

有機反応と電子の動き

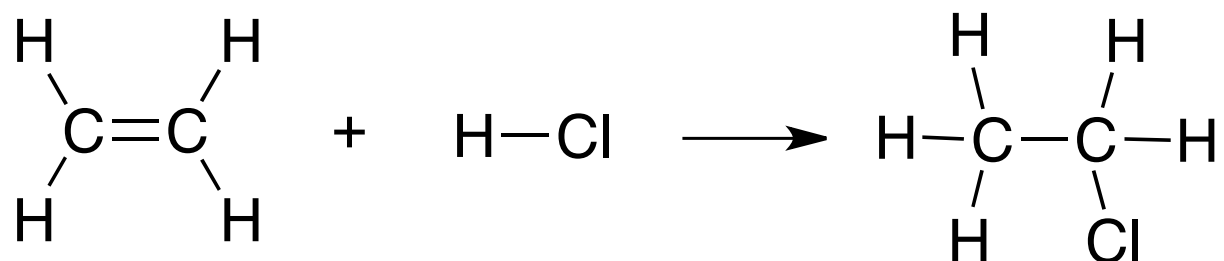
極性反応

求電子剤と求核剤

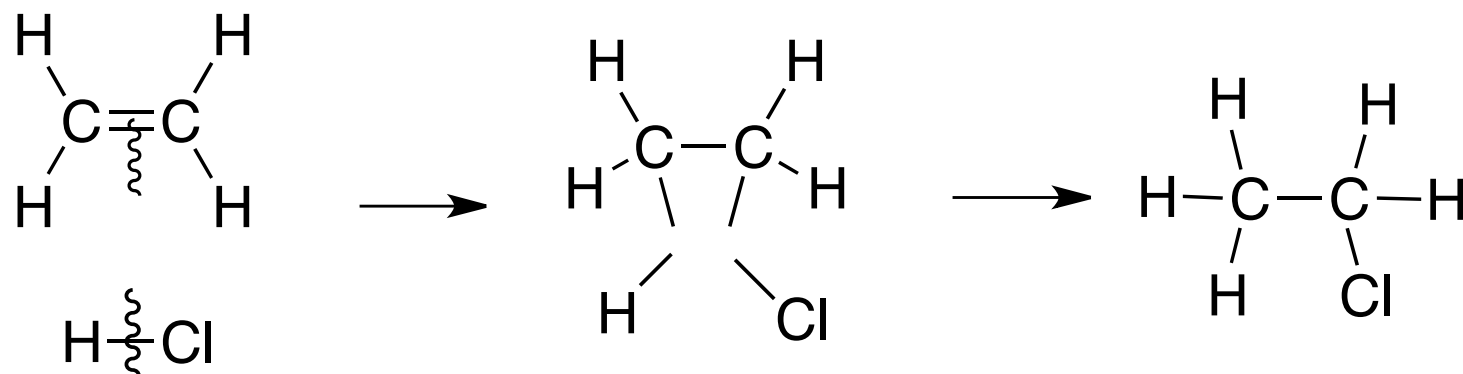
有機反応での結合の切断・生成

有機反応での「結合の切断・生成」はどのように起きるか

例：エチレンへの HCl の付加

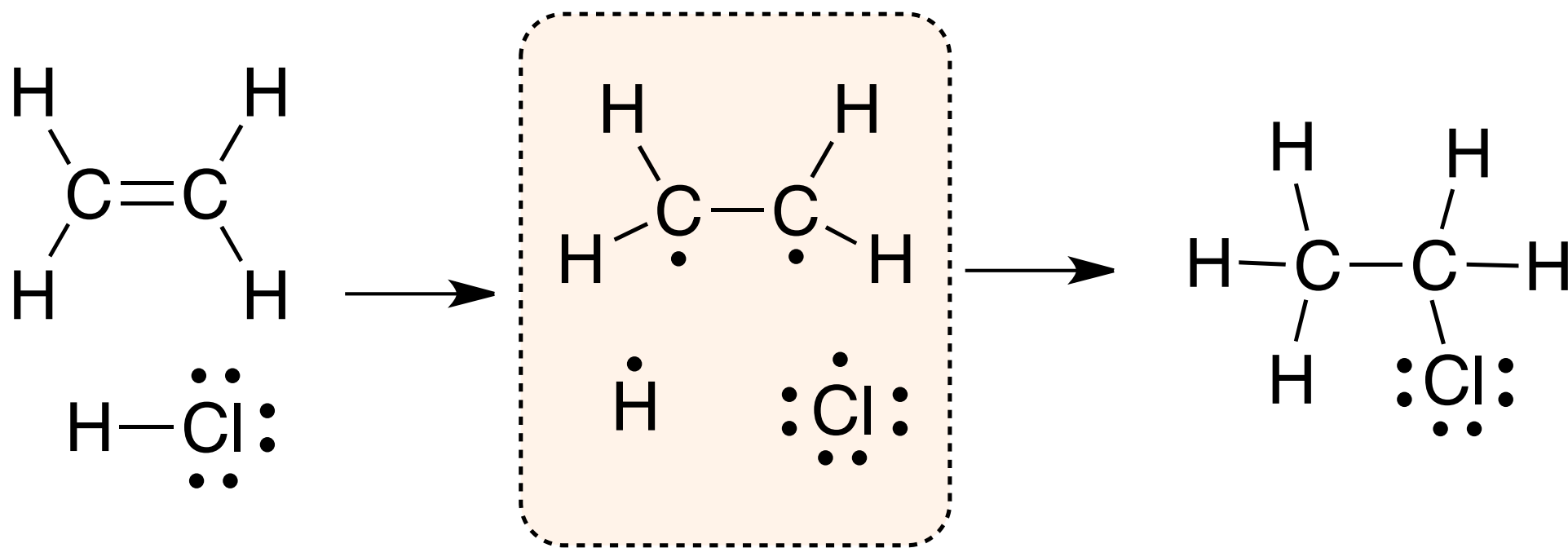


こんなイメージ持っていない？



… ぜんぜん違う！

何もそんな「難ルート」を通らなくても……

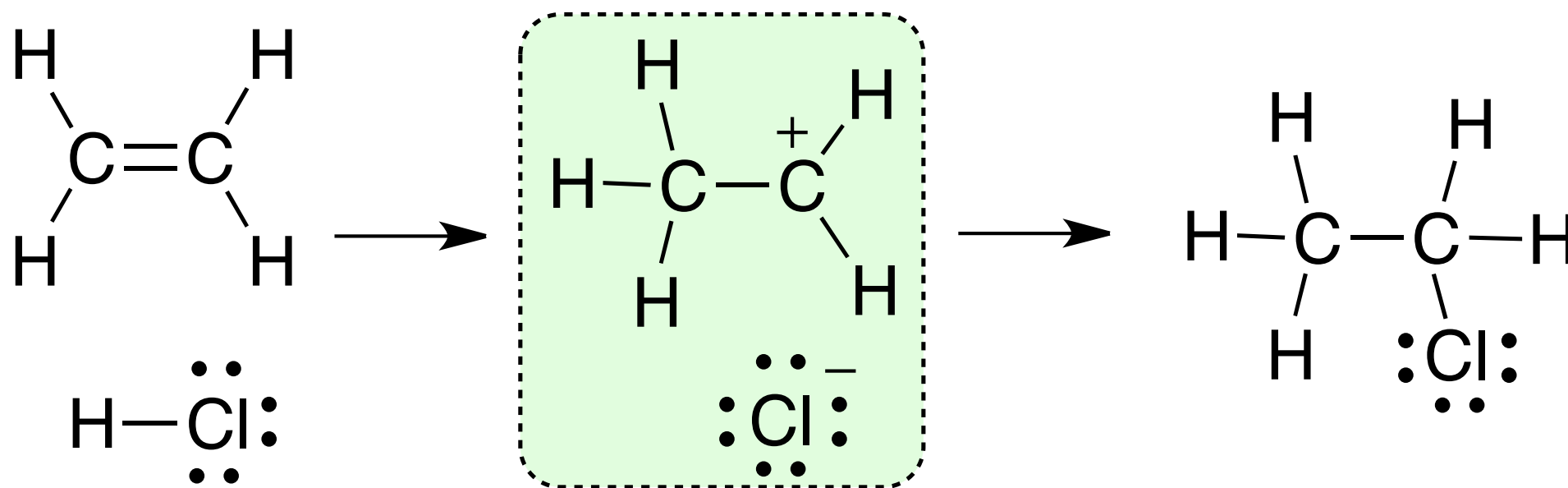


中間体

非常にエネルギーが高い！

実際の反応は、「なるべく楽なルート」を通ろうとする

有機反応での「電子の動き」



実際の間体
前のスライドの間体よりは
