

The background of the slide is a reproduction of the painting 'The Starry Night' by the Dutch Impressionist painter J.M.W. Turner. The painting depicts a turbulent, swirling night sky filled with bright, glowing stars and a large, luminous crescent moon. The colors are dominated by deep blues, purples, and yellows. In the foreground, there are dark, silhouetted hills and a small village with a few houses and a church spire. A blue TARDIS, a time machine from the British science fiction television series Doctor Who, is superimposed on the right side of the painting, appearing to fly through the swirling sky. The TARDIS is a dark blue, boxy structure with a white door and a small window.

# TARdYSの国産InGaAs近赤外検出器の パーシステンス評価

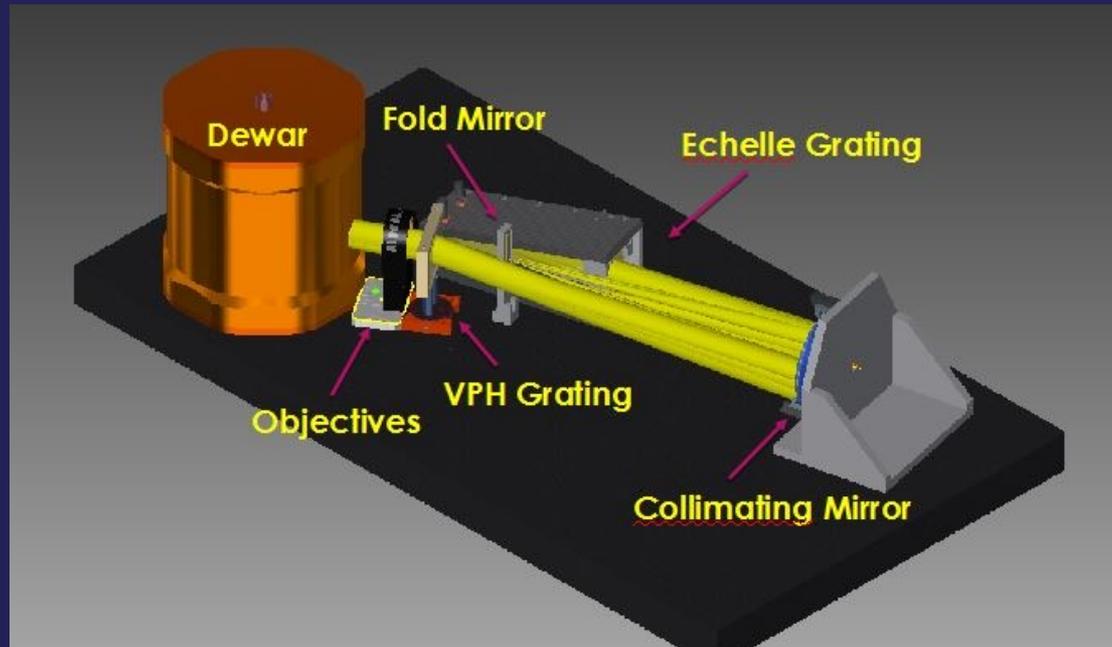
東京大学理学系研究科天文学専攻 修士2年 穂満 星冴  
本原 顕太郎、中屋 秀彦 (国立天文台)、土居守(東京大学)  
Leonardo Vanzi (Pontificia Universidad Católica de Chile)

# TARdYS

(The Tao Aiuc high Resolution (d) Y band Spectrograph)

