

将来合成開口レーダについて-災害観測/資源
観測-

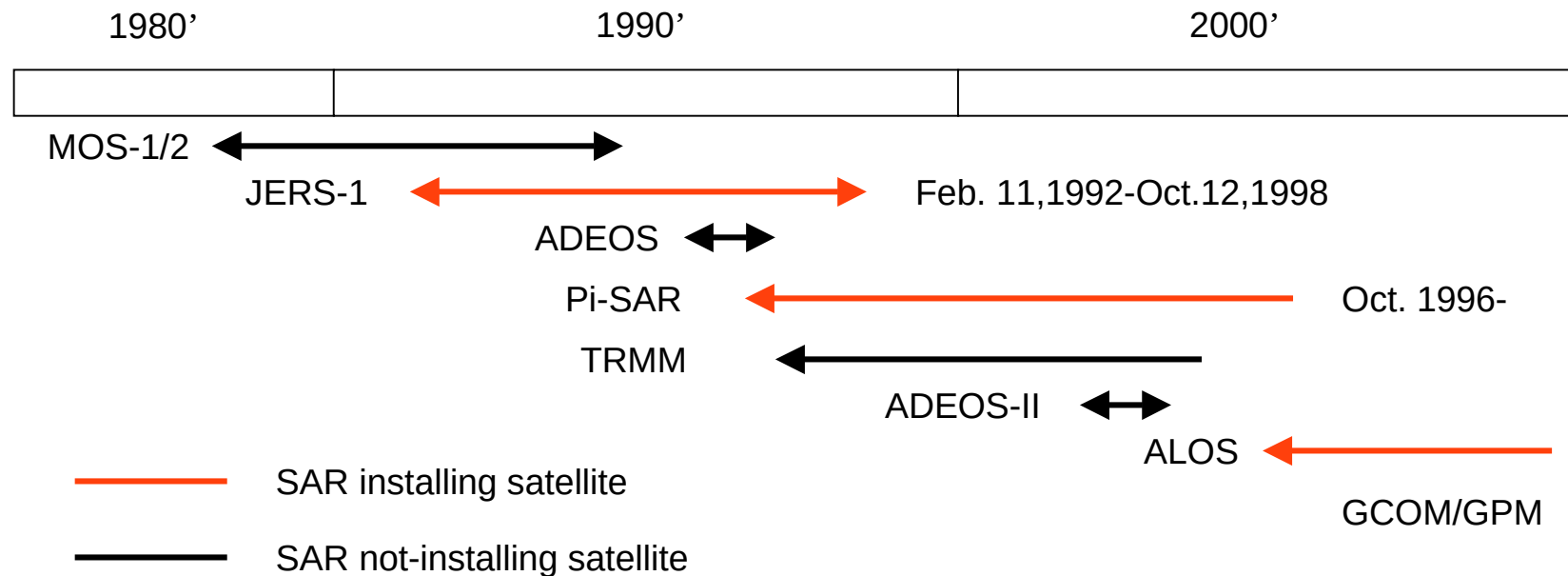
Future spaceborne synthetic aperture radar -
disaster/resources monitoring

島田政信,大沢右二(地球観測利用推進センター
／宇宙航空研究開発機構)

masanobu shimada, Yuji Osawa(Earth
Observation Resaerch center/Japan
Aerospace Exploration Agency)

E-mail:shimada@eorc.jhaxa.jp

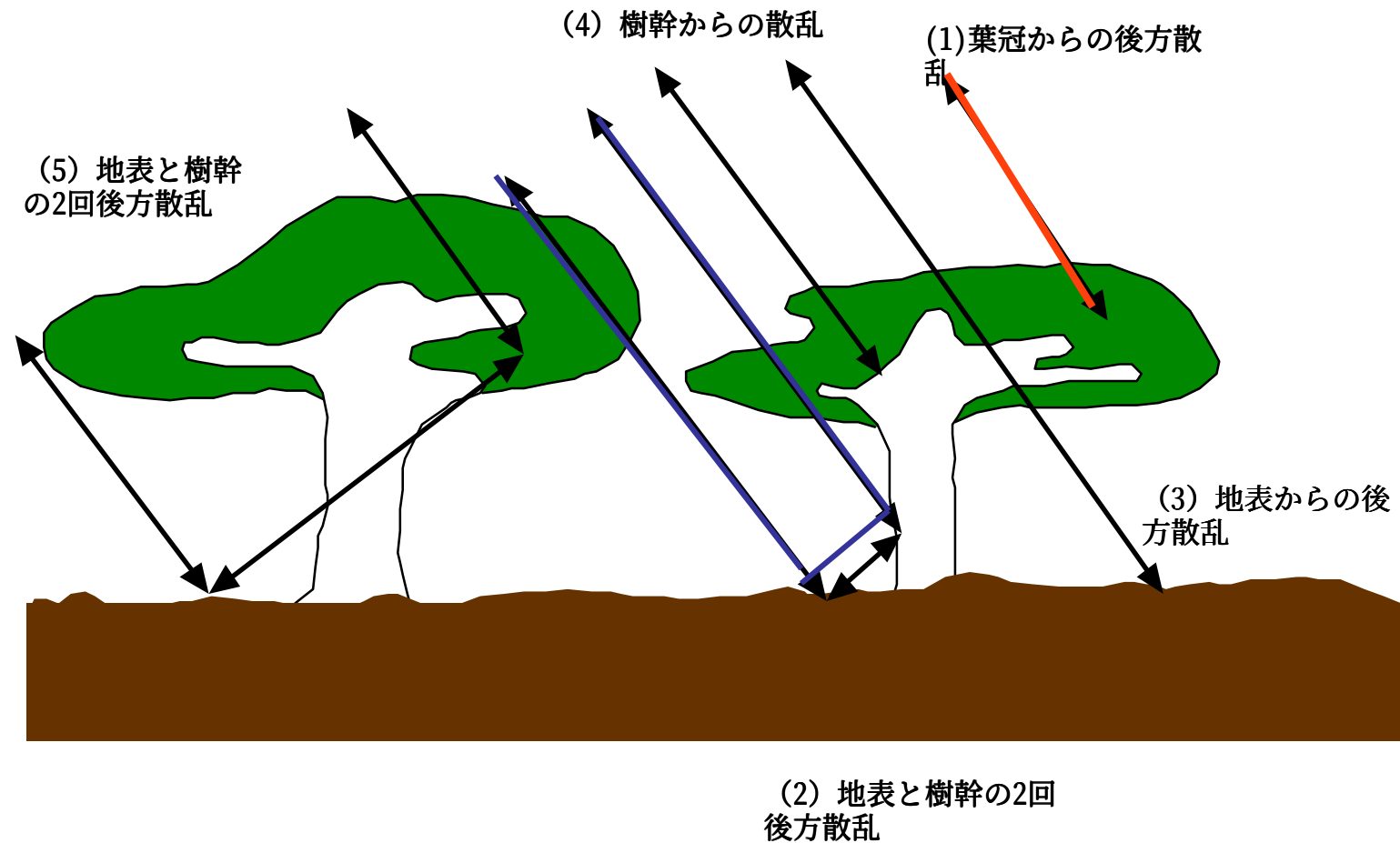
JAXA Spaceborne/Airborne sensor Programs and SARs



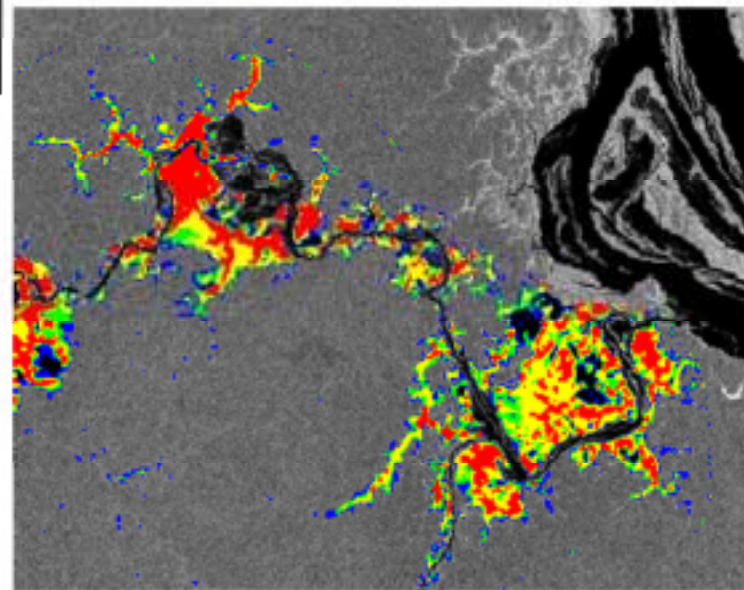
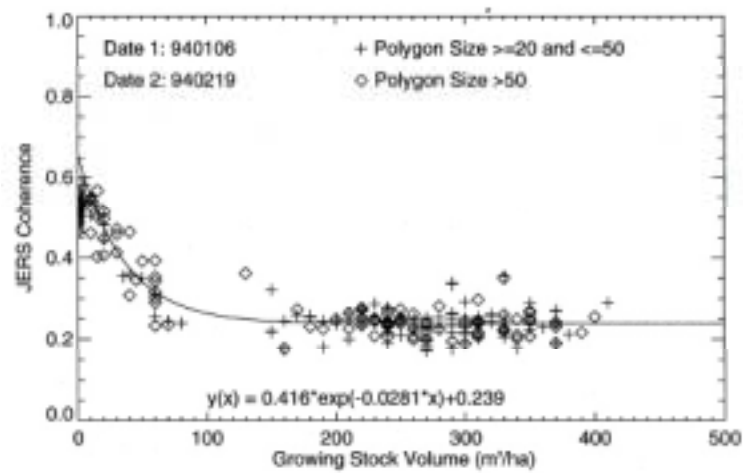
Representative parameters of JAXA SAR

