

2波長赤外線センサを用いた 2波長融合処理について

防衛装備庁 電子装備研究所
センサ研究部 光波センサ研究室
技官 小山 正敏

発表内容

1. 2波長赤外線センサ(2波長QDIP*)の概要
2. 2波長化のメリット
 2. 1 2波長帯域の取得による運用場面の拡大
 2. 2 2波長融合処理による目標抽出、識別能力の向上
 2. 2. 1 特徴量分類処理
 2. 2. 2 太陽光クラッタ低減処理
 2. 2. 3 2波長差分処理
3. まとめ

QDIP* : Quantum Dot Infrared Photodetector, 量子ドット型赤外線検知素子

1. 2波長赤外線センサ(2波長QDIP*)の概要

2. 2波長化のメリット

- 2. 1 2波長帯域の取得による運用場面の拡大
- 2. 2 2波長融合処理による目標抽出、識別能力の向上
 - 2. 2. 1 特徴量分類処理
 - 2. 2. 2 太陽光クラッタ低減処理
 - 2. 2. 3 2波長差分処理

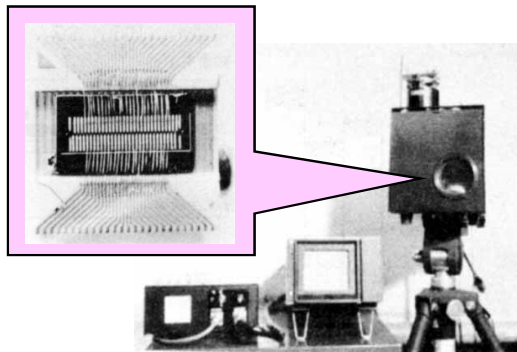
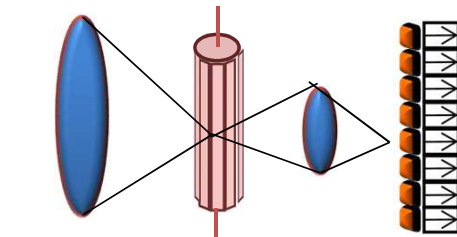
3. まとめ

2波長赤外線センサの研究を開始した経緯(1/2)

我が国の冷却型赤外線センサの開発の流れ

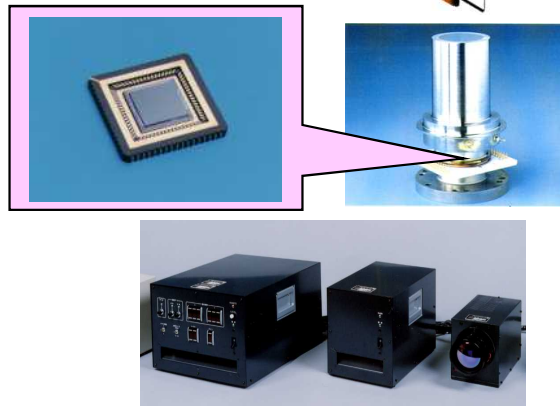
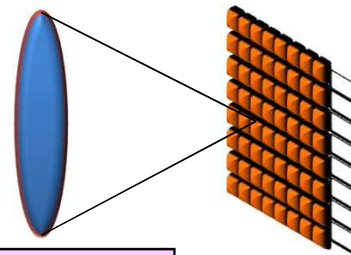
1960年代～
走査型

ミラーを機械的に走査し、
画像化



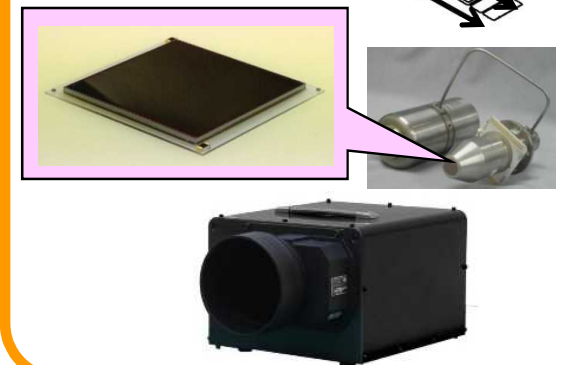
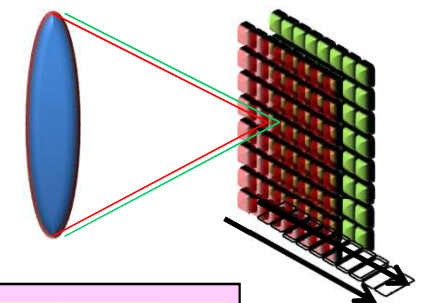
1970年代～
凝視型

LSI等の微細加工技術を基盤と
して、2次元多画素化し画像化



1990年代～
多機能センサ

技術の進展とともに
多画素化、多波長化

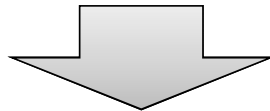


2波長赤外線センサの研究を開始した経緯(2/2)

1990年代以降、冷却型赤外線画像センサであるMCT*1やInSb*2の他に、

- ・安定した材料、歩留り良好 ⇒ 低コスト化に有利
- ・高品質な結晶成長が可能 ⇒ 多画素化に有利、画素均一性良好
- ・検知波長帯の制御が容易 ⇒ 多波長化に有利
- ・MCTと同等の動作温度 ⇒ MCTと同じ冷却器が使用可能
- ・水銀フリー ⇒ 水銀の使用抑制傾向に対応

