



地球の内部構造——展示ホール——

武居由之 (物理探査部)

展示ホールの中央に青銅色の大型地球儀が置かれています。この地球儀は地球を500万分の1に縮小したものです。宇宙から眺めると地球の外観は白い雲の流れの下に青い色を帯びているのですが地球物理学の研究によると地球の平均密度は  $5.51 \text{ g/cm}^3$  であり青銅より軽いが地表でみられる岩石よりずっと重い物質から構成されています。青銅色のかもし出す重量感を観覧者に感じていただこうとこの色を塗ったものであります。地球は黄道の傾斜  $23^\circ 27'$  をもって太陽の周りを公転しています。この地球儀もまた自転軸を同じ角度に傾けて設置しました。

中庭側の  $1/4$  を切りとって赤道面には地球の内部構造を描き子午面にオートスライドスクリーンを設置しました。日本列島は地球儀から切り離し拡大してホール天井部に日本周辺の震源分布とともに示されています。太平洋の海底地形は第2展示室に詳しい模型で展示されています。

地球の内部は中心から内核 外核 マントル 地殻からできていると考えられてきました。

地球の半径は  $6,371 \text{ km}$  (地球と等体積をもつ球の半径) あり中心から  $1,250 \text{ km}$  までを内核  $3,870 \text{ km}$  までを外核と呼んでいます。内核と外核の間には厚さ  $140 \text{ km}$  の漸移帯があると考えられています。このような

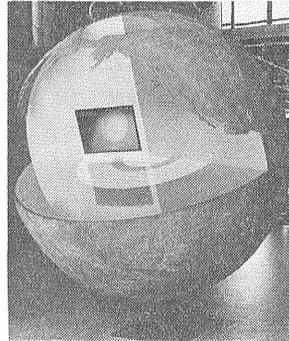


写真1  
地球儀の全景

考え方に至ったのは地球上の各地で観測される地震波の径路を検討してみると核の部分を通じたと思われるP波(たて波)の速度が外核のなかで次第に大きくなり漸移帯で著しく大きくなり内核のなかに入ると一定になるとみられたからです。核の部分では物質の密度は  $9 \sim 17 \text{ g/cm}^3$  圧力は  $1.5 \sim 3.7 \times 10^{12} \text{ dyne/cm}^2$  温度は  $2,000^\circ \sim 6,000^\circ$  に達するものと推定されています。外核の部分を通じた地震波にはS波は観測されていません。S波とは横波でねじれ波ですからS波を通させない核の部分は液体であると考えられます。しかし核が液体でなくてS波が吸収されたかあるいは散乱されたかのために観測できない可能性も考えられますが地球潮汐 地磁気成因論などの観点からやはり核は液体 の考え方が妥当です。

地球は円い球形というよりわずかながら楕円体の形をしていることは今日では科学常識となっていますがニュートンが17世紀にすでに地球は自転によって遠心



図2 地球の内部

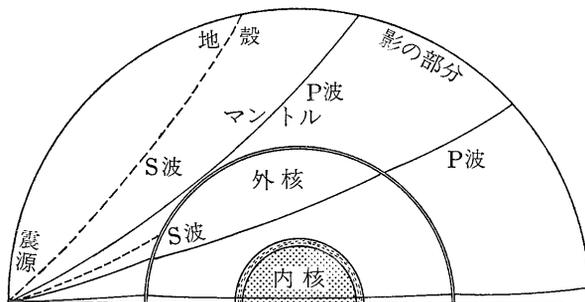


図3  
地震波の径路

力が赤道で最も大きく 両極に向って次第に小さくなる  
 それ故 地球を一樣な密度をもつ回転楕円体と仮定して  
 扁平度を計算すると赤道半径は極半径より 230 分の 1 大  
 きくなければならないとしました。 同じ頃ホイヘンス  
 も地球の全質量が中心に集ったものと仮定して 地球の  
 扁平度は 578 分の 1 であると計算結果を発表しました。  
 二十世紀に入り 詳しい測量の結果から 地球の扁平度  
 は 297 分の 1 と計算されました。 今日では人工衛星の  
 軌道追跡の結果 扁平度は 298.2 分の 1 が正しいとされ  
 ています。 およそ 300 分の 1 のふくらみはごく僅かな  
 もので 私たちの眼には球体としか見えませんが 二つ  
 の軸半径の差は 21km もあり 地球表面の凸凹の差より  
 も大きいのです。

