

第3 問題作成分科会の見解

化学基礎

1 出題教科・科目の問題作成の方針（再掲）

- 日常生活や社会との関連を考慮し、科学的な事物・現象に関する基本的な概念や原理・法則などの理解と、それらを活用して科学的に探究を進める過程についての理解などを重視する。問題の作成に当たっては、身近な課題等について科学的に探究する問題や、得られたデータを整理する過程などにおいて数学的な手法を用いる問題などを含めて検討する。

2 各問題の出題意図と解答結果

問題は二つの大問からなり、全設問数を18、解答数を19とした。各解答に対する配点は難易度により2～4点とし、合計50点とした。表やグラフから判断する問題を1問、実験に関わる問題を8問、計算問題は6問とした。正解を導くのに複雑な計算や操作を必要としないように数値を考慮した。問題の表現も工夫し、紛らわしい選択肢を少なくして解答を導きやすくする一方で、化学的な知識・思考力を問う問題の比率を少し高めた。

第1問

- 問1 三態間の変化に関する理解を問う。
- 問2 半減期に関する理解を問う。
- 問3 結晶に関する理解を問う。
- 問4 第2周期と第3周期の元素に関する理解を問う。
- 問5 中和反応の量的関係の理解を問う。
- 問6 弱酸および弱塩基の塩の性質に関する理解を問う。
- 問7 身の回りの物質の酸化還元反応に関する理解を問う
- 問8 銅と亜鉛の反応に関する知識を問う。
- 問9 化学反応の量的な関係に関する理解を問う。

第1問は「化学と人間生活」を含め、教科書の幅広い範囲から出題し、判断力・思考力を問うよう工夫した。問1では化学物質が関わる身近な現象の中で三態間の変化について問うた。問2では半減期の基本的理解とその応用について問うた。問3では異なる三種類の結晶に関する基本的な理解を問うた。問4では第2周期と第3周期の元素に関する基本的な知識の理解を問うた。問5では中和反応で生成する塩の質量から、元の塩基の濃度を正確に求める実験に関する理解力を問うた。問6では塩の基本的知識を基に、弱酸と弱塩基からなる塩に、塩酸あるいは水酸化ナトリウム水溶液を加えたときに遊離する物質に関する思考力を問うた。問7では身の回りの物質によって起こる化学反応に関して、酸化還元反応であるものとそうでないものを区別できるかどうかについて問うた。問8では銅と亜鉛の酸化還元に関わる知識を問うた。問9では身近な物質であるビタミンCを取り上げ、化学反応の量的な関係に関する理解を問うた。

第2問

- 問1 a 貴ガス原子の電子構造に関する基礎的知識を問う。
- 問1 b 気体の量的関係と、 0°C 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ における気体の体積に関する基本的理解を問う。

問1 c アボガドロの法則を利用して、単原子分子の原子量を求める基礎的能力を問う。

問2 a 化学反応により生じる物質の量的関係に関する基礎的理解を問う。

問2 b 定比例の法則を利用して、実験データに基づいて原子量を求める基礎的能力を問う。

問3 実験結果と原子量から、混合物の組成を求める基礎的能力を問う。

第2問は化学の基本法則と原子量を主題とし、3問で構成される総合的な問題とした。問1では貴ガス原子の電子構造と気体の基本的性質、およびアボガドロの法則に基づく原子量の決定に関する基本的な概念を理解しているかを問うた。問2では炭酸塩の熱分解実験を題材として、定比例の法則に基づく原子量決定に関する基礎的な事項の理解を問うた。問3では2種類の炭酸塩の混合物の熱分解実験を題材とし、混合物の組成比を求める基礎的能力を問うた。

3 出題に関する反響・意見についての見解

全体を通じて、これまでの高等学校教育現場の関係者や各種評価団体の意見・要望を踏まえた適切な出題となっていると評価された。化学と人間生活・物質の構成・物質の変化の各領域からバランス良く出題されていたと評価された。

