

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「持続可能な社会を支える防災・減災に関する研究」

研究課題名「特殊土地盤上道路災害低減に向けた植物由来の土質改良材の開発と運用モデル」

採択年度：平成30年（2018年）度/研究期間：6年/

相手国名：エチオピア

令和5（2023）年度実施報告書

国際共同研究期間^{*1}

2019年4月1日から2025年3月31日まで

JST側研究期間^{*2}

2018年6月1日から2025年3月31日まで
(正式契約移行日 2019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年度末

研究代表者：木村 亮

所属・役職：京都大学アフリカ地域研究資料センター・特任教授

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

研究題目・活動	H30年度 (10ヵ月)	R元年度	R2年度	R3年度	R4年度	R5年度	R6年度 (12ヶ月)
1. セルロース系土質改良材による特殊土改良メカニズムの解明 1-1 アジスアベバとジンカ近郊の特殊土の鉱物組成と物理・力学特性の把握 1-2 古紙を原料とするセルロース系土質改良材 (セルドロン) の混合手法と、最適配合率の決定手法の検討 1-3 セルドロンによる特殊土改良効果の検証 1-4 在来植物由来のセルロース系土質改良材による特殊土改良効果の検証 1-5 セルロース系土質改良材の特殊土改良メカニズムの解明	特殊土特性把握 	改良材混合手法と配合率決定手法の確立 	改良土の特性把握 	改良土の特性把握 	改良メカニズムの解明 		
2. 在来植物からのセルロース系土質改良材の生産技術の開発 2-1 有用在来植物資源の選定 2-2 選定資源の成分分析, 土質改良材への加工原料を同定 2-3 在来植物資源の土質改良材への加工手法の開発	有用植物を選定 	原材料となる植物の同定 	粉体化工法の開発 	粉体化手法の改良 	エチオピア道路公社による認証 		
3. 地方での道路災害低減に向けた特殊土対策工の運用モデルの構築 3-1 南オモ県での道路災害発生状況と現行の対策把握 3-2 土質改良材による特殊土地盤上道路整備工の開発 (実物大走行実験, 試験施工の実施) 3-3 特殊土対策工の運用モデルと道路維持管理体制の構築	試験施工実施地域の選定 			マニュアル・ガイドラインの完成 	モデルを示すマニュアルや動画の完成 		

*1. コロナ禍の影響で現地での実験が進捗しなかったため、2年延長することになった。

*2. コロナ禍の影響で現地の作業が進捗しなかったため、延長することになった。

*3. コロナ禍の影響で日本人が現地へ渡航し社会調査することができなかったため、2年延長することとなった。

(2) プロジェクト開始時の構想からの変更点(該当する場合)

2020年3月以降の新型コロナウイルス感染症拡大の影響と、2021年11月以降のエチオピア国内の社会紛争の影響でエチオピアへの渡航規制が生じたため、日本人研究者による現地での研究活動を実施することができず、一部の活動を1~2年間延長することになった。エチオピア人博士課程留学生による日本国内での研究と連携し現地での研究を後押しし、研究の遅れを取り戻すこととした。

JCC会議や、JST及びJICA、研究主幹との個別の相談を通して、プロジェクト期間を1年延長することとした。

2. 計画の実施状況と目標の達成状況 (公開)

(1) プロジェクト全体

2023年度は、2022年度に引き続き、新型コロナウイルス感染拡大とエチオピア国内の社会情勢不安の影響で生じた遅れを取り戻すべく、日本エチオピア双方の研究者の渡航を活発に実施し、共同研究を推進した。少人数での定期的なオンライン会議や実験指導を継続し、エチオピア側研究者の能力強化を継続的に行った。

日本に留学した博士課程エチオピア人留学生(長期研修者)のうち、2名が2023年9月に、3名が2024年3月にエチオピアに帰国した(うち4名がSATREPS経費で留学し、1名が文科省SATREPS枠の奨学金を利用して留学した)。2023年9月に帰国した留学生は帰国後すぐにアジスアベバ科学技術大学にて本事業の実験室の環境整備や実験活動を積極的に牽引した(図0-1)。

エチオピア研究者が日本へ渡航して実施する短期研修については、2023年度はアジスアベバ科学技術大学から5名、エチオピア道路公社から2名、ジンカ大学から1名、計8名の受け入れを実施した。研修者は京都大学と宮崎大学の実験室にて、日本人研究者や日本の大学院生とともに集中的に実験活動を実施した。先進的な実験機器類を用いた実験研究の推進にとどまらず、実験室の運営や管理の仕方についても、日本人研究者からエチオピア人研究者へ知見を共有した(図0-2)。エチオピアの教員らは日本の大学の実験室が活発に活用されている様子を直に感じ、エチオピア帰国後すぐに、エチオピアの大学の実験室の稼働率が低い課題に取り組んだ。



図0-1 エチオピアに帰国した留学生による研究発表



図0-2 京都大学の実験室で集中的に実験に取り組むエチオピア人研究者

また、2022年度に引き続き、2023年度も日本の大学院生が1ヵ月弱エチオピアに滞在し、エチオピアの環境でエチオピア人研究者とともに現地の土壌や植物を使用した実験を実施した。

【令和5年/2023年度実施報告書】【240531】

そして、「V. 日本のプレゼンスの向上」で後述するように、研究シンポジウムやワークショップ等で日本エチオピア双方の研究者が成果報告を実施した。2023年5月に開催されたアジスアベバ科学技術大学の年次研究総会においては、研究代表の木村名誉教授（京都大学）が基調講演を実施した（図0-3）。本講演はアジスアベバ科学技術大学の学内外で評判となり、本事業のPRにも繋がった。2024年3月には、アジスアベバ科学技術大学が日本人研究者を講演者として招待し、公開講座を実施した（図0-4）。大学の教員と学生がのべ30名参加して、活発な意見交換を実施した。

さらに2023年度は、プロジェクト事業地の一つである南オモ県でのJCC（合同調整会議）の開催も実現した。アジスアベバ科学技術大学、エチオピア道路公社、ジンカ大学の研究者と、JICAエチオピア事務所の職員、日本人研究者が南オモ県にあるジンカ大学に一堂に会し、研究進捗報告と議論をおこなった（図0-5）。道路整備や実物大走行試験を実施しているサイトに赴き、議論を深めた（道路整備と実物大走行試験については、(2-3)研究題目3の項目にて詳述する）。



図0-3 木村名誉教授による基調講演の様子（於アジスアベバ科学技術大学）



図0-4 アジスアベバ科学技術大学公開講座



図0-5 ジンカ大学にてJCCを開催

(2) 各研究題目

(2-1) 研究題目1：「セルロース系土質改良材による特殊土改良メカニズムの解明」

研究グループA（リーダー：福林良典）

① 研究題目1の当初計画（全体計画）に対する実施状況

これまでに、本事業で対象とするアジスアベバ科学技術大学構内やジンカに広がるブラックコッ

トンソイルの物理特性は、いくつもの土質試験によって把握されてきた。土質力学の基本的な実験方法であるが、必要な精度を持つはかりの整備などとともに技術移転が進んだ。混合により塑性指数がわずかではあるが減少すること、膨潤や収縮量が減少すること、気中乾燥時のひび割れの発生を抑制することがわかった。ブラックコットンソイルが広がる地盤上での道路建設には、含水比変動に伴う体積変化を抑制することが課題である。ひび割れ発生を抑制できれば、降雨による表面流の路床深部への浸透を防ぐ効果が期待できる。今後は、混合土の透水性の検証を進める必要がある。また、大幅な塑性指数の低下が見込めないことから、従来の改良材であるセメントや石灰との併用も検討する必要がある。

2023年度には国内にて、アジスアベバ科学技術大学からの短期研修生を対象として、疑似膨潤性粘土に対する透水試験の研修を行った（(2-2)研究題目2で後述）。今後、アジスアベバ科学技術大学に同機材を調達し、ブラックコットンソイルや在来植物粉体を混合し透水性を調べる。また、路床の表層を改良し不透水層を形成する効果も考えられる。そこで、ジンカ大学構内の実物大走行実験の区画内で、ブラックコットンソイルからなる原地盤の路床表層をセルロース系土質改良材にて改良したときの、さらに深部への雨水の浸透について土壌水分計を設置して観測している（(2-3)研究題目3で後述）。

セルロース系土質改良材による、または石灰とともに混合するときの、交通荷重を支持しうる配合を決定する必要がある。地盤の支持力は、土の強度定数である非排水せん断強さ（一軸圧縮試験より決定）、または粘着力と内部摩擦角（一面せん断試験より決定）を用いたテルツァーギの支持力公式から算定することができる。本研究では地域住民が道路災害の低減に向け、特殊土地盤の改良を行うことを想定している。対象道路は交通量日100台程度の小規模道路である。そのため、整備対象道路の固有の交通荷重に対して必要支持力を特定できる、テルツァーギの支持力公式による算定が有効である。

幹線道路や交通量が日300台未満の低交通量道路を対象とする設計指針（エチオピア道路公社）では、路床や路盤の支持力の評価にはCBR（California Bearing Ratio）という指標が用いられる。CBRは、伝統的かつ国際的な指標である。支持力を求めたい地盤材料を直径15cmのモールドに締固め4日間水中養生させたのちに、直径50mmのピストンを2.5mm、5.0mm貫入させたときの荷重強さを、各々の標準荷重強さ（6.9MN/m²、10.3MN/m²）に対する百分率で表したものである。本研究が対象とする小規模道路の路床や路盤の設計時には、過大な指標となる可能性がある。しかし、本研究で開発を進めるセルロース系土質改良材をエチオピア道路公社から有効な土質改良材と認証を受けるために、配合とCBRの関係についても把握する。

2023年度は、初期含水比の異なるブラックコットンソイル各々に対して、古紙を原料とするセルロース系土質改良材（セルドロン）、エンセーテ、コーヒー稈、サトウキビバガスの粉体を重量比5%から20%の配合で混合させたときの一軸圧縮強さを把握した。また、CBRとCBR試験から得られる膨潤比を求めた。国内短期研修の成果として、アジスアベバ科学技術大学で実施される実験の再現性が高くなり、また月々のオンラインでの打合せでの結果報告も要点を抑えられるようになった。配合量増に伴う、一軸圧縮強さ、混合試料の含水比、湿潤密度の変化が粉体ごとに明らかになりつつあり、改良メカニズムを把握する。また、石灰とのハイブリッドでのセルロース系土質改良材の適用性を検証する。

膨潤性粘土の重要な性質の一つが、含水比変動に伴う体積変化がある。セルロース系土質改良材について支持力増加効果のみならず、含水比変動に伴う体積変化の抑制効果が求められる。そこで、水浸膨潤試験や、フィルターペーパーを利用した保水性試験の実施を計画する。プロジェクト期間が限られる中で、セルロース系土質改良材の改良効果を示し、そのメカニズムを把握することを第一目的に、実験計画を立て進める。

②研究題目 1 の当該年度の目標の達成状況と成果

2023 年度および 2024 年度の当初計画は以下の 5 項目である。a)セルドロンや植物由来の粉体を、従来の石灰系の土質改良材と組み合わせて利用するときの、膨潤性粘土の改良効果を検証する。湿潤時の体積変化の抑制効果や、一軸圧縮強度と CBR 値で評価される強度の発現効果をまとめる。b)セルドロンや植物由来の粉体を、またこれらを消石灰と組み合わせて膨潤性粘土と混合した層の、透水性を確認する実験を行う。c)改良土を土の中詰め材として利用することを想定し、そのせん断強さを把握するために改良土の一面せん断試験を行う。d)上記を通して整理されたセルロース系土質改良材（セルドロン、植物由来の粉体）の改良効果の、長期持続性の検証を進める。プロジェクト期間内の可能な範囲で、一定期間養生した試験体を用意し、水浸膨潤試験や一軸圧縮試験を行う。e)エチオピア道路公社と協議し、石灰系改良材など既存の土質改良材の利用マニュアルを参照にし、セルロース系土質改良材の利用マニュアル案の作成を行う。各項目の具体的な実施状況を以下に説明する。

a) セルドロンや植物由来の粉体と石灰を混合時の膨潤性粘土の改良効果を検証

セルドロンや植物由来の粉体の配合の考え方を、図 1-1 に示すように変更した。まず変更後の配合で、セルドロンや植物由来の粉体の単体での一軸圧縮強さを調べた。この結果を踏まえて、ブラックコットンソイルの初期含水比を決定し、セルドロンや植物由来の粉体に石灰を加えた時の強度変化を調べることにした。そのため石灰混合時の試験は開始しているものの、実施が遅れている。ここでは、セルドロンや植物由来の粉体の単体をブラックコットンソイルに混合したときの、従来の配合と変更後の配合での一軸圧縮試験結果を中心に報告する。



図 1-1 配合の考え方

従来の配合による一軸圧縮試験と CBR 試験結果

従来は、図 1-1a)に示すようにブラックコットンソイルの粘土粒子質量 (m_s) と水の質量 (m_w) との比 (含水比) と、粉体混合時の粘土粒子質量と粉体 (図ではセルドロンを示す FSP と表記) 質量の合計と水との質量比が一致するように配合した。含水比の違いによるせん断強さへの影響を無くし、粉体の改良効果をまとめようとした。各種セルロース系土質改良材の配合比の一軸圧縮強さ (q_u)

【令和 5 年 / 2023 年度実施報告書】【240531】

を図 1-2 に、 CBR と CBR 試験から得られる膨張比 (Swell) は図 1-3 に示す。

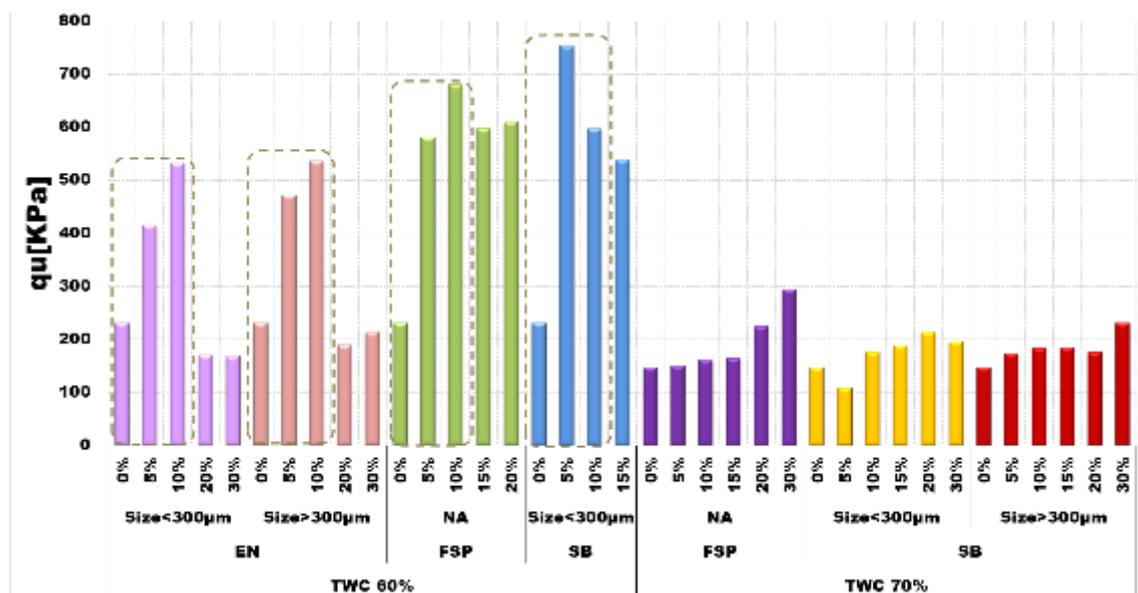


図 1-2 一軸圧縮試験結果 (EN: エンセーテ, FSP: セルドロン, SB: サトウキビバガス)

エンセーテ (EN), セルドロン (FSP), サトウキビバガス (SB) を, 現地の穀物用破砕機を利用して破砕し, 300 μm 未満とそれ以外に分けて配合した. 配合後の含水比 (図 1-1a) を 60% と 70% としたときの, 一軸圧縮試験結果を図 1-2 に示す. 配合後の含水比を 60% としたとき, エンセーテ粉体では 10% 配合までは強度増加した. サトウキビバガスを 5% 配合すると, ブラックコットンソイル単体の一軸圧縮強さの 3 倍の強さを示した. しかし, さらに配合比を増やすと強度は低下した. 配合増により粘土中の水分が多く吸収され非塑性化し, 一軸圧縮試験用の試料として自立することが困難となったためと考えられる. また, 図 1-1a) に示すように, 粘土粒子がセルドロンや植物由来の粉体に置換されることになり, 粉体の配合の増加に伴い両者のせん断強さの違いが影響していると考えられる. なお, 破砕後の粉体を粒径 300 μm 未満と 300 μm 超で分けた時の影響は, ほとんど見られなかった.

