公開資料

国際科学技術共同研究推進事業
地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）

研究領域「開発途上国のニーズを踏まえた防災に関する研究」

研究課題名「マルマラ海域の地震・津波災害軽減とトルコの防災教育」

採択年度：平成２４年度/ 研究期間：５年/相手国名：トルコ

終 了 報 告 書

国際共同研究期間*1
平成 25 年 5 月 1 日から平成 30 年 4 月 30 日まで
JST 側研究期間*2
平成 24 年 6 月 1 日から平成 30 年 3 月 31 日まで
（正式契約移行日　平成 25 年 4 月 1 日）

*1 R/D に基づいた協力期間（JICA ナレッジサイト等参照）
*2 開始日=暫定契約開始日、終了日=JST との正式契約に定めた該年度末

研究代表者：　金田　義行
国立研究開発法人海洋研究開発機構
地震津波海域観測研究開発センター　上席技術研究員

Ⅰ．国際共同研究の内容（公開）

１．当初の研究計画に対する進捗状況

(1) 研究の主なスケジュール(実績)

研究題目・活動	H24年度 (10ヶ月)	H25年度	H26年度	H27年度	H28年度	H29年度	H30年度 (1ヶ月)
課題 1:震源モデル構築							
1-1 海底地震の長期観測		OBS 海域試験		OBS による本格観測（1 年×4 回）・解析			
1-2 海底下の電磁気観測			OBEM による電磁観測（2 回）・解析				
1-3 海底間音響測距観測				海底測距装置による本格観測・解析			
1-4 トレンチ調査				トレンチ結果を用いた断層モデル化			
課題 2:地震発生サイクルシミュレーションに基づく津波予測							
2-1 地震発生サイクルシミュレーション		モデル化の準備		サイクル・地震時シミュレーション解析			
2-2 津波シミュレーション							
2-3 マルマラ海の津波シナリオデータベース							
2-4 早期探知能力の改善							
課題 3:地震特性評価及び被害予測							
3-1 地盤構造のモデリングと解析、及び強震動推定			観測			解析	
3-2 大規模実験及び先端数値解析を使った構造物耐震性評価			準備		実験・解析		
3-3 ハザードマップ作成			準備		実験・解析		
課題 4: 研究結果に基づく防災教育							
4-1 研究結果に基づく視聴覚教材の開発							
4-2 研究成果を活用した防災教育の検討と地域社会における防災対策の推進検討		教材の検討		教材の作成と試用		教材の普及・検証	

(2) 中間評価での指摘事項への対応

中間評価で頂いた指摘事項はおおむね以下である。(1)トルコとしての最大危惧は地震動による市街地被害と考えられるため、この方面での更なる研究促進が望まれる。そのために、イスタンブール市の防災部局から市街地データや地盤動データを入手するなどして、ハザードマップ高度化への動きを促進させることが望ましい。(2)社会実装に向けてはAFAD との協力関係を更に良好なものにし、本プロジェクトへの積極的関与を引き出すこ

とが重要である。(3)グループ 4 を中心に進められている防災教育をトルコ社会に根付かせるためには、グループ 1, 2, 3 はグループ 4 への成果伝達を恒常的に行うことが望ましい。(4)現時点では若手研究者のトルコ滞在期間が短いが、長期間滞在させることにより相手国の防災面以外の部分も体験し、トルコに精通した研究者を育成することも望まれる。(5) グループごとに対象地域が異なるようなので、共通地域における総合的なアプローチも必要。さらに海域と周辺陸域全体を取り扱う観点も重要である。

(1)について、グループ 3 では精力的に地盤調査をイスタンブール市やテキルダー市で実施している。その際、全域は難しいが、行政側から市街地データや建物データを一部お借りしている。また、地盤だけではなく、いくつかのトルコを象徴する建物でも微動調査を実施しており、地震評価に向けた観測研究を進めている。(2)については、グループ 4-1 の活動について、AFAD 協力が得られるようになってきた。グループ 4-2 の防災啓発のための地域研究会では AFAD の協力で実施しており、本プロジェクトの取り組みは AFAD の全面的な協力が得られている。(3)の啓発のための DVD、リーフレットならびに番組制作にあたっては、最終年度になり、どのようなコンテンツがグループ 4-1 に提供できるのか、活発な意見交換を実施している。番組製作には防災的かつ科学的なシナリオが必要で、このプロジェクトだからこそ得られた成果をふんだんに盛り込む。(4)については、トルコ国内の治安上の問題が勃発し、そういう中でなかなかトルコ国内に長期滞在する環境を得るのは難しい。しかし H29 年度にはトルコ側の努力で ROV を使った OBS 回収と海底間測距装置の回収の作業のためのシップタイムを確保でき、これまで日本側も把握していなかった海底作業環境とトルコ側の持つ海底作業技術の現状を知ることができた。(5)について H29 年度にはグループ 1, 2, 3, 4 の全グループの研究が互いにリンクし合いながら、積極的に研究を進め、その成果を防災上の出口につなげる。例えば、OBS や海底間測距装置を用いた調査研究は、技術移転を積極的に進めた結果、トルコ国内での新しいプロジェクトの予算申請へとつながり、本プロジェクトでの研究内容は、トルコ主導に引き継がれる見込みである。

(3) プロジェクト開始時の構想からの変更点(該当する場合)

グループ 1 の取り組みでは、調査研究を進めた結果、3 年間で震源分布の特性が把握できたため、トルコ側の強い要請もあり、アレイ全体を東側に移動させた観測を最終年度に実施した。これをトルコ側の技術移転の確認の機会とも捉え、無事、トルコ側だけによる OBS 設置作業と回収作業を終えた。さらに、トルコ側による定常的な北アナトリア断層沿いの地震観測を支援し、日本とトルコの今後の共同研究をより効果的にするために、さらに 2 台の OBS をトルコ側に追加供与し、トルコ側による OBS12 台の設置作業も終え、現在観測中である。また、海底間測距装置による北アナトリア断層の地殻変動観測も東側に観測位置を移動させ、新しい海域での地殻変動データを取得した。本プロジェクトが終了し、日本側の OBS を引き上げたが、これによりこれまで進めてきた観測を継続できる体制を整えた。新しく海域観測を実施する組織の検討も進み、プロジェクト終了後の観測継続の見通しもたった。

グループ 3 でもこれまで予定になかった効率的なライフラインの復旧を目的としたシミュレーションの開発がなされ、防災上の萌芽的な要素も新しく生まれている。

グループ 4 では、番組製作を進めているところ、政治上の問題で各種マスコミとのコミュニケーションがとりにくくなる問題があった。マスコミ側に積極的に取材してもらう意向で検討してきたが、番組を作ってそれを放映してもらうスタンスに変更した。また、ボアジチ大学カンデリ地震観測所とブルサ防災館には、本プロジェクトの成果を展示するスペースを確保でき、トルコでの防災教育に継続的に貢献できる見通しができた。

２．プロジェクト成果目標の達成状況とインパクト（公開）

(1) プロジェクト全体

本プロジェクトは、近い将来発生する可能性の高い巨大マルマラ地震に関して、日本・トルコ両国の研究者連携のもと総合調査を行い、地震・津波災害の軽減とトルコでの防災

教育の充実を図ることを目的とする。具体的には、マルマラ海域での観測とそれに基づく震源モデル構築（グループ 1)、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（グループ 2)、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（グループ 3)、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（グループ 4）を行う。

昨年度から具体的な各グループの成果が出てきており、最終年は、それらの成果を互いに連携することに力を注いだ。グループ 1 は地震観測や海底測距などのデータから断層モデルを構築し、そのモデルはトルコ側によるトレンチ調査と整合的な結果を得た。過去の巨大地震の発生パターンが示すセグメント化が震源分布からも明確に把握でき、その震源分布はトモグラフィ研究から求めた地殻構造や電磁気学構造から推定される流体分布と整合する。繰り返し地震観測や海底間測距観測、陸上の GPS 観測からは、断層のダイナミックな動きが捉えられ、この動きも自然地震観測から明らかになったメカニズム解析や異方性解析の結果と整合する。これらの取り組みは観測そのものだけでなく、得られた成果についても世界で初めて求められたものである。また、トルコ側主導の研究につなげる体制を構築し、海底地震計と海底間測距装置による観測をトルコ側が継続している。グループ 1 が求めた断層モデルはグループ 2 や 3 に引き渡されて、各シミュレーション研究へとつながっている。

グループ 2 からは地震発生シナリオや津波計算の素地が整い、実観測による成果を取り込んだ計算を実施した。まず、イズミットセグメントでの過去の地震発生パターンを地震発生サイクル計算から実現した。次に、グループ 1 から得た断層モデルに基づき、サイクル計算を実施している。グループ 1 が求めた断層モデルとダイナミックな断層の動きは横ずれ成分を持つ断層運動を表現したものであるが、それだけでは過去の津波履歴を説明できないことから、海底の柔らかい堆積物が崩壊することによる津波被害も念頭に置いた。津波計算の下地をトルコ国内に整備し、トルコで初めて現実的な断層モデルを組み込んだ 3 次元の津波計算が実現している。

グループ 3 からは、各地の地盤調査も進み、グループ 1 の観測結果に従った強震動計算、実大構造物耐震性評価やハザードマップ作成が進んだ。この地盤調査、表層地盤だけでなく、建物の応答も視野に入れて調査観測を実施した。建物の構造から動きをシミュレーションし、実際の実大構造物耐震性評価を得た。トルコ国内の建物を実大で評価をしたことは、過去に例がないことである。ハザードマップ作成では、地理情報システムと各種シミュレーションを組み合わせた次世代型ハザードマップ作成の日本独自の技術をトルコ国内に普及させた。このハザードマップ作成では、シミュレーション技術の導入による優位性が整理され、今後他都市にも広がり得る技術としてトルコに初めて定着させた。

これらの成果はグループ 4 での啓発活動を通じて防災教育に活かされつつあり、メディアとの相互理解が得られた。一般向け、特に児童生徒向けのコンテンツの開発も進めた。製作した番組の中ではグループ 1 から 4 までの成果と各グループ間の連携協力の結果も強調され、一つ一つの成果が、防災上、どのような意味を持つのか、を整理し、本プロジェクトによる防災教育への活かし方を主張する内容になっている。

トルコでは、1999 年のマルマラ地震以降、学校教育に地震防災が導入されているが、津波に関する防災教育の教材は作成されていなかったため、本プロジェクト研究の結果に基づき、新たに津波防災教育教本・ビデオを作成、カンデリ地震観測所の地震教育園で毎週防災教育プログラムを実践した。地域で防災事業を推進させるための基盤作りとして、AFAD、地方政府、大学と連携した地域セミナーをヤロワ市、テキルダー市、チャナッカレ市、イスタンブール市で開催した。各地域セミナーにおいて活発な議論がなされたが、特にチャナッカレの地域セミナーについては、エーゲ海で発生した地震直後のこともあり、活発な質疑応答が行われ、現地メディアにより大きく報道された。

(2) 研究題目 1 「震源モデル構築」（リーダー：金田義行）

① 研究題目 1 の研究のねらい

マルマラ海周辺において海底地震の長期観測、海底下の電磁気観測、海底間音響測距観測を含めた測地観測の実施及びトレンチ調査の成果を収集し、マルマラ海を横断する活断層の地震像を明らかにし、震源モデルを構築する。

研究グループ 1-1 海底地震の長期観測

マルマラ海周辺において海底地震計を海底に設置し、トルコ側の陸上観測点とともに長期観測を実施する。震源分布やこれまでに得られている地殻構造の情報から、北アナトリア断層の震源モデルを構築する。

研究グループ 1-2 海底下の電磁気観測

マルマラ海周辺において海底下の電磁気観測を通じて電磁気学的な構造情報を得る。この構造情報から断層周辺の流体分布を求める。

研究グループ 1-3 海底間音響測距観測

北アナトリア断層をまたぐように海底間測距装置を設置し、断層両側の海底の動きを測定する。また周囲の陸上 GPS 観測の結果から、北アナトリア断層での固着と非地震性すべりのクリープ成分の状態を把握する。

研究グループ 1-4 トレンチ調査

トルコ側が収集している陸上のトレンチ調査データや海底でのサンプリングデータから過去の巨大地震の発生シナリオを探る。

② 研究題目 1 の研究実施方法

H25 年度は、トルコ研究者および関連機関と協議し、これまでの研究で明らかになったこと、今後明らかにすべきこと、日本・トルコの研究者で実施可能な研究などについて整理し、体制・解析手法などを具体化させ、観測と解析の方針を共有した。また、海底地形などの観測データについても情報収集を進め、日本の研究者が国内で研究が進められるような環境を整えた。

H26 年度以降、マルマラ海域及びその周辺陸域において海底地震計（OBS）を用いた自然地震観測、海底電磁電位差計を用いた電磁気観測、海底間音響測距装置及び陸上 GPS を用いた地殻変動観測などを実施した。それらの観測から得られたデータの解析に基づき、マルマラ地震震源域の地下構造を推定し、震源モデル構築した。具体的には、断層分布や震源分布、断層沿いの流体分布や地殻変動、地震履歴などを把握し、プレート境界でもあるマルマラ海を横断する北アナトリア活断層帯の地震像を明らかにした。また、繰り返し実施した OBS を用いた自然地震観測結果から、震源モデルを更新し、精度を高め、グループ 2 や 3 のメンバーにモデルを提供した。さらに、海底間測距や陸上 GPS の解析結果から得られるダイナミックな地殻変動の情報も、グループ 2 が実施する地震発生シミュレーションの基礎データにすべくグループ 2 に提供した。これまでの繰り返し観測から、地震活動に共通の特徴があることが明らかになったため、OBS の設置海域をマルマラ海西部から中部へとシフトした。今後、イスタンブール沖の地震活動と断層モデルの精緻化が期待できる。

③ 研究題目 1 の当初の計画（全体計画）に対する成果目標の達成状況とインパクト

研究グループ 1-1 海底地震の長期観測

2013 年 5 月のキックオフワークショップにおいて、グループ 1 の調査・観測内容、スケジュールを議論した。地震観測は H25 年度から H26 年度にかけて海底地震計を準備、トルコ側へ計 10 台を移譲、H26 年度から本格的にマルマラ海中央部から西部の海域で、活断層を囲むように OBS を設置して観測を開始した。

日本側は OBS10 台を準備し、トルコ側に譲渡した。日本側が用意した OBS は約 1 年間にわたる長期観測を可能とするものである。トルコは OBS を運用した実績がないため、バ

ッテリー充電やデータ取り出し、パラメータ設定等、運用面で負担が少ないシステムとした。2014 年 3 月には日本からトルコ側に譲渡する観測機材の日本側によるトレーニングを実施した。海底地震計データを用いた解析方針に関して、2014 年 2 月上旬に日本側の地震学研究者 4 名をトルコに派遣、トルコ側メンバー約 20 名と共に、互いの解析内容と協力方針、データの相互交換について打ち合わせた。海底地震計によるデータが今後蓄積される前に、トルコ側の陸上観測点及び海底ケーブル地震計のデータを共有し、予備解析をすることとした。2014 年 3 月に 3 台の OBS と 1 台の海底間測距装置を設置、試験観測を開始した。

H26 年度になり、試験的に設置していた OBS を 6 月に回収、データ解析を実施した。一部に不良を発見し改修した。陸上の観測ネットワークではとらえきれない微小地震を 3 か月で 41 個とらえた。これらの地震の 3 分の 2 は海底地震計アレイの中で発生しており、震源クラスタを形成していることが明らかになった。ボアジチ大学カンデリ地震観測研究所の陸上ネットワークで決めた震源を海底地震計のデータを合わせて再決定し、海底観測の有効性を確認した（Yamamoto et al., 2015）。さらに、この試験航海の OBS データのノイズデータを用いて、基盤からの反射 S 波を抽出し、二つの観測点における反射 S 波の 2–4 秒の往復走時から異方性を推定できた。その結果、北アナトリア断層の南側で大きな異方性を検出した。また、海底堆積物の Vp/Vs を推定、Vp/Vs=2.97±0.35 を得た。同年 9 月にはトルコ側に譲渡した 10 台の OBS をマルマラ海の中西部をカバーするように設置し、本格観測（第 I 期）を開始した。2015 年 3 月にはトルコ側に譲渡した OBS レコーダーと同じレコーダーを用いた日本の 5 台の OBS を持ち込み、北アナトリア断層のイスタンブール沖から西側全体をカバーした観測体制とした。

H26 年度に開始した OBS 観測は、日本側から追加の OBS を持ち込んで本格観測を開始していたが、2015 年 7 月に 15 点全点でのデータ回収に成功した。さらに、メンテナンスの上、再度同じ地点に OBS を再投入して新たな 1 年間の観測（第 II 期）を開始した。得られたデータは良好で、日本とトルコで分担して解析作業を実施した。解析は、堆積層内の S 波速度構造など昨年度までの実績も踏まえて、以下のような流れに沿って実施した。(1) イベントを検知して初動と位相を読み取る、(2) PS 変換波を用いて観測点補正値を求める、(3) 初期震源決定を行う、(4) 地殻浅部は 3 次元、地殻深部以深は 1 次元の速度構造モデルを構築する、(5) 地震波トモグラフィを実施、3 次元の速度構造を得る、(6) Double-difference 法を用いて精緻な震源情報を得る、(7) クラスター状に分布する地震について、メカニズムを得る、(8) 断層モデルを構築する、という手順で行い、読み取り作業は日本とトルコで共同、メカニズム関連はトルコ側、トモグラフィ関連は日本側が中心となって実施した。OBS データからは最終的に 1071 個の地震を同定し、北アナトリア断層に沿って、西側から順に、Tekirdag Basin, Western High, Central Basin, Central High, Kumburgaz Basin に至る震源分布と速度構造を明らかにした。震源分布の浅部上限は Central High を除き、P 波速度約 5 km/s のコンターに沿って分布する。Central High では、部分的に P 波速度 4 km/s のエリアにクラスター状の震源が分布している。震源分布の下限は、地域によって大きな違いがあることが明らかになった。Tekirdag Basin では、相対的に seismicity が低調だが、下限は 15 km 周辺にあり、Western High に向かって深くなり、Western High から Central Basin にかけてのエリアは seismicity の下限は約 20 km になる。また、Central Basin 中心部を境に下限にオフセットがあり、東側で 13 km と浅くなる。さらに、Kumburgaz Basin 東側では seismicity が極端に低調であることもわかった。これらの結果から、震源分布からみた地震発生帯の深さ範囲を、Tekirdag Basin 10-15 km, Western High 10-22 km, Central Basin 西側 10-20 km, Central Basin 東側 8-13 km、Central High 5-13 km、Kumburgaz Basin 5-13 km と見積もった。なお、Western High から Central Basin 西側に至る地震発生帯内では、均質に震源が分布するのではなく、一部に地震が発生しないエリアを内包することも初めて明らかになった。

H27 年度末の時点で、OBS による震源分布と断層形状、海底測距による地殻変動、トレンチ調査のレビューによる巨大地震の発生パターンの情報を統合し、断層モデルをグループ 2 や 3 のメンバーと議論しながら構築した。断層面としては、ミクロにみれば断層の傾

斜は場所によって異なるが、ここでは全体的に 1 枚のシンプルなモデルとして構築した。微小地震分布から、地震発生帯は P 波速度 5 km/s 以深で深さ 21km までとし、空白域部分が固着域であるとした。また、海底測距の結果からプレート運動の半分の量が固着しているため、地震発生帯以浅の堆積層内でも半分が固着しているものと考えられる。今後は、より東側への破壊域の把握が必要になる。

H28 年度も、引き続き OBS を用いた観測を継続するとともに、両者で合意した解析手順にのっとって OBS の解析を実施した。6 月には、OBS の回収と再設置を実施し、第III期の観測をスタートさせた。このとき、第 I 期データの解析結果が、マルマラ海の中央部の地震活動が相対的に低いことを示唆することから、OBS アレイのエリアをやや東側に移動させた。OBS の観測は回収して数日のメンテナンスを経て、再度 OBS を投入するという、オフライン観測ではあるが、できるだけ切れ目のない観測を継続した。このような高密度に OBS を展開し、数年間にわたる切れ目のない観測はトルコ国内では初めてのケースである。なお、今回は、2 台の OBS が海底から離底しない事象が発生し、13 点のデータのみ回収／再設置した。得られた（第 II 期）データも良好で、引き続き日本とトルコで解析を進めているが、おおむね、第 I 期に得られた不均質な震源分布と類似した結果が得られつつある。さらに、第 I 期データの詳細な解析をすすめ、マルマラ海西側では下部地殻まで地震発生帯が広がっている一方、マルマラ海の中央部では地震活動は地殻浅部に限られることが明らかになった。また、Central High から西側では 85 度の北傾斜であるが、東側では 80 度の南傾斜であり、トレンチ調査から求められている過去の巨大地震発生のパターンと震源分布から得られている断層面の境界がほぼ一致していることを、初めて把握できた。さらに、断層モデル上の震源分布の不均質性評価を進め、アスペリティの設定を見直した（**図 1**, Yamamoto et al., 2017）。トルコ側を中心に、陸上観測点のデータと統合して震源メカニズムの解析を進めた結果、正断層や横ずれ断層のメカニズムを持つ震源が多数決められ、おおむね地形や断層の方向と整合した結果が得られた。応力テンソル解析から、マルマラ海における σ_1 の方向は、東部も西部も北西-南東方向であった。陸上観測点の S 波データを用いたスプリッティング解析から、マルマラ海を含む周辺の地域の異方性を求めたところ、おおむね北西-南東方向で、応力テンソル解析と整合的な結果が得られた。但し、北アナトリア断層周辺は断層方向に沿った方向に強い異方性を示した。全体的な応力場としては北西-南東方向であるが、断層が発達するエリアについては、地殻内に発達する断層が異方性に大きく寄与していることがわかる。繰り返し地震の解析からは、マルマラ海周辺において 2 か所で繰り返し地震の震源を同定した。その一つは Western High 周辺の北アナトリア断層沿いにある。この北アナトリア断層沿いでは、震源決定を通じて得たマグニチュードから 12.3mm のスリップ量が見積もられ、3.16 年間隔で発生していることから、年間 0.28 cm の非地震性のすべりが確認できた。

H29 年度は、最終年度ということもあり、当初は OBS の回収のみを実施、再設置はしない方針であったが、トルコ側の強い要請で再度設置（第IV期）することとした。観測は 4 月末から 5 月前半に行い、前年度設置した 13 台の OBS の回収（第III期）と合わせて、H28 年度に回収できなかった 2 台の OBS を、ROV を用いて回収した。ROV による視認により、浮上しなかった原因が、細粒で有機物に富んだ柔らかい堆積物と早い堆積速度にあり、切り離し部分は電気的には切り離されたものの、開かなかったことが確認でき、今後の観測実施時に有用な情報を得ることができた。なお、設置場所について、第I期および第 II 期の解析結果から、イスタンブール沖に近い側で地震の発生頻度が低く、北アナトリア断層沿いの動きが固着しているのかクリープしているのか、判断することが断層評価に必要であるのではないかという議論がトルコ側とあり、OBS アレイのカバーする海域を第III期よりもさらに東方向に拡大した。また、設置作業は、トルコ側の OBS の運用技術の習得状況を確認する最後の機会であるため、トルコ側のみで実施した。協働の解析も順調に進み、マルマラ海西部からイスタンブール沖に至る海域の震源分布を求め、最終的な断層モデルを構築した。

