

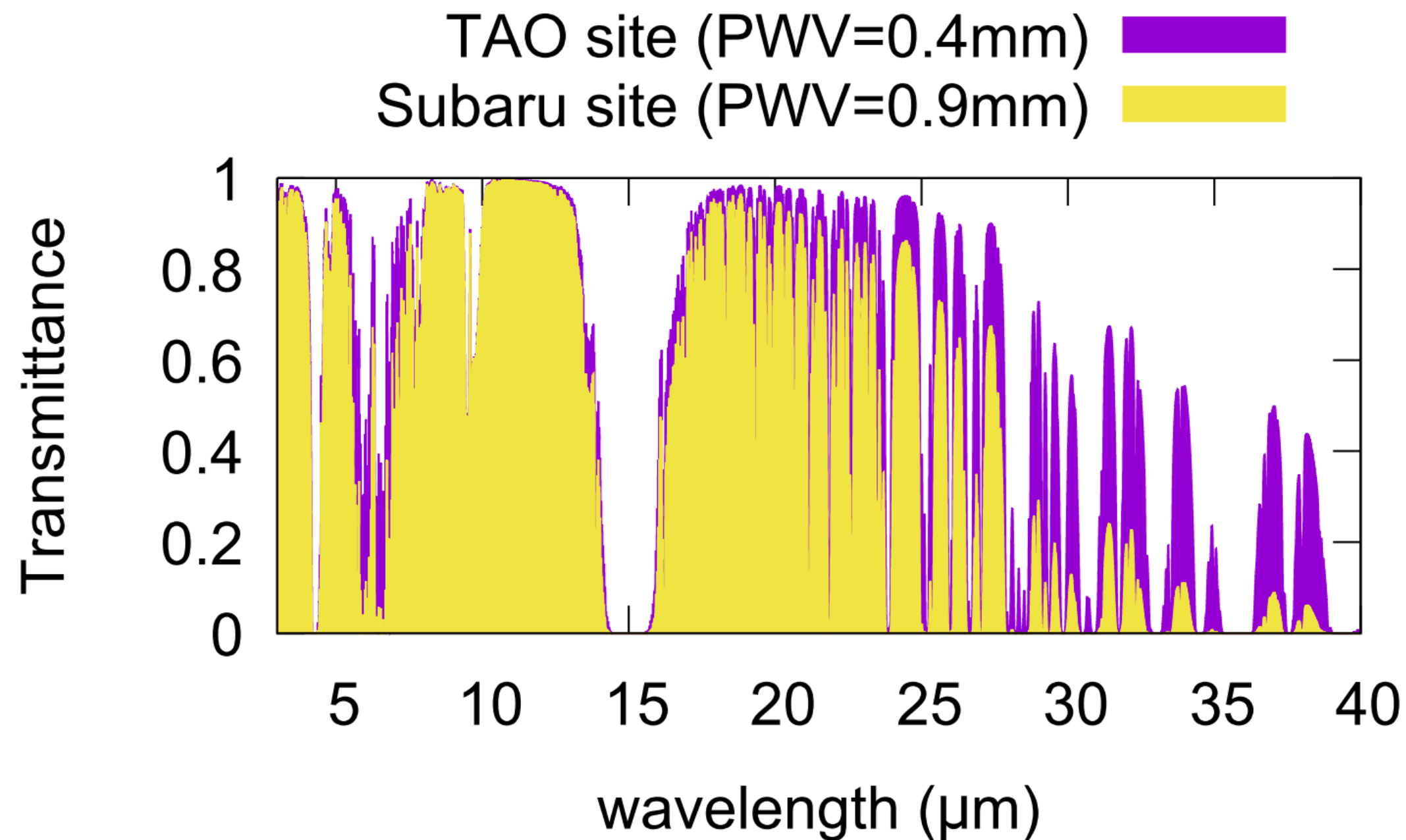
中間赤外線撮像分光装置MIMIZUKUの近赤外線検出器 HAWAII-1RG (5 μ m-cutoff)の駆動試験

東京大学理学系研究科附属天文学教育研究センター 修士1年

山口淳平

宮田隆志, 酒向重行, 上塚貴史, 大澤亮,
岡田一志, 内山允史, 毛利清

東京大学アタカマ天文台 (TAO) 計画



- チリ・アタカマ砂漠のチャントール山頂 (5640 m) に口径6.5 mの赤外線望遠鏡を建設中 (2018年度運用開始予定)
- 大気中の水蒸気量が低いため大気透過率が高い

中間赤外線撮像分光装置MIMIZUKU



Mid-Infrared **M**ulti-mode **I**mager for
ga**Z**ing at the **U**n**K**nown **U**niverse

■ TAOの第1期装置

特長

3チャンネルで広い波長範囲をカバー

■ NIR (2.0 – 5.3 μm)

Teledyne HAWAII-1RG (HgCdTe)

■ MIR-S (6.8 – 26 μm)

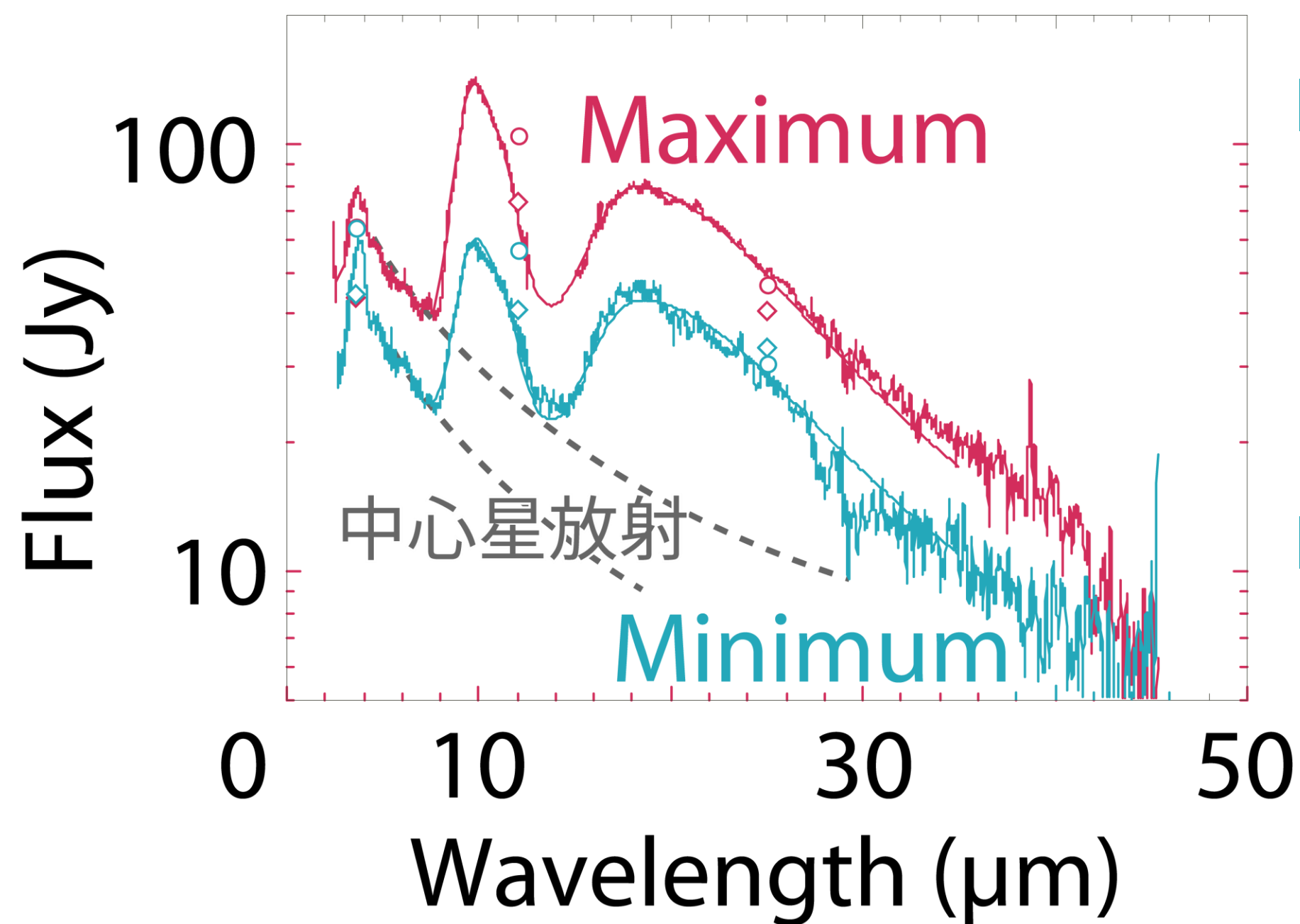
Raytheon Aquarius (Si:As)

■ MIR-L (24 – 38 μm)

DRS MF-128 (Si:Sb)

MIMIZUKUでのサイエンス

3チャンネルで広い波長範囲をカバー



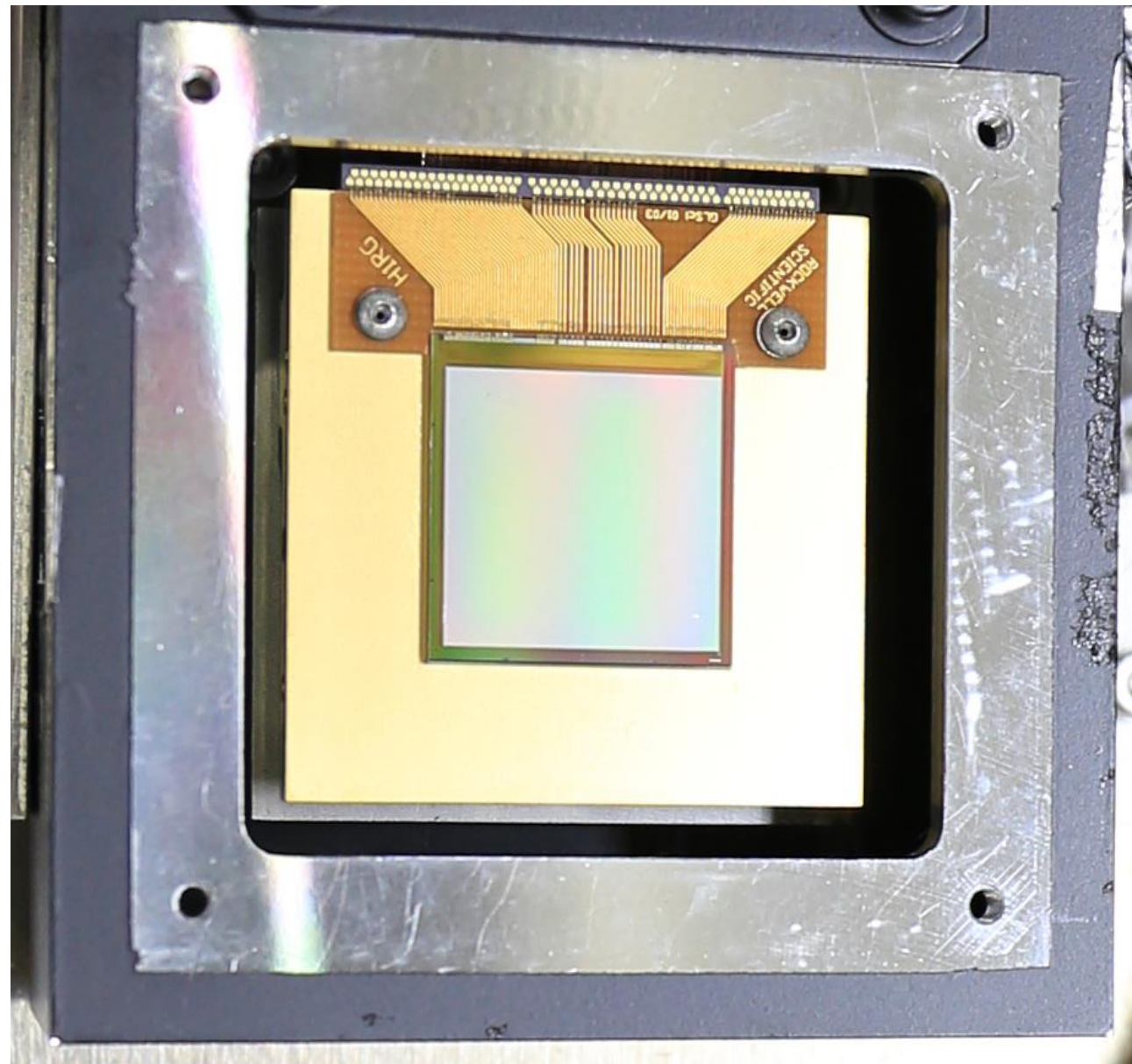
ミラ型変光星Z Cygのスペクトルの変化。中心星の変光に伴うダストスペクトルの変化が見られる。

