

高時間分解能飛行時間測定器MRPCのための 前段信号処理回路の開発と評価

稲葉基, 三明康郎, 江角晋一, 中條達也,
加藤純雄, 田辺嶺, 坂田洞察, 瀬谷夏美.

筑波技術大学, 筑波大学.

日本物理学会 第62回年次大会 北海道大学 (平成19年9月22日)

研究背景と目的

高エネルギー原子核衝突実験において、ハドロンの粒子識別をおこなう飛行時間測定器には、高い時間分解能と広い検出エリアが要求されている。



現在、筑波大学では、高時間分解能飛行時間測定器**MRPC** (**Multi-**R**esistive **P**late **C**hamber)を開発中。**



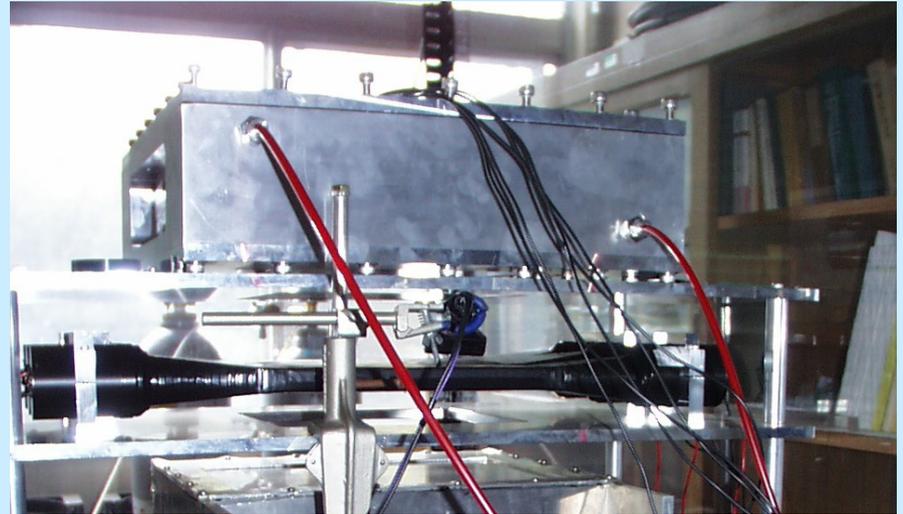
MRPCの特性に合わせた**前段信号処理回路**を開発することにより、飛行時間測定システム全体としてさらに高い時間分解能を追求できると期待される。

研究目的：増幅と波高弁別をおこなう**前段信号処理回路**を開発し、その性能をベンチテストにより評価する。

MRPC (Multi-gap Resistive Plate Chamber)

構造上の特徴:

- ・ガス型検出器
- ・時間分解能が良い
- ・検出効率が高い
- ・製造コストが低い
- ・遮光や冷却が不要

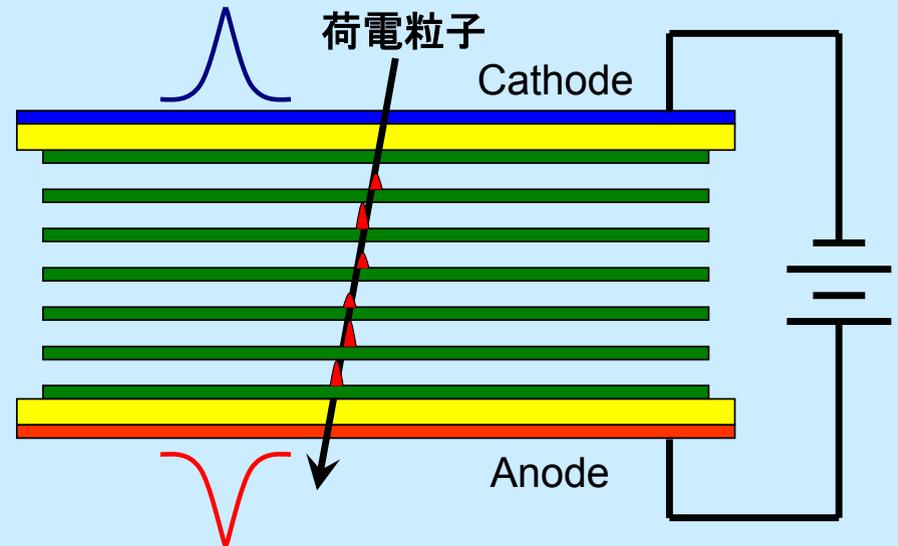


信号の特徴:

