



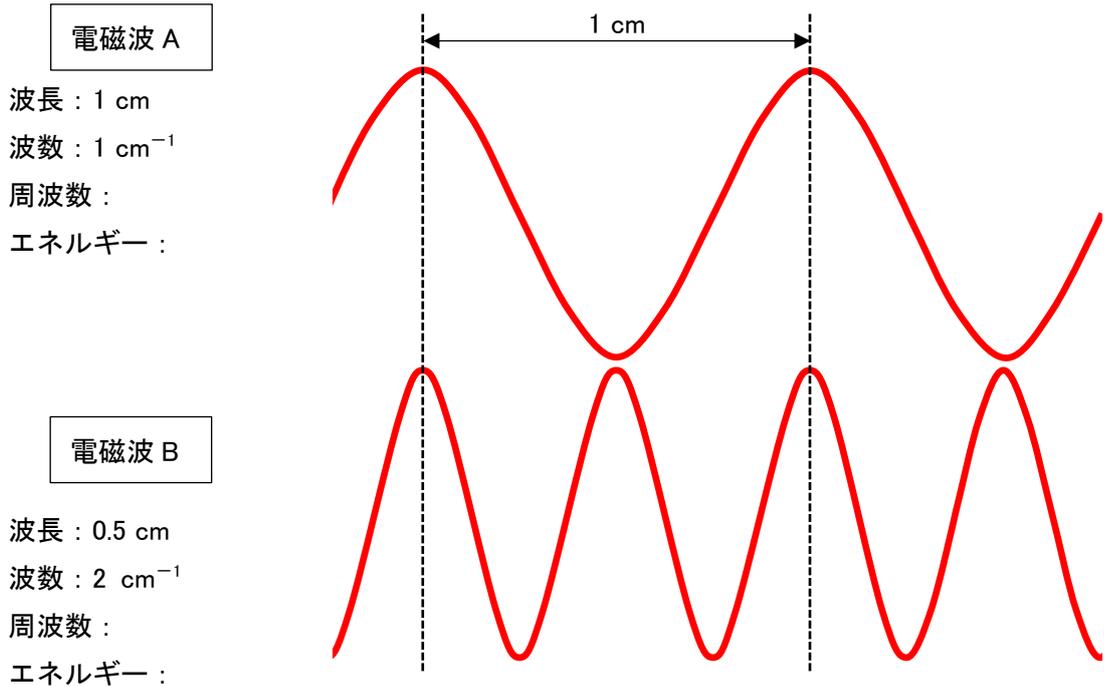
IV.電磁波の特徴



1 電磁波（光）

1) 性質

電磁波は、波動性と粒子性をもち、波長と波数によって分類される。



波長 (λ)	波が 1 回振動した時の距離 波の山から山（又は谷から谷）までの距離 単位： μm 、 nm
波数	単位長さあたりの波の数 単位： cm^{-1}
周波数（振動数） (ν)	1 秒間あたりの波の数 単位： Hz 、 MHz
エネルギー (E)	光子 1 個のあたりのエネルギー $E=h\nu$ h : プランク定数
光速 (C)	光が 1 秒間に進む距離（真空中で約 $3.0 \times 10^8 \text{ m/s}^{-1}$) $C = \lambda \nu$ 光は真空中において、波長に関わらず全て一定の速度である。 水中の光速は真空中の光速よりも小さい。

2) 種類

電磁波は波長と波数によって分類される。以下、電磁波の種類である。

電磁波の種類	X線	紫外線	可視光線	赤外線	マイクロ波	ラジオ波
波長	<p>400 500 600 700 800 波長 (nm)</p> <p>短 ←————→ 長</p>					
波数 周波数 エネルギー	<p>高 ←————→ 低</p>					
検出法	X線回折法	紫外可視吸光度測定法 蛍光光度法 旋光度測定法 原子吸光光度法	赤外吸収 (IR) スペクトル 測定法	電子スピン 共鳴 (ESR) スペクトル 測定法	核磁気共鳴 (NMR) スペクトル 測定法	