	Freq.	Bw(MHz)	InSAR	FULLPOL	SCANSAR
JERS-1	L	15	X		
Pi-SAR	L	50	X	X	
PALSAR	L	28/14	X	X	X

Penetration



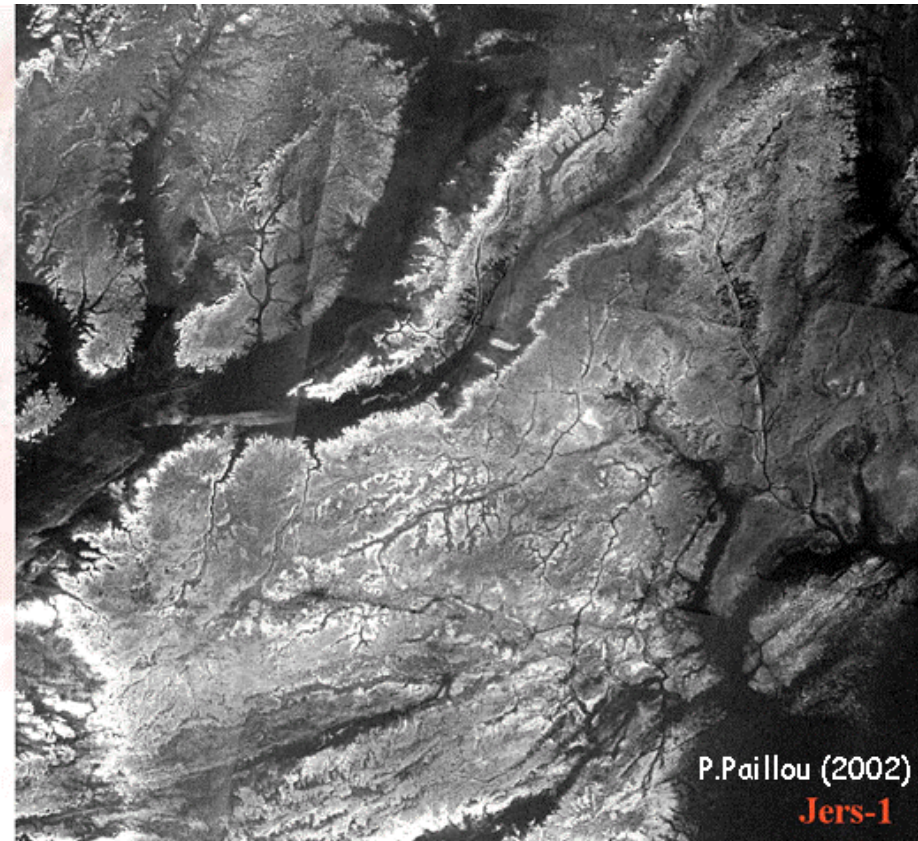
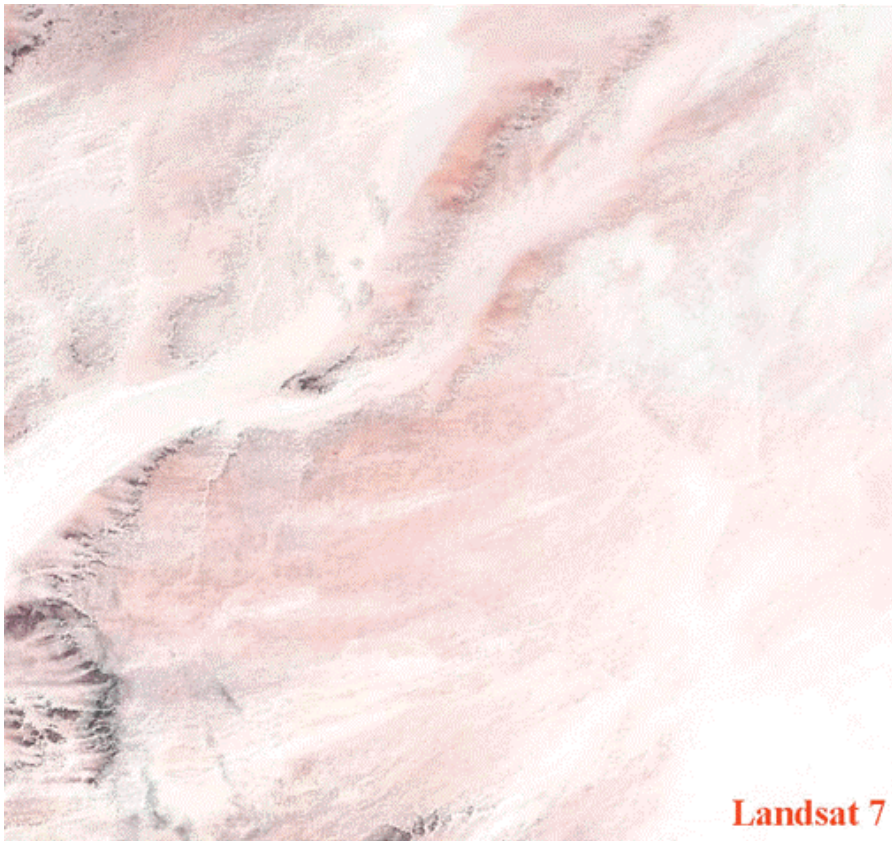
SAR scattering mechanism from the land complex



K&C output examples a) Mosaic of Kalimantan, b) (Mangrove forest, Malaysia),
c) biomass-coherence, d) Flood duration map

K&C Desert & Water Theme

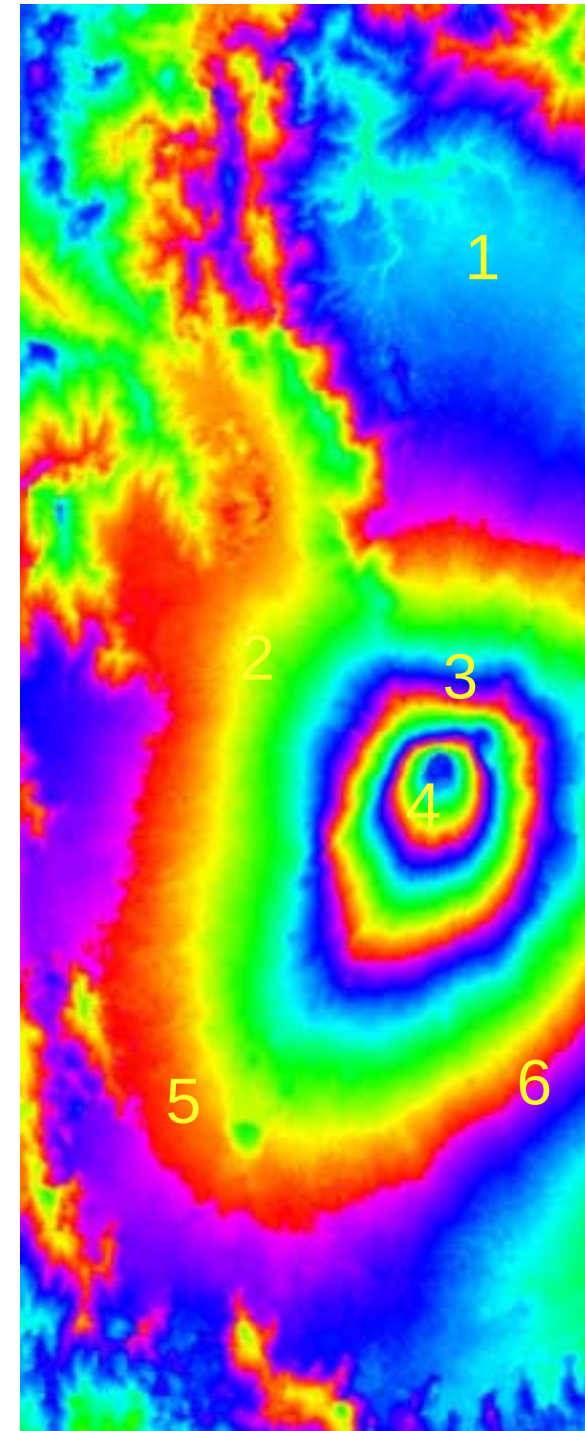
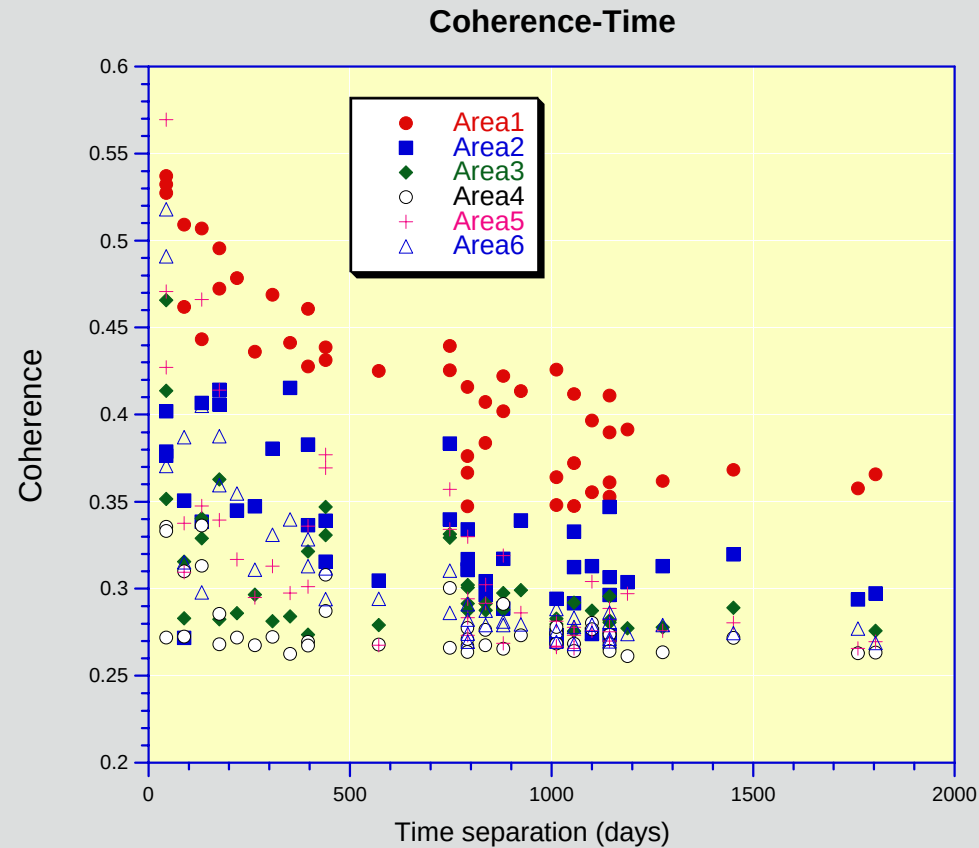
Mapping of **sub-surface hydrology** in arid areas.