(Onaka+ 2002)

- ダスト形成の現場を捉えるには**中間赤外線によるモニタリング観測**が有効
- 近赤外線スペクトルによって中心星放射の変動を捉えることが重要

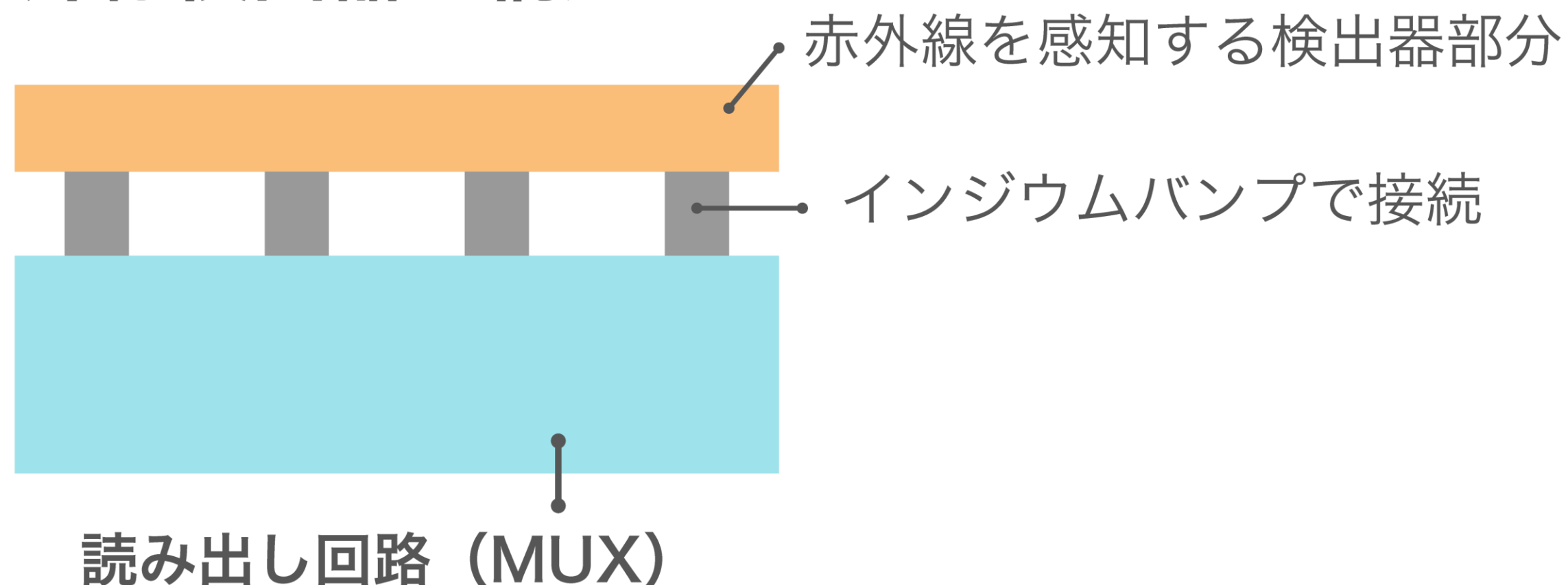
➡ **NIRチャンネルも必要！**

HAWAII-1RG MUX



- Teledyne製 近赤外線センサ
- HgCdTe 5 μ m-cutoff
- 1024x1024 px
- 今回は読み出し回路(MUX)のみインストール

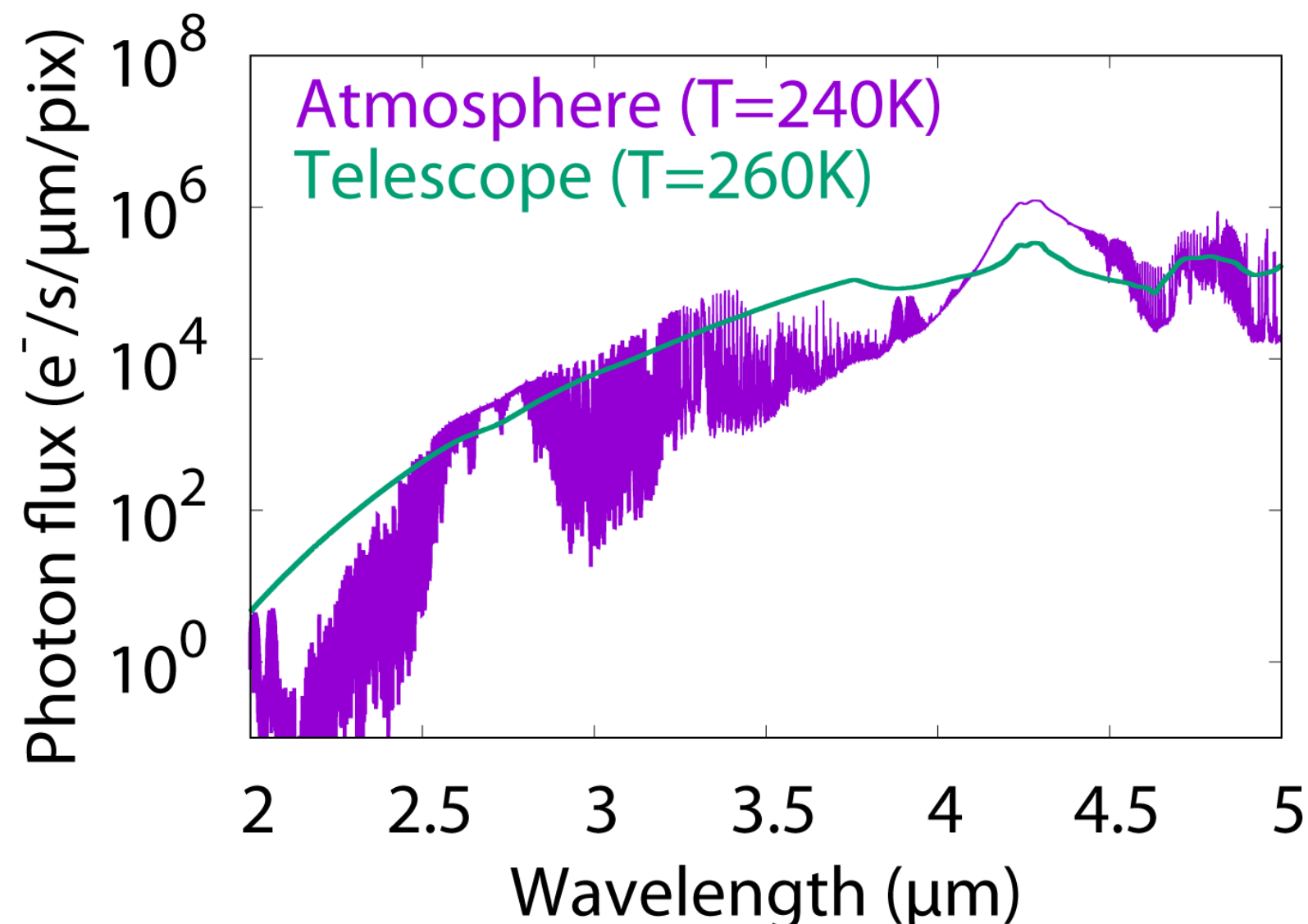
赤外線検出器の構造



検出器の読み出しについて

- HAWAII-1RGにはTeledyneが提供している駆動・読み出しシステムが存在している
- MIMIZUKUではこれを用いず、**独自に開発した波長3チャンネル共通のシステムを用いて駆動・読み出しを行う**

理由



- NIRチャンネルでは長波長で背景光が明るい
→ **早く読み出す必要性**
- 独自のシステムにより**柔軟に設定を変更して適切な設定を探る**

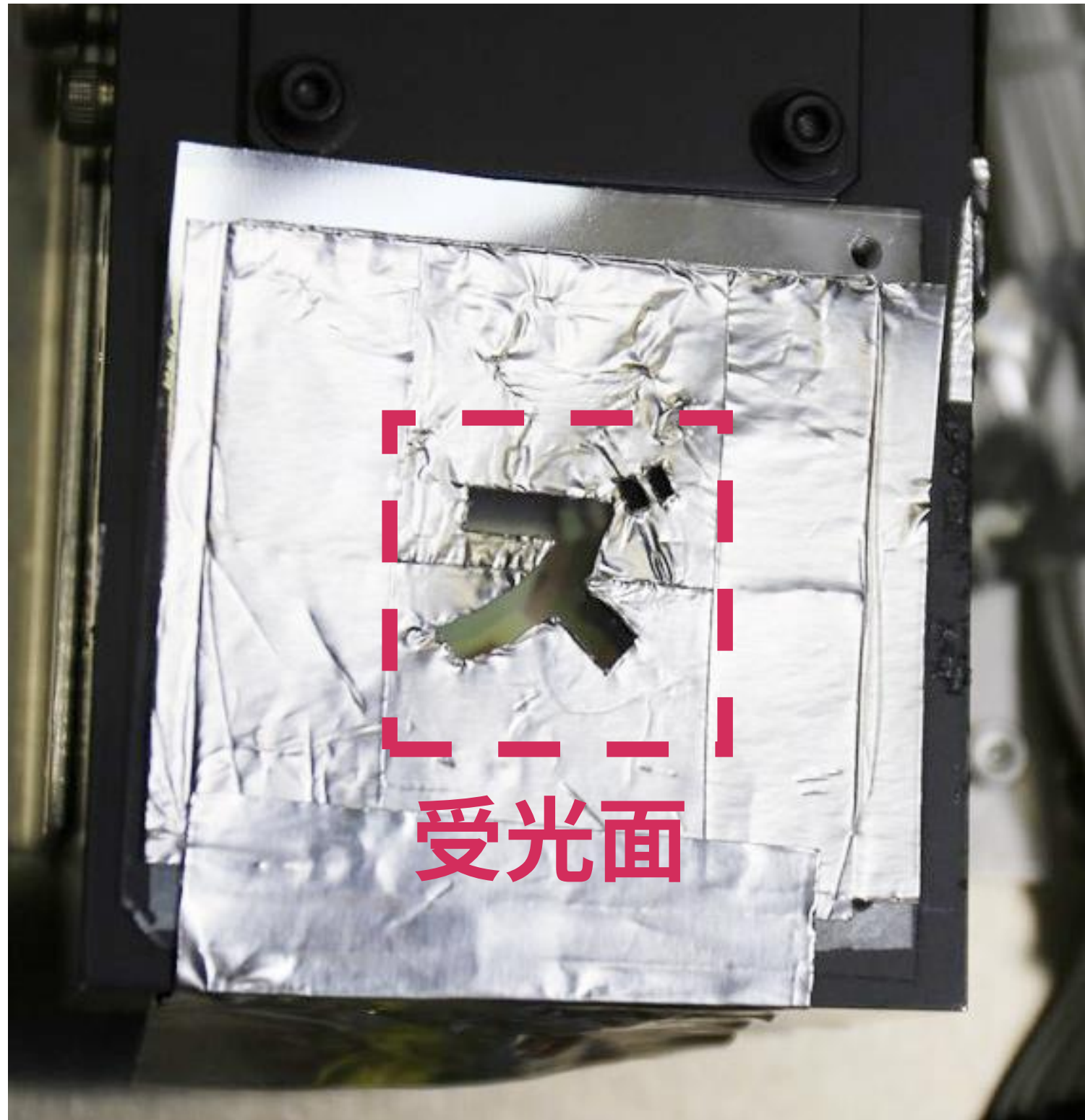
MIMIZUKUの検出器駆動・読み出しシステムで HAWAII-1RG MUXが正常に動いているか調査

