様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９　（共通）

科学研究費助成事業　　研究成果報告書

令和　５ 年　６ 月　９ 日現在

機関番号：１５３０１
研究種目：挑戦的研究（萌芽）
研究期間：2019～2022
課題番号：１９Ｋ２２３４９

研究課題名（和文）宇宙線を利用した超小型物理探査装置の開発とため池群の広域リスク評価

研究課題名（英文）Development of ultra-small equipment for muon survey and risk evaluation of groups of earth-fill dams in wide area by muon survey

研究代表者
西村　伸一（Nishimura, Shin-ichi）

岡山大学・環境生命科学学域・教授

研究者番号：３０１９８５０１

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費）　　4,900,000円

研究成果の概要（和文）：研究は，次の3項目について実施した．
(1) ミュー粒子探査の精度を検証するための模型実験土層の設計とミュー粒子計測実験の実施，(2) 現地ミュー粒子計測実験，(3) 小型ミュー粒子計測装置の設計
(1)で作成する実験土層では，土層を2台のミュー粒子測定装置で挟み，土層の密度を同定する構造となっている．この土層でミュー粒子計測を行ったが，正確な計測結果を得るためには，実験の規模が必要であることが明らかとなった．(2)では，実験スケールを得るために，フィルダムの監査廊で計測を行い，正確なダムの密度が同定可能であることを明らかにした．(3)では，最終目的である小型のミュー粒子探査装置を設計した．

研究成果の学術的意義や社会的意義
堤防やため池の決壊もしくは損傷の原因としては，越流，浸透破壊（パイピング），せん断（すべり）破壊が見られる．西日本豪雨災害においても，これらすべての事象が存在した．この決壊および損傷原因の中で，パイピングとせん断破壊に対しては，堤体内部の弱部の推定が重要である．地質調査は，ボーリングが基本であるが，非常にコストがかかる．この問題を解決するには，最も簡便に地質情報（ここでは，地盤強度）を計測できる物理探査は有効な手段と考えられる．また，三次元時系列データを簡便に得られる物理探査法の実用化が求められ，この目的に対して，ミュー粒子探査は有効であると考えられる．

研究成果の概要（英文）：Three items for the research have been conducted, and following outcomes have been obtained.
(1) Design of experimental soil layer to evaluate accuracy of the muon survey and model muon test, (2) In-situ muon survey, (3) Design of ultra-small muon count equipment.
In Item (1), two ordinary muon count equipment have been set at both sides of the experimental soil layer, and the number of the muon has been counted. In results, it has been clarified that for correct measure of the muon, enough scale of the experimental model is required. In Item (2), the in-situ muon survey in the inspection gallery of the rock-fill dam has been conducted as a large scale experiment, and the unit weight of the dam has been identified correctly. In Item (3), the ultra-small muon count equipment has been designed for the final subject of the research of the muon survey.

研究分野：農業農村工学

キーワード：ミュー粒子探査　ため池　CPT　サウンディング　物理探査　パイピング

※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、研究者個人に帰属します。

１．研究開始当初の背景

西日本豪雨では，多くの河川堤防やため池堤体が決壊した．瀬戸内地域には，多数のため池群が存在する．多くは，江戸時代以前の築堤であり，脆弱な状況にあるため，近い将来の発生が予測される南海トラフ地震や，頻発する豪雨に対しての対策が必要である．堤防やため池の決壊もしくは損傷の原因としては，越流，浸透破壊（パイピング），せん断（すべり）破壊が見られる．西日本豪雨災害においても，これらすべての事象が存在した．この決壊および損傷原因の中で，パイピングとせん断破壊に対しては，堤体内部の弱部の推定が重要である．しかし，広域リスク評価の実施にあたって，ため池個数は膨大であり，一市町村をとってみても，地区全体のリスク評価を行うことは事実上不可能である．地質調査は，ボーリングが基本であるが，非常に時間とコストがかかる．したがって，膨大な数のため池に対応するためには，簡便かつ高精度な地盤調査法が求められる．この問題を解決するには，最も簡便に地質情報（ここでは，地盤強度）を計測できる物理探査が有効な手段と考えられる．

現在，UAV を用いた三次元計測手法が充実してきており，地表の計測を高精度に行うことができる．一方，地盤内部の情報は，基本的にはボーリングデータに頼る他はないが，ボーリングは，河川堤防の場合は 1km に 1 本，ため池サイトは，改修予定の池に対して 3-4 本程度実施されるのが通常である．この状況では，パイピング破壊につながる様な堤体内部の弱部を検出するのは不可能である．著者のグループは，地中の情報不足を補うべく，簡便な土質調査手法であるサウンディングと物理探査手法を合成する方法を開発してきた．しかし，弾性波探査などの方法は，精度的に問題があり，高精度な物理探査が求められている．さらに，堤防構造物は，内部の含水状態に応じて強度が変化する．したがって，広域に存在するため池の時間的および空間的に変化するデータを収集する必要がある．そのためには，三次元時系列データを高精度に得られる物理探査法を実用化する必要がある．この目的に対して，ミュー粒子の計測は有効であると考えられる．

