Amp-Discri モジュールの問題点と対策案

高エネルギー加速器研究機構
山鹿光裕

平成 15 年 2 月 12 日

目 次

1 Introduction **2**

2 回路構成 **2**

3 その他の仕様 **3**

4 設置 **4**

5 現状での性能 **4**

6 現状での問題点 **5**
6.1 Sum 出力の DC オフセット 5
6.2 Sum 出力上のノイズ 10
6.3 NIM ビンの問題 10

7 対策案 **13**
7.1 Sum 出力の DC オフセット 13
7.2 Sum 出力のノイズ 13
7.3 NIM ビンおよび消費電力 13

8 Summary **14**

9 スケジュール **14**

1 Introduction

KEK PS-E391a 実験においては、検出器からの極微小信号に対する信号識別がバックグラウンドを低減させるために決定的に重要である。このため、検出器の出力の直後に、信号にノイズがのったり減衰する前に信号増幅および識別をする回路を設けるため、前段処理回路として Amp-Discri-Delay-Sum モジュールをグループと回路室の共同で開発した。

E391a 実験では、検出器が検出したエネルギーおよび検出時間を精密にはかることが重要であり、さらに主検出器である CsI クリスタル自身の信号でトリガーをかける必要がある。このため、モジュールの設計に当たってはこれらの出力を兼ね備えた形にし、信号ケーブルの取り回しを簡素化できるよう配慮した。

2 回路構成

Amp-Discri-Delay-Sum モジュール (以下 AmpDiscri) の概略は図 1 のようになっており、検出器 (PMT) からのアナログ入力信号をそのまま ADC へ導く出力 (Through)、36 倍にアンプ (6 倍アンプ x 2 段) した信号にコンパレータで信号識別をし、遅延させて TDC へ導く出力 (TDC input)、および 8 PMT の信号の加算出力 (Linear Sum) と加算出力の 10 倍 (Amplified Sum) を持っている。

一段目の 6 倍アンプは PMT 信号に対し AC カップリングとしており、自身の DC オフセットが PMT 信号側の DC オフセットに依存しない。このため後段のコンパレータでの信号識別閾値は、PMT 信号の純波高値とコンパレータにあたえる参照電圧の差に、2 段のアンプを通った後の DC オフセットが加わった値となる。アンプを通った後の DC オフセットは、アンプ自身の特性として通常ゼロにはならないが、本モジュールでは可変抵抗によりゼロに調整可能であり、出荷時には基本的にゼロ調整済みである。回路構成パーツは、高速かつ高精度で温度係数の小さなものが望ましく、比較検討およびテストの結果、アンプに OPA689 、コンパレータに MAX9687 、ECL IC に MC10131 、ディレイに SDL300N101 (300nsec) を、それぞれ使用することとした。

これに対し、 加算 (以下 Sum) 出力回路は PMT 信号に対し DC カップリングとしており、自身の DC オフセットは PMT 信号側の DC オフセットの和に依存する。Sum 出力は、簡易ハードウェアクラスタリング信号として用い、後段のトリガー回路においてこの信号に閾値をかけることでそのイベントを取り込むか捨てるかの決定をする。したがって、 Sum 出力の安定性はトリガー条件にバイアスをかけないためにも重要である。Sum 出力の DC オフセットは可変抵抗によりゼロ調整可能である。ドライバとして OPA685 プリアンプ

を使用する。

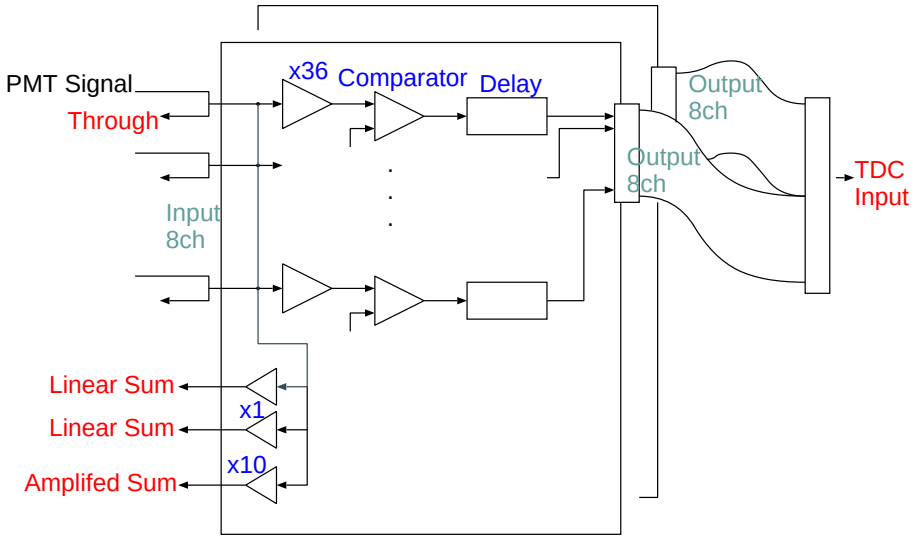

図 1: Schematics of Amp-Discri-Delay-Sum module.

