

第3 問題作成部会の見解

1 問題作成の方針

平成23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6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213,757人であり、理科の中で最多である。

平成23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の通り、過去の試験の実施結果とそれらに対する日本理化学協会大学入試問題検討委員会化学部会、日本化学会大学入試問題検討小委員会、及び高等学校教科担当教員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、その範囲を超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、科学技術の現況をとら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良く出題する。
- (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。出題に当たっては日常生活に関連の深い化学のなかから、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

問題は四つの大問からなり、全設問数を25問、全解答数を28とした。各解答に対する配点は難易度により、3～4点とし、合計100点である。グラフから判断する問題や実験に関する問題を取

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程度であるが、数値を考慮して正答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56.57点で、標準偏差は20.96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が、ここ数年の平均点が60点台で推移していたのに対し、昨年は50点代前半まで平均点が下がってしまった。今年度は、問題の難易度を調整し平均点60点を目指したが、残念ながら平均点の上昇はわずかなものにとどまった。

第1問

- 問1 化学で最も基本的な知識として、電解質である化合物、あるいは典型的な分子中に含まれる化学結合についての理解を問う。
- 問2 典型元素、金属元素、非金属元素などを含む、元素の周期表の基本的理解を問う。
- 問3 原子・分子の成り立ちに関する基本的な理解を問う。
- 問4 水を題材としてモル数及びアボガドロ定数に関する理解を問う。
- 問5 メタンの燃焼を題材として、化学反応における気体の量的関係を問う。
- 問6 身の回りで利用されている物質を題材として、それらの化学的特徴や反応性などを問う。

問1～3は化学の基本的知識、あるいは基本的理解を問う問題、問4はアボガドロ定数を使った簡単な計算を用いる問題、問5は化学量論の基本的な理解を問う問題、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問全体の得点率は「化学I」の平均点をやや上回った。問3、問4の正答率が高かった。しかし、問1 aの電解質の化合物を解答する問題の正答率は予想に反して低かった。教科書において、電解質の定義の記述と、正答となる有機化合物の説明とが大きく離れた箇所に記載されていることが、受験者の思考の妨げになったと考えられる。

第2問

- 問1 反応熱の求め方に関する基本的な理解を問う。
- 問2 水の状態変化に伴う熱の出入りとその定義に関して基本的な理解を問う。
- 問3 熱化学に関する基本的な理解を問う。
- 問4 酸化還元反応に関する基本的な理解を問う。
- 問5 中和滴定の実験と計算に関する理解を問う。
- 問6 電池と電気分解の化学反応と当量関係に関する基本的な理解を問う。

基本的な知識を問うだけでなく、正答を得るには計算力や解析力、加えて定義に基づく論理的思考力が必要な設問とし、難易度に適当にメリハリを付ける配慮を行った。その結果、正答率は「化学I」全体の平均よりわずかに高く、問2を除いて各問とも識別力のある問題であると判断できる。第2問全体としても、識別力があつたと判断できる。

第3問

- 問1 希ガス元素について、単体の性質や構成の理解を問う。
- 問2 種々の無機物質の空気中での加熱による生成物について理解を問う。

- 問3 同素体についての性質や構造の違いについて理解を問う。
 問4 種々の金属のいろいろな酸による溶解性の違いについて理解を問う。
 問5 鉄の精錬に関する知識と還元反応の当量関係の理解を問う。
 問6 水溶液中での金属イオンと陰イオンの沈殿生成反応について理解を問う。
 問7 種々の塩について、それを構成するイオンの種類及び状態についての理解を問う。

第3問は、難しい問題も易しい問題も混在したバランスの良い問題構成であったことから全体の平均点は「化学 I」の平均点をやや上回り、目標とする得点率に近い結果が得られた。各問の正答率には若干のばらつきがあり、問1、問2、問5は平均的で、問3及び問4は高く、問6及び問7は低かった。問3、問4の正答率が高かったのは、物質の性質として比較的よく問われている内容であり、受験者にとっては見慣れていた設問であったためと思われる。一方、問6の正答率が低かったのは、沈殿生成反応は受験者が苦手としていること、そして各金属イオンについて2種類の沈殿反応を問うたことが原因であろう。問7の正答率が低かったのは、「ミョウバン」の構成イオンを知らない受験者が多かったこと、次亜塩素酸イオンが ClO^- であることを知らない受験者が多かったことを示している。

