

理科（生物基礎）学習指導案

指導者 県立水戸第一高等学校 教諭 國府田 宏輔

- 1 日時・場所 平成26年10月*日（*） 第*校時，**教室
- 2 実施クラス 2年*組 *クラス（文理混合クラスの理系生徒，22名）
- 3 単元名 生物の体内環境

4 単元の目標

生物の体内環境の維持について観察，実験などを通して探究し，生物には体内環境を維持する仕組みがあることを理解し，定量的な計算をすることができる。体内環境の維持と健康との関係についての知識を身に付け，日常生活との関連について意欲を持ち，考察する。

5 単元の評価規準

関心・意欲・態度	思考・判断・表現	観察・実験の技能	知識・理解
生物の体内環境の維持に関する事象について関心を持ち，意欲的に探究しようとするとともに，科学的な見方や考え方を身に付けている。	生物の体内環境の維持に関する事象の中に問題を見だし，探究する過程を通して，事象を科学的に考察し，導きだした考えを的確に表現している。	生物の体内環境の維持に関する事象について観察，実験などを行い，基本操作を習得するとともに，それらの過程や結果を的確に記録，整理し，科学的に探究する技能を身に付けている。	生物の体内環境の維持に関する事象について，基本的な概念や原理・法則を理解し，知識を身に付けている。

6 単元について

(1) 教材観

ここまでの単元で，生物は細胞から構成されていることや，細胞は代謝を行っていることなどを扱っている。この単元では，「個体」の観点から生物を扱い，これまでの学習内容と関連付けながら恒常性についての理解を促すことで，個体がどのように恒常性を維持しているのかを身に付けられるようにする。また，この単元は特性上，主にヒトを対象とした内容を扱う。心臓や腎臓，肝臓などの臓器や免疫など，健康に大きく関わる内容を扱うため，生徒には実感しやすい単元とも言える。心臓や腎臓，肝臓の簡単な働きは，中学校までに扱っている。生物基礎では，それぞれの臓器の働きや構造をより深く理解し，体内環境維持の仕組みを理解するために，図や模型を用いる。腎臓の構造については，解剖実習を行い，実感を伴った理解を促す。

(2) 生徒の実態

1年次に化学基礎を履修している理系の生徒である（文理混合クラスの理系生物履修（3単位）クラス）。このクラスの生徒数は22名と少人数である。医学系や看護系の進学希望者を含み，健康や生理学・医学に特に関心のある生徒もいる。次年度において「生物（4単位）」の履修を希望する生徒が現段階で3名ほどいる。授業には意欲的に取り組むものの，他の理系クラスと比較すると，これまでの考査でクラス平均点がやや低い傾向にある。特に点数が低い生徒は，次年度生物（4単位）を履修しない予定の生徒がほとんどである。将来理系分野に進む生徒が対象であるため，最先端の生命科学に関するトピックを紹介することや，他科目との関連性も積極的に紹介することで，興味を深められるようにする。

(3) 指導観

生理学の分野は，医学や日常生活とも関わる内容が多いと同時に，体内は実際に観察したことがない生

徒がほとんどで、実感を伴った理解が難しい面もある。単元が進むにつれて、単なる暗記に終始しないよう、授業ではブタの腎臓の解剖実習を扱うことで、実感を伴った理解を促す。その他の観察できない臓器などについては、図や模型、動画等を用いることで、イメージしやすい配慮をする。「健康」に対する生物学的な知識や考え方を身に付ける上でも重要な単元であるため、学習内容と関連付けて、よく起こる疾患や、運動時の体の反応なども扱う。また、日常生活や他科目・他分野との関連性を紹介することで、生物学の知識や考え方が多くの分野で重要になってくることを理解できるようにする。

7 指導と評価の計画 (14 時間扱い)

