

防災科学技術に関する研究開発課題の 中間評価結果

平成25年8月

科学技術・学術審議会

研究計画・評価分科会

目次

- 防災科学技術委員会 委員名簿 2

<中間評価>

- 地震・津波観測監視システム（第Ⅱ期） 4

防災科学技術委員会 委員名簿

平成25年8月現在

	氏名	所属・職名
主査	濱田 政則	早稲田大学理工学術院 教授
	天野 玲子	鹿島建設株式会社知的財産部長
	荒巻 照和	横浜市消防局予防部長 消防正監
	岡田 義光	独立行政法人防災科学技術研究所理事長
	折坂 章子	一般財団法人日本気象協会関西支社担当部長
	国崎 信江	危機管理アドバイザー
	重川 希志依	常葉大学大学院環境防災研究科長 教授
	清水 洋	九州大学大学院理学研究院教授
	清水 善久	東京ガス株式会社防災・供給部長
	首藤 由紀	株式会社社会安全研究所代表取締役所長
	寶 馨	京都大学防災研究所 教授
	高見 隆	兵庫県企画県民部防災企画局防災計画課長
	武井 康子	東京大学地震研究所 准教授
	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
	田村 圭子	新潟大学危機管理室 教授
	中尾 正義	人間文化研究機構理事
	林 春男	京都大学防災研究所巨大災害研究センター長 教授
	福和 伸夫	名古屋大学大学院環境学研究科教授
	松澤 暢	東北大学大学院理学研究科教授

地震・津波観測監視システム（第Ⅱ期）

1. 課題実施機関・代表者、体制

独立行政法人海洋研究開発機構

2. 課題実施期間

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%（参考値；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、2003 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、2012 年での検討では、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。

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、熊野灘沖に整備中の地震・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 100 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、ケーブル長 1000 km まで延伸が可能な高電圧システムとする。

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。また、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予警報の精度低下の原因となっている。

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ヵ年計画で、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進めている。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ヵ年計画で、「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いる。発生予測モデルを高度化し、南海トラフ巨大地震の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21年度中にはシステムを敷設し、平成22年度以降、システム本格稼働開始を予定しているところである。

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. 防災分野の研究開発に関する委員会での指摘事項

(1) 事前評価

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、発生した場合の被害も甚大になると予想されており、これらの地震の連動性評価を含む地震発生予測や、防災・減災に直結する緊急地震速報や津波予警報の精度向上に寄与する本事業の緊急性、社会的・経済的意義は極めて高い。さらに、世界をリードする最先端のシステムは科学的・技術的意義も高く、陸域と比べ整備が不十分であった海域の地震・津波観測網の整備という観点でも、国が先導すべき研究開発といえる。

2) 有効性

海底ネットワークシステムから得られる観測データが、震源直上、直近でリアルタイムに入手できることにより、地震・津波発生状況の早期検知や、観測データの気象庁への即時転送が可能となり、緊急地震速報等への活用など迅速かつ確かな防災・減災対策に確実に貢献すると考えられる。また、観測データは一般にも公開され、我が国全体の地震調査研究の発展にも貢献することが期待される。

3) 効率性

東海・東南海・南海地震が同時発生した場合、最大で死者 2 万 5 千人、経済的被害 81 兆円に及ぶなど、国民の生命・財産へ甚大な被害が生じる恐れがある。本事業は、地震防災対策の強化に大きく貢献し、予想される甚大な被害の軽減にも寄与するものと考えられるため、費用対効果は大きく、妥当な投資と評価できる。

4) 評価結果

甚大な被害が予想される南海地震の想定震源域に、これまでにない最先端の観測システムを構築する本事業は、必要性、有効性、効率性いずれも高いと評価でき、国として確実かつ早急に実施することが重要である。なお、事業実施と合わせて、整備後の効果的なシステムの維持・管理についても十分に検討されることが望まれる。

6. 課題・評価基準の達成状況

当該事業が開始される際に達成目標とされた、「第 1 フェーズが終了する平成 26 年度までに、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整備し、

データ取得を開始することを目標とする。また、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し、データ取得可能な範囲を拡大することを目標とする。」については、東北地方太平洋沖地震の発生を契機に、平成24年度予算（平成23年12月25日閣議決定）において、第Ⅱ期の南海地震観測用システムの構築が大幅に加速されることとなった。当初予定では第Ⅱ期で整備するシステムの観測装置を、第1フェーズ及び第2フェーズに分けて製作する計画であったが、この加速効果により、平成24年度に第Ⅱ期分の製作を完了させる見込みであり、当該事業を効率的に実施し、早期構築を目指している。また、平成25年度には部分的に基幹ケーブルを敷設する予定としており、平成26年度までに一部データの取得、および試験運用開始に向け、機器の開発と地元との調整を着実に推進している。