L band penetration

Coherences of Mt. Fuji images

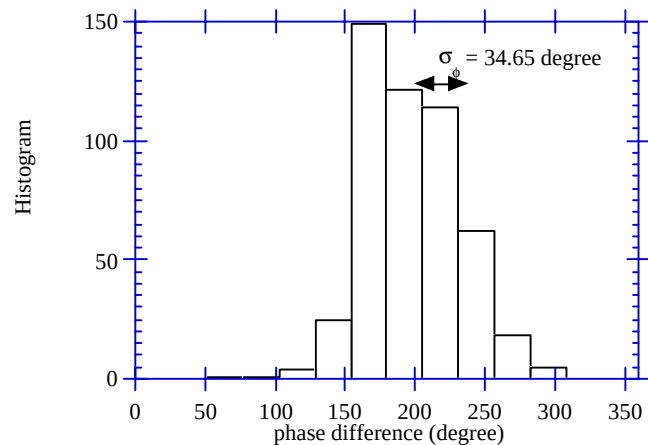
Measure coherences of several different targets as functions of time separation and baseline.



Surface Deformation measured by JERS-1 Differential InSAR

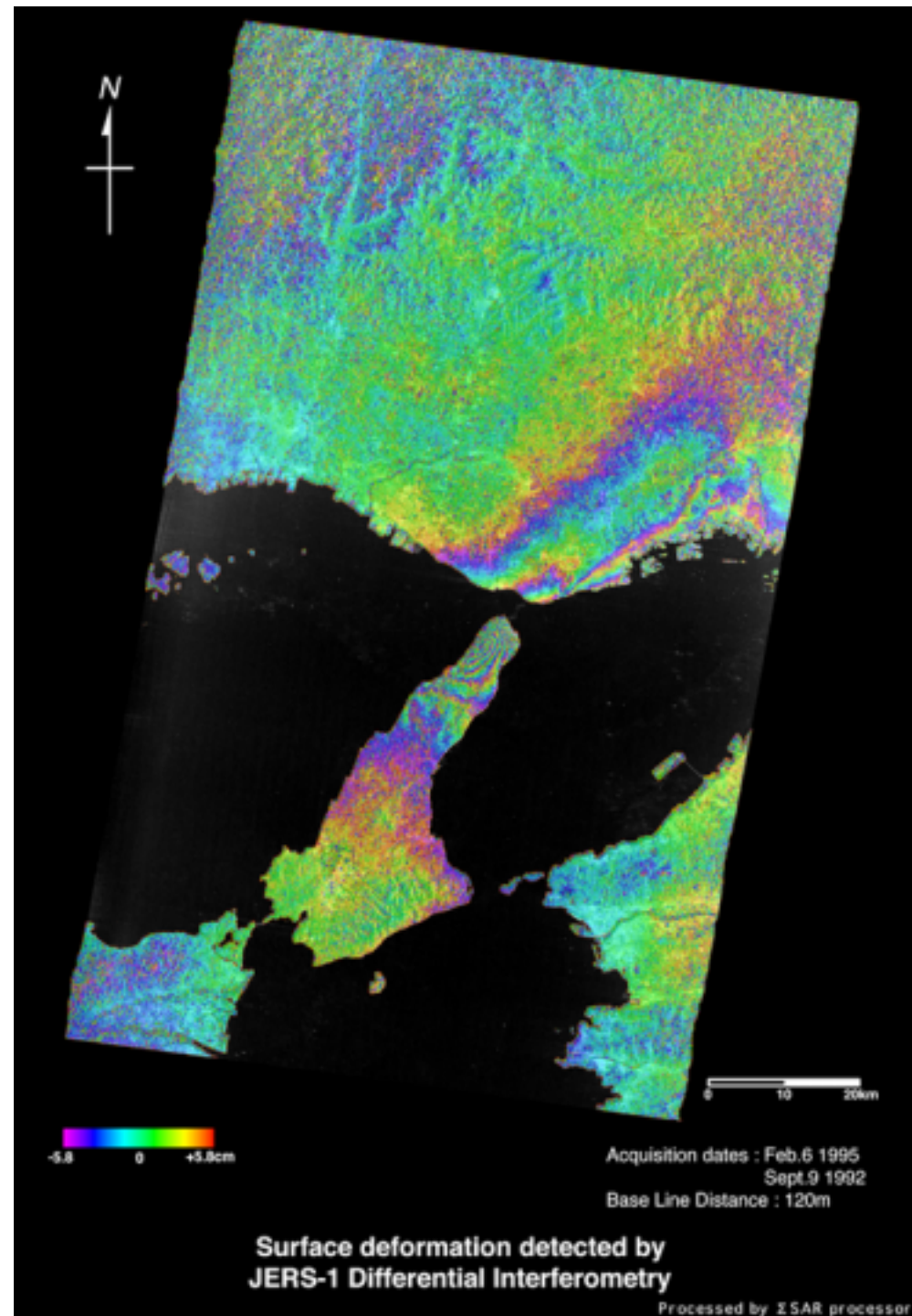
Master:Feb.6.1995

Slave:Sept.9.1992



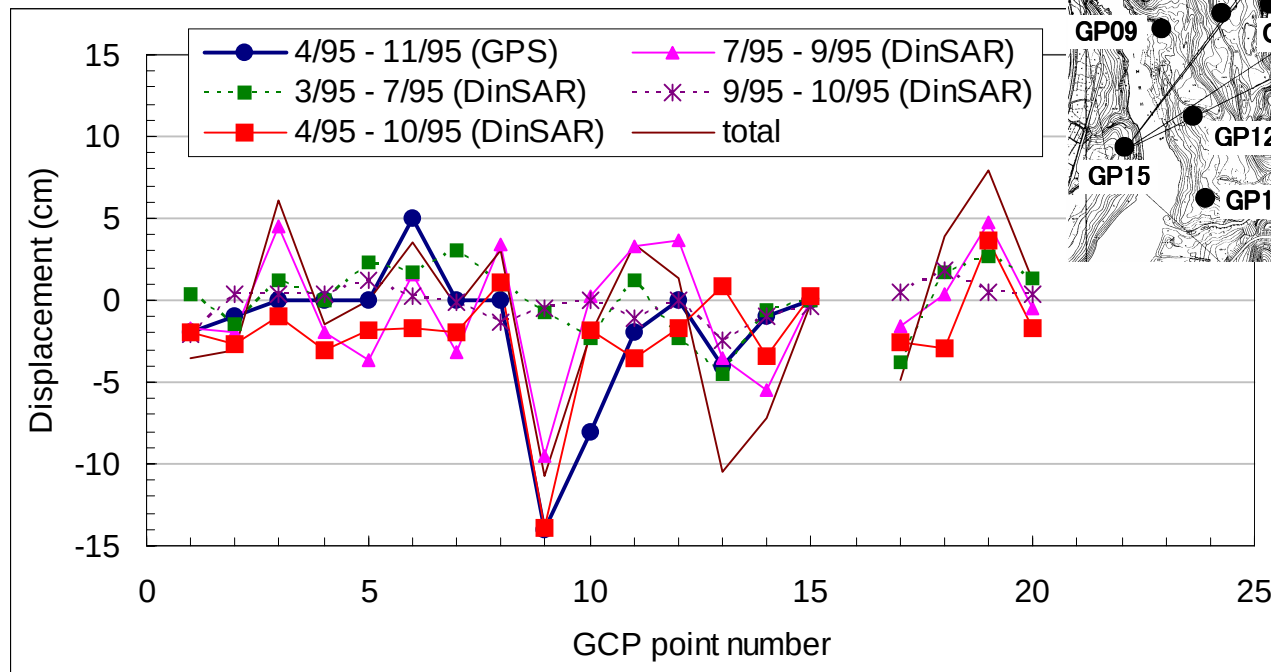
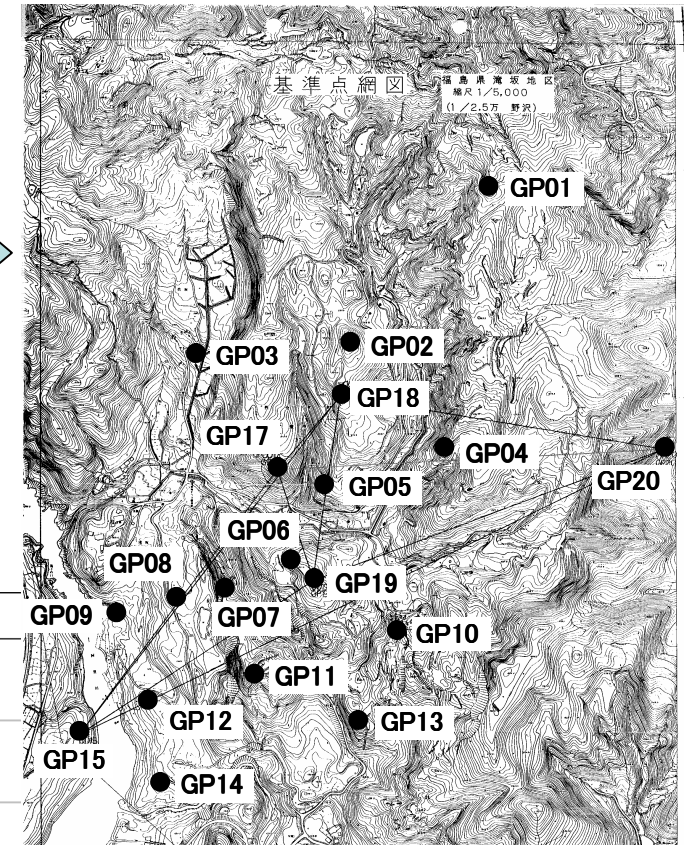
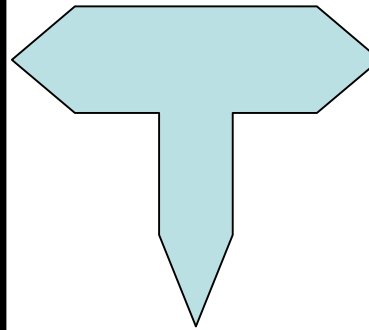
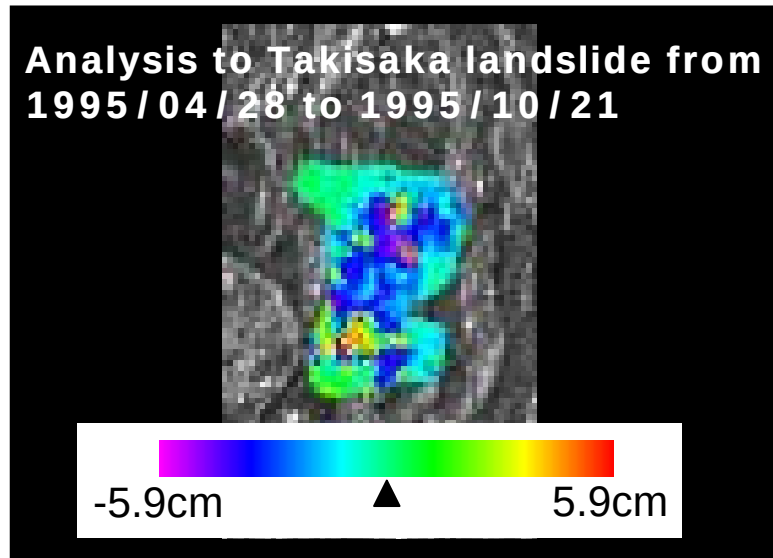
Phase error

35 ° ->1.2cm, weighed filter reduces
the error.



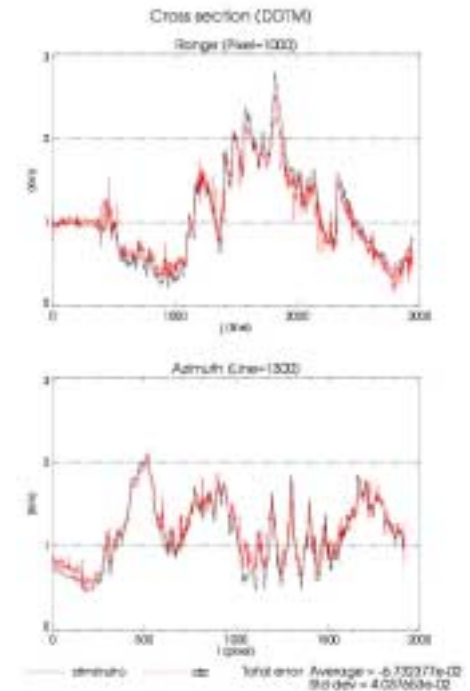
Land slide monitoring

Comparison between DInSAR and GPS



After Furuta et al.

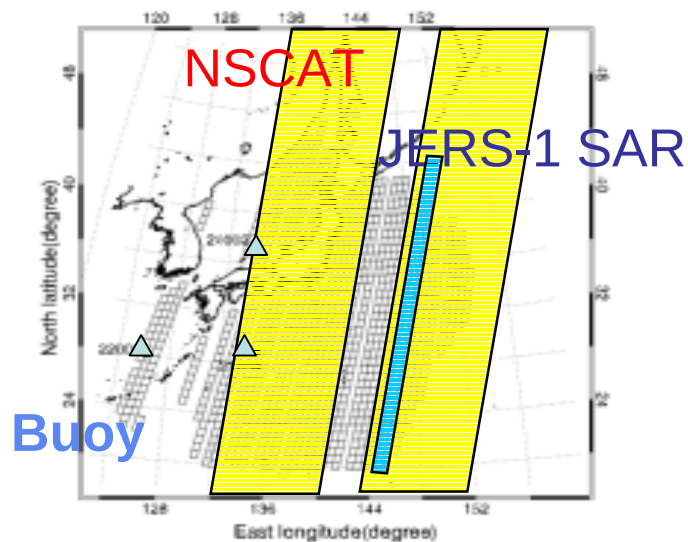
