

有機化合物の基礎 (2)

官能基



官能基

	官能基	化合物の種類	接頭語	接尾語
炭素・水素 以外の原子を 含むもの	$\text{—}\overset{\text{O}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}\text{—}$	カルボン酸	カルボキシ	～酸
	$\text{—}\overset{\text{O}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}\text{—}$	アルデヒド	ホルミル	～アール
	$\text{—C}\equiv\text{N}$	ニトリル	シアノ	～ニトリル
	$\text{—}\overset{\text{O}}{\underset{\text{C}}{\text{C}}}\text{—}$	ケトン	オキシ	～オン
	—OH	アルコール	ヒドロキシ	～オール
	—NH_2	アミン	アミノ	～アミン
	—O—	エーテル	～オキシ	—
	—X	ハロゲン化アルキル	フルオロ・クロロ・ ブロモ・ヨード	—
炭素・水素 原子のみを 含むもの	>C=C<	アルケン	—	～エン
	$\text{—C}\equiv\text{C—}$	アルキン	—	～イン
	>C=C<—C=C<	共役ジエン	—	～ジエン
		芳香環	—	—

官能基の特徴：カルボキシ基

化合物の種類

カルボン酸

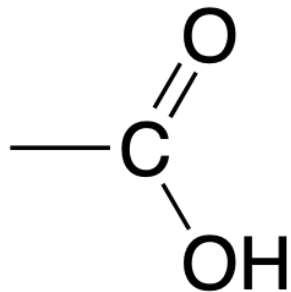
官能基の名称

カルボキシ基

命名法

接頭語：カルボキシ～ (carboxy-)

接尾語：～酸 (-ic acid)



- ・（有機化合物の中では）強い酸性を持つ



官能基の特徴：ホルミル基

化合物の種類

アルデヒド

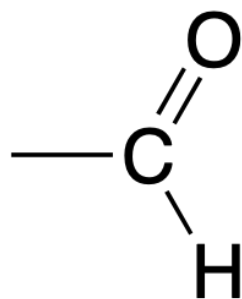
官能基の名称

ホルミル基

命名法

接頭語：ホルミル～ (formyl-)

接尾語：～アル (-al)



- ・「アルデヒド基」とは呼ばない
- ・C が正に強く分極しており、求核剤の攻撃を受けやすい



官能基の特徴：シアノ基

化合物の種類

ニトリル

官能基の名称

シアノ基

命名法

接頭語：シアノ～ (cyano-)

接尾語：～ニトリル (-nitrile)



- ・「CN」というまとまりで、電気陰性度の高い置換基として振る舞う

- ・加水分解するとカルボン酸になる



官能基の特徴：カルボニル基

化合物の種類

ケトン

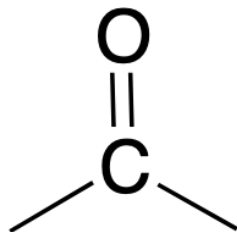
官能基の名称

カルボニル基

命名法

接頭語：オキシ～ (oxo-)

接尾語：～オン (-one)



- ・カルボン酸やアルデヒドの $\text{C}=\text{O}$ も「カルボニル基」と呼ぶ
(「カルボニル基」=ケトンではない)

- ・C が正に強く分極しており、求核剤の攻撃を受けやすい



官能基の特徴：ヒドロキシ基

化合物の種類

アルコール

官能基の名称

ヒドロキシ基

命名法

接頭語：ヒドロキシ～ (hydroxy-)

接尾語：～オール (-ol)

—OH

- ・ 水と同程度の酸性度・求核性を持つ
- ・ ベンゼン環に直結すると「フェノール」。アルコールより酸性度は強め、求核性は弱め
- ・ カルボニル基に直結すると「カルボン酸」（これはアルコールとは別の分類）



官能基の特徴：アミノ基

化合物の種類

アミン

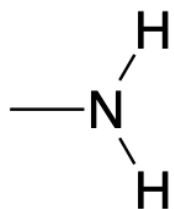
官能基の名称

アミノ基

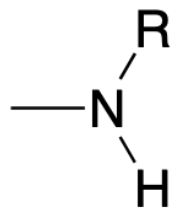
命名法

接頭語：アミノ～ (amino-)

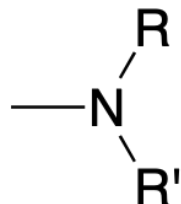
接尾語：～アミン (-amine)



・アンモニアと同程度の塩基性・求核性を持つ



・H原子の数によって反応が異なる



・カルボニル基に直結すると「アミド」
(これはアミンとは別の分類)



官能基の特徴：エーテル

化合物の種類

エーテル

官能基の名称

アルコキシ基、アルキルオキシ基

命名法

接頭語：* * オキシ～ (**oxy-)

—O—R

- ・アルコールより少し弱い求核剤だが反応性には乏しい

- ・Oがカルボニル基に直結している場合は別の分類

(片側がカルボニル基 = エステル、両側がカルボニル基 = カルボン酸無水物)



