

## 今後の重点的調査観測について

( - 活断層で発生する地震及び海溝型地震を対象とした  
重点的調査観測、活断層の今後の基盤的調査観測の進め方 - )

( 案 )

平成 17 年 8 月 22 日

地震調査研究推進本部政策委員会

## 目次

．はじめに	1
．活断層を対象とした調査観測	4
- 1．基盤的調査観測としての活断層調査	4
1．活断層調査の位置づけと長期評価の状況	4
2．基盤的調査観測としての活断層調査の追加的な調査の必要性	4
3．基盤的調査観測としての活断層調査の補完的な調査の必要性	4
4．補完調査の候補となる断層の考え方	5
5．今後、基盤的調査観測を行う場合の優先度に関する基本的考え方	6
- 2．活断層で発生する地震を対象とした重点的調査観測	7
1．重点的調査観測の目的と対象	7
2．重点的調査観測に求められる観点	7
3．先行的に行われている調査観測とその成果	9
4．具体的な調査観測項目	10
5．調査観測項目毎の内容	11
- 3．今後に向けて	14
．海溝型地震を対象とした重点的調査観測	15
1．重点的調査観測の目的と対象	15
2．海溝型地震に関する知見と重点的調査観測に求められる観点	15
3．先行的に行われている調査観測とその成果	17
4．海溝型地震の重点的調査観測の観点に対する調査観測項目	21
5．調査観測項目毎の強化内容	22
6．今後に向けて	26

## ．はじめに

地震調査研究推進本部（以下「推進本部」という。）は、地震に関する総合的な調査観測計画を策定することとしており、平成 9 年 8 月、「地震に関する基盤的調査観測計画」（以下「基盤計画」という。）を策定した。

これに引き続き、推進本部は、「地震調査研究の推進について 地震に関する観測、測量、調査及び研究の推進についての総合的かつ基本的な施策」を平成 11 年 4 月に策定し、この中で当面推進すべき地震調査研究のひとつとして「活断層調査、地震の発生可能性の長期評価、強震動予測等を統合した地震動予測地図の作成」を掲げた。

平成 9 年に策定された基盤計画については、その後の地震に関する調査観測の状況を把握しつつ、必要な見直しを行うこととなり、平成 13 年 8 月「地震に関する基盤的調査観測の見直しと重点的な調査観測体制の推進について」（以下「基盤計画の見直し等」という。）が推進本部によってとりまとめられた。

この基盤計画の見直し等においては、基盤的調査観測に加え、平成 16 年度に作成予定の「全国を概観した地震動予測地図」において、相対的に強い揺れに見舞われる可能性が高いと判断された地域の特定の地震を対象とした重点的調査観測体制の整備を行うべきとの考えが示された。

ここで掲げられた、重点的調査観測の主な目的は、  
長期的な地震発生時期、地震規模の予測精度の向上  
強震動の予測精度の向上  
地殻活動の現状把握の高度化等地震発生前・後の状況把握  
の 3 点である。

さらに、基盤計画の見直し等では、長期評価における将来の地震の発生確率を基に、陸域の活断層で発生する地震については、糸魚川 - 静岡構造線断層帯、海溝型地震では、宮城県沖を対象に、パイロット的に重点的調査観測を実施すべきことが指摘され、これを受けて、平成 14 年度から 3 年計画で調査観測が実施されることとなった。

一方、推進本部地震調査委員会が、東南海・南海地震についての長期評価の結果を平成 13 年 9 月に公表したことを契機に、「東南海・南海地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法」が平成 14 年 7 月に成立し（平成 15 年 4 月施行）このことを踏まえて、東南海・南海地震を対象とする調査観測が平成 15 年度から実施されることとなった。

このため、推進本部政策委員会調査観測計画部会では、東南海・南海地震を対象とする調査観測の進め方について検討を行い、平成 15 年 6 月、その結果を「東南海・南海地震を対象とした調査観測の強化に関する計画（第一次報告）」

(以下「第一次報告」という。)としてとりまとめた。第一次報告では、東南海・南海地震を重点的調査観測の対象に位置づけている。

このような状況、さらには、「全国を概観した地震動予測地図」の作成を受けて、当初想定したように、平成17年度以降、重点的調査観測への着手が見込まれることとなったことを勘案し、調査観測計画部会では、平成15年10月から、主として重点的調査観測の進め方を改めて整理するための検討を開始した。この検討に当たっては、平成14年度から実施されたパイロット的な重点的調査観測の成果等も取り入れることとした。

また、この検討においては、当初、重点的調査観測の手法をとりまとめることが主たる目的として考えられていたが、陸域の活断層に係る審議では、基盤的調査観測としての活断層調査の対象選定の基準を満たすことが明らかになった断層を対象とする追加調査、及び長期評価は行われたものの、必ずしも信頼度の高い結果が得られていない断層を対象とする補完調査の必要性が指摘された。この結果、活断層で発生する地震を対象とした重点的調査観測の進め方に加え、追加調査及び補完調査についての必要性や補完調査の対象選定基準に関する検討内容も報告に盛り込むこととなった。

他方、海溝型地震については、第一次報告を踏まえつつ、重点的調査観測の進め方についての考え方を改めて整理することとしたが、日本海溝・千島海溝周辺の海溝型地震についても、同地震に対する調査観測の重要性に対する認識の高まりの下、平成16年度から調査観測が実施されることとなったことに合わせ、調査観測を進める基本的な考え方について検討した。

これらを取りまとめたものを平成16年7月「今後の重点的な調査観測について(中間報告)」(以下「中間報告」という。)として示したところである。

今回の報告は、このような経緯の下、第一次報告、中間報告を受けて、重点的調査観測の進め方についての考え方を整理、再検討し、とりまとめたものである。

なお、本報告では、基盤計画の見直し等における重点的調査観測の対象の選定の基本的な考え方を基に、当面の重点的調査観測の実施対象となる候補についても提示した。

また、活断層の追加調査の対象については、最新の知見を踏まえ、該当する断層を示すこととした。さらに、補完調査に関しても、基盤的調査観測としての活断層調査の対象となった全国98の断層帯(以下「主要98断層帯」という。)についての長期評価が終了したことを受けて、対象選定の具体的な考え方とそれに基づき選定された活断層調査の候補となる断層帯名を提示した。

今後の調査の進展に伴う新たな知見の獲得や長期評価手法の高度化等によっ

て、基盤的調査観測としての活断層調査の対象を更に追加する、あるいは補完調査の対象を見直すといったことが必要となる可能性がある。重点的調査観測の対象候補についても、同様である。

## ・活断層を対象とした調査観測

### - 1 . 基盤的調査観測としての活断層調査

#### 1 . 活断層調査の位置づけと長期評価の状況

陸域及び沿岸域における活断層の調査は、内陸地震が発生する場所、規模、時期を評価する観点から、その位置、形態、活動履歴に関するデータを得ることが目的である。基盤計画においては、基盤的調査観測としての活断層調査の対象として、基準を明確にした上で、主要 98 断層帯を選定した。

これら主要 98 断層帯については、交付金活断層調査（国が経費を負担して地方公共団体が実施する活断層調査）に加え、大学、産業技術総合研究所、国土地理院、海上保安庁等により調査が行われた。これらの活断層調査の結果等を踏まえ、地震調査委員会では長期評価を終え、その評価結果を平成 16 年度末に作成した「全国を概観した地震動予測地図」に反映した。

#### 2 . 基盤的調査観測としての活断層調査の追加的な調査の必要性

基盤的調査観測としての活断層調査の対象として主要 98 断層帯が選定された際に用いられた資料では、活断層の存在は、主に空中写真判読による変位地形の抽出により確認がなされていた。その後、より詳細な空中写真を用いた変位地形の抽出や、反射法地震探査を用いた浅い地下構造の調査、音波探査等を用いた海域の変動地形調査等が進められた結果、主要 98 断層帯以外にも基盤的調査観測としての活断層調査の対象となるべき基準を満たす断層<sup>注)</sup>（表 1）が存在することが明らかになった。

このような断層については、追加的に基盤的調査観測としての活断層調査の対象として位置づけ、その中で、評価を行うために必要なデータが得られていない断層は、調査に着手する必要がある（以下このような調査を「追加調査」という。）。

なお、今後の調査の進展に伴う新たな知見の獲得等により、基盤的調査観測としての活断層調査の選定基準を満たす断層の存在が明らかになった場合は、それを調査対象として追加する必要がある。

注) ここでいう断層とは、主要 98 断層帯の選定において用いた基準を満たす対象を指すことから、厳密には、複数の断層から構成される場合がある。

#### 3 . 基盤的調査観測としての活断層調査の補完的な調査の必要性

長期評価を行った主要 98 断層帯については、活断層調査が実施されたものの、長期評価に必要なデータが十分に得られなかったため、評価の信頼度が高いとはいえない断層が見出される。このような状況を踏まえ、長期評価の信頼度を向上するため、これまでの活断層調査を補完する調査（以下「補完調査」という。）を行うことが重要であると考えられる。

なお、主要 98 断層帯選定後、基盤的調査観測としての活断層調査の対象となるべき基準を満たすことが明らかになった断層の中には、その位置から、主要 98 断層帯に含めて評価を行ったものもある(表 2)。これらの断層については、過去の活動履歴に関する調査が実施されていなかったため、主要 98 断層帯の評価を公表した際にも、位置・形状のみの評価となっている。これらの断層については、位置・形状のみであるが、すでに長期評価がなされていることを踏まえ、調査を行う場合には、補完調査と位置づけることとする。