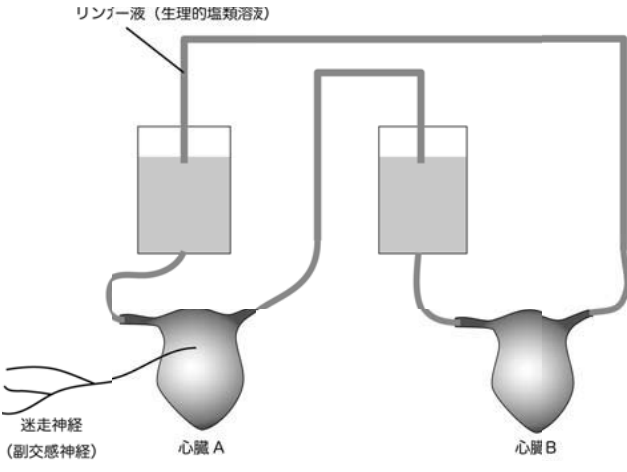
時	学習内容	学習活動	評価の観点				評価規準	評価方法
			関	思	技	知		
1	恒常性とは 体液の組成	<ul style="list-style-type: none"> ・サウナにヒトと血液の入った風船を入れたときの違いを話し合い、恒常性の重要性に関心をもつ。 ・体液の組成をまとめる。 	◎	○		○	<ul style="list-style-type: none"> ・日常の感覚に基づいて、生物のもつ恒常性に関心をもつ。 ・違いや反応について考察し、自らの考えを表現している。 ・体液の組成について理解している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・行動観察 ・発表内容の観察 ・プリント
2	血液の特徴 心臓の特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・血しょう、赤血球、白血球、血小板の特徴、心臓の自動性についてまとめる。 ・刺激伝導系に関する動画を視聴し、特徴をまとめる。 		◎		○	<ul style="list-style-type: none"> ・血しょう、赤血球、白血球、血小板の特徴について表をまとめている。心臓の自動性を説明している。 ・刺激伝導系によって、血液が送り出されることに関心をもつ。 	<ul style="list-style-type: none"> ・プリント ・行動観察
3	止血と血液凝固	<ul style="list-style-type: none"> ・どうすれば必要なときにのみ血液凝固が起きる仕組みが成立するかを話し合う。 ・止血までの流れ、血液凝固の仕組みについてまとめる。 		○		◎	<ul style="list-style-type: none"> ・論理的に血液凝固の仕組みを考察し、自らの考えを表現している。 ・止血の一連の反応経路、血液凝固について理解している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・行動観察、発表内容の観察 ・プリント
4	酸素解離曲線	<ul style="list-style-type: none"> ・ヘモグロビンの酸素結合、酸素解離について理解する。 ・酸素解離曲線を理解し、酸素解離に関する計算問題を解く。 		◎		○	<ul style="list-style-type: none"> ・酸素解離曲線の見方を理解している。 ・酸素解離曲線に関する問題を考え、解いている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・発問 ・机間指導
5	肝臓の機能と構造	<ul style="list-style-type: none"> ・肝臓の働きについてまとめ、肝小葉の血管系を色分けして血管を描き、血管の違いを理解する。 				◎	<ul style="list-style-type: none"> ・肝臓の働きを理解し、肝小葉の構造について理解している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・発問、行動観察、プリント
6	腎臓の機能と構造	<ul style="list-style-type: none"> ・腎臓の機能と構造について、図説とプリントを用いまとめ、ネフロン構造を理解する。 				◎	<ul style="list-style-type: none"> ・腎臓の働きと構造、血管と尿を排出のための細尿管の違いを理解している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・発問、プリント

7	尿の生成	<ul style="list-style-type: none"> ・ネフロンを構造を確認し、尿が生成される過程について、プリントを用いまとめる。 ・濃縮率や再吸収など、尿生成に関する計算問題を解く。 	◎	○	<ul style="list-style-type: none"> ・尿が生成される過程を説明している。 ・濃縮率などの用語の意味を理解し、計算ができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・発問、プリント ・机間指導、発問
8	腎臓の解剖実習 (腎臓の構造)	<ul style="list-style-type: none"> ・第6・7時の授業内容をもとに、腎臓の解剖を行い、内部の構造や、ネフロンを構造を観察し、スケッチする。 	○	◎	<ul style="list-style-type: none"> ・腎臓に真摯に向き合っている。 ・第6・7時の授業内容を基に、腎臓の皮質、髄質、腎盂、血管、輸尿管、ネフロンを観察を行っている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・行動観察 ・机間指導、プリント(レポート)
9	魚類の浸透圧調節	<ul style="list-style-type: none"> ・浸透膜を用いた浸透現象を観察し、水の浸透について記録・整理する。 ・淡水性および海水性硬骨魚の浸透圧調節についてまとめる。 	○	◎	<ul style="list-style-type: none"> ・浸透現象を記録し、結果を整理している。 ・硬骨魚類の浸透圧調節の仕組みの違いを説明している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・プリント(レポート)、行動観察 ・発問
10	自律神経系の働き (本時)	<ul style="list-style-type: none"> ・自律神経系の働きについて、簡単な例を取り上げ、体の反応を考える。 ・レーウィの実験を取り上げ、自律神経の働く仕組みについて考える。 ・自律神経の働き・形態についてまとめる。 	○	◎	<ul style="list-style-type: none"> ・自律神経の働きによって自らの恒常性が保たれていることに関心をもっている。 ・既習の内容を基に事象を科学的に考察し、考えを的確に表現している。 ・交感・副交感神経の作用・形態の違いを理解している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・行動観察、机間指導、発問 ・机間指導、発表内容観察 ・発問、プリント、机間指導、発表内容観察
11	内分泌系の作用機序	<ul style="list-style-type: none"> ・内分泌系の構造と作用機序についてまとめる。具体的ないくつかの代表的なホルモンの特徴について理解する。 	◎		<ul style="list-style-type: none"> ・内分泌腺、標的器官、標的組織、受容体について理解している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・発問、プリント
12	内分泌系の制御	<ul style="list-style-type: none"> ・フィードバック調節の仕組みを理解し、生物学的意義を考察する。 	◎		<ul style="list-style-type: none"> ・負のフィードバック調節の生物学的意義を考察している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・プリント、発問、行動観察
13	神経系と内分泌系の協調	<ul style="list-style-type: none"> ・血糖量の調節と体温の調節の仕組みをまとめ、神経系と内分泌系の働きを比較する。 	◎		<ul style="list-style-type: none"> ・血糖値調節と体温調節について神経系と内分泌系の働きの違いを理解している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・プリント、発問

