

令和元年6月22日現在

機関番号：15501

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15H04038

研究課題名(和文) 時間防災学の視点から土石流の発生頻度とインパクトを評価した災害リスクマップの創成

研究課題名(英文) Creation of disaster risk map considering occurrence frequency and impact of debris flows from the viewpoint of time-related disaster prevention studies

研究代表者

鈴木 素之 (Suzuki, Motoyuki)

山口大学・大学院創成科学研究科・教授

研究者番号：00304494

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,500,000円

研究成果の概要(和文)：山口県防府市は2009年7月、長野県木曾郡南木曾町は2014年7月、広島市は同年8月に大規模な土石流をもたらした集中豪雨に見舞われ、多くの犠牲者が出た。これらの地域の風化花崗岩は豪雨時に侵食されやすく、過去に類似した土砂災害が起こっている。将来の災害を防ぐには過去の災害の発生頻度と影響範囲を解明することが重要である。本研究課題では、これら3地域の被災渓流の新旧土石流堆積物を調べ、それに含まれる炭化物の年代測定等を実施した。その結果、土石流の発生間隔は防府では100～200年間、広島では150～400年間であり、同じ花崗岩でも土石流の発生頻度は岩石の風化程度などによって異なること等を突き止めた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的意義としては、風化花崗岩が分布する地域では豪雨時に土石流が過去に何度も発生していることが地盤に残る土石流の痕跡と地域に残存する歴史資料の両面から実証されたことである。本研究の社会的意義としては、調査結果により谷の出口は土石流が繰り返し発生する箇所であると改めて確認されたことである。過去の災害の発生状況や影響範囲は将来の土砂災害を減らすための方策に一層活用することが大切である。

研究成果の概要(英文)：Heavy rainfalls attacked Hofu City, Yamaguchi Prefecture in July 2009, Nagiso Town, Nagano Prefecture in July 2014, and Hiroshima City in August 2014, and resulted in large-scale debris flows. There were many victims in these cases. The weathered granitic rock in these regions is likely to erode during heavy rainfall, causing similar sediment disasters in the past. It is important to elucidate the frequency and impact of previous disasters, to prevent the coming disasters. We investigated debris flow deposits along streams in each area and conducted radiocarbon dating on carbides in the deposits, to determine when the past debris flow occurred. Comparing the dating results with historical disaster archives, the occurrence cycle of debris flows was estimated at 100-200 years in Hofu region and at 150-400 years in Hiroshima region. Even if the geologic feature is the same, it differs depending on the degree of rock weathering, the length and slope of stream, the catchment area and so on.

研究分野：地盤工学

キーワード：土石流 災害リスク 年代測定 発生頻度 歴史資料 リスクマップ インパクト

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

土石流は同じ溪流で繰り返し発生する現象であるが、従来の研究では極めて局所的かつ再来性のつよい土石流に対する長期評価の適用性は不明であった。また、過去の災害アーカイブは地域や時期によって残存していないこともあり、災害の記録や教訓が伝承されて、現在の防災に生かされているとは言い難い。研究開始当初の研究状況としては、申請者の研究成果も含めて、土石流の発生頻度や傾向は部分的に判明しているにすぎず、下流域まで到達した大規模な土石流の結果や地形・地質条件が異なる地域での結果はほぼ皆無であった。また、住民の防災意識の向上に資することを目的とした、過去の土砂災害の発生頻度や影響範囲を反映した災害リスクマップは作成されていなかった。

### 2. 研究の目的

本研究は、放射性炭素 ( $^{14}\text{C}$ ) 年代測定と災害アーカイブ調査を組み合わせた方法により、現在から遡った過去 1000 年間における土砂災害の発生リスクを評価する方法を確立し、長期的な災害発生リスクを考慮した災害リスクマップを作成することを目的とする。本研究では、土石流堆積物に巻き込まれた樹木片炭化物に対して  $^{14}\text{C}$  年代測定を行い、土石流の発生年代およびインターバルタイムを明らかにする。また、地域に残存する古文書等の災害イベントと照合したうえで、地域特有の『土石流災害発生年表』を作成する。最終的に、土石流の発生頻度と規模・影響範囲をもとに災害リスクを算定・モデル化し、過去の災害を学び、未来の防災へつなげるハザードマップすなわち災害リスクマップに仕上げることを目標とする。

