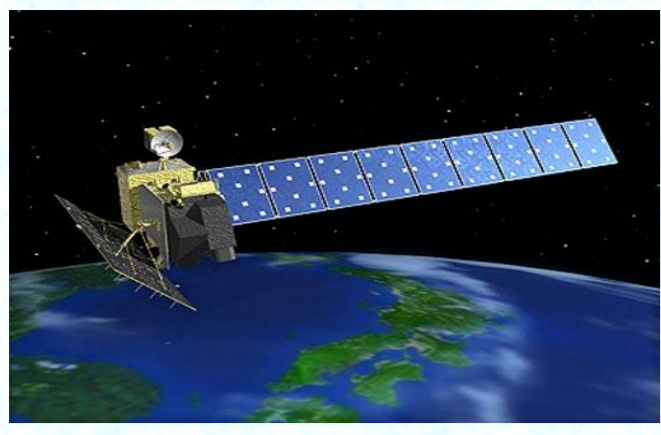


SARによる岩手宮城内陸地震に伴う地殻変動の検出と非平面形状断層モデルの推定



ALOS ©JAXA

北海道大学 理学部 地球科学科 宇宙測地学研究室 4年 阿部 隆博



1. Summary

2008年6月14日、岩手県南部でMw6.9の岩手宮城内陸地震が起こった。この地震に対し、ALOS/PALSARのデータを元にInSARとPixel Offset法による解析を行った。その結果、衛星の視線方向にInSARでは少なくとも最大約1.2m、Pixel Offset法では約2mを超える地殻変動が検出された。得られた画像を見ると、かなり複雑な変動を示しており、単純な矩形モデルでの説明は難しいと考えた。

そこで、本研究では半無限均質弾性体を仮定したTriangular dislocation modelを用いて、インバージョン解析を行い、非平面の断層モデルの推定を試みた。曲面を持つモデルを仮定することで、より現実的にかつ観測データをよく説明できるようなモデルの推定を目標とした。

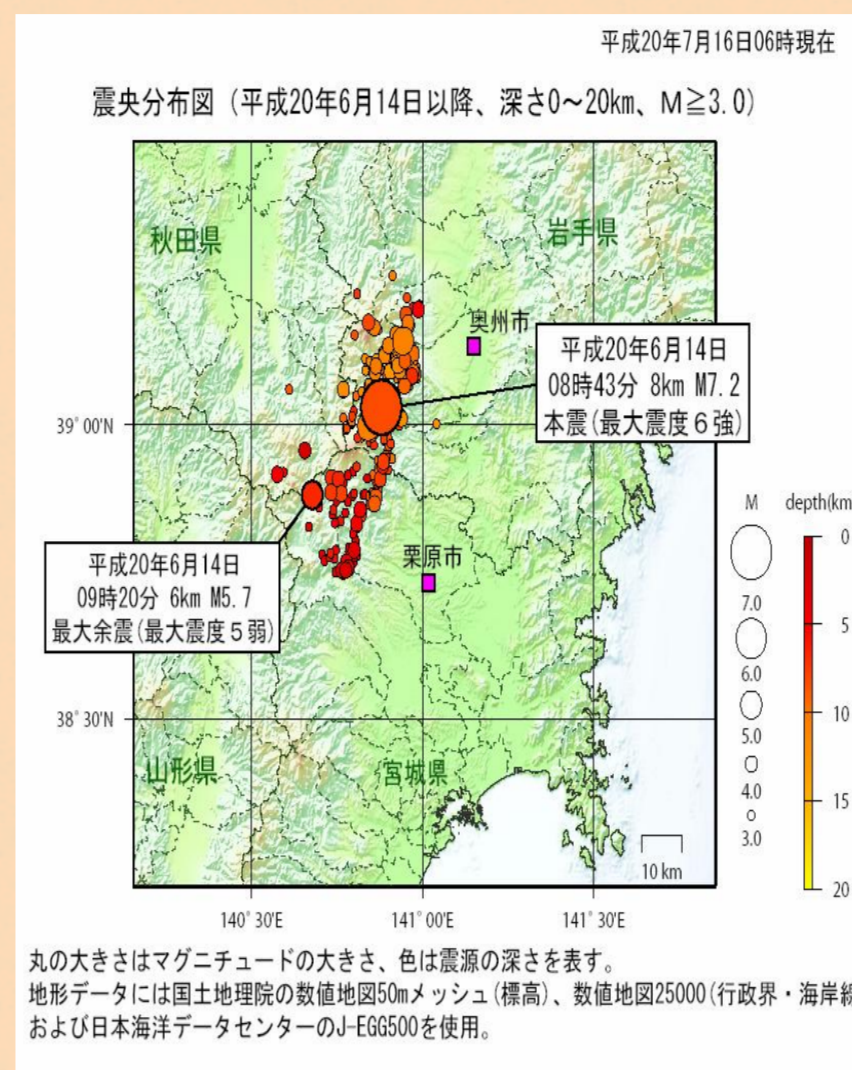
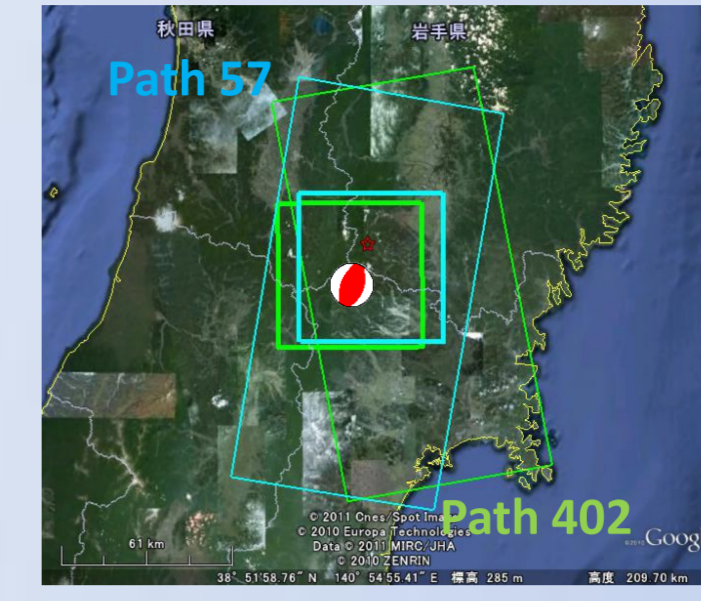


図1: 震央分布図(気象庁HP)

2. 観測地域と使用データ



CMT solution 1	CMT solution 2
Depth: 12 km	Depth: 12 km
Strike: 17 degree	Strike: 201 degree
Dip: 42 degree	Dip: 48 degree
Latitude: 39.03N	Latitude: 39.03N
Longitude: 140.85E	Longitude: 140.85E
Mw: 6.9	Mw: 6.9

図2: 観測地域とCMT解。太線はインバージョンに用いた領域

	Master	Slave	B-perp(m)	Path	Frame	Orbit
①	20070621	20080623	-238.92	402	760-770	Ascending
②	20070829	20080716	-774.35	57	2830-2840	Descending

表1: 解析に用いたSARデータ

3. 断層モデルの推定

検出された地殻変動と余震分布(図2)を基に、フォワードモデリングとインバージョンによって、観測データをより良く説明するような非平面形状断層モデルを試行錯誤的に導き出す。半無限均質弾性体中の断層を三角形要素で区切り、観測された地殻変動に最も合うような各三角形要素の滑り量とそれに伴う地表変動を求めた。三角形要素の食い違いによる地表変位の計算にはMeade(2007)のMatlabスクリプトを用いた。断層滑りパラメータの推定の際には平滑化と滑り方向についての条件をつけた。さらに地表の3次元変位を求め、総合的な議論を行う。本発表では、現段階で最良の結果を示した。

