

令和7年度春季入学秋季募集 熊本県立大学大学院 環境共生学研究科
博士前期課程 一般選抜試験問題 専門科目 解答例

【専門科目番号：① 専門科目名：海洋生態学】

問1 α 多様性：緑川河口干潟 4、白川河口干潟 3、荒尾干潟 2
 β 多様性：1.3

問2 一般的に動物のC/Nは6、N/Pが22程度である。一方、餌の元素比はC/Nが21.2、N/Pが5となっており、動物の組成比に対して相対的にNが不足していることがわかる。Nはアミノ酸・タンパク質の合成に必須であり、Nが足りないと同化効率が低下して、タンパク質合成が律速される可能性があると考えられる。

問3 現象名：トロフィックカスケード、具体例：ラッコ、ウニ、コンブ間における関係など

問4 シオフキの炭素安定同位体比は-20~-16‰でアサリの炭素安定同位体比(-19~-15‰)とほぼ同程度である。一方、窒素安定同位体比は、シオフキが7~10‰程度、アサリが5~7‰程度で、明瞭に分かれている。したがって、同位体の分別係数を踏まえると、シオフキとアサリでは底生微細藻類と植物プランクトンの寄与は同程度である。一方、シオフキが相対的に微小動物プランクトンを捕食することでニッチ分化していると考えられる。

【専門科目番号：② 専門科目名：環境分析化学】

問1 (1) 適当量の水試料を逆相系の固相カートリッジに通水させた後、メタノール等の水溶性溶媒を加え、トリクロサンを溶出させる。溶出液を1mlに濃縮し、液体クロマトグラフタンデム型質量分析計で測定する。
(2) 適当量の水試料を分液ロートに注ぎ、ヘキサン等の無極性溶媒を加える。その後、液液抽出を行い、クロロベンゼンを有機溶媒相に移す。有機溶媒相を1mlに濃縮後、ガスクロマトグラフ質量分析計で測定する。
(3) 水試料をポリエチレンビンに採取し、硝酸を加える。試料を加熱し、定容した後、原子吸光光度計あるいは誘導結合プラズマ発光分光分析装置などを用いて測定する。濁りがある場合はろ過し、ろ液を試験溶液とする。
(4) ろ過した水試料をイオンクロマトグラフに注入し、溶離液とともにイオン交換カラムに送液し、各イオンに分離する。溶離液の電気伝導度をサプレッサーで低下させた後、各イオンを電気伝導度検出器で検出する。

問2 (1) HPLCで汎用される検出器には紫外・可視光(UV/VIS)検出器がある。UV検出器は重水素放電管、可視光検出器にはタンゲステンランプが用いられる。当検出器により紫外/可視光に吸收帯を持つ物質を測定することが可能である。
(2) HPLC分析において、オクタデシルシリル基を化学修飾した充填剤(C18、ODS)のカラムが汎用されている。C18のような逆相系カラムは疎水性相互作用によって試料中の測定対象物質が保持、分離される仕組みとなっている。
(3) 質量分析計(MS)を連結する理由は、対象物質の検出感度と選択性を向上させることが出来るためである。分離の原理は、まず1段階目のMSで目的のイオン(プリカーサイオン)を分離させ、つぎにアルゴンガスなど不活性ガスを用いてプリカーサイオンを衝突誘起解離させてプロダクトイオンを生成させる。その後、プロダクトイオンを2段階目のMSで質量分離させることで、バックグラウンドノイズを低減させ、より高い感度で検出、定量することができる。

【専門科目番号：③ 専門科目名：大気環境学】

問1 (1) 「量」：ある粒径帯に存在する粒子の総質量（質量濃度）が多いか少ないかを表します。粒子の体積は直径の3乗に比例するため、同じ数でも大径粒子は質量への寄与が非常に大きくなる。したがって、グラフで「量が多い」とされる山は、その粒径帯の粒子が総質量に大きく寄与していることを意味する。

「数」：ある粒径帯に存在する粒子の個数（数濃度）が多いか少ないかを表します。微小粒子ほど個数が多くなる傾向があり、数が多くても個々の質量は小さいため、全体の質量にはあまり寄与しないことがある。