エネルギーが低い

反応は「必要なエネルギーが最も小さい」ルートを通る

「必要なエネルギー」は間体の電子状態で決まる

多くの有機反応は「極性反応」

多くの有機反応では

「エネルギーの高い電子対」と

「電子不足の原子」が反応する

極性反応

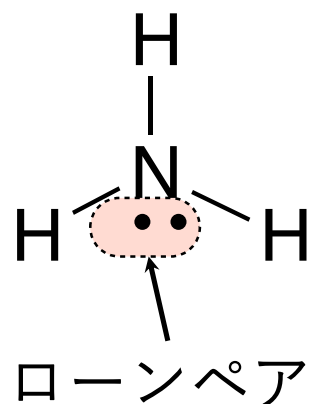
「求核剤」 = 「エネルギーの高い電子対」を持つ物質

nucleophile

「求電子剤」 = 「電子不足の原子」を持つ物質

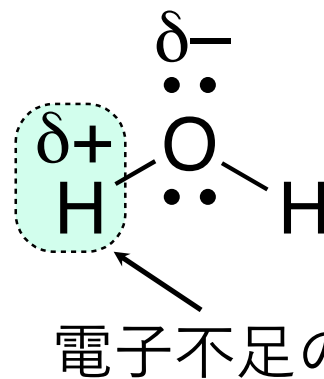
electrophile

極性反応の例

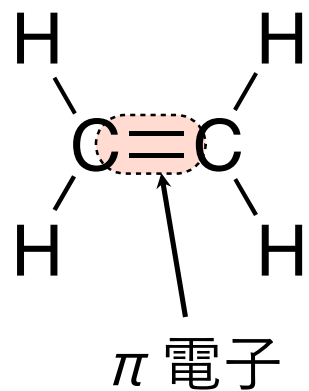


求核剤

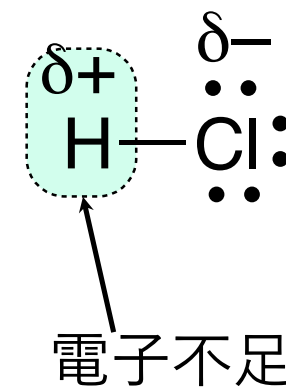
