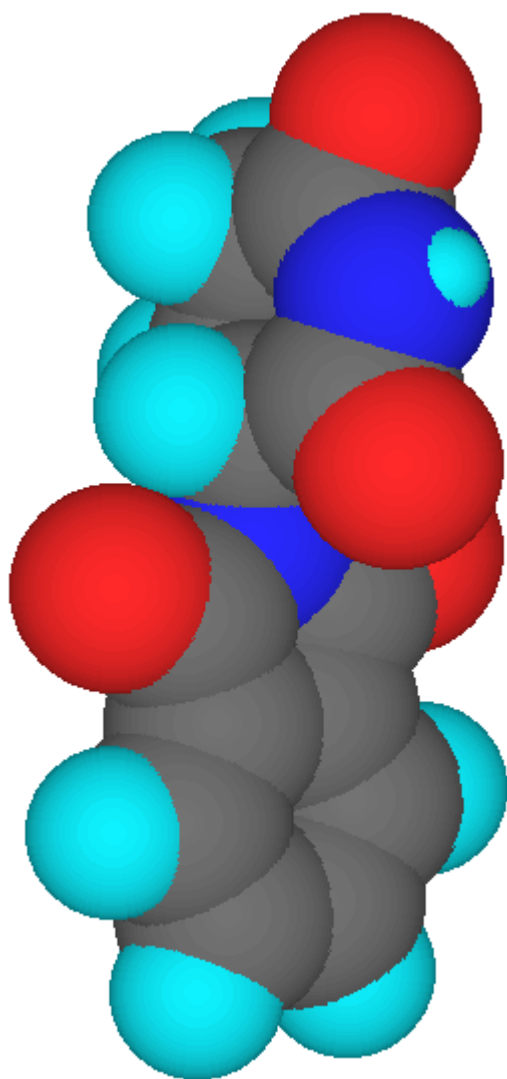
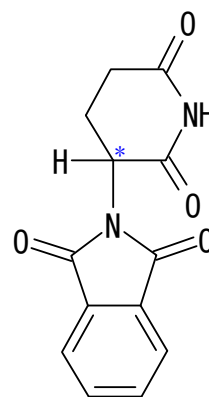
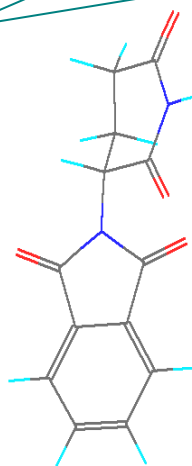


# たのしい分子ぬりえ



サリドマイド (thalidomide) は、薬害で悪名高い物質である。かつて睡眠薬として発売、使用されたが、胎児に対する催奇形性があり、四肢の発育不全のまま生まれてくることがあることがわかり、大きな社会問題になった。

不斉炭素（構造式に\*を付して示した）に由来する鏡像異性体（右手と左手のように鏡像の関係にある異性体）を持ち、R体は催眠作用のみを持ち、S体が催奇性だけを現すという報告がなされたため、教科書では、鏡像異性体と生体に対する薬理作用の関係で取り上げられることが多い。現在では、分割された鏡像異性体を投与しても、体内で比較的速やかにラセミ化（R体とS体が相互に変化すること）が進行し、R体のみを投与しても安全なわけではないとされている。

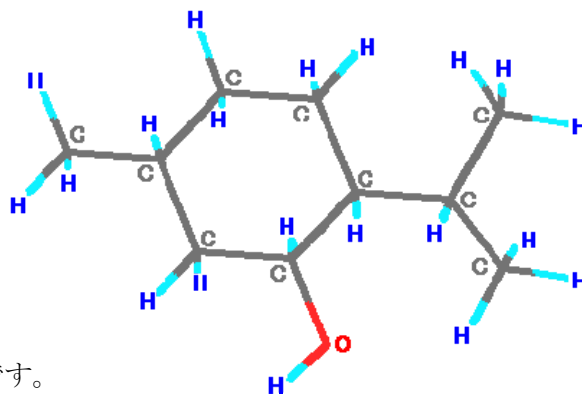


群馬工業高等専門学校

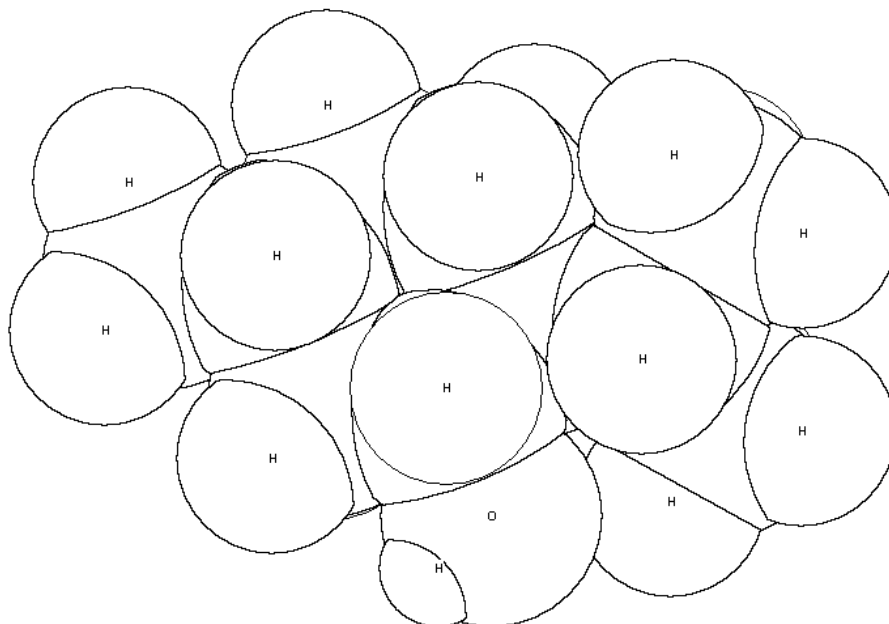
総合物作り体験「分子・物質・エネルギー」ふろく

## あそびかた

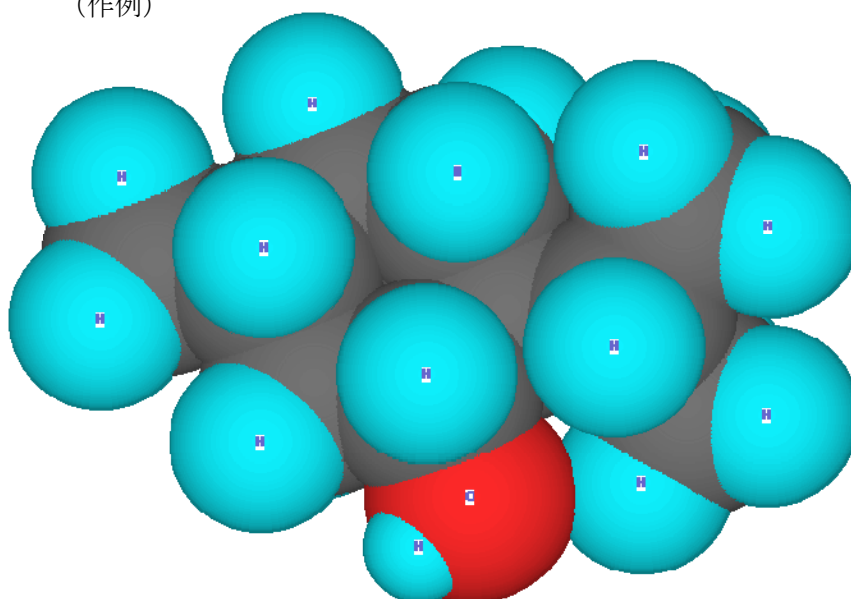
ハッカの香りの成分であるメントールは  
右図のような構造を持っています。  
原子を球で表すと立体的な形が見えてきます。



右の骨格図とぬりえの図では、原子の位置関係が同じです。  
球で表した図では、手前の原子に隠れて見えなくなってしまう原子もあります。  
骨格図とよく見比べながら立体的な形を想像して、ぬりえの原子をきれいに塗ってみましょう。  
水素(H)は水色、炭素(C)は黒、酸素(O)は赤で、色を塗りましょう。  
他の分子では、窒素(N)の青色、塩素(Cl)の緑色、硫黄(S)の黄色も使います。



(作例)



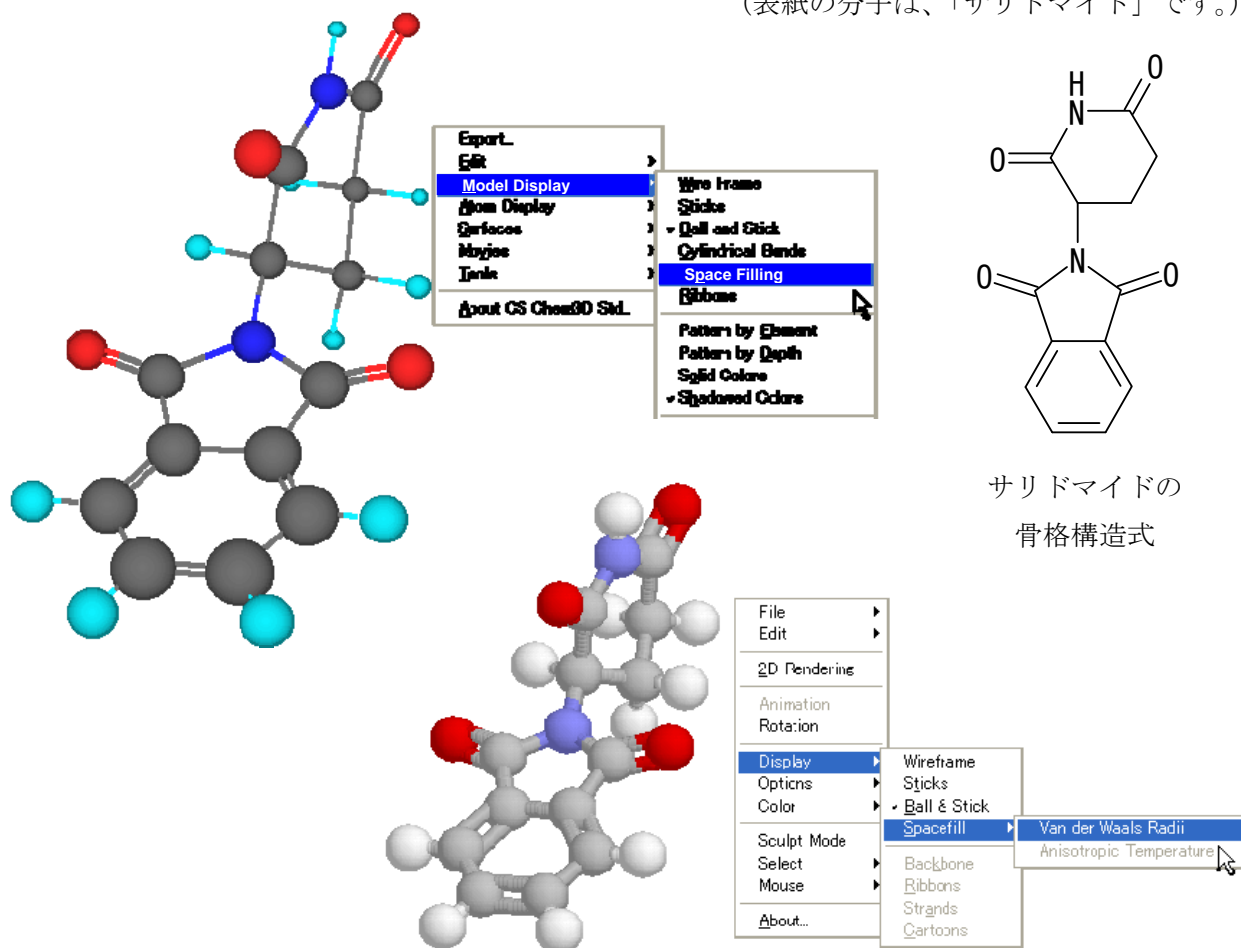
ここに示した分子は、すべてウェブ上の「いろいろな分子の形を見よう」で確認することができますので、きれいに色をぬれたら、こたえ合わせをしてみましょう。

○ 図書館のパソコン室の端末など、「ChemBio3D」というソフトウェアがインストールされた PC  
「群馬高専」→「物質工学科」→「スタッフ紹介」→「中島 敏 准教授」→「授業関係」  
→「1年 総合物作り体験 いろいろな分子の形を見よう」をクリック  
<http://www.chem.gunma-ct.ac.jp/phys/jugyou/molecule/>

○ 家庭の PC では、「ChemscapeChime」または「Jmol」を用いて表示します（どちらも無料）。  
「群馬高専」→「物質工学科」→「スタッフ紹介」→「中島 敏 准教授」→「授業関係」  
→「いろいろな分子の形を見よう」をクリック  
[http://www.chem.gunma-ct.ac.jp/phys/jugyou/molecule/mol\\_files/](http://www.chem.gunma-ct.ac.jp/phys/jugyou/molecule/mol_files/)  
「ChemscapeChime」のインストールも、このページを参照してください。  
→「○ 分子の3次元データ」より「ChemscapeChime」または「Jmol」のいずれかから、  
「分子のかたちを見よう」の分子データ」を選択してクリック

○ 上のいずれかの方法で分子のリストを表示することができたら、その分子名をクリックします。  
はじめは「球と棒モデル : Ball and Stick models」で分子モデルが表示されていますから、これを「空間充填モデル : Space-Filling model」で表示しなおします。このためには、分子が表示されている画面上で右クリックし、Model Display 方法に Space Filling を指定します。（Jmol の場合は、Style → Scheme → CPK Spacefill の順に指定する。）また、パソコン上でマウスをドラッグすることで、いろいろな方向から分子を立体的に見ることができます。

