

FIG2011 年次技術講演会へ参加して

日鉄鉱コンサルタント株式会社
物理探査部 出口 知敬

本年5月18日から22日までの間、モロッコ王国マラケシュで開催された FIG（国際測量者連盟）の2011年次技術講演会に参加致しました。私は本連盟とは無縁ですが、日常の研究成果を発表する目的で技術講演会に出席致しましたので、その感想を含め、この場を借りて報告させていただきます。

まず、自己紹介を致します。私は、日鉄鉱コンサルタント株式会社に勤務する出口知敬（でぐち ともり）と申します。弊社は、資源および土木分野対象のコンサルティングを中心に業務を展開する民間企業で、非鉄鉱山会社である日鉄鉱業株式会社の100%子会社となります。私が所属する物理探査部は、石油・鉱物・地熱などの地下資源や浅層埋設物・活断層を対象として、地下数mから数kmまでの地質構造を調査する役割を担います。その中で私は、人工衛星の画像を解析し、資源探査や環境・防災監視に役立つ情報の抽出を中心とした業務に従事しております。平成15年10月から平成20年3月までの4年半の間は、財団法人資源・環境観測解析センター（ERSDAC）に社外出向をし、その時に東京工業大学大学院総合理工学研究科の衣笠善博教授、ならびに東京都立産業技術高等専門学校ものづくり工学科の栗田勝実准教授と共同して、フィリピン共和国メトロマニラの東部を南北に縦断するValley断層のクリープ性変位観測を主題とした研究を開始致しました。私は差分干渉SARを担当しており、現職になってからも細々とではありますが共同研究を継続し、本講演会におきまして最近の成果発表を行った次第でございます。

私は過去に幾つかの国際学会に参加した経験がございますが、FIG技術講演会に参加するのは今回が初めてでした。FIGは国際色が豊かで、参加人数やセッション数などの点につきまして、これまで参加した国際学会の中でも大規模の部類に入ると思います。常に10ものセッションが同時進行していたため、慌しくプログラムをチェックして頻繁に会場を移動する状態でした。ただ、非常に残念に感じたことが幾つかございます。

第一に日本からの参加者が3人と極めて少なかったことです。過年度の日本人研究者の参加状況を把握しておりませんが、学会の規模から考えても決してマイナーだとは思えませんので、日本人の積極的な参加を推奨するような活動・制度が日本測量者連盟に必要なのではないかと感じました。第二に、発表のキャンセルが非常に多かったことです。国内の学会で発表のキャンセルを見掛けることは皆無ですし、過去に参加した国際学会でもポスター発表以外はあまり目にしたことが無く、本講演会における発表キャンセルの多さは異例との印象を受けました。事前にプログラムをチェックし、興味深い発表がたくさんあったのですが、その大部分がキャンセルになっており、非常に残念に感じました。今回モロッコに渡航する数週間前に、マラケシュのメディナで爆破テロがあったとのニュースを耳にしておりましたので、その影響がかなり大きかったのではないかと思います。実際に、私自身も一度はFIGへの参加を見送ることを考えましたし、FIGのウェブサイトを見つけて爆破テロに関する情報が一切記述されておらずでしたので、参加者が不安を感じるのも仕方ないのかもしれないかもしれません。この辺りは主催者側に何かしらの配慮があっても良さそうなものです。三番目は、衛星画像を活用した発表が少なかったことです。学会自体が、地球科学や測地学よりもエンジニアリングの性質を有しているとの印象を持ちましたので、GPS/GNSSや地上ナビゲーションのような日常生活に身近な技術の方が実用性が高く、人気があるような気がしました。前述のように、私は合成開口レーダの差分干渉を用いたクリープ性変位計測に関する発表を行いました。質疑応答におきましても、「GPS測量は実施していないのか」「別の研究機関がGPSのデータを持っていないのか」というように、衛星画像に関する質問が無かったことが興味の低さを物語っていたと思います。我が国におきましても、準天頂衛星『みちびき』が打ち上げられ、その利活用に関する研究開発が脚光を浴びておりますので、差分干渉SARなどは時代遅れになってしまったのかなあ、とやや取り残された感があったのが本音です。

一方で、ERSDAC在籍時に実施した共同研究の仲間や、過去に参加した国際学会で知り合った研究者と数年ぶりに再会することができました。Bandung Institute of Technology(バンドン工科大学)のProf. Dr. Hasanuddin Z. Abidinとは、2006~2007年に東ジャワの泥火山噴火や、ジャカルタを始めとするインドネシ

ア主要都市の地盤沈下の観測で共同研究を行った経験があり、彼は私のことを忘れていたようですが、当時の苦勞を非常に懐かしく思いました。Istanbul Technical University (イスタンブール工科大学) の Prof. Dr. Dursun Zafer Seker とは、2007年にイスタンブールで開催された ISPRS (国際写真測量学会) の部会で知り合ったのですが、私のことを良く覚えておいてくれ、数年ぶりの再会を果たし、国際学会ならではの醍醐味を感じました。

私的な旅行を含め、これまで40ヶ国ほど訪れた経験がございますが、アフリカ大陸へは二度目の渡航でした。北アフリカと言えば、最近ニュースでよく耳にするリビアやチュニジア、エジプトのような砂漠地帯を思い浮かべましたが、マラケシュの町は淡いピンクの鮮やかな建物で彩られ、真っ青な空と街路樹の新緑と調和した華やかな町並みを形成しておりました。ただ、メディナ境界は、馬車馬、荷物運搬用のロバ、香辛料、そして何よりもマラケシュ独特の革なめしの臭いが漂い、表現しようのない異臭の印象が強く残っており、未だに鼻の奥に吸着している気がします。また、モロッコ人は非常に気さくな性格か、あるいは商売に貪欲な人たちと言えそうで、街中を散策すれば「ガイドしてやるよ!」と気安く(?) 何度も声を掛けられたり、メディナに陳列するオレンジジュースの屋台に強引に呼び込まれたり、大道芸人を隠し撮りしたが目敏く見つかってしまい、チップを請求されて揉めている外国人が居たり、と異国情緒に溢れる滞在になりました。北アフリカの不毛な大地の中に忽然と姿を現す色彩豊かなマラケシュへ来る機会は少ないですが、お土産で購入した革製の草履の強烈な悪臭が、いつでもマラケシュの旅を思い出させてくれそうです。



