

自然科学 テキスト

公務員試験専門 喜治塾

◆ 自然科学の学習方針とその背景

- ✓ 自然科学は範囲が非常に広い。高校の数学、物理、化学、生物、地学を学習した上で、さらに時事ネタを学習しなければ出題されるテーマを全てカバーできない。
- ✓ 自然科学の学習に割ける時間は少ないため、限られた時間で出題されるテーマを全て学習することは現実的に不可能。
- ✓ 満遍なく全範囲を広く浅く勉強しても、学習したテーマの問題が出題されても解けなければ意味が無い。よって、出題頻度が高く、学習しやすいテーマに絞って学習。
- ✓ 得点源にしようとしてはいけないが、自然科学は苦手だという理由で、最初から諦めて学習しないのはもったいない。「このテーマの問題が出たら解ける可能性が高い」というテーマを少しずつ作っていく方針。
- ✓ 学習時間にゆとりがあった場合で、さらに理系の方などで高校のときに学習して自信があるならば、テキスト以外の内容も学習することを検討しても良いか。

◆ テキストの構成

	分野	ページ	学習テーマ
テーマ 1	地学	3 ~ 7	天体の種類と太陽系
テーマ 2	地学	8 ~ 11	恒星の分類とその進化
テーマ 3	生物	12 ~ 14	細胞
テーマ 4	生物	15 ~ 18	刺激の受容と反応
テーマ 5	生物	19 ~ 21	ヒトの恒常性
テーマ 6	地学	22 ~ 26	地球の内部構造
テーマ 7	地学	27 ~ 31	地震と火山
テーマ 8	化学	32 ~ 37	物質の構成と周期表
テーマ 9	生物	38 ~ 41	遺伝
テーマ 10	物理	42 ~ 43	波とドップラー効果

天体の種類

天体：宇宙空間に存在し、天文学の対象となる物体の総称のこと。

種類	性質	例
恒星	自ら熱と光を出し、天球上の相互の位置をほとんど変えない天体。(宇宙が膨張しているため、全く位置が変わらないわけではない。)	太陽など
惑星	恒星の周りを、楕円軌道を描いて公転する比較的大きな天体。太陽系以外にも惑星は存在する。	水星・金星・地球・火星・木星・土星・天王星・海王星 cf. 冥王星
衛星	惑星の周りを、楕円軌道を描いて公転している天体。	月・木星のイオ cf. 人工衛星
彗星 (ほうき星)	長い尾を持つ天体。直径 10 k m 程度の氷とチリでできた核からなる。楕円軌道上を公転し、周期的に観測されるものも多い。(一度地球に接近したら二度と接近しないものもある。) 彗星が太陽に接近すると、核が蒸発し、コマ(ガスの層)が形成される。彗星の尾は、コマのガスが太陽風により、太陽と反対に吹き飛ばされたもの。	ハレー彗星 (周期 76 年)
星団	恒星が天球の一部に密集したもの。	
星雲	宇宙塵や星間ガスなどから成るガスのこと。	
銀河	恒星の大集団のこと。	銀河系(太陽系の属する銀河)・アンドロメダ銀河
小惑星	太陽の周りを公転する直径 1000 k m 以下の多くの天体。大部分が火星と木星の間にある。50 万個以上発見されている。	

※ パルジ, ディスク(円盤部),
ハローは恒星や星間物質
で構成される。

図. 銀河系

太陽系

① 太陽系の特徴

- ・ 太陽を中心に 8 個の惑星，多数の小惑星（火星と木星の間），彗星，衛星等がある。
- ・ 惑星の公転は，軌道を北極星の側から見ると，全て反時計回り。
 - ※ 海王星の衛星トリトン，海王星の公転方向と逆向きに公転している。
- ・ 全ての諸惑星の公転軌道面は，ほぼ同一平面上にある。
- ・ 天王星までの惑星の軌道半径は，チチウス・ボーデの法則（ボーデの法則）という経験則に従って並んでいる。
- ・ 自転の方向は，太陽も大部分の惑星も，衛星も反時計回り。
 - ※ 金星は自転の向きが時計回り。
 - 天王星は，公転面に対し，ほぼ横倒しの状態で自転している。
- ・ ケプラーの 3 法則（惑星の公転運動についての法則）
 - 第一法則（楕円軌道の法則）：惑星の公転軌道はほぼ円に近い楕円軌道（焦点は太陽）
 - 第二法則（面積速度一定の法則）
 - 第三法則（調和の法則）

$$\frac{(\text{惑星の太陽からの平均距離})^3}{(\text{惑星の公転周期})^2} = \text{一定}$$

② 地球型惑星と木星型惑星

太陽系の惑星は，質量や半径，平均密度などをもとにして，地球型惑星と木星型惑星に分類できる。

	地球型惑星	木星型惑星	備考
	水星・金星・地球・火星	木星・土星・天王星・海王星	
質量・半径	小	大	木星が最大 水星が最小
平均密度	大	小	地球が最大 土星が最小
表面	岩石	ガス（表面は気体だが，中に入ると液体，個体になっている）	
衛星	少（0, 0, 1, 2）	多（80, 83, 27, 14）	（ ）内は 衛星の数
リング（環）	なし	あり	
自転速度	遅い	速い	最大の土星はつ
扁平率	小さい	大きい	ぶれて見える。
大気	少（二酸化炭素，窒素）	多い（水素，ヘリウム）	

③ 太陽系の惑星の概要

分類		名称	特徴
惑星	地球型惑星	水星	質量が惑星の中で最小。大気と水は存在しない。表面にクレーター。表面温度は、太陽に面している面で約 400℃、反対側で約 180℃。
		金星	距離が最も地球に近く、大きさ・密度が最も地球に似た惑星。地球の姉妹惑星とも言われる。自転の向きが時計回り。90 気圧もの二酸化炭素の厚い大気が存在するため、温室効果が強くはたらき、表面は 460℃。雲に覆われ、表面を観察できない。最も明るく輝く惑星で、明けの明星、宵の明星として親しまれる。自転周期が最長 (243 日)。
		地球	太陽系で最も密度が高い (5.5 g/ cm ³)。地球型惑星の中で、質量・半径ともに最大。
	木星型惑星	火星	表面は赤茶色。オリンポス火山 (現在は活動停止)。極冠 (両極に見える白い部分) には二酸化炭素が凍ったドライアイスと、氷が存在。液体の水が存在した形跡がある。生命が誕生した可能性はあるが、証拠は発見されていない。大気は薄く主成分は二酸化炭素。季節の変化あり。
		木星	質量・半径が太陽系最大。水素とヘリウムを主成分とする厚い大気に覆われている (木星型惑星に共通)。薄い環 (リング) がある。衛星が多い。イオ (衛星) では、火山活動。表面には大気の流れでできた縞模様や大赤斑と呼ばれる渦が存在。
		土星	環 (リング) を持つ惑星として有名。環 (リング) は、小さな岩石や氷などの粒子が多数公転することにより形成されている。密度が太陽系最小で、水の 0.7 倍。衛星が多い。扁平率が大きく、つぶれて見える。大気の主成分は、水素とヘリウム。
		天王星	公転面に対して、ほとんど横倒しの状態で自転している。大気の主成分は水素とヘリウム。薄い環 (リング) がある。
		海王星	大気の主成分は水素とヘリウム。メタンの雲が存在。薄い環 (リング) がある。衛星トリトンは海王星の公転方向と逆向きに公転。青く見える。
準惑星	冥王星	1930 年に発見され、太陽系第 9 惑星とされていた。2006 年 8 月に開かれた国際天文学連合 (IAU) 総会で、明確でなかった惑星の定義を定めたさいに、惑星から外された。公転の軌道は、離心率が大きい楕円形であり、黄道面から大きく傾いている。1979 年から 1999 年は海王星の内側に入っていた。衛星を 3 個もつ。太陽系外縁天体 (氷と岩石でできた、海王星の軌道よりも外側を回っている天体) の 1 つ。	

太陽

① 太陽の概観

- ・ 半径 70 万 km の恒星で、地球の約 109 倍。
- ・ 質量は 2×10^{30} kg で、地球の約 33 万倍。
- ・ 水素 92%、ヘリウム 8% から成るガスの天体。
- ・ 気体から成る天体のため、はっきりした表面はないが、肉眼で見える円盤の部分を光球という。
- ・ 太陽の中心部は重力の影響により密度が非常に高い (160g/cm^3) が、平均密度は地球よりも小さい (1.43g/cm^3)。cf. 地球の平均密度は 5.52g/cm^3 。

