

# タングステン単結晶を利用した 高強度陽電子源の可能性

笹原和俊

東京都立大学大学院 理学研究科  
高エネルギー実験研究室

# 0. 研究組織



東京都立大学  
理学研究科



KEK 加速器研究施設(A)  
KEK 素粒子原子核研究所(B)



広島大学  
放射光科学研究センター(C)



トムスクエ科大学  
原子核研究所(D)

笹原和俊, 浜津良輔

穴見昌三, 榎本收志, 古川和朗, 柿原和久, 紙谷琢哉,  
小川雄二郎, 大沢哲, 大越隆夫, 諏訪田剛...(A)

奥野英城...(B)

梅森健成, 藤田貴弘, 吉田勝英(C)

V.Ababiy, A.P.Potylitsyn, I.E.Vnukov...(D)

# 1. 本研究の目的

Bファクトリーや次世代リニアコライダーの陽電子源を目指して...

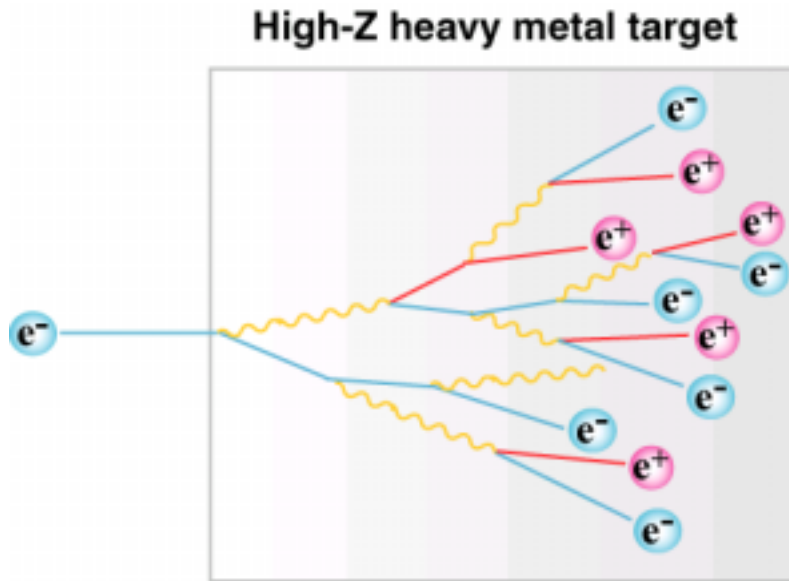
タングステン単結晶を使用する高強度陽電子源の可能性  
を実験的に検証

## 系統的な測定

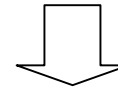
- ▶ 陽電子生成率
- ▶ 陽電子生成量の各種依存性  
入射電子エネルギー依存、運動量依存、標的厚依存
- ▶ 非晶質標的との比較 etc.

