論文の内容の要旨

論文題目　Use of Hi-net tiltmeter records to image mantle discontinuities and anisotropic structure beneath the Japanese islands
（Hi-net 傾斜計記録を用いた日本列島下におけるマントル不連続面と異方性構造の推定）

氏名　東野　陽子

地表とコアーマントル境界を往復するS波であるScSnとsScSnの前後にはマントル不連続面やモホ面などで反射された波が多数到達する。日本周辺で発生した 3 つの巨大深発地震に対する高感度地震観測網（Hi-net, 555 点）の観測点に設置している傾斜計（高感度加速度計）記録と広帯域地震観測網（F-net，64 点）の記録には、これらの反射波が明瞭に観測されている。1つの地震に対し 500 点を越す Hi-net 傾斜計記録を用いることで反射波などの非常に小さい振幅である波の検出が容易になり、観測された地震波の走時異常分布が高い空間分解能を持って得ることができた。

本論では、(1) 日本列島下の 410-km,660-km マントル不連続面の深さ分布を面的に求め、沈み込んだスラブによる温度異常を示すマントル不連続面の深さ変化と、(2) 日本周辺下におけるマントル異方性構造の解析を行い、火山フロントに沿った系統的な異方性のもつ極性の変化と日本列島下にある統一的な異方性構造を明らかにする。

1）Mapping of the 410- and 660-km boundaries beneath the Japanese islands

深さ 410km，660km に存在する地震波速度不連続面はオリビン成分の相転移が原因であると考えられており、沈み込んだスラブなどによる温度条件の変化によって相変化を起こす圧力条件が変化するため不連続面の深さが変化する。従って日本列島下のマントル不連続面の深さ異常を調査することでマントル内の温度変化を推定することができる。

2002 年 6 月 28 日のウラジオストック付近で生じた巨大深発地震に対する Hi-net 傾斜計記録とF-net の記録には、マントル不連続面からの反射波が明瞭に観測された。マントル不連続面での反射点を限定するため sScS の後続波に着目し、理論波形との相関をとることで理論走時との差を求め、410-km および 660-kmマントル不連続面の深さを推定した。理論波形の計算に Spectral Element Method を用い3次元マントル構造モデル（S20RTS）と地殻モデル（Crust2.0）に地形と海底面の標高を取り込むことにより観測との波形合致度を向上させた。マ

ントルおよび地殻の不均質や地形の影響が理論波形にも含まれていることから、マントル不連続面からの反射波の理論走時と観測走時との差をそのまま不連続面の深さ異常と考えることができる。

求めた不連続面の深さ異常をＰ波マントルトモグラフィーと比較すると、410-km 不連続面沈み込むスラブと 410-km 不連続面が交差する領域では、スラブの中央で 410-km 不連続面が約 15km 上昇する長波長（約 300km）の変形とそれに重なった振幅 20－30 ㎞の短波長の凸凹が見られた。短波長の凹凸はスラブ上面に沿った変化を示しているのスラブ上面での反射波の影響だと考えられる。スラブが 660-km 不連続面の上に停留している西南日本下では、660-km 不連続面の深さが西に行くほど緩やかに下降し、平均約 15 ㎞の下降が見られた。スラブが 660-㎞不連続面上には停留していない東北日本下では、410 と 660km 不連続面の深さにやや上昇傾向が見られるが、平均的には 660-㎞不連続面は標準的な深さ、410-㎞不連続面は約 10 ㎞浅いという結果が得られた。クラペイロンカーブを -2.5 ー -3 MPa/K と仮定すると西南日本下のスラブの底でマントルの温度は 200K 低下していると推定される。

2）Interference of anisotropic strcuture around the Japanese islands

上部マントルの地震波速度異方性の原因は、主に上部マントルの主要な造岩鉱物であるオリビンの選択配向によると考えられている。従って、観測された異方性の方向や強さを鉱物物理などに基づいて解釈することで、地球内部の対流や応力方向を推定することができるため、地球内部ダイナミクスの解明には非常に有効な手段である。

S 波偏向異方性は異方性媒体中を S 波が伝搬すると振動方向が互いに直交し異なる速度をもつ2つの S 波に分離する（S 波スプリッティング）。2002ー2003 年に日本周辺下で生じた3つの巨大深発地震に対し、Hi-net 傾斜計によって観測された ScS とその多重反射波(ScS, sScS, ScS2, sScS2)に明瞭な S 波スプリッティングが確認された。この観測記録を用いて S 波偏向異方性の特性を示す早いＳ波の振動方向（異方性の軸）と時間差を求め、日本列島周辺下に存在する異方性構造を明らかにすることができた。

多重反射波を用いることで共通な伝播領域に存在する異方性の影響を取り除くことができた。また、震源メカニズムによるＳ波の振動方向に平行に異方性の軸があった場合、Ｓ波スプリッティングは生じないことに着目し、震源メカニズムの違う3つの巨地震を解析することで、2種類の異方性構造が和達-ベニオフ面の上部に存在し、これらとは異なる異方性構造が和達-ベニオフ面の下部に存在することを明らかにした。

