

異なる偏波の干渉処理について

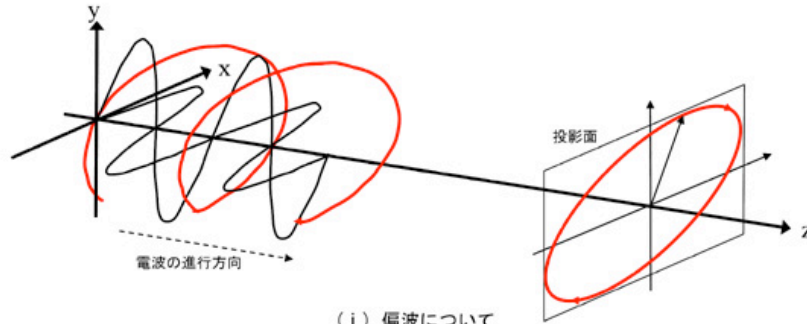
気象研究所 地震津波研究部
安藤忍

謝辞

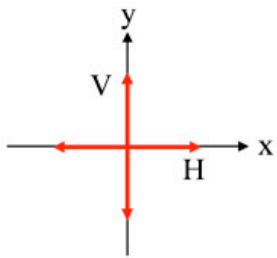
- 本解析で用いたPALSAR-2データは、PIXELで共有しているものであり、宇宙航空研究開発機構(JAXA)と東京大学地震研究所との共同研究契約によりJAXAから提供されたものです。
- 一部は、火山噴火予知連絡会が中心となって進めている防災利用実証実験(火山WG)に基づいて観測・提供されたものです。
- ALOS-2/PALSAR-2に関する原初データの所有権はJAXAにあります。
- 解析には、防災科学技術研究所の小澤拓氏により開発されたRINCを使用しました。
- 干渉処理の過程では、国土地理院発行の「数値地図10mメッシュ(標高)」を元にした楕円体標高モデルを使用しました。
- 結果の描画には、GMT(Wessel, P and W.H.F.Smith, 1998)及び日本原子力開発機構の奥山哲氏により開発されたdismph_okuokuを使用しました。

関係者各位に御礼申し上げます。

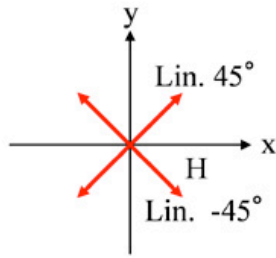
偏波とは



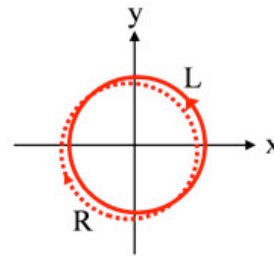
(i) 偏波について



(a) Horizontal polarization, Vertical polarization

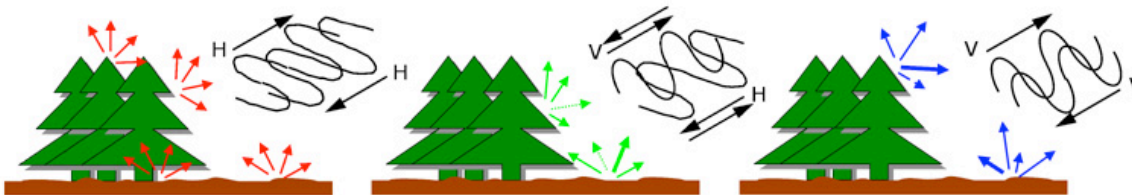


(b) Linear 45 degree polarization, Linear -45 degree polarization,



(c) Left circular polarization, Right circular polarization

(ii) 様々な偏波



(a) HH

(b) HV and VH

(c) VV

(iii) 電波の散乱

例えば、
ALOS-2/PALSAR-2では、
フルポラリメトリ観測の場合、
IMG-HH-ALOS2...1.1__A
IMG-HV-ALOS2...1.1__A
IMG-VH-ALOS2...1.1__A
IMG-VV-ALOS2...1.1__A
がある。

・送信受信の順に記載
Hは水平、Vは垂直

特徴は、散乱特性の変化を使い、1回の観測で地表面の情報を得ることできる (Pauli画像など)。
主に、バイオマス分野で有効活用されている。

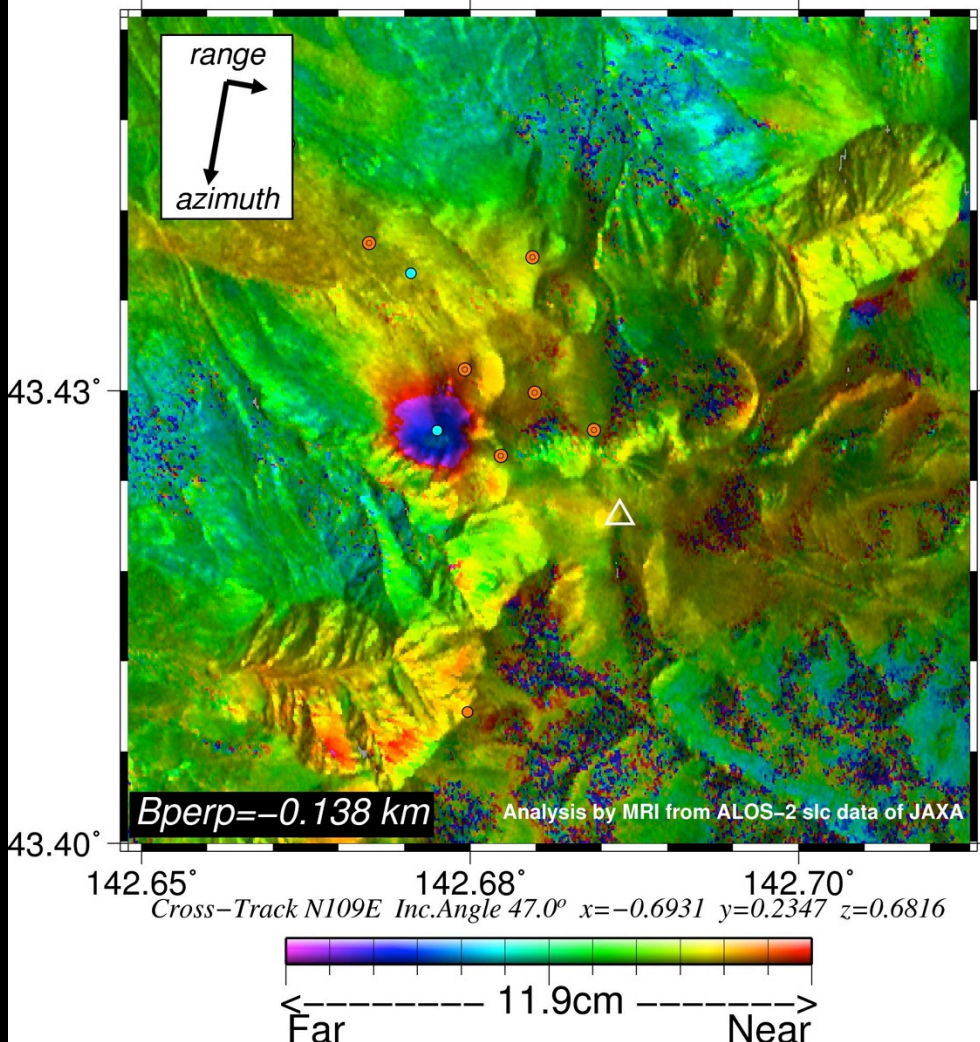
http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/img_up/jpal_polarization.htm

十勝岳(62-2火口周辺の地殻変動)

2015/05/28–2015/07/23

56 days

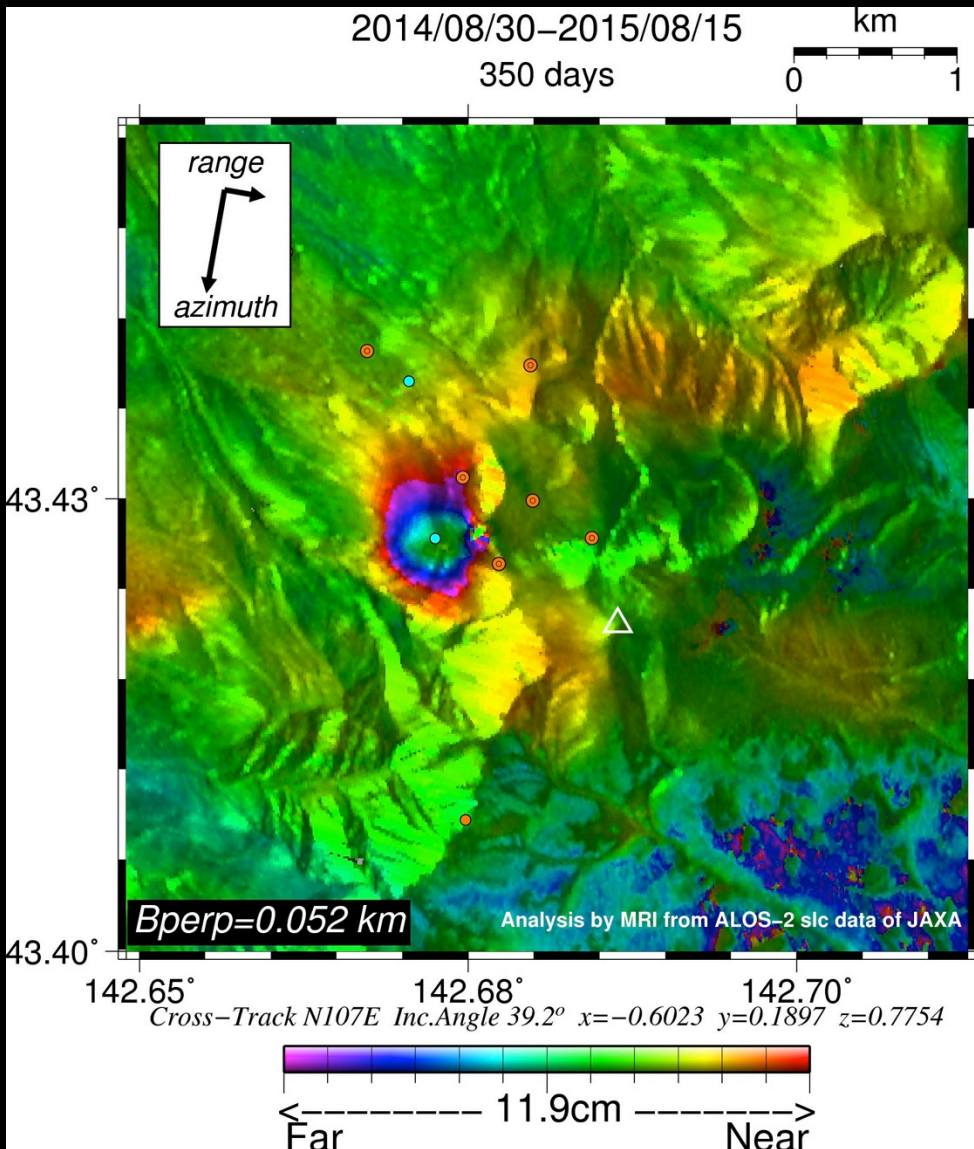
km



- GNSS観測などにおいて、62-2火口周辺の地殻変動が検出されたため、2015年7月に火山WGで意見を取りまとめ、緊急観測を実施。
- 2015年5月との干渉ペアで、62-2火口周辺において、衛星視線方向短縮の位相変化が検出された(約12cm/year)。
- 位相変化の中心は道立地質研究所の「前十勝」観測点。
- ただし、地形に 관련된地殻変動ではないと考えられる位相変化が重畳。
- 原因は対流圏遅延 or 残雪 不明。

ちなみに、
RINCのest-atmcを適用すると...

