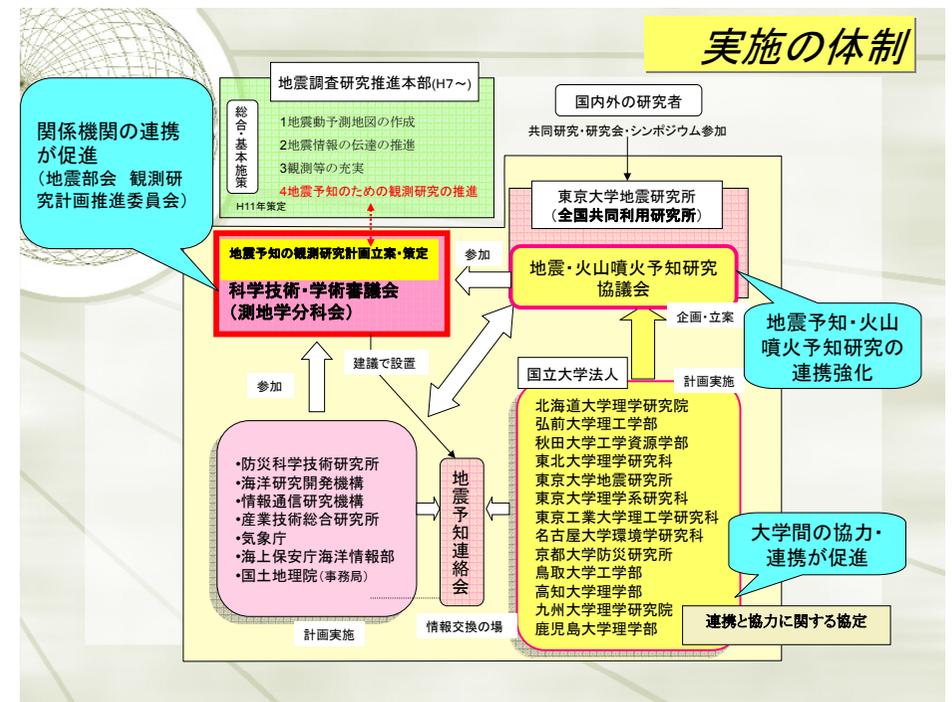
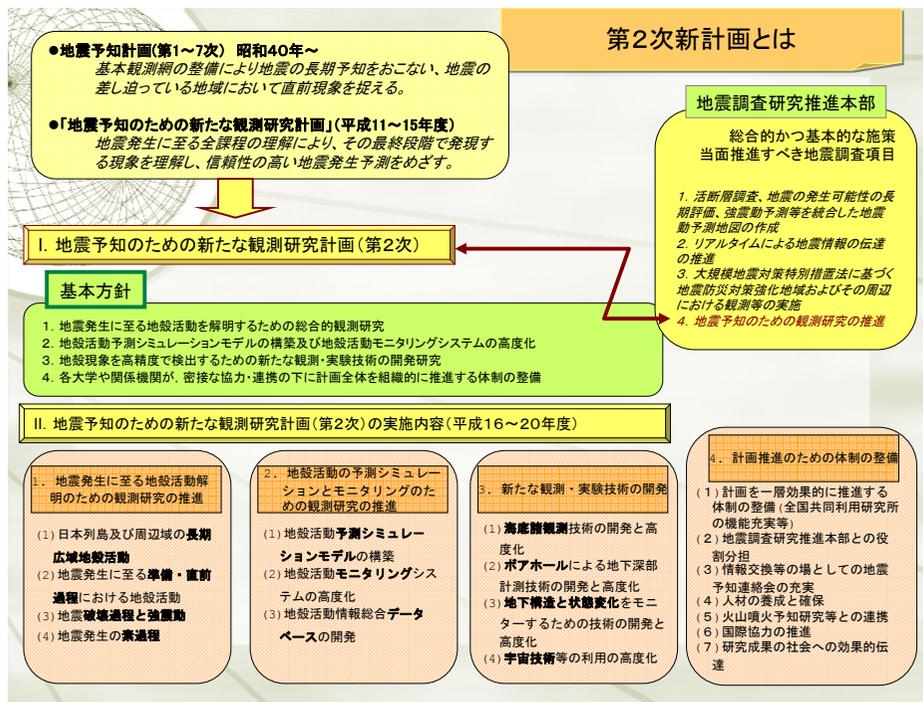


「新しい総合的かつ基本的施策に関する専門委員会」説明資料

地震・火山噴火予知研究協議会

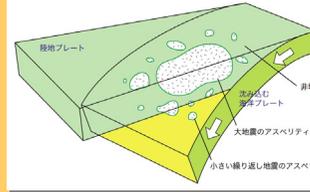
地震予知のための新たな観測研究計画 (第2次)



プレート境界地震

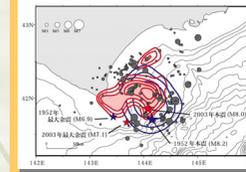
地震予知のための新たな観測研究計画(第2次) 主要な成果(1-1)

アスペリティモデルの検証と地震発生の長期評価への貢献



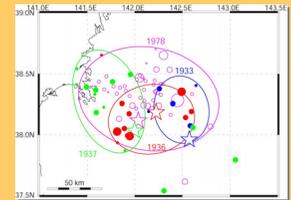
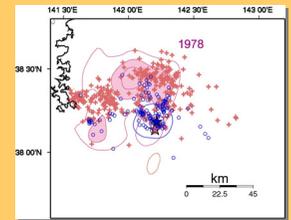
アスペリティモデル
沈み込む海洋プレートと陸側プレートの境界面の模式図

十勝沖地震の破壊過程



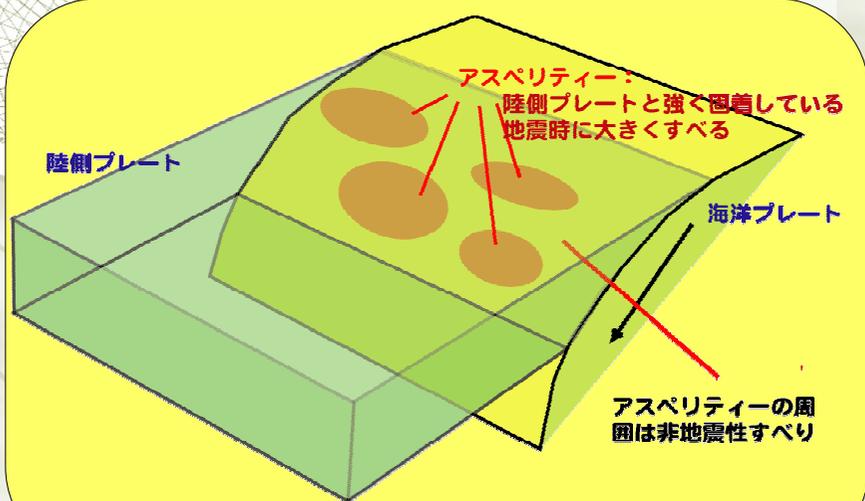
2003年と1952年の十勝沖地震の滑り量分布の比較
1952年十勝沖地震(M8.2: 青のコンター)と2003年十勝沖地震(M8.0: 赤のコンター)の滑り量分布
同じ場所が滑った地震であり、地震の長期評価で想定された地震であった。

