

# マルチアノードMCPと 軟X線偏光スイッチングによる 深さ分解XMCD測定システムの開発

雨宮 健太  
高エネルギー加速器研究機構  
物質構造科学研究所

# メンバー



雨宮健太(代表:IMSS KEK)

岸本俊二(IMSS KEK)

酒巻真粧子(IMSS KEK)

小菅 隆(IMSS KEK)

濁川和幸(IMSS→ACCL KEK)

田中真伸(IPNS KEK)

内田智久(IPNS KEK)

齊藤正俊(IPNS KEK)

池野正弘(IPNS KEK)

仲吉一男(IPNS KEK)

# なぜ偏光スイッチングか ～X線磁気円二色性(XMCD)～

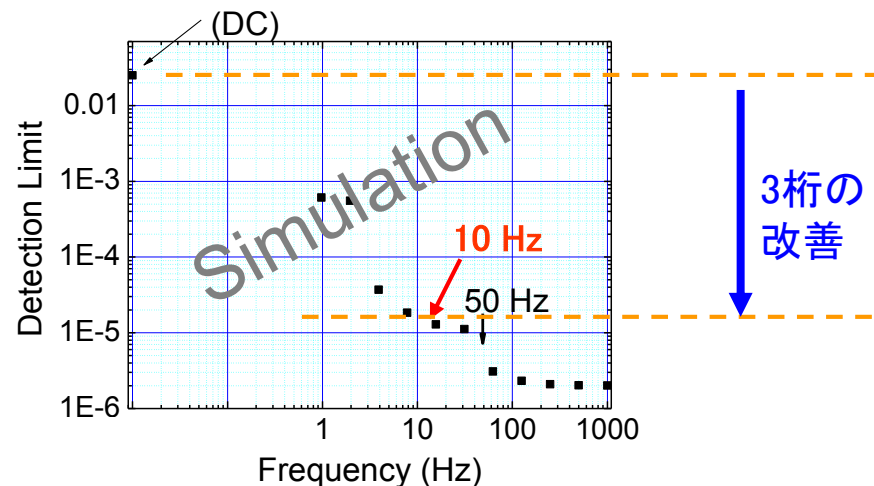
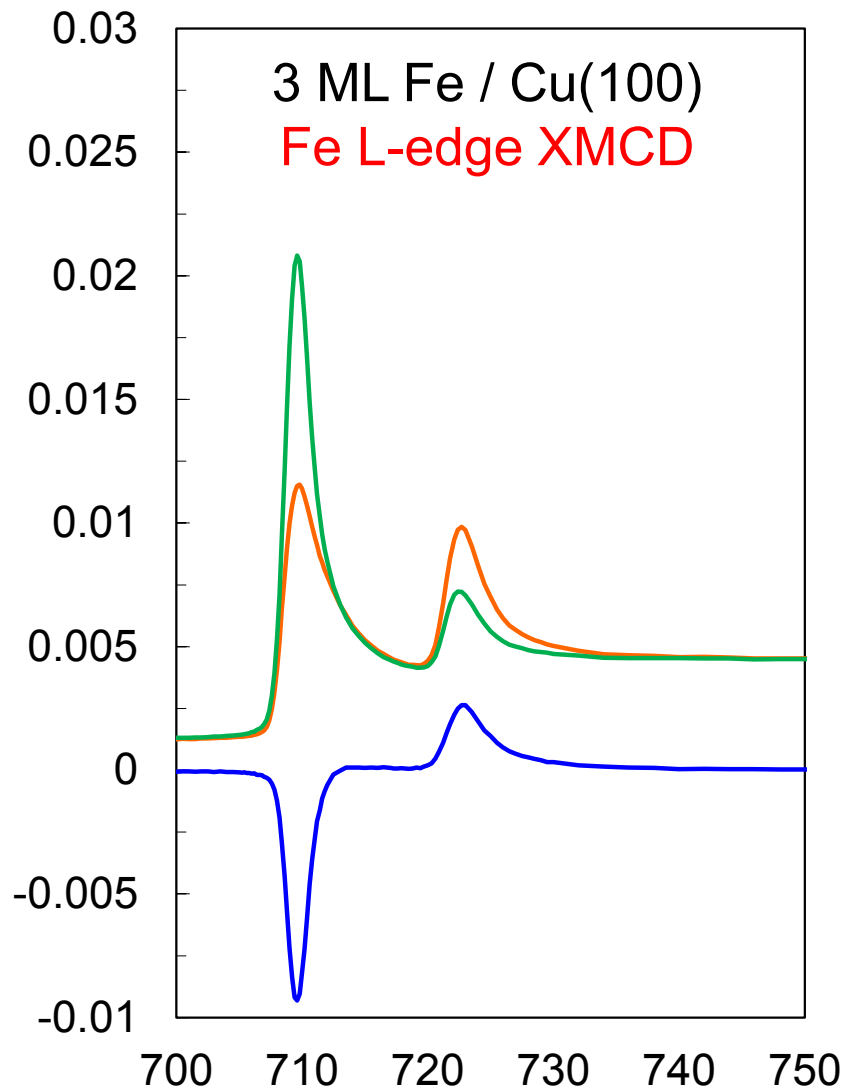
右回り円偏光と左回り円偏光の  
スペクトルの差を取る