## 2. 既存の陽電子源の限界

重金属標的(非晶質)における電磁カスケードシャワー



入射ビームのエネルギー、強度を上げ、  
かつ、収束系の効率を向上



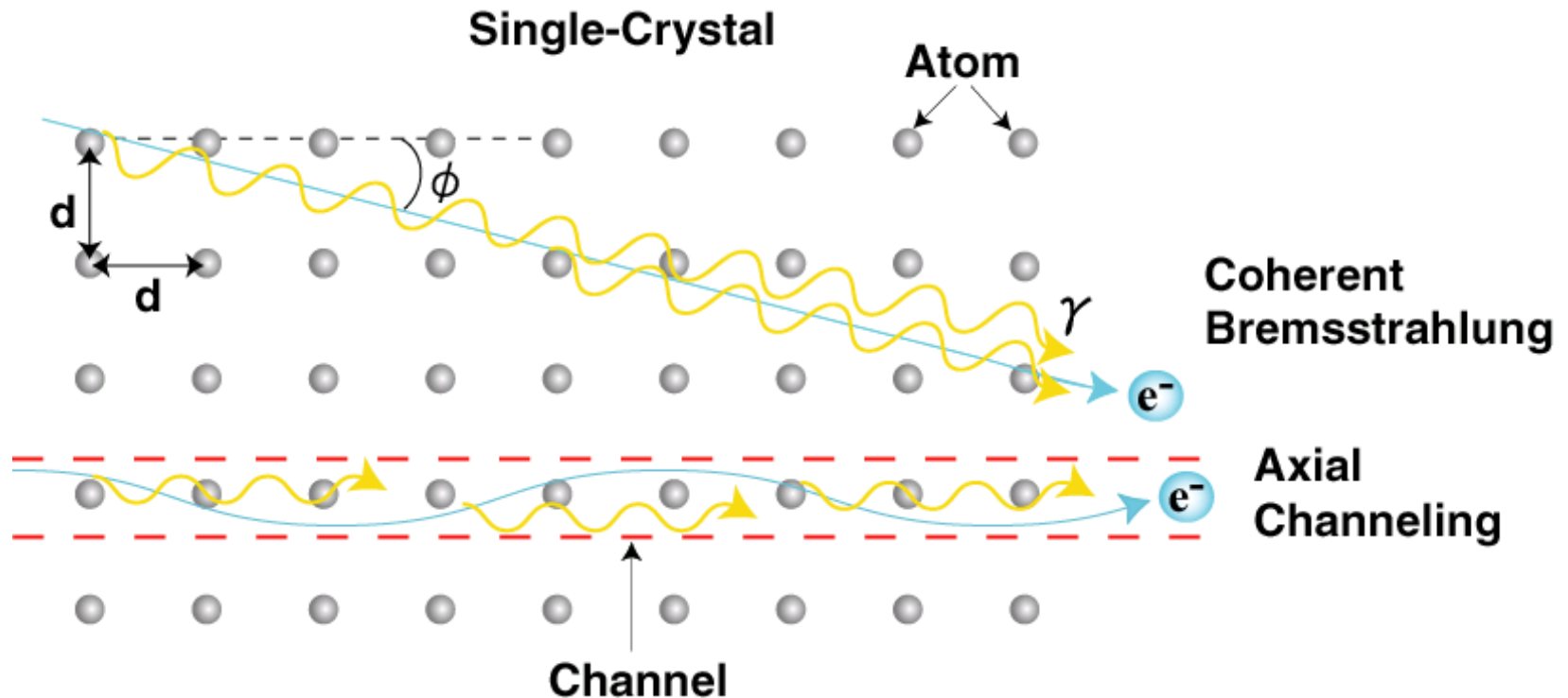
- ▶ パルスの熱負荷による標的破壊
- ▶ 放射線損傷
- ▶ 生成された陽電子の多重散乱(大)

cf. KEK Linac { 標的: 14mm (=4X<sub>0</sub>) のタングステン非晶質  
収束系アクセプタンス: 8.2 ≤ P<sub>e<sup>+</sup></sub> ≤ 11.6 (MeV/c)

