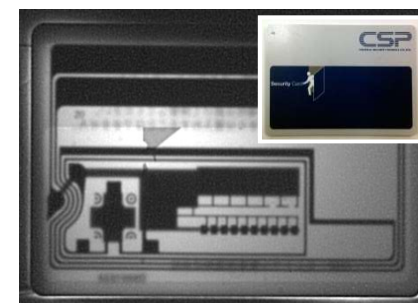
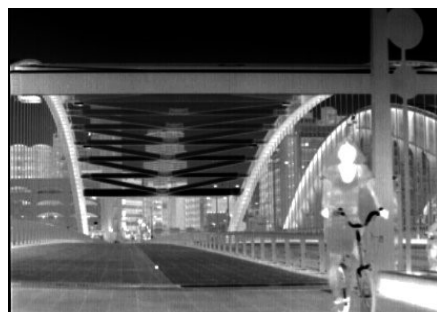
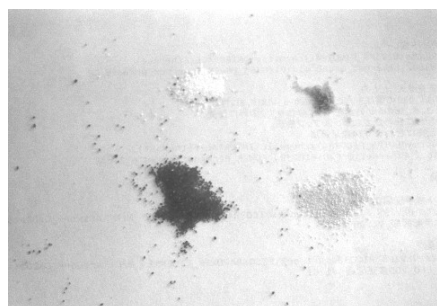




Vision Sensing

赤外線カメラ基礎講座

株式会社ビジョンセンシング



Vision Sensing Co.,Ltd.

アジェンダ

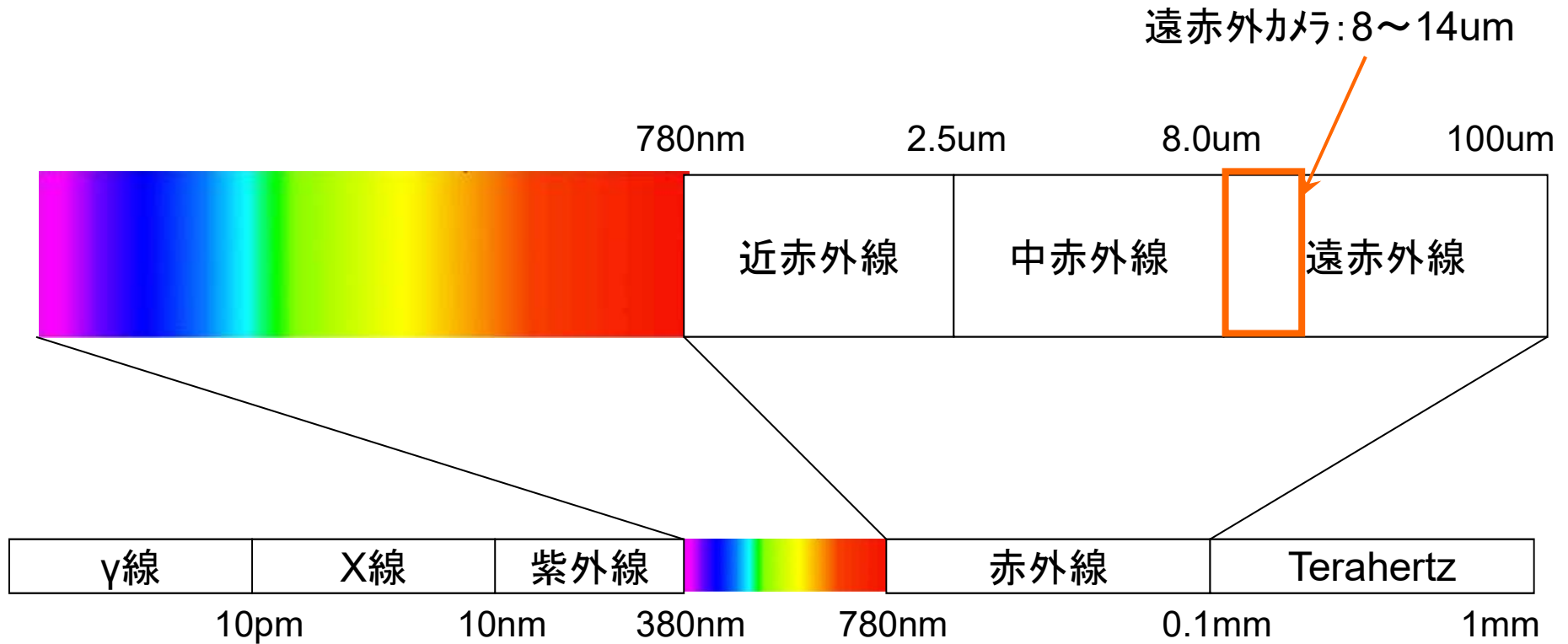
- ❖ 赤外線の基本
- ❖ 赤外線カメラの種類
- ❖ 非冷却型遠赤外線カメラ
- ❖ 量子型センサカメラ
- ❖ 赤外線カメラ用レンズ
- ❖ 赤外線カメラの評価方法
- ❖ 赤外線カメラアプリケーション
- ❖ 弊社カメラ紹介・会社案内

アジェンダ

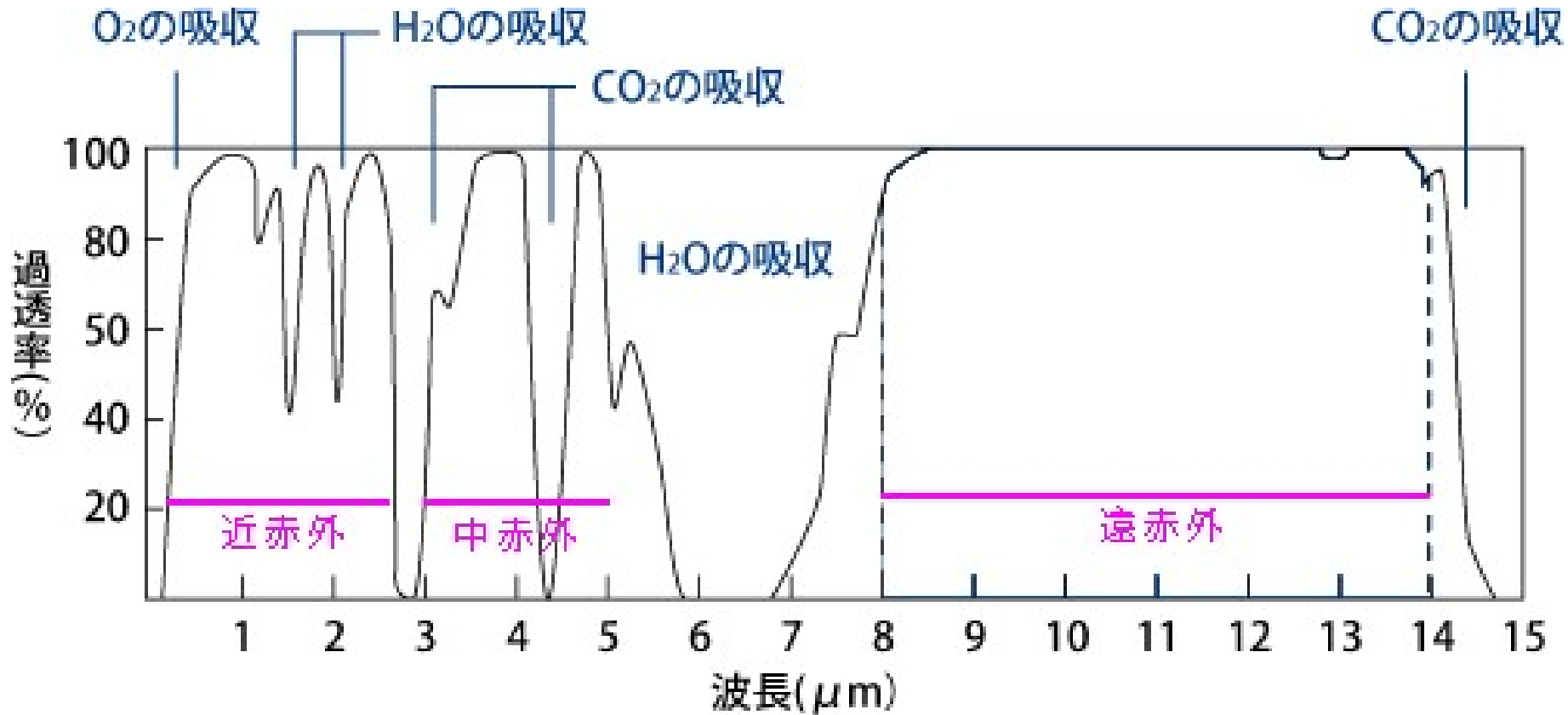
- ❖ 赤外線の基本
- ❖ 赤外線カメラの種類
- ❖ 非冷却型遠赤外線カメラ
- ❖ 量子型センサカメラ
- ❖ 赤外線カメラ用レンズ
- ❖ 赤外線カメラの評価方法
- ❖ 赤外線カメラアプリケーション
- ❖ 弊社カメラ紹介・会社案内

赤外線とは

- 目に見えないがすべての物体から放射されている電磁波



大気の窓と近赤・中赤・遠赤の波長

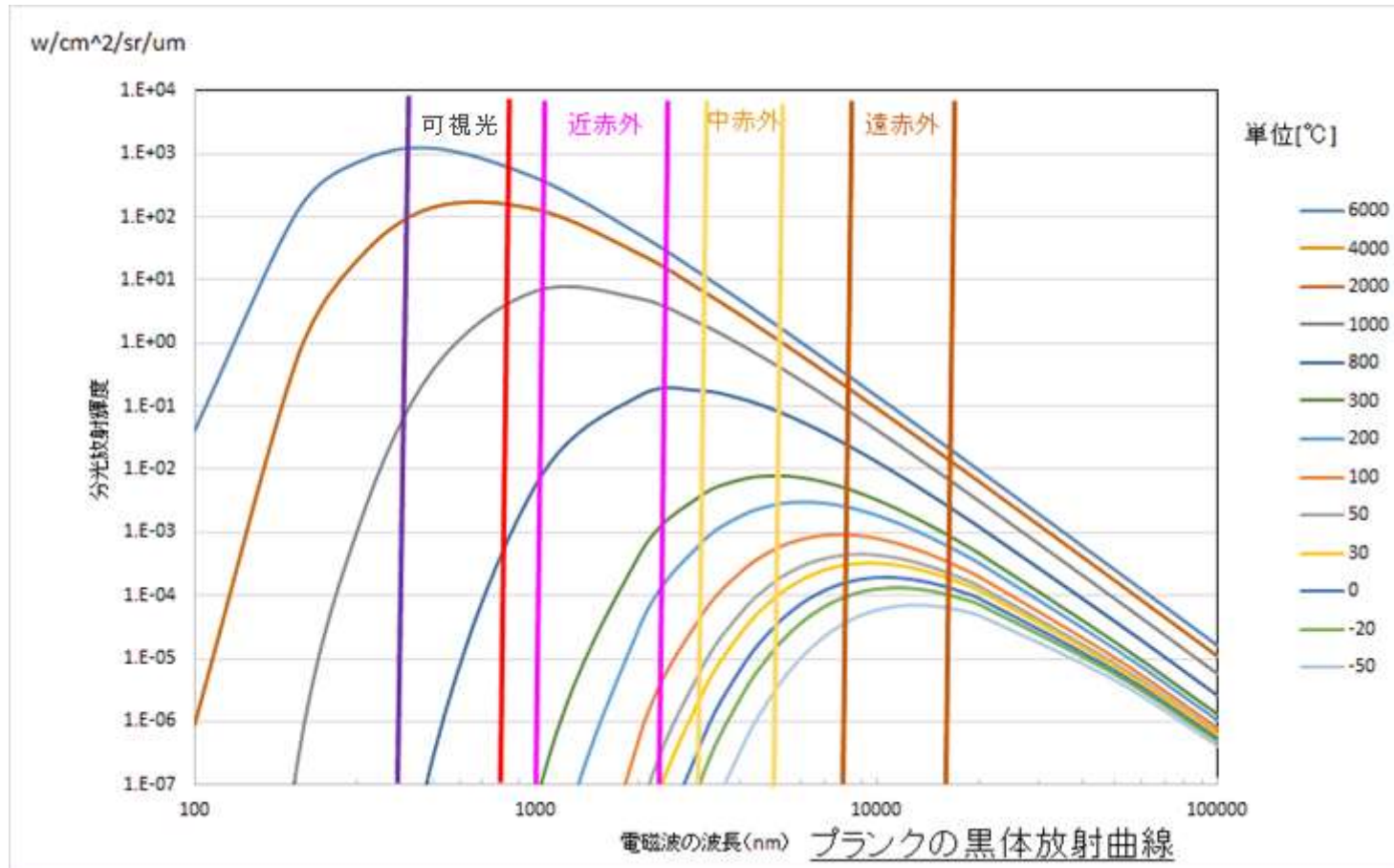


可視カメラ : 400nm~700nm
 可視+近赤カメラ : 400nm~1um
 近赤カメラ : 1um~1.7um(2.3um)

中赤カメラ : 3um~5um
 遠赤カメラ : 8um~14um

物体の温度と放射電磁波スペクトル

■ プランクの放射則とステファン-ボルツマンの式



完全黒体が放射する電磁波スペクトル

あらゆる物体は、その温度の電磁波を発している

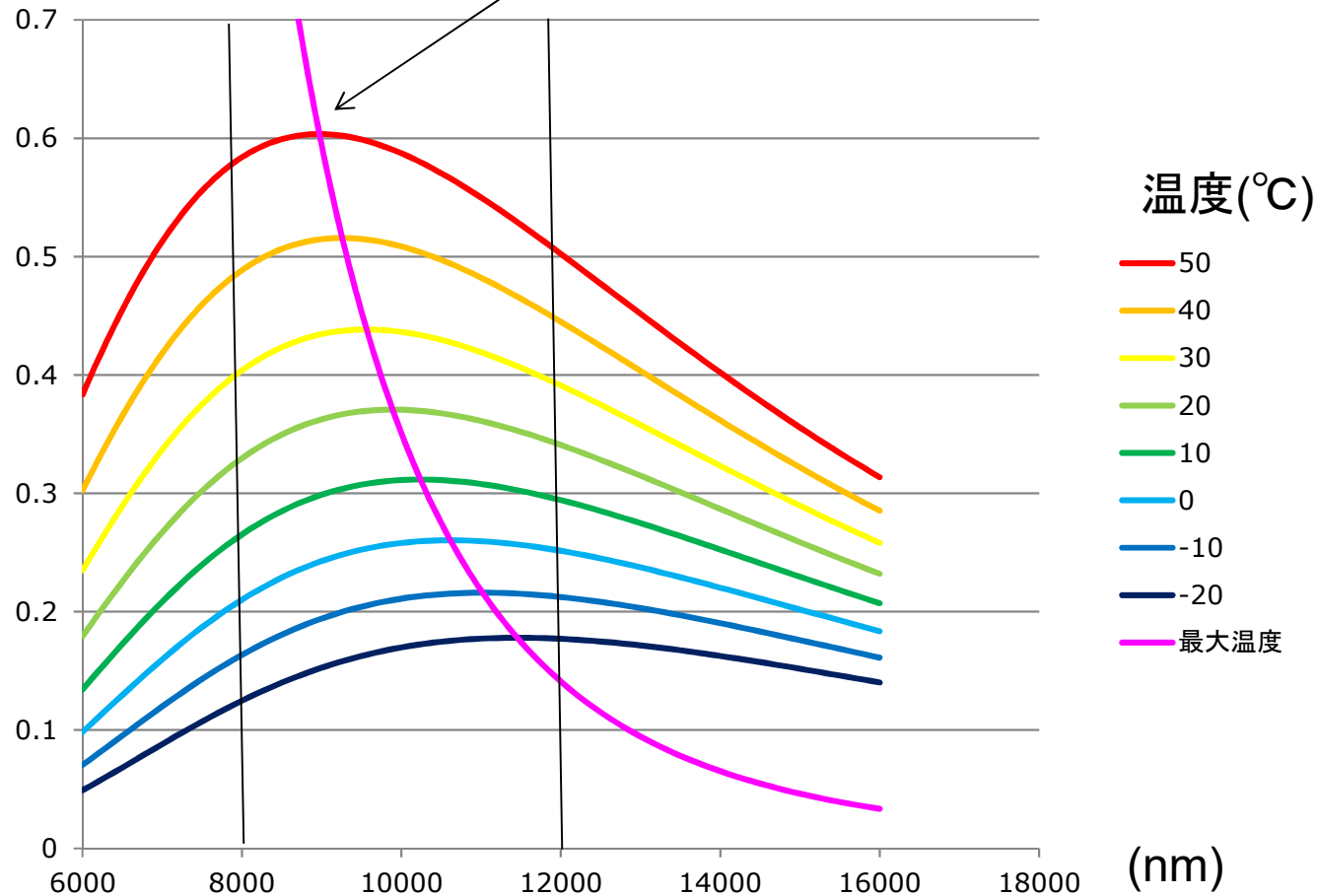
赤外線カメラ

$$P = 5.68 \times 10^{-12} \times T^4$$

…ステファン-ボルツマンの式

生活温度範囲の放射スペクトル

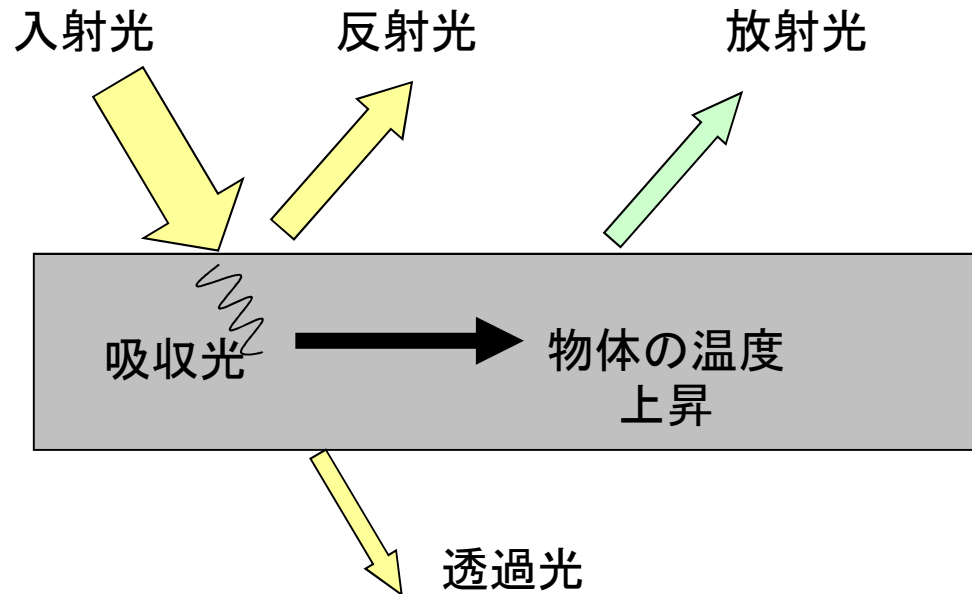
ウィーンの変位則： $\lambda(\text{波長}) = 0.00289777 / T(\text{温度})$



生活温度範囲は、8~12um内に変曲点がある⇒遠赤外線カメラ

透過・反射・放射について

遠赤領域で重要な現象



8~12umの光に対して

透過し易い材料
ゲルマニウム
ZnS
シリコン

反射し易い材料
鏡面アルミニウム他金属

放射し易い材料
氷
人体の皮膚

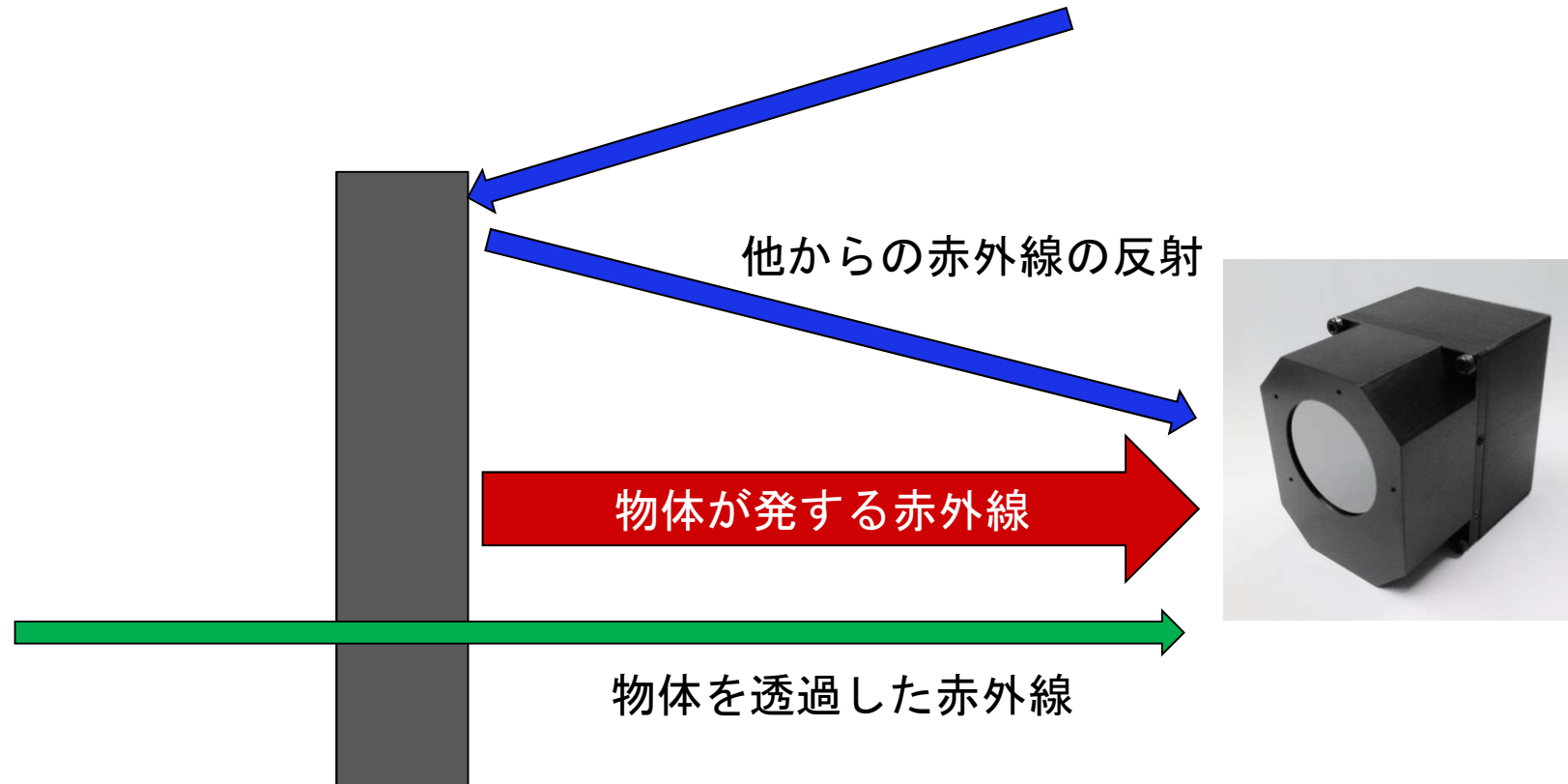
$$\text{入射光} = \text{反射光} + \text{放射光} + \text{透過光}$$

透過：物体を透過した赤外線

反射：物体の表面で反射した赤外線

放射：物体に赤外線が吸収され物体の温度が上昇して発生する赤外線

赤外線カメラが見ている画像

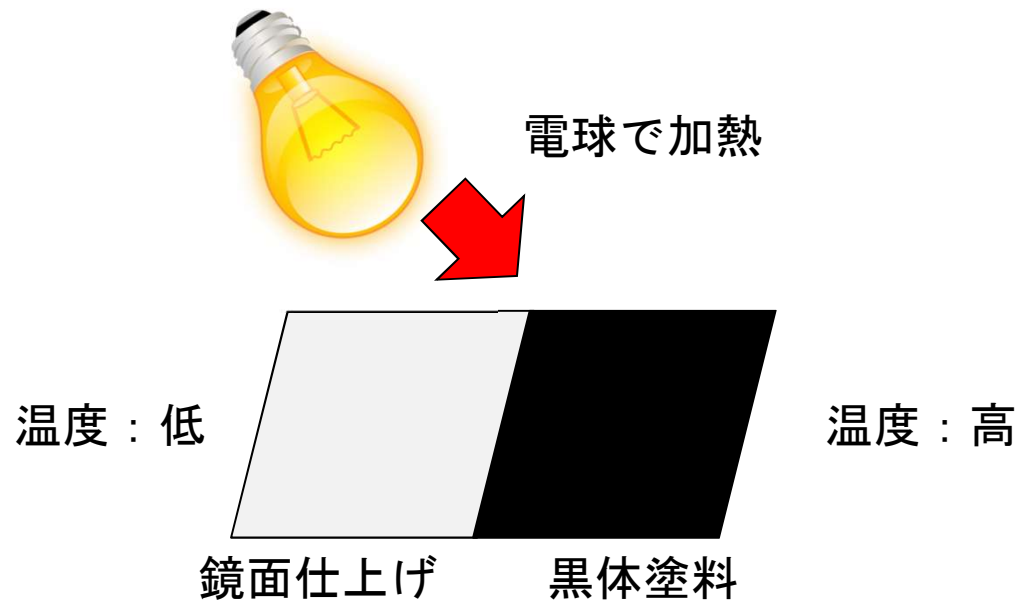


カメラ入力=物体が発する赤外線+他からの赤外線の反射+物体を透過した赤外線

放射率

❖ 黒体放射を100%として放射されている割合

$$\text{放射率} = \frac{\text{放射エネルギー}}{\text{放射エネルギー} + \text{反射エネルギー} + \text{透過エネルギー}}$$



放射率が高いとエネルギーを吸収・放射し、物体の温度を上下しやすくなる。

物体の放射率

品名	放射率
アルミニウム	4~9%
アルミニウム酸化物	76%
銅	5%
銅酸化物	78%
鉄	14~38%
赤く錆びた鉄	69%
塗料ラッカー	80~95%
黒色ラッカー	96~98%
アスファルト	90~98%
コンクリート	94%
皮膚（人体）	98%
水	92~96%
氷	96~98%

放射率が高い物体ほど、赤外線カメラで検知し易くなる。

金属は、表面の状態で放射率が大きく左右される。

アジェンダ

- ❖ 赤外線の基本
- ❖ 赤外線カメラの種類
- ❖ 非冷却型遠赤外線カメラ
- ❖ 量子型センサカメラ
- ❖ 赤外線カメラ用レンズ
- ❖ 赤外線カメラの評価方法
- ❖ 赤外線カメラアプリケーション
- ❖ 弊社カメラ紹介・会社案内

