

測地学研究室

地球の重力

- 重力=万有引力+遠心力

$$\text{gal} = \text{cm}/\text{sec}^2$$

* Galileo Galilei

ピサの斜塔の実験？

980 gal (978~983)

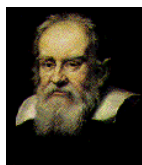
980 000 001 μ gal

*979708099.8 μ gal

980 000 000 001 ngal

* 1 cm = 3 μ gal

1 μ gal = 3mm



相対重力測定

- 基準点からの重力差
スプリング式重力計

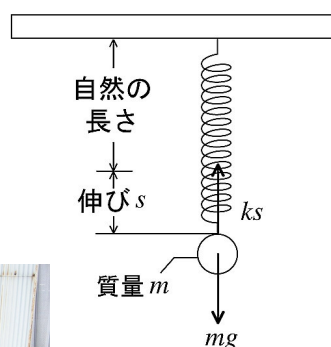
$$mg = ks$$

$$\Delta g = k/m * \Delta s$$

* バネのドリフトが大きい

ラコスト重力計

LaCoste & Romberg G

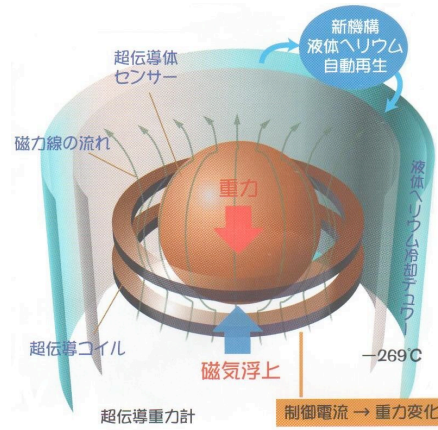




Superconducting Gravimeter 超伝導重力計

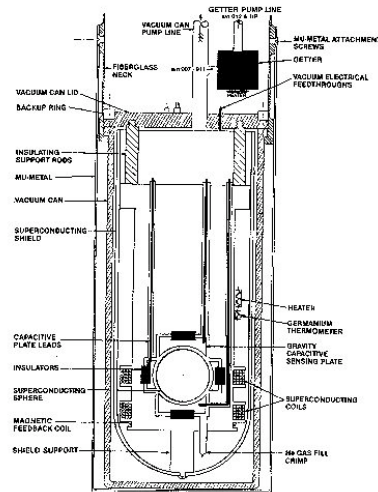


南極:昭和基地



超伝導重力計の原理

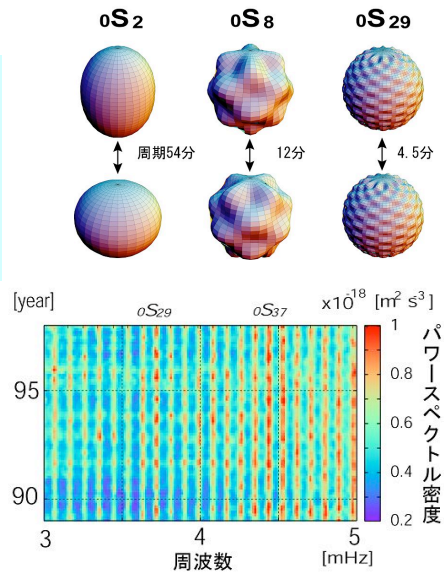
- ・テストマス(中空の球)
 - Nb: 1inch, 4g 9K
 - ・コイル(上、下)
 - Nb.Tiの合金 9.3K
- * 超伝導磁場が極めて安定
 * 熱雑音や経年劣化がない
 * 高安定性(ドリフトフリー)
 * 高感度(3桁)
 高価な液体ヘリウムが必要
 (LHe: 4.2K= -269°C)



センサーユニット

常時地球自由振動

- **地球自由振動**
1960年チリ地震 (Mw9.5) で初めて観測
- **常時地球自由振動**
Earth's background free oscillations
南極の超伝導重力計データで始めて発見 (名和 etc)
シグナル: nano gal レベル
広帯域地震計ネットワークで確認
- * **励起源の問題**
 - ・大気が有力視
 - シグナルに季節変化
 - 北半球の夏に振幅大



現象	周期	重力変化の大きさ
極運動	1年~1.2年	数 μ Gal
長周期潮汐	1週間~	1~10 μ Gal
短周期地球潮汐	~1日	200 μ Gal
大気圧変化	数分~	~10 μ Gal
地下水位変化	1日~1年	~10 μ Gal
グローバルな陸水の変化	~数年	~数 μ Gal

