

防災科学技術に関する 研究開発課題の中間・事後評価結果（案）

平成 28 年 7 月

防災科学技術委員会

目次

- 防災科学技術委員会 委員名簿・・・・・・・・・・・・・2

<中間評価>

- 南海トラフ広域地震防災研究プロジェクト・・・・・・・・・・・・・4

<事後評価>

- 都市の脆弱性が引き起こす激甚災害軽減化プロジェクト・・・・・・・・10

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
山本 登	東京消防庁防災部震災対策課長

地南海トラフ広域地震防災研究プロジェクトの概要

1. テーマ名

地域南海トラフ広域地震防災研究プロジェクト

- サブテーマ 1 地域連携減災研究
- サブテーマ 2-1 巨大地震発生域調査観測研究（調査観測分野）
- サブテーマ 2-2 巨大地震発生域調査観測研究（シミュレーション分野）

2. 実施期間

平成 25 年～平成 32 年度

3. 研究開発概要・目的

南海トラフ広域地震防災研究プロジェクト

背景

○東海・東南海・南海地震の後30年以内の地震発生確率は極めて高く(※1)、東日本大震災を上回る人的・物的被害が想定されている(※2)。さらに平成24年3月31日の内閣府の南海トラフの巨大地震による震度分布・津波高について、最大級の想定を行っており、各地域は想定される津波高等、地域特性に応じた防災・減災対策をより一層強化しなければならない。

○「東海・東南海・南海地震動特性評価研究プロジェクト(H20～24)」の成果が現在の内閣府の南海トラフの想定震源域の検討に活用されている。しかし東北地方太平洋沖地震の発生後、津波地震の対策も重要であると明らかになったが、発生場所である海溝軸付近の詳細構造については十分に調査されていない。この領域の調査観測等を実施する必要がある。

○南海トラフ西方の南西諸島海溝周辺の領域は、過去に繰り返し津波を伴う地震が発生していることが確認されているが、地震発生の特徴が体系づけられていないため長期評価(震源域や地震発生確率等の評価)が行われていない。この地域の被害想定等を検討する上でも調査観測を進める必要がある。

(※1)地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価より、(※2)中央防災会議報告より

事業概要

地域連携防災・減災研究

復興復興対策
地震・津波被害予測
被害軽減対策

防災・災害
情報発信

減災研究ワークショップ
地域特性に応じた動的ハザードマップ研究
合同地域研究会

【復興復興対策】人口推移、産業の動向など現在の状況、将来の状況の見込み調査し、震災後の復興や復興に有用な都市計画等、広域災害の観点での震災前復興計画の策定を行う。

【地震・津波被害予測と被害軽減対策】各地域の地盤モデルの構築・高度化を行うと共にそれを用いた強震動・津波予測を行う。建築構造物、インフラ施設への影響等も考慮した、より現実的な地震・津波被害予測と災害軽減への誘導策について研究を進める。

【防災・災害情報発信】上記の研究成果やシミュレーションを用いたデータなどを活用し、地域の特性に応じ、被害想定から避難行動、震災後の応急対応、復興復興に至るまで、横断的に必要となる情報発信を検討し、統合的な情報基盤システムの開発を行う。東海・東南海・南海地震動特性評価研究プロジェクト(H20～24)で、産官学民が連携した地域研究会が立ち上がっており、引き続き活用してシステム開発を実施する。さらに「巨大地震震源域調査研究」の成果を随時活用し、研究会の広域展開も行う。

巨大地震震源域調査研究

構造探査・地震観測
津波履歴調査
シミュレーション研究

津波石調査

【南海トラフ震源域】南海トラフ震源域で、沖合の詳細構造、すべり履歴、等調査する。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】南西諸島海域において構造探査、陸域津波履歴調査等、長期評価に資する調査研究を行う。

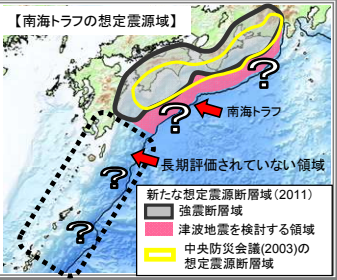
年度	地域連携防災・減災研究	巨大地震震源域調査研究
H25	・地域研究会を中心に基礎・応用と展開	・南海トラフの沖合詳細構造探査、津波履歴調査
H26	・九州は基礎的研究から	・南西諸島周辺の構造探査・自然地震観測等の調査・研究
H27	・名古屋、高知、大阪は応用的研究から	・シミュレーション研究は観測結果を反映し、随時
H28	・最終年度に向けて、総合的に減災等に資するための議論を行う	・南海トラフ想定震源域でも必要に応じ調査・総合的取りまとめ
H29	総合的取りまとめ	

