

思考力等の評価のための  
理数分野における入試改革セミナー  
－思考力の評価方法・問題例－

---

広島大学・東京理科大学・京都工芸繊維大学・九州大学

# 1 これまでの問題との違い

# 1 これまでの問題との違い



## これまでの問題

- ある時点での知識や技能の習得状況を見る。
- 「与えられた問題」という限られた場面で発揮される思考力等を見る。
- すでに問題として仕立てられ、解決の方針も示されている。

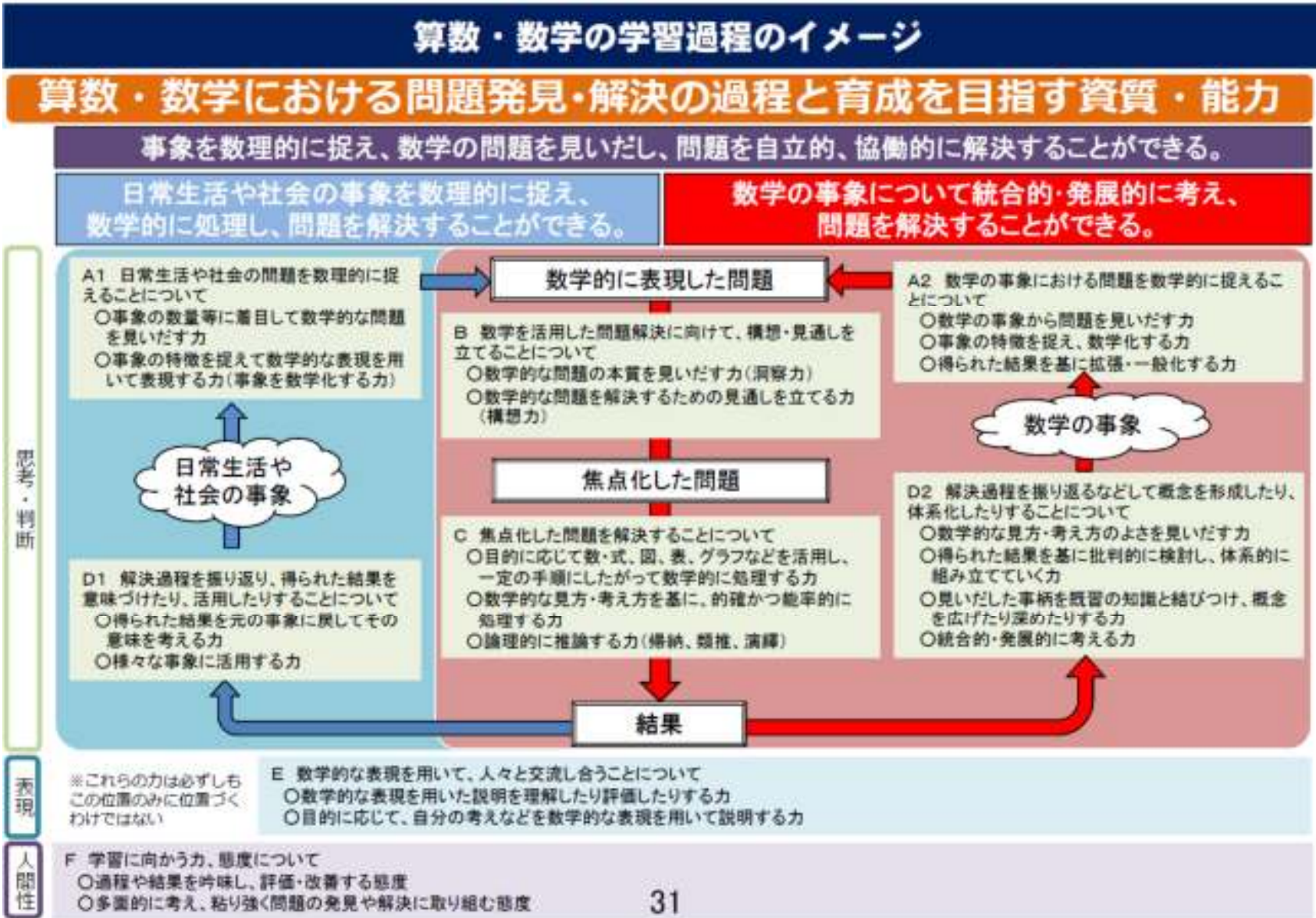
## これからの問題

- 複合的な思考力・判断力
  - ❖ 複数の情報を統合し構造化して、新しい考えをまとめ、**その過程**や結果を表現する。
  - ❖ **現実的な文脈**を設定する。例)「あなたなら～」
  - ❖ 目の前の情報から、必要な条件やデータを**自分で考えて読み取る**。



