

# ワーキンググループ検討結果 — 光学系について —

---

ビームライン検討委員会ワーキンググループ  
高橋正光 (QST)  
後藤俊治 (JASRI)  
雨宮健太 (KEK)  
為則雄祐 (JASRI)  
松田 巖 (東大物性研)  
高橋幸生 (東北大学)  
唯美津木 (名古屋大学)

## 1. 2-4(5)keV用回折格子

低エネルギー側からの拡張として実用的

- 多層膜，Niなど，コーティングを適切に選ぶことで，2-4(5) keVを回折格子分光器で(現実的な強度，分解能で)カバーすることが可能
- 分光器のメカは基本的に従来のままで対応でき、低エネルギー側（50eV~）の性能は全く損なわれない
- ビームライン全体を高エネルギーに対応できるようにしておけば、最初は低エネルギー(<2 keV)からスタートし、テングダー対応の光学素子に更新することは容易

## 2. シリコン二結晶分光器

2-20 keVのX線用として実用的

- SPring-8で使われている標準二結晶分光器は、エネルギー下限が4.4keVまでである。広いエネルギー範囲をカバーしようとする、第一結晶の移動距離が長くなり、分光器チェンバーが大型になるのが問題
- 使用エネルギー範囲 2.1-20 keVとすることで、現実的なサイズの二結晶分光器を構成できることがわかった。

## 3. シリコンチャンネルカット分光器

テングダー領域では利用が困難

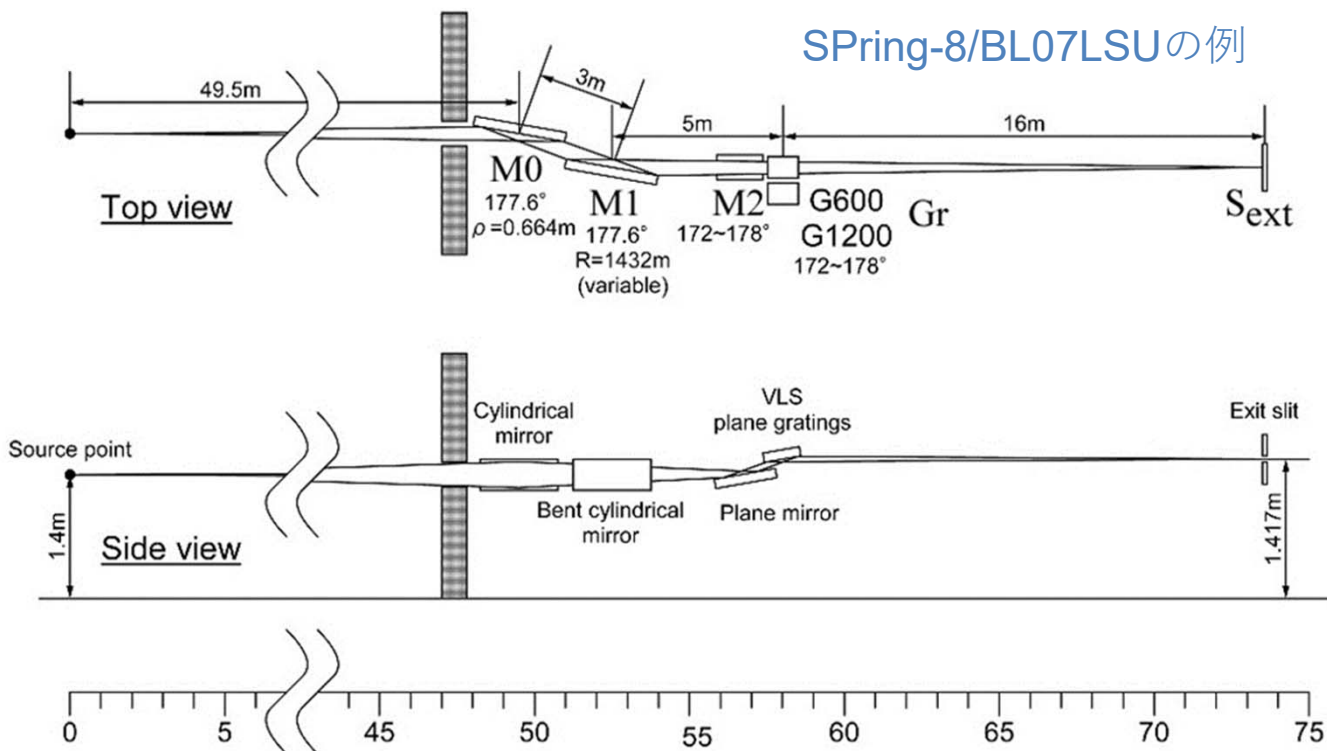
- 現実的な大きさの結晶を想定すると、幾何学的には2.4-7.5 keV程度の範囲をカバーする。
- 5keV以下では、X線の吸収が大きく、スループットが著しく低下する。