実験・観察に関する問題や図表・グラフを利用する問題を出題したことは、「化学基礎」を学ぶ上でこれらの点が重要であるという受験者へのメッセージであり、実験の重要性を教育現場で意識させる観点からとても意義が大きく、この傾向は良い方向であると評価された。

高等学校教科担当教員及び日本化学会の意見・評価に集約されている批判や意見のうち、個々の設問については以下に本分科会の見解を述べる。

第1問 全体としては、学習指導要領の内容に沿った適切な出題内容であり、総じて良問が揃っていると評価された。

問1は化学基礎においてこのような身近な現象を化学的に見る視点が重要であると評価された。問2は半減期の基礎的理解を問う内容で、問い方に工夫があると評価された。問3は単元の枠を超えて総合的に判断する内容であると評価された。問4は第2周期と第3周期の元素の基本的な性質を問う適切な設問であると評価された。問5は中和反応で生成する塩の質量から、塩基の濃度を正確に求める実験を題材にした問題であり、問5 aは思考力を必要とする工夫された問題であると評価された。問5 bは問題設定と計算がやや難しいとの意見があったが、受験者にとって既知ではない視点が含まれており、実験内容の読解と思考力が必要であり共通テストの問題作成方針に沿った問題であると考えている。問6は弱酸・弱塩基の遊離を題材とした基本的内容だが、弱酸と弱塩基の両方の反応が含まれている点はやや難しかったとの意見があった。総合的な思考力を問う問題であると考えている。問7は身の回りの物質に関係する酸化還元反応について問う内容で、化学基礎で重視される日常生活や社会における化学の役割に関係する問題であると評価された。問8は銅と亜鉛の酸化還元反応やイオン化傾向に関する内容で、複数の知識に基づく思考が必要であり、この問題も総合的な思考力を問う問題であると考えている。問9は身近な酸化防止剤であるビタミンCを題材にした計算問題であった。計算問題においては、受験生にとって理解しやすい設定や表現の工夫が必要であり、この点については今後も継続的に検討したい。

第2問 読解力、思考力を問う工夫がなされた出題であり、基礎的知識の理解や思考力を、受験者にとって見慣れない化学史的な場面でも発揮できるかどうかを試している点で本質的な問いである。この問題における場面設定は、新学習指導要領で示されている「探究の過程を踏まえた学習活動を行い」、「探究の方法を習得させる」場面の具体的な例としても捉えることができる。その点から、高等学校での教育の現場として学ぶべきものがあるという高い評価を得た。

本分科会の作題方針を適切に具体化した問題であったと考えている。一方で、問題文を読んで題意を読み取るのに時間が掛かる。正確さを保ちつつ、問題文を簡潔明瞭にする努力を今後も継続したい。

問1 bは気体の体積を求める計算問題であり、NeではなくKrの体積を問う設定にすることで、問題文の内容を正確に理解しているかを問う工夫がなされた問題であると評価された。NeとKrが同じ物質であることに気づけないと正解を得るのが難しいとする指摘もあったが、この点はアボガドロの法則の本質であり、適切な出題であったと考えている。問2 aは SrCO_3 の熱分解反応を題材とした定比例の法則に関する問題であり、反応に関与する物質の質量に関する基本的な理解を問う適切な出題であると評価された。一方、問2 aは実験Ⅱの狙いや意図を問うもので、問2 bへの足掛かりとなるが、問題は連動しておらず、解答上の問題は生じないと考えている。問2 bは実験に基づいてSrの原子量を求める計算問題であり、与えられたデータから解答に必要な情報を得る思考力、解析力が必要な問題であると評価された。一方、方眼紙が与えられているが、グラフを用いなくともSrの原子量を求めることができたため、方眼紙を与えることで受験生がむしろ解答に時間を要したのではないかという意見があった。しかし、計算はやや煩雑であり、グラフを用いることでより具体的・視覚的に現象を捉えることができることから、抽象的な思考を苦手とする受験生であっても解答の足掛かりを得やすい方眼紙の提示は適切であったと考えている。問3は実験に基づいて混合物の組成を求める計算問題であり量的関係の理解を問う基本的な問題と評価された。一方、量的関係に関する問題は、第1問の問5 bや問9にもみられ、出題分野に重複が感じられるという意見があった。これらは異なる化学現象からの出題であり、重複とは考えないが、限られた問題数の中での出題内容の分散については、今後も注意深く検討したい。