+



求電子剤



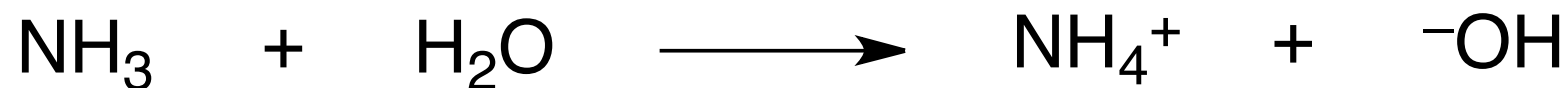
+



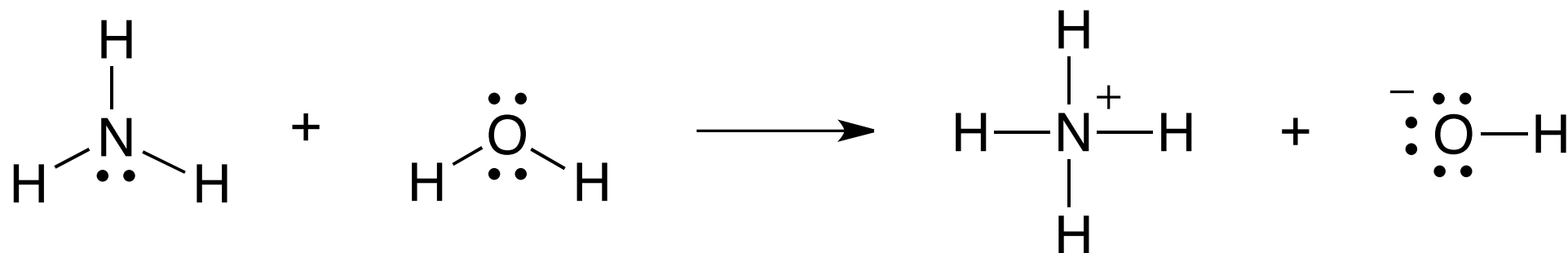
化学反応における電子の動き

実例：アンモニアと水の反応

アンモニアと水の反応

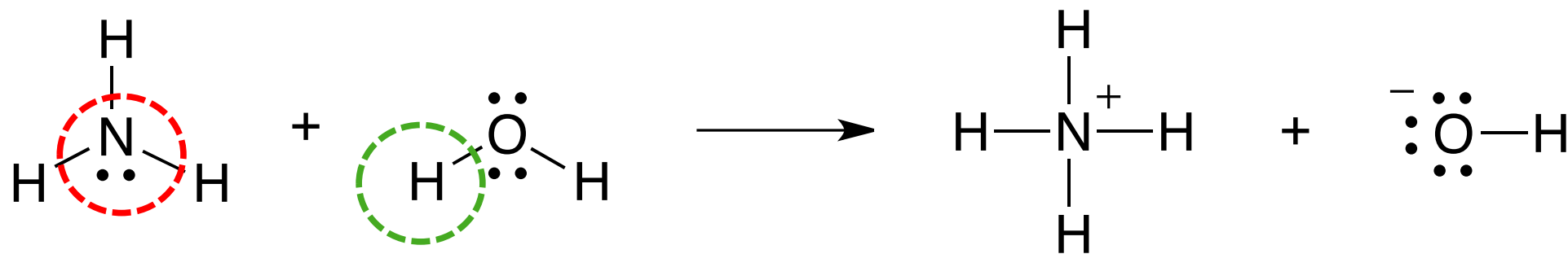


すべての価電子を明示して書く（ケクレ構造）



※ 形式電荷を忘れずに！（とても大事）

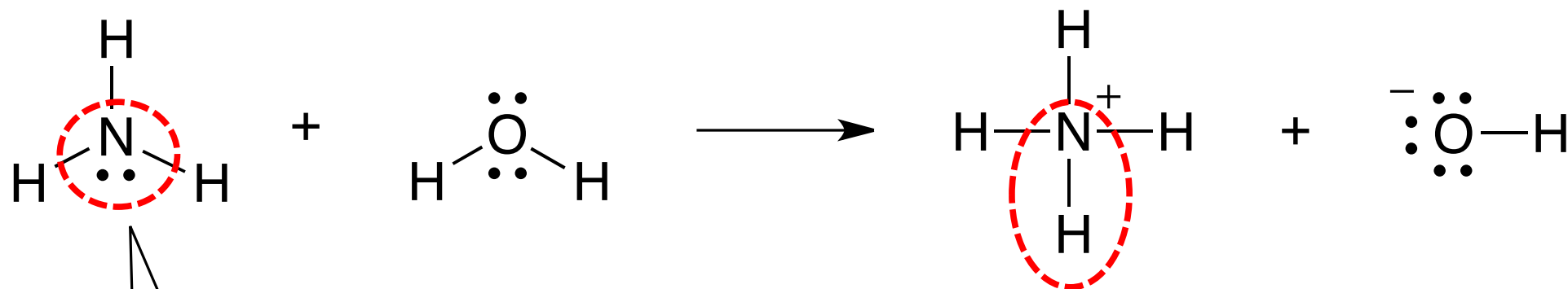
分子のどの部分が反応するのか？



求核剤

求電子剤

Nのローンペア電子はN-H結合の電子になる

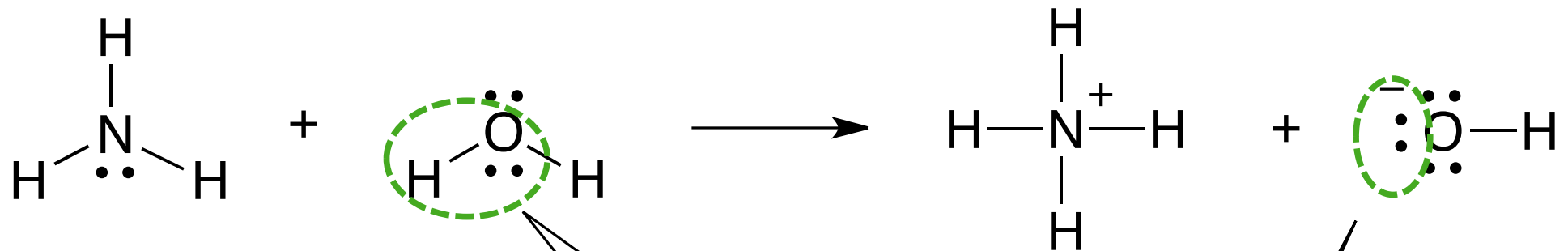


このローンペアの電子は……

この結合の電子（2個）になる

