

(回答 1)

すぐに色々な意見が言える訳ではありませんが、少し考えを述べたいと 考えます。下の項目に関することになるかと思えます。

2) 研究の体制について

2-1) 人材の育成について

2-2) 観測・監視体制の維持について

予知計画発足そのものが、国家プロジェクト的観点と大きな大学の研究 面整備から始まった面もあり（また、この面を極端に疑った場合、「強 い計画への批判」の動機の一つになっていると思えます）、その流れは 文章に現れなくても前提のように感じられます。

この点が全面的に悪いと思っはいませんが、予知研究を巨大プロ ジェクト「だけ」にしてしまうのではなく、弱小大学の一研究者が単独 でも面白いアイデアや地味なテーマからでも参加できて、学問の裾を広 げ、底支えをする必要だと考えます。そのための工夫を研究体制に盛り 込めると良いと思えます。

(回答2)

1) 推進すべき研究

1-1) 次期地震予知で推進すべき研究

- ① 「予兆の観測」態勢を拡張する。GPS, Tilt, Slow slip, Geomag-Geoelectricity, Electric conductivity, Chemical (Radon, Hydrocarbon), Underground water level/temperature/pressure, Reporting some local anomalous phenomena 等をsystematizeする為の基礎研究を5年+5年+5年形式のphase(中長期計画:scrap and build方式)で活きた科学に仕上げる。成果は直ちに観測業務・官庁業務に反映させる(気象庁他の観測内規等の様な内部マニュアル改変も視野に入れる)。官庁と研究機関が縄を張り合う事態を禁止するなどの対策が必要或いは法律的に成文化する。
- ② 地震発生帯の岩石・地殻物性計測に力点を置く。高知能掘削科学の推進。
- ③ 地震発生後の「事後観測」作業はこれ以上進める必要は無い。殊に大学がこの問題から撤退し、地方公共団体他、観測コンサルタント会社などに業務委託する。
- ④ 東南アジアから太平洋地域全域で地震津波防災研究ネットワークを構築する。科学技術協力と技術移転ならびに人的交流の促進を計る。

1-2) 地震予知及び火山噴火予知の連携に付いて

- ① 連携すべき問題は唯一つ：火山性地震の研究で1-1)に述べた問題意識を共有する。

2) 研究体制

2-1) 人材

人材に流動性が無ければ何を考えても意味が無い。現東大総長のお考えは推察するに「何でも東大」の自由競争原理に対する遡行型で、これを打破するのは容易ではないが、予知事業計画ではこの悪弊を撤去する。地方の活力を底上げする方式を考案する。殊に大学・独法の研究者は全て年次雇用で採用し、若い年齢の内は自由に研究させる。年齢が例えば40台に成ってからは研究成果評価を厳しくし、去る者・残る者を峻別し、研究継続・管理業務・保守要員・補助要員・他への転用に振り分ける。国際的 personnel 構成を拒否しない、即ち開発途上国からの観測要員を多数受け入れ、JICAなどを通して研究者群の国際展開を試みる。

2-2) 観測態勢

気象庁・国土地理院・海上保安庁は現業に徹し、直轄の純粹研究から引き上げ、研究業務は大学または研究開発専門法人に委託する。観測資材で固定化されるものは官庁の壁を無くしデータの相互乗り入れ・自由交換とする。データの保守・検索・サービス機能の質を高度化し、一般企業のアクセスが容易になる様に障壁撤廃・再構築を行う。

日本周辺・大陸棚海域の固定観測点を整備する目的で、環日本列島海底観測ネットシステムの整備50年計画を開始する。観測項目は1-1)で述べた者の内、海底・海底下の観測に耐え・有意なるセンサーのみを投入する。システム全体を、センサーの取替え

保守等の目的で再結合が可能な機能・構成とする。

2-3) 国際共同

東南・西南・中部-南太平洋に防災ネットを拡充する目的で、国として国際貢献的筋の通った国際共同計画を立てる。IODPに提供中の新鋭掘削船「ちきゅう」能力を生かす regional 国際共同研究計画を提案する。気候変動枠組みにも貢献できる項目を織り込む。

2-4) 社会還元

「研究体制」の意味でのご下問なら：地震予知研究者は老若問わず、一般企業や地方公共団体に非常勤でも常勤でもNPOの様な形で展開する。その支援は国の予算が必要であるが、「地方再生・希望の持てる国」を目指す新首相のご意向に沿う方策を建議しては如何か。「地震・火山噴火予算」をすべて研究者 only で消費し切る従来の考えでは対応出来無いから、そこを突破する心構えが必要である。

2-5) 地震と噴火の連携

「あれは俺の山、あれは俺の地震」的発想を棚上げすると、地震・火山両方に目の利く研究者が育つ筈で、30年前の研究者は殆ど両者に長けていた。分業が進み過ぎて他の分野で応用の利かない研究者が多くなった現状を改め、研究者群を再教育し、どちらにも目の利く「推進役」・「管理職」群を作り上げるべきであろう。細かい現場でのデータ処理や観測記録の精査などは年齢の比較的若い研究者・外注委託で専門的に処理することが出来、その作業も持ち回ること、幅の広い視野を持つ指導者層を構築する為の「国家50年の計」を開始すべきである。

アジアから中部太平洋で発生する地震・火山・津波活動に付いて「日本の予知連絡会発表によると.....」とのテロップを早く見たいものである。「USGSの発表に拠ると.....」と言うお知らせは略この世界に限られ、如何にも日本・東南アジア・即・後進国との感が免れない。若者に scientific integration の重要さを教え込む必要が有る。そのためには先ず教育態勢を改むるに迷いは禁物である。

3) 一般論

予知予算も一部競争的資金の色合いを強めることが必要。外部からの参入に広く門戸を開く為には、ある程度の強制力による合理的制御が必要である事は本予知事業に限った対応では無い。

(回答3)