3　その他の仕様

回路を収める匡体については、コントロール用のバスを持つ VME または CAMAC を使ってオンラインで外部から設定変更できるようにする仕様も考えられたが、ノイズレベルを低く抑えることが最も重要な点であることを考慮した結果、匡体は NIM 規格とした。TDC 回路のチャンネル数の利便性から 16 チャンネルで 1 モジュールとする。1 枚の基板で 8ch 分構成できるので、1 モジュールは 2 枚の基板から成り、NIM 2 幅分のサイズである。フロントパネル上には、PMT 信号入力、Through 信号出力および Sum 出力用の LEMO タイプコネクターと、コンパレータ閾値調整用のトリマーおよびモニター端子、TDC 信号の長さ調整用のトリマーがある。TDC 信号は ECL 規格の論理信号で、モジュール背面の 40 ピンフラットケーブル用コネクターから出力される。使用電源は DC -6 V、消費電力は約 15.6 W (2.6 A) である。電源入力端子は 1 モジュールに 1 つで、基板間のケーブルにより電力を 2 枚の基板に分配している。

本実験においては、検出器からの信号は基本的に全て AmpDiscri モジュールで処理する予定であり、総数約 900 チャンネルであるので合計約 60 台の AmpDiscri が必要となる。モジュール組み立ては有限会社 GND によって行われ、2002 年 10 月 30 日からのマシンタイムを前に、2002 年 9 月 20 日までに 52 台、10 月中旬に残り 13 台、合計 65 台が納入された。

4 設置

AmpDiscri は検出器の信号の直後に置くのが望ましいため、検出器のすぐそばに置いた 19 インチラックに NIM ビンを取り付け、これに収める。2002 年 10 月の実験においては、9 台の NIM ビンで合計 45 台の AmpDiscri を使用し、約 700 チャンネルの PMT 信号を処理した。

PMT からの信号は、7 m の RG175/U ケーブルを直接 AmpDiscri の入力に接続する。Through 信号は、2 m の RG175/U ケーブルでパッチパネルに接続し、そこから 90 m の RG58C/U ケーブルを経て ADC 直前のパッチパネルに接続し、2 m の RG175/U ケーブルを経て ADC 入力コネクターに接続される。

TDC 信号は 30 m の 17 ペアーツイストケーブル (日立電線製、差動インピーダンス 100 Ω) で TDC に直接接続する。

Sum 出力 2 端子のうち、一つは 検出エネルギーの和を直接測定するため、他の PMT 信号と同様にパッチパネルと 90 m ケーブルを経て ADC に接続する。もう一つはトリガー用信号として使用するため、後段のトリガー判断回路に 30 m の 3D-FB ケーブルで直接接続する。3D-FB は RG58C/U に比べ伝送速度が約 16% 速いため、トリガー判断の有余時間は 90 m RG58C/U と 30 m 3D-FB の伝送時間差約 320 nsec である。

5 現状での性能

2002 年 10 月、実験開始前のセットアップ時において、PMT、AmpDiscri、ADC を接続したところ、PMT 信号に波高数 mV 程度の 50 Hz の AC ノイズが乗っていることがオシロスコープで確認された。NIM ビンを含む全エレクトロニクスの匡体のアース線および検出器本体のアースを、電源供給元の AVR の GND 端子から外し、実験ホール地下に新たに埋設したアースに接続したところ、AC ノイズは消え、波高約 1 mV 以下の雑音のみとなった。ランダムトリガーで収集したデータのペデスタルの幅もノイズ解消前の $\sigma \sim 7$ ch 程度から $\sigma \sim 1.4$ ch 程度に改善した。

2002 年 10 月 30 日の実験開始直後、ビームに関連して回路にのってくるノイズレベルを把握するため、コンパレータ閾値を 3 mV、2 mV、 1 mV と変えランダムヒットの現れ方を調べた。その結果、各測定において有意の差は見られず、オシロスコープでもノイズレベルの増大はみられなかったため、ビームに関連したノイズは回路に乗っていないと判断し、主検出器の CsI については閾値 1 mV、その他の検出器について閾値を 3 mV に設定することとした。

6　現状での問題点

AmpDiscri の回路の中で、TDC 用信号のための Amp-Discri-Delay 回路部分は概ね期待どおりの性能で動作したが、 Sum 回路部分には問題が現れた。

