

# なみふる

「なみふる(ナイフル)」は「地震」の古語です。「なみ」は「大地」、「ふる」は「震動する」の意味です。



LUNAR-A 衛星から月面に向けて投下される「月ペネトレータ」(宇宙航空研究開発機構提供)。詳しくは、p.4の記事「月の地震と内部構造探査」をご覧ください。

- p.2 2005年8月16日の地震は想定「宮城県沖地震」か?
- p.4 月ペネトレータによる月の地震と内部構造探査
- p.6 超高压実験で探るマントル最深部
- p.8 地震、噴火の「恩恵」とは?  
なみふるメーリングリストから  
日本地震学会のwebサイトリニューアル

## 2005年10月～11月のおもな地震活動

2005年10月～11月に震度4以上が観測された地震は5回でした。図の範囲の中でマグニチュード(M)3.0以上の地震は、1054回発生し、このうちM5.0以上の地震は18回でした。

### 与那国島近海

フィリピン海プレート内部の地震であり、沖縄県の石垣島や宮古島で震度3を観測したほか、与那国島から沖縄本島にかけて、震度2～1を観測しました。

### 茨城県南部

フィリピン海プレートと陸のプレートの境界で発生した地震であり、茨城県・栃木県・埼玉県・千葉県・東京都・神奈川県計30地点で震度4を観測したほか、東北地方から東海・甲信越地方にかけて震度3～1を観測しました。この地震により負傷者2名などの被害を生じました(総務省消防庁による)。

### 茨城県沖

太平洋プレートと陸のプレートの境界で発生した地震であり、茨城県鉾田市で震度5弱を観測したほか、北海道の一部から東海・甲信越地方にかけて震度4～1を観測しました。この地震により、負

傷者2名の被害を生じました(総務省消防庁による)。  
福島県沖

太平洋プレートと陸の境界で発生した地震であり、福島県と茨城県の計14地点で震度4を観測したほか、東北地方から中部地方の一部にかけて震度3～1を観測しました。

### 日本海中部

太平洋プレート内部で発生した深発地震であり、北海道帯広市・別海町で震度2を観測したほか、北海道から関東地方にかけての太平洋側と、甲信越・近畿地方の一部で震度1を観測しました。

### 三陸沖

日本海溝より東側(牡鹿半島から東へ約300km)の位置で発生した、太平洋プレート内部の地震であり、北海道から関東地方にかけての広い範囲で震度3を観測したほか、北海道から中部地方にかけて震度2～1を観測しました。気象庁は06時46分に北海道太平洋沿岸中部と東北地方太平洋沿岸(岩手県・宮城県・福島県)、07時42分に青森県太平洋沿岸と茨城県に津波注意報を発表し、08時38分に解除しました。この地震により、岩手県大船渡で高さ42cmの津波を観測するなど、東北地方の太平洋側で津波を観測しました。地震活動は本震-余震型で推移しており、余震回数は順調に減少しています。

### 八丈島東方沖

プレートの三重会合点付近で発生した地震であり、震度1以上を観測した地点はありませんでした。

### 種子島近海

フィリピン海プレート内部で発生したやや深発地震であり、鹿児島県・宮崎県・大分県・高知県の計38地点で震度3を観測したほか、九州地方から中部地方の一部にかけて震度2～1を観測しました。

### 世界の地震

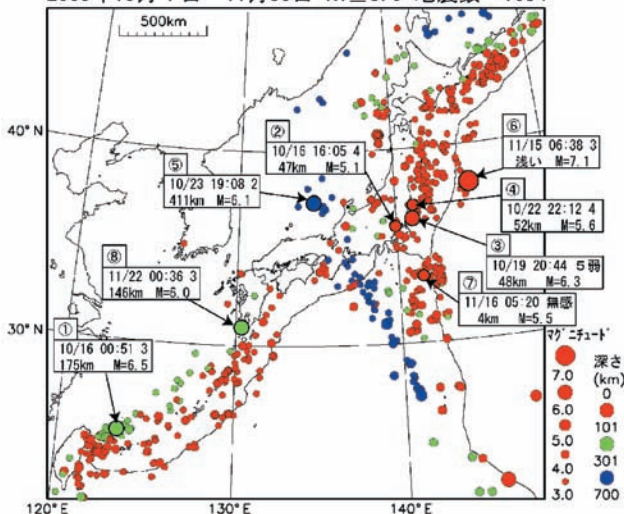
M7.0以上あるいは死者50人以上の被害を伴った地震は以下のとおりです(発生日は日本時間、Mや被害は米国地質調査所[USGS]によるものです)。

#### ・10月8日12時50分

パキスタン北部(Mw7.6、深さ26km)インド・オーストラリアプレートとユーラシアプレートが衝突している地域で発生した地震であり、パキスタン北部のカシミアル地方を中心に、パキスタン・インド・アフガニスタン・中国で死者8万7千名以上、負傷者7万7千名以上などの甚大な被害を生じました。特に被害が大きかったのは、全村が破壊されたカシミアル地方のムザファラバードや町の80%が破壊されたウリでした(11月4日現在、USGSによる)。