官能基の特徴：ハロゲン化アルキル

化合物の種類

ハロゲン化アルキル

官能基の名称

フルオロ／クロロ／ブロモ／ヨード

命名法

接頭語：フルオロ／クロロ／ブロモ／ヨード

—X

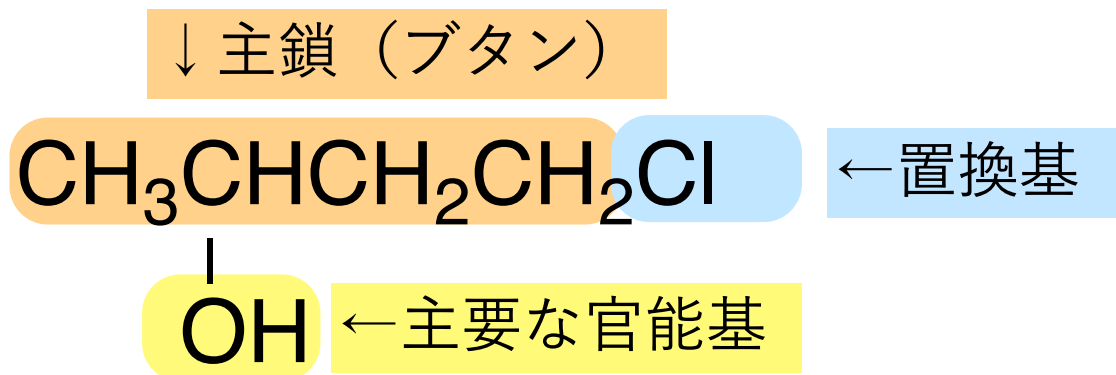
・ C-X が分極しているため、C に対して求核剤の攻撃を受ける



官能基を持つ化合物の命名法



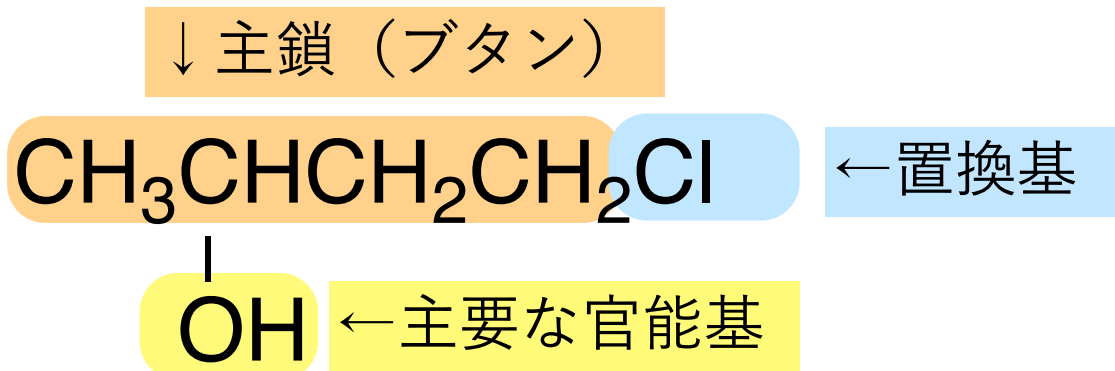
官能基を持つ化合物の命名法：主鎖の決め方



- ・ 「主要な官能基」を1種類決める。
- ・ 主要な官能基を含む、炭素原子の最も長い並びを「主鎖」とする。
(主要官能基が主鎖の途中にあってもいい)



官能基を持つ化合物の命名法：接尾語か接頭語か



- ・「主要な官能基」は「接尾語」で表す

主要な官能基＝ヒドロキシ基＝接尾語（オール）

- ・「それ以外の官能基」は「接頭語」で表す

その他の官能基＝クロロ基＝接頭語（クロロ）

- ・「それ以外の官能基」は「置換基」と同じ扱い



官能基を持つ化合物の命名法：主鎖の番号・名称



- ・ 「主要な官能基」の番号がなるべく小さくなるように番号をつける。
- ・ 主鎖の名称に接尾語をつける。

ブタン + オール (接尾語)
= 「2-ブタノール」



官能基を持つ化合物の命名法：接尾語・接頭語をつける



- ・ 主要官能基以外の置換基を主鎖名の前に置く。
（分岐アルカンの置換基と同じ）

「4-クロロ-2-ブタノール」

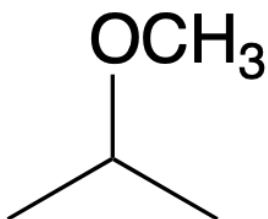


接尾語を持つ官能基がない場合

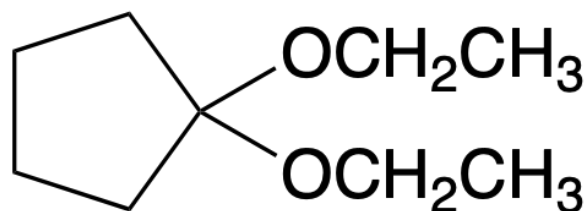
接尾語を持つ官能基がない場合は、分岐アルカンと同様の命名法に従う



1-ブロモ-3-クロロプロパン
(3-ブロモ-1-クロロプロパンではない)