*FIG Working Week
- Bridging the Gap Between Cultures -
Marrakech, Morocco*



Monitoring of Land Deformation around Active Fault in the Metro Manila

19 May, 2011

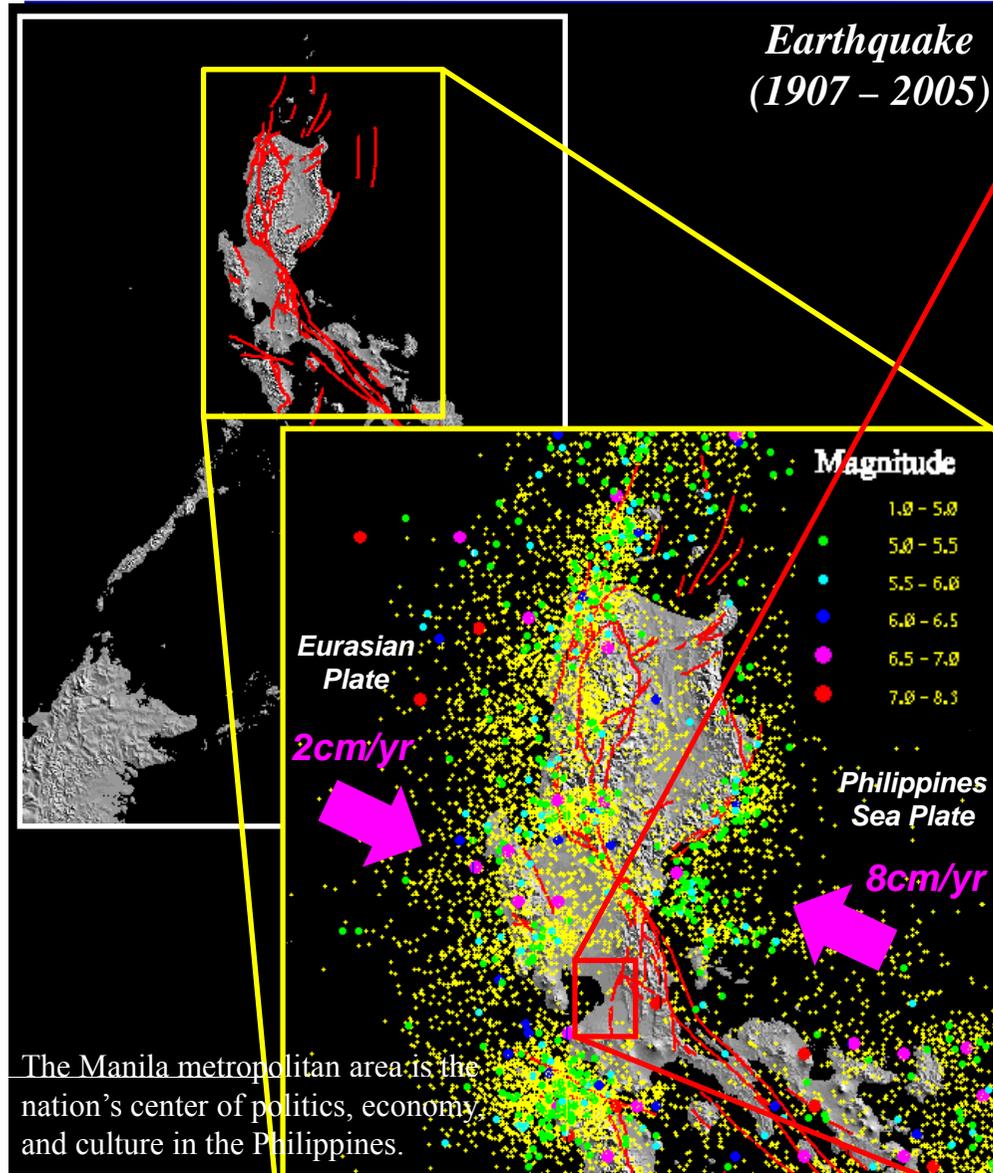
*Tomonori Deguchi
Nittetsu Mining Consultants Co., Ltd. (NMCC)*

*Yoshihiro Kinugasa (ADEP)
Katsumi Kurita (TMCIT)*

Outline

- 1. Study Area*
- 2. InSAR time series analysis using **ENVISAT data***
- 3. DInSAR analysis using **TerraSAR-X data**
⇒ preliminary study*
- 4. Summary*

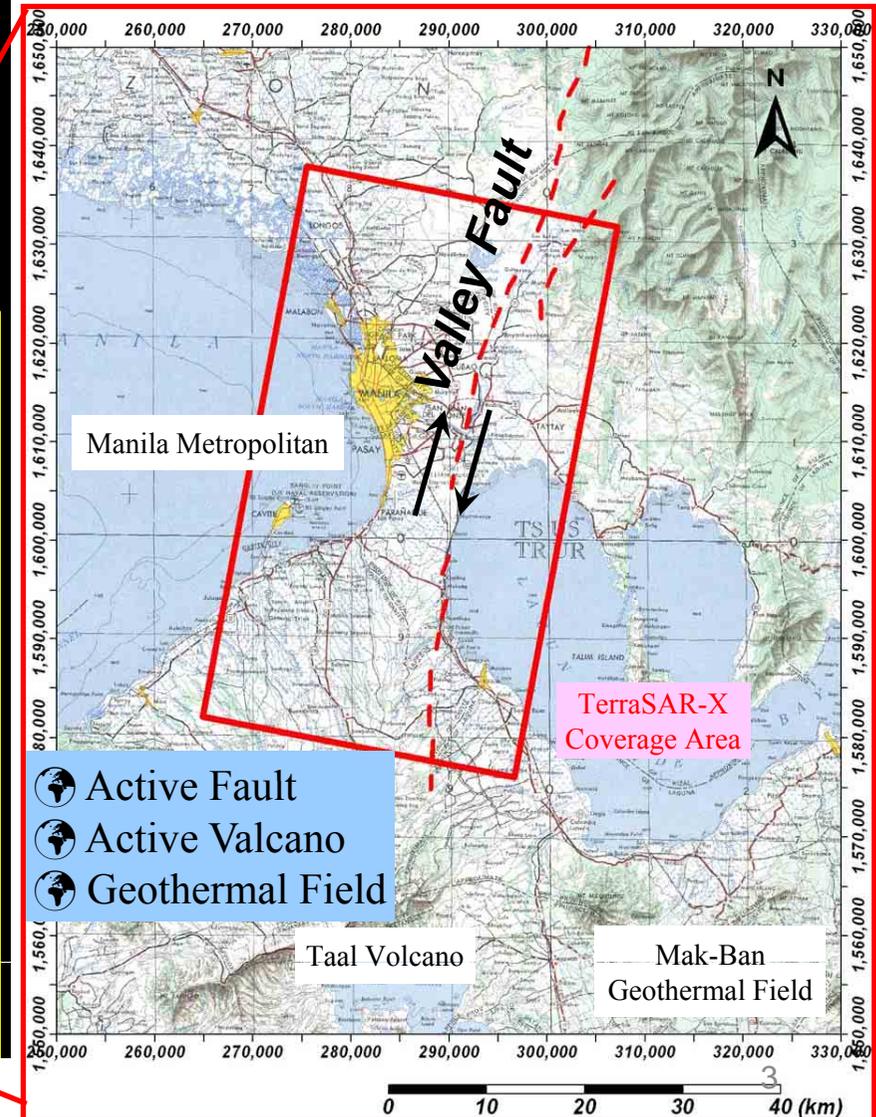
Study Area



The Manila metropolitan area is the nation's center of politics, economy, and culture in the Philippines.

