

科学研究費補助金研究成果報告書

平成 22 年 6 月 1 日現在

研究種目：特別研究促進費

研究期間：2009～2009

課題番号：21900001

研究課題名（和文） 2009年7月中国・九州北部の豪雨による水・土砂災害と防災対策に関する研究

研究課題名（英文） Study on the debris flow disasters occurred in Chugoku and Northern Kyushu due to the 2009-7 Heavy Rain and the prevention to debris flow disaster

研究代表者

羽田野 袈裟義 (HADANO KESAYOSHI)

山口大学・大学院理工学研究科・教授

研究者番号：70112307

研究成果の概要（和文）：

(1)災害概況：2009年7月の豪雨により防府地域と福岡県北半部の全域で土砂災害が多発し合計で27名が亡くなった。

(2)土砂災害の実態：防府の土砂災害は、土石流中の巨礫堆積後の土砂流による埋没である。土質調査からマサ土地域での崩壊発生と間隙水圧の関係が示唆された。土石流の流動解析で石原地区の土砂流出量を評価し、砂防施設の有効性を評価した。(3)情報伝達と警戒避難体制の状況：防災・避難情報の収集・伝達や警戒避難体制の整備状況や土砂災害警戒区域の指定に伴う警戒避難体制の整備状況と問題点を明らかにした。

研究成果の概要（英文）：

(1)Outline of the disasters: Due to the heavy rain in July 2009, a number of debris flows and landslides occurred in Hofu area and northern half of Fukuoka prefecture, and totally 27 people were killed. (2>About the mudflow disasters: Mud flow disasters in Hofu occurred as the houses were buried by the mud flows, after the big stones in the debris flows had settled out. Examinations from geotechnical approach, the relationship between the occurrence of the landslides at decomposed soils and pore pressure has been implied. Analysis done for debris flow at Ishihara evaluated quantity of the mud washed out, and the effectiveness of the Sabo structure has been confirmed. (3)Information transmission and the system for precaution/ refuge: The present situation and the problems to be solved have been made clear for the gathering/ transmission of the information for disaster prevention/refuge, the establishment of the precaution/refuge system, and the establishment of the precaution/refuge system at the zones where the specification of the precaution to debris flows/landslides have been given.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	3,220,000	0	3,220,000
総計	3,220,000	0	3,220,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：

キーワード：土石流災害、マサ土、流動特性、数値シミュレーション、土砂氾濫の予測計算、流域防災計画、災害情報、避難行動

1. 研究開始当初の背景

- (1) 土砂災害の調査には降雨特性の把握が必要である。近年は異常気象の兆候がある。
- (2) 防府のマサ土地域での災害の多発とは、マサ土地域の土砂災害発生類型化のための有用情報となる。
- (3) 今回は、土石流が単純な形状の溪流で流動した所が多く、長年蓄積された土石流の物理に関する研究成果が適用されやすい。
- (4) 特殊養護老人ホーム入所者の被災はソフト対策の課題を投げかけた。

2. 研究の目的

- (1) 土砂災害の発生に直接関わる降雨の特性を、土砂災害が多発した山口県について高密度降水観測データにより重点的に解析する。
- (2) 崩壊や地すべり、土石流の発生機構解明のための基礎資料を得るために、地盤工学の立場から検討する。
- (3) 土石流の発生、流動、および堆積機構の解明のための基礎資料を得るため、土砂水理学の立場から検討する。
- (4) ソフト対策に関する調査として、人的被害発生状況、災害発生後の行政・防災機関および住民の対応、要援護者施設の状況、土砂災害計画区域指定の現状と課題および今回の災害での対応について検討する。

3. 研究の方法

(1) 山口県における豪雨の特徴

気象庁などの雨量データを解析し、日雨量から10分間雨量まで種々の時間の継続雨量を調べ、災害発生時刻との照合を通して災害発生までの降雨の特徴を検討した。

(2) 降雨特性および崩壊源頭部の状況に基づく地盤力学的崩壊メカニズムの検討

① 現場調査および室内試験・解析に基づく源頭部崩壊発生機構の検討： 防府市の代表的な土石流の全崩壊源頭の踏査、崩壊発生時の降雨の解析、壊源頭採取土試料の物理特性とせん断特性の調査から、源頭部崩壊機構の地盤力学的検討を行った。

