

スリランカ国

環境保全型斜面防災技術  
(ジオファイバー工法) の  
導入に係る案件化調査

業務完了報告書

平成 29 年 9 月  
(2017 年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

原工業株式会社

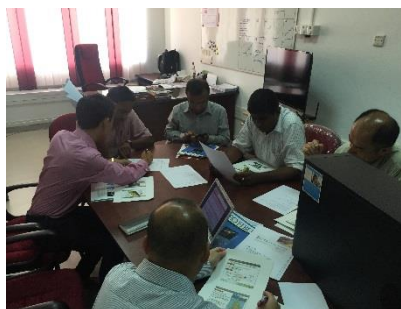
国内
JR(先)
17-136



巻頭写真



NBRO アシリ所長との打合せ



NBRO バンダラ部長との打合せ



RDA ケーガッレ Athle 所長との打合せ



セミナー風景



セミナーでの発表(原工業 原常務)



普及・実証事業施工現場予定地(ケーガッレバイパス)



スリランカ 法面工事実施現場



NBRO アシリ所長からの支援レター受領

## 環境保全型斜面防災技術（ジオファイバー工法）の導入に係る案件化調査

## 業務完了報告書

要約 .....	ix
はじめに .....	1
1. 調査名 .....	1
2. 調査の背景 .....	1
3. 調査の目的 .....	1
4. 調査対象国・地域 .....	2
5. 団員リスト .....	2
6. 現地調査工程 .....	3
第1章 対象国・地域の現状 .....	8
1-1 対象国・地域の政治・社会経済状況 .....	8
1-1-1 対象国の政治、経済、社会状況について .....	8
1-1-2 ビジネス展開に影響を与える可能性のある外部要因 .....	9
1-2 対象国・地域の対象分野における開発課題 .....	10
1-3 対象国・地域の対象分野における開発計画、関連計画、政策（外資政策含む）及び法制度 .....	11
1-3-1 我が国の援助方針 .....	11
1-3-2 対象分野の開発計画、関連計画、政策 .....	11
1-3-3 政策実施に関する調査対象国政府（対象国自治体も含む）側の役割と体制、予算、今後の動向等 .....	14
1-3-4 外資政策 .....	16
1-4 対象国・地域の対象分野におけるODA 事業の先行事例及び他ドナー事業の分析 .....	17
1-4-1 JICA 関連の防災事業 .....	17
1-4-2 他ドナー関連 .....	18
1-5 対象国・地域のビジネス環境の分析 .....	18
1-5-1 市場 .....	18
1-5-2 競合 .....	19
1-5-3 機材の輸出入 .....	20
1-5-4 登録およびライセンス .....	20
1-5-5 その他外国投資関連情報 .....	21
第2章 提案企業の製品・技術の特徴及び海外事業展開の方針 .....	22
2-1 提案企業の製品・技術の特徴 .....	22
2-1-1 提案製品・技術の概要 .....	22
2-1-2 国内外の同業他社、類似製品、及び技術の概況及び比較優位性 .....	29
2-2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ .....	31

2-2-1	海外進出の目的	31
2-2-2	海外展開の方針	31
2-2-3	海外展開を検討中の国、地域、都市	31
2-3	提案企業の海外進出によって期待される我が国の地域経済への貢献	31
2-3-1	地域産業・地域社会への貢献	31
第3章	ODA 事業で活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果	33
3-1	製品・技術の現地適合性検証方法（紹介、試用など）	33
3-2	製品・技術の現地適合性検証結果	34
3-2-1	製品・技術ニーズの確認	34
3-2-2	競合調査・新規性（先導性）の確認	36
3-2-3	製品・技術の紹介活動	36
3-2-4	製品・技術の現地適合性に関する調査	37
3-2-5	補足資料① セミナー	42
3-2-6	補足資料② スリランカの気象条件	49
3-2-7	補足資料③砂質土の粒度分析結果	50
3-3	対象国における製品・技術のニーズの確認	53
3-3-1	スリランカにおける植生工の位置付け	53
3-3-2	公共事業におけるニーズの確認	53
3-3-3	民間におけるニーズの確認	55
3-4	対象国の開発課題に対する製品・技術の有効性及び活用可能性の確認	55
3-4-1	製品・技術の有効性及び妥当性	55
3-4-2	技術の活用及び発展可能性	56
第4章	ODA 案件にかかる具体的提案	57
4-1	ODA 案件概要	57
4-2	具体的な協力計画及び期待される開発効果	58
4-2-1	具体的な協力計画	58
4-2-2	期待される開発効果	70
4-2-3	対象地及びその周辺状況	71
4-4	ODA 案件形成における課題と対応策	72
4-5	環境社会配慮にかかる対応	73
4-5-1	スリランカの環境政策	73
4-5-2	環境社会配慮に係る検討の結果	74
第5章	ビジネス展開の具体的計画	76
5-1	市場分析結果	76
5-2	想定する事業計画及び開発効果	76
5-3	事業展開におけるリスクと対応策	76

第6章 その他 .....	77
6-1 その他参考情報.....	77

## 図表リスト

図0-1	ジオファイバー工法の概略.....	ix
図0-2	実施体制図.....	xii
図 I	調査対象地域位置図.....	2
図1-1	コロンボおよびキャンディの雨温図 .....	9
図1-2	NBROの試験・コンサルティングの収入の推移.....	19
図2-1	ジオファイバー工法の概要.....	22
図2-2	ジオファイバー工法の施工事例 .....	23
図2-3	ジオファイバー工法の連続繊維補強土 .....	24
図2-4	砂質土の標準規格.....	24
図2-5	ジオファイバー工法の施工システム .....	26
図2-6	ジオファイバー工法の施工手順 .....	26
図3-1	過去10年間の年間降水量の比較.....	49
図3-2	過去10年間の最大日降水量.....	49
図3-3	粒度分析結果 (Quarry Dust) .....	51
図3-4	粒度分析結果 (Manufacture sand) .....	52
図3-5	吹付工に設置された植栽スポット .....	53
図3-6	NBROの実施した切土法面の斜面緑化工.....	54
図4-1	NBROからの支援レター.....	65
図4-2	実施体制図.....	66
図4-3	対策工の素案 .....	71

## 表リスト

表 I	団員リスト.....	2
表 II	現地調査工程.....	3-6
表1-1	スリランカの災害発生回数.....	11
表1-2	スリランカの1991年-2015年の年間平均降雨量.....	11
表1-3	国家防災機関とその役割.....	14
表1-4	NBROの2015年の収支表.....	15
表1-5	スリランカにおける日本の協力実績.....	17
表2-1	連続繊維補強土の標準規格.....	24
表2-2	連続繊維補強土の標準配合.....	25
表2-3	地山勾配の条件から決定する連続繊維補強土築造形状.....	27
表2-4	ジオファイバーの性能.....	28
表2-5	直近3年間の施工実績.....	28
表2-6	直近3年間の専用機械販売実績.....	29
表2-7	斜面・法面の保護工法の比較.....	30
表2-8	日本国内の地元経済・地域活性化への貢献実績.....	32
表3-1	製品・技術の現地適合性検証方法.....	33
表3-2	製品・技術ニーズの確認.....	34
表3-3	競合調査・新規性（先導性）の確認.....	36
表3-4	製品・技術の紹介活動.....	36
表3-5	製品・技術の現地適合性に関する調査.....	37-41
表3-6	セミナーのプログラム.....	43
表3-7	セミナー参加者リスト.....	44
表3-8	斜面对策や緑化事業を実施していると回答した機関.....	47
表3-9	砕砂（QuarryDust）の試験結果.....	50
表3-10	砕砂（Manufacturesand）の試験結果.....	50
表4-1	普及・実証事業の目的・成果・活動.....	58-60
表4-2	普及・実証事業による成果の検証指標.....	61
表4-3	C/Pの役割.....	62
表4-4	主要投入機械計画.....	63
表4-5	投入人員計画.....	64
表4-6	提案企業と外部人材の役割分担表.....	67
表4-7	活動計画・作業工程.....	69
表4-8	事業費概算.....	70
表4-9	ODA案件形成における課題と対応策.....	73
表4-10	スコーピング結果一覧.....	74-75



\* 換算レート (2017年9月)      USD1= JPY 108.976      /      LKR1 = JPY 0.72008  
(出典:JICA ホームページ業務実施契約、業務委託契約における外貨換算レート表)

## 略語表

略語	英語名称	日本語名称
BOI	Board of Investment of Sri Lanka	スリランカ投資委員会
CEA	Central Environmental Authority	中央環境庁
C/P	CounterPart	カウンターパート
CMC	Colombo Municipal Council	コロンボ市議会
DM	Disaster Management	災害管理
DMC	Disaster Management Centre	防災管理センター
DOM	Department of Meteorology	気象局
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EU	European Union	欧州連合
ERD	External Resources Department	対外援助局
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GETD	Geotechnical Engineering and Testing Division	土質工学試験部
GL	Ground Level	地表面
GN	Grama Niladhari	行政村(スリランカにおける最小行政単位)
GSP	Generalized System of Preferences	一般特惠待遇制度
HDI	Human Development Index	人間開発指数
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境評価
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
ITI	Industrials Technology Institute	産業技術研究所
JETRO	Japan External Trade Organization	日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
LDPP	Landslide Disaster Protection Project of the National Road Network	国道路砂災害対策事業
LRRMD	Landslide Research and Risk Management Division	地すべり調査・危険管理部
LTTE	Liberation Tigers of Tamil Eelam	タミル・イーラム解放の虎
MDM	Ministry of Disaster Management	災害管理省
NARA	National Aquatic Resources Agency	
NBRO	National Building Research Organization	国家建築研究所
NCDM	National Council for Disaster Management	国家防災委員会
NDMCC	National Disaster Management Coordination Committee	国家防災調整委員会
NDMP	National Disaster Management Plan	国家災害管理計画
NDRSC	National Disaster Relief Service Centre	
NEOC	National Emergency Operation Centre	緊急オペレーションセンター
NEOP	National Emergency Operation Plan	国家緊急対応計画
NETIS	New Technology Information System	新技術情報提供システム
NGO	Non-Governmental Organizations	非政府組織
NPD	Department of National Planning	国家計画局
NPP	National Physical Planning	国家開発計画
NPPD	National Physical Planning Department	国家開発計画局
NSF	National Science Foundation	
NWS&DB	National Water Supply and Drainage Board	
RDA	Road Development Authority	道路開発庁
SLFP	Sri Lanka Freedom Party	スリランカ自由党
TCLMP	Technical Cooperation for Landslide Mitigation Project	土砂災害対策能力強化プロジェクト
UAV	Unmanned Aerial Vehicle	無人航空機
UDA	Urban Development Authority	都市開発庁
UNDP	United Nations Development Program	国連開発計画
UNP	United National Party	統一国民党
UPFA	United People's Freedom Alliance	統一民自由同盟
WB	World Bank	世界銀行

## 要約

本報告書は「スリランカ国 環境保全型斜面防災技術（ジオファイバー工法）の導入に係る案件化調査」の活動報告及び調査結果をまとめたものである。

### 1. 調査の目的（本文 はじめに）

本調査では、スリランカの課題となっている土砂災害等の自然災害に対する脆弱性を軽減するために、環境保全型斜面防災技術であるジオファイバー工法（連続繊維複合補強土工法）を活用することを目的に、その適用性確認、普及・実証事業への展開を目指す。

### 2. 提案企業の製品・技術の概要（本文 第2章）

ジオファイバー工法は、図0-1に示すように①連続繊維補強土工（a 法面保護タイプ、b 擁壁形状タイプ）、②地山補強土工、③植生工を組合せた斜面保護工法である。斜面の風化防止や浅い表層土の崩壊防止ができるほか、連続繊維補強土が植物の生育基盤となることから斜面全体を緑化することができる。



図0-1 ジオファイバー工法の概要

出典：日特建設の資料提供に基づき JICA 調査団作成

### 3. 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ（本文 第2章）

原工業株式会社（以下、原工業）はジオファイバー工法の繊維供給システムを製造している世界唯一の会社である。外部人材として協力を得ている日特建設株式会社（以下、日特建設）は本工法の開発者であり、様々なノウハウを持っている。原工業は、日本で培った製品加工・組立技術のノウハウを活用し、海外において積極的に新規事業展開をしていきたいと考えている。その一環として、今回の中小企業海外展開支援事業（案件化調査）を契機に、海外へ一歩足を踏み出したい。調査においては、海外の政府官公庁、企業等のニーズをくみ取り、新商品の開発、海外における調達拠点の設置をしていき、総力を集結して事業の拡大を図っていきたい。第一の進出先としてスリランカを選定した理由は、弊社製造品である繊維供給・管理システムの最大の供給先である日特建設がスリランカへの進出を計画していること、そしてスリランカでの斜面防災技術の需要が高まっていることが挙げられる。

#### 4. 活動内容（本文 はじめに）

2016年10月～2017年9月までの期間で、スリランカ国へ計5回の渡航を実施し活動した。主な活動は普及実証事業におけるパイロットサイトの選定や、関係機関へのジオファイバー工法の周知、ビジネスモデル策定に関する調査などを実施した。渡航により25の関係機関などへの訪問を実施した。

第三回の渡航ではセミナーを実施し、本案件化調査やジオファイバー工法の周知とジオファイバー工法に対するスリランカ国側の意見を収集した。参加機関は20（スリランカ国 政府系8、大学2、民間企業3、日本国 政府系6、民間1）、参加人数は56名であった。また、第四回の渡航調査では、写真測量にて普及実証事業のパイロットサイト候補地であるケーガッレバイパスの現場にて写真測量を実施し、対策工の概略設計案を作成した。第五回渡航調査においては、カウンターパート候補であるNBROとRDAと普及実証事業に関する協議を実施し、事業の説明及び協力要請をおこない、両機関からの協力を得られることを確認した。

#### 5. 調査結果（本文 第3章）

##### 5-1 対象国の開発課題に対する製品・技術の有効性及び活用可能性の確認

###### 製品・技術の有効性及び妥当性

調査の結果、スリランカにおける土砂災害等の自然災害に対するインフラの脆弱性に対するジオファイバー工法の有効性及び妥当性を確認することができた。理由を以下に示す。

- ・スリランカにはジオファイバー工法を適用できる斜面が多数あり、日本の適用事例と似ている斜面が多い。
- ・スリランカで普及しているショットクリートとコスト面が同程度である。
- ・斜面保護と景観保護を両立できる工法はスリランカにおいては全く新しい技術である。
- ・スリランカの気象条件は、これまでジオファイバー工法が適用されてきた地域と比較して、特別厳しいものではない（一部の地域では厳しい気象条件であるため、今後詳細な調査が必要）。
- ・NBROでは植生工を斜面对策の1分野として、国内に普及させていくことを認識しており、自然災害斜面を現況の自然景観に戻すための対策工にも取り組んでいる。
- ・RDAが管理している道路事業においては景観に配慮した斜面对策工を求められることが多い。
- ・景観保全という観点からスリランカの観光資源である遺跡周辺の周辺環境と調和する斜面保護が必要であると考えられ、考古学局の維持管理部が遺跡周辺の斜面を管理している。

###### 技術の活用および発展可能性

スリランカでは斜面保護対策として植生工、ショットクリート（モルタル吹付工）、近年では吹付法砕工が行われており、これらの工法の代替工法となり得るジオファイバー工法が活用される可能性は大きい。さらに、スリランカでは地山補強土工（ソイルネイリング）も普及しており、斜面崩壊対策として数多く施工されている。ジオファイバー工法は地山補強土工との組み合わせも可能であるため、地山補強土工との組み合わせが可能な斜面保護対策としても活用される可能性は大きいと考えている。コスト面においても、現在の情報では同程度となることが予想されており、活用に向けた障害とはならないと考えている。施工技術に関しても、スリランカで行われている斜面保護対策の多くが吹付工法であるため、吹付工法であるジオファイバー工法は活用しやすい工法であると考えられる。

また、スリランカではココヤシの繊維の需要が近年少なくなっており、その新たな用途が望まれている。スリランカで施工するジオファイバー工法の材料の一部にココヤシの繊維を使用することを検討しており、ジオファイバー工法が普及することでスリランカの産業に貢献できる可能性があると考えている。

## 6. ODA 案件にかかる具体的提案（本文 第4章）

対象地域はケーガッレ市とし、パイロットサイトは主要道路であるケーガッレバイパスの斜面とした（写真 0-1）。



写真 0-1 パイロットサイトの全景

出典：JICA 調査団

事業の概要を以下に示す。

プロジェクト目標：スリランカにおいてジオファイバー工法の有効性が実証され、認知され、事業展開計画が具体化される。

成果 1：対象サイトにてジオファイバー工法が施工され、環境保全型斜面防災技術としての技術的適用性および有効性・優位性が確認される。【実証事業】

成果 2：ジオファイバー工法が環境保全型斜面防災技術としてスリランカ国内の公共機関（RDA、NBRO、UDA、Department of Archeology 等）に認知され、実施する環境が整備される。【普及事業】

成果 3：スリランカ国内におけるジオファイバー工法にかかる事業展開計画が具体化される。【ビジネス展開調査・活動】

成果 4：環境社会配慮について調査し、事業展開時の当該事項にかかる計画が策定される。【環境社会配慮】

実施体制と役割分担を図 0-2 に示す。カウンターパートはスリランカ国で災害対策関連業務の重要な役割を担う NBRO と、パイロットサイトの所轄機関でありスリランカ国最大の発注機関である RDA を設定した。

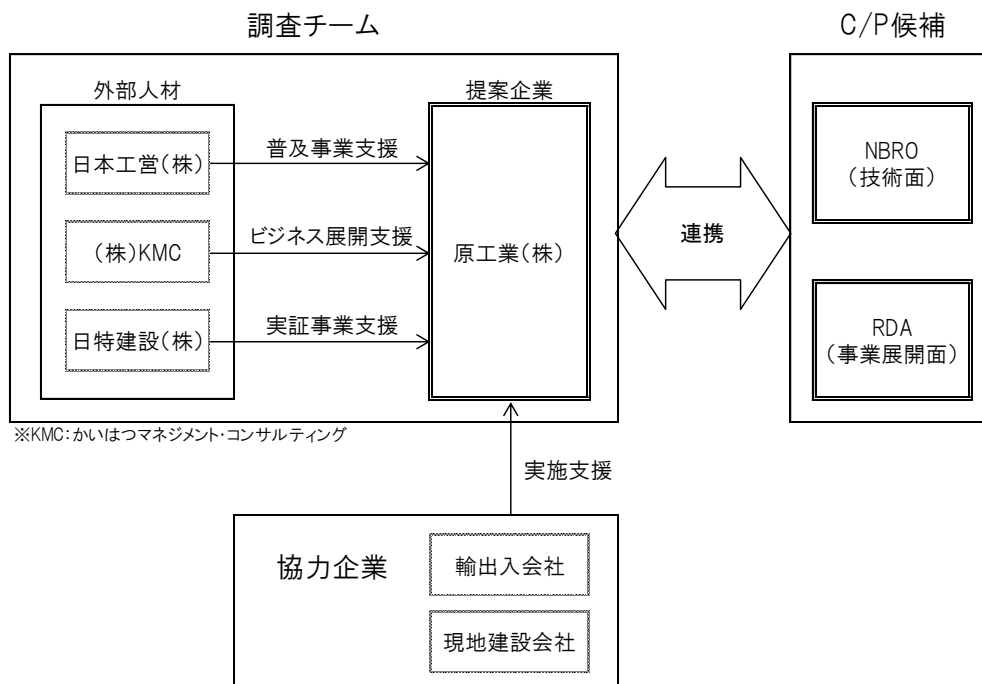


図 0-2 実施体制図

出典：JICA 調査団

7. ビジネス展開の具体的計画（本文 第5章）

非公開部分につき非表示

# スリランカ民主社会主義共和国 案件化調査 環境保全型斜面防災技術（ジオファイバー工法）の導入に係る案件化調査

## 企業・サイト概要

- 提案企業：原工業株式会社
- 提案企業所在地：東京都北区
- サイト・C/P機関：キャンディ地区等・NBRO（国家建築研究所）



ジオファイバー工法の施工状況  
当社が製作する繊維供給・管理システムの例(エジエクタ)

## スリランカ国の開発課題

- 土砂災害等の自然災害に対する脆弱性
- 斜面防災技術力は発展途上
- 近年の気候変動により災害被害が甚大化

## 中小企業の技術・製品

- ジオファイバー工法による斜面崩壊防止
- 連続繊維補強土工、地山補強土工、植生工を組合せた全面緑化が可能な環境保全型技術
- 砂質土供給・管理システムと繊維供給・管理システムによる確立された施工技術

## 調査を通じて提案されているODA事業及び期待される効果

【環境保全型斜面防災技術（ジオファイバー工）の普及・実証事業】

実施内容：①候補サイトの実証試験施工を行い、現地適用性を確認、②C/Pに設計・施工技術を移転、③セミナー開催による本製品・技術の普及、④さらなるODA案件化に向けた活動

【期待される効果】

工法施工技術の認知及び本技術の有用性実証に基づき、スリランカ国斜面災害対策能力の向上

## 日本の中小企業のビジネス展開

ジオファイバー工法の普及を契機に、日本で培った製品加工・組立技術のノウハウを活用した海外新規事業展開  
スリランカを筆頭に、タイ、インドネシア等への進出の検討

【3ステップのビジネスフェーズにて順次展開】

- ①スリランカ代理店を通じた製品販売及びメンテナンスサービス、②製品加工・組立をスリランカ国内に移転(OEM)、③スリランカ国での自社製品加工・組立を開始し、南アジアへ供給先を拡大





## はじめに

### 1. 調査名

和文：スリランカ国 環境保全型斜面防災技術（ジオファイバー工法）の導入に係る案件化調査

英文：Feasibility Survey for Environmental Protective Slope Protection Technology Using Continuous Fiber Reinforced Soil Method.

