

MCLEANゼミ PP410-420

大橋宗史

11.5 READOUT MODES

- ◎ 赤外線カメラではシャッターを使わない
 - シャッターも冷却する必要がある
 - 背景光が大きいため露光時間が短く、素早い動作が必要
- ◎ 赤外線検出器は常に露光しているので、露光時間はreset pulseとread pulseで制御
- ◎ 読み出しにかかる時間は回路の整定時間に依存

例 1素子あたりの整定時間4us

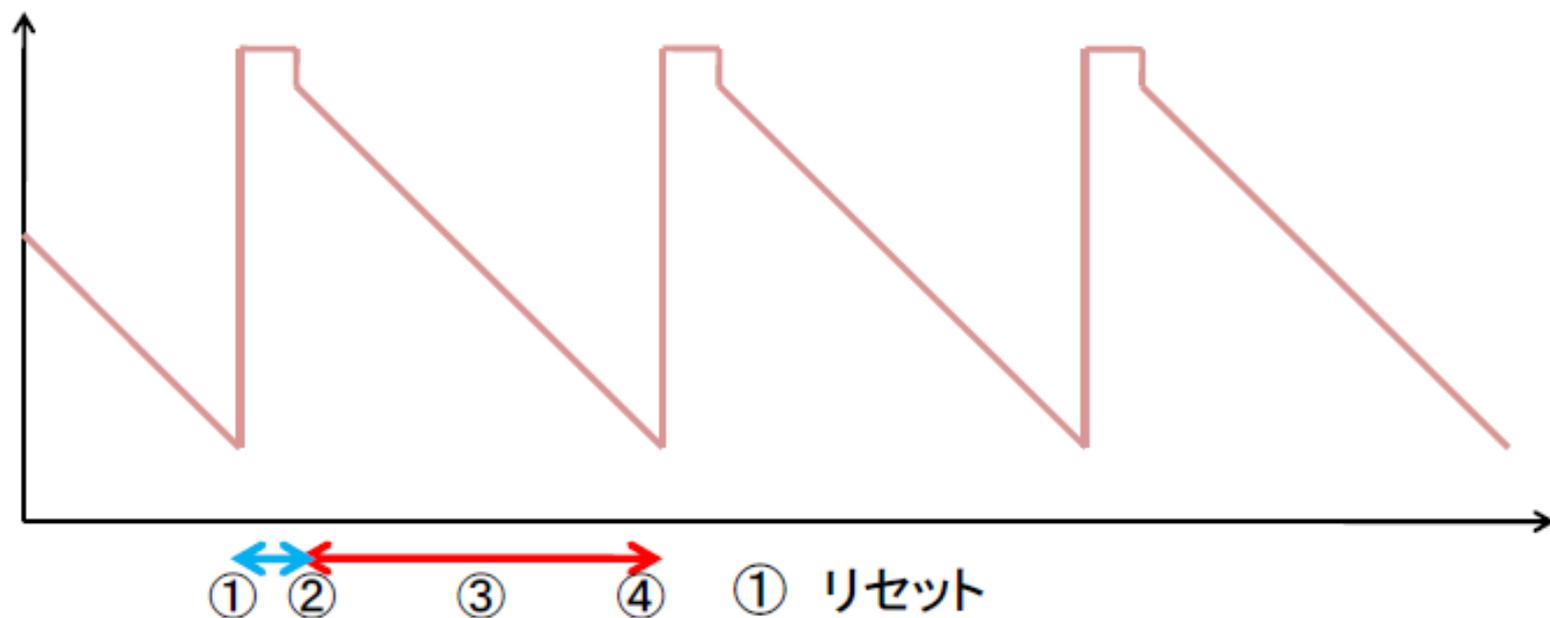
256×256=65,536pixelのarray

4つの独立なoutput

読み出し時間は $65536 \div 4 \times 4\mu s = 65.5ms = 15.3Hz$

検出器の読み出し方法

各ピクセルでの電位の変化



- ① リセット
電位はリセットレベルに張り付く
- ② リセットから離す
コンデンサーにkTCで決まる電子がたまる
(kTCノイズ)
- ③ 積分
photocurrentによって電位が減少
- ④ 積分終了