- TAO第2期観測装置
- Yバンドに特化した近赤外高分散分光器
- 視線速度法によって系外惑星探査
- 主にM型星周りの惑星をターゲットにする

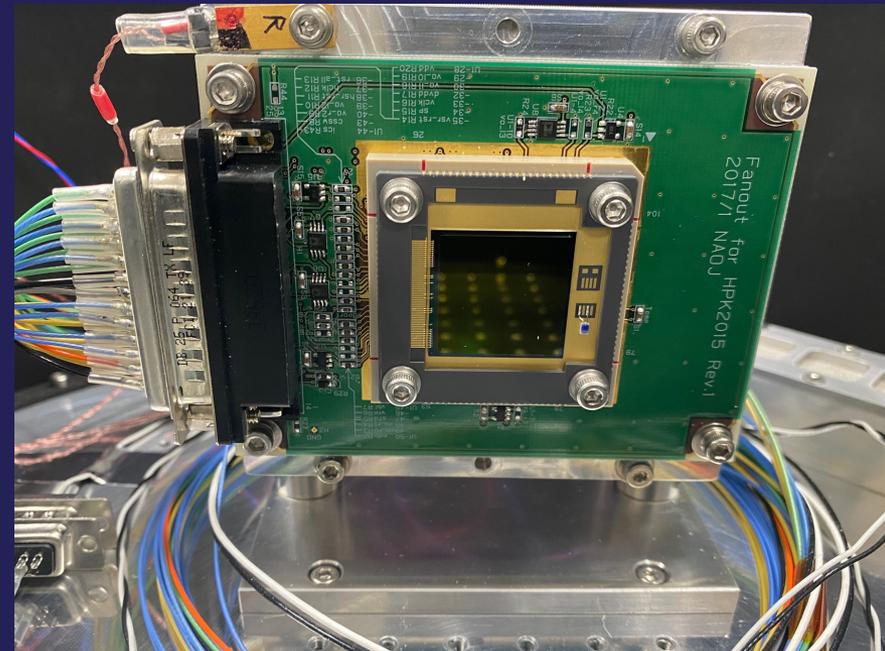
波長域 [ $\mu\text{m}$ ]	0.843–1.117
波長分解能 ( $\lambda/\Delta\lambda$ )	66,000
グレーティング	R6 Echelle



# 検出器

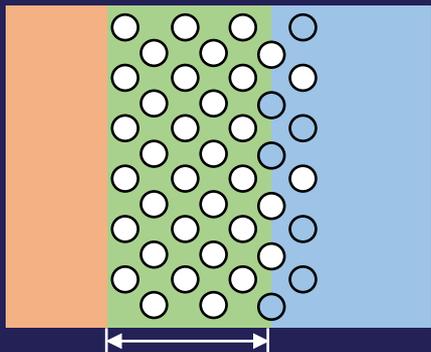
- 大型フォーマット(1.3k×1.3k)の国産InGaAsフォトダイオードアレイ検出器

カットオフ波長	~ 1.7 [ $\mu\text{m}$ ]
画素数	1296
感光画素数	1280×1280
画素サイズ	15×15 [ $\mu\text{m}$ ]
イメージエリア	19.2×19.2 [mm]
出力ポート	2 or 8 [port]
量子効率	~ 80%
読み出しノイズ(Fowler-2)	~10 [ $e^-$ ]
暗電流 (@ 120K)	$1.2 \times 10^{-2}$ [ $e^-/s/pix$ ]
Well depth	236000 [ $e^-$ ]
非線形性 < 5% 範囲	< 156000 [ $e^-$ ]