#### 4. 補完調査の候補となる断層の考え方

補完調査の候補となる断層については、表 2 に示した断層に加え、以下の考えに基づいて断層を選定する(表 3)。

(1) 地震調査委員会がとりまとめた活断層で発生する地震の長期評価においては、地震の今後 30 年以内の発生確率の最大値が 3%以上のものを「確率の高いグループ」に、0.1%以上 3%未満のものを「確率のやや高いグループ」に分類している。一方、長期評価がなされた断層の中には、地震の発生確率が幅を持って評価されているものがあり、その中で最大値が 3%以上かつ最小値が 0.1%未満となっている断層もある。グループ分けの趣旨を踏まえれば、これらの断層については、確率の幅を小さくし、評価結果の信頼度を向上することを目的とした調査が必要である。

また、地震の発生確率の幅が相対的に大きい断層(地震の今後 30 年以内の発生確率で、最大値と最小値の差が概ね 10%を超える断層をいう。)についても、評価結果の信頼度向上のための調査が必要と考える。

(2) 活断層で発生する地震の長期評価では、平均活動間隔と最新活動時期のうち、最新活動時期が特定できない場合、活断層が活動する確率が時間によらず一定であると仮定するポアソン過程を適用して地震の発生確率を求めている。この手法は、平均活動間隔と最新活動時期の両方を使用して BPT 分布を適用した手法と比較すると得られた評価結果の信頼度が低いため、信頼度向上のための調査が必要である。

なお、ポアソン過程で地震の発生確率を求めた断層のうち、平均活動間隔が約 9000 年以上の断層については、BPT 分布を用いて地震の今後 30 年以内の発生確率を計算した場合でも、最大値が 3%に達しないので、このような断層は除外する。

(3) 活断層で発生する地震の長期評価では、平均活動間隔が特定できない断層は、地震の発生確率が不明と評価されている。このような断層については、地震の発生確率を求めるための調査が必要である。

なお、平均活動間隔が特定できないものの、最新活動時期についての情報が得られている断層がある。これらのうち、最新活動時期からの経過時間が短い断層については、地震の発生確率が相対的に低くなることが予想されるので、補完調査の対象としないこととする。具体的には、最新活動時期から 500 年経過していない断層は、平均活動間隔をこれまで評価された断層の中で最も短い 800 年と想定した場合でも、地震の今後 30 年以内の発生確率が 3%に達しないので、これを対象から除外する。

#### 5. 今後、基盤的調査観測を行う場合の優先度に関する基本的考え方

今後の活断層調査においては、調査対象となるべき基準を満たすにもかかわらず、未だ長期評価に必要な調査が実施されていない点を重視し、追加調査を優先する。

次に、補完調査としては、調査対象となるべき基準を満たすことが明らかになったもので、主要 98 断層帯に含める形で位置・形状のみを評価したものを、追加調査に準ずる位置づけとして優先する（ ）。

上記以降の順位については、調査の結果、将来の地震の発生確率が高いと評価される可能性を考慮し、次に示す順序のとおりとする。

地震発生最大の確率が 3%以上、最小確率が 0.1%未満の断層、または、最大確率と最小確率の幅が概ね 10%を超える断層

ポアソン過程を適用して地震の発生確率を求めた断層（平均活動間隔が約 9000 年以上の断層を除く。）

地震の発生確率が「不明」の断層（追加調査に準ずる位置づけの断層（上記 ）及び最新活動時期から 500 年経過していない断層を除く。）

なお、追加調査及び補完調査を行うに当たっては、対象となる断層の特徴を踏まえて、調査手法の妥当性、特に沿岸域における現行調査手法の改良の余地、調査に要する費用と期待される成果等について十分な検討を行った上で、実際に調査を実施する対象を決定する必要がある。

## - 2 . 活断層で発生する地震を対象とした重点的調査観測

### 1 . 重点的調査観測の目的と対象

基盤計画の見直し等においては、基盤的調査観測網の果たしてきた役割を更に高度化する観点から重点的調査観測の主な目的を以下のように3点掲げている。

長期的な地震発生時期、地震規模の予測精度の向上

強震動の予測精度の向上

地殻活動の現状把握の高度化等地震発生前・後の状況把握

活断層で発生する地震を対象とした重点的調査観測の目的については、基盤計画の見直し等の指摘を踏まえ、さらに、海溝型地震と比較して活断層で発生する地震の発生間隔が長いこと等を考慮し、以下のとおりとする。

目的 : 長期的な地震発生時期及び地震規模の予測精度の向上

目的 : 地殻活動の現状把握の高度化

目的 : 強震動の予測精度の向上

重点的調査観測の対象としては、基盤計画の見直し等において示された考え方に基づき、全国を概観した地震動予測地図上で、将来強い揺れに見舞われる可能性の高い地域において、その揺れをもたらす原因となる地震を社会的影響も考慮しつつ選定することとする。

具体的には、当面取り組むべき調査観測の対象として、将来地震が発生した場合に予想される地震の規模が大きく(マグニチュード8程度を目安とする)、地震の発生確率が高い断層、及び首都圏等の人口の密集地において地震の発生確率が高いとされた断層を取り上げることとし、前者としては、糸魚川 - 静岡構造線断層帯、富士川河口断層帯、中央構造線断層帯(金剛山地東縁 - 和泉山脈南縁)、後者としては、神縄・国府津 - 松田断層帯、三浦半島断層帯(主部 / 武山断層帯)、琵琶湖西岸断層帯等を候補とすべきと考える。

### 2 . 重点的調査観測に求められる観点

活断層で発生する地震を対象とした重点的調査観測の3つの目的を達成するためには、次の観点を踏まえた取組を進めることが重要である。

#### (1) 地震規模の予測手法の高度化

地震とは、地下の岩盤が断層面に沿って破壊し、ずれることであるが、この断層面の大きさ(長さ、幅)は、発生する地震の規模と強い相関関係がある。このため、断層面の大きさを正確に評価することは、その断層で発生する地震の規模を推定する上で重要である。

規模の大きな地震では、断層面が地下の広い範囲でずれた結果として、地表に地震断層やその他の断層変位地形が出現する。したがって、地表における調査を高度化することによって、断層の分岐や屈曲の分布及び断層沿いの変位量

分布を詳細に把握し、断層で地震が発生する場合に一度にずれる範囲（長さ）を特定することが可能となる。

また、地殻構造探査を実施して、断層の地下深部での形態（断層の深さ方向の幅や傾斜等）を解明することによって、震源断層の三次元構造を推定することが期待できる。

このように、地表及び地下の断層形状を高精度に把握することは、断層の活動区間の評価、発生する地震の規模の評価を高度化する上で極めて重要である。

#### （２）断層周辺における地殻活動の現状把握の高度化

断層周辺における地殻活動の現状把握においては、地震連続観測や GPS 連続観測が不可欠である。しかしながら、現時点では、断層長に対して観測網が粗く、また、地殻構造が不均質であること等があり、既存の観測網によって得られる結果だけでは、活断層で発生する地震の長期評価の高度化へ貢献するという点において、十分な現状把握が行われているとはいえない。したがって、重点的調査観測では、これまでよりも高密度な観測を行うことにより、断層を対象とした地殻活動の現状把握を高度化することが重要である。また、地殻の不均質構造を解明するため、地球物理学的手法を用いた調査観測を実施すること、更にそのデータを蓄積することが重要である。

#### （３）地震発生時期の予測手法の高度化

断層で発生する最大規模の地震は、固有地震モデルに基づき発生すると考えられている。したがって、断層の今後の活動を高い精度で予測するためには、その断層における過去の活動履歴をより高精度に解明することが不可欠である。

これまで、断層の過去の活動履歴は、主としてトレンチ調査によって解明されることが多かった。トレンチ調査の有効性は今後も変わることはないと考えられるが、地表付近が撓曲（とうきょく）を呈している断層等、トレンチ調査が必ずしも有効とは限らない場合もある。重点的調査観測では、反射法探査やボーリング調査を組み合わせる等、個々の断層に対してふさわしい調査手法を用いて活動履歴を解明していく必要がある。また、断層周辺における強震動による痕跡等も、活動履歴の解明に有効である。

#### （４）強震動予測手法の高度化

強震動予測の高度化のためには、（１）～（３）の過程で得られる成果を総合的に解析し、断層の三次元形状等の巨視的特性、断層内の強震動発生領域（アスペリティ）の位置や大きさ等の微視的特性、破壊開始点等のその他の特性を把握した上で断層モデルを構築すること、さらに、震源から地表に至る地震波の伝播特性、地震波の堆積層での増幅特性を適切に評価するために、高精度の地下構造モデルを構築することが重要である。

これまで行われた活断層の強震動評価では、微視的特性やその他の特性に関する情報が少なかったが、重点的調査観測の推進に当たっては、それらの情報を蓄積していくことが重要である。

### 3. 先行的に行われている調査観測とその成果

(1) 糸魚川 - 静岡構造線断層帯を対象としたパイロット的な重点的調査観測  
基盤計画の見直し等では、長期評価の結果を受け、糸魚川 - 静岡構造線断層帯の牛伏寺断層を含む区間については、その周辺地域が強い揺れに見舞われる可能性が極めて高いと判断し、パイロット的な重点的調査観測が必要としている。これを受けて、平成14年度から平成16年度まで、パイロット的な重点的調査観測として以下のテーマで調査観測が実施された。