本施策の防災への貢献

○震災前復興復興計画の策定に資する研究成果の提供、広域複合災害の観点での減災、復興計画等策定が可能となる。

○地域の特性に応じた課題に対し、現実的な被害予測を提供することが出来る。さらに住民の防災意識の改革による被害低減など、今後の総合的な防災・減災対策へ貢献する。

○南海トラフと南西諸島付近まで、長期評価が可能となり、強震動・津波の被害想定が可能となる。



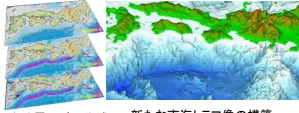
【南海トラフの想定震源域】

新たな想定震源断層域(2011)
強震断層域
津波地震を検討する領域
中央防災会議(2003)の想定震源断層域

長期評価されていない領域



津波石調査



巨大地震モデル作成
新たな南海トラフ像の構築

4. 予算（執行額）の変遷

単位：千円

年度	H25	H26	H27	H28	翌年度以降 H29-32 (4年間)	総額 (8年間)
予算額	475,000	446,030	361,285	330,559	330,559/年 (見込額)	2,935,110 (見込額)
執行額	439,520	433,310	361,285 (見込額)	330,559 (見込額)	—	—
(内訳)			(見込額)	(見込額)		
設備備品費	53,662	15,288	12,833	8,757		
人件費	19,203	63,273	71,708	67,691		
業務実施費	326,699	315,357	243,899	224,060		
一般管理費	39,956	39,392	32,844	30,051		

5. 実施体制

国立研究開発法人海洋研究開発機構 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 金田義行

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

国立大学法人京都大学 担当責任者：平原和朗（再委託）

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）

6. その他

中間評価票（案）

（平成 28 年 5 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
2. 評価結果
（１）課題の進捗状況 所期の目標の達成に向けて適正に進捗している。 【評価の理由】 当初全体計画として挙げられている 10 課題それぞれに対して、各研究グループの着実な取組が見られ、それぞれに対して所期の目標達成に向けて十分な進捗と成果が認められ、事前評価において抽出された諸課題について概ね適正に対応がなされており、今後の成果に大いに期待される。 将来発生する南海トラフ巨大地震に備え、理学・工学・社会科学が連携したオールジャパン体制のもと、地域防災研究、および巨大地震に関する調査観測とシミュレーションに関する研究を進めてきている。 具体的には、サブテーマ 1 の地域連携減災研究において建築年代や地形条件に応じた被害特徴の評価や海拔ゼロメートル地域での長期湛水現象の予測などの新たな知見、被害軽減のためのまちづくり方策等の地域研究会での紹介、自治体における復興イメージトレーニングなどが進められ、サブテーマ 2 の巨大地震発生域調査研究においては日向灘や南西諸島等における地下構造調査、低周波微動解析などが進められているが、すでに多くの成果が挙がっており、課題は順調かつ適正に進捗している。 単に研究者側からの情報の一方通行ではなく、地域の自治体の意見も聞き入れながらプロジェクトは進められており、それによる調査の進行と調査に基づくシミュレーション結果がまた地域社会にフィードバックされるという好循環を生み出している。
（２）各観点の再評価 当初設定された「必要性」「有効性」「効率性」の各観点における評価項目及びその評価基準は普遍的な妥当性を有しており、変更の必要は無い。 <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

震発生の特性格明や長期評価（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。

※事前評価票の「海溝軸」は、事実上「(南海)トラフ軸」のことであり、正確を期するため「トラフ軸」と表記した。

【評価の理由】

東海・東南海・南海地震の発生確率や脅威を考えると、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妥当であり、変更の必要は無い。2016年4月には震度7を2回記録した熊本地震が発生し多大な被害を及ぼすという新たな要素も加わったことから、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る。

サブテーマ1では、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ていることは評価でき、減災行動への貢献が期待できる。また、災害に強いまちづくり・地域づくりが重要となっており、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ことは必要な視点である。地域特性評価システムにより、異なる地域特性への研究成果の活用を可能としており、防災・減災へのまちづくり方針及び被災の復興デザインに寄与できるものと評価できる。

一方で、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デザインに生かす成果として、経済被害の予測モデル、地域特性評価システム、地震・津波被害の低減に向けた都市計画指針の策定の実施があるが、それぞれの成果を一つの成果としてまとめきれていないように見受けられる。教訓データベースの体系化も踏まえて、それぞれの成果を反映し、成果を社会に普及する視点で、利活用しやすいアウトプットを期待する。

サブテーマ2では、トラフ軸周辺の詳細な探査や南西諸島周辺での大規模構造探査等が実査されており、今後の長期評価に役立つ重要な情報が得られた。また、南西諸島海溝周辺における津波堆積物履歴調査において推定された再来周期が、従来の海域調査で考えられていた周期よりも短く、陸域の津波石から推定された再来周期を裏付ける結果が得られた。このように、トラフ軸付近の詳細構造及び南西諸島海溝周辺領域での地震発生の特性格明について確実に進捗していると評価できる。なお、各自治体等において実態により即した対策を講じるためにも、正確性の高い被害予測等を行うための調査観測は必要である。

<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。

【評価の理由】

四方を海に囲まれた我が国において、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、当初設定された評価項目および評価基準は現在も変わらぬ重要性を

有しており、変更の必要は無い。

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ように汎用性を考慮してシステムが構築されていると評価される。今後は、確実な社会実装に向けて自治体や一般企業などの現場での活用方法の検討、浸透させる工夫などが必要となろう。

