

ナイロン6の合成

原料と反応

ε-カプロラクタム：環状構造（六員環）を持つ化合物

構造：六員環（炭素5個 + 窒素1個）にC=O基とN-H基を含む

反応：**開環重合** - C-N結合が切れて直鎖状高分子に重合

命名の理由

ε（イプシロン）：ギリシャ文字で「5」を意味。官能基（CO-NH）を除いた炭素の位置を示す

ナイロン6：繰り返し単位の炭素数が**6個**であることから命名

構造式：-(CH)-CO-NH- の繰り返し

結合の特徴

アミド結合 (-CO-NH-) で繋がった構造。合成繊維として優れた強度を持つ

ナイロン66の合成

原料

アジピン酸 : $\text{HOOC}-(\text{CH})_4-\text{COOH}$ (炭素数6)

ヘキサメチレンジアミン : $\text{HN}-(\text{CH})_2-\text{NH}_2$ (炭素数6)

反応様式

縮合重合 : 2つの原料が反応し、水 (**HO**) が脱離

アミド結合 (-CO-NH-) が形成される

命名の由来

ナイロン66 : 2つの原料それぞれの炭素数が**6個**ずつ

アジピン酸の炭素数 : **6**、ヘキサメチレンジアミンの炭素数 : **6**

繰り返し単位 : $-\text{NH}-\text{CO}-(\text{CH})_4-\text{CO}-\text{NH}-(\text{CH})_2-$

特徴

強度が高く、衣料用繊維として広く利用される

PET（ポリエチレンテレフタレート）の合成

原料

テレフタル酸：ベンゼン環の両側にカルボキシ基（-COOH）を持つ芳香族カルボン酸

エチレングリコール：HO-CH-CH-OH

反応と結合

縮合重合で水が脱離し、**エステル結合**（-COO-）が形成

繰り返し単位中に**エステル結合が2個**ある

構造式：-OC-ベンゼン環-CO-O-CH-CH-O- の繰り返し

ポリエステル繊維の特徴

- ・吸湿性がほとんどない：構造中にOH基が残っていないため
- ・洗濯してもしわになりにくい、乾きが早い

用途

衣料用繊維、ペットボトルなど幅広く利用

アラミド繊維

定義

アロマティック（芳香族）+ ポリアミド

ベンゼン環を含むポリアミド構造を持つ合成繊維（1965年開発）

構造の特徴

- ・ベンゼン環が分子内に含まれる
- ・アミド結合（-CO-NH-）で繋がっている
- ・ベンゼン環の共役構造による剛直性と安定性

構造式：ベンゼン環-CO-NH-ベンゼン環-NH-CO- の繰り返し

優れた性質

- ・高強度：通常のナイロンより強い
- ・高耐熱性：高温でも性能を維持
- ・難燃性に優れる

用途例

消防服、防護服、宇宙服、カーテン、カーペットなど安全性が求められる分野で利用

付加重合と縮合重合の比較

付加重合

定義

二重結合・三重結合が開いて重合する反応

特徴

- ・小分子の脱離なし
- ・不飽和結合が開裂して単結合に変化
- ・単量体の分子式がそのまま保たれる

反応例

エチレン ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$) → ポリエチレン

スチレン → ポリスチレン

ビニル化合物 → ビニルポリマー

代表的な高分子

ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、PVC

縮合重合

定義

小分子 (HO、HClなど) が脱離して重合する反応

特徴

- ・官能基同士が反応
- ・水などが脱離
- ・新しい結合 (アミド結合、エステル結合など) が形成

反応例

カルボン酸 + アミン → アミド結合 + H_2O

カルボン酸 + アルコール → エステル結合 + H_2O

代表的な高分子

ナイロン6、ナイロン66、PET、アラミド繊維

高分子の平均分子量

重合度 n とは

重合度 n : 繰り返し単位がいくつ繋がっているかを示す数値

例 : $n = 100$ なら繰り返し単位が100個連結

分子量 = (繰り返し単位の式量) $\times n$

なぜ平均値を使うのか

- ・ 反応条件により重合度が変化する
- ・ 同じ反応でも繋がる数にばらつきがある
- ・ $n = 50$ 、 100 、 200 、 1000 など様々な長さの分子が混在
- ・ そのため**平均分子量**で表す必要がある

分子量の分布

高分子化合物の分子量は一定ではなく、**分布**を持つ

最も多く存在する分子量が**ピーク**に現れる

測定方法

平均分子量は**浸透圧測定**などで実験的に求められる

具体例

ポリエチレンの平均分子量 : 1万~数百万 (用途により異なる)