

2014年4月23-24日 東北大学電子光物理学研究所ビームテスト実験報告書(プレ)
ついでにログノートの整理

概要

宮城県仙台市太白(たいはく)区三神峯(みかみね)にある電子光物理学研究センターの GeV ガンマ ビームラインを利用してストロンチウムカウンター開発のための基礎実験を行った。基本我々は光速の 99.9%以上の速度の電子(または荷電粒子)が輻射体であるシリカエアロゲルを通過した時のチェレンコフ光を測定してライトガイドにしている波長変換ファイバーの集光効率や、時間分解能、位置依存性、入射角度依存性などを調べることが目的である。またトリガーに使用するシンチレーションファイバーのシートについても同様に調べる。



図1: 電子光物理学研究所の施設内の地図。

初期 Setup

Aerogel x6

$n=1.05$ [9a-k, 8a-l, 8a-h, 8a-c, 8a-d, 10b-a]

mean index $n = 1.0491 \pm 0.0009$

mean trans. Length = 39.1 ± 1.2 mm

PMT [小型]

Tr1 : R9880U-210 BAC6772, HV1000

Tr2 : R9880U-210 BAC6774, HV1000

Tr3 : R9880U-210 BAC7244, HV1000

Tr4 : R9880U-210 BAC7245, HV1000

1ch : R9880U-210 BAC0996, HV1300

2ch : R9880U-210 BAC2397, HV1300

3ch : R9880U-20 BCA6347, HV1300

4ch : R9880U-20 BCA9435, HV1300

5ch : R9880U-210 BAC7232, HV1300

Discriminator [threshold, Width]

Tr1 : -30 mV, 10 ns

Tr2 : -30 mV, 10 ns

Tr3 : -30 mV, 10 ns

Tr4 : -30 mV, 10 ns

1ch : -20 mV, 10ns

2ch : -20 mV, 10ns

3ch : -20 mV, 10ns

4ch : -20 mV, 10ns

5ch : -20 mV, 10ns

CF Disc. : -35mV threshold, delay 2ns, width 20ns

Gate Generator [ADC gate]

200 ns

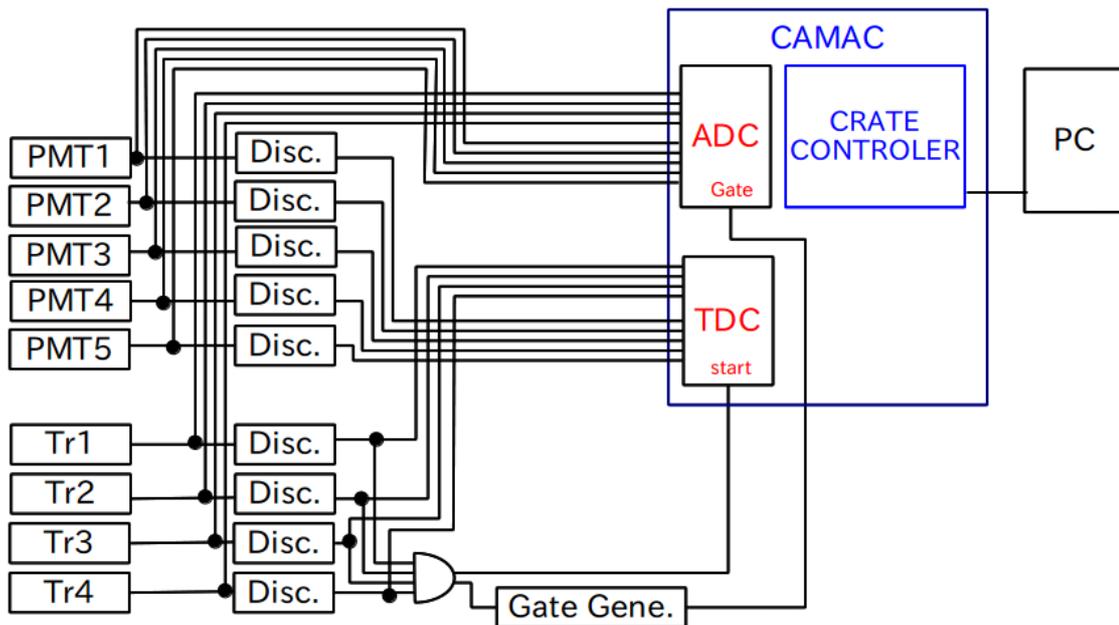


図2: データ収集回路の概念図。2つのトリガーカウンターにはそれぞれ2つずつ PMT が接続され、4つ反応したイベントを全体のトリガーにする。タイミングは 10ns の信号の Disc. Width を使用し、Coin. Level は 20ns である。CAMAC ADC および TDC により全 PMT の信号を取得する。