第4問

- 問1 アルコールの合成や反応（性）に関する理解を問う。
 問2 三重結合への水素付加生成物の構造に関する理解とともに、幾何異性体や光学異性体の判別力を問う。
 問3 エステルの加水分解により生じたカルボン酸とアルコールの化学的性質の理解を問う。
 問4 ベンゼンからフェノールを合成するときの反応過程及びそのとき用いる試薬に関する理解を問う。
 問5 a エステル合成法を用いて、安全にかつ効果的に実験を行うための理解を問う。
 問5 b エステルの安定性及び加水分解生成物の構造に関する理解を問う。
 問6 アルコールを材料に分子量から計算した分子式に基づく構造に関する理解度を問う。

第4問の得点率はやや低めであったが、識別度は良好であり、とりわけ問3と問4は優れていた。正答率を小問ごとに見ると、問1や問2の正答率は高く、アルコールの反応や異性体構造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、有機化学の実験体験の有無が正答を導き出す上で有効な問5 bや、様々な構造情報と反応を組み合わせた問6の正答率は低かった。また、実際の実験に即した問5 aや、化学的性質の異なる分子が縮合したエステルに関する問3の正答率も期待したほどには高いものではなかった。

3 出題に関する反響・意見についての見解

本センター試験問題に対して、内容については、「基礎的事項を理解していれば解を導ける問題が多い」として関係各方面から全体として高い評価をいただいた。各試験問題の内容について検討していただいた日本理化学協会、日本化学会及び高等学校教科担当教員からは、設問数、出題範囲、出題分野の割合などは、基礎的な学習の到達度を判断する試験としておおむねふさわしいとの評価を得た。昨年の平均点がそれ以前に比べ大幅に低下したことから、今年度は問題の難易度を調整し平均点が上昇することが期待されていたが、平均点の上昇が小幅なものに留まり、難易度の点

では多少厳しい評価になった。

この評価の要点は、(1)受験者の学力を考慮した、学習内容の達成度を確認する適切なものである、(2)設問の仕方と表現、問題数、配点が適切である、(3)基本的事項を理解しているかどうかを問う問いと思考力を必要とする問題が適切に配置されている、(4)実験・観察や図表・グラフの問題はやや減少した、(5)計算問題は、多段階に及ぶ複雑なものが避けられており、比較的容易に正答を導くことができるようになってきている、(6)複数題の組合せ解答形式は、最小限にとどめられている、などであった。従来からの日本理化学協会、日本化学会及び高等学校教科担当教員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、問い掛けの仕方などに関する批判や意見をいただいている。また、いずれの評価意見においても「年度間の平均点の差」、「科目間の平均点の差」が極力小さくなるよう十分に配慮してほしいとの指摘が寄せられている。このように、率直な批判・評価をいただくことがセンター試験問題の改善に役立っており、各委員会に大変感謝している。

個々の設問に対する御意見は、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述べる。

第1問 問1 aは、電解質である化合物を選ぶ問題であり、電解質は高校生が理解すべき基本的事項であり、有機化合物の知識を複合させた問題で、難易度は高いが適切な出題と評価された。しかしながら、電解質に対する理解を問う問題として、あえて有機化合物を題材に用いる必要はないとも指摘された。正答はサリチル酸であり、正答率は高くはなかった。教科書において電解質の記述箇所とは離れた箇所で行われる有機分子であり、この点、受験者が戸惑ったことが推察される。しかし、サリチル酸と名前に酸であることが明確に示されており、水に溶けて解離することは名前から自明である。このような基礎的内容については、高校生のレベルでも理解できていることが望まれる。

問1 bは、単結合数が最も多い化合物を選択させる問題であるが、選択肢に記述されたすべての有機化合物の構造式を正しく表記し、単結合の数を正確に数える必要があるため、解答に時間を要し、選択肢の数を減らすようにとの指摘があった。しかしながら、選択肢にあげた化合物はいずれも高校生が覚えておくべき基本的な化合物であり、また、正答率は6割を超えていたことから、適切な出題であったと考える。