「Nのローンペア電子が電子不足のHと結合を作る」

O-H結合の電子はOのローンペアになる

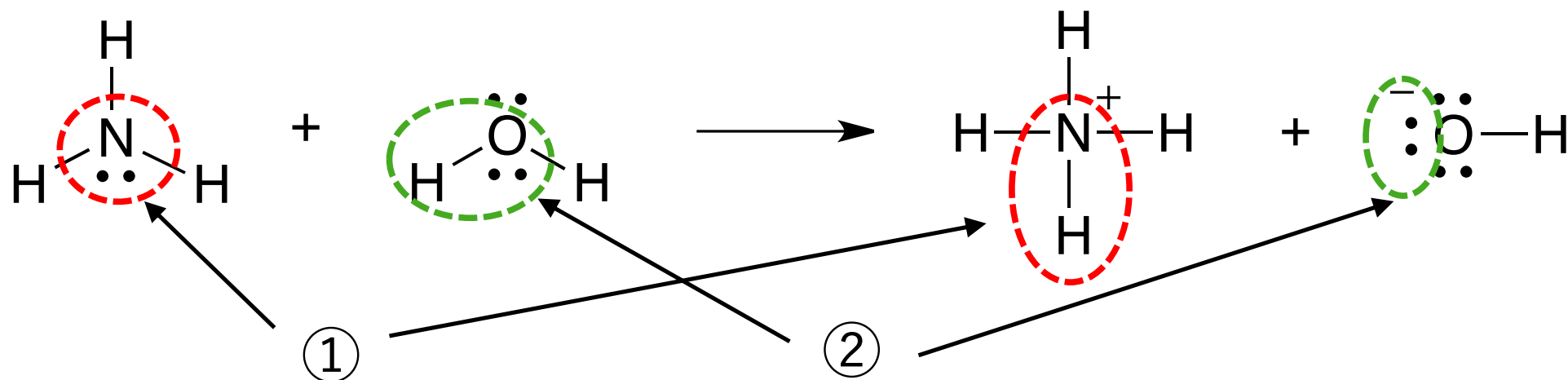


この結合の電子（2個）は……

このローンペアになる

「H-O結合が切れて、その電子が O 上のローンペアになる」

アンモニアと水の反応：電子の動きのまとめ



① 「Nのローンペア電子が電子不足のHと結合を作る」

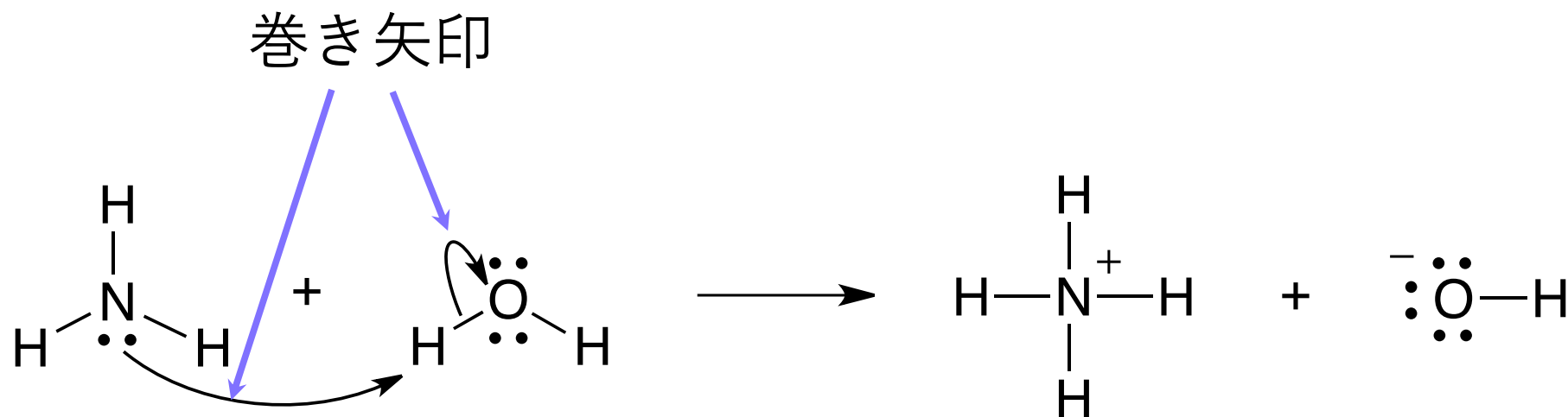
② 「H-O結合が切れて、その電子が O 上のローンペアになる」

電子の動きを巻き矢印で記述する

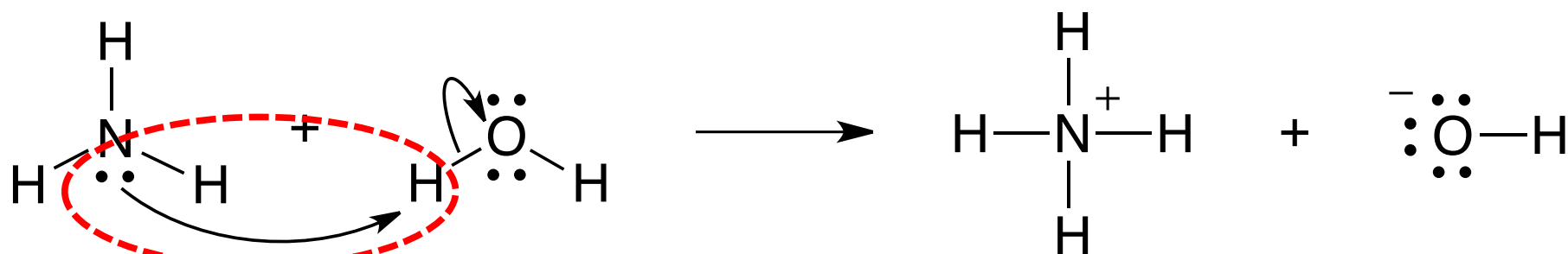
巻き矢印 (曲がった矢印)

巻き矢印 (curved arrow, curly arrow)