２．研究の目的

本研究では，宇宙線の一つであるミュー粒子物理探査を利用して，地盤同定の高精度化を図る．宇宙線は，常時降り注いでいるので，計測器が設置されると時系列に堤体内部の三次元モニタリングが可能となる．これによって，豪雨時や地震時の堤体内部の変状を瞬時に分かり即時対応が可能となる．ミュー粒子は高い透過能力を有している．ミュー粒子のフラックスと対象物の厚さが計測できれば，フラックスを厚さで割ることで，ミュー粒子の透過経路に沿った物体の密度分布を推定することができる（鈴木ら，応用地質，2017）．開発するミュー粒子に基づく探査手法は，CPTu（電気式コーン貫入試験）による複数の計測孔を利用し，その中にミュー粒子の計測機器を設置して，地盤や地盤構造物内部の密度分布や層構造，空隙分布を高解像度で求めようとするものである．CPTu は，静的サウンディングの一種で，非常に効率的に試験を実施することができる．また，CPT によって，地盤強度と土質を推定することができる．ミュー粒子の計測には，超小型のミューオン検出器を開発して図-1 のような計測を行う．その計測機器を CPTu 後に計測孔に複数個設置し，ミュー粒子の計測を実施する．得られたデータから地盤構造を再構成する技術は典型的な逆解析であり，これまで本研究グループで精力的に取り組んできた．少ないデータからでも精度の高い再構成が実現できる「スパースモデリング」を用い，地盤・地盤構造物の三次元可視化を実現する．

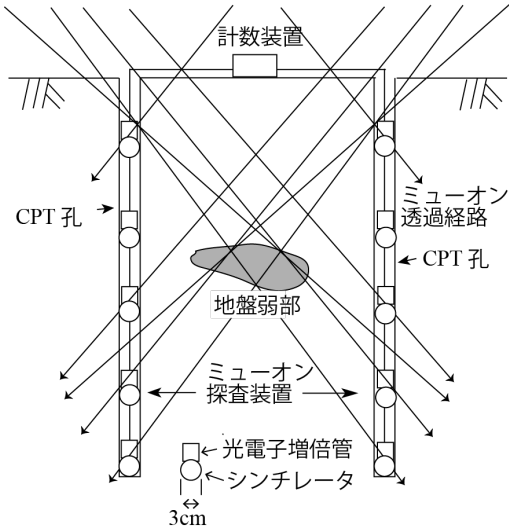

図-1　クロスホールミューオンの概念

３．研究の方法

(1) ミュー粒子探査の基本的な性質と精度を検証するための模型実験土層の設計

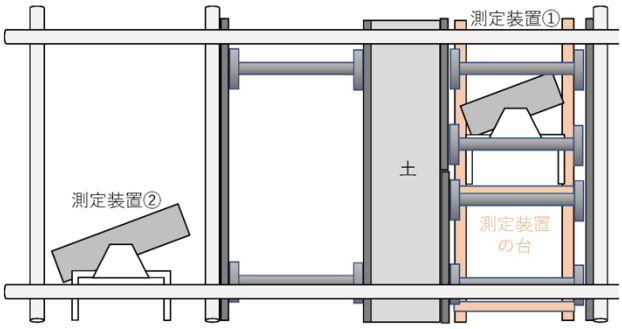

図-2 作成した実験土層

土層の密度を如何に正確に計れるかを確認するために実験土層を作成する．土層では，サンプリングによって密度が同定可能であるため，測定結果の検証が可能である．

(2) 模型ミュー粒子計測実験の実施

ミュー粒子の計数値を得るとともに密度を同定するための解析コードを開発する．

(3) 現地ミュー粒子計測実験

模型試験は小型で計測精度が得られないため，現地実験でミュー粒子探査法の検証を行う．本研究では，ロックフィルダムの監査廊において，ミュー粒子の観測を行い，ダムの実密度と比較することとする．

(4) 小型ミュー粒子計測装置の設計

最終目的である小型ミュー粒子計測装置の設計を行う．

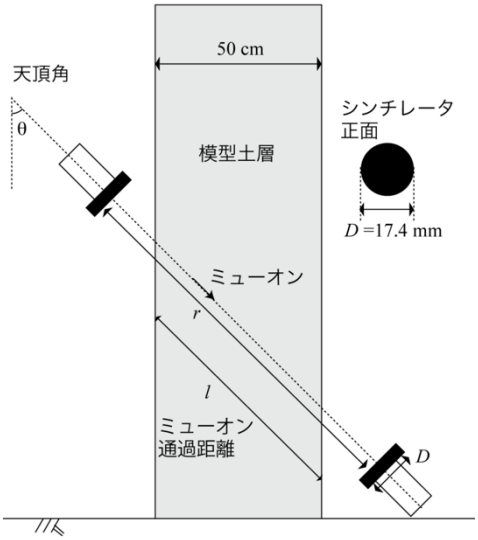

図-3 実験土層を用いた模型実験

４．研究成果

(1) ミュー粒子探査の基本的な性質と精度を検証するための模型実験土層の設計

図-2 に示す実験土層を作成した．この実験土層を 2 台のミュー粒子測定装置で挟み，土層の密度を同定することができる．計測装置の位置を変動させることによって，天頂角（ミュー粒子の入射角度）を変化させることができる．また，実験土層は厚さを変更させることも可能である．土層はサンプリングが可能であるため，密度試験を実施できる．