⇒ 試料の磁気モーメントの情報

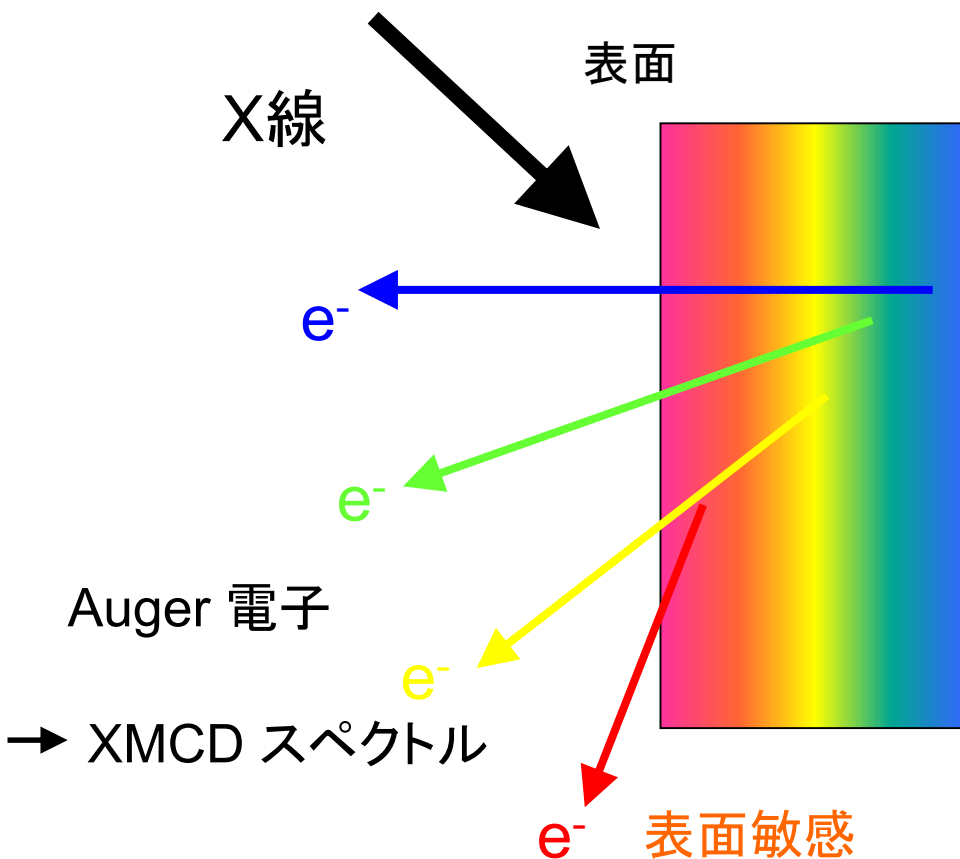
微量元素, わずかな磁気モーメントを  
何とかして観測したい！！

通常のDC的な測定では～1%がやっと

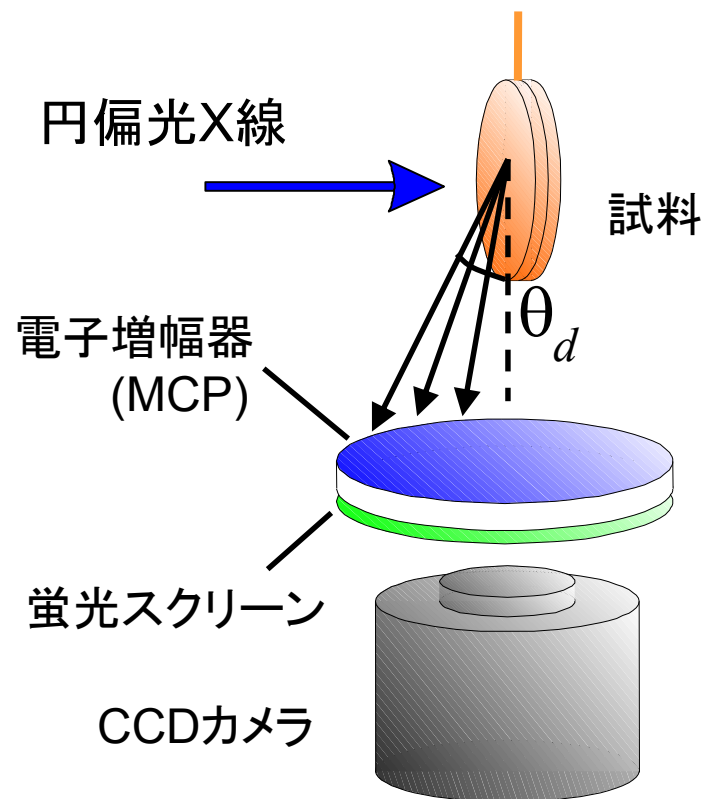
⇒ 偏光スイッチング+ロックイン検出



# なぜマルチアノードか ～深さ分解XMCD法～



様々な出射角で電子収量XMCDを測定  
⇒ 様々な検出深度を持つスペクトル群



全ての検出深度に対応する  
スペクトルを一度に測定

# 偏光スイッチングに対応した角度分解電子検出器の開発

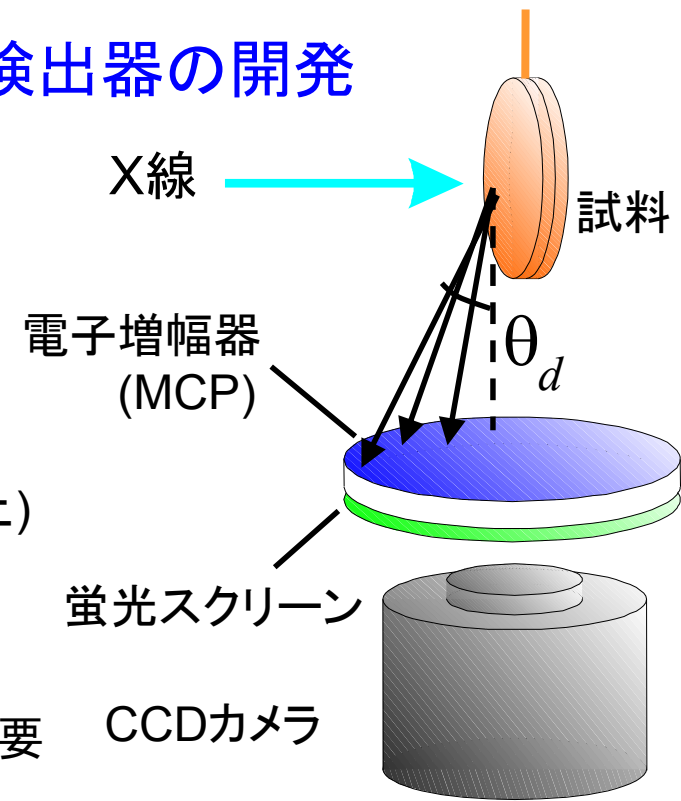
マルチアノード型のMCPで、電氣的に信号処理

角度の範囲と分解能: 0-15° を1° 刻み程度

エネルギー分解能: 現在は阻止電場のみ(例えば500 V)  
数10 eVでもあれば嬉しい(S/Bが向上)

カウントレート: 1チャンネルあたり最大 $10^8$  CPS程度

偏光スイッチング時: ~10 Hzのスイッチングに対応する必要  
⇒ 10 Hzより十分に速い取り込みが望ましい (~1kHz)



従来の方法(蛍光スクリーン+CCDカメラ)のメリット, デメリット

データを自由に処理できる(回転, スライス数)

検出効率では損している(スクリーンをアノードとして電氣的に測定した方がS/Nは良い)

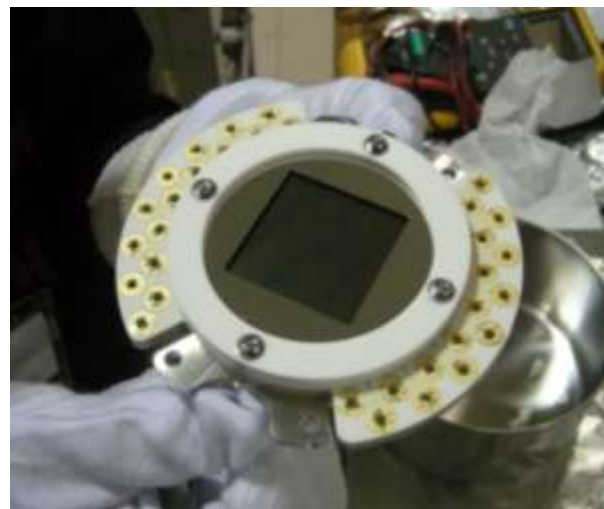
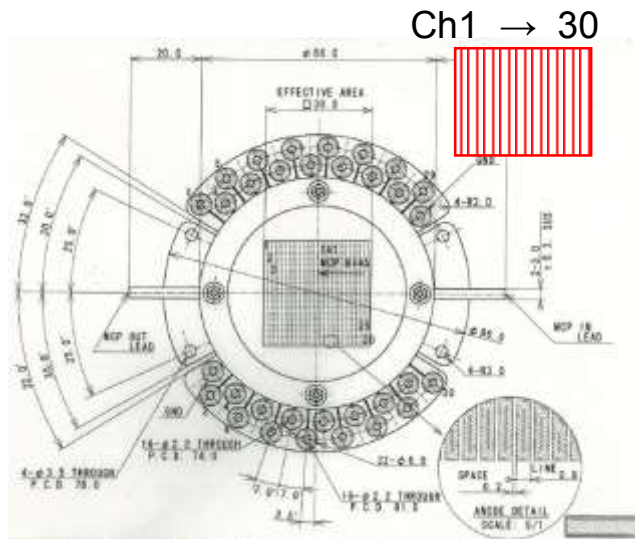
線形性, ダイナミックレンジに対する不安

スイッチングへの対応は少し厄介(それぞれの角度に対してlock-in的に処理したい)

エネルギー分解能はない

# マルチアノードMCP検出器の導入

30チャンネル同時に>1 kHzでデータ取得



浜松ホトニクス社製MCP検出器

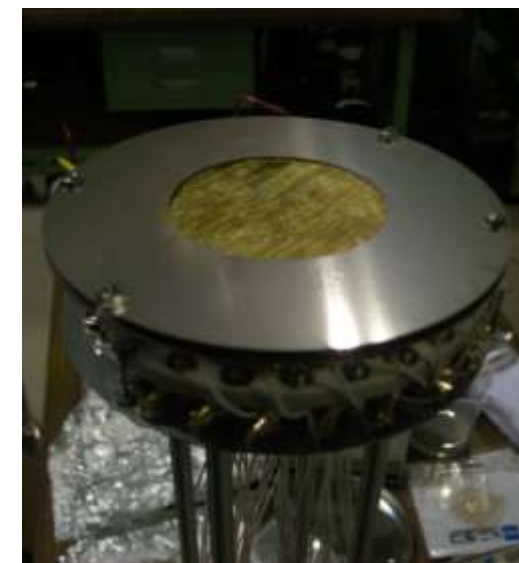
SHV端子(4 pin X 8 = 32 pin)



配線中...