H30 年度に入り、2017 年 4 月に IV 期設置の OBS10 台を回収した。ここで日本側はさら

に 2 台の OBS を追加供与し、OBS12 台を新たに設置した。これにより、トルコ側による本研究を引き継いだ新たな研究が開始された。

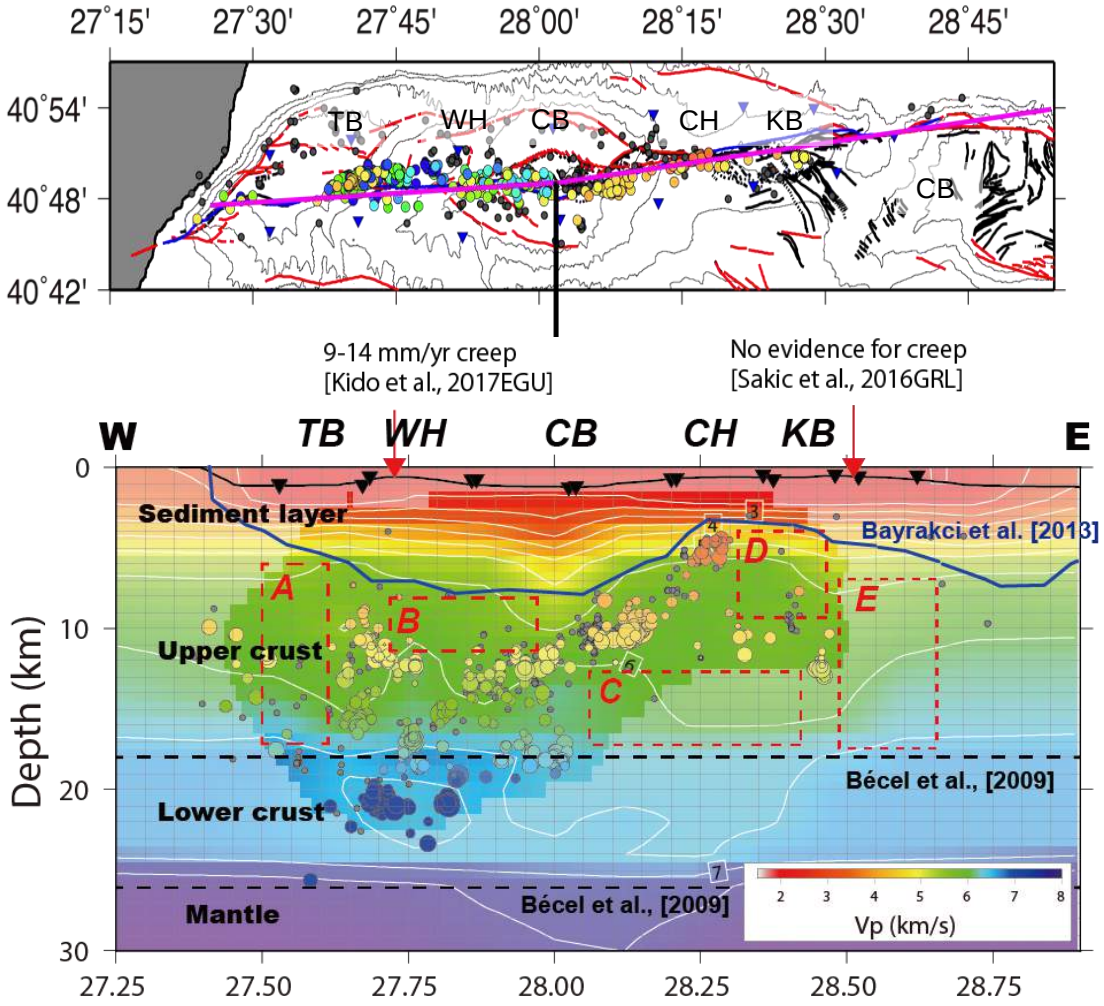


図 1　グループ 1 が構築した断層モデル

TB は Tekirdag Basin、WH は Western High、CB は Central Basin, CH は Central High, KB は Kumburgaz Basin, CB は Çınarcık basin

（上）北アナトリア断層周辺の震源分布。赤線は活断層分布、カラーは震源分布を示す。
（下）断層モデル。赤点線はアスペリティの位置を示す。

研究グループ 1-2 海底下の電磁気観測

電磁気調査は、これまで日本-トルコの共同調査の実績があることから、これまでのデータを活かした上で、新たなデータを蓄積することとした。電磁気探査は日本から機材を持ち込み、また 1～2 台程度の陸上観測システムを H26 年度に準備し、H26 年度と H27 年度に調査観測を実施する。なお、これまでマルマラ海東側では調査が行われているため、地震観測同様、中央部から西部で調査することとした。

日本から 3 台の海底電磁気電位差計と 2 台の海底電位差計を持ち込み、マルマラ海の西部を中心に設置した。未観測のエリアをカバーし、最終的にマルマラ海全体の電磁気・電位差観測を目指す。なお、陸上における電磁気観測はトルコ側が中心となって行ってきているが、日本からも陸上用の電磁気・電位差計をトルコ側に譲渡し、陸上観測も増強した。

電磁気・電位差観測では、H27 年度に 2 台の海底電位差計のデータが回収されなかったが、過去に取得したデータも統合して 3 次元の電磁気構造構築を検討した。Çınarcık Basin の南西部と Central Basin に低比抵抗異常、その間の Kumburgaz Basin ではやや低い低比抵抗帯が分布し、それらの原因としてトルコ南側の沈み込み起源の流体の存在が示唆されている。この 2 台のうち、1 台は H29 年度になり、マルマラ海周辺の漁村で発見された。

既存のマルマラ海東部の海底電磁探査データ(Kaya, 2012)に、本プロジェクトで取得したマルマラ海北西部の観測点 4 点のデータが加わった。これによって、マルマラ海北部の断層沿いに観測点を配置することができた。また、マルマラ海周辺の陸上における広帯域 MT データや長周期データも取得することによって、マルマラ海およびその周辺の広域的な電磁波データを取得することができた。これらのデータを、3 次元インバ―ジョインコード(Siripunvaraporn and Egbert, 2009)を用いて解析した。最終的なモデルの特徴は、深度 5 km までは、Çınarcık Basin および Central Basin で堆積層による低比抵抗域が東西方向に広く広がっているのが顕著である。深度 10 km から 20 km では、断層の走向方向に不均質が顕著になる。Çınarcık Basin と Central Basin では、顕著な低比抵抗体が存在しているが、(1)Çınarcık basin より西方、(2)Çınarcık basin と Central Basin の間の Central High, (3) Çınarcık Basin より東方の Princess Island 周辺は、高比抵抗異常を示している。これらは、マルマラ海における北アナトリア断層が、セグメント化していることを意味している。地震活動は、Central Basin の低比抵抗異常の北縁で高く、流体が地震発生に関与していることがわかってきた。

海底電磁気観測は、陸上を中心にデータの蓄積を進め、広域の電磁気観測を実現した。

研究グループ 1-3 海底間音響測距観測

海底測距は H25 年度と H26 年度で船上装置 1 セットと海底機器 5 台を準備し、H26 年度からトルコ側に移譲して観測を開始する方針をキックオフワークショップで決定した。GPS 観測はすでにトルコ側で観測を始めているが、H26 年度に 2 点ほど陸上機材をトルコへ移譲し、海底測距観測を合わせてマルマラ海のトランセクト観測を実施することとした。

H26 年度に入り、海底測距装置を陸上部と海底部の 1 セットを用意、トルコ側に発送した。2014 年 3 月に海底間測距装置の音響通信試験を実施し良好であったため、同年 9 月に 4 台の海底間測距装置を設置し、それらの間の距離を測定して初期データを得た。また、XBT 観測を数回繰り返し実施し、海水構造の安定性を確認した。2015 年 3 月には 1 台海底間測距装置を追加し、5 台の観測体制を構築した。また、日本から陸上用の GPS 観測装置を 2 台トルコ側に譲渡し、現在のトルコ側の地殻変動観測を増強した。陸上と海底を合わせた地殻変動観測を実施し、北アナトリア断層を横断する地殻変動プロファイル作成を目指すこととした。

海底地殻変動観測については、これまでに約 530 日分のデータを取得した。北アナトリア断層を挟んで 5 台の測距装置（ME1-5）を海底に W 字型のアレイを組んで設置し、測距データを 12 時間おきに取得している。同時に姿勢データと温度データを取得しており、これらのデータで補正して、最終的な測距データを得た。ME4 は姿勢データにオフセットが観測され検討中であるが、誤差を考慮して、おおむね 9-13mm/yr の断層に沿った横ずれ変位の速度を検出した。広域の GPS データからは、マルマラ海より南側の観測点において、北側に対して 2.5 cm/yr の変位速度が得られている。これらのデータを統合すると、海底の断層沿いには 9-13 mm/yr 程度のクリープがある一方、一部は固着していると考えられる。

海底間測距装置による測距データの蓄積も進み、ME2-ME5, ME1-ME2, ME1-ME3, ME3-ME4 の間でそれぞれ 5.1±1.0 mm/year, 13.3±0.8 mm/year, 7.5±0.4 mm/year, 8.7±2.6 mm/year の変位を得た。信頼区間を考慮して、Western High 周辺の北アナトリア断層では 9-14 mm/year の横ずれ成分の変位を得た（**図 2**）。このように海底の活断層の変位をこの精度で求めることができたことは、世界で初めてのことである。なお、海底間測距装置の各観測点間の測距結果を確認したところ、圧力データが取れていないこと、測距に成功した割合が減りつつあることが確認された。海底間測距装置のバッテリーの消耗が当初の見積もりより早い可能性が考えられたため、測距の頻度を 1 日 2 回から 1 日 1 回に変更して観測を

進めることとした。この海底間測距観測の結果と陸上 GPS 観測でデータから北アナトリア断層における動きを評価した。100%固着しているモデル、100%クリープしているモデル、その中間で部分的に固着しているモデルを立てて、海底間測距観測の成果と陸上 GPS 観測点の動きを照らし合わせると、この評価からは年間 17mm 動いているが部分的に固着しているモデルが最もよく測位データを説明する。現在、日本側からトルコ側に提供した陸上 GPS 観測のレコーダーを用いて、トルコ側が新しくマルマラ島の北端部と Kapidag 半島の北端部に設置し、観測を開始した。

海底間測距装置は、Western High での地殻変動が得られたとして判断、今後のトルコ側による長期の地殻変動観測に備えて、ROV を用いていったん回収し、バッテリーの交換等のメンテナンスの上、Central Basin の東端に再設置した。2018 年 4 月には、この H29 年度に設置海域を東方に移動させた海底間測距装置の地殻変動観測データを回収した。簡易的なデータ解析を実施、回収したデータが地殻変動研究に十分な品質であることを確認した。

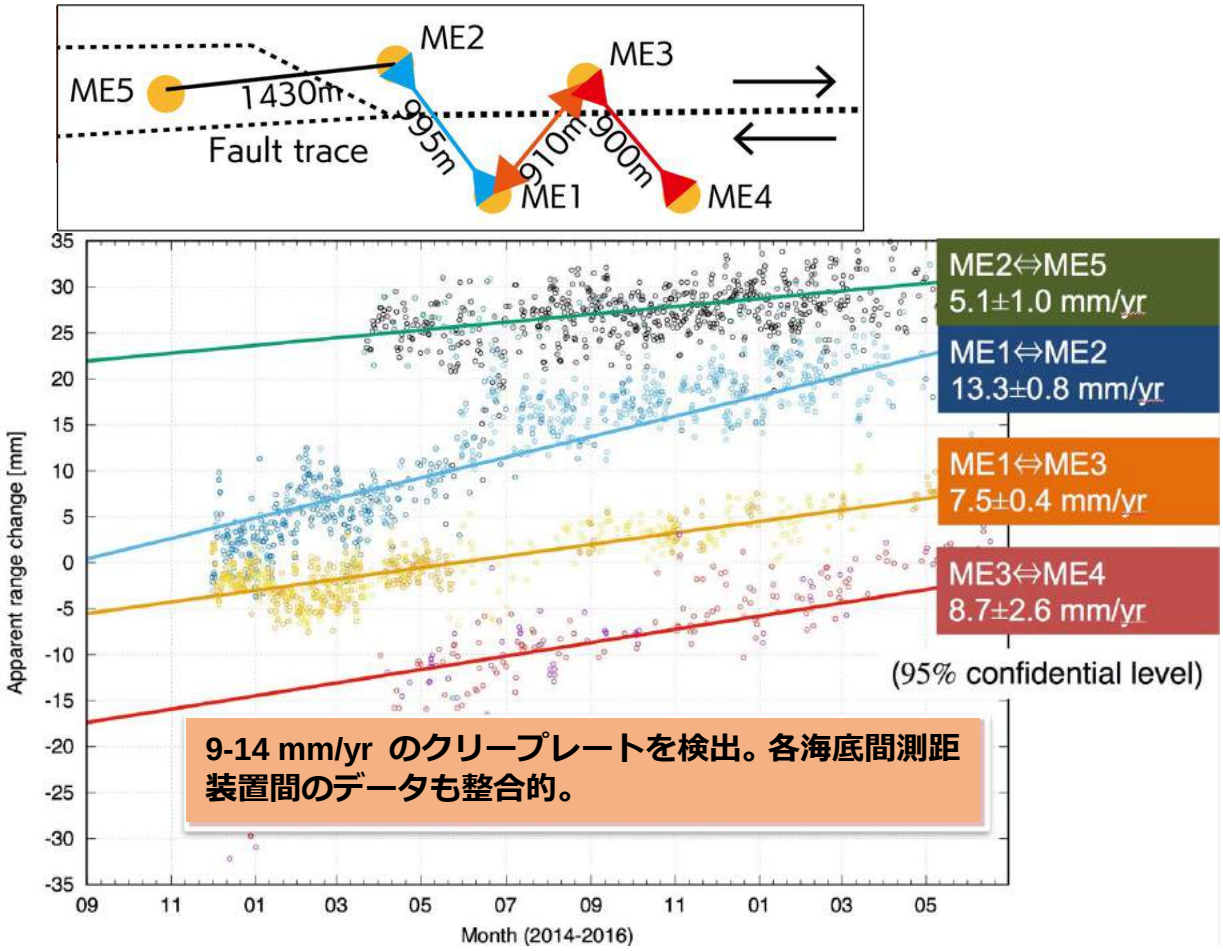


図 2　海底間測距観測の結果
（上）海底間測距装置の北アナトリア断層との位置関係。
（下）各海底間測距装置間の測距結果。

研究グループ 1-4　トレンチ調査

トレンチ調査は、トルコ側がこれまでに実施したものを共同でレビューした。マルマラ海では Central Basin より西側と Central Basin から Çınarcık Basin の大きく分けて 2 つのセグメントがあることがトレンチ調査や海底サンプリング調査から示唆されている。この結果によれば、Central basin より西側ではおよそ 150 年から 350 年間隔で巨大地震が発生してい

る。Central Basin より東側のセグメントでも 1344 年以降 150 年から 250 年間隔で巨大地震が発生している。これらのセグメント境界は、自然地震分布からイメージされている。直近の 1912 年の Ganos 地震、や 1999 年の Izmit 地震ではこの Central Basin から Çınarcık Basin までのセグメントが破壊されていない。上記のことから、この直近の巨大地震により破壊されていないセグメントの地震活動を明らかにすることが必要であることを認識した。

④ 研究題目 1 のカウンターパートへの技術移転の状況

H26 年度は、海底地震観測のために必要な海底地震計 7 台を準備、トルコ側に移譲した。3 月中旬にトルコ側の研究者・技術者向けに海底地震計の運用トレーニングを実施した。トルコ側の解析技術はそれほど低くないため、大まかな役割分担を決めて、今後共同で解析を進め、必要に応じて解析技術を移譲することとした。H27 年度には、トルコ側へはさらに 3 台の海底地震計を譲渡し、トルコ側に 10 台の観測体制を構築した。OBS で用いるアンカーをトルコ国内で製造すべく、トルコで溶接工場と製作のポイントを伝授した。トルコから 2 名来日し、日本の海底地震計作業や作業環境を見学した。さらに、3 名のトルコ側研究者・技術者が来日し、海洋研究開発機構の「よこすか」に乗船、日本側で通常実施している海底地震計の設置作業と回収作業を見学し、ともに作業した。日本側の OBS に関する作業のノウハウの移転は順調に進んでいる。OBS を用いた解析環境整備への協力も進んでいる。異方性構造を広域的に推定するため、現在トルコ側の研究者と協力して、陸上観測点記録を用いた S 波スプリッティング解析に着手し始めた。日本側の研究者が S 波スプリッティング解析を行うことができるソフトウェア「LTsplit」を開発しトルコ側に譲渡した。このソフトウェアでは、既存の 3 種類の S 波スプリッティング解析（相互相関法・Transverse 成分の振幅を最小にする方法・固有値問題を解く方法）から異方性を推定することができ、その結果の整合性を確認しながら解析を進めることができる。Skype を用いて月 1 ～ 2 回程度の情報交換を行った。H28 年度も引き続き OBS の運用についての技術移転を進めた。3 名のトルコ側技術者が来日し、1 週間、日本側の OBS 組み立て作業に合流した。また、OBS のデータ解析を共同で行っていることから、OBS データの読み取りの作業自体の互いの理解も進んでいる。第 II 期の OBS 回収では、2 台の OBS が回収できなかった。どちらも音響切り離し信号を受け付けるものの離底しない共通した状況が確認された。堆積物にトラップされているのか、切り離し部分に共通した不具合が出ているのかはっきりしないが、今後、ROV を用いて回収する可能性をトルコ側と協議することとした。H29 年度も引き続き、OBS の運用と解析についての技術移転を進めた。トルコ国内への OBS の導入は過去に例がなく、トルコ側にとってもいよいよトルコ側のみの OBS の運用は初めての経験になる。H29 年度は 3 名のトルコ側研究者が来日し、2 週間、日本で共同で解析するとともに、解析手法についてもデータ取得直後のフォーマット変換から震源読み取り作業と必要なアプリケーションのインストールと使用方法、繰り返し地震の解析手法を技術移転した。トルコ側は海底間測距装置データ回収について協議した。2017 年 5 月には、上記の未回収 OBS のトルコ側 ROV を利用した回収が実現、回収のノウハウを伝授するとともに、トルコ側 ROV による回収に成功した。その後、10 台の OBS の回収と設置をトルコ側のみで実施し、将来の運用の課題の有無を確認した。おおむね、トルコ側だけの設置作業を終え、現在観測中で、2018 年 4 月に回収予定である。トルコ側による OBS のオペレーションの状況を確認し、新たに 2 台の OBS を追加供与した。今後のトルコ側による北アナトリア断層の監視に向けて、日本側による 5 台の OBS 引き上げの影響を最小限に抑えるための措置である。

2015 年に 1 台の陸上用電磁気・電位差計を譲渡した。海底電磁気データの解析はトルコ側中心に日本側がサポートする形で進めている。また、長周期 MT 装置をカウンターパートに 1 台譲渡した。この機器の取り扱い及びデータ解析手法についてもソフトウェアを提供することによって技術移転を行っている。また実際にこの機器を使って、マルマラ海を取り巻く陸上で長周期 MT 観測を実施している。これによって北アナトリア断層を取り巻く海域と陸域を含めた広域的な地殻・上部マントル構造を解析することができる。

地殻変動観測に必要な海底測距装置を準備し、H26 年度は船上装置 1 セットと海底局 1

点分をマルマラ海の海域試験を通じて装置のチューニングを行い、海底局を計 5 台に増やしたうえで、H27 年度に移譲した。また、2 台の陸上用 GPS レシーバーも譲渡した。H29 年度は、トルコ側の希望で海底間測距装置を ROV を用いて回収、メンテナンスの上、再度マルマラ海中央部に設置したが、トルコ側の学生を全ての作業に帯同させ、海底間測距装置の原理、内部機器、オペレーションのすべてを技術移転した。また、東北大に数週間滞在し、その解析手法も伝授した。

⑤ 研究題目 1 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

トルコ側がフランスやドイツとマルマラ海東部において地震に関する共同研究（MARsite）を進めていた。今回の日本-トルコの共同研究を通じて、MARsite へのトルコ側の貢献増にもつながると思われる。MARsite 側のフランス人研究者との情報交換も進めた。

これまでトルコ側ではクリープしていると考えられていた Kumburgaz Basin 以東での固着の可能性が議論されるようになった。MARsite 側からは Çınarcık Basin では固着域が明瞭にイメージされているが、北アナトリア断層のモデル構築を踏まえて、彼らのモデルとの接合性が不明のまま残る。当初の予定ではマルマラ海の東側は MARsite 担当、西側が本プロジェクト担当と位置付けてきた。第 I 期の解析結果から、イスタンブール沖に近い側で地震の発生頻度が低く、北アナトリア断層沿いの動きが固着しているのかクリープしているのか、判断することが断層評価に必要であるのではないかという議論がトルコ側とあり、OBS アレイをやや東側にも伸ばしてカバーする海域を東方向に拡大した。

第 II 期の OBS 回収では、2 台の OBS が回収できなかった。どちらも音響切り離し信号を受け付けるものの離底しない共通した状況が確認された。ROV を用いて海底の様子を探り、OBS を回収したところ、堆積物にトラップされて、切り離し部分が開かなかったことが原因であることがわかった。この経験から、今後トルコでは ROV を使った OBS のオペレーションにも可能性が広がったと思われる。

海底間測距装置の各観測点間の測距結果を確認したところ、圧力データが取れていないこと、測距に成功した割合が減りつつあることが確認された。海底間測距装置のバッテリーの消耗が当初の見積もりより早い可能性が考えられたため、測距の頻度を 1 日 2 回から 1 日 1 回に変更して観測を進めることとした。

(3) 研究題目 2 「地震発生サイクルシミュレーションに基づく津波予測」（リーダー：堀高峰）

① 研究題目 2 の研究のねらい

研究グループ 2-1 地震発生サイクルシミュレーション

北アナトリア断層系に沿って発生する巨大地震の長期サイクルならびに地震時の破壊伝播について、数値シミュレーションを行って想定マルマラ地震の発生シナリオを複数想定する。

研究グループ 2-2 津波シミュレーション

想定される複数シナリオに対する津波シミュレーション計算を行う。

研究グループ 2-3 マルマラ海の津波シナリオデータベース

過去のシナリオのコンパイルを行うとともに、上記の計算結果を受けて津波シナリオデータベースを構築する。

研究グループ 2-4 早期探知能力の改善

日本で開発・改良した地震後即時解析システムをトルコに導入し、即時解析の改善に貢献する。

② 研究題目 2 の研究実施方法

日本側が有する地震発生サイクル・破壊伝播・津波伝播・津波遡上のシミュレーション

コードと、トルコ側が有する津波伝播のコードを用い、京コンピュータや大学の大型計算機センターなどのスーパーコンピュータを活用して、地震発生過程とそれによる津波の伝播過程並びに遡上過程の数値シミュレーションを行った。日本側のコードを活用できるように、トルコ側の学生や若手の研究者が、数ヶ月以上日本に滞在し、研修等を受けた。断層モデルは、まずは従来のもので構築し、グループ 1 等の成果を受けて改良した。また、グループ 1 とともに検討した地震シナリオ（断層ジオメトリやアスペリティの分布）を、グループ 3 に提供した。さらに、海洋研究開発機構が有する地震波の即時解析プログラムをマルマラ海に適用できるよう改良してトルコ側に導入し、実際に起きた地震の解析も実施した。

③ 研究題目 2 の当初の計画（全体計画）に対する成果目標の達成状況とインパクト

研究グループ 2-1 地震発生サイクルシミュレーション

地震発生サイクル・破壊伝播計算では初年度からコードのチューニングを進め、京コンピュータや大学の大型計算機センターのスパコンで実用的な時間で実スケールの計算ができるようにした。2014 年 10 月からは、地震発生サイクル計算を担当する大学院生が京都大学大学院理学研究科に文部科学省国費外国人留学生（SATREPS 枠）として入学した。それに先立ち、2014 年 6 月上旬に、地震発生サイクル計算ならびに破壊伝播計算の日本側研究者がボアジチ大学カンデリ地震観測研究所を訪問し、上記大学院生を含めてシミュレーションの方向性を具体化する議論を行った。さらに、北アナトリア断層を対象とした断層モデルのデジタルデータを入手し、地震発生サイクル計算を行った。断層ジオメトリを導入したシミュレーションにより、イズミットセグメントとそれ以西との分割を再現した。現在、グループ 1 の震源分布等から求めた断層ジオメトリ（イスタンブール沖以西）に、従来の破壊伝播シミュレーションで用いられていた断層ジオメトリを組み合わせた断層モデルを構築し（**図 3**）、2018 年 3 月までにシミュレーション結果をまとめた。

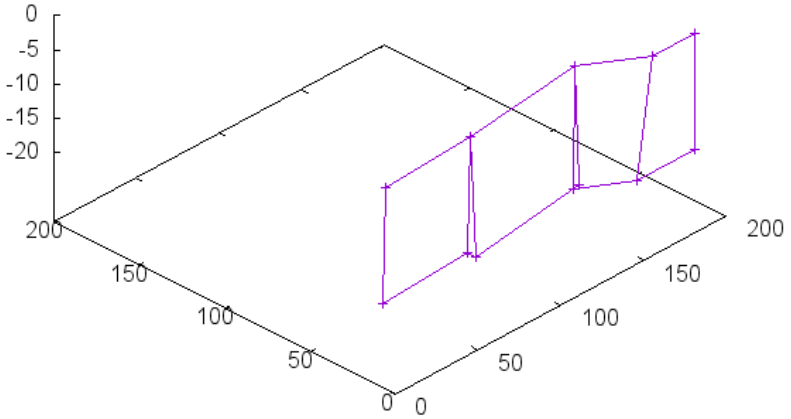


図 3　グループ 1 で新たに求めた幾何形状を導入した断層モデル

破壊伝播計算については、破壊の進展・停止に重要となる断層周辺の応力場の空間分布の解析を進めた。その結果、破壊伝播シミュレーションで考慮すべきマルマラ断層帯沿いの応力場が東西で回転していることを応力場インバージョン解析によって示した。また、2015 年 7 月から 10 月にかけて、破壊伝播計算を担当するトルコ側大学院生 1 名を招聘し、受入機関の東京大学大学院理学研究科において、破壊伝播計算コードの使用技術の習得、ベンチマーク計算の実施を行った。また、2016 年 3 月にも短期間来日し、進捗状況の確認と次年度の計画を検討した。H28 年度には、2 次元破壊伝播計算のコーディング技術を研修で取得するとともに、帰国後、地表ならびに断層形状（実形状よりもスムーズな場合）を考慮した FEM での破壊伝播計算が実施できるようになった（**図 4**）。また、**図 3** と同様のグループ 1 の知見を取り入れた断層モデルで破壊伝播の計算を行うとともに、断層運動にともなう周囲への地震波動伝播の様子を可視化し、イスタンブール等での揺れの危険性を