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などと連携し、シミュレーションに対する海底地殻変動データの同化準備を行うなど、当初の指摘事項に適正に対処されていると評価される。今後は、より互いの特徴を生かした協力体制が構築されることを期待する。さらに、他機関との協力を進め、現在データが不十分なトラフ軸付近の海底地殻変動を連続的に把握することによって、予測シミュレーションに入力する情報の精度向上を期待したい。

<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る見込みがあるか。
 - －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
 - －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。

【評価の理由】

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構築、データベース整備、広域地震災害情報プラットフォーム構築など、既に達成しているものもあり、全体としては着実に進展していると評価される。また、GIS を活用した可視化により被災状況などがわかりやすく表示されるなどの工夫もなされている。調査・観測で得られた知見をどう地域連携減災研究につなげていくかを常に意識して実施し、成果を利活用しやすい環境整備がなされることを期待したい。被害予測ツールや災害情報プラットフォームの作成を進め、熊本地震等の直下型地震の防災減災と復興にも役立つような、効率的なアウトプットにも期待したい。種々のアウトプットにより防災意識を高めることは重要で、さらに想定外の事象に対しても被害を最小限にできるような対応力を高めるためには、それらの持続が大切である。地域特性を生かした体制の形成、およびその持続を念頭に置いたアウトプットを期待する。このためには、大学等と連携し地域防災拠点を形成するなど、社会実装を継続して行える研究体制の構築が重要である。

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最終年度までに完成・公開し、様々な自治体や団体の防災対策に役立てられるようになることを期待する。また、長期プロジェクトであることを考慮すると、タイムリーに情報発信が

なされるべきであろう。

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・減災対策をプロジェクト期間内にどの程度の範囲まで確立できるかが、これからの課題となる。

(3) 今後の研究開発の方向性

継続

(4) その他

8年間という長期プロジェクトであることを考慮すると、予算的な問題はあるものの、南海トラフ広域地震災害情報プラットフォームを通じて多くの情報発信ができるよう、創意工夫を期待したい。特に、災害現場で実際にどう対応し、復興していくかという貴重な情報の体系化という視点で阪神・淡路大震災の教訓、熊本地震が生じたことによる新たな教訓、新しい知見は貴重なインプットになる。当初計画にとらわれず、災害教訓の体系化を柔軟に行い、充実した使いやすいデータベースの作成を期待する。また、これまでの成果が何らかの形で熊本地震の復旧・復興対策にも有効であったかについても、今後は検討される必要があるだろう。

南海トラフ地震の喫緊性から、最終年度を待つことなく、それぞれの段階での総括とそれに基づく予測と対応策を提言・実装していくことが必要であろう。また、調査・観測で得られた知見をどのように地域連携減災研究に繋げていくか、災害シナリオや各種のハザードマップが行政や住民にどのように評価され、結果としてどの程度の減災効果が見込まれるか、常に留意されたい。

地都市の脆弱性が引き起こす激甚災害軽減化プロジェクトの概要

1. テーマ名

都市の脆弱性が引き起こす激甚災害軽減化プロジェクト

- サブプロジェクト1 首都直下地震の地震ハザード・リスク予測のための調査・研究
- サブプロジェクト2 都市機能の維持・回復のための調査・研究
- サブプロジェクト3 都市災害における災害対応能力の向上方策に関する調査・研究

2. 実施期間

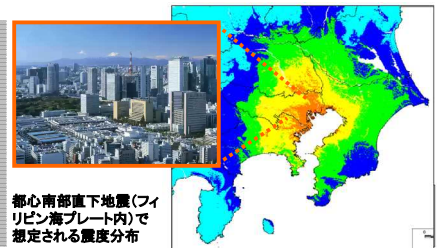
平成24年～平成28年度

3. 研究開発概要・目的

「都市の脆弱性が引き起こす激甚災害の軽減化プロジェクト」について

背景

- 3.11東北地方太平洋沖地震以降、南関東の地震活動は高まっており、**首都圏での大地震の発生が懸念される。**
- 3.11では、震源から数百キロ離れた東京や大阪で、**高層ビルが長周期地震動により長時間揺れ続け、建物の居住性と機能性を大きく損なった。**
- 大地震やその後の繰り返す余震に対し、建物の安全性を速やかに判断できなかったため、安心した建物の継続利用を妨げた。**
- 想定の大規模な都市災害では十分な災害救済活動が提供されず、一人ひとりが災害への対応能力を向上させる努力を進めないと、災害を増大させるおそれがある。**

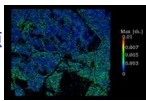


事業概要

これまでの首都直下地震防災・減災特別プロジェクトの成果を踏まえ、3.11を教訓として、切迫性の増した首都直下地震や、東海・東南海・南海地震に対して、都市災害を可能な限り軽減するための研究・開発を3つのサブプロジェクトにより行う。

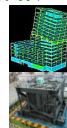
①首都直下地震の地震ハザード・リスク予測のための調査・研究 (地震の揺れと災害の予測)

- MeSO-net観測及び制御震源探査による首都圏の**地震発生過程**の解明
- 大規模数値解析コードによる**地震被害評価技術**の開発



②都市の機能維持・回復のための調査・研究 (建物・都市の安全と機能の確保)

