

事業事前評価表

国際協力機構地球環境部防災グループ防災第二チーム

1. 案件名（国名）

国名： トルコ共和国（トルコ）

案件名：災害に強い社会を発展させるためのトルコにおける研究と教育の複合体の確立 - マルテスト

Establishment of a Research and Education Complex in Turkey for Developing Disaster-Resilient Societies - Martest

2. 事業の背景と必要性

（１）当該国における防災セクターの開発の現状・課題及び本事業の位置付け
トルコ（以下、「当国」という。）は、面積約 78 万平方 km（日本の約 2 倍）を有し、2021 年時点の人口は約 8,468 万人、1 人当たりの GDP は 9,539 ドルである（トルコ国家統計局）。当国の大部分を占めるアナトリア半島は、北側のユーラシアプレート、南側のアフリカプレート及びアラビアプレートの境界部に位置し、その他にもマイクロプレートが複数存在しているため、地震活動が活発な地域である。特に、1999 年に発生したトルコ北西部地震（マルマラ地震とデュズジェ地震の 2 回の地震）は、約 2 万人の犠牲者を出すなど甚大な被害をもたらした。加えて、当国では、近年の急速な経済発展による都市構造の複雑化および経済構造の高度化により、さらに災害に対する脆弱性が高まっている。

災害対策は当国における主要課題の一つであり、「第 11 次国家開発計画（2019～2023 年）」において、減災への取組を通じた、災害への理解促進や災害に強靱な社会の構築、災害による人命・資産損失の最小化を掲げており、防災の取組を推進している。また、2009 年に設置された内務省災害危機管理庁（Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı、以下、「AFAD」という。）は「国家地震戦略及び行動計画（2012～2023）」において、地震に安全な居住環境と建設を大目標の 1 つに掲げ、地震情報インフラストラクチャの開発を目的として、地震データバンクの確立と維持、地震観測ネットワークの開発、全国地震予備被害推定と早期警報システムの開発、適切な行動計画の策定、地震耐震工学研究設備の充実化等を据えている。

イスタンブール付近には、全長 1,000 km を超す北アナトリア断層が海底に存在しており、特にイスタンブールに近いマルマラ海の下の破壊域ではここ数百年にわたり大地震が発生しておらず、地震のリスクの高い空白域となっている。加えて、トルコの建物ストックは、大半の建物が 1998 年の耐震基準の大幅な改定前に建設された建物で構成されており、地震に対する脆弱性が高い。さらに、マルマラ海域で過去発生した巨大地震において海底土砂の地滑りに伴って津波が発生しており、1999 年 8 月 17 日の地震でも平均 2.5m の津波が到来した他、地盤の液状化による被害も報告されている。ついては、経済的要所である同地域において大地震時が発生した場合には、甚大な被害が生じる可能性や、継続使用性が損なわれることにより都市機能が喪失する可能性がある。

本事業のトルコ側実施機関であるゲブゼ工科大学は、1999 年の地震後に設立さ

れた地震及び構造工学の大学院プログラムの枠内で、地震及び構造工学に関する高度な研究を行っているとともに、マルマラ地震工学試験センター（Marmara Earthquake and Structural Engineering Test Center（略称：MARTEST）：以下、「マルテスト」という。）の設立を進めている。本事業は、耐震設計の確立に向けた地震工学技術開発のための施設（マルテスト）構築、北アナトリア断層活動評価、イスタンブール沿岸域における地震・津波シミュレーション及びこれら成果の教育システム構築を行うことで、同国の地震津波被害軽減に向けた体制を築くものである。

（２）防災セクターに対する我が国及び JICA の協力方針等と本事業の位置付け、課題別事業戦略における本事業の位置づけ

「仙台防災枠組 2015～2030」では、優先行動として、災害リスクの理解、強靱化に向けた災害リスク削減への投資が位置づけられている。同事業は、地震工学技術開発のための施設整備及び、地震・津波シミュレーション等を行うことで、事前防災投資の促進ひいては都市の強靱化に寄与するものであり、同枠組の優先行動の達成に貢献するものである。また、日・トルコ首脳会談でも、防災分野に係る協力の推進が確認されており、2018 年 12 月には二国間で防災協力に関する覚書が署名されている。

対トルコ共和国国別開発協力方針（2018 年 9 月）においては、重点分野「経済を支える強靱な社会基盤づくりへの支援」において、防災・災害対策に係る支援を行うとしている。また、対トルコ共和国 JICA 国別分析ペーパー（2015 年 3 月）においても、防災・災害対策を重点課題として分析しており、本事業はこれらの方針・分析と一致する。

