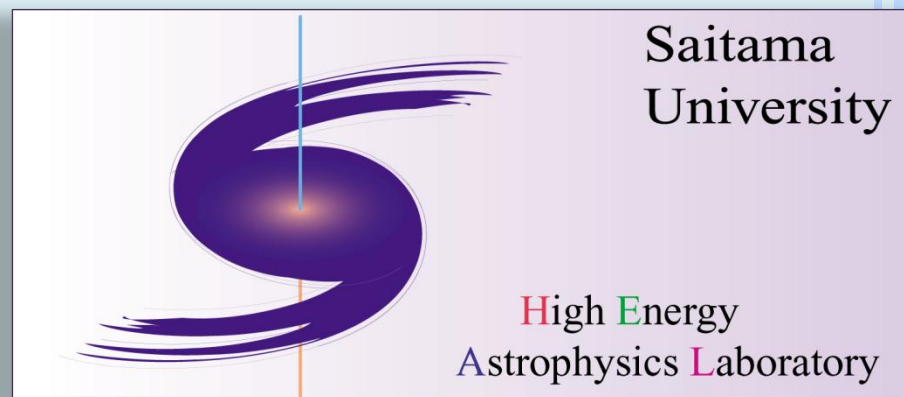


# ASTRO-H衛星搭載HXI/SGD用 高電圧電源部の開発

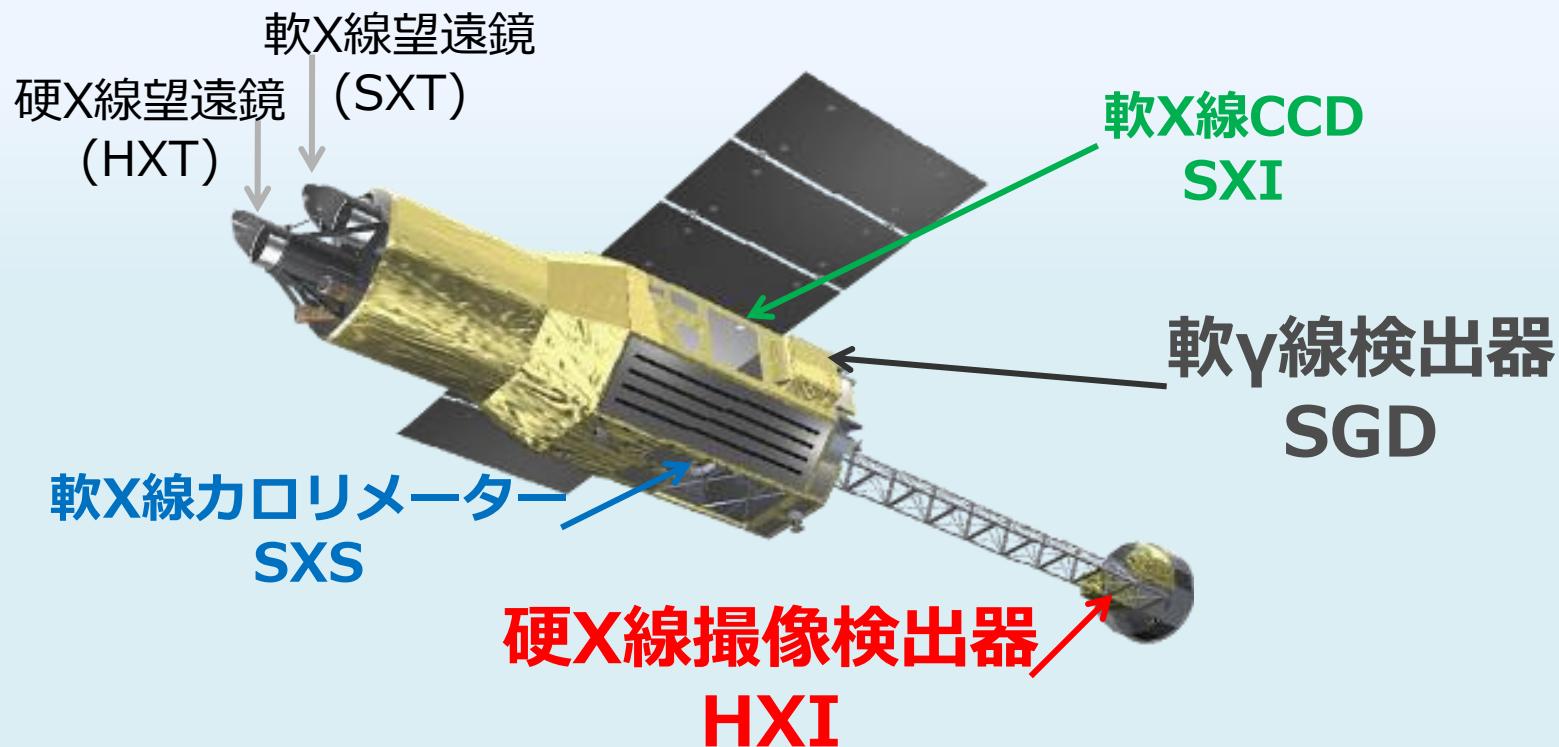


埼玉大学 田代・寺田研究室  
修士1年 小山 志勇

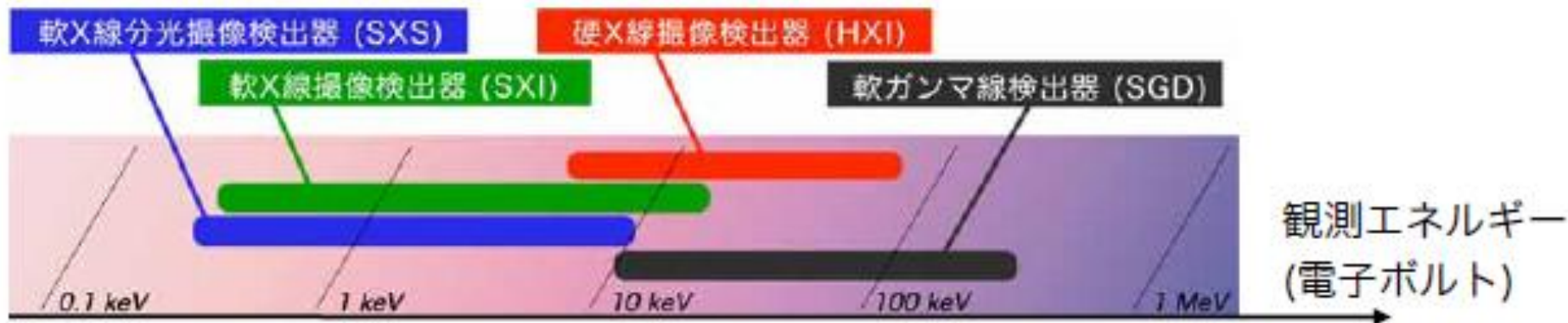