宮城県沖地震の破壊過程



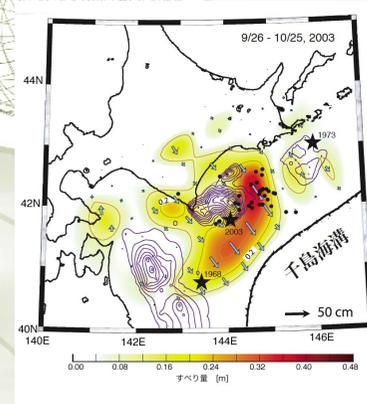
(上) 1978年宮城県沖地震(M7.4)と2005年8月の地震(M7.2)の震源域
(下) 1978年宮城県沖地震と1930年代の地震の余震分布の比較
宮城県沖地震の震源域は3つのアスペリティから成り立っていると考えられ、1978年はその3つが同時に破壊したが、1930年代は1つずつ破壊した。2005年の地震は3つのうち1つが破壊したものであることが分かる。

アスペリティーモデル ＜アスペリティーとゆっくりすべり域＞

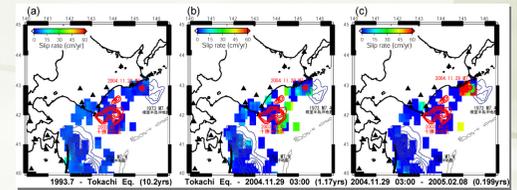


地震予知のための新たな観測研究計画(第2次) 主要な成果(1-2)

ゆっくり滑りの検出



地震時の滑りと余効滑りの相補性
2003年十勝沖地震(M8.0)の滑り量(紫線)と余効滑り(カラー)、1968年十勝沖地震(M7.9)と1973根室沖地震(M7.4)の滑り量分布も示す。地震時の滑りと余効滑りの領域は重ならない。

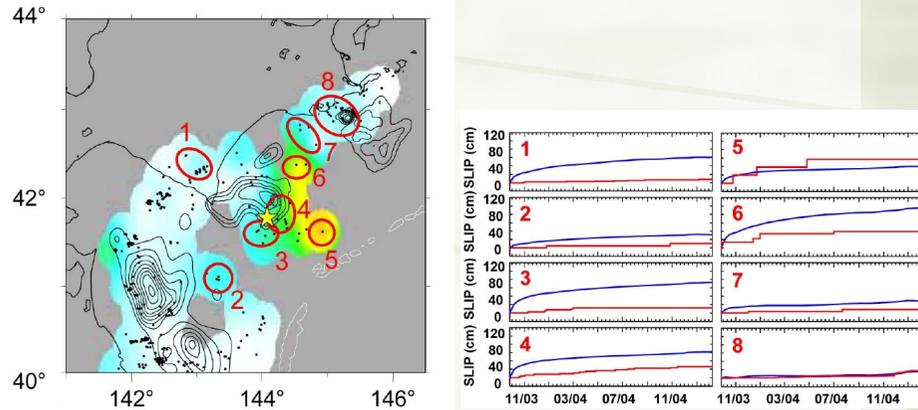


相似地震によるプレート間滑りのモニタリング
プレート境界で発生する相似地震を利用すると、プレート境界でのゆっくりとした滑りをモニターできる。図は(a)2003年十勝沖地震以前、(b)2003年十勝沖地震以後から2004年釧路沖地震まで、(c)釧路沖以降の滑り分布を表す。暖色系の場所は滑り速度の大きい場所。

地震発生確率の高い地域
における観測強化

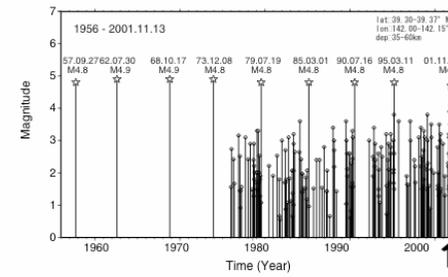
宮城沖
東海・東南海・南海

相似地震による「ゆっくり滑り」のモニタリング

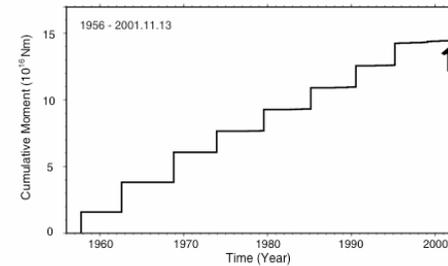


2003年9月十勝沖地震 (M8.0) 後の余効すべり
GPSによる推定 (右図青線) と相似地震による推定 (右図赤線)

(a) 釜石沖

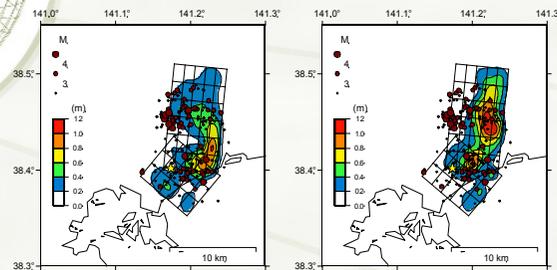


(b)



平成3年度に実施された研究の概要：
釜石沖の固有地震的活動について、
001年1月末までに99%の集積確率で
次の 4.8 ± 0.1 の地震が発生すると予
測していたが、実際に、001年1月3日
に4.7(気象庁暫定マグニチュード)の
地震が発生した。破壊の開始点は数
百異なるものの、二つの地震は、ほ
ぼ同一のモーメントテンソル解・モー
メント解放量分布で、ほぼ同一の規
模(モーメントマグニチュード)に
して、.05程度の違いで発生していた
ことが明らかになった。このことは、
ここに小さなアスペリティが存在して
おり、そのまわりがクリープしている
ことによって固有地震的に地震が発
生しているとした当初の仮説が正し
かったことを証明している。