1) 推進すべき研究について

1-1) 次期の地震予知研究計画で推進すべき研究について

○次期計画1のうち、データベースにつきましては、地震予知にとって大変重要になります。地殻活動の観察により、地震予知がより一層進歩する事は明快でありますので、この策定は大変重要になると考えられます。

1-2) 地震予知および火山噴火予知の連携として進める研究について

○火山噴火に拘る研究に関して連携を取るべくのは、火山性地震研究であって、諸プレート性地震研究との連携はあまり必要ないものだと考えられます。

2) 研究の体制について

2-1) 人材の育成について

2-2) 観測・監視体制の維持について

社会還元を前提に考えると、さらなる監視体制の強化が要求されるように思えます。人材の育成についてもこれと同様、研究の促進には質の高い人材と人手が必須であり、さらなる育成の必要性を感じます。

2-3) 国際共同研究の推進について

諸外国において、地震予知研究が先進的な国はある程度存在し、それらの国々との連携は必須であります。よって、国際共同研究は第一に推進すべき事項だと考えられます。

2-4) 研究成果の社会への還元について

一般論にもあるように、研究成果がある程度まとまらないうちの社会還元はしない事が無難であり、この為には地震予知否定説を完全に崩す事が前提にあります。

3) その他一般的なご意見

これまでの回答を持って返させていただきます。

(回答 4)

3) 一般的意見

地震・火山噴火予知研究の連携については異論がありません。

既に東伊豆、三宅島のイベントなどで、観測を中心に連携が図られているところです。しかしながら、地震と火山現象は現象として時間スケール、空間スケール、物質移動の様相信号の大きさ、熱現象の直接的重要性などかなりの差異があることも事実であり、やみくもに一本化すれば現実的にはかえって連携しにくくなると思います。原案でも地震にかかるものと火山にかかるものを一応分けているようですが、分科会を設ける等、連携しながらも、必要部分では独立性が保たれるように組織的、予算的にも配慮がなされるよう期待します。

(回答5)

日本地震学会からの「ご依頼」への返事です。求められている「ご意見」の意味を誤解しているかも知れませんが、私がこれまで係わってきた「研究」から、必要と思われる「課題」を以下の2葉に書きとめてみましたのでお送り致します。

メールには、「特に地震予知と火山噴火予知研究の連携についてのご意見もお寄せいただけると幸いです」とありますが、この件について具体的に意見を述べる能力を持ち合わせません。ただ、地震発生と火山噴火の最も基礎となる部分は、巨視的に見たときの「地殻変動」と、それをひきおこす駆動力と考えています。添付資料1をご覧戴くとおわかりいただけると思いますが、日本列島の変位場はプレート間の相互作用による直接的な力で説明できるようなには思えません。おそらく、上部マントルの流体的な運動に支配されているというのが私的見解です[山本・他、地震2(2004)]。もし、流体的な運動があるとなれば、プレート境界はその運動の境界として働いているのかも知れませんが、プレート境界で生じる事象は、直接的な力の変化として、あるいは、流体的な運動を介して内陸に伝播するのかもしれないと考えています。

添付資料1は、この秋の学会で発表予定のものです。添付資料2は、この春の連合学会で発表したものです。いずれも公開して頂いて結構です。

とりとめもなく書きましたがお許し下さい。万が一、参考になれば幸いです。

「地震・火山噴火予知計画(仮称)」実施内容骨子(案)項目

2. 地震発生・火山噴火にいたる地殻活動解明のための観測研究の推進

(1) 日本列島および周辺域の長期広域地殻活動ア. 日本列島および周辺域のプレート運動, 広域応力場

課題: 断層の剪断破壊強度の推定: :

意義: 地震発生予測を目的に観測(モニター)する場合、地殻の動きのなにに注目すべきかは、地震発生の直接的な原因である断層運動がどの程度の応力(絶対応力)で動くかに依存している。たとえば、強度が大きい場合には、剪断応力の大きな地域に注目して、その応力の変化をモニターすればよい。一方、強度が小さい場合には、変位場の不均一な時間変化に注目して、モニターすればよい。

経緯: Yamamoto et al. (EPS, 2002) は野島断層近傍の応力測定から、最大水平応力の方向が断層面にほぼ直交していること、また、山本・他(地震2, 2004) は北上山地の応力測定から最小水平応力の方向が絶対変位(GPS基準点の絶対座標系での変化)方向にほぼ一致していることを示した。これらは、断層の剪断強度が極めて小さいことを示唆しているとともに、(絶対的な)地殻応力の場が、絶対変位場によって形成されている可能性を示唆している。[もう少し詳しくは、地震2(2004); 月刊地球(2007); または、添付資料1(地震学会, 2007)を参照]。以上は、1)断層の剪断破壊強度が極めて小さい。

2) 応力場は絶対変位場によって作られている、ことを示唆するものであるが、これらの普遍性を明らかにするにはさらなるデータの蓄積が必要である。また、これらが普遍的なものであるならば、変位を生じさせる原動力はなにかという極めて根源的な問題、おそらく

く上部マントルの粘性流体的な運動を解くという問題，に行き着くであろう．この問題は，火山研究の最も根源的な問題でもあろう．

以上に述べた，1)と2)を普遍化するために以下の測定，観測，解析を行う．

- 1) の関係を明らかにする．ここで絶対変位速度は地理院のGPS 基準点の座標移動速度でよい．断層の配向は例えば，気象庁や F-net による発震機構解から求めたものでよい．この場合も，主軸方向だけでも役に立つ．
- 2 絶対変位場と広域（絶対）応力場との関係を明らかにする．
- 3 「断層」近傍での絶対応力測定を行い，断層の配向と比較する．この場合，応力は主軸方向だけでも役に立つ．信頼度を上げるために，測定にはコア法を併用することが望ましい．ここで，「断層」とは地震とともに動いたことが明確な断層の意味である．
- 4 上部マントルの地震波速度の異方性をあきらかにする．これは，地殻の変位場を生じる駆動源の特定に必要である．

