

# 東北大学 ELPH におけるテストビーム実験について

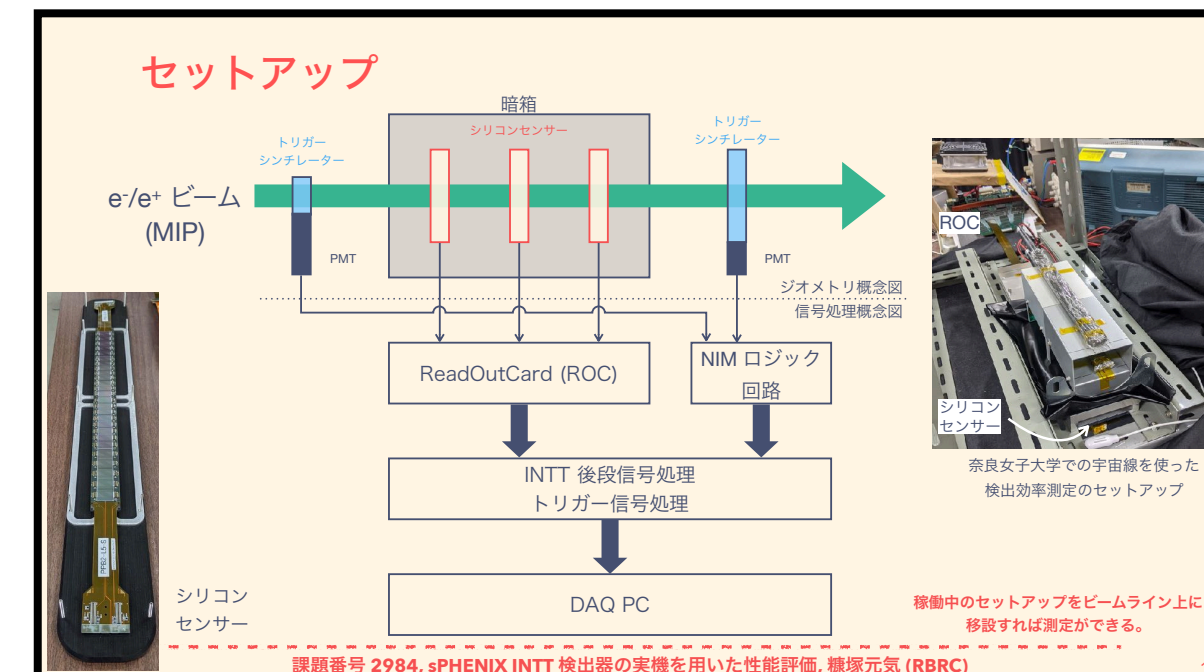
第 23 回課題採択説明会

課題番号  
2984

課題名

## sPHENIX INTT 検出器の実機を用いた性能評価

研究代表 糠塚元気 (理研 BNL 研究センター)



### テストビーム実験@ELPHの目的

**検出効率の決定**  
トリガー信号とクロックの立ち上がりの時間差を記録できる DAQ を作り、宇宙線測定で  $\epsilon = 98\%$  を得たが統計の不足と宇宙線すり抜けを防ぐために高精度なセットアップ構築が必要  
→ 高統計が得られ、飛跡を限定できるビーム実験で  $\epsilon \sim 100\%$  を示す

**実機ラダーによるビーム実験**  
ラダーの大量製作が 2021/3 に始まった  
実機ラダーのビームによる性能評価をする必要がある

**新伝送ケーブルを使った初めてのビーム実験**  
ROC と HDI の間をつなぐケーブルが検出器からの信号読み出しに影響を与える  
ケーブルの組み合わせを変えた測定で影響の評価を行う

課題番号 2984, sPHENIX INTT 検出器の実機を用いた性能評価, 糠塚元気 (RBRC)

### 要求ビームタイムの見積もり

申請書からの変更点：想定レートを 1 kHz から 50 Hz に変更し、測定項目を調整した

項目	イベント数/測定点	測定点数	収集イベント数	測定時間 (h)	セットアップ変更にかかる時間 (h)	合計 (h)
動作確認・回路調整					6	6
検出効率	1E+06	4	4E+06	22	2	24
ラダー実機テスト	1E+05	5	5E+05	3	3	6
伝送ケーブルテスト	1E+05	3	3E+05	2	2	3
ビーム入射位置	1E+05	3	3E+05	2	3	5
合計			5E+06	28	16	44

4 シフト

マシントイム前 セットアップ構築、ビームを使わない調整・較正のために 2 日間が必要  
 検出効率測定 優先度は高く、高統計が必要のため最も多くの時間を割く  
 ラダー実機テスト 優先度は高く、容易な測定で高統計は必要ない  
 伝送ケーブルテスト 優先度は低く、容易な測定で高統計は必要ない  
 ビーム入射位置のテスト 優先度は低く、難しい測定で高統計は必要ない

課題番号 2984, sPHENIX INTT 検出器の実機を用いた性能評価, 糠塚元気 (RBRC)

# 東北大学 ELPH におけるテストビーム実験について

2021/09/02 13:30

糠塚 元気 殿

東北大学電子光理学研究センター  
課題採択委員会  
小沢 恭一郎

[令和三年度前期共同利用課題審査結果]

このたびは電子光理学研究センターの 令和三年度後期共同利用にご応募ありがとうございました。  
課題採択委員会で審議した結果は以下の通りです。

課題番号: 2984  
課題名: 「sPHENIX INTT 検出器の実機を用いた性能評価」  
代表者: 糠塚 元気(理研BNL研究センター)  
採択: 4シフト  
所内世話人: 石川貴嗣(ishikawa@lns.tohoku.ac.jp)

以下は課題採択委員会からのコメントです。

sPHENIX 実験用最内層検出器の性能評価の重要性は認めます。所内世話人を決め、施設側と十分に相談することを前提に4シフトを採択します。検出効率が低い理由がDAQ側の問題と仮定した実験計画となっていますが、その他の要素が理由の場合でも問題の切り分けをできるように、実験計画を十分に検討してください。

以上



シフト（ビームをもらえる日数） 申請 4 →採択 4

コメントについて

質疑応答で、検出効率が ~100% でない原因が、シリコンなのか、DAQ なのか、幾何学的な理由なのかを切り分け、結論に結び付けられる計画を立てるようアドバイスをもらった。この点の念押しがコメントされている。

# テストビーム実験@ELPH, 日程

## 暫定的な日程

2021後期ビームタイム

加速器メンテナンス A部運転

第二実験室(NKS) GeV- $\gamma$ 実験室

同時運転不可 本体室

2021/9/1 更新

2021 10月		2021 11月		2021 12月		2022 1月		2022 2月		2022 3月			
1金		1月	昼 金田(2982)	1水		1土	冬期休業	1火	立教卒論・ 修論の時期	1火	奈良女卒論の 時期		
2土		2火		2木		2日				2水			2水
3日		3水		3金	夜 永尾(2981)	3月		3木				3木	
4月		4木	昼 永尾(2981)	4土	全 永尾(2981)	4火	予備日	4金				4金	
5火		5金	昼 永尾(2981)	5日	全 永尾(2981)	5水			5土		5土		
6水	昼 末原(2975)	6土		6月		6木			6日		6日		
7木	昼 末原(2975)	7日		7火		7金			7月	昼 白鳥(2976)	7月		
8金	昼 末原(2975)	8月		8水		8土			8火	昼 白鳥(2976)	8火	夜 永尾(2981)	
9土		9火		9木		9日			9水	昼 白鳥(2976)	9水	全 永尾(2981)	
10日		10水		10金		10月			10木		10木	全 永尾(2981)	
11月		11木	昼 蔵満(2988)	11土		11火			11金	奈良女修論の 時期	11金		
12火		12金	昼 蔵満(2988)	12日		12水			12土			12土	
13水		13土		13月		13木			13日			13日	
14木	昼 金田(2982)	14日		14火	昼 佐藤(2980)	14金		14月			14月	A部予約	
15金		15月		15水	昼 佐藤(2980)	15土		15火		15火	A部予約		
16土		16火		16木	昼 佐藤(2980)	16日		16水		16水	A部予約		
17日		17水		17金		17月		17木		17木	A部予約		
18月		18木		18土		18火		18金		18金	A部予約		
19火	施設見学	19金		19日		19水		19土		19土			
20水	昼 中村(2977)	20土		20月	昼 青木(2974)	20木	昼 大西(2979)	20日		20日			
21木	昼 中村(2977)	21日		21火	昼 青木(2974)	21金	昼 大西(2979)	21月		21月			
22金	昼 中村(2977)	22月		22水	昼 青木(2974)	22土	準備	22火		22火	昼 本多(2973)		
23土		23火		23木	昼 青木(2974)	23日			23水		23水	昼 本多(2973)	
24日		24水		24金		24月		24木		24木	昼 本多(2973)		
25月		25木		25土		25火	昼 糠塚(2984)	25金		25金	昼 本多(2973)		
26火	昼 山田(2972)	26金	昼 永尾(2981)	26日		26水	昼 糠塚(2984)	26土		26土			
27水	昼 山田(2972)	27土		27月	予備日	27木	昼 糠塚(2984)	27日		27日			
28木		28日		28月		28金	昼 糠塚(2984)	28月		28月			
29金		29月	昼 大西(2963)	29土		29土		29火		29火	予備日		
30土		30火	昼 大西(2963)	30日		30日		30水		30水			
31日				31月		31月	予備日	31木		31木			