示すためのグループ 4 の啓発用動画に活用されるものを作成した。

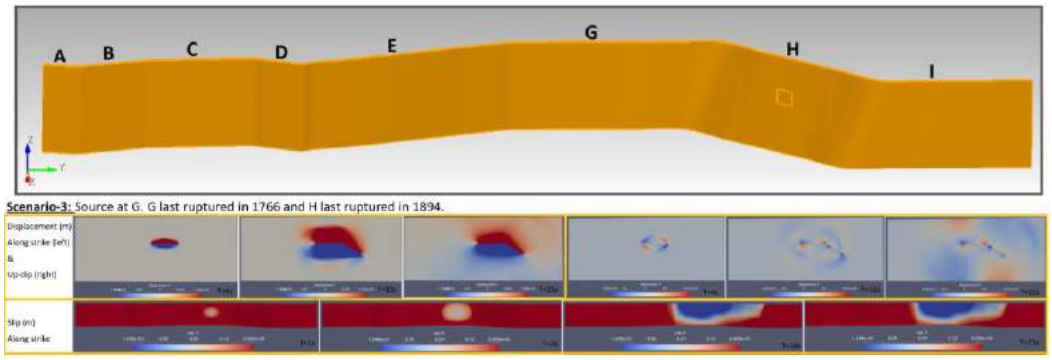


図 4　地表ならびにスムーズな断層形状を考慮した破壊伝播計算

研究グループ 2-2 津波シミュレーション

津波計算関係では、2013 年 11 月下旬から 12 月上旬にかけて津波計算を担当する日本側研究者 1 名がトルコを訪問し、津波遡上計算を行う予定の現場視察、KOERI や中東工科大学におけるトルコ側研究者との研究打合せ、招聘研究員の日本への受入れに係る準備等を行った。そして、2013 年 12 月 10 日～2014 年 3 月 9 日の 3 か月間、トルコ側研究者 1 名を招聘し、受入機関の港湾空港技術研究所において、3 次元津波計算プログラム使用技術の習得、イスタンブールへの遡上計算のためのデータ取得や整備を進めた。具体的には、マルマラ海における地震断層パラメータを 5 つテストし、それぞれの津波伝搬・遡上計算を行い、2 次元の遡上計算プログラムとの比較を行った。その結果、港湾内の津波の高さなどが整合する値であることが確認された。さらに 2014 年 9 月から 10 月にかけて津波計算を担当するトルコ側研究者 1 名を招聘し、受入機関の港湾空港技術研究所において、3 次元津波計算プログラム使用技術の習得、イスタンブールへの遡上計算のためのデータ取得や整備を進めた。具体的には、3 次元計算プログラム使用技術を取得するため、すでに地形データが準備されている釜石ならびに高知を対象とした計算を行った。また、イスタンブールの Ambarli Port を対象とした 2 次元の津波伝播・遡上計算を行った。さらに、港湾空港技術研究所の津波実験装置で 35 cm の初期高さの津波を実際に体験するとともに、その装置を再現した 3 次元津波計算で身体に働く力の見積を実施した。また、もう一方の受入機関である海洋研究開発機構において、2 次元津波計算プログラムの比較研究を行うとともに、東日本大震災の津波被災地等を視察した。さらに、津波シミュレーションで、イスタンブールの Haydarpasa Port を対象とした津波遡上計算を実施した。トルコ側の津波シミュレーション担当である METU が高解像度（最小 5 m グリッド）の地形データに加えて、道路や建物のデータ（1m 解像度）を津波計算用に整備し、津波伝播・遡上の 2 次元計算を実施した。これにより、2 つの防潮堤の強化の必要性を示した。また、Yenikapi を対象とした津波遡上計算を同様な高解像度データにもとづいておこなうと共に、都市の対津波脆弱性の評価を、シミュレーション結果とその土地の特性を組み合わせて行う手法を提案した。Haydarpasa Port を対象とした津波シミュレーションと、Yenikapi を対象とした都市の対津波脆弱性の評価の手法提案の内容が EPS 誌の特集号に掲載された。これらに加えて、Bakırköy を対象とした津波遡上計算を行うとともに都市の対津波脆弱性の評価手法を適用し、この地域の中で Ayamama Stream を特に注意すべき場所として指摘した。また、3 次元津波シミュレーションの技術取得のためトルコ側大学院生が来日し、防潮堤の被害推定のため Haydarpasa Breakwater のモデル化を行うとともに、浮遊物のシミュレーションとして 3 次元津波計算と DEM を連成させた計算を行った。

研究グループ 2-3 マルマラ海の津波シナリオデータベース

マルマラ地域では、断層運動による津波と海底地すべりによる津波が歴史的に報告されてきているが、第一段階では断層運動による津波シナリオについて、これまで行われてき

た研究をもとに検討した。Table1 は OYO report (2007)にもとづくものであり、その中で Haydarpasa Port を対象とした 3 つのクリティカルな断層帯（YAN, CMN, PIN）の断層パラメタを挙げている。さらに Table 2 は、MARsite プロジェクトの Characteristics of Tsunami Source Regions in Marmara (2015)によるシナリオの中から、Haydarpasa Port にとってクリティカルなシナリオ群（SN05, SN10, SN23, SN2940, SN08）を抽出したものである。Haydarpasa Port を対象としたこれら 8 つのシナリオに対して津波高さを検討した。**図 5** は、これら 8 つのシナリオでの津波シミュレーション結果である。計算地点は Haydarpasa 防潮堤の手前にある津波計（40.9997° N, 29.0068° E）である。津波高さは最大でも 1.26m であり、これらのシナリオ津波によって、この場所では遡上しないことがわかる。

Table に示した以外を含めて 30 の異なる断層運動シナリオによる津波シミュレーションを行った結果、マルマラ沿岸での津波高さは高々2-3m となった。これらの結果は、過去にイスタンブール等に被害をもたらした歴史津波の高さを再現することが、断層運動による津波だけでは困難であることを示しており（グループ 1 の横ずれ断層も同様）、次の段階として、海底地すべりによる津波についての検討を行った。海底地すべり源についての研究をレビューし、それらの情報をコンパイルした結果を**図 6** に示した。海底地すべりによる津波波源の計算は 2 層モデル（東北大で開発されたコードを METU にて改良）を用いる。異なる厚さの土塊に対して計算を行う。この結果を受けて、断層運動による津波の場合と同様に、NAMIDANCE を用いて津波伝播・遡上の計算を行った。地すべりを波源とする津波計算を行った結果、現状のモデルでは 10m 以上と歴史津波の高さに比べて 2 倍近い値の場所もあり、モデルの検討が今後必要である。

Table 1: OYO Report (2007)からの断層パラメータ

Source Name	Length (km)	Width (km)	Focal Depth (km)	Strike (°)	Dip (°)	Rake (°)	Slip (m)	Start Lat	Start Lon
YAN	7.058	17.027	1.978	257.96	70	195	3.67	40.72115	29.47103
	6.873	17.027	1.96	261.14	70	195	3.67	40.7075	29.38946
	10.952	17.027	1.823	260.98	70	195	3.67	40.69751	29.3092
	4.448	17.027	1.681	262.35	70	270	3.67	40.68121	29.18143
	4.562	17.027	1.557	273.96	70	270	3.67	40.6755	29.12936
	10.021	17.027	1.252	283.78	70	270	3.67	40.67791	29.07551
	3.154	17.027	1.219	294.84	70	270	3.67	40.69843	28.96007
	14.043	17.027	1.178	284.9	70	270	3.67	40.71005	28.92602
CMN	9.505	17.027	1.924	276.59	70	270	3.67	40.61261	28.19394
	7.069	17.027	1.922	279.18	70	270	3.67	40.62063	28.08215
	10.705	17.027	1.917	299.07	70	270	3.67	40.62938	27.99943
	7.85	17.027	1.598	283.92	70	270	3.67	40.67421	27.88744
	7.269	17.027	1.637	291.38	70	270	3.67	40.68952	27.79683
PIN	8.753	17.027	0.744	108.15	70	270	3.67	40.75691	29.12942
	6.024	17.027	0.74	123.15	70	270	3.67	40.7861	29.0692

									8
	7.148	17.027	0.779	118.85	70	270	3.67	40.81653	28.99465
	9.834	17.027	1.21	129.9	70	270	3.67	40.87251	28.90432

Table 2: MARsite Project (2015)からの断層パラメータ

Source Name	Length (km)	Width (km)	Focal Depth (km)	Strike (°)	Dip (°)	Rake (°)	Slip (m)	Start Lat	Start Lon
SN08	16.5	15.0	7.9	75	80	175	1.45	40.74996	27.33544
	15.0	15.0	7.9	81	80	175	1.45	40.79071	27.52293
	22.0	15.0	7.9	86	80	175	1.45	40.80495	27.68215
	11.0	15.0	7.9	104	80	210	1.45	40.81471	27.94147
	36.5	15.0	7.9	77	80	210	3.36	40.80085	28.07614
	11.5	10.0	5.4	93	80	175	1.45	40.87279	28.49485
	9.5	10.0	5.4	76	80	175	1.45	40.86922	28.63301
	11.0	10.0	5.4	95	80	175	1.45	40.88073	28.73929
	33.5	10.0	5.4	119	80	210	3.36	40.86786	28.86697
	5.5	12.5	6.7	107	80	175	1.45	40.72718	29.21712
	9.0	12.5	6.7	75	80	175	1.45	40.71041	29.28033
SN10	36.5	15.0	7.9	77	80	210	3.371	40.80085	28.07614
	11.5	10.0	5.4	93	80	175	1.750	40.87279	28.49485
	9.5	10.0	5.4	76	80	175	1.750	40.86922	28.63301
	11.0	10.0	5.4	95	80	175	1.750	40.88073	28.73929
	33.5	10.0	5.4	119	80	210	3.371	40.86786	28.86697
	6.0	12.5	6.7	92	80	175	1.750	40.73237	29.21637
	3.5	12.5	6.7	78	80	175	1.750	40.72846	29.29042
	8.0	12.5	6.7	92	80	175	1.750	40.73556	29.33247
	7.0	12.5	6.7	82	80	175	1.750	40.73312	29.42763
SN23	11.0	10.0	5.4	138	80	270	1.48	40.77767	28.25218
	22.5	10.0	5.4	125	80	270	2.58	40.70163	28.34318
	9.0	10.0	5.4	125	80	270	1.48	40.58531	28.56625
SN2930	7.5	10.0	5.4	85	80	30	1.24	40.74768	28.66872
	8.0	10.0	5.4	123	80	330	1.24	40.7519	28.75559
	12.0	10.0	5.4	85	80	90	1.24	40.73007	28.81242
	13.5	12.5	6.7	120	80	270	2.58	40.75759	28.99543
SN08	36.5	15.0	7.9	77	80	210	4.03	40.80085	28.07614
	11.5	10.0	5.4	93	80	175	1.00	40.87279	28.49485
	9.5	10.0	5.4	76	80	175	1.00	40.86922	28.63301
	11.0	10.0	5.4	95	80	175	1.00	40.88073	28.73929
	33.5	10.0	5.4	119	80	210	4.03	40.86786	28.86697

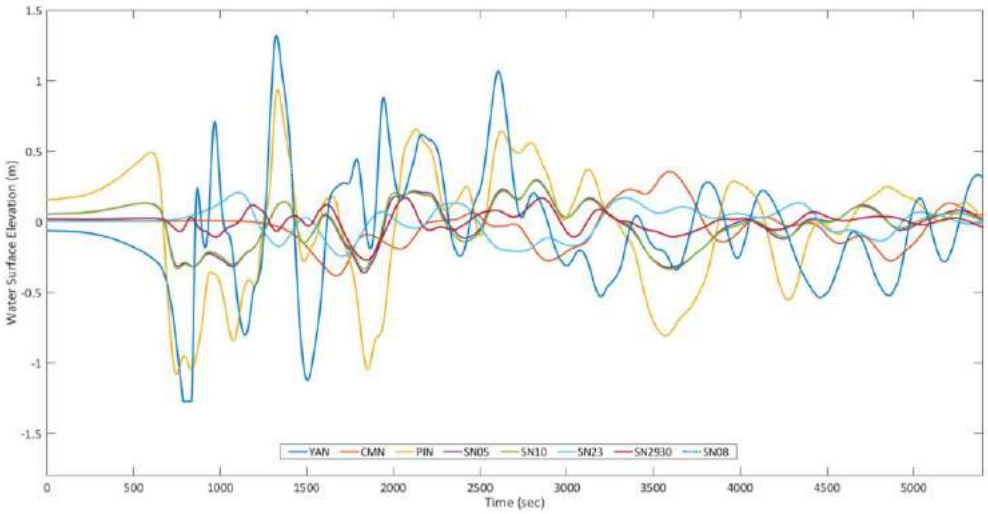


図 5　8 つのシナリオに対する Hydarpasa 防波堤での津波波形

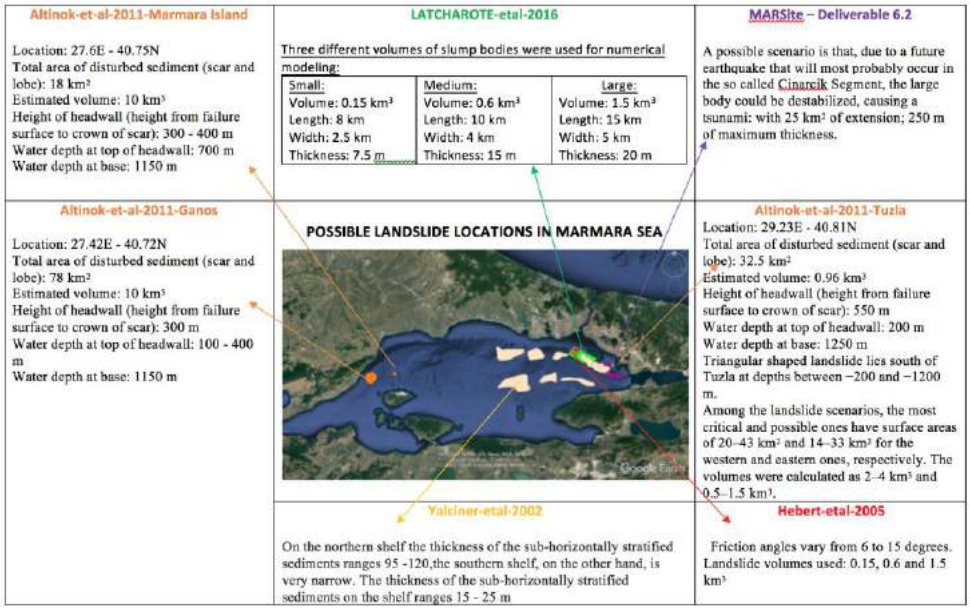


図 6　海底地すべり源情報

研究グループ 2-4 早期探知能力の改善

地震後の即時解析については、初年度から 2 年目にかけてはプログラムの改良を日本において進めた。まず断層パラメータの分解能の向上を行った。既存のバージョンでは各パラメータについて 15 度刻みであったものを、1 度刻みにし、高分解能化を行った。分解能の向上により計算量が増大するが、最適パラメータ探索アルゴリズムの改良により、計算時間は以前よりも短縮され、より短時間で断層パラメータの推定が可能となった。また、既存のバージョンはグリーン関数ライブラリが数百 GB と大容量であったが、アルゴリズムの改良により、数 GB 程度まで小容量化が可能となり、ポータビリティーが向上した。また、小容量化の実現により、震源の深さ方向の解像度の向上も実施した。2014 年 6 月上旬には、日本側研究者 1 名がトルコを訪問し、改良・機能向上を行った即時震源解析システム（SWIFT システム）を導入、使用法についての講習会をトルコ側研究者に対して行った。講習会に

は約 10 名のボアジチ大学カンデリ地震観測研究所メンバーが参加した。ボアジチ大学カンデリ地震観測研究所によるトルコ地震観測網のデータを用いて、2014 年 5 月 24 日にエーゲ海で起きた地震（Mw=6.9）の地震について即時震源解析システムを用いて試験的に解析を行った。この地震は北アナトリア断層の西の延長で起きた右横ずれ断層であったことが確認できた。この解析にもとづいて論文を発表した（EPS 特集号）。さらに、H28 年度には SWIFT システムの機能ならびに利用のし易さの向上のため、ウェブバージョンを KOERI に導入した。その結果、2017 年 6 月 12 日にトルコで発生した Mw6.3 の地震の自動波形解析に成功した（**図 7**）。また、津波即時予測システムの提案が EPS 特集号に掲載された。

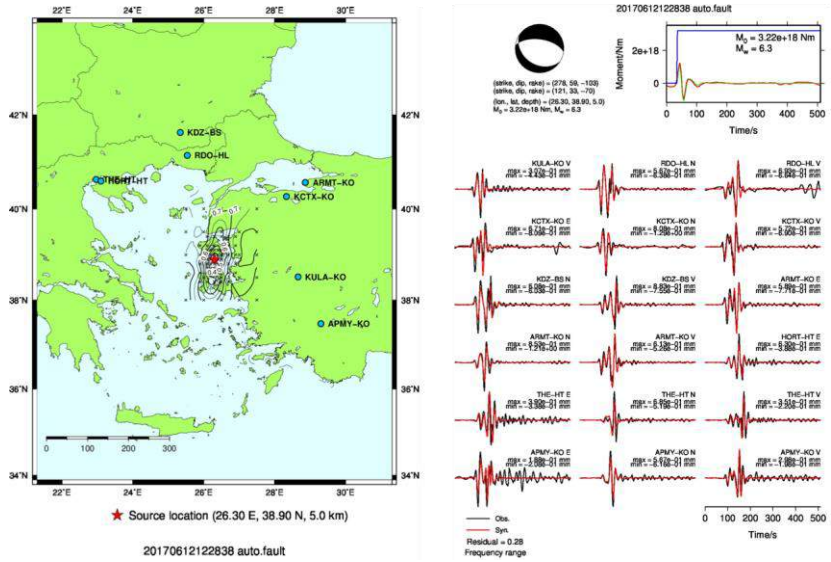


図 7　Web 版 SWIFT の自動推定による 2017 年 6/12 の Mw6.3 の解析結果

④ 研究題目 2 のカウンターパートへの技術移転の状況

破壊伝播のシミュレーションについて、トルコ側（KOERI）の大学院生がプログラムの使用技術取得と破壊伝播の理論の学習のため東大で研修を受けた。これにより、ベンチマーク用の破壊伝播のテスト計算を実施するとともに、2 次元破壊伝播計算コードをゼロから書くことができ、帰国後 FEM での破壊伝播計算を実施できるようになった。

津波シミュレーションでは、トルコ側でまだ普及していない 3 次元津波遡上計算のプログラムの使用技術取得のための研修を、トルコ側研究者を招聘して行った（METU と KOERI で 1 名ずつ）。これにより、従来 2 次元でしか行えなかった遡上計算を 3 次元で行えるようになるとともに、両者を比較することにより高速に計算が可能な 2 次元計算の精度評価がトルコ側で可能となる。さらに DEM 等との連成計算も実施できるようになった。

即時解析では、日本で開発した地震後即時解析システム（SWIFT）をトルコ側（KOERI）に導入し、現地で 10 名前後のスタッフに対して開発者自身が研修を行った。これにより、地震後に震源や規模だけでなく、地震波形を使った地震のメカニズム解析をより効率よく行うことが可能となった。さらに、自動解析の信頼性を高めた Web 版を導入したことで、即時解析結果にもとづいたモニタリングがトルコ側で可能になった。

⑤ 研究題目 2 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

世界的に見ても日本が先端を行く破壊伝播のシミュレーションについて、トルコでの両国の研究者の議論を通して、トルコ側の大学院生が博士課程のテーマとして、マルマラ断層での破壊伝播シミュレーションを選ぶことになった。来年度には、その大学院生が 3 ヶ月間日本で研修を行い、破壊伝播の理論の学習ならびにシミュレーション解析技術を身につける計画となった。最終的には、日本側で開発している大規模並列計算コードをトルコ側でも利活用するところまではいかなかったが、ゼロから破壊伝播計算コードを書くこと

で基礎的な理解を深め、プログラミング技術を研修で学び、より簡便に扱えるコードを利用することで、トルコ側でも破壊伝播計算が独自に実施できるようになった。

津波シミュレーションでは、Haydarpasa 港などで採用されている防波堤の形状は傾斜堤であり、それは日本の防波堤の構造と異なるため、それが津波に対して安定かどうかの議論を行い、粘り強い構造にするために、どうすべきか、さらにその効果を反映させた数値計算をどうするかなどの意見交換を行うことができた。また、当初は津波高や遡上の計算にとどまる計画であったが、高解像度の地形や建物・道路データと組み合わせることによって、都市の対津波脆弱性を定量化する手法を提案し、これを一つの柱に加えることとなった。さらに、断層運動に起因する津波だけでは過去の津波高さを説明できないことから、海底地すべりにより発生する津波ついても、波源を計算する手法の高度化を行い、評価することとなった。

(4) 研究題目 3「地震特性評価及び被害予測」（リーダー：堀宗朗）

① 研究題目 3 の研究のねらい

研究グループ 3-1 地盤構造のモデリングと解析、及び強震動推定

微動観測によって得られたデータを使って地盤構造のモデリングを行い、地震動増幅の数値解析によって想定された地震が引き起こす強震動を推定する。

研究グループ 3-2 大規模実験及び先端数値解析を使った構造物耐震性評価

実大三次元震動破壊実験施設（E-ディフェンス）と大規模非線形有限要素法解析を使って、鉄筋コンクリート造の建築建物を対象に、耐震性を評価する。

研究グループ 3-3 ハザードマップ作成

地理情報システムのデータと各種数値解析手法のシミュレーションを組み合わせて得られるハザードとディザスターの推定を集約し、次世代型のハザードマップを作成する。

② 研究題目 3 の研究実施方法

日本側とトルコ側がそれぞれ有する地震発生サイクル・破壊伝播・津波伝播・津波遡上のシミュレーションコードを用い、京コンピュータや地球シミュレータなどのスーパーコンピュータを活用して、地震発生過程とそれによる津波の伝播過程並びに遡上過程の数値シミュレーションを行う。地震シナリオの計算結果はグループ 3 に提供する。断層モデルは、まずは従来のもので構築し、グループ 1 等の成果を受けて改良する。また、海洋研究開発機構が有する即時解析プログラムをマルマラ海に適用できるよう改良してトルコ側に導入する。

③ 研究題目 3 の当初の計画（全体計画）に対する成果目標の達成状況とインパクト

研究グループ 3-1 地盤構造のモデリングと解析、及び強震動推定

マルマラ海周辺において微動観測を行い、その結果を基に地震動特性評価の検討を進めた。微動観測は、**図 8** のようにマルマラ海の主要都市中心部および強震観測点において微動の上下成分のアレイ観測を行い、周波数 1 Hz 以上のレイリー波の位相速度を推定し、その逆解析によって表層地盤の S 波速度構造モデルを構築した。とくに、マルマラ海西部の Tekirdag 地域では密な微動観測を実施し、表層 30 m の平均 S 波速度（AVS30）と平均地表勾配の相関関係を求め、これを基に Tekirdag 周辺の Avs30 マップを作成した。

強震観測は、**図 9** に示すように Tekirdag 地域を中心に実施している。マルマラ海地域の強震観測の維持は、イスタンブール大学が担当し、日本側メンバーと相談しながら定期的にデータの回収や機器のメンテナンスを実施した。

微動観測や強震観測の結果を用いて、1 次元 S 波速度構造モデルを用いて、2014 年 5 月 24 日にエーゲ海で発生した Gokceada 地震によるマルマラ海での強震動のシミュレーションを波数積分法に基づいて行った。

図 10 に示すように、S 波部分から成る主要動をよく再現することができ、地盤モデルが妥当なものであることを確認した。そのほか、同様の手法と地盤モデルを用いて 1912 年の Murefte 地震による強震動の評価も試みた。

グループ 1 およびグループ 2 の研究成果である想定される地震の震源モデルを用いて、強震動の評価を行った。

図 11 に示すように、想定地震（Mw7.5）の震源モデルは 2 つのセグメントからなり、それぞれに 2 つのアスペリティがあるモデルである。強震動計算には、上述の方法と地盤モデルを用いた。図には Zeytinburnu（Z20）と Tekirdag（5908）で計算された地表の速度が示されている。Z20 ではアスペリティに近いので、地震動の振幅が大きな結果になっている。なお、表層地盤の増幅特性の評価は線形増幅を仮定しているので、強震動が過大評価になっている観測点もあると考えられる。

