

KAGRAデジタル制御系用 DAC/ADCの動作試験

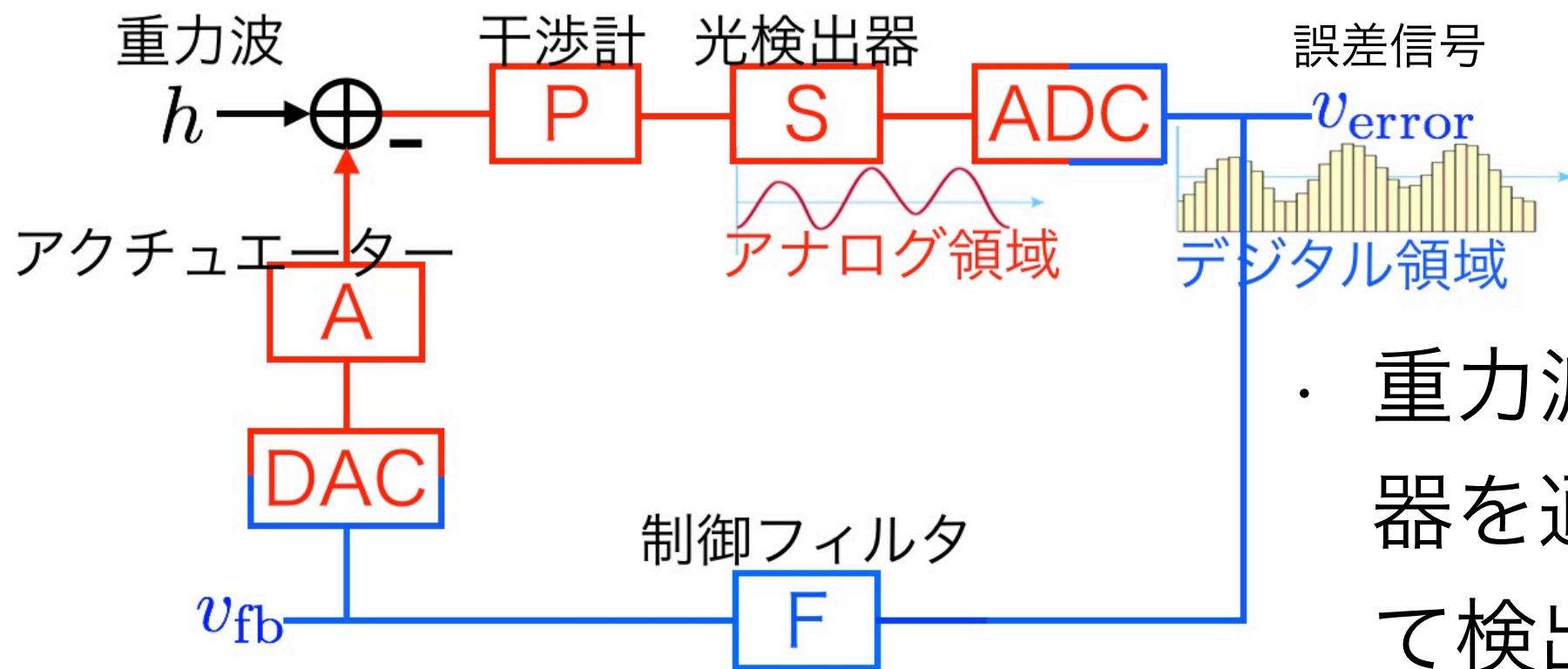
○鍛冶毅, 横澤孝章, 神田展行, 田越秀行, 宮川治^{A^}, 苔山圭以子^{A^},
山本尚弘^{A^}, 三代浩世希^{A^}, 上泉眞裕^{A^}, 栗井恭輔^{A^}, 三代木伸二^{A^},
佐々木幸次^{B^}, 高橋弘毅^{B^}
阪市大理, 東大宇宙線研^{A^}, 長岡技科大^{B^}