# • ASTRO-H

2014年初頭に打ち上げ予定の第6代X線天文衛星



0.3~600 keVの広帯域で高感度の分光観測を行う



# 検出原理(HXI)

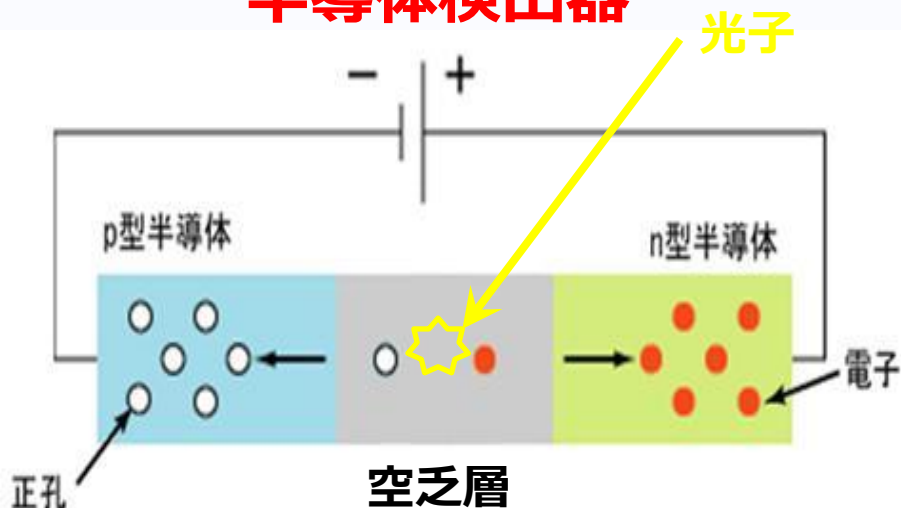
ミラーによって集光  
BGOシンチレータ  
( $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ )

視野外からの  
宇宙放射線

BGOとの反同時係  
数をとって  
バックグラウンド  
として検出

**APD**  
BGOの光読み出し  
半導体検出器の一つ  
光電子を増幅するた  
めに高電圧をかける

## 半導体検出器



空乏層を広げるため  
200~500 Vの高電圧を印加

SGDもほぼ同様の検出原理  
共通で用いられる半導体検出器と  
APDに印加する**高電圧電源**が必要

試作基板を製作  
その性能評価を行っている

# 高電圧電源(HV) 仕組みと評価

<衛星搭載条件>

衛星で供給されるのは±5 V、±12 V

- 超小型
- 低消費電力

## 環境条件

- 宇宙放射線
- 真空放電
- 振動耐性

## 性能要求

- 高圧出力の安定性

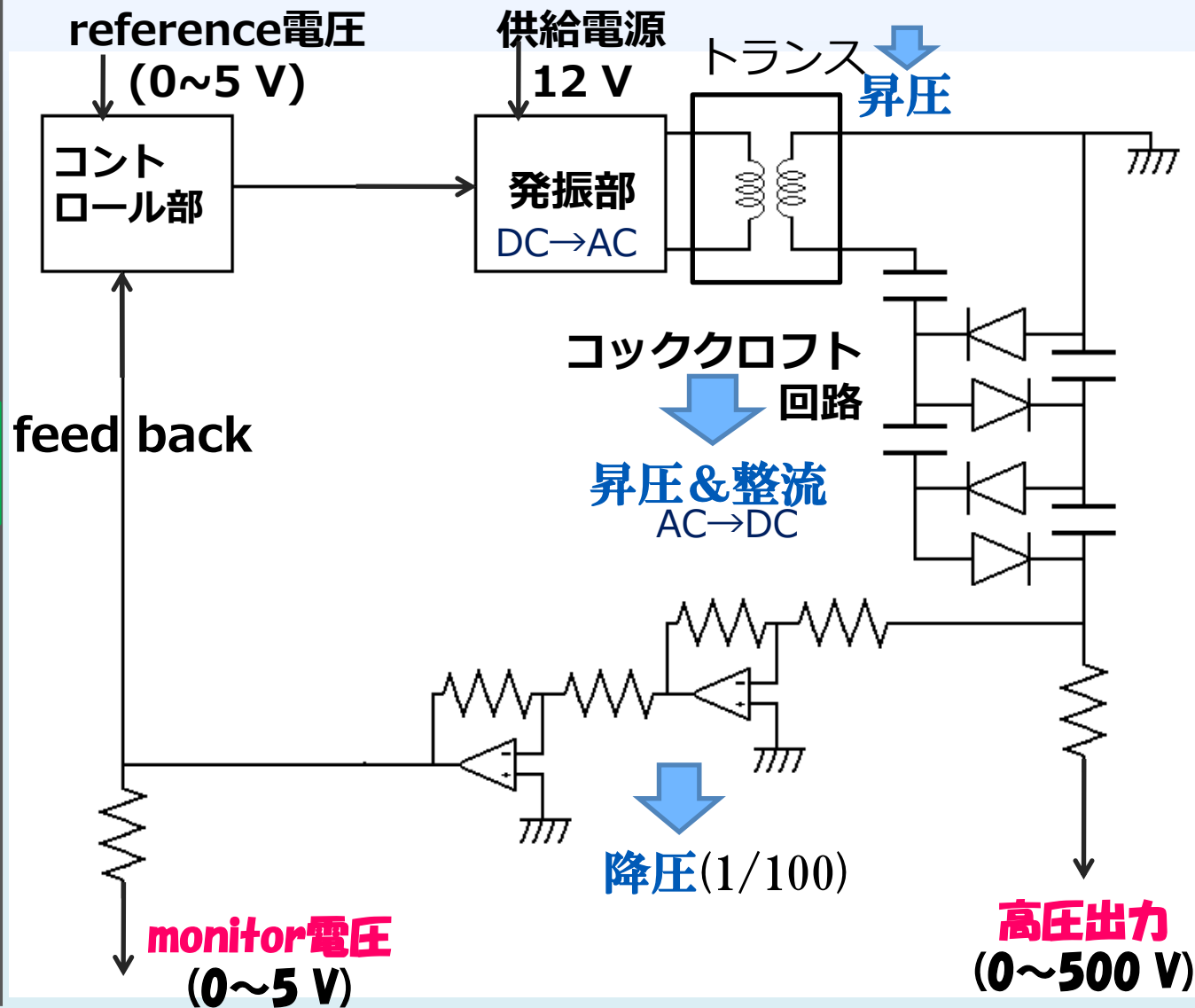
高圧出力が変動すると検出器のエネルギー分解能が低下

### ① 比例線形性

### ② Rippleノイズ

直流成分に残る  
高周波ノイズ

### ③ 出力値の安定性



# • 試験結果

要求： **3 V以内**の高圧出力の変動（10%以内のAPDのgain変動）

以下の項目が要求を満たすかどうかを検証した

○① 高圧出力 x monitor電圧の比例線形性

○② 高周波ノイズの測定

○③ 出力値の安定性

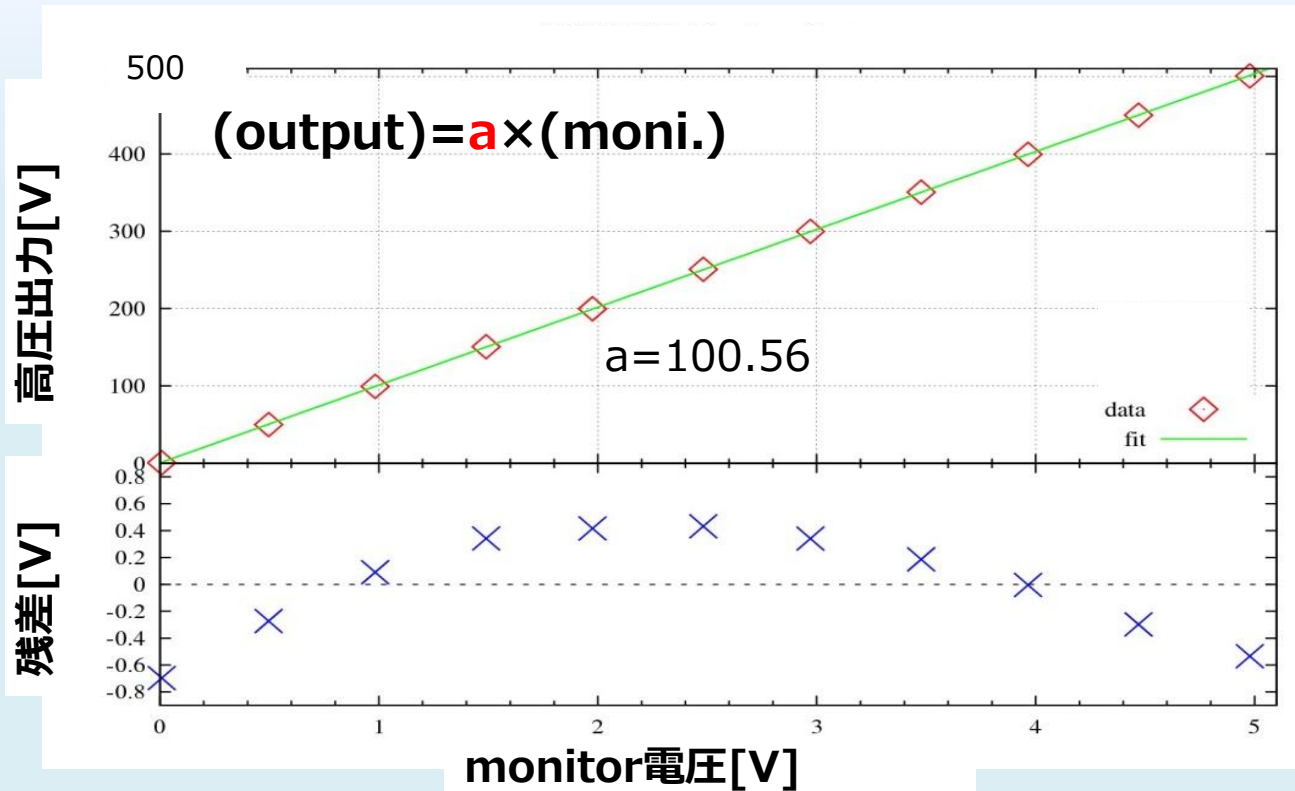
● 消費電力の測定（※試作基板に対して消費電力の要求は課していない。目標は0.1 W）