赤外線カメラの種類

- ❖ 遠赤外線非冷却型カメラ（熱型）
 - ボロメータ型・サーモパイル型・焦電型
- ❖ 遠赤外線冷却型カメラ（量子型）
 - MCT型・T2SL型
- ❖ 中赤外線非冷却型カメラ（熱型）
 - ボロメータ型・焦電型
- ❖ 中赤外線冷却型カメラ（量子型）
 - MCT型・InSb型・T2SL型
- ❖ 近赤外線カメラ（量子型）
 - InGaAs型・InSb型・T2SL型

赤外線センサの種類

❖ 熱型と量子型

検出器	原理	波長域 (μm)	特徴
ボロメータ	温度抵抗変化	8~12 (3~16)	非冷却、 TCS>10ms
サーモパイル	熱起電力	10 μm 周辺	安価、低感度、低速
焦電型	焦電効果	1~20	安価、低感度、低速
InSb	光起電力	3.6~4.9	中赤外に感度 高価
HgCdTe (MCT)	光起電力	0.8~12.0	高感度、冷却 高価
InGaAs	光起電力	0.9~1.7	高感度 室温動作も可能 高価
T2SL	光起電力	0.9~14.0	高感度、冷却 高価

国内赤外線カメラメーカー

カメラメーカー名	国籍	特徴	センサータイプ
日本アビオニクス	日本	サーモグラフィカメラから据置型まで広くカメラを製造。国内Top企業。（他国センサー）	Vox型
三菱電機	日本	軍事・宇宙向けに特化。自社開発センサーでカメラ製造	ダイオード型
アピステ	日本	FA向けに特化。（ULIS社、日本アビオニクスモジュールにてカメラ化）事業終了決定	アモルファスシリコン型 Vox型
アートレイ	日本	据置型に特化。（ULISセンサー）	アモルファスシリコン型
チノー	日本	サーモパイル型とボロメータ(ULIS)にてカメラ化FLIRの代理店も実施	サーモパイル型 アモルファスシリコン型
ヒューテック	日本	ボロメータ(ULIS)にてカメラ化	アモルファスシリコン型
日立国際	日本	BAE社モジュール使用カメラ	Vox型
JVC KENWOOD	日本	Night Vision Camera	アモルファスシリコン型
ビジョンセンシング	日本	開発受注型の赤外線カメラ開発会社。ULIS社以外もSCD社でもカメラ化	アモルファスシリコン型

世界赤外線カメラメーカー

カメラメーカー名	国籍	特徴	
FLIR	USA	サーモグラフィカメラから据置型まで広くカメラを製造。世界のTop企業。	Vox型
DRS	USA	軍事・宇宙専門から産業用への販路拡大路線を行う。 TAMARISKにて軍事以外に販路	Vox型
AXIS	スウェーデン	監視カメラのトップ企業。キャンが買収。 (ULIS社センサーにてカメラ化)	アモルファスシリコン型
Wuhan Guide	中国	Night Visionカメラからサーモグラフィカメラまであらゆるカメラを製造	アモルファスシリコン型
Guangzhou sat infrared Technology	中国	Night Visionカメラからサーモグラフィカメラまであらゆるカメラを製造	アモルファスシリコン型
Thermoteknix	UK	シャッターレスカメラを開発	アモルファスシリコン型
Xenics	ドイツ	近赤外線センサーメーカーで有名	アモルファスシリコン型
Optris	ドイツ	据置型カメラ(URISセンサ)	アモルファスシリコン型

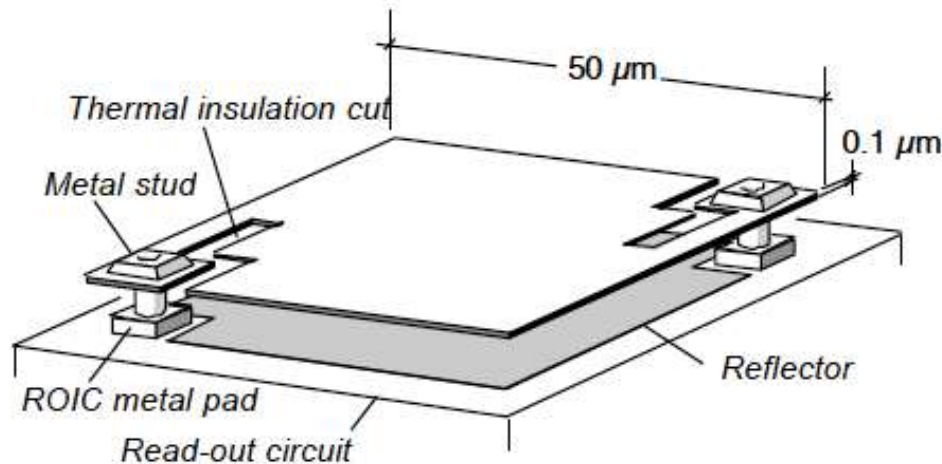
遠赤外線センサメーカー

名前	国籍	特徴	センサータイプ
三菱電機	日本	日本で最初にセンサーを開発	ダイオード型
NEC	日本	民生用生産中止	Vox
FLIR(Indigo)	USA	Indigo買収しセンサー開発	Vox
ULIS	フランス	どの国でも入手しやすいセンサー。 特に日本は、easy	アモルファスシリコン
DRS	USA	軍事専門から産業用に	Vox
BAE FairChild	UK	Full High Sensor	Vox
L-3	USA	ホンダジェットに搭載されたセンサー	焦電型・アモルファスシリコン
SCD	イスラエル	国内では、比較的入手しやすい	Vox
I-3	韓国	韓国で独自に開発されたセンサー	Ni-ox
Zhejiang Dali Technology	中国	中国で開発されたセンサー	アモルファスシリコン

アジェンダ

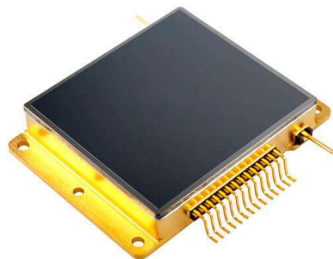
- ❖ 赤外線の基本
- ❖ 赤外線カメラの種類
- ❖ **非冷却型遠赤外線カメラ**
- ❖ 量子型センサカメラ
- ❖ 赤外線カメラ用レンズ
- ❖ 赤外線カメラの評価方法
- ❖ 赤外線カメラアプリケーション
- ❖ 弊社カメラ紹介・会社案内

非冷却遠赤外線ディテクタの素子構造



マイクロボローメータ・ピクセルの構造

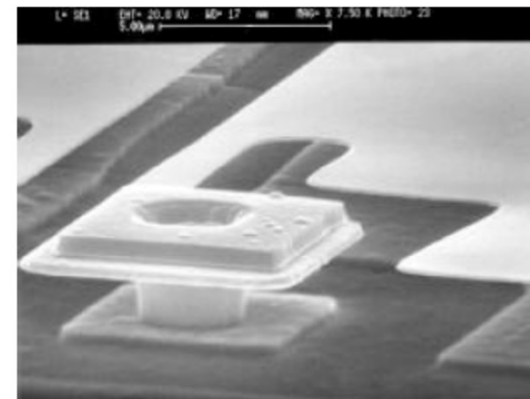
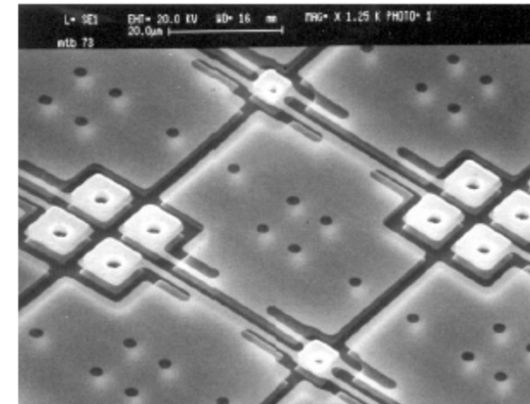
(ULIS社資料より)



パッケージの中は、
真空になっている



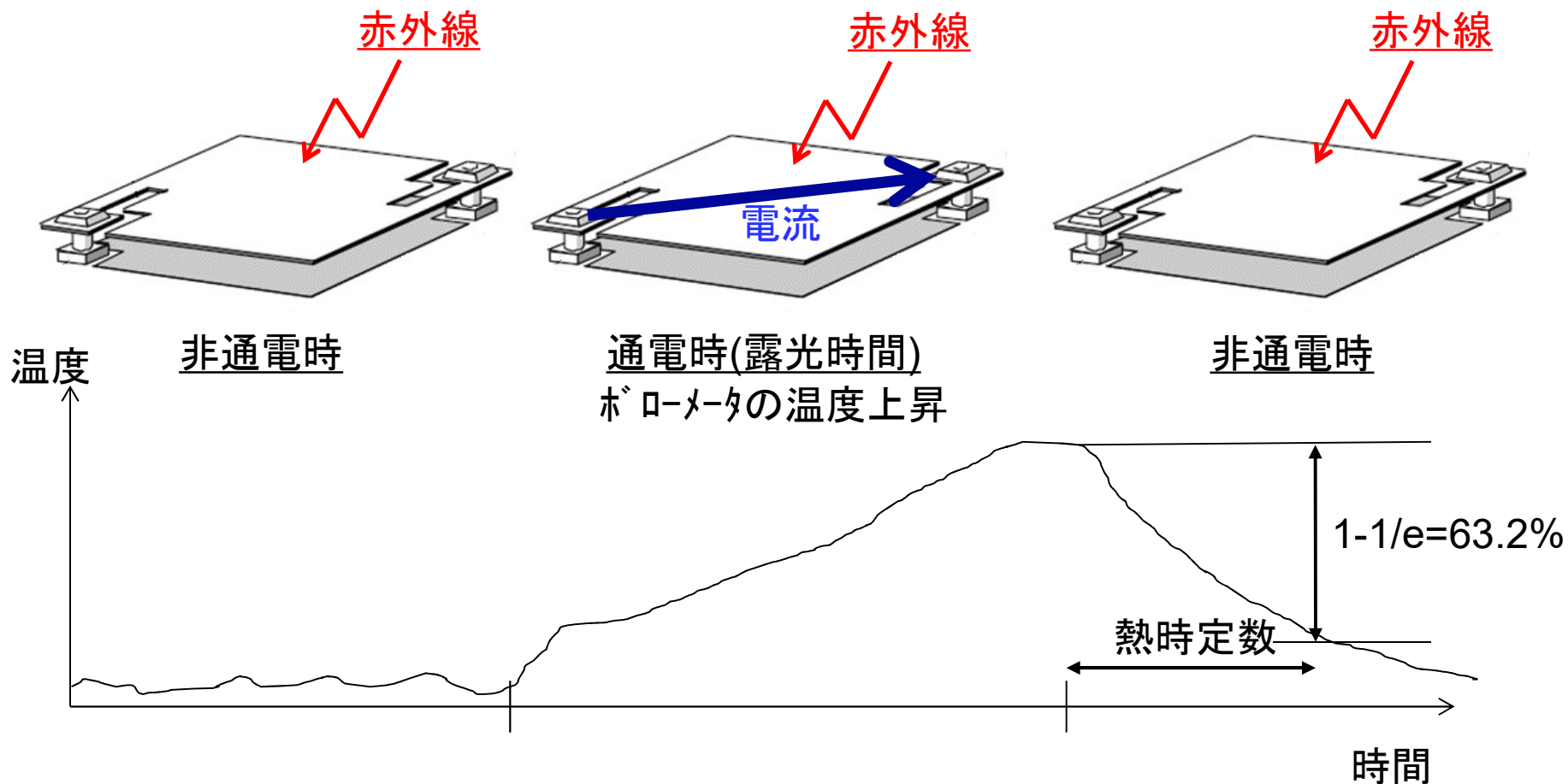
断熱構造のため



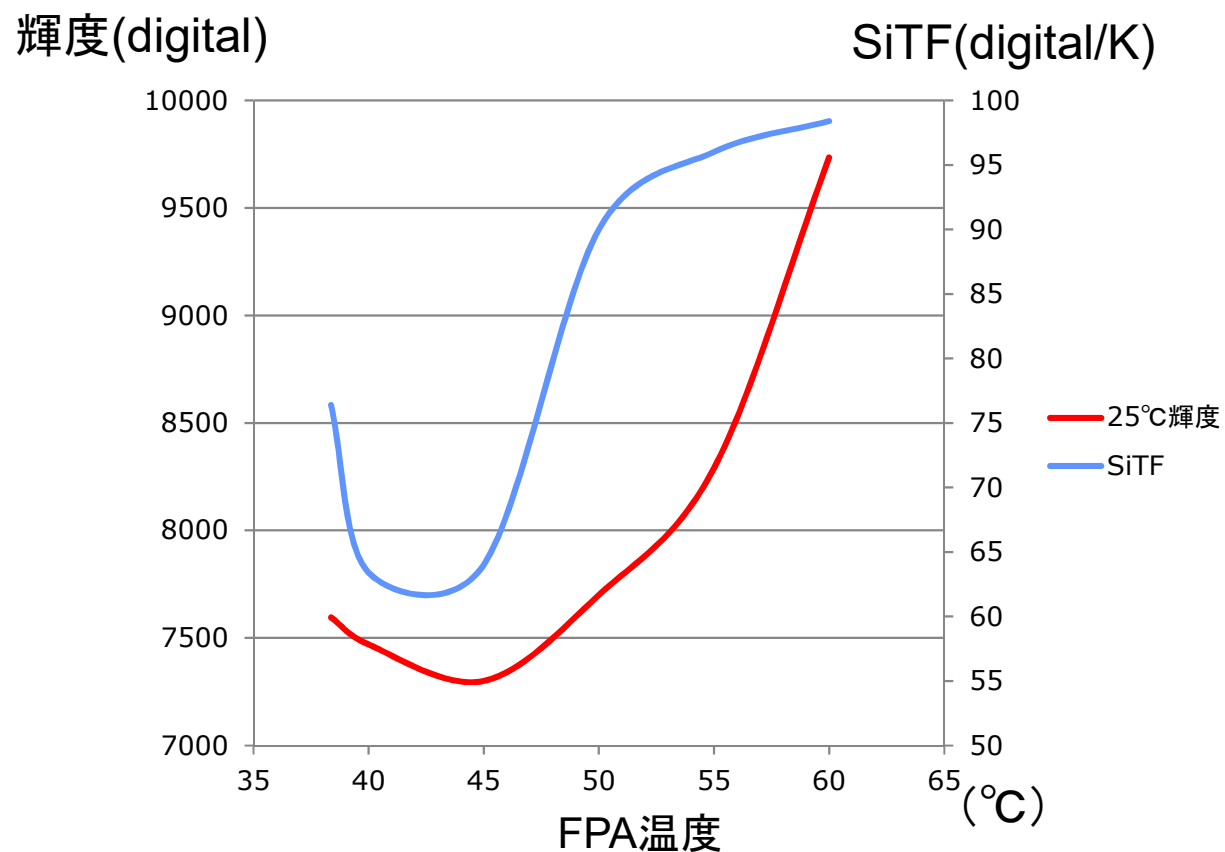
赤外吸収 → 温度上昇 → 抵抗値減少 → 電流増加

ボロメータの指標（ τ 熱時定数）

熱時定数が速いとフレームレートの早いカメラが作成できる
熱時定数が速いと感度が悪くなりNETDが悪くなる



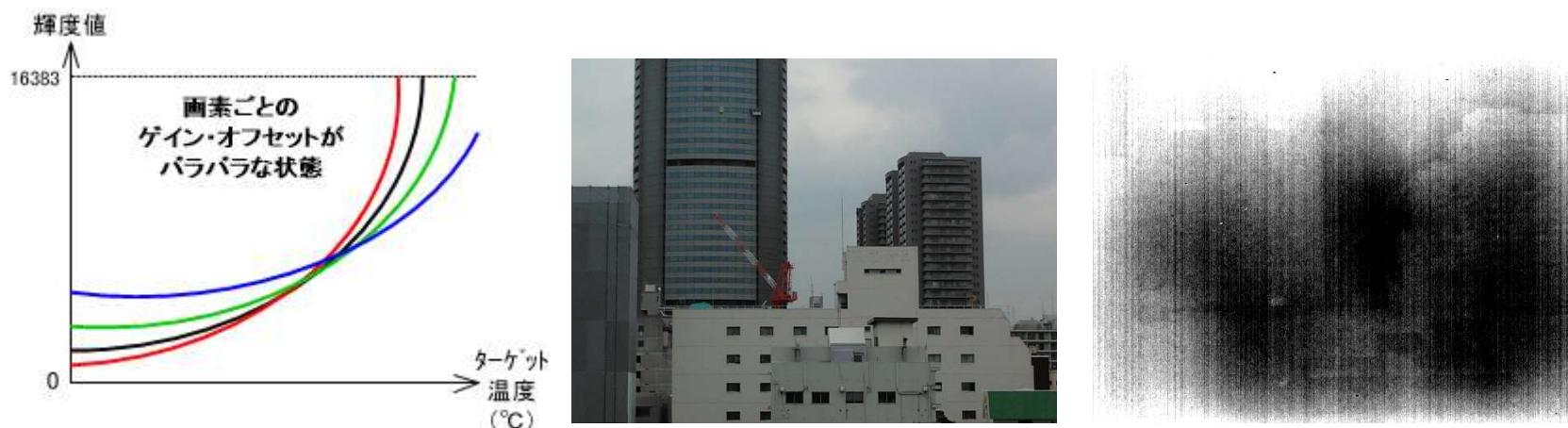
FPA温度とセンサ出力



FPAの温度が変化するとオフセットとゲインと両方が変化する
 FPA温度は、50°C前後が適している

画素ごとの感度ばらつき

- ディテクタ出力のままでは使える画像にならない

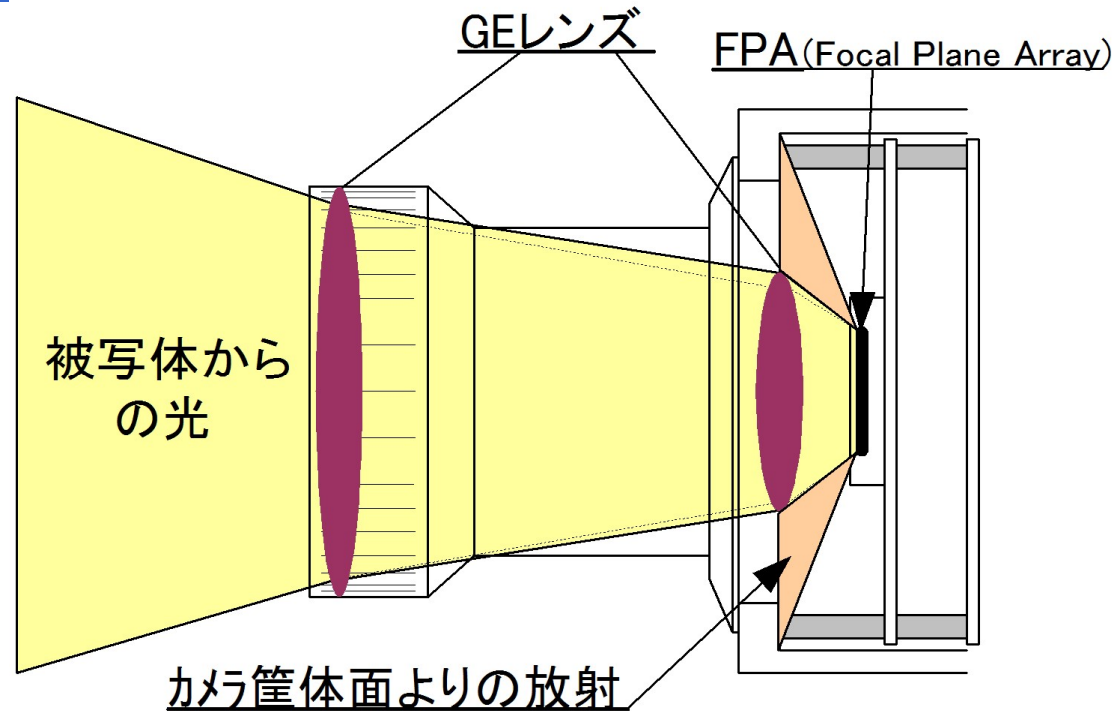


- ❖ ボロメータの特性上、入出力特性は直線にならない
- ❖ 画素ごとにゲイン・オフセットが異なる



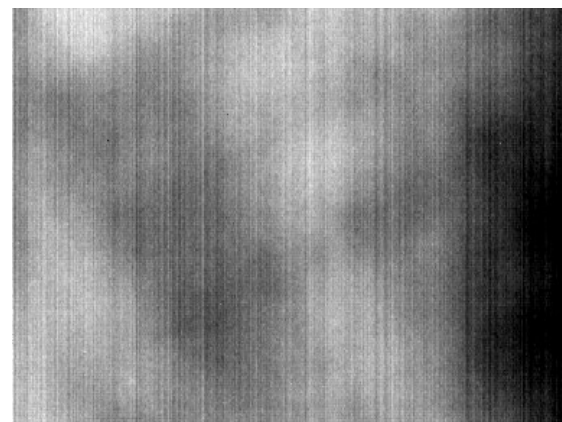
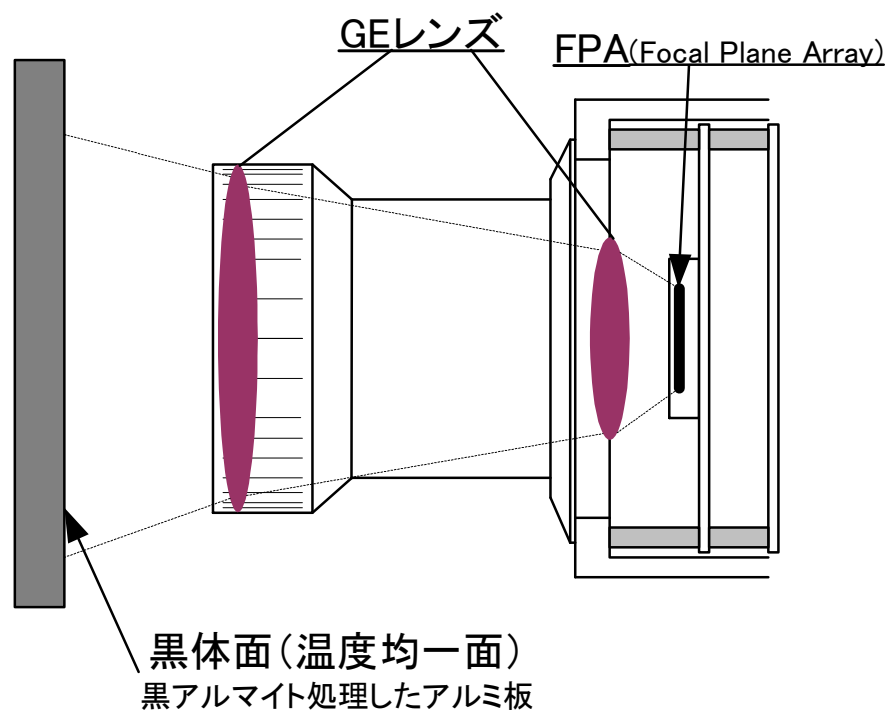
画素ごとに補正係数を持つ必要がある = 補正テーブル

赤外線カメラにおける補正要素



- ・ FPA(Focal Plane Array)に入る遠赤外線＝
被写体が発する光 + **カメラ筐体内部からの光** + **FPAの温度** + **レンズの温度変化成分**
被写体が発する光のみを取り出す必要がある。
- ・ 各画素間のバラツキ オフセットとゲインの両方がばらついている

補正方法（1）：オフセット補正方法



標準偏差
=422

15°Cの黒体面を撮像した画像(12bit)

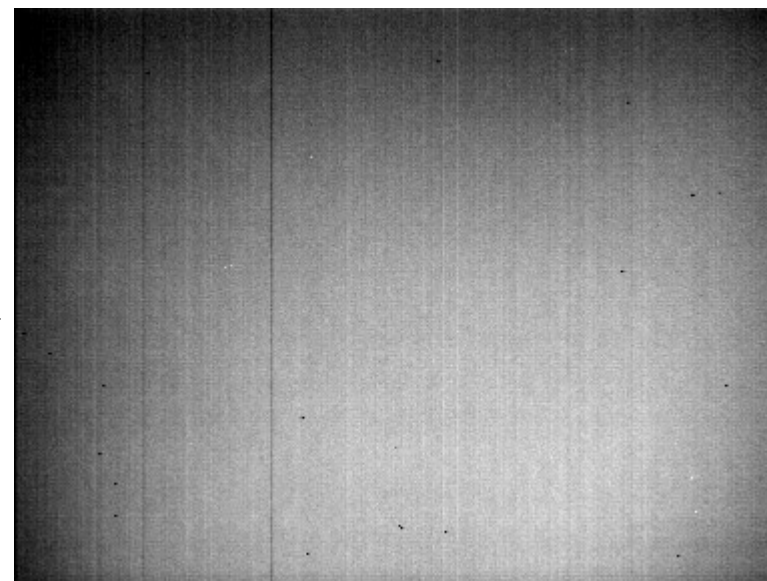
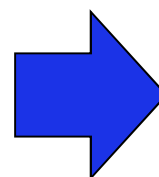
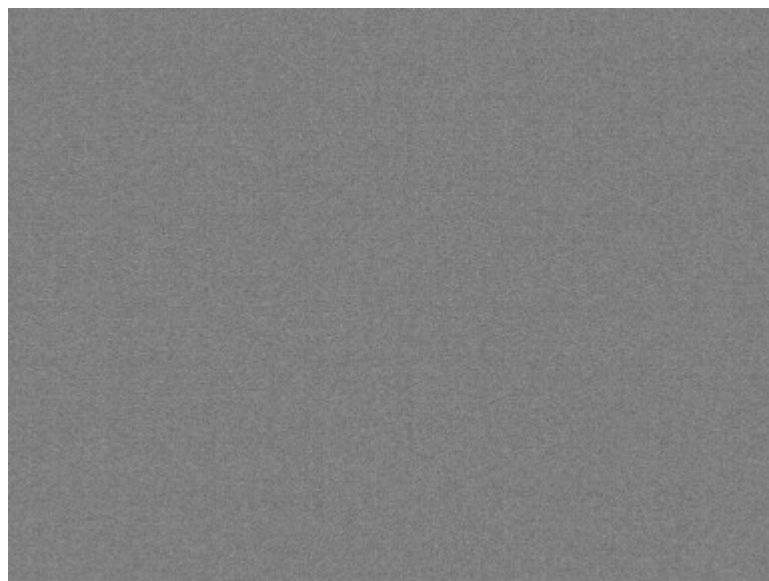


標準偏差
=5.2

オフセット処理した画像(12bit)

各画素の補正データ: $C(x,y) = \text{画像全体の平均輝度} - 15^\circ\text{Cの各画素輝度}(x,y)$

補正方法（１）：オフセット補正の問題点



15°Cの被写体でオフセット補正実施画像(8bit)