試験項目

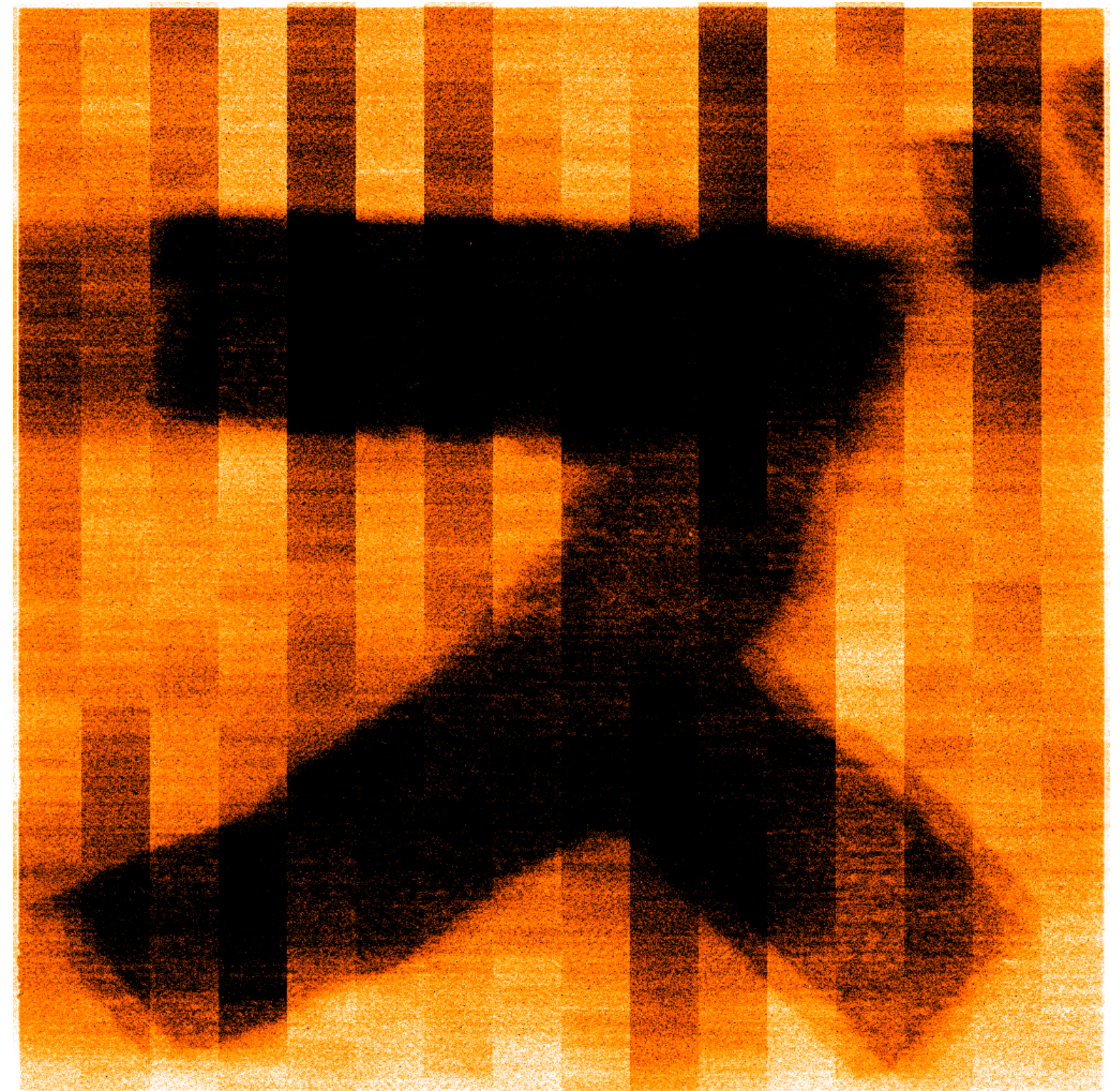
- 1 画素の情報が出ているか
- 2 設定の変更が行えるか
- 3 出力電圧が正しい値か

