱが「アブシシン酸」という物質をつくり、芽に送ります。芽にその物質の量が増えると、ツボミを包み込んだ越冬芽ができるのです。こうして、夏にできたツボミは、越冬芽に包み込まれて、春を待ちます。

「葉っぱから芽に、アブシシン酸は、どこを通過して送られるのか」という疑問があるかもしれませんが。葉っぱは光を受けて光合成という反応をしています。^Cそれで作られてくる物質は、芽の成長に使われます。そのために、葉っぱから芽にそれを送るための通路があります。「師管」^Dとよばれます。葉で作られたアブシシン酸は、この師管を通過して、芽に送られると考えられます。

^Eこのようなきちんとしたしくみで越冬芽ができ、ツボミが包み込まれるのですから、秋に花が咲くことはないのです。ところが、秋に、サクラの花が咲くことがあります。秋に花が咲かないきちんとしたしくみがあるのに、「なぜ、サクラの花が秋に咲くことがあるのか」という新たな疑問が生まれます。

なぜ、秋にサクラの花が咲くことがあるのか？

サクラの花が秋に咲くと、新聞やテレビでもはやされ、報道されます。秋にサクラの花が咲く原因として、「秋早くに激しい冷え込みが続いて、サクラが冬の通過とカンチがいし、その後の暖かい日差しの中で花を咲かせたのだ」と説明されることがあります。この可能性がないわけではありません。

しかし、秋に花を咲かせたサクラについて、夏ころからの様子を聞けば、多くの場合、「夏に毛

虫が大量に発生して、葉っぱをほとんど食べられてしまった」という **Ⅲ** があります。夏に毛虫に葉っぱをほとんど食べられることと、秋にサクラの花が咲くことには、因果関係があるのです。

越冬芽をつくるしくみを考えると、^F その因果関係は容易に理解できます。葉っぱが秋に長くなる夜を感じてアブシシン酸をつくり、それが芽に送られると、越冬芽はつくられます。「もし、夏に葉っぱがなくなってしまうたら」と考えてください。

夏に葉っぱがなくなると、秋になっても、夜の長さは感じられず、アブシシン酸がつくられません。そのため、芽にはアブシシン酸が送られてきません。とすれば、越冬芽がつかれず、ツボミは越冬芽に包み込まれることはありません。ですから、春と同じような秋の暖かさの中で、花が咲いてしまうのです。

事実、私が何度か見たり聞いたりした、秋に花を咲かせたサクラの木は、ほとんど、夏に大量発生した毛虫に葉っぱをすっかり食べられていました。秋にサクラの花が咲いたら、そのサクラの木の **Ⅲ** を尋ねてください。夏に、葉っぱが毛虫にすっかり食べられているはずです。

あるいは、夏に、何かの理由で、葉っぱが枯れ落ちてしまうことがあります。たとえば、二〇〇四年の夏の終わり、兵庫県神戸市に雨の降らない台風がきて、多くのサクラの葉っぱが枯れました。

「なぜ、雨の降らない台風がくると、葉っぱが枯れるのか」と疑問に思われるかもしれません。台風は、海を越えて日本にやってきます。海の上を通過中には、すごい波が立ちます。その波しぶきの塩水を含んで、台風は上陸し、樹木の葉っぱに吹きつけます。ですから、多くの海水が葉っぱにつきます。

ふつうの台風では、雨を伴うために、海水に含まれた塩分が木々の葉っぱに付着しても、雨水で洗い流されます。ところが、雨が降らないと、葉っぱに付着した塩水は洗い流されません。そのため、葉っぱが枯れてしまうのです。

この年、神戸に上陸した台風は雨を降らせなかったのです。その結果、葉っぱが枯れたのです。このような現象は「塩害」とよばれます。台風が過ぎ去った約二週間後、神戸市内のあちこちで、サクラの花が咲きました。

「秋に、サクラの花が咲く」という現象は、多くの場合、 **Ⅰ** ことが、その原因になります。ツボミが単純に季節を間違えておこっているわけではないのです。植物のきちんとしたしくみに基づいておこっているのです。

(田中修『植物はすごい 七不思議篇』中央公論新社2015年)