② 光球：太陽の表面のこと。

- ・ 光球面の温度：6000K。
- ・ 黒点：光球面の中緯度部分にある黒い斑点のこと。温度は 4000K で、周囲に比べて低く、暗く見える。黒点は見かけ上、東から西へ移動している。黒点の移動により、太陽が自転していることが分かる。自転の周期は、高緯度ほど周期は長く、ねじれるように自転している。黒点の数は変動し、太陽活動が活発な極大期は数が多い。(cf. p28)
- ・ 白斑：温度が高い部分。7000K。

③ 太陽大気

- ・ 彩層：光球の外側の厚さ 3000km 程の大気の層。温度は 1 万 K 程度。
- ・ コロナ：彩層の外側の希薄な大気の層。太陽半径の 10 倍以上の大きさ。温度は 100 万 K 以上。高温の気体は、原子が電子と原子核に分離したプラズマ状態になる。コロナは、プラズマ状態である。
※ 太陽風：コロナから宇宙空間に放出されるガスの流れのこと。
- ・ プロミネンス：彩層からコロナにかけての光球からガスが噴出した炎状の突起。

図. 太陽

④ 太陽の活動

フレア：彩層の一部が突然輝きを増し、その後、ゆるやかにもとに戻る太陽の爆発現象。極大期に多発する。

※ 太陽の活動は 11 年の周期で極大・極小を繰り返す。極大期には、黒点の数も多く、フレアも多発する。

※ フレアの発生により、太陽放射の X 線・紫外線・太陽風が強まり、地球上においても、デリンジャー現象、磁気嵐、オーロラ等の現象が起こる。

- ・ デリンジャー現象：電離層を乱し、長距離の短波通信に障害をもたらす現象。
- ・ 磁気嵐：地球の磁場（地磁気）が乱れ、磁石の利用を妨げる現象。磁気嵐により、大規模な停電が発生することもある。
- ・ オーロラ（極光）：太陽風の荷電粒子が、熱圏で大気中の分子や原子などと衝突して発光する現象。

⑤ 太陽のエネルギー源

太陽の内部では、水素原子核 4 個がヘリウム原子核 1 個になる核融合反応が起こっている。

このとき、水素原子核 4 個の方がヘリウム原子核 1 個よりも質量が重く、核融合により質量が失われ（質量欠損）、エネルギーに変換される。

図. 太陽のエネルギー源

{ プロミネンス：光球からの現象
 { フレア：彩層の現象

恒星の明るさ

① 実視等級（見かけの等級）：地球から見た星の見かけの明るさのこと。

- ・ 肉眼で見ることのできる最も暗い星を6等星, その100倍の明るさの星を1等星と決める。
1等級の明るさは約2.5倍異なる。
- ・ 天体の明るさは, 地球からの距離の2乗に反比例している。

(参考)

- ・ 肉眼で見ることのできる6等星までで, 全天で約5000個。
- ・ 太陽（地球から最も明るく見える天体）は-26.9等星。
- ・ 満月は-4.3等星。
- ・ 太陽以外の恒星で最も明るい恒星はシリウス(おおいぬ座の α 星, 天狼星, 青星)で-1.6等星。
- ・ 金星は最大光度のとき-4.3等級。

② 絶対等級：天体を10パーセクの距離から見たときの光度の等級。天体の真の光度を比較するのに利用。

※ 天文学で用いる距離の単位について

- ・ 1天文単位：地球と太陽の平均距離のこと。太陽系内の天体の距離を表す際に使用する。
(1天文単位 = 約1.5億km)
- ・ 1光年：光の速さ秒速約30万kmで1年間に達する距離のこと。(1光年 = 約10兆km)
- ・ 1パーセク：年周視差1秒の距離。約3.26光年。(10パーセク = 年周視差0.1秒 = 32.6光年)

※年周視差とは, 1つの恒星を地球と太陽から見たときの方向の差。角度で表す。恒星までの距離が遠いと小さく, 近いと大きい。年周視差は非常に小さいため, 測定できるのは, 地球に近い恒星に限られる。

HR 図（ヘルツシュプルング・ラッセル図）と恒星の進化

- ① HR 図：縦軸に絶対等級，横軸にスペクトル型をとった図のこと。
 ※ スペクトル：光や信号などの波を分解し，その分解した成分を大きさ順に並べたもの。

② 恒星の分類

- 主系列星：HR 図の左上から右下にかけて分布する恒星。
 太陽（4.8 等星）は主系列星に分類される。全天の恒星の大半が，この主系列星である。
 主系列星の質量が大きいほど，水素の核融合反応が速く進むため，主系列星の寿命は質量
 が大きい程短く，質量が小さい程長い。（主系列星の寿命は，質量の 3 乗に反比例する。）
- 赤色巨星：HR 図の右上に分布する恒星。
 表面温度が低い，直径が大きいので，絶対等級は明るい。
- 白色矮星：HR 図の左下に分布する星。
 表面温度が高い，直径が小さいため，絶対等級は暗い。

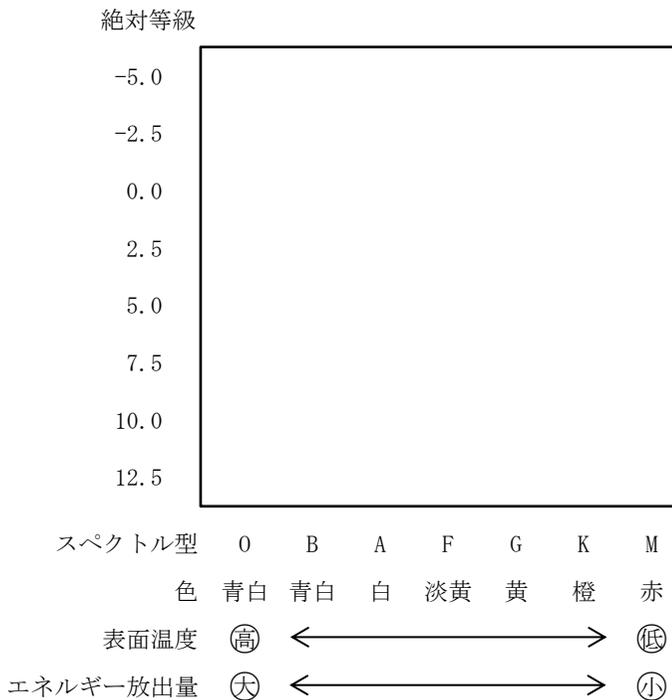


図. ヘルツシュプルング・ラッセル図

- 表面温度：星の単位面積あたりのエネルギー放射の割合
- 絶対等級：星全体のエネルギーの割合

③ 恒星（主系列星）の誕生

宇宙空間は完全な真空ではなく、微量に星間物質（水素ガスや固体微粒子）が存在する。星間物質が周囲より密度が高くなっている部分を星間雲という。星間雲が自らの重力により収縮して、原始星ができる。

原始星の収縮がさらに進み、温度が 10^7K 以上になると、水素の核融合反応（He が生成される）が始まり、主系列星となる。

④ 恒星の進化

主系列星は非常に安定しているので、恒星が進化していく際、主系列星の期間が一番長い。HR 図で主系列星が非常に多いのはこのため。

主系列星は、やがて膨張して赤色巨星となる。赤色巨星から先の進化は恒星の質量により、以下のように違いがある。

- ・ 標準的な質量の恒星（太陽の質量の4倍未満）

外層部のガスを周囲に放出し、新たな星間雲を形成する。中心部は白色矮星となる。

- ・ 質量の大きい恒星（太陽の質量の4倍以上）

超新星爆発（恒星全体が吹き飛ぶような大爆発）を起こし、宇宙空間に物質を撒き散らし、新たな星間雲を形成する。中心部分は白色矮星よりもさらに圧縮された高密度な中性子星や、さらに高密度なブラックホール（光も外に出さない）などの天体となる。

図. 恒星の誕生と進化

宇宙論

宇宙論：我々の宇宙の構造・性質・歴史などを研究する学問。

① 赤方偏移

天体（銀河）から来る光のスペクトルを観測すると、波長が長い方にずれて観測される現象。ドップラー効果によって生じる。天体（他の銀河）は地球から遠ざかっていることになる。赤方偏移が大きいならば、地球から遠ざかる速度が速いことになる。

② ハッブルの法則

遠方にある銀河ほど、赤方偏移が大きく、地球から遠ざかる速度が、距離に比例して速くなるという法則。宇宙全体が一樣に膨張していることとなる。遠い銀河ほど、速い速度で遠ざかっている。宇宙は膨張し続けると考えられている。