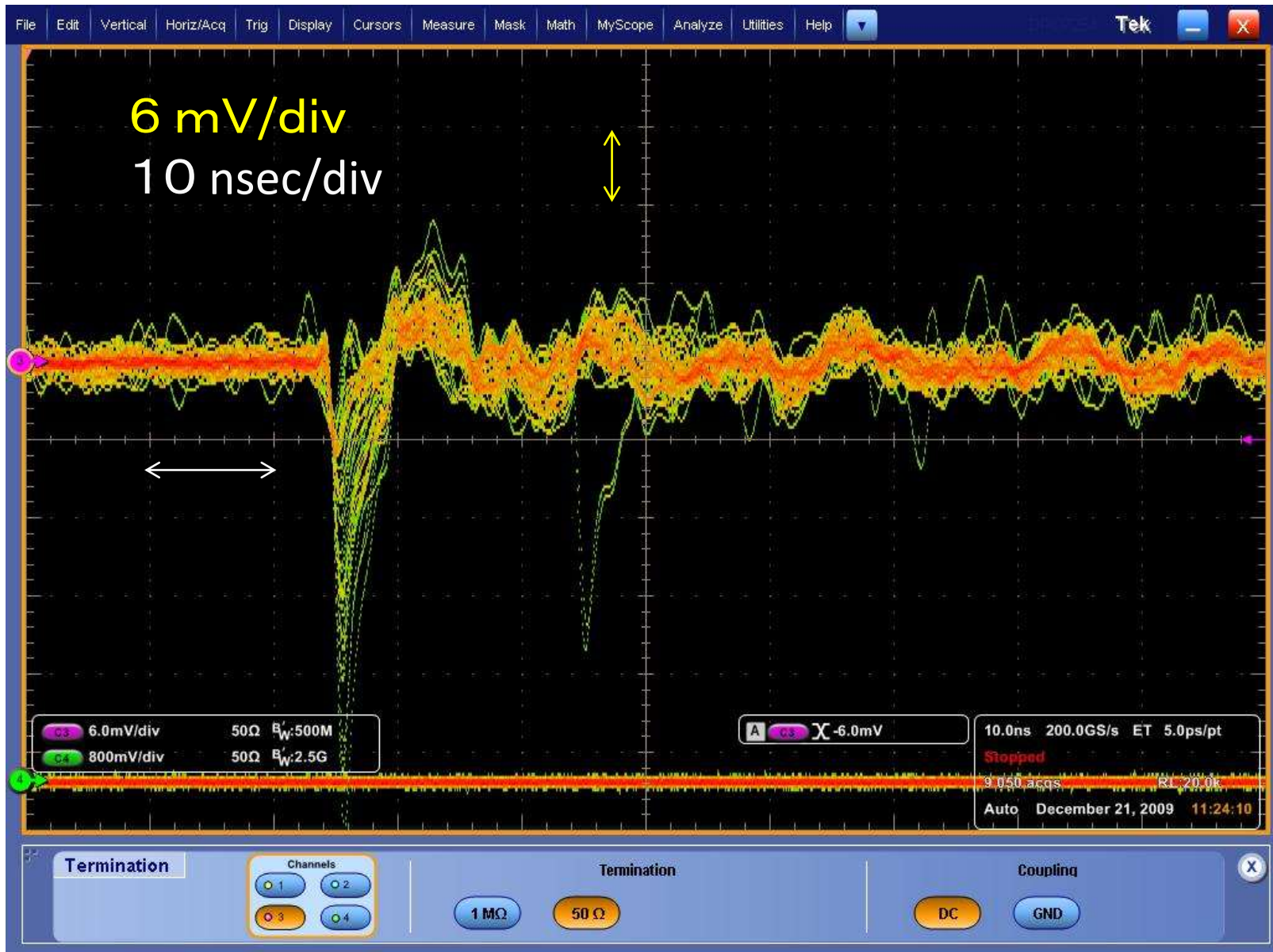


最後の一本



阻止電場用グリッド取付け

# MCPからの信号



# データ処理

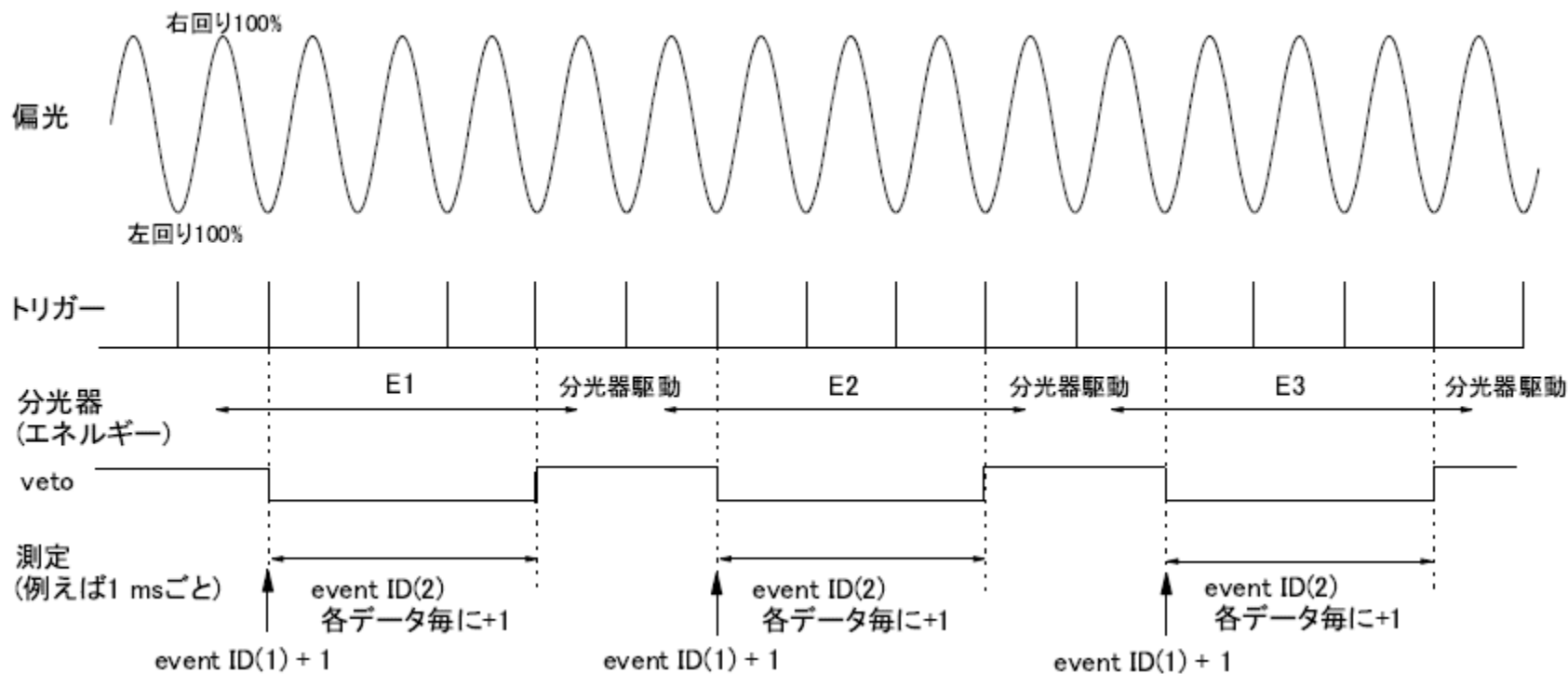
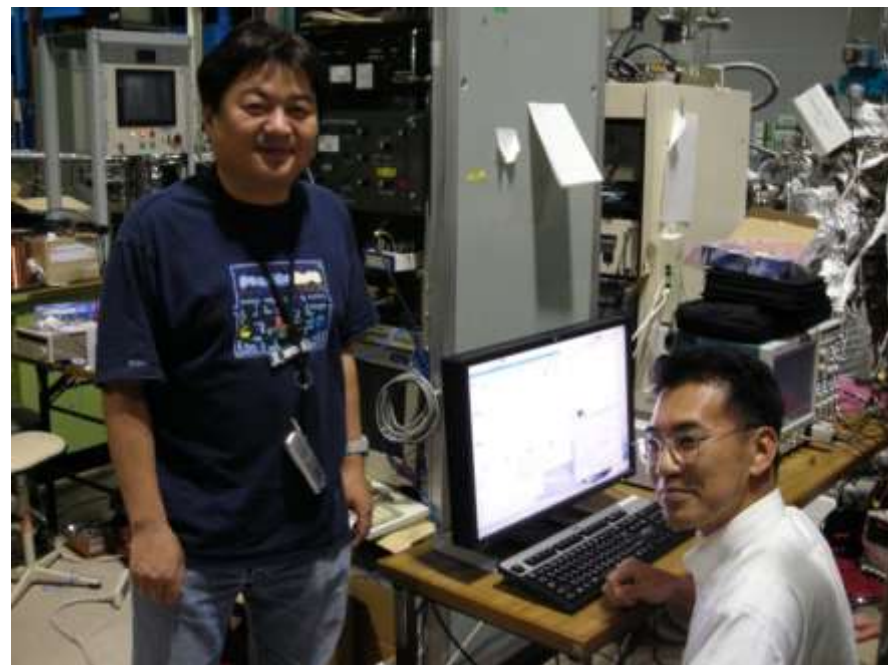
- MCPのシグナル

  - アナログ処理(増幅、時間幅調整)

