

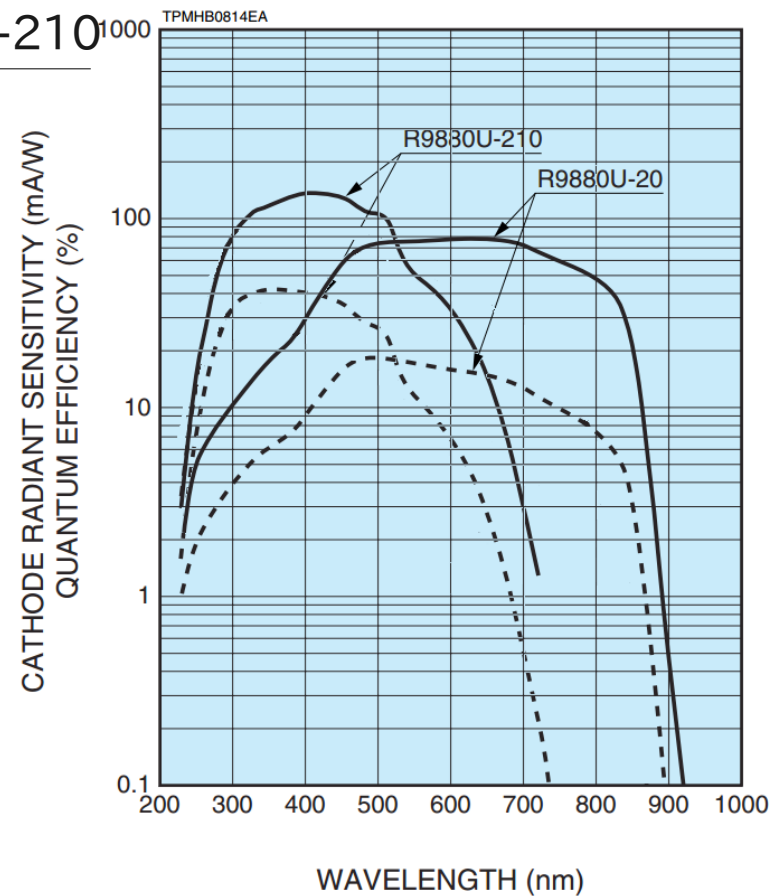
PMT Calibration

R9880U-210	… (x19)
-20	… (x5)
H1161 (R329)	… (x1)
H6410 (R329-02)	… (x1)
H6528	… (x1)
R1250-03	… (x1)

計28個

2014.04.08
H. ITO

PMT Calibration 1



外形:直径16mm

有効エリア:直径8mm

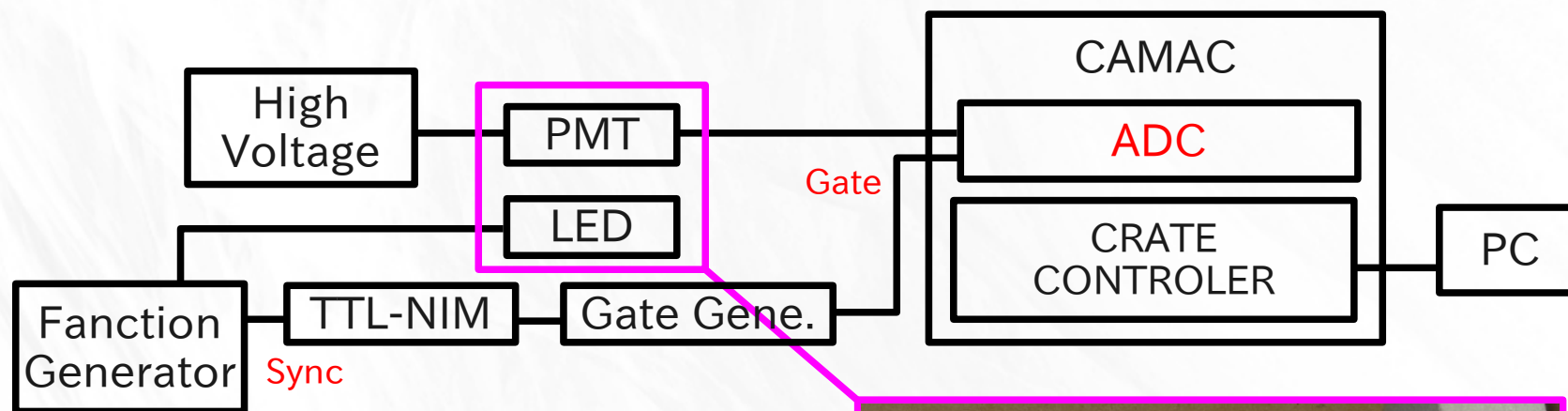
千葉大在庫 R9880U-20 (x 5)

R9880U-210 (x 17 + 故障 x 1)