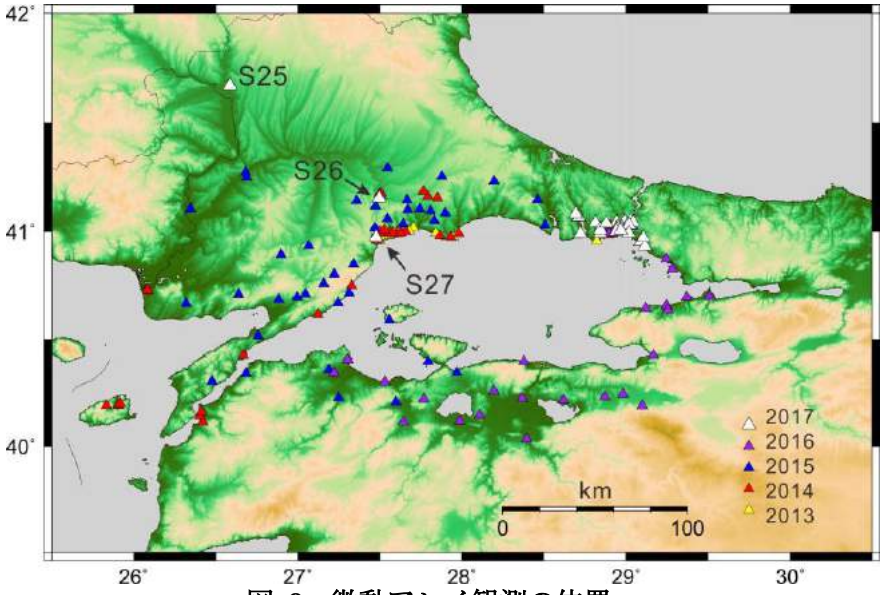


図 8　微動アレイ観測の位置

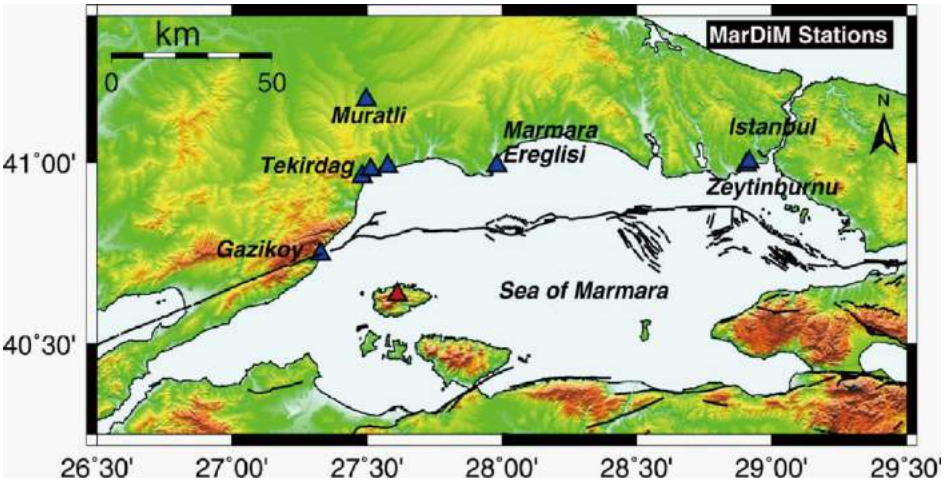


図 9　本プロジェクトで実施している地震観測点の位置

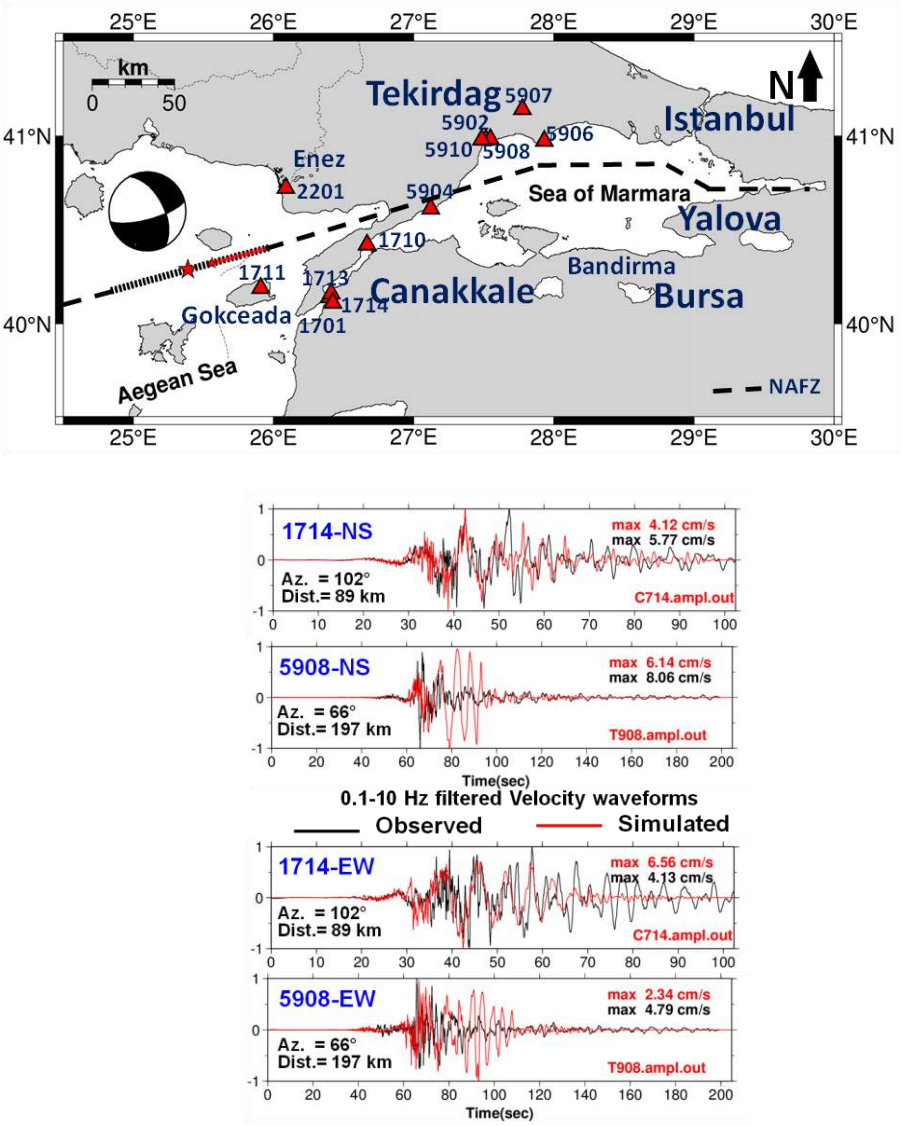


図 10　2014 年 5 月 24 日の Gokceada 地震（Mw=6.9）の震央と観測点の位置の地図（上）と強震動のシミュレーション結果（地動速度）の比較の例（下）

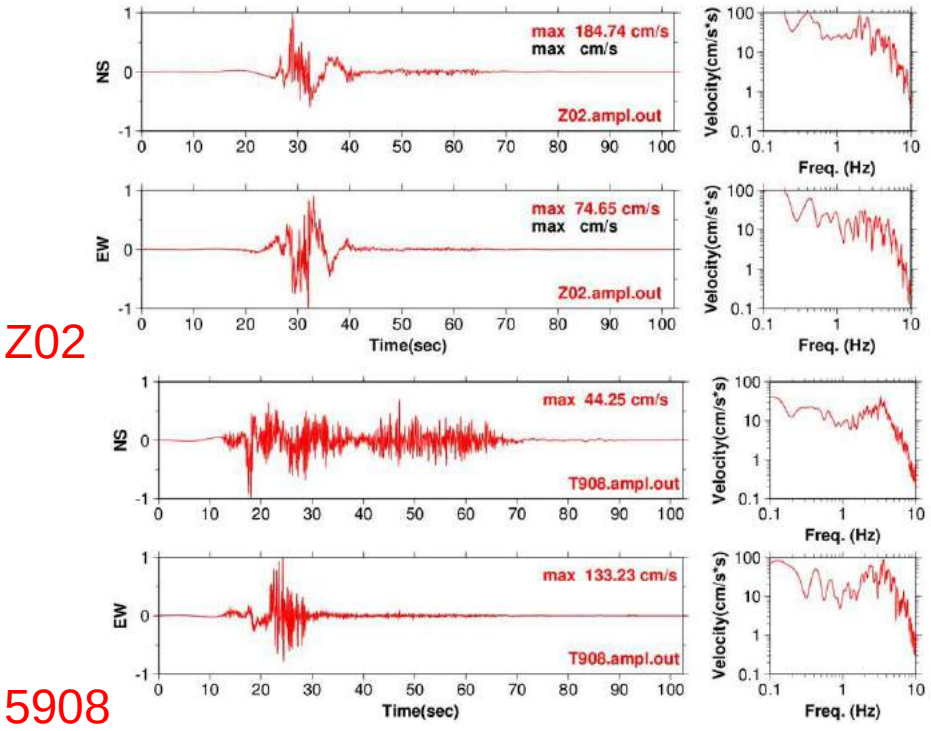


図 11　想定地震のモデル（上）と強震動評価結果（中と下）

研究グループ：3-2　大規模実験及び先端数値解析を使った構造物耐震性評価

トルコ側カウンターパートナーとの協議により、耐震性評価を行う具体的な構造物として、10 層鉄筋コンクリート造建築物を計画し、解析モデルを構築した。高性能計算を用いる詳細な解析モデルとなるため、細部の詳細なモデル化が重要である。また、この建築物を対象とした実大三次元震動破壊実験施設の実験が 2015 年 12 月に実施された（震動台実験は防災科学技術研究所兵庫県耐震工学研究センターのプロジェクトとして行ったものであり、本課題の参加者がこのプロジェクトに研究者として参加している）。

解析モデルを使った試解析を行い、その妥当性は確認されている。公表された実験結果に基づき、破壊形式の分析に関する考察等を進めた。くり返す地震動を受けて複雑な強度低下性状を伴いつつ終局状態に至る地震応答挙動の数値解析的評価は，国際的継続課題として位置づけられており、トルコの典型的建物との整合も視野に比較・参照ができるよう、解析モデルの数値解析を実行した。

研究グループ 3-3　ハザードマップ作成

H28 年度にイスタンブール近郊の詳細地理情報システムを利用した都市モデルを構築した。この都市モデルを利用し、シミュレーションベースのハザードマップを作成した（**図 12** 参照）。ハザードマップ作成には、日本で開発された Linux ベースのプログラムや、H27 年度、トルコ・日本の研究者が共同で開発した Matlab ベースのプログラムが利用されている。前者は並列計算も実行可能であるが、後者は PC で稼働することを目的としている。

H28 年度に設置した大型計算機を利用するため、ハザードマップ作成のプログラムの高度化（大規模化・高速化）も、ハザードマップ作成と平行して行った。大型計算機は 2017 年 3 月より稼働を開始している。

大型計算機は、ハザードマップ作成の他、地震波動伝播や地震動評価のプログラムにも利用された。これは、高性能計算の二つの利点である、1）大規模数値解析モデルを解析するという capability computing と、2）多数の地震シナリオに基づいた数値解析を行うという capacity computing の両方が実行されたことを意味する。

シミュレーションベースのハザードマップとは別に、効率的なライフラインの復旧を目的としたシミュレーションが開発された。これはトルコ側カウンターパートナーの大学からの留学生が東京大学工学系研究科の修士課程に在籍した間（2013 年 10 月～2015 年 9 月）の研究成果である。復旧に必要な工事作業を精緻に分解するとともに、被災箇所を修復した場合のライフライン利用者の便益を算定することで、被災地域全体の便益を最大化するような被災箇所の復旧戦略を見出すシミュレーションである。

シミュレーションベースのハザードマップの作成と合わせて、イスタンブールの既往のハザードマップを調査した。経験式を利用する既往のハザードマップと比較し、シミュレーションベースのハザードマップの優位性や特徴が整理された。

④ 研究題目 3 のカウンターパートへの技術移転の状況

研究グループ 3-1　地盤構造のモデリングと解析、及び強震動推定

観測データのデータ解析および強震動評価に関して、我が国は世界最先端の手法を開発している。これらの解析技術をトルコ側カウンターパートナーに移転した。

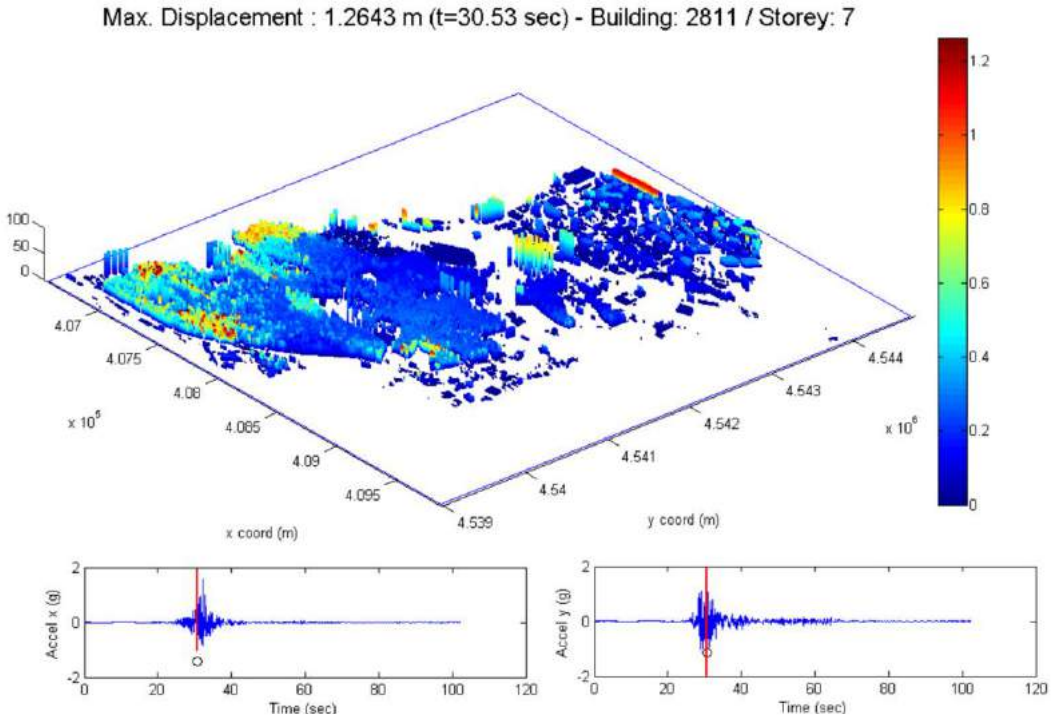


図 12　都市モデルを利用したシミュレーションに基づくハザードマップ。基盤から入力された地震動が地盤で増幅される過程と、地盤の地震動が引き起こす構造物の地震応答の過程を計算した結果に基づく。

研究グループ 3-2　大規模実験及び先端数値解析を使った構造物耐震性評価

耐震性評価のための大規模実験と先端解析に関して、我が国は世界最先端の技術を開発している。この実験技術と解析技術をトルコ側カウンターパートナーに修得してもらった。

研究グループ 3-3　ハザードマップ作成

地理情報システムと各種シミュレーションを組み合わせた次世代型ハザードマップ作成の技術は我が国独自のものである。トルコ側カウンターパートナーに技術移転を行った。ソフトウェアの技術移転に留まらず、大規模数値解析を実行する高性能計算に必要なハードウェアの選定の技術も移転された。

⑤ 研究題目３の当初計画では想定されていなかった新たな展開

①で触れたように、当初の計画にはなかったが、効率的なライフラインの復旧を目的としたシミュレーションが開発された。ここのシミュレーションは、ハザードマップと同様、発災前の防災・減災計画の立案に有効であると同時に、発災後の復旧支援にも有効となることが期待される。このほか、マルマラ海の M3 程度以上の小地震を用いた経験的グリーン・テンソルの推定に着手しており、今後の地震記録の蓄積を待って、共同研究の成果として発信できると期待される。また、グループ 3-1 により推定された想定地震(Mw7.5)発生時の強震動を入力として、マルマラ海沿岸地域に実在する石油タンクについて、現状のままと仮に免震化した場合の地震応答を計算して比較することにより、タンクの免震化が石油化学プラントの地震被害の軽減に大きく寄与する可能性があることも示すことができた。

(5) 研究題目４「研究結果に基づく防災教育」

研究グループ 4-1「研究結果に基づく視聴覚教材の開発」（リーダー：隈本邦彦）

① 研究グループ 4-1 の研究のねらい

研究グループ 4-1-1 防災教育プログラム

本プロジェクトの研究成果をわかり易く可視化した素材をもとに日本-トルコ共同の防災教育プログラムのコンテンツを作成し、活用できるようにする。

研究グループ 4-1-2 情報発信に於けるメディアの有効活用

科学者と一般社会の間の双方向コミュニケーションを橋渡しする人材をトルコ国内で育成する。

② 研究グループ 4-1 の研究実施方法

研究グループ 4-1-1 防災教育プログラム

2014年5月にトルコ側研究者1名が来日し、日本の防災教育の実践を視察するとともに、関係者と意見交換を行った。これにあわせてトルコ側研究者が、日本における東日本大震災の経験を聞き取り調査する場面を取材。これらの映像をもとに、津波の基礎知識や注意点についてわかりやすく伝える視聴覚教材「津波に関する知識」を制作した。また、この視聴覚教材を補足する形の防災教育用の教本（ブックレット）の開発を行った。

2015 年 4 月 27 日にトルコ側研究者 2 名、日本側研究者 3 名が、災害危機管理庁（AFAD）、イスタンブール大都市圏の防災アドバイザーを努めるなど防災の第一人者であるミクダット・カディオール氏（イスタンブール工科大学防災センター長）と研究成果の効果的な普及等について意見交換を行った。またトルコ側研究者 1 名日本側研究者 2 名でマルマラ市長連盟を訪問し、プロジェクトの活動を紹介するとともに、プロジェクト成果のマルマラ地域の普及に関する意見交換を行った。

2015 年 5 月以降は、ボアジチ大学地震教育センターの子供向け防災教育授業では、本プロジェクトで作成した津波教育の視聴覚教材「津波に関する知識」およびブックレットを活用している。さらに、この授業の前後で子供達の間で「津波の仕組みに関する知識」「津波発生時の避難行動」「トルコにおける歴史的津波への認識」がどう変わったかをアンケートで測定し視聴覚教材の教育効果を調査した。

2016 年 9 月には、突然の地震への備えについて描いた子供向けのアニメ作品「いつかくる大地震～備え・対処・その後の行動」を制作した。トルコの一家が地震に遭遇した時にどのように行動したかを描いたもので、トルコ国民に親しみを持ってもらえるようトルコ人俳優らが声の出演をしている。同アニメ作品はボアジチ大学地震教育センターにおける小学生向けの防災教育に活用されていること、MarDiM のウェブサイトで公開するなど、すでにトルコ国内の視聴覚教材として活用されている。同アニメ作品のウェブ上の再生回数はすでに 10 万回を超えている。またこのアニメ作品の画像をそのまま使って同じ内容の絵

本も作成した。これらアニメ作品と絵本には、これまでトルコでの地震への備えを書いた教材にはほとんど触れられていなかった「地震後の津波への備え」と「帰宅困難者の発生への備え」について言及しており、こうした課題についても防災教育が新たに可能になった。

2017 年 10 月には、研究成果全体をわかりやすく紹介する「研究紹介 DVD」の作成を行った。本プロジェクトの重要性の概略を紹介した後、これまで映像取材をしてきた各研究グループの活動内容、研究成果をわかりやすく可視化し紹介するもので、日本語バージョン、英語バージョン、トルコ語バージョンを作成した。関係者や当局に配布するとともに、トルコ語バージョンは、トルコ国内で MarDiM ウェブサイトを通じてインターネット経由でダウンロードして見ることができるようにした。

研究グループ 4-1-2 情報発信に於けるメディアの有効活用

研究成果について幅広く伝えることを目的に、2014 年 11 月にトルコのメディアを対象としたメディアセミナーを開催した。その場で視聴覚教材のビデオ「津波に関する知識」を紹介した。セミナーの様子は、複数の現地メディアで報道された。

2015 年 9 月 7 日にはイスタンブール市内のホテルで、第 1 回メディアサイエンスカフェを開催した。これはプロジェクトの研究成果をより正確に効果的にトルコ社会に伝えるため、メディアと研究者との間の顔の見える関係を作り上げることが目的であり、通常の記者会見形式のような「研究者側からの一方的な情報提供と短い質疑応答」ではなく、「テーブルを取り囲む形で研究者側から短い情報提供を行った後に自由な対話・討論を行う」形式で行った。メディア側からは、テレビ局から 4 人、ラジオ局から 1 人、通信社から 1 人のあわせて 6 人が参加､研究者側は日本トルコ双方のプロジェクトリーダーが参加した。日本側研究者が 2011 年の東日本大震災の津波を日本のテレビメディアがどのように伝えたか、そのためにどのようなメディア側の準備が行われていたかについてのプレゼンを行い、日本の名古屋で行われているメディアと地震防災研究者との顔の見える関係づくりのための定期的な勉強会（NSL）の活動を紹介した。

2017 年 3 月 7 日に 2 回目のメディアサイエンスカフェをボアジチ大学メインキャンパスで開催した。参加者はメディア側から 17 名、大学側から約 20 名であった。テーマは、本プロジェクトの進捗状況、日本のテレビ局における災害時緊急報道への備えと訓練状況などで、災害時の報道に向けたトルコの研究者とメディア関係者の関係について活発な討論が行われた。

2017 年には、これまでの研究成果をまとめ、トルコの放送局で通常番組の一環として放送してもらうという新しい試みを行った。

また 2017 年 11 月には、第 3 回メディアサイエンスカフェを実施予定。この実施にあたっては、研究者ではなくメディア側の関係者が開催の主体となって、研究者とメディアの顔の見える関係を、本プロジェクト終了後にも継続していけるような仕組みづくりについて検討する。これにより、地震情報に関する情報提供・発信リテラシーの向上が期待される。

③ 研究グループ 4-1 の当初の計画（全体計画）に対する成果目標の達成状況とインパクト

研究グループ 4-1-1 防災教育プログラム

視聴覚教材「津波に関する知識」や津波ブックレット、「防災教育アニメ作品」などの制作、さらに研究全体を紹介する「研究紹介 DVD」の制作によって、よりわかりやすく研究成果と、地震への備えの重要性をトルコ国民に伝えることができた。特に、地震後の津波発生や、帰宅困難の発生についての言及は従来のトルコでの防災教育の中には入っていなかったものであり、最新の研究成果とともにそれを伝えることができたことは、トルコの防災教育のレベルアップにつながったと考えられる。

研究グループ 4-1-2 情報発信に於けるメディアの有効活用

トルコ側メディアの有力メンバーとの間に顔の見える関係（情報提供側と発信側の信頼関

係の構築）とも言える強いパイプができ、その相乗効果によりさらに人的ネットワークを広げることができた。また、メディアセミナーやメディアサイエンスカフェのたびに多くのトルコメディアで放映、記事化されたことは、多くのトルコ国民に本プロジェクトのねらいや進行状況、研究成果の周知や理解に貢献したと考えられる。プロジェクトの研究成果を取りまとめ作品化し、通常のテレビ番組として放送されたことは、これまでにない取り組みであり、日本トルコの研究者による監修が行き届くことによって本プロジェクトについて正しく誤解のないような内容で放送できたことは大きな成果であった。

④ 研究グループ 4-1 のカウンターパートへの技術移転の状況

トルコ側研究者にとって、津波に関する視聴覚教材、ブックレット、さらに地震への備えのアニメ作品は、毎週ボアジチ大学地震教育センターで行っている子供向けの防災関係授業の内容を大幅に向上させることができたとともに、子供の知りたい文脈を読みつつ、それに見合った教材の準備をするという経験を新たに積むことができた。
トルコ側若手研究者には、来日時の研修とその後のフォローによって、映像制作のノウハウも十分に伝わっており、すでに公開されているビデオの微修正などを行っている。またこれにより新たなビデオの制作が今後行われていると考えられる。

⑤ 研究グループ 4-1 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

トルコ国民になるべく早く研究成果を伝えるために、当初からビデオ等の視聴覚教材を作成することとしていたが、津波教育ビデオへの子供達の反応調査などをもとに、より親しみやすいプレゼンテーションを考える必要性を知った。そこで、ビデオ映像、コンピュータシミュレーション画像だけでなく、アニメ・漫画なども活用して防災教育素材を作成した。

またメディアの活用に関しては、テレビ新聞といった既存の大手メディアだけに限らず、ブログや映像投稿サイトといった新しいメディアを通じた情報発信を行う必要性もあり、ウェブサイトを通じた情報発信も補完的に行った。