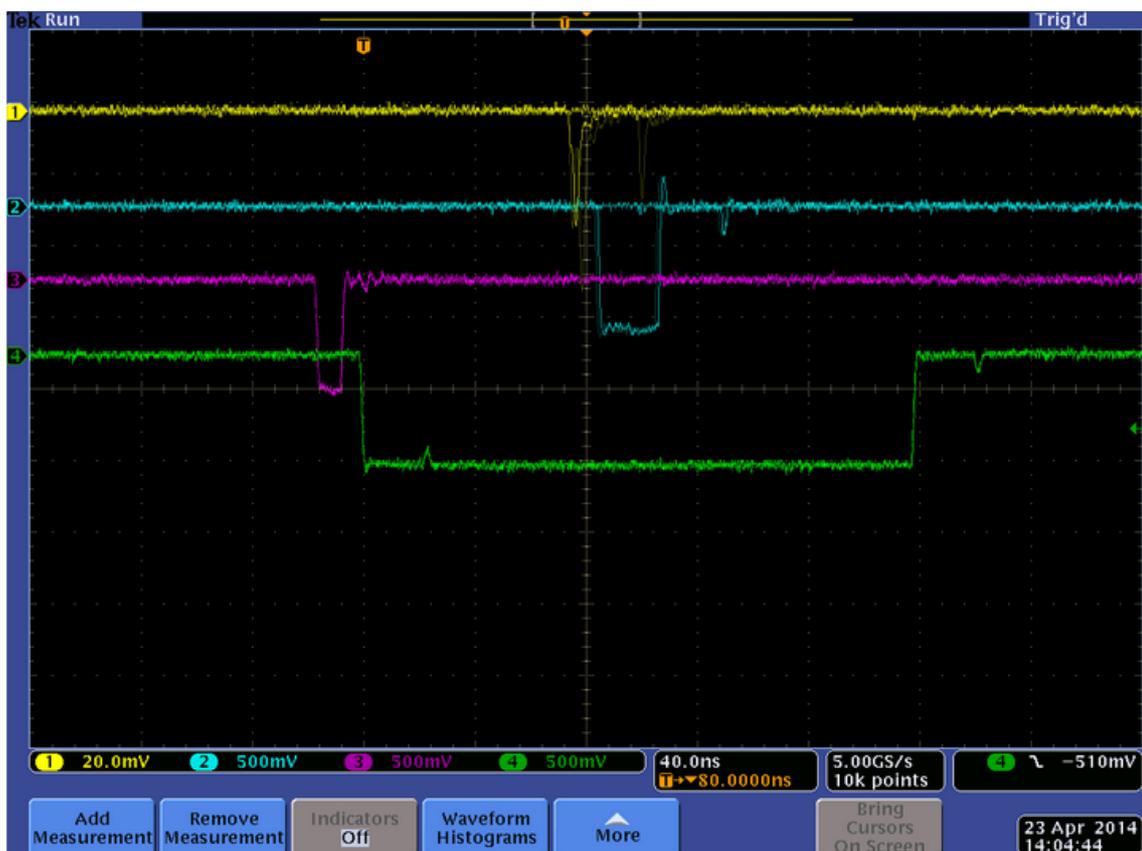


図3: CAMAC ADC および TDC で収集する信号のオシロスコープ出力。PMT 1ch の生信号 (yellow), と Disc. でのデジタル信号 (cyan), TDC start (magenta), ADC Gate (green) をそれぞれ示す。