- S造・RC造の崩壊余裕度の**シミュレーション解析**
- 大型振動台実験による**地盤基礎**の健全度モニタリングシステムの性能検証



③都市災害における災害対応能力の向上方策に関する調査・研究 (高い災害回復力を持つ社会の実現)

- 円滑な応急・復旧対応を支援する**マイクロメディアサービス**の利用実態調査及び災害情報提供サービスシステムの**機能充実と検証**
- 防災リテラシーハブプロトタイプによる研修・訓練システムの**改善とコンテンツ充実**

期待される効果

- 首都圏の地下構造、地震動、地震像の解明を進め、都市の地震災害像を模擬することで、**その知見を用いた災害軽減策が図られる。**
- 建物の崩壊に対する余裕度を解明し、地震後の建物の健全度をモニタリングできるようにすることで、地震前に合理的な耐震性向上方策が図られ、地震後には居住者の退避要否や建物継続利用の可否判断が迅速かつ正確に行えるようになる。**それにより地震後の事業継続が支援され、都市の機能維持につながる。**
- 帰宅困難者、避難者、災害対応従事者等の円滑な応急・復旧対応が支援されるとともに、高い災害回復力を持つ社会の基盤となる一般市民(個人、組織、地域)の災害への対応能力が向上し、**自助力・共助力を育成する。**

都市の脆弱性が引き起こす激甚災害の軽減化プロジェクトの サブプロジェクト間の連携について

サブプロジェクト間の連携

当プロジェクトは、理学(地震学)、工学(耐震工学)、社会科学の各分野から、都市の脆弱性が引き起こす激甚災害の軽減化を目的とした研究を推進しているが、最終的には各分野の成果を融合した総合的な方策を示す必要がある。

現在では、各サブプロジェクト間の共同研究を促進するため**2つの連携課題**を設け研究を進めている。

1) 観測に基づく都市の地震被害評価技術の開発と地盤-基礎-建物系の応答評価とモニタリングに関する研究開発との連携

<連携1>

サブプロジェクト①で行う地震被害評価技術の開発とサブプロジェクト②で行う地盤-基礎-建物系の応答評価において、それぞれが有機的に連携して地盤-基礎-建物系の地震動計測データの収集・蓄積を行い、個別建物のシミュレーションの高度化を図る。

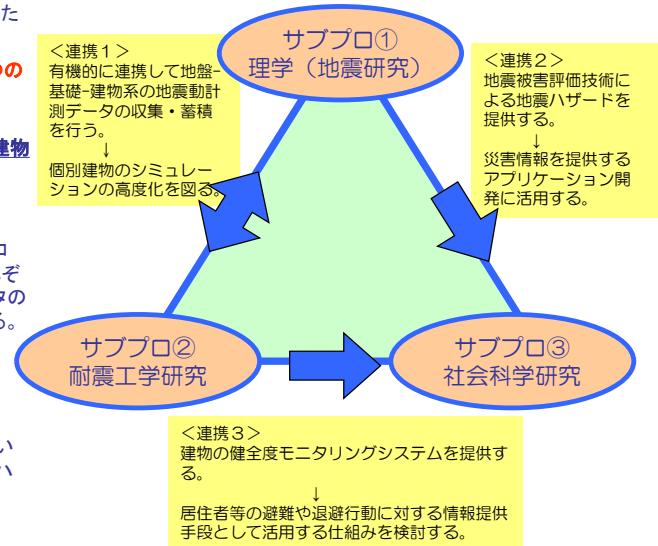
2) マイクロメディアサービスの開発での活用

<連携2>

サブプロジェクト③で行うマイクロメディアサービスの開発において、サブプロジェクト①と連携し、地震被害評価技術による地震ハザードを災害情報を提供するアプリケーション開発に活用する。

<連携3>

さらに、サブプロジェクト②と連携し、建物の健全度モニタリングシステムを居住者等の避難や退避行動に対する情報提供手段として活用する仕組みを検討する。



連携及び成果の流れイメージ図

4. 予算（執行額）の変遷

サブプロジェクト1

(単位：千円)

年度	H24	H25	H26	H27	H28	翌年度以降 H29	総額
予算額	248,000	213,073	196,981	170,034	151,684	—	979,772 (見込額)
執行額	230,634	212,544	196,815	169,289	151,684 (見込額)	—	960,966 (見込額)
(内訳) サブテ マ①	191,378	178,554	165,921	142,413	128,072 (見込額)	—	806,338 (見込額)
サブテ マ②	39,256	33,990	30,894	26,876	23,612 (見込額)	—	154,628 (見込額)

※H24～H26は確定額、H27は確定前の額、H28は予算額。

サブプロジェクト2

(単位：千円)

年度	H24	H25	H26	H27	H28	翌年度以降 H29	総額
予算額	248,000	212,000	216,000	162,000	160,000 (見込額)		998,000 (見込額)
執行額	248,000	212,000	216,000	162,000	—		—
サブテ マ①	21,000	135,000	115,000	10,000	12,000 (見込額)		293,000 (見込額)
サブテ マ②	130,000	43,000	35,000	127,500	123,000 (見込額)		458,500 (見込額)
サブテ マ③	36,000	8,000	39,000	6,500	9,000 (見込額)		98,500 (見込額)