講演番号：17aK25-7

2017年3月17日

日本物理学会 2017年春季大会 @大阪大学

KAGRAデジタル制御

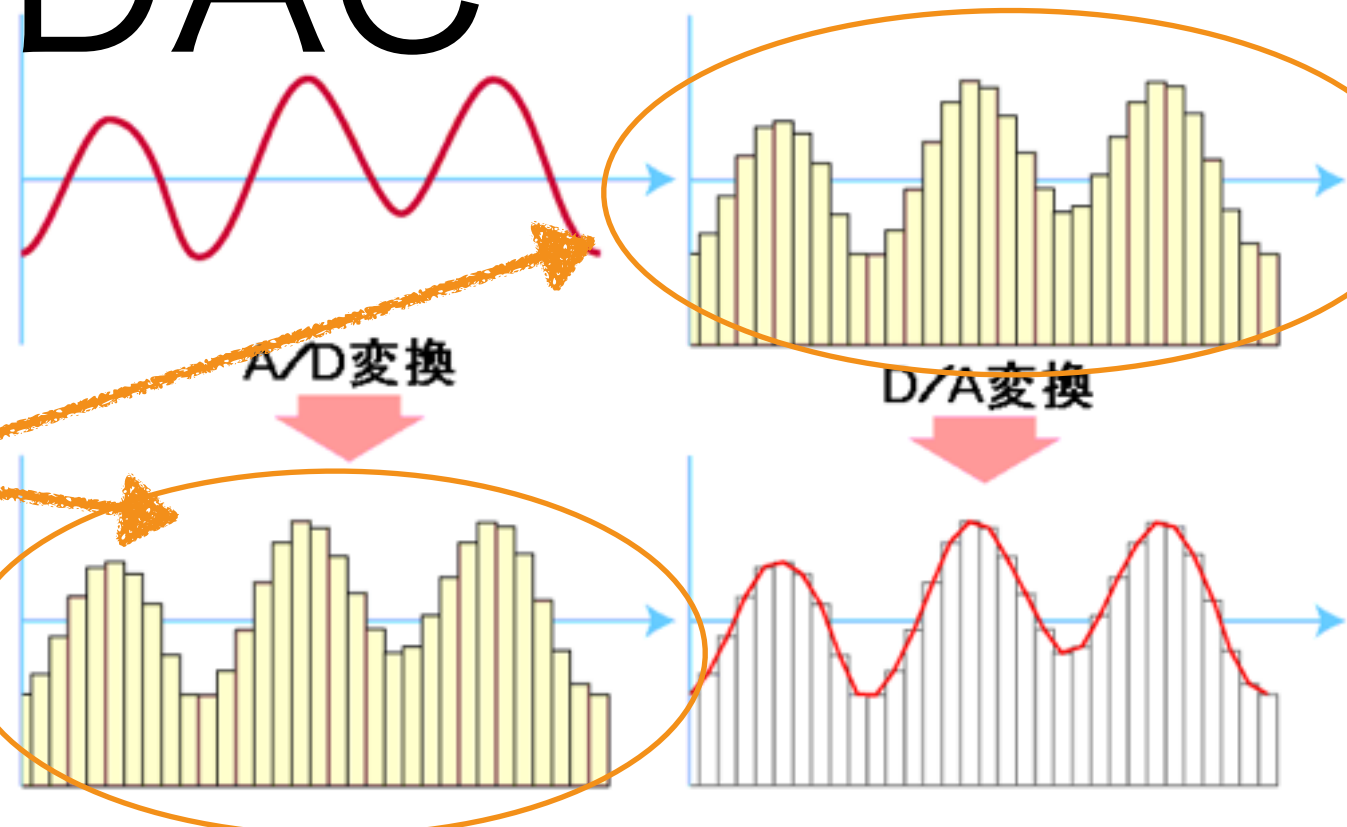


- ・ 重力波は干渉計と光検出器を通して誤差信号として検出される。
- ・ 干渉計を維持するためには信号をフィードバックして制御する必要がある。
- ・ 複雑な制御を可能とするためにデジタル制御を行う。->正確なADC,DACが必要。

ADC,DAC

アナログ信号をデジタル信号に変換する…ADC
デジタル信号をアナログ信号に変換する…DAC

我々が実際に解析に用いるのは
このような離散化された信号。



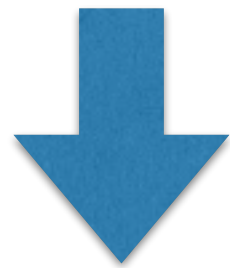
仕様

	ADC	DAC
ビット数	16	
電圧	$\pm 10V$	$\pm 5V$
チャンネル	32	16
必要枚数	60	45
サンプリング周波数	65536Hz	



試験目的

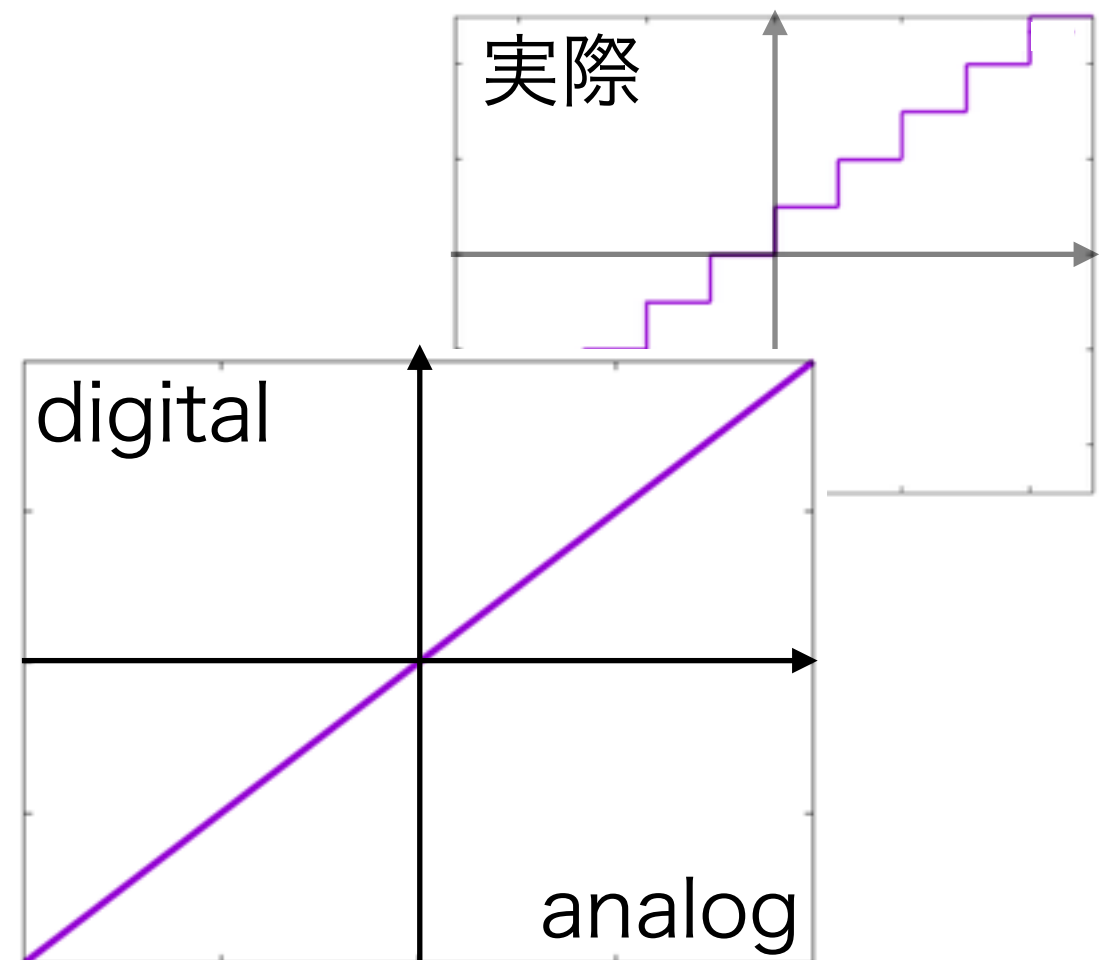
- ・ 重力波検出には多数のADC、DACを必要とする。
- ・ もしADC、DACが正しく動作しなければ、重力波の波形が歪んで検出されてしまったり、鏡が制御できなくなる。