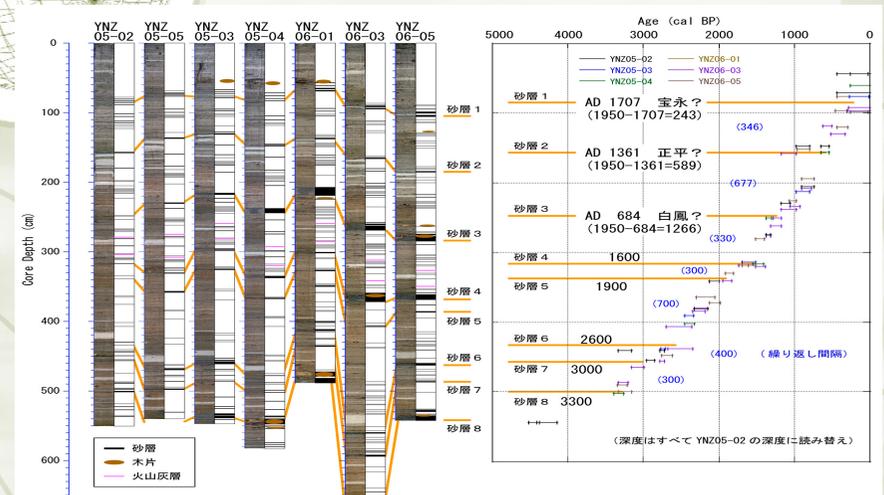
高精度なアスペリティ推定



一次元地下構造 (左) と三次元地下構造 (右) のグリーン関数を用いた2003年宮城県北部地震の震源インバージョンの結果の比較。

超サイクルで発生した巨大地震

津波堆積物調査によって得られた大津波の履歴から通常の再来間隔より長い間隔で連動型巨大地震が発生したことがわかった



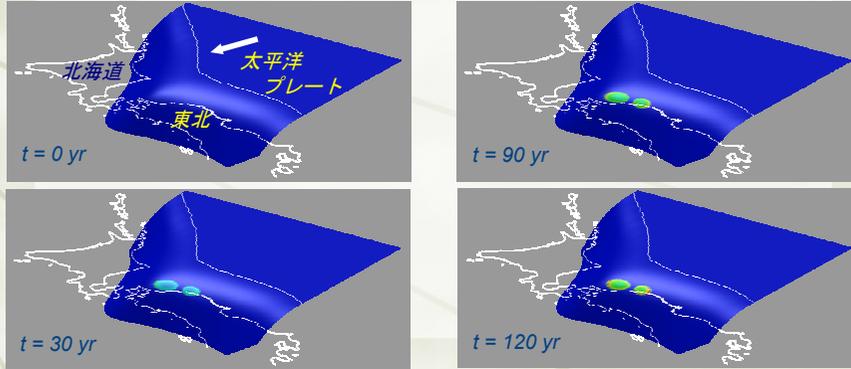
コア写真と砂層

年代測定結果(暦年補正済み)

プレート運動が駆動するテクトニック応力の蓄積

太平洋プレートの沈み込み運動によって1968年十勝沖地震の震源域に剪断応力が蓄積していく過程をシミュレーション。

準静的応力蓄積シミュレーション



応力蓄積状態に支配される動的破壊の成長・発展

震源域に働く剪断応力が臨界レベルより充分低い場合（左），地震破壊は加速されずに停止。臨界レベルに近い場合（右）は加速され大地震に発展。

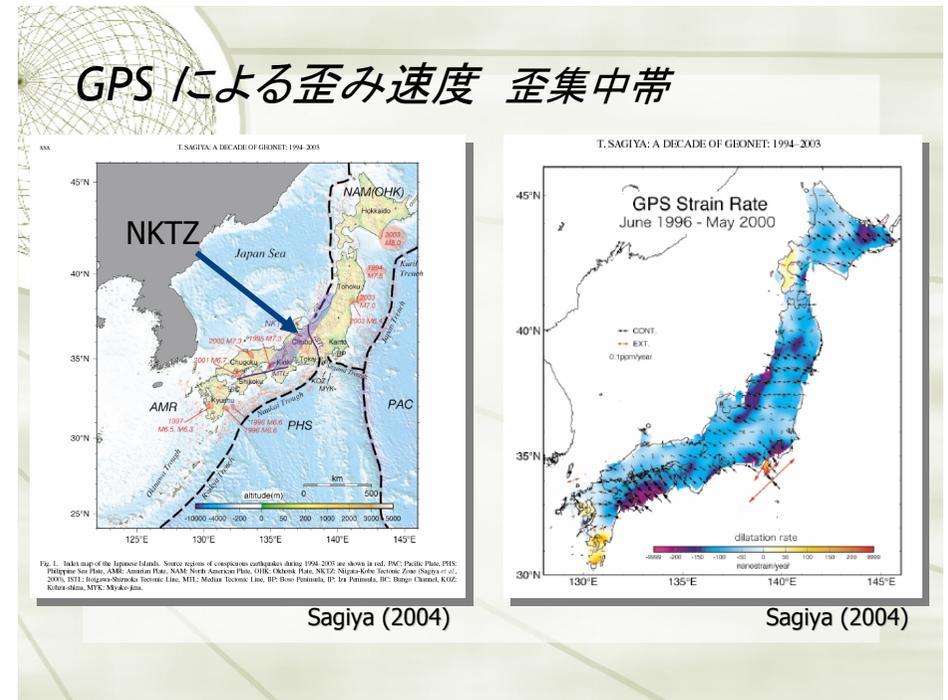
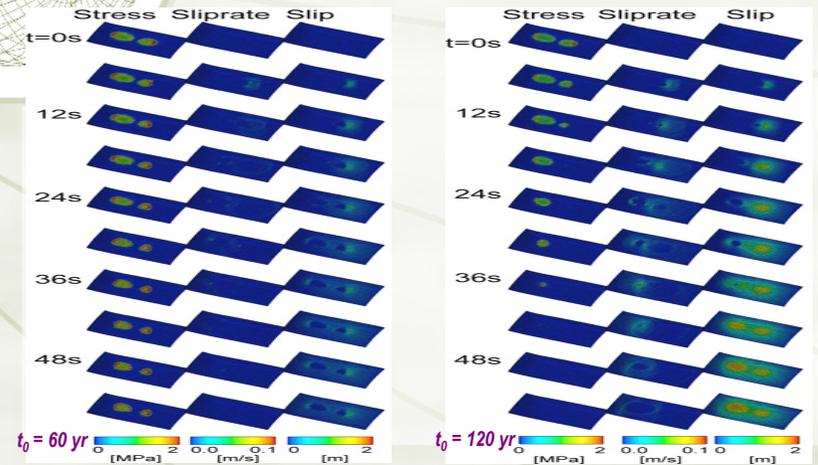
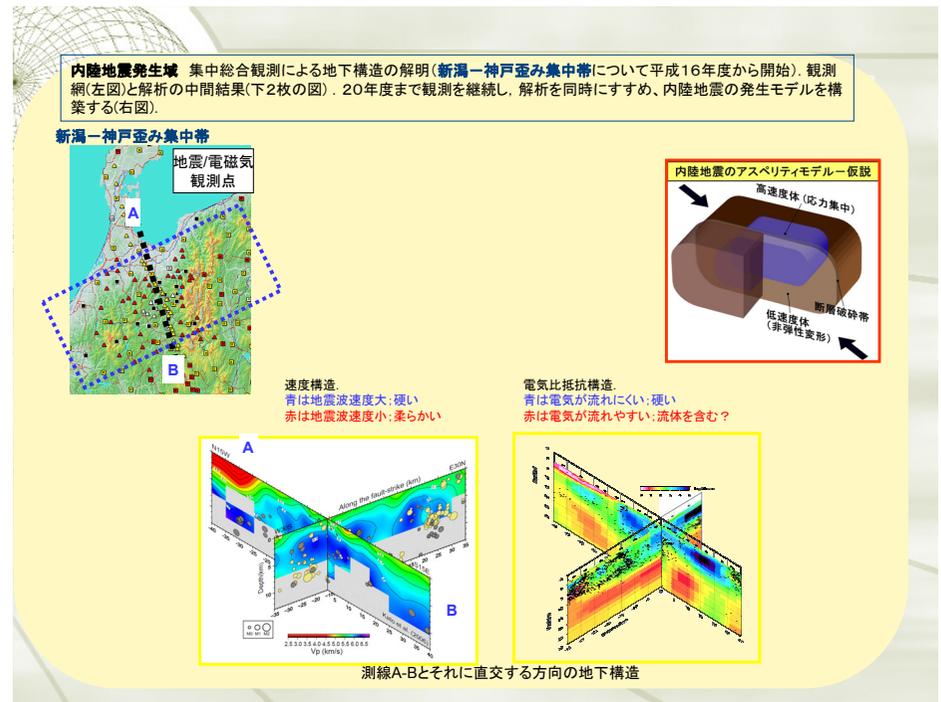
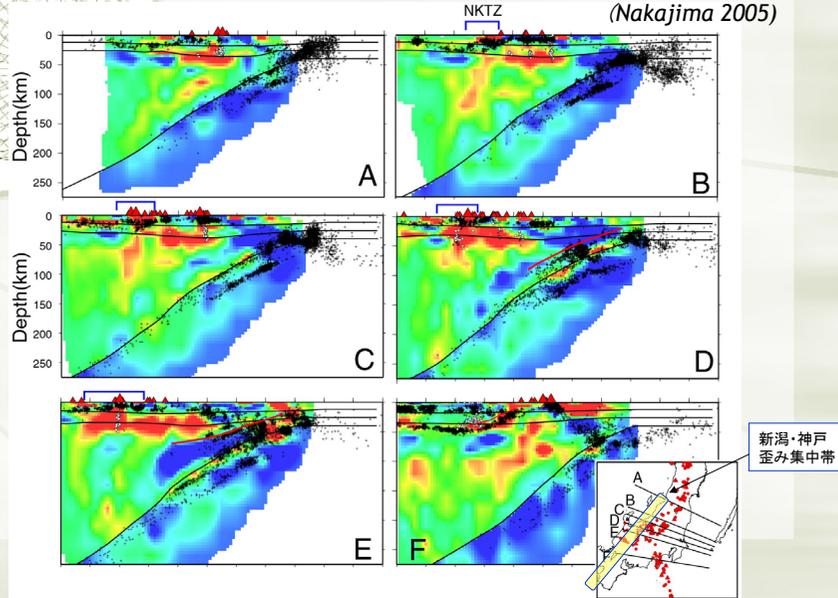


