

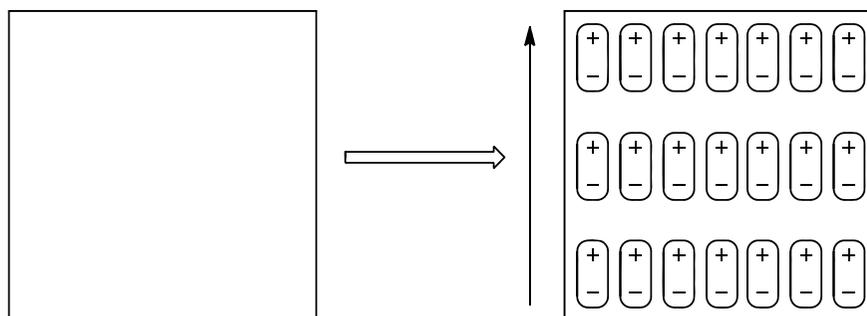
高分子の電気的性質:誘電体①

電気を通しにくい性質を持つ物質＝誘電体(絶縁体)

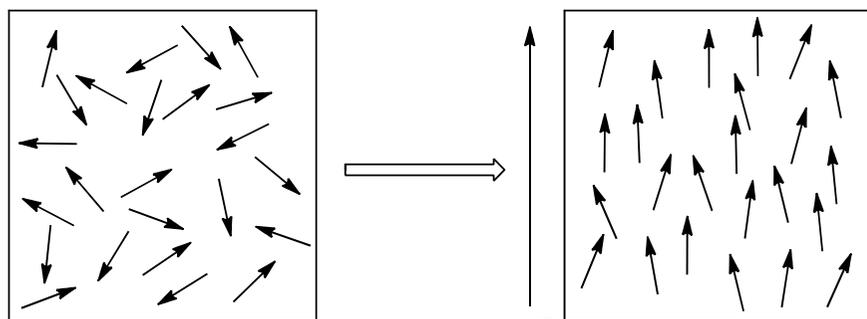
高分子化合物は一般に誘電体であることが多い
＝電線などの被覆材料



誘電体と分極(電子のかたよりの状態)



