# 高校化学 L01 第 21 講 共有結合と分子・共有結合の連続構造への入口

**この講でできるようになること**

- 共有結合を、原子どうしが電子対を共有してできる結び付きとして説明できる。
- 共有結合によって独立した分子ができる場合と、多数の原子へ結合が連続する場合を区別できる。
- 長い炭素鎖からなる分子と、共有結合が結晶全体へ連続する構造の違いを説明できる。

## 電子対を共有して原子が結び付く

**共有結合**

原子どうしが**電子対を共有することでできる結び付き**を共有結合という。
2 個一組の電子を**電子対**といい、そのうち結合をつくるために 2 原子で共有されている電子対を**共有電子対**という。

### 水素原子 2 個が結び付く場合

H 原子はそれぞれ電子を 1 個もっている。
2 個の H 原子が結び付いて水素分子$H_2$をつくるとき、各 H 原子がもつ電子を合わせた **2 個の電子を 2 原子で共有する**。

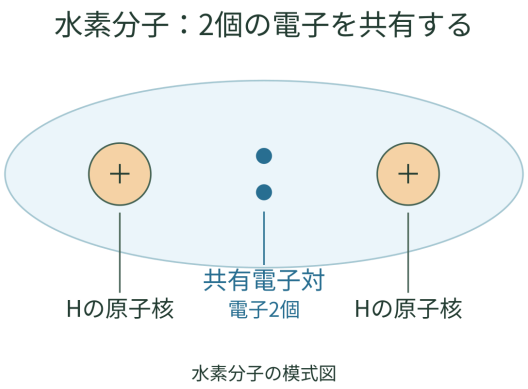


**図 1**　水素原子 2 個による電子対の共有（模式図）

$H_2$全体に含まれる電子は 2 個である。電子が新しく生じて 4 個になるわけではない。
共有された電子には両方の原子核との引力がはたらき、原子どうしが結び付いた系全体のエネルギーが、離れた状態より低くなると安定な結合状態となる。
H − Hのように線 1 本で結合を表す場合、この線 1 本は共有電子対 1 組による結び付きを表している。

**共有は電子の受渡しではない**

共有結合では、2 原子が電子対を**共有**している。
一方の原子から他方へ電子が完全に移り、それぞれが陽イオン・陰イオンになるという説明ではない。

©ミライコーチング

# 共有結合と分子

**分子**

共有結合によって一定数の原子が結び付き、独立した1つの粒子として存在するものを**分子**という。

### 独立した粒子として区切れる

たとえば、次のような物質は分子として表される。

| 物質 | 分子式 | 1分子に含まれる原子 |
|---|---|---|
| 水素 | $H_2$ | H 2個 |
| 酸素 | $O_2$ | O 2個 |
| 水 | $H_2O$ | H 2個、O 1個 |
| 二酸化炭素 | $CO_2$ | C 1個、O 2個 |

たとえば、$H_2O$は1個の水分子に H 原子 2 個と O 原子 1 個が含まれることを表している。
これは、イオン結晶であるNaClが結晶中の Na と Cl の最簡整数比 1 : 1 を表すこととは意味が異なる。

# 共有結合が結晶全体へ連続する場合

### 共有結合でも独立した小さな分子をつくらない場合がある

共有結合でできた物質が、すべて独立した小さな分子からできているとは限らない。
ダイヤモンドでは、多数の炭素原子が共有結合によって三次元的に連続してつながっている。1個の炭素原子は、周囲の 4 個の炭素原子と共有結合している。
そのため、ダイヤモンドを独立した小さな分子が多数集まったものとして扱うのは適切ではない。
このように、共有結合が結晶全体へ連続している結晶を**共有結合の結晶**という。

# 長い分子をつくる共有結合

### 炭素原子は長い骨格をつくることがある

炭素原子どうしは共有結合によって次々につながり、長い炭素骨格をつくることがある。
たとえば、ポリエチレンでは多数の炭素原子がつながった骨格をもち、それぞれの炭素原子に水素原子が結び付いた長い分子ができている。
炭素は通常 4 本の結合、水素は 1 本の結合をつくるものとして、この骨格のつながりを考えることができる。
長い炭素鎖であっても、1つの分子として区切れるものは**長い分子**である。
一方、ダイヤモンドでは共有結合のつながりが三次元的に結晶全体へ広がっている。両者の違いは、単に原子数が多いか少ないかではない。

