

第3 問題作成部会の見解

1 問題作成の方針

平成25年度大学入試センター試験（以下「センター試験」という。）は、高等学校の教育課程が平成15年度から現行課程に移行して8回目の試験として実施された。「化学 I」の本試験の受験者数は231,945人であり、理科の中で最多である。

平成25年度問題作成方針は従来の方針と比べて大きな変更点はない。センター試験の従来の問題作成方針にのっとり、過去の試験の実施結果とそれらに対する高等学校教科担当教員、日本化学会大学入試問題検討小委員会及び日本理化学協会大学入試問題検討委員会化学部会からの意見を参考にして問題を作成した。また、各大学の最近の問題及び他の科目との重複を避ける配慮をした。

「化学 I」の作題の基本方針を以下に記す。

- (1) 現行の高等学校学習指導要領に準拠し、教科書に記載されている事項を基礎として、基本問題・発展問題・応用問題ともに、その範囲を越えないように留意する。
- (2) 高等学校学習指導要領の基本方針である科学的な思考力や応用力を問う問題をなるべく多く作成する。
- (3) 化学の基礎事項についての正確な知識が問えるように作題する。
- (4) 化学の応用力が評価できるように作題する。
- (5) 実験や観察に基づいて化学現象あるいは実験操作を把握するような問題を出題する。
- (6) 高等学校の「化学 I」で取り上げられる事項を、全般にわたって偏りなく作題する。その包含する範囲については、上記高等学校学習指導要領から逸脱のないように配慮する。
- (7) 教科書に記載してある事項を確認し、特定の教科書に偏らないように配慮する。また、科学技術の現況を捉えつつ最新の結果を取り入れる。
- (8) 平均点が60点程度になるように難易度に留意して作題する。
- (9) 設問の形式・方法・表現の明快さと配点の公平性に配慮する。
- (10) 60分の試験時間内に解答できる分量とし、設問の配列に配慮する。
- (11) 詳細な評価が可能になるように、高得点者を識別できる問題、低得点者を識別できる問題、全体として識別力のある問題、を取り混ぜてバランスよく出題する。
- (12) 複数の答えの組合せの中から正答を選択させる形式の問題を多用しないように配慮する。

これらの方針に基づき、物質の構成、物質の変化、無機物質、有機化合物の化学全般をカバーしながら、基本的な知識を問う問題、思考力を問う発展問題、それらの応用問題と計算問題、グラフから判断する問題、実験に関する問題という多角的な問題形式で作題した。出題にあたっては日常生活に関連の深い化学の中から、多くの教科書に記述がある内容を取り上げるよう配慮した。

2 各問題の出題意図と解答結果

問題は4つの大問からなり、全設問数を27問、全解答数を33とした。各解答に対する配点は難易度により1～4点とし、合計100点である。グラフから判断する問題を3問、実験に関する問題を3問取り上げた。また、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

した。計算問題の出題数は例年より2題増えたが、数値を考慮して、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した。

本試験における平均点は63.67点で、標準偏差は21.16であった。「平均点はなるべく変動しないこと及び標準偏差がなるべく大きいこと」がセンター試験の問題として必要なことと考えている。昨年は、直前の2年間の平均点が50点台に下がってしまっていたが、65.13点にまで上がった。今年度も問題の難易度、選択肢を調整し平均点60点を目標して作題した。その結果、昨年度より1.46点減少したが、目標の平均点が得られた。

第1問

- 問1 a 同素体について、その基本的な理解を問う。
- 問1 b 典型的な分子の化学結合について、その基本的な理解を問う。
- 問2 元素の周期表について、その基本的な理解を問う。
- 問3 硫酸水溶液を題材として、物質の濃度・密度について、その基本的な理解を問う。
- 問4 さまざまな物質や状態を題材として、物質量に関する基本的な理解を問う。
- 問5 金属酸化物の還元を題材として、原子量・組成式に関する基本的な理解を問う。
- 問6 身のまわりのさまざまな出来事を題材として、それらの反応や変化に関する理解を問う。