1. 画素の情報が出ているか

マスク



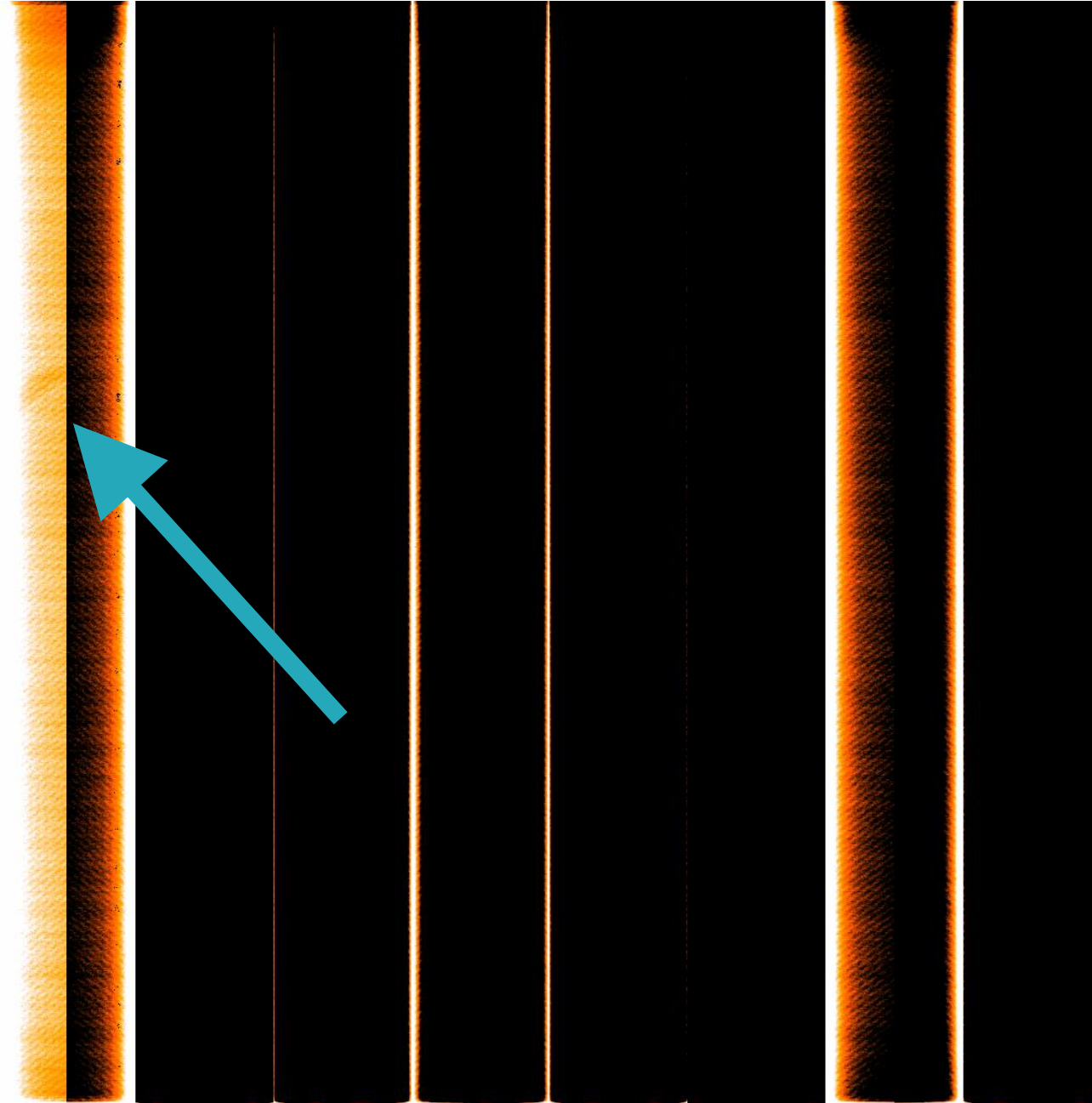
取得画像



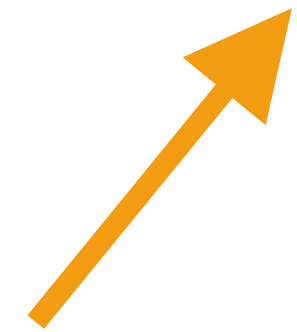
- 受光面にマスクを被せて光を入れ、画像を読み出す

1. 画素の情報が出ているか

取得画像



MUXレポートの画像



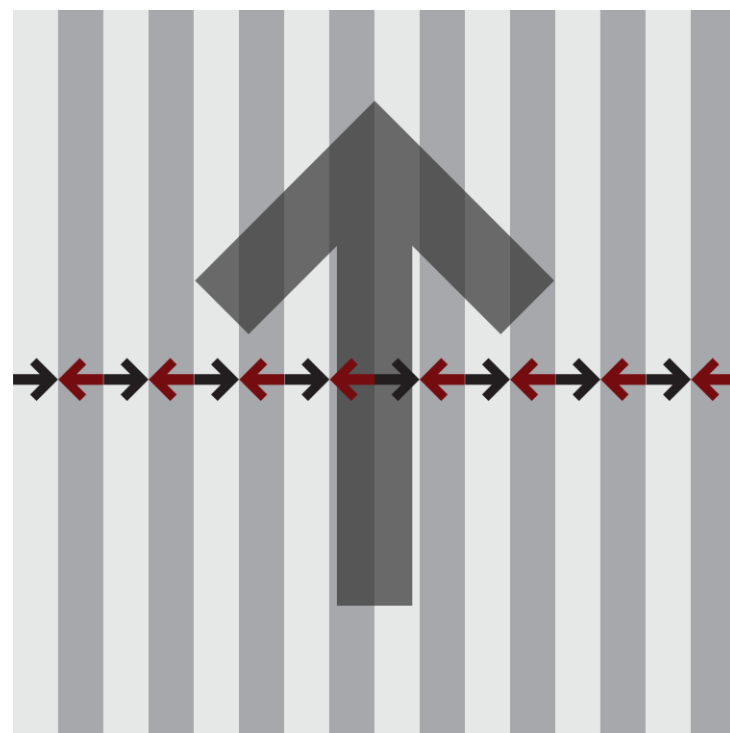
- ピクセルに固有な感度むらを発見

→ Teledyne実施のMUX試験レポートにも同様のむらが存在