配合後の含水比が 70% の場合は, 一軸圧縮強さは含水比 60% に比べて小さい. セルドロン (FSP), サトウキビバガス (SB) を配合比 30% まで混合したが, 配合比の増加に伴い一軸圧縮強さは増加したがその増加幅はわずかである. セルドロンや植物由来の粉体により吸水が進むものの, 粘土中に多くの水分が残り液性に近い状態にあるためと考えられる.

図 1-3 に示す CBR 試験は, コーヒー殻 (CP), エンセーテ (EN), セルドロン (FSP), サトウキビバガス (SB) を図 1-2 の一軸圧縮試験用に準備した方法と同様に破砕して, 粒径により二分し, 配合した結果を示す. 配合後の含水比 (図 1-1a) が, ブラックコットンソイルの最適含水比である 40% となるように調整し, 直径 15 cm のモールドに締固めて詰め, 4 日間水中養生されたのちに貫入試験が行われた. 一軸圧縮試験と異なり, 混合の試料を自立させる必要がないので, 40% の含水比で試験を実施することができた. 膨張比は, 配合比の増加とともに低下している. CBR も配合比とともに増加するものの, エチオピア道路公社の道路設計指針に定める CBR の最小値 3 には, セルドロン (FSP) を 20% 配合して到達しうる結果となった. セルドロンや植物由来の粉体の単体での CBR 値 3 以上を実現するには困難で, 石灰との併用が必要と考えられる. ただし, 本研究が対象とする

【令和 5 年 / 2023 年度実施報告書】【240531】

小規模道路の路床や路盤の設計時には、過大な指標となる可能性があることに留意する。

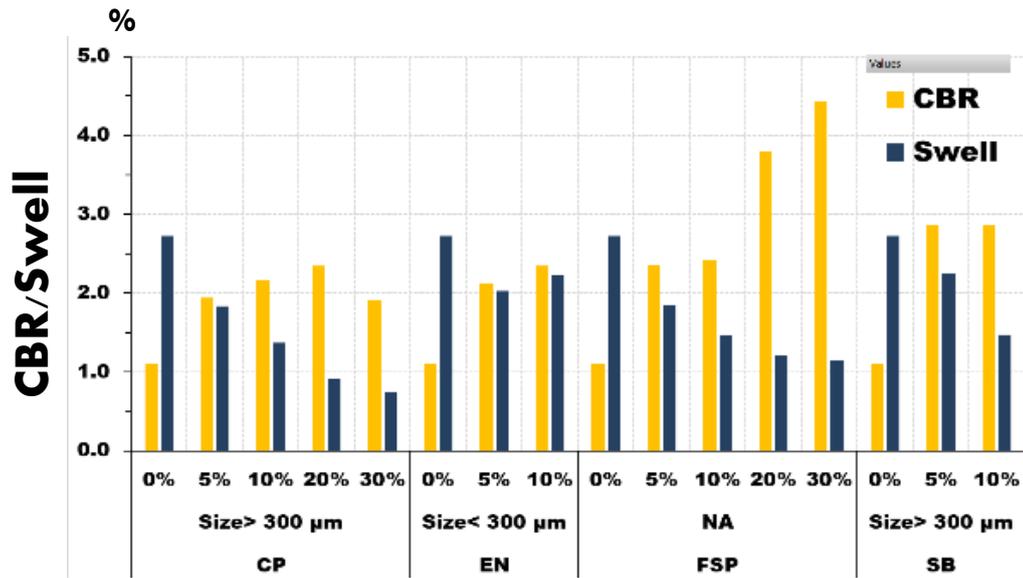


図 1-3 CBR と膨張比 (CP : コーヒー殻, EN : エンセーテ, FSP : セルドロン, SB : サトウキビバガス)

マニュアル化に向けた配合による一軸圧縮試験結果

活動 e)に示す利用マニュアル案の作成や実際の道路施工での配合決定を鑑みて、ブラックコットンソイルが塑性を示す含水比の範囲で初期含水比を設定し、各々に対してセルドロンや植物粉体の配合による強度変化を把握することとした。

セルドロン (FSP)、サトウキビバガス (SB)、コーヒー殻 (CP)、エンセーテ (EN) の 4 種類の粉体を対象とした。サトウキビバガス (SB)、コーヒー殻 (CP)、エンセーテ (EN) の粉体は、市場や畑等から集積された材料を破砕機により破砕し、さらに 4.75mm ふるいの通過分を利用した。その粒度分布を図 1-4、粉体の写真を図 1-5 に示す。いずれも 75 μm 未満の細粒分はほとんど含まない。

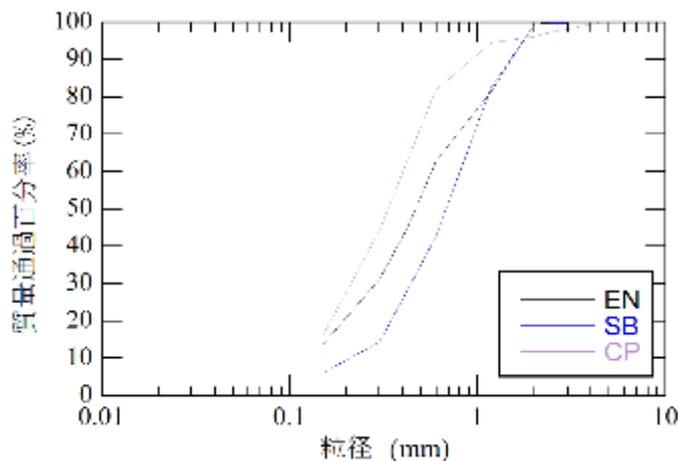


図 1-4 粒度分布 (EN : エンセーテ, SB : サトウキビバガス, CP : コーヒー殻)



図 1-5 粉体の様子 (EN：エンセーテ，SB：サトウキビバガス，CP：コーヒー殻)

供試体作成手順は以下の通りである。炉乾燥後のブラックコットンソイル（粒径 2mm 未満）に、空気乾燥されたセルドロンまたは植物粉体を混合し、そして所定量の水を加え均一になるよう攪拌した。その後、半割鋼製モールドに 3 層に分けて投入し、各層を所定のエネルギーを与えて締固め上端面まで詰めた。モールドを解体し一軸圧縮試験用の供試体（直径 50mm，高さ 100mm）を用意した。その質量を測り、湿潤密度を把握した。またモールドに投入されなかった残り試料から、含水比を測定した。試料準備の様子を図 1-6 に示す。



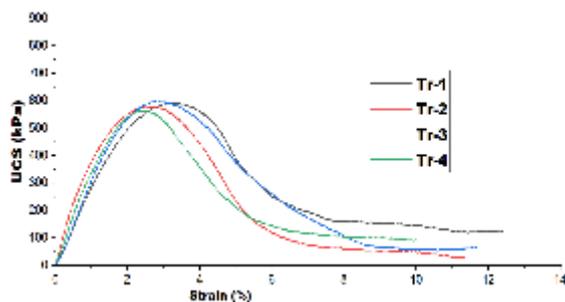
図 1-6 一軸圧縮試験用の試料準備

ブラックコットンソイルの初期含水比を 40，60，70，80，90%と変化させ、各々についてセルドロン（FSP）、サトウキビバガス（SB）、コーヒー殻（CP）、エンセーテ（EN）の 4 種類の粉体を 5% 刻みで最大 20%まで配合し、一軸圧縮試験を行った。なお、表 1-1 にブラックコットンソイルのコンシステンシー特性と最適含水比、最大乾燥密度を示す。一軸圧縮試験の試料の初期含水比は、塑性限界近くから液性限界に向けて増加させたことになる。

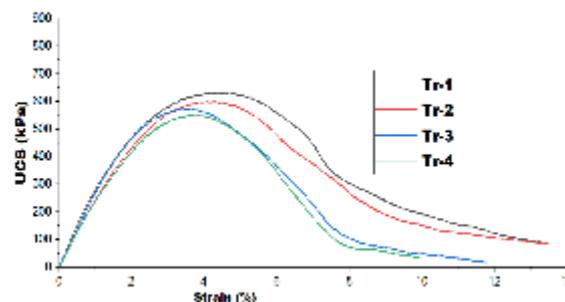
表 1-1 ブラックコットンソイルのコンシステンシー特性と最適含水比

塑性限界 (%)	液性限界 (%)	塑性指数	最大乾燥密度 (g/cm ³)	最適含水比 (%)
39	103	62	1.23	33

図 1-7 に、一軸圧縮試験の載荷時の応力ひずみ曲線の一例として、初期含水比を 40%，セルドロン（FSP）配合比が 5%と 15%のケースを示す。各ケース 4 回実施しているが、降伏点を示すまでの挙動は再現性が高い。セルドロンの配合比の増加に伴う一軸圧縮強さの上昇は顕著に見られず、降伏荷重の 50%に至るまでの割線勾配は緩くなる傾向がみられる。



セルドロン 5%配合



セルドロン 10%配合

図 1-7 応力ひずみ曲線

図 1-8 に、ブラックコットンソイルの初期含水比が 40, 60, 70%の時の、各粉体の配合比での一軸圧縮強さを示す。初期含水比が 80%を超えると、粉体を混合しても自立する供試体を作成することが困難で、試験を実施することができなかった。図 1-9 は、ブラックコットンソイルの初期含水比を 70, 80, 90%としたときの、自立する供試体を作成することができた粉体の配合比と一軸圧縮強さを示す。

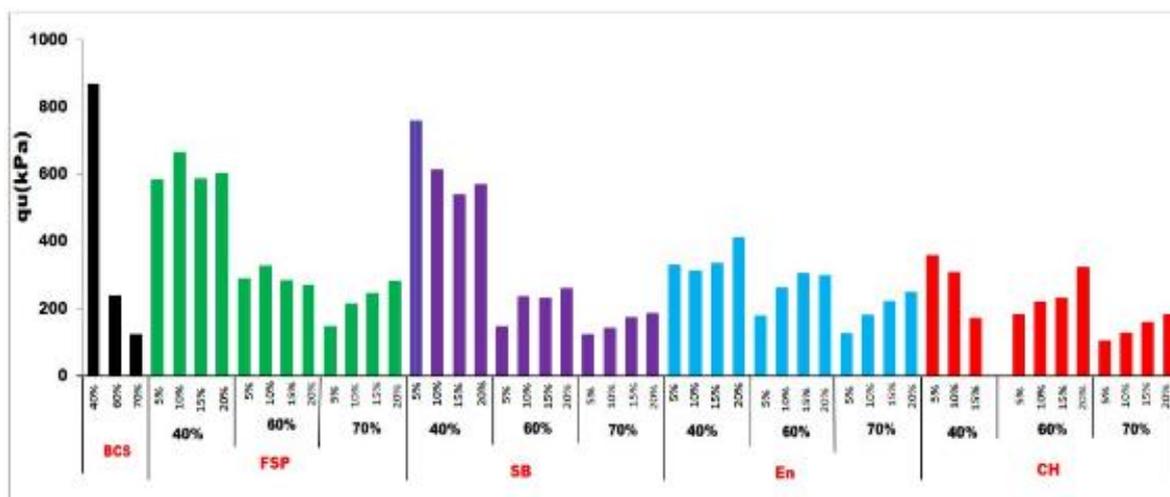


図 1-8 一軸圧縮強さ (BCS:ブラックコットンソイル, FSP :セルドロン, SB: サトウキビバガス, EN :エンセーテ, CH : コーヒー殻)

図 1-8 から、ブラックコットンソイルの初期含水比が最適含水比に近い 40%の時には、高い一軸圧縮強さを有する。この時にセルドロンや植物由来の粉体の単体を混合しても、一軸圧縮強さの増加は見られない。配合比を増やすと低下する傾向にある。細粒分を含まない粉体の混合で保水性が低下し、間隙水中のサクションが低下し粒子同士を引きつける力が低下したことが考えられる。粉体のせん断強度が、含水比 40%のブラックコットンソイルのせん断強さよりも小さい可能性もある。

ブラックコットンソイルの初期含水比が 70%の時に、すべての粉体で配合比が増加するとともに、一軸圧縮強さが上昇した。初期含水比が 70%は、塑性限界と液性限界の中間に近い。セルドロンや植物由来の粉体を土質改良材としてブラックコットンソイルへ適用するには、ブラックコットンソ

イルの初期含水比を考慮する必要がある。

図 1-9 から、含水比 90%のブラックコットンソイルに混合して一軸圧縮試験の実施が可能であったのはセルドロン (FSP) のみであった。含水比 80%ではコーヒー殻 (CP) は 20%配合比でも自立する供試体を作成できなかった。コーヒー殻 (CP) は、今回利用した粉体の中では最も吸水性は小さい。このことが影響していると考えられる。粉体の種類とこのような挙動の違いを照らし合わせ、各粉体による改良メカニズムの解明を目指す。

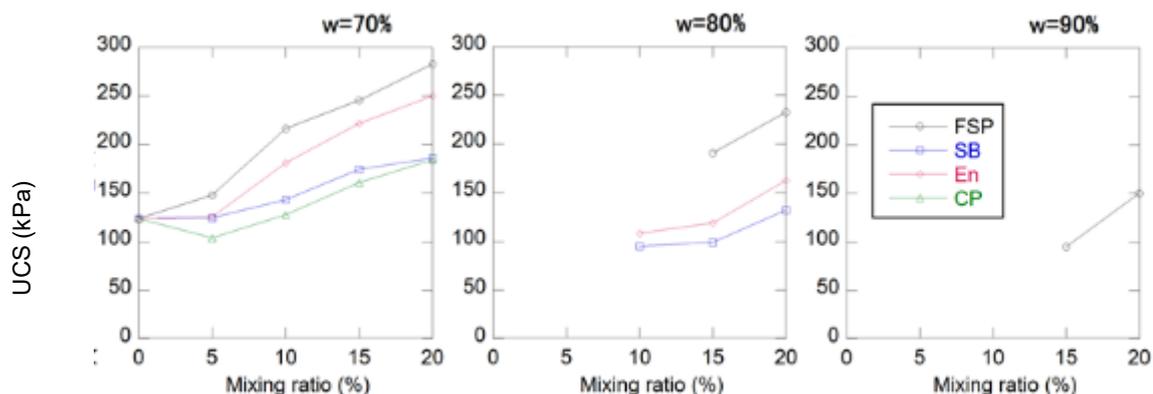


図 1-9 一軸圧縮強さと配合比の関係 (FSP : セルドロン, SB: サトウキビバガス, EN : エンセーテ, CP : コーヒー殻)

図 1-10 は一軸圧縮試験供試体の含水比と配合比, 図 1-11 は供試体の湿潤密度と配合比の関係を示す。セルドロンや植物由来の粉体の特徴は高い吸水性を有することである。また、植物由来の粉体の比重はブラックコットンソイル粒子に比べて小さいと考えられる。混合後の供試体中に、ブラックコットンソイル粒子、粉体粒子、水、空気が占める体積を把握して考察を深める。そのため、当該年度末時点では、セルドロンや植物由来の粉体の密度の把握を検討している。配合比の増加に伴う含水比や湿潤密度の変化を、粉体の種類ごとに比較して、今後さらに考察を深めて改良体の構造を理解し改良メカニズムの解明につなげる。