十勝岳(62-2火口周辺の地殻変動)



- その後もアーカイブデータと相談しながら、緊急観測を模索。
- 北海道地域のため、冬期間のデータは干渉処理に不適。
- なぜか2014年8月のアーカイブデータは垂直偏波(VV)で観測。
- 2015年8月の観測機会を水平偏波(HH)から垂直偏波(VV)に変更し観測することで、良好な干渉結果が得られた(左図)。

以上が、火山WGを中心とした解析経緯。

それは、**ひとつの勘違い**から始まった！
※ポラリメトリ分野では通常の手法？

十勝岳のアーカイブデータ状況 (2015.10.31まで)

観測日	パス	フレーム	軌道	方向	ビーム	偏波
2014.08.08	14	2750	南	右	U4-17	VV
5 2014.08.14	116	900	北	左	U2-7	VV
1 2014.08.30	24	2700	南	左	U2-8	VV
2 2014.10.04	17	2740	南	右	U2-9	HH
2014.12.04	116	900	北	左	U2-7	HH
2014.12.18	116	900	北	左	U2-7	HH
2014.12.20	122	860	北	右	U2-7	HH
2015.01.01	18	2740	南	右	U2-6	HH
2015.01.10	115	900	北	左	U2-9	HH
2015.01.15	116	900	北	左	U2-7	VV
2015.03.14	122	860	北	右	U2-7	HH
2015.04.16	123	860	北	右	U2-9	HH
3 2015.05.28	25	2690	南	左	U3-10	HH

観測日	パス	フレーム	軌道	方向	ビーム	偏波
2015.06.11	25	2690	南	左	U3-11	HH
2015.06.20	122	860	北	右	U2-7	HH
4 2015.07.09	123	860	北	右	U2-9	HH
2015.07.14	26	2690	南	左	U3-13	HH
3 2015.07.23	25	2690	南	左	U3-10	HH
4 2015.07.23	123	860	北	右	U2-9	HH
5 2015.07.30	116	900	北	左	U2-7	HH
2015.08.12	15	2750	南	右	U3-14	HH
5 2015.08.13	116	900	北	左	U2-7	HH
1 2015.08.15	24	2700	南	左	U2-8	VV
1 2015.09.12	24	2700	南	左	U2-8	HH
2015.09.26	122	860	北	右	FP6-6	全※
2 2015.10.17	17	2740	南	右	U2-9	HH

※HH+HV+VH+VV

1. 冬期間を除外
2. 単独パスを除外
3. 異なる撮像範囲(ビーム)を除外
4. 異なる偏波を除外(5ペア) → 偏波の情報を見落とした!(2シーン追加)

十勝岳干渉ペア

● 通常解析ペア

- 2015.05.28 – 2015.07.23 (25-2690 : 南 : 左 : HHとHH)
- 2015.07.09 – 2015.07.23 (123-860 : 北 : 右 : HHとHH)
- 2015.07.30 – 2015.08.13 (116-900 : 北 : 左 : HHとHH)
- 2014.08.30 – 2015.08.15 (24-2700 : 南 : 左 : VVとVV)
- 2014.10.04 – 2015.10.17 (17-2740 : 南 : 右 : HHとHH)

● 追加解析ペア

- **2014.08.14** – 2015.07.30 (116-900 : 北 : 左 : VVとHH)
- **2014.08.14** – 2015.08.13 (116-900 : 北 : 左 : VVとHH)
- 2014.08.30 – **2015.09.12** (24-2700 : 南 : 左 : VVとHH)
- 2015.08.15 – **2015.09.12** (24-2700 : 南 : 左 : VVとHH)

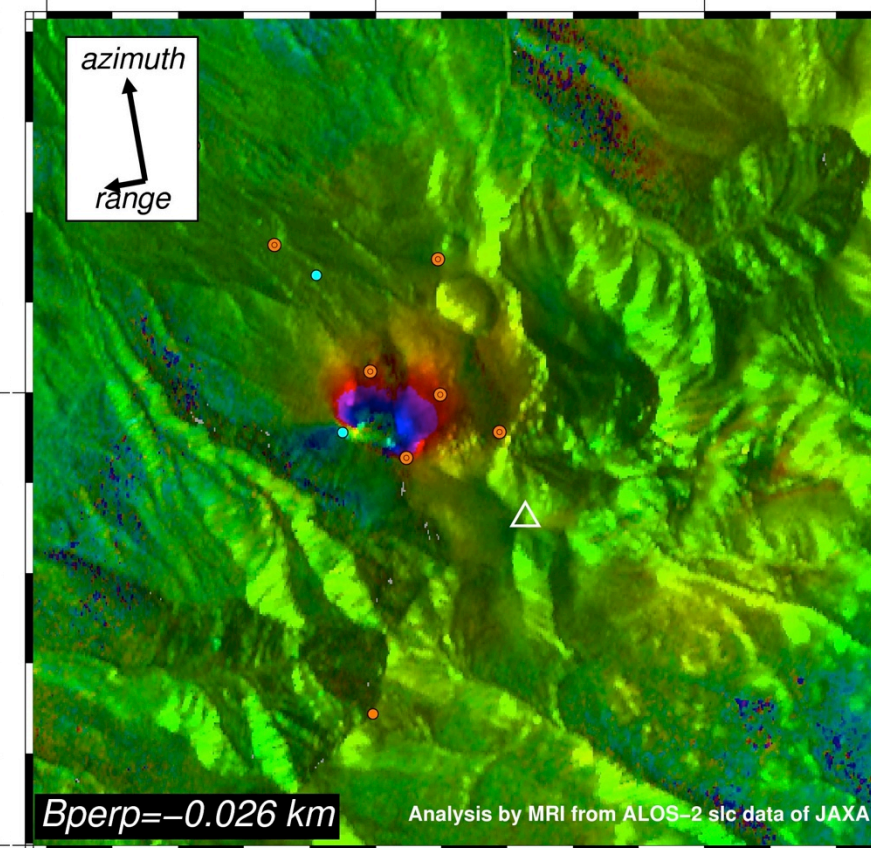
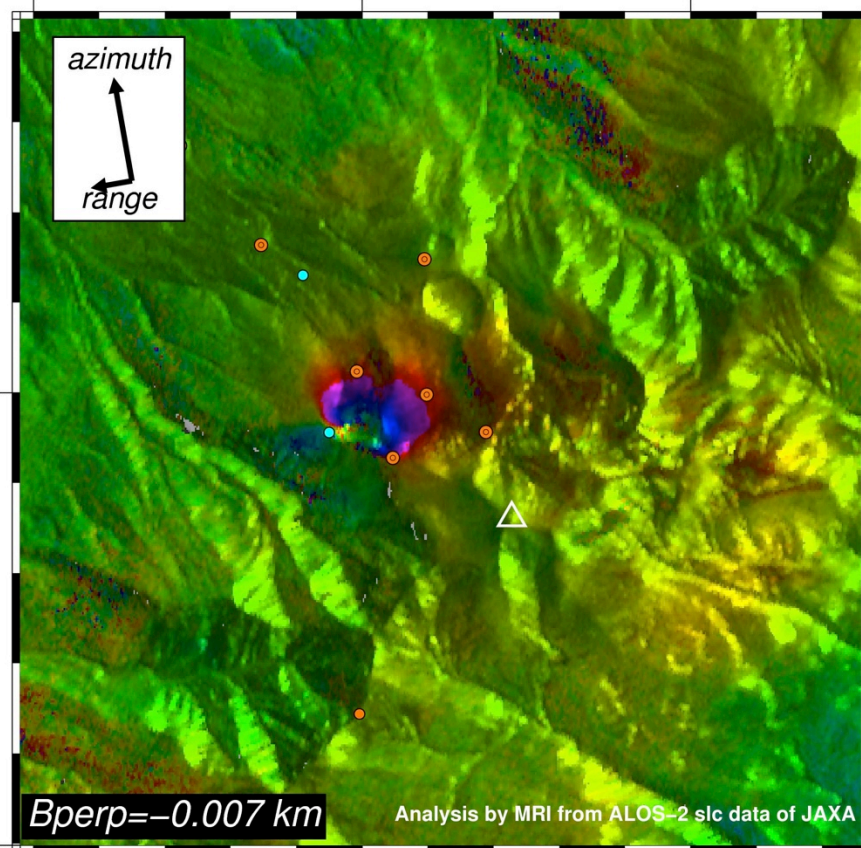
VVとHHの解析結果(116-900)

2014/08/14-2015/07/30
350 days

km
0 1

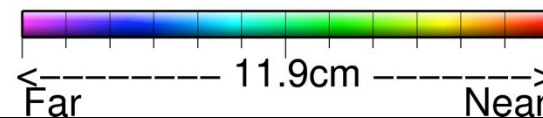
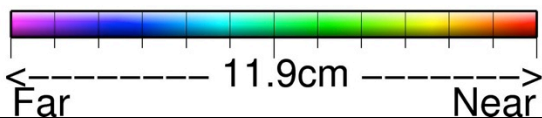
2014/08/14-2015/08/13
364 days

km
0 1



142.65° 142.68° 142.70°
Cross-Track N107W Inc.Angle 36.4° $x=0.5669$ $y=0.1745$ $z=0.8051$