## 2 思考力等の捉え方 (数学)

## 2 思考力等の捉え方【数学】





### 3 作成した問題 (数学)

### 3 問題の特徴【数学】



公的に示された資質・能力、大学入学後に求める思考力を加味して、たとえば次のように書き出す。

- 事象を重視すること。事象には、日常的・社会的なもの、数学的なものがある。
- 数学的な見方・考え方を働かせることによって、置かれた立場から判断したり、結論を導いたりすること。
- 数学科で学んだ知識・技能や、問題解決の過程を振り返って再評価すること。
- 自らの思考過程および結果・結論を、簡潔・明瞭・的確に表現すること。そのため、結果・結論を導くまでのポイントを取り出してかくこと。

### 3 問題例【数学】



#### <文系用問題>

10を底とする対数を常用対数といいます。常用対数の近似値は、16世紀以来、様々な方法によって計算されてきました。ここでは、対数の性質を利用することで、既知の常用対数の近似値から、未知の常用対数の近似値を求めてみましょう。

$\log_{10} 2 = 0.3010$  ,  $\log_{10} 3 = 0.4771$  として次の(1), (2)に答えなさい。

(1)[ア]～[ウ]に当てはまる数値を入れなさい。

$$\log_{10} 4 = \boxed{\text{ア}} \quad \log_{10} 5 = \boxed{\text{イ}} \quad \log_{10} 6 = \boxed{\text{ウ}}$$

事象の特徴  
を数理的に  
捉えること、  
特に対数の  
利用(A1,2)

焦点化した問題  
(C)

- 使う数値を与える
- 対数表の利用
- 計算機の使用



### 3 問題例【数学】



#### [配付資料から省略した小問題]

(1) [エ]には当てはまる式を①～③のなかから1つ選び，記号で答えなさい。

$\alpha = \log_{10} 5 - \log_{10} 4$  ,  $\beta = \log_{10} 6 - \log_{10} 5$   
とおくと，[エ]である。

- ①  $\alpha < \beta$       ②  $\alpha = \beta$       ③  $\alpha > \beta$

#### 焦点化した問題 (C)

- 使う数値を与える
- 対数表の利用
- 計算機の使用

得られた結果，見出した事柄を検討する(D2) 次の問いへの伏線

- 対数関数は単調増加であるとともに，
- 区間の幅を1に固定したとき，増加の仕方も区間によって異なる

### 3 問題例【数学】



(2) 対数関数を学んだAさんは、 $\log_{10} 7$  の近似値を求める方法について、次のように考えました。

$7^2 = 49 \div 48$  を利用する。

$$\log_{10} 7^2 \doteq \log_{10} 48$$

ここで、

$$\log_{10} 48 = \log_{10} 2^4 \cdot 3 = 4\log_{10} 2 + \log_{10} 3 = 1.6811$$

であるから、

$$2\log_{10} 7 \doteq 1.6811$$

したがって、

$$\log_{10} 7 \doteq 1.6811 \div 2 = 0.84055$$

解決過程を振り返ってよりよい解決方法を考えること(D2)  
特に、示された方法に含まれるアイデアを読解する

### 3 問題例【数学】



また、Bさんは、Aさんの考えをもとにして、次のように考えました。

$7^4 = 2401 \div 2400$ を利用する。

$$\log_{10} 7^4 \div \log_{10} 2400$$

ここで、

$$\log_{10} 2400 = \log_{10} 2^3 \cdot 3 \cdot 10^2 = 3\log_{10} 2 + \log_{10} 3 + 2 = 3.3801$$