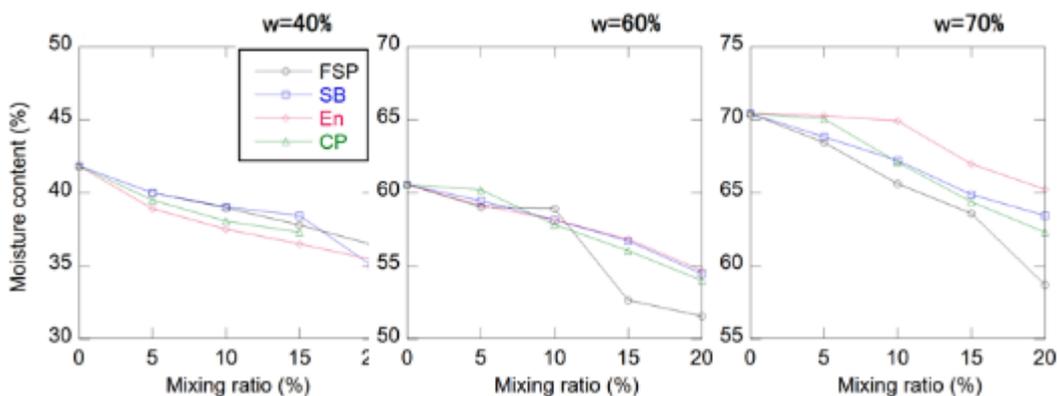


図 1-10 含水比と配合比の関係 (FSP : セルドロン, SB: サトウキビバガス, EN : エンセーテ, CP : コーヒー殻)

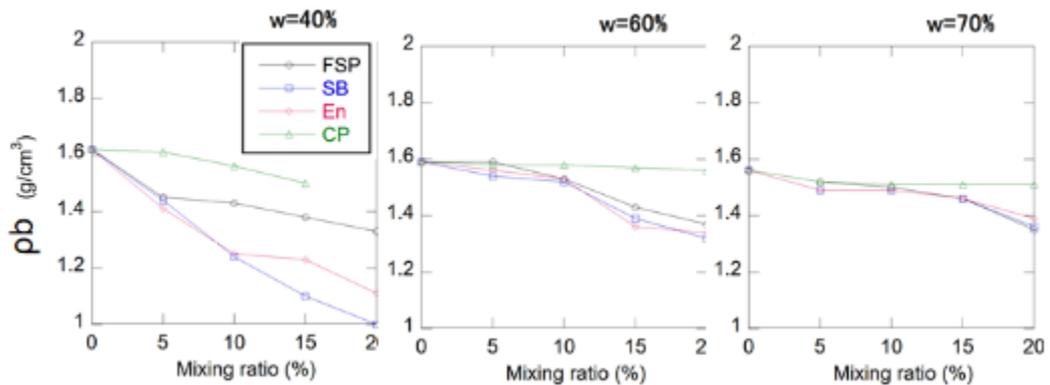


図 1-11 供試体の湿潤密度 (FSP : セルドロン, SB: サトウキビバガス, EN : エンセーテ, CP : コーヒー殻)

今後は、ブラックコットンソイルの初期含水比は 70%以上として、セルドロンや植物由来の粉体に消石灰を混合時の一軸圧縮強さと CBR を調べる予定である。

b) セルドロンや植物由来の粉体の混合試料の透水性の確認

(2-2) 研究題目 2 で後述する通り、国内短期研修にて低透水性試料の柔壁透水試験を行った。その機材が 2024 年度初旬に、アジスアベバ科学技術大学にも導入される。今後現地にて、同機材を用いて透水試験を行う予定である。当該年度末時点では、アジスアベバ科学技術大学が所有する、通常試料用の透水試験器を利用して実験を開始している。試料を飽和させている段階である (図 1-12)。



図 1-12 変水位透水試験実施状況 (アジスアベバ科学技術大学)

c) 改良土の強度定数把握のための一面せん断試験

アジスアベバ科学技術大学に既存の一面せん断試験器を利用して実験を開始したが、一定速度でせん断変位を与えることが難しいことが判明した。国内で調達した一面せん断試験器は輸送中で、2024 年度初旬に到着予定である。到着後すみやかに一面せん断試験を行う。

d) 改良効果の持続性の検証

a)から c)の活動結果を踏まえて、標準配合が決定される。その配合での供試体について、プロジェクト期間の範囲内で一定期間地中養生し、その後膨潤試験や一軸圧縮試験を行う。

e) セルロース系土質改良材の利用マニュアル案の作成

石灰系改良材など既存の土質改良材の利用マニュアルを参照にする。セルドロンや植物由来の粉体の配合比と、一軸圧縮強さ、CBR、透水係数、膨潤比または膨潤圧との関係をまとめる。膨潤圧は圧密試験装置を用いて計測が可能である。圧密試験装置についても、2024年度初旬にアジスアベバ科学技術大学に導入予定であり、到着次第、試験を開始する。

なお、改良地盤の設計基準強度の算定方法に、テルツァーギの支持力公式を利用する方法がある（一般社団法人セメント協会：セメント系固化材による地盤改良マニュアル第5版）、テルツァーギの支持力公式を使えば、改良地盤の内部摩擦角を 0° として公式内の支持力係数を設定し、非排水せん断強さは一軸圧縮強さを $1/2$ して求めて代入すると、地盤の支持力が算定できる。また安全率も使用限界状態（長期許容支持力）か損傷限界状態（短期許容支持力）かを想定して設定することができる。本研究で対象とする小規模道路の改良地盤の設計基準強度を設定する場合には、短期許容支持力の設定が適切と考えられる。4トンドンプトラックを最大通行荷重として想定すると、改良地盤の設計基準強度を 288kN/m^2 と算定できる。この強度は図1-9を見ると、初期含水比70%のブラックコットンソイルにセルドロン（FSP）を20%混合して、到達しうる。しかし、配合比20%の混合を実施現場で人力にて行うことは困難である。やはり、設計基準強度に至るには消石灰と合わせて混合することが求められる。ただし、消石灰単体時と比べて、必要消石灰量が削減されるなどの効果が期待される。今後検証を進める。

③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

セルロース系土質改良材単体でブラックコットンソイルを、路床や路盤としての性能を有するまで改良することは困難であることが分かってきた。しかし、ブラックコットンソイルとの混合層が難透水層となり、地中部の含水比変動を抑制できる可能性がある。混合層の力学特性とともに、透水性を検証する実験を進め、セルロース系土質改良材の利用性を取りまとめる。

次に消石灰やセメントなどの既往の改良材との併用、セルロース系土質改良材で改良されたブラックコットンソイルの土の中詰材としての利用など、路盤材としての利用性の検討を進める。

④研究題目1の研究のねらい

セルロース系土質改良材による、ブラックコットンソイルの改良効果とそのメカニズムを明らかにする。セルロース系土質改良材のみではなく、既存の改良材や補強工法との併用で路床や路盤を改良することを提案して、社会実装を目指す。

⑤研究題目1の研究実施方法

図1-8から図1-11の結果をもとに、セルロース系土質改良材による強度増加特性とメカニズムを解明する。また、透水性や、含水比変動に伴う体積変化の抑制効果を調べる。膨潤性粘土を対象と

した改良であるので、膨潤比や膨潤圧の抑制効果を明らかにすることが重要である。次に路床や路盤材料としての適用性を検証するために、CBR 試験を実施する。この時、消石灰等既存の改良材との併用も検討する。これらを取りまとめて、セルロース系土質改良材による改良層を含む、道路断面を提案する。

(2-2) 研究題目 2：「在来植物からのセルロース系土質改良材の生産技術の開発」

研究グループ B（リーダー：安原英明）

① 研究題目 2 の当初計画（全体計画）に対する実施状況

研究題目 2 の当初計画は、「在来植物からのセルロース系土質改良材の生産技術の開発」に対して、3 つの研究項目を設定している。つまり、1) 有用在来植物資源の選定、2) 選定資源の成分分析、土質改良材へ加工原料同定、3) 在来植物資源の土質改良材への加工手法の開発、である。有用在来植物資源の選定については、当初 20 種類以上の植物を候補に挙げ、2022 年度に 12 種類を設定した。そこから、2023 年度当初は 6 種類（エンセーテ、コーヒー稈、ホテイアオイ、サトウキビバガス、ユーカリ、テフ殻）に絞り込みを行ったが、時間の制約もあるため、主に 3 種類（エンセーテ、コーヒー稈、サトウキビバガス）に着目して力学試験等を実施している。選定資源の成分分析についても、絞り込んだ 6 種類の中から数種類を選択して吸水試験、セルロース含有量試験、微視観察等を行っている。吸水試験および膨潤試験では、英語版試験マニュアルを日本側で作成し、エチオピア側に譲渡することで技術移転できている。

また、候補材料のセルロースおよびヘミセルロース成分を分析できる Wise 法の具体的なマニュアル（英語版）を作成し、アジスアベバ科学技術大学の研究者に対して技術移転できている。土質改良材への加工手法の開発では、大量に粉体を作製するために、破砕機をアジスアベバ科学技術大学およびジンカ大学に設置し、候補材料に対して適切な粉体化方法を検討している。粉体化のマニュアルについては、当該年度末時点で作成中であり、研究期間内に完成させる。また、完成させるマニュアルについては、エチオピア道路公社から認証を得る予定であり、エチオピア道路公社と協議中である。

② 研究題目 2 の当該年度の目標の達成状況と成果

2023 年度および 2024 年度の当初計画は以下の 6 項目である。a) AASTU に導入した穀物（テフ）用粉砕機をジンカ大学にも導入し、両大学で候補植物を大量に粉体化できる基盤を整える。また、破砕条件（破砕回数・時間など）を変えることにより、材料形態（形状、粒径）を評価する。b) 粉体化した選定資源粉体について吸水試験を実施し、その吸水性能を評価する。また、化学分析を実施し、選定資源粉体のセルロース、ヘミセルロース、リグニン、灰分などの含有量を評価する。c) 選定資源粉体（エンセーテ、コーヒー殻、ホテイアオイ、サトウキビバガス、テフ藁）および石灰をブラックコットンソイルに混合し、混合粘土に対して力学試験（CBR 試験、一軸圧縮試験、一面せん断試験など）を実施することで、改良効果を検証する。また、日本側でも疑似ブラックコットンソイルに粉体（麦藁、もみ殻、竹粉）を混合し、力学試験により混合粘土の改良効果を検証する。d) 選定資源粉体および混合粘土の微視構造観察（SEM）や鉱物分析（XRD）を実施し、改良効果のメカニズムを検証する。e) a)～d)の結果を踏まえ、どのような粉体特性（形状、粒径）がブラック

コットンソイルの改良に有効であるか検証し、適切な破碎条件（破碎回数・時間など）を把握する。

f) エチオピア道路公社と粉体化手法のマニュアル化について協議し、マニュアル案の作成を行う。また、最終的にはエチオピア道路公社からのマニュアル認証を獲得することを目指す。各項目の具体的な実施状況について以下に説明する。

a) AASTU およびジンカ大学でのテフ用粉碎機の導入と基盤整備

AASTU では、破碎機がすでに設置され、当該年度末時点も安定して運用されている。このため、効率的に材料を粉体化する基盤が整い、継続的な運用が可能である。一方、ジンカ大学にも同様の破碎機が導入されたが、導入後にいくつかの運用上のトラブルが発生した。これには、機械的な問題や防犯上の課題が含まれている。現在、これらの問題に対処するための段階的な対策が実施されており、ジンカ大学での破碎機の運用が徐々に安定してきている。これにより、将来的には AASTU と同様に、効率的な粉体化作業がジンカ大学でも行えるようになる見込みである。両大学におけるこれらの取り組みは、粉体化プロセスの基盤を強化し、候補植物の大量粉体化を可能にすることで、研究の進展に寄与している。

テフやエンセーテのような大きな植物資源を粉碎機に投入する際、長さが 10 センチを超えると破碎機内での滞留時間が長くなり、摩擦による発熱が増加して発火するリスクが高まることが判明した。この問題に対処するため、破碎前にチップーを用いて材料を細かくする工程が必要であるとされた。現在、材料の集荷、乾燥、チップング、破碎という各工程の順序について、効率的で安全な運用を目指し、実証実験を行いながらマニュアル化を進めている。このマニュアルは、将来的には粉体化プロセスを安定して行うための基盤となり、より安全で効果的な破碎作業を実現することを目指している。

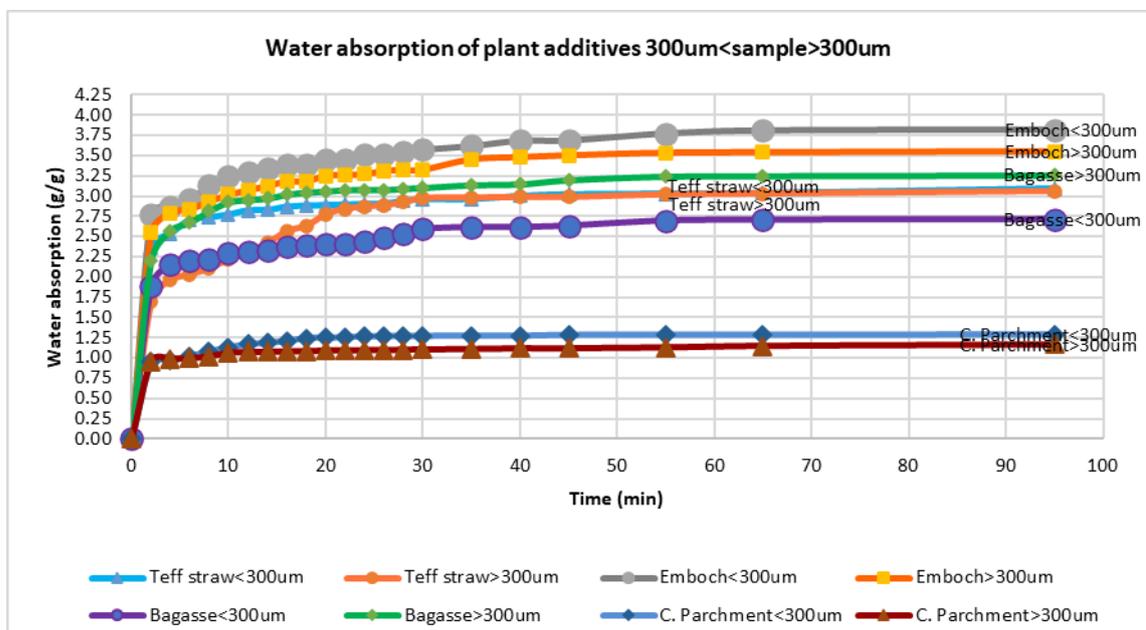


図 2-1 植物粉体の吸水試験結果（Teff straw：テフ藁，Emboch：ホテイアオイ，Bagasse：サトウキビバガス，C. Parchment：コーヒー稈）

b) 粉体化した植物資源の吸水試験と化学分析

破碎機で処理された材料（コーヒー殻，ホテイアオイ，サトウキビバガス，テフ藁）は、粒径が

【令和 5 年／2023 年度実施報告書】【240531】

300 μm 以上と以下に分けられ、それぞれの吸水性を評価した (図 2-1)。

この評価により、最も吸水性が高かったのはホテイアオイであることが判明した。ホテイアオイは水草であり、セルロース含量が 19.3%と低いため、タンパク質やヘミセルロース、灰分の含有量が高く、これらが親水性の特徴を示していると考えられる。対照的に、最も吸水性が低かったのはコーヒー稈であり、セルロース含量は 27.5%と低いが、ペクチンなど疎水の性質を示す成分が多く含まれていると推測される。テフ藁とサトウキビバガスは、供試した材料の中で中間的な吸水性を示した。テフワラはセルロース含量が 55.5%、バガスは 47.3%と比較的高く、これにより吸水性が高まると考えられている。上記の結果より、セルロース含量が高く、吸水性の高い材料としてテフ藁、サトウキビバガスが候補として有望であると考えられた。しかし、テフ藁は破碎時に発火するリスクがあり、既存の利用法と競合する恐れがある。また、価格も高く、現実的な選択肢とは言い難い。一方、サトウキビバガスは工場から搬出される際にある程度細かく破碎されており、安定して大量に入手可能であるため、現実的で実用的な候補として最も可能性が高いと判断されている。これらの結果から、現状ではサトウキビバガスがブラックコットンソイル改良に有効な粉体として推奨されるが、エンセーテに対する具体的な評価が完了していないので、引き続き分析を進める。

c) ブラックコットンソイルにおける植物粉体の力学試験

題目 1 と協働して、植物粉体等をブラックコットンソイル (クニゲル V1, 笠岡粘土, トチクレーを 21.8 : 39.1 : 39.1 の割合で混合した試料。2022 年度実施報告書に詳細掲載済み。) に混合した試料の力学試験を実施しているが、エチオピア側で実施された項目については、題目 1 の報告に記載の通りである。ここでは、日本側で疑似ブラックコットンソイルを用いて実施した試験結果について説明する。疑似ブラックコットンソイルに混合した粉体は、セルドロン (FSP : Fine shredded paper), 竹粉末 (BP : Bamboo powder), 麦わら (WS : Wheat straw), 籾殻 (RH : Rice husk), サトウキビバガス (SB : sugarcane bagasse) である。以下の表 2-1 に、短期研修期間に計画していた実験の種別と、疑似ブラックコットンソイルに混合した粉体の種別を整理する。実施した試験項目は、物理試験、乾燥収縮試験、締固め試験、一軸圧縮試験、透水試験である。

