

# 防災科学技術に関する 研究開発課題の事後評価結果

平成27年10月

科学技術・学術審議会

研究計画・評価分科会

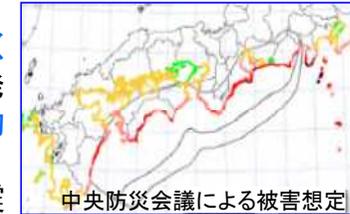
## 防災科学技術委員会委員

主査 田中 淳	東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センター長 教授
岡田 義光	国立研究開発法人防災科学技術研究所前理事長
国崎 信江	株式会社危機管理教育研究所 危機管理アドバイザー
桑野 玲子	東京大学生産技術研究所 教授
河本 要	兵庫県企画県民部防災企画局防災企画課防災計画参事
重川希志依	常葉大学大学院環境防災研究科 教授
清水 洋	九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター長 教授
首藤 由紀	株式会社社会安全研究所取締役所長
鈴木 靖	一般財団法人日本気象協会執行役技師長
高木洋一郎	NTT 空間情報株式会社 取締役ビジネス開発部長
寶 馨	京都大学防災研究所長 教授
武井 康子	東京大学地震研究所 准教授
田村 圭子	新潟大学危機管理室 教授
西村 浩一	名古屋大学大学院環境学研究科 教授
林 春男	国立研究開発法人防災科学技術研究所理事長
福永 輝繁	東京消防庁防災部震災対策課長
福和 伸夫	名古屋大学減災連携研究センター長 教授
松澤 暢	東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター長 教授
室野 剛隆	公益財団法人鉄道総合技術研究所鉄道地震工学研究センター長

# 地震・津波観測監視システム(DONET)

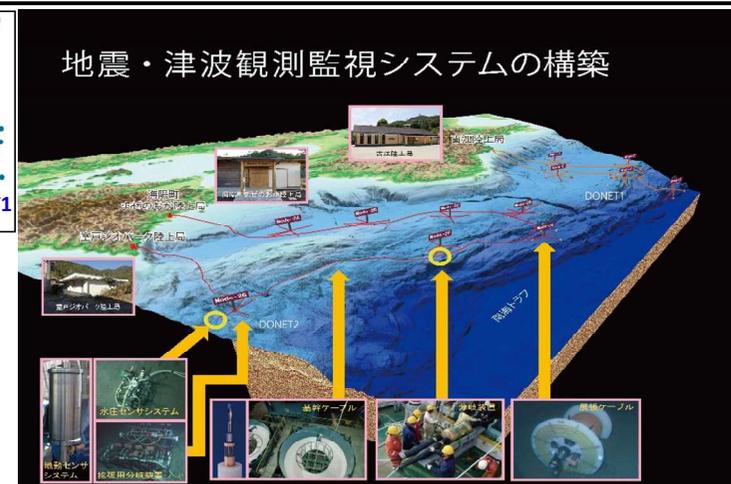
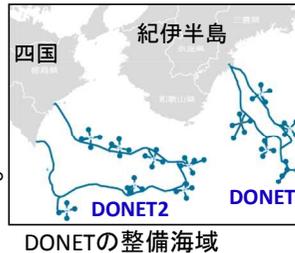
## 背景

- ◆ 南海トラフで発生するM8～9クラスの地震の今後30年以内の地震発生確率は極めて高く(70%程度<sup>(※1)</sup>)、これらの地震が同時発生した場合、最大でM9.1程度の巨大地震が発生し、死者が32万3千人に至る<sup>(※2)</sup>と想定されており、東日本大震災を上回る人的・物的被害の発生が懸念される。
- ◆ 海域には十分な観測機器が整備されておらず、観測データが不足しているため、緊急地震速報や津波警報等の精度低下の原因となっている。(※1:地震調査研究推進本部地震調査委員会より ※2:内閣府中央防災会議より)