理研 APR 締め切りは  
この時期



# テストビーム実験@ELPH, 日程

加速器メンテナンス A部運転

第二実験室(NKS) GeV- $\gamma$ 実験室

同時運転不可

本体室

2021/9/1

2021	11月	2021	12月	2022	1月	2022	2月	2022	3月	
1月	昼 金田(2982)	1水		元日 1土	冬期休業	1火	予備日	1火	全 永尾(2981)	
2火		2木		2日		2水		2水	2水	
3水		3金	夜 永尾(2981)	3月	3月	3木	3木	3木		
4木	昼 永尾(2981)	4土	全 準備(1)	4火	予備日	4金	4金	4金		
5金	昼 永尾(2981)	5日	全 永尾(2981)	5水		5水	5土	5土	5土	
6土		6月		6木	予備日	6日	6日	6日		
7日		7火		7金		7月	7月	昼 白鳥(2976)	RI候補日	7月
8月		8水	変更候補	8土	8土	8火	昼 白鳥(2976)	菊永(2947)	8火	夜 永尾(2981)
9火	RIPF-F	9木		昼 本多(2973)	9日	9日	9水	昼 白鳥(2976)	RI候補日	9水
10水		10金	昼 本多(2973)	10月	10月	10木		RI候補日	10木	全 永尾(2981)
11木	昼 蔵満(2988)	11土		11火		11金			11金	
12金	昼 蔵満(2988)	12日		12水		12土	長谷川(2985)		12土	
13土	準備	13月		13木		13日	RIPF-U		13日	
14日		14火	昼 佐藤(2980)	14金		14月	菊永(2947)		14月	
15月	変更候補	15水	昼 佐藤(2980)	15土		15火		菊永(2946)	15火	
16火		16木	昼 佐藤(2980)	16日		16水		RI候補日	16水	
17水		17金		17月		17木		RI候補日	17木	
18木		18土		18火		18金	共同研究H		18金	豊嶋(2987)
19金		19日		19水		19土	RI候補日		19土	
20土		20月	昼 青木(2974)	20木	昼 大西(2979)	20日	秋山(2986)		20日	
21日		21火	昼 青木(2974)	21金	昼 大西(2979)	21月	RI候補日		21月	昼 本多(2973)
22月		22水	昼 青木(2974)	22土		22火			22火	昼 本多(2973)
23火		23木	昼 青木(2974)	23日	準備	23水			23水	昼 本多(2973)
24水		24金		24日		24日	24木	RIPF-F		24木
25木		25土		25火	昼 糠塚(2984)	25金	RI候補日		25金	昼 本多(2973)
26金	昼 永尾(2981)	26日		26水	昼 糠塚(2984)	26土	大浦(2968)		26土	
27土		27月	予備日	27木	昼 糠塚(2984)	27日	RI候補日		27日	
28日		28火	冬期休業	28金	昼 糠塚(2984)	28月	RI候補日		28月	
29月	昼 大西(2963)	29水			29土					29火
30火	昼 大西(2963)	30木		30日					30水	
		31金		31月	予備日				31木	

卒論・修論時期を避けた 12 月がベストなタイミングなので、日程変更の可能性を打診しました：

割当案：

ビーム 2022/1/25 - 28

準備できる日 2021/1/22 - 24?

1 日以上で別実験と同時運転 → 実質 3.6 日以下

別シナリオ 1

ビーム 2021/11/15 - 19

準備できる日 2021/11/13-14

全日程で別実験と同時運転 → 実質 2.3 日

別シナリオ 2

ビーム 2021/12/6 - 10

準備できる日 なし

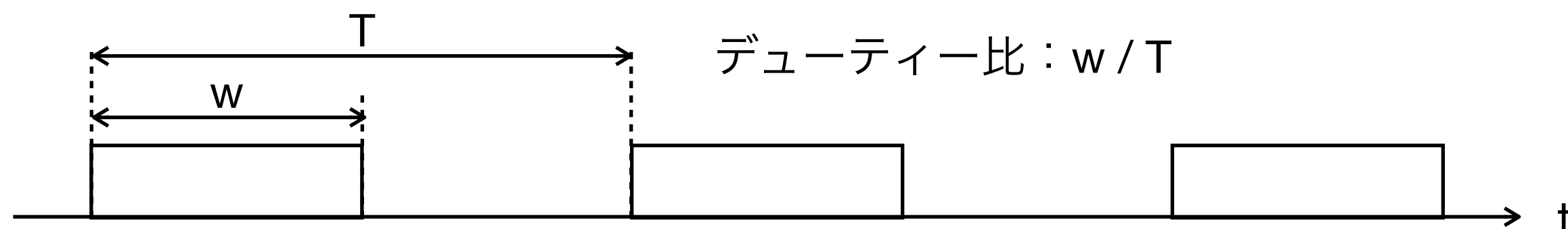
全日程で別実験と同時運転 → 実質 2.3 日

※ 別実験との同時運転の影響

580 MeV/c の場合ビームのある時間

(デューティー比) が 10s/17s から 10s/40s 程度に低下する(58% 減)

(詳細は次のページ)



# テストビーム実験@ELPH、ビームタイムについて

糠塚さん、中川さん

デューティ比の低下に対する予想について報告します。現在もなおすべての情報を集めきっているわけではありませんが、わかる範囲でお答えします。

フラットトップ 10 s、すなわちビームがでている時間が 1 サイクルで 10 s の場合、最悪の場合で

- 1) TAGX 電流 230 A のとき 17 s サイクルを 35-40 s にしなければならない
- 2) TAGX 電流 450 A のとき 17 s サイクルを 55-60 s にしなければならない

といった感じです。これらは概算であり、5 s くらいは変わるかも知れません。また季節変動や A 部の運転の状況によってひょっとしたら変わるかも知れません。この辺を現在、調査しているところではありますが、調べきつてはいないし、どうも 9/10 の締め切りには間に合いそうもありません。

トラッカーのテストでは、回路調整がどんな運動量でも可能である一方で、データ収集本番については最大運動量で行うべきです。よって  
 本番のデータ収集の時間に対して 3.5 倍  
 回路調整などの時間に対して 1.0~2.0 倍

としておくのが良いのではないのでしょうか？タイミング、ADC 閾値などの調整がデータ収集時間と言うより作業時間の方が支配的であるのならば、ほとんど変えなくて良いと思いますが、収集データの統計を期待するところががっつり 2.0 倍にしたほうが良いと思います。また本番の測定では、3.5 倍するのが妥当だと思います。どうも共同利用係はユーザーの質のチェックも行うつもり (多くのユーザーに対して、デューティ比を考えてちゃんと必要時間を検討してない) で、アサインとしてビームタイムをがっつり削ることも考えているようです。共同利用係に返答する前に私に返答案を見せて頂けるとありがたいです。

> マシンタイム案にある 2022/1/25-28 でも実験遂行は可能なのですが、例えば > 12 月といったもう少し早いタイミングに変更することは可能でしょうか？  
 12 月はすでにわりと予定が埋まっているので、12 月に移動を希望することは、必然的に同時運転となります。またデューティ低下に対する対処として日数を増やす方向では対応できないかも知れないので、一日あたりのビームタイムを延ばしてもらう、土日にも運転する、ということになるかと思います。おそらく候補として 12/6-12/10 のスロットを狙っているのだと思いますが、上記のデューティ比低下で必要なデータが取りきれないかも知れません。また相応するビームタイムをアサインできなかったのに必要なデータが全て取得できたとするとグループのビームタイム希望に信頼がなくなることもなりますので (過度な希望を出していると解釈されるので、次があったとしてその時に真っ先に削られる)、重ねて申し上げますと返答は慎重にした方が良いでしょう。

一応、内部資料は送っていますが、まだ参考程度の段階で参照できる状態にはなっていません。

石川

ベストコンディション :  $10 \text{ s} / 17 \text{ s} = 0.6$

同時運転時、450 MeV/c :  $10 \text{ s} / 35\sim 40 \text{ s} = 0.25\sim 0.29$

同時運転時、800 MeV/c :  $10 \text{ s} / 55\sim 60 \text{ s} = 0.17\sim 0.18$

## ビームタイムの見積もり

項目	イベント数/測定点	測定点数	収集イベント数	測定時間 (h)	セットアップ変更にかかる時間 (h)	合計 (h)	測定時間×調整係数 (h)	合計 (h)
動作確認・回路調整					6	6	0	6
検出効率	1E+06	4	4E+06	22	2	24	78	80
ラダー実機テスト	1E+05	5	5E+05	3	3	6	4	7
伝送ケーブルテスト	1E+05	3	3E+05	2	2	3	3	4
ビーム入射位置	1E+05	3	3E+05	2	3	5	3	6
合計			5E+06	28	16	44		102

採択 : 4 シフト  
 $102 \text{ h} / 12 \text{ h} = 8.5$  シフト



# テストビーム実験@ELPH、ビームタイムについて

糠塚さん、中川さん

デューティ比の低下に対する予想について報告します。現在もなおすべての情報を集めきっているわけではありませんが、わかる範囲でお答えします。

フラットトップ 10 s、すなわちビームがでている時間が 1 サイクルで 10 s の場合、最悪の場合で

- 1) TAGX 電流 230 A のとき 17 s サイクルを 35-40 s にしなければならない
- 2) TAGX 電流 450 A のとき 17 s サイクルを 55-60 s にしなければならない