### 2. 調査の背景

スリランカ国（以下、スリランカ）は本格的な成長期を迎えているが、人々が安心して生活するためには土砂災害等の自然災害に対する脆弱性の軽減が喫緊の課題となっている。

スリランカは島の中央部に山地が存在し、政治、経済的理由および植民地時代の紅茶プランテーションの影響などから、日本と同様に山地斜面に住民が居住している。これら山地に住居する住民の経済活動を支えるために、主要道路網は山間部にも形成されている。このような状況下で、気候変動による集中豪雨や降雨量の増加に伴って、斜面災害リスクの高まりとともに、斜面災害の被害規模の甚大化が進んでいる。

スリランカでの斜面对策工には、ショットクリートやソイルネイルが主に適用されているが、斜面環境・景観への配慮はされていない。一方、スリランカは環境・景観への配慮・保全の意識が高く、世界遺産のある“キャンディ”や自然豊かな“ヌワラエリヤ地区”では景観に配慮できる斜面防災技術を必要としている。

### 3. 調査の目的

本調査では、スリランカの課題となっている土砂災害等の自然災害に対する脆弱性を軽減するために、環境保全型斜面防災技術であるジオファイバー工法（連続繊維複合補強土工法）を活用することを目的に、その適用性確認、普及・実証事業への展開を目指す。

#### 4. 調査対象国・地域

スリランカ中央部 キャンディ及びヌワラエリヤ地区（図 I）



図 I 調査対象地域位置図（出典: Website on University of Texas）

#### 5. 団員リスト

業務従事者の氏名、担当業務及び所属は表 I の通りである。

表 I 団員リスト

氏名	担当業務	所属先
原 和之	業務主任者、指揮監督、海外事業展開計画	原工業株式会社
伊藤 和実	現地関係機関調整、現地セミナー	原工業株式会社
後藤 千裕	製品・技術適合性検証、市場調査	原工業株式会社
高橋 慶治	製品・技術適合性検証、市場調査2	原工業株式会社
矢口 哲也	流通、輸出調査	原工業株式会社
矢口 妙子	業務調整、ロジスティクス、月報	原工業株式会社
大河原 彰	チーフアドバイザー、外部人材統括、ビジネスプロセス検討、市場評価、事業計画策定	日本工営株式会社
細田 年晃	環境社会配慮、現地関係法令調査	日本工営株式会社
石垣 幸整	施工技術普及活動、建設事情調査、資機材調達計画、現地コントラクター評価、技術基準	日特建設株式会社

## 6. 現地調査工程

各現地調査の時期、訪問先、調査内容は表Ⅱのとおりである。

表Ⅱ 現地調査工程

【第一回】(2016年10月16日～2016年10月29日)

日程		原 和之	伊藤 和実	大河原 彰	石垣 幸整
		業務主任者、指揮監督、海外事業展開計画	現地関係機関調整、現地セミナー	チーフアドバイザー、外部人材統括、ビジネスプロセス検討、市場評価、事業計画策定	施工技術普及活動、建設事情調査、資機材調達計画、現地コントラクター評価、技術基準
		原工業株式会社	原工業株式会社	日本工営株式会社	日特建設株式会社
10月16日	日	成田→コロンボ			
10月17日	月	JICA スリランカ事務所、日本大使館、JETRO、NBRO 表敬訪問並びに今回の事業説明			
10月18日	火	日本通運表敬訪問並びに今回の事業説明、キックオフミーティング			
10月19日	水	DMC 訪問、コロンボ市内 砂関連調査			
10月20日	木	RDA 表敬訪問並びに今回の事業説明、コロンボ→キャンディへ移動			
10月21日	金	NBRO(Kandy)事務所、表敬訪問並びに今回の事業説明、ソイルテック現場視察			
10月22日	土	現場視察(ケーガッレバイパス、仏歯寺裏の斜面、)			
		キャンディからコロンボへ移動	現場視察(看護学校、世銀法面工事)		
10月23日	日	マヒヤンガナ、キャンディ湖の護岸現場調査			
10月24日	月	ヌワラエリヤ法面調査			
10月25日	火	NBRO(Kandy)打ち合わせ、キャンディからコロンボへ移動			
10月26日	水	南部高速道路 中国工区現場視察			
10月27日	木	BOI, 気象局、JICA スリランカ事務所			
10月28日	金	ELS Construction、オリエンタルコンサルタンツ事務所 コロンボ→成田			
10月29日	土	成田着			

## 【第二回】(2017年1月19日～2017年1月30日)

日程		伊藤 和実	高橋 慶治	大河原 彰	細田 年晃	石垣 幸整
		現地関係機関調整、現地セミナー	製品・技術適合性検証、市場調査2	チーフアドバイザー、外部人材統括、ビジネスプロセス検討、市場評価、事業計画策定	環境社会配慮、現地関係法令調査	施工技術普及活動、建設事情調査、資機材調達計画、現地コントラクター評価、技術基準
		原工業株式会社	原工業株式会社	日本工営株式会社	日本工営株式会社	日特建設株式会社
1月19日	木	成田→コロンボ				
1月20日	金	JICA スリランカ事務所、NBRO、今回の渡航説明並びに調査事項打ち合わせ				
1月21日	土	セミナー会場探し(ヒアリング見積徴収)				
1月22日	日	コロンボ→キャンディへ移動 キャンディ市内(市場調査)				
1月23日	月	ペラデニア大学表敬訪問並びに今回の事業説明、現場視察(看護学校法面工事)				
1月24日	火	現場視察(ケーガッレバイパス、ソイルテック現場視察ダルマラージャ高校)				
1月25日	水	NBRO(Kandy)事務所打ち合わせ ,コロンボ→キャンディへ移動				
1月26日	木	MDM,気象局、UDA 説明並びに調査事項打ち合わせ				
1月27日	金	RDA、CEA、日本大使館 JICA 今回の渡航説明並びにセミナー打ち合わせ				
1月28日	土	ELS 施工業者ヒアリング、シナモンブランド				
1月29日	日	セミナー開催の打ち合わせ コロンボ→成田				
1月30日	月	成田着				

## 【第三回】(2017年3月2日～2017年3月13日)

日程		原 和之	伊藤 和実	高橋 慶治	大河原 彰	細田 年晃	石垣 幸整	
		業務主任 者、指揮監 督、海外事 業展開計画	現地関係機 関調整、現 地セミナー	製品・技術 適合性検 証、市場調 査2	チーフアド バイザー、 外部人材統 括、ビジネス プロセス検 討、市場評 価、事業計 画策定	環境社会配 慮、現地関 係法令調査	施工技術普 及活動、建 設事情調 査、資機材 調達計画、 現地コント ラクター評 価、技術基 準	
		原工業 株式会社	原工業 株式会社	原工業 株式会社	日本工営 株式会社	日本工営 株式会社	日特建設 株式会社	
3月2日	木	成田→コロンボ						
3月3日	金	NBRO、今回の渡航説明並びに調査事項打ち合わせ						
3月4日	土	セミナー会場打ち合わせ						
3月5日	日	セミナー展 示物 (check)		コロンボ→キャンディへ移動 キャンディ市内(市場調査)				
3月6日	月	成田→ コロンボ	JICA スリ ランカ事務 所打合せ、 セミナー準 備	NBRO(Kandy)事務所打ち合わせ、ペラデニア大学表、 事業説明、現場視察(看護学校法面工事)				
3月7日	火	JETORO コロンボ、 RDA セミナー打ち合わせ		現場視察(ケーガッレバイパス)、キャンディ→コロンボへ 移動				
3月8日	水	セミナー準備		Department of Archaeology、気象庁			セミナー準 備	
3月9日	木	セミナー準備			Ministry of Buddhist、Ministry of Tourism			
3月10日	金	セミナー開催日						
3月11日	土	ELS 施工業者ヒアリング、コロンボ市場調査						
3月12日	日	セミナーレポート作成 コロンボ→成田						
3月13日	月	成田着						

## 【第四回】(2017年6月18日～2017年7月1日)

日付		伊藤 和実	大河原 彰	石垣 幸整
		現地関係機関調整、現地セミナー	チーフアドバイザー、外部人材統括、ビジネスプロセス検討、市場評価、事業計画策定	施工技術普及活動、建設事情調査、資機材調達計画、現地コントラクター評価、技術基準
		原工業株式会社	日本工営株式会社	日特建設株式会社
6月18日	日	資材単価調査	成田→コロombo	
6月19日	月	JICA スリランカ事務所打ち合わせ、NBRO 打ち合わせ		
6月20日	火	NBRO パイロットサイト打ち合わせ		
6月21日	水	コロombo～キャンディー移動 ケガールバイパス斜面視察		
6月22日	木	看護学校斜面視察、NBRO KANDY 打ち合わせ		
6月23日	金	RDA Kegalle、RDA Kandy 事業打ち合わせ		
6月24日	土	SCDP、ケガールバイパス測量		
6月25日	日	書類作成(測量集計ほか)		
6月26日	月	NBRO 技術部、RDA 技術部打ち合わせ		
6月27日	火	施工業者、Soil Tech 打ち合わせ、日本大使館報告		
6月28日	水	NBRO 案件打ち合わせ		
6月29日	木	施工業者打ち合わせ Access 社、ELS		
6月30日	金	JICA スリランカ事務所 コロombo→成田		
7月1日	土	成田着		

## 【第五回】(2017年9月4日～2017年9月10日)

日程		原 和之	伊藤 和実	大河原 彰	石垣 幸整
		業務主任者、指揮監督、海外事業展開計画	現地関係機関調整、現地セミナー	チーフアドバイザー、外部人材統括、ビジネスプロセス検討、市場評価、事業計画策定	施工技術普及活動、建設事情調査、資機材調達計画、現地コントラクター評価、技術基準
		原工業株式会社	原工業株式会社	日本工営株式会社	日特建設株式会社
9月4日	日	成田→コロンボ			
9月5日	月	NBRO 案件化調査の御礼と普及実証事業の計画説明、役割分担などについて協議			
9月6日	火	NBRO ラクシリ所長、パイロットサイト候補地での調査対策案に関する意見交換を実施した 看護学校斜面施工見学			
9月7日	水	NBRO KANDY ピレス所長 案件化調査の御礼と普及実証事業の計画説明 NBRO アシリ所長 普及実証に向けた支援レターを頂いた			
9月8日	木	RDA D.G D.K. Rohitha Swarna 案件化調査の御礼と普及実証事業の計画説明、役割分担などについて協議 在日本大使館 音喜多二等書記官 案件化調査の御礼と普及実証事業の計画説明を実施 MDM 長井専門家 案件化調査の説明と御礼及び普及実証事業の計画説明			
9月9日	金	JICA スリランカ事務所 案件化調査の御礼と普及実証事業の計画説明を実施。 コロンボ→成田			
9月10日	土	成田空港着			

## 第1章 対象国・地域の現状

### 1-1 対象国・地域の政治・社会経済状況

#### 1-1-1 対象国の政治、経済、社会状況について

- 政治： スリランカでは、1983年以降25年以上にわたり、スリランカ北・東部を中心に居住する少数派タミル人の反政府武装勢力である「タミル・イーラム解放の虎（Liberation Tigers of Tamil Eelam、以下LTTE）」が、北・東部の分離独立を目指して活動し、政府側との間で内戦状態であったが、2009年5月に政府軍がLTTEを制圧し内戦が終結した。内戦終結後、ラージャパクサ大統領は任期を2年残し、大統領選挙の繰り上げ実施を決定。2010年1月に大統領選挙が実施され、同大統領が再選された。その後、同年4月に総選挙が実施され、同大統領率いるスリランカ自由党（Sri Lanka Freedom Party、以下SLFP）を中核とする与党統一人民自由同盟（United People's Freedom Alliance、以下UPFA）が過半数を大きく上回る144議席を獲得して、引き続き政権運営にあたることとなった。2010年11月、ラージャパクサ大統領は2期目の任期を開始した。2014年、再びラージャパクサ大統領は大統領選挙の繰り上げ実施を決定し、2015年1月に大統領選挙が実施された。前保健相でもあるシリセーナ野党統一候補がラージャパクサ大統領を破り当選し、シリセーナ大統領は、統一国民党（United National Party、以下UNP）と政権樹立、ウィクラマシンハUNP総裁が首相に就任した。2015年8月、総選挙が実施されUNPが勝利し、単独過半数には達しなかったが、第二党のSLFPと大連立を形成し、ウィクラマシンハ首相に再任された。2009年5月に26年に及ぶ内戦が終結して以降、治安は安定し、内戦後の復興、国民和解の実現が課題となっている。
- 経済： 2006年～2015年の10年間平均で6.3%という経済成長率を達成しており、一人あたりGNIは3,800ドル（2015年、世界銀行）と、2016年度のJICA円借款主要国所得階層別分類1中においても中所得国に位置している。東南アジア・南アジアでは現在タイしか該当していない中進国にも近年中に移行する見込みであり、経済水準はアジアでも高い。
- 社会： 人口は約2,097万人（2015年、世界銀行）で、人口密度は1平方メートル当たり約330人である。国内では西海岸の人口密度が高く、特に首都周辺に人口が集中している。人口構成はシンハラ人72.9%、タミル人18.0%、スリランカ・ムーア人8.0%、その他1.1%、宗教構成は仏教70.2%、ヒンドゥー教12.6%、イスラム教9.7%、キリスト教6.1%であり、シンハラ人が主に仏教を、タミル人が主にヒンドゥー教を信仰する構造となっている。公用語はシンハラ語とタミル語であるが、両民族間をつなぐ言語（連結語）として英語が使用されている。スリランカは社会福祉制度が整っている国として知られており、医療の無償化、小学校から大学までの無償教育制度の導入、9年間の義務教育の適用など、経済成長よりも社会福祉政策に力を入れてきた。そのため、国民の識字率は約95%で、開発途上国としては極めて高い水準である。人間開発指数（Human Development Index、以下HDI）は0.75と高く、世界の187カ国の中で73位になっている。その他、コンピュータ識字率は35%、小学校への進学率は98.5%と高い。2014年には、教育と医療セクターに対する政府支出はそれぞれ国内総



生産の 1.9%と 1.4%に相当する額であった。経済的不平等を表すジニ係数は 2010 年度の 0.36 から 2014 年時点では 0.48 と上昇しており、貧富の差がかなり拡大していることを示唆している。ただし、貧困率は 2007 年度の 15.2%から 6.7%(2012 年)まで減少した。

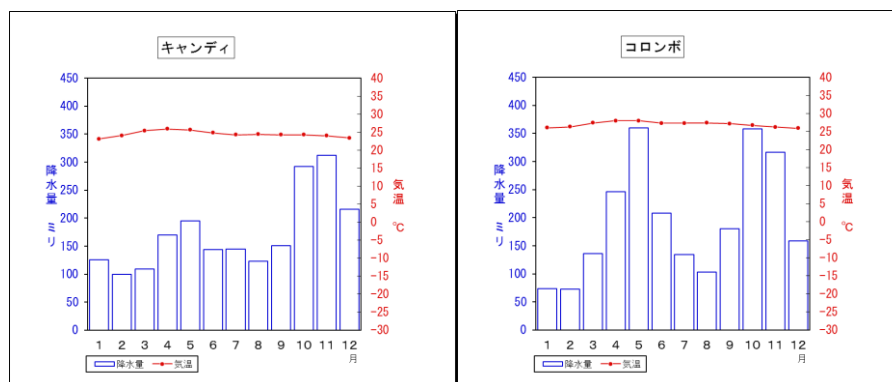
### 1-1-2 ビジネス展開に影響を与える可能性のある外部要因

行政： スリランカの行政系統は、独立当初から存在する中央政府の行政系統と、1987 年以降導入された地方自治を中心とした州政府の行政系統の 2 つが併存する。中央政府内には主要 24 官庁を含むおよそ 100 の省庁が存在している。中央政府の行政系統では、各州に 24 の県(District)と呼ばれる行政区分があり、中央政府が任命した県次官が置かれる。州政府の行政系統では、全国は 9 つの州(Province)に区分される。さらに、州政府の下には市(Municipal Council)、町(Urban Council)、郡(Divisional Secretariat)、地区(Predesha Sabhawa)の順で行政が区分される。

各省庁の中には、これらの行政系統の中で地方事務所を持つものがあり、カウンターパート候補の国家建築研究所(NBRO)は県に District Office が置かれる一方、もう一つのカウンターパート候補である道路庁(RDA)は州に Provincial Office が置かれている。

天候： スリランカの気候は、熱帯性・高温多湿で、北東および南西モンスーンの影響を強く受けて年 2 回の雨季がある。降雨は山間部と南西部に集中し、約 1,900mm を越える降雨がある。気温は沿岸部では年間を通して最高気温が 30 度を越える日が続き、湿度は平均 75%を越える。

首都コロンボと山間部のキャンディの雨温図を以下に示した。コロンボでは年 2 回の雨季が明瞭であり、かつ気温が年間を通し 30 度近いが、キャンディでは雨季区分が不明瞭であり、かつ気温も 25 度前後となっており、コロンボよりも低い。



出典：Climate-org のデータに基づき JICA 調査団作成

図 1-1 コロンボおよびキャンディの雨温図

インフラ：スリランカは高速道路などのインフラ開発が盛んであり、その中には日本のODAによる道路整備も多く含まれる。RDAが作成した「道路計画マスタープラン(2007-2017)」によれば、2007年から2017年の10年間に、以下の6項目を整備する計画となっている。

- 1) 高速道路と一般国道の建設 (35.6%)
- 2) 一般道の拡張・拡幅 (32.1%)
- 3) 交通渋滞の解消(3.8%)
- 4) 道路の維持管理 (19.0%)
- 5) 橋梁の修復・架替え(2.9%)
- 6) 土地収用・住民移転および社会・自然環境保全のための政策(6.7%)

このうち、本対策工は「高速道路と一般国道の建設」および「一般道の拡張・拡幅」のうち、山間部に建設が計画されている路線への適用が想定される。

法制度：海外からの投資受け入れの窓口としてスリランカ投資庁(BOI)が設立されており、スリランカの投資にかかる制度は整っていると見える。為替管理規制により、外国投資家はスリランカへの投資を行うにあたっては法制度に準拠する必要がある。

## 1-2 対象国・地域の対象分野における開発課題

スリランカの地質の約90%以上は先カンブリア紀(6億年以上前)に形成された鉱物の結晶がよく発達する変成岩(片麻岩)である。また、地質時代を通して地殻変動を何度も経験しているため、断層、破碎帯および亀裂等が多く発達し、これらに沿って、地表から地下深部までの風化作用が顕著である。この風化作用で脆くなった岩盤はスリランカの山間部の至る所に分布しており、斜面災害が頻発する主な原因となっている。

それに加え、スリランカ山間部の年間降水量は、2,000~6,000mmと多雨であることから、特に雨季には水を含み脆弱化した地質ゾーンでは斜面災害が頻発、2005年-2013年までの被害額は119,460千USD(約131億円)の被害額に達する。斜面災害は居住地や道路網への被害にも繋がるため、脆弱性軽減のための斜面防災技術が必要である。

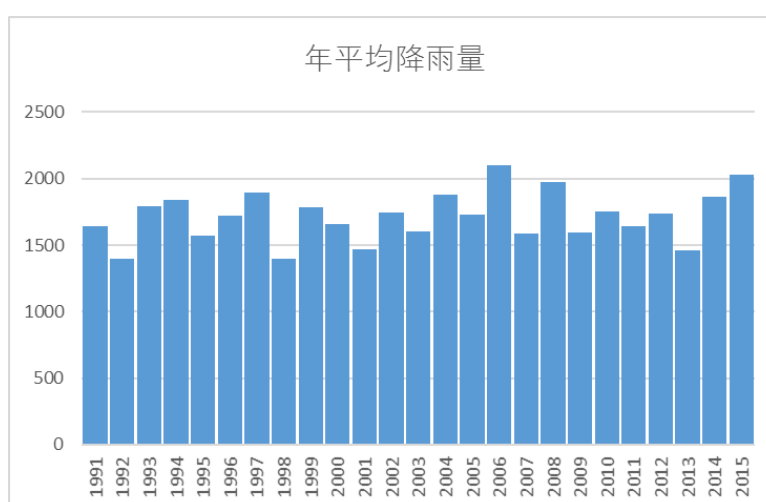
表1-1に1998年-2015年の自然災害数を、表1-2に1991年-2015年の年間降雨量の推移を示した。表1-2では、1991年から2015年までに際立った降雨量の増加は認められないが、災害数は2007年以降増加しており、特に2013年-2015年には2件の大規模地すべり被害が報告されている。この原因として、集中豪雨の増加と、法規制のない開発行為や土地利用の変化による斜面の不安定化などが考えられ、更なる災害管理体制の整備、および斜面防災技術の強化が求められている。

表 1-1 スリランカの 1998 年-2015 年の災害発生回数

年	洪水	台風	干ばつ	地すべり	災害数合計
1998-2000	5	1	0	0	6
2001-2003	3	0	0	0	3
2004-2006	3	0	0	0	3
2007-2009	9	1	0	0	10
2010-2012	6	2	1	0	9
2013-2015	5	1	1	2	9

出典：EM-Dat(<http://www.emdat.be/>)のデータより JICA 調査団作成

表 1-2 スリランカの 1991 年-2015 年の年間平均降雨量



出典：世界銀行(<http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/index>)のデータより JICA 調査団作成

### 1-3 対象国・地域の対象分野における開発計画、関連計画、政策（外資政策含む）及び法制度

#### 1-3-1 我が国の援助方針

平成 24 年 6 月公表の「対スリランカ民主社会主義共和国国別援助方針」において、援助の基本方針（大目標）として「後発開発地域に配慮した経済成長の促進」が掲げられている。そして、それを実現するための重点分野（中目標）として「脆弱性の軽減」が挙げられ、その中の協力プログラムとして「気候変動・防災対策プログラム」が実施されている。このプログラムは災害に対する被害抑止・被害軽減等の予防措置を念頭に、災害リスクモニタリング、防災計画策定、ハード対策を含む防災対策の実施等を支援するもので、有償資金協力事業の「国土砂災害対策事業」や技術協力プロジェクトの「土砂災害対策強化プロジェクト」が実施されている。