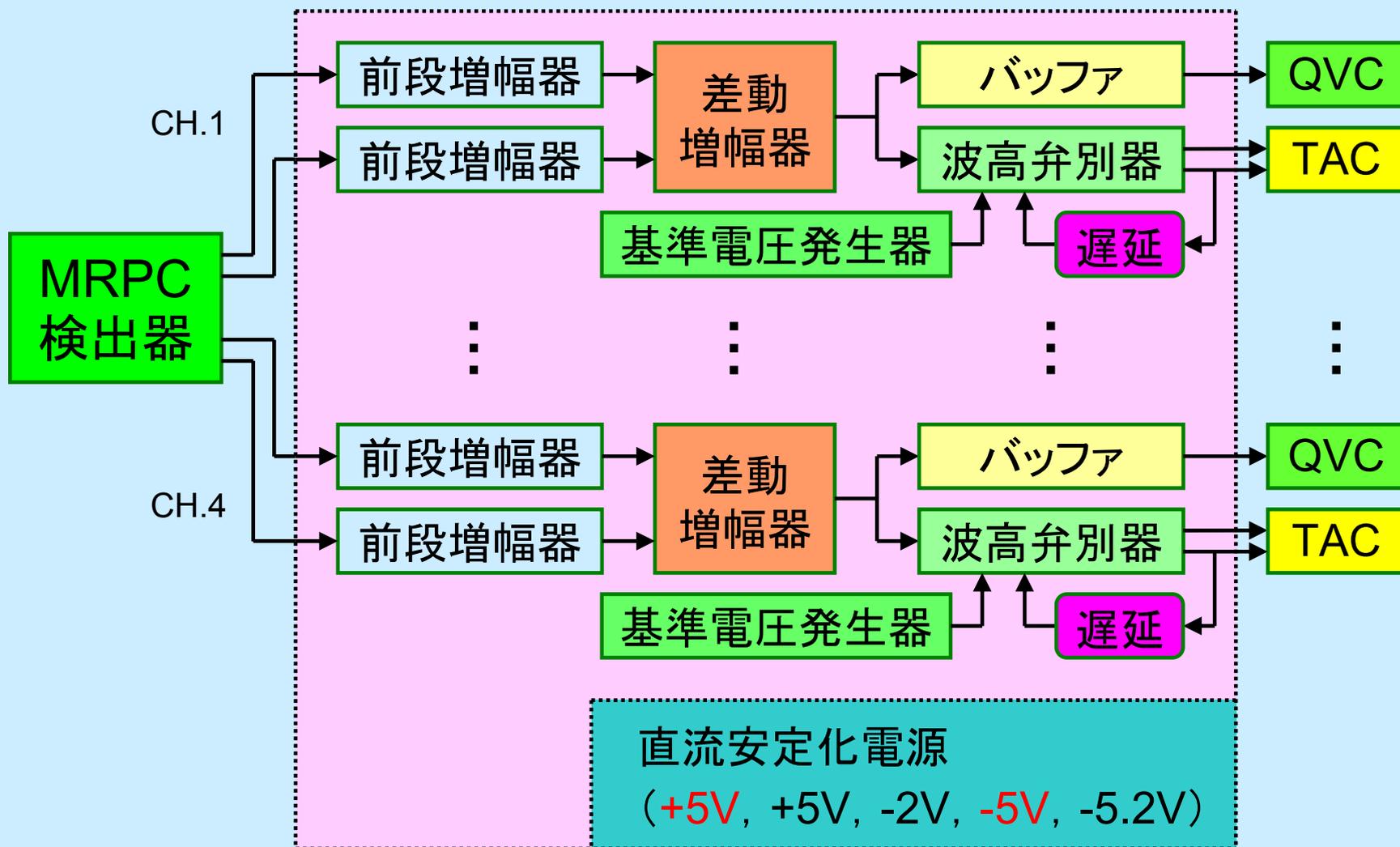
- ・立ち上がりが早い
- ・振幅が小さい
- ・差動信号

重要

高速・高利得・低ノイズ
の増幅器と波高弁別器



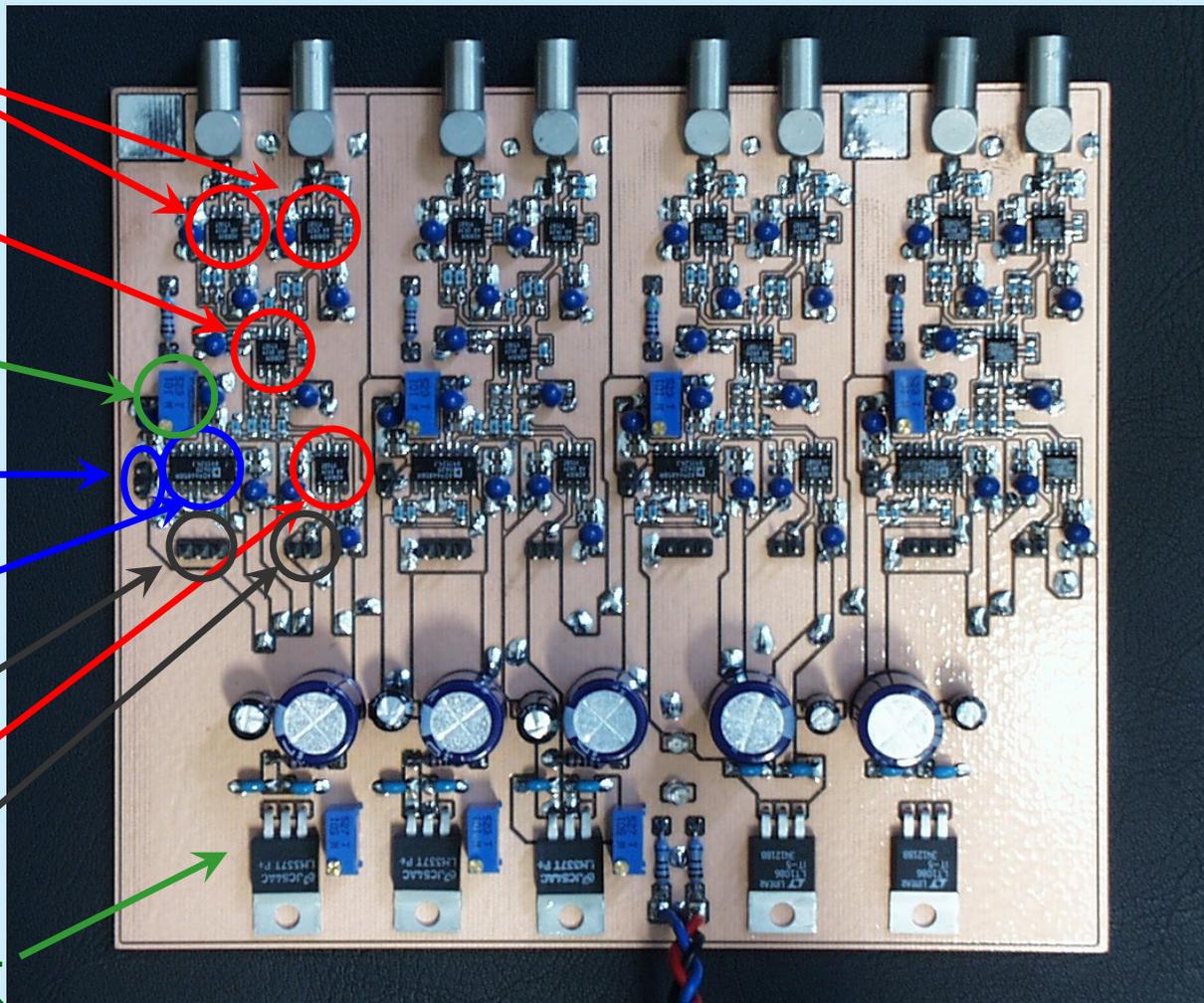
