

大学院入学試験問題用紙

2026 年度 1 期

科 目 名	受 験 専 攻	受 験 番 号	氏 名
生物化学・分子生物学 1	食品安全健康学 専攻 博士前期 課程		

問 1 下記の設問に答えなさい。

グルコースが解糖系や (1) といった代謝経路を経て、単純な構造を持つ化合物である (2) まで分解される過程で、NADH や FADH₂ としてグルコースが持っているエネルギーが取り出される。その取り出されたエネルギーは、電子運搬体である 3 つのタンパク質複合体の働きでミトコンドリアの (3) を挟んだプロトン濃度勾配の形に変換され、最終的に大量の ATP が合成される。

(1) 文章中にある空欄 (1) ~ (3) に適切な語句を入れなさい。

(1) クエン酸回路 (2) 二酸化炭素 (3) 内膜

(2) 文章中の二重下線 () について、これら電子伝達系にエネルギーを運ぶ活性運搬体は、どのような形でエネルギーを保持しているか答えなさい。

高エネルギー電子

(3) 文章中の波下線 () について、ミトコンドリアで起こる ADP から ATP への合成反応は何と呼ばれているか答えなさい。

電子伝達系

(4) ミトコンドリアで行われる ATP 合成と類似した仕組みで、葉緑体でも光エネルギーを用いて ATP 合成が行われるが、この光合成明反応と呼ばれる反応系では、ATP 以外にも産生されるものがある。何が産生されるか、またその目的は何か簡潔に答えなさい。

NADPH

光化学系で捉えられた光エネルギーの一部は ATP 合成に用いられるが、残ったエネルギーも十分に大きい。そこで、ATP とともに光合成暗反応でグルコース合成に利用する目的で、高エネルギー電子運搬体である NADPH を合成する。

問 1 下記の語句の中から 1 つ選び、○を付け、その語句について簡潔に説明しなさい。

ミカエリス定数 リゾチーム アロステリック調節 オペロン 選択的スプライシング

酵素反応速度論では、反応の最大速度を与える条件である「酵素の活性部位が完全に占有される」基質濃度の決定は難しいため、代わりに酵素が最大速度の半分で働くときの基質濃度をミカエリス定数と呼び、酵素の性能解析に利用する。

大学院入学試験問題用紙

2026 年度 1 期

科 目 名	受 験 専 攻	受 験 番 号	氏 名
生物化学 ② 分子生物学	食品安全健康学 専攻 博士前期 課程		

次の問 1～3 について () に入る語句を記入し、問 4～6 に答えよ。

問 1

細胞内へ物質を取り込む方法にエンドサイトーシスがある。その際にクラスリンで覆われた (被覆小胞) が形成され、最終的に (ダイナミン) というタンパク質により細胞膜から切り離される。

問 2

DNA 損傷などにより (p53) というタンパク質が活性化され、G1 期から主に (DNA 複製) が行われる S 期への移行が阻止される。

問 3

アクチンとミオシンフィラメントを主体として構成され、M 期の最後に出現する分裂に重要な構造体を (収縮環) と呼ぶ。

問 4

転写因子とは何か？例を挙げて説明せよ。

解答例 転写因子は遺伝子の特定の配列に結合し、転写活性を制御する一連のタンパク質である。

例えば **NF- κ B** は炎症や免疫応答関連遺伝子の転写を誘導する転写因子であり、刺激に応答して核内へ移行し転写を活性化する。

問 5

ウイルスとは何か。知るところを述べよ。

解答例 ウイルスとは、核酸を本体として持つが、自身では代謝や増殖できないため、宿主細胞である細胞の転写や翻訳系を使い増殖している。インフルエンザウイルス、コロナウイルスなど疾患を引き起こすものも多く、ウイルスを構成する核酸の種類によって、DNA ウイルスや RNA ウイルスが存在する。また、エンベロープを持つのと持たないものが存在する他、その大きさも様々である。