  - 閾値を設定してデジタル化

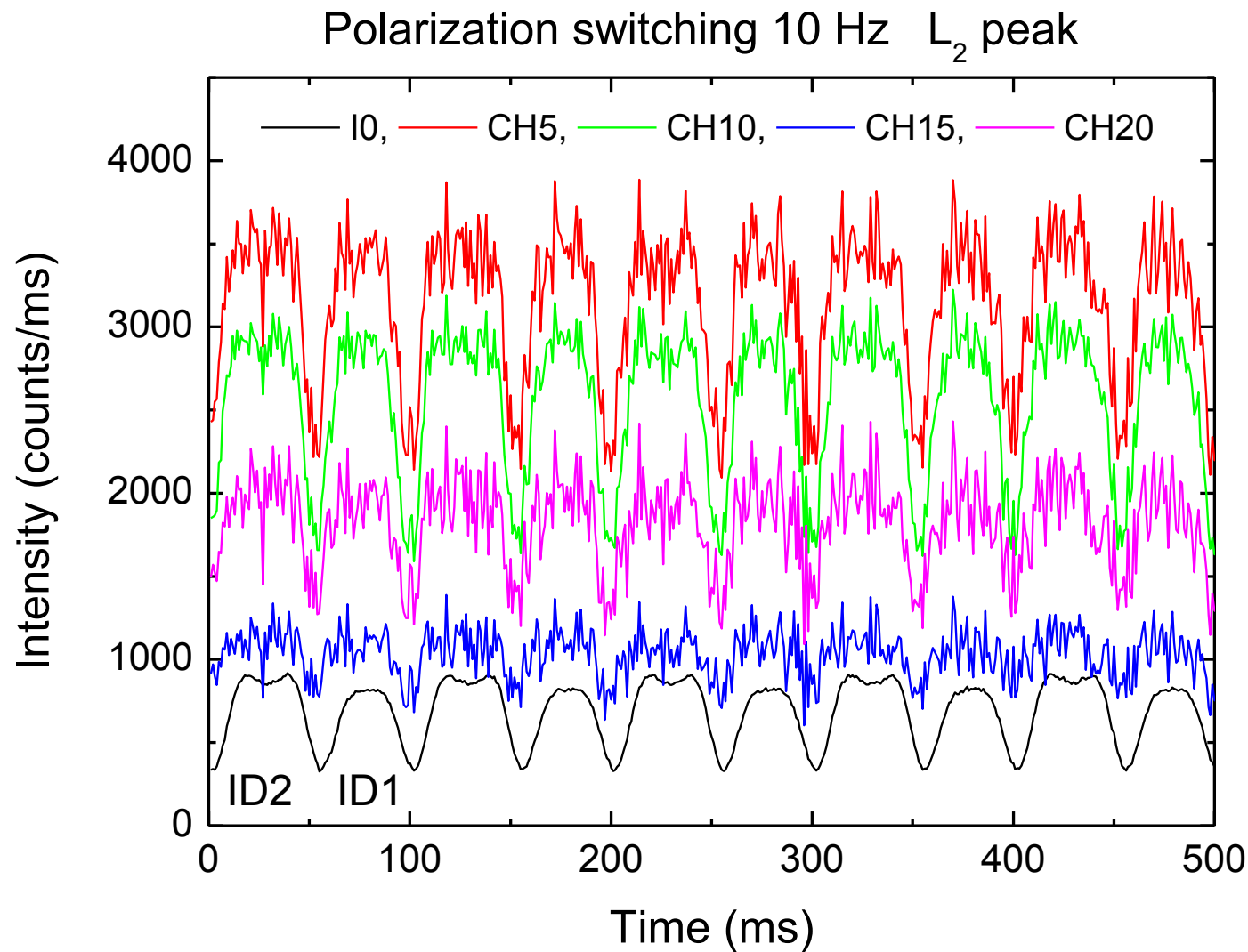
  - 時間ごとのカウント数として出力

- 30(32)チャンネル同時測定

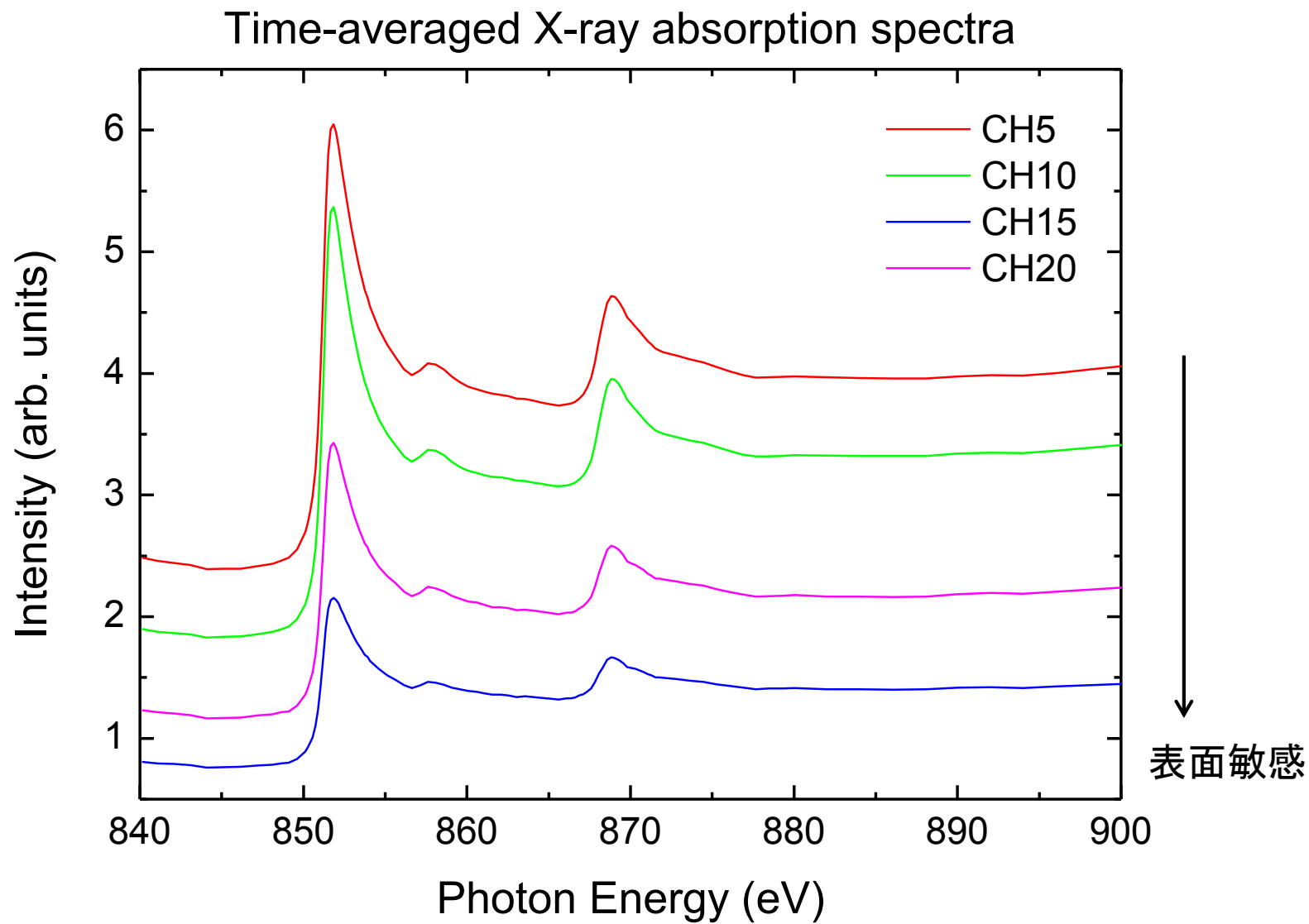