(表紙の分子は、「サリドマイド」です。)



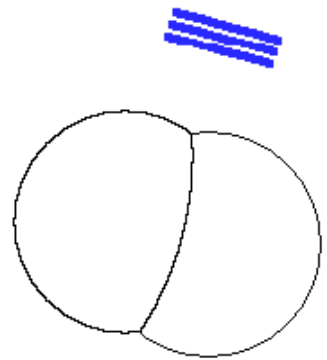
(見た目が簡単な分子たち)

最も基本的で、生命にとって欠かせない物質のひとつ。3つの原子から出来ている分子で、折れ曲がった構造を持つ。分子が小さい割に融点や沸点が高いことで知られる。摂氏の温度目盛りは、水の融点と沸点を基準にして定められた。



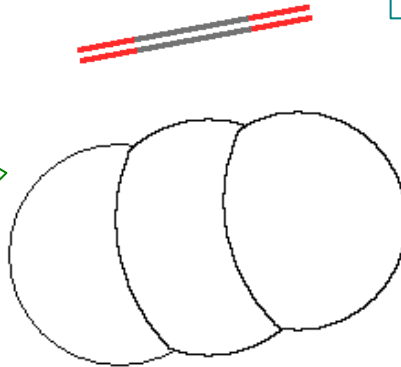
水 (H<sub>2</sub>O)

地球の大気の約8割を占める気体。2つの原子から出来ている分子。化学反応性は低いが、加熱した金属マグネシウムなどと反応する。この反応を用いて空気中の酸素と窒素を全て取り除くことにより、アルゴンが発見された。

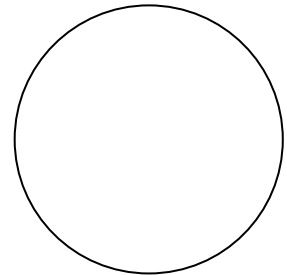


窒素 (N<sub>2</sub>)

空気中に約1%存在する希ガス。ほとんど化合物を作らず、1つの原子が、そのまま分子として振舞う単原子分子である。

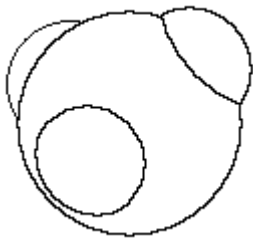


二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>)



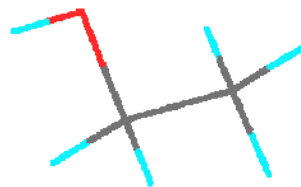
アルゴン (Ar)

呼吸をしたり、ものを燃やしたりしたときに発生する気体。現在、大気中の0.4%程度を占める。この濃度は最近の20年間に約1割増加した。水に溶けて炭酸を生じる。そのため、炭酸ガスと呼ばれることもある。石灰水に通すと炭酸カルシウムの沈澱を生じて白く濁る。最近は、温室効果をもつ気体としても注目される。3つの原子から出来ているが、水とは異なり、直線型である。



アンモニア (NH<sub>3</sub>)

窒素の最も還元された形態である。特有の強い刺激臭をもつ気体で、水によく解けて弱い塩基性を示す。工業的には硝酸や硫酸アンモニウム(硫安、化学肥料)などの原料となるため、極めて重要な物質である。4つの原子から出来ている分子で、三角錐の構造を持つ。

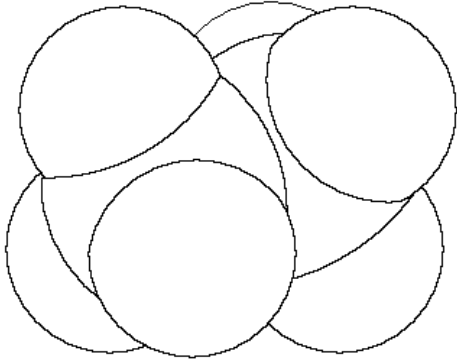
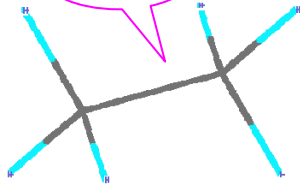


エタノール (CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH)

化学的にアルコールと呼ばれる物質群のひとつ。特有の芳香を有する液体で、水にも有機溶媒にもよく溶ける。殺菌・消毒作用をもつ。近年、バイオ燃料としての利用も注目をあびている。酒類の主要成分でもあり、エタノールを酒精と表記することもある。なお、工業用アルコールや変性アルコールは他の物質が混入しているので、飲用できない。

(炭化水素：炭素と水素だけからできている分子)

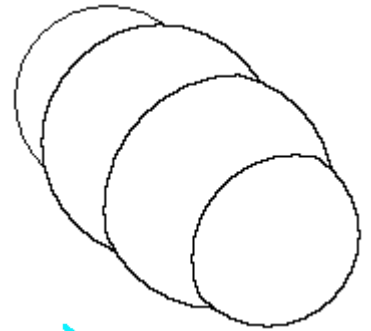
単結合



エタン ( $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3$ )

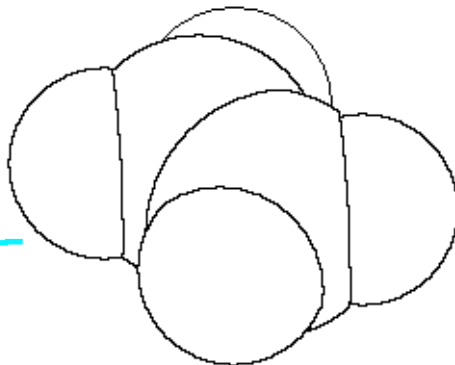
炭素は4本の結合の手をもち、炭素原子や水素などとの間に結合をもつ。炭素と水素だけからできている化合物を炭化水素という。なお、炭素原子と炭素原子は、三重結合、二重結合、単結合をとることができる。  
炭素2つの化合物で、炭素間が単結合のものがエタンである。  
(これは、炭素数2のアルコール、エタノールという名前の語幹を成す。) 二重結合のものはエテン (慣用名、エチレン)、三重結合のものはエチン (慣用名、アセチレン) である。

エチン、アセチレン ( $\text{HC}\equiv\text{CH}$ )



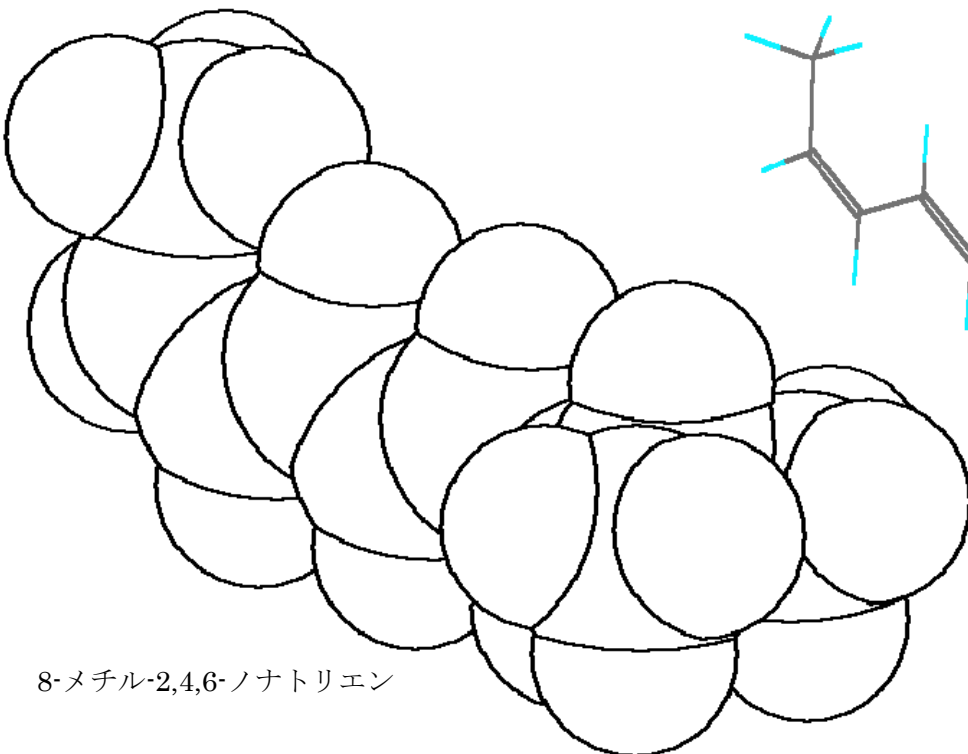
三重結合

二重結合

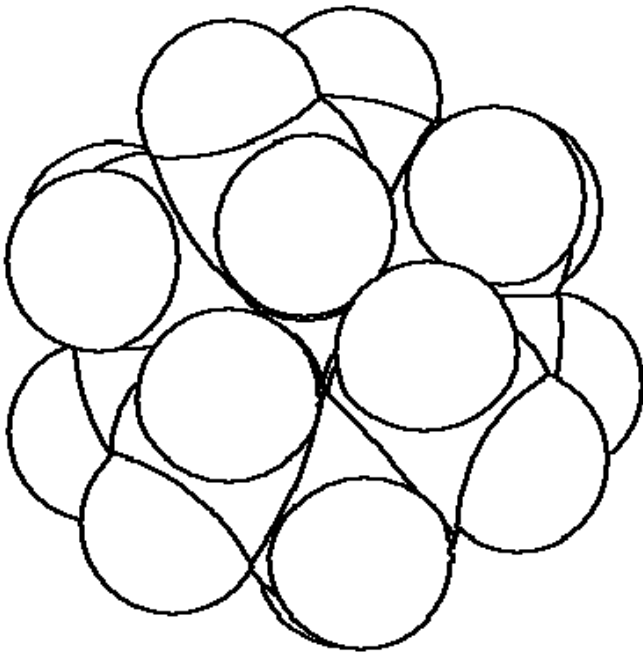


エテン、エチレン ( $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$ )

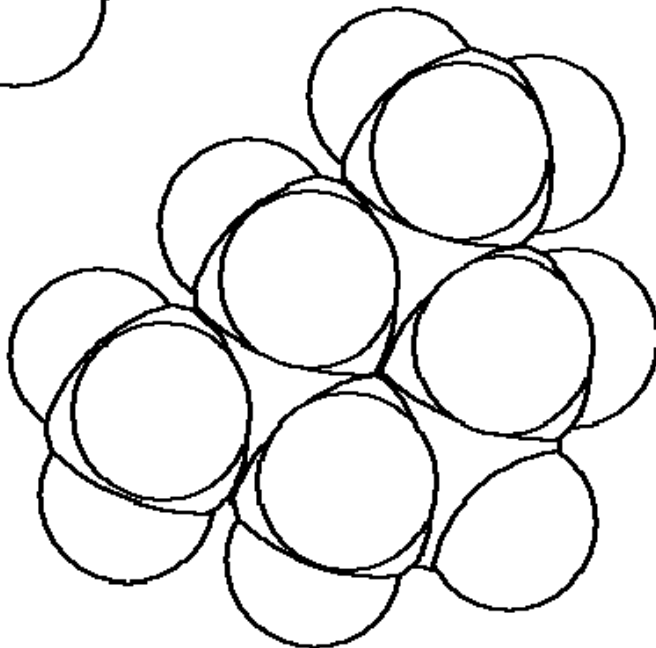
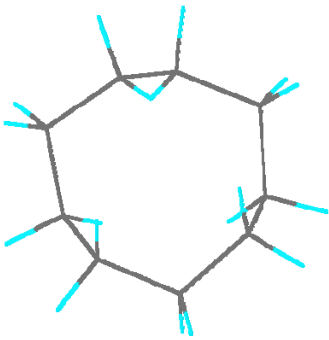
炭素が4本の結合の手をもち、鎖状につながったり、枝分かれたり、環をなすことができるため、炭化水素の種類は無限に存在する。そのそれぞれを区別するため、枝分かれの位置や二重結合の位置などを番号で表すような命名規則がある。



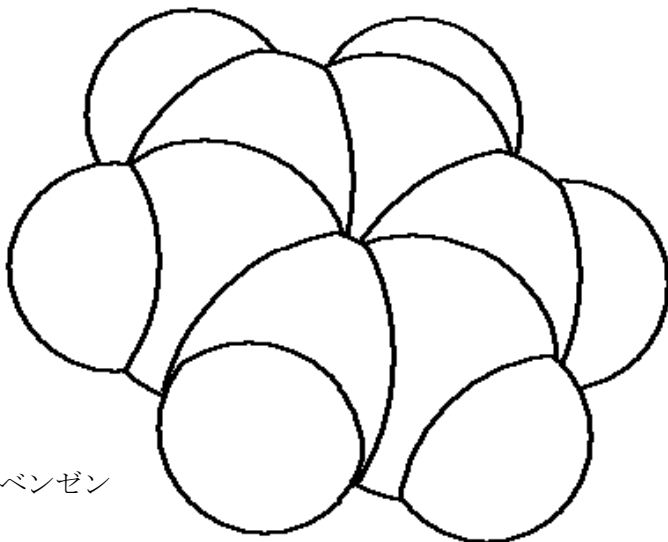
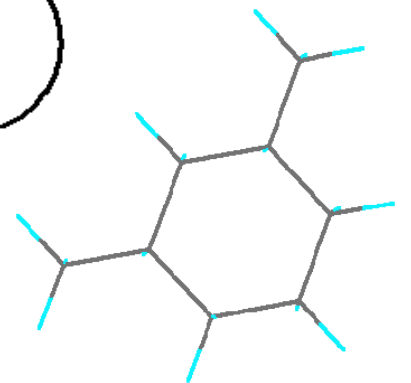
8-メチル-2,4,6-ノナトリエン