Mt. Fuji (Japan) and neighbor mountains



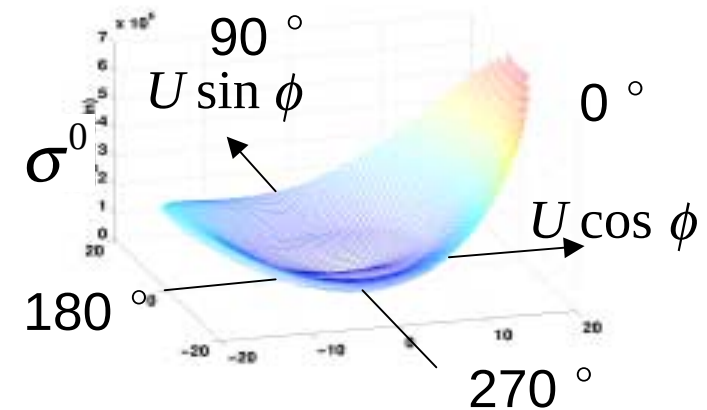
Needs Interferometric processing and generates digital elevation model whose accuracy is around several tens meters. This case has 80 meter standard variation. Main cause is inaccurate estimation of the atmospheric phase and orbital information, small (or less) coherence at the high relief region.

Generation of L band model function and estimated wind speed,
after T. Shimada et al.

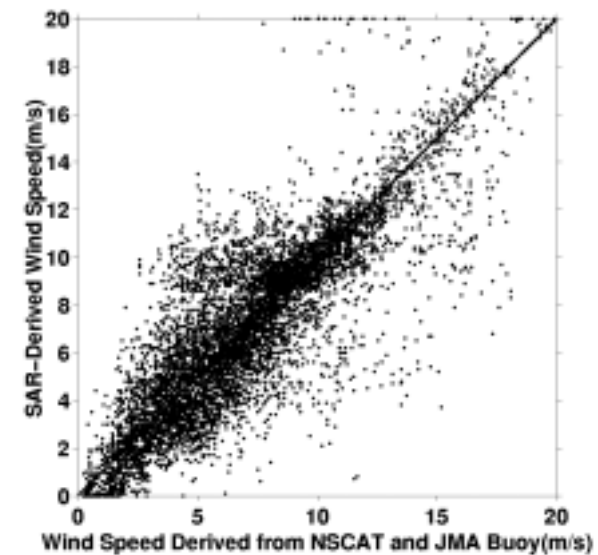
$$\sigma_{lin}^0(U, \phi) = a_0(U) + a_1(U) \cos \phi + a_2(U) \cos 2\phi + a_3(U) \cos 3\phi$$



2288 scenes of JERS-1 SAR' NRCS and incidence angle
NSCAT, Buoy data for wind vectors
7577 match up data for wide range of wind vector