であるから、

$$4\log_{10} 7 \div 3.3801$$

したがって、

$$\log_{10} 7 \div 3.3801 \div 4 = 0.845025$$

### 3 問題例【数学】



$\log_{10} 7$  により近い値を求めたのはAさんですか、それともBさんですか。理由とともに答えなさい。ただし、あたっては、図やグラフを利用してよいこと

目的に応じて自分の考えを数学的表現を用いて説明する(E)

#### <出題意図> \* 高校側主導による作問

##### ● 「算数・数学の学習過程のイメージ」

問(1): 焦点化された問題を、対数の性質を利用して解決する

問(2): 事象を数理的に考察するために、グラフの変化と対数の近似値とを関連付ける

##### ● 問(2)は、「数学的な表現」にも関わる

二人の対話から解決のアイデアを読み取り、自らの主張や判断の妥当性を示す

### 3 問題例【数学】

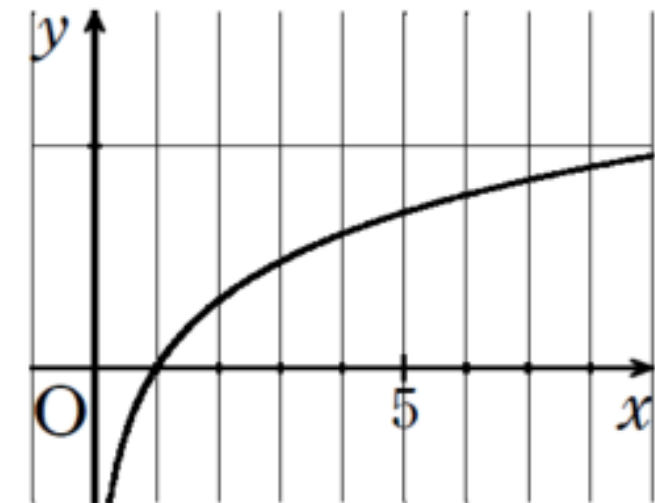


<採点基準>

- (1) ア 0.6020    イ 0.6990    ウ 0.7781    いずれも 5 点  
(2) 30点満点

#### 解答1【グラフを使った説明の場合】

右のグラフのように、 $y=\log_{10}x$ は $x$ の値が増加すると、 $y$ の値も増加する。増加の仕方に着目すると、 $x$ の値が大きいほど、 $x$ の値が1増加したときの $y$ の値の増加量は少なくなる。



[増加の仕方への言及：10点]

したがって、 $x$ の値が大きいほうが $\log_{10}7$ に近い値に近づくと考えられる。

[問題についての判断：10点]

よって、Bさんのように、 $x=7^4$ を考えたほうが、 $\log_{10}7$ に近い値が求められる。[Bさんの選択：10点]

### 3 問題例 【数学】



解答2 【数値の評価による説明の場合】

$$\log_{10} \frac{48}{49} \text{ について, } \log_{10} 49 - \log_{10} 48 = \log_{10} \left( 1 + \frac{1}{48} \right)$$

$$\text{また, } \log_{10} \frac{2401}{2400} \text{ について, } \log_{10} 7^4 - \log_{10} 2400 = \log_{10} \left( 1 + \frac{1}{2400} \right)$$

[式の変形 : 10点]

より  $\frac{1}{2400} < \frac{1}{48}$  であるから, [真数部分の評価 : 10点]

Bさんのほうが近い値が求められる。 [Bさんの選択 : 10点]

### 3 問題例【数学】



#### <問題の特徴および問題作成の視点>

- 結果を導く方法に焦点を当てること

対数の値を求めるだけではなく(問1), 近似値を求める方法に注目させる(問2)

方法の選択による結果の違いに気づき, 評価すること

- 問題解決の過程を振り返ること

学校での数学科授業で行われ, 今後も重視される視点。

ある内容の理解度を問うことから, 自らの解決過程そのものを振り返って次に生かすこと

- 会話場面を設定すること

二人の会話から方法のアイデアを読み取り, 自らの主張や判断の妥当性を示すこと

### 3 問題例【数学】



#### <問題の特徴および問題作成の視点> その他

- 立場に応じて判断させること  
他者「〇〇さんの考えにしたがうと～」  
自己「あなたの考えをかきなさい」
- 日常・社会・数学の事象とからめた出題にすること  
唐突に数式を登場させるのではなく、その数式が出てきた経緯を示したり、日常や社会での有用性、数学での重要性に触れる:いわゆるカバーストーリーの重要性
- 実際の授業時の活動を踏まえること  
近似値の評価(問2), ある定理の一般化や拡張, 命題文による法則の記述等々, 授業時の行動を対象にすること