プレート間相互作用による応力場の変化は以上の文脈では無視されているが，これが重要でないというわけではない．実際には相互作用によって生じる応力は以上の文脈で語られる断層面上の応力を変化させ地震を発生させるか，地震発生の引き金になるであろう．この力の伝播に関する問題は，ここで述べた問題よりも上位に置かれる問題であろう．

2. 地震発生・火山噴火にいたる地殻活動解明のための観測研究の推進

(3) 地震・火山噴火の直前過程と地震破壊・噴火過程 (3-4) 地震発生・火山噴火素過程
ア 摩擦・破壊現象の物理的・化学的素過程の解明
イ 地殻・上部マントルの物質・物性と摩擦・破壊構成則パラメーターの推定

課題：アスペリティー領域と破砕帯領域からなる断層模型の構築

意義：この模型は，破砕帯の性質からその断層の活断層としての能力評価，破砕帯（断層帯）の厚さからその断層で発生しうる地震規模の推定，破壊核形成過程でのモーメント・リリースから地震モーメントの推定に関する研究に理論的根拠を与えるものとして期待される．

経緯：断層近傍で測定された応力から，少なくとも断層破砕帯には断層面に平行な面に働く剪断応力は極めて小さいことが推察される．このことを基礎にして，Yamamoto et al.

(EPS, 2002) は破砕帯領域とアスペリティー領域からなる断層模型を提案し，断層の剪断破壊強度がアスペリティー領域の断層に占める面積の割合によって決まる可能性を指摘した．さらに，期待されるエネルギー収支からアスペリティーが断層面に占める面積の割合が数パーセントであることを指摘し，断層の寸法によらず剪断破壊強度を 10 MPa 程度と推定した．この剪断強度は地震にともなう応力降下量と大きさがほぼ等しい．また，これが地震規模によらないことは，応力降下量が地震規模の広い範囲にわたって一定であるという，Ide and Beroza (JGR, 2001) による指摘に整合している [添付資料 2 (連合学会, 2007)]．この模型では，断層変位が断層帯（破砕帯領域とアスペリティー領域）の厚さでスケールされる．一方，断層帯の厚さが断層長に比例していることが知られている [Vermilye and Scholz, JGR, 1998]．この関係を用いると地震規模と断層帯の厚さとの関係

が得られる。この模型からは、震源核形成によるモーメント・リリース (M_n) と地震モーメント (M_0) との関係を導くことができる。この関係が Ellsworth and Beroza (Science, 1995) のデータを説明することも確かめられている。この模型にあらわれる重要なパラメータは、断層帯の厚さである。断層帯の厚さは、ポスト・フェイリュア状態にある破砕帯の厚さとして定義されるが、この厚さは断層トラップ波から推定される破砕帯の厚さにほぼ相当するよう見える。したがって、観測可能なパラメータである。また、破砕帯には強い異方性が期待されるが、これも観測可能な量である。

この研究では、断層の破壊強度が推定できるような断層模型を確立するために、以下を行う。

- 1 断層破砕帯の厚さと断層長さの関係を明らかにする。活断層評価のために既に調査済みの断層について、破砕帯の厚さを測定する。測定には断層トラップ波を用いるのが適切と考えられる。
- 2 (臨界変位量) あるいは破壊核形成過程時のモーメント・リリース M_n を求め、地震モーメント (M_0) と比較する。

(回答6)

地震予知と火山噴火予知研究の連携は、極めて重要と思います。大地震と大噴火が相関高いというわけではありませんが、予知という立場から見ると、使える技術に共通性があるからです。また地震と噴火により生じる電気信号が似ている可能性がありますし、その検出技術は共通に使えるかも知れません。

それからいただいた資料に対し、添付のWORD文書に意見をまとめてみました。該当項目の下に、*****線で挟んで記します。

ただし私は、いわゆる地震学者でなく、電子通信工学を専門にしています。あるきっかけで地震発生・検出に興味を持ち、研究を行い、地震学会誌にも論文を掲載していただいた者です。

そういう少し離れた専門分野（それでも一般人よりは遙かに詳しいと思います）から見た意見、ということでご覧いただければ幸いです。

「地震・火山噴火予知研究計画（仮称）」実施内容骨子（案）

1. 地殻活動のモニタリングと予測シミュレーションのための観測研究の推進

(1) 地殻活動・火山活動のモニタリングシステムの高度化

ア. 日本列島域の地震及び全国の火山活動

イ. 東海地域、東南海・南海地域の地震・火山活動

ウ. 地震発生・火山噴火の可能性の高い地域でのモニタリングの高度化

(2) 地震発生と火山噴火の予測

ア. 日本列島域の地殻活動予測シミュレーションとデータ同化

イ. 特定の地域の大地震発生予測シミュレーションとデータ同化

ウ. 地震活動評価と発生予測

エ. 火山活動評価と噴火予測

(3) 地殻活動情報総合データベース

ア. 日本列島地殻活動情報総合データベースの構築

イ. 地殻活動情報総合データベースの活用と発信

— (2) 予測は、(1) モニタリングシステムと (3) データベースの各研究の進展の結果、出てくるのではないのでしょうか？とすると、順番を変えたほうが良いと思います。

—地殻活動のモニタリングとして、地面の機械的な揺れや変形だけでなく、その結果生じる電磁気的な信号も考慮に入れるべきではないのでしょうか。まだ完全に解明されていないものでも、この項が業務でなく観測研究を謳っているのも、違和感は無いです。もっとも「3. 新たな観測・実験技術の開発」に明確に入れるのであれば、それでも結構と思います。

ーア、イ、ウの各項が、同じ次元で分類されていないため、分かりにくい。例えば（１）項では、ア項は広域に特有なモニタリングシステム、イ項は狭域に特有なモニタリングシステム、ウ項は局所に特有なモニタリングシステム、というところでしょうか。ただし、具体的に各システムがそのようにできているのか、私は分かりません。

