

海洋研究開発機構の地震に関する総合的かつ基本的な施策の検討に  
向けたヒアリング資料

## 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

担当機関： 海洋研究開発機構

以下の項目に沿って、自由にご意見を記入してください。その際、特に（１）及び（４）②、（４）③については、適宜、関係資料（具体的な成果や施策の図表等）を添付してください。

### （１）推進本部の方針の下での、これまでの地震調査研究の主な実施内容及び成果

#### a) 南海トラフ海溝型巨大地震研究

##### ア. 震源域の地殻構造研究

東海、東南海ならびに南海地震震源域が存在する南海トラフでは、およそ100年から150年間隔でM8クラスの海溝型巨大地震が繰り返し発生する。

特に連動が危惧されている東南海・南海地震震源域において、その発生様式等の理解、震源域の性状の解明、プレート形状等の把握のため海域地殻構造調査研究を実施した。

その研究成果として、南海地震震源域では、海山の沈み込み構造、東海地震想定震源域では海嶺（山脈構造）の繰り返し沈み込み構造ならびに東南海地震震源域において分岐断層、さらに東南海・南海地震震源域境界における不整形構造のイメージングに成功し、南海トラフ巨大地震発生過程におけるこれら構造要因の役割を明らかにした。

##### イ. 地震発生シミュレーション研究

これまでの地殻構造研究で得られた地殻構造要因ならびにプレート形状をモデル化し、地球シミュレータを用いた南海トラフ巨大地震の再来シミュレーションを行った結果、過去の地震発生様式を示唆するシミュレーション結果が得られた。

いずれの地震発生サイクルシミュレーションにおいても、東南海地震震源域が破壊開始域になり、昭和（1944／46年）の東南海、南海地震、安政（1854年）の南海トラフの地震と整合性のある結果が得られた。

## ウ. 観測モニタリング研究

### ・海底地震総合観測システムの運用

巨大地震発生リスクの高い日本近海にケーブル式海底地震・津波観測網を整備し、地震調査研究推進のためのデータ取得を促進。海域の観測基盤として伊豆半島東方の初島沖、高知県室戸岬沖に海底地震総合観測システムを設置・運用。

取得された地震及び津波データは専用線及び防災科学技術研究所高感度地震観測網を通じ、気象庁や大学にリアルタイムで配信され、各々地震活動監視業務及び地震調査研究に利用されている。紀伊半島沖地震（H16）津波が海岸に到達する前の早期検知に成功した。

### ・地球内部ダイナミクス研究

海溝型巨大地震に関する研究として、プレート境界破壊が起こっている沈み込み帯を中心に、構造研究、物質科学研究及びシミュレーション研究の連携により、総合的なプレート挙動の理解を目指し、地殻・マントル・核の成層構造の形成を含む全地球ダイナミクス及びその原因を解明する研究を実施。また、海底活断層の特性（分布、湧水状況、最新活動時期、最大変位量、再来周期等）についての観測データ取得における調査検討手法とその評価システム開発を促進する。

海底下地殻変動や流体移動の高精度計測のための先端的な機器による観測を実施した。相模湾西部の海底ベンチマーク（4m掘削孔）へ広帯域地震計を設置した。また東海地震の震源域での変動モニタリングのために、豊橋沖海底ケーブルに給電機能付の分岐装置を接続した。深海巡航探査機「うらしま」による音響探査で、伊豆半島東方地震で発生した地すべり分布の推定を行った。また、室戸沖南海トラフに設置された掘削孔観測所 ACORK による付加体断層の間隙圧モニタリングを継続し、超低周波地震に対応した圧力変動が検出された。

## エ. 深海地球ドリリング計画推進

大深度掘削が可能なライザー掘削機能を有する地球深部探査船「ちきゅう」（57,087 トン）を運用し、これまで不可能であった海底下深部の地殻を掘削することにより、地球内部構造を理解し、地震発生帯における破壊メカニズム解明に資する。