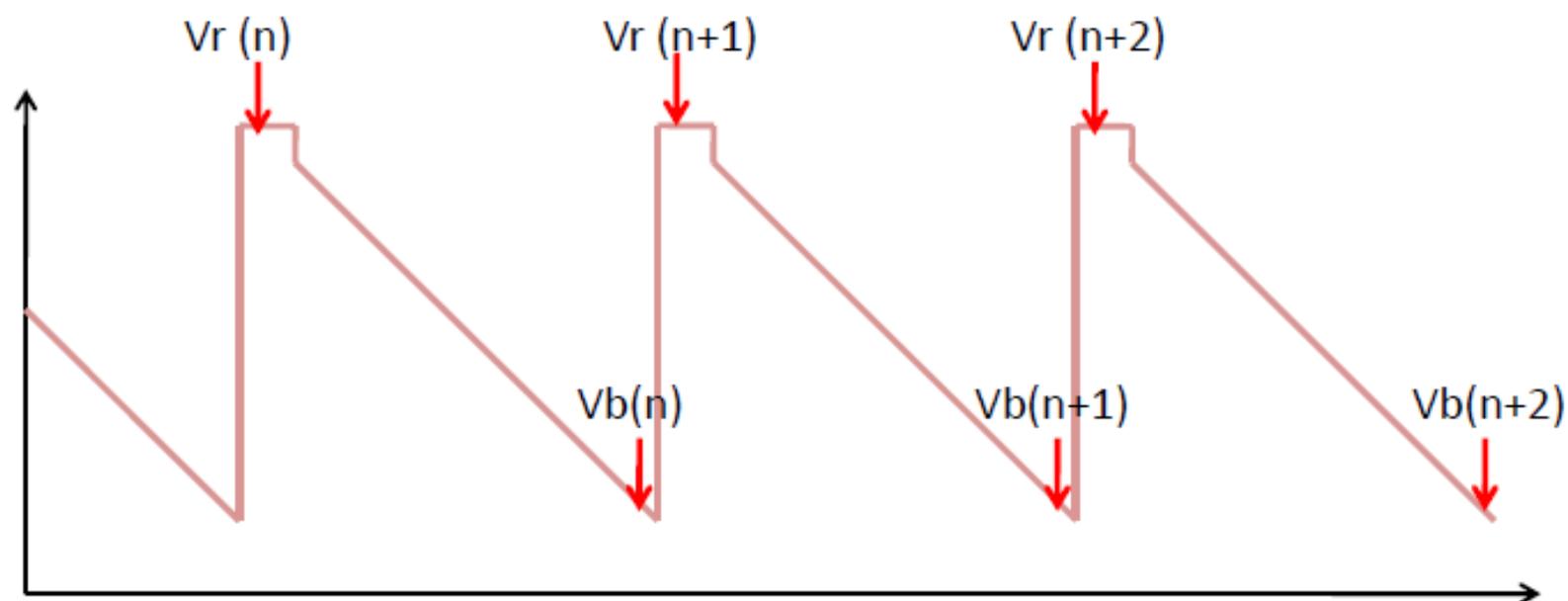
11.5.1 Single-sampling

- 露光時間 T_i 、読み出し時間を66msとすると、それぞれのピクセルの露光時間を等しくするためには、積分開始時間（リセットを終える時間）に66msの時間差をつけ、初めのピクセルが積分を開始した時刻の T_i 後（最後のピクセルが積分を開始してから $T_i - 66ms$ 後）に読み出しを開始する
- 読み出し後、リセットパルスを送る前にピクセルの位置情報を乗せたパルスを送る必要がある
- Single samplingでは積分終了時の電位レベルのみ読み出すため、kTCノイズなどが避けられない
- リセット電位との差を取るだけで良い、シンプルな手法で、サチュレーションの判定も容易

11.5.2 Correlated double-sampling (CDS)

- リセット時のレベルもしくはリセット終了直後と、積分終了時のレベルの2回を測定し、その差を取る方法
- 初期の赤外線検出器では主流だったが、リセットに数msかかるため時間依存性が高く、また電荷がピクセル間を移動する間にノイズが付加されていく？ため廃れた
- $1/f$ ノイズが軽減
 - $1/f$ ノイズ・・・ノイズのスペクトルが $1/f$ に比例するノイズ、ショットノイズやピンクノイズとも
 - 2回の読み出しの間の時間が短いから？