電子分極:分子内での
電子の移動による分極

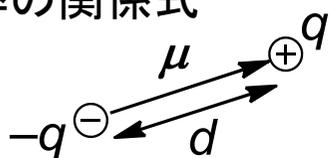


配向分極:バラバラに
配向していた極性分子の
向きが揃うことによる分極

各矢印は極性分子の
双極子モーメントを表す

高分子の電気的性質：誘電体②

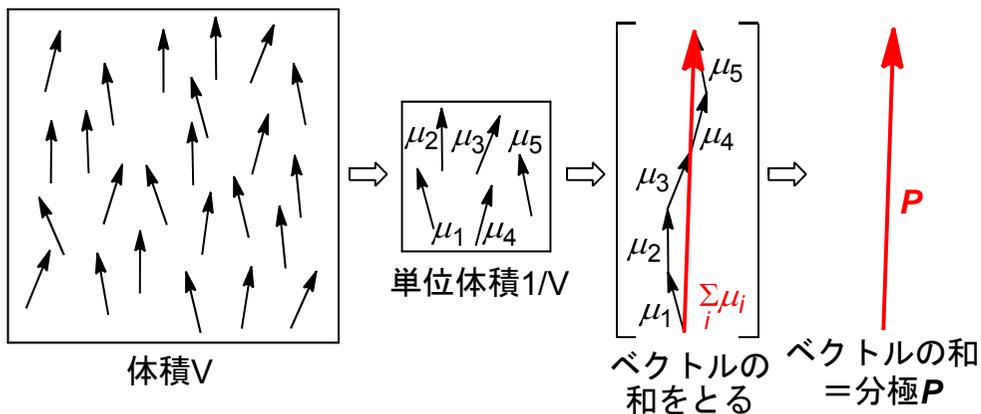
分極と誘電率の関係式



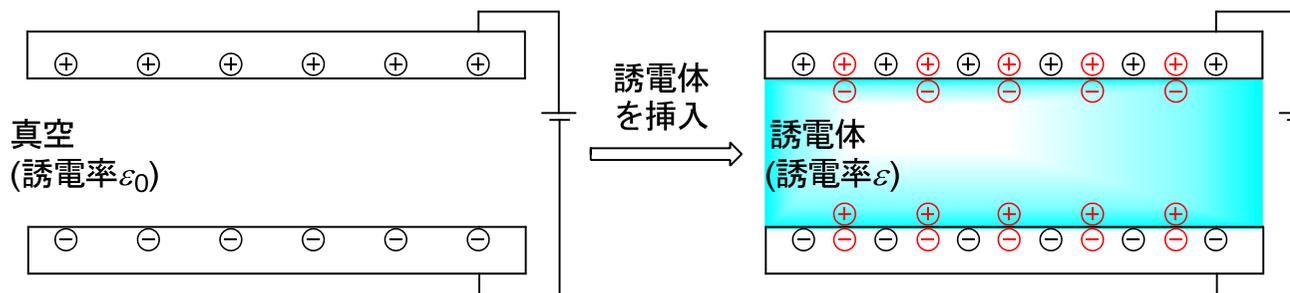
正電荷 q と負電荷 $-q$ が距離 d だけ離れた状態での双極子モーメント μ は以下の式で表される

$$\mu = qd \quad (\mu \text{はベクトル量})$$

誘電体を電場 E 中に置いた際に分極



ここで電気変位 D (電位をかけた際の電極にたまる電荷量)を定義



電極間に誘電体を挿入すると P だけ余計に電荷がたまる

=

=

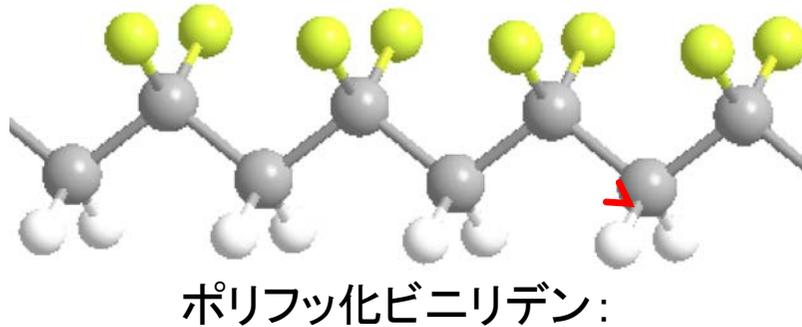
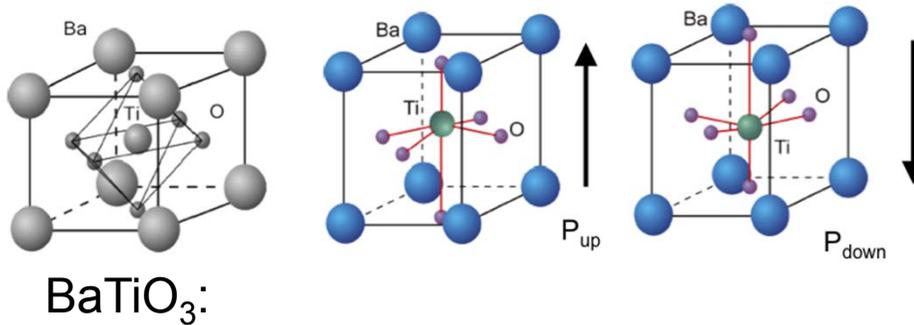
高分子の電気的性質：強誘電体