（３）項では、ア項はデータベースの構築、イ項は同データベースの活用と発信、と言うように修飾語を省いたら如何でしょう。

ー「データ同化」という用語は、一般の人に分かりません。分かりやすい用語にするか、きちんと定義してから略称するか、にした方が良いと思います。

2. 地震発生・火山噴火に至る地殻活動解明のための観測研究の推進

（１）日本列島及び周辺域の長期広域地殻活動

ア．日本列島及び周辺域のプレート運動，広域応力場

イ．列島規模の地殻構造と火山深部構造

ウ．マントルウェッジとマグマ発生場のダイナミクス

（２）地震・火山噴火に至る地殻活動

（2-1）地震準備過程（地震）

ア．プレート境界地震

イ．内陸地震

ウ．スラブ（海洋プレート）内地震

（2-2）火山噴火準備過程と噴火ポテンシャル（火山）

ア．マグマ蓄積過程の解明

イ．噴火サイクルの解明

ウ．噴火ポテンシャルの評価

（３）地震・火山噴火の直前過程と地震破壊・噴火過程

（3-1）地震発生先行過程（地震）

ア．多項目観測データからの異常抽出手法の高度化

イ．先行現象の時空間的特徴の詳細な解析

ウ．先行現象と地震の切迫をつなぐメカニズムの解明

（3-2）火山噴火過程と噴火様式（火山）

ア．火山噴火直前過程，噴火機構の解明

イ．マグマ発泡に伴う諸現象の解明

ウ．火山体掘削・探査による火道の理解

エ．噴火の推移と多様性の把握

オ．統合的噴火モデルの構築

（3-3）地震破壊過程と強震動（地震）

ア．プレート境界、内陸活断層、スラブ内地震アスペリティマッピング

イ．断層面の不均質性と動的破壊特性・強震動の生成過程の理解

ウ. 強震動予測手法の高度化、強震動・津波発生予測シミュレーション

(3-4) 地震発生・火山噴火素過程

ア. 摩擦・破壊現象の物理的・化学的素過程の解明

イ. 地殻・上部マントルの物質・物性と摩擦・破壊構成則パラメータの推定

ウ. マグマの発泡・結晶化・脱ガス過程の解明

エ. 自然地震の時空間スケールでの摩擦・破壊現象の解明

3. 新たな観測・実験技術の開発

(1) 極限環境下における新たな観測技術の確立

ア. 高深度ボアホールにおける計測技術の開発

イ. 海底諸観測技術の開発と高度化

ウ. 噴火活動近傍における観測技術の開発

(2) 観測技術の高度化

ア. 精密制御震源の高度化

イ. 多項目センサー・ネットワークの高度化

ウ. 宇宙線等による構造探査技術の高度化

エ. プレート境界の固着状態のモニタリング技術の開発

(3) 宇宙技術等の利用の高度化

ア. 宇宙測地技術利用の高度化

イ. リモートセンシング技術利用の高度化

—観測・実験技術として、地面の機械的な揺れや変形だけでなく、その結果生じる電磁気的な信号についても技術を高める時期ではないでしょうか。能登沖地震に際して、断層に沿って抵抗が低いことが見つまっていることもあります。「ウ. 宇宙線等による構造探査技術」というものまで入るのであれば、技術的成熟度は高いと思います。またこの分野は、地震学と異なる専門分野とが、共同作業が行えるところでもあります。

例えば、次のように入れたらいかがでしょうか。

: 「地殻や地面の変形・破壊に伴う電磁気信号の検出技術を高め、地震との総合的な関連を明らかにする。」

4. 計画推進のための体制の強化

(1) 地震・火山噴火予知研究計画を推進する体制の整備

ア. 地震調査研究推進本部との連携強化

イ. 観測研究計画推進委員会の充実

ウ. 情報交換等の場としての地震予知連絡会の充実

エ. 火山噴火予知連絡会の機能の充実

(2) 地震・火山噴火予知基礎研究体制の強化

ア. 全国共同利用研究所の機能強化

- イ. 地震・火山噴火予知研究協議会の充実
- ウ. 地震・噴火予知関連研究センターの充実
 - (3) 人材の養成と確保
 - (4) 国際協力の推進
 - (5) 研究成果の社会への効果的伝達

別添「次期地震予知研究計画・火山噴火予知研究計画策定の基本的考え方」は、「現行の計画を途切れさせることのないよう着実に引き継ぐ」ことが重要だと謳っていますが、研究は成果を上げることが大切なのであり、一度決めることでも必要有れば止めることもあります。私が主に活動していた電子工学分野ではそうしなければ置いて行かれますし、これは他の研究分野も変わらないと思います。

そういう意味で、研究の方向を守るための組織を作ることではなく、研究をしっかりとできる環境を作ることが、重要ではないでしょうか。ちょっと出過ぎたことですが、気になりますので。

(回答 7)

次期建議の骨子案の「3. 新たな観測・実験技術の開発」に「超長スパン・レーザーひずみ計の開発及び観測」を加えるというのはいかがでしょうか。

地殻変動連続観測は横坑式観測からメンテが楽なボアホール式観測に移行しつつあります。ここで気になるのは、ボアホール型の計器は”ポイント”での観測であり、ある程度広域の地殻歪変化を代表しうるかどうか、不安があります。そこで、ボアホール式観測の対極にある”重厚長大”な3 kmの超長スパン・レーザーひずみ計を開発し、これを重力波研究グループとの協力のもとに神岡鉱山に設置し、高精度の地殻変動観測を実施し、地震予知研究に貢献するというものです。いわば、「天文台」に対して「地文台」とも言うべき施設を神岡に構築する案です。

(回答8)