左側の山（超微粒子～凝集核モードという）：数は多いが質量は小さい。主に核生成・凝縮や燃焼副生成物（例：ススの一次粒子や新生した濃縮微粒子）が含まれる。

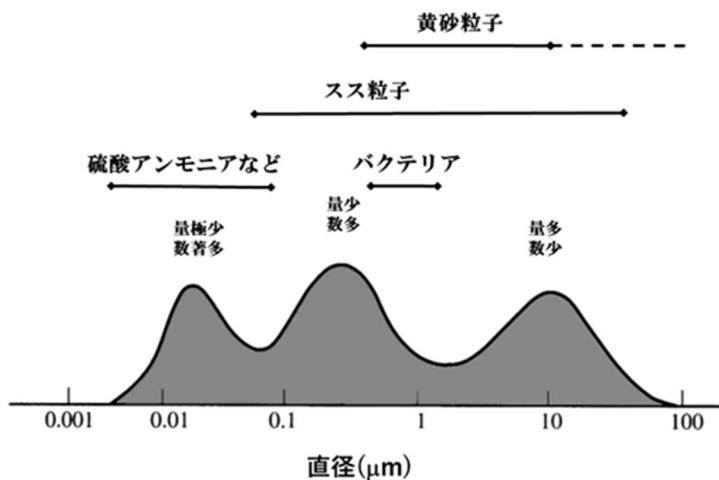
中央の山（蓄積モードという）：数もそれなりに多く、質量への寄与も無視できない。硫酸塩・硝酸塩・有機物などの凝縮による蓄積粒子が多い領域である。

右側の山（粗大モードという）：数は少なめだが、個々が大きいので質量寄与が大きい。生物起源粒子（バクテリア・花粉・黄砂や砂塵など土壤起源など）や粒子集合体が含まれることが多い。数は非常に少ないが、質量への寄与は極めて大きい。

(2) 硫酸アンモニア粒子：概ね $0.05 \sim 0.1 \mu\text{m}$ （「蓄積モード」付近バクテリア粒子：概ね $0.5 \sim 5 \mu\text{m}$ ）

スス粒子（ブラックカーボン等の煤）：概ね $0.05 \sim$ 数十 μm

黄砂粒子（砂塵）：概ね $0.5 \sim$ 数十 μm



問2 バイオエアロゾルは、細菌・真菌・花粉・ウイルス、あるいはそれらを含む混合粒子など、生物由来の微小粒子の総称であり、地球環境や人間の健康にさまざまな影響を与える。

(1) 地球環境への影響

バイオエアロゾルは、大気中で氷晶核や雲凝結核として働くことがある。たとえば、植物や微生物由来の有機物を含む粒子は水蒸気を凝結させやすく、雲の形成に寄与する。特に、氷晶核活性をもつ細菌が多く、氷点下で他の粒子状物質に比べて、氷晶粒子の形成を促進し、層雲の形成および降水に影響を与える。このように、バイオエアロゾルは雲の生成や降水量の変化を通して、地球の放射収支や気候システムに影響を与える。

(2) 人間の健康への影響

バイオエアロゾルには、アレルゲンや病原体がよく含まれる。たとえば、スギやブタクサの花粉はアレルギー性鼻炎や喘息を引き起こす原因である。また、大気中に浮遊するカビや細菌などは、免疫力の低下した人々に呼吸器感染症をもたらすことがある。ウイルスを含むエアロゾルは空気中の拡散することが、インフルエンザなどの感染症を拡大する経路であることが最近の研究で明らかとなった。

まとめ

このように、バイオエアロゾルは地球環境においては雲や降水を変化させる気候因子として、また人間社会においてはアレルギーや感染症を引き起こす健康リスク因子として働くことが近年の研究で明らかにされた。

【専門科目番号：④ 専門科目名：沿岸海洋資源学】

問1 (1) 動物プランクトンの糞や植物プランクトンの遺骸など、海洋生物由来の粒状有機物の沈降による表層から深層への有機物の輸送。

(2) 漁獲可能（許容）量。排他的経済水域内では、沿岸国は TAC を定めて漁獲量がその数量を上回らない範囲で漁獲することができる。

(3) 光強度が植物プランクトンによる光合成速度と呼吸速度が同じとなる補償光強度に相当する深度。補償深度以浅では光合成速度が呼吸速度を上回る。

(4) 酸素発生型光合成を行う生物からコケ、シダ、種子植物を除いたもの。

(5) 炭酸カルシウムの溶解によって CO₂ 分圧が下がった深層水が、表層に戻ることによって CO₂ を吸収する過程

問2 (1) 溫帶・亜寒帯域では太陽放射の季節変動が大きいため、混合層深度の季節変動も大きい。冬季に混合層深度が最も深くなると、深層に豊富に含まれるマクロ栄養塩が表層へ供給される。春季になると太陽放射が大きくなるため、有光層深度が深くなるとともに、混合層深度が浅くなる。植物プランクトンは冬季の鉛直混合によって供給された栄養塩を取り込んでブルームが発生する。

