

画像センシング展2011 イメージングセミナー

非冷却赤外線カメラとアプリケーション

於：パシフィコ横浜
2011.6.9 12:30-13:20

クロニクス株式会社
代表取締役社長 黒江 春海

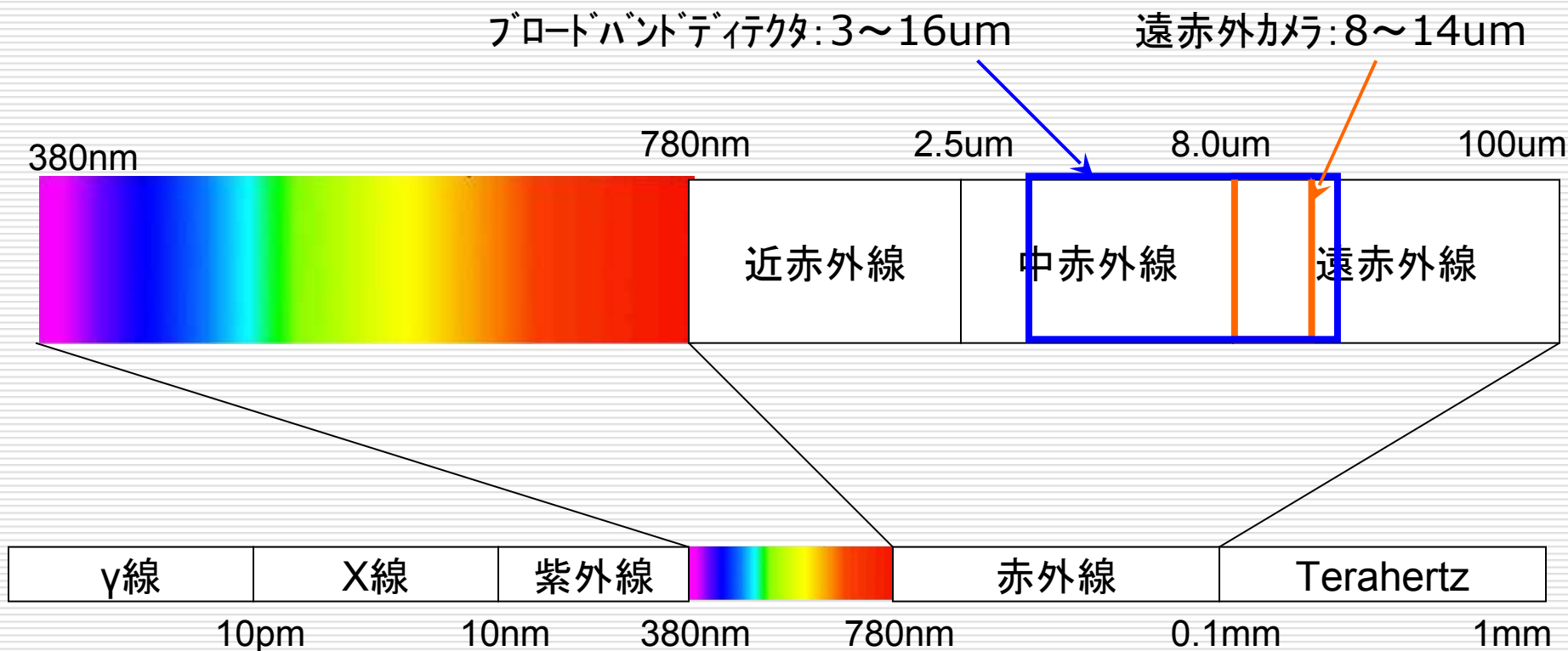
株式会社ビジョンセンシング
徳武 委久代

Contents

-  1 ULIS社ディテクタ技術概要.....●
-  2 非冷却赤外線カメラ「ULVIPS」の概要.....●
-  3 遠赤外線カメラのアプリケーション.....●
-  4 会社概要.....●