### 3. 単結晶標的 ～ 陽電子生成率を高める！

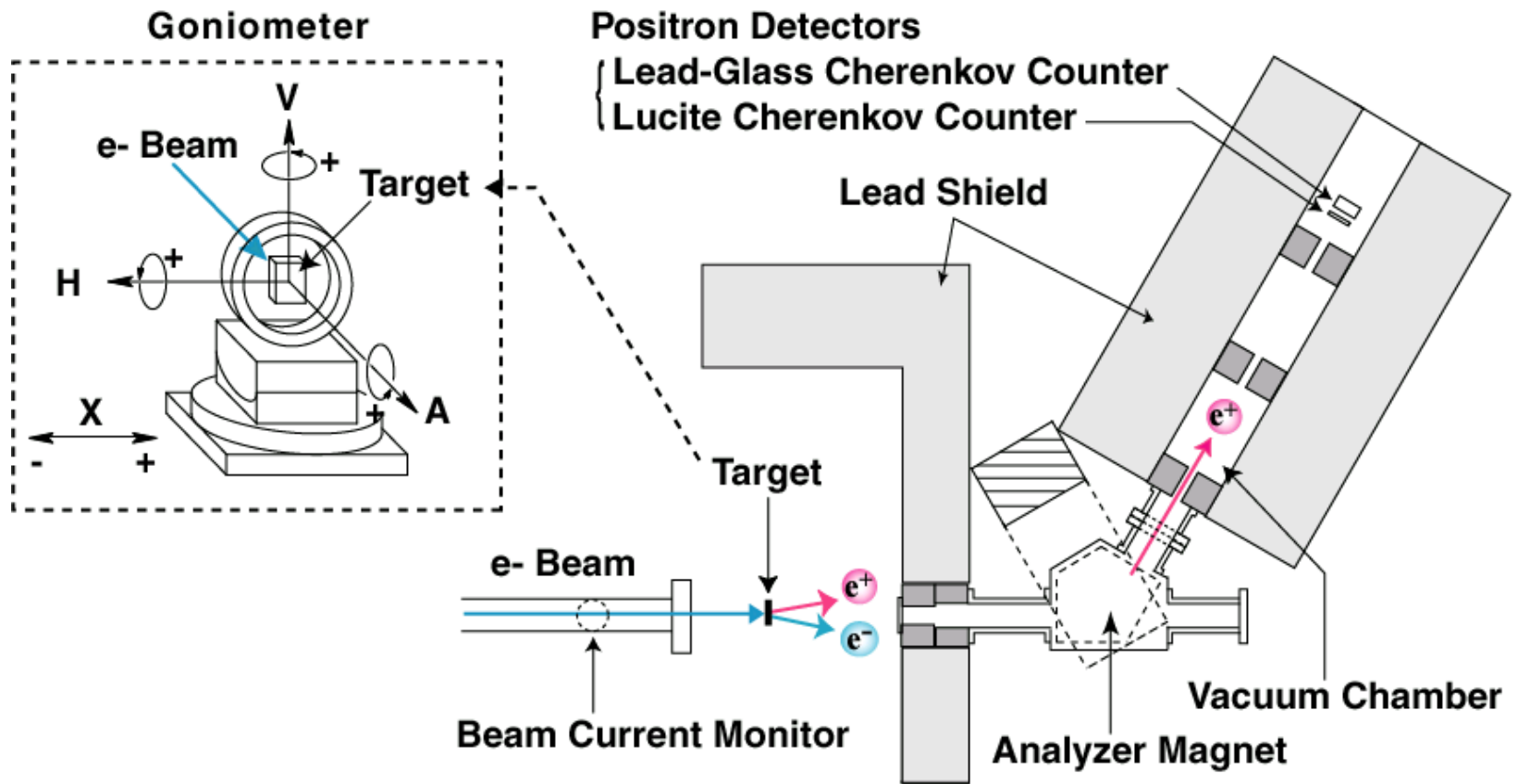
**チャネリング放射** と **コヒーレント制動放射**

⇒ 数十MeVの低エネルギー領域で大強度の放射

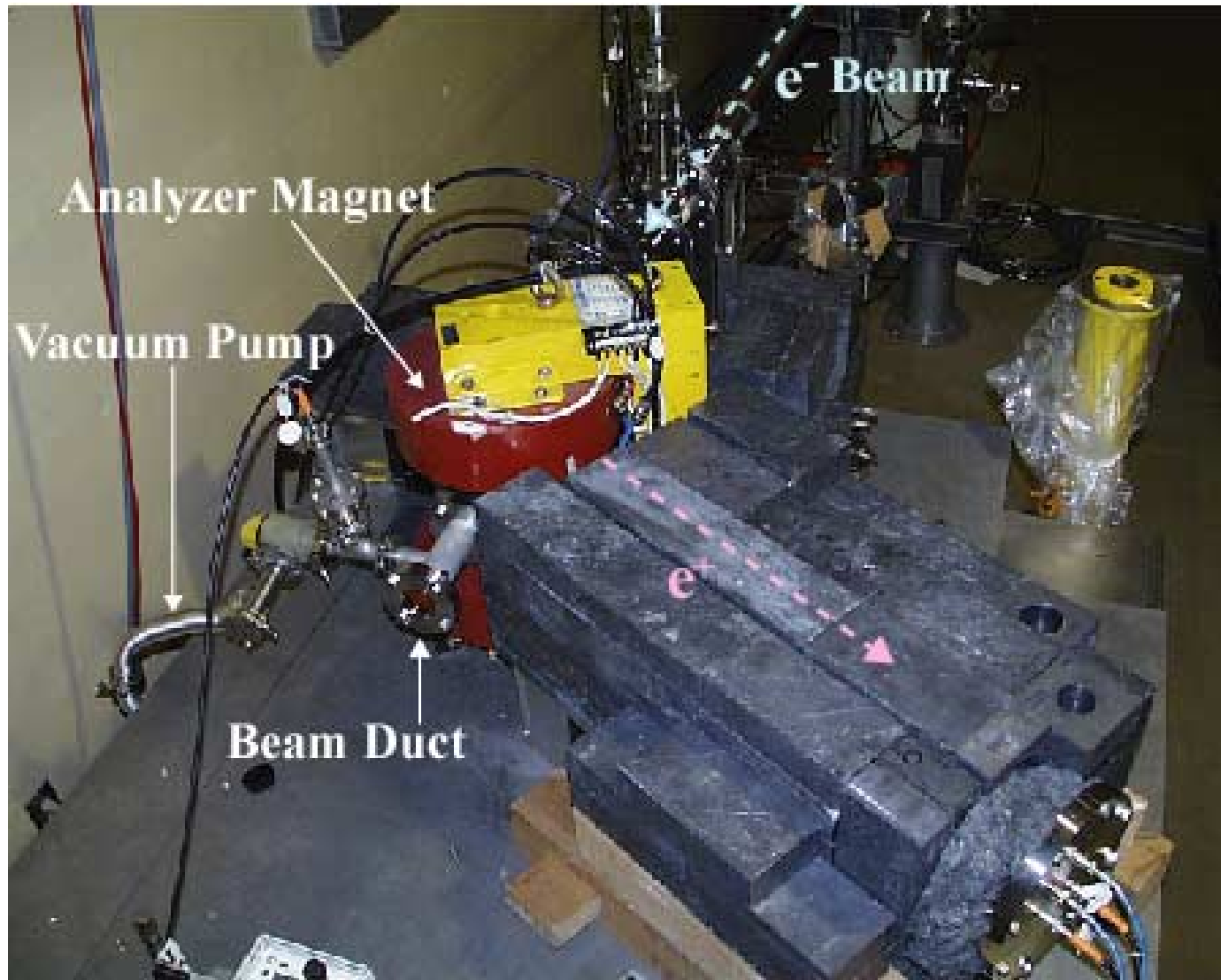


# 4. 実験のセットアップ

KEK Linacのテストビームライン



# セットアップの写真(後方)



## 5. 実験の条件

電子ビーム:

|         |                                   |
|---------|-----------------------------------|
| エネルギー:  | 4/8 GeV                           |