(6) 研究題目 4 「研究結果に基づく防災教育」
研究グループ 4-2「研究成果を活用した防災教育の検討と地域社会における防災対策の推進検討」（リーダー：阪本真由美）

① 研究グループ 4-2 の研究のねらい
研究グループ 4-2-1　研究成果を活用した防災教育の検討と地域社会における防災対策の推進検討
トルコ国内における防災教育の取り組みを整理するとともに、新たな防災教育のプログラムを検討する。また、プロジェクトの成果を地域社会に伝える。

② 研究グループ 4-2 の研究実施方法

トルコの研究者との協議を通し、現在トルコで展開されている防災教育の取り組みを整理し、課題を把握する。そのうえで、トルコの課題をふまえ、プロジェクトの研究成果を活かした防災教育教材の開発・実践を行う。

さらに、研究の成果を幅広く地域に伝えるために、地域の行政機関と連携した防災セミナーを開催する。

③ 研究グループ 4-2 の当初の計画（全体計画）に対する成果目標の達成状況とインパクト

トルコでは、1999 年のマルマラ地震以降、学校教育に地震防災が導入されるようになった。2013 年度にトルコの学校教育で用いられている防災教材に関する調査を行ったところ、津波に関する防災教育の教材が作成されていないことが明らかになった。そこで、本プロジェクトを通して新たに示されたトルコの歴史津波や津波ハザードリスクに関する研究成果に基づき、新たに津波防災教育教本・ビデオが作成された。また、トルコ側のカウンタ

ーパートとの協議を踏まえ、地震防災に関する学習教本・ビデオ、トルコ伝統建築物（レンガ造）の耐震性に関する実験学習教材（レンガぶるる）（図 14）、日本の大学生（京都造形芸術大学マンガ学科）との協同により、家庭内防災に関する学習教本が作成された（図 15）。防災教材は行政機関、学校関係者を中心に 6,500 冊配布された。

図 13　新たに作成された津波教本　プロジェクトの成果を反映した内容となっている

図 14　トルコ伝統建築物の倒壊実験学習教材

図 15　家庭内地震防災学習ブック

さらに、カウンターパートであるカンディリ観測所の地震教育園（Earthquake Education Park）において、毎週水曜日にそれを活用した防災教育プログラムが実践された。プロジェクト実施期間における授業受講者数は 800 名にのぼった。

なお、津波教本を活用した防災授業の実施成果であるが、授業実施前/実施後にテストを実施し、①津波に関する知識、②避難行動、③過去の津波災害に関する知識の三点から教育の成果を検討した(図 16)。その結果、すべての項目において理解度が上がっていることが確認された。

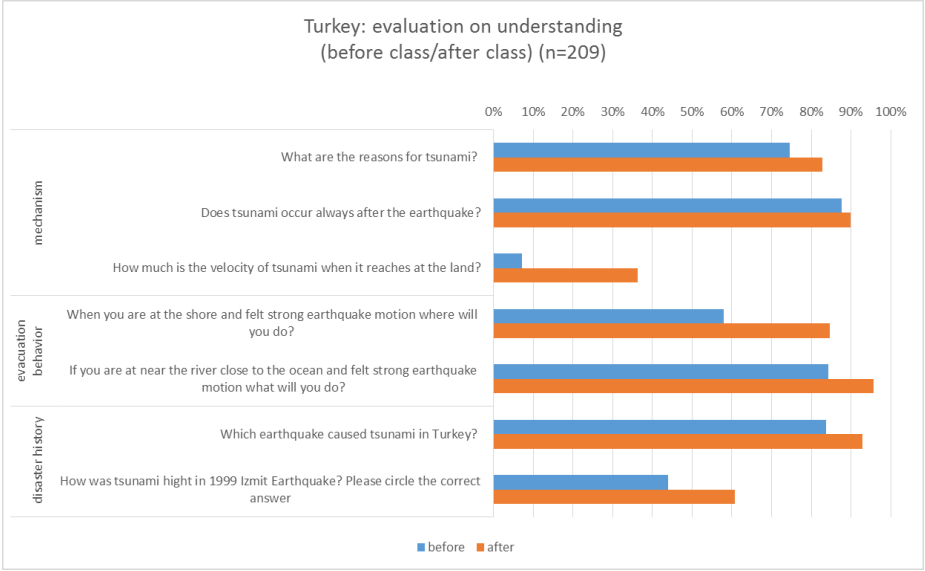


図 16　津波を活用した防災教育の実施成果

地域で防災事業を推進させるための基盤作りとして、AFAD、地方政府、大学と連携した地域セミナーをマルマラ海沿岸地域で開催した。開催地は、ヤロワ市（2015 年 4 月 28 日）、テキルダー市（2015 年 9 月 8 日）、チャナッカレ市（2017 年 2 月 27 日）、イスタンブール市（2017 年 9 月 19 日）、バンドゥルマ市（2017 年 11 月 22 日）であった（図 17）。地域セミナーでは、開催地域のハザード・リスクに併せた内容で最新のプロジェクト成果の紹介が行われた。参加者は、行政職員、エンジニア、ビジネスセクター、防災ボランティアなどが多くみられた。5 回にわたるセミナーの参加者総数は 650 名であり、プロジェクトの成果を幅広くマルマラ海沿岸部に伝える機会となった。

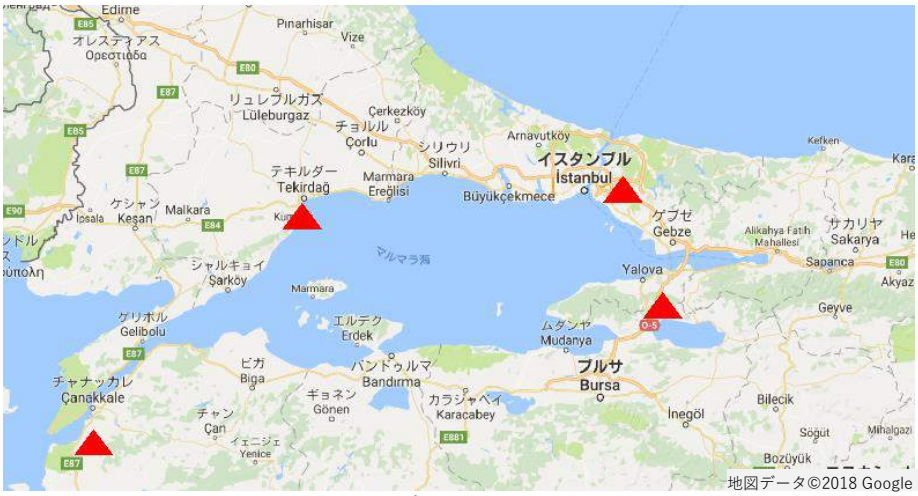


図 17　地域セミナー開催場所

イスタンブールのセミナーに併せて参加者に対して行ったアンケート調査（図 18）では、プロジェクトに対する高い関心が示された。特に、マルマラ海の断層、トルコの津波被害に対する関心が高く見られた。また、地震観測結果、教材の活用に対する関心も示された。

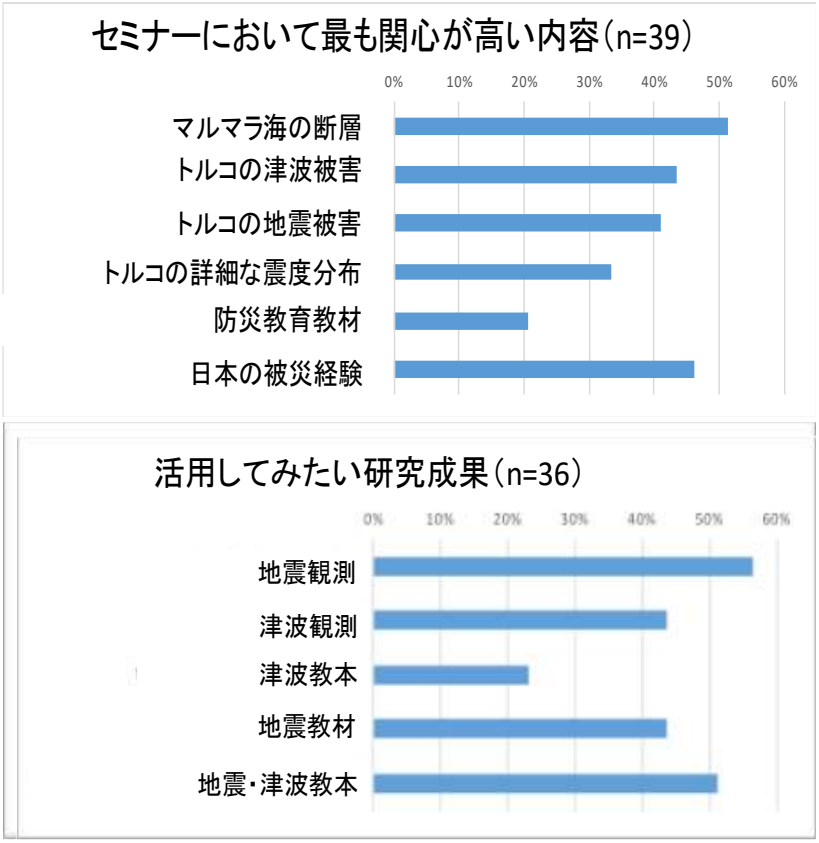


図 18　地域セミナー参加者へのアンケート調査結果

2017 年 2 月のチャナッカレでのセミナーについては、2017 年 1 月から 2 月チャナッカレ沖のエーゲ海域を震源とする群発地震が観測されていたこともありセミナー開催に対する関心が高まり活発な質疑応答が行われ、現地メディアにより大きく報道された。また、2017 年 11 月 22 日のバンドゥルマのセミナーは、プロジェクトの取り組みを知った現地からの要望によるものであり、トルコ側カウンターパートが独自に企画・運営をしており、プロジェクトの自立発展の点においても効果的であった。

④ 研究グループ 4-2 のカウンターパートへの技術移転の状況

防災教育を実施する傍らで、教育成果の評価手法をカウンターパートとともに検討した。イスタンブール市の小中学生 800 名に対し、防災教育教材（津波）を活用した防災教育の実践がカウンターパートにより行われ、授業を通した理解度評価のためのデータの入力・集計・解析方法についてはカウンターパートへ技術移転を行なった結果、カウンターパートにより結果が集計されている。また、H28 年度は同様の調査を、日本の小・中学生に対しても実施し、結果について日本・トルコで比較検討し、研究成果はトルコ、日本をはじめとする国際学会において報告された。

H28 年度は、カウンターパート 2 名が来日し、うち 1 名については、耐震模型を活用した防災教育実践手法について共同で研究を進めた。

H29 年度はこれまでの地域セミナーの成果を活かしてトルコ側が独自に地域セミナーを企画、実施した。

⑤ 研究グループ 4-2 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

研究成果を他国と共有するために、近年大規模災害を経験したチリ、インドネシアなどとともに災害リスク情報伝達における研究機関とマスメディアとの連携に着目した国際フォーラム・ワークショップを 2016 年 2 月 26 日、27 日に実施した。トルコ側からは、カウンターパート 2 名が出席し、プロジェクトの成果を報告するとともに活発な意見交換が行われ、プロジェクトの成果が他の被災国とも共有された。

Ⅱ．国際共同研究実施上の課題とそれを克服するための工夫、教訓など（公開）

(1) プロジェクト全体

トルコでは、ヨーロッパとの共同研究の歴史もあり、各研究者がそれぞれの分野で研究活動を活発に行っている。しかし、海域に関する観測研究や比較的大型の計算機を使ったシミュレーション研究はほぼ手つかずであり、また、それらの成果を分野横断的に情報共有して直接防災に活かす視点が少なかったように思われる。そのため、本プロジェクトでの大きな課題は、いかに海域観測の技術やシミュレーションの技術をトルコ側に技術移転し、本プロジェクト終了後にトルコ側が持続的に研究活動を継続できるか、これらの研究成果をどういう形で社会実装し、防災教育につなげるのか、という視点が重要であった。

海域観測では、多様な観測機器を譲渡し、その運用方法や体制をトルコ国内で構築することをともに考えてきた。また、海域観測に必要な物品について、トルコ国内でできるだけ調達できるように検討し、アンカー等の消耗品はトルコ国内で生産できるように調整してきた。また、毎年、技術者を数名受け入れ、JAMSTEC の研究航海への参加を促し、文化の違いに互いに刺激を受けながらも着実に技術を移転してきた。また、解析技術についても、アプリケーションを移転し、これまで陸上のみであったトルコ側の解析環境に、海域での解析環境を付与した。

シミュレーション研究では、まずコードを読む力をつけること、また、トルコ国内で高速の計算機を運用する必要性を認識し、その体制を構築することが必要であった。これまでのハザードマップの作り方とは別の新しい手法であり、その必要性をまずトルコ側に理解してもらった。これらの課題には、人材育成が必要であり、短期的なプロジェクトだけではなかなか完全には解決しない。それでも一つ一つ様々な解析技術、計算技術を移転し、その研究の重要性を含めてトルコ側に移転されたと考えている。

防災教育については、本プロジェクトでかなりの進展があったと考えている。メディアにも興味を持ってもらい、トルコであまり見られなかった海域観測やシミュレーション技術も刺激になったと考えている。防災教育には着実な努力が必要であるが、AFAD と協力した複数個所での地域研究会開催とその運用体制が固まりつつあり、地域研究会自体の有効性もアンケートから把握できた。地域研究会に対する考え方の地域差もあり、地域の防災に対する興味を踏まえた協働が必要であると考えている。

本プロジェクトでは、新しい観測技術や計算技術をトルコ国内に移転したが、総じて大きな課題は、このような研究の継続性の維持と、それらを支える人材育成である。海域観測については、トルコの MTA（地質調査所に相当）とカンデリ地震観測所の共同研究体制も整い、今後の研究に期待できる。可能であれば、トルコを中心とした、日本との今後の共同研究の継続に期待したい。

(2) 研究題目 1 「震源モデル構築」（リーダー：金田義行）

研究グループ 1-1 海底地震の長期観測

海洋研究開発機構ではトルコ側に最終的に 12 台の OBS を供与し、OBS 運用の技術移転も進めた。トルコ側にとっては初めての機器であるが、今回、かなりはっきりした科学的成果が得られつつあるので、本プロジェクト終了後でもトルコ側自身による積極的な運用を働きかけて、OBS への理解増進を図った。トルコ側では OBS の運用を行う技術者とデー

タ解析を行う研究者が明確に分かれているようだが、どちらも研究に不可分であることの理解を進めた。技術移転はOBSの運用面だけでなく、データ解析の面で、陸上地震計のデータとの統合解析も含めて技術移転も進めた。トルコ側によるOBS所有を通じて、彼らが彼ら自身の求める分解能で今後の調査研究ができるような環境を整えた。

研究グループ1-2 海底下の電磁気観測

電磁気観測は、これまでも実績があり、トルコ側だけで観測と解析を実施できる能力がある。今回は観測機材の提供はしなかったが、今後、トルコ側が独自に海底で調査をする機能を持つためには海底観測機器の技術移転が必要になる。

研究グループ1-3 海底間音響測距観測

海底間測距装置の設置と運用についても技術移転を進めた。こちらは製作技術までトルコ側に移転することは難しいため、長期間のバッテリーを抱え、データ回収と解析の技術を移転した。OBSと海底間測距装置については、ROVを用いた回収作業を経験したため、これらの機器を回収するために必要な治具や回収技術についてもトルコ側に移転されたと考えている。また、トルコ側の学生を日本に迎え、観測技術とデータ解析技術も提供した。

研究グループ1-4 トレンチ調査

本プロジェクトでは既にトルコ側で実施した調査の結果のレビューの形で進めた。トルコ国内でもトレンチサンプルを統一的に処理するような背景がないため、本プロジェクトのような取り組みに地質学的な知見をより加えるなら、ハードな調整が必要である。

(3) 研究題目２「地震発生サイクルシミュレーションに基づく津波予測」（リーダー：堀高峰）

研究グループ2-1 地震発生サイクルシミュレーション

地震発生サイクルや破壊伝播のシミュレーションは日本が先端的であり、トルコには専門とする研究者がいない。そのため、大学院生からの育成を行うこととした。地震発生サイクルでは文科省の奨学生として昨年度から日本の博士課程に留学していたが、生活環境に馴染めず1年間通学後退学してトルコに戻ることになった。破壊伝播では、研修によってコーディングの技術や破壊伝播計算の基礎を身につけることができた。

研究グループ2-2 津波シミュレーション

津波遡上で重要となる3次元計算は日本が先進なので、その部分についてはトルコの若手研究者を日本側に招いて研修することで3次元計算ができるようになった。

研究グループ2-3 マルマラ海の津波シナリオデータベース

津波シナリオについては、トルコ側で進めていたコンパイル結果を活用できた。また、系統的に調べられていなかった地すべり源についての重要性を共有し、シナリオのコンパイルをすることができたと考えている。

研究グループ2-4 早期件津能力の改善

即時解析について、地震波形データのクォリティ確認の必要性に対する認識が不十分であったが、SWIFTの導入にともなってその必要性を伝えることができたと考えている。

(4) 研究題目３「地震特性評価及び被害予測」（リーダー：堀宗朗）

研究グループ3-1 地盤構造のモデリングと解析、及び強震動推定

本プロジェクトで実施している強震観測では、連続して記録をすることによって、小地震による地震動データを取得することが重要である。そのため、現地の研究者による積極的な観測機器の管理や、日本側メンバーの助言が必要である。

共同研究においては若手研究者の育成も重要と考え、両国の大学院生を現地調査に参加

させた。

研究グループ 3-2 大規模実験及び先端数値解析を使った構造物耐震性評価
　汎用性の高い数値解析技術を用いる先端数値解析を行い、大規模実験も利用した構造物耐震性評価の成果を広く展開している。

研究グループ 3-3 ハザードマップ作成
　G1 と G2 とも共同し、従来のハザードマップとは質が異なる、科学的根拠が明確なシミュレーションに基づくハザードマップをトルコと日本の研究者が共同で構築した。高性能計算を利用する計算科学の側面も重視し、トルコの大学内での大型計算機の利用も促進した。大学内の情報系教員・部局と連携する、計算環境の整備の重要性も認識してもらった。

(5) 研究題目 4 「研究結果に基づく防災教育」
研究グループ 4-1「研究結果に基づく視聴覚教材の開発」（リーダー：隈本邦彦）
　メディアを取り巻く環境は国によって大きく違う。またその国がその時に直面している国際状況・経済状況などの影響で、地震津波防災に関する情報がどの程度の大きさインパクトで伝えられるかは、大きく変動する。トルコでは現在、隣国シリアでの内戦や難民問題への対応等でニュース時間や紙面の多くが割かれており、将来いつ起きるか予測のつかない地震防災の問題はあまり取り上げられにくいという状況がある。それだけに、アニメや漫画、わかりやすいシミュレーション映像などを活用して、できるだけ人々の関心をひくようなコンテンツ作りがより重要になってくると考えられる。
　また、メディアが地震防災にどれだけ関心を持つかは、メディア関係者（記者、リポーター、ディレクターら）がどれだけ基礎知識を持っているかにかかる部分もある。普段あまり専門的知識を持つ機会のないメディア関係者に、適切な基礎知識を持ってもらうためメディアセミナーやメディアサイエンスカフェのような双方向コミュニケーションを重視したイベントをたくさん開いていく必要があると考える。

(6) 研究題目 4 「研究結果に基づく防災教育」
研究グループ 4-2「研究結果を活用した防災教育の検討と地域社会における防災対策の推進検討」（リーダー：阪本真由美）
　地域において、防災について協議・検討する場の構築を目指して、マルマラ海沿岸部の市町村で地域防災セミナーを開催してきた。当初は、セミナーに対する地域側の理解を得ることが難しかったが、回数を重ねるに従い、セミナーに対する理解を得られるようになった。また、地域セミナーの開催は、AFAD 研修センターの事業の一環として位置付けられており、AFAD 研修センターと各県 AFAD が協力として開催するという形式が定着した。H29 年度にはトルコ側の独自企画運営によるセミナーも開催された。

Ⅲ．社会実装（研究成果の社会還元）（公開）

(1) 成果展開事例
・本プロジェクトで得られた成果のうち、津波教育のための視聴覚教材「津波に関する知識」は相手国大学における小学生向け防災教育教材として活用されている。

・研究成果をもとにした地震への備えに関するアニメ作品は、ウェブサイト上で公開され、すでに 10 万回以上再生されている。

(2) 社会実装に向けた取り組み
・グループ 1 で日本側で使用していた Win という日本で開発された地震波形表示・読み取り・震源決定のアプリケーションをトルコ側に提供し、使用する環境も整備した。トルコではこれまで陸上観測が中心だったため、解析の各段階で水深の扱いに対応していな

いことが多かった。Win の提供でトルコ側での OBS 解析環境も整備された。

・グループ 2 で扱った地震の早期検知のための SWIFT という日本で開発したアプリケーションがボアジチ大学カンデリ地震観測所にインストールされ、現業の一部として使われる見込み。

・防災教育での実践例・実績が増えてくれば、将来、学校の防災教育への展開や Bursa 防災館での展示に結びつけることを、トルコ側研究者から提案する予定。

・本プロジェクトで KOERI に導入した地震波形自動解析システムの結果を web で公開している（http://193.140.203.250/~sysop/swift_top.html）。

・教育成果の評価手法検討のため、イスタンブール市の小中学生 375 名に対し、防災教育教材（津波）を活用した防災教育の実践と理解度評価の結果集計がカウンターパートにより行われた。

・トルコ国内における防災教育の取り組みを整理するとともに、新たな防災教育のプログラムと防災対策を推進するための方策を検討する。

Ⅳ．日本のプレゼンスの向上（公開）

・本プロジェクトでの微動や地震観測などの現地調査では、日本で開発された最新の観測およびデータ分析技術が用いられている。こうした日本発の技術がトルコで実施されている国際共同研究の場でトルコ側の研究者を通じて広がることが期待される。

・本プロジェクトを通して、視聴覚教材を効果的に活用した防災教育プログラムが新たに開発される予定である。既存の教本と視聴覚教材を効果的に活用することにより、防災・減災に対する意識が高まることが期待される。

・防災教育教材を策定するのみならず、それを、メディアセミナー、地域防災セミナーなどの様々な情報伝達メディアを通して、幅広い人々に社会発信することにより、プロジェクト成果の普及が期待される。

・2015 年 5 月に Bursa で行われた、マルマラ市長会主催の「Smart Municipality Summit」に金田代表がゲストスピーカーとして参加した。

・2015 年 9 月に Tekirdag で行ったシンポジウムが Tekirdag 市の公式ホームページに掲載され、市民向けに発信された。

・2016 年 8 月には日本の中日新聞で、アニメによる防災教育の試みが大きく取り上げられた。

・2016 年 11 月 5 日の世界津波の日のイベントでは、津波グループ（グループ 2）の取り組み等について、トルコのメディアに向け講演を行った。

・2017 年 2 月 27 日に実施したチャナッカレ地域セミナーは、2 月 6 日にチャナッカレ南部で発生した M5.3 の地震後で防災に関心が高いタイミングだったこともあり、参加者も多く大変盛況であった。AFAD Canakkale が中心となってアレンジされ、副知事やボアジチ大学学長の出席もあった。

・2017 年 3 月 7 日にボアジチ大学で実施したメディアサイエンスカフェは、新聞、放送、ネットメディアで多くの反響があった。

・2017 年 9 月 19 日に、イスタンブール AFAD との共催によるセミナーが行われ、SATREPS プロジェクトで解明された科学的根拠に基づきイスタンブールで想定される地震・津波リスクに関する意見交換が行われた。地域セミナーの様子は AFAD イスタンブールのホームページ、SNS などで公開された。

・2017 年 11 月 22 日に、バンドゥルマで地域セミナーが行われ、研究成果を活かした地震・津波リスクに関する意見交換が行われた。地域セミナーの様子は現地紙で報道された。