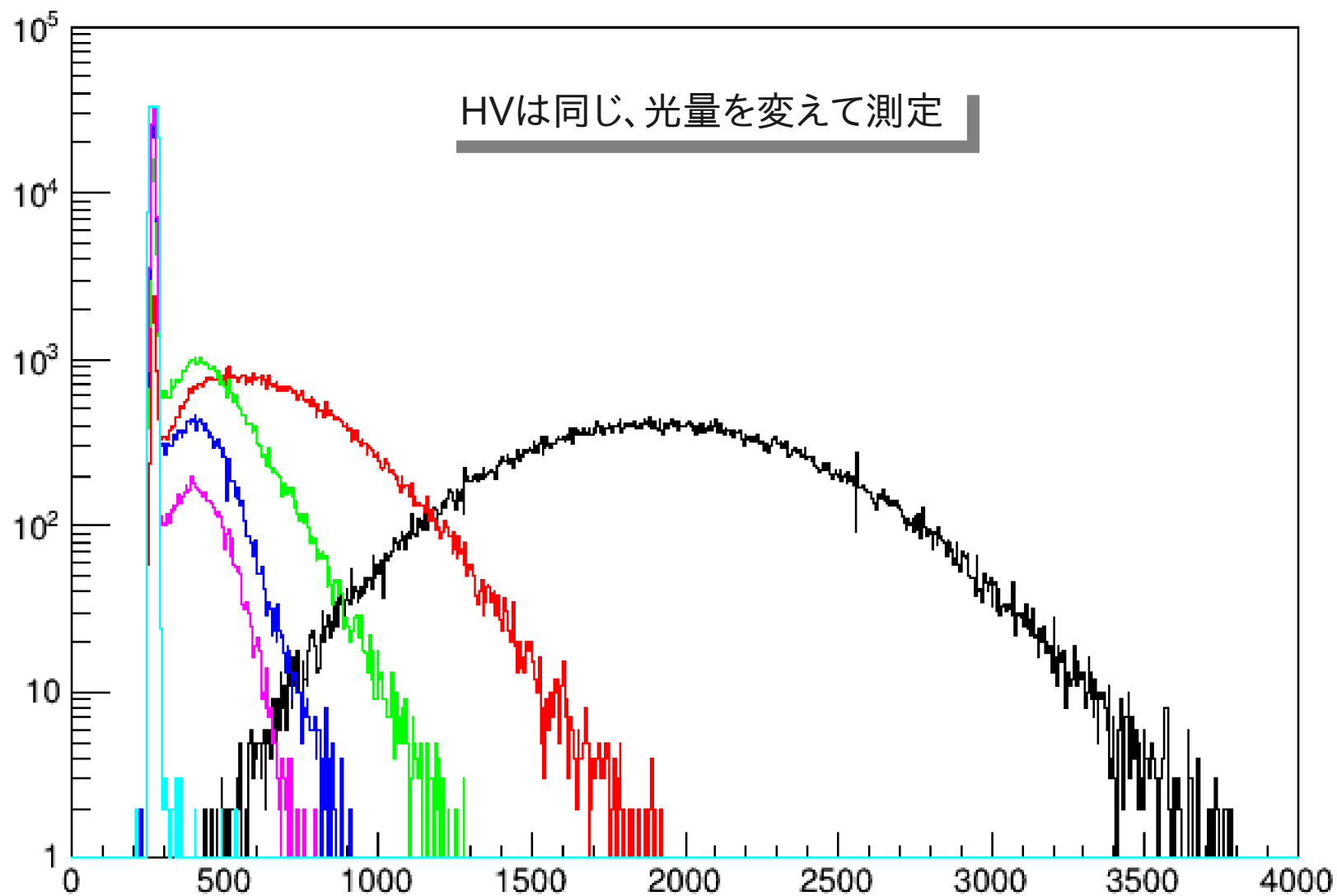
※2014.04.08現在

PMT Calibration 1

回路



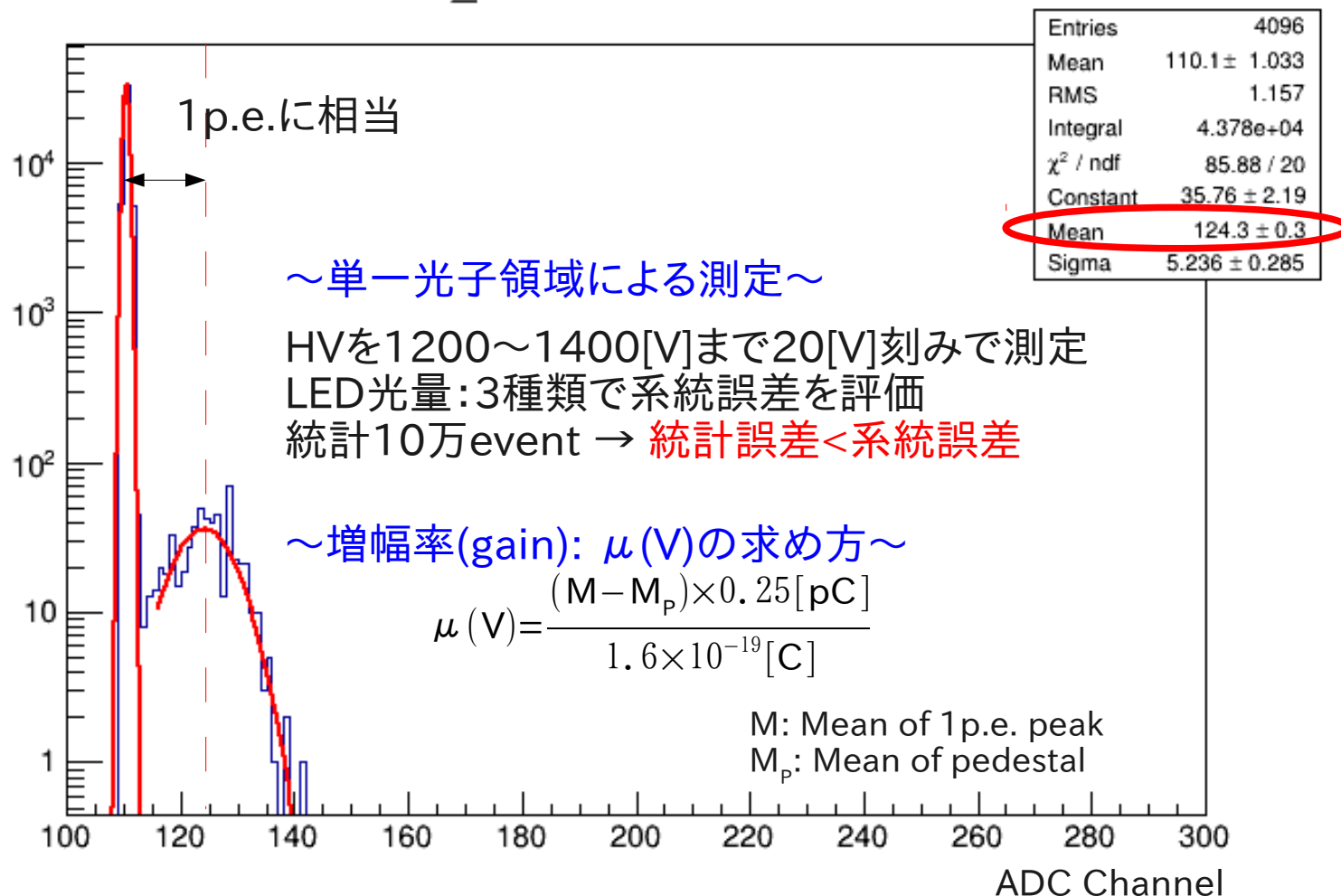
LED365nm PMT H1161 RA6964



PMT Calibration 1

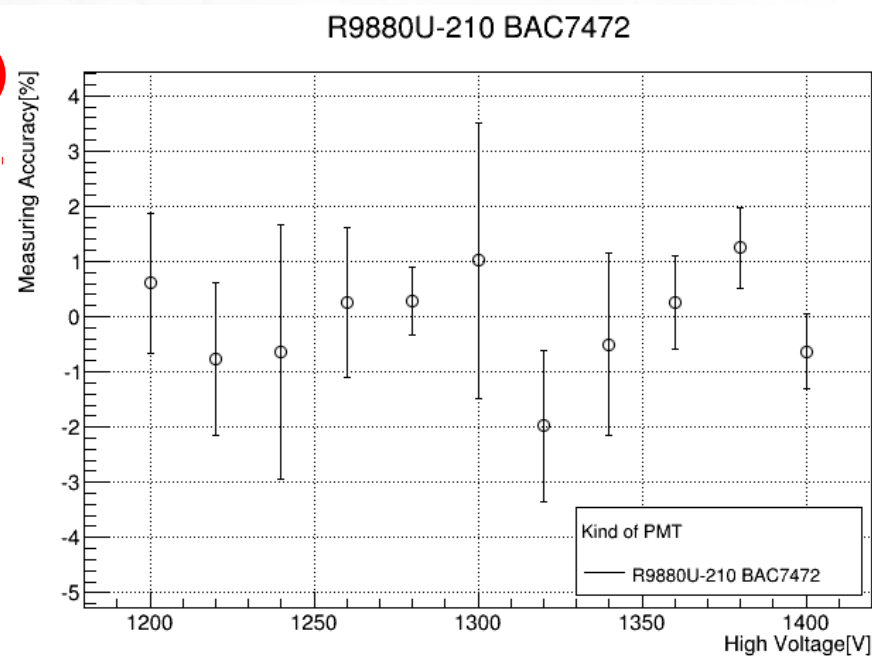
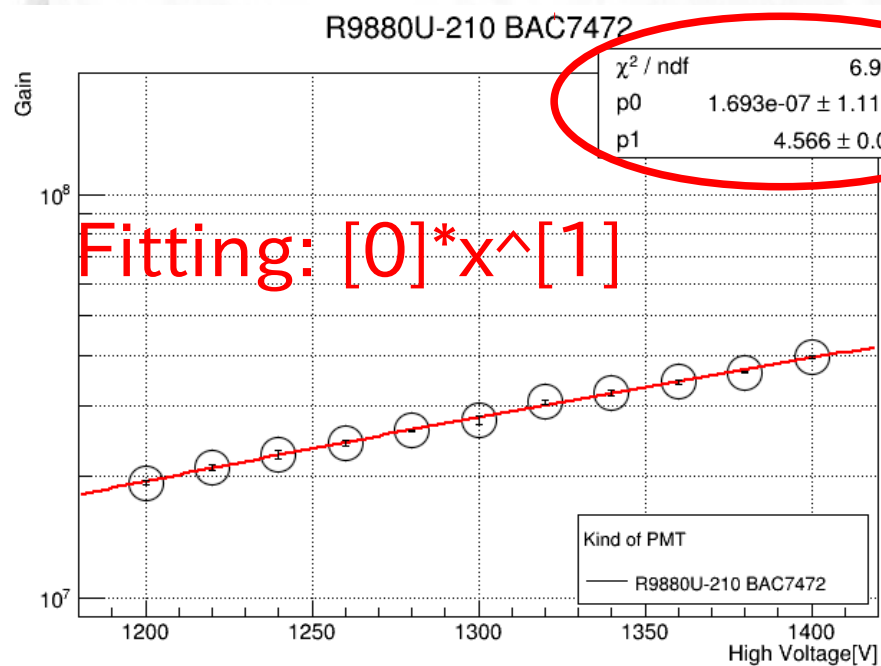
analysis: HV-Gain Curve

R9880U-210_BAC0996 hv1240led1.44.dat



PMT Calibration 1

Result: HV-Gain Curve



HV fluctuation $\sim 5\%$
Fitting accuracy $< 5\%$

PMT Calibration 1

Result: HV-Gain Curve

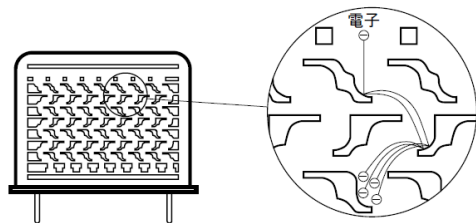
二次電子放出比 δ はダイノード間の電圧 E の関数であり、次の式で表される。

$$\delta = a \times E^k$$

ここで a は定数、 k は電極の構造・材質で決まる。

光電子増倍管の第ノードの数を n とすると、等分割デバイダの場合、ゲイン μ の印可電圧 V に対する変化は次式になる。

$$\mu = (a \times E^k)^n = a^n \left(\frac{V}{n+1} \right)^{kn} = A \times V^{kn}$$