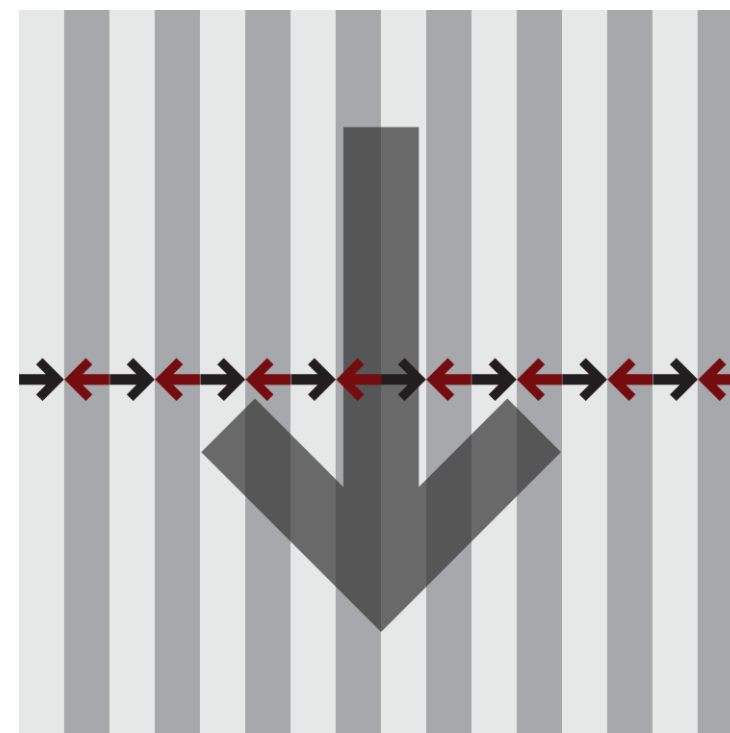
2. 設定の変更が行えるか

■ 読み出し方向の設定を変更

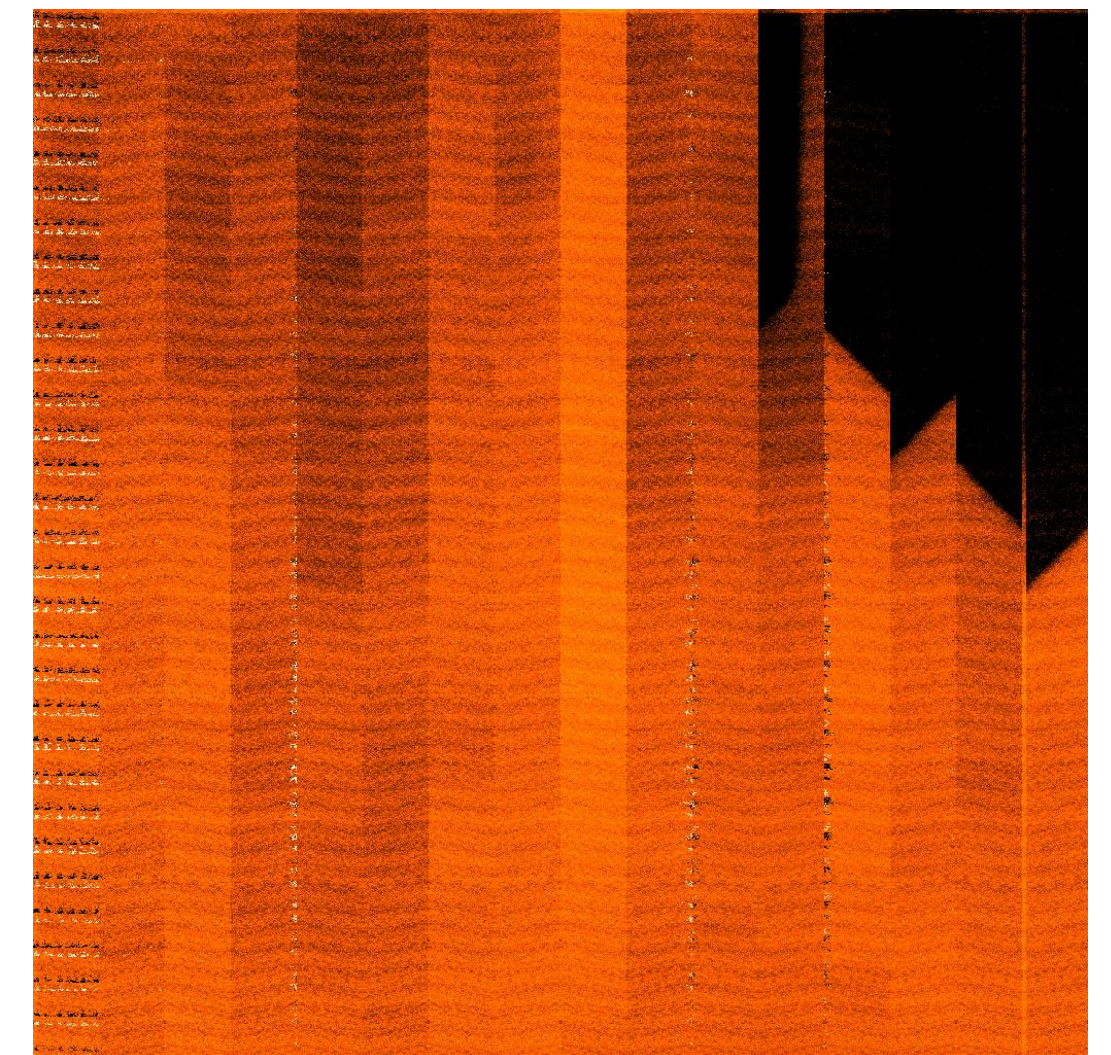
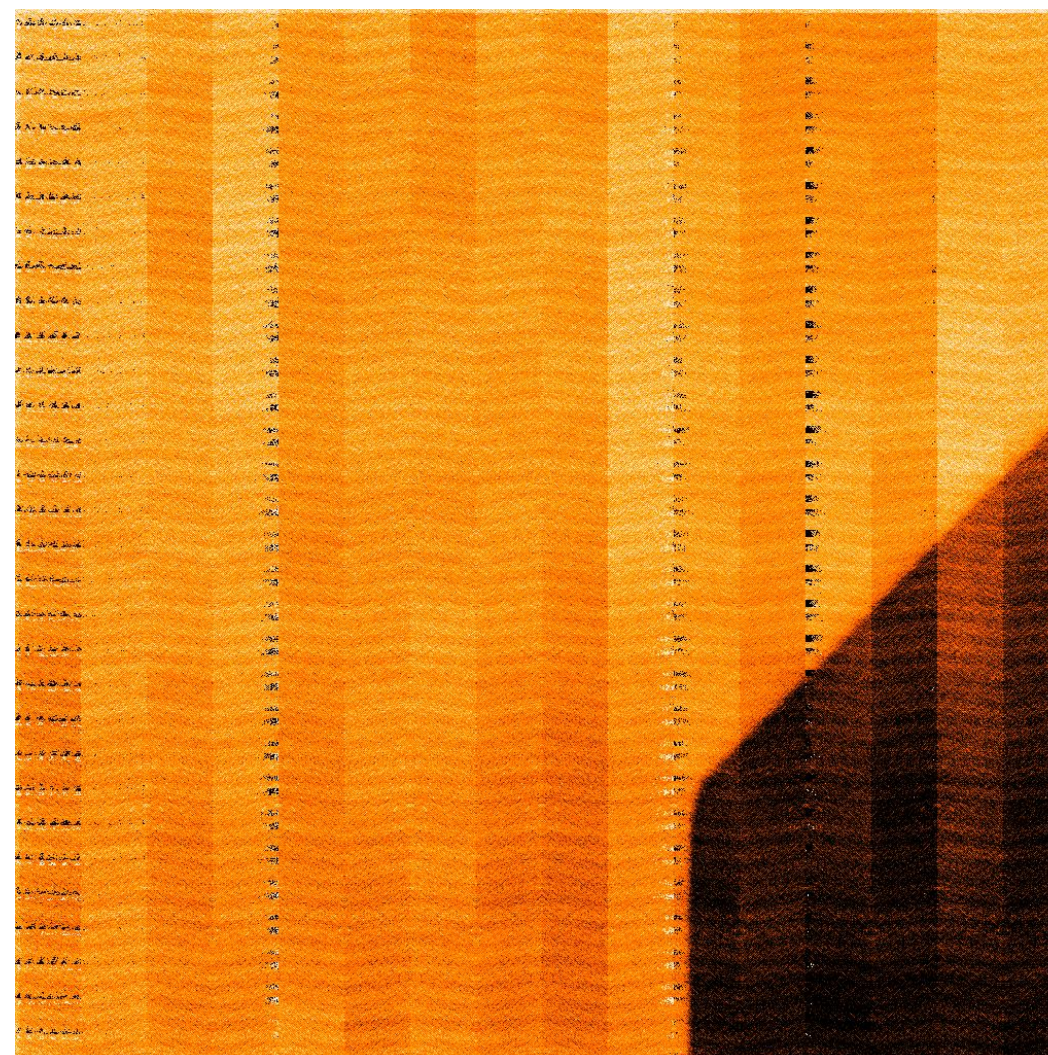
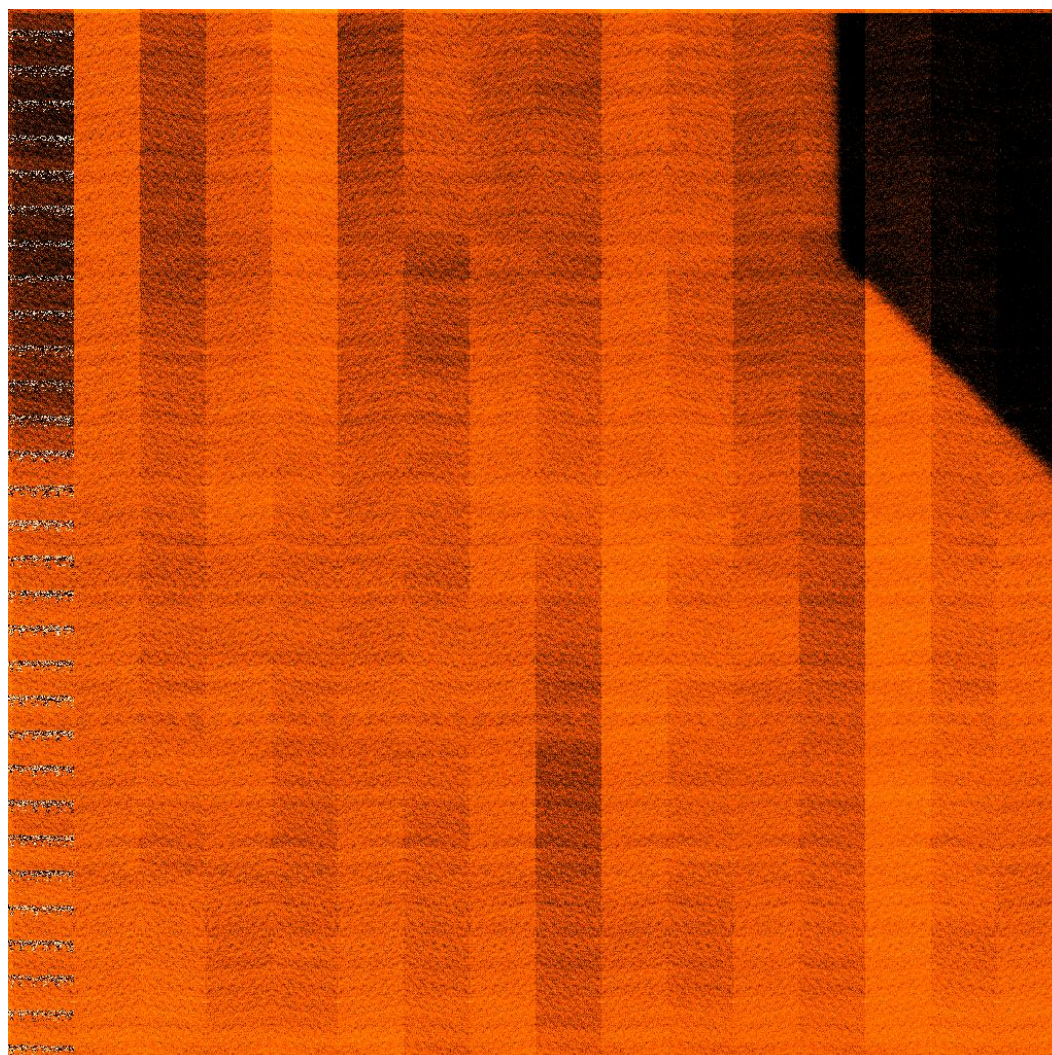
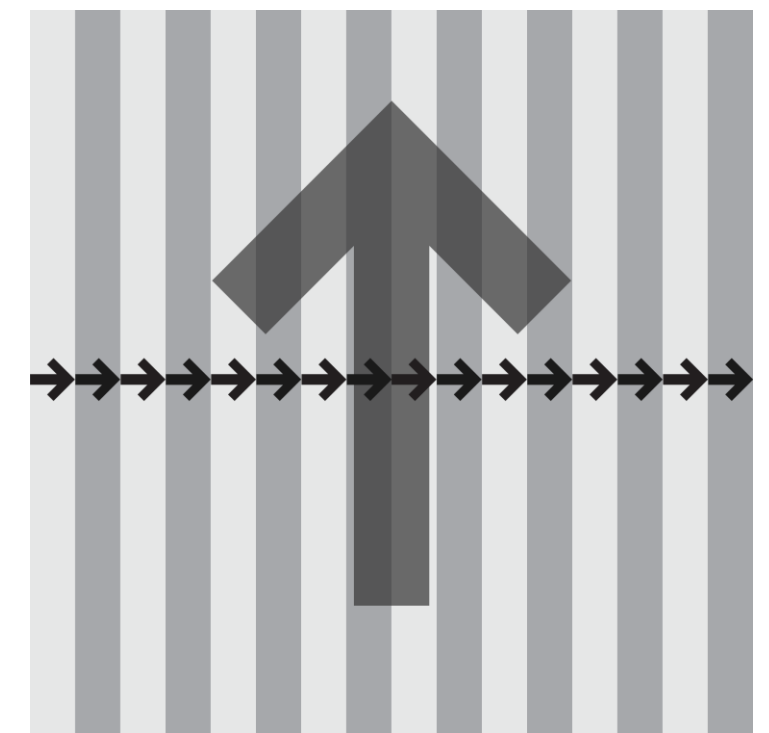
通常



