

アルカン

1 有機化学の基本は炭化水素

有機化合物の世界を知るために、まず基本骨格のパターンを見よう。炭素 C と水素 H だけから組み立てられており、結合がすべて単結合で、直鎖状の化合物をアルカンと呼ぶ*1。表 1 には炭素数 1 から 8 までのアルカンと、20 以上のアルカン混合物の一覧を示した。

表 1 アルカンの例

C 数	名称	化学式	状態 (25 °C)
1	メタン	CH ₄	気体
2	エタン	CH ₃ CH ₃	気体
3	プロパン	CH ₃ CH ₂ CH ₃	気体
4	ブタン	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃	気体
5	ペンタン	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃	液体
6	ヘキサン	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃	液体
7	ヘプタン	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃	液体
8	オクタン*2	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃	液体
20 以上	パラフィン*3		固体
数百～ 数十万	ポリエチレン *4	$\left[\text{CH}_2 - \text{CH}_2 \right]_n$	固体

1 アルカンの化学式は一般に式 C_nH_{2n+2} であらわされる。

2 ガソリンに含まれるオクタンはこれの異性体で、2,2,4-トリメチルペンタン。慣用名はイソオクタン。

3 パラフィンは炭素数が 20 以上のアルカンの混合物。

4 ポリエチレンは炭素数が数百から数十万の高分子化合物と呼ばれる物質である。高分子化合物では両末端の構造は無視して考える。さまざまな分子量の分子が混ざっている。

2 構造異性体

メタン CH_4 , エタン CH_3CH_3 , プロパン $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ までは可能な構造式は 1 種類ずつである。しかし, ブタン $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 以降は次のように構造の異なる物質が存在する。たとえばペンタン $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ の場合には図 1 のように 3 種類の構造が考えられる。組成式は等しいが原子の間の結合関係が異なる分子を, 互いに**構造異性体**と呼ぶ。

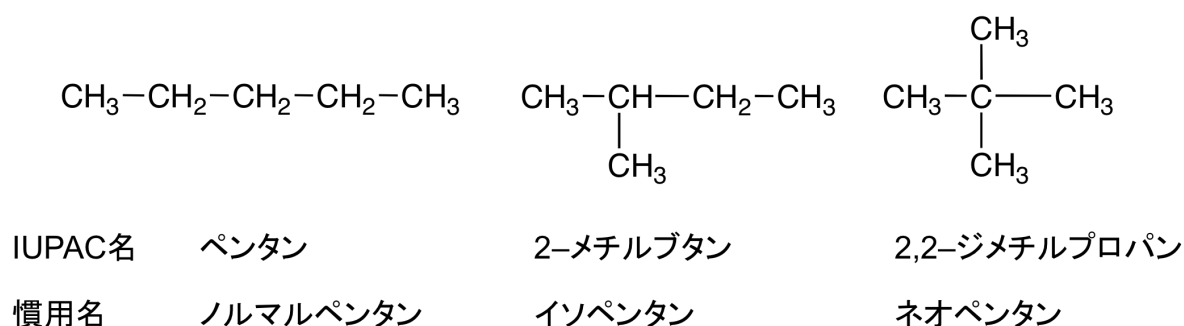
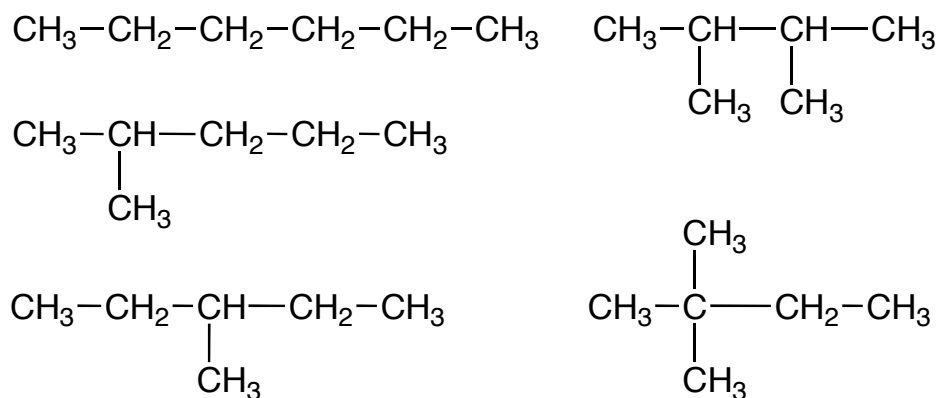


図 1 ペンタン $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ の構造異性体と IUPAC 名, および慣用名。

[例題]

ヘキサンの構造異性体は何種類あるか。すべて記せ。

[解答]



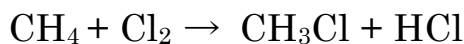
5 種類。

2 アルカンの置換反応

アルカンが反応物となる化学反応は燃焼反応か置換反応である。置換反応とは, 化合物の同一原子上で原子や原子団が置き換わる化学反応である。アルカンの置換反応のなかでは, ハロゲン化が重要である。