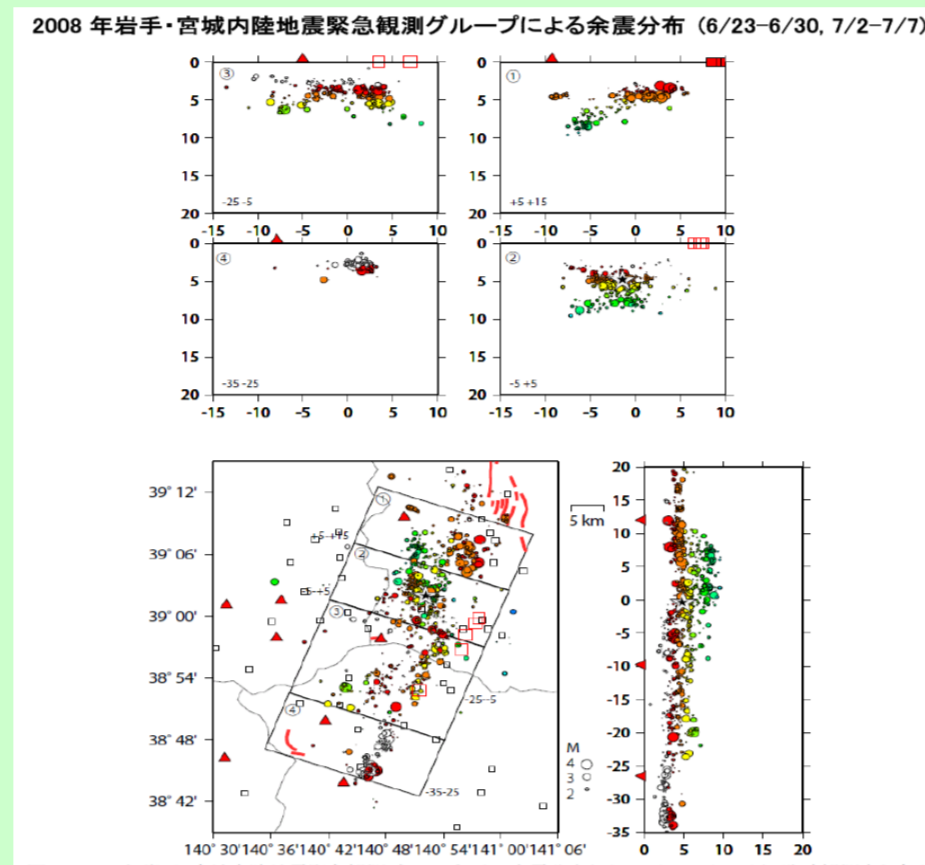


図3: 余震分布

http://www.aob.geophys.tohoku.ac.jp/download/yochiren/siryu/178/178_3.pdf

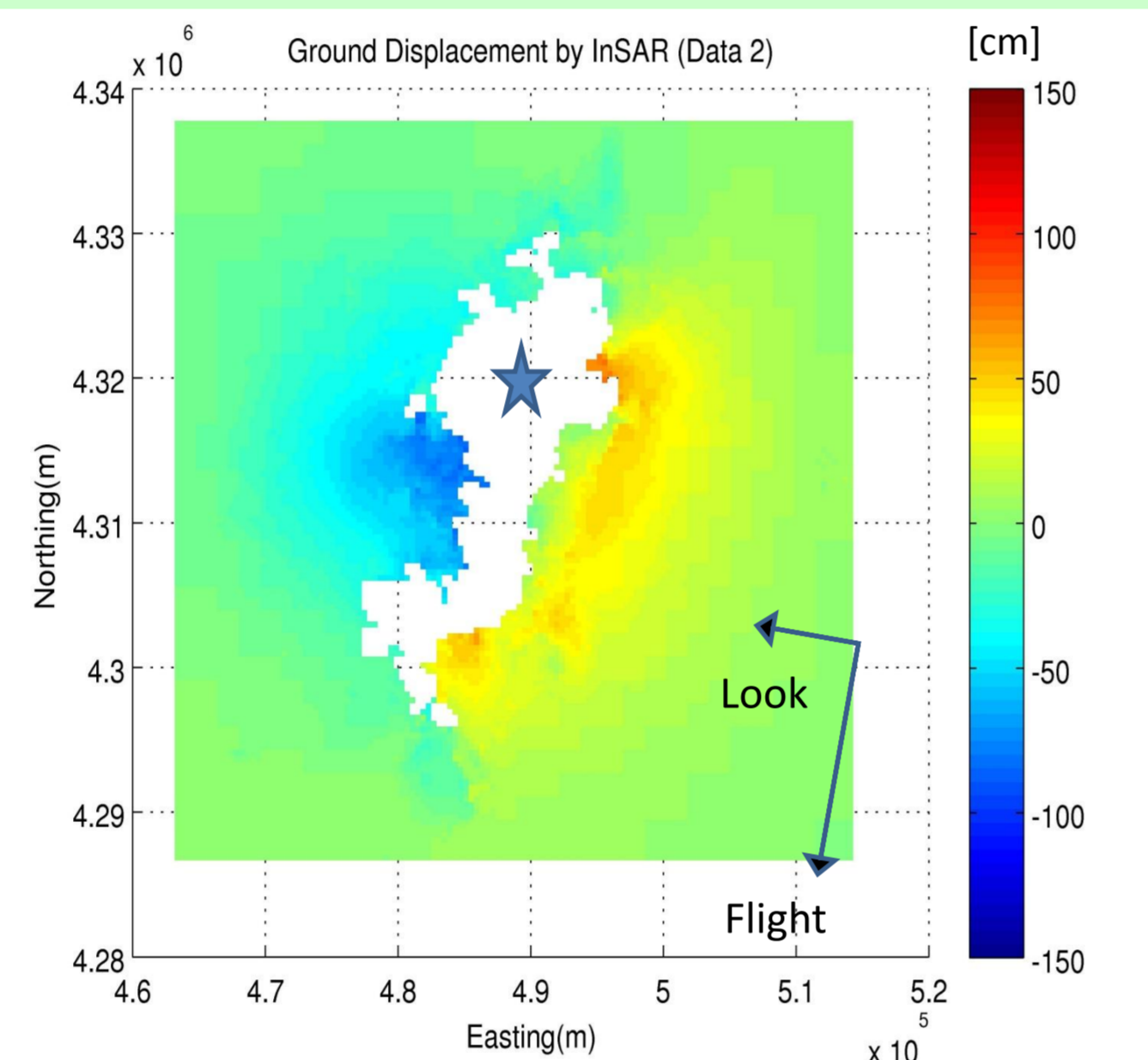
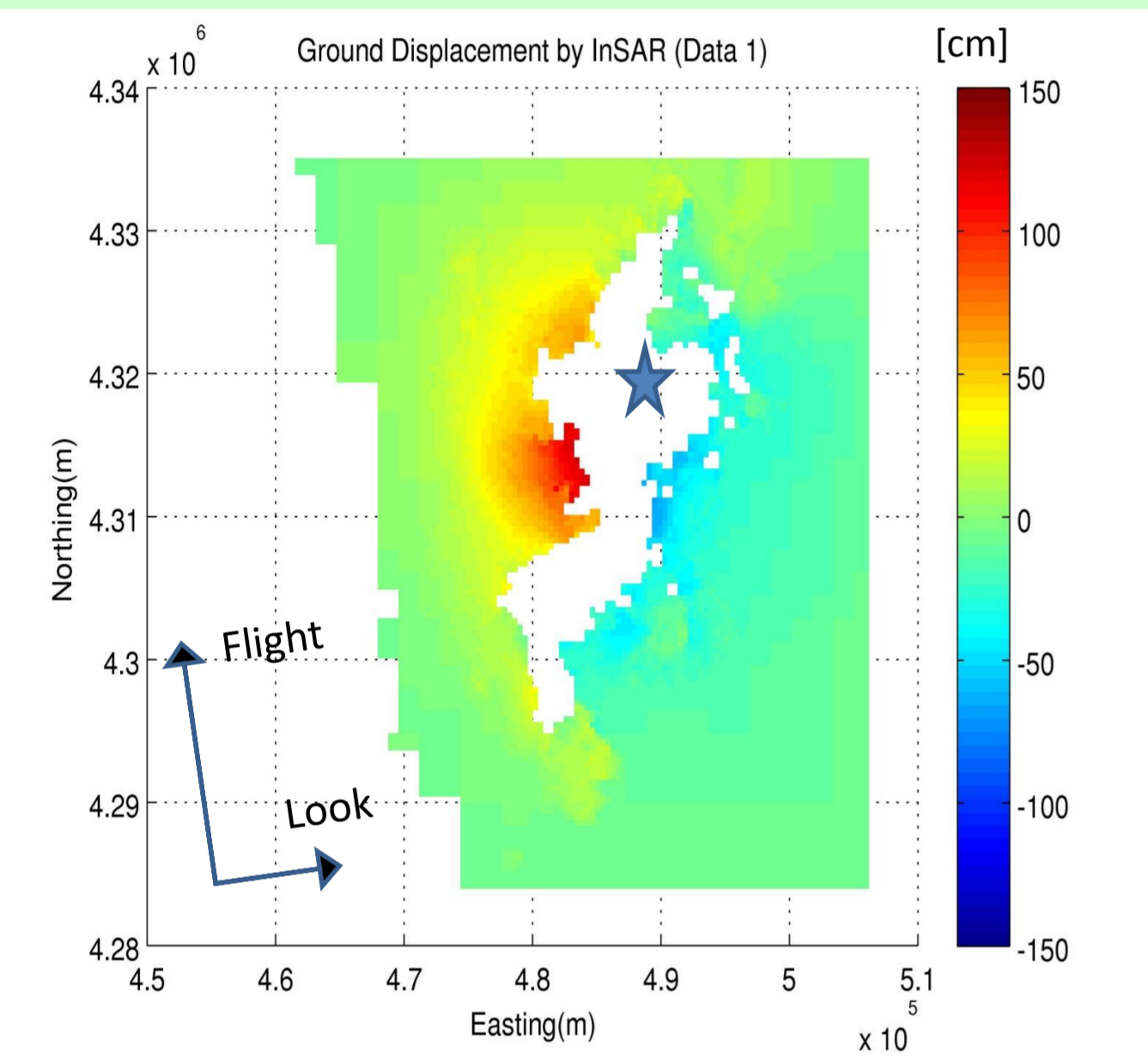
Ascending

