

## 第5回リモートセンシング技術を用いた災害軽減に関する研究委員会

### 話題提供資料

アナログ航空写真とデジタル航空写真を用いた新潟県中越地震における高速道路被害抽出結果の比較  
(丸山喜久)

都市域における TerraSAR-X 画像の特徴と QuickBird 画像との比較  
(三浦弘之)

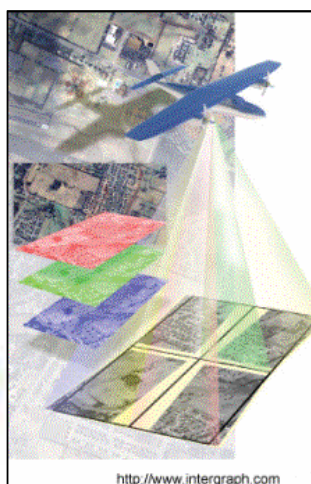
# デジタル航空写真とアナログ航空写真 を用いた新潟県中越地震時の 高速道路被害抽出結果の比較

丸山 喜久  
(千葉大学)

2008年3月

## デジタル航空写真 Digital Mapping Camera

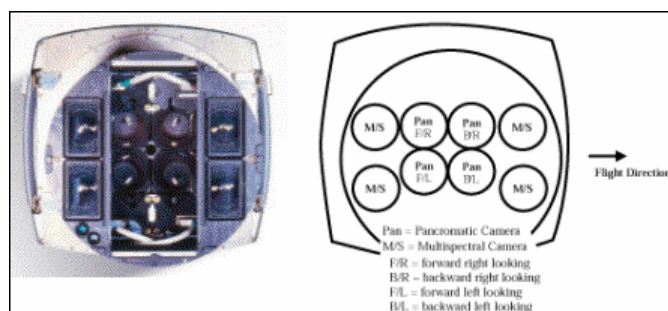
DMC (Intergraph Z/I Imaging)



<http://www.intergraph.com>

表.1 デジタルカメラDMCの諸元表

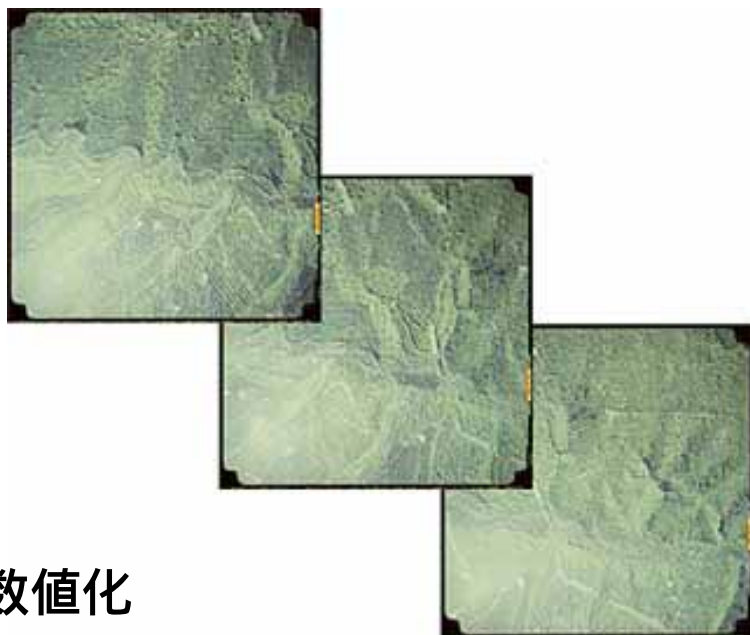
パンクロの解像力	13,500×8,000ピクセル
4個のレンズシステム f =	1 : 4.0 / 120mm
画角	69.3° × 42°
4チャンネルカラー-RGBとNIR	2,000 × 3,000ピクセル
4個レンズシステム f =	1 : 4.0 / 25mm
シャッター速度と絞り	可変式
記憶容量	840GB
撮影間隔	2秒
ラディオメトリックな解像力	12bit
重量 (記憶装置を除く)	約80kg



[https://www.sokugikyo.or.jp/pdf/apa91\\_2006\\_04/APA9109.pdf](https://www.sokugikyo.or.jp/pdf/apa91_2006_04/APA9109.pdf)

# アナログ航空写真

[http://hokkaido-aac.com/02\\_apm/02a.htm](http://hokkaido-aac.com/02_apm/02a.htm)



現像後スキャナにより数値化

## デジタル航空写真とアナログ航空写真の比較

川口町



アナログ航空写真

2004年10月24日9:17頃撮影



デジタル航空写真

2004年10月24日14:54撮影

# デジタル航空写真とアナログ航空写真の比較

川口町



デジタル航空写真



フォールスカラー

# デジタル航空写真とアナログ航空写真の比較

川口町

アナログ航空写真  
(167 × 187)

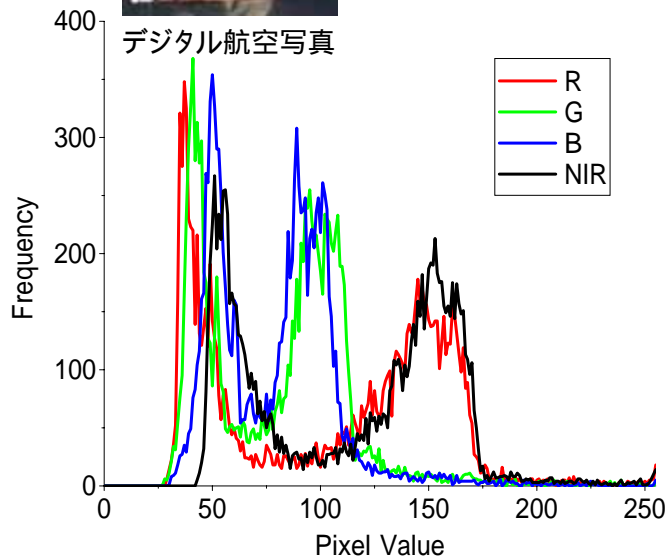
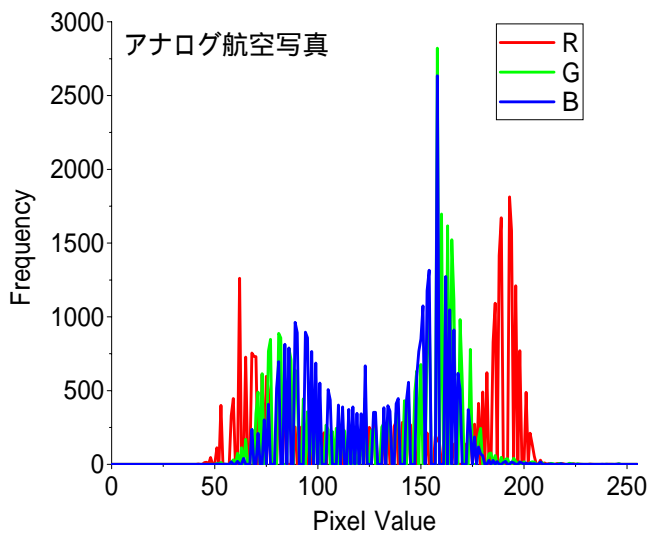