例としてメタン CH_4 が塩素 Cl_2 と反応するときのことを考える。この反応

は高校化学の教科書に、次の一行だけで紹介されている。

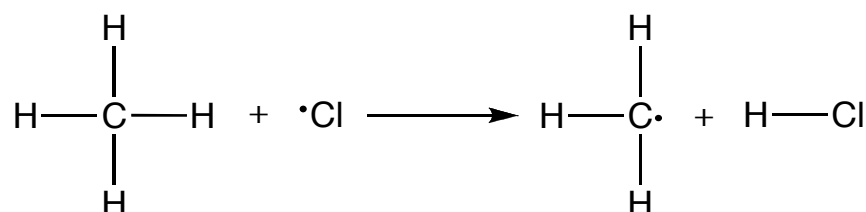


この反応のしくみを見てみよう。

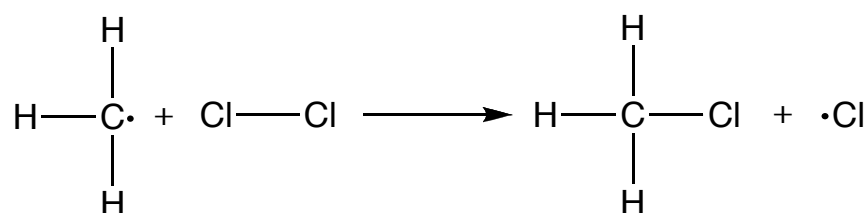
メタンも塩素も常温では気体である。両者を反応容器に封入し、光を照射する。この光エネルギー⁵によって Cl_2 分子の共有結合が均等に切断される(ラジカル開裂)。



$\text{Cl}\cdot$ は塩素原子のラジカルである。ラジカルとは共有結合が二等分された、非常に反応性の高い状態である。このラジカルは、他の分子を攻撃し、原子を引き抜くことができる。たとえばメタン CH_4 を $\text{Cl}\cdot$ が攻撃すると、次のようにメタン分子から H が1個引き抜かれる。



この結果、メタン CH_4 分子は反応性の高い $\text{CH}_3\cdot$ ラジカルに変わった。こんどはこれが別の分子を攻撃する。たとえば Cl_2 とか。



この反応の結果、 CH_3Cl が生成する。

ところで、最後の反応式で $\text{Cl}\cdot$ が生じてしまった。これはどうなるのだろうか？ 2通りの可能性がある。一つは、「別の CH_4 に攻撃をしかける」である。その結果、 CH_3Cl が次々と生成することになる。すなわち、ラジカル反応は連鎖反応なのである。

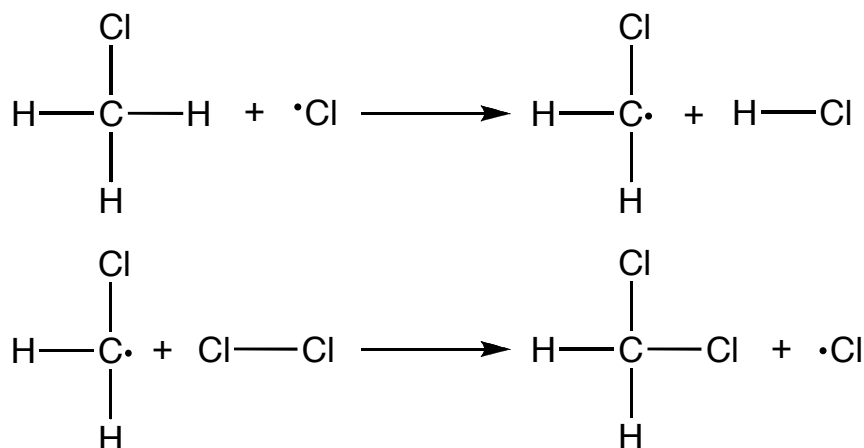
一方、 $\text{Cl}\cdot$ どうしが衝突する可能性もある。



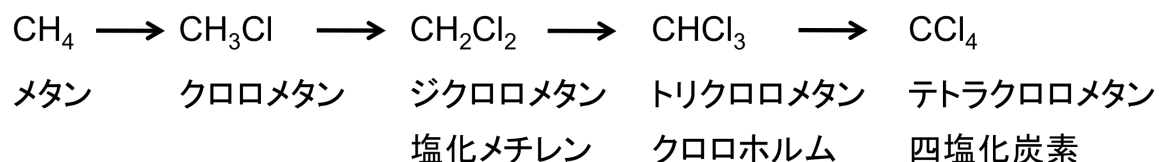
⁵ 光がエネルギーであることは前期の講義で学んだ。

この場合は反応が停止する.

さて, CH_4 に対して過剰量の Cl_2 を加えておいた場合, $\text{CH}_4 \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl}$ では反応が止まらず, 次の反応が生じる.



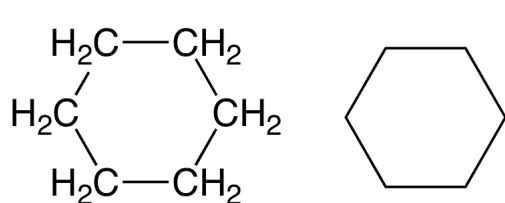
この反応もさらに先に続く. H が Cl に置換されて行くのだ.



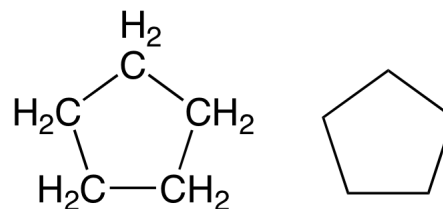
アルカンへのラジカル反応はコントロールが難しい. 連鎖反応が起こるため, 例えば上記反応の場合, CH_2Cl_2 の生成段階だけで反応を止めることができない. 混合物となる生成物から目的物を分けなければならない.

3 シクロアルカン

単結合だけで炭素が環状につながった炭化水素をシクロアルカンと呼ぶ*6. シクロアルカンの例を以下に示す.



シクロヘキサン C_6H_{12}



シクロペンタン C_5H_{10}

□

*6 シクロアルカンの化学式は一般に C_nH_{2n} とあらわされる.