

干渉と回折

1 導入

この講義で最も重要なのは、干渉も回折も、波の重ね合わせとして見ると1つの枠組みで理解できることです。

2 用語と定義

干渉とは、波が重なって強め合い・弱め合いを起こす現象です。

回折とは、波が障害物の端を回り込んだり、狭い隙間を通ると広がったりする現象です。

3 方針

干渉では、まず位相差がなぜ経路差で決まるかを押さえ、そのあとで明暗の条件を出します。回折では、ホイヘンスの原理から「開口の各点が二次波の起点になる」と見て、なぜ波長と開口幅の比が効くかを整理します。

→ [講義](#) [波の基本](#) [lecture](#) [physics](#) [waves](#)
<https://study.bem130.com/lecture/physics/waves/波の基本-講義/>

→ [講義](#) [ホイヘンスの原理の基本](#) [lecture](#) [physics](#) [optics](#)
<https://study.bem130.com/lecture/physics/optics/ホイヘンスの原理の基本-講義/>

4 直感的な説明

山と山が重なると大きくなり、山と谷が重なると打ち消し合います。これが干渉です。回折は、波が直進だけでなく横へも広がる性質を見せています。

干渉と回折は別の現象に見えますが、どちらも波の重ね合わせから出てきます。干渉は「複数の経路の差」を見る現象で、回折は「波長と障害物や隙間の大きさの比較」を見る現象だと整理すると混乱しにくいです。

5 厳密な説明

5.1 1. 強め合いと弱め合い

同じ振幅、同じ角振動数の2つの波を

$$y_1 = A \cos \omega t, \quad y_2 = A \cos(\omega t + \delta)$$

とします。和積公式を使うと

$$y_1 + y_2 = 2A \cos \frac{\delta}{2} \cos \left(\omega t + \frac{\delta}{2} \right)$$

です。したがって合成後の振幅は

$$2A \left| \cos \frac{\delta}{2} \right|$$

となります。

位相差 δ は経路差 Δl に対して

$$\delta = 2\pi \frac{\Delta l}{\lambda}$$

なので、

$$\Delta l = m\lambda$$

で強め合い、

$$\Delta l = \left(m + \frac{1}{2} \right) \lambda$$

で弱め合います。

5.2 2. 二重スリット

ヤングの実験では

$$d \sin \theta = m\lambda$$

が明線の条件です。

これは、2つのスリットから観測点までの距離差が

$$\Delta l = d \sin \theta$$

になることから出ます。遠方や小角の近似では $\sin \theta \approx x/L$ として

$$x_m \approx \frac{m\lambda L}{d}$$

とも書けます。

5.3 3. 回折

回折は「波が横へも広がる性質」とだけ言ってもよいのですが、もう1段丁寧に言うと、開口の各点から

出る二次波の重ね合わせの結果です。

隙間が波長と同程度に狭いほど、広がりは無視できません。

波長に比べて隙間が十分大きければ、波はほぼ直進します。したがって、「どれくらい広がるか」は波長と

開口の大きさの比で決まると考えるとよいです。

6 別の見方

6.1 高校物理での見方

経路差を λ と比べて、明暗や広がり の条件を判定する見方です。まずこれで問題が解けることが大切です。

6.2 波面による見方

ホイヘンスの原理から見ると、干渉も回折も「二次波がどう重なるか」の問題になります。こちらの見方だと、光学とのつながりが自然に見えます。

7 見分け方

- 縞、明暗、経路差が出たら干渉です。
- 隙間や障害物の端で広がるなら回折です。
- 干渉では経路差を λ と比べ、回折では隙間や障害物の大きさを λ と比べます。

8 どこまで成り立つか

ヤングの実験で使った

$$\Delta l = d \sin \theta$$

や

$$x_m \approx \frac{m\lambda L}{d}$$

は、観測点が十分遠いことや小角であることを使っています。また、干渉がきれいに見えるには、同じ振動数で位相関係が安定した光源や波源が必要です。

9 最終形

$$\Delta l = m\lambda \Rightarrow \text{強め合い}$$

$$\Delta l = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda \Rightarrow \text{弱め合い}$$

10 一言でいうと

- 干渉では経路差を、回折では広がりやすさを見ます。

11 かんれん 関連リンク

→ 講義 **波の基本** lecture physics waves
<https://study.bem130.com/lecture/physics/waves/波の基本-講義/>

→ 講義 **光とレンズ** lecture physics optics
<https://study.bem130.com/lecture/physics/optics/光とレンズ-講義/>

→ 講義 **ホイヘンスの原理の基本** lecture physics optics
<https://study.bem130.com/lecture/physics/optics/ホイヘンスの原理の基本-講義/>

→ 講義 **ヤングの実験と薄膜干渉** lecture physics optics
<https://study.bem130.com/lecture/physics/optics/ヤングの実験と薄膜干渉-講義/>