



TGC勉強会  
12.13

M1:菊池 美雪

## 低電圧の電源供給の内訳

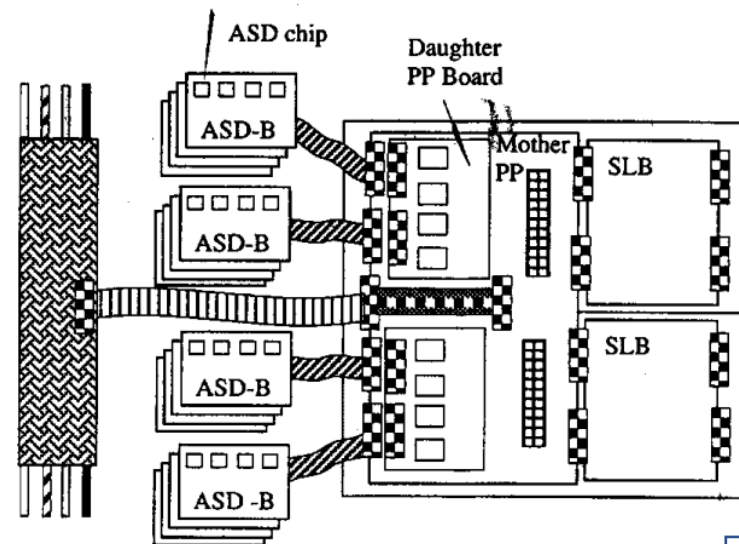
TGC全体: 45 kW

各チャンネル: 89 mW

デジタル電源: 30 mW(PP,SLB用)

アナログ電源: 59 mW

{ +3V: 83%  
-3V: 17%

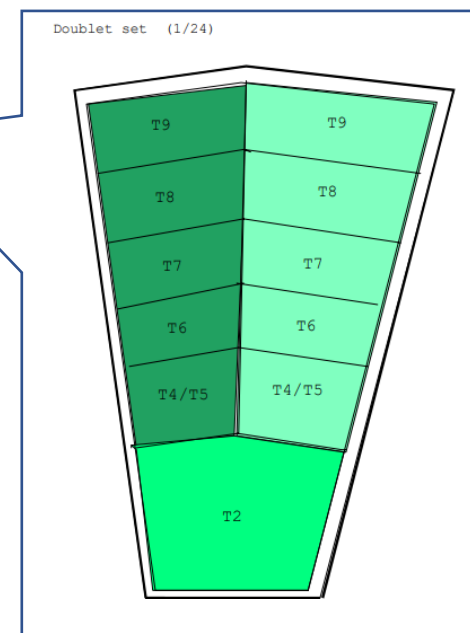


1セット(=1/24 sub-wheel)あたり3台の電源を分割して供給

各ボードの電力供給量は以下の通り

Board	ASD-B	PP	SLB	H-p <sub>T</sub>	Read-out	DCS	TTC	Uncert ainty	Total
Power	59mW/ch	15mW/ch	15mW/ch	90W/crate	100W/crate	1 kW	2 kW	10% of all	
Nr.	321k	321k	321k	48 crates	48 crates				
Σ	18.94 kW	4.82 kW	4.82 kW	4.32 kW	4.8 kW	1 kW	2 kW	4.1 kW	48 kW

Nr.?



# 12.13.1.1 LV power consumption and currents 3/19

## 1セット当たりの電力・電流

Digital 3.3 V	Digital 3.3 V Power (W)	Analog 3 V Current (A)	Analog +3 V Power (A)	Analog Current (A)	3 V Current (A)
<b>Doublet</b>					
EW	72.84	22.07	143.25	39.82	7.89
FW	15.18	4.60	29.85	8.30	1.64
ES	38.4	11.64	75.5	20.99	4.16
FS	3.84	1.16	7.55	2.10	0.42
Total Doublet	130.26	39.47	256.18	71.21	14.11
<b>Triplet</b>					
EW	36.36	11.02	71.51	19.88	3.96
FW	10.05	3.05	19.76	5.49	1.10
ES	15.36	4.65	30.21	8.40	1.67
FS	1.92	0.58	3.78	1.05	0.21
Total Triplet	63.69	19.31	125.26	34.82	6.94
<b>Inner</b>					
EW	0.96	0.29	1.89	0.52	0.10
FW	1.92	0.58	3.78	1.05	0.21
ES	1.92	0.58	3.78	1.05	0.21
FS	11.92	0.58	3.78	1.05	0.21
Total Inner	6.72	2.04	13.22	3.67	0.73
Total	200.67	60.81	394.65	109.70	21.78