デジタル航空写真  
(108 × 113)



# デジタル航空写真とアナログ航空写真の比較

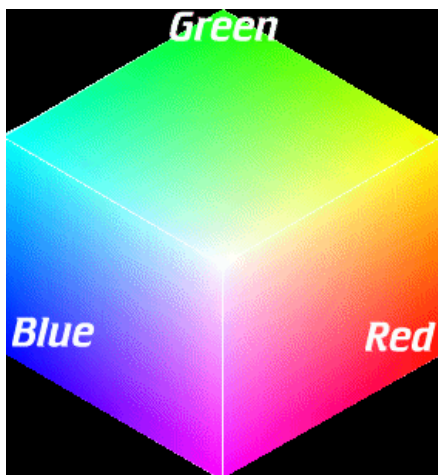
川口町



## HSI変換

RGB空間

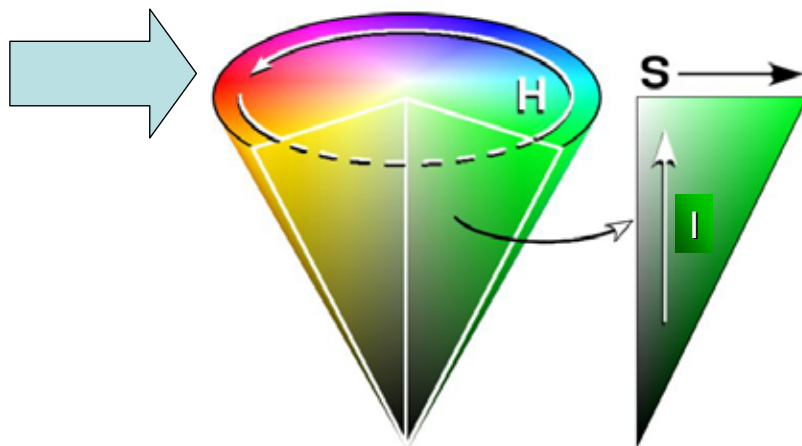
Red  
Green  
Blue



HSI空間

Hue: 色相  
Saturation: 彩度  
Intensity: 明度

変換



# HSI変換

Intensity: 明度

$$I = 0.3R + 0.59G + 0.11B$$

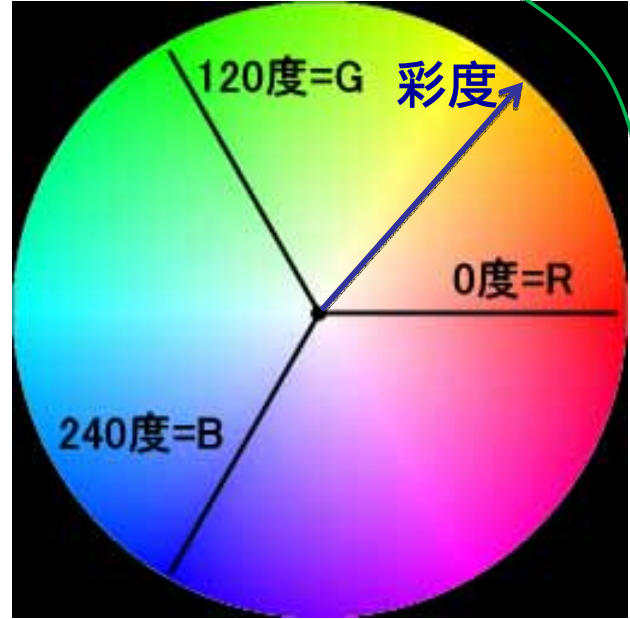
$$C_1 = R - I \quad C_2 = B - I$$

Hue: 色相

$$H = \tan^{-1}(C_1/C_2)$$

Saturation: 彩度

$$S = \sqrt{C_1^2 + C_2^2}$$



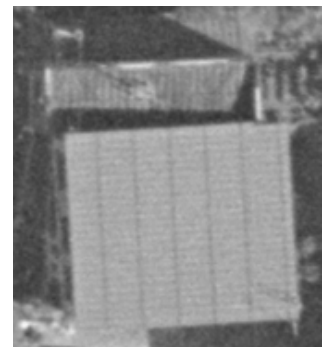
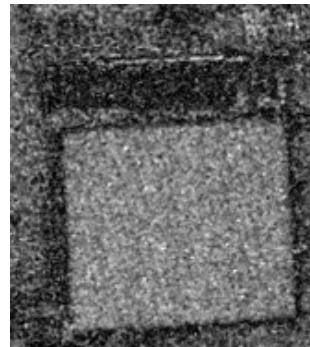
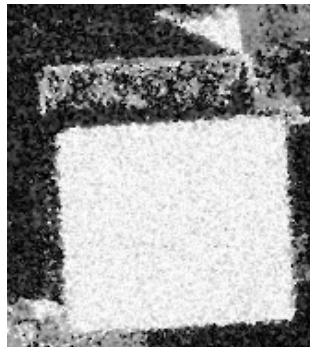
# HSI変換

アナログ

Hue

Saturation

Intensity

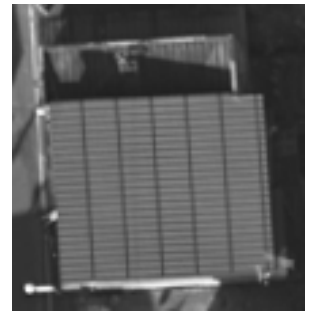
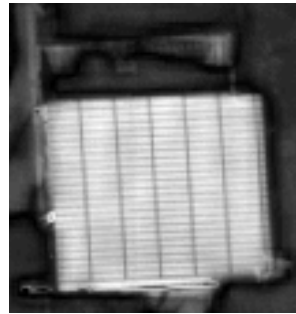
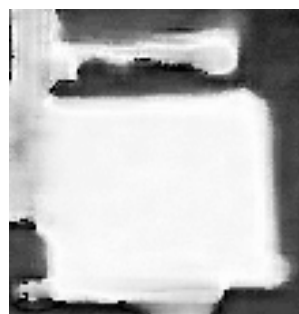