前段信号処理回路の構成



前段信号処理回路の外観

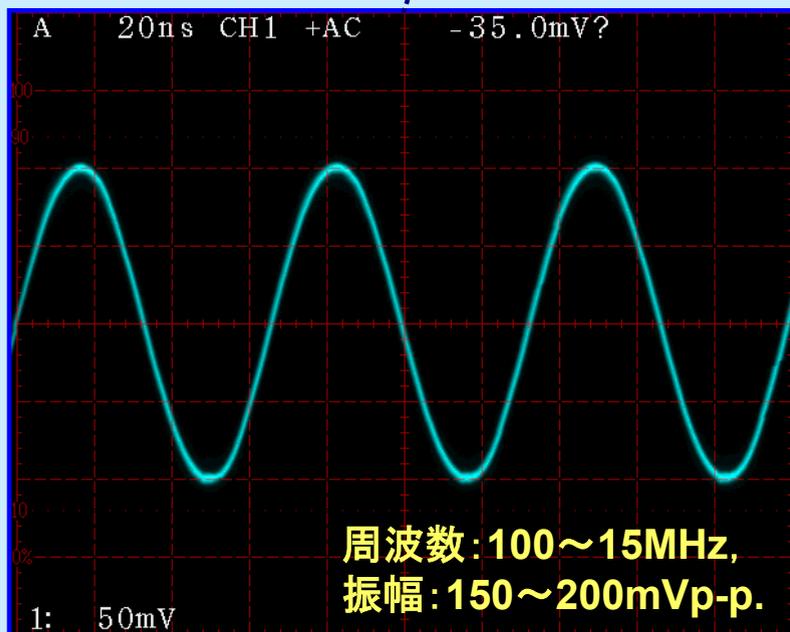
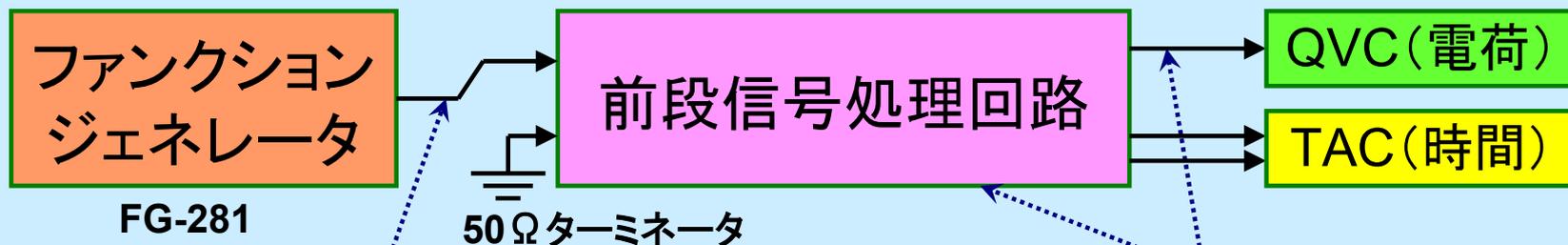
外形: 130mm × 150mm