Correlated Double Sampling

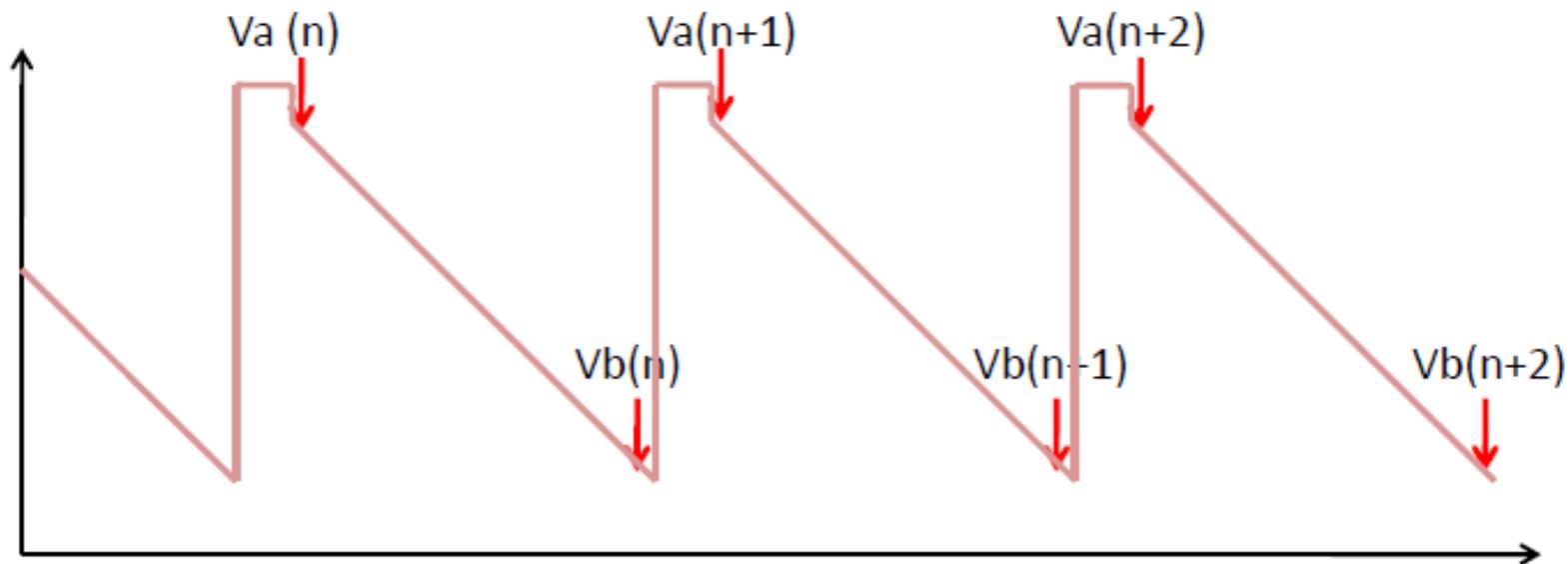


リセット時のレベルと積分終了時のレベルを2回測定し
その差を取る方法 $V_b(n) - V_r(n+1)$

- ・1/f揺らぎを軽減
- ・読み出し処理が比較的楽

※ $V_b(n) - V_r(n)$ とする方法もある

11.5.3 Reset-read-read or Fowler sampling



リセット終了後、SWをoffしてから読み出したレベルと積分終了後のレベルの差をとる $Vb(n) - Va(n)$

- ・kTCノイズの影響を除外
- ・1/f揺らぎも比較的改善
- ・読み出しにバッファ(あるいは後処理)が必要

11.5.3 Reset-read-read or Fowler sampling

- ◎ 2回の読み出した信号の差は

$$S_2 - S_1 = [(T_{ro} + T_{int})\dot{N}_e + b + c] - [T_{ro}\dot{N}_e + b + c] \\ = T_{int}\dot{N}_e$$