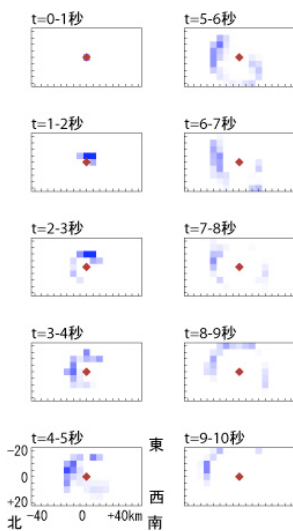


地下水位観測
バンドン(インドネシア)

地震学研究室

地球は、生きています。表面や内部はゆっくりと、時には急激に動いています。ひとつの証拠が地震です。私たちは、地表の変動の観測記録（地震計やGPSなど地殻変動の記録）や計算機を使った数値実験（シミュレーション）などを用いて、地球内部で発生している地震そのもののメカニズムや地球内部（地殻、マントル、核）の構造・運動などを明らかにするための研究を行っています。

■地震の発生するメカニズムを調べる



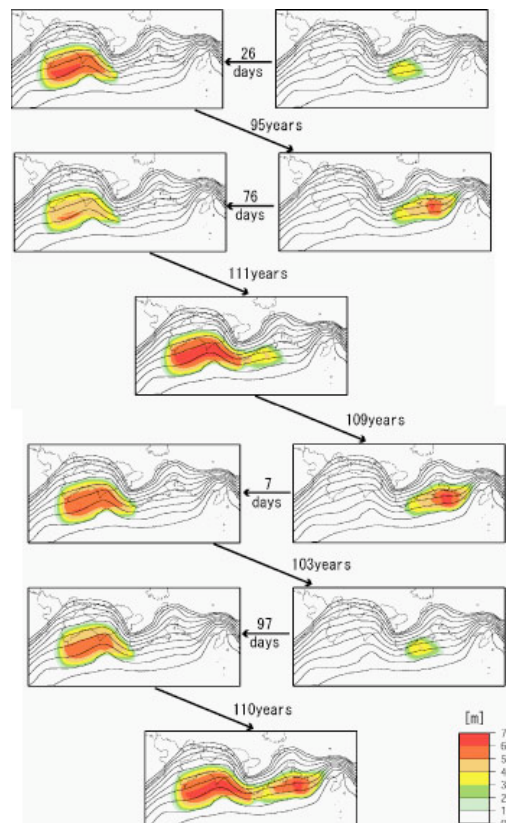
①地震の過去を知る：起こってきた地震の特徴を探る

地震は、プレート運動等によって蓄積された地球内部のひずみを解放する断層運動で起こります。断層運動により地球内部に地震波が放射され、地表では地殻変動が生じます。地震波の震動や地殻変動の記録をもとに、地震がどのような断層運動で生じたのかを解析し、多くの地震での

結果から地震の起こり方の特徴を調べています。（左上図は、地震波解析から推測した2005年チリ北部の地震の断層のずれ時間発展。色領域がずれた部分）

②将来の地震を探る：地震の発生・起こり方を予測する

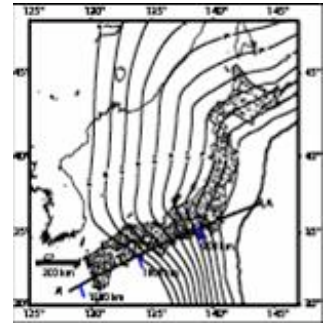
岩石実験や地質学的観察等でわかってきた断層のずれの起こり方と弾性論をもとに、地震時にずれが断層上をどのように広がっていくのか、同じ断層で地震がどのように繰り返されるのか（右図は、南海トラフでの大地震の繰り返しの数値実験の結果。色



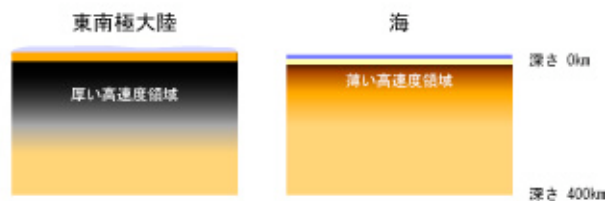
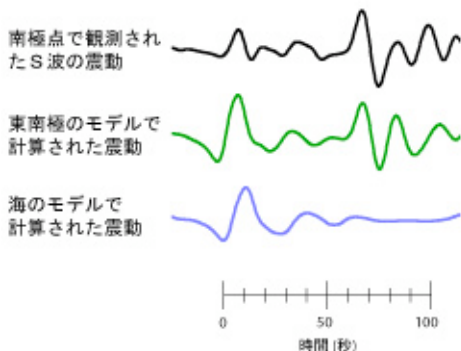
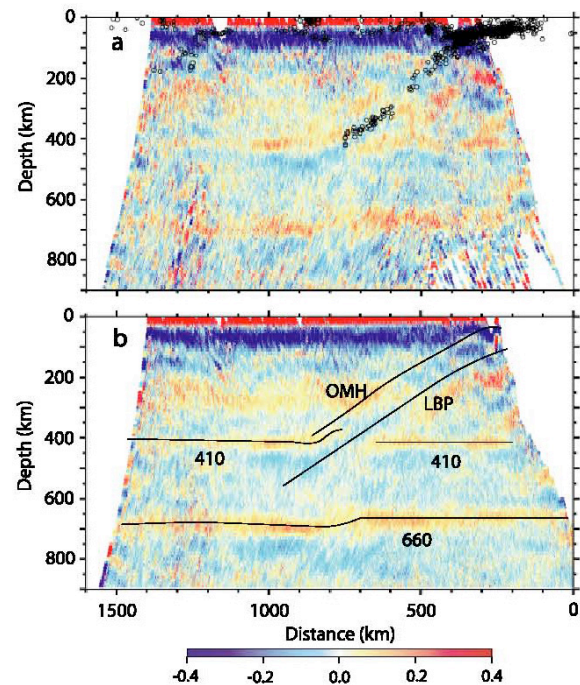
領域が地震を起こしている領域)などをターゲットに数値実験を行い、地震の起こり方や発生サイクルの性質を調べています。過去の地震の特徴を説明しながら、将来、どのような地震が起こるのかを明らかにすることが究極の目標です。