③ ビッグバン

ハッブルの法則により、宇宙全体が一樣に膨張しているならば、過去に遡ると、1点に収束することとなる。ハッブルの法則から逆算すると、宇宙の年齢は、約137億年と見積もられている。宇宙はビッグバン（宇宙の大爆発）と呼ばれる大爆発で1点から始まったと考えられている。そのときは、超高密度・超高温で、急激に膨張を始めたと考えられる。ビッグバンにより、水素とヘリウムの原子が形成された。

※ 宇宙マイクロ波背景放射（3K宇宙背景放射，3K背景放射，背景放射）

ビッグバンの証拠で、宇宙のあらゆる方向から同じ強度で入射してくる電磁波のことで、ビッグバン後の高温の放射が宇宙の膨張により冷えたもの。この電磁波は物質から放射される電磁波に一致する。

細胞の基本構造

	細胞小器官	形状など	主な働き等	
原形質	核	球状	染色体の中に遺伝子情報 (DNA) を持つ。	
	細胞質	ミトコンドリア	細長い棒状 内外2重の膜あり	好気呼吸のクエン酸回路と電子伝達系が行われる場で、ATP (エネルギーの通貨) が生成される。細胞内発電所と呼ばれる。
		葉緑体	凸レンズ状	光合成の場。緑色植物と藻類に特有。葉緑素 (クロロフィル) を含む。植物細胞にのみ存在し、動物に存在しない。
		小胞体	扁平な膜構造で、網目状に広がっている	細胞内で合成されたタンパク質などの通路。
		リボソーム	ダルマ状で微小 (光学顕微鏡では見えない)	DNA の暗号を基にタンパク質が合成される場所。小胞体に付着。タンパク質とRNA で構成。酵素が合成される場所。
		ゴルジ体	扁平な袋が層状	物質の貯蔵や分泌に関与。
		中心体	円筒形のもの2つ	細胞分裂の際、核分裂を助ける。動物と、シダ植物などの精細胞を作る植物のみに存在。
		細胞質基質	細胞小器官が無いように見える部分	好気呼吸の解糖系の反応、嫌気呼吸が起こる場所。ATP 生成。
細胞膜	タンパク質とリン酸脂質で構成	選択的透過性。物質の出入りを調整。細胞膜が物質を細胞内に取り込んだり、排出したりして、細胞内の環境を保っている。		
後形質	細胞壁	多糖類のセルロースが主成分	植物体を支える働き。全透性。植物細胞のみに存在する。	
	液胞	細胞液という液体が入っている	細胞の浸透圧の維持をする。	
異形質	繊毛・べん毛	中心体の変形したもの	運動性をもつ。	

※ 原形質 (生命活動のあるところで生命の本体)、後形質 (生命活動によってできたもの)

※ 光合成: 水と二酸化炭素から光エネルギーを用いて、有機物を合成すること。

※ 透過性について

- ・半透性: 溶質は通さないが溶媒は通す。
- ・選択的透過性: 特定の物質だけを通す。(半透性に近い性質)
- ・全透性: 溶質も溶媒も通す。

① 植物細胞

図. 植物細胞

② 動物細胞

図. 動物細胞

細胞の種類

細胞の種類	説明
原核細胞	核膜に包まれた核がなく、小さい。構造は簡単。 遺伝子 (DNA) は細胞質中に存在。ミトコンドリア・葉緑体・ゴルジ体・液胞などがなく、原核細胞から成る生物を原核生物という。細菌類とラン藻類。
真核細胞	核膜に包まれた核があり、大きい。構造は複雑。 真核細胞から成る生物を真核生物という。原核生物を除く生物は全て真核生物。

細胞の化学的組成

① 構成元素

元素	含有率 (%)
O	65
C	18
H	10
N	3.2
その他	3.8

② 生体物質の構成比率

物質	含有率 (%)	主な働き等
水	約 70~85	生物体内の温度の急変を防ぐ。
タンパク質	約 10~20	酵素や膜の主成分。生命の本質物質。
脂質	約 2~6	エネルギー源。膜の主成分。
無機塩類	約 1.5	浸透圧や pH の調節を行う。
RNA	約 0.7	DNA の関連物質。リボソーム中に存在。 タンパク質合成に関与。
DNA	約 0.4	遺伝子の本体。核酸とタンパク質からなる。
炭水化物	約 0.5~4	細胞壁の主成分。エネルギー源。

刺激と感覚器官

① 刺激と感覚

感覚器官（受容器）：刺激（外界の変化）を受け取る細胞または器官のことで、ヒトなら眼、耳、鼻、舌、皮膚がある。

刺激を受け取った受容器からの情報（興奮）は、感覚神経を通して大脳の感覚中枢へ伝えられ、そこで感覚が成立する。

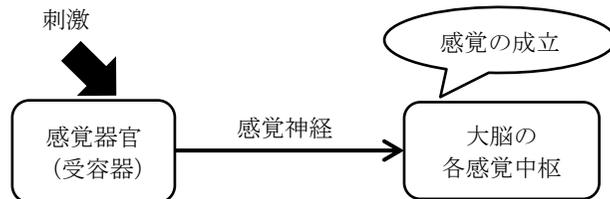


図. 感覚の成立過程

※ ニューロンが伝える情報（興奮）の大きさは、刺激の大きさに比例しない。刺激がある一定の値（閾値）以下のときは興奮が伝わらず、閾値を超えたときのみ、一定の値の興奮を伝える。これを全か無かの法則という。

図. 全か無かの法則

※ 細胞内は負の電位（静止電位）となっている。刺激を与えることにより、一瞬だけ正の電位（活動電位）になる。活動電位が発生することを興奮と呼ぶ。

② ヒトの眼（視覚器）

- ・ ヒトの眼はカメラ眼とよばれ、カメラに似た構造をしている。レンズの働きをするのが水晶体であり、フィルムの働きをするのが網膜である。水晶体は凸レンズなので、網膜に結ぶ実像は倒立像である。網膜に光センサーである視細胞があり、網膜に達する光量は虹彩の働きにより瞳孔の大きさが変化することにより調整している。視神経が網膜を貫いて眼球外に通じている部分を盲斑と呼ぶ。
- ・ 視細胞は、錐体細胞（主に色の識別）と、桿体細胞（主に光の強弱を識別）に分類される。サルとヒト以外の哺乳類は色の区別ができない。
- ・ 明順応：明るい（眩しい）場所でも暫く時間が経つと周囲が見えるようになること。暗順応：暗い場所でも暫く時間が経つと周囲が見えるようになること。

③ ヒトの耳（聴覚器、平衡器）

ヒトの耳は、外耳（外部の音を集める）、中耳（音（振動）の増幅）、内耳の3つに大別される。内耳には、うずまき管（聴覚感覚）、前庭（平衡感覚、からだの傾き感覚）、半規管（平衡感覚、からだの回転感覚、速さ感覚）がある。

ヒトの神経

① 神経

神経：情報伝達の役割を担う，動物に見られる組織のこと。

神経系：動物の体の機能を統率し，刺激に対して各器官を統一的に働かせる系統のこと。

神経系	中枢神経系		脳・脊髄からなる。運動・知覚・自律機能（循環，呼吸，消化，分泌）などの中枢。
	末梢神経系	体性神経系	感覚神経：からだの諸器官から中枢へ情報（興奮）を伝える神経 運動神経：中枢からからだの諸器官へ情報（興奮）を伝える神経
	中枢（脳と脊髄）と体の諸器官を結ぶ神経系		自律神経系

② ニューロン（神経細胞）：神経系を構成する細胞

構成部位の名称	説明
細胞体	核を持つ
樹状突起	細胞体から延びる多数の短い突起。他の細胞からの信号を受け取る。
軸索 (神経突起)	細胞体から長く伸びた突起。樹状突起が受け取った信号を離れたところまで伝える。神経鞘（シュワン細胞）と呼ばれる鞘が軸索を覆い、髄鞘（電気を通さない）を形成。髄鞘のくびれ（切れ目）をランビエ絞輪と呼ぶ。

※ シナプス：ニューロンとニューロンの接続部分

図. ニューロン

(神経) 伝導	ニューロン内を，電流が流れることにより，興奮が伝わる。双方向に興奮は伝わる。
(神経) 伝達	ニューロン間を，シナプスを介して神経伝達物質（ドーパミン，アセチルコリン等）により興奮が伝わる。一方方向にしか興奮は伝わらない。

