

2005 年 8 月 16 日の宮城県沖の地震に関連した地殻変動と断層モデル Crustal Deformation and Fault Model Associated with the Miyagiken-oki Earthquake on August 16, 2005

地理地殻活動研究センター

今給黎哲郎・小沢慎三郎・西村卓也・水藤 尚

Geography and Crustal Dynamics Research Center

Tetsuro Imakiire, Shinzaburo Ozawa, Takuya Nishimura and Hisashi Suito

要 旨

2005 年 8 月 16 日に発生した宮城県沖の地震 (M7.2) に伴う地殻変動が GEONET の観測で検出された。地殻変動データから推定された地震断層モデルは、地震調査研究推進本部地震委員会が近い将来の発生を予測している宮城県沖地震の想定震源域 (アスペリティ) の南側の一部分に相当している。その後の余効的地殻変動も観測されたが、滑りの領域は想定震源域の北側には広がらず、この領域は以前として M7.5 程度の地震を発生させるポテンシャルを維持していることが懸念される。

1. 地震の概要

2005 年 8 月 16 日 11 時 46 分頃、宮城県沖において M7.2 の地震が発生した。震源の深さは気象庁によれば約 40km で、宮城県を中心に強い揺れを感じた。最大震度は宮城県内で観測された震度 6 弱で、東北地方の太平洋岸では微弱な津波が観測された。地震計記録から求められた発震機構は西北西―東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレートと陸のプレートの境界で発生した地震と考えられる。

宮城県沖のプレート境界では、1978 年 6 月 12 日に「1978 年宮城県沖地震」(M7.4) が発生しており、この地震の震源域では約 37 年間隔で繰り返し M7.5 前後の地震が発生している。地震調査研究推進本部地震調査委員会では、この領域で発生する海溝型大地震の長期評価を行っており、平成 12 年 11 月に公表された報告書では、2030 年末までの発生確率が 90% を超えるとされている (地震調査委員会, 2000)。その後、報告書の最初の公表から約 6 年が経過し、発生確率の数字は時間経過とともにやや増加している。2006 年 1 月 1 日時点での評価では、30 年以内 (2036 年 1 月 1 日まで) の発生確率が 99%、10 年以内の発生確率が約 50% となっている。

2. 地震時の地殻変動と断層モデル

図-1 は GEONET で観測したこの地震時の地殻変動である (固定点は電子基準点・岩崎: 青森県日本海沿岸)。上段は水平変動、下段は上下変動である。牡鹿半島を中心とした宮城県周辺で明瞭な変動が観

測されている。水平変動は震源のある宮城県東方沖に向かって南東から東北東方向にベクトルが向いており、最大は牡鹿観測点で東南東に約 6 cm、上下変動は震源に近い宮城県沿岸を中心に沈降の傾向が見えている (最大は牡鹿観測点で約 5 cm)。

図-2 は、地震後に行われた牡鹿半島周辺の水準測量結果である。利府 (BM5655) から鮎川験潮場 (附 1) までの水準測量で、2005 年 9 月から 10 月にかけての測量結果を、前回 2003 年 7 月から 8 月にかけての結果と比較している。利府から見て鮎川験潮場が 2 cm 程度沈下している。牡鹿電子基準点 (960550) が前後の観測点と比較してさらに 2 cm 程度沈下しているが、GEONET による地震時の上下変動の差でも矢本電子基準点 (960549) と比較しても 3 cm 沈下していることから見て、実際にこれだけの沈下があったと考えられる。験潮の観測から推定される鮎川験潮場の沈降量と水準での沈下量も整合しているが、周辺の点と比較して牡鹿電子基準点の沈下はやや大きめであり、局所的な原因も含まれる可能性がある。

GEONET による地震時の地殻変動から、矩形断層を仮定して推定した断層モデルが図-3 である。半無限弾性体中の矩形断層として Okada (1985) の理論式を用いて推定すると、走向方向の長さ約 28km、傾斜方向の幅約 49km、西向きに 23 度の傾斜角で深くなる逆断層が推定された (パラメータについては図を参照)。滑り量は約 1.5m で、剛性率 30GPa とした際のモーメントマグニチュードは $M_w=7.1$ (剛性率 40GPa なら 7.2) であった。また、プレート境界面での滑りを仮定して、地震時の滑り分布を計算したものが図-4 である。