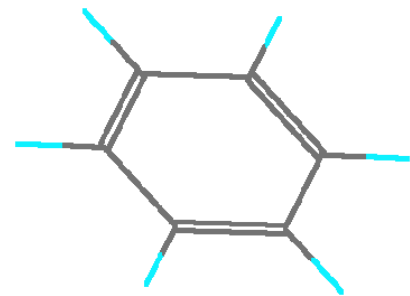
シクロノナン



1,3-ジメチルシクロヘキサン



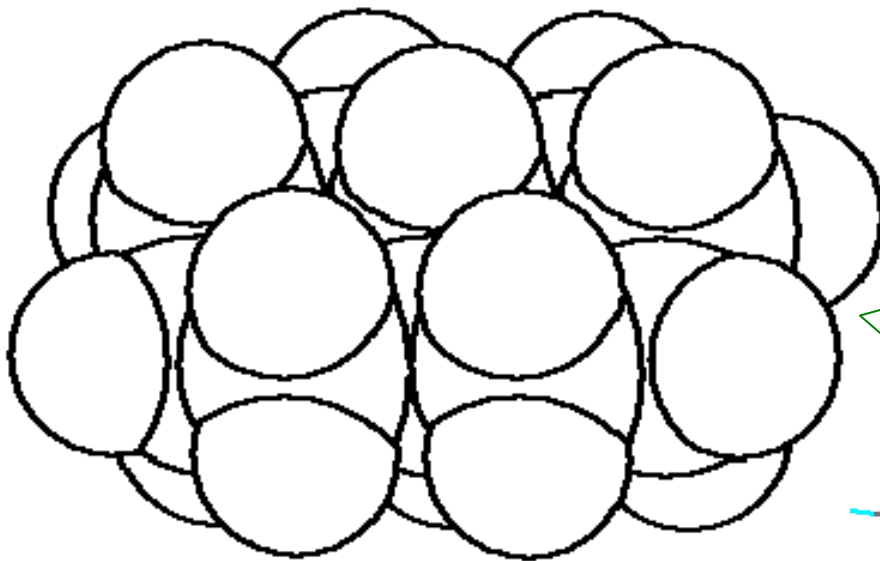
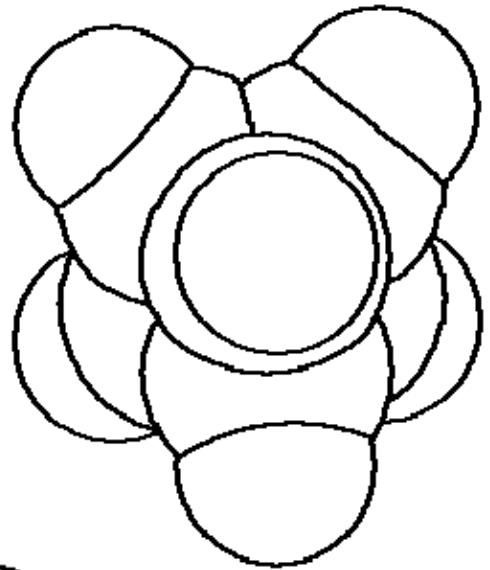
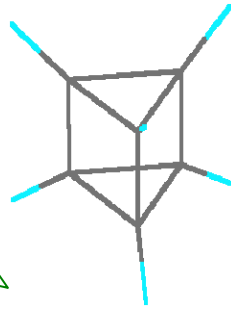
ベンゼン



環状になった炭化水素の例。  
よく亀の甲にたとえられる  
ベンゼンも、環状の炭化水素  
のひとつである。また、右の  
ページの例のように、2つ以  
上の環の構造を持つものも  
ある。  
因みに、「シクロ」は「環状  
の」を表す接頭語である。

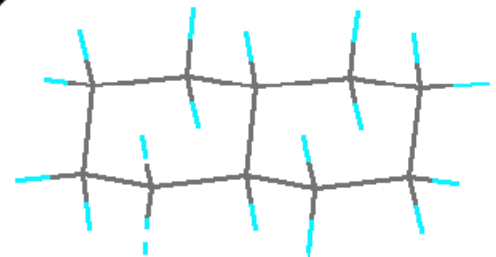
「プリズマン」で検索すると、遊戯王カードやら筋肉マンの超人やらがヒットするが、ここでは、角柱の頂点に炭素を配した炭化水素がプリズマンである。特に、単にプリズマンと言った場合には、右図の三角柱の構造のものを指す。ベンゼンと同じ分子式  $C_6H_6$  を持つ化合物である。

プリズマン

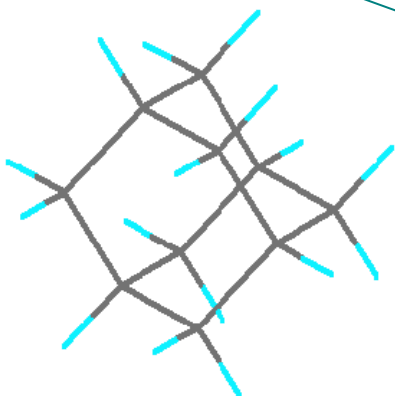
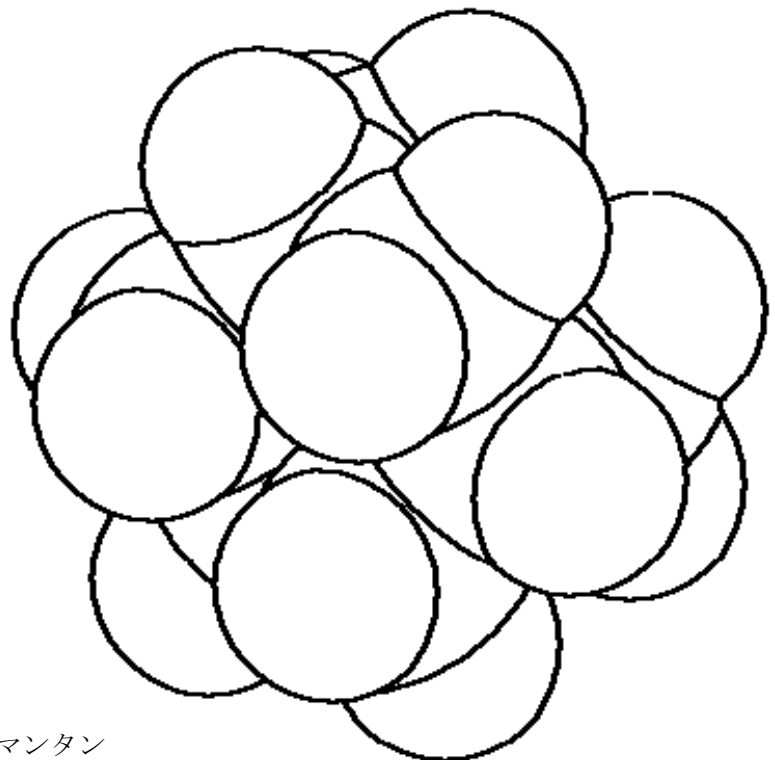


防虫剤などにも使用されるナフタレンに水素を吸収させて生じるような形をもつ。燃料電池などのための水素貯蔵材料としての応用も考えられているらしい。

デカリン (シス)



アダマンタンの炭素の配列は、ダイヤモンド (炭素の同素体のひとつで、共有結合性の結晶) 中の炭素の並び方と同じである。そのためかどうかわからないが、アダマンタンの語源は、ダイヤモンドに相当するギリシャ語の **adamas** である。なお、ダイヤモンドの硬さは、炭素原子間の共有結合に由来するといわれる。

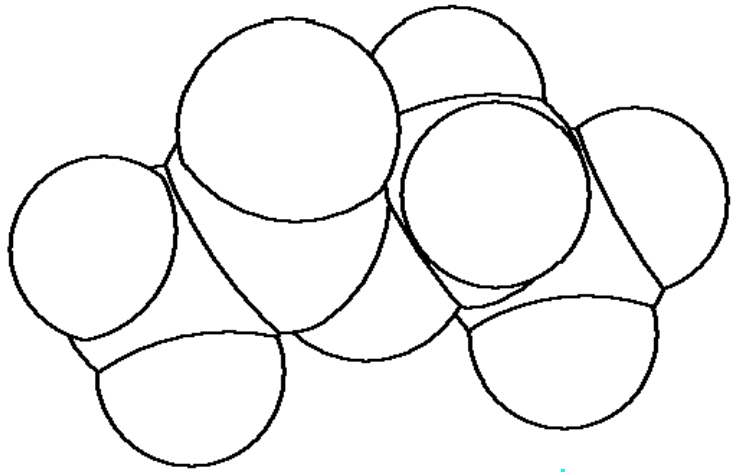


アダマンタン

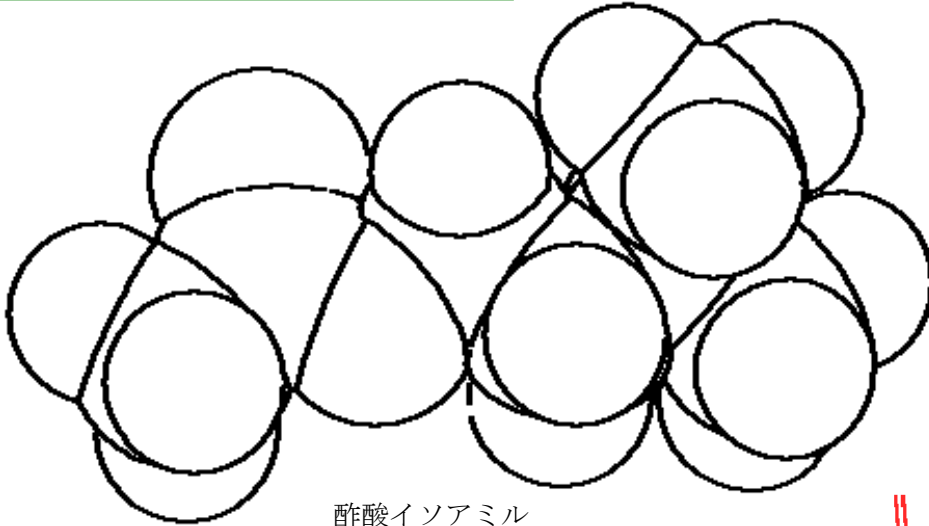
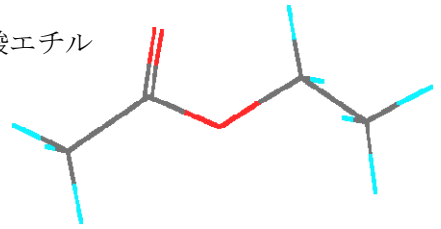
(エステル：良いにおいの分子)

カルボン酸とアルコールが脱水縮合したものをエステルという。実習でも匂いを確認したように、良いにおいをもつものも多く、ブレンドして香料として用いられるものも多い。以下にいくつか例を挙げる。(出典：wikipedia 等)

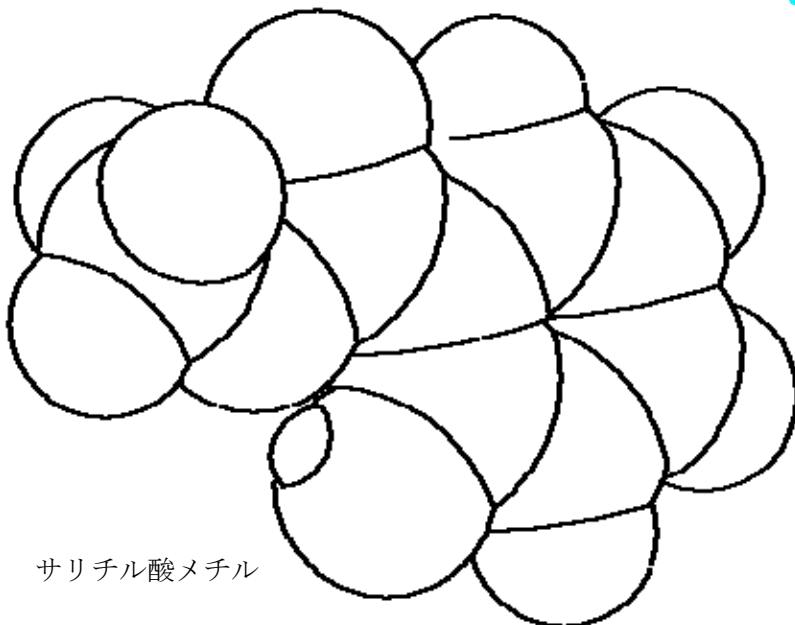
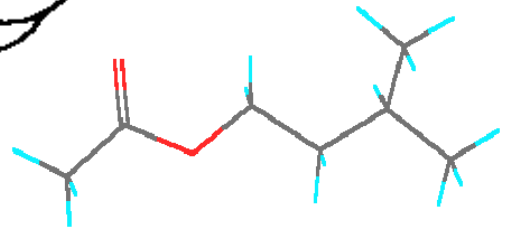
- 酪酸メチル (リンゴ臭)
- 吉草酸ペンチル (リンゴ臭)
- カプロン酸エチル (リンゴ臭、吟醸香)
- 酢酸イソアミル (バナナ臭、吟醸香)
- ギ酸エチル (ラズベリー臭)
- 酪酸エチル (パイナップル臭)
- 酪酸ペンチル (洋ナシ、アブリコット臭)
- 酢酸オクチル (オレンジ臭)
- サリチル酸メチル (ヒメコウジ、湿布薬)