## 2 思考力等の捉え方（理科）

## 2 思考力等の捉え方【理科】



知識・技能	思考力・判断力・表現力等	学びに向かう力・人間性
<p data-bbox="383 587 629 627">&lt;選択科目&gt;</p> <p data-bbox="434 740 521 780">省略</p>	<ul data-bbox="674 587 1473 767" style="list-style-type: none"><li data-bbox="674 587 1473 703">● 科学的な探究能力(論理的・分析的・統合的に考察する力)</li><li data-bbox="674 711 1473 767">● 新たなものを創造しようとする力</li></ul>	<p data-bbox="1693 687 1780 727">省略</p>
<p data-bbox="338 861 629 901">&lt;必履修科目&gt;</p> <p data-bbox="434 1114 521 1153">省略</p>	<ul data-bbox="674 861 1525 1358" style="list-style-type: none"><li data-bbox="674 861 1525 978">● 自然事象の中から見通しをもって課題や仮説を設定する力</li><li data-bbox="674 986 1525 1230">● 観察・実験し、得られた結果を分析して解釈するなど、科学的に探究する力と科学的な根拠を基に考えを表現する力</li><li data-bbox="674 1238 1525 1358">● 仮説の妥当性や改善策を検討する力</li></ul>	<p data-bbox="1693 1102 1780 1142">省略</p>

## 2 思考力等の捉え方【理数融合】



次期学習指導要領において新設される探究的科目において育成される能力。まだ、その全体像は明らかになっていない。



「数学科と理科とで養われる見方・考え方を働かせたり、知識や技能を活用したりする、必ずしも領域固有ではない能力」と規定。

## 2 大学入学共通テスト：思考力



	思考力・判断力・表現力等
課題の把握	<ul style="list-style-type: none"><li>● 抽出・整理した情報について、それらの関係性や傾向を見いだすとともに、課題を設定することができる。</li></ul>
課題の探求 (追究)	<ul style="list-style-type: none"><li>● 見通しをもち、検証できる仮説を設定し、それを確かめるための観察・実験の計画を評価・選択・決定することができる。</li><li>● 観察・実験等の結果を分析・解釈することができる。</li></ul>
課題の解決	<ul style="list-style-type: none"><li>● 仮説の妥当性を検討したり、考察したりすることができる。</li><li>● 全体を振り返って推論したり、次の課題を発見したり、新たな知識やモデル等を創造したりすることができる。</li></ul>

大学入試センター：【理科】作問のねらいとする主な「思考力・判断力・表現力」についてのイメージ(素案)(平成28年12月)



### 3 作成した問題（理科）

### 3 問題作成時の留意点【理科】



公的に示された思考力等、大学入学後に求める思考力等を加味して、次の点を工夫した。

- 問題を解決する過程に沿って小問を作成する。
- 問題の文脈を捉えやすくするため、日常生活の場面や高等学校での授業内容を取りあげる。
- 複数の知識を組み合わせて考えさせ、マーク式でも対応可能なものにする。

### 3 作成した問題の特徴的な題材



- 重力加速度の実験(生徒による実験): 物理領域
- 科学史(ラボアジエやドルトンなどによる化学の基本法則): 化学領域
- スポーツドリンクの甘味(水溶液の凝固): 化学領域
- 薬品庫の整理(物質の性質): 化学領域
- ヒトの腎臓の構造と働き: 生物領域
- 洗濯物の乾き方(生徒による実験): 地学領域
- 公園に咲くタンポポ調査(個体数の推定, 外来種の割合): 理数融合
- 実験用マウスの皮膚移植: 理数融合