図-3 には、地震波の解析から推定された 1978 年の宮城県沖地震の破壊域を示した (Yamanaka et al., 2004 による)。地殻変動から推定された矩形断層の位置、あるいは滑りの大きい領域は、1978 年の震源域の南側の一部分に相当することがわかる。1978 年の宮城県沖地震は M7.4 であり、地震調査研究推進本部地震調査委員会が行っている長期評価で想定されている M7.5 前後の「宮城県沖地震」の典型例とされているが、今回の地震は、想定震源域の一部分だけを破壊したものであり、全域を破壊するよ

うな地震の発生可能性がなお残されていると考えられる(地震調査委員会, 2005)。

図-4は、今回の地震により、周辺で想定宮城県沖地震が起きやすくなったかどうかを検討するために作成した ΔCFF (Coulomb Failure Function) の図である。受け手側は1978宮城県沖地震の断層モデルを仮定した。発生を促進する領域でもその量は小さく、潮汐の影響を下回っている。

3. 余効変動

この地震後の余効変動も小さいながら観測された。本震発生後、余効変動データにもとづいてプレート間における滑り分布を推定し、その時間経過を追跡したところでは、本震震源域の南側を中心として余効滑りが起きていると見られることが推定された。

図-5は、余効変動からプレート間の滑りを仮定して余効滑り分布を推定し、その滑り分布から計算された変動量と観測値を比較を示したものである。黒の矢印が余効変動の観測値、白の矢印が計算値、赤の矢印は推定されたプレート間滑りである。図-6には、余効滑りのモーメント解放の時系列を示した。全体領域の推定された余効滑りのモーメントは $M_w=7.0$ 相当を超えた。モーメント解放は本震後2ヶ月程度進み、11月頃に一旦終息しかけた。しかし、12月2日に $M6.2$ の最大余震が発生した後、再び活性化した。その後、消長を経て2006年6月頃にはほぼ終息している。

4. 今後の展望

余効変動の領域は、本震の震源域と合わせて、今回の活動全体を評価する上で重要な情報である。2003年の十勝沖地震に関連しては、1952年の震源域

と比較して本震震源域がやや小さく推定されたため、東側に「割れのこり」があつて、それが単独で活動するかどうか議論された。しかし、余効変動の滑り領域が東側に広がったことで、その領域が単独で活動する懸念は収まった。今回の宮城県沖の地震においては、余効滑りの領域が北側にあまり広がりを見せず、1978年の地震時の震源域には、未破壊の領域が残されているという見方が有力である。

地震調査委員会の現状評価において、今回の地震は長期評価で予想していたいわゆる「宮城県沖地震」ではないと判断し、その後のデータを含めた専門家の検討結果としても、想定・宮城県沖地震のアスペリティの南側一部分が破壊したという見方がされている。東北大学グループなどでは1933, 36, 37年に発生した一連の地震が、アスペリティを1回の地震ではなく3回に分けて部分的に破壊した、という仮説を提示している(東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター, 2006)。

このような状況から、地震調査委員会の長期評価による「今後10年以内に約50%の確率で発生する」とされている宮城県沖地震の発生に至るプロセスを、地殻変動のデータから監視していくことは極めて重要である。例えば十勝沖地震の場合には、本震震源域周辺の余効滑りが、東へ拡大していく中で釧路(浜中)沖において $M7.0$ の地震が14ヶ月後に発生したという経過をたどった(国土地理院, 2005)。その意味からも、宮城県沖周辺の余効変動の推移を今後も注意深く追跡することで、この地域の地震発生危険性を判断するための情報を得ることができると考えられる。地震予知連絡会、地震調査委員会などの場を通じ、解析結果を今後も報告していくこととしたい。

参考文献

- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2000) : 宮城県沖地震の長期評価。
Yamanaka, Y. and M. Kikuchi (2004) : Asperity map along the subduction zone in northeastern Japan Inferred from regional seismic data, JGR, 109, B07307, doi:10.1029/2003JB002683.
Okada, Y. (1985) : Surface deformation due to shear and tensile faults in a half-space, Bull. Seism. Soc. Am., 75, 1135-1154.
地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2005) : 宮城県沖の地震活動の評価。
国土地理院 (2005) : 北海道地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 74, 53-68.
東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター (2006) : 2005年8月16日の宮城県沖の地震 ($M7.2$) 及びそれと想定宮城県沖地震との関係, 地震予知連絡会会報, 75, 582-584.