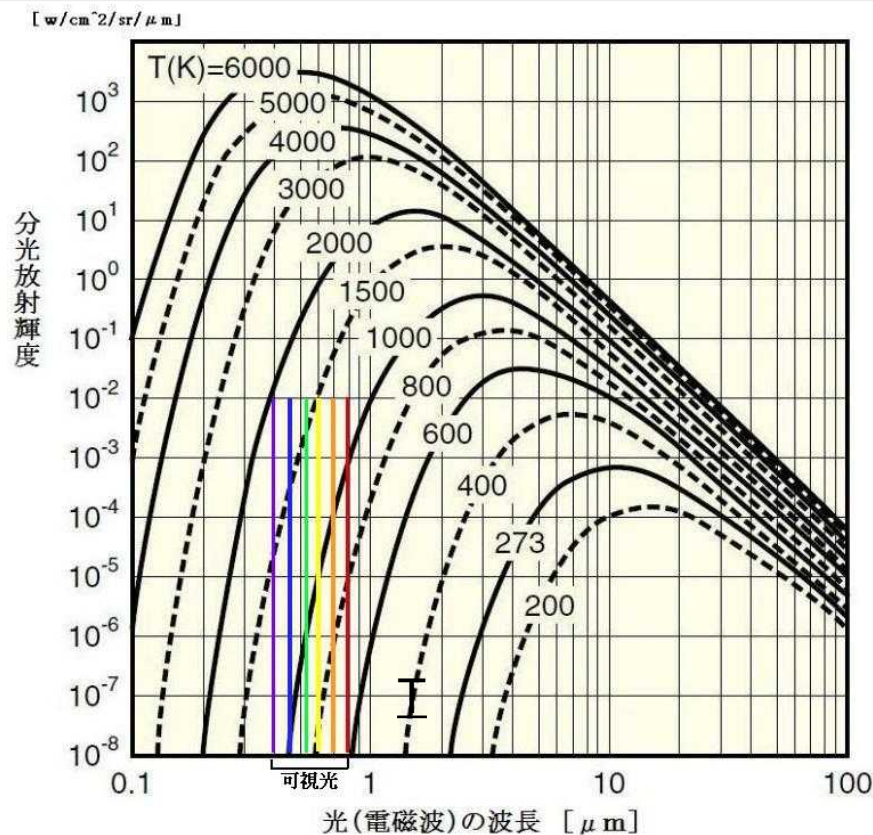
1. 1 赤外線とは

□ 目に見えないがすべての物体から放射されている



1. 2 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ニーボルツマンの式



あらゆる物質は、それが持つ温度に相当する電磁波を放射している

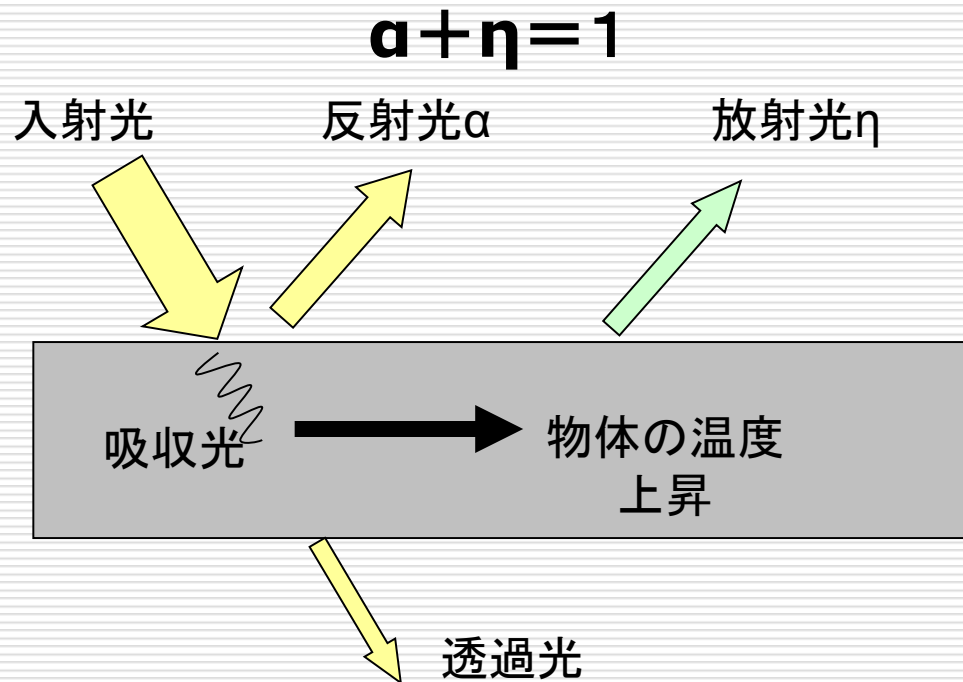
$$P = 5.68 \times 10^{-12} \times T^4$$

・・・ステファニーボルツマンの式

完全黒体が放射する電磁波スペクトル

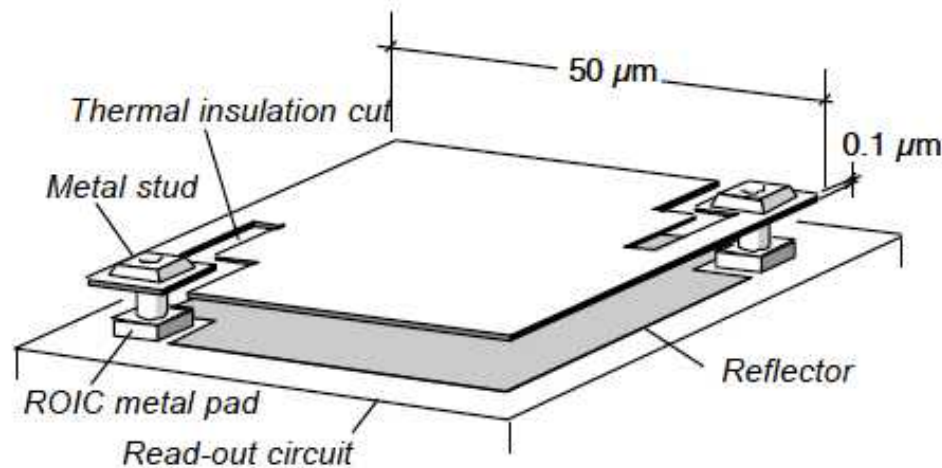
1. 3 物体表面の放射率と反射率

反射率 α と放射率 η は相反関係にある
→ 反射率高いと温度が正確に測れない

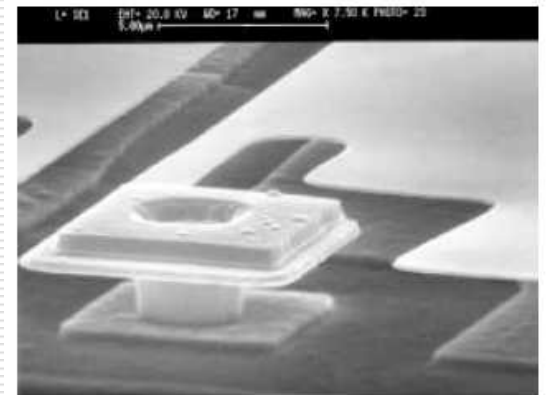
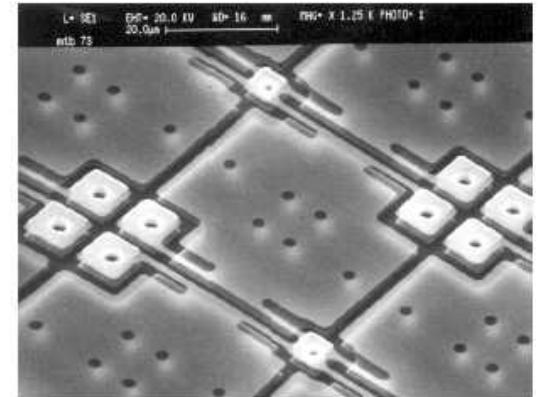


1. 4 マイクロボロメータの構造

□ 受光面にアモルファスシリコンを使用



マイクロボロメータ・ピクセルの構造

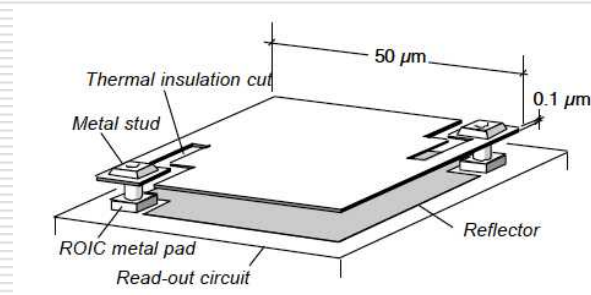


赤外吸収→温度上昇→抵抗値減少→電流増加

1. 5 ボロメータの感度決定要素

- 酸化バナジウムに比べて、抵抗値の再現性が良好

$$R_V = \frac{\alpha \eta V_B}{G}$$



α : 抵抗温度係数 (%/K)

η : 赤外線吸収率

V_B : バイアス電圧 (V)

G : 熱コンダクタンス (受光面と基材の熱絶縁性)

・・・受光面材料に起因

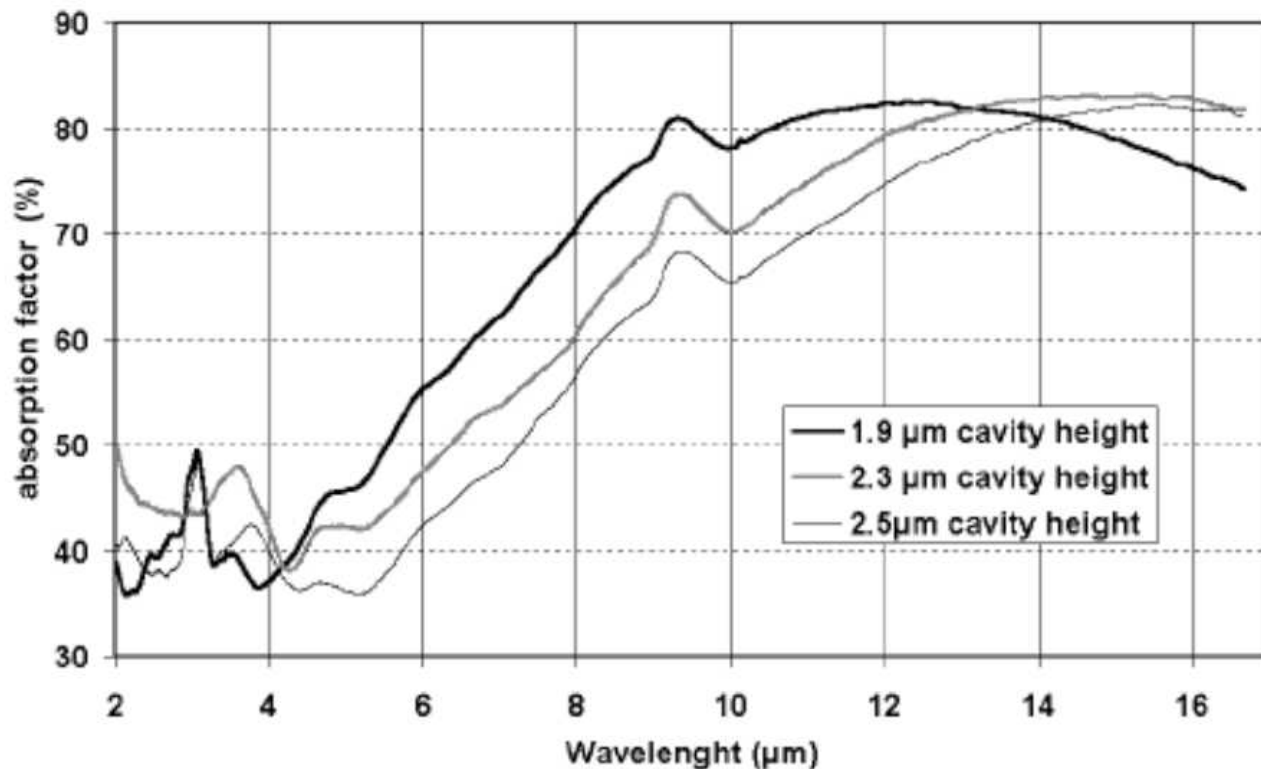
・・・MEMS構造に起因

・・・制御可能 (GFID電圧)