JICA グローバル・アジェンダ「防災・復興を通じた災害リスク削減」におけるクラスター①「大都市を中心とする資本集積地域への防災投資実現」、②「災害リスクの理解及びリスク管理のための防災推進体の体制確立」に貢献する。また、本事業は当国における災害リスクの低減に貢献することから、SDGs のゴール 11「包摂的、安全、強靱で、持続可能な都市と人間住居の構築」、及びゴール 9「強靱なインフラの構築、包摂的で持続可能な工業化の促進とイノベーションの育成」の達成に資するものである。

（３）他の援助機関の対応

地震防災に関し、世界銀行（以下、「世銀」という。）は、1992 年以来、10 の借款案件を実施しており、その金額は 150 百万ドルから 740 百万ドル、平均 390 百万ドルの大規模案件である。これらを通じ、1992 年の Erzincan 及び 1999 年の Izmit 地震を含む 4 件の復興支援を行い、2005 年以降は防災を目的とした協力を継続的に実施した。「Istanbul Seismic Risk Mitigation and Emergency Preparedness Project（以下、「ISMEP」という。）」において、イスタンブール県を対象とした借款事業（2006 年～2021 年、550 百万ドル）で、災害管理及び緊急対応に関する制度及び技術力の強化、重要な公共施設の耐震化、及び建築基準法に準拠した施工の支援を行っている。加えて、世銀は地震リスクの高い地域において学校耐震化を促進するための「Disaster Risk Management in Schools Project（2019 年～2024 年、借款額 300 百万ドル）」、公共建築物の耐震化とエネルギー効率化を図る「Seismic

Resilience and Energy Efficiency in Public Buildings Project（2021 年～2027 年、借款額 265 百万ドル）」、2020 年以降に発生した地震等の災害復興と災害管理能力強化に取り組む「Türkiye Earthquake, Floods and Wildfires Emergency Reconstruction Project（2022 年～2026 年、借款額 449 百万ドル）」を実施中である。さらに、「Supporting resilient and green urban built environment in Turkey」を計画中であり、住宅建築物のデータベース開発や脆弱性評価、建築基準順守促進にかかる技術支援が予定されている。

アジアインフラ投資銀行(AIIB)は、イスタンブール県の重要公共施設の耐震化と災害リスク管理と非常時準備の能力強化に取り組む Istanbul Seismic Risk Mitigation and Emergency Preparedness Project（2019 年～2025 年、借款額 300 百万ドル）を実施中である。

ドイツ地球科学研究センター（GFZ）、国際科学掘削プログラム（ICDP）、ドイツ研究センターヘルムホルツ協会（HGF）が出資参加して、トルコ開発省、AFAD との共同研究事業、イスタンブール／マルマラ海東部地域で地震活動を監視する「北アナトリア断層ボーリング孔地球物理観測（GONAF）プロジェクト」を、実施中である。

他の援助機関等は、激甚震災時の緊急援助・医療支援・物資支援や、都市開発や地震・津波に係る技術フォーラム等の主催・協賛の形で技術協力を実施している。一例として、2021 年 10 月に実施された Marmara Urban Forum では国連機関、EU 機関、GIZ、スウェーデン、コロンビア、JICA を含むドナーが協賛した。

3. 事業概要

（1）事業目的

本事業は、トルコ国内において、マルテストの機能強化及び耐震評価技術の向上、災害総合対策プラットフォームの構築、北アナトリア断層の活動評価能力の強化、都市減災モデル¹の構築と防災リテラシーの向上に取り組むことにより、災害に強靱な社会を構築するために重要な研究及び教育サービスのマルテストにおける提供を図り、もってトルコ及び地震に脆弱な周辺国において防災科学技術及び防災リテラシーの向上に寄与するもの。

（2）プロジェクトサイト／対象地域名：マルマラ海東部沿岸域（パイロット地域：イスタンブール県東部・コジャエリ県・ヤロワ県等）

（3）本事業の受益者（対象グループ）

直接受益者：ゲブゼ工科大学工学部土木工学科（Gebze Technical University）、その他の参加大学及び関係政府機関の研究者及び職員 約 30 名