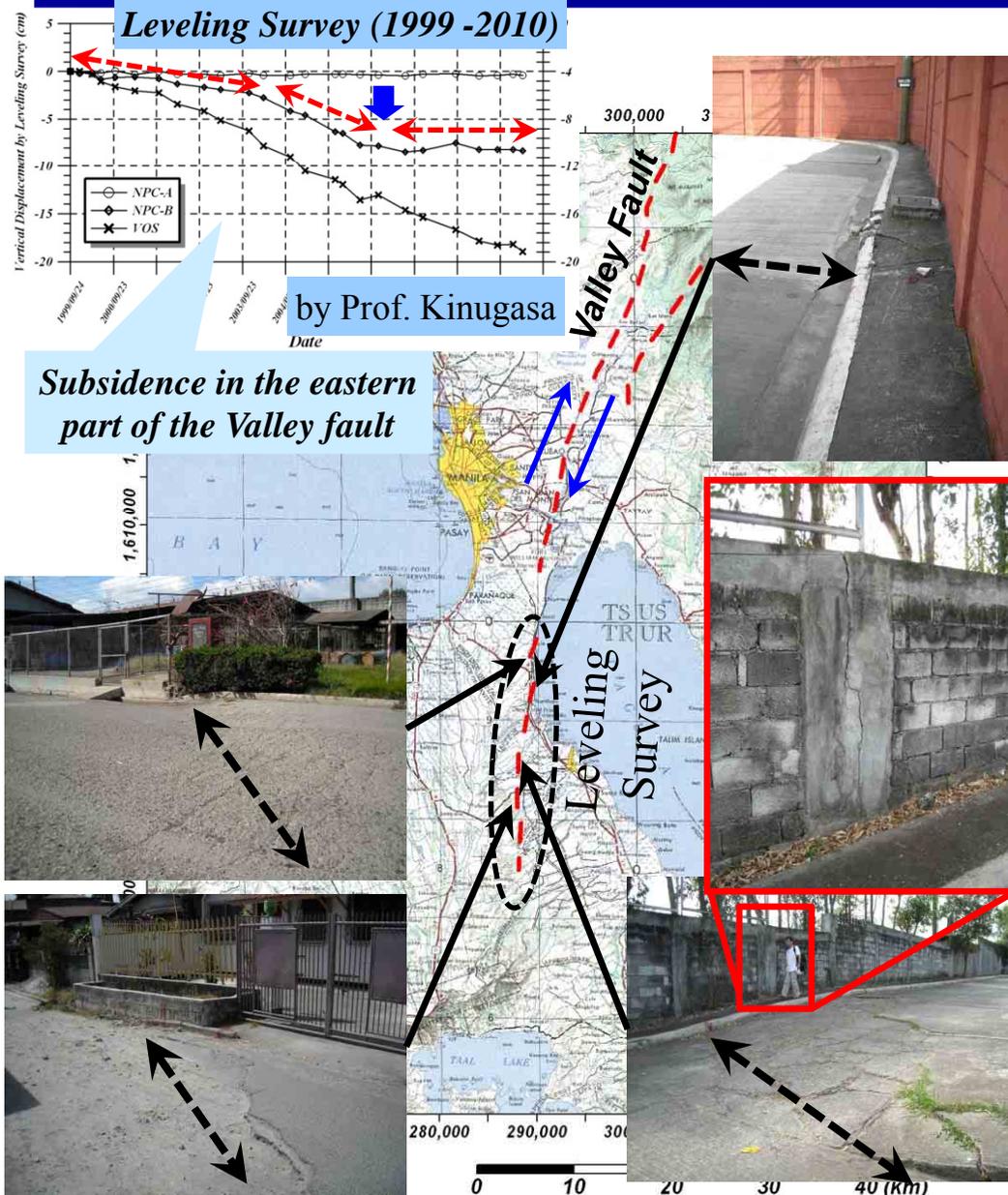
Philippines lies across the boundary between the Eurasian plate and the Philippines Sea plate, an area ridden with active faults and frequent earthquakes.

The valley fault run in north-south direction along the eastern edge of Manila Metropolitan, which is the capital of Philippine.



- Active Fault
- Active Valcano
- Geothermal Field

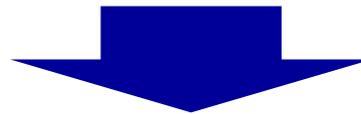
Study Area



- ✓ The Valley fault is a right-lateral fault with **two to four activities recorded over the past 1,400 years.**
- ✓ The estimated earthquake cycle translates to about **400 years.**
- ✓ According to recent studies, the last activity of the fault took place on **August 19, 1658.**
- ✓ In consideration of the estimated earthquake cycle, the region now faces a high risk of an earthquake with a magnitude of 7 or higher.
- ✓ **Creep deformation** along the southern part of the fault has produced some cracking and vertical displacement on roads and ground structures above the fault.
- ✓ Prof. Kinugasa and Associate Prof. Kurita had detected the tendency by using leveling survey that areas in the eastern part of the Valley fault had subsided and **its subsiding had stopped after 2007.**

Objective

- ☹ Some researchers say that this region faces a high risk of a devastating earthquake with a magnitude of 7 or higher...



Main task of this study is

- ☞ To investigate a spatial and temporal distribution of ground deformation around the Valley fault using DInSAR technique

In the future,

- ☞ To establish the monitoring system for the Valley fault using DInSAR & other measuring methods
- ☞ To contribute to disaster management in the Metro Manila
- ☞ To construct the disaster education and alert system

Utilized Data

【Data】

ENVISAT/ASAR (33 scenes)

TerraSAR-X (3 scenes)

【Observation Date】

ENVISAT/ASAR : 2003/01/08 to 2009/12/02

→ InSAR time series analysis

TerraSAR-X : 2008/07/08, 2009/12/29, 2010/03/27

→ DInSAR

【DEM】

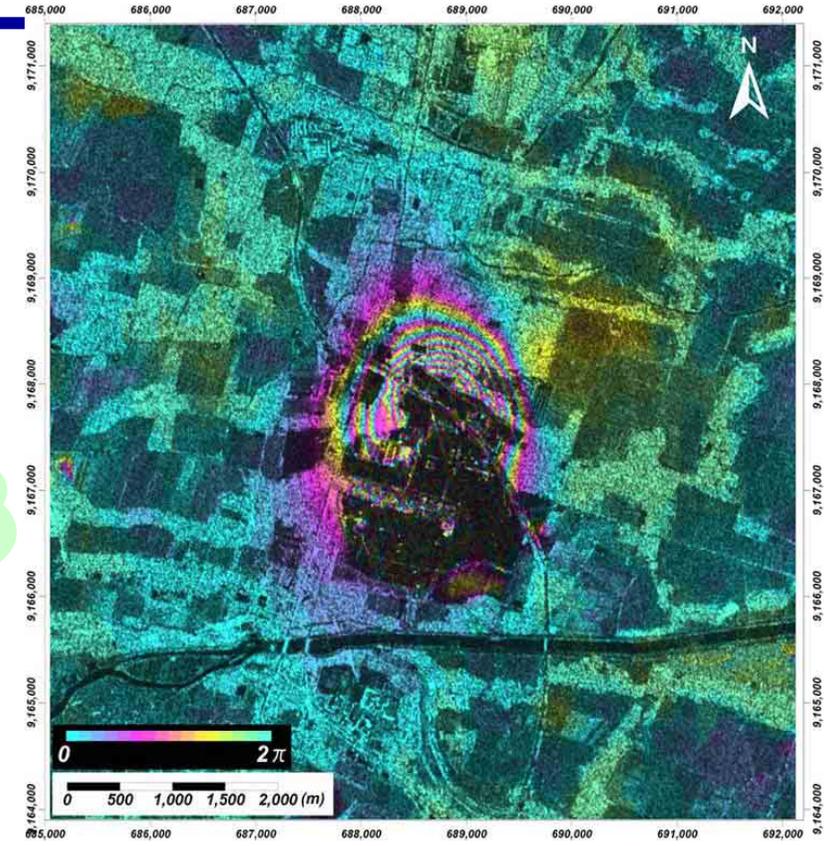
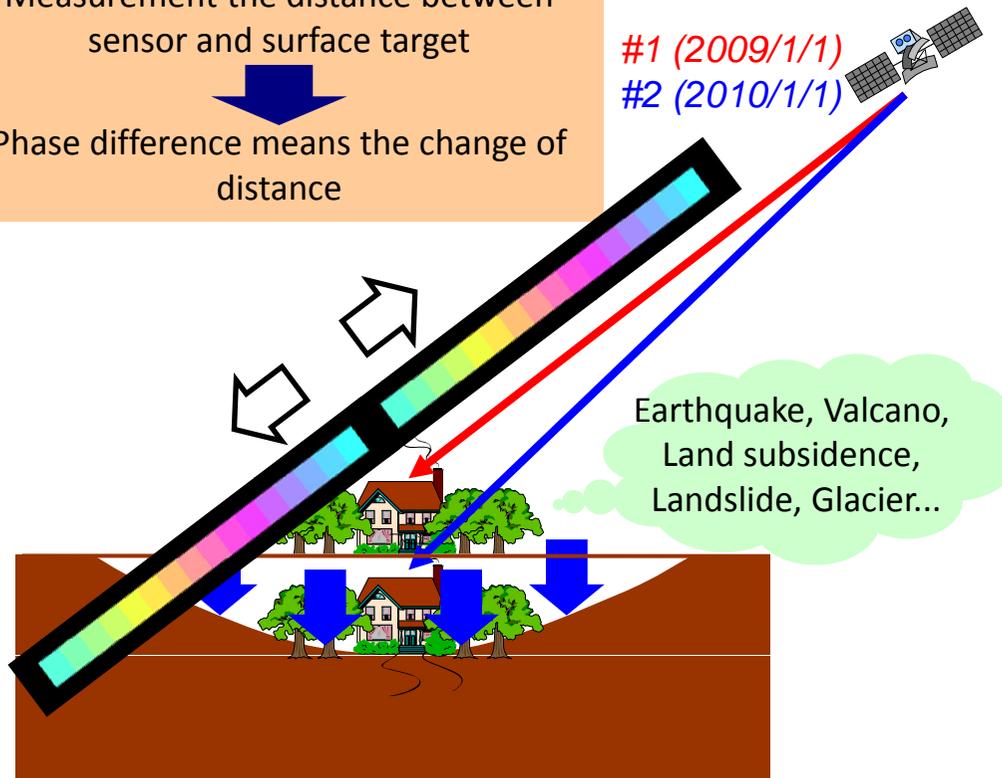
SRTM3