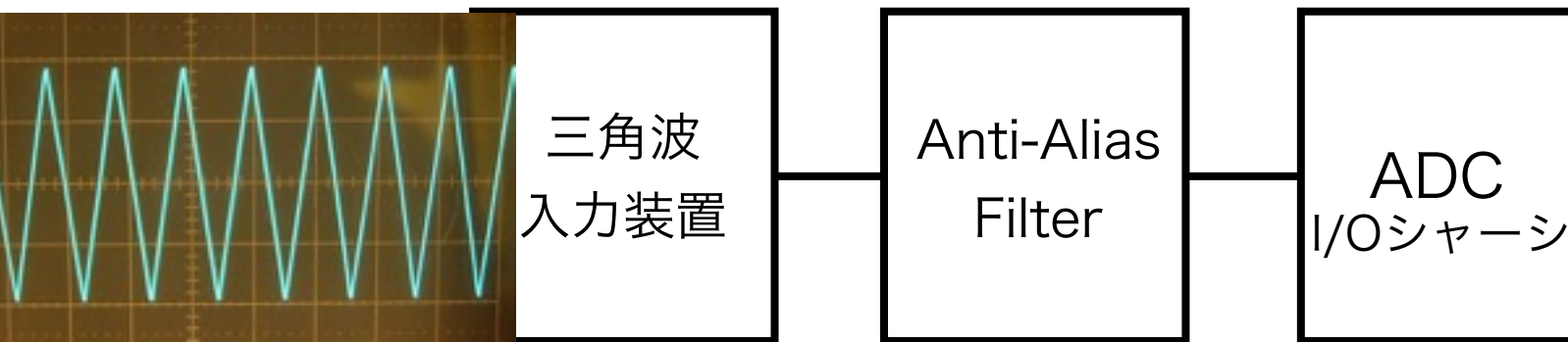
全てのADC、DACに対して

- ・ 16ビットが正しく動作するか
- ・ 線型性は保たれているか
- ・ ノイズはどれくらいあるのかを調べる。

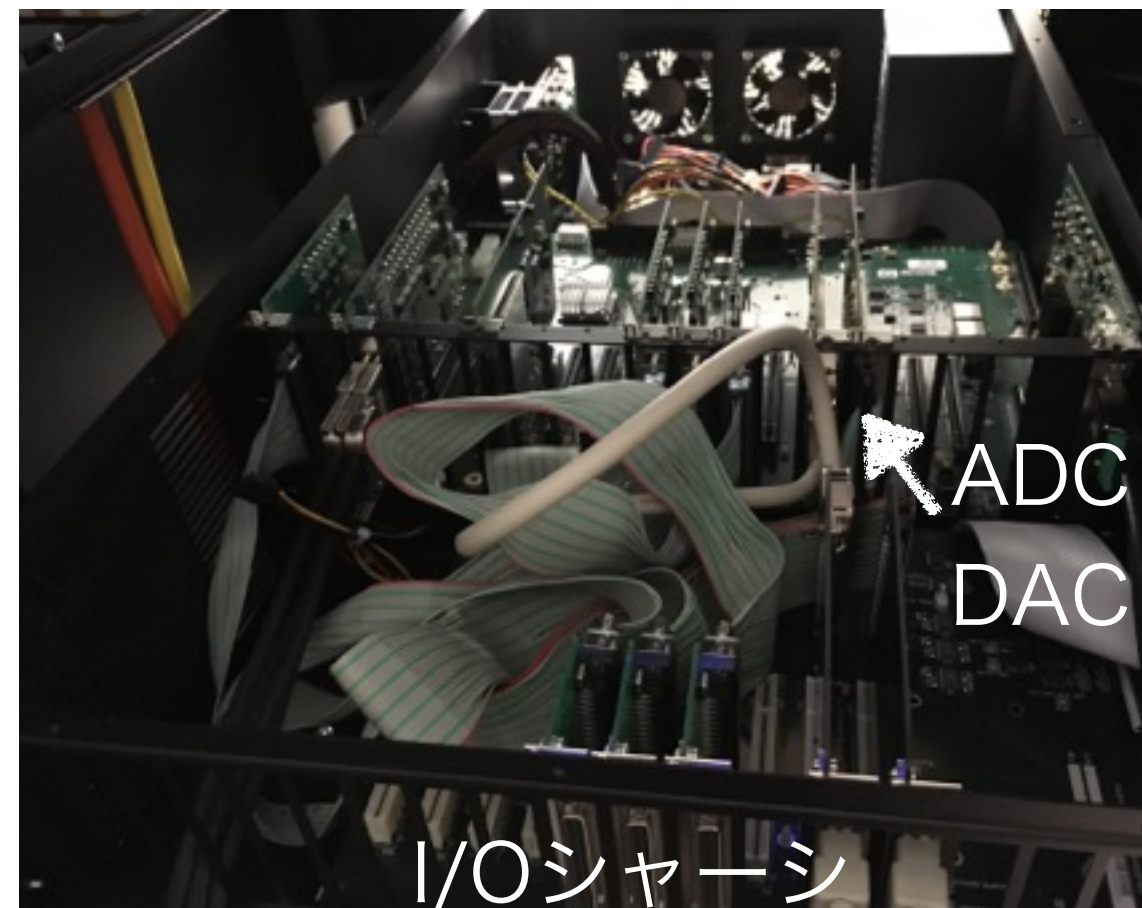
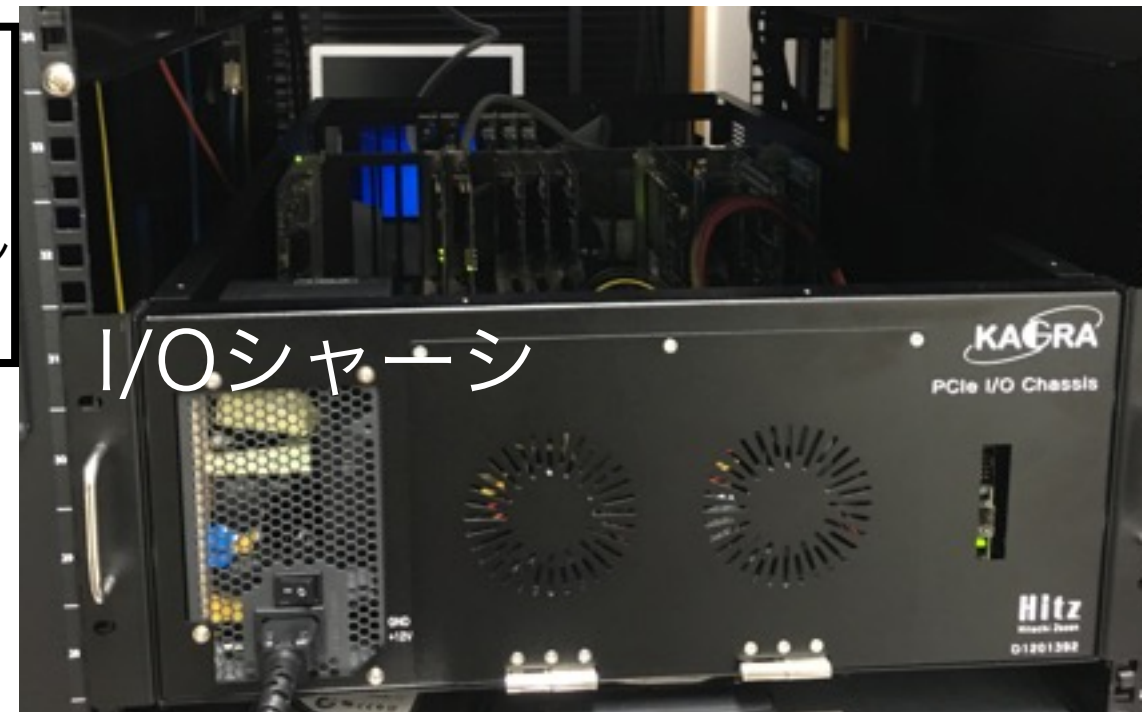
測定手法を確立し、実測する。