**試験結果：全ての項目で要求を満たす  
消費電力は最大0.4 W**



# 試験結果 ① 比例線形性

monitor電圧に対する高圧出力を測定  
一次関数でフィットした



残差 < 0.2% で比例 (低出力時を除く)

残差は最大で 0.7 V



要求を満たす

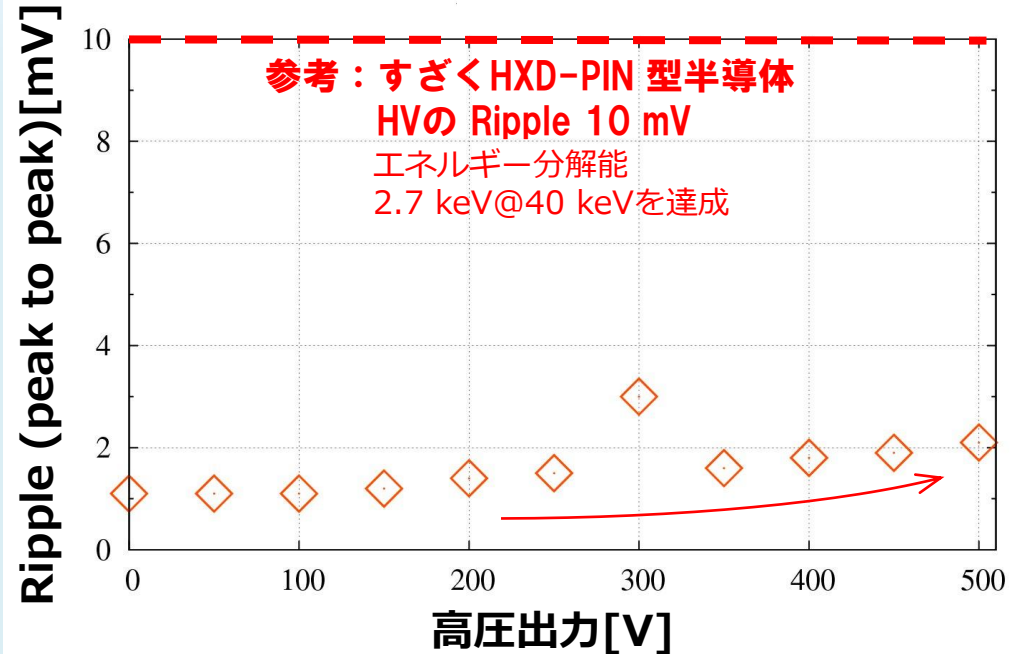
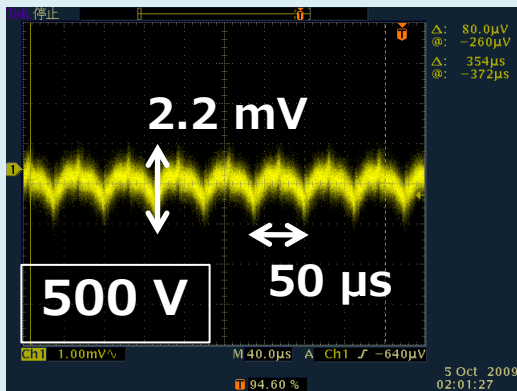
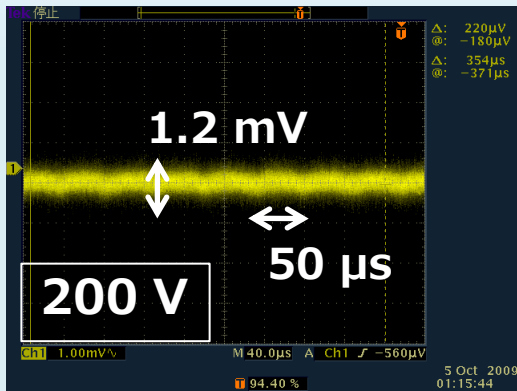