最終受益者：対象地域の住民・事業者、関連行政機関、NGO、民間企業、関連大学の研究者及び学生

（4）総事業費（日本側）：3.8 億円

（5）事業実施期間

2023 年 4 月～2028 年 3 月を予定（計 60 カ月）

（6）相手国実施機関

研究代表機関：ゲブゼ工科大学工学部土木工学科（Gebze Technical University）

¹ 都市における災害発生後の被害想定を可視化するもの。

(GTU)、 Faculty of Engineering、 Department of Civil Engineering) (下記の研究協力機関を束ね、トルコ側のリーダー・調整役となる。)

研究協力機関：中東工科大学 (Middle East Technical University (METU))、ユルドゥズ工科大学 (Yildiz Technical University (YTU))、ハジェッテペ大学 (Hacettepe University (HU))、ボアジチ大学カンデリ地震観測研究所 (Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute (KOERI))、アフィヨン・コジャテペ大学 (Afyon Kocatepe University (AKU))、メデニェット大学 (Medeniyet University (MU))、AFAD、トルコ赤新月社 (Turkish Red Crescent (KIZILAY))、トルコ地震財団 (Turkish Earthquake Foundation (TEF))、土木技術者協会ゲブゼ支部 (Chamber of Civil Engineers Gebze Branch (IMO-Gebze))、SENTEZ²等。

(7) 国内協力機関

研究代表機関：香川大学 四国危機管理教育・研究・地域連携推進機構 地域強靱化研究センター等。

共同研究機関：名古屋大学大学院環境学研究科、東京大学地震研究所、中央大学理工学部、兵庫県立大学等。

(8) 投入 (インプット)

1) 日本側

① 専門家・在外研究員派遣：

- ・ 研究代表者 (短期)
- ・ 業務調整専門家 (長期)
- ・ 短期在外研究員 (各専門分野)

② 招へい・研修員受け入れ：

- ・ 本邦研修 (短期・長期)
- ・ 日本で開催される学会、シンポジウム、ワークショップ等への参加

③ 機材供与 (仮)：

- ・ 振動実験システム
- ・ 実験用の試料の製作
- ・ 計測機器
- ・ 分散型音響センシング (Distributed Acoustic Sensing: DAS) のインターロゲーター、等

2) トルコ国側

① カウンターパートの配置：

- ・ プロジェクト・ダイレクター
- ・ プロジェクト・マネージャー
- ・ 研究者、技師等
- ・ 学生
- ・ その他の支援スタッフ

② 案件実施のためのサービスや施設の提供

- ・ プロジェクトのオフィススペース (日本人研究者、調整員用)
- ・ 既存の施設・機材・保管場所

² トルコの民間エンジニアリング会社。

③ プロジェクト運営費の提供

- ・ 日常経費
- ・ 施設・機材の維持管理費

(9) 他事業、他開発協力機関等との連携・役割分担

1) 我が国の援助活動

JICA は当国の防災セクターに対して多くの協力実績を有している。最初の協力は「地震防災研究センタープロジェクト」(1993 年～1998 年)で、リスク評価や即時被害予想システムの構築、建築構造物の耐震基準検討に対する支援を行った。地震観測については、技術協力「地震観測能力強化プロジェクト」(2010 年～2012 年)を通じて、地震観測を行う AFAD と KOERI の連携体制構築や地震情報の解析方法の技術移転が行われた。地震・津波観測とハザード評価の高度化とそれに基づく科学的な防災教育に向けて実施された科学技術協力 (SATREPS)「マルマラ地域における地震・津波防災および防災教育プロジェクト」(2013 年～2018 年)では、マルマラ海域での地震動観測とそれに基づく震源モデル構築、シミュレーションによるマルマラ地震・津波シナリオ評価と即時解析システムの改良、都市部での地震特性評価とそれらを踏まえたハザードマップの作成、研究成果に基づく防災教育コンテンツの作成及び情報伝達手法の検討が実施され、成果をあげている。本事業では、同 SATREPS のマルマラ地震・津波シナリオ評価等の成果を活用しつつ、強靱なまちづくりを行うためのプラットフォームの作成、ひいては事前防災投資が促進されることが期待される。

技術協力「リスク評価に基づく効果的な災害リスク管理のための能力開発プロジェクト」(2013 年～2017 年)では地方防災計画ガイドライン(案)を策定しており、この協力をもとに、今後、各県 AFAD の責任の下「仙台防災枠組 2015～2030」のグローバルターゲット(e)(国及び地方の防災戦略)の達成に向けて県防災計画が策定された。本事業で整理されるシナリオ・シミュレーション結果や、災害総合対策プラットフォームの県防災計画の更新への活用検討が肝要である。