(気象庁、文責:上野 寛)

2005年10月1日～11月30日 M≥3.0 地震数=1054



図の見方は「なみふる」No.31 p.7をご覧ください。

# 2005年8月16日の地震は想定「宮城県沖地震」か？

## 2005年8月16日の地震活動の概要

宮城県沖では、過去にマグニチュード(M)7.5前後の大地震が繰り返し発生しており、地震調査委員会の長期評価によると、今後20年以内に90%の確率でM7.5前後の地震が発生するといわれています。1978年の宮城県沖地震(M7.4)では、宮城県を中心として甚大な被害が生じました。その宮城県沖で、2005年8月16日の11時46分にM7.2の地震が発生し、お盆の帰省客のUターンラッシュがピークに達すると予想されていた東北、秋田、山形、新潟、上越の各新幹線は約半日間運転を停止しました。また、仙台市内のいくつかの公共施設では吊天井のパネルが落下するなどの被害がみられ、宮城県の71名を含む91名の負傷者、全壊1棟、一部破損856棟の住家被害が出ました(8月22日17時現在、消防庁調べ)。

本震(青星)および余震(青丸)の震源位置を図1に示します。本震は低角逆断層型のメカニズムで、太平洋プレートと陸側プレートの境界で発生したプレート境界地震です。遠地地震波形と近地強震波形データから推定した本震のすべり量分布を青色のコンターで示します。すべり量の大きかった場所(アスペリティ)は、本震の震央の西北西側にあり、地震モーメントは $9.7 \times 10^{19}$  Nm、モーメントマグニチュードはMw7.2です。

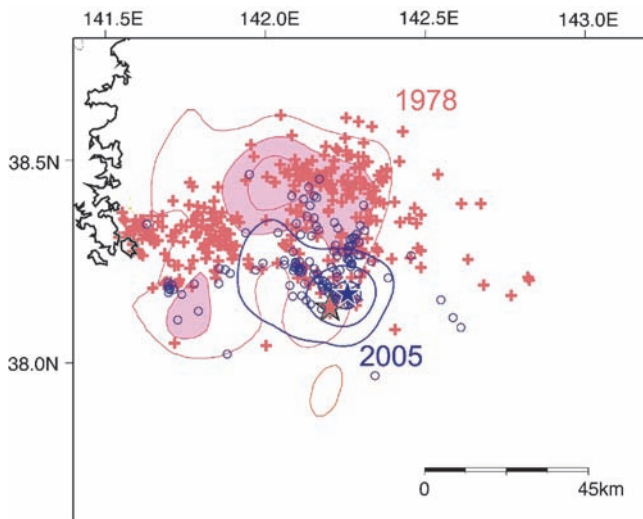


図1 2005年と1978年の地震の断層面上のすべり量分布(コンター間隔0.3m)と余震分布(2日間)。2005年宮城県沖の地震のすべり量を青線(柳沼ほか、2005)、本震・余震を青星・青丸(岡田ほか、2005)で示します。一方、1978年宮城県沖地震のすべり量を赤線(Yamanaka & Kikuchi, 2004)、本震・余震を赤星・赤+ (岡田ほか、2005)で示します。2005年の地震は1978年の地震の南側の一部で発生しています。

## 前回の宮城県沖地震(1978年)との比較

岡田ほか(2005)は、今回の地震と1978年宮城県沖地震の本震および余震の震源位置を正確に決めました。今回の地震を青星と青丸で、1978年の地震を赤星と赤+で図1に示します。二つの地震の本震の震央(破壊の開始点)はほとんど同じです。さらに、今回の余震域は、1978年の地震の余震域と重複しており、その一部(南~南東部分)を占めています。今回の余震が集中して起こっている場所(クラスタ)は、1978年の余震でもクラスタになっています。余震が多発する場所は(アスペリティと同じように)時間的に変化しない、すなわち、余震の発生する領域もあらかじめ決まっているのかもしれませんが。

今回の地震のすべり分布と1978年の地震のすべり分布(図1の赤色コンター)を比較すると、今回の地震は1978年の地震のすべり域と重なり、その一部(南東部)を占めていることがわかります。

## 前々回の宮城県沖地震(1936年)との比較

1936年宮城県沖地震(M7.4)のすべり域は、1978年宮城県沖地震のすべり域とは重ならず、その南東側に隣接しています(Yamanaka & Kikuchi, 2004)。気象庁によるこの地震の余震も、1978年の余震域より南側に分布しており、上記の推定を支持しているようにもみえます。しかし、当時の震源決定の精度や、波形インバージョンに使われた本震波形のすず書き記録の状況を考えると、これらに関してはさらなる検討が必要です。前述のように、今回の地震は1978年の地震を起こしたアスペリティの一部がすべったことが明らかになりました。一方で、1) 1936年の地震は津波から推定するとMw7.2程度(谷岡、2005)であり、想定マグニチュード7.5程度に比べてずっと小さいこと、2) 1936年の地震の前後には、1933年(M7.1)、1937年(M7.1)の2つのM7を超える地震が近傍で起きていること、がわかっています。これらは上記の推定結果の再検討の必要性を示しています。