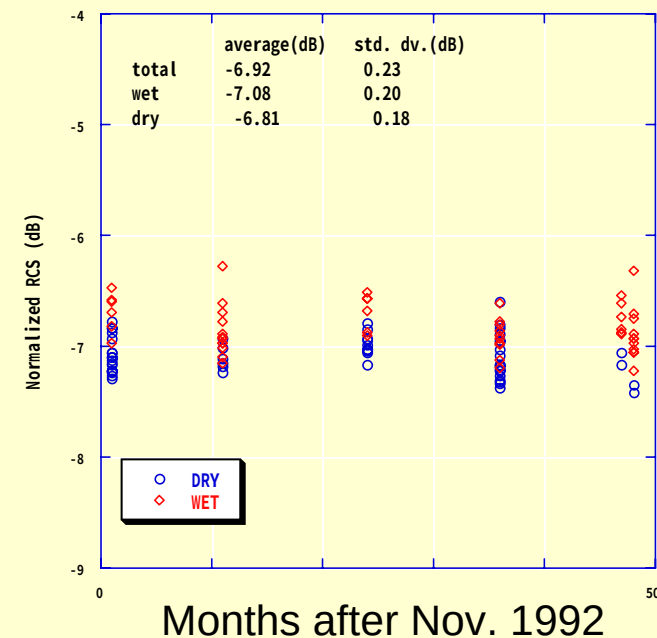
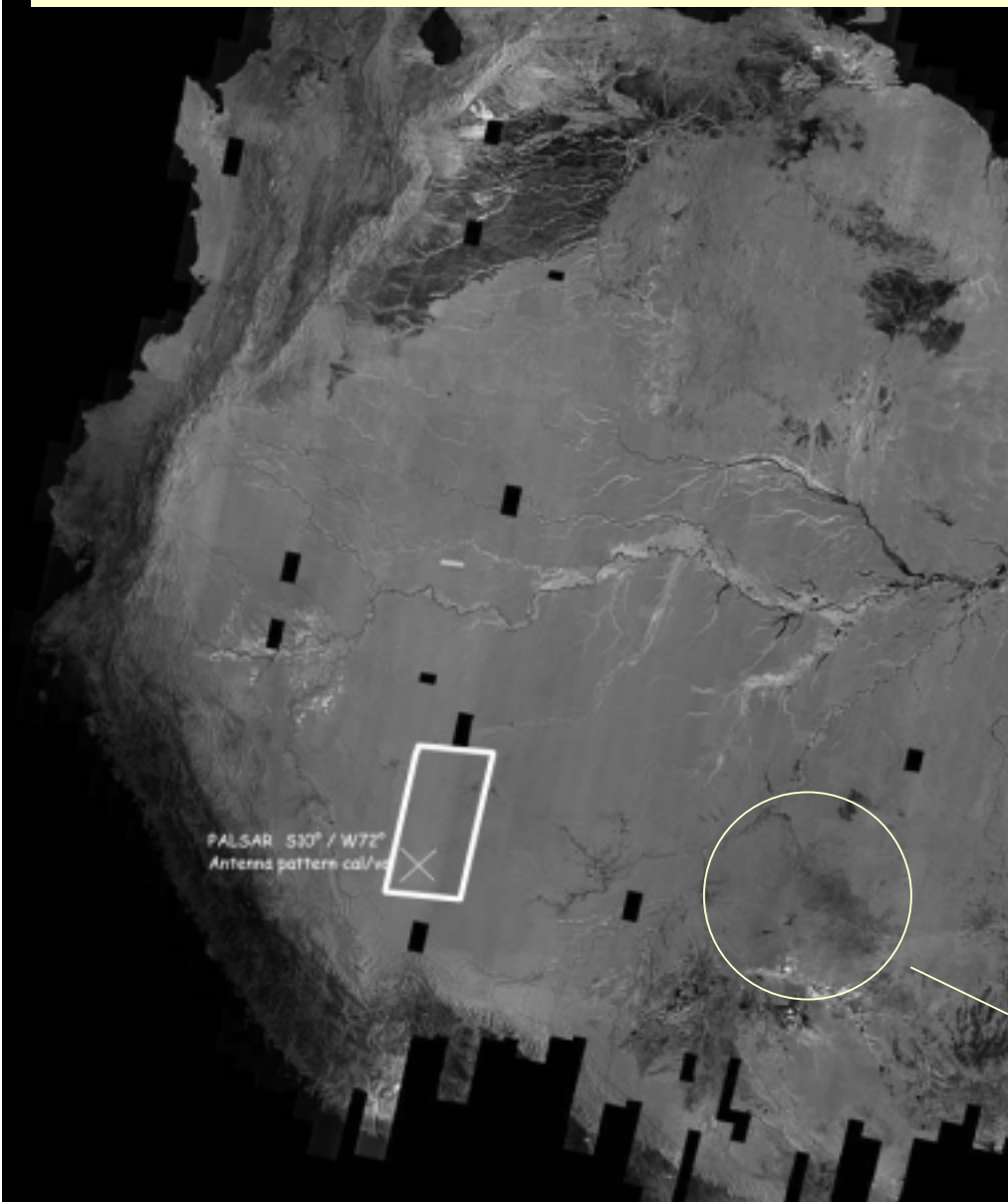
Wind speed by JERS-1 SAR



Wind speed by NSCAT+Buoy

Sigma-naught stability of Amazon forest

UL -7.068, -72.100
UR -7.182, -70.265
LL -10.668,-72.892
LR -10.786,-71.051



Months after Nov. 1992
Dry/Wet Season(139)