図１に示すように、和達-ベニオフ面の上の2種類の異方性は火山フロントを境にして異方性の軸が変化する様子が北海道、本州北部、琉球孤に沿って確認できた。火山フロントから太平洋側では、トレンチの走行に平行な軸をもつ異方性が存在し、火山フロントから沿岸海側

では、日本下のプレート収斂方向に平行な軸をもつ異方性が分布している。沿岸海側の異方性と同じ方向に軸をもつ異方性は背孤下、サハリン列島南西部下にも見られた。 一方、和達-ベニオフ面の下の異方性構造は太平洋の海底に見られる地磁気の縞模様にほぼ垂直なNWN 方向軸を持つ。この異方性は沈み込むスラブ内に一様に存在すると考えている。

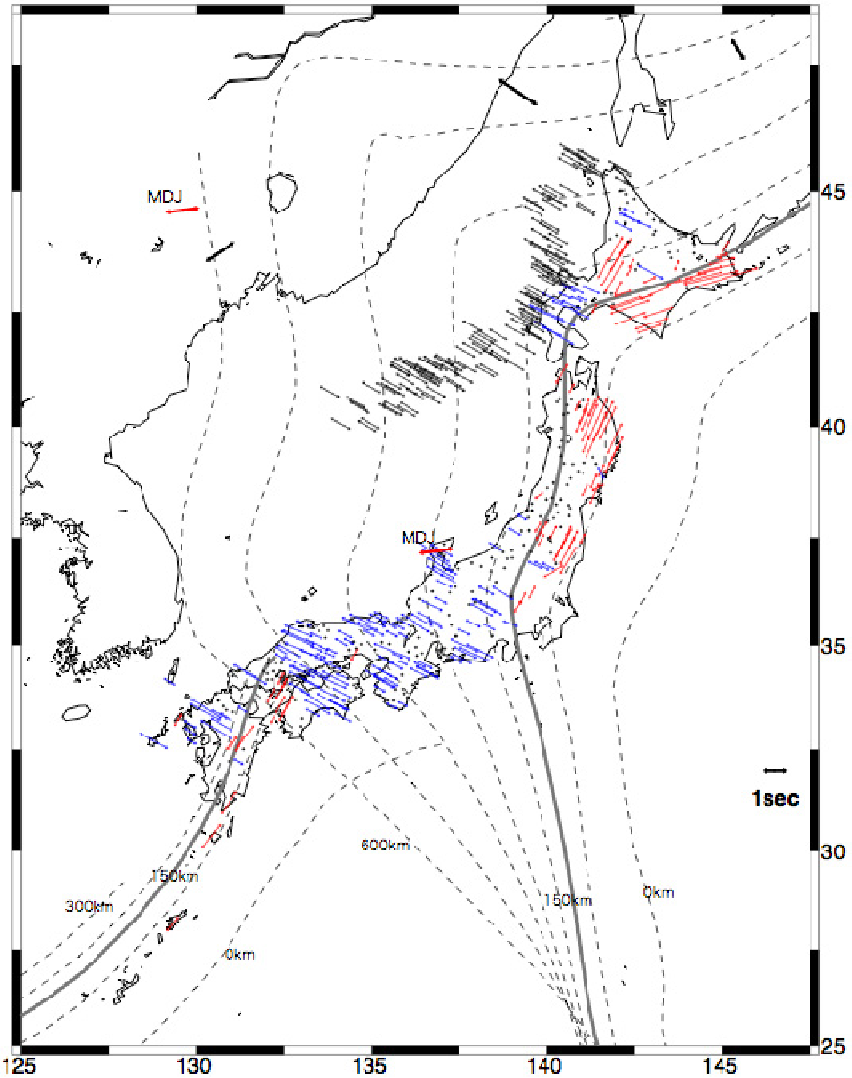


Fig.1 Estimated anisotropic model above the Wadati-Benioff zone. In this model, the splitting parameters under the Japanese islands vary from station to station but uniform from point to point of ScS2 surface reflection under the Japan Sea. They also vary from epicenter to epicenter of the analyzed events. Red and blue arrows show the fast directions with the NE and NW quadrants, respectively, and the two-way time lags estimated from the ScS phase of the Sakhalin and Vladivostock events. Black arrows plotted at the surface reflection points of the *ScS2* phase for the Sakhalin event show the uniform anisotropy with the fast direction of N60° W and two-way time lag of 1 s. Black arrows plotted at the three epicenters represent anisotropy with the fast directions and two-way time lags, (N30° W, 1s), (N55° E, 1.5s) and (N55° W, 2s) for the Kuril, Vladivostock and Sakhalin events, respectively. Red arrow plotted at station MDJ shows anisotropy with the fast directions and time-lag of the direct *S* phase observed at this station from the nearby event.