表-1 各ゾーンの材料と密度

凡例	ゾーン名称	ゾーン区分	築堤材料	理論値密度(g/cm^3)
	Zone 1	遮水性ゾーン	マサ土	2.07
	Zone 2	遮水性ゾーン	マサ土	2.08
	フィルターゾーン	フィルターゾーン	粒度調整砕石	1.97
	Zone 3	透水性ゾーン	風化花崗岩	2.11
	Zone 4	透水性ゾーン	花崗岩	2.14

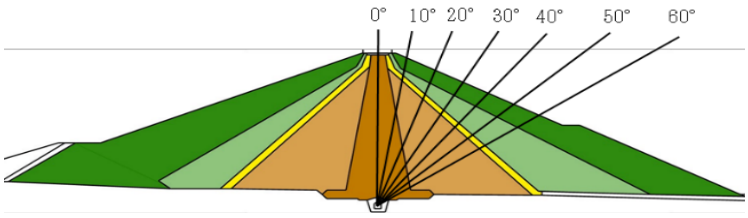

図-4 フィルダム断面と計測角度（天頂角）

(2) 模型ミュー粒子計測実験の実施

図-3 が実験概要である．図は，土層幅が 50cm のものに対応している．図中，シンチレータとは，ミュー粒子を確認できる部分である，2 器のシンチレータを通過したミュー粒子をその天頂角に対応するミュー粒子として計数する．実験結果は以下の通りとなった．

1) 天頂角θ（30°，45°，60°）にしたがって，定性的には正しい計数値が得られた．

2) シンチレータ間距離 r の精度が計測全体の精度を決定づける．現状では r の計測精度が低く，信憑性のある土の密度が得られないことが判明した．

3) シンチレータ径 D は，5cm 以上にしないと 1~3 月程度の計測では終われないことが判明した．

4) ミューオン通過距離 l が長いほど r の計測結果に与える感度は下がることが解析結果から明らかとなった．

以上の知見から，土層実験は，計測の可能性は検証できるもの，精緻な密度計測を行うことはできない，結論づけられた．また，当初目指した，CPT 孔を利用したミュー粒子探査は，土層実験の探査装置距離(r)のレベルでは，計測に多大な時間を要するという結論を得た．

(3) 現地ミュー粒子計測実験

図-4 に示す，ロックフィルダムにおいて，監査廊からの計測を行った．フィルダムの密度は，表-1 に示しているとおり，施工時の試験結果から明らかである．計測の結果，どの天頂角においても，ほぼ，正確な密度が同定されることを確認できた．

(4) 小型ミュー粒子計測装置の設計

基礎実験の結果から，小型ミューオン探査装置として D=51mm のシンチレータを設計するこ

とした．最終的なシンチレータの設計図面を図-5 に与える．これによって，通常のボーリング孔では試験実施可能である．将来的には，*D*=30mm の開発を目指す．

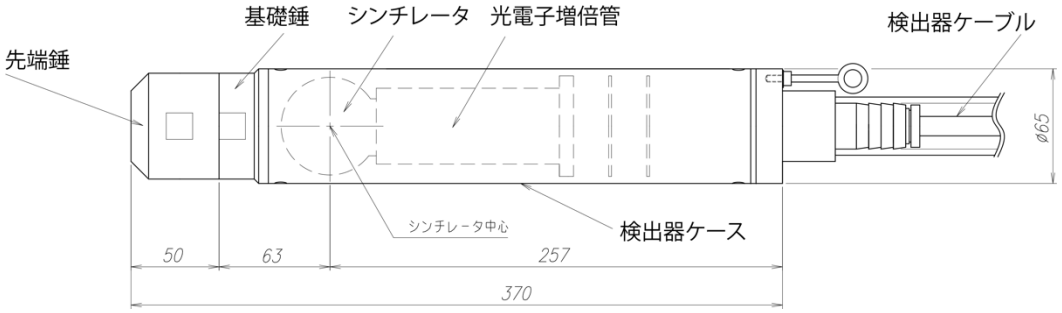

図-5　シンチレータ設計図

５．主な発表論文等

〔雑誌論文〕　計40件（うち査読付論文　34件／うち国際共著　0件／うちオープンアクセス　4件）

１．著者名 Ren, Y., Nishimura, S., Shibata, T. and Shuku, T.	４．巻 -
２．論文標題 Data assimilation for surface wave method by ensemble Kalman filter with random field modeling	５．発行年 2022年
３．雑誌名 Int J Numer Anal Methods Geomech	６．最初と最後の頁 001-18
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/nag.3435	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