## 事業概要

- 地震計、水圧計等を組み込んだマルチセンサーを備えたリアルタイム観測可能な高密度海底ネットワークシステムを南海トラフの地震の震源域に設置。



各観測点は高精度の地震計・水圧計(津波計)等で構成される。

## 事業目的

### ①地震津波の早期検知・評価

いち早く地震・津波を捉え、緊急地震速報の高度化等に貢献。

### ②地震発生予測モデルの高精度化

南海トラフ巨大地震発生予測の高精度化を図る。

### ③最先端の海底観測技術の開発

世界初の高精度で高密度な観測を実施。また、冗長性を持ったケーブル展開、拡張機能を持った分岐装置等の先進技術を装備。

## 期待される効果

- 南海トラフで発生するM8～9クラスの地震の高精度な地震像の把握
- 緊急地震速報の迅速化
- 津波即時予測技術の開発及び津波情報提供の高精度化・迅速化
- 地元自治体への津波データの提供

<地震の早期検知>

今までより、**最大十数秒**早く地震を検知できる。

<津波の早期検知>

今までより、**最大十数分**早く津波を直接検知できる。

# 地震・津波観測監視システム(第Ⅱ期)の概要

## 1. テーマ名

地震・津波観測監視システム(第Ⅱ期)

## 2. 実施期間

平成 22 年～平成 31 年度 (平成 22 年～平成 27 年度)

## 3. 研究開発概要・目的

東海・東南海・南海地震については、地震調査研究推進本部(以下、地震本部)によると、今後 30 年以内の発生確率がそれぞれ、88%(M8 程度)、70～80%(M8.1 程度)、60%(M8.4)と非常に高く、また、中央防災会議によると、東海・東南海・南海地震の同時発生による最大被害想定は、平成 15 年には死者行方不明者 2 万 5 千人、経済的被害 81 兆円との予測がなされていたが、平成 24 年での南海トラフの巨大地震による検討では、死者行方不明者 32 万 3 千人へと大幅に増加して推計されている。このように、東海・東南海・南海地震は、極めて切迫性が高く、推定される被害も甚大であり、これらの地震に備え、震源域と想定される海域における観測システムの整備が喫緊の課題である。

このような中、文部科学省では平成 18～21 年度に、地震計、水圧計等を組み込んだマルチセンサー 20 基を備えたリアルタイム観測可能な高密度海底ネットワークシステムの技術開発を実施し、東南海地震の想定震源域である紀伊半島熊野灘沖にシステムを構築する「地震・津波観測監視システム(第Ⅰ期)」を実施してきたところであり、平成 23 年度からシステムの本格稼働を開始している。

一方、過去の記録や最新の研究成果によると、これら 3 つの地震は将来連動して発生する可能性が高いとされており、南海トラフの巨大地震の連動性評価を行うためには、南海地震の想定震源域におけるモニタリングが必要不可欠である。このため、平成 21 年度には、想定震源域が広い南海地震に対応可能な次世代システムに必要な要素技術について、先行して技術開発を実施してきたところである。

本事業は、第Ⅰ期に引き続き、南海地震の想定震源域における地震・津波・地殻変動に関する詳細データをリアルタイムで入手することを目的として、地震計、水圧計等の観測機器を組み込んだセンサー 20 基を備えた稠密な海底ネットワークシステムを開発し、南海地震の想定震源域である紀伊半島潮岬沖に敷設する(第 1 フェーズ)。さらに、第 2 フェーズでは、第 1 フェーズで構築したシステムから分岐装置により室戸岬沖まで拡張したシステムを整備する計画である。

なお、今回開発するシステムは、東南海地震の想定震源域である、熊野灘沖に整備した地震・津波観測監視システム(第Ⅰ期)で開発した機能(安定性:ケーブルや観測機器の一部が故障してもシステムの機能は維持、置換性:高性能な観測機器が開発された際に交換可能、拡張性:観測機器を合計 40 基まで追加可能)に加え、想定震源域が広い南海地震に対応させるため、最大 10KV の高電圧に耐えられるシステムと