#### 1-3-2 対象分野の開発計画、関連計画、政策

本事業に関わる主な法令は、次の通りである。

### (1) 災害管理法 (防災法)

スリランカ災害管理法 (防災法) 「Disaster Management Act no.13 of 2005」は、日本の災害対策基本法に相当するスリランカの災害管理法であり、2004年の津波災害を受けて急遽作られた法律である。この法律によって、防災に関する最高意思決定機関である国家防災協議会 (National Council for Disaster Management (NCDM))、および防災施策の実施機関である国家災害管理局 (Disaster Management Centre (DMC)) が設置された。また、2007年11月には、防災人権省 (Ministry of Disaster Management and Human Rights) の次官を議長とする国家防災調整委員会 (The National Disaster Management Coordination Committee (NDMCC)) が、政府、ドナー機関、国連機関、NGO などからの代表を構成員として設置され、各ステークホルダー間の情報共有化を進めている。

### (2) 防災ロードマップ(2005年12月発表)

各防災関連機関が個別に実施していた事業やこれから実施するべき事業の実施時期、予算、関連機関などの情報をもとに、テーマごとに分類したロードマップが、2005年12月に発表されている。

### (3) 国家防災計画

国家防災計画 (National Disaster Management Plan) は、スリランカにおける災害の状況、防災関係機関の組織制度や役割分担、優先課題、戦略が明記され、2014年に策定された。また、地方レベル (District(県)レベル、Division(市)レベル、GN(村)レベルごと) の「災害予防・対応計画 (Disaster Preparedness and Response Plan)」の策定が順次進められている。

### (4) 総合防災計画(2014-2018)

総合防災計画 (SLCMDP: Sri Lanka Comprehensive Disaster Management Plan(2014-2018)) は、上述の「国家防災計画」および、国家成長戦略である「マヒンダ・チンタナ」に基づき、2014年から5カ年の防災にかかる計画、目標および手段を示した文書である。文書の中では、5年間の防災戦略の目標として、以下の8点が挙げられている。

- 防災政策の強化と省庁間の連携の強化
- マルチハザードに対する早期警戒と災害情報の伝達
- 災害に対する脆弱性の軽減とリスクアセスメントの強化
- 災害の軽減と、都市開発・地域開発の中での防災の主流化の推進
- 復旧・復興のための技術・制度の整備
- トレーニング・普及活動等を通じた能力強化
- 災害発生に対する準備と発生後の初期対応の強化
- 結果・実績に基づくモニタリング・評価の実施

このアウトプットとして、土砂災害対策は次のような活動が定められている。

- NBRO は Kandy, Nuwaraeliya, Badulla, Bandarawela, Rathnapura, および Kegalle の市街地を対象とした 1:5,000 縮尺の地すべりリスクマップを作成する。

- NBRO は RDA と連携し、地すべり多発地域を通過する全国の主要な高速道路について、日本の予算支援の元に地すべり対策を実施する。
- Kandy, Nuwaraeliya, Badulla, Bandarawela および Kegalle は地すべりの多発地域であることから、この地域の地すべりリスクの高い場所・地区に位置する学校などの公共施設は、安全を確保するための対策（構造物および非構造物対策）を実施する。

### 1-3-3 政策実施に関する調査対象国政府(対象国自治体も含む)側の役割と体制、予算、今後の動向等

スリランカの国家防災機関は以下の表 1-3 に示すとおりである。

表 1-3 国家防災機関とその役割

種別	担当機関名
災害管理省	Ministry of disaster management (MDM)
防災担当機関	Disaster Management Centre (DMC) under MDM : 災害管理センター
最高政策立案機関	National Council for Disaster Management (NCDM) : 国家防災協議会
委員会等	Technical Advisory Committee Emergency Response Committee
プラットフォーム (ステークホルダー委員会)	National Disaster Management Coordination Committee (NDMCC)
緊急対応	National Emergency Operation Centre (NEOC) under DMC National Disaster Relief Service Centre (NDRSC) under MDM : 国家災害救援センター Emergency Response Committee
早期警戒システム ハザードマップ	DOM under MDM : 気象局 Geological Survey and Mines Bureau (GSMB) National Building Research Organization (NBRO) under MDM : 国家建築研究所
洪水対策	MIWRM, DOI, MASL, SLLRDC, CEB,
土砂災害対策	NBRO under MDM
海岸侵食対策	Coast Conservation and Coastal Resources Management Department (CC&CRMD)
その他の防災関連機関	National Science Foundation (NSF) National Aquatic Resources Agency (NARA) Colombo Municipal Council (CMC) & Fire Brigade Sri Lankan Navy National Water Supply and Drainage Board (NWS&DB) Atomic Energy Agency Department of Social Services Marine Pollution and Prevention Authority Medical Research Institute Department of Agriculture Road Development Authority (RDA) Others
気候変動	Central Environmental Authority (CEA)

(出典 : JICA 「スリランカ防災プログラム情報収集・確認調査ファイナルレポート 2013 年 2 月」)

地すべり対策の実施機関として想定しているカウンターパートである NBRO の 2015 年の事業報告書による財務状況は表 1-4 に示す通りである。2014-2015 年を通し、一番収入の高い部局は地すべり研究・リスクマネジメント部である。また、2015 年は道路プロジェクトからの収入が計上されているが、これも道路の斜面对策による収入と考えられる。一方で主な支出は職員の給与・人件費である。

このことから、NBRO の主要な業務は、地すべり等斜面災害に対する行政からのアドバイス・コンサルティングであることが伺える。

表 1-4 NBRO の 2015 年の収支表

STATEMENT OF FINANCIAL PERFORMANCE FOR THE YEAR ENDED 31 <sup>ST</sup> DECEMBER 2015		
Description	LKR	
	Year 2015	Year 2014
<b>REVENUE</b>		
Fees, Fines, Penalties & Licenses		258,128
<b>Other Revenue – Divisional net Consultancy Revenue</b>		
Environment Studies & Services Division	11,395,912	3,833,570
Geo Technical Engineering & Testing Division	7,984,653	21,727,150
Landslide research & Risk Management Division	13,166,087	56,653,056
Human Settlements Planning & Training Division	1,586,738	1,448,448)
Building Material Division	23,226,756	6,392,039
Project Management Division	1,992,912	2,465,608
Road Project	17,093,864	-
Other income	76,446,922	5,699,258
<b>Total Revenue</b>	<b>14,877,413</b>	<b>95,580,361</b>
<b>LESS:EXPENSES</b>		
Salaries, Wages and Employee Benefits	39,766,682	29,317,505
Grants and Other Transfer payments	930,102	1,339,506
Supplies and Other Consumables used	20,095,603	15,619,260
Depreciation and Amortization	4,184,604	2,673,021
Impairments of Property ,Plant and Equipment	10,553,128	6,378,825
Finance Cost	385,021	213,899
Other Expenses	23,600,580	17,263,844
<b>Gross Expenditure</b>	<b>99,515,720</b>	<b>72,805,859</b>
Less: Gen. overheads allocated to divisions	-61,402,064	-39,973,869
<b>Net Expenditure</b>	<b>38,113,656</b>	<b>32,831,990</b>
<b>SURPLUS FOR THE YEAR</b>	<b>53,547,989</b>	<b>62,748,371</b>

(出典 : NBRO ANNUAL REPORT, 2015 年)

### 1-3-4 外資政策

スリランカ会社法によると、スリランカへの会社設立形態は大きく現地法人、支店・支社、オフショア会社の3つに区分される。なお、2007年の新会社法施行後は駐在員事務所の登録は不可になっている。これらの会社形態と外資に対する政策・規定については次のとおりである。

#### (1) 現地法人会社

会社法に基づき登録された現地法人として、株式非公開会社、株式公開会社いずれかを設立することができる。株式非公開会社は株式の譲渡に制限があり、株主数は50名以下に限られ、一方株式公開会社は、株式の公開を前提とした形態であり、7名以上の株主が必要となる。最低資本額および外資割合については、基本的に制限事項はない。法人格を持つことから、債務不履行を起こした場合、日本の親会社は出資額を限度とした有限責任を負うに留まり、リスクを切り離すことができる。このことから、日系企業の進出の最初の形態として、株式非公開の現地法人会社を選択する会社が多く、本事業についても、最も望ましい形態であるといえる。

#### (2) 支店・支社

会社法に基づき登録された支店は、スリランカで商業、取引、または産業活動を行うことができる。支店の設置については、会社登記局での申請・認可により可能になるが、その過程で関連省庁からのライセンス等の取得が必要になる。外資投資額およびその割合については、基本的に制限事項はない。その一方で、支店は法人格を有さないため、債務不履行を起こした場合、日本の本社まで債務の支払責任が発生することになる。

#### (3) オフショア会社

税務等の観点から外国のグループ会社・関連会社を管理するために設立される会社であり、特にスリランカの税制の優遇措置を得たい場合に設立する会社である。ただし、スリランカで事業を行うことはできない。

#### (4) 進出拠点の資金調達方法

会社の設立にあたっては、スリランカの市中銀行に開設された「対内投資口座」(IIA)と呼ばれるルピー建ての特別口座を通して外国から送金された資金から、最低20万ドル、またはその他の指定外国通貨で同等の金額の出資が必要となる。送金した証拠は、登記日から30日以内に企業登記局(Registrar of Companies)に提出しなければならない。事務所などの事業所は、維持に必要な資金を、国外からIIAを通じ指定外国通貨で送金することができる。

#### (5) 収益金、剰余金、印税・使用料(royalty)、フランチャイズ料、またはそれに類する支払金の送金

会社法で指定された書類を認定ディーラーに提出することで、収益金、印税・使用料、フランチャイズ料、もしくはそれに類する支払金、または税引き後の剰余金を、IIAを通してスリランカから送金することができる。事務所としての拠点形態では、



商業、取引、または産業活動が許可されていないため、これらの送金の対象には当てはまらない。

## 1-4 対象国・地域の対象分野における ODA 事業の先行事例及び他ドナー事業の分析

### 1-4-1 JICA 関連の防災事業

斜面防災に関連する防災対策では、2005 年から現在までに表 1-5 に示すように 17 の案件が実施されている。その内容は、協力隊派遣・専門家派遣から技術協力・円借款案件まで多岐にわたっており、スリランカの堅調な経済成長に向け、災害への脆弱性を軽減するための支援を、あらゆるスキームを用いて実施している。また、2017 年以降は、災害への暴露が大きい洪水対策や、防災行政についての支援を強化する予定である。

斜面对策の防災事業では、スリランカの山岳部道路斜面を対象として、「国道土砂災害対策事業（有償資金協力）」が、居住地および公共施設を対象として、それぞれ「土砂災害対策強化プロジェクト（技術協力）」および「斜面防災技術（ユニット式金網柵による吹付法柵工）の普及・実証事業」が実施中である。いずれの案件も斜面の対策と併せ、日本の斜面对策技術のスリランカへの普及が目標として挙げられている。本提案工法も今後普及実証事業および ODA 関連の防災事業での採用を基に、施工経験を蓄積してスリランカ政府が実施する非 ODA 事業への展開を図っていく機会はあるといえる。

表 1-5 スリランカにおける日本の協力実績

	案 件 名	実施期間
1	「防災行政強化プログラム」プロジェクト形成調査	2005 年～2006 年
2	防災機能強化計画調査（技術協力）	2006 年～2009 年
3	気象情報・防災ネットワーク改善計画（無償資金協力）	2007 年～2009 年
4	自主防災活動の実践と PTA による地震・津波被害軽減手法の整備（草の根技術協力事業）	2009 年～2013 年
5	気候変動に対応した防災能力強化プロジェクト（開発調査）	2010 年～2013 年
6	持続可能な「トラウマ・カウンセリングと融合した防災教育」活動推進プロジェクト（草の根技術協力）	2011 年～2014 年
7	国道土砂災害対策事業（有償資金協力）	2013 年～
8	土砂災害対策強化プロジェクト（技術協力）	2014 年～2018 年
9	青年海外協力隊派遣 防災・災害対策（防災教育）	2014 年～2016 年
10	青年海外協力隊派遣 土木（土砂災害対策）	2014 年～2016 年
11	防災強化のための数値標高モデル作成能力向上プロジェクト（開発調査）	2015 年～2017 年
12	気象観測レーダー整備計画	2017 年～2020 年（予定）
13	防災行政アドバイザー（長期専門家派遣）	2017 年～2020 年（予定）
14	地すべり遠隔監視システム普及のための案件化調査	2015 年～2016 年
15	斜面防災技術（ユニット式金網柵による吹付法柵工）の普及・実証事業	2016 年～2019 年（予定）
16	地すべり遠隔監視システム普及のための普及・実証事業	2017 年～
17	防災セクター情報収集・確認調査	2016 年～2017 年

（出典：JICA スリランカ事務所 2017 年 3 月）

## 1-4-2 他ドナー関連

災害・防災対策分野では、過去に以下のようなプロジェクトが実施されている。

### (1) 国連開発プログラム(UNDP)

DMC は UNDP の支援を受け 2005 年 12 月に今後 10 年間の防災ロードマップ (Toward a Safer Sri Lanka, Road Map for Disaster Risk Management) を策定、2006 年 4 月に改訂を行った。同ロードマップには①政策、各実施機関の役割、②脆弱性リスクアセスメント、③津波及び総合的早期警戒システム、④予防と対策、⑤開発計画における災害リスク軽減・緩和、⑥コミュニティ防災、⑦啓発活動の 7 項目があり、各セクションでプログラムが進められている。UNDP は基本的にこのロードマップに基づいた支援を行っている。UNDP が全面的に支援を行っている DMC では 24 時間 365 日体制の災害対策センター (National Emergency Operation Center、以下 NEOC) において災害対応に備えている。土砂災害については NBRO より災害発生連絡がまず NEOC に入り、NEOC から県へ、県から郡へ、郡から地域へと連絡が取られる体制となっている。

### (2) 世界銀行

世界銀行(The World Bank)では防災関連のプロジェクトとして Climate Resilient Improvement Project (CRIP) in SriLanka を実施中であり、このプロジェクトは以下のコンポーネントで構成されている。

#### ア 洪水や干ばつのリスク評価

2011 年に発生した洪水被害は深刻なものであり、10 の地方で灌漑インフラが相当なダメージを受けた。このリスクアセスメントは灌漑省で実施されている。

#### イ サブコンポーネント

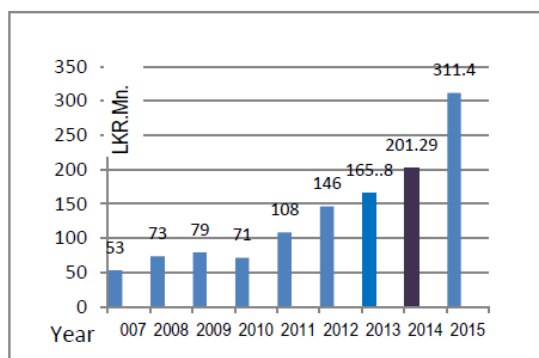
- 灌漑システムの修復およびリハビリに 47.0 百万 USD (約 52 億円) を割り当てている。
- 学校周辺の地すべり被害の軽減として 18 校が選定され 6 校で事業を実施、700 百万 USD (約 777.5 億円) を割り当てる。NBRO が実施機関となり、対策工の設計を行っている。
- 交通関係のプロジェクトとして、斜面の安定化や通行不能となった 12 の橋梁の復旧などについて、NBRO は大学教授も加えたメンバーで設計を行う。この事業は道路開発庁 (Road Development Authority、以下 RDA) が主幹となっている。
- 緊急対応プロジェクトとして “Catastrophic Differed Drawdown Program” というプロジェクト名称で災害対応による早期復旧のためのファンドを設けている。また、上記プロジェクトに付随した情報として、WB は独自の技術基準に基づいたプロジェクトを展開しており、請負業者は国際競争入札によって選定される。

## 1-5 対象国・地域のビジネス環境の分析

### 1-5-1 市場

提案製品・技術は防災・減災に資するという公的な面が強いものとなるため、基本的には現地政府機関が対応していく分野であり、今後、相手国政府および民間需要を取り込んでいくビジネス展開を検討していく。

スリランカでは、現在高速道路および一般国道を急速に整備しており、斜面对策のニーズは、これから急激に拡大することが予想される。NBRO の 2007 年から 2015 年までの試験・コンサルティングの収入の推移 (図 1-2) を見ると、2007 年は 53 百万 LKR (約 3,900 万円) の収入が、2015 年にはその 6 倍の 311.4 百万 LKR (約 2 億 2950 万円) まで増加しており、地すべり・斜面災害の対策にかかるニーズが大きく増加していることが読み取れる。さらに今後、インフラの発達に伴い、地すべり・斜面对策工などの構造物対策の必要性が増加することが予想される。



(出典：NBRO ANNUAL REPORT, 2015 年)

図 1-2 NBRO の試験・コンサルティングの収入の推移 (2007-2015)

スリランカで実施されている斜面对策工の殆どはコンクリートの構造物であり、斜面对策工としての機能は十分満たされるが、景観への影響が大きい。特に山間部や遺跡周辺などの斜面においては、景観の確保が重要な課題である。ジオファイバーは植生が可能な対策工であり、斜面对策の機能を持ちながら、環境および景観に調和的であることが特徴としてあげられるが、現在このような対策工はスリランカには存在しない。

ジオファイバー工法は、災害対策の他に急勾配の斜面の緑化も可能とする。都市開発庁 (UDA) は、コロombo都市圏において Green Program を策定している。この中では市街地の様々な箇所において住民が快適に生活できるよう、緑化および植生を行う施策が述べられている。ジオファイバーは、都市の急勾配の斜面、例えばのり面、河川・運河や湖の土手等にも緑化が可能である。

また、スリランカの重要な観光資源である仏教遺跡は遺跡敷地内に急斜面を持つものも多く、これらの対策工として、コンクリート構造物がそぐわない箇所が多く存在する。そのため、遺跡の保全についても本技術が適用できると考えられ、総じて将来の市場は大きくなるものと推察できる。

### 1-5-2 競合

斜面对策工として同等の機能を持ち、スリランカで汎用されている「ショットクリート」(モルタル吹付工) がコスト面等で競合となりうるが、植生が可能な斜面对策工としては、本技術はスリランカで他に競合する技術は存在しない。

### 1-5-3 機材の輸出入

#### (1) スリランカにおける輸入品目規制

輸入可能な製品や管理については1969年に制定された「輸入・輸出管理法」(Imports and Exports Control Act, No.1 of 1999)で定められている。この中では特定の輸入品目に対し所轄機関による許可取得が必要な費目として、動植物や食品などを主として800品目が挙げられているが、本製品の輸入・展開について許可が必要となる項目はない。

#### (2) スリランカにおける輸入通関手続き

輸出入を行う企業および通関代行業者は輸出入申告を行うための納税者識別番号(TIN Number)と付加価値税(VAT)登録番号を所得し、取得した番号を通関局に登録する必要がある。

スリランカの通関法では、輸入業者またはその代理人は、貨物の通関または船積みのための貨物申告書の提出が義務付けられている。申告書は関税の計算、統計資料として使用される。輸出には税関申告書をはじめとして、商業送り状(Shipping Invoice)、航空貨物運送状(Airwaybill)、梱包証明書(Packing List)などの書類を準備する必要がある。規制品目に該当する場合は、政府当局発行の承認書類が必要となる。

### 1-5-4 登録およびライセンス

#### (1) 建設業法登録・入札参加資格等の登録要件

CIDA(Construction Industry Development Authority)が、スリランカにおける建設業者の登録、工種毎のランク付けを行っており、建設工事を受注するためには、建設業者は、入札要項に記載された工種およびランクへの登録が必須となる。登録業者は、工種による工事経験、年数などから、高位より順に、SP1からSP5までランク付けされる。入札要項以外に、契約金額に応じて必要なランクが定められており、5,000万ルピー以上の工事では、SP1登録が必要とされ、SP5では、200万ルピー以下の工事のみ受注可能である。

ジオファイバー工法は、スリランカに存在しない新工法であるため、どの工種に含まれるかは不明であるが、類似例から斜面对策工の工種に含まれると考えられる。

#### (2) 製品登録・工法登録

スリランカでは新しい工法の採用・施工に関して必要な登録または届出を行う制度はない。一方、CIDA(Construction Industry Development Authority)が、スリランカにおける建設工種のガイドラインを作成しており、建設工事の入札時には、どの建設工種に含まれるかの確認がされる。

#### (3) 技術者の登録制度

スリランカでは、建設事業に関して公的な技術者の登録・資格付与制度はない。しかしながら、スリランカの官公庁が発注するプロジェクトの中には、プロジェクトマネージャー、現場代理人の学歴(理系の学部卒等)、および経験年数(類似業務の経験5年以上等)を入札条件とするものも存在する。

#### (4) ライセンスおよび代理販売権の付与

スリランカでは外国の製品を販売するために必要なライセンスおよび代理販売権にかかる規制・法制度は存在しない。このため、ライセンスおよび代理販売権は、スリランカへのビジネス進出形態に基づき、自由に選択・付与することが可能である。

#### 1-5-5 その他外国投資関連情報

##### (1) 投資にかかる法規制

スリランカでは外国資本投資に関する制限があり、それらは投資禁止業種、投資規制業種および投資にかかり当局の承認が必要な業種、の3種類があるが、本事業においてはどれも規制の範囲外である。

##### (2) 会社登録

スリランカの会社法によると、会社は主としてスリランカに設立された会社（現地法人）と外国会社に区分される。外国会社の拠点形態には支店、駐在員事務所、プロジェクトオフィス等があるが、商業活動を遂行するためには支店として登記する必要がある。

## 第2章 提案企業の製品・技術の特徴及び海外事業展開の方針

### 2-1 提案企業の製品・技術の特徴

#### 2-1-1 提案製品・技術の概要

##### (1) 提案する製品・技術の特徴

#### 1) ジオファイバー工法（連続繊維複合補強土工法）

ジオファイバー工法は、図 2-1 に示すように①連続繊維補強土工（a 法面保護タイプ、b 擁壁形状タイプ）、②地山補強土工、③植生工を組合せた斜面保護工法である。斜面の風化防止や浅い表層土の崩壊防止ができるほか、連続繊維補強土が植物の生育基盤となることから斜面全体を緑化することができる。図 2-2 にジオファイバー工法の施工事例を示す。