ADCの線型性・ビット測定方法



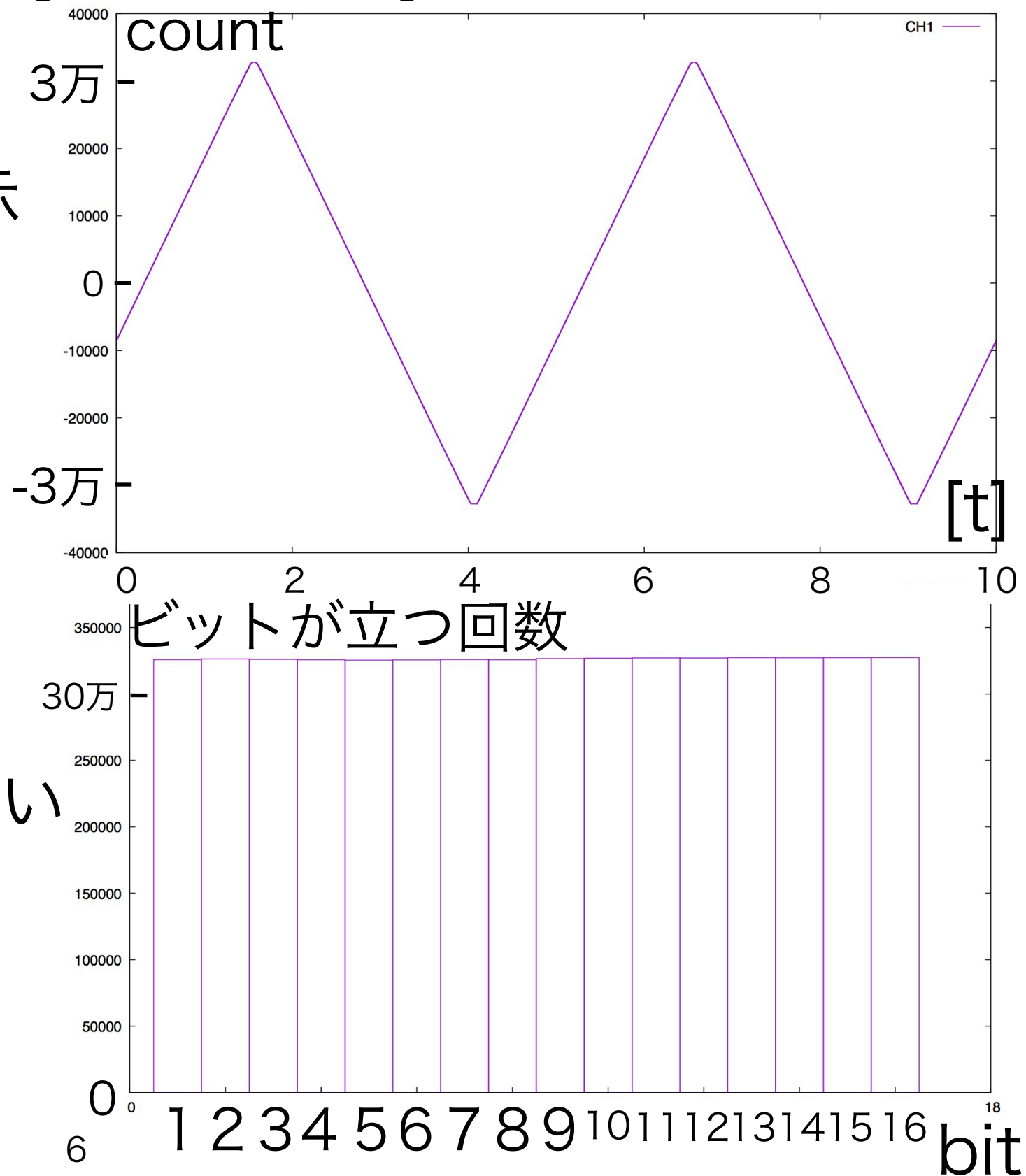
- ・ ADCに $\pm 10\text{V}$ 、 0.2Hz の三角波を入力し、出力される信号を見て線型性とビット落ちをチェックする。
- ・ ADCでサンプリングする際に、エイリアス効果が発生ないようにアンチエイリアスフィルター（ローパスフィルター）をかける。



結果 (ADC)

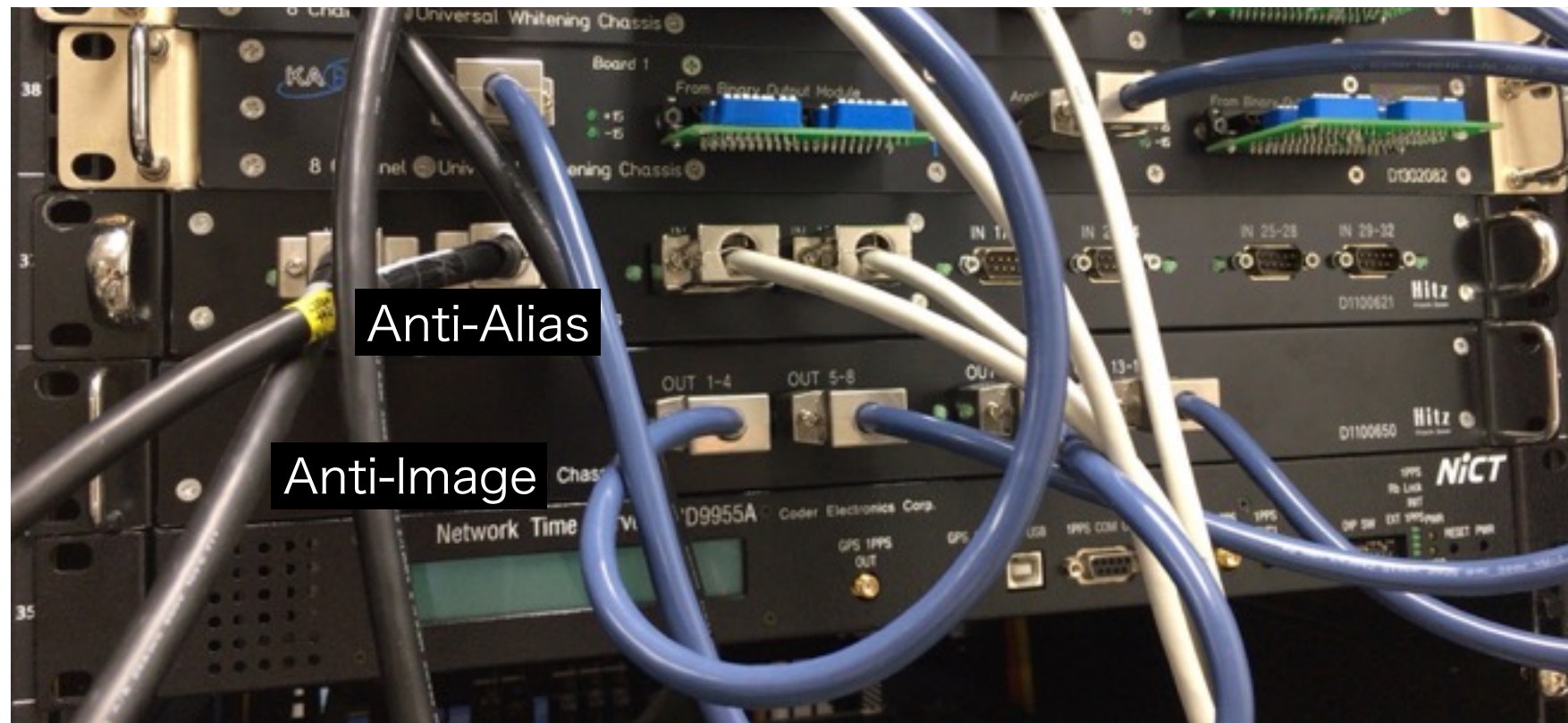
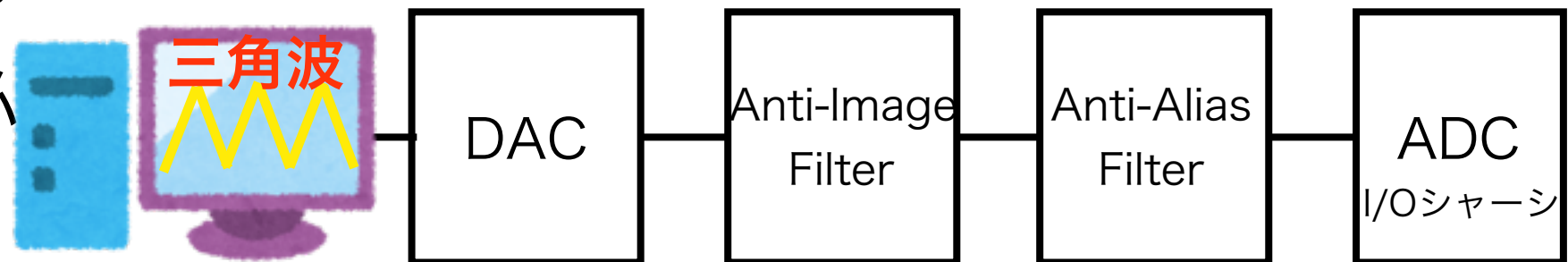
三角波をADCで時系列で表示
したもの (上)
各ビットが立った回数を表し
たもの (下)