SiTF : 68.7dig/°C
 標準偏差 : 5.5(1画像全体)
 NETD : 80mK

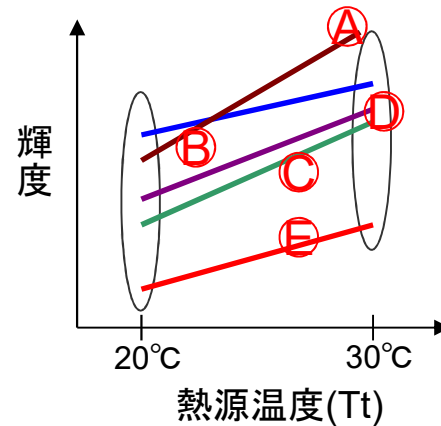
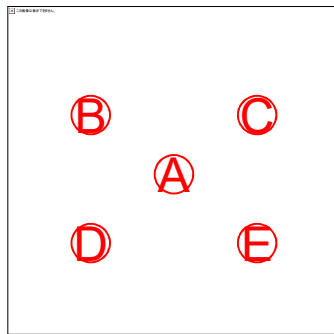
50°Cの被写体を撮影した画像(8bit)

SiTF : 68.7dig/°C
 標準偏差 : 60.0(1画像全体)
 NETD : 873mK

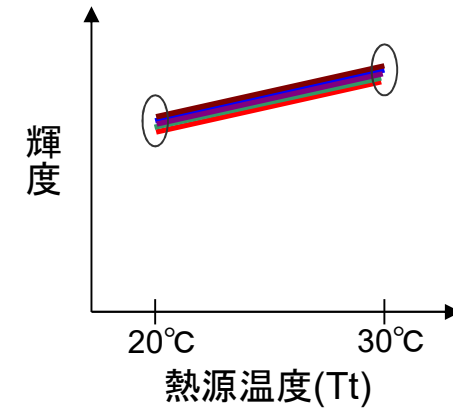
オフセット補正だけでは、被写体の温度変化に対応できない

2点間温度補正（画素感度ばらつき補正）

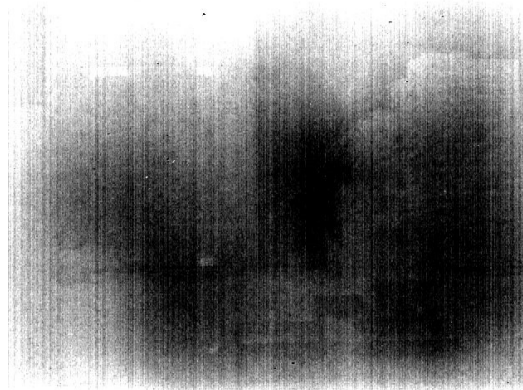
❖ 低温と高温の画像から、各画素のゲインとオフセットを補正



バラツキを
小さく



可視光画像

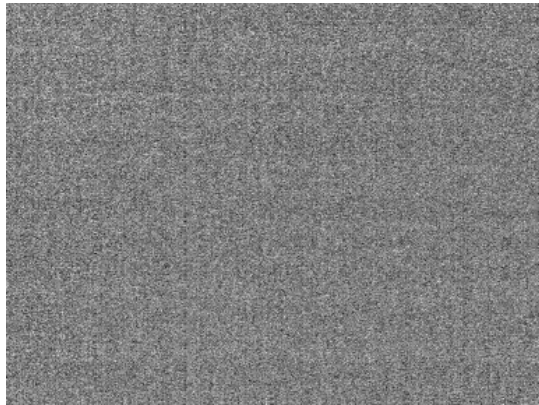


遠赤外線画像(補正前)

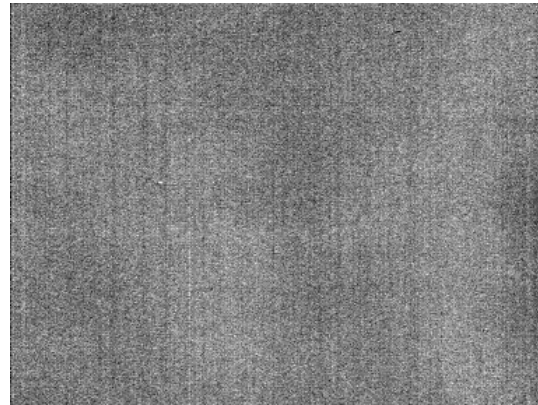


遠赤外線画像(補正後)

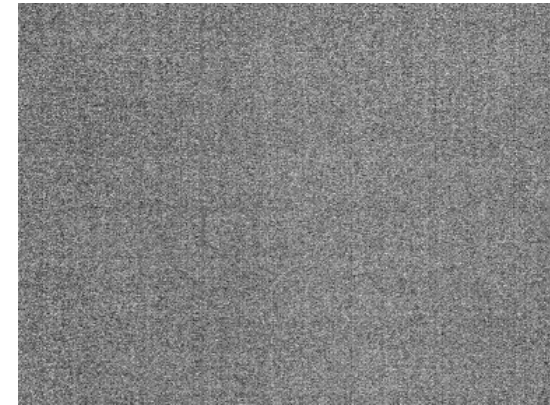
補正方法（2）：2点間温度補正とその問題点



15°Cの画像(6bit)
標準偏差=5.9

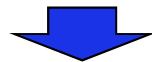


32.5°Cの画像(6bit)
標準偏差=6.7

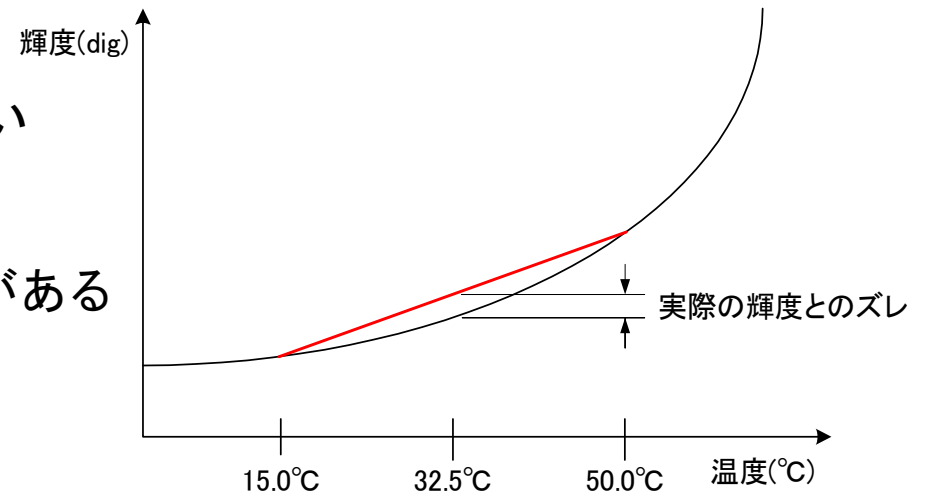


50°Cの画像(6bit)
標準偏差=6.1

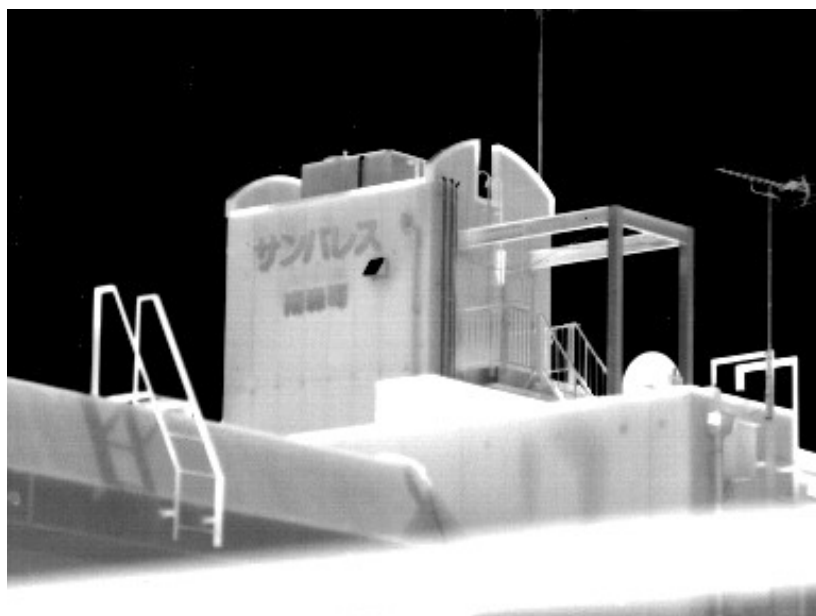
- ・ 15°Cと50°Cの黒体で2点間補正を実施
- ・ 15°Cと50°Cの黒体の画像は、ノイズが少ない
- ・ 間の32.5°Cの黒体の画像は、ノイズが増加
- ・ 出力特性が直線上でないために発生
- ・ 2点間補正は、温度範囲を狭くする必要がある



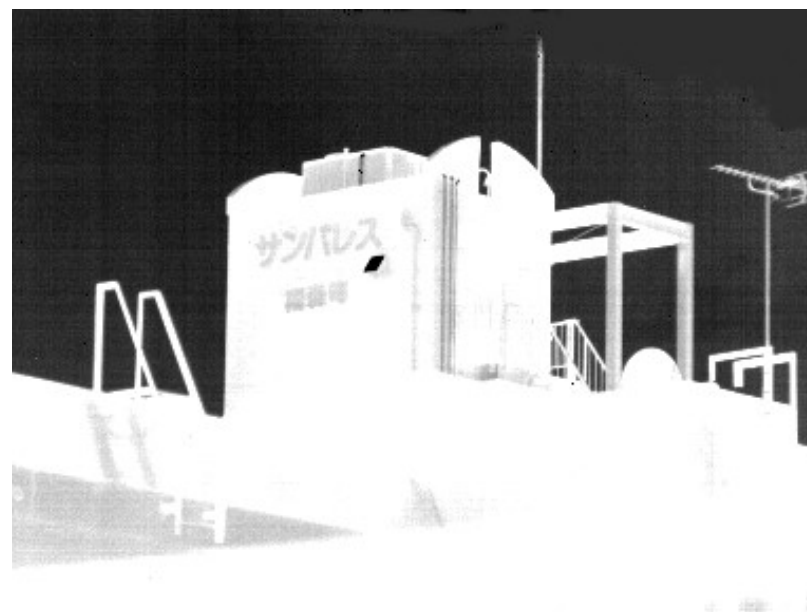
線形補正・n次曲線補正が必要



補正方法（2）：2点間温度補正とその問題点



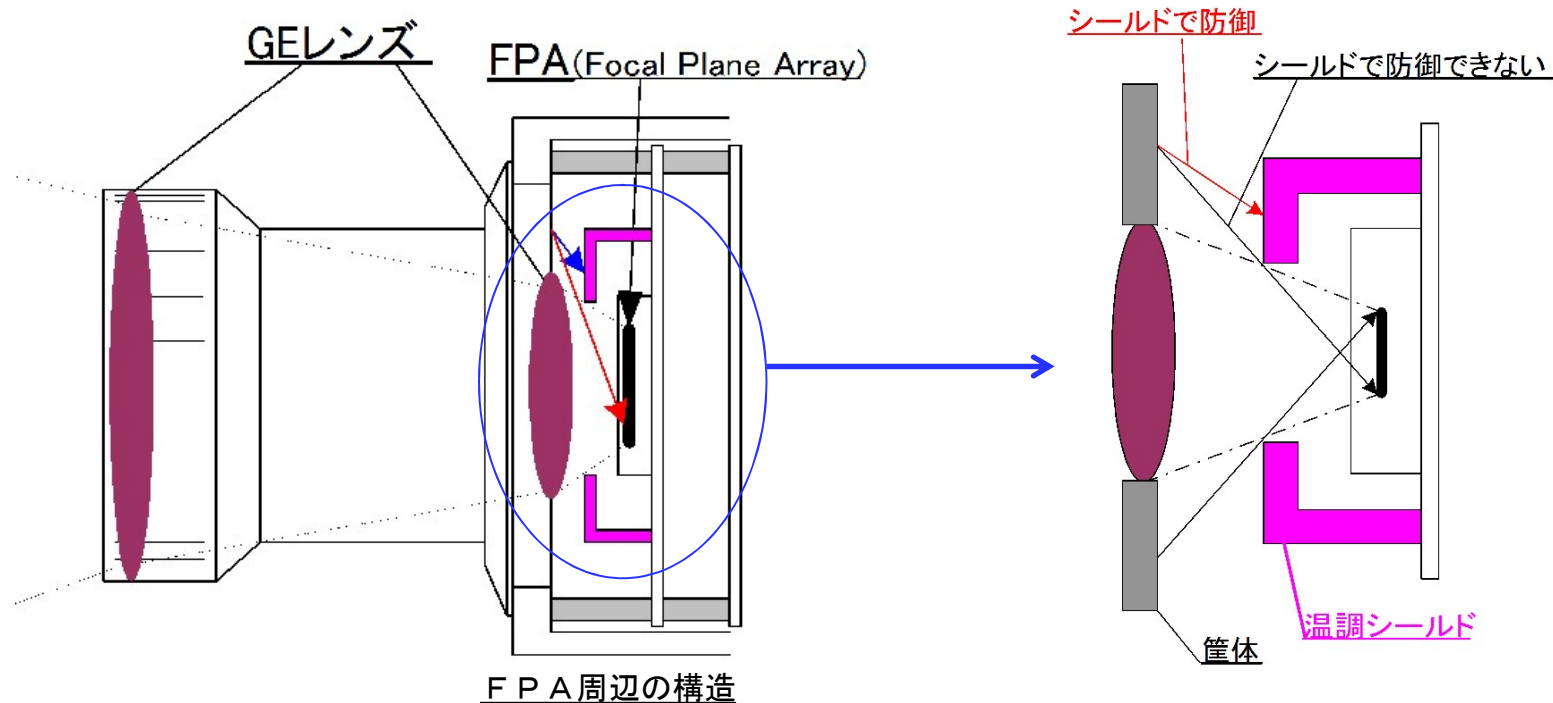
補正直後



環境温度変化後

補正方法（3）：TECとシールド温調

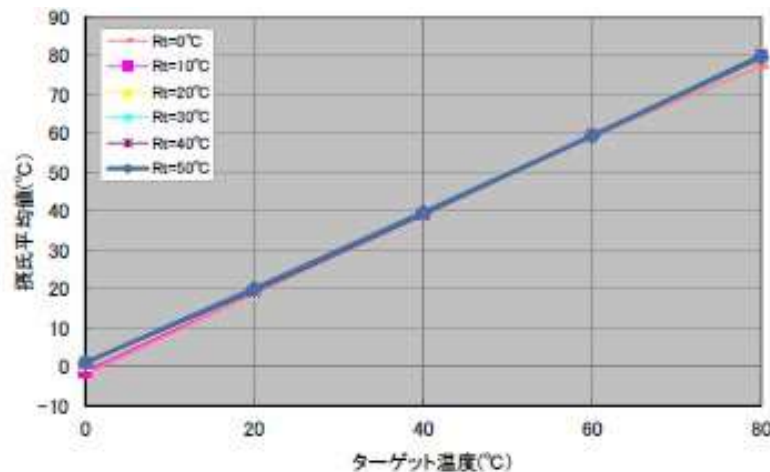
- 温度ドリフト要因であるFPA温度と、筐体温度成分が入射しないようなシールドを設置し、この温度を一定化する



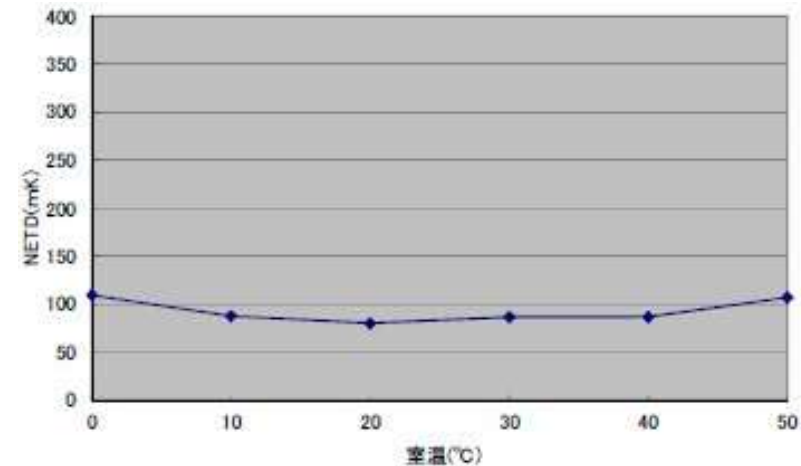
- ❖ 周囲温度の変動による影響を少なくできるが100%ではない。
- ❖ 2点間（多点間）温度補正で環境温度変化にある程度対応可能
- ❖ レンズ成分の放射変動に対する補正は別途必要

補正方法（４）：シャッタレス補正

- 周囲温度ごとに2点間温度補正テーブルをあらかじめ取得し、**FPA**温度などカメラ温度に合わせてテーブルを切替える



直線性試験結果

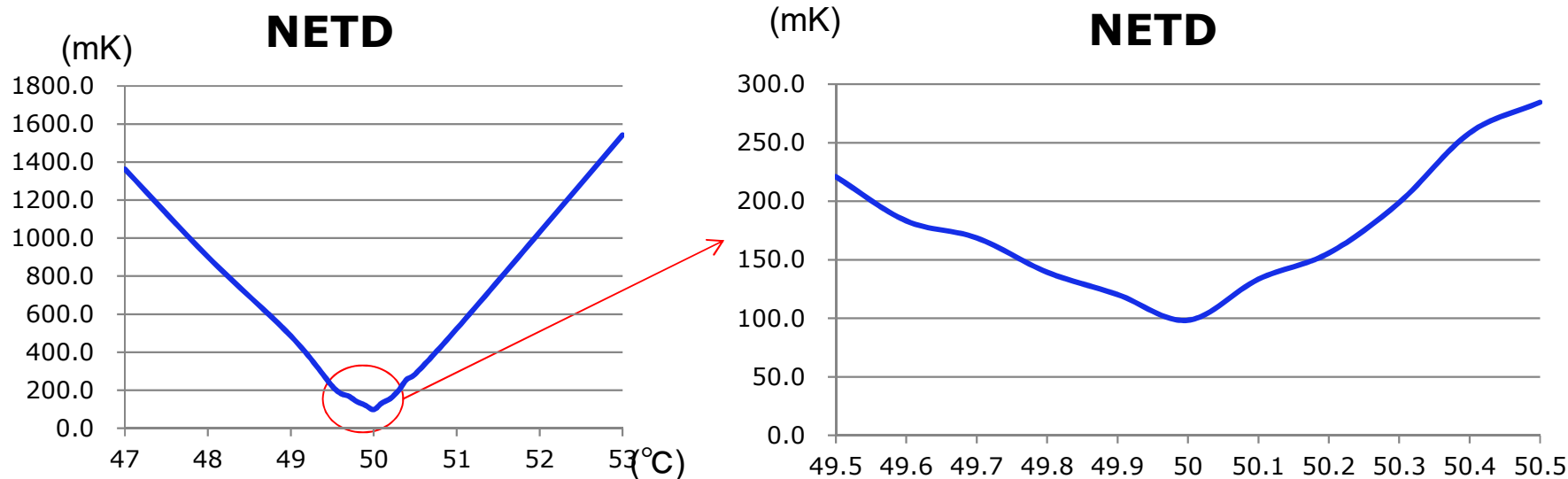


室温変化時のNETD特性

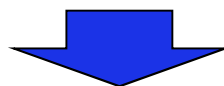
- ❖ 周囲温度の変動にかかわらず、温度計測が可能
- ❖ 補正テーブル群の作成=キャリブレーションに時間を要する

補正データの間隔

- ❖ 25°C-30°Cで2点間補正後、FPA温度させNETDを測定



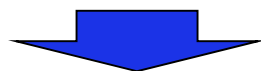
FPA温度が0.1°C変化するだけで、NETDが30%ぐらい悪化する



0.1°C単位でキャリブレーションデータを作成する必要がある

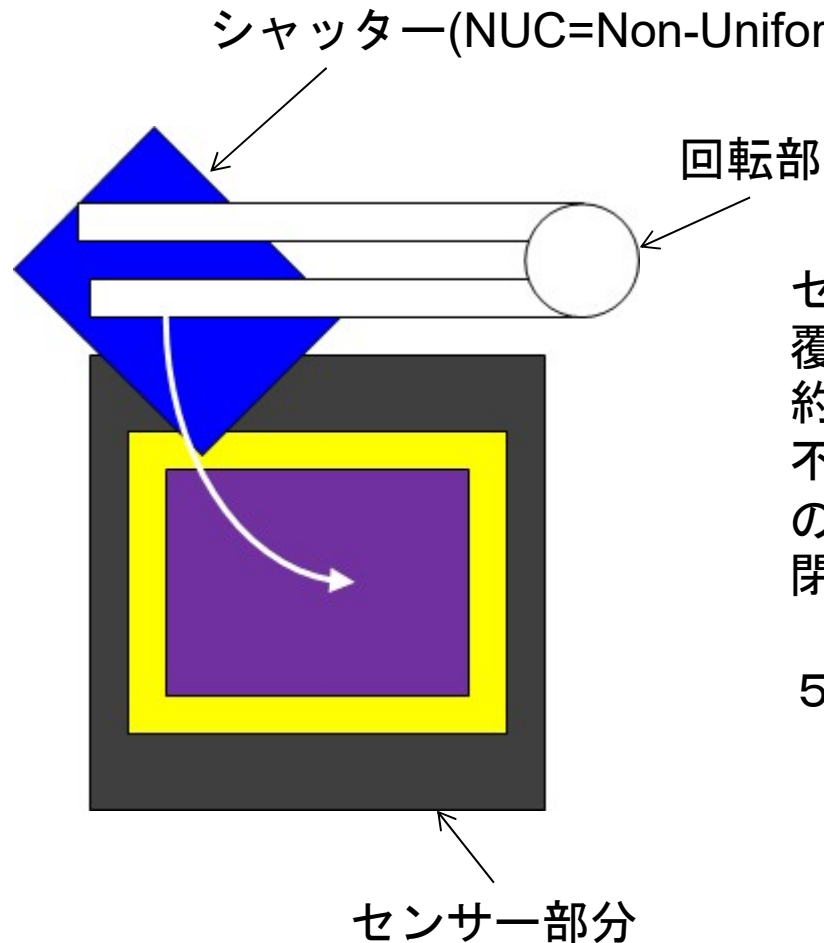
補正データ作成時間とデータ容量の問題

- ❖ カメラの周辺温度：-30~60°C (90K)
 - 0.1°C単位で測定した場合：900Step
- ❖ カメラの撮影温度：-30~60°C (90K)
 - 10°C単位で測定した場合：9Step
- ❖ カメラのデータ作成時間
 - 恒温槽温度変更に1Step=10分
 - 黒体炉の変更及び測定に1Step=10秒
 - 全温度測定：900×(10分+9×10秒)=10,350分
 - 24時間稼働で約7日間補正データ取得に必要
 - 2点間補正データ容量：約3.7GByte



コストが高く、製造に時間が掛かりすぎ⇒キャリブレーションレスカメラ

シャッターについて

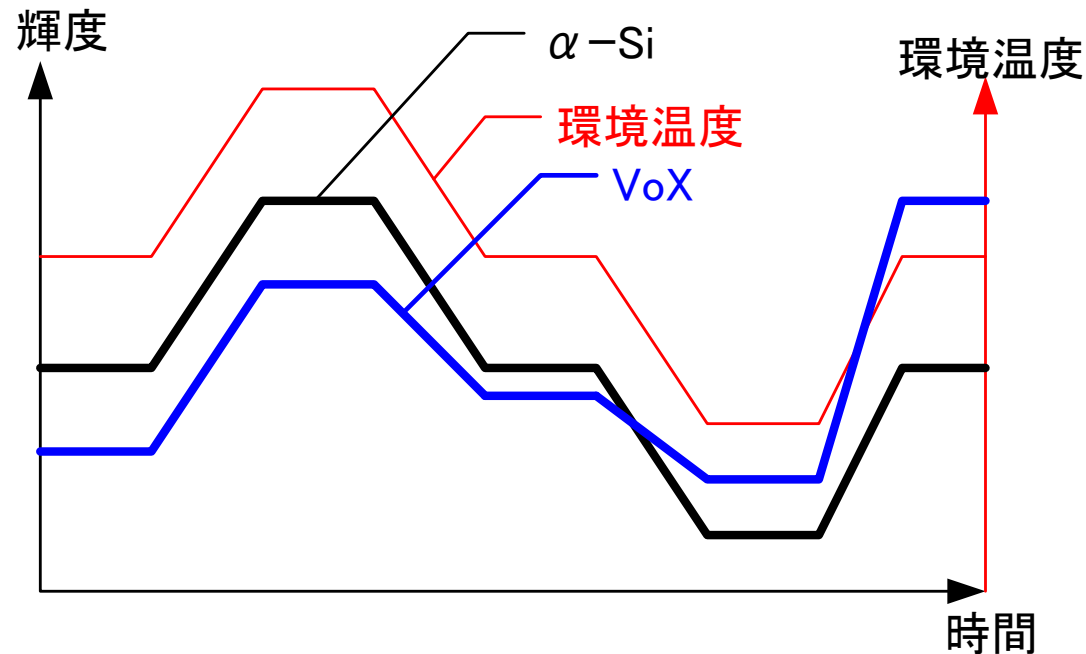


センサーの全面を均一な温度面の板が覆う構造で、シャッターを稼働すると約0.5秒間画像が撮影できなくなる。不安定なVOxセンサーでは、センサーの温度が変化すたびに、シャッターを閉じて補正を実施する。