ビームテスト実験 run number & log note

run number		aerogel Cherenkov exp			Fiber Direct Reading exp	event	time
data001	warning	Fla19 aerogel x6	Cent. Midd.	Box6	シンチファイバー 片側読出し 0.2 mm Dia. 3層	1463	19m22s
data002	warning	Fla19 aerogel x6	Cent. Midd.	Box6		2000	27m42s
data003	warning	Fla19 aerogel x6	Cent. Midd.	Box6		2000	12m13s
data004	fault	データとってない					
data005	OK	Fla19 1ch PMT 0996 → 7233	aerogel x6	Cent. Midd.	シンチファイバー 片側読出し 0.2 mm Dia. 2層	2000	10m33s
data006	OK		n=1.05	Left2 Midd.	3層	2000	11m01s
data007	OK			Left1 Midd.	1層	2000	11m16s
data008	OK			Cent. Top	1層	2000	11m10s
data009	OK			Left1 Top	2層	2000	13m14s
data010	warning	ファイバー直撃の可能性				2000	14m06s
data011	OK			Cent. Under	3層	2000	12m11s
data012	OK	Fla20 3ch PMT 6347 → 7475 4ch PMT 9435 → 7472	aerogel x6	Cent. Midd.	クリアファイバー 片側読出し 1mm Dia. 2層 垂直入射	2000	12m03s
data013	OK	Fla23			1層	2000	11m03s
data014	OK	Fla24			1層	2000	12m04s
data015	OK	Fla19 3ch PMT 7475 → 6347 4ch PMT 7472 → 9435	aerogel x6	Cent. Under	試料は同上 ビームライン上からファイバーを外した ビームライン上からファイバーを外した	2000	12m49s
data016	OK	aerogel x3	n=1.03	Cent. Midd.	hidden 1層	2000	14m14s
data017	OK	aerogel x3	n=1.08		hidden 2層	2000	11m37s
data018	OK	PMT directaerogel x6	n=1.05	Cent. Midd.	hidden 1層	5000	17m52s
data019	OK	4ch PMT → R1250-03 RA1908					
data019	OK	aerogel x3			?	3080	10m18s
data020	OK	aerogel x0			マジックでコーティング	3197	10m05s
data021	OK	Fla19 4ch PMT → 9435	aerogel x0		setup同上	3025	9m56s
data022	OK	Fla19	aerogel x3			3082	10m13s
data023	OK	Fla20 3ch PMT 6347 → 7475 4ch PMT 9435 → 7472	aerogel x3	Cent. Midd.		3094	10m38s
data024	OK		hidden	Cent. Midd.		3077	10m25s
data025	OK		hidden	Left1 Midd.	シンチファイバー 0.2mm Dia. 片側読出し 3層 CF Disc.	3058	10m27s
data026	OK		hidden	Left2 Midd.	2層 CF Disc.	3000	9m56s
data027	OK		hidden	Cent. Under	1層 CF Disc.	3000	10m22s
data028	OK			Cent. Under	setup同上	3000	10m13s
data029	OK			Left1 Under		3000	9m58s
data030	OK			Left2 Midd.		3000	10m05s
data031	OK			Left1 Midd.		3000	10m32s
data032	OK	Fla32 3ch PMT 7475 → 6347 4ch PMT 7472 → 9435	aerogel x12	Cent. Midd.		3000	10m34s
data033	OK			Left1 Midd.		3000	10m52s
data034	OK			Left2 Midd.		3000	10m35s
data035	OK			Cent. Under1		3000	10m34s
data036	OK			Left1 Under1		3000	11m12s
data037	OK			Left2 Under1		3000	11m12s
data038	OK			Cent. Under2		3000	11m07s
data039	OK			Left1 Under2		3000	11m31s
data040	OK			Left2 Under2		3000	10m54s
data041	warning				クリアファイバー 1mm Dia. 2層 -25.0 deg. CF Disc.	3000	6m02s
data042	warning				-27.5 deg. CF Disc.	3000	6m12s
data043	warning				-30.0deg. Disc. th-20mV	3000	6m03s
data044	fault						
data045	fault						
data046	OK				クリアファイバー 1mm Dia. 2層 35.0 deg. Disc. th-20mV	3000	5m57s
data047	OK				32.5 deg.	3000	6m10s
data048	OK				30.0 deg.	3000	6m03s
data049	OK				27.5 deg.	3000	6m06s
data050	OK				25.0 deg.	3000	5m59s
data051	OK				22.5 deg.	3000	5m52s
data052	OK				20.5 deg.	3000	6m13s
data053	OK				クリアファイバー 1mm Dia. 2層 30.0 deg.	3000	6m36s
data054	OK				25m fiber Trigger 100ns Delay Event少ない	421	?
data055	OK				25.0 deg.	3000	6m25s
data056	OK				20.0 deg.	3000	6m35s
data057	OK				35.0 deg.	6550	?

解析の準備: log note の整理, 今回の測定でわかるもの

解析 1 ... エアロゲル 6 枚でのチェレンコフ光比較 fiber vs. direct

- 005 ... Fla19 [BYOR, 10 cm x 6 cm]
- 012 ... Fla20 [BBYY, 10cm x 6 cm]
- 013 ... Fla23 [BY, 10cm x 6 cm]
- 014 ... Fla24 [BBYY, 10cm x 6 cm, 表面 PVAL コーティング]
- 032 ... Fla32 [BYOR + BYOR, 10cm x 6 cm (x2)]
- 018 ... Direct PMT [R1250-03]

解析 2 ... ビーム入射位置依存性, Fla19 [BYOR, 10 cm x 6 cm], aerogel (x6)

- 005 ... Center, Middle
- 006 ... Left 2, Middle
- 007 ... Left 1, Middle
- 008 ... Center, Top
- 009 ... Left 1, Top
- 010 ... Center, Under
- 011 ... Left 1, Under
- 015 ... Center, Under

解析 3 ... エアロゲル 0,3,6 枚でのチェレンコフ光比較 fiber vs. direct

- 005 ... Fla19 [BYOR, 10 cm x 6 cm], aerogel (x6)
- 022 ... Fla19 [BYOR, 10 cm x 6 cm], aerogel (x3)
- 021 ... Fla19 [BYOR, 10 cm x 6 cm], aerogel (x0)
- 018 ... Direct PMT [R1250-03], aerogel (x6)
- 019 ... Direct PMT [R1250-03], aerogel (x3)
- 020 ... Direct PMT [R1250-03], aerogel (x0)