・・・MEMS構造に起因

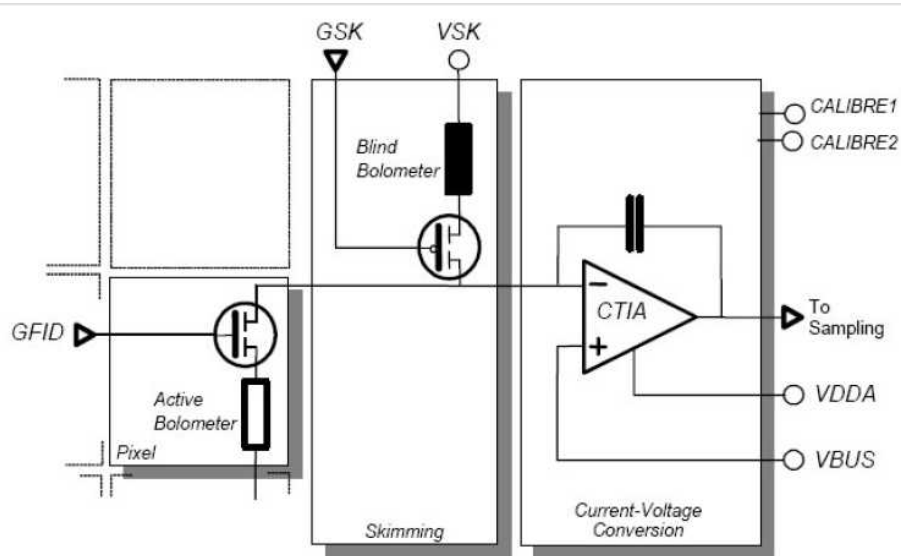
1. 6 ボロメータの感度決定要素

□ キャビティギャップにより吸収率が変化する



1.9μmで吸収率が最大＝NETDも改善される

1. 7 ディテクタの制御パラメータ



GFID電圧

・・・ゲイン調整

VSK電圧

・・・オフセット調整

TINT

・・・露光時間

C容量

・・・CTIA増幅率

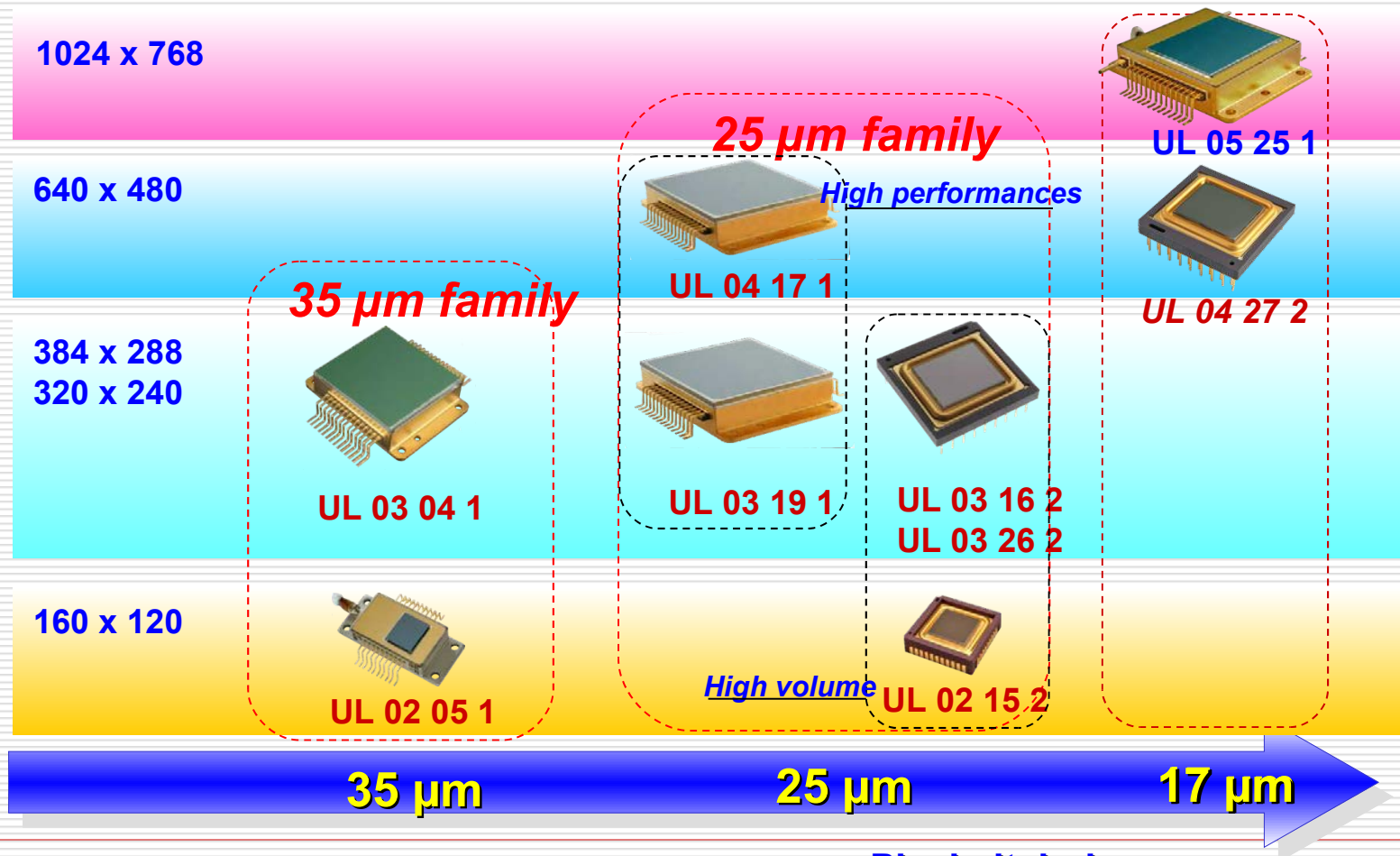
[CTIA:Capacitance trans-impedance amplifier]

(全素子一括設定)

これらを外部より制御して、最適な画像を出力する

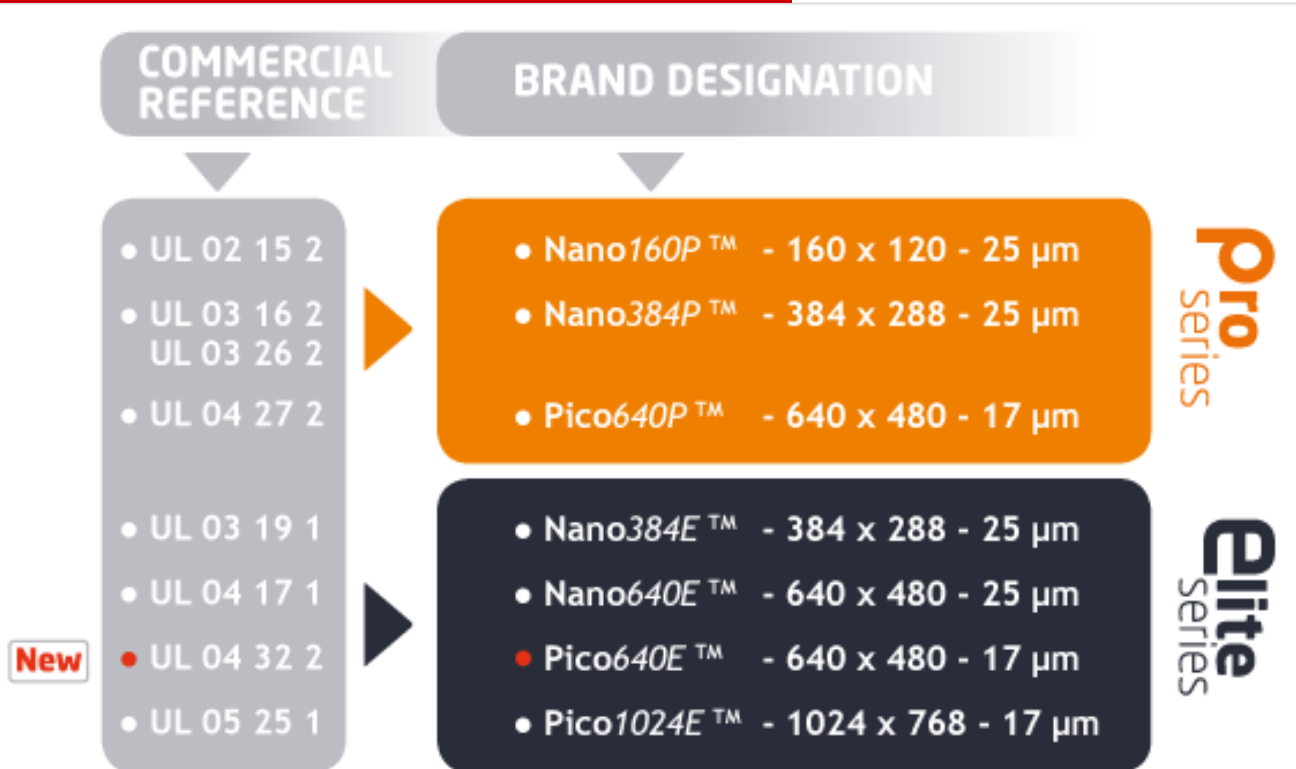
1. 8 ULIS社ディディテクタロードマップ

□ 画素ピッチの小型化と高画素化・高感度化へシフト



1. 9 新しいディテクタのラインナップ

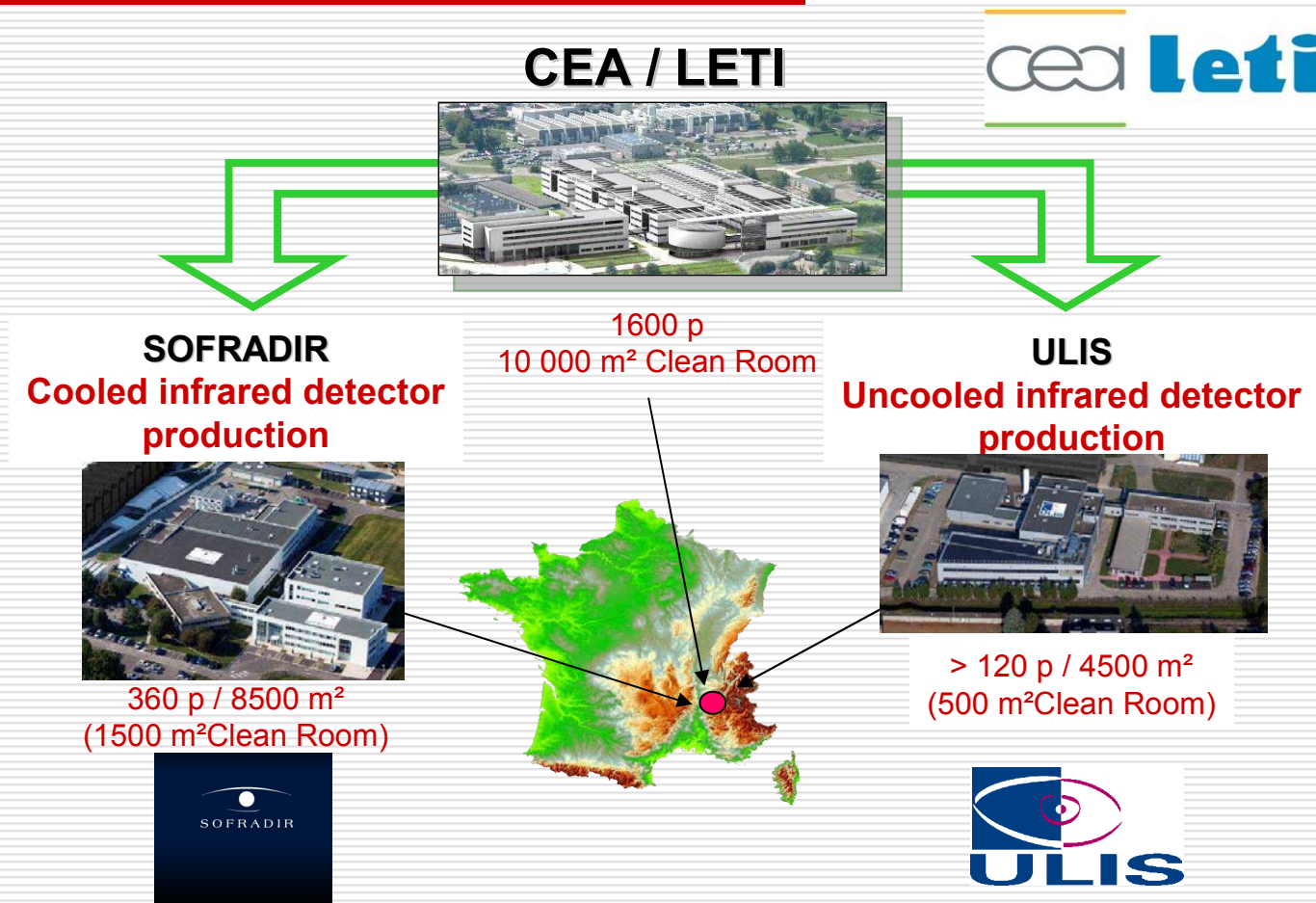
□ 高性能版「Elite」と普及版「Pro」シリーズに分類



UL04322・・・UL04272の高感度版

1. 10 仏ULIS社の概要

□ フランス原子力庁/電子・情報技術研究所が基礎開発



Contents

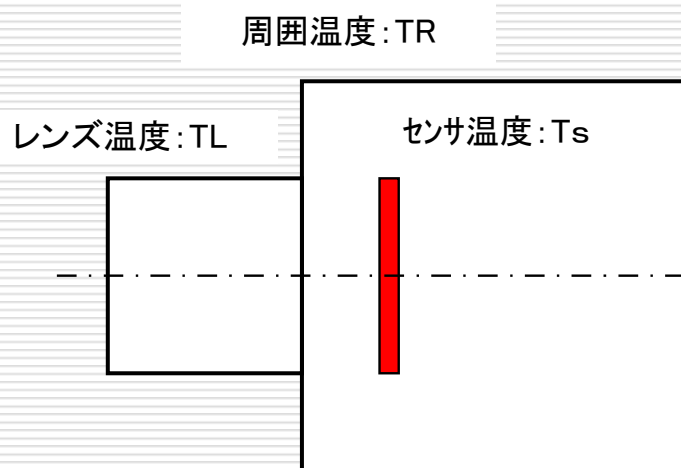
- 1 ULIS社ディテクタ技術概要
- 2 非冷却赤外線カメラ「ULVIPs」の概要
- 3 遠赤外線カメラのアプリケーション
- 4 会社概要