する。

#### 4. 事業開始時に示された研究開発の必要性等

##### (1) 必要性

東海・東南海・南海地震の今後 30 年以内の地震発生確率は極めて高く、これらが同時発生した場合、国民の生命・財産への甚大な被害が生じる恐れが指摘されており、「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（平成 14 年 7 月 26 日法律第 92 号）」において「国は、東南海・南海地震に関する観測及び測量のための施設等の整備に努めなければならない」とされているところである。

これまで、陸域については地震本部の方針に基づき、世界的にも類を見ない高密度かつ高精度なリアルタイム観測網を整備しているが、海域については陸域と比較して十分な観測機器が整備されておらず、地震発生予測に必要となる観測データが不足している。海域における観測網の整備は、人的被害の軽減に非常に有効であると考えられる緊急地震速報や津波警報の精度向上につながると期待されている。

そのような状況を踏まえ、文部科学省では、平成 18 年度より 4 ヶ年計画で、東南海地震の想定震源域である紀伊半島熊野灘沖にリアルタイム観測可能な海底ネットワークシステムの整備を行った。一方、過去の記録や最新の研究成果によると、東海・東南海・南海地震は将来連動して発生する可能性が高いとされており、文部科学省では、平成 20 年度より 5 ヶ年計画で、「東海・東南海・南海地震の連動性評価研究」を実施し、連動性評価のための地震発生予測モデルの構築等を進めてきた。平成 26 年度からは「南海トラフ広域地震防災研究プロジェクト」として「連動性評価研究」の成果を踏まえ、将来発生が危惧される南海トラフ巨大地震へ備える研究を 8 ヶ年計画で実施している。南海トラフ巨大地震の発生予測モデルを高度化し、高精度な連動性評価を行うためには、東南海地震の想定震源域におけるモニタリングとほぼ同一時期かつ長期にわたる南海地震の震源域におけるモニタリングが必要不可欠である。

##### (2) 有効性

我が国の地震調査研究は、地震本部の設立以降、全国稠密な基盤観測網の整備、基礎研究の推進による知見の獲得、全国地震動予測地図の作成、緊急地震速報の開始等、多くの成果が上がっている。また、地震本部の方針の下、文部科学省が平成 18 年度から委託事業として実施している「地震・津波観測監視システム（第 I 期）」については、平成 23 年度よりシステム本格稼動を開始した。

このような我が国のこれまでの地震調査研究に関する研究開発の実績と経験、さらには他の事業の進捗状況等を考慮すると、得ようとする効果は確実に達成されるものと見込まれる。

##### (3) 効率性

###### 1) インプット

第 1 フェーズ（平成 22～26 年度）においては、約 75 億円（地震計、水圧計等の観測機器を組み込んだセンサー 20 基を備えた稠密な海底ネットワークシステムを開発し、南海地震の想定震源域である紀伊半島潮岬沖に敷設）、第 2 フェーズ（平成 27～31

年度)では、約 30 億円(第 1 フェーズで構築したシステムから分岐装置により室戸岬沖まで拡張したシステムを整備)程度の予算規模を見込んでいる。

※上記は平成 21 年度時点での案であり、その後の予算編成の過程で計画に変更が生じた。

## 2) アウトプット

東南海地震と連動して発生する可能性が高いとされる南海地震の想定震源域において、地震・津波・地殻変動に関する詳細データをリアルタイムで観測する高密度海底ネットワークシステムを構築し、当該地域における高精度な地震・津波発生予測モデルの構築、地震発生直後の地震・津波発生状況の早期検知、さらに緊急地震速報、津波予測技術の高度化を実現する。

## 3) 事業の効率性

前述のとおり、中央防災会議の試算によると、東海・東南海・南海地震の同時発生による最大被害想定は、死者 2 万 5 千人、経済的被害 81 兆円との予測がなされている。本事業のアウトプットは、地震防災対策の強化に大きく寄与し、上記地震による国民の生命・財産への甚大な被害を軽減するものであるため、事業の効率性は妥当であるといえる。