6.1　Sum 出力の DC オフセット

Sum 出力の DC オフセットは 2. 回路構成 で述べたように可変抵抗により調整可能である。しかし、現実の実験のセットアップにおいて入力の PMT 側と出力の ADC 側のケーブルを接続した時点で、オフセットをゼロに調整できない場合があることがわかった。

DC オフセットの可変範囲は、可変抵抗自体とその前後の固定抵抗の抵抗値により決まる。実機においては 500 Ω の可変抵抗の前後に 1 kΩ の抵抗が付き、合計 2.5 kΩ となっている。可変抵抗の前後の固定抵抗の値とバランスにより可変範囲の広さが決まる。抵抗値を小さくすると、可変範囲は広がるが、温度係数の関係で温度変化の影響を受けやすくなるため、使用できるのは 100 Ω 程度が限度である。また抵抗値が小さくなる分消費電力が増える。

実機の設定では、可変範囲 0 ± 40 mV 程度となり、8 つの 入力の DC オフセットの和がこれを越えない限りゼロ調整可能である。実際に PMT 側および ADC 側のオフセットをオシロスコープで測定すると、PMT 側は +1mV 以下、ADC 側も +5 mV 以下であり、ゼロ調整可能と思われたが、現実はそうではなかった。

表 1 に、PMT 側と ADC 側のケーブルを全て接続した状態でオフセット調整を最低側に設定したときの各モジュールの Sum 出力の DC オフセット値 (mV) を示す。色付きはオフセットがプラスのものであり、測定した全 83 チャンネルのうち 30 チャンネルがオフセット調整を最低にしてもプラスの値をとり、ゼロに調整不可能であった。

この原因として考えられることは、DC オフセットの基準となる GND の電位が、モジュール毎に、さらに同じモジュールでも左右の基板で異なっていることである。表 2 に、モジュールの GND 端子と、NIM ビンの電圧モニターの GND 端子との電位差を示す。Sum 用プリアンプが感じる DC オフセットは、モジュールの GND 電位と各入力信号の GND 電位の差に依存する。またプリアンプが出力する DC オフセットは、このオフセットとプリアンプ自体の特性に依存する。図 2 に、モジュールの GND 電位と Sum 出力の DC オフセットの相関関係を示す。横軸の GND 電位には PMT 側と ADC 側の各信号ケーブルの GND 電位、およびプリアンプ自体の特性による DC オフセットを考慮していないが、おおむねモジュールの GND 電位が低くなると Sum 出力の DC オフセットが高くなる傾向がある。

左ラック	slot 0-1		slot 2-3		slot 4-5		slot 6-7		slot 8-9		slot 10-11	
ビン#4	−22	−10	−30	0	+10	−5	−28	−20	−5	+2		
ビン#3	−8	+12	+16	+24	−6	+40			−23	−24	−40	−33
ビン#2			−14	−5	−2	−5	−8	+6	+12	+22	+8	+40
ビン#1	+15	+25	+15	+45	+15	+60	−20	−8	−15	0	−20	0

右ラック	slot 0-1		slot 2-3		slot 4-5		slot 6-7		slot 8-9		slot 10-11	
ビン#4								−24	−4	+15	+2	−4
ビン#3	−46	−16	−8	+16	+30	+55	−16	−40	−28	−16	−20	−14
ビン#2	−41	−35	−24	−30	−18	−8	−18	+20	−25	+16	+24	+10
ビン#1	−20	−10	−20	−17	+10	+18	−10	+24	−30	−20	−8	+25

表 1: NIM ビンに挿した AmpDiscri モジュールの、Sum 出力オフセット調整を最低にしたときのオフセット値 (mV)。色付きはオフセットがプラスのもの。全 83 チャンネルのうち 30 チャンネルがプラス。

左ラック	slot 0-1	slot 2-3	slot 4-5	slot 6-7	slot 8-9	slot 10-11
ビン#4	−14.4 −16.4	−14.7 −16.6	−17.9 −19.8	−14.4 −16.3	−17.3 −19.3	−266 −262
ビン#3	−15.8 −17.7	−17.3 −19.3	−17.4 −19.4	−220 −210	−15.0 −16.9	−13.0 −15.0
ビン#2	不安定	−13.1 −15.0	−12.8 −14.8	−17.0 −18.9	−17.2 −19.1	−13.9 −15.8
ビン#1						

右ラック	slot 0-1	slot 2-3	slot 4-5	slot 6-7	slot 8-9	slot 10-11
ビン#4	−17.7 −19.6	−193 −193	−17.3 −19.2	−12.0 −13.7	−13.4 −15.3	−12.8 −14.7
ビン#3	−11.6 −13.5	−16.9 −18.8	−25.2 −27.0	−16.8 −18.7	−16.3 −18.1	−13.0 −14.9
ビン#2	−13.6 −15.6	−14.0 −15.9	−16.4 −18.2	−16.7 −18.5	−15.2 −17.4	−16.4 −18.3
ビン#1	−15.0 −16.5	−11.2 −13.1	−21.9 −22.8	−16.8 −18.6	−11.8 −13.9	−17.6 −19.5