- ・ 糸魚川 静岡構造線断層帯の形状・物性解明のための調査  
  反射法・重力探査  
  電磁探査
- ・ 糸魚川 静岡構造線断層帯周辺域における地殻活動把握のための観測  
  テレメータ方式による自然地震観測  
  稠密観測網による自然地震観測  
  GPS 観測による詳細地殻変動分布の解明  
  合成開口レーダーによる断層帯周辺の地殻変動検出
- ・ 糸魚川 静岡構造線断層帯の過去の地震活動履歴解明のための調査  
  トレンチ調査及び過去の調査の再検討（コンパイル）  
  断層帯付近の過去の地震活動の解明  
  高解像度数値モデル等に基づく変動地形情報解析

この調査観測により得られた成果について以下にその概要を示す。この調査観測で有効であるとされた調査観測手法は、今後の重点的調査観測に活かすべきと考える。

#### 地震規模の予測の高度化

航空写真や航空レーザースキャナー計測をもとに、高解像度数値モデルを作成することで、植生を除いた地形の3次元情報を得ることができた。断層帯全体についてこの高解像度数値モデルを作成し、変動地形調査の観点から解析を行うことは、地震規模予測の高度化のための重要なデータとなることが期待できる。

また、反射法地震探査、重力探査を実施し、データを相補的に解析することによって、糸魚川 - 静岡構造線断層帯の北部では東傾斜、中部では西傾斜の断層であること等、糸魚川 - 静岡構造線断層帯の3次元形状が明らかになりつつある。ここで得られた成果は、断層の活動区間の評価及び地震規模の予測の高度化のための重要なデータになると期待できる。

#### 断層周辺における地殻活動の現状把握の高度化

自然地震観測のための高感度地震観測、機動的稠密地震観測を実施して、水平方向に不均質な地域での高精度な震源分布を得た。また、電磁気探査により不均質な構造を持つ地域における電磁気学的特性を把握できた。さらに、GPS 連続観測網による広域歪み場と、稠密 GPS 繰り返し観測によって得られる断層規模の局所的歪み場の関係が解明されつつある。加えて、合成開口レーダーによる地殻変動観測についても、その有効性が確認できた。

#### 活動履歴の解明の高度化

歴史資料の収集が進展し、1858 年大町地震や 1714 年小谷（おたり）地震による震度分布が明らかにされた。さらに、過去に得られたトレンチ調査等の結果を総合的に解析・再検討（コンパイル）し、断層の活動時期推定精度が向上した。

#### （２）科学技術振興調整費「陸域震源断層の深部すべり過程のモデル化に関する総合研究」

平成 11 年度から平成 15 年度に行われた標記研究でも、糸魚川 - 静岡構造線断層帯をテストフィールドの 1 つとし、パイロット的な重点的調査観測と連携して調査観測が実施された。ここでは、震源断層の深部構造の把握を目的に、反射法地震探査、重力探査、電磁気探査が行われ、特に断層の深部の形状を把握できた。

#### （３）「大都市大震災軽減化特別プロジェクト : 地震動（強い揺れ）の予測『大都市圏地殻構造調査研究』」

平成 14 年度から 5 年間の計画で、関東平野南部や近畿圏等の大都市圏における、強震動の予測精度を向上させるため、大深度弾性波探査や大規模ボーリング調査等を行い、これに基づいて、高精度な断層モデル、地下構造モデルの構築を目指す取組が進められている。弾性波探査は陸域だけでなく、沿岸域も含めて進められており、これまでに、南関東を中心とした大規模な地殻構造がイメージされている。また、調査で得られたデータと既存データを利用し、断層モデルや地下構造モデルの新たな構築手法の開発・検証が進められている。

#### 4. 具体的な調査観測項目

上記 3. の成果を踏まえ、重点的調査観測で実施すべき主な調査観測項目を以下のとおりとする。なお、解析に当たってはその他の観測項目から得られるデータも有効に活用する必要がある。

##### （１）地震規模の予測の高度化

変動地形調査

断層を対象とした地殻構造探査

## 重力探査

### 高感度・広帯域地震観測

#### (2) 断層周辺における地殻活動の現状把握の高度化

### 高感度・広帯域地震観測

### GPS等による地殻変動観測

### 電磁探査

#### (3) 地震発生時期予測の高度化

### 変動地形調査

### トレンチ調査・浅層ボーリング調査等の地質学的調査

### 史料等による過去の地震に関する調査

#### (4) 強震動予測の高度化

### 強震観測

### 堆積平野の地下構造調査

## 5. 調査観測項目毎の内容

### (1) 変動地形調査

断層の位置や地震発生時に一度にずれる範囲(長さ)、ずれの量を詳細に把握することを目的に、地表に表れている断層について、航空写真測量と航空レーザースカナー計測等を行い、地表面の詳細な高密度数値モデルを作成する。また、作成したモデルから、変位地形に現れた断層運動による累積的な変位量を高密度で計測し、年代測定と地形学的計測に基づき平均変位速度分布を明らかにする。発展的な課題ではあるが、地表に現れた変位量の特徴を明らかにすることにより、精度のあるアスペリティの分布状況の把握を目指す。

### (2) 断層を対象とした地殻構造探査

断層の地下構造の解明を目的として、反射法地震探査を実施する。実施に当たっては、活動区間等を考慮しつつ、最浅部(100m以浅)での高分解能浅層反射法を実施するとともに、浅部(～約2km)、深部(約2km以深)までの反射法地震探査を組み合わせる。特に深部の探査については、屈折・広角反射法地震探査も併せて実施するよう努める。

なお、過去に実施されたデータを再吟味し、新たに得られた結果と合わせて総合的に解析することも重要である。

### (3) 重力探査

重力探査により得られる地下の密度構造の推定結果は、断層を対象とした地殻構造探査の結果と相補的に解析することができ、断層周辺の浅部構造解明に重要なデータである。そのため、制御震源や自然地震を用いた地殻構造探査の測線と組み合わせることに努める。

#### (4) 高感度・広帯域地震観測

断層周辺の地震発生層の上限及び下限の深さを正確に求めるため、微小地震活動に対する検知能力を向上させ、断層周辺の地震活動を正確に把握することが重要である。そのため、基盤的調査観測網と組み合わせ、連続地震観測点を約10km間隔の三角網を構築することを目安に整備する。これらの観測は、長期にわたり継続することが重要であり、およそ10年間を目途に行う。

また、より高精度な震源分布を求めるために、数km間隔の三角網を構築することを目安に稠密アレイ観測網を展開し、機動的な繰り返し観測を行う。解析に当たっては、地殻構造探査の結果を基に最適な速度構造モデルを作成し、詳細な震源を求める。

さらに、断層周辺の局所的な応力を推定するため、稠密アレイ観測網で得られるデータを用いて、小さな地震を対象として発震機構解を求める。

#### (5) GPS等による地殻変動観測

断層周辺の詳細な地殻変動を把握するためには、既存のGPS連続観測網と組み合わせ、約5~8km間隔を目安としたGPS観測点を整備する必要がある。この観測点は連続観測点であることが望ましいが、全てを連続観測点として整備するには難しい面もある。したがって、歪み速度を勘案しつつ、当面はGPS稠密繰り返し観測を実施し、周囲のGPS連続観測点のデータと合わせて解析することにより、断層周辺における詳細な地殻変動の分布を明らかにする。

また、GPS連続観測網や稠密繰り返し観測からだけでは捉えられない地殻変動の空間的変動を把握することも重要であり、衛星を用いた合成開口レーダーによる面的な地殻変動観測を実施するよう努める。

#### (6) 電磁探査

地下の電気比抵抗分布は、地殻を構成する岩石の物性や地殻内流体の分布に敏感である。地震探査による弾性的性質とは独立の物理量を得ることによって、地殻構造等の解明を進めることができる。そのため、制御震源や自然地震を用いた地殻構造探査の測線と組み合わせ、電磁探査を実施するよう努める。

#### (7) トレンチ調査・浅層ボーリング調査等の地質学的調査

断層の活動履歴を精度よく把握するため、トレンチ調査、浅層ボーリング調査、地層採取調査等を実施する。沿岸域や湖沼においては、高分解能音波探査や海底層・湖底層の地層採取調査を実施する。解析に当たっては、最浅部の高分解能反射法の結果も合わせて解析を行う。また、過去に行われたトレンチ調査等が存在する場合は、その結果の再吟味も有効である。

#### ( 8 ) 史料等による過去の地震に関する調査

断層の活動によると思われる歴史上に生じた地震の実態を、史料を基に調査する。調査した結果は、現在の震度に換算し精密な震度分布図等にまとめ、対象とする地震による強震動の特徴を明らかにする。また、断層の周辺における考古学的調査（考古遺跡の液状化痕跡等の調査）により、強震動発生履歴を解明する。

さらに、( 7 ) の地質学的調査の結果と合わせて解析を行い、活動区間の連動性やより高い頻度で発生する地震のパターンについても明らかにするよう努める。

#### ( 9 ) 強震観測

断層付近に存在し、強い揺れに見舞われる可能性の高い大規模な平野や盆地においては、精密な強震動予測を行うために、基盤的調査観測網より密な強震観測を実施し、地震動特性を把握する。

#### ( 10 ) 堆積平野の地下構造調査

平野や盆地の深い地下構造、表層の地盤構造を明らかにするために、人工震源や自然地震を用いた地下構造調査、微動探査、ボーリング調査及び既存の表層地盤データの収集・整理を実施する。

