

地球規模課題対応国際科学技術協力

(防災研究分野「開発途上国のニーズを踏まえた防災科学技術」領域)

インドネシアにおける地震火山の総合防災策

(インドネシア共和国)

平成 21 年度実施報告書

代表者：佐竹 健治

東京大学 地震研究所・教授

<平成 20 年度採択>

1. プロジェクト全体の実施の概要

本プロジェクトの最終的な目的は、日本・インドネシアの両国において、地震や火山噴火による災害を軽減することである。すなわち、日本と似た地震・火山国であるインドネシアにおいて現地の研究者らと学際的な共同研究を実施し、その研究成果を行政などに生かすための体制を作って実践することを目標としている。

このため、本プロジェクトは①地震・津波の発生機構の解明と予測、②火山噴火の予測と活動評価手法という理学的アプローチ、③災害に強い社会基盤の構築という工学的アプローチ、④災害対応と復興時の社会の脆弱性の克服という社会学的アプローチ、および⑤防災教育推進と意識向上というアプローチについて、それぞれ共同研究を実施している。さらに、⑥研究成果の応用のための行政との連携機構の確立のために、本プロジェクトの担当者ならびにインドネシアの防災関係行政機関の代表からなる Joint Coordination Committee (JCC) を組織し、本プロジェクトの進捗状況を報告するとともに政策へ生かすための提言・議論をすることになっている。

平成 21 年（2009 年）度は、4 月 20 日にインドネシアにおいてグループリーダー会議及び JCC を開催し、引き続いて 21 日にキックオフワークショップを実施した。このワークショップは、東京大学・バンドン工科大学・シャクハラ大学をインターネットで中継し、日本とインドネシアの研究担当者がそれぞれの研究計画を発表した。6 月にプロジェクトが正式にスタートし、ジャカルタの LIPI 研究所内にプロジェクトオフィスを開設し、JICA の現地調整員 2 名が常駐を開始、各グループの現地観測やワークショップなどの共同研究を開始した。また、9 月にインドネシアのジャワ島南部、スマトラ島のパダン付近で被害地震が発生したほか、サモアでも津波による被害が発生したことから、これらの地震に関する調査研究も追加した。

10 月 11－13 日にバンダアチェにおいて第 1 回国際ワークショップを開催した。本プロジェクトの参加者による各グループの経過報告のほか、フィリッピンなどからも地震火山防災に関する研究発表があった。また、アチェ州の副知事やインドネシア気象庁長官をはじめとする防災担当者も参加し、本プロジェクトの進捗状況を周知することができた。このほか、日本国内や国際学会などでも本プロジェクトについて報告した。

平成 22 年 3 月 22 日にジャカルタにおいて第 2 回のグループリーダー会議ならびに JCC を開催し、平成 21 年度の活動報告ならびに平成 22 年度の計画について議論し、承認を受けた。平成 22 年度は、5 月に地球惑星科学連合大会で開催されるアジアの自然災害に関する国際セッションにおいて本プロジェクトから 20 を超える発表が予定されている。また、5 月に日本でグループ長会議、11 月にやはり日本で全体会議を実施し、各グループの活動や連携を強化するほか、7 月にバンドン周辺の地震・火山災害などいくつかのテーマについてグループを超えたワークショップを開催し、学際的な研究ならびにその成果の社会還元を目指す予定である。

2. 研究グループ別の実施内容

項目

G1. 地震・津波の発生機構の解明と予測（東大ほか） G1-1 陸上活断層地震の発生履歴 G1-2 海溝型地震の発生履歴 G1-3 測地観測に基づく地殻変動監視 G1-4 強震動予測 G1-5 海底活断層調査 G1-6 津波シミュレーションと被害予測
G2. 火山噴火予測と活動評価手法（京大ほか） G2-1 火山爆発機構の解明と発生予測 G2-2 火山噴火の中長期予測と周辺のテクトニクス G2-3 大規模噴火の頻度と発生過程の地質学的評価 G2-4 火山活動評価手法
G3. 災害に強い社会基盤の構築（東北大ほか） G3-1 津波ハザードマップの作成と利活用 G3-2 植生を利用した津波被害の軽減 G3-3 液状化を含む地盤災害の軽減 G3-4 設計地震動と建物を強くする技術・制度
G4. 災害対応と復興時の社会の脆弱性の克服（名大ほか） G4-1 コミュニティに立脚した災害対策の構築 G4-2 地域文化に即した防災・復興概念 G4-3 地域・産業の災害復興 G4-4 災害時の情報伝達と被災者の心理
G5. 防災教育推進と意識向上（富士常葉大ほか） G5-1 防災啓発教育・教材と地域行政との連携体制 G5-2 災害教訓の収集と伝承 G5-3 インターネットを活用した防災教育の実験と展開
G6. 研究成果の応用のための行政との連携機構の確立（アジア防災センターほか）

G1 地震・津波の発生機構の解明と予測

<グループ1の全体の実施内容>

①研究のねらい

インドネシアは日本と同様に津波を伴う海溝型巨大地震や内陸活断層沿いに発生する被害地震が多発する地域である。本研究グループは、活断層調査、サンゴ礁調査、測地観測、強震動観測、海底活断層調査、津波シミュレーションなどの地球科学的な手法を用い、日本とインドネシアの関係研究者が共同してインドネシア及びその周辺の地震発生場の詳細な理解と、地震発生とそれにもなう津波及び被害の予測に関する基礎的な理解を目的としている。

②研究実施方法

本研究グループは6つの研究課題に分かれている。(1)活断層及び古地震調査に基づく断層の活動度調査、(2)サンゴ礁ボーリング等の調査による海溝型巨大地震の発生履歴の解明、(3)GPS、SAR等の測地

技術を用いた地殻変動の解明，(4)強震動観測に基づく地震動予測，(5)研究船を用いた海底活断層の調査，(6)津波発生シミュレーションに基づく津波予測．以上の研究手法に基づき，インドネシアにおける地震発生場を理解すると共に日本との比較によって地震発生の潜在可能性や地震被害ならびに津波予測に対する基礎的な資料を提供する．

③当初の計画（全体計画）に対する現在の進捗状況

当初の計画に沿って研究は順調に進められている．また，2009年9月2日にジャワ島南方沖で，また同年9月29日にサモア諸島で津波を伴う地震が，また同月30日にスマトラ島パダン市北西沖で地震が発生した．このための緊急の調査を実施した．

④カウンターパートへの技術移転の状況（日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む）

本研究グループでは日本とインドネシアの関係研究者がそれぞれの課題において緊密に連携して共同研究を実施しており，得られた新たな知見は逐次共有することとしている．

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況（あれば）

2009年9月2日にジャワ島南方沖でM7.0の地震が，9月30日にはサモア諸島でM8.1の津波地震が，9月30日にはスマトラ島中部パダン市北西沖でM7.5の地震が，さらに翌10月1日にスマトラ島南部でM6.6の地震が相次いで発生した．こうした事態を受け，我々のグループでも緊急の調査を実施した．

<G1 サブグループの実施内容>

G1-1 陸上活断層地震の発生履歴

本研究では，インドネシアにおいて社会的・科学的な見地から重要な活断層地域を2カ所選定し，地形・地質学的な調査研究を実施して，活断層から発生する地震の規模および発生可能性の評価に必要なデータを取得し，かつモデル地域としてその評価を実施する．これらの結果と既往資料を統合して内陸大地震発生の長期予測資料を提供し，また共同研究を通じて同国の活断層調査技術の向上をはかることを目的としている．

当初計画では，3カ年度に渡って2地域を平行して調査研究する予定であったが，人材活用および人材育成の効率の観点から，ジャワ島におけるモデル研究を先行して進めることとした．当初の3カ年計画においてジャワ島の活断層において予定していた内容の概ね3分の2を，順調に実施できている．インドネシアにおいて実施される初めての個別活断層評価の調査研究であるが，対象断層にも恵まれたことから相手国研究者の理解は早く，順調に計画を進めることができています．また，日本で開催された活断層と地震予測に関する国際シンポジウムを機会に他の予算制度と連携して複数の相手国研究者を招聘し，効果的な技術移転と多国間の連携を推進することができた．