8 本時の学習

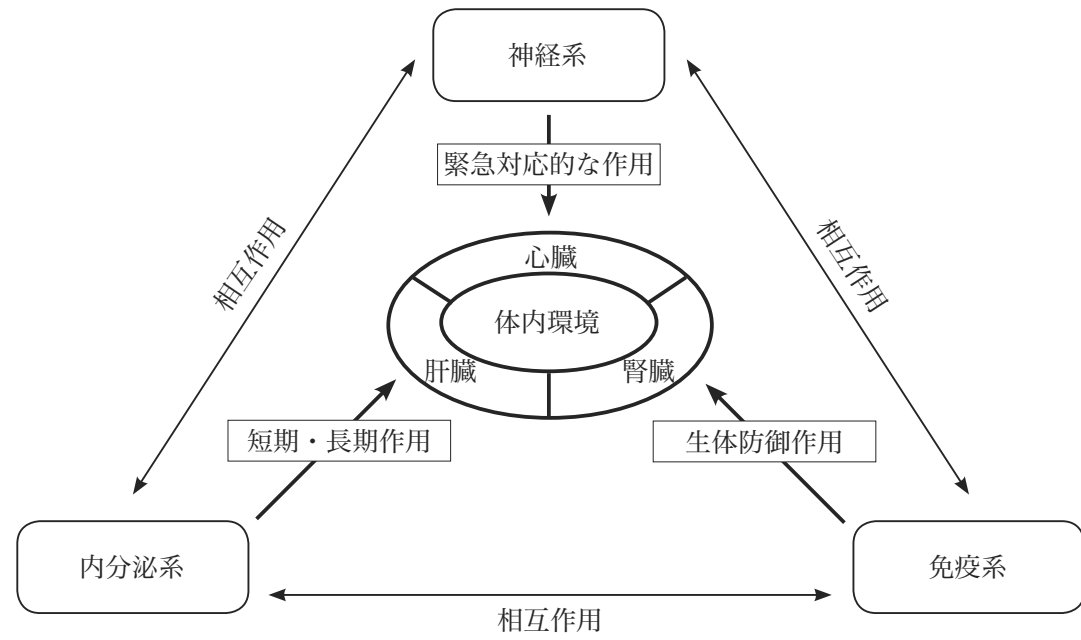
- (1) 目標： 自律神経の働きによって自らの恒常性が保たれていることに関心を持ち、交感・副交感神経の作用・形態の違いを理解している。既習の内容を基に事象を科学的に考察し、考えを的確に表現している。
- (2) 準備・資料： 教科書(数研出版『生物基礎』), 図説(数研出版『生物図録』), 配布プリント
- (3) 展開