表 2-1 短期研修期間に計画していた実験の種別と
疑似ブラックコットンソイルに混合した粉体の種別

Laboratory tests	Additives used	Percentage of additives to PES mass [%]
Liquid Limit & Plastic limit test	FSP, BP, RH, and WS	0, 5, 10, 15, 25
Linear shrinkage test	FSP, BP, RH, and WS	0, 5, 10, 15, 25
Permeability test	FSP and RH	0, 5, 10, 15
Standard proctor (Compaction) test	NA: PES only	0
Uniaxial compression test (UCS)	FSP, BP, and RH	0, 5, 10, 15
Direct shear test	NA	NA
CBR test	NA	NA

物理試験および乾燥収縮試験について

物理試験の結果からは、FSP 添加割合の増加に伴い、液性限界 LL も塑性指数 PI も増加し、高含

水比になっても泥濁化せず粘土の状態を維持することが分かった。一方で植物粉体を疑似ブラックコットンソイルに混合したケースでは、植物粉体の添加割合の増加にしたがって液性限界 LL は減少、塑性限界 PL は増加し、その結果塑性指数 PI は減少する結果となり、FSP を混合した場合と異なる傾向を示した。

FSP や植物粉体を添加していない疑似ブラックコットンソイルのみでの乾燥収縮試験では、PES 試料の乾燥にともない大きな亀裂が入り PES 試料が分割される様子が観察された。これに対して、FSP, BP, WS を添加したケースにおいては、乾燥にともなう試料の割れや亀裂の発生が大きく抑制された。特に興味深い点は、BP や WS の植物粉体を添加した場合において、乾燥収縮時に試料に曲げ変形が生じ、最終的に弓なりに湾曲した形状となったことである。FSP 添加の場合は、割れや亀裂の発生は抑制されるが曲げ変形は観察されず、供試体はほぼ線形に収縮しており、FSP と植物粉体で乾燥収縮時における補強メカニズムが異なることが示唆される。ただし、植物粉体の中でも RH の場合は、亀裂発生抑制の効果はほとんど見られず、乾燥収縮時に供試体に多くの亀裂が生じた。



図 2-2 一軸圧縮試験の結果 (FSP (Fine shredded paper), 竹粉末 (BP : Bamboo powder), 籾殻 (RH : Rice husk), サトウキビバガス (SB : sugarcane bagasse) : 初期含水比と粉体の添加割合を変えた場合の一軸圧縮強さを示す)

一軸圧縮試験について

疑似ブラックコットンソイルおよび植物粉体を添加した改良体の強度特性を調べることを目的に一軸圧縮試験を実施した。試験に用いた粉体は、FSP, BP, そして RH の 3 種類であり、粉体の添加割合を 0%, 5%, 10%, 15% と変えて実験を実施し、結果を比較した。加えて、供試体作製時の初期含水比の影響も評価するために、上述と同様の粉体添加割合を用いて、初期含水比を 30%, 35%, 40% と変えた実験も行った。基本的にはどの初期含水比の場合においても、植物粉体の添加割合が増加するほど一軸圧縮強さも増加する結果が得られた。これは添加割合が増加するほど植物粉体に吸水される水分量が増加し、疑似ブラックコットンソイル内の含水比が相対的に減少しているためだと考えられる。また初期含水の違いによる一軸圧縮強さへの影響を見た場合、初期含水比が 30% の供試体で一軸圧縮強さが大きくなっている。疑似ブラックコットンソイル供試体の一軸圧縮

強度は、含水状態に対して敏感に変化しており、供試体全体で算出した含水比はもちろん、供試体内部で植物粉体がどれほどの水分を保持するのも重要なパラメータであることが示唆された。

柔壁型透水試験について

膨潤性粘土地盤が降雨等に晒された際の、粘土地盤内部への雨水浸透特性を調べることを目的に、膨潤性粘土に対する透水試験法の確立と習熟を図った。エチオピア現地の BCS や本短期研修で用いた疑似ブラックコットンソイルが典型的な難透水性地盤であることを念頭に、“柔壁型透水試験”の試験手順の確立に努めた。柔壁型透水試験は、供試体の側面をゴムメンブレンで覆い供試体と密着させることで、試料側壁に沿って水が流れることを防ぐことを目指した試験法である。試験に長い時間を要する難透水性地盤に対しては柔壁型透水試験が推奨される。疑似ブラックコットンソイルに対する透水試験手順の確立と習熟に時間を要したため、①疑似ブラックコットンソイル (MES) のみ (FSP および植物粉体の添加なし)、②MES+FSP、③MES+RH の 3 つのケースについて透水係数を取得した。表 2-2 に得られた透水係数の値をまとめた。

表 2-2 柔壁型透水試験の結果

Mix type	% Additive	Specimen Density(g/cm ³)	Hydraulic Conductivity	
			Without Confining pressure	With Confining Pressure
MES	0	1.798	7.33E-07	
MES + FSP	5	1.544	1.33E-07	5.68E-08
	10	1.547	7.51E-07	7.56E-08
	15	1.546	9.64E-07	8.96E-08
MES + RH	5	1.558	3.43E-07	
	10	1.563	2.77E-07	
	15	1.557	2.99E-07	

また図 2-3 には、FSP および RH の添加割合と、透水係数の関係を整理した図を示す。疑似ブラックコットンソイルのみの場合は、透水係数は 7.33×10^{-7} [m/s] となり、典型的な低透水性地盤の値を示した。疑似ブラックコットンソイルに FSP を 5%、10%、15% 添加したケースでは、添加量が増えるにしたがって透水係数も増加した。しかしその値は、 1.33×10^{-7} (5%)、 7.51×10^{-7} (10%)、 9.64×10^{-7} (15%) となり、FSP 添加割合 5% のケースでは MES のみの場合と比べて低い透水係数が得られた。また、MES+RH のケースにおいても透水係数は MES のみと場合と比べて小さな値となり、RH の添加割合が増加しても透水係数に変化は見られなかった。

これらの試験から得られた結果は、本物のブラックコットンソイルに使用される候補植物とは異なるものの、疑似ブラックコットンソイルにおける植物粉体の混合効果を評価する上で有用なデータを提供すると考える。特に、植物由来材料が土壌の物理的特性に与える影響、土壌の安定性と耐久性の向上、および透水性の変化に関する洞察を得ることができる。これにより、疑似ブラックコットンソイルを用いた実験が、実際の土壌改良技術の開発に向けた基礎的な知見を提供できる。

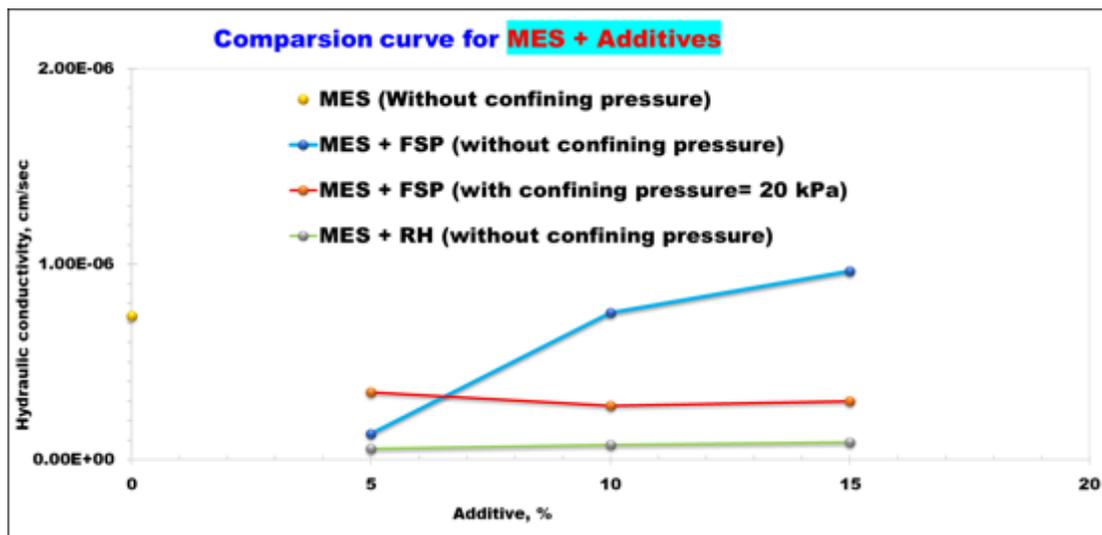


図 2-3 植物粉体の添加割合と透水係数の関係

d) 選定資源粉体および混合粘土の微視構造観察と鉍物分析

ブラックコットンソイル（膨潤性粘土）とセルロース系粉末（セルドロン（FSP）、植物粉体）を混合することで膨潤性粘土の物理的特性の改善が見込まれている。特に、古紙粉砕物であるセルドロンは高い吸水性を有し、ブラックコットンソイルとの混合により土壌全体の容積当たりの含水率を低下させ、一軸圧縮試験における土壌供試体の強度上昇が報告されている。一方で、セルロースはグルコースが β (1 \rightarrow 4)結合した直鎖上の構造をしており、セルロース分子が束になって出来たセルロースマイクロファイブリルは微細な繊維構造をなしている。セルロースを集めて形成した構造物、例えば紙の場合、この繊維がお互いに絡まりあい、繊維間に多数の水素結合が形成されて、紙に強度を与えている。すなわち、繊維状の植物性資材は、高い吸水性により膨潤性粘土の物理特性を改善する以外に、微細な繊維として土壌中で筋交いのような役割を果たしているのではないかと考えられた。そこで、粘土と混合したセルロース系の繊維を定性的に可視化する方法が必要となった。セルロースの可視化は染色法が一般的だが、ブラックコットンソイルは黒色粘土で可視光による観察は困難であると考え、蛍光色素によるセルロースの特異的な染色が適していると考えられた。そこで、Calcofluor white というセルロースに特異的に吸着して蛍光を発する色素を用いて土壌中のセルロース繊維の存在状態の観察を試みた。

実験手順は以下の通りである。微結晶セルロース粉末（アビセル）、セルドロン、小型の湿式リフアイナーで繊維化したサトウキビバガスを、含水率 60%に調整した疑似ブラックコットンソイルに混合し、一軸圧縮試験用の供試体を作製した。一軸試験後、供試体の一部をナイフで削り取り、Calcofluor white (EX 350nm, EM 440nm) を滴下して 10 分程度染色し、蛍光顕微鏡で観察した。

セルロース材料を混合していない疑似ブラックコットンソイルを Calcofluor white で染色し、観察したところ、蛍光は観察されなかった。一方で、微結晶セルロース粉末を混合した供試体を同様に染色して観察したところ、粒子状の青色の蛍光が観察された (図 2-4A)。これは、染色により土壌中のセルロースが特異的に検出できていることを示す。また、セルロース粉末は土壌中に均一に分散していることが確認された。同様に、セルドロンを混合した疑似ブラックコットンソイル供試体を

染色して観察したところ、微小な粒子状の蛍光に加えて長い繊維状のセルロースが広く分散していること、また、そのセルロース繊維同士が絡み合っている状態が観察された (図 2-4B)。サトウキビバガスの粉体を疑似ブラックコットンソイルと混合した供試体を同様に観察した結果、大小様々な粒子と、微細な繊維状構造が観察された (図 2-4C)。これは本染色法により、粘土中の植物粉体も観察可能であることを確認した。

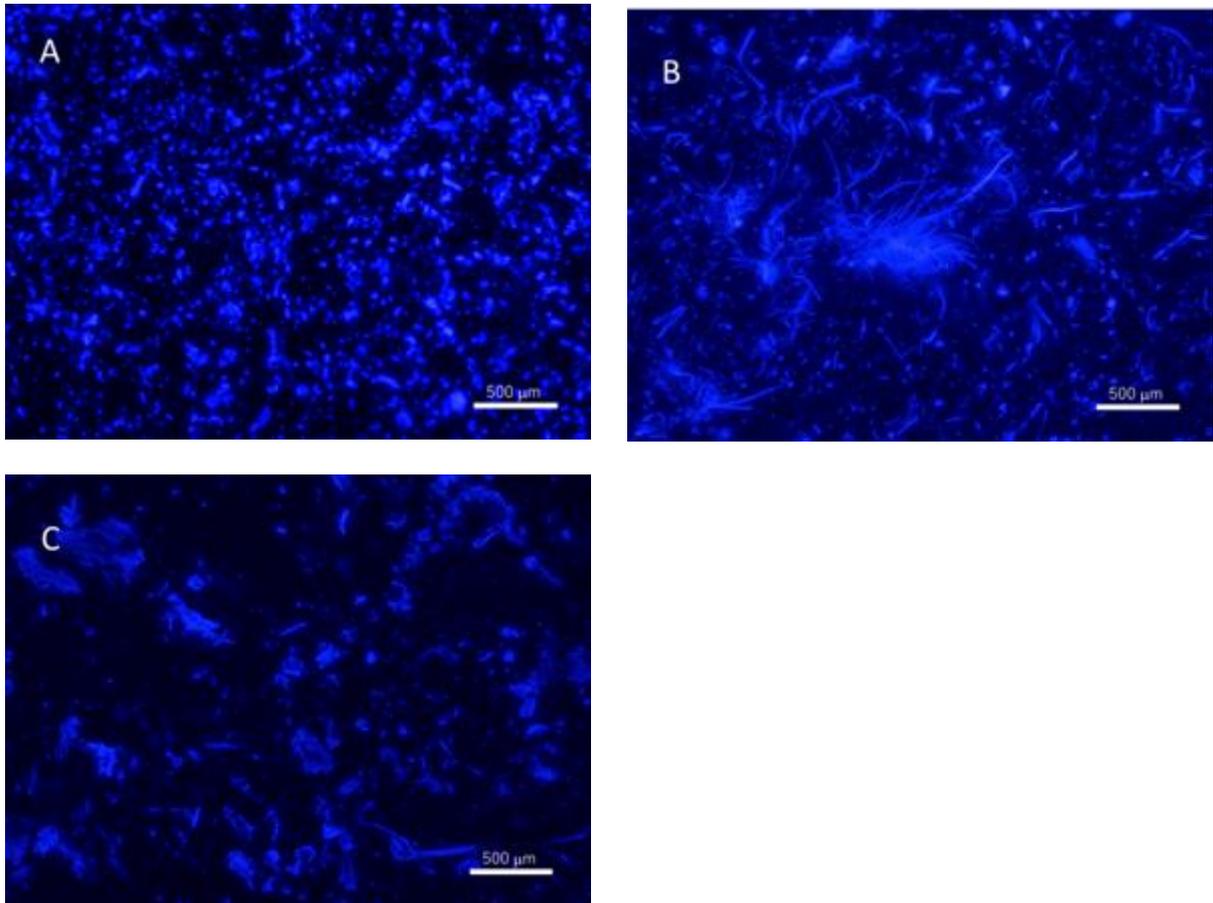


図 2-4 微結晶セルロース (A)、セルドロン (B)、サトウキビバガス (C) を混合した供試体中におけるセルロースの可視化 (青白い蛍光がセルロース)

e) ブラックコットンソイル改良に有効な粉体特性の検証と適切な破碎条件の把握

当該年度末時点で、鋭意検証作業が行われている。この作業は、ブラックコットンソイルの改良に最も効果的な粉体の特性と、その粉体を得るための最適な破碎条件を明らかにすることを目的としている。具体的な研究成果は、2024 年度中にまとめる予定であり、その結果からブラックコットンソイルの改良方法に関する新たな知見が得られることが期待されている。

f) エチオピア道路公社との粉体化手法のマニュアル化協議とマニュアル案の作成

当該年度末時点でアジスアベバ科学技術大学を中心にマニュアルの作成が進行中である。このマニュアルは、適切な粉体化手法を確立し、それを基に土壌改良プロジェクトで利用できるようにすることを目的としている。マニュアル完成後、エチオピア道路公社とは工法の実装に向けた覚書を