デジタル

Hue

Saturation

Intensity



# デジタル航空写真とアナログ航空写真の比較

## 関越自動車道

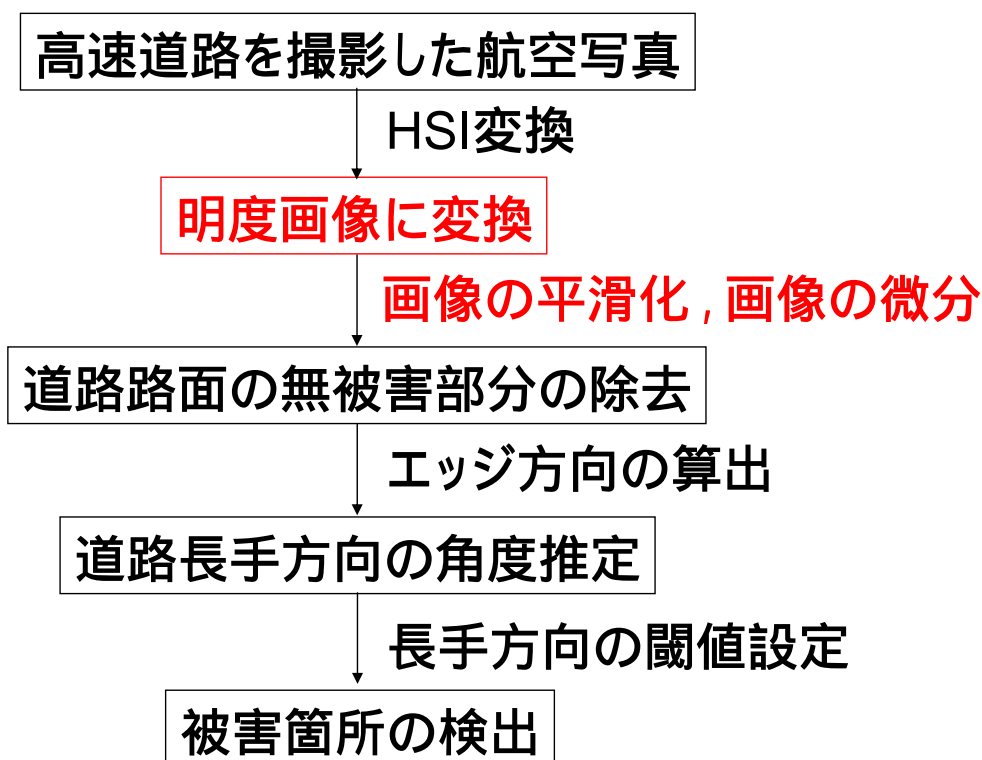
アナログ航空写真: 2004年10月24日9:58頃撮影 (2478 × 379)



デジタル航空写真: 2004年10月24日15:07撮影 (1704 × 356)



## 高速道路被害箇所抽出のための画像解析フロー

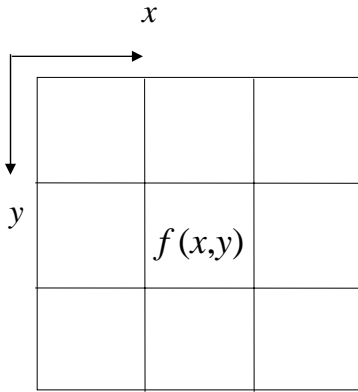


# 画像の平滑化

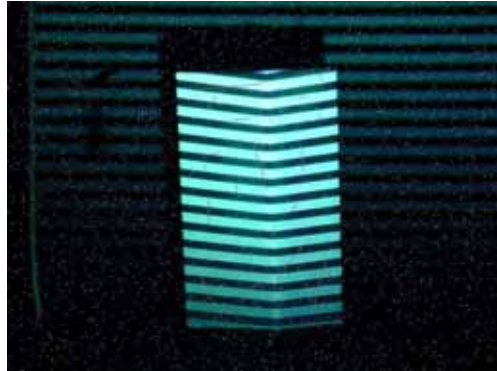
## メディアンフィルター

$$g(x, y) = \text{median}\{f(x + m, y + n) \mid -1 \leq m, n \leq 1\}$$

エッジ部分を保存しながら画像を平滑化することができる



平滑化前

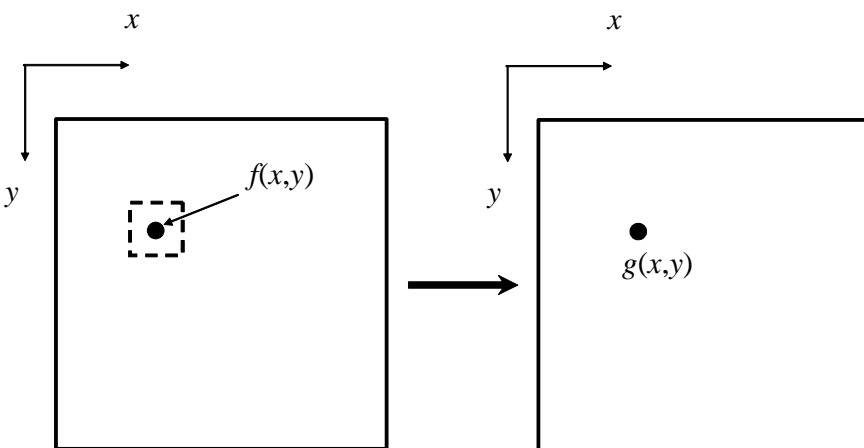


平滑化後



<http://www.fit.ac.jp/elec/lab/lulab/student/arimatsu/kenkyunaiyo.html>

# 画像の空間領域のフィルタリング



$$g(x, y) = K \sum_{i=-1}^1 \sum_{j=-1}^1 C_{ij} f(x + i, y + j)$$

$f(x, y)$ : 注目画素の階調値 (0 ~ 255)

$g(x, y)$ : 変換後の階調値

## Sobelフィルタ

水平方向微分

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

垂直方向微分

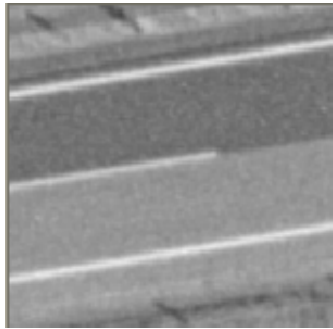
-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1