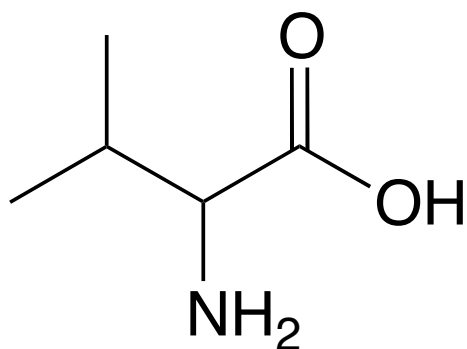
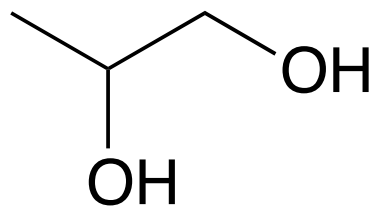
2-メトキシプロパン



1,1-ジエトキシシクロペンタン



【練習問題】 次の化合物の系統的名称を書きなさい。



有機化合物の分子間相互作用



Johannes D. van der Waals
(1837-1923)

Photo: Public Domain



Fritz London
(1900-1954)

Photo by Gerhard Hund, CC-BY 3.0



有機化合物における分子間相互作用

有機化合物の物理的性質（ex. 融点、沸点、溶解度 ...）

= 分子間相互作用によって支配される

有機化合物の分子間相互作用

- 双極子相互作用
- 水素結合
- Londonの分散力



双極子相互作用 (dipole interaction)

$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ 分子量 44.10, 沸点 -42.3°C

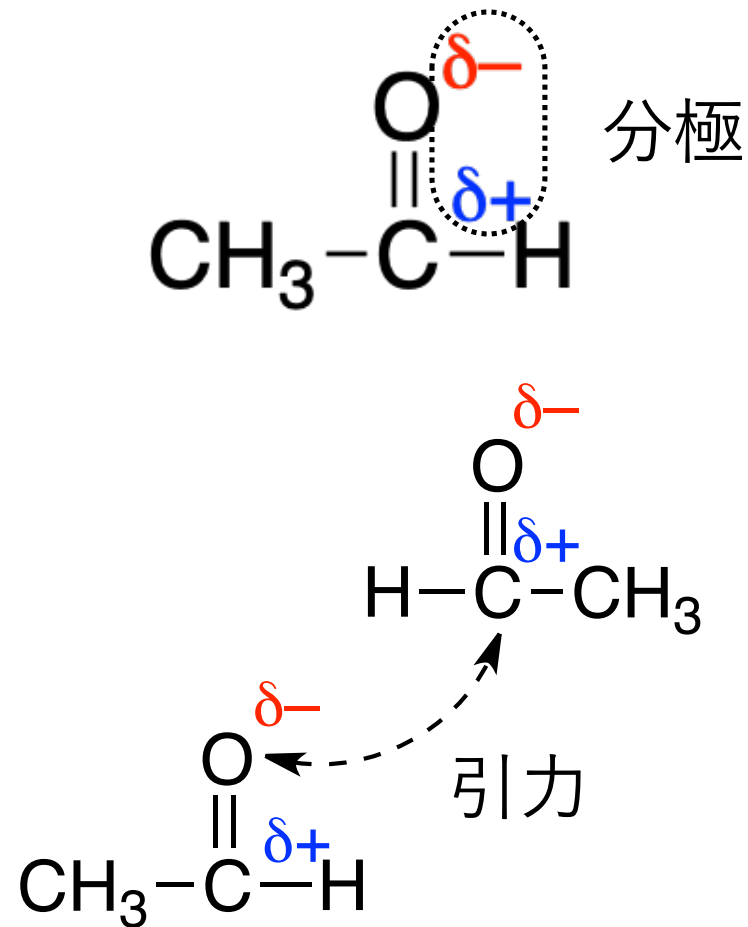
$\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{CH}_3\text{-C-H} \end{array}$ 分子量 44.05, 沸点 20.2°C

アセトアルデヒドの方が沸点が高い

→ 強い分子間相互作用がある？

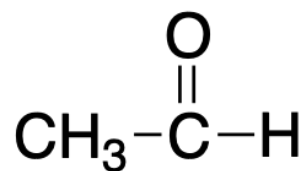


双極子相互作用 (dipole interaction)

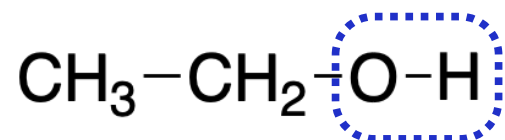


分極した共有結合が持つ正負の電荷による相互作用
= 双極子相互作用

水素結合 (hydrogen bond)