問 6

優性変異と劣性変異によるがんの発症メカニズムを簡単に説明せよ。

解答例 優性変異とは対立遺伝子対のどちらかに変異が入り、細胞増殖へ向かうシグナルが常に活性化する変異である。一方、劣性変異変異とは対立遺伝子の両方ともに変異が入り本来機能するがん抑制遺伝子などが不活性化することによってがん化する変異である。

大学院入学試験問題用紙 (解答例)

2026 年度 1 期

科 目 名	受 験 専 攻	受 験 番 号	氏 名
生物化学 ③有機化学	食品安全健康学 専攻 博士前期 課程		

1. 次の化合物 **A** の不斉中心を○で囲み、それぞれの立体配置が **R** か **S** かを示しなさい。

化合物 **A**

2. 化合物 **1** と化合物 **2** から化合物 **3** を生成する酵素触媒反応において、段階 **A** に電子の流れを示す矢印を加え、段階 **A** から段階 **B** に至る反応の機構を完成させなさい。また、段階 **B** において矢印で示された電子の流れから反応生成物である化合物 **3** の構造を予想しなさい。ただし、生成物の立体配置は考慮しないものとする。

3. 以下に示す生体反応において、A~D それぞれに該当するすべての物質を下の語句群から選び、反応式を完成させなさい。

Ans. **A** ⑩ **B** ⑤ **C** ⑥ **D** ⑨

大学院入学試験問題用紙

2026 年度 1 期

科 目 名	受 験 専 攻	受 験 番 号	氏 名
生物化学④分析化学	食品安全健康学 専攻 博士前期 課程		

次の問いに答えなさい。なお、原子量 $H=1.0, C=12, N=14, O=16, Na=23, S=32, Cl=35.5$ とせよ。

問 1 ある市販の硫酸は、純度 98%、密度 $1.84g/cm^3$ である。この硫酸を希釈して $0.005mol/L$ とした。次の問いに答えなさい。

- (1) この市販の硫酸のモル濃度を求めなさい。
- (2) $0.005mol/L$ の硫酸 $100mL$ の適当と考えられる作製法を述べなさい。
- (3) 希釈の仕方が適当だったため、希釈した硫酸の濃度を正確に決めるべく、トリスヒドロキシメチルアミノメタンという 1 価の塩基 $0.0100mol/L$ を用いて中和滴定を行った。ビュレットにトリスヒドロキシメチルアミノメタン水溶液を入れ、コニカルビーカーに希釈した硫酸を $10.00mL$ と pH 指示薬を数滴いれて、滴定を行ったところ、 $10.05mL$ で指示薬の色が変化した。有効数字を考慮して、希釈した硫酸の正確な濃度を求めよ。

問 2 濃度不明の鉄イオン Fe^{2+} を含む水溶液の濃度を決定すべく、 $0.100mol/L$ 過マンガン酸カリウム水溶液を用いて決定した。ビュレットに過マンガン酸カリウム水溶液を供した。濃度不明の鉄イオン Fe^{2+} を含む水溶液が $10.00mL$ 入っているコニカルビーカー（さらに $3.00mol/L$ の硫酸を $10mL$ 添加してある）を温めてから、過マンガン酸カリウム水溶液を滴下した。その結果、 $3.60mL$ でコニカルビーカー内の色が変わったので、滴下を停止した。次の問いに答えなさい。

- (1) 過マンガン酸カリウム水溶液をビュレットから 1 滴滴下したときにコニカルビーカー内の水溶液の色が変化する。どのように変化するか説明しなさい。
- (2) 滴下を停止したときの色はどのような色か、説明しなさい。その色は何に由来する色かについても説明しなさい。
- (3) 鉄イオン Fe^{2+} を含む水溶液の Fe^{2+} の濃度を mol/L で示しなさい。

問 3 緩衝液とはどのような溶液か、「 pK_a 」という用語を用いて説明しなさい。

【解答欄】 解答欄が足りない場合、裏に記述しなさい。

問 1 (1) $18.4mol/L$

(2) 3680 倍希釈するために、市販硫酸 $1.00mL$ に水 $99mL$ 添加して 100 倍希釈
さらにこの硫酸水溶液を $2.72mL$ に水 $97.28mL$ を入れて $100mL$ とする。