$$\text{Data} = 0.61 \times U_e + 0.10 \times U_n - 0.78 \times U_z$$

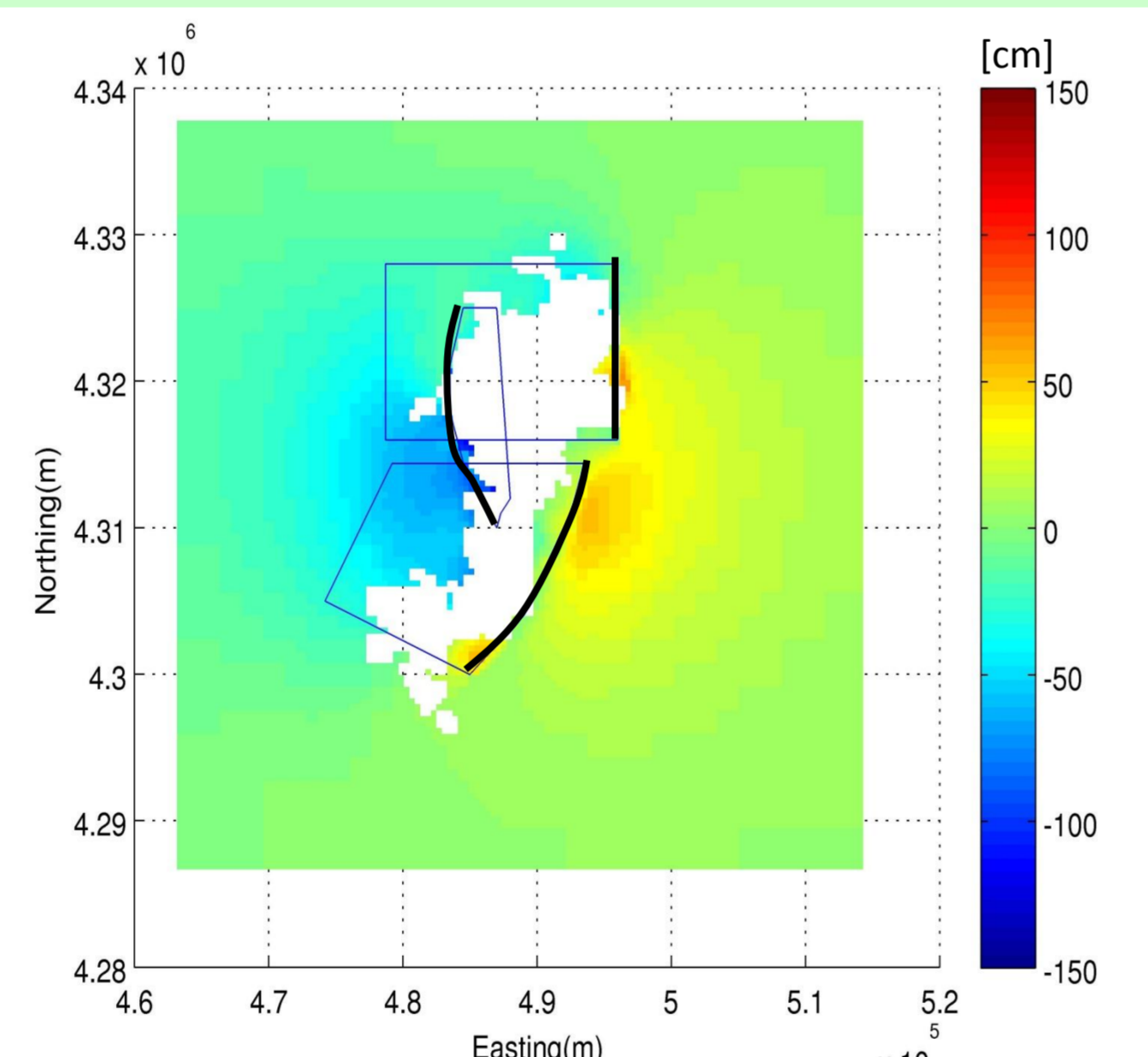
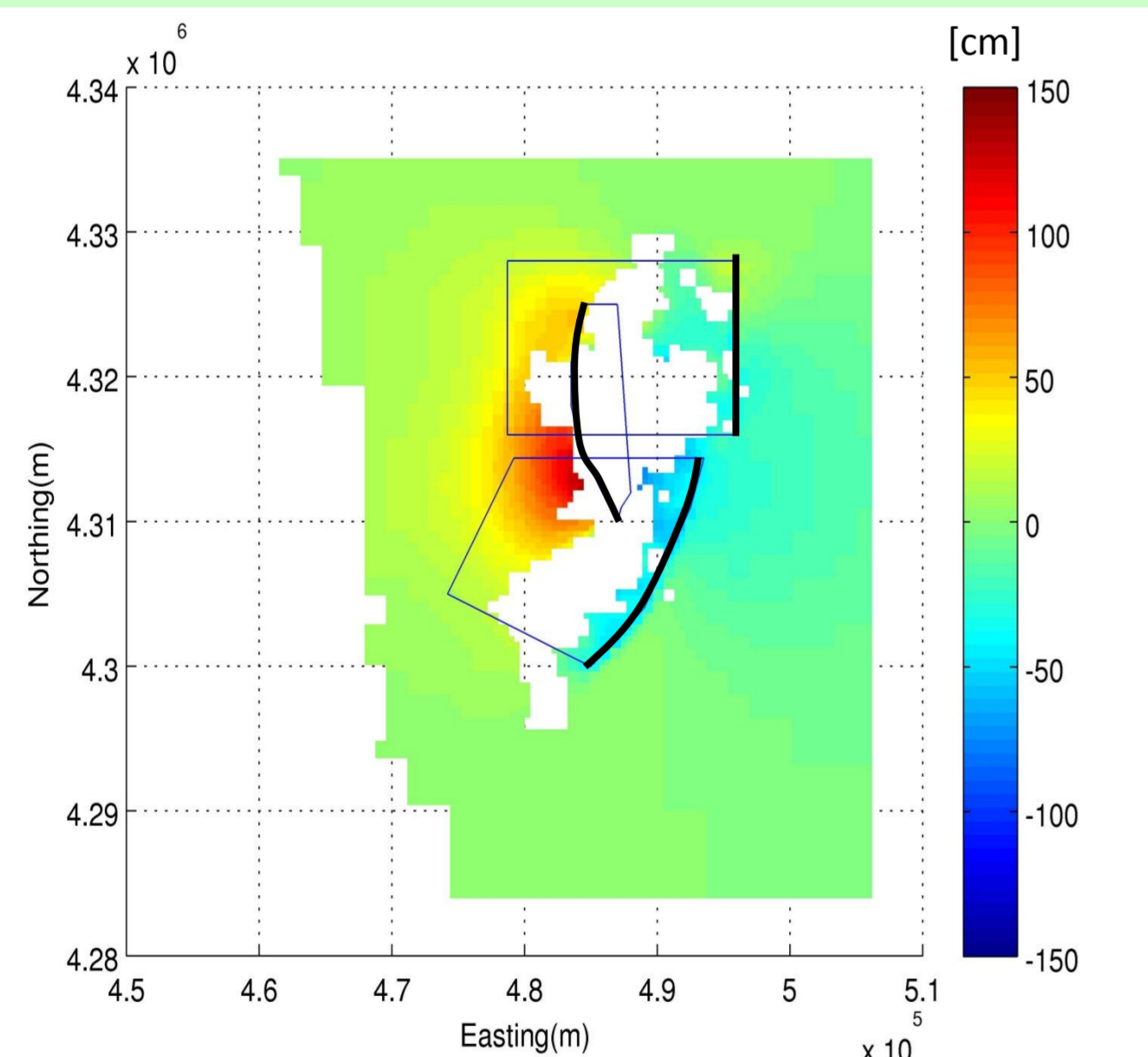
Descending