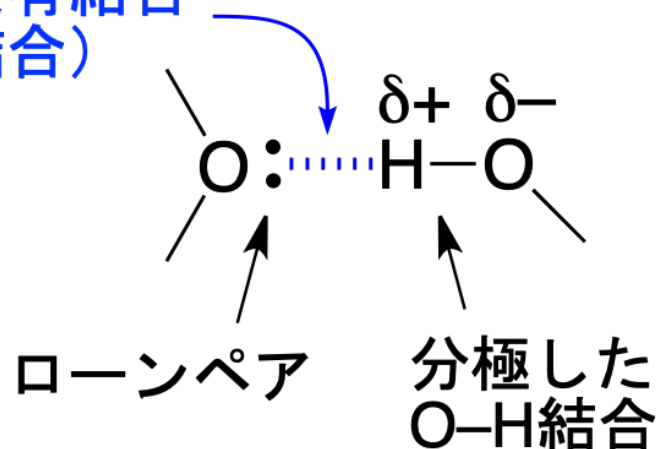


分子量 44.05, 沸点 20.2°C



分子量 46.07, 沸点 78.4°C

部分的な共有結合
(水素結合)



強く正に分極した水素原子と、ローンペアとの間の
部分的な共有結合 = 水素結合

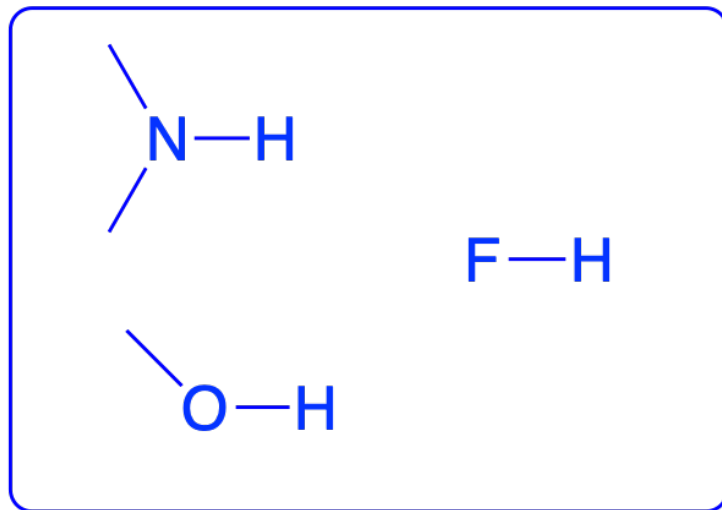


水素結合の供与体と受容体

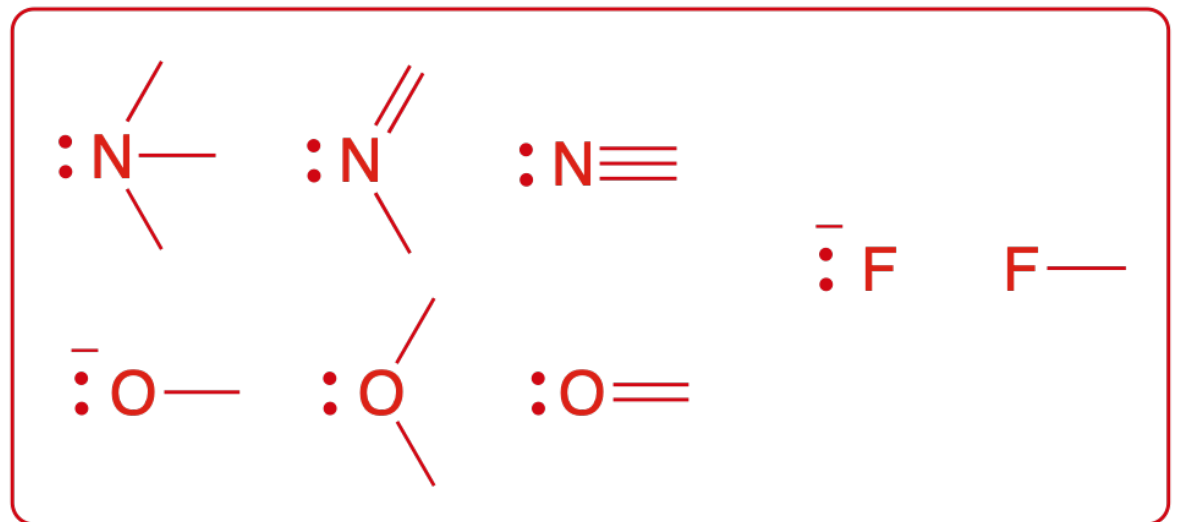
水素結合が起きるための2つの条件

強く正に分極した水素原子

ローンペア



水素結合供与体
hydrogen bond donor



水素結合受容体
hydrogen bond acceptor

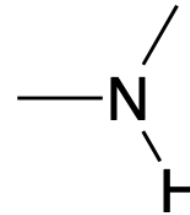
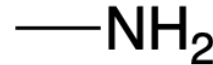
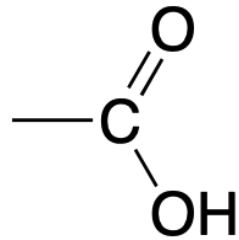
※ 水素結合受容体は「N, O, F」で特に強い