多くの物質では

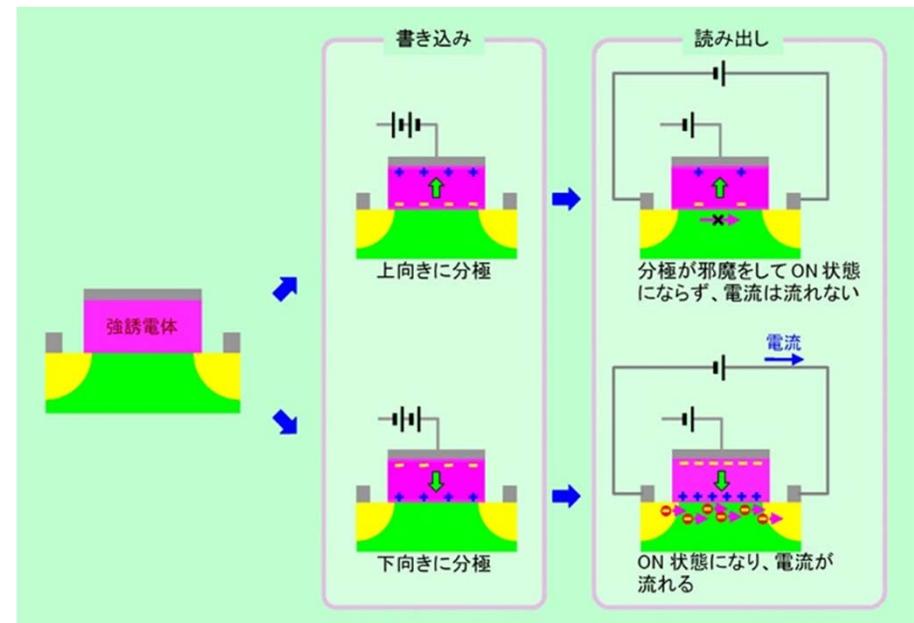
$$D = \epsilon_0 E + P = \epsilon_0 E + aE = (\epsilon_0 + a)E = \epsilon E$$

外部電場 E が 0 でも

強誘電体の例：BaTiO₃, Pb(Zr_xTi_{1-x})O₃, ポリフッ化ビニリデンなど



参考：強誘電体の応用
不揮発性メモリー

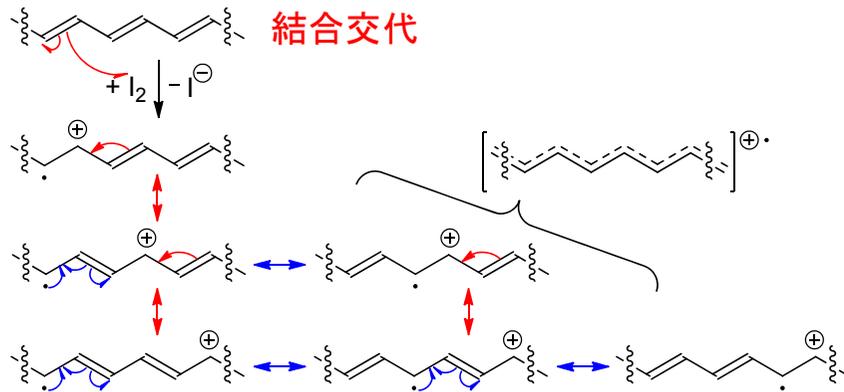


高分子の電気的性質：導電性高分子

導電性高分子：電気伝導性の高い高分子

代表例：ポリアセチレン・ポリ-p-フェニレン・ポリフェニレンビニレン・ポリピロール・ポリチオフェン

電気伝導性が発生するメカニズム：



白川英樹（筑波大学名誉教授）

ポリアセチレンの導電性の発見



"for the discovery and development of
conductive polymers"

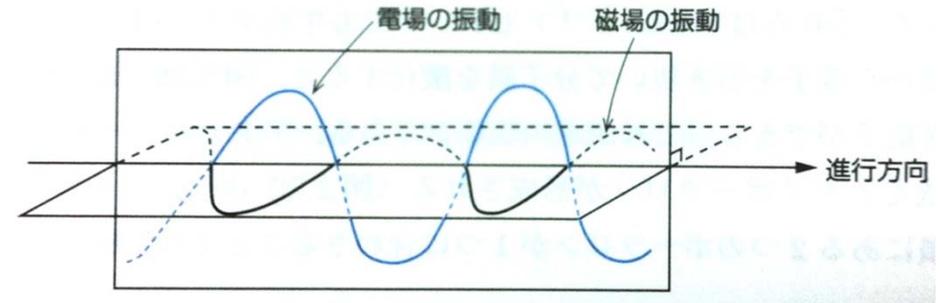
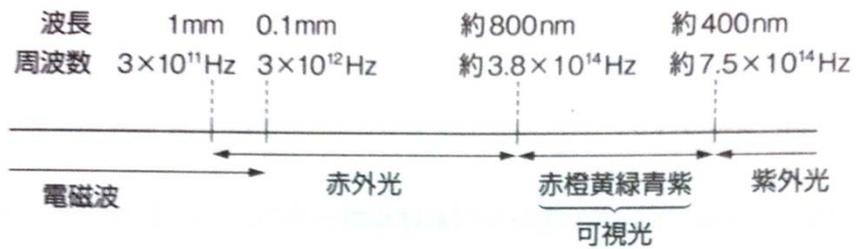