以上の( 1 ) ~ ( 10 ) で得られた成果を総合的に解析することで、より高度な断層モデル、地下構造モデルの構築が可能となる。これらのモデルを用いることによって、強震動の予測精度の向上を目指す。

### - 3 . 今後に向けて

地震発生メカニズムの理解を推進し、地震発生時期の予測手法の高度化を行うためには、地殻応力を直接測定することが重要であるが、旧来の水圧破碎法等の測定手法については未だ改良の余地がある。したがって、重点的調査観測の項目とすることは見送るが、今後、手法の改良を進め、地殻応力の測定を実施することが求められる。

また、海域（沿岸域を除く。）に存在する活断層については、水深が深い地域に位置していること等の理由により、陸上あるいは沿岸域に存在する活断層と同様の手法で調査及び評価を行うことが難しい。そのため、海域の調査に有効な調査観測の手法や実施体制について検討する必要がある。

なお、今後の調査の進展に伴う新たな知見の獲得や長期評価の手法の高度化等によって、基盤的調査観測としての活断層調査の対象を更に追加する、あるいは補完調査の対象を見直すといったことが必要となる可能性がある。また、活断層で発生する地震を対象とした重点的調査観測の対象候補についても、同様である。

## ・海溝型地震を対象とした重点的調査観測

### 1．重点的調査観測の目的と対象

海溝型地震の重点的調査観測の目的については、基盤計画の見直し等の指摘や海域における観測網の整備状況等を踏まえ、さらに、津波への対応も重要であることを勘案し、基盤的調査観測が目的とした「津波予測の高度化」のさらなる精度向上を目指すことも新たな目的に加えることとして、以下のとおりとする。

目的：地殻活動の現状把握の高度化等地震発生前・後の状況把握

目的：長期的な地震発生時期、地震規模の予測精度の向上

目的：強震動の予測精度の向上

目的：津波の即時的な予測精度の向上

重点的調査観測の対象としては、基盤計画の見直し等において示された考え方に基づき、全国を概観した地震動予測地図上で、将来強い揺れに見舞われる可能性の高い地域において、その揺れをもたらす原因となる地震を社会的影響も考慮しつつ選定することとする。

具体的には、南海トラフで発生する東海地震、東南海地震、南海地震、日本海溝・千島海溝周辺の海溝型地震を候補とする。また、首都圏等の人口の密集地において地震の発生確率が高いとされた、南関東で発生するマグニチュード7程度の地震も候補とする。このうち調査対象域の広い日本海溝・千島海溝周辺の海溝型地震については、対象選定の趣旨にかんがみ、宮城県沖地震、根室沖の地震、三陸沖北部の地震を、当面取り組むべき重点的調査観測対象の優先的な候補とする。

なお、東南海・南海地震については第一次報告で、日本海溝・千島海溝周辺の海溝型地震については中間報告で、重点的調査観測の対象と位置づけ、先行的に調査観測を実施している。

### 2．海溝型地震に関する知見と重点的調査観測に求められる観点

#### (1) プレート境界で発生する地震に関する知見

近年の研究により、海溝型地震の発生に大きな影響を持つ海溝付近でのプレートの結合に関しては、その状態がプレート境界面上で空間的に一様ではなく、非地震性すべり（準静的すべり）が卓越している領域と地震性すべりが卓越する領域（アスペリティ）に分かれていることが分かってきた。準静的すべりの進行によりアスペリティに歪みが蓄積し、この歪みを解消するためアスペリティ自体が滑るときに地震が発生すると考えるモデルが提唱されている。

基盤的調査観測である陸域のGPS観測や地震観測により、日本列島周辺のプレート境界においても、このような準静的すべり域及びアスペリティの分布が推定されるようになった。さらに、平成15年十勝沖地震では、昭和27年十勝沖地震とほぼ同じアスペリティが滑ったことが示されるとともに、地震後にそ

のアスペリティ周辺で余効変動（準静的すべり）の大きな領域が観測された。また、海域における地殻構造調査や不均質構造の解析等からアスペリティを推定する研究も進められている。

今後は、アスペリティの位置・大きさ・空間分布、複数のアスペリティの相互作用を含めたアスペリティの活動履歴、さらには、アスペリティ周辺の準静的すべりの進行を詳細に把握することが重要である。

## （２）海溝型地震を対象とした重点的調査観測に求められる観点

以上のような知見を踏まえ、海溝型を対象とした重点的調査観測では、次の観点が重要である。

### 地震活動の現状把握の高度化

プレート境界で発生する地震の正確な震源分布を得ることで、プレートの巨視的な形状を把握することが可能となる。また、海溝型地震発生メカニズムの理解を推進するためには、小繰り返し地震の活動を含め、アスペリティ周辺の地震活動を詳細に把握することが重要である。

### 地殻変動の現状把握の高度化

陸域の GPS 観測網により、プレート境界の準静的すべりの進行やアスペリティの存在が推定されるようになった。今後は、陸域の高密度な観測に加え、海域における地殻変動観測を充実し、その観測精度を向上させることが重要である。

### 地震発生に関する多様性の把握

現在、地震発生の長期的予測は、過去に発生した地震に基づき次の地震発生を統計的に予測する手法が中心であり、この手法の高度化を進めることが重要である。そのため、今後も地震記録による調査、史料を用いた調査及び地質学的調査等を実施し、対象とする震源域で繰り返し発生した地震について、アスペリティの位置や大きさ、さらに、複数の想定震源域が連動して発生したか、津波地震であったか等の多様性を把握することが重要である。

### プレート境界地震の発生モデルの高度化

海溝型地震の発生メカニズムを解明するには、アスペリティの位置や大きさの高精度な推定、アスペリティ周辺における準静的すべりの高精度な推定、地震発生に関する多様性の把握等を推進し、プレート境界における歪みの蓄積過程に関する理解を更に深めることが必要である。そのためには、海溝型地震を対象とした重点的調査観測やその他の調査観測等から得られる成果を総合的に解析することが重要である。

### 震源過程、地震波伝播特性の把握

強震動予測については、既存データから断層モデル・地下構造モデル等を構築し、予測計算を行っている。しかし、モデルの構築及び予測計算に必要なデータが十分ではなく、仮定したデータを用いざるを得ない状況にある。モデル及び予測計算の精度向上を目指したデータ取得の取組が重要である。

特に、プレート境界の巨大地震においては長周期地震動が生成され、厚い堆積層の存在する場所では、長周期地震動が増幅されることが分かっている。今後は、長周期地震動の予測に係るデータ取得やモデルの高度化が重要である。

### より精度の高い津波予測を目指した観測

現在の即時的な津波予測は、比較的短周期の地震動を観測し、震源やマグニチュード等を求め、モデルに当てはめることで行っている。地震の際に生成される比較的短周期の地震動を、地震規模に見合っ観測できる場合、あるいは、十分大きな地震動が観測できる場合には、現在の予測手法でも、警報としての役割を果たしうる津波予測ができると考える。しかし、長周期地震動が卓越するような地震に関しては、地震規模が正確には捉えられず、予測される津波の規模が過小評価になる可能性がある。このため、海溝付近における津波発生の直接的観測や、波源モデルの即時的な推定に関する取組が重要である。

## 3. 先行的に行われている調査観測とその成果

海溝型地震について、先行的に行われている調査観測とその成果は次のとおりである。

### (1) 平成15年(2003年)十勝沖地震に関する緊急調査研究

平成15年9月26日に発生した十勝沖地震は、マグニチュード8.0の規模を持つ、太平洋プレートと陸側のプレートの境界で発生した海溝型地震であった。この地震は、平成15年3月に地震調査委員会が公表した「千島海溝沿いの地震活動の長期評価について」においてその発生が想定されていた地震である。標記研究は平成15年十勝沖地震の発生後、科学技術振興調整費により行われた。

この調査研究では、以下のテーマ・項目が扱われている。

- ・ 海底地震観測による余震分布の解析及び地殻構造調査
  - 海底地震観測
  - 地殻構造調査のための反射法地震探査
- ・ 地殻変動観測
  - GPS連続観測
  - GPS繰り返し観測による余効変動観測
  - 重力観測
- ・ 津波・被害調査
  - 津波遡上高・被害の調査

高精度の数値シミュレーションに基づく十勝沖地震津波の波形解析

津波遡上高の詳細解析に基づく津波発生機構の解明

地震・津波による海底への影響

地震動特性と被害との関係調査

石油タンク等の危険物貯蔵施設への影響の調査

住民に対する津波避難アンケート調査

・総合解析

海底地震データと陸域地震データとの統合解析

遠地及び強震動地震記録、津波記録による十勝沖地震の震源過程の解析

津波励起機構の総合研究

地震、地殻変動、津波・被害データによる総合解析

研究の主な成果は以下のとおりである。なお、これらの成果のうちの多くは、地震調査委員会が「千島海溝沿いの地震活動の長期評価（第二版）」（平成 16 年 12 月 20 日公表）をとりまとめるに当たっての重要な検討材料となった。

地震活動把握の高度化に関する成果

陸域の高感度地震計と海底地震計で観測したデータの統合により、大地震後の余震分布を正確に把握することができ、この地震はプレート境界で発生したことが明らかにされた。また、陸域の観測点だけで決めた震源は、やや深めであることが分かり、海域の地震活動把握に対する、海底地震計を用いた観測の重要性が改めて確認された。