表 2: NIM ビンに挿した AmpDiscri モジュールの、GND 電位と NIM ビンの電源の GND 電位との差 (mV)。色付きは不安定または極端に電位差の大きいもの。

ゼロ調整できない原因が Sum 回路自身の不良によるものでないことは、モジュールのインプットコネクターにケーブルの代わりに 50 Ω ターミネータを接続するとゼロ調整できるという事実から判断できる。

またこの原因が入力ケーブル側の不良によるものでないことは、2 組のケーブルを入れ換えて DC オフセットを測定することで判断できる。具体的には、同じモジュールの左右の基板に関し、右ラック、ビン#3、スロット 2-3 に入れたモジュールの ch0-7 側の 16 本の入力ケーブルと、モジュールの ch8-15 側

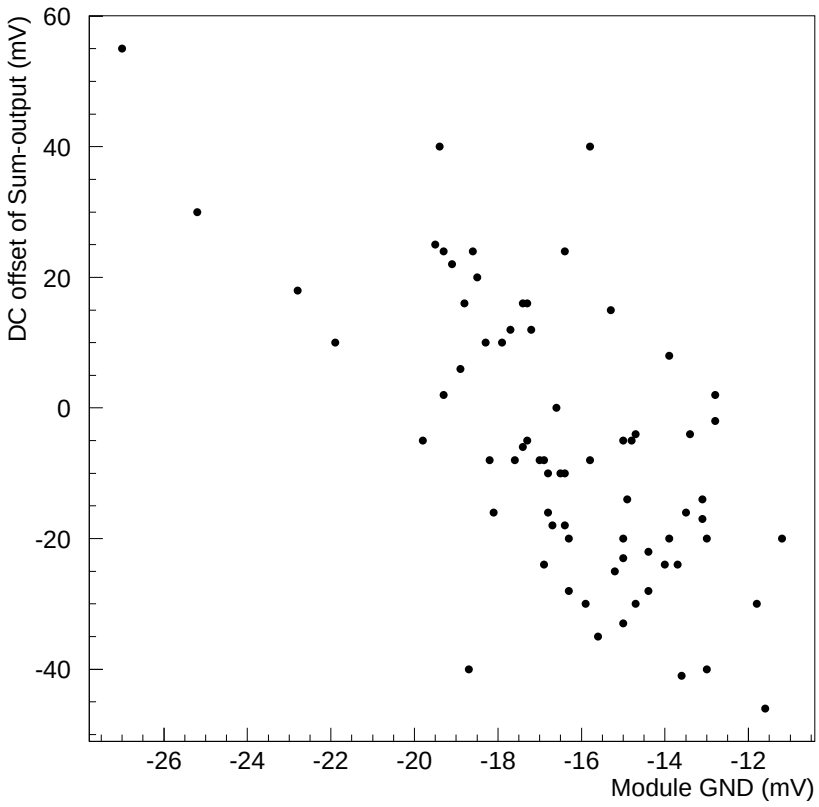

図 2: Sum 出力の DC オフセットとモジュールの GND 電位の相関関係。

の 16 本の入力ケーブルを入れ換えてそれぞれの側の Sum の DC オフセットを測定したところ、交換前と交換後で ch0-7 側の Sum の DC オフセットは -8 mV、ch8-15 側は $+16$ mV のまま変わらなかった。また、異なるモジュール間での入れ換えについても、右ラック、ビン#3、スロット 0-1 に入れたモジュールの ch8-15 側の 16 本の入力ケーブルと、右ラック、ビン#3、スロット 4-5 に入れたモジュールの ch0-7 側の 16 本の入力ケーブルを入れ換えて それぞれの側の Sum の DC オフセットを測定したところ、交換前と交換後でスロット 0-1 の ch0-7 側の Sum の DC オフセットは -46 mV、スロット 0-3 の ch8-15 側は $+55$ mV のまま変わらなかった。以上のケーブル入れ換えテストの結果からは、Sum 出力の DC オフセットの個性の原因は入力ケーブル側にはないと言えそうである。

DC オフセットの値が ADC モジュールに依存しないことは、Sum 出力の DC オフセットの値と Sum 出力が入っている ADC モジュールとの関係を示した図 3 から判断できる。ADC1-08 に入れた Sum 出力の DC オフセットが高いように見えるが、これは NIM ビンのスロット位置に依存するもので、