G1-2 海溝型地震の発生履歴

本研究課題ではスマトラ島沿岸及びその西方諸島において巨大地震・大津波の痕跡調査を行い，巨大地震の規模及びその時空間分布を明らかにすることを目的としている．

本研究グループは，2009年7月にインドネシア，スマトラ島沖メンタワイ諸島の南パガイ島において珊瑚ボーリングを，また，2009年12月と2010年3月にスマトラ島北部インド洋岸において津波堆積物調査を実施した（図2.1.2.1）．

南パガイ島においては過去の地震及び津波イベントを定量的に復元するために，水中及び陸上掘削によりサンゴコア試料を回収した（図2.1.2.2）．また，津波堆積物調査は，スマトラ島北部，アチェ州

西海岸チャラン近郊の低地において過去数千年間の津波浸水履歴をより復元することを目的として行った。調査地を含むアチェ州沿岸は 2004 年インド洋津波によって内陸数 km まで浸水し、大きな人的・物的被害をもたらした。本研究では簡易コアリングによって深度 1-2 m までの地層を採取、過去の津波によってできた層を探した。古津波堆積物調査に並行して 2004 年津波堆積物の詳細な記載も行った。

さらに、プロジェクトに関して、2009 年 9 月にサモアで発生した地震津波の緊急調査を実施した。新しく形成された津波堆積物を観察しさらに津波のパラメータと比較する機会は貴重であり、得られた知見は本プロジェクト研究のテーマである古津波に由来する堆積物を識別、評価する上で有用なものとなる。調査は 10 月 5 日から 8 日までアメリカ領サモアの Tutuila 島で実施した。約 50 点で津波の高さを測定し、津波が同島の西端で最大で 16m に達していたことなどを明らかにした。また、津波の規模が大きかった割に、津波で死亡した人の数は多くなかった。これは、同島では津波の防災教育がなされ、警報伝達システムが機能していたからである。こうした事例は、今後のインドネシアにおける津波防災を検討する上でも役に立つであろう。

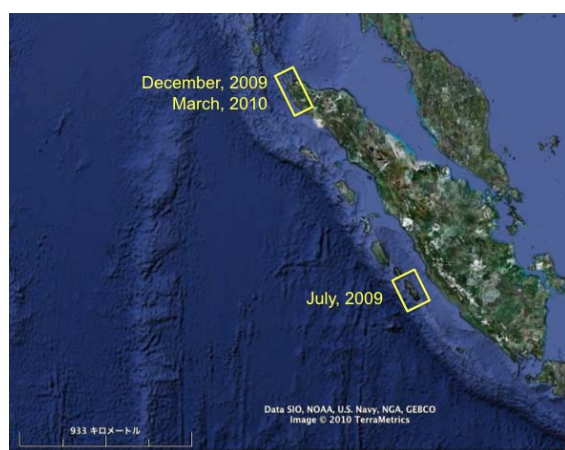


図 2.1.2.1：調査地点。



図 2.1.2.2：南パガイ島における水中ボーリング風景。

G1-3 測地観測に基づく地殻変動監視

本研究課題では GPS、重力測定及び合成開口レーダ（SAR）を用いてインドネシア国内の地震発生予測の上から重要な地域において観測研究を実施し、地殻変動や地盤変動を計測して地震の発生や地盤の脆弱性を調査することを目的としている。

GPS グループ：平成 21 年度においては GPS 受信機を新規購入すると共に、日本で使用してきた機材を貸与してインドネシアにおける GPS 観測の体制を強化することとした。また、これに基づいて GPS のキャンペーン観測をアチェ周辺、スマトラ島北部のスマトラ断層周辺で実施したほか、ジャワ島中部の Cimandiri-Lembang-Baribis 断層周辺でも GPS 観測を実施した。また、新たに GPS 連続観測点をアチェの TDMRC 屋上及びレンバン断層周辺の合計 5 か所に設置して連続観測を開始した（図 2.1.3.1）。

重力グループ：ジャカルタおよびバンドンでの地盤沈降地域の抽出、また、レンバン断層での断層運動に伴う重力変化の検出を目的として、野外用の絶対重力計を用いた絶対重力測定を実施した。ジャカルタでの測定点は、バンドン工科大学（ITB）が実施している既設の GPS 測定点から、海

岸沿いの地盤沈下の大きな地域と南側の比較的变化の少ない地域に設定した。また、バンドンでは、レンバン断層の活動監視の目的も含め、レンバン断層を南北に横切る測線を新たに設置した。さらに、南部の堆積盆地では、ITB の GPS 測定点から変動の大きな点を選んだ。測定は 2009 年 7 月に実施し、総計 18 点の絶対重力測定データを得ており、来年度以降の測定結果と比較することで、重力変化の検出を試みる予定である（図 2.1.3.2）。

SAR グループ：合成開口レーダの研究はインドネシア側の研究者にとっては新しい課題である。そこで、ジャワ島東部の泥火山噴火地域をターゲットとして、訓練を兼ねた研究を実施した。このため、ITB の大学院学生を東大地震研に招聘し、多数の SAR 画像をもとに地殻変動に伴う干渉画像を作成した。

以上を要するに、本研究課題では開始当初の全体計画に対してほぼ計画通りに進捗していると言ってよい。また、各グループ共カウンターパートと緊密に連携をとりつつ共同研究を実施しており、逐次技術移転がなされていると言ってよいと考えられる。なお、9 月 2 日にジャワ島南方沖の地震に関連して GPS グループでは緊急の観測を実施した。現在そのデータを解析中である。

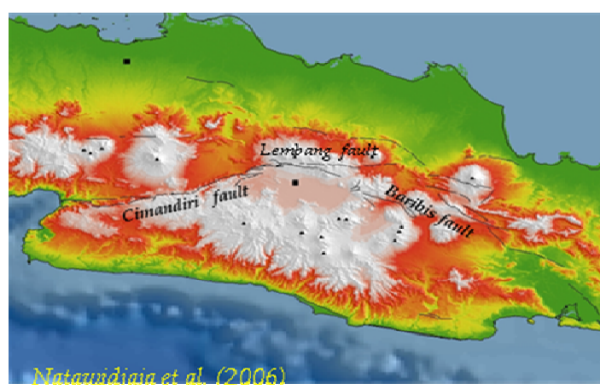


図 2.1.3.1：ジャワ島西部の主要な活断層
(Natawidjaya et al. 2006)



図 2.1.3.2：ジャワ島レンバン断層周辺の
重力観測点網と作業風景。

G1-4 強震動予測

本研究課題では、強震動予測手法がインドネシアに適用可能か否かを検証するとともに、検証された手法を用いて将来の地震に対する強震動予測を行うことを目的としている。平成 21 年度は 2006 年ジョグジャカルタ地震を対象として強震動予測手法の検証を行うとともに、その手法をバンドン地域の将来の地震に適用する試みに着手した。まず、バンドン地域の地震波速度構造を解明するため微動探査を実施した（図 2.1.4.1）。次に、実際の地震動を観測するため、同じくバンドン地域に強震観測点を設置するとともに（図 2.1.4.2），ポータブルの強震観測システムを導入した。また、インドネシア側研究者を日本に招聘して、これら微動探査や強震観測に関する研修を行った。



図 2.1.4.1. バンドン地域での微動探査の一例.



図 2.1.4.2. 設置した強震観測点.