地震発生に関する多様性の把握についての成果

昭和 27 年十勝沖地震との比較では、両者の震度分布はほぼ同じであり、地震波の解析から、同じアスペリティが再び破壊されたと考えられた。ただし、津波波源域の解析では両者に一部異なる部分があり、昭和 27 年の地震による津波を励起した海底隆起の範囲は、本震の主要なすべり領域や余震分布域とは必ずしも一致せず、余震域を越えて釧路海底谷の東側の海溝寄りの領域にまで及んでいることが明らかになった。

地殻変動の把握に関する高度化及びプレート境界地震の発生モデルの高度化に関する成果

平成 15 年十勝沖地震では、大きな余効変動が発生しており、陸域の高密度な地殻変動観測により高精度な解析がなされた。この解析結果は、海溝型地震に関するプレート間結合の特性解明に重要なデータとなることが期待できる。

その他、以下の項目についても成果が上がっている。

強震観測・測地観測記録の同時インバージョンによる震源過程の解析

インバージョンによる津波波源域の把握と大きな後続波を生み出した津波伝播特性の把握

## 苫小牧における石油タンク被害に関連した長周期地震動の生成と伝播過程の把握

なお、この研究で行われたものではないが、平成 15 年十勝沖地震の際には、陸域に設置してあった 3 成分歪計において、地震による断層の生成に伴う歪地震動を記録している。3 成分歪計を地震計（歪地震計）として利用することにより、断層モデルの推定に活かすことが考えられ、即時的な津波予測の精度向上にもつながる可能性がある。

さらに、津波については、ケーブル式海底地震計に併設された水圧計（津波計）でも記録されており、今後、水圧計を用いることで津波予測の高度化に資することが期待される。

### （2）宮城県沖地震を対象としたパイロット的な重点的調査観測

基盤計画の見直し等では、長期評価の結果を受け、宮城県沖地震については、その周辺地域が強い揺れに見舞われる可能性が極めて高いと判断し、パイロット的な重点的調査観測が必要としている。これを受けて、平成 14 年度から平成 16 年度まで、パイロット的な重点的調査観測として以下のテーマで調査観測が実施された。

- ・地震活動の履歴調査
  - 過去の地震データを利用した震源の再決定
  - 津波波形解析による過去の地震調査
  - 史料を用いた過去の地震調査
  - 波形インバージョンによるアスペリティ空間分布調査
- ・地震観測
  - 自己浮上式海底地震計による地震観測
  - 陸域高感度地震観測網による地震観測
- ・地殻変動観測
  - GPS / 音響測距結合方式による海底地殻変動観測
  - 陸上地殻変動観測（GPS、水準測量、合成開口レーダー）
  - 重力観測
- ・海底地殻構造探査

この調査観測により得られた成果について以下にその概要を示す。この調査観測で有効であるとされた調査観測手法は、今後の重点的調査観測に活かすべきと考える。

#### 地震活動把握の高度化に関する成果

陸域の高感度地震計及び海底地震計を統合した震源分布から、プレート境界面の形状やそこで発生する小繰り返し地震の活動状況が明らかになった。特に、

小繰り返し地震の活動状況から推定される準静的すべりについては、面的な分布図の作成も可能となり、GPS 観測から求めた準静的すべりの面的な分布図との比較も可能となった。

地震発生に関する多様性の把握についての成果

過去に発生した地震の余震震源分布、震度分布、アスペリティの位置及び津波波源域についての詳細な解析から、昭和 11 年と昭和 53 年との比較検討を行った。その結果、約 37 年間隔で繰り返してきた宮城県沖地震は、単に 1 つの大きなアスペリティの繰り返しすべりではなく、複数のアスペリティの滑りにより発生したこと等が推定された。

地殻変動把握の高度化に関する成果

震源域及びその周辺の高精度地殻変動の把握が可能となり、プレート境界面上で現在固着していると考えられる領域の空間分布が明らかになった。また、宮城県沖地震のアスペリティ周辺で固着がはがれ、準静的すべりが進行していると考えられる様子が捉えられた。

海底地殻構造の把握に関する成果

プレート境界面の位置・形状が明らかになった。

### (3) 東南海・南海地震等海溝型地震に関する調査研究

平成 15 年度から東南海・南海地震を対象に、また、平成 16 年度から日本海溝・千島海溝周辺の海溝型地震を対象に、「東南海・南海地震等海溝型地震に関する調査研究」として、以下のテーマで調査観測が実施されている。

- ・東南海・南海地震の想定震源域におけるプレート形状等を把握するための構造調査研究
- ・より正確な地震活動を把握するための海底地震観測研究
- ・GPS / 音響測距結合方式による海底地殻変動観測の精度向上のための技術開発
- ・過去の地震活動等の調査
- ・広帯域高ダイナミックレンジ孔井式地震計の開発

この調査研究のうち東南海・南海地震を対象とした調査研究については 3 年目に入った段階であるが、これまで次の成果が上がっている。

海底地殻構造の把握に関する成果

海底地殻構造調査により、東南海地震と南海地震との想定震源域の境界部分では、プレートの強度が弱くなっていることを示唆する低速度構造の存在が明らかにされた。

地震活動把握の高度化に関する成果

平成 16 年 9 月 5 日に紀伊半島南東沖で発生した地震の余震分布を含め、東南海・南海地震の想定震源域におけるより正確な地震活動を把握することができた。

## 海底地殻変動観測の技術開発に関する成果

GPS / 音響測距結合方式による海底地殻変動観測の構成要素となるキネマティック GPS、音響測距それぞれについて、技術開発を行っており、平成 16 年 9 月 5 日に紀伊半島南東沖で発生した地震前後の観測において、大きな海底地殻変動を観測した。

### (4) 津波堆積物や完新世地殻変動の調査

地質学的側面からみた地震調査研究においては、津波堆積物調査等の古津波調査や完新世地殻変動調査により、過去に発生した地震の履歴や多様性の把握について成果が得られている。完新世地殻変動調査については、史料に記録が残されているものの、その実態がよく把握されていない巨大津波を伴った大地震について、解明の手がかりが得られると期待されている。

### 4. 海溝型地震の重点的調査観測の観点に対する調査観測項目

上記 3. で記述した調査観測の成果や科学的な知見を踏まえつつ、2. で挙げた観点に対応する調査観測項目をまとめると以下のとおりである。なお、ここでは特に有効であると考えられる調査観測項目を挙げることにしたが、解析に当たっては、その他の観測項目から得られるデータも活用する必要がある。

#### 観点 地震活動の現状把握の高度化

海域におけるケーブル式海底地震計による地震観測  
自己浮上式海底地震計による地震観測  
陸域における高感度・広帯域地震観測

#### 観点 地殻変動の現状把握の高度化

GPS / 音響測距結合方式等による海底地殻変動観測  
陸域における GPS 連続観測  
水準測量・潮位観測による地殻変動観測  
人工衛星搭載型の合成開口レーダーによる面的地殻変動観測

#### 観点 地震発生の多様性等の把握

過去の地震・津波観測データによる調査  
古地震・古津波調査及び完新世地殻変動調査

#### 観点 プレート境界地震の発生モデルの高度化

プレート境界域及び島弧地殻の人工震源を用いた構造調査  
海域におけるケーブル式海底地震計による地震観測  
自己浮上式海底地震計による地震観測

陸域における高感度・広帯域地震観測  
GPS / 音響測距結合方式等による海底地殻変動観測  
陸域における GPS 連続観測  
水準測量・潮位観測による地殻変動観測  
人工衛星搭載型の合成開口レーダーによる面的地殻変動観測

観点 震源過程、地震波伝播特性の把握

過去の地震データによる調査

強震観測

プレート境界域及び島弧地殻の人工震源を用いた構造調査

堆積平野の地下構造調査（既存の表層地盤データの収集、整理を含む）

古地震・古津波調査及び完新世地殻変動調査

観点 より精度の高い津波予測を目指した観測

リアルタイムの水圧計（津波計）観測

3成分歪計等の観測機器を利用した地震動の観測

なお、海域における地形・活断層調査については、基盤的調査観測に位置づけられており、重点的調査観測を推進するに当たっても有効なデータとなると考えられる。

## 5. 調査観測項目毎の強化内容

上記4. で挙げられた調査観測項目について、具体的な強化内容は以下のとおりである。ここでは関連する観測項目毎にまとめた。

### (1) 地震観測

海域における地震観測

基盤的調査観測である陸域における高感度地震観測と同様に、想定震源域の直上及びその周辺海域において、同一地点で長期間にわたり観測を行うことが望ましい。観測点配置については約20km間隔の三角網を構築することを目安としつつ、沈み込むプレート上面の深さを考慮して観測点間隔を調整する。

ケーブル式海底地震計

ケーブル式海底地震計は、基盤計画の見直し等において「基盤的調査観測の実施状況を踏まえつつ、調査観測の実施に努めるもの」に位置づけられている。陸域・海域のデータを一元的に処理し、地震活動の的確な現状把握を行うには、リアルタイムのデータ取得が極めて重要であることを考慮し、今後もその整備を最優先とする。

なお、ケーブル式海底地震計を整備する際には、水圧計（津波計）の併設等を行い、これについても面的な設置がなされるよう配慮する。

### 自己浮上式海底地震計

ケーブル式海底地震計の重要性は言うまでもないが、海域におけるケーブル式海底地震計の整備が必ずしも進んでいないのが現状である。地震活動度が相対的に高い領域、隣接する震源域の境界領域、想定されるアスペリティ及びその周辺域等地震活動を継続的に把握する必要がある領域においては、自己浮上式海底地震計を用いて継続的な観測を行うこととする。