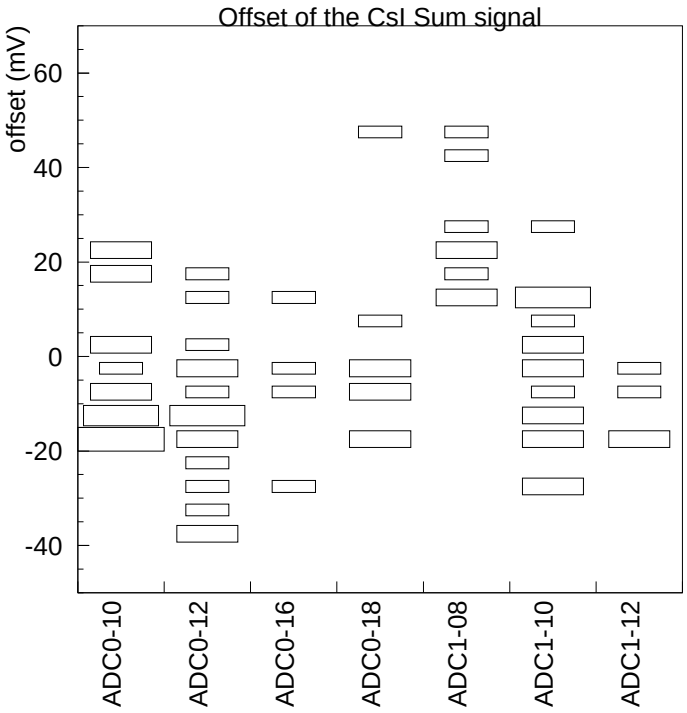

図 3: Sum 出力 72 チャンネルの DC オフセット値の ADC モジュール依存性。

ADC0-18 で飛び抜けて高いオフセットを示しているものがやはりこの NIM ビンのスロットに挿してある AmpDiscri の Sum であることから、この偏りが ADC1-08 由来ではないと判断できる。

現状での対処として、まず同じ NIM ビンに入っているモジュールの基板の GND 電位を同一にするよう、コンパレータ閾値のモニター用端子の GND 側端子を編組アース線で全て相互接続した。この状態での、オフセット調整を最低側に設定したときの各モジュールの Sum 出力の DC オフセット値 (mV) を表 3 に示す。また比較のため、図 4 にモジュールの GND 端子を相互接続する前後の DC オフセットの値の分布を示す。この対処の結果、オフセット調整を最低にしてもプラスの値をとるものは全 83 チャンネルのうち 28 チャンネルとなり、オフセットが極端に高いものや低いものが減った。これでも調整しきれない 28 チャンネルのうち、+3 mV を越える 22 チャンネルについてはトリガー回路へ入力する前段に NIM Linear Sum モジュールに入力し、Linear Sum モジュールの DC オフセット調整トリマー (0 ± 50 mV 程度まで調整可能) でゼロに調整した。

DC オフセット調整用トリマーが基板上に直付けになっていることも調整を困難にする一因となっている。これは、回路設計当初、DC オフセットの調整がこれほど困難とは考えていなかったためである。当初考えていた調整方法

左ラック	slot 0-1		slot 2-3		slot 4-5		slot 6-7		slot 8-9		slot 10-11	
ビン#4	−19	−4	−26	+2	0	−16	−20	−16	−7	−3		
ビン#3	0	+14	+10	+13	−12	+27			−18	−20	−30	−28
ビン#2			−14	−8	+2	−5	−5	+5	+13	+20	+10	+40
ビン#1	+20	+28	+15	+45	+5	+45	−18	−8	−10	−1	−20	−4

右ラック	slot 0-1		slot 2-3		slot 4-5		slot 6-7		slot 8-9		slot 10-11	
ビン#4								−22	−6	+8	+2	−6
ビン#3	−28	−2	−10	+10	−3	+17	−11	−40	−20	−14	−2	+2
ビン#2	−36	−34	−14	−26	−20	−9	−24	+12	−18	+20	+20	+3
ビン#1	−20	−12	−2	−20	−6	0	−14	+17	−18	−12	−10	+18

表 3: NIM ビンに挿した AmpDiscri モジュールの、GND 端子を編組アース線で全て相互接続した後の、Sum 出力オフセット調整を最低にしたときのオフセット値 (mV)。色付きはオフセットがプラスのもの。全 83 チャンネルのうち 28 チャンネルがプラス。