	総電力 [W]	総電流 [A]
Doublet	386	125
Triplet	189	61
Inner PS-Pack	20	6.4

## LVの電源の設計:集中供給方式と分散供給方式

### • 集中給電方式

アナログとデジタルの両方の電力をLV電源サービスステーションからPS-Packまで大きな断面を持つ4本の銅ケーブルからなる単一のバスで供給する方式である。

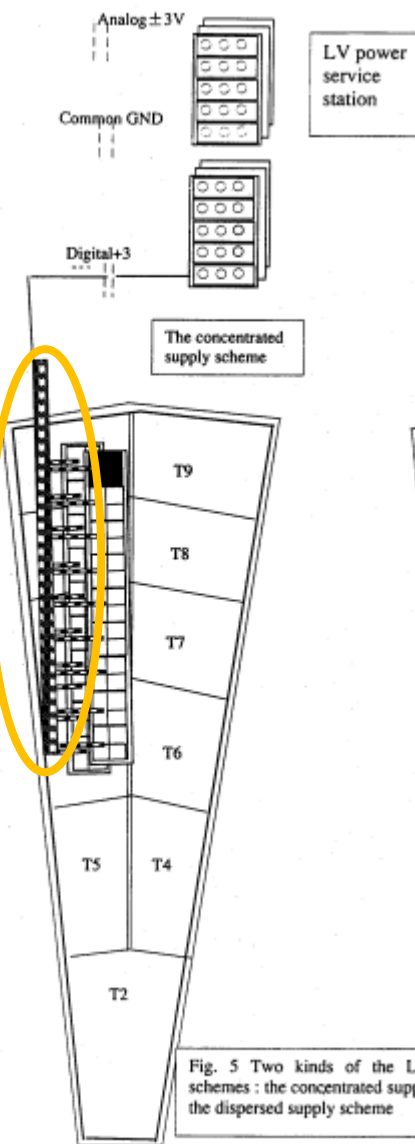


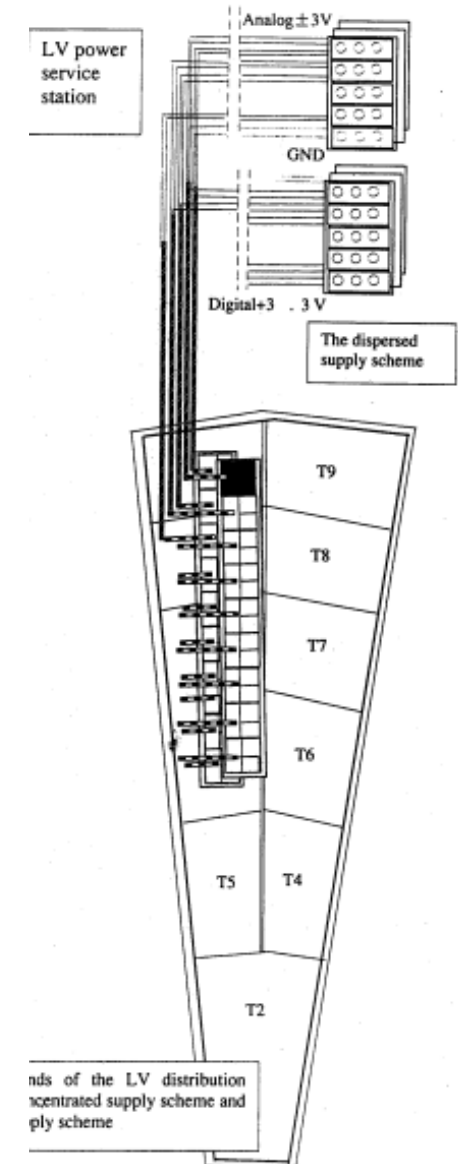
Figure 12-48 Two LV distribution schemes: concentrated (left)

## 分散型電源方式

LVサービスステーションから各パッチパネルに直接、断面積の小さな銅ケーブルで電力を供給する方式

注意点:

ダブレットには19台のLV配電があるため、4線19本のバス（デジタル電源用、アナログ電源用、グラウンド用）が必要。



**Table 12-10** Power supply modularity for the doublet and triplet in the concentrated scheme

	Power supplied module	Number of modules				Max. Power delivered by per module (W)		Actual total power (W)
		One Side		Two Sides		Digital	Analog	
		Digital	Analog	Digital	Analog			
M1	Channels	50976	50976	101952	101952	0.03	0.059	
	LV set	24	24	48	48	69.3	136.3	
	Crate	3	3	5	5	693	1363	
	Rack	1	1	1	1	3465	6815	10889
M2+M3	Channels	104208	104208	208416	208416	0.03	0.059	
	LV set	24	24	48	48	137.9	271.3	
	Crate	3	3	5	5	1379	2713	
	Rack	1	1	1	1	6895	13565	22258
Total	Channels	155184	155184	310368	310368			
	LV set	48	48	96	96			
	Crate	5	5	10	10			
	Rack	1	1	2	2			33147

# 分散型電源方式の電源のモジュール化

Table 12-11 Power supply modularity for the M1,M2+M3 and Inner wheel, dispersed power scheme.

	Power supplied module	Number of modules				Max. Power delivered by per module (W)		Actual total power (W)
		One Side		Two Sides		Digital	Analog	
		Digital	Analog	Digital	Analog			
M1	Channels	50976	50976	101952	101952	0.03	0.059	
	LV distribution	312	312	624	624	7.7	15.1	
	Crate	3	3	6	6	770	1510	
	Rack	0.6	0.6	1.2	1.2	3850	7550	10889
M2+M3	Channel	104208	104208	208416	208416	0.03	0.059	
	LV distribution	456	456	912	912	7.7	15.2	
	Crate	5	5	10	10	770	1520	
	Rack	1	1	1.6	1.6	3850	7600	22258
Total	Channel	155184	155184	310368	310368			
	LV distribution	768	768	1536	1536			
	Crate	8	8	15	15			
	Rack	1.5	1.5	3	3			33147

# 集中供給方式と分散供給方式の比較

- 2方式におけるダブルレットとトリプレットのケーブルの消費電力、銅の予算はコストを以下の表の通りである
- LVの供給分配や電源はまだ検討中

Table 12-12 Summary for power dissipation in the cable, copper weight and cost.