2. 1 遠赤外線カメラにおける補正

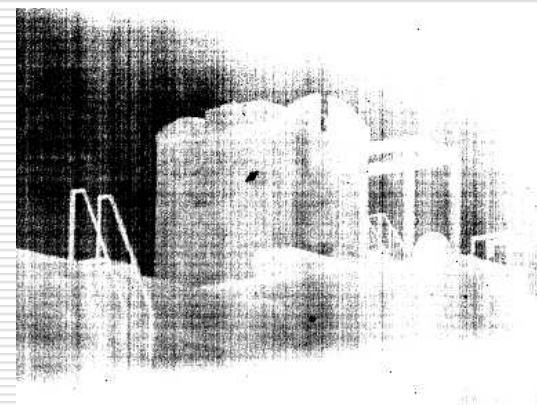
□ ディテクタからの出力に含まれるノイズ要因



入力画像



遠赤外線カメラ

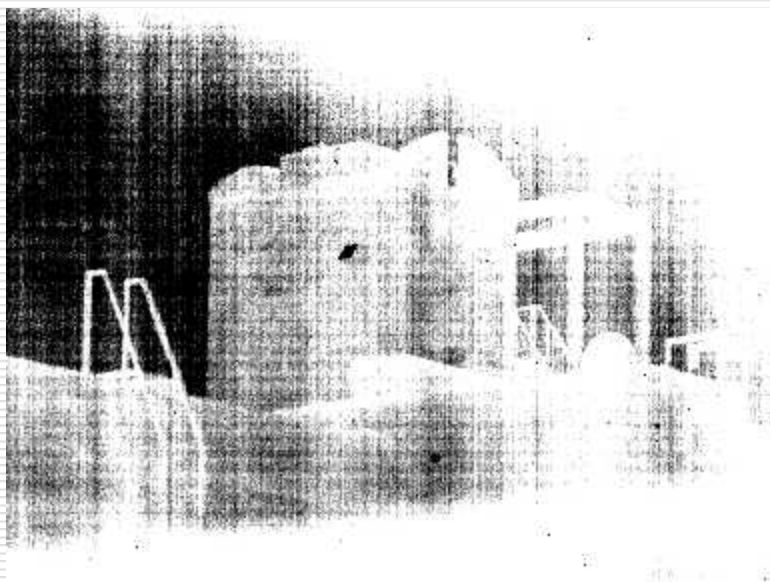


ディテクタ出力画像

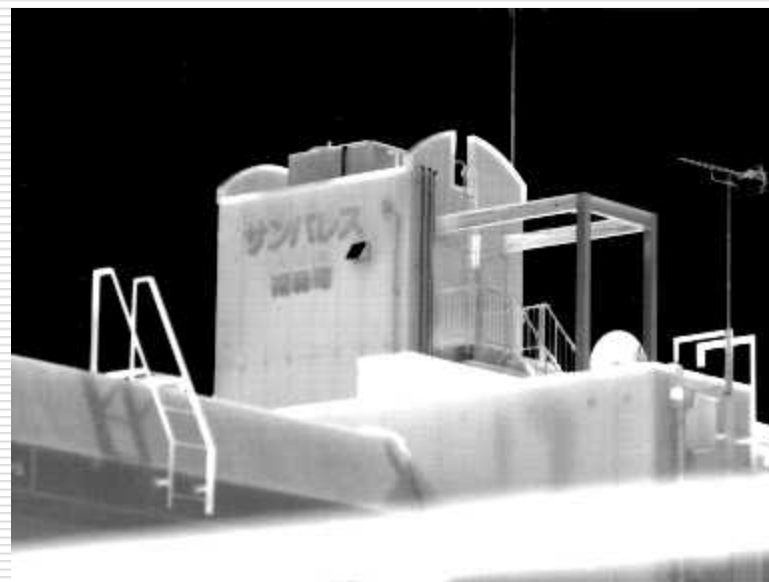
- ①画素ごとの感度ばらつき・・・構造要因(MEMS)による
- ②周囲温度変化の影響・・・レンズ温度・センサ温度の変化

2. 1 遠赤外線カメラにおける補正

□ ディテクタの画素ごとの感度ばらつき補正



ディテクタからの生画像

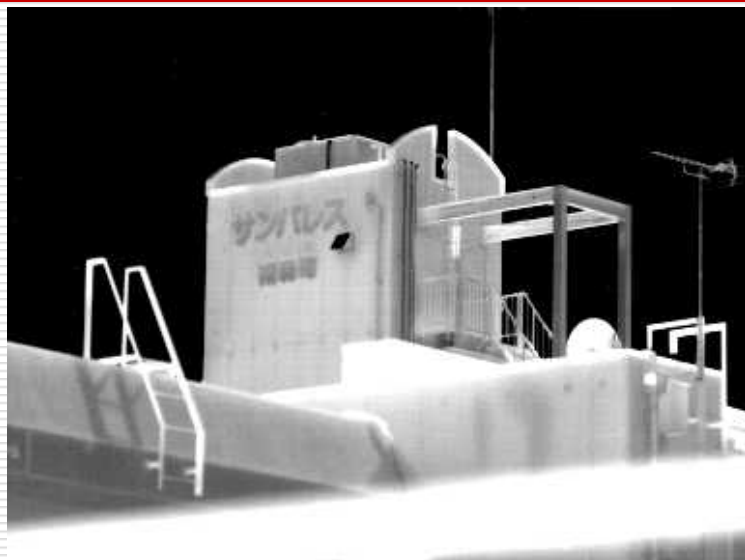


画素ばらつき補正後画像

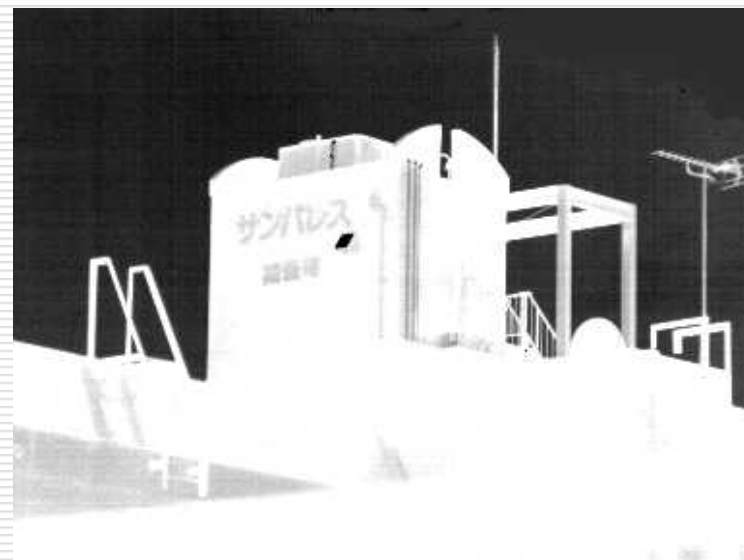
均一な温度面(シャッタ)を見せて画素ばらつき補正テーブルを作成

2. 1 遠赤外線カメラにおける補正

□ 周囲温度変化の補正



シャッター補正後の画像



环境温度変化後(上昇)

周囲温度変化により、以前の補正テーブルが使えなくなる



変化後の周囲温度下で、再度シャッターにより補正テーブルを作成

2. 1 赤外線カメラにおける補正

□ カメラに必要な機能

1. 画素ごとの感度ばらつきの補正

- 画素補正テーブル作成にシャッタ動作が必要

2. 周囲温度変化の補正

- 温度変化時にシャッタ動作が必要
- カメラ冷却機能(TEC)が必要 (TEC=Thermo Electric Cooler)