4 今後の作題の留意点

本年度は、センター試験から共通テストへと移行してから2回目の共通テストとして実施された。今後の共通テストの作題においても、昨年度および今年度の問題作成方法を継続し、大いに活かしていきたいと考える。

共通テストでは従来よりも深い思考力・判断力・表現力等を問えるよう鋭意問題作成を進めてきたが、高等学校教科担当教員、日本化学会、及び日本理化学協会からの意見を尊重しながら行っていく方針や「指導要領に準拠しつつ、基本的な知識や思考力を確かめる」という理念等、センター試験で進めてきた方針は今後とも踏襲されるべきであると考えている。

これまでに要望が多かった「実験に関する問題やグラフ読み取り問題」及び「科学的なものの考え方や身の回りの化学的現象に対する理解力を問う問題」についても、積極的に取り上げていきたい。「化学基礎」は、主に専門的な化学を学ぶことがない文系の生徒が受験する科目であり、一般社会人の化学に関する素養を高め、身の回りの化学を理解し、安全な生活を送るための基本であることを意識して、良問の作成に一層の努力を続けて高等学校の化学教育と理科教育全体の発展に寄与したい。

さらに、化学が記憶科目と誤解されることを危惧して、単純な記憶だけによって正解が導き出せる設問は少なくした。基礎的知識を基にして、科学的に判断する力が、社会生活では大切である。この点に鑑み、多くの問題において、複数の事項を把握して、判断力、推察力、全体把握力がないと正解へと結びつかないような問題作成の工夫を行ってきた。今後も、過度に難しくなることを避けるように配慮しつつ、こうした思考力や判断力を十分に判定できる問題作成の努力を継続していきたい。

化 学

1 出題教科・科目の問題作成の方針（再掲）

- 科学の基本的な概念や原理・法則に関する深い理解を基に、基礎を付した科目との関連を考慮しながら、自然の事物・現象の中から本質的な情報を見いだしたり、課題の解決に向けて主体的に考察・推論したりするなど、科学的に探究する過程を重視する。問題の作成に当たっては、受験者にとって既知ではないものも含めた資料等に示された事物・現象を分析的・総合的に考察する力を問う問題や、観察・実験・調査の結果などを数学的な手法を活用して分析し解釈する力を問う問題などとともに、科学的な事物・現象に係る基本的な概念や原理・法則などの理解を問う問題を含めて検討する。

なお、センター試験で出題されてきた理科の選択問題については、設定しないこととする。

2 各問題の出題意図と解答結果

問題は大問5つからなり、設問数を31、解答数を34とした（令和3年度共通テストは、設問数26、解答数31）。各解答に対する配点は難易度により2～4点とし、合計100点とした。実験に関する問題を5問、グラフから判断する問題を5問、計算問題は11問とした。正解を導くのに複雑な計算や操作を必要としないように数値を考慮した。問題の表現も工夫し、紛らわしい選択肢を少なくして解答を導きやすくする一方で、化学的な思考力を問う問題の比率が高くなるように努めた。

第1問 問1は分子の化学結合に関する基礎的な知識を問う問題であった。問2は実在気体の理想気体からのずれを、数値計算を含めて考察させる問題であった。問3は減圧沸騰に関する実験を題材として、分子の挙動を正しく説明されている記述を問う問題であった。問4は溶液の凝固点降下のデータから溶質分子の会合の挙動を考察させる過程で、実験データを読み解く科学的思考力・判断力を問う問題であった。

第2問 問1は反応速度の基本的知識や概念に関する理解を、問2は電気分解に関する計算を含む基本的理解を、問3は溶解平衡と溶解度積に関する計算を含む基本的理解を、問4 aは表に示された温度と体積の関係から化学平衡の移動に関する理解を、問4 bは反応における物質質量の変化について計算を含む理解を、問4 cは反応熱に関する思考を問う問題であった。