$$\text{Data} = -0.87 \times U_e - 0.10 \times U_n - 0.77 \times U_z$$

Obs



Cal



Resid

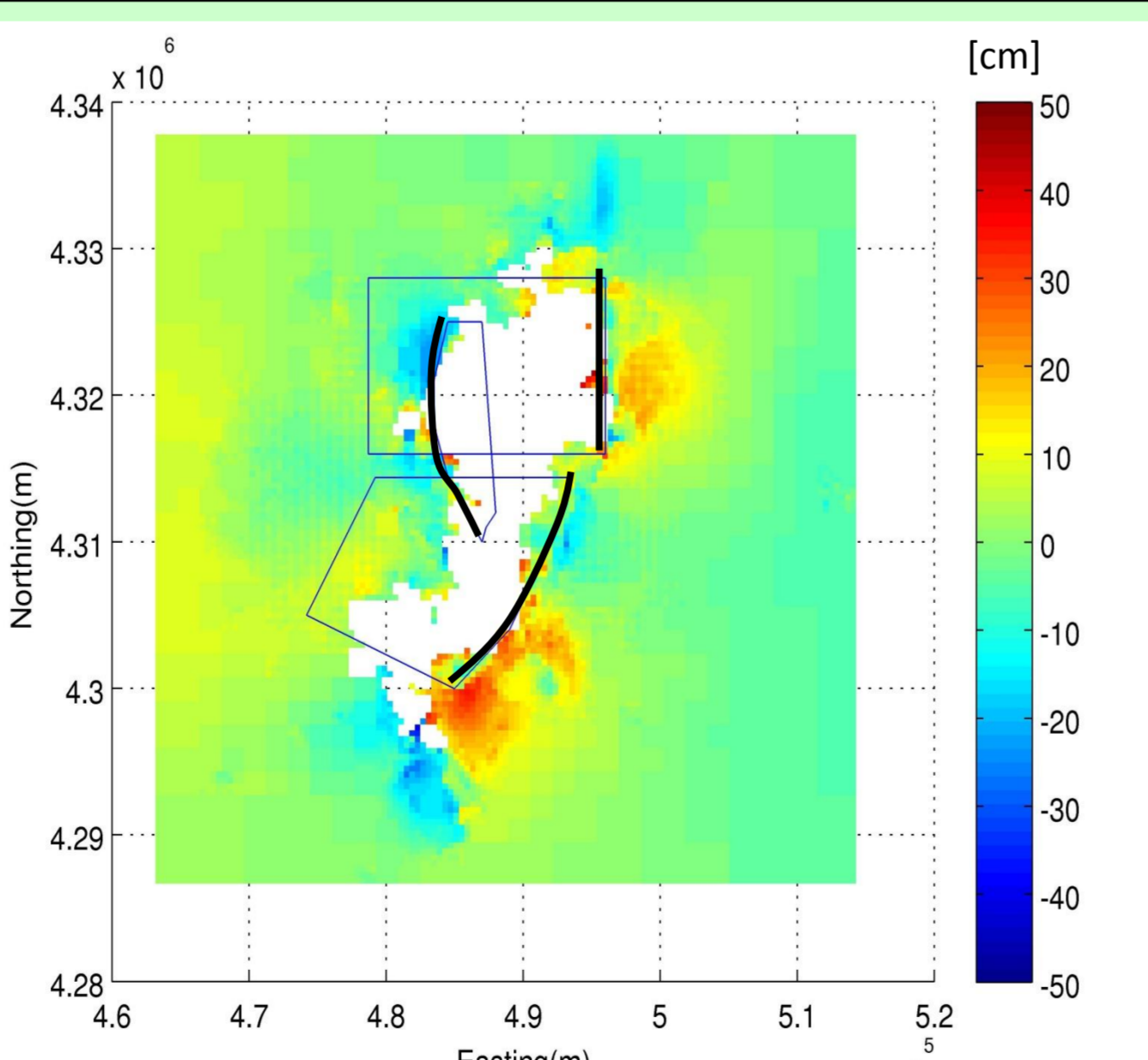
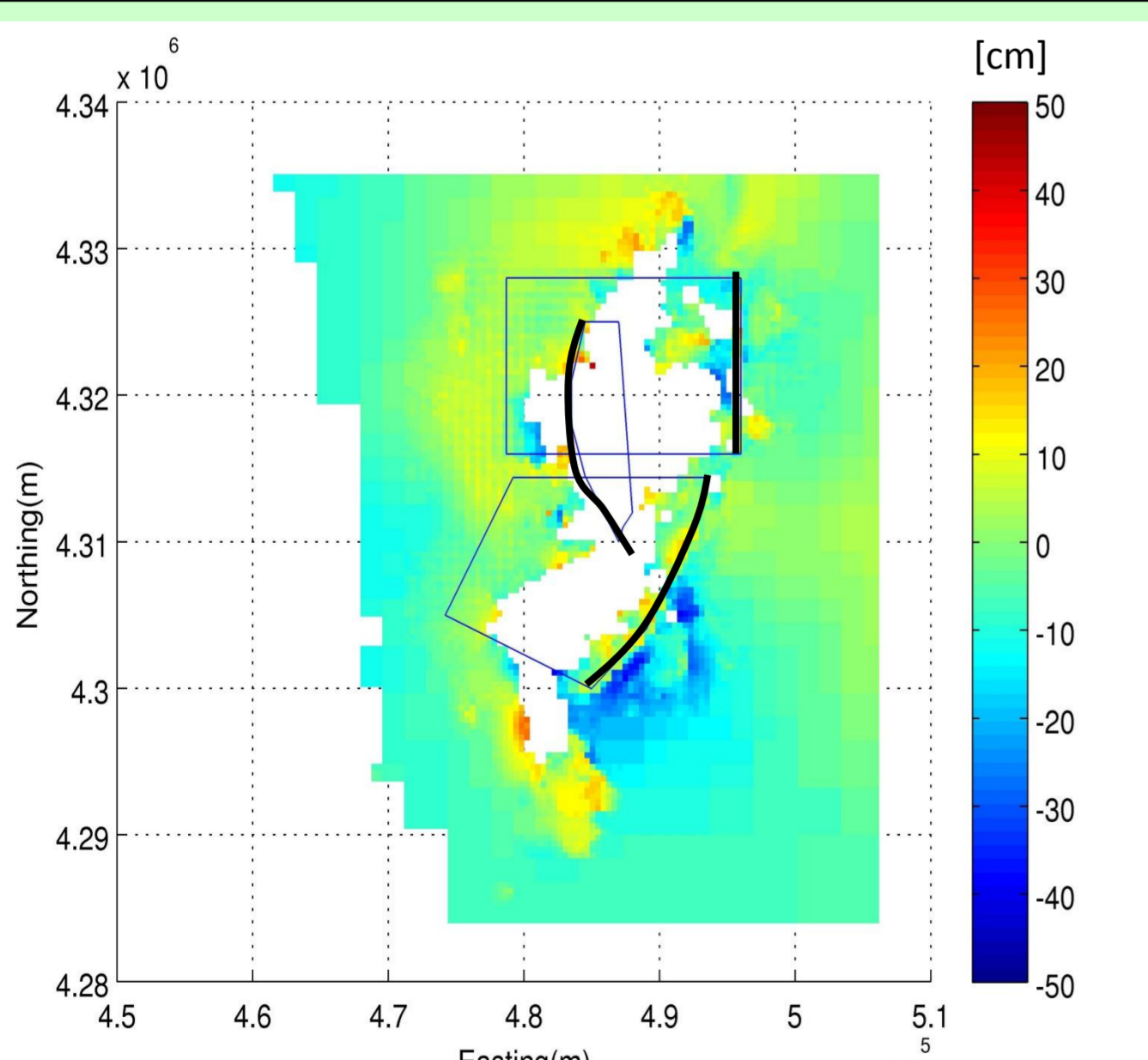


図4: InSARによる観測結果, 断層モデルによる計算値と残差

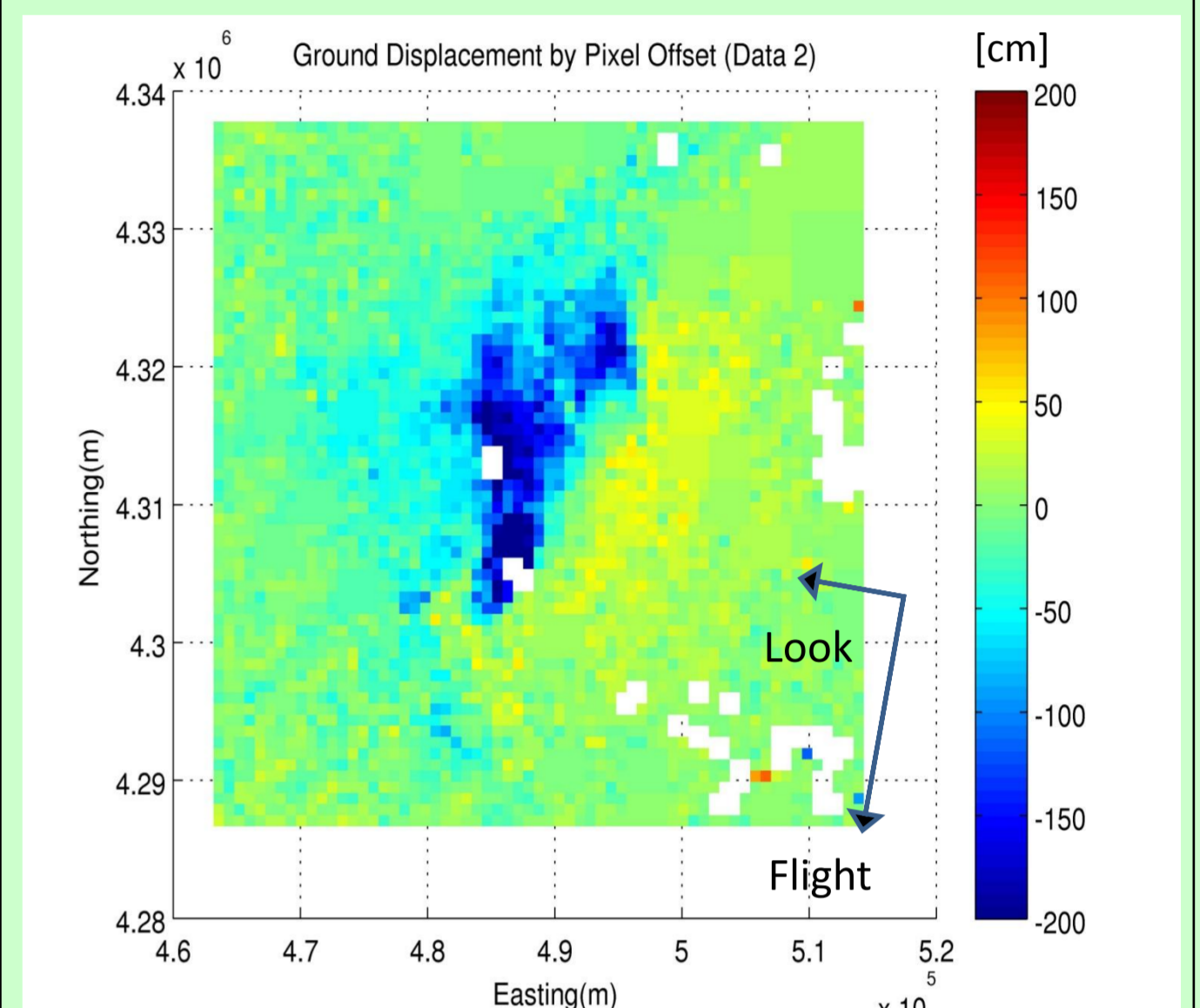
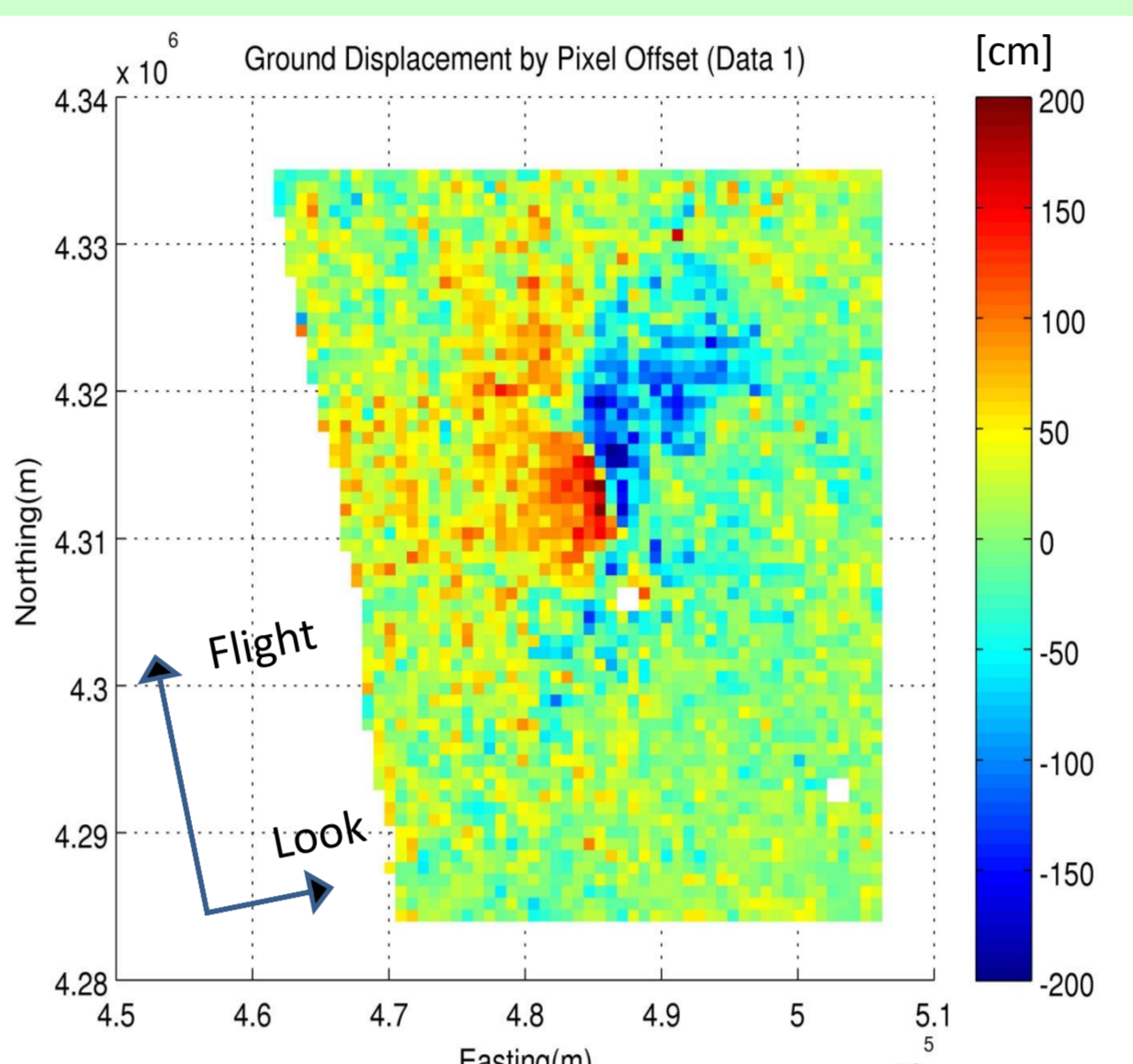
Ascending