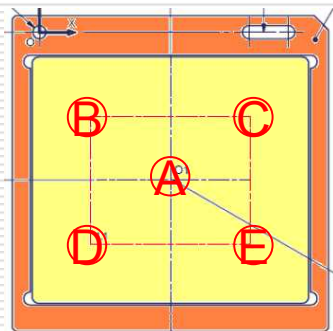


TEC-Lessーシャッタレス

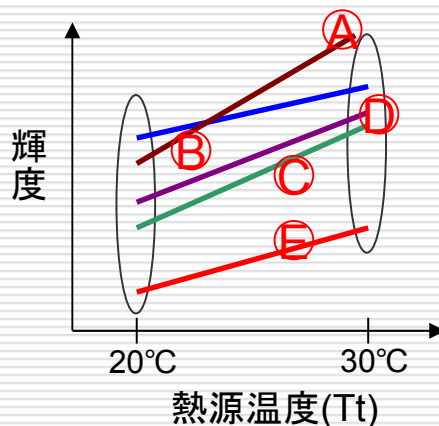
環境温度や素子の温度に合わせて、補正テーブルを逐次自動で更新する

2. 1 赤外線カメラにおける補正

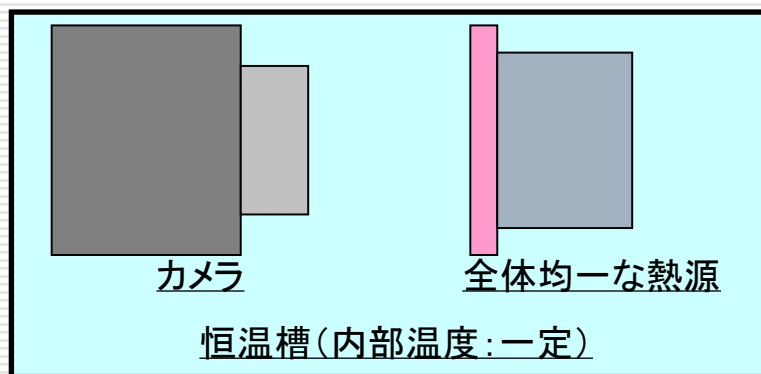
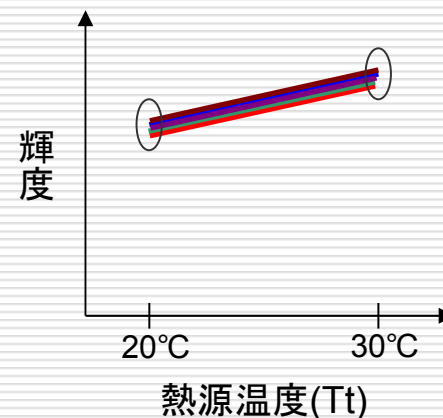
□ 2点間温度補正(周囲温度は一定)



センサーFPAと測定位置



バラツキを
小さく



実験環境

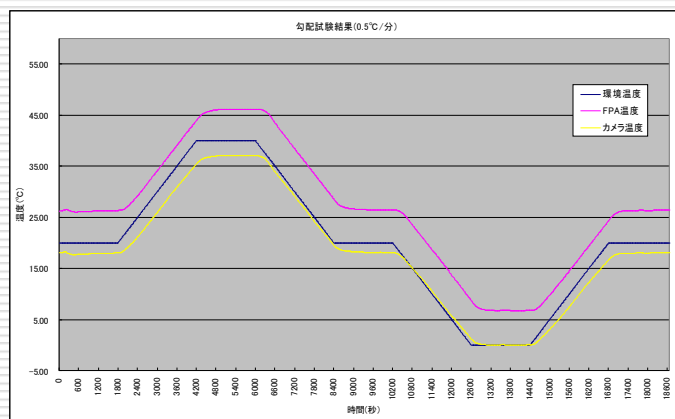
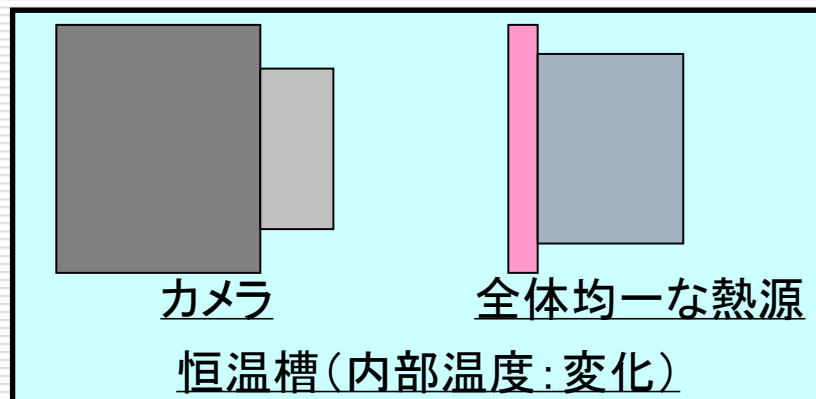
Step1: 低温と高温の均一熱源をカメラで撮影し画像を取得する

Step2: 各画素が同じ傾きになるように画素の補正テーブルを作成する

Step3: 画像取得時に補正テーブルにて各画素を補正し出力する

2. 1 赤外線カメラにおける補正

□ シャッタレス補正（周囲温度は変化）



Step1: ある環境温度で均一熱源温度を変えながら画像を取得する。

Step2: Step1の作業を、周囲温度を変えながら行う。

Step3: 取得した画像から、シャッタレス補正テーブルを作成し、カメラに書込む。

2. 2 シャッタレスカメラ性能

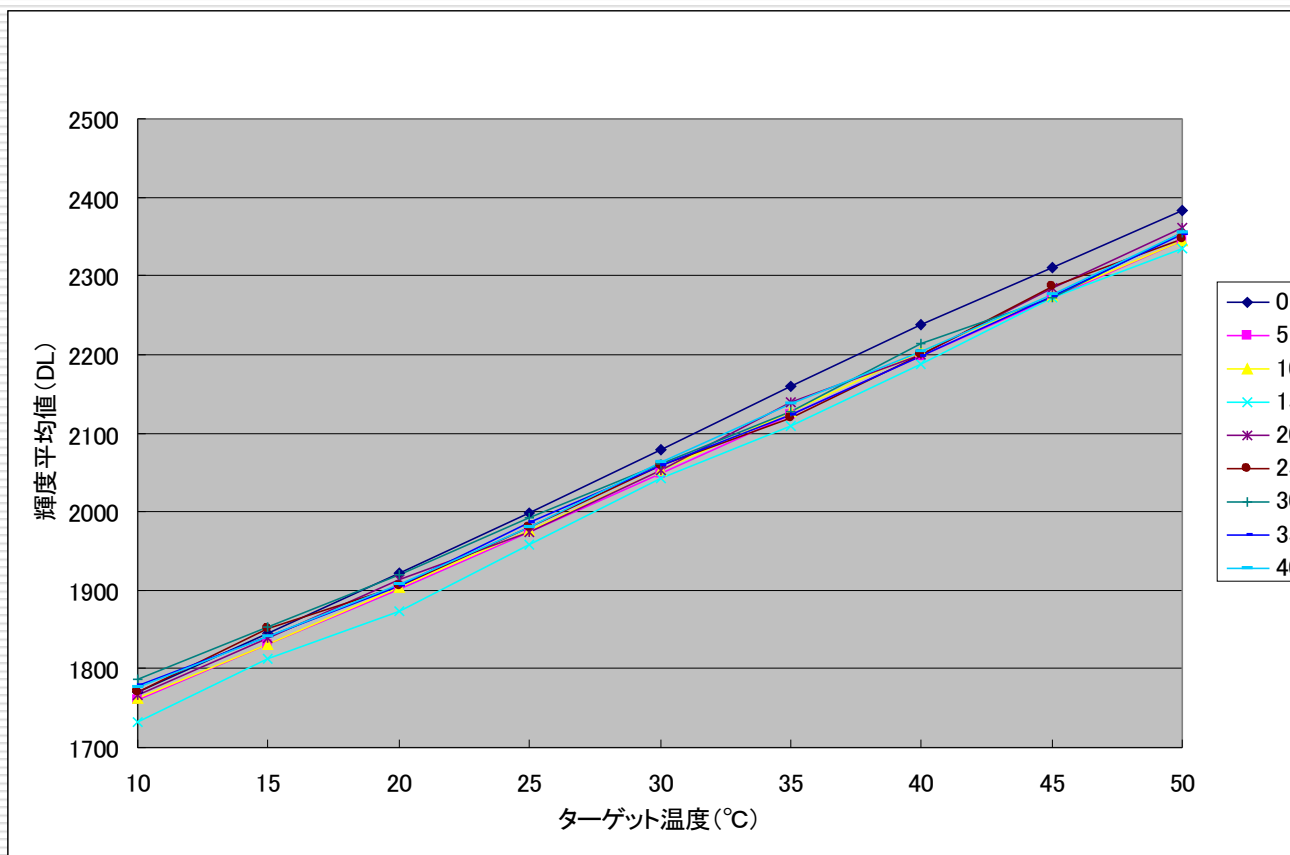
□ TECLレス(内部温調未使用)動作時

- 動作環境温度範囲: $-10 \sim +50^{\circ}\text{C}$
- 絶対温度精度(輝度値再現性): $\pm 2.5^{\circ}\text{C}$
(オートダイナミクスレンジ補正で追従)
- **NETD: 150mK (JANOS TYTO 25mmレンズ使用時)**
- 用途: セキュリティ・監視、軍事用途



2. 2 シャッタレスカメラ性能

□ TECレス動作時の直線性試験結果(室温をパラメータとしたとき)