| 強度:     | 0.15 nC/bunch ( $\sim 10^9 e^-$ ) |
| 繰り返し:   | 25/2 Hz                           |
| バンチ幅:   | 15 ps (FWHM)                      |
| ビームサイズ: | $\sim 3$ mm (FWHM)                |

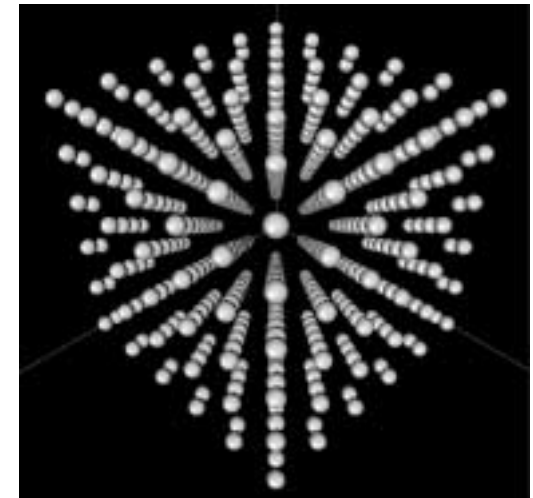
標的:

タングステン単結晶[ $\equiv Wc$ ]:  $\langle 111 \rangle$ 軸

2.2mm, 5.3mm, 9mm

タングステン非晶質[ $\equiv Wa$ ]:

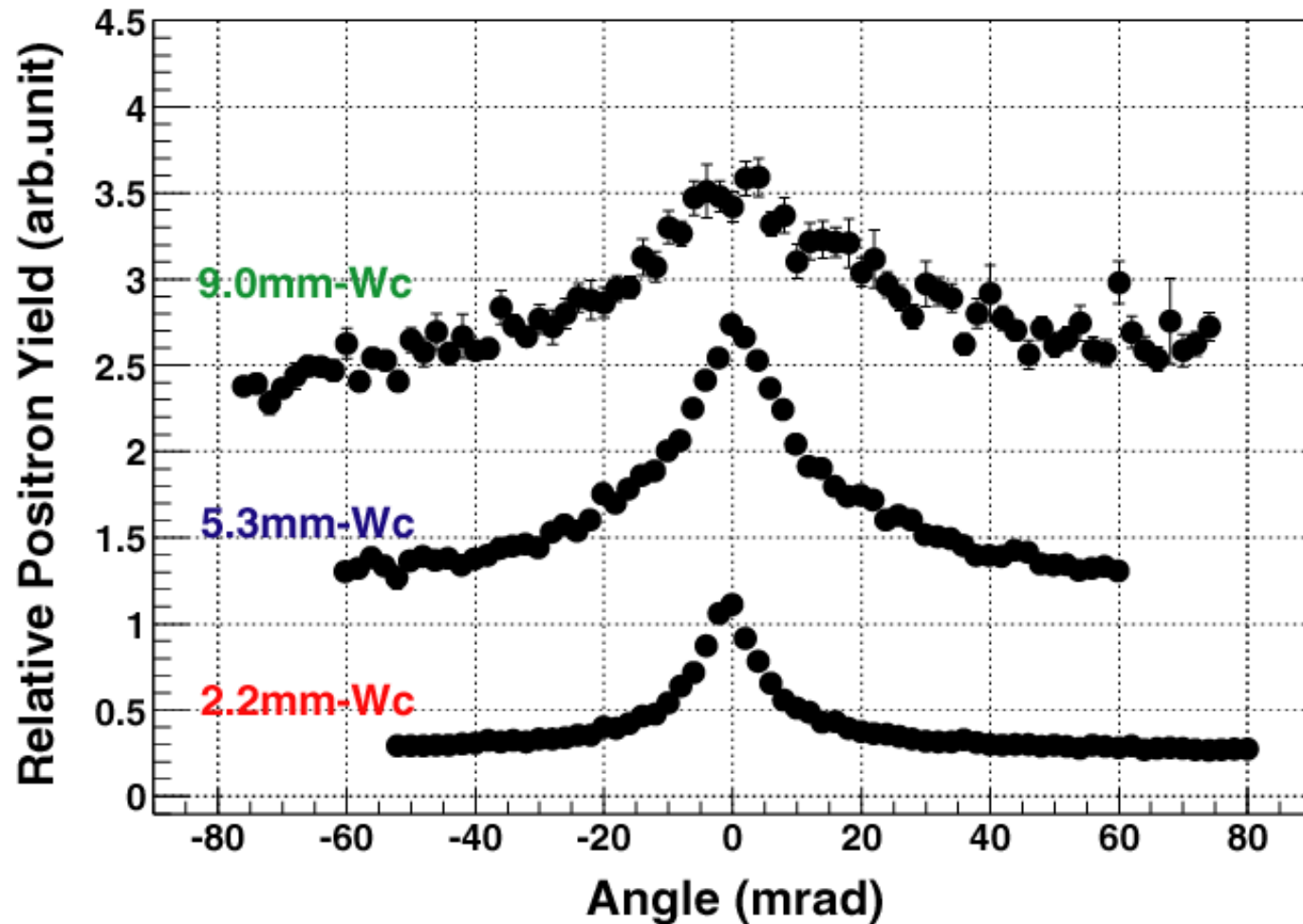
3 $\sim$ 18 mm (3mm毎)