■地球内部の構造や運動を明らかにする

地震の発生によって、地震波が地球内部や表層を伝わります。日本や世界には、現在、たくさんの地震計が置かれ、伝播してきた地震波をさまざまな場所で観測しています。観測される地震波の時間と形は、地球内部の地震波伝播速度の分布によって変わります(下図は、南極で観測されたS波の波形とそれを説明する東南極大陸の速度構造)。また、地中に伝播速度や密度が急激に変化するところがあると、反射波や変換波と呼ばれる波がでます(右図は、変換波の強弱・振動方向でみる日本の地下の構造。濃色の部分が強い変換波を出している部分)。これらの波のようすを観測、計算機で再現することによって、地球内部の地震波伝播速度や密度の分布を調べています。地震波速度や密度は地球内部にある物質やその状態



を明らかにする上で重要な情報です。また、岩石実験やマンテル対流シミュレーションなどからの研究成果とあわせて、地球内部で生じている対流運動の解明にもつながります。



活構造学研究室

活構造学研究室では、活断層やそれから発生する地震の研究を進めています。世界各地、特にアジアで大地震が起こると、地震を引き起こした断層の調査に出かけます。2005年10月にパキスタン・カシミール地方で発生した大地震についても、現地調査を行いましたので、以下に簡単に紹介します。

2005年10月カシミール地震（Mw7.6）に伴う地表地震断層

2005年10月に、ヒマラヤ山脈南縁変動帯の北西端で発生したカシミール地震は、既知の逆断層の活動によって発生した内陸直下型地震であり、死者8万人を超える甚大な被害をもたらした。地震直後から、衛星画像や宇宙測地データに基づいて、地殻変動や被害の解析が進んでいたが、地表地震断層については現地調査の困難さもあり断片的な報告しかなかった。日本（産業技術総合研究所活断層研究センター・広島工業大学・京都大学）とパキスタン地質調査所の共同研究グループでは、2006年1月と3月に現地調査を実施し、地表地震断層の全容を明らかにした。地表地震断層は、北西-南東走向のBalakot-Bagh断層に沿って全長約65kmにわたって出現し、北東側隆起の逆断層（撓曲）変位が卓越した。地震断層はMuzaffarabadの北でシャープに左屈曲し、この区間を境に地震断層を北部と中部、さらに南部の3区間に分けることが可能である。北部と中部では、最大上下変位量が約7m(写真1)と5mであり、区間の両端に向かって変位量が減少する傾向が認められる。南部区間の変位量は1m以下で連続性も悪い。断層の位置や変位量は、合成開口レーダーや遠地地震波形インバージョンで明らかにされている地殻変動・断層モデルと概ねよく一致する。Muzaffarabad北方(写真2)で行ったトレンチ掘削調査では、約30°で北傾斜する逆断層が確認され、2005年地震に先行する活動は約2000年前前に起こったと考えられる。またこの地震では、地震断層近傍（特に断層の上盤側）で家屋の被害が著しかったのが特徴的であり(写真3)、大縮尺断層分布図が地震防災に果たす役割の大きさを実感した。



写真1 最大上下変位量が計測された地点。東方に向かって撮影。Shishar川の現流路を横切って比高約7mの断層（撓曲）崖が出現した。



写真2 Muzaffarabad北方の撓曲崖。東方に向かって撮影。地表地震断層は丘陵の南縁に沿って出現した。この地点で断層の過去の活動を解明するためのトレンチ掘削調査を行った。



写真3 壊滅的な被害を受けたBalakotの町。南西方向を望む。地表地震断層は写真中央の細長い丘陵の南西縁に沿って出現した。