### 3. 研究の方法

#### (1) 調査方法

現地調査では、溪流の中流～下流の側岸では露頭にて、また扇状地末端～氾濫原では平板型試料採取器を用いて、新旧土石流堆積物の層序を確認した上で、土中から植物遺骸や炭化物を採集し、土石流堆積物に対して  $^{14}\text{C}$  年代測定を行った。また、 $^{14}\text{C}$  年代値と災害記録との対比から土石流発時期の確度を検討した。

#### (2) 調査箇所

調査箇所は、2009 年以降の豪雨により土石流災害が発生した山口県防府市勝坂、真尾、松ヶ谷、石原、玉泉溜池、三谷川の 6 地区、山口市阿東嘉年、長野県木曾郡南木曾町、広島市安佐北区可部東、三入南及び安佐南区八木、宮下川、緑井の 5 地区である。さらに、研究期間中の平成 30 年 7 月豪雨により土石流が発生した広島市東区馬木を調査箇所に加えた。防府市、広島市および南木曾町には主に花崗岩、山口市阿東嘉年には主に流紋岩が分布している。

### 4. 研究成果

#### (1) 山口及び九州の豪雨災害発生頻度

図-1 は、1600 年～1900 年までの山口及び九州各県の毎年の災害発生件数を過去最大の年間災害発生件数で正規化したものである。データは地誌や災害史から抽出した大雨、暴風に関する災害記録である。災害発生件数のピークは各地域で異なり、福岡、佐賀、大分、熊本においては 1828 年に年間最大件数を示しており、データが比較的少ない宮崎県でもその年の災害件数は多かった。その年は広域的な豪雨が多発した年であった可能性がある。

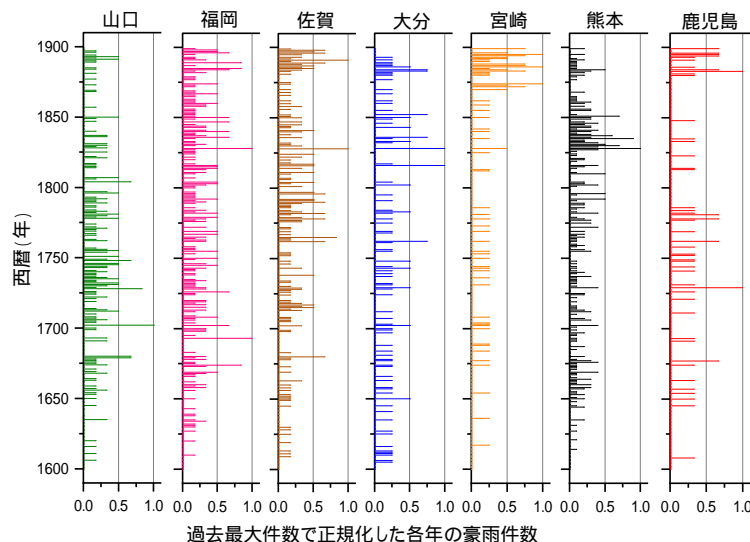


図-1 正規化した山口および九州各県の豪雨記録の時間分布 (データは下記の文献より引用した。山口県: 山口県災異誌, pp.214-238, 1953; 福岡測候所: 福岡県災異誌 pp.1-24, 1936; 佐賀地方気象台: 佐賀県災異誌, pp.1-21, 1964; 大分測候所: 大分県災異誌, pp.1-18, 1952; 宮崎地方気象台: 宮崎県災異誌, pp.1-12, 1967; 熊本測候所: 熊本県災異誌, pp.1-23, 1952; 鹿児島地方気象台: 鹿児島県災異誌, pp.1-8, 1952.)