といった感じです。これらは概算であり、5 s くらいは変わるかも知れません。また季節変動や A 部の運転の状況によってひょっとしたら変わるかも知れません。この辺を現在、調査しているところではありますが、調べきつてはいないし、どうも 9/10 の締め切りには間に合いそうもありません。

トラッカーのテストでは、回路調整がどんな運動量でも可能である一方で、データ収集本番については最大運動量で行うべきです。よって本番のデータ収集の時間に対して 3.5 倍 回路調整などの時間に対して 1.0~2.0 倍

としておくのが良いのではないのでしょうか？タイミング、ADC 閾値などの調整がデータ収集時間と言うより作業時間の方が支配的であるのならば、ほとんど変えなくて良いと思いますが、収集データの統計を期待するところがったり 2.0 倍にしたほうが良いと思います。また本番の測定では、3.5 倍するのが妥当だと思います。どうも共同利用係はユーザーの質のチェックも行うつもり (多くのユーザーに対して、デューティ比を考えてちゃんと必要時間を検討してない) で、アサインとしてビームタイムをがったり削ることも考えているようです。共同利用係に返答する前に私に返答案を見せて頂けるとありがたいです。

> マシントイム案にある 2022/1/25-28 でも実験遂行は可能なのですが、例えば > 12 月といったもう少し早いタイミングに変更することは可能でしょうか？ 12 月はすでにわりと予定が埋まっているので、12 月に移動を希望することは、必然的に同時運転となります。またデューティ低下に対する対処として日数を増やす方向では対応できないかも知れないので、一日あたりのビームタイムを延ばしてもらう、土日にも運転する、ということになるかと思えます。おそらく候補として 12/6-12/10 のスロットを狙っているのだと思いますが、上記のデューティ比低下で必要なデータが取りきれないかも知れません。また相応するビームタイムをアサインできなかったのに必要なデータが全て取得できたとするとグループのビームタイム希望に信頼がなくなることもなりますので (過度な希望を出していると解釈されるので、次があったとしてその時に真っ先に削られる)、重ねて申し上げますと返答は慎重にした方が良いでしょう。

一応、内部資料は送っていますが、まだ参考程度の段階で参照できる状態にはなっていません。

石川

ベストコンディション :  $10 \text{ s} / 17 \text{ s} = 0.6$

同時運転時、450 MeV/c :  $10 \text{ s} / 35\sim 40 \text{ s} = 0.25\sim 0.29$

同時運転時、800 MeV/c :  $10 \text{ s} / 55\sim 60 \text{ s} = 0.17\sim 0.18$

## ビームタイムの見積もり

項目	イベント数/測定点	測定点数	収集イベント数	測定時間 (h)	セットアップ変更にかかる時間 (h)	合計 (h)	測定時間×調整係数 (h)	合計 (h)
動作確認・回路調整					6	6	0	6
検出効率	1E+06	2	2E+06	11	2	13	39	41
ラダー実機テスト	1E+05	5	5E+05	3	3	6	4	7
伝送ケーブルテスト	1E+05	3	3E+05	2	2	3	3	4
ビーム入射位置	1E+05	3	3E+05	2	3	5	3	6
合計			3E+06	17	16	33		64

採択 : 4 シフト  
 $102 \text{ h} / 12 \text{ h} = 8.5$  シフト  
 検出効率測定 of データ量を半分にする  
 $64 \text{ h} / 12 \text{ h} = 5$  シフト

# テストビーム実験@ELPH, 参加者リスト (暫定)

- 糠塚 (スタッフ) : 全日程
- 中川 (スタッフ) : 全日程
- 秋葉 (スタッフ) : 全日程
- 蜂谷 (スタッフ) : 全日程
- 下村 (スタッフ) : 全日程
- 長谷川 (スタッフ) : 全日程
- 柴田 (M2) : 全日程
- 森田 (M2) : 全日程
- 並本 (M1) : 全日程
- 高濱 (M1) : 全日程
- 今井 (M1) : 全日程
- 杉山 (B4) : 全日程
- 渡部 (B4) : 全日程

- 波多 (B4) : 全日程
- 中野 (B4) : 全日程
- 中村 (B4) : 全日程
- 台湾グループが来ればありがたいが . . .

とりあえず申請書に書いた参加者を並べました

実験日程が確定したら、参加できる日程をアップデートしていきましょう

放射線取扱い関係の事務手続き、必要な講習の受講等も各機関ごとに進めていきましょう。

# テストビーム実験@ELPH, やること

項目	重要度	ハード/ソフト	時期	内容	担当
架台準備	必須	ハード	今すぐ～	フルラダーを固定し、遮光できる架台を用意する	?
複数ラダー運転	必須	ハード	9月	複数ラダーを同時に動かし、データ収集を試みる	4年生? 理研 CV/TV
testbench DAQ + CAMAC	高	ハード	9～11月	半年以上 CAMAC ありの運転をしていない。 メンテナンス、最適化などが必要	糠塚、並本
Windows10 移行①	高	両方	9月	ビームエリア内の PC を遠隔操作するにはネットに接続できる Windows10 を使う必要がある。Win10 でテストベンチを動かせるよ うにする準備が必要	糠塚、今井、 中川
Windows10 移行②	高	両方	10月	test bench DAQ + CAMAC を Win10 で動かせるようにする必要が ある	今井、並本
解析準備	中	ソフト	10～12月	複数ラダーデータ対応、チェック用マクロ最適化、 GUI 最適化、検出効率計算準備など	糠塚、森田
Geant4 シミュレーション ラダー・ROC の冷 却?	中	ソフト	9月～	実験前にシミュレートでるとよいが・・・	米台?
ケーブルの予備製作	低	ハード	11月	水冷まではやらなくて良さそう	立教 4 年生?
ケーブルの予備製作	低	ハード	暇なとき	予備が必要、高品質に仕上げしてほしい	立教 4 年生?
データ共有の準備	低	ソフト	11月	収集したデータを即座に共有できるように準備しておきたい	4 年生?
バイアスケーブルの動 作チェック		ハード		Lemo - ??? の T コネクタ在庫確認 (糠塚)	理研・奈良女各々

糠塚は 10 月渡米予定→リモートでやれる内容を担当



# テストビーム実験@ELPH, もちもの

- INTT フルラダー (3台?、理研・奈良女)
- コンバージョンケーブル (short, long, 同軸ケーブル版?)
- バスエクステンダー (最終版、いくつ?)
- ラダー用架台
- 暗幕 (?)
- ROC (2台くらい? どれ?)
  - ROC 用電源 (4~5台、どこから?)
  - 電源用ケーブル (+ 予備、どこから?)
  - ROC - FEM, FEM-IB 通信用光ファイバー (+ 予備、どこから?)
  - BCO distributing ボード
  - ROC - BCO ボード用ケーブル (+ 予備、蜂谷版?)
  - 冷却ファン
- VME クレート (モジュール入れた状態、奈良女)
  - FEM
  - FEM-IB
  - FEM, FEM-IB テストアウトピン用ケーブル (いくつ?、どこから?)
  - FEM, FEM-IB FPGA 書き込み用ケーブル (どこから?)
  - NI ケーブル (どこから?)
- NIM ビン (実験室の状態そのまま、奈良女)
  - NIM モジュール (奈良女)
  - NIM ケーブル (奈良女)
- CAMAC クレート
  - CAMAC モジュール
  - クレートコントローラー用 PC インターフェース
  - USB ケーブル
  - 電源ケーブル
- DAQ PC (Windows10 がよい、理研?)
  - マウス
  - キーボード
  - Web カメラ
  - 電源ケーブル
  - ディスプレイ (地下で使う)
- 実験ノート
- カメラ