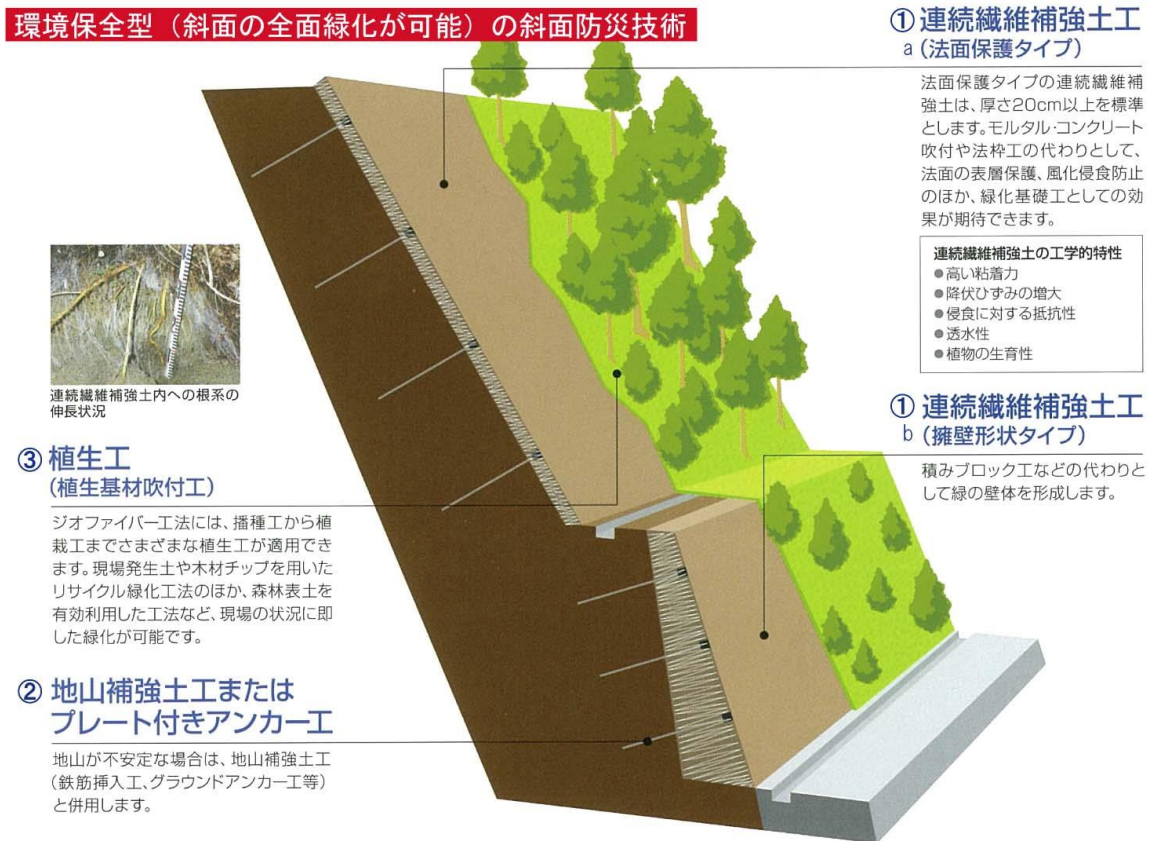


図 2-1 ジオファイバー工法の概要

出典：日特建設の資料提供に基づき JICA 調査団作成



a) 施工前



b) 連続繊維補強土工の施工状況



c) 施工完了



d) 施工後7年半

## 図 2-2 ジオファイバー工法の施工事例

出典：日特建設の資料提供に基づき JICA 調査団作成

### 2) 連続繊維補強土工

連続繊維補強土は、砂質土に連続したポリエステル繊維を均質に混合した補強土である（図 2-3）。補強土は砂粒子と連続繊維との摩擦によって疑似的な粘着力によるせん断強度が向上した材料で、これにより斜面崩壊の土砂滑動力に抵抗する。補強土は柔軟性と耐浸食性に優れ、植物の生育基盤となることができる。

表 2-1 に連続繊維の標準規格を、図 2-4 に砂質土の標準規格を示す。また、連続繊維補強土の標準配合を表 2-2 に示す。



図 2-3 ジオファイバー工法の連続繊維補強土

出典：日特建設の資料提供に基づき JICA 調査団作成

表 2-1 連続繊維の標準規格

項目	規格	備考
材料	ポリエステル	マルチフィラメント
繊維の太さ	167±6T	T:10,000m 当たりの繊維 1 本の重さによって、繊維の太さを示す単位「デシテックス」の略 167±6T=10,000m 当たり 167g
引張強度	3.53dN/T 以上	
伸び率	40%以下	

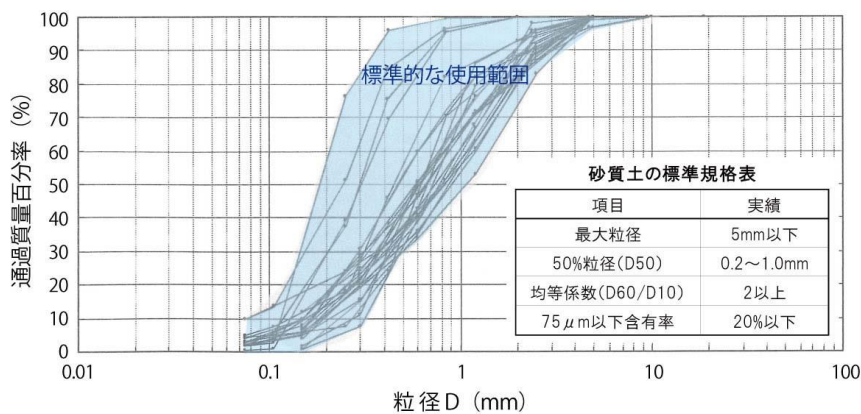



図 2-4 砂質土の標準規格

出典：土木研究センター 法面保護用連続繊維補強土「ジオファイバー工法」設計・施工マニュアルに基づき JICA 調査団作成



表 2-2 連続繊維補強土の標準配合 (1m<sup>3</sup> 当たり)

名称	使用量	備考
砂質土	1.0m <sup>3</sup>	
連続繊維	3.3kg	ボビン形状の連続繊維 
保水・保肥材	1 個/m <sup>2</sup>	有機質ブロック体
添加剤	適宜検討	セメントを添加する場合は 15kg1m <sup>3</sup>

出典：土木研究センター 法面保護用連続繊維補強土「ジオファイバー工法」設計・施工マニュアルに基づき JICA 調査団作成

### 3) 施工方法

図 2-5 にジオファイバー工法の施工システムを示す。

連続繊維補強土の築造は斜面での吹付によって行われ、砂質土供給・管理システムと繊維供給・管理システムの 2 系統を使って施工する。砂質土の吹付は、一般的なモルタル吹付に用いる吹付機及び計量機を用いる。一方の繊維供給は、ジオファイバー工法専用のシステムで、スレッドフィーダと繊維計量器、そして斜面上でジェット水とともに繊維を吹付けるエジェクタからなる。

図 2-6 に施工手順を示す。地山からの湧水や表面からの浸透水を速やかに排出させるために 1~3 cm 厚さの排水材を 1m 間隔で設置する。流末には、排水材からの集水を排出させるための流末処理（排水）を配置する。同時に地盤には、連続繊維補強土と地山との摩擦を増加させ、一体化を図るためにプレート付きアンカーを 1 本/m<sup>2</sup>~1 本/2.25m<sup>2</sup> を標準として配置する。裏面排水材、流末処理、プレート付きアンカーが完成した後連続繊維補強土を 20cm 以上の厚さで吹付築造する。連続繊維補強土の築造が完成したら、表面にひし形金網を設置して 3cm 厚さ以上に植生基材（種子、肥料、侵食防止剤を混合）を吹付ける。完成後は、緑化初期段階を調査し、将来の緑化目標が達成できる状況になっていることを確認する。

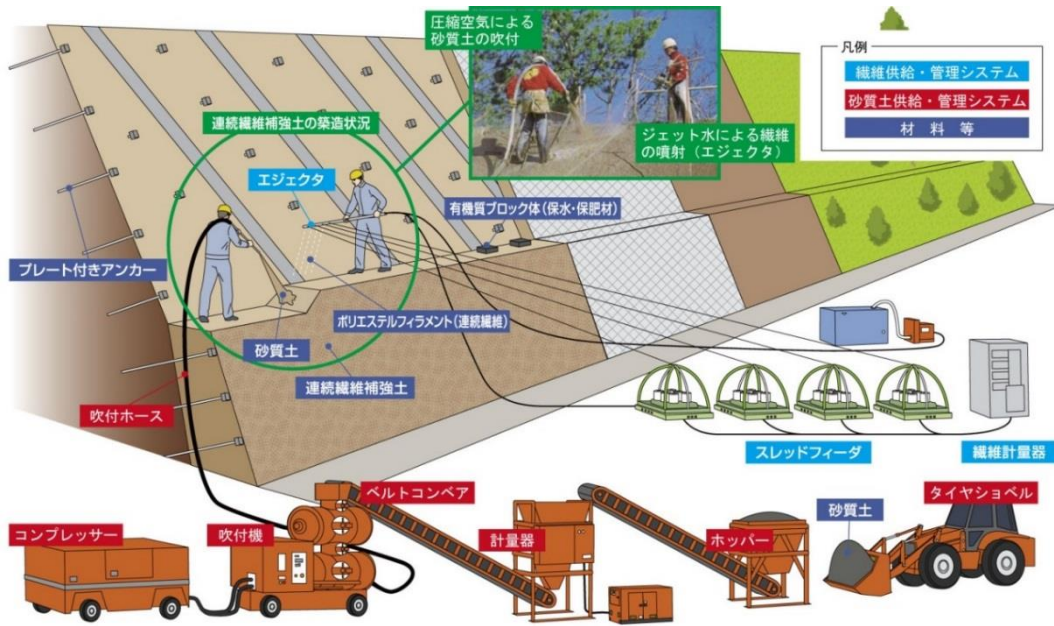


図 2-5 ジオファイバー工法の施工システム

出典：日特建設の資料提供に基づき JICA 調査団作成

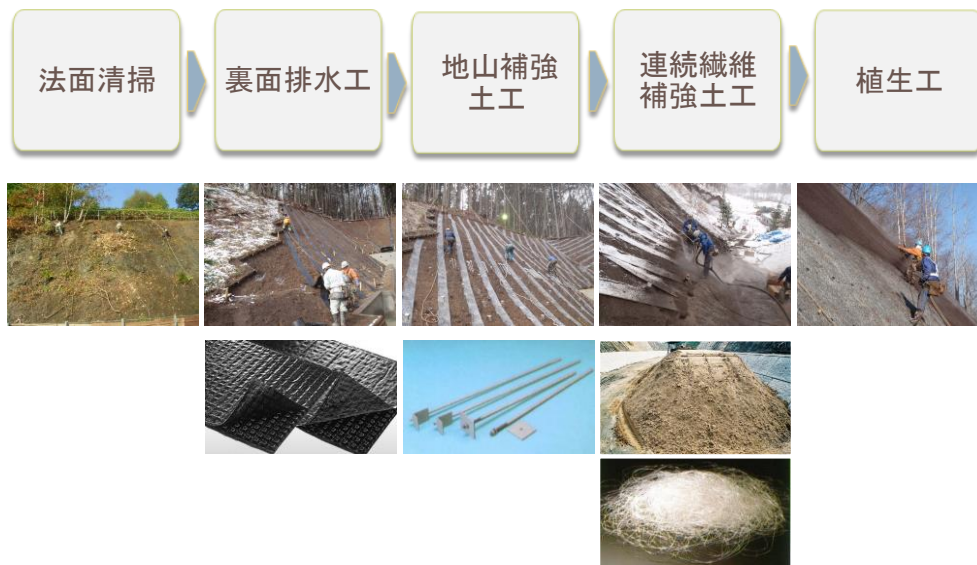


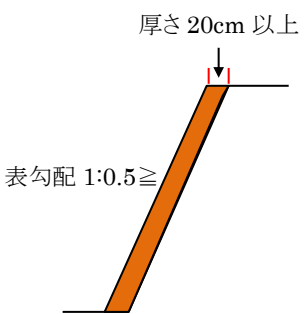
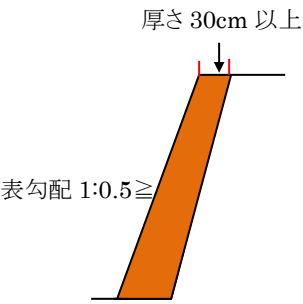
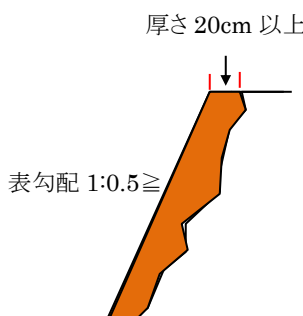
図 2-6 ジオファイバー工法の施工手順

出典：日特建設の資料提供により JICA 調査団作成

(2) 製品・技術のスペック、価格

ジオファイバー工法は、自然斜面及び切土斜面において、安定が確保されている斜面、もしくは地山補強土工によって安定化が可能な斜面を対象とし、かつ連続繊維補強土施工上の適用内であることを原則とする。適用範囲を表 2-3 に示す。表 2-4 は技術審査証明報告書で証明された「ジオファイバー」(連続繊維補強土) の性能を示したものである。ジオファイバー工法の公表価格は約 14,000 円/m<sup>2</sup> (築造厚さ 20cm) である。

表 2-3 地山勾配の条件から決定する連続繊維補強土築造形状

条件	地山条勾配・形状	
	1:0.5 よりも緩い	1:0.5 を越えて急
断面形状	<p>法面保護タイプ</p>  <p>厚さ 20cm 以上 表勾配 1:0.5<math>\geq</math></p>	<p>擁壁形状タイプ</p>  <p>厚さ 30cm 以上 表勾配 1:0.5<math>\geq</math></p> <p>埋め戻しタイプ</p>  <p>厚さ 20cm 以上 表勾配 1:0.5<math>\geq</math></p>
施工上の制限	<p>施工高 8m を越える場合には補助工の必要性を検討する。</p>	<p>施工直高 8m 以下</p>
<p>砂質土の圧送距離：直高 45m、水平 150m 以下</p>		

出典：土木研究センター 法面保護用連続繊維補強土「ジオファイバー工法」設計・施工マニュアルに基づき JICA 調査団作成

表 2-4 ジオファイバーの性能

項目	証明内容
1. 強度特性	繊維の混入によってせん断強度の増加が認められ、土留め擁壁用補強土として適用可能な強度特性を有している。
2. 耐浸食性	人工降雨試験による浸食試験等によれば、土留め擁壁・のり面保護用補強土として、実用上耐浸食性を有している。
3. 補強土構造物の適用性	実物大試験および実績調査によれば、土留め擁壁・のり面保護用補強土として、適正な設計・施工のもとで十分な安定性を有している。
4. 耐久性	室内試験によれば、「ジオファイバー」に用いる繊維は、通常の使用条件のもとで十分な耐薬品性および耐熱・耐寒性を有している。
5. 均等性	分散性試験および現場立会試験によれば、専用機械を用いて施工された「ジオファイバー」は、繊維が均等に分散している。
6. 緑化可能性	適切な緑化工を施すことにより、「ジオファイバー」表面の緑化が可能である。
7. 透水性	室内透水試験によれば、繊維を混入する前の砂とほぼ同等の透水性を有している。

出典：土木研究センター 建設技術審査証明書（建設審証第 0202 号） 土留め擁壁・のり面保護用連続繊維補強土「ジオファイバー」に基づき JICA 調査団作成

### （3）日本国内外での販売実績

#### ①ジオファイバー工法（技術）の施工実績

本技術は 1987 年から日本国内で実施されるようになり、現在累計 3,000 件を超える施工実績がある。近年の景観への配慮を求める声から、住宅地の急傾斜地崩壊対策事業での適用や、自然保護区内や清水寺などの世界遺産内での適用もある。

表 2-5 は全国ジオファイバー協会会員施工による直近 3 年間の実績である。

表 2-5 直近 3 年間の施工実績

区分	件数	施工高	主要発注者	備考
国内	約 440	2,940 百万円	国、都道府県等	直近 3 年間（H24～26）
海外	約 7	詳細不明	香港政府、韓国政府	直近 3 年間（H24～26）

出典：日特建設及びジオファイバー協会の資料に基づき JICA 調査団作成

#### ②繊維供給・管理システム（製品）の販売実績

表 2-6 はジオファイバー工法に使用する専用機械直近 3 年間の販売実績である。

表 2-6 直近 3 年間の専用機械販売実績

区分	件数	売上高	主要取引先	備考
国内	993	27,957,370 円	ジオファイバー協会会員	直近 3 年間 (H24~26)
海外	14	525,800 円	香港建築、イルソン社	直近 3 年間 (H24~26) 特殊部品の販売

出典：JICA 調査団

### 2-1-2 国内外の同業他社、類似製品、及び技術の概況及び比較優位性

表 2-7 は法面保護工法として施工されている日本の 2 工法とスリランカの 2 工法をジオファイバー工法と比較したものである。日本の 2 工法に対しては、価格面だけでなく、景観面でも優れている。法枠工は植生工を枠内に施すことができるが、格子状のコンクリートが景観上支障となる上に、価格面での優位性も無い。ノンフレーム工法は全面緑化が可能であるが、価格が高くスリランカへの導入は容易ではないと考えられる。スリランカの 2 工法の詳細は調査中であるが、ジオファイバー工法のように法面保護と景観保護を両立できる工法ではない。現段階の調査結果では、スリランカで多用されているショットクリートの価格はジオファイバー工法の日本の価格と大きく変わらないため、労務費の安価なスリランカにジオファイバー工法を導入した場合、十分に競争力のある価格となる可能性が高い。

表 2-7 斜面・法面の保護工法の比較（提案工法の優位性）

工法 (製品)	ジオファイバー工法	法枠工 (日本)	ノンフレーム工法 (日本)	ショットクリート (スリランカ)	法枠工 (スリランカ)
概要	砂質土と連続繊維（定向配列）による連続繊維補強土のせん断抵抗力で斜面崩壊を防止	コンクリートの梁を格子状に設置し、針の重量やせん断抵抗力で斜面崩壊を防止	地山補強土工（ソイルネイリング）の頭部をワイヤーで連結したネットワーク構造で斜面崩壊を防止	モルタルで斜面全体を覆い、斜面の侵食を防止	地山を格子状に掘り込み、その中へモルタルを吹付け、必ずソイルネイリングと併用し斜面崩壊を防止
写真					
価格面	○ 14,000円/㎡	○ 15,000円/㎡	△ 25,000円/㎡	11,000円/㎡	18,000円/㎡
工期	40日/1000㎡	56日/㎡	44日/㎡	不明	不明
景観面	◎ 連続繊維補強土が植生の基盤となり、斜面の全面緑化が可能（既存木を残すことも可能）	△ コンクリート格子内を緑化することが可能であるが、コンクリートを完全に覆い隠すことは困難（既存木を残すこともやや困難）	△ 既存木を残しての施工が可能であるが、地山補強土工の頭部やワイヤーが表面に残る	× 斜面全面をモルタルで覆うため、斜面の緑化は困難	△ 枠内は緑化可能であるが、植生状況によっては格子状の法枠が表面に出るため、全面緑化は難しい。
先導性 希少性	◎ 日本で最初に考案された工法で類似のメカニズムを持つ工法は少なく、先導性・希少性がある	○ 古くから斜面防災技術として全国で活用されている技術であり、さまざまな工法が開発されている	○ 類似した工法もあるが、日本のハイレベルな斜面対策工の一つ	○ 古くから斜面防災技術として活用されている技術である	○ スリランカ独自の斜面保護工法である
優位性のある 適用地	景観保全を必要とする斜面への適用が最も効果的であり、景勝地や自然保護区、既存木を残す必要のある斜面での適用に優位性あり	コンクリートの梁と格子内をモルタル吹付けにすることで急勾配斜面の保護も可能とする	景観保全を必要とする斜面への適用に優位性があるが、露出する地山補強土工の頭部やワイヤーは許容しなくてはならない	緊急性を要する斜面や急勾配斜面	急勾配や緑化が必要な斜面への適用が効果的である
スリランカへの 適用性等	施工にノウハウが必要（しっかりとした技術移転計画でカバー）だが、スリランカでも行われている吹付作業が主であるため、技術的な障壁は少ない	小断面（20～30cm）の法枠の場合、既にスリランカ独自の法枠が存在するため、大きな優位性はない（アンカー工の受圧板として使用する大断面の法枠はスリランカには無い）	工費が高く、スリランカへの導入は難しいと考えられる	スリランカで最も多用されている斜面保護工法であるが、緑化が困難であるため、スリランカの景観を損ねてしまう恐れがある	スリランカの施工業者が開発した工法であり、独自性はあるが、斜面への掘り込みが必要なため、適用できる斜面に限られる上に、全面緑化が難しいため、高い景観性の求められる斜面保護には向かない

出典：JICA 調査団

## 2-2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ

原工業株式会社（以下、原工業）はジオファイバー工法の繊維供給システムを製造している世界唯一の会社である。本工法を施工する会社は、日本全国にジオファイバー協会連合会を作り、現在日本全国で245社が会員になっている。外部人材として協力を得ている日特建設株式会社（以下、日特建設）は本工法の開発者であり、様々なノウハウを持っている。原工業は、日本で培った製品加工・組立技術のノウハウを活用し、海外において積極的に新規事業展開をしていきたいと考えている。その一環として、今回の中小企業海外展開支援事業（案件化調査）を契機に、海外へ一歩足を踏み出したい。調査においては、海外の政府官公庁、企業等のニーズをくみ取り、新商品の開発、海外における調達拠点の設置をしていき、総力を集結して事業の拡大を図っていききたい。第一の進出先としてスリランカを選定した理由は、弊社製造品である繊維供給・管理システムの最大の供給先である日特建設がスリランカへの進出を計画していること、そしてスリランカでの斜面防災技術の需要が高まっていることが挙げられる。

### 2-2-1 海外進出の目的

国内市場の縮小化が目に見えている中、他方では開発途上国の発展に係る海外市場の拡大が期待される。近年原工業の売上は大幅に上下することなく維持しているが、同じ事業内容のみでは先細りするのには目に見えている。そのようなことから、今後も原工業の事業を継続していくためには海外進出が必要不可欠であると考えている。また、日本の経済成長を支えた原工業の技術を海外展開し、開発途上国への貢献を果たしたい。