$k \sim 0.4$

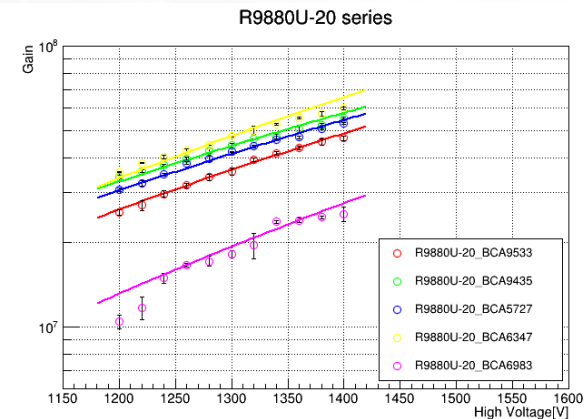
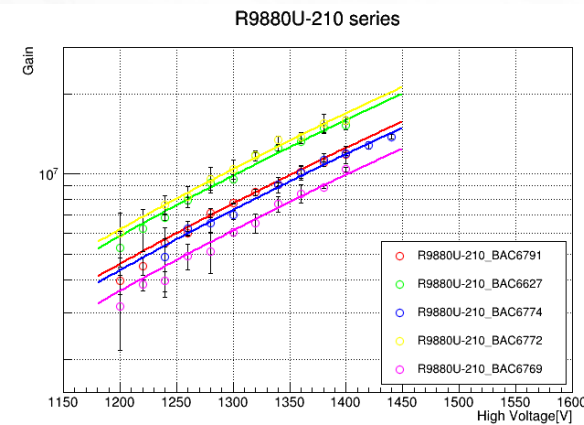
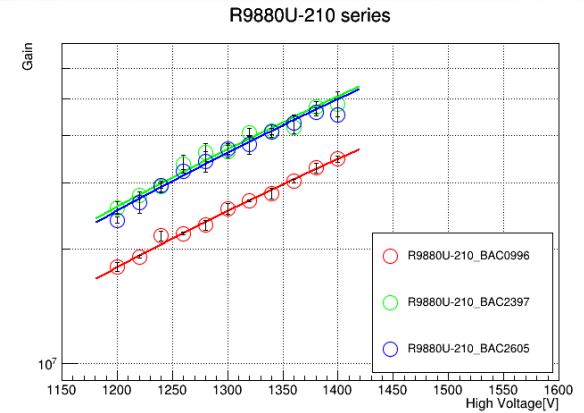
$n = 10$

$k \sim 0.6$

$n = 10$

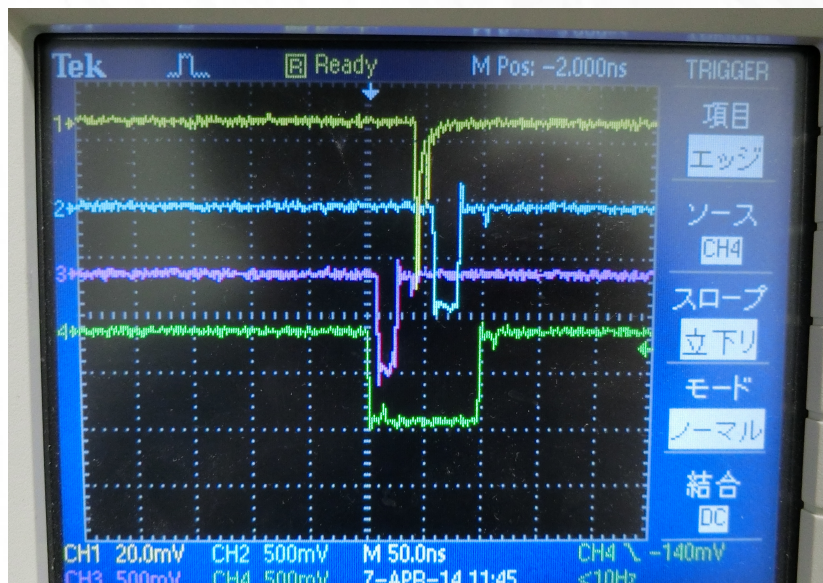
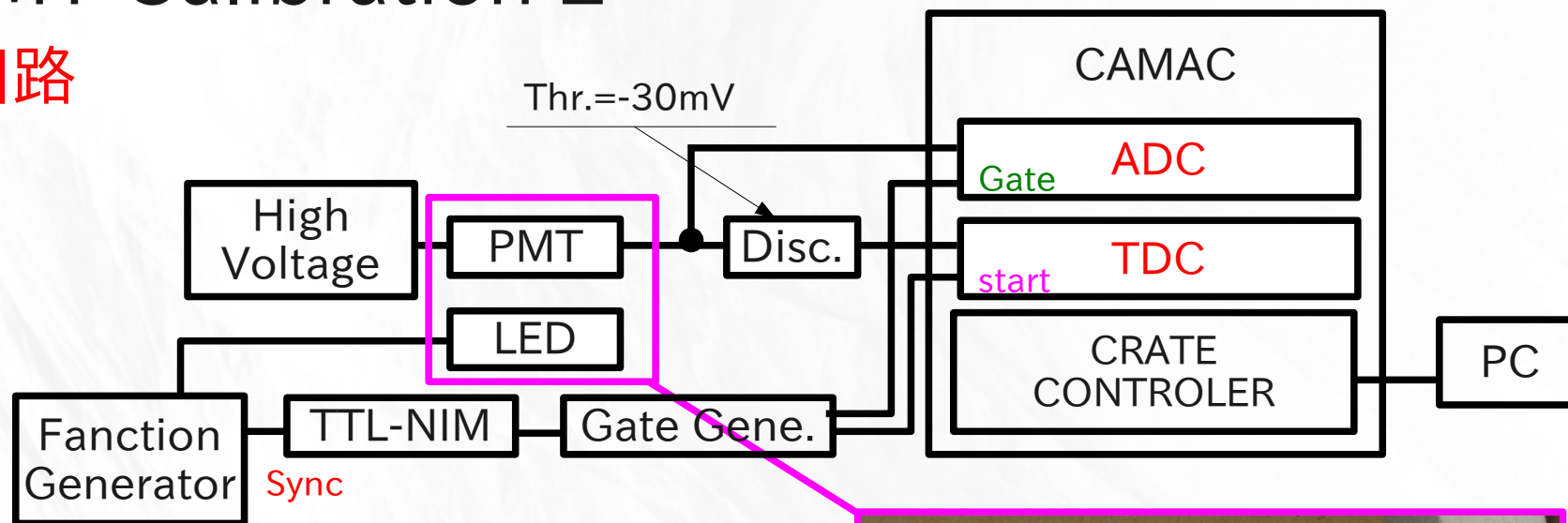
$k \sim 0.4$