(2) 【考察例】珪藻類は白亜紀に地球上に出現し、当時は海面が現在よりも高かったことから、地球環境は現在よりも温暖であったと考えられている。したがって、当時の海洋環境は混合層深度が浅く、現在よりも貧栄養な環境であった。他の主要な植物プランクトンである渦鞭毛藻類や円石藻類は多様な生残戦略を駆使する K-選択性であり、貧栄養な環境で有利であった。一方、珪藻類は寒冷で富栄養環境で素早く増殖する r-選択性であるため、当時の環境では優占できなかったと考えられる。約 6500 万年前の K/T 境界および約 3000 万年前の南極独立を境に海面が減少しており、地球環境が寒冷化したと考えられる。このような海洋環境の変化は、寒冷で富栄養な環境を好む珪藻に有利に働き、現在海洋生態系で優占するように至ったと考えられる。微化石の調査から、第三紀以降珪藻類の多様性は増加し、渦鞭毛藻類シストおよび円石藻類は多様性が減少したことを示している。

【専門科目番号：⑥ 専門科目名：環境材料科学】

問1 (1) 環境中に存在する微小なプラスチック粒子であり、直径 5 mm 以下のプラスチック粒子または、プラスチック断片と定義されている。

(2) 1次マイクロプラスチックは、製造された時点ですでに 5 mm 以下の小さなプラスチックであり、2次マイクロプラスチックは、プラスチック製品が紫外線等により劣化して小さくバラバラになったものである。

問2 (1) まず、廃棄物の発生抑制（Reduce）をまず第1に考え、つぎに廃棄物の再使用（Reuse）、再生利用（Recycle）熱回収（Thermal Recycle）の順に循環利用し、どうしても廃棄物となるものについても安全化（中間処理）した後、最終処分（埋立）して適正に処理する。

(2) マテリアルリサイクルはプラスチック廃棄物を溶かしてプラスチック原料に戻した後、新たな製品に加工することができるため、加工前のプラスチック原料として利用可能であると判断した。ケミカルリサイクルは溶剤や触媒などを使って廃棄物を

化学的に分解することで、モノマーとして利用可能であると判断した。フューエルリサイクルはプラスチックを油化やガス化したり、他の可燃性廃棄物と混ぜて固体化したりして燃料と/or>することができ、ナフサとして利用可能であると判断した。

問3 ずり応力 : $\sigma = F/A = 1\text{N}/20 \times 10 - 4\text{m}^2 = 5\text{N}/\text{m}^2$
 $= 500\text{Pa} = 5.0 \times 10^2\text{Pa}$
ずり歪み : $\gamma = x/L = 0.5 \times 10 - 4\text{m} / 4 \times 10 - 4\text{m} = 0.125$
ずり弾性率 : $G = \sigma/\gamma = 500\text{Pa} / 0.125 = 4000\text{Pa} = 4.0 \times 10^3\text{Pa}$

問4 水素分子 (H₂) が水素吸蔵合金によって水素分子となり、水素分子が水素吸蔵合金の格子の隙間に入って吸蔵される。

問5 製品やサービスの原材料調達から廃棄・リサイクルに至るまでのライフサイクル全体を通して排出される温室効果ガス排出量を CO₂ に換算し、商品やサービスに分かりやすく表示する仕組みである。消費者が商品やサービスを選択する際の基準となるコスト、品質、デザインと環境を並列させることのできる手法であり、温室効果ガスの排出の少ない製品を選択する際の指標とすることができます。

【専門科目番号 : ⑫ 専門科目名 : 建築設計・住空間計画学】

I 省略

II 省略

【専門科目番号 : ⑭ 専門科目名 : 建築計画学】

問1 介護保険制度成立以前、日本の高齢者介護は「措置制度」に基づき、行政が必要と判断したのみが施設に入所できる仕組みで、家族介護が中心だった。2000 年の介護保険制度導入により、要介護認定を受けた高齢者が自らサービスを選択できるようになり、介護の社会化が進展した。制度成立後は在宅介護の推進や地域包括ケアシステムの整備が進み、施設介護も多様化した。特別養護老人ホームは、常時介護が必要な高齢者向けの公的施設であり、低所得者でも利用しやすい。施設形態には従来型とユニット型があり、従来型は多床室で集団的ケアが中心、費用が比較的安価だがプライバシーに課題がある。一方、ユニット型は個室を基本とし、少人数単位で個別ケアを行うことで生活の質を高めるが、費用が高く孤立感の懸念もある。制度改定後は重度者優先や地域密着型サービスの導入が進み、施設の役割も変化している。