１．著者名 大橋亮太・西村伸一・金重稔・柴田俊文・珠玖　隆行	４．巻 78(2)
２．論文標題 地質統計手法と三次元計測に基づくため池堤体の地震応答解析	５．発行年 2022年
３．雑誌名 土木学会論文集C（地圏工学）	６．最初と最後の頁 140-152
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2208/jscejge.78.2_140	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

１．著者名 Ryota OHASHI, Go KUBOTA, Shin-ichi NISHIMURA, Toshifumi SHIBATA, Takayuki SHUKU	４．巻 -
２．論文標題 Piping Risk Evaluation Considering Permeability Random Field	５．発行年 2022年
３．雑誌名 Proc. of ICMR2022	６．最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

１．著者名 Yuxiang Ren, Shinichi Nishimura, Toshifumi Shibata and Takayuki Shuku	４．巻 -
２．論文標題 Inverse Process of Multichannel Analysis of Surface Wave by Using Ensemble Kalman Filter	５．発行年 2022年
３．雑誌名 Proc. of ISGSR2022	６．最初と最後の頁 887-890
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

1．著者名 Toshifumi Shibata, Shin-ichi Nishimura and Takayuki Shuku	4．巻 -
2．論文標題 Evaluation of Deformation Behavior of a Natural Slope Using Particle Filter	5．発行年 2022年
3．雑誌名 Proc. of ISGSR2022	6．最初と最後の頁 881-886
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

1．著者名 Ren, Y., Nishimura, S., Shibata, T. and Shuku, T.	4．巻 -
2．論文標題 Using the ensemble data assimilation for stiffness evaluation of an embankment	5．発行年 2022年
3．雑誌名 Proc. of ISRERM2022	6．最初と最後の頁 419-425
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3850/978-981-18-5184-1_MS-13-067-cd	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

1．著者名 Nishimura, S., Tateishi, T., Shibata, T., Kuroda, S. , Kato, T., Kuribayashi, K., and Tanaya, N.	4．巻 -
2．論文標題 Application of Response Surface Method for Risk Evaluation of Earth-fill Dams	5．発行年 2022年
3．雑誌名 Proc. of ISRERM2022	6．最初と最後の頁 413-418
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3850/978-981-18-5184-1_MS-13-050-cd	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

1．著者名 Ohashi, R., Nishimura, S., Kaneshige, M., Shibata, T. and Shuku, T.	4．巻 -
2．論文標題 Seismic Response Analysis of Earth Dam with Geostatistical Method and 3-D Survey	5．発行年 2022年
3．雑誌名 Proc.IACMAG2022, Challenges and Innovations in Geomechanics	6．最初と最後の頁 287-294
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/978-3-031-12851-6_46	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

1．著者名 Shuku, T. and Yamamoto, S.	4．巻 78(2)
2．論文標題 A study on optimal design of geotechnical structures using quantum annealing	5．発行年 2022年
3．雑誌名 Journal of JSCE	6．最初と最後の頁 116-127
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

1．著者名 Phoon, K.K., Shuku, T., Ching, J. and Yoshida, I	4．巻 16(4)
2．論文標題 Benchmark examples for data-driven site characterization	5．発行年 2022年
3．雑誌名 Georisk: Assessment and Management of Risk for Engineered Systems and Geohazards	6．最初と最後の頁 599?621
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1080/17499518.2022.2025541	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

1．著者名 Shuku, T., Ropponen, J., Juntunen, J. and Suito, H.	4．巻 134
2．論文標題 Data-driven model of the local wind field over two small lakes in Jyvaskyla, Finland	5．発行年 2022年
3．雑誌名 Meteorology and Atmospheric Physics	6．最初と最後の頁 18
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s00703-021-00857-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

1．著者名 Shuku, T., Phoon, K.K., Ishii, M., Kumagai, T., Yokota, Y. and Date, K.	4．巻 -
2．論文標題 Probabilistic generic transformation model between two rock mass properties: specific fracture energy and P-wave velocity	5．発行年 2023年
3．雑誌名 Canadian Geotechnical Journal	6．最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

1．著者名 Shuku, T. and Phoon, K.K.	4．巻 17(1)
2．論文標題 Data-driven subsurface modelling using a Markov random field model	5．発行年 2023年
3．雑誌名 Georisk: Assessment and Management of Risk for Engineered Systems and Geohazards	6．最初と最後の頁 41-63
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1080/17499518.2023.2181973	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