\* CERN cost: 18.6CHF per kg copper cable

	Supply-scheme	Power dissipation (%)		Copper (kg)	Cost* (kCHF)
		Maximum	Average		
Doublet	Concentrated	11.5	10.3	3520	65.5
	Dispersed	11.3	10.3	2767	51.5
Triplet	Concentrated	11.7	10.3	1325	24.6
	Dispersed	12.4	10.5	1206	22.4
Total	Concentrated			4845	90.1
	Dispersed			3973	73.9

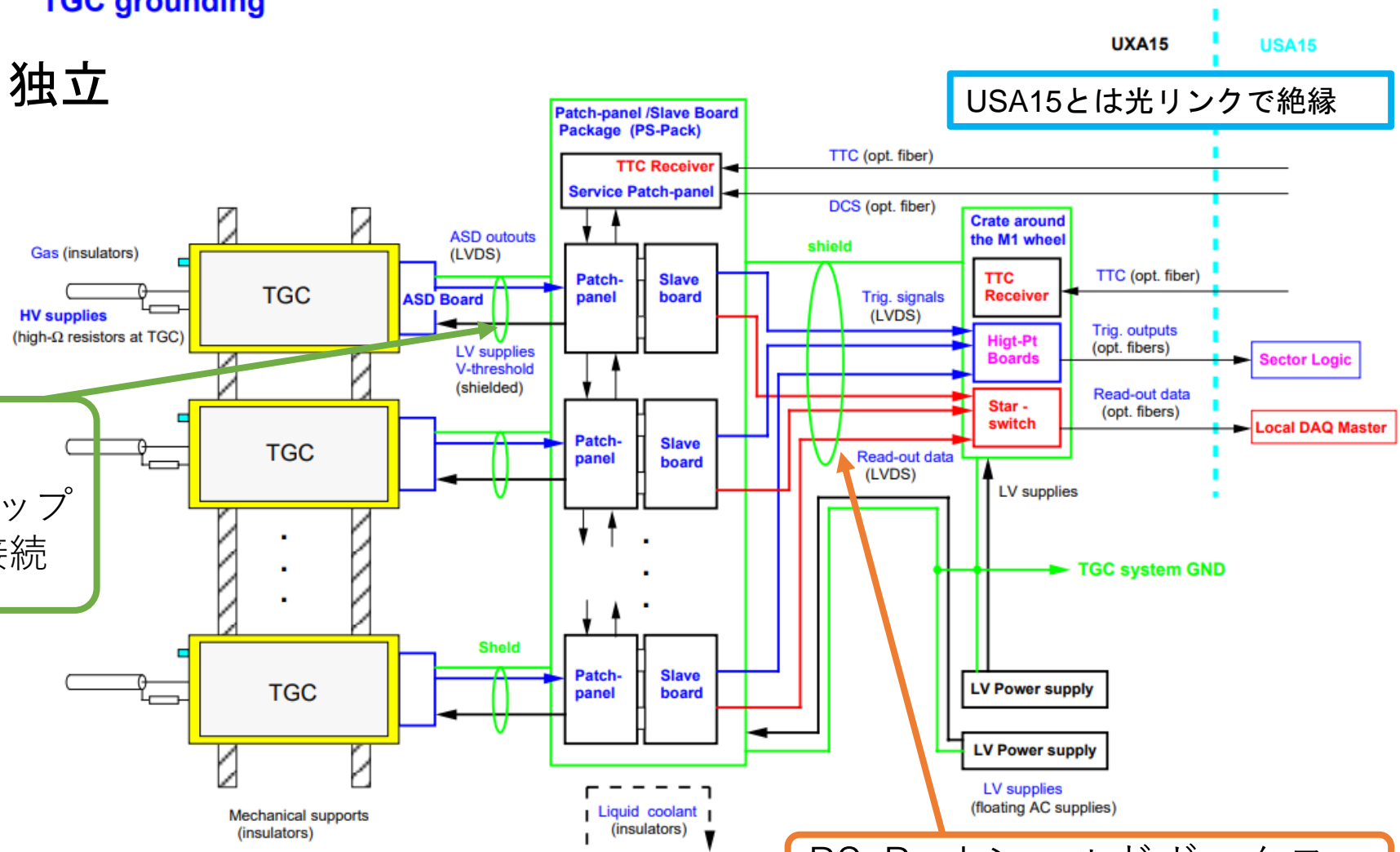
*Note: A blue arrow points from the 'Total Concentrated' Copper (kg) value (4845) to the 'Total Dispersed' Copper (kg) value (3973), with the text '+20%' next to it.*