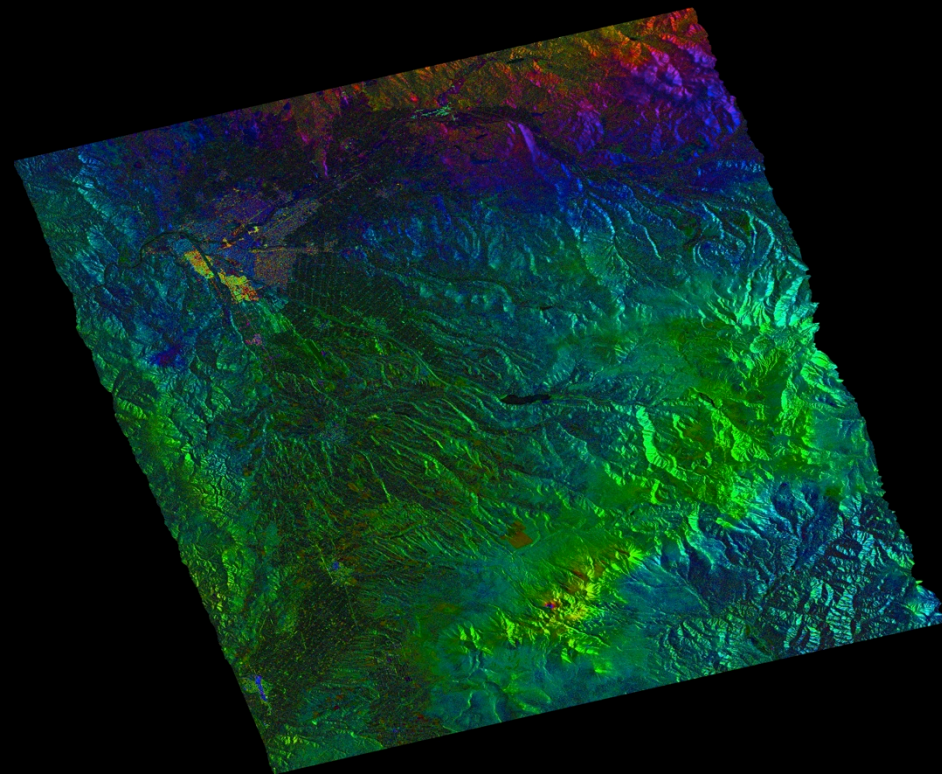
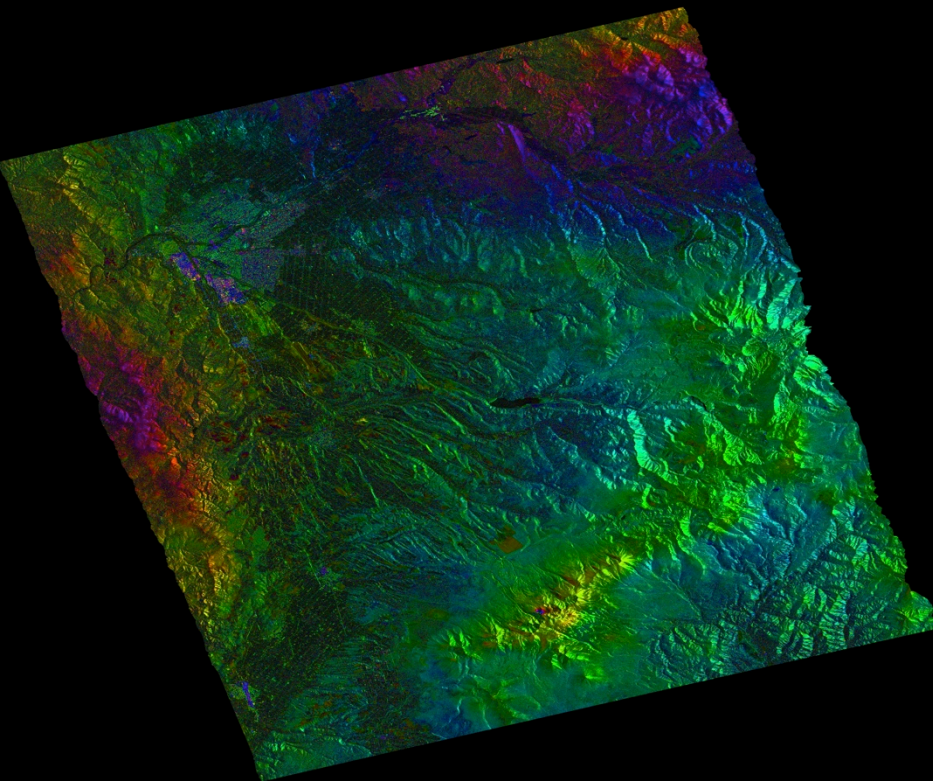
142.65° 142.68° 142.70°
Cross-Track N107W Inc.Angle 36.4° $x=0.5669$ $y=0.1745$ $z=0.8051$



VVとHHの解析結果(116-900:全体)

2014.08.14 – 2015.07.30 (350日)

2014.08.14 – 2015.08.13 (364日)



部分的な干渉ではなく、全面干渉している！

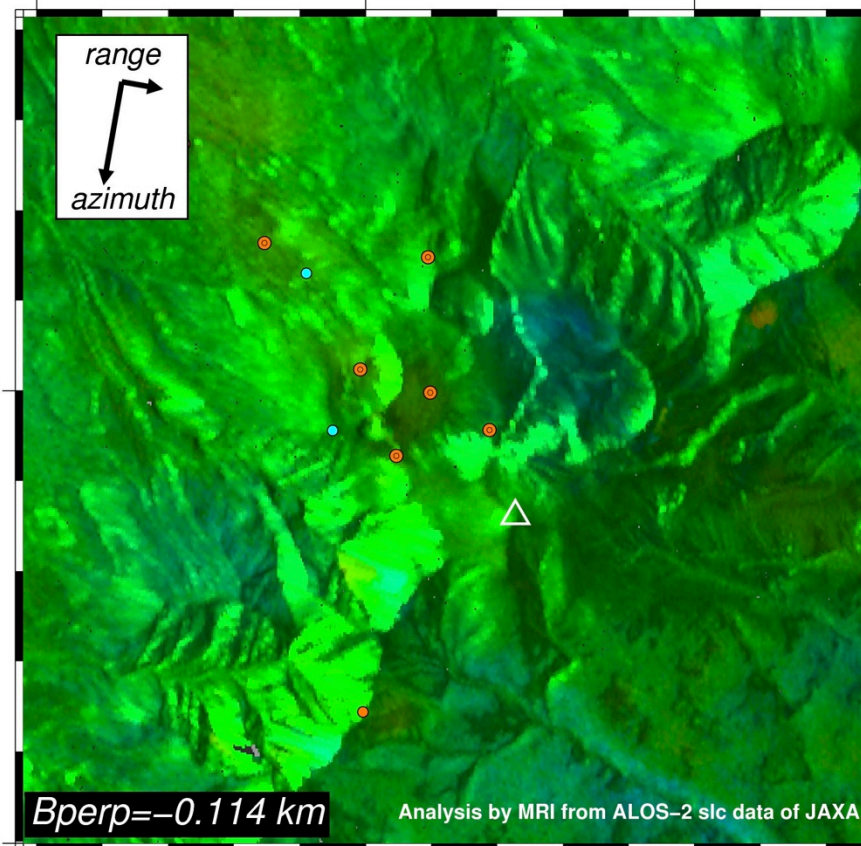
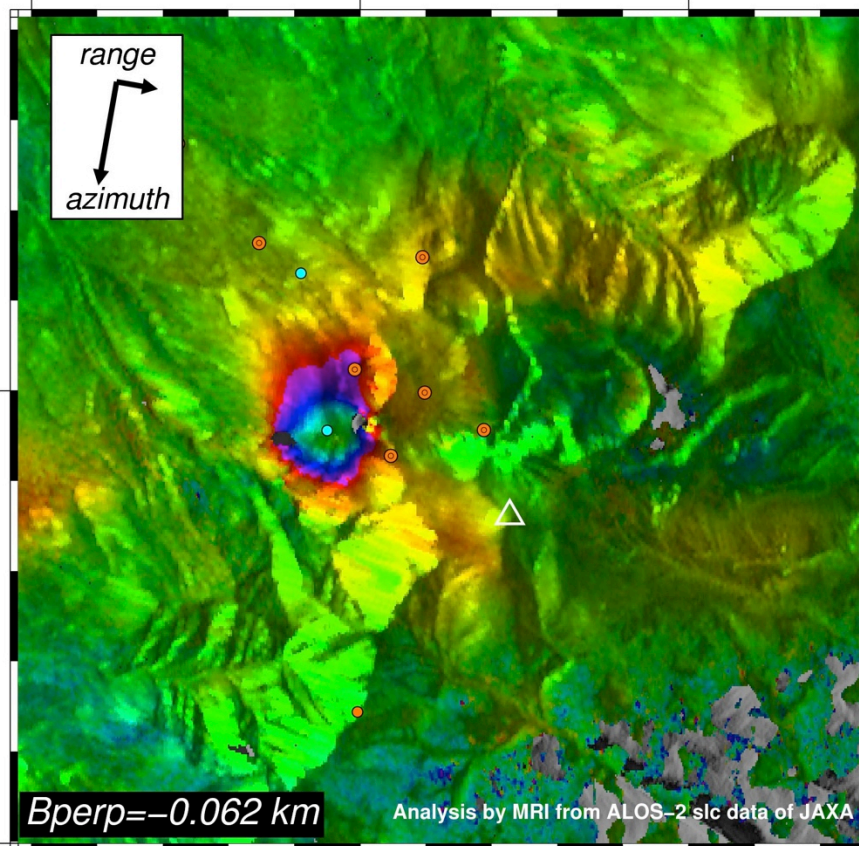
VVとHHの解析結果(24-2700)

2014/08/30-2015/09/12
378 days

km
0 1

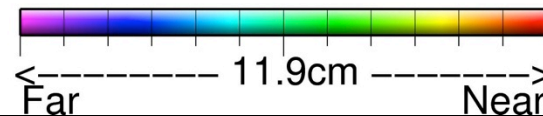
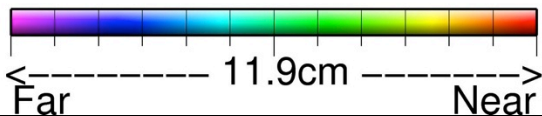
2015/08/15-2015/09/12
28 days

km
0 1



142.65° 142.68° 142.70°
Cross-Track N107E Inc.Angle 39.2° $x = -0.6022$ $y = 0.1897$ $z = 0.7755$