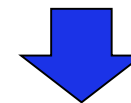
ナイトビジョンカメラでは、この0.5秒の死角は、大きな欠点になる。

VoXと α -Siの違い

	VoX	α -Si
抵抗値	100K Ω ~1M Ω	1M Ω 以上
構成要素	Vo,Vo ₂ ,Vo ₃	Si
温度再現性	悪い	良い
NETD	良い	悪い



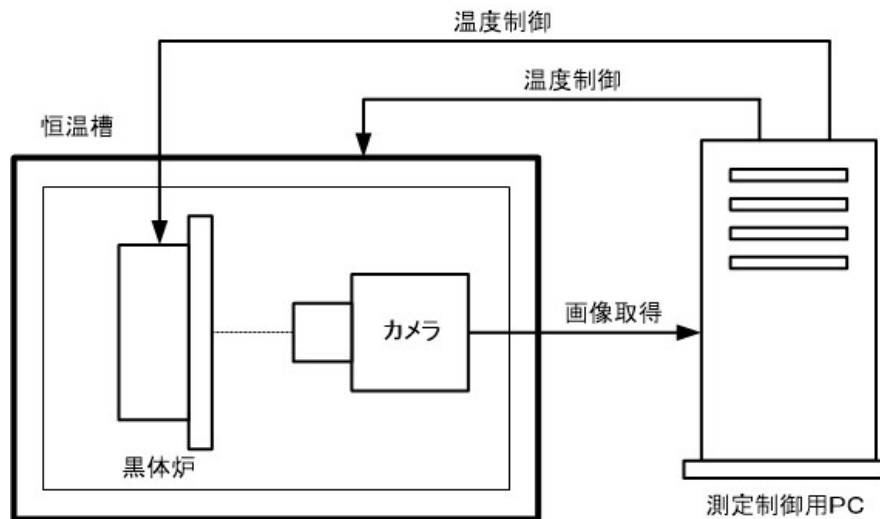
VoXは、环境温度が変化して
同一の环境温度に戻っても同
じ輝度を出力しない



シャッタレスができない

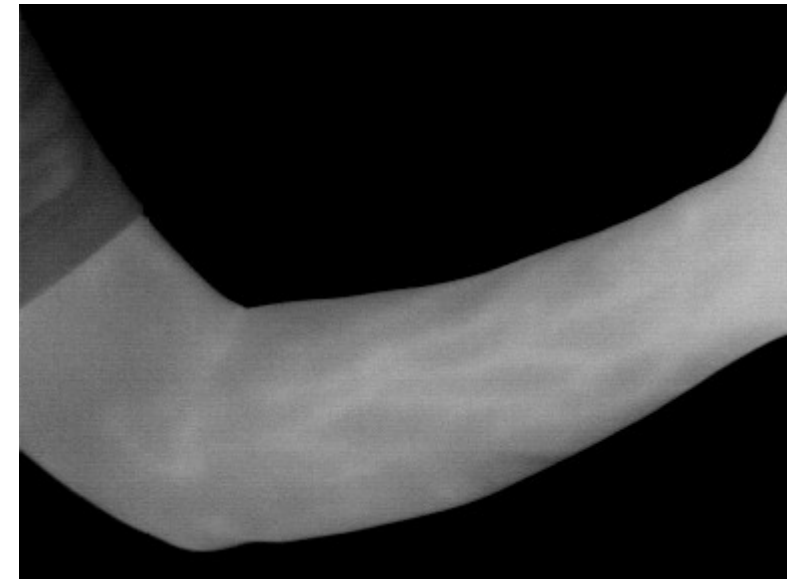
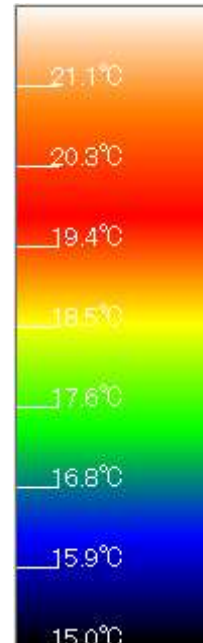
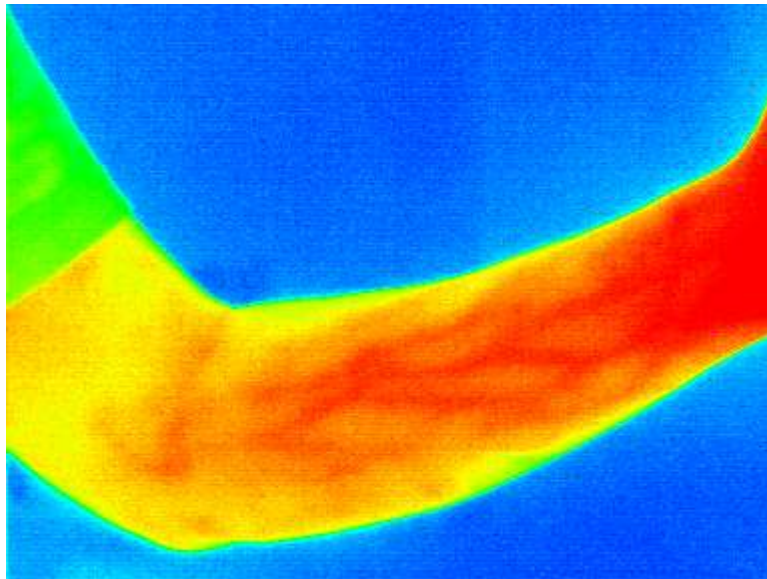
補正方法（４）：シャッタレス補正

■ キャリブレーション装置



- ❖ 撮影温度範囲と環境温度範囲を入力すると、黒体炉と恒温槽の温度を自動で制御して画像を取得し、シャッタレステーブルを自動生成する。
- ❖ キャリブレーションを1カメラを約3時間程度まで短縮

カラー表示



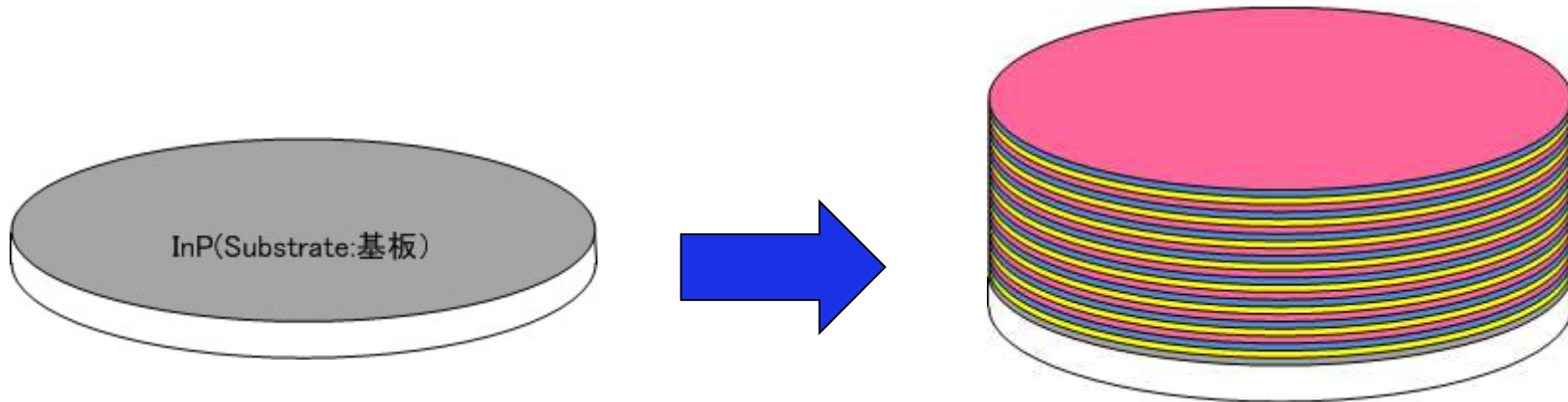
温度（輝度）により色を付けている
（赤：高温 青：低温）

14 bitの輝度データを256階調
白黒で表示

アジェンダ

- ❖ 赤外線の基本
- ❖ 赤外線カメラの種類
- ❖ 非冷却型遠赤外線カメラ
- ❖ **量子型センサカメラ**
- ❖ 赤外線カメラ用レンズ
- ❖ 赤外線カメラの評価方法
- ❖ 赤外線カメラアプリケーション
- ❖ 弊社カメラ紹介・会社案内

InGaAsセンサーの製造方法（結晶化成長）



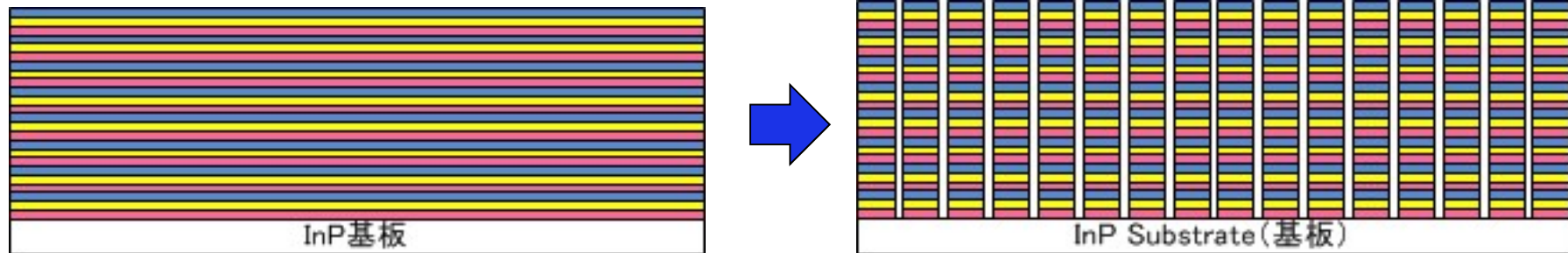
InP(インジウム・リン) 基板の上にIn(インジウム)、Ga(ガリウム)、As(ヒ素) の順番に結晶化成長させてInGaAsセンサーのダイオードを形成する。



1 台数億円する結晶化成長を行う装置

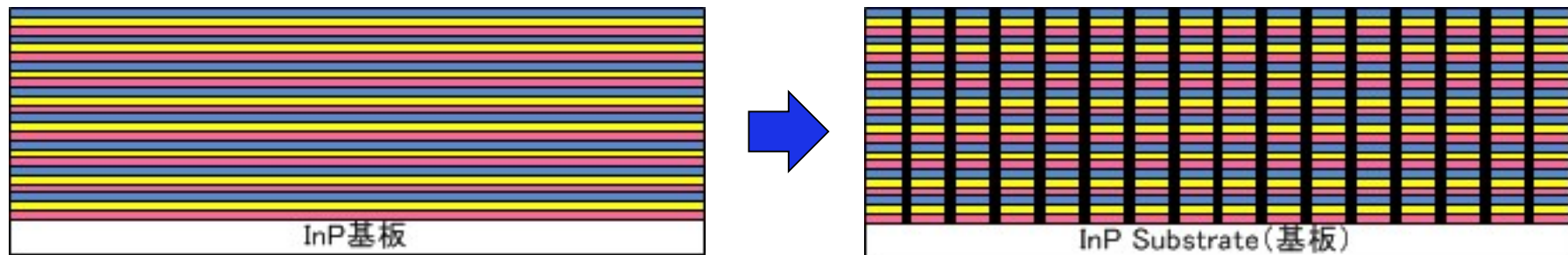
InGaAsセンサーの製造方法（ピクセル分離）

ドライ又はウェットエッチングによる分離手法



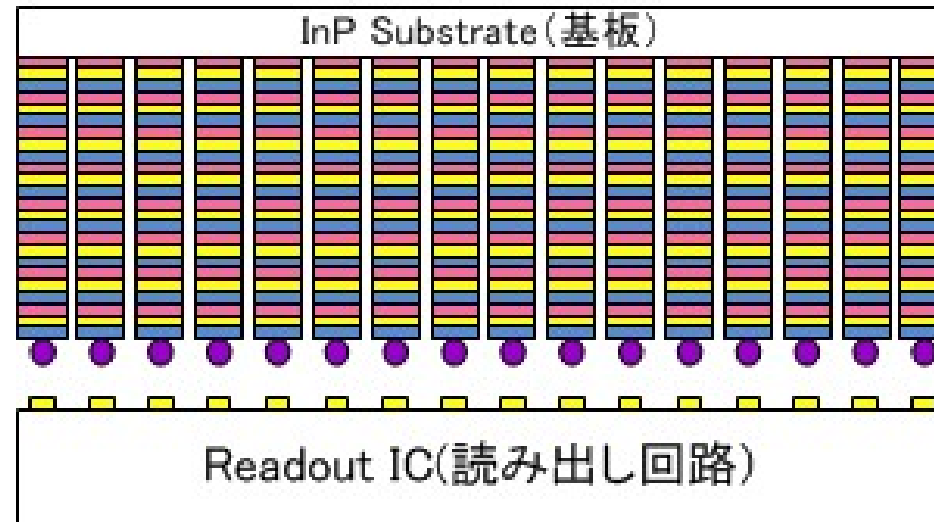
出来上がったInGaAsウエハーに対して、1画素毎のピクセルを形成するためにInGaAsにピクセルサイズに合わせて、ドライエッチングで削って分離します。

イオンドーピングによる分離手法

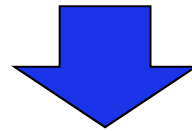


出来上がったInGaAsウエハーに対して、1画素毎のピクセルを形成するためにInGaAsにピクセルサイズに合わせて、イオン注入を行い、組成を変えて電氣的に分離を行う

InGaAsセンサーの製造方法（読出回路接続）



1画素毎にバンプを形成し、読み出し回路のウエハーと接着します。

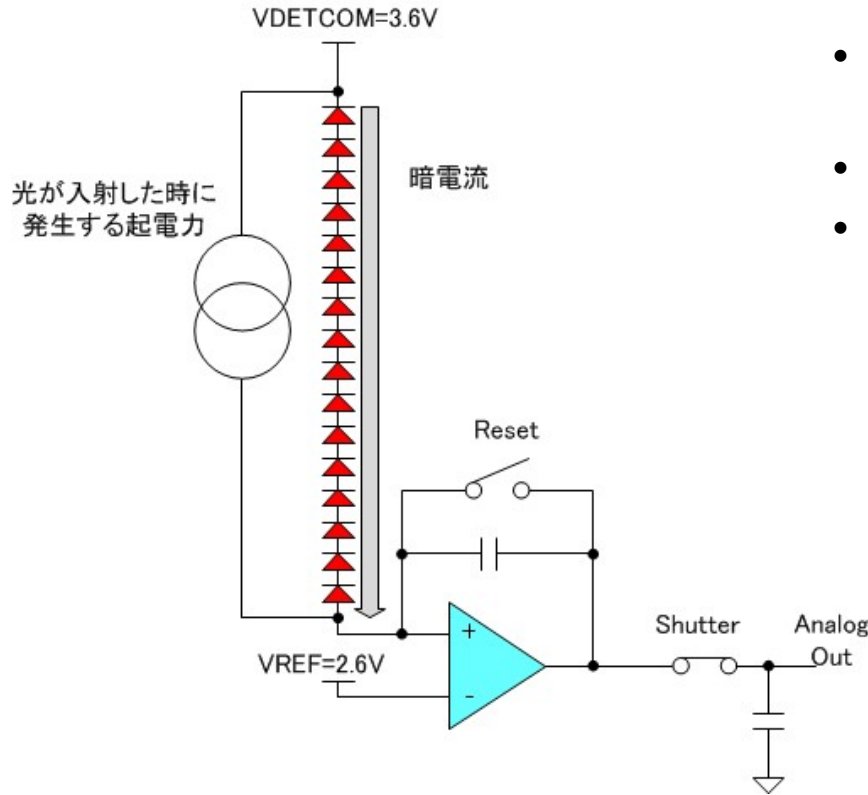


センサーを製造するのに数多くの段階を踏む必要があり、製造時間が長くなります。また、製造装置も高価格な半導体装置が必要なため、センサーは、非常に高価な金額となっています。

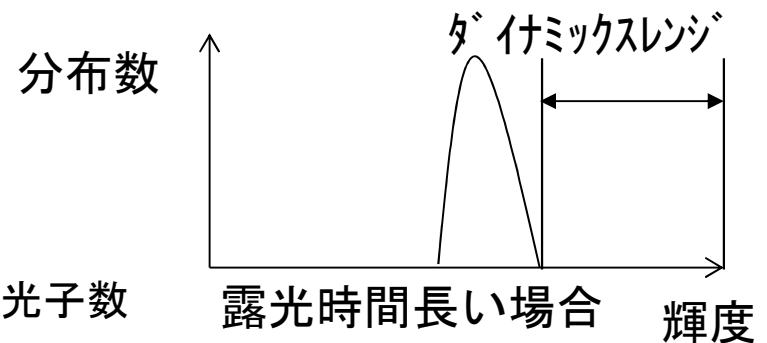
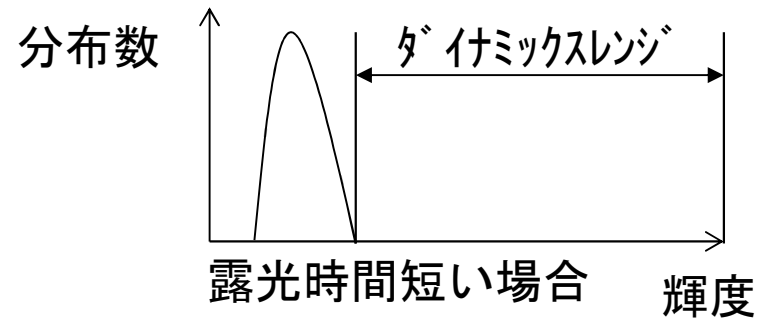
量子型センサーの指標

- ❖ 暗電流 (Dark Current)
 - センサーに光が入っていない時に流れる電流
- ❖ Full Well Capacity
 - 受光した光を電子に変換して収容できる容量
- ❖ QE (量子効率)
 - 光電流として取り出される電子あるいは正孔の数を入射光子 (光子) 数で割った値。
- ❖ ROIC Noise
 - 読み出し回路が発生するノイズ
- ❖ S (受光感度)
 - ある波長における入射光量1W時の出力(A/W)

量子型センサーの指標（暗電流 Dark Current）



- ダイオードに光が入っていない状態で、ダイオードに流れる電流のこと。
- FPA温度が上昇するにつれ増大する。
- 露光時間分積分されるため、ダイナミックレンジを大きく左右する。



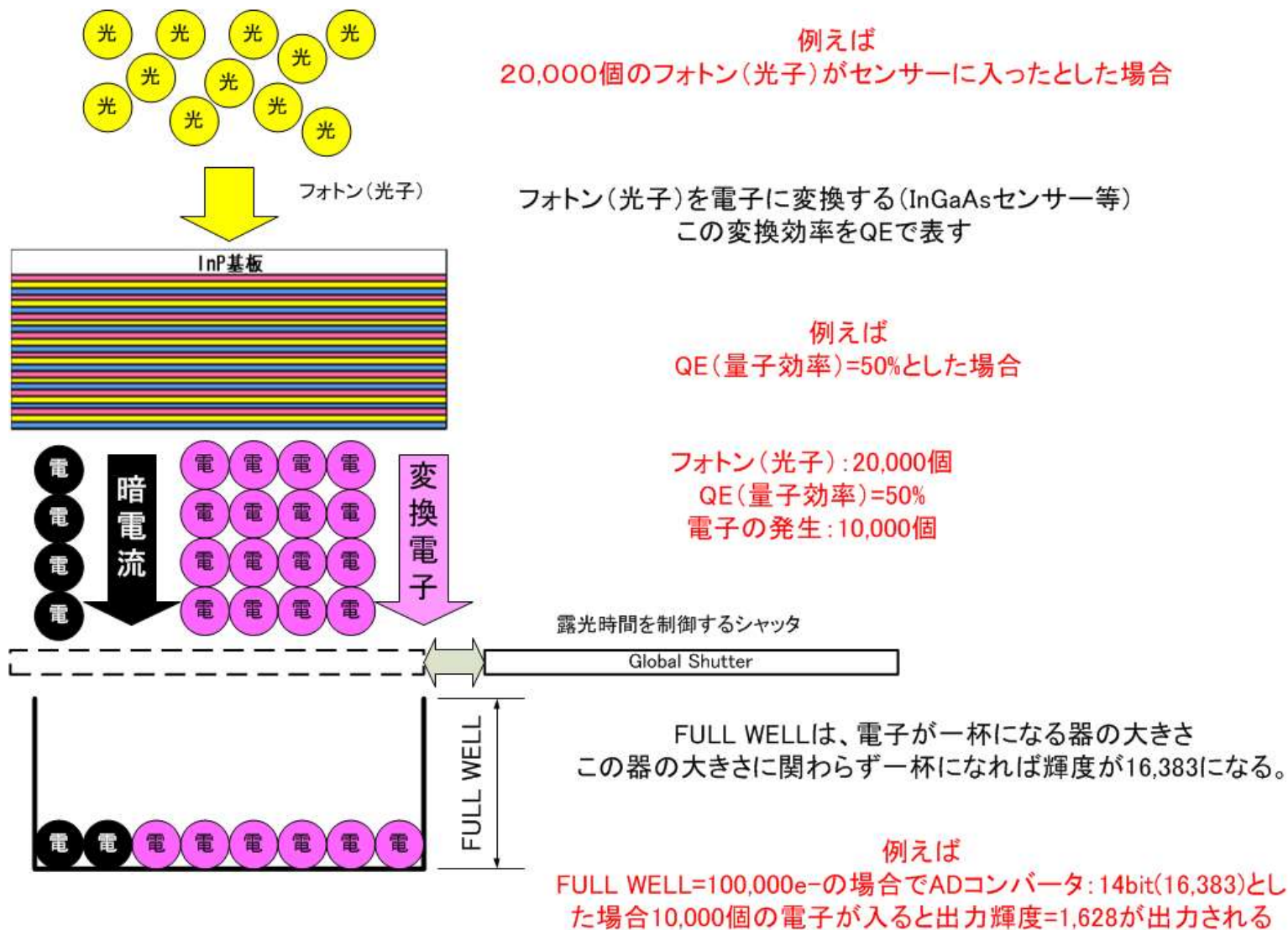
光が入っていない場合

$$\text{輝度} = \text{露光時間} \times F(\text{Temp}) \text{暗電流}$$

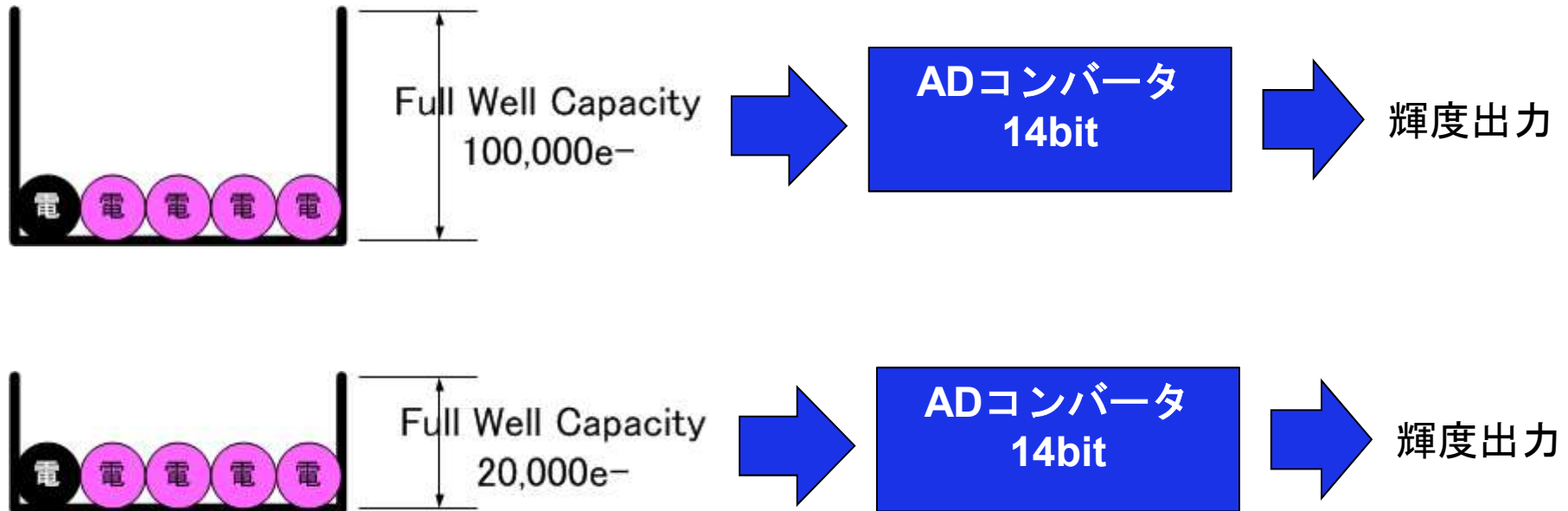
光が入っている場合

$$\text{輝度} = \text{露光時間} \times F(\text{Temp}) \text{暗電流} + \text{露光時間} \times \text{QE} \times \text{光子数}$$