TGCのグラウンド:  
UXA15 の他のシステムから独立

## TGC grounding

TGCのローカルグラウンド  
LVDSケーブルに沿って銅ストラップ  
でPS-Packシールドボックスに接続

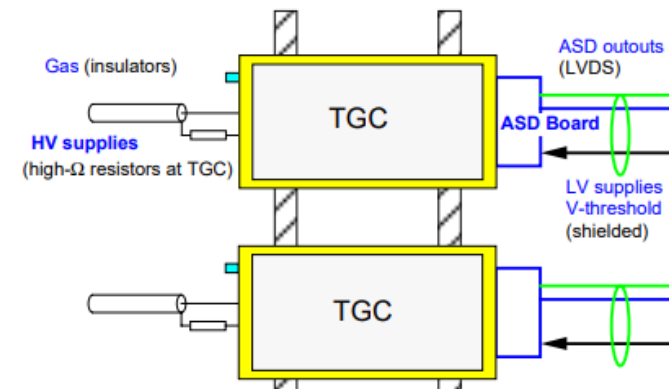


USA15とは光リンクで絶縁

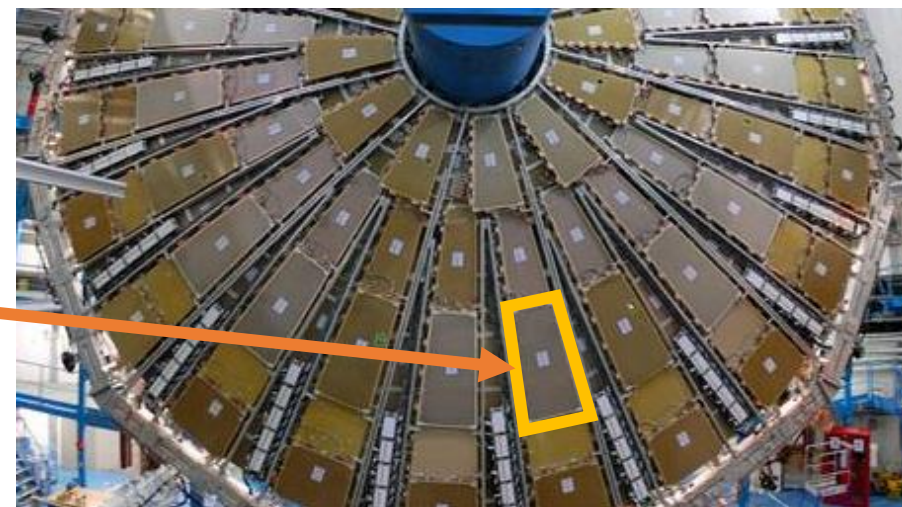
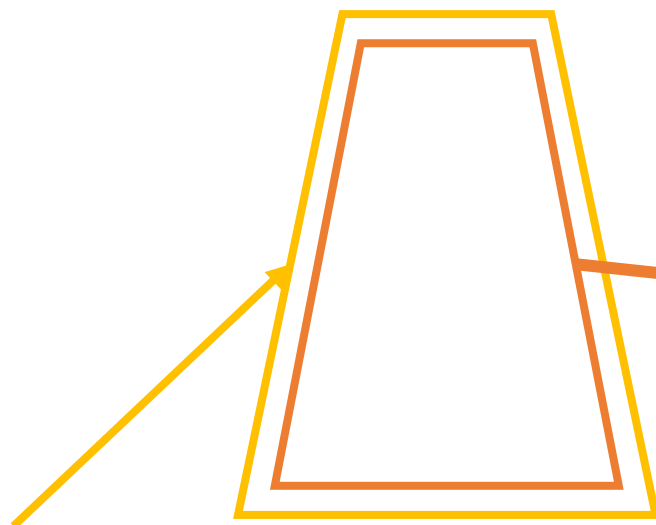
PS-Packシールドボックス  
銅ブレードによって接続

## Chamberの接地

- 接地面：ワイヤーとストリップ面と囲むように配置
- ペーパーハニカムパネル:
  - GNDプレーンの両側に接着
  - 厚さ: 5mm
  - 役割: ガス圧を調整、電気的な絶縁体



ファラデーケージ:  
接地の役割



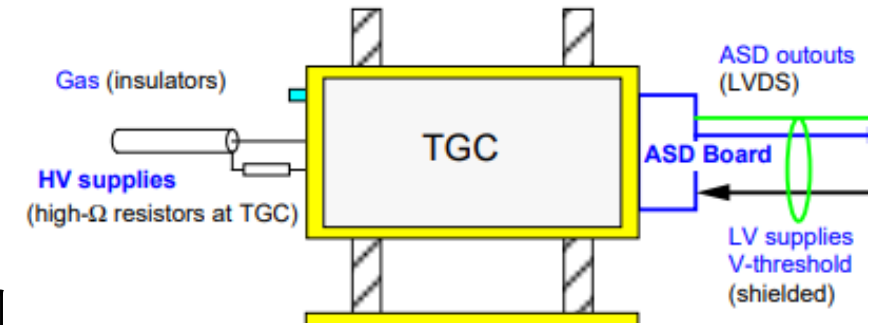
# 高電圧と低電圧電源の接地

**高電圧:** 各TGCには高電圧が供給されている。

- ・ 直列抵抗を介してチャンバーのグラウンドに接続  
直列抵抗(数キロオーム)