1．著者名 Shuku, T. and Phoon, K.K	4．巻 9(2)
2．論文標題 Comparison of data-driven site characterization methods through benchmarking: Methodological and application aspects	5．発行年 2023年
3．雑誌名 ASCE-ASME Journal of Risk and Uncertainty in Engineering Systems, Part A: Civil Engineering	6．最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1061/AJRUA6.RUENG-977	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

1．著者名 今出和成・西村伸一	4．巻 39(1)
2．論文標題 確率的感度解析による最適追加調査位置の決定法	5．発行年 2021年
3．雑誌名 地盤と建設	6．最初と最後の頁 19-27
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

1．著者名 Toshifumi Shibata, Shin-ichi Nishimura, Tsubasa Tateishi, Shuichi Kuroda, Tomoo Kato, Kentaro Kuribayashi, Namihiko Tanaya	4．巻 6(4)
2．論文標題 Case History of Risk Evaluation of Earth-Fill Dams Due to Heavy Rain	5．発行年 2021年
3．雑誌名 International Journal of Geoengineering Case History	6．最初と最後の頁 85-100
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.4417/IJGCH-06-04-06	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 －

1．著者名 Nishimura, S., Shibata, T. and Shuku, T.	4．巻 61(2)
2．論文標題 Reliability-based design for earth-fill dams against severe natural disaster events	5．発行年 2021年
3．雑誌名 Soils and Foundations	6．最初と最後の頁 271-282
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.sandf.2020.09.004	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 －

1．著者名 Toshifumi Shibata, Shinichi Nishimura, Takayuki Shuku, Shigehiro Futatsugi, Akira Nishimura	4．巻 -
2．論文標題 Soil classification and correlation between Swedish weight sounding test results and strength parameter	5．発行年 2021年
3．雑誌名 Proc. of ISC'6	6．最初と最後の頁 84
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

1．著者名 Shin-ichi Nishimura, Go Kubota, Toshifumi Shibata, Takayuki Shuku	4．巻 -
2．論文標題 Evaluation of spatial distribution for permeability based on CPTU and geostatistics	5．発行年 2021年
3．雑誌名 Proc. of ISC'6	6．最初と最後の頁 237
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

1．著者名 Kazunari Imaide, Shin-ichi Nishimura, Toshifumi Shibata, Takayuki Shuku	4．巻 -
2．論文標題 Evaluation of liquefaction probability of earth-fill dam over next 50 years using geostatistical method based on CPTU	5．発行年 2021年
3．雑誌名 Proc. of ISC'6	6．最初と最後の頁 247
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

1．著者名 Nishimura, S., Takeshita, Y., Nishiyama, S., Suzuki, S., Shibata, T., Shuku, T., Komatsu, M., and Kim, B.	4．巻 60(1)
2．論文標題 Disaster report of 2018 July heavy rain for geo-structures and slopes in Okayama	5．発行年 2020年
3．雑誌名 Soils and Foundations	6．最初と最後の頁 300-314
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.sandf.2020.01.009	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 －

1．著者名 西村伸一・柴田俊文	4．巻 48(6)
2．論文標題 2018 年7 月豪雨における岡山・広島のため池災害	5．発行年 2020年
3．雑誌名 基礎工	6．最初と最後の頁 89-92
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

1．著者名 Nishimura, S., Shibata, T. and Shuku, T.	4．巻 61(2)
2．論文標題 Reliability-based design for earth-fill dams against severe natural disaster events	5．発行年 2020年
3．雑誌名 Soils and Foundations	6．最初と最後の頁 271-282
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.sandf.2020.09.004	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 －

1．著者名 T. Tateishi, R. Hirata, T. Shibata, S. Nishimura, K. Kuribayashi, N. Tanaya, S. Kuroda and T. Kato	4．巻 999
2．論文標題 Risk Evaluation for Earth-Fill Dams due to Heavy Rains - Efficient Risk Evaluation by Response Surface Method -	5．発行年 2020年
3．雑誌名 Proc. of the 7th Asian-Pacific Symposium on Structural Reliability and its Applications, APSSRA2020	6．最初と最後の頁 WM2-5
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

1．著者名 K. Kuribayashi, N. Tanaya, S. Kuroda, T. Kato, T. Tateishi, R. Hirata, T. Shibata and S. Nishimura	4．巻 999
2．論文標題 Risk Evaluation for Earth-Fill Dams due to Heavy Rains - Probability of Failure due to Heavy Rains -	5．発行年 2020年
3．雑誌名 Proc. of the 7th Asian-Pacific Symposium on Structural Reliability and its Applications, APSSRA2020	6．最初と最後の頁 WM2-4
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

1．著者名 T. Shuku, S. Nishimura and T. Shibata	4．巻 999
2．論文標題 A Sparse Polynomial Surrogate Model for Geotechnical Reliability Design	5．発行年 2020年
3．雑誌名 Proc. of the 7th Asian-Pacific Symposium on Structural Reliability and its Applications, APSSRA2020	6．最初と最後の頁 ME3-5
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