問1、問2は化学の基本的知識あるいは基本的理解を問う問題、問3は簡単な計算により質量パーセント濃度とモル濃度の関係を問う問題、問4は典型的な物質を題材として、物質量に関する基本的な理解を問う問題、問5は計算により原子量と組成式の間を問う問題、問6は「身近な化学」、「生活に密着した化学」を意図した問題である。いずれも基本的な問題とみなしている。第1問全体の平均点は「化学I」の平均点を大きく上回ったが、問5については正答率がやや低かった。

第2問

- 問1 熱化学方程式を作成できるかを問う。
- 問2 生成熱、燃焼熱とヘスの法則についての理解を問う。
- 問3 酸化剤と還元剤の定義が理解できているかを問う。
- 問4 滴定などで使用する器具の使用法の理解を問う。
- 問5 酸・塩基反応の当量関係の計算と、反応熱についての理解を問う。
- 問6 鉛蓄電池を充電する際の硫酸電解質と、鉛電極活物質の質量変化の関係を問う。
- 問7 NaClの電気分解によるNaOHの生成における生成量と、それに必要な電気量・電流の関係を問う。

第2問の全問にわたって、基礎的な知識力、解析力と計算力、さらには思考力などを問う基本的な設問とした。第2問の7つの設問のうち計算問題が3問であったが、思考力と計算力を必要とする計算問題である問5の正答率が平均よりも低いだけで、他の計算問題である問1と問7は正答率が高く、受験者にとっては慣れている問題であったかもしれない。問2は燃焼熱、反応熱の意味とヘスの法則の理解を問う基本的な問題であるが、これまでにない出題形式であったためか正答率は低かった。問3の酸化還元反応に関する問題、問4の実験操作に関する問題は標準的であり、正答率も高かった。しかし、グラフを用いて問う問題で

ある問6の正答率は第2問中で最も低かった。これは、鉛蓄電池の放電時、充電時の各電極での反応式を確実に理解していることが要求される問題であることと、グラフを読み取る問題を不得意とする受験者が多いことによると考えられる。また、第2問のすべての設問について、全体として識別力のある問題と判断できた。

第3問

- 問1 一般的な無機物質の工業的製法についての理解を問う。
- 問2 14族元素の単体の性質についての理解を問う。
- 問3 酸性酸化物、塩基性酸化物、両性酸化物についての理解を問う。
- 問4 硫黄化合物の性質についての理解を問う。
- 問5 銅の単体及び化合物の性質について理解を問う。
- 問6 水酸化鉄の沈殿、酸化鉄の生成、その量論についての理解を問う。
- 問7 塩素発生を例に、気体発生実験に関する理解を問う。

第3問は、標準的な問題に加えて正答率が低かった問題も含まれたことから全体の平均点は「化学 I」の平均点を下回ったものの、概ね目標とする正答率に近い結果が得られた。各問の正答率にはばらつきがあり、問2～6が平均的で、問7は高く、問1が低かった。問7の正答率が高かったのは、物質の性質としてよく問われる内容であり、受験者にとっては見慣れた設問であったためと思われる。一方、問1の正答率が低かったのは、無機物質の工業的製法になじみがなかったためと思われる。

第4問

- 問1 官能基の構造とその名称を問う。
- 問2 炭化水素の性質、反応、構造的特徴に関する理解を問う。
- 問3 構造式から構造を理解すると同時に、反応様式に関する理解を問う。反応前後の化合物の構造の変化を見出し、どの反応様式に属するものか、判断する。
- 問4 身の回りにある高分子の組成と性質に関する理解を問う。
- 問5 鎖式飽和炭化水素のおよその沸点と融点及びその関係に関する理解を問う。グラフを読み取る力もあわせて問う。
- 問6 エタノールの酸化とアセトアルデヒドの性質に関する理解を問う。あわせて、実験操作と実験に用いる試薬の性質に関する理解を問う。
- 問7 代表的な有機化合物の構造を知り、分子量を計算できる。設問に対する解答を導く過程を通して、原料が生成物に変換した割合の計算方法を知る。脱水縮合反応に伴う分子の変化に関する理解を問う。