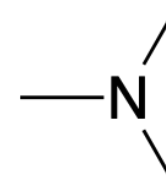
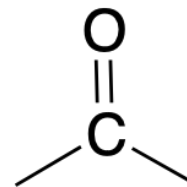
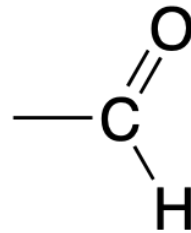
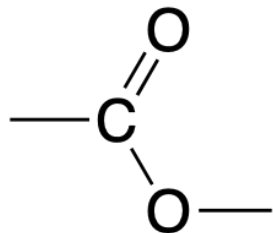
水素結合を作るかどうか？

「水素結合供与体」と「水素結合受容体」が両方ある場合に水素結合を作る

「水素結合供与体」「水素結合受容体」両方になる官能基の例



「水素結合受容体」になる官能基（供与体にはならない）の例



例：アセトン 2 分子（水素結合を作らない）

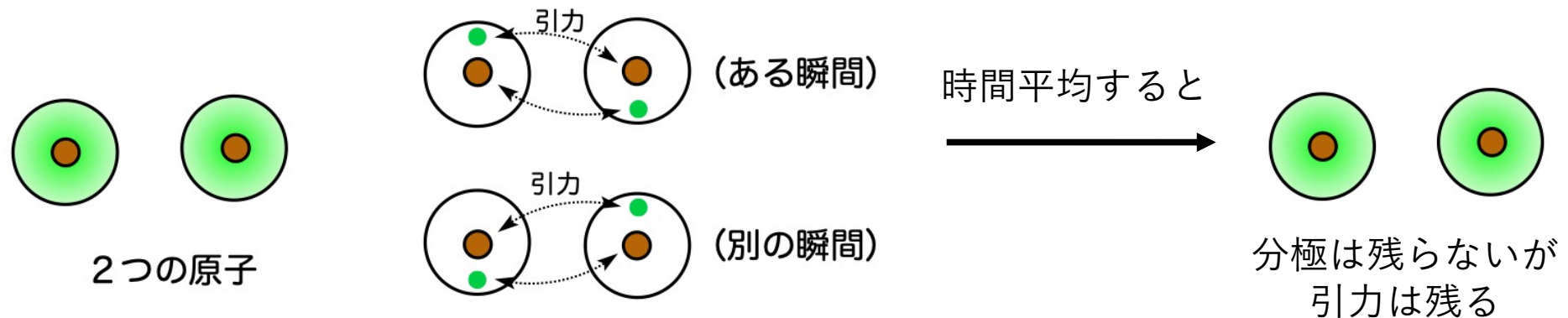
アセトン分子と水分子（水素結合を作る）



Londonの分散力 (London dispersion force)

$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ 分子量 44.10, 沸点 -42.3°C , 融点 -188°C