(3) $0.00503mol/L$

問 2 (1) 無色透明から黄色（褐色）になる。

(2) 黄色から薄いピンク色

(3) $0.180mol/L$

問 3 pH が pK_a 付近で強酸や強塩基を少量加えても pH がほとんど変化しない溶液のこと

大学院入学試験問題用紙

2026 年度 1 期

科 目 名	受 験 専 攻	受 験 番 号	氏 名
生体分析科学	食品安全健康学 専攻 博士前期 課程		

問 1. 現在、特定の食品において腸内細菌科菌群の有無が規格基準として設けられている。それはどのような食品か、またなぜそのような基準が設けられるようになったのか、腸内細菌科菌群とはどのような細菌群なのか、説明しなさい。

解答例

腸内細菌科菌群の有無が規格基準として設けられている食品は生食用食肉である。これは過去に牛肉の生食によって腸管出血性大腸菌を原因とする大規模な食中毒事故が発生し、多数の重症者や死者が発生したことに起因する。腸内細菌科菌群は腸管出血性大腸菌やサルモネラ菌などを含む菌群の総称で、食中毒菌を多数含むために健康上のリスク因子となる。

問 2. 食品中での微生物の生育に影響を与える環境因子について、特に酸素濃度と水分活性がどのように影響を与えるのか説明しなさい。

解答例

酸素は好気性菌の生育を促す。これは好気性菌が呼吸に酸素を必要とする上、活性酸素に対する防御機構を有しているからである。嫌気性菌は呼吸に酸素を必要としない上に活性酸素防御機構を十分に有していないため、酸素存在下では生育が著しく抑制される。また、微生物が生育に利用できる水分は自由水だけなので、水分活性が低くなる (=結合水の割合が高くなる) と、微生物の生育は著しく抑制される。

問 3. 我々ヒトの腸内にはどのような細菌がいるのか、またそのような腸内常在菌が宿主の健康に及ぼす影響について述べよ。

解答例

我々ヒトの腸内には 1,000 種にもおよぶ多様な細菌が生息しており、代表的なものにビフィズス菌や酪酸産生菌がいる。これらは短鎖脂肪酸などのヒトの健康にとって有益な代謝産物を産生することで、腸管のバリア機能の改善や炎症抑制など、ヒトの健康に良い効果を与える。一方で、毒素の産生や腸管侵入性を持つ細菌も生息している。これらは腸管において炎症誘導などに繋がるため、一般的に病原性菌として扱われる。

問 4. プレバイオティクスの定義について述べなさい。また、プレバイオティクスとして主に利用される食品成分を一つ挙げるとともに、なぜその食品成分はプレバイオティクスとして利用可能なのか説明しなさい。

解答例

プレバイオティクスとは「宿主に健康効果をもたらす共生細菌によって選択的に代謝される基質」と定義され、主にオリゴ糖が利用される。これはオリゴ糖が宿主の代謝系では消化・吸収されずにそのまま大腸までたどり着き、大腸内で善玉菌の生育を促進するためである。

大学院入学試験問題用紙

2026 年度 1 期

科 目 名	受 験 専 攻	受 験 番 号	氏 名
リスク評価学	食品安全健康学 専攻 博士前期 課程		

修士論文研究を進めるにあたり、NAMs (New Approach Methodologies) を見据えた動物実験代替法の開発ならびに展望について論じなさい。

解答例：

近年、化学物質や食品成分の安全性評価において、動物愛護の観点（3Rs の原則：Replacement, Reduction, Refinement）に加え、種差に起因するヒトへの外挿性の限界を克服するため、NAMs (New Approach Methodologies：次世代毒性予測手法) への転換が世界的に加速している。従来の実験動物を用いた毒性試験は多大なコストと時間を要するだけでなく、ヒトの生理的反応を必ずしも正確に反映しないケースもあり、NAMs を活用した代替法の現状把握と今後の展望を視野に入れた理解が重要と考えられる。