# 初期の測定結果(偏光スイッチングへの追従)

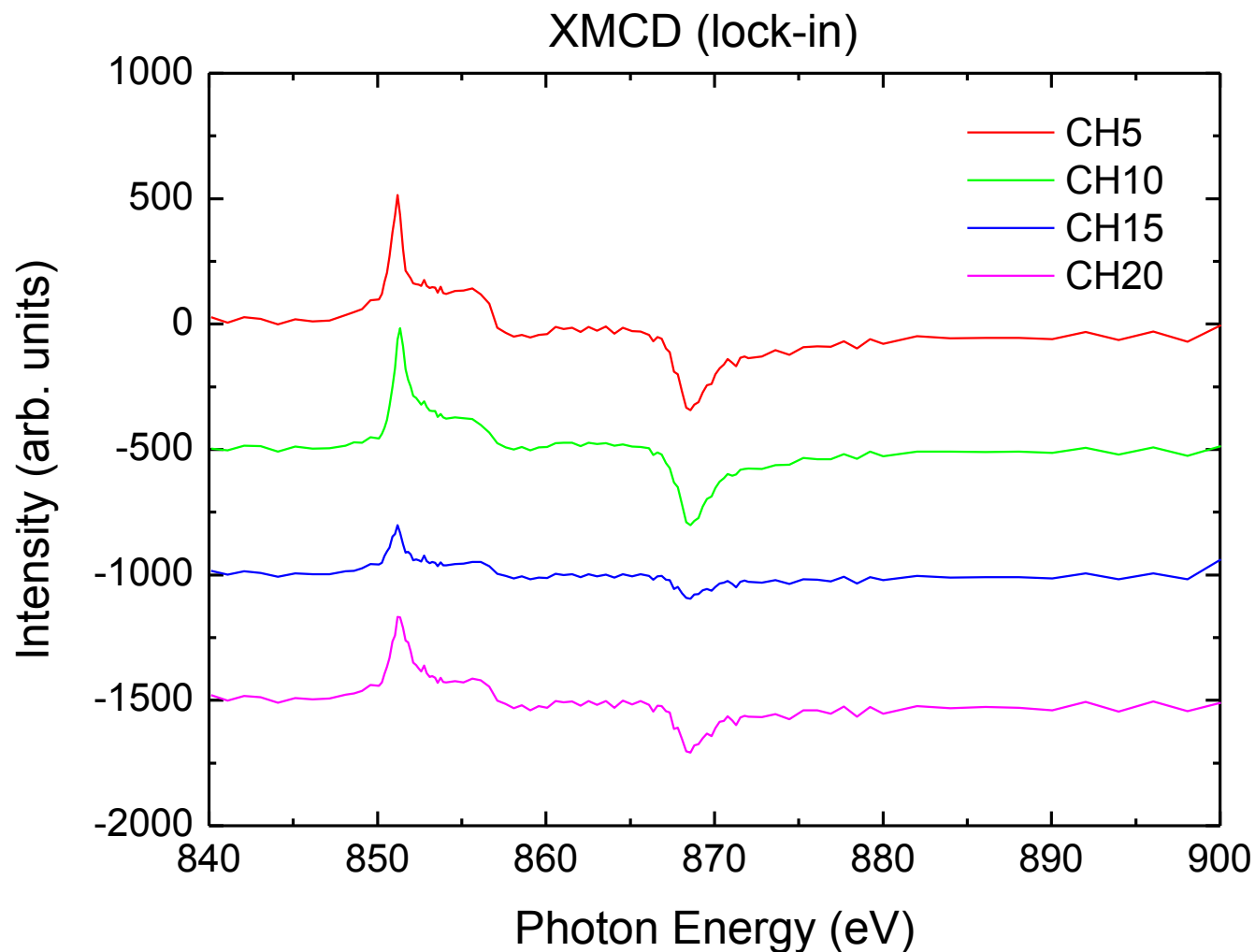


# 初期の測定結果(XAS)

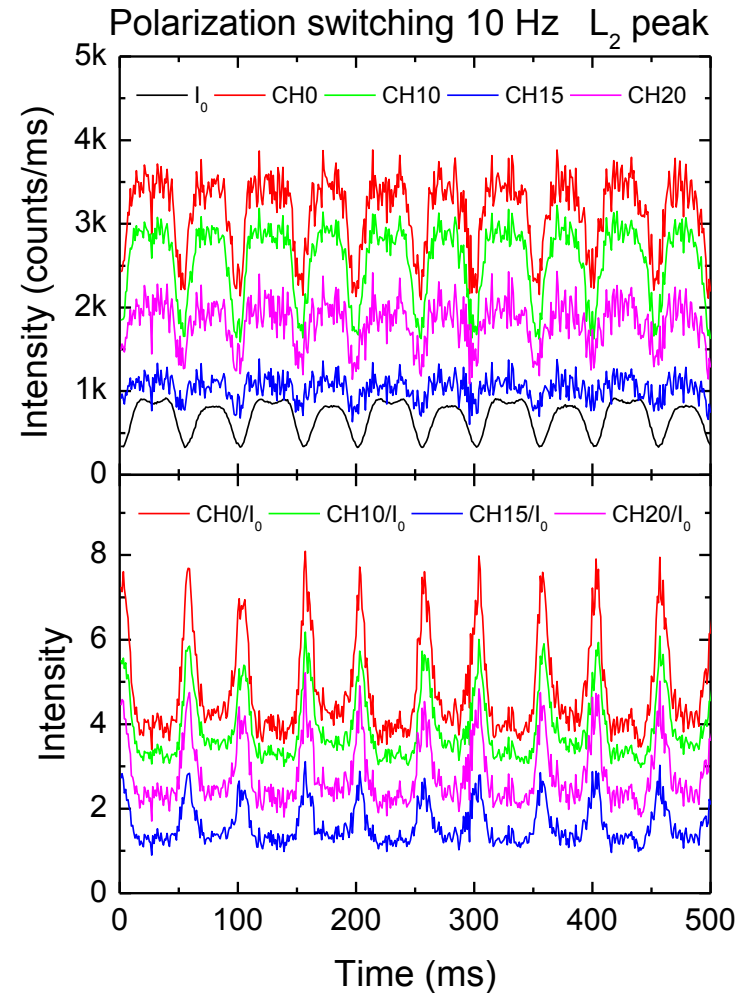
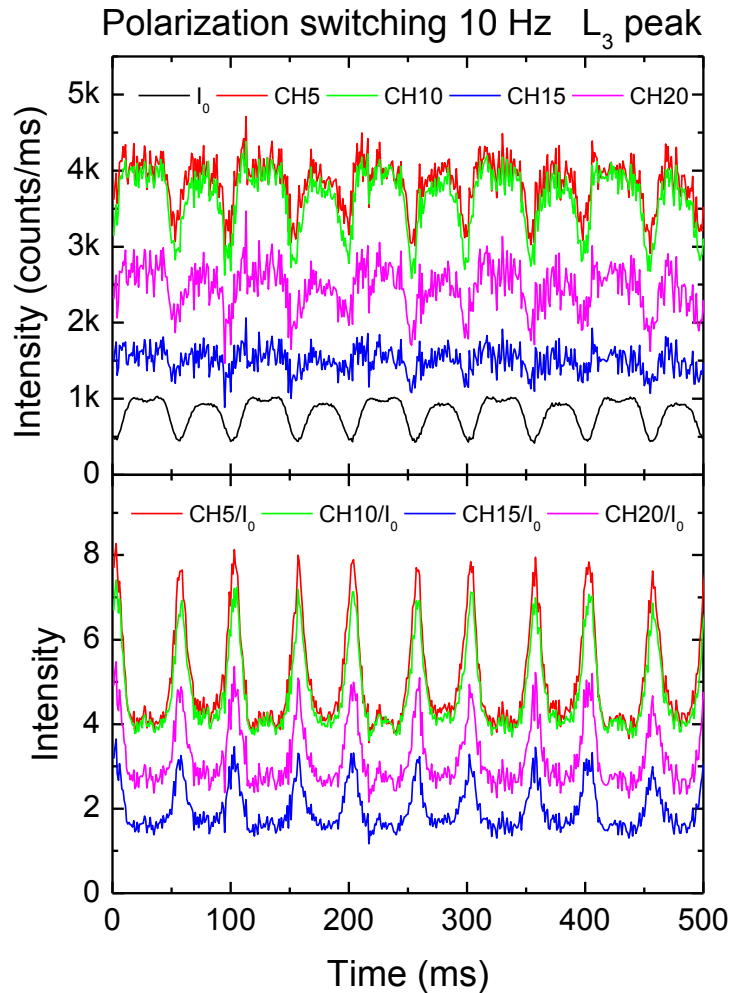