役割: 潜在的なグラウンドループを遮断する役割

- ・ 安全上の理由から、電源の高電圧グラウンドはフローティングされていない

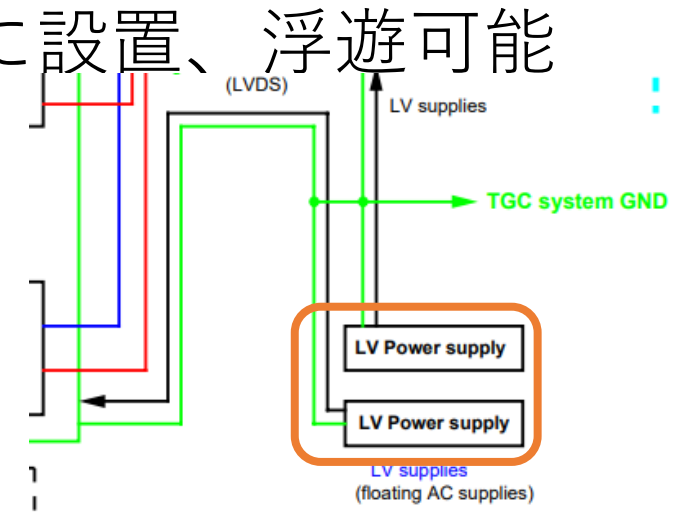


**低電圧電源:** MDTホイールのRが最大となる場所に設置、浮遊可能

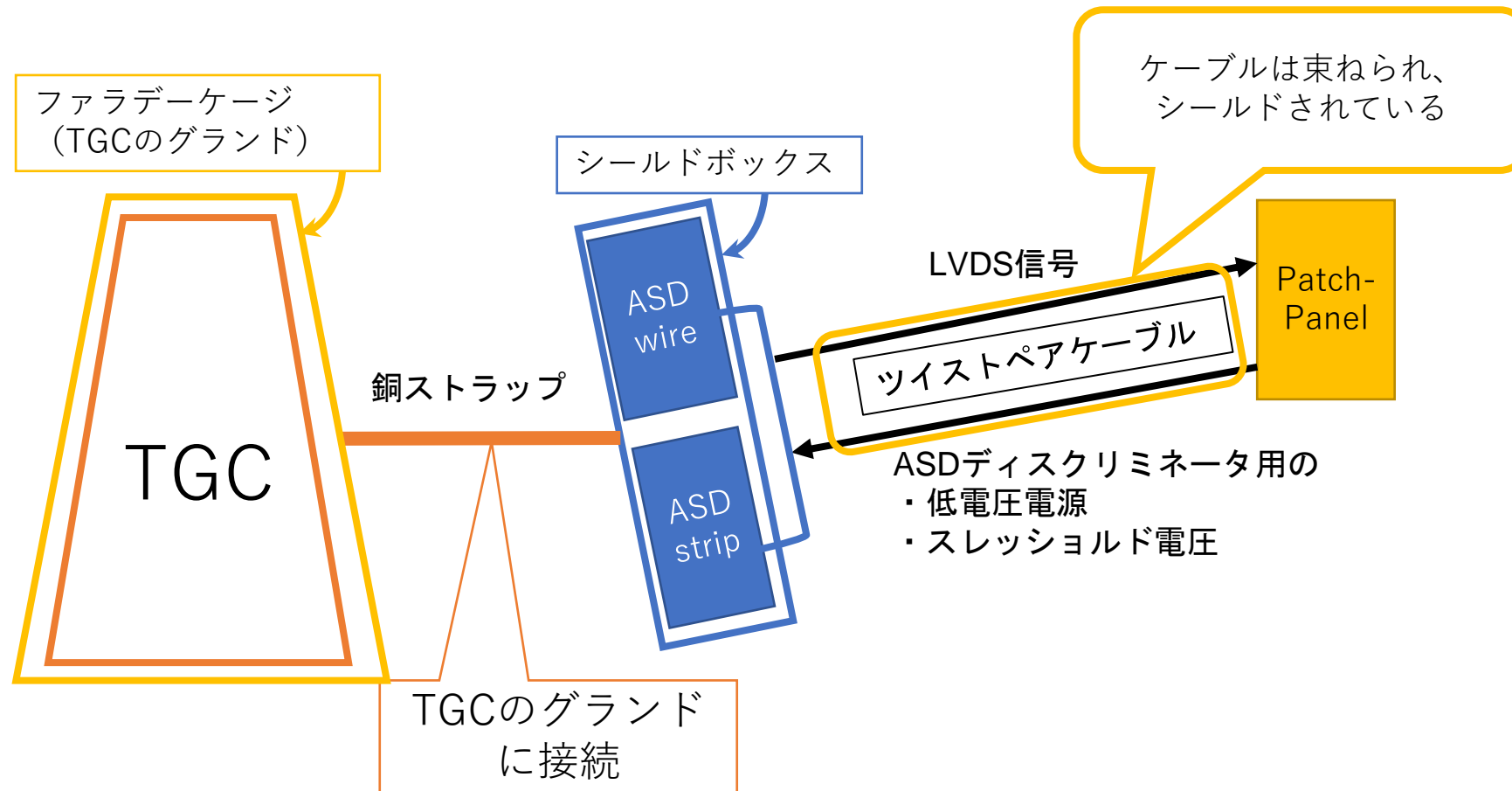
TGCシステムのグラウンドに接続

電源の安全アースに接続されていない

ATLAS全体で推奨している安全接地装置を実装予定



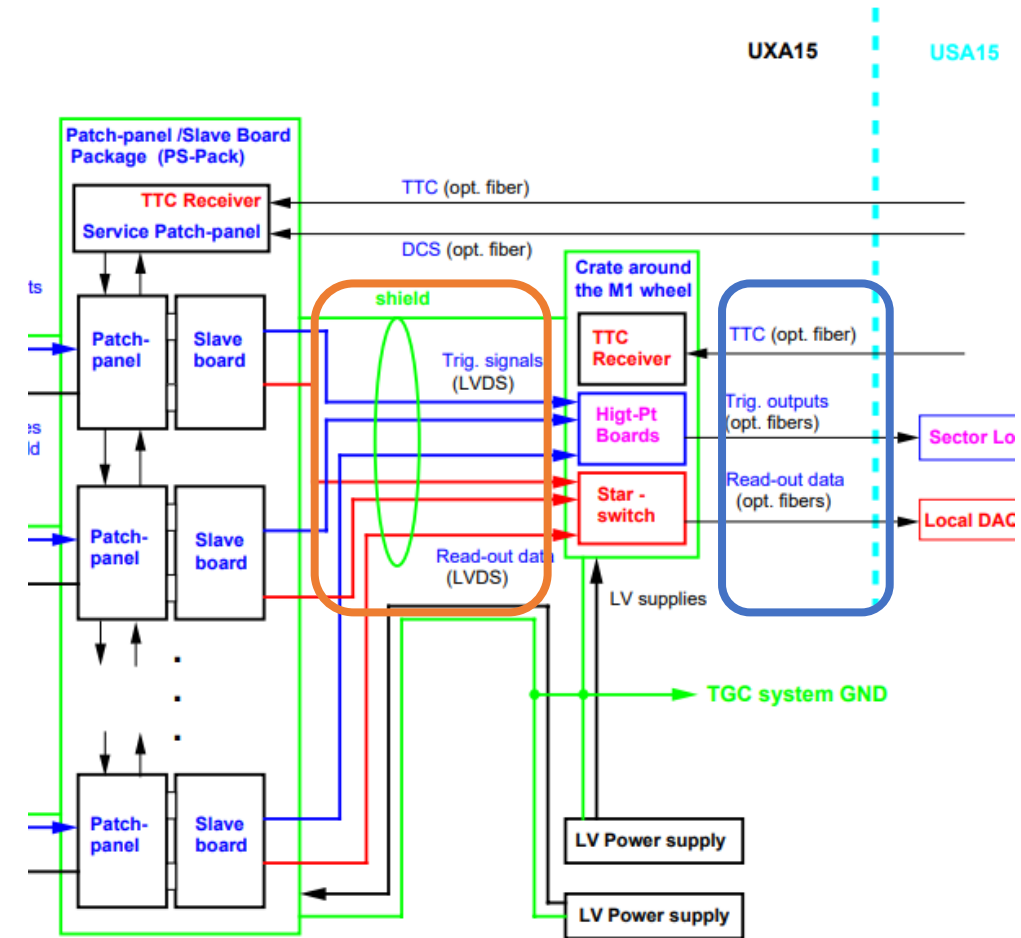
- ・ TGCホイール24台分(M1)と2台分(M2,M3用)のパッチパネルとスレーブボードは一つのPS-Packにまとめられている
- ・ ケーブルのシールドはTGCとPS-Pack両方のグラウンドに接続