### 2-2-2 海外展開の方針

原工業の顧客は国内の建設会社であり、国内建設需要の伸びがこれ以上期待できない中では、今後も建設会社の海外受注へのシフトが加速するものと思われる。また、海外建設市場は国内建設会社だけではなく、当然海外の建設会社の市場でもあり、海外の建設会社は原工業が取り込むべき顧客となり得るものである。したがって、設計・開発の現地化の進展を見据えながら、拠点ごとに特徴を出し、「新規顧客の開拓」、「新規商材の発掘」等に取り組み、海外ビジネスの拡大を図っていく。

### 2-2-3 海外展開を検討中の国、地域、都市

スリランカ、タイ、インドネシアを検討している。展開先の選定基準は、弊社製造品の供給先である日特建設の進出先であり、斜面防災技術の需要が高まっていることを勘案している。

## 2-3 提案企業の海外進出によって期待される我が国の地域経済への貢献

### 2-3-1 地域産業・地域社会への貢献

#### 現時点における提案企業の地元経済・地域活性化への貢献

原工業は、東京都北区に本社・本社工場を構えるほか、茨城県笠間市に茨城工場を有している。地元地域の活動は本社のある北区で積極的に行っており、主に表2-8の取組みを行っている。

表 2-8 日本国内の地元経済・地域活性化への貢献実績（2016年8月現在）

項目	内容
地上自治体との連携・貢献	<ul style="list-style-type: none"> <li>・北区担い手会議委員(平成19年度～平成22年度)</li> <li>・北区仕事と生活の両立推進企業認定委員(平成19年度～平成22年度)</li> <li>・平成21年度北区未来を拓くものづくり表彰受賞</li> <li>・平成24年度東京都北区仕事と生活の両立推進企業認定</li> </ul>
経済団体等との連携・貢献	<ul style="list-style-type: none"> <li>・公益社団法人王子法人会 常務理事 広報委員長(平成19年度～平成24年度)</li> <li>・公益社団法人王子法人会 常務理事 青年部会長(平成25年度～現在)</li> <li>・一般社団法人東京法人連合会青年部会議連絡協議会第5ブロック長(平成26年度)</li> <li>・一般社団法人北区産業連合会 理事(平成7年度～現在)</li> </ul>
日本政府、省庁の取組みに合致	平成26年度補正予算 地域工場・中小企業等の省エネルギー設備導入補助金認定
大学/研究機関等との連携・貢献	東北大学、京都大学と「地盤より採取したコアの評価試験装置」の開発
地元活性化への貢献	毎年、地元高校生のインターンシップ受入れ

出典：JICA 調査団



### 第3章 ODA 事業で活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性 の検討結果

#### 3-1 製品・技術の現地適合性検証方法（紹介、試用など）

製品・技術の現地適合性検証にかかる調査内容、調査方法は以下の通りである。

表 3-1 製品・技術の現地適合性検証方法

調査内容		調査方法
① 製品・技術のニーズの 確認	斜面災害の現況調査	NBRO、RDA などへのヒアリングから、ジオファイバー工法が適用できると思われる現場を選定し、視察を実施
	斜面防災技術の現状調査	施工現場の視察や NBRO、RDA、DMC、現地コントラクターの ELS 社、Soil tech 社、Access 社などへのヒアリング
	提案製品・技術のポジション確認	
	製品・技術が与えるメリットの確認	NBRO、RDA、DMC、UDA、MDM、CEA などへのヒアリングやセミナーでの意見収集
② 競合調査・新規性(先導性)の確認		NBRO、RDA、DMC、現地コントラクターの ELS 社、Soil tech 社、Access 社などへのヒアリング
③ 製品・技術の紹介活動	現地セミナー	セミナーによる製品・技術の紹介
④ 製品・技術の現地適合性に関する調査	法的適合性	既往の文献調査やセミナーでの意見収集、NBRO、RDA、DMC、現地コントラクターの ELS 社、Soil tech 社、Access 社などへのヒアリング
	技術的適合性	
	コスト面の適合性	
	現地導入の適合性	
	実現可能性の検証	

出典：JICA 調査団

## 3-2 製品・技術の現地適合性検証結果

### 3-2-1 製品・技術ニーズの確認

製品・技術ニーズの調査結果を表 3-2 に示す。

表 3-2 製品・技術ニーズの確認

調査内容	調査結果
斜面災害の現況調査	多くの斜面は無対策のままであり、比較的重要度の高い幹線道路沿いの斜面の多くも無対策のまま放置されている。対策されている斜面はショットクリートやソイルネイリング、スリランカ式の吹付法砕工で対策が施されている。また、日本と同様に道路斜面だけでなく、世界遺産の仏歯寺裏の斜面や公園斜面、溪畔の斜面などジオファイバー工法を適用できる多数の斜面を確認する事ができた。視察した現場の一例を写真3-1に示す。
斜面防災技術の現状調査	スリランカでは斜面保護対策として、ショットクリート(モルタル吹付工)やスリランカ式の吹付法砕工が実施されており、主たる目的は法面侵食対策である。斜面崩壊抑制のため、ソイルネイリング(ロックボルト)を併用することが多い。緑化工として種子散布やハイドロシーディングも行われている。
提案製品・技術のポジション確認	ジオファイバー工法のように、法面保護機能と緑化機能を両立した法面保護工はスリランカには存在しておらず、スリランカにおいては全く新しい技術である。日本ではジオファイバー工法はショットクリートに代わる新しい技術という位置づけになると考えられる。
製品・技術が与えるメリットの確認	景観の保全是観光資源のスリランカにとって非常に重要であり、景観と斜面保護を両立できるジオファイバー工法の導入は、スリランカにとって大きなメリットである。 ジオファイバー工法にスリランカの材料(特産品であるココヤシの繊維)を使用することができれば、ジオファイバー工法をきっかけにして、将来的に他国へ輸出できる産業にできる可能性がある。

出典：JICA 調査団



仏歯寺裏の斜面



ケーガッレバイパスの斜面



ウェルスパークの斜面



キャンディ・マヒヤナガナヤ道路



キャンディ湖の溪畔



ハッガーラ植物園近くの道路



法枠とショットクリート



ダルマラージャ学校の斜面  
(左：ショットクリート、右：法枠+植生工)



### 写真 3-1 スリランカの斜面と対策工

出典：JICA 調査団

### 3-2-2 競合調査・新規性（先導性）の確認

競合調査・新規性（先導性）の確認結果を表 3-3 に示す。

表 3-3 競合調査・新規性（先導性）の確認

調査内容	調査結果
競合調査・新規性（先導性）の確認	調査の結果、競合する技術は無い。

出典：JICA 調査団

### 3-2-3 製品・技術の紹介活動

製品・技術の紹介活動を表 3-4 に示す。

表 3-4 製品・技術の紹介活動

調査内容	調査結果
現地セミナー	2017 年 3 月 10 日にコロンボ市内でセミナーを実施し、製品・技術への期待度、認知度をアップすることができた（詳細については 3-2-5 補足資料①を参照）

出典：JICA 調査団

### 3-2-4 製品・技術の現地適合性に関する調査

製品・技術の現地適合性に関する調査を表 3-5 に示す。

表 3-5 製品・技術の現地適合性に関する調査

調査内容	調査結果
技術的適合性	<p><b>【施工技術】</b></p> <p>ELS 社、Soil tech 社、Access 社の 3 社から聞き取り調査を実施した。</p> <p>スリランカではショットクリートなどの吹付工を多数実施しており、吹付工法であるジオファイバー工法を施工することは比較的容易であると考えられる。斜面防災技術(ユニット式金網型枠による吹付法枠工)の普及・実証事業では、日本式の吹付法枠工が ELS 社により施工されており、施工技術に関しては順調に移転が進んでいる様子が伺えた。写真 3-3 はキャンディの看護学校斜面での吹付法枠工施工状況を示したものである。これらのことから、スリランカにおいて吹付工事をおこなう障壁は大きくは無いと考えられる。ただし、繊維供給システムの取扱や品質管理、安全管理等は技術移転する必要がある。</p> <div data-bbox="683 1025 1299 1485" data-label="Image"> </div> <p>写真 3-3 看護学校斜面での吹付法枠工施工状況</p> <p><b>【設計技術】</b></p> <p>ジオファイバー工法はスリランカでは新技術であり、設計技術は移転する必要がある。</p> <p><b>【適用範囲】</b></p> <p>3-2-6 補足資料②で示す気象条件より、スリランカの厳しい気象条件でも適用は可能だと判断できる。</p>

調査内容	調査結果
コスト面の適合性	<p>聞き取り調査の結果、スリランカでは日本のような明確な積算価格が存在せず、工事毎に施工業者からの見積もりを徴収して発注金額を決定しているケースが多いとのことであった。そのため、各発注機関や現地コントラクターへ、日本におけるジオファイバー工法の単価を提示しコスト面の適合性を確認した。その結果、十分安価なコストであり、コスト面は普及への妨げにならないとの意見を多く得ることができた。また、ジオファイバー工法の主要材料である砂の単価は、日本とほぼ同様であることや、労務単価が日本の約1/2～1/5程度であることを踏まえると、スリランカにおけるジオファイバー工法の単価は少なくとも日本の単価よりも高くなることは考えられない。これらのことから、ジオファイバー工法のコスト面の適合性は十分にあると判断している。</p> <p>以下に示した単価はNBROへのヒアリング結果によるものである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ショットクリート10cmの単価: 15,000ルピー/m<sup>2</sup> (約11,000円/m<sup>2</sup>)</li> <li>・スリランカ式法枠の単価: 24,500ルピー/m<sup>2</sup> (約18,000円/m<sup>2</sup>)</li> <li>・緑化(客土吹付)の単価: 3,000ルピー/m<sup>2</sup> (約2,200円/m<sup>2</sup>)</li> </ul> <p>(ジオファイバー工法の日本の単価は17,700ルピー/m<sup>2</sup> (約14,000円/m<sup>2</sup>) であるため、ショットクリートと緑化を合わせた単価とほぼ同等である)</p>
現地導入の適合性	<p>資機材の調達観点から調査を実施した。</p> <p><b>【資材の調達】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・砂質土</li> </ul> <p>生コン工場で砂を使用しており、入手可能である。日本と同様に砕砂や川砂、山砂が使用可能である。ただし、川砂は地域によっては入手が難しく比較的価格が高い。現地で入手可能な2種類の砂質土の粒度分析を実施し、ジオファイバー工法への適用が可能なことを確認した(試験結果は補足資料③を参照)。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・繊維</li> </ul> <p>スリランカにおいてジオファイバー工法で使用できる繊維の入手は困難である。日本や他国からの輸入を検討する必要がある。ただし、スリランカで流通している繊維の形状に合わせた機械開発などを行うことで、スリランカでの調達も可能になると考えられる。</p>

調査内容	調査結果
現地導入の適合性	<p>・保水・保肥材</p> <p>スリランカの特産品であるココヤシの繊維を使用して、保水・保肥材を現地工場で作成することが可能である。</p> <div data-bbox="884 524 1066 667" data-label="Image"> </div> <p>写真3-4 ココヤシの繊維を使用した製品の一例</p> <p>(skyTech社webサイトより引用 <a href="http://skytech-eng.com/products/coco-peat/">http://skytech-eng.com/products/coco-peat/</a>)</p>
	<p>・ジオピン</p> <p>スリランカでの入手は困難であり、代替品もしくは輸入を検討する必要がある。ただし、製品の製造は比較的容易であることから、現地の樹脂加工工場での製造は将来的には可能であると考えられる。</p> <p>・ひし形金網</p> <p>スリランカでは日本の落石防護金網に使用されているような高強度の金網を法面に用いており、日本と同様の製品の入手は困難である。そのため代替品もしくは輸入を検討する必要がある(斜面防災技術(ユニット式金網型枠による吹付法枠工)の普及・実証事業で、ひし形金網の製造について検討しており、スリランカでひし形金網が製造される可能性がある)。</p>
	<p>・プレート付きアンカー</p> <p>加工が容易な製品のため現場でも製造可能な製品であり、スリランカでの製造は可能である</p> <p>・裏面排水材</p> <p>スリランカでは裏面排水材の製造はしていない。輸入もしくは現地での製造を検討する必要がある。</p>

調査内容	調査結果
現地導入の適合性	<p data-bbox="624 331 756 360">・地下排水材</p> <p data-bbox="624 389 1305 418">写真3-5で示した現地で入手可能な塩ビパイプを用いることができる。</p>  <p data-bbox="740 806 1251 835">写真3-5 看護学校斜面で使用していたPVCパイプ</p> <p data-bbox="624 927 1362 994">・植生工に関する材料(生育基盤材、肥料、種子、接合材もしくは植生マット等)</p> <p data-bbox="624 1025 1374 1256">植生基材吹付工で使用する植生基盤材がスリランカには流通しておらず、検疫の観点から輸入も困難であることから、現地で実績のある客土吹付工で対応する必要がある。スリランカは降雨量が多く植生基盤の浸食が懸念されるが、客土吹付けの表面にココヤシの繊維を用いたネットを敷設することで降雨による表面浸食防止を図ることができると考えられる。写真 3-6 は現地で使用されている繊維ネットを示したものである。</p>  <p data-bbox="663 1760 1331 1789">写真3-6 スリランカで使用されているココヤシの繊維を用いたネット</p>



調査内容	調査結果
	<p>【建設機械の調達】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・一般機械(コンプレッサー、発電機等)</li> </ul> <p>現地で使用しており、入手は容易である。日系企業では株式会社サトーが SATO RENTALとして現地に進出しており、主に中古機械の販売、リース業をおこなっている。また、日系の企業(アライ企業)がスリランカで短期の建設機械リース事業を開始するとの情報もある。ただし、スリランカにおいては機械リース事業は定着しておらず、施工会社が機械を保有していることがほとんどである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・砂質土供給システム、繊維供給システム</li> </ul> <p>特殊機械であるため、スリランカでの調達は困難であるため、日本からの輸入が必要である。ただし、技術移転により将来的なOEM供給は可能であると考えられる。</p>
実現可能性の検証	<p>調査の結果、大きな支障となる項目はなく十分に実現可能性があると考えられる。特にジオファイバー工法はコスト面でもスリランカの既存工法に対し、十分競争力のあるものであることに加えて、必要な施工技術はスリランカで広く普及している吹付け技術であることや、主たる材料がスリランカで入手可能な砂であることから、実現化可能性は高いと言える。設計技術の移転やココヤシの繊維のようなスリランカ独自の材料をジオファイバー工法に導入することでさらに実現可能性が高まると考えられる。</p>

出典：JICA 調査団

### 3-2-5 補足資料① セミナー

ジオファイバー工法の周知及び意見交換を目的として工法のセミナーを実施した。その結果を以下に示す。

#### (1) 参加人数と内容

50名程度の参加者を想定していたが、最終的に56名の参加者数となり、ジオファイバー工法に関する興味の高さがうかがえた。写真3-2にセミナーの実施状況を示す。表3-6はセミナーのプログラムを示したものである。セミナーは提案企業の製品紹介、工法紹介だけでなく、NBRO、RDAからスリランカの近年の斜面災害や道路事業における斜面对策技術のニーズを紹介してもらい、スリランカと日本の斜面災害とその対策についても理解が深まるようにした。



提案企業のスピーチ



NBROのアシリ所長のスピーチ



セミナーの参加者



提案企業の製品紹介□



ジオファイバー工法の材料紹介



セミナースタッフ

写真3-2 セミナーの実施状況

出典：JICA 調査団

表 3-6 セミナーのプログラム

Program :

Time	Contents	Presenter
8:30 - 9:00	Reception	
9:00 - 9:30	Opening Remark	Eng. Asiri Karunawardana PhD. Director General, NBRO
9:30 - 10:00	Introduction of HARA KOGYO products	Mr. Kazuyuki Hara HARA KOGYO Co., Ltd.
10:00 - 10:30	Current status of slope disaster and measures in Sri Lanka	Eng. R.M.S Bandara LRRMD Director, NBRO
10:30 - 11:00	The needs of slope stability technology for road projects	Eng. Namalie Siyambalapatiya Planning Division Director, RDA
11:00 - 11:10	Tea Break (With Exhibition of Tools and Equipment)	
11:10 - 11:30	JICA slope disaster prevention projects in Sri Lanka	Mr. Hiroki Hashimoto JICA
11:30 - 11:50	Introduction of slope disaster and countermeasures in Japan	Mr. Akira Ohkawara NIPPON KOEI Co., Ltd.
11:50 - 12:50	Introduction of GEOFIBER Method	Mr. Yukito Ishigaki NITTOC Construction Co., Ltd.
12:50 - 13:00	Closing Remark	Mr. Hiroshi Yamada NITTOC Construction Co., Ltd.
13:05 -	Luncheon	

出典：JICA 調査団

## (2) 参加者の所属先

官公庁や大学を招待した。これは NBRO から民間企業と一緒に参加することに難色を示されたためである。ただし、NBRO が声を掛けたいくつかの民間企業がセミナーに参加した。参加者リストを表 3-7 に示す。

表 3-7 セミナー参加者リスト

	団体名	人数
政府系	NBRO	15
	CEA	2
	Ministry of Health	3
	RDA	11
	UDA	3
	DMC	1
	Department of Buddhist affairs	1
	Department of Archaeology	1
大学	Kotelawara Defence University	5
	University of Peradeniya	3
民間企業	Sri Lanka Railway	1
	Amerasian	1
	Skytech	1
政府系(日本)	Embassy of Japan	1
	JICA-DOM	1
	BOI (JICA)	1
	JICA	1
	LDPP	2
	JETRO	1
民間企業(日本)	地球システム科学	1
合計		56

出典：JICA 調査団

### (3) 目的と結果

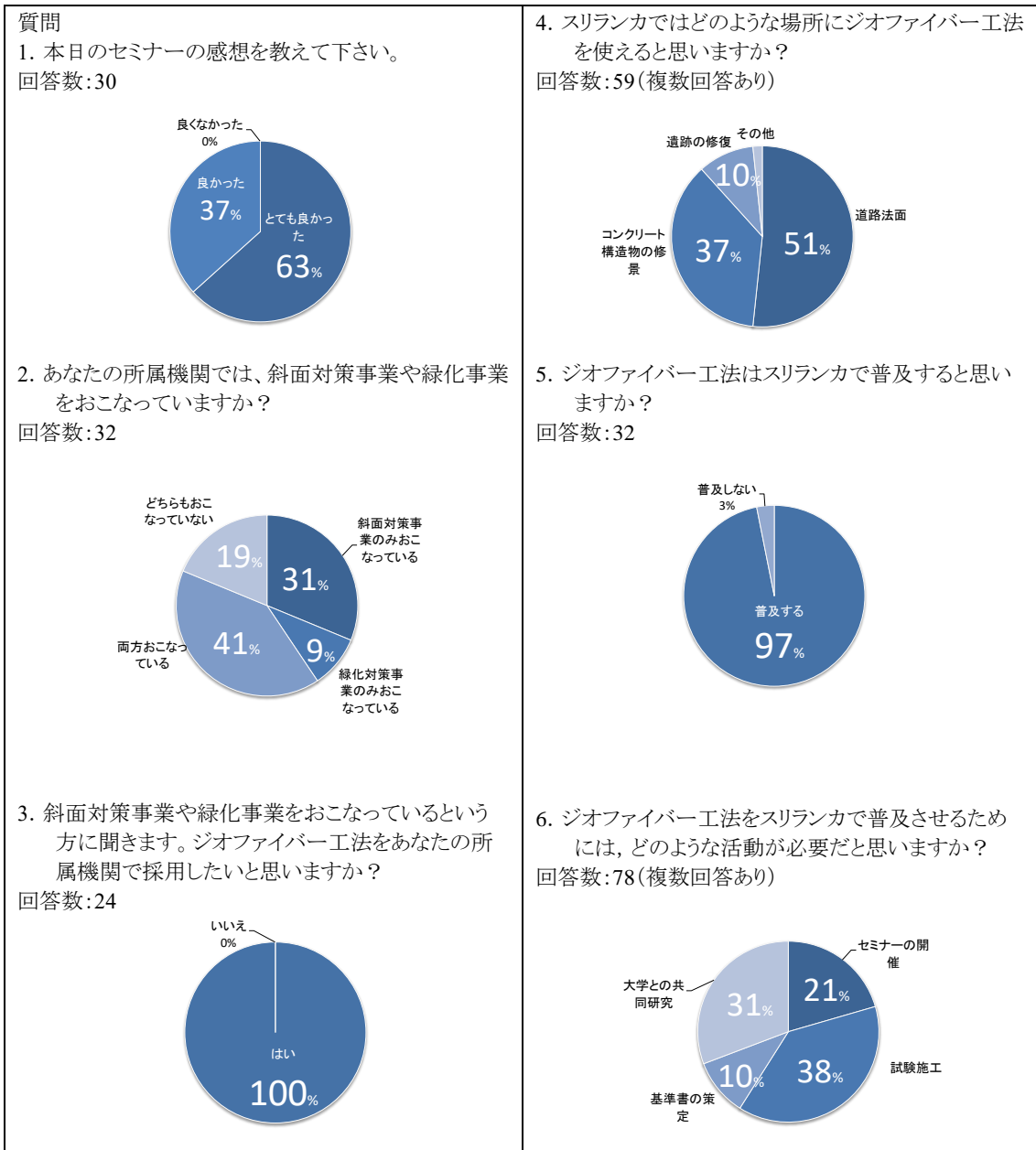
セミナーの目的はジオファイバー工法の周知とスリランカ側のジオファイバー工法に対する意見を収集することであった。予定した以上の人数が集まり、質疑応答も比較的活発であったことから、十分にジオファイバー工法を周知できたと考える。

### (4) その他

- セミナーでは、ジオファイバー工法の資機材の一部を展示した。スリランカに無いものやスリランカの製品で代用できるものもあり、資機材自体に興味をもつ人が多く、貴重な情報交換ができた。
- ジオファイバー工法に対する改良提案を数名の方から頂き、具体的にスリランカにジオファイバー工法を適用するイメージができていたものと感じた。
- セミナーでは日本のジオファイバー工法施工現場からの中継も実施した。ジオファイバー工法だけでなく、日本の工事現場について知ってもらうことができ、スリランカの人にとっては興味深いものであったと思われる。