そこで、1933年、1936年、1937年の地震について、本震・余震の震源の再決定を行いました。1) 水沢緯度観測所のすず書き記録に戻って読み直す、2) 当時は刻時精度が悪かった可能性があるため、S-P時間(P波とS波の到着時間差)のみで震源決定を行う、3) 最近の研究でわかっているプレート境界面に震源の深さを固定して震源決定することにより、古い地震の震源の位置精度が格段に向上しました。1933年、1936

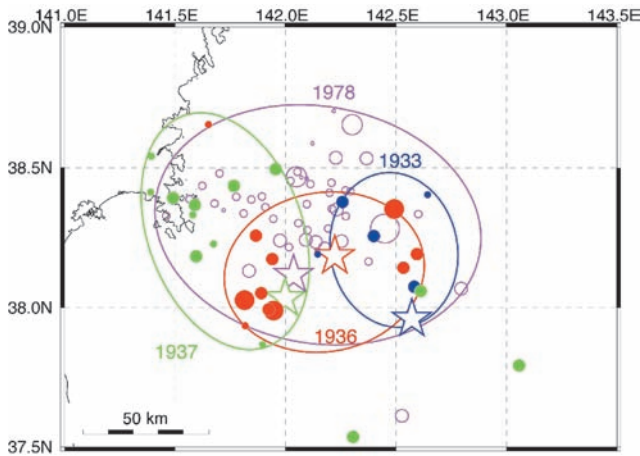


図2 余震域の比較。1933年の地震は青色で、1936年の地震は赤色で、1937年の地震は緑色で、1978年の地震の余震域を桃色の線で囲んであります（海野ほか、2005）。それぞれの地震の本震は星印で、余震は丸印で示します。1930年代の3つの地震の震源域を合わせると、1978年の地震の震源域とほぼ一致しているように見えます。

年、1937年の本震・余震をそれぞれ青、赤、緑の星印・丸印で図2に示します。比較のため1978年の地震もS-P時間で震源決定を行い、ピンク色の星と丸印で示します。図から、1933年、1936年、1937年の地震の余震域はいずれも1978年の地震の余震域と重複し、それぞれその東側、南東側、西側の部分をほぼ占めていることがわかります。ただし、遠地地震波形の研究から、1937年の地震はプレート内部の深い地震である、とする研究結果（金森ほか、2005）もあります。

#### その後の活動状況 余効すべりはあったか？

今回の地震で前回の1978年の地震を起したアスベリティの一部がすべりました。その後その周囲で、プレート間すべりがどのように進行していくかが注目されるところです。本震発生時には震源に最も近い金華山観測点のGPSデータに50mmを超える水平変動が観測されました。本震発生後から約2ヶ月間のGPSデータから、図3の黒矢印で示すような水平変動が観測されました。これらの水平変動をもたらしたと考えられるプレート境界面での余効すべり（本震後その周囲で生じるゆっくりしたすべり）の分布をコンターで示します。推定された最大のすべり量は約50mm程度と非常に小さいものですが、今回の地震の震源域の南側のプレート境界は、地震発生後にゆっくりとすべり始めたようです。一方、震源域の北側ではプレート境界はまだ固着していると考えられます。

#### 宮城県沖地震発生モデルの高度化

余震の震源分布や本震のすべり域の分布を比較した結果、本年8月16日の地震は前回の1978年宮城県沖

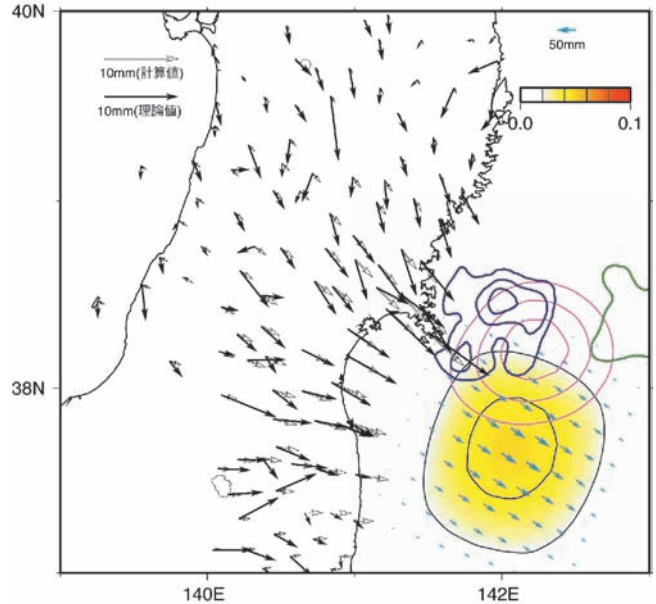


図3 GEONETのGPS連続観測点において8月17日～10月22日までの期間に観測された余効変動（黒矢印）から推定されたプレート境界面上の余効すべり分布。推定されたすべりの大きさは、Mw6.8（本震のモーメントの約30%）に相当します（三浦ほか、2005）。桃色のコンターは地震時すべり分布を、白矢印は推定された余効すべり分布から計算された地表変位をあらわします。