平成 16 年度から平成 18 年度にかけて、「ちきゅう」の試験運用時の掘削海域である下北半島東方沖や「南海トラフ地震発生帯掘削計画」の掘削海域である熊野灘において、高精度 3 次元地震波探査調査を行い、プレート沈み込み帯及び巨大地震発生帯の一部を含む海域の詳細な地殻構造の把握を行った。この結果、この海域での地層圧の予測や出現岩相及びその深度を予測し、安全且つ円滑なライザー掘削作業への指針を得た。

また、平成18年度には下北半島東方沖にて、「ちきゅう」のシステム総合試験と操作完熟訓練を実施し、水深1,000mを超える大水深でライザー掘削に必要な一連の作業を行う事で、機能の確認ができ、概ね所期の目標が達成された。

平成19年9月からは、「ちきゅう」の統合国際掘削計画（IODP）による最初の研究航海となる「南海トラフ地震発生帯掘削計画」が熊野灘において実施されている。

#### オ. 地球シミュレータ計画推進

地球シミュレータを用いた研究分野は、現在（1）地球科学分野（大気・海洋、固体地球）（2）計算機科学分野、（3）先進・創出分野であり、地震研究を含む固体地球分野も取り組むべき分野の1つとしている。地震や地殻変動等の地球表層部で発生する現象は、地球深部の活動に起因するものであり、地震発生メカニズムを理解するためには、固体地球全体を一つのシステムとして捉えた全地球ダイナミクス・モデルを構築する必要がある。一方、これまでの地層中の物質移行のシミュレーションでは、時間スケール、空間スケールが小さく、また地層中の不連続面の取り扱いも問題となっているため、不連続面等を考慮した連成プログラムを開発し、広域・長期シミュレーションを行う必要がある。

地球シミュレータ計画としては、このような地震に関する大規模シミュレーション研究をサポートするために、地球シミュレータを円滑に運用すると同時に、全地球ダイナミクス・モデルの構築の一部を担う事で、地震研究に貢献することを目指す。

平成16年度から平成18年度の間、公募により採択された121件の研究課題に利用されているが、地震研究を含む固体地球分野では27件のプロジェクトが採択された。

南海・東南海地震等の地震発生サイクルシミュレーションを実施するためのモデルの高度化や検証を行なった他、千葉県北西部を震源とする地震による強震動シミュレーションを行ない、関東平野下のプレートと千葉県下の強い減衰構造が、震央よりも東京や横浜で震度が強くなる「震度の異常」をもたらす事を明らかにした。

#### カ. 船舶等の運用

研究船、深海調査システム等の運用により、地震調査研究に資する。

船舶等を用いた研究分野は多岐に渡るが、その中でも地震研究を含む固体地球分野も取り組むべき分野の1つとしている。船舶等に搭載された音響観測機器による海底・海底下構造探査等や、有人潜水調査船等による深海底での試料採取及び目視観測等を通して、固体地球分野等の調査・研究に寄与している。

スマトラ島沖地震津波(H16)の震源域海底において、海洋調査船「なつしま」に搭載された無人探査機「ハイパードルフィン」の超高感度ハイビジョンカメラによって、世界で初めて崖の崩落や地滑り痕を発見した。

b) 日本海溝、千島海溝地震発生帯研究

ア. 震源域の地殻構造研究

宮城県沖におけるパイロット的重点調査観測

宮城県沖地震の震源域において海底構造探査を行い、同地域における太平洋プレートの沈み込みを構造面から明らかにするとともに、その余震分布との関わりを明らかにした。

2003年十勝沖地震震源域における地殻構造調査を行い、地震発生前後の地殻構造イメージングの違いから地震発生時の地殻性状変化への考察を行い、その原因として地殻内流体移動の可能性を示唆した。

