

防災科学技術に関する 研究開発課題の事後評価結果

令和2年9月

科学技術・学術審議会

研究計画・評価分科会

防災科科学技術委員会委員

	氏名	所属・職名
主査	寶 馨	京都大学大学院総合生存学館長 教授
主査代理	山岡 耕春	名古屋大学大学院環境学研究科 副研究科長 教授
	大原 美保	国立研究開発法人土木研究所 水災害・リスクマネジメント国際センター 主任研究員
	大湊 隆雄	東京大学地震研究所 教授
	小野山 正	兵庫県企画県民部防災企画局防災企画課長
	上村 靖司	長岡技術科学大学工学部機械創造工学専攻 教授
	鈴木 博人	東日本旅客鉄道株式会社 JR 東日本研究開発センター 防災研究所 所長
	鈴木 靖	一般財団法人日本気象協会 執行役員 最高技術責任者
	瀧澤 美奈子	科学ジャーナリスト
	田村 圭子	新潟大学危機管理室 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
	福和 伸夫	名古屋大学減災連携研究センター長 教授
	前田 裕二	日本電信電話株式会社研究企画部門 R & D ビジョン担当 統括部長
	水村 一明	東京消防庁防災部震災対策課長
	三宅 弘恵	東京大学大学院情報学環（兼）地震研究所 准教授

南海トラフ地震調査研究プロジェクト課題の概要

1. 課題実施期間及び評価実施時期

平成 25 年度～令和元年度（中間評価 平成 28 年 7 月、事後評価 令和 2 年 9 月）

2. 研究開発概要・目的

大災害からの被害軽減を図るための防災対策を、自治体と連携しながら検討する。また、「東海・東南海・南海地震の連動性評価研究」での調査未領域等において地震・津波発生メカニズム解明のための調査・観測を実施するとともに、南海トラフ地震の地震・津波発生シミュレーション等を実施する。

3. 研究開発の必要性等

必要性：2011 年 3 月の M9 の地震による東日本大震災や 2016 年 4 月の震度 7 を 2 回記録した熊本地震など、多大な被害を及ぼす地震が増えていることから、南海トラフ地震の研究の必要性は当初よりも高まっており、当初の研究を着実に遂行することが求められている。

有効性：我が国においては、津波や地震のリスクは全国どこでも想定されるものであることから、南海トラフ周辺を主たる対象とした研究ではあるが、その成果は全国の防災・減災対策へも有効である。

効率性：それぞれのアウトプットに向けて各課題は着実にかつ効果的に進展し、可視化の導入など成果が様々な自治体で効率的に利活用されつつある。

4. 予算（執行額）の変遷

単位：千円

年度	H25	H26	H27	H28	小計
予算額	475,000	446,030	361,285	330,559	1,612,874
執行額	439,520	433,310	350,658	321,910	1,545,398
(内訳)					
設備備品費	53,662	15,288	13,087	8,320	90,357
人件費	19,203	63,273	63,542	62,718	208,736
業務実施費	326,699	315,357	242,151	221,607	1,105,814
一般管理費	39,956	39,392	31,878	29,265	140,491

平成 29 年度より

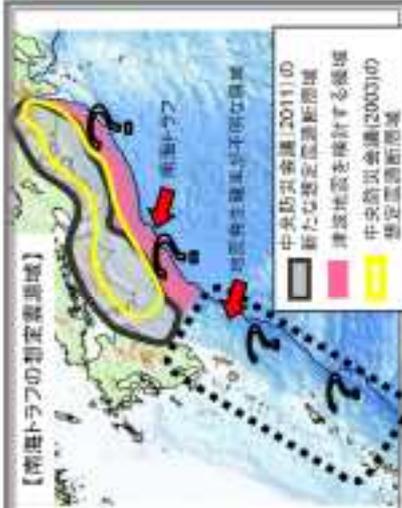
単位：千円

年度	H29	H30	H31	小計	総額(7年間)
予算額	297,539	280,819	238,700	817,058	2,429,932
執行額	292,769	278,466	231,054	802,289	2,347,687
(内訳)					
物品費	30,607	30,705	13,868	75,180	
人件費・謝金	65,867	74,762	69,546	210,175	
旅費	20,828	25,044	20,120	65,992	
その他	148,852	122,641	106,515	378,008	
間接経費	26,615	25,315	21,005	72,935	

