

# 2005年8月16日宮城沖地震の震源過程

山中佳子

東京大学地震研究所

要旨：2005年8月16日11時46分、宮城県沖でM7.2の地震が起こった。本研究では遠地実体波および近地強震計記録を用いて震源過程を解析した。その結果、断層サイズはおよそ20 km x 15 kmで、地震モーメントは  $4.0 \times 10^{19}$  Nm (Mw=7.0)であった。マルチプルイベントで1発目の9秒後に2発目が起こったことがわかった。全破壊継続時間は約20秒である。宮城沖では近い将来宮城沖地震が再び起こるとされている地域であり、今回の地震とこれまでに起きた地震との関係が重要になる。1978年宮城沖地震のすべり分布を比べると1978年の大きなアスペリティの隣のアスペリティが今回すべったことがわかる。1936年、1978年、2005年の地震の破壊開始点がどれもこの領域にあること、今回は分解できなかったがこの領域で2発起こっていることからこの領域には多少規模の小さなアスペリティが複数存在している可能性がある。

## はじめに

2005年8月16日11時46分(JST)、宮城県沖でMj7.2の地震が発生した。宮城沖ではここ30年間にM7.5前後の地震の起こる確率が99%と言われており、今回の地震が「起こると言われていた地震」であるかを検証する必要がある。気象庁による震源は38.15N, 142.28Eである。図1に今回の地震の震央位置を黄色の★で示した。この付近では1936年、1937年、1978年にMj7を超える地震が起きており、今回の地震とこれらの地震との関係を調べることは今後の地震予測に大変重要である。そこで本研究では2005年の地震の震源過程について、遠地実体波解析と近地強震計記録を使った解析の2通りの手法で解析を行った。

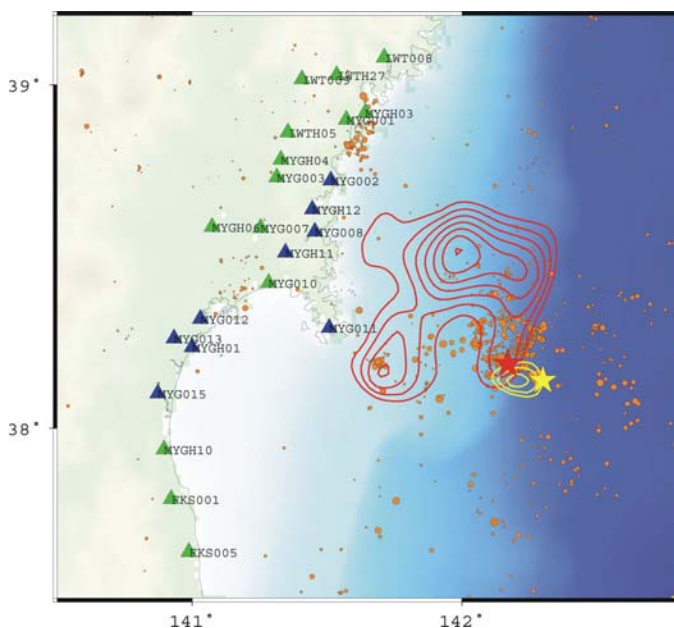


図1. 2005年宮城沖地震のすべり量分布と余震分布. 黄色の★が2005年, 赤が1978年の解析に用いた震源の位置を示している. コンターは黄色が2005年, 赤色が1978年のもので0.2m間隔で0.5m以上すべったところをプロットした. 余震分布は気象庁による2005/08/16-09/04までに起きたものをプロットした. 青い▲は近地強震計記録を使った解析に使った観測点.

## 遠地実体波解析

我々はIRISから世界中の広帯域地震計の波形記録を集めて解析をし、この地震で大きくすべった領域（アスペリティ）の空間分布を求めた。使った観測点はP波に対しては角距離  $30^\circ$  から  $100^\circ$  の 28 観測点, SH波に対しては角距離  $40^\circ$  から  $60^\circ$  の 13 観測点である。これらの記録に対して  $0.004\text{-}1\text{Hz}$  のバンドパスフィルターをかけて解析を行った。図2に用いた観測点分布を示す。