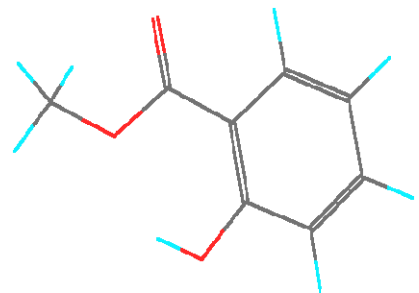
酢酸エチル



酢酸イソアミル



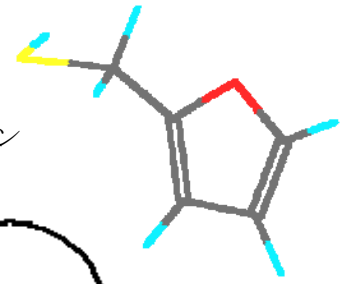
サリチル酸メチル



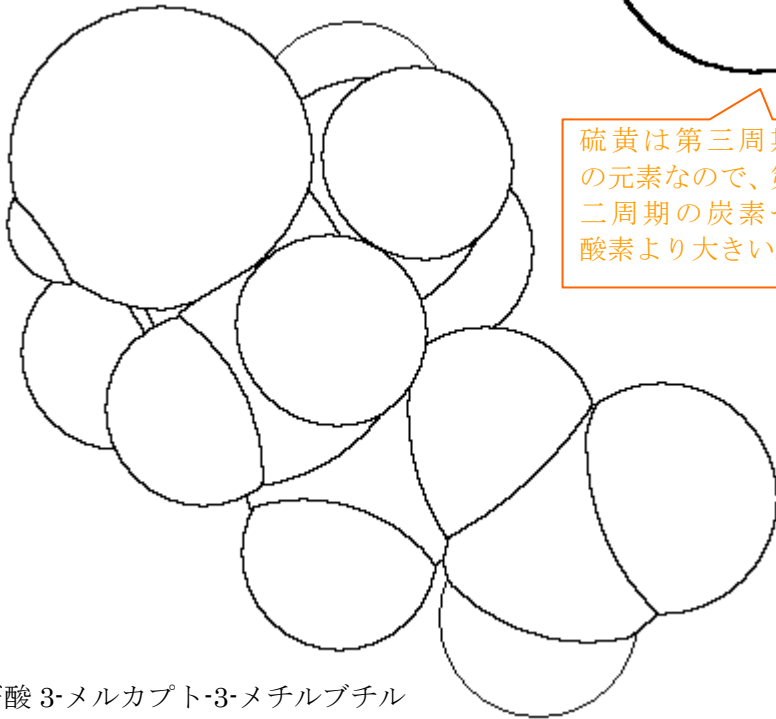


たとえば「フルフリルメルカプタン」や「ギ酸 3-メルカプト-3-メチルブチル」「β-ダマセノン」といった化合物がコーヒーの香りの主な成分であるといっても、コーヒーの香り成分が、ある単一の物質だけを含むのではない。非常に多くの種類（数百以上）の物質が絶妙なバランスで存在することで複雑かつ豊かな香りを醸し出す。なお、「フルフリルメルカプタン」と「ギ酸 3-メルカプト-3-メチルブチル」は、硫黄（黄色で示した）を1つずつ持っている。

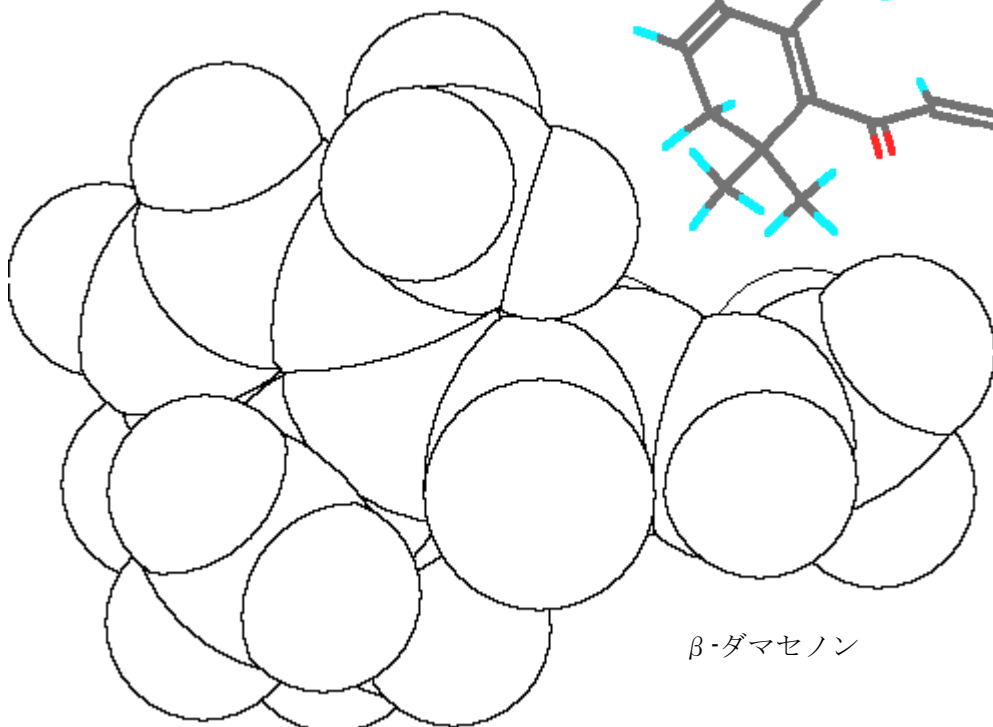
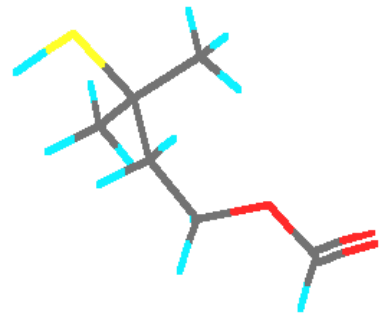
フルフリルメルカプタン



硫黄は第三周期の元素なので、第二周期の炭素や酸素より大きい。

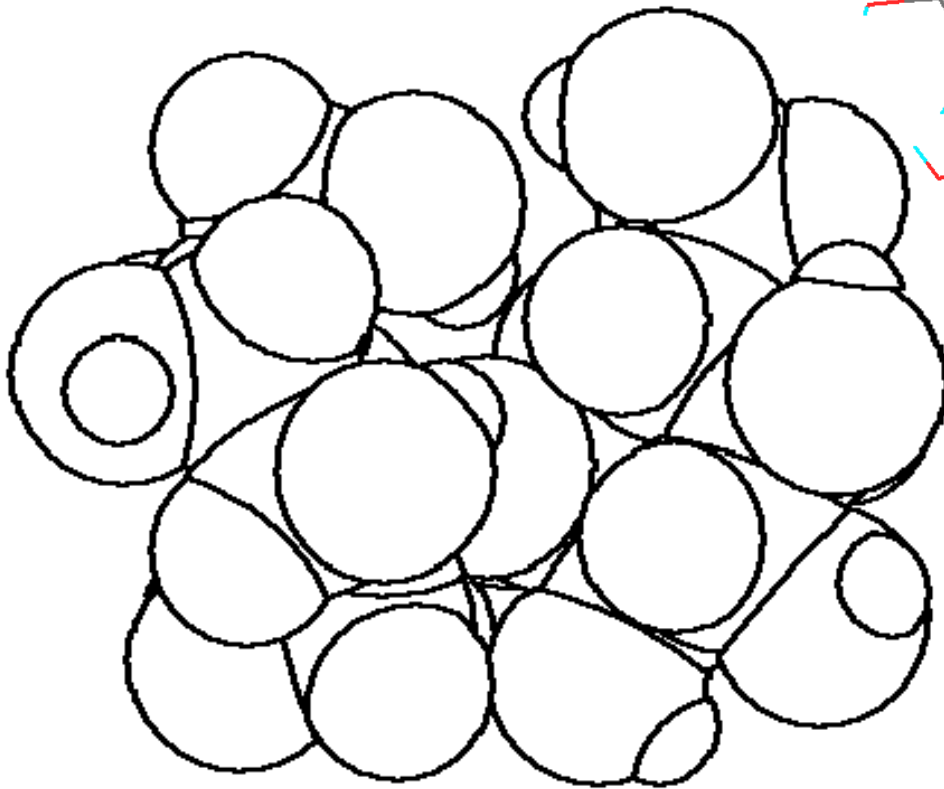


ギ酸 3-メルカプト-3-メチルブチル

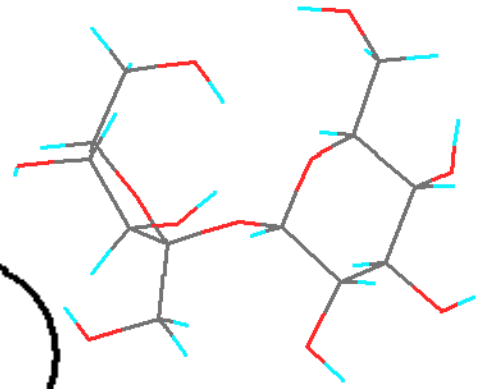


β-ダマセノン

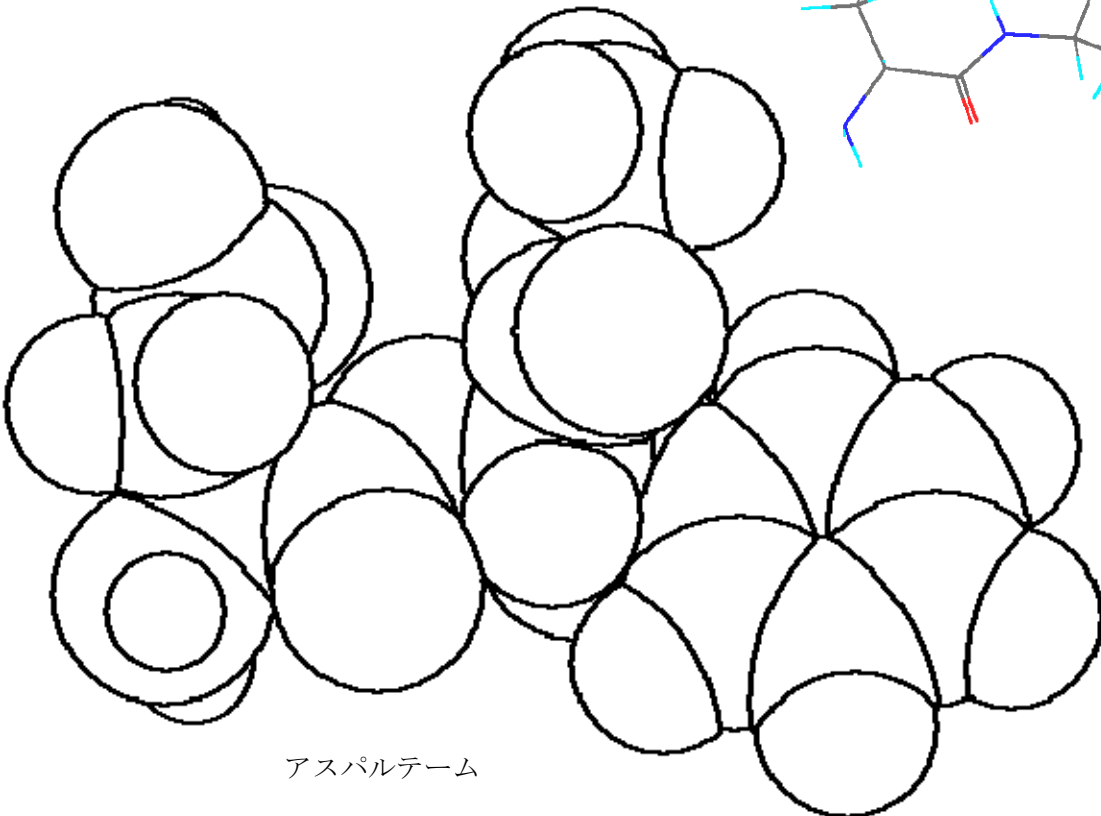
(甘い分子)



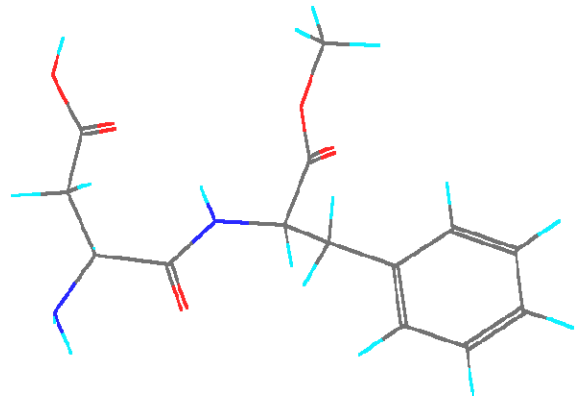
ショ糖 (スクロース)



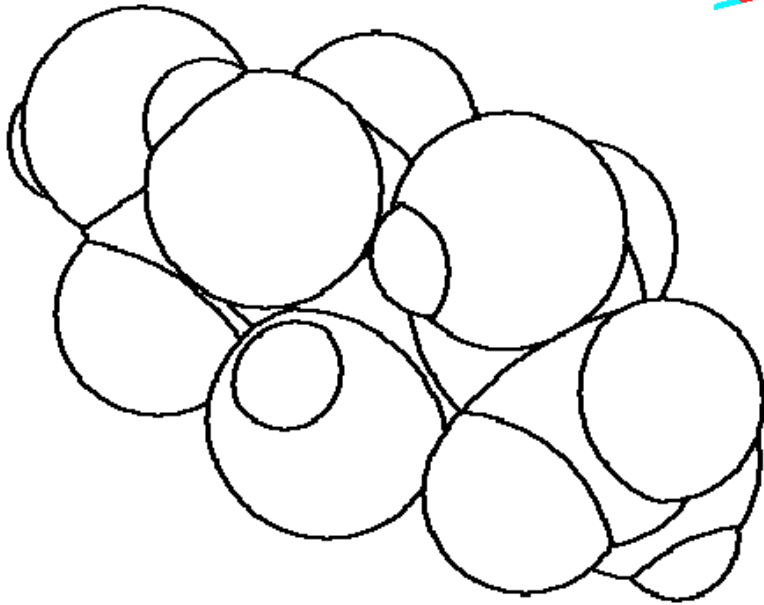
いわゆる砂糖。主要な甘味料のひとつ。サトウキビや砂糖ダイコンなどから採る。化学的には、ブドウ糖（図では右側の6員環）と、果糖（左側の5員環）とが酸素を介して結合した二糖類の一種である。