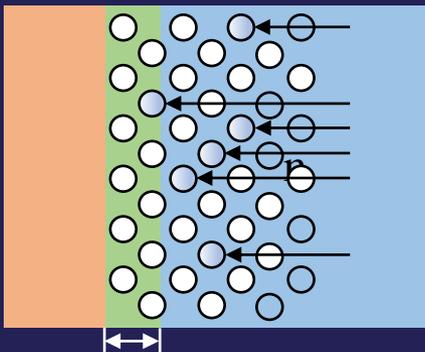


# パーシステンス

リセット後平衡状態

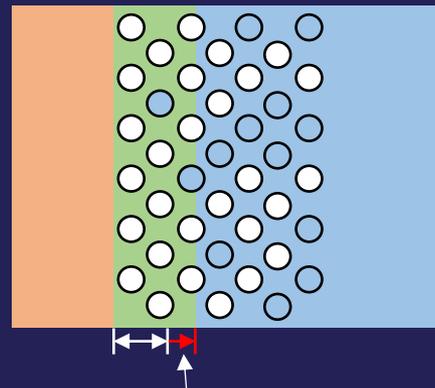


露光



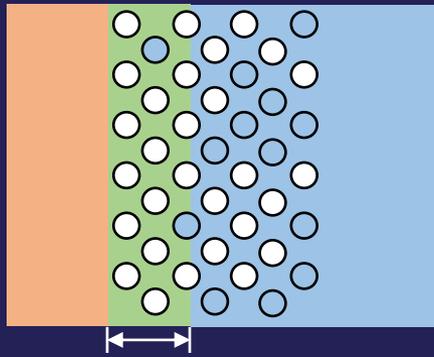
トラップに電荷が捕獲される

露光後平衡状態

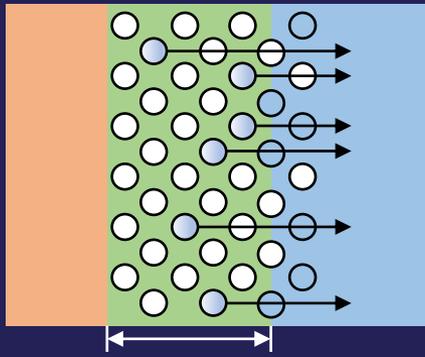


信号が少し減る

露光後平衡状態

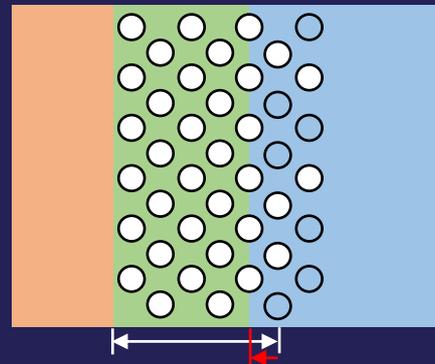