QEとFull Wellについて

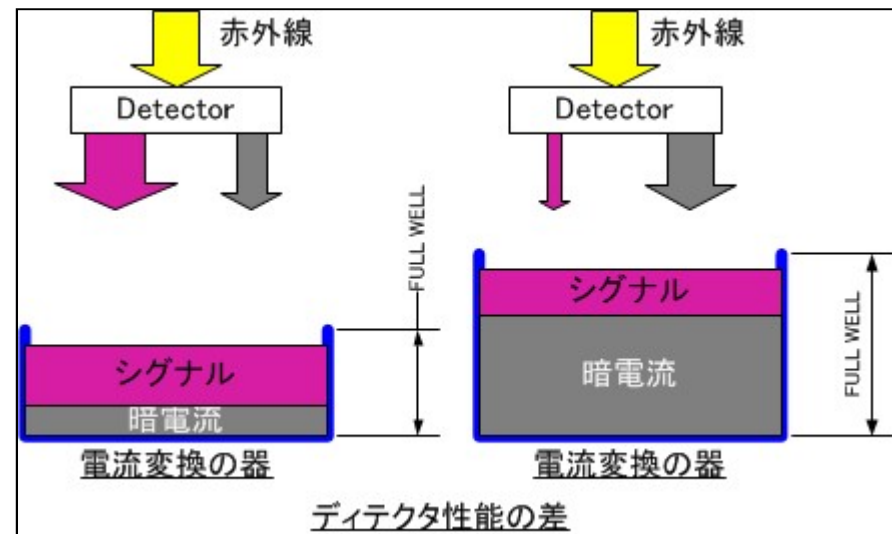
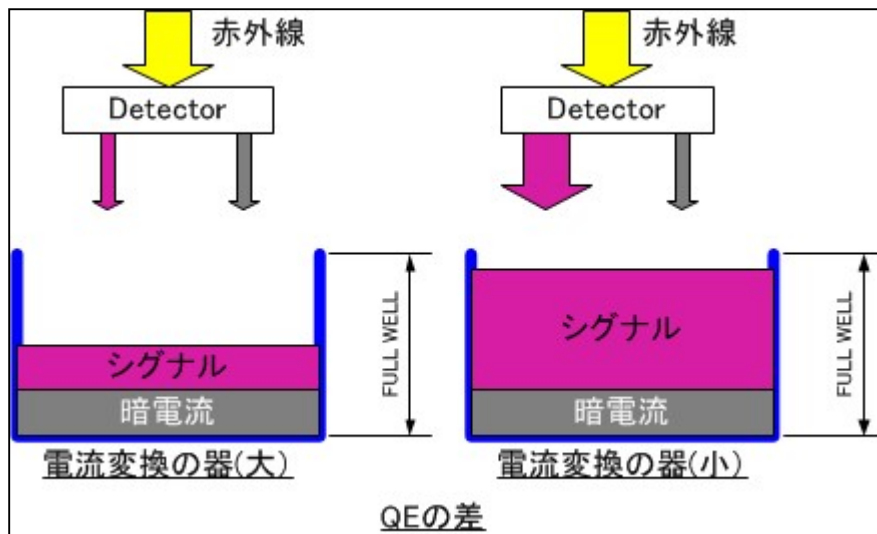
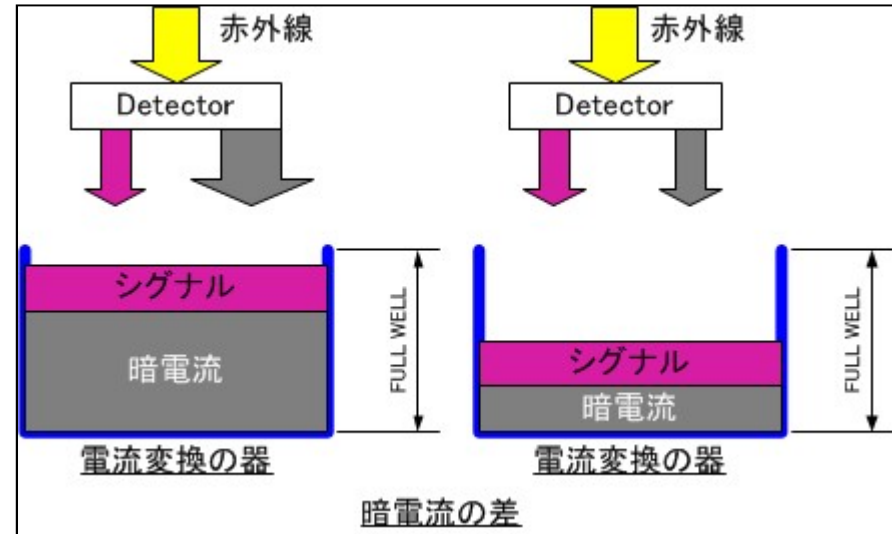
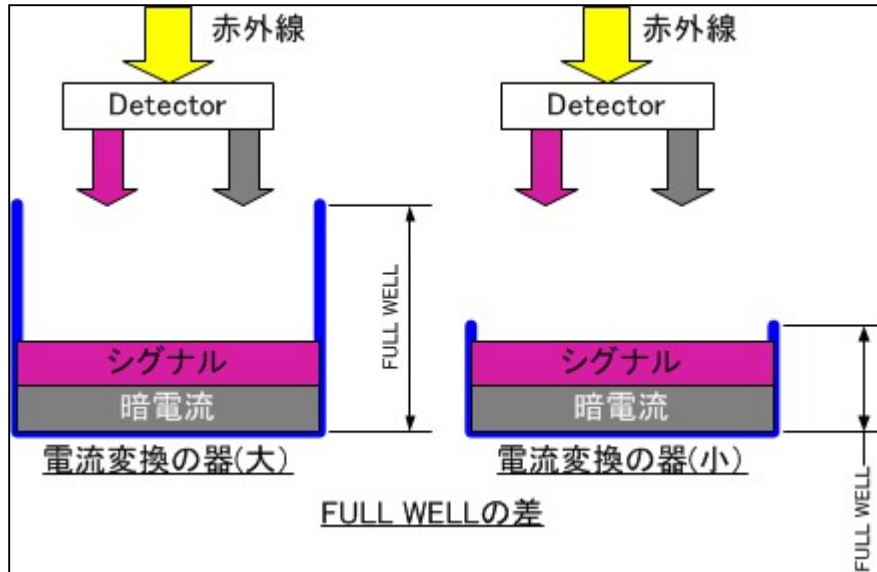


Full Well Capacityと輝度



- ・ Full Well Capacityが100,000e⁻(電子)のセンサーに、10,000e⁻(電子)が入ると輝度の最大が $2^{14} = 16,383$ になり、その10%の1,638の輝度が出力される。
- ・ Full Well Capacityが20,000e⁻(電子)のセンサーに、10,000e⁻(電子)が入ると輝度の最大が $2^{14} = 16,383$ になり、その50%の8,191の輝度が出力される。
- ・ このセンサーは、 Full Well Capacity=20,000e⁻(電子)の方が、5倍感度の良いセンサーになっている。

Full Well, QE, Dark Current

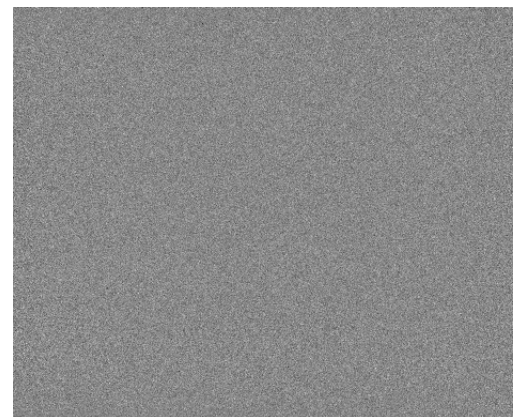
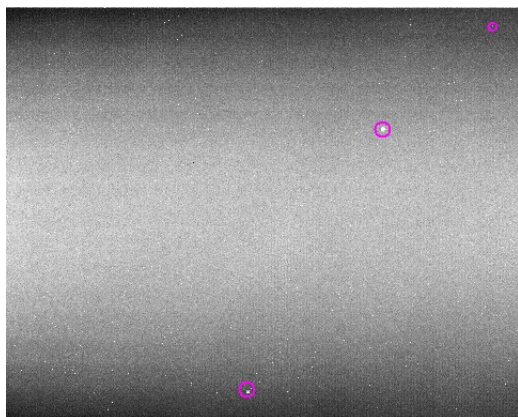


近赤外線センサー（カメラ）評価パラメータ

機種名	NIR-CAM640SN	NIR-CAM640HS	NIR-Line2K	T2SL-Cam	他社製
Dark Current	<30fA	<4.5fA(285K)	0.5pA(298K)	0.8fA(230K)	2.5pA(0.5pA)
Q E	>70%	>80%	>80%		
Gain	High:64uV/e- Low:1.3uV/e-				
Full Well	High:43Ke- Low:1.9Me-	High:-12Ke- Low:-0.6Me-	High:60Ke- Low:10Me-		1.1Me-
ROIC Noise	High:30e	High:45e Low:180e			
Operability	>99.9%	>99.5%	>98%	>99%	>99.63%
Spectral Range	0.9~1.7um (0.5~1.7um)	0.6~1.7um (0.9~1.7um)	0.7~1.7um	1.0~2.35um	0.95~1.7um
Image Format	640x512	640x512	2048x1	320x240	640x512
Pixel Size	15x15um	15x15um	12.5x12.5um	30x30um	20x20um
Max Framerate	98Hz	200Hz	10KHz	350Hz	62Hz

1pA = 1000fA

近赤外線カメラの補正

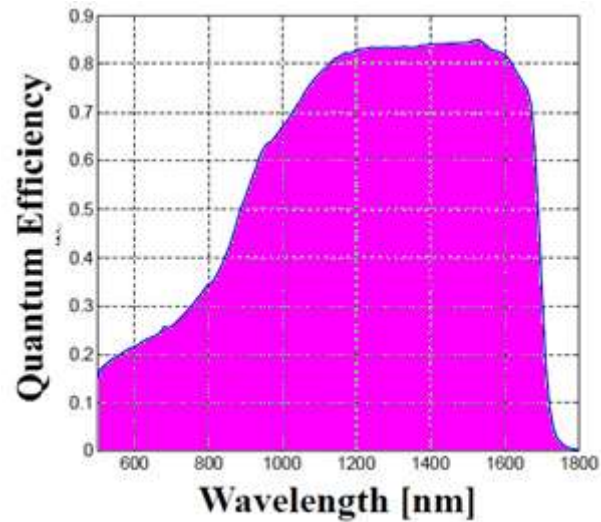


補正前の近赤外線カメラ画像

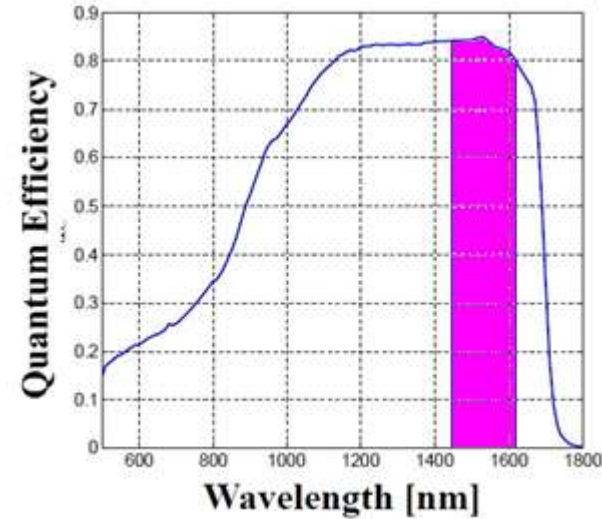
補正後の近赤外線カメラ画像

ドット抜け補正や2点間や線形補正など処理が必ず必要となる。

フィルターによる減衰

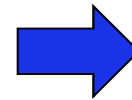


フィルター無しの受光感度



フィルター有りの受光感度

フィルターを入れることにより、
フィルター無し時の25%以下の
光エネルギーになる



高感度の
カメラが必要

アジェンダ

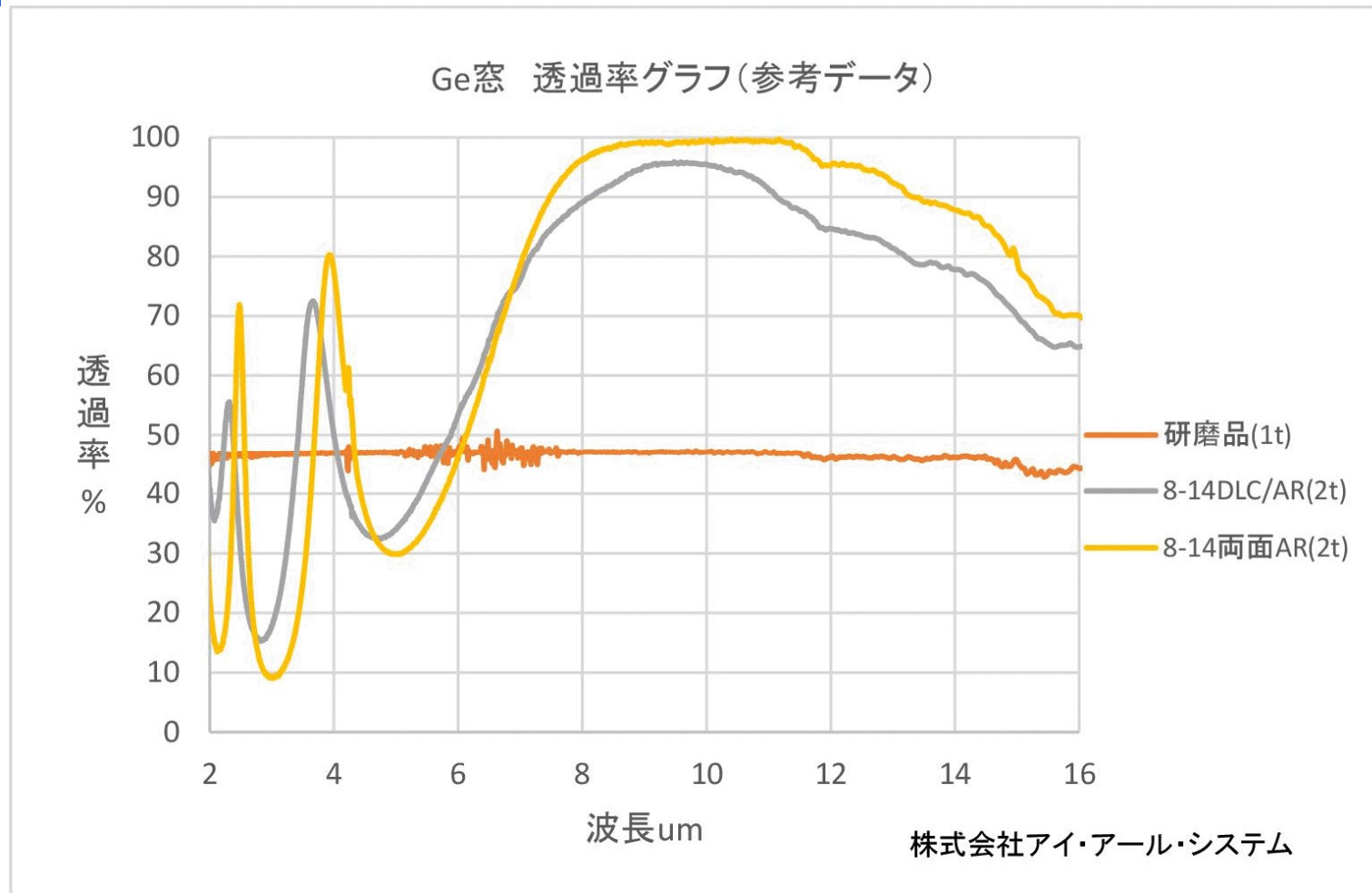
- ❖ 赤外線の基本
- ❖ 赤外線カメラの種類
- ❖ 非冷却型遠赤外線カメラ
- ❖ 量子型センサカメラ
- ❖ 赤外線カメラ用レンズ**
- ❖ 赤外線カメラの評価方法
- ❖ 赤外線カメラアプリケーション
- ❖ 弊社カメラ紹介・会社案内

レンズ材料

材料	価格	加工方法	耐環境性能	透過率	毒性
ゲルマニウム	高い	切削・研磨	高い	高い	なし
ZnS	安い	高温プレス 切削	普通	普通	なし (ガラス化後)
カルコゲナイド	安い	高温プレス 切削	普通	普通	なし (ガラス化後)
ZnSe	普通	切削	普通	普通	あり
シリコン	安い	切削、 エッチング	高い	低い	なし
ダイヤモンド	超高価	研磨	高い	高い	なし

ナイトビジョンカメラは、量産性に優れ価格の安いZnSやカルコゲナイドレンズが適している。

レンズコートと透過率



AR=anti-reflective coating (反射防止膜)

DLC=Diamond-Like Carbon (ダイヤモンドに近い炭素膜)

材料による透過率の差

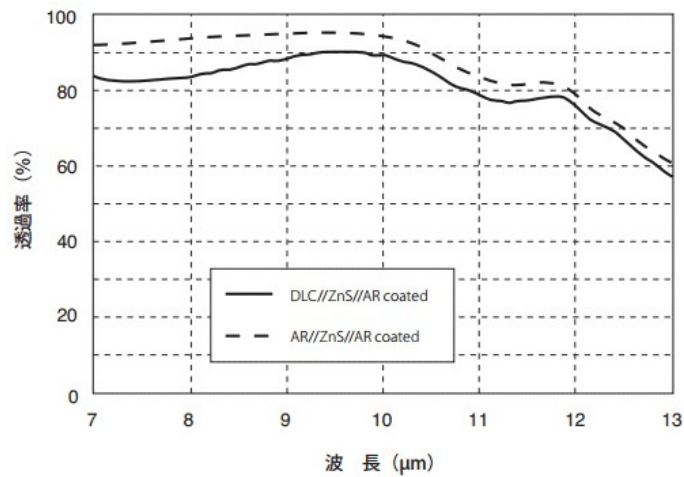
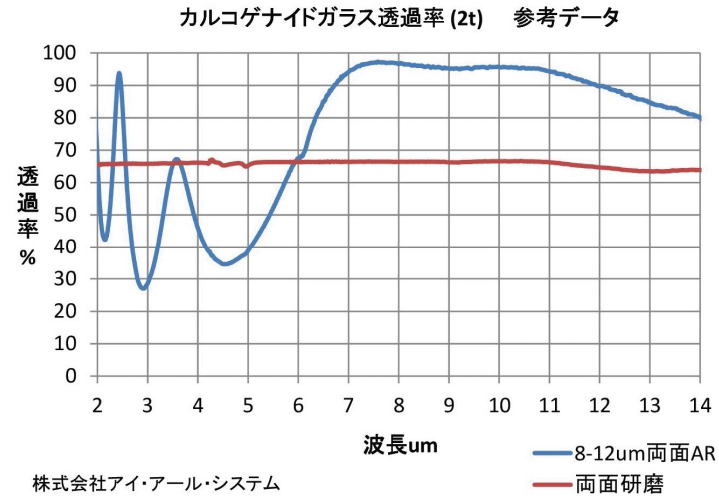
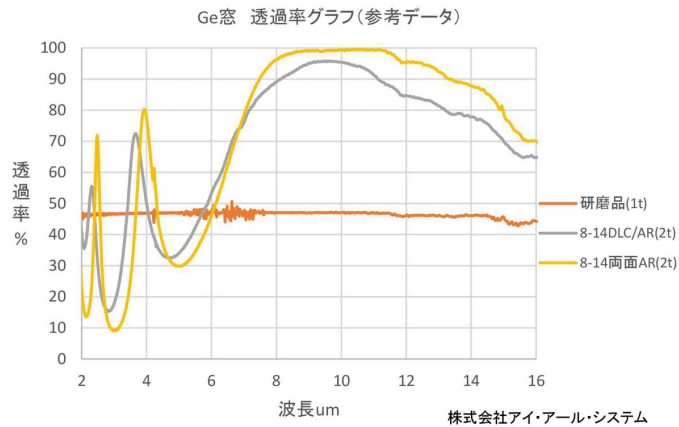
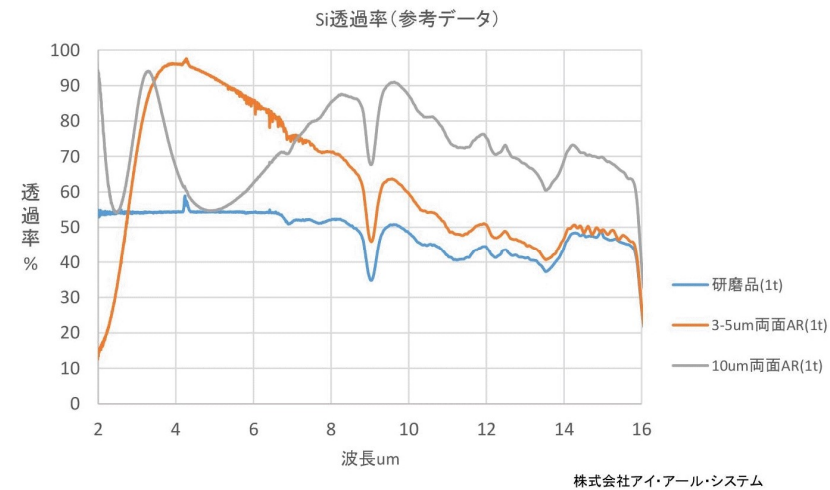
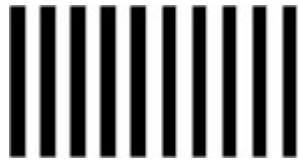


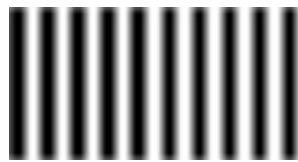
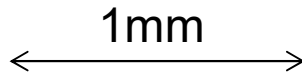
図1 遠赤外線透過率特性



MTFについて



被写体側



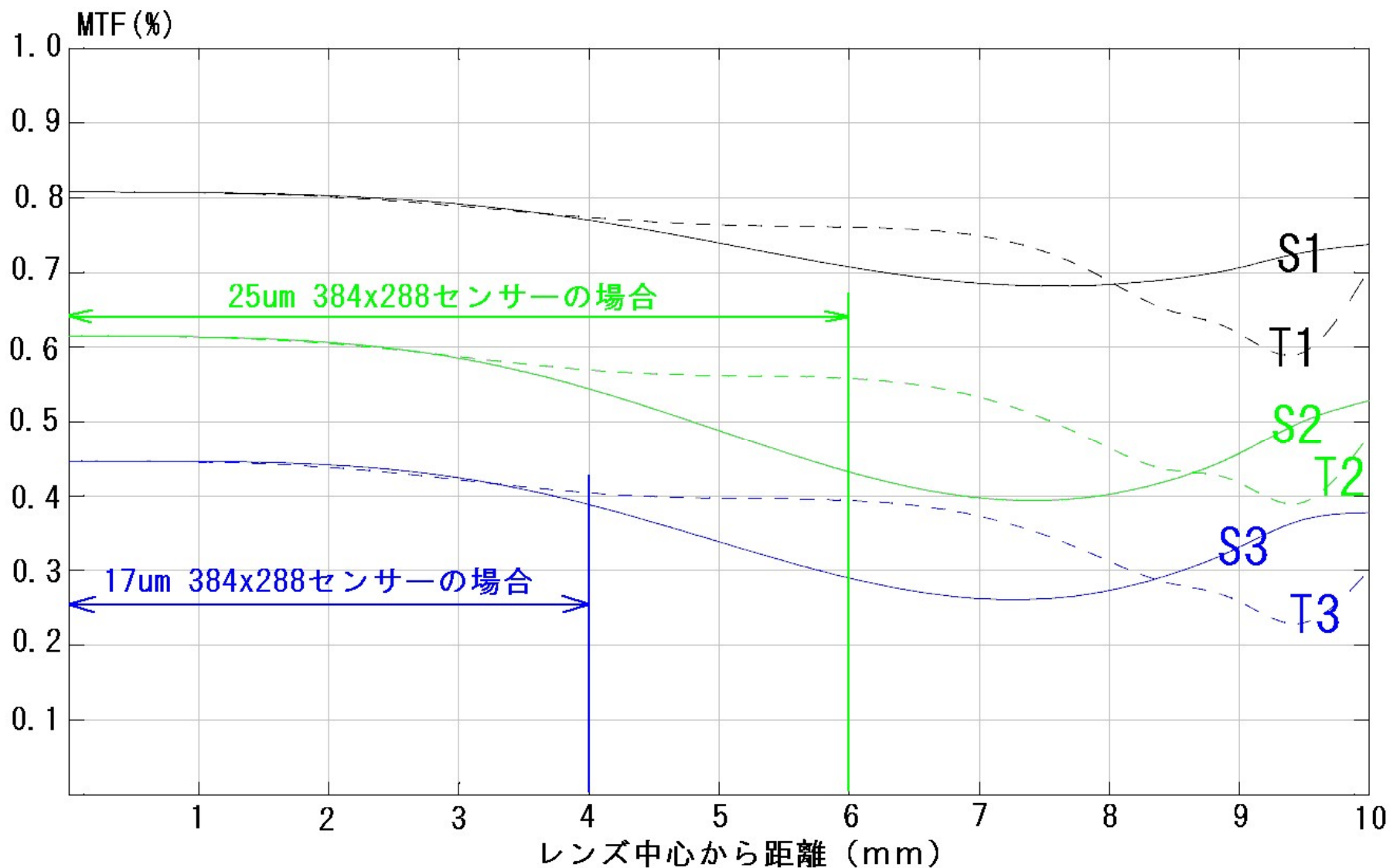
センサー側

センサー側で 1 mmの中に白と黒の線を 10組
(黒 10本、白 10本) になるように縞模様をレ
ンズ前に撮像します。

センサー側の白と黒の輝度比が被写体輝度比に比
べてどのくらい変化したか。
MTF縦軸は、この比の%を表します。

1 mmの 10組の場合は、 $1\text{ mm} / 20 = 50\text{ }\mu\text{m}$ ピッチセンサーと同じ
1 mmの 20組の場合は、 $1\text{ mm} / 40 = 25\text{ }\mu\text{m}$ ピッチセンサーと同じ
1 mmの 30組の場合は、 $1\text{ mm} / 60 = 17\text{ }\mu\text{m}$ ピッチセンサーと同じ
MTFの値が高い程高分解能のレンズとなる

MTFについて2



被写界深度について

$$\text{前方被写界深度} = \frac{\text{許容錯乱円径(mm)} \times \text{絞り値} \times \text{被写体距離(mm)}^2}{\text{焦点距離(mm)}^2 + \text{許容錯乱円径} \times \text{絞り値} \times \text{被写体距離(mm)}}$$

$$\text{後方被写界深度} = \frac{\text{許容錯乱円径(mm)} \times \text{絞り値} \times \text{被写体距離(mm)}^2}{\text{焦点距離(mm)}^2 - \text{許容錯乱円径} \times \text{絞り値} \times \text{被写体距離(mm)}}$$

分母が0の場合は、距離が ∞ （無限大）とします。

- ・ 許容錯乱円径は、センサーのピクセルピッチの1/2以下
- ・ レンズ焦点距離が短いほど被写界深度が長くなる
- ・ センサーピクセルピッチが小さくなると被写界深度が短くなる

ULVIPS-384A 17umピッチ 焦点距離:13mm 絞り値:1.1の場合 許容錯乱外径=0.008mm
20m先で焦点を合わせると10m~ ∞ までピントが合うことになります。

実際のレンズ仕様 (ZnS) #612



項目	特性値	備考
光学特性		
焦点距離	13.0mm	code#0612
F/#	1.1	
水平画角	50.3° (A) / 36.2° (B)	
イメージサークル	13.6mm	
フォーカス調整	Manual	
レンズ透過率 (平均)	0.78	波長8-12μm
コーティングタイプ	反射防止 (AR) コーティング*1	波長8-12μm
機械特性		
重量	19g	
レンズマウント	ねじ込み式	M34 × 0.5(ピッチ)[mm]
環境特性		
動作温度	-40°C to +80°C	アサーマル対応

*1 環境試験 (MIL-F-48616)

密着力試験	テープ試験
高温高湿試験	85°C/95%X1000h
摩耗試験	20回 (severe)
温度衝撃試験	-40°C to 100°C X1000サイクル
低高温試験	100°C X750h / -57°C X570h