G1-5 海底活断層調査

G1-5「海底活断層調査」では、(I) 海域調査によってスマトラ沖海底に発達する海底活断層の分布と「現在」の活動度・変動様式を明らかにすること、および、(II) 現場海域から採取されたピストンコアを分析し活断層の「過去」の活動履歴を明らかにすること、を目的として研究を進めている。

(I) スマトラ沖海域で海底活断層に関する地球科学的な海域調査を実施することは同海域のテクトニクスを理解する上で必要不可欠であり、また将来の巨大地震の発生ポテンシャルを検討するためにも必要である。今年度は海洋研究開発機構の海洋調査船「かいよう」のマルチビーム海底測深器 (MBES) を用いて、英国、仏国などの調査によって得られたデータに比べて3倍細かい海底地形データを取得することができ、後述するように、スマトラ北西沖外縁隆起帯の前縁部に存在する海底活断層の分布や変形様式を明らかにするとともに、詳細な地形学的解釈を実施することができた。

(I I) 海底採取試料に含まれる深海底タービダイトは海域の巨大地震の発生履歴の解明のための一つの道具である。タービダイトを用いた古地震解析においては、1) タービダイトの適切な認定、2) 地震性であることの確保、3) 正確な年代決定、が必須である。本年度の研究では、1) と2) をアメリカによる Roger Revelle の調査航海で採取したコア、3) を JAMSTEC「みらい」の調査航海で採取したコアを用いて研究を進めた。Roger Revelle のコアはスマトラ前弧域から広く採取されており、これにほかの調査航海の試料を加え、ここから地震性堆積物を正確に認定する技術を確立し、コア間の対比と年代決定を正確に行うことで、過去1万年間程度のスマトラ周辺での地震発生間隔が推定可能となる。

G1-6 津波シミュレーションと被害予測

本研究では、スンダ海溝沿いの沈み込み帯で発生しうる巨大地震による断層モデルから、津波数値計算により沿岸での津波波高及び遡上高を予測し、津波による巨大災害のリスク評価を行うことを目的としている。

今年度はジャワ島の西側のインド洋沿岸では最も大きな集落の1つである Pelabuhan Ratu の津波災害リスク評価を行うこととした。ジャワ島沖合の沈み込み帯では過去に海溝型巨大地震が発生し、沿岸で大きな津波被害を伴ってきた。最近では2006年西ジャワ地震により巨大津波が発生し、Pangandaran は大災害を被った。幸い Pelabuhan Ratu は震源域から少し西に離れていたため被害は小さかったが、将来同じような地震が沖合で発生すれば同様の被害が発生する可能性があるため、今年度の研究対象とした。

詳細な津波数値計算を行うために、詳細な地形データを収集した。海底地形は ETOP01、海図、既存の

海底調査データ等を収集した。陸上データは SRTM や BAKOSURTANAL（測量地図庁）より詳細地形データを収集した。これらを用いて、津波数値計算に使用する詳細地形データを作成した（図 2.1.6.1）。最も粗い格子で格子間隔が 1853m、最も細かい格子間隔は 2.54m となっている。さらに衛星画像を用いて Pelabuhan Ratu の全ての住居の形をポリゴンとしてデジタル化した。全部で 6464 の住居と 495 の行政建築物をすべてデジタル化した。さらに現地調査により道路の交差点ごとに写真を撮り、デジタル化した住居・建築物の種類の把握に努めた。2.54m メッシュの詳細な津波数値計算結果とこれらのデータを合わせることで詳細な津波災害リスク評価を実施することができる。

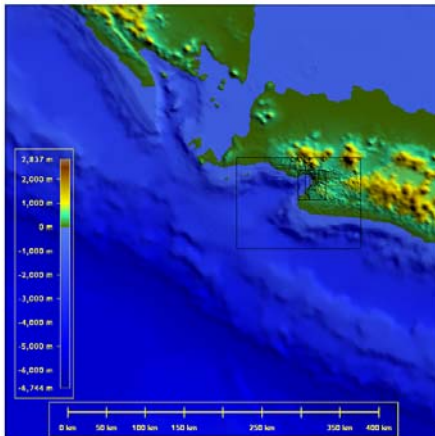


図 2.1.6.1：津波数値計算領域。最も粗い格子間隔（1853m）の領域

G2 火山噴火予測と活動評価手法

① 研究のねらい

インドネシアは 129 の活火山を有する世界最大の火山国であり、火山噴火予知と火山災害軽減に関する社会的ニーズが高い。インドネシアは国際地震工学研修コースなど我が国の研修コースを通して火山観測者・研究者の育成に取り組んできた。その結果、1980 年代以降、経験則に基づいて噴火直前に周辺住民を避難させるなどの火山噴火予知に成功した事例も多い。一方で、前兆現象発現から噴火に至るまでのプロセスが複雑であるため火山噴火予知の困難さに直面する場合も多い。また、インドネシアでは主要火山数火山を除き 1 点観測しかなく、地震の群発など異常現象を検知できても、その地震の発生場所や火山活動によるものなのか地殻活動によるものなのか判断することは不可能に近い。

そこで、グループ 2 では火山における防災対策として、火山噴火の短期的・長期的予測と活動評価手法の提言を行うことを目的とし、（G2-1）火山爆発機構の解明と直前予測、（G2-2）火山噴火の中長期予測と周辺のテクトニクス、（G2-3）大規模噴火の頻度と発生過程の地質学的評価、（G2-4）火山活動評価手法の提言の 4 つの課題を設定し、それぞれの課題に適した火山を対象にケーススタディを行う。

② 研究実施方法

火山噴火に先行する現象の時間スケールによって G2-1 から G2-3 のサブグループに分け、サブグループ G2-4 はその成果に基づいて火山活動評価手法の提言を行う。

G2-1 火山爆発機構の解明と直前予測

数分から 20-30 分の間隔で爆発を繰り返す東ジャワのスメル火山を対象に傾斜変動観測や広帯域地震観測を行い、桜島、諏訪之瀬島などわが国の火山噴火と比較することにより、爆発機構モデルを構築し、直前予測を行う。スメル火山の山頂において、2 点の傾斜計のアレイを設置し観測を行い、圧力変動源の深さの変化を求める。その上で、火山体内部圧推移予測モデルを構築し、爆発発生 of 時期と規模の予測を行う。爆発が頻繁に発生しているので統計的なデータ処理と予測モデルの検証が可能である。モデルの構築を行い、2 年次以降、モデルの検証と修正を行う。

G2-2 火山噴火の中長期予測と周辺のテクトニクス

西ジャワのグントール火山は 19 世紀中ごろまで頻繁に噴火していたが、その後 160 年間噴火が発生していない。一方、火山性地震活動は活発であり、火山性地震の活動に伴い山頂部の隆起も観測されておりマグマの貫入が示唆されている。次の噴火の準備過程にあると位置づけられるグントール火山において火山性地震の観測と GPS などの地盤変動観測によりマグマの上昇・蓄積過程を明らかにし、次の噴火に備える。また、火山性地震は周辺の広域応力場の影響を受けていると考えられ、広域地震観測を行うことにより周辺のテクトニクスとの関連を明らかにする。そのために、既設の地震観測網に加え、3 点の GPS 連続観測網を構築する。また、グントール火山周辺 4 点において地震観測を行い、周辺の地震活動を把握する。2 年次までにマグマの蓄積率を見積もるとともに、不完全ながら周辺の地震活動図を作成する。3 年次には、マグマ蓄積率から中・長期予測を行うとともに、周辺の地震活動との関連を明らかにする。

G2-3 大規模噴火の頻度と発生過程の地質学的評価

過去 1000 年間に 3 度のカルデラ形成を伴う巨大噴火が発生したインドネシア国内の特に、ロンボク、バリ、ジャワ島の火山において地質調査を行い、巨大噴火の時空間頻度分布とその発生に至るプロセスを解明する。調査対象とするのは、リンジジャニ、バツール、ブロモカルデラなどである。1 年次にロンボク、バリ島、2 年次にジャワ島の調査を行い、3 年次には補足的な調査ととりまとめを行う。