Fig. 1. Inland map of the Japanese Islands. Source regions of convergence earthquakes during 1994-2003 are shown in red. PAC: Pacific Plate, PHS: Philippine Sea Plate, AMR: Australian Plate, NAM: North American Plate, OHK: Okhotsk Plate, NKTZ: Nippon-Koku Tectonic Zone (Sagiya et al., 2003), SHL: Shikoku-Hokkaido Tectonic Line, MTL: Median Tectonic Line, IP: Itoya Peninsula, BC: Bungo Channel, KKSZ: Kuroshio-oilua, MYC: Miyako-jima.

中部日本の地震波速度構造断面 (新潟-神戸歪み集中帯の地下に低速度領域が見える) (Nakajima 2005)

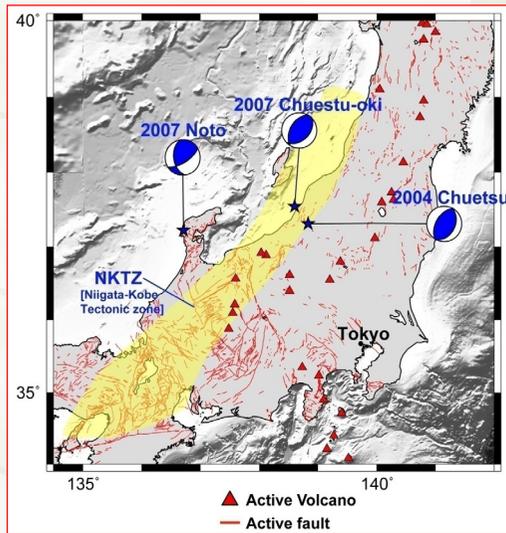


- 2004 新潟県中越地震
- 2007 能登半島地震
- 2007 新潟県中越沖地震

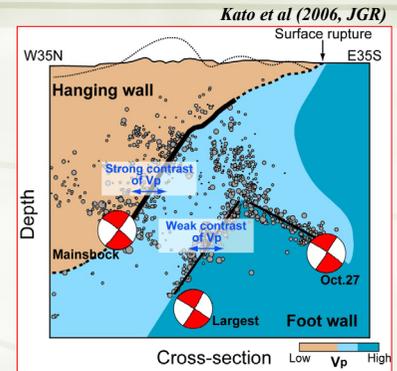
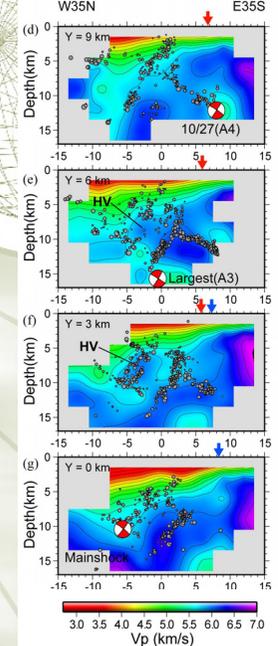
共通点

- Mw ~ 6.6
- 高角の逆断層
- 新潟-神戸歪み集中帯
- 活褶曲帯

最近発生した主な地震



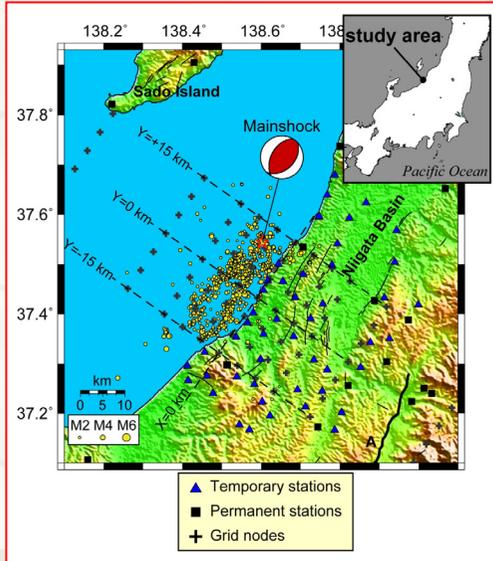
P波速度構造の断面図



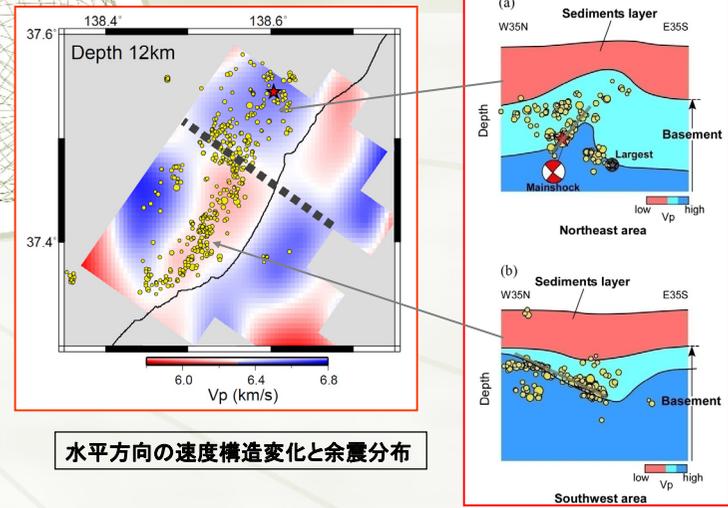
- 上盤側が低速度
: 日本海拡大時に形成されたhalf graben に堆積した下盤側は高速度の基盤岩
- 余震は速度境界に沿って発生している
- 上盤と下盤の間
- 基盤岩内部
- 本震付近の低速度領域 ⇒ 流体の存在