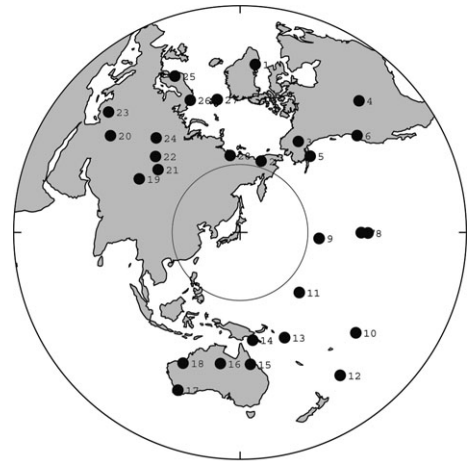


図2 観測点分布

まず点震源を仮定し、メカニズムと震源の深さを求めた (Kikuchi and Kanamori, 1991)。その結果、震源の深さは  $40\text{-}60\text{ km}$ , メカニズムは  $(198^\circ, 25^\circ, 81^\circ)$  の低角逆断層と求まった。この深さはほぼこの付近でのプレート境界上面の深さであり、メカニズムも thrust 型、断層面の走向もほぼこの付近でのプレートの走向に近い。

次に断層面を固定し、断層面上を  $10\text{km} \times 10\text{km}$  の小断層に分けて各グリッドでのモーメント解放量とすべりの方向をインバージョンで求めた。破壊伝播の最大速度は  $3\text{km/sec}$  とした。まず点震源で求めた断層面を参考に試行錯誤で深さと断層面の走向, dip を求めた。その結果最適解は破壊開始点の深さ (図3すべり分布図の原点の位置) が  $37\text{km}$  と求まった。破壊は主に西側の深い領域に進み、平均すべり方向は  $82$  度であった。主たる破壊領域は  $50\text{ km} \times 40\text{ km}$  であった。破壊継続時間は  $25$  秒、地震モーメント  $M_0=8.2 \times 10^{19}\text{ Nm}$  ( $M_w=7.2$ )、最大すべり量は  $0.9\text{m}$  と求まった。

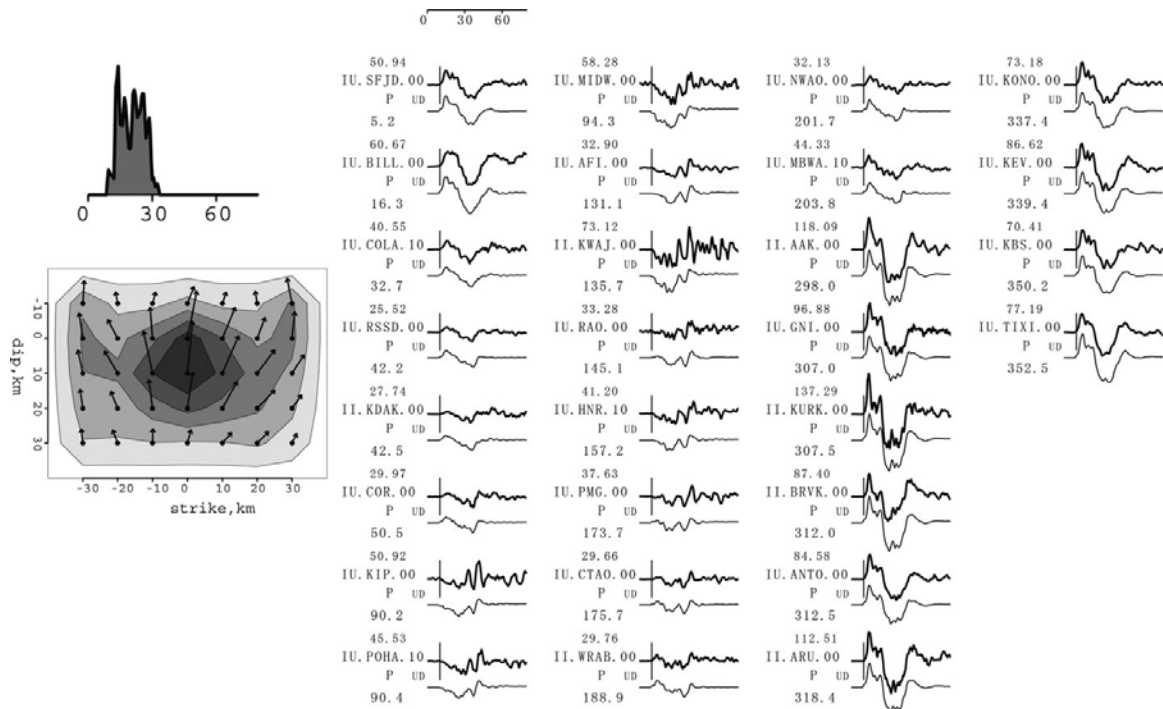


図3 遠地実体波を用いた解析の結果 (震源時間関数, すべり分布, 観測波形と理論波形の比較)