- 前段増幅器
(AD8009AR)
- 差動増幅器
- しきい値調整
(0~855mV)
- ジャンパ
(ゲート有無)
- 波高弁別器
(AD96685BR)
- 差動出力
- バッファ
- アナログ出力
- 直流安定化電源

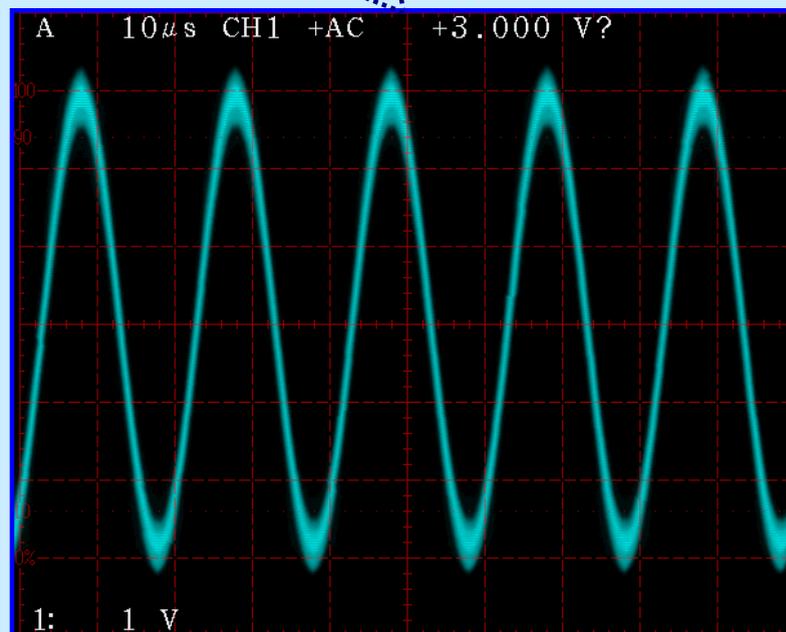


電源: $\pm 7V$ 以上 (+側535mA, 一側732mA)

差動利得 (ベンチテスト)



