

摂南大学大学院理工学研究科博士前期課程
(生命科学専攻)

2025年度 第3回 入学試験問題

専 門 科 目

受 験 番 号	
---------	--

注 意

- 分子生物学、分子細胞生物学、微生物学、環境科学、基礎化学、分子機能学の各分野に関連する問題1問ずつの合計6問のうち、3問を選択して解答して下さい。
- 問題用紙は7枚綴ですが、切り離さずに、選択した問題は、問題用紙の「選択する」を丸で囲んで下さい。
- 解答は、各問題用紙の空欄など、それぞれの指示に従って記入して下さい。

摂南大学大学院理工学研究科博士前期課程
2025年度 第3回 入学試験問題

分野	分子生物学	選択する	受験番号	
----	-------	------	------	--

次の記述文1～3を読み、以下の問いに答えよ。

記述文1

タンパク質のアミノ酸配列の情報は DNA にコードされており、DNA を鋳型として転写された ^(a) mRNA からタンパク質が翻訳される。タンパク質をコードする領域において、^(b) 連続した ア 塩基の配列 (コドン) がタンパク質のアミノ酸 1 個に対応する。コドンは全部で イ 種類あり、通常、タンパク質を構成する ウ 種類のアミノ酸は エ 種類のコドンによって指定されている。あ とトリプトファン以外のアミノ酸は複数のコドンにより重複してコードされている。

記述文2

翻訳には、mRNA、rRNA、tRNA の 3 種類の RNA が関与している。rRNA と tRNA はいずれもタンパク質に翻訳されない ^(a) ノンコーディング RNA である。tRNA は mRNA 上のコドンとアミノ酸を対応させるアダプター分子として機能している。tRNA は二次構造上では 3 つのステムループ構造と 1 つのステムを含むクローバーリーフ構造を形成し、対応するアミノ酸が い 合成酵素によって お 末端に付加される。rRNA はリボソームタンパク質とともに大小 2 つのサブユニットからなるリボソームを形成する。細菌では、翻訳開始部位の上流にある う 配列と小サブユニットの 16S rRNA の相補的配列がアニールした後、リボソームは開始コドンまで移動する。開始 tRNA が第一コドンに結合し、続いて、大サブユニットが結合する。次に、2 番目のアミノ酸をもった tRNA が結合し、リボソームの え 活性によりペプチド結合ができ、リボソームは mRNA の下流に向かって 1 コドン分移動する。新たなアミノ酸をもった tRNA が結合し、これが繰り返され、ペプチド鎖が伸長する。

記述文3

^(a) DNA の複製は複製開始点から開始される。原核細胞のゲノム DNA には、基本的に カ 個の複製開始点が存在する。お により二本鎖 DNA は一本鎖にほどかれ、DNA ポリメラーゼは RNA か を起点にほどかれた一本鎖 DNA を鋳型にして DNA 鎖を合成する。このとき ^(a) リーディング鎖とラギング鎖では DNA 複製の様式が異なる。

【問1】記述文1～3の ア ～ カ に当てはまる最も適当な数字を解答欄に記入せよ。(3点×6=18点)

解答欄 ア 3 イ 64 ウ 20 エ 61 オ 3 カ 1

【問2】記述文1～3の あ ～ か に当てはまる最も適当な語句を解答欄に記入せよ。(3点×6=18点)

解答欄 あ メチオニン (Met) い アミノアシル tRNA う シャイン・ダルガーノ
え ペプチジルトランスフェラーゼ お (DNA) ヘリカーゼ か プライマー

【問3】下線 (a) について、真核生物の成熟 mRNA の 5'末端と 3'末端にある特徴的な構造の名称を記し、それぞれの構造の役割を簡潔に答えよ。(3点×2+6点×2=18点)

5'末端 名称 5'キャップ構造 役割 成熟 mRNA の安定性と翻訳開始などに関与する
3'末端 名称 ポリ(A)鎖 役割 タンパク合成の開始や終結を促したり、mRNA を安定化する役割を持つ

【問4】下線 (b) について、アミノ酸に対応しないコドンがいくつか存在するが、それらの役割を簡潔に答えよ。(7点)