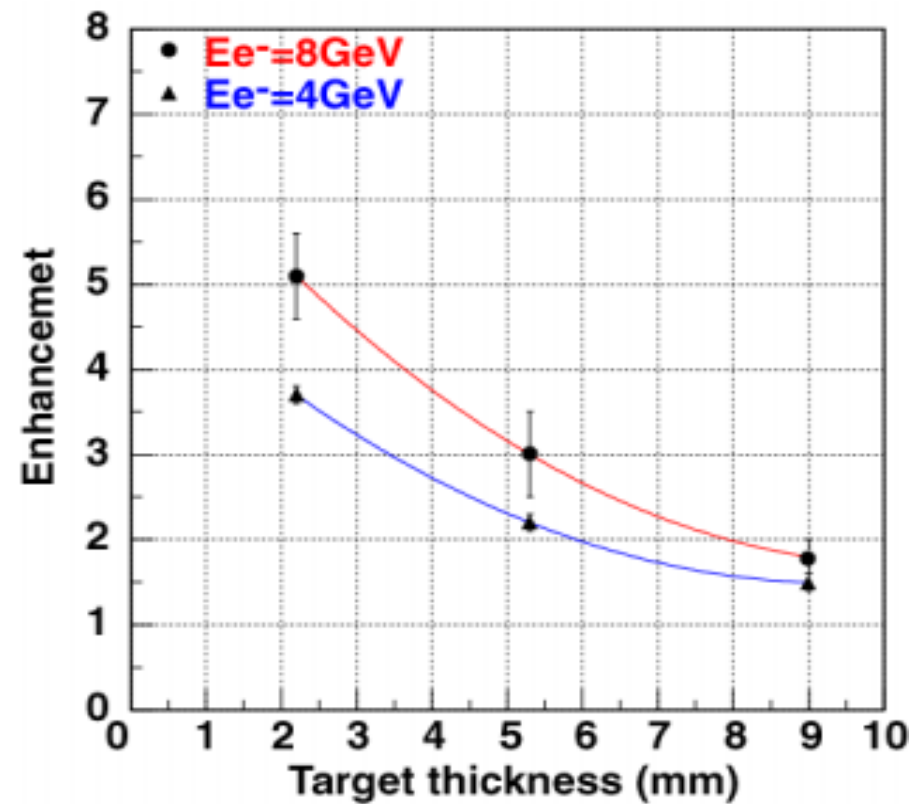


## 6. 実験結果

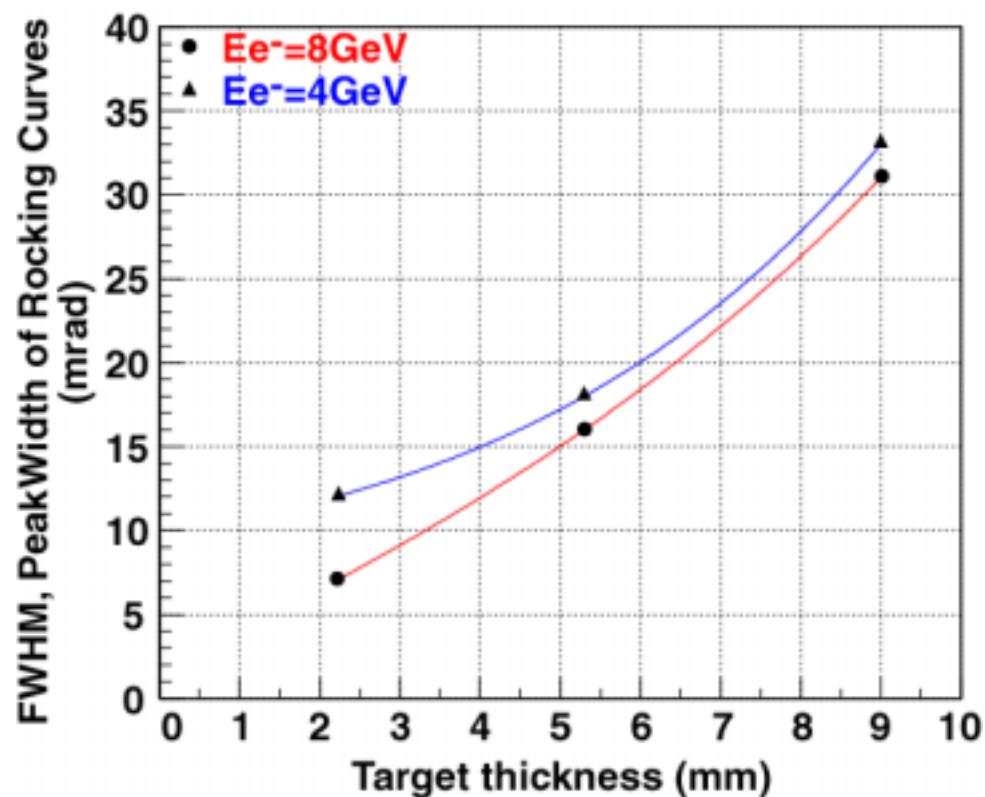
### (1) Rocking Curve ( $E_{e^-}=4\text{GeV}$ , $P_{e^+}=20\text{MeV}/c$ )



(2) Enhancement[≡ On-Axis/Off-Axis]  
 及びピーク幅の標的厚さ依存 ( $P_{e^+}=20\text{MeV}/c$ )