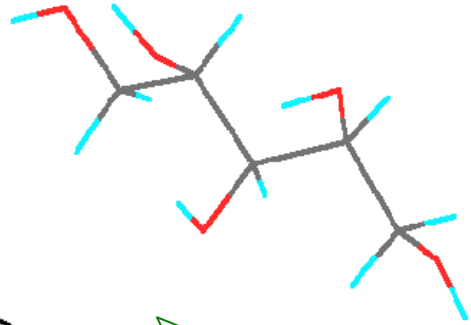
アスパルテーム



アスパルテームは、アミノ酸由来の人工甘味料のひとつで、ショ糖の100から200倍の甘味を持つ。

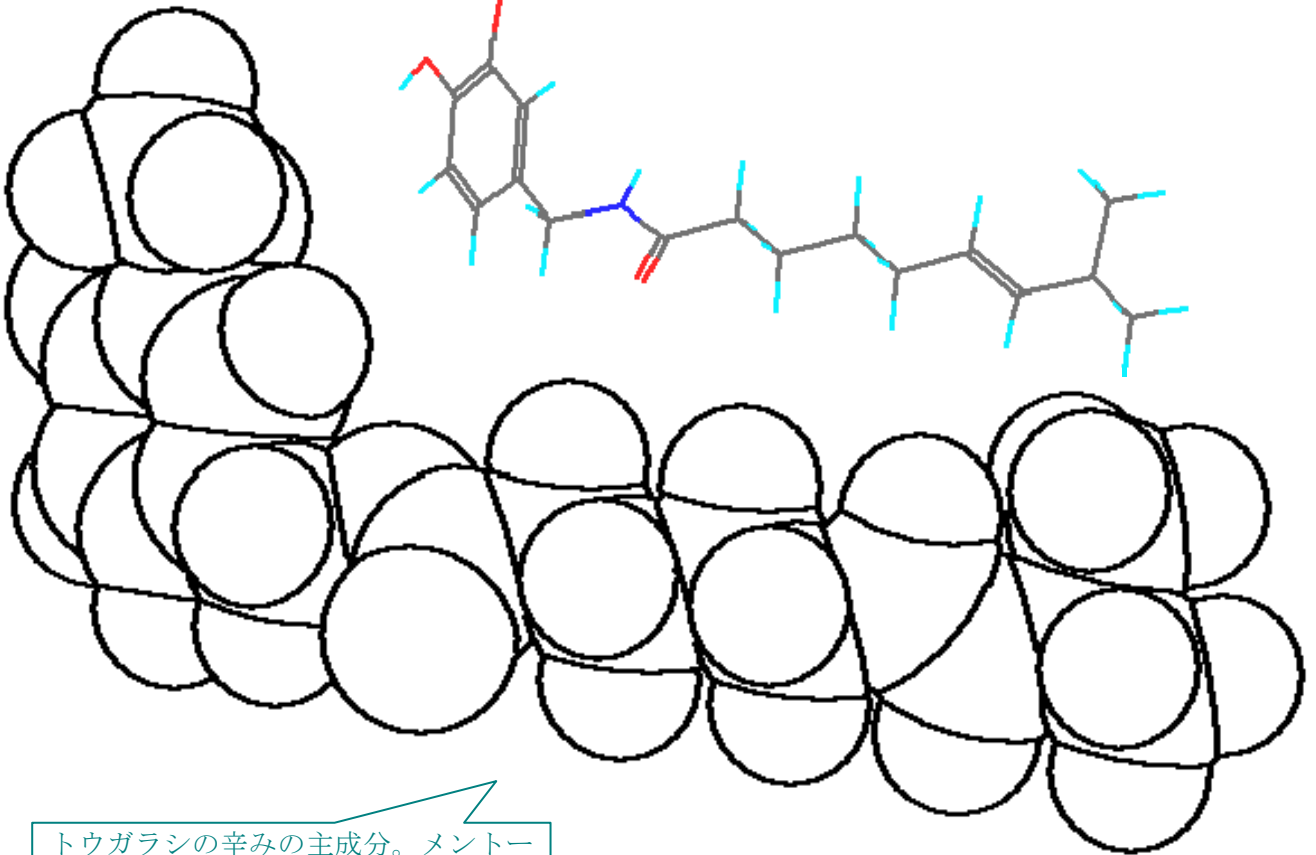


キシリトール



ショ糖と同程度の甘味をもつが、より低カロリーである。また、加熱による甘みの変化がないため、加工にも適している。  
キシロースから合成される糖アルコールの一種で、最初はカバノキから発見された。天然にも存在する添加物。  
(一般論として、化学物質の安全性は、「天然に存在する」「人工的に合成された」の違いによっては議論できない。)

(辛い分子)



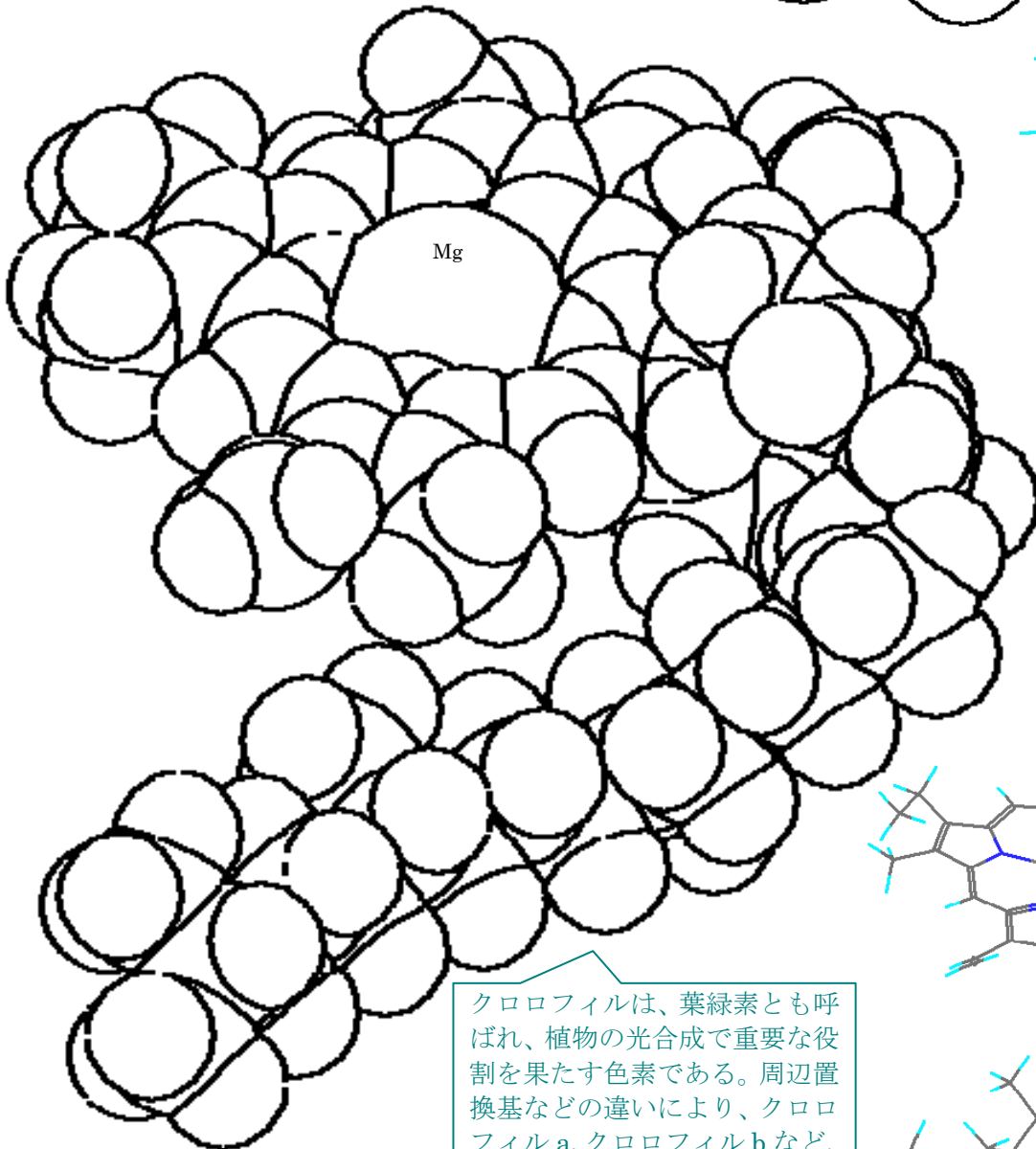
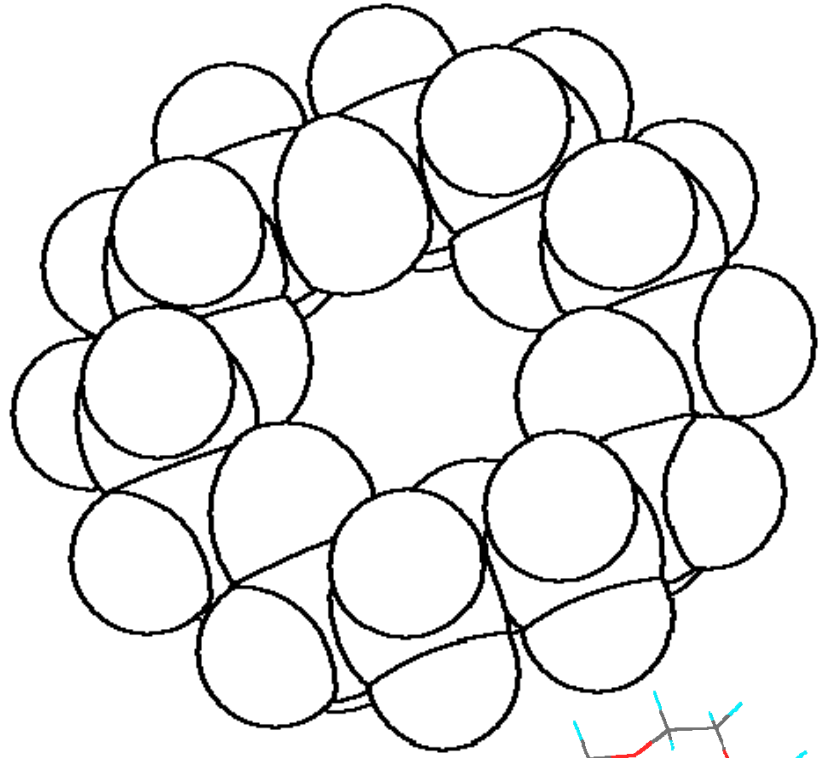
カプサイシン

トウガラシの辛みの主成分。メントール（ハッカの成分）が冷刺激の作用をもつのは逆に、熱刺激（痛みや熱を感じる受容体である TRPV1 を刺激する）の作用をもつ。

(円盤型の分子)

クラウンエーテル

炭素、炭素、酸素の繰り返し構造をもち、まるで王冠のような構造の化合物は、デュポン社のチャールズ・ペダーセンにより発見された。ペダーセンは、この功績により1987年にノーベル化学賞を受賞している。右図は、18員環で6つの酸素を含むので、18-クラウン-6と呼ばれる。環の大きさに応じて、金属陽イオンに選択的に配位することが知られている。