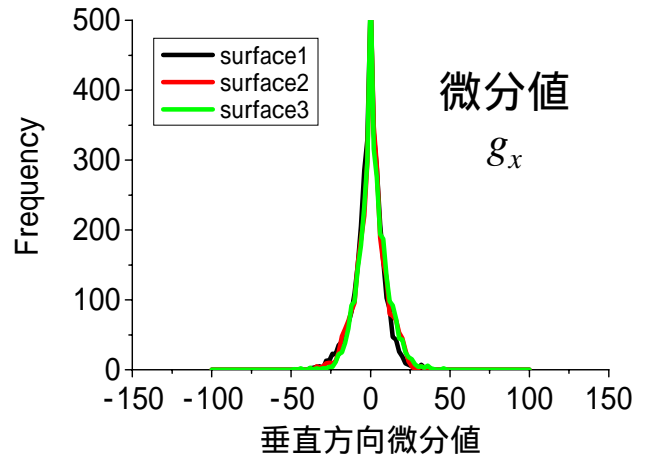
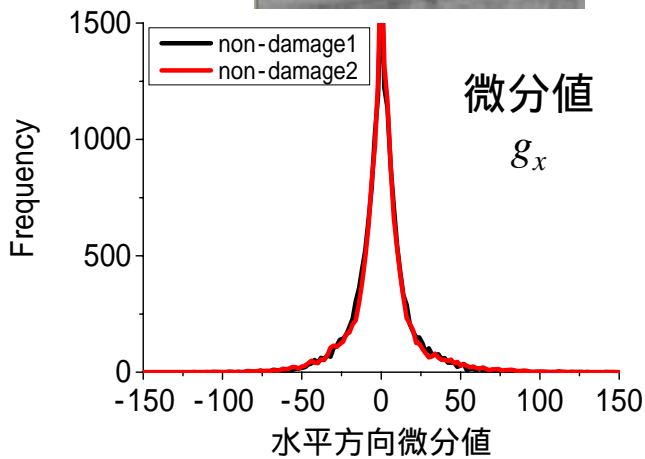
# 画像の空間領域のフィルタリング

メディアンフィルター処理(5回)後の微分値のヒストグラム

道路ラインを有する画像



無被害の路面画像



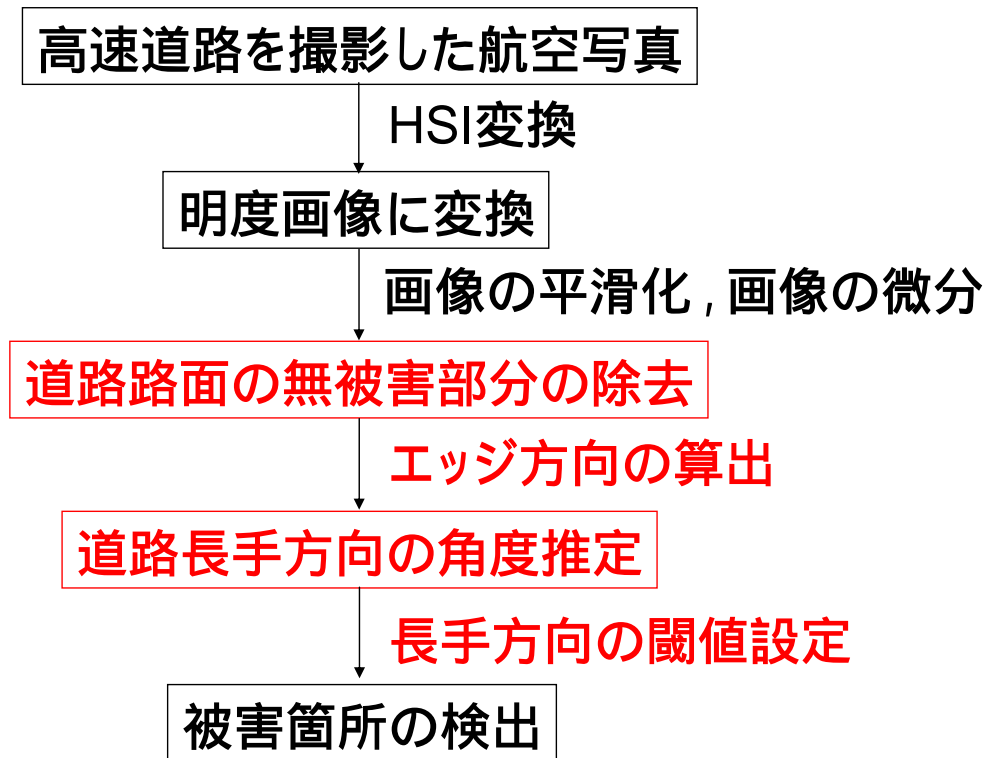
# 画像の空間領域のフィルタリング

無被害路面の抜き出し

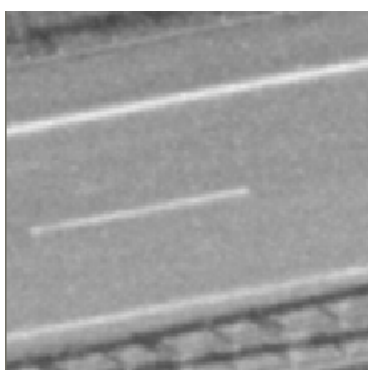
$$(|g_x| < c) \cap (|g_y| < c) \quad c = 25$$