非極性物質も、温度を下げると液体・固体になる
→何らかの分子間相互作用がある

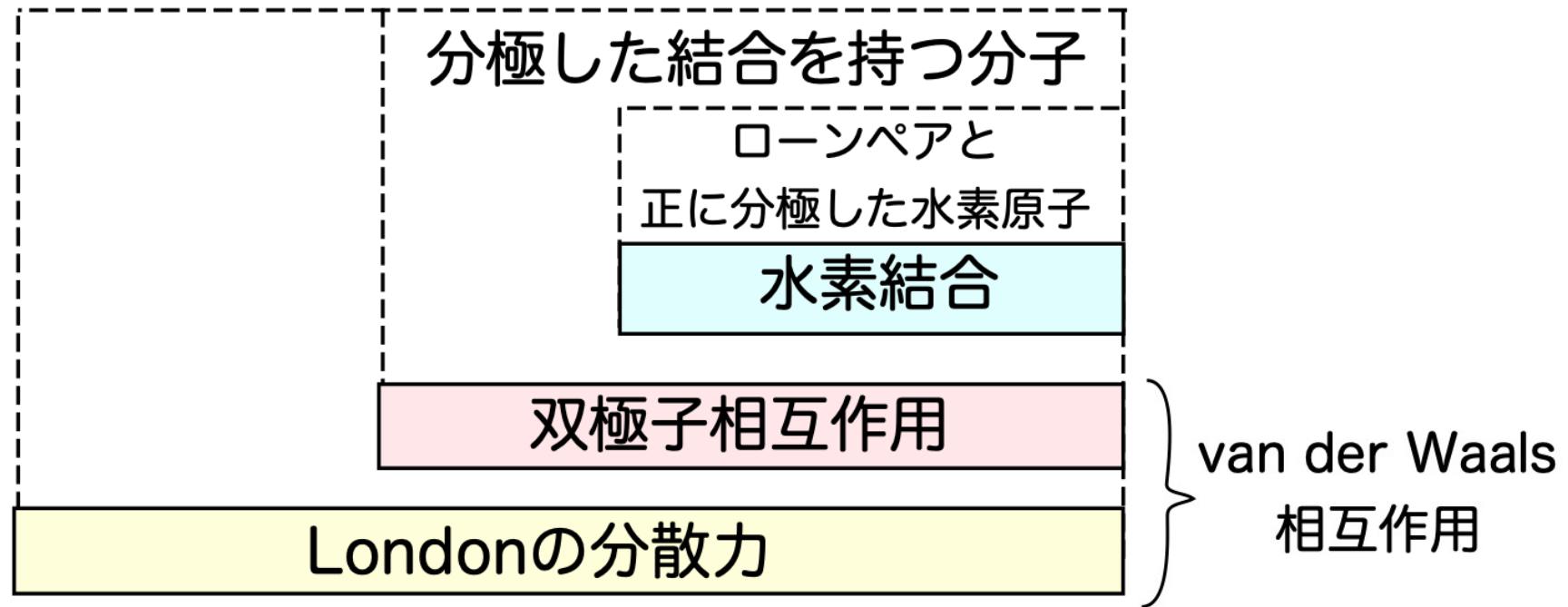


運動する電子／原子核ペア同士の引力による
原子間相互作用 = London の分散力

- どんな原子間でも働く
- 原子同士がごく近い場合のみ有意な大きさ
- 分子間の接触面積が大きいほど大きくなる



3つの分子間相互作用（まとめ）



相互作用の強さ：水素結合 > 双極子相互作用 > London分散力

※ ただし、London分散力は原子数が多くなると大きくなる



【練習問題】 次の分子の組は水素結合を作るか。

- (1) CH_3CN と CH_3OH
- (2) CH_3CN 同士
- (3) CH_3OH 同士
- (4) ヘキサンと CH_3OH
- (5) ヘキサンと CH_3CN