G2-4 火山活動評価手法の提言

上記 G2-1～G2-3 のサブグループの研究成果および 1993 年からの京都大学防災研究所とインドネシア側と共同研究、我が国での桜島、岩手山、有珠山、三宅島など最近の火山活動の事例を基礎としつつ、インドネシア側に 1980 年以降に噴火した火山の火山活動評価方法の聞き取り調査・分析を行い、火山活動評価手法に関する助言・提案を行う。具体的には、(1)火口湖の中に溶岩ドームが出現し、住民を避難させたが、爆発に至っていない 2007 年のケルト火山の場合、(2) 2006 年に火砕流が頻発し、その活動期に南方で被害地震が発生したメラピ火山、(3)グントール火山など長期の休止期にある火山の中・長期予測、(4)2004 年スマトラ地震の後の噴火事象・異常現象に対する評価（スマトラ島・タラン火山噴火、タングバンパラフ火山の熱泥噴出、ラモンガン火山で有感地震発生など）である。また、インドネシア側から研究者を招へいし、我が国の実情と成果を紹介する。

③ 当初の計画（全体計画）に対する現在の進捗状況

G2-1 火山爆発機構の解明と直前予測

計画ではスメル火山の山頂のマハメルと中腹のアルチョポドにボアホルの傾斜計を設置する予定

であったが、2009年4月から噴火活動が静穏化し、規模の大きい噴火の発生が懸念されたため、警報レベルがⅢに引き上げられ、山頂付近の立ち入りが禁止された。そのため、傾斜計は、スメル火山山麓のカリマティ（火口から北約 3km）と アルチョポド（火口から北約 1.7km）に設置した。データは現地記録であり、CVGHM（火山地質災害軽減センター）の職員が定期的にデータ回収を行い、電子媒体に保存した後、日本に郵送している。また、低周波マイクロホン火口から 12km 離れた観測所に設置した。観測は計画通り 7 月に開始したが、3 月まで 1 日に 100 回程度発生していた爆発が発生しなくなり、爆発に前駆する傾斜変動の検出に至っていない。しかしながら、11 月ごろから火映がみられるようになり、現地調査で山頂火口に溶岩ドームが形成されていることが確認された。その後、溶岩ドームの崩落と火山ガス噴火が繰り返されている。警報レベルは 8 月にⅡに引き下げられており、2010 年 3 月には山頂のマハメルに傾斜計を設置した。この傾斜計により火山ガス噴火に先行して、約 20 分前から火道浅部における火山ガスの蓄積と考えられる傾斜変動がとらえられた。

G2-2 火山噴火の中長期予測と周辺のテクトニクス

当初の計画通り、2009 年 10 月にグントール火山北部のダノ、カモジャンの西方のワナスカ、パパンダヤン火山の南西のハリムン、ガルングン火山の南西方向のタラジュに地震観測点を設置した。地震波形はすべて現地に設置したデータロガーに記録している。CVGHM の職員が定期的にデータ回収を行い、電子媒体に保存した後、日本に郵送している。GPS も予定通り、10 月に山頂域の 3 点に設置し、無線 LAN により山麓の観測所へ伝送している。あわせて観測所に GPS を設置した。観測所に設置した GPS のデータがグループ 1 の西ジャワにおける GPS 観測にも利用されている。地震の震源決定と GPS のデータ解析は順次、進行しており、地震の震源位置は CVGHM の常設観測点と合わせて解析することにより、グントール火山周辺の微小地震マップが作成されつつある。2009 年 9 月に発生したジャワ島沖の地震とパダンの地震のあと、地震計購入のための経費が認められたので、ジャワ島沖の地震がグントール火山に近いことを考慮し、2010 年 3 月にグントール火山北部のソレアン、チパライ、レンバン、スメダンの 4 か所に地震計を設置した。また、パダンの地震の震源に近いタラン火山に本プロジェクトから地震計 2 台、CVGHM から地震計 1 台を設置した。グントール火山周辺の地震計は既設と同様に現地記録であるが、タラン火山周辺では無線テレメータにより観測所まで伝送し、さらに VSAT により、CVGHM 本所があるバンドンまでデータ伝送、既設の 1 台と合わせて 4 台の地震計で震源決定が行える体制を整えた。タラン火山は 9 月のパダンの地震の後、噴火が発生、さらに 2004 年、2005 年のスマトラの地震のあとも噴火が発生するなど、構造的な地震との関連性が強く示唆される火山であり、山体をスマトラ断層が横切っているので、地震活動との関連性を今後調査していくつもりである。

G2-3 大規模噴火の頻度と発生過程の地質学的評価

当初の予定通り、2009 年 6 月から 7 月に、バリ島のバトゥールカルデラ及び後カルデラ丘の噴火堆積物調査を行った。サンプリングした試料は日本に持ち帰り、放射性炭素年代測定を行った。バトゥール火山の最近の活動については、バリ近代史の研究者に聞き取り調査や資料収集、遺跡発掘現場での調査などもおこない、近代における噴火活動に関する情報収集を図った。また、バリのカルデラ火山（バトゥール地域、ブラタン地域）において、先カルデラ活動により形成された火山体を対象に、火山地形観察と溶岩試料採取を実施した。採取した溶岩試料を対象に、カリウム・アルゴン法による年代測定可能性を判定した。あわせて、2010 年に予定している東ジャワの調査地域を絞り込むために予察的検討を行っ

た.



図 2. 2. 3. 1 : バトゥールカルデラの北側からの眺望.

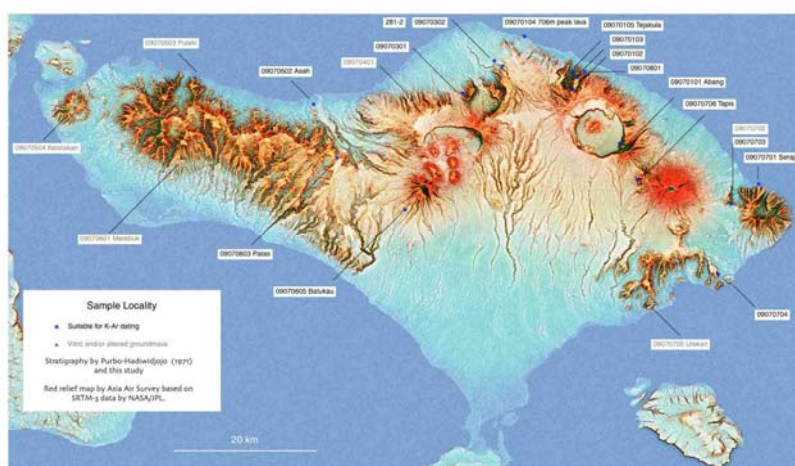


図 2. 2. 3. 2 : バリ島のサンプル採取地点. レリーフマップ（アジア航測作成）にプロット.



図 2. 2. 3. 3 : グヌンカウイ寺院内の火砕流の露頭



図 2. 2. 3. 4 : ベースとなったアグン観測所

G2-4 火山活動評価手法の提言

当初の予定では7月にケルト火山観測所において聞き取り調査を行う予定であったが、諸般の事情で渡航できなかったため、電子メール等により聞き取りを行った。また、2010年1月にCVGHMの研究者を招へいた際にも聞き取りを行った。

④ カウンターパートへの技術移転の状況（日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む）

グントール火山におけるGPS観測では、インドネシアの火山では初めて無線LANを使用した。既設のVSATを経由してバンドンのCVGHM本所からGPS観測装置にアクセスできる。また、2周波GPSを連続観測で使用することもはじめてであった。これまでのキャンペーン観測では15秒サンプリングであったが、はじめて1秒サンプリング観測とした。基線解析ソフトウェアの使用について訓練を行った。また、地震観測でははじめて3成分地震計を使用した。CVGHMの監視観測では上下動地震計のみを使用しているが、3成分地震計を使用することによりS波の読み取り精度が格段に改善された。

スメル火山では、ボアホール傾斜計を設置したが、これもインドネシアの火山観測では初めての試みであった。従来、地上設置のためのフラットベース型傾斜計を用いていたが、設置深度は高々、1mであり、気温の変化の影響を強く受けていた。ボアホール傾斜計を用いることにより観測精度が格段に改善された。また、オーガーを用いたボアホールの掘削方法についても指導を行った。これまで、CVGHMは傾斜計のデータのサンプリングを1分としていたが、はじめて250Hzの高速サンプリング観測を行った。このことにより、傾斜だけでなく、振動記録装置としても使用できることが分かった。