また、ケーブル式海底地震計を敷設した後であっても、更に密な観測を行う必要がある場合には、自己浮上式海底地震計を組み合わせる地震観測を行う。

なお、自己浮上式海底地震計による地震観測については、多くの実施主体により行われることが想定されるので、観測や解析を効果的・効率的に実施することができるよう、関係機関は十分に連携を図るものとする。

### 陸域における高感度・広帯域地震観測

プレート境界の状況を推定するためには、想定震源域及びその周辺で発生している小繰り返し地震、プレート境界で発生する長周期成分が卓越する地震(ゆっくり地震)等の活動をより正確に把握することが重要である。この点を踏まえ、基盤計画に示されている目標を達成するための高感度地震観測施設と広帯域地震観測施設の整備を最優先とする。

さらに、長周期の地震活動をより正確に把握するために、基盤計画に示されている広帯域地震観測よりも、更に長周期まで観測可能で、微小振幅から大振幅までの地震波も捉えることができる観測システムを、開発・整備することが重要である。なお、新たな観測点の設置に当たっては、温度変化等による長周期成分のノイズが問題になるため、これを避けること等を目的として、沿岸域に中・深層の観測井(1000~3000m程度)を掘削し、設置することが望ましい。

### (2) 強震観測

大規模な平野や盆地における精密な強震動予測を行うために、基盤的調査観測網より密な強震観測を実施し、地震動特性を把握する。

なお、強震観測によって得られた記録を基に、想定震源域及びその周辺領域で発生している中規模(マグニチュード5程度)以上の地震の震源過程を把握することは、想定される巨大地震との相互作用を理解する上で重要であり、この意味においても、強震動観測は有効である。

さらに、巨大地震で生成され、厚い堆積層で増幅される長周期地震動特性の把握を進めるには、発生頻度の多い中規模地震を用いて、長周期地震の特性を解析することが有効である。そのためには、長周期の帯域で観測精度の高い性能を有する速度型強震計を用いる必要がある。

### (3) 地殻変動観測

#### GPS / 音響測距結合方式等による海底地殻変動観測

想定震源域及びその周辺海域におけるプレート境界の変動に起因する地殻変動を高精度に把握するためには、その原因となる準静的すべり等が発生している直上で地殻変動観測を実施することが重要である。海溝型地震の想定震源域は、その大部分が海域であるため、高精度の地殻変動観測には、海底で観測することが必須である。

#### GPS / 音響測距結合方式による海底地殻変動観測の実施

想定震源域及びその周辺海域におけるプレート間結合の状況等を把握するために、基盤計画の見直し等で示された目標よりも高密度な観測点配置によって海底地殻変動観測を実施するよう努める。

また、より詳細にプレート間結合の状況等を把握するためには、プレートの移動速度を考慮した場合、現状の GPS / 音響測距結合方式による海底地殻変動繰り返し観測精度（水平成分で 5～10cm）は決して十分なものとはいえない。そのため、当面、長期間安定して観測が実施できるような観測システムの構築と、水平成分で 2～3cm の繰り返し観測精度を目指した技術開発を推進する。

#### 水圧計（津波計）を利用した地殻変動観測の検討

水圧計（津波計）は、津波観測だけでなく地殻上下変動観測にも有効である可能性が指摘されている。そのため、地殻上下変動観測を目的とした水圧計（津波計）の利用の検討を進める。

#### 陸域における GPS 連続観測、水準測量・潮位観測による地殻変動観測

想定震源域及び周辺海域におけるプレート間結合の状況等を把握するため、陸域の地殻変動観測も重要である。基盤計画に示された陸域における GPS 連続観測による地殻変動観測の体制を維持しつつ、更に高密度な観測を実施する。具体的には、東海地域に整備されている GPS 連続観測網（約 15km 間隔）と同程度の観測点密度になるよう、観測点を整備する。

また、地殻変動の上下成分の正確な把握には、水準測量が有効な手法であるため、これを高頻度で実施する。

なお、GPS 連続観測点の整備に際しては、既存の潮位観測点への併設も考慮する。また、特異な地殻変動が現れた場合等には、必要に応じて、空間分解能を更に向上させるため、より高密度の GPS 観測を機動的に行うよう努める。

#### 人工衛星搭載型の合成開口レーダーによる面的地殻変動観測

想定震源域及びその周辺海域におけるプレート間結合の状況を陸域の地震活動等との相互作用の観点から理解するためには、GPS 連続観測網からだけでは捉えられない面的な地殻変動を把握することも重要であることから、合成開口レーダーにより地殻変動を観測する。

#### (4) 地殻構造調査

##### プレート境界域及び島弧地殻の人工震源を用いた構造調査

想定震源域及びその周辺海域におけるプレート境界面の巨視的な形状を明らかにするために、長測線の広角反射・屈折法調査による深部を対象とした構造調査を実施する。また、分岐断層の分布とその形状、プレート境界浅部の形状等の把握のために、反射法調査による浅部を対象とした構造調査を実施する。さらに、強震動予測の精度向上に繋げるため、想定震源域と陸域間の地殻の速度構造を明らかにする。

なお、隣接する想定震源域の境界領域等の特に注目すべき領域については、より詳細な情報を得るために、三次元反射法調査を実施するよう努める。

##### 堆積平野の地下構造調査

平野や盆地等の深い地下構造、表層の地盤構造を明らかにするために、人工震源や自然地震、微動等を用いた地下構造調査を実施する。堆積平野における地下構造モデルの構築については、既存の表層地盤データの収集・整理を行った上で実施する必要がある。

#### (5) 過去の地震活動等の調査

##### 過去の地震・津波観測データによる調査

地震・津波観測データを用いて、過去に繰り返し発生した地震のアスペリティの位置や大きさ、津波の波源域、地震の発生様式（単独の想定震源域で発生したか、複数の想定震源域が連動して発生したか、津波地震であったか等）を調査することは、海溝型地震の多様性を把握する上で重要である。このことを踏まえ、過去に発生した海溝型地震について、本震のみでなくその発生の前後も含め、地震発生の一連の過程を通して地震活動の推移を把握する。また、震源域及びその周辺海域で過去に発生した中規模地震の震源過程を把握することは、想定される巨大地震との相互作用を理解する上で重要である。

なお、過去の地震観測データについては、記録が散逸しないよう体系的に整理し、長期保存可能な状態とする。

##### 古地震・古津波調査及び完新世地殻変動調査

過去の地震や津波による被害状況等については、文献等に残されているものがある。過去に発生した地震の発生時期、様式、地震の規模、津波の規模を明らかにするために、史料の調査を実施する。

また、史料にない地震については、地質学的調査（津波堆積物、完新世地殻変動、隆起海成段丘、深海底地震性堆積物等の調査）や考古学的調査（考古遺跡の液状化痕跡等の調査）が有効であり、これらの調査を実施する。

## (6) より精度の高い津波予測を目指した観測

### リアルタイム水圧計（津波計）観測

海溝付近における水圧計（津波計）観測は、発生した津波を直接的に観測でき、津波が海岸に到達する前にその発生を把握することができる観測手法である。津波予測手法の高度化を目的として、水圧計（津波計）利用についての検討を進める必要がある。

### 3成分歪計（歪地震計）等の活用

平成15年十勝沖地震では、3成分歪計で断層の生成に伴う歪地震動をとらえることができた。陸域における地震計で観測された加速度、速度、変位記録に加え、歪計による記録を用いることにより、即時的に断層モデルを推定できる可能性がある。今後、その手法の確立を目的とした検討を進める必要がある。

また、毎秒サンプリング及びリアルタイム伝送されているGPS連続観測データを用いて、地震に伴う地殻変動を即時的に解析することで、極めて短時間に断層モデルを推定することが可能になりつつある。

このように、今後は地震観測と地殻変動観測を合わせて解析することで、即時的に断層モデルを推定し、津波予測精度の向上を図ることが重要である。

以上の調査観測で得られた成果を総合的に解析することで、より高度な断層モデル、地下構造モデルの構築が可能となる。これらのモデルを用いることによって、強震動の予測精度の向上を目指す。

## 6. 今後に向けて

海域における地震観測については、上記5-(1)にも述べたように、海溝型地震の長期予測精度及び強震動予測精度の向上に加えて、海域における地震活動を的確に把握し、観測結果を速やかに防災に活かすことまでをも考えた場合、リアルタイムの観測を面的に行う必要があり、ケーブル式海底地震計の整備が重要である。

現在、ケーブル式海底地震計を用いた調査観測を行おうとする際の困難の1つの要因として、整備に多額の経費を要することが挙げられる。これを克服するためには、新技術を採り入れたセンサーの開発、低コスト測器作製技術の開発を行い、ケーブル式海底地震計の低コスト化を図る必要がある。

なお、海溝型地震を対象とした重点的調査観測の対象候補については、今後の各種調査の進展等や長期評価の手法、地震動予測地図の高度化等に伴い見直すことが必要となる可能性がある。

表1. 基盤的調査観測の基準を満たすことが判明した断層リスト(12断層)