地震を起こしたアスベリティの一部がすべったものであることがわかりました。また、過去の地震の震源位置の再解析結果によれば、同じアスベリティが1933年、1936年、1937年の3回に分かれてすべった可能性を示唆しています。これらのことから、いわゆる宮城県沖地震は、M7.5程度の地震が約37年の繰り返し周期で発生しているのではなく、想定震源域内には複数のアスベリティが存在しており、1978年の地震ではそれらが同時にすべり、1930年代の活動では3回に分かれてすべったと考えられます。そして、2005年の地震は、1930年代の一連の活動と同様に、3つの主要なアスベリティのうちの1つが破壊した段階であるとも考えられます。今回の地震では、余効すべりが震源域の南側にわずかにしか発生していないことも、主要なアスベリティがまだ固着したままであることを示唆しています。想定震源域内に複数の主要なアスベリティが存在しているとする、今回の地震ですべり残した領域（一度にすべった場合はM7.4程度に相当すると推定される）が、近いうちにすべることが予想されます。

次の想定宮城県沖地震の予測精度を向上させるためには、上記の可能性のさらなる検証を行い、宮城県沖地震の発生モデルの高度化をはかることが極めて重要です。

（東北大学大学院理学研究科 海野徳仁）

# 月ペネトレータによる月の地震と内部構造探査

## はじめに

読者の方々は、我々の生命や財産を脅かす恐れのある「地震」が地球の内部を調べる研究手段としても利用されていることはすでにご存知でしょう。ある程度大きな規模の地震を多数点で観測すると、その到達時間と反射・屈折・波形の特徴などをもとにして表面から地殻・マントル・中心核にわたる層構造やそれらを構成する物質の組成に関する情報を他の観測手法よりも高い精度で知ることができます。では、地球に隣接する月や火星の内部はどのようにして調べることができるのでしょうか？ これらの天体もやはり地震学的手法で観測することが最も有効と考えられます。実は人類は過去に月と火星で地震観測を試みたことがあります。

## アポロ月探査と地震観測

月の内部を地震波で調べる試みは、1950年代の米国のレンジャー計画にまでさかのぼりますが、実際に観測システムを稼働させたのは一連のアポロ有人月着陸計画においてです。アポロ12号以降の探査では、宇宙飛行士が地震観測システムを設置し、月の表側赤道付近に一辺約1000 kmの三角形の観測ネットワークを展開して約7年間観測が行われました。その観測装置には当時の地球用地震計よりもはるかに高感度なセンサーが搭載されていました。これは地球上では地震観測のノイズ源となる大気や海洋による擾乱（脈動と呼びます）が月面では全くないこと、地球ほどテクトニックな活動が存在しないと予想されていたために、微弱な振動を捉えられるように設計・製作されたためです。実際には月の地震（以降は「月震」と呼びます）の「揺れ」は想定以上に小さかったのですが、高感度センサのおかげで月震を観測することができました。

## 月震の種類と内部構造

月はサイズが小さく熱的には十分に冷えた天体で、

表面上もテクトニックな活動や火山噴火が散見されないため、隕石衝突で励起される月震以外は検知されないという予測もありました。しかし、明らかに月内部で発生していると思われる地震が数多く観測されました。推定される発生要因、頻度、空間分布などで隕石衝突以外の月震を分類すると、

- 1) 深さ700 ~ 1200 km で発生する地震（深発月震）
- 2) 深さ数十 km ~ 200 km で発生する地震（浅発月震）
- 3) 深さ数 km より浅で発生する地震（熱月震）

に大別されます。1) は月 - 地球系の潮汐作用（潮の満ち干きと同様の原因）と関連する周期性をもっていて、ほぼ27日ごとに同じ位置・深さから繰り返し地震が発生している震源の「巣」が100ヶ所以上同定されました。2) は1) に比べると振動の規模は大きいのですが、観測個数が他の地震に比べて極めて少ないためその原因については不明な点があります。3) は日の出・日の入りによって月表層部の温度が大きく変動する際に生じる熱応力が原因と考えられますが、エネルギー的には1) 2) に比べて極めて小さな月震です。月内部の構造を推定するために、複数の観測地点で同時に観測された深発月震・浅発月震・隕石衝突と使用済みロケットブースターや月着陸船を月面に衝突させて発生する人工月震が解析に用いられました。その結果、月は隕石のような未分化な天体ではなく地球のような地殻やマントルという成層構造をもっていることがわかりました。しかし、安全上の観点から地震計が設置されたのは表側赤道域の極めて狭い範囲に限定されていたことから、深部マントルの構造やコアの大きさについては観測データが乏しく詳細は分かっていません。