結ぶことが約束されている。この覚書により、マニュアルに基づく土壌改良手法の具体的な実施方法と責任の所在が明確化される。最終的なマニュアルは、エチオピアの土壌条件に最適化され、現地での道路建設および保守作業における実用性が高い内容になるように調整される予定である。このプロセスを通じて、エチオピア道路公社との協力関係もさらに強化されることが見込まれている。

③ 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

2023年度は当初の計画に沿って研究が進行し、予定されていた目標の大部分を達成することができた。特筆すべき点として、エチオピア道路公社およびアジスアベバ科学技術大学の職員と教員を短期招聘者として多数、京都大学に招聘することができた。この取り組みにより、招聘された職員と教員は日本の研究チームと密接に協力し、共同で室内試験を行うことができた。この共同作業は、研究内容の深化を図るとともに、双方の研究者間での知識の交流と理解を促進し、相互の学術的な関係性を一層強化する結果となった。また、室内試験を通じて得られたデータと経験は、両国の研究者にとって貴重な資源となり、今後の研究方針や課題解決の方向性を見出す一助となった。このような協力体制により、多様な視点からのアプローチを試みるのが可能となり、研究の質を向上させるとともに、より実践的で効果的な解決策を導き出すことが期待される。

④ 研究題目2の研究のねらい

エチオピア農村部の農業副産物や残渣などから、セルロース系土質改良材を生産する技術を開発する。現地の生活環境に負荷を与えず、土質改良材化するのに有用と想定される在来植物資源を選定する。次にセルロース成分が卓越し吸水性能が高い原料を同定する。同定した植物原料を粉体化し、土質改良材へと資源化する。さらに、資源化した土質改良材のブラックコットンソイルへの混合方法を検討し、最適な土質改良技術を開発する。

⑤ 研究題目2の研究実施方法

候補植物に対して、セルロース含有量を測定する。また、破砕機を用いて候補植物を粉体化する。その後、微細粉体の種類や加工方法が吸水性能に与える影響を調査し、土質改良材として最適な材料を同定する。さらに、題目1とも協力して選定した粉体をブラックコットンソイル（あるいは疑似ブラックコットンソイル）に混入し、土質改良材としての性能（力学特性、透水特性）・安定性を経時的に評価し、性能を把握する。

(2-3)研究題目3：「地方での道路災害低減に向けた特殊土対策工の運用モデルの構築」

研究グループC（リーダー：金子守恵）

① 研究題目3の当初計画（全体計画）に対する実施状況

研究題目3（以下、題目3）は、地方での道路災害低減に向けた特殊土対策工の運用モデルを構築することを目的としている。具体的には、エチオピア西南部に位置する南オモ県を主な対象地域として研究活動に取り組む。当初計画では、2021年度までには、1) 道路災害発生状況と現行の対策を把握したうえで、2) 土質改良材による特殊土地盤上道路整備工の開発に取り組み、マニュアル・ガイドラインの作成に着手している予定であった。それと並行して、3) 特殊土対策工の運用モ

デルと道路維持管理体制の構築をめざして、本プロジェクトで準備・提案する手法を提示するためのマニュアルや動画などの教材作成にも着手している予定であった。

2020年3月頃からエチオピアにおいて新型コロナウイルス感染症の罹患者が発生し、その後の感染拡大にともなって、日本からエチオピアへ調査研究のための渡航を2022年7月まで見合わせた。2022年8月から渡航を再開したが、当初予定からは研究活動が大幅に遅れていることは否めない。2023年度前半には、2021年度から継続してきたオンライン会議を活用して、カウンターパートとの情報共有につとめた。2023年度後半には、日本人研究者がエチオピアのモデルサイトへ比較的長期間渡航し、モデルサイトでの実物大走行実験や生活道路建設のためのデモンストレーションを介して、特殊土対策工の運用モデルと道路維持管理体制の構築を目指した。これらをふまえて、目標への達成時期を1年延長し、2023年前半までに道路災害発生状況と現行の対策の把握したうえで、2024年度までに、土質改良材による特殊土地盤上道路整備工の開発に取り組み、マニュアル・ガイドラインを作成することとした。

② 研究題目3の当該年度の目標の達成状況と成果

次の3点に留意して、当該年目標達成状況と成果について述べる。1) 南オモ県での道路災害発生状況と現行の対策把握、2) 土質改良材による特殊土地盤上道路整備工の開発、3) 特殊土対策工の運用モデルと道路維持管理体制の構築。

a) 南オモ県のモデルサイト周辺地域の衛星画像を活用し、地形、傾斜などに留意して、おもに水の発生にかかわる災害についての基本地図の作成準備を進めた。



図 3-1 モデルサイト周辺地図

b) a)で作成した基本地図をもとに、モデルサイト周辺に生活する住民から収集した災害発生箇所などの地理情報を整理・検討して、防災地図の作成準備をすすめた（図 3-1, 3-2, 3-3）。

c) セルロース系土質改良材による改良土を利用した道路断面の通行性を検証するため、ジンカ大学のキャンパス内において実物大走行実験に着手した。



図 3-2 災害発生箇所（2023年12月27日撮影）



図 3-3 災害発生箇所（2023年12月26日）

題目1, 2で検討が進む地盤改良材としての植物粉体の、小規模道路の路床の改良への適用性を検証する狙いがある。

ジンカ大学構内のブラックコットンソイル（BCS）が広がり、土地利用上の支障のない場所に、幅3m長さ5mの3つの実物大走行実験用区画を設けた（図 3-4, 図 3-5）。原地盤の物性を表 3-1 に示す。表 3-1 には、アジスアベバ科学技術大学（AASTU）における題目1に関する実験に利用されて

いるブラックコットンソイルの物性を示す。また、走行実験での路盤材（土のうち詰材）として利用した現地発生土の物性も併せて示す。いずれも修正 CBR 値は 3 未満と小さく支持力が小さいため、路床としても路盤材料としても単体では利用できない。良質材への置換や地盤改良等の対策が必要である。本研究で扱う両地域のブラックコットンソイルは、高塑性である。



図 3-4 走行実験箇所の様子

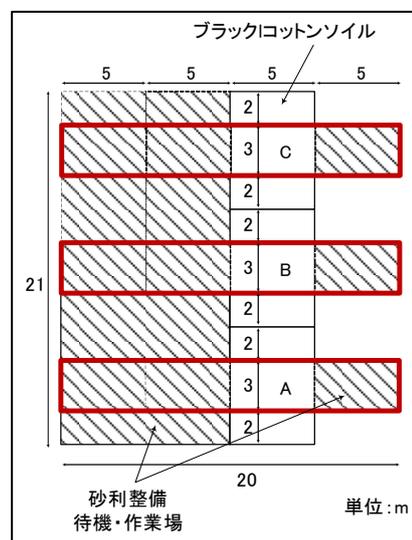


図 3-5 走行実験区画

表 3-1 走行実験実施箇所での土質

	液性限界 (%)	塑性限界 (%)	塑性指数	修正 CBR	膨潤性 (CBR 試験) (%)
ブラックコットンソイル (ジンカ大学内走行実験箇所)	106	47	59	0	9.8
ブラックコットンソイル (AASTU 大学内で採取され 題目 1 実験に利用)	111	48	63	1.10	2.73
現地発生土 (ジンカ大学)	NA	NA	NA	0	3.9

題目 1, 2 の成果から、植物由来の粉体や古紙シュレッターくずの粉体 (FSP) などのセルロース系土質改良材の混合効果として、吸水による含水比の低減やひび割れ抑制が期待される。既往の膨潤性粘土地盤への対策として、エチオピア道路公社の低交通量道路設計ガイドラインによると、路床の含水比変動を抑制する対策が示されている。そこで、セルロース系土質改良材を路床表層と混合し、この改良層が不透水層として機能しかつ路床として必要な支持力を有するか、また改良無の断面に対する比較優位性を検討することとした。セルロース系地盤改良材として、まず調達可能な FSP を利用した。図 3-6 に改良有と無の道路断面を半断面で示す。人力施工での改良を念頭に、施工性を考えて改良深さを 100mm とした。配合は路床土の 1 立方メートルあたり 50kg とした。FSP の平均的な利用配合に倣った。この配合は、路床土の乾燥質量の約 5% の FSP を添加したことと同等である。別途採取した土質試料より、その湿潤密度と含水比を求めて確認した。

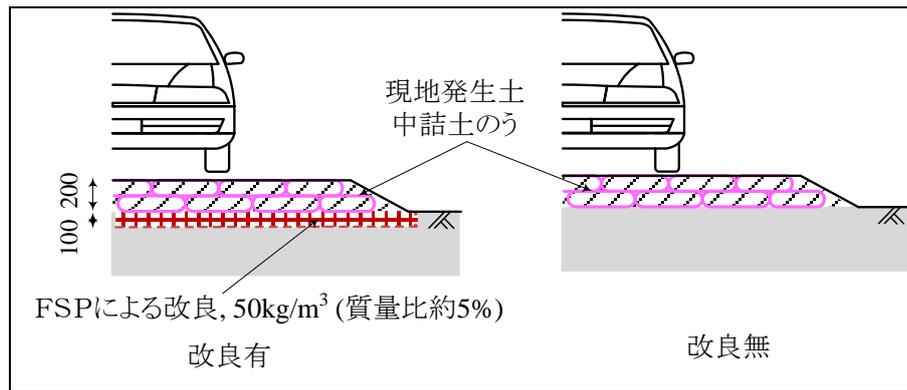


図 3-6 走行実験 道路断面 (半断面)

路盤は、実験区画近くの残土置き場の非塑性のシルト質土を土のうに中詰めし、厚さ 200mm となるよう構築した。修正 CBR 値が 0 のシルト質土は土のうに中詰めしても路盤に利用できる材料ではないが、時間的制約から他の材料の調達が困難であったため採用した。図 3-7 から図 3-12 に路床改良から路盤構築までの様子を示す。



図 3-7 路床



図 3-8 FSP を約 5%で配合



図 3-9 団粒を破碎



図 3-10 路床改良層の締固め後



図 3-11 現地発生土の中詰め



図 3-12 土のうにより路盤を構築

走行車両にプロジェクト車両の4輪駆動車を利用した。タイヤ走行箇所が一定となるよう車両誘導し、徐行による前進と後進を繰り返し、交通荷重を作用させた。片道を1走行回数として、75回まで走行した。20回までは5回ごと、20から50回までは10回ごとに、路面沈下量を基準棒からの下がり距離で計測した。横断方向に40点計測し、轍掘れの形状を把握した(図3-13, 図3-14)。75回まで走行後、土のうを撤去し路床表面の沈下量を計測した。



図 3-13 走行実験



図 3-14 路面沈下量の計測

図3-15に75回走行後の、改良有、改良無の区画での路面沈下量の様子を示す。路盤の支持力が小さく、交通荷重の作用とともに路面は沈下した。路面の変状が顕著となり、タイヤ通過箇所を一定にするような運転制御が困難となった。この影響もあり、改良有と無の区画での、轍掘れ最深部の発生位置、基準点からの距離が異なる結果となった。改良有と無のいずれの区画でも左右の轍掘れの深さに差が生じているのは、沈下量の増加に伴い局所的に土のうの移動が生じたため、定性的な挙動ではないと考えられる。75回走行後に土のうを除去し、路床の沈下量を計測したところ、沈下や隆起はわずかであった。走行回数が増すにつれ路盤を構成する土のうの変形や移動が生じたために、交通荷重が鉛直方向のみならず水平方向へも伝播したためと考えられる。また、図3-16に、図3-15に示される轍掘れ最深部の沈下量と走行回数の関係を示す。75回走行時には、走行に伴う沈下量の増加は収束傾向にある。75回走行時点で轍掘れが深くなり、車両底部に路面隆起部が接触

【令和5年/2023度実施報告書】【240531】

しはじめ走行に支障が生じたため、この時点で終了した。

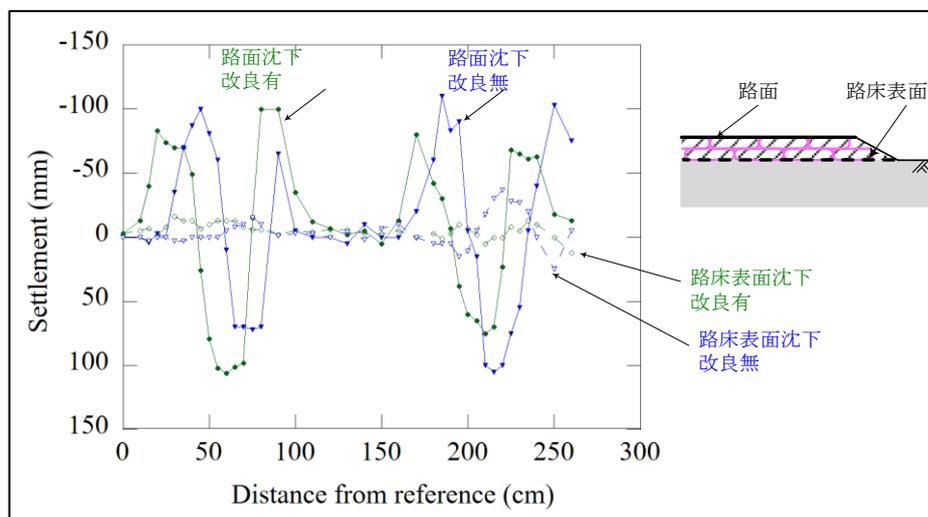


図 3-15 75 回走行後の路面と路床表面の沈下

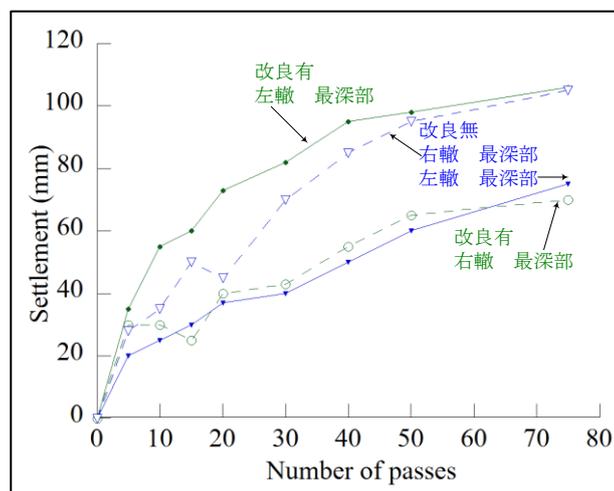


図 3-16 走行回数と沈下量の関係

今回の走行実験では、改良による路床の強度増加の効果は、検証できなかった。今後は交通荷重が路床に対して鉛直方向に伝播するよう、路盤材として修正 CBR 値 15 程度の強度を有する材料を利用し走行実験を行い、改良効果を検証する。現地での実験手順を確立することができたので、今後課題 1, 2 の成果を踏まえて改良断面を提案し、走行実験を実施する。

d) プロジェクトサイトの雨季と乾季における土壌水分の変動量をモニタリングするため、現場計測を継続し、データ収集を行なった (図 3-17a, 図 3-17b, 図 3-18a, 図 3-18b)。