- ・ 線型性が保たれていること
- ・ 各ビットの欠落や偏りがない
ことが確認出来る。



DACの線型性測定方法

- DACはデータ化する際にADCを用いる必要があるため、前述の方法で既に測定済みのADCを用いる。
- DACを用いて0.2Hzの三角波を入力し、ADCの出力を見て線型性のチェックをする。

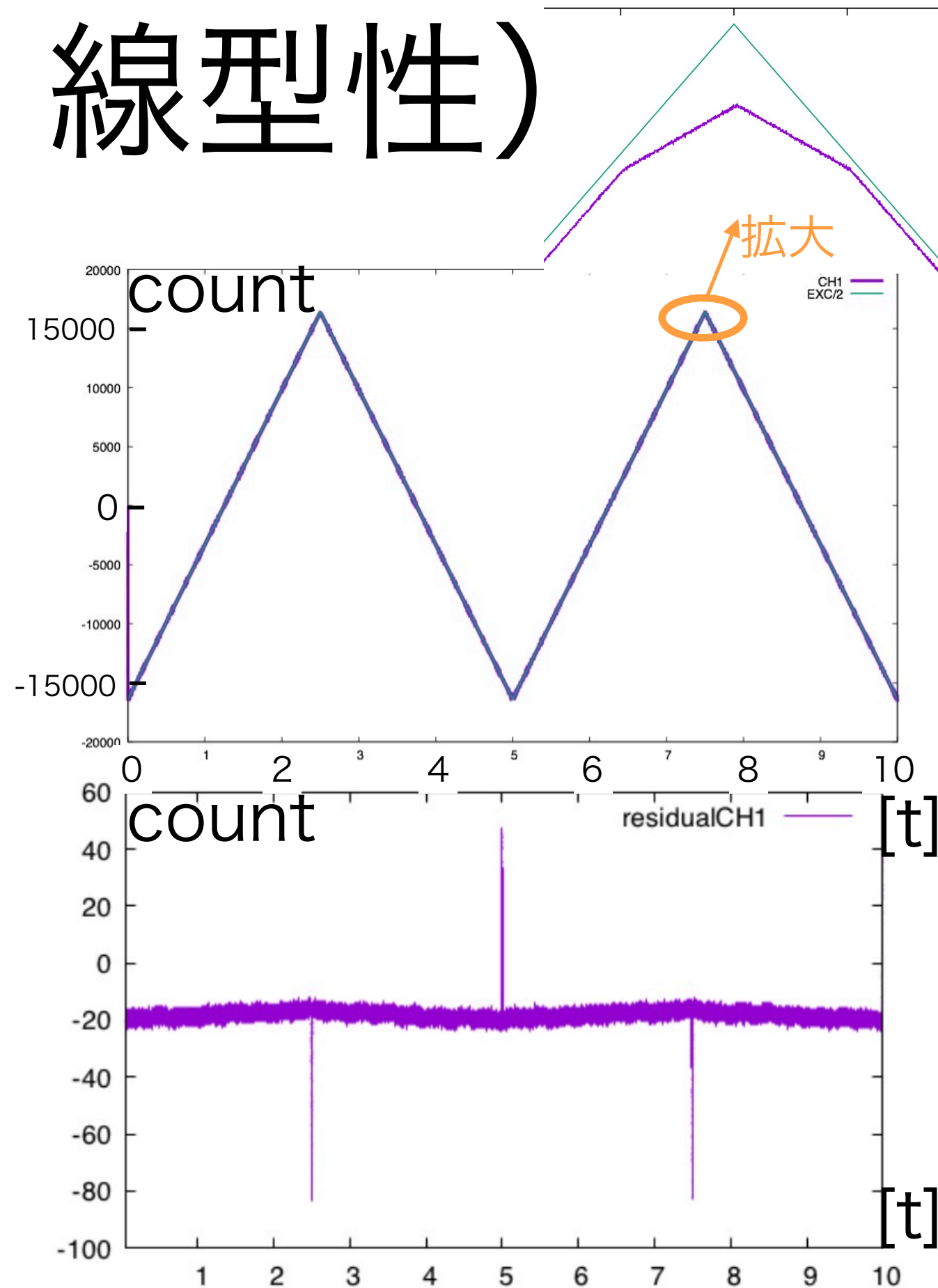


結果 (DAC 線型性)

出力された三角波と入力した三角波を時系列で重ねて表示したもの (上)

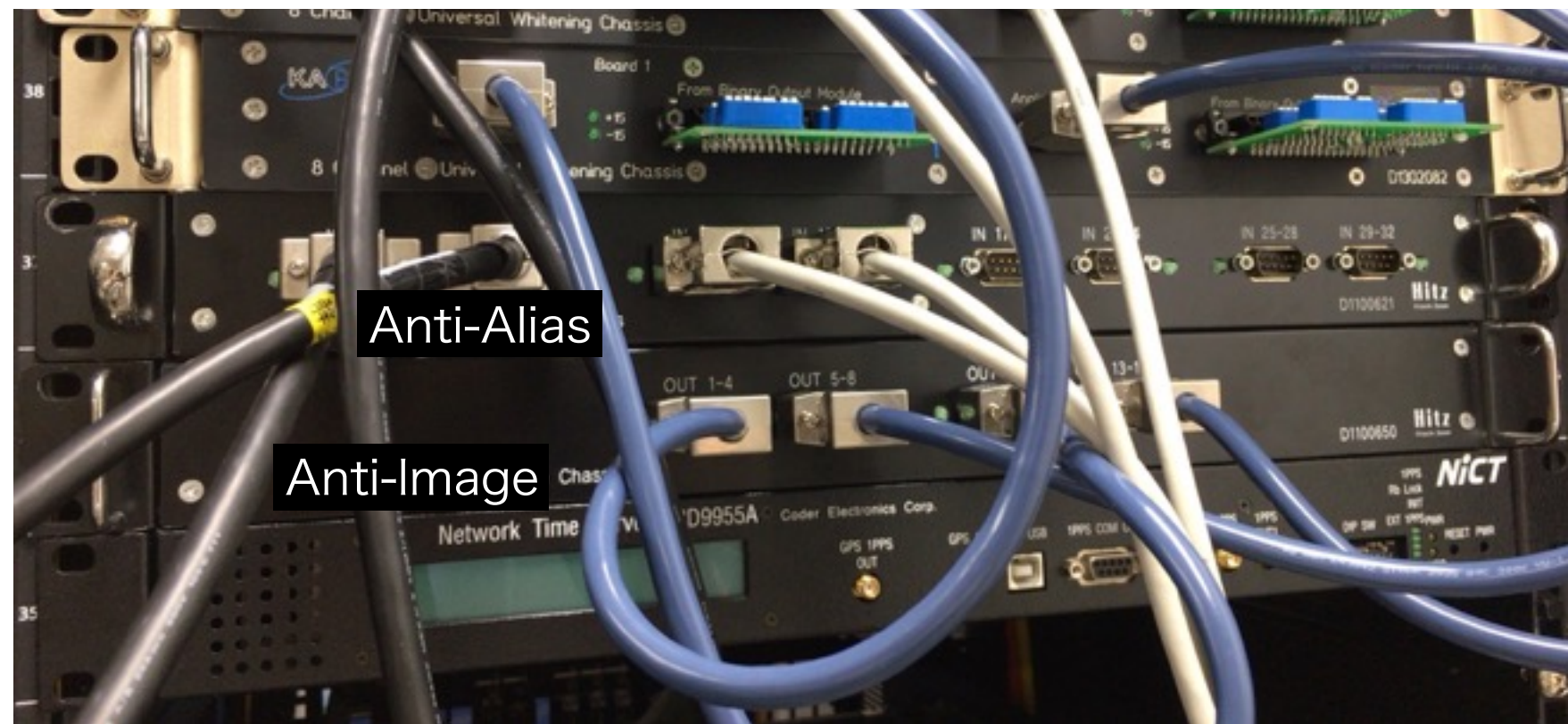
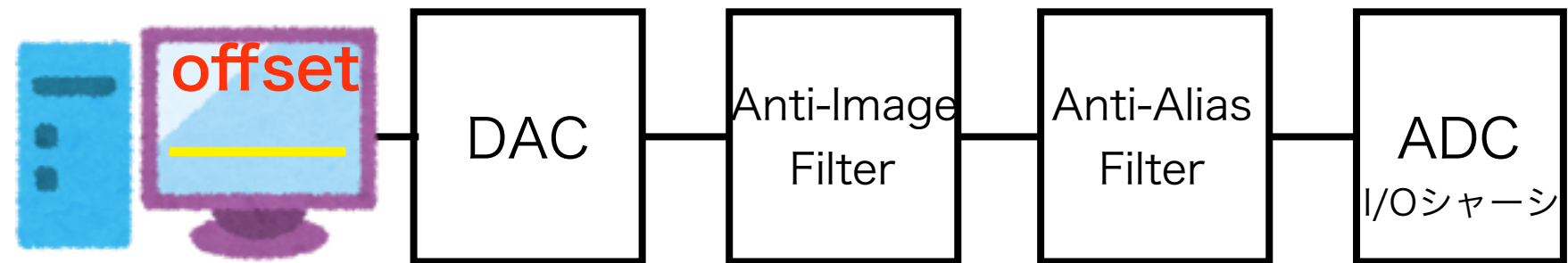
出力と入力の残差 (下)