ヒトの脳の構造と働き

名称	働き
大脳	ヒトで著しく発達しており，大脳皮質と大脳髄質から成る。 大脳皮質は，思考・記憶・判断・推理・創造・言語などの高次な精神活動や，感覚，感情，随意運動などの中枢である。 ※ 随意運動：自分の意志によって行われる運動
間脳	視床と視床下部からなる。自律神経系の中枢が視床下部にある。 睡眠・体温・水分・血圧・血糖量などの恒常性の調整の中枢。嗅覚以外の感覚の中継点。脳下垂体（ホルモンを分泌する器官）を支配。
中脳	眼球運動，瞳孔の調節，姿勢を保つ中枢。
小脳	平衡を保つ中枢（平衡感覚），筋肉運動の調整の中枢。
延髄	心臓の拍動，呼吸運動，血管の収縮，消化管の運動（唾液の分泌，嘔吐，飲みこむ，くしゃみ等の反射）などを調整する中枢（生命活動の中枢）で，生命維持に関する機能を持ち，大脳の命令を末梢神経へ中継する働きを持つ。

図. ヒトの脳の構造

- ※ 各部は，働きを分担しているが，完全にばらばらに活動しているわけではなく，互いに関連して活動をしている。さらに，大脳は他の部に対して支配する能力を持っている。
- ※ 大脳の左半球は右半身，右半球は左半身の運動や感覚を司る。
- ※ アルツハイマー病：記憶に関わる海馬を中心に，脳全体が委縮する病気で，記憶や思考に障害が発生し，日常生活における単純な作業を行う能力さえも失われる病気。

自律神経の働き

恒常性（体内のコンディションを一定に保つ性質）を維持するための仕組みは、自律神経による調節と、ホルモンによる調節の2つがある。自律神経は間脳を中枢として全身に分布している交感神経と副交感神経の2つからなり、どちらも意思とは無関係に内臓に働き、交感神経と副交感神経の拮抗作用により、コンディションを調整している。

	働き
交感神経	緊張状態（活動時）に対応する神経。 交感神経が興奮すると、末端からノルアドレナリンが分泌される。
副交感神経	休息状態（リラックス状態）に対応する神経。 副交感神経が興奮すると、末端からアセチルコリンが分泌される。

※ 交感神経と副交感神経は、逆の働きをすることに注意。

■各器官への自律神経の作用の現れ方

	交感神経が興奮すると	副交感神経が興奮すると	備考
瞳孔	拡大	縮小	緊張時に、注意してよく見ようとするため。
心臓の拍動	促進	抑制	緊張していると、心臓の拍動が上がり、血圧も上昇するため。
血圧（血管の収縮）	上昇	下降	
気管支	拡張	収縮	
膀胱	排尿を抑制	排尿を促進	
血管	収縮	拡張	リラックス時に、栄養分が身体中に行き渡るように、血管が拡張するため。
消化器（唾液の分泌）	抑制	促進	リラックス時に食欲が増進するため。
肝臓	促進	抑制	
アドレナリン分泌（副腎髄質から分泌）	促進	抑制	緊張状態では、血糖量を上昇させる必要があるため。
インスリン分泌（すい臓から分泌）	抑制	促進	※アドレナリンは血糖量を増加させ、インスリンは血糖量を低下させる。

血液の循環と組成

① 血液の循環

血液：栄養や酸素を各細胞に運搬し，二酸化炭素や老廃物を各細胞から運び出すための媒介をする，動物の体内をめぐる主要な体液。

人間の身体の中では，下記のように血液が循環している。

心臓 → 肺 → 心臓 → 全身の組織 → 心臓 →

肺循環：心臓 → 肺 → 心臓

体循環：心臓 → 全身の組織 → 心臓

動脈：心臓から出ていく血液が流れる血管

動脈血： O_2 を多く含む血液

静脈：心臓へ入っていく血液が流れる血管

静脈血： CO_2 を多く含む血液

※ 毛細血管：動脈と静脈をつなぐ血管

心房：心臓において血液の入ってくるところ

心室：心臓において血液を送り出すところ

- ・ O_2 は赤血球中に含まれるヘモグロビンと結合して運ばれる。
- ・ CO_2 は血しょう中に溶けて肺に運ばれる。

図．血液の循環

② 血液の組成

成分	種類	形状・含有量	働き
血球 45% (有形成分) (細胞成分)	赤血球	無核・円盤状の細胞。 分子の中心に鉄がある。 有形成分で最も多い。 (450万～500万個/mm ³)	ヘモグロビン(呼吸色素)を含み、O ₂ を運搬。骨髄で作られる。
	白血球	有核・無色・アメーバ状の細胞。 (5000～8500個/mm ³)	食菌作用、免疫に関与し、血管内を自由に移動する。 リンパ球(白血球の25%)は抗体をつくるのに関与。
	血小板	無核・不定形の細胞。 (10万～40万個/mm ³)	血液凝固(止血に欠かせない)
血しょう 55% (無形成分) (液体成分)	水	血しょうの90%	細胞成分を浮かべ、血管中を運搬。養分・ホルモン・老廃物、CO ₂ の運搬。体内環境の恒常性(体内のpH、温度、浸透圧)の維持。血液凝固。抗体を含み免疫に深く関与。
	タンパク質	血しょうの7～8%	
	脂質	血しょうの1%	
	糖類(血糖)	血しょうの0.1% ホルモンの働きにより、コントロールされている。	
	無機塩類	血しょうの残りの部分。	

※ 有形成分は、骨髄から生じる。

※ 食菌作用：体内に侵入した病原菌を捕え、これを細胞内で消化する作用。

※ 血液凝固に関して

血液凝固の際、血しょう中のフィブリノーゲンが、酵素(トロンビン)の働きでフィブリン(タンパク質の繊維)となり、このフィブリンが血球を絡めとって血餅(血ぺい)となり、血液凝固が起こる。

※ 白血病：白血球の数が異常に増殖し、免疫力が低下し、感染症を起こしやすくなる血液の癌。

※ ヒトの体液は、血液(血管内)、組織液(細胞間を満たしている液)、リンパ液(リンパ管を流れる液)の3つに分類される。体液の重さは体重の約20%、血液の重さは体重の約13分の1(約7～8%)。(血しょうの一部が毛細血管から染み出るとリンパ液になる。)

免疫

- ・ 免疫：一度病気にかかって治った後は二度と同じ病気にならなくなること。
 生物学的には、自己の体内に侵入した病原体や毒素等の非自己を、自己と厳密に区別して排除しようとする生体防御反応のこと。
 ex. 輸血の際の血液型の不適合, 臓器移植による拒絶反応
- ・ 抗原：生体内に侵入した細菌, ウィルス, 異種タンパク質などの非自己成分。
- ・ 抗体：生体内に抗原が侵入した際, それに対してリンパ球のB細胞で生成され, かつそれに対してのみ反応する, Y字型のタンパク質(免疫グロブリン)のこと。
- ・ 抗原抗体反応：抗原と抗体の結合によって起こる反応のこと。生体に有利な免疫反応や, 不利なアレルギー反応など。抗体は特定の抗原のみに反応する(特異性)。
 ※アレルギー反応：過剰に抗原抗体反応が起こることにより生じる過敏症のこと。
 ex. じんましん, ぜん息, 花粉症

※ 抗体のできるしくみ

抗原の侵入 → 抗原の処理 → 抗体の生産 → 血液中に放出

抗体は, 半永久的に体内に残って作用するもの, 毎年新しく抗体を作らなければならないもの(インフルエンザ)など, 抗原の性質の違いにより様々。

できた抗体は, 白血球に食べられてしまい, 病気は発病しなくなる。

※ 免疫の種類

分類		説明
作用の仕方による分類	体液性免疫	抗原抗体反応により, 抗体(免疫グロブリン)が抗原を攻撃(排除・防御)する免疫。
	細胞性免疫	細胞(リンパ球のキラーT細胞やマクロファージ(白血球の一種))が直接抗原を攻撃(排除・防御)する免疫。
抗体のでき方による分類	先天性免疫(自然免疫)	生来, 持っている免疫。
	後天性免疫(獲得免疫)	感染・人工免疫(ワクチン・血清療法)などによって得た免疫。

- ・ ワクチン：病気にかかる前に, あらかじめ体内にいれる病原体(殺したり弱らせたりした抗原)。これにより, あらかじめ病後免疫の状況をつくりだすことができる。一般的に予防接種と呼ばれているもの。
- ・ 血清療法：動物の体内でできた抗体を, 人間に注射する治療法