Ⅴ．成果発表等【研究開始～現在の全期間】（公開）

Ⅵ．投入実績【研究開始～現在の全期間】（非公開）

Ⅶ．その他（非公開）

以上

Ⅵ. 成果発表等
（1）論文発表等【研究開始～現在の全期間】（公開）
①原著論文（相手国側研究チームとの共著）

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ－おわりのページ	DOIコード	国内誌/国際誌の別	発表済/in press/acceptedの別	特記事項（分野トップレベル雑誌への掲載など、特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。）
平成27	Keisuke Ariyoshi, Naoki Uchida, Toru Matsuzawa, Ryota Hino, Akira Hasegawa, Takane Hori, Yoshiyuki Kaneda, A trial estimation of frictional properties, focusing on aperiodicity off Kamaishi just after the 2011 Tohoku earthquake, Geophysical Research Letters, 2015, 41, 23, 8325-8334	DOI: 10.1002/2014GL061872	国際誌	発表済	
平成27	阪本真由美, 金田義行, 隈本邦彦, G.Tanırcan, S. Puskulcu, トルコの津波防災教育の拡充に向けた研究, 日本災害情報学会第17回研究発表大会予稿集, 2015, 114-115		国内誌	発表済	
平成27	Yojiro Yamamoto, Narumi Takahashi, Seckin Citak, Doğan Kalafat, Ali Pinar, Cemil Gurbuz, Yoshiyuki Kaneda, Offshore seismicity in the western Marmara Sea, Turkey, revealed by ocean bottom observation, Earth, Planets and Space, 2015, 67:147	DOI: 10.1186/s40623-015-0325-9	国際誌	発表済	
平成27	Masaru Nakano, Seckin Citak, Doğan Kalafat, Focal mechanism determinations of earthquakes along the North Anatolian fault, beneath the Sea of Marmara and the Aegean Sea, Earth Planets Space, 2015, 67:159	DOI: 10.1186/s40623-015-0330-z	国際誌	発表済	
平成27	Ozlem Karagoz, Kosuke Chimoto, Seckin Citak, Oguz Ozel, Hiroaki Yamanaka, Ken Hatayama, Estimation of shallow S-wave velocity structure and site response characteristics by microtremor array measurements in Tekirdag region, NW Turkey, Earth, Planets and Space, 2015, 67:176	DOI: 10.1186/s40623-015-0320-1	国際誌	発表済	
平成27	Kohei Fujita, Tsuyoshi Ichimura, Muneo Hori, Lalith Maddegedara, SeizoTanaka, Scalable multicase urbqan earthquake simulation method for stochastic earthquake disaster estimation, Procedia Computer Science, 2015, 51, 1483-14983	DOI: 10.1016/j.procs.2015.05.338	国際誌	発表済	
平成27	Ozan C. Cicekci, Lalith Wijerathne, Muneo Hori, Tsuyoshi Ichimura, Greedy search based algorithms for scheduling recovery of damaged lifelines, Journal of Japan Society of Civil Engineers, 2015, 71, 2, 279-288	DOI: 10.2208/jscejam.71.I_279	国際誌	発表済	
平成27	Hasan Gokhan Gulera, Taro Arikawa, Takayuki Oei, Ahmet Cevdet Yalcinera, Performance of rubble mound breakwaters under tsunami attack, a case study: Haydarpasa Port, Istanbul, Turkey", Coastal Engineering, 2015, 104, 43-53	DOI: 10.1016/j.coastaleng.2015.07.007	国際誌	発表済	

平成28	Öcal Necmioğlu, Design and challenges for a tsunami early warning system in the Marmara Sea, Earth, Planets and Space, 2016, 68:13	DOI: 10.1186/s40623-016-0388-2	国際誌	発表済	
平成28	Abdurrahman Sahin, Rafet Sisman, Aysegul Askan, Muneo Hori, Development of integrated earthquake simulation system for Istanbul, Earth, Planets and Space, 2016, 68:115	DOI: 10.1186/s40623-016-0497-y	国際誌	発表済	
平成28	Aydin Mert, Yasin M. Fahjan, Lawrence J. Hutchings and Ali Pınar, Physically based probabilistic seismic hazard analysis using broadband ground motion simulation: a case study for the Prince Islands Fault, Marmara Sea, Earth, Planets and Space, 2016, 68:146	DOI: 10.1186/s40623-016-0520-3	国際誌	発表済	
平成28	Ali Pınar, Zeynep Coşkun, Aydın Mert , Doğan Kalafat, Frictional strength of North Anatolian fault in eastern Marmara region, Earth, Planets and Space, 2016, 68:62	DOI: 10.1186/s40623-016-0435-z	国際誌	発表済	
平成28	Kosuke Chimoto, Hiroaki Yamanaka, Seiji Tsuno, Hiroe Miyake, Nobuyuki Yamada, Estimation of shallow S-wave velocity structure using microtremor array exploration at temporary strong motion observation stations for aftershocks of the 2016 Kumamoto earthquake, Earth, Planets and Space, 2016, 68:206	DOI: 10.1186/s40623-016-0581-3	国際誌	発表済	
平成28	Ozlem Karagoz, Kosuke Chimoto, Hiroaki Yamanaka, Oguz Ozel, Seckin Citak, Broadband ground-motion simulation of the 24 May 2014 Gokceada (North Aegean Sea) earthquake (Mw 6.9) in NW Turkey considering local soil effects, Bulletin of Earthquake Engineering, 2018, 16, 1, 23-43	DOI: 10.1007/s10518-017-0207-6	国際誌	発表済	first online: 11 August 2017
平成28	Yojiro Yamamoto, Narumi Takahashi, Ali Pinar, Dogan Kalafat, Seckin Citak, Mustafa Comoglu, Remzi Polat, Yoshiyuki Kaneda, Geometry and segmentation of the North Anatolian Fault beneath the Marmara Sea, Turkey, deduced from long-term ocean bottom seismographic observations, Journal of Geophysical Research Solid Earth, 2017, 122, 3, 2069-2084	DOI: 10.1002/2016JB013608	国際誌	発表済	
平成28	J.A.S.C. Jayasinghe, M. Hroi, M.R.Riaz, Nao Tamechica, M.L.L. Wijerathne, Tsuyoshi Ichimura, Application of meta-modeling for quality assurance of automated high fidelity bridge structure models, Journal of Japan Society of Civil Engineers, 2016, 72, 4, 98-109	DOI: 10.2208/jscejseee.72.I_98	国際誌	発表済	
平成28	Betul Aytore, Ahmet Cevdet Yalciner, Andrey Zaytsev, Zeynep Ceren Cankaya, Mehmet Lütfi Suzen, Assessment of tsunami resilience of Haydarpaşa Port in the Sea of Marmara by high-resolution numerical modeling, Earth Planets Space, 2016, 68:139	DOI: 10.1186/s40623-016-0508-z	国際誌	発表済	

平成28	Nilay Başarır BaştürkEmail, Nurcan Meral Özel, Marco Caciagli, Seismic parameters re-determined from historical seismograms of 1935-Erdek-Marmara Island and 1963-Çınarcık Earthquakes, Earth Planets Space, 2016, 68:158	DOI: 10.1186/s40623-016-0528-8	国際誌	発表済	
平成28	Zeynep Ceren Cankaya, Mehmet Lutfi Suzen, Ahmet Cevdet Yalciner, Cagil Kolat, Andrey Zaytsev, Betul Aytore, A new GIS-based tsunami risk evaluation: MeTHuVA (METU tsunami human vulnerability assessment) at Yenikapı, Istanbul, Earth, Planets and Space, 2016,	DOI: 10.1186/s40623-016-0507-0	国際誌	発表済	
平成28	Gulten Polat, Nurcan Meral Özel, Ivan Koulakov, Investigating P- and S-wave velocity structure beneath the Marmara region (Turkey) and the surrounding area from local earthquake tomography, Earth Planets Space, 2016, 68:132	DOI: 10.1186/s40623-016-0503-4	国際誌	発表済	
平成28	Seizo Tanaka, Muneo Hori, Tsuyoshi Ichimura, Hybrid finite element modeling for seismic structural response anlaysis of a reinforced concrete structure, Journal of Earthquake and Tsunami, 2016, 10, 5	10.1142/S1793431116400157	国際誌	発表済	
平成29	A. Can Zülfikar, N. Özge Zülfikar Fercan, Süleyman Tunç, Mustafa Erdik, Real-time earthquake shake, damage, and loss mapping for Istanbul metropolitan area, Earth Planets Space, 2017, 69:9	DOI: 10.1186/s40623-016-0579-x	国際誌	発表済	
平成29	Cem Yenidogan, Ryo Yokoyama, Takuya Nagae, Kenichi Tahara, Yusuke Tosauchi, Koichi Kajiwara, Wassim Ghannoum, Shake table test of a full-scale four-story reinforced concrete structure and numerical representation of overall response with modified IMK model, Bulletin of Earthquake Engineering, 2018, 16, 5, 2087-2118.	DOI: 10.1007/s10518-017-0261-0	国際誌	発表済	
平成29	Takane Hori, Ali Pinar, Ocal Necmioglu, Muneo Hori, Azusa Nishizawa, Special issue, The next Marmara earthquake:disaster mitigation, recovery, and early warning, Earth Planets Space, 2017, 69:65	DOI 10.1186/s40623-017-0648-9	国際誌	発表済	
平成30	Hasan Gokhan Guler, Cuneyt Baykal, Taro Arikawa, Ahmet Cevdet Yalciner, Numerical assessment of tsunami attack on a rubble mound breakwater using OpenFOAM®, Applied Ocean Research, 2018, 72, 76-91	DOI: 10.1016/j.apor.2018.01.005	国際誌	発表済	
平成30	Eren Uckan, Önder Umut, Fatma Nurten Sisman, Shaghayegh Karimzadeh, Aysegul Askan, Seismic response of base isolated liquid storage tanks to real and simulated near fault pulse type ground motions, Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 2018, 112, 58-68	DOI: 10.1016/j.soildyn.2018.04.030	国際誌	発表済	
平成30	Hasan Gökhan Güler, Ceren Özer Sözdinler, Taro Arikawa, Ahmet Cevdet Yalçıner , Tsunami Afeti Sonrası Yapısal ve Sosyal Planlama, Yapılanma Aşamaları ve Farkındalık: Japonya Örneğ″, DergiPark, 2018, 29, 5	DOI: 10.18400/tekderg.307568	国際誌	in press	9月発行予定（ページナンバー未付与）

論文数　27 件
うち国内誌　1 件
うち国際誌　26 件
公開すべきでない論文　0 件

②原著論文（上記①以外）

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ－おわりのページ	DOIコード	国内誌/国際誌の別	発表済/in press/acceptedの別	特記事項（分野トップレベル雑誌への掲載など、特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。）
平成28	阪本真由美、金田義行、隈本邦彦、Irina RAFLIANA、災害情報発信における研究機関とメディアとの連携について/－インド洋津波警報システムに着目して－、日本災害情報学会第18回学会大会予稿集、134-135		国内誌	発表済	（SATREPS3課題合同シンポジウムの成果）
平成29	Guler H. G., Cinar G. E., Sharghivand N., Sozdinler C., Dogan G., Necmioglu O., Zaytsev A.,Yalciner A, Tsunami Action on Coasts and Constructions, Fundamentalnaya i Prikladnaya Gidrofzika, 2017, 10, 3, 65-72	DOI: 10.7868/S2073667317030054.	国際誌	発表済	
平成30	Shaghayegh Karimzadeh and Aysegul Askan, Modeling of a historical earthquake in Erzincan, Turkey (Ms~7.8, in 1939) using regional seismological information obtained from a recent event, under review, Acta Geophysica, 2018, 66, 3, 293-304	DOI: 10.1007/s11600-018-0147-9	国際誌	発表済	

論文数　3 件
うち国内誌　1 件
うち国際誌　2 件
公開すべきでない論文　0 件

③その他の著作物（相手国側研究チームとの共著）（総説、書籍など）

年度	著者名,タイトル,掲載誌名,巻数,号数,頁,年		出版物の種類	発表済/in press/acceptedの別	特記事項

著作物数　0 件
公開すべきでない著作物　0 件

④その他の著作物（上記③以外）（総説、書籍など）

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ－おわりのページ		出版物の種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項
平成26年度	濱田政則(監修), 今村文彦・岸井隆幸・磯部雅彦・堀宗朗(編著), 耐津波学－津波に強い社会を創る－		書籍	発表済	
平成26年度	S. Yoshimura, M. Hori, and M. Ohsaki, (editor), High-Performance Computing for Structural Mechanics and Earthquake/Tsunami Engineering, Springer		書籍	発表済	

著作物数　2 件
公開すべきでない著作物　0 件

⑤研修コースや開発されたマニュアル等

年度	研修コース概要(コース目的、対象、参加資格等)、研修実施数と修了者数 ※↓研修で開発されたものでない成果物も記載しています(JAM高橋)	開発したテキスト・マニュアル類	特記事項
平成26	Tsunami Biligilendirme el Kitabi	津波読本 http://www.koeri.boun.edu.tr/aheb/pdf%20dokumanlar/tsunami_kitap.pdf	津波教育教材として新たに策定した津波読本。防災教育に活用されている
平成26	Tsunami Hakkinda ne Biliyorsunuz?	津波学習用視聴覚教材	津波教育教材として新たに策定した視聴覚教材。防災読本とともに防災教育に活用されている
平成28	Deprem oncesi sirasi ve sonrasinda yapilmasi gerekenler.	地震防災アニメーション	youtube上で10万回以上再生されている
平成29	Deprem oncesi sirasi ve sonrasinda yapilmasi gerekenler.	地震防災アニメーションアニメBooklet	G4-1

Ⅵ. 成果発表等

（2）学会発表【研究開始～現在の全期間】（公開）

①学会発表（相手国側研究チームと連名）（国際会議発表及び主要な国内学会発表）

年度	国内/国際の別	発表者（所属）、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演/口頭発表/ポスター発表の別
平成26	国際学会	Seckin Ozgur Citak1, Yoshiyuki Kaneda2, Mustafa Erdik3, Narumi Takahashi1, Nurcan Meral Özel3, Takane Hori1, Muneo Hori4, Kunihiko Kumamoto5, Dogan Kalafat3, Ali Pinar3, Asım Oğuz Özel6, Ahmet Yalciner7, Murat Nurlu8, Gülüm Tanircan3, Mete Mirzaoglu8, Keisuke Ariyoshi1, (1 Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Japan, 2 Nagoya University, Japan, 3 Bogazici University, Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute, Turkey, 4 The University of Tokyo, Japan, 5 Edogawa University, Japan, 6 Istanbul University, Turkey, 7 Middle East Technical University (METU), Turkey, 8 Disaster and Emergency Management Presidency (AFAD)). Satreps Project on Earthquake and Tsunami Disaster Mitigation in the Marmara Region and Disaster Education in Turkey. JpGU 2014, Pasifico Yokohoma, Japan, 28 April-02 May 2014	ポスター発表
平成26	国際学会	Seckin Ozgur Citak1, Yoshiyuki Kaneda2, Mustafa Erdik3, Narumi Takahashi1, Nurcan Meral Özel3, Takane Hori1, Muneo Hori4, Kunihiko Kumamoto5, Dogan Kalafat3, Ali Pinar3, Asım Oğuz Özel6, Ahmet Yalciner7, Murat Nurlu8, Gülüm Tanircan3, Mete Mirzaoglu8, Keisuke Ariyoshi1, (1 Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Japan, 2 Nagoya University, Japan, 3 Bogazici University, Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute, Turkey, 4 The University of Tokyo, Japan, 5 Edogawa University, Japan, 6 Istanbul University, Turkey, 7 Middle East Technical University (METU), Turkey, 8 Disaster and Emergency Management Presidency (AFAD)). Satreps Project on Earthquake and Tsunami Disaster Mitigation in the Marmara Region and Disaster Education in Turkey. AOGS 2014, Royton Sapporo Hotel, Japan, 28 July-01 August 2014	ポスター発表
平成26	国内学会	Karagoz O, Citak S, Chimoto K, Yamanaka H, Ozel O, Yalcinkaya E, Zaneih H, Askan Gundogan A, Kojima K, Tuchiya T, Aksahin B, Ilkay S. and Dersan Sisman F. Determination of S-wave Velocity Structure by Microtremor Array Observation In Tekirdag and Zeytinburnu (Turkey). JpGU 2014, Pasifico Yokohoma, Japan, 28 April-02 May 2014	口頭発表
平成26	国際学会	Yoshiyuki Kaneda1, Mustafa Erdik2, Narumi Takahashi1, Nurcan Meral Özel2,Takane Hori1, Muneo Hori3, Kunihiko Kumamoto4, Doğan Kalafat2, Ali Pinar2,Asım Oğuz Özel5, Ahmet Cevdet Yalciner6, Murat Nurlu6, Gülüm Birgören Tanircan2, Seckin Ozgur Citak1, Keisuke Ariyoshi1, (1 Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Japan, 2 Bogazici University, Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute, Turkey, 3 Earthquake Research Institute,The University of Tokyo 4 Edogawa University, Japan, 5 Istanbul University, Turkey, 6 Middle East Technical University (METU)). Earthquake and Tsunami Disaster Mitigation in The Marmara Region and Disaster Education in Turkey. (SATREPS Project: Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development by (JICA-JST), Second European Conference on Earthquake and Seimology, Turkey, 24-29 August 2014	口頭発表
平成26	国際学会	Karagoz O, Citak S, Chimoto K, Yamanaka H, Ozel O, Yalcinkaya E, Askan Gundogan A, K. Kojima, T. Tsuchiya, Aksahin B, Ilkay S. And Dersan Sisman F. Array Observation of Microtremors in Tekirdag and Zeytinburnu (Turkey),for S-wave Profiling. Second European Conference on Earthquake and Seimology, Turkey, 25-29 August 2014	ポスター発表
平成26	国際学会	Abdurrahman Sahin, Kohei Fujita, Muneo Hori, Mehmet Ozan Yilmaz(2014, March). Application of Integrated Earthquake Simulation for the Zeytinburnu District of Istanbul, The 1st International Conference on Computational Engineering and Science for Safety and Environmental Problems. COMPSAFE2014, APACM Thematic Conference & IACM Special Interest Conference, China, 15-18 October 2014	口頭発表
平成26	国際学会	YoshiYuki Kaneda1, Mustafa Ozder Erdik2, Narumi Takahashi1, Nurcan Meral Ozel2, Takane Hori1, Muneo Hori3, Kunihiko Kumamoto4, Dogan Kalafat2, Ali Pinar2, Asim Oguz Ozel5, Ahmet C Yalciner6, Murat Nurlu7, Gulum Tanircan2, Seckin Citak1 and Keisuke Ariyoshi1(1 Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Japan, 2 Bogazici University, Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute, Turkey, 3 Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 4 Edogawa University, Japan, 5 Istanbul University, Turkey, 6 Middle East Technical University, Disaster and Emergency Management Presidency (AFAD)). Earthquake and Tsunami Disaster Mitigation in The Marmara Region and Disaster Education in Turkey. (SATREPS Project: Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development by (JICA-JST) (METU), AGU Fall Meeting, San Francisco, USA, 15-19 December 2014	口頭発表

平成26	国際学会	Yojiro Yamamoto, Narumi Takahashi, Seckin Citak,Doğan Kalafat, Ali Pinar, Cemil Gurbuz,Yoshiyuki Kaneda. Offshore seismic observation in the western Marmara Sea, Turkey. AGU Fall Meeting, San Francisco, USA, 15-19 December 2014	ポスター発表
平成26	国際学会	Yalciner, A. C, Aytore, B,Guler, H. G, Kanoglu, U, Duzgun, S, Zaytsev, A, Arikawa, T, Tomita, T, Ozer Sozdinler, C, Necmioglu, O, Ozel, N. M. High Resolution Tsunami Modeling and Assesment of Harbor Resilience: Case Study in Istanbul, EGU General Assembly 2014, Vienna, Austria, 27 April – 02 May 2014	口頭発表
平成26	国際学会	Guler, H. G, Arikawa, T, Aytore, B, Tomita, T, Zaytsev, A, Yalciner, A. C. High Performance Computing for Comparing Performance of 2D/3D Hybrid Tsunami Simulation Models: A Case Study in Haydarpasa Port in Istanbul, the Sea of Marmara. AOGS 2014, Sapporo, Japan, 28 July 28 – 01 August 2014	口頭発表
平成27	国内学会	阪本真由美,金田義行,隈本邦彦,G.Tanırcan, S. Puskulcu. トルコの津波防災教育の拡充に向けた研究 日本災害情報学会第17回研究発表大会, ,山梨,日本, 2015年10月25日	口頭発表
平成27	国際学会	Masaru Nakano, Seckin Citak, and Dogan Kalafat. Rapid determinations of centroid moment tensor in Turkey. EGU General Assembly 2015, Vienna, Austria, 12-17April 2015	ポスター発表
平成27	国際学会	Yojiro Yamamoto, Narumi Takahashi, Seckin Citak, Doğan Kalafat, Ali Pinar, Cemil Gürbüz, Yoshiyuki Kaneda. Offshore seismicity in the western Marmara Sea, Turkey, revealed by ocean bottom observation. EGU General Assembly 2015, Vienna, Austria, 12-17April 2015	ポスター発表
平成27	国際学会	Ceren Ozer Sozdinler, Taro Arikawa, Nurcan Meral Ozel, Ocal Necmioglu, Ahmet Cevdet Yalciner, Andrey Zaytsev, and Takashi Tomita. Investigation of Tsunami Effects on Harbor Structures with High Resolution Tsunami Modeling: Case study in the Biggest Port of Turkey in Istanbul. EGU General Assembly 2015, Vienna, Austria, 12-17April 2015	ポスター発表
平成27	国際学会	Narumi Takahashi, Satoshi Shimizu, Takuya Maekawa, Dogan Kalafat, Ali Pinar, Seckin Citak, Yoshiyuki Kaneda. Earthquake and Tsunami Disaster Mitigation in The Marmara Region and Disaster Education in Turkey (SATREPS Project: Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development by JICA-JST). EGU General Assembly 2015, Vienna, Austria, 12-17April 2015	ポスター発表
平成27	国際学会	Takane Hori, Ahmet Yalciner, Nurcan Ozel, Irfan Kilic, Shinichi Miyazaki, and Mamoru Hyodo, Earthquake generation cycles and tsunami simulations providing possible scenarios for Turkey (Marmara sea) and Japan (Nankai trough and Japan trench). EGU General Assembly 2015, Vienna, Austria, 12-17April 2015	ポスター発表
平成27	国際学会	Seckin Ozgur Citak, Ozlem Karagoz, Kosuke Chimoto, Oguz Ozel, Hiroaki Yamanaka, Bengi Aksahin, Safa Arslan, Ken Hatayama, Michihiro Ohori, and Muneo Hori. Microtremor Array Measurement Survey and Strong Ground Motion Observation Activities of The MarDiM (SATREPS) Project. EGU General Assembly 2015, Vienna, Austria, 12-17April 2015	ポスター発表
平成27	国際学会	Motoyuki Kido, Narumi Takahashi, Yojiro Yamamoto, Dogan Kalafat, Ali Pinar, Sinan Ozeren, Yusaku Ohta, and Yoshiyuki Kaneda. Development of a geodetic monitoring system using seafloor extensometers for the state of the submerged North Anatolian Fault in the Sea of Marmara. EGU General Assembly 2015, Vienna, Austria, 12-17April 2015	ポスター発表
平成27	国際学会	Karagoz, Ozlem(TITECH), Chimoto Kosuke, Yamanaka, Hiroaki, Ozel, Oguzn Citak, Seckin Ozgur. Strong Ground Motion Simulation of The 24 May 2014 North Aegean Sea Earthquake (Mw 6.9) in Tekirdag and Surrounding Area. JpGU 2015, Makuhari Messe, Chiba, Japan, 24-28 May 2015	ポスター発表
平成27	国際学会	中野優, Citak Seckin Ozgur, Kalafat Dogan. 北アナトリア断層西部、マルマラ海およびエーゲ海における震源メカニズム解 JpGU 2015, Makuhari Messe, Chiba, Japan, 24-28 May 2015	口頭発表
平成27	国際学会	山本揚二朗, 高橋成実, Citak Seckin Ozgur, Kalafat Dogan, Pinar Ali, Gurbuz Cemil, 金田義行. Offshore seismicity in the western Marmara Sea, Turkey, revealed by ocean bottom observation. 海底地震観測によるトルコ・マルマラ海西部の地震活動 JpGU 2015, Makuhari Messe, Chiba, Japan, 24-28 May 2015	口頭発表
平成27	国際学会	木戸元之, 高橋成実, 山本揚二朗, Kalafat Dogan, Pinar Ali, Ozeren Sinan, 太田雄策, 金田義行. トルコ・マルマラ海における北アナトリア断層の海底測地モニタリング. Launching seafloor geodetic monitoring for the North Anatolian Fault in the Marmara Sea, Turkey. JpGU 2015, Makuhari Messe, Chiba, Japan, 24-28 May 2015	口頭発表
平成27	国内学会	木戸元之 ,山本龍典, 太田雄策, 高橋成実. トルコ・マルマラ海下の北アナトリア断層における海底間音響測距の精度評価 日本測地学会第124回講演会, 福岡, 九州大学西新プラザ, 2015年10月	口頭発表