# 高速道路被害箇所抽出のための画像解析フロー

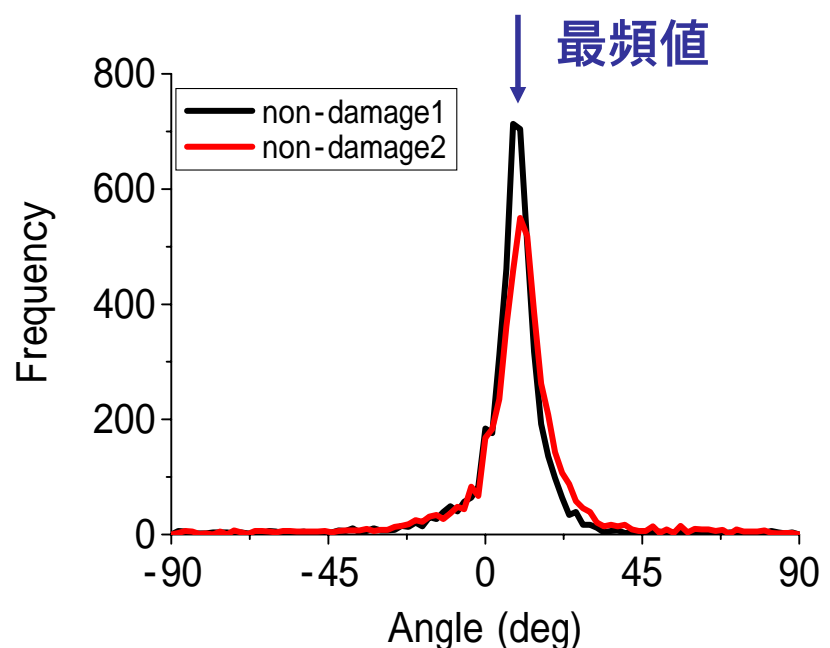


## エッジ方向の算出

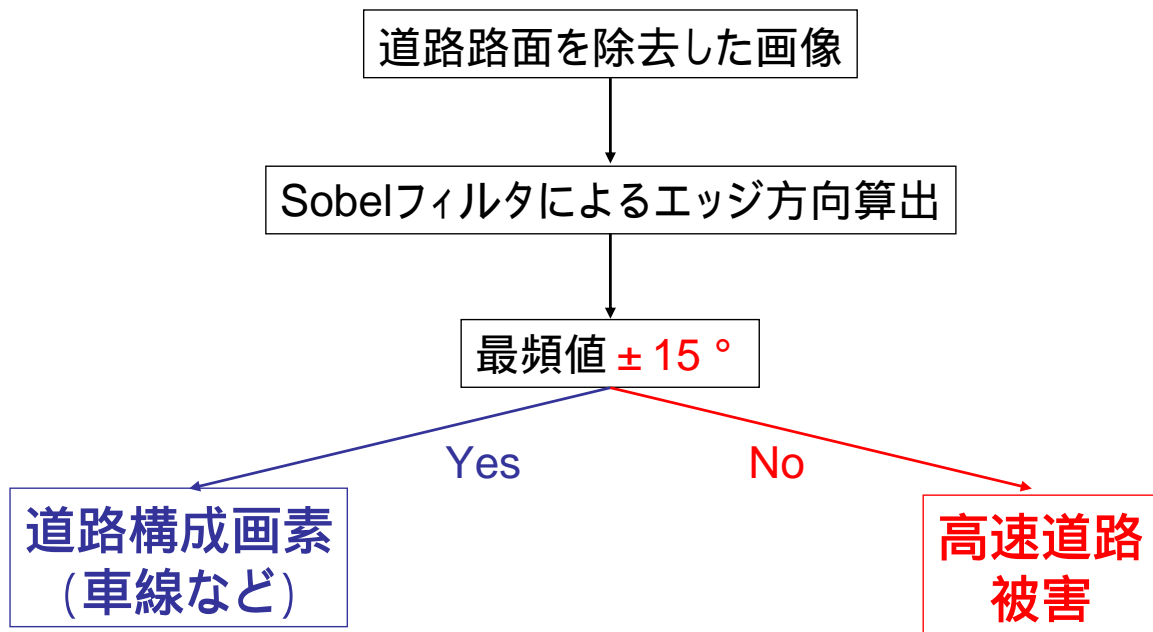


Sobelフィルタによる算出

$$\theta = \arctan(g_x / g_y)$$



# 道路構成画素の分離



## 手法の適用

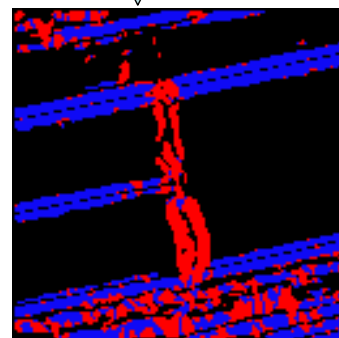
原画像



路面除去



道路構成画素の  
分離



被害箇所  
の推定



# 画像解析による被害推定結果

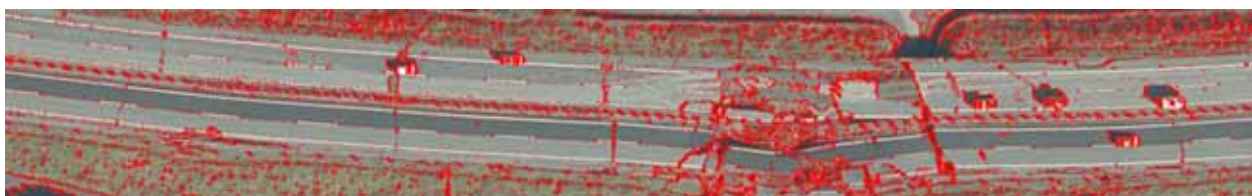
214.5kp周辺の高速道路(航空写真)