など、2波長化に適するとともに、良好な特性をもつQDIPなどのGaAs(ガリウムヒ素)系の素子が登場



我が国が保有する半導体技術を活用することで国産が可能で、高い性能が期待されるQDIPを用いた2波長赤外線センサの研究を開始

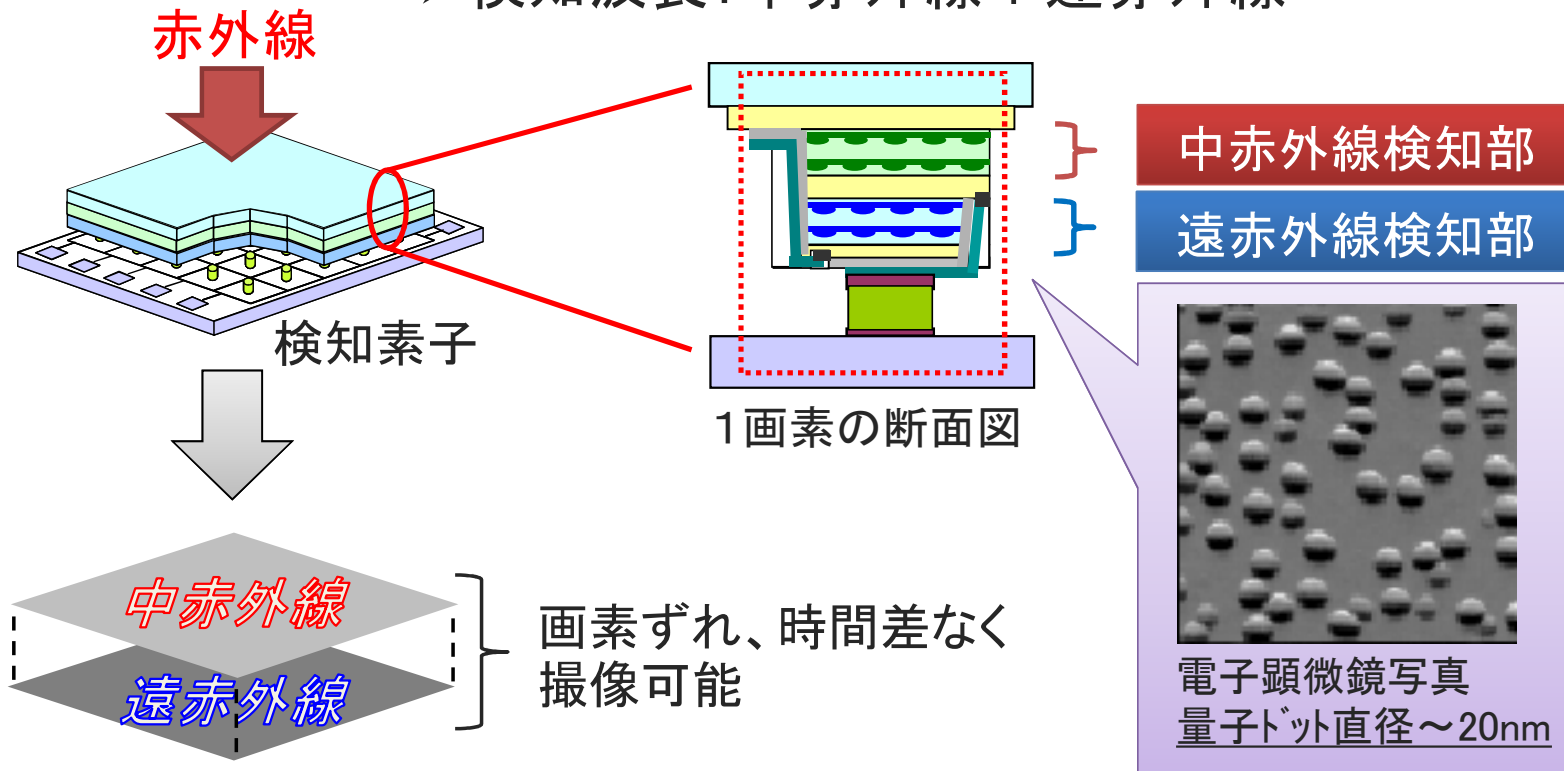
MCT*1 : Mercury Cadmium Telluride, HgCdTe, 水銀カドミウムテルル

