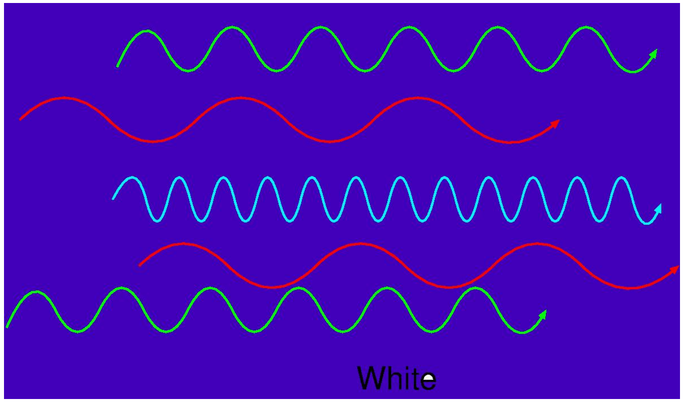
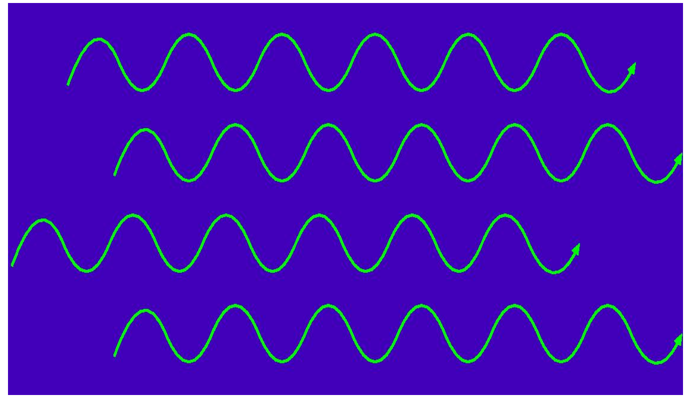
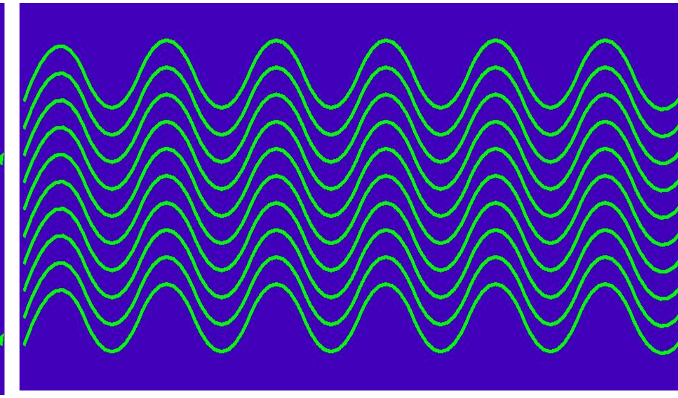
復習