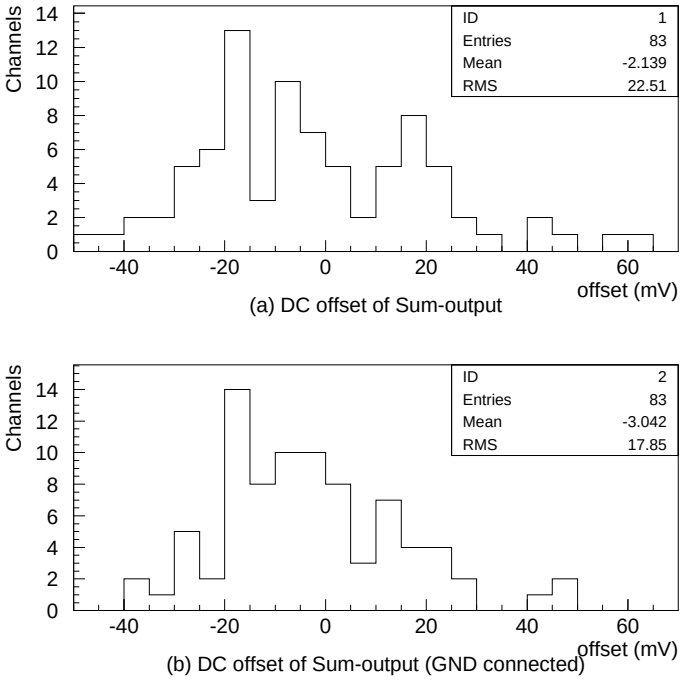

図 4: GND 端子を相互接続する前 (a) と後 (b) の、83 チャンネルの DC オフセットの分布。

は、電源のエクステンダーケーブルを利用してモジュールを NIM ビンから引出してモジュールカバーを開け、全入出力ケーブルを接続して、オシロスコープにより Sum 回路の出力のオフセットを見ながらトリマーを調整するという方法であり、基本的には最初の一回だけこれを行えば済むはずであった。しかし現実には、2 m の 電源エクステンダーケーブルに 2.6 A の電流を流したときの電圧降下が無視できず、この GND 電位を基準としている DC オフセットの値が AmpDiscri を NIM ビンに挿した状態と引き出した状態とでまったく異なる値を示した。したがって、NIM ビンに戻した後にオフセットがゼロにならなかったときは再度引き出して調整することになり、これがかなりの手間になった。

実際に実験直前の最終調整で行った調整方法は、モジュールを NIM ビンに挿した状態での DC オフセットを読み、電源を落としてモジュールを NIM ビンから少し引き出し、モジュールカバーを開けてトリマーを少し回し、モジュールを NIM ビンに挿し戻して電源を入れてゼロであるか確認する、という作業を数回繰り返す方法であった。この方法で 42 台の AmpDiscri を調整するのにおよそ 3 時間程度かかった (一台約 4∼5 分)。

6.2 Sum 出力上のノイズ

検出器からの信号上のノイズは、オシロスコープおよびランダムトリガーで取ったデータのペデスタルの分布により測定できる。

CsI クリスタルの PMT 信号上のノイズはオシロスコープでは概ね 1mV 以下、ペデスタルの幅 (σ) が ADC で 約 1.4 ch (積分電荷量約 70 fC) であり、実験上の要求を十分満たしている (図 5)。

これに対し、Sum 信号では、一部のチャンネルにおいて 10 mV を越える 50 Hz の AC ノイズがオシロスコープで観測された。このため、ペデスタルの幅は ADC で数十 ch となるものもあり、また分布もきれいな正規分布にならず、ピークが 2 つあるいは 3 つ見られるものもあり、個々の PMT の分布に比べ大幅に分解能が悪い。各 Sum チャンネルのペデスタル幅の分布を図 6 に、また対応する NIM ビンのスロット位置を表 4 に示す。

Sum 出力のペデスタルの幅が ADC モジュールに依存しないことは、Sum 出力が入っている ADC とそのペデスタル幅の関係を示した 図 7 から判断できる。