過程	学習内容・学習活動	指導の留意点と評価
導入 (10分)	<p>突然目の前にライオンが現れたとき、からだは どう反応するだろうか？</p> <p>① 4人または3人グループをつくり、3分間考える。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>本時の学習課題 自律神経(交感神経・副交感神経)はどのよ うに働くのかを知らう。</p> </div>	<p>① グループを回り、まったく考えが進んでいない場合は、心拍数や血圧、発汗などはどう変化するかを提案し、議論を促す。</p> <p>(評価) 自律神経の働きによって自らの恒常性が保たれていることに関心をもっている。 【発問、行動観察、机間指導：関心・意欲・態度】</p>
展開 ① (20分)	<p>② 神経系の役割をまとめ、神経系の構造的な特徴と分類をまとめる。</p> <p>③ 交感神経と副交感神経の働きの違いについて、プリントを用いてまとめる。</p> <p>④ グループごとに、交感神経・副交感神経が作用したときにどのような反応が出るかを3分間議論する。</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>ライオンを見たときに、組織・器官はどう変化するだろうか(交感神経が作用)</p> </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>音楽を聴いてリラックスしているときに、組織・器官はどう変化するだろうか(副交感神経が作用)</p> </div> <p>⑤ 交感神経・副交感神経が作用したときの反応をプリントの表を用いてまとめる。</p>	<p>② 神経系には中枢神経系、末梢神経系に二分されること、末梢神経系は体性神経系、自律神経系に二分されることをまとめる。神経細胞の情報伝達について、プリントを用い簡単にまとめる。</p> <p>③ 交感神経…エネルギー消費・緊張状態 副交感神経…エネルギー貯蔵・休息状態 をプリントにまとめさせせた上で、次の展開に移る。</p> <p>④ 心拍数や呼吸、血圧、消化などがどう変化(反応)するかを考えて議論させる。</p> <p>(評価) 自律神経が働く事象でどのような反応が起きるかを考察し、考えを的確に表現している。 【机間指導：思考・判断・表現】</p> <p>⑤ 発問しながら、板書しながら表を完成させる。 (評価) 自律神経が作用した場合の事象について、基本的な反応を理解し、知識を身に付けている。 【発問、プリント：知識・理解】</p>

<p>展開② (25分)</p>	<p>⑥ プリントにあるレーウィの実験の方法の説明を聞き、実験の図(下図)を見て、どのような結果になるかをグループで5分間考察し、考察の結果を発表する。</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ・ 心臓Aにつながる迷走神経を電気刺激したときに、心臓Bの心拍数は変化するだろうか？ ・ 変化する場合、どう変化するか？ ・ それはなぜか？ </div>  <p>⑦ 自律神経の形態的な特徴についてまとめる。図説 p. 159 を開く。</p>	<p>⑥ 自律神経(迷走神経)は電気刺激で情報を伝達させること、神経伝達物質は物質の受容によって情報が伝達されることを確認した上で議論させる。</p> <p>(評価) 迷走神経が働いたときに、どのように情報が伝わるかを探究する実験(レーウィの実験)の考察を通し、既習の内容とともに事象を科学的に考察し、考えを的確に表現している。 【机間指導, 発表内容観察: 思考・判断・表現】</p> <p>⑦ 自律神経は2つの神経細胞によって構成されること、交感神経・副交感神経には神経伝達物質の違いがあることをまとめさせる。このとき、レーウィの実験と関連付けることができるようにする。図説 p. 159 の図を見ることで、自律神経は多様な器官に接続していることを実感させる。</p> <p>(評価) 自律神経の形態の特徴を理解している。 【発問, プリント, 机間指導, 発表内容観察: 知識・理解】</p>
<p>まとめ (5分)</p>	<p>⑧ 本時の学習内容を振り返る。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>本時のまとめ 交感神経は緊張状態を作り出し、副交感神経はリラックス状態を作り出す。</p> </div>	<p>⑧ 交感神経と副交感神経が作用した時に作り出す状態の違いと、それぞれの形態の違いをプリントと板書を用いて確認する。</p>

5.5. 恒常性の維持にはたらく器官 その1 自律神経系

恒常性が変化しそうな時・した時に、対応の命令を出す司令塔の仕組みをみていく。

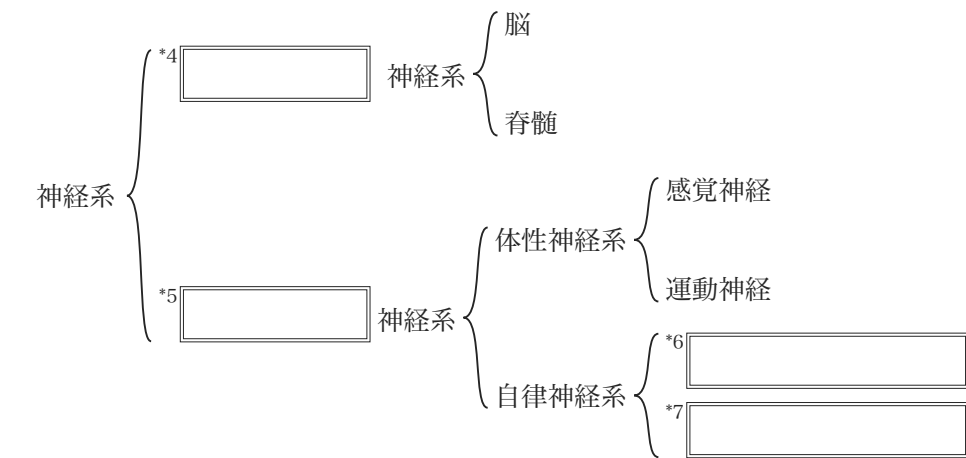


5.5.1. 神経系とは

神経系… *1 によって構成される器官
(組織の名称)