② 浸透流解析と極限平衡安定解析による崩壊発生機構の検討： 上記の結果から土石流源頭部の崩壊の原因を概ね地山内の浸透圧の増大によると推察し、真尾地区の土石流の崩壊源頭部を対象に浸透流解析を行って崩壊との関係づけを試みた。

(3) 九州北部における崩壊状況調査と斜面災害地盤の土質・水理学的特性の調査

福岡県北部4地域と大分県竹田市の土砂災害現場の土試料を対象に、一連の土質試験を行い斜面災害地盤の土質・水理学的特性の調査を実施した。

(4) 崩壊誘起土石流の発生機構試験

特殊養護老人ホーム（以下、老人ホーム）上流の土石流発生機構を調べるため、溪流上部谷頭の崩壊地で土砂を採取し、一面せん断試験と水圧制御リングせん断試験を行った。

(5) 流出土砂の堆積に関する現地調査

奈美地区・松ヶ谷川を中心に、流出・堆積した土砂の現地調査を実施した。調査項目は、氾濫土砂の堆積厚の水平分布、河道内の流出土砂の堆積厚、土砂の粒度である。

(6) 1次元流動計算による土石流の検討

真尾・石原地区の土石流を対象に、溪流を流下する1次元シミュレーションを行った。

方程式系は、非定常の運動方程式と全相・固相の連続式、河床・側岸の侵食速度式とし、流路の横断面は長方形で、側岸は直立を保ち水平方向に侵食されるなどを仮定した。

(7) 汎用土石流再現計算モデルによる解析

石原地区の土石流の発生・流動・堆積過程の現地踏査と汎用土石流シミュレータKANAKOによる再現計算を行った。

(8) 人的被害発生状況

自然災害の軽減のための基礎調査として、牛山らが継続中の、豪雨災害による犠牲者の発生状況、属性等に関する定量的・実証的な解析を、今回の災害を対象に調査した。調査は、新聞記事、各種文献、インターネット上の公的機関等の文書などの検索、現地の聞き取り調査を行った。

(9) 災害発生後の行政機関および住民の対応

防府市を中心に今回の災害の情報伝達、避難計画などの地域防災計画に関わる課題と土砂災害防止法の手続きの課題を明らかにするために、資料の収集・関係者へのヒアリングより調査した。

(10) 要援護者施設の配置状況に関する検討

該当する山口県の全ての病院・福祉施設をGISマップ上にプロットした。次に、河川的位置や土地利用、標高、傾斜角、断層、地形、地質などの土砂災害の危険因子となるデータを取得し、これらの危険因子を、危険度が高いほど高得点とする形式で点数付けした。

(11) 土砂災害計画区域指定の現状と課題および今回の災害での対応

災害危険情報の周知・その認識・災害発生

時の住民の対応行動を明らかにするための現地調査を行った。現地調査の内容は下記の通りである。現地調査は、行政職員および住民に対するインタビューを中心に実施した。①土砂災害警戒区域指定時の住民説明会での説明内容・住民の反応、②土砂災害警戒区域指定に対する地域住民の認識、③2009年7月21日の災害発生時の対応行動

4. 研究成果

(1) 山口県における豪雨の特徴

山口県中部の7月21日の日降水量 (mm) の分布図によると、大規模な浸水被害が発生した山口、甚大な土砂災害が発生した防府、柳井、下松、桜山で250mmを超え、内陸部の美祢市から柳井市にかけて東西に延びる範囲で局地的な豪雨に見舞われた。

7月21日の雨は5時頃から始め、6時前後、8時30分頃、11~12時の3回降雨のピークがあった。老人ホームが被災したのは12時半頃である。10分間雨量の最大は18.0mm、1時間雨量の最大は74.5mmであった。6時から12時までの6時間に220.0mmの降雨があった。降雨の再現確率年は、最大3時間雨量126.0mmが50年、最大6時間雨量220.0mmが250年、24時間(日)降水量275.0mmは80年で、6時間雨量の突出が際立っている。

(2) 降雨特性および崩壊源頭部の状況に基づく地盤力学的崩壊メカニズムの検討

①降雨と崩壊発生の関連

瀬尾・船崎(1973)は、土砂災害の規模を、有効累加雨量E.R.と雨量強度Iを縦軸・横軸とするE.R.~I平面上で土砂災害の規模の小さいものから領域I、領域II、領域IIIに区分している。今回の雨は、最終的に領域IIIに達した。これは大規模な崩壊の発生の可能性を示唆している。

