

# 令和5年度 総合型選抜 I

## 課題解決型記述問題

---

### 注意事項

1. 問題は、**数学**と**理科**の2種類あります。  
数学か理科のいずれかを選択し、解答用紙(表)の選択科目欄の科目を○で囲んで、解答してください。
2. 選択した科目の問題には、それぞれ問1、問2があります。解答用紙は1枚(表・裏)です。  
問1の解答は(表)に、問2の解答は(裏)に記述し、2問とも解答してください。
3. 解答用紙の(表)の所定の欄に、本学の受験番号(5桁)を必ず記入してください。  
解答用紙の(裏)には受験番号を記入する必要はありません。

## 数学

洞海湾は官営八幡製鐵所の操業を契機に工業用地・港湾として利用され、現在は北九州工業地帯の物流における動脈的役割を果たしている。この洞海湾に隔てられた北九州市若松区と戸畑区を結ぶ若戸大橋は、二つの主塔を持ち、橋長（吊り橋部分の長さ）627m、主塔間の距離 367m、幅（主塔部を除く） 19.6m、土台から主塔の最上部までの高さ 79m の吊り橋である。若戸大橋は、1962 年の開通当時、東洋一の長さを誇り、日本の長大吊り橋の先駆けであった。この建造技術がのちの関門橋、本州四国連絡橋といった大規模な吊り橋の建設へとつながっていった。そして、歴史的・技術史的見地からその重要性が評価され、2022 年 2 月に国の重要文化財に指定された。

図の **A**～**F** は若戸大橋を様々な角度から撮影した写真である。近年、デジタルカメラやスマートフォンの普及に合わせて、解像度の調整だけでなく、カメラを制御したり、撮影した画像の歪みや色調などを補正したりするソフトウェアも発達してきた。そのため、撮影した写真データを元に様々な調査・研究ができるようになってきた。そこで、写真を用いて若戸大橋の特徴について調べることにした。

### 問 1

若戸大橋の下を通過できる「船の大きさ」の条件を推定したい。そのためには、問題文に示された以外の情報も必要になる。そこで、**A**～**F** をもとに必要な情報を求める方法について、図示しながら説明せよ。ただし、**A**～**F** は同じ日時に撮影されたものとし、ソフトウェアによる補正は無視できるものとする。説明には、用いる写真とその理由を含めること。また、写真から得られる値はアルファベット等の文字で示し、その値がどのような用具（ものさしなど）を用いることで測定できるかも含めること。

なお、「船の大きさ」の条件を決めるために必要な情報が **A**～**F** だけでそろわない場合は、それがどのような情報であるかについて説明すること。

### 問 2

問 1 で説明した方法で、写真を使って全国の吊り橋について、橋の下を通過できる「船の大きさ」の条件を調べたい。そのために、さまざまな地域の中学生のチームに協力を依頼することにした。協力してくれる中学生に渡す写真撮影に関するマニュアル（指示書）を作成したい。そのマニュアルに記載する内容や工夫する点等について、その理由を含めて説明せよ。なお、必要に応じて図などを用いてもよい。



図 様々な角度から撮影した若戸大橋の写真

F の出典は国土地理院 地図・空中写真閲覧サービスより。出題に合わせて一部改変している。

宇宙空間には高エネルギーの宇宙線が存在する。その宇宙線が成層圏の大気と衝突すると、大気を構成する原子の原子核が崩壊し、中性子が放出される。その中性子が窒素原子に衝突することによって、窒素原子中の陽子と置き換わり（陽子数が減少し）、放射性の $^{14}\text{C}$ が生成される。この放射性 $^{14}\text{C}$ の中性子は不安定なため、電子を放出する $\beta$ 壊変（崩壊）を起こして陽子になり、 $^{14}\text{N}$ に戻る。 $^{14}\text{C}$ の半減期は約5,700年であることが知られている。

$^{14}\text{C}$ は大気中に $\text{CO}_2$ という形で一定の割合で含まれており、生存中の植物体での $^{14}\text{C}$ と $^{12}\text{C}$ の割合は大気中と同じである。枯死した植物の体内における $^{14}\text{C}$ は一定の割合で $\beta$ 壊変するが、 $^{12}\text{C}$ は壊変しないため、 $^{14}\text{C}$ だけが減少する。下図のように、基準になる年代の植物試料中の $^{14}\text{C}$ と $^{12}\text{C}$ の割合を1.0としたとき、時間経過によってその値は減少することが知られている。

この性質を用いて遺跡などに残された植物試料を分析すると、その遺跡が存在した年代を特定することができる。このようにして遺跡などの年代を調べる方法を、炭素年代測定と呼ぶ。