InSb*2 : Indium Antimonide, インジウムアンチモン

QDIPの概要

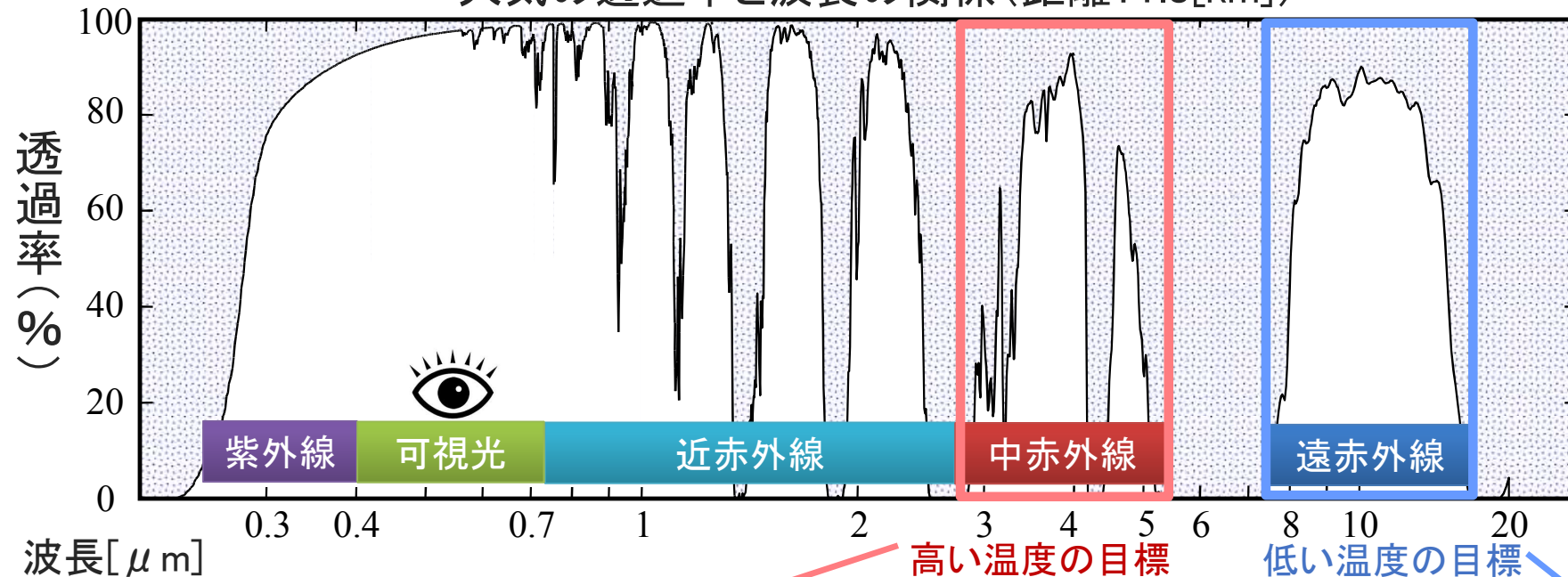
2波長量子ドット型赤外線センサ(2波長QDIP)を世界で初めて実現

- 画素数: 1024 × 1024画素
- 検知波長: 中赤外線 + 遠赤外線



2波長赤外線センサの検知波長帯域

大気の透過率と波長の関係(距離: 1.8[km])



高い温度の目標
(300~700°C)

低い温度の目標
(10~100°C)

中赤外線の特徴

- 高温目標の検知
- 太陽光反射 大

遠赤外線の特徴

- 常温、低温目標の検知
- 太陽光反射 小

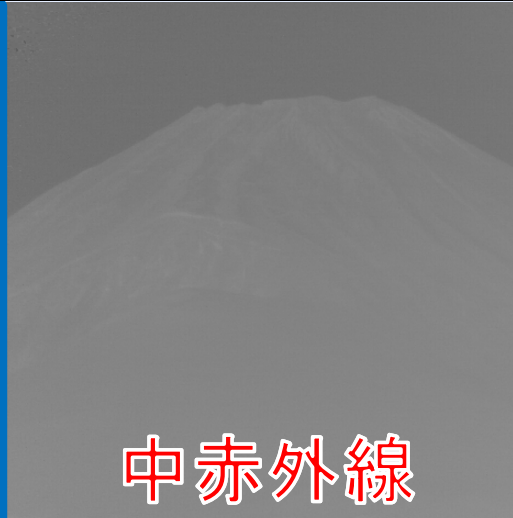
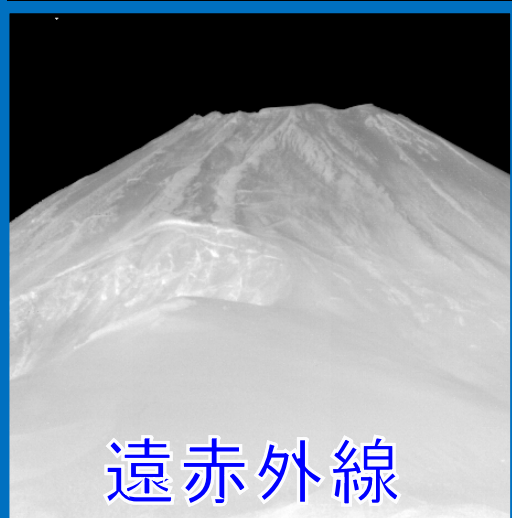
1. 2波長赤外線センサ(2波長QDIP*)の概要
2. 2波長化のメリット
 2. 1 2波長帯域の取得による運用場面の拡大
 2. 2 2波長融合処理による目標抽出、識別能力の向上
 2. 2. 1 特徴量分類処理
 2. 2. 2 太陽光クラッタ低減処理
 2. 2. 3 2波長差分処理
3. まとめ