これまでの地震観測体制の整備の結果、地震データを含めた地殻変動データに関しては極めて精緻なデータベースが出来上がっており、その有用性は計り知れないものがあります。

しかし今後、地震学会として、地震予知を標榜する以上、もっとその具体的方策を明記すべきと思います。

「地震・火山噴火予知研究計画（仮称）」実施内容骨子（案）の

2. 地震発生・火山噴火に至る地殻活動解明のための観測研究の推進

(3) 地震・火山噴火の直前過程と地震破壊・噴火課程

(3-1) 地震発生先行過程

の部分で、**実現可能な具体的方策**を明記することにより、それを地震予知に向けての具体的な研究として強力に推進できるものと思われま

す。その先行過程で有力なものの一つに電磁気現象がありますが、この数年間の当学会の動向を見ていると、その重要性を敢えて避けているような印象を受けます。

この状況を作り出した原因には、電磁気研究者の取り組み方法にも問題があるかもしれません。即ち、従来から使われてきた電磁気の測定方法を、ほぼそのまま使った測定で、得られたデータについて、直接関係がないような傾向であっても、その原因を明確にする努力を怠り、「地震予知に繋げようとする傾向があった」ように感じられます。

検出データを地震に至る先行過程であると特定するためには、

- 1) その発生場所
- 2) その発生時刻
- 3) その発生メカニズム

の3項目を明確に説明できなければなりません。従来から使われてきた測定方法では限界があり、これら項目をクリアする事ができなかったため、これまで地震研究者の説得に繋がらなかったと考えられます。

しかし、近年になって、上記項目をクリア出来る極めて有効な方法を開発しました。それは連続雑音を検出するのではなく、パルス雑音の検出を主眼としたもので、「**地中電磁波パルスの波源位置特定法**」です。

この方法は、深さ100m程度の地中ボアホールを構築し、そこに電磁波センサーを挿入し、極めて短いパルス性雑音を検出する方法です。

この方法では、**1)** パルス性という事から、発生時刻を極めて精度良く知ることができ、**2)** 高度な信号処理をする事で、到来方位を従来に比べて極めて精度よく決定できるようになりました。しかも、**3)** パルスの時間幅が数100マイクロ秒程度である事から、このような電磁波パルスの発生は岩盤における圧電現象以外にはないと考えています。

以上の事から、上記3項目を満足する事ができるので、このデータによる定量解析を行えば、地震の先行過程として明確に特定できるものと考えています。

この地中電磁波パルスの検出例として、co-seismicものを検出し、その波源が震源にある事を突き止めました（GRL, Vol.32, L20303, 2005）。

更に地震の十数時間前から地震までの間に多数のパルスを検出し、その波源位置が南海トラフ周辺にある事をも特定しています。

この地中電磁波パルスを地理的に異なった複数箇所を検出し、それぞれの検出点で精度の良い到来方位を求め、それらの交点から、パルスの波源位置を実時間で特定できる原理に基づき、昨年から、名古屋大学大学院環境学研究科附属地震・火山防災研究センターの美杉（三重県津市）地震観測施設内のボアホールを拝借し、京都産業大学との2地点観測を開始し、波源位置の実時間特定を試みています。そして更に観測点を増やす計画です。

最近、この地中電磁波パルスデータによる**波源位置と発生時刻**と、それを含めた一ヶ月間の**地震データ**との関連を調べた結果、電磁波パルスが深さ10kmより深い場所で発生しているらしい事を突き止める事ができました（2007日本地震学会で発表予定）。

このように**地震データ**（力学的測定データ）と**地中電磁波パルスデータ**（電磁波データ）との総合解析の具体的研究方法が確立されようとしています。これこそ真の地震予知研究に繋がるものと考えられますので、

実施内容骨子（案）の2. (3) の(3-1) 地震発生先行過程
の一項目として、

「**地中電磁波パルスの波源位置特定による地殻変動の先行過程のモニター**」
を明記していただければ、地震学会にとっても極めて画期的ではないかと存じます。

全ての事象を客観的に判断される研究者は、この研究が極めて重要である事を認識されるものと信じています。

(回答9)

1) 推進すべき研究について

1-1) 次期の地震予知研究計画で推進すべき研究について

電磁気等の現在の力学的モデルでは説明できないが、有効と思われているものについて、歪み等と比較観測ができるテストフィールドで同じ体制・密度での並行観測を行ってはどうか。現状の趣味的研究ではいつまでたっても有効性の確認は無理だと思う。モデル作りにしても信頼できる比較可能な観測データがないことには始まらない。

1-2) 地震予知および火山噴火予知の連携として進める研究について

2) 研究の体制について

2-1) 人材の育成について

観測所をもっている大学でもマンパワーの地域格差が生じているように思える。地方大学の観測所の衰退は地震学の裾野の減少に直結する。PDの配置を東京やつくばの研究機関の一極集中から全国的なものとして展開できないか。

2-2) 観測・監視体制の維持について

ルーチン的な観測網の維持管理は大学の研究計画から切り離し、国として維持管理を行うようにし、データの利用は自由にする。

2-3) 国際共同研究の推進について

2-4) 研究成果の社会への還元について

2-5) 地震予知研究と火山噴火予知研究の連携について

(回答10)

十数年前、Jamstecのフロンティア責任者になったとき同じような課題を考えたことを思い出します。そのときはフロンティア設置の制約条件(10年程度の存続期間)も考慮し、どれくらいのこと在那个期間にできるか、本当はどれくらいの期間研究を続けなければ見通しが得られないか、などを考えました。設置のうたい文句である「海溝型巨大地震の予知」は、10年程度の研究では不可能であると考えましたので、次ぎの2つを大きな柱にすえました。(1)観測データ同化のための地殻活動シミュレーション、(2)徹底的に地殻構造(サブダクション帯の)を探查すること、です。(3)データベースも進めたかったのですが、人力が足りませんでした。