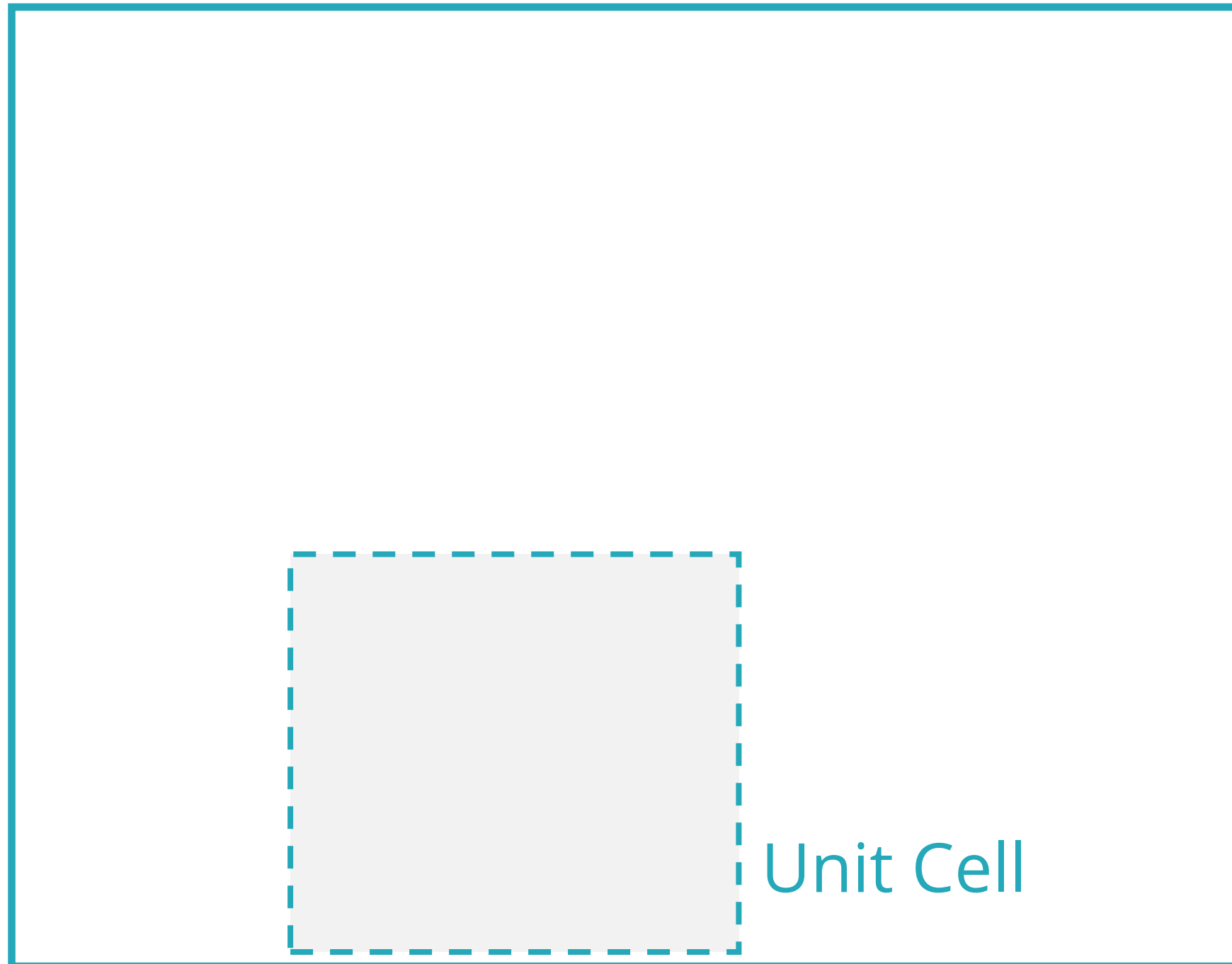
縦方向反転



横方向CHごと反転



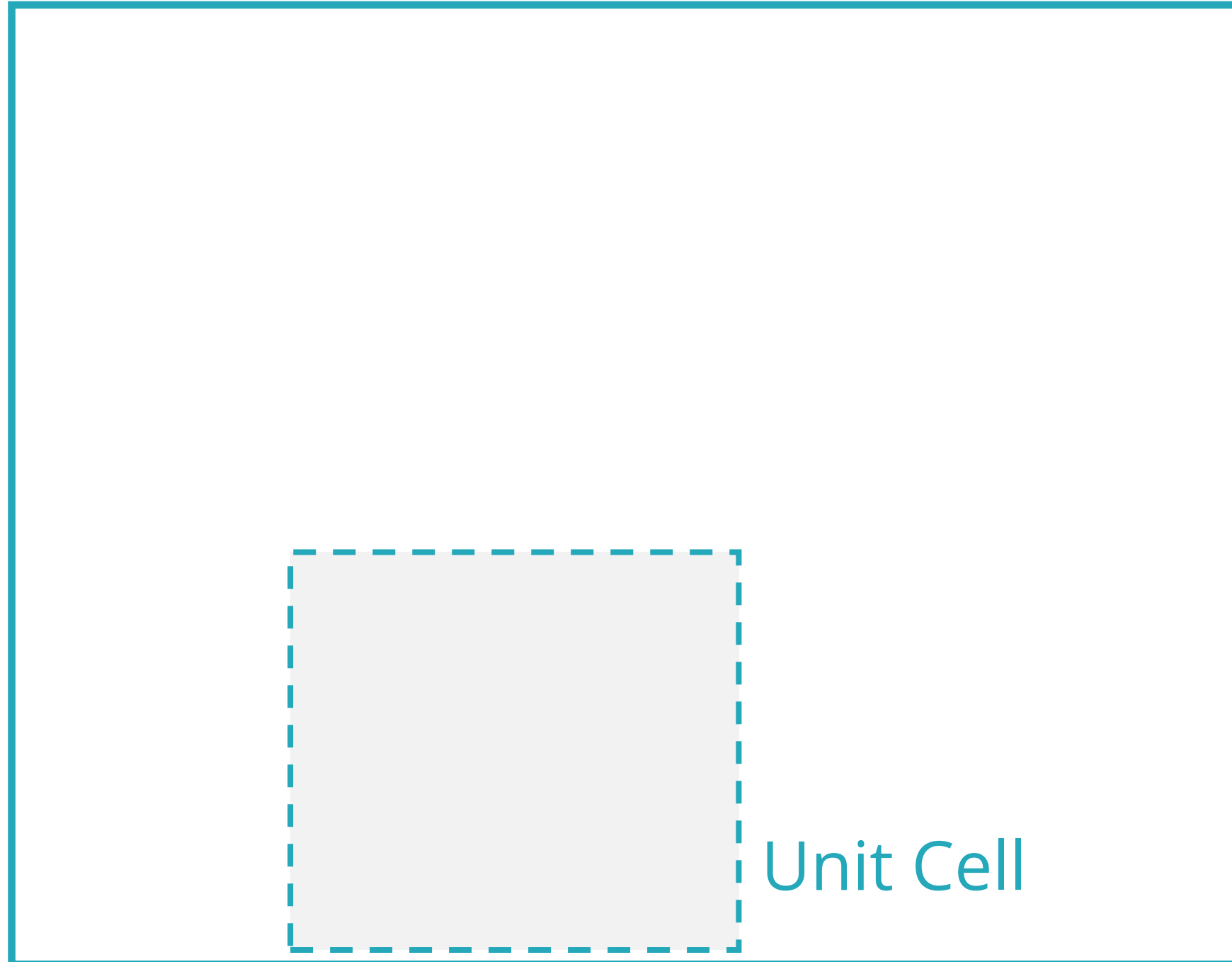
3. 出力電圧が正しい値か



予想

出力電圧は約2 Vのはず

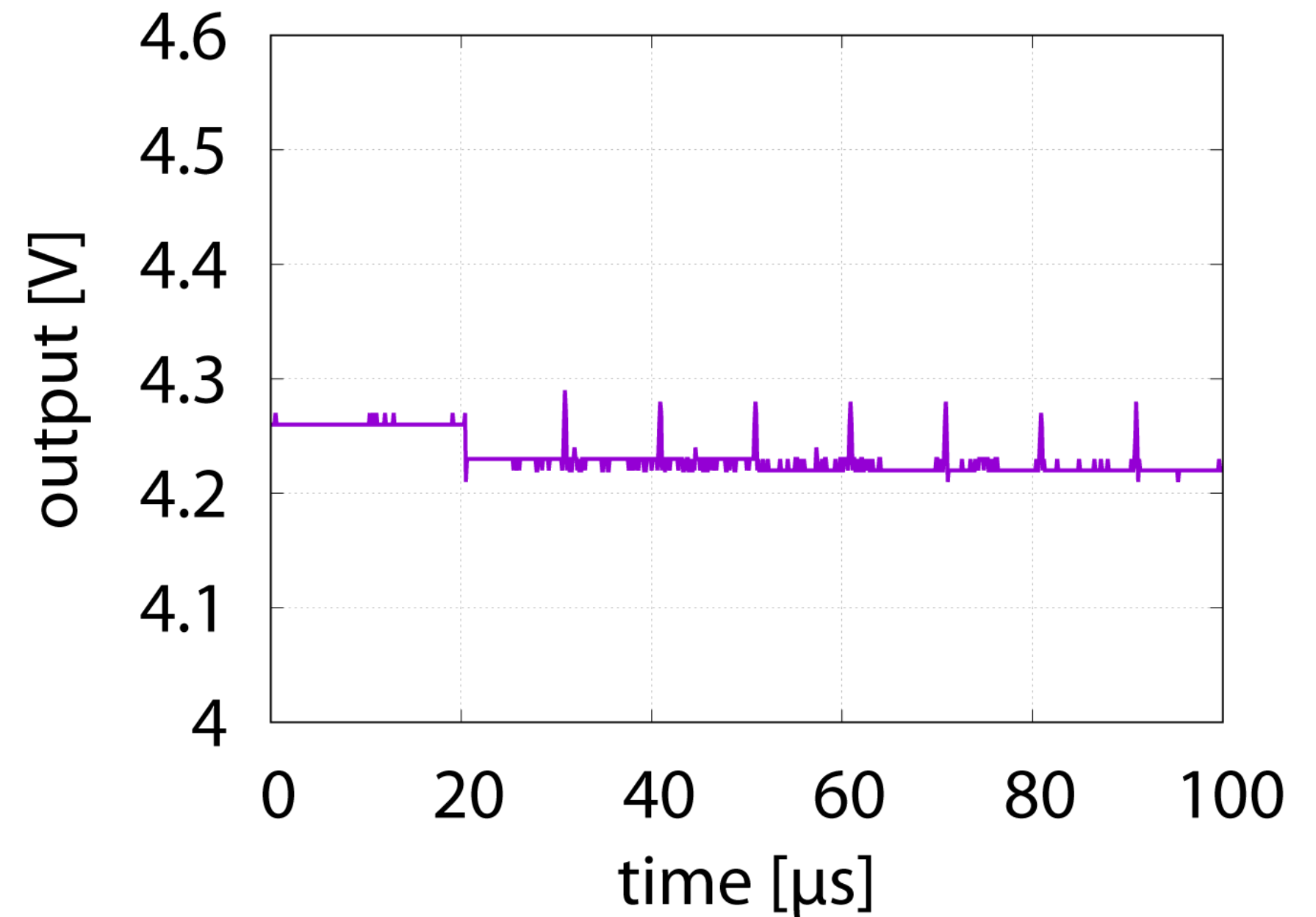
3. 出力電圧が正しい値か



予想

出力電圧は約2 Vのはず

出力電圧の波形



結果

測定値は4 Vを超える

出力電圧の調査



予想

Vresetを変えると出力電圧も変化するはず

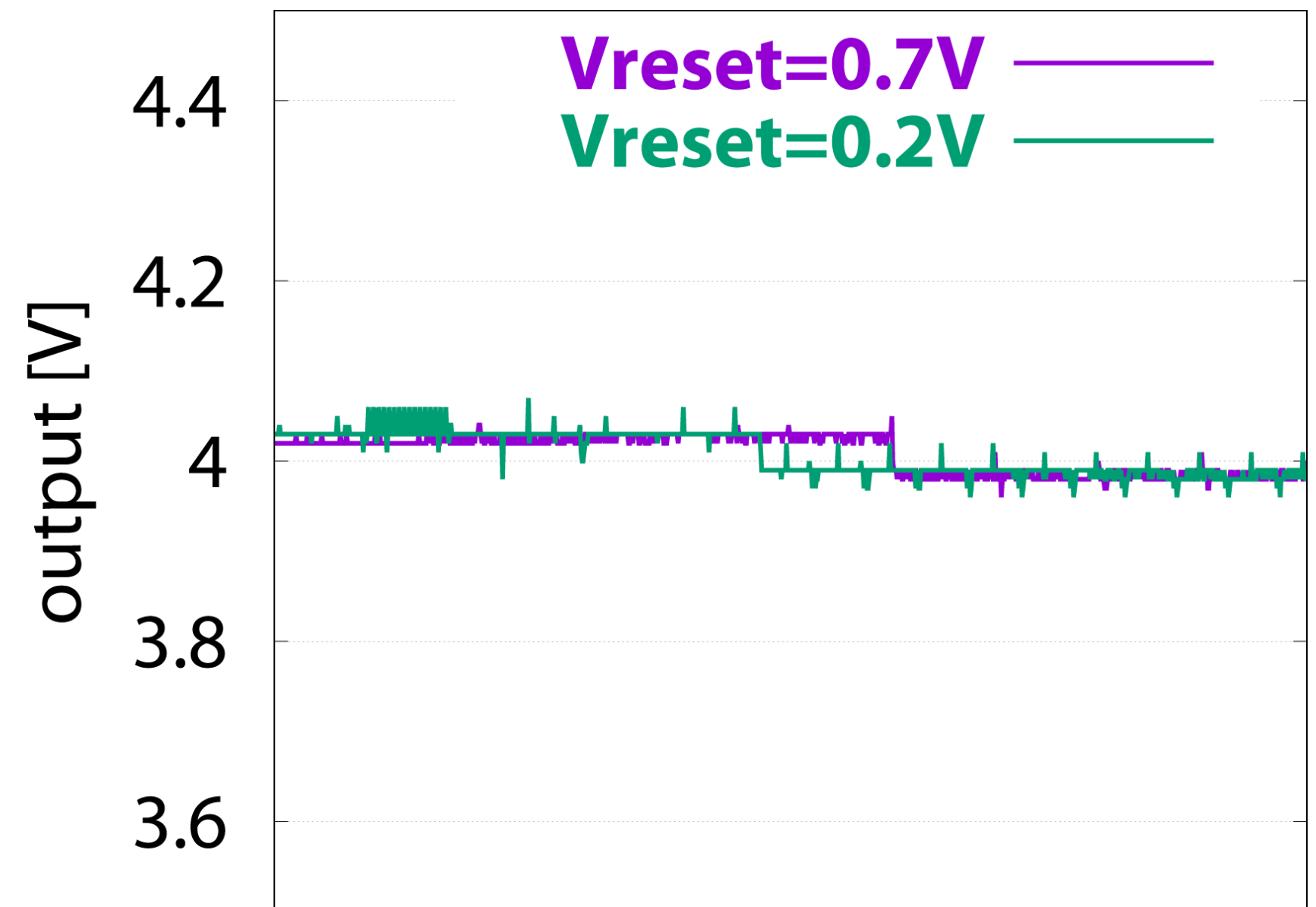
出力電圧の調査



予想

Vresetを変えると出力電圧も変化するはず

出力電圧の波形



結果

出力電圧の変化はほとんどない

出力の4Vはどこから来た？

■ MUXには3.3Vを

- vdd

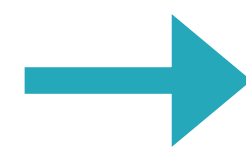
- vdda

- Vbiaspower

に電源電圧として入力



Vreset か **Celldrain**に3.3V
が誤入力されている？



vdd, vdda, Vbiaspowerを
それぞれ変化させてみる

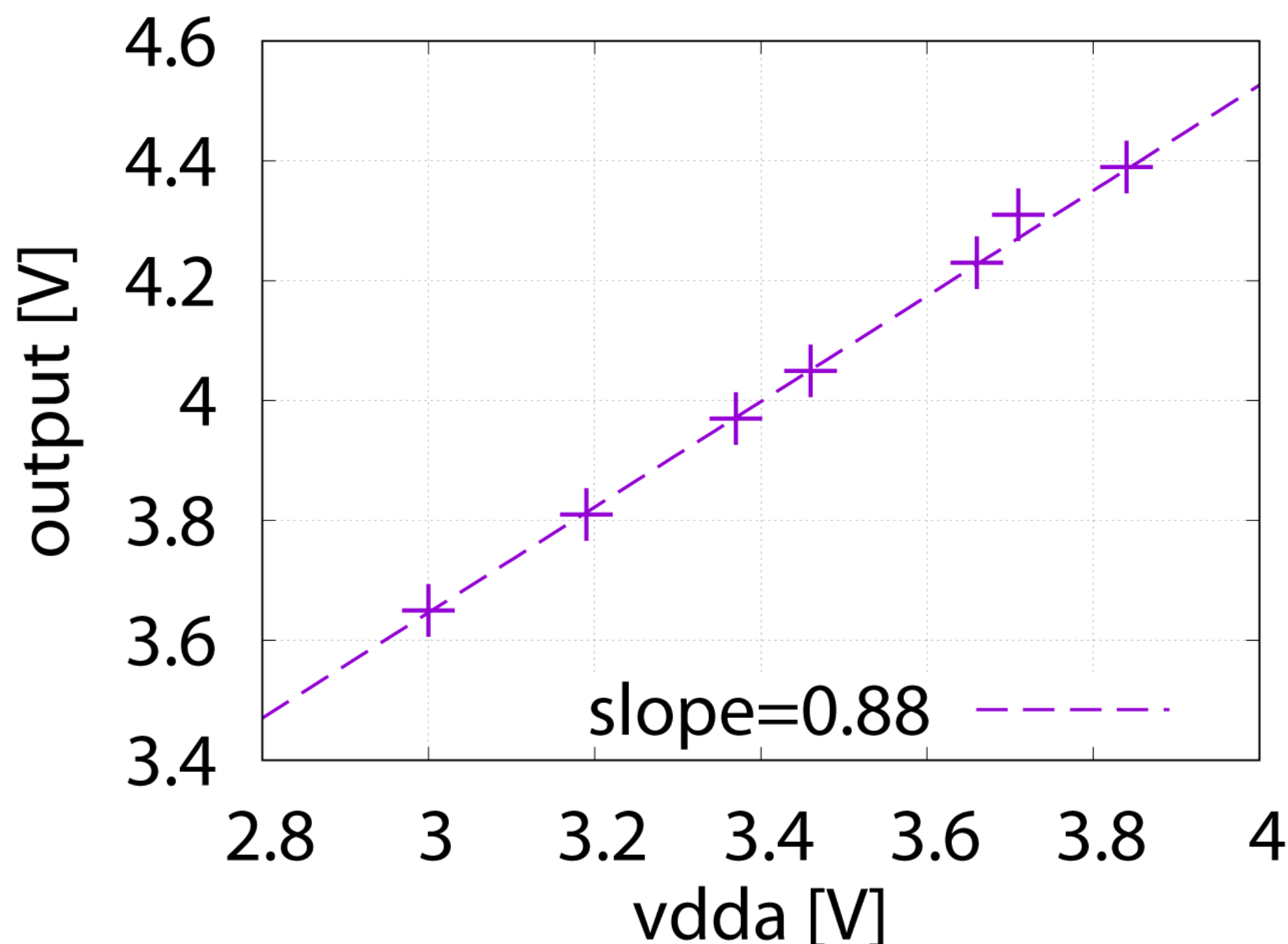
調査結果

vdd, vdda, Vbiaspowerのうち...