UAG、UAA、UGA の 3 つは終止コドンと呼ばれ、タンパク質合成の終了を合図する役割を担っている

【問5】下線 (c) について、ノンコーディング RNA には、rRNA や tRNA 以外に microRNA (miRNA) や small interfering RNA (siRNA) などが存在する。miRNA の構造や機能について説明せよ。(12点)

miRNA は 22-26 塩基程度の 1 本鎖 RNA であり、(Ago) タンパク質と結合し RNA 誘導型サイレンシング複合体 (RNA-induced silencing complex: RISC) を形成する。RISC に取り込まれた miRNA は部分的に相補的な配列を有する標的 mRNA と結合し、mRNA の分解を促進したり、翻訳を阻害したりし、遺伝子の転写後発現調節に関与する。

【問6】下線 (d) について、DNA の複製は非常に正確に行われるが、何らかの要因で複製エラーが起き、突然変異を引き起こすことがある。細胞増殖に必須な遺伝子 X のタンパク質のコード領域内に点突然変異が起きたとき、細胞の増殖が ① 変化しない、② 低下する、③ 死滅する、のいずれかの表現型になった。どのような点突然変異が起きたとき、示した表現型になるのか答えよ。なお、遺伝子 X の転写は正常に行われたものとする。(15点)

サイレンス変異の場合、① 変化しない になる。
ミスセンス変異の場合、変異した箇所、置換されたアミノ酸により、タンパク質 X の機能への影響が異なり、① 変化しない、② 低下する、③ 死滅する のすべての表現型が考えられる。
ナンセンス変異の場合、変異した箇所にもよるが、異常なタンパク質ができたり、あるいはタンパク質が全くできず、タンパク質 X の機能が失われ、③ 死滅する になる可能性が高い。タンパク質 X の C 末端側に相当する箇所でナンセンス変異が起きた場合、① 変化しない や ② 低下する となることもある。

【問7】下線 (e) について、リーディング鎖とラギング鎖では DNA 複製の様式がどのように異なるのか、DNA ポリメラーゼの性質を考慮して説明せよ。(12点)

DNA ポリメラーゼは DNA 鎖を 5'→3'方向にしか伸長することができないため、リーディング鎖では DNA ポリメラーゼは複製フォークの進行と同一方向に連続的に 5'→3'方向に DNA 鎖を合成するのに対して、ラギング鎖では複製フォークの進行とは反対の方向に 5'→3'方向に岡崎フラグメントと呼ばれる短い DNA 鎖が不連続に合成され、DNA リガーゼによって連結される。

摂南大学大学院理工学研究科博士前期課程
2025年度 第3回 入学試験問題

分野	分子細胞生物学	選択する	受験番号	
----	---------	------	------	--

【問題】受容体に関する以下の文章を読んで、設問（１）～（４）に答えなさい。

薬物が作用する受容体は、(a)細胞の表面にある受容体（細胞膜受容体）と細胞の内部に存在する受容体（細胞内受容体）の2つに大別でき、(b)細胞膜受容体はさらにイオンチャネル内蔵型受容体、Gタンパク質共役型受容体および酵素共役型受容体に分類できる。

Gタンパク質共役型受容体は、細胞内において、 α 、 β 、 γ の3つのサブユニットからなる（ア）結合タンパク質（Gタンパク質）と共役している。リガンドによる刺激が無い状態では、 α サブユニットに（イ）が結合しているが、適切なリガンドが受容体の細胞外領域に結合すると、Gタンパク質が活性化され、 α サブユニットに結合している（イ）が（ア）に置換される。（ア）が結合した α サブユニットは、 $\beta\gamma$ 複合体から解離し、(c) α サブユニットおよび $\beta\gamma$ 複合体のそれぞれが細胞膜の標的タンパク質に作用することで、細胞内にシグナル情報が伝達される。

（１）文章中の（ア）と（イ）に入る適切な語句を記入せよ。

（ア） **GTP**

（イ） **GDP**

（２）下線部(a)に関して、細胞内受容体の特徴として適当なものを（ア）～（エ）の中から2つ選び丸で囲め。

（ア）水溶性リガンドと結合する

(イ) 脂溶性リガンドと結合する

（ウ）情報伝達にはセカンドメッセンジャーが必要である。

(エ) リガンドとの複合体が転写調節因子として働く。

（３）下線部(b)に関して、（ア）～（エ）に示すシグナル分子のうち、受容体がイオンチャネル内蔵型受容体であるものを2つ選び丸で囲め。

(ア) γ アミノ酪酸（GABA）

(イ) グリシン

（ウ）アドレナリン

（エ）チロキシン

（４）下線部(c)に関して、リガンドがGタンパク質共役型受容体から解離した後、 α サブユニットが再び不活性な構造に戻る機構とその必要性について簡潔に述べよ。

α サブユニットは**GTP**を加水分解する**GTPアーゼ**活性をもち、結合している**GTP**を**GDP**に加水分解することで $\beta\gamma$ 複合体と再結合し、不活性状態に戻る。これによりシグナル伝達が終了し、過剰な細胞応答が持続するのを防ぐ。