【Software】

Personal software

Brief Introduction on Differential InSAR

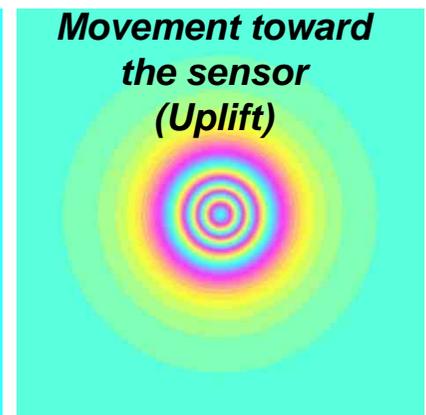
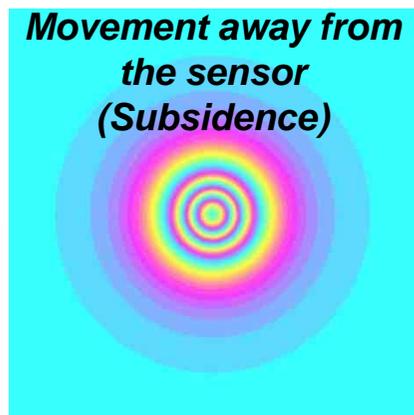
Measurement the distance between sensor and surface target
 ↓
 Phase difference means the change of distance



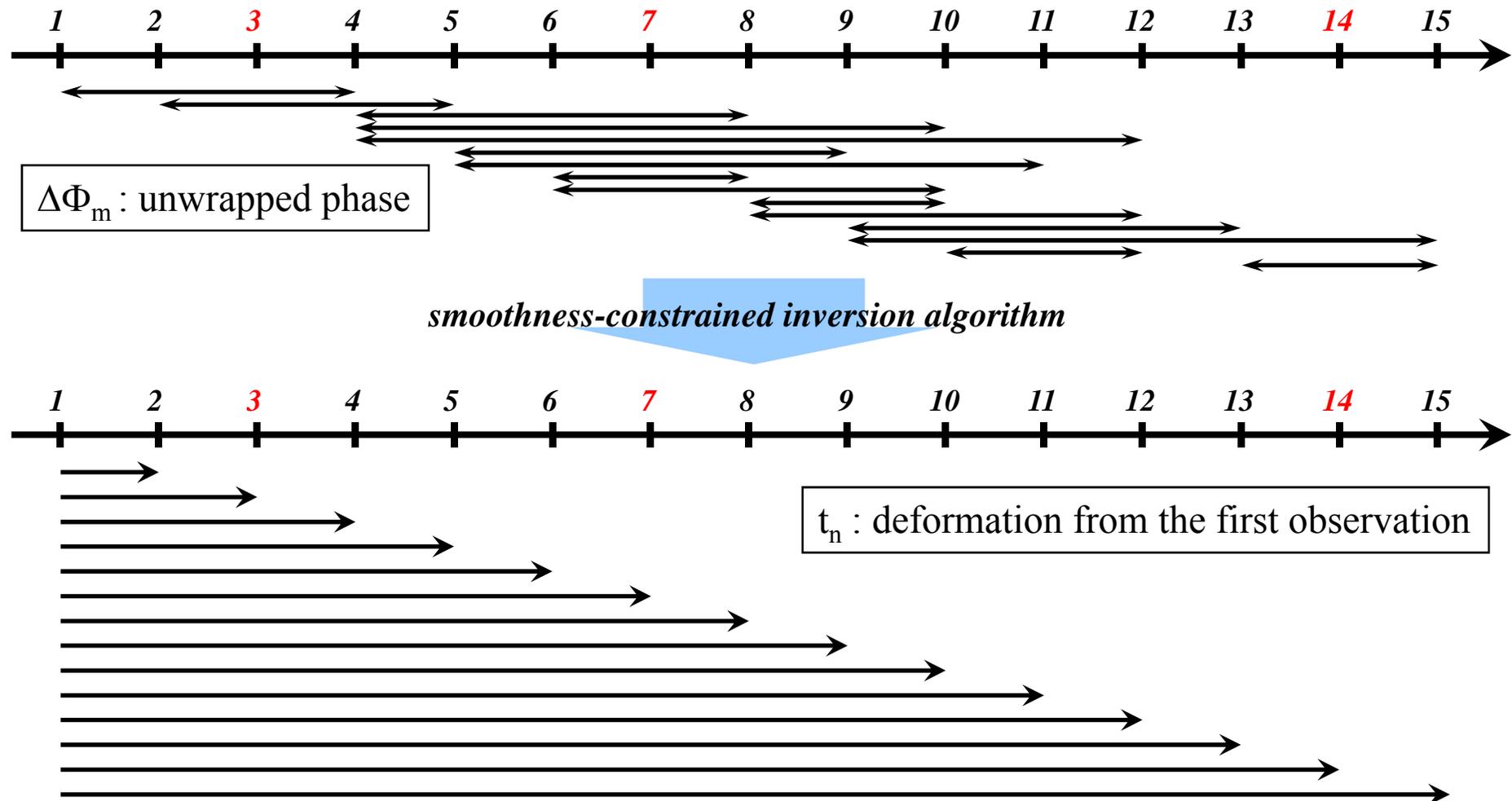
How to interpret interferogram

Movement away from the sensor
 →
 0 2π
 ←
 Movement toward the sensor

- Vector of displacement is look direction.
- One cycle of phase corresponds to a half of wavelength.