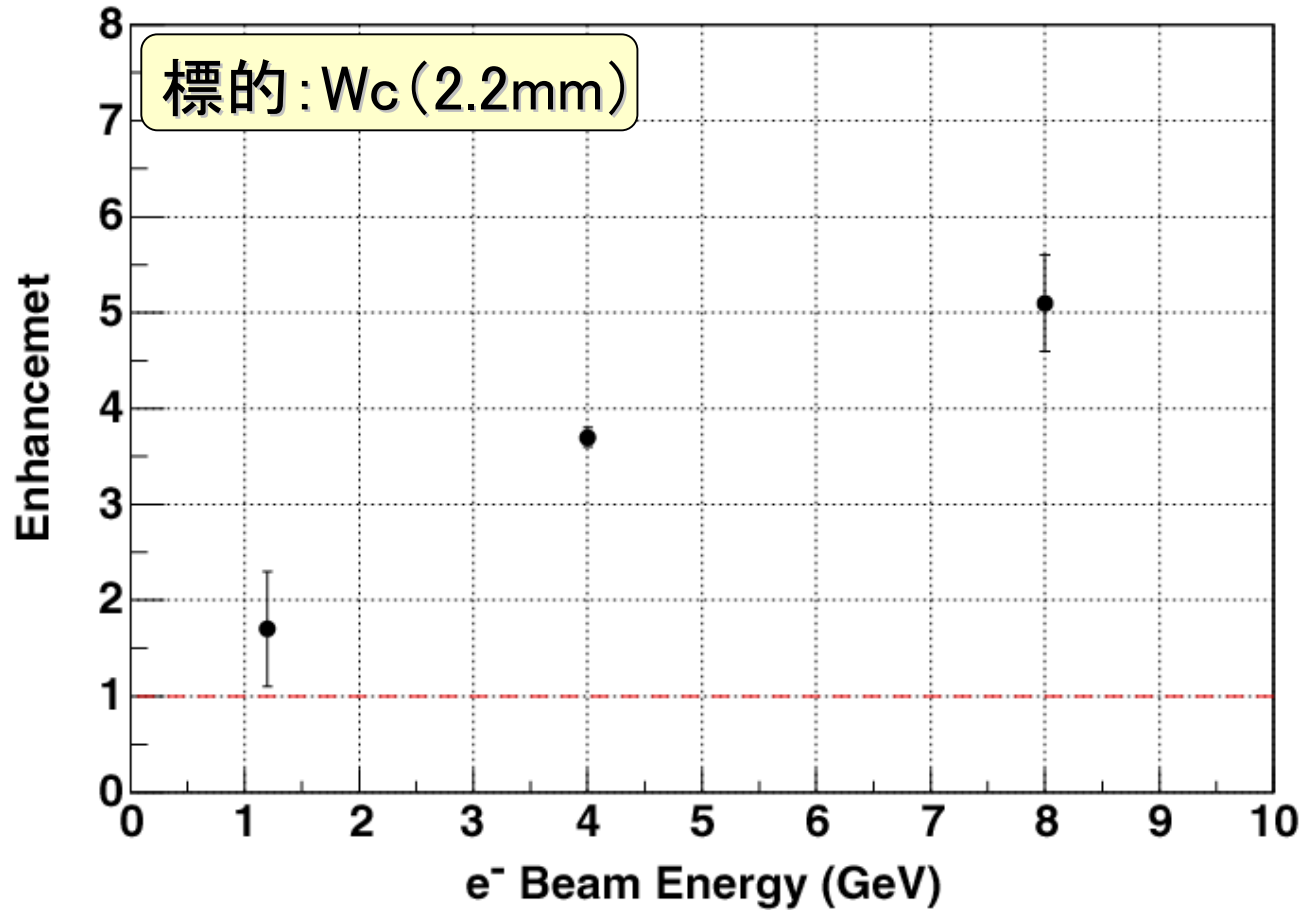


⇒ 標的の表面付近で  
 結晶の効果(大)



⇒ 入射電子の多重散乱の  
 影響

(3) Enhancementの入射電子エネルギー依存性 ( $P_{e^+}=20\text{MeV}/c$ )

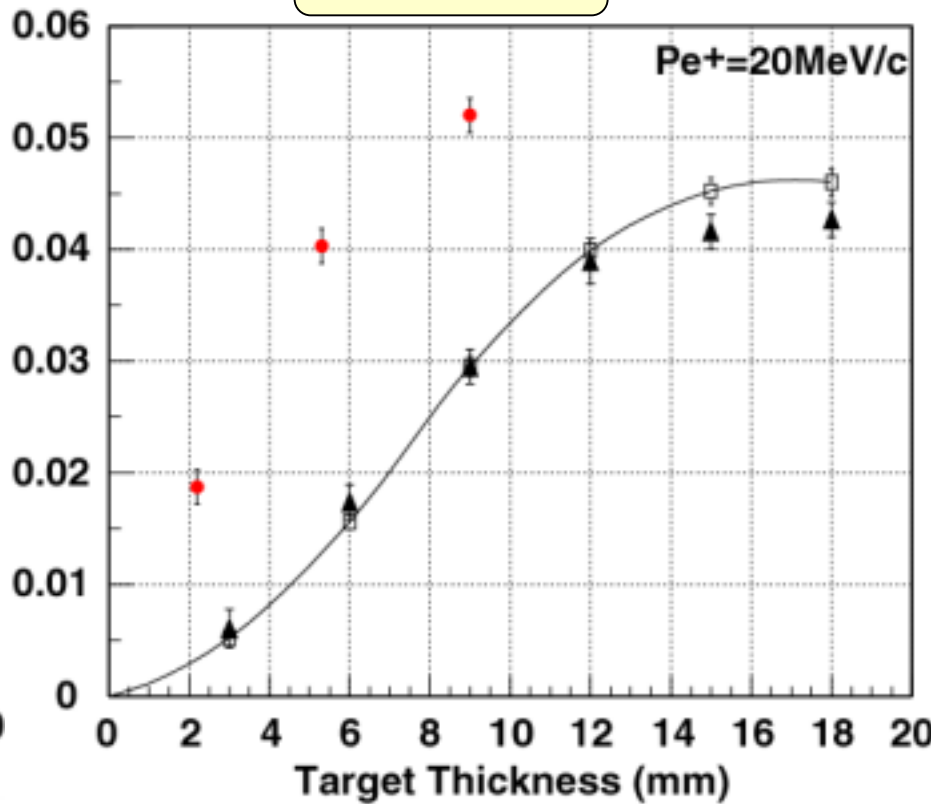
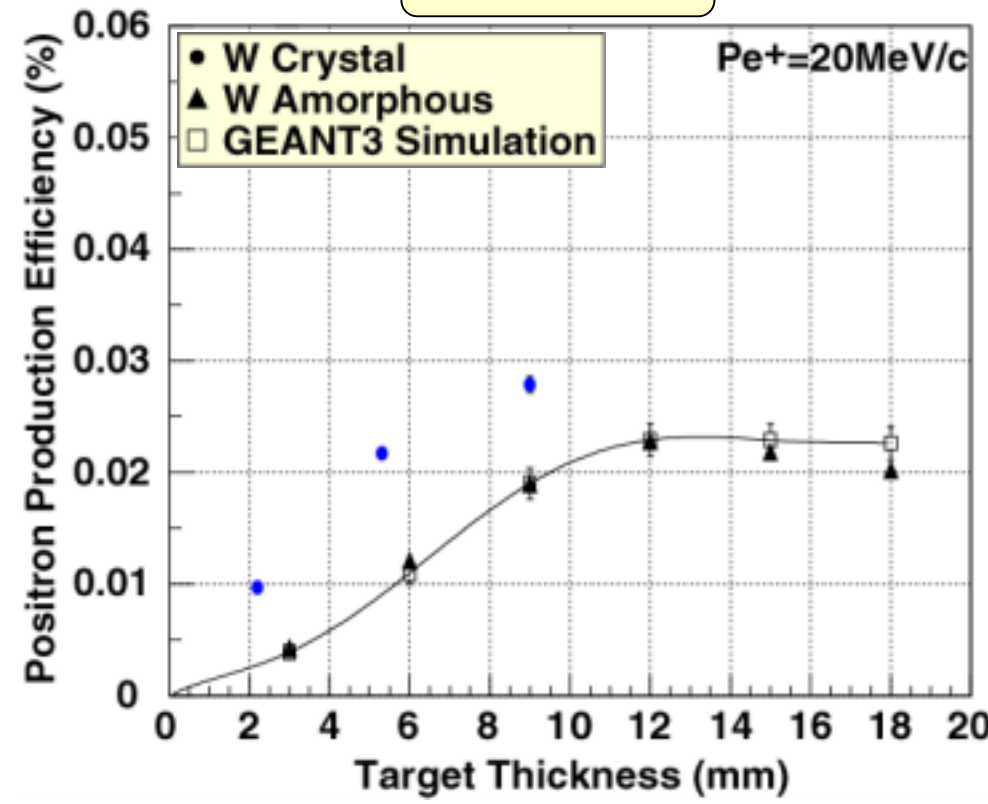