## 近地強震計記録を用いた解析

より詳細なすべり分布を求めるため、K-net, KiK-net 観測点の地表にある強震計記録を用いて近地強震計記録解析を行った。解析に用いた観測点は図1の青色の▲の9点である。1次元の構造を用いているため、できるだけ構造の影響を避けるため震源距離が近い観測点を用いた。K-net, KiK-net の強震計記録を積分し速度波形に変換した後、0.02-1Hz のバンドパスフィルターをかけて解析を行った。解析にはP波到達から50秒間を用いた。解析手法はKikuchi et al. (2003)と同様で、断層面の走行と傾斜は遠地実体波解析で求めた値に固定して断層面上のすべり分布を求めた。グリッドサイズは5 km x 5 kmとした。

図4に求められた震源時間関数、断層面上のすべり分布、波形の比較を示す。黒の実線が観測波形、赤の実線が理論波形である。なおMYG011とMYGH01の上下成分は積分した観測波形に長周期成分が乗ってしまったので実際の解析には用いてはいない。

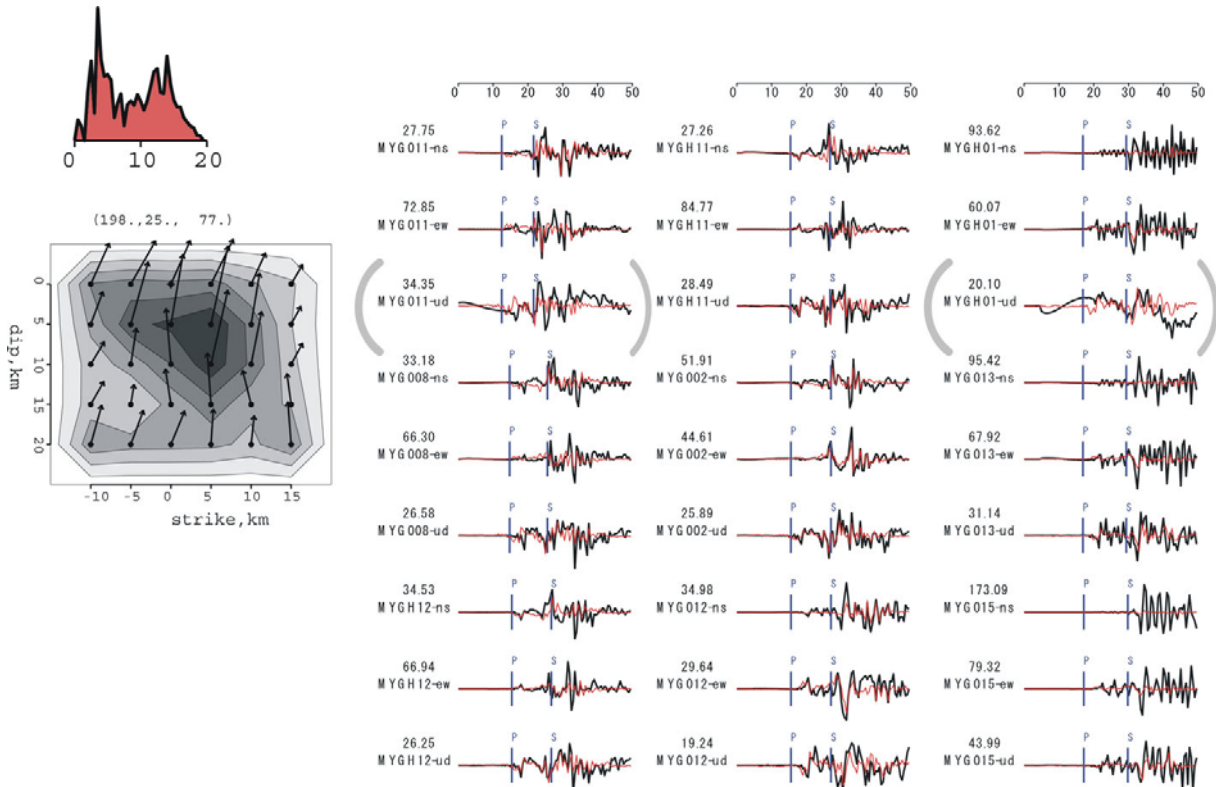
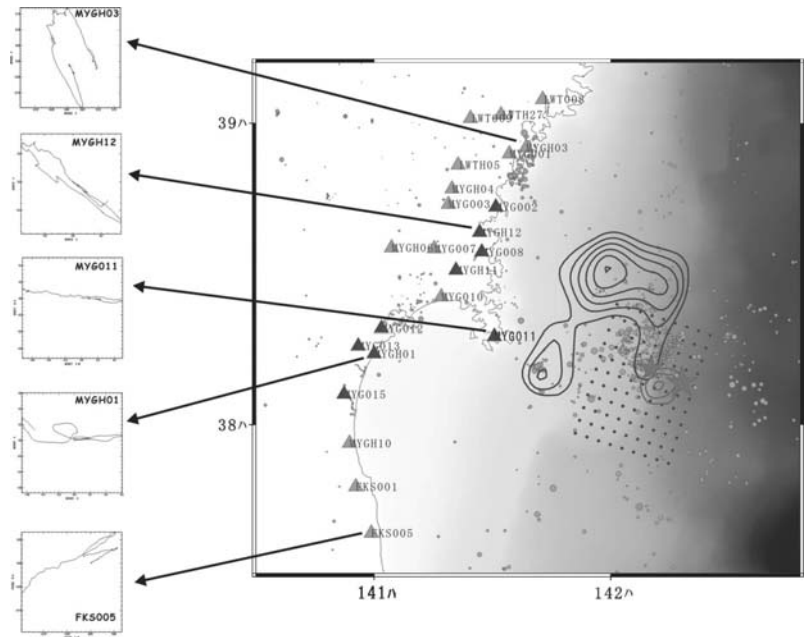