現在、開発が進んでいる代替法の核となるのは、in silico (コンピュータシミュレーション) と in vitro (試験管内試験) との融合である。in silico 解析・構造活性相関 (QSAR) やリードアクロス手法により、既知物質の構造から未知物質の毒性を予測する手法や、次世代 in vitro モデルとして単純な平面培養から、iPS 細胞を用いた分化細胞や、生体の臓器機能を模倣した Microphysiological Systems (MPS: 生体模倣システム/Organ-on-a-Chip) へと進化を遂げており、消化管吸収、肝代謝、血中濃度推移を考慮した、よりヒトに近い動態が予測可能になりつつある。

また、リスク評価の観点から、NAMs の実装において鍵となる概念が AOP (有害性発現経路 Adverse Outcome Pathways) である。これは、分子レベルでの初期事象 (MIE) から、細胞・臓器レベルの変化を経て、個体レベルの有害な結果に至る一連の生物学的プロセスをモデル化したものである。

食品安全分野においては、成分の慢性的な摂取による微弱な影響を捉える必要があり、特定のバイオマーカーの変動を AOP に当てはめることで、動物実験の結果を待たずとも、毒性の発現メカニズムを定量的かつ科学的に予測することが可能となる。

今後の展望として、NAMs は単なる「動物実験の代わり」ではなく、「ヒトへの精度が高いリスク評価系」として確立されるべきである。特に食品分野では、多種多様な成分の相互作用や食習慣による長期間曝露を考慮した評価が求められる。しかしながら、完全な移行には課題も多く、現時点では全身性の反復投与毒性や次世代への影響 (生殖発生毒性) を NAMs のみで完全に代替することは難しく、国際的なガイドライン (OECD 等) における標準化とバリデーションが急務である。

博士前期課程において、これら最新のテクノロジーを深く理解し、単にデータを収集するだけでなく、その毒性学的意義を AOP として解釈する能力を高めたいと考えている。そして、NAMs を積極的に取り入れた研究を推進することで、動物倫理に配慮し、より科学的根拠に基づいた高度な食品安全社会の実現に貢献したい。

大学院入学試験問題用紙

2026 年度 1 期

科 目 名	受 験 専 攻	受 験 番 号	氏 名
食品開発学	食品安全健康学 専攻 博士前期 課程		

下記の 1 及び 2 についてそれぞれ記述しなさい。

1. 発酵食品または発酵に関わる微生物に関する研究事例について知るところを述べよ。
2. 植物性食品素材または動物性食品素材から一つ選び、その食品素材に関して下記の①～③について記述しなさい。
 - ①選択した食品素材の名称
 - ②可食部の主な構成成分の重量割合
 - ③上記②から構成成分を 1 つ選択し、その物質特性について

【解答例】

1. (植物性食品または動物性食品のどちらでも回答してよい。)

例 1) 澱粉性食品では久寿餅があるが、小麦でん粉を発酵させた発酵小麦デンプンを原料とした和菓子である。微生物叢に存在する微生物は多種多様であるが、「発酵」という過程が重要でありその期間中に澱粉粒が損傷し、澱粉粒内の構成物質であるアミロース含量の減少やアミロペクチンの鎖長の変化が観察された。原材料の主成分が、たんぱく質、糖質（澱粉など）であると考えられるため、 α アミラーゼやプロテアーゼを菌体外に生産する微生物の関与が考えられる。

- 2.

例 1) 鶏卵について

①鶏卵

②鶏卵の可食部の主要成分は、水分が約 75%、タンパク質約 12%、脂質約 10%で構成され、必須アミノ酸をバランスよく含む食品といわれている。また、主に卵白と卵黄で構成される。

③卵白について：卵白に含まれるたんぱく質はオボアルブミンが主成分で、オボトランスフェリン、オボムチン、リゾチームなどがある。全卵から卵白を分離して攪拌すると気泡が形成されるが、起泡性に寄与する物質はオボアルブミン、オボトランスフェリンで、泡の安定性に寄与する物質はオボムチン、リゾチームと考えられている。泡沫は複数の気泡が集まって形成されており、液相における気泡の分散構造が泡沫に特異な物性を与える。