※表中サブテーマ①～③の執行額は研究再委託額を取りまとめたもので、京大分については未記入（執行総額－サブテーマ①～③＝京大分）

サブプロジェクト3

(単位：千円)

年度	H24	H25	H26	H27	H28	総額
予算額	93,000	80,000	77,332	65,063	60,941 (見込額)	376,336 (見込額)
執行額	92,631	79,514	77,226	65,063	—	—
サブテ マ①	21,000	17,800	17,600	14,923	—	—
サブテ マ②	14,956	11,900	11,194	9,500	—	—
サブテ マ③	9,500	8,300	10,300	7,760	—	—
サブテ マ④	24,675	20,914	20,150	16,950	—	—
総括経費	22,500	20,600	17,982	15,930	—	—

5. 実施体制

サブプロジェクト1

サブプロジェクト代表者 東京大学 地震研究所 平田 直

サブテーマ① 国立大学法人 東京大学 地震研究所 平田直（サブテーマ代表）

a. 首都圏での地震発生過程の解明

a-1 国立大学法人 東京大学 地震研究所 平田直

a-2 神奈川県温泉地学研究所 本多亮

a-3 独立行政法人 防災科学技術研究所 木村尚紀

b. プレート構造・変形過程と地震発生過程の解明

b-1 国立大学法人 東京大学 地震研究所 佐藤比呂志

b-2 国立大学法人 横浜国立大学大学院 環境情報研究院 石川正弘

c. 首都圏での中小地震と大地震の発生過程の關係の解明

国立大学法人 東京大学 地震研究所 佐竹健治

d. 首都圏の過去の地震活動に基づく地震活動予測手法の確立

国立大学法人 東京大学 地震研究所 鶴岡弘

サブテーマ② 東京大学 地震研究所 堀宗朗（サブテーマ代表）

a. 地震動・地震応答の大規模数値解析手法の開発

国立大学法人 東京大学 地震研究所 堀宗朗

b. 大規模数値解析結果の先端可視化技術の開発

国立大学法人 東京工業大学大学院 情報理工学研究科 廣瀬壮一

サブプロジェクト2

研究代表者：京都大学 防災研究所 中島 正愛

研究副代表者：防災科学技術研究所 梶原 浩一

研究全体幹事：小堀鐸二研究所 小鹿 紀英

・サブテーマ①ー(1) 鉄骨造高層建物の崩壊余裕度定量化

（テーマ責任者：鹿島建設 高橋元美）

(2) RC 造建物の崩壊余裕度定量化

（テーマ責任者：大林組 勝俣英雄）

・サブテーマ②ー(1) 建物のモニタリング（上部構造）

（テーマ責任者：清水建設 白石理人）

(2) 建物のモニタリング（地盤）

（テーマ責任者：大成建設 長島一郎）

(3) 建物のモニタリング（連成システム）

（テーマ責任者：小堀鐸二研究所 酒向裕司）

・サブテーマ③ 地盤-基礎-建物連成系の応答評価（MeSO-net 観測）

（テーマ責任者：竹中工務店 鈴木琢也）

サブプロジェクト3

サブプロジェクト代表者 京都大学防災研究所 林 春男

・サブテーマ① 過去の災害経験の整理・体系化

都市地震防災ジオポータルの開発

防災科学技術研究所 鈴木進吾

関西圏における次世代復興計画に関する研究

関西大学社会安全学部 越山健治

中京圏におけるデータの作成収集

東京大学大学院工学系研究科 廣井 悠

被災者ニーズを踏まえたライフライン被害・復旧情報の体系化 岐阜大学工学部 能島暢呂

・サブテーマ② マイクロメディアサービス開発

ジオポータル・防災リテラシーハブと連携したマイクロメディアサービスの社会発信

静岡大学情報学部 井ノ口宗成

マイクロメディアサービスにおけるマッシュアップ・双方向インタラクション技術の開発

産業技術総合研究所 野田五十樹

・サブテーマ③ 総合的地震災害シナリオの構築（都市防災研究協議会）

大都市における巨大災害に対応可能な対策法制

政策研究大学院大学 武田文男

関西大学社会安全学部 山崎栄一

標準的な危機対応体制

京都大学防災研究所 牧 紀男

大規模都市災害からの経済回復

関西大学社会安全学部 永松伸吾

災害対応の標準化における日本版 Incident Command System の研究

防衛医科大学校救急部 秋富慎司

・サブテーマ④ 防災リテラシー向上のためのトレーニングシステム開発

防災リテラシー向上のための防災リテラシーハブおよびトレーニングプログラムの提案・開発

兵庫県立大学環境人間学部 木村玲欧

中心市街地における効果的な災害対応能力向上のための教育・訓練システムの開発

工学院大学建築学部 久田嘉章

建物被害調査に関する教育・訓練システムの開発

常葉大学大学院環境防災研究科 田中 聡

生活再建支援システムに関する教育・研修システムの開発

新潟大学危機管理室 田村圭子

災害担当職員向け教育・訓練システムの開発

東京大学生産技術研究所 目黒公郎

6. その他

事後評価票（案）

（平成 28 年 6 月現在）

1. 課題名 都市の脆弱性が引き起こす激甚災害軽減化プロジェクト

2. 評価結果

（1）課題の達成状況

- ① 課題の所期の目標はほぼ達成されている。
- ② 首都直下地震の災害リスクへの備えは依然として重要であり、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がない。

