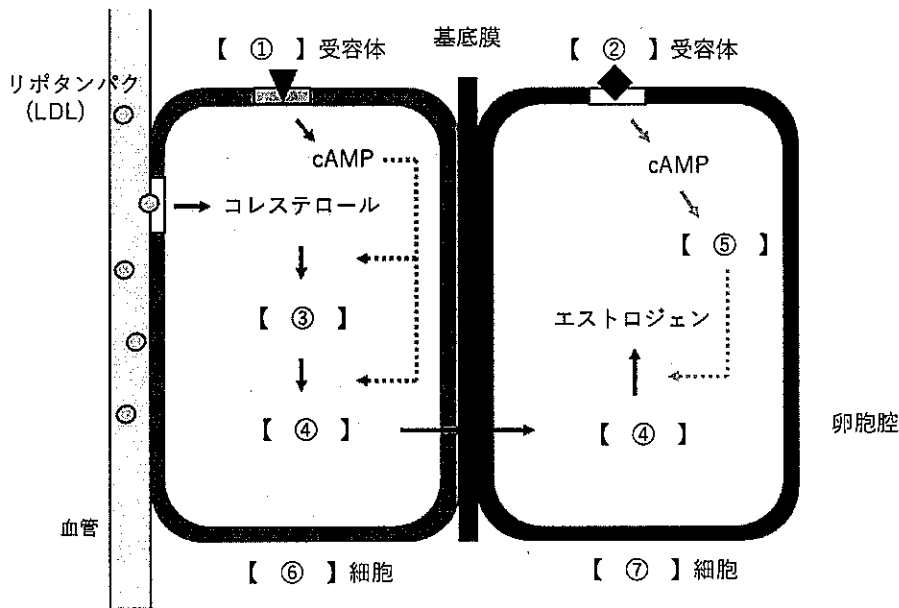


受験 専門科目名	動物生産科学	この科目について (3)枚のうち(1)枚目
-------------	--------	------------------------------

【問題1】(問題1と問題2のいずれか一問を選択)

- (1) 下図は卵胞におけるエストロゲン合成経路を示したものである。以下の問いに答えよ。
- (a) 図中の①～⑦に入る語句を用いてエストロゲン合成の機序を記述せよ。
- (b) エストロゲンは視床下部に作用して、性腺刺激ホルモン放出ホルモン (GnRH)、黄体形成ホルモン (LH)、卵胞刺激ホルモン (FSH) 分泌制御に関与する。この制御機序について記述せよ。



- (2) 哺乳類の胚に生じる明らかな細胞分化は、胚盤胞における内部細胞塊 (ICM) と栄養膜細胞 (TE) への分化である。マウスの胚で、コンパクション直後の細胞が TE および ICM へ分化する過程について、各細胞の位置関係と極性の有無を示しながら説明せよ。
- (3) ウシは、発情周期が約 21 日の完全性周期動物である。すなわち、発情周期中に妊娠が成立しなければ、黄体が退行し、排卵にいたる卵胞が発育する。
- (a) この発情周期中の黄体退行を引き起こす機序を述べよ。
- (b) ウシの拡張胚盤胞の栄養膜細胞を 6-24 時間培養して小胞を作製した。この栄養膜小胞を発情後 7 日目のウシの子宮内に移植したところ、発情回帰が延長した。この発情回帰が延長した理由について考えられる機序を記述せよ。
- (4) ウシの繁殖技術の一つとして定着している胚移植技術の利点を 2 点記述せよ。

2026年度名古屋大学大学院生命農学研究科博士前期課程入学試験

受 験 専門科目名	動物生産科学	この科目について (3)枚のうち(2)枚目
--------------	--------	------------------------------

【問題2】（問題1と問題2のいずれか一問を選択）

- (1) 絶食時には筋肉と肝臓でグリコーゲンが分解される。以下の問いに答えよ。
- (a) 筋肉でグリコーゲンの分解を促進する生理活性物質の名称を記述せよ。
 - (b) 肝臓ではホルモンがグリコーゲンの分解を促進する。このホルモンの名称を記述せよ。また、このホルモンがグリコーゲンをグルコースに代謝する経路を説明せよ。
 - (c) 肝臓と筋肉におけるエネルギー源としてのグリコーゲンの役割の違いを説明せよ。
- (2) 脂質に関する以下の問いに答えよ。
- (a) 胆汁酸の消化過程と吸収過程での役割をそれぞれ1つずつ説明せよ。
 - (b) 消化管内腔に分泌された胆汁酸の大部分は再吸収される。この胆汁酸の再吸収を阻害した時におこるコレステロール動態の変化とその機構を説明せよ。
 - (c) 必須脂肪酸の生理機能を2つ説明せよ。
- (3) タンパク質とアミノ酸に関する以下の問いに答えよ。
- (a) タンパク質分解経路のうち、オートファジーのタンパク質分解機構について説明せよ。
 - (b) アミノ酸インバランスとは何か説明せよ。
 - (c) ニワトリにおいてアルギニンが必須アミノ酸となる理由を説明せよ。
- (4) 動物が摂取した飼料のエネルギーは動物の体内で様々な形で代謝される。反芻動物において、飼料のエネルギーがどのように分配されているのかを以下の語句を全て用いて説明せよ。ただし、同じ用語を何度用いても良い。