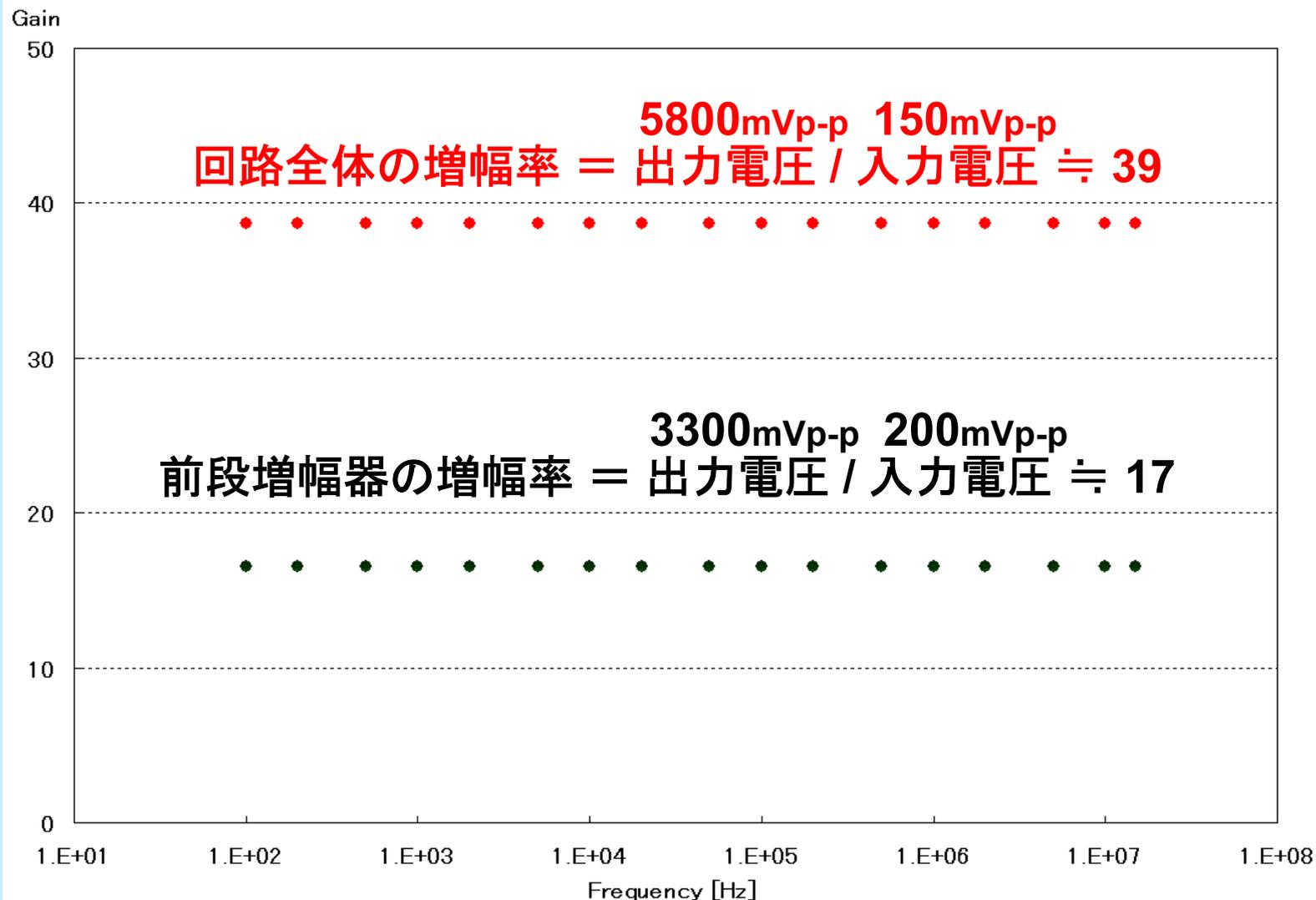
入力信号



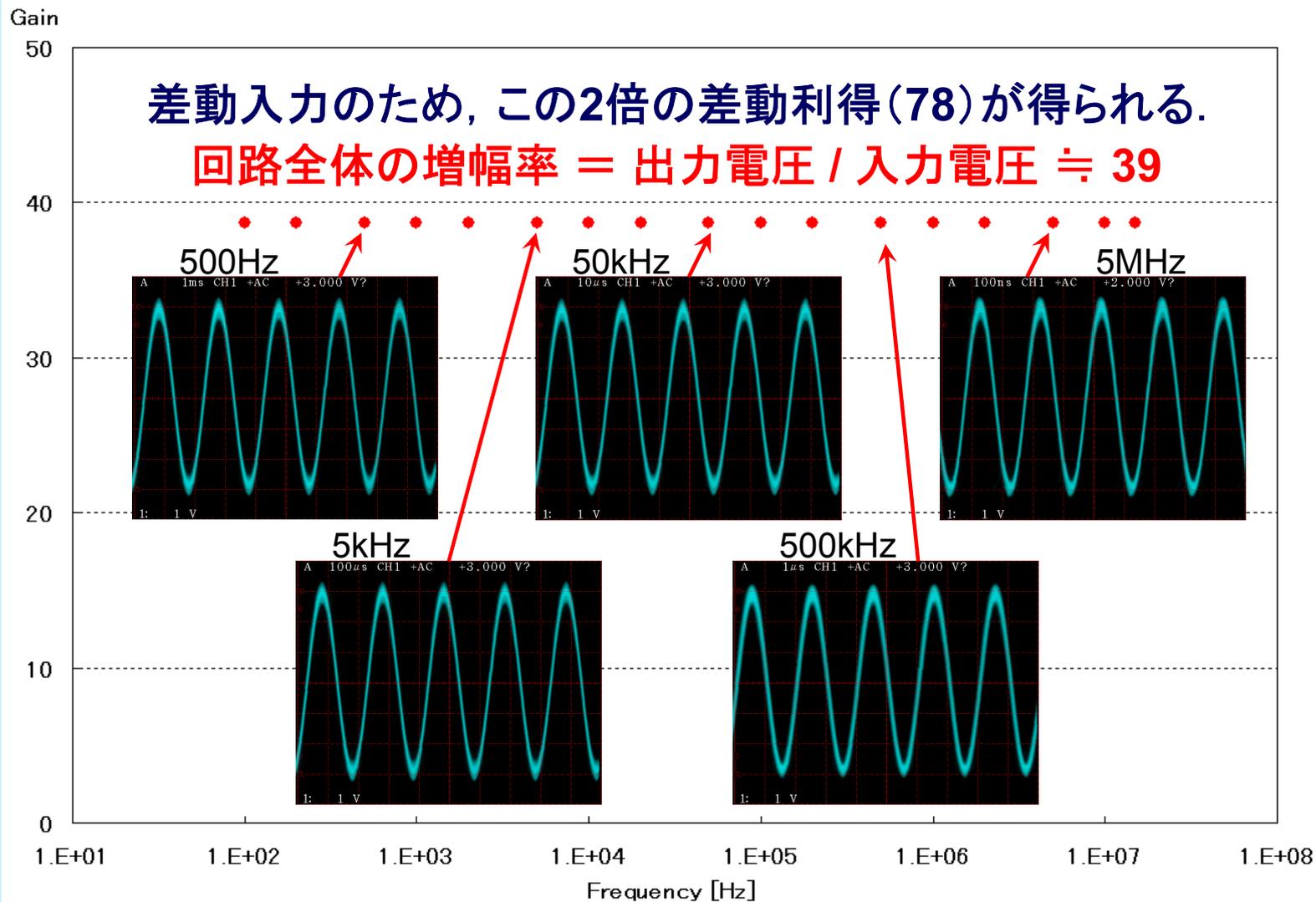
出力信号

アナログストレージスコープ (TS-80600) で信号を観測する。