地球内部の構造

① 地球の化学組成

地球全体の化学的組成は、隕石に似たものと推定されている。

最も多いのは鉄である。

② 地球の層構造

密度	境界面 (地表からの深度)	名称		状態	地震波の伝わり方	
					P波	S波
小  大		地殻		固体 花崗岩・玄武岩	○	○
	モホロビッチ不連続面 (モホ面) (30~40km)	マントル		固体 かんらん岩	○	○
	グーテンベルク不連続面 (約 2900km)	核	外核	液体 鉄・ニッケル	○	×
	レーマン不連続面 (約 5100km)		内核	固体 鉄・ニッケル	○	

※ 地震波は、モホロビッチ不連続面とレーマン不連続面で速度が急激に増加する。

図. 地球の内部構造

③ 地殻の構造

地殻：地球表面を取り巻く硬い岩石の部分。

- ・ 大陸部分（大陸地殻）：地殻が厚い（20～60km 程度），場所によって厚さは異なる。
玄武岩質と花崗岩質の層より成る。
- ・ 海洋部分（海洋地殻）：地殻が薄い（4～10km 程度），厚さはほぼ一定。
玄武岩質の層より成る。

図. 地殻の構造

- ④ アイソスタシー：地殻がマントルからの浮力を受けて、浮かんだように釣り合っているという考え方。

※地殻の厚さは以下のようにになっている。

- | | |
|---|------------------|
| { | ・ 標高の高いところ：地殻は厚い |
| | ・ 標高の低いところ：地殻は薄い |

これは、「マントルの上に軽い地殻が浮かんでいる」と考えると説明がつく。

図. アイソスタシー

プレートテクトニクス

① プレート

地殻	リソスフェア	地殻とマンツルの最上部。 硬く流動しにくい。 リソスフェアは、地球全体で数十枚の板状の岩石に分かれています。この1枚1枚がプレートである。
マンツル	アセノスフェア	マンツルでリソスフェアを除いた部分。 温度が高いため、軟らかく流動性を持つ。

② プレートテクトニクス

- ・ プレート：14～15枚のプレートで地球が覆われていると考えられている。
- ・ 日本列島は、ユーラシアプレート、北アメリカプレート、太平洋プレート、フィリピン海プレートの4つのプレートの境界付近に位置している。
- ・ プレートは互いに異なる方向に動いており、プレート同士が衝突したり、離れたりしている。衝突している場所では山脈（ヒマラヤ山脈・アルプス山脈）が形成される。
- ・ プレートテクトニクスとは、様々な地学現象を、プレート相互の運動によって説明しようという考え方。
- ・ 中央海嶺：新しいプレートが生成している海底山脈で、プレートが互いに離れていく隙間。震源の浅い地震が発生しているのも特徴。
(海嶺：プレートが生まれるところ、海溝：プレートが沈み込むところ)
- ・ プレートテクトニクスの考え方は、ウエゲナーの大陸移動説に始まる。

気圏

気圏：地球を取り巻いている大気の層のこと。

※ 気圏は気温の変化の仕方によって、地表に近い方から、対流圏、成層圏、中間圏、熱圏に分けられている。

※ 気圏の外を外気圏という。気圏と外気圏の明確な境界は存在しない。

名称	地表からの高度	説明
熱圏	80 km～500 km	<ul style="list-style-type: none"> 上空に行くほど、温度が高い。 太陽からの紫外線と X 線により、大気中の分子の一部が電子と陽イオンに分離している。その密度が大きい層を電離層と呼び、地表からの電波を反射するため、地球の裏側からでも短波通信ができる。 オーロラ（極光）が発生する。オーロラとは、太陽風の荷電粒子が、熱圏で大気中の分子や原子などと衝突して発光する現象である。オーロラは高緯度地方で観測される。
中間圏	50 km～80 km	<ul style="list-style-type: none"> 上空に行くほど、温度が低い。
成層圏	10 数km～50 km	<ul style="list-style-type: none"> 上空に行くほど、温度が高い。 オゾン層が存在し、太陽から来る紫外線を吸収するため。 オゾン層が存在。（高度 20 km～30 km）
対流圏	0 km～10 数km	<ul style="list-style-type: none"> 上空に行くほど、温度が低い。 地表付近の空気が地球放射によって暖められ、断熱膨張し冷却されるため、高さが 100m 上昇するごとに気温は約 0.65℃ の割合で低下する（気温減率）。気温減率は常に一定というわけではない。 気象現象が発生（上昇気流や下降気流、雲、雨など）。

※ オゾン層

- オゾン (O₃) が多く含まれる層のこと。赤道付近で少なく、高緯度で多い。
- 生物にとって有害な、太陽からの紫外線(可視光よりエネルギーが強く、波長が短い)を吸収するため、生物が地上で生活できる。
- フロンガスが 1970 年代からオゾン層を破壊し、地上に達する紫外線の量が増加。
- オゾンホール：極地方のオゾン層がほとんど存在しない部分。
- オゾンは、酸素に紫外線が当たることによって生成される。

※ 大気の成分

- 窒素 78%，酸素 21%，アルゴン 1%，二酸化炭素 0.03%。この比率は，中間圏付近までほぼ一定。
- 二酸化炭素は化石燃料の燃焼によって増加傾向。地球温暖化の原因。

図. 気圏

圏界面付近の強い偏西風をジェット気流という。(偏西風：中緯度地域の上空で吹く西風)

※ 西風：西から東に向かって吹く風 (西に向かって吹く風ではない)

地震

① 地震波の種類と性質

地震の揺れは、地震波として岩石中を伝わる。

※ 地震波の種類

地震波の種類	波の種類		速度	伝わる場所	揺れの大きさ
P波 (Primary Wave)	縦波 (疎密波)	波の進行方向と振動方向が一致する(平行な)波	速い	固体と液体 (地殻・マントルと外核)	小
S波 (Secondary Wave)	横波 (ねじれの波)	波の進行方向と振動方向が垂直な波	遅い	固体のみ (地殻・マントル)	極大
表面波	地球の表面のみを伝わる地震波		最後に伝わる	地球の表面のみ	大

※ 揺れの種類

地震波は、初めにP波が到着し、次にS波が到着する。

- ・ 初期微動：P波の揺れで、揺れは小さい。
- ・ 主要動：S波の揺れで、揺れは大きい。

※ 初期微動継続時間 (P-S 時間)：観測地点にP波が到着してからS波が到着するまでの時間のこと。

※ 地震波は、モホロビッチ不連続面とレーマン不連続面で速度が急激に増加する。

※ P波がS波より先に到達するので、P波を感知して緊急地震速報が出され、S波に備えることができる。

② 震度とマグニチュード

- 震度：各観測地点での揺れの大きさを表す。
 - ・ 日本では、気象庁の定めた震度階を使用（国内のみ通用）。
 - ・ 震度0～震度7までの10段階（5と6は各々、強と弱がある）。
 - ・ 一般に、同じ地震における震度は、震源に近いほど大きく、震源に遠いほど小さい。
- マグニチュード：地震の規模、地震が放出したエネルギーの総量を表す数値。
 - ・ マグニチュードが2増えるとエネルギーは1000倍になる。
 - 即ち、マグニチュードが1増えると、エネルギーは約32倍になる。

図．震源と震央

③ 地震の種類と原因

地震の種類	地震の原因
海溝型地震 (プレート境界型地震)	海洋プレートと大陸プレートが衝突する場所では、密度の大きい海洋プレートが密度の小さい大陸プレートの下に沈み込んでいる。この場所を、沈み込み帯と呼ぶ。沈み込む際、摩擦により、歪みが生じるが、その歪みが限界に達すると、大陸プレートが跳ね上がり、巨大地震が発生する。津波はこのタイプの地震の際に発生する。
活断層型地震	プレートの境界付近では、断層のずれが生じている。活断層とは、将来も活動することが予測される断層のことである。 兵庫県南部地震（阪神淡路大震災）：直下型地震
火山性地震	マグマの活動により、火山地帯で起こる小さい規模の地震。火山性地震により、火山噴火の予知ができる場合もある。

④ 地震帯と日本付近の震源の分布

1. 地震帯：地震が特に多く発生する帯状の地域のこと。

地震帯のほとんどは、プレートの境界付近に分布している。

※ 主な地震帯

- ・環太平洋地震帯：太平洋を取り巻く地震帯
 - ・アルプスーヒマラヤ地震帯：地中海からヒマラヤにかけての地震帯
- 中央海嶺（海底山脈）付近でも震源の浅い地震が発生。

