

タングステン単結晶を用いた 陽電子源の開発

発表者 東京都立大学 笹原和俊

共同研究者

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（KEK加速器）
奥野英城（KEK素核研）
浜津良輔（都立大理）
梅森健成、藤田貴弘、吉田勝英（広大放射光）
V.Ababiy, A.P.Potylitsyn, I.E.Vnukov
（トムスク工大）

目的

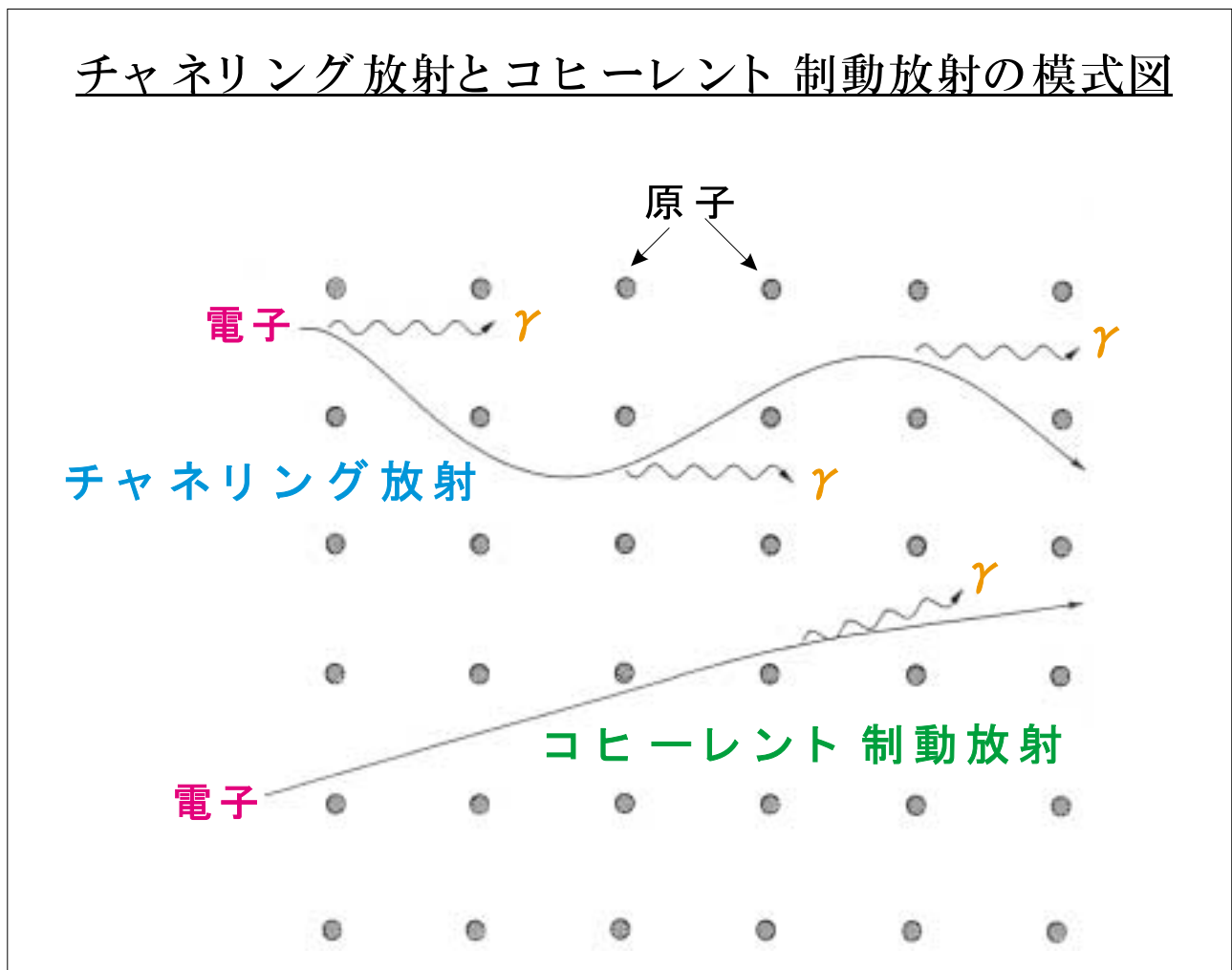
電子・陽電子衝突型加速器における陽電子源の大強度化。

意義

実用化の見通しがたてば、KEKBや将来のLinear Colliderへの応用が期待できる。

原理 (Chehab et al, 1989)

