

高エネルギー加速器研究機構

研究協力部研究協力課

共同利用支援室 共同利用係

大阪市立大学 岸田直也

平成 29 年度加速器インターンシップ終了報告書

標題の件につき、下記の通り、ご報告致します。

記

1 件名：平成 29 年度加速器インターンシップ

2 日時：2018 年 3 月 12 日~2018 年 3 月 17 日

3 場所：高エネルギー加速器研究機構

4 概要

(1) 施設見学

(2) EPICS 学習

(3) 干渉計を用いたビームサイズの測定

5 内容

(1) 施設見学

高エネルギー加速器研究機構内の様々な施設（PF、PF-AR、cERL、Belle II 検出器）の見学を行った。

(2) EPICS 学習

実際に加速器制御に使用されている EPICS について簡単な説明を受け、実際にどのように使用しているかについて学んだ。

(3) 干渉計を用いたビームサイズの測定

加速器のビームサイズを自身で作成したスリットを用いて測定した。また干渉計を用いずに測定も行った。干渉計を用いたものと用いなかったものとの測定値にはどのような違いがあるのか、さらに設計値との間のずれにどのような要因があるかについて議論した。

6 添付資料：干渉計を用いたビームサイズの測定（PDF）

以上

高エネルギー加速器研究機構
研究協力部研究協力課
共同利用支援室 共同利用係

大阪市立大学 城庵颯

平成29年度 加速器科学インターンシップ 終了報告書

標題の件につき、下記の通り、ご報告致します。

記

1. 件名：平成29年度 加速器科学インターンシップ
2. 日時：2018年3月12日から2018年3月16日まで
3. 場所：高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所 放射光科学研究施設
4. 概要
 - ① 施設見学
 - ② EPICS の学習
 - ③ 干渉計を用いたビームサイズ測定の実験
5. 内容
 - ① 施設見学
放射光科学研究施設の PF や PF-AR、cERL のほか Belle II 検出器の見学を行った。
 - ② EPICS の学習
加速器制御などに使用される分散制御システムを構築するためのフレームワークである EPICS についての学習を行い、実際にどのように使用されているかの学習を行った。
 - ③ 干渉計を用いたビームサイズ測定の実験
加速器研究に必要なビームモニターであるビームサイズ測定を干渉計を用いる方法での実験で行った。また実習最終日に実験についての発表を行った。
6. 添付資料：干渉計を用いたビームサイズ測定 of 報告書 (PowerPoint)

以上

干渉計を用いたビームサイズ測定

大阪市立大学 理学部 物理学科
 宇宙・素粒子実験物理学研究室
 岸田 直也
 城庵 颯

はじめに

ビームサイズ測定



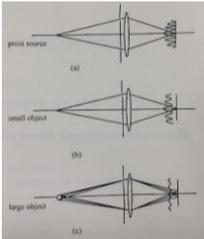
光学的な像の観測

⇒ 回折効果による測定限界 (50 μm程度)



干渉計による測定 (数 μmの測定が可能)

干渉計を用いた測定



- a. 点光源の場合
干渉縞が起こる。(コントラスト比は1)
- b. 光源に大きさがある場合
干渉縞は起こるが、それぞれの光子が作る干渉縞が重なり合い、コントラスト比が小さくなる。
- c. さらに光源がおおきくなる場合
b. よりもさらにコントラスト比が小さくなる。

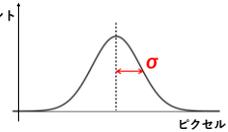


コントラスト比を測定できれば光源の
 大きさ (ビームサイズ) が評価できる

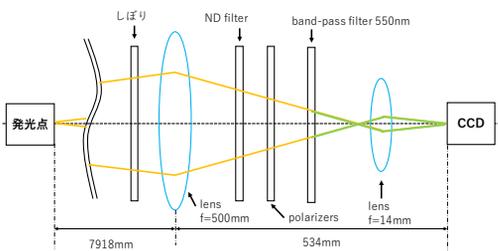
光学的な像の測定 実験方法

- CCDカメラの像から直接ビームサイズを測定する。

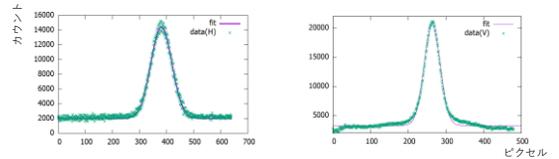
$$\sigma_{\text{beam}} = \frac{\text{CCD上での像の大きさ} \times 1 \text{ ピクセル当たりの長さ}}{\text{レンズの拡大率}}$$