[語句一覧：総エネルギー、糞の燃焼エネルギー、代謝エネルギー、内因性尿エネルギー、正味エネルギー、維持、熱増加]

2026年度名古屋大学大学院生命農学研究科博士前期課程入学試験

受 験 専門科目名	動物生産科学	この科目について (3)枚のうち(3)枚目
--------------	--------	------------------------------

【問題3】（問題3と問題4のいずれか一問を選択）

以下の(1)から(8)の項目について説明せよ。

- (1) 雄効果の作用機序
- (2) α -フェトプロテイン (α -フェトグロブリン) の脳の性分化における役割
- (3) ライディッヒ細胞の機能とその調節機序
- (4) セルトリ細胞の機能とその調節機序
- (5) 卵黄ブロックの機序と受精における役割
- (6) 子宮小丘の構造と妊娠期における役割
- (7) 乳腺胞の構造と乳汁合成・排出の機序
- (8) 血管系による精巣温度の調節機構

【問題4】（問題3と問題4のいずれか一問を選択）

以下の(1)から(8)の項目について説明せよ。

- (1) 活性酸素種の一つであるスーパーオキシドの無毒化機構
- (2) 絶食時のケトン体の役割
- (3) トランス脂肪酸の構造上の特徴とそれが多く含まれる食品
- (4) 呼吸商から推測される体内のエネルギー源
- (5) カルシウムの小腸での吸収機構
- (6) ビタミンB6（特にピリドキサルリン酸）の生理機能
- (7) ビタミンE (α -トコフェロール) の肝臓から末梢組織への輸送方式
- (8) β -カロテンのプロビタミンとしての役割

2026年度名古屋大学大学院生命農学研究科博士前期課程入学試験
解答例及び出題意図

専門科目名	動物生産科学
-------	--------

出題意図

【問題 1】

哺乳類の生殖機能制御および繁殖技術を正しく理解しているかを問う。

【問題 2】

糖質、脂質、タンパク質の三大栄養素に関して、栄養生理学的な基礎知識と動物種や臓器間での代謝の違いを正しく理解しているかを問う。

【問題 3】

哺乳類の繁殖生理や初期胚発生に関わる基礎知識を問う。

【問題 4】

微量栄養素を含む五大栄養素の吸収機構と生理機能を正しく理解しているかを問う。

解答例

【問題 1】

- (1) (a) LH が内卵胞膜細胞^⑥の細胞膜に存在する LH^①受容体に結合するとコレステロールからプロジェステロン^②が生成される。さらに、滑面小胞体に局在するいくつかの酵素によりプロジェステロンからアンドロジェン^④が生成される。生成されたアンドロジェン^④は基底膜を通過して、顆粒層細胞^⑤へ供給される。FSH は顆粒層細胞の細胞膜に存在する FSH^③受容体に結合すると顆粒層細胞^⑤におけるアロマターゼ^⑦活性を亢進し、アンドロジェン^④からエストロジェンが生成される。
- (b) エストロジェンは視床下部弓状核に局在するキスペプチンニューロンを介して視床下部からの GnRH、下垂体からの LH および FSH 分泌に抑制的に作用する（負のフィードバック作用）。しかし、卵胞発育に伴いエストロジェンの血中濃度がある一定の値（閾値）を超えると、視床下部前腹側周囲核に局在するキスペプチンニューロンを介して視床下部から下垂体門脈血中に GnRH が一過性に放出され（GnRH サージ）、この GnRH サージに反応して下垂体から多量の LH が一過性に分泌（LH サージ）される（正のフィードバック作用）。
- (2) コンパクション直後は、全ての割球が胚の外側に面しており、極性をもっている。その後、細胞分裂により細胞数が増えると、胚の外側に面した細胞と胚の内部に位置する細胞ができる。胚の外側に面した細胞は、他の細胞と接しない細胞膜をもち、他の細胞と接する面には接着帯が形成されるので、細胞膜と細胞質の極性が維持される。一方、胚内部に位置する細胞は、細胞膜の全ての面が接着帯を持ち、極性を維持できなくなる。これにより、極性を維持した細胞と極性を維持できない細胞がはじめて生じ、前者は TE へ、後者は ICM へ分化する。
- (3) (a) ウシでは、発情周期後期において、子宮内膜で分泌される腫瘍壊死因子 (TNF α) が子宮内膜からのプロスタグランジン F₂ α (PGF₂ α) 分泌を開始させ、この PGF₂ α が黄体に作用してオキシトシン (OT) 分泌を上昇させる。この OT は子宮に作用してさらなる PGF₂ α 分泌を