沸点・溶解度と分子間相互作用

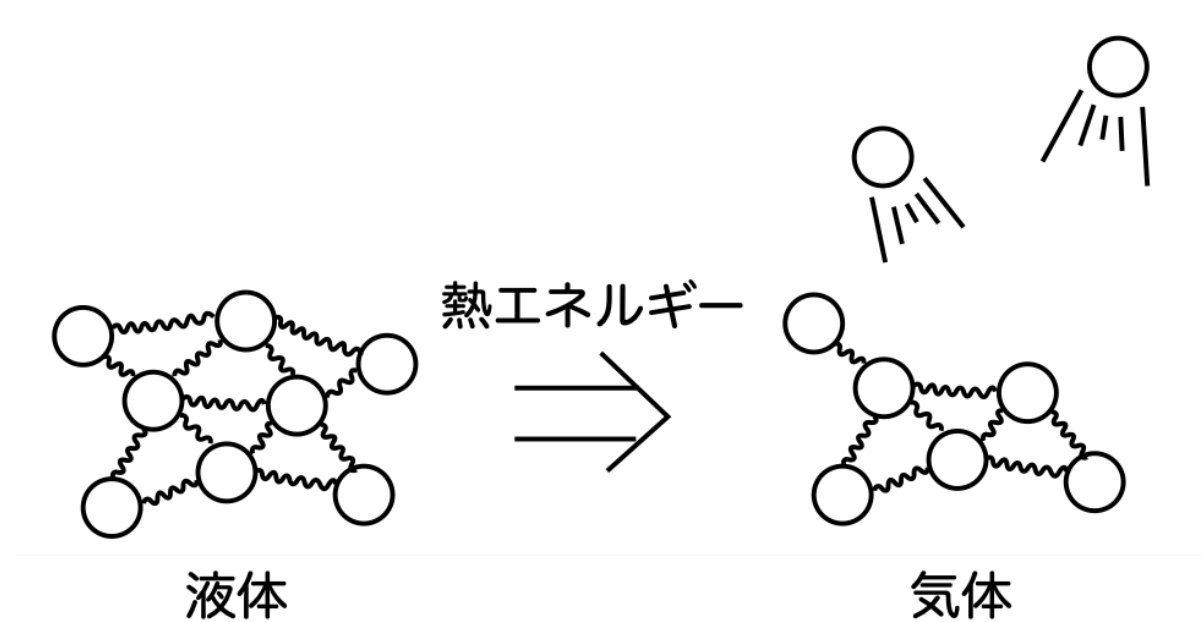
物質の沸点・溶解度：有機化学で重要な性質の一つ

（多くの有機反応が溶液中で行われるため）



沸点と分子間相互作用

沸点 = 液体の蒸気圧が特定の外圧と等しくなる温度

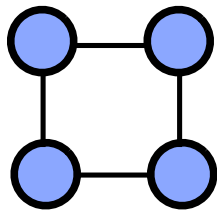


分子間相互作用が大きいほど沸点は高くなる



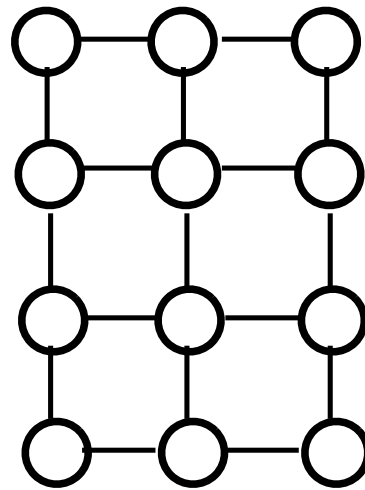
溶解度と分子間相互作用

「溶解する」 = 「溶質が溶媒の中に分子レベルで分散する」



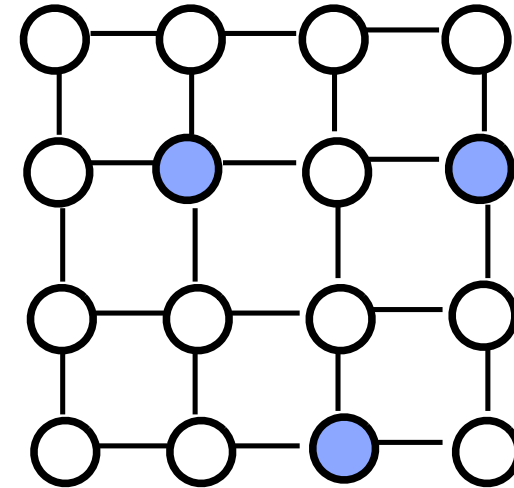
Aの周り: Aのみ

溶質