リセット



解放された電荷は空乏層の電場に従ってドリフト

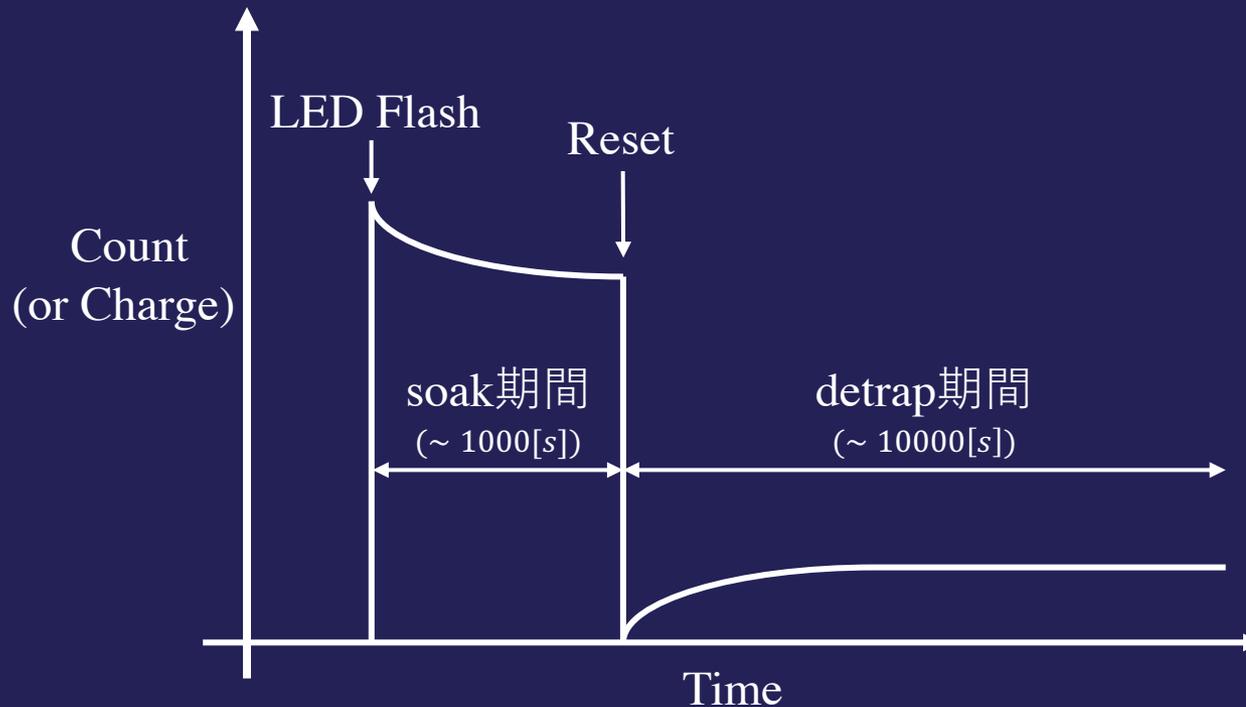
リセット後平衡状態



露光とは関係のない信号が出てくる  
⇨ パーシステンス

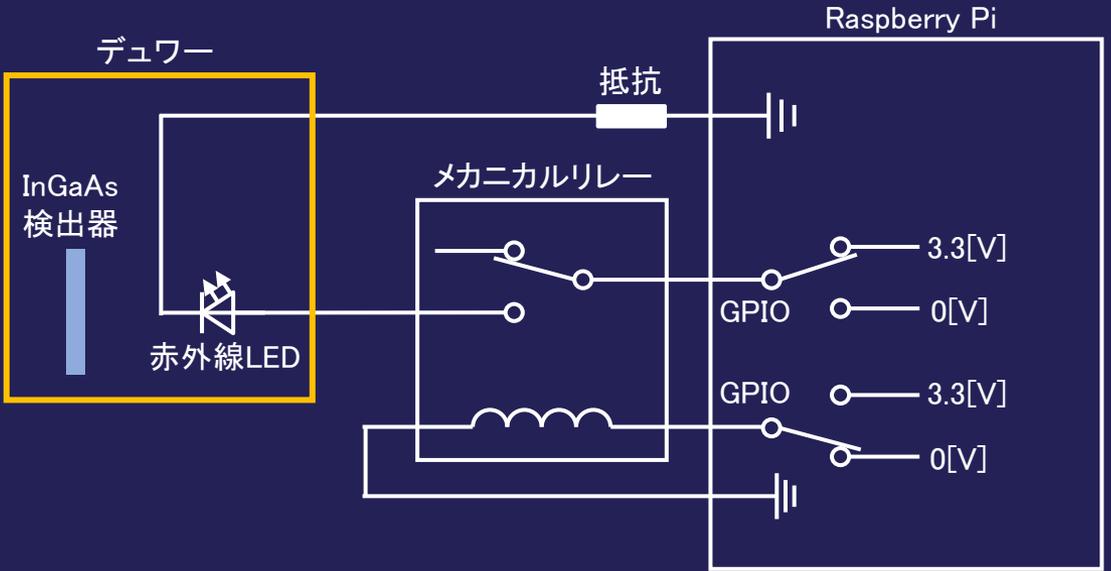
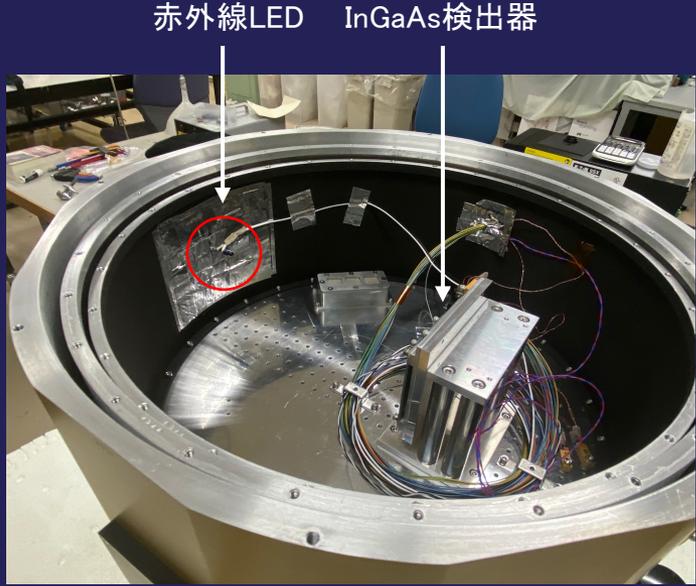
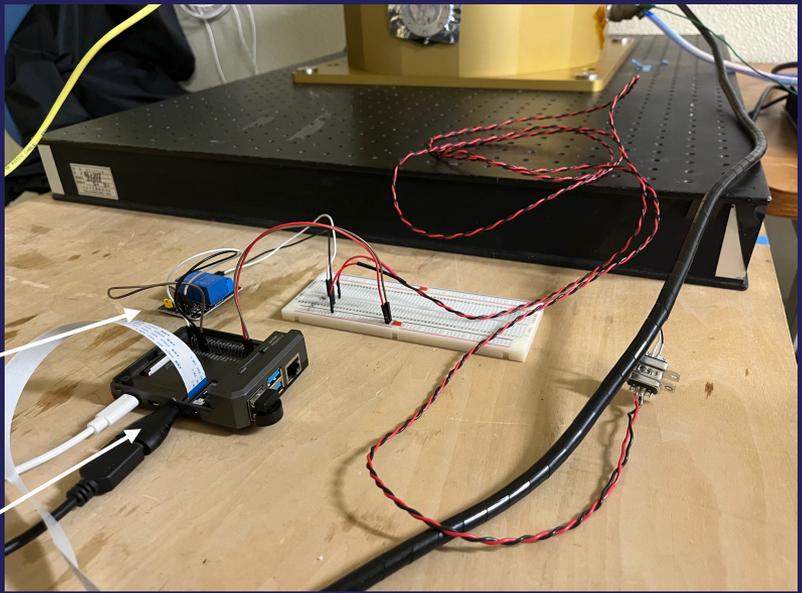
# 実験