大学院入学試験問題用紙

2026 年度 1 期

科 目 名	受 験 専 攻	受 験 番 号	氏 名
生理活性物質学	食品安全健康学 専攻 博士前期 課程		

1. ヤマブシタケの二次代謝産物として知られる化合物 1 を含む一連の物質群の名称、薬理作用、臨床における応用の可能性などを中心に知るところを述べなさい。

(解答例)

ヤマブシタケ (*Hericium erinaceus*) は、古くから食用・薬用として利用されてきた担子菌であり、近年ではその二次代謝産物が神経系に作用する点で注目されている。ヤマブシタケの代表的な二次代謝産物として知られる化合物 1 を含む一連の物質群は、エリナシン類 (erinacines) と総称される。

① 物質群の名称と化学的特徴：エリナシン類は主に菌糸体培養物から得られるジテルペノイド系化合物で、エリナシン A をはじめとする多数の誘導体が知られている。

② 薬理作用：エリナシン類の最も重要な薬理作用は、神経成長因子 (NGF) や BDNF などの神経栄養因子の発現を誘導・増強する作用である。これにより、神経細胞の分化促進、神経突起伸長の促進、および、神経細胞の生存維持が引き起こされることが、培養細胞系および動物実験で示されている。さらに、エリナシン A などは血液脳関門を通過可能であることが示唆されており、中枢神経系に直接作用しうる点で注目されている。加えて、抗炎症作用、抗酸化作用、神経炎症の抑制なども報告されており、神経変性疾患病態改善に寄与する可能性がある。

③ 臨床における応用の可能性：ヤマブシタケ由来二次代謝産物は、アルツハイマー病や軽度認知障害 (MCI)、パーキンソン病などの神経変性疾患、および、末梢神経障害や神経損傷後の回復促進、といった分野での応用が期待されている。実際に、ヤマブシタケ子実体粉末や菌糸体抽出物を用いたヒト臨床試験では、軽度認知障害患者における認知機能スコアの改善が報告されており、機能的食品やサプリメントとしての利用が進んでいる。ただし、単離化合物レベルでの医薬品開発については、作用機序の詳細、安全性、用量設定など未解明な点も多く、今後の基礎研究および臨床研究の蓄積が必要である。

④ まとめ：以上のように、ヤマブシタケの二次代謝産物であるエリナシン類は、神経栄養因子誘導作用を中心とした独自の薬理活性を有し、神経変性疾患や認知機能低下に対する新規予防・治療戦略のシーズとして高い可能性を秘めている。今後、医薬品あるいはエビデンスに基づく機能的食品としての応用が期待される。

2. 関節リウマチにおける非受容体型タンパク質チロシンキナーゼである Syk の役割について知るところを述べなさい。

(解答例)

関節リウマチ (RA) において、非受容体型タンパク質チロシンキナーゼである Syk (spleen tyrosine kinase) は、免疫応答と炎症反応を制御する中心的分子として重要な役割を担っている。Syk は主に B 細胞受容体 (BCR) や Fc 受容体の下流シグナル分子として機能し、これらの受容体が刺激されるとリン酸化され活性化される。

RA では B 細胞の異常活性化により、リウマトイド因子や抗 CCP 抗体などの自己抗体が産生されるが、この過程に Syk が深く関与している。形成された免疫複合体はマクロファージや好中球の Fc 受容体を介して細胞を活性化し、Syk 依存的に TNF- α 、IL-6、IL-1 β などの炎症性サイトカイン産生を誘導する。これにより滑膜炎が増幅・持続する。

さらに Syk は滑膜線維芽細胞様細胞 (FLS) においても発現し、細胞増殖や炎症性サイトカイン、ケモカイン、マトリックス分解酵素 (MMP) の産生を促進することで、軟骨破壊や関節破壊に寄与する。また、破骨細胞の分化・活性化シグナルにも関与し、骨吸収を促進することが知られている。