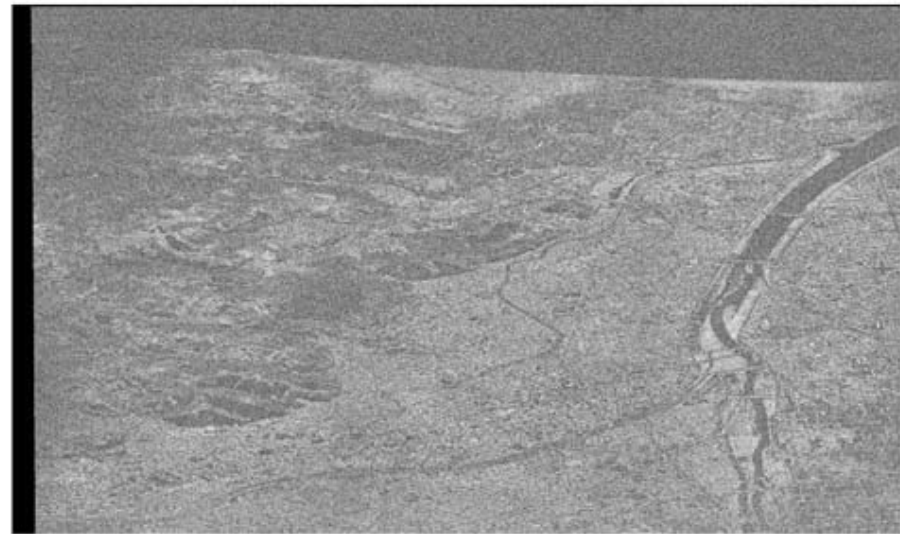
PALSAR Calibration sites in Amazon



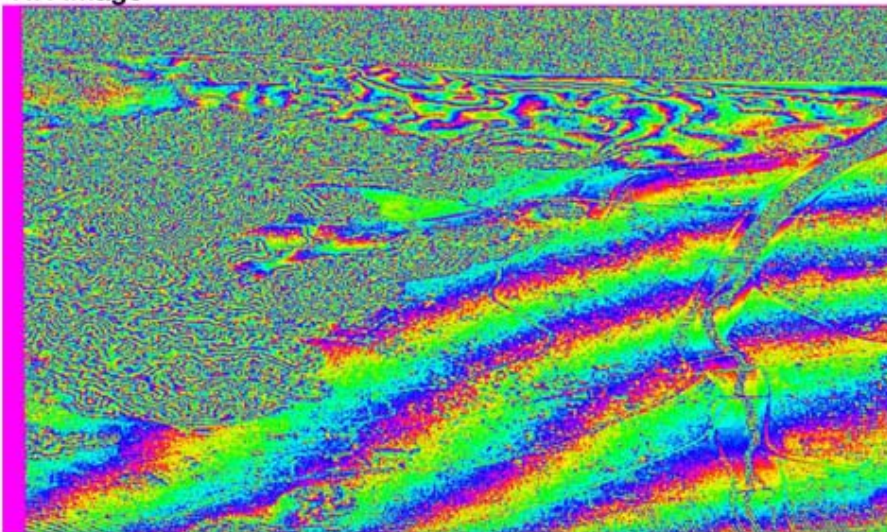
Pi-SAR REPEAT PASS InSAR



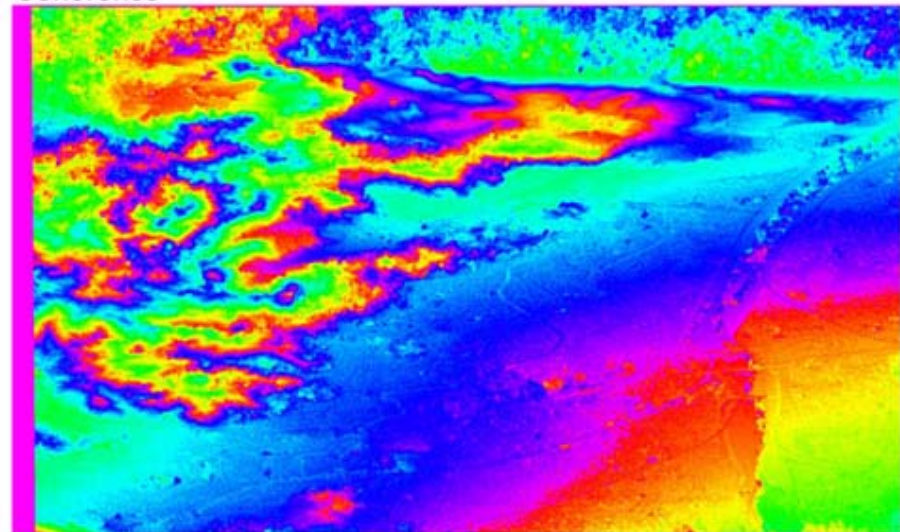
HH image



Coherence



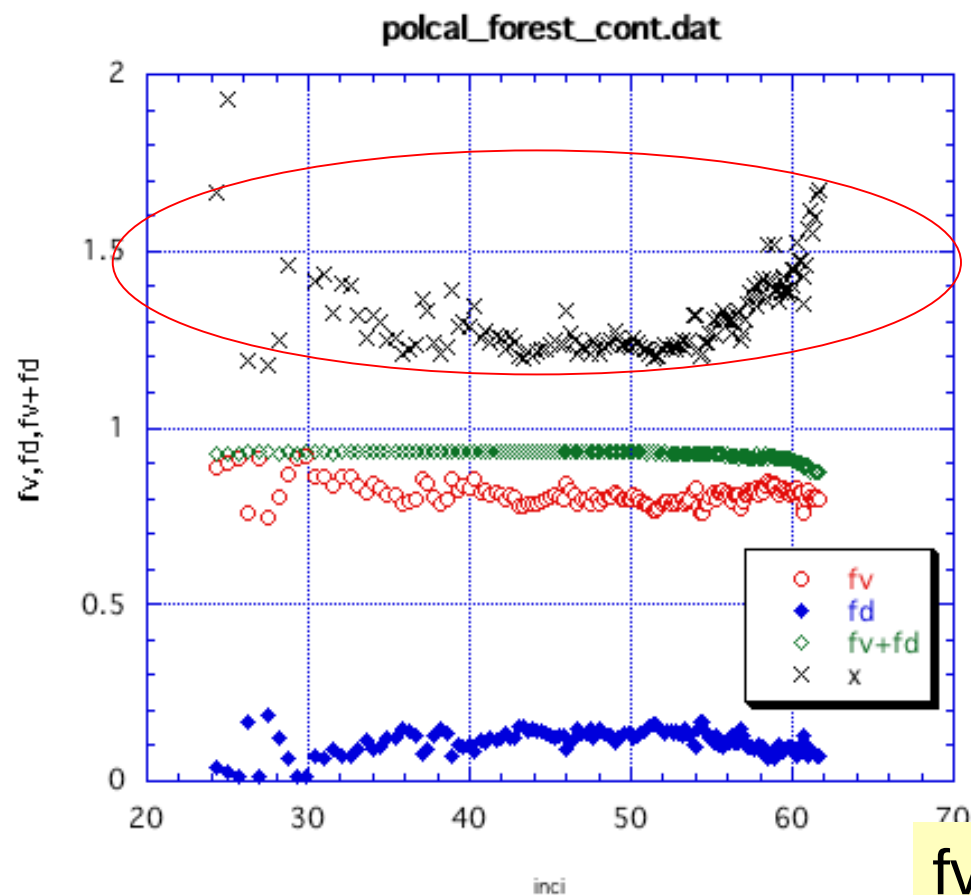
Orbit corrected Fringe



Unwrapped slant range DEM

Repeat Pass INSAR processing of pi-SAR over Tottori City (2000)

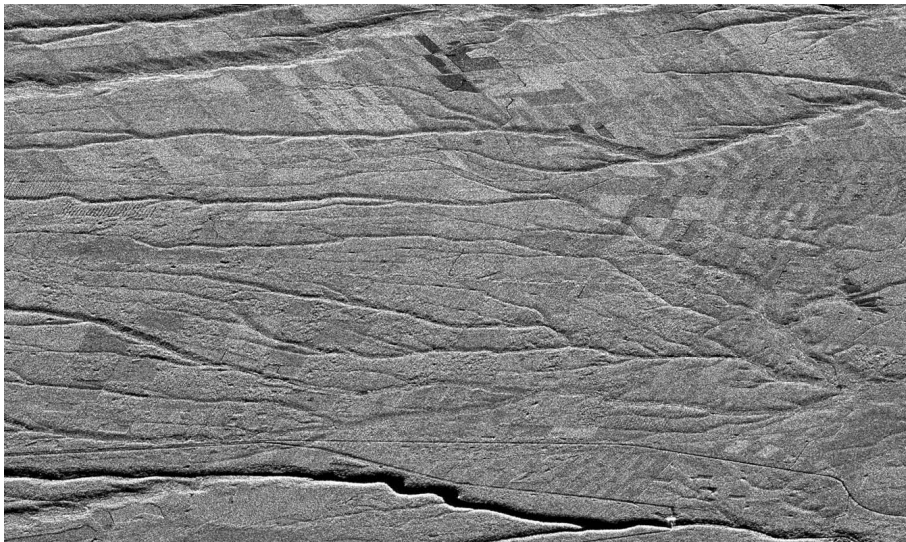
SIGMA-SAR



Incidence angle (degrees)

fv:volume scattering
fd:double bounce
x:fd(HH)/fd(VV)

Interferometry - Tomakomai forest (HH-VV)



Amplitude image



Phase difference (HH)



Coherence HH : $\mu 183.90 / \sigma 29.21$



Coherence VV : $\mu 178.91 / \sigma 27.54$

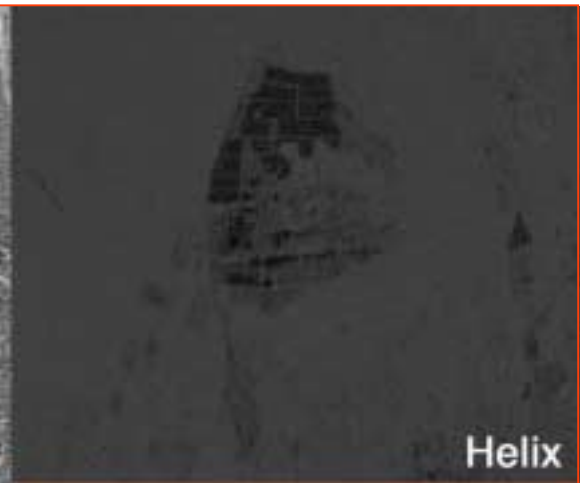
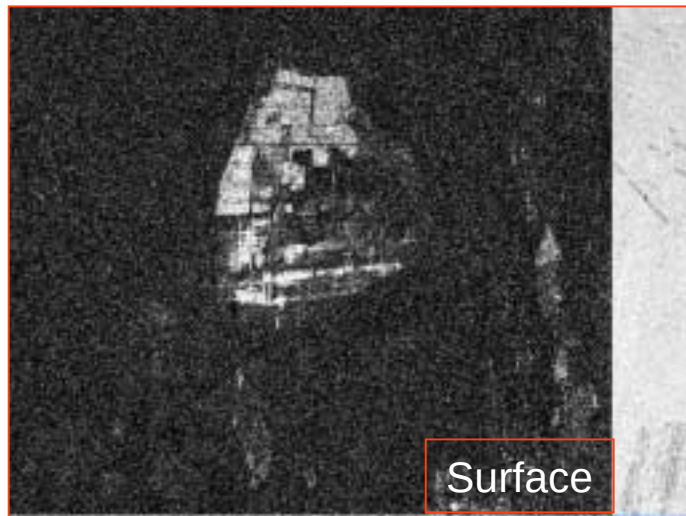
Original Image: Hokkaido Tomakomai region



HH, HV, VV

Polarimetric SAR data obtained by JAXA L band airborne SAR

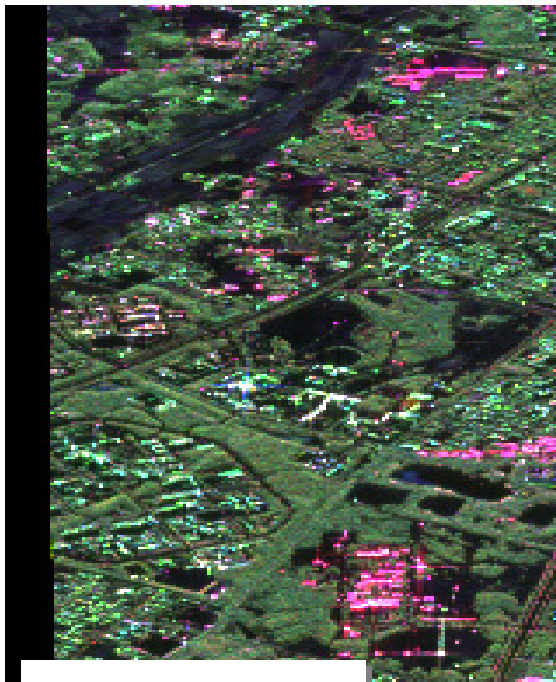
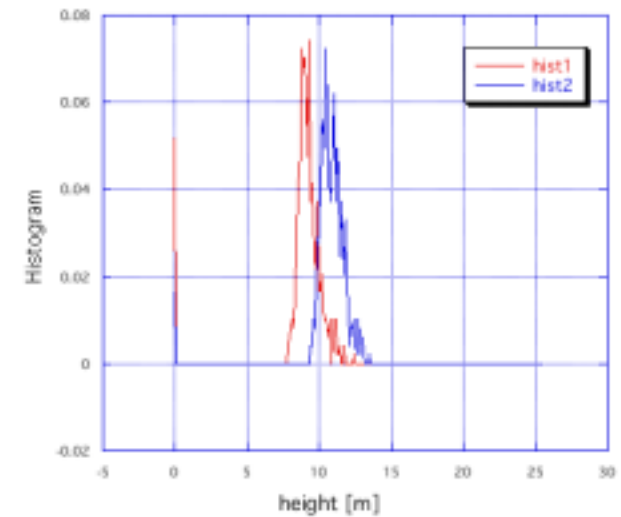
Land Classification