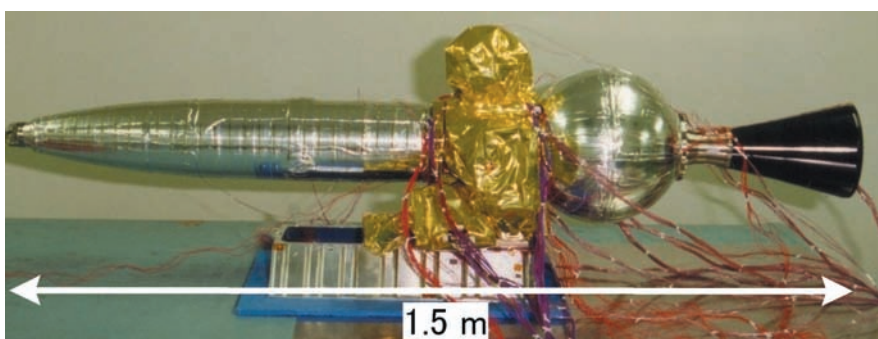


写真1 LUNAR-A ミッションで使用する「月ペネトレータ」の外観

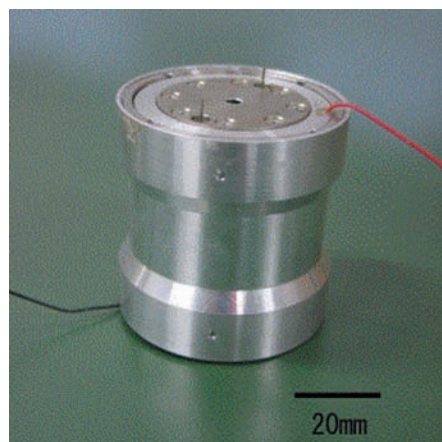


写真2 ペネトレータ搭載用に開発された地震計



写真3 名古屋大学犬山地震観測所の坑道内での比較観測

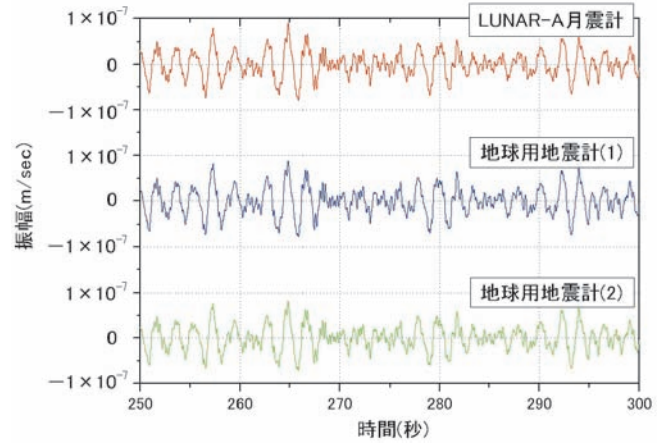


図1 比較観測の結果。月探査用地震計（最上段）でも他の地震計と同様の脈動波形を描いている

一方、火星の地震（火震？）観測は「生命実験」で有名なバイキング着陸機で試みられました。アポロ月震観測で使用されたシステムを無人着陸機用に改良して設置しましたが、着陸機自身の機械的振動や火星の「砂嵐」が災いして地震活動や内部構造に関する成果はほとんど得られませんでした。

#### 日本の月内部探査計画とペネトレータ

宇宙航空研究開発機構のLUNAR-Aミッションは「ペネトレータ（写真1）」と呼ばれる観測プローブによって月内部構造を調べる探査計画です。ペネトレータとは槍型のケースに地震計などの観測機器を搭載した小型・軽量の無人探査装置です。LUNAR-A計画では月周回に投入された母衛星からこのペネトレータを分離・投下します（表紙写真）。ペネトレータは時速約1000 km（新幹線の約3倍のスピード）で月面に衝突し、月の表層を覆う細かい砂の層（レゴリスと呼ばれる）に約2メートル潜り込みます。ペネトレータという名前はこの潜り込む（penetrateする）装置であることに由来しますが、高速で月面に突入するため5000 G以上の衝撃が加わることが地上試験の結果から分かっています。このペネトレータを利用すればわざわざ人間が月に行く必要がなくなり、設置する地点もある程度選べる利点があります。また、軟着陸機のような複雑な姿勢制御や温度制御装置の必要がなくなるため、たった1回の打上げで小型軽量のペネトレータを複数地点に設置してネットワーク観測を実施できるようになります。

#### 月探査用地震計と地上性能試験

我々が月ペネトレータ搭載用に開発している地震計（写真2）は、地球用短周期地震計と同じ原理で最も標準的なタイプです。しかし、月面に高速度で貫入設置し、長期間観測を行うまでの諸々の制約と環境条件を考慮した設計開発を行い、多くの新規技術も採用し

ています。この地震計は、月面に貫入した後に水平と垂直方向に回転制御するジンバル機構部に搭載されますが、ペネトレータ内部で唯一可動部をもっているのがこの地震計とジンバル機構部です。そのため、月面に高速衝突する際の高衝撃に耐えられるように多くの工夫が凝らされています。