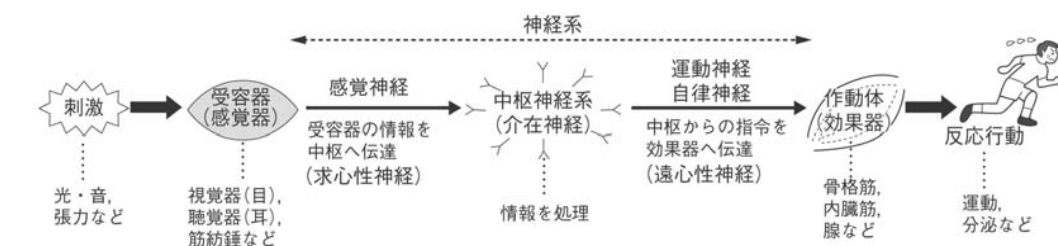
このうち、実際に情報伝達を行う細胞は: *2 または *3

5.5.2. 神経系の分類

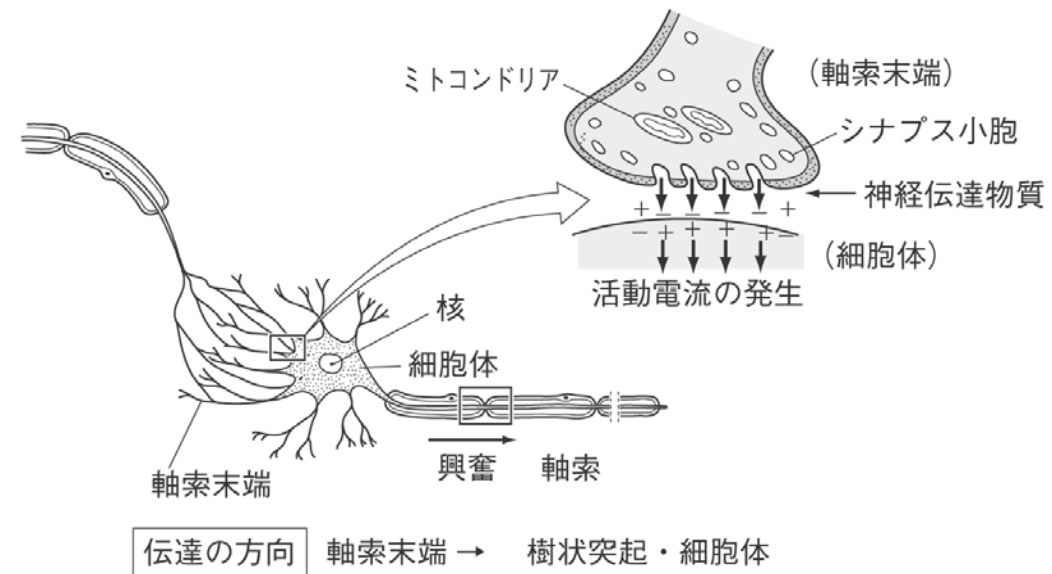


【お】ニューロンは、W.Waldeyerによって命名された、神経系の構造的・機能的な単位である(1881)。当時はまだニューロンが単一の細胞であることが分からなかった。現在はニューロンは単一の神経細胞からできていることが分かった。従って現在では、ニューロンと神経細胞は同義と考えてよい。

【お】情報の伝達の方向性について。受容器→中枢神経系の方向性を、求心性と呼ぶ。中枢神経系→受容器の方向性を、遠心性と呼ぶ。感覚神経は、求心性である。一方、運動神経や自律神経は、遠心性である。



5.5.3. 神経細胞の形態と役割



【参】神経細胞は独特の形態をしている。核を含む細胞体と、そこから放射状に伸びた多数の細長い突起からなっている。通常は1本の長い軸索が、細胞体から遠く離れた標的細胞に情報を伝える。軸索の先端部は通常多くの枝分かれをしており、同時に多くの標的細胞へ情報を伝達できる。