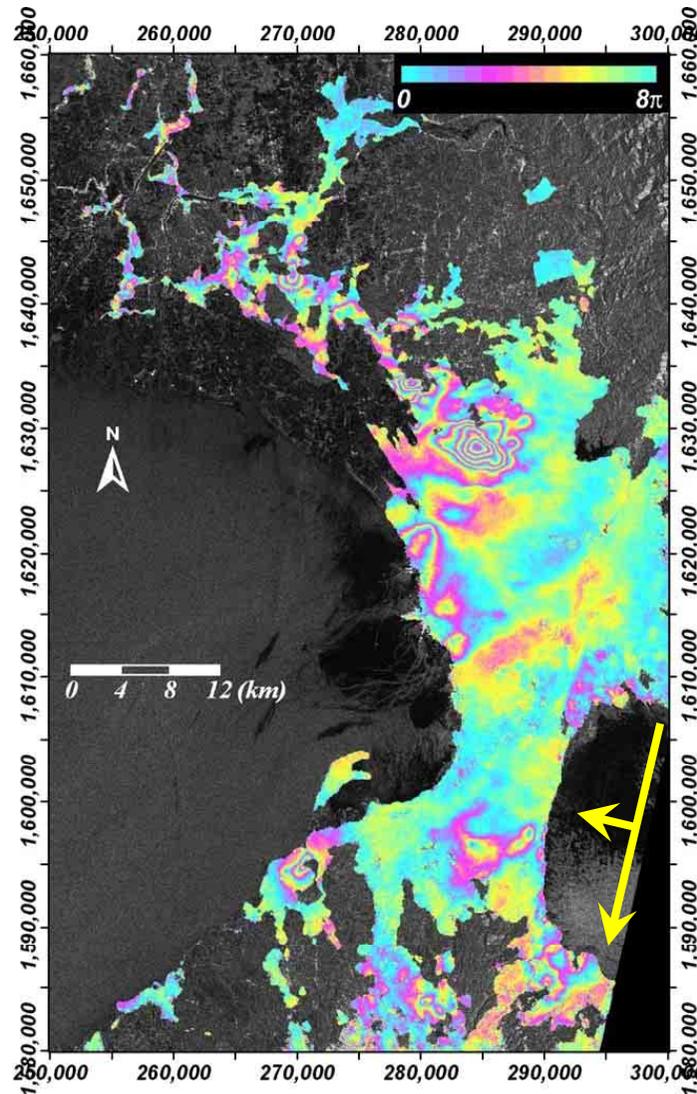
InSAR time series analysis



InSAR time series analysis can synthesize long-term land deformations from individual DInSAR results and be able to measure the temporal changes of surface deformation from the first observation date in pixels.

InSAR time series analysis using ENVISAT data

NMCC



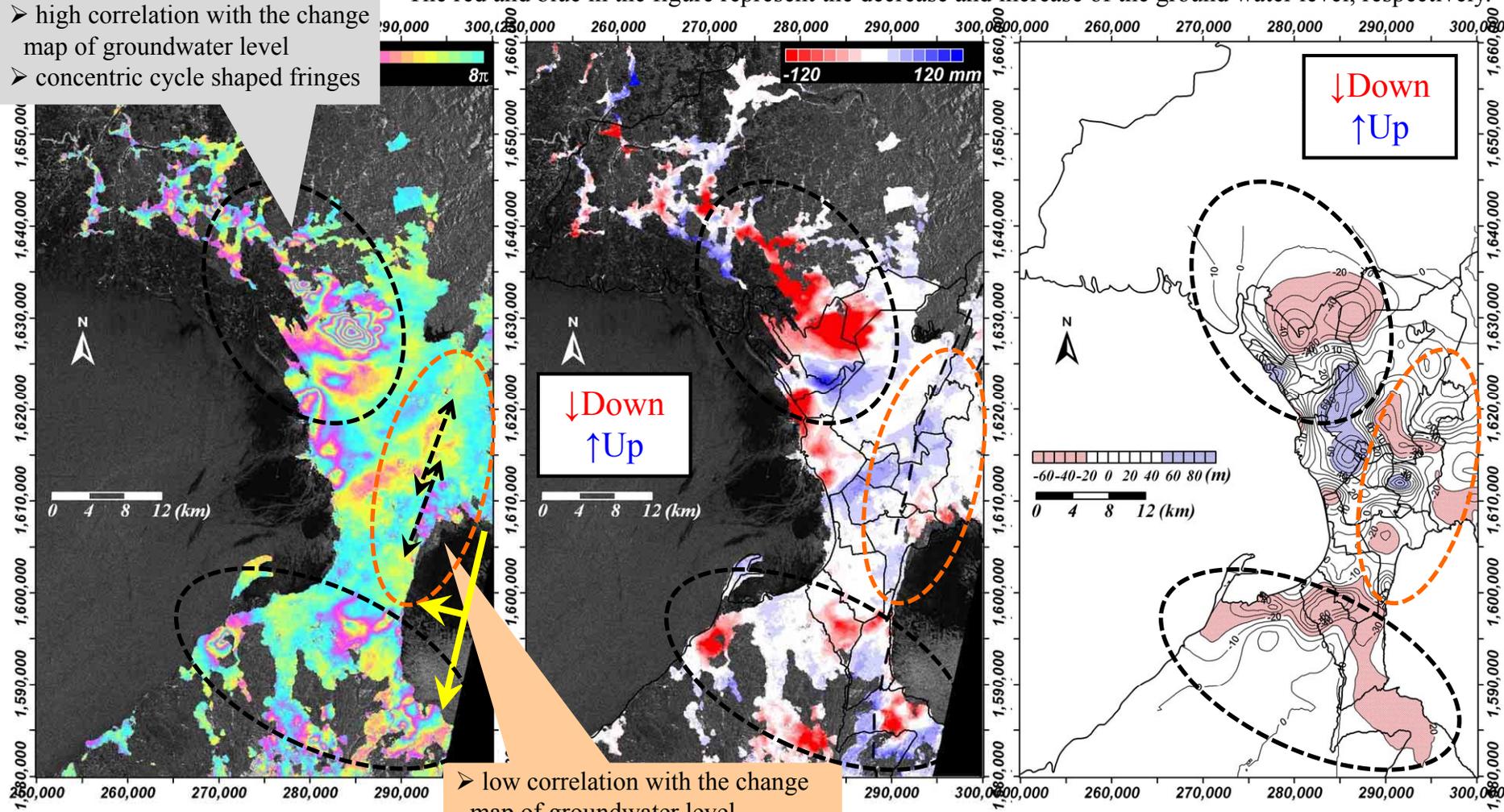
7 years
2003/01/08-2009/12/02

This movie visually shows the increase in the number of fringes and the extent to which the deformation has expanded over time

InSAR time series analysis using ENVISAT data

The red and blue in the figure represent the decrease and increase of the ground water level, respectively.