問2 開架式は、利用者が自由に書架を歩き回り、直接本を手に取って選べる方式で、公共図書館などで広く採用されている。利用者の主体的な読書活動を促し、図書館の利用促進にもつながる。一方、閉架式は、資料が書庫に保管されており、利用者は目録や検索端末で資料を探し、職員に請求して出納してもらう方式である。貴重書や保存資料の管理に適しており、国立国会図書館や専門図書館などで用いられる。両方式は目的や利用形態に応じて使い分けられている。

問3 階段室型は各住戸が階段室に面して独立しており、プライバシーや採光・通風に優れるが、建築効率は低い。片廊下型は片側に廊下、反対側に住戸が並ぶ形式で、効率的な配置が可能だが、廊下側の住戸は採光や通風が制限されやすい。中廊下型は中央の廊下を挟んで両側に住戸を配置するため、空間効率に優れるが、両側の住戸とも外部に面しない場合が多く、閉塞感や換気の課題がある。用途や敷地条件に応じて選択される。

問4 センターコアは建物中央に階段やエレベーターなどを集約する方式で、執務空間を外周に配置できるため採光や眺望に優れる。設備の集中によりメンテナンス効率も高いが、避難経路の確保が難しく、小規模建築には向き。サイドコアはコアを建物の端に配置する方式で、動線が明快で避難計画が立てやすい。ただし、コア側の執務空間は採光が劣り、偏心による構造上の制約が生じることがある。用途や規模に応じた選択が重要である。

【専門科目番号：⑩ 専門科目名：食品分析学】

問1 食品中の糖質を定量する方法には、還元法、比色法、機器分析法など様々ものがある。還元法はフェーリング反応を利用する方法で、還元糖がアルカリ性条件下で銅(II)イオンを還元して酸化銅(I)の沈殿を生じる反応を利用する。ベルトラン法、ソモギー変法などがある。また、糖を強酸で加熱するとフルフラールあるいはその誘導体に分解され、これがフェノールなど芳香族化合物と反応して呈色することを利用する比色法も存在する。これらはいずれも比較的簡便ではあるが、個別の糖を定量することはできない。一方、特定の糖を高精度に測定するには酵素法が有効である。例えばグルコースは ヘキソキナーゼ によりグルコース-6-リン酸に変換され、これを基質として NAD(P)H の生成を測定することで、選択的かつ正確に定量できる。さらに、ガスクロマトグラフィーを利用した分析では、糖揮発性が低いため、揮発性を高めるための誘導体化が必要となる。具体的にはトリメチルシリル化により糖を揮発性の高い TMS 誘導体とすることで、ガスクロマトグラフィーによる分離・定量が可能となる。また、液体クロマトグラフィーでは、糖は紫外吸収を持たないことが多いため、屈折率の変化を利用する示差屈折検出器が有効であり、非破壊的に検出することができる。このように、食品中の糖質定量には、還元性や分解生成物を利用した方法、酵素反応を利用した高精度法、さらにクロマトグラフィーによる機器分析法など、多様なアプローチが存在し、目的や試料の性質に応じて使い分けられる。

問2 (1) 以下の事項を記述する

- ・タンパク質以外の窒素（アミン類、尿素、硝酸塩、アンモニウム塩など）も定量されてしまう
- ・一部の窒素（ニトロ基、アゾ基、ヘテロ環窒素など）は捕集されない
- ・分解に時間がかかり危険（濃硫酸使用、亜硫酸ガスなどの発生）
- ・装置が大型で操作が煩雑

(2) ① 分解液に水酸化ナトリウムなど強塩基を加えてアルカリ性とし、加熱蒸留してアンモニアを発生させる。

② 滴定に要した硫酸の物質量は

$$n(H_2SO_4) = C \times V = 0.0500 \text{ mol/L} \times 3.50 \times 10^{-3} \text{ L} = 1.75 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

硫酸 1 mol はアンモニア 2 mol を中和することから

$$n(NH_3) = 2 \times n(H_2SO_4) = 3.50 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