第4問全体の得点率は予想された範囲であり、識別力は良好であった。正答率を小問ごとに見ると、問1～3の正答率は高く、官能基の構造や名称、炭化水素の性質、反応、構造的特徴、有機化合物の反応様式に関する受験者の理解度が高いことがうかがわれる。一方、高分子の組成と性質を問う問4の正答率は5割程度であった。一部の教科書に記載がない語句（縮合重合）を用いたことも1つの原因として考えられる。鎖式飽和炭化水素の沸点と融点に関する問5の正答率がやや低かったのは、有機化学の問題にグラフを取り入れた戸惑いがあったのかもしれない。実験を扱った問6は、化学反応より実験に関する標準的な問いを中

心にしたため、正答率は比較的高かった。問7は、出発物質、生成物の化学式と分子量が分かれば容易に計算できる問題であったため、正答率が高いと予想したが、6割程度であった。最終問題であったことの影響を考慮すると、予想した正答率の範囲であると言える。全体として、グラフを用いた問いなど新しい試みがあったが、官能基に関する有機化学の標準的問題を設定したこと、できるだけ平易な表現を用い選択肢の数を厳選したことから、全体の解答時間に余裕が生まれ、昨年度よりも正答率がおおむね高くなったと思われる。

3 出題に関する反響・意見についての見解

本年度の試験問題に対して、内容については、出題範囲は概ね高等学校学習指導要領で指定された内容を踏まえており、教科書の幅広い範囲から出題されていると評価された。第2問で電気化学が2題出題され、やや偏りを感じると指摘された。

また、複数題組み合わせ解答形式は、一つ誤れば全問が不正解になるため、受験者の実力を正しく評価することができないという指摘には、今年度もそのような解答形式を出さなかったことは評価された。ただし、第3問の問3のように5個の選択肢から二つを選ばせる形式について、受験者の理解の程度を正しく判定するための配慮と評価された一方、受験者の混乱を招かないように基本的には1問について一つの解答欄が対応するような出題形式を希望され、出題者に課題が課せられた。

小問数32、解答数33で例年の小問数28、解答数28より増加したが、設問を細かく区切っていて、基礎的な知識を問う設問が多く、分量としては例年並みであり、適当であると評価された。

この評価の要点は、1)標準的な知識を素直に問う問題が多い、2)難易や分野のバランスは適切である、3)実験・観察や図表・グラフの問題は昨年度に比べ大きく増加した、4)教科書によって記述の程度に差があることを考慮していないものが見られた、5)やや設定が複雑な問題が含まれている、などであった。従来からの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御意見を尊重しながら、問題作成部会が作題に工夫したことが、受験者や関係者に受け入れられた結果である。

個々の設問に対しては、表現、題材、問いかけの仕方などに関する批判や意見をいただいている。それらは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。これらに対する本部会の見解の詳細を以下に述べる。

第1問

問1 a 同素体に関する基本問題であり、適切であると評価された。

問1 b 化学結合に関する標準問題であり、適切であると評価された。

問2 元素の周期表に関する基本問題であり、適切であると評価された。

問3 硫酸の濃度単位の変換に関する標準的な計算問題であり、適切であると評価された。

問4 物質の量に関する計算問題で、標準的な問題であり、物質量の定義の理解度をはかる上で、適切であると評価された。

問5 組成式の決定に関する発展的問題で、酸化物の還元による質量減少の割合から酸化物の組成式を求めさせる点でやや難しい問題となっており、計算も煩雑であると評価された。数値は計算結果が割り切れる値となるようにして欲しいという希望も出されたが、ここでは仮