イ. 観測モニタリング研究

釧路沖に海底ケーブル観測システムを設置し、2003年十勝沖地震、地震及び津波波形ともに完全な記録を取得し、地震調査研究に不可欠な基盤的データとして全国に発信。千島列島東方沖地震(H18、H19)では、海岸に到着する前に津波が検知され、ケーブル式津波計がリアルタイムでの津波警報を発信するのに有効であることを実証した。

(2) 推進本部(政策委員会、地震調査委員会及びこれらの下に置かれている部会・委員会等)のこれまでの活動に対する評価

新しい調査観測研究計画の下で、地震予知研究の鍵となる概念の深化(アスペリティなど)とそれに基づく小規模地震の発生予測、新奇現象(日本列島下で起こるスロースリップ、低周波微動、低周波地震、沖合いで起こる超低周波地震、過去における超巨大津波地震の発生など)の発見、沈み込むプレートの構造要因等を用いたシミュレーション研究による巨大地震発生過程との関わり等の解明など、大きな成果が得られたことを高く評価する。また、地殻構造調査に基づき大地震の繰り返し履歴が具体的に明らかになってきたこと、震源域で発生した地震波が伝播途中の複雑な構造によって如何に影響を受けるかが具体的に明らかになってきたことも高く評価される。

(3) 今後、推進本部に期待する役割

地震調査観測研究に関して、特に地震先行現象の検出とその理解に向けてどのようなスタンスで臨むかをもう少し明確にすべきと考える。即ち、地震前兆現象検出のためにどのような考えに基づきどのようなアプローチを優先し何を直近の成果として目指すかをもう少し明確にし、それに沿った観測体制を積極的に取るべきではないかと考える。上記(2)に述べた地震予知に関連した成果が全て海底巨大地震に関わるものであることを考えれば地震先行現象の検出を目指す観測がこのタイプの地震を主たるターゲットとすべきであることは明らかであろう。しかも海底巨大地震の震源域(プレート境界断層)は海溝より内側の海底下の浅部に面状に広がり内陸地震の線状断層に比べて単に規模だけでなく幾何学的にもはるかに観測しやすい条件にある。更に断層面上盤は水を多く含む堆積層主体の地殻であり流動変形ばかりでなく水の流動に伴う電磁気現象や地球化学現象など様々な地殻異常現象が期待できる。直近の研究目標としては様々な地殻異常現象の系統的な検出および発生機構の解明が挙げられるだろう。

以上の事情とこれまでの成果を踏まえれば今後の地震先行現象検知のターゲットとしては「海底巨大地震」であり、主たる観測域として震源域直上の海底を優先するなど、戦略性をもった活動を期待する。また、再来間隔の長い内陸地震の予測にとって、先行現象の検出が海底巨大地震の場合よりもさらに重要であることから長期的な視点では内陸地震の先行現象研究も着実に進める必要がある。

推進本部として地震予知研究の今後の展開に対してこの地震先行現象の検知とその理解をどのような考えに基づきどのようなアプローチを優先し何を直近の成果として目指すか、また、どのような長期的戦略で臨むかを鮮明に打ち出すべき時期に来ていると判断する。

(4) 新しい総合的かつ基本的な施策に盛り込むべき事項

a) 海域観測モニタリング研究の推進

海溝型地震研究の推進においては、震源域である海域地殻活動のリアルタイム観測網の整備による地震発生の先行現象把握が重要である。特に南海トラフや日本海溝においては、東南海、南海地震ならびに宮城沖地震等の再来が危惧されており今後は先行現象の検知と理解のための調査観測研究が緊急の課題である。

海底のリアルタイム観測に関しては、1) 長期観測システム構築、2) 機能向上のための技術開発、保守管理システム整備、3) 低コスト化、4) 地震・津波即時システム構築、が課題であり海洋研究開発機構はその先導的な役割を果たす。