<必要性>

【評価項目及び評価基準】

- ① 災害の「軽減化」に役立つか。
- ② 災害後の「回復力向上」役立つか。
- ③ 東日本大震災で明らかになった防災上の課題の科学的な検証はされているか。
- ④ 市民・地域コミュニティ・行政・企業等の防災力向上に結びつけられているか。
- ⑤ 政府関係委員会、地方公共団体等への研究成果の発信、活用等がされているか。（中間評価時に追加）

【評価結果】

サブプロジェクト1

東日本大震災以降、関東地方における地震活動の変化を踏まえた首都圏における地震発生過程の解明や過去の地震活動に基づく地震活動予測モデル、南関東で過去に発生した大地震（安政江戸地震）を明らかにすることによって、首都圏における新たな地震像（頻度、場所、規模、揺れの大きさ）を解明した。さらに、大規模数値解析及び先端可視化技術によって地震被害像を具体化した。これら成果は、内閣府等の政府関係機関等の施策への展開を図ることにより、「災害の軽減化」や「地震後の回復力向上」に間接的に貢献している。なお、回復力向上のためには、地震後の地震活動に関する高い精度の予測が必要となるが、今後の課題ととらえる。

東日本大震災での反省を踏まえて、近代的観測以前の地震を考慮した検討を進めている。なお、東日本大震災で明らかになった防災上の課題は、主として津波・液状化・長周期地震動であるが、検証は一部に留まっている。

研究成果の普及により、小中学校での出張授業や防災講演会の開催、著書の出版等による啓発活動、サブプロジェクト3を通じて一斉防災訓練（日本 ShakeOut）へのシナリオ提供による防災力向上に結びつけられている。

また、研究成果は内閣府、中央防災会議、地震調査研究推進本部等に報告されている。

サブプロジェクト2

高層建物等の崩壊余裕度を定量化することで、十分な余裕度のない建物に対して明確な目標値を示して耐震補修を促すことができる等、災害の軽減化に貢献が認められる。

建物健全度評価のためのモニタリングシステムの開発により、地震直後に建物損傷の程度や被災箇所の特定が可能となるため、速やかな回復、復旧の道筋をつけることができることから、回復力向上への貢献が認められる。

長周期地震動に対する懸念に対し、鉄骨造高層建物の実験結果は有益である。なお、2016 年熊本地震では、大きな揺れに対する建物への信頼性が損なわれたことで、多くの住民が屋外避難をした。また、応急危険度判定のように第三者が診断するまで室内に入れない住民がいたことも、避難所が不足した一因である。この問題を首都圏にあてはめると、圧倒的な建物の数に対して、応急危険度判定や建物危険度判定を行う技術者の不足、診断に日数がかかることが予測される。本課題の研究成果により、建物の健全性の即時評価が可能となれば、避難所の過密状態の解消や建物に対する精神的不安の軽減に貢献するだけでなく、屋外滞留者による渋滞や緊急活動の妨げの最小化が期待される。

研究の成果について、特に建設業界に対して社会還元が達成されている。また、講演会やインターネットを通じた情報発信等により、国から市民に至る各層への社会還元がなされたものと評価できる。

さらに、内閣府の長周期地震動対策や国土交通省の南海トラフ地震対応の意見募集に成果が生かされている。

サブプロジェクト3

大規模災害の発生を前提に、その後の効果的な災害対応を探ることを目的に有している。本課題では、東日本大震災等の過去の災害体験を根拠に、災害応急対応や復興過程等について科学的な手法を用いて体系的に整理し、さらに、情報統合の基盤となる都市減災ジオポータル、防災リテラシーハブ、マイクロメディアサービスの連携により、関係者間での情報共有を可能としたことは、災害の軽減化と回復力向上における意義が大きい。また、「あなたのまちの直下型地震」等の開発は、一般市民の防災に対する意識改革に貢献するものであり、極めて現実的かつ重要な取り組みである。なお、被害を知った後でどのように対応するか、情報の更なる充実を要望する。

東日本大震災等の経験を根拠に、各種課題の整理と対策が構築されている。また、2016 年熊本地震の際に既にその成果の一部が活用されている点が評価できる。

本課題の研究成果は、都市防災研究協議会を通じて地方公共団体や企業等への共有が図られており、特に、成果の一部である被災者生活再建支援システムについては、2016 年熊本地震の被災市町村をはじめとする実際の災害現場で運用されるなど、全国各地域における地方公共団体への導入・展開が進んでいる。また、防災訓練を通じて市民や地域コミュニティ等の防災力向上に貢献している。なお、2016 年熊本地震から得られた知見を研究成果に盛り込むことにより、更なる防災力向上に資することを期待する。