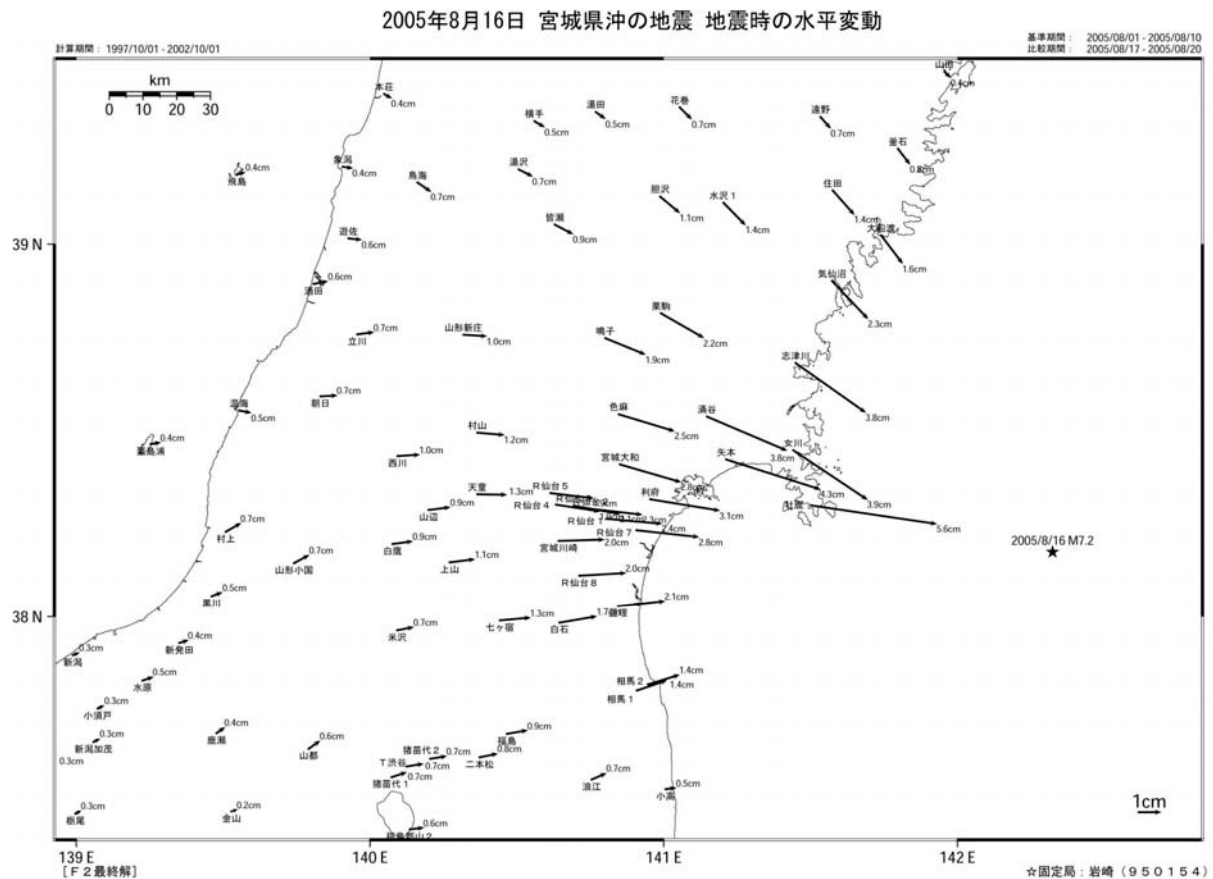
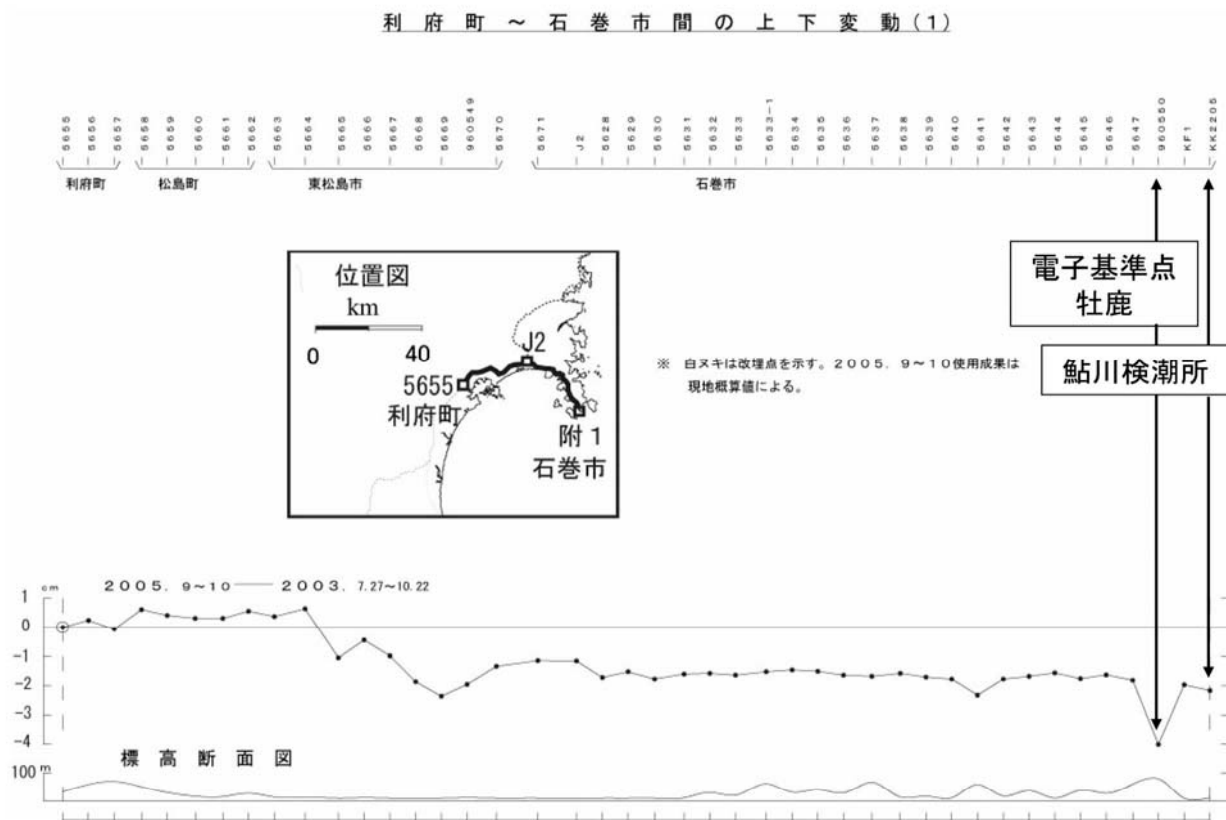