室温変動時の輝度変動範囲最大: 約100DL = 5°C

2. 2 シャッタレスカメラ性能

- TECレスーシャッタレスカメラ撮影ビデオ（日中交差点）
-

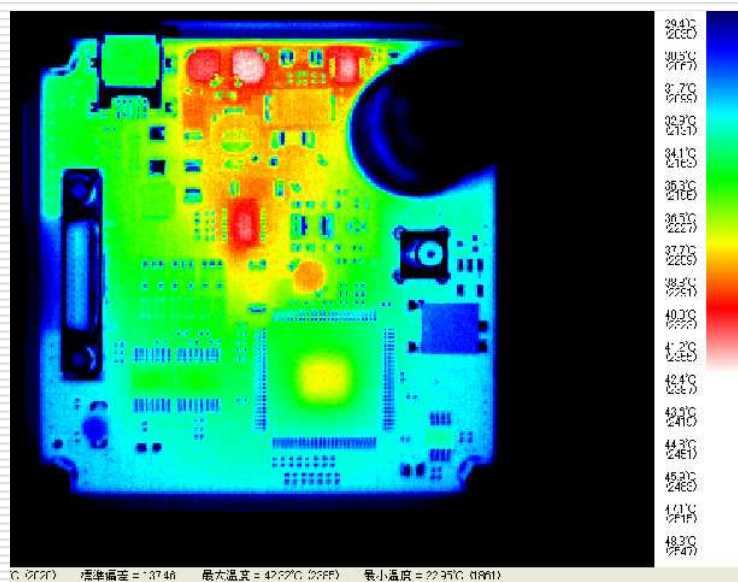


使用カメラ: ULVIPS-03162S レンズ: $f=35\text{mm}$ F/1

2. 2 シャッタレスカメラ性能

□ TEC(内部温度調使用)動作時

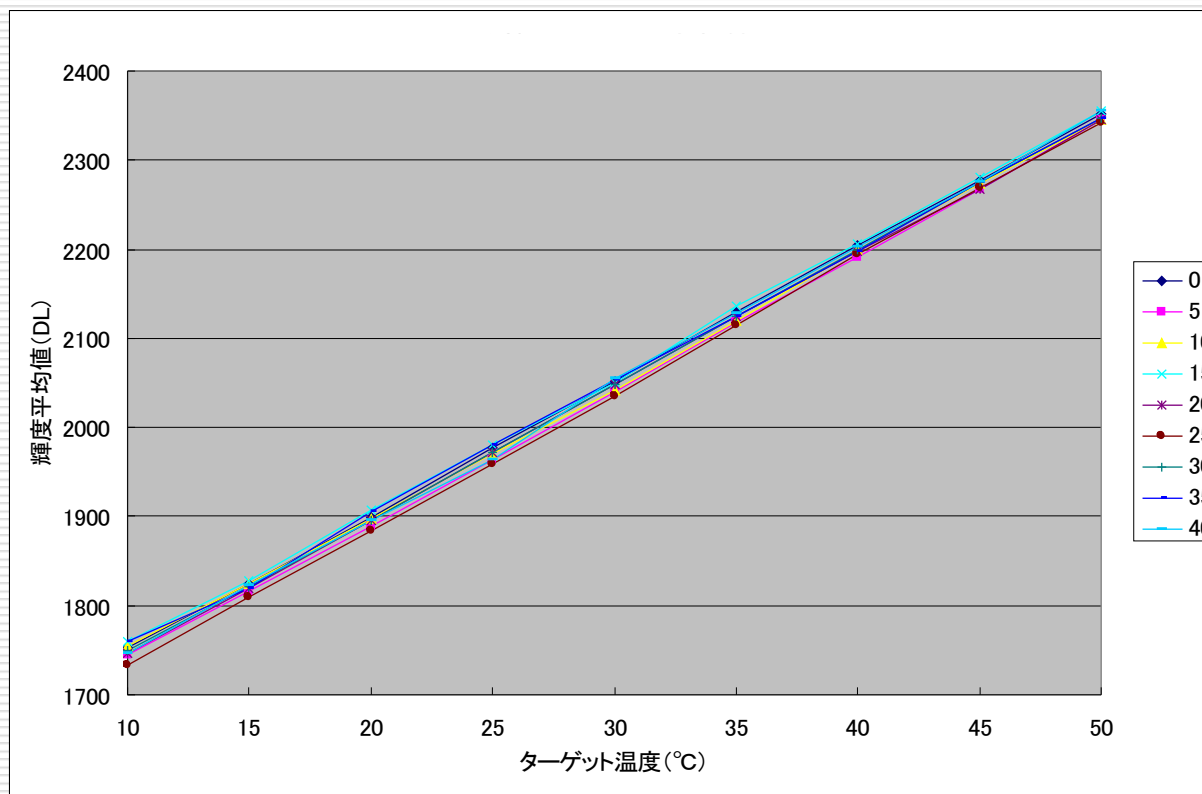
- 動作環境温度範囲: $-10 \sim +50^{\circ}\text{C}$
- 絶対温度精度(温度再現性): $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$
- NETD: 150mK(JANOS TYTO 25mmレンズ使用時)
- 用途: サーマグラフィ



0.05°C 標準偏差 = 0.3748 最大温度 = 42.22°C (95°F) 最小温度 = 22.35°C (89°F)

2. 2 シャッタレスカメラ性能

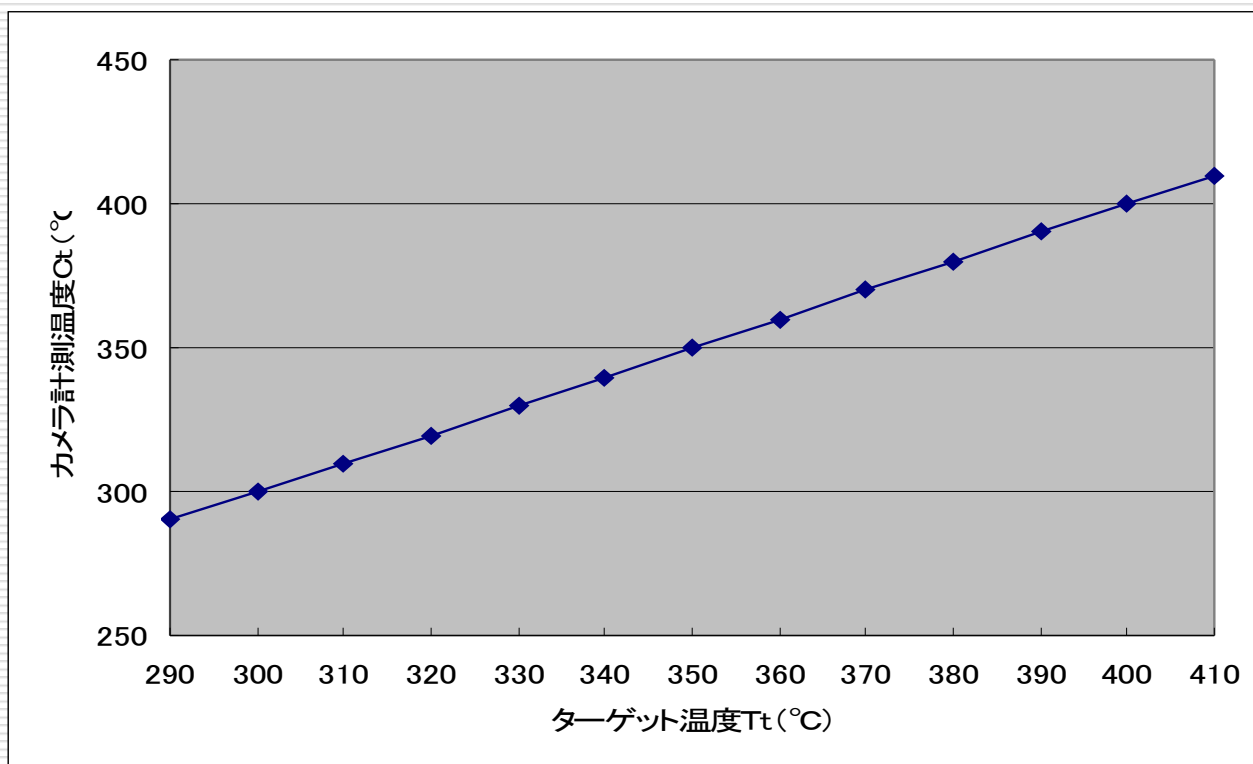
□ TEC動作時の直線性試験結果(室温をパラメータとしたとき)



室温変動時の輝度変動範囲最大: 約60DL = 3°C

2. 2 シャッタレスカメラ性能

□ 黒体炉計測結果(ターゲット温度: 300~400°C)



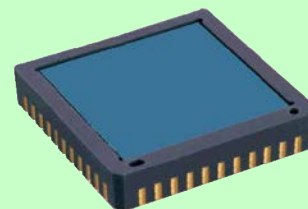
絶対温度測定精度: $\pm 3^{\circ}\text{C}$

2.3 カメララインナップ



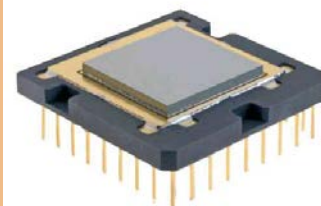
遠赤外線カメラのエントリーモデル **ULVIPS-02152S**

- ・画素数：160×120ピクセル
- ・素子感度：3mV/K
- ・素子NETD：120mK以下
- ・AD分解能：12bit
- ・素子ピッチ：25μm



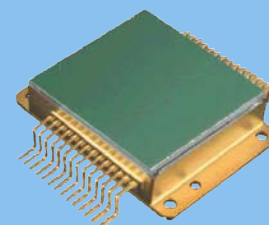
監視から検査まで幅広い用途に適用可能 **ULVIPS-03162S**

- ・画素数：384×288ピクセル
- ・素子感度：4mV/K
- ・素子NETD：120mK以下
- ・AD分解能：12bit
- ・素子ピッチ：25μm



高感度かつ高分解能で微小温度差検出に威力 **ULVIPS-04171S**

- ・画素数：640×480ピクセル
- ・素子感度：5mV/K
- ・素子NETD：120mK以下
- ・AD分解能：14bit
- ・素子ピッチ：25μm



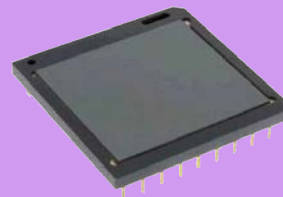
2. 3 カメララインナップ



素子ピッチを小さくしながら高感度を実現した最新モデル

ULVIP5-04272S

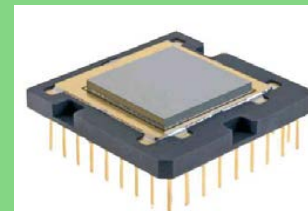
- ・画素数：640×480ピクセル
- ・素子感度：6mV/K
- ・素子NETD：100mK以下
- ・AD分解能：14bit
- ・素子ピッチ：17μm