2波長における目標の見え方の違いの例



高温物体（燃焼ガス）
の検知

高温燃焼ガスは
中赤外線に特有の放射



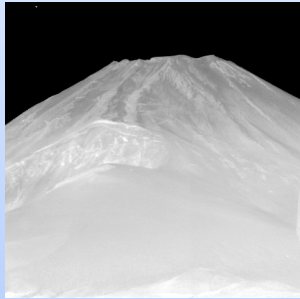
低温物体の検知

冬の夜間の冠雪した
富士山
（肉眼では真っ暗）

2波長をもつことの利点

遠赤外線が検知に
向いている目標

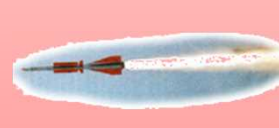
低温目標



+

中赤外線が検知に
向いている目標

中赤外線に
特有の放射が
ある燃焼ガス等



2波長QDIPを用いて、2波長帯を状況に応じて
使い分けることにより、運用場面の拡大が見込まれる

1. 2波長赤外線センサ(2波長QDIP*)の概要

2. 2波長化のメリット

2. 1 2波長帯域の取得による運用場面の拡大

2. 2 2波長融合処理による目標抽出、識別能力の向上

2. 2. 1 特徴量分類処理

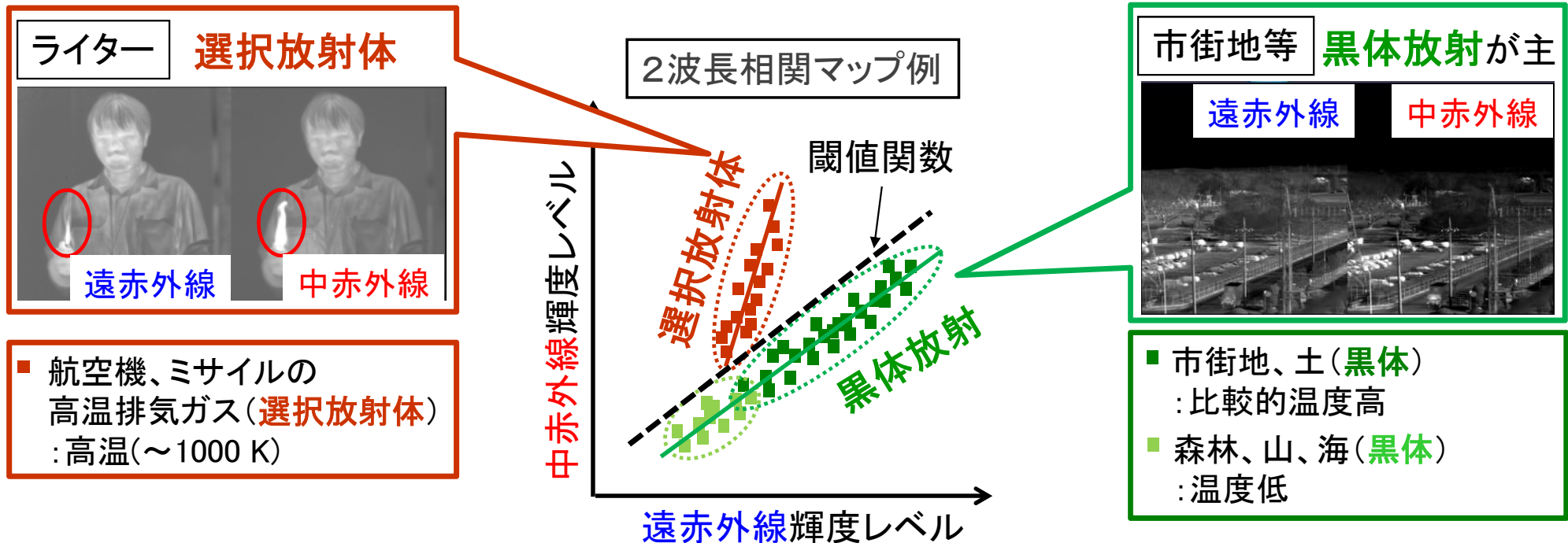
2. 2. 2 太陽光クラッタ低減処理

2. 2. 3 2波長差分処理

3. まとめ

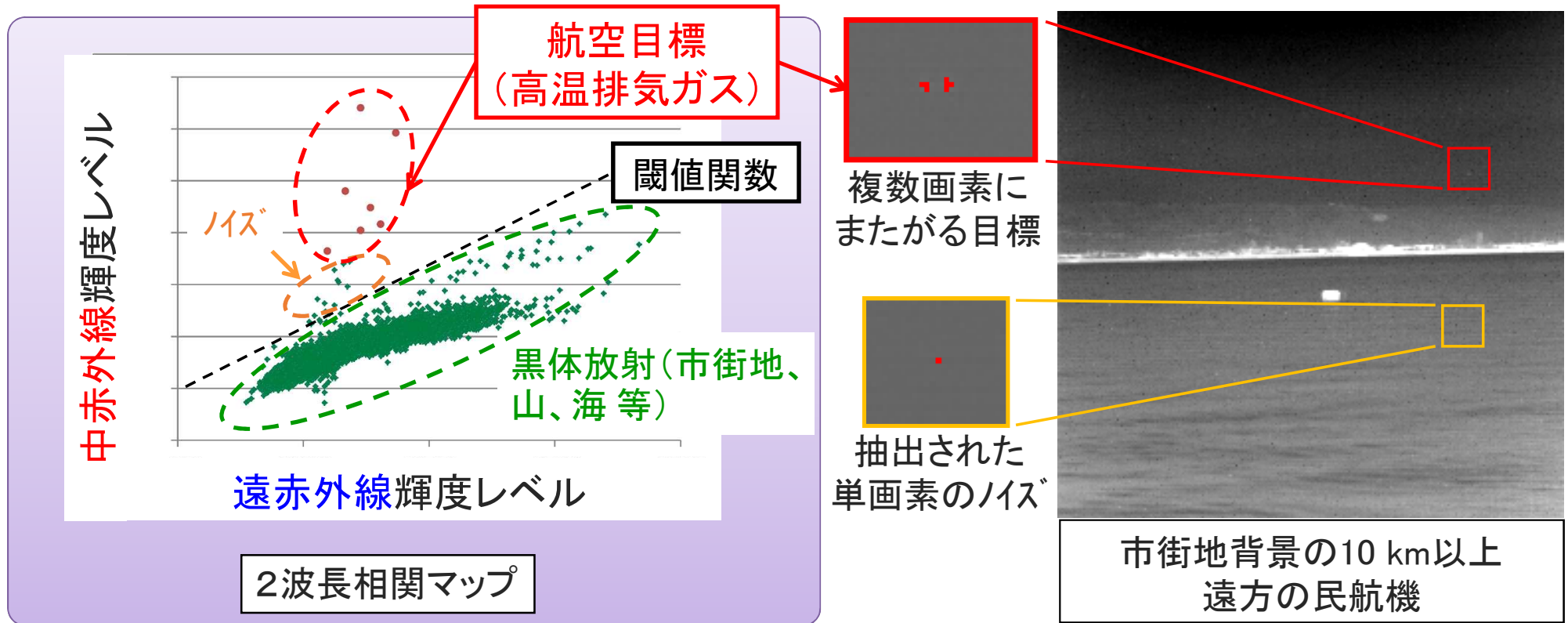
特徴量分類処理について

画素ごとの2波長の輝度レベルを2波長相関マップにマッピングし、背景(市街地等の黒体放射)の中から、選択放射体(中赤外線に特有の放射がある高温排気ガス等)を、2波長の放射特性の違いにより抽出