#### (2) 防府市及び山口市阿東嘉年の土石流発生状況

防府市の各調査地区の土石流発生年表を図-2 に示す。図には史料から抽出した過去の豪雨・洪水・地震の発生件数と土石流堆積物の  $^{14}\text{C}$  年代値を記載している。ここで、年表の豪雨・地震の欄に示した年代は炭化物の年代値と対応した豪雨記録である。防府地域全体でみると、2009 年を含めて少なくとも過去 9 回の土石流 (図中では土石流 No.1 ~ No.9 と表記) が発生しており、

この発生間隔は 100～200 年程度といえる。しかし、豪雨の発生間隔は数十年程度と短いものがあり、豪雨と土石流の発生間隔は一致しない。このことは土砂が渓床に堆積する時間を考慮する必要があることを示唆している。また、山口市阿東嘉年の 2 渓流の調査結果を同図に示している。この箇所では少なくとも過去 4 回の土石流（図中では No.1～No.4 と表記）が発生していたと考えられる。現時点のデータに限れば、この地域の土石流発生間隔はおおよそ 400～600 年といえる。No.2～4 の土石流はそれぞれ 1230 年、1653 年および 1778 年の豪雨記録と整合している。防府地域でも 1230 年と 1778 年の豪雨記録に対応する土石流堆積物の存在が確認されていることから、これらの豪雨は防府から山口市阿東嘉年に及ぶ広範囲なものと推定される。

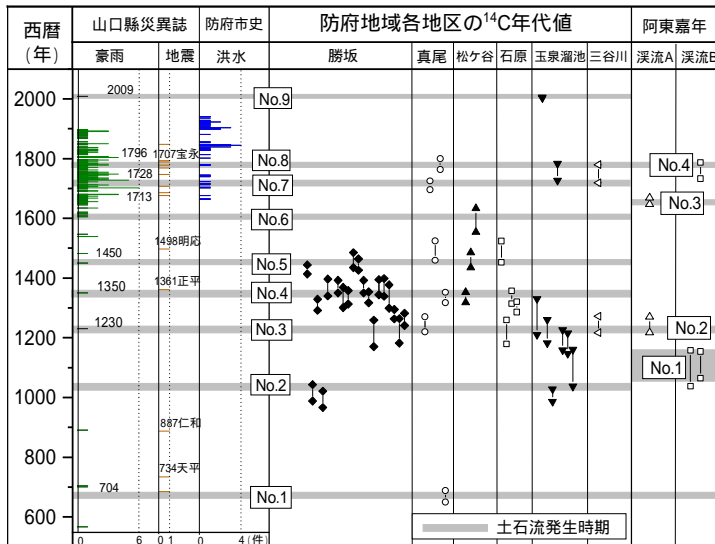


図-2 防府市および阿東嘉年の土石流発生年表（図中の災害記録は下記の文献から引用した。山口県：山口縣災異誌，pp.214-238，1953；防府市教育委員会：防府市史上巻，pp.65-81，1980。）

### (3) 広島市安佐南区及び安佐北区

広島市の各調査地区の土石流発生年表を図-3 に示す。図の構成は図-2 と同様である。これまでの調査結果から広島市安佐北区および安佐南区では少なくとも過去 7 回の土石流（図中では No.1～No.7 と表記）が発生したと考えられる。ただし、No.3 と No.4 の間にある宮下川の 1 件と No.4 と No.5 の間にある可部東と三入南の 2 件は土石流堆積物に挟まれた有機質土の年代であり、土石流が発生しない静穏期を表している。このうち、No.2～No.5 および No.7 の土石流は複数の地域で発生したと推定できる。また、東区馬木では少なくとも過去数回の土石流が発生したと考えられる。以上のことから、広島市安佐北区および安佐南区の土石流発生間隔はおおよそ 150～400 年であると考えられる。