目視判読結果

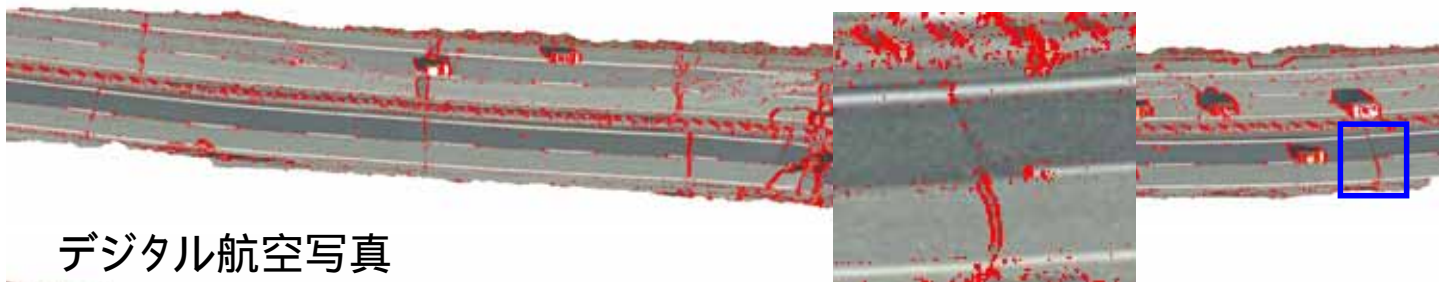


解析結果

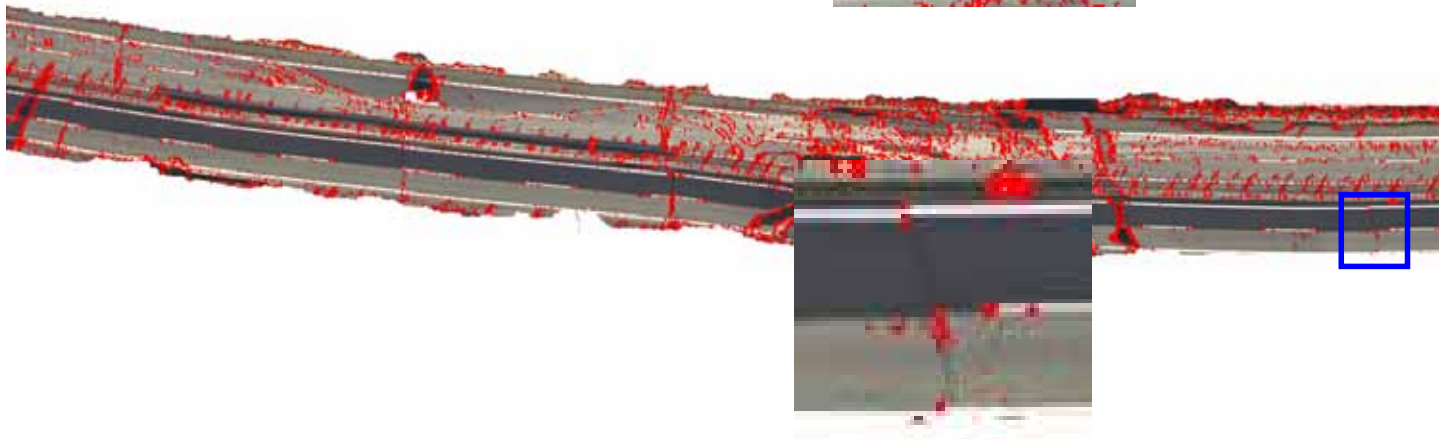


## デジタル航空写真とアナログ航空写真による 画像解析結果の比較

アナログ航空写真



デジタル航空写真

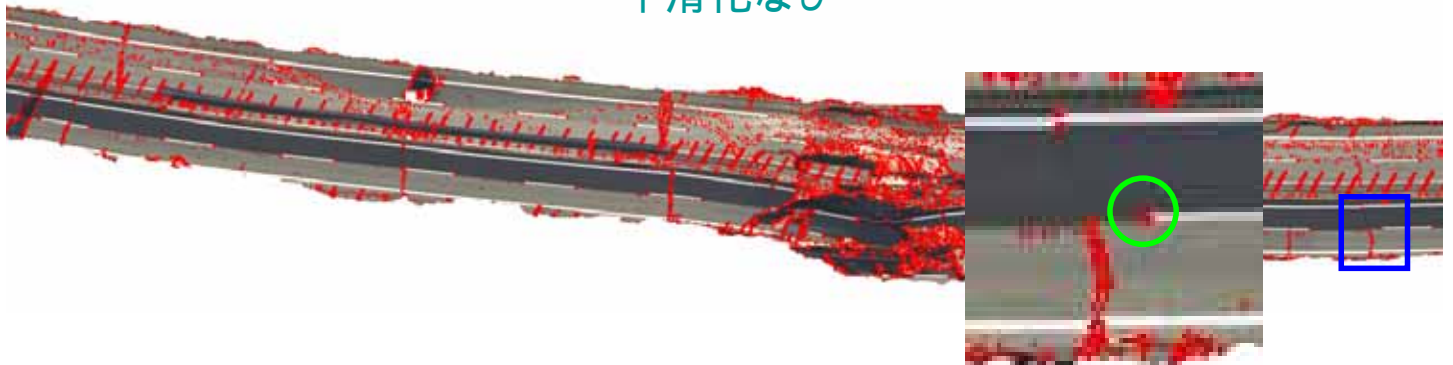


# デジタル航空写真を用いた画像解析

メディアンフィルタ(5回)