# 初期の測定結果(XMCD)

それぞれのチャンネル, それぞれのエネルギーに対して,  
時間変化のデータを数値的にlock-in処理して10 Hz成分を抽出



# 問題点



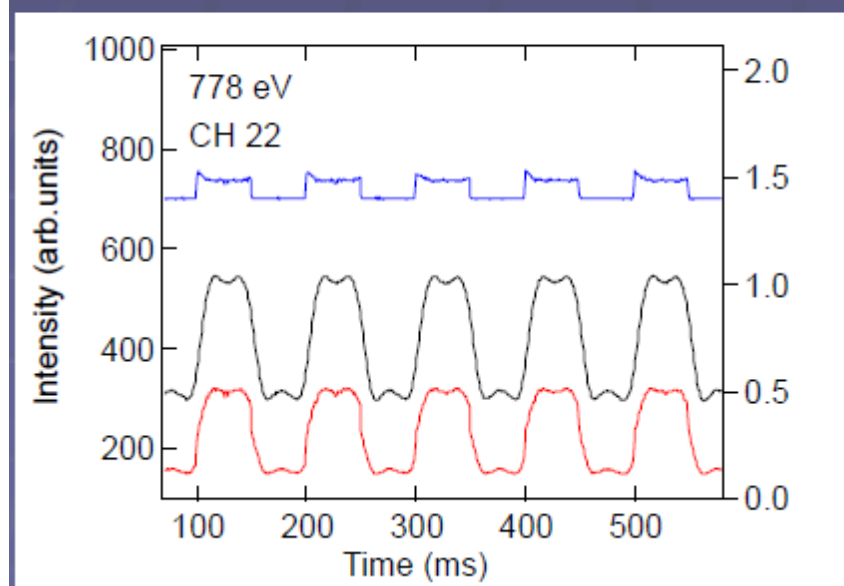
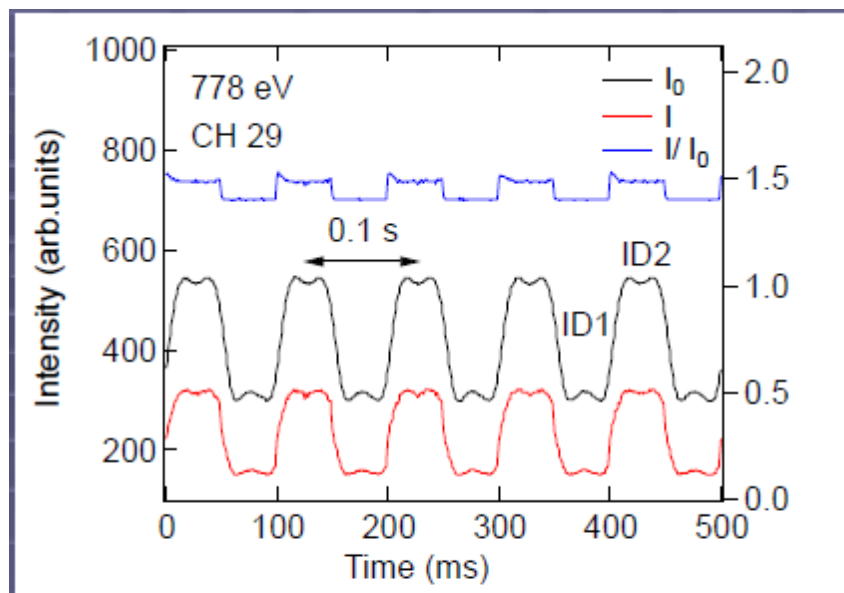
$I_0$ (光強度)で割り算した時に割り切れていない ← MCPのオフセット?  
シグナルが大きすぎてカウントしきれない (意図的に $<10^7$  CPSに抑えている)

# 新しいアナログ基板の導入

より多くのカウント数に対応できるもの



# 新しいアナログ基板を用いた測定結果

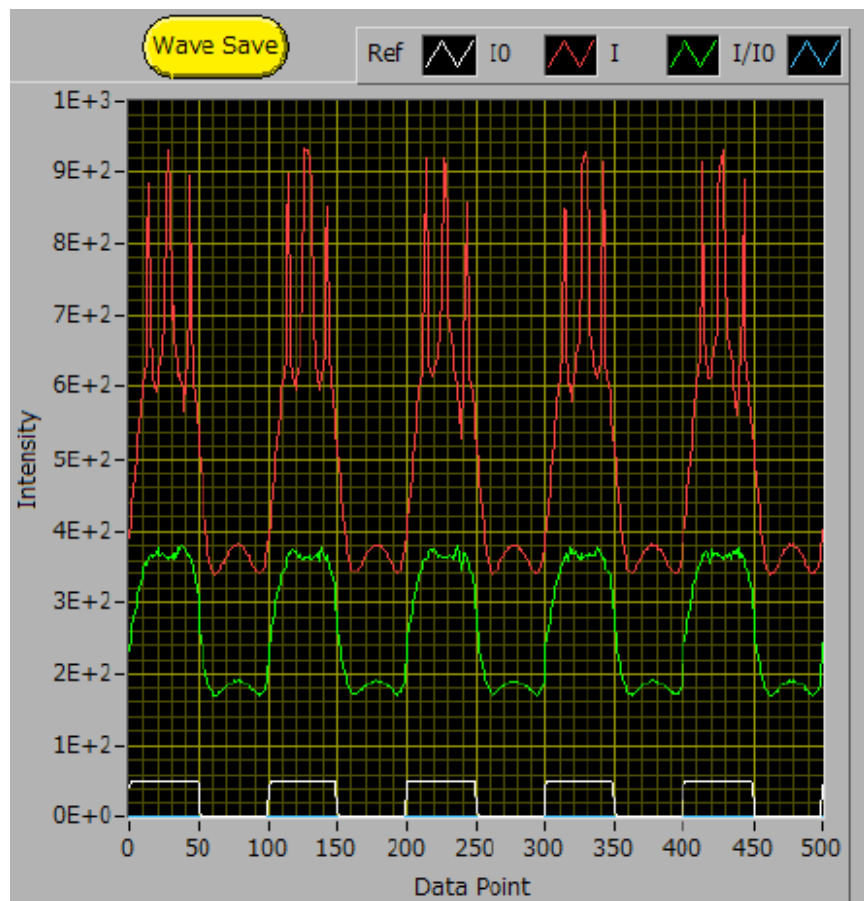


1 kHzでの連続測定に成功？

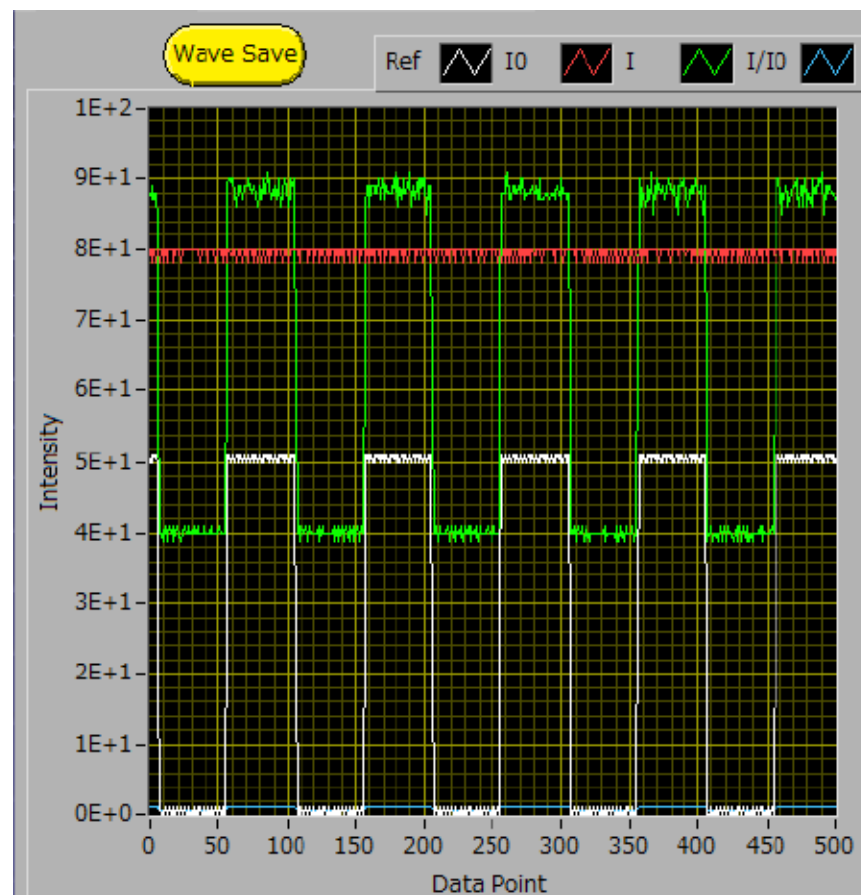
※ $I_0$ は電流値をV-Fコンバータを介してCH31に入れている

カウント数が思いのほか少ない  
(シグナルが小さい?)

ところが...



時々暴れてみたり...