# テストビーム実験@ELPH, 世話人からのコメント

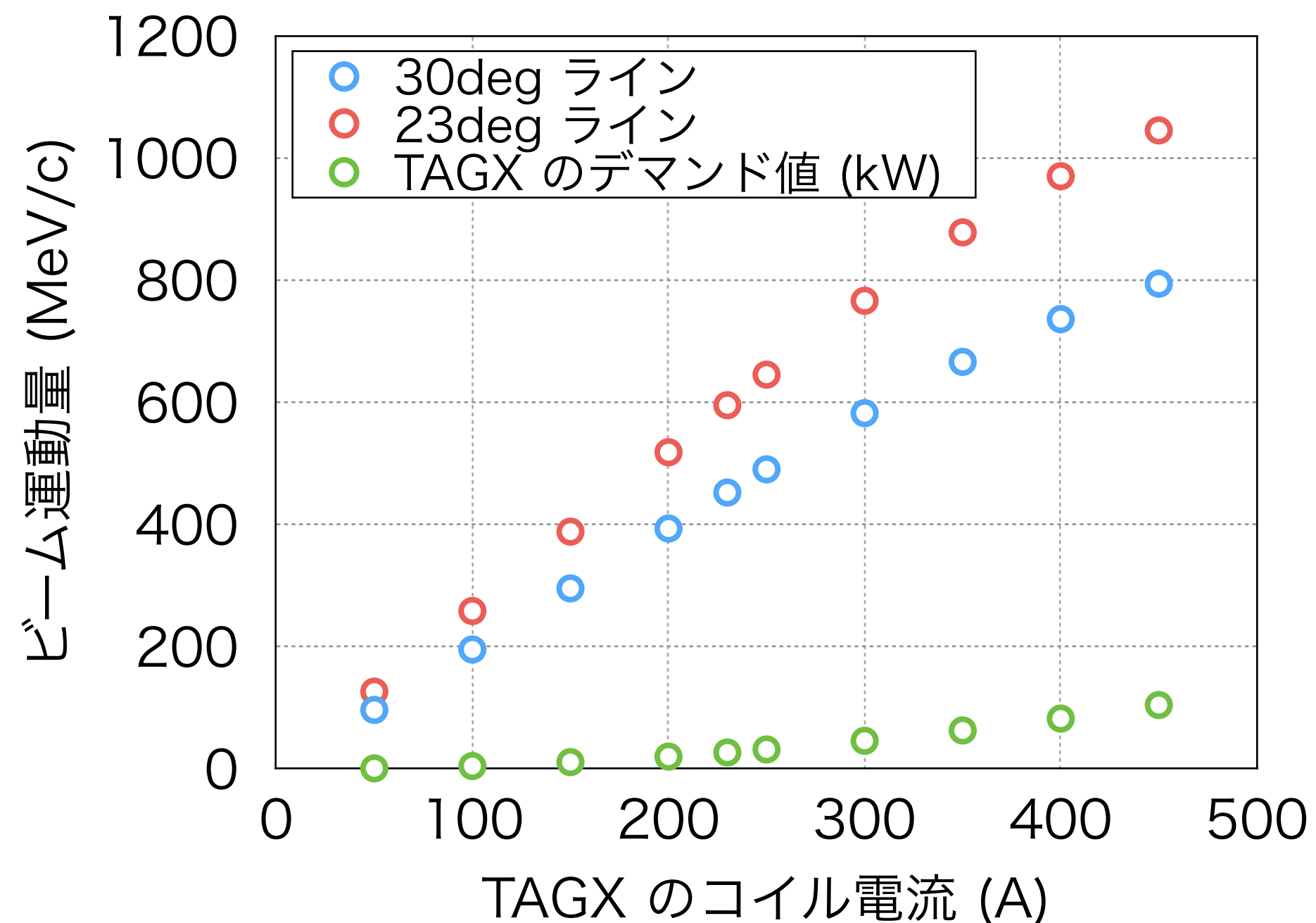
世話人：石川貴嗣 (ishikawa@lns.tohoku.ac.jp)

1) クーロン多重散乱の影響抑制のためビーム運動量は高いほうが良い。

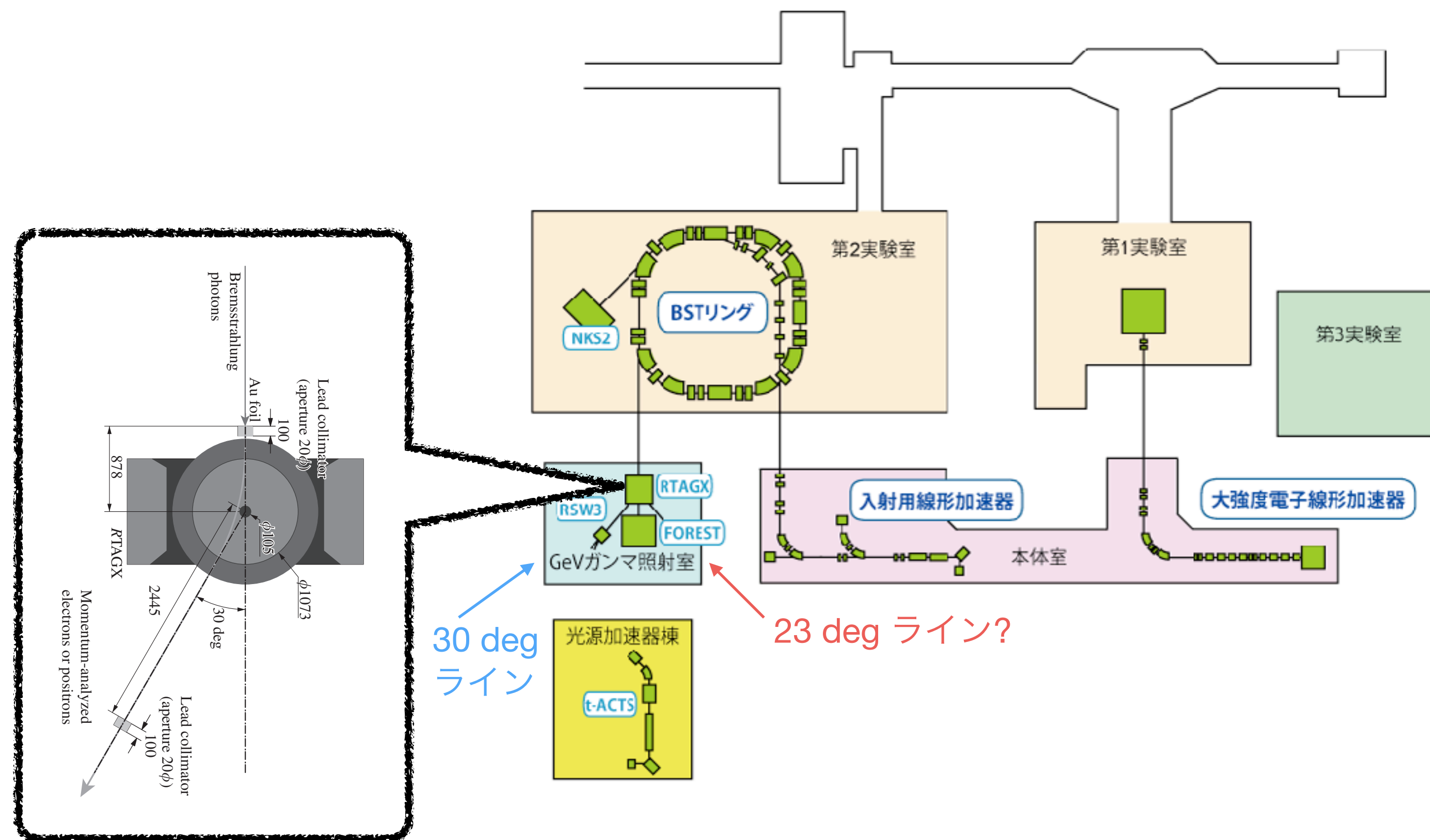
2つのビームラインがある

- 30 deg: <0.8 GeV、集束電磁石(低運動量用)あり、
- 23 deg: <1.05 GeV

30 deg ラインの方が運動量の広がり大きいぶん強度は多少高い。



※ デマンド値: この値が大きくなるとビームの出る時間が減る



30 deg ライン

23 deg ライン?

→ 30 deg ラインで実験を行うのが良さそう (想定と同じ)



# テストビーム実験@ELPH, 世話人からのコメント

## 2) アクシデンタルなヒットの検出効率への影響

トリガーシンチレーターへの時間要求：ビームが正しい軌跡をとった場合のタイミングのみに制限する

トラッキング：複数の検出器で確実に正しい軌跡を取っていることを確認することです。

例) 1 m といった飛行において複数回、ヒット位置を記録。

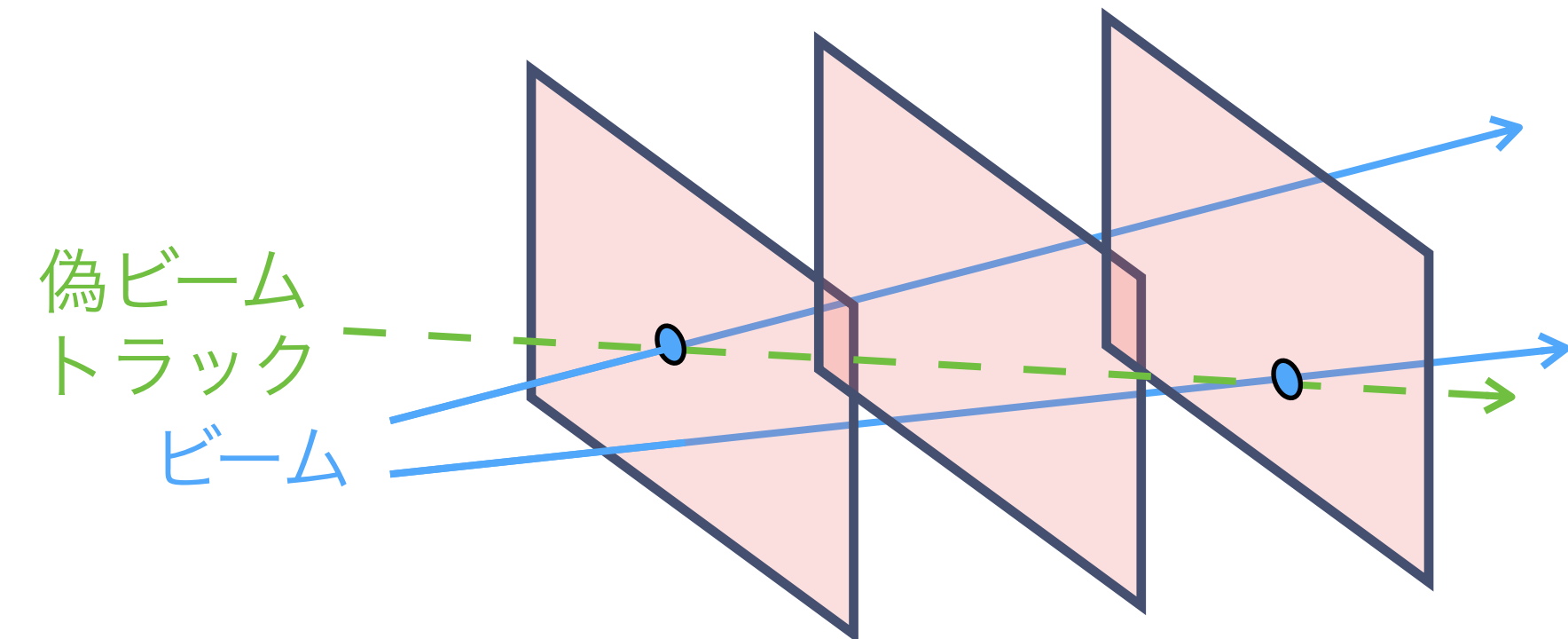
トリガーもトリプルコインシデンスで強い制限をかけ、ビーム強度を高くし長時間測定を行い十分な統計を確保すべき。