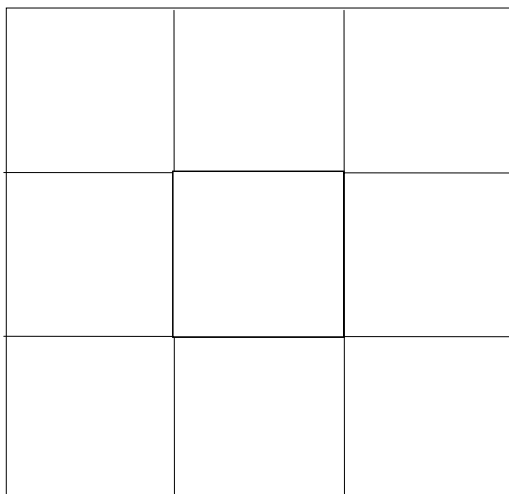


平滑化なし

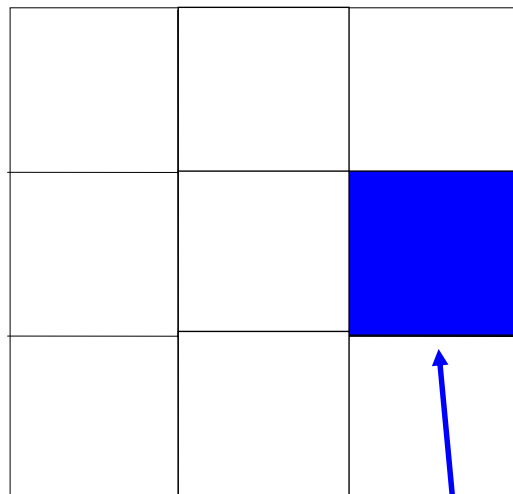


## ノイズの除去

近傍8ピクセルに道路被害と判定される画素がない場合



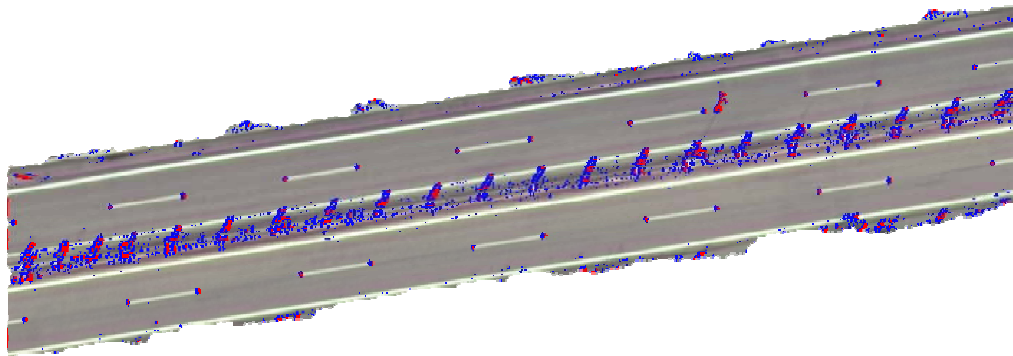
近傍8ピクセルに道路構成画素が1ピクセルでもある場合



道路構成画素

# デジタル航空写真を用いた画像解析

無被害道路の解析結果

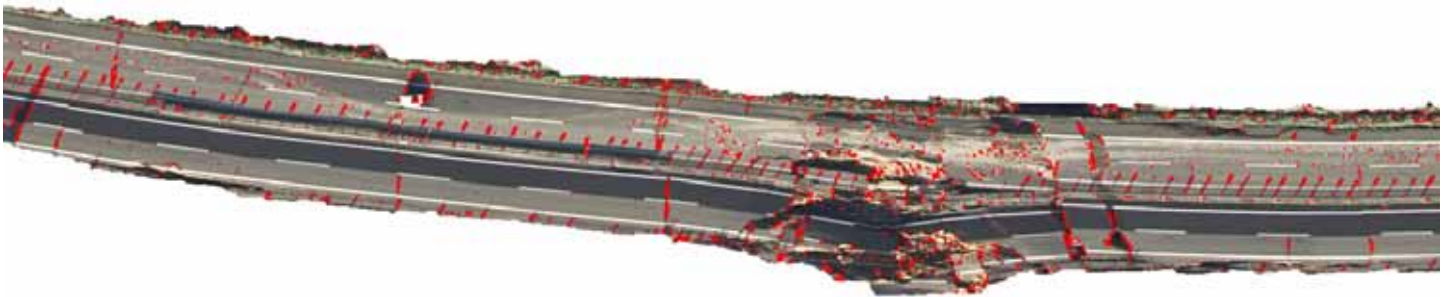


ノイズ除去前

ノイズ除去後

# デジタル航空写真を用いた画像解析

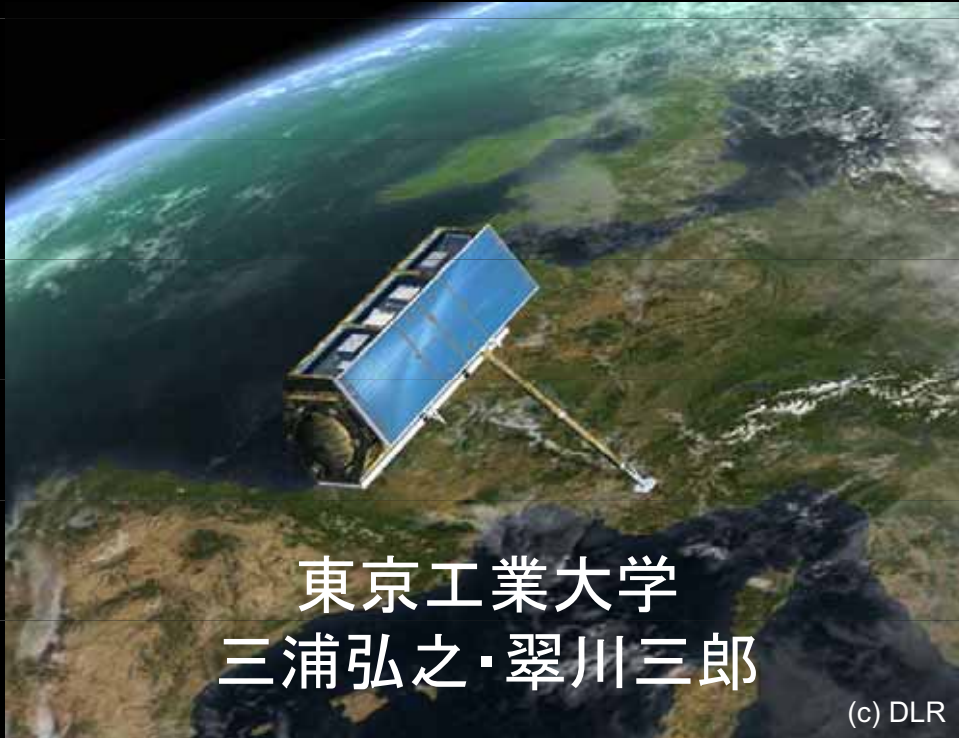
ノイズ除去後の画像解析結果



目視判読結果



# 都市域におけるTerraSAR-X画像の特徴とQuickBird画像との比較



## 衛星・センサの諸元

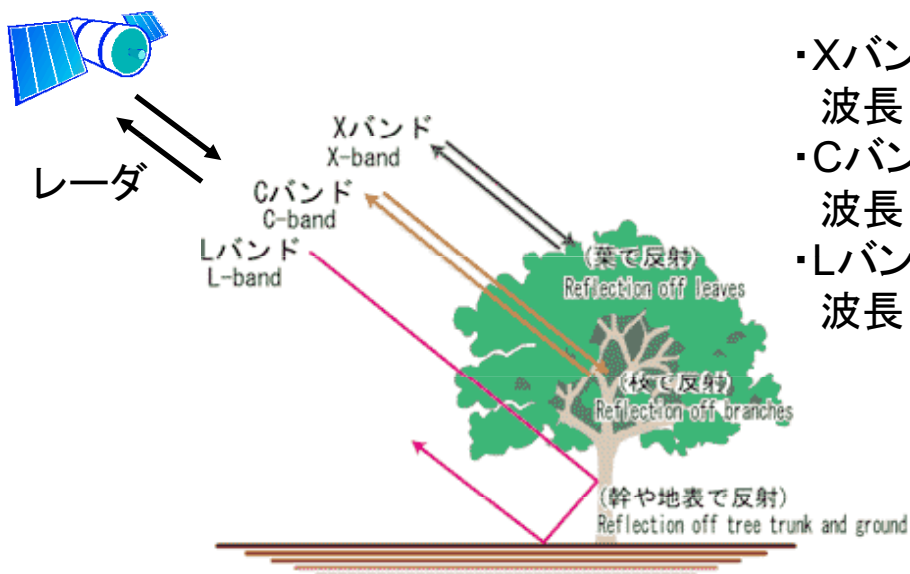
衛星名	商業用高分解能XバンドSARセンサ搭載衛星 (TerraSAR-X)			
会社	ドイツ Infoterra社 (日本国内: パスコ)			
打ち上げ日	2007年6月15日			
サービス開始日	2007年12月17日			
撮影方向	左右下方 (標準: 進行方向に対して右下方)			
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・全天候/昼夜型</li> <li>・Xバンド (波長3.11cm)</li> <li>・高分解能 (最高1m)</li> </ul>			
撮影モード	高分解能 Spot Light	Spot Light	Strip Map	Scan Sar
解像度 (最高)	1m×1m	2m×2m	3m×3m	16m×16m
偏波	HH, VV, HH&VV	HH, VV, HH&VV	HH, VV, HV&VH, HH&HV, VV&HV, HH&HV&VH&VV	HH, VV
撮影範囲	10km×5km	10km×10km	30km×50km	100km×150km

## 画像処理レベル(基本プロダクト)

処理

- **SSC** (Single Look Slant Range Complex)  
振幅と位相情報を含む複素データ  
インターフェロメトリに使用
- **MGD** (Multi Look Ground Range Detected)  
マルチルック処理済  
補正なし
- **GEC** (Geocoded Ellipsoid Corrected)  
測地系への幾何補正済  
DEMによる補正なし
- **EEC** (Enhanced Ellipsoid Corrected)  
DEM(SRTM等)によるオルソ補正済