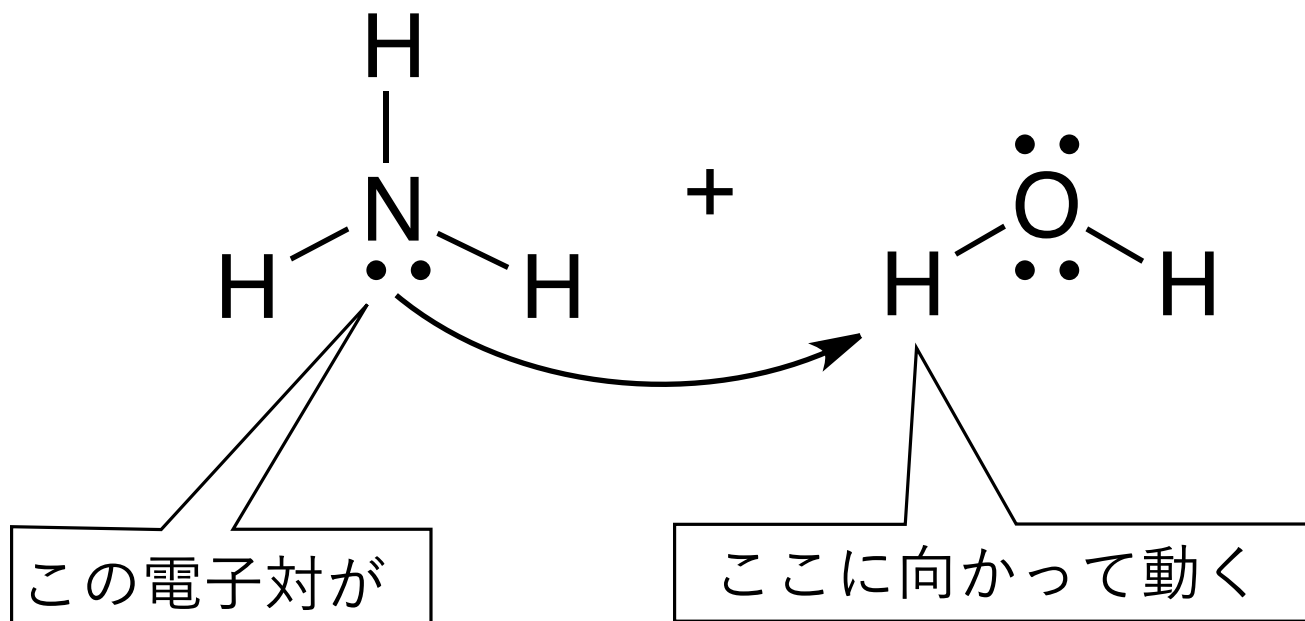
有機化学反応で「どの電子対がどこに動いたか」を示す矢印



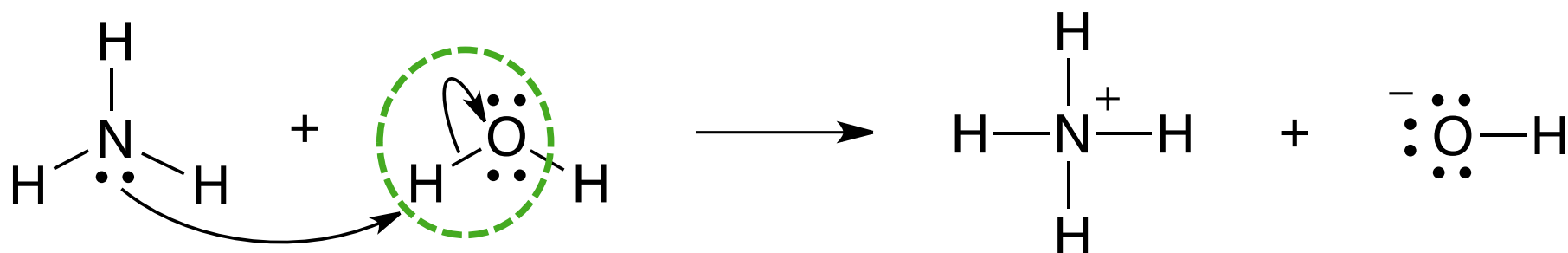
巻き矢印の意味：ローンペアから結合を作る場合



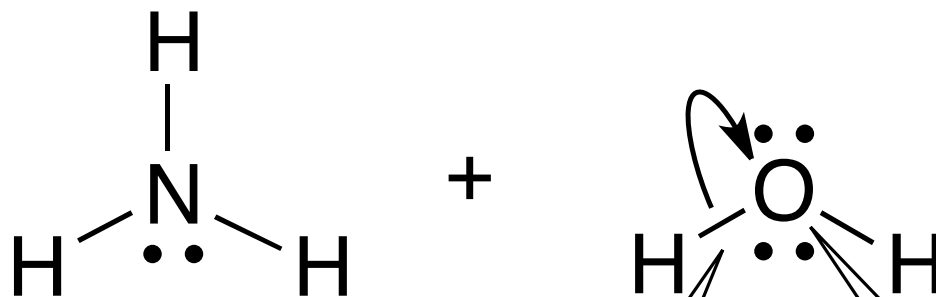
「NのローンペアからHに向かう巻き矢印」



巻き矢印の意味：結合が切れてローンペアができる場合



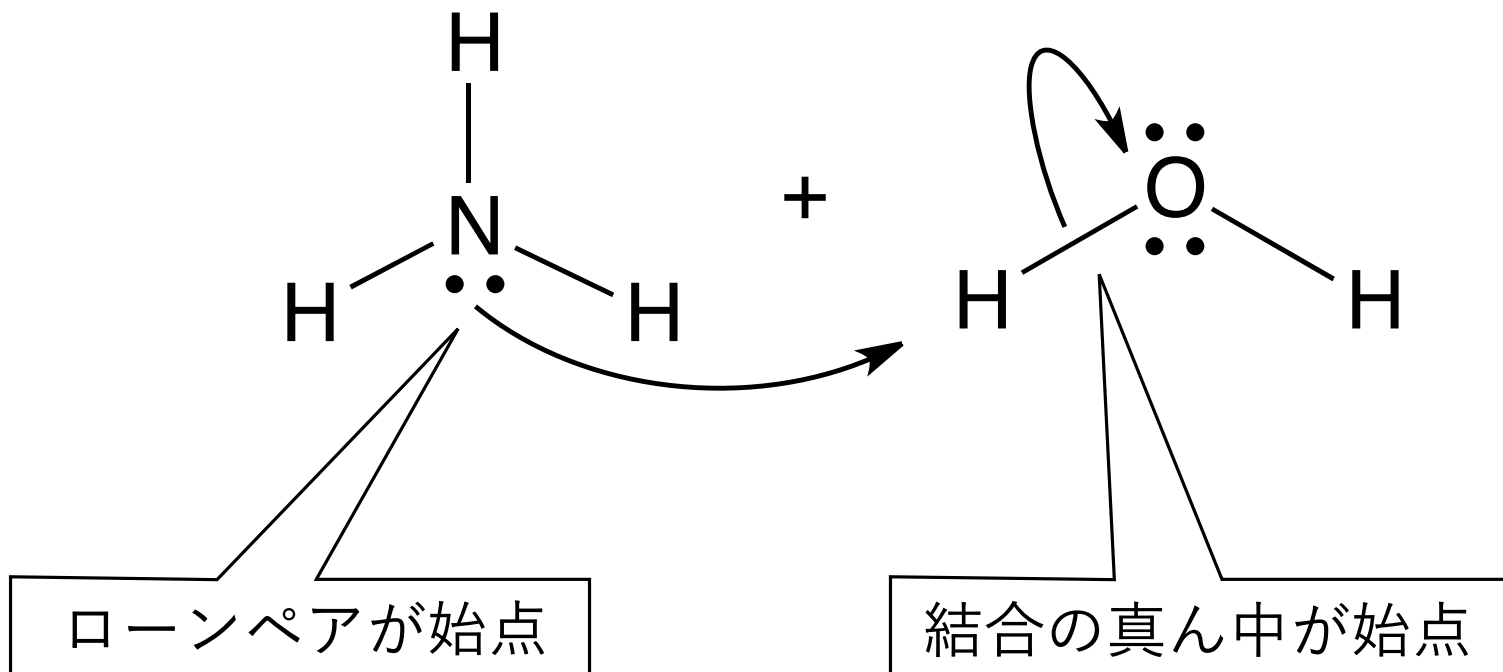
「O-H結合からOに向かう巻き矢印」



この電子対が

ここに向かって動く

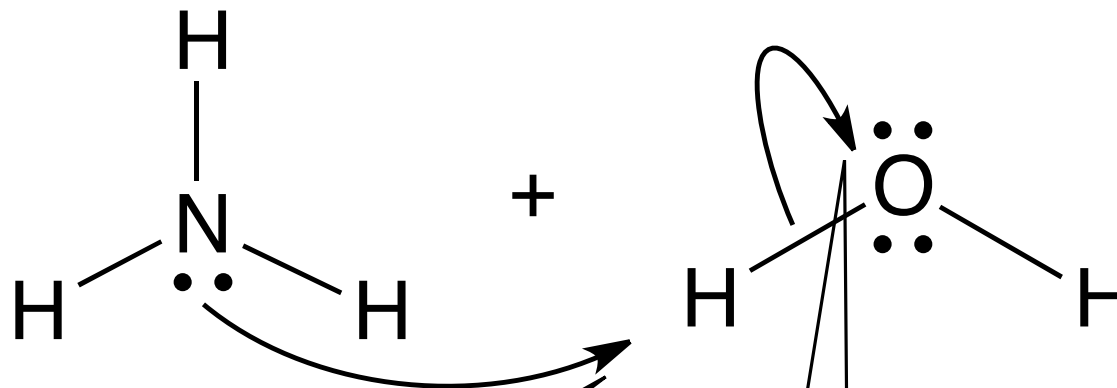
巻き矢印の「始点」：移動する電子対を表す