高エネルギー電子が結晶に入射するときにかかるチャネリング放射、コヒーレント制動放射を利用。



原理検証実験

- KEK田無 1.2GeV 電子シンクロトロン(ES); 1997,1999 (Phys.Rev.Lett80;1998, NIM-B145;1998, NIM-B173;2001)
- KEK 3GeV Linac; 1998 (NIM-B173;2001)

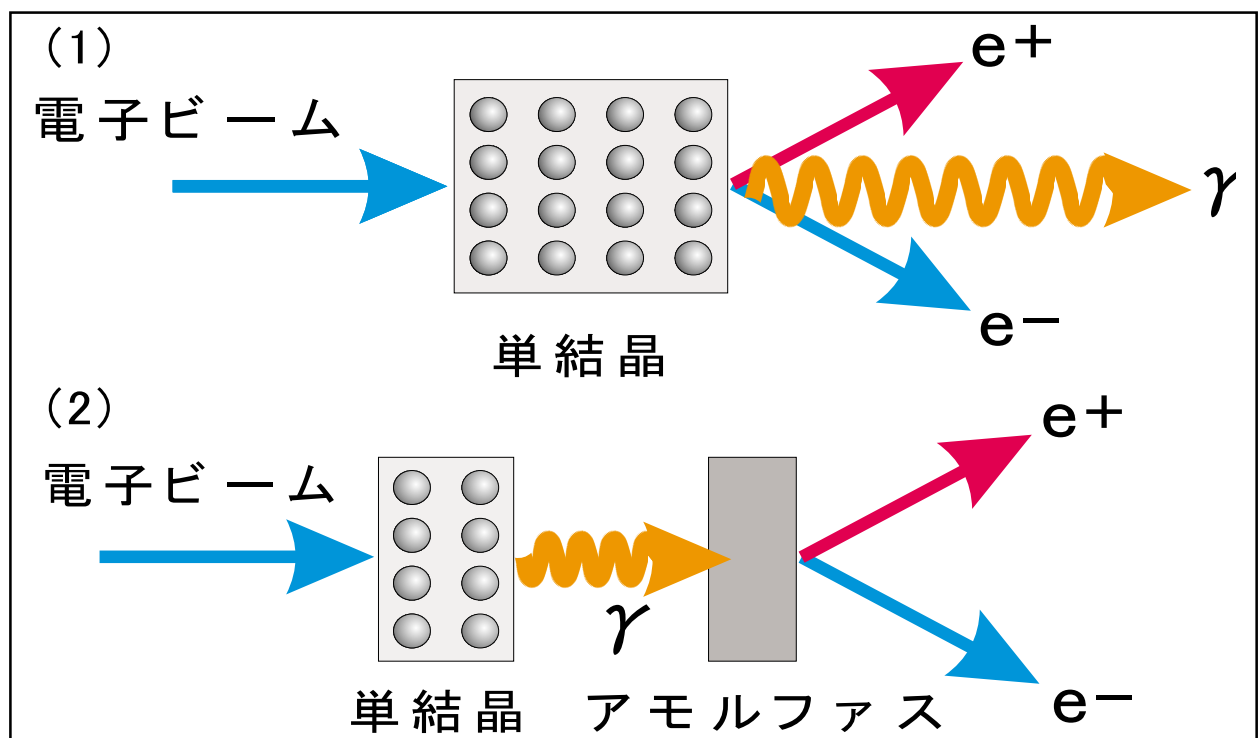