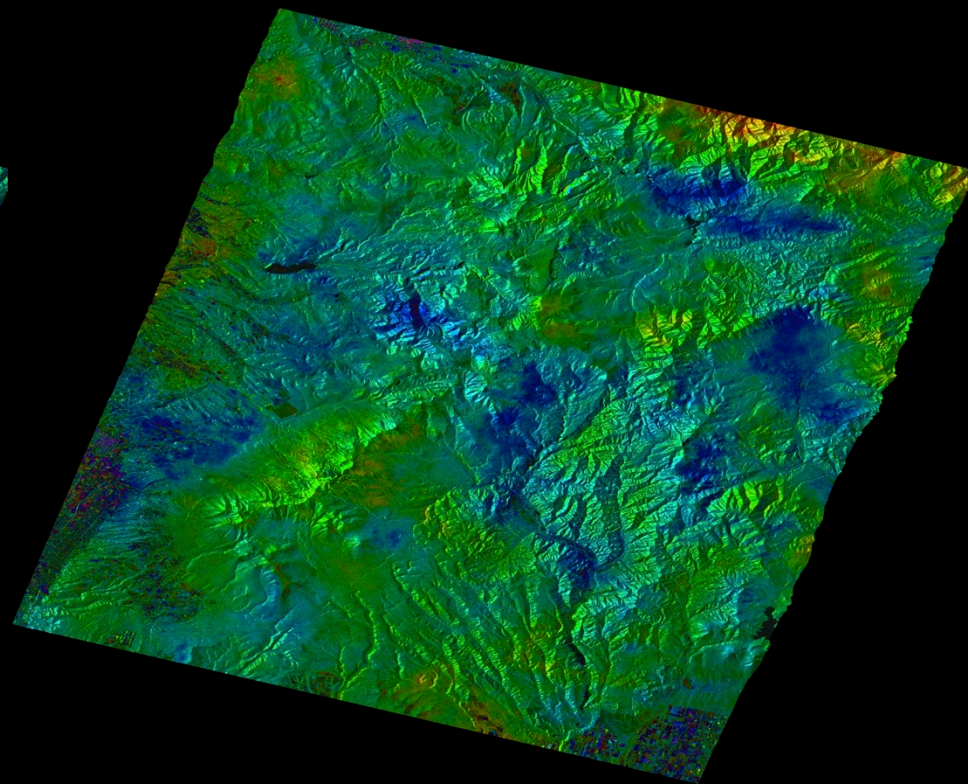
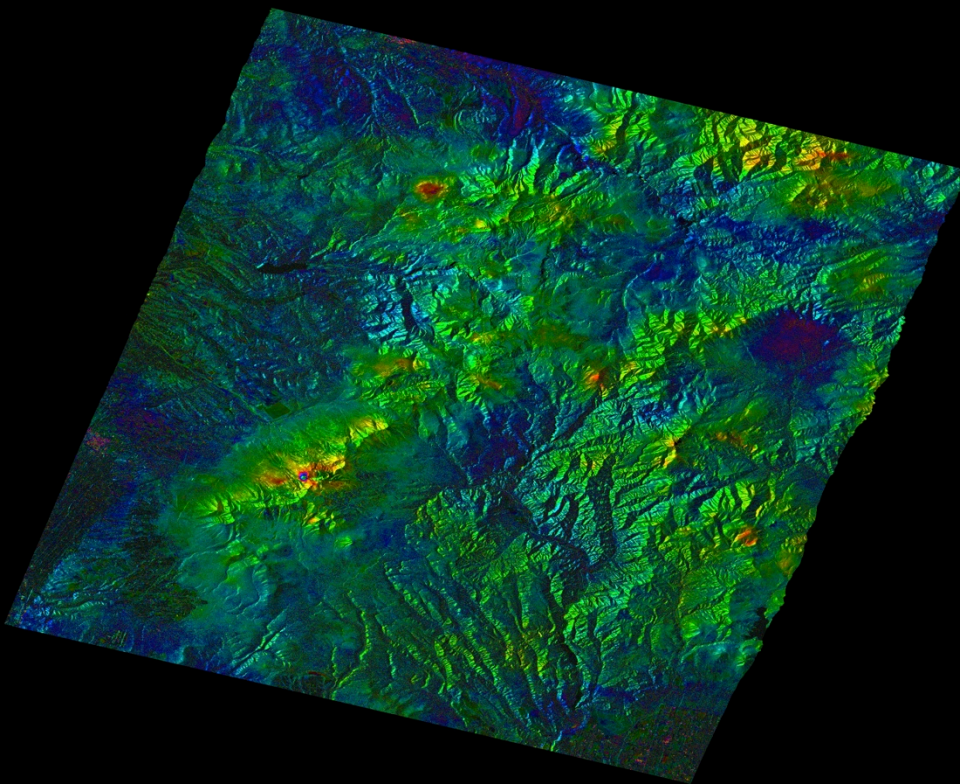
142.65° 142.68° 142.70°
Cross-Track N107E Inc.Angle 39.2° $x = -0.6023$ $y = 0.1897$ $z = 0.7754$



VVとHHの解析結果(24-2700:全体)

2014.08.30 - 2015.09.12 (378日)

2015.08.15 - 2015.09.12 (28日)



部分的な干渉ではなく、全面干渉している！

ここまでのまとめ

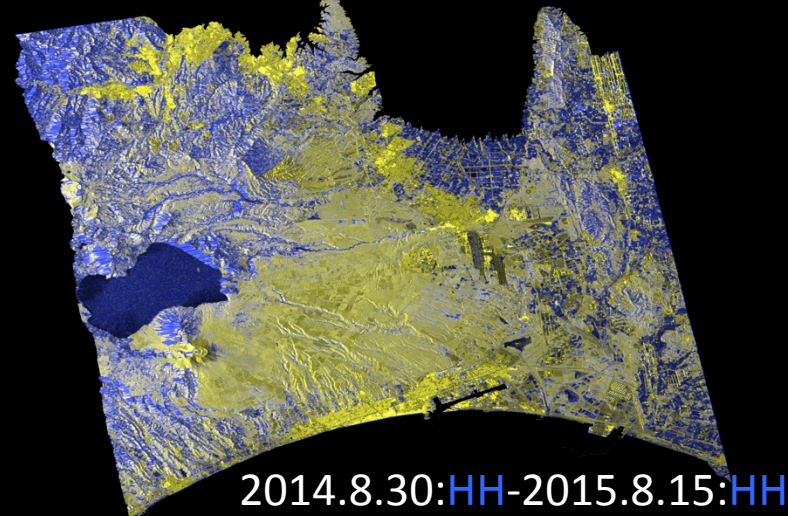
- 異なる偏波においても干渉処理ができた(できてしまった)！
- 部分的な干渉ではなく、全面干渉している。
- 検出された位相変化量も誤差範囲内(にみえる)。

- ほかに、事例はないか？？？
 - フルポラリメトリのペアを発見！
 - ✓ 2014.08.30 - 2015.08.15 (122-850:北:右)
 - ✓ ルック数:4×9で全ての組み合わせ(16通り)について解析
 - ✓ B_{perp} :235.8m
 - ✓ 次ページ以降で、全部みせます😊

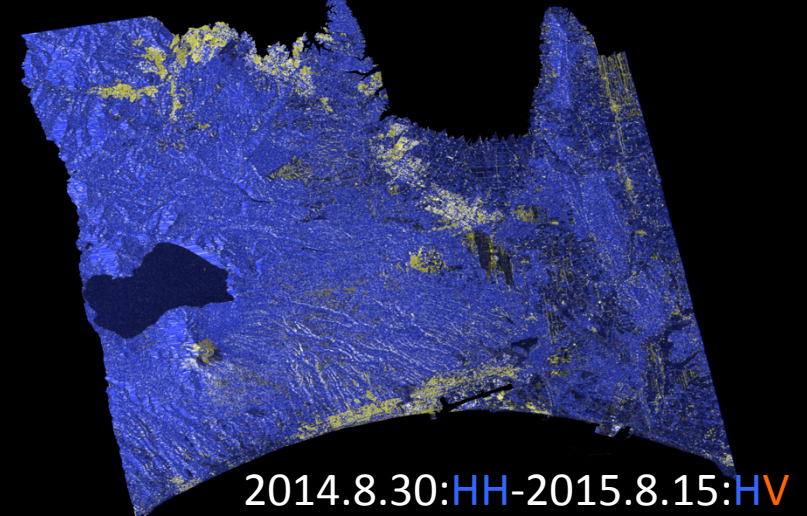
path:122-850の解析結果 (2014.8.30:HHを基準)