解析 4 ... エアロゲル 3 枚で屈折率の違いによるチェレンコフ光比較

- 016 ... Fla19, aerogel (1.03)
- 022 ... Fla19, aerogel (1.05)
- 017 ... Fla19, aerogel (1.08)

解析 5 ... ビーム入射位置依存性, Fla32 [BYOR + BYOR, 10 cm x 6 cm (x2)], aerogel (x12)

- 032 ... Center, Middle
- 033 ... Left 2, Middle
- 034 ... Left 1, Middle
- 035 ... Center, under 1
- 036 ... Left 1, under 1
- 037 ... Left 2, under 1
- 038 ... Center, under 2
- 039 ... Left 1, under 2
- 040 ... Left 2, under 2

解析 6 ... ビーム直撃イベント, Fla20 [BBYY, 10 cm x 6 cm], aerogel (x3)

- 023 ... Center, Middle
- 024 ... Center, Middle, hidden
- 031 ... Left 1, Middle
- 025 ... Left 1, Middle, hidden
- 030 ... Left 2, Middle
- 026 ... Left 2, Middle, hidden

028 ... Center, under
027 ... Center, under, hidden

解析 7 ... シンチファイバー, 0.2mm 直径の評価

1層 ... 007, 008
2層 ... 005, 009
3層 ... 006, 010

解析 8 ... シンチファイバー, 0.2mm 直径の評価, CF Disc.使用

1層 ... 027
2層 ... 026
3層 ... 025

解析 9 ... クリアファイバー, 1mm 直径、垂直入射

1層 ... 012, 013
2層 ... 011,

解析 10 ... クリアファイバー, 1mm 直径、直撃させない

1層 ... 014
2層 ... 015

解析 11 ... クリアファイバー, 1mm 直径、垂直入射, 遮光イベント

1層 ... 016, 018
2層 ... 017
2層、マジックでコーティング ... 020

解析 12 ... クリアファイバー, 1mm 直径、2層, 入射角度依存性

35.0 deg. ... 046
32.5 deg. ... 047
30.0 deg. ... 048
27.5 deg. ... 049
25.0 deg. ... 050
22.5 deg. ... 051
20.0 deg. ... 052

解析 13 ... クリアファイバー, 1mm 直径、2層, 入射角度依存性, 25m Attenuation

35.0 deg. ... 057
30.0 deg. ... 053
25.0 deg. ... 055
20.0 deg. ... 056

解析手法はいくつかあり、それぞれ試みて使用方法に応じて評価する。

1. トリガーに関しては条件を課さない
2. トリガー ADC で十分光ったイベントのみ
3. 2に加えて、TDC でタイミングが揃っているイベント以外カット

実験で使用したエアロゲルの平均屈折率と平均透過長

aerogel x6 data005-015, 018

	index	trans. Length [mm]
9a-k	1.0479	40.1
8a-l	1.0496	40.5
8a-h	1.0494	38.3
8a-c	1.0486	37.6
8a-d	1.0487	38.4
10b-a	1.0504	39.9
	1.0491	39.1
	0.0009	1.2

aerogel x3 data019,022

	index	trans. Length [mm]
9a-k	1.0479	40.1
8a-l	1.0496	40.5
8a-h	1.0494	38.3
	1.0490	39.6
	0.0009	1.2

aerogel x3 data023-031

	index	trans. Length [mm]
8a-g	1.0495	38.0
9a-o	1.0489	37.5
9a-j	1.0485	37.3
	1.0490	37.6
	0.0005	0.4

aerogel x3 data016

n=1.03

	index	trans. Length [mm]
JESU1-8a	1.0367	39.8
JESU1-7a	1.0369	43.5
JESU1-8b	1.0366	43.4
	1.0367	42.2
	0.0002	2.1

aerogel x3 data017

n=1.08

	index	trans. Length [mm]
PDR8-6b	1.0749	42.4
PDR8-5b	1.0753	40.6
PDR8-4b	1.0762	42.1
	1.0755	41.7
	0.0007	1.0

aerogel x12 Data032-040

	index	trans. Length [mm]
8a-g	1.0495	38.0
9a-j	1.0485	37.3
9a-o	1.0489	37.5
8a-h	1.0494	38.3
9a-h	1.0474	40.7
9a-k	1.0479	40.1
8a-l	1.0496	40.5
8a-c	1.0486	37.6
8a-d	1.0487	38.4
9a-p	1.0490	37.0
10b-a	1.0504	39.9
8b-d	1.0484	38.3
	1.0489	38.6
	0.0008	1.3