本震は余震域の北東端

2007年新潟県中越沖地震の稠密余震観測



速度境界域



水平方向の速度構造変化と余震分布

仮説

破壊開始点は北東部の西傾斜する断層面の最深部
破壊は南西に進行して東傾斜の断層面に乗り移った

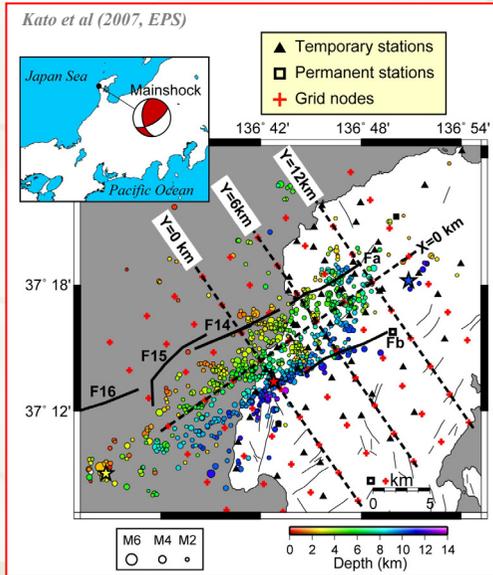
2007年能登半島地震の稠密余震観測

[トモグラフィ]

- 格子点配置
Xgrid (E55S+) : 3km int.
Ygrid (N55E+) : 3km int.
Zgrid (D+) : 3km int.

解析に使用した地震数 : 971

- 波線の本数
P: 44,278
S: 36,758
- 二重走時差 (カタログ)
P: 232,063
S: 172,401
- 二重走時差 (波形相関 > 85%)
P: 22,897
S: 25,122

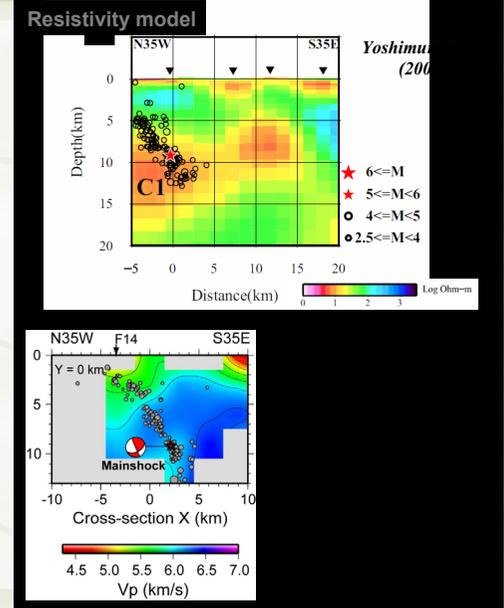


地殻内流体が本震の震源付近に存在する証拠

低比抵抗体が震源付近にあり (MT 探査)

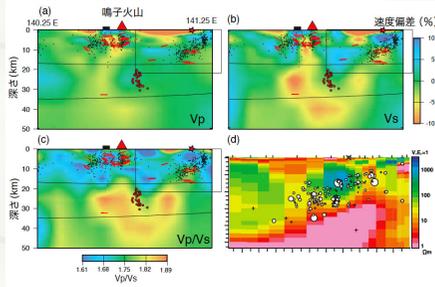
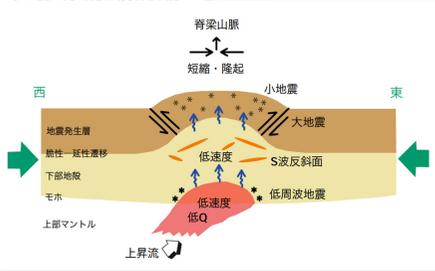


地震波速度の低速度体



地震予知のための新たな観測研究計画(第2次) 主要な成果(4)

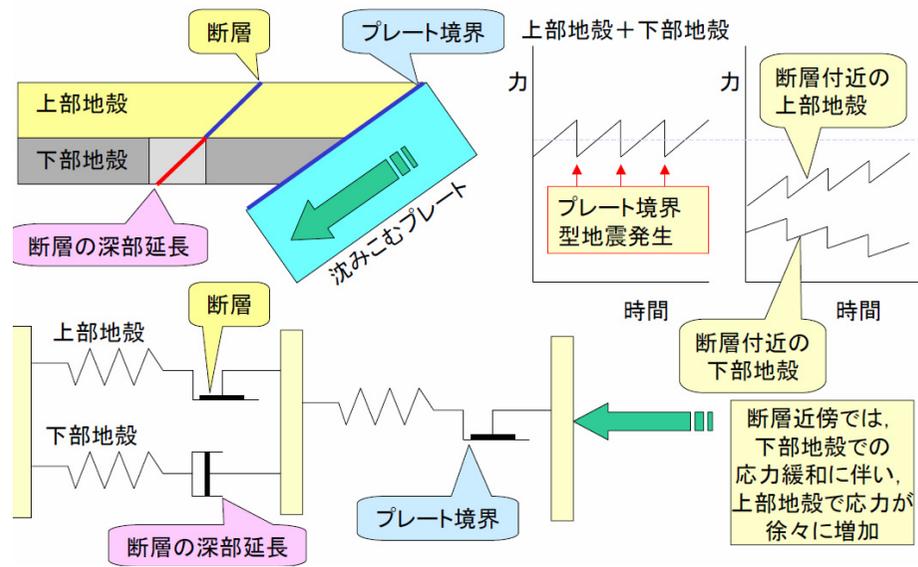
内陸における地震発生モデル



内陸地震発生機構モデルと地殻の変形様式
 地下深部から高温の流体が上がっている領域では、地殻上部の固い部分が薄くなり、ここに力が集中して地震が発生しやすくなる。

内陸地震発生領域の地下構造
 (a)(b)(c)は地震波速度構造。(a)はP波速度構造偏差、(b)はS波速度構造偏差、(c)はP波とS波速度の比で、暖色系は値の大きい領域。(d)は比抵抗構造で、暖色系は比抵抗の小さな領域。