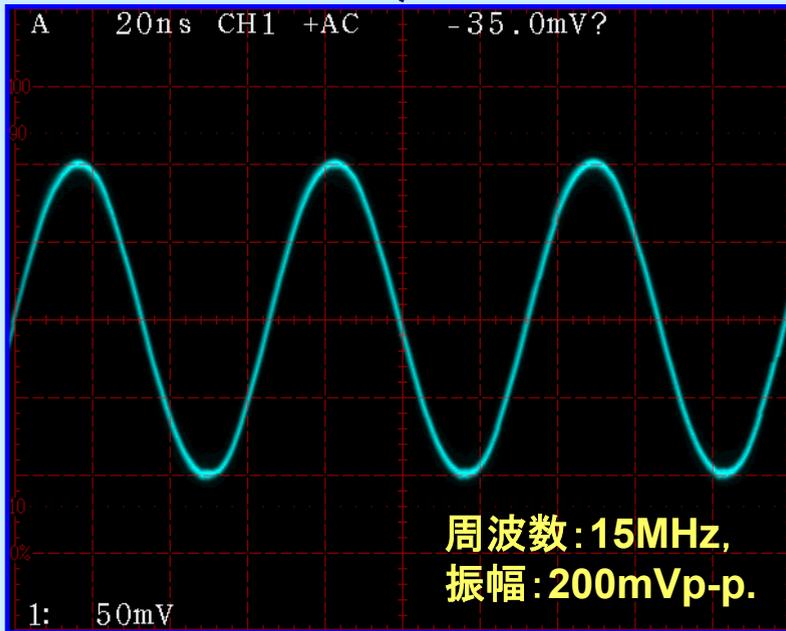
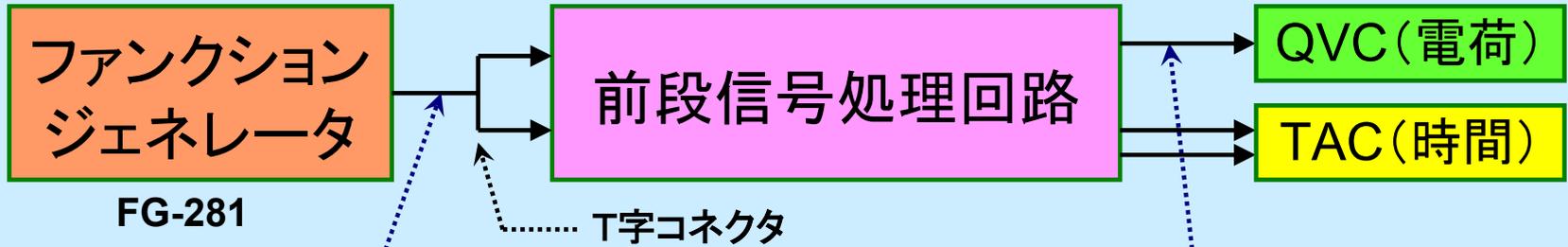
増幅率 (ベンチテスト)



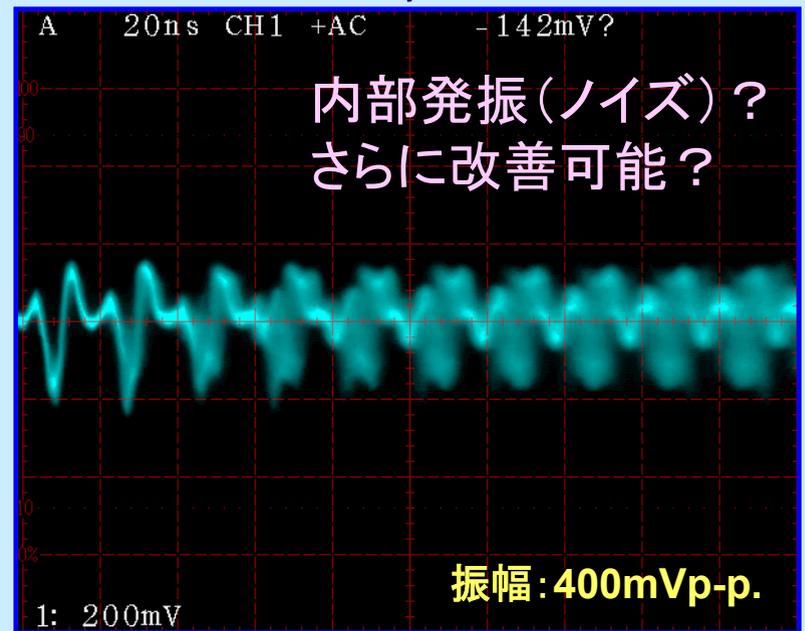
増幅率 (ベンチテスト)



同相利得 (ベンチテスト)