$$\text{Data} = 0.61 \times U_e + 0.10 \times U_n - 0.78 \times U_z$$

Descending

$$\text{Data} = -0.87 \times U_e - 0.10 \times U_n - 0.77 \times U_z$$

Obs



Cal

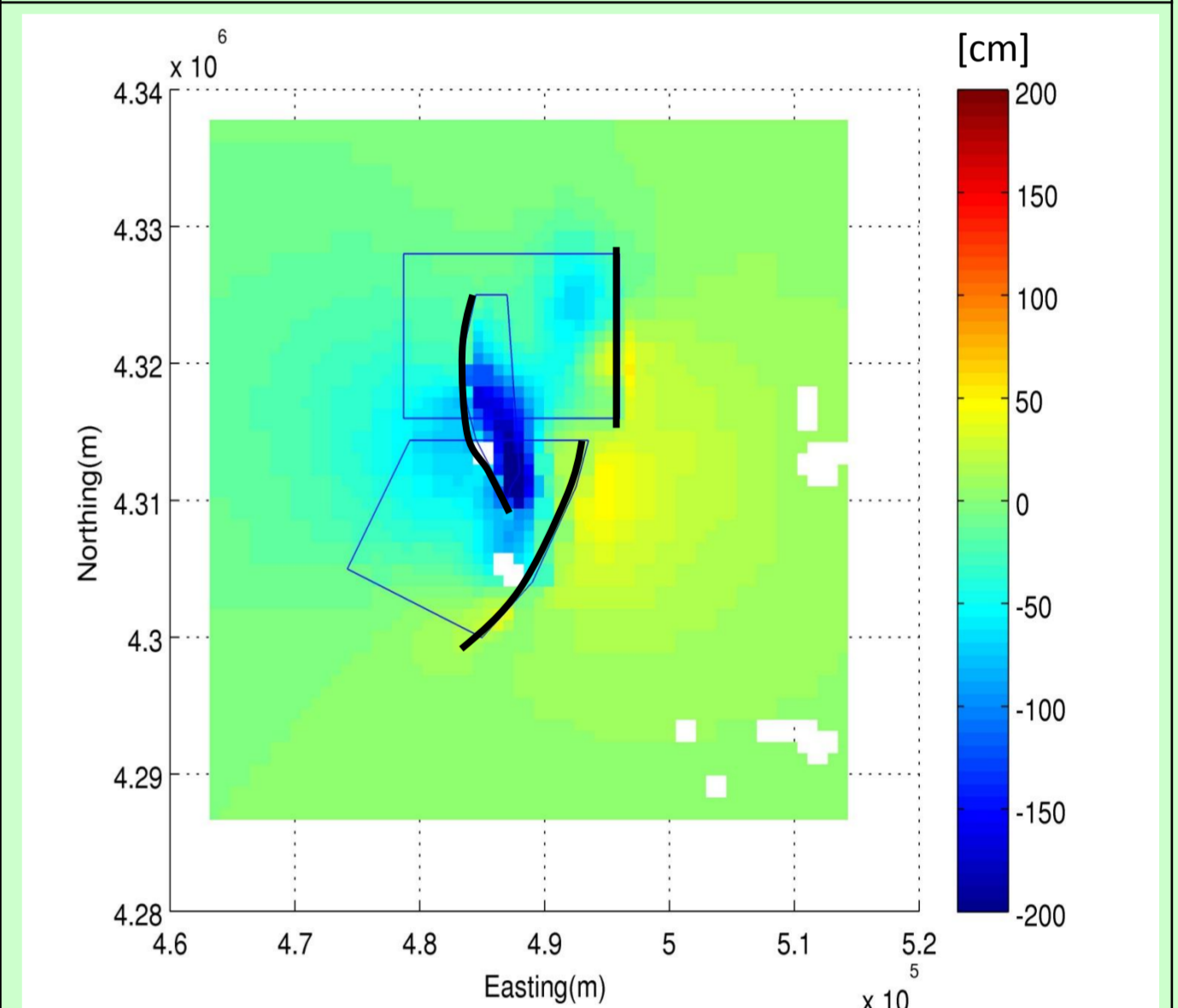
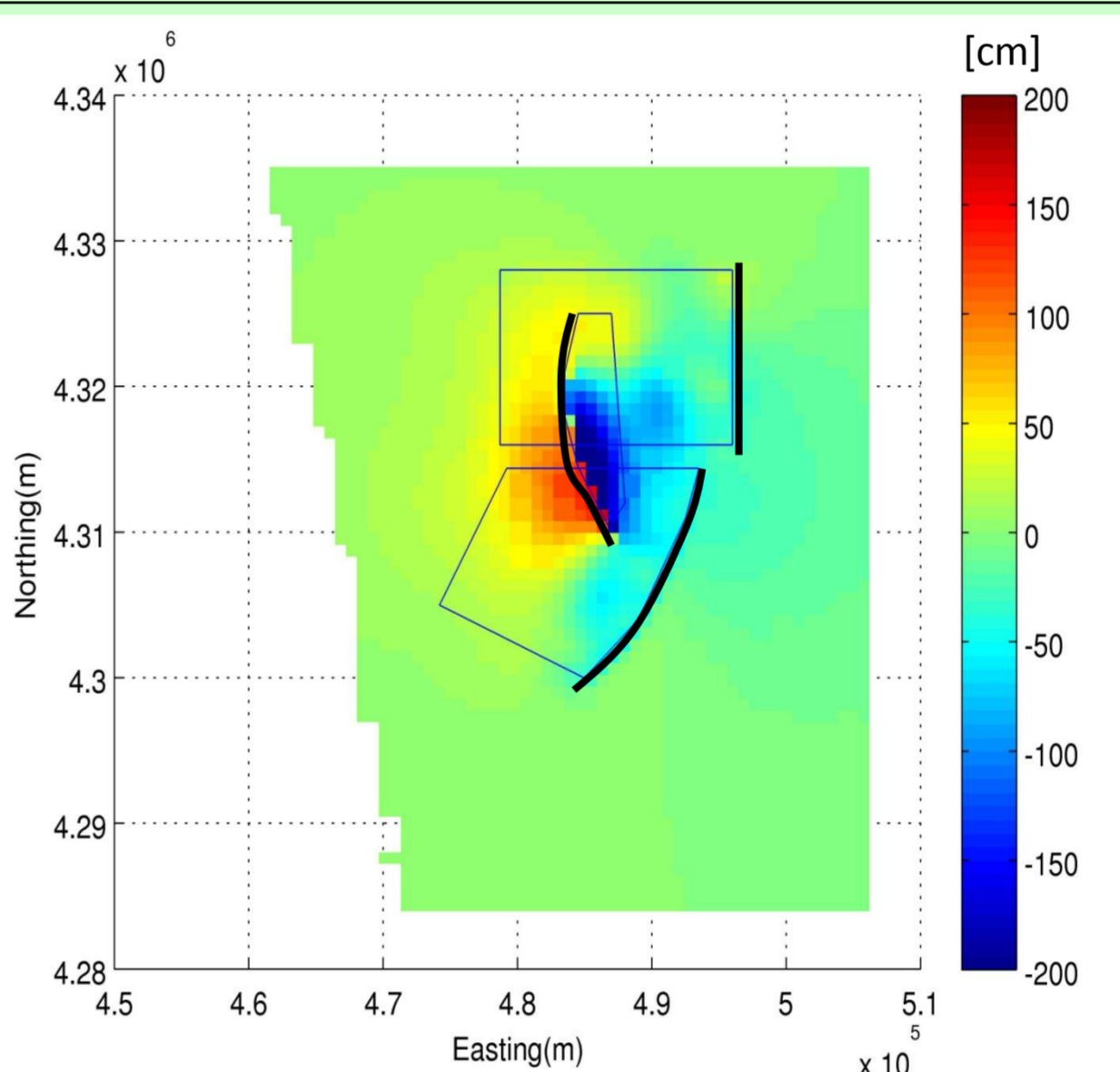