⑤ 当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況（あれば）

2009年9月に発生したジャワ島沖の地震とパダンの地震は、火山活動への影響があるものと予測された。実際、パダン市の東にあるタラン火山では水蒸気爆発が発生した。この火山では、2004年、2005年のスマトラの地震のあとも噴火が発生している。地震計購入のための経費が認められたので、ジャワ島沖の地震がグントール火山に近いことを考慮し、2010年3月にグントール火山北部のソレアン、チパライ、レンバン、スメダンの4か所に地震計を設置した。また、パダンの地震の震源に近いタラン火山に本プロジェクトから地震計2台、CVGHMから地震計1台を設置した。グントール火山周辺の地震計は既設と同様に現地記録であるが、タラン火山周辺では無線テレメータにより観測所まで伝送し、さらにVSATにより、CVGHM本所があるバンドンまでデータ伝送し、既設の1台と合わせて4台の地震計で震源決定が行える体制を整えた。タラン火山は構造性地震との関連性が強く示唆される火山であり、山体をスマトラ断層が横切っているため、地震活動との関連性を今後調査していくつもりである。

G3 災害に強い社会基盤の構築

① 研究のねらい

近年地震災害等が多発し、強震動だけでなく津波や液状化など2次的な被害も大きい。その1つの理由に、災害抑止・軽減のための社会基盤が未整備であることが指摘される。今後も被害が続く懸念がある。復旧・復興の視点を入れた社会基盤も必要であり、ハザードマップを基盤に、地域性を生かした防災施設、土地利用・規制、避難体制の整備を展開し、総合的なハザード評価結果を基礎に、防災・減災

のための対応を有効に実施出来る社会基盤を検討するシステムを提案する。

②研究実施方法

地震動、津波、液状化に対する基礎データを収集し、ハザード評価のための準備を行う。次に、グループ会議などを開催し、ハザードマップの記載情報、利用課題などを検討し、今回の評価すべき内容を整理する。さらに、対象地域において、微動多点アレイ観測、および微動1点観測、微小地震観測、地形測量、植生の基本データ収集などの現地調査を実施する。その結果は、ハザードマップ等への記載やデータベース作成への基礎資料とする。

③当初の計画に対する現在の進行状況

当初の計画に沿って研究は順調に進められている。現地調査を中心に予定どおりに実施され、データも記録されつつある。室内実験も計画・準備しており、現地調査による条件やデータを参考に実施する予定である。

④カウンターパートへの技術移転状況

日本とインドネシアの関係研究者がそれぞれの課題において、事前に計画をし、緊密に連携して共同調査・研究を実施しており、得られたデータや新たな知見は逐次共有することとしている。

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開

2009年9月30日のパダン地震に関しては、地震後に現地調査を行い、インフラや建物被害状況、液状化現象などの調査を行った。津波避難ビルとして予定していた建物も被害を受けており、今後の避難体制の見直しが必要となった。さらに、地震後に現地観測・調査を行い、地震前の微動観測結果をも踏まえてパダンの地盤震動特性の評価を行った。

<G3 サブグループの実施状況>

G3-1 津波ハザードマップの利活用

2009年8月にG3-1会議を実施し、目的、目標、計画などについて打ち合わせ、合意を得た。その後、パダン市に移動し、アンダラス大学法学部、工学部などを訪問し、今後の協力体を依頼した。また、市内において、津波浸水解析に必要なデータや情報の収集、地域での防災担当者と打ち合わせを持った。さらに、Painan市を視察し、一年前に市内に設置したハザードマップの状況、避難体制、認知状況などを調査した。リアルタイム観測に関する設置候補などの検討を行った。

国内では、津波ハザードマップについての記載情報、利用課題などを検討し、東松島市において空間認知学で検討されていた認知マップを利用した津波避難意識に関する調査を実施し、その可能性について検討を行った。

10月には、9月30日に発生した地震の被害調査を行い、社会基盤被害、建物被害、港湾などの施設被害の実態を調査した。

G3-2 植生を利用した津波被害の軽減

2009年度の研究計画は、①海岸林の樹種を選定し、現地試験に基づくその破壊基準の検討、②海岸林

の津波減勢効果に関する定量的評価法（数値解析法）の開発，③開発した定量的評価法の精度検証や海岸林域の氾濫現象の把握などを目的とした水理実験装置の製作，④植生実装域を選定し，そこでの対象樹種の特性と津波減勢効果の検討である。

①に関しては，樹種はインドネシアにおいて適用地が広い *Casuarina* (coastal pine) とし，抜根と倒伏の破壊基準に関する現地試験はスマトラ島西岸，パダン近郊の Pariaman の海岸林管理者から試験実施の許可を得るに止まった。

②に関しては，開発した数値解析法を用いて，海岸林の平面分布形状が津波遡上へ及ぼす影響について基礎的な検討を行った。

③に関しては，津波の発生方法と実験水路の規模を検討し，ジョグジャカルタの BPPT 水理実験所に水路を製作した。

④に関しては，植生実装域はパダン近郊の Painan とし，陸上地形測量を実施するとともに，この地域の *Casuarina* の基礎データ（胸高直径，樹高，樹冠部下端の高さ，樹木間隔）を収集・検討した。

2009 年サモア地震津波において，海岸林の津波減勢効果と建物回りの津波痕跡分布を調査した。

G3-3 インドネシアにおける地盤災害ハザードマップの作成と液状化被害軽減対策

本年度は，対象地域をバントゥール，レンバンとし，下記の項目を実施し，地盤災害発生の可能性を評価するとともに，地盤災害ハザードマップの作成を検討した。なお，対象地域であるバントゥールはジョグジャカルタ，レンバンは西ジャワに位置している。また，来年度の対象地域である西スマトラ，パダンにおいて 9 月に地震が発生したため，被害調査を行った。

バントゥール，レンバンでの微動調査：

(1) 対象地域において，微動多点アレイ観測，および微動 1 点観測を実施した。なお，微動多点アレイ観測では，アレイを五角形とし，等価半径を 1.40m 程度として実施した。調査結果に基づき数値解析を実施し，調査地点における深度 80m 程度までの地盤構造を推定した。

(2) バントゥール，レンバンでの原位置試験

(1)の結果に基づき，対象地域において原位置試験を行った。ボーリング試験は，最大 30m 程度の深い地点まで実施し，標準貫入試験，コーン貫入試験を 30 地点で実施した。また，ボーリング調査で採取した地盤試料を用いて室内試験を行い，地盤の動的特性を把握した。

(3) バントゥール，レンバンにおける地盤災害ハザードマップ作成の検討

1) および 2) の結果に基づき，数値解析を実施し，バントゥール，レンバンにおける液状化発生の可能性，表層地盤構成，地震動の増幅特性などを評価し，危険箇所を検討した。

(4) パダンにおける地震被害調査

2009 年 9 月 30 日に発生したパダン地震での被害調査を実施した。地盤の液状化発生地点，建物被害分布を調査し，来年度に実施するパダンでの微動観測，原位置調査とあわせて検討することで，地盤災害ハザードマップに反映させるものとする。

G3-4 構造物への設計入力の見直しと建物を強くする技術と社会制度の提案

(1) 構造物への設計入力の検討

本研究では，1629-2009 年の間の期間の約 47,000 個の地震データを基に，そのマグニチュードをモー

メントマグニチュードに統一したデータベースを構築した。このデータベースを用いてハザード解析を行った。

2009 年 9 月 30 日のパダン地震に関しては、地震後に現地調査を行い、地震前の微動観測結果をも踏まえてパダンの地盤震動特性の評価を行った。

(2) 建物を強くする技術と社会制度の提案

本研究チームは、インドネシアの地域特性を踏まえた簡単な耐震補強工法の検討を行った。対象となる建物は、地震に対して最も脆弱な組積造建物である。そして従来から、検討をしてきた荷造紐（PP—バンド）メッシュを用いて、インドネシア地域に多く存在するタイプの組積造建物を対象に振動台実験を行いその効果を検証した。