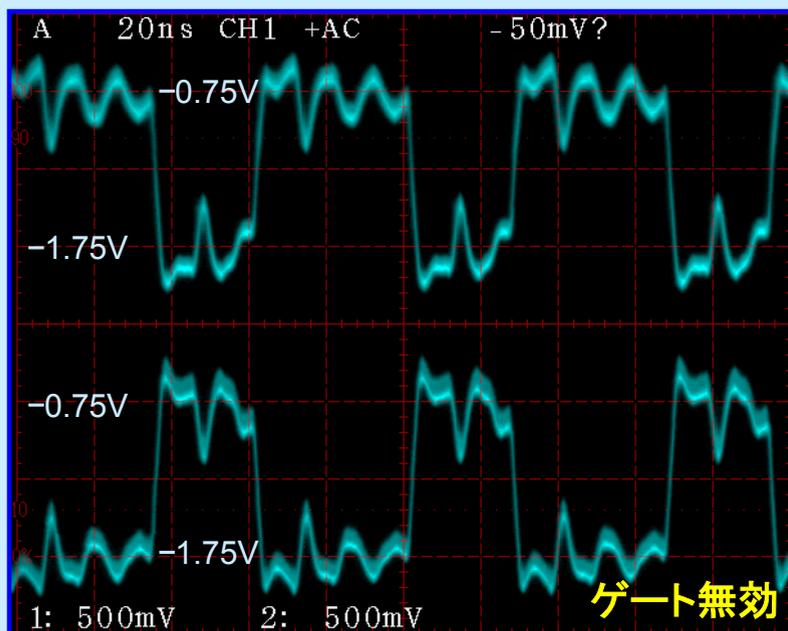
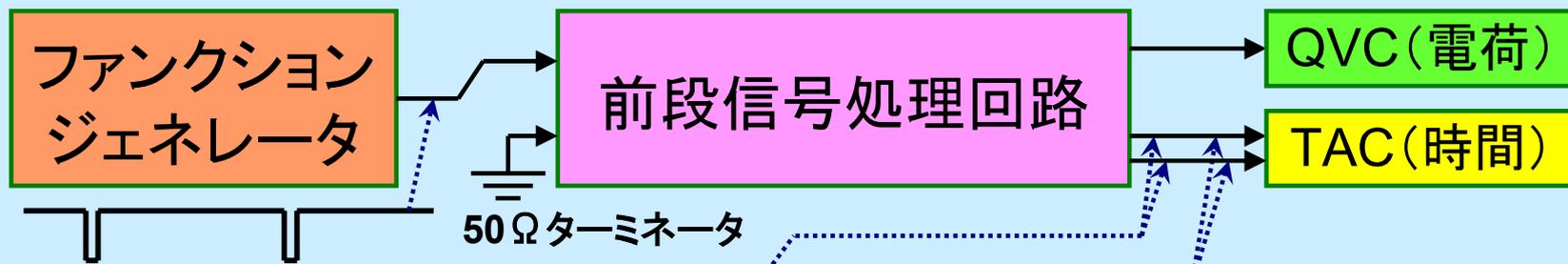
入力信号



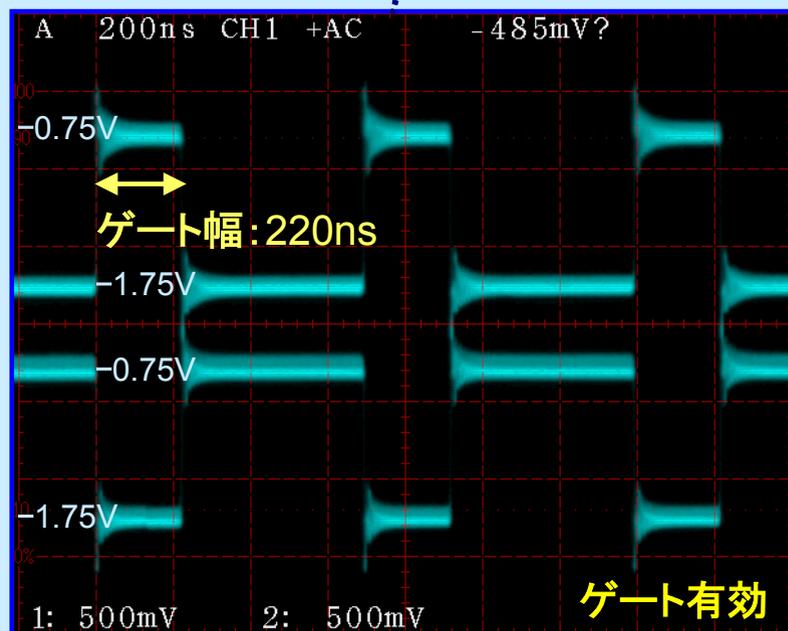
出力信号

➡ 同相信号除去比 (CMRR) = $A_d / A_c = 78 / 2 \doteq 39$

波高弁別 (ベンチテスト)