$n = 10$



PMT Calibration 2

回路



PMT Calibration 2

Analysis: Dividing test

PMT Supply Voltage: 1300V

	Serial	Normal	Divided	ratio
R9880U-210	BAC0996	2.6E+07	1.2E+07	0.48
	BAC2397	3.6E+07	1.6E+07	0.44
	BAC7232	1.8E+07	9.0E+06	0.50
	BAC7233	2.1E+07	9.9E+06	0.48
	BAC7472	2.8E+07	1.2E+07	0.44
	BAC7475	3.5E+07	1.5E+07	0.42
	BAC7484	3.8E+07	1.6E+07	0.43
	BAC7486	3.0E+07	1.4E+07	0.47
R9880U-20	BCA6347	4.8E+07	2.4E+07	0.50
	BCA9345	4.4E+07	2.4E+07	0.54

PMT Calibration 2

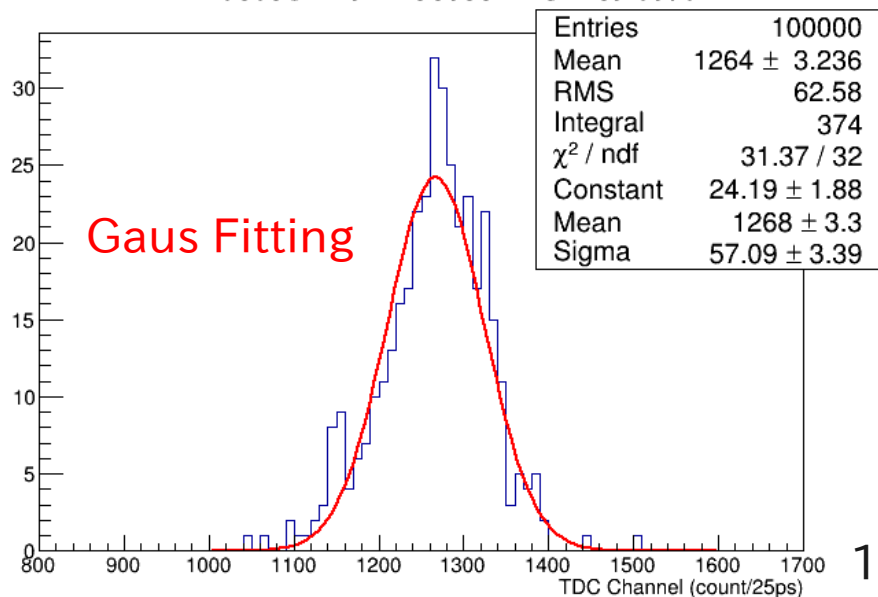
Analysis: Timing test

R9880Uシリーズ

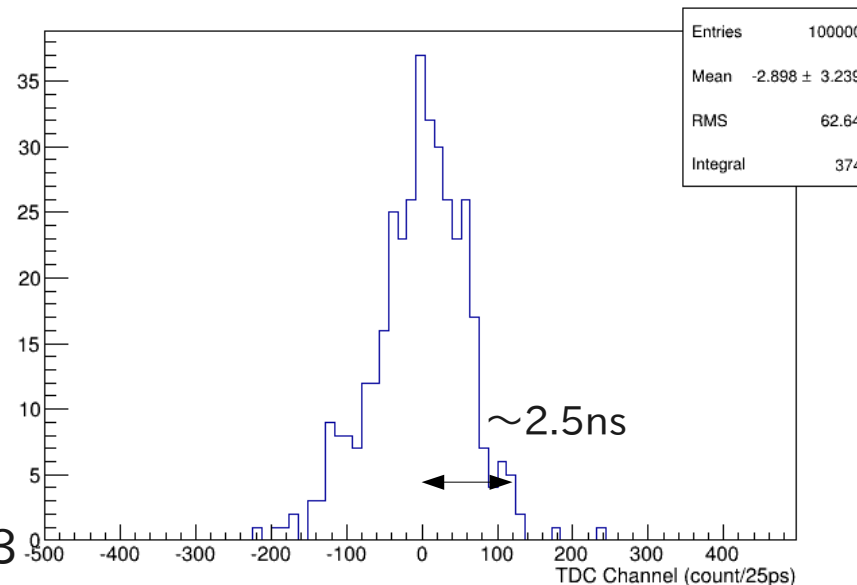
Anode to Cathode Supply Voltage (V)	Anode Characteristics					Operating Ambient Temperature (°C)	Storage Temperature (°C)	Type No.			
	Luminous		Gain Typ.	Dark Current (After 30 min)					Time Response		
	Min. (A/m)	Typ. (A/m)		Typ. (nA)	Max. (nA)				Rise Time Typ. (ns)	Transit Time Typ. (ns)	TTS Typ. (ns)
1000	100	400	2.0×10^6	1	10	-30 to +50	-80 to +50	R9880U-01			
1000	350	1000	2.0×10^6	10	100			R9880U-20			
1000	80	210	2.0×10^6	1	10			R9880U-110			
1000	100	270	2.0×10^6	1	10			R9880U-210			