6.3 NIM ビンの問題

AmpDiscri モジュールは 一台の NIM ビンに 6 モジュール収納可能であるが、NIM ビンによっては特定のスロットにモジュールを挿したときにそのモ

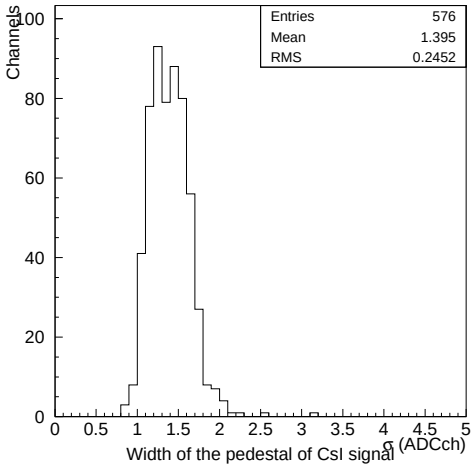

図 5: CsI 検出器信号のペデスタル幅。横軸は ADC の値 (ch)。1 ch は積分電荷量 50fC に相当する。

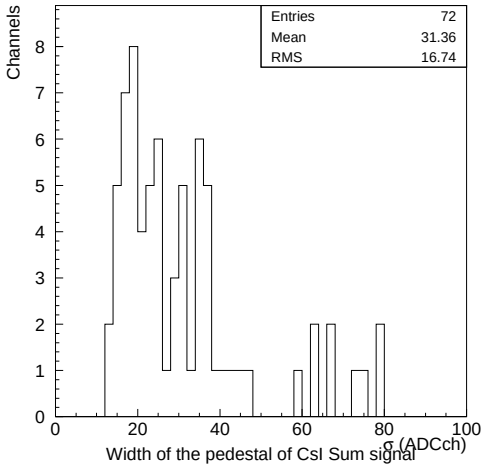

図 6: CsI 検出器信号の Sum 出力のペデスタル幅。横軸は ADC の値 (ch)。1 ch は積分電荷量 50fC に相当する。

左ラック	slot 0-1		slot 2-3		slot 4-5		slot 6-7		slot 8-9		slot 10-11	
ビン#4							25.8	22.3	21.7	37.2		
ビン#3	45.0	28.8	31.2	36.5	30.4	40.9			30.0	35.0	42.3	31.6
ビン#2			30.9	34.7	28.3	36.0	36.3	33.0	67.6	62.3	47.7	58.3
ビン#1	73.5	67.5	62.2	79.2	78.8	74.1	23.8	19.5	14.3	16.6	15.9	13.3

右ラック	slot 0-1		slot 2-3		slot 4-5		slot 6-7		slot 8-9		slot 10-11	
ビン#4												
ビン#3	26.1	25.0	23.3	29.7	16.7	25.5	18.4	15.6	18.5	16.0	21.0	23.4
ビン#2	18.4	17.0	37.4	35.6	34.6	35.4	38.9	34.4	22.1	24.1	24.1	17.7
ビン#1	24.6	18.4	19.3	19.4	17.4	17.4	21.3	13.4	15.7	14.6	21.0	19.8

表 4: AmpDiscri モジュールの Sum 出力のペデスタル幅 (単位は ADC ch)。黄色は幅 30 ch 以上、赤は幅 50ch 以上のもの。

ジュールに供給される GND 電位が非常に不安定もしくは極端に高い (低い) 電位をとるものがある。表 2 に示したとおり、現在使用している NIM ビンにおいて、モジュールの GND 電位が −200 mV 程度になるスロットが 4 箇所ある。ここに AmpDiscri モジュールを挿したときの DC オフセットは +300 ∼ 500 mV に達し、NIM Linear Sum モジュールを使用しても到底調整不可能である。これらのスロットは現在は使用せずに空けているため、実験本番で必要な数の AmpDiscri モジュールを使用するためには追加の NIM ビンが必要となってく

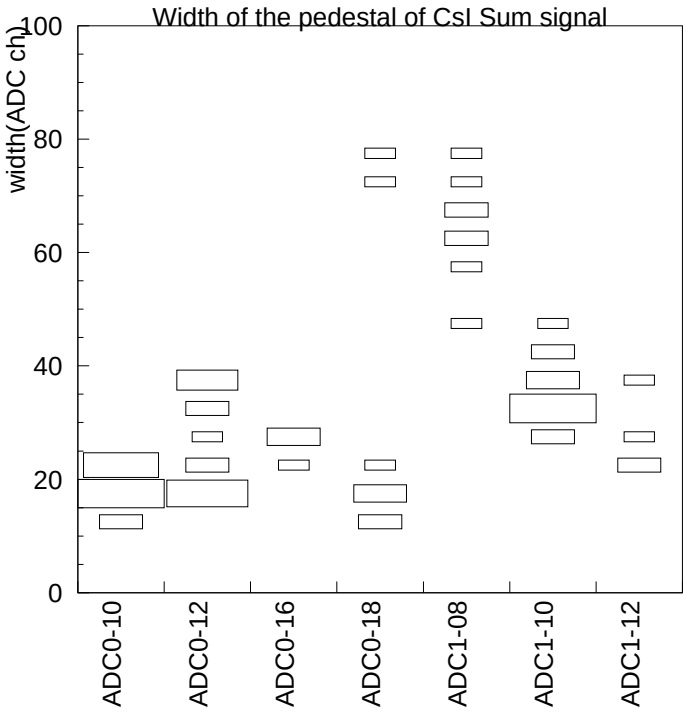

図 7: Sum 出力 72 チャンネルのペデスタル幅の ADC モジュール依存性。

る。しかし、検出器の周囲のスペースの制約から NIM ビンをこれ以上増やすことは望ましくないという問題もある。多くの NIM ビンは老朽化してきており、AmpDiscri を 6 スロット全てに挿せる NIM ビンはそう多くないと思われる。実際、12 台の NIM ビンを試した結果、6 スロット全て使えたのは 5 台のみであった。