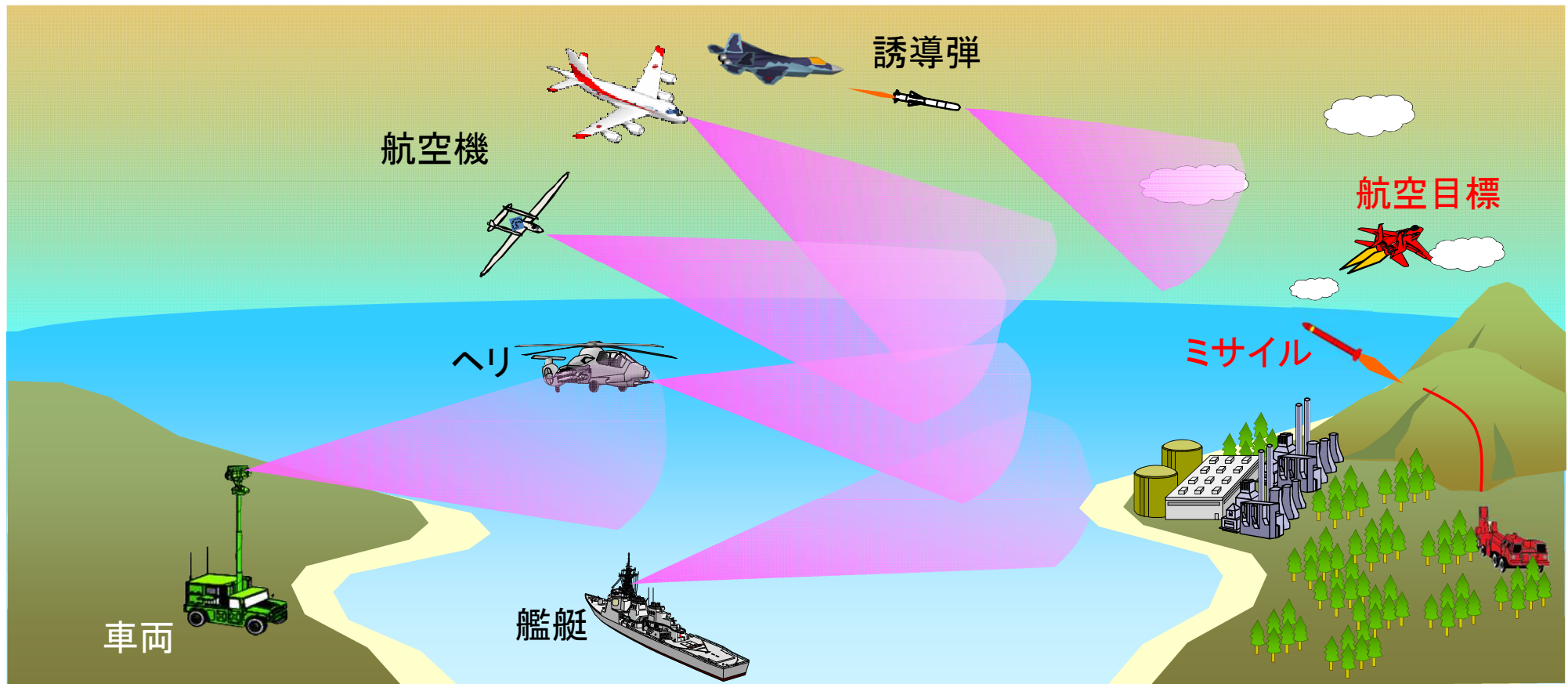
2波長相関マップにより閾値関数を設定することで、目標(選択放射体)を抽出

特徴量分類処理結果



特徴量分類処理により、複数画素にまたがる目標を選択することで、従来の単波長センサでは困難であった市街地などのノイズとなる熱源が多く存在する複雑背景においても、遠方の航空目標の抽出が可能であることを確認した。

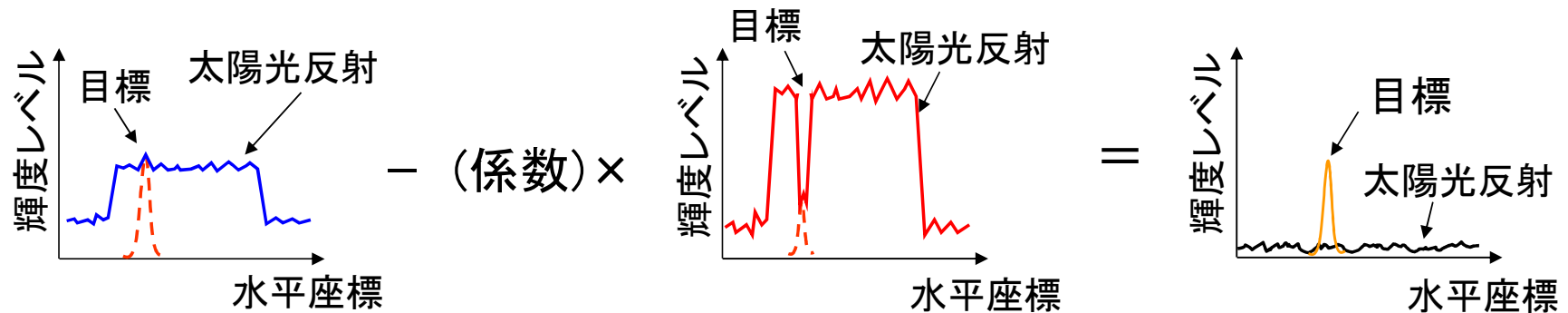
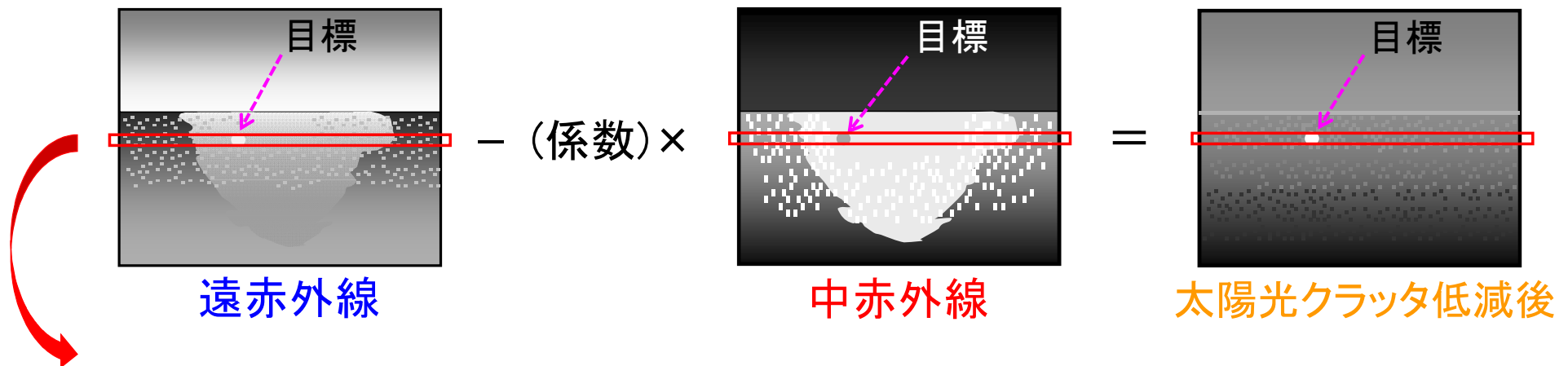
想定される運用構想(特徴量分類処理)