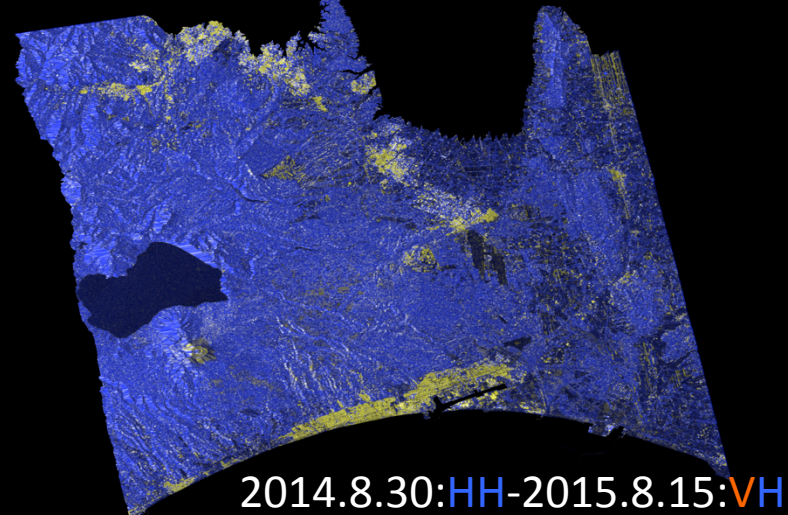
㊟送信波と受信波が同じ



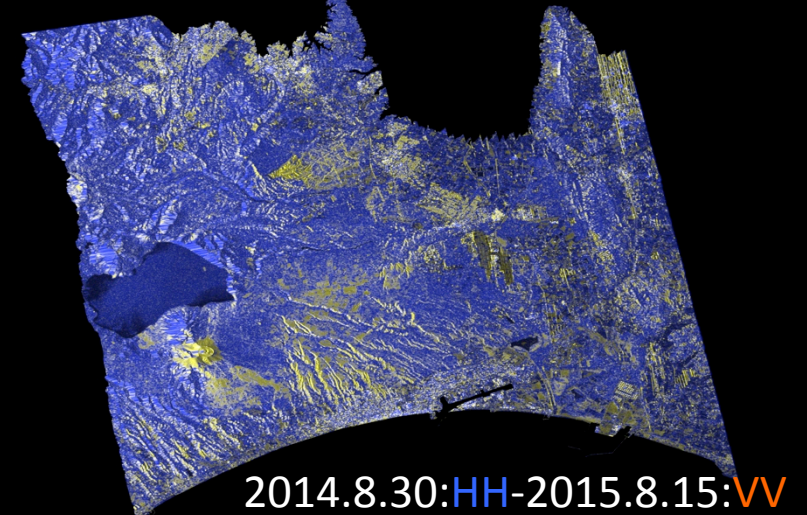
㊟送信波のみ同じ



㊟受信波のみ同じ



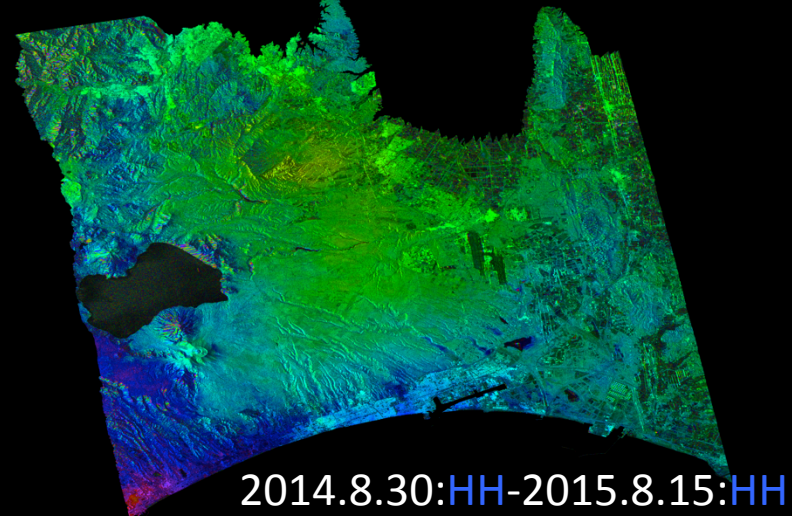
㊟送信波と受信波が異なる



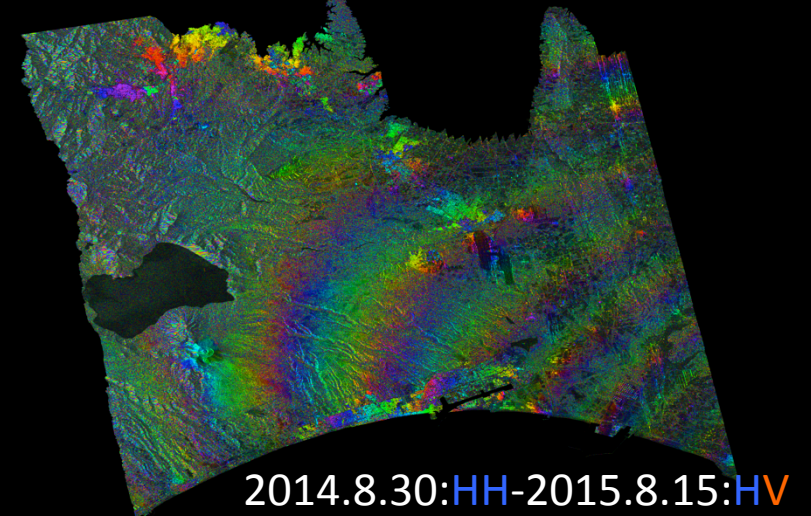
path:122-850の解析結果 (2014.8.30:HHを基準)



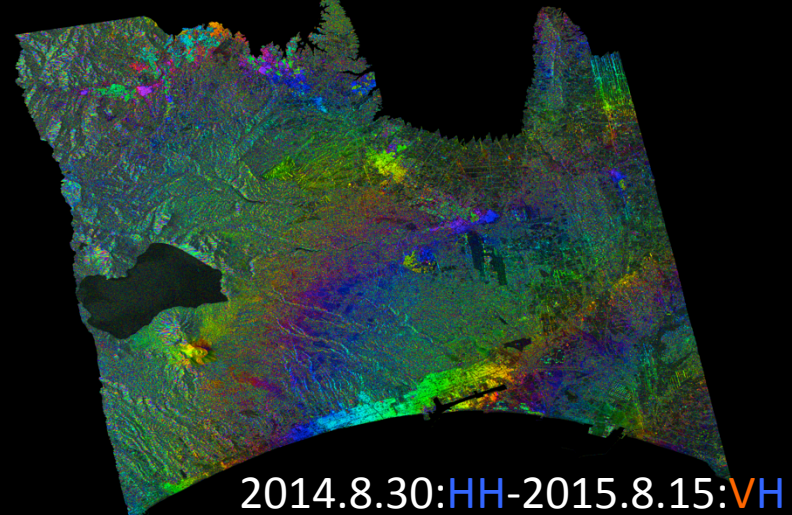
㊟送信波と受信波が同じ



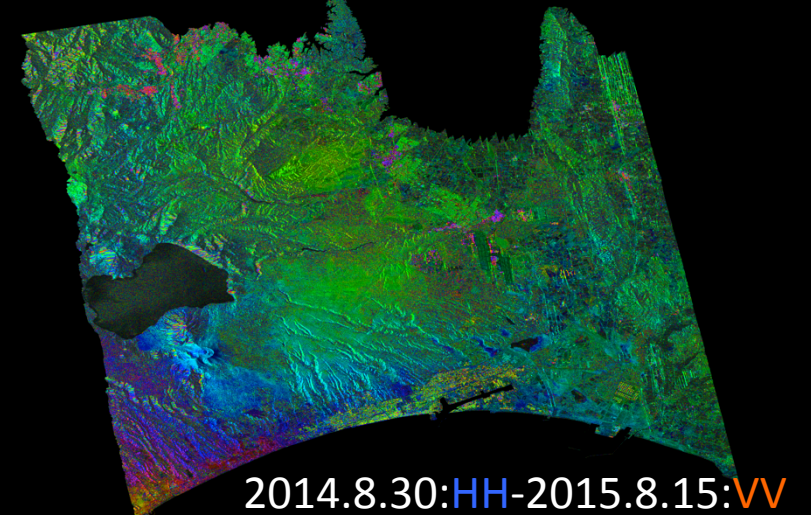
㊟送信波のみ同じ



㊟受信波のみ同じ



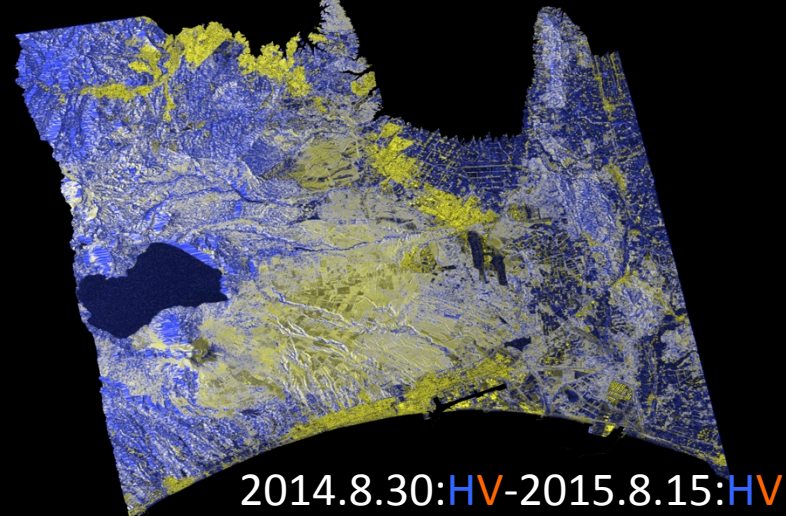
㊟送信波と受信波が異なる



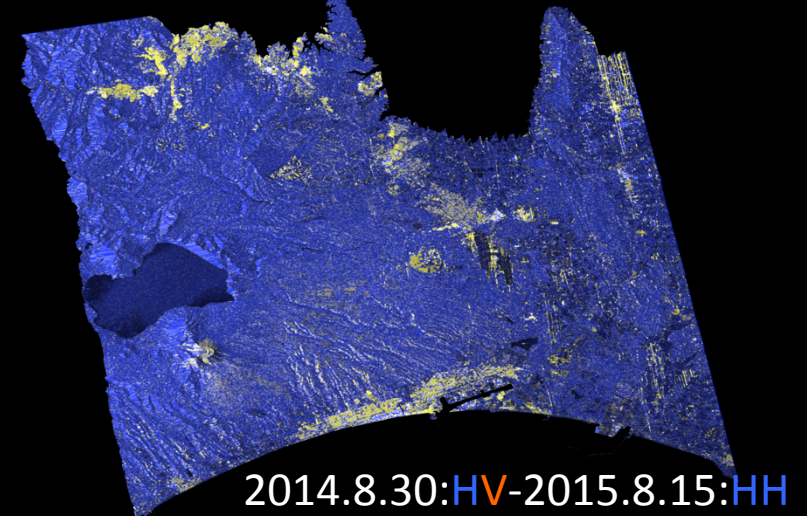
path:122-850の解析結果 (2014.8.30:HVを基準)