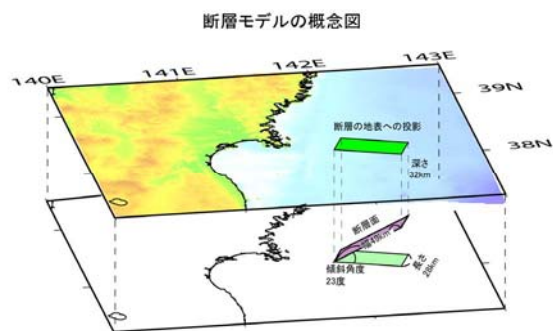
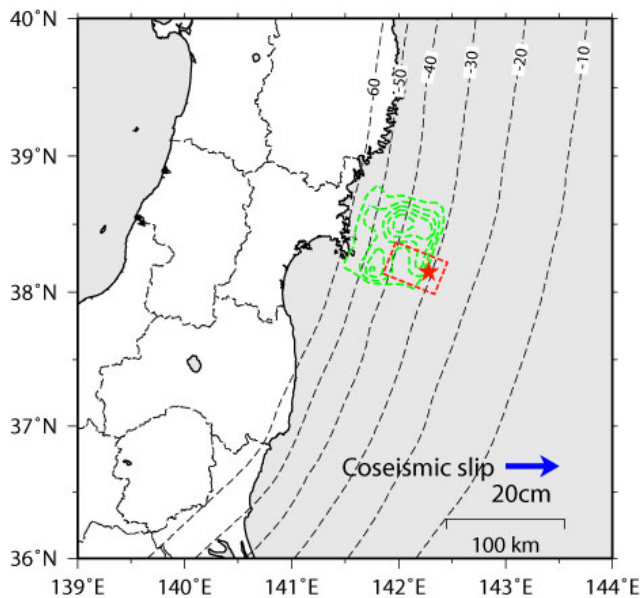