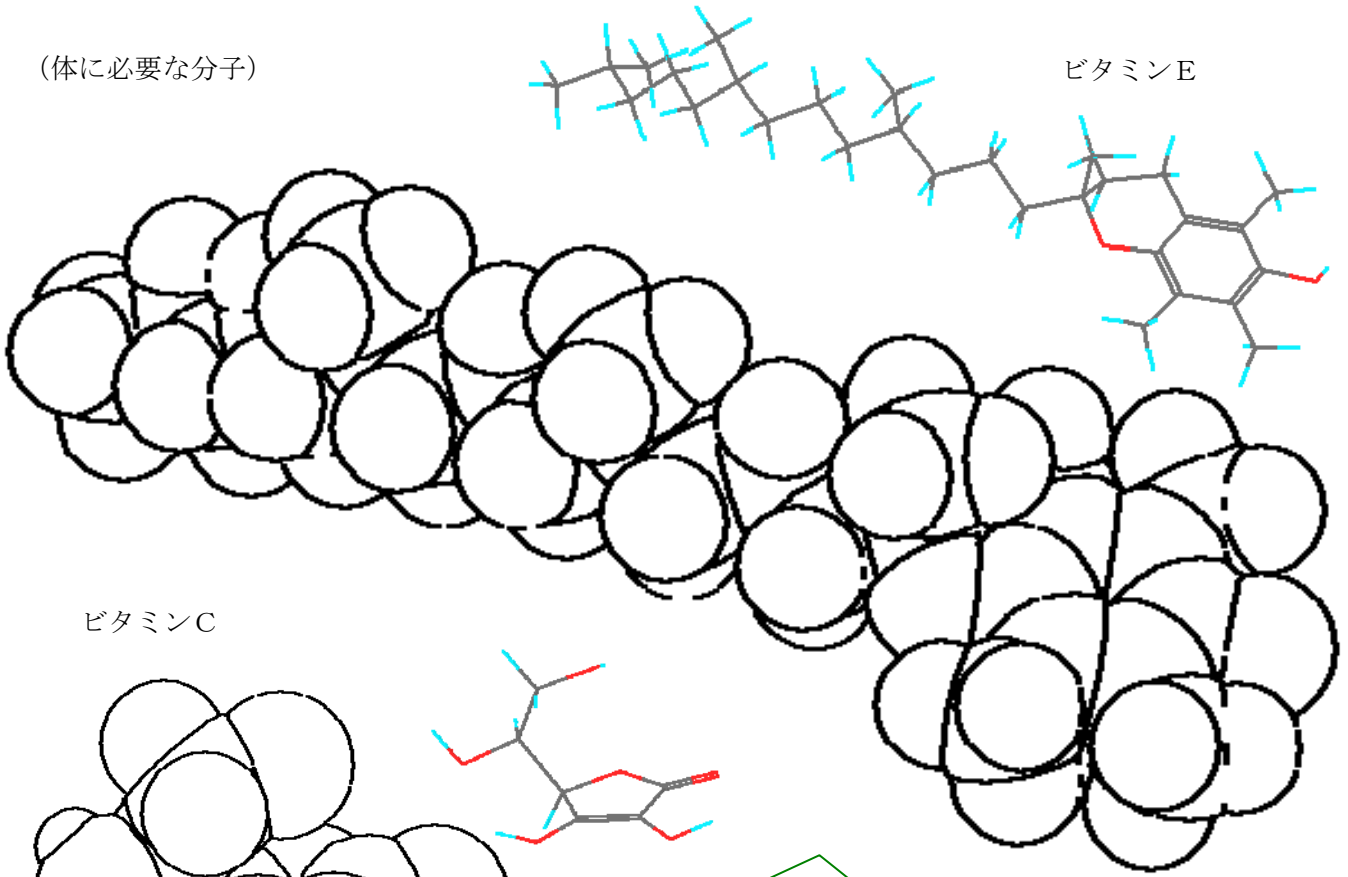


クロロフィル a

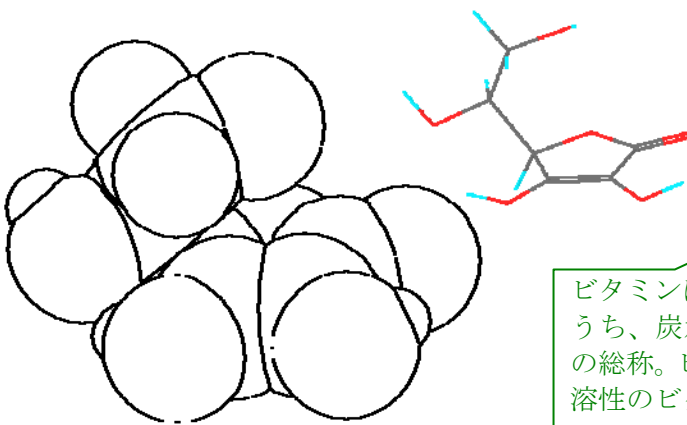
クロロフィルは、葉緑素とも呼ばれ、植物の光合成で重要な役割を果たす色素である。周辺置換基などの違いにより、クロロフィル a、クロロフィル b など、いくつもの種類がある。

(体に必要な分子)

ビタミンE

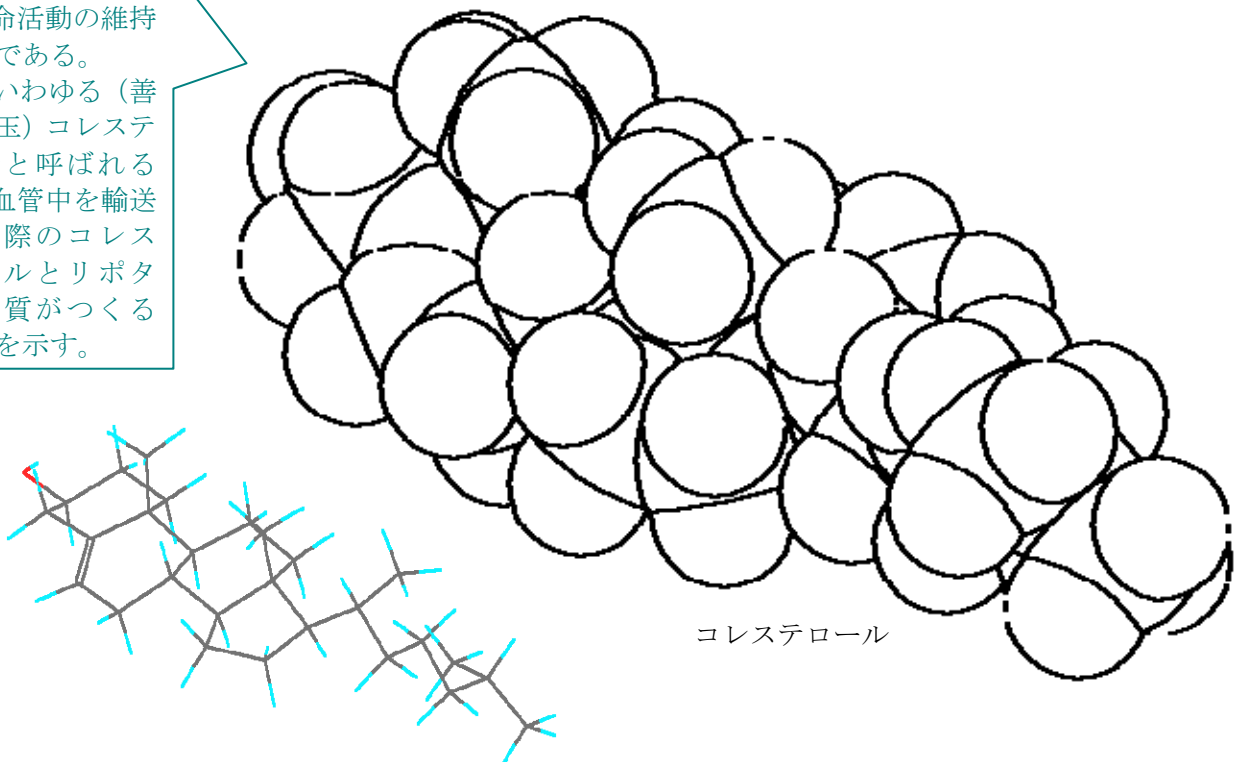


ビタミンC



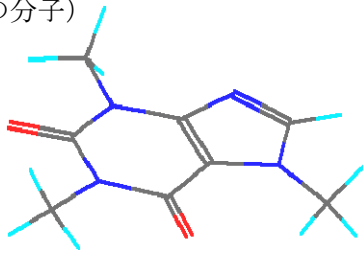
ビタミンは、生物の生存・生育に微量に必要な栄養素のうち、炭水化物・タンパク質・脂質以外の有機化合物の総称。ビタミンEは、トコフェロールとも呼ばれる脂溶性のビタミンで、抗酸化作用等を示す。ビタミンCは、アスコルビン酸とも呼ばれ、4つの水酸基(-OH)を持ち水溶性である。種々の機能を持つが、たとえばコラーゲン合成における補酵素として必須であるため、ビタミンCを欠いた食事を続けると壊血病の原因となる。

コレステロールは、細胞膜等を構成する重要な成分であり、生命活動の維持に必須である。なお、いわゆる(善玉/悪玉)コレステロールと呼ばれるのは、血管中を輸送される際のコレステロールとリポタンパク質がつくる複合体を示す。

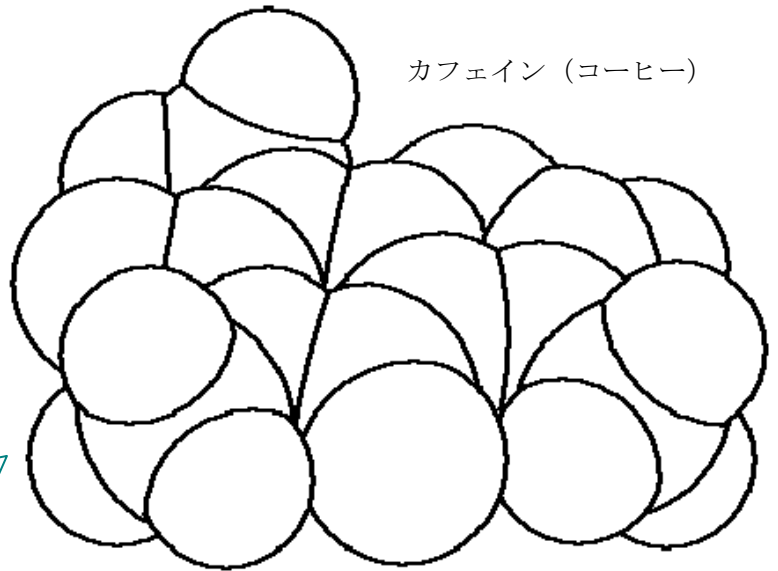


コレステロール

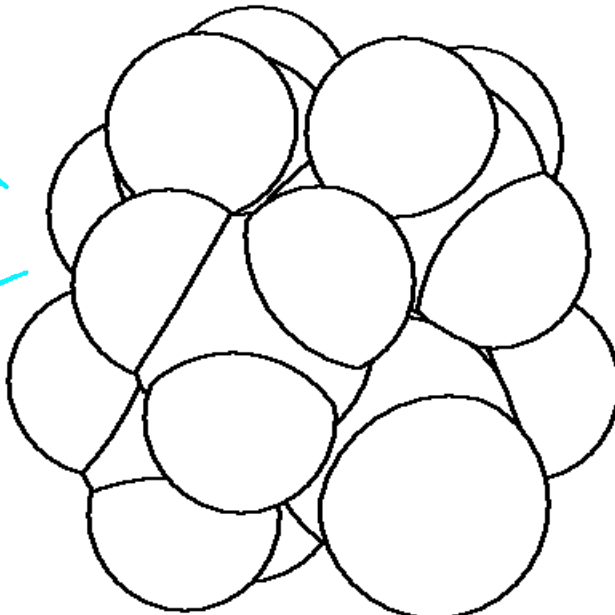
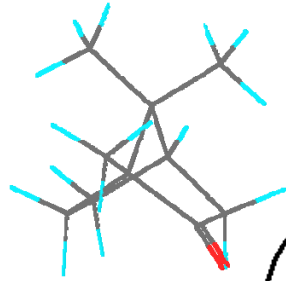
(植物由来の分子)



カフェイン (コーヒー)



カフェインは、コーヒー、チョコレート、コーラ、茶などに含まれ、多くの人が日常的に摂取している。豆から抽出したコーヒーでは、カップ1杯あたり0.1g近く含まれているらしい。(当然、淹れ方等にも依存する。) 玉露はコーヒーの倍以上を含むというデータもある。

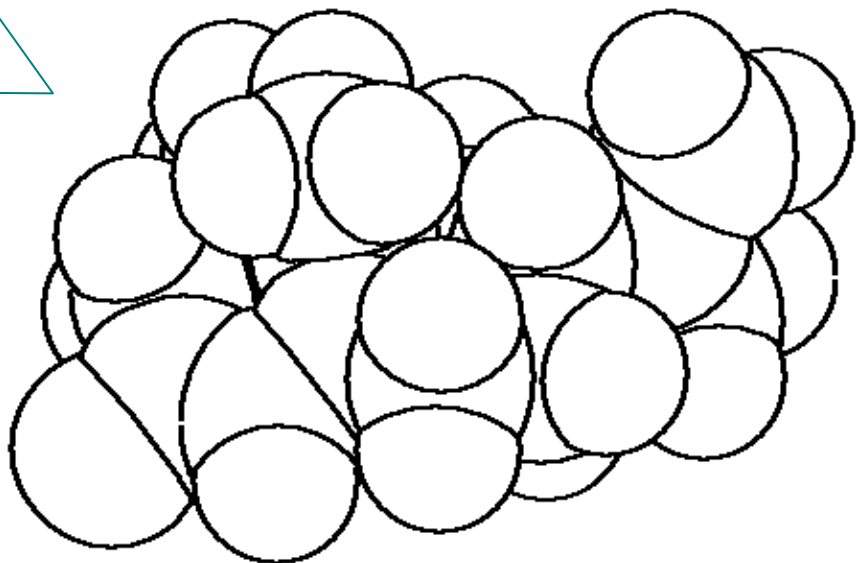
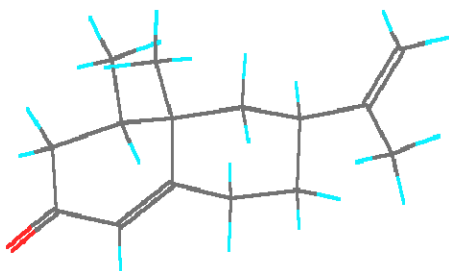


ショウノウ (クスノキ)

ショウノウ (樟脳) は、独特の香りをもつ白色半透明のロウ状の昇華性結晶である。クスノキ (樟) 科の植物に多く産する成分であり、血行促進作用や鎮痛作用、消炎作用などがあるために主に外用医薬品の成分として用いられたり、また、防虫剤に用いられたりする。

爪楊枝の別名として黒文字 (クロモジ) を用いることがあるが、これは、クロモジとは、クスノキ科の落葉低木であり、かつて、また現在も、高級な楊枝にクロモジの枝を材料とするものがあるためである。