図4 近地強震計解析の結果。黒の実線が観測波形で赤の実線が理論波形を示す。

遠地実体波解析と同様、破壊は主に西側の深い領域に進んだ。平均すべり方向は $76^\circ$ ，主たる破壊領域は25 km x 20 kmであった。破壊継続時間は20秒，地震モーメント $M_0=4.1 \times 10^{19}$  Nm ( $M_w=7.0$ )と遠地実体波の解析よりは多少小さめに求めた。最大すべり量は1.6 mであった。図3と図4を比較するとどちらの解析でも震源時間関数はほぼ同じように求まっており，破壊開始から5秒付近と15秒付近に2つのピークがみられる。近地強震計波形記録をみても明らかに2つのパルスがみられる。このことからこのイベントがマルチプルであったことがわかるが，すべり量分布をみると遠地実体波解析でも近地強震計解析でも1つのアスペリティが求まっているだ

けである。そこで2発のP波部分のparticle motionを書かせたのが図5である。これを見ると震源より北側でも南側でも1発目と2発目のP波が約9秒の間隔を明けてほぼ同じ方向からきていることがわかる。このことからこの2発はこの震源域にあるが、本解析の分解能では分解できなかったと考えられる。

図5 各地点でのP波部分のparticle motion



1978年宮城沖地震の近地強震計解析

気象庁や東北大学によって得られた強震計記録を用いて解析した結果が図6である。解析手法、用いた構造は今回の強震計解析と同じである。

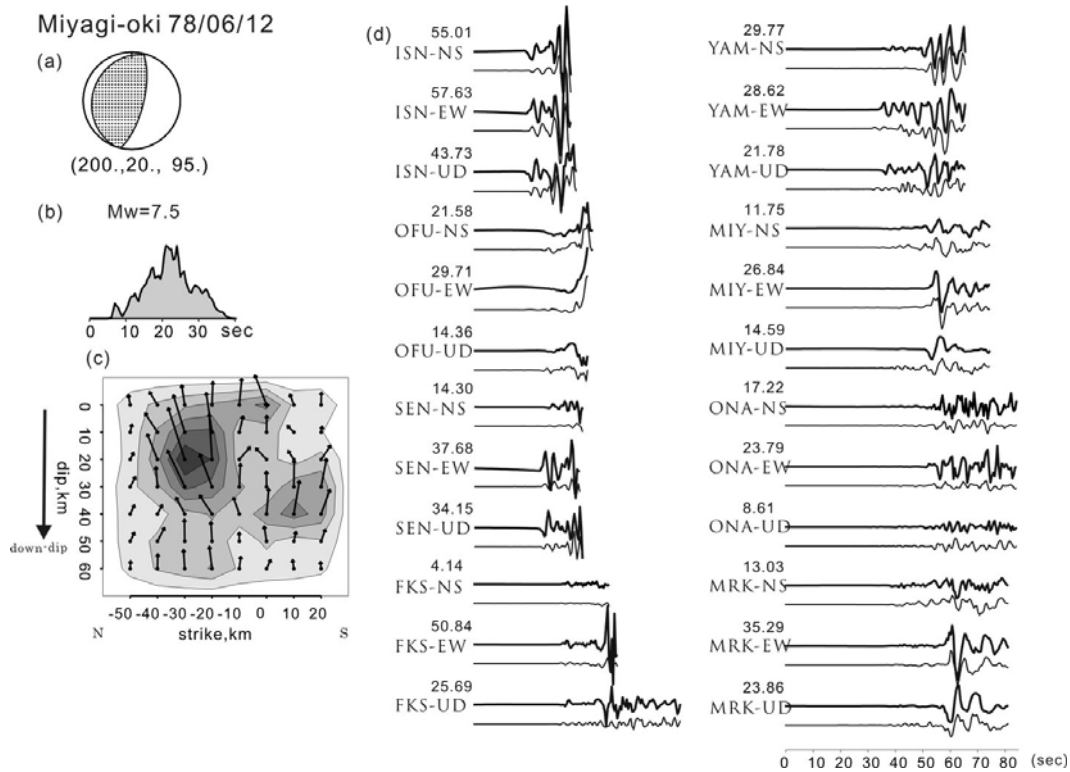


図6 1978年宮城沖地震の強震計解析によるすべり分布

## 1978年宮城沖地震と2005年宮城沖地震との比較

2つの地震のすべり分布は図1に示した。図中赤いコンターが1978年、黄色のコンターが2005年宮城沖地震のすべり量分布である。ともにコンター間隔は0.2 mである。2つの地震とも破壊開始点はほぼ同じであったが、1978年の場合には破壊は北-北西および南西方向に進んだのに対し、2005年は西に進んだ。