問2は、3族から11族が遷移元素だと分かっているならばすぐに解答できる問題と評価されたが、教科書の周期表には様々な色分けがされているため、あいまいな知識の受験者は間違えたと思われる。

問3は、原子の電子配置に関する基本的問題であり、正答率も高く、適切な問題と評価された。

問4は、水の分子数に関する標準的な計算問題と評価され、また、密度を用いる問題の出題意義は大きいので、この種の問題作成を続けるように希望されている。

問5は、メタンの燃焼に関する標準的な計算問題と評価され、問題の難易度も高くないと指摘された。

問6は、身の回りの物質現象に関する標準的問題と評価され、今後も身の回りの物質に関する問題作成を続けるように希望されている。選択肢に取り上げたジュラルミンについて、「化

学 I」の範囲で出題することについて疑問が出されているが、日常よく耳にする化合物なので適切であったと考えている。

第2問 多段階に渡る計算問題はすべてを正しく計算しないと正答が得られず難易度が高いという指摘があるが、割り算は割り切れるようにするなど数値を工夫しており、高校生が持つべき計算力を有していれば問題なく解答できるはずである。今後も数値に工夫さえすれば、この程度の多段階計算を課すことに問題はないと考えている。

問1は、化学では見慣れない反応式との指摘もあるが、昨年度と異なり単純な計算で結果が得られるため、結果は正答率が第2問中で最も高く特に問題はない。

問2は、水(液)、水(気)及び水素(気) + 酸素(気)のエネルギー関係が分かっているならば容易に正答できると考えて出題したが、蒸発熱の取り扱いを勘違いした誤答が多かったのは意外であった。「蒸発熱を負ととらえると正答が出ない」という指摘があり、大学で化学熱力学を学んだ目からすると疑義があるのは理解できるが、高等学校教科書ではそのような取扱いは一切していない。反応前後のエネルギーの関係をしっかり把握するように授業で指導することが重要ではないかと考える。

問3は、計算が煩雑との指摘があるが、上記のように数値に配慮しており、正答率も平均より高い。

問4も選択肢が多くやや難との指摘があるが、実際の正答率は7割弱で問題ない出題であると言える。

問5も「表現がややこしい」との指摘もあるが、正答率は標準的である。

問6については、「燃料電池」が参考扱いの教科書が多いとの指摘があるが、過去何度か出題されており受験者は学習対象としているはずである。また日常の話題に上ることが多い題材であり、昨年度には「社会性のある良問」との意見も得ており、出題範囲とすることに問題はないと考えている。ただ燃料電池の反応の説明は、「理科総合A」追・再試験との兼ね合いから反応式を記述できなかったのが残念である。

第3問 問1は、希ガス元素についての理解を問う基礎的な問題であり、標準的な正答率であった。空気の平均分子量の導出に関して空気の組成を与えるべきとの指摘を受けたが、すべて窒素あるいは酸素としても答えが変わらないことから、問題なしと判断している。

問2は、加熱分解反応に関する理解を問う問題であり、標準的な正答率であったことから、良問であったと判断した。

問3は、同素体に関する理解を問う問題である。物質に関する標準的問題として、妥当な問題との評価を受けた。一方で、^{さまつ}瑣末で高校生として知っておくべきではない知識を問う問題との指摘も受けた。解答に当たっては物質の性質を広く理解している必要があるが、頻出問題であり、多様な受験者が想定されるセンター試験の問題として妥当な設問であったと判断している。

問4は、金属と酸の反応に関する理解を問う問題である。妥当な問題とする意見と瑣末な知識を問う問題とする意見があったが、化学の基本として金属の反応性に関する理解を問う観点から、本設問は適切であったと判断している。

問5は、第3問が扱う無機物質が関係する唯一の計算問題であり、計算が容易になるように

配慮されているとの評価を受けた。計算問題としては難易度が低く、基本的な知識が身に付いた受験者にとっては解きやすい良問であったと判断している。

問6は、イオンの組合せによる沈殿生成の可否を問う問題である。一部、「高校生が記憶する必要のない事項」を含むとの指摘を受けたが、基本的な知識を問う妥当な問題と判断している。