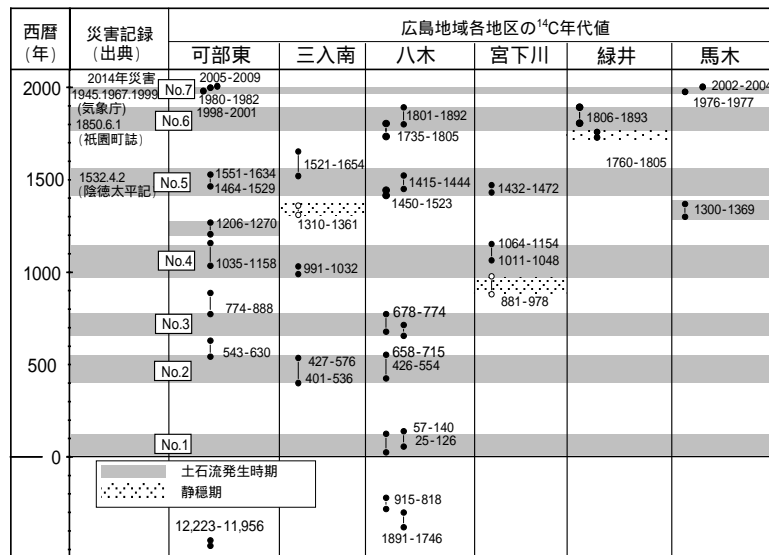


図-3 広島市安佐南区，安佐北区及び東区馬木における土石流発生年表

### (4) 長野県木曾郡南木曾町

南木曾町の各調査渓流の土石流発生年表を図-4 に示す。図の構成は図-2、3 と同様である。これより、梨子沢、神戸沢および北沢では少なくとも過去 2 回、大洞沢では過去 1 回は土石流が発生しており、そのうち、1955～1956 年に複数の渓流で同時期に土石流が発生したことが分かった。梨子沢に関しては、図中の No.1～No.2 までの土石流発生間隔は約 350 年ほどであるが、2014 年災害の前には 1965 年の災害記録が残されており、その間隔は約 50 年である。なお、他地区に比べて  $^{14}\text{C}$  年代値の数が少ない理由として、この地区の渓流勾配が大きく、土石流堆積場が狭く、細粒分がたまりにくいことが考えられる。

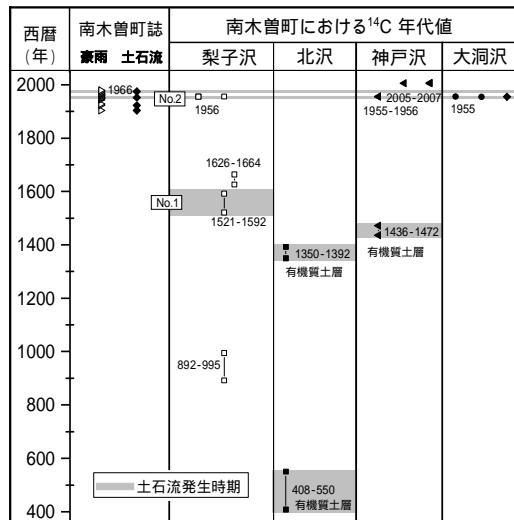


図-4 南木曾町における土石流発生年表  
( 図中の災害記録は下記の文献より引用した。南木曾町誌編さん委員会：南木曾町誌通史編，1982 .)

#### (5) 主要な研究成果のまとめ

1600年～1900年における山口および九州各県の年災害発生件数の推移は異なるものの、1828年の災害発生件数は福岡、佐賀、大分、熊本で期間最大であった。

風化花崗岩が分布する地域の土石流発生間隔は防府地域でおおよそ100～200年、広島市安佐北区および安佐南区でおおよそ150～400年であった。しかし、南木曾町では土石流発生間隔を推定するまでには至らなかった。