単色光と白色光



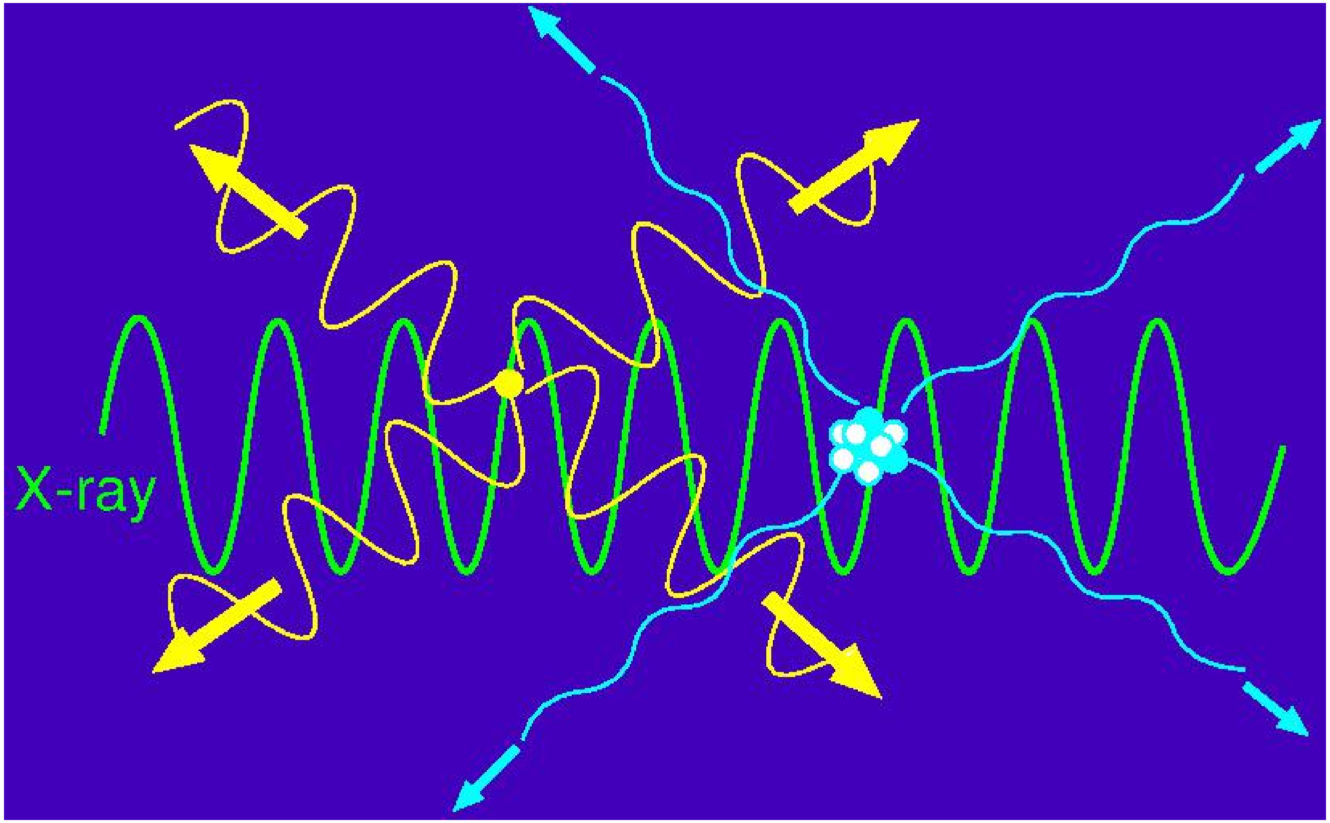




白色光	単色光	コヒーレント光
種々の波長の光が混じっている	波長は一定であるが、一般に、位相は揃っていない	波長が一定で、位相も揃っている
太陽光など	発光ダイオードなど	レーザ

粉末X線回折では単色X線を使用する。「コヒーレント光」は特殊な手段を用いないと、得ることは困難。
（→レーザの詳細は３年の選択科目「材料量子論」で）

X線の散乱 ： 散乱源は電子である



X線が結晶に入ると、電場によって原子核と電子が加速され、
X線と同じ振動数で振動することにより、電磁波を
四方八方に放出する。ただしその強度は方向に依存する。
→これが「散乱」

電子は原子核より軽くて動きやすい。このため、
電子による散乱は原子核による散乱より圧倒的に大きい。
散乱強度の原因の大半は電子によるものである。

基礎結晶学

1 結晶とは何か (単位胞／単位格子と基本構造)
2 対称性とブラベー格子
3 七つの結晶系、格子定数
4 二次元ブラベー格子
5 格子のスタッキング、典型的な結晶の形

6 ミラー指数その１：結晶における方向の記述
7 ミラー指数その２：六方晶におけるミラー指数
8 面間隔の求め方

先週終了

9 格子欠陥（原子空孔と転位）・多結晶体
10 X線の発生法・特性X線について
11 ブラッグの条件と面の間隔
12 粉末X線回折による格子定数の求め方
13 (単結晶による解析)
14 ステレオ投影と極点図
15 まとめ