- Star-switch基板周辺の電子部品:  
M1ホイールの周囲に配置されたミニクレートに収納

- 銅製ケーブルの束はシールドされている
  - ケーブルのシールドはPS-Packとミニクレートに接続

- ミニクレートからUSA15に  
トリガ信号とスタースイッチを送信  
TTC信号を受信



# 検出器制御の接地

Service Patch panel: TTC受信機とDCSネットワークのインターフェース

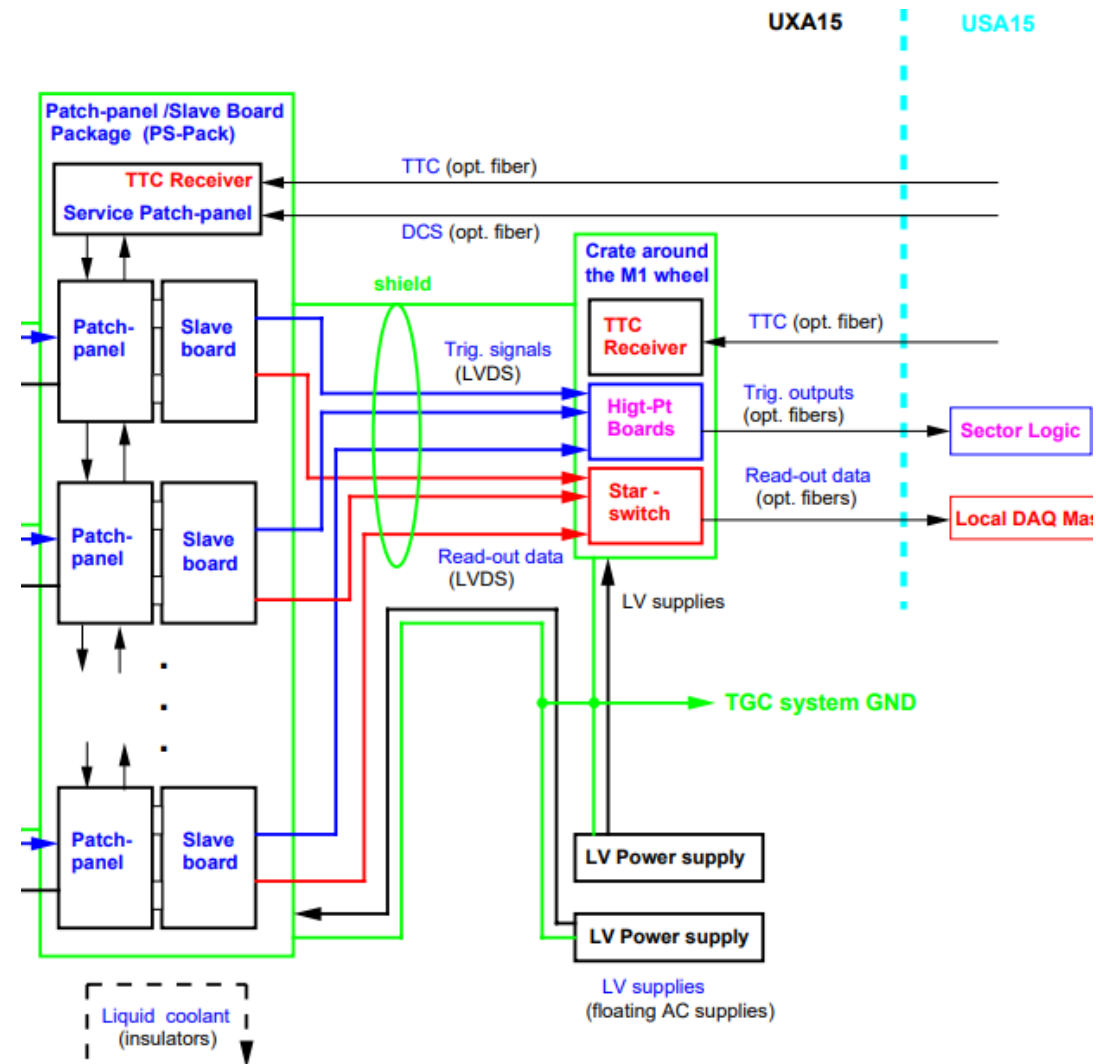
ネットワークは絶縁されている

TTCとDCS回線には光リンクを使用

低速制御信号はシールドケーブルで接続

ケーブルのシールドはチャンバー内のコンデンサー介して接続、アースを遮断

DCSが受信するアナログ信号はATLASの一般的な設置方針に従い絶縁



# 12.13.3 Cooling of TGC electronics

## TGCエレクトロニクス周りの消費電力量

ASDボードは冷却しない  
熱密度がまばら  
消費電力量  
チャンネルごと: 46 mW/ch  
TGCの側面: 4.6 W/m

PS-Pack unitとして  
パッケージ化  
消費電力: 43mW/ch

PS-Packと同様の冷却機構を持つ。  
放射線管理区域内で機構が閉じられている

冷却機構がTripletホイールの外周に設置され、一般的な電子機器用クレートと同様の冷却機構を持つ

Items	Location	KW
ASD board	inside TGC unit package	15.18
LVDS receiver	on TGC wheel	4.29
Patch-Panel	on TGC wheel	4.95
Slave board	on TGC wheel	4.95
DCS	on TGC wheel	1
TTC	on TGC wheel	2
High- $p_T$ board	on rim of TGC wheel	4.22
Read-out	on rim of TGC wheel	4.8
Contingency		3.4(9% of all)
Total		45