図5: Pixel Offset法による観測結果, 断層モデルによる計算値

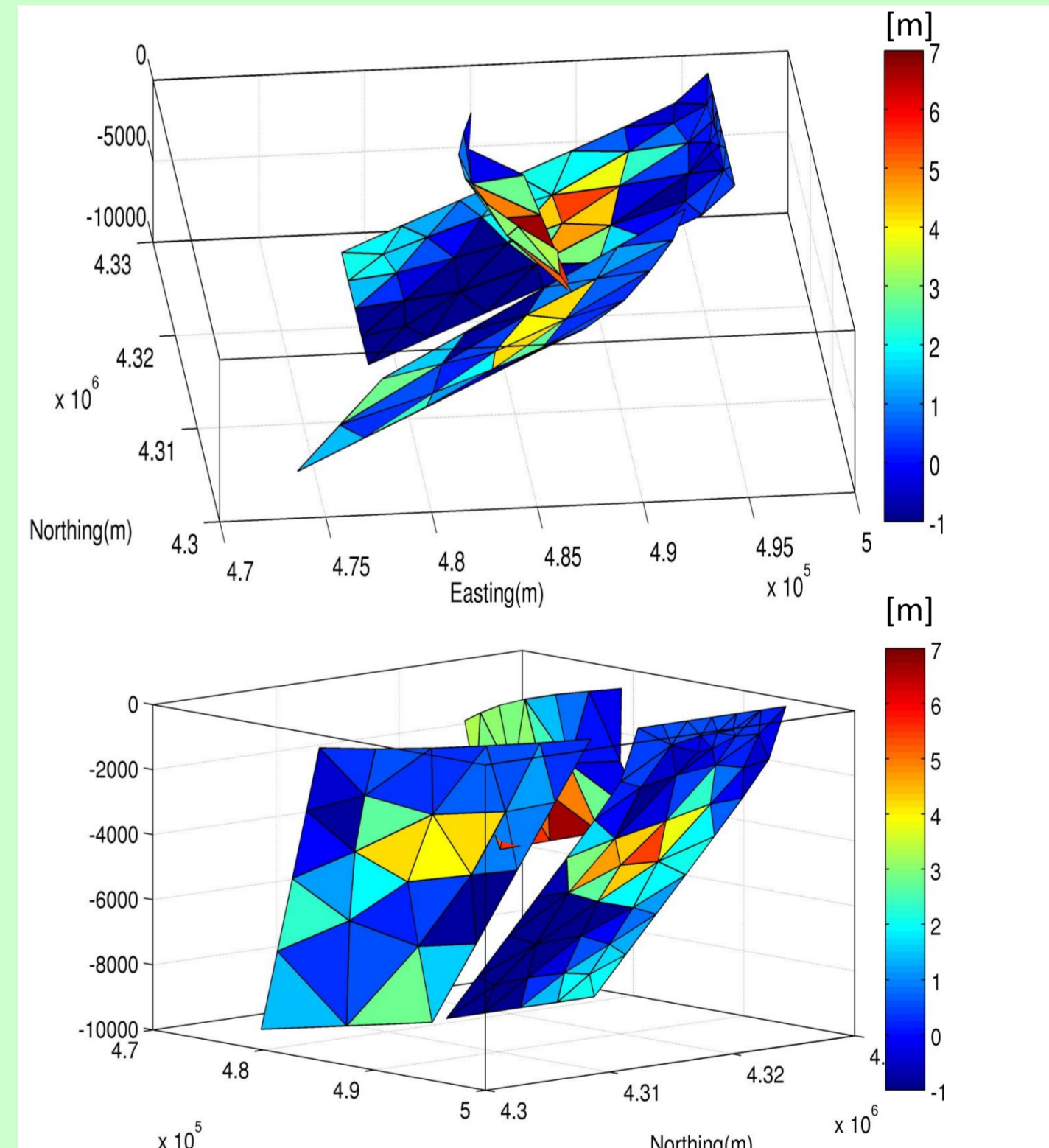
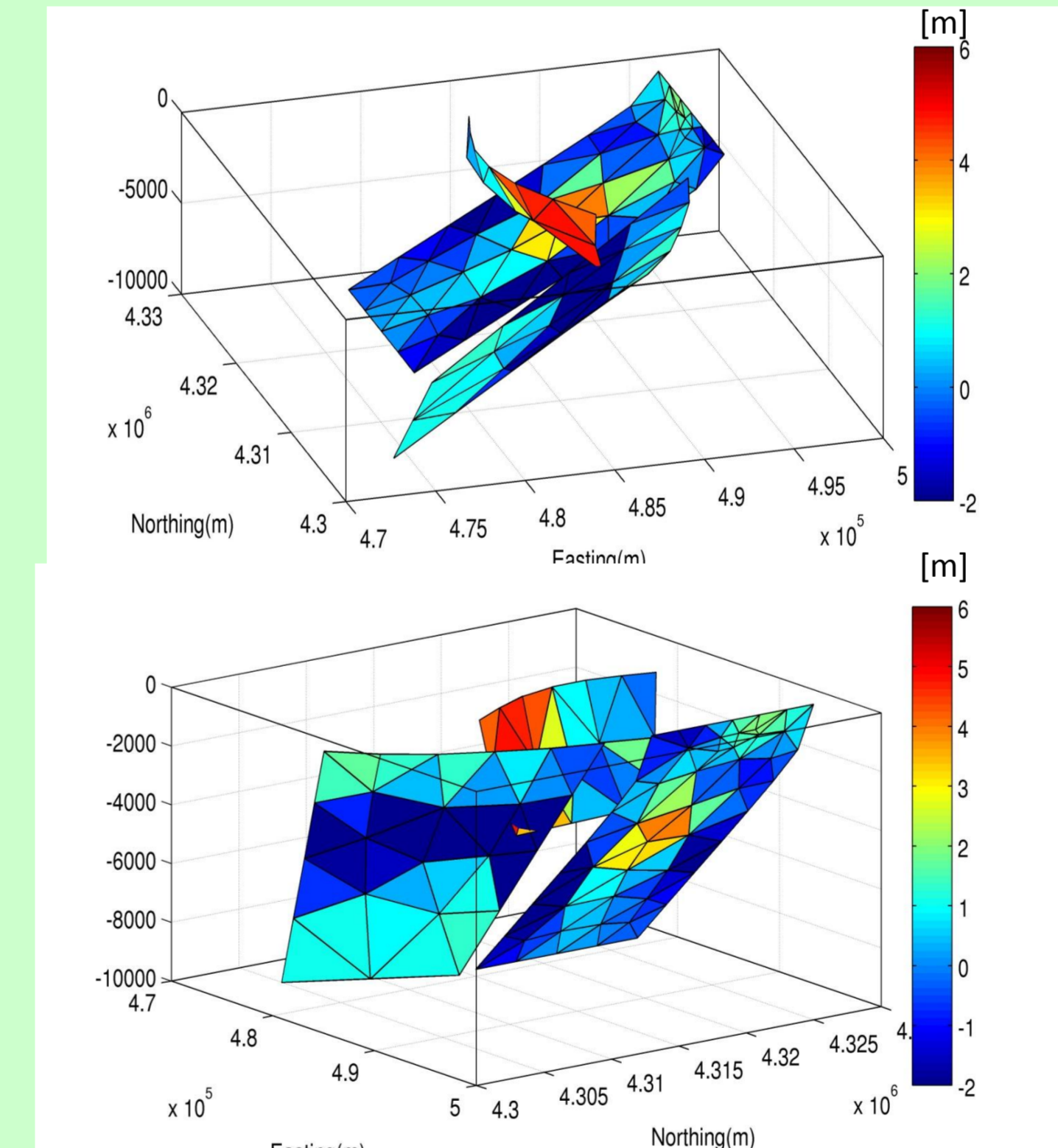


図6: 滑り分布. 左列が横ずれ成分(左横ずれを正), 右列が縦ずれ成分(上方向が正)

4. Conclusions & Future Works

岩手宮城内陸地震に伴う地殻変動を、InSARとPixel Offset法を用いて検出した。この地震に伴って、震央付近の広い領域で視線方向にメートル級の地殻変動が生じたことがわかった。これを基にインバージョン解析を行い、非平面形状の断層モデルの推定を行った。InSARのデータはおおむね説明できているが、Pixel Offsetのデータはまだ説明できていない。そして、滑り分布の横ずれ成分が大きいことが、逆断層型の地震の滑りと一致しない。