2. 日本付近の震源の分布

日本付近では、4つのプレートが入り込んでいるので、地震が多発。

※ 震源の深さは太平洋側よりも、日本海側の方が深い。

図. 日本付近の震源の分布

⑤ 津波

海溝型地震により発生する。海岸に近づき水深が浅くなると、波速は小さくなり、波長が短くなり、波高は高くなる。

火山

① 火山噴火の仕組み

マグマ溜まりの圧力が上昇し、火道（マグマ溜まりから地表に通じる通路）が通じると、火山噴火が起こる。

※マグマ：固体である上部マントルが温度の上昇等により溶融したもの。

マグマ溜まり：地下数 km のマグマが溜まっているところ。

② 火山災害

- ・ 溶岩流：粘性が低い玄武岩質の溶岩が、川のように流れるもの。
- ・ 火山灰：安山岩質のマグマの火山に多い。
- ・ 火山ガス：90%は水蒸気。他に CO₂ や有毒の H₂S, SO₂ など。
- ・ 火砕流：火山砕屑物が火山ガスと共に火口から山腹を流下する現象。

粘性の高い流紋岩質のマグマの火山で発生しやすい。ex. 雲仙普賢岳（1991年）

- ・ 火山泥流：山腹に積もった火山砕屑物が多量の雨と混ざって、山腹を高速で流れ下る現象。

※火山砕屑物：火山灰，軽石，火山弾などのこと。

御嶽山の噴火（長野県と岐阜県の県境，標高 3067m の成層火山と考えられている）
 2014年9月27日，山頂付近にいた登山客が巻き込まれ，日本国内においては，噴火災害で死者が出たのは雲仙普賢岳（長崎県）の大火砕流（1991年）以来で，死者数も雲仙普賢岳の災害を超え戦後最悪。今回の噴火は水蒸気噴火とみられる。

③ 火山の分布

火山帯：多数の火山が分布する帯状の地域のこと。

- ・ 環太平洋火山帯：太平洋を取り巻く火山帯。全火山の 60% が集中。
- ・ 地中海火山帯：地中海からヒマラヤ山脈にかけての火山帯。

※その他の火山の集中している場所

- ・ 大西洋中央海嶺：海底火山
- ・ ホットスポット：マントルの内部の高温部で，その上で火山活動が起こる場所。ホットスポットの位置は不変だが，その上をプレートが移動していくので，ハワイ-天皇海山列が形成された。

④ 火山の分類

溶岩の性質	岩石 (火山岩)	流紋岩質 のマグマ	↔	安山岩質 のマグマ	↔	玄武岩質 のマグマ
	温度	低い (800℃~1000℃)	↔		↔	高い (1200℃)
	粘性	高い (粘り強い)	↔		↔	低い (流動しやすい)
	SiO ₂ の 含有量	多	↔		↔	少
噴火の 激しさ		激しい (火山弾)	↔		↔	穏やか
火山災害		火砕流		火山灰		溶岩流
火山の構造		鐘状火山 (トロイデ) 溶岩円頂丘(溶岩ドーム)もこれに近い		成層火山 (コニーデ) 溶岩と火山砕屑物が交互に堆積して形成		楕状火山 (アスピーテ)
火山の例		昭和新山 雲仙普賢岳 有珠山		富士山 浅間山 桜島 三宅島(伊豆諸島) 岩手山		キラウエア(ハワイ) マウナロア(ハワイ) 三原山(伊豆大島)

※ 火山岩：マグマが地上に噴出するか、地表近くで急冷されて固まってできた岩石。

- ・ カルデラ：火山噴火の際に、大量の火山砕屑物や溶岩を噴出したため、火口付近が陥没してできた地形。(阿蘇山, 十和田湖(カルデラ湖))
- ・ 溶岩噴泉：粘性が小さい溶岩が噴水のように噴き上がる噴火
- ・ 水蒸気噴火：水が温度の高い物質と接触して気化され発生する爆発による噴火
- ・ 割れ目噴火：山頂火口からではなく、割れ目からマグマが噴出する現象(三宅島)
- ・ 単成火山：一度の噴火でできた火山, 複成火山：複数の噴火でできた火山

物質の分類

図. 物質の分類

物質	化学式で表記できる。		
	単体	1種類の元素で構成される ex. H_2 , O_2 , Cl_2 , Au, Ag, Cu, Fe, O_3 , Hg, Ti 等	
	純物質	化合物	2種類以上の元素で構成される 有機化合物 (Cを含むもの) ex. CH_4 , アルコール (C_2H_5OH), デンプン, タンパク質, プラスチック (PE, PET, ナイロン等) 無機化合物 (Cを含まないもの) ※ CO , CO_2 と炭酸塩はCを含んでも無機化合物 ex. H_2O , NaCl, HCl, H_2SO_4 , NH_3 , MgO, CO , CO_2 $CaCO_3$, Fe_2O_3
		混合物	2種類以上の純物質で構成され、化学式で表記できない。 均一混合物 ex. 混合気体 (空気, 天然ガスなど), 合金 (複数の金属元素, あるいは金属元素と非金属元素からなる金属様のもの。ステンレスやジュラルミン, 青銅など), 溶液 (食塩水, 海水, 石油など) 不均一混合物 ex. 血液, 岩石, コンクリート

原子の構造と電子殻

① 原子の構造

※ 原子に含まれている陽子の数と電子の数が等しいので、原子は全体として中性に保たれている。

※ 陽子と中性子と電子の質量比
 $\oplus : \circ : \ominus = 1840 : 1840 : 1$

図. He 原子

※ イオン：陽子の数と電子の数が異なるもの

陽イオン：陽子の数が多いイオン，陰イオン：電子の数が多いイオン

陽子が1個多ければ1価の陽イオン，2個多ければ2価の陽イオンと呼び，電子が1個多ければ1価の陰イオン，2個多ければ2価の陰イオンと呼ぶ。

② 原子番号と質量数

図. 原子番号と質量数の表記法

③ 同位体

同位体（アイソトープ）：陽子数（原子番号）は同じだが，中性子数が異なるため，質量数が異なる原子のこと。放射線を出す放射性同位体（セシウム，ヨウ素など）も存在する。

※同位体と同素体をしっかりと区別すること

図. H 原子の同位体

④ 電子殻

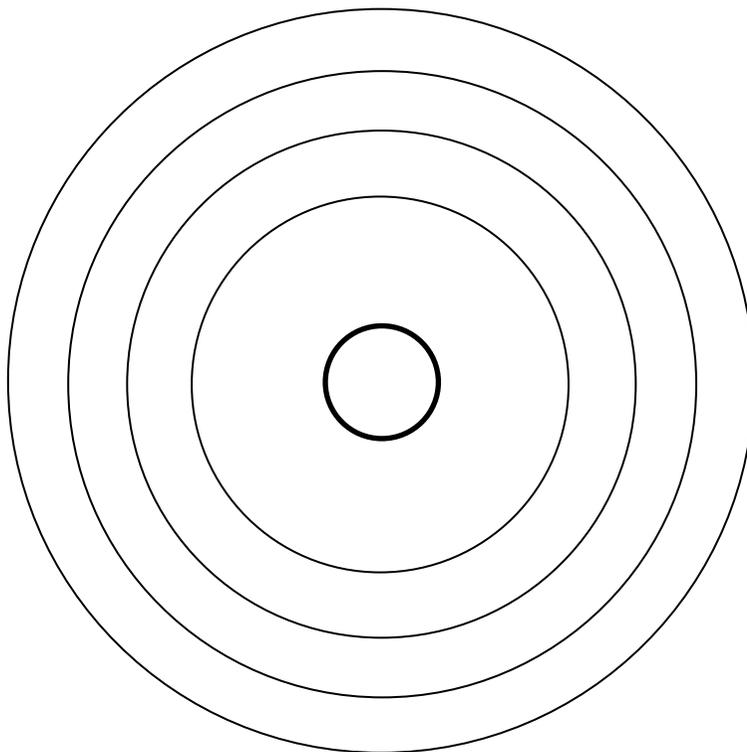


図. 電子殻と最大収容電子数

最大収容電子数：各電子殻に入ることのできる最大の電子の数のこと

最外殻電子（価電子）：最外殻に入っている電子のこと。

最外殻電子数（価電子数）：最外殻に入っている電子の数のこと。

図. H, He, Li, Be の電子配置

典型元素の周期表

	1	2	12	13	14	15	16	17	18
1	H								He
2	Li	Be		B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg		Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca			Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr			Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba			Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra							
性質	<ul style="list-style-type: none"> ・ 1 価の陽イオンになる ・ 炎色反応 ・ 石油中に保存 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2 価の陽イオンになる ・ 炎色反応 					<ul style="list-style-type: none"> ・ 2 価の陰イオンになる 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 1 価の陰イオンになる ・ 単体は全て二原子分子で有色 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 閉殻構造で安定 ・ 全て単原子分子の無色・無臭の気体