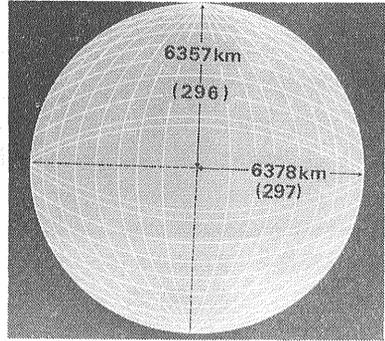


図4 地球の半径

赤道面で裁ち切られた地球儀内部では 右端で地震が  
 起きた場合の地震波の径路を光点列で示しています。  
 赤い光点はP波(たて波) 黄色い光点はS波(横波)の  
 径路です。 S波の速さはP波の速さの6割程度です  
 から P波が常に早く到達します。 震源を出発したP波  
 はマントル内を通して地表に達しますが マントルから  
 外核に向かうP波は境界面で屈折します。 ほぼ直進し  
 て核の部分を通り抜けた波は地球の向こう側へ届きます  
 が 震央距離(地球上の距離を地球中心での角度であらわ  
 したもの) 103°と143°の間では殆んどP波の伝わらない部  
 分ができます。 この部分を核の影とよびます。

地球上で最も高いエベレスト山は標高 8,848m である  
 ことをよく御承知でしょうが これは地球の半径の 800  
 分の 1 にすぎません。 最も低いところは西太平洋マリ  
 アナ海溝の一つ ビチアス海淵で測量された 11,034m の  
 海底です。 これもまた地球半径の 600 分の 1 にすぎま  
 せん。 大型地球儀も表面には世界の地形 海底地形を  
 克明に描いてあります。 地形の起伏をつけた地球儀が

近年普及してきましたが 余りにも高さの誇張が大きす  
 ぎます。 この地球儀では地形の起伏をできるかぎり小  
 さくして実際の縮尺に近づけようと努めました。 陸と  
 海 山系と海溝が認識できるためにはある程度の誇張を  
 加えた造作とならざるをえませんでした。 スクリーン  
 第4の図で地球の断面図をこの地球儀と同じ縮尺で描き  
 山の高さ 海の深さを縮尺 500 万分の 1 に示しました。  
 大山脈も深海底も地球の表面についたほんのわずかな凹  
 凸にすぎないことがわかります。 かつての地球収縮説  
 大陸移動説 最近の地球観 いずれも大陸が地球の表面  
 に浮かぶ板のようなイメージをもって構成されています  
 が 大陸は板よりもっと薄い布が地球を覆っているよう  
 な状況を想定されるほうが適当ではないでしょうか。

人間の手によって探られた地下の深さはどのくらいで  
 しょうか。

石油を探すために掘る坑井の深さは年々深くなり 米  
 国テキサス州で1977年に 8,082m 掘って天然ガスを産出  
 しました。 ソ連では北極圏の白海に面するコラ半島で  
 科学的な目的で世界最深の掘さくが行なわれています。  
 SG-3号井は1981年8月 ついに 10,053m に到達した  
 と報ぜられました。 この事業はなお続けられていると  
 のことです。

日本では昭和43年 石油地質学の基礎的調査として石  
 油開発公団が 新潟県西蒲原郡升潟で掘った升潟基礎試  
 験孔 5,015m が長らく最深のものでしたが 昭和53年7  
 月 日本海洋石油資源(株)が新潟県信濃川沖油田で沖合  
 12km に掘削船第5白竜号で掘った 5,315m の坑井が記  
 録を更新しました。 これらを製作当時までの情報によ  
 って図に表現しましたが 地球の殻に刺した針の穴くら  
 いにしか見えません。



図5 地球の高地と低地

地震の起きる地域は地球上の限られた地域です。 日  
 本周辺はとくに地震の多い地域であり 展示ホールの中  
 井部には拡大した日本列島と震源の位置を示してありま