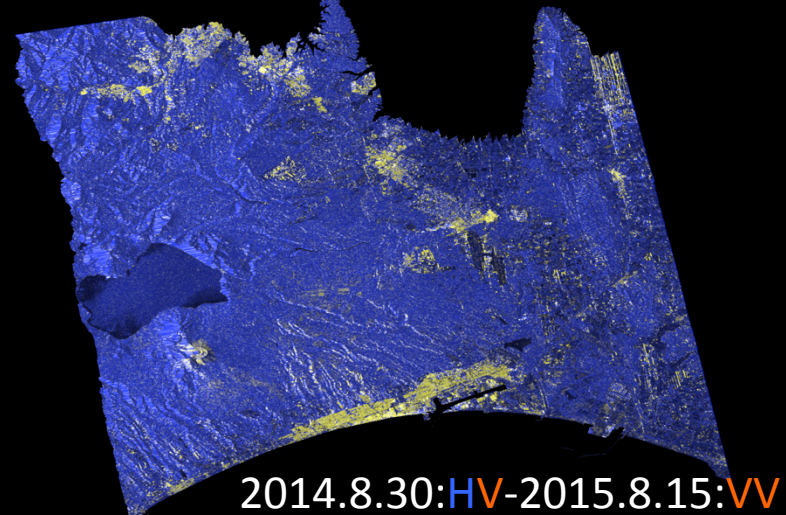
㊟送信波と受信波が同じ



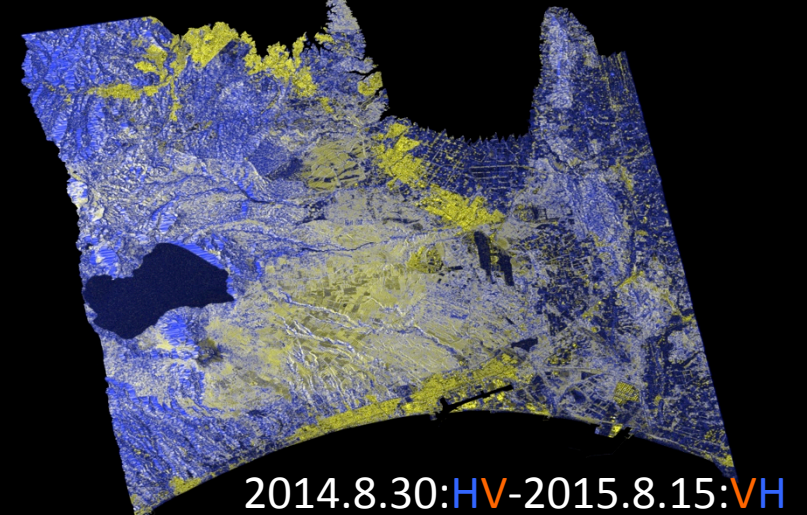
㊟送信波のみ同じ



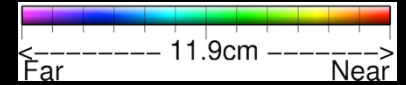
㊟受信波のみ同じ



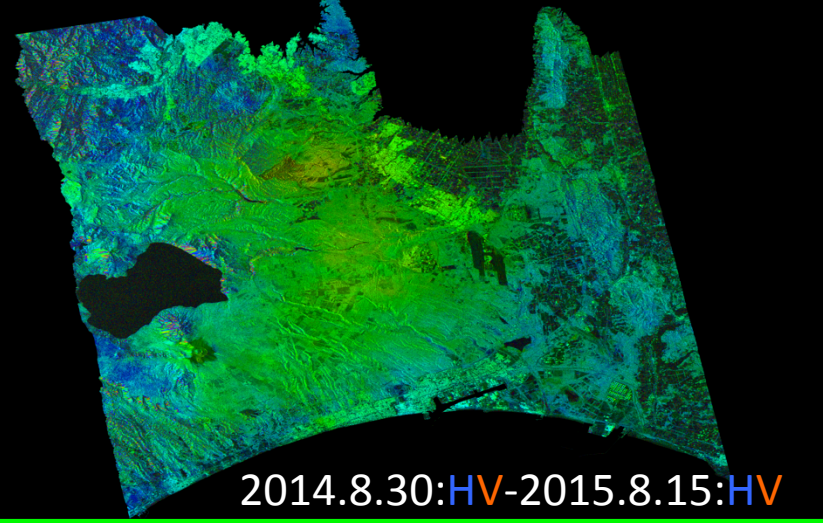
㊟送信波と受信波が異なる



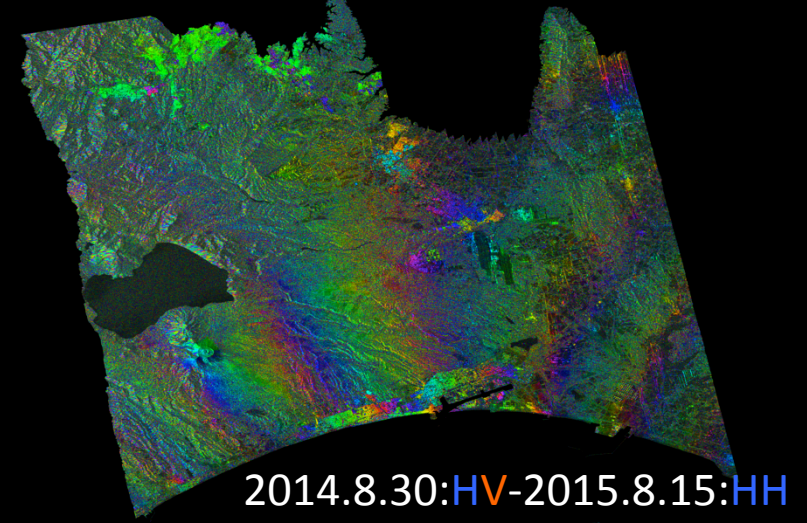
path:122-850の解析結果 (2014.8.30:HVを基準)



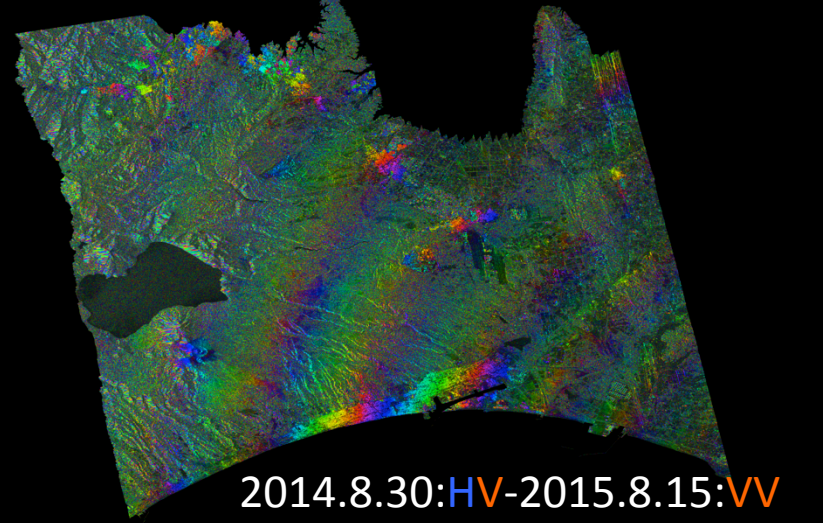
㊟送信波と受信波が同じ



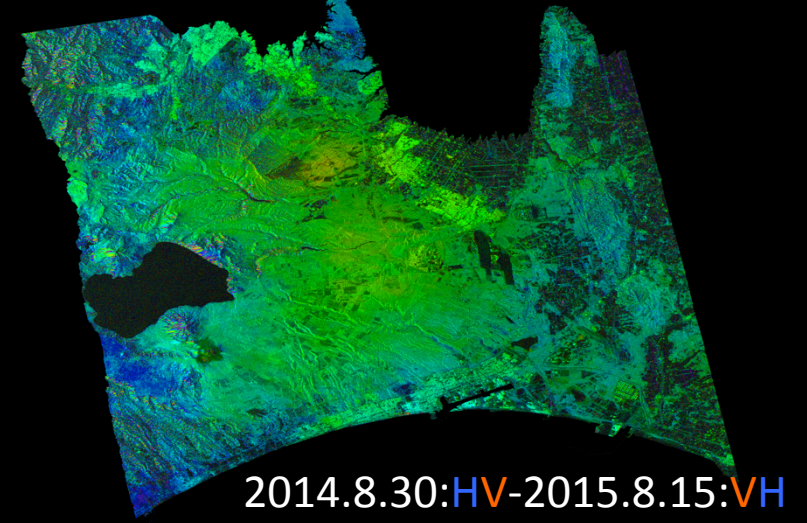
㊟送信波のみ同じ



㊟受信波のみ同じ



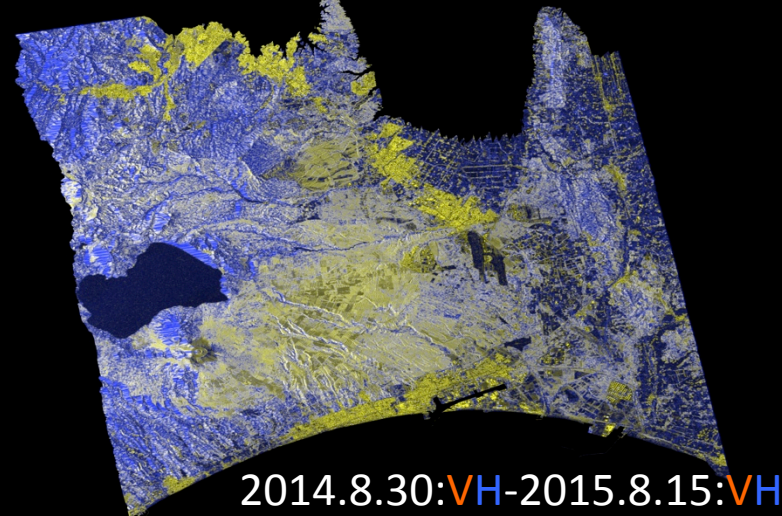
㊟送信波と受信波が異なる



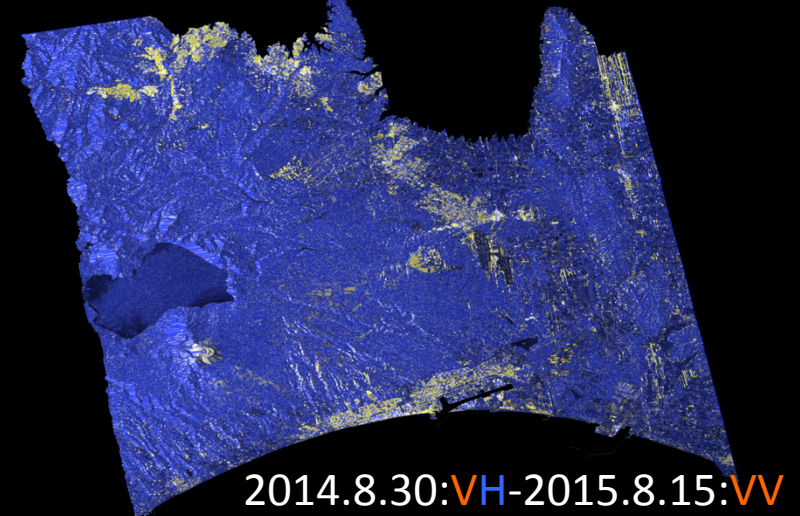
path:122-850の解析結果 (2014.8.30:VHを基準)