1．著者名 西村伸一	4．巻 58
2．論文標題 自然災害に対するため池のリスク管理	5．発行年 2020年
3．雑誌名 材料と施工	6．最初と最後の頁 31-41
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

1．著者名 金重 稔・ 西村伸一・ 柴田俊文・ 珠玖隆行	4．巻 25(1)
2．論文標題 3次元計測を利用した効率的な3次元有限要素モデル化法の提案	5．発行年 2020年
3．雑誌名 岡山大学環境理工学部研究報告	6．最初と最後の頁 1-4
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

1．著者名 Imaide, K., Nishimura, S., Shibata, T., Shuku, T., Murakami, A. and Fujisawa, K.	4．巻 59(6)
2．論文標題 Evaluation of liquefaction probability of earth-fill dam over next 50 years using geostatistical method based on CPT	5．発行年 2019年
3．雑誌名 Soils and Foundations	6．最初と最後の頁 1758-1771
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.sandf.2019.08.002	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

1．著者名 Ueta, T., Nishimura, S., Imaide, K., Shibata, T. and Shuku, T.	4．巻 17
2．論文標題 Evaluation of strength distribution at cut slope of decomposed granite with use of sounding method and geophysical exploration method	5．発行年 2019年
3．雑誌名 Paddy and Water Environment	6．最初と最後の頁 291?297
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s10333-019-00722-5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

1．著者名 今出和成・西村伸一 ・柴田俊文・珠玖隆行	4．巻 87(1)
2．論文標題 地質統計手法に基づくため池堤体強度の空間分布評価	5．発行年 2019年
3．雑誌名 農業農村工学会論文集	6．最初と最後の頁 II_29-II_38
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

1．著者名 T. Shuku, M. Nishio, S. Nishimura, T. Shibata	4．巻 999
2．論文標題 Surrogate models based on sparse estimation for geotechnical reliability analysis	5．発行年 2019年
3．雑誌名 Proc. of 16ARC	6．最初と最後の頁 TC304-006
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

1．著者名 K. Imaide, S. Nishimura, T. Shibata, T. Shuku	4．巻 999
2．論文標題 Evaluation of the spatial variability of cone penetration resistance inside an earth-fill dam composed of materials with different particle sizes with use of geostatistics	5．発行年 2019年
3．雑誌名 Proc. of 16ARC	6．最初と最後の頁 TC304-009
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

1．著者名 S. Nishimura, T. Shuku, T. Shibata	4．巻 999
2．論文標題 Evaluation of expected damage costs for earth-fill breaches due to heavy rains by response surface method	5．発行年 2019年
3．雑誌名 Proc. of 16ARC	6．最初と最後の頁 TC304-014
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

1．著者名 珠玖隆行・津田大成・西村伸一・柴田俊文	4．巻 9
2．論文標題 機械学習に基づく室内試験用メタンハイドレートサンプルの自動選択	5．発行年 2019年
3．雑誌名 構造物の安全性および信頼性	6．最初と最後の頁 523-524
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

1．著者名 窪田　郷・西村伸一・柴田俊文・珠玖隆行	4．巻 9
2．論文標題 CPTUを利用した透水係数の空間分布推定	5．発行年 2019年
3．雑誌名 構造物の安全性および信頼性	6．最初と最後の頁 516-522
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

1．著者名 Nishimura, S, Imaide, K., Toshifumi, S. and Shuku, T.	4．巻 999
2．論文標題 Identification of spatial distribution of permeability in dikes by CPTs	5．発行年 2019年
3．雑誌名 Proc. of ICASP13	6．最初と最後の頁 999
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

1．著者名 Yoshida, I., Yasaki, Y. and Nishimura, S.	4．巻 999
2．論文標題 Basic Study on Conditional Random Field with Sparse Modelling	5．発行年 2019年
3．雑誌名 Proc. of the 7th International Symposium on Geotechnical Safety and Risk (ISGSR)	6．最初と最後の頁 673-678
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

1．著者名 Ikumasa Yoshida, Shuku Takayuki	4．巻 6(2)
2．論文標題 Bayesian Updating of Model Parameters by Iterative Particle Filter with Importance Sampling	5．発行年 2020年
3．雑誌名 ASCE-ASME Journal of Risk and Uncertainty in Engineering Systems, Part A: Civil Engineering	6．最初と最後の頁 999
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

1．著者名 吉田郁政・珠玖 隆行	4．巻 9
2．論文標題 スパースモデリングを用いた空間分布トレンド成分のモデル選択に関する基礎研究	5．発行年 2019年
3．雑誌名 構造物の安全性および信頼性	6．最初と最後の頁 331-336
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

〔学会発表〕　計35件（うち招待講演　0件／うち国際学会　0件）

1．発表者名 鄭 詩穎・西村 伸一・柴田 俊文
2．発表標題 応答曲面による豪雨時にため池のリスク評価
3．学会等名 第25回応用力学シンポジウム
4．発表年 2022年