- high correlation with the change map of groundwater level
- concentric cycle shaped fringes



- low correlation with the change map of groundwater level
- parallel with NNE-SSW direction

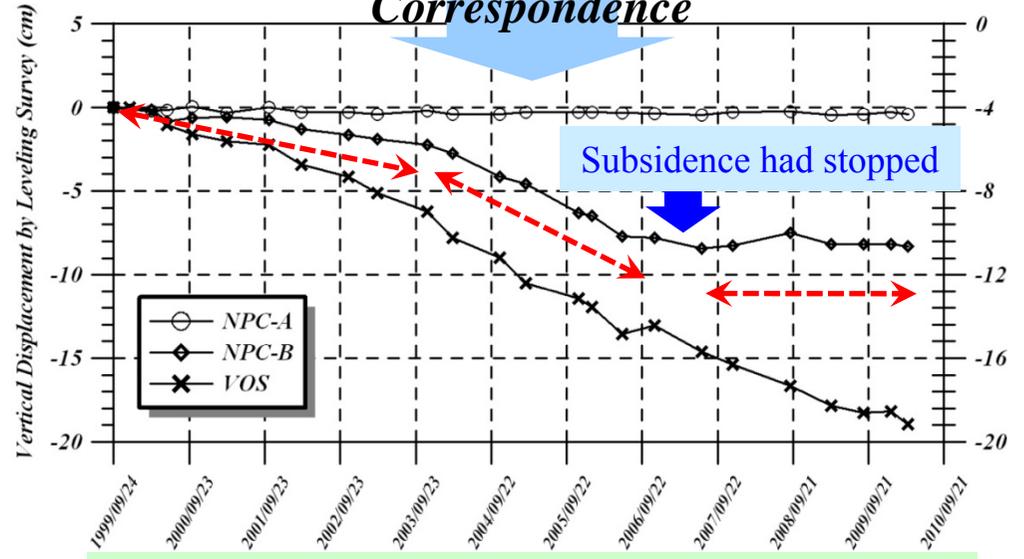
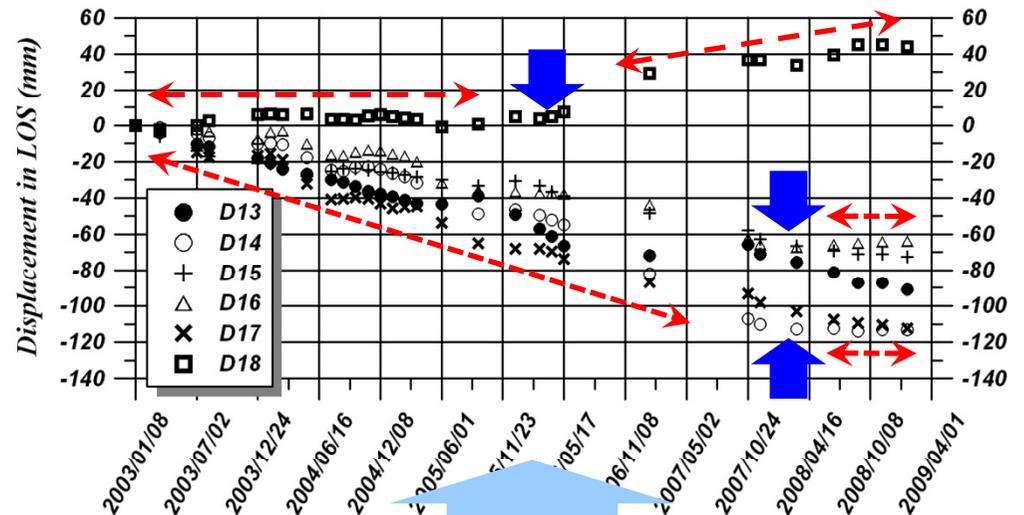
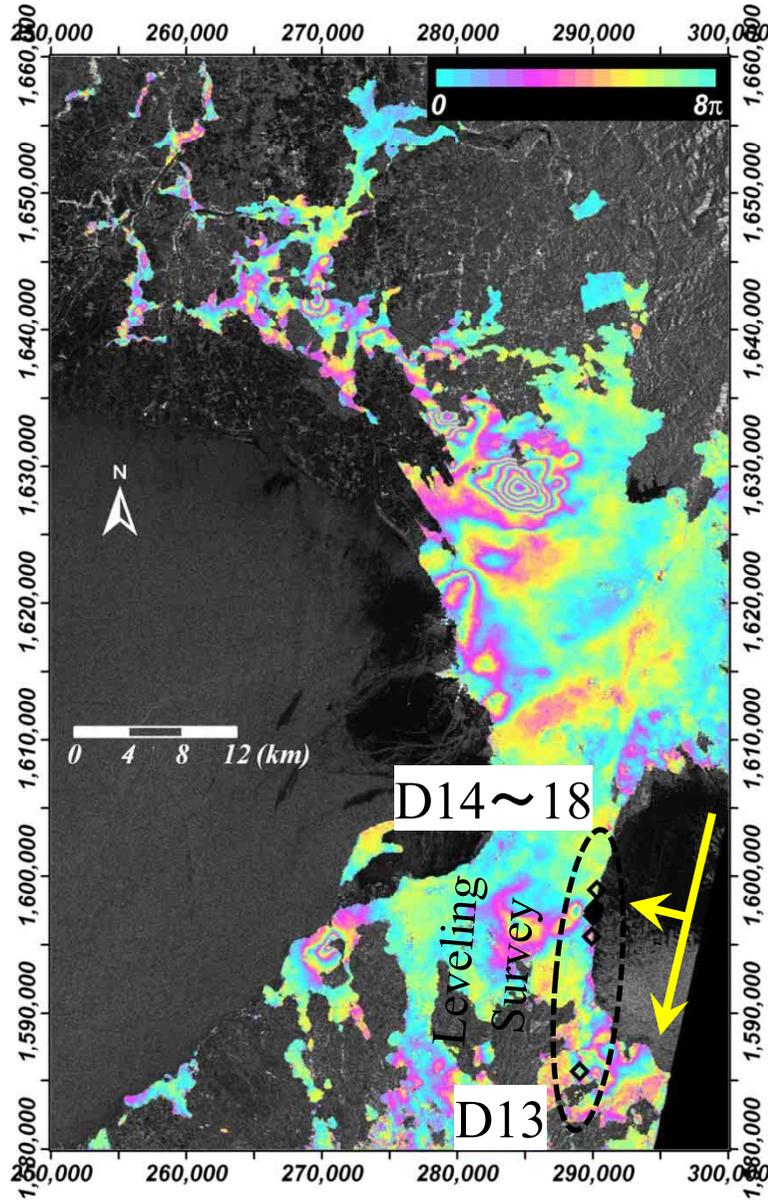
2003/01/08-2009/12/02