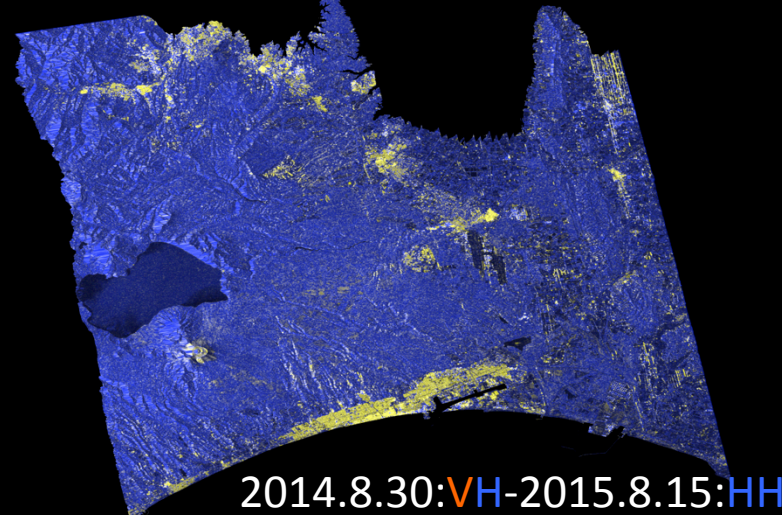
㊟送信波と受信波が同じ



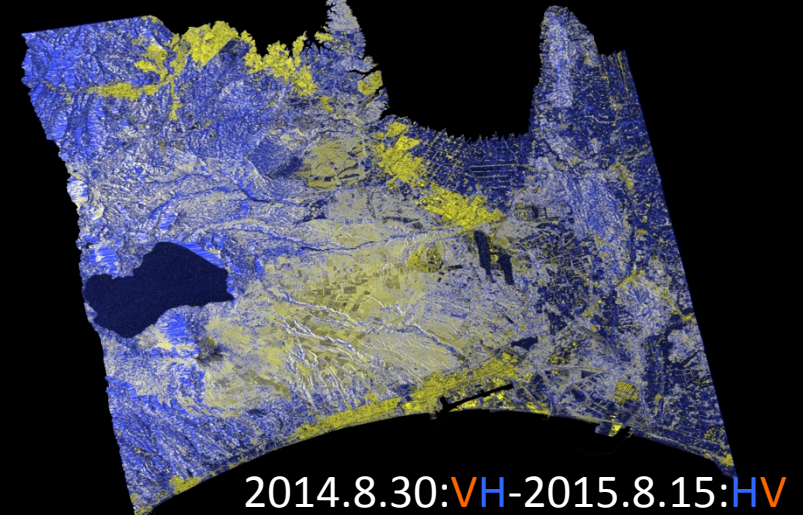
㊟送信波のみ同じ



㊟受信波のみ同じ



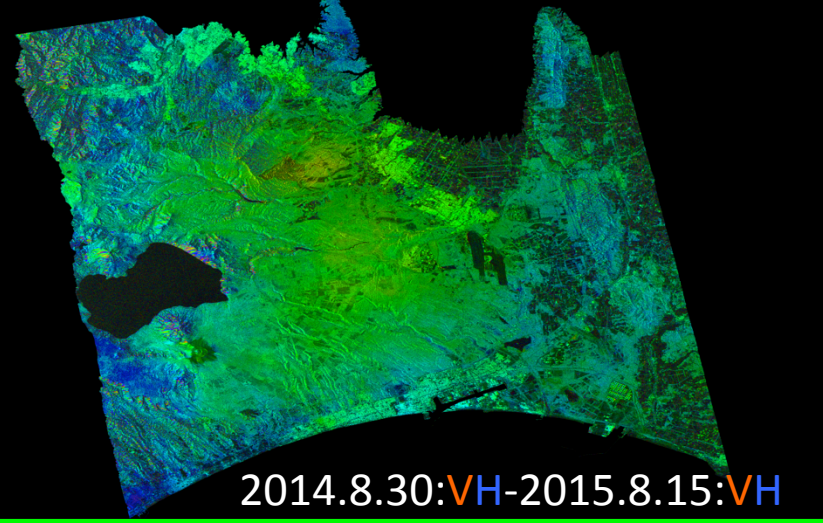
㊟送信波と受信波が異なる



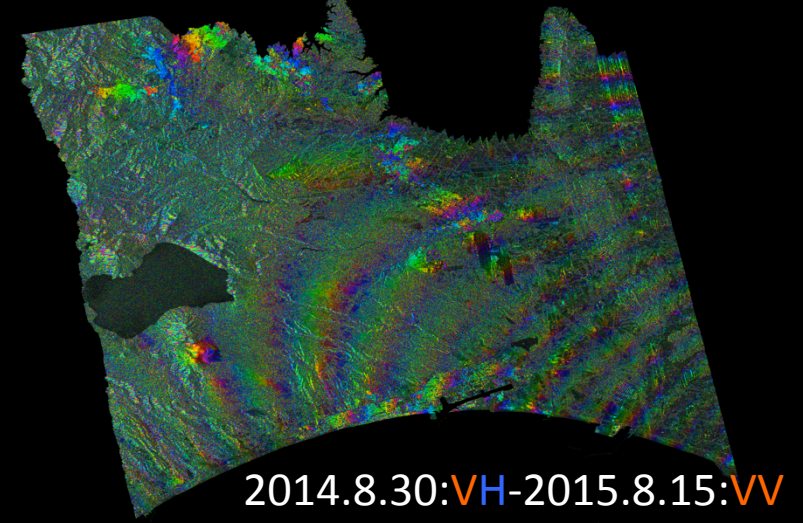
path:122-850の解析結果 (2014.8.30:VHを基準)



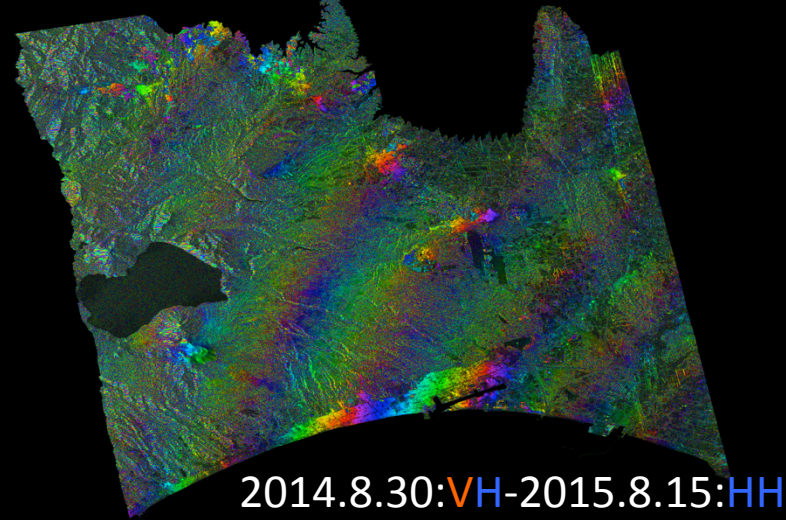
㊟送信波と受信波が同じ



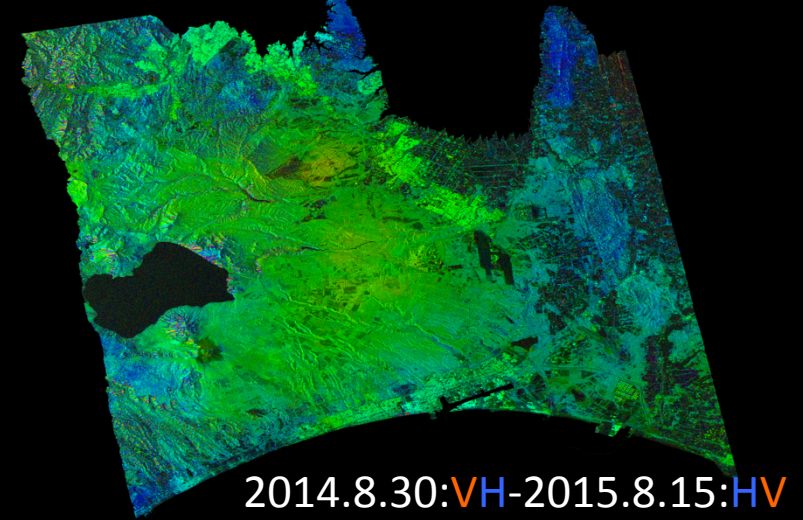
㊟送信波のみ同じ



㊟受信波のみ同じ



㊟送信波と受信波が異なる

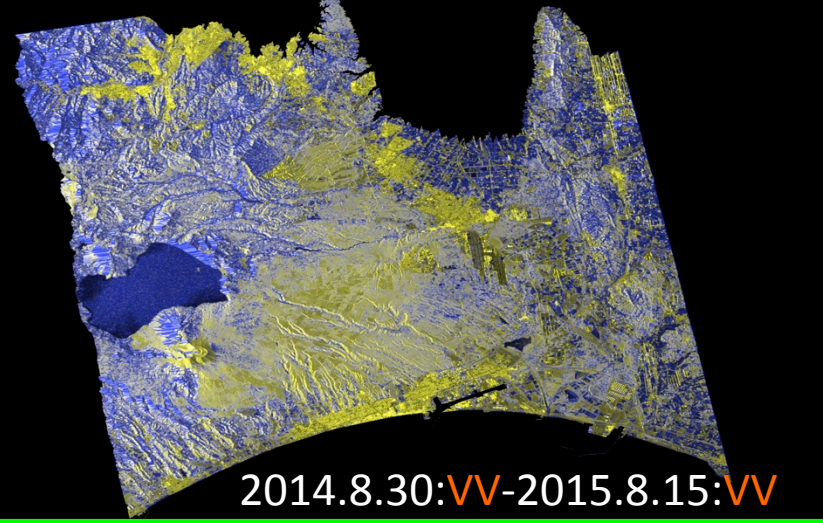


path:122-850の解析結果

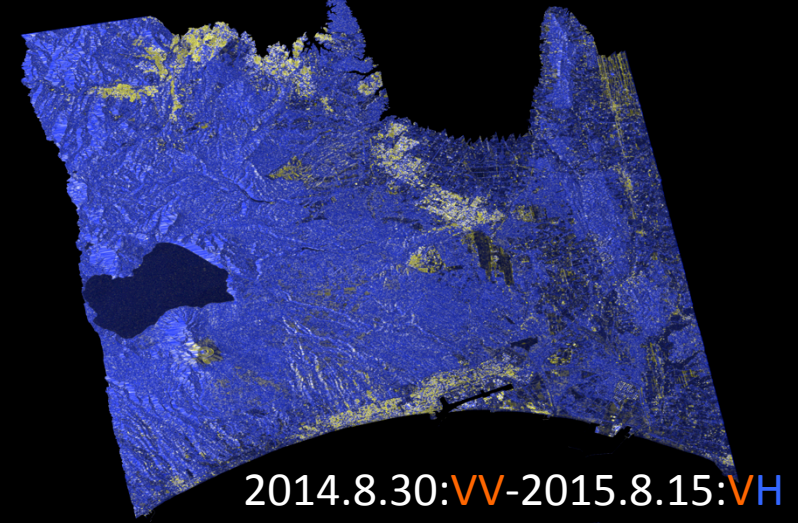
(2014.8.30:VVを基準)