南海トラフ広域地震防災研究プロジェクト（平成25年度～令和元年度）

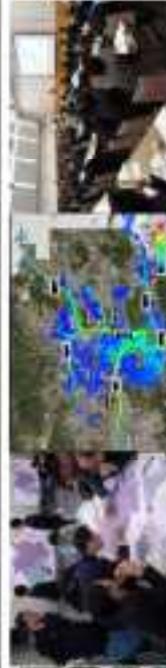
背景

- 南海トラフのM8～9クラスの地震の今後30年以内の地震発生確率は高く、中央防災会議は南海トラフの巨大地震について、マグニチュード9.1（最大津波高34m）、死者32万人の最大想定を発表し、図1地域は防災・減災対策の一層の強化が求められている。
- 本想定の後継には「東海・東南海・南海地震運動性評価プロジェクト（H20～24）」の調査結果の成果が活用されたが、大津波の発生要因となるプレートの沈み込み付近の詳細構造は十分に調査されておらず、今後発生する地震やそれに伴う津波の実態を把握する上でこの領域の調査観測等を実施することは極めて重要。
- 南海トラフ沿い西方の南西諸島海溝周辺領域は、過去に地震・津波が繰り返し発生した履歴が確認されているが、地震の発生する場所、大きさ、繰り返し間隔が十分に分からない調査未探域で、地震調査研究推進本部による長期評価の地震発生確率等の評価が不明であり、被害想定等のためにも調査観測が必要。



事業概要

- 地域連携減災研究
- 東日本大震災教訓活用
- 地震・津波被害予測
- 防災・減災対策
- 災害対応・復旧復興対策
- 防災・災害情報発信



震災研究ワークショップ 地域特性に合わせた動的ハザードマップ研究 各地域研究発表

- 【東日本大震災教訓活用】東日本大震災での災害とその対応を整理し南海トラフの防災対策に活用する。
- 【地震・津波被害予測】「巨大地震震源域調査研究」の成果等を活用して、地震モデルや構造物への影響等も考慮した、より現実的な地震・津波被害予測を実施。
- 【防災・減災対策】被害予測に基づき、災害に強い都市計画、避難行動対策等の防災・減災対策を研究。
- 【復旧・復興対策】人口・産業等の現状や将来見込み等に基づき、震災直後の応急対応、事業継続、復興時の都市再建等の復旧・復興計画の策定を検討する。
- 【防災・災害情報発信】被害想定から避難行動、応急対応、復旧・復興に至るまで、広域の自治体の連携による対応等を支援するための横断的な情報共有・発信システムの開発を行う。

- 巨大地震震源域調査研究
- 南海トラフ震源域調査
- 南西諸島震源域調査
- 地震・津波シミュレーション



津波観測調査 津波・地震動シミュレーション研究

- 【南海トラフ震源域】トラフ軸沿いの詳細構造、津波履歴等調査する。これに基づき、南海トラフ広域において津波シミュレーション研究を行う。
- 【南西諸島震源域】地下構造調査、陸域津波観測調査等の調査を行い、これに基づき、地震・津波シミュレーションを行う。

年度	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
地域研究全体の進捗状況									
津波観測調査									
地震・津波シミュレーション									
南西諸島震源域調査									
津波地高推計									
津波履歴調査									
津波シミュレーション									
津波シミュレーション									
津波シミュレーション									
津波シミュレーション									

本施策の防災への貢献

- 地震・津波の正確な被害予測に基づく防災・減災対策
- 人口変動等を考慮した円滑な復旧・復興に資する「復旧・復興計画」の策定
- 住民の避難行動、自治体の応急対応、復旧・復興等に資する総合的な情報基盤システムの研究開発
- 南海トラフの巨大地震により発生する津波の高精度な評価
- 南西諸島付近における長期評価および自治体の地震・津波の被害想定への貢献