摂南大学大学院理工学研究科博士前期課程
2025年度 第3回 入学試験問題

分野	微生物学	選択する	受験番号
----	------	------	------

【問1】以下の文の空欄に、適当な語句を記載しなさい。(⑥のすべての空欄には、漢字1文字が入る。)

- ①分類に対して(同定)という言葉がしばしば使用され、これは新しく分離した未知の菌株を分類する場合に用いられる。
- ②(シアノバクテリア)は、高等植物と同じ酸素発生型の光合成を行う細菌である。一方、(光合成細菌)が行う炭酸固定は、高等植物の炭酸固定とは異なり、酸素を発生しない。
- ③微生物のうち、炭素源として二酸化炭素を利用して全ての菌体成分を合成できるものを独立栄養菌と呼び、エネルギー源として光を利用する(光合成)独立栄養菌と、エネルギー源として無機化学物質を利用する(化学合成)独立栄養菌がいる。後者の例として、 H_2 と O_2 から水を合成する反応でエネルギーを得る(水素)細菌が挙げられる。
- ④微生物に限らず、さまざまな生物の分類を樹状に示したものを(系統樹(分子系統樹))と呼ぶ。
- ⑤(グラム染色)は細菌の分類の基本的な指標になっており、この染色法の判定を間違えると菌株の分類に支障をきたす。
- ⑥酵母と糸状菌はどちらも真菌に属する(真)核生物であり、形態として酵母は(単)細胞、糸状菌は(多)細胞であるが、1菌種で両方の形態を示すものが少なくない。

【問2】下記のそれぞれの説明に対し、適当な微生物の学名を1つ記載しなさい。

- ①グラム陽性細菌の代表で、一般名は枯草菌または納豆菌である。(*Bacillus subtilis*)
- ②グラム陰性細菌の代表で、一般名は大腸菌である。(*Escherichia coli*)

【問3】グラム陰性細菌の細胞表層構造を、図も示して説明しなさい。

グラム陰性細菌の細胞表層構造は、薄い細胞壁を更に細胞膜が覆い、2つの細胞膜(内膜と外膜)に挟まれた領域をペリプラズムと呼ぶ。



【問4】微生物の取扱い方に関する、以下の質問に答えなさい。

- ①滅菌と殺菌の違いを説明しなさい。(滅菌は菌を全滅させることで、殺菌は対象とする菌を殺すことである。)
- ②微生物細胞内で生産されたタンパク質を得る方法を説明しなさい。(超音波破碎、ビーズ破碎、フレンチプレス破碎などにより、細胞を破碎する。)
- ③有用な微生物の長期保存方法を説明しなさい。(凍結乾燥保存により10年以上の長期保存が可能で、室温保存も可能なため停電など電氣的なトラブルの影響も受けにくい。)

【問5】結核菌を殺せずに、増殖が抑えられなくなると結核が発病するが、なぜ、結核菌を殺傷できないのか、説明せよ。

さまざまな方法を使って食細胞の殺菌作用に抵抗し、細胞内で生き続け、増殖するためリソソームの融合を防ぐ、活性酸素や窒素酸化物の作用を弱める、食胞から細胞質に脱出する、脂質の袋を作り、その中に隠れる

【問6】次の文章を読み、空欄ア～オに入る適切な語句を答えなさい。

T細胞の機能は、ウイルス感染細胞の排除、B細胞の抗体産生の補助、免疫担当細胞の働きを制御することである。CD4⁺T細胞はアなどを産生してB細胞の抗体産生を助けたり、イやIL-2を産生してマクロファージを活性化したり、キラーT細胞の働きを導いている。CD8⁺T細胞は、ウやグランザイムという標的細胞にアポトーシスを誘導する物質を分泌して細胞傷害作用を示す。外界から樹状細胞によって取り込まれた抗原は、MHCクラスエ分子に結合し細胞表面に表出される。一方、ウイルス由来の抗原はウイルス感染細胞内で合成されてMHCクラスオ分子に結合し細胞表面に表出する。