図-1 GEONETで観測された2005年8月16日の宮城県沖の地震に伴う地殻変動



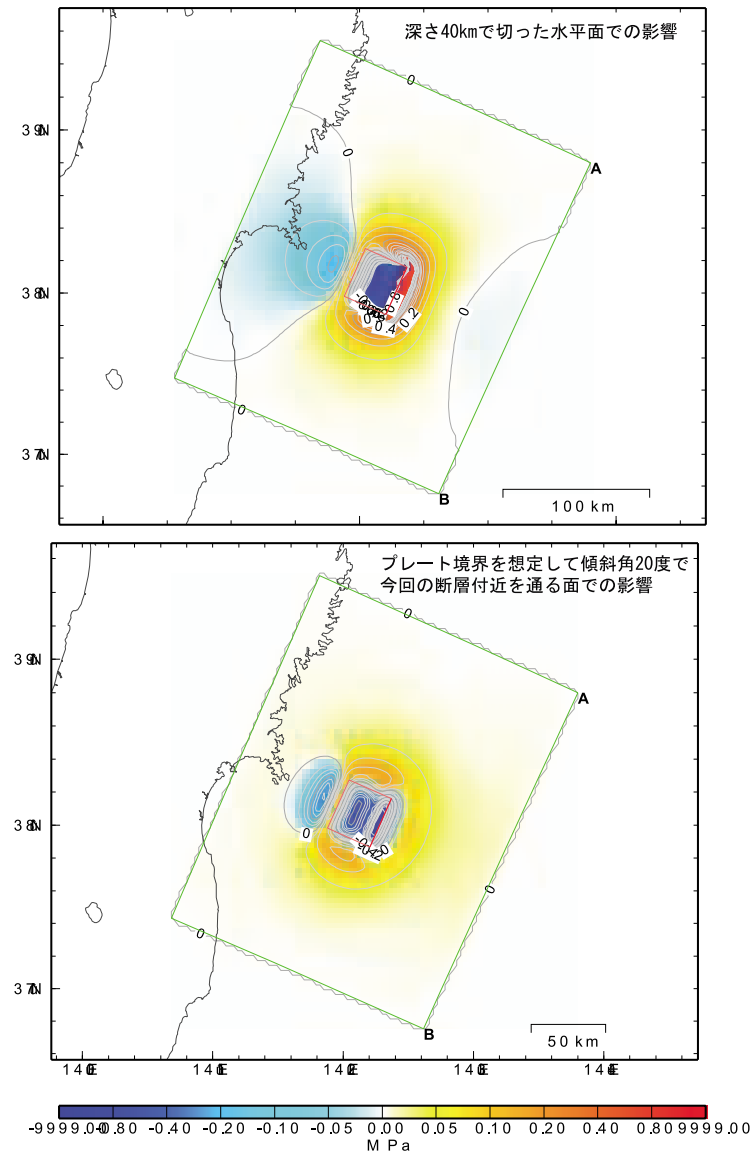
図－2 水準測量で観測された2005年8月16日の宮城県沖の地震に伴う地殻変動



緯度	経度	深さ	長さ	幅	走向角度	傾斜角度	すべり角度	すべり量	マグニチュード
Lat=38.22	Lon=142.44	D=31.5km	L=27.8km	W=48.9km	Strike=202deg	Dip=23deg	Rake=91deg	Slip=1.47m	Mw=7.1