©ミライコーチング

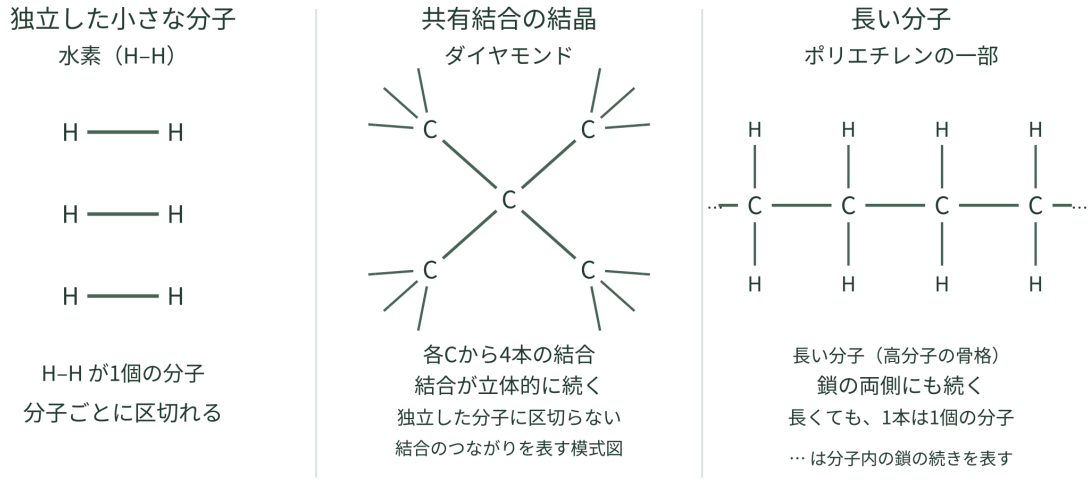


**図 2**　分子・共有結合の連続構造・長い分子の比較（模式図）

### 三つのつながり方を区別する

共有結合によるつながり方は、次のように整理できる。

| つながり方 | 例 | 特徴 |
|---|---|---|
| 独立した分子 | $H_2$ | 一定数の原子で 1 つの粒子として区切れる |
| 共有結合の連続構造 | ダイヤモンド | 共有結合が結晶全体へ連続する |
| 長い分子 | ポリエチレン | 長い炭素骨格をもつ 1 つの分子として区切れる |

模式図で長い炭素鎖の両端を省略している場合、その先にも炭素鎖が続くことを表す。実際の 1 つの分子は有限の長さをもつ。

#### 共有結合だから必ず小さな分子になるわけではない

共有結合は、独立した分子の内部だけに存在するとは限らない。
共有結合が多数の原子へ連続して結晶全体をつくる場合もあれば、長い 1 つの分子をつくる場合もある。

## 例題

#### 例題 1

2 個の H 原子が共有結合して$H_2$をつくる場合を考える。それぞれの H 原子は電子を 1 個もっている。

1. $H_2$全体に含まれる電子数と、共有電子対の数を答えよ。
2. 2 個の H 原子が結び付くことを、電子の共有と系全体のエネルギーの観点から説明せよ。

**解答・解説**

**1.**
$H_2$全体に含まれる電子は **2 個**であり、共有電子対は **1 組**である。
各 H 原子がもつ電子 1 個ずつを合わせた 2 個の電子を、2 原子で共有している。

**2.**
2 個の H 原子は電子対 1 組を共有して結び付く。
共有された電子には両方の原子核との引力がはたらき、結び付いた系全体のエネルギーが離れた状態より低くなると、安定な共有結合の状態となる。

**例題 2**

物質 A と B について、次の構造情報が与えられている。
- A：2 個の H 原子が共有結合し、一定数の原子で独立した粒子をつくる。
- B：多数の C 原子が共有結合によって三次元的に連続し、各 C 原子は周囲の 4 個の C 原子と結び付いている。

1. A は分子と共有結合の結晶のどちらに分類されるか答えよ。
2. B を「小さな炭素分子が多数集まったもの」と説明するのが適切でない理由を答えよ。

**解答・解説**

**1.**
A は**分子**に分類される。
2 個の H 原子が共有結合し、$H_2$という独立した 1 つの粒子として区切れるためである。
**2.**
B では、多数の C 原子が共有結合によって三次元的に連続してつながっており、独立した小さな分子として区切れないためである。
このような構造は、ダイヤモンドに見られる共有結合の連続構造である。

**例題 3**

物質 C と D について、次の情報が与えられている。
- C：多数の炭素原子が 1 本の長い炭素骨格をつくり、水素原子も結合した 1 つの長い分子である。
- D：多数の炭素原子が三次元的に共有結合し、結晶全体へつながっている。