崩壊源頭部の特徴と現場土資料の水中安息角を調べた。土粒子密度は2.59~2.66 g/cm³、水中安息角は何れも30°以上である。下右田の土資料の水中安息角37°は斜面勾配30°より小さい。これは、地盤内に発生した浸透圧により有効応力が低下して崩壊した可能性を示唆する。

②現場調査および室内試験・解析に基づく源頭部崩壊発生メカニズムの検討

崩壊状況から、源頭部斜面を対象に非定常二次元飽和-不飽和浸透流解析を実施した。解析プログラムは大西・西垣ら(1977)によるUNSAFを用いた。

浸透流解析から土石流発生8時間前から発生までの地下水位の経時変化図を得た。その結果より、斜面下部の緩傾斜部で地下水位が

徐々に上昇し崩壊発生時には飽和に近いこと、源頭部より少し下った位置では土石流発生まで地下水位に変化がないこと、崩壊源頭部では発生4時間前から地下水位が上昇し崩壊発生時には大きな飽和領域を形成したことが示唆された。

(3)九州北部における崩壊状況調査と斜面災害地盤の土質・水理学的特性の調査

斜面災害地盤の土試料について土質・水理学的実験を行い以下のことが判明した。

① Γ 粒度試験と透水試験の結果、竹田市以外の試料は殆んどが「礫質砂」で、竹田市の試料は、「粘土(低液性限界)」に分類される。

②コンシステンシー限界試験から得た塑性図で判断すると、コンシステンシー限界に関して斜面災害発生の特徴はみられなかった。

③自然含水比状態の定圧一面せん断試験結果から、篠栗町、竹田市および国道385号の試料の内部摩擦角は大きく、自然含水比の状態では、強度的に安定した土と推察される。

④供試体への通水、さらに定体積条件でせん断する条件も加わると、その分せん断強度が低下する。福智町の試料は透水係数が大きく、篠栗町の試料は透水係数が小さく、このことから、篠栗町の試料が豪雨時の強度低下は顕著であったと推察される。

⑤斜面が不安定化した一つの要因として、粒度がよく平常時に安定な強度をもつ地盤では、豪雨時に斜面に水分が浸透することにより地盤の強度が低下したこと、その強度低下が透水性の小さな地盤で顕著であったことが考えられる。

(4)崩壊誘起土石流の発生機構試験

老人ホーム上流の溪流上部、採石場内の谷頭の崩壊地に落ち残った土砂試料を用いた。資料は粘土分が僅少の典型的なマサである。

①現場一面せん断試験：飽和状態で現場条件に近い8kPaの低応力で定体積試験を実施した結果、原点に向うコラプス的な応力経路を描き、液状化する可能性があることを示した。

②水圧制御すべり面再現試験：地盤内のすべり面上の垂直応力、せん断応力、間隙水圧を独立に制御できるリングせん断試験機と、試料の観察が可能な可視型地震時地すべり再現試験機(DPRI-7)を用い、豪雨時のすべり面再現試験を実施した。せん断試験では、破壊直前に水圧が急上昇し、加速的な変位を再現できた。これは、土粒子構造が収縮し始めて正の過剰間隙水圧が発生し始めたためと考えてよい。

(5)流出土砂の堆積に関する現地調査

氾濫した土砂は、粒径1mm程度の細砂で、所謂、土砂流の堆積物であった。細砂は浅く

広く堆積し、土砂の氾濫域は広がった。また、宅地の庭に多くの土砂の堆積が見られた。

(6) 土石流の1次元流動シミュレーション

主要な結果として、真尾と石原の土石流はピーク流量、流速、流砂濃度が各々、 $186\text{m}^3/\text{s}$ と $400\text{m}^3/\text{s}$ 、流速が $6.5\text{m}/\text{s}$ と $8.1\text{m}/\text{s}$ 、流砂濃度が 0.22 と 0.36 と推定された；計算結果は現地の痕跡水位による推定ピーク流量とほぼ一致した。石原地区の土石流の流向解析で、下流の集落で $0\sim 55\text{cm}$ 程度の堆積を生じたことが推測された。

(7) 汎用土石流シミュレーションモデル解析

石原地区を対象に、汎用土石流シミュレータ KANAKO を用いて数値シミュレーションを行い、災害状況の再現や効果的な対策法を検討した。現地調査の結果に基づき、初期条件を設定して計算を行った。計算結果は実際の土石流とよく対応した。谷部（1D 計算）では侵食による土石流の発達、扇状地（2D 計算）では顕著な堆積の傾向が確認された。この結果は実際の土砂氾濫状況をよく説明している。