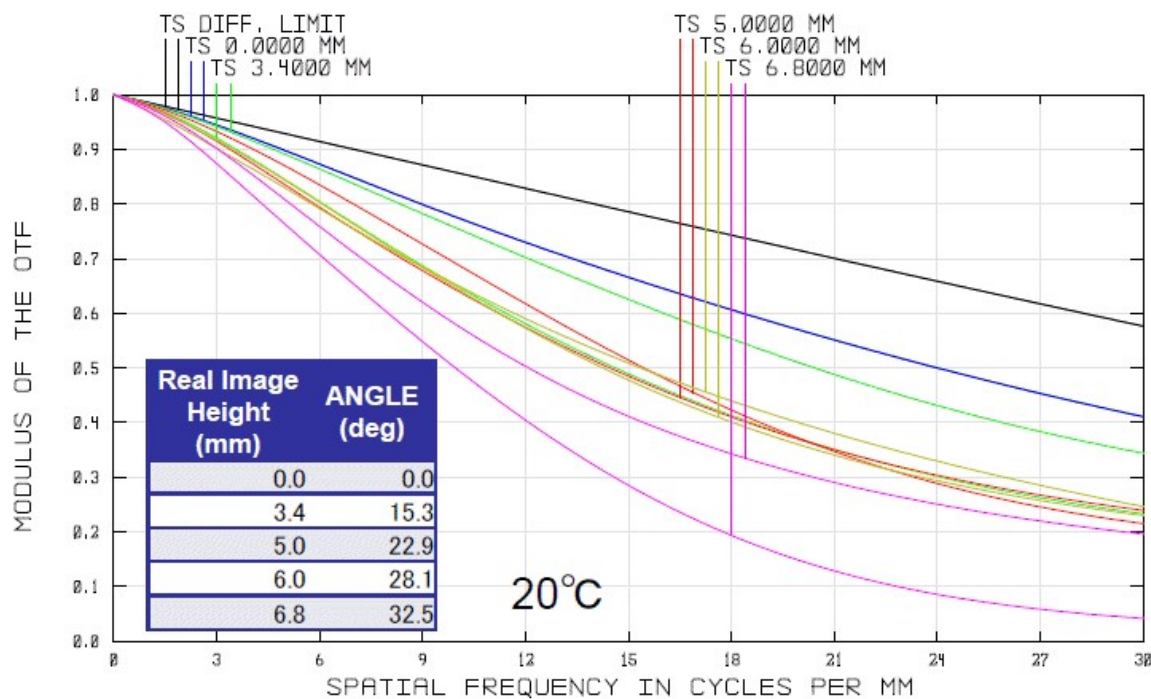
タイプ	ピッチ	画素数
A	17μm	640x480 (VGA)
B	25μm	320x240 (QVGA)

Ingenious Dynamics

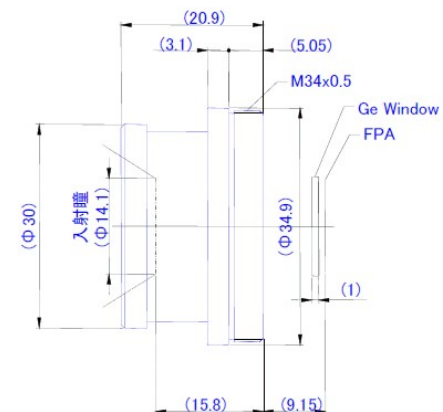
 住友電気工業株式会社

実際のレンズ仕様 (ZnS) #612

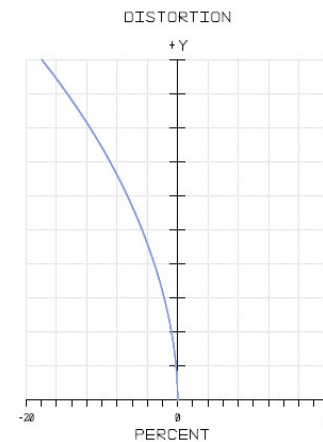
MTF 曲線



レイアウト



歪み



住友電気工業株式会社
 ハイブリッド製品事業部
 E-mail: infrared@info.sei.co.jp
 (2013.06.24)

国内レンズメーカー

- ❖ タムロン
- ❖ 昭和オプトロニクス
- ❖ トプコン
- ❖ 日東光学
- ❖ ナルックス（樹脂素材）
- ❖ 住友電気工業（ZnS）



住友電気工業製ZnSレンズ

高密度ポリエチレン(HDPE)とは



遠赤外線を透過する熱可塑性樹脂です。耐薬品性、成形性が良く、一般的な熱可塑性樹脂と同様にレンズとして成形が出来ます。

ナルックス様ホームページより

海外レンズメーカー

- ❖ Ophir Optronics (遠・中赤外レンズ) U.S.A.
- ❖ WaveLength (遠・中・近赤外レンズ) シンガポール
- ❖ Umicore (遠赤外線レンズ) U.S.A.
- ❖ Janos Technology (遠・中赤外レンズ) U.S.A.
- ❖ Temmek optics (遠・中赤外線レンズ) イスラエル
- ❖ KIRO (遠・中赤外レンズ) 中国
- ❖ MB Smart (遠赤外レンズ) 香港
- ❖ RP Photonics (遠・中赤外レンズ) U.S.A.
- ❖ Success Infrared (遠・中赤外レンズ) 中国



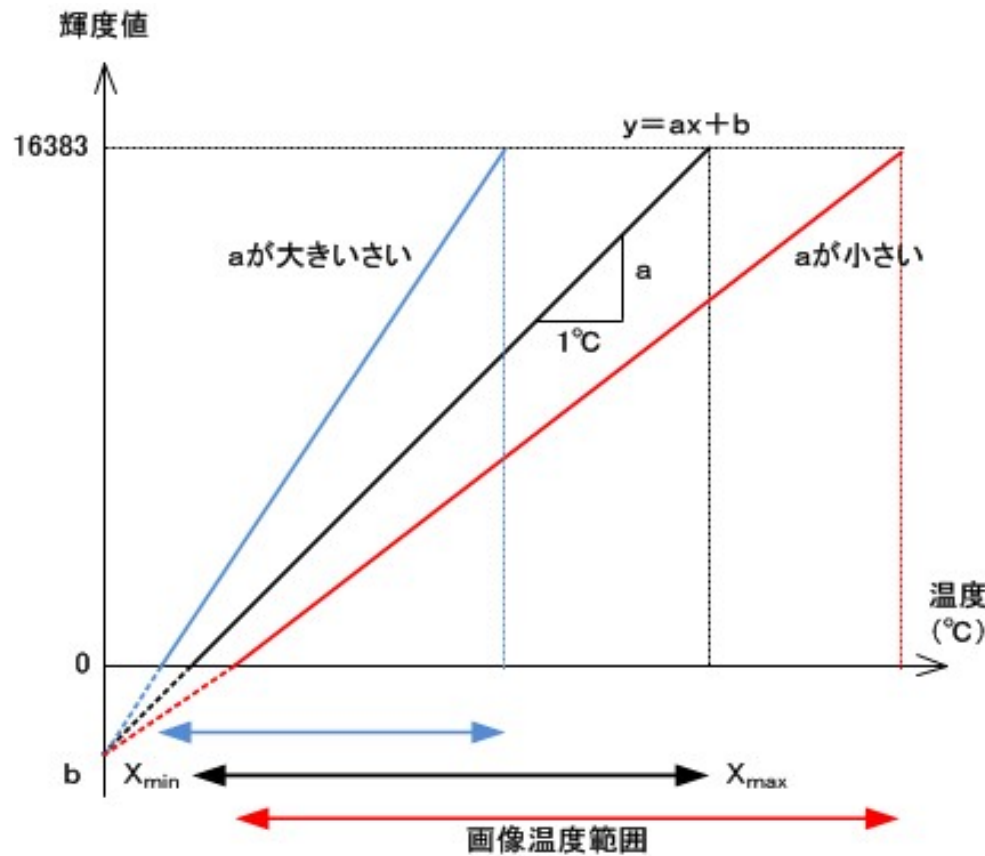
SupIR 45-900mm f/4.0 MWIR

アジェンダ

- ❖ 赤外線の基本
- ❖ 赤外線カメラの種類
- ❖ 非冷却型遠赤外線カメラ
- ❖ 量子型センサカメラ
- ❖ 赤外線カメラ用レンズ
- ❖ **赤外線カメラの評価方法**
- ❖ 赤外線カメラアプリケーション
- ❖ 弊社カメラ紹介・会社案内

遠赤外線カメラの性能（1）

- SiTF=画像上の温度変化 1°Cあたりの輝度変化量（図中a）
SiTF=Signal Transfer Function



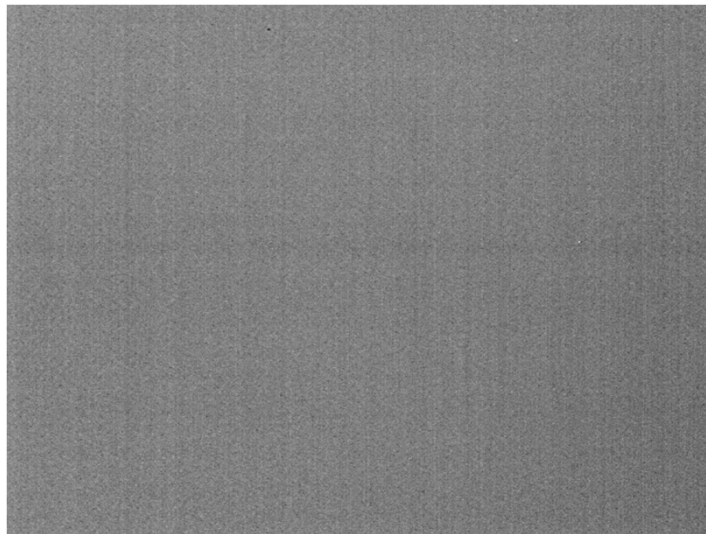
遠赤外線カメラの性能（2）

- **NETD**（雑音等価温度差）⇒小さいほど微小温度差を検出

NETD=Noise-equivalent temperature

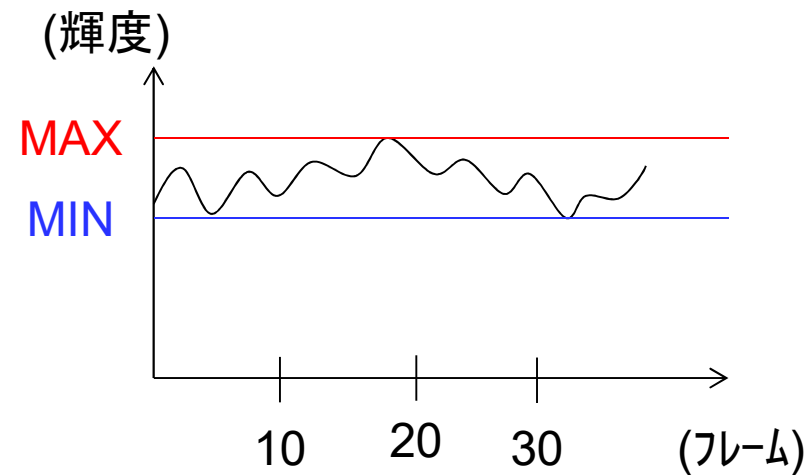
$$NETD \text{ (mK)} = \text{ノイズ} \div \text{S i T F (輝度値/K)}$$

（カメラ性能を評価するために弊社では1フレームの面内輝度標準偏差を使用しています。）



1フレームの標準偏差で行う場合
ノイズ=σ（標準偏差）

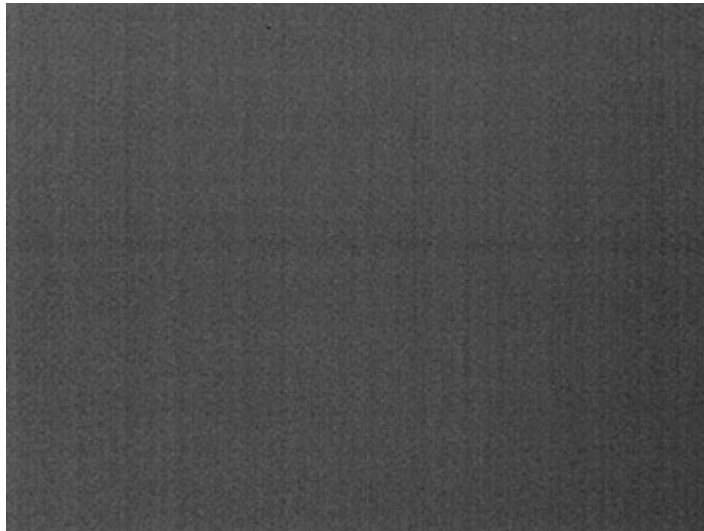
1画面のノイズ測定方法



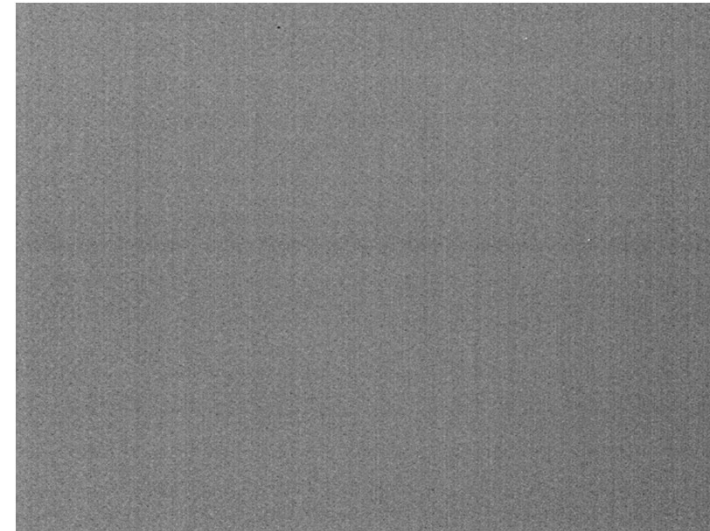
$$\text{ノイズ} = (\text{MAX} - \text{MIN}) \div 6$$

各画素の時間的のノイズ測定方法

NETD測定 1 (面内バラツキ)



10°Cの基準熱源を撮影

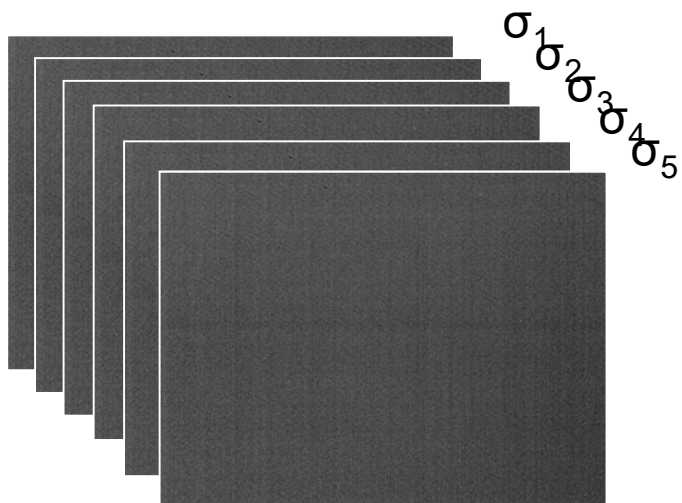


30°Cの基準熱源を撮影

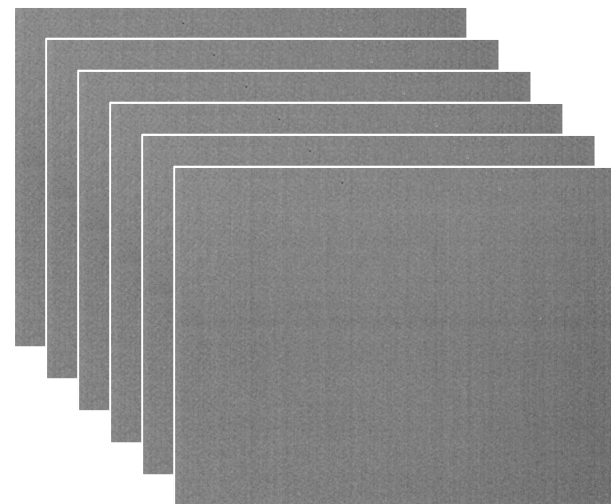
$$\text{NETD}_{\text{面内}} = \frac{\text{30°Cの1フレームの標準偏差} = \sigma}{\text{輝度の平均値 } \bar{X}_{30^\circ\text{C}} - \text{輝度の平均値 } \bar{X}_{10^\circ\text{C}}} \div (30^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C})$$

防衛省規格：NDS C0212Bより参照

NETD測定 2 (時間バラツキ)



1 0°Cの基準熱源を32フレーム以上撮影



3 0°Cの基準熱源を32フレーム以上撮影

$$\text{NETD1} = \frac{\sigma_1}{\bar{X}_{30^\circ\text{C}} - \bar{X}_{10^\circ\text{C}}} \div (30^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}) \quad \text{NETD2, NETD3, NETD4} \cdots \text{NETD32}$$

NETD_{時間バラツキ} = 3 2 個以上のNETDを求めて、平均値を計算する。
又は、中央値を求める。

防衛省規格：NDS C0212Bより参照

NETDの落とし穴

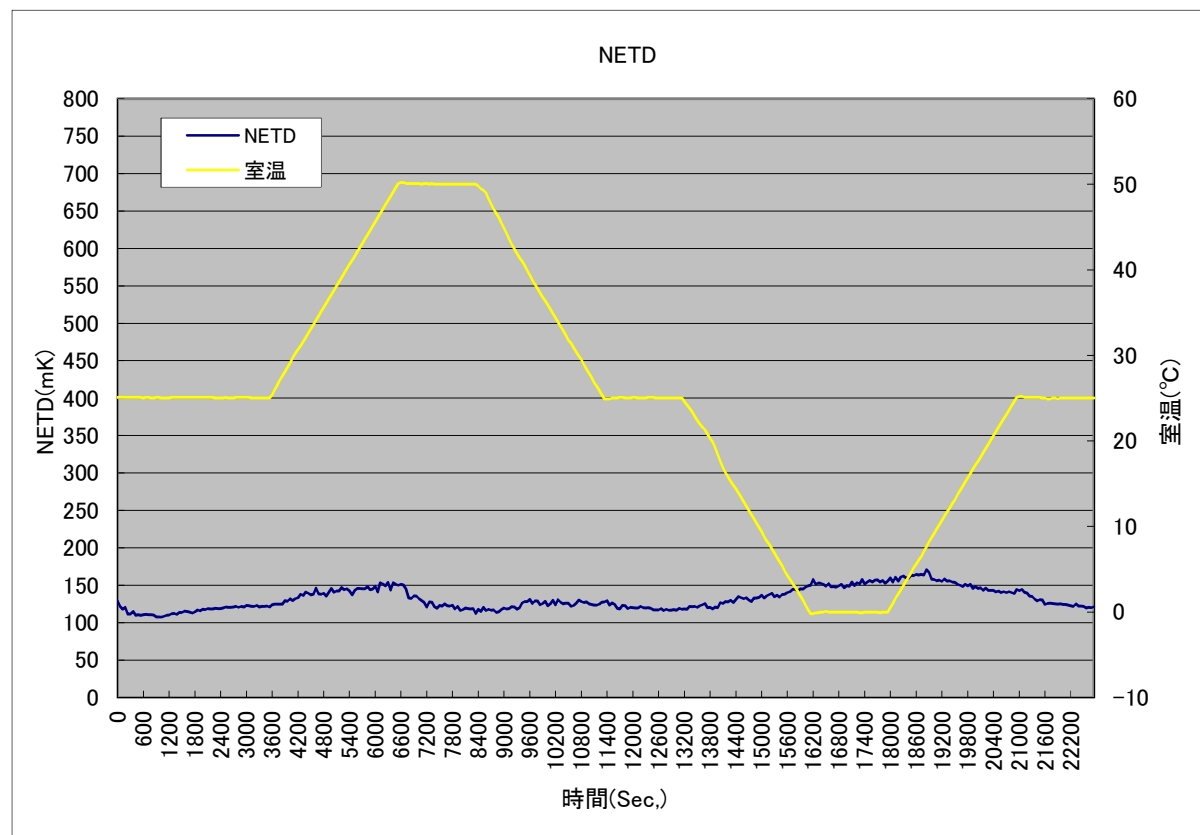
❖ NETD統一された規格で測定されていない。



- メーカー間で測定方法が異なる。(公表されていない)
- レンズの焦点距離、F値、材質
- 画像処理を行った後の値かどうか
- 被写体温度は、何度か？
- カメラの環境温度は、何度か？
- 時間軸か平面バラツキか？
- シャッターを切った後か？

F:1.0とF:0.8のレンズでは、NETDが1.5倍ほど良くなる。

温度勾配時のNETD



カメラの環境温度を0～50℃まで変化させ、その時のNETDを測定
 温度勾配は、0.5℃/分にて上昇
 環境温度が変化している時と環境温度が低い時にNETDが悪くなる。
 車載アプリケーションでは、重要な評価項目である。

赤外線カメラの簡単な評価方法



- ・カメラの前を手でふさいだり、アルマイト処理された板や、黒色に塗装された金属をレンズの直前で撮影する。
- ・その画面上に表示される最大温度と最小温度の差を記録する。
- ・その温度の $1/6$ がそのカメラのNETDの目安になる。

展示場でこれを行うと

赤外線カメラの簡単な評価方法

ULVIPSカメラ評価アプリケーション Version 1.0.1.0

ファイル 画像サイズ設定 ヘルプ

Temperature

ヒストグラム

2485
1988
1491
994
497
0

count

8122 8147 8172 8197 8222 8247

digital value

ヒストグラムカウント
 オート マニュアル 2072 count

ヒストグラムスケール
 無効 マニュアル オート

レンジ Bit

オフセット Del

ヒストグラムの保存

画像解析値

左下X軸	左上Y軸	右下X軸	右下Y軸
解析範囲	0	0	384 288
最大輝度	最小輝度	平均輝度	標準偏差
解析値	8237	8142	8186.46 10.55

選択輝度解析値

X軸	Y軸	輝度値	温度値
0	0	8170	49.73 °C

カーソル位置の温度値表示

描画レート 0.1 fps 選択範囲のクリア

カラーテーブルモード

輝度モード 温度モード

画像レンジ調整

off on

レンジ調整 bit DL

画像反転

画質補正処理 ラプラシアンフィルタ ガウシアンフィルタ

スケール色変更 作業ディレクトリ C:\Temp 参照

カメラ入力画像の撮影を停止しました。

カメラ制御 補正パラメータ作成設定 パラメータ転送設定 静止画モニタリング 動画モニタリング 画像ファイル操作 距離計測 コマンドコントロール

センサ露光制御

C容量 pF

TINT幅時間 MC

TINTサイクル時間 MC

INTERFRAME時間 MC

フレームレート fps

センサバイアス電圧制御

ゲイン電圧 mV

オフセット電圧 mV

センサ温度

Fpa温度 °C カメラ温度1 °C カメラ温度2 °C

カメラ補正モード

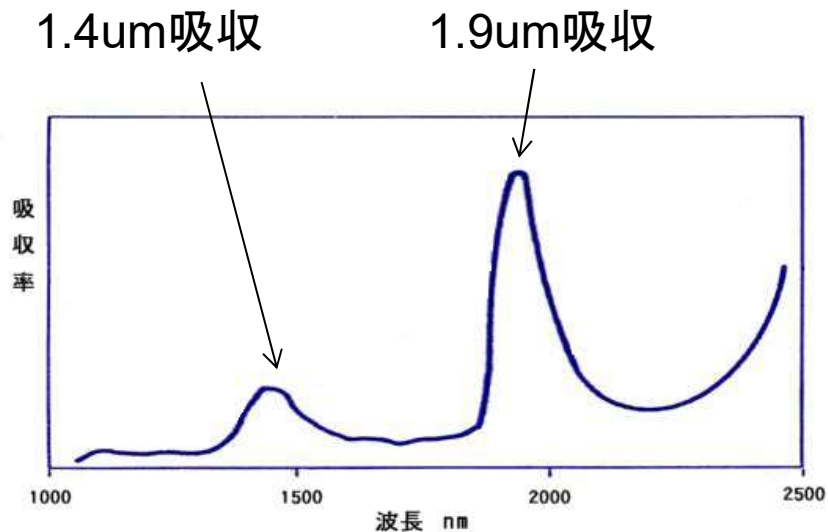
$$\text{NETD} = 10.55 / (\text{SiTF} = 80) = 132\text{mK}$$

$$\text{最大温度} - \text{最小温度} = 1.12^\circ\text{C} \Rightarrow \text{NETD} = 1.12 / 6 = 187\text{mK}$$

アジェンダ

- ❖ 赤外線の基本
- ❖ 赤外線カメラの種類
- ❖ 非冷却型遠赤外線カメラ
- ❖ 量子型センサカメラ
- ❖ 赤外線カメラ用レンズ
- ❖ 赤外線カメラの評価方法
- ❖ **赤外線カメラアプリケーション**
- ❖ 弊社カメラ紹介・会社案内

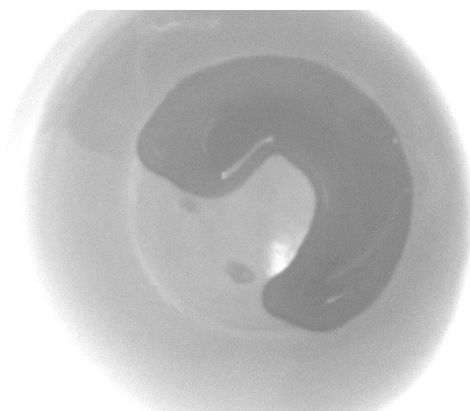
水分検知（近赤）



水の赤外線吸収スペクトロ

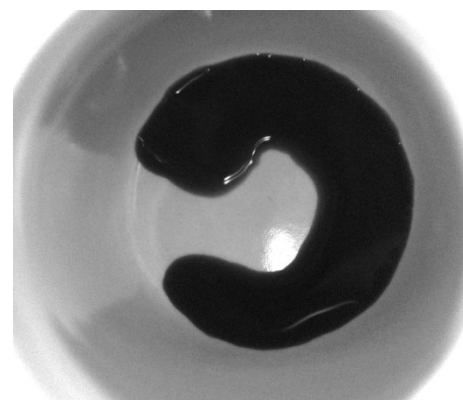


可視カメラ画像



近赤外線カメラ画像

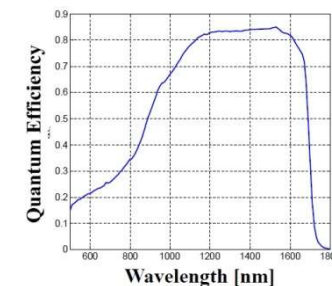
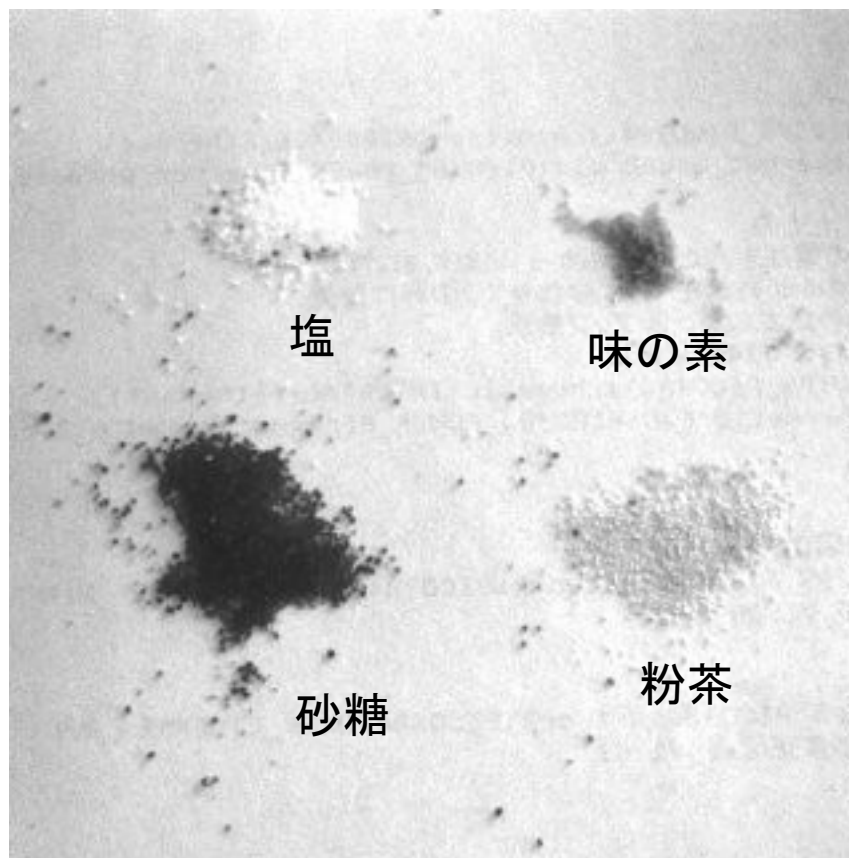
赤外線カメラ