断層帯名(仮称)	所在地		判定根拠
サロベツ断層帯	陸域	北海道	北部、南部の2つの起震断層に区分でき、そのうち北部は長さ20km以上である(1)(2)。活動度について、北部では中位面(3-13万年前)に20m(平均変位速度0.15-0.7m/千年)の上下変位が示され、南部では高位面(15万年前以前)に25m(平均変位速度0.17m/千年以下)の上下変位が示されているが、沈降側が見積もられていないため、それ以上となる可能性がある。このため、B級相当と考えられる(1)。
幌延断層帯	陸域	北海道	断層長は、すでに23kmであったが、活動度がC級であった(5)。活動度について、新たに10万年前の段丘面に25m(2箇所)(平均変位速度0.25m/千年)、2万年前の段丘面に5および10m(平均変位速度0.25、0.5m/千年)の変位が示され、B級相当と考えられる(1)。
花輪東断層帯	陸域	秋田	南部で東側隆起の断層が示され、長さ20kmかつ平均変位速度0.3m/千年と推定される(1)。活動度について、地点情報により0.3m/千年の平均変位速度が示され、B級相当と考えられる(1)。
高田平野断層帯	陸域	新潟	高田平野東縁については、(1)及び(3)との重ね合わせで26kmとなる(1)(3)。高田平野西縁の陸上部の長さは20km未満だが、海域に延長する可能性がある。活動度について、東縁で1.4m/千年の平均変位速度が示され、A級相当と考えられる(1)。
六日町断層帯	陸域	新潟	新たに断層長が24kmとなった(1)(4)。活動度に関しては、地点情報では0.15m/千年及び0.35m/千年の平均変位速度が示され、B級相当と考えられる(1)。また、A級の活動度を指摘する論文もある(a)。
曾根丘陵断層帯	陸域	山梨	新たに東に延長され、37kmとなった(1)。活動度は、B級である(5)。
魚津断層帯	陸域	富山	新たに35kmとされた(1)。活動度に関しては、地点情報で低位面(2万年前)に25m(平均変位速度1.25m/千年)の上下変位が示され、A級相当以上と考えられる(1)。
宇部沖断層群	沿岸域	山口	海上保安庁資料では、断層帯長は20km以上で、3条の起震断層に区分される。そのうちの1条では9600年前に最新活動があり、1回変位量が1-2mとの調査結果がある。また、断面からB級相当の上下変位が読み取れる。
安芸灘断層群	沿岸域	広島・山口	海上保安庁資料では、起震断層として北部36kmと南部21kmに区分できる。南部では5130-4480年前の最新活動で1回変位量1-2mとの調査結果があり、断面からB級相当の上下変位が読み取れる。
警固断層帯	陸域 一部沿岸	福岡	最近の大学での調査により海側に延長され、20km以上とされた(b)。活動度について、活動度B級以下とされている(5)。また、福岡市の中心部においてB級相当の活動度を示唆する論文もある(c)。
人吉盆地断層帯	陸域	熊本	新たに東西に延長され、22kmとなった(1)。活動度について、地点情報で低位面(2万年前)に2-3mの上下変位(0.1-0.15m/千年)が示されB級相当と考えられる(1)。
宮古島断層帯	島嶼 海域	沖縄	確実度、活動度B級とされており、断層長が20kmを超えることが確認された(1)(5)。

- (1) 「活断層詳細デジタルマップ」(中田高・今泉俊文編(2002)、東京大学出版会)  
 (2) 「第四紀逆断層アトラス」(池田安隆・今泉俊文・東郷正美・平川一臣・宮内崇裕・佐藤比呂志編(2002)、東京大学出版会)  
 (3) 都市圏活断層図「高田」(渡辺満久・堤浩之・宮内崇裕・金幸隆・藤本大介(2002)、国土地理院技術資料)  
 (4) 都市圏活断層図「小千谷」(渡辺満久・堤浩之・鈴木康弘・金幸隆・佐藤尚登(2001)、国土地理院技術資料)  
 (5) 「新編日本の活断層-分布図と資料-」(活断層研究会編(1991)、東京大学出版会)

- (a) 「六日町盆地北西縁の活断層」金幸隆(2001年4月)  
 (b) 高知大学等による博多湾音波調査(2005年4月30日~5月2日調査)  
 (c) 「福岡市域の警固断層の詳細位置と地下形態」鬼木史子(1996年)

(参考) 活断層の活動度と平均変位速度

活動度	平均変位速度
A	1000年あたり1.0m以上10m未満
B	1000年あたり0.1m以上1.0m未満
C	1000年あたり0.1m未満

**表2 . 基盤的調査観測の対象となるべき基準を満たすことが明らかになり、主要98断層帯に含めて評価を行った断層**

所在地		断層帯名(仮称)	断層長	含めた断層帯
陸域	北海道	沼田 - 砂川付近の断層帯	約38km	増毛山地東縁断層帯・沼田 - 砂川付近の断層帯
陸域	福島	会津盆地東縁断層帯	約49km	会津盆地西縁・東縁断層帯
陸域	福井、滋賀	浦底 - 柳ヶ瀬山断層帯	約25km	柳ヶ瀬 - 関ヶ原断層帯

活動度、確実度については、長期評価のために収集した資料から、活動度 B 級以上、確実度 以上と判断した。

表3 . 補完調査の候補リスト

(追加調査に準ずる位置づけのものを除く)

(1) 地震発生確率の最大値が3%以上、最小値が0.1%未満の断層。または、最大値と最小値の幅が概ね10%を超える断層(断層数: 20)

98 番号	98断層帯名 (断層帯/活動区間)	長期評価で 予想した 地震規模 (マグニチュード)	地震発生確率
			30年以内
36	神縄・国府津-松田断層帯	7.5程度	0.2% ~ 16%
46	境峠・神谷断層帯 (主部)	7.6程度	ほぼ0% ~ 13%
43	富士川河口断層帯	8程度 (8±0.5)	0.2% ~ 11%
65	琵琶湖西岸断層帯	7.8程度	0.09% ~ 9%
18	山形盆地断層帯	7.8程度	ほぼ0% ~ 7%
25	楯形山脈断層帯	6.8 ~ 7.5程度	ほぼ0% ~ 7%
51	伊那谷断層帯 (境界断層)	7.7程度	ほぼ0% ~ 7%
6	石狩低地東縁断層帯 (主部)	7.9程度	0.05% ~ 6% もしくはそれ以下
51	伊那谷断層帯 (前縁断層)	7.8程度	ほぼ0% ~ 6%
93	布田川・日奈久断層帯 (中部)	7.6程度	ほぼ0% ~ 6%
19	庄内平野東縁断層帯	7.5程度	ほぼ0% ~ 6%
56	砺波平野断層帯 (東部)	7.3程度	0.05% ~ 6%
82	山崎断層帯 (主部/南東部)	7.3程度	0.03% ~ 5%
81	中央構造線断層帯 (金剛山地東縁 - 和泉山脈南縁)	8.0程度	ほぼ0% ~ 5%
75	京都盆地-奈良盆地断層帯南部 (奈良盆地東縁断層帯)	7.4程度	ほぼ0% ~ 5%
57	森本・富樫断層帯	7.2程度	ほぼ0% ~ 5%
48	高山・大原断層帯 (国府断層帯)	7.2程度	ほぼ0% ~ 5%
92	別府 - 万年山断層帯 (大分平野-由布院断層帯/東部)	7.2程度	0.03% ~ 4%
95	雲仙断層群 (南西部)	7.5程度	ほぼ0% ~ 4%
56	砺波平野断層帯 (西部)	7.2程度	ほぼ0% ~ 3% もしくはそれ以上

(2) ポアソン過程を適用して地震の発生確率を求めている断層(平均活動間隔が約9000年以上の断層を除く。)(断層数:14)

98 番号	98断層帯名 (断層帯/活動区間)	長期評価で 予想した 地震規模 (マグニチュード)	地震発生確率
			30年以内
55	邑知潟断層帯	7.6程度	2%
39	十日町断層帯 (西部)	7.4程度	1%
17	新庄盆地断層帯	6.6～7.1程度	0.7%～1%
9	青森湾西岸断層帯	7.3程度	0.5%～1%
20	長町 - 利府線断層帯	7.0～7.5程度	1%以下
56	砺波平野断層帯 (呉羽山断層帯)	7.2程度	0.6%～1%
16	北由利断層	7.3程度	0.7%以上
48	高山・大原断層帯 (高山断層帯)	7.6程度	0.7%
39	十日町断層帯 (東部)	7.0程度	0.4%～0.7%
78	三峠・京都西山断層帯 (三峠断層)	7.2程度	0.4%～0.6%
3	富良野断層帯 (東部)	7.2程度	0.1%～0.6%
4	増毛山地東縁断層帯・沼田 - 砂川付近の断層帯 増毛山地東縁断層帯	7.8程度	0.6%以下
58	福井平野東縁断層帯 (主部)	7.6程度	0.2%～0.4% もしくはそれ以上
2	十勝平野断層帯 (光地園断層)	7.2程度	0.1%～0.4%

- (3) 地震の発生確率が「不明」の断層(新たに基盤的調査観測の対象となるべき基準を満たすことが明らかになり主要98断層帯に含めて評価を行った断層又は最新活動時期から500年経過していない断層を除く。)(断層数:27)