周期表に関する事項

項目	内容								
メンデレーエフの 周期表	ロシアの化学者。元素を原子量順に並べている。 メンデレーエフが周期律を発見した。								
現在の周期表	元素を原子番号（陽子数）順に並べている。								
典型元素	<ul style="list-style-type: none"> ・ 1, 2, 12 ~ 18 族に存在 ・ 縦に性質が類似 ・ 金属, 非金属 共に存在 ・ 希ガスを除き, 価電子（最外殻電子）の数が族番号の 1 の位と一致 								
遷移元素	<ul style="list-style-type: none"> ・ 3 ~ 11 族に存在 ・ 横に性質が類似 ・ 全て金属 ・ 価電子（最外殻電子）の数は 1 or 2 								
アルカリ金属	<ul style="list-style-type: none"> ・ 元素 : Li, Na, K, Rb, Cs, Fr (周期表の第 1 族に存在) ・ 1 価の陽イオンになりやすい ・ 炎色反応あり ・ 空気中の水分と反応して発火するため, 石油中に保存する 								
アルカリ土類金属	<ul style="list-style-type: none"> ・ 元素 : Ca, Sr, Ba, Ra (周期表の第 2 族に存在) ・ 2 価の陽イオンになりやすい ・ 炎色反応あり 								
ハロゲン	<ul style="list-style-type: none"> ・ 元素 : F, Cl, Br, I, At (周期表の第 17 族) ・ 1 価の陰イオンになりやすい ・ 単体は全て二原子分子で有色 								
希ガス (貴ガス)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 元素 : He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn (周期表の第 18 族) ・ 特殊なケースを除いて, イオンにはならない ・ 閉殻構造（最外殻電子数=最大収容電子数）のため安定 ・ 全て単原子分子の気体で無色, 無臭の気体 								
空気中に 存在する気体	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 25%;">1. N₂</td> <td style="width: 25%;">2. O₂</td> <td style="width: 25%;">3. Ar</td> <td style="width: 25%;">4. CO₂</td> </tr> <tr> <td>78%</td> <td>21%</td> <td>1%</td> <td>0.03%</td> </tr> </table>	1. N ₂	2. O ₂	3. Ar	4. CO ₂	78%	21%	1%	0.03%
1. N ₂	2. O ₂	3. Ar	4. CO ₂						
78%	21%	1%	0.03%						
クラーク数	地殻（地球表面下約 16km（10 マイル））に存在する元素の存在比 <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 25%;">1. O</td> <td style="width: 25%;">2. Si</td> <td style="width: 25%;">3. Al</td> <td style="width: 25%;">4. Fe</td> </tr> </table>	1. O	2. Si	3. Al	4. Fe				
1. O	2. Si	3. Al	4. Fe						

項目	内容																												
炎色反応																													
同素体	<p>同素体：構造や結合様式の異なる単体のこと ※同位体と同素体をしっかりと区別すること</p> <table border="1" data-bbox="314 917 1166 1758"> <thead> <tr> <th data-bbox="314 917 433 969">元素</th> <th data-bbox="433 917 743 969">同素体</th> <th data-bbox="743 917 1166 969">特徴</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="314 969 433 1122" rowspan="3">S (硫黄)</td> <td data-bbox="433 969 743 1022">斜方硫黄</td> <td data-bbox="743 969 1166 1022" rowspan="2">王冠型, 黄色</td> </tr> <tr> <td data-bbox="433 1022 743 1074">単斜硫黄</td> </tr> <tr> <td data-bbox="433 1074 743 1122">ゴム状硫黄</td> <td data-bbox="743 1074 1166 1122"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="314 1122 433 1462" rowspan="4">C (炭素)</td> <td data-bbox="433 1122 743 1174">ダイヤモンド</td> <td data-bbox="743 1122 1166 1174">一番硬い</td> </tr> <tr> <td data-bbox="433 1174 743 1267">グラファイト (黒鉛)</td> <td data-bbox="743 1174 1166 1267">層状構造 鉛筆の芯に利用, 導電性</td> </tr> <tr> <td data-bbox="433 1267 743 1367">フラーレン</td> <td data-bbox="743 1267 1166 1367">サッカーボール状 半導体</td> </tr> <tr> <td data-bbox="433 1367 743 1462">カーボンナノチューブ (Carbon Nano Tube, CNT)</td> <td data-bbox="743 1367 1166 1462">チューブ状 日本人が発見, 導電性</td> </tr> <tr> <td data-bbox="314 1462 433 1657" rowspan="2">O (酸素)</td> <td data-bbox="433 1462 743 1562">酸素 (O₂)</td> <td data-bbox="743 1462 1166 1562">無色, 無臭の気体 助燃性ガス, 空気中に 21%</td> </tr> <tr> <td data-bbox="433 1562 743 1657">オゾン (O₃)</td> <td data-bbox="743 1562 1166 1657">淡青色, 特異臭の気体 オゾン層</td> </tr> <tr> <td data-bbox="314 1657 433 1758" rowspan="2">P (リン)</td> <td data-bbox="433 1657 743 1709">黄リン</td> <td data-bbox="743 1657 1166 1709">有毒, 自然発火するため水中保存</td> </tr> <tr> <td data-bbox="433 1709 743 1758">赤リン</td> <td data-bbox="743 1709 1166 1758">無毒, マッチの発火剤</td> </tr> </tbody> </table>	元素	同素体	特徴	S (硫黄)	斜方硫黄	王冠型, 黄色	単斜硫黄	ゴム状硫黄		C (炭素)	ダイヤモンド	一番硬い	グラファイト (黒鉛)	層状構造 鉛筆の芯に利用, 導電性	フラーレン	サッカーボール状 半導体	カーボンナノチューブ (Carbon Nano Tube, CNT)	チューブ状 日本人が発見, 導電性	O (酸素)	酸素 (O ₂)	無色, 無臭の気体 助燃性ガス, 空気中に 21%	オゾン (O ₃)	淡青色, 特異臭の気体 オゾン層	P (リン)	黄リン	有毒, 自然発火するため水中保存	赤リン	無毒, マッチの発火剤
元素	同素体	特徴																											
S (硫黄)	斜方硫黄	王冠型, 黄色																											
	単斜硫黄																												
	ゴム状硫黄																												
C (炭素)	ダイヤモンド	一番硬い																											
	グラファイト (黒鉛)	層状構造 鉛筆の芯に利用, 導電性																											
	フラーレン	サッカーボール状 半導体																											
	カーボンナノチューブ (Carbon Nano Tube, CNT)	チューブ状 日本人が発見, 導電性																											
O (酸素)	酸素 (O ₂)	無色, 無臭の気体 助燃性ガス, 空気中に 21%																											
	オゾン (O ₃)	淡青色, 特異臭の気体 オゾン層																											
P (リン)	黄リン	有毒, 自然発火するため水中保存																											
	赤リン	無毒, マッチの発火剤																											

遺伝

① 遺伝の基本用語

- ・ 形質：生物の形や性質（ex. 色や形）で、遺伝によって子孫に伝わるもの。
- ・ 対立形質：種子の形が丸形・しわ形のように、互いに対となる形質。
- ・ 遺伝：生物の形質が、親から子、子から孫へと伝えられること。
- ・ 遺伝子：形質を遺伝するもとなるもの。
- ・ 遺伝子型：2つのアルファベット（ex. AA, Aa, aa）で遺伝子の組合せを示したもの。
- ・ 表現型：遺伝子型によって表れる形質。
- ・ ホモ接合体とヘテロ接合体：AA, aaのように同じ遺伝子の組合せのものがホモ接合体（ホモ、同形接合体）で、Aaのように異なる遺伝子の組合せのものがヘテロ接合体（ヘテロ、異形接合体）。
- ・ 優性形質（顕性形質）と劣性形質（潜性形質）：ヘテロ接合体において、現れる形質が優性形質（顕性形質）で、現れない形質が劣性形質（潜性形質）。
- ・ 配偶子：卵細胞と精細胞のように、雌雄性などの相反する性質を持つ生殖細胞のこと。
- ・ 対立遺伝子：対立形質を遺伝する遺伝子。例えば、エンドウの種子の対立形質における“丸形”と“しわ形”。

② メンデルの法則

- ・ 優性の法則：遺伝子型が、ホモ接合体 AA とホモ接合体 aa の両親 P（ラテン語の Parens）を交配した場合、雑種第 1 代の子 F₁（ラテン語の Filius）の遺伝子型はヘテロ接合体 Aa になる。この F₁ は、A の形質と a の形質のどちらもが現れるのではなく、どちらか一方の形質のみが現れる。この法則を優性の法則といい、現れる形質が優性形質である。基本的には優性形質を大文字で表す。