図－3 2005年8月16日の宮城県沖の地震の断層モデル（赤色の矩形）
緑色のコンターはYamanaka et al. (2004)による1978年の地震のアスペリティ

C F F C h a n g e D i s t r i b u t i o n



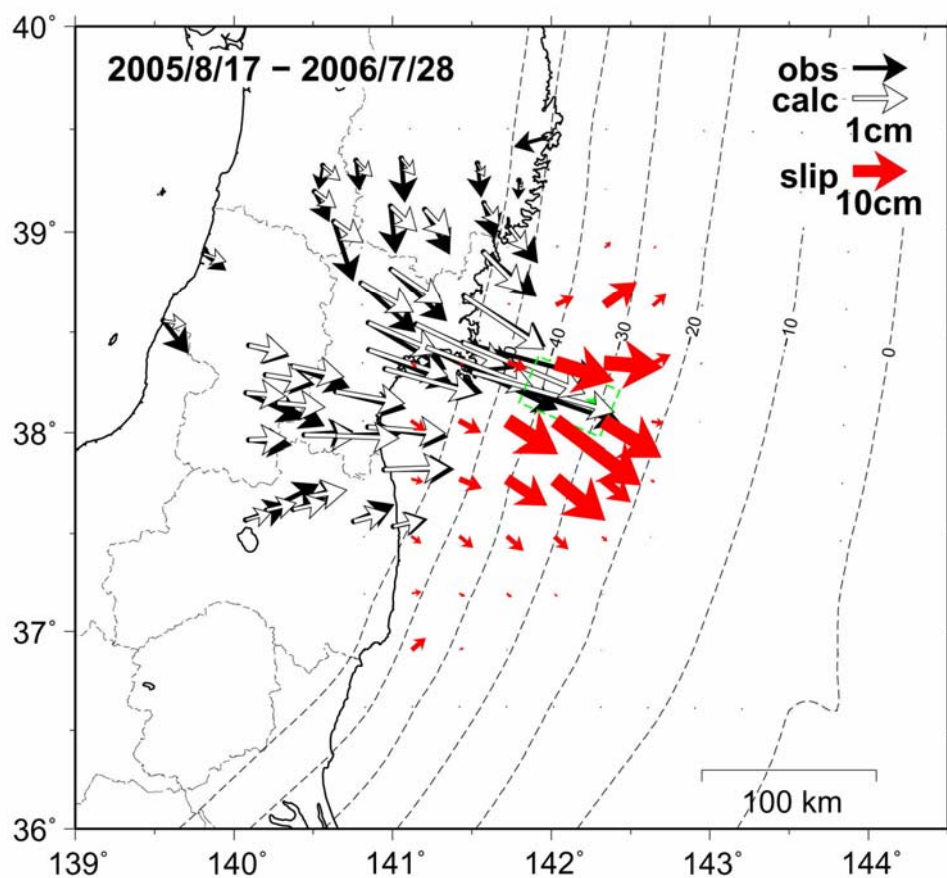
原因側断層モデル：8/17地震調査委員会臨時会提出の地理院断層モデル

Lon=142.370, Lat.=38.160, D=41.1, L=35.6, W=33.6, Strike=205, Dip=22, Rake=86, Slip=1.95

受け手側断層モデル：Yamanaka & Kikuchi (2004)による1978宮城県沖地震断層モデル

Lon=142.167, Lat.=38.150, D=40.0, Strike=200, Dip=20, Rake=95,

図－4 2005 年 8 月 16 日の宮城県沖の地震が「想定宮城県沖地震」の発生に与える影響



図－5 2005年8月16日の宮城県沖の余効滑りの分布(赤矢印)
黒矢印は観測された余効変動, 白矢印は滑りから計算された変動量



図－6 2005年8月16日の宮城県沖以降の余効滑りによるモーメント解放