- ・ 頂点付近を除いて、線型性が保たれている
- ・ 上位ビットの不具合がないことが確認出来る。



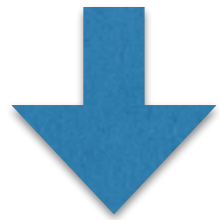
DACのビット動作確認方法

- ・ 線型性と同様のセッティング。
- ・ DACを用いてそれぞれ下位ビットが1つだけ立つようなオフセットを入力する。
- ・ オフセットを入力しない時とヒストグラムを比較する。

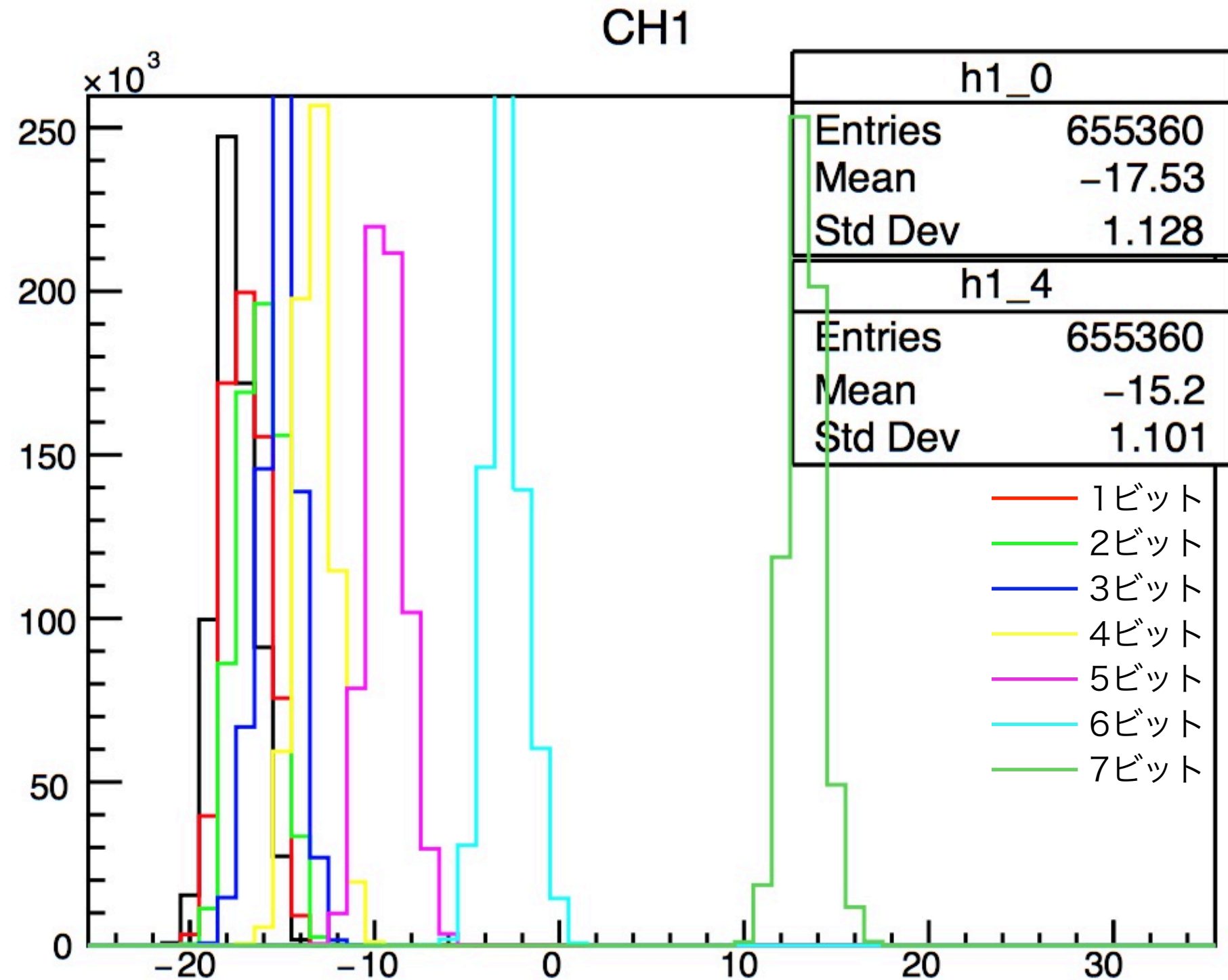


結果 (DAC ビット)

- ヒストグラムの山の移動が確認出来る。



- 各ビットが正しく動作している。



まとめ

- ・ ADC、DACは重力波検出器において重要なものの一つである。
- ・ ADC、DACの測定手法を確立し、実施した。
- ・ 今回測定したADC5枚、DAC4枚については重力波検出に使用しても問題ないと言えた。