- 1回目の積分の最初にLEDを数十ms光らせる
- そのまま1000秒間非破壊読み出しを行う(トラップに電荷を捕獲させる)
- リセット後、10000秒程度読み出しを行う



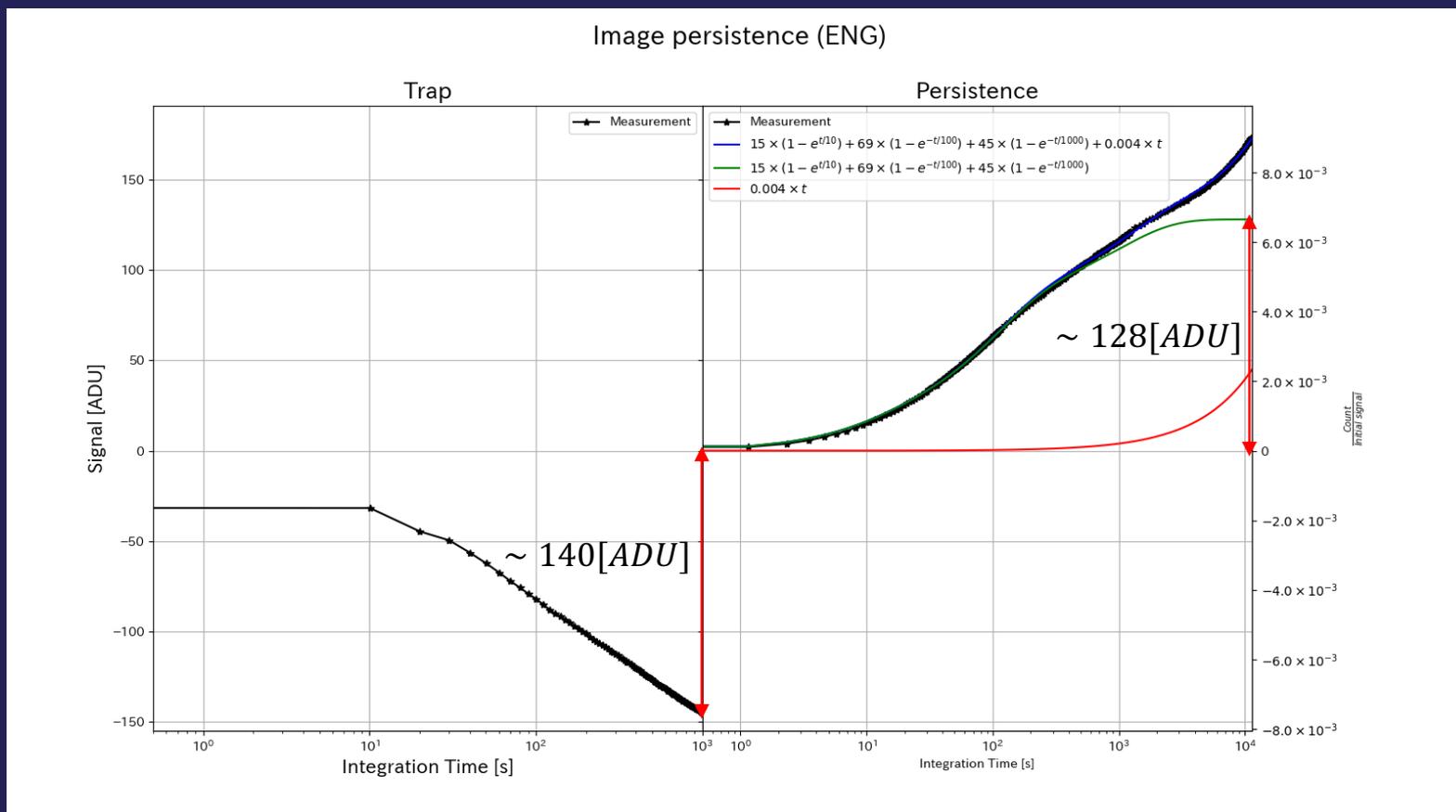
# 実験セットアップ

- Raspberry Piとメカニカルリレーを用いてLEDの制御を行う



# カウントの比較

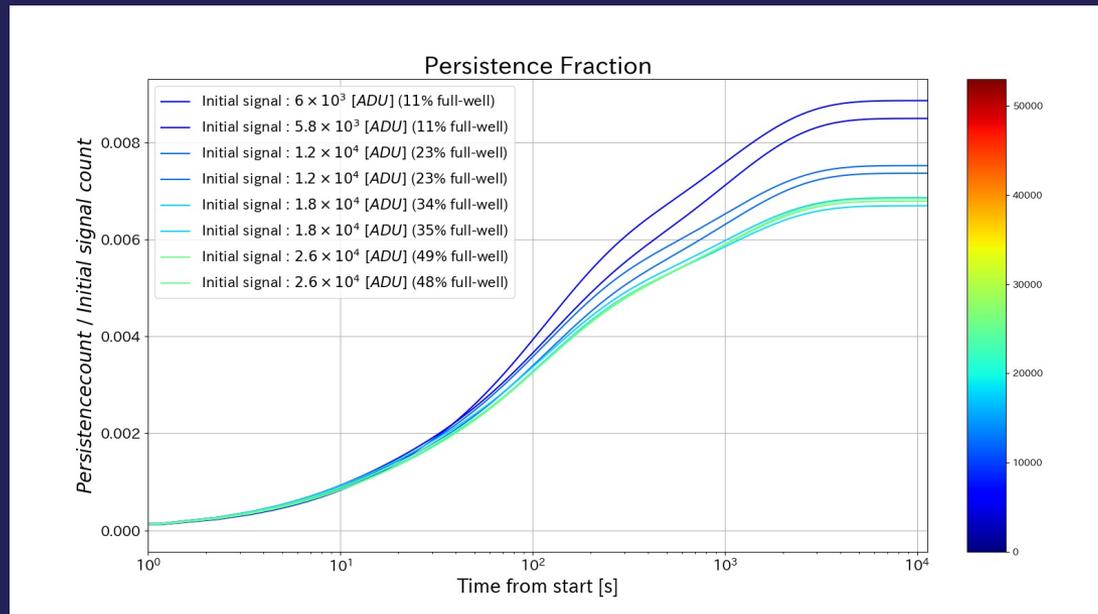
- トラップされた分はほぼPersistenceとなって出てきている  
ややパーシステンスの方が小さいのは積分から次の積分までに約7秒程度のデッドタイムがあることが原因か