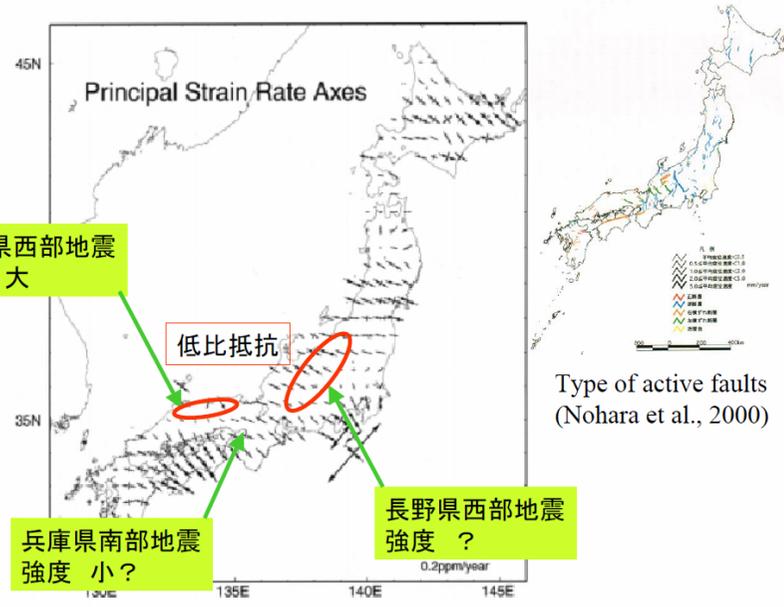
バネ-ダッシュポット-スライダー系による陸域地震発生サイクルのモデル化



断層付近の上部地殻
 断層付近の下部地殻
 断層近傍では、下部地殻での応力緩和に伴い、上部地殻で応力が徐々に増加

3)列島規模での地殻内応力分布及び断層の強度の推定

Principal strain rate axes (Sagiya et al., 2000)



鳥取県西部地震強度 大

低比抵抗

兵庫県南部地震強度 小?

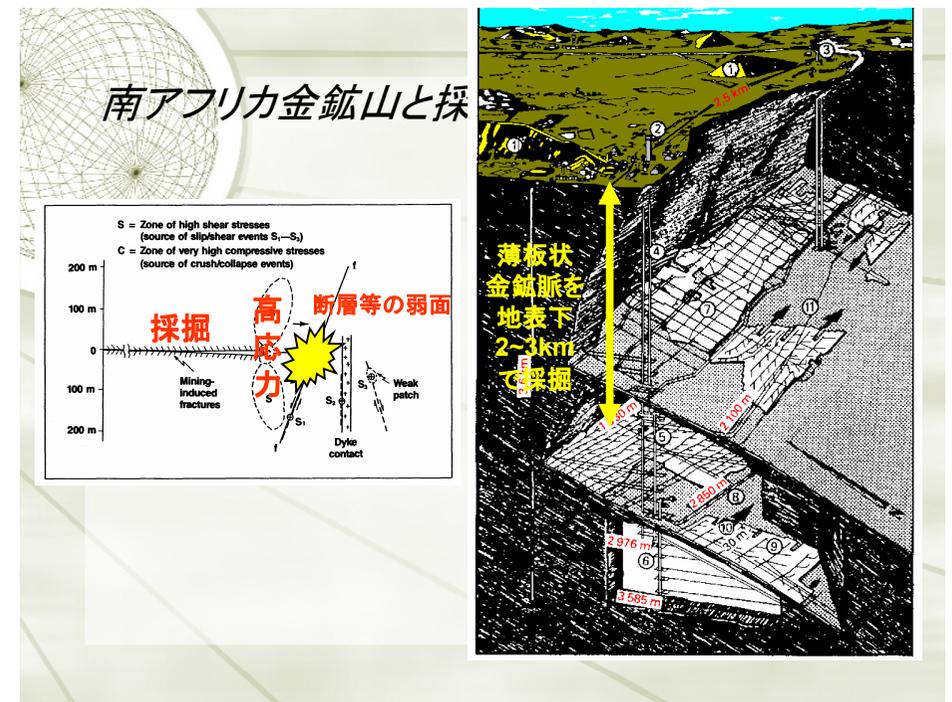
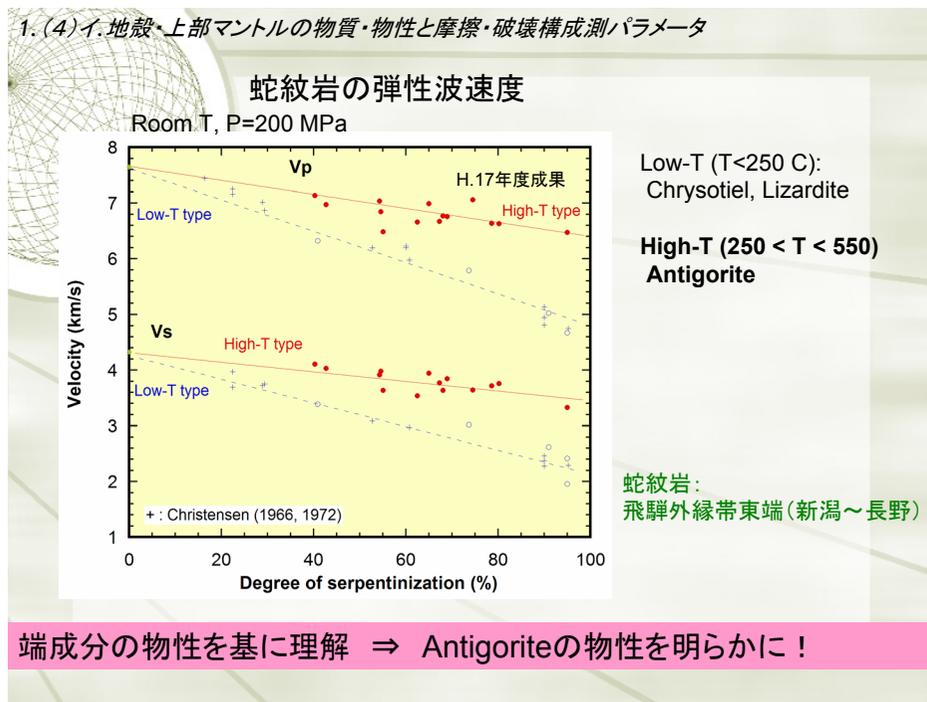
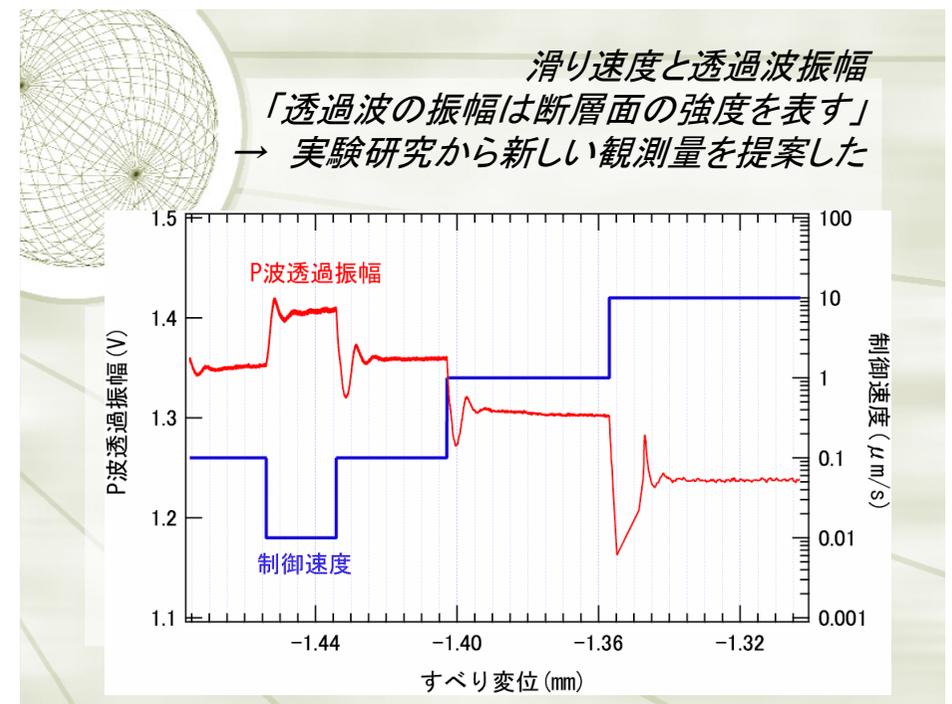
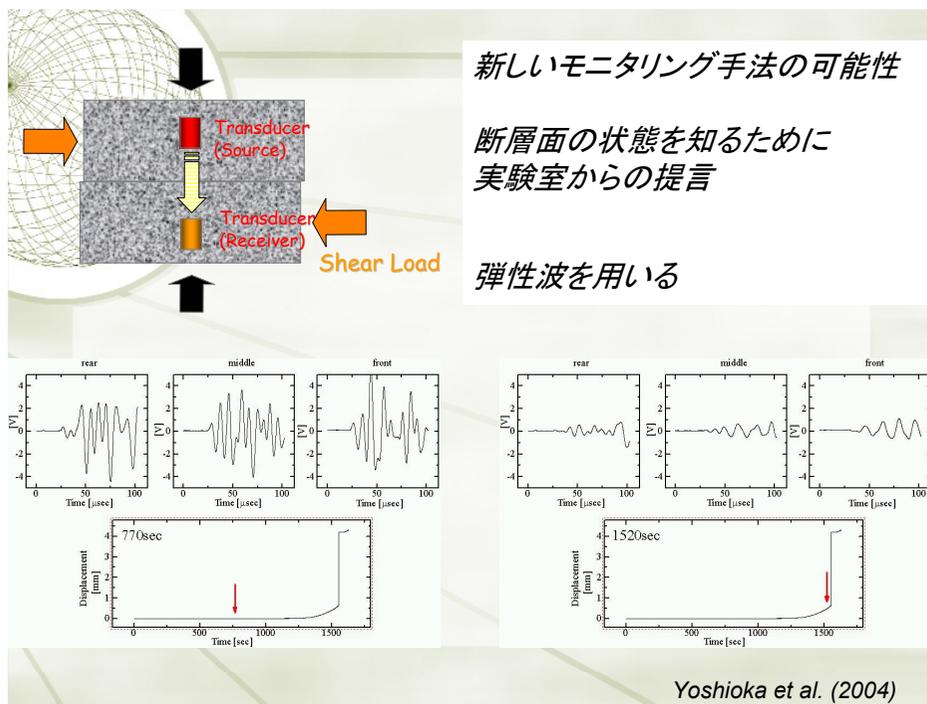
長野県西部地震強度 ?