新規技術協力として「ブルサ大都市圏における地震リスク軽減・防災計画プロジェクト」及び「地方自治体の廃棄物・汚染管理及び災害リスク管理能力向上プロジェクト」を形成中である。これらは防災の視点を踏まえた都市計画策定を支援し、事前防災投資の促進を図るものであり、本事業における災害総合対策プラットフォームの活用、本事業で整備された実験設備を活用した建物脆弱性評価の実施等が検討され得る。

なお、防災教育の分野では技術協力「防災教育プロジェクト」(2011 年～2014 年)及び国別研修「防災教育」(2017 年～2020 年)等を実施し、前者ではパイロット県に対する防災教育をコンセプトとした研修プログラムの実施や教材整備、後者ではその全国展開を図っている。こうした防災教育の実績は本事業で策定予定である防災教育コンテンツへの活用が期待される。

2) 他の開発協力機関等の援助活動

2.(3)に記載の通り、世銀や AIIB 及び他の援助機関等が援助を実施しているが、それらドナーとの活動の重複は無い。連携の可能性に関し、他の援助機関が援助している資金協力や技術協力における成果・経験について情報交換を行う。特に世銀が現在計画中の「Supporting resilient and green urban built environment in

Turkey」では住宅建築物のデータベース開発や脆弱性評価、建築基準順守促進等が行われることから、これら活動と本事業との連携が期待される。

(10) 環境社会配慮・横断的事項・ジェンダー分類

1) 環境社会配慮

① カテゴリ分類：C

② カテゴリ分類の根拠：本事業は、「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」（2010年4月公布）上、環境への望ましくない影響は最小限であると判断されるため。

2) 横断的事項：特になし

3) ジェンダー分類：

【対象外】「(GI) ジェンダー主流化ニーズ調査・分析案件」

＜活動内容/分類理由＞ 防災教育への女性の参加促進、能力強化及び研修活動におけるジェンダー平等の確保、ジェンダー平等を志向する教育プログラム・教材開発・意識啓発活動の開発、減災関連の計画・プログラムにおけるジェンダー平等を志向するモデルやガイドラインの作成等に取り組む。

(11) その他特記事項：特になし。

4. 事業の枠組み

(1) 上位目標：災害に強靱な社会を構築するためのマルテストにおける活動を通じて、トルコ及び地震に脆弱な周辺国の防災科学技術及び防災リテラシーが向上する。

指標及び目標値：

- ① トルコ及び周辺国の国・地方レベルにおいて、マルテストの活用により開発・改善された災害対応・防災に関する政策・計画・基準・ガイドライン・プロセスに関する提言の有無
- ② 減災に関するワークショップや研修への周辺国からの参加（参加人数はJCCで設定予定）

(2) プロジェクト目標：トルコにおいて災害に強靱な社会を構築するため、重要な研究及び教育サービスがマルテストで提供される。

指標及び目標値：

- ① 関連するワーキンググループが開発・作成した災害対策に係る基準・ガイドライン・プロセスの原案の、国の社会実装担当機関（AFAD等の関係省庁）への提出の有無
- ② マルテストを活用して災害に強靱な社会を構築するために、全成果を統合した地震・津波対策モデルの開発とその実地における検証の有無（含む教育サービス）