ア	インターロイキン4	イ	インターフェロンγ	ウ	パーフォリン	エ	2	オ	1
---	-----------	---	-----------	---	--------	---	---	---	---

【問7】免疫系の重要な機能の一つである「抗体によるオプソニン化」について、レセプターの働きを交えて説明せよ。

抗体が病原体の表面に結合し、その病原体を食細胞が見つけやすいようにタグをつける。食細胞は、細胞表面にあるFcレセプターで抗体のFc部分を認識し結合することで迅速かつ効率的に摂取され、排除することができるようになる。

【問8】新型コロナウイルス感染症の流行に対して、mRNAワクチン(mRNAをヒトの細胞内に導入して翻訳させる)が実用化され成果を挙げた。ワクチンに使用されたmRNAから翻訳されるのはどのようなタンパク質(またはその一部)か。

新型コロナウイルスの構成タンパク質(スパイクタンパク質)

【問9】さまざまな病原体に対応するために、多種多様な抗体を作る「抗体の多様性」の仕組みを簡潔に説明せよ。

抗体のH鎖可変部の遺伝子は、V、D、Jの3種の遺伝子部分に、また、L鎖可変部の遺伝子は、V、Jの2種の遺伝子部分に分かれ、それぞれ複数の遺伝子断片から1種類が選ばれて組み立てられるため、H鎖可変部とL鎖可変部の遺伝子断片が組み合わせられることで、多様な抗体が作られる。

摂南大学大学院理工学研究科博士前期課程
2025年度 第3回 入学試験問題

分野	環境科学	選択する	受験番号	
----	------	------	------	--

【問1】イタイタイ病の原因物質カドミウムにおける毒性の標的器官 (target organ) と、その生体内挙動との関連について説明せよ。

イタイタイ病の原因物質であるカドミウムは、急性毒性としては肝臓に、慢性毒性としては腎臓(近位尿細管)に比較的特異性の高い毒性を発現することが明らかにされている。これらは生体内でのカドミウムの生体内挙動とよく一致しており、体内に吸収されたカドミウムの多くは、まず肝臓に蓄積し、その後徐々に腎臓に移行する。肝臓中のカドミウムは、メタロチオネインと結合した形で少しずつ血液中中に遊離し、腎臓の糸球体でろ過された後、腎尿細管細胞に取り込まれると考えられている。

【問2】多段階発がん説を用いて、化学物質による発がんの過程を説明せよ。

本試験法で用いられているネズミチフス菌の試験菌株は、ヒスチジン合成酵素遺伝子群に点突然変異が起こり、ヒスチジン要求性となった変異株である。これらヒスチジン要求性試験菌株は、ヒスチジンがほとんどない培地では、みずからヒスチジンを合成できないため増殖できないが、変異原物質によってヒスチジン非要求性に、すなわち変異株から野生株に復帰変異した場合は増殖が可能となり、復帰コロニーを形成する。その復帰コロニー数の計測により、復帰変異菌の出現頻度を判定し、変異原性を評価する。

【問3】農薬フェニトロチオンが0.55 ppmの濃度で検出された米を体重50 kgのヒトが毎日200 gを食べたとき、米の摂取によるフェニトロチオンの摂取量が許容1日摂取量(ADI)の何%に相当するか算出せよ。動物実験によるフェニトロチオンの長期毒性試験の結果は最も感受性の高い実験動物に全く影響を示さない飼料中の最大濃度が100 ppmで、そのときの1日の平均飼料摂取量は50 g/kg体重であった。安全係数は100とする。算出過程を記述すること。

$$0.55 \times 200 / 50 = 2.2 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$$

$$100 \times 50 / 100 = 50 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$$