また、将来検討を計画している提案工法を普及させるシステムを構築する上で重要となる現地の住宅建設を取り巻く様々な環境（現地で適用可能な設計・施工時の品質管理システム、ペナルティシステム、収入と建物価格の関係、ローンの整備状況、他）の基礎調査を行った。

G4 災害対応と復興時の社会の脆弱性の克服

①研究のねらい

災害対策を押し進めるためには、災害の素因となる自然外力に関する自然科学的理解とともに、それを受ける社会の脆弱性を人文社会科学の観点から理解し、それを克服する方策が必要である。これまで指摘されているように、災害対策の学術研究に関しては、中央政府および地方政府レベルにおける制度的整備（法律や組織など）とともに、地域の現場レベルでの取り組みを評価し、両者の相互連携を有効に図る方策を提案する必要がある。グループ 4 では災害対応と復興における社会の脆弱性の克服を進めるために 4 つのサブグループがそれぞれのテーマのもとに研究を進めている。

G4-1 コミュニティに立脚した災害対策の構築

コミュニティに立脚した災害対策の構築に関わる支援策の検討という課題のもとに、こうした基本的理解の上にたってインドネシアの社会経済的状況と地理的多様性に注目し、最終的には、より安価かつ短期間のうちに実現可能で、実効性を有し、地域の地理的・社会的特性を考慮した、コミュニティに立脚した災害対応の仕組みの具体像を提示し、それを確立するための諸条件を明確化する。

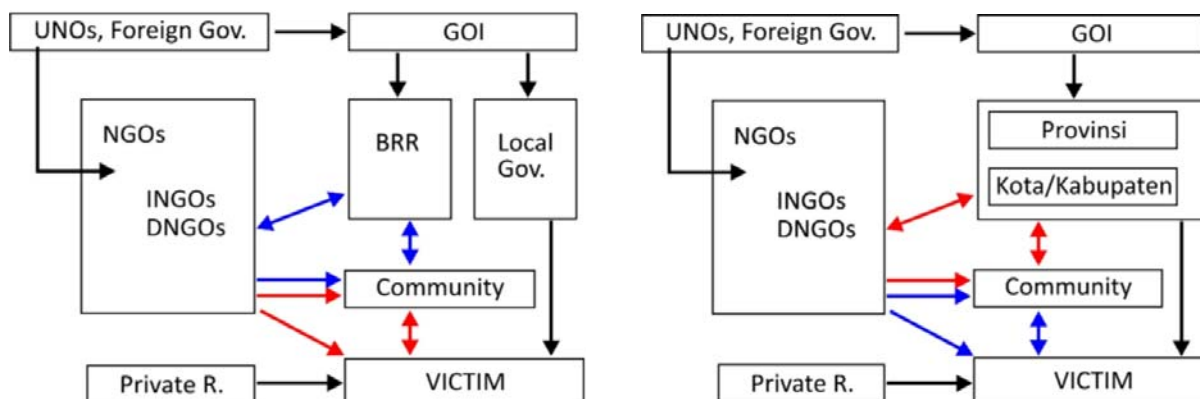


図 2.4.1.1 : Diverse Trajectories of Reconstruction (Left: Aceh, Right: Yogyakarta)

G4-2 地域文化に即した防災・復興概念

「地元文化に根差した災害対応」に関連して、過去の地震と社会変化の関係を明らかにするとともに、災害地域情報プラットフォームのプロトタイプの作成を進める。

一方、災害からの復旧・復興を行う上で、どこまで復旧・復興が進んだのかをモニタリングを行うことが重要であるが、インドネシアにおいては災害に関する社会科学的な側面からの研究が非常に少なく、さらに復旧・復興という課題についての「体系的な研究」はほとんど行われていない。

G4-3 地域・産業の災害復興

上記 G4-2 をふまえ、G4-3 では災害復興のあり方に関する検討：地域・産業の復興への提言を目的として復旧・復興の基礎となる社会基盤施設の復旧についても災害復旧事例から復旧曲線を構築し、被害想定さらには実際の災害復旧において構築した復旧曲線に基づくシミュレーションを行い、効果的な防災・復旧対策に利用することを目指す。

G4-4 災害時の情報伝達と被災者の心理

災害発生時における情報伝達と被災者の心理に注目し、避難行動と事前の災害情報の提供について検討する。避難行動の規定因はメディア環境や災害文化によって異同がある。災害情報の伝達率や情報源への信頼度、避難コスト、災害観、災害対応行動の熟知度など多くの要因に規定されるため、避難行動の規定因を一般化する取り組みが求められているものの、いまだ発展途上の段階であるといわざるを得ない。そこで、比較的避難率が高いことが知られている火山災害を対象として、災害種別に依らない規定因と災害に固有な規定因とを識別し、避難警報の入手方法(メディア)や時期、警報の理解・認知率、避難勧告など地方行政機関が生産した情報の入手率や認知率、評価や行動の実態解明をおこなって、社会文化に共通するないしは固有の変数を明らかにすることをめざす。

② 研究実施方法

グループ 4 では基本的には統計データ分析、インタビュー、アンケート調査など人文社会系の調査手法に基づいて研究を進めているが、各サブグループはさらにそれぞれの目的に応じた研究方法を実施している。

G4-1 コミュニティに立脚した災害対策の構築

アチェにおける 2004 年の津波災害とジョグジャカルタにおける 2006 年の地震災害を事例に、緊急対応および中長期復興の各段階における中央・地方政府、コミュニティ組織、NGO などの各アクターの役割、被災者自身の被災体験や生活再建の実態などに関する比較研究を統計データ分析、インタビュー、アンケート調査などなどにもとづいて行う。また、それらに関わる予察的データの収集と整理を通して問題点を整理するとともに、理論的枠組みを構築する。

G4-2 地域文化に即した防災・復興概念

(1)過去の地震と社会変化の関係の調査、(2)口承による災害伝承の調査、(3)災害発生時のオンライン情報の活用に関する現地調査をおこなうとともに、(4)災害地域情報プラットフォームのプロトタイプを 2009 年 9 月の西スマトラ地震のデータをもとに作成する。本システムは、現地語の一般報道情報

を含むさまざまな情報を 1 枚の地図上に統合して提示するものであり、類似のシステムとは大きく異なる。また、2009 年 9 月の西スマトラ地震で現地入りした緊急救助隊が「被災地では情報の入手が困難で被害や支援活動の全体像が見えずに活動に苦労した」と発言しているように、被災状況の全体像の把握は極めて重要であり、本システムはこのニーズに対応したものとなる。

G4-3 地域・産業の災害復興

インドネシアにおいても復旧・復興研究を行う上での基盤整備として、日本における(1) 復旧・復興研究に関わるフレームワーク、(2) 調査研究技術、(3) ライフラインの復旧シミュレーション技術、(4) 復興モニタリング手法に関する共有をインドネシア側研究者と実施すると共に、現在、インドネシア側で進められている(1) 復旧・復興に関わる研究の現状、(2) 共同研究を実施する研究者の同定、(3) 2004 年インド洋地震津波災害の復旧・復興に関してのデータのストックに関する情報共有を行った。

G4-4 災害時の情報伝達と被災者の心理

本研究では、住民が受け取るまでの警報と避難勧告等の情報を生産・伝達する行政組織の意思決定および伝達実態を明らかにするため、カウンターパートとの協議をおこない、調査・分析事例として 2007 年 10 月のケルト火山災害を取り上げること、調査は量的質問紙調査を行うこと、ならびに幾つかの避難行動の規定因について仮説的な議論を行った。また BNPB、CVGHM(本部及びケルト火山の測候所)等関係機関へのインタビューを行い、国レベル・専門家レベルでの情報生産・伝達体制について法制度面および実行面で調査した。また、2010 年 2 月には、東ジャワ州政府、クディリ県、ブリタール県の防災担当者へのインタビューを行い、地域行政機関レベルでの意思決定や情報の変換、住民への伝達について明らかにする。