# パーシステンスフラクション

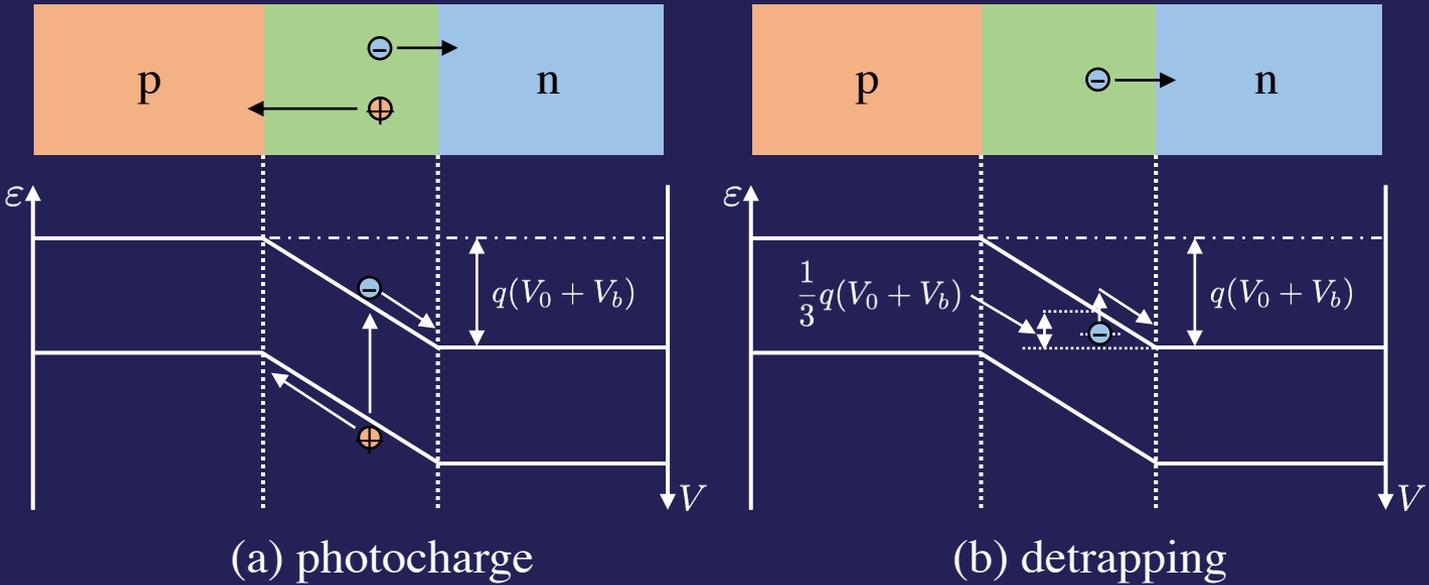
パーシステンスの割合はカウントで表すと、

- 露光時の信号の0.7%程度
- ほぼ露光時の信号の大きさによらない
- ややカウントが小さい方が大きくなる傾向



# パーシステンスの $e^-$ -ADUコンバージョンファクター

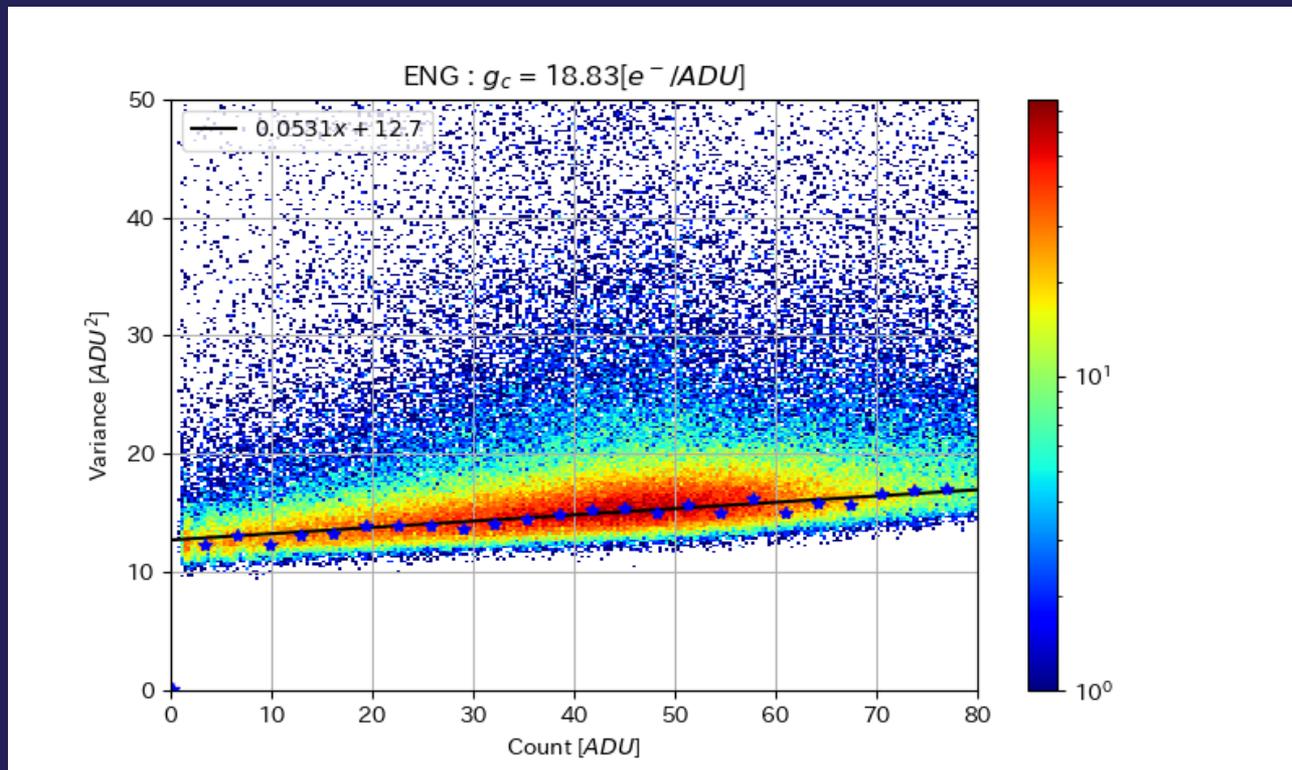
- 光子により生成された電荷は空乏層の全体をドリフト
  - パーシステンスの電荷は空乏層の一部のみをドリフト
- ⇒ カウントを変化させるためには、パーシステンスの電荷が多く必要  
(コンバージョンファクターが大きい)