$$2.2/50 \times 100 = 4.4\%$$

【問4】生体内における環境化学物質の異物代謝反応(第I相反応および第II相反応)について解説せよ

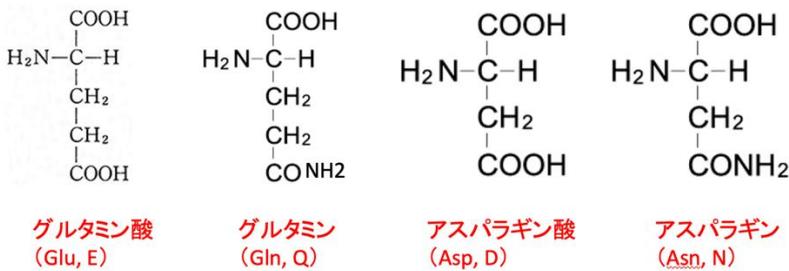
環境化学物質の異物代謝反応は大まかに、第I相反応(官能基導入反応)および第II相反応(抱合反応)に分類される。第I相反応は酸化、還元、加水分解反応による官能基の導入である。脂溶性物質への-OH、-NH₂、-COOHといった極性をもつ官能基の導入反応である。第II相反応は環境化学物質の極性基あるいは第I相反応によって付加された極性基への生体内極性分子の付加反応であり、この反応によりさらに水溶性の高い代謝物に変換される。

摂南大学大学院理工学研究科博士前期課程
2025年度 第3回 入学試験問題

分野	基礎化学	選択する	受験番号	
----	------	------	------	--

【問1】から【問4】に答えよ。特に指定しない限り、植物について解答すること。

【問1】 植物において窒素輸送を担うアミノ酸4つの名称と、その構造式を記しなさい。なお、構造式は単結合と二重結合の区別、水素など元素の数に注意し、側鎖だけでなく主鎖まで記すこと。



【問2】 植物における窒素 (N) , リン (P) , カリウム (K) の栄養素としての重要性をそれぞれ説明しなさい。

窒素 (N) : タンパク質や核酸だけでなく、光合成に必要なクロロフィルの生合成に欠かすことができないため極めて重要である。

リン (P) : 核酸やリン脂質だけでなく、エネルギー通貨である ATP の合成や、酵素のリン酸化-脱リン酸化による機能調節に欠かすことができないため極めて重要である。

カリウム (K) : 気孔の孔辺細胞の開閉に関与し、植物の水分調節に欠かすことができないため極めて重要である。

【問3】 植物がもつペプチドホルモンの名称を一つ記し、そのペプチドホルモンの翻訳から翻訳後修飾までのプロセスについて説明しなさい。

CLV3、ファイトスルホカイン、TDIF など。ペプチドホルモンは前駆体であるプロペプチドとして生合成される。生成後、プロリン残基の水酸化、チロシン残基の硫酸化、水酸化プロリン残基へのアラビノース糖鎖修飾などの翻訳後修飾を受ける。その後、プロテアーゼの触媒反応により分解され、10~20 アミノ酸残基となり細胞外へ分泌される。

【問4】 植物が有する遺伝子もしくは酵素を一つ選び、その名称を記しなさい。その遺伝子もしくは酵素を任意の実験で解析すると仮定し、その実験手法について原理を含めて説明しなさい。

RuBisco、アクアポリン、オーキシシン受容体など。植物組織からタンパク質を抽出し、ウェスタンブロットング解析を行う。植物組織から mRNA を抽出し、逆転写後、特異的プライマーを用いて RT-qPCR 法によって発現定量解析を行う。など

摂南大学大学院理工学研究科博士前期課程
2025年度 第3回 入学試験問題

分野	分子機能学	選択する	受験番号	
----	-------	------	------	--

【問】次の文章を読み、設問(1)~(4)に答えなさい。

アミノ酸残基で構成されるタンパク質やペプチドが機能を発揮するためには、その三次元構造が重要である。多くのタンパク質やペプチドは、(a) 水素結合をはじめとした(b) 相互作用によって、ある一定のかたちに折れたたまる。下図にインスリンの一次構造と三次元構造を示す。インスリンは、A鎖とB鎖の計51残基からなるペプチドホルモンである。両者は、2か所の(c) ジスルフィド結合によって共有結合的に連結している。インスリンは、まず81残基のプロインスリンとして合成され、これが酸化的に折れたたまったのち、(d) エンドペプチダーゼによって消化され、Cペプチドと呼ばれる部分が遊離したかたちで分泌される。