ここの詳細
＋
回折強度の計算

到達目標

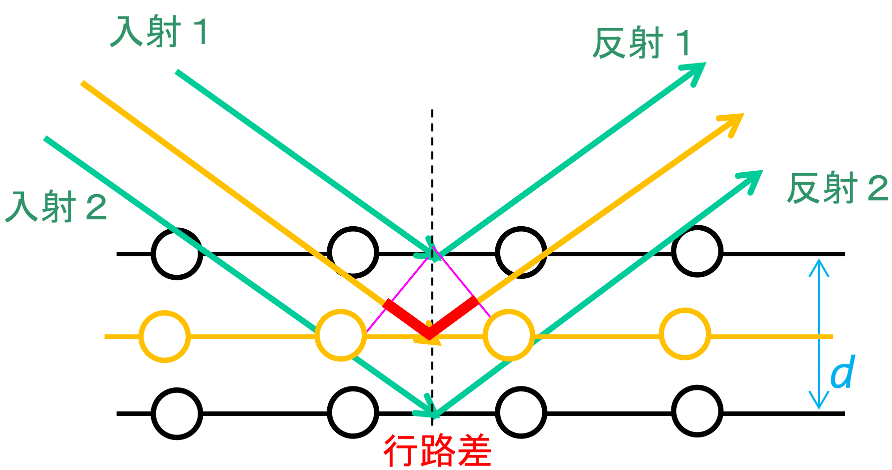
☆ 結晶を七つの結晶系に分類できる (14のブラベー格子についても理解する)
☆ 格子定数の記述ができ、与えられたミラー指数の面について、間隔を計算できる
☆ 種々の結晶について、粉末Ｘ線回折図に出現するピークの位置が計算できる

復習

X線の散乱 ： 主な散乱源は**電子**である

以下はスライド11の
ための「予習」

消滅則



複合格子では、いくつかの
反射ピークが消滅する

面心立方なら、h, k, l が奇数・偶数混在
体心立方なら、$h+k+l$ が奇数

（そのうち自然に憶えます）

波の式

X線を「電磁波」として扱う

単振動 $\psi = A\sin(\frac{2\pi t}{T} + \delta) = A\sin(2\pi f t + \delta) = A\sin(\omega t + \delta)$

T: 周期　f: 振動数　ω: (角)振動数

いわゆる「波」 $\psi = A\sin(\frac{2\pi x}{\lambda} + \delta) = A\sin(kx + \delta)$

λ: 波長　*k*: 波数

両方あわせて.... $\psi = A\sin(kx - \omega t + \delta')$

空間的、時間的な変動を同時に表せる式

波の式(続き)

振動

$$A\sin(2\pi t/T+\delta)$$

波

$$A\sin(2\pi x/\lambda+\varepsilon)$$

	繰り返し	繰り返し数	繰り返し数 $\times\ 2\pi$
時間的	T 周期	$f=1/T$ 振動数	$\boxed{\omega=2\pi/T}$ (角) 振動数
空間的	λ 波長	$k=1/\lambda$ 波数	$\boxed{k=2\pi/\lambda}$ 波数

「角波数」とは言わない

波の式(続き)

$$\psi = A\sin(kx - \omega t + \delta')$$

$$\left.\begin{array}{l} A\text{: 振幅} \\ \delta'\text{: 「初期位相」} \end{array}\right\}$$