### 3 従来の問題【物理領域】

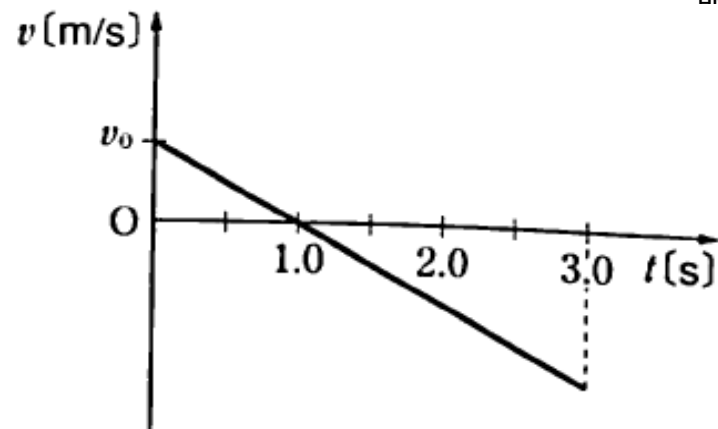


#### 題材: 鉛直投げ上げ

海に面した崖の上から、小球を初速度 $v_0$ [m/s]で鉛直上向きに投げ上げた。投げ上げた位置を原点として鉛直上向きに $y$ 軸を取る。このとき、小球の速度 $v$ [m/s]は下図のように変化した。次の値を求めよ。

- ① 小球が最高点に達した時刻と小球の初速度
- ② 小球が達した最高点の位置
- ③ 小球が原点を下向きに通過した時刻とその時の速度

都築嘉弘(2010)『チャート式シリーズ新物理』数研出版、P.28より抜粋



- 実際の状況ではなく、理想的な状況において考える問題
- 公式に代入することで解ける問題



### 3 従来の問題【物理領域】



## 題材: 重力加速度

### 実験の過程

- 目的
- 実験方法
- 実験結果
- 考察(立式・計算)

- 公式に代入することで解ける問題

### 3 新しい問題 【物理領域】



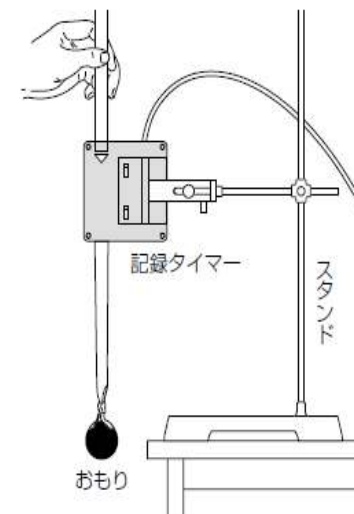
## 題材：重力加速度

### 実験の過程

- 目的
- 実験方法
- 実験結果
- 理論値と測定値のズレ
- ズレの原因を検討
- 考察

### 学習した内容を 現実の問題に適応する能力

- 理想的な状態ではなく、  
実際の実験をもとに、ズレの原因を思考させる。



### 3 新しい問題 【物理領域】



## 題材：重力加速度

物理基礎の授業で、40名の生徒が以下のような実験を行った。  
実験で得た落下加速度の平均値は、教科書に記載されている重力加速度の値 $9.8 \text{ m/s}^2$ より小さな値となった。これは手を離れた後、落下物に空気抵抗のような落下を妨げる力がはたらいていたためだと考えられる、このような力として、どのようなものが考えられるか、空気抵抗以外の力を答えよ。