1．発表者名 ニンウショウ・西村 伸一・柴田 俊文・珠玖 隆行
2．発表標題 アンサンブルアジャストメントカルマンフィルタによるアースフィルダムの剛性評価
3．学会等名 第66回理論応用力学講演会
4．発表年 2022年

1．発表者名 森田 雅之・西村 伸一・珠玖 隆行・柴田 俊文
2．発表標題 CPTuを利用した透水係数の推定法
3．学会等名 第57回地盤工学研究発表会
4．発表年 2022年

1．発表者名 大橋 亮太・西村 伸一・柴田 俊文・珠玖 隆行
2．発表標題 地質統計手法と三次元計測に基づくため池堤体の地震応答解析
3．学会等名 第57回地盤工学研究発表会
4．発表年 2022年

１．発表者名 西村 伸一・和田 優希・柴田 俊文・珠玖 隆行
２．発表標題 データベースに基づいて土質定数を生成するための多変量確率分布の構築
３．学会等名 第57回地盤工学研究発表会
４．発表年 2022年

１．発表者名 金子周平・高橋 健・西村伸一・柴田俊文・珠玖隆行
２．発表標題 宇宙線ミューオンを用いたフィルダム内部探査
３．学会等名 第77回農業農村工学会中国四国支部講演会
４．発表年 2022年

１．発表者名 ニン　ウショウ・西村伸一・柴田俊文・珠玖隆行
２．発表標題 アンサンブルカルマンフィルタによるため池モデルのパラメータ推定
３．学会等名 第24回応用力学シンポジウム
４．発表年 2021年

１．発表者名 立石　翼・西村伸一・柴田俊文・黒田修一・加藤智雄・栗林健太郎・棚谷南海彦
２．発表標題 ため池の破堤リスク評価に向けた応答曲面の改良
３．学会等名 第24回応用力学シンポジウム
４．発表年 2021年

１．発表者名 景平萌奈美・西村伸一
２．発表標題 スパースモデリングを利用した CPTU試験結果の土質分類の推定
３．学会等名 第56回地盤工学研究発表会
４．発表年 2021年

１．発表者名 西村伸一・窪田　郷・柴田俊文・珠玖隆行
２．発表標題 CPTU結果を用いた河川堤防パイピングリスクの推定
３．学会等名 第56回地盤工学研究発表会
４．発表年 2021年

１．発表者名 立石　翼・西村伸一・柴田俊文・黒田修一・加藤智雄・栗林健太郎・棚谷南海彦
２．発表標題 農業用ため池の豪雨災害リスク評価に基づく対策優先度評価 -リスク評価のための応答曲面の提案-
３．学会等名 第56回地盤工学研究発表会
４．発表年 2021年

１．発表者名 大橋亮太・西村伸一・柴田俊文・珠玖隆行
２．発表標題 地質統計手法と三次元計測に基づくため池堤体の地震応答解析
３．学会等名 第70回農業農村工学会大会講演会
４．発表年 2021年

１．発表者名 Ren Yuxiang・Shinichi Nishimura・Toshifumi Shibata・Takayuki Shuku
２．発表標題 Estimation of strength distribution for Earth-fill dam by data assimilation
３．学会等名 第70回農業農村工学会大会講演会
４．発表年 2021年

１．発表者名 鄭詩穎・西村伸一・柴田俊文・立石翼
２．発表標題 応答曲面法によるため池の破堤リスク評価
３．学会等名 第12回地質リスクマネジメント事例研究発表会
４．発表年 2021年

１．発表者名 Shiying ZHENG, Shin-ichi NISHIMURA, Toshifumi SHIBATA, and Tsubasa TATEISHI
２．発表標題 Risk evaluation for earth-fill dam by response surface method
３．学会等名 第33回信頼性シンポジウム
４．発表年 2021年

１．発表者名 舟木　遼・西村伸一・柴田俊文・珠玖隆行・工藤亮治
２．発表標題 気温上昇を想定した豪雨予測によるため池破堤確率の予測
３．学会等名 第76回農業農村工学会中国四国支部講演会
４．発表年 2021年

１．発表者名 大橋亮太・西村伸一・柴田俊文・珠玖隆行
２．発表標題 地質統計手法と三次元計測に基づくため池堤体の地震応答解析
３．学会等名 第76回農業農村工学会中国四国支部講演会
４．発表年 2021年

１．発表者名 柴田俊文・西村伸一・珠玖隆行・坂田晴花
２．発表標題 間隙水圧の影響を考慮した切土斜面の簡易な安定性の評価
３．学会等名 第76回農業農村工学会中国四国支部講演会
４．発表年 2021年

１．発表者名 劉　健哲・柴田俊文・西村伸一・珠玖隆行
２．発表標題 ウェーブレット変換とフーリエ変換を用いたスウェーデン式サウンディング試験を用いた土質判別
３．学会等名 第76回農業農村工学会中国四国支部講演会
４．発表年 2021年