QVGAサイズの超高感度モデル

ULVIP5-03262S

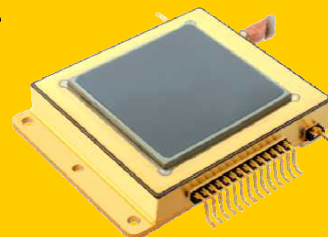
- ・画素数：384×288ピクセル
- ・素子感度：10mV/K以下
- ・素子NETD：65mK
- ・AD分解能：12bit
- ・素子ピッチ：25μm



監視用途に最適なXGAサイズの超高画素モデル

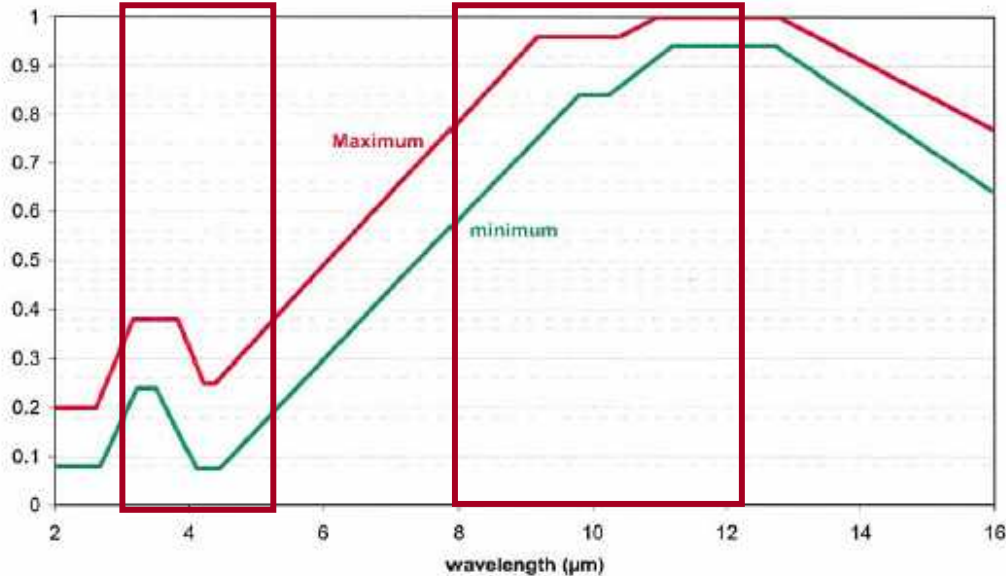
ULVIP5-05251S

- ・画素数：1024×768ピクセル
- ・素子感度：9mV/K以下
- ・素子NETD：60mK
- ・AD分解能：16bit
- ・素子ピッチ：17μm



2. 4 中赤外線カメラ:ULVIPs-03131S

□ ブロードバンドディテクタ「UL03 131」を使用



中赤外領域

遠赤外領域



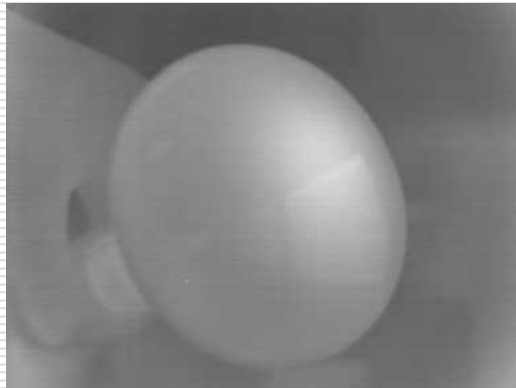
- 画素数：384×288ピクセル
- 素子感度：5mV/K
- 素子NETD：100mK以下
- AD分解能：16bit
- 素子ピッチ：35μm

レンズを交換することにより、感度波長特性を選択可能

2. 4 中赤外線カメラ:ULVIP5-03131S

□ 白熱電球画像

遠赤外線画像(8~12 μ m)



可視画像



中赤外線画像(3~5 μ m)



ガラス越しにフィラメントの熱画像を取得可能

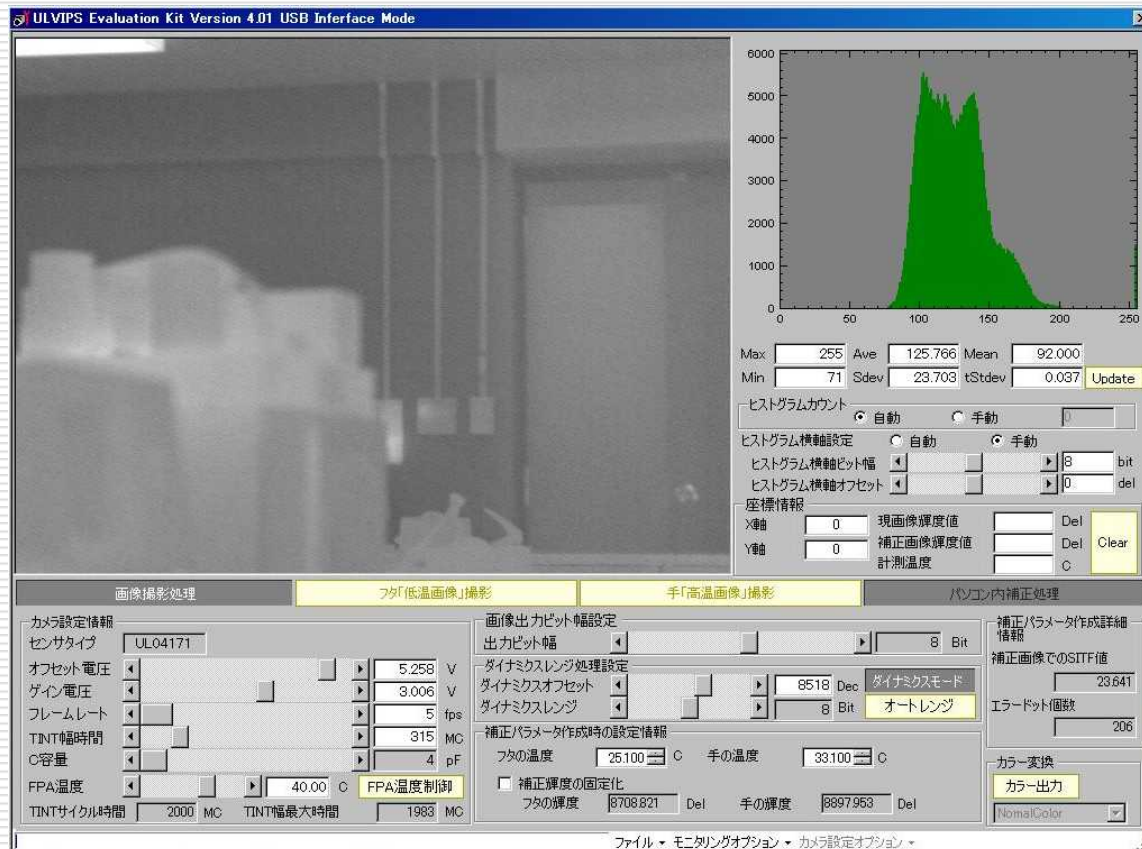
2. 5 ULVIPSシリーズの特徴

□ カメラ仕様

- 出力: **USB/CameraLink/NTSC**
- 温度補正方式
 - ①シャッタレス補正テーブル方式
 - ②2点間温度補正テーブル方式
- 画像補正処理:
 - 欠陥画素補正/オートオフセット調整
 - デジタルズーム(オプション)
- 外部非同期トリガ対応
- パーシャルスキャン機能

2. 6 カメラ評価キット

□ カメラ+レンズ+ソフトウェアをセットにしたエントリーキット



<主な機能>

- ・温度補正テーブル作成
- ・ダイナミックレンジ調整 (表示ビット選択)
- ・ディテクタパラメータ設定
- ・FPA/内部温度表示
- ・画像保存 (BMP/RAW/CSV)
- ・ヒストグラム表示
- ・任意座標輝度表示