平成27	国内学会	木戸元之, 太田雄策, 山本龍典, 高橋成実, 山本揚二朗, Dogan Kalafat, Ali Pinar,Sinan Ozeren, 金田義行. マルマラ海下の北アナトリア断層のひずみ速度検出に向けた海底測距システムの開発と設置 日本地震学会2015年秋季大会, 神戸国際会議場, 2015年10月	口頭発表
平成27	国内学会	山本龍典, 木戸元之, 太田雄策, 高橋成実, 山本揚二朗 ,Dogan Kalafat, Ali Pinar, Ozeren Sinan, 金田義行. 海底間音響測距によるトルコ・マルマラ海・北アナトリア断層のひずみ速度の検出 日本地震学会2015年秋季大会, 神戸国際会議場, 2015年10月	口頭発表
平成27	国際学会	Narumi Takahashi, Ali Pinar, Dogan Kalafat, Yojiro Yamamoto, Seckin Citak, Mustafa Comoglu, Ozkan Cok, Zafer Ogutcu, Murat Suvarikli, Suleyman Tunc, Cemil Gurbuz, Nurcan Ozel, YoshiYuki Kaneda. Long term seismic observation using ocean bottom seismographs in Marmara Sea, Turkey. AGU, San Francisco, USA, 14-18 December 2015	ポスター発表
平成27	国際学会	Yoshiyuki Kaneda (Nagoya University Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC)), Haluk Ozener (Boğaziçi University, Earthquake Researches Institute (KOERI)) and Members of SATREPS Japan-Turkey project. Earthquake and Tsunami Disaster Mitigation in The Marmara Region and Disaster Education in Turkey Part2. AGU, San Francisco, USA, 14-18 December 2015	ポスター発表
平成27	国際学会	Asim Oguz Ozel, Arslan, M. S, Aksahin, B. B, Genc, T, Isseven, T, Tuncer, M. K. Determination of Bedrock Variations and S-wave Velocity Structure in the NW part of Turkey for Earthquake Hazard Mitigation. AGU, San Francisco, USA, 14-18 December 2015	ポスター発表
平成28	国際学会	Citak S, Karagoz O, Chimoto K, Ozel O, Yamanaka H, Aksahin B, Arslan S, Hatayama K, Ohori M, Hori M. Microtremor Array Measurement Survey and Strong Ground Motion Observation Activities of the SATREPS, MarDiM Project Part 2. EGU General Assembly 2016, Vienna, Austria, 17-22 April 2016	ポスター発表
平成28	国際学会	Narumi Takahashi, Toshitaka Baba, Masanobu Ishibashi, Ryoko Ohbayashi, Kentaro Imai and Yoshiyuki Kaneda. Realtime tsunami prediction system using dense ocean floor network system and tsunami amplification. EGU General Assembly 2016, Vienna, Austria, 17-22 April 2016	口頭発表
平成28	国際学会	Yojiro Yamamoto, Narumi Takahashi, Ali Pinar, Doğan Kalafat, Seckin Citak, Mustafa Comoglu, Remzi Polat, Özkan Çok, Zafer Ogutcu, Murat Suvariklı, Suleyman Tunc, Cemil Gürbüz, Fatih Turhan, Nurcan Ozel, and Yoshiyuki Kaneda. Detailed spatial distribution of microearthquakes beneath the Marmara Sea, Turkey, deduced from long-term ocean bottom observation. EGU General Assembly 2016, Vienna, Austria, 17-22 April 2016	ポスター発表
平成28	国際学会	Yoshiyuki Kaneda (Nagoya University Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC)), Haluk Ozener (Boğaziçi University, Earthquake Researches Institute (KOERI)) and Members of SATREPS Japan-Turkey project. Earthquake and Tsunami Disaster Mitigation in The Marmara Region and Disaster Education in Turkey Part2. EGU General Assembly 2016, Vienna, Austria, 17-22 April 2016	口頭発表
平成28	国際学会	Mayumi Sakamoto, Gülüm Tanırcan, Yoshiyuki Kaneda, Seyhun Puskulcu, and Kunihiko Kumamoto. The Study to Improve Tsunami Preparedness Education in Turkey. EGU General Assembly 2016, Vienna, Austria, 17-22 April 2016	口頭発表
平成28	国際学会	Ali Pinar, Yojiro Yamamoto, Mustafa Comoglu, Remzi Polat, Fatih Turhan, Narumi Takahashi, Dogan Kalafat, and Seckin Citak. Fault Characterization in the Sea of Marmara (Turkey) Using OBS and Land Seismic Stations. EGU General Assembly 2016, Vienna, Austria, 17-22 April 2016	口頭発表
平成28	国際学会	Yasemin Korkusuz Öztürk, Nurcan Meral Özel, and Ryosuke Ando. 3D Dynamic Earthquake Fracture Simulation (Test Case). EGU General Assembly 2016, Vienna, Austria, 17-22 April 2016	口頭発表
平成28	国際学会	Tulay Kaya, Yasuo Ogawa, Takafumi Kasaya, Mustafa Kemal Tuncer, Yoshimori Honkura, Naoto Oshiman, Masaki Matsushima, Weerachai Siripunvaraporn. 3D Electromagnetic imaging of the deep structures and North Anatolian Fault in the Marmara Sea. JpGU2016, Makuhari, Japan, 22-26 May 2016	口頭発表
平成28	国際学会	Ryusuke Yamamoto, Motoyuki Kido, Yusaku Ohta, Narumi Takahashi, Yojiro Yamamoto, Dogan Kalafat, Ali Pinar, Sinan Ozeren, Yoshiyuki Kaneda. Creep rate measurement and fault modeling at the North Anatolian Fault, beneath the Sea of Marmara, Turkey, by means of acoustic ranging. JpGU2016, Makuhari, Japan, 22-26 May 2016 ※固体地球科学セクションで学生優秀発表賞受賞を受賞	口頭発表

平成28	国際学会	Yojiro Yamamoto, Narumi Takahashi, Ali Pinar, Dogan Kalafat, Seckin Citak, Mustafa Çomoglu, Remzi Polat, Özkan Çok, Zafer Ogutcu, Murat Suvarikli, Suleyman Tunc, Cemil Gurbuz, Fatih Turhan, Nurcan Ozel, Yoshiyuki Kaneda. Detailed spatial distribution of microearthquakes beneath the Sea of Marmara, Turkey, deduced from long-term ocean bottom observation. JpGU2016, Makuhari, Japan, 22-26 May 2016	口頭発表
平成28	国際学会	T. Kaya, T. Kasaya, Y. Ogawa, M.K. Tuncer, S. B. Tank, Y. Honkura, N. Oshiman, M. Matsushima, W. Siripunvaraporn. Imaging of Lithospheric Structures and the North Anatolian Fault underneath the Marmara Sea by 3D Magnetotellurics, FaultLab Workshop, Antalya, Turkey, 14-16 June 2016	ポスター発表
平成28	国際学会	T. Kaya, T. Kasaya, Y. Ogawa, M.K. Tuncer, S. B. Tank, Y. Honkura, N. Oshiman, M. Matsushima, W. Siripunvaraporn. Investigation of the Crustal Structures beneath the Marmara Sea by 3D Magnetotellurics, Crustal dynamics 2016., Takayama, Gifu, Japan, 19-22 July	ポスター発表
平成28	国際学会	Chimoto K, Karagoz O, Citak S, Yamanaka H, Ozel O, Hatayama K. Microtremor array exploration at damaged sites during the 1912 Murefte Earthquake, Turkey. 5th IASPEI / IAEE International Symposium: Effects of Surface Geology on Seismic Motion, Taipei, Taiwan, 15-17 August 2016	ポスター発表
平成28	国際学会	T. Kaya, T. Kasaya, Y. Ogawa , M. Tunçer, Y. Honkura, N. Oshiman, M. Matsushima, W. Siripunvaraporn. 3D Electromagnetic Tomography of the Marmara Sea by Magnetotellurics. The 23rd Electromagnetic Induction in the Earth Workshop, Chiang Mai, 14-20 August 2016	ポスター発表
平成28	国際学会	U. Avsar, T. Kaya, I. Caglar, Y. Ogawa. Neotectonics of the Isparta Angle in Turkey by using two and three dimensional magnetotelluric imaging. The 23rd Electromagnetic Induction in the Earth Workshop, Chiang Mai, 14-20 August 2016	ポスター発表
平成28	国際学会	山本揚二朗, 高橋成実(JAMSTEC), Pinar Ali,Kalafat Dogan(ボアジチ大), Citak Seckin(JAMSTEC), Comoglu Mustafa, Polat Remzi, Turhan Fatih, Ogutcu Zafer, Suvarikli Murat, Cok Ozkan, Ozer Mehmet, Gurbuz Cemil, Tunc Suleyman(ボアジチ大), Ozel Nurcan(CTBTO), 金田義行(香川大). トルコ・マルマラ海における自然地震観測. 地震学会秋季大会, Nagoya, Japan, 5-7 October 2016	ポスター発表
平成28	国内学会	山本龍典, 木戸一幸, 太田勇作, 高橋成実, 山本揚二朗, Dogan Kalafat, Ali Pinar, Haluk Ozener, Sinan Ozeren,金田義行. 海底測地観測によるマルマラ海・北アナトリア断層でのすべり欠損量検出及びGNSS データを併せた断層モデル推定. 日本測地学会第126回講演会,奥州,奥州市文化会館(Zホール), 2016年10月	口頭発表
平成28	国際学会	Ryusuke Yamamoto, Motoyuki Kido, Yusaku Ohta, Narumi Takahashi, Yojiro Yamamoto, Dogan Kalafat, Ali Pinar, Haluk Ozener, Sinan Ozeren, Yoshiyuki Kaneda. Estimating slip deficit of the North Anatolian Fault beneath the Sea of Marmara, Turkey, using on- and off-shore geodetic data. AGU Fall Meeting 2016, Moscone Center, San Francisco, 12-16 December 2016	ポスター発表
平成28	国際学会	Ozer Sozdinler, C, Arikawa, T, Necmioglu, O, Ozel, N.M. Calculation of Tsunami Damage and Preparation of Inundation Maps by 2D and 3D Numerical Modeling in Göcek, Turkey. AGU Fall Meeting 2016, Moscone Center, San Francisco, 12-16 December 2016	ポスター発表
平成29	国際学会	Mayumi Sakamoto, Gulum Tanırcan, Seyhun Puskulcu,Yoshiyuki Kaneda, Kunihiko Kumamoto. Comparative Study on School Children's Risk Perception and DisasterPreparedness in Turkey and Japan. 16WCEE, Santiago, Chile, 9 -13 January 2017	ポスター発表
平成29	国際学会	Mayumi Sakamoto, Gülüm Tanırcan, Yoshiyuki Kaneda, Seyhun Puskulcu, Kunihiko Kumamoto. The Study to Improve Tsunami Preparedness Education in Turkey. EGU General Assembly, Vienna, Austria, 23-28 April 2017	口頭発表
平成29	国際学会	Yoshiyuki Kaneda, Nurcan Meral Ozel. Earthquake and Tsunami disaster mitigation (co-organized), EGU General Assembly, Vienna, Austria, 23-28 April 2017	口頭発表
平成29	国際学会	Yoshiyuki Kaneda, Nurcan Meral Ozel. Earthquake and Tsunami disaster mitigation (co-organized), EGU General Assembly, Vienna, Austria, 23-28 April 2017	ポスター発表
平成29	国際学会	Zeynep Coskun,Yojiro Yamamoto, Esra Kalkan Ertan, Ali Pinar, Dogan Kalafat, Narumi Takahashi, Seckin Citak, and Yoshiyuki Kaneda. Focal Mechanisms in the Sea of Marmara Derived from First Motion Polarities of OBS and Nearby Land Stations. EGU General Assembly, Vienna, Austria, 23-28 April 2017	口頭発表
平成29	国際学会	Yoshiyuki Kaneda, Haluk Ozener, Nurcan Meral Ozel, Dogan Kalafat, Seckin Ozgur Citak, Narumi Takahashi, Takane Hori, Muneo Hori, Mayumi Sakamoto, Ali Pinar, Asim Oguz Ozel, Ahmet Cevdet Yalciner, Gulum Tanircan, and Ahmet Demirtas, Earthquake and Tsunami Disaster Mitigation in the Marmara Region and Disaster Education in Turkey Part3, EGU General Assembly, Vienna, Austria, 23-28 April 2017	ポスター発表

平成29	国際学会	Seckin Citak, Mehmet Safa Arslan, Ozlem Karagoz, Kosuke Chimoto, Oguz Ozel, Hiroaki Yamanaka, Bengi Behiye Aksahin, Ken Hatayama, Abdurrahman Sahin, Michihiro Ohori, Erdal Safak, and Muneo Hori. Microtremor Array Measurement Survey and Strong Ground Motion observation activities of The SATREPS, MarDiM project Part 3. EGU General Assembly, Vienna, Austria, 23–28 April 2017	ポスター発表
平成29	国際学会	Yojiro Yamamoto, Narumi Takahashi,Ali Pinar, Dogan Kalafat,Seckin Citak, Mustafa Comoglu, Remzi Polat, and Yoshiyuki Kaneda. Geometry and segmentation of the North Anatolian Fault beneath the Marmara Sea, Turkey, deduced from long-term ocean bottom seismographic observations. EGU General Assembly, Vienna, Austria, 23–28 April 2017	ポスター発表
平成29	国際学会	Motoyuki Kido, Ryusuke Yamamoto, Yusaku Ohta, Narumi Takahashi, Yojiro Yamamoto, Dogan Kalafat, Ali Pinar, Sinan Ozeren, Yoshiyuki Kaneda. Seafloor geodetic survey revealed partial creep of North Anatolian Fault at the western part of the Sea of Marmara, Turkey. European Geosciences Union General Assembly, 17–22 April, Vienna Austria	ポスター発表
平成29	国際学会	Tulay Kaya-Eken, Yasuo Ogawa, Takafumi Kasaya, M. Kemal Tuncer, Yoshimori Honkura, Naoto Oshiman, Masaki Matsushima, Weerachai Siripunvaraporn. Marmara Denizi altindaki Litosferin 3B Elektromanyetik Goruntulenmesi (3D Electromagnetic Imaging of the Lithosphere beneath the Marmara Sea). 90 Yilin Ardindan Istanbul Universitesi'nde Jeofiziiin Seruveni Sempozyumu, Istanbul, Turkey, May 2017	口頭発表
平成29	国際学会	Ryusuke Yamamoto, Motoyuki Kido, Yusaku Ohta, Narumi Takahashi, Yojiro Yamamoto, Dogan Kalafat, Ali Pinar, Haluk Ozener, Sinan Ozeren, Yoshiyuki Kaneda. Slip rate of the North Anatolian Fault at the western part of the Sea of Marmara through seafloor geodetic measurement for two years. IAG-IASPEI, Kobe International Conference Center, Kobe, 30 July-4 August 2017	口頭発表
平成29	国際学会	Seckin Ozgur Citak, Safa Arslan, Ozlem Karagoz, Kosuke Chimoto ,Oguz Ozel, Hiroaki Yamanaka, Bengi Aksahin, Ken Hatayama, Michihiro Ohori, Muneo Hori. Microtremor Array Measurement Survey and Strong Ground Motion Observation Activities of the SATREPS, MarDiM Project, Turkey. JpGU-AGU Joint Meeting 2017, Chiba, Japan, 20–25 May 2017	ポスター発表
平成29	国際学会	Seckin Ozgur Citak, Yoshiyuki Kaneda, Haluk Ozener, Nurcan Meral Ozel, Dogan Kalafat, Narumi Takahashi, Takane Hori, Muneo Hori, Mayumi Sakamoto, Ali Pinar, Asim Oguz Ozel, Ahmet Cevdet Yalciner, Gulum Tanircan, Ahmet Demirtas. SATREPS MarDiM Project on Earthquake and Tsunami Disaster Mitigation in the Marmara Region and Disaster Education in Turkey. IAG-IASPEI, Kobe International Conference Center, Kobe, 30 July-4 August 2017	ポスター発表
平成29	国際学会	Guler, H. G, Arikawa, T, Baykal, C, Yalciner, A. C. Challenges in Numerical Assessment of Tsunami Impact on Composite and Rubble Mound Breakwaters. International Tsunami Symposium 2017, Bali, Indonesia, 21–25 August 2017	ポスター発表
平成29	国際学会	Arikawa, T, Güler, H. G, Yalciner, A. C. Comparison of Human Response Against Earthquake and Tsunami. AGU Fall Meeting 2017, , New Orleans, USA, 11–17 December 2017	口頭発表
平成29	国際学会	M Sakamoto,G. Tanircan,S. Pusklucu,Y. Kaneda and K. Kumamoto. Establishing Risk Communication System among Researcher, Mass Media and Government. Integrated Disaster Risk Management Society (IDRiM) 2017, Reykyabik, Iceland, 23–25 August 2017	口頭発表
平成29	国内学会	立部知保里, 内藤悠, 阪本真由美, Gülüm Tanırcan. 日本とトルコにおける災害リスク認識と津波知識に関する比較研究. 日本災害復興学会2017年度神戸大会, 兵庫県立大学, 30 September-1 October 2017	ポスター発表
平成29	国際学会	S. Püskülcü, G. Tanırcan, M. Sakamoto, R. Yazıcı A. Berberoğlu, R. Kocama. Deprem ve Tsunami Bilinci Egitimleri Hususunda Kandilli Rasathanesi ve Deprem Arastirma Ensitusu'nun Yeni Donem Calisimalar. Uluslararası Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı 11-13 Ekim 2017 – Anadolu Universitesi , Eskisehir, August 2017	ポスター発表
平成30	国際学会	Haluk Ozener, 金田　義行 災害対応ートルコの状況：MarDIMプロジェクトとカンデリ地震研究所の役割, 地震国における災害軽減研究に関する国際シンポジウム, 香川大学, 10 January 10 2018	口頭発表
平成30	国際学会	Yoshiyuki Kaneda, Nurcan Meral Ozel, Earthquake and Tsunami disaster mitigation (co-organized), EGU General Assembly, Vienna Austria, 7-12 April 2018	口頭発表

招待講演	0
口頭発表	31
ポスター発表	36

②学会発表（上記①以外）（国際会議発表及び主要な国内学会発表）

年度	国内/ 国際の別	発表者（所属）、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別
平成26	国内学会	Ogut Oguz Can, 護　雅史 (名古屋大学). The Effect of Rocking Foundation input Motion on the Response of SDOF Structures. 日本建築学会大会, 神戸大学, Japan, 12-14 September 2014	口頭発表

平成26	国際学会	Ken Hatayama (NRIFD). Damage to Oil Storage Tanks due to Tsunami of the Mw9.0 2011 off the Pacific Coast of Tohoku, Japan Earthquake. 10th National Conference on Earthquake Engineering, Anchorage, AK, USA, 21-25 July 2014	ポスター発表
平成26	国内学会	Muneo Hori. Application of high performance computing to earthquake engineering problems. The 14th Japan Earthquake Engineering Symposium, Makuhari, Chiba, Japan, 4-6 December 2014	招待講演
平成26	国際学会	Lalith Wijerathne, Nabeel Muhammad, Muneo Hori, Tsuyoshi Ichimura, Seizo Tanaka. On The Development Of A Multi Agent Sytem For Simulating The Recovery Of Earthquake Damaged Lifeline. The 14th Japan Earthquake Engineering Symposium, Makuhari, Chiba, Japan, 4-6 December 2014	口頭発表
平成26	国際学会	Keisuke Ariyoshi, Toru Matsuzawa, Naoki Uchida, Takane Hori, Ryota Hino, Akira Hasegawa, Seckin Ozgur CITAK and Yoshiyuki Kaneda. Development Of Repeating Earthquake Analysis To Extend Large Afterslip Perturbation. 2ECEES, Istanbul, Turkey, 24-29 August 2014	ポスター発表
平成26	国際学会	G.Tanircan, S. Puskulcu, N.M.Ozel. Earthquake Public Awareness, Preparedness And Mitigation Actions By KOERI. 2ECEES, Istanbul, Turkey, 24-29 August 2014	口頭発表
平成27	国際学会	Gulum Tanircan. Collaborative Activities on Disaster Preparedness Education in Turkey. UN World Conference on Disaster Risk Reduction, Sendai, Japan, 14-18 March 2015	口頭発表
平成27	国際学会	Ocal Necmioglu. Conceptual Design and Challenges for a Tsunami Early Warning System in the Sea of Marmara. EGU General Assembly 2015, Vienna,Austria, 12-17 April 2015	ポスター発表
平成27	国際学会	Dogan Kalafat, Kivanc Kekovali, and Ali Pinar. Moment tensor inversion of the January 8, 2013 (Mw=5.7) and May 24, 2014 (Mw 6.8) North Aegean Earthquakes: seismicity and active tectonics of the North Aegean Region. EGU General Assembly 2015, Vienna,Austria, 12-17 April 2015	ポスター発表
平成27	国際学会	Ali Pinar, Zeynep Coskun, Aydin Mert, and Dogan Kalafat. Fault strength in Marmara region inferred from the geometry of the principle stress axes and fault orientations: A case study for the Prince's Islands fault segment. EGU General Assembly 2015, Vienna,Austria, 12-17 April 2015	ポスター発表
平成27	国際学会	Dogan Kalafat, Kivanc Kekovali, Ali Pinar. The January 2013 and May 2014 North Aegean Earthquakes Sequence: Their Role in the Aegean Region. JpGU 2015, Makuhari, Chiba, Japan, 24-28 May 2015	口頭発表
平成27	国際学会	Ali Pinar, Zeynep Coskun, Aydin Mert, Dogan Kalafat. Fault strength in Marmara region inferred from the geometry of the principle stress axes and fault orientations. JpGU 2015, Makuhari, Chiba, Japan, 24-28 May 2015	口頭発表
平成27	国際学会	M Sakamoto. The Study on Risk Awareness and Tsunami Evacuation Behavior: The Case of the Great East Japan Earthquake. JpGU 2015, Makuhari, Chiba, Japan, 24-28 May 2015	ポスター発表
平成27	国際学会	Oguz Ozel, Mehmet safa Arslan, Bengi Aksahin, Tugrul Genc, Turgay Isseven, Mustafa Tuncer, Esref Yalcinkaya. Urban Geological Mapping in Tekirdag Region (NW of Turkey) by Integrated Geophysical methods for Disaster Mitigation. JpGU 2015, Makuhari, Chiba, Japan, 24-28 May 2015	ポスター発表
平成28	国際学会	Nilay Basarir Basturk, Nurcan Meral Ozel. A Compilation of the Historical Earthquakes Database for Marmara Region from 2000 B.C. and 1900 A.D. in frame of Marsite and Mardim Projects. EGU General Assembly 2016, Vienna, Austria, 17-22 April 2016	ポスター発表
平成28	国際学会	Ceren Ozer Sozdinler, Ocal Necmioglu, and Nurcan Meral Ozel. Development of a Tsunami Scenario Database for Marmara Sea. EGU General Assembly 2016, Vienna, Austria, 17-22 April 2016	ポスター発表
平成28	国際学会	Duygu Tufekci, M. Lutfi Suzen, Ahmet Cevdet Yalciner, and Andrey Zaytsev. A Preliminary Tsunami vulnerability analysis for Bakirkoy district in Istanbul. EGU General Assembly 2016, Vienna, Austria, 17-22 April 2016	口頭発表
平成28	国際学会	Haluk Ozener. Borehole Strainmeters and the monitoring of the North Anatolian Fault in the Marmara Sea. AGU 2016, San Francisco ,USA, 13-16 December 2016	ポスター発表
平成28	国際学会	Ahmet C Yalciner. Field Investigations and a Tsunami Modeling for the 1766 Marmara Sea Earthquake, Turkey. AGU 2016, San Francisco ,USA, 13-16 December 2016	ポスター発表
平成28	国内学会	阪本真由美, 金田義行, 隈本邦彦, Irina Rafliana. 災害情報発信における研究機関とメディアとの連携について―インド洋津波警報システムに着目して―. 日本災害情報学会第18回学会大会, 日本大学, Japan, 22-23 October 2016	口頭発表