3つのシリコンモジュールを使用し、2つモジュールでビームのトラッキングを行い、残るモジュールへのヒットの有無を確認するならプロポーザルにあるセットアップで問題ない。

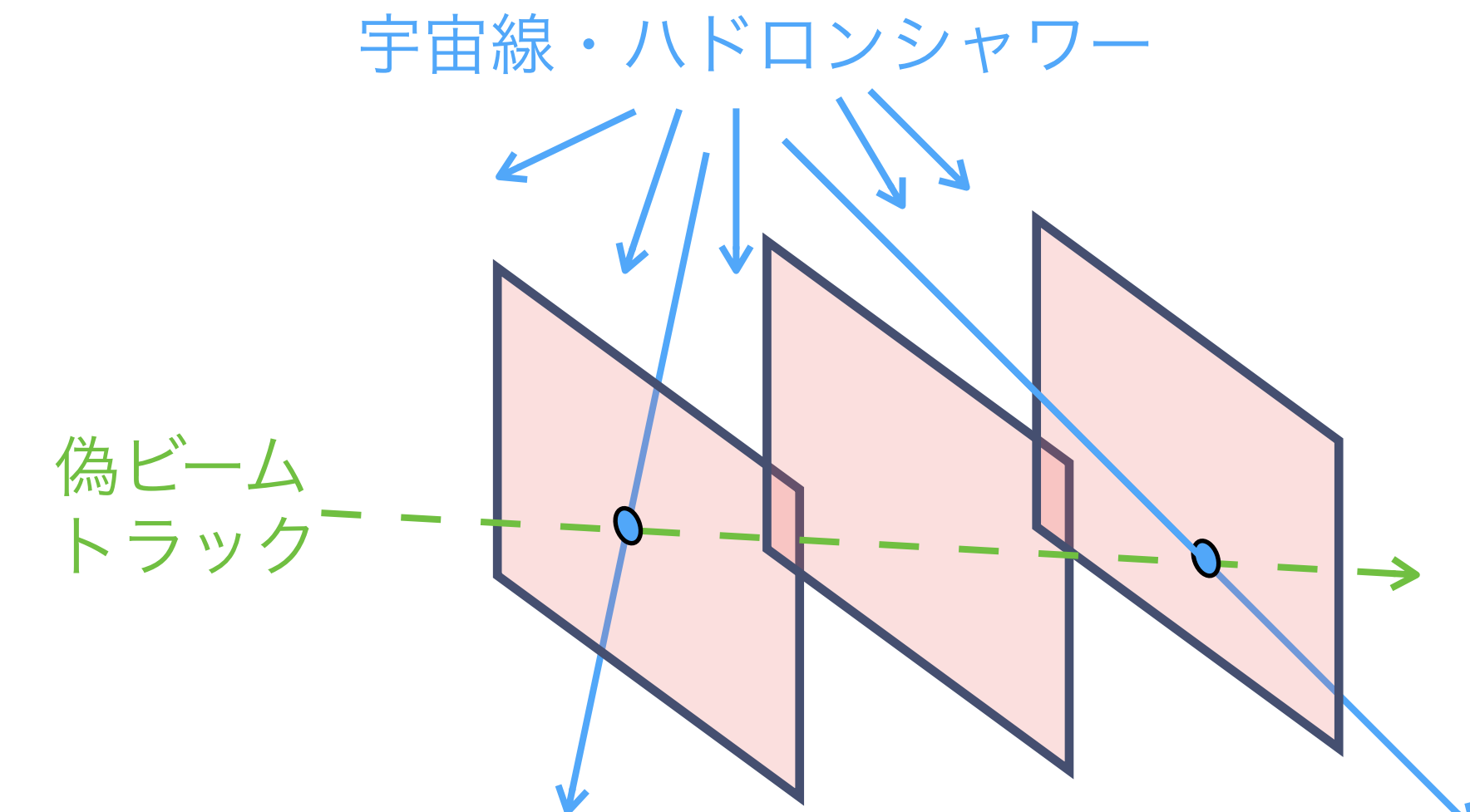
トリガーシンチ 2 つだけでシリコンモジュールへのヒットの有無確認する手法だと  $10^{-3}$  の精度は出ないだろう

ビーム強度は直径 2 cm に対して 2 kHz を基準として、20 倍程度までは簡単に到達できると思います。でもそれはあくまでビームパイプ直後にところの話であって m オーダー離れたところでコインシデンスをとるとなると急激に落ちます。コインシデンスを取るのであれば、シンチの大きさや何m離すかにもよりますが、せいぜい数十 Hz で CAMAC の DAQ でも十分いける (DAQ 効率はよい) 感じがします。

時間的なアクシデンタル：完全に独立な複数のヒットでトラッカーを貫通したとみなすこと



空間的なアクシデンタル：宇宙線のハドロンシャワーで複数の粒子がほぼ同時に複数の検出器を応答させること



# テストビーム実験@ELPH, 世話人からのコメント

3) 架台やリフトラー、19 インチラックはあるものは自由に使ってもらって構いませんが、19インチラックについてはちゃんなオープンのものしかございません。ドライバーなどの工具も自由に使ってもらって問題ないのですがクリティカルなものについては持ってくるようにしてください。+ドライバーなんかも 2 番のものが気づくとなくなっていたりします。



# テストビーム実験@ELPH, 世話人からのコメント全文

世話人：石川貴嗣 (ishikawa@lns.tohoku.ac.jp)

1) トラックのテストなのでクーロン多重散乱の効果を下げため、できるだけ使う(陽)電子の運動量は上げておいた方がいいと思います。GeV ガンマ照射室には 30 deg の最大 0.8 GeV のビームラインの他、最大 1.05 GeV の 23 deg ビームラインが用意されています。以下 TAGX のコイル電流 (A)、30 deg ラインに輸送される運動量 (MeV/c) 23 deg ラインに輸送される運動量 (MeV/c)、TAGX によるデマンド値 (kW) の上昇です。まあデマンド値のところはそれほど気にしなくて良いですが、デマンド値を他のところ、つまり加速器の運転サイクルの方のデマンド値を下げないといけないのでビームがでている時間の割合が減ってしまいます。

50 97 127 1.3  
100 196 259 5.1  
150 296 389 11.6  
200 394 519 20.6  
230 453 596 27.3  
250 491 646 32.3  
300 583 767 46.5  
350 667 879 63.4  
400 737 971 82.9  
450 795 1046 105.0

なお 30 deg ラインには（低運動量のみで機能する）ささやかな集束電磁石がありますが、23 deg ラインにはそういったものはありません。30 deg ラインの方が運動量の広がり大きいぶん強度は多少高いです。

2) アクシデンタルなヒットが評価される検出効率を下げってしまう可能性が

ある

ここでアクシデンタルなヒットとは時間的、空間的両方のことを言っており、時間的な場合は完全に独立な複数のヒットでトラックを貫通したとみなしてしまうことです。空間的な場合とは宇宙線を使ったテストでよく見られますが、上空のハドロンシャワーで複数の粒子がほぼ同時に複数の検出器を応答させることです。これらによる検出効率の低下は、リファレンス検出器に対する時間要求を正しい軌跡をとった場合のそれに強く制限すること、かつ複数のトラックないしホドスコープで確実に正しい軌跡を取っていることを確認することです。このためには例えば 1 m といった飛行において複数回、ヒット位置を記録すると言ったことが必要になるかと思います。トリガーもトリプルコインとか必要になってくるので、ビーム強度はできるだけ高く、かつ長時間の測定が良いと思います。INTT シリコンモジュールが三層で常に他の 2 つモジュールで正しい軌跡であることを確認するのであれば図 3 のセットアップでも問題ないと思います。トリガーシンチ 2 つだけで確認するのは  $10^{-3}$  の精度は出ないと思います。

ビーム強度は直径 2 cm に対して 2 kHz を基準として、20 倍程度までは簡単に到達できると思います。でもそれはあくまでビームパイプ直後にところの話であって m オーダー離れたところでコインシデンスをとるとなると急激に落ちます。コインシデンスを取るのであれば、シンチの大きさや何m離すかにもよりますが、せいぜい数十 Hz で CAMAC の DAQ でも十分いける (DAQ 効率はよい) 感じがします。