Vertical Displacement
2003/01/08-2009/01/21

Change of Groundwater Level
1981-1990

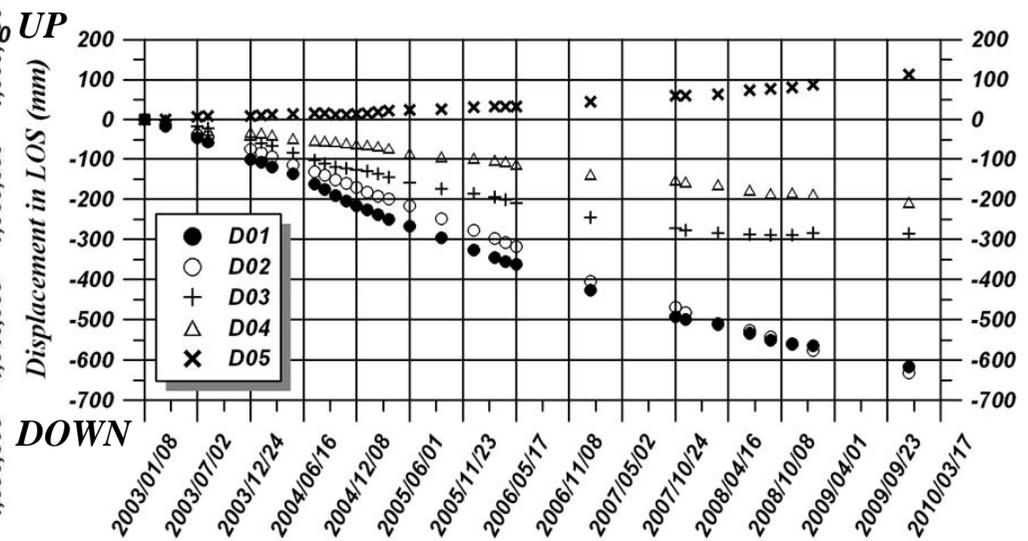
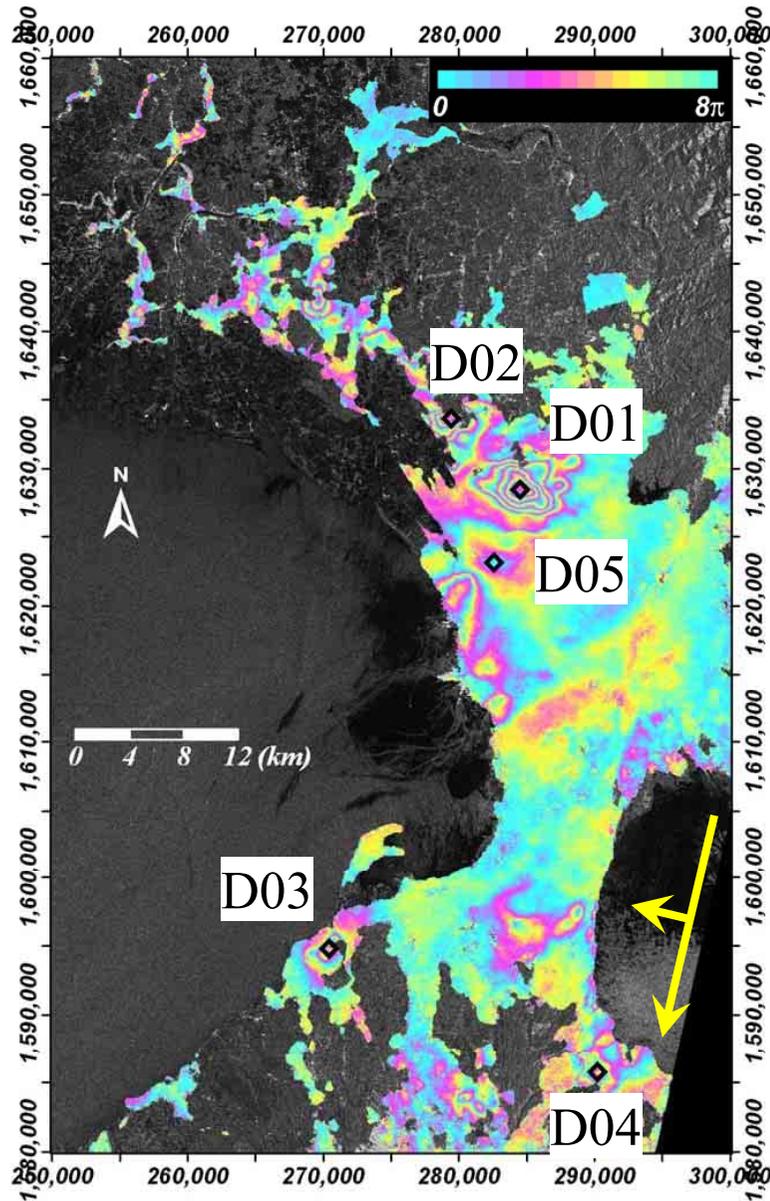
Creep deformation ...

- ♣ D13 : subsiding
- ♣ D18 : “No deformation” to “Uplift”
- ♣ others : “Subsiding ” to “no deformation”



Leveling survey by Kinugasa & Kurita

As regards land subsidence ...



- ♣ Maximum velocity is -91mm/yr on D02.
- ♣ The average uplift velocity on D05 is 16mm/yr.
- ♣ Land subsidence and uplift is going monotonously.
- ♣ Land subsidence on D03 has already converged.

Average deformation velocity (mm/yr)

D01	D02	D03	D04	D05
-89	-91	-41	-30	+16

Comparison of sensor specification

	ENVISAT	PALSAR	TerraSAR-X
Observation mode	IS2	Fine beam FBS/FBD	StripMap (011)
Launch	<i>December 2002</i>	January 2006	<i>June 2007</i>
Orbit height	800 km	692 km	514 km
Periodical cycle	<i>35 days</i>	46 days	<i>11 days</i>
Frequency	5.3 GHz	1.26 GHz	9.6 GHz
Band	C	L	X
Wavelength	<i>5.66 cm</i>	23.6 cm	<i>3.1 cm</i>
Polarization	VV	HH/HH+HV	HH
Off-nadia angle	20.3 deg.	34.3 deg.	35.8 deg.
Coverage	100 km × 100 km	70 km × 70 km	30 km × 50 km
Spatial resolution	30 m	10 m/20 m	<i>3.3 m</i>
Critical baseline	1,250 m	16,500 m	2,400 m
Status	<i>Orbit adjustment on October 2010</i>	<i>Power generation anomaly on 22nd April, 2011</i>	Going well

JAXA reported all the onboard observation devices of ALOS were turned off due to power generation reduction.¹³

DInSAR using TerraSAR-X data

【Data】

TerraSAR-X (3 scenes)

【Observation Date】

- (1) 2008/07/08
- (2) 2009/12/29
- (3) 2010/03/27

『Interferometric Pair』

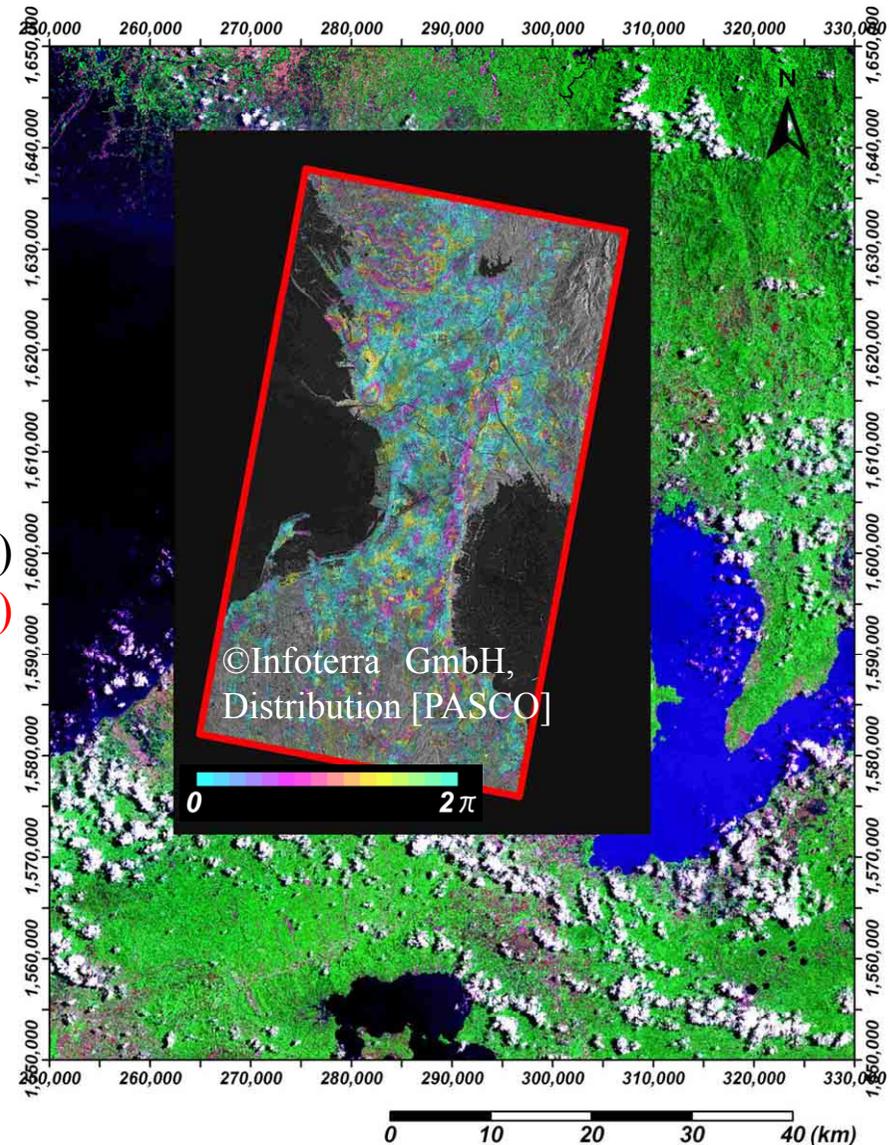
- 2008/07/08 – 2009/12/29 (Pair 1, $B_{\text{perp}}=70.0\text{m}$)
2008/07/08 – 2010/03/27 (Pair 2, $B_{\text{perp}}=71.2\text{m}$)
2009/12/29 – 2010/03/27 (Pair 3, $B_{\text{perp}}=0.8\text{m}$)