vddaを変化させると出力も変化する (vddaはアナログ用電源電圧)

→ **見えていたのはvdda**

vddaと出力電圧値の関係



Vresetがあやしい？

予想

Vresetと**Dsub**を切り替える

Vresetに**vdda**が誤入力されていれば、**Dsub**に切り替えたときに出力が大きく変わるはず。

結果

出力電圧の変化は見られなかった。

→ **Vreset**には誤入力されていない？

Cell drainがあやしい？

予想

Pixel source followerに駆動電流が流れないようにすれば、**Cell drain**電圧が出力される。

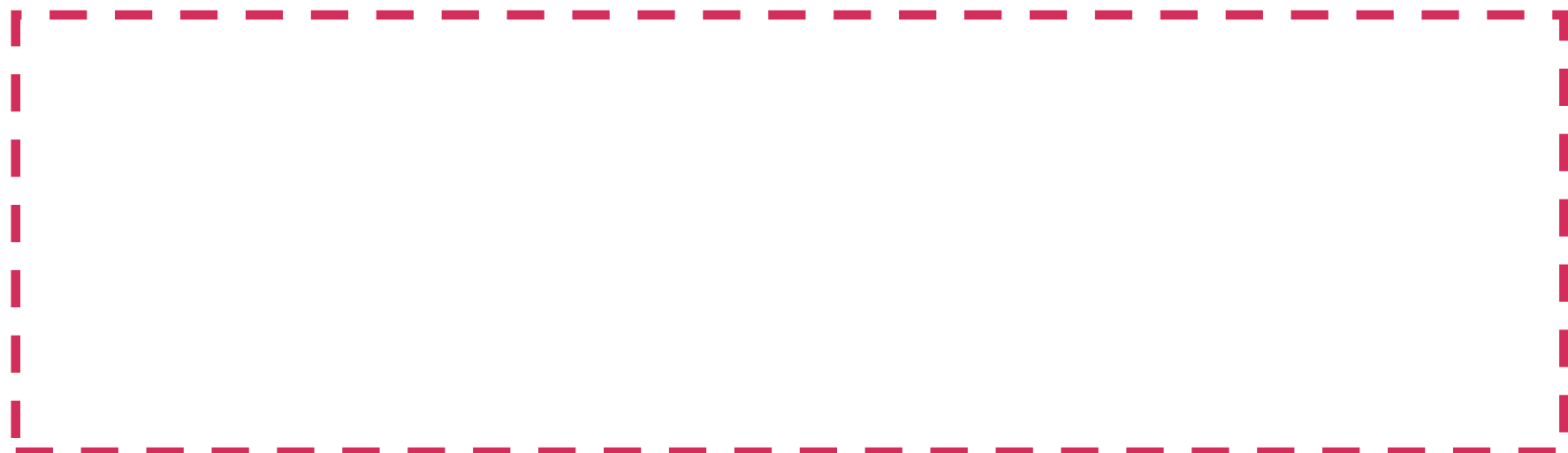
Cell drain = vdda なら出力電圧値に変化は見られないはず。

結果

出力電圧の変化は見られなかった。

→ **Cell drain**に誤入力されている？

原因は別のところに...



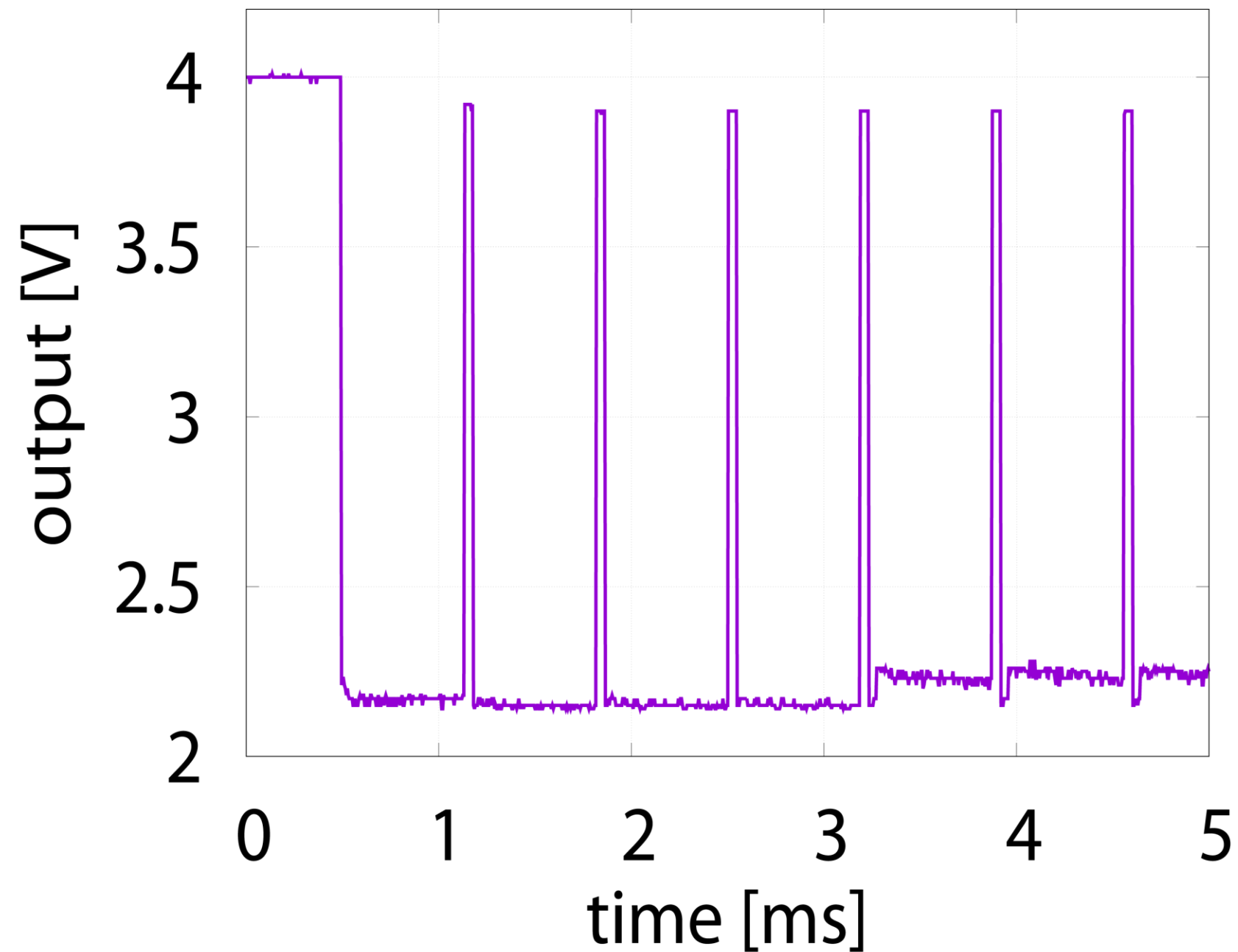
原因は別のところに...

詳しく書くと...