- ◎ kTCノイズを排除
- ◎ サチュレーションの判定が困難

→Reset-read-read
の2回の読み出しを
複数回行う

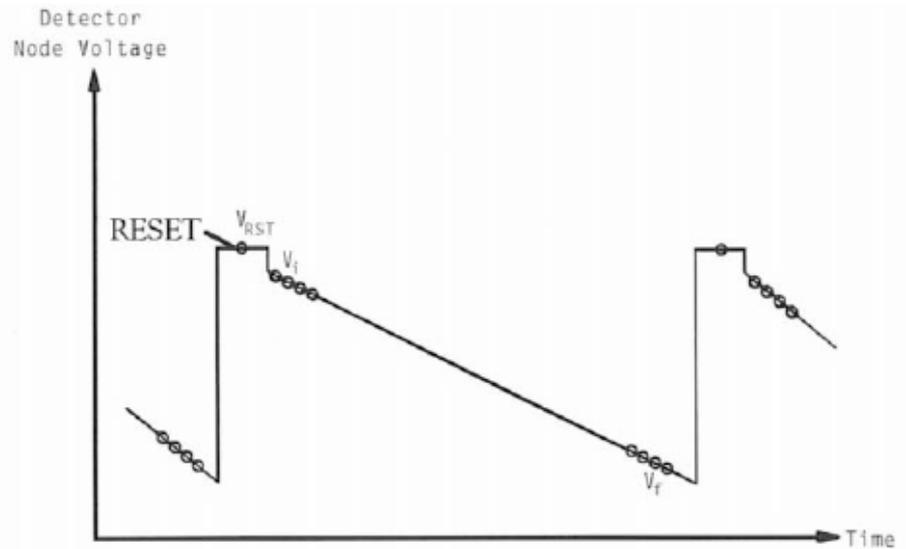


Figure 11.12. The schematic variation of the output voltage as a function of time for a typical pixel in an infrared array detector. Associated readout modes are described in the text.

11.5.3 Reset-read-read or Fowler sampling

- m回の読み出しを行うとすると、

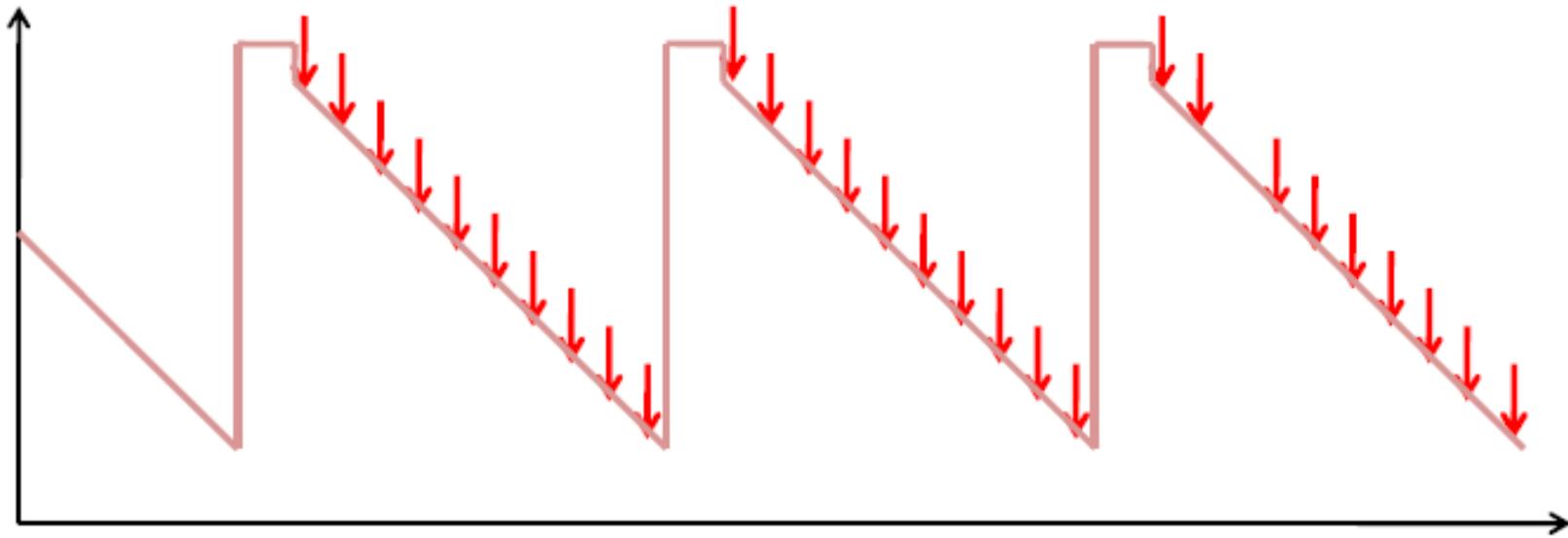
$$S_1 = \sum_{n=1}^m (nT_{ro}\dot{N}_e + b)$$