(5) アンケート結果

セミナーで実施したアンケート結果を以下に示す。



## (6) アンケート結果の分析

## 【ジオファイバー工法のニーズ】

セミナーの招待者は、日本でのジオファイバー工法の発注先や、これまでのヒアリング等の調査結果より選定した。質問 2 より、招待者の 8 割程度が斜面对策や緑化事業を実施しているとの回答があり、ジオファイバー工法の発注先となり得る機関が日本と同様にスリランカにもあることを確認できた。表 3-8 に斜面对策や緑化事業を実施していると回答した機関を示す。実施していると回答した全ての機関から、ジオファイバー工法を採用したいと回答を得ていること（質問 3）から、スリランカにおけるジオファイバー工法のニーズは高いと考えられる。また、道路事業を行っている RDA だけでなく、都市の緑化事業を行っている UDA、遺跡と付設博物館の維持管理を行っている考古学局（Department of Archaeology）からの回答が得られていることから、日本と同様に法面保護だけでなく修景対策としてのニーズがある可能性がある。

表 3-8 斜面对策や緑化事業を実施していると回答した機関

機関名	回答	備考
NBRO	斜面对策及び緑化事業	
RDA	斜面对策事業	
JICA-DOM	緑化事業	
UDA	緑化事業	
CEA	緑化事業	
KDU	斜面对策及び緑化事業	参加者 5 名の内、他 4 名は事業を実施していないと回答
Department of Archaeology	斜面对策及び緑化事業	
University of Peradeniya	斜面对策及び緑化事業	
Ministry of Health	斜面对策及び緑化事業	
Amerasian	斜面对策事業	
Skytech	斜面对策事業	

出典：JICA 調査団

## 【ジオファイバー工法の普及可能性】

質問 5 でジオファイバー工法は普及すると回答した割合が 100% 近くあり、スリランカのジオファイバー工法に対する期待を大きく感じる事ができた。また、質問 4 より、日本と同様に道路法面やコンクリート構造物の補修、遺跡の修復にジオファイバー工法を使うことができると考えられていることがわかった。これらのことから、ジオファイバー工法が普及する可能性は十分にあると考えられる。

**【普及に向けた課題】**

質問6では、セミナーの開催、大学との共同研究を求める声が多かった。ジオファイバー工法は通常のコンクリート構造物とは異なる技術であり、スリランカはその施工技術や技術基準を持ち合わせていないため、そのような声が多かったと考えられる。そのため、ジオファイバー工法をスリランカで普及させていくためには施工技術者教育や、大学との共同研究による技術開発及び技術基準の策定等が必要だと考えている。

**その1 技術者教育**

今後、普及・実証事業での教育訓練や、スリランカの施工マニュアルの策定が必要だと考えられるが、教育訓練は普及・実証事業だけでなく、継続的に実施されるべきものである。日本では、定期的にジオファイバー協会による技能講習が実施されており、技能講習受講完了者には受講証を発行している。また、ジオファイバー工法技能者養成テキストも発刊されている。スリランカにおいても継続的な教育訓練が必要であり、日本と同様に定期的な技能講習を実施する組織や仕組みが必要である。

**その2 技術開発及び技術基準の策定**

ジオファイバー工法の連続繊維補強土の主要材料は砂質土及び繊維であるため、その土地で使用される材料の性状により連続繊維補強土の材料特性が大きく影響を受けることが予想される。そのため、現地の材料を用いた強度試験を実施し、連続繊維補強土の材料特性を把握する必要がある。その方法として、大学との共同研究は有効であり、具体的には、ジオファイバー工法用の一面せん断試験機の開発や、大学による強度試験（一面せん断試験）の実施等が考えられる。ペラデニア大学からは、協力的な回答を得ており、共同研究の有力な相手先として考えている。共同研究の実施時期は普及・実証事業後だと考えられるが、共同研究の内容、実施方法等については普及・実証事業中に確認したいと考えている。



### 3-2-6 補足資料② スリランカの気象条件

スリランカは日本と比べ降雨量が多く、ジオファイバー工法を適用するにあたり気象条件に留意する必要がある。図 3-1 は普及・実証のパイロットサイト候補地として考えているキャンディ周辺の都市とジオファイバーを適用したことがある都市との降雨量を比較したものである。ワタワラ (Watawara) は年間降水量が 5,000mm を超えており、これまでジオファイバーを適用した都市よりも遙かに降水量が多いが、その他の都市の年間降水量はさほど変わらない。また、ワタワラ (Watawara) のデータは入手できていないが、過去 10 年間の最大日降水量は那覇が最も多い (図 3-2)。これらのことから、適用する場所を十分に留意する必要があるが、スリランカは十分にジオファイバー工法を適用できる気象条件であると考えられる。

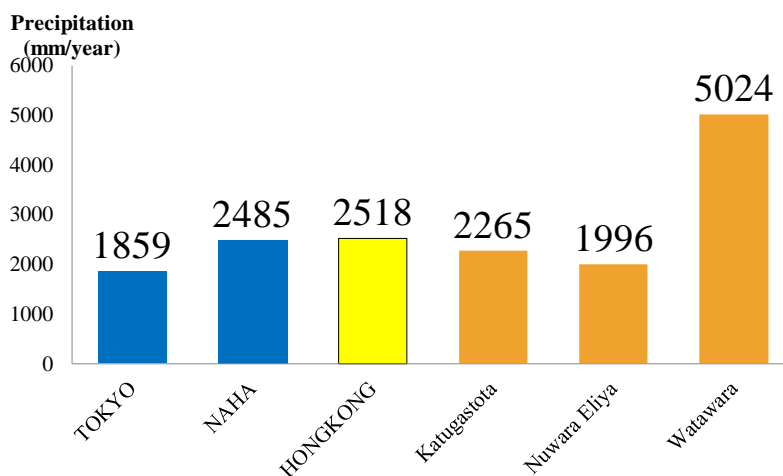


図 3-1 過去 10 年間の年間降水量の比較 (2007 年～2016 年)

出典：スリランカ気象局のデータに基づき JICA 調査団作成

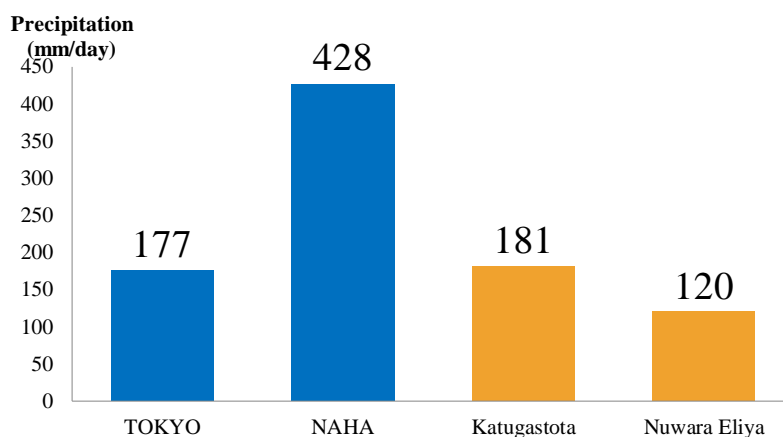


図 3-2 過去 10 年間の最大日降水量 (2007 年～2016 年)

出典：スリランカ気象局のデータに基づき JICA 調査団作成

## 3-2-7 補足資料③砂質土の粒度分析結果

スリランカの砂質土がジオファイバー工法の標準規格を満足することを確認するために、粒度分析を ELS 社に依頼し、実施した。試験に供した砂質土は、スリランカでコンクリート用細骨材として標準的に使用されている砕砂である。試験は2種類の砕砂を用いた。表3-9、表3-10に試験結果を示す。試験の結果、2種類の内1種類の砕砂（Manufacture sand）は標準規格を満たさなかったが、1種類の砕砂（Quarry Dust）は標準規格を満たすことが確認できた。この結果から、スリランカにおいてもジオファイバー工法に適用可能な砂質土を入手できることを確認できた。図3-3、図3-4に ELS 社の粒度分析結果を添付する。

表 3-9 砕砂（Quarry Dust）の試験結果


項目		規格値	使用砂 ◆	使用可否	備考
最大粒径	$D_{max}$ (mm)	5mm以下	5.00mm	OK	
10%粒径	$D_{10}$ (mm)	—	0.08mm	—	
50%粒径	$D_{50}$ (mm)	0.2～1.0mm	0.89mm	OK	
60%粒径	$D_{60}$ (mm)	—	1.37mm	—	
均等係数	$U_c$	2以上	17.1	OK	
75 $\mu$ m以下含有率		20%以下	0.1%	OK	

出典：ELS 社の粒度分析結果を基に JICA 調査団が作成

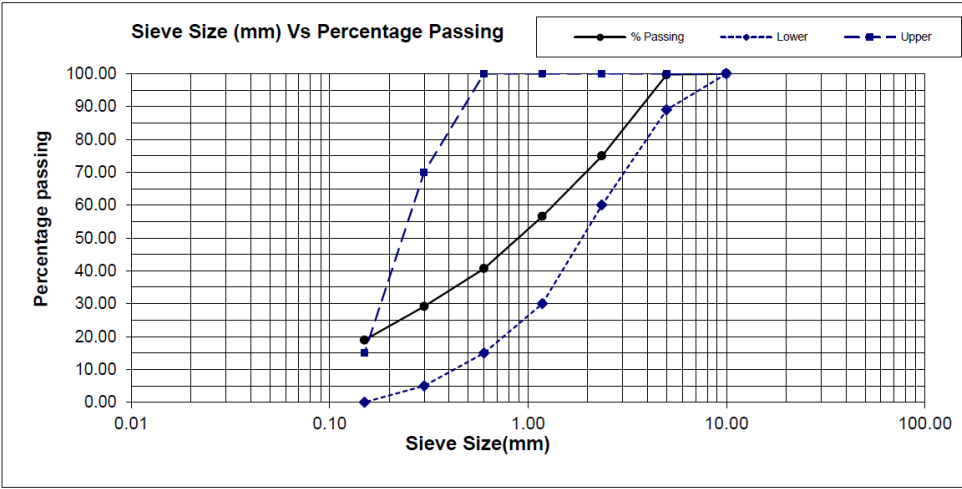
表 3-10 砕砂（Manufacture sand）の試験結果

項目		規格値	使用砂 ◆	使用可否	備考
最大粒径	$D_{max}$ (mm)	5mm以下	5.00mm	OK	
10%粒径	$D_{10}$ (mm)	—	0.15mm	—	
50%粒径	$D_{50}$ (mm)	0.2～1.0mm	1.24mm	NG	
60%粒径	$D_{60}$ (mm)	—	1.90mm	—	
均等係数	$U_c$	2以上	12.7	OK	
75 $\mu$ m以下含有率		20%以下	0.1%	OK	

出典：ELS 社の粒度分析結果を基に JICA 調査団が作成

	<b>SIEVE ANALYSIS TEST</b> TEST METHOD BS 812 - Part 103			Test Format No:	ELS-ML-17	
				Revision No.	00	
<b>Project data:</b>						
Client:	ELS Construction (Pvt) Ltd					
Project:	Concrete Pipes , Cement Blocks & Readymix Concrete					
<b>Sample data:</b>						
Location :	Bemmulla, Pre Cast Factory					
Sample Type:	Fine Aggregate - Quarry Dust	Lab ref. No.	BL/P/AG/145			
Sample Number:	2	Date of testing:	16.07.2017			
Sample Source:	ELS Metal Crusher Stock Pile at Ambepussa	Date of Report	18.07.2017			
<b>Test Data:</b>						
Sieve Size mm	Weight Retained g	Retained %	Cumulative % Weight Retained	% Passing	BS 882 specification limits for sand	
					Lower Limits	Upper Limits
10.00	0.0	0.00	0.00	100.00	100	100
5.00	3.3	0.31	0.31	99.69	89	100
2.36	259.7	24.75	25.06	74.94	60	100
1.18	193.1	18.40	43.46	56.54	30	100
0.60	166.6	15.87	59.33	40.67	15	100
0.30	120.9	11.52	70.85	29.15	5	70
0.15	107.3	10.22	81.08	18.92	0	15
pan	197.1					
Total	1048.0					

Initial weight of dry sample (g) = 1049.5



Comment: This report refers specially to the sample analyzed.

Tested by: ..... Damayantha Gunasekara Lab Technician	Checked by: ..... A.M.Lakshaman Atapattu Laboratory Manager	Certified by: ..... Eng.Dimuthu Niroshani Geotechnical Engineer
--	--	--


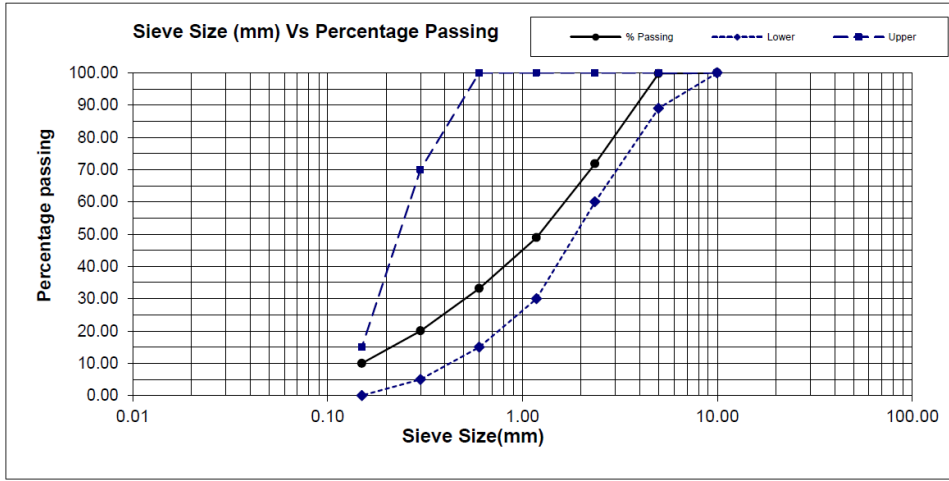
**ENGINEERING & LABORATORY SERVICES ( PVT ) LTD**

62/3, Neelammahara Road, Katuwawala, Boralessgamuwa, Sri Lanka.

Telephone : 0094 011 4309494/ 2517037 / 2517365, Fax : 0094 01 2509806, E-Mail : els@elslanka.com.

図 3-3 粒度分析結果 (Quarry Dust)

出典 : ELS 社の試験結果を転載

 <b>SIEVE ANALYSIS TEST</b> TEST METHOD BS 812 - Part 103		Test Format No:	ELS-ML-17			
		Revision No.	00			
<b>Project data:</b>						
Client:	ELS Metal Crusher at Ambepussa					
Project:	Pre Cast & Readymix Concrete at Bemmulla					
<b>Sample data:</b>						
Location	Bemmulla Pre - Cast Factory					
Sample Type:	Fine Aggregate - Manufacture Sand	Lab ref. No.	BL/CM/058			
Sample Date:	22.07.2017	Date of testing:	22.07.2017			
Sample Source:	ELS Crusher Stock Pile at Ambepussa	Date of Report	24.07.2017			
<b>Test Data:</b>						
Sieve Size mm	Weight Retained g	Retained %	Cumulative % Weight Retained	% Passing	BS 882 specification limits for sand (Overall Limit)	
					Lower Limits	Upper Limits
14.00	0.0	0.00	0.00	100.00	100	100
10.00	0.0	0.00	0.00	100.00	100	100
5.00	2.8	0.25	0.25	99.75	89	100
2.36	315.6	27.93	28.18	71.82	60	100
1.18	258.9	22.91	51.09	48.91	30	100
0.60	177.8	15.73	66.82	33.18	15	100
0.30	148.3	13.12	79.95	20.05	5	70
0.15	113.8	10.07	90.02	9.98	0	15
pan	112.2					
Total	1129.4					
				Initial weight of dry sample (g) =	1130.0	
 <p>The graph plots Percentage passing (0.00 to 100.00) against Sieve Size (mm) on a logarithmic scale (0.01 to 100.00). It shows the test results for % Passing (solid line with circles) and compares them against the BS 882 specification limits for sand (dashed lines with squares for Lower and Upper limits). The test results generally fall within the upper limit but show a significant deviation at the 0.30 mm sieve size.</p>						
Comment: This report refers specially to the sample analyzed.						
Tested by:		Checked by:		Certified by:		
..... Damayantha Gunasekara Lab Technician		..... A.M.Lakshaman Atapattu Laboratory Manager		..... Eng.Dimuthu Niroshani Geotechnical Engineer		

**ENGINEERING & LABORATORY SERVICES ( PVT ) LTD**

62/3, Neelammahara Road, Katuwawala, Boralesgamuwa, Sri Lanka.

Telephone : 0094 011 4309494/ 2517037 / 2517365, Fax : 0094 01 2509806, E-Mail : els@elslanka.com.

図 3-4 粒度分析結果 (Manufacture sand)

出典 : ELS 社の試験結果を転載

### 3-3 対象国における製品・技術のニーズの確認

#### 3-3-1 スリランカにおける植生工の位置付け

聞取調査を通し、スリランカでは植生工に対する考え方が日本と大きく異なることを確認した。日本では、斜面对策構造物としてコンクリートを主体とした対策工が一般的であり、植生はいわばオプションとしての扱いとして考えられているのに対し、スリランカでは、対策は元の植生斜面に戻す、という認識が強く、植生工が当然のように配慮され、受け入れられる素地がある。さらに、スリランカは付加価値のある製品が許容される国民性があり、この観点からも、植生工が可能な斜面对策工が受け入れられやすいといえる。

現地調査で実施した対策工の施工事例の中には、植生の回復に配慮した斜面对策工をスリランカ政府が実施しているものが存在する。Victoria dam では、吹付工をカバーする目的で、植栽用のくぼみが設けられた対策工が実施されている（図 3-5）。



図 3-5：吹付工に設置された植栽ポット（四角形の穴）(Victoria Dam)

出典：JICA 調査団

#### 3-3-2 公共事業におけるニーズの確認

現地調査においてスリランカの省庁へインタビュー調査を行い、実施する公共事業における斜面緑化へのニーズ、関心および取り組み状況の聞き取りを行った。その結果、ニーズがあると想定される省庁・公共機関は次のとおりであった。

##### (1) NBRO

NBRO は、景観に配慮するという理由から、植生工(Bio-Engineering)を斜面对策の 1 分野として、国内に普及させていくことを認識している。2014 年には、コンクリート構造物や石積擁壁工に代わる斜面对策工として、景観に調和的な Bio-Engineering を研究課題とし、研究開発プロジェクトとして Diyathalawa Township の切土法面で斜面对策工の緑化事業を実施している（図 3-6）。

また、自然災害斜面を現況の自然景観に戻すための対策工にも取り組んでおり、Matalle 地区の落石災害斜面でも、植生工を実施し、現況に復旧するための取り組みを行っている。



図 3-6 : NBRO の実施した切土法面の斜面緑化工 (Diyathalawa Township)

(出典 : NBRO Annual Report 2014)

聞取調査では、緑化工法は研究開発段階にあることから、今後パイロットサイトでの施工を通し、その効果や、他の斜面での適用性を確認した上で、他省庁からの斜面对策の技術的相談や依頼に対し、オプションの1つとして提案したいとの意見であった。

## (2) RDA

RDA はスリランカの道路建設および改修等で最も多く斜面对策工を設計・施工・管理している組織である。RDA の対象とする道路法面の中には景観に配慮した斜面对策工を求められる箇所も多いことから、ジオファイバー工法のニーズは高い。

聞取調査では、緑化が可能であり、かつ、スリランカの一般的な斜面对策工法である吹付工やソイルネイリングと同等の強度と機能を持つこと、さらに既存対策工との親和性が高く、スリランカ側が実施した各種対策工を緑化することも可能なことから、価格面で他の対策工と競争できるようであれば、高速道路や一般国道の切土斜面の対策として、是非取り入れたいとの意見であった。

## (3) UDA

UDA はコロンボ都市圏において Green Program を策定しており、その中では市街地の様々な箇所において住民が快適に生活できるよう、緑化および植生を行うことを定めている。コロンボ都市圏においては、河川、運河、湖の土手、高架部の盛土斜面、および人工構造物の傾斜部など、スリランカの通常の緑化工法では緑化が困難な箇所に、本工法のニーズの高いことが予想される。

聞取調査では、都市部の緑化は景観保護、CO<sub>2</sub> 排出量の削減につながるため、総じて大変興味深い技術であり、パイロットサイトでの施工を実際に見て、よいものと感じたらずひスリランカに導入したいとの意見であった。

## (4) 考古学庁(Department of Archeology)

考古学庁の所轄部門の中に維持管理部 (Department of Maintenance)が設立されており、この部署が同国内の遺跡と付設博物館の維持管理を行っている。特にスリランカの重要な観光資源である仏教遺跡は遺跡敷地内に急斜面を持つものも多く、これらの対策工として、コンクリート構造物が景観上そぐわない箇所も存在することから、本工法の特徴が活かせる

箇所が存在するものと考えられる。

聞取調査では、提案工法のコストは高いものの、遺跡の景観保全の観点ではコストで評価できない対策斜面も存在するため、本工法の適用性を検討すべく、各支局を通し対策に適した危険斜面を抽出したいとのことであった。また、コロombo市の南約 100km に位置するガル市の海岸に位置する遺跡の保全について、海岸での侵食防止および緑化を兼ねた本工法の適用可能性について打診された。

## (5) その他の省庁

総合防災計画(2014-2018)では、山間部に位置する学校・病院などの公共施設については、独自に安全を確保するための対策を講じなければならないことになっており、これらの公共機関へのニーズが想定される。その一例として、2016年9月より実施中の「斜面防災技術（ユニット式金網型枠による吹付法枠工）の普及・実証事業」では、キャンディ市の看護学校敷地内の斜面を対象として、事業を実施している。

### 3-3-3 民間におけるニーズの確認

スリランカは工業製品の中で繊維製品の占める割合が高く、そのうち 9 割が欧米へ輸出している。そのため、繊維製造業者は欧米の環境基準を遵守することが求められ、二酸化炭素排出削減の取り組みを積極的に実施している。