第3問 問1はリンの単体や化合物の定性的な基礎知識を、問2は4種類の金属元素について定性的な性質から適切な元素を考察する思考力を、問3はMgおよびAgの化合物の性質と酸化還元反応および電池の起電力について総合的に分析するための思考力及び計算力を問う問題であった。

第4問 問1は有機化学実験に関する基本的な知識と思考力を、問2は有機化合物の反応と異性体に関する基本的な知識と思考力を、問3は合成高分子の重合度の定量的理解力と有機化合物の反応に関する理解を、問4は合成高分子化合物に関する基本的な知識と化学反応式に関する思考力を問う問題であった。

第5問 水溶液中の金属イオンの錯体形成に関する総合問題で科学的な思考力を問う問題であった。問1はキレート試薬の合成方法について定性的な概念から考察する思考力を、問2は金属イオンと配位子の量的関係から生じる錯体の質量を求める計算力を、問3は合金中のCuの含有率についてグラフと実験結果を活用して定量的に分析する思考力を問う問題であった。

3 出題に関する反響・意見についての見解

出題範囲については、「化学」の各分野からバランス良く出題されており、学習指導要領に準拠した、学習内容の達成度を確認するための適切な問題となっていると評価された。

共通テストでは、これまで高分子化合物と生体関連分子に関する大問を選択問題としてきた形式を改め、全問必答問題とした。ただし、高分子化合物は高等学校で最終期に学習する内容であるので、受験者に過度な負担とならないように配慮した。

実験・観察や図表・グラフを踏まえた問題を本年度も引き続き出題しており、化学という学問分野の観点から、高く評価された。これらの問題数はそれぞれ5問であり、全体的な難易度の観点からも適切であったと考えている。今後もこの方針を継続していきたい。

高等学校教科担当教員、日本化学会、及び日本理化学協会の意見・評価に集約されている批判や意見のうち、個々の設問については以下に本分科会の見解を述べる。

第1問 問1は三重結合を持つ分子を選ばせる問題であり、化学の学習基盤としての化学結合の理解度を問う問題として適切であると評価された。問2は実在気体に関する計算問題であり、必要な情報をグラフから読み取って数式を処理する技能を問う問題で適切であると評価された。問3は純物質液体が示す沸点の圧力依存性と、沸騰における分子挙動を減圧沸騰の実験に即して考察させる設問であった。減圧沸騰に関する記述を理解したうえで、凝縮による気体の圧力の減少と沸騰する温度の関係を関連付ける必要があり、蒸発に関する正しい知識と思考力を必要とする問題と評価された。この問題は複数題組合せ解答形式であるが、沸騰に関する基本的知識を総合的に判断するものであり、適切な設問形式であると考えられる。問4は溶液の凝固点降下から溶液中での溶質の会合挙動を考察させる問題であった。グラフの読み取り、数値計算、数学的手法を用いた化学平衡の理解を含む総合的な学力が問われており、実験の結果などを数学的な手法を活用して分析し解釈する必要があり良問であると評価された。問4bとcは難易度が高いとの指摘があったが、段階的な思考を促すように誘導をした。今後も思考のプロセスを考えさせる問題を提案したい。

第2問 問1は反応速度に関する基本的な理解を問うものであり、適切な問題と評価された。問2は電気分解において反応式を考慮して水素イオン濃度の増加量から電流を流した時間を考えさせる問題であり、複数の基本的な段階の計算を正確に行う必要がある点で難易度が高いという指摘もあったが、全体としては適切であると評価された。問3は飽和水溶液のイオン濃度から溶解度積を計算し、溶液の体積変化に注意して濃度を考えさせる基本的な問題であると評価された。本問はNaCl水溶液を滴下した問題設定になっており、教科書の沈殿滴定におけるAgNO₃水溶液を滴下する滴定と逆の滴定を理解し考察する能力を見る設問であった。この問題設定は、化学平衡の状態は本質的に何かを問う良問と評価された。問4はNO₂とN₂O₄の平衡の移動を題材として、化学平衡の移動の理解、平衡状態における物質質量比の理解、反応熱についての思考を問う問4a～cからなる中間であった。与えられたデータから解答に必要な情報を得るといって、共通テストの問題作成方針である思考力、判断力、表現力を問う問題であった。問題の設定は受験生の理解の程度を段階的に正確に評価できるもので好ましいと評価された。