③ 当初の計画（全体計画）に対する現在の進捗状況

グループ 4 では、まずそれぞれのサブグループのテーマにかかわる基本的な情報の把握と現地研究者との研究方法等に関する意識・認識の一体化及び、問題点・課題の整理・検討を進めており、各サブグループはそれらについて一定程度の成果をあげている。2010 年度にはこれらをふまえてより具体的な調査・研究を遂行する予定である。

④カウンターパートへの技術移転の状況（日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む）

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況（あれば）

G5 防災教育推進と意識向上

①研究のねらい

本研究グループの研究目的は、インドネシアに適した防災教育啓発手法の開発、科学的知見と被災体験を活かす教材の開発ならびに衛星回線を活用した遠隔教育手法の開発の 3 課題を行い、実践的に検証して普及を目指すことにある。

②研究の実施方法

以下に上記 3 課題ごとの研究の実施方法を述べる。

G5-1 防災啓発教育・教材と地域行政との連携体制防災教育

学校における防災教育の現状の把握と問題点の整理を踏まえて、地域の危険性や地域の防災資源を容易に理解しうる教材をインドネシアの関連の研究成果や我が国で開発された津波の浸入と住民避難のシミュレーションを活用して作成し、また我が国で実績のある住民参加型防災教育方法と、研究者と地域行政の連携方法、地域防災指導者の育成方法をインドネシア側に提案し、共同してインドネシアに合った実施方法を研究する。さらに被災経験のあるバンダアチェと経験のない地域のコミュニティで試行することにより一般化を図る。



図 3.5.1.1：パネルディスカッションによる意見交換（09/12/9）

G5-2 災害教訓の収集と伝承

被災体験を次世代に継承していくための実践的研究を実施する。このため被災体験についての聞き取りを行い、証言に基づいて「生き残り体験」の絵画を作成し、災害教訓を伝承する防災教材に構成する。教材はインドネシア語と日本語及び英語で作成し、上記の防災教育で試用し、手法の標準化を行う。

G5-3 インターネットを活用した防災教育の実験と展開

よりグローバルな防災教育も重要であることを鑑みてインドネシアの国情を考慮し衛星回線を活用した防災教育の実験と展開を実施する。またインターネットによる遠隔教育環境（School on Internet Asia）を利用し、本プロジェクトのアウトリーチ活動に適用するとともに、防災教育をアーカイブ化し、その活用を図る。

③全体計画に対する現在の進捗状況

グループ全体としては、昨年 8 月と同 12 月にカウンターパートとの協議及びワークショップを開催し、インドネシア側とのカウンターパートの確定、研究の詳細の合意、具体的な研究活動に取り組んでいる。

G5-1 防災啓発教育・教材と地域行政との連携体制防災教育

バンダアチェにおける防災教育の現状と課題についてアチェ市の防災モデル校他の教員とのワークショップによりその把握を行い、津波の浸水と住民避難のシミュレーションを作成して小中学校の生徒児童を対象としたデモンストレーションを行った。次年度にはそれらの検討を踏まえた改良版の作成に

進む。住民参加型防災教育方法について学校教員と地方行政官を対象とした手法の研修を実施し、次年度には地域特性に応じた手法の改善に進む。

G5-2 災害教訓の収集と伝承

インドネシア語で製作された津波体験談の収集も進めて日本語への翻訳を行うとともに、体験談とその再現絵画を用いた防災教育の教材（日本語）を試作した。またアチェの小中学校にてインドネシア側が製作した科学読本を用いた模擬授業を行い、イラストやテキスト内容についての評価を行った。

G5-3 インターネットを活用した防災教育の実験と展開

インターネットによる遠隔教育環境（School on Internet Asia）を利用し、昨年 4 月にバンドンで開催のプロジェクトリーダー会議、同 10 月にアチェで開催された本プロジェクトの全体会議をインターネットで双方向で中継し、国際防災協力における意思疎通と情報の共有化を図った。次年度においては各研究課題のアーカイブ化とその活用を図ることとした。

④ カウンターパートへの技術移転の状況

本年度において実施されたカウンターパートへの技術移転としては、

（１） 防災タフウォッチングと称する住民参加型防災教育方法についてカウンターパートであるシャクハラ大学 TDMRC の研修部門職員、学校教員及び地方行政官を対象とした手法の研修を実施した。

（２） 津波浸水と住民避難を組み合わせたシミュレーションの作成についての指導を行い、またカウンターパートであるシャクハラ大学の教員の本邦研修を 2010 年 3 月に実施した。

G6 研究成果の応用のための行政との連携機構の確立

① 研究のねらい

本共同研究の成果がインドネシアの行政組織を通して効果的に適用されるようにするため、行政機関と大学・研究機関の連携のあり方を調査し、よりよいシステムを提案する。本プロジェクト参加研究者と研究行政の関係者で構成する Joint Coordination Committee (JCC) に「インドネシア地震火山防災研究協議会」としての機能をもたせ、連携の強化、アウトリーチ活動等を支援する。

② 研究実施方法

グループ 6 のインドネシア側リーダーであるパリアトモノ氏（インドネシア研究技術省、RISTEK）と引き続き協議し、インドネシアにおける防災の総合調整機関である国家防災庁（BNPB）や地方公共団体等からの本プロジェクトへの参加を促進しつつ、連携のあり方に関連する課題を洗い出すとともに、それらの面での改善に向けた方策の検討を行う。

③ 当初の計画（全体計画）に対する現在の進捗状況

インドネシア側リーダーであるパリアトモノ氏及び日本側リーダーの是澤（ADRC）がそれぞれ関係者に対して働きかけを行ってきた結果、BNPB からの参加について概ねの了解を得たところである。

3. 成果発表等

(1) 原著論文：国内 18 件、国際 14 件

<G1>

Abidin, H. Z., H. Andreas, T. Kato, T. Ito, I. Meilano, F. Kimata, D. H. Natawidjaya and H. Harjono, Crustal deformation studies in Java (Indonesia) using GPS, *J. Earthq. Tsunami*, 3 (2), 77-88, 2009.

Reddy, C. D., S. K. Prajapati and T. Kato, A rheological model of post-seismic response due to 2004 Sumatra-Andaman earthquake: contribution from low viscosity lithosphere, *J. Earthq. Tsunami*, 3 (1), 25-34, 2009.

<G2>

McNutt, R. S., and T. Nishimura, Volcanic tremor during eruptions: temporal characteristics, scaling and constraints on conduit size and processes, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 178, 10-18, 2008.

Kuswandarto, H., Iguchi, M. and Hendrasto, M., Automatic and Real-time Processing of Tilt Records for Prediction of Explosions at Semeru Volcano, East Java, Indonesia, *Indonesian Journal of Physics*, 19, No.3, 69-74, 2008.

Nishimura, T., Volcano deformation caused by magma ascent in an open conduit, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 187, 178-192, 2009.

<G3>

Imamura, F., Dissemination of information and evacuation procedures in the 2004-2007 Tsunamis, including the 2004 Indian Ocean, *Journal of earthquake and Tsunami*, Vol.3 No.2, pp.59-65, 2009

Yanagisawa, H., S. Koshimura, T. Miyagi, and F. Imamura (2010), Tsunami damage-reduction performance of a mangrove forest in Banda Aceh, Indonesia inferred from field data and a numerical model, *J. Geophys. Res.*, doi:10.1029/2009JC005587, in press. [PDF] (accepted 18 December 2009)

Muhari, A., F. Imamura & S. Koshimura, Tsunami hazard modeling based on its appropriate source from mitigation in Pandang, Indonesia, *土木学会東北支部技術講演会予稿集*, 2010

Mas, E., F. Imamura & S. Koshimura, Basic on Human behavior for tsunami evacuation simulation using Multi Agent System, *土木学会東北支部技術講演会予稿集*, 2010

宍戸直樹・宇川弘朗・今村文彦, 東松島市における津波防災マップ配布後の住民意識に関する調査, *土*

木学会東北支部技術講演会予稿集, 2010

宍戸直樹・今村文彦, 津波リスクマップ作成のための被害評価手法の検討, *海岸工学論文集*, Vol. 56, pp. 1346-1350, 2009

今井健太郎・原田賢治・渡辺修・江刺拓司・島貫直樹・八木智義・今村文彦, 実地形における海岸林を利用した津波減勢策ー仙台湾岩沼・名取海岸を例としてー *海岸工学論文集*, Vol. 56, pp. 326-330, 2009

Rusnardi Rahmat Putra, J. Kiyono, Y. Ono, P. Parajuli: Seismic Hazard analysis of Padang and Banda Aceh, *Proc. of Annual International Workshop and Expo on Sumatera Tsunami Disaster and Recovery*, 2009.