data sheet @HAMAMATSU

PMT R9880U-210 BAC0996 TDC Distribution

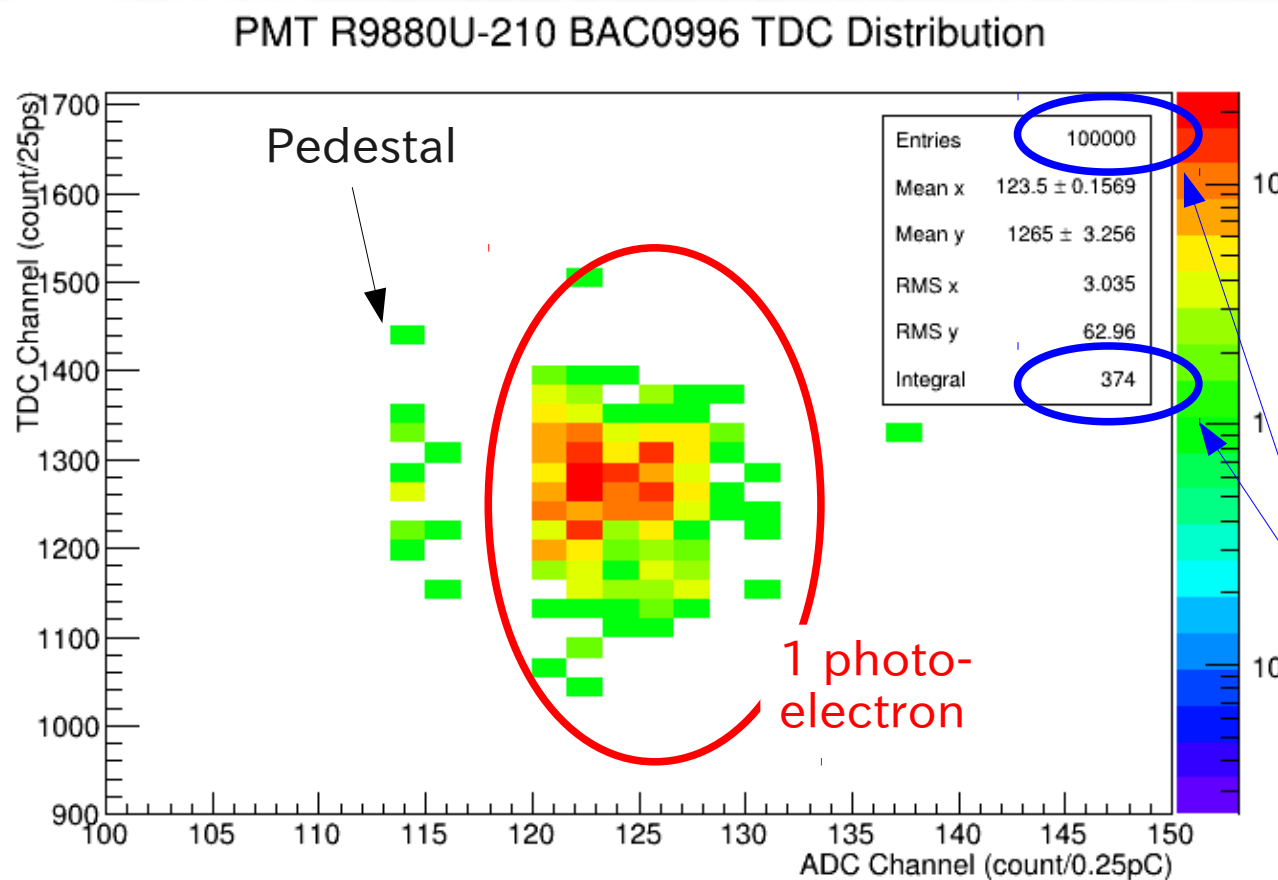


PMT R9880U-210 BAC0996 TDC Distribution



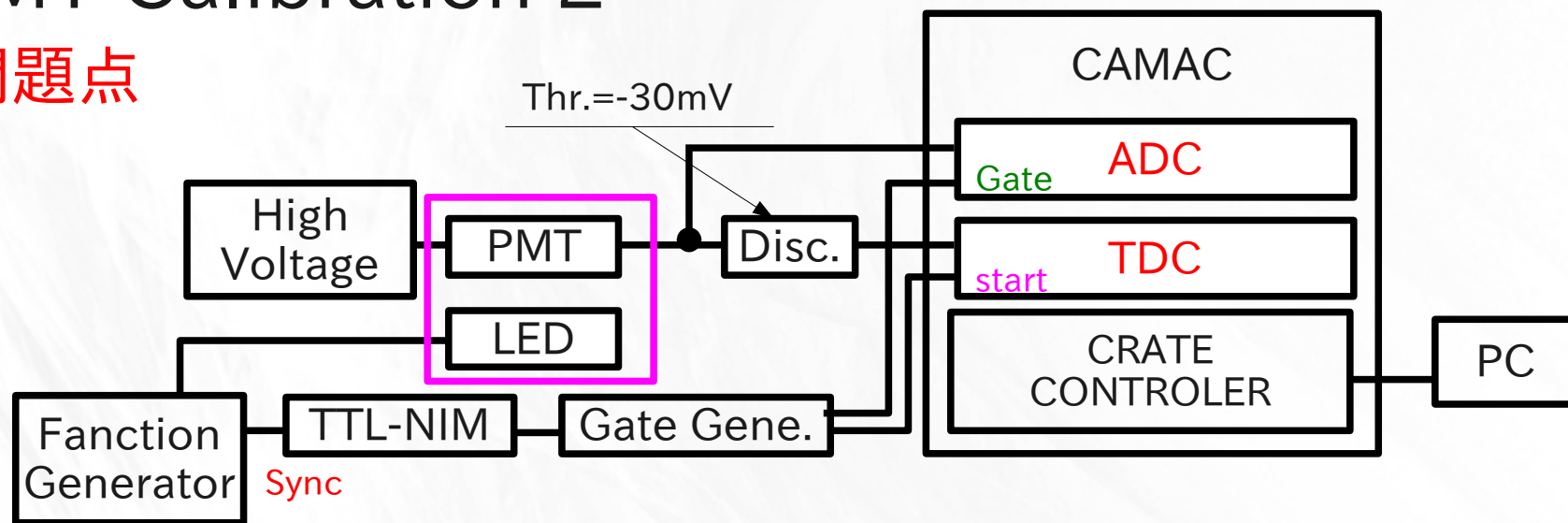
PMT Calibration 2

Analysis: ADC + TDC

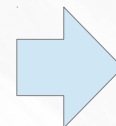


PMT Calibration 2

問題点



Disc.のthresholdが高い:-30mV
>>しきい値が高いと安定しない?



しきい値を-20mVにして測定してみる

LEDに電気信号を送った時:start
>>F.G.は30nsのパルス信号をLEDに送っている
>>時間分解能評価は難しい?
>>単一光子領域ではLEDの光タイミングも揺らぐ?

東北大学電子光理学センター・ビームテスト実験計画

4/23,24に実施予定



4/9~4/19

データ収集システム
構築

暗箱、実験セットアップ
構築

ファイバーシート作成

ビームテスト計画書作成



PMT Calib.完了

PMT Calibration

まとめ

千葉大PMT在庫Calib済

R9880U-210	… (x19)
-20	… (x5)
H1161 (R329)	… (x1)
H6410 (R329-02)	… (x1)
H6528	… (x1)
R1250-03	… (x1)

計28個

- HV-Gainは揺らぎ5%の精度で評価可能。
- 信号をDivideすると、およそ半分になる。
- 時間分解能はPMTのtransit timeに依存 ~2.5 ns
- Disc.のThresholdが適正ではなかったのではないかと検証する必要がある。

Back Up

serial number	χ^2/ndf	p0	p0-error	p1	p1-error
R9880U-210 BAC0996	5.183/9	1.50E-06	2.81E-07	4.25	0.03
R9880U-210 BAC2397	8.023/9	1.24E-06	5.63E-07	4.33	0.06
R9880U-210 BAC2605	20.08/9	7.27E-07	1.53E-06	4.40	0.29
R9880U-210 BAC6627	10.67/9	2.60E-15	3.46E-16	6.93	0.02