分解液 10.00 mL に含まれる窒素量（モル）はアンモニア量と同じであるため

$$n(N) = 3.50 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

分解液全量（250 mL）に換算すると

$$n(N)_{total} = 3.50 \times 10^{-4} \times 250/10 = 8.75 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

したがって、窒素の質量は

$$m(N) = 8.75 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 14.0 \text{ g/mol} = 0.123 \text{ g}$$

タンパク質量（換算係数 6.25）は

$$m(protein) = 0.123 \times 6.25 = 0.769 \text{ g}$$

試料 3.00 g 中に 0.769 g であることから、100 g 中では

$$0.769/3.00 \times 100 = 25.6 \text{ g}/100 \text{ g}$$

答：食品 100 g 中のタンパク質含量は 25.6 g

- 問3 (1) GLC (気-液クロマトグラフィー) : 移動相は気体、固定相は液体（担体に保持）。成分は揮発後、固定相への「分配係数」の差によって分離される。
- GSC (気-固クロマトグラフィー) : 固定相は固体吸着剤。成分は固体表面への「吸着力」の差に基づき分離される。
- (2) TCD (熱伝導度検出器) : キャリアガスとの熱伝導度の差を利用。普遍検出器、感度は中程度。
- FID (水素炎イオン化検出器) : 有機化合物が水素炎中で燃焼して生成するイオンを検出。高感度・炭素数に比例。非破壊検出は不可。
- ECD (電子捕獲検出器) : β 線源からの電子をハロゲン化合物などが捕獲する現象を利用。感度は非常に高いが選択性。
- (3) 500 kg 果皮 \rightarrow 1.3 kg 精油であることから、収率は
 $1.3/500=2.60 \times 10^{-3}$
 必要な精油量は 100 mg = 0.100 g であることから、必要な果皮量は
 $0.100/(2.60 \times 10^{-3})=38.5$ g
 答: 38.5 g の果皮が必要

【専門科目番号: ② 専門科目名: 食品微生物学】

- 問1 (1) (2) 脱炭酸反応 (3) (4) 小さい (5) (6) 認められていない (7) (8) 低く (9) カビ (糸状菌) (10)

- 問2 (1) 乳酸菌 (2) 酵母 (3) 酵母 (4) 醋酸菌 (5)

- 問3 (1) (ア) 球 (イ) 桿 (ウ) べん毛 (エ) グラム (オ) 内生胞子 (芽胞)
- (2) 以下の通り。
- リボソームは重要なタンパク質合成機能をもつので、遺伝子配列の保存性が高い。そのため、生物種間の遺伝子配列の比較が容易である。
 - 全ての生物に存在し同じ機能をもっている。そのために遺伝子構造の変化が起こる可能性はない。
 - 各生物種には rRNA 遺伝子は 1 種類である。たとえコピーが存在しても遺伝子間の差異はない。
 - 細菌の 16S rRNA (真核生物では 18S rRNA) は長さが約 1,600 塩基から構成されているので、遺伝子の長さが適当である。この大きさは 5S rRNA や tRNA に比べてもかなり多い情報量である。
 - 塩基部分には変異しやすい部分 (可変領域) もあり、大きな分類群のみならず、菌種間分類にも利用できる。

- ・全ての生物種の rRNA には完全に保存された塩基配列（保存領域）があり、直接的に塩基配列が理解でき、また PCR の遺伝子増幅によって塩基配列が容易に決められる。