測定した落下加速度の平均値

落下物の質量 (g)	20	50	100	200
落下の加速度 ( $\text{m/s}^2$ )	6.3	8.4	9.1	9.4

理論値と  
測定値にズレ

### 3 従来の問題【化学領域】

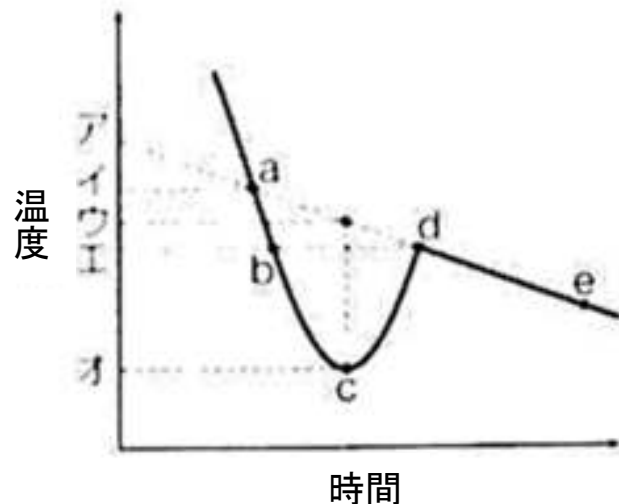


#### 題材：凝固点

下図は、水50gに、ある非電解質0.90gを溶かした溶液の冷却曲線を示している。次の問いに答えよ。

- ①初めて結晶が析出するのは、a～eのどの点か。
- ②de間で温度が徐々に低下している理由を述べよ。
- ③この水溶液の凝固点は、ア～オのどの温度か。
- ④この水溶液の凝固点は $-0.54^{\circ}\text{C}$ であった。この非電解質の分子量を求めよ。  
(非電解質1molを水1kgに溶かした溶液の凝固点は $-1.85^{\circ}\text{C}$ とする)

竹内敬人ほか(2015)『化学』東京書籍、P.65 より抜粋



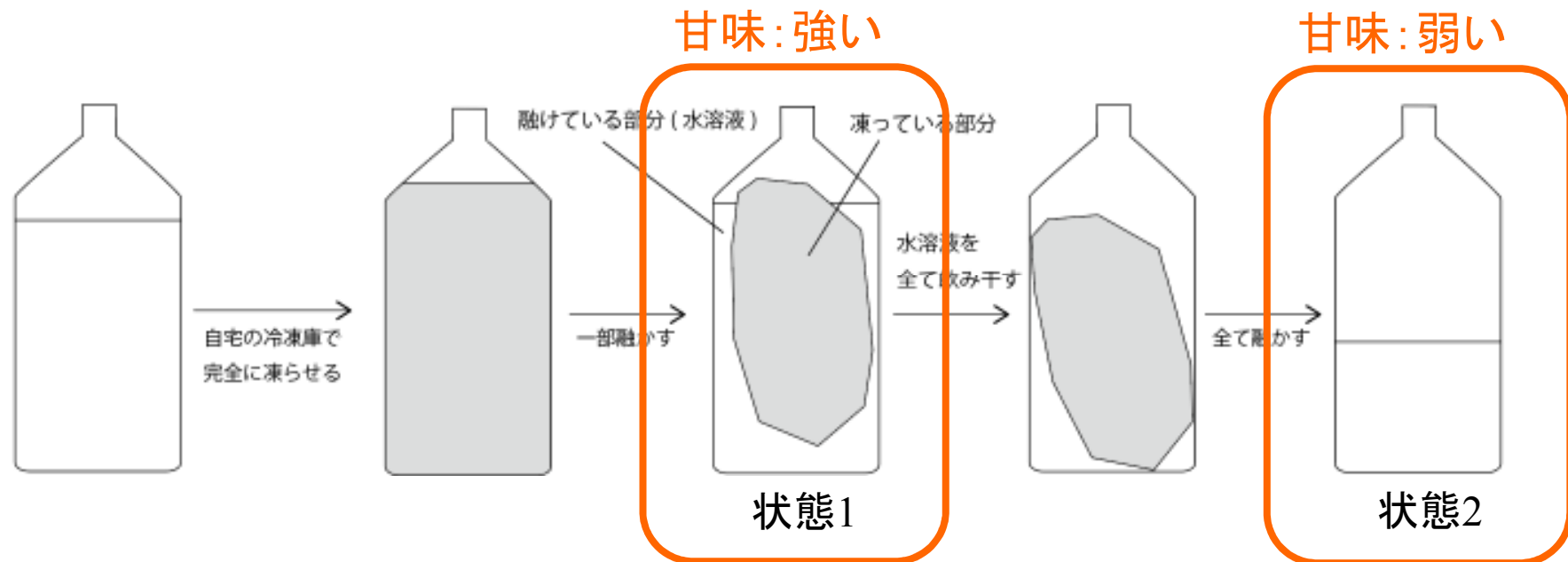
- グラフから情報を読み取る問題
- 公式に代入し、分子量を計算する問題

### 3 新しい問題【化学領域】



## 題材：凝固点

高校1年生の京太郎くんは夏の部活動中、自宅で完全に凍らせておいたスポーツドリンクが少し融けたときに飲むと、凍らせる前よりも甘味が強くなっていることに気がついた。このことを先生に話すと、これを課題研究のテーマに設定してみてもどうかと提案され、水溶液の凝固点について課題研究を行うことにした。