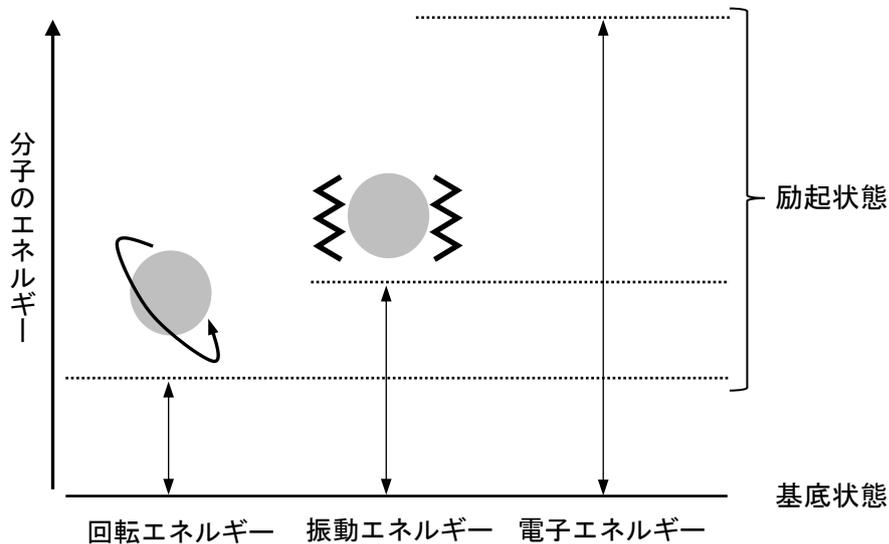
電磁波のゴロ「電波がバツゲン、しかしせまいラジオ局」

電波：電磁波、バツ：X線、し：紫外線、かし：可視光線、せ：赤外線

まい：マイクロ波、ラジオ：ラジオ波

3) 分子のエネルギー準位

分子は、結合の伸縮や電子の変形によりエネルギーの変化を伴うが、一定のエネルギー準位を持っている。エネルギー準位の差に相当する電磁波を照射すると、それを吸収して高エネルギー準位の状態(励起状態)に遷移する。このエネルギー遷移には、**回転エネルギー遷移**、**振動エネルギー遷移**、**電子エネルギー遷移**があり、電磁波の吸収の強さを波長の関数としてグラフにしたものをスペクトルという。



(1) 電子エネルギー遷移

紫外線～可視光線のエネルギーに相当する。電子エネルギー遷移には、回転エネルギー遷移や振動エネルギー遷移も同時に伴うため、吸収スペクトルは幅広い連続スペクトルとなる。

(2) 振動エネルギー遷移

赤外線エネルギーに相当する。振動エネルギーの遷移には回転エネルギーの変化を伴うため、吸収スペクトルはある波長幅にわたる連続スペクトルとして観測される。

(3) 回転エネルギー遷移

マイクロ波のエネルギーに相当する。吸収スペクトルは幅の狭い線スペクトルとなる。

2 光の屈折、偏光

1) 光の屈折と全反射

(1) 屈折率

光が物質中を進むとき、媒質の密度によって速度が変化する。光が1つの媒質から他の媒質に進むとき、その速度差（密度差）が原因となって、その境界面で進行方向を変える。この現象を光の屈折という。

・光の屈折と全反射

$n > 1$

媒質 I
(低密度)

媒質 II
(高密度)

$n < 1$

媒質 I
(高密度)

媒質 II
(低密度)

光が等方性物質である媒質 I から媒質 II に進むとき、入射角 i の正弦と屈折角 r の正弦との比を屈折率 n （相対屈折率）という。

$$n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\text{I 中の光の速度}}{\text{II 中の光の速度}}$$

屈折率 n は入射角 i によらず一定の値をとる。これをスネルの法則という。

光が屈折率の大きい媒質（高密度の媒質）から屈折率の小さい媒質（低密度の媒質）に入る場合、入射角が臨界角より大きくなると、光の全反射が起きる。

①
②
③
④

媒質 I
(高密度)

媒質 II
(低密度)