今回の計画案を読ませていただくと、項目を見る限り間違っているものは無いと思います。ただし、「次期計画」には期間があるはずですから、その期間内にどこまで研究を進捗させる見通しがあるか、が問題です。自然現象の理解、地震・噴火予知の問題、はあと数百年いな数千年、さらに、永遠の課題ですから、どの課題も必要不可欠ですし、さらに新しい課題も出てくるはずです。しかし、「予知研究計画」をうたうには、期間内の達成目標を掲げ、計画期間が終了した時点で、その目標にどこまで近づいたか、何が計画に問題があったかを評価できるようにしておく必要があります。これがなければ、「予知名目で研究費が出ているだけ」と言う意識に陥りかねません。

ここからは、「予知研究計画」に対する意見ではなく、「地震予知」に向かい合う研究者の心構えとでも言うことです。すなわち、地震予知に対する世間の期待が大きく、その意義が大きいがゆえに、関係研究者には、「自分たちは予知成功に向かってまっすぐに進んでいる」、「研究を続ければまもなく地震予知が可能になる」、「自分の研究が予知に役立つ」、などと言う意識に駆られる傾向が強く存在すると思います。そう言わないと予算が回ってこないと言う恐怖感もあるかもしれません。しかし、地震予知が「技術的」に可能になる(すなわち、日常的に世間の役に立つ)には、現在よりもはるかに多くの研究と「研究期間」(自然から学ぶのにはどうがんばっても自然現象と同じくらいの時間がかかると思います)が必要だと思ひます。研究が進めば、「運がよければor特別に条件がそろった場合に」予知したといえる地震が発生する可能性がある程度だと思ひています。もちろん、このような過程は自然のより深い認識のために大変重要なことで、このようなことが幾つかでも実現できれば「自然科学」としては大きな前進だと思ひます。

あまりうまくかけませんし、無駄な時間を取らせることになることを恐れますのでブツブツはこの位にしておきます。「予知研究計画」を別の視点から「割り切れれば」、研究者は「自然哲学」に徹し、「予知研究計画」は研究費を獲得するための戦術という考え方もできるかもしれません。この場合、大事なことは本当に「自然哲学」に徹することだと思ひます。不可能でしょうが。巨大・複雑な自然現象に立ち向かう「共同研究」としての「予知研究計画」という側面も否定しません。うまく運用されれば。

(回答 1 1)

1. 推奨すべき研究について

1-1) 次期の地震予知計画で推進すべき研究について

提案 1) GPSによる精密地殻変動のリアルタイム監視

GPS観測は国土地理院、海上保安庁から国内数百の基地局で行われているところである。これらのデータを処理した基線グラフは1ヶ月毎に地震予知連や判定会向けにリリースされ、知られることとなるが、これをもっと時間分解能をあげて、リアルタイムに監視することが考えられる。すなわち、気象レーダーがリアルタイムに雨雲を追うように、地殻の動きを高精度でリアルタイムに見られるようにする。

最近ではキネマティックGPSのように、搬送波位相を用いた高精度の測位方法が開発されており、全国の基地局を網羅し日々の地殻の動きをモニタすることができる。関連して歪み解析なども行い、知らせることが可能となる。

新たに必要な技術・設備としては、高精度に測位するためのソフトウェアと全国のGPSデータを処理する計算機資源およびオペレーションする人的資源である。

実際に、我々のグループでは、新潟県中越沖地震の1ヶ月前に、新潟県柏崎観測点のGPS異常を捉えた。

<http://www.asahi-net.or.jp/%7Exr2t-fksm/mihama-ghp/analyze/center-news/no39/no39.htm>

また、実際に少ない観測点ではあるが、GPSデータのリアルタイム監視を行っている。
<http://eq3.nazarite.jp/surface/gps>

提案 2) 無線テレメータ網を使った電波空間異常のモニタ

地震発生に先行して電波空間に異常があることが近年研究報告されている。電波空間に異常が合った場合、これについても速報的に知らせるシステムがあれば、地震予知につながる可能性がある。

国土交通省では、河川の水量監視や降雨量監視のために、無線テレメータを全国に配置している。この無線電波の通信状態を監視し、電波異常を広い空間にわたってモニタすることが可能である。増設する設備としては、従来の無線テレメータの受信機に受信レベルを感知するセンサーをつけ、その情報を現行のデータ送受信システムに搭載することで実現する。

新たに必要な資源としては、無線テレメータ受信状況を知るためのセンサーだが、これは現行の受信機に細工して出力すれば済むであろう。あとはデータを集約し、表示するソフトウェアなどである。

実際に我々のグループでは、この無線テレメータ異常のデータを用い、2003年十勝沖地

震M8.0に先行して震源周辺にて電波空間の異常を1週間前に検知した。詳細については、以下URLに報告書がある。

(地震学会でも報告)

<http://www.asahi-net.or.jp/%7Exr2t-fksm/mihama-ghp/analyze/center-news/no16/no16.htm>

(回答 1 2)

○ 本アンケートの意義

なぜこの時期（ほとんどすべての案が決まった段階）で、意見を求めるのか、その意味が不明である。

○ 現状への基本認識

兵庫県南部地震以降、地震の全過程を解明する事が予知への近道という方法に舵が切られたと回答者は認識している。これは正論であるが、全過程を理解しても直前予知にどう結びつけるかという視点が圧倒的に欠けている。現在行っている「地震予知研究」は「地震現象解明のための基礎研究」であり、一般会計予算を用いて行う性質のものではなく、本来は競争的資金で実施すべき基礎研究であろう。微小地震観測や連続地殻変動観測というのは近代国家における地図作りと同じもので、予知研究の一環として行うのではなく、予知とは無関係に堂々と実施すべき観測であろう。