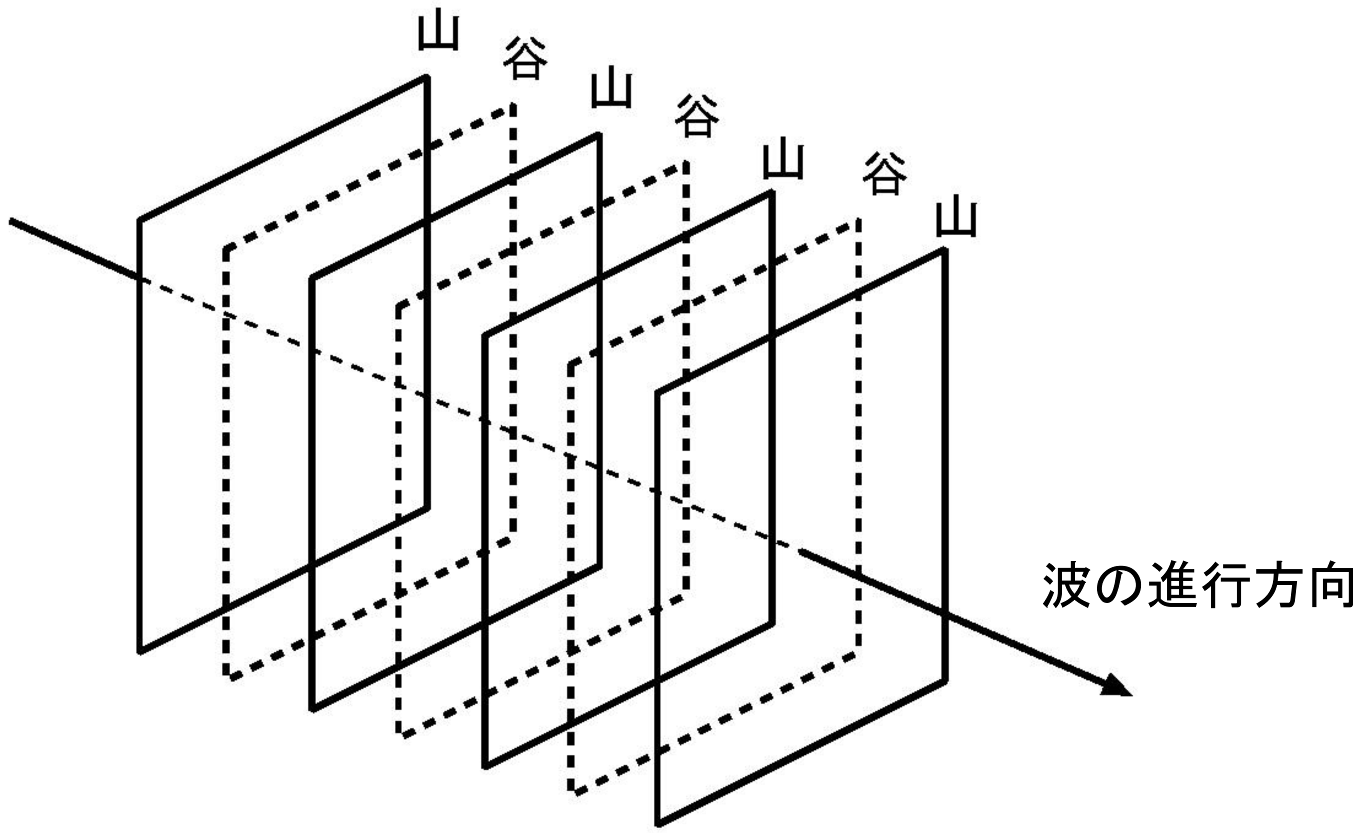
あまり本質的ではない値なので、
それぞれ 1、0と置く

$$\boxed{\psi = \sin(kx - \omega t)}$$

振動数: $\omega = 2\pi/T$　　波数: $k = 2\pi/\lambda$

平面波 (空間を伝播する波)

山・谷が、波の進行方向に対して
垂直な平面となる波を「平面波」と言う。



波の発生源から離れた点においては、
多くの場合、このような平面波となる。

３次元(空間)における波の記述

１次元では：$$\psi = \sin(kx - \omega t)$$

内積

３次元になると....

$$\psi = \sin(\vec{k} \cdot \vec{x} - \omega t)$$

$\vec{k}$: 波数ベクトル　　$\vec{x}$: 観測点の位置ベクトル

波の進行方向を向き、大きさが 2π/λ であるベクトルを「波数ベクトル」と言う。多くの場合、$\vec{k}$ で表される

指数関数による波の記述

数学的に扱いが便利

$$e^{i\theta} = \cos\theta + i\sin\theta$$

Euler(オイラー)の式

$$\boxed{\psi = e^{i(\vec{k}\cdot\vec{x}-\omega t)}}$$

振動数 ω、波数ベクトル $\vec{k}$、位置ベクトル
を用いた指数関数による表示に慣れよう。

$\varphi = e^{i(\omega t-\vec{k}\cdot\vec{x})}$ と記述する流儀もある

課題（位置のズレと位相の関係）

原点において波数ベクトル $\vec{k}$ を持つ波の振動が

$$\varphi_0(t) = e^{-i\omega t}$$

で表されるとき、原点からの位置ベクトルが $\vec{R}$ で表される点における振動は、

$$\varphi_R(t) = \varphi_0(t)e^{i\vec{k}\cdot\vec{R}}$$

となることを示せ。