Rusnardi Rahmat Putra, J. Kiyono, Y. Ono, P. Parajuli: Seismic Hazard Analysis of Padang, *Proc. of International Workshop on Padang Earthquake*, September 30, 2009.

<G4>

林亮介・山本直彦・牧紀男・布野修司, 「インド洋大津波後のバンダアチェ市（インドネシア）における復興住宅の増改築状態」『日本建築学会大会学術講演梗概集』、F-1 分冊、1355 頁,

牧紀男・山本直彦, 「バンダアチェの住宅再建：現地再建と再定住地」林勲男（編著）『自然災害と復興支援』明石書店、331-360, 2010.

西芳実, 「「犠牲者の物語」を乗り越えて：「スルタンの杖」を知るために」『すばる』、第 30 巻第 5 号、129-136, 2008.

西芳実, 「裏切られる津波被災者像：災害は私たちに何を乗り越えさせるのか」林勲男（編著）『自然災害と復興支援』明石書店、383-402, 2010.

西芳実・山本博之, 「災害対応を通じたコミュニティ再編の可能性：2006 年ジャワ島中部地震におけるコミュニティ・ペーパー発行の事例から」『日本災害復興学会 2009 長岡大会講演論文集』、67-79, 2009.

西芳実, 「自然災害と地域の再建：2004 年インド洋大津波とバンダアチェの住宅再建」『すまいろん』（住宅総合研究財団）89 号、29-33, 2009.

西芳実, 「スマトラ沖地震・津波／インドネシア（2004 年）：変革の契機としての自然災害」『アジア研ワールド・トレンド』（アジア経済研究所）、165 号、19-22, 2009.

Shimada, Y., “The Role of Law in the Reconstruction Process of the Aceh Tsunami Disaster”, P. Bergling, J. Ederlof and V. L. Taylor eds., *Rule of Law Promotion: Global Perspectives, Local*

Applications, Iustus Förlag: Uppsala, 175-188, 2010.

高橋 誠、「バンダアチェにおける津波被害と復興過程の重要問題」、伊藤達雄・戒能通厚編『アジアの経済発展と環境問題』明石書店、191-199, 2009.

高橋 誠、「津波被害の地域差、地理的特性、都市空間構造」、林勲男編著『自然災害と復興支援』明石書店、203-220, 2010.

田中重好、「スマトラ島沖地震の緊急対応、復興過程とコミュニティの役割」、林勲男編著『自然災害と復興支援』明石書店、279-305, 2010.

海津正倫、「バンダアチェにおける津波災害と土地条件」、伊藤達雄・戒能通厚編『アジアの経済発展と環境問題』明石書店、184-190, 2009.

山本博之、「ポスト・インド洋津波の時代の災害地域情報：災害地域情報プラットフォームの構築に向けて」『アジア遊学』、113号、103-109, 2008.

山本博之、「人道支援活動とコミュニティの形成」林勲男（編著）『自然災害と復興支援』、明石書店、361-382, 2010.

<G5>

Hayashi, Y., M. Ando, T. Fujita, M. Ishida, M. Nakamura, Didik Sugiyanto, Putri Yasmina Munawwarah and Nani Eliza, Investigation, Verification and Visualization of Tsunami Experiences on 2004 Sumatra-Andaman Earthquake in and around Banda Aceh, Indonesia, *Annual International Workshop & Expo on Sumatra Tsunami Disaster & Recovery Proceedings*, CD-ROM (8pp.), 2008

Matsumoto, T., R. Shinjo, Nakamura, M., A. Doi, M. Kimura, T. Ono, A. Kubo, Submarine, Across-Arc Normal Fault System in the Southwest Ryukyu Arc Triggered the 1771 Tsunami Hazard?: Field Evidences from Multibeam Survey and In-Situ Observation by ROV, *Polish J. of Environ. Stud.* Vol. 18, No. 1, 123-129, 2009.

Nakamura, M., Fault model of the 1771 Yaeyama earthquake along the Ryukyu Trench estimated from the devastating tsunami, *Geophys. Res. Lett.*, 36, doi:10.1029/2009GL037930, 2009.

Ando, M., M. Nakamura, Hayashi, Y., Ishida, M., Sugiyanto, D., Observed high amplitude tsunami 0.5-20 km away from the northern Sumatra coast during the 2004 Sumatra earthquake, *Journal of Asian Earth Sciences* 36, 98-109, 2009.

(2) 特許出願：0件

4. プロジェクト実施体制

(総括) 研究代表者：佐竹 健治 (東京大学地震研究所)

(G1) 地震・津波の発生機構の解明と予測 (東大ほか)

(研究題目 インドネシアにおける地震火山の総合防災策及び地震・津波の発生機構の解明と予測)

①研究グループリーダー： 加藤 照之 (東京大学地震研究所・教授)

②研究項目

- 1-1 陸上活断層地震の発生履歴
- 1-2 海溝型地震の発生履歴
- 1-3 測地観測に基づく地殻変動監視
- 1-4 強震動予測
- 1-5 海底活断層調査
- 1-6 津波シミュレーションと被害予測

(G2) 火山噴火予測と活動評価手法 (京大ほか)

(研究題目 インドネシアにおける地震火山の総合防災策：火山噴火予測と活動評価手法)

①研究グループリーダー： 井口 正人 (京都大学防災研究所・准教授)

②研究項目

- 2-1 火山爆発機構の解明と発生予測
- 2-2 火山噴火の中長期予測と周辺のテクトニクス
- 2-3 大規模噴火の頻度と発生過程の地質学的調査
- 2-4 火山活動評価手法

(G3) 災害に強い社会基盤の構築 (東北大ほか)

(研究題目 インドネシアにおける地震火山の総合防災策：災害に強い社会基盤の構築)

①研究グループリーダー： 今村 文彦 (東北大学・教授)

②研究項目

- 3-1 津波ハザードマップの作成と利活用
- 3-2 植生を利用した津波被害の軽減
- 3-3 液状化を含む地盤災害の軽減
- 3-4 設計地震動と建物を強くする技術・制度

(G4) 災害対応と復興時の社会の脆弱性の克服 (名大ほか)

(研究題目 インドネシアにおける地震火山の総合防災策：災害対応と復興時の社会の脆弱性の克服)

①研究グループリーダー： 海津 正倫 (名古屋大学・教授)

②研究項目

- 4－1 コミュニティに立脚した災害対策の構築
- 4－2 地域文化に即した防災・復興概念
- 4－3 地域・産業の災害復興
- 4－4 災害時の情報伝達と被災者の心理

(G5) 防災教育推進と意識向上（富士常葉大ほか）

(研究題目 インドネシアにおける地震火山の総合防災策：防災教育推進と行政との連携)

①研究グループリーダー： 小川 雄二郎（富士常葉大学・教授）

②研究項目

- 5－1 防災啓発教育・教材と地域行政との連携体制
- 5－2 災害教訓の収集と伝承
- 5－3 インターネットを活用した防災教育の実験と展開

(G6) 行政との連携（アジア防災センター）

(研究題目 インドネシアにおける地震火山の総合防災策：防災教育推進と行政との連携)

① 研究グループリーダー： 是澤 優 （アジア防災センター・センター長）

② 研究項目

- 6 研究成果の応用のための行政との連携機構の確立

以上