これらの検討結果をふまえ、  
標準ビームライン構成を検討した

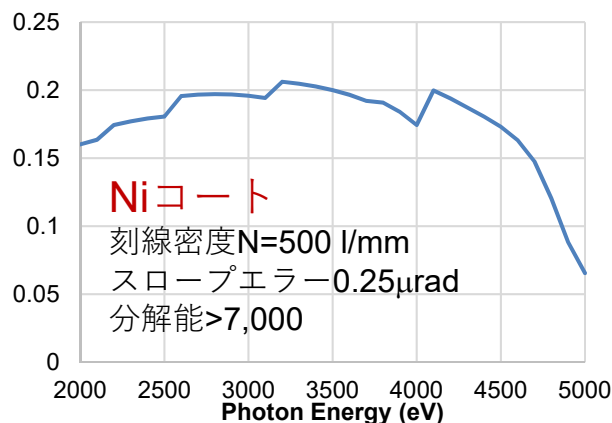
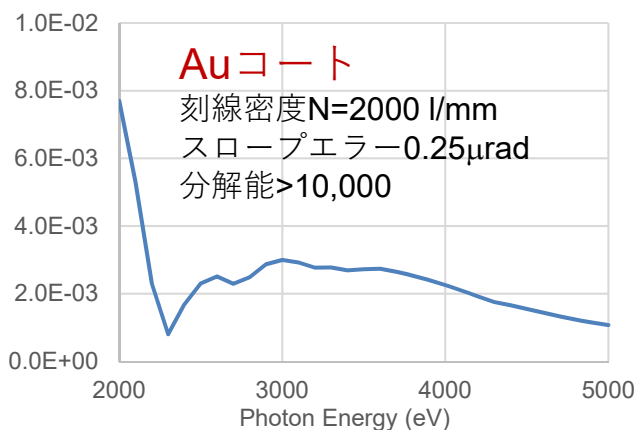
# 2-4(5)keV用回折格子

## 回折格子光学系

SPring-8/BL07LSUの例



## 光学系のスループットの検討



- 一般的なAuコートでは、吸収端 (2.2-3.4 keV) のために効率が0.5%以下
- Niコートでは実用的な分解能で20%以上の効率を実現可能

# シリコン二結晶分光器

広エネルギー帯域用二結晶分光器のサイズを小さくするように検討する

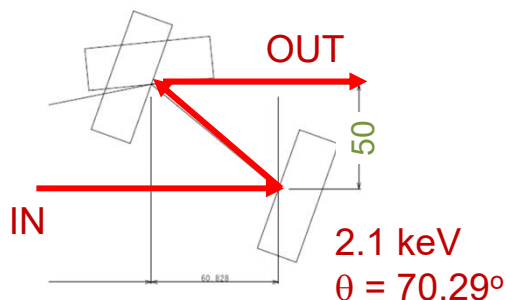
## 分光用Si(111)結晶の大きさ

縦方向のビームサイズは最大2mm (MPWの場合)

X線エネルギー	ブラッグ角 (deg)	フットプリント (mm)
10 keV	11.4	10.1
20 keV	5.67	20.2
30 keV	3.77	30.3

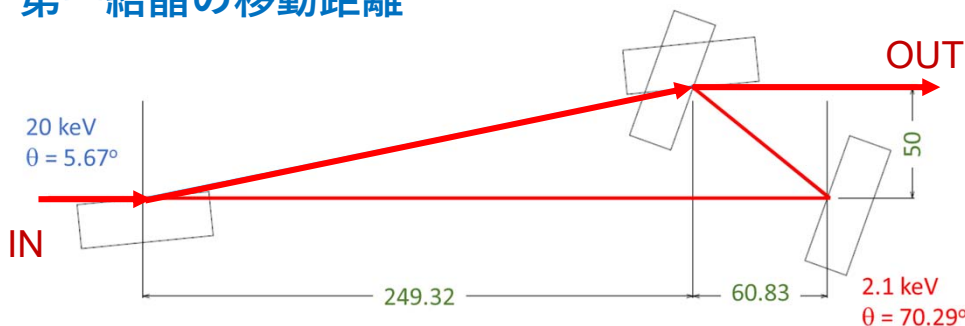
SPring-8の30keV対応の結晶が90mmであることを参考にすると、エネルギー上限が20keVならば、結晶長さは**60mm**でよい。

## 入射ビームと出射ビームのオフセット



オフセット**50mm**なら、  
エネルギー下端**2.1 keV**が可能  
(SのK端2.48 keV, PのK端 2.145 keV)