例題：導電性高分子

- 問 ポリアセチレンにLiをドーピングした際の伝導性発現メカニズムを示せ。
ただし前頁のようにアルケンユニット3個分からモデルを組み立てること。

高分子の光学的性質: 光と屈折率

光の透過・反射・屈折などの性質は全て屈折率に基づいて説明可能



物質中を進む光の速さ v は真空中の光速 c よりも遅い
(特殊相対論における光速度不変の原理)

光の周波数領域では n^2 は比誘電率に一致する

高屈折率ポリマーは
レンズなどに応用されている

→

→

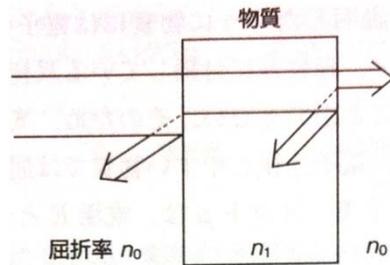


高分子の光学的性質: 透明性

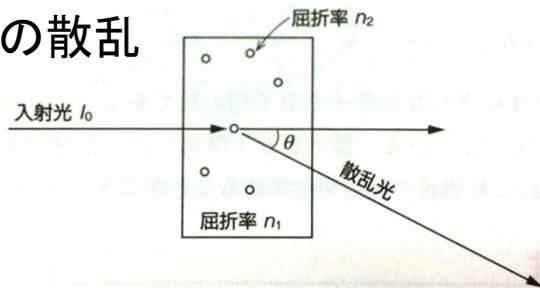
高分子を光学材料に応用するには透明性が重要

応用例: 高分子光ファイバー

(1) 光の反射



(2) 光の散乱



旭硝子 フォンテックス

Rayleigh scattering from air molecules

$$I = I_0 \frac{8\pi^4 N\alpha^2}{\lambda^4 R^2} (1 + \cos^2\theta)$$

Scattering at right angles is half the forward intensity for Rayleigh scattering

N = # of scatterers
 α = polarizability
 R = distance from scatterer

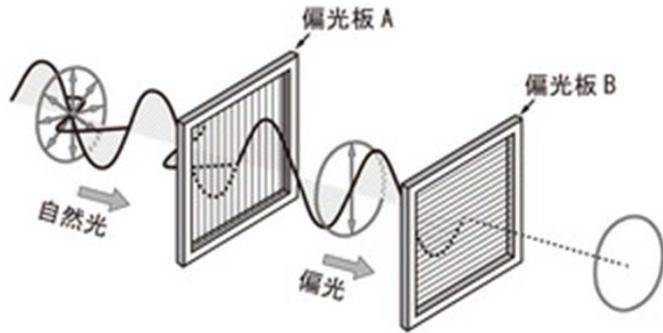
$$I \propto \frac{1}{\lambda^4}$$

Observer

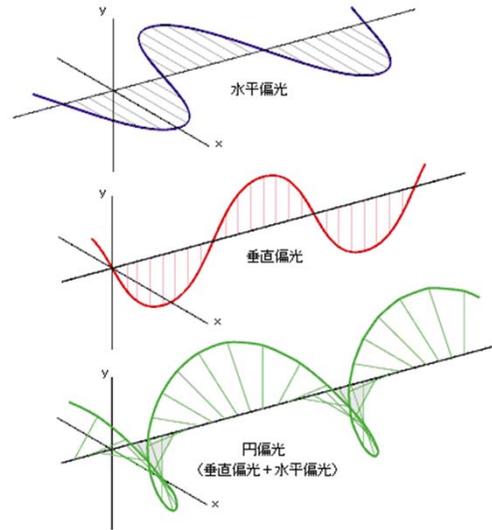
The strong wavelength dependence of Rayleigh scattering enhances the short wavelengths, giving us the blue sky.

(3) 光の吸収 (Lambert law: ランベルの法則)

高分子の光学的性質：偏光と複屈折



自然光は電場の振動が定まっていない光
偏光板を通すと振動方向が決まった偏光に



90度ずれた偏光を
足し合わせると
円偏光が生成する