1. C と D のうち、独立した長い分子として区切れるものを答えよ。
2. C と D の構造の違いが、単に「原子数が多いか少ないか」の違いではない理由を説明せよ。

**解答・解説**

**1.**
独立した長い分子として区切れるのは **C** である。
C では多数の原子が共有結合しているが、そのつながりは 1 つの長い分子として区切ることができる。
**2.**
C も D も多数の原子を含むが、共有結合のつながり方が異なるためである。
C は 1 つの長い分子として区切れる。一方、D では共有結合が三次元的に結晶全体へ連続しており、独立した小さな分子や長い 1 分子の集まりとして区切る構造ではない。

©ミライコーチング

# 演習問題

**演習 1**

2 個の H 原子が共有結合して$H_2$をつくる。それぞれの H 原子は電子を 1 個もつ。

1. $H_2$全体に含まれる電子数と共有電子対の数を答えよ。
2.「各 H 原子の周囲に電子 2 個あると考えるので、$H_2$全体には電子が 4 個ある」という説明が正しいか答え、理由を説明せよ。

**演習 2**

水$H_2O$と塩化ナトリウムNaClについて答えよ。

1. 1 個の$H_2O$分子に含まれる H 原子と O 原子の個数をそれぞれ答えよ。
2. 固体NaClの式が、独立した NaCl 分子 1 個を表すものではない理由を説明せよ。

**演習 3**

ダイヤモンドについて、次の情報が与えられている。

「多数の炭素原子が共有結合で三次元的に連続してつながり、1 個の炭素原子は周囲の 4 個の炭素原子と結び付いている。」

1. ダイヤモンドを独立した小さな分子の集まりとして扱うのが適切でない理由を説明せよ。
2. このように共有結合が結晶全体へ連続する結晶を何というか答えよ。

**演習 4**

ある物質 P について、次の情報が与えられている。

「多数の炭素原子が共有結合で長い鎖をつくり、水素原子も結合している。鎖は 1 つの長い分子として区切れる。」

1. P は独立した長い分子と、共有結合が結晶全体へ三次元的に連続した構造のどちらに当たるか答えよ。
2. 模式図で炭素鎖の両端が省略されている場合、その表現が何を意味するか説明せよ。

**演習 5**

「共有結合でできた物質は、すべて一定数の原子からなる小さな分子である」という説明が正しいか、ダイヤモンドを例に説明せよ。

©ミライコーチング

# 演習問題の解答・解説

## 解答 1

### 1.

$H_2$全体に含まれる電子は**2 個**であり、共有電子対は**1 組**である。
2 個の H 原子が、それぞれの電子 1 個ずつを合わせた 2 個の電子を共有している。

### 2.

正しくない。
各 H 原子について共有された 2 個の電子が周囲にあると考えるが、同じ 2 個の電子を 2 つの H 原子が共有している。
したがって、$H_2$全体の電子数は 4 個ではなく 2 個である。

## 解答 2

### 1.

1 個の$H_2O$分子には、H 原子が**2 個**、O 原子が**1 個**含まれる。
分子式の右下の数字は、その 1 分子に含まれる原子数を表している。

### 2.

固体のNaClでは、多数の$Na^+$と$Cl^-$が規則正しく配列して結晶をつくっており、独立した NaCl 分子として区切られていないためである。
NaClは、結晶中の Na と Cl の最簡整数比が 1 : 1 であることを表す。

## 解答 3

### 1.

ダイヤモンドでは、多数の炭素原子が共有結合によって三次元的に連続してつながっているためである。
一定数の炭素原子ごとに独立した小さな分子として区切ることはできない。

### 2.

**共有結合の結晶**という。
共有結合が多数の原子へ連続し、結晶全体をつくっている。

## 解答 4

### 1.

P は**独立した長い分子**に当たる。
多数の原子が共有結合していても、つながり全体を 1 つの分子として区切ることができるためである。

### 2.

模式図に描かれた部分の外側にも炭素鎖が続いていることを表す。
図では長い分子の一部分だけを示しており、実際の 1 つの分子は有限の長さをもつ。

©ミライコーチング

## 解答 5

正しくない。
ダイヤモンドでは、多数の炭素原子が共有結合によって三次元的に連続してつながり、結晶全体をつくっている。
したがって、共有結合でできた物質には、独立した小さな分子をつくるものだけでなく、共有結合が多数の原子へ連続する構造をもつものもある。

©ミライコーチング