※平成24年度時点での案であり、今後の予算編成の過程で計画に変更が生じる可能性あり

7. 事前評価における指摘事項への対応

1) 必要性

「本事業の緊急性、社会的、経済的意義は高い」という指摘については、上述したように当該システムの早期構築を目的として、平成22年度から構築に着手している当事業（第Ⅱ期）について、平成24年度に構築加速のための予算が認められたことを受けて、当初予定していた平成33年度の本格運用予定から計画を6年前倒し、平成27年度の本格稼働を目指して計画的・効率的に事前調査及び機器開発等を実施している。可能な限り早期に構築するため、第1及び第2フェーズで区切られていた計画を見直し、各々の課題とその目標を設定し明確なロードマップを定め、その達成に向けて着実かつ持続的な研究開発を推進している。

「最先端のシステムは科学的・技術的意義も高く、陸域と比べ整備が不十分であった海域の地震・津波観測網の整備」という指摘については、当事業で整備する南海地震の想定震源域を網羅する第Ⅱ期の地震・津波観測監視システムは、第Ⅰ期で構築したシステムと比較して、広域な観測エリアに多数の観測点を擁する大規模展開の海底ネットワークシステムとなるため、高電圧化という技術的な課題があったが、第Ⅰ期で確立した技術を基に順調に開発を推進し、観測網機能の高度化を行っている。

また、平成23年から本格運用を始めた「地震・津波観測監視システム（第Ⅰ期）」については、東北地方太平洋沖地震の津波から、一元化震源で検測されない地震まで、紀伊半島沖での様々な地震・津波現象を観測しており、海域の地震の検知能力及び震源決定精度の向上に寄与している。

2) 有効性

「緊急地震速報等への活用」という指摘については、東南海地震の震源域に整備された「地震・津波観測監視システム（第Ⅰ期）」の全観測地点のデータ運用を開始しており、従来得られなかった海域からの高精度な観測データを効果的に活用するため、平成23年に気象庁と（独）防災科学技術研究所との三者の間で「観測データ等の相互交換に関する協定」を締結し、全観測地点（20箇所）のデータをリアルタイムで継続的に配信している。データの活用を促進し、地震・津波発生状況の早期検知・津波予測技術を高度化させることにより、防災・減災対策に寄与している。

また、「観測データは一般にも公開され、我が国全体の地震調査研究の発展にも貢献することが期待される」という指摘については、地方自治体も含めた関係機関との連携を推進し、要望に応じ

たデータの配信等について協議を重ねている。さらに、平成 25 年 2 月には、掘削孔内観測センサーの第 I 期システムへの接続が成功し、連続観測が開始されたことを踏まえ、気象庁等への当該データ提供についても検討を進めている。

3) 効率性

「予想される甚大な地震被害の軽減に寄与する」と評価を受けた本事業は、東南海・南海震源想定海域に整備した精緻な観測センサーを用いて、地震や津波を早期に検知し、緊急地震速報や津波警報の高度化に貢献することにより、巨大地震や大津波被害を最小限に抑え、地震防災・減災対策の強化に寄与する。その効果は、上記震源域地震による国民の生命・財産への甚大な被害を軽減する上で計り知れない。

8. 研究成果の波及効果（科学的・技術的視点および社会的・経済的視点から）

科学的・技術的視点については、運用を開始している東南海地震の震源域に整備された「地震・津波観測監視システム（第 I 期）」において、震源域近傍の海域で発生した震源に近い紀伊半島南部の沿岸域では、陸上観測点と比べ現在よりも地震波で最大十数秒、津波で最大 10 分から 15 分程度、早期に検知して情報を発信することが期待されるシミュレーション結果が得られており、将来の東南海地震に対しても利点が発揮されると期待できる。また今後、第 I 期で整備された東南海地震の想定震源域及び第 II 期で整備される南海地震想定震源域でのリアルタイムモニタリングを、同一時期かつ長期に実施することで、東南海地震と南海地震の連動発生評価の高度化に活用される科学的な側面へ貢献する意義も大きい。さらに、地震発生予測モデルから得られる海底地殻変動のシミュレーション結果と観測データによるデータ同化の手法により、予測精度の向上に貢献するための研究開発も推進している。

社会的・経済的視点については、東海・東南海・南海地震の同時発生による最大被害想定は、死者行方不明者 32.3 万人との予測がされている。本事業のアウトプットは地震防災対策の強化に寄与し、上記のような地震による国民の生命・財産への甚大な被害を軽減する上で、その効果は計り知れない。