南海トラフで発生する津波の高精度予測 都市計画や土地利用規制への活用

5. 課題実施機関・体制

研究代表者 国立研究開発法人海洋研究開発機構 (上席研究員) 金田義行

課題担当

- サブテーマ1：国立大学法人名古屋大学 福和伸夫
 - 国立大学法人東北大学 担当責任者：今村文彦 (再委託)
 - 国立大学法人名古屋大学 担当責任者：野田利弘 (再委託)
 - 国立研究開発法人海洋研究開発機構 担当責任者：高橋成実
 - 国立大学法人京都大学 担当責任者：牧 紀男 (再委託)
 - 国立研究開発法人防災科学技術研究所 担当責任者：藤原広行 (再委託)
- サブテーマ2-1：国立研究開発法人海洋研究開発機構 小平秀一
 - 国立研究開発法人海洋研究開発機構 担当責任者：小平秀一
 - 国立研究開発法人防災科学技術研究所 担当責任者：汐見勝彦 (再委託)
 - 国立研究開発法人産業技術総合研究所 担当責任者：池原 研 (再委託)
 - 国立大学法人東京大学地震研究所 担当責任者：篠原雅尚 (再委託)
- サブテーマ2-2：国立大学法人東京大学地震研究所 古村孝志
 - 国立研究開発法人海洋研究開発機構 担当責任者：堀 高峰
 - 国立大学法人東京大学地震研究所 担当責任者：古村孝志 (再委託)

事後評価票

(令和2年9月現在)

1. 課題名 南海トラフ広域地震防災研究プロジェクト（平成25年度～令和元年度）

2. 研究開発計画との関係

施策目標：安全・安心の確保に関する課題への対応

大目標（概要）：

我が国は、地震・津波、水害・土砂災害、火山噴火などの大規模な自然災害により数多くの被害を受けてきた。南海トラフ地震や首都直下地震などの巨大災害の切迫性が指摘され、一度発生すれば国家存亡の危機を招くおそれもある。また、これまでの災害から得られた教訓を今後の大規模自然災害等への備えに生かすことが強く求められている。このため、このような自然災害に対して、安全・安心を確保するべく、従来の研究手法に加えIoT、ビッグデータ、AI等の先端科学技術を活かした研究開発を推進し、災害に対する予測力・予防力・対応力のバランスがとれたレジリエントな社会を構築する。

中目標（概要）：

1. 大目標達成のために必要な中目標（防災科学技術分野（予測力・予防力の向上））

自然災害を的確に観測・予測することで、人命と財産の被害を最大限予防し、事業継続能力の向上と社会の持続的発展を保つため、国土強靱(きょうじん)化に向けた調査観測やシミュレーション技術及び災害リスク評価手法の高度化を図る。

2. 大目標達成のために必要な中目標（防災科学技術分野（対応力の向上））

発災後の被害の拡大防止と早期の復旧・復興によって、社会機能を維持しその持続的発展を保つため、「より良い回復」に向けた防災・減災対策の実効性向上や社会実装の加速を図る。

重点的に推進すべき研究開発の取組（概要）：

- (1) 自然災害のメカニズムを知りこれを予測する技術の研究開発
- (2) 自然災害に負けない建築物・インフラを構築する技術の研究開発
- (3) 不確実かつ多様な災害リスクの評価と、それに対応する技術の研究開発
- (4) 災害情報をリアルタイムで推定・予測・収集・共有し、被害最小化や早期復旧につなげる技術の研究開発

本課題が関係するアウトプット指標：

- (1) 災害に強いまちづくりへの寄与
- (2) 防災リテラシー向上のための教育・啓発手法の開発及びそれによる被害軽減効果の定量化の確立

- (3) 最新の科学技術（IoT、AI、ロボット等）を用いた冗長性を持つモニタリング及びデータ同化・予測手法の高度化
- (4) リアルタイム被害推定・予測、即時被害判定、被害等の情報共有の実現
- (5) 被災者支援業務対応システムの開発と実用化、時系列行動記録の蓄積
- (6) 査読付き論文数、研究成果報道発表数

本課題が関係するアウトカム指標：

- (1) 被害の軽減につながる予測手法の確立
- (2) 自然災害の不確実性と社会の多様性を踏まえたリスク評価手法の確立
- (3) 防災業務手順の標準化・適正化