また、軸索よりも短く枝分かれしている樹状突起や細胞体が、他の神経細胞の軸索から情報を受け取る。樹状突起は非常に多くの枝分かれをすることができ、軸索と同様に同時に多くの情報の入力を受けることができる。多い場合、1つのニューロンで10万もの入力があるものもある。神経細胞の軸索は、1mm以下から、実に1m以上にのぼる長さがある。例えば、脊髄から脚の先の筋肉まで伸びているヒトの神経細胞は、1mもの長さになる。軸索の末端と、情報を伝達する相手の樹状突起や細胞体の接続部は、シナプスと呼ばれる。軸索から伝導した電気信号は、シナプスを介して、別な神経細胞へ情報が伝達される。この情報伝達には、神経伝達物質と呼ばれる化学物質が用いられる。標的となる神経細胞は、受容体と呼ばれる膜タンパク質が神経伝達物質を受け取ることで、その情報を再び電気信号として伝達したり、あるいは情報伝達をストップさせたりする。

【展】神経細胞の情報の伝達は、軸索を電気信号の形で伝達される。この電気信号は、電線を通る電気信号のように電子の流れではなく、細胞膜内外のイオンの濃度差による電気的なエネルギーの伝導によって行われる。

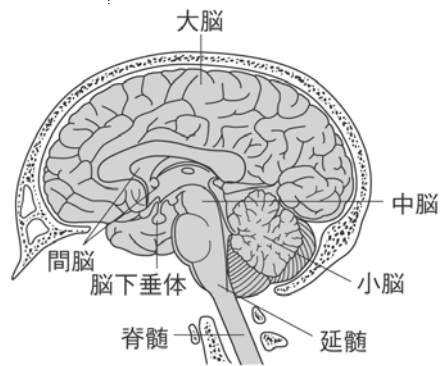
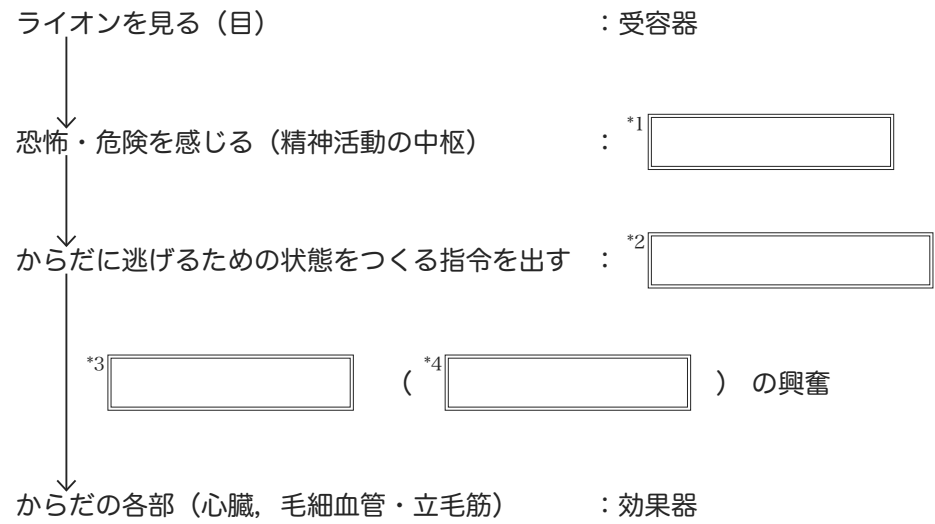
【お】シナプスから、情報をさらに伝達させるような神経伝達物質を、興奮性神経伝達物質と呼ぶ。逆に情報をそこでストップさせるような神経伝達物質は、抑制性神経伝達物質と言う。興奮性神経伝達物質には、アセチルコリン、グルタミン酸、セロトニンなどが知られている。一方、抑制性神経伝達物質には、γ-アミノ酪酸(GABAと略)やグリシンが知られている。

5.5.4. 自律神経系：自ら律して働く、無意識の神経系

ディスカッション
突然目の前にライオンが現れたとき、からだははどのように反応するだろうか？

*8

ディスカッション
なぜこのような反応が出るのだろうか？
自分のなかのどこが、からだをこんなふうにさせているのだろうか？



5.5.5. 自律神経の特徴シリーズ

① 二重支配: *5

例外: ・内臓や骨格筋にある *6

・ *7

・ *8

② 拮抗支配: 交感神経と副交感神経は, *9

・ 交感神経: *10

・ 副交感神経: *11

*12 表 | 交感神経と副交感神経の拮抗支配

自律神経系	瞳孔	立毛筋	心臓 (拍動)	肺 (呼吸)	毛細血管	消化管 (ぜんもう運動)	消化液の 分泌
交感神経			促進				
副交感神経			抑制				

レーウィの実験 (1921)

(背景)

神経の情報は電気信号で伝導する。これはどの神経でも共通。レーウィ (独, 米) は,

- ・ 迷走神経 (副交感神経) が興奮→心拍減少
- ・ 交感神経が興奮→心拍上昇

がどうして区別されるのか? に疑問をもった。

心臓はどのようにして迷走神経の興奮と交感神経の興奮を区別しているのだろうか?