(3) 成果：

成果1：既存の構造物の耐震性能評価を改善するため、地震工学技術の実践に向けた研究・教育環境が整備される。

成果2：地震・津波のリスクを減少させるための、包括的かつエビデンスに基づくオープンナレッジプラットフォームが構築される。

成果3：地震動及び地殻変動の観測方法の統合に基づく、北アナトリア断層系の活動評価能力が強化される。

成果 4：都市減災モデルが開発され、防災リテラシーに関する改良されたプログラムで活用される。

(4) 主な活動：

活動 1-1：マルテストにおいて振動実験システムの設営を含む先進的な地震工学研究施設を構築する。

活動 1-2：対象エリアにおける代表的な建造物の耐震性能を評価する実験を計画・実施する。

活動 1-3：振動実験システムを用いた実験に関する運用ガイドライン／マニュアルを整備する。

活動 1-4：地震工学研修プログラムの計画を作成する。

活動 1-5：トルコ及び周辺国を対象にした研修プログラムを実施する。

活動 1-6：対象エリアの代表的な建造物の脆弱性を評価する。

活動 1-7：建造物の耐震性能を評価する方法のベンチマークを開発する。

活動 2-1：マルマラ海における地震シナリオ及び津波波源データベースを整理する。

活動 2-2：選定された対象エリアにおける建物及びインフラストラクチャを含む、シミュレーションのためのデータを取りまとめ、モデルデータベースを作成する。

活動 2-3：津波の伝播・浸水シミュレーションに基づく津波浸水データベースを構築する。

活動 2-4：避難ルート及び施設の脆弱性を考慮に入れた避難シミュレーションを実施し、建造物・人的被害や脅威にさらされる人々に関するデータベースを構築する。

活動 2-5：住民の避難計画や災害管理に係る意思決定を支援するため、地震・津波及び建造物・人的被害に関するデータベースに基づいたオープンナレッジプラットフォームを構築する。

活動 2-6：対象エリアにおいて社会経済的課題と減災を統合するため、プラットフォームの効果的な活用に関するガイドラインを作成する。

活動 3-1：光ファイバーセンシング技術（DAS）を用いて、地震観測を強化する。

活動 3-2：北アナトリア断層系の断層面形状を評価するため、OBS（海底地震計）と既存の地上地震センサーを併用し、長期的な地震観測手法を改善する。

活動 3-3：SAR 及び GNSS データの時系列解析の能力を向上させ、北アナトリア断層系の固着部分を特定するシステムを構築する。

活動 4-1：地震被害に関するデータベースを構築する。

活動 4-2：都市部における脆弱性を明らかにするデータ解析に基づいて、都市の災害対応能力を推定するモデルを構築する。

活動 4-3：災害の市民への悪影響を最小限にとどめるよう、社会の強靱性を強化するためのガイドライン・基準・プロセスの素案を作成する。

活動 4-4：他活動で作成した地震・津波シナリオに基づき、防災教育や意識啓発のコンテンツや教材を開発する。

活動 4-5：関連行政機関職員・メディア・住民の防災リテラシーを強化するための教育・セミナー・ワークショップ等を実施する。

5. 前提条件・外部条件

(1) 前提条件：特になし

(2) 外部条件

- ・ 大規模災害や異常気象が対象地域で発生したり、被害を及ぼしたりしない。
- ・ トルコの災害リスク軽減政策に大きな変更がない。
- ・ 広範囲の保健衛生に係る状況がプロジェクト管理に重大な影響を及ぼさない。
- ・ 重大な治安上の問題がプロジェクト実施に影響しない。

6. 過去の類似案件の教訓と本事業への適用

トルコ共和国「マルマラ地域における地震・津波防災及び防災教育プロジェクト (SATREPS)」終了時評価報告書（評価実施年：2017 年）では、プロジェクトのインパクトが「高い」と評価されており、その理由として、プロジェクトで開発された津波脆弱性評価の手法がイスタンブール市による津波ハザード分析調査に採用された点、上記の他にもプロジェクトで開発または使用した技術が、地震・津波防災や戦略的な都市計画に利用され得る点が挙げられている。本事業では、地震工学技術開発、都市脆弱性評価、地震・津波発生シナリオの策定・シミュレーションといった活動が実施される。これらの成果が実際の都市強靱化の計画や事業促進に活用されるよう、詳細計画策定調査の段階から、日本・トルコ側研究機関・関係機関の間で認識の統一を図る。

7. 評価結果

本事業は、トルコ国の開発課題・開発政策並びに我が国及び JICA の協力量針・分析に合致し、防災技術の開発と普及の推進を通じて災害に強い社会の構築に資するものであり、SDGs ゴール 11「包摂的、安全、強靱で、持続可能な都市と人間住居の構築」及びゴール 9「強靱なインフラの構築、包摂的で持続可能な工業化の促進とイノベーションの育成」に貢献すると考えられることから、事業の実施を支援する必要性は高い。

8. 今後の評価計画

(1) 今後の評価に用いる主な指標

4. のとおり。

(2) 今後の評価スケジュール

事業完了 3 年後 事後評価

以 上

別添資料 災害に強い社会を発展させるためのトルコにおける研究と教育の複合体の
確立-マルテスト 地図

災害に強い社会を発展させるためのトルコにおける研究と教育の複合体の確立
- マルテスト 地図



引用元 (https://d-maps.com/carte.php?num_car=4144&lang=en) から引用した地図を基に作成