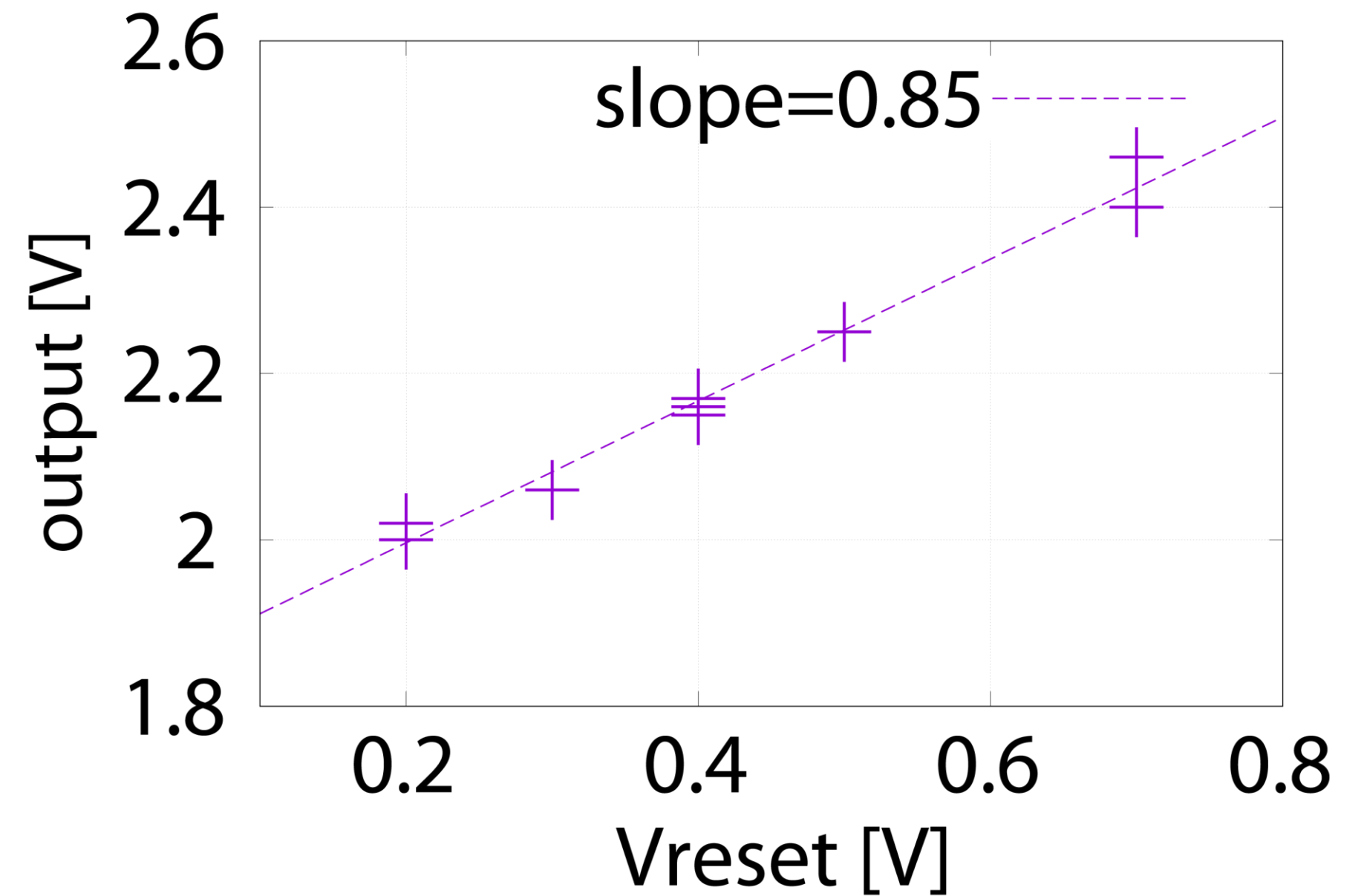


まともな電圧が出た！

出力電圧の波形



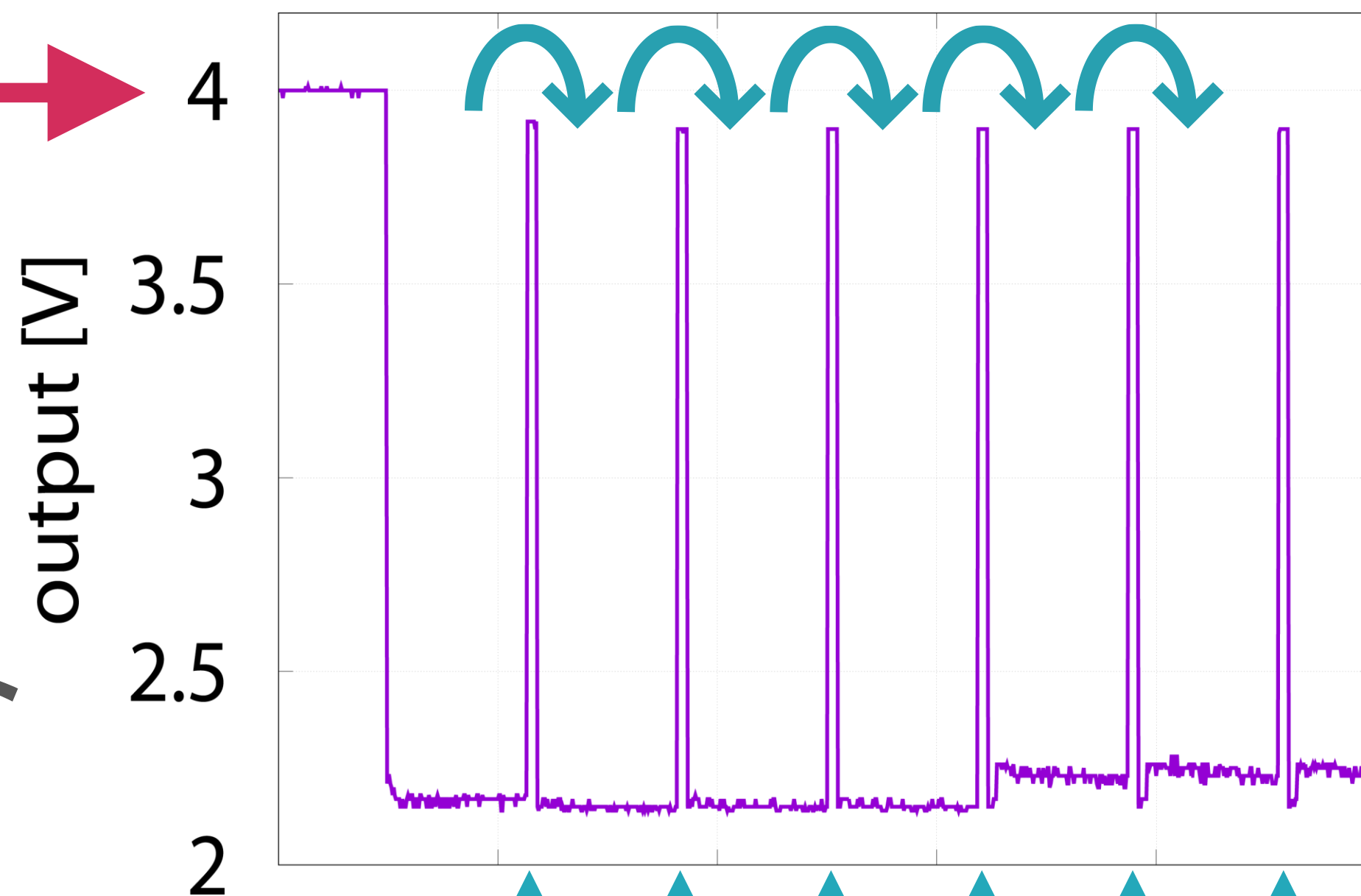
Vresetと出力電圧の関係



今まで見えていた電圧は...？

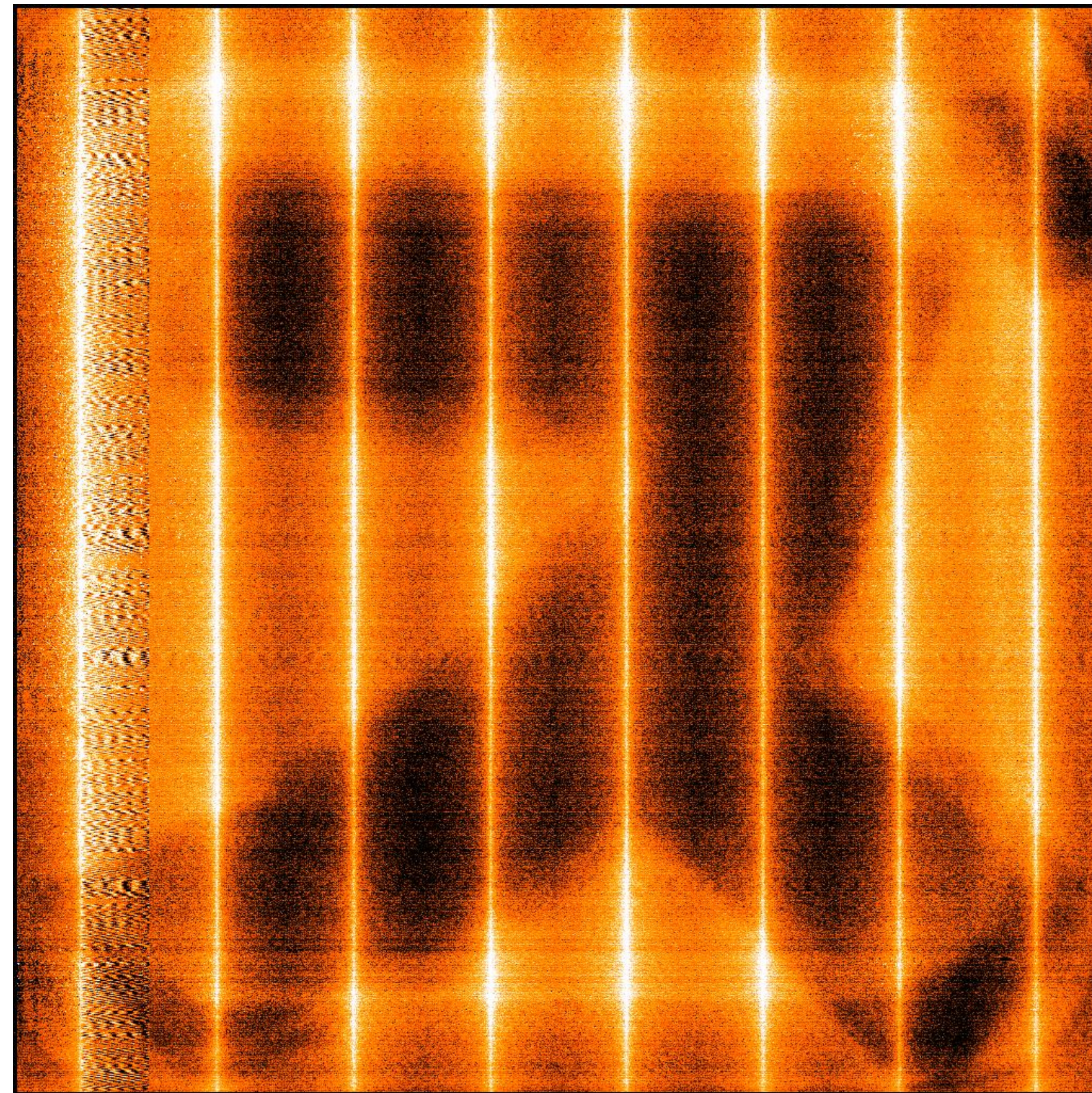
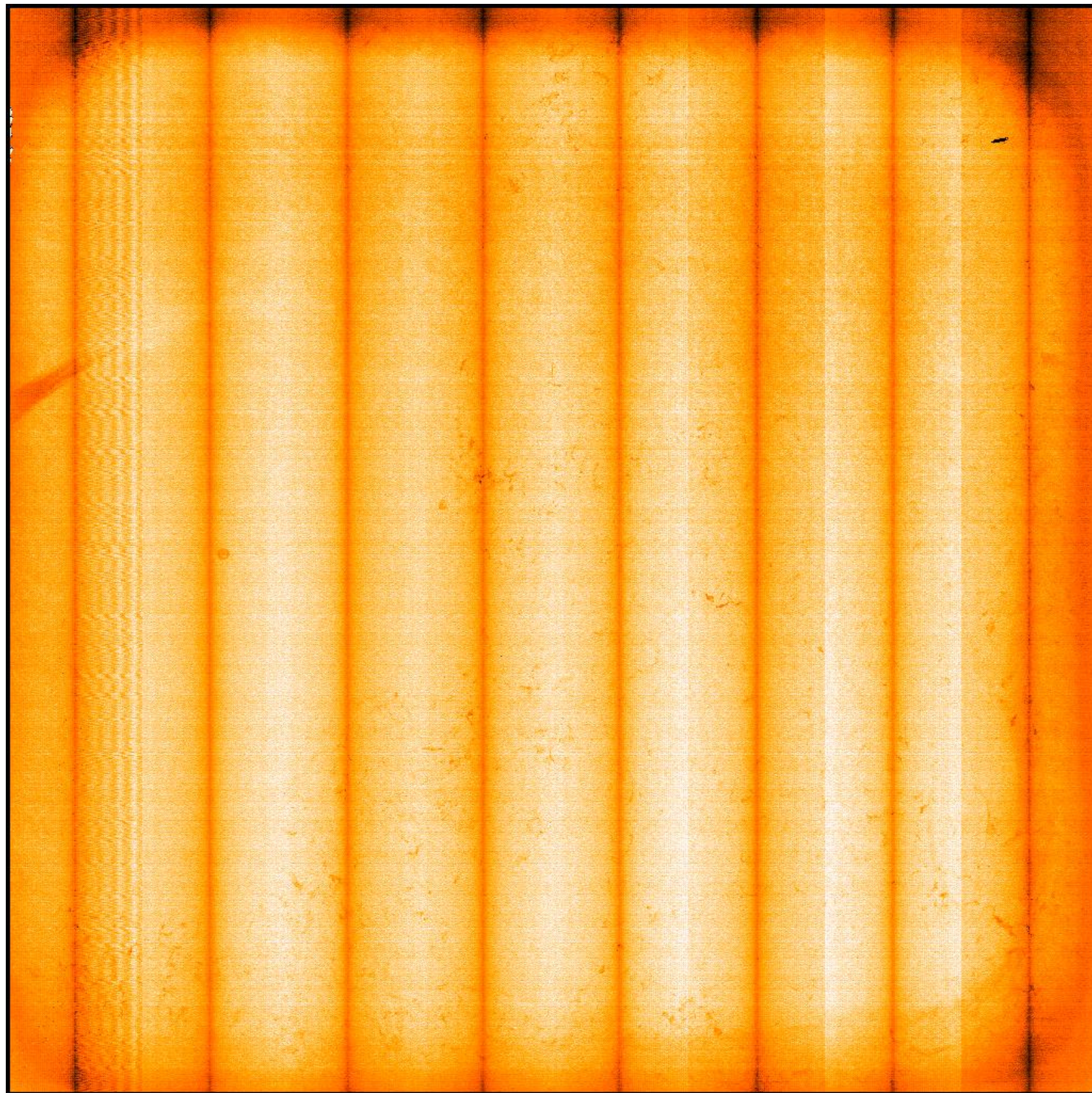
ピクセルが選択
されていない
ときの電圧

↓
vdda+オフセット
の電圧



ピクセルが選択されていない

正しい出力画像



6秒積分, CDS差分画像

まとめ

- HAWAII-1RG MUXの駆動試験を行った
- 駆動はしているようだが、出力電圧に異常があった
- 調査を行った結果、出力の設定に問題点が存在した

まとめ

- HAWAII-1RG MUXの駆動試験を行った
- 駆動はしているようだが、出力電圧に異常があった
- 調査を行った結果、出力の設定に問題点が存在した

教訓

- 動いているように見えてもおかしな点があれば
だいたい異常があるので徹底的に調べる
- 難しいことを考える前に試せることは全てやってみる