(レーウィの着眼点)

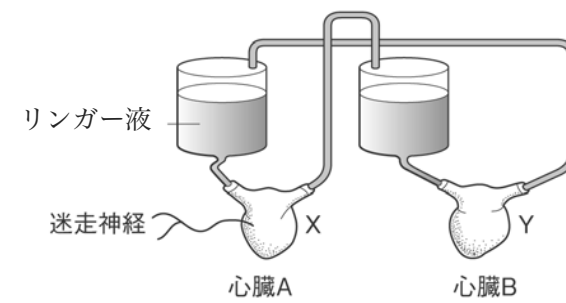
アドレナリンの生理作用 ← 似ている → 交感神経の興奮の作用

(仮説)

神経末端から化学物質が分泌されているのではないか?

(実験)

- ①カエルの二個の心臓を連結
- ②リンガー液 (生理的塩類溶液) で満たす
- ③迷走神経を電気刺激



(結果の予測)

*12 A の心臓の拍動は, B の心臓の拍動は, なぜならば,

(結果)

結果の予測の通りとなった。ただし, 心臓 A と B は同時に拍動抑制されるのではなく,

*13

(考察)

仮説が正しい (結果の予測の理由の部分) 可能性が非常に高い。

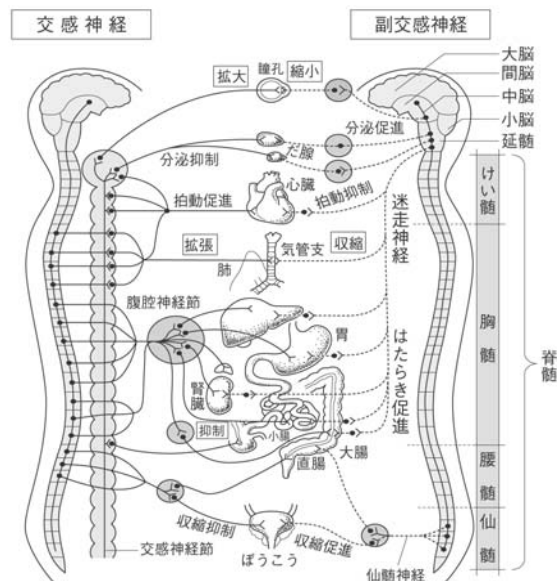
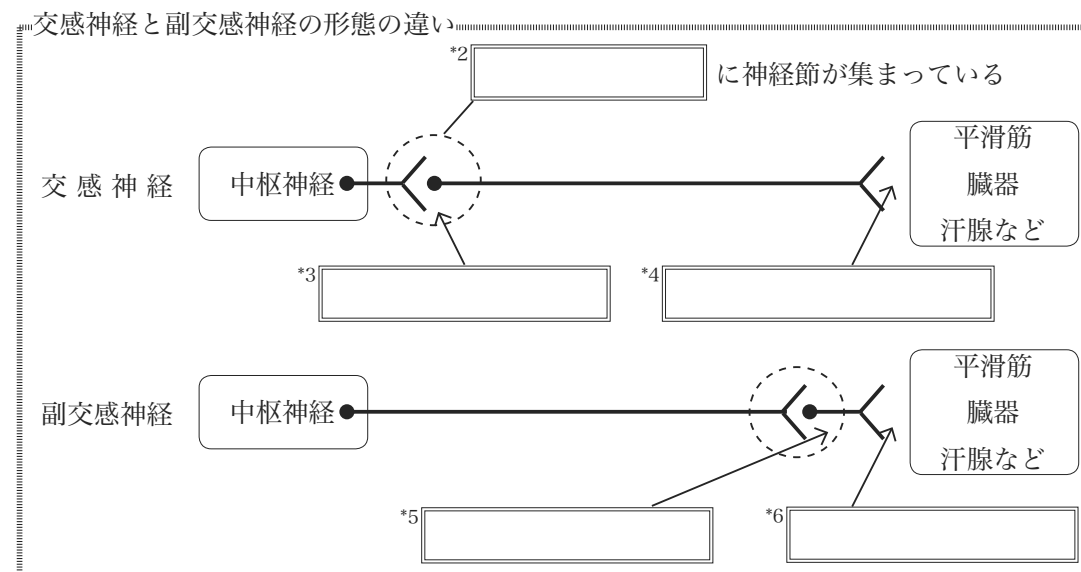
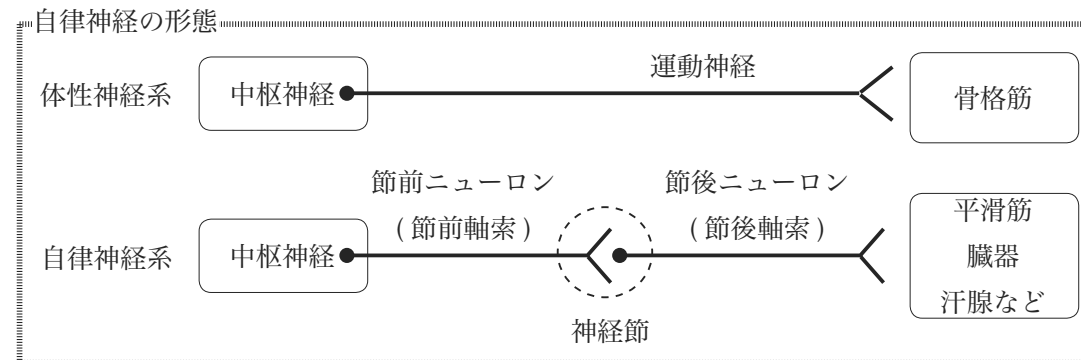
(その後)