促し、このポジティブフィードバックが黄体退行を引き起こす。

(b) 発情後7日目のウシの子宮内に移植した栄養膜小胞から分泌されたインターフェロンタウが子宮内膜に作用し、PGF2 α 合成酵素の発現を抑制することにより黄体退行のプロセスを阻害した結果、発情回帰が延長したと考えられる。

- (4) ・ 遺伝的形質の優れた個体から多くの卵母細胞（卵子）を回収し、その胚を遺伝的形質の劣る個体に移植して産子を得ることで、効率よく優良な遺伝的形質を有する個体を増やすことが可能である。
- ・ ゲノム編集やクローン技術、iPS細胞などを利用して作出した胚を個体に発生させる技術として利用できる。

【問題2】

- (1) (a) アドレナリン

(b) ホルモン名：グルカゴン

グルカゴンは肝臓のグルカゴン受容体に結合するとアデニル酸シクラーゼを活性化して cAMP の濃度が上昇する。この cAMP は A キナーゼを活性化し、複数のリン酸化反応を経てホスホリラーゼが活性化される。活性化ホスホリラーゼはグリコーゲンを加リン酸分解し、グルコース-1-リン酸を合成し、その後グルコース-6-リン酸に変換される。さらに、グルコース-6-リン酸はグルコース-6-ホスファターゼによってグルコースとなる。

(c) 肝臓のグリコーゲンはグルコースに変換された後血中に放出され、全身でエネルギー源として利用される。一方で、筋肉ではグルコース-6-ホスファターゼ活性が低く、グルコース-6-リン酸をグルコースに変換することができない。よって、筋肉で分解されたグリコーゲンは筋肉自身のエネルギー源として利用される。

- (2) (a) 消化過程：両親媒性である胆汁酸は、脂肪滴を小さくしてその表面積を広げることでリパーゼなどの消化酵素による分解を受け易くする。吸収過程：胆汁酸は、消化された脂肪酸、モノグリセリド、コレステロールなどとミセルを形成することで水に溶けやすい微粒子となり、その後の脂質の吸収を補助する。

(b) 胆汁酸の再吸収が阻害されると、肝臓で胆汁酸の不足が感知され、胆汁酸合成の律速酵素である CYP7A1 が活性化され、コレステロールから胆汁酸への合成が促進される。その結果、体内のコレステロールレベルは低下する。

(c) ・ 必須脂肪酸はエイコサノイドと呼ばれる局所ケミカルメディエーターの合成材料となる。炭素数 20 の必須脂肪酸がこの材料となり、血液凝固や血管の収縮・拡張などを制御するエイコサノイドが産生される。

・ 必須脂肪酸は、リン脂質の成分として生体膜を構成する。リン脂質の2位に取り込まれた脂肪酸は、生体膜の流動性、膜機能、生体膜で機能する酵素の活性に影響する。

- (3) (a) 粗面小胞体に由来する二重膜がタンパク質を取り込んでオートファゴソームを形成し、その後、タンパク質分解酵素カテプシンを含むリソソームが融合し、タンパク質が分解される経路。

(b) 低タンパク質食を成長期の動物に給餌した場合に、第一制限アミノ酸以外のアミノ酸を少量添加すると、成長の低下、飼料摂取量の低下など、動物にとって好ましくない結果をもたらす現象。

(c) 鳥類では尿素回路が無く、アンモニアと二酸化炭素からアルギニンを合成できないため。

- (4) 飼料が持つ全エネルギーは「総エネルギー」で表される。「総エネルギー」から「糞の燃焼エネルギー」を差し引いたものが可消化エネルギーであり、体内に吸収されたエネルギー量を表す。可消化エネルギーから「内因性尿エネルギー」と呼気から排出されるメタンのエネルギーを差し引いたものが「代謝エネルギー」であり、体内で実質的に利用されたエネルギー量である。「代謝エネルギー」は「維持」と生産のためのエネルギーとして用いられ、その際に発生する熱としてのエネルギーの損失分を「熱増加」という。代謝エネルギーから熱増加を差し引いたものが「正味エネルギー」であり、実質的に体の「維持」と生産に用いられたエネルギー量である。