このように Syk は免疫細胞、滑膜細胞、破骨細胞における多様な病的シグナルを統合的に制御し、RA の慢性炎症と関節破壊の病態形成に深く関与している。そのため Syk は RA 治療における有望な分子標的として注目され、Syk 阻害薬の開発が進められている。

大学院入学試験問題用紙

2026 年度 1 期

科 目 名	受 験 専 攻	受 験 番 号	氏 名
生理機能学	食品安全健康学 専攻 博士前期 課程		

問 下記の設問に答えなさい

マクロファージは、リポ多糖 (LPS) によって活性化され、TNF α や IL-1 β のような炎症性サイトカイン遺伝子の発現を誘導する。この LPS の認識から炎症性サイトカイン発現誘導までの細胞内情報伝達経路について、下記の語句を用いて、簡潔に説明しなさい。

MAP キナーゼ I-kB TLR-4 c-Jun プロテアソーム 応答配列

まず LPS は、マクロファージ細胞膜表面に発現している、LPS 受容体である TLR-4 に結合する。この LPS の結合により、炎症応答反応に関わる細胞内情報伝達経路が活性化される。

この情報伝達経路には大きく 2 つあり、その一つが NF-kB 経路である。炎症が起こっていない状態では、転写因子である NF-kB は、I-kB と結合することで不活性化されている。しかし、LPS 刺激によって I-kB が プロテアソーム で分解され、NF-kB が遊離する。この遊離した NF-kB は、核内に移行することで、その 応答配列 を転写調節領域に持つ炎症性サイトカインの遺伝子発現を誘導する。

もう一つの経路は AP-1 経路 (MAP キナーゼ経路) である。LPS 刺激によりタンパク質リン酸化酵素である MAP キナーゼ が活性化され、様々なタンパク質をリン酸化する。MAP キナーゼの一つである JNK は、転写因子 AP-1 のサブユニットである c-Jun をリン酸化することで、AP-1 を活性化する。炎症性サイトカイン遺伝子の転写調節領域には、上記 NF-kB 応答配列だけでなく、AP-1 応答配列を持つ遺伝子も多く、NF-kB と協調的に働き、炎症性サイトカインの遺伝子発現を誘導する。

大学院入学試験問題用紙

2026 年度 1 期

科 目 名	受 験 専 攻	受 験 番 号	氏 名
生体環境解析学	食品安全健康学専攻 博士前期課程		

1. 生体環境解析学での研究では、動物レベル、細胞レベル、試験管レベルでの実験を行う。それぞれの実験の良い点、悪い点について例を挙げて説明しなさい。

模範解答

①動物レベルでの実験 例：マウスに食品素材を投与し、皮膚、肝臓、消化器系などの構成分子にどのような影響を与えるか評価する。

・良い点；生体全体としての反応を評価できる、ヒトへの影響を比較的現実に近い形で推測できる。

・悪い点；倫理的制約が大きい、コストと時間がかかる、個体差が大きく、またある臓器だけの影響ではないため、メカニズム解明が困難である。

②細胞レベルでの実験 例 培養した肝細胞、消化管のオルガノイドに食品素材を添加し、細胞増殖活性、様々な分子の遺伝子発現を解析する。

・良い点；特定の細胞応答や分子メカニズムを詳細に解析できる、動物実験よりも倫理的ハードルが低い、再現性が高い、条件を厳密に制約できる。

・悪い点；血流、免疫系、他臓器との相互作用などが検討できない、細胞が生体内とは異なる性質を示すことがある、個体レベルでの影響予測に限界がある。

③試験管レベルでの実験 例 酵素と食品素材を混合し、酵素活性阻害を測定する。

・良い点；原因と結果の関係を明確にできる、分子間齟齬作用を定量的に解析できる。

・悪い点；実際の生体影響を直接反映しにくい、代謝や細胞応答を考慮できない。

◎生体環境解析学では、動物実験レベルで食品素材の生体への影響を検討し、細胞レベルでそのメカニズムを解析し、試験管レベルでその仕組みを知ることが組み合わせて検討することが重要と考える。