## 5. 実施体制及び進行管理の妥当性

平成 18 年度から進めてきた「地震・津波観測監視システム(第 I 期)」は、文部科学省の委託事業として海洋機構が整備を行ってきたところであり、これまでの海洋調査、海中作業技術、地震研究成果といった実績から、海洋機構が当該事業を実施できる唯一の機関であると評価された。さらに、柔軟な事業の実施及び敷設されたシステムの効率的な保守運用等を考慮すると、船舶を所有する海洋機構が事業主体としてシステムの開発・整備・保守を実施することが効率的かつ効果的であると考えられる。

一方、当該海域において、地震・津波の被害軽減に資する観測データを取得できる体制を構築することは、国が中心となって取り組む重要な責務であり、今後開発を進めるシステムについても、国立研究開発法人である海洋機構の裁量に委ねることなく、今後とも、国が政策的にコントロールを行っていく必要がある。

以上により、当該「地震・津波観測監視システム(第 II 期)」の開発については、運営費交付金等による自主事業ではなく、文部科学省の補助事業として、当機構が実施している。

なお、地震・津波観測監視システムの開発・整備・運用にあたっては、外部有識者から構成される研究推進委員会を設置し、各年度の研究開発計画の審議及び各年度の進捗状況の報告等を実施しており、進捗状況の評価や今後の研究開発の推進に必要とされる事項について、確認を行っている。

本システムが完成し、運用のフェーズに入った後は、前述の通り防災科研に移管し、海底地震・津波観測網の一元的な管理運営を行うフェーズとなるが、恒常的な海中部のシステム維持・管理と観測装置等の高度化検討での貢献を当機構の責務として捉え、両法人が協力して進めることで、将来発生が危惧される南海トラフ域での巨大地震か

らの防災・減災に向けた社会実装をより強固なものとなるよう安定的な体制を構築する。

## 6. 予算（執行額）の変遷

単位：千円

年度	H22	H23	H24	H25	H26	H27	総額
執行額	1,499,125	1,290,211	5,699,640	1,761,821	886,857	561,721	11,699,375
(内訳)							
①設備 備品費	1,284,436	1,103,437	5,453,559	1,490,711	532,000	10,000	内訳は、千円 未満切捨て
②人件費	37,209	47,827	42,249	45,289	67,800	81,510	
③事業実 施費	177,479	138,946	203,832	225,821	287,057	470,211	

平成 22 年度から平成 25 年度までは執行額、平成 26 年度及び平成 27 年度は予算額。平成 24 年度は一般会計及び特別会計の合計値、平成 25 年度は本予算及び平成 24 年度一般及び特別会計の繰り越し分の合計。平成 26 年度は一般会計予算及び平成 25 年度の一般会計繰越分の合計。

## 7. 実施機関・代表者、体制

国立研究開発法人海洋研究開発機構（以下、海洋機構）

## 8. その他

## 事後評価票

(平成 27 年 6 月現在)

1. 課題名 地震・津波観測監視システム(第Ⅱ期)

2. 評価結果

(1) 課題の達成状況 ※達成度の判定とその決定根拠を明確にする

○事前評価における必要性に対して

- ・平成 25 年度より開始された DONET 第Ⅱ期の設置作業は平成 27 年 9 月上旬のケーブル敷設工事、平成 27 年上期と下期に分けた観測装置の設置行程となっており、予定通り平成 27 年度中に全点終了となっている。
- ・東北地方太平洋沖地震に伴う平成 24 年度の追加予算認定により、計画が 6 年前倒しとなったが、システムの構築は順調に達成されている。
- ・東北地方太平洋沖地震の発生を受け、さらに平成 24 年の中央防災会議による南海トラフの巨大地震による被害想定的大幅見直し等もあり、本事業の必要性はさらに高まっている。