民間企業への聞取調査では、工場敷地内の緑化、ソーラーパネル等の CSR 活動を積極的に実施しており、今後、工場新設あるいは更新時に、付加価値の高いジオファイバー工法を、工場の敷地内に導入したいとの意見を得ている。

## 3-4 対象国の開発課題に対する製品・技術の有効性及び活用可能性の確認

### 3-4-1 製品・技術の有効性および妥当性

調査の結果、スリランカにおける土砂災害等の自然災害に対するインフラの脆弱性に対するジオファイバー工法の有効性および妥当性を確認することができた。理由を以下に示す。

- ・スリランカにはジオファイバー工法を適用できる斜面が多数あり、日本の適用事例と似ている斜面が多い。
- ・スリランカで普及しているショットクリートとコスト面が同程度である
- ・斜面保護と景観保護を両立できる工法はスリランカにおいては全く新しい技術である。
- ・スリランカの気象条件は、これまでジオファイバー工法が適用されてきた地域と比較して、特別厳しいものではない（一部の地域では厳しい気象条件であるため、今後詳細な調査が必要）。
- ・NBRO では植生工を斜面对策の 1 分野として、国内に普及させていくことを認識しており、自然災害斜面を現況の自然景観に戻すための対策工にも取り組んでいる。
- ・RDA が管理している道路事業においては景観に配慮した斜面对策工を求められることが多い。
- ・景観保全という観点からスリランカの観光資源である遺跡周辺の周辺環境と調和する斜面保護が必要であると考えられ、考古学局の維持管理部が遺跡周辺の斜面を管理している。

### 3-4-2 技術の活用および発展可能性

スリランカでは斜面保護対策として植生工、ショットクリート（モルタル吹付工）、近年では吹付法砕工が行われており、これらの工法の代替工法となり得るジオファイバー工法が活用される可能性は大きい。さらに、スリランカでは地山補強土工（ソイルネイリング）も普及しており、斜面崩壊対策として数多く施工されている。ジオファイバー工法は地山補強土工との組み合わせも可能であるため、地山補強土工との組み合わせが可能な斜面保護対策としても活用される可能性は大きいと考えている。コスト面においても、現在の情報では同程度となることが予想されており、活用に向けた障害とはならないと考えている。施工技術に関しても、スリランカで行われている斜面保護対策の多くが吹付工法であるため、吹付工法であるジオファイバー工法は活用しやすい工法であると考えられる。

また、スリランカではココヤシの繊維の需要が近年少なくなっており、その新たな用途が望まれている。スリランカで施工するジオファイバー工法の材料の一部にココヤシの繊維を使用することを検討しており、ジオファイバー工法が普及することでスリランカの産業に貢献できる可能性があると考えている。



## 第4章 ODA 案件にかかる具体的提案

### 4-1 ODA 案件概要

本案件化調査の下に提案する ODA スキームは「普及・実証事業」である。事業名を仮に「スリランカ環境保全型斜面防災技術（ジオファイバー工法）の導入に係る普及・実証事業（以下本実証事業）」とする。

## 4-2 具体的な協力計画及び期待される開発効果

### 4-2-1 具体的な協力計画

#### (1) 普及・実証事業の目的・成果・活動

普及実証事業の目的・成果・活動を次の表 4-1 に示す。

表 4-1 普及・実証事業の目的・成果・活動

提案事業名：スリランカ環境保全型斜面防災技術（ジオファイバー工法）の導入に係る普及・実証事業	
1. 対象国・対象地域	スリランカ民主社会主義共和国 ケーガッレ市
2. 対象分野	災害・防災対策
3. 事業の概要・期待される成果	
<p>【事業の概要】</p> <p>プロジェクト目標：スリランカにおいてジオファイバー工法の有効性が実証され、認知され、事業展開計画が具体化される。</p> <p>成果 1：対象サイトにてジオファイバー工法が施工され、環境保全型斜面防災技術としての技術的適用性および有効性・優位性が確認される。【実証事業】</p> <p>成果 2：ジオファイバー工法が環境保全型斜面防災技術としてスリランカ国内の公共機関（RDA、NBRO、UDA、Department of Archeology 等）に認知され、実施する環境が整備される。【普及事業】</p> <p>成果 3：スリランカ国内におけるジオファイバー工法にかかる事業展開計画が具体化される。【ビジネス展開調査・活動】</p> <p>成果 4：環境社会配慮について調査し、事業展開時の当該事項にかかる計画が策定される。【環境社会配慮】</p>	
4. 活動	
<p>【成果 1 について】</p> <p>1-1 対象サイトにおけるジオファイバー工法の施工に必要なスリランカの関連法制度等を確認する。</p> <p>1-2 対象サイトにかかる状況を確認し、ジオファイバー工法の施工のための許認可等および詳細調査・設計を C/P と実施する。</p> <p>1-3 ジオファイバー工法を施工するための技術仕様書・入札図書を作成する。</p> <p>1-4 ジオファイバー工法の施工業者を選定する。</p> <p>1-5 選定された施工業者とともにジオファイバー工法の施工計画を作成する。</p> <p>1-6 選定された施工業者とともにジオファイバー工法の施工に必要な資機材を調達する。</p> <p>1-7 施工業者に対してジオファイバー工法の施工技術および安全管理について指導する。</p> <p>1-8 施工業者によるジオファイバー工法の施工を行う。</p>	

- 1-9 施工業者によるジオファイバー工法の施工を C/P と管理する。
- 1-10 C/P とジオファイバー工法の段階検査・完了検査を行う。
- 1-11 施工後約 8 カ月間（雨期を挟む）、ジオファイバー工法を施工した対象サイトをモニタリングし、ジオファイバー工法の適用性を評価する。
- 1-12 施工後、ジオファイバー工法の優位性について評価・分析する。
- 1-13 適用性・優位性の評価結果を C/P 等と共有し、スリランカにおける斜面防災技術の 1 つとして位置付ける。

【成果 2 について】

- 2-1 スリランカの実情を考慮したジオファイバー工法の設計・積算・施工マニュアル及び施工管理基準を C/P と作成する。
- 2-2 C/P に対し、技術講習会やワークショップにて設計・積算・施工マニュアル及び出来形・品質管理に関するノウハウを移転する。
- 2-3 C/P およびその他公共機関に対して本邦受入活動を行い、ジオファイバー工法にかかる理解の醸成を図る。
- 2-4 対象サイトでの施工前および施工後、C/P、その他公共機関、コンサルタント会社、建設会社等を対象にジオファイバー工法にかかるセミナーを開催する。施工後のセミナーにおいては、対象サイトでの施工で得られた評価・分析結果を踏まえた内容とする。
- 2-5 C/P に対し、対象サイトにおけるジオファイバー工法の施工各段階において現場見学会を開催し、上記の理解を深める。現場見学会においては、合わせて他の公共機関、コンサルタント会社、建設会社等も招く。
- 2-6 ジオファイバー工法の設計・積算・施工マニュアルおよび施工管理基準をスリランカ国の基準として認証させ、公共機関および民間企業に配布する。
- 2-7 C/P および他の公共機関がジオファイバー工法の適用斜面を抽出し、斜面防災にかかる事業計画に組み込まれるよう支援する。

【成果 3 について】

- 3-1 C/P と協力してスリランカ国内の要対策斜面の状況を整理し、それらに対してジオファイバー工法の適用性を検討する。
- 3-2 ジオファイバー工法に必要な資機材の輸出供給および現地調達について調査し、コスト分析を通じて優位性を確認する。
- 3-3 ジオファイバー工法に必要な資機材の輸出供給および現地調達にかかるビジネスパートナーの調査をし、今後の協力体制を構築する。
- 3-4 繊維供給装置の輸入代理店、現地 OEM 生産委託会社、メンテナンス業務委託会社等の調査をし、今後の協力体制を構築する。
- 3-5 ジオファイバー工法の施工ができる技術を有する現地建設会社について調査・選定し、今後の協力

体制を構築する。

- 3-6 スリランカ国内での商習慣、関連法制度等を確認し、事業展開に向けたリスク分析を行う。
- 3-7 ジオファイバー工法にかかる知的財産保護手法を検討し、実施する。
- 3-8 ジオファイバー工法のスリランカにおける他分野（都市開発、遺跡保全）への適用可能性、市場調査を行う。
- 3-9 上記を踏まえ、スリランカ国内における事業展開計画を策定する。

**【成果4について】**

- 4-1 環境チェックリストの内容を踏まえ、調査すべき項目をC/Pと共同で検討・決定する。
- 4-2 決定した調査項目を踏まえ、関連法制度等を調査・確認する。
- 4-3 対象サイトでのジオファイバー工法の施工開始前までに、C/Pと共同で環境管理計画・モニタリング計画を策定する。
- 4-4 施工開始後、上記計画に基づきモニタリングおよび対応策を実施する。
- 4-5 モニタリングおよび対策実施の結果について整理し、重要な環境社会影響項目の予測・評価および緩和策、モニタリング計画案を作成する。

普及実証事業の成果の指標を表 4-2 に示す。

表 4-2 普及・実証事業による成果の検証指標

成果	指標
<p>成果 1 :</p> <p>対象サイトにてジオファイバー工法が施工され、環境保全型斜面防災技術としての技術的適用性および有効性・優位性が確認される。【実証事業】</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 施工前後の斜面状況モニタリング結果</li> <li>・ 環境改善（緑化・景観）に関するアンケート結果</li> <li>・ 施工面に関するアンケート結果</li> <li>・ コスト分析結果</li> </ul>
<p>成果 2 :</p> <p>ジオファイバー工法が環境保全型斜面防災技術としてスリランカ国内の公共機関（RDA、NBRO、UDA、Department of Archeology 等）に認知され、実施する環境が整備される。【普及事業】</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 設計・積算・施工マニュアル</li> <li>・ 施工管理基準</li> <li>・ 上記マニュアル・基準のスリランカ基準としての認証</li> <li>・ 本邦受入活動参加者名簿およびアンケート結果</li> <li>・ 見学会参加者名簿およびアンケート結果</li> <li>・ セミナー参加者名簿およびアンケート結果</li> <li>・ C/P 等におけるジオファイバー工法の事業計画への組込み</li> </ul>
<p>成果 3 :</p> <p>スリランカ国内におけるジオファイバー工法にかかる事業展開計画が具体化される。【ビジネス展開調査・活動】</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ジオファイバー工法の適用可能斜面リスト</li> <li>・ ジオファイバー工法に必要な資機材の調達方法結果およびコスト分析結果</li> <li>・ ビジネスパートナーリスト（資機材供給・施工会社等）</li> <li>・ ビジネス展開時のリスク分析・対処表</li> <li>・ 事業展開計画書</li> </ul>
<p>成果 4 :</p> <p>環境社会配慮について調査し、事業展開時の当該事項にかかる計画が策定される。【環境社会配慮】</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 環境管理計画書・モニタリング計画書</li> <li>・ モニタリングおよび対策実施の結果報告書</li> <li>・ 環境社会影響項目の予測・評価および緩和策、モニタリング計画案</li> </ul>

## (2) 相手側機関の役割

相手国政府の C/P として NBRO および RDA を想定する。主な役割は、NBRO はジオファイバー工法の技術認証について、RDA は対象サイトでの施工に関してである。表 4-3 に、C/P の役割を示す。

表 4-3 C/P の役割

項 目	NBRO	RDA
普及・実証事業が成功裏に完了することに協力する。	○	○
普及・実証事業完了後に適切な維持管理がなされることを確保する。	○	○
普及・実証事業の担当者を選任する。	○	○
普及・実証事業に必要な情報を提供する。	○	○
C/P 担当者の工事の安全規則の遵守を支援する。	○	○
セミナーの開催に協力する。	○	○
事業実施のために必要な計画・調査・設計を実施・支援する。	○	○
普及・実証事業の技術的な協議を行う。	○	○
現場管理、工程管理を支援する。	○	○
材料や工事の品質等について検査を行う。	○	○
現場にスタッフを配置し、技術移転を行う。	○	○
現場事務所、ストックヤード、倉庫を提供する。		○
スリランカで課せられる全ての関税、内国税および賦課金について負担する。		○
建設業者および建設資材の選定（入札等）を支援する。	○	○
施工予定地に支障物がある場合の撤去・移動を行う。		○
工事に必要な用地を取得する。		○
仮設工事に必要な用地を確保する。		○
住民への説明会を開くとともに、苦情が発生した場合の解決を行う。		○
施工中の交通規制を実施する。		○
プラントヤード、資材置場、工事用水などの便宜を地方政府に要請する。		○
工事で発生した残土の運搬と処分を行う。		○
施工にかかる許認可を関係機関から取得する。		○
工事期間中の環境への影響を監視する。		○
日本から輸入およびスリランカから再輸出する資機材の荷主となる。		○

出典：JICA 調査団

## (3) 主要投入機械

投入予定の主要機材を表 4-4 に示す。

表 4-4 主要投入機械計画

## 【主要機械使用計画】

機 械 名	能 力・規 格	台 数	用 途	備 考
コンプレッサー	19.0m <sup>3</sup> /min	1	砂質土供給・管理システム	現地調達
発電機	45kVA	1	共通	現地調達
ホイールローダ	0.3m <sup>3</sup>	1	砂質土供給・管理システム	現地調達
水槽	5.0m <sup>3</sup>	1	繊維供給・管理システム	現地調達
吹付機	0.8～1.2m <sup>3</sup> /hr 24ps	1	砂質土供給・管理システム	輸出・再輸出
ベルトコンベア	L=7.0m 1.1kW	2	砂質土供給・管理システム	輸出・再輸出
計量器	300kg×1 槽	1	砂質土供給・管理システム	輸出・再輸出
高圧ポンプ	20kgf/cm <sup>2</sup>	1	繊維供給・管理システム	現地調達
揚水ポンプ	φ 50 3.0ps	1	繊維供給・管理システム	現地調達
スレッドフィーダー	可搬式 20～28 ボビン	2	繊維供給・管理システム	輸出・再輸出
エジェクター	4 本ノズル	2	繊維供給・管理システム	輸出・再輸出
繊維計量器	デジタル表示式	2	繊維供給・管理システム	輸出・再輸出

出典：JICA 調査団

#### (4) 投入人員（要員計画）

ジオファイバー工法の設計・工事および普及/実証に向けた技術的支援のため、コンサルタントおよび施工会社を外部人材として投入する。想定される要員計画案を表 4-5 に示す。

表 4-5 要員計画案

所属	分類・役割	現地作業 (M/M)	国内作業 (M/M)	渡航回数 (人回)
原工業（株）	提案企業	6.0	15.0	16
日本工営（株）	外部人材 (普及事業面)	4.0	2.0	11
(株) かいほつマネジメント・コンサルティング	外部人材 (ビジネス展開面)	1.0	1.0	0 (スリランカ在住)
日特建設（株）	外部人材 (実証事業面)	18.0	4.0	15
計		65.0	31	42

出典：JICA 調査団

#### (5) C/P 候補との協議状況

##### 【普及・実証事業のパイロットサイト選定】

C/P 候補である NBRO と RDA からの要望も考慮し、ケーガッレバイパスの斜面を選定している。

##### 【普及・実証事業の体制・役割について】

C/P 候補である NBRO と RDA との協議の中で、NBRO と RDA が C/P 候補になることの事前同意を得ている。また、普及・実証事業の表 4-3 に示した役割分担についても協議の中で大筋合意している。

##### 【その他】

NBRO からは普及・実証事業に向けた支援レターを入手している（図 4-1）。



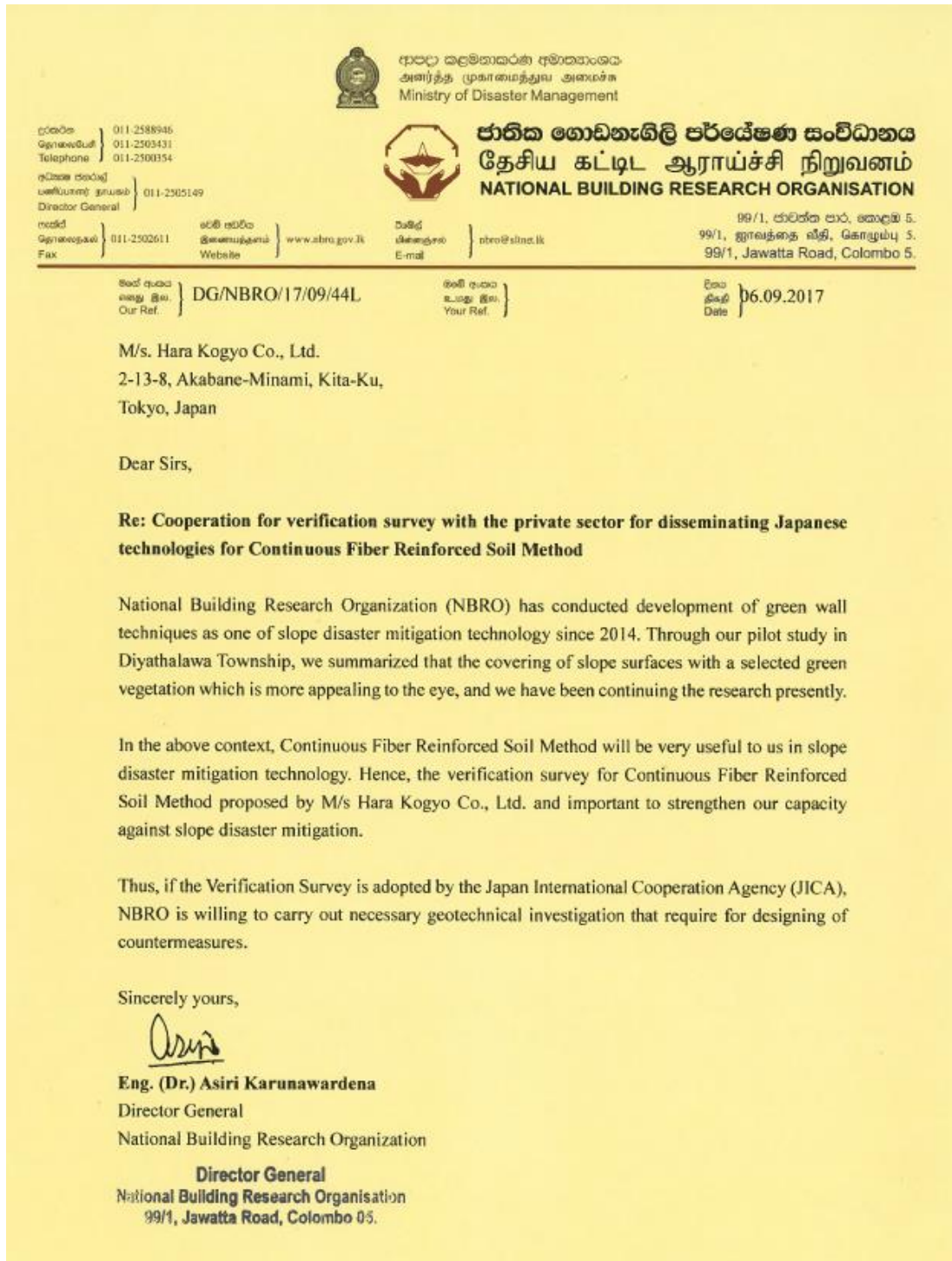


図 4-1 NBRO からの支援レター

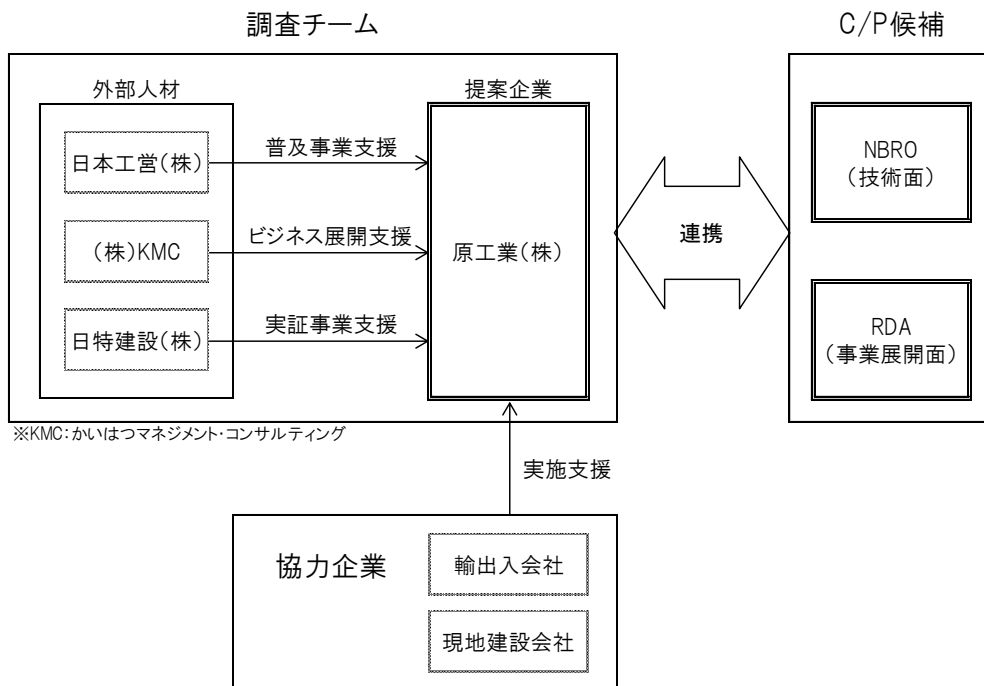
(6) 実施体制図

実施体制は、図 4-2 に示すように業務を統括する提案企業の当社を中心に、外部人材の日本工営（株）、（株）かいはつマネジメント・コンサルティング（以下、「（株）KMC」）及び日特建設（株）の協力を得る。

日本工営からは普及事業及び環境社会配慮に関する支援を、かいはつマネジメント・コンサルティングからはビジネス展開に関する支援を、日特建設からは実証事業に関する支援を受ける。

また、対象サイトでのジオファイバー工実証施工の実施にあたっては現地建設会社（民間）や、必要な資機材を輸出入する会社などの協力が必要である。各協力会社の選定については、案件化調査時に得た結果を用いて決定する。

