氏　　名	白（バイ）　玲（リン）
学位(専攻分野)	博　士（理　学）
学位記番号	理　博　第 3139 号
学位授与の日付	平成 19 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研究科・専攻	理学研究科地球惑星科学専攻
学位論文題目	The 2004 earthquake offshore of the Kii peninsula, Japan: hypocentral relocation, source process and tectonic implication （2004年紀伊半島南東沖地震：震源再決定，震源過程，そのテクトニックな意味）
論文調査委員	（主　査） 教授 川崎一朗　　教授 James Mori　　教授 平原和朗

論文内容の要旨

2004年9月5日，想定東南海地震の震源域の南側に隣接して，紀伊半島南東 150km 沖で Mw7.2 の前震と Mw7.4 の本震が連発した。この地域では数10年後に M8 クラスの巨大地震が発生し，西日本に大災害をもたらすものと予測されており，予想震源近傍で発生した地震の素性は明確にしておく必要がある。しかしながら，震源域は内陸の地震観測網からはるか沖に離れており，陸上観測網のデータからは地震のメカニズムを調べる上で最も基本的な情報である余震の分布すら良く決まらない。

申請者は，近畿地方一帯の Hi-net（防災科研）の多くの観測点で P 波と S 波の間で記録された特徴的な後続波に着目した。この後続波の振幅は，多くの場合 P 波よりも大きくて S 波より小さく，P 波との走時差は観測点によらずほぼ一定で，7 秒から11秒の間である。申請者は，波線追跡法を用いて，この後続波が，震源を S 波として上方に放射され，地表で P 波として反射されて P 波として観測点まで到達する sP 波であることを確認した。申請者は，Waldhauser and Ellsworth（2000）の DD（Double difference）震源決定法に，震源の深さに敏感である sP 波をはじめて取り入れ，マグニチュード3.5から4.7の比較的小さな余震の精度のよい深さ分布を得た。国内の観測点で sP 波が観測されにくいマグニチュード4.2以上の比較的大きな余震，前震及び本震については，深さに敏感な pP 波，pwP 波，sP 波をも含む遠方場のデータを用いた Engdahl et al.（1998）の多重震源決定法によって震源決定を行った。これらの結果によると，余震のほとんどは，沈む込むフィリピン海プレートの海洋地殻直下の最上部マントルの深さ 10km から 20km で発生し，差し渡し 50km の南北，東西の十字状の水平分布をする。大きな余震の分布と小さな余震の分布は，大局的にはオーバーラップし，細かく言えば互いに相補的な関係にあるように見える。

ハーバード大学の地震グループによる長周期地震波を用いた CMT インバージョンなどによると，前震のメカニズムも本震のメカニズムも，フィリピン海プレートの沈み込み方向（西北西）とはずれたほぼ南北圧縮の逆断層型であった。申請者は，得られた余震分布をもとに，西側の前震は南下がりの断層面，東側の本震は北下がりの断層面と仮定し，Kikuchi and Kanamori（1991）の波形インバージョンで滑り分布を求めた。それによると，本震は横ずれ型の小破壊から始まって縦ずれ型の主要破壊が生じ，主要破壊の最大滑りはほぼ 5m であった。前震も本震も，滑りの主要部分は深さ 10km から 20km に分布する。前震の滑り域は余震分布からややずれるが，本震の滑り域は余震分布の密な部分とほぼ対応する。ただし，本震から北北西方向に延びる余震分布は，本震の最初の小破壊に対応するものと思われるが，詳細は不明である。

論文審査の結果の要旨

2004年紀伊半島沖地震は，南海トラフの巨大地震の発生メカニズム理解にとって重要であるにもかかわらず，既存の観測網の遙か南方沖で発生したため，余震分布から発生プロセスの信頼性の高い描像を得ることが困難であった。特に，この地震の南北の方向の主圧力の向きは，北西－南東の1944年東南海地震の主圧力軸の方向ともフィリピン海プレートの沈み込み

方向とも有意に異なる。これらの問題を議論するのに最も基礎となるのは信頼できる余震分布である。

申請者は，マグニチュード3.5から4.7の比較的小さな余震については，深さに敏感である sP 波を Hi-net 観測網の原記録から読み取り，それを DD 震源決定法に組み込むアルゴリズムを自ら開拓し，信頼性の高い余震分布を得た。本震を含むマグニチュード4.2以上の大きな余震については地震カタログから深さに敏感なデータを取り入れ，遠地場の DD 震源決定法により，信頼性の高い震源分布をえた。その結果，前震，本震，余震のほとんどが，海洋地殻のモホ面直下の最上部マントル部分で発生したことが明確になった。この試みによって，内陸の観測網から 100km 以上も沖合の大地震の詳細な余震分布の決定とメカニズム研究への道を開いたのは大変意義あることである。

申請者は，さらに，得られた余震分布をもとに断層面を決め，波形インバージョンを行った。その結果，比較的大きな余震がアスペリティの境界部に分布している傾向があることなど，重要な知見を得た。このような知見は，プレート沈み込み境界面で起こる大地震については比較的普遍に見られるものであるが，スラブ内地震についても同じ現象が見いだされたのは初めてである。これらの知見は，申請者自身による sP 波の読みとりを含む深さに敏感な後続波を取り入れる努力によってはじめて得られたものである。

これらの結果を基に，申請者は，紀伊半島南東沖地震の発生原因を，フィリピン海プレートと銭洲海嶺の衝突に結びつけうる可能性を示した。

申請者は，既存の観測網のデータを使いながらも，比較的小さな余震の震源再決定から，本震，前震，比較的大きな余震の震源再決定，滑り分布の決定と，順を追って問題を解決して行った。研究の進め方の模範とも言える研究であった。これだけの手順を尽くしても，北北西方向に並ぶ余震分布の原因など解決不十分の課題も残ったが，本申請論文は，来るべき海溝型巨大地震の想定震源域の周辺部で発生したスラブ内地震の発生メカニズムの研究の進歩に大きく貢献すると考えられ，博士（理学）の学位論文として価値あるものと認める。よって，主論文および参考論文に示されている研究業績のほか，関連する分野について試問を行った結果，合格と認めた。