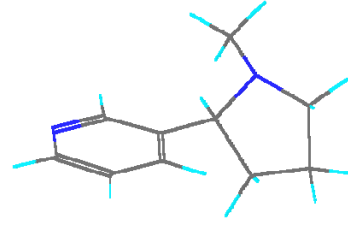
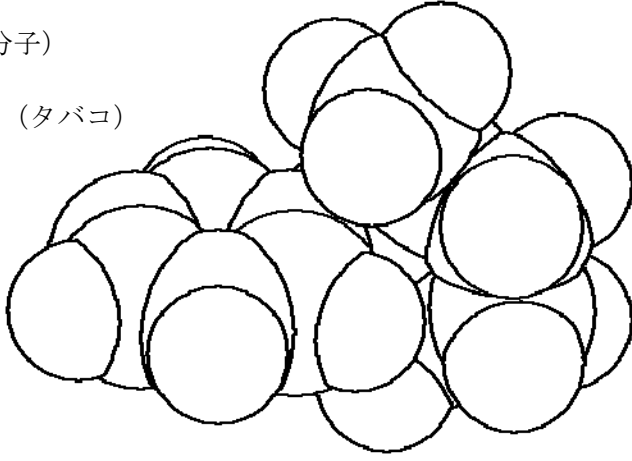
ショウノウは炭素を 10 個持つ。また、ヌートカトンには炭素を 15 個もつ。植物由来の精油には、炭素数が 5、10、15、20 と 5 の倍数であるものが多い。テルペン類と呼ばれるこれらは、メバロン酸経路とよばれる植物の生合成の経路により二次代謝物として生成していることが知られている。



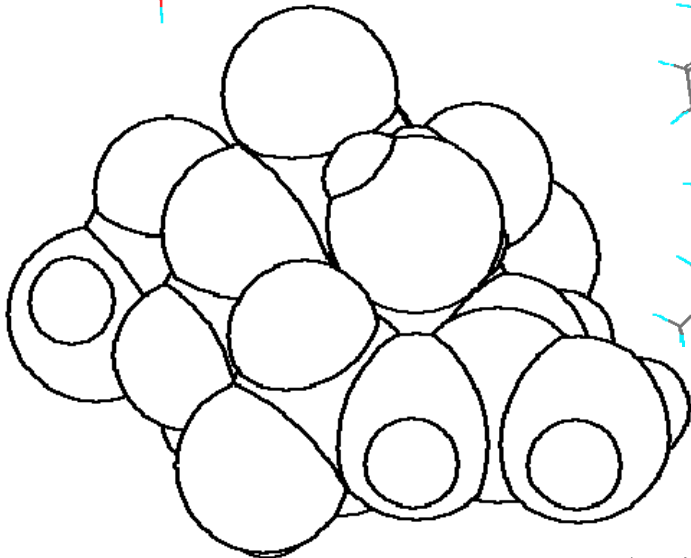
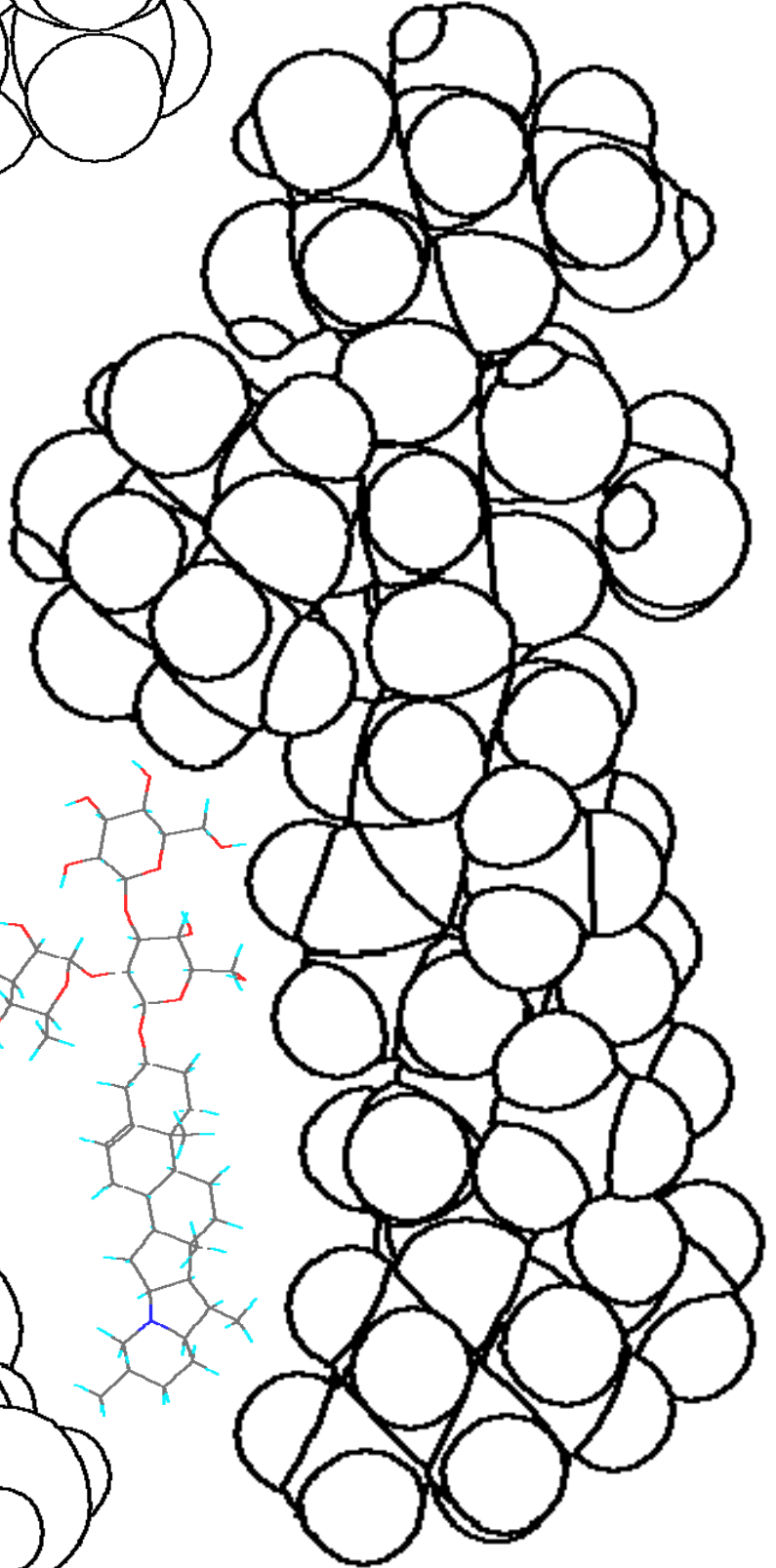
ヌートカトン (グレープフルーツ)

(有毒な分子)

ニコチン (タバコ)



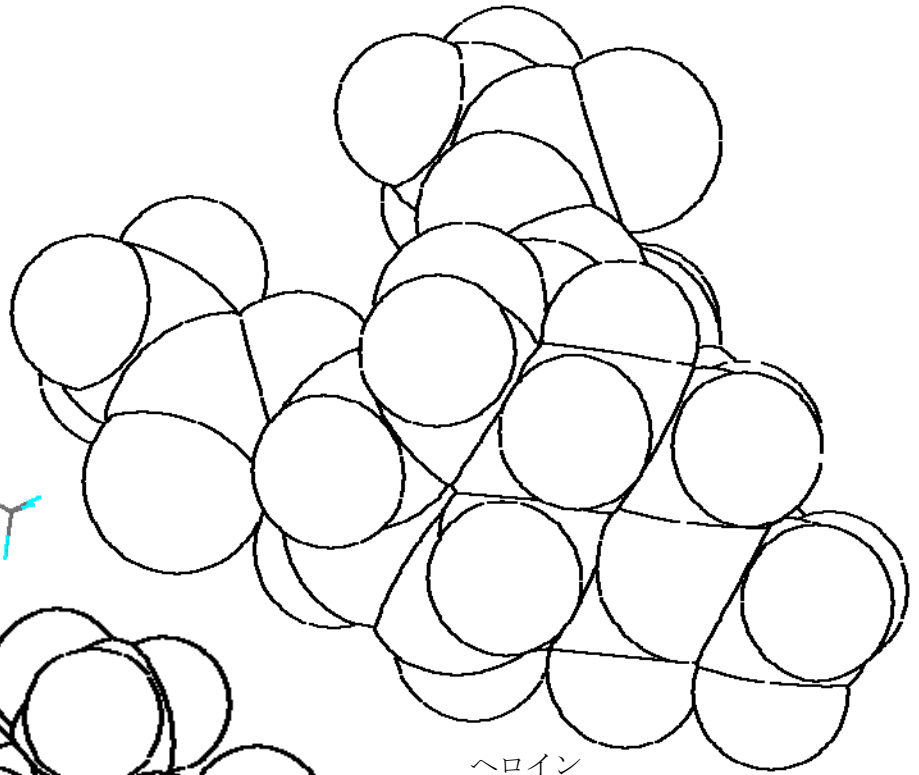
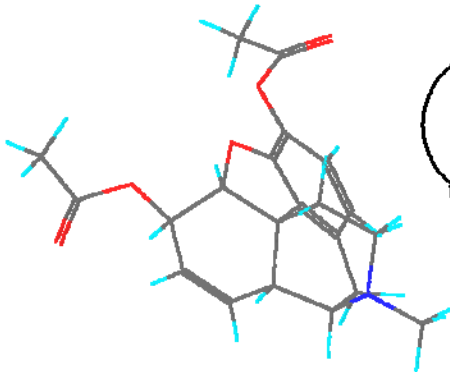
植物中に存在する天然の化学物質をフィトケミカルズと呼んだり、フィトケミカルは健康に良い機能を多く持っているといった主張を聞いたりすることがある。とはいえ、用量を超えて過剰に摂取すると害があるのは、どんな物質にも共通である。(「水」でさえ、飲みようによっては急性の中毒を示す。) また、天然物の中には、ジャガイモの芽に多く含まれるソラニンや、タバコのニコチン、フグ毒であるテトロドトキシンなどのように強い毒性を示すものも多い。



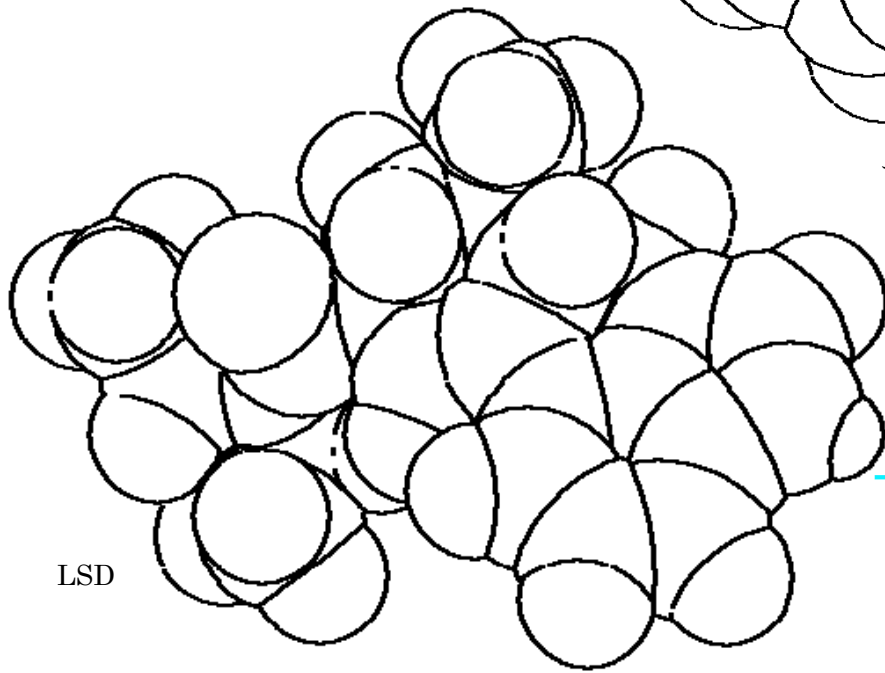
テトロドトキシン (フグ毒)

ソラニン (ジャガイモの芽の毒)