3. 評価結果

(1) 課題の達成状況

課題の所期の目標は達成されている。

南海トラフ地震の発生確率や被害想定の甚大さを考えると、当初設定された評価項目および評価基準は現時点においても極めて重要であり、事前評価、中間評価を踏まえた「必要性」「有効性」「効率性」の各観点における評価項目及び評価基準は変更の必要はない。

<必要性>

【評価項目及び評価基準】

- ・大規模地震発生時の災害連鎖の状況を踏まえ、発生までの時間に被害を軽減するためのまちづくり方策や被災後の復興のデザインに生かせる成果が見込まれるか。
- ・津波地震の発生場所であるトラフ軸付近の領域について、調査観測が実施され、詳細構造の調査が進められているか。
- ・南海トラフ西方の南西諸島海溝周辺の領域について、調査観測が進められているか。地震発生の特性解明や長期評価（震源域や地震発生確率等の評価）に資するデータが得られているか。

【評価結果】

サブテーマ1では、災害に強いまちづくり・地域づくりが重要となっている中、研究成果を被災軽減のためのまちづくり方策や被災後の復興デザインに生かすという視点で、様々な防災上の課題を抱える自治体の防災対策の立案などに貢献するため、各地域の特性評価、災害教訓、地震発生のシミュレーション結果などの研究成果や行政の情報などを一つのプラットフォーム（南海トラフ広域地震災害情報プラットフォーム）に集約し、インターネット上で公開した。また、東日本大震災の教訓を活用するアーカイブシステムを整え、それらを自治体が参加する地域研究会において紹介した。さらに、地域特性を考慮した被害想定をもとに、地域の現状を踏まえて地域自ら事前復興計画の参考にするといった取り組みを行ったことは、研究成果の社会実装や、自治体の計画的な防災対応並びに復興計画のデザインに貢献したと考えられ評価できる。

サブテーマ2では、トラフ軸周辺や南西諸島周辺で大規模構造探査等を実施し、地震動・

津波評価や地震発生のシミュレーションに活用できる詳細な地下構造モデルを構築した。また、海陸で実施された南海トラフ域や南西諸島海溝周辺における津波履歴調査においてタービダイトの堆積間隔が日向灘で 200–300~1000 年、八重山で 400~1000 年であることや、過去 6 千年間に最大クラスの津波は確認できなかったことなどの結果が得られた。このように、南海トラフから南西諸島海溝領域までの沈み込むプレート構造の解明や地震発生の特性解明が着実に進捗している。また、長期評価に資するデータが得られたと評価できる。

<有効性>

【評価項目及び評価基準】

- ・ 成果は全国の防災・減災対策へも波及が期待できるか。
- ・ 調査観測研究では構造探査だけでなく海底地殻変動観測について、この後のロードマップまたは海上保安庁との共同戦略等で検討されているか。

【評価の結果】

サブテーマ 1 における災害教訓データベースや地域特性評価システムなどの構築は、南海トラフ以外の他の地域への応用が可能な汎用性を考慮してシステムが構築されている。また、これらを災害情報プラットフォーム上に集約したことや地域研究会を通じた研究成果の社会実装への取組を全国に広げる道筋を作ったことは高く評価できる。さらに、インターネットを通じた情報発信は、同様な問題を抱えるその他の地域の自治体や様々な人々へ重要な情報提供になりえるため評価できる。

サブテーマ 2 における調査観測では、大学と海上保安庁による海底地殻変動観測技術の向上と、海上保安庁により南海トラフ陸側での不均一な水平変位量分布が明らかにされつつあることを考慮し、陸海の地殻変動データの同化が可能となるシミュレーションコードを開発したことは評価できる。また、トラフ軸付近に地震計や水圧計を設置し、時定数の短いゆっくりすべりに伴って発生すると考えられる超低周波地震を観測したことは、時定数の長いすべりの検知を目的とする海上保安庁の地殻変動観測と相補的になり、地殻変動による予測シミュレーションに入力する情報の精度向上に資する取り組みであると評価できる。