<有効性>

【評価項目及び評価基準】

- ① 理学、工学、社会科学の分野融合による連携を進めているか。
- ② 成果の最終形を明確にしているか。

- ③ 地域の防災力向上等につながる研究成果の社会還元を進めているか。（中間評価時に追加）
- ④ 中京圏・関西圏の都市部においても諸問題の解決に有効か。
- ⑤ 防災情報受発信システムの開発が災害を軽減する手段として高い有効な形で進められているか。（サブプロジェクト3のみ）

【評価結果】

サブプロジェクト1

サブプロジェクト1は、理学、工学分野を融合しており、サブプロジェクト2及び3とも情報や意見の交換を含む連携が進められている。

成果の最終形は、首都圏で発生する地震像（頻度、場所、規模、揺れの大きさ）の解明、及び地震による被害像を明らかにする地震被害評価技術（大規模数値解析、先端可視化技術による）の開発とされている。

研究成果の社会還元は、内閣府、中央防災会議、地震調査研究推進本部等への報告だけでなく、防災意識の啓発を目的とした講演会や一斉防災訓練（日本 ShakeOut）へのシナリオ提供等を積極的に実施している。

地盤と建物のモデル化と大規模シミュレーションによる被害予測手法は、中京圏・関西圏等の他の地域でも適用が可能である。

サブプロジェクト2

サブプロジェクト1及び3とデータ提供、情報や意見の交換を含む連携が進められている。

成果の最終形は、「建物の崩壊余裕度評価」、「建物の健全度評価法」、「地盤－基礎－建物連成系応答評価」の3つの技術資料、及び、「健全度判定システムを用いた地震時の建物管理マニュアル作成指針」の策定として明確になっている。

研究成果の社会還元は、本サブプロジェクトに参加する大手建設会社を通じた成果展開だけでなく、社会に広く還元するために、技術資料や指針として情報公開する。なお、より広く社会還元していくために、情報公開や成果利用方法について一層の配慮が必要である。

本課題における崩壊実験結果や健全性モニタリングシステムは、都市部の高層建物等への適用を想定しているため、中京圏・関西圏をはじめとして適用範囲は広い。

サブプロジェクト3

サブプロジェクト3は、工学・社会科学の分野を融合しており、サブプロジェクト1及び2とも情報や意見の交換を含む連携が進められている。

成果の最終形は、都市防災研究協議会、都市減災ジオポータル、防災リテラシーハブ、マイクロメディアサービス、ShakeOut 訓練の5つであることを、初年度からプロジェクトのウェブサイト等で明示している。

サブプロジェクト3により設置した都市防災研究協議会においては、成果の受け手である市民・地域コミュニティ・行政・企業の視点を含めた研究開発を進めている。また、実際に発生した地震や各地の豪雨災害等を通じて研究成果の公開による有効性検証や課題解決を図り、社会還元に努めている。

中京圏・関西圏を含めた社会還元を推進しており、先行して被災者の生活再建支援システムを関西圏（京都市、宇治市等）に展開している。

防災情報受発信システムを構成する被災者の生活再建支援システムについては、2016年熊本地震で高い有効性を検証している。また、同システムは各地の豪雨災害事例においても高い有効性が示されている。

＜効率性＞

【評価項目及び評価基準】

- ① 先行プロジェクトで蓄積された多くの知見を土台として効率性を発揮しているか。
- ② 先行プロジェクトで整備された MeSO-net を活用して首都圏における地震活動の特性を効率的に捉えているか。（サブプロジェクト①のみ）

【評価結果】

サブプロジェクト1

先行プロジェクトで整備された MeSO-net は、本プロジェクトでも継続運用されることにより、これまで蓄積された多くのデータや知見を土台に有効活用されている。さらに MeSO-net を活用して首都圏における地震活動の特性を効率的に捉えている。先行プロジェクトから観測を継続してきたことに大きな価値があり、このような大都市部でこれだけの地震学的データが得られている例は世界的にも他になく、極めて重要である。

サブプロジェクト2

防災科学技術研究所の実大 3 次元震動破壊実験施設（Eーディフェンス）は、2005 年の竣工以降これまでに多くの優れた研究実績を持ち、本プロジェクトもそれに基づいて研究が計画され、実験も効率的に遂行されている。

サブプロジェクト3

先行プロジェクトで進められてきたシステム開発、得られた知見や実績を土台に研究開発を進めるとともに、実際の災害現場における検証から、効率性が高いと評価される。

（2）成果

【評価項目及び評価基準】

- ① 得られた成果と所期の目標との関係
- ② 波及効果

【評価結果】

サブプロジェクト1

- ① 得られた成果と所期の目標との関係

所期の目標1「南関東の地震像の解明」

首都圏下のフィリピン海プレートの上面境界が従来モデルより約 10km 浅いことを示すと同時に、東日本大震災以降における関東地方の地震活動の変化や応力変化の様子を明らかにした。また、これまで謎であった安政江戸地震の地震像の絞り込みにも、一定の成果