# ● 試験結果 ② 高周波ノイズ

Rippleノイズ…昇圧、整流に伴い、直流成分に残ってしまう周波数成分

Rippleは半導体検出器にとってノイズ源、大きさと周波数特性に依存

オシロスコープで見たRipple波形

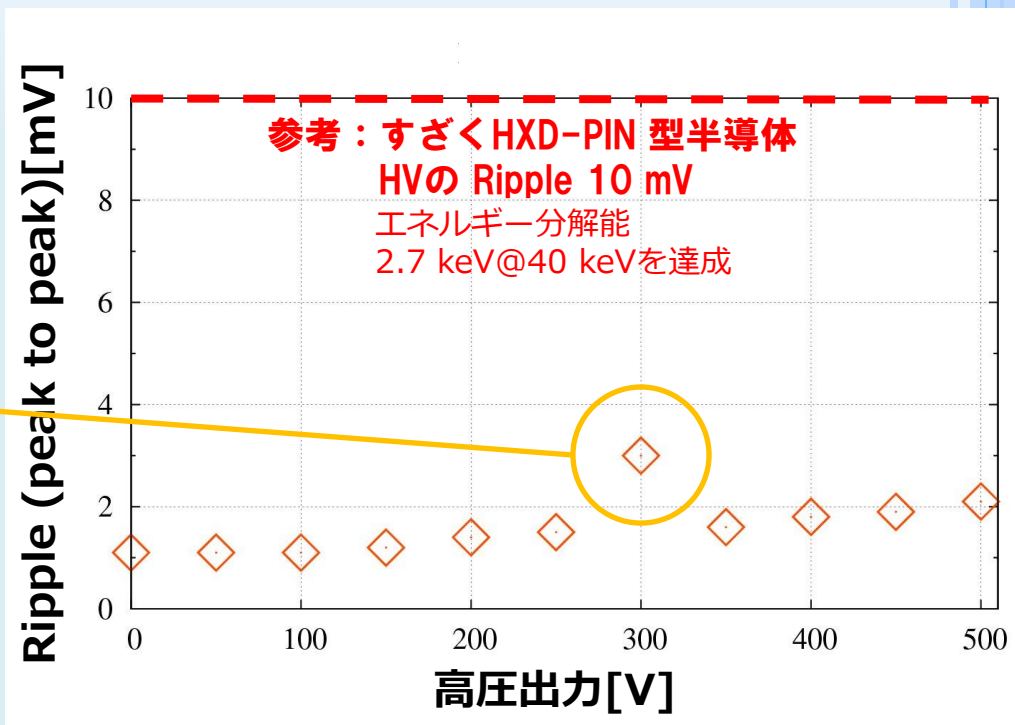
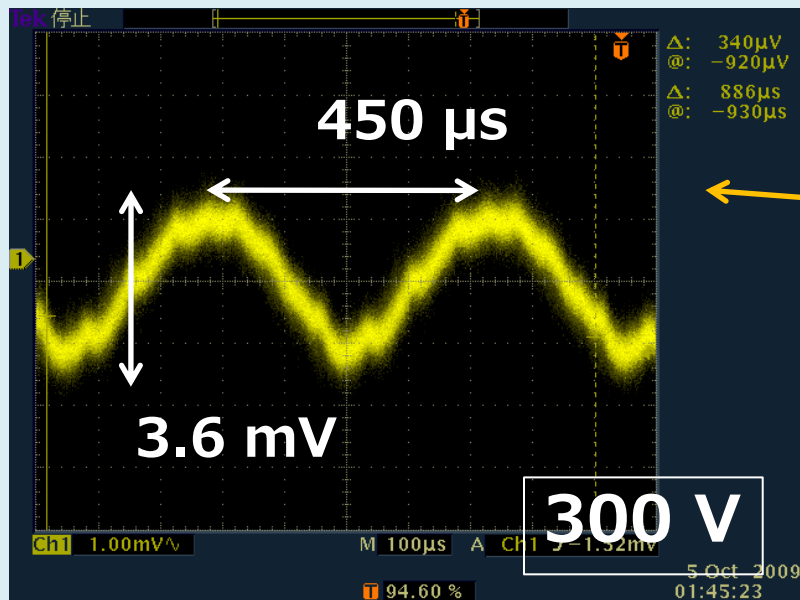
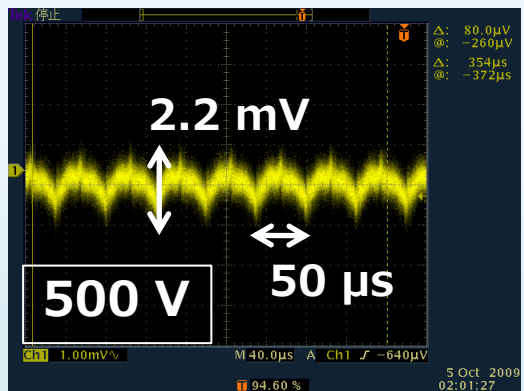