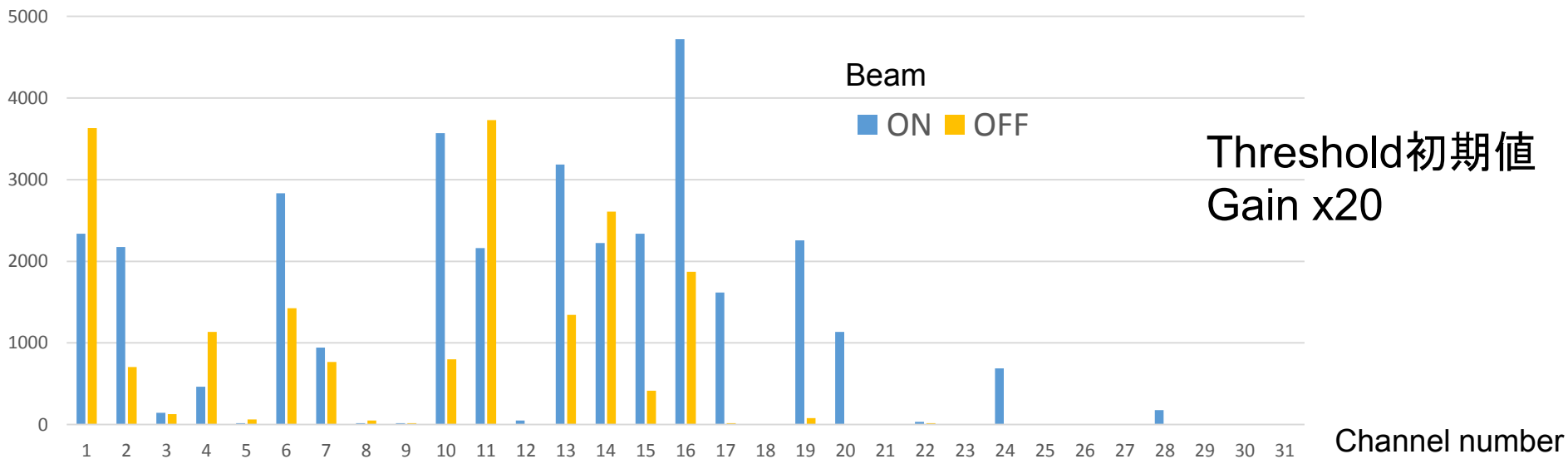
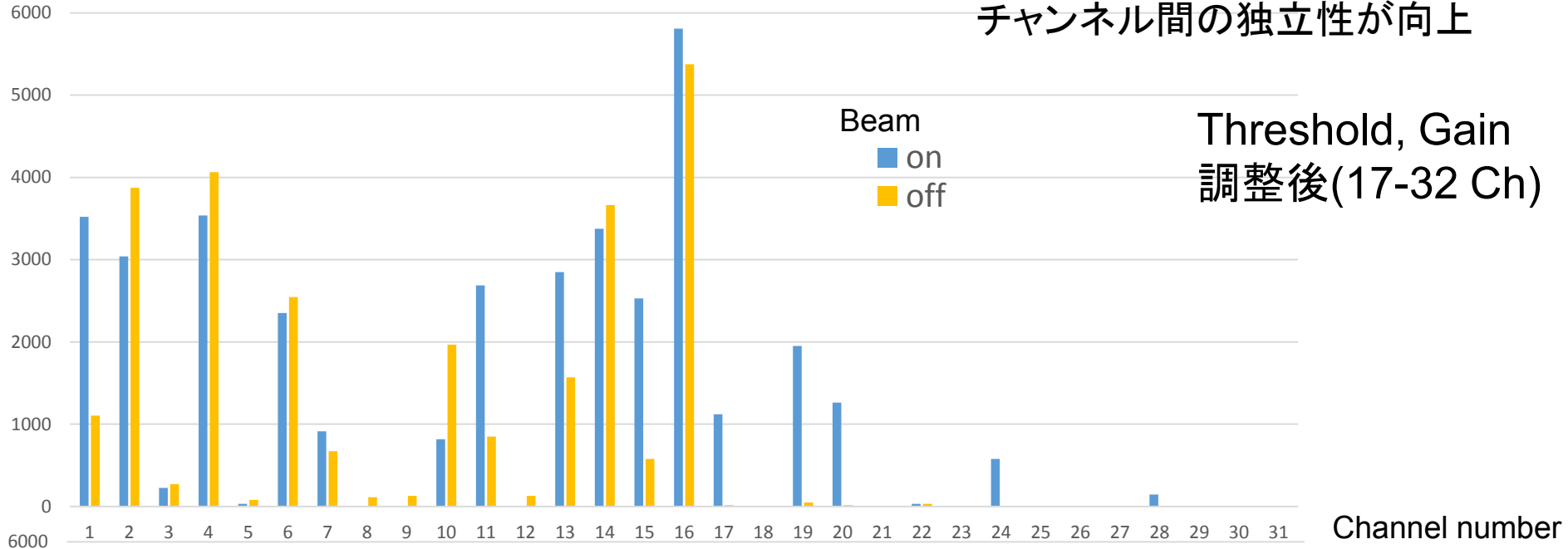
Referenceシグナル(偏光の状態を示す電圧シグナルをV-Fを介してCH32に入れている)に追従してみたり...

※この時, 光強度は一定

# さらに新しいアナログ基板(VOLUME2012搭載)の導入

2013年11月

チャンネル間の独立性が向上





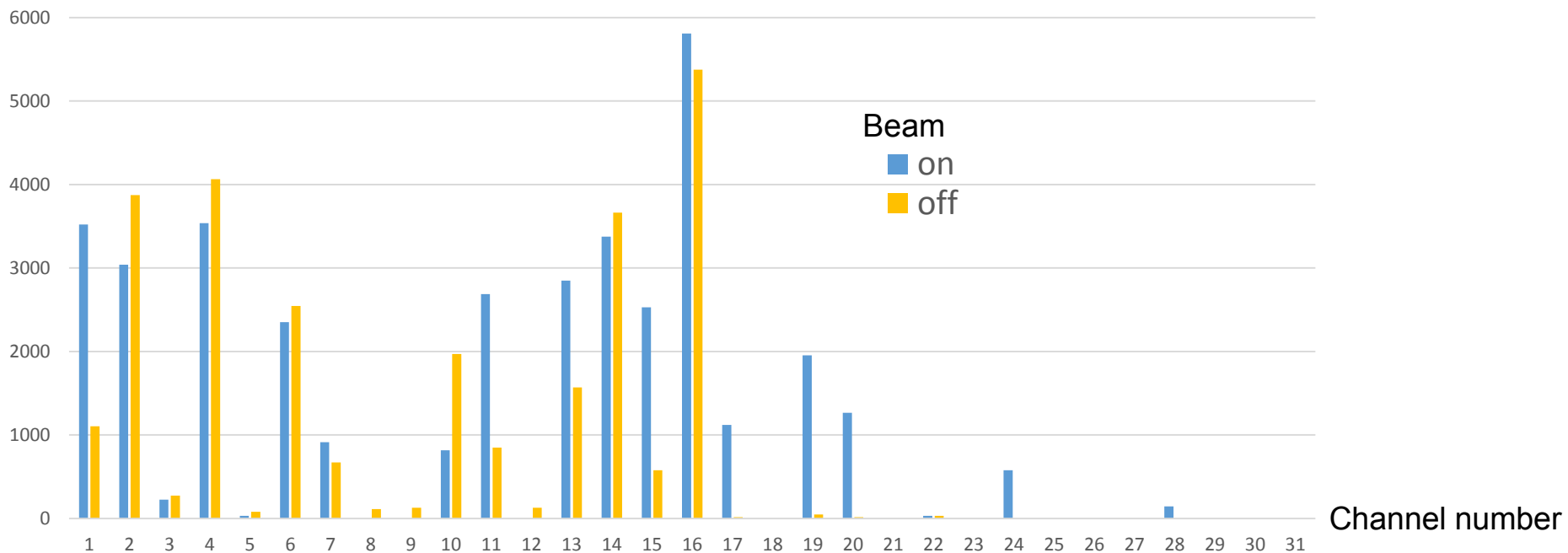
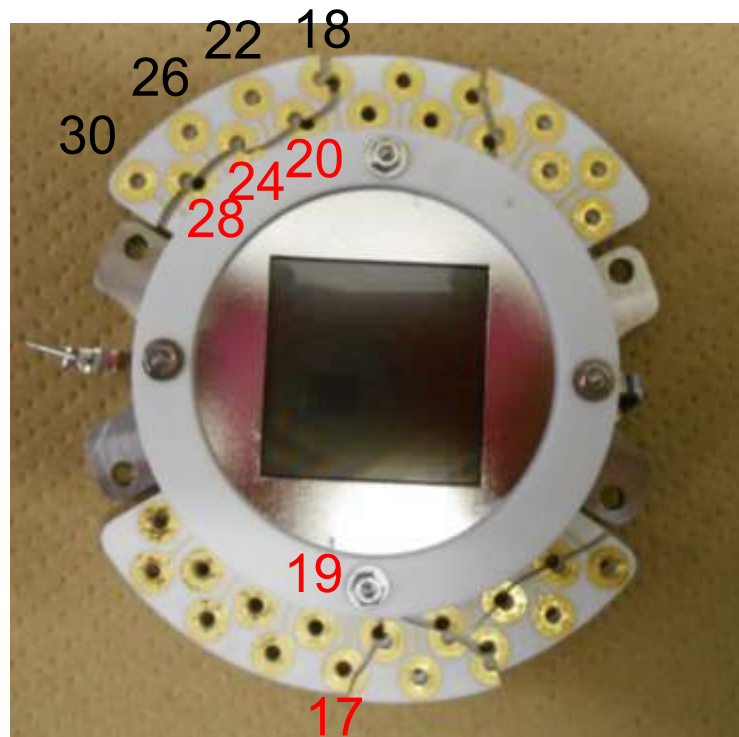
## しかし気になる点が...

