



# 第5回 科学の甲子園 全国大会

## 実技競技①「納豆菌の DNA を捕獲せよ！」

### 問 題

#### ■注意事項

1. 競技開始の合図があるまでは、問題冊子や実験の手引きは開かないこと。
2. 競技開始の合図があったら、解答用紙および審査画像申請用紙の所定の欄に、学校名、チーム番号などを記入する。
3. 本競技では生物学の実験を行う。実験中は保護めがね、白衣、実験用手袋を着用し、安全に行うこと。
4. 実験で使用する試薬や器具類は注意して取り扱うこと。試薬類や器材の追加補充は原則としてできないので、使用量を考えながら実験を行うこと。
5. 競技中に問題冊子や実験の手引きの落丁や乱丁、材料、試薬、器具類の不足・不具合などに気づいたときは、競技支援員（白いブルゾンを着ている）に申し出ること。
6. 競技中に気分が悪くなったり、トラブルが発生したときは、すぐに競技支援員に申し出ること。トイレに行くときも同様である。
7. 競技中の質問は受け付けない。
8. 競技終了の合図があるまでは、競技支援員の許可なしに、会場の外に出ないこと。

本競技で使用する試薬や実験器具類については  
和光純薬工業株式会社様のご支援とご協力をいただいています。

■問題

用意されている材料，試薬と器具類を使って，「実験の手引き」に示されている操作手順によって次の実験 1 と実験 2 を行い，以下の考察問題に答えよ。

実験 1 納豆菌の DNA の簡易抽出と採取

実験 2 採取した納豆菌 DNA のアガロースゲル電気泳動による分離とデジタルカメラによる DNA バンドの撮影

〈注意事項〉

1. 実験 1 と実験 2 がすべて終了したら，直ちに競技支援員に実験の終了を申告し，競技の残り時間の記録と実験結果の確認を受けること。（申告後に実験のやり直しはできない）
2. 実験は競技終了 5 分前まで行うことができる。
3. 考察問題の解答は競技終了の合図があるまで行うことができる。

■考察問題（解答用紙に解答すること）

問 1 実験 1 で用いた食塩水，中性洗剤，エタノール，それぞれのはたらきについて，次の(1)～(3)の(ア)～(エ)から最も適当なものを 1 つずつ選び，記号で答えよ。

(1) 食塩水のはたらき

- (ア) NaCl が DNA のデオキシリボース同士を架橋させて，DNA を凝集しやすくしている。
- (イ)  $\text{Na}^+$  が DNA のリン酸基を電氣的に中和し，DNA をエタノール溶液中で凝集しやすくしている。
- (ウ)  $\text{Cl}^-$  が DNA のリン酸基を電氣的に中和し，DNA をエタノール溶液中で凝集しやすくしている。
- (エ)  $\text{Na}^+$  と  $\text{Cl}^-$  が抽出液の浸透圧を上げて，納豆菌を破裂させている。

(2) 中性洗剤のはたらき

- (ア) DNA のホスホジエステル結合を加水分解反応で壊し，DNA を溶出しやすくしている。
- (イ) 納豆菌の核膜の脂質 2 重層構造を壊し，DNA を水溶液中に溶出させている。
- (ウ) 納豆菌の細胞膜の脂質 2 重層構造を壊し，DNA を水溶液中に溶出させている。
- (エ) 大豆の細胞膜を保護することで，大豆の DNA が混入することを防いでいる。

(3) エタノールのはたらき

- (ア) 水溶液中の DNA から水和水を奪い，DNA の水に対する溶解度を低下させている。
- (イ) タンパク質を変性させるとともに，疎水性の DNA だけを析出，沈殿させている。
- (ウ) 水溶液の液面に凝集している密度の小さな DNA を溶かし，浮き上がらせている。
- (エ) 水溶液の比重を下げて，密度の大きな DNA を沈めている。

問2 実験2に関する次の(1)~(3)について、それぞれ簡潔に説明せよ。

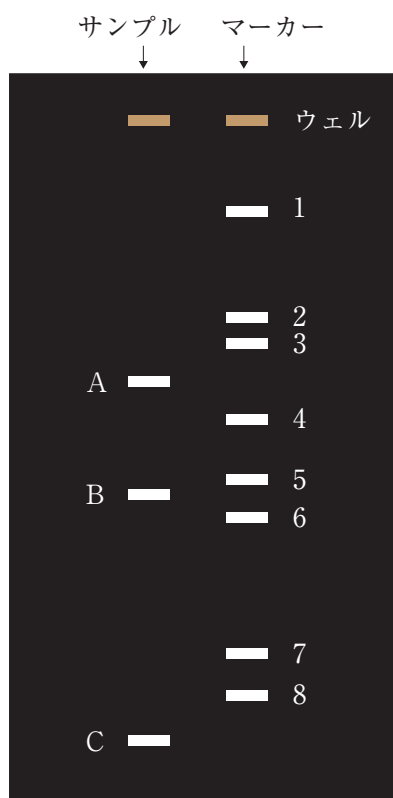
- (1) ゲルのアガロース濃度の大小とアガロースゲル電気泳動で分離できる DNA の分子量の大小にはどのような関係があるか。
- (2) 青色 LED 光を照射して DNA バンドを観察する際に、橙色のフィルターを用いるのはなぜか。
- (3) 上記(2)で観察したときに、ウェルの近くの明るくシャープな DNA バンドのほかに、スメア状のバンド（移動距離が大きく、連続的に伸びた不鮮明なバンド）が観察されることがあるが、それはなぜか。

問3 ある DNA サンプルについて、アガロースゲル電気泳動の実験を行い、図に示す結果を得た。また、マーカーの8つの DNA バンドの塩基対数 (bp) は表のとおりである。なお、この実験の条件では、DNA 分子の塩基対数の常用対数値とアガロースゲル中の DNA 分子の移動速度は直線関係にあることが知られている。

- (1) マーカーの8つの DNA バンドについて、各バンドのウェルからの移動距離に対する塩基対数の常用対数値をプロットしたグラフを作成せよ。なお、(別紙)の片対数グラフ用紙<sup>注)</sup>を用いること。

注) 別紙の片対数グラフ用紙は、縦軸が常用対数の目盛になっている。

- (2) 上記(1)のグラフに、DNA バンドの移動距離と塩基対数の常用対数値の関係を示す直線（検量線）を引け。
- (3) 上記(2)で引いた直線を利用して、図中の DNA バンド A ~ C の塩基対数をそれぞれ有効数字2桁で求めよ。



マーカーの DNA バンドと塩基対数

DNA バンドの番号	塩基対数[bp]
1	1,850
2	1,100
3	950
4	730
5	550
6	460
7	260
8	230

■競技の採点と順位の決定方法について

1. 次の(1)～(3)について採点する。

(1) 実験1, 実験2の結果

(2) 実験に要した時間

※得点は実験に要した時間が少ない(残りの時間が多い)順に, 6位までのチームにのみ与える。ただし, 実験1, 実験2の結果が審査基準を満たしていない場合には無効とし, 7位以下のチームを順次繰り上げる。

(3) 実験内容に関する考察問題

2. 上記1. (1)～(3)の合計点(240点満点)を本競技の得点とする。

3. 本競技の順位は, 得点合計が高い順に決定する。

4. 1位または2位のチームが複数ある場合には, 上記1. の(1), (3), (2)の順に, 高得点の((1), (3)が同点の場合は(2)が少ない)チームを上位として, 1位, 2位を1チームずつ決定する。