■ 冷却しない   ■ 冷却機構が独自設計されている   ■ 従来の手法で冷却している

# 12.13.3 PS-Packユニットの冷却機構の設計 16/19

- 修理やメンテナンスを考慮し、上層と下層ともにケーブル数を最小限に
- 冷却パイプは最下層のアルミ底部に
- 冷却パイプはPS-Packの支える役割もある  
→TGCのホイールフレーム構造にネジ止め予定

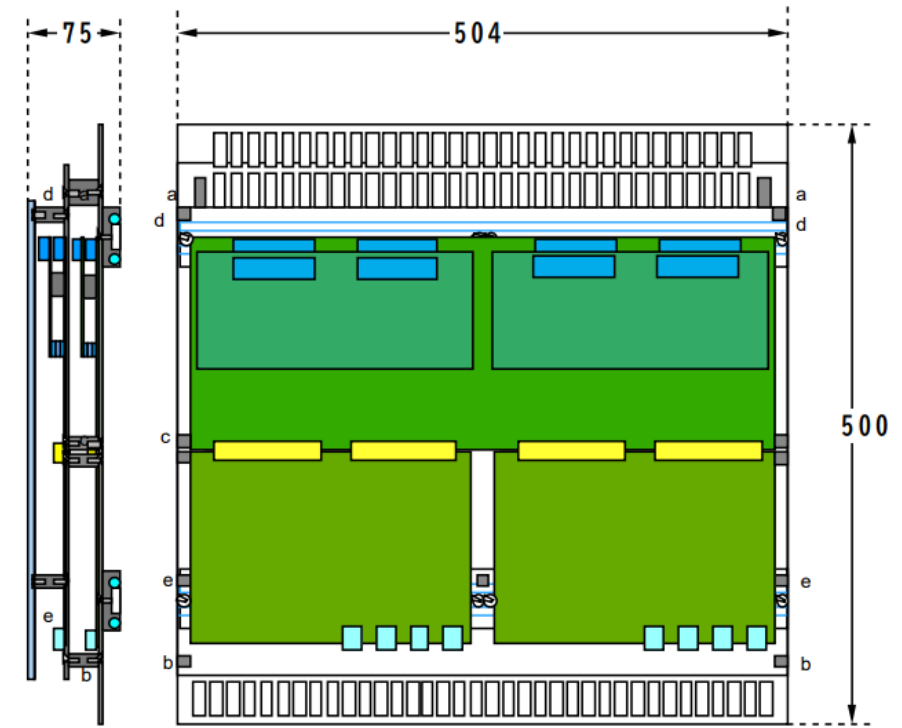


Figure 12-50 Sub-PS-Pack unit block as a minimum

冷却機能の検証を長さ1mの試作機で実施した  
(次ページ以降で説明)



# 12.13.3 PS-Packユニットの冷却機構の検証 17/19

試作機:

PCボード表面に多数の発電用抵抗器を分散配置したユニットブロック2個である

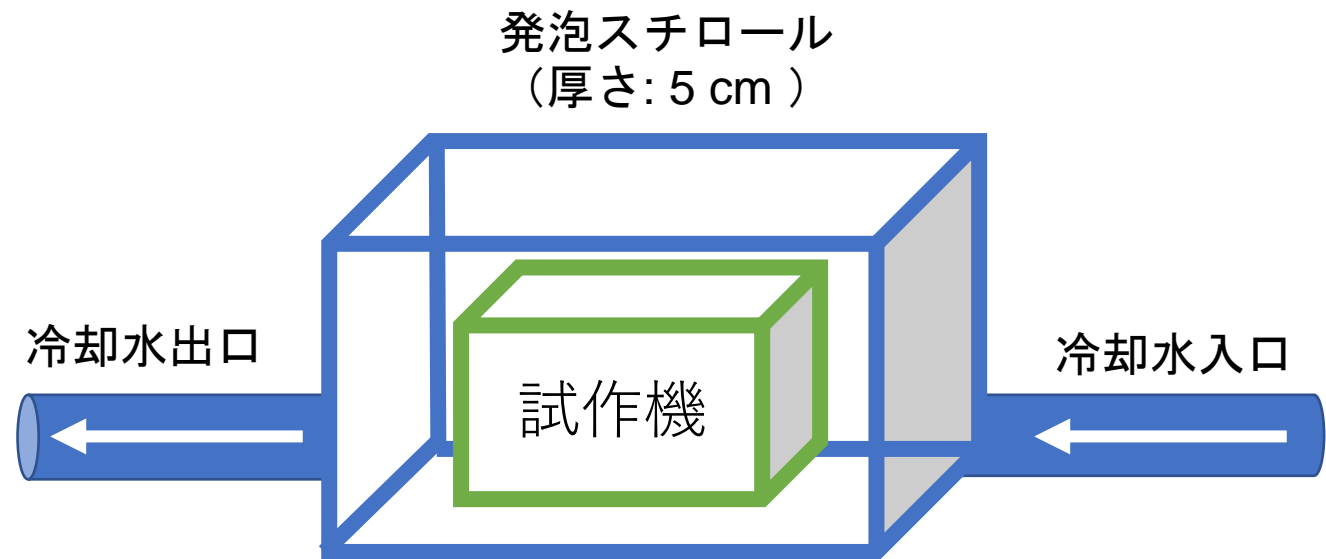
1m long/2 level PS-Pack unit

最大チャンネル数: 1024 ch

消費電力: 44 W

周辺温度: 24 °C

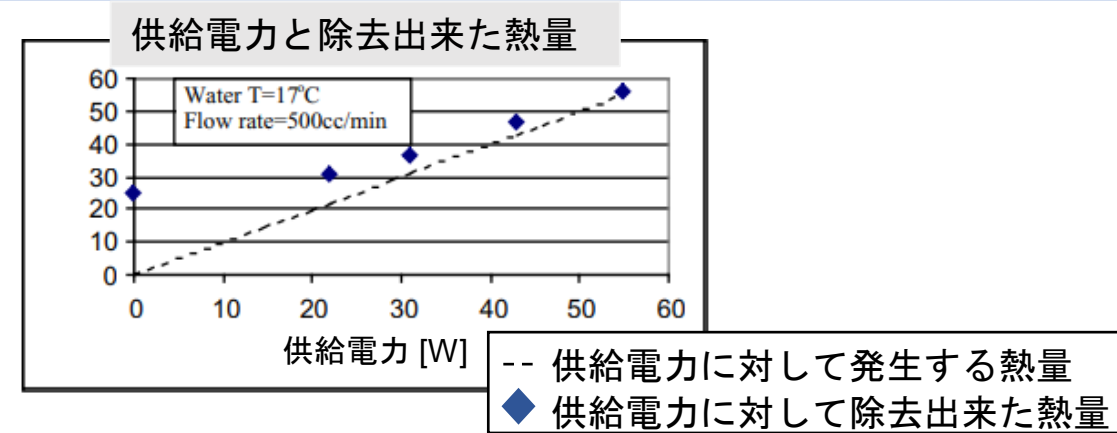
	平均チャンネル数	消費電力 [W]
Doublet	870 ch	37.4
Triplet	660 ch	28.4



冷却水の入口、出口それぞれを測定し  
温度差から冷却できた熱量を計算

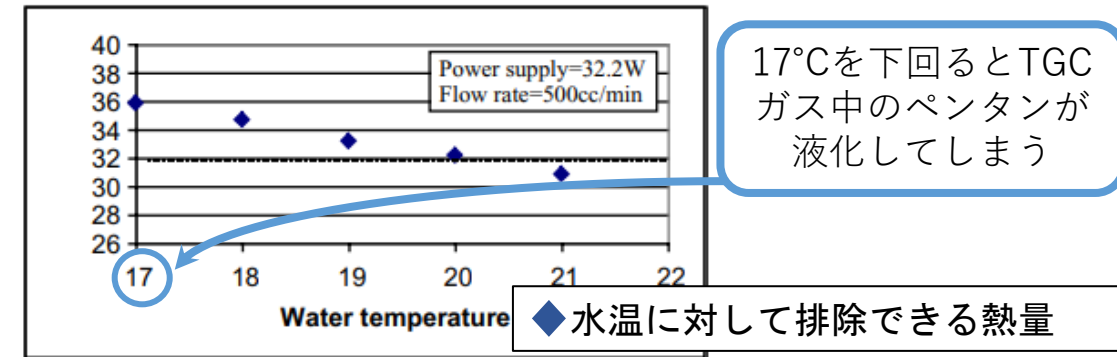
## 検証1: 供給電力と熱量排除の関係

水温: 17 °C, 水量: 500cc/min のとき  
54 W まで発熱量以上の熱量を除去できる



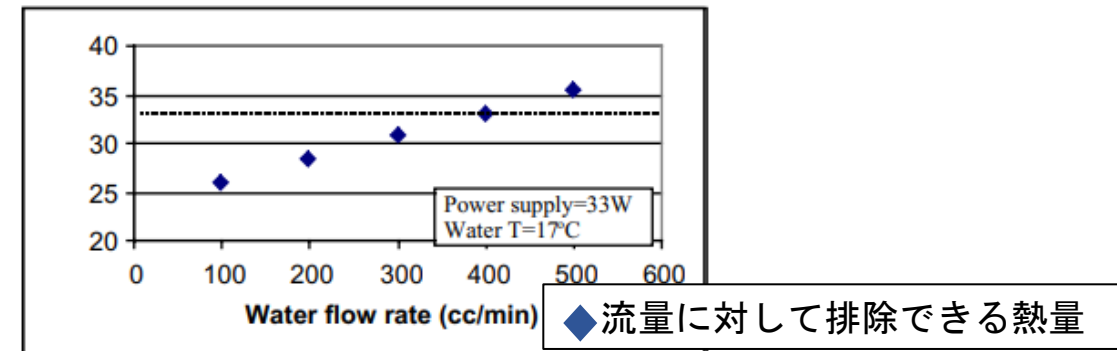
## 検証2: 水温と排除できる熱量の関係

供給電力: 32.2 W, 水量: 500cc/min のとき  
20 °C 以上になると発熱量が排除できる熱量を上回ってしまう



## 検証3: 流量と排除できる熱量の関係

供給電力: 33 W, 水温: 17 °C のとき  
500cc/min 以下になると発熱量が排除できる  
熱量を上回ってしまう



# 1/24 Doubletホイルの冷却機構

19/19

- Service Patch-Panel(DCS,TTを含む)はPS-Packの冷却機構と同じ機構
- 消費電力が少ないため問題なく動作するよ考えられる
- 放射線管理区域内に閉じた機構になるよう熱交換ブロックがもう一つ用意されている