セルローズ系土質改良材による改良層の透水性を検証するため、走行実験終了後に路床表面から 100, 200, 300mm の深さの位置に土壌水分計 (センサー: Decagon Devices 社製, ECH2O EC-5, 計測器: Onset 社製) を設置し、計測を行った。図 3-17 にセンサー設置箇所を示す断面図と平面図を示す。また、設置状況を図 3-18a と図 3-18b に示す。

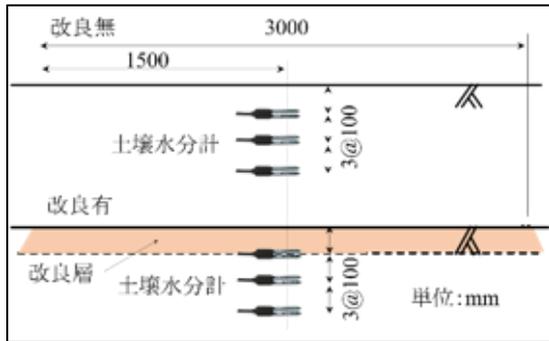


図 3-17a 土壌水分センサー設置位置 (断面)

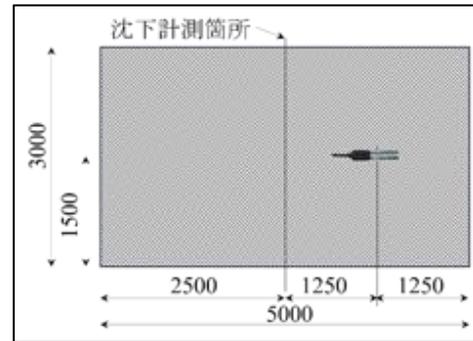


図 3-17b 土壌水分センサー設置位置 (鳥瞰)



図 3-18a センサー設置状況 (1)



図 3-18b センサー設置状況 (2)

土壌水分計の計測値のキャリブレーションを目的に、センサー設置箇所の近傍からステンレス製 100ml 試料円筒を挿入して試料採取し、その体積含水率を計測した。サンプル試料から求めた含水比、密度、土粒子の密度、間隙比、飽和度、体積含水率を表 3-2 に示す。一部の試料で飽和度が 100% を超えた値になっているのは、サンプリング時に乱れが生じ円筒内に空隙ができてしまったことが原因と考えられる。試料採取時間に最も近いセンサー計測値 (体積含水率) も表 3-2 中に示し、サンプル試料から得られた体積含水率と比較した。古紙シュレッターくず (FSP) で改良した層近くで採取した区画 A において、深さ 100mm の位置で採取したサンプルで、差が出た。採取した試料の含水比が大きく計測されたことが影響している。それ以外のサンプルでは、すべて飽和に近い状態であり飽和時の体積含水率に近い値をセンサーでも計測できている。

表 3-2 土壌水分センサー設置時の周辺地盤から採取した試料の土質試験結果

Volumetric moisture content (m^3/m^3) measured by sampling soil		27th of Nov., 2023				
Section	A: Mixed with Celludoron at the surface			B:		
Depth (mm)	100	200	300	100	200	300
Wet density ρ_t (g/cm^3)	1.333	1.726	1.570	1.683	1.704	1.701
Dry density ρ_d (g/cm^3)	0.789	1.204	1.004	1.108	1.104	1.098
Particle density ρ_s (g/cm^3)	2.270	2.630	2.630	2.630	2.630	2.630
Natural moisture content ω_n (%)	69.0	43.4	56.4	51.9	54.3	54.9
Void ratio e	1.88	1.18	1.62	1.37	1.38	1.39
Degree of Saturation S_r (%)	83.4	96.3	91.5	99.4	103.4	103.4
Volumetric moisture content (m^3/m^3)	0.544	0.522	0.566	0.575	0.600	0.603
Volumetric moisture content by the sensors (m^3/m^3)	0.472	0.541	0.544	0.507	0.564	0.516

走行実験区画内に設置した土壌水分計の計測結果を、ジンカ大学構内で計測されている雨量計データとともに、図 3-19 に示す。現地でのデータ採取状況や実験区画の保全状態から、比較対象となりうる 2024 年 3 月末から 4 月末にかけての計測値を示す。改良した区画内で路床表面から深さ 200mm の位置に設置したセンサーは不調で計測値が欠損している。

3 月末までは降雨が少なく 4 月に入り降雨が続くようになった。4 月 7 日以降はすべてのセンサーが示す体積含水率の変動幅は小さく、深さ 300mm の範囲は飽和状態が続いていると考えられる。改良有の区画で地表から 100mm の深さの体積含水率は、他の計測値よりも小さい。古紙シュレッダーくず (FSP) で改良した層では、非塑性化が進み保水性が低下していると考えられる。

4 月初旬の乾季から雨季の移行期間に注目し、この期間の土壌水分計の推移を図 3-20 に示す。改良有の区画で深さ 300mm の体積含水率の変動は、改良層無で同深さの体積含水率の変動よりも小さい。改良層により地中深部への浸透が抑制されている可能性がある。今後も乾季と雨季、またその両者の移行期間における計測を継続し、改良層の効果を検証する。

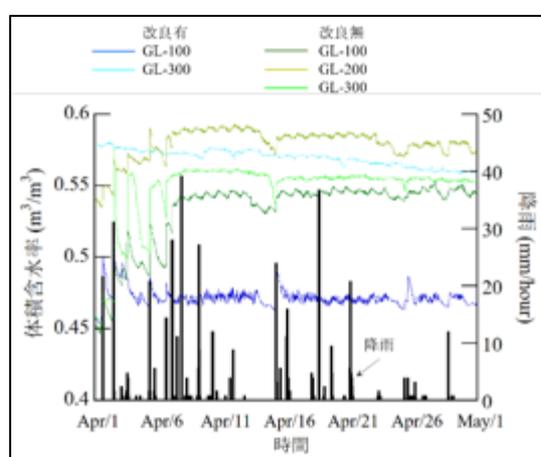


図 3-19 実験区における体積含水率と降雨 (2024 年 3 月末～4 月末)

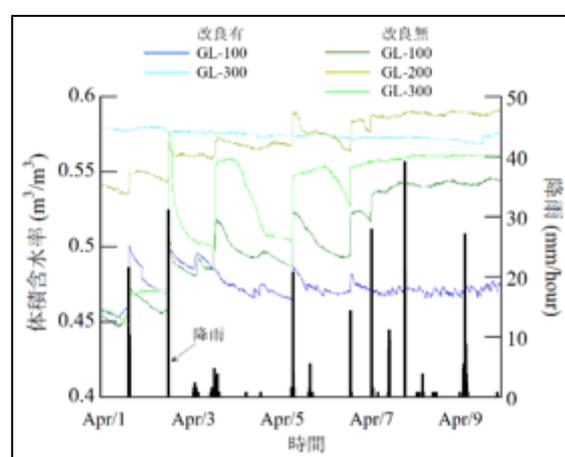


図 3-20 実験区における体積含水率と降雨 (2024 年 4 月初旬)

e) 題目 1 や 2 の活動を通してこれまで収集した実験データや実物大走行試験の結果をふまえて、道路整備方法のマニュアル作成準備を進めた。

f) 南オモ県の特異土が広がるモデルサイトにおいて、住民の協力を得て植物を含む在来資源を収集する方法を検討すると同時に、生活道路建設および補修の試験施工の準備を行なった (図 3-21 3-22)。



図 3-21 生活道路建設準備 (2023 年 12 月 27 日撮影)



図 3-22 生活道路建設準備 (2023 年 12 月 21 日撮影)

【令和 5 年 / 2023 度実施報告書】【240531】

g) 南オモ県のモデルサイトに分布する土壌の特性を理解するために、サンプル収集して土壌テストを実施した (図 3-23).

h) モデルサイトを管轄している地方役場 (バコダウラ郡, アリ県, 南部州道路公社など) の役人とともに、日本人研究者がモデルサイトに滞在していない期間中の生活道路建設および補修の実施等について打ち合わせを行なった (図 3-24).



図 3-23 土壌サンプル収集 (2023 年 8 月 11 日撮影)



図 3-24 地方役人との打合せ (2024 年 1 月 2 日撮影)

i) 南オモ県のモデルサイトにおいて取り組んできた活動について、2023 年度研究活動報告書を発行した (図 3-25).

j) ウェブサイトでの研究活動公開状況: 2023 年度も引き続き、研究の進捗状況をフィールドレポートや画像等で公開した (図 3-26). 加えて、2023 年度 10 月より日本にて実施した短期研修中の研究生活についてレポートや動画をウェブサイトで公開した (図 3-27).



図 3-25 研究活動報告書 (ZAIRAICHI-MNGD) 発行



図 3-26 ウェブサイトにて研究活動発信



図 3-27 日本での短期研修について動画発信

③ 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

2022 年度、モデルサイトである南オモ県の住民や行政より要請のあった、村からヘルスセンターへ移動する生活道路 (以下、ビタマル道路) の建設の取り組みを、2023 年 11 月に開始した。これは当初の計画では想定されていなかったことである。このプロジェクト活動や開発している技術に対

【令和 5 年 / 2023 年度実施報告書】【240531】

して、地方行政や住民から信頼を得ていることと同時に、実施にあたり、カウンターパートであるエチオピア道路公社、バコ・ダウラ郡、南部州道路公社からさまざまな協力（人材等）を得ている。特に、エチオピア道路公社は、実施前に職員をモデルサイトへ派遣し、この取り組みを道路公社の連携活動の一つとして展開している。これは当初想定していなかった新たな展開であり、特殊土対策工の運用モデルと道路維持管理体制の構築を進めて行くうえで、大変重要な活動へとつながっていると考えている。さらには、ビタマル道路を建設予定の場所は、プロジェクトが対象とするブラックコットンソイルが分布している。ここでの活動に取り組むことにより、開発している技術の一部を、大学の実験圃場以外の野外で実験することも可能な条件が整いつつあり、これは当初計画では想定されていなかった新たな展開へとつながると考えている。

④ 研究題目3の研究のねらい

特殊土対策工の運用モデルと道路維持管理体制の構築をめざし、これまで集約してきた道路災害発生状況と現行の対策に関わる情報を整理して地理情報としても分析検討できるようにする。また、土質改良材による特殊土地盤上道路整備工の開発のため、題目2から提案される改良材の具体的な候補材料を実物大走行試験などで検証し、その結果をふまえてマニュアル・ガイドラインの作成を進める。研究活動を、引き続き動画として収録し、教材作成を続け、特殊土対策工の運用モデルと道路維持管理体制の構築に貢献するような資料を準備する。

⑤ 研究題目3の研究実施方法

題目3は、日本側の研究者がエチオピアへ渡航して、カウンターパートや地方役人、住民と協働して活動に取り組むという方法が、研究方法の中心である。引き続き、カウンターパートや現地スタッフと連携しながら、現地調査、野外での走行実験、そしてモデルサイトでのデモンストレーションに取り組んでいく。COIVD19状況下において活用したオンラインミーティングも、引き続き情報共有のツールとして活用していく。

II. 今後のプロジェクトの進め方、およびプロジェクト／上位目標達成の見通し（公開）

本研究課題では、現地の課題を日本の研究者とともに現地の研究者が解決し、彼らが持続的に研究成果を社会実装し、この事業を通して育成された人材がエチオピアや東アフリカにおける科学技術の発展の担い手となることを目指す。よって、現地での研究活動を原則としている。2020/21年度は、日本とエチオピア双方の研究者が渡航制限を受けたが、この原則は維持している。

2023年度は、2022年度に再開した日本とエチオピア双方の研究者の渡航を継続したが、とくにエチオピア人研究者による活躍が広がった。短期研修を利用して京都大学や宮崎大学の研究室で集中的に実験を進めたアジスアベバ科学技術大学の研究者は、日本からエチオピアに帰国したあと、稼働率の低かったアジスアベバ科学技術大学の実験室の人員体制を整えるなどして稼働率を上げる取り組みを実施した。また2023年9月、2024年3月に日本での長期研修を終えた博士課程留学生の3名がアジスアベバ科学技術大学に戻り、研究室運営、実験室運営で指導的な立場で研究環境の改善に取り組んでいる。プロジェクト最終年度となる2024年度は、これらの人材を最大限活用することで、事業の成果に繋げることを目指す。コロナ禍とエチオピアの内戦を経た2021年度に構築した定期的なオンライン会議やオンラインストレージの活用を通して、今後も円滑な実験実施を実現する。

研究題目1では、ブラックコットンソイルに植物粉体を混合時の力学特性について、一軸圧縮強さについてまとめられた。今後は、植物粉体を消石灰とともにブラックコットンソイルに混合時の力学特性、透水性、膨潤率、膨潤圧を検証する。植物粉体を混合することで、消石灰配合比を低減することにつなげることを目指す。アジスアベバ科学技術大学のメンバーが短期研修で日本にいる間の研修内容、そして彼らの来日前と帰国後のエチオピアでの実験内容がリンクするようにし、2024年度までの限られた時間を有効に活かす。アジスアベバ科学技術大学での実験環境や設備、人材育成も進みつつあるので、所定の実験活動を実施し植物粉体の土質改良材としての特性をまとめ、利用手法の提案に至る見込みである。

研究題目2に関して、2024年度はブラックコットンソイル改良に有効な粉体特性の検証と適切な破砕条件の把握を継続して行う。これにより、ブラックコットンソイルの地盤工学的特性を最適化するための具体的な手法を確立する予定である。また、エチオピア道路公社との協力の下、粉体化手法のマニュアル化を進める。現在、アジスアベバ科学技術大学が中心となってマニュアルの作成を進めており、これが完成した後、エチオピア道路公社と工法の実装に向けた覚書を結ぶ予定である。この覚書により、具体的な実施計画と責任の所在が明確化され、実用段階への移行がスムーズに行われることが期待される。

さらに、エチオピアからの短期招聘者の受け入れを継続し、日本側研究者と共に室内試験を行う。この協力体制を強化することで、双方の研究成果をより実践的な形で応用することが可能となる。招聘者との共同作業は、プロジェクト全体の進行を加速させるとともに、本プロジェクト終了後も継続して学術的交流を深める重要な機会となる。プロジェクトの見通しについては、2023年度末時点の進捗状況から見て良好であると考えられる。ブラックコットンソイルの改良手法が確立されることで、エチオピアにおける道路建設および保守作業の効率化と持続可能性が向上することが期待される。また、粉体化手法の標準化とその実践的な適用により、様々な地域で同様の技術が展開される可能性がある。これにより、国際的な土壌改良技術の発展に寄与し、持続可能なインフラ整備の促進に繋がると考える。

Ⅲ. 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

- ・ 2023年度は、2022年度に再開した日本人研究者とエチオピア人研究者の双方の渡航をさらに活発に実施した。業務調整役である日本人研究員がエチオピア現地に張り付き、日本人研究者の渡航時に効率的に活動を実施することができた。
- ・ 2022年度に、プロジェクト事業地の一つである南オモ県への渡航が再開されたが、2023年度は南オモ県での活動もこれまで以上に活発に実施した。南オモ県のジンカ大学での JCC の開催も実現し、ジンカ大学の共同研究者に積極的な活動参加を仕向け、遠隔での事業実施を円滑に進めることを図った。
- ・ エチオピアの地方分権化の国政の影響を受けて、南オモ県が新たな行政区に分割再編されたが、本事業の主たる活動については、現地行政及び地方道路公社（南部州道路公社）と良好な関係を構築しているため、大きな遅滞なく進めることができています。