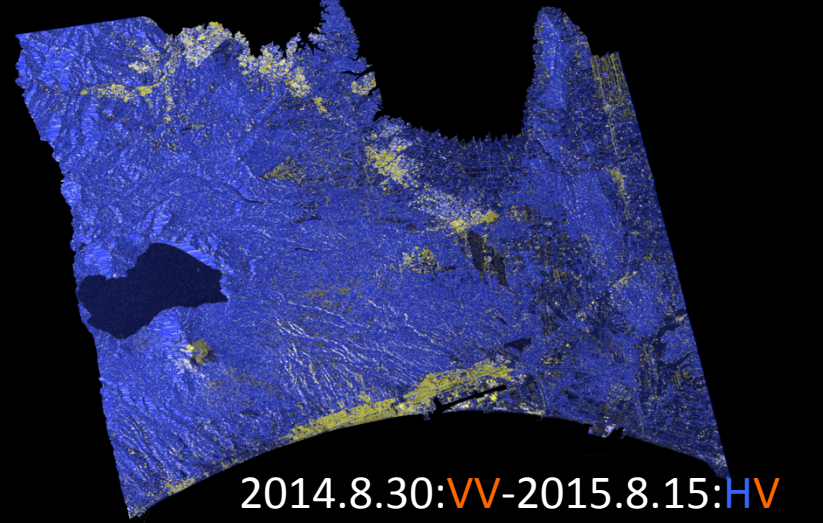
㊟送信波と受信波が同じ



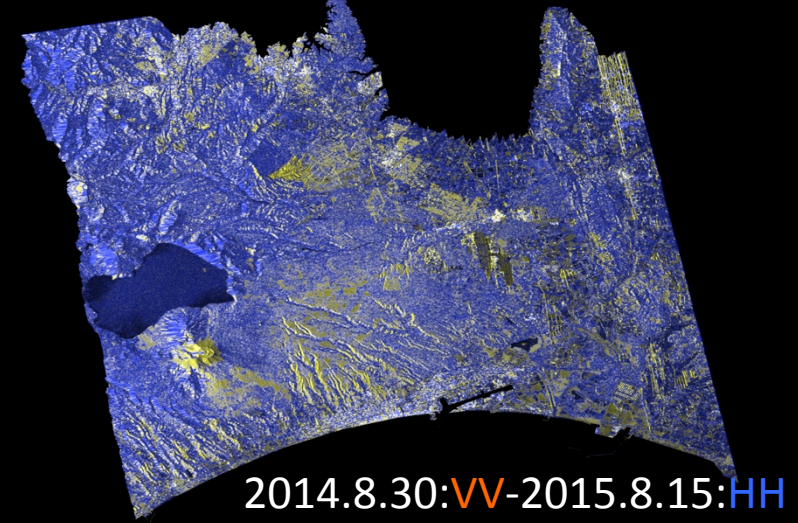
㊟送信波のみ同じ



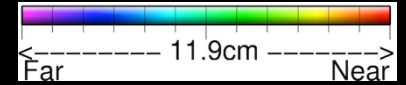
㊟受信波のみ同じ



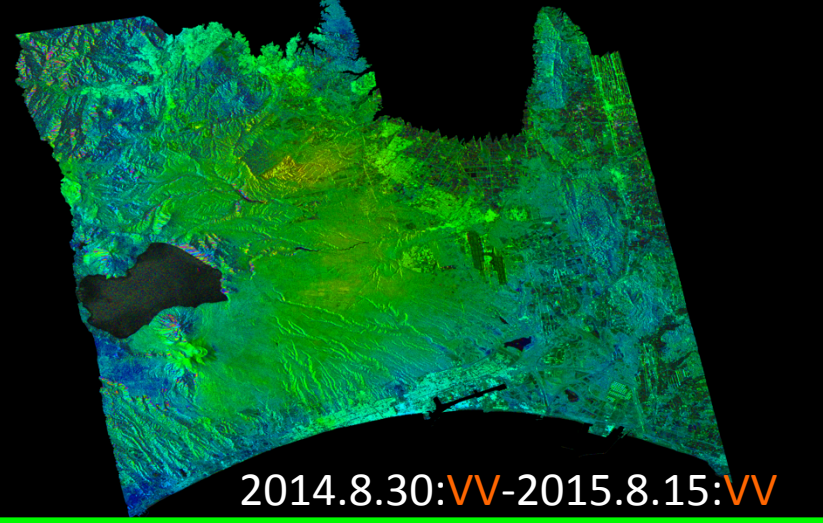
㊟送信波と受信波が異なる



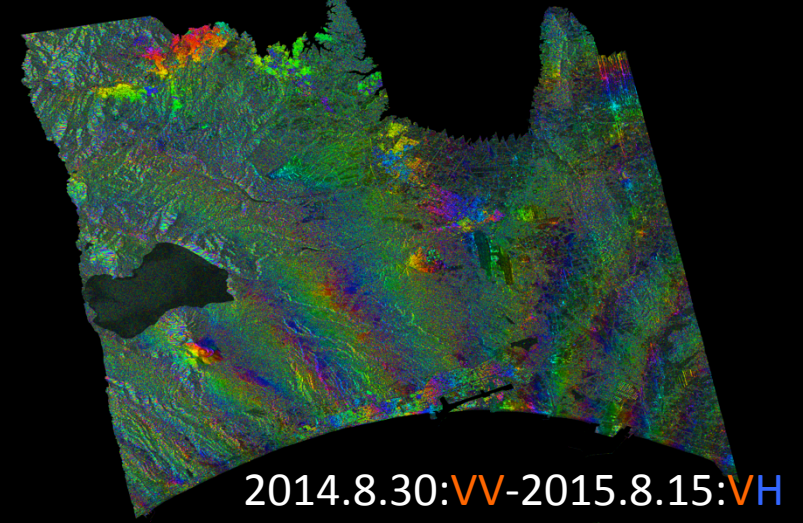
path:122-850の解析結果 (2014.8.30:VVを基準)



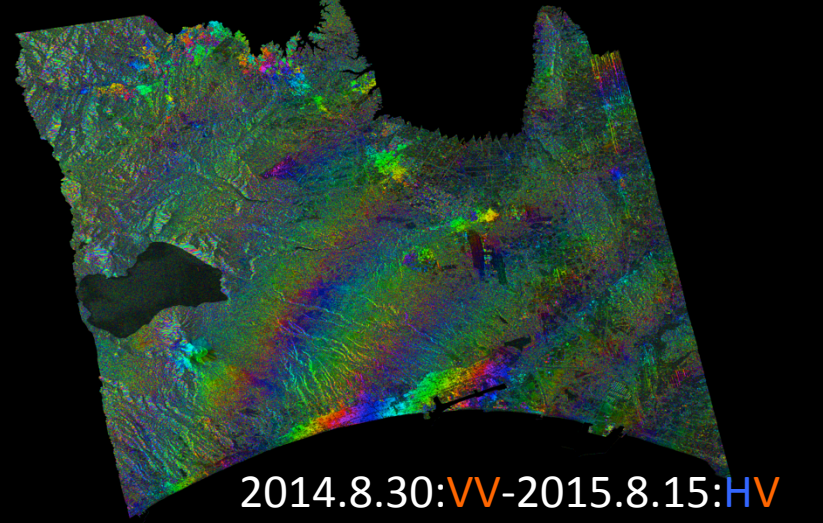
㊟送信波と受信波が同じ



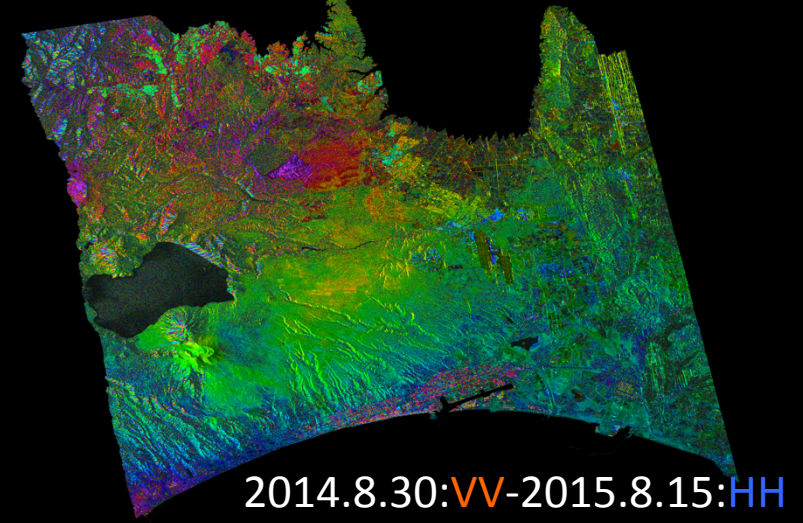
㊟送信波のみ同じ



㊟受信波のみ同じ



㊟送信波と受信波が異なる



まとめ

- PALSAR-2の異なる偏波同士の干渉処理を実施した。
- 送信波と受信波が共に異なる偏波ペアは、ほぼ全面干渉。
 - HV-VH及びVH-HVでは、相関度も比較的良い。
 - HH-VV及びVV-HHでは、相関度はあまりよくない。
- 送信波のみ、受信波のみ異なる偏波ペアは、残存縞あるが全面干渉。
 - 相関度も非常に悪い(ただし、裸地は比較的良い)。
 - 残存縞については、計算で除去できそう。