想的な化合物ではなく、実際の化合物、酸化マンガン（Ⅱ）に基づく計算を出題することにした。また百分率は慣れていない受験者も多いとの指摘をうけたが、百分率は中学校段階でマスターしていなくてはならないし、日常的に用いるものであるので、問題作成部会としては、適切な問題と考える。

問6 身のまわりの物質と現象に関する標準問題で、適切であると評価された。ワインの味に関する設問は未成年である受験者に対して、不適切な問題とも指摘されたが、ワインの賞味に関する問題ではなく、ワインビネガーにつながる問題であり、不適切とは考えていない。

第2問

問1 ヘスの法則に関する標準的な問題であるが、反応式が与えられておらず、答えも負の値になるため、計算を間違えた受験者もいたと思われると評価された。正答率は約7割であり、特に困難な問題ではない。用いなくてはならない熱化学方程式は単純であり、反応熱の算出も容易である。吸熱反応もあることは学んでいるはずであり、負の値であることが障害になるとは思われない。日本化学会からは、高等学校で学ぶ「標準状態」は 0°C 、 $1.013 \times 10^5 \text{ P}$ を意味し、熱力学的な標準状態を意味しないので、受験者に混乱を与える可能性があるため、「標準状態」は不要との指摘も受けた。この反応は高温での反応になるため、熱力学的データから求められる反応熱は反応条件とは異なるため、標準状態での反応熱とした。熱力学では厳密には標準状態は温度を指定していないので、 25°C は約束温度（conventional temperature）と呼ばれ、熱力学的データはこの温度で与えられることが多い。高等学校の特別な「標準状態」の定義を改めるべきである。

問2 与えられた反応の反応熱を求めるために、必要な反応熱を選択させる問題で、燃焼熱、反応熱の意味とヘスの法則の理解を問う問題であり、工夫された出題である。やや難しいが、センター試験としては適切な範囲であると評価された。

問3 下線部の物質が酸化剤として働いているものの個数を問う問題であり、受験者の理解の程度を正しく判定できない出題形式であると評価された。記述式であるなら、解答数を制限することなく選択させることにより、受験者が正しく理解しているかを判定できるが、マークシート方式であるために、このような出題形式をとった。追・再試験でも同様の問題が出題されており、問題作成部会の今後の課題として捉えていきたい。塩化スズ（Ⅱ）は教科書では代表的な還元剤として出てくるので、酸化剤として取り上げるのは望ましくないという指摘があったが、ある化合物が酸化剤として働くか、還元剤として働くかは相手の物質によることは知っていて欲しいし、反応式からそれが判断できるはずである。

問4 実験器具の取扱いや操作に関する標準的な問題であり、学校現場での実験を推進する意味から是非取り入れてもらいたいと評価された。ただし、出題にさらに工夫が必要であるとの指摘も受けた。「標線に液面の底が合うように」という表記に戸惑った受験者もいたのではないかと指摘されたが、これはまさにホールピペットやメスフラスコを用いて実験をする際には、注意されるべき重要な点であると考えられる。

問5 中和熱に関する発展的な計算問題と評価された。有効数字の不一致が指摘されたが、乗除計算に利用されるデータの有効桁数が異なる場合、算出されるデータは有効桁数が最も小さい値に支配されるので、問題ないはずである。

問6 鉛蓄電池の反応の量的関係を、グラフを用いて問う問題で、難度が高いと指摘された。

実際正答率は第2問中で最も低かった。充電時の電源の極から、蓄電池の電極の正負を判断できること、放電時、充電時の各電極での反応式を確実に書けることが要求される問題であった。

問7 電気分解に関する標準的な計算問題という評価と、計算も煩雑であり、センター試験の問題としてはやや難しいという評価に分かれたが、正答率は6割台半ばで特に低くはなかった。