特徴量分類処理を用いることで、従来の単波長センサと比べ、複雑背景における遠方の航空目標やミサイル等の目標に対する警戒・監視能力の向上が可能になると見込まれる

太陽光クラッタ低減処理について

太陽光反射の輝度レベルが2波長で異なることを利用して、太陽光クラッタ(太陽光反射)成分を推定し、それを遠赤外線画像から減ずることで太陽光クラッタを低減し、目標の視認性を改善



太陽光クラッタ低減処理例

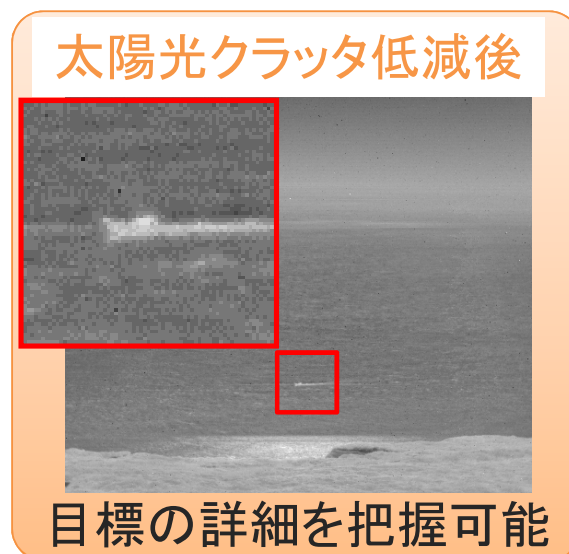
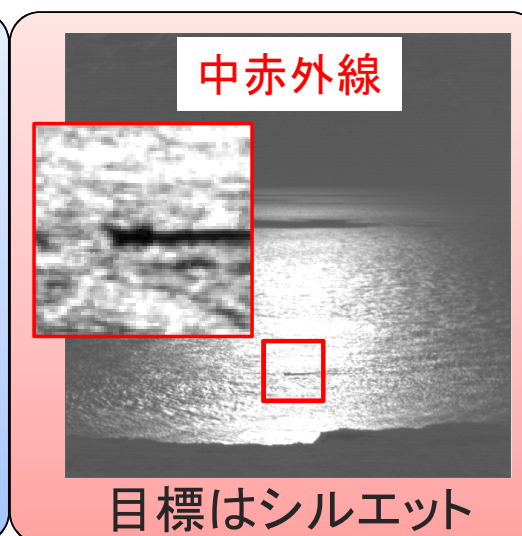
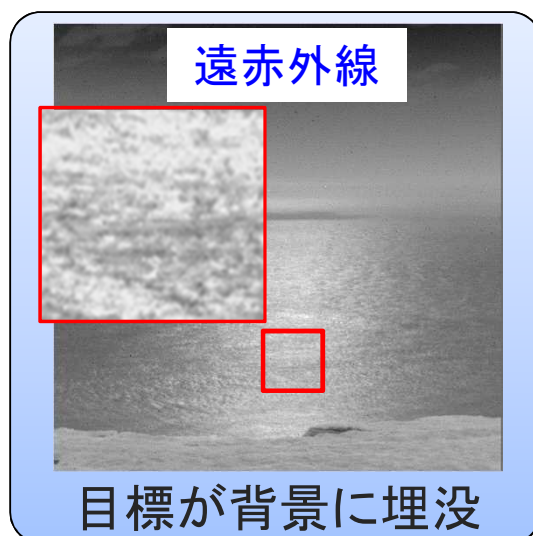