### 3 新しい問題 【化学領域】



## 京太郎くんの仮説

「水溶液を冷却し、水溶液が凍っていく過程で、凍っている部分に溶質は含まれないのではないか」

この仮説を確かめるために最も適切な実験操作を1つ選びなさい。

- ① 10 %塩化ナトリウム水溶液の凝固点を調べる。
- ② 10 %塩化ナトリウム水溶液を冷却し水溶液中に固体が生成し始めたときから一定時間ごとに水溶液を取り出し、その水溶液の塩化ナトリウム濃度を調べる。
- ③ .....
- ④ .....

### 仮説の妥当性や 改善策を検討する力

- ストーリー性がある。
- 仮説を確かめるために必要な変数(濃度)を見抜き、実験に反映させることができるかを問う。

### 3 新しい問題 【化学領域】



## 題材：凝固点降下の実験

水溶液の濃度と凝固点との関係を知るため、①グルコース、②尿素、③塩化ナトリウムをそれぞれ水100 gに溶解させ、凝固点を測定した。

**【実験1】【実験2】の結果に基づく考察として、適切でないものはどれか。**

- ① 溶解させたグルコースの物質質量と凝固点降下度は比例の関係にある。
- ② 水溶液の凝固点降下度は溶質の質量に比例する。
- ③ .....
- ④ .....

【実験3】は含めず考える



【実験1】  
グルコース



【実験2】  
尿素



【実験3】  
塩化ナトリウム

**得られた結果を分析して解釈するなど、科学的に探究する力**

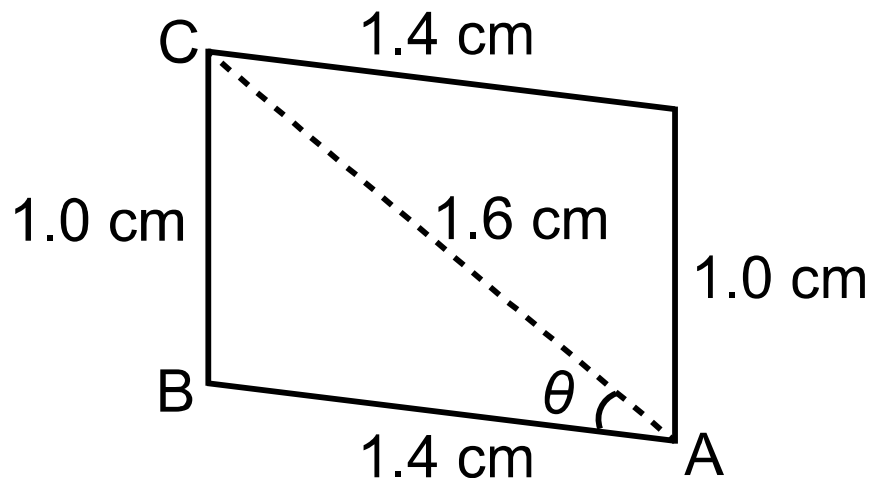
- 実験結果をみて考察し、問題にある実験結果のみから論理的に思考し、解釈できるかを問う。

### 3 新しい問題 【理数融合領域】



#### 題材: マウスの皮膚移植

マウスを用いて皮膚移植の実験を行った。移植した皮膚の形は図に示した四角形であった。この移植片は、**マウスの体表面積の何パーセントに相当するか**、有効数字3桁を四捨五入し有効数字2桁で答えなさい。



移植した皮膚の形

「数学的な見方・考え方」や「理科の見方・考え方」を豊かな発想で活用したり組み合わせる思考する力

- 三角関数を用いて、移植した面積を導出できるかを問う。