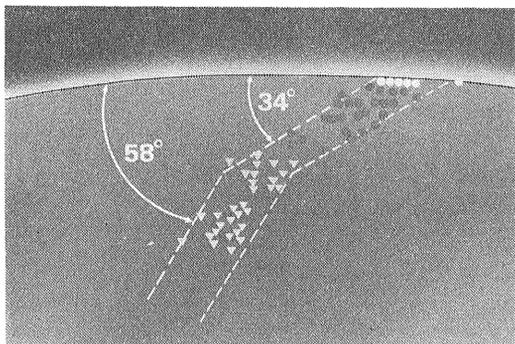


図6 深発地震源

す。太平洋側から日本列島に向かって深発地震の震源が順次深くなり太平洋リソスフェアが大陸側へもぐり込み震源面をつくっていることを説明しています。スクリーン第5の図でも千島列島からオホーツク海にかけての断面図を示してみました。震源は地下280 kmまでは地表面から34°の角度で並んでいますがさらに深くなると58°の傾斜で並んでいます。640 kmより深い深発地震は観測されていません。図は地球儀の断面と同じ縮尺で描かれていますから地震の起こる位置も地球全体とくらべるとごく表面に近いところにあることがわかります。

地表面の下30 kmから50 kmの間には世界中どこにも地震波の速度が急にかわる場所が広がっています。ユーゴスラビアの地震学者モホロビッチが1909年に発見したもので発見者の名に因んでモホロビッチ不連続面と呼んでいます。これを略してモホ面とよびます。この面より浅い部分が地殻、深い部分がマントルと区別されるようになりました。スクリーン第6の図は地殻の厚さをやはり地球儀と同じ縮尺で描いたものですが

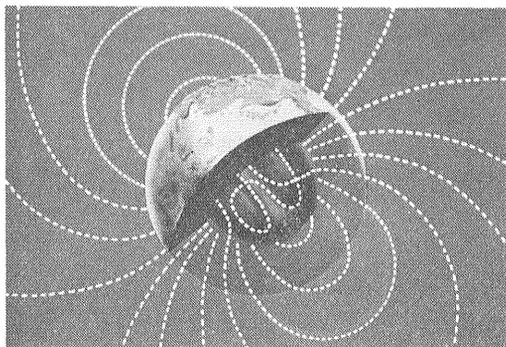


図8 地球ダイナモ説

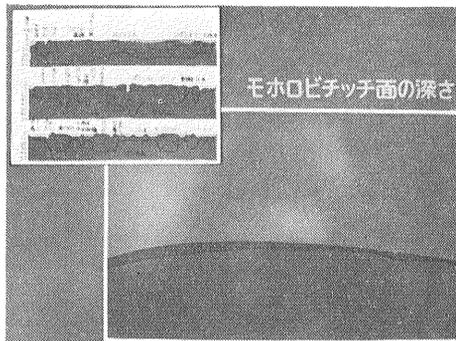


図7 モホ面

左上にはユーラシア大陸のモホ面の深さを日本から英国までにわたって示しました。大陸では海洋より地殻が厚く、パミール高原、コーカサス山脈、アルプス山脈などの高地の下はとくに地殻は厚くなっています。

地球は一つの大きな磁石となっています。磁石の軸は北半球では北緯74°西経100°のカナダ北部、南半球では南緯69°東経143°の南極大陸内にあり、やや地球の自転軸をそらえています。17世紀すでにギルバートは地球が球形磁石に似ていることを示し、19世紀にはガウスが地球磁場の原因が地球内部にあることを証明しましたが、なぜ磁石となっているかはいまだに明らかではありません。地球永久磁石説、回転磁性体説などいろいろな仮説が出されましたが、今日もっとも巧妙に説明されているのはイギリスのエルザッサーとブラードの唱える地球ダイナモ説です。地球の核は流体で、主成分は鉄であると推測されていることから、もし核の流体が動き出せば、その物質は電導性であるので、何らかの原因によって電流が発生し、そのまわりに磁場を生みます。その電流がいつまでも衰えなければ、その過程が維持される間は地球磁場が保たれます。地球を一種の発電機(ダイナモ)に見たてた学説で、エネルギー源は熱であるとしています。磁場があれば磁力線が通っています。スクリーンの図は上田誠也教授の説明による磁力線の形を描いています。

このように地球の内部の様子は地球科学の研究によって次第に明らかになってきました。地表で観測されるいろいろな現象はその原因が地球内部あり、地表からの研究が地球内部の構造を解明させ、地球内部の構造が地球の表面にさまざまな影響を及ぼしていることを説明させるようになってきました。