遠赤外線



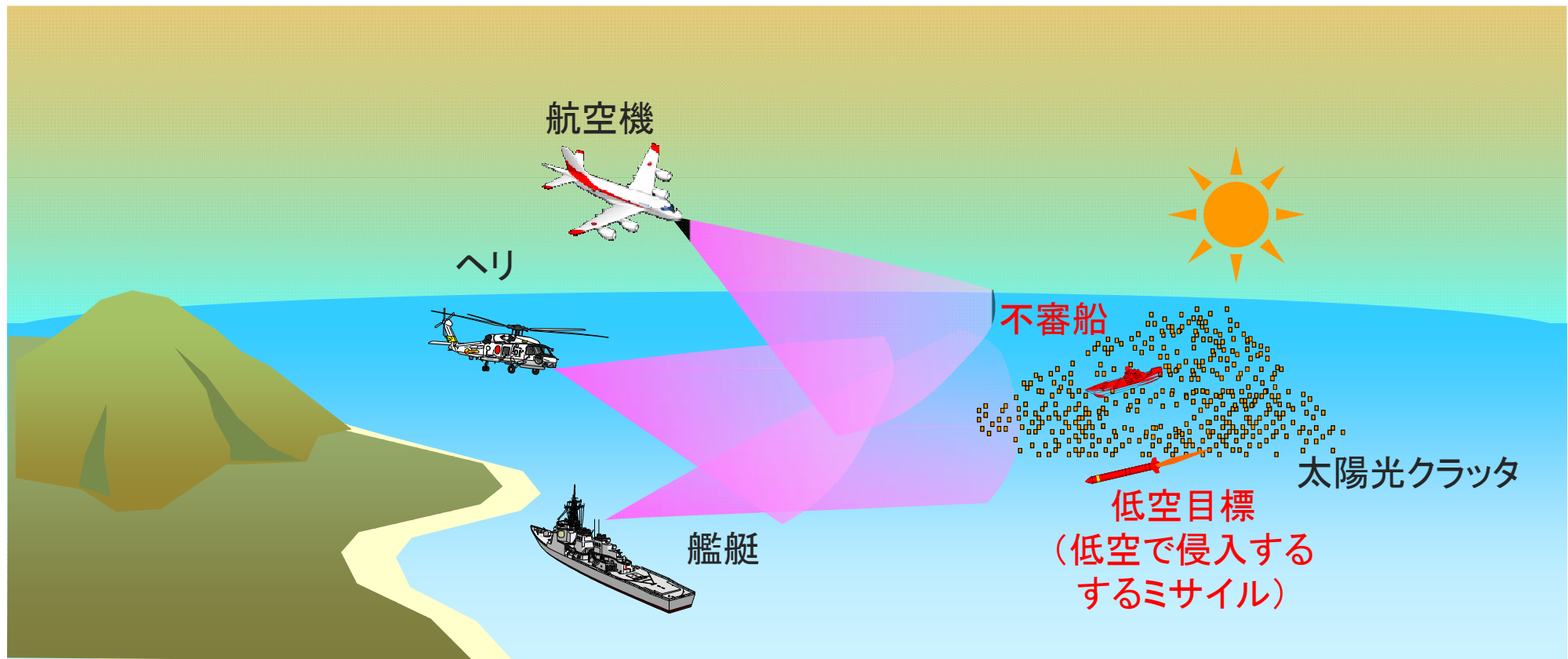
中赤外線

太陽光クラッタ低減処理結果



太陽光クラッタ低減処理により、従来の単波長センサと比べて、太陽光クラッタ背景の目標の視認性の改善が可能であることを確認した。

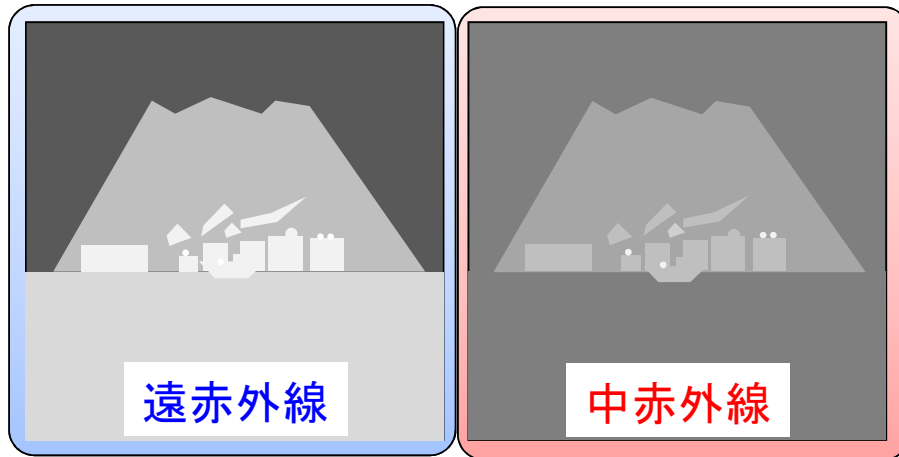
想定される運用構想(太陽光クラッタ低減処理)



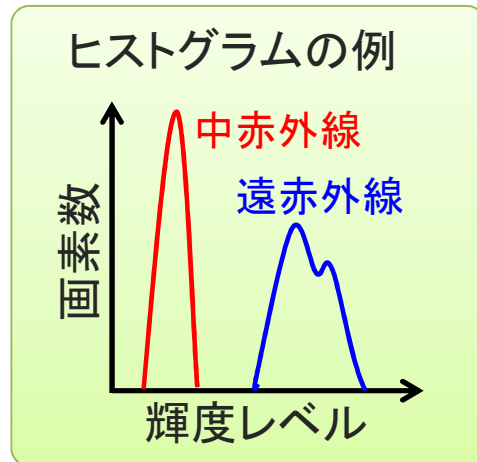
太陽光クラッタ低減処理を用いることで、従来の単波長センサと比べ、太陽光クラッタ背景の不審船や、低空で侵入するミサイル等の目標に対する警戒・監視能力の向上が可能になると見込まれる