(2) 研究題目1：「セルロース系土質改良材による特殊土改良メカニズムの解明」

研究グループ A（リーダー：福林良典）

- ・ エチオピアでの研究活動により研究成果を出すという方針のため、コロナ禍で日本人研究者が現地を訪問することができなかったことは、事業進捗に遅れをもたらしている。2022年度の日本人研究者の渡航の開始に続き、2023年度も日本の工学、農学の研究者が現地での活動を進めている。これまでと異なり、2023年度には日本の博士課程に在籍した2名がアジスアベバ科学技術大学に戻っている。また、短期研修でアジスアベバ科学技術大学の研究スタッフが来日し、多くの技術移転を受けた。現地で活動する人材の育成が進んでおり、実験計画、進捗管理が適切になされるようになり、また実験の再現性も向上している。
- ・ 日本の博士課程に在籍した講師や国内研修で利用した機材の、現地調達も進められている。人材育成に加えて、実験環境が整えられつつある。
- ・ アジスアベバ科学技術大学の研究代表者ら、すでに博士号を有する研究者らが、短期研修に参加した。日本の大学の教員らが学生らとともに実験活動を進める姿勢を認識した。このやり方に刺激を受け、来日した研究代表者らは帰国後リーダーシップを発揮し、本事業の目標達成に向けた実験計画とその遂行のため人員配置、関与するメンバー間の打合せや調整が実施されるようになった。

(3) 研究題目2：「在来植物からのセルロース系土質改良材の生産技術の開発」

研究グループ B（リーダー：安原英明）

- ・ 2023年度も、オンラインとオフラインのハイブリッドなコミュニケーションを継続し、さらに関係を強化した。具体的には、Zoom 会議の頻度を月1回から多いときには2回程度に増やし、より詳細な進捗報告と課題解決のためのディスカッションを行った。また、日本側にいるエチオピア人学生と対面による指導も引き続き実施し、日本側の研究者がエチオピアを訪問して直接の技術指導を行う機会を増やした。これにより、技術移転の効率がさらに向上した。
- ・ 2023年度は、エチオピアからの短期招聘者として、エチオピア道路公社およびアジスアベバ科学技術大学の職員、教員を多数京都大学に招聘し、日本側研究者・学生と共同で室内試験を実施することができた。これにより、直接的な技術指導と共に、相互の関係性をより深く構築す

ることができた。この取り組みは、双方の文化的背景を理解し合い、共通の目標に向かって協力する姿勢を更に強化する大きな一歩となった。

(4) 研究題目3：「地方での道路災害低減に向けた特殊土対策工の運用モデルの構築」

- ・ COVID19 のために日本人研究者がモデルサイトに渡航できずに研究の進捗が遅れてしまった分をとりもどすため、2023年度は、日本人研究者が比較的長期間にわたって渡航し、モデルサイトでの活動に従事した。モデルサイトに暮らす住みや役人の協力を得て、ブラックコットンソイル（BCS）に留意した道路災害発生状況と現行の対策の把握をすすめ、防災地図の作成準備をすすめた。
- ・ 日本人研究者が帰国後に、実験区でのデータの収集やデモンストレーションサイトにて継続的な活動がしばしば滞ることがあった。現地協力者と業務調整員、研究員が電話等で連絡を取りあうなどして、継続的に活動に取り組むように努めたが、日本人研究者が不在中は、活動を継続することがしばしば難しいことがあった。2023年度後期（1月～3月）には、カウンターパートであるジンカ大学より派遣された短期研修生にも連携してもらい、継続的な活動に取り組むように尽力した。
- ・ 2023年度末には、カウンターパートであるジンカ大学より国費留学生として来日した学生2人が学位を取得した。2024年度は、学位を取得した2人がジンカ大学にて研究活動に従事するので、オンライン会議などを定期的におこない、日本人研究者がモデルサイトに不在の際にも、継続的な活動を推進できる体制作りにも努めたい。

IV. 社会実装に向けた取り組み（研究成果の社会還元）（公開）

(1) 成果展開事例

- ・ 2022年度にアジスアベバ科学技術大学にて実施したワークショップと、南オモ県における道路整備デモ等の活動について、以下の発行物の出版の準備を進めた。
 - ZAIRAICHI 7, MNGD special issue 05, The Center for African Area Studies, Kyoto, (2024年5月24日発刊予定)
 - 2023年3月にアジスアベバ科学技術大学にて、エチオピアの土木建設事業の実践現場で仕事をしてきた中規模企業の社長を招き、ラウンドテーブルを実施した。
 - 2022年11月から12月にかけて実施した南オモ県での道路整備デモや、社会調査を進めた。
 - これまでに発行した MNGD special issue と同様、こちらも日本で発行されたものであるが、英語版でありインターネットでも閲覧可能とする。

(2) 社会実装に向けた取り組み

- ・ 社会実装に向けて、道路施工マニュアルの改定案を作成し、議論を開始した。
- ・ エチオピア道路公社道路研究所（Ethiopian Roads Administration, Road Research Center）の所長や職員とプロジェクトメンバーとで、実験進捗や博士課程学生の研究進捗を共有する定例会議を継続し、道路改修のためのマニュアルについて知見を共有し、社会実装に向けて準備を進めた。

- ・ 本研究プロジェクトの活動内容について、インターネット（URL：mngd.africa.kyoto-u.ac.jp）で公開し、一般に情報提供している。Facebook や twitter などのソーシャルメディアも活用し、幅広く情報発信を進めている他、インタビュー動画や、活動の様子を撮影した動画を公開している。
- ・ 博士課程留学生（長期研修者）について、プロジェクト経費で 4 名、文科省奨学金（SATREPS 枠）で 1 名の受け入れを実施した。工学系の留学生 2 人が 2023 年 9 月にエチオピアに帰国した。また、工学系の留学生 1 人と、社会科学系の留学生 2 名が 2024 年 3 月にエチオピアに帰国した。いずれの留学生も、帰国直後からエチオピアでの本事業の活動に積極的に参与している。

V. 日本のプレゼンスの向上（公開）

- ・ 2023 年 5 月にアジスアベバ科学技術大学にて開催された年次研究総会において、木村亮名誉教授（京都大学）が基調講演を実施した。
 - ・ Kimura, M., 2023. Keynote speech “New technology thinking from a different angle for the Foundation of Structure” AASTU Annual Research Conference at “Science, Technology & Innovation for Industry” Addis Ababa Science and Technology University, Ethiopia, 4th & 5th May, 2023.
- ・ エチオピア人博士課程留学生が複数の国際学会や国内学会にて研究報告を実施した。
 - ・ Frehaileab Admassu, 2023. Analysis of microstructure of expansive soil stabilized with rice husk and bamboo, Japanese Geotechnical Society - Shikoku Branch, May 2023
 - ・ Teshome Kebede Birhanu, Evaluation of the Performance of Road-Cross Section Constructed with Stabilized Soft Soil using Finite Element Analysis. The 34th KKHTCNN Symposium on Civil Engineering. Amari Pattaya, Pattaya, Thailand, November 24, 2023.
 - ・ Teshome Birhanu, Evaluating the performance of fine shredded paper and lime stabilized clay soil. The 5th MNGD international student workshop. On-line, June 20, 2023.
- ・ 日本人大学院生（修士課程）が以下の国際学会にて研究報告を実施した。
 - ・ Takumi Kojima, Experimental Study on Physical Properties of Pulp Fibers for Treatment of High Water Content Mud. The 34th KKHTCNN Symposium on Civil Engineering. Amari Pattaya, Pattaya, Thailand, November 24, 2023.
- ・ アジスアベバ科学技術大学にて、亀井一郎教授（宮崎大学）と岩井裕正准教授（京都大学）が公開講座にて研究報告を実施した。
- ・ 2023 年 6 月 20 日、12 月 7 日：MNGD International Student Workshop と称する国際ワークショップを開催し、本プロジェクトによって長期研修員として日本に派遣されているエチオピア人留学生及び短期研修者による実験活動の研究報告会を実施した。エチオピア側の大学関係者も出席し、情報共有を行った。留学生による研究報告はエチオピア側研究者にも非常によい刺激となっているため、2024 年度以降もこれを継続して実施する。
- ・ プロジェクト初年度から公開しているウェブサイトについて、引き続き、日本語・英語に加え、エチオピアの公用語であるアムハラ語でも情報公開を続けている。

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。)
2022	Tadesse, A. B., Fukubayshi, Y., Koyama, A., & Suetsugu, D., "Effect of Diatomaceous Earth on Desiccation Cracking of Expansive Soils", GEOMATE Journal, 2023.03, 24105, pp.66-76		国際誌	発表済	
2023	Gidebo, F.A., Yasuhara, H. & Kinoshita, N., "Stabilization of Expansive Soils with Agricultural Waste Additives: a Review", International Journal of Geoenvironment, 2023.09, 1414, pp.1-18	https://doi.org/10.1186/s40703-023-00194-x	国際誌	発表済	
2023	Frehaileab Admasu Gidebo, Naoki Kinoshita, Hideaki Yasuhara, "Optimization of physical and strength performance of cellulose-based fiber additives stabilized expansive soil", Case studies in construction materials, 2024.01, 20-24, pp.1-24	https://doi.org/10.1016/j.cscm.2024.e02851	国際誌	発表済	

論文数 3 件
 うち国内誌 0 件
 うち国際誌 3 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。)

論文数 0 件
 うち国内誌 0 件
 うち国際誌 0 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
2019	Kaneko, M and Shigeta, M., Introduction to This Special Issue: "Making Networks for Glocal Development", <i>ZAIRAICHI 2, MNGD Special issue 01-Making Networks for Glocal Development</i> : 1-5.		雑誌	発表済	
2019	Matsukuma, S, Fukubayashi, Y and Sawamura, Y., Project Overview: Improving Year-round Accessibility by Localizing Technology, <i>ZAIRAICHI 2, MNGD Special issue 01-Making Networks for Glocal Development</i> : 7-11.		雑誌	発表済	
2019	Kaneko, M and Shigeta, M., Kyoto University's Research and Education in Ethiopia with a Focus on South Omo Zone, <i>ZAIRAICHI 2, MNGD Special issue 01-Making Networks for Glocal Development</i> : 13-19.		雑誌	発表済	
2019	Kaneko, M and Shigeta, M., Overview of the Component 3, Social Implementation in 2019, <i>ZAIRAICHI 2, MNGD Special issue 01-Making Networks for Glocal Development</i> : 21-28.		雑誌	発表済	

2019	Iriani, S., Efficiency and Equity in Road Sector Development: Case Study from Ethiopia, <i>ZAIRAICHI 2, MNGD Special issue 01-Making Networks for Glocal Development: 29-35.</i>		雑誌	発表済	
2019	Kaneko, M, Ikeda, A and Shigeta, M., Outreach Activities Undertaken in the MNGD Project in 2019, <i>ZAIRAICHI 2, MNGD Special issue 01-Making Networks for Glocal Development: 37-45.</i>		雑誌	発表済	
2020	Shunsuke MATSUKUMA, Sohei SATO and Yoshinori FUKUBAYASHI, Demonstration of the Road Maintenance by Local People at Baytsemal Village in South Omo Zone in the Southern Ethiopia, <i>ZAIRAICHI-MNGD issue No.2</i>		雑誌	発表済	
2020	Morie KANEKO, Notes on the introduction of road maintenance technologies: Preparation for implementation in village B in southwestern Ethiopia, <i>ZAIRAICHI-MNGD issue No.2</i>		雑誌	発表済	
2021	Matsukuma, S., How to Design and Perform Research Project under the Pandemic of COVID-19, <i>ZAIRAICHI 5, MNGD Special issue 03-Making Networks for Glocal Development: 1-5.</i>		雑誌	発表済	
2021	Kaneko, M., Progress Report for Component 3, <i>ZAIRAICHI 5, MNGD Special issue 03-Making Networks for Glocal Development: 7-12.</i>		雑誌	発表済	

2021	Gebre Y., et al., Japan–Ethiopia Cooperation on Rural Road Project: Understanding Road Usage, Road Disasters, and Local Responses, <i>ZAIRAICHI 5, MNGD Special issue 03–Making Networks for Glocal Development</i> : 13–48.		雑誌	発表済	
2022	Gebre Yntiso; Tamene Deysmi; Argachew Bochen, Road Infrastructure and Road Traffic in Rural Ethiopia: The Case of South Omo Zone, <i>ZAIRAICHI 6, MNGD Special issue 04–Making Networks for Glocal Development</i> : 1–47		雑誌	発表済	

著作物数 8 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	開発したテキスト・マニュアル類	特記事項

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
2021	国際学会	Gidebo, Frehaileab Admasu and Hideaki Yasuhara, Sustainable soil stabilization techniques for problematic soils: The case of MNGD project in Ethiopia, Poster session on “The role of on-site research for innovation & STEAM education”, International Workshop on Medical-Zairaichi, a Medical-Local Knowledge Research Network, 7th February 2021, Online-meeting.	ポスター発表
2022	国際学会	Morie KANEKO, Yoshinori FUKUBAYASHI, Shunsuke MATSUKUMA, Sohei SATO, Argachew Bochena, Kassahun Yemane, Takuya HAGIWARA, Aino IKEDA, Yuusuke MIYAZAKI, Gebre Yntiso, Masayoshi SHIGETA and Makoto KIMURA, “Community-based road improvement and maintenance as social implementation in Ethiopia: SATREPS-MNGD (Making Networks for Glocal Development) [2]”, 21st International Conference of Ethiopian Studies, Addis Ababa, 28th-30th September 2022	口頭発表
2022	国内学会	Teshome Birhanu, Yasuichirou Asai, Ryunosuke Kido, Yasuo Sawamura, Yuusuke Miyazaki, Makoto Kimura, “Improvement effect of FSP and lime on volume change and crack for clay slurry observed by X-ray CT and XRF tests”, The 58th annual meeting of the Japan national conference on Geotechnical Engineering, July 11-13, 2022, 新潟	口頭発表
2022	国際学会	Frehaileab Admassu and Hideaki Yasuhara, Sustainable design and Eco Technologies for Infrastructure, CECAR9 International Civil Engineering Conference, Septemeber 21-24, 2022	口頭発表

2022	国際学会	Teshome Birhanu, Yasuichirou Asai, Ryunosuke Kido, Yasuo Sawamura, Yuusuke Miyazaki, Makoto Kimura, "Unconfined compressive strength of treated soil with fine shredded paper and hydrated lime", JSCE 24th International summer symposium, September 15-16, 2022, 京都	口頭発表
2022	国内学会	Alemshet Bekele Tadesse, Yoshinori FUKUBAYASHI, Atsushi Koyama, Daisuke Suetsugu, "Diatomaceous earths effect on desiccation cracking of expansive soils", The 58th annual meeting of the Japan national conference on Geotechnical Engineering, July 11-13, 2022, 新潟	口頭発表

招待講演	0 件
口頭発表	5 件
ポスター発表	1 件

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
2019	国際学会	安原英明(愛媛大学), Development and Operation Model of Plant-derived Soil Additives for Road Disaster Reduction on Problematic Soil: Introduction of MNGD in Ethiopia, The 2nd ASEAN-JAPAN Meeting Point of Collaboration by Stakeholders and Researchers for Reducing Environmental Problems in ASEAN Countries, ミャンマー・ネピドー, 2019年12月11日	招待講演
2020	国内学会	重田真義, 木村亮, 福林良典, 安原英明, 金子守恵, 亀井一郎, 澤村康生, 岩井裕正, 宮崎祐輔, 松隈俊佑, 池田あいの「エチオピアにおける道路災害低減に向けた国際共同研究プロジェクト:植物由来の土壌改質剤の開発と運用モデルの構築」日本ナイル・エチオピア学会第29回学術大会、オンライン、2020年4月19日	口頭発表