(8) 人的被害発生状況

今回の災害の原因外力別犠牲者数の集計では「土砂」が中心だった。遭難場所別の犠牲者では、「屋内」、「屋外」が半々であった。何らかの避難行動中の犠牲者は、2004～2008年の5年間で全体の1割程度と少数で、今回の豪雨災害でも2名と少ない。

今回の豪雨による災害の犠牲者発生形態は、年代構成、遭難場所、避難行動の有無などから見ると、近年の豪雨災害犠牲者の傾向とあまり変わらず、典型的な事例と言える。一方、台風9号による兵庫県佐用町の洪水災害では、若年層への被害集中、屋外遭難者の多発、避難中の犠牲者の大量発生など、近年の豪雨災害事例とは異なる形態が見られた。

(9) 災害発生後の行政機関および住民の対応

災害発生後の行政・防災機関及び住民の対応の特徴は次のように纏めることができる。

① 気象警報などの情報伝達はスムーズであったが、行政は個別の通報、確認作業に追われ、組織的な対応が出来なかった。地域防災計画に役割分担を明示すべきである。

② 土砂崩壊による道路の寸断のため、広域航空消防応援が近隣他県等から得られ、山口県災害派遣医療チーム(DMAT)の人員の輸送、孤立地区住民の救出、上空偵察、物資輸送に大きな役割を果たした。

③ 災害情報の伝達、交通情報、ライフラインの復旧を、コミュニティFMなどが災害報道を詳細に伝えた。一方、インターネットへのアクセスが集中し、通信速度の低下で情報収

集が遅くなったとの指摘があった。

④ 現在、気象台の土砂災害警戒情報に加え、これを補完する行政用の有用情報が提供される。これら行政用のシステムを利用しパソコン上で管内の雨の様子を把握できる人材を市町村毎に配置すべきである。

⑤ 復旧や生活支援に関する情報の共有や提供に課題を残した。河川や堰堤の管理者が不明、生活支援の窓口が不明、との声が被災地の調査で複数あった。適切な情報共有プロジェクトが望まれる。

(10) 要援護者施設の配置状況に関する検討

病院や福祉施設（要援護者施設）の危険度因子の合計点を求めて危険度の評価を行い、危険度を棒グラフで Google Earth 上に示した。今回7人の犠牲者を出した特別養護老人ホーム「ライフケア高砂」は、危険度が高く算出され、評価方法の適切さが示唆される。

(11) 土砂災害計画区域指定の現状と課題および今回の災害での対応

防府市の場合、警戒区域のみの指定のため全市レベルでの町内会長対象の説明会であり、特別計画区域の指定の際に行う地元説明会はなかった。また、防府市の指定は山口県では2番目の事例で、ノウハウ不足もある。

土砂災害警戒区域指定に関わる課題として、①警戒区域の場所が多く存在し、危険個所が分かりにくい、②避難勧告の基準が自治体により異なる、③警戒区域の指定は建物がある所を対象とするため、建物が無い所は指定されず、建設された後にも警戒区域とならないケースがあることが指摘された。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計12件）

① 笠間清伸, 安福規之, 佐藤秀文, 斜面災害地盤の土質・水理学的特性, 平成21年7月九州北部豪雨による土砂災害調査報告書, (社)地盤工学会, 査読無, 2010, pp.83-99.

② 福岡 浩, 山本晴彦, 宮田雄一郎, 汪発武, 王功輝, 平成21年7月中国・九州北部豪雨による山口県防府市土砂災害, 自然災害科学, 査読有, 2月28日号, 2010, pp.185-201.

③ 清水誠, 高橋和雄, 中村聖三, 2009年7月山口豪雨時の防府市奈美地区の住民の対応, 自然災害科学西部地区部会報・論文集, 査読無, No.34, 2010, pp.101-104.

④ 高橋和雄, 清水 誠, 中村聖三, 2009年7月山口豪雨災害時の組織の対応, 自然災害科学西部地区部会報・論文集, 査読無, No.34, 2010, pp.97-100.