実際の月面への突入時以上の衝撃を負荷した月探査用地震計を名古屋大学犬山地震観測所の坑道内に設置し、地球用2種類の地震計とともに同時観測を行いました（写真3）。図1は深発月震の振動レベルに相当する地球の「脈動」に対して3つのタイプのセンサーの取得波形を比較したものです。この波形から月探査用地震計は貫入衝撃を受けたあともその性能を維持していて、月内部を伝搬する極めて微小な振動さえも検出できることがわかりただけでしょう。

#### おわりに

ここ数年、計算機能力の急速な向上と解析技術の進展によってアポロ月震データを再解析する試みが各国で行われました。詳細は省きますが、月震の発生原因に対する新たな知見が得られたほか、月内部モデルを修正する必要があることも分かってきました。LUNAR-A計画は無人宇宙機による月内部探査の最初の試みです。我々はまもなく完成するペネトレータシステムによって、さらに多くの地点に地震計を設置して高分解能の月内部構造モデルを構築したり、火星や水星のような惑星にも展開設置することも目指しています。ペネトレータ技術は月・惑星探査において新たな展開を切り開く可能性を持っていますが、火山や南極、深海底など地球の未踏領域にも観測機器を設置する手段としても将来性が高いものと考えています。

（宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究本部

白石浩章）

# 超高压実験で探るマントル最深部

人間が直接手にすることが出来ない、地球深部を構成する物質を実験室で人工的に合成し、その物性を測る研究がさかんに行われています。超高压高温発生技術に関する近年のめざましい進歩により、これまで謎に包まれていた地球深部の姿が次第にあきらかになりつつあります。ここでは最近の私達の研究成果、とくにマントル最下部の主要鉱物ポストペロフスカイト相の発見について紹介します。

## 地球の内部を再現する

近年の観測技術の進歩により、地震波は地球内部の弾性的な性質や密度について詳細な情報をもたらしてくれるようになりました。しかしながら、弾性や密度のみから物質を特定することは容易ではありません。地球内部がどのような化学組成をもち、さらにどのような構造や物性をもった物質から成り立っているのか、未だによくわかっていないのです。そこで、地球深部の岩石や鉱物を実験室で人工的に作り出す研究が重要です。ところで、地球の内部は深くなるにつれ圧力と温度が上がっていく超高压高温の世界です。地球深部の物質を合成するには、超高压高温の発生が必要です。しかしながら、深さ2900 kmに位置するマントルの底は135万気圧・2500度、さらに地球の中心は364万気圧・6000度に達していると考えられています。このような超高压高温状態を再現し、かつ物性をその場で測定することは易しいことではありません。ちなみに地球中心に相当する極限状態を実験室で再現することにまだ世界のどのグループも成功していません。

私達はおもにレーザー加熱式ダイヤモンドアンビルセル装置と呼ばれる実験装置を使っています。実験試料を対向する2つの単結晶ダイヤモンド製のアンビル(写真)によって加圧し、さらに高出力の近赤外線レーザーによって加熱することにより、試料に数100万気圧・数1000度を超える超高压高温状態を発生することができます。しかしながらそのような超高压高温状態の発生は、たかだか数10ミクロン径、厚み10ミクロン以下の極微小領域に限られます。そのため放射光施設にて得られる高輝度X線などは試料の解析になくてはならないものです。私達は西播磨にある世界最大の放射光施設スプリングエイトのビームラインBL10XUにて、微小領域へのX線の集光や、超高压を発生するダイヤモンドの先端部の形状の最適化など、さまざまな技術開発を進めてきました。その結果、現在では320万気圧・2000度以上の超高压高温状態におけるX線回折測定が可能になっています。

## マントル最深部の新鉱物の発見

マントル中の最も主要な構成鉱物は相転移という現象によって、上部から、かんらん石(上部マントル)スピネル相(遷移層)ペロフスカイト相(下部マントル)と変化していくことが知られていました(図1)。この $MgSiO_3$ ペロフスカイト相はこれまで、マントルの底まで安定であると考えられてきました。なぜなら、このペロフスカイト型の構造はきわめて稠密な構造であり、ペロフスカイト構造相から圧力によって誘起される相転移は、実験的にも理論的にもまったく知られていなかったからです。しかし、マントル最下部に相当する超高压高温下で $MgSiO_3$ ペロフスカイト構造相の安定性が確認されていたわけではありませんでした。

マントル最下部にあたる深さ2700 km(圧力125万気圧)付近では、地震波速度の不連続な上昇(D''不連続)が観測されることが50年以上も前から知られていました。不連続面は、深さ410 kmや660 km付近でも観測されます。これらはそれぞれ、かんらん石からスピネル相、スピネル相からペロフスカイト相への相転移によるものと考えられています。ところが、深さ2700 kmの不連続については、熱境界や化学組成境界に対応すると考えるのが常識でした。なぜならペロフスカイト相が相転移を起こすはずがないと信じられてきたからです。

私はこのペロフスカイト相の相転移の可能性を確かめたいと長年考えていました。2002年にスプリングエイトでマントル最深部の実験が技術的に可能になると、私達は $MgSiO_3$ 組成のペロフスカイト相について実験を行いました。結果は驚くべきものでした。超高压高温下におけるX線回折実験の結果、約125万気圧・2500度以上においてペロフスカイト相がより密度の大きな構造へ相転移を起こすことを発見したので(図2)。私達はこの新鉱物をポストペロフスカイト相と呼ぶことにしました。実験の