流紋岩が分布する山口市阿東嘉年の土石流発生間隔はおおよそ400～600年であった。

上記3地域の災害リスクマップの作成に必要な発生箇所、発生年代等のデータを取得した。

土石流発生間隔は、豪雨の発生間隔だけでなく、同じ花崗岩地帯であっても地山の風化程度、溪流長・勾配、流域面積などによって異なるとの見通しを得た。

#### 5. 主な発表論文等

##### [雑誌論文](計10件)

- 1) 西山健太, 鈴木素之, 片岡 知, 松木宏彰, 小笠原 洋, 西川智樹, 楳原京子, 2018年7月豪雨における広島市東区の土砂災害, 自然災害研究協議会中国地区部会研究論文集(査読無し), (5), 23-26, 2019年.
- 2) 松木宏彰, 鈴木素之, 楳原京子, 阪口和之, 小笠原 洋, 片岡 知, 広島市安佐南区と安佐北区周辺地域の土石流堆積物の状況と土石流の発生頻度, 地盤工学ジャーナル(査読有り), 13(4), 403-421, <https://doi.org/10.3208/jgs.13.403>, 2018年.
- 3) 阪口和之, 鈴木素之, 楳原京子, 松木宏彰, 金折裕司, 櫻井正明, 片岡 知, 山口県防府市石原地区における土石流の発生頻度とその堆積物特性, 地盤工学ジャーナル(査読有り), 13(3), 237-247, <https://doi.org/10.3208/jgs.13.237>, 2018年.
- 4) 片岡 知, 鈴木素之, 川島尚宗, 松木宏彰, 阪口和之, 山口県防府市佐波川に分布する中世の遺跡と土石流発生溪流・河川流路との位置関係, 第6回河川堤防技術シンポジウム論文集(査読無し), 9-12, 2018年.
- 5) 志賀竜巳, 片岡 知, 鈴木素之, 楳原京子, 阪口和之, 松木宏彰, 平成26年8月に土砂被害を受けた広島市安佐南区および安佐北区における放射性炭素年代測定を用いた土石流発生頻度の推定, 自然災害研究協議会中国地区部会研究論文集(査読無し), (4), 37-40, 2018年.
- 6) Matsugi, H., Suzuki, M., Kagohara, K., Sakaguchi, K., Recurrence of Large-scaled Debris Flows occurred in Hiroshima City, 2014, Geotechnical aspect of damages caused by natural phenomena, Proc. of 7th Conference of Croatian Geotechnical Society with in International Participation(査読有り), pp.197-202, 2016年11月.
- 7) 鈴木素之, 花崗岩・まさ土地帯における土石流の発生サイクルについて, 山口地学会誌(査読無し), 76, 41-50, 2016年.
- 8) 鈴木素之, 阪口和之, 楳原京子, 松木宏彰, 片岡 知, 山口県防府地区を対象とした社会変遷と古気候を考慮した土砂災害史の編纂, 第60回地盤工学シンポジウム論文集(査読無し), 地盤工学会, 79-84, 2016年.
- 9) 鈴木素之, 阪口和之, 楳原京子, 松木宏彰, 地形・地質条件による土石流発生頻度のちがいを, 地盤工学会誌(査読有り), 64(4), 8-11, 2016年.
- 10) 松木宏彰, 楳原京子, 鈴木素之, 阪口和之, 広島市可部東地区の土石流発生頻度の検討, 自然災害研究協議会中国地区部会研究論文集(査読無し), 第2号, pp.33-36, 2016年.

##### [学会発表](計18件)

- 1) 西山健太, 鈴木素之, 片岡 知, 松木宏彰, 阪口和之, 後藤 聡, 神谷知佳, 長野県木曾



郡南木曾町における各溪流の過去の土石流の発生状況,第54回地盤工学研究発表会,2019年.