- ⑤牛山素行, 2009年8月9日兵庫県佐用町を中心とした豪雨災害の特徴, 自然災害科学西部地区部会報・論文集, 査読無, No.34, 2010, pp.37-40.
- ⑥久保田哲也, 09年防府災害など土石流災害における森林の減勢機能と流木の特性, 自然災害科学西部地区部会報・論文集, 査読無, No.34, 2010, pp.93-96.
- ⑦黒田佳祥, 橋本晴行, 永野博之, 池松伸也, 宮崎 遼, 三好朋宏, 2009年7月防府市真尾・石原地区において発生した土石流の流動特性, 自然災害科学西部地区部会報・論文集, 査読無, No.34, 2010, pp.89-92.
- ⑧福岡 浩, 王功輝, 汪發武, Ogbonnaya IGWE, 平成21年7月中国・九州北部豪雨による山口県防府市土石流発生機構, 自然災害科学西部地区部会報・論文集, 査読無, No.34, 2010, pp.85-88.
- ⑨鈴木素之, 兵動正幸, 川崎秀明, 中田幸男, 吉本憲正, 石蔵良平, 平成21年7月21日山口県防府地区で発生した土砂災害, 文部科学学会誌, 自然災害科学西部地区部会報・論文集, 査読無, No.34, 2010, pp.81-84.
- ⑩山本晴彦, 山崎俊成, 森 博隆, 有村真吾, 高山俊成, 吉越 恆, 岩谷 潔: 2009年7月21日に山口市で発生した豪雨による浸水被害の住民意識調査, 自然災害科学西部地区部会報・論文集, 査読無, No.34, 2010, pp.105-108.
- ⑪山本晴彦, 山崎俊成, 森 博隆, 有村真吾, 高山俊成, 吉越 恆, 岩谷 潔: 山口県において2009年7月21日に発生した豪雨の特徴と水災害の概要, 自然災害科学西部地区部会報・論文集, 査読無, No.34, 2010, pp.77-80.
- ⑫羽田野袈裟義, 兵動正幸, 朝位孝二, 種浦圭輔, 宮田雄一郎, 山本晴彦, 鈴木素之, 2009年7月中国・九州北部の豪雨による水・土砂災害発生と防災対策に関する研究, 自然災害総合シンポジウム講演論文集, 査読無, No.46, 2009, pp.23-33.

[学会発表] (計14件)

- ①羽田野袈裟義, 小田善文, 種浦圭輔, 朝位孝二, 2009年7月豪雨による防府の土石流・土砂災害の調査研究, (社)土木学会第65回年次学術講演会, 2010年9月(発表確定), 北海道大学札幌キャンパス.
- ②羽田野袈裟義, 山本晴彦, 種浦圭輔, 福岡浩, 汪發武, 平成21年7月中国・九州北部豪雨と防府市土石流災害, (社)日本地すべり学会平成22年度研究発表講演会, 2010年7月7日(発表確定), 那覇市, 沖縄ハーバービューホテル.
- ③黒田佳祥, 橋本晴行, 永野博之, 宮崎 遼,

三好朋宏, 2009年7月防府市真尾・石原地区において発生した土石流の流出特性, 平成22年度砂防学会研究発表会, 2010年5月27日, 長野県社会福祉総合センター.

④羽田野袈裟義, 小田善文, 種浦圭輔, 朝位孝二, 2009年7月21日豪雨による防府地域の土砂災害の調査研究, 第62回(社)土木学会中国支部研究発表会, 2010年5月15日, 徳山工業高等専門学校.

⑤羽田野袈裟義, 2009年7月の防府の土砂災害と今後の土砂災害軽減対策, (社)土木学会中国支部 特別講演会, 2010年5月14日, 徳山大学

⑥Fukuoka.H, Wang, F., Wang,G., Sudden pore pressure rise and rapid landslide initiation induced under extreme rainfall conditions- a case study, EGU(European Geoscience Union)General Assembly 2010, Geophysical Research Abstracts, Vol.12, EGU2010-14480, 2010,2010年5月7日, オーストリア国, ウィーン国際センター.

⑦福岡 浩, 平成21年7月中国・九州北部豪雨による防府土砂災害, 京都大学防災研究所研究発表講演会, 2010年3月20日, 京都大学おうばくプラザ.

⑧羽田野袈裟義, 2009年豪雨による防府地区の土砂災害, 京都大学防災研究所研究発表講演会, 2010年3月20日, 京都大学おうばくプラザ.

⑨安福規之, 九州北部の土砂災害から考えたこと, 九州地区国立大学連携事業, 2010年3月19日, 九州大学医学部100年講堂.