第3問

問1 工業的製法に関する問題であり、無機物質の工業的製法を詳しく学ばないので、受験者が戸惑ったと評価された。特に正解の④については、フッ化カルシウムと濃硫酸の反応は教科書に記載があるが、適切ではないとの指摘があった。この反応は弱酸の塩に強酸を作用させて弱酸を発生させる典型的な例であるが、塩酸を使うと塩化水素が副生することになる。単に“フッ化カルシウムと濃硫酸”と覚えるのではなく、なぜ、濃硫酸を用いるのかまで考えるよう丁寧な指導が望まれる。最も多く選択された誤答①については、鉄鉱石から銑鉄を作る高炉と銑鉄から炭素を除く転炉の理解が曖昧だったためと考えられる。酸化還元と関連させた指導が望まれる。なお、産業において化学は重要な役割を果たしていることを理解して欲しいと考え作題した。

問2 14族元素の単体に関する標準的問題と評価される一方で、全ての高校生が記憶すべき重要な知識ではないとの評価もあった。族が同じ元素は性質が似ている一方、それぞれ違う性質ももつ。このような元素の性質の多様性も化学の魅力の一つである。14族は特にその傾向が大きく、高校生に知っておいて欲しいと考え作題した。また、フラーレン C_{60} の形状を球状としたことに対して、球殻状と記している教科書もあるので、配慮が必要と指摘を受けた。実際1社の教科書はそのような表現をしているが、球殻状という表現は通常の辞書にはない言葉である。中が詰まっていなければ球状と表現しなければならないとは考えられないので適切だと考える（サッカーボールを始め、球技に用いる多くの球は中空であるが、決して球殻とは言わない）。

問3 酸化物の性質を問う標準的問題で、部分点を与える措置は受験者への配慮と評価されたが、正答率は約5割で余り高くなかった。強塩基と塩をつくる酸化物が酸性酸化物と両性酸化物であることを正しく理解して欲しいと考え作題した。

問4 硫黄の化合物に関する標準的問題と評価された。

問5 銅に関する標準的問題と評価された。

問6 化学反応の量的関係に関する標準問題と評価されたが、沈殿が水酸化鉄(Ⅲ)であることは与えても良いとの指摘を受けた。最終生成物が酸化鉄(Ⅲ)であることを明記しており、化学反応の前後で原子の種類や数が変わらないことは中学理科において学んでいるため、水酸化鉄(Ⅲ)が途中で生成することを明記しなくとも、正解にたどり着くことができる。

問7 塩素の捕集法に関する基本的問題であり、適切であると評価された。

第4問

問1 官能基の名称を選ぶ基本的問題であることを評価される一方で、単に名称を記憶しているかどうかを問う暗記問題であるとも評価された。有機化学において、官能基は極めて重要であり、その名称を確実に覚えていることは肝要である。幸い、正答率は高かったがアミノ基をニトロ基と間違える誤答例が多かった。アルデヒド基に括弧付きで記したホルミル基の名称はほとんどの教科書に記載がないので不要と評価されたが、後者が正式の名称であることを考慮して、あえて併記した。

問2 炭化水素に関する標準的問題であるが、語句を正確に読み取る必要があり、解答に時間を要したと思われると指摘された。しかし、正答率は6割台後半で低くはなく、受験者は題意を理解して問題に取り組むことができたと思われる。

問3 有機化合物の反応に関する標準的問題で、適切であると評価された。

問4 高分子に関する標準的な問題であるが、高分子化合物に関する系統的な学習は「化学Ⅱ」でなされるため、出題には配慮が必要であり、センター試験ではできるだけ避けていたいただきたいとの指摘があった。誤りを選択させる問題であったが、誤りかどうか判断させる部分に下線を引くことにより、題意をより明確にして、「化学Ⅰ」のみの履修の場合にも平易に取り組める配慮はできた。また、「縮合重合」という用語を用いず、「縮合しながら重合する」などの表現を用いている教科書もあるので、十分な確認が必要であるとの指摘も受けた。今後の問題作成に生かしていきたい。