2波長差分処理について

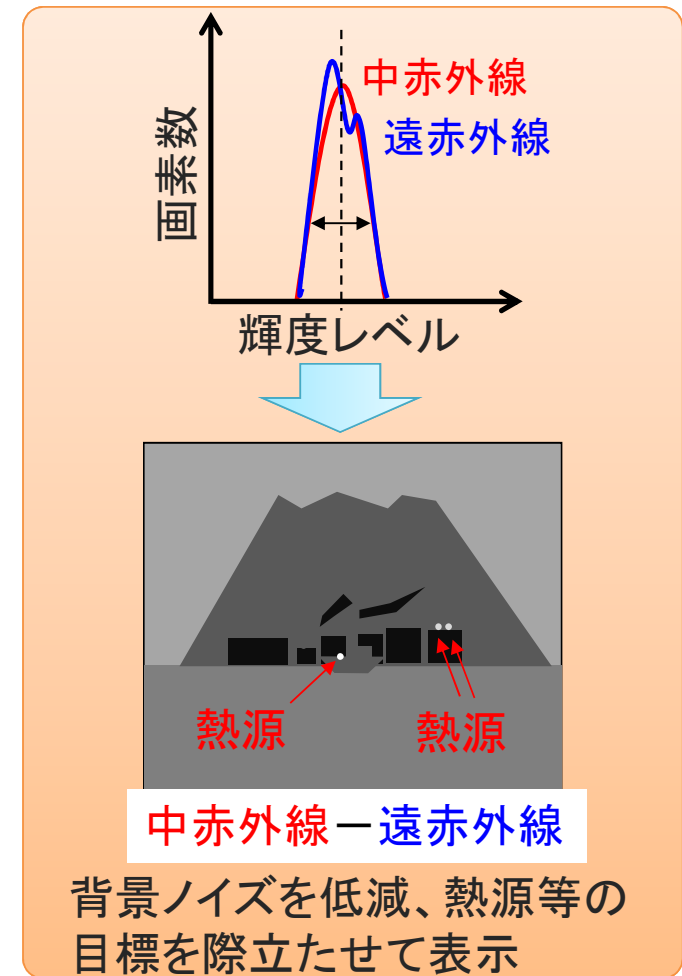
中赤外線・遠赤外線画像の画像特性の違いをヒストグラムを基に補正した後、差分処理を行うことで、2波長帯におけるわずかな放射特性の差を際立たせて表示



輝度レベルなどの画像特性が異なる

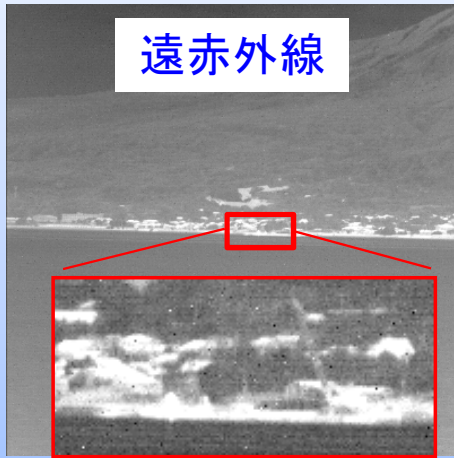


ヒストグラムを用いて画像特性を揃える

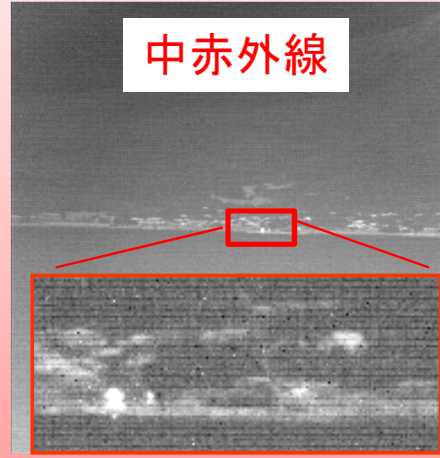


2波長差分処理の結果

遠赤外線



中赤外線

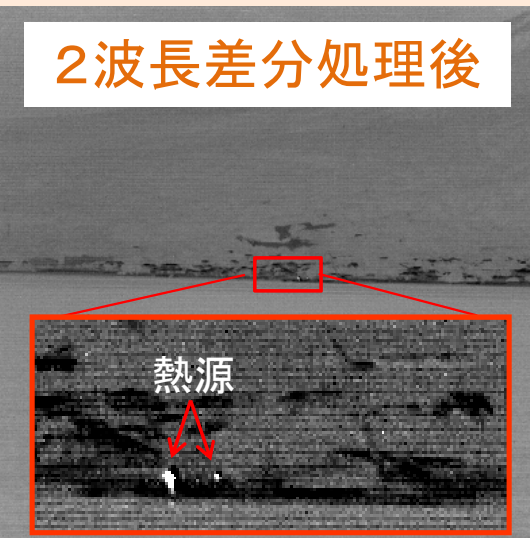


可視光



沿岸(約2.5 km)
を航行中の台船

2波長差分処理後



熱源を際立たせて表示することで、台船の存在を認識することが可能

2波長差分処理により、背景ノイズを低減するとともに、2波長の放射特性の差を際立たせて表示することで、従来の単波長センサと比べて、複雑背景における目標の視認性の改善が可能であることを確認した。

想定される運用構想(2波長差分処理)



2波長差分処理を用いることで、従来の単波長センサと比べ、植生や建造物に紛れた地上目標や、港湾背景の不審船などの目標に対する警戒・監視能力の向上が見込まれる

2波長融合処理まとめ

	処理の目的	想定される目標
特徴量 分類処理	複雑背景の中から、高温排気ガス (選択放射体)を抽出	・遠方の航空脅威 ・遠方のミサイル 等
太陽光クラッタ 低減処理	太陽光クラッタ背景において、太陽 光クラッタを低減し、目標の視認性 を改善	太陽光クラッタ背景の ・不審船などの海上目標 ・低空で侵入してくる目標 等
2波長 差分処理	複雑背景において、背景雑音を低 減するとともに、2波長の放射特性 の差を際立たせて表示	・植生や建造物に紛れた車両 などの地上目標 ・港湾背景の不審船などの 海上目標 等

2波長融合処理を用いることで、従来の単波長センサでは対処が困難であった複雑背景等の各種状況において、目標に対する警戒・監視能力の向上が見込まれる。

まとめ

国産の2波長赤外線センサ(2波長QDIP)を実現し、それを用いた野外試験のデータを用いて

- 2波長帯域の取得による運用場面の拡大
- 2波長融合処理による目標探知識別能力の向上

が見込まれることを示した。

本事業の成果を応用することで、装備品の警戒・監視能力の向上に寄与できるものと考ええる。

ご静聴ありがとうございました。