単結晶標的を用いる方法

(1) 複合型

放射(チャネリング放射, コヒーレント制動放射)と対生成を1つの結晶内で起こさせる。

(2) 分離型

単結晶で放射を起こさせ、後方の重金属で対生成させる。



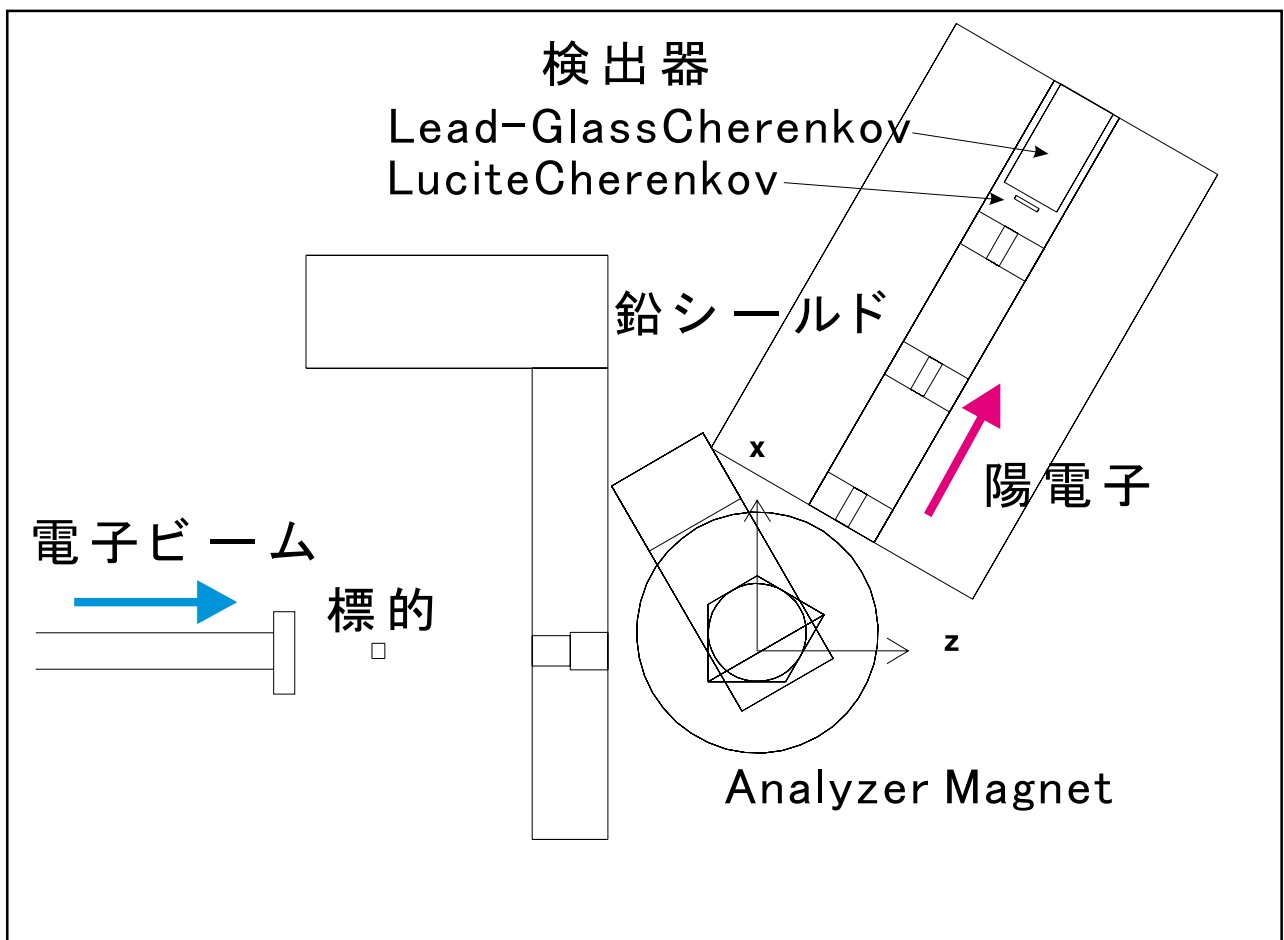
- ※ 通常は高エネルギー電子ビームを重金属標的に照射し、電磁シャワーによって生成される陽電子を利用
- ※ KEK Linac(現在): $5X_0$ のWアモルファス標的を使用