$$S_2 = \sum_{n=1}^m [(nT_{ro} + T_{int})\dot{N}_e + b]$$

$$S_2 - S_1 = mT_{int}\dot{N}_e$$

- シグナルはm倍されるが、読み出しノイズは \sqrt{m} 倍だけなので、読み出しノイズの影響を軽減できる

11.5.4 Sampling up the ramp (UTR)



積分期間中の電位レベルを均等な時間感覚で複数回読み
傾きを求める方法

- ・明るい天体も途中までの読み出しで傾きが求められる
- ・後処理は非常に複雑

11.5.4 Sampling up the ramp (UTR)

- ◎ サチュレーションを起こしてしまうような明るい天体でも使える
- ◎ バックグラウンドが低い環境では、宇宙線の影響の出したbad frameを排除できる
 - AOや高分散分光で非常に有用
- ◎ 多数のframeでの傾きから平均fluxを計算するので、driftの影響を除ける
- ◎ n回読み出しを行うと、読み出しノイズが $1/\sqrt{n}$ に軽減される
- ◎ Fowler samplingはduty cycleが2/3の時が最も良い？
 - Duty cycle:周期的な現象において、“ある期間”に占める“その期間で現象が継続される期間”の割合

11.6 INFRARED INSTRUMENTS

11.6.1 General issues

◎ 赤外線装置の設計

- 全て低温にする
- ZnSeやZnSなどが困難
- CaF₂やBaF₂は
- 低温での屈折率
- 散乱光を吸収させる染料が必要（低温で安定）
- 材質の膨張率がある
- 副鏡からの熱放射や散乱光を隠すため、副鏡の結像位置にLyot stopを挿入する