また、提案するリアルタイム観測システムは地震活動、地殻変動といった地殻活動に対する受動的な観測網としてだけでなく、無人巡航探査機等を用いた海底SAR/SASや制御震源を用いた能動的な地殻活動評価に活用可能なシステムである。

これらのシステムを用いて、長期かつ稠密精緻なリアルタイム観測を実現する。

今後は、現在紀伊半島沖で実施中である受託研究「地震・津波監視システム整備」における海底観測網を南海トラフ広域に展開し、さらには日本海溝、千島海溝ならびに日本海域に整備し、日本周辺海域のリアルタイム観測網を整備することが地震研究推進に不可欠である。

さらに現在掘削が進行中である熊野灘での「ちきゅう」掘削坑を用いた長期坑内計測システムと連結することで、震源域の時空間変動を精緻かつリアルタイムでモニタリングすることが重要である。(4次元モニタリングの実現)

b) 震源域の精緻な媒質モデルの構築と先行現象の理解

地震先行現象の検知とその理解には、精緻な媒質モデルが不可欠である。媒質モデルは弾性波速度構造不均質モデルだけでなく、温度分布、電磁氣的性状ならびに減衰構造等のマルチ物性パラメータにより表現される媒質モデルであり、この媒質モデルが地震先行現象過程においてどのような変化・変動現象が生じるかを理論的、実験的かつ観測的に検証することが不可欠である。これらの研究により先行現象の理解が可能となる。

今後は媒質モデル構築に向けた制御震源や海底地震計等を用いた海域調査・観測ならびに「ちきゅう」掘削試料の分析による地震発生の素過程の解明や地震発生場における様々な地殻活動を地震発生場近傍でモニタリングするための掘削科学研究をさらに推進する。

また、近年多発している歪集中帯の地震研究を推進するため、海域および海陸統合の地殻構造調査研究を実施し、地震発生場の性状把握とその評価研究を推進する。

c) シミュレーション研究の高度化

理論・実験・観測・掘削科学研究等で得られる物理化学過程を組み込んだ地震予測シミュレーションの高度化ならびにリアルタイム観測データ（データ同化）に基づくシミュレーションの高信頼性確保が非常に重要である。

今後シミュレーション研究の高度化・高信頼性の確保により、観測される先行現象の理解と震源域の時空間挙動の予測精度の向上を目指す。

海洋研究開発機構ではデータ同化や媒質モデルを用いたシミュレーション研究の実用化を目指す。

また、リアルタイム観測データを効率的に活用するためのデータ統合システムの構築も緊急の課題である。

① 次期総合基本施策の位置づけについて

次期総合基本施策は、これまでの基本施策による研究成果の基づき、具体的な目標とそのアプローチを設定するための施策である。今後5年、10年、20年、30年の時間スケールで期待できる研究成果を明確にし、期待される社会貢献への道筋をつけるものである。

② 今後の地震調査研究の目指すべき目標について

海溝型地震研究においては、各海域での先行現象の検知と理解に基づき、シミュレーションによる地震発生予測の具体的精度の設定。

例えば、南海トラフにおいては先行現象とデータ同化に基づく発生時間間隔の5－10%以内の予測精度と発生様式を今後20年以内に確保する。

また、東南海地震が先行した場合の南海地震の連動性評価、さらには日向灘に至る大連動性評価を目指す。

一方、防災減災施策の観点では、地震動・津波予測の具体的な精度設定と即時解析システムの開発。



③ 地震調査研究の推進方策について

- ・ 海底観測網の整備
- ・ 理論、実験、観測研究の統合化研究の推進体制整備
- ・ 先行現象を検知・理解するための媒質モデル構築のための推進体制整備
- ・ データ統合ベースの構築・活用
- ・ 基礎研究と応用研究の連携推進体制整備
- ・ 人材育成と流動化体制の整備

(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

- ・ 研究機関側が学生研究（卒論、修論、博論ならびに高校生）の場（指導者とシステム）を提供する。一方、研究機関は学生研究成果を取り込み地震研究を推進する。
- ・ 大学は研究機関研究員の一定期間の受け入れ、研究機関は一定期間大学教員を受け入れる体制整備