2020	国内学会	新城政昂, 澤村康生, 宮崎祐輔, 岩井裕正, 福林良典, 松隈俊祐, 木村亮, 古紙を原料とする微細粉体による膨潤性粘土の物理的・力学的性質の変化, 第55回地盤工学研究発表会, オンライン, 2020年7月21日	口頭発表
2020	国際学会	Shunsuke MATSUKUMA , Makoto KIMURA , Masaysoshi SHIGETA , Hideaki YASUHARA, Ichiro KAMEI 3 , Yoshinori Fukubayashi, Morie KANEKO, Yasuo SAWAMURA, Hiromasa IWAI, Yusuke MIYAZAKI, Fumitaka WAKAMATSU, Aino IKEDA and Takuya HAGIWARA, "Research Design of the Project of Development and Operation Model of Plant-derived Soil Additives for Road Disaster Reduction on Problematic Soil", Poster session on "The role of on-site research for innovation & STEAM education", International Workshop on Medical-Zairaichi, a Medical-Local Knowledge Research Network, 7th February 2021, Online-meeting.	ポスター発表
2020	国際学会	Alemshet Bekele Tadesse, Study on the Usage of diatomite as reinforcing Calcined bauxite effect in stabilizing bentonite and its long-term durability analysis under cyclic and static loading, Poster session on "The role of on-site research for innovation & STEAM education", International Workshop on Medical-Zairaichi, a Medical-Local Knowledge Research Network, 7th February 2021, Online-meeting.	ポスター発表
2020	国際学会	Kassahun Yemane, Smallholder Farmers Vulnerability to Climate Change and variability and Adaptation Practices in South Ari Wereda, South Omo Zone, Poster session on "The role of on-site research for innovation & STEAM education", International Workshop on Medical-Zairaichi, a Medical-Local Knowledge Research Network, 7th February 2021, Online-meeting.	ポスター発表

2020	国際学会	Argachew Bochena, Studies on the rural community road access and its effect to the staple crop production: Assessment of sustainability of enset production system in South Omo, Ethiopia, Poster session on "The role of on-site research for innovation & STEAM education", International Workshop on Medical-Zairaichi, a Medical-Local Knowledge Research Network, 7th February 2021, Online-meeting.	ポスター発表
2021	国内学会	松隈俊佑, 木村亮, 重田眞義, 福林良典, 安原英明, 金子守恵, 亀井一郎, 澤村康生, 岩井裕正, 宮崎祐輔, 池田あいの, 若松文貴, 萩原卓也「エチオピアにおける道路災害低減に向けたプロジェクトの概要と実験進捗: SATREPS-MNGDプロジェクト(1)」アフリカ学会, 2021年5月23日,	ポスター発表
2021	国内学会	金子守恵, 福林良典, 松隈俊佑, 佐藤聡平, 重田眞義, 木村亮「エチオピアにおける生活道路整備と社会実装: SATREPS-MNGDプロジェクト(2)」アフリカ学会, 2021年5月23日,	ポスター発表
2021	国際学会	Teshome Birhanu, "Characterizing the mechanical behavior of soil treated with finely shredded paper and hydrated lime", The 2nd International Joint Conference: Oral Session, 20th December 2021, Online meeting.	口頭発表
2021	国際学会	Argachew Bochena, "Rural community road access and its effects on staple crop production: the case of enset production and sustainability in south Aari woreda south Omo zone Ethiopia", The 2nd International Joint Conference: Poster Session, 13th-20th December 2021, Online meeting.	ポスター発表
2021	国際学会	Kassahun Yemane, "Rural Road Development and Its Challenges in South Ari Wereda, South Omo Zone, Ethiopia", The 2nd International Joint Conference: Poster Session, 13th-20th December 2021, Online meeting.	ポスター発表

2021	国内学会	F.A. Gidebo, H. Yasuhara, N. Kinoshita(Ehime University), "Overview: Implementing Building Information Modeling (BIM) Technology into Project Management, a Case of Ethiopian Construction Industry", 土木学会四国支部 第 27 回技術研究発表会, オンライン開催, 2021年5月29日	口頭発表
2021	国内学会	Gidebo A. F., H. Yasuhara, N. Kinoshita(Ehime University), "Study on Geotechnical Properties of Artificially Replicated Expansive Soil- Experimental Study", 令和3年度地盤工学会四国支部技術研究発表会オンライン開催, 2021年11月5日	口頭発表
2021	国内学会	Alemshet Bekele Tadesse, "Crack Analysis of Stabilized Expansive Soil Using Diatomaceous Earth (DE) and Fine Shredded Paper (FSP) due to moisture change", 宮崎大学大学院農学工学総合研究科 第14回定期セミナー2021年11月2日	ポスター発表
2022	国際学会	Shunsuke MATSUKUMA, Makoto KIMURA, Masayoshi SHIGETA, Yoshinori FUKUBAYASHI, Hideaki YASUHARA, Morie KANEKO, Ichiro KAMEI, Yasuo SAWAMURA, Hiromasa IWAI, Yusuke KIMURA, Yuusuke MIYAZAKI, Ryunosuke KIDO, Aino IKEDA, Fumitaka WAKAMATSU, and Takuya HAGIWARA, "Sustainability of Technical Cooperation in Civil Engineering Field among Ethiopian and Japanese Higher Education Institutions: Case Study of SATREPS-MNGD (Making Networks for Glocal Development)", 21st International Conference of Ethiopian Studies, Addis Ababa, 28th-30th September 2022	口頭発表
2022	国際学会	Shunsuke MATSUKUMA, "Forging Civil Engineering Technology with Local Community through Low Volume Road Infrastructure Development", 21st International Conference of Ethiopian Studies, Addis Ababa, 28th-30th September 2022	口頭発表

2022	国内学会	Alemshet Bekele Tadesse, 2022. Diatomaceous earths effect on dessication cracking of expansive soils. 第57回地盤工学研究発表会、朱鷺メッセ(新潟コンベンションセンター)、2022年7月20-23日	口頭発表
2022	国際学会	Frehaileab Admassu, 2022. TICAD8「日本・アフリカサイエンスイノベーションウィーク」持続可能な開発のための日-アフリカ間におけるSTI研究協力 —イコールパートナーシップとインクルーシブコラボレーション DAY 2、オンライン、2022年8月24-25日	招待講演
2022	国際学会	Alemshet Bekele Tadesse, 2022. Experimental Study on the Compaction Method of Do-nou backfilled with fine sand. 2022 GeoAsia7 Conference and IGS first Young Engineers Conference. Taipei International Convention Center(TICC), October 31-November 4, 2022	口頭発表
2022	国際学会	Alemshet Bekele Tadesse, Effect of Diatomaceous Earth on Dessication Cracking of expansive Soils. 12th International Conference on Geotechnique, Construction Materials, and Environment. Swissotel,Bangkok Rachada, November 22-24, 2022	口頭発表
2023	国際学会	Kimura, Makoto. "New technology thinking from a different angle for the Foundation of Structure." Addis Ababa Science and Technology University Annual Research Conference, Addis Ababa, Ethiopia, 4th-5th May 2023	招待講演

招待講演	3 件
口頭発表	10 件
ポスター発表	9 件

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	登録番号 (未登録は空欄)	登録日 (未登録は空欄)	出願特許の状況	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	登録番号 (未登録は空欄)	登録日 (未登録は空欄)	出願特許の状況	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 (「〇〇の開発」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

0 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

0 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 (開催国)	参加人数 (相手国からの招聘者数)	公開/ 非公開の別	概要
2019	4月25日	キックオフワークショップ	エチオピア	27人(15人)	公開	プロジェクト開始に際してプロジェクトのPRおよび計画の共有
2019	9月17日	特別講義(於 アジスアベバ科学技術大学)	エチオピア	20人	公開	岩井助教(名工大), 宮崎助教(京大)によるアジスアベバ科学技術大学での地盤工学に関する特別講義
2019	9月25日	特別講義(於 アジスアベバ科学技術大学)	エチオピア	30人	公開	安原教授(愛媛大), 澤村准教(京大)によるアジスアベバ科学技術大学での地盤工学に関する特別講義
2019	11月28日	特別セミナー(於 京都大学)	日本	20人	非公開	短期招聘で来日したアジスアベバ科学技術大学の研究者と日本側の研究者がプロジェクトの実施体制および計画について協議
2019	12月11日	2nd TRPNP セミナー(アウトリーチ活動)	ミャンマー	272人	公開	ミャンマーにおけるASEAN諸国のシンポジウムに於いて, 本プロジェクトの活動紹介を実施
2019	2月28日	特別セミナー(於 アジスアベバ科学技術大学)	エチオピア	30人	非公開	本プロジェクトに関わるアジスアベバ科学技術大学の学生の研究活動紹介および, プロジェクトの活動計画を議論, 日本-エチオピアをビデオ会議で繋ぎ, セミナーを実施

2020	9月25日	エチオピア道路公社合同ワークショップ	日本(オンライン)	15人	非公開	エチオピア道路公社が現地で使用しているマニュアルについて議論を実施
2020	10月30日	エチオピア道路公社合同ワークショップ	日本(オンライン)	15人	非公開	エチオピア道路公社が現地で実施している特殊土についての実験内容を報告
2020	11月24日	SATREPS-MNGD全体会議	オンライン(事務局:日本)	18人(4人)	非公開	本プロジェクトの今年度前期の研究活動および今年度後期の研究活動計画について共有し協議した。
2020	2月7日	International workshop-Poster session: The role of on-site research for innovation & STEAM education	日本	30人(7人)	公開	STEAM [Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics] educationについて、本プロジェクトの活動内容について1セッションを企画して、参加者と議論を行った
2021	10月16日	京都大学公開講座「工学研究者、アフリカへ行く！」第1回目	日本 (ハイブリッド、オンデマンド)	84人	公開	木村亮教授(京都大学)による講義(第1回アフリカに大学を造る)、参加人数=会場出席者数+zoom視聴者数+youtube視聴回数
2021	11月27日	京都大学公開講座「工学研究者、アフリカへ行く！」第2回目	日本 (ハイブリッド、オンデマンド)	66人	公開	安原英明教授(愛媛大学)による講義(第2回アフリカで地盤工学を考える)、参加人数=会場出席者数+zoom視聴者数+youtube視聴回数
2021	12月18日	京都大学公開講座「工学研究者、アフリカへ行く！」第3回目	日本 (ハイブリッド、オンデマンド)	62人	公開	福林良典准教授(宮崎大学)による講義(第3回アフリカで住民と道普請する)、参加人数=会場出席者数+zoom視聴者数+youtube視聴回数
2021	12月23日	MNGD International Student Workshop	日本・エチオピア (オンライン)	20人(5人)	非公開	本プロジェクトによるエチオピア人留学生の研究報告会

2021	1月22日	京都大学公開講座「工学研究者、アフリカへ行く！」第4回目	日本 (オンライン、オンデマンド)	110人	公開	宮崎祐輔助教(京都大学)(第4回アフリカで土を問う)と松隈俊佑研究員(京都大学)(第4回アフリカで工学研究者になる)による講義、参加人数=zoom視聴者数+youtube視聴回数
2021	2月19日	京都大学公開講座「工学研究者、アフリカへ行く！」第5回目	日本 (オンライン、オンデマンド)	65人	公開	澤村康生准教授(京都大学)による講義(第5回在来植物でアフリカの道を直す)、参加人数=zoom視聴者数+youtube視聴回数
2021	3月2日	MNGD Public Lecture for Social Implementation	日本(オンライン)	20人	公開	エチオピアにおける高等教育と社会実装についての公開講座
2021	3月12日	Round-table Talk on Fieldwork in Ethiopia	日本(オンライン)	100人	公開	エチオピアにおける軍事衝突とその背景について、また今後のフィールドワークについて対談・議論
2022	6月29日	2nd MNGD International Student Workshop	日本(オンライン)	20人	公開	本プロジェクトによるエチオピア人留学生の研究報告会
2022	10月28日	3rd MNGD International Student Workshop	日本(オンライン)	20人	公開	本プロジェクトによるエチオピア人留学生の研究報告会

2022	11月19日	Challenges and Prospects of Contemporary Paratransit –Mobility, Daily Survival, and Urban Politics in Asia and Africa	日本(オンライン)	25人	公開	「アジアアフリカにおける交通・輸送に関する研究ワークショップ」本プロジェクト共催
2022	1月31日	4th MNGD International Student Workshop	日本(オンライン)	20人	公開	本プロジェクトによるエチオピア人留学生の研究報告会
2022	2月27日	オンライン連続セミナー「京大アジア・アフリカ塾2023 産官学の立場から見たアフリカの現状と未来:エチオピアの在来植物を使ってドロドロの道は直せるのか?」	日本(オンライン)	100人	公開	澤村康生准教授(京都大学)による講義
2023	6月21日	5th MNGD International Student Workshop	日本(オンライン)	20人	公開	本プロジェクトによるエチオピア人留学生の研究報告会
2023	3月29日	特別講義(於 アジスアベバ科学技術大学)	エチオピア	30人	公開	亀井教授(宮崎大学), 岩井准教授(京大)によるアジスアベバ科学技術大学での, 農学及び地盤工学に関する特別講義

25 件

②合同調整委員会(JCC)開催記録(開催日、議題、出席人数、協議概要等)

年度	開催日	議題	出席人数	概要
2019	10月5日	進捗状況, 予算配分, 予定の確認・協議	35人	プロジェクト開始後6カ月の段階で, 実施体制や予算管理について日本-エチオピア双方から問題提起があった.

2020	8月17日	進捗状況, 予算配分, 予定の確認・協議	25人	新型コロナウイルスの感染拡大の影響とコロナ禍での活動実施体制の確認
2021	10月4日	進捗状況, 予算配分, 予定の確認・協議	40人	新型コロナウイルスの感染拡大の影響とコロナ禍での活動実施体制の確認. 研究報告会を同日開催
2022	9月1日	進捗状況, 予算配分, 予定の確認・協議	25人	プロジェクト進捗報告を実施. プロジェクト期間の延長の要望が出て, 互いにこれを承認した.
2023	9月30日	進捗状況, 予算配分, 予定の確認・協議	40	ジンカにて開催. プロジェクト進捗報告を実施. 1年の延長の活動計画を議論し, 合意した.

5 件

研究課題名	特殊土地盤上道路災害低減に向けた植物由来の土質改良材の開発と運用モデル
研究代表者名 (所属機関)	木村 亮 (京都大学アフリカ地域研究資料センター 特任教授)
研究期間	H30採択 (平成30年6月1日～令和7年3月31日)
相手国名／主要相手国研究機関	エチオピア連邦民主共和国／アジスアベバ科学技術大学／ジンカ大学／エチオピア道路公社
関連するSDGs	目標 9. 強靱(レジリエント)なインフラ構築、包摂的かつ持続可能な産業化の促進及びイノベーションの推進を図る 目標 8. 包摂的かつ持続可能な経済成長及びすべての人々の完全かつ生産的な雇用と働きがいのある人間らしい雇用(ディーセント・ワーク)を促進する 目標 17. 持続可能な開発のための実施手段を強化し、グローバル・パートナーシップを活性化する

付随的成果

日本政府、社会、産業への貢献	・日本ベンチャー企業特許技術の国際化と技術開発促進
科学技術の発展	・エチオピア在来植物からのセルロース系土質改良材の生産技術の開発
知財の獲得、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等	・東アフリカでのセルロース系土質改良材の生産に有利な植物資源の同定と加工方法 ・特殊土地盤上道路整備に向けた地盤改良手法の性能評価
世界で活躍できる日本人材の育成	・国際的に活躍可能な日本側の若手研究者の育成(新工法の開発から普及までの調整力、レビュー付雑誌への論文掲載)
技術及び人的ネットワークの構築	・エチオピアの科学技術大学、道路管理者、地方大学、地方行政官、コミュニティとのネットワーク構築
成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)	・特殊土地盤上での植物資源を活用した路盤構築手法開発に関する論文・新工法のマニュアル ・地方行政・大学・コミュニティの連携した、インフラ整備技術の利用事例(画像等)とマニュアル

上位目標

サブサハラアフリカの地方・村落部が全天候型未舗装道路で接続され、農村の持続的な生計向上および貧困削減が進む。

エチオピア全国の膨張性粘性土を含む特殊土が広がる地方部で、現地材料を用いた労働集約型工法の運用による未舗装道路整備体制の実現

プロジェクト目標

植物由来土質改良材による特殊土地盤上の道路整備法の開発・標準化と地方道路災害低減に向けた特殊土地盤上道路の通行性改善モデルの確立