2. 6 カメラ評価キット

□ 評価キットでのパラメータ最適化ループ

パラメータ設定

GFID=3.525V

VSK=5.335V

TINT=360MC

FPA=55°C

C容量=4pF

評価

画像を取得し
、評価を実施

補正テーブル作成

2点間温度補正実行



アプリケーションに最適な独自LWIRカメラの完成

Contents

- 1 ULIS社ディテクタ技術概要
- 2 非冷却赤外線カメラ「ULVIPs」の概要
- 3 赤外線カメラのアプリケーション
- 4 会社概要

3. 1 建築物欠陥検査

□ 高速道路舗装修理箇所検出



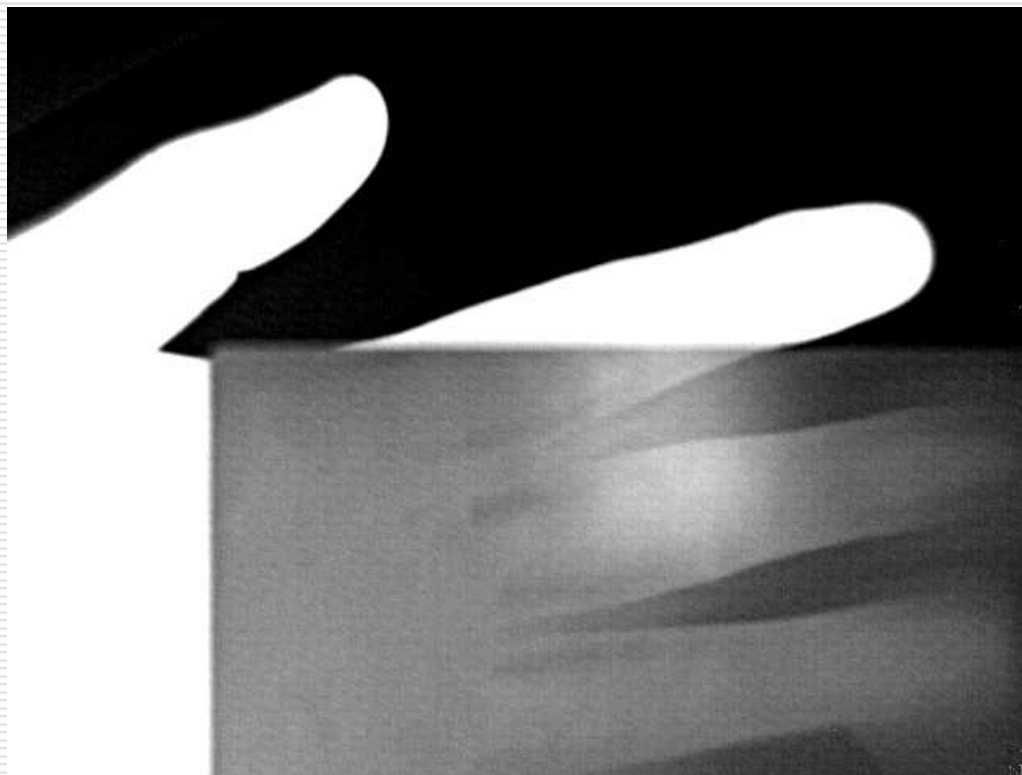
可視画像



遠赤外線画像

舗装の補修部分が鮮明に見える

3. 2 シリコンベアウェハー



遠赤外線を透過する・・・クラック検査に応用可能

3. 3 リチウムバッテリー用シート検査



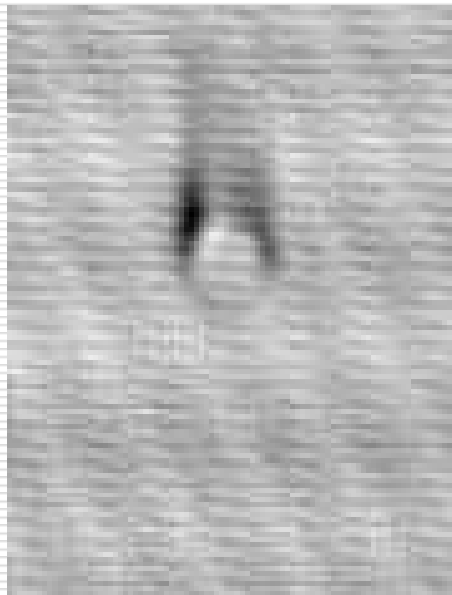
銅箔上に焼成された材料のはがれを検出

3. 4 高速移動体の温度差異検出

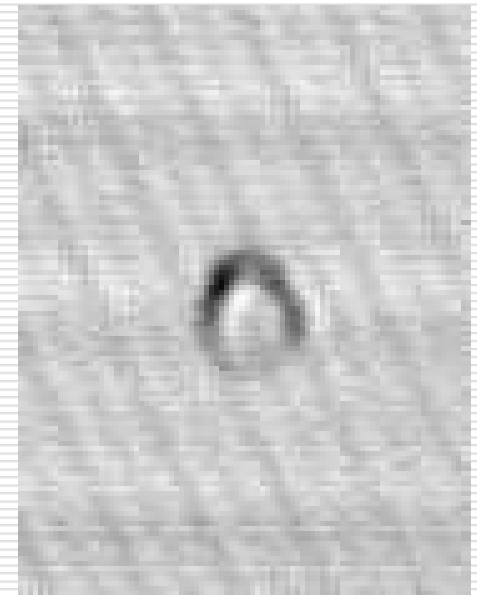
□ 300mm/sで移動する円形熱源を240fpsで撮影



静止画像



生画像



処理後画像

パーシャルスキャンと特殊画像処理により熱時定数の影響をキャンセル

3. 5 夜間遠距離の人物検出

□ ULVIPS-04272Sシャッターレスモード+f=100mmレンズ



距離: 300m



距離: 1000m

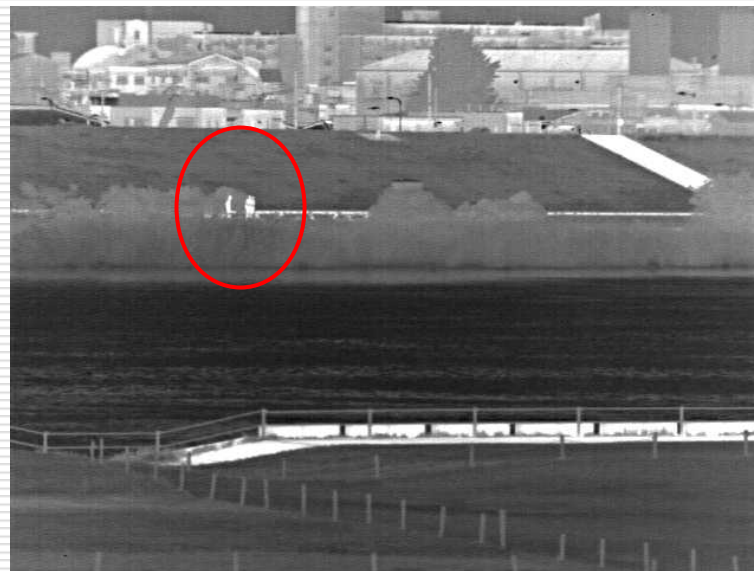
1000m先まで人物の識別が可能

3. 6 遠距離の人物検出

□ ULVIPS-04272Sシャッターレスモード+ $f=100\text{mm}$ レンズ



可視画像

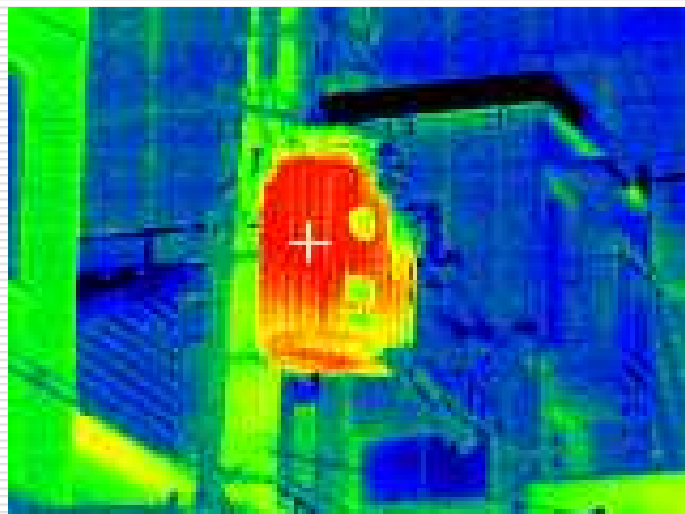


遠赤外画像

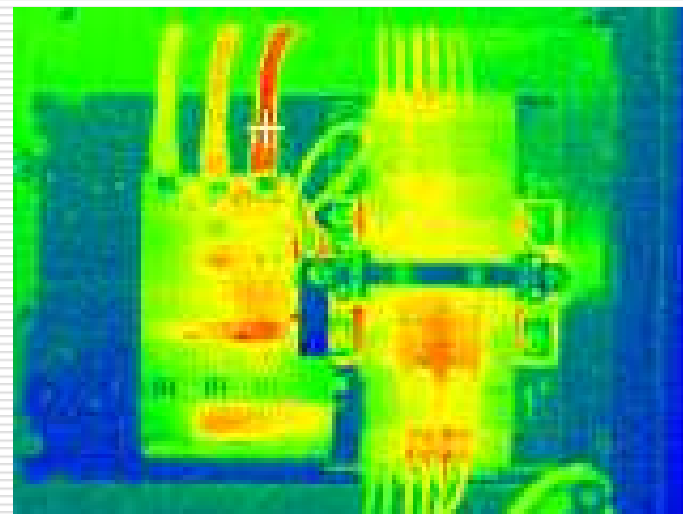
500m先のブッシュに隠れた人物の検出が可能

3. 7 二次元熱センサカメラ

□ ULVIPS-02152S TECシャッターレスカメラ



柱上トランス



ブレーカーボックス

電気設備・製造プロセスの温度監視に最適

3. 7 二次元熱センサカメラ

□ カメラ仕様

画素数	160×120ピクセル
視野角	水平39度×垂直29度
絶対温度精度	±2℃
寸法	60×60×47(本体のみ)
判定機能	温度上下限・トレンド監視
アラーム出力	デジタルI/O,イーサネット

シーケンサ等FA機器への接続可能

制御盤内監視に最適

Contents

- 1 ULIS社ディテクタ技術概要
- 2 非冷却赤外線カメラ「ULVIPS」の概要
- 3 赤外線カメラのアプリケーション
- 4 会社概要

4. 1 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
- 所在地:大阪市北区与力町1-5
- 代表取締役:水戸 康生
- 資本金:3,300万円
- 従業員:5名



4. 2 企業ドメイン

□ 「画像」「検査」「赤外線」をキーワードに事業展開



画像

画像を捕える…**Senser**

画像を加工するハードウェア…**Platform**

画像を加工する方法…**Algorithm**



検査

最先端のセンシング技術で得た画像を、高速画像処理ハードウェア上に、独自アルゴリズムを搭載して、検査システムとして提供



赤外線

赤外線技術を応用したシステムの開発

カメラ・光源・画像処理が一体となったシステムを提案

4. 3 事業内容

1) 遠赤外線カメラ事業

①カメラ開発/設計/製造/販売(小ロットまで)

＜光学・基板・FPGA/ファームウェア・アプリケーション開発＞

②カメラ受託開発/設計/試作(量産支援)

＜技術支援/シャッタレス技術供与/キャリブレーション/コンサルティング＞

2) 画像処理システムの開発

①遠赤外線および可視画像処理システム開発

＜サンプル評価/検査システム提案/処理スクリプト開発＞

②検査システムコンサルティング業務

ご案内

□ クロニクス テクニカルセミナー2011

京都会場: 7月6日(新都ホテル)

東京会場: 7月7日(京王プラザホテル)

http://www.chronix.co.jp/jp/event/seminar/2011_1.html

ご静聴ありがとうございました。