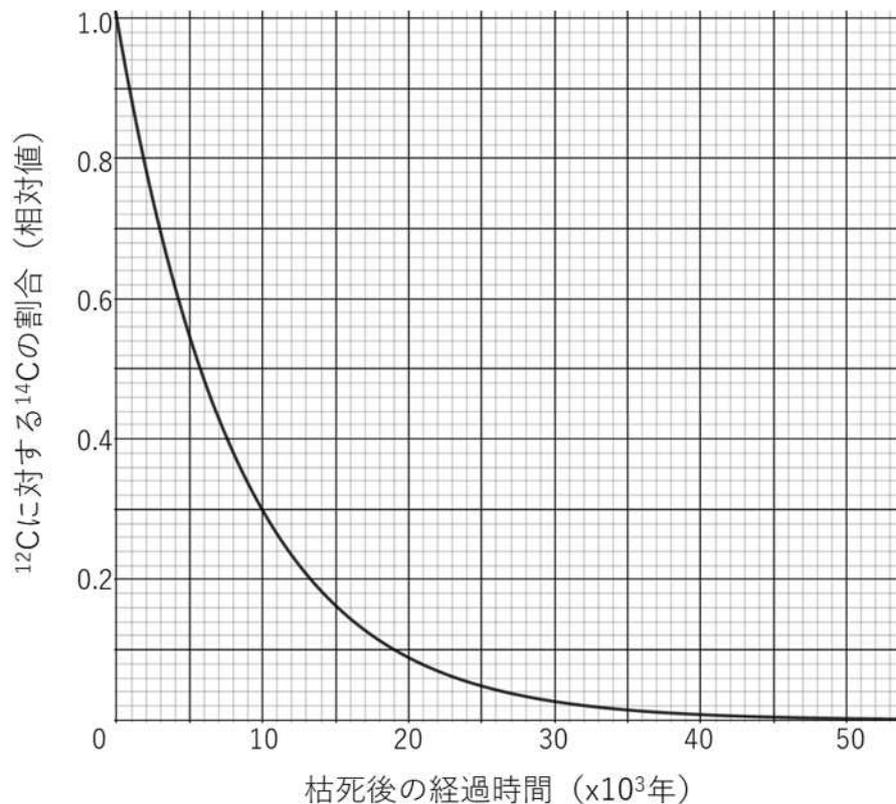


図 植物試料中の $^{12}\text{C}$ に対する $^{14}\text{C}$ の割合

### 問 1

現時点でのある植物試料中の $^{12}\text{C}$ に対する $^{14}\text{C}$ の割合が0.20になっているとき、その植物試料が何年前に枯死したかを特定したい。まず、問題文の下線部アの理由を説明せよ。さらに、下線部イとウとの数学的関係に注目して、この植物試料が枯死したのが何年前かを求めた上で、その方法について説明せよ。

なお、必要に応じて次の値を利用せよ。

$$\log_{10} 2 = 0.30, \quad \log_{10} 3 = 0.48, \quad \log_{10} 7 = 0.85, \quad \log_{10} 19 = 1.28$$

### 問 2

高校の「化学基礎」の「物質の構成粒子」では、 $\beta$ 線（電子）の他に、 $\alpha$ 線（ $^4\text{He}$ の原子核）や $\gamma$ 線（電磁波）等の性質を学ぶ。そこで、高校入学直後の生徒を対象に、グループ活動により、この3つの放射線の性質をできるだけ様々な原理を用いて確認する実験を考えたい。ただし放射性物質を授業で扱うのは難しいので、下記のような思考実験\*とする。

#### [目的]

- ① 放射線のもつ特徴を複数挙げ、上記3種類の放射線におけるそれぞれの特徴の違いを確認する。
- ② ①の結果を利用して、未知の放射性物質 X が出す放射線の種類を特定する。

#### [準備物]

- ・  $\alpha$ 線のみを出す放射性物質
- ・  $\beta$ 線のみを出す放射性物質
- ・  $\gamma$ 線のみを出す放射性物質
- ・ 放射性物質 X
- ・ ガイガーカウンター（放射線量のみを測定する装置）
- ・ その他必要と考えたもの

この思考実験を含めた授業計画（授業の内容と進行）について記述せよ。なお、必要に応じて図などを用いてもよい。

\* 思考実験とは、危険な物質を用いたり、高温高压下であったり等、現実には作り出すことが難しい条件での現象を考察するために、頭の中でおこなう想像上の実験のこと。想像上であるため、実験器具の準備の困難さや安全上の配慮等を考慮する必要がない。