○事前評価における有効性に対して

- ・南海トラフ地震への関心がますます高まっている社会情勢を鑑みても、海域における十分な観測体制が整備されていなかった状況から、リアルタイム観測が可能になったことは、非常に意義深く、予測されている被害の軽減に有効である。
- ・整備後のデータ利用に関して、気象庁、防災科学技術研究所とのデータ相互交換協定を締結しリアルタイムにデータが配信されることで、緊急地震速報や津波予警報の精度向上への寄与と、それに基づく地震防災対策の強化・被害の軽減に大いに効果がある。
- ・陸域と比べ整備が不十分であった海域の地震・津波観測網が整備され、緊急地震速報の早期発表や津波の早期検知を実現できるツールが完成することは、国の防災体制の強化に大きく貢献すると評価できる。

○事前評価における効率性に対して

- ・津波の早期検知および地震動の予測技術の向上によって津波発生をより早く検知し被害を軽減することは、費用対効果の観点で効率性はより高まっていると評価できる。
- ・地元の理解を丁寧に得ながら観測網の整備を行うことや、船舶ならびに海洋・海中調査の実績を有する海洋研究開発機構の優位性及び DONET 第Ⅰ期の整備を行った実績を活かし、海洋での作業における困難を予測して、リスクを最小限におさえる努力を行う等、適切な進捗管理を実施したことで運用の前倒しに対応した。

○中間評価での指摘事項に対して

- ・観測システムの効果的な維持方策として、ロボット化や自動化を検討し、コストダウ

ンによる維持負担の軽減を検討していることは一定程度評価できる。

- ・水圧計データの処理検討、基盤観測網としての位置づけの明確化など観測システムの確実な構築がなされている。
- ・リアルタイムの海底観測の専門家を育てるなど、本プロジェクトに関連してポストを得た若手研究者・技術者が多数いるとのことであり、人材育成には一定の役割が果たされた点は評価できる。今後とも、長期的な視点からの人材育成を継続されることを期待したい。

## (2) 成果

- ・陸上観測点を用いた既存のシステムと比較して、地震波や津波を大幅に早期に検知・通報できることが可能となった。また、地方自治体にとっても早期の緊急地震速報発信による迅速な対応が可能となるなどの被災軽減に大きな効果が期待され、地震対策の強化に大きく寄与しうる点などから、その成果は大きいと評価される。
- ・DONET のデータ解析やシミュレーションの成果も上がっている。
- ・東北地方太平洋沖に設置される S-net（日本海溝海底地震津波観測網）の設計・設置においても、本事業の経験が多く生かされているほか、国内のみならず海外の海底観測技術の向上に大きな影響を与えると考えられることも評価できる。
- ・また、観測データの社会実装という観点からは、パイロットプロジェクトとしての複数の自治体・企業との協定締結、自治体による津波予報業務許可取得など、周辺自治体への今後の波及効果が大きいと期待される。そのためにもより多くの自治体等の利用者を増やすためにデータ利用の標準化等、利用しやすい仕組みを構築することが期待される。
- ・教育現場への DONET の研究成果普及や DONET の研究成果発信を積極的に行うとともに、関連する若手研究者技術者を育成するだけでなく、地方自治体への技術移転等を行ったことなども評価できる。

## (3) 今後の展望

- ・新規技術開発とデータ蓄積に伴い地震発生メカニズムに対する理解の進展や、プレート境界すべりの高度観測によって「ゆっくり地震」についての新たな知見が得られることで地震発生予測の実現等が期待される。
- ・今後の研究の方向としては、「ゆっくり地震」の帯域をフルにカバーできる、より広帯域の海底連続観測技術の開発や、地震・津波の早期検知評価（緊急地震速報や津波警報につながる DONET 観測データの即時伝送）、即時津波予測モデルの構築等の研究が考えられる。
- ・今後は工学や社会学への取り組みを加えて行くことが望ましい。
- ・防災科学技術研究所へのシステム移管がスムーズに行われるよう、両法人の一層の連携を図ることが求められる。また、今後の長期安定運用に向けて、国としてしっかりした維持管理の仕組みを構築する必要があると考える。