フィルタ-
1.535um^{±90nm}

フィルタ有近赤外線カメラ画像

物質検出（近赤）



フィルタ-
1.535 μm $\pm 90\text{nm}$

物質により、透過・吸収波長が異なる性質を利用

ワイドバンド型カメラのアプリケーション

- ❖ 炎越カメラ
- ❖ ガラスの溶融炉の温度測定用カメラ（新製品）
- ❖ 3.8 μm ~4.0 μm を透過するフィルタを実装して炎を透過する
- ❖ ボローメータ型の場合、価格が安くできる
- ❖ フィルターの反射をキャンセルする仕組みが必要

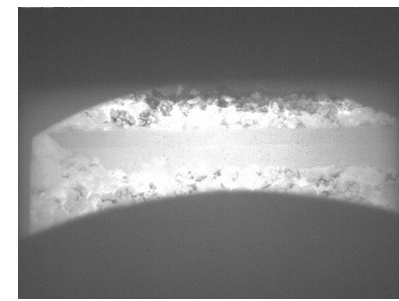


弊社製炎越カメラ
自社開発センサーを使用
低価格を実現

赤外線カメラ



可視カメラ画像

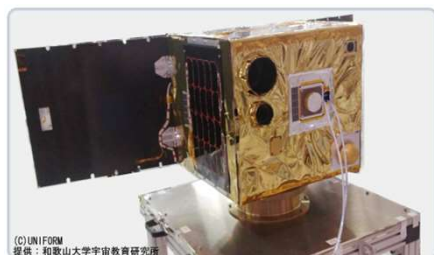


炎越しカメラ画像

宇宙向けアプリケーションカメラ

宇宙環境で使えるカメラ・・・

弊社カメラは、2014年に打ち上げられた人工衛星UNIFORM-1に搭載され、宇宙から地表面の遠赤外線画像を取得することに成功しました。その実績をベースに、宇宙環境で安定動作可能な赤外線カメラのカスタム開発を、承っております。カメラの設計から製作、そして各種試験対応まで、あらゆるフェーズで対応いたします。

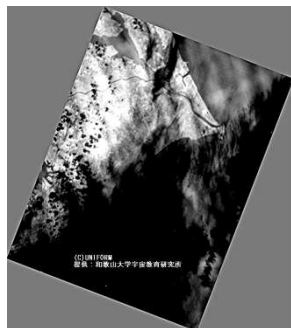


UNIFORM-1外観



カメラ外観

- ULIS PICO640G2 VGAデモカメラ搭載
- 宇宙でのシャッター動作対応 (真空キャリブレーション技術)
- レンズ：f=100mm F/1.5
- 放射線試験 (20krad) 合格
- QTLレベル振動試験合格
- 産業用クラスの電子部品採用で低価格



赤外線カメラ

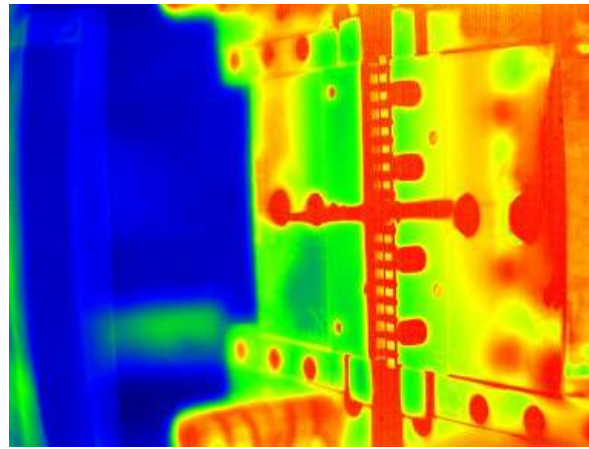
項目	暫定仕様
型式	VIM-640Space
素子NETD	60mK以下 (動作環境：F/1.5 300K 30Hzにて)
フレームレート・画像出力分解能	30フレーム/秒 14ビット出力
エリア画素数・素子ピッチ	640×480ピクセル、17μmピッチ
温度計測範囲	標準：0～+80℃ (オプションにて+500℃まで対応可能)
使用周囲温度範囲	-20～+50℃
絶対温度計測精度	±3℃
温度補正方式	シャッターレス温度補正 (NUCなし) / 内部シャッター方式
視野角	水平：6.23度 垂直：4.67度 (標準 f=100mmレンズ使用時 各種レンズにもオプションにて対応)
画像出力インターフェース	DS90C04 (TI) 2線式差動出力 (他出力対応)
制御用インターフェース	シリアルRS422
FPA温度コントロール	ペルチェ素子による温度コントロール可能 (オプション)
カメラ温度コントロール	ヒーターによる温度コントロール (オプション)
設定ソフトウェア	地上用補正ソフトライブラリ提供化
電源・消費電力	DC 1.2V ± 1V 6W
保存温度	-25～+60℃ (結露なきこと)
寸法	W100mm×H100mm×D180mm (f=19mmレンズ装着時)
耐放射線	トータルドーズ (γ線)：20Krad (コバルト60) シングルパルス
耐振動	QT：19, 6G (ランダム) AT：9, 8G (ランダム)
アウトガス	指定接着剤、指定コーティング剤対応可能
熱真空	-10℃～50℃ -2×10 ⁻⁶ Torr

プラスチック射出成型機の金型監視

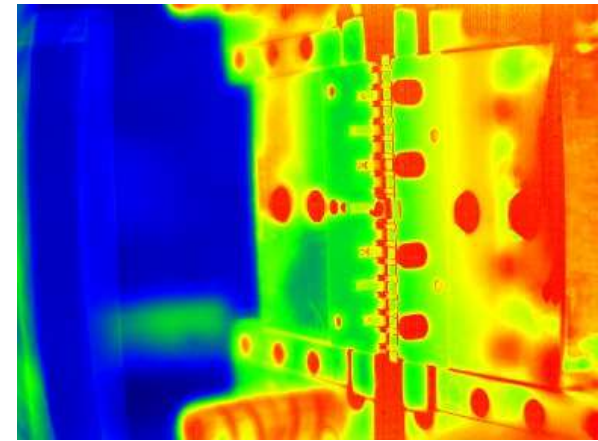
- 残留ワークを検知し、装置を停止する。(Liteシリーズ使用)



可視画像



ワークあり



ワークなし

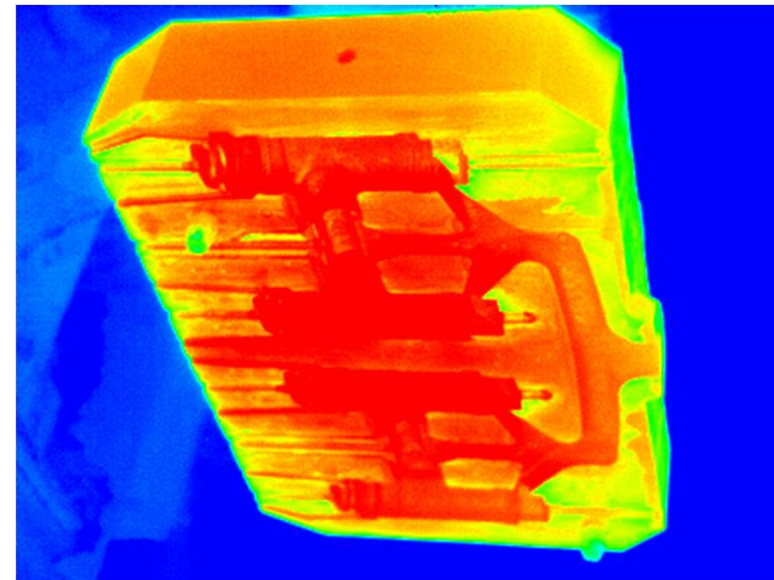
- ・成形機からの金型開閉信号をトリガとして撮影。
- ・ワーク取り出し前後の熱画像から、残留ワークを検知し緊急停止

鑄造機金型温度監視

- 鑄造前の金型温度を管理して、不良品発生を防ぐ



カメラ設置状況



遠赤外線画像

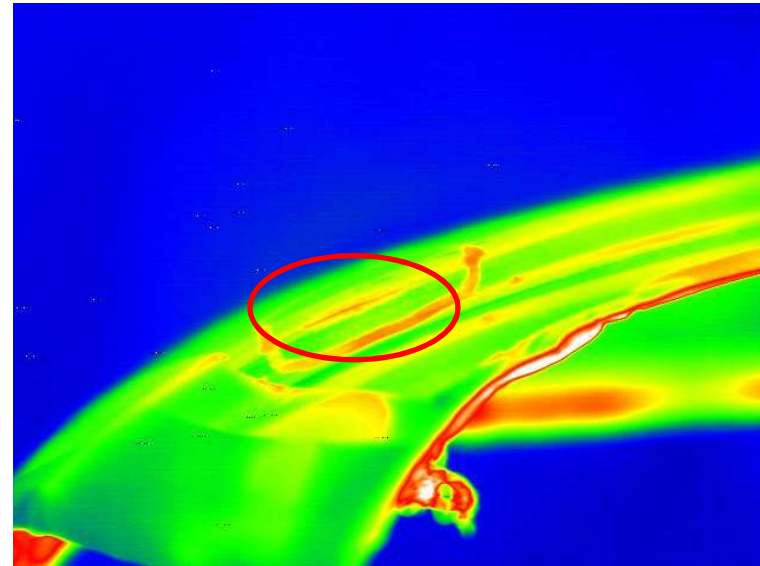
金型の温度分布を監視し、異常時にアラームを出力する

板金プレス製品の欠陥検出

□ クラック欠陥の検出



可視画像



赤外画像

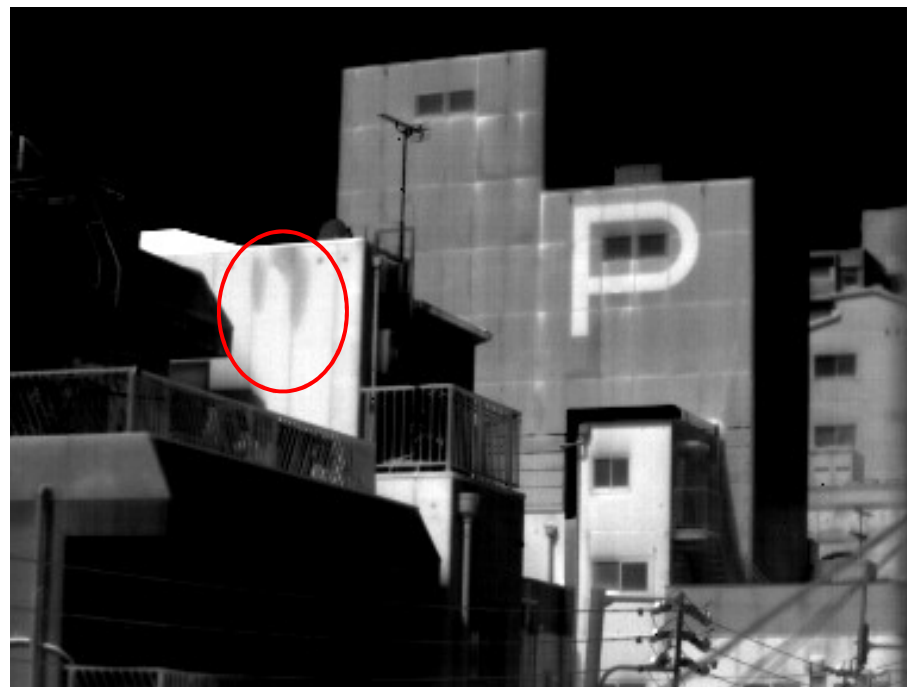
加熱後の熱の伝導が変化し、高温部分として残る

建築物欠陥検査

❖ サイディングボード壁の漏水検査



可視画像

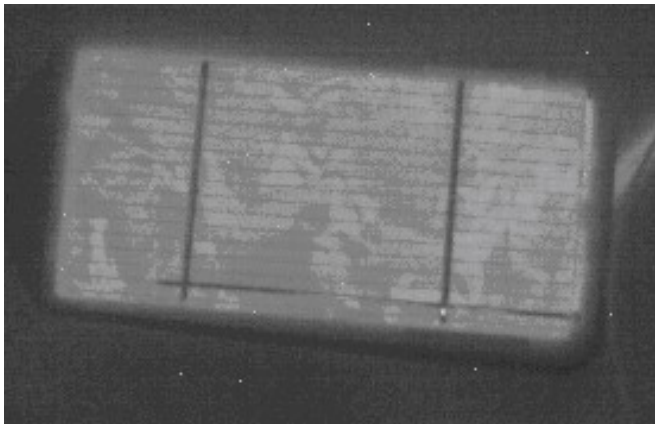


赤外画像

内部に水分があるため、太陽光による温度上昇が小さい

太陽電池マイクロクラック

❖ 可視では見えにくい幅数 μm のクラック検出



良品（赤外線カメラ画像）



不良品（赤外線カメラ画像）

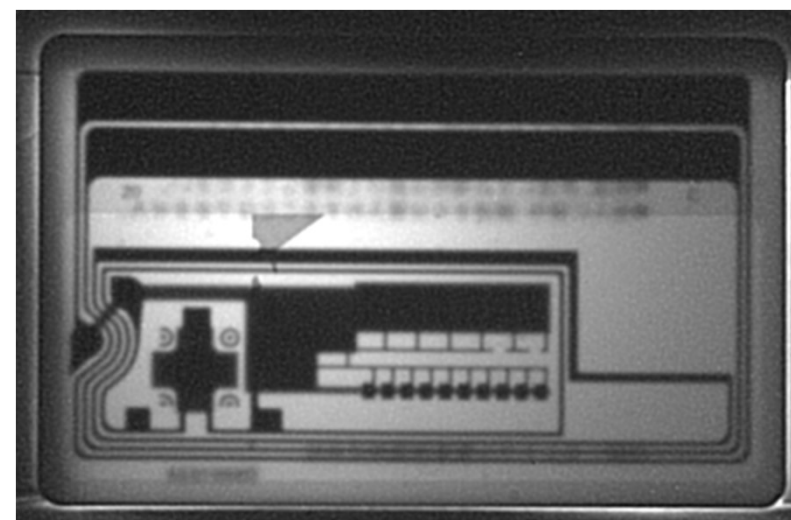


良品（可視カメラ画像）

ICカードの透過（近赤）



可視画像



近赤外画像

樹脂を透過して、内部の回路パターンが見える

アジェンダ

- ❖ 赤外線の基本
- ❖ 赤外線カメラの種類
- ❖ 非冷却型遠赤外線カメラ
- ❖ 量子型センサカメラ
- ❖ 赤外線カメラ用レンズ
- ❖ 赤外線カメラの評価方法
- ❖ 赤外線カメラアプリケーション
- ❖ **弊社カメラ紹介・会社案内**

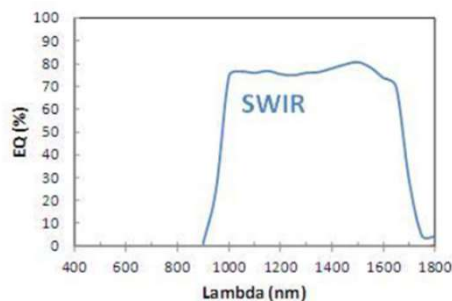
近赤外線カメラ NIRCam-640SN



カメラ外観

<用途>

- ・水分検出
- ・異種材料識別（医薬品など）
- ・シリコンウェハー透過検査
- ・高温温度計測（200℃以上）



赤外線カメラ

高感度・低価格・高性能カメラ

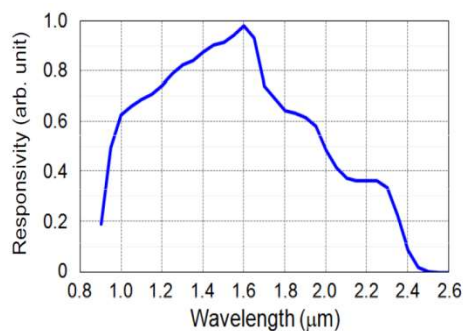
項目	仕様
センサ	InGaAsアレイセンサ
エリア有効画素数	640×512ピクセル
ピクセルピッチ	1.5 μm/pixel（受光面サイズ：9.6mm×7.68mm）
感度波長帯域	0.9~1.7 μm（オプションで0.4~1.7 μmもあります）
Full Well Capacity	43Ke ⁻ （高感度）/120Ke ⁻ （中感度）/1.44Me ⁻ （低感度）
暗電流	30fA Noise with ROIC <30e ⁻ （高感度）
フレームレート・AD分解能	1~98フレーム/秒・16bit
露光時間	1 μs~900msで可変（上限はフレームレート設定値により変わります）
光学フィルタ	25.4mm径のフィルタを装着可能（レンズ-センサ間に挿入）
画像出カインタフェース	CameraLink Base Configuration × 1TAP コネクタ：SDR
制御用インタフェース	RS-232C（CameraLink経由）
電源・消費電力	電圧：DC 1.2V ± 1V 消費電力：最大9W
使用温度	-10~+50℃（結露なきこと）
保存温度	-25~+60℃（結露なきこと）
温度制御機能	センサ内蔵TECあり/なしを選択可能
外部トリガ機能	フレーム同期・非同期トリガ撮像可能
レンズマウント	標準：CマウントおよびM42マウント兼用
寸法	W61mm×H59mm×D81mm（レンズ含まず）

近赤外線カメラ NIRCam-320EX



f=50mmレンズとの組合せ外観↑

- 水分検出
- シリコンウェハー透過検査
- 異種材料識別（医薬品など）
- 高温温度計測
- 分光用カメラ



赤外線カメラ

ワイドバンド・高速・高性能カメラ

項目	仕様
センサ	Type II 超格子結晶アレイセンサ
エリア有効画素数	320×256ピクセル
ピクセルピッチ	30 μm/pixel (受光面サイズ: 9.6mm×7.68mm)
感度波長帯域	1.0~2.35 μm
フレームレート/AD分解能	最高350フレーム/秒 16bit
システム構成	カメラヘッド (撮像部) + コントロールユニット (水冷制御・画像出力)
画像出力インタフェース	CameraLink Base Configuration × 1 コネクタ: SDR
制御用インタフェース	RS-232C (CameraLink経由)
電源 (コントロールユニット入力)	AC100V 消費電力: 5.5W (室温28℃にて) 最大7.5W
使用温度/保存温度	-10~+50℃ (結露なきこと) / -25~60℃ (結露なきこと)
温度制御機能	センサ内臓ペルチェクーラーによるTEC搭載 (排熱は水冷にて外部冷却)
外部トリガ機能	非同期トリガ撮像可能 (カメラのCC1経由でトリガ入力)
レンズマウント	標準: Cマウント (M42マウント可)
カメラヘッド寸法	W78mm×H60mm×D78mm (レンズ含まず)
コントロールユニット寸法	W300mm×H150mm×D250mm

近赤外線カメラ NIRCam-640HS

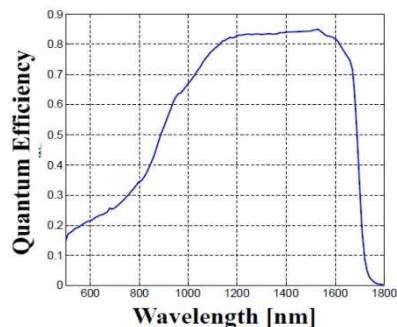


↑ f=50mmレンズとの組合せ外観

高感度・高速・高性能カメラ

項目	仕様
センサ	InGaAsアレイセンサ
エリア有効画素数	640×512ピクセル
ピクセルピッチ	15 μm/pixel (受光面サイズ: 9.6mm×7.68mm)
感度波長帯域	0.6~1.7 μm (オプションで0.9~1.7 μmも可能)
フレームレート・AD分解能	最高200フレーム/秒・12bit
露光時間	1 μs~90msで可変 (1μsステップで設定可能)
光学フィルタ	25.4mm径のフィルタを装着可能 (レンズ-センサ間に挿入)
画像出力インタフェース	CameraLink Base Configuration × 2 TAP コネクタ: SDR
制御用インタフェース	RS-232C (CameraLink経由)
電源	電圧: DC 1.2V ± 1V
使用温度/保存温度	-10~+50°C (結露なきこと) / -25~60°C (結露なきこと)
温度制御機能	センサ内臓ペルチェクーラーによるTEC搭載 (0°C推奨)
外部トリガ機能	フレーム同期・非同期トリガ撮像可能
レンズマウント	標準: CマウントおよびM4.2マウント兼用
寸法	W67mm×H61mm×D86.6mm (レンズ含まず)

- 水分検出
- 異種材料識別 (医薬品など)
- 低照度下での夜間監視
- 高温温度計測 (200°C以上)



赤外線カメラ

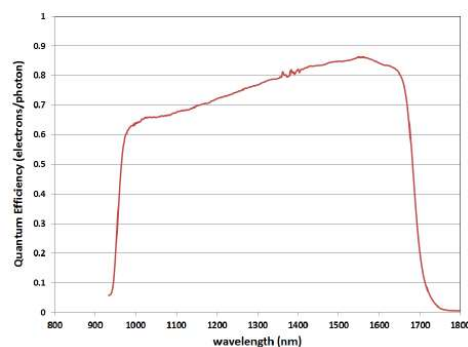
近赤外線ラインカメラ NIRLine-1K/2K



高画素・高速・高性能ラインカメラ

<用途>

- FPD内部パターン検査
- 太陽電池セルクラック検査
- 印刷樹脂シート検査
- 異種液体識別



赤外線カメラ

項目	Line-1K	Line-2K
センサ	InGaAsリニアセンサ	
有効画素数・受光面サイズ	1024ピクセル 12.5×12.5μm	2048ピクセル 12.5×12.5μm
ラインレート	最高40KHz	最高10KHz
露光時間	10μs~1sで可変	
感度波長帯域	0.9~1.7μm (上記「感度波長域」参照)	
AD分解能	16bit	
暗電流	0.5pA	
Fullwell	74.9Ke ⁻ ~ 31.9Me ⁻	62Ke ⁻ ~ 10Me ⁻
画像出カインタフェース	CameraLink Base Configuration × 1	
制御用インタフェース	RS-232C (CameraLink経由)	
電源・消費電流	DC +1.2V 1A	
使用温度	-10~+50℃ (結露なきこと)	
保存温度	-25~+60℃ (結露なきこと)	
外部トリガ機能	外部トリガ入力およびカメラリンクCC1信号によるライン同期撮影が可能	
レンズマウント	標準：M42マウント (オプションでFマウントにも対応可能)	
寸法	W60mm×H60mm×D62mm (本体のみ)	

高感度冷却型中赤外線カメラ MIRCAM-640CL



国内初高感度冷却中赤外線カメラ

特長

- 有効画素数：640×512ピクセル
- 素子ピッチ：15μm
- 感度波長域：1～5.5μm
- 最大フレームレート：30fps

用途

- 夜間高解像度監視
- ガス検知
- 高精度温度計測
- 追尾システムシーカー

項目	仕様
センサ	InSbアレイセンサ（量子型 コールドシールド：F/4）
エリア有効画素数	640×512ピクセル
ピクセルピッチ	15μm/pixel（受光面サイズ：9.6mm×7.68mm）
感度波長帯域	1～5.5μm（オプションで3.6～4.9μmも可能）
フレームレート・AD分解能	30フレーム/秒・13bit
センサNETD	20mK以下
冷却システム	スターリングクーラー（K508N MTTF>20,000時間 注1）
画像出カインタフェース	カメラリンクおよびNTSCビデオコンポジット出力およびUSB（UVC）
制御用インタフェース	RS-232C（シリアルコマンド制御）
電源	電圧：DC 12V
使用温度	-30～+50℃（結露なきこと）
保存温度	-30～+50℃（結露なきこと）
レンズ	f=15mm/300mmバリフォーカルレンズ（他レンズも対応可能です。） 水平視野角 広角時：35.1度 望遠時：1.8度
外部トリガ機能	フレーム同期・非同期トリガ撮像可能
寸法	W124mm×H190mm×D272mm（レンズ含む設計値）

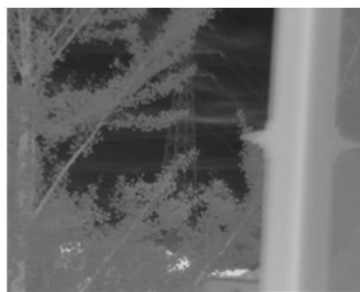
注1）MTTFは平均故障時間であり、動作寿命を保証するものではありません。弊社では2年ごとの保守交換を推奨しております。

MIR-Cam640 撮影画像

撮像画像



焦点距離：15mm



焦点距離：100mm



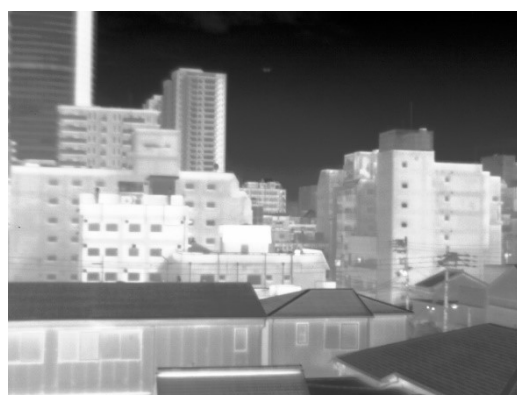
焦点距離：200mm



焦点距離：300mm

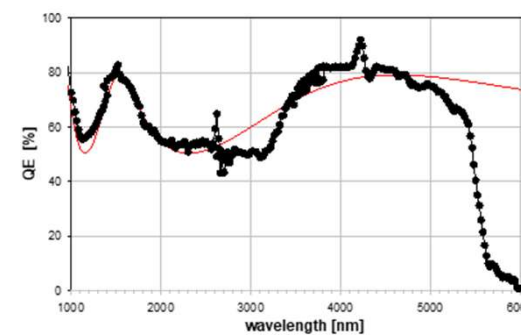


アパート



風景

感度波長特性



Black Birdセンサ使用冷却型カメラ



仕様	内容
テクノロジー	量子型
材料	InSb
画像サイズ	1280 x 1024
ピクセルピッチ	10um
感度波長	3.6~4.9um (1~5.5um)
フレームレートとAD分解能	60FPS/13bit
Cold Shield	F/3
センサーNETD	<25mK (at 70% well Fill Capacity)
Cooler	Rotary 0.5W
カメラインタフェース	CameraLink,Gig-E Vision ,USB3 Vision
レンズ	各種レンズ対応可能 (F/3より値が小さいこと)