3) 架台やリフトラー、19 インチラックはあるものは自由に使ってもらって構いませんが、19 インチラックについてはちゃちなオープンのものしかありません。ドライバーなどの工具も自由に使ってもらって問題ないのですがクリティカルなものについては持ってくるようにしてください。+ドライバーなんかも 2 番のものが気づくとなくなっていたりします。


# テストビーム実験@ELPH, その他

sPHENIX INTT wiki に[ページ](#)作りました

世話人からビームラインの詳細をもらいました：

- [GeV- \$\gamma\$  解析ノート HD No. 439e](#)
- [GeV- \$\gamma\$  解析ノート HD No. 440e](#)

3月の学会発表を忘れないようにしましょう

 **GeV- $\gamma$  解析ノート HD No. 439E**  
電子・陽電子ビームライン IV  
T. Ishikawa  
23rd October 2020, Revised 03rd November 2020

### 目次

1 序	1
2 1.3 GeV モードのエネルギー分布	2
2.1 制動放射光子ビームのエネルギー分布	3
2.2 対生成される陽電子のエネルギー分布	3
3 シミュレーションの条件	4
3.1 プロファイル	7
3.2 位置と運動量の相関	7
3.3 運動量中心値と運動量分解能	7
4 まとめ	24

### 概要

GeV- $\gamma$  照射室に建設した検出器テスト用電子・陽電子ビームラインでは、ガンマ線に対して対生成された電子、陽電子が RTAGX で運動量分析され光子ビームラインに対して  $\pm 30^\circ$ 、 $-23^\circ$  に供給される。これまで  $-30^\circ$  の低エネルギー陽電子ビームラインが共同利用に供用されてきた一方で、 $+30^\circ$  の電子ビームラインは BLC スペクトロメータとその検出器群の配置に伴って実験エリアが確保できなくなったことからユーザーに開放しなくなった。また  $-23^\circ$  の高エネルギー陽電子ビームラインは、2014 年 12 月末の第 3 回加速器ビームを使った原子核・素粒子実験実習スクールに合わせて建設したが、2015 年 5 月に FOREST 電磁カロリメータを 50 cm 上流に移設する際に真空パイプの撤去で使えなくなってしまった。2020 年 10 月中旬に真空パイプを再配置し、高エネルギー陽電子ビームラインを使えるようにした。そこで GeV- $\gamma$  解析ノート **HD No. 392E**<sup>[1]</sup> と同様に高エネルギー陽電子ビームラインに提供される陽電子ビームの性質を調べたので報告する。

### 1 序

GeV- $\gamma$  照射室に建設した検出器テスト用電子・陽電子ビームラインでは、ガンマ線で対生成された電子、陽電子が RTAGX で運動量分析され  $\pm 30^\circ$ 、 $-23^\circ$  に供給される。デフォルトの設定では、陽電子が北側、電子が南側に輸送されるので、 $-30^\circ$  を低エネルギー陽電子ビームライン、 $-23^\circ$  を高エネルギー陽電子ビームライン、 $+30^\circ$  を電子ビームラインと呼ばれている。運動量分析する RTAGX のコイル電流の極性を換えるだけで、実際に輸送される荷電粒子の電荷を入れ替えることができるので、ビームラインの名称が輸送される粒子と一致するとは限らない。

これまで  $-30^\circ$  の低エネルギー陽電子ビームラインが共同利用に供用されてきた。この  $-30^\circ$  に輸送される陽電子ビームの性質は、震災前の設定 (電子シンクロトロン周回電子エネルギー 1.2 GeV とユー