今回の実験

2000年9/30(土)～10/2(月)、KEK 8GeV Linacにおいて、**タングステン単結晶標的**を用いた**陽電子生成**実験を行なった。

●実験のセットアップ

セットアップ図1



●実験条件

入射電子ビーム

エネルギー	8 GeV
強度	0.2 nC/Pulse
繰り返し	2 Hz
パルス幅	10 ps

陽電子生成用標的^{ターゲット}

W単結晶 2.2mm(=0.63 X_0) <111>軸

Wアモルファス 5, 10, 15mm

陽電子検出器

ルーサイトチェレンコフカウンター

鉛ガラスチェレンコフカウンター

●実験方法

8GeV 電子ビームを Goniometer に搭載したW単結晶標的に入射し、前方(0度)に生成される陽電子を Analyzer Magnet で 60 度曲げて(20MeV/c)、陽電子検出器で検出。

※入射ビームの電子電流は電流モニターで監視

※PC-CAMAC を用いてデータ収集

●得られた結果

まず、「*W*単結晶<111>軸がビーム軸と一致する場合 (*ON-Axis*)と 50mrad ずれた場合 (*OFF-Axis*)の生成率の比」を **Enhancement** と定義する。

(1) 過去の実験との比較

(表1)

実験年月	場所 加速器	入射電子ビーム強度 標的[mm]	Enhancement
1997年 3月	KEK田無 ES	1.2GeV Wc(1.2)	約3倍
1998年 4,6月	KEK Linac	3GeV Wc(1.7)+Wa(7)	約1.4倍
1998年 11月	KEK田無 ES	0.6, 0.8, 1GeV Wc(0.4, 1.2, 2,2) GaAs(0.36) ダイヤモンド(1.1)	約2~2.5倍
2000年 9,10月	KEK Linac	8GeV Wc(2.2) Wc(2.2)+Wa(5,10,15)	(図1) 約5倍 約1.2~2倍

※Wc:タングステン単結晶, Wa:タングステンアモルファス

☆今回、8GeV 電子ビームにおいて、5倍の Enhancement が得られた。

(2) タングステンの厚さ依存(図2参照)

(表2)

陽電子生成用 標的[mm]	陽電子の運動量 [MeV/c]	Enhancement
W _c (2.2)	20	5.0
W _c (2.2)+W _a (5.0)	20	1.9
W _c (2.2)+W _a (10.0)	20	1.2

※W_c:タングステン単結晶, W_a:タングステンアモルファス

実験からわかったこと

(1) 入射エネルギー依存性

Enhancement は入射電子ビームのエネルギーに依存する。

(2) タングステンの厚さに関して

「W単結晶+Wアモルファス」ターゲット(分離型)の Enhancement は、W単結晶のみ(複合型)と比較して、優位ではなかった。

今後の課題

●陽電子源としての最適パラメータの選択

- 系統的な測定(運動量依存、W厚さ依存)
- 10数 MeV/c の陽電子検出 = 真空チェンバー
(KEK Linac の陽電子源は 8~12MeV/c)
- データの解析とシミュレーションに基づく計算モデルの検討

●実用に向けた技術的問題点の克服

- 単結晶の Quality, Mosaicity
- 熱負荷、温度上昇 } による結晶の劣化
放射線損傷

(Chehab らが SLAC で行なった実験では、この要因による結晶劣化は認められていない。)