問7は、塩を構成するイオンを問う問題である。標準的な問題との評価を受けたが、受験者にとっては想定外の問題であつたらしく、正答率が予想よりも低かった。

第3問には設問の内容について偏りの指摘がなかったことから、全体として無機化学分野でバランスのとれた出題であったと判断した。

第4問 全体に関しておおむね高い評価をいただいた。特に、高等学校教科担当教員の方々より問1、問3、問5 aに関しては適切な問題であるとの評価をいただいた。中でも、問5 aは「実験・観察の重要性を意識させる良問」との評価であった。日本化学会からは、問2、問3について、やや難しいが「思考力と有機化合物に関する基礎的な知識を問う問題」との評価をいただいているが、高等学校教科担当教員の方々からは文章表現に工夫が必要との御指摘をいただいた。今後、さらに受験者の立場に立った文章表現に留意して作題するよう心掛けたい。

問1は、アルコールの反応性を問う基本的な問題であり、高等学校教科担当教員の方々からは適切であると評価された。③は、日本化学会から瑣末な事項であるとの指摘があつたが、すべての「化学I」の教科書に記載されていることから、出題は適切であったと考えられる。

問2は、分子構造と異性体に関する基本的な問題である。反応後の構造を問うためやや難しいとの指摘があつたが、得点分布は識別力の高い結果を示しており、適切な出題であると評価された。

問3は、エステル加水分解と反応生成物であるカルボン酸及びアルコールの化学的性質を問う標準的な問題である。得点分布は識別力の高い結果を示しており、難易度は高いが適切な出題であると評価された。

問4は、クメン法によりベンゼンからフェノールを合成する反応経路を問う基本的な問題であり、得点分布は認識度の高い結果を示しており、適切な出題であると評価された。ペルオキシドの官能基の記載については工夫が必要との指摘があつたが、この点に関しては受験者に分かりやすい表現となるように配慮したい。

問5は、エステル化の実験に関する問題であり、すべての「化学I」の教科書に記載されていることから、出題は適切であったと考えられる。問5 aは高等学校教科教員の方々からも良問であると評価された。

問5 bは、実験操作で起こる変化を注意深く考えさせる問題で適切との評価をされたが、正答率は非常に低い結果となった。この実験は主要な教科書に記載されているが、実際に実験をやっていない受験者には正答に至ることが困難であつたようである。設問の記述に工夫は必要であるが、化学教育における実験の重要性を主張するためにもこのような問題の出題は今後も必要であると考えられる。

問6は、分子量から求める分子式に基づいて構造に関する理解度を問う問題であり、難易度が高いと評価された。実際に正答率が予想よりもかなり低かった。設問の内容自体は標準のレ

ベルであるが、分子式を求めた後に多くの構造式を考える必要があり、解答時間が不足になった可能性は否定できない。

第4問の最後の問題であったことの影響を考慮すると、今後は全体の解答時間にもう少し配慮した出題が必要であると考ええる。

4 今後の作題の留意点

本年実施した平成23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掛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、そのなか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、高等学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56.57点であり、「物理 I」の64.08点、「生物 I」63.36点、「地学 I」64.30点と比べ最も低くなった。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。昨年的大幅な平均点の低下を受けて難易度の高い問題を避ける努力をしたが、結果的にいくつか予想外に難易度の高い問題があり、平均点を下げてしまった。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、理科系全教科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20.96であり、比較的受験者の少ない「地学 I」23.27よりは小さいものの、受験者数の多い「物理 I」の18.59、「生物 I」20.21と比べて大きく、相対的には識別力の高い問題であったと評価できる。

「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、日本理化学協会、日本化学会及び高等学校教科担当教員からの意見を尊重しながら行われている。特に、化学は実験をもと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ほしいとの要望を受けている。また、化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、「理科の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、良問の作成に一層の努力を続けて、高等学校の化学教育と理科教育全般の発展に寄与したい。