## 第一結晶の移動距離

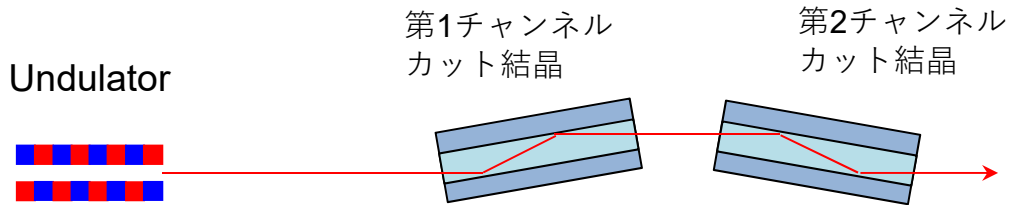


X線エネルギー (keV)	30	25	20	15	10
移動距離 (mm)	439	374	310	246	180

SPring-8標準分光器 (移動距離264mm) と同程度のサイズでエネルギー上限**20 keV**が可能

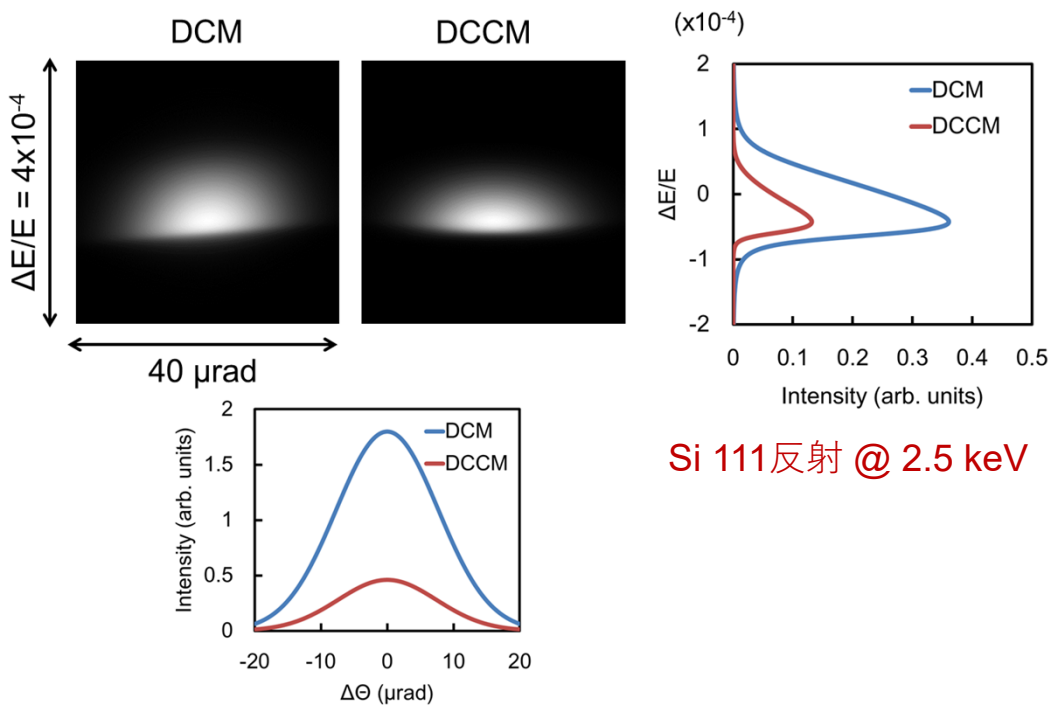
# チャンネルカット結晶分光器

## Double Channel-Cut Monochromator (DCCM)

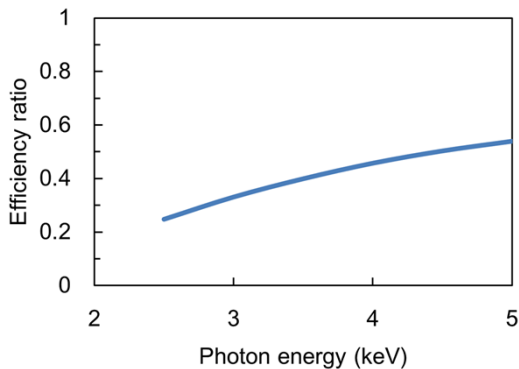


チャンネル幅30mm、長さ150mmのチャンネルカット結晶の場合、  
およそ2.4 – 7.5 keV が使用できる。

## 出射ビームのエネルギー幅・角度発散



Si 111反射 @ 2.5 keV



## スループット

シリコンの吸収が大きくなるため、  
反射回数の多いDCCMは、  
二結晶分光器 (DCM) に比べ、  
スループットが1/2-1/5に低下する。