ローンペアの電子を使って
新しい結合を作る

結合が切れる
その電子を使って別の
結合（またはローンペア）
ができる

巻き矢印の「終点」：電子対が「何を」作るかを表す



元の電子対とは別の原子が
終点

元の電子対を共有していた
原子が終点

新しい結合ができる

ローンペアができる

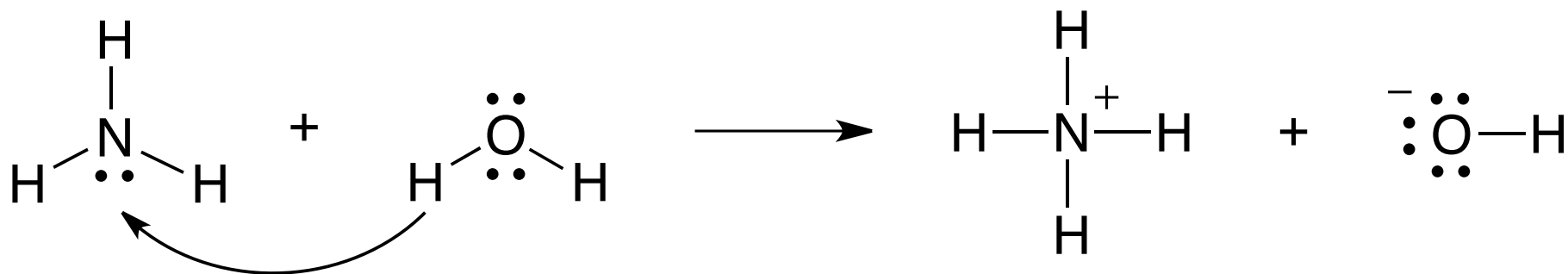
手書きの巻き矢印



巻き矢印に関する注意

- ・ 巻き矢印は「電子対」の移動。「原子」の移動ではない！

誤り

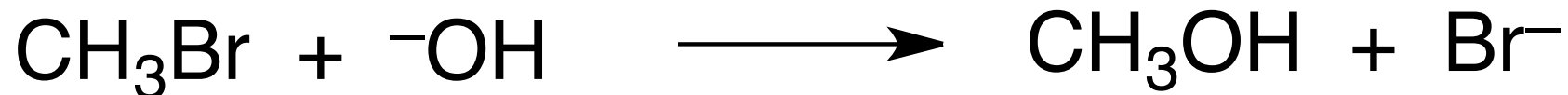


巻き矢印を正しく書く方法

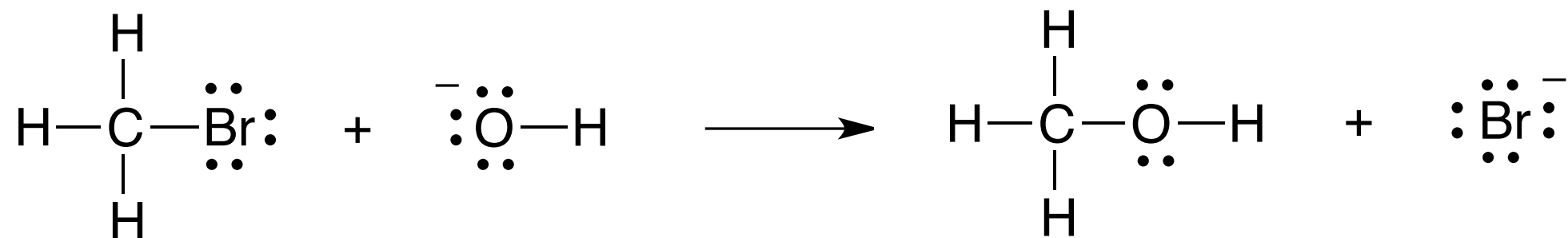
反応式に巻き矢印をつける