高圧出力に従ってRippleも大きくなる  
Rippleは3.6 mV以下

➡ 要求は満たすが、  
詳細な評価は各検出器に実際に  
HVをかけて測定する必要がある



# • RIPPLE測定の際の高圧300 Vにおける発振



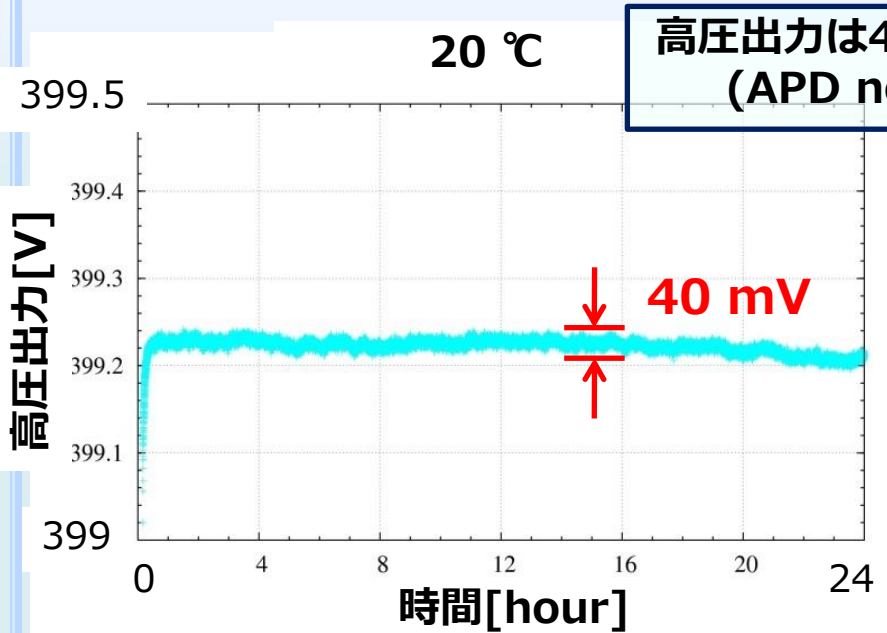
高圧出力300 V付近で、  
通常のRippleより大きく  
遅い発振がみられた。





# 試験結果 ③出力値の安定性

一定の温度での試験結果



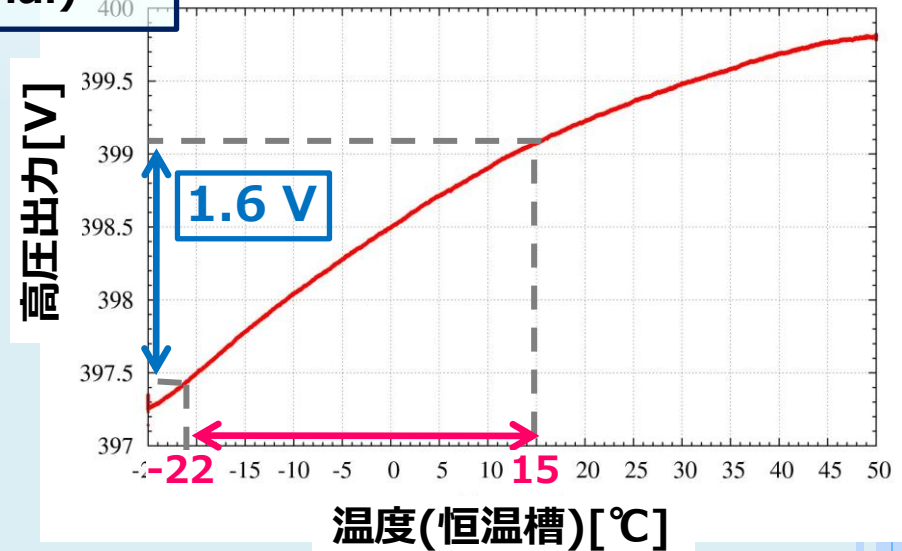
1 時間程度でほぼ一定になる

一定温度での高圧出力は  
40 mV以内で安定

軌道周回による  
温度変化の範囲  
-22 °C ~ 15 °C

高圧出力の温度依  
存性も試験する必  
要がある

温度依存性の試験結果



強い温度依存性(30~40 mV/°C)