R9880U-210 BAC6769	7.417/9	3.58E-16	4.94E-17	7.14	0.02
R9880U-210 BAC6772	4.76/8	2.10E-12	1.65E-12	6.01	0.12
R9880U-210 BAC6774	4.793/8	1.22E-13	1.64E-14	6.35	0.02
R9880U-210 BAC6791	32.21/9	1.52E-13	3.46E-14	6.33	0.03
R9880U-20 BCA5727	22.54/9	1.31E-03	1.13E-03	3.37	0.12
R9880U-20 BCA6347	134.1/9	3.15E-04	3.89E-06	3.59	0.00
R9880U-20 BCA6983	104.1/9	1.98E-08	1.65E-09	4.81	0.01
R9880U-20 BCA9435	9.476/9	5.05E-03	1.83E-03	3.19	0.05
R9880U-20 BCA9533	11.49/9	9.22E-06	1.30E-05	4.04	0.20

R9880U-210 HV-Gain

HV	BAC0996		BAC2397		BAC2605	
1200	1.80E+07	4.7E+05	2.57E+07	9.6E+05	2.39E+07	4.5E+05
1220	1.91E+07	1.5E+05	2.77E+07	2.4E+05	2.66E+07	1.7E+06
1240	2.17E+07	6.3E+05	2.93E+07	1.0E+06	2.94E+07	4.8E+05
1260	2.20E+07	1.9E+05	3.36E+07	1.8E+06	3.21E+07	3.7E+05
1280	2.32E+07	7.0E+05	3.61E+07	2.0E+06	3.41E+07	2.1E+06
1300	2.56E+07	8.0E+05	3.62E+07	1.4E+06	3.68E+07	1.2E+06
1320	2.69E+07	1.6E+05	4.07E+07	9.1E+05	3.78E+07	2.2E+06
1340	2.81E+07	9.2E+05	4.10E+07	1.6E+06	4.09E+07	8.4E+05
1360	3.03E+07	3.5E+05	4.20E+07	1.7E+06	4.32E+07	2.0E+06
1380	3.28E+07	9.6E+05	4.74E+07	1.6E+06	4.61E+07	1.1E+06
1400	3.46E+07	7.0E+05	4.84E+07	3.6E+06	4.53E+07	2.0E+06