- 予想されるシグナルから設定したThreshold, Gainの初期値だとカウントゼロ
  - 適切に調整した後のカウント値が数千cpsしかない(以前は数百万)
  - カウントが来ないチャンネルが結構ある  
(オシロでみてもシグナルなし)
- ⇒ MCP自身が劣化しているのでは？  
電子銃を使ったオフラインテスト等で酷使しすぎたか…

# 原因判明

MCP交換を決断して取り外してみたところ、マルチアノード基板があちこち割れていた...

チャンネルによるシグナルの有無とそれなりに対応



# 大改造を断行

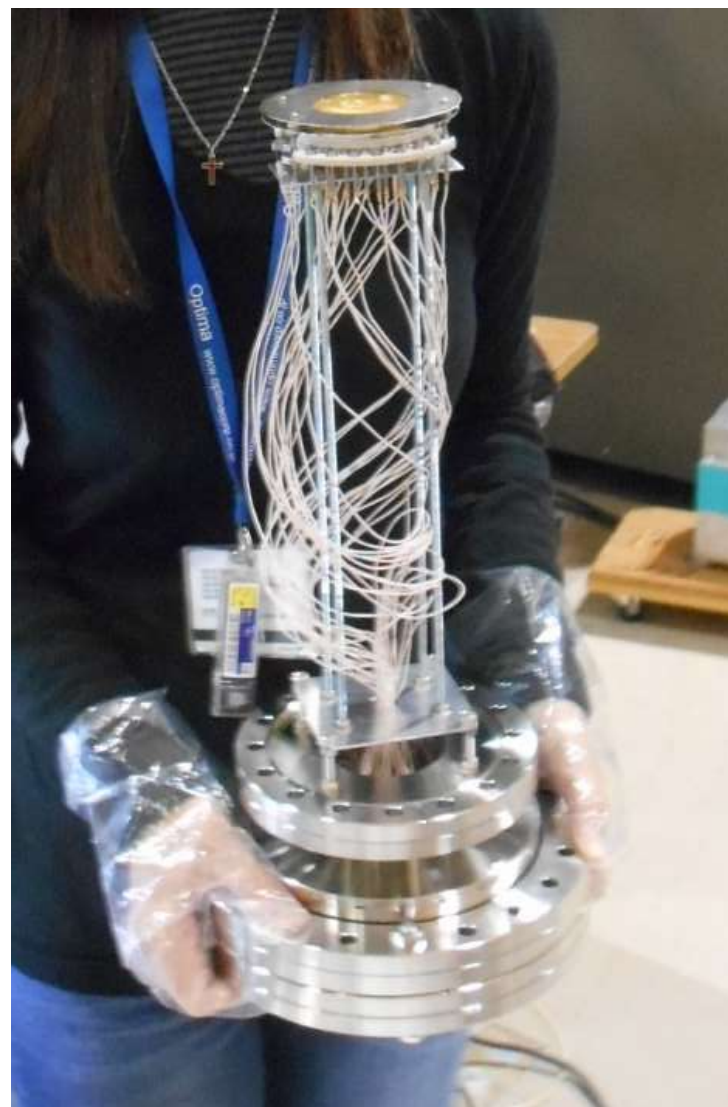
- MCP更新  
配線はピン方式
- SHV端子フランジ軽量化
- 阻止電場用グリッド更新  
※従来のものはチェンバー  
内壁に当たる...



阻止電場用グリッド

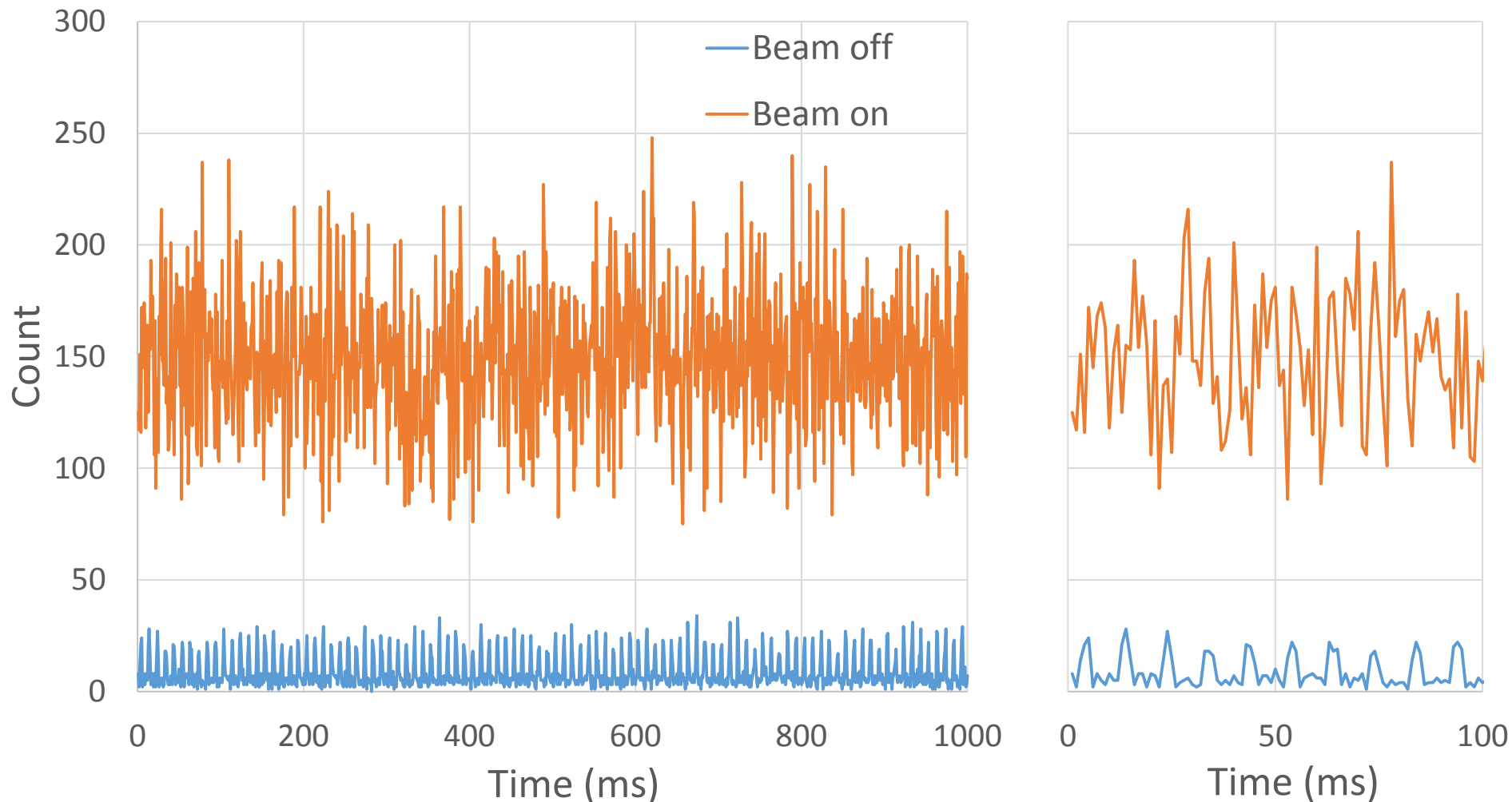


SHV端子(4 pin X 8 = 32 pin)



## テスト測定

Channel 16



1msごとの連続測定が行えることを確認  
ビームがない状態で、100 Hzのスパイク状のノイズが見られる

# まとめ

マルチアノード(30チャンネル)MCP, 1 kHz取り込み  
偏光スイッチングと組み合わせて深さ分解XMCD測定を目指す  
紆余曲折を経てスタートに戻ってきた  
今後、より強いシグナルで実際に深さ分解XMCD測定を行う  
さらに、放射光パルスと同期させた時間分解実験も視野に