【専門科目番号：②④ 専門科目名：栄養教育学】

- 問 1 トランスセオレティカルモデルは、変容の進み具合を行動変容ステージで把握し、介入を行動変容プロセスに適合させる枠組みである。ステージは無関心期・関心期・準備期・実行期・維持期に分かれ、段階により有効なプロセス（意識の高揚、環境の再評価、自己の再評価、刺激統制、強化マネジメント、援助関係の利用など）が異なる。意思決定バランスは利益と不利益の比較であり、ステージ進行に伴い利益が上回るようになる。
- 問 2 介入のはしごは、ポピュレーションアプローチの方法とその効果を示すものである。レベル 4 では市町村や健康保険組合がヘルシーメニュー購入者にポイント付与や食堂割引を行い、金銭的インセンティブで選択を誘導する。レベル 5 で、企業食堂が野菜多め・減塩定食を標準メニュー（デフォルト）として設定したり、健康なメニューを魅力的にしたりすることで自然に健康的選択を促す。レベル 6 では自治体がスーパー・コンビニに野菜コーナー拡充や減塩食品の陳列改善を支援し、健康的選択を可能にする環境を整える。レベル 7 では県栄養士会や保健センターが講演会や SNS を通じ、バランス食の重要性を啓発する。レベル 8 では国や自治体が現状の食習慣や栄養摂取状況を定期的に調査し、変化をモニタリングする。
- 問 3 生態学的モデルは、人の行動が個人だけでなく複数階層の環境要因により形成され、相互作用するという原則を核とする。すなわち、行動は個人の知識・態度・価値観などの内的要因だけでなく、家族や友人などの対人関係、学校や職場などの組織的要因、地域社会の物理的・社会的環境、さらに国や自治体の政策や制度といった社会構造的要因が重層的に影響し合う中で決定される。したがって、健康行動を持続的に変容させるには個人教育だけでは不十分であり、社会的支援の強化、職場・学校の制度整備、地域のインフラや食品環境の改善、政策的規制など各階層に働きかける多層的かつ統合的な介入が不可欠である。その他にも、生態学的モデルは、それぞれの行動に特有のものであることが示されている。
- 問 4 二重過程理論は、人の意思決定がシステム 1 とシステム 2 の二つの認知過程から成るとする。システム 1 は直感的・自動的で高速に働き、感情や過去の経験、ヒューリスティックに基づく。一方システム 2 は論理的・分析的で、意識的に時間をかけ熟考して判断する。時間的制約下や情報過多、疲労やストレスが多い場合には十分に意識的に考えることが困難となり、システム 1 による即時の判断が優勢となる。栄養教育ではこの状況を踏まえ、直感的判断でも健康的選択が自然に行われる環境整備が重要である。例えば、栄養成分表示を色やアイコンで簡潔に示す、コンビニや学食で野菜多めの弁当を目立つ位置に陳列するなど EAST などのナッジのフレームワークを活用し、システム 1 の自動的判断でも望ましい行動が取れるよう支援することが手立てとなる。

【専門科目番号：②⑤ 専門科目名：給食経営管理論】

- 問 1 微生物の発育条件は、栄養素（源）、水分活性、温度、pH、酸素分圧が挙げられる。
- 問 2 ノロウイルス感染症の特徴として、少量でも強い感染力であること、短距離であれば空気中を移動すること、人から人へ感染すること、低温・乾燥に強いことが挙げられる。消毒はアルコールではなく、次亜塩素酸ナトリウム溶液（あるいは同等の殺菌効果がある薬剤）を使用する。ウイルスが拡散しないようにペーパータオルなどで静かに拭き取

り、次亜塩素酸ナトリウム溶液等の殺菌効果のある薬剤で浸すように床を拭き、その後に水拭きする。使用したペーパータオルはビニール袋などで密閉して破棄する。

問3 (1) 食材を加熱調理後、速やかに提供 (Serve) する従来型の調理方式。

生産から提供までの時間が短いという長所があるが、作業閑忙の平準化が難しい、生産後に保存できない等の短所がある。

(2) 集中計画生産方式。食材料を加熱調理後、冷水または冷風による急速冷却 (90 分以内に中心温度 3°C 以下まで) を行い、盛り付け後に 0~3°C で冷蔵保管する調理方式。再加熱カートなどで再加熱後、すぐに提供可能。留意点は、オーバー加熱、盛り付け量の標準化、専用機器などの初期費用がかかる、などがある。

問4 大量調理の特性は、廃棄量の変動、煮崩れ、水分量の変動、温度変化が挙げられる。廃棄量の変動については従事者の熟練度、使用機器の影響が大きいため、研修会の実施や下処理方法の視覚化などの対処法が考えらえる。煮崩れは使用する大量調理機器の影響が大きいため、使用機器の検討や機器の検討が困難な場合は煮崩れを減らすための調理手順の工夫などが必要である。また大量調理は一般に少量調理と比べて温度変化が緩慢で蒸発量が少ない特徴があるため、加熱機器の大きさに合わせた食材量の投入などが必要となる。

問5 発達成長期の過程であるため、その時期を理解し、心身両面の発達に適切な栄養供給を計画し、食教育の教材となりうる食事であること。留意点として、年齢に応じたもの、個人差も考慮する。喫食時間中に食べきれるもの、食材は幅広く、理科、家庭科、保健などの強化との連携を図る。