出力信号

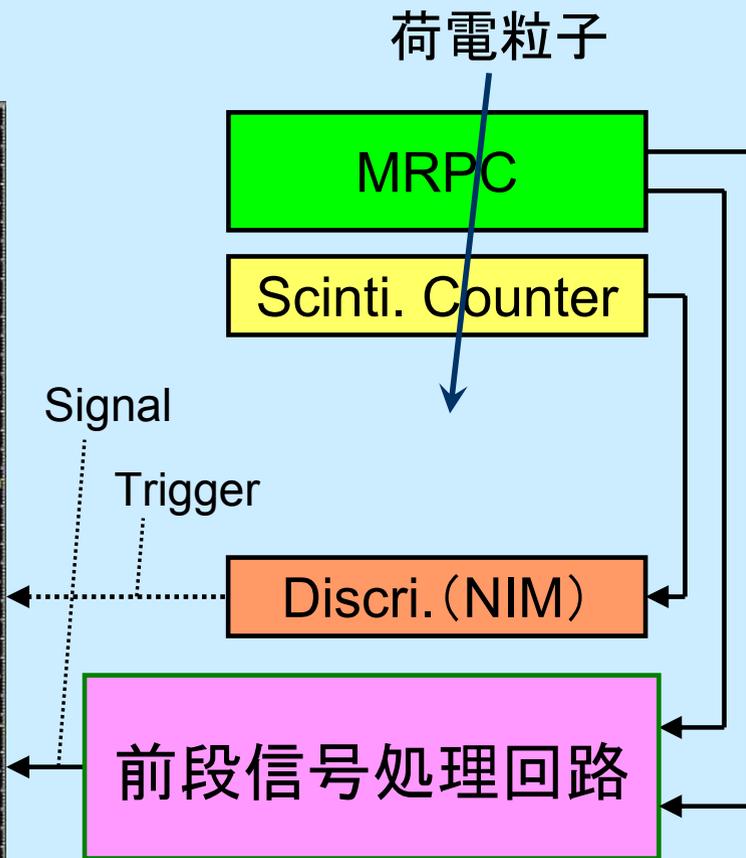
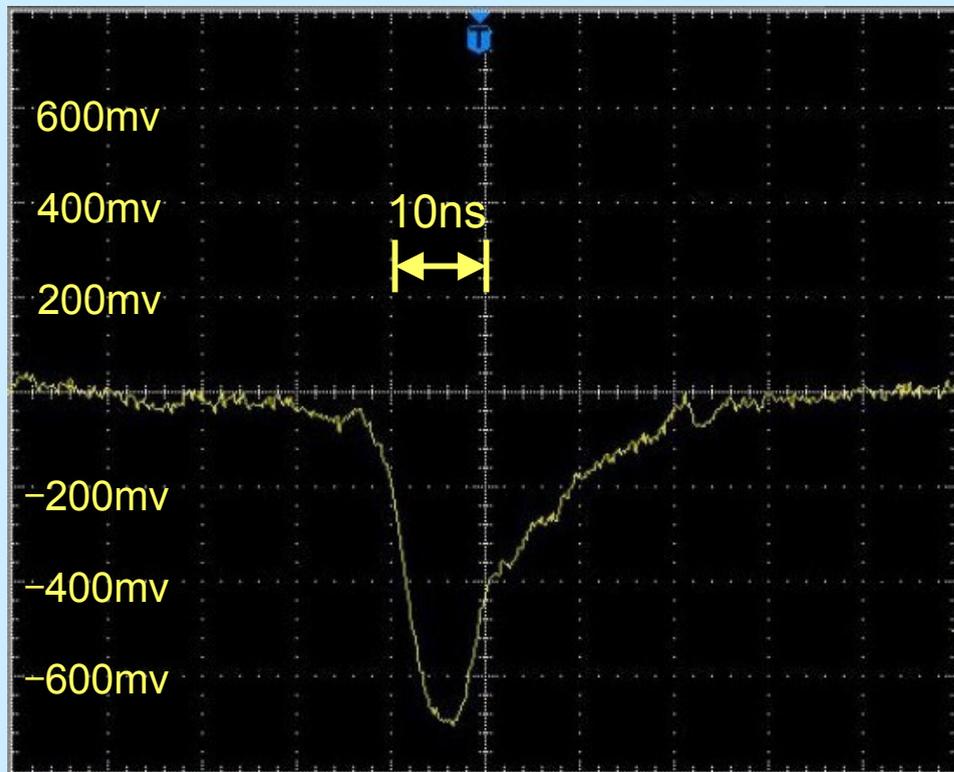


出力信号

➡ 波高弁別の差動信号 (ECL) とゲートの動作を確認.

MRPCの信号(宇宙線テストベンチ)

デジタルオシロスコープ(TDS3054B)



MRPC直下のシンチレーションカウンタの信号をトリガーにする。

➡ MRPCの差動信号を取り込み, 約700mVp-pまで増幅。

まとめ

MRPC (Multi-gap Resistive Plate Chamber) のための前段信号処理回路を開発し、その性能を評価した。

- ・差動利得・・・約78倍
- ・同相利得・・・約2倍(ノイズ?)
- ・CMRR・・・約39(改善可能?)
- ・波高弁別とゲートの動作を確認。

そして、実際のMRPCの信号を取り込んだ。

今後の課題

- ・同相利得が低い原因の特定とCMRRの改善。
- ・(うまくゆけば)今秋、KEKB Fujiビームラインを利用して、測定システム全体(MRPC+前段信号処理回路+TAC)の時間分解能を追求したい。