屈折率は、等方性物質において、温度、波長、圧力により影響を受ける。これらの条件を一定にすれば、物質に固有の値となるため、物質の純度試験や確認試験に用いられる。

例えば、日本薬局方一般試験法の屈折率測定法において、屈折率は空気に対する値で示し、通例、温度は 20°C で、光線はナトリウムスペクトルの D 線（589 nm）を用いて測定される。

真空からある媒質へ光が進む場合（媒質 I が真空の場合）の屈折率を、絶対屈折率 N という。

絶対屈折率は、（試料の空気に対する屈折率）×（空気の真空に対する屈折率）で求められる。

$$\text{絶対屈折率} = \frac{\text{空気中の光の速度}}{\text{試料中の光の速度}} \times \frac{\text{真空中の光の速度}}{\text{空気中の光の速度}}$$

2) 光の偏光

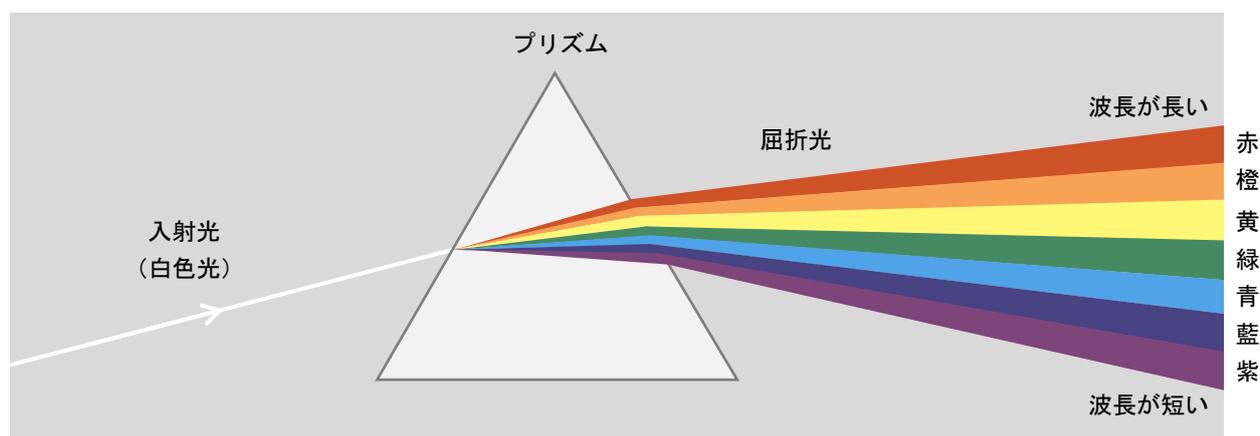
自然光は、様々な平面上で振動する波動の集まりと考えることができる。光の振動面が一平面（偏光面）のみのものを平面偏光（直線偏光）という。自然光を偏光板に通すと、特定の方向に振動面をもつ平面偏光（直線偏光）を取り出すことができる。

3 光の分散、散乱及び干渉

1) 光の分散と散乱

(1) 光の分散

光の分散とは、波長の違いにより屈折率が異なることで物質に入射した光が波長ごとに分離される現象である。1つの色しかない（1つの波長しかない）光を単色光といい、様々な色（様々な波長）を含んだ光を白色光という。白色光をガラスでできた三角形の角柱（プリズム）に通すと屈折によって様々な色の光に分離される。長波長の光は短波長の光よりも屈折率が小さい。



(2) 光の散乱

光の散乱とは、光が物質に当たったときに四方八方へ進行方向が散らばる現象のことである。入射光の波長より粒子径が非常に小さい物質に光をあてると、入射光と同じ振動数の光を散乱することができる。この現象をレイリー散乱という。

一方、入射光と同程度以上の粒子径を有する物質に光をあてることで認められる散乱現象をミー散乱とよぶ。

2) 光の干渉

光の干渉とは、波どうしの位相差により波が強めあったり、弱めあったりする現象のことである。
2つの光の位相が一致すると強め合い、位相が異なると弱め合う。

・光の干渉