１．発表者名 曹　秋雨・柴田俊文・西村伸一・珠玖隆行
２．発表標題 軟岩地山を模擬した農業用水路トンネルの載荷実験
３．学会等名 第76回農業農村工学会中国四国支部講演会
４．発表年 2021年

１．発表者名 Ren Yuxiang, Shin-ichi Nishimura, Toshifumi Shibata, Takayuki Shuku
２．発表標題 Parameter estimation for earth-fill dam model by using ensemble Kalman filter
３．学会等名 第76回農業農村工学会中国四国支部講演会
４．発表年 2021年

１．発表者名 Shiying Zheng, Shin-ichi Nishimura, Toshifumi Shibata, Tsubasa Tateishi
２．発表標題 Risk evaluation for earth-fill dams by the response surface methods
３．学会等名 第76回農業農村工学会中国四国支部講演会
４．発表年 2021年

１．発表者名 西村 伸一・柴田 俊文・立石 翼・平田 竜也・黒田修一・加藤 智雄・栗林 健太郎・棚谷 南海彦
２．発表標題 簡易なため池の豪雨時リスク評価
３．学会等名 第23回応用力学シンポジウム
４．発表年 2020年

１．発表者名 柴田 俊文・近藤 響貴・珠玖 隆行・西村 伸一
２．発表標題 応答曲面法を用いた切土斜面の安定性の簡易評価
３．学会等名 第55回地盤工学研究発表会
４．発表年 2020年

１．発表者名 棚谷 南海彦・栗林 健太郎・黒田 修一・加藤智雄・西村 伸一・柴田 俊文・立石 翼・平田竜也
２．発表標題 農業用ため池の豪雨災害リスク評価に基づく対策優先度評価１-破堤確率評価-
３．学会等名 第55回地盤工学研究発表会
４．発表年 2020年

１．発表者名 西村 伸一・柴田 俊文・立石 翼・平田 竜也・黒田 修一・加藤 智雄・栗林 健太郎・棚谷 南海彦
２．発表標題 農業用ため池の豪雨災害リスク評価に基づく対策優先度評価2 -リスク評価-
３．学会等名 第55回地盤工学研究発表会
４．発表年 2020年

１．発表者名 立石翼・西村伸一・柴田俊文・平田竜也・黒田修一・加藤智雄・栗林健太・棚谷南海彦
２．発表標題 豪雨時におけるため池の破堤リスクに関する簡易評価
３．学会等名 第69回農業農村工学会大会講演会
４．発表年 2020年

１．発表者名 YUXIANG,R, Nishimura, R. and Shibata, T.
２．発表標題 FEM-BASED INVERSION OF SURFACE WAVE METHOD AT EARTH-FILL DAM
３．学会等名 第69回農業農村工学会大会講演会
４．発表年 2020年

１．発表者名 西村 伸一・任 宇翔・柴田 俊文
２．発表標題 有限要素法による表面波探査の簡便逆解析手法
３．学会等名 令和2年度土木学会全国大会第75回年次学術講演会
４．発表年 2020年

１．発表者名 立石　翼・西村伸一・柴田俊文
２．発表標題 広島県内のため池における豪雨災害リスクの簡易評価に関する研究
３．学会等名 第75回農業農村工学会中国四国支部講演会
４．発表年 2021年

１．発表者名 窪田　郷・西村伸一・柴田俊文・珠玖隆行
２．発表標題 CPTU結果を利用した3次元浸透流解析
３．学会等名 第75回農業農村工学会中国四国支部講演会
４．発表年 2021年

１．発表者名 WangJiaNi・西村伸一・柴田俊文・珠玖隆行
２．発表標題 平成30年7月豪雨におけるため池の安定性の検討
３．学会等名 第75回農業農村工学会中国四国支部講演会
４．発表年 2021年

１．発表者名 大橋亮太
２．発表標題 地質統計手法と三次元計測に基づくため池堤体の地震応答解析
３．学会等名 第75回農業農村工学会中国四国支部講演会
４．発表年 2021年

１．発表者名 窪田 郷・西村伸一・柴田俊文・珠玖隆行
２．発表標題 CPTU 模型実験に基づいた透水係数の決定
３．学会等名 第54回地盤工学研究発表会
４．発表年 2019年

１．発表者名 西村伸一・窪田 郷・柴田俊文・珠玖隆行
２．発表標題 CPTU 結果に基づいた河川堤防内の透水係数分布の推定
３．学会等名 第54回地盤工学研究発表会
４．発表年 2019年

〔図書〕　計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

－

６．研究組織

	氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
研究分担者	柴田　俊文 (Shibata Toshifumi) (30342546)	岡山大学・環境生命科学学域・准教授 (15301)	

６．研究組織（つづき）

	氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
研究分担者	珠玖　隆行 (Shuku Takayuki) (70625053)	岡山大学・環境生命科学学域・准教授 (15301)	

７．科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕　計0件

８．本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関