問5 アルカンの沸点の炭素数依存性を、グラフを用いて問う選択問題である。アルカンの沸点についての知識、炭素数5以上のアルカンが液体であることを知っている必要があり、細かい知識に関する問題であると厳しい評価をされたが、個々のアルカンの沸点を問う問題ではなく、炭素数1から8までのアルカンの沸点の傾向をつかむ問題である。メタン、エタンは気体であることは当然知っていなくてはならず、プロパン、ブタンも家庭用燃料としてボンベなどで入手し、気体として使用している。また教科書の中でヘキサンは有機溶媒として使われており、細かい知識を問う問題ではないと考えている。

問6 a 試薬に関する基本問題であるが、アンモニア水を選ばせる問題になっていたため、有機化学の問題とはいえないと評価された。また選択肢にある全ての物質の臭いを知っているわけではないので、不適切な出題と指摘された。有機化学実験に利用される物質には無機物質も多数あり、有機化学実験だから有機化合物に限定する必要はないと考えられる。またアンモニアが刺激臭をもつことは化学を学んだ生徒には必須の知識であるので、仮に他の選択肢の臭いを知らなくても答えられるはずである。

問6 b 有機化学の実験に関する標準的問題である。気体誘導管が水面より上にあることから、「②に関して、生じた物質が気体のまま水に溶けるのであれば、誤った記述となる」との指摘があった。気体誘導管が水面より上にあるのは、逆流を起こさないためである。氷冷するのは生じた物質を確実に捉えるために液化するためで、②はこのことを理解しているのか問うていたのであり、この指摘は当たらない。

問7 化学反応の量的関係に関する標準的な計算問題と評価された。高等学校では、収率の考

え方を学ばないが、出発物質、生成物の化学式と分子量が分かれば容易に計算できる問題として作成したが、正答率は約6割であり高くはなかった。最終問題であり、時間に余裕がなく解答できなかった受験者がいることも反映されていると思われる。

4 今後の作題の留意点

本年実施した平成25年度センター試験の「化学Ⅰ」の本試験の問題は、内容については、化学の本質に関する問いかけをすることによって、センター試験の目標を達成するように努力し、その中で科目間に大きな差が生じないように配慮した。文系生徒も受験することを考慮し、来年度も問題作成において本年度のような出題傾向を維持し、高校化学教育に資するよう努力したい。

本試験の「化学Ⅰ」の平均点は63.67点であり、「物理Ⅰ」の62.70点及び「生物Ⅰ」の61.31点と「地学Ⅰ」の68.68点の間である。高等学校から「科目間の平均点の差」が高等学校での選択履修に鋭敏に反映される、また年度間の変動は少ない方がよい、との指摘を受けている。今年度は昨年度より1.46点減少したが、目標の平均点が得られた。センター試験の目標である「高等学校における学習の到達度を見るための試験」であることを踏まえ、今後も問題の質を損なうことなく、理科系全科目が目標平均点になるよう努力する所存である。また、「化学Ⅰ」の標準偏差は21.16であり、「物理Ⅰ」の20.17、「生物Ⅰ」21.05、「地学Ⅰ」19.71より大きく、相対的に識別力の高い問題であった。

「化学Ⅰ」の作題は、センター試験の報告書に記載の方針“今後の作題の留意点”に基づき、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われている。特に「化学」は実験を基にして成り立つ学問であることを考慮して、実験に関する問題やグラフ読み取り問題の出題をさらに続けて欲しいとの要望を受けている。また、科学的なものの考え方や面白さが分かるような基本的問題の出題、現代の科学技術や身の回りの現象と化学的知識との関連を問う問題は、高校生の化学への興味を喚起する啓発的な問題として重要であるとの意見をいただいている。今後も「高等学校学習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試験」という方針を維持し、また「理科科目間の平均点の差が最小限になるように」出題者間で配慮し、良問の作成にいっそう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。