# パーシステンスの $e^-$ -ADUコンバージョンファクター

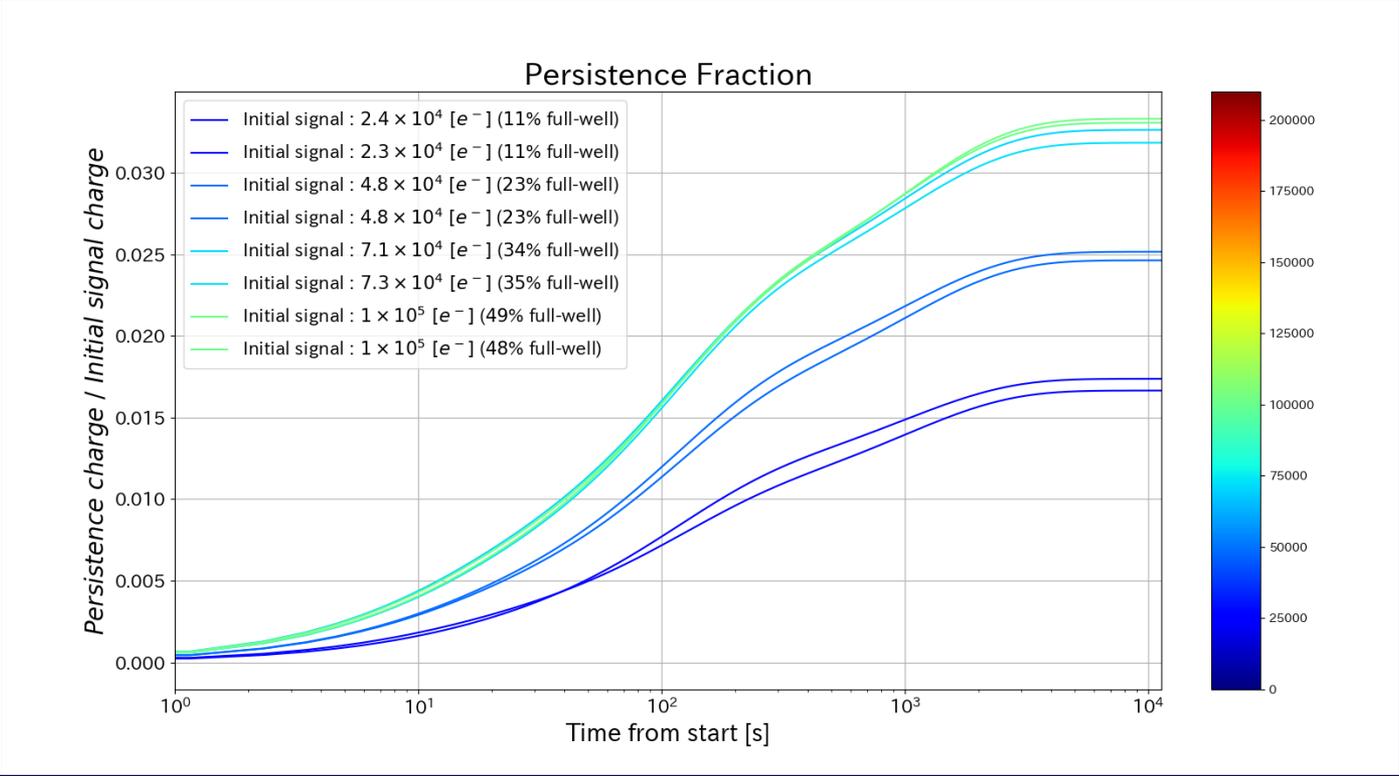
- Photon transfer法で導出

- コンバージョンファクターは $\sim 19[e^-/ADU]$  (露光時の信号 :  $19000[ADU]$ )
- 光電荷のコンバージョンファクター( $4.0[e^-/ADU]$ )より数倍大きい



# 電子数に直した時のパーシステンスフラクション

- 露光時信号 :  $2.5 \times 10^4 [e^-] \rightarrow 1.7\%$
- 露光時信号 :  $5 \times 10^4 [e^-] \rightarrow 2.5\%$
- 露光時信号 :  $7 \times 10^4$  &  $1 \times 10^5 [e^-] \rightarrow 3.2\%$



# まとめ

## 近赤外高分散分光器TARdYSのInGaAs検出器システムについて

- パーシシステムの測定システムの構築
- パーシシステムの測定を行なった
- 測定結果
  - トラップで減少した信号とほぼ同程度のパーシシステム信号が現れた
  - 元々の信号の約0.7%程度のカウントがパーシシステムとして出現することが判明
  - パーシシステムのコンバージョンゲインは光電荷のコンバージョンゲインよりも大きいことが確認された