R9880U-210 HV-Gain

HV	BAC6627		BAC6769		BAC6772		BAC6774		BAC6791	
1200	5.27E+06	8.1E+05	3.16E+06	1.0E+06	5.99E+06	1.15E+06			3.95E+06	4.4E+05
1220	6.22E+06	1.1E+06	3.82E+06	1.8E+05	7.66E+06	6.09E+05			4.51E+06	3.5E+05
1240	6.84E+06	1.6E+05	3.95E+06	3.4E+05	8.22E+06	7.51E+05			5.50E+06	1.9E+05
1260	7.93E+06	2.4E+05	4.89E+06	5.4E+05	9.55E+06	1.07E+06	4.86E+06	1.43E+06	5.98E+06	9.0E+04
1280	9.26E+06	5.9E+05	5.11E+06	9.0E+05	1.04E+07	8.68E+05	6.24E+06	3.97E+05	7.12E+06	3.0E+05
1300	9.57E+06	3.3E+05	6.03E+06	2.0E+05	1.17E+07	3.17E+05	6.54E+06	5.46E+05	7.76E+06	2.8E+04
1320	1.17E+07	5.1E+05	6.51E+06	5.3E+05	1.34E+07	4.93E+05	7.03E+06	2.75E+05	8.53E+06	2.2E+05
1340	1.25E+07	3.2E+05	7.71E+06	5.3E+05	1.37E+07	6.52E+05	9.10E+06	6.34E+05	9.13E+06	1.4E+05
1360	1.32E+07	1.6E+05	8.41E+06	6.7E+05	1.55E+07	1.26E+06	1.01E+07	6.02E+05	1.02E+07	5.7E+05
1380	1.49E+07	6.0E+05	8.91E+06	9.8E+04	1.59E+07	5.15E+05	1.13E+07	6.50E+05	1.10E+07	1.2E+05
1400	1.53E+07	6.3E+05	1.04E+07	2.0E+05			1.19E+07	1.27E+05	1.18E+07	9.1E+05
1420							1.28E+07	4.18E+05		
1440							1.38E+07	2.93E+05		

R9880U-20

HV	BCA5727		BCA6347		BCA6983		BCA9435		BCA9533	
1200	3.08E+07	4.7E+05	3.55E+07	6.0E+04	1.04E+07	5.9E+05	3.41E+07	4.1E+05	2.55E+07	5.0E+05
1220	3.24E+07	6.1E+05	3.83E+07	1.6E+05	1.17E+07	1.1E+06	3.58E+07	3.2E+05	2.70E+07	1.1E+06
1240	3.48E+07	4.6E+05	4.02E+07	5.1E+05	1.49E+07	6.1E+05	3.76E+07	3.3E+05	2.97E+07	7.9E+05
1260	3.83E+07	5.3E+05	4.23E+07	6.6E+05	1.66E+07	2.3E+05	3.97E+07	3.8E+05	3.18E+07	6.9E+05
1280	3.96E+07	8.1E+05	4.44E+07	1.6E+04	1.71E+07	7.0E+05	4.22E+07	8.8E+05	3.40E+07	1.0E+06
1300	4.19E+07	2.0E+05	4.76E+07	7.2E+04	1.81E+07	5.6E+05	4.42E+07	8.1E+05	3.57E+07	1.1E+06
1320	4.38E+07	4.6E+05	5.00E+07	1.7E+06	1.95E+07	2.0E+06	4.65E+07	1.3E+05	3.93E+07	4.9E+05
1340	4.63E+07	2.2E+05	5.27E+07	3.7E+05	2.36E+07	2.0E+05	4.75E+07	8.6E+05	4.13E+07	6.1E+05
1360	4.72E+07	6.1E+05	5.55E+07	3.7E+05	2.39E+07	4.7E+05	5.07E+07	1.4E+06	4.32E+07	6.1E+05
1380	5.07E+07	3.4E+05	5.73E+07	1.1E+06	2.45E+07	2.3E+05	5.20E+07	9.1E+05	4.55E+07	1.2E+06
1400	5.29E+07	3.3E+05	5.99E+07	7.4E+05	2.51E+07	1.5E+06	5.54E+07	3.8E+05	4.69E+07	8.1E+05

H1161

HV	RA6964	
2100	1.70E+07	4.4E+05
2200	2.44E+07	1.4E+05
2300	3.30E+07	1.8E+06
2400	4.67E+07	9.8E+05
2500	5.97E+07	1.6E+06
2600	7.60E+07	2.4E+06
2700	9.92E+07	3.5E+06
2800	1.17E+08	2.8E+06
2900	1.52E+08	9.2E+06
3000	1.82E+08	4.8E+06

	H11284-100		
	RA0251		
HV	gain	stat-error	sys-error
1800	2.13E+07	2.37E+04	6.88E+04
1850	2.57E+07	2.92E+04	1.5E+05
1900	3.07E+07	3.06E+04	2.8E+05
1950	3.75E+07	3.07E+04	4.0E+05
2000	4.18E+07	3.70E+04	1.9E+05
2050	4.70E+07	4.28E+04	1.1E+06
2100	5.35E+07	4.55E+04	6.9E+05
2150	6.31E+07	5.03E+04	9.8E+05
2200	6.97E+07	5.64E+04	3.8E+05
2250	7.77E+07	6.30E+04	2.1E+05
2300	8.67E+07	7.19E+04	2.7E+05

	H6258			H6258		
	LA0286			LA0286		
HV	gain	stat-error	sys-error	gain	stat-error	sys-error
1800	2.28E+07	2.07E+04	3.03E+05	1.53E+07	2.12E+04	2.14E+05
1900	4.19E+07	3.43E+04	7.3E+05	2.35E+07	4.04E+04	6.1E+05
2000	7.22E+07	5.19E+04	5.7E+05	4.38E+07	4.41E+04	7.8E+05
2100	1.16E+08	9.70E+04	7.7E+05	6.12E+07	8.24E+04	9.7E+05
2200	1.86E+08	1.55E+05	4.4E+06	9.50E+07	1.22E+05	2.5E+06
2300	2.97E+08	2.64E+05	2.2E+06	1.41E+08	2.07E+05	7.8E+05
2400	4.62E+08	5.02E+05	4.5E+06	2.06E+08	3.06E+05	3.4E+06
2500	6.78E+08	1.15E+06	1.9E+07	3.07E+08	4.95E+05	3.7E+06
2600	1.02E+09	2.12E+06	1.5E+07	4.42E+08	1.03E+06	3.5E+06
2700	1.54E+09	1.73E+06	2.6E+07	6.37E+08	1.53E+06	2.1E+07
2800	2.15E+09	2.33E+06	1.6E+07	8.60E+08	2.77E+06	2.7E+06