---

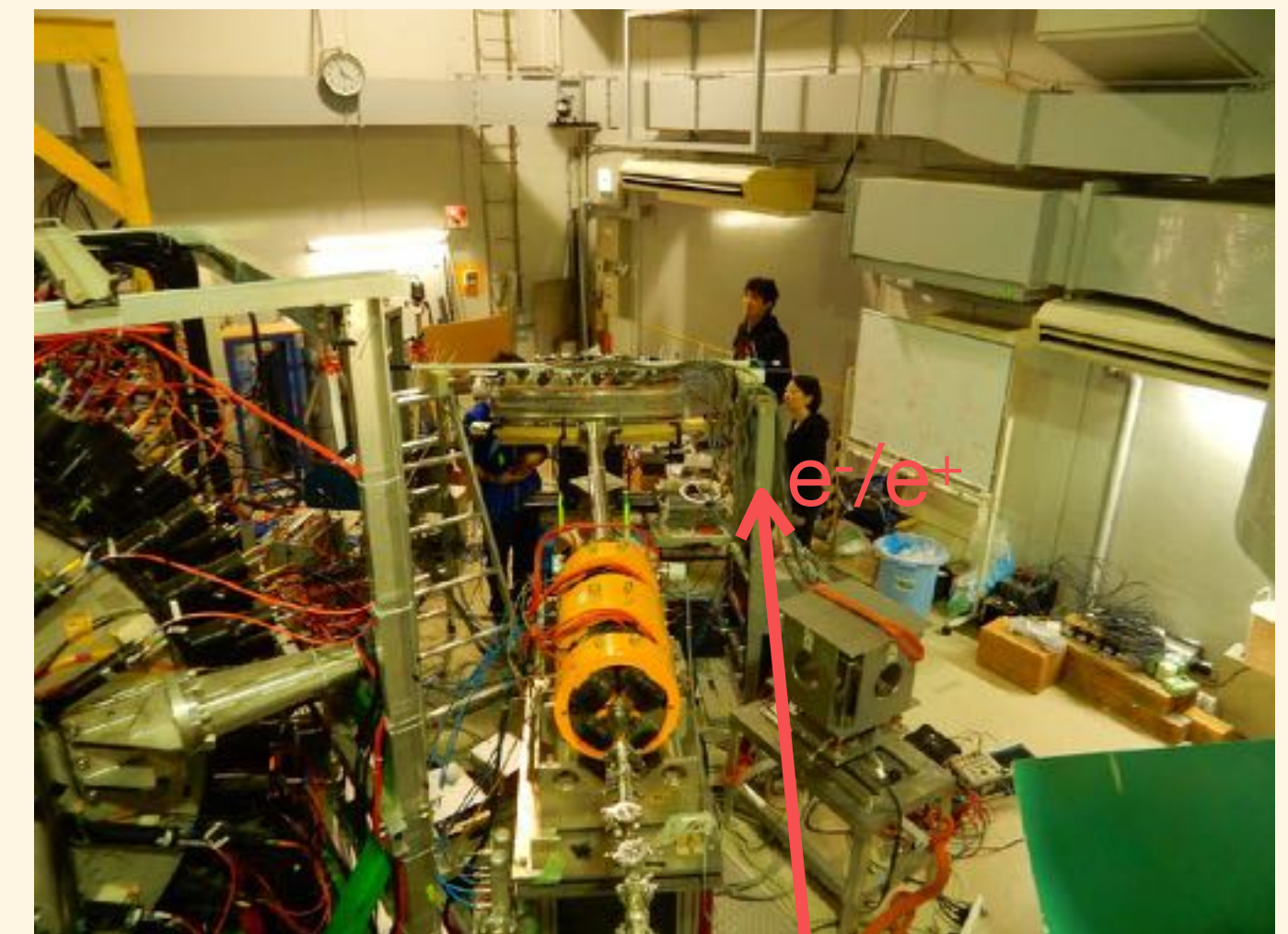
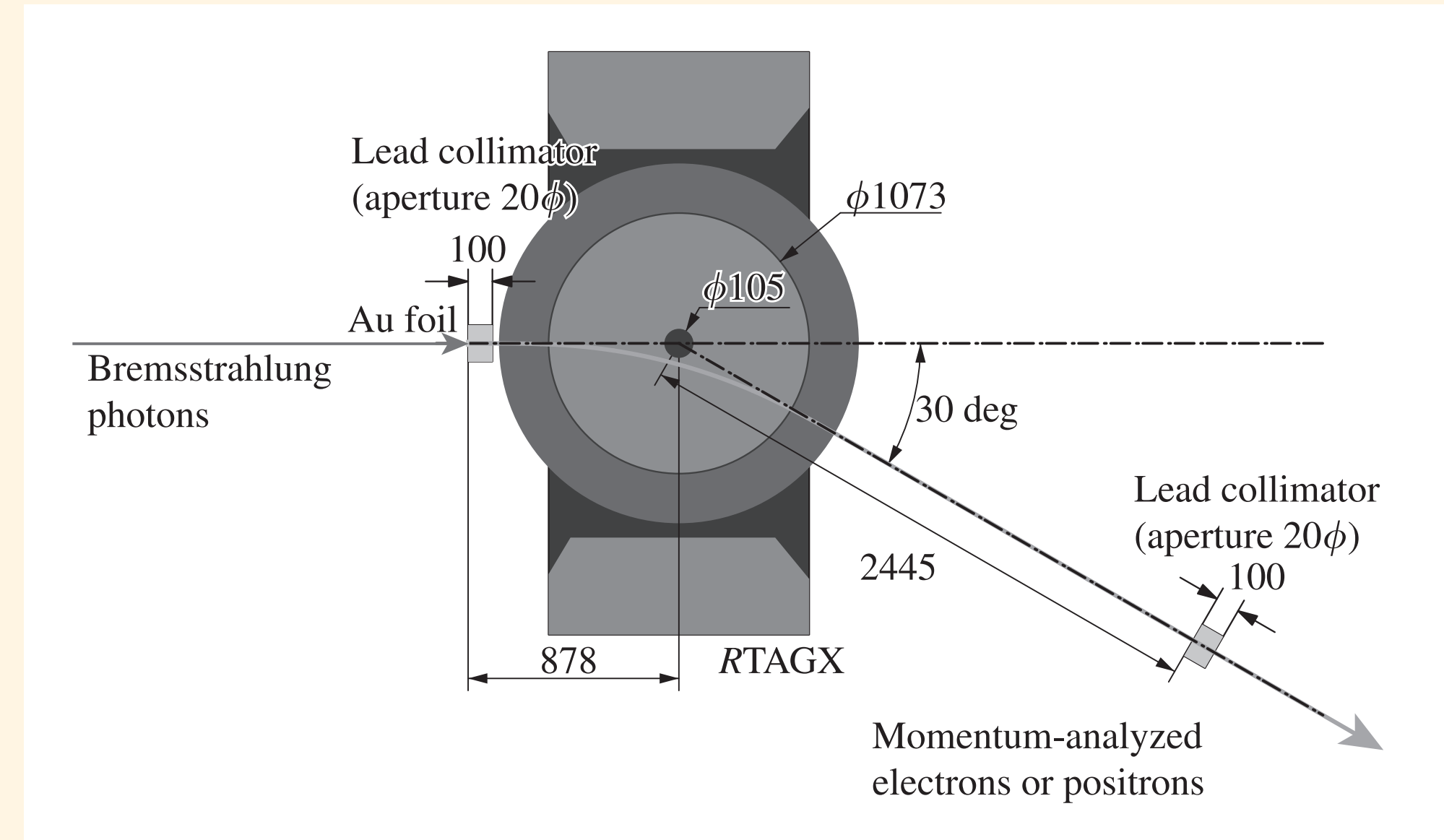
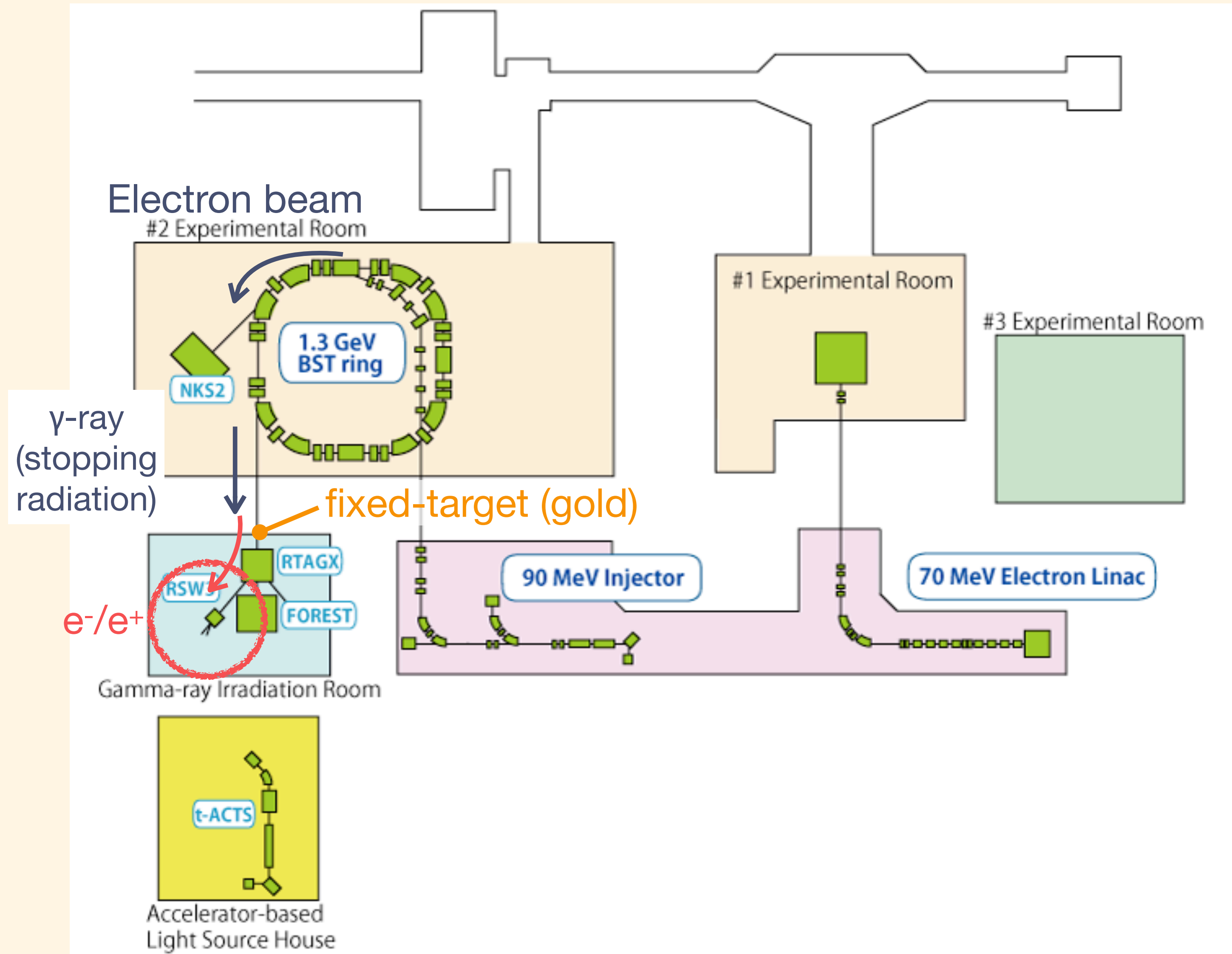
<sup>[1]</sup>T. Ishikawa, 電子・陽電子ビームライン III, GeV- $\gamma$  解析ノート **HD No. 392E** (2015).



**backup**

# Research Center for **EL**ectron **PH**oton Science (ELPH)

[NIM A 694 \(2012\) 348](#)





# Beam features@ELPH GeV- $\gamma$ area

## Electron test beam

Beam	Beam line	Maximum beam energy
Positron / Electron	$\pm 30$ deg	$\sim 840$ MeV
Positron	-23 deg	$\sim 1000$ MeV

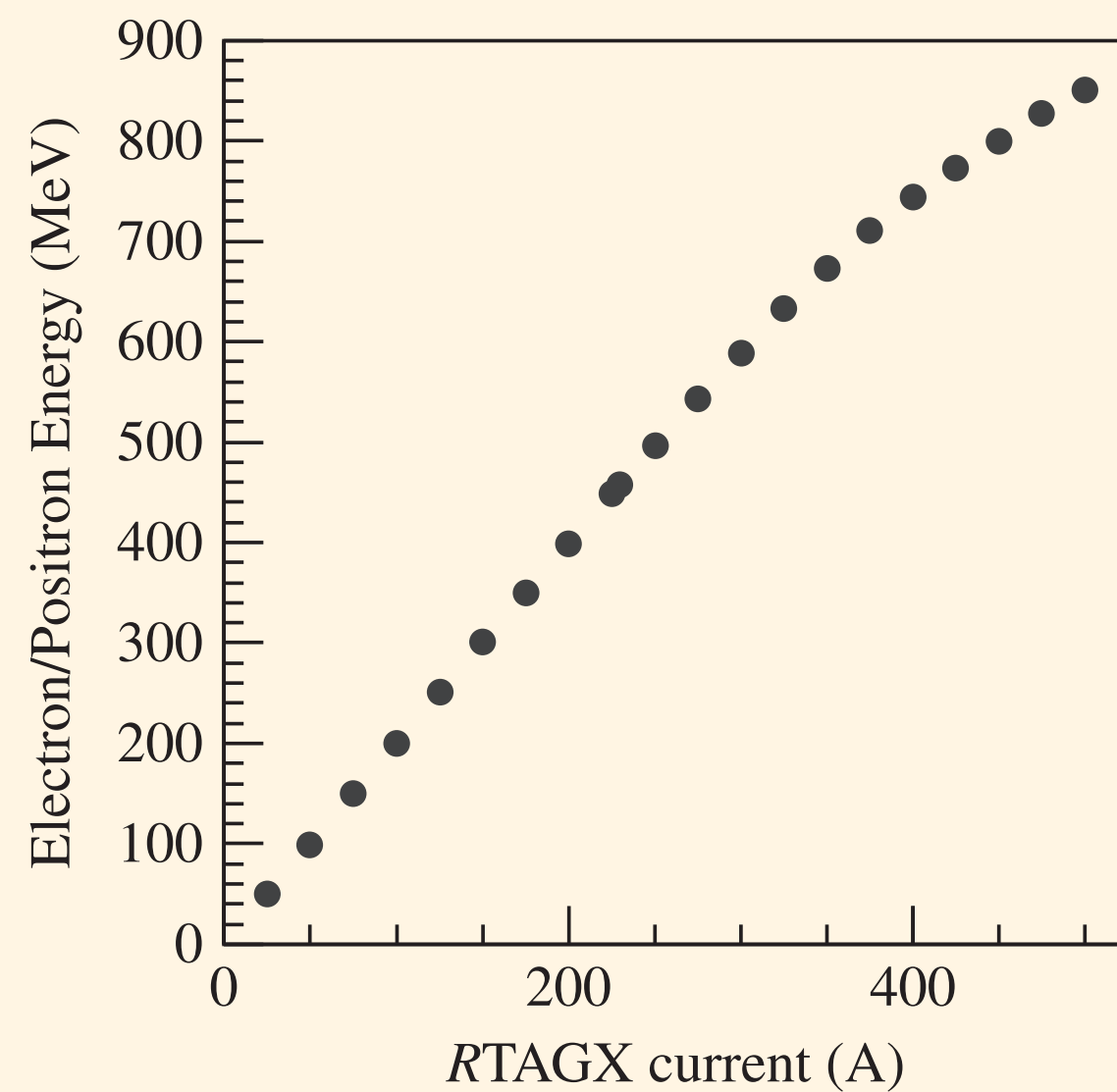
[HomePage](#)