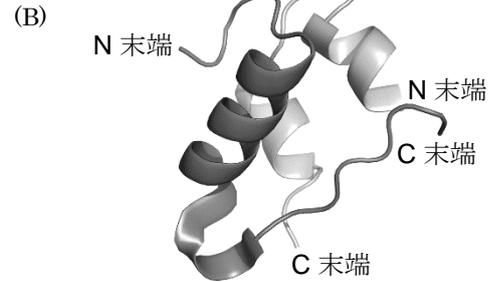
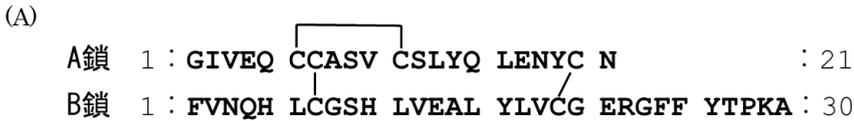


図 ウシインスリンの構造

- (A) ウシインスリンの一次構造。図中の線はジスルフィド結合を示す。
(B) ウシインスリンの三次元構造。薄いグレーはA鎖、濃いグレーはB鎖を示す。

(1) 下線(a)について、周期的な二次構造には、水素結合が形成される。インスリンB鎖のGly8-Val18は、典型的な α -ヘリックス構造をもつ。この二次構造の水素結合は、n番目の残基のどの官能基と何番目の残基のどの官能基に形成されるか、説明しなさい。
(解答欄)

n番目の残基のカルボニル基とn+4番目の残基のNH基間に形成される。具体的には、例えば、Ser9のCO基とGlu13のNH基に形成される。

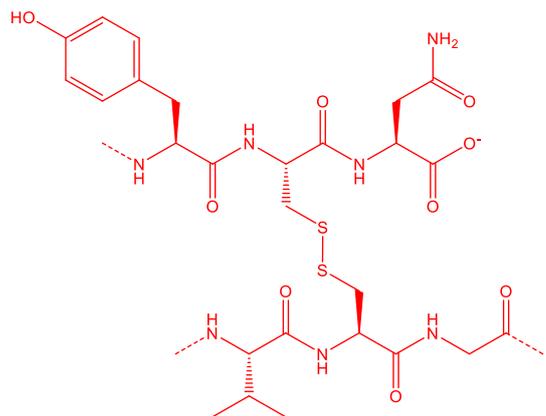
(2) 下線(b)について、ポリペプチド分子の折れたたみに寄与する分子内相互作用は、水素結合以外にも知られている。その相互作用の名称をひとつ示すとともに、それがどのような性質をもつ相互作用か説明しなさい。
(解答欄)

相互作用の名称：イオン結合、イオン-双極子相互作用、双極子-双極子相互作用、ファンデルワールス相互作用など

相互作用の性質：正電荷（部分的な正電荷）と負電荷（部分的な負電荷）における静電的な相互作用（前半3つ）、さいごのひとつも最終的には同じであるが、中性の原子や分子間に生じる一時的な極性による相互作用である。

(3) 下線(c)について、インスリンA鎖とB鎖間には二つのジスルフィド結合が形成される。これらのうち、一方を選択し、ジスルフィド結合を中心とした三残基がジスルフィド結合によって結合する模式図を化学構造式を用いて、右の解答欄に描きなさい。

(解答欄)



(4) 下線(d)について、エンドペプチダーゼは、多くの種類が知られているが、代表的なものにトリプシン、キモトリプシンのようなセリンプロテアーゼが存在する。セリンプロテアーゼにおけるペプチド鎖の加水分解反応は、活性中心のセリン残基のカルボニル基への求核攻撃によって開始される（共有結合触媒）。このセリン残基の他にヒスチジン残基やアスパラギン酸残基が活性に重要である。

セリンプロテアーゼは共有結合触媒に加えて、1) 近接効果と配向効果、2) 酸塩基触媒、3) 静電触媒、4) 遷移状態の安定化により、ペプチド結合を切断する。これら4つのうち、ひとつを選択し、それが、どのような触媒機構であるのか、セリンプロテアーゼを例に説明しなさい。

(解答欄)

選択した触媒機構：(例) 遷移状態の安定化

触媒機構について：(例) 活性中心のSer残基が基質のカルボニル炭素に求核攻撃をしたとき、一時的に負電荷をもつ四面体中間体が形成される。これらを安定化するために、オキシアニオンホールと呼ばれる主鎖NH基などが、負電荷に対してプロトンを供与することで、中間体を安定化する。