通さないので調整

過するが、脆弱

用の塗装には特別な
ものが多い）

圧力がかかる可能

11.6.2 IR cameras

NEWFIRM and Gemini FOVs

GNIRS long slit
100 x 0.3 arcsec

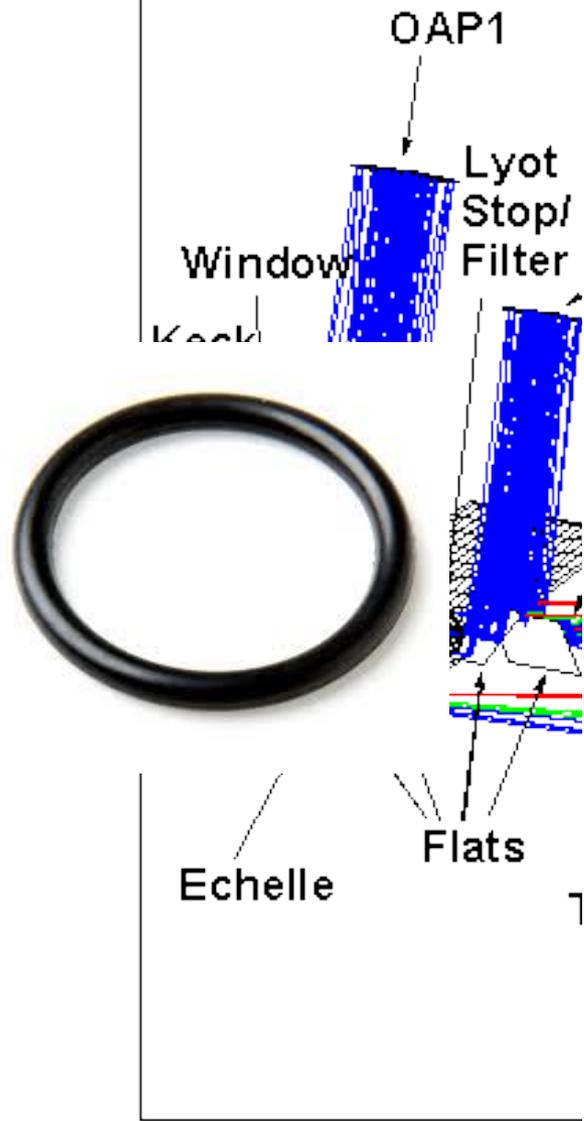
MCAO FOV
1 arcmin diameter

NIFS IFU
3 x 3 arcsec

FLAMINGOS-
MOS FOV
2 x 6 arcmin



NIRSPEC Optical Design



TMAT
Oリング漏れ止め原理

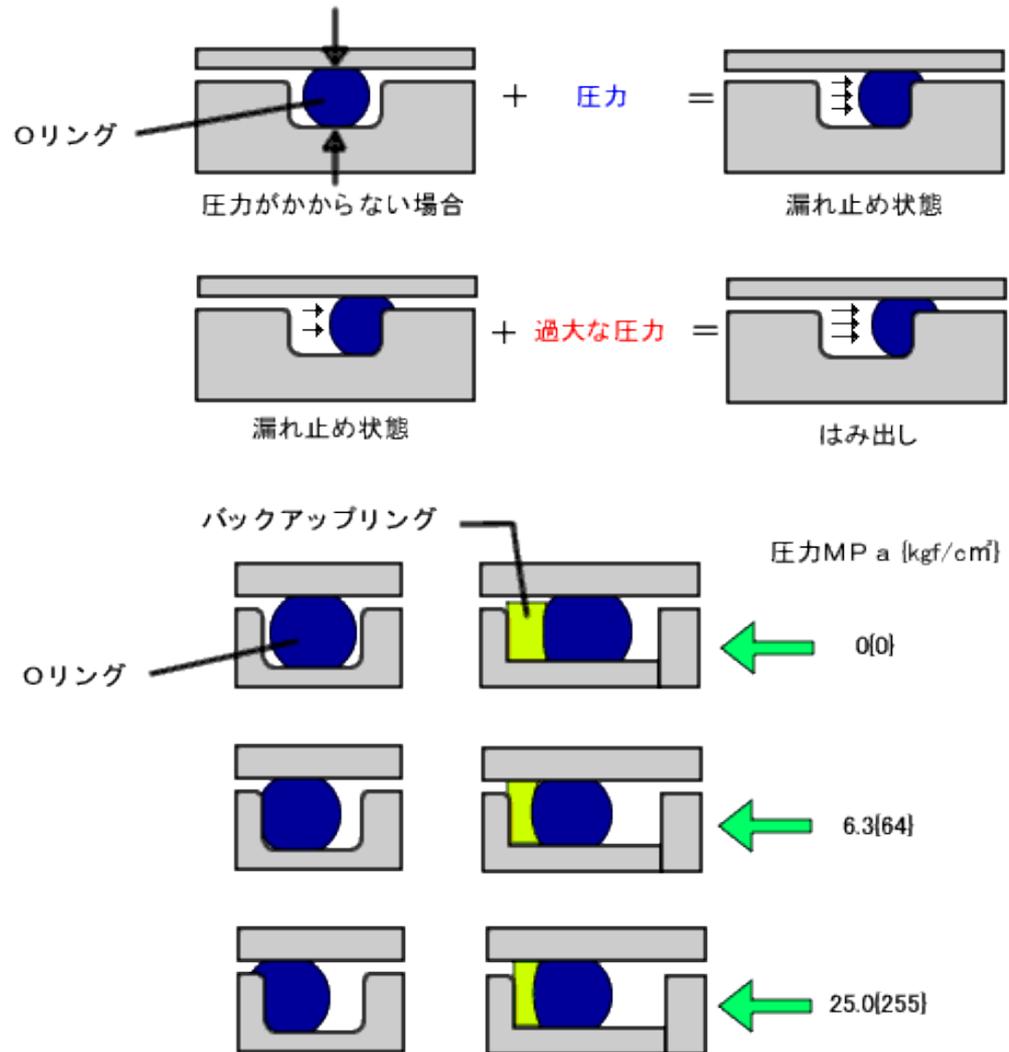


Figure 1 The final optical layout of the focus of the Keck II telescope. Optical OAP1 and the two nearby flats. For sc

11.6.4 AO cameras and integral field unit

- ◎ 可視光同様、面分光が有効