第3問 問1はリンの単体や化合物の定性的な基礎知識を問う問題であり、適切な問題と評価された。問2は4種類の金属元素の定性的な性質や、電池の電極としての用途から適切な元素を

考察する問題であった。問3はMgおよびAgの化合物の性質と酸化還元反応, および電池の起電力について総合的に分析する問題であり, 適切な出題内容であると評価された。

第4問 問1はエチレンの合成実験に関する問題であり, 適切な問題であると評価された。問2は芳香族化合物の反応と異性体に関する問題であり, 複数の内容を組み合わせ, 基本的な知識の理解度を判定する問題であった。異性体の構造と反応を関連付け適切に区別する必要がある, 有機化学の基本的な問題であった。問3は高分子化合物の反応を題材とした計算問題であり, 計算も簡単になるように工夫されていると評価された。問4 aは塩化ビニルとその重合体に関する問題で, 基本的で適切な問題であると評価された。問4 bは未知反応の化学反応式の係数を考えさせる問題であり, 基礎的な内容に関する適切な問題であると評価された。問4 cは複数の反応を組み合わせた思考力を問う問題であり難易度は高いが, 良問であると評価された。第4問全体として, 有機化合物と高分子化合物の範囲で作問しているが, 本試験と追試験の限られた問題数のなかでバランスよく出題することを心掛けた。今後もこの方針を維持する予定である。

第5問 問1 aはエステル合成に関する問題であり, 基本的で適切な出題であると評価された。問1 bは有機化合物の反応における反応物と生成物の構造的な関連に関する問題であり, 教科書で扱わない視点からの問題であった。反応機構や反応経路についての思考力をみる問題と評価された。問2は金属イオンの物質質量と沈殿量の関係を問う問題であり, 正しいグラフを選択させるやや難しい設定であるが, 量的理解を見る適正な出題であると考えた。問3 aはグラフを読み取る力, 酸・塩基に関する知識が必要であり, 解答に複数の段階を経る問題であった。必要な知識は基礎的なものであり, グラフも曲線の違いがはっきりしていることから, 難易度としては適切であった。問3 bは基本的な内容を扱う適切な出題であると評価された。計算には割り切れる値を与えており, 化学とは関係ない負担を避けるようにした。問2と問3 bは見かけ上類似しているが, 前者はグラフを読み取る問題, 後者は組成に関する計算問題であり, 異なる能力を問う問題であると考えた。

4 今後の作題の留意点

2回目の共通テストが終了したので, 今後はこれまでの結果と, 高等学校教科担当教員, 日本化学会, 及び日本理化学協会から頂いた意見を参考に, 更に鋭意工夫を続ける予定である。

これまでに要望が多かった「実験に関する問題やグラフ読み取り問題」及び「科学的なものの考え方や身の回りの化学的現象に対する理解力を問う問題」については, 引き続き積極的に取り上げていきたい。また, 化学において重要な思考力, および計算力を伴う問題の量的なバランスに関しては, 必要な解答時間を含めて引き続き検討していきたい。さらに, 「理科科目間の平均点の差がについてはできるだけ小さくなるように」出題者間で配慮し, 良問の作成に一層の努力を続けて高等学校の化学教育と理科教育全体の発展に寄与したい。

さらに, 化学が記憶科目と誤解されることを危惧して, 単純な記憶だけによって正解が導き出せる設問は少なくした。基礎的知識を基にして, 科学的に判断する力が, 社会生活では大切である。この点を鑑み, 多くの問題において, 複数の事項を把握して, 判断力, 推察力, 全体把握力がないと正解へと結びつかないような問題作成の工夫を行ってきた。今後も, 過度に難しくなることを避けるように配慮しつつ, こうした思考力や判断力を十分に判定できる問題作成の努力を継続していきたい。