98 番号	98断層帯名 (断層帯/活動区間)	長期評価で 予想した 地震規模 (マグニチュード)	地震発生確率
			30年以内
1	標津断層帯	7.7程度以上	不明
90	菊川断層帯	7.6程度 もしくはそれ以上	不明
61 ・ 62	柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯 (主部/南部)	7.6程度	不明
45	木曾山脈西縁断層帯 (清内路峠断層帯)	7.4程度	不明
74	山田断層帯 (主部)	7.4程度	不明
95	雲仙断層群 (北部)	7.3程度以上	不明
60	濃尾断層帯 (武儀川断層)	7.3程度	不明
59	長良川上流断層帯	7.3程度	不明
52	阿寺断層帯 (白川断層帯)	7.3程度	不明
91	西山断層帯	7.3程度	不明
15	横手盆地東縁断層帯 (南部)	7.3程度	不明
29	鴨川低地断層帯	7.2程度	不明
46	境峠・神谷断層帯 (霧訪山 - 奈良井断層帯)	7.2程度	不明
52	阿寺断層帯 (佐見断層帯)	7.2程度	不明
78	三峠・京都西山断層帯 (上林川断層)	7.2程度	不明
93	布田川・日奈久断層帯 (南西部)	7.2程度	不明
6	石狩低地東縁断層帯 (南部)	7.1程度	不明
60	濃尾断層帯 (揖斐川断層帯)	7.1程度	不明
95	雲仙断層群 (南東部)	7.1程度	不明
53 ・ 54	屏風山・恵那山・猿投山断層帯 (赤河断層帯)	7.1程度	不明

31	関東平野北西縁断層帯 (平井 - 櫛挽断層帯)	7.1程度	不明
48	高山・大原断層帯 (猪ノ鼻断層帯)	7.1程度	不明
14	雫石盆地西縁 - 真昼山地東縁断層帯 (真昼山地東縁断層帯 / 南部)	6.9-7.1程度	不明
60	濃尾断層帯 (温見断層 / 南東部)	7.0程度	不明
60	濃尾断層帯 (主部 / 三田洞断層帯)	7.0程度	不明
87	五日市断層帯 (五日市断層)	7.0程度	不明
11	折爪断層	(最大7.6程度)	不明

(参考)

地震調査研究推進本部政策委員会  
調査観測計画部会

(部会長)

長 谷 川 昭 東北大学大学院理学研究科教授

(委員)

安 藤 雅 孝 名古屋大学大学院環境学研究科教授 (第 30 回 ~ 第 39 回)  
石 井 紘 (財)地震予知総合研究振興会東濃地震科学研究所副首席主任研究員

入 倉 孝次郎 京都大学副学長

大志万 直 人 京都大学防災研究所教授 (第 38 回 ~ )

岡 田 義 光 独立行政法人防災科学技術研究所企画部長

笠 原 稔 北海道大学大学院理学研究科教授

加 藤 茂 海上保安庁海洋情報部技術・国際課長 (第 41 回)

金 沢 敏 彦 東京大学地震研究所教授

金 田 義 行 独立行政法人海洋研究開発機構地球内部変動研究センタープログラムディレクター (第 36 回 ~ )

菊 地 正 幸 東京大学地震研究所教授 (第 30 回 ~ 第 38 回)

工 藤 一 嘉 東京大学地震研究所助教授

熊 木 洋 太 国土地理院測地観測センター長 (第 36 回 ~ 第 40 回)

小 宮 学 気象庁地震火山部管理課長 (第 30 回 ~ 第 35 回)

佐 藤 比呂志 東京大学地震研究所教授

末 廣 潔 海洋科学技術センター深海研究部長 (第 30 回 ~ 第 34 回)

杉 山 雄 一 産業技術総合研究所活断層研究センター副センター長 (第 30 回 ~ 第 38 回)

竹 内 昌 明 気象庁地震火山部管理課長 (第 36 回 ~ 第 38 回)

佃 栄 吉 独立行政法人産業技術総合研究所研究コーディネータ (第 39 回 ~ )

津 沢 正 晴 国土地理院測地観測センター長 (第 41 回)

土 出 昌 一 海上保安庁海洋情報部技術・国際課長 (第 39 回 ~ 第 40 回)

西 修二郎 国土地理院測地観測センター長 (第 30 回 ~ 第 35 回)

西 出 則 武 気象庁地震火山部管理課長 (第 39 回 ~ 第 41 回)

平 田 直 東京大学地震研究所教授

本 蔵 義 守 東京工業大学副学長

翠 川 三 郎 東京工業大学大学院総合理工学研究科教授

八 島 邦 夫 海上保安庁水路部企画課長 (第 30 回 ~ 第 35 回)

地震調査研究推進本部政策委員会調査観測計画部会

活断層を対象とした重点的調査観測手法等検討専門委員会

(主 査)

平 田 直 東京大学地震研究所教授

(委 員)

飯 尾 能 久 京都大学防災研究所助教授

伊 藤 谷 生 千葉大学理学部教授

今 泉 俊 文 東北大学大学院理学研究科教授

岩 崎 貴 哉 東京大学地震研究所教授

岩 田 知 孝 京都大学防災研究所教授

笠 原 敬 司 独立行政法人防災科学技術研究所防災研究情報センター長

纈 纈 一 起 東京大学地震研究所教授

鷺 谷 威 名古屋大学大学院環境学研究科助教授

佐 藤 比呂志 東京大学地震研究所教授

杉 山 正 憲 国土地理院地理調査部防災地理課長

杉 山 雄 一 独立行政法人産業技術総合研究所活断層研究センター長

東 郷 正 美 法政大学社会学部教授

都 司 嘉 宣 東京大学地震研究所助教授

中 田 高 広島工業大学環境学部教授

干 場 充 之 気象庁地震火山部地震予知情報課課長補佐

本 蔵 義 守 東京工業大学副学長

翠 川 三 郎 東京工業大学大学院総合理工学研究科教授

渡 辺 一 樹 海上保安庁海洋情報部技術・国際課地震調査官

地震調査研究推進本部政策委員会調査観測計画部会  
海溝型地震を対象とした重点的調査観測手法検討専門委員会

(主 査)

長谷川 昭 東北大学大学院理学研究科教授

(委 員)

安 藤 雅 孝 名古屋大学大学院環境学研究科教授

入 倉 孝次郎 京都大学副学長

岡 村 行 信 独立行政法人産業技術総合研究所海洋資源環境研究部門海洋地質研究グループ長

小 原 一 成 独立行政法人防災科学技術研究所固体地球研究部門主任研究員

笠 原 稔 北海道大学大学院理学研究科教授

金 沢 敏 彦 東京大学地震研究所教授

金 田 義 行 独立行政法人海洋研究開発機構地球内部変動研究センタープレート挙動解析研究プログラムディレクター

島 崎 邦 彦 東京大学地震研究所教授

谷 岡 勇市郎 北海道大学大学院理学研究科助教授

都 司 嘉 宣 東京大学地震研究所助教授

橋 本 徹 夫 気象庁地震火山部地震予知情報課評価解析官

平 田 直 東京大学地震研究所教授

藤 田 雅 之 海上保安庁海洋情報部海洋調査課航法測地室主任衛星測地調査官

藤 本 博 巳 東北大学大学院理学研究科教授

本 蔵 義 守 東京工業大学副学長

村 上 亮 国土地理院地理地殻活動研究センター地理地殻活動総括研究官

山 中 浩 明 東京工業大学大学院総合理工学研究科助教授

## 地震に関する重点的な調査観測計画に係る審議経過

### 調査観測計画部会

平成 14 年 4 月 19 日	第 30 回調査観測計画部会
平成 14 年 6 月 20 日	第 31 回調査観測計画部会
平成 14 年 10 月 3 日	第 32 回調査観測計画部会
平成 14 年 11 月 21 日	第 33 回調査観測計画部会
平成 14 年 12 月 16 日	第 34 回調査観測計画部会
平成 15 年 1 月 16 日	第 35 回調査観測計画部会
平成 15 年 5 月 16 日	第 36 回調査観測計画部会
平成 15 年 6 月 5 日	第 37 回調査観測計画部会
平成 15 年 10 月 23 日	第 38 回調査観測計画部会
平成 16 年 7 月 26 日	第 39 回調査観測計画部会
平成 17 年 1 月 31 日	第 40 回調査観測計画部会
平成 17 年 6 月 17 日	第 41 回調査観測計画部会

### 活断層を対象とした重点的調査観測手法等検討専門委員会

平成 16 年 1 月 16 日	第 1 回活断層を対象とした重点的調査観測手法等検討専門委員会
平成 16 年 3 月 25 日	第 2 回活断層を対象とした重点的調査観測手法等検討専門委員会
平成 16 年 5 月 28 日	第 3 回活断層を対象とした重点的調査観測手法等検討専門委員会
平成 16 年 7 月 9 日	第 4 回活断層を対象とした重点的調査観測手法等検討専門委員会
平成 16 年 12 月 10 日	第 5 回活断層を対象とした重点的調査観測手法等検討専門委員会
平成 17 年 2 月 15 日	第 6 回活断層を対象とした重点的調査観測手法等検討専門委員会
平成 17 年 5 月 16 日	第 7 回活断層を対象とした重点的調査観測手法等検討専門委員会

### 海溝型地震を対象とした重点的調査観測手法検討専門委員会

平成 16 年 1 月 29 日	第 1 回海溝型地震を対象とした重点的調査観測手法検討専門委員会
平成 16 年 3 月 8 日	第 2 回海溝型地震を対象とした重点的調査観測手法検討専門委員会
平成 16 年 4 月 26 日	

第3回海溝型地震を対象とした重点的調査観測手法検討専門委員会  
平成16年6月10日

第4回海溝型地震を対象とした重点的調査観測手法検討専門委員会  
平成16年7月20日

第5回海溝型地震を対象とした重点的調査観測手法検討専門委員会  
平成17年4月20日

第6回海溝型地震を対象とした重点的調査観測手法検討専門委員会