【DEM】

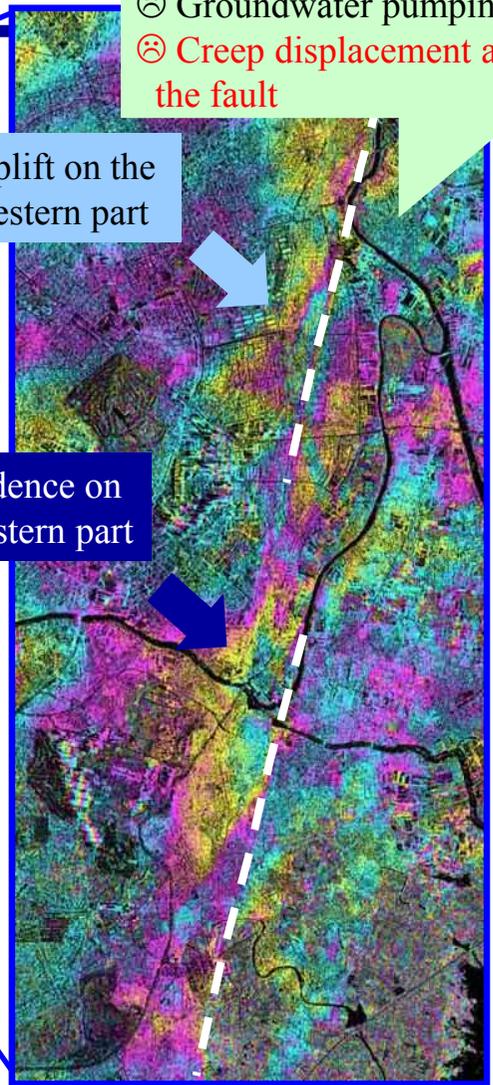
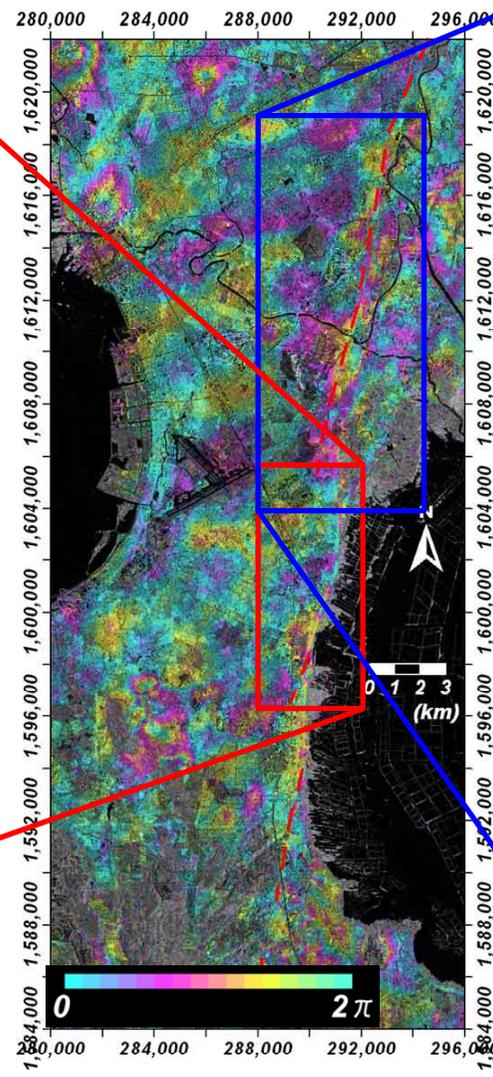
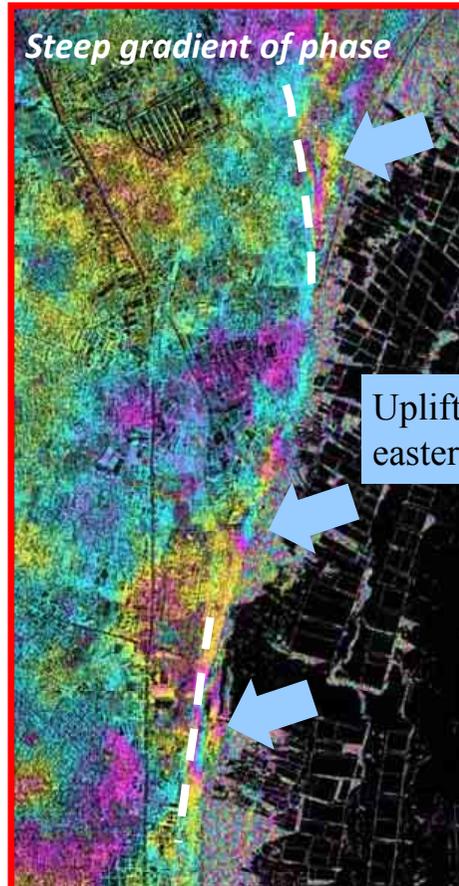
SRTM3

【Software】

Personal software



Deformation around Valley Fault



- ⊗ Atmospheric phase delay
- ⊗ Effect of the ionosphere
- ⊗ Error of DEM
- ⊗ Groundwater pumping
- ⊗ Creep displacement around the fault



Pair 2
2008/07/08 - 2010/03/27



Summary

1. InSAR time series analysis using ENVISAT data (2003-2009)
 - Sites in the eastern part of the Valley fault had subsided until 2007, but subsidence had stopped in around 2007 (correspond to leveling survey). In some areas, uplift began.
2. DInSAR using TerraSAR-X data (2008-2010)
 - In the southern area of the Valley fault, sites in the eastern part had been moving upward (correspond to InSAR time series analysis)
 - ⇒ What does the change of displacement direction mean?? Does it have any relations with earthquake??
3. The first differentiation and DInSAR using TerraSAR-X data
 - Steep gradient parallel to the Valley fault was clearly detected in the interferogram.



***Thank you very much
for your attention!!***