回答者は地震予知検討委員会編「地震予知の科学」の執筆者の1人であるが、兵庫県南部地震以降の10年間で得られた知見はそのほとんどがHi-net、GEONETの整備によるものである。低周波微動も全国各地で頻発していたスロースリップも観測網の整備によって発見されたもので、当初からそのような現象の発見を目指して観測網を構築した訳では無い。「地震予知の科学」は実際には「地震学のこの10年の進展」と呼べる内容であり、行間には「現在のやり方では短期・直前予測をどう実現していくかについては答えが無い」という事が書かれていると理解している。

上記視点に立脚して、アンケートに回答したい。

1) 推進すべき研究について

1-1) 次期の地震予知研究計画で推進すべき研究について

次期計画骨子案で最も抜けているのが、短期・直前予測を目指した観測研究であろう。

(3-1) 地震発生先行過程 が加わった事は評価できるが、本当にこれを実施できる体制(機関)が現時点で存在するとは思えない。

地震発生の全サイクルの理解を目指す新地震予知研究計画の方針は、ある意味正論ではあるが、一般国民の期待との乖離がはなはだ大きいものと言わざるを得ない。地震を理解する事(基礎医学とも言えるであろう)と同時に臨床医学とも言える前兆現象の科学に正面から向き合うという強い意志が次期計画には欠けているのではないだろうか。

2) 研究の体制について

2-1) 人材の育成について

狭義の直前予知研究の成果という事、「予知の成功」という事になるのであろうが、これだけを目指すと、短期的な成果が求められる昨今の情勢では若手が本分野に入ってくる事は難しく、本分野が先細りになる事は明白である。観測無くして地球科学の進歩はあり得ない訳であるから、大学等でこれまで微小地震観測に従事していた定員などを色々な観測に機動的に再配分できるシステムの構築が必要と考える。大学院生等の若手研究者には

目先の予知にとらわれない新観測事実の発見などを通じて、それらを正当に評価し、モチベーションを持たせるような工夫が必要であろう。

3) その他一般的なご意見

現在の科学研究費などの競争的経費は、「成果が十分見込まれる研究」、「数値目標がはっきりしている研究」にのみ配分される傾向が極めて強い。地震予知研究はそれらの研究とは違い、対象が地震という自然現象であるため、再現実験が難しく、原理的に実験・追試という科学の手順が適用できない。特に先行現象の研究は、先行現象発現メカニズムが解明されたとしても、その実証には地震発生を待つしか無いという状況を生ずる。

新時代の前兆現象の研究には、次期地震予知研究の計画から、たとえ5%程度でも、中長期的な視野にたつて斬新な観測研究に予算を配分するようなシステムが必要と思われる。結果の出る事が解っている研究にしか予算が配分されない現状では、予知研究予算の中で、新に萌芽的な研究を支援する新たな枠組みが必要である（評価はもちろん実施する）。

さらにこれは推進体制に関連するが、残念ながら現在の予知研究では、個人ではなく、組織として建議の項目に対して責任を持つ必要がある。しかし現時点では明示的に短期直前予知研究を包括的に推進する部署（部門）は東大地震研にも、京大防災研にも存在しない。したがって建議に短期直前予知研究の推進を強く打ち出すことが原理的に不可能となっている。世間は当然直前予知研究が行われていると考えているのではないだろうか。ここが大きな問題であり、社会と乖離している点である。将来、地震学や測地学だけでなく、臨界現象の物理学や、衛星観測データ（特に電磁気学的な）などにも造詣の深い、広い視野を持った短期直前予知研究を推進するチームがどこかの組織に必要であろう。

(回答 1 3)

一般的意見：

神戸以来の「地震予知には正面から取り組まないで地震学を進めよう」という姿勢を全く脱してはいない。そのような“免罪符”はもはや許されないのではないか？

基本的考え方文書には、地震や火山噴火を理解し、適切な防災・減災対策につなげていくための研究に対する社会的な要請は極めて高い（計画の必要性）とあるが、そこには社会的な要請そのものを表現する予知（正しくは短期予知）という真のキーワードが含まれて居ない。逃げているのである。

そして、地震の発生場所や繰り返し時間間隔に関する知見の習得など数多くの成果を上げてきたとあるが、それらは予知研究計画などなくとも得られる類の知見にすぎず、予知を期待する社会の要請とはほど遠いものである。火山噴火予知関連では、前兆現象をほぼ確実に検出可能とあるが、これはほぼ実状であろう。噴火予知の方がはるかに容易ではあるが、格段に社会の要請に応えるべく努力し、かつ応えているといえよう。地震発生サイクルを完全に理解しようというのは「地震学の正道」ではあっても、「予知研究の正道」ではない。

実施内容骨子には、従来どおりの総花列記に混じって、2 (3) 直前過程、2 (3-1) 地震発生先行過程、また3には新たな観測・実験技術の開発などがあげられているのは評価される。しかも、3 (1)、(2)、(3)にはいくつかのほとんどテストされたこともなさそうな新規（奇？）の項目も挙げられている。しかるに、明らかに短期地震予知にもっとも直接役立つ可能性の示されている諸項目（ラドンなどの放出、地下水変動、電磁気シグナルなど）には全く触れていない。この恣意性はどこから生じているのだろうか？

我が国の地震予知研究計画のもつこのような問題は、4の“体制”にも関わるものであろう。現体制は依然として、多額の国費をうけながら地震予知の責任を回避するという既得権益構造の温存に終始しているものと思われる。予知達成のためには、もはやそれが許されないことは衆目の一致するところであり、改めねばならない。しかし、それには推進本部・各種委員会の改組、構成員の入れ替え、研究面での国費・人員の抜本的再配備などを含む体制の改変を行なわねばならないだろう。