今後は、GPSデータを加えたインバージョンを行い、より詳細な検討をしたい。また、このモデルで余効変動を説明できるのかどうかの議論を進めたいと考えている。

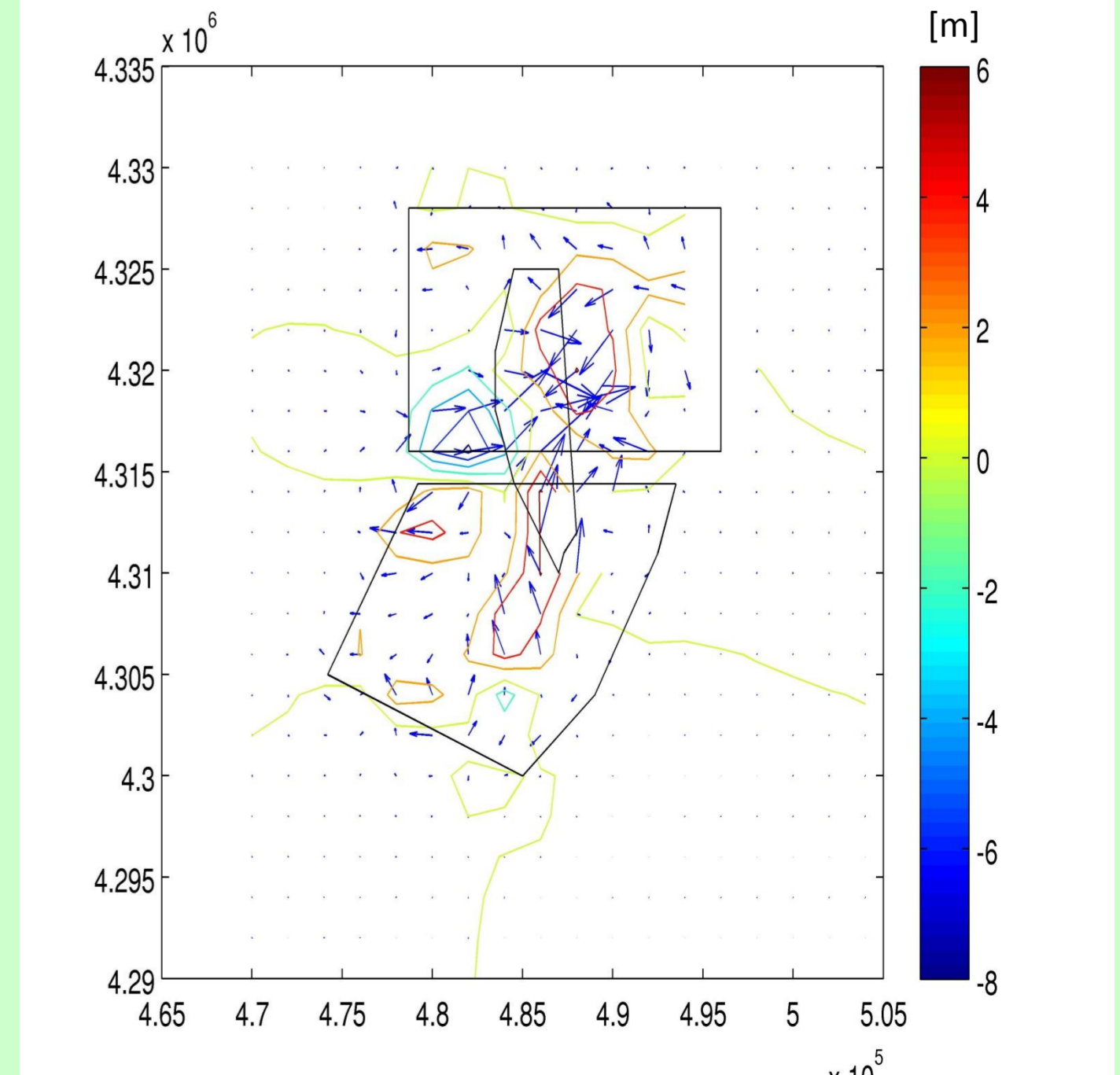
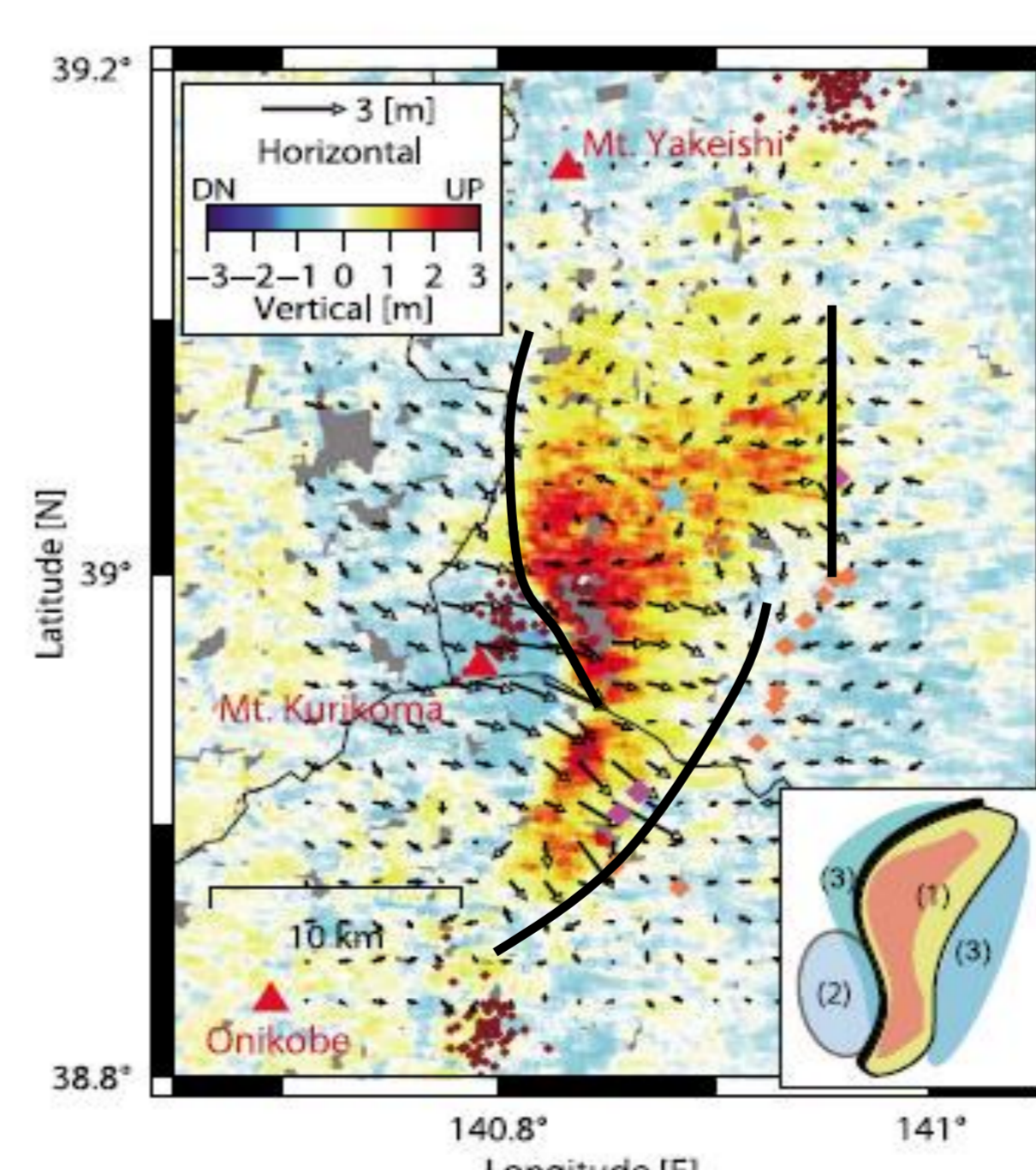


図7: 地表の3次元変位. 左図はPixel Offset法から計算された観測データ(Ando&Okuyama, 2010). 右図はモデルによる計算値

References

- Ando, R., and S. Okuyama(2010). Deep roots of upper plate faults and earthquake generation illuminated by volcanism, *Geophys. Res. Lett.*, 37, L10308, doi:10.1029/2010GL042956
- Brendan J. Meade(2007). Algorithms for the calculation of exact displacements, strain, and stresses for triangular dislocation element in a uniform elastic half space, *Computers & Geosciences*, 33, 1064-1075, doi 0.1016/j.cageo.2006.12.003.
- Christophe Geuzaine and Jean-Francois Remacle (2009). Gmsh: A 3-D finite element mesh generator with built-in pre- and post-processing facilities, *International Journal for numerical methods in engineering* 79, 1309-1331, 2009
- Inuma, T., et al.(2009). Aseismic slow slip on an inland active fault triggered by a nearby shallow event, the 2008 Iwate-Miyagi Nairiku earthquake (Mw6.8), *Geophys. Res. Lett.*, 36, L20308, doi:10.1029/2009GL040063
- Masato Furuya(2006). InSAR: A NEW Trend in Crustal Deformation Measurement, *Journal of the Geodetic Society of Japan* Vol52, No.4, pp225-243, 2006
- Youichiro Takada, Tomokazu Kobayashi, Masato Furuya and Makoto Murakami(2009). Coseismic displacement due to the 2008 Iwate-Miyagi Nairiku earthquake detected by ALOS/PALSAR (E-LETTER Earth Planets Space, 61, e9-e12 2009)