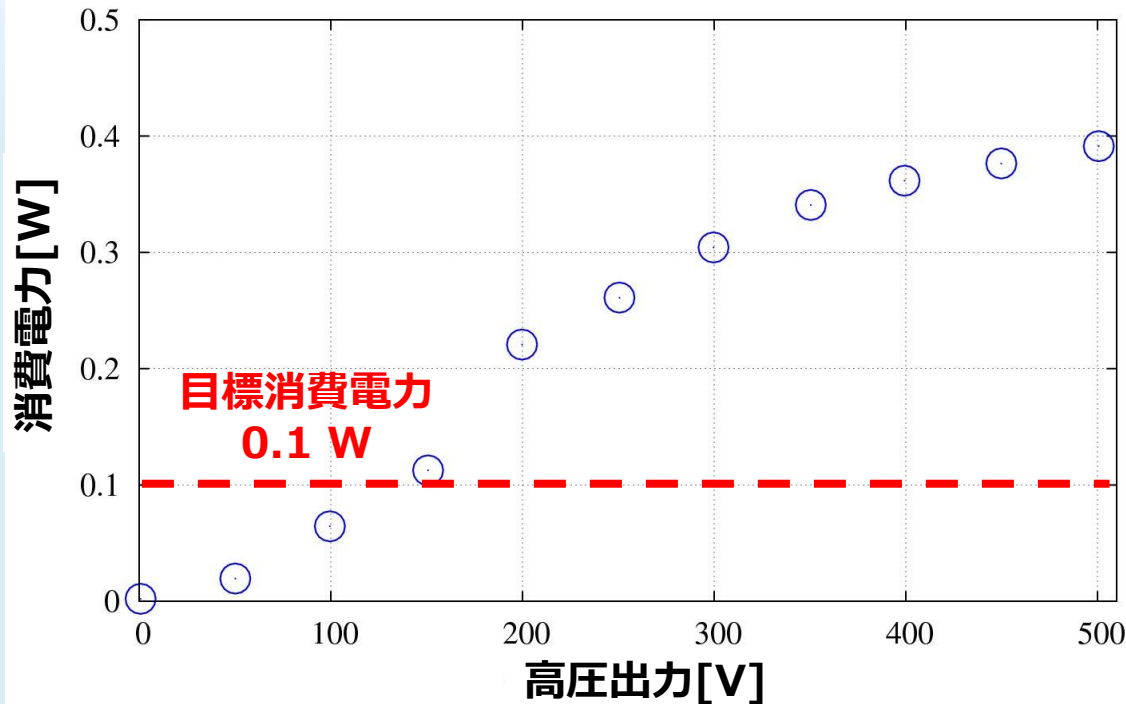
温度変化の範囲での高圧値の変化は

1.6 V

要求を満たす

# ● 試験結果 消費電力

供給電源側の消費電力を測定した



熱設計からくる消費電力の目標はSGD1台で1 W

SGD1台につきHV10台程度を使用する予定



$$1 \text{ W} / 10 \text{ HV} = 0.1 \text{ W} / 1 \text{ HV}$$

(※試作基板製作には電力要求を課していない)

0 V (no load) : 0 W  
500 V (full load) : 0.4 W



目標を満たせていない  
いかに消費電力を抑えるかが  
今後の課題となる

冗長性、安全性をとって消費電力の低いHVを開発  
or HVの台数を減らす

## ・まとめ

HXI/SGD用高電圧電源の試作基板を製作し、  
性能評価試験を行った

- ・消費電力を除く全ての項目で要求を満たすことが分かった。  
消費電力については今後の開発課題である。
- ・高圧出力が強い温度依存性を持つことが分かった。  
(0.01%/°C @400 V)  
要求は満たしているが、今後の開発で考慮されるべき点である。
- ・実際にセンサーにHVをかけて試験し、総合的な評価をする必要がある。