1) 推進すべき研究：

1-1) 次期計画では短期予知研究にむけての方針転換が必須である。従来の予知研究計画を通じてそれはほとんどなされず、したがって予知は一度もなされなかった。すなわち地震・測地計測のみでは短期的地震先行現象の検出・把握が困難であることは誰の眼にも明らかである。いまや、それ以外の項目の徹底的研究（地震・測地計測以外の各種の観測＋それに関わる基礎研究）に正面から取り組むべきであろう。前述の有望な前兆現象はいずれも地震以外の原因でも発生するのだから、それらと区別するには、多くの地点での複合観測をふくむ徹底的基礎研究が必要なのである。

神戸以後もこの点の反省は全くなされず、その結果、旧態依然たる短期予知先送りの“免罪符”体制が10年以上も続けられてきてしまった。相手は自然現象なのだから、しかる

べき研究は10年でも100年でも支持されるべきだが、東海地震に対する以外、「短期予知研究をふくまない地震予知研究計画」などというものの存続は、もはや到底正当化されないであろう。

1-2) 地震予知+噴火予知

本来、縦割り分割をされるべきものではなかった。ようやく、あるべき姿になるという意味で歓迎する。現実には両者の間には共通でない面が多いが、学問的内容において深く関連があることはますます明らかになりつつある。具体的作業面でも協力すべき点が多い。単に噴火予知計画存続のための便宜的な一体化であっては意味が薄いだらう。

(回答 1 4)

- > 1) 推進すべき研究について
- > 1-1) 次期の地震予知研究計画で推進すべき研究について
- > 1-2) 地震予知および火山噴火予知の連携として進める研究について
- > 2) 研究の体制について
- > 2-1) 人材の育成について

ポスドク問題が最大の問題です。特に、地震学プロパーのコミュニティーに属していない私から見ると、いわゆる「地震学者」と呼ばれていないものの、地震学に新たな知見をもたらす可能性のある研究分野のポスドクの就職が極めて困難な状況です。その一因は、観測網があまりにも急速に充実してしまったため、その管理、維持のための人材は必要だけど、別の視点から見ることに頭が回っていないせいかもしれません。多様な人材を雇用するように努力して頂きたい限りです。

>>>> 2-2) 観測・監視体制の維持について

これは上記と繋がる問題です。維持、管理が破綻する可能性のある、観測網はつくるべきではない、というのが私の意見です。破綻しそうなら止める勇気も必要だと思います。

>>>> 2-3) 国際共同研究の推進について

Hi-netのデータを使った海外の研究者の論文が目立ちます。それ自体はオープンで良いことだと思いますが、言い換えれば、日本でとったデータなのに、面白いところは海外にとられている、とも言えます。観測網の管理の追われて、論文が書けない研究者が増えていくせいかと危惧します。

>>>> 2-4) 研究成果の社会への還元について

2-2と関連しますが、研究費の浪費を厳しく取り締まり、最小化するのが最大の社会への還元かも知れません。どれだけの研究費を使って、どれだけの研究成果が得られているかを示すのが社会への還元だと思います。最近出版された「地震予知の科学」も成果のみが強調されていて、どれだけの研究費がつきこまれたか、についてはどこにも書いていなかったように思います。

明細を知らないのでも、不正確かも知れませんが地震予知業界は「バブル状態」にあるようにも思えます。リーダーとなっている方の良識を期待します。

>>>> 2-5) 地震予知研究と火山噴火予知研究の連携について

>>>> 3) その他一般的なご意見

何人かの方も言われていると思いますが、地震予知よりも地震物理、防災、の研究の方が重要だと思います。バランスのとれた発展を期待します。

(回答 15)

福井県および周辺で、地電位差や全磁力の観測を15年強、続けて参りました。京大、東海大、理研や地元コンサルの協力で、現在も256Hzの連続観測を続けております。結果、沢山のことが見えて来ましたが、再現性や方程式化等、計りしれない難しさも分りました。この分野は、地震やさんだけではブレイクスルーできないと思っています。

現在、高専のバイオケミカルの先生とコラボして、地球電磁気と生命体との関連として、研究を始めました。生物化学の先生が、地震活動に伴う遺伝子の突然変異はありえないかという疑問をお持ちになり相談に1来られ、僕の地殻活動のモニターとしてのバイオセンサーの可能性とコラボできるのではないかと。ということになり、卒研で行い始めました。

結論からいうと、ぜひ、他分野の方を交えたプロジェクトとして、電波等の研究を考えてほしい。また、地震学の分野で認めてほしい気がするのですが。

(地震学会会員以外からの回答)

私は、貴学会会員ではありませんが、関連学会である地球電磁気・地球惑星圏学会の会員であり電磁気学的な地震先行現象の研究をしているため意見を述べさせていただければと思います。

兵庫県南部地震以降、前兆現象の研究は事実上推進されていないと、喧伝されています。言うまでもなく、将来の短期・直前予知の実現のためには、前兆現象の研究は避けて通れません。そこで、私は基礎研究の一環として電磁気学的アプローチの研究を行ってきました。現在、国の事業として実施されている地震予知研究は、地震発生サイクルの全過程の解明を目指しており、この研究方針が常道である事は間違いありませんが、いわば基礎医学だけに偏りすぎており、前兆現象という臨床医学的な研究はほとんど行われておりません。肝心なのは両者のバランスと、ただ「地震前に何か通常と違う事が発生した」という従来の前兆研究の枠組みを超えた、最新の力学的な地震像と矛盾しない、新しい視点からの前兆現象研究であると思われれます。新時代の前兆現象研究は、地震発生の物理学そのものにも必ず貢献できるものと考えております。

次期予知建議においては、「(3-1) 地震発生先行過程」の記載とやや改善が見られますが、おそらく旧来の地震学・測地学的な先行現象の研究のみに限られ、電磁気的現象始め、地球科学的、水文学的、非線形物理学的な研究は事実上排他されると予想されます。

故に、「(3-1) 地震発生先行過程」においては、「地震学・測地学の枠組みを超えた先行現象の研究」を「エ」として付記し、幅広い分野の科学者も参加しやすく総合科学として地震予知研究に取り組める体制にさせていただければと存じます。