地震発生の素過程研究

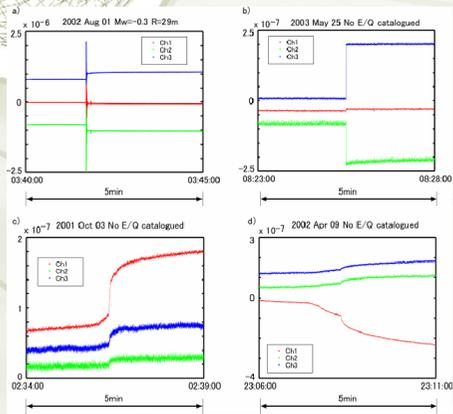
地震現象の解明のためは実験室における研究が不可欠

- 「素過程研究」 第2次新計画から導入
- 周辺研究者との連携

1. 摩擦・破壊過程の物理・化学的素過程
2. 地殻・上部マントルの物質と摩擦破壊構成則パラメータ



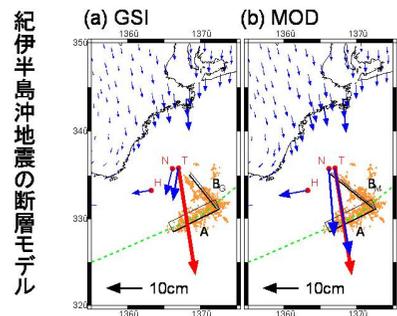
南アフリカ金鉱山でのイベント発生の前駆歪変化



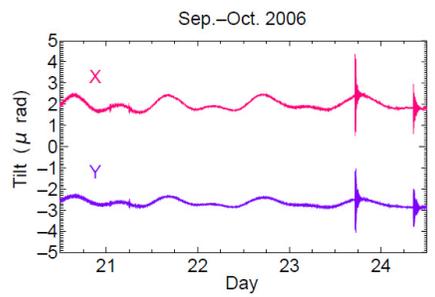
南アフリカ金鉱山の24bit25Hz連続観測データの精査で得られた様々なタイプの歪ステップ（京都大学防災研究所 [課題番号: 1805]）。(a) 通常地震ステップ。ステップが速いためスパイク状のステップ応答が記録されている。(b) ステップ応答が非常に小さく遅いステップと思われる例。(c) とりわけ遅く、ステップの1/3に及ぶ顕著な前駆変化が観測された例。(d) とりわけ遅いステップの別の例。

新たな観測技術開発

3 新たな観測・実験技術の開発

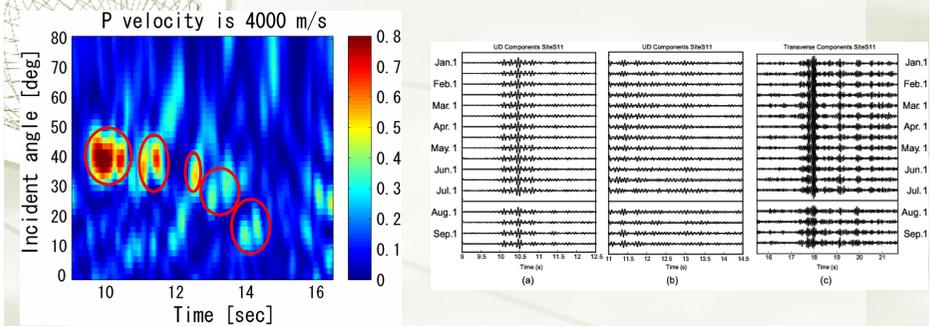


(a) 東北大の観測結果(赤矢印), および国土地理院のGEONETの観測から推定された断層の位置と海底地殻変動(青矢印)。(b) 海陸の観測結果を合わせた解析から推定された断層位置と海底地殻変動。(東北大1207)



半導体レーザー光源のときの傾斜観測データ。(東大地震研 1418)

3 新たな観測・実験技術の開発



左図: アレイ伝達関数のセンブランスパネル。右図: 伝達関数の時間変化, (a) P波初動, (b) P波後続波, (c) SH波。(名古屋大 1708)



地震・火山噴火予知研究協議会 外部評価報告書

平成18年12月25日



外部評価:実施体制

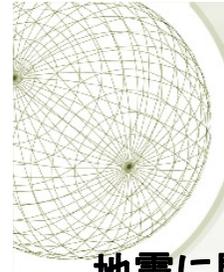
★地震・火山噴火予知研究協議会

- ★ 地震活動と火山活動は密接に関係しており、これまで地震予知と火山噴火予知の研究組織が共通に議論する場がなかったことは研究発展に非効率を招いた側面もある。その意味で、両者を統合した予知研究協議会を発足させたことはまことに意義深い。