平成28	国際学会	Gulum Tanircan. Risk Communication between the Media and Disaster Research Institutes. International Workshop and Symposium on Disaster Information Literacy, Nagoya, Japan, 26 February 2016	口頭発表
平成29	国際学会	Gulum Tanircan. Recent Scientific Collaborations of Turkey&Japan on Earthquake Risk Reduction. GADRI 3rd Global Summit, Kyoto, Japan, 19-21 March 2017	ポスター発表
平成29	国際学会	Seyhun Puskulcu and Gulum Tanircan. Recent Earthquake and Tsunami Preparedness training activities in DPEU KOERI. EGU General Assembly 2017, Vienna, Austria, 23-28 April 2017	口頭発表
平成29	国際学会	Taro Arikawa, Katsumi Seki, Yu Chida, Tomohiro Takagawa, and Kenichiro Shimosako. Development of High Precision Tsunami Runup Calculation Method Coupled with Structure Analysis. EGU General Assembly 2017, Vienna, Austria, 23-28 April 2017	口頭発表
平成29	国際学会	Basak Bayraktar, Ceren Ozer Sozdinler, Ocal Necmioglu, and Nurcan Meral Ozel. Preparation of Synthetic Earthquake Catalogue and Tsunami Hazard Curves in Marmara Sea using Monte Carlo Simulations. EGU General Assembly 2017, Vienna, Austria, 23-28 April 2017	ポスター発表
平成29	国際学会	Ocal Necmioglu, Ceren Ozer Sozdinler, Mehmet Yilmazer, Aysegul Koseoglu, Fatih Turhan, Mustafa Comoglu, Nurcan Meral Ozel, Ali Pinar, and Kivanc Kekoval. New Operational Phase of KOERI-Regional Earthquake and Tsunami Monitoring Center. EGU General Assembly 2017, Vienna, Austria, 23-28 April 2017	ポスター発表
平成29	国際学会	Fatih Bulut, Haluk Ozener, Asli Dogru, and Bahadir Aktug. Unlocking of the North Anatolian Fault prior to the 2014 M 6.9 North Aegean Earthquake: Evidence from seismological and geodetic observations. EGU General Assembly 2017, Vienna, Austria, 23-28 April 2017	ポスター発表
平成29	国際学会	Haluk Ozener, Asli Dogru, Fatih Bulut, Bahadir Aktug, and Soner Ozdemir. Seismo-geodetic Behavior of Basic Tectonic Elements in Anatolia. EGU General Assembly 2017, Vienna, Austria, 23-28 April 2017	ポスター発表
平成29	国際学会	Dogan Kalafat, M. Nafi Toksoz. An overview of the seismic activity and gaps in the Marmara Sea area. JpGU-AGU Joint Meeting 2017, Makuhari, Chiba, Japan, 20-25 May 2017	ポスター発表
平成29	国際学会	Volkan Ozsarac, Shaghayegh Karimzadeh, Murat Altug Erberik, Aysegul Askan. Energy-based response of simple structural systems by using simulated ground motions. X International Conference on Structural Dynamics EURODYN 2017, Rome, Italy, 10-13 September 2017	口頭発表
平成29	国際学会	Shaghayegh Karimzadeh, Koray Kadaş, Aysegul Askan, Murat Altuğ Erberik, Ahmet Yakut. A study on fragility analyses of masonry buildings in Erzincan (Turkey) utilizing simulated and real ground motion records. X International Conference on Structural Dynamics EURODYN 2017, Rome, Italy, 10-13 September 2017	口頭発表
平成29	国際学会	Ekin Ozlu, Shaghayegh Karimzadeh, Aysegul Askan. Broadband Ground Motion Simulation Within The City Of Duzce (TURKEY) And Building Response Simulation. 4th ICEES 2017, Eskişehir, Turkey, 11-13 October 2017	口頭発表
平成29	国際学会	Shaghayegh Karimzadeh and Aysegul Askan. Modeling Of The 1939 Erzincan (Ms~7.8) Earthquake:Observations On Anticipated Ground Motions And Damage Distribution. 4th ICEES 2017, Eskişehir, Turkey, 11-13 October 2017	口頭発表
平成29	国際学会	Shaghayegh Karimzadeh Naghshineh, Koray Kadas, Aysegul Askan, Ahmet Yakut. Comparison Of Real And Simulated Records Through Selected Seismic Intensity Measures. :Paper Number: S41B-0747. AGU 2017, New Orleans, USA, 11-15 December 2017	ポスター発表
平成29	国際学会	Cinar, E.G, Guler, H. G, Baykal, C, Arikawa, T, Zaytsev, A, Yalciner, A. C. Comparison of 2D and 3D Models in Application to Long Wave Motion and Its Interaction with the Structures. International Tsunami Symposium 2017, Bali, Indonesia, 21-25 August 2017	口頭発表
平成29	国際学会	Yalciner, A.C, Annunziato, A, Papadopoulos, G, Dogan, G.G, Guler, H. G,Cakir, T.E, Ozer Sozdinler, C, Ulutas, E, Arikawa, T, Suzen, L, Kanoglu,U, Guler, I, Probst, P, Synolakis, C. The Bodrum-Kos Strong (Mw6.6) Earthquake and Associated Tsunami of July, 20, 2017: Results of Post-Even Field Surveys. International Tsunami Symposium 2017, Bali, Indonesia, 21-25 August 2017	口頭発表

招待講演	1
口頭発表	17
ポスター発表	18

Ⅵ. 成果発表等

（3）特許出願【研究開始～現在の全期間】（公開）

①国内出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	その他（出願取り下げ等についても、こちらに記載して下さい）	関連する論文のDOI	発明者	発明者所属機関	関連する外国出願※
No.1											
No.2											
No.3											

国内特許出願数 0 件

公開すべきでない特許出願数 0 件

②外国出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	その他（出願取り下げ等についても、こちらに記載して下さい）	関連する論文のDOI	発明者	発明者所属機関	関連する国内出願※
No.1											
No.2											
No.3											

外国特許出願数 0 件

公開すべきでない特許出願数 0 件

Ⅵ. 成果発表等
（4）受賞等【研究開始～現在の全期間】（公開）

①受賞

年度	受賞日	賞の名称	業績名等 （「○○の開発」など）	受賞者	主催団体	プロジェクトとの関係 （選択）	特記事項
平成28	2016/6/24	学生優秀発表賞	Creep rate measurement and fault modeling at the North Anatolian Fault, beneath the Sea of Marmara, Turkey, by means of acoustic ranging	山本 龍典	日本地球惑星科学連合	2.主要部分が当課題研究の成果である	
平成28	2016/10/21	学生優秀発表賞	海底測地観測によるマルマラ海・北アナトリア断層でのすべり欠損量検出及びGNSSデータを併せた断層モデル推定	山本 龍典	日本測地学会	2.主要部分が当課題研究の成果である	

2 件

②マスコミ（新聞・TV等）報道

年度	掲載日	掲載媒体名	タイトル/見出し等	掲載面	プロジェクトとの関係 （選択）	特記事項
平成26	2014/8/29	http://www.youtube.com/watch?v=3rImxQsi3KM http://www.cumhuriyet.com.tr/haber/turkiye/112355/Marmara_da_tsunami_tehlikesi.html	<2014年8月29日のMedia Seminar についての報道>	http://www.youtube.com/watch?v=3rImxQsi3KM http://www.cumhuriyet.com.tr/haber/turkiye/112355/Marmara_da_tsunami_tehlikesi.html	1.当課題研究の成果である	
平成26	2014/11/5	中日新聞	トルコ　響け防災行進曲 名古屋に倣い地震研究会	（社会）31	1.当課題研究の成果である	日本において当課題代表者等が開催してきた研究者・行政関係者・メディアを交えた地震研究会を、トルコでも開催する。
平成26	2014/11/25	http://ankara.interpress.com/tvarsiv2/2014/11/25/NTV/15954671.mp4	<2014年11月25日のMedia Seminar Coverage>	http://ankara.interpress.com/tvarsiv2/2014/11/25/NTV/15954671.mp4	1.当課題研究の成果である	(テレビ局）NTV
平成26	2014/12/27	http://www.milliyet.com.tr/-bati-marmara-mikro-depremler-gundem-1990877/	‘Batı Marmara’ mikro depremler üretiyor Marmara Denizi’nin tabanına eylülde yerleştirilen 10 adet OBS cihazından ilk veriler alınmaya başlandı. Dr. Doğan Kalafat, ‘Tekirdağ ve Marmara Ereğlisi açıklarında son 4 ayda 13 mikro deprem meydana geldi’ dedi.	http://www.milliyet.com.tr/-bati-marmara-mikro-depremler-gundem-1990877/	1.当課題研究の成果である	

平成26	2015/3/17	河北新聞	国連防災会議in仙台/ 各国の防災策350団体が紹介	15	3.一部当課題研究の成果が含まれる	プロジェクト代表者が当課題についてミニシンポジウムを行った様子が記載された
平成27	2015/5/15	https://www.cihan.com.tr/tr/japon-deprem-uzmani-bos-koltuklara-anlatti-marmarada-tsunami-olabilir-1785890.htm	BursaでのSmart Municipality Summitにおけるゲストパネルとしての参加	https://www.cihan.com.tr/tr/japon-deprem-uzmani-bos-koltuklara-anlatti-marmarada-tsunami-olabilir-1785890.htm	3.一部当課題研究の成果が含まれる	
平成27	2015/9/9	http://www.tekirdag.bel.tr/haber/5689	Tekirdagでのシンポジウム開催の報告	http://www.tekirdag.bel.tr/haber/5689	1.当課題研究の成果である	G4の活動紹介
平成28	2016/6/8	NHK 「おばんですいわて」	<G2有川教授とCerenの3.11の東北視察について放映>		1.当課題研究の成果である	
平成28	2016/6/8	岩手朝日テレビ「スーパーJチャンネル」	<G2有川教授とCerenの3.11の東北視察について放映>		1.当課題研究の成果である	
平成28	2016/6/9	朝日新聞 朝刊の地方紙	防波堤復旧トルコから視察 釜石「津波・高潮対策の参考に」	https://fbox.jamstec.go.jp/public/znW8gADReYRAtaUBgihVto9XCwQxAq9OLGra6h-N3Eke	1.当課題研究の成果である	G2有川教授とCerenの3.11の東北視察について
平成28	2016/8/31	中日新聞	津波の教訓 トルコにも	https://fbox.jamstec.go.jp/public/4nrUgAURecRA2tgBPeFWwx fGBI1T62KrB2W6UkD0vv1	1.当課題研究の成果である	
平成28	2016/10/26	Acik Radio, Turkey	番組内での活動紹介 Prof.Dr. Ali Pınar (Group 1 activities, in Turkish)		1.当課題研究の成果である	
平成28	2016/11/5	Hurriyet誌 (Web)	Tsunami Dayのイベント紹介	http://www.hurriyet.com.tr/prof-dr-ozener-tsunamiler-hicbir-zaman-japo-40269589	1.当課題研究の成果である	
平成28	2016/11/16	Acik Radio, Turkey	番組内での活動紹介 Dr. Dogan Kalafat &Prof. Dr. Miktad Kadioglu （Group 4 activities, in Turkish ）		1.当課題研究の成果である	
平成28	2017/2/27	ÇOMÜ TV	MARDİM Projesinin Çanakkale Bölge Semineri Gerçekleşti	https://www.youtube.com/watch?v=KVjqFUHB_M0	1.当課題研究の成果である	G4で実施2017.2.27のチャナッカレ地域研究会の様子

平成28	2017/2/27	AFAD Webページ記事	MARDİM Çanakkale Bölge Semineri Gerçekleştirildi	https://fbox.jamstec.go.jp/public/Qnr8gAsRp8RAAZwB0dFarO6Rug3PH7wC9RwovA91fEOx	1.当課題研究の成果である	G4で実施2017.2.27のチャナッカレ地域研究会の様子
平成28	2017/2/27	Web記事	MARDİM Çanakkale Bölge Semineri Gerçekleştirildi	https://fbox.jamstec.go.jp/public/9nVsgAxRLERAeX8BdbFahCORFoHRRzvLXjg172AyUFDq	1.当課題研究の成果である	G4で実施2017.2.27のチャナッカレ地域研究会の様子
平成28	2017/3/13	大学新聞		https://fbox.jamstec.go.jp/public/5nJMgA2RLsRA59EByG1adfHKwVtdXLSnWbx28p7j5PwD	1.当課題研究の成果である	G4で実施2017.227のチャナッカレ地域研究会紹介
平成28	2017/3/8	Web記事		http://www.milliyet.com.tr/-buyuk-marmara-depremi-30-yil-gundem-2409338/	1.当課題研究の成果である	Media Science caféの紹介
平成28	2017/3/7	Media Science caféの紹介まとめ		https://fbox.jamstec.go.jp/public/BnX4gADRWERADAUBuv5aXaLaqZPDAJukWME3go0MENPf	1.当課題研究の成果である	Media Science caféの紹介まとめ
平成29	2017/11/8	津波の日イベント記事	Son dakika_ Kandilli'den İstanbul için Tsunami uyarısı.compressed 他	https://fbox.jamstec.go.jp/public/qnPkgAAROMRAjHYBM45fJGH7JE3_offBWUV5ThlB7cnA	2.主要部分が当課題研究の成果である	津波の日イベントの紹介まとめ

21 件

Ⅵ. 成果発表等

（5）ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等の活動【研究開始～現在の全期間】（公開）

①ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等

年度	開催日	名称	場所	参加人数	概要
平成24	2012/4/12	一般公開	日本（横浜）	約50	海洋研究開発機構一般公開の来場者にSATREPSトルコプロジェクトについてセミナーを行った。
平成25	2013/4/12	SATREPSレクチャー会	日本（横浜）	約60	ドイツ人高校生にSATREPSトルコプロジェクトについてレクチャーを行った。
平成25	2013/5/2、3	キックオフワークショップ	トルコ国ボアジチ大学	約80	グループごとに研究計画について議論し計画案を作成した。
平成25	2013/6/20,21	南紀熊野ジオパークガイドスキルアップ講座「南紀熊野の海で地球を探れ！」 ～JAMSTECの最新研究報告～	和歌山県白浜町	約50×2回	南紀熊野ジオパークガイドスキルアップ講座「DONETを通じて海溝型巨大地震について考えてみよう！」の中で当プロジェクトについて紹介をした。
平成26	2014/5/13	メディア向けセミナー（NSL）	日本（名古屋）	40（1）	津波防災について金田プロジェクトリーダーの講演後、参加者（行政、マスメディアなど）と意見交換を行った
平成26	2014/8/16	メディア・カンファレンス	トルコ国 ボアジチ大学	30	プロジェクトの紹介を行うとともに、プロジェクト概要のビデオを作成・上映した。
平成26	2014/11/25	ジャーナリスト向セミナー	トルコ国 ボアジチ大学	30	新たに策定した津波防災教育教材の紹介・意見交換を行った。
平成26	2014/11/26	地震学会 全体会合	日本(新潟)	18	今後のスケジュール、論文化について確認を行った。
平成27	2015/3/20	ブルーアースシンポジウム （ポスター発表）	日本(東京)	416(ブルーアース全体)	マルマラ海における長期海底地震観測,高橋成実・チタクセチキン・山本揚二朗・利根川貴志・尾鼻浩一郎・汐見勝彦・内田直希・金田義行
平成27	2015/4/28	地域セミナー	トルコ （ヤロワ県）	60	ヤロワ県におけるマルマラ地震以降の防災の取り組みついての意見交換を行った。また、プロジェクトの取り組み、日本の防災の取り組みを紹介し、意見交換を実施した。
平成27	2015/5/14	全国市長連合フォーラム	トルコ （ブルサ県）	200	ブルサで開催された全国市長連合のフォーラムにおいて、金田プロジェクトリーダーが、プロジェクトの取り組みについての紹介を行うとともに、参加者と活発な意見交換を行った。
平成27	2015/5/26	JpGU 全体会合	日本(千葉)	23	各Gからの進捗報告等を行った。

平成27	2015/9/7	メディアカフェ	トルコ（イスタンブール）	20	メディアを通した災害情報の伝達に関する意見交換を行った
平成27	2015/9/8	地域セミナー	トルコ（テキルダー県）	60	プロジェクトの紹介に加え、テキルダー市におけるプロジェクトの取り組み紹介・意見交換を行った。
平成27	2015/9/10	プロジェクト内（Internal）ワークショップ	トルコ国ボアジチ大学	30	JCC前日に事前準備のためワークショップを行った。
平成27	2016/2/27	SATREPS三課題合同シンポジウム	日本（名古屋）	119	G4のグループ活動の一環として名古屋大主催でSATREPSチリ、インドネシア、トルコ合同のメディア向けシンポジウムを開催し、各国メディアとの意見交換を行った。
平成28	2016/5/24	JpGU 全体会合	日本(千葉)	25	各Gからの進捗報告、グループ間の連携についてのディスカッションを行った。
平成28	2016/8/25、26	JSTフェア	日本(東京)		G4の耐震模型ぶるるの展示・実演を行った
平成28	2016/11/5	津波の日イベント	トルコ(イスタンブール)	20	プロジェクトでのG2の取り組みについて講演を行った
平成28	2017/2/27	地域セミナー	トルコ（チャナッカレ）	250	プロジェクト全体の説明及び熊本地震、canakkaleにおける地震観測、日本における地域防災の取り組みの紹介、integrated earthquake simulation、地盤調査関連の発表を行った
平成28	2017/3/7	メディアサイエンスカフェ	トルコ（イスタンブール）	30	NHKの災害時の対応及び東日本大震災の際の対応についての紹介、災害時のメディアの役割についてのディスカッションを行った
平成29	2017/5/22	JpGU 全体会合	日本(千葉)	22	各Gからの進捗報告、JCC、最終評価に向けて確認を行った。
平成29	2017/9/19	地域セミナー	トルコ（イスタンブール）	70	津波シナリオや日本における津波被害軽減対策、ゼイティンブルヌのハザードマップ等について講演を行った
平成29	2017/11/5	津波の日イベント	トルコ(イスタンブール)	20	プロジェクトでの津波防災教育について講演をメディア対象で行った
平成29	2017/11/22	地域セミナー	トルコ（バンドゥルマ）	300	プロジェクトの活動と成果と、防災意識の向上の重要さについての講演を行った。
平成29	2017/1/10	香川大学シンポジウム	日本(香川)		トルコのHaluk Ozener代表により「災害対応ートルコの状況：MarDiMプロジェクトとカンデリ地震研究所の役割」の発表が行われた
平成29	2018/3/12	最終シンポジウム	トルコ（イスタンブール）		プロジェクトのまとめとして各グループからの発表を行った

27 件

②合同調整委員会(JCC)開催記録（開催日、出席者、議題、協議概要等）

年度	開催日	出席者	議題	概要
平成25	2013/12/24	第1回JCC	各グループの主要研究者等約40名	プロジェクト体制、プロジェクトメンバー、今後の計画案等が合意された。
平成26	2014/8/30	第2回JCC	各グループの主要研究者等約40	全4グループによる研究進捗報告と今後の計画発表、日本側国内推進体制の変更、JCCメンバーの確定及び現行メンバーの承認、プロジェクトの愛称及びロゴマークの決定、中間評価に向けた雑誌特集号の発行等についての議論が行なわれ、合意後にM/Mが署名された。
平成27	2015/9/11	第3回JCC	30	プロジェクト中間地点であるためJICA 調査団による中間評価を受けた。 また相手国研究機関所長が交代になったことを受け、SATREPSトルコ課題トルコ側プロジェクトリーダーが下記の通り交代となったこと、 全4グループによる研究進捗報告と今後の計画発表、現行メンバーの承認が行われ、すべて承認されたとともに、研究の進捗についても計画に沿って着実に進んでいることが確認された。
平成28	2016/11/4	第4回JCC	約30	最終年度で行う内容と最終的なゴールの確認が行われた。 全4グループによる研究進捗報告と今後の計画発表、現行メンバーの承認が行われ、すべて承認されたとともに、研究の進捗についても計画に沿って着実に進んでいることが確認された。
平成29	2017/10/30	第5回JCC	約30	全4グループによる研究進捗報告とプロジェクト終了までの予定の確認、現行メンバーの承認が行われ、すべて承認されたとともに、研究の進捗についても計画に沿って着実に進んでいることが確認された。

5 件

公開資料

成果目標シート

研究課題名	「マルマラ海域の地震・津波災害軽減とトルコの防災教育」
研究代表者名 （所属機関）	金田　義行（国立研究開発法人海洋研究開発機構 地震津波海域観測研究開発センター）
研究期間	平成24採択（平成24年6月1日～平成30年4月30日）
相手国名／主要 相手国研究機関	トルコ共和国/ボアジチ大学、イスタンブール大学、 中東工科大学、首相府災害管理組織

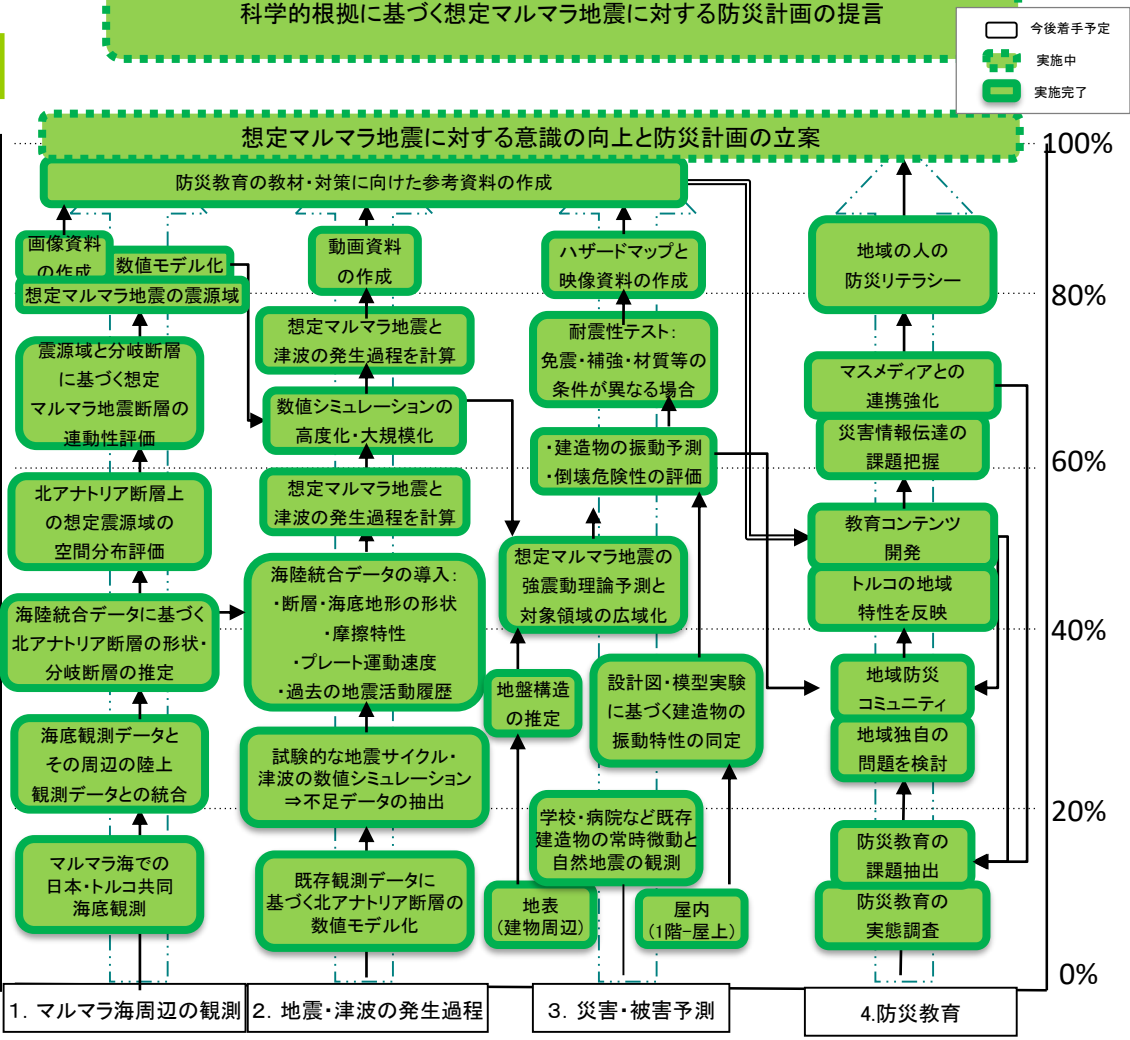
付随的成果

日本政府、社会、産業への貢献	・イスタンブール近郊の海底巨大地震の評価と対策は、首都圏直下型地震や東海・東南海・南海地震の連動性評価やその対策を検討する上で有益
科学技術の発展	・日本が開発した海底観測機器やスーパーコンピュータを駆使することで、理学・工学に加え、計算科学の世界展開に繋げる ・地震・津波の即時解析システムにより、災害時における日本の情報発信の正確性・迅速性・有効性を国外にも示すことでこの分野をリードする
知財の獲得、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等	・信頼性の高い日本の耐震基準や耐震設計に対する理解を深めトルコでの標準化に資する ・災害発生時に迅速に対応できる防災教育をテキスト化し、その標準化を図る
世界で活躍できる日本人人材の育成	・相手国での共同研究活動（観測・解析等）を通じて、出口として社会実装まで考えられる人材の育成に資する
技術及び人的ネットワークの構築	・観測機器の観測技術を移管するにあたり、トルコ・日本両国で研修を実施 ・観測機材の一部のトルコ国内での製造技術譲渡 ・トルコの行政機関・マスコミ関係者と研究機関をつないだコミュニティを起ち上げ、地震災害への意識向上を図る
成果物（提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど）	・トルコ研究者との共著による査読付き論文掲載 ・書籍の出版 ・新聞・雑誌での掲載 ・TV・ラジオでの出演 ・災害教育プログラム向けの映像コンテンツの作成 ・防災教育のテキスト化 ・日本側譲渡機材の運用マニュアル

上位目標

イスタンブール ＆ マルマラ海周辺地域 ⇒ トルコ全土への拡大

科学技術的根拠に基づく提言が政策に反映され、
防災施策・計画の実行に着手される。

プロジェクト目標

科学的根拠に基づく想定マルマラ地震に対する防災計画の提言