反応式に巻き矢印をつける：ケクレ式を書く

【例】



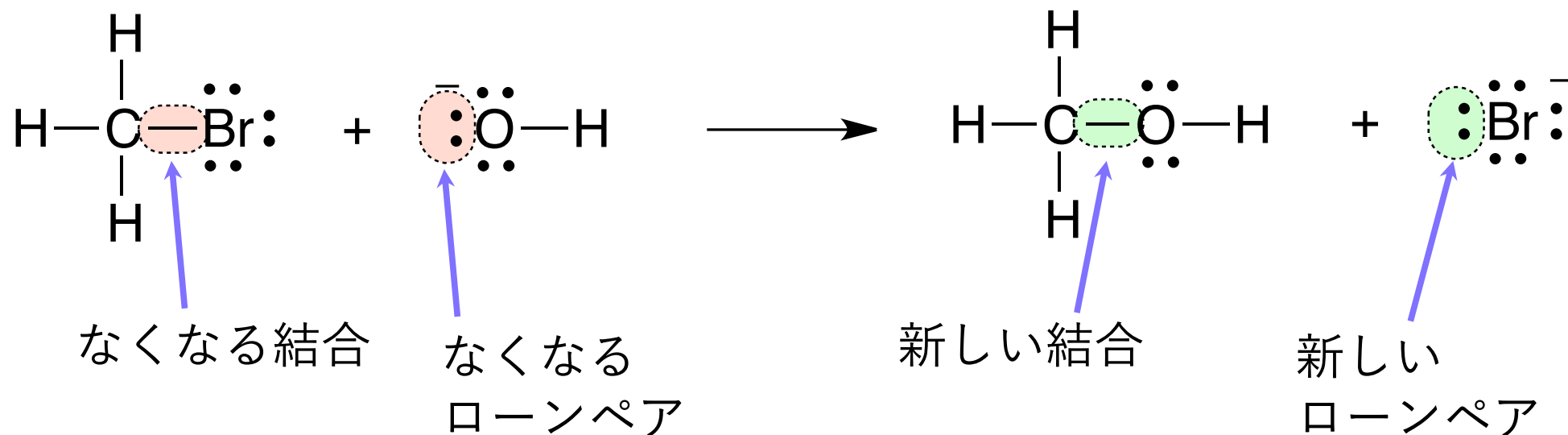
すべての価電子を明記したケクレ式を書く



反応に関与している電子対を探す

【手順①】

左辺の「なくなる結合」「なくなるローンペア」と
右辺の「新しい結合」「新しいローンペア」に印をつける

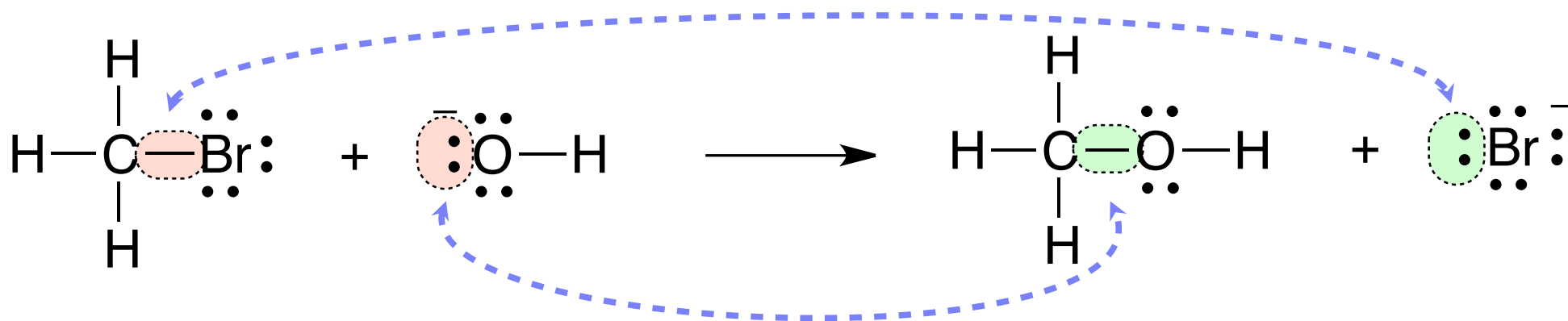


反応前後の電子対を対応づける (1)

【手順②】

「なくなる結合・ローンペア」と「新しい結合・ローンペア」を対応づける

[対応付けの条件] 反応の前後で共通の原子に所有されていること

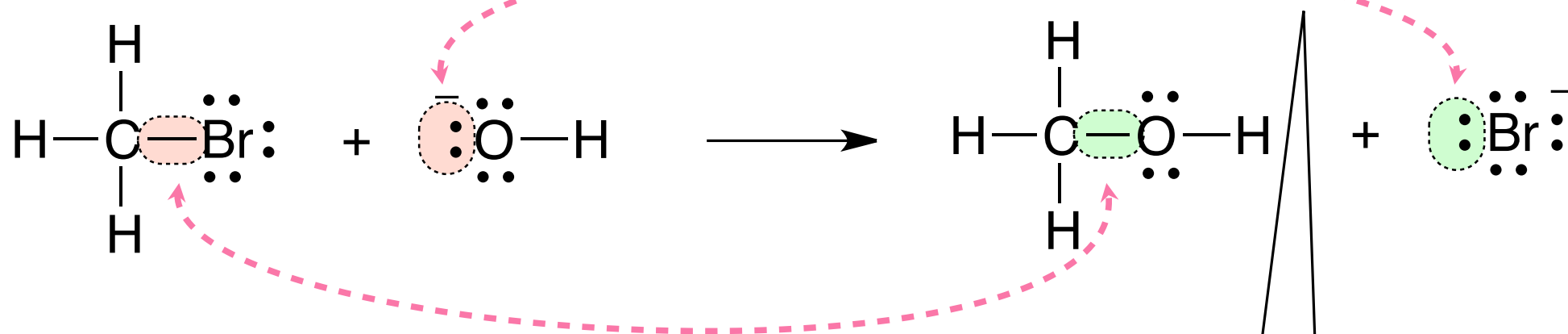


反応前後の電子対を対応づける (2)