⑩羽田野袈裟義, 朝位孝二, 種浦圭輔, 兵動正幸, 山本晴彦, 鈴木素之, 2009年7月中国・九州北部の豪雨による土砂災害発生の報告, 平成21年度河川災害に関するシンポジウム, 2010年3月3日, 北海道大学札幌キャンパス.

⑪黒田佳祥, 橋本晴行, 永野博之, 宮崎 遼, 三好朋宏, 2009年7月防府市真尾地区において発生した土石流の1次元流動シミュレーション, 平成21年度(社)土木学会西部支部研究発表会, 2010年3月1日, 崇城大学.

⑫Fukuoka.H., Hong,Y., Cui,P., and Yamamoto, H.: Detection of heavy rainstorm which induced debris flows by TRMM-based satellites and networked rain gauges, Eos Trans. AGU, 90(52), Fall Meet. Suppl., Abstract NH41C-1248, 2009, 2009年12月17日, 米国サンフランシスコ, Moscone Center.

⑬牛山素行, 2009年7月21日山口県で発生した豪雨災害の特徴, 第28回日本自然災害学会学術講演会, 2009年9月29日, 京都市

⑭山本晴彦, 山崎俊成, 森 博隆, 有村真吾, 2009年7月21日に発生した山口豪雨の特徴と水災害の概要, 第28回日本自然災害学会

学術講演会，2009年9月29日，京都市。

〔図書〕（計0件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計0件）

○取得状況（計0件）

〔その他〕

ホームページ等

<http://disaster-i.net/disaster/20090721/>（平成21年7月中国・九州北部豪雨による豪雨災害研究関係情報）

<http://disaster-i.net/disaster/20090809/>（2009年8月台風9号(台風0909)豪雨災害研究関係情報）

6. 研究組織

(1) 研究代表者

羽田野 袈裟義 (HADANO KESAYOSHI)
山口大学・大学院理工学研究科・教授
研究者番号：70112307

(2) 研究分担者

安福 規之 (YASUFUKU NORIYUKI)
九州大学・大学院工学研究院・教授
研究者番号：20166523

兵動 正幸 (HYODO MASAYUKI)
山口大学・大学院理工学研究科・教授
研究者番号：40130091

橋本 晴行 (HASHIMOTO HARUYUKI)
九州大学・大学院工学研究院・准教授
研究者番号：70117216

久保田 哲也 (KUBOTA TETSUYA)
九州大学・大学院農学研究院・准教授
研究者番号：40243381

福岡 浩 (FUKUOKA HIROSHI)
京都大学・防災研究所・准教授
研究者番号：40252522

里深 好文 (SATOFUKA YOSHIFUMI)
立命館大学・理工学部・教授
研究者番号：20215875

山本 晴彦 (YAMAMOTO HARUHIKO)
山口大学・農学部・教授
研究者番号：40263800

高橋 和雄 (TAKAHASHI KAZUO)
長崎大学・工学部・教授
研究者番号：30039680

宮田 雄一郎 (MIYATA YUICHIRO)
山口大学・大学院理工学研究科・教授
研究者番号：60253134

鈴木 素之 (SUZUKI MOTOYUKI)
山口大学・大学評価室・准教授
研究者番号：00304494

牛山 素行 (USHIYAMA MOTOYUKI)
静岡大学・防災研究センター・准教授
研究者番号：80324705

田村 圭子 (TAMURA KEIKO)
新潟大学・危機管理室・教授
研究者番号：20397524

後藤 健介 (GOTO KENSUKE)
長崎大学・熱帯医学研究所・助教
研究者番号：60423620

藤田 正治 (FUJITA MASAHARU)
京都大学・防災研究所・教授
研究者番号：60181369

牧 紀男 (MAKI NORIO)
京都大学・防災研究所・准教授
研究者番号：40283642

(3) 連携研究者

朝位 孝二 (ASAI KOJI)
山口大学・大学院理工学研究科・准教授
研究者番号：70202570

善 功企 (ZEN KOKI)
九州大学・大学院工学研究院・教授
研究者番号：50304754

守田 治 (MORITA OSAMU)
九州大学・大学院理学研究院・准教授
研究者番号：70112290

滝本 浩一 (TAKIMOTO KOICHI)
山口大学・大学院理工学研究科・准教授
研究者番号：50263794

三浦 房紀 (MIURA FUSANORI)
山口大学・大学院理工学研究科・教授
研究者番号：60109072

種浦 圭輔 (TANEURA KEISUKE)
山口大学・大学院理工学研究科・助教
研究者番号：10452632