炎越し赤外線カメラ VIM640G2-WB/VIM384G2-WB

低価格・高性能カメラ

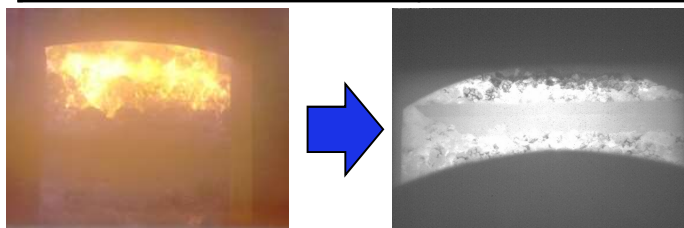


VIM-640G2-WB



VIM-384G2-WB

項目	仕様	
	VIM-640G2-WB	VIM-384G2-WB
センサ	アモルファスシリコン型非冷却マイクロボロメータ	
エリア有効画素数及びピクセルピッチ	640×480ピクセル (17um)	384×288ピクセル (17um)
ピクセルピッチ	1.7um/pixel (受光面: 10.9mm×8.2mm)	1.7um/pixel (受光面: 6.5mm×4.9mm)
感度波長帯域	3.8um~4.0um透過フィルタ内蔵 (フィルター無し: 3~14um)	
フレームレート/AD分解能	30フレーム/秒 14bit	
画像出力インタフェース	CameraLink Base Configuration × 1 又は、USB 2.0 High Speed 又は、コンポジットビデオ出力 (NTSC) 又は、Ethernet100BaseTX	
制御用インタフェース	CameraLink 経由の UART 又は、USB 経由の場合は、シリアル通信 又は、コンポジットの場合: RS-232C 又はまたは Ethernet の場合は、Telnet 通信	
電源	DC 5V 但し、USB の場合は、USB 給電が可能	
動作環境温度	-10~+50℃ (結露なきこと)	
温度制御機能	なし	
外部トリガ機能	非同期トリガ撮像可能 (カメラリセット経由でトリガ入力)	
レンズマウント	各種レンズメーカーに対応可能	
カメラ寸法	W38mm×H38mm×D72mm (レンズ含まず)	W33mm×H33mm×D52mm (レンズ含まず)



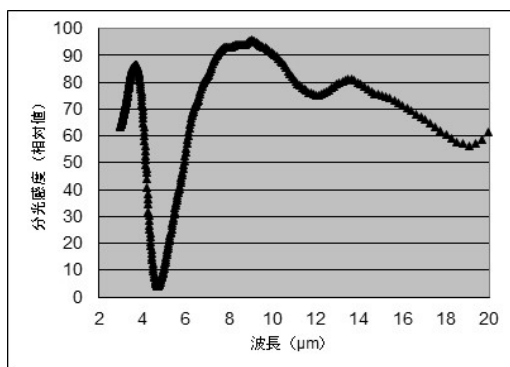
炎は、放射が少ない帯域3.8~4.0umのみを透過すると炎が見えなくなります。

ワイドバンド赤外線カメラ WBIRCam-640



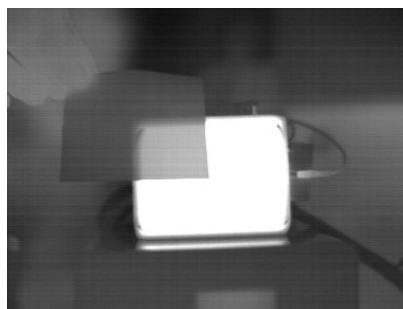
↑カメラ外観

- 樹脂材料識別
- ガラス越し温度計測
- ガス検知
- 高温温度計測

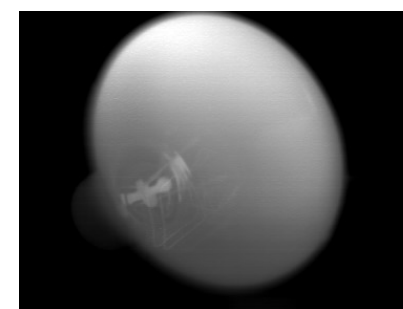


赤外線カメラ

項目	仕様
センサ	Vox (酸化バナジウム) 型非冷却マイクロボロメータ
エリア有効画素数	640×480ピクセル
ピクセルピッチ	1.7 μm/pixel (受光面サイズ: 10.88mm×8.16mm)
感度波長帯域	3~20 μm
フレームレート	最高30フレーム/秒 16bit
AD分解能	16bit
画像出力インターフェース	CameraLink Base Configuration × 1 コネクタ: MDR
制御用インターフェース	RS-232C (CameraLink経由)
電源	DC12V
動作環境温度	0~+50°C (結露なきこと)
温度制御機能	なし
外部トリガ機能	非同期トリガ撮像可能 (カメラリンク1経由でトリガ入力)
レンズマウント	M25×0.5ピッチ
カメラ寸法	W36mm×H36mm×D55mm (レンズ含まず)



樹脂透過画像



白熱電球ガラス越しのフィラメント

小型低価格遠赤外線カメラVIM-Gen2



VIM-384G2

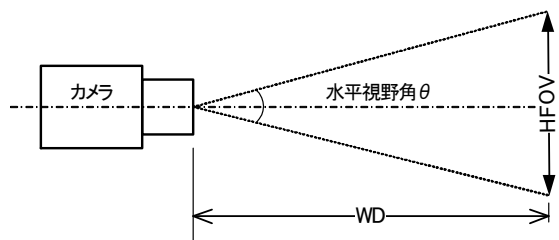


VIM-640G2

項目	仕様	
型式 (注1)	VIM-384G2	VIM-640G2
使用ディテクタ	ULIS社 PICO384Gen2	ULIS社 PICO640Gen2
エリア有効画素数	384×288	640×480
受光部対角長さ	8.16mm	13.6mm
画素ピッチ	17μm/pixel	
素子感度波長域	8~14um	
NETD (注2)	< 80mK	< 60mK
カメラ出力AD分解能	14bit	
最大フレームレート	30fps	
補正方式	シャッタレス補正または内部シャッタ補正	
撮影 (計測温度範囲)	標準: -20~+120℃ / オプション: 0~+500℃	
レンズ	各種レンズ装着可能	
画像出力 インタフェース	①カメラリク: Base Config. 1Tap、リク/MDR、CC1外部トリガ 対応、リアル通信制御	
	②USB2.0: 画像出力:UVC,制御:UVCまたはUSBリアル(独自ソフト 制御)	
	③イーサネット:100Base-TX、画像:UDP通信(独自フォーマット)、制御:Telnet、リク:RJ45	
	④アナログビデオ: NTSCまたはPAL BNCコネクタ	
外部トリガ動作	カメラリク,USBで外部トリガ 及び外部IO入力撮影対応(フレーム同期・非同期トリガ 撮影) 注3)	
パーシャルスキャン	オプション対応	
電源	DC+5V	
使用温度/保存温度	-10~+50℃ (結露なきこと) / -25~+50℃ (結露なきこと)	
カメラ寸法	W33×H33×D52mm (f=13mmレンズ 装着時)	W38×H38×D72mm (f=17mmレンズ 装着時)

VIMシリーズ レンズ

視野計算



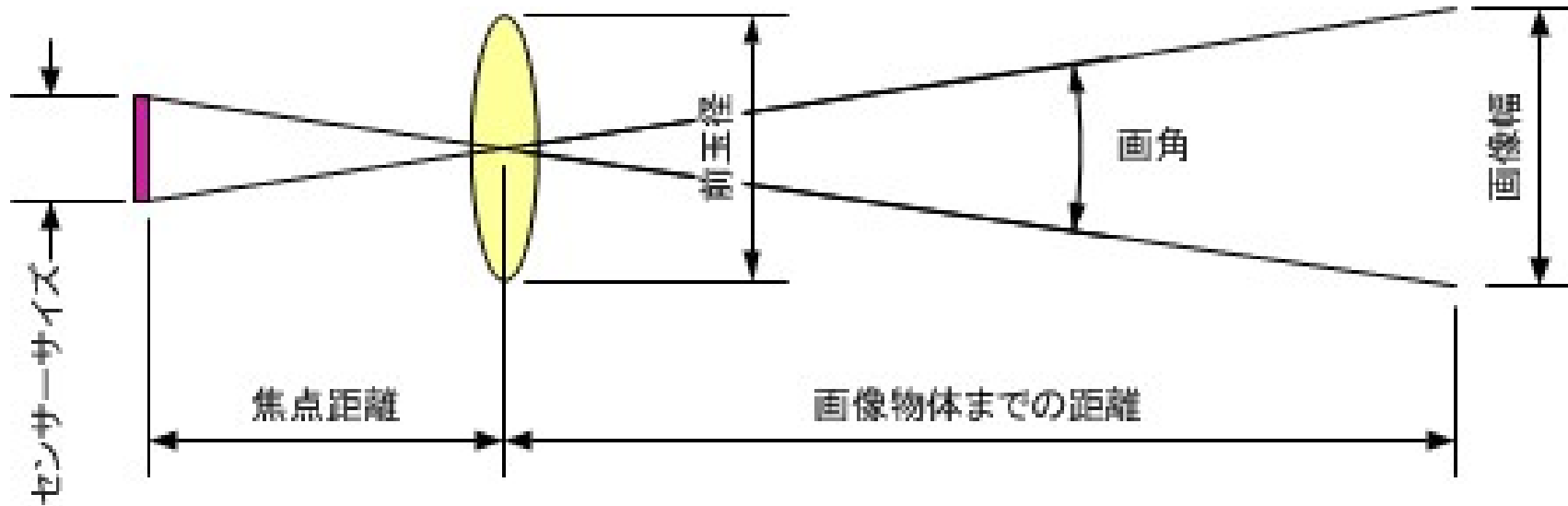
対物距離WDと下表の水平視野角から、次式で水平視野HFOVを求めてください。

$$\text{HFOV} = \text{WD} \times \tan(\theta / 2) \times 2$$

$$\text{垂直視野} = \text{HFOV} \times 0.75$$

型式	仕様	水平視野角 (度)		マウント
		VIM-384G2	VIM-640G2	
CAL-Q037	f=3.7mm F/1.3	89.6 注1)	— 注2)	M12 注3)
CAL-Q062	f=6.2mm F/1.0	62.7	—	M25
CAL-Q068	f=6.8mm F/1.4	56.3	—	M25
CAL-V075	f=7.5mm F/1.2	51.1	90.8	M25
CAL-V085	f=8.5mm F/1.2	43.5	73.2	M25
CAL-V089	f=8.9mm F/1.4	41.5	69	M25
CAL-Q100	f=10mm F/1.2	36.6	—	M25
CAL-Q130	f=13mm F/1.0	28.7	—	M25
CAL-V140	f=14mm F/1.2	25.7	42.1	M25
CAL-Q190	f=19mm F/1.2	19.4	—	M25
CAL-V190	f=19mm F/1.0	19.6	32.3	M25
CAL-V250	f=25mm F/1.2	14.8	24.2	M25
CAL-V350	f=35mm F/1.1	10.5	17.0	M25
CAL-V500	f=50mm F/1.0	7.47	12.3	M34
CAL-V600	f=60mm F/1.25	6.2	10.3	M34
CAL-V750	f=75mm F/1.1	5.0	8.2	M34
CAL-V1000	f=100mm F/1.5	3.7	6.2	M34

画角について



$$\text{画像幅} = \text{画像物体までの距離} / \text{焦点距離} \times \text{センサーサイズ}$$

$$\text{画角} = \tan^{-1} \left(\left(\text{センサーサイズ} / 2 \right) / \text{焦点距離} \right) \times 2$$

$$\text{F値} = \text{焦点距離} / \text{レンズ前玉径}$$

VIMシリーズ インタフェース

カメラリンク出カタイプ：画像処理・インライン高速検査に！



- 出力：Base Configuration 1Tap
- CC1経由での外部トリガ撮影動作をサポート
- カメラリンク経由のシリアル通信でコマンド制御可
- フルフレーム高速画像取込が可能
- Dalsa/Matrox/Linuxなど各メーカーのグラバーに対応。
- インライン検査など高速画像処理に最適！

イーサネット出カタイプ：温度監視・遠隔監視システムに！



- 出力：100BaseTX UDP通信（独自フォーマット）
- 最高フレームレート15fps（VIM-384G2の場合）
- Telnet(TCP,UDP)によるコマンド制御可能
- アラーム監視機能内蔵・異常発生時に接点出力とメール送信が可能
- 受信用サンプルプログラムソース添付
- 設備温度監視や遠隔監視カメラシステムに最適！

USB出カタイプ：Webカメラのようなサーモカメラ！



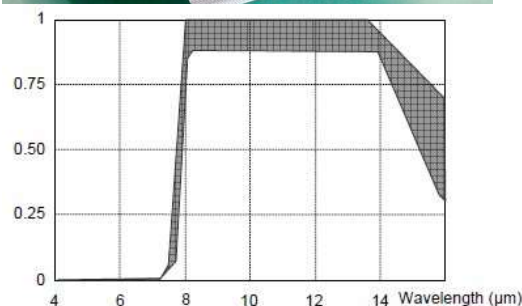
- 出力：USB3.0
- UVC2.0（USB Video Class）対応（Amcapで動作確認済）
- Windowsだけでなく、LinuxやAndroid環境でも動作可能！
- 最高フレームレート30fps
- カメラ制御：UVCまたは独自コマンド制御
- 設備温度監視や遠隔監視カメラシステムに最適！

NTSC出カタイプ：夜間監視・モニタリング用途に！



- 出力：NTSCインタレース出力（720×480ドットバイドット表示）
- フレームレート30fps
- カラーバーや指定点温度を画面内に表示可能
- 指定点温度情報をシリアル通信で取り込み可能
- RS-232C/422シリアル通信でコマンド制御可
- 夜間監視カメラなどモニタリング用途に最適！

XGA遠赤外線カメラ VIM-PICO1024

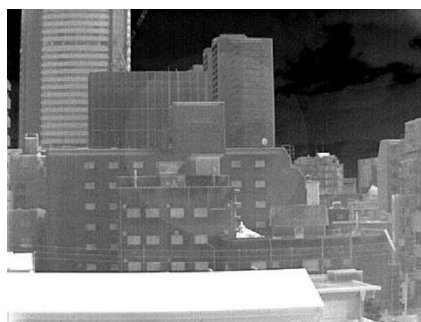


感度波長帯域

カメラ仕様

項目	仕様
感度波長帯域	8~14 μm (ワーストデータ 下図参照)
画像出カインタフェース	CameraLink、HD-SDI出力、USB3 Vision、Gig-E Vision
制御用インタフェース	RS-232C
フレームレート	30FPS, 60FPS (最大120FPS) (60,120は、現在開発中)
電源	DC 12V ±1V
使用环境温度/保存温度	-10~+50°C (結露なきこと) / -25~60°C (結露なきこと)
外部トリガ撮影	外部トリガ入力搭載 (フレーム同期トリガ撮影)
温度制御機能	なし (TECレス) オプションで外部TEC搭載可能
補正方式	シャッターレス補正 (内部・外部シャッタ補正対応)
ダイナミックレンジ	切り出しビット数およびオフセットを任意に設定可能、オートオフセット機能
レンズマウント	各種レンズメーカーに対応可能
カメラ本体寸法	W80mm×H80mm×D60mm (本体のみ)

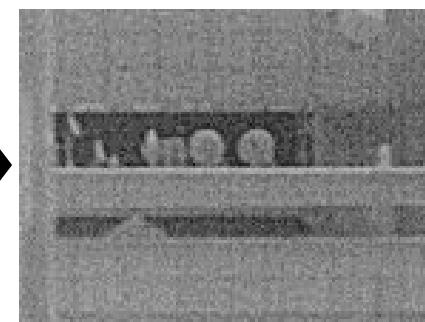
本体外観写真
(OPH-40300Z
取り付け時)



ズーム広角時



ズーム望遠時 光学7.5倍！



光学×デジタルで60倍！

赤外線カメラ

遠赤外線マクロスコープ

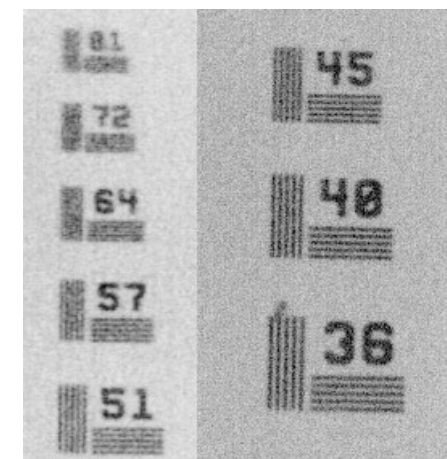
遠赤外線顕微鏡レンズと弊社カメラを組合わせた、高倍率の遠赤外線カメラです。最高倍率10倍・光学分解能1.7um/ピクセルの熱画像が取得できます。加冷却熱源との組合せで、半導体部品の非破壊検査などに最適です。顕微鏡レンズのラインナップも充実しておりますので、ご希望の対物距離（WD）や倍率に合わせて、レンズとカメラの組合せを提案いたします。



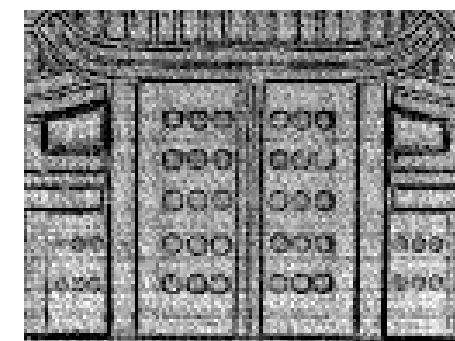
カメラ外観

レンズ仕様

顕微鏡レンズ 型式	仕様	外観
WOE-1RO	倍率：1× WD：- mm 分解能：17um/pix	
WOE-3RO	倍率：3× WD：11mm 分解能：5.67um/pix ※1	
WOE-5RO	倍率：5× WD：11mm 分解能：3.4um/pix	



解像度チャート画像※1)
(×3レンズ使用時)

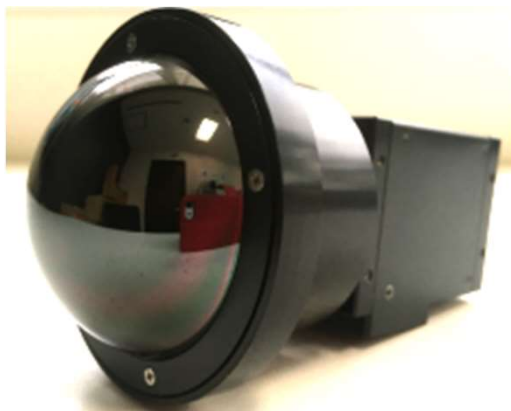


10円硬貨表面拡大

波長限界のため実際の分解能は、8umが限界になる。

魚眼レンズ搭載カメラ

国内唯一対応可能！魚眼遠赤外線カメラ



カメラ別魚眼レンズ装着時水平視野角

180度レンズ

カメラ種類	水平視野角
VIM-384G2	143度
VIM-640G2	180度
ULVIPS-PICO1024	180度

160度レンズ

カメラ種類	水平視野角
VIM-384G2	89.2度
VIM-640G2	148.9度
ULVIPS-PICO1024	180度

<特徴>

- VIMG2シリーズに対応
- シャッターレス補正
- 180度レンズ/160度レンズ



屋内オフィス



屋外ビル群

アプリケーションソフトウェア

カメラ評価ソフトウェア

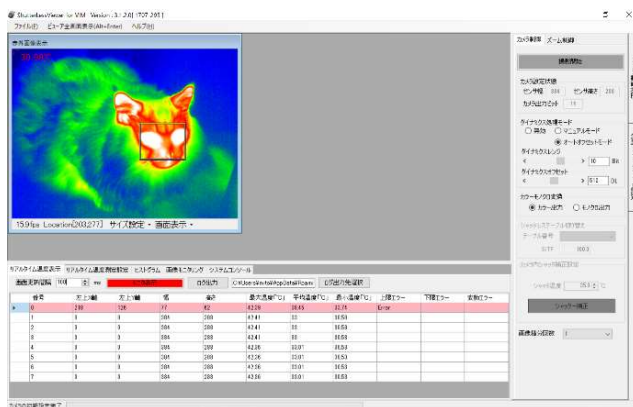


- ・お客様ご自身でセンサパラメータの変更や簡易補正テーブルの作成が可能
- ・欠陥検出に必要な温度レンジの探索や、監視カメラの視野や感度の評価が可能
- ・レンズを交換して補正テーブルが作成可能。自由にレンズ交換やレンズ評価できる。

<主な機能>

- ・センサパラメータの設定（ゲイ/オフセット電圧、TINT、C容量）
- ・2点間温度補正テーブル作成・ダイナモクスモード設定（ダイミクス/オフセット設定/オートオフセット）
- ・各種統計処理（最大/最小/平均/標準偏差）
- ・センサドット不良補正処理（不良画素自動検出）
- ・撮影画像サンプリング保存機能（保存間隔/時間指定、RAW/BMP/CSV形式対応）
- ・動画保存機能（AVI形式）・カメラ内部温度表示
- ・パーシャルスキャン設定（オフショット）・FPA温度制御設定（一部機種のみ）
- ・画像インターフェース：USB接続

シャッタレスビューワ



- ・VIM-G2シリーズご購入の際に無償で提供
- ・サーモグラフィカメラとして画像や温度の表示・データの保存機能搭載
- ・指定領域内温度判定機能実装。簡易な温度検査システムの構築が可能
- ・メール送信機能やシーケンサ通信の設定が可能

<主な機能>

- ・ダイナモクスモード設定（ダイミクス/オフセット設定/オートオフセット）
- ・カラーバー表示（カラーテーブル切替、上下限温度設定）
- ・デジタルズーム機能（×1、×2、×4、×8）
- ・温度モニタリング機能（最大/最小/平均を8領域集計）
- ・温度判定機能（アラーム出力）
- ・撮影画像サンプリング保存機能（保存間隔/時間指定、RAW/BMP/CSV形式対応）
- ・動画保存機能（AVI形式）
- ・モニタリングデータログ出力（CSV形式）
- ・画像インターフェース：USB接続、Ethernet接続、CameraLink接続(DALSAグラバまたはPleora)
- ・アラームメール送信機能

開発受託

回路から基板・筐体・ファームウェア・アプリケーション開発に至るまで多様なフェーズで対応可能

！技術支援！！

！OEM生産対応！

！シャッタレスカメラ量産用キャリブレーションツールの販売！

	工程	VSCの製品を購入する場合	OEM品としてVSCが開発・製造する場合	VSCが開発し、お客様で製造する場合	弊社技術を使用してお客様が開発・製造する場合
作業負担	仕様設計	VSC	お客様・VSC	お客様・VSC	お客様
	設計・開発	VSC	VSC	VSC	お客様
	試験	VSC	VSC	VSC	お客様
	製造・テスト	VSC	VSC	お客様	お客様
お客様ご負担	開発費	不要	要	要	不要
	製品費	要	要	不要	不要
	開発サポート費	不要	不要	不要	要
	ライセンス費	不要	不要	要	要
	量産サポート費	不要	不要	要	要

会社概要

- ❖ 会社名：株式会社ビジョンセンシング
- ❖ 設立：2008年12月16日
- ❖ 大阪本社：大阪市北区与力町1-5
与力町パークビル5F
- ❖ 東京事務所：東京都品川区西五反田7-13-5
DK五反田ビル4F
- ❖ 代表取締役：水戸 康生
- ❖ 資本金：3,300万円
- ❖ 従業員：12名



大阪本社



東京事務所



事業内容

1) 遠赤外線カメラ事業

① ULVIPS・VIMシリーズ 開発/製造/販売

＜光学・基板・FPGA/ファームウェア・アプリケーション開発＞

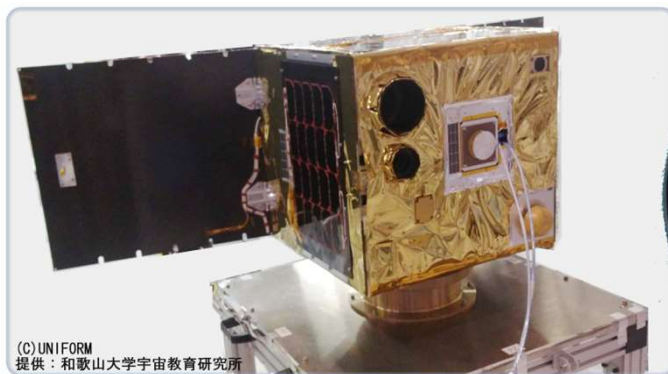
② カスタム遠赤外線カメラ開発

＜宇宙向け・ヘリコプター/船舶搭載用＞

③ 量産支援ビジネス

＜量産設計支援・キャリブレーション装置販売＞

2) 画像処理システム開発（遠赤外・可視画像問わず）



赤外線カメラ

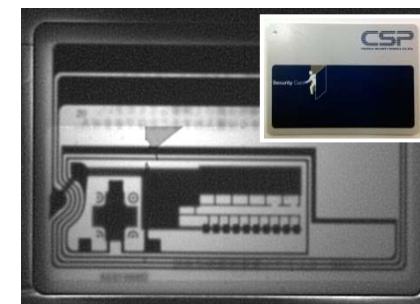
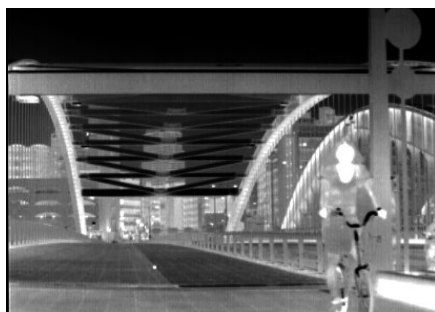
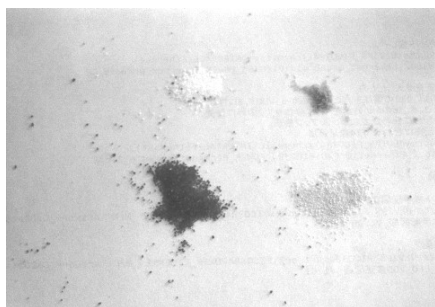


Vision Sensing

Thank You !

www.vision-sensing.jp

画像センシング展 ブースNo.D-13



Vision Sensing Co.,Ltd.