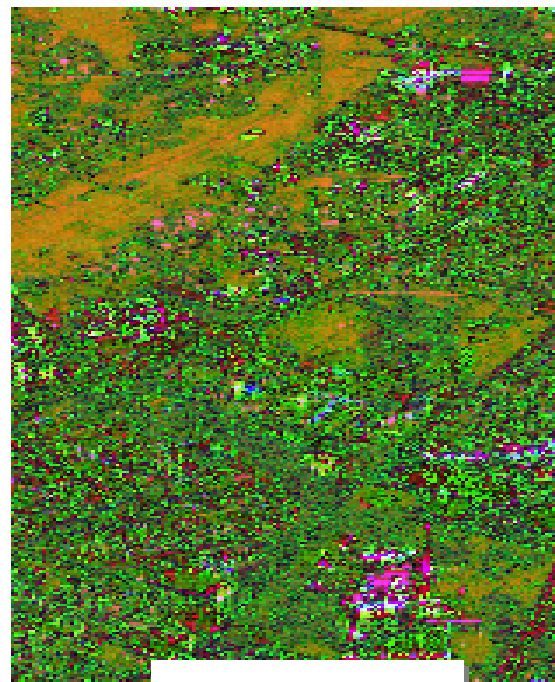
POL-IN-SAR



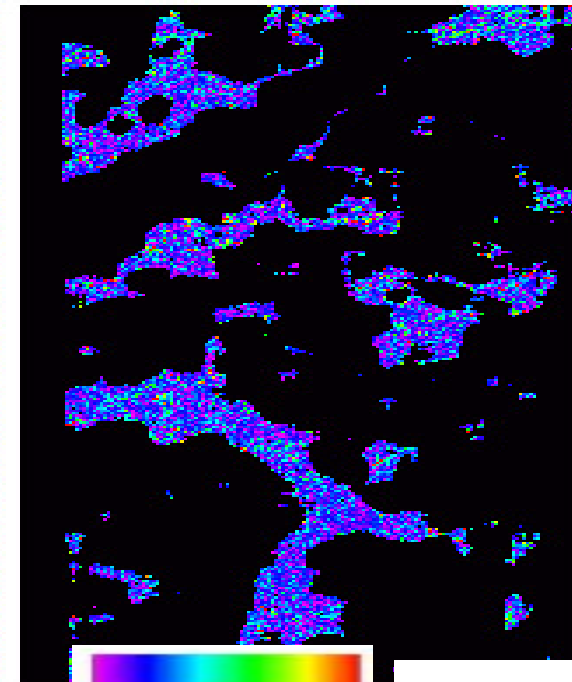
Tree height Histogram



color. comp VV



R:coh-hh Coherence B:HH

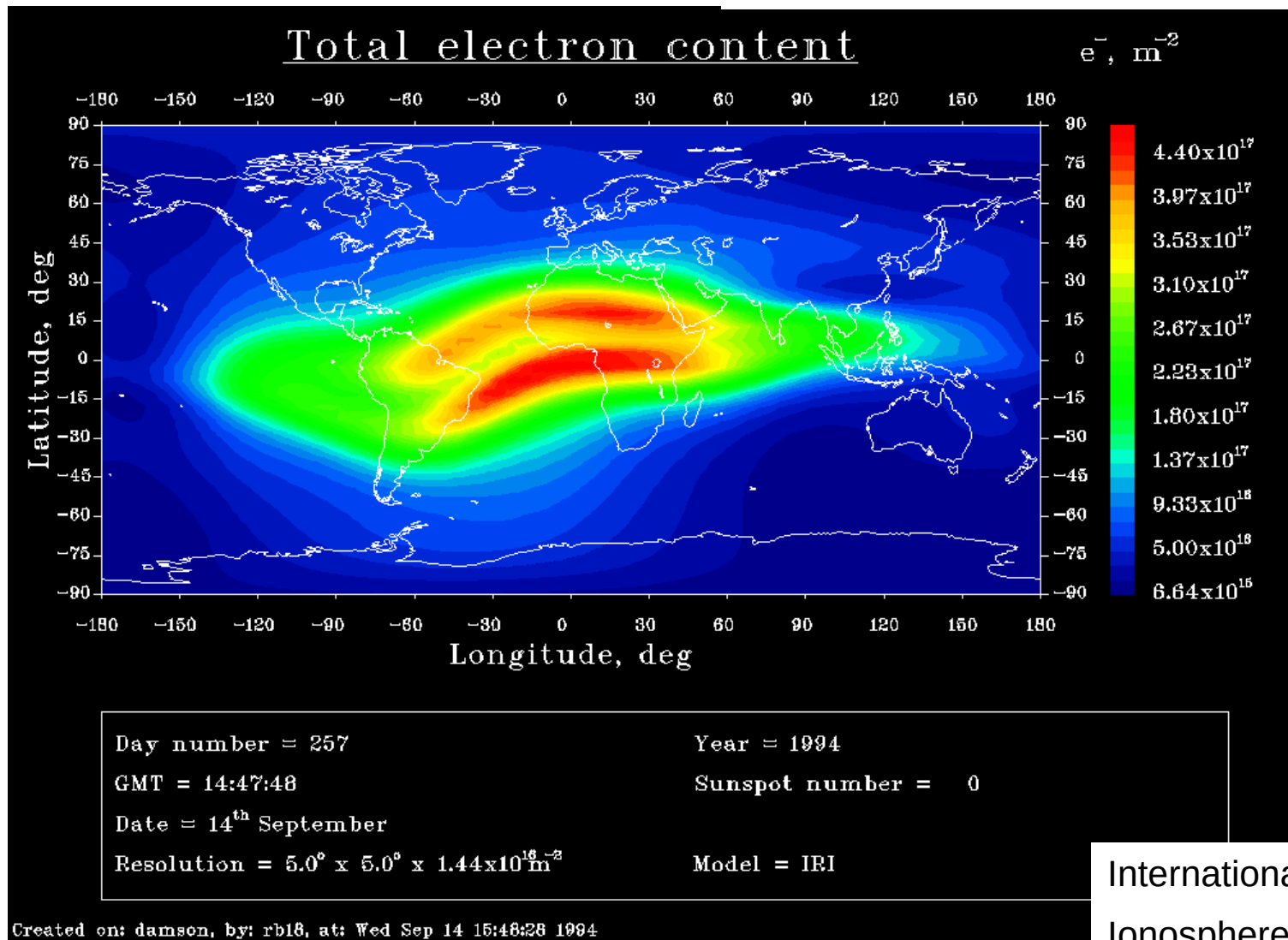


0m 25m Trees

IONOSPHERE

Faraday rotation depends on electron density and geomagnetic field.

Error source for polarization data, but might provide new research trigger.



今後の注目すべき特徴

- 信号の透過性 -> ターゲット検出
 - L バンド
 - ポラリメトリ
 - 干渉処理
 - 森林/洪水/湿原/砂漠モニター
 - 災害(地震, 地滑り)
 - もれのない観測

◆仮に設定した目標

- 空間分解能10m程度の合成開口レーダ(SAR)を搭載する複数のSAR衛星により、発災後ほぼ3時間以内に災害地域の観測データを関係機関に提供。以降、必要に応じ、3時間毎の観測データを提供。
- 自動精密軌道制御技術と高精度インターフェロメトリ技術を開発し、cm級の精度での地表面変化の観測を3時間毎に行う。

◆検討結果

- 衛星の軌道高度を適切に選択することにより、4機の衛星で3時間毎の観測が可能との結論を得た
- 但し、3時間毎に全球のデータが得られるわけではなく、あらかじめ指定された場所の3時間毎の観測となる(観測幅:約100kmを想定)
- 例:
 - ◆高度約720km:入射角70度
 - ◆高度約1300km:入射角60度
- 衛星毎に軌道面を変える必要がある

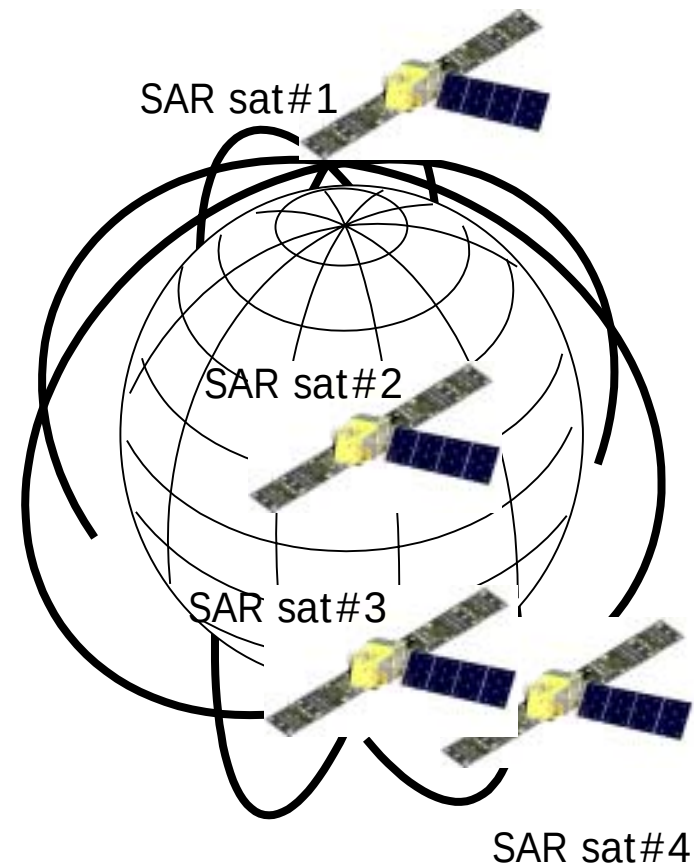
将来SARの一例

No. SAR S/Cs	～ 4程度以下＋アルファ
Frequency	L (changeable?)
Height	Medium ～ 600Km
Resolution	～10m
Polarization	HH, full pol(1)
Trans power	～2Kw
Modes	STRIP/SCANSAR
Orbits	same orbits ～45 deg. separated 7 days' InSAR

Objectives:

干渉SARによる地殻変動 (3時間以内)
全球森林観測 (バイオマス量推定)
環境モニター (Environment monitoring)

Key words: High coherence, short time repeatability.