Sの周り: Sのみ

溶媒



Aの周り: Sのみ

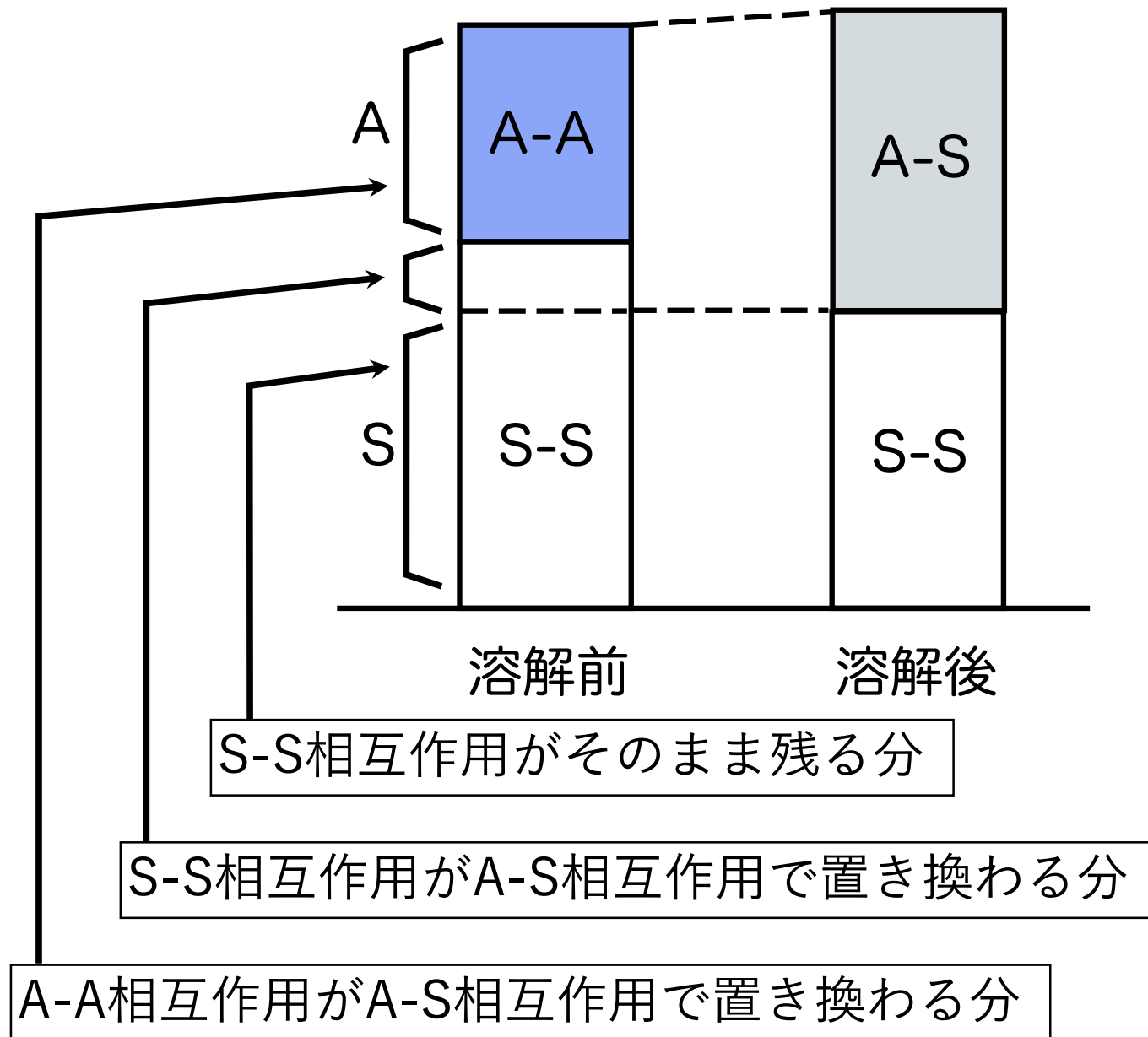
Sの周り: AとS

溶液

右辺の方が安定なら「溶解しやすい」。
左辺の方が安定なら「溶解しにくい」。



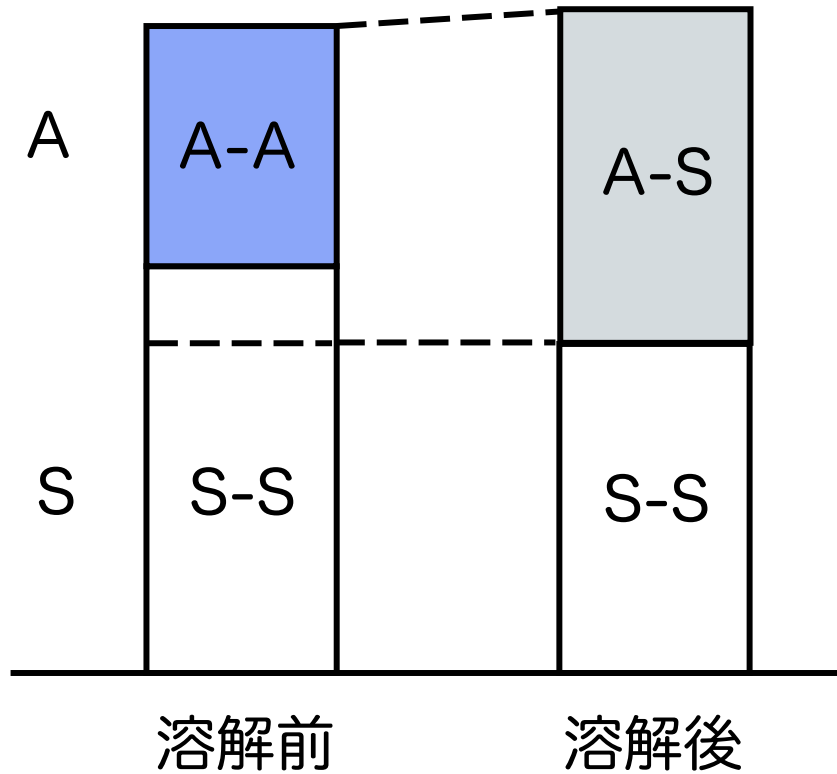
溶解前後の相互作用エネルギーの変化



溶解度と分子間相互作用

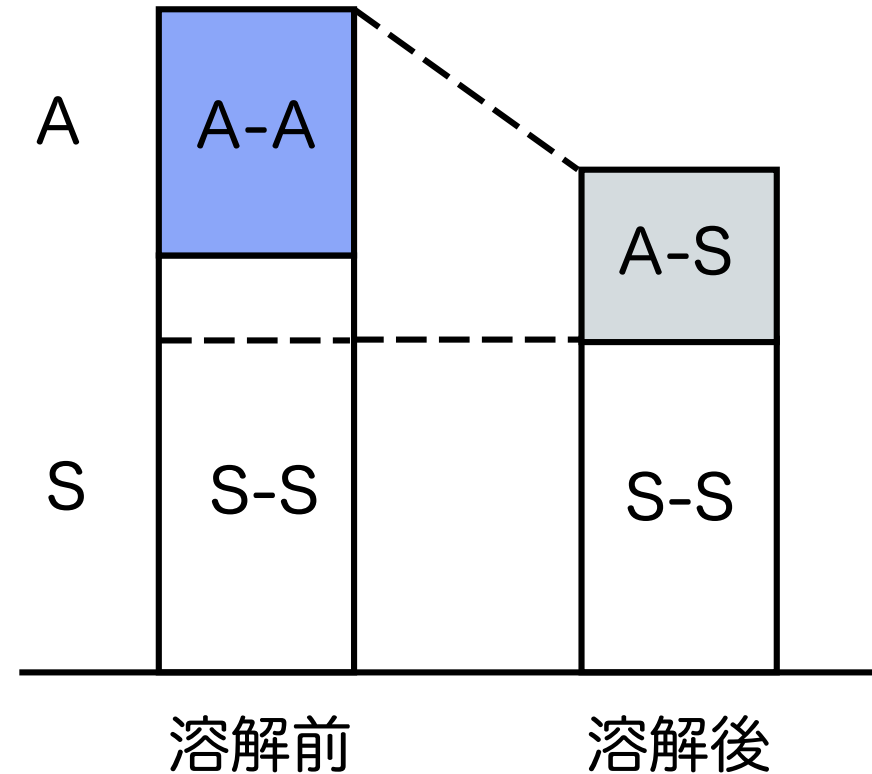
溶解しやすい場合

A-A, S-S よりも
A-S の方が大きい



溶解しにくい場合

A-A, S-S よりも
A-S の方が小さい



【練習問題】 安息香酸がヘキサンに溶けにくい理由を分子間相互作用の変化に基づいて述べなさい。