また、第 I 期で開発された技術は、(独)防災科学技術研究所が実施している日本海溝海底地震津波観測網の整備事業においても利用されることとなり、他の地震観測システムにも応用される効果がでていく。さらに海外においても、台湾中央気象局が中心となって展開している台湾東方海域における海底地震観測システムの設置事業において、第 I 期の技術開発の成果が利用されており、当事業の研究開発成果が国内外で活用されている。

9. 事業終了時の課題達成状況の見込み（今後の展望等）

上述の通り、平成 24 年度予算編成において当該事業の加速が決定され、第 1 フェーズで示された所期の目標については十分達成できる見込みである。さらに、平成 27 年度の本格運用に向けて、当該システムの構築作業を計画的に実施しているところである。

なお、当該事業の今後の展望等については、本事業の進行を管理している文部科学省との間で検討を重ねるとともに、外部有識者から構成される研究推進委員会においても議論を開始している。

10. 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（独）海洋研究開発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、当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、当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、独立行政法人である海洋研究開発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。

11. 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	1,499,123	1,291,467	6,420,814	818,186			10,029,590
(内訳)							
①設備備品費	1,293,624	1,103,437	6,160,364				
②人件費	37,176	47,827	51,372				
③事業実施費	168,324	140,202	209,078				

24年度は一般会計及び特別会計の合計値、25年度は予算額

「地震・津波観測監視システム」中間評価票

(平成 25 年 5 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

○事業概要

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等に整備する。

所期の達成目標は以下の通り。

① 第 1 フェーズ (当初予定：平成 22 年度～平成 26 年度)

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整備し、データ取得を開始する。

② 第 2 フェーズ (当初予定：平成 27 年度～平成 31 年度)

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し、データ取得可能な範囲を拡大する。

○課題の達成状況

東北地方太平洋沖地震の発生を契機に、平成 24 年度予算において事業を大幅に加速した。システムの観測装置を第 1 フェーズ及び第 2 フェーズに分けて製作する計画であったが、この加速効果により、平成 24 年度にすべて製作した。平成 25 年度の部分的な基幹ケーブルの敷設、平成 26 年度までの観測データの一部取得及び試験運用の開始、平成 27 年度の本格運用に向けて、必要な準備をすすめている。このように、機器の開発や地元との調整等を着実に推進しており、研究開発は順調に進捗している。

東海・東南海・南海地震の発生確率は極めて高く、本事業の緊急性、社会的、経済的意義は高い。広域の海底ネットワークシステムのための技術的な課題があったが、順調に研究開発が進んでおり、科学的・技術的意義が高い。また、陸域と比べ整備が不十分であった海域の地震・津波観測網を整備するものであり、事前評価において設定された必要性に関する評価基準を満たしている。

また、気象庁等に対し、一部データの提供を開始するとともに、地方自治体の要望に応じたデータの提供等についての協議が進んでいる。緊急地震速報等への活用や、観測データの一般への公開による我が国全体の地震調査研究の発展への貢献という、事前評価において設定された有効性に関する評価基準を満たしている。

さらに、観測データは、防災対策の強化に貢献し、予想される甚大な地震被害の軽減に寄与するものと考えられ、事前評価において設定された効率性に関する評価基準

を満たしている。

(2) 各観点の再評価と今後の研究開発の方向性

○各観点の再評価

東北地方太平洋沖地震の発生を受け、本事業の必要性はさらに高まっている。緊急地震速報等への活用や、観測データの一般への公開による我が国全体の地震調査研究の発展への貢献が、引き続き期待される。当初設定した有効性に関する評価基準は妥当である。平成24年に内閣府が発表した南海トラフ地震の被害想定では、死者・行方不明者32万3千人等と推計されている。津波発生をより早く感知することは数分単位であっても被害の軽減に大きく貢献するものであり、費用対効果の観点で、効率性はより高まっている。

○今後の研究開発の方向性

引き続き、地震計、水圧計等の観測機器を組み込んだセンサーを備えた稠密な海底ネットワークシステムの研究開発とその整備を進め、地震発生に至る過程についての理解をすすめるべきである。特に、東北地方太平洋沖に整備を予定している「日本海溝海底津波地震観測網」でも有効に活用できることから、水圧計のデータ処理に関する検討が極めて重要である。

防災対策の強化への貢献のため、観測データ等は、行政等が利用しやすいように配慮すべきである。そのためには、行政等でのデータの利用に関するニーズや利用状況を把握し、それをシステムに反映させる必要がある。

システムの維持・管理について、災害発生時の損壊に対する冗長性に配慮してシステムを構築している点は評価できる。さらに、保守作業の自動化、効率化等をすすめ、継続的な維持・管理を容易とすべきである。

なお、本事業では、多くの若手研究者が研究に従事しており、人材育成が進んでいる点は評価できる。引き続き、人材育成を進めるべきである。

(3) その他