図．優性の法則

- ・ 分離の法則：遺伝子型がヘテロ接合体 Aa である雑種が配偶子をつくる際、対立遺伝子 A と a が互いに分離して別々の配偶子に入る。
- ・ 独立の法則：配偶子をつくる際、2 対以上の対立遺伝子がある際、各対立遺伝子は、互いに独立して配偶子に入る。

③ 一遺伝子雑種

一遺伝子雑種：1 対の対立形質に着目して，交配して得られた雑種。

ex. エンドウの種子の形の対立形質：“丸形”と“しわ形”

「丸形の純系個体（ホモ接合体）」と「しわ形純系個体（ホモ接合体）」を親（P）として他家受精すると，雑種第一代（F₁）は全てヘテロ接合体の丸形になる（優性の法則）。この F₁ を自家受精すると，雑種第二代（F₂）の表現型は，“丸形”：“しわ形” = 3：1 となる。結果として，“丸形”が優性形質で，“しわ形”が劣性形質であることが分かる。

(分離の法則)

	A	a
A	AA [A]	Aa [A]
a	Aa [A]	aa [a]

上段：遺伝子型

下段：表現型

図. 一遺伝子雑種

※ 不完全優性と中間雑種：対立形質の遺伝子 A と a の優劣関係が不完全なときの対立形質の遺伝子間の関係を不完全優性と呼び，親の形質の中間の形質を示す雑種を中間雑種と呼ぶ。

ex. マルバアサガオ，オシロイバナ：AA（赤）× aa（白）→ Aa（桃色）

Aa（桃色）× Aa（桃色）→ AA（赤）：Aa（桃色）：aa（白） = 1：2：1

※ 複対立遺伝子：対立遺伝子が 3 種類以上ある遺伝子

ex. ABO 式血液型：A と B が O に対して優性。

A と B に優劣はない。

血液型	遺伝子型
A 型	AA or AO
B 型	BB or BO
AB 型	AB
O 型	OO

※ 致死遺伝子：遺伝子型がホモになると死亡する遺伝子

ex. ハツカネズミの毛の色：黄（優性），黒（劣性）

Aa（黄）× Aa（黄）→ AA（黄）：Aa（黄）：aa（黒） = 1：2：1

優性ホモ AA は胎児のうちに死ぬ。結果的に Aa（黄）：aa（黒） = 2：1

④ 二遺伝子雑種

二遺伝子雑種：2対の対立形質に着目して、交配して得られた雑種。

ex. エンドウの「種子の形」と「子葉の色」

「丸形で黄色の純系個体（ホモ接合体）」と「しわ形で緑の純系個体（ホモ接合体）」を親（P）として他家受精すると、雑種第一代（F₁）は全てヘテロ接合体の丸形で黄色になる（優性の法則）。このF₁を自家受精すると、雑種第二代（F₂）の表現型は，“丸形・黄色”：“丸形・緑”：“しわ形・黄色”：“しわ形・緑” = 9：3：3：1となる。結果として，“丸形”と“黄色”が優性形質で，“しわ形”と“緑”が劣性形質であることが分かる。

エンドウ	優性	劣性
種子の形	丸(A)	しわ(a)
子葉の色	黄色(B)	緑(b)

(分離の法則)

	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB [AB]	AABb [AB]	AaBB [AB]	AaBb [AB]
Ab	AABb [AB]	AAbb [Ab]	AaBb [AB]	Aabb [Ab]
aB	AaBB [AB]	AaBb [AB]	aaBB [aB]	aaBb [aB]
ab	AaBb [AB]	Aabb [Ab]	aaBb [aB]	aabb [ab]

上段：遺伝子型 下段：表現型

表現型 AB : Ab : aB : ab = 9 : 3 : 3 : 1

図. 二遺伝子雑種

- ※ 補足遺伝子:互いに独立した2対の遺伝子の優性遺伝子が補足的に働いて形質を発現する2組の遺伝子 (ex. スイートピーの花の色)
- ※ 条件遺伝子:互いに独立した2対の遺伝子において、特定の遺伝子が存在することが条件で働く遺伝子 (ex. カイウサギの毛の色)
- ※ 抑制遺伝子:互いに独立した2対の遺伝子において、他の優性遺伝子の形質発現を抑制する優性遺伝子 (ex. カイコガのまゆの色)

⑤ DNA (デオキシリボ核酸)

- DNA は、遺伝子の本体であり、塩基・糖・リン酸から成るヌクレオチドで構成されている核酸である。
 - DNA の塩基は、アデニン (A)・チミン (T)・グアニン (G)・シトシン (C) の4種類であり、ワトソンとクリックによって、この4種類の塩基が二重らせん構造をしていることが明らかにされた。アデニン (A) とチミン (T) が、グアニン (G) とシトシン (C) がそれぞれ対になって結合して二重らせん構造となっている。
 - 真核生物 (細胞に核を持つ生物) であれば、細胞の核の中に DNA は存在する。
 - DNA 量は、生物の種類によって異なる。しかし、同一の生物であれば体細胞の種類 (部位) によって異ならず、どの体細胞 (部位) でも DNA 量は等しい。生殖細胞の DNA 量は、体細胞の DNA 量のほぼ半分である。
 - DNA 鑑定は、親子間だけでなく、兄弟姉妹間、祖父母と孫でも行われており、また、人間だけでなく、米のブランドの DNA 鑑定など、他の生物でも行われている。
- ※ RNA (リボ核酸):DNA と同じく、塩基・糖・リン酸から成るヌクレオチドで構成されている核酸である。タンパク質が合成される際、DNA の塩基配列を写し取った RNA (mRNA, 伝令 RNA) が合成される過程を転写と呼ぶ。

	DNA	RNA
塩基	アデニン (A)・チミン (T)・グアニン (G)・シトシン (C) の4種類	アデニン (A)・チミン (T)・グアニン (G)・ウラシル (U) の4種類
糖	デオキシリボース	リボース

波

波：波が発生した点を波源といい、波源で起こった振動が次々と隣り合った部分に伝わる現象のこと。なお、波を伝える物質を媒質とよぶ。波は動くものであり、波が動いているのであって、媒質が動いているわけではない。

ex. 水面波、音波、電磁波（赤外線、可視光、紫外線、X線）、地震波

水面波の媒質は水などで、音波、電磁波の媒質は大気などであり、地震波の媒質は、地殻、マントル、外核である。

※ 縦波（粗密波）と横波（ねじれの波）

波の種類	説明	例
縦波 (粗密波)	波の進行方向と振動方向が一致する (平行な) 波。	音波 地震の P 波
横波 (ねじれの波)	波の進行方向と振動方向が垂直な波。	電磁波 (光) 地震の S 波

図. 周期的な波（正弦波）：形がきれいな波

- 波長 λ [m]：波の頂点から頂点の長さ。
- 速さ v [m/s]：波が進む速さ。
- 振動数（周波数） f [Hz] = [回/s]

波が通り過ぎていくときに、同じ場所を観察すると、上がったたり、下がったりする。この上がったたり下がったりする振動が、1秒間あたりに何回起こるかの回数のこと。

- 周期 T [s]：1回振動するのにかかる時間のこと。

- 公式 $v = f\lambda$ $T = 1/f$

ドップラー効果

- ① 音の3要素：音の高さ（音波の振動数）、音の強さ（音波の振幅）、音色（音波の波形）

振動数が大きい音：高い音
振動数が小さい音：低い音 } と人間は認識する

- ② ドップラー効果（音だけでなく、波全体で起こる現象（ie. 光でも起こる））

音源（スピーカー）が振動数 500 [Hz] で音を発しているものにも関わらず、音源（波源）または、観測者が動いているため、観測される振動数が 500 [Hz] ではなく、450 [Hz] や 550 [Hz] に変わって観測される現象。

ex. 救急車のサイレンの音

救急車が近づいてくるとき → 高い音
救急車が遠ざかっていくとき → 低い音

ドップラー効果の公式

$$f_{\text{観}} = \frac{\text{観測者の2つの速さの矢印間の長さ}}{\text{音源の2つの速さの矢印間の長さ}} \times f$$

$f_{\text{観}}$ ：観測する（聞こえる）振動数 [Hz]

f ：音源（スピーカー）の振動数 [Hz]

2つの速さ：“音の速さ”と“移動する速さ”

- ※ ドップラー効果の計算例

音速 V [m/s]，救急車の速さ v [m/s]

- 救急車が近づいてくる時（救急車と擦れ違う前）

- 救急車が遠ざかる時（救急車と擦れ違った後）