<効率性>

【評価項目及び評価基準】

- ・ 次の項目がアウトプットとして達成されたか。
 - － 人口変動などの社会情勢を考慮した統合的な震災前復興計画
 - － 各地域におけるより現実的な被害予測
 - － 防災行動誘発に資する地震・津波被害予測
 - － 災害履歴データベースの構築
 - － 住民や自治体、企業などがお互いに情報を共有し作り上げることが可能な災害情報システムの構築
 - － 南海トラフと南西諸島付近までの長期評価
- ・ 広域にわたる対象の各地域が上記の成果を有効に用いて、地域ごとの特性に応じた防災・

減災対策に生かすための体制が形成される見込みがあるか

【評価結果】

それぞれのアウトプットについて、地域特性評価システムや広域地震災害情報プラットフォーム構築など、予測、事前計画、東日本大震災や2016年熊本地震の震災教訓データベースなどの様々なシステムへのアクセスも分かりやすくなっており、着実かつ効果的に社会実装への枠組みが構築されたと評価できる。さらに、GISを活用した可視化により被災状況などをわかりやすく表示するなどの工夫もなされている。これらのシステムを確実かつ効果的な社会実装に向けて、地域研究会などを通してシステムの閲覧・利用方法を教示し、各自治体が有効な防災対策を構築できる道筋を作ったことは、連携減災研究へつながり評価できる。さらに、大学等と連携し地域防災の拠点として社会実装を継続して行える研究体制の構築が進んだことは評価できる。

総合的な情報発信ツールとして、南海トラフ広域地震災害情報プラットフォームを公開し、様々な自治体や団体が防災対策に役立てられるようになり、また、プロジェクトの成果なども含め有用な情報発信が可能となったことは評価できる。

南海トラフ地震の被害想定範囲は極めて広大であり、その喫緊性も踏まえ対象域における地域の特性に応じた防災・減災対策、例えば愛知県碧南市での複合災害対応の地域実装、大阪市南部での防災訓練や設置運営訓練の企画・計画、紀伊半島や瀬戸内の一部の自治体における津波の即時予測の実装や事前復興計画の立案などに取り組んだことは評価できる。

南海トラフおよび南西諸島付近において、大規模構造探査、地震観測、津波履歴調査などが実施され、三次元地下構造モデルや地震再来周期などの知見が得られ、地震発生サイクルシミュレーションや長期評価に資するデータが得られたことは評価できる。

(2) 科学技術基本計画等への貢献状況

第5期科学技術基本計画 抜粋

自然災害に対して、国民の安全・安心を確保してレジリエントな社会を構築する。
具体的には、災害に負けないインフラを構築する技術、災害を予測・察知してその正体を知る技術、発災時に被害を最小限に抑えるために、早期に被害状況を把握し、国民の安全な避難行動に資する技術や迅速な復旧を可能とする技術などの研究開発を推進し、さらにはこれらを組み合わせて連動させ、リスクの効率的な低減を図るとともに、災害情報をリアルタイムで共有し、利活用する仕組みの構築を推進する。

○南海トラフ地震の発生を想定した、広域に及ぶ被害（都市災害、ライフライン、経済被害）を想定し、現地調査やシミュレーションによる効果的な災害対応・復旧復興から自治体の復旧対応を支援するためのプラットフォームを構築した。

○東日本大震災や2016年熊本地震の被害を経て、その教訓を活用できるアーカイブシステムの構築や地震被害の地域特性に関する評価をし、地震・津波被害予測に貢献した。

○大局的な被害評価に加え、局所的な被害にも着目し、実際の災害対応シミュレーション、あるいは事前復興計画の検討から地域の防災対策を支援し、それぞれの観点から各地域に重要な防災上の特徴を把握した。

○昨今急激な発展を遂げている ICT 技術を用いて海底観測 (DONET) データを利用した津波即時予測を地域実装し、津波災害への防災力を高めた。

○南海トラフ域および南西諸島海溝周辺における大規模構造探査・地震観測・津波履歴調査を実施し、過去・現在の南海トラフの活動の把握を深化させ南海トラフ地震の予測研究へ貢献した。