(6) その他

海域調査観測研究の推進においては、システムの大規模化が必要となる。したがって、多数の海底地震計等の観測システムや反射法探査システムを集中的に活用することが必要であり、そのためにはシステムのプール制や研究船等を機能的に活用できる体制整備が急務である。海洋研究機構はその体制整備の役割を担って行く。

また、今後の地震研究において重要な研究課題となる「海底観測網の整備・活用」や「海底地殻変動観測」については、関係機関との連携を図り推進することが重要である。

1.所有する観測機器の整備状況及び今後の整備計画(予算額(見込み)を含む)

(単位:箇所)

設置状況		H7年度 (H8.3.31現在)	H8年度 (H9.3.31現在)	H9年度 (H10.3.31現在)	H10年度 (H11.3.31現在)	H11年度 (H12.3.31現在)	H12年度 (H13.3.31現在)	H13年度 (H14.3.31現在)	H14年度 (H15.3.31現在)	H15年度 (H16.3.31現在)	H16年度 (H17.3.31現在)	H17年度 (H18.3.31現在)	H18年度(小計①) (H19.3.31現在)
高感度 地震計	陸域 海域		2	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5
広帯域 地震計	TYPE1										11	11	11
	TYPE2												
強震計	地上												
	地下												
地殻 変動	GPS												
	SLR												
	VLBI												
	歪計等												
海底地殻変動													
地下水													
地球地磁気											6	6	6
重力													
験潮・津波			2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4

(単位:箇所)

(単位:千円)

今後の設置予定 (上段:数 下段:予算)		H19年度	H20年度	H21年度	H22年度	H23年度	H24年度	H25年度	H26年度	H27年度	H28年度	H29年度以降	小計②	合計(①+②)
高感度 地震計	陸域	0	0										0	0
	海域	0	0										0	-
広帯域 地震計	TYPE1	0	0										0	11
	TYPE2	※	※										0	0
強震計	地上	0	0										0	0
	地下	0	0										0	0
地殻 変動	GPS	0	0										0	0
	SLR	0	0										0	0
	VLBI	0	0										0	0
	歪計等	0	0										0	0
海底地殻変動	0	0											0	0
地下水	0	0											0	0
地球地磁気	0	0											0	6
重力	0	0											0	0
験潮・津波	0	0											0	4
													0	-

※ H19年度以降の設置については調整中

## 2.地震関係の研究者数

年度	性別・年齢		年齢					計
	性別		60-65	50-59	40-49	30-39	20-29	
平成7年度	男							0
	女							0
	計		-	-	-	-	-	-
平成8年度	男							0
	女							0
	計		-	-	-	-	-	35
平成9年度	男							0
	女							0
	計		-	-	-	-	-	50
平成10年度	男							0
	女							0
	計		-	-	-	-	-	70
平成11年度	男							0
	女							0
	計		-	-	-	-	-	84
平成12年度	男							0
	女							0
	計		-	-	-	-	-	72
平成13年度	男							0
	女							0
	計		-	-	-	-	-	46
平成14年度	男							0
	女							0
	計		-	-	-	-	-	89
平成15年度	男							0
	女							0
	計		-	-	-	-	-	99
平成16年度	男		2	6	16	53	5	82
	女		1	0	0	10	1	12
	計		3	6	16	63	6	94
平成17年度	男		4	8	23	47	5	87
	女		1	0	2	8	0	11
	計		5	8	25	55	5	98
平成18年度	男		4	10	22	48	8	92
	女		1	0	3	11	1	16
	計		5	10	25	59	9	108
平成19年度	男		4	6	30	52	8	100
	女		1	0	2	14	1	18
	計		5	6	32	66	9	118

※ 65歳以上の者は、60-65の欄に計上。