## Tagged gamma-ray beam

Beam line	Energy Range (R <sub>int</sub> Energy: 1.3 GeV)	# of Bins	Intensity	Duty
BST-Tagger-I	0.8 ~ 1.26 GeV	160	TBC	$\sim 60\%$ (NKS2)
BST-Tagger-II	0.9 ~ 1.25 GeV	116	TBC	$\sim 50\%$ (FOREST)

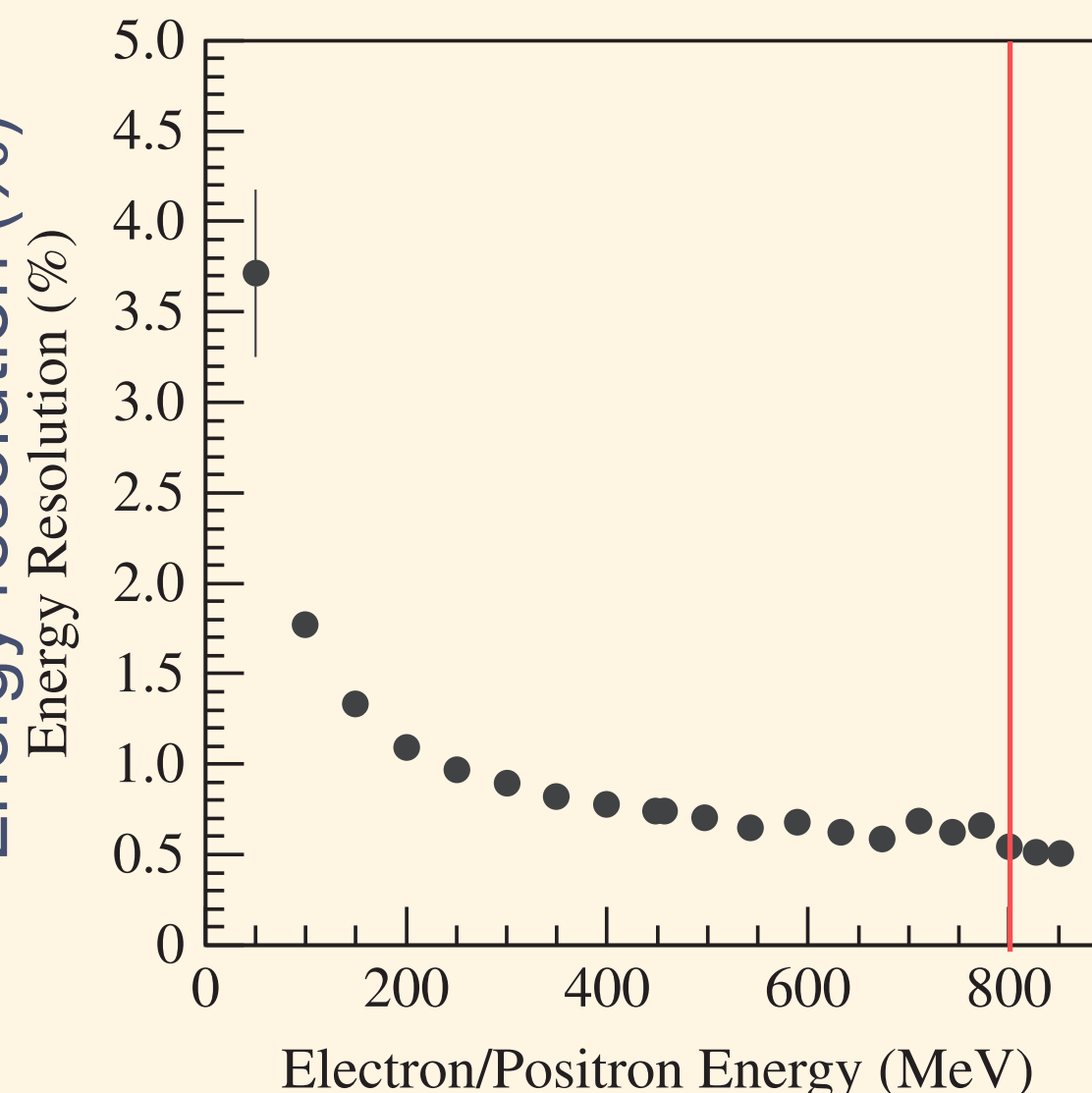
[HomePage](#)

Electron beam energy (MeV)



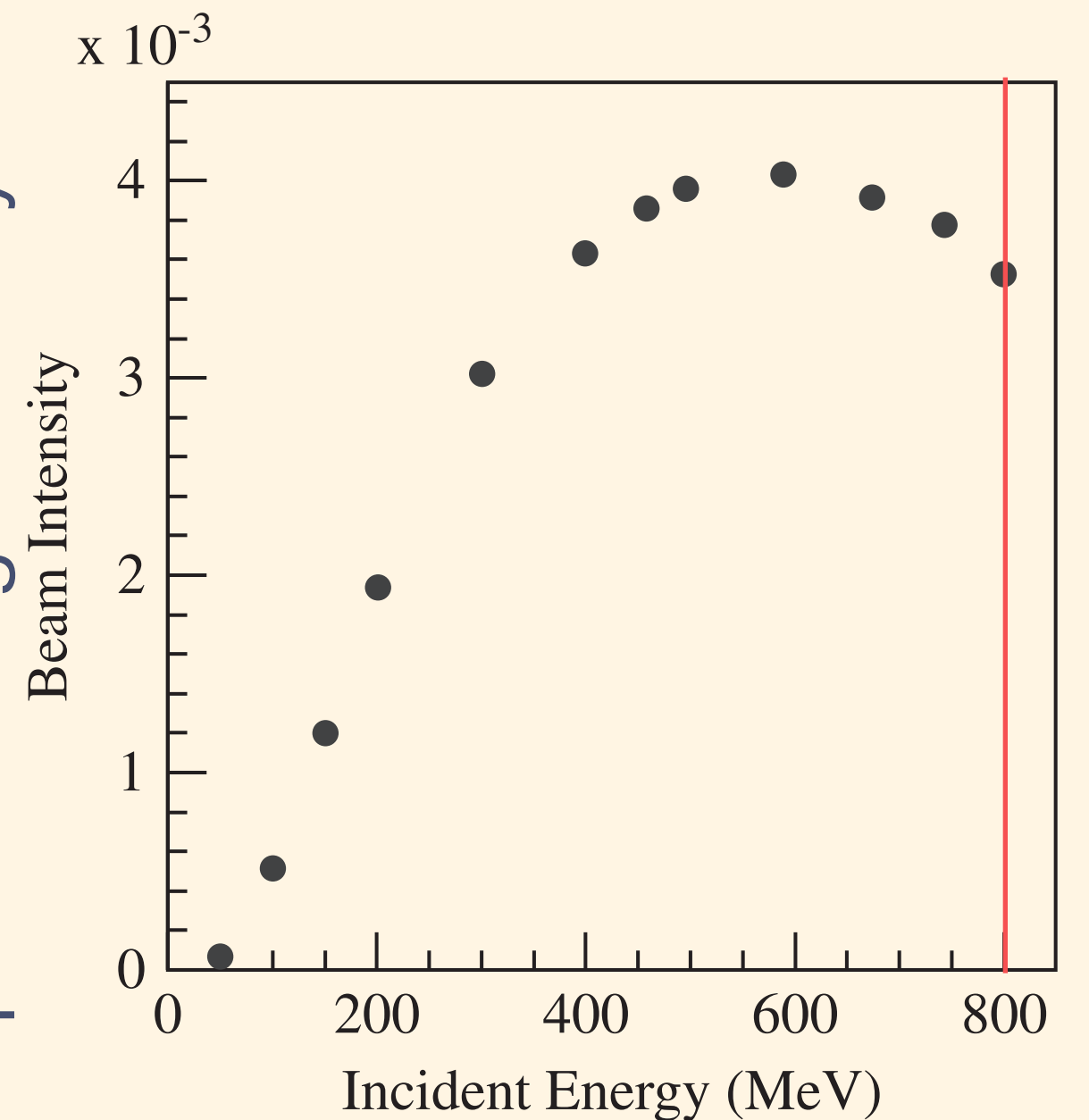
Current for the magnet (A)

Energy resolution (%)



Electron beam energy (MeV)

Electron beam intensity with respect to the gamma-ray 's



Gamma-ray energy (MeV)