外部評価:達成度及び成果

- ★ 地震発生過程のモニタリングとシミュレーションを相互にフィードバックさせ、物理モデルに基づく地震予知手法を確立しようとしている。着実にこの方向にむけて成果を上げてきている。また、地震学としても最前線を進んでおり、それを地震予知につなげる努力がなされていると評価できる。
- ★ プレート境界の地震の予知研究については、アスペリティモデルの検証が大いに進展した。アスペリティモデルを摩擦構成則で表現することによって定量的なシミュレーションが可能となった。
- ★ 内陸地震の予知研究については、詳細な構造に基づいて、定性的ながら、歪が集中するメカニズムや、地震発生モデルが提案された。特定地域における地震波速度などの総合的マッピングが進んでいるのは大学の強みであり、着実に成果を上げている。しかしながら、発生メカニズムにはまだ未解明な部分が多く、地道な研究の積み重ねが求められる。



地震に関する総合的かつ基本的な施策の 検討に向けたヒアリング調査(様式1)

地震・火山噴火予知研究協議会

(3) 今後、推進本部に期待する役割-1

○ 火山調査研究

・火山活動と地震活動は、日本列島の地殻活動に関する2つの重要な要素である。一旦大規模な噴火が発生すれば国としての対応が迫られる。そのための調査研究を統轄できる機関は推進本部を置いて他にはない。火山の調査研究も地震の調査研究と連携する形で推進本部が進めるべきである。

・日本のような沈み込み帯では、地震災害のみならず火山噴火災害も重大な問題となり、また地震現象と火山現象は密接に結びついているため地震調査研究の一層の進展のためにも火山の深部構造や火山現象の理解が必要となっている。このような考え方から、もっと火山にも目を向けた計画を推進する必要がある。

・地震活動と火山活動は、密接に関連した現象であり、地震活動の理解のためには火山調査研究も必要である。しかしながら、現在は、火山観測研究については地震調査推進本部のような組織がなく、基盤的調査観測網も未整備である。したがって、今後は推進本部に対し、火山調査研究の推進に関する役割も期待したい。

(3) 今後、推進本部に期待する役割-2

○ 活断層調査など

・5kmルールのみに基づいて「大地震」のみを予測し、その反動で発生確率を過小評価している点があるなど、まだまだ科学的な調査と知見の蓄積が不十分であり、防災意識の涵養に役立つためにはさらなる調査研究が必要である。

・南海トラフの巨大地震の前後には、西南日本の内陸で地震活動が活発化することが知られている。西南日本の内陸地震による被害の軽減のための調査研究を行うことが、今後の地震調査研究の最も重要な役割の一つであると考えられる。

○ その他

・長期研究が可能なシステムの議論もして欲しい。

(4) 新しい総合的かつ基本的な施策に盛り込むべき事項

① 次期総合基本施策の位置づけについて

・とくに活断層評価に関しては、科学的に不十分であるという強い主張もあり、今後も大政策的な調査研究と幅広い基礎研究との両面において、継続的に推進し、内陸地震評価に関してさらなる改善を図ることは国としての義務である。

・地震現象は社会生活に比べ発生間隔が長く、また実験で再現させることができないため、より長期的な観点からの目標設定と、それらに対応した調査観測計画の立案が求められる。したがって、少なくとも30年程度の長期間での目標設定にもとづいて、その枠の中で5ヶ年程度の個別のプロジェクトが遂行されることが望ましい。

(4) 新しい総合的かつ基本的な施策に盛り込むべき事項

② 今後の地震調査研究の目指すべき目標について

・地震発生の時期・規模・場所についての予測の精度を高める。
・地震発生場・地震波伝播場・地盤の特性の解明
・長期間での目標設定を行うとすれば、「地震調査観測の稠密化」「物理モデルに即した長期評価・強震動評価」「大規模地震発生について物理的なプロセスとしての予測を可能にすること」である。
・地震による被害の軽減に資するために、活断層の評価から1歩進んだ、地震学や地球物理学の成果を組み込んだリスク評価が重要である。
・津波予測も含めたリアルタイム情報の高度化
・情報伝達の高度化
・「地震ハザード情報の適切な受容」について、熟慮することが必要である。

(4) 新しい総合的かつ基本的な施策に盛り込むべき事項

③ 地震調査研究の推進方策について

- ・各種の調査に関する組織等の決定プロセスについて、現在でも公募の形を取っているが、さらに衆知を集めるために広く公募による競争的環境を確立すべきである。
- ・省庁の壁を越え、総合的かつ基本的な施策の立案を行い、地震による被害の軽減に最も貢献すると考えられる調査研究を重点的に推進することが重要であろう。
- ・活断層として地表に痕跡を残しにくい地震は現在の手法で長期評価は困難である。これを打破するためには地震発生の場の特徴抽出とモデル化が必要である。
- ・沿岸部の陸上観測網の拡充が急務である。
- ・プレート境界地震から内陸地震を含めた「物理的な地震発生予測」を念頭におくと、これらを一つのシステムとして理解することが不可欠である。

(5) 地震調査研究関係の人材育成に関する現在の取組と今後の計画について-1

- ・大学の人材育成の取り組みについては、21世紀COEや大学院GP等の支援も受けて、海外の第一線の研究者による講義を行ったり、国際学会での発表の奨励・援助を行ったりする等、大学院教育の充実を図ってきた。また、21世紀COE等によりPDによって人材育成も図ってきた。
- ・大学における人材育成は、(1)地震研究を志す学生を増やす、(2)地震研究・地震防災研究を専門とする修士・博士課程教育の充実、(3)地震調査研究関連の仕事に就いている人たちへの社会人教育、等がある。
- (2)に関しては、博士研究員以降の常勤ポストへの就職が難しくなっているため、特に博士課程への進学者が激減しているのが現状である。唯一の解決策は、民間企業等においても活躍できる人材を育てることである。これは個々の機関での努力には限界があり、産官学の連携した取り組みが必要である。
- ・全国の自治体全てに、地震に関する専門的知識をもった職員を配置するような方策をとれないものか？

(5) 地震調査研究関係の人材育成に関する現在の取組と今後の計画について-2

- ・永続的に雇用されるポストが不足している。大学内部での努力にも限界があり、地震関係調査・研究機関での大学院卒業者をふさわしい処遇で研究者・研究支援者として雇用できるシステムの構築など、積極的な取り組みを要望したい。
- ・若手研究者の確保については、常勤の研究職のポストが非常に限られてしまっている問題がある。今後は、地震の調査研究に民間の協力も得ることによって、民間の研究職のポストを増やしていくといった政策を考えてもよいかもしれない。
- ・常勤ポストは極めて少なく、長期的視野に立った人材育成に課題を残している。また、地震学などの固体地球科学分野に進学する学生や大学院生が少ない状況が続いていることから、今後は高校生や大学教養課程の学生を対象とした授業や講義などにも力を入れる必要がある。

(5) 地震調査研究関係の人材育成に関する現在の取組と今後の計画について-3