写真 超高压を発生するダイヤモンドアンビルの先端部。先端の直径は60ミクロン。

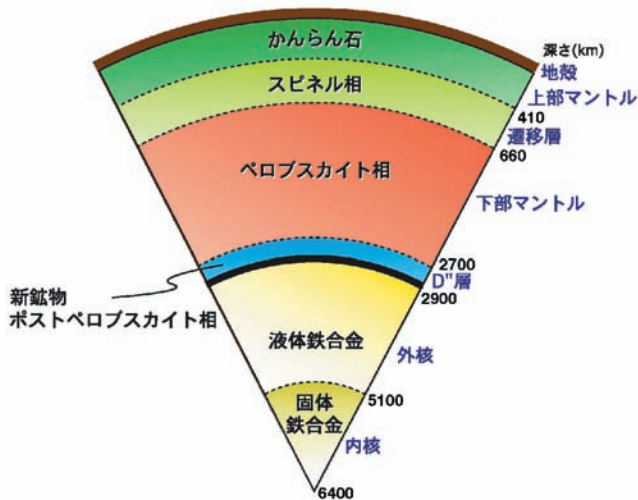


図1 マントルの層構造と各層の主要構成鉱物

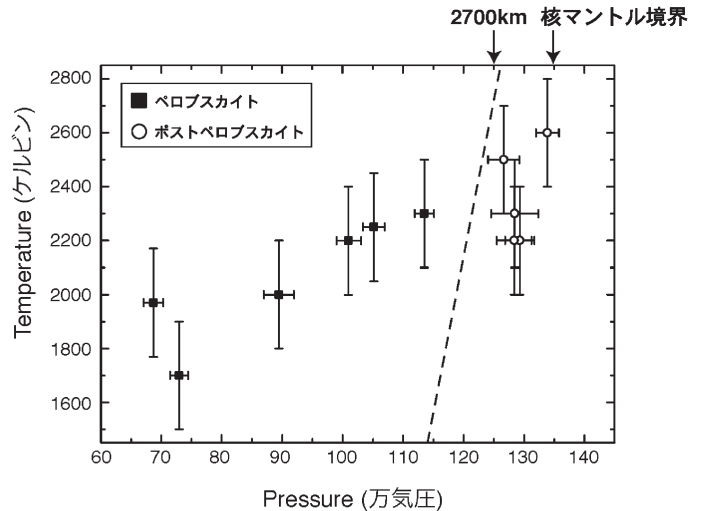


図2 MgSiO<sub>3</sub>組成の状態図

結果をまとめると、D''層と呼ばれる深さ約2700 km以深のマントルはポストペロフスカイト相から主に構成されていることがわかります。ちなみに、スピネル相・ペロフスカイト相が初めて合成されたのは、それぞれ1959年と1975年です。今回ポストペロフスカイト相が発見されるまで、それからさらに30年かかったこととなります。

#### マントル最下部の地震波速度異常の解明

マントル最下部には、(1) D''不連続、(2) S波の偏光異方性<sup>[注1]</sup>、(3) S波速度とバルク音速<sup>[注2]</sup>の逆相関、など大きな地震波速度異常がいくつも観測されます。これらはすべて新鉱物ポストペロフスカイト相で説明することができます。

これまで高圧実験や理論計算によって示されたポストペロフスカイト相転移の圧力は、D''不連続の深さ(2550–2750 km)に一致します(図2)。ところで、理論的に計算されたポストペロフスカイト相の地震波伝播特性からは、鉱物の等方的な集合体を考えた場合、相転移に伴ってS波速度は約1%増加し、P波速度はほとんど変化しないと予測されます。これはD''不連続がP波では見えない場合が多いことと整合的です。しかし場所によってはS波・P波速度が3%も不連続に増加する観測例が報告されています。これはポストペロフスカイト相が最下部マントルに卓越する水平流によって結晶の向きが特定の方向に揃っている可能性を示唆しています。

またD''不連続以深だけにS波の強い偏光異方性が観測されることが知られています。このうち多くは水

平方方向に偏光している波が鉛直方向に偏光した波よりも最大数%速いというものです。ペロフスカイト相の選択配向では観測と逆の異方性が期待されますが、ポストペロフスカイト相ではうまく説明がつかず。

さらに全地球規模の地震波トモグラフィの結果を見ると、最下部マントルではS波速度とバルク音速が逆相関しています。もしマントルの底までペロフスカイト相が安定であるとすると、この逆相関は温度の違いだけで説明することができません。そこでこの観測は最下部マントルに大きな化学組成異常が存在する証拠とされてきました。ところが、ポストペロフスカイト相とペロフスカイト相を伝える波の速度を比べた場合、S波速度は前者が速いのに対し、バルク音速は後者が速いのです。すなわちこの観測も、D''不連続面付近において場所ごとにポストペロフスカイト相とペロフスカイト相の量比が違うことで説明可能です。量比の違いは温度差に起因していると考えられます。すなわちこの観測から大規模な化学組成異常をD''層内に考える必要はないようです。