(3) 総合評価

① 総合評価

本事業では、南海トラフ地震による被害軽減のために、地域特性に応じた防災・減災対策のより一層の強化、事前復興計画の策定、シミュレーションなどを用いたより現実的な地震・津波被害の予測を行い、これらの成果を横断的にあつかう情報発信プラットフォームの構築を行った。また、南海トラフで発生する地震像の解明を図るため、南海トラフから南西諸島海域において調査観測、地震発生シミュレーションを実施した。

サブテーマ 1 の地域連携防災・減災研究では、東日本大震災や 2016 年熊本地震の被災・復興状況をデータベースに蓄積し、防災教育や地域研究会などで災害教訓として生かしていることは評価できる。また地震・津波被害予測研究では、大きな視点 (鳥の目) から広域被害評価を行い、小さな視点 (虫の目) では、地域特性に応じたオーダーメイド型被害予測を行い、異なる視点から被害予測を検討したことは評価できる。これらの成果を災害情報プラットフォーム上に集約し、実際の地域研究会や連携自治体 (愛知県碧南市など) で、被災軽減のためのまちづくり方策や被災後の復興デザインの構想につなげられる道筋を作ったことは評価できる。

サブテーマ 2 では、トラフ軸周辺や南西諸島周辺で大規模構造探査等を実査し、地震動・津波評価やシミュレーションに活用できる詳細な地下構造モデルを構築したことは評価できる。また、海陸で実施された南海トラフ域や南西諸島海溝周辺における津波履歴調査においても長期評価に資するデータが得られたことは評価できる。南海トラフ地震の履歴や地震発生サイクルシミュレーションから南海トラフ地震の特徴及び多様性を把握し、地震発生予測モニタリングの検証を実施した。これらは、来るべき次の南海トラフ地震のシナリオと多様性を評価した重要な成果である。

本プロジェクトでは、防災分野・調査観測分野・シミュレーション分野のそれぞれの目標を立て、所期の目標を達している。加えて、災害情報プラットフォームや地域研究会を通じて、科学成果と被害軽減のためのまちづくり方策への活用を議論し、災害に関する様々な情報を作る側・伝える側と使う側の連携の必要性があることを自治体での訓練を通して把握できたことは評価できる。

② 評価概要

全体計画としてあげられているそれぞれのテーマに対して、各研究グループの着実な取組と確かな成果が得られている。将来発生することが確実視されている南海トラフ巨大地震に備え、防災分野・調査観測分野・シミュレーション分野が連携した体制のもと、2011 年東北地方太平洋沖地震の各分野の調査データや復興計画なども取り入れ、地震発生の理解から広域地震・津波災害における被害や復旧までの想定がなされた。一方で、地域連携研究によって局所的だが重要なオーダーメイド型の被害想定

が反映された災害対応の訓練や、事前復興計画まで具体的に関わっており、研究成果のアウトプット/アウトカムが確実に得られている。

(4) 今後の展望

本プロジェクトでは、最大規模も含めた南海トラフ地震に対する理解と対策、地域連携による具体的な対応の検討がなされてきた。これらの成果は、広域に及ぶ南海トラフ地震の被害を最小限に抑える役割が期待され、プロジェクトで連携した自治体等をはじめ他の自治体でも防災担当者の政策立案に資することが期待される。なお、理学分野で得られた成果を直ちに防災分野に活用することは難しいが、本プロジェクトで得られた南海トラフ地震の多様性に関するシミュレーション結果は重要であり、最新の科学成果を迅速に防災分野に活かすことで効果的な防災・減災対応が期待される。

一方で、平成 29 年の中央防災会議防災対策実行会議報告書等において、南海トラフでマグニチュード 8 クラスの大地震が発生し、残りの領域においても連動して大地震が発生する可能性が高まる（「半割れ」ケース）などの、「異常な現象」が発生し得る可能性が示された。つまり、マグニチュード 8 クラスの地震が発生したとしても、さらに同規模の地震が発生する場合など多様な地震発生の可能性が言及されている。このような異常なケースに対応できる想定は途上であるため、多様な南海トラフ地震に対応できるよう、さらなる調査研究が望まれる。