⇒ Enhancementは入射電子のエネルギーに依存して(大)

(4)陽電子生成率[=検出された陽電子数/入射電子1個]

$E_{e^-}=4\text{GeV}$

$E_{e^-}=8\text{GeV}$



⇒ Waの最適値よりも約20%大、かつ標的を薄くできる

## 7. まとめ ～ タングステン単結晶標的のメリットは？

### 1. 低運動量の陽電子増大

- 4, 8-GeV電子ビームにおいて、**約20%増大**
- 高エネルギー領域ではさらに結晶の効果(大)  
(∵エンハンスメントは入射エネルギーに依存)

### 2. 標的を薄くできる

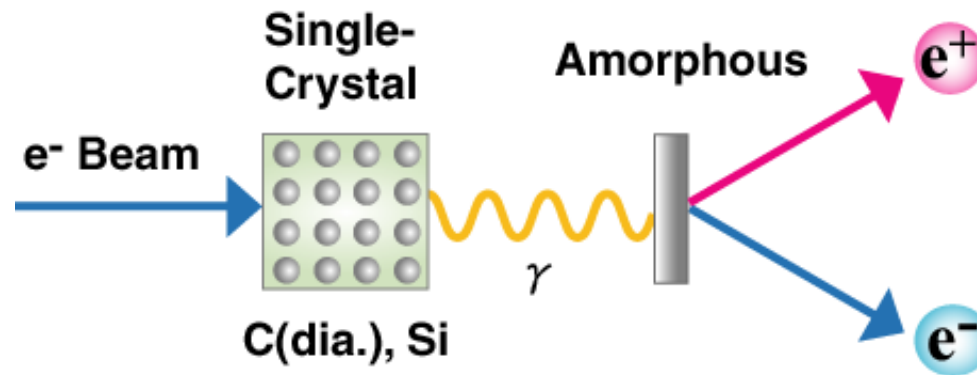
- 生成された陽電子の**多重散乱(小)** ⇒ 低エミッタンス
- 熱負荷の軽減

### 3. 簡便である！！

- 基本的には、標的を**単結晶に置き換えるだけ**  
⇒ 装置の大幅な変更を必要しない

## 8. 今後の課題

- ② ダイヤモンド, シリコン単結晶を用いた組み合わせ型標的



- ② さらなる基礎データの取得  
⇒ 信頼の置けるシミュレーションコードの開発
- ② 熱負荷の問題を定量的に押さえる