この物質は, H. H. デールらの研究でアセチルコリンであることがわかり, 2人は1936年度, ノーベル生理医学賞を受賞した。

③ 形態的な特徴

*1 表 | 交感神経と副交感神経の形態のまとめ

自律神経系	神経節の位置	節前軸索の長さ	節後軸索の長さ	神経節における神経伝達物質	器官における神経伝達物質	起点
交感神経					(汗腺と骨格筋一部血管を除く)	
副交感神経						



5.6. 恒常性の維持にはたらく器官 その1 内分泌系

5.6.1. ベイリスとスターリングによるホルモンの発見 (1902)

(背景)

パブロフ (露) …条件反射 (パブロフの犬)

：膵臓からの膵液の分泌が神経によって起こる？

ベイリスとスターリング (英) …この考えに懐疑的 (本当に神経?)

(実験と結果)

ベイリスとスターリング

- ・犬を用いた
- ・十二指腸につながる全ての神経を除去
→十二指腸へ塩酸を注入
→膵臓から膵液が分泌

(考察)

*9

(次の課題)

血流を介して情報が膵臓へ伝わったことを確かめる

(実験と結果)

- ・十二指腸の内壁の粘膜を取り出し、塩酸を加えてすりつぶした (抽出物)
- ・十二指腸の抽出物を、膵臓につながる静脈に注入
→膵液が分泌された。

(考察)

*10

ベイリスとスターリング：

血中を伝わった何らかの物質=セクレチンと命名 ("secretion"(分泌液の意))

(当時はまだ、具体的な物質は不明)

1960年代…セクレチン=27個のアミノ酸からなるポリペプチド

- ・セクレチンは膵臓に作用→炭酸水素イオンを多く含む膵液を分泌させる。
- ・膵液…胃液の塩酸を中和して十二指腸内を弱アルカリ性に戻す

セクレチン=ホルモン (分泌されて他の器官へ情報を伝える) としての、初めての発見

【お】

今日、ホルモンの一つであることが分かっているアドレナリンは、1900年にすでに高峰讓吉 (研究室のボス) と彼の助手である上中敬三らによって抽出に成功し、分子式まで決定されていた (実際の実験は上中によってほとんどが行われた)。アドレナリンは、医学界ではエピネフリンとも呼ばれるが、歴史的な背景と化学的な背景に厳密に基づくならば、アドレナリンと呼ばれるのが本当である。かくかくしかじかの理由で、米国では今でもエピネフリンと呼ばれることが多いが、注意したい。日本でも現在、日本薬局方ではアドレナリンと呼ばれている。

復習

神経系は、

①ライオンを見たときに、逃げる状態を作り出すための指令を出す：

*7

②情報が伝達される：

*8

③逃げる状態になる

↑
神経は、解剖すると組織が見えるので、結構昔から分かっていた。