光学的な像の測定 セットアップ



光学的な像の測定 結果



Gaussianでフィットした結果
 $\sigma_H = 38.7 \pm 0.3$ [ピクセル] $\sigma_V = 21.1 \pm 0.1$ [ピクセル]

これよりビームサイズは
 $\sigma_{\text{beam}(H)} = 351 \pm 3$ [μm] $\sigma_{\text{beam}(V)} = 191 \pm 1$ [μm]

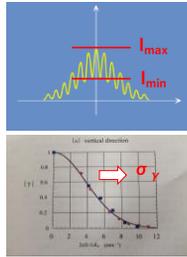
干渉計を用いた測定 実験方法

- スリット間隔を変更し、測定された干渉縞の分布からコントラスト幅Cを求める。

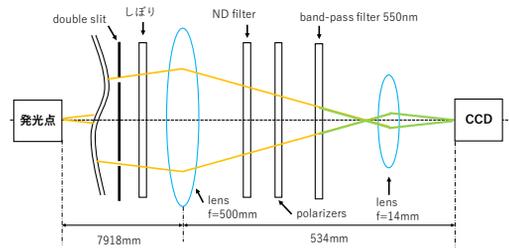
$$C = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}}$$

- Gaussianでフィットを行い σ_y を求めビームサイズを決定する。

$$\sigma_{\text{beam}} = \frac{\lambda F}{2\pi\sigma_y}$$

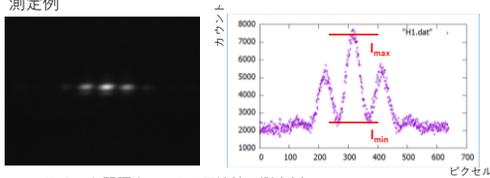


干渉計を用いた測定 セットアップ



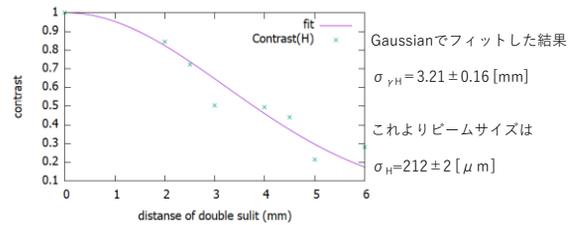
干渉計を用いた測定 結果 (horizontal)

- 測定例



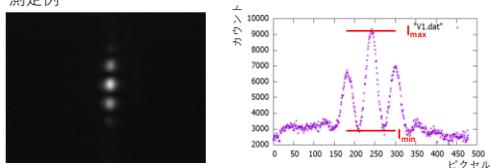
- スリット間隔 2 mmでの干渉縞の測定例
- オフセット = 1953
- $I_{\max} = 7429$ 、 $I_{\min} = 2416$
- コントラスト幅 $C = 0.84$

干渉計を用いた測定 結果 (horizontal)



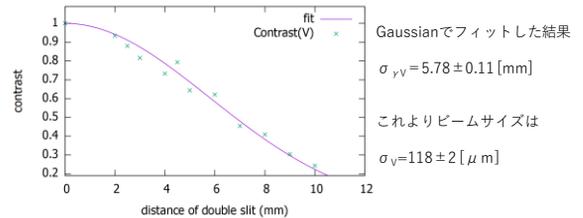
干渉計を用いた測定 結果 (vertical)

- 測定例



- スリット間隔 2 mmでの干渉縞の測定例
- オフセット = 2731
- $I_{\max} = 9272$ 、 $I_{\min} = 2952$
- コントラスト幅 $C = 0.93$

干渉計を用いた測定 結果 (vertical)



まとめと考察

beam size	設計値	光学的な像の測定	干渉計を用いた測定
horizontal	310	351 ± 3	212 ± 6
vertical	90	191 ± 1	118 ± 2

(単位: μm)

- Verticalの測定は光学的な像を用いた場合に比べ、干渉計を用いた測定の方がより設計値に近いという妥当な結果が得られた。
- Horizontalで干渉計を用いた測定でビームサイズが小さくなってしまった原因として、ミラーの熱変形、CCDカメラで撮った画像で飽和している箇所があったなどが考えられる。ミラーの熱変形については実習期間中に測定することができなかったため、実際にどの程度の影響を与えるかは不明である。CCDカメラの飽和している箇所については、今後画像処理などを用いることによって考えていきたい。