表 4-6 に役割分担表を示す。



出典：JICA 調査団

図 4-2 実施体制図

表 4-6 提案企業と外部人材の役割分担表

◎: 主担当、○: 支援担当

区分	実施内容	提案企業			
		原工業	日本工営	KMC	日特建設
1. 実証事業 (本技術・製品の適用性・優位性の確認)	施工に係る関連法制度の確認、工事関連許認可取得	○			◎
	対象サイトの詳細調査・設計		◎		○
	入札準備(技術仕様書・入札図書作成)	○	◎		○
	施工業者の選定				◎
	施工計画の作成				◎
	資機材の調達(輸出・現地調達)	○			◎
	対象サイトでの実証施工				◎
	段階検査・完了検査、引渡し	○			◎
2. 普及事業 (本技術・製品の実施環境の整備)	設計・積算・施工マニュアル、施工管理基準の作成、国家基準認証	○	◎		○
	本邦受入活動	◎	○		○
	セミナー、現場見学会	◎	○	○	○
	技術講習会・ワークショップ(設計・積算・施工、施工管理基準)	◎	○		○
	スリランカ斜面防災事業への組み込み	○	◎		
3. ビジネス展開調査・活動 (事業展開計画の具体化)	市場調査(規模、スキーム、プレイヤー、他分野等)			◎	
	コスト分析による優位性確認			◎	○
	ビジネスパートナー調査(輸出入、現地調達、代理店、OEM精算、建設会社等)	○		◎	○
	知的財産保護	◎		○	○
4. 環境社会配慮	事業展開リスクの分析、事業展開計画の策定	◎		○	
	調査項目の検討・決定、環境管理計画・モニタリング計画の策定		◎		
	モニタリングおよび対応策の実施	◎	○		○
	環境社会影響項目の予測・評価および緩和策、モニタリング計画案の策定		◎		

出典：JICA 調査団

(7) 活動計画・作業工程

表 4-7 に活動計画・作業工程を示す。



## (8) 事業費概算

事業費概算を表 4-8 に示す。

表 4-8 事業費概算

<b>I.</b>	<b>人件費（外部人材の活用費としてのみ計上）</b>	<b>36,000,000</b>	<b>円</b>
	1. 直接人件費	14,000,000	円
	2. その他原価	12,000,000	円
	3. 一般管理費等	10,000,000	円
<b>II.</b>	<b>直接経費</b>	<b>51,500,000</b>	<b>円</b>
	1. 機材製造・購入・輸送費	34,000,000	円
	2. 旅費		
	航空賃	3,000,000	円
	日当・宿泊料、内国旅費	8,000,000	円
	3. 現地活動費	5,000,000	円
	4. 本邦受入活動費	1,500,000	円
<b>III.</b>	<b>管理費</b>	<b>5,000,000</b>	<b>円</b>
<b>IV.</b>	<b>小計</b>	<b>92,500,000</b>	<b>円</b>
<b>V.</b>	<b>消費税及び地方消費税の合計金額（小計の8%）</b>	<b>7,400,000</b>	<b>円</b>
<b>VI.</b>	<b>合計</b>	<b>99,900,000</b>	<b>円</b>

出典：JICA 調査団

## (9) ビジネス展開調査・活動

スリランカでは土砂災害が多く、土砂災害の担当機関である NBRO、RDA 双方で危険個所のリストを作成するなど、ニーズは十分であると考えられる。

スリランカにおけるジオファイバー工法にかかる事業展開計画を具体化する活動を行う。

## 4-2-2 期待される開発効果

以下の開発効果が期待される。

- 対象サイトにてジオファイバー工法が施工され、環境保全型斜面防災技術としての技術的適用性および有効性・優位性が確認される。
- ジオファイバー工法が環境保全型斜面防災技術としてスリランカ国内の公共機関（RDA、NBRO、UDA、Department of Archeology 等）に認知され、実施する環境が整備される。
- スリランカ国内におけるジオファイバー工法にかかる事業展開計画が具体化される
- 環境社会配慮について調査し、事業展開時の当該事項にかかる計画が策定される。

### 4-2-3 対象地及びその周辺状況

#### (1) 施工候補地

施工候補地はサバラガムワ州ケーガッレ県のケーガッレバイパスロードである。本道路は主要国道であるコロombo-キャンディロードのバイパス道路であり、ケーガッレ市内を迂回する。施工候補地の全景を写真 4-1 に示す。施工候補地はバイパス道路に面しており、降雨により徐々に浸食を受けている。道路開通から約3年経過していることや、地質状況から法面大きな崩壊の恐れは無いと考えられるが、浸食された土砂が法尻や道路に流出し、道路管理者である RDA が定期的に道路へ流出した土砂の撤去を実施している。また、斜面上部には民家があり、このまま浸食が進むと将来的に民家へ危険を及ぼす恐れがある。NBRO、RDA には対策工の素案として図 4-3 に示す案などを提示し、協議を実施した。



写真 4-1 候補地全景（対象面積は約 1,500m<sup>2</sup>）

出典：JICA 調査団

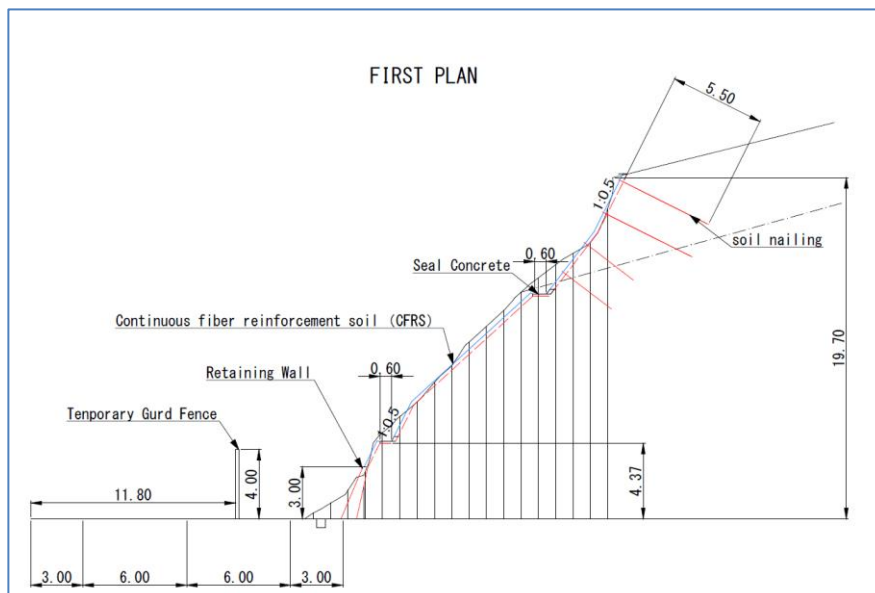


図 4-3 対策工の素案（調査団が実施した写真測量を基に作成したもの）

出典：JICA 調査団

## (2) 候補地の選定理由

候補地の選定にあたっては、C/P の NBRO および RDA より聞き取りを行って対象斜面候補地を抽出し、以下の項目をもとに検討した。

- ・実証事業の予算内に収まる規模であること
- ・施工や運搬が容易であり、取水などの条件に恵まれていること
- ・道路管理者およびユーザーへの展示効果の高い箇所であること
- ・総合防災計画(2014-2018)等、上位計画と整合の取れる地域や箇所であること
- ・環境社会配慮の観点から負の影響が少なく、かつ環境を回復することで正の影響が見込めること
- ・邦人および現地労働者の健康・安全および治安が維持できる箇所であること

## (3) 候補地と国立公園、保護対象地区の関係

上記対象候補地域は、国立公園や保護対象地区の外に位置しているが、候補地の北西約 600m には、Kurulu Kele Bird Sanctuary が位置する。この保護地域は野生動物保護庁 (Department of Wild Life Conservation) の管轄であるが、周辺域での開発行為については、特段の規制はないことが確認された。

### 4-3 他 ODA 案件との連携可能性

今後実施が検討されている「国道土砂災害対策事業第 2 期(LDPP Phase-2)」および、今後想定される洪水・土砂災害対策事業での連携により、以下の効果が想定される。

国道土砂災害対策事業第 2 期(LDPP Phase-2)：提案される対策工にジオファイバー工法を採用することや、ジオファイバー工法を他の対策工を組み合わせることで、景観に調和した対策工が施工される。また、施主である RDA への宣伝効果や、認知度が高くなる。

今後想定される洪水・土砂災害対策事業：パイロットプロジェクト等でジオファイバー工法を試験施工することで、NBRO に対策工設計・施工のノウハウが蓄積されると共に、NBRO の Bio-Engineering の推奨工法として位置づけることが可能となる。

### 4-4 ODA 案件形成における課題と対応策

予定するパイロットサイトでの「普及・実証事業」の案件形成における主な課題として、以下の項目が挙げられる。表 4-9 は ODA 案件形成における課題と対応策を示したものである。

- ① 「普及・実証事業」の事業計画案に関して、工事着手前に関係各機関と事前協議を行い、必要な許可・承認を得る。(M/M の締結)
- ② 工事着手前に、ジオファイバー工法の技術に係る設計・施工ガイドライン及び調査・設計レビュー内容を説明し、実際の施工計画の承認を得る。



- ③ 事業期間の設定に関して、施工完了後、植生の変動に対する対策効果の確認、法面の維持管理、点検方法の技術移転を目的に 1 年の瑕疵担保期間を関係機関と協議に基づき適切に設定する。

表 4-9 ODA 案件形成における課題と対応策

課題	対応策	備考
M/M の協議・締結	案件化調査の段階で C/P と役割分担について協議を実施し、仮採択時点から C/P との事業に係る事前協議、合意形成を開始する。	C/P との役割分担に関する協議は実施済み。
施工計画の承認	セミナーや協議を通して、設計・施工ガイドライン及び調査・設計レビュー内容の説明を実施する。	工法説明に関するセミナーは実施済み。
適切な事業期間の設定	植生の対策効果確認や法面の維持管理、点検方法の技術移転を考慮した事業期間を設定する。	
適切な施工技術を持つローカルコントラクターの選定	案件化調査でのヒアリングで、適切なローカルコントラクターがいることを確認する。	調査結果より、施工技術のある 3 社のローカルコントラクターを確認済み。
適切な資機材の調達先の確保	案件化調査の結果をもとに、現地調達もしくは輸入すべき資機材の選定を実施し、現地調達が必要な資機材の調達先を早期に選定する。	資機材の選定は終了しており、現地調達となる保水・保肥材の調達先の目途は立っている。

出典：JICA 調査団

## 4-5 環境社会配慮にかかる対応

### 4-5-1 スリランカの環境政策

スリランカでは環境に関する法律として、1980 年に国家環境法 47 号が施行され、その後改定が行われている。これらの改訂は中央環境局（CEA）が中心となって行っており、環境影響評価にかかる許認可も行っている。

環境影響評価は国家環境法 47 号の中で、事業のタイプ、規模、予定地などの観点から、対象となる事業および評価機関が定められている。事業のタイプによって、観光局や農業省などが事業の承認機関となる場合もある。さらに、事業候補地が自然保護区から 1 マイル (1.6km) 以内で実施予定の場合、自然保護局が所管行政機関となる。本事業では C/P となる機関が国家環境法に則り、これらの手続きを実施することとなる。

## 4-5-2 環境社会配慮に係る検討の結果

本事業に対する環境社会配慮項目を洗い出すために、表 4-10 に示すとおりスコーピングを実施した。環境社会影響の分析を行った項目は、JICA 環境社会配慮ガイドライン(2010)に示されるチェック項目を参照した。影響は、事業実施時(用地取得および施工)および実施後について、程度を評価した。

A+/-:	比較的大きな正・負の影響が想定される。
B+/-:	ある程度の正・負の影響が想定される。
C+/-:	影響の程度は不明である（更なる調査が必要であり、影響は調査の進捗とともに明らかになる）。
D:	影響は想定されない。

表 4-10 スコーピング結果一覧

分類	No	影響項目	評価		評価理由
			実施時	実施後	
汚染対策	1	大気質	B-	D	<b>実施時</b> ：施工に伴い粉塵・排気ガスの発生が想定される。 <b>実施後</b> ：大気質への影響は非常に少ない。
	2	水質	B-	D	<b>実施時</b> ：繊維の吹付けに水を使うことから、施工に伴う排水の発生が想定される。 <b>実施後</b> ：排水は発生しない。
	3	廃棄物	B-	D	<b>実施時</b> ：建設残土や廃材の発生が想定される。 <b>実施後</b> ：施工後は残土等の廃棄物は発生しない。
	4	土壌汚染	D	D	土壌汚染を引き起こすような有害な薬剤等の使用は想定されていない。
	5	騒音・振動	B-	D	<b>実施時</b> ：建設機材の稼働などによる騒音の発生が想定される。 <b>実施後</b> ：騒音は発生しない。
	6	地盤沈下	D	D	当地の地盤は沈下を引き起こすような軟弱地盤ではないため、影響は想定されない。
	7	悪臭	D	D	悪臭を伴う薬品の使用、ヘドロ等の発生は想定されない。
	8	底質	D	D	底質へ影響を及ぼすような作業などは予定されない。
自然環境	9	保護区	C	D	プロジェクト予定地は保全区・保護区に指定されていない。候補地の北西約 600m には、Kurulu Kele Bird Sanctuary が位置するが、特段の影響はないと想定される。
	10	生態系/生物相	D	D	在来種を使用することで、生態系や生物相への影響は想定されない。
	11	水象	B-	D	<b>実施時</b> ：表流水（河川水）を施工に用いる。 <b>実施後</b> ：水の利用は発生しない。
	12	地形・地質	D	D	もともとが人為的な切土斜面であり、本事業によりさらに影響を及ぼす可能性のある行為は予定されない。
社会環境	13	住民移転	D	D	プロジェクト予定地の用地取得は必要となるものの、予定地に居住する住民はいないため、非自発的住民移転は発生しない。
	14	貧困層	D	D	<b>実施時</b> ：事業による雇用機会の創出は限定的である。 <b>実施後</b> ：雇用機会の創出へ影響することは、ほとんどない。
	15	少数民族・	D	D	プロジェクト予定地およびその周辺に少数民族・

分類	No	影響項目	評価		評価理由
			実施時	実施後	
		先住民族			先住民族は存在しない。
	16	雇用や生計手段等の地域経済	B+	D	<b>実施時</b> ：事業による雇用や宿舍の借上げ等、ある程度の地域経済への貢献が考えられる。 <b>実施後</b> ：地域経済への影響はほとんどない。
	17	土地利用や地域資源利用	D	D	土地利用や地域資源利用などへの影響はほとんどない。
	18	水利用	B-	D	<b>実施時</b> ：表流水（河川水）を施工に用いる。 <b>実施後</b> ：施工後は水の利用は発生しない。
	19	既存の社会インフラや社会サービス	B-	D	<b>実施時</b> ：施工区間における道路の通行が制限される。 <b>実施後</b> ：施工後は通行等に支障をきたすことはない。
	20	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	D	D	社会関係資本や地域の意思決定機関などへの影響はほとんどない。
	21	被害と便益の偏在	D	D	周辺地域に不公平な被害と便益をもたらすことはほとんどない。
	22	地域内の利害対立	D	D	地域内の利害対立を引き起こすことはない。
	23	文化遺産	D	D	事業予定地に文化遺産等は存在しないと考えられる。
	24	景観	D	B+	<b>実施時</b> ：大規模な工事は想定されないため、影響は一時的で小さい。 <b>実施後</b> ：道路のり面が緑化されることにより、景観への正の影響を与える。
	25	ジェンダー	C-	D	<b>実施時</b> ：女性が労働する場合、文化的、およびその他の問題が発生する可能性がある。 <b>実施後</b> ：ジェンダーへの特段の影響は想定されない。
	26	子どもの権利	C-	D	<b>実施時</b> ：一部の労働に児童が従事する可能性がある。 <b>実施後</b> ：子どもの権利への特段の影響は想定されない。
	27	HIV/AIDS等の感染症	B-	D	<b>実施時</b> ：大規模な工事は想定されないが、作業員の流入により感染症が広がる可能性が考えられる。 <b>実施後</b> ：労働者がいなくなるため影響はない。
	28	労働環境(労働安全を含む)	B-	D	<b>実施時</b> ：気温の高い湿潤地帯であるため、作業員の労働環境に配慮が必要である。 <b>実施後</b> ：労働者がいなくなるため影響はない。
その他	29	事故	B-	D	<b>実施時</b> ：落下事故・交通事故に対する配慮が必要である。 <b>実施後</b> ：労働者が撤収するため発生はない。
	30	気候変動	D	D	大規模な工事は想定されないため、影響は小さい。

出典：JICA 調査団

## 第5章 ビジネス展開の具体的計画

### 5-1 市場分析結果

非公開部分につき非表示

### 5-2 想定する事業計画及び開発効果

非公開部分につき非表示

### 5-3 事業展開におけるリスクと対応策

非公開部分につき非表示

## 第6章 その他

### 6-1 その他参考情報

特になし。



**Feasibility Survey with the Private Sector  
for Utilizing Japanese Technologies  
in ODA Projects**

**“Feasibility Survey for Environmental  
Protective Slope Protection Technology Using  
GEOFIBER Method (Continuous Fiber  
Reinforced Soil Method)”**

**Summary Report**

**Democratic Socialist Republic of Sri Lanka**

**September, 2017**

**HARA KOGYO Co., Ltd**

## Executive Summary

This is a summary of the activity and survey results of “Feasibility Survey for Environmental Protective Slope Protection Technology Using GEOFIBER Method (Continuous Fiber Reinforced Soil Method).”

### 1. Purpose of the Survey (Text, Introduction)

The purpose of the Survey is to assess the applicability and feasibility of GEOFIBER method (continuous fiber reinforced soil method), environmental protective slope protection technology, in Sri Lanka, in order to reduce vulnerability to natural disasters such as landslides.

### 2. Outline of Product and Technology (Text, Chapter 2)

As shown in Fig. 0-1, the GEOFIBER method is a slope protection method combining (1) continuous fiber reinforced soil method (a. slope protection type, b. retaining wall shape type), (2) soil nailing method and (3) planting work. It is capable not only for preventing weathering of the slopes and collapse of the shallow surface soil, but also greening the overall slopes.



Fig. 0-1 Outline of GEOFIBER Method

Source: JICA survey team based on the materials provided by Nittoc Construction



### 3. Positioning of Overseas Business Expansion (Text, Chapter 2)

We, Hara Kogyo Co., Ltd. (hereinafter referred to as Hara Kogyo) is the sole manufacturing company of GEOFIBER method. Nittoc Construction Co., Ltd. (hereinafter referred to as Nittoc Construction), our cooperative company as external human resources, is a developer of this method and has variety of experience. Making use of product processing and assembly developed in Japan, we are willing to expand a business out of Japan. In the survey, we assessed the needs of the government, public agencies, corporations, etc., to develop new products and establish overseas procurement bases. Sri Lanka was selected as our first destination because Nittoc Construction is planning business expansion to Sri Lanka, and there will be an increasing demand of slope protection technology in Sri Lanka in future.

### 4. Description of Activities (Text, Introduction)

We visited Sri Lanka totally 5 times from October 2016 to September 2017. Major activities were selection of a pilot site in the diffusion demonstration project, notification of the GEOFIBER method to the public/private bodies concerned, survey on formulation of a business model, and so on. We visited 25 bodies concerned, etc. to get an information on demands and needs in Sri Lanka..

In the 3<sup>rd</sup> visit, a seminar was held to disseminate the GEOFIBER method, and collect the opinions of each body of Sri Lanka. Totally 56 participants from 20 bodies (Sri Lankan side: 8 government agencies, 2 universities, 3 private corporations, Japanese side: 6 government agencies, 1 private corporation) participated to the seminar. In the 4<sup>th</sup> visit, topographic survey was conducted at the site of Kegalle bypass, a site for the diffusion demonstration project, to prepare a rough draft design for slope stabilization. In the 5<sup>th</sup> visit, we discussed about the details of diffusion demonstration project with NBRO and RDA, the candidate counterparts and finally we got a positive answer from them.

### 5. Survey Results (Text, Chapter 3)

#### 5-1 Clarification of the Effectiveness of the Product and Technology for the Development of the Target Country

##### Effectiveness and appropriateness of the product and technology

We could confirm the effectiveness and appropriateness of the GEOFIBER method for the vulnerability of infrastructure to the natural disasters such as landslides in Sri Lanka. The reasons are listed in;

- GEOFIBER method is applicable to many slopes in Sri Lanka where application cases are similar in Japan.
- The cost of GEOFIBER method is as same as the shotcrete method that is popular in Sri Lanka.
- A method covering both slope protection and landscape consideration is quite a new technology in Sri Lanka.
- Compared with the areas where the GEOFIBER has been applied so far, the weather conditions in Sri Lanka are not particularly severe (because they are severe in some areas, it is necessary to conduct a detailed survey in the future).
- Recognizing further domestic diffusion of planting work as one field of slope protection measures, NBRO is addressing slope stabilization for restoring the existing natural landscape

of a disaster-stricken slope.

- Landscape-friendly slope stabilization is needed in the road projects managed by RDA.
- From a viewpoint of landscape preservation, it is considered to implement slope protection compatible with the surrounding environment of historical sites in Sri Lanka. The Maintenance Division of the Department of Archaeology is managing the slopes around historical sites.

#### Utilization and development possibility of the technology

In Sri Lanka, planting work, shotcrete method (mortar spraying), and spraying crib work have been used as the slope protection measures. It is likely that the GEOFIBER method can be utilized as a substitution of these methods. In addition, soil nailing method has been diffused and utilized in many cases as a countermeasure for slope failure in Sri Lanka. Because the GEOFIBER method can be combined with the soil nailing, it can be applied also for the slopes where soil nailing is planning. The cost of GEOFIBER method is expected as same as the existing countermeasures, thus it can be applied and implemented easily.

Also, in Sri Lanka, a demand for coconut palm fiber has been declining these years and its new usage is being sought. It is considered to use coconut palm fiber as part of materials for the GEOFIBER method to be implemented in Sri Lanka, that may contribute to the industry in Sri Lanka.

#### 6. Specific Proposals for ODA Projects (Text, Chapter 4)

We selected the slope beside Kegalle bypass in Kegalle city as a pilot site (Photo 0-1).



Photo 0-1. Overall View of Pilot Site

Source: JICA survey team

The purpose and