※ 問題作成にあたり、本文を一部改変した。

問 1 傍線部 a ～ g のカタカナを漢字に直せ。解答は、解答用紙の所定欄に読みやすいはつきりした楷書体で書くこと。解答番号は ～ 。

a トツピョウシ

b イガイ

c エイジン

d ゲシ

e トウジ

f シゲキ

g カンチガ

問 2 空欄 に入るものとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。
解答番号は 。

- ① 意義 ② 異義 ③ 異議 ④ 異儀 ⑤ 威儀 ⑥ 居木

問 3 空欄 に入るものとして最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。
解答番号は 。

- ① 回避 ② 受容 ③ 歎喜 ④ 看過 ⑤ 解放 ⑥ 拒否
⑦ 防御 ⑧ 予知 ⑨ 継承

問 4 空欄 に入るものとして最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。
解答番号は 。

- ① 前衛 ② 前科 ③ 前裁 ④ 前身 ⑤ 前兆 ⑥ 前提
⑦ 前途 ⑧ 前例 ⑨ 前歴

問 5 空欄 ～ に入るものの組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。解答番号は 。

- | | | |
|-------------|-----------|-----------|
| ① X — すぐに | Y — あくまで | Z — とりあえず |
| ② X — あくまで | Y — とりあえず | Z — すぐに |
| ③ X — とりあえず | Y — すぐに | Z — あくまで |
| ④ X — すぐに | Y — とりあえず | Z — あくまで |
| ⑤ X — あくまで | Y — すぐに | Z — とりあえず |
| ⑥ X — とりあえず | Y — あくまで | Z — すぐに |

問 6 空欄 に入るものとして最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。解答番号は 。

- | | | |
|--------|---------|----------|
| ① 舌をまく | ② 顎をなでる | ③ 腹をいためる |
| ④ 膝をうつ | ⑤ 口をぬぐう | ⑥ 眉をひそめる |
| ⑦ 胸をはる | ⑧ 腰をすえる | ⑨ 耳をそろえる |

問 7 空欄 に入るものとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。解答番号は 。

- ① 夏に葉っぱがなくなる
- ② 夏に葉っぱが枯れ落ちる
- ③ 夏に毛虫が大量に発生する
- ④ 夏に雨の降らない台風がくる
- ⑤ 秋に夜が長くなる
- ⑥ 秋に越冬芽がつくられる
- ⑦ 秋に暖かい日が差し込む
- ⑧ 秋にアブシン酸がつくられる

問 8 傍線部 A 「まともなものだと考えられる」理由として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。解答番号は 。

- ① サクラは春に咲くのが当たり前だから。
- ② まれに秋にも花が咲くこともあるから。
- ③ サクラは春に咲き秋には咲かないから。
- ④ いきなり無理なふしぎをもち出すから。
- ⑤ ツボミは花の少し前につくられるから。
- ⑥ 秋にはすでにツボミができているから。

問 9 傍線部 B 「それ」の内容として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。解答番号は 。

- ① 秋の夕方は五時ころには暗くなること
- ② 夏の夕方は七時ころでもまだ明るいこと
- ③ 夜の長さが六月下旬を過ぎてだんだんと長くなること
- ④ 夜の長さをもっとも長くなるのは一二月の下旬であること
- ⑤ 夜の長さの変化は冬の寒さの訪れより約二ヶ月先行していること
- ⑥ 夜の長さは夏から秋にだんだん長くなりかなり大きく変化すること

問 10 傍線部 C・D の「それ」が示す対象として最も適当なものを、次の①～⑨のうちからそれぞれ一つ選べ。傍線部 C の解答番号は 、傍線部 D の解答番号は 。

- ① 花 ② 神経 ③ 越冬芽 ④ 成長 ⑤ 物質
- ⑥ 光合成 ⑦ 通路 ⑧ ツボミ ⑨ 伝達手段

問11 傍線部E「このようなきちんとしたしくみ」の説明として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。解答番号は 35。