が得られた。

所期の目標 2「データと大規模数値解析に基づく被害推定手法の開発」

先行プロジェクトで得られた地下構造データを有効活用し、首都直下で発生する地震の地震像を明確にすることに成功した。

② 波及効果

学問上の貢献の他、内閣府の中央防災会議や東京都の防災会議が行った首都直下地震の被害想定の変更作業に反映されたこと等が挙げられる。

サブプロジェクト 2

① 得られた成果と所期の目標との関係

所期の目標 1「都市部基盤施設の崩壊余裕度定量化」

鉄骨造高層建物及び RC 造建物について、E-ディフェンスを用いた大型振動台実験により崩壊に至るまでの過程を詳細に明らかにすると同時に、要素試験に基づく高度数値解析を実施して、実験結果を精度良く再現することに成功した。

所期の目標 2「健全度モニタリングシステムの開発」

上部構造と地盤、及びその連成系のそれぞれについて構築したモニタリングシステムの妥当性が、大型振動台実験によって検証された。

② 波及効果

「建物の崩壊余裕度評価」、「建物の健全度評価法」、「地盤－基礎－建物連成系応答評価」の3つの技術資料、及び、「健全度判定システムを用いた地震時の建物管理マニュアル作成指針」として、明確になっている。

サブプロジェクト 3

① 得られた成果と所期の目標との関係

所期の目標「防災担当者の災害対応能力と一般市民の防災リテラシーの双方を向上させるための災害情報提供手法およびトレーニング手法の開発」

成果の一部である被災者の生活再建支援システムについては、実際の災害現場で運用される等、全国各地域における地方公共団体への導入・展開が進むことにより、防災担当者の災害対応能力の向上に貢献した。また、「あなたのまちの直下型地震」を開発し、一般市民の防災意識を高めることにより、防災リテラシーを向上させるためのきっかけのひとつとした。

② 波及効果

本研究の成果は 2016 年熊本地震発生後の対応において十分活用されており、成果が社会実装できていることを証明している。公助に関する研究開発が多い中、自助・共助を中心とした取り組みは、一般市民や民間企業の立場から非常に身近に危機感を感じることができ、地域の防災力・減災力の向上に寄与できる。

(3) 今後の展望

サブプロジェクト1

- ・ 本課題の終了後、MeSO-net データの一般公開や、関東地方で発生した地震の史資料データベースの公開が予定されており、期待したい。なお、MeSO-net は首都圏直下の地震像を探る貴重な観測網であり、本課題終了後も何らかの形で運用が続けられることを希望する。
- ・ 震度 7 を 2 回記録した熊本地震を対象とした大規模数値解析と可視化技術の応用と検証は、安政江戸地震に比べ建物の設計図等が格段に整備されていることから、検討の価値があらう。
- ・ 2016 年熊本地震も含め、都市直下で起きる地震に対しての被害軽減への研究的戦略を示すことが今後望まれる。
- ・ 研究成果は広く社会へ還元することが重要であり、実際に自治体や企業の防災計画等へ組み込まれ、事前の準備や発災後の早期回復に寄与できるよう、確実な社会実装を期待したい。
- ・ 首都圏で発生する中小の地震活動から大地震の発生確率を推定する手法の確立により、現在行われている「時間に依存しない地震発生確率」の評価から、「時間に依存する発生確率」の評価に移行する等、評価の精度向上が図られることを期待したい。

サブプロジェクト2

- ・ 地震後の迅速な応急危険度判定が可能になるものと期待される。今後は新設の構造物のみならず、既存の構造物に対しても適用されていくが、設置費用やワイヤレス利用時の周囲との通信障害等の課題を整理し、安価で実用的な判定システムの実現を期待したい。
- ・ これまで断片的な情報として伝えられていた高層建築物の地震時の被害発生プロセスを明らかにすることは、具体的な被災イメージを持たない社会・組織・人にとり、防災対策を考えていくうえで極めて重要なことである。
- ・ 成果の有効かつ具体的活用に向け、国土交通省や地方公共団体、さらには企業等と密接に連携した施策の確立が望まれる。
- ・ 建築物の真の実力を明らかにするとともに、国土交通省や国土技術政策総合研究所・建築研究所と共同して耐震基準へ反映が望まれる。

サブプロジェクト3

- ・ 本プロジェクトで開発されたシステムについては、研究終了後も運用・改良とデータの更新・発信が継続され、情報集約基盤として発展を続け、システムの改良やデータの更新の仕組みを含めた社会実装がなされることが期待される。なお、システムの普及・利活用拡大の観点からはオープンソースの形をとることが望ましい。
- ・ 「あなたのまちの直下型地震」被害推定システムでは、想定地震としてマグニチュードと深さのみを与える簡易な点震源モデルを用いているが、マグニチュード7級の大地震となれば、有限の広がりを持った面震源モデルを考えるべきであり、今後の改良を期待したい。
- ・ 災害時の対応については、支援者が戸惑うことなく、どこの地域でも効率よく効果的な活動を可能にするため、対応方法の標準化が望まれる。

- ・ 研究終了時には、関西圏、中京圏における大規模地震災害の様相等の研究成果も一般公開されるとともに、「あなたのまちの直下型地震」による各種の被害想定が公開され、自助・互助・共助・公助力を高めるための防災リテラシーの向上が大いに期待される。