## Xバンド, Cバンド, Lバンドの違いについて

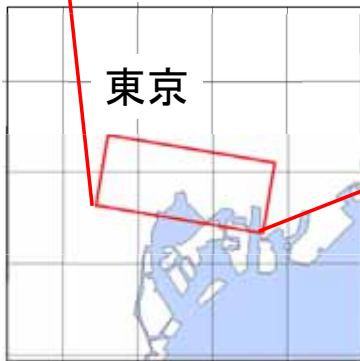
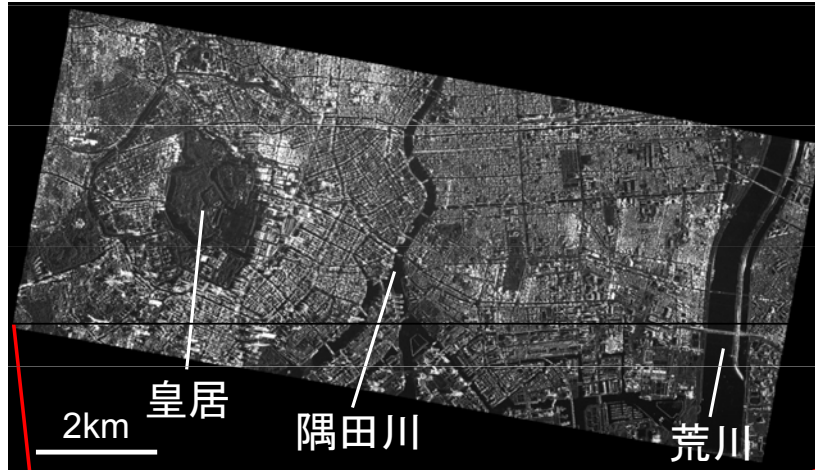


- Xバンド  
波長: 3.75~2.4cm
- Cバンド  
波長: 7.5~3.75cm
- Lバンド  
波長: 30~15cm



## 東京都心部におけるTerraSAR-X画像

照射方向



撮影日	2007年8月12日
時間	AM 05:43
処理レベル	EEC(オルソ補正レベル)
撮影モード	HS (高分解能Spot Light)
分解能	1.6m
偏波	HH
ビット数	16bit
入射角	42度
照射方向	N189°E

## 東京都心部におけるQuickBird画像



撮影日	2007年3月20日
時間	AM 10:48
分解能	0.6m
ビット数	16bit
バンド	B, G, R, NIR
観測高度	78度
観測方向	N111°E
太陽高度	52度
太陽方向	N155°E

観測方向

## 都市域(東京駅周辺)における画像の比較



TerraSAR-X画像



QuickBird画像

規模の大きな建物(特に高層建物)は強度が大きい

## 建物密集地域における画像の比較



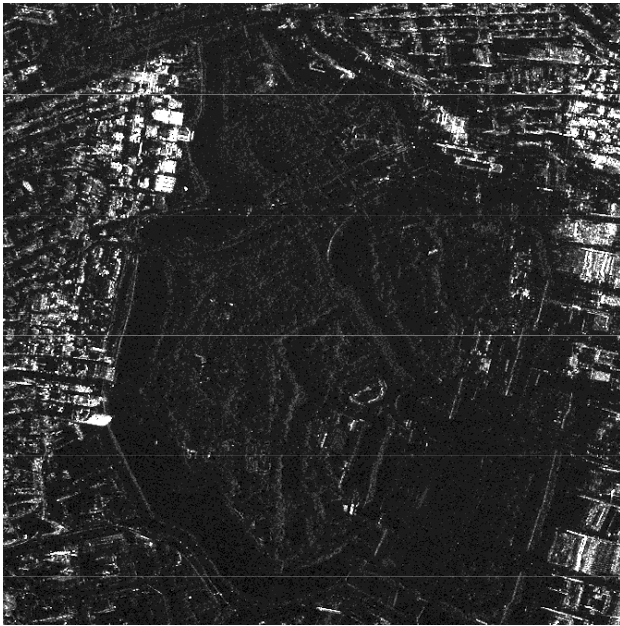
TerraSAR-X画像



QuickBird画像

同程度の規模の建物であっても強度には違いがみられる

## 皇居周辺における画像の比較



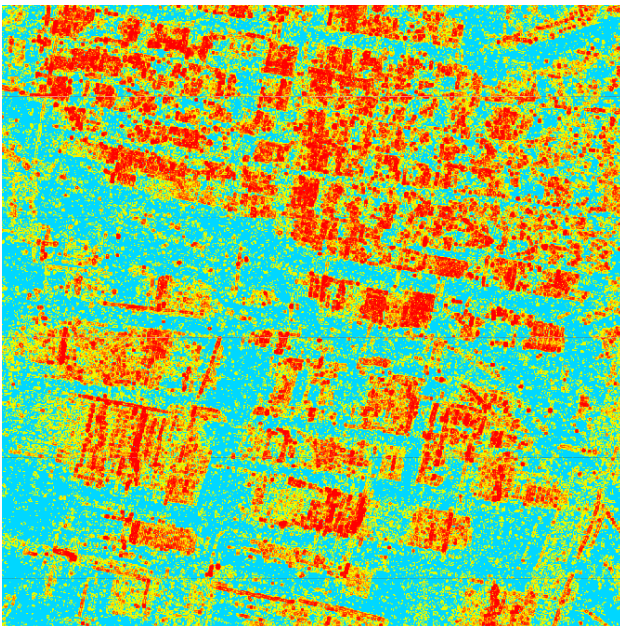
TerraSAR-X画像



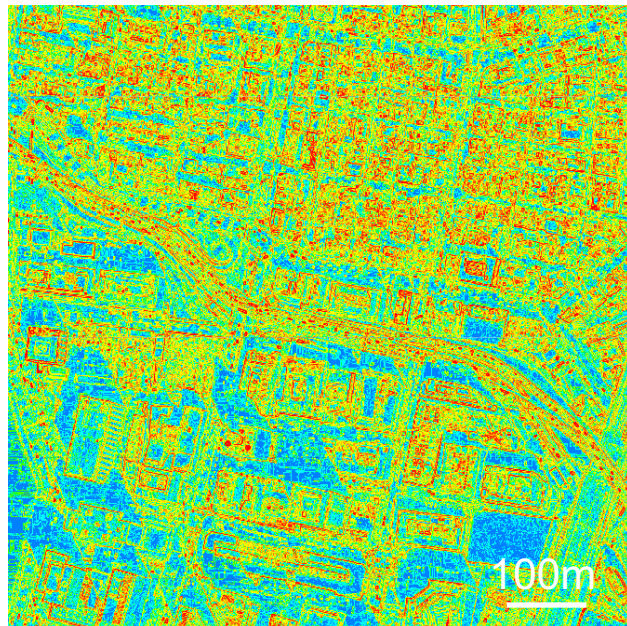
QuickBird画像

植生地域の強度は比較的弱い(黒っぽい)

## エッジ強度画像の比較



TerraSAR-X画像



QuickBird画像

TerraSAR画像のエッジはQB画像のもの比べると明瞭ではない