- ① 夕方七時ころでもまだ明るい夏と五時ころには暗くなる秋との差に反応し、ツボミの中にアブシシン酸を取り込み、秋には子孫をつくり終えて越冬芽ができるというしくみ。
- ② 夜の長さは六月下旬を過ぎて長くなり一二月下旬にもっとも長くなると、冬の寒さがくるまでにアブシシン酸がタネをつくり終え、越冬芽ができるというしくみ。
- ③ 冬の寒さの訪れを夜の長さの変化で約二カ月先取りするアブシシン酸により、芽に約二カ月先行して越冬芽ができるというしくみ。
- ④ 夜の長さの変化と冬の厳しさが訪れる時期との差に芽が反応することにより、アブシシン酸が伝達手段として働くため、冬が訪れることを知って越冬芽ができるというしくみ。
- ⑤ 葉っぱがつくるアブシシン酸は秋の深まりに応じて量を増し、師管を通って芽に送られるとツボミを包み込む越冬芽ができるというしくみ。
- ⑥ だんだんと長くなる夜を感じるの葉っぱであり、葉っぱの光合成でつくられる芽の成長物質であるアブシシン酸の作用によって越冬芽ができるというしくみ。

問12 傍線部F「その因果関係」の説明として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。解答番号は 36。

- ① サクラの花が秋に咲くと新聞やテレビでもはやされて報道されるということ。
- ② 秋の暖かい日差しを寒い冬の通過と誤解してサクラは花を咲かせるということ。
- ③ 夏に毛虫が大量発生するのは秋にサクラが花を咲かせることによるということ。
- ④ 毛虫に葉っぱを食べられてしまうことによりサクラが花を咲かせるということ。
- ⑤ ツボミが越冬芽に包み込まれると秋の暖かさの中でサクラが花開くということ。
- ⑥ 夏に葉っぱが枯れてしまうのは雨の降らない台風の上陸によるということ。

問 13 空欄 **甲** に入る小見出しとして最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。解答番号は **37**。

- ① いつ、サクラは咲くのか？
- ② なぜ、ツボミができるのか？
- ③ もし、サクラが春に咲かなければ？
- ④ いつ、ツボミはできるのか？
- ⑤ なぜ、サクラの花は秋にも咲くのか？
- ⑥ もし、ツボミが花の咲く少し前につくられれば？
- ⑦ いつ、サクラは「ふしぎ」をテーマとするようになったのか？
- ⑧ なぜ、ツボミは春の開花の少し前につくられないのか？
- ⑨ もし、サクラにまともな開花期がなかったなら？

問14 本文の内容に合致するものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。解答番号は

| |
|----|
| 38 |
|----|

。

- ① 春に咲くサクラのツボミが花咲く前の夏にできるというのは、ウメ、コブシ、ハナミズキなどの例にみられるようにめずらしい性質ではなく、春に花咲く樹木はいずれも開花する前の年の夏から秋までにツボミをつくる。
- ② 冬の寒さの訪れを寒くなる前の秋にサクラが知っているのは、葉っぱのつくるアブシシン酸の量的変化が夜の長さの変化として芽に情報提供されるからであり、冬の寒さの訪れが夜の長さの変化に約一カ月先行していることで越冬芽がつくられる。
- ③ 台風が上陸して海水がサクラの葉っぱに付着すると、雨を伴わない台風では葉っぱに付着した塩分を雨水が洗い流さないため、塩害により葉っぱが枯れ落ちてしまい、サクラは冬が到来したと季節を間違えたせいで秋に花を咲かせる。
- ④ 葉でつくられたアブシシン酸は師管を通って芽に送られ、越冬芽がつくられてツボミが包み込まれるが、秋にサクラの花が咲くことがあるため、このしくみは秋にサクラの花が咲かないためのきちんとしたしくみとはいえない。
- ⑤ 夏にできたツボミが秋に咲かず翌年の春に咲くのは、春と秋の温度がほとんど同じことによるもので、夏にできたツボミが暖かい温度のために翌年の春に花を咲かせてもおかしなことではなく、疑問が浮かぶようなことでもない。
- ⑥ 夏に毛虫が大量発生してサクラの葉っぱがほとんど食べられてしまうと、アブシシン酸がつくられないため越冬芽もつくられず、ツボミが越冬芽に包み込まれることもないため、暑い夏を過ぎて秋の寒さを感じたサクラは花を咲かせることがある。
- ⑦ キクやコスモスなどが夏から初秋にかけてツボミをつくり秋には花を咲かせてタネをつくるのに対し、サクラが秋に越冬芽をつくってツボミを中に包み込んでしまうのは、タネをつくらず子孫を残さないしくみである。
- ⑧ サクラの花が春に咲いて秋には咲かないことを当たり前と思う人も思わない人も、開花する前の夏にサクラのツボミがつけられるということを知れば、ツボミがなぜ秋に咲かず春に咲くのかということはまともな疑問になる。