【手順②】

「なくなる結合・ローンペア」と「新しい結合・ローンペア」を対応づける

[対応付けの条件] 反応の前後で共通の原子に所有されていること



この対応付けはダメ

(ローンペアが O から Br に飛んでいる)

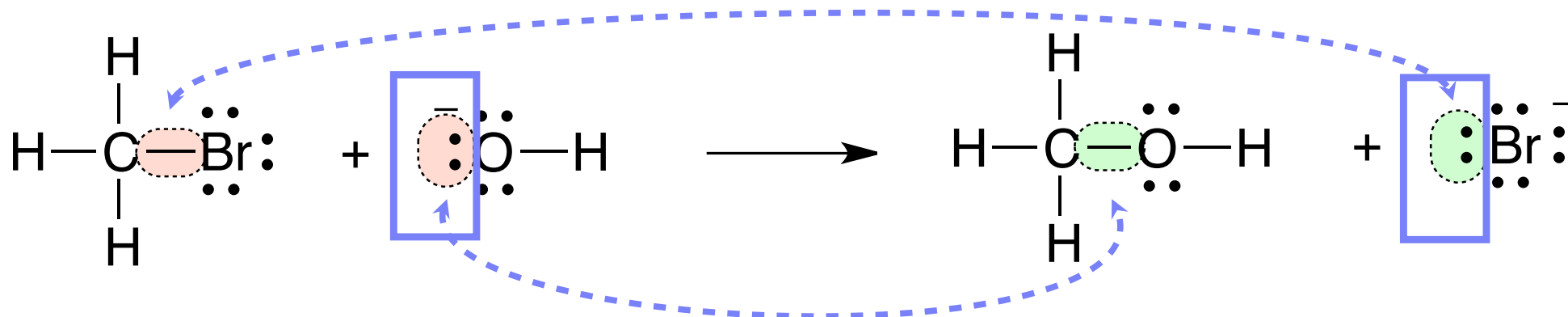
反応前後の電子対を対応づける (1)

【手順②】

「なくなる結合・ローンペア」と「新しい結合・ローンペア」を対応づける

[対応付けの条件] 反応の前後で共通の原子に所有されていること

「ローンペア」から対応づけていくのがよい



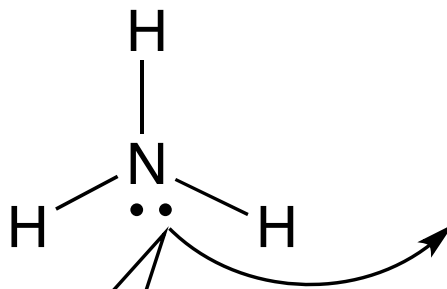
電子対の動きを巻き矢印で表現する (1)

【手順③】

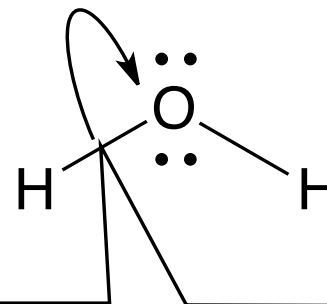
電子対の移動を巻き矢印で表現する

「始点」と「終点」を考える！

始点



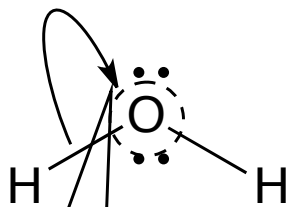
ローンペアから出発



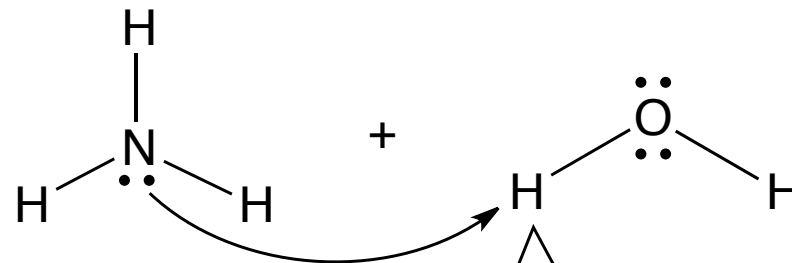
「結合の真ん中」から出発

電子対の動きを巻き矢印で表現する (2)

終点

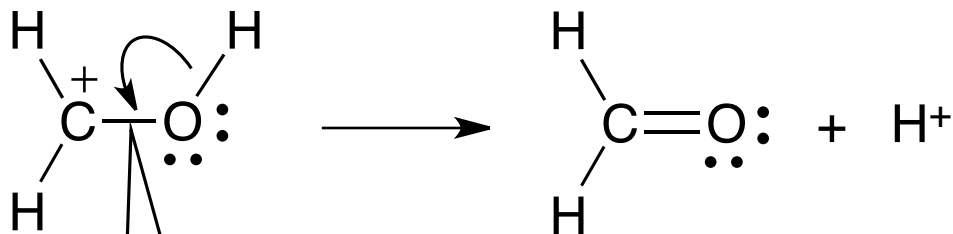


新しくローンペアを作る原子に向ける



新しく結合する原子に向ける

[補足]



新しくできるπ結合の真ん中に向ける

【練習問題】 次の反応式に巻き矢印をつけなさい。