案1)

衛星 主
衛星1 L- full polarimetry

衛星2 L単偏波

衛星3 L単偏波

衛星4 L単偏波

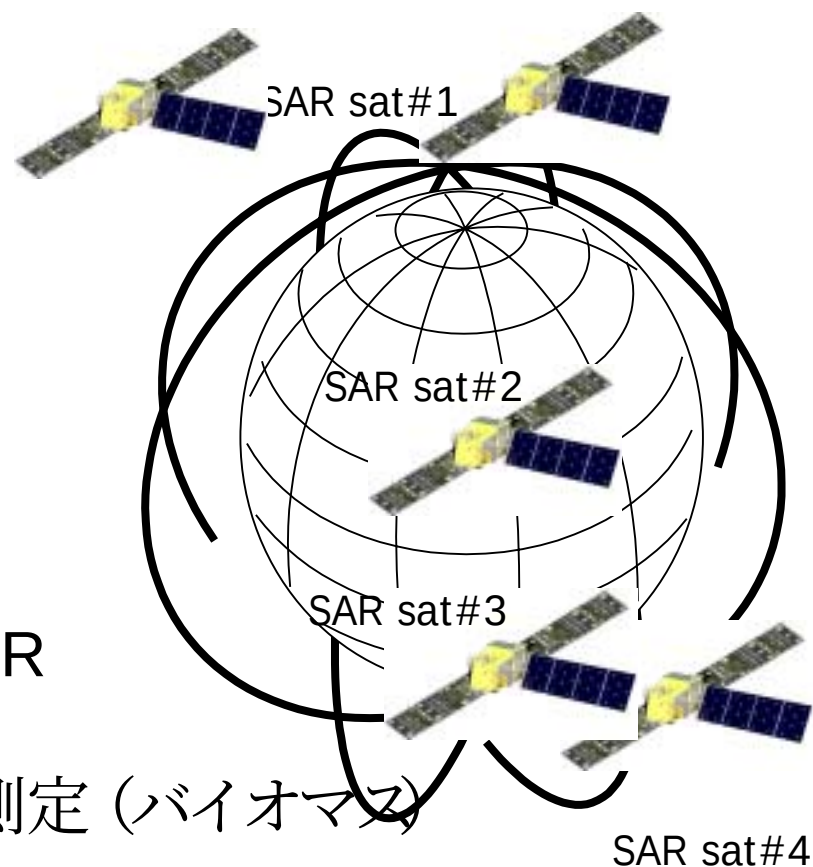
観測目標: 7日間隔DinSAR

3時間内観測

世界森林樹高測定 (バイオマス)

その他

従
L-full polarimetry



案2)

衛星 主
衛星1 L- full polarimetry

従
複数小型受信機

衛星2 L単偏波

衛星3 L単偏波

衛星4 L単偏波

観測目標： 7日間隔DinSAR
 3時間内観測
 DEM (高精度) あるいはバイオマス量

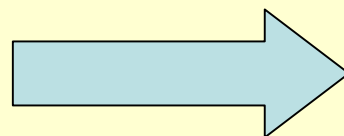
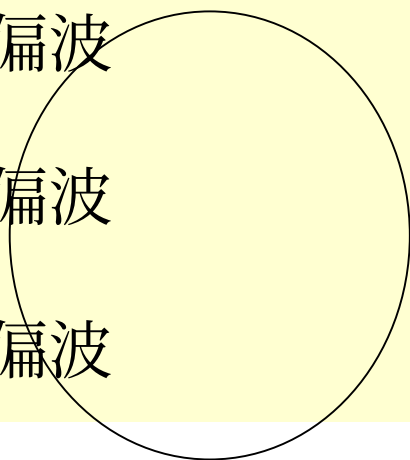
案3)

衛星 主
衛星1 L- full polarimetry

衛星2 L単偏波

衛星3 L単偏波

衛星4 L単偏波



少なくなる？

観測目標： 7日間隔DinSAR
3時間内観測
世界森林樹高測定（バイオマス精度劣化版）
その他

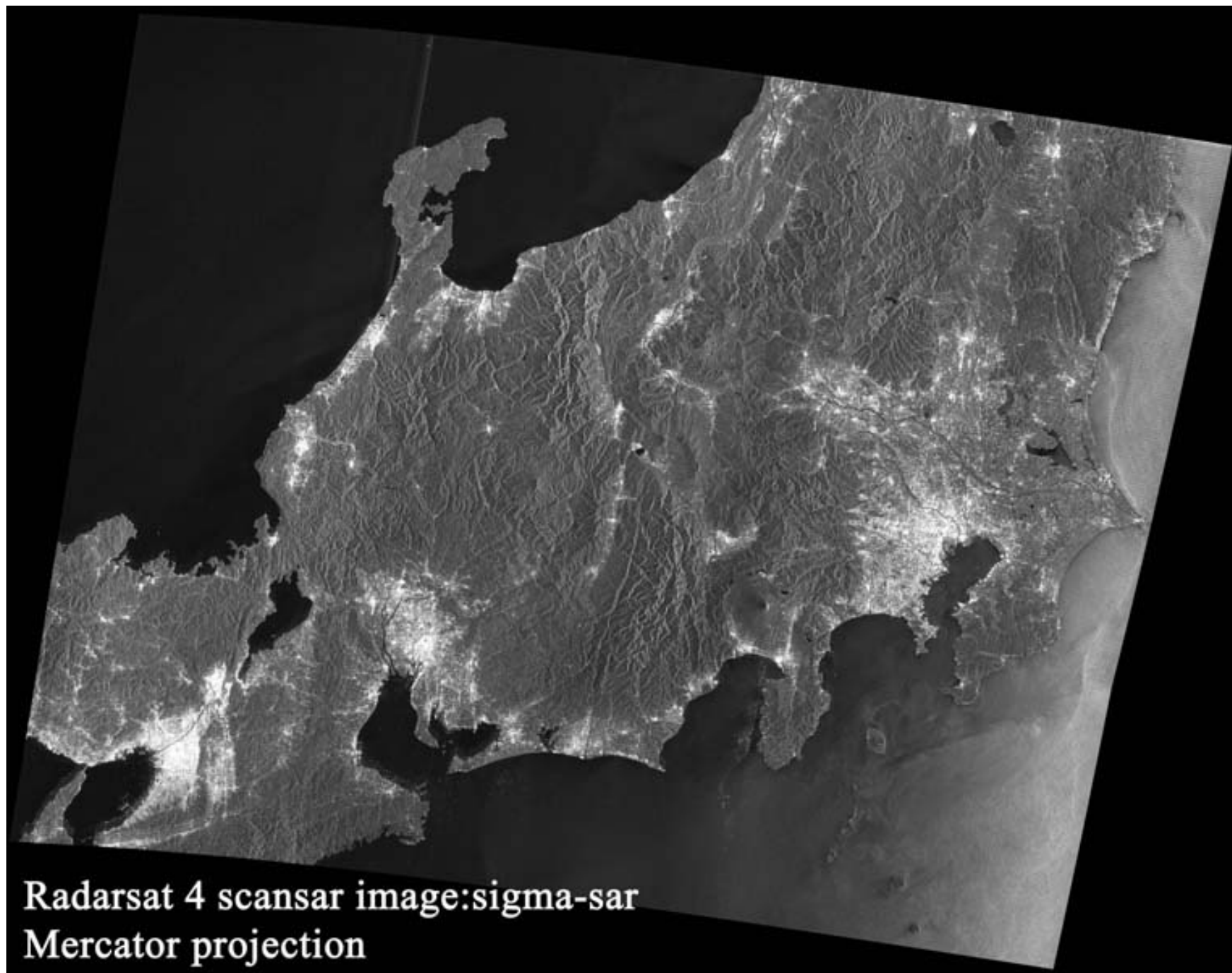
案4)

衛星 主
衛星1 L- full polarimetry 受信機 (Bistatic-sar)

SCANSAR-SCANSAR DinSAR

Biomass-

観測目標： 7日間隔DinSAR(400km)
—3時間内観測—
世界森林樹高測定 (バイオマス精度劣化版)
その他



SCANSAR

Types	No. of pulses	Resolution	Period(s)
3 scans	247/356/274	x3.0	0.46
4 scans	247/356/274/355	x4.2	0.63
5 scans	247/356/274/355/327	x5.3	0.8
3 scans	480/698/534	x3.0	0.92
4 scans	480/698/534/696	x4.2	1.25
5 scans	480/698/534/696/640	x5.3	1.58

Polarization HH/VV

Process: Range migration+SPECAN

Location error of equi-transmission -> 50 pulses -> possible

SCANSAR SCANSAR InSAR -> only experimental

◆技術課題

- SARおよび衛星の小型化、軽量化
- 精密軌道制御
- 軌道面の異なる4つの軌道への衛星投入方式
- 低コスト化
- 大気遅延の影響除去
- 電離層の影響(ファラデー回転)
- 運用モードの選択: 観測幅の拡大(400km)
 - SCANSAR?
 - STRIP?

◆その他の課題

- ユーザの明確化 ー> InSAR研究会?

代表的仕様

周波数	Lバンド (1275MHz)
帯域幅	28MHz
偏波数	4
AD変換器	3I+Q (BAQ)
送信電力	2Kw
軌道高度	500 600Km
観測幅	100km (STRIP) +400km (SCANSAR)
Data Rate	120MBPS
ローカルタイム	TBD (ドーンダスクか?)
軌道保持	100m tube
アンテナ	20m程度
NESZ	-30 dB
ヨースティアリング	
電離層補正機能 (?)	
モード切り替え時間	0. 1秒