また、消費電力に関する問題もある。AmpDiscri モジュールは 一台 で -6 V 2.6 A の電力を必要とする。現在使用している NIM ビンは、ハイパワーと呼ばれているものでも -6 V には 15 A までしか流せない。6 台の AmpDiscri の消費電力合計 15.6 A はこれを越えているため、現状ではぎりぎり、もしくはオーバースペックで運用していることになる。

また、2.6 A の電流を一つの電源端子から供給するため、NIM ビン側の電源供給線が細い場合、その電圧降下が無視できなくなる。モジュールの GND 電位がゼロでなく -10 数 mV となっているのはそのためと考えられる。現実的には NIM ビンの各スロットの電源端子は 1 A 程度までの容量を想定して作られているようで、GND の電位の安定性が確保できないことは、その電位が DC オフセットに影響する AmpDiscri モジュールの Sum 回路にとっては重大な問題である。

7 対策案

7.1 Sum 出力の DC オフセット

Sum 出力の DC オフセットについては、以下の改良案が考えられる。

- オフセット調整範囲を変える。
  具体的には、範囲を現状の 2 倍程度に広げ、さらに下方に広く調整できるような抵抗値を選び、固定抵抗を付け変える。$+60 \sim -140$ mV 程度に調整できれば十分と思われる。
- オフセット調整用トリマーをフロントパネルからアクセス可能にする。

または、大幅な変更を許すのであれば

- DC カップリングをやめ、AC カップリングに変更する。
  Sum 回路付近の大幅修正が必要になるが、基板本体はもはや変えられないので、新たに小基板を用意してそこで回路を組み、本体に取り付ける。

7.2 Sum 出力のノイズ

Sum 出力の ノイズについては、なぜ Sum のみにノイズがのるのかを含め、地道にノイズ源をさがすしかないと思われる。その際、モジュール固有の問題か、NIM ビンあるいはスロット位置に固有な問題か、回路全体の問題かを、早急に判断する必要がある。

7.3 NIM ビンおよび消費電力

NIM ビンおよび消費電力に関し以下の改良案が考えられる。

- NIM ビンを改良して -6 V 電源容量を増やし、$-$ 6 V と GND の供給線も容量の大きな電線に変える。
  (現実的には現存する NIM ビンの改良は難しいと思われるが。)
- 各基板に電源供給端子を取り付け、一つの端子にかかる負荷を減らすことで電圧降下を防ぐ。
  1 モジュールにつき 2 電源端子となるため、モジュール背面のパネルに加工が必要である。
- NIM ビンに供給する電源を替える。
  AmpDiscri モジュールは -6 V と GND しか使用しないので、50 A も

しくは 100 A 程度の容量をもつ専用電源を用意して、2.6 A × 60 台 = 156 A の電源をそれらで賄う。NIM ビン内部の配線ごと替える必要があるかもしれない。シリーズレギュレータ電源では、100A のものが一台 50 万円程度、50A のものが一台 30 万円程度で購入可能である。

8 Summary

2002 年 10 月からのマシンタイムにおいて、E391a 実験では、検出器からの信号の前段処理回路として新規に開発した Amp-Discri-Delay-Sum モジュールを使用した。

微小信号識別回路に関しては期待どおり 1 mV の信号の識別に成功した。

簡易クラスタリングおよびトリガー信号としての 8 チャンネル加算回路 (Sum) に関しては、DC オフセットがゼロに調整できないこと、個々の信号にのっていない AC ノイズが Sum 信号にのみのってしまうこと、の二点が大きな問題として現れた。

また、モジュールの消費電力が NIM ビンの性能ぎりぎりもしくはオーバーしていること、使用した NIM ビン自身もスロット依存の不安定性の問題を抱えていること、という問題もある。

Sum 信号の問題に対する対策案として、DC オフセットの調整範囲を広げる、または AC カップリングに直す、を考えたが、いずれも回路に大幅な手直しが必要である。

NIM ビンの問題に対する対策案としては、電源容量の増大および電力供給に関する負荷の低減をはかることが必要と思われる。

9 スケジュール

2003 年 7 月 に遅い取り出しでテストビームがでる予定である。この期間にデータ収集を可能にするために、AmpDiscri モジュールの修正作業はそれ以前に行う必要がある。修正後のテストおよび調整期間も考慮すると、2003 年 3 月までに修正方針を固め、2003 年 5 月中に修正が完了することが望まれる。