図7はこの付近で起きたM7以上の地震のアスペリティの位置と東北大によって求められた1978年(赤い+)と2005年(青い○)の余震分布である。これを見ると1978年の破壊開始点付近の小さなアスペリティが2005年の地震で再び滑った可能性があることがわかる。また余震分布をみると2回の地震とも余震がほぼ同じような位置で起こっていることがわかる。

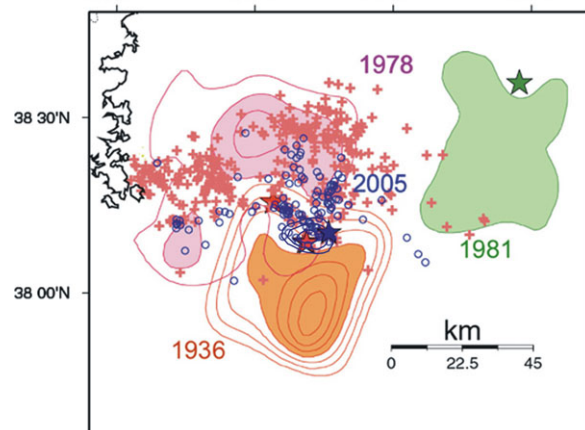


図7 過去の地震のアスペリティとの比較.

1978年と2005年余震分布は東北大による。

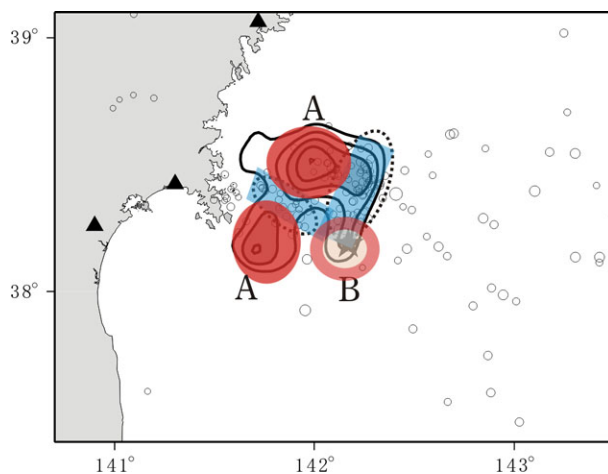


図8 宮城沖のアスペリティのイメージ

このことから宮城沖のカップリングの状態のイメージを図8に示す。図中のAの領域は1978年のアスペリティ、Bは2005年のアスペリティ領域である。1936年、1978年、2005年の地震の破壊開始点がどれもこの領域にあること、今回は分解できなかったがこの領域で2発起こっていることからこの領域Bには多少規模の小さなアスペリティが複数存在しているものと思われる。一方青く塗った領域は周り

に見えるが実際にはカップリングが弱く、周りのアスペリティですべりが起こるといつもともにすべる(余震を起こす)領域ではないかと思われる。

今後データは少ないが1900年代前半に起きた地震について解析を進めることによって宮城沖のアスペリティのイメージを明らかにしていきたい。

## 参考文献

Kikuchi, M. and H. Kanamori, Bull. Seism. Soc. Am., 81, 2335-2350 (1991).

Kikuchi, M., M. Nakamura, and K. Yoshikawa, EPS, 55, 159-172 (2003).

Yamanaka, Y. and M. Kikuchi, JGR, 109, B07307, doi:10.1029/2003JB02683 (2004).