- 2) 西山健太,鈴木素之,松木宏彰,小笠原 洋,西川智樹,楳原京子,平成30年7月豪雨で被災した広島市東区における溪流の土石流発生頻度(第一報),2019年度土木学会中国支部研究発表会,2019年.
- 3) 片岡 知,鈴木素之,川島尚宗,松木宏彰,阪口和之,中世における佐波川流域沿いに位置する遺跡分布と土石流発生溪流との位置関係,第37回日本自然災害学会学術講演会,2018年.
- 4) 松木宏彰,鈴木素之,阪口和之,楳原京子,片岡 知,志賀竜巳,広島市安佐南区周辺の土石流発生履歴と災害リスクの検討,第53回地盤工学研究発表会,2018年.
- 5) 片岡 知,鈴木素之,志賀竜巳,松木宏彰,杉山光正,楳原京子,阪口和之,広島市安佐南区八木と緑井地区における土石流堆積物の形成年代および粒度特性,第53回地盤工学研究発表会,2018年.
- 6) 鈴木素之,片岡 知,松木宏彰,楳原京子,阪口和之,山口県防府市,山口市,広島県広島市および長野県南木曾町における被災溪流の土石流発生履歴,平成30年度砂防学会研究発表会,2018年.
- 7) 片岡 知,鈴木素之,阪口和之,松木宏彰,楳原京子,後藤 聡,韓 森, Mega Lia ISTIYANTI, 郝 春睿, 長野県南木曾町梨子沢における土石流の発生時期の推定,平成30年度土木学会中国支部研究発表会,2018年.
- 8) 韓 森,後藤 聡, Istiyanti, M. L., 郝 春睿,松木宏彰,楳原京子,阪口和之,片岡知,鈴木素之,長野県南木曾町梨子沢における過去の土石流堆積物に関する年代測定と土質力学的考察,第14回地盤工学会関東支部発表会,2017年.
- 9) 鈴木素之,片岡 知,楳原京子,阪口和之,松木宏彰,山口および広島両県における土石流発生年表,第56回日本地すべり学会研究発表会,2017年.
- 10) 韓 森,後藤 聡, Istiyanti, M. L., 郝 春睿,松木宏彰,楳原京子,阪口和之,片岡知,鈴木素之,長野県南木曾町梨子沢における過去の土石流堆積物の観察と土質力学的考察,第56回日本地すべり学会研究発表会,2017年.
- 11) 片岡 知,鈴木素之,阪口和之,松木宏彰,楳原京子,近年土砂災害が発生した防府市および広島市の土石流発生頻度の推定,第52回地盤工学研究発表会,2017年.
- 12) 松木宏彰,鈴木素之,楳原京子,阪口和之,片岡 知,広島市の土石流災害の発生履歴と環境変遷,平成29年度土木学会中国支部研究発表会,2017年.
- 13) 片岡 知,鈴木素之,阪口和之,楳原京子,松木宏彰,防府地域において史料に残る豪雨が引き起こした土石流の発生時期の推定,平成29年度土木学会中国支部研究発表会,2017年.
- 14) 阪口和之,鈴木素之,楳原京子,松木宏彰,松原輝明,山口県防府地域の土石流年表の作成と溪流上流域で生じた過去の土砂災害現象の一考察,第51回地盤工学研究発表会,2016年.
- 15) 松木宏彰,鈴木素之,楳原京子,阪口和之,広島市安佐南区・安佐北区周辺地域の土石流発生履歴の検討,第51回地盤工学研究発表会,2016年.
- 16) 鈴木素之,阪口和之,楳原京子,松木宏彰,山口県防府地区土砂・水災害発生年表について,平成28年度地盤工学会中国支部第42回地盤工学セミナー報告会,2016年.
- 17) 鈴木素之,楳原京子,阪口和之,松木宏彰,花崗岩とまさ土地帯における土石流堆積物の組成・構造とその発生頻度について,平成28年度地盤工学会中国支部第42回地盤工学セミナー報告会,2016年.
- 18) 松原輝明,鈴木素之,阪口和之,楳原京子,松木宏彰,平成21年7月以前に山口県防府市で発生した土石流の長期的発生頻度に関する考察,平成28年度土木学会中国支部研究発表会,2016年.

〔その他〕

ホームページ等

時間防災学の研究紹介, <http://web.cc.yamaguchi-u.ac.jp/~taishin/img/file1.pdf>

## 6. 研究組織

### (1) 研究分担者

研究分担者氏名: 土田 孝

ローマ字氏名: Tsuchida Takashi

所属研究機関名: 広島大学

部局名: 工学研究科

職名: 教授

研究者番号(8桁): 10344318

研究分担者氏名: 楮原 京子

ローマ字氏名: Kagaohara Kyoko

所属研究機関名: 山口大学

部局名: 教育学部

職名: 准教授

研究者番号(8桁): 10510232

研究分担者氏名: 進士 正人

ローマ字氏名: Shinji Masato

所属研究機関名: 山口大学

部局名: 大学院創成科学研究科

職名: 教授

研究者番号(8桁): 40335766

研究分担者氏名: 後藤 聡

ローマ字氏名: Goto Satoshi

所属研究機関名: 山梨大学

部局名: 大学院総合研究部

職名: 准教授

研究者番号(8桁): 80303395

研究分担者氏名: 森下 徹

ローマ字氏名: Morishita Toru

所属研究機関名: 山口大学

部局名: 教育学部

職名: 教授

研究者番号(8桁): 90263748

研究分担者氏名: 金折 裕司

ローマ字氏名: Kanaori Yuji

所属研究機関名: 山口大学

部局名: 理工学研究科

職名: 元教授

研究者番号(8桁): 60194883

## (2)研究協力者

研究協力者氏名: 阪口 和之

ローマ字氏名: Sakaguchi Kazuyuki

研究協力者氏名: 松木 宏彰

ローマ字氏名: Matsugi Hiroaki

研究協力者氏名: 判野 充昌

ローマ字氏名: Hanno Mitsumasa

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。