このような地震波速度異常の成因がうまく説明されていなかったため、これまでD''層は大きな謎に包まれていました。しかし今回のポストペロフスカイト相の発見により、その謎の多くを解き明かすことができました。現在、実験可能な圧力温度範囲は飛躍的に拡大しつつあります。近い将来、地球中心の物質が実験室で合成され、内核の異方性の問題などにも決着がつくことでしょう。

(東京工業大学理工学研究科 / 海洋研究開発機構  
地球内部変動研究センター 廣瀬 敬)

[注1] S波の偏光異方性：S波の伝播速度が振動方向によって異なる性質。鉱物の結晶構造や結晶の並び方などを反映する。

[注2] バルク音速：S波速度とP波速度から計算される仮想的な波の速度。岩石の圧力に対する圧縮度と密度に関係している。地震波速度を鉱物物理学的に解釈するのに都合が良い。

## 地震、噴火の「恩恵」とは？ なみふるメーリングリストから

地震や噴火がもたらす被害ばかりではなく、その「恩恵」についても考えてみよう という議論が、9月中旬に交わされました。温泉や、農耕に適した土壌、地熱発電といった「火山の恩恵」はしばしば語られます。「では地震や津波については何が考えられるだろう」という問いかけが広く共感を呼び、研究者以外の方々からも多数の意見が寄せられました。

集まった意見を見ますと、地震の恵みは主に、「過去の断層運動で造り出された地形の恩恵」と言えそうです。神戸を一望できる六甲山や、湧水知らずの「水がめ」琵琶湖。美しい山々に囲まれた盆地が全国各地に形づくられ、平野に街が生まれました。中国自動車道などの道路・鉄道も、断層で生じた谷間に敷設されています。これらはいわば自然の力による“造成工事”で、人間はその莫大なエネルギーを利用して社会基盤を築いてきたこととなります。

また、恩恵として「名水・名酒」を挙げる声もありました。断層運動が地下を断ち切り、地震後の断層から良質の地下水がしみ出てくることがあります。京都市伏見区は昔「伏水」と呼ばれ、軟水の地下水がおいしい酒を生んだそうです。このほか「日本列島は太平洋のプレートの沈み込みによって形成された。巨大地震も私たちの生活の場を作る作用の一部だろう」といった意見も多く寄せられました。

一方、津波の恩恵としては浜名湖の例があります。1498年、明応東海地震の津波で海とつながり、淡水と海水が混じる汽水湖に。650種類を越す魚介類が生息する豊かな漁場になりました。このほか津波が海底の堆積物を押し流すことで環境が変わり、漁獲量が増えるケースもあるようです。

「地震は3000年に一度。人の一生は50～100年。たまたま地震に当たったら不運だけど、大半の人は恵みだけ受けて暮らしている。学校教諭の方から、子

供たちにそう教えているとの報告もありました。防災の備えも大事ですが、自然のありがたさについても広く伝えていく必要性を感じます。

(読売新聞科学部 瀬島義孝)

## 日本地震学会のwebサイト リニューアル

地震学会のwebサイトがさらに見やすく生まれ変わりました。左のフレームにサイト内の主要項目へのリンクを並べました。トップの画像は「なみふる」最新号の表紙で、「なみふる」発行にあわせて更新します。ぜひ一度、新しくなった地震学会webサイトをご覧ください。URL <http://www.soc.nii.ac.jp/ssj/>

(日本地震学会 広報委員会)



### 広報紙「なみふる」購読申込のご案内

日本地震学会の広報紙「なみふる」は、隔月発行(年間6号)しております。「なみふる」の購読をご希望の方は、氏名、住所、電話番号を明記の上、年間購読料(日本地震学会会員:800円、非会員1200円、いずれも送料込)を郵便振替で振替口座00120-0-11918「日本地震学会」にお振り込みください(通信欄に「広報紙希望」とご記入ください)。なお、「なみふる」は日本地震学会ホームページ(<http://www.soc.nii.ac.jp/ssj/>)でもご覧になれば、pdfファイル版を無料でダウンロードして印刷することもできます。



日本地震学会広報紙「なみふる」 第53号 2006年1月1日発行 定価150円(郵送料別)  
 発行者 (社)日本地震学会/東京都文京区本郷6-26-12 東京RSビル8F(〒113-0033)  
 電話 03-5803-9570 FAX 03-5803-9577(執務日:月~金)  
 編集者 広報委員会/  
 古村孝志(委員長) 田所敬一(編集長) 五十嵐俊博、桑原央治、小泉尚嗣、  
 末次大輔、武村雅之、中村浩二、西田 究、馬場俊孝、八木勇治、山口 勝  
 E-mail zisin-koho@tokyo.email.ne.jp  
 印刷 創文印刷工業(株) 本紙に掲載された記事等の著作権は日本地震学会に帰属します。