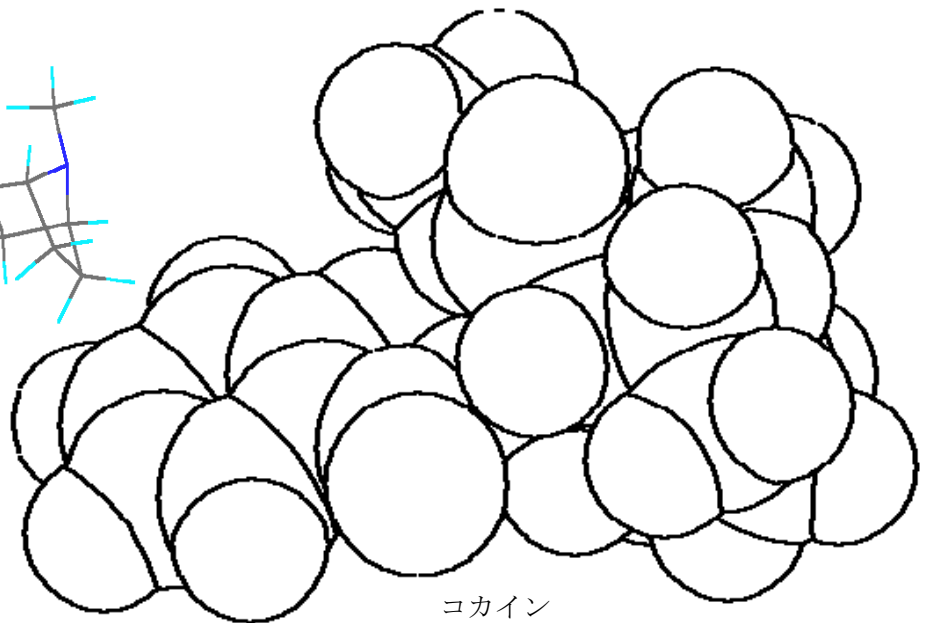
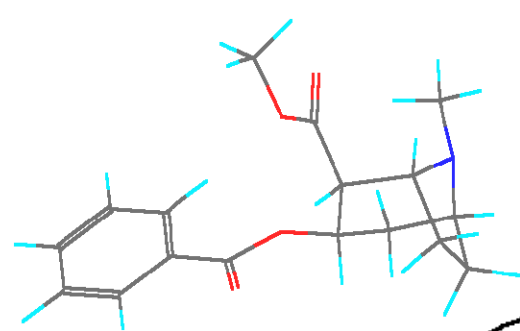
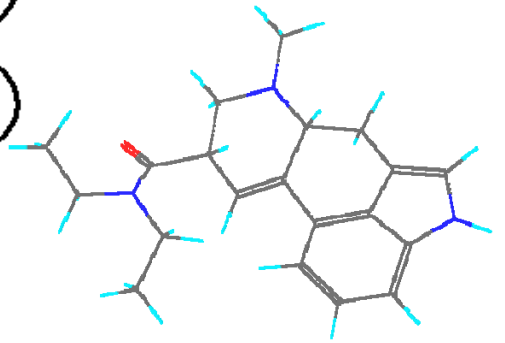
(麻薬な分子)



ヘロイン



LSD

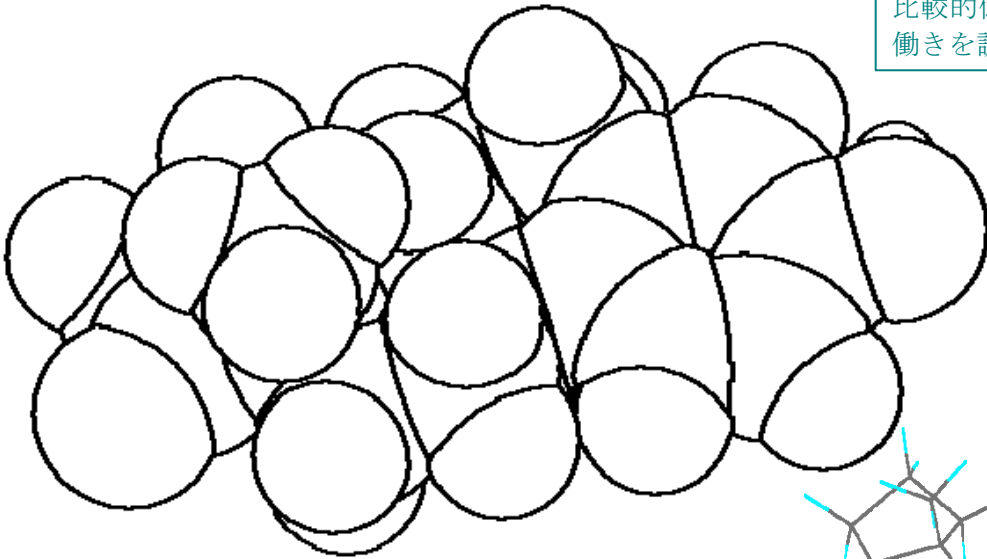


コカイン

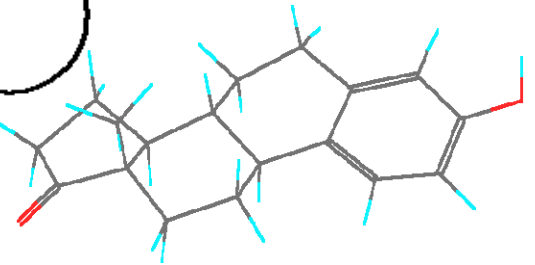


(ホルモンやホルモン類似な分子)

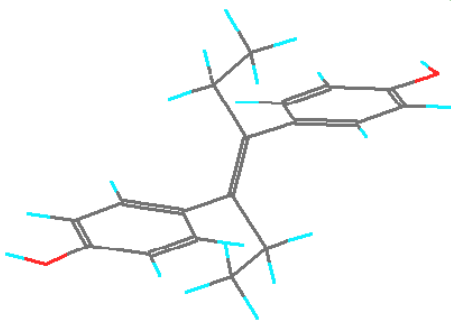
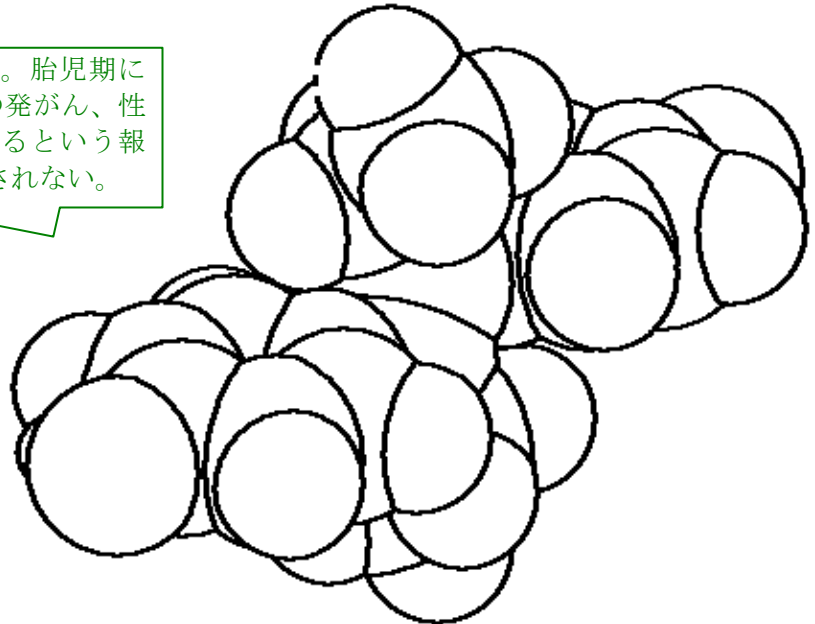
ホルモンとは、体内で分泌され、比較的低濃度で生体内の器官の働きを調整するような物質。



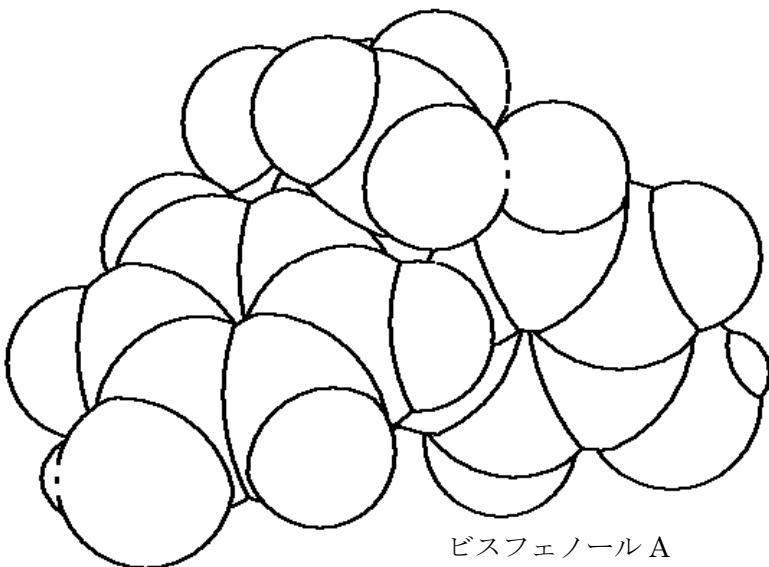
エストロン (女性ホルモンのひとつ)



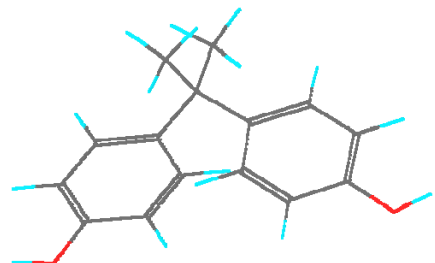
女性ホルモン活性をもつ合成物質。胎児期にDESの曝露を受けることで性器の発がん、性器形成不全などのリスクが高くなるという報告がなされ、現在はほとんど使用されない。



DES (ジエチルスチルベスチロール)



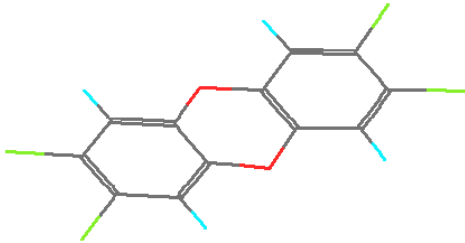
ビスフェノールA



ビスフェノールAは、内分泌攪乱作用(いわゆる「環境ホルモン」)としての作用があるのではないかと取りざたされたことがある物質である。一方で、通常の摂取条件ではヒトに対して大きな影響を及ぼすものではないという研究結果もある。

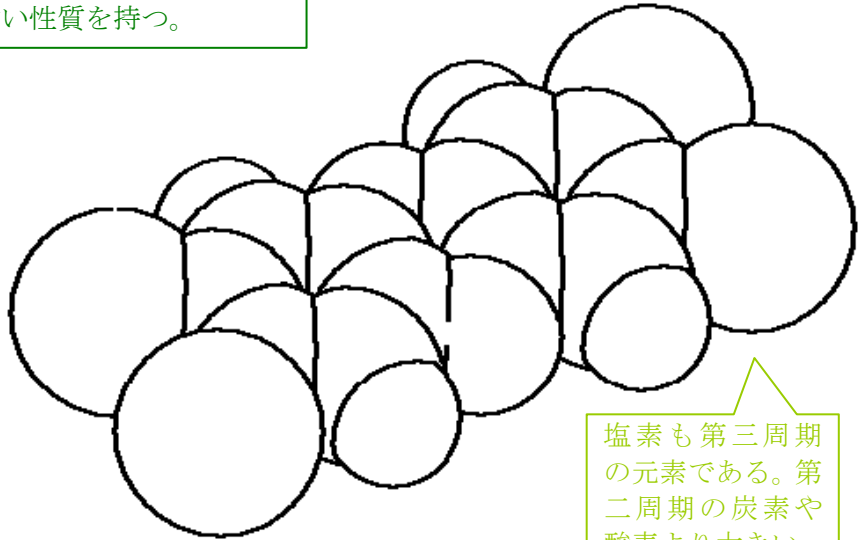
(塩素を含む分子)

このページに示したのは、代表的な「残留性有機汚染物質」(POPs) の例である。自然に分解されにくく、生物濃縮によって人体や生態系に害をおよぼす有機物を指し、長距離を移動して、極地などに蓄積しやすい性質を持つ。

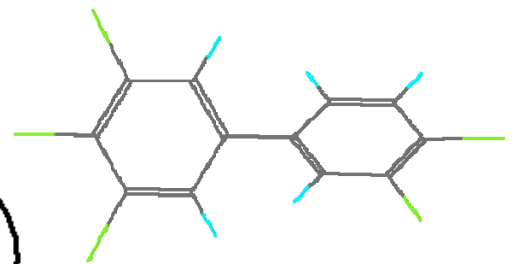
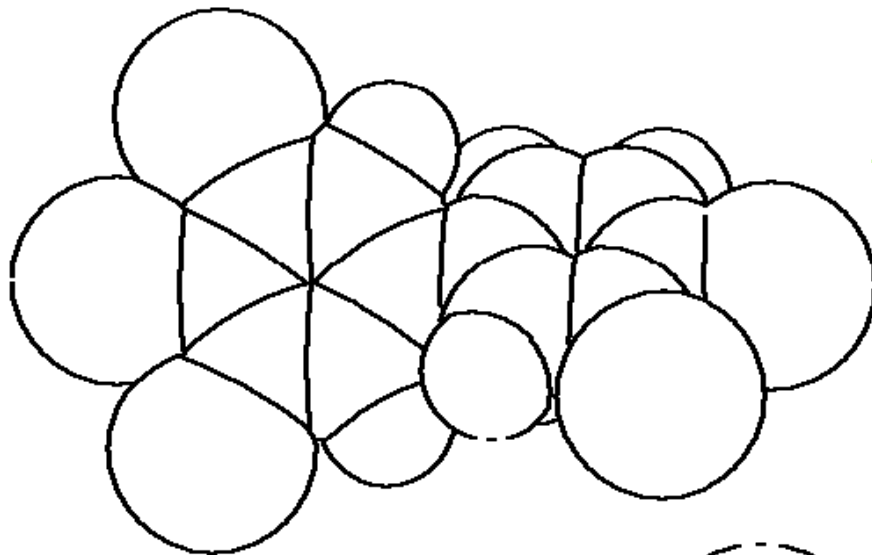


2,3,7,8-テトラクロロ  
ジベンゾダイオキシン

ダイオキシン類の中で、最も毒性の高いといわれる構造

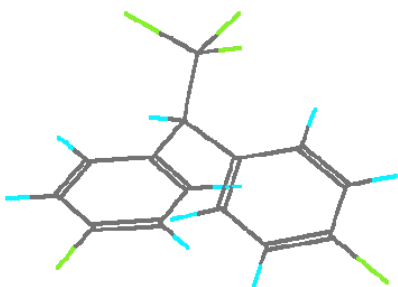


塩素も第三周期の元素である。第二周期の炭素や酸素より大きい。



3,4,5,3',4'-ペンタクロロビフェニル

Co-PCB (コプラナーPCB) の1つ



DDT

殺虫剤、農薬。