【問題 3】

- (1) 非繁殖季節の雌ヤギ・ヒツジの集団に、同種の雄を導入することで起こる雌の卵巢機能の活性化効果を雄効果という。雄ヤギ・ヒツジの皮脂腺から分泌されるフェロモンが、雌ヤギ・ヒツジに鋤鼻器・副嗅球で受容され、性腺刺激ホルモン放出ホルモンパルスジェネレーター活動を促進すると考えられている。
- (2) α -フェトプロテイン (α -フェトグロブリン) は、胎子肝臓で多量に合成されるタンパク質であり、エストロゲンに対する強い結合能をもつ。妊娠期の母親由来のエストロゲンも、胎子卵巢から分泌されるエストロゲンも、このタンパク質と結合するため、血液脳関門を通過することができず、雌の脳はエストロゲンの影響を受けないと考えられる。
- (3) ライディッヒ細胞は、精巣内の精細管間隙に存在するステロイド産生細胞であり、黄体形成ホルモン受容体を発現し、黄体形成ホルモン刺激下において、アンドロゲン (テストステロン) を合成・分泌する。
- (4) セルトリ細胞は、精細管内に位置する体細胞で、精子形成段階にある生殖細胞を支持する。さらに、卵胞刺激ホルモン受容体を発現し、卵胞刺激ホルモン刺激下において、アンドロゲン結合蛋白質を分泌し、精細管内のアンドロゲンを高濃度に維持する。また、セルトリ細胞の基底面近くに発達する密着結合により血液精巣関門を形成する。
- (5) 精子侵入により生じる卵子の表層粒の開口分泌により、卵細胞膜の構成成分が変化する現象を卵黄ブロックと呼ぶ。この変化によって、精子の卵細胞膜への融合が抑制されるため、多精子受精を防ぐのに役立っている。
- (6) 子宮小丘は、反芻動物の子宮角に内腔側に多数観察されるボタン状の隆起である。妊娠期には、胎子胎盤と密着して胎盤節を形成し、母体と胎子間の血液を介した代謝的交換を行う。
- (7) 乳腺胞は血管、筋上皮細胞、乳腺上皮細胞、乳胞腔から構成される。乳腺上皮細胞は、乳汁合成に必要な成分を血液から吸収し、乳汁を合成して乳胞腔内に分泌する。乳汁は筋上皮細胞の収縮によって乳腺胞から押し出され、乳管を通り乳頭より排出される。
- (8) 精巣に流入する動脈に静脈がつる状に巻き付いて形成される精索静脈叢において動静脈間の熱交換が行われ、あらかじめ冷やされた動脈血が精巣に流入する。これにより、精巣の温度は体温よりも低く保たれる。

【問題 4】

- (1) スーパーオキシドは抗酸化酵素スーパーオキシドジスムターゼにより過酸化水素と酸素に変

換される。さらに、過酸化水素は抗酸化酵素カタラーゼやグルタチオンペルオキシダーゼにより水に無毒化される。

- (2) 肝臓で産生されたケトン体は血中に放出されて、肝臓以外の組織（特に筋肉や脳）でアセチル CoA に変換されてエネルギー源として利用される。
- (3) 不飽和脂肪酸の二重結合がトランス型のものをトランス脂肪酸と呼ぶ。植物油に水素添加を行う硬化処理の過程でトランス脂肪酸が生じ易く、マーガリンやショートニングに多く含まれている。
- (4) 呼吸商が 1 付近の時には、糖が主たるエネルギー源となっている。呼吸商が 1 を切り 0.8 に近づいた時には、タンパク質（またはアミノ酸）が主なエネルギー源となっている。それよりもさらに呼吸商が低下して 0.7 に近づくと脂肪が主なエネルギー源となっている。
- (5) カルシウムは小腸で主に能動輸送で吸収されるが、受動輸送でも吸収される。能動輸送では、カルシウムがチャネルを通過して細胞内に入り、その後カルシウム結合タンパク質と結合して細胞内を移動し、管腔側から血液中に放出される。一方、受動輸送では、細胞間の間隙を通る輸送経路であり、カルシウムの濃度勾配に依存して吸収される。
- (6) ピリドキサルリン酸はアミノ基転移反応、加水分解などのアミノ酸代謝反応における補酵素として機能する。
- (7) α -トコフェロールは肝臓でトコフェロール結合タンパク質と結合し、VLDL として血中を経て末梢組織に運搬される。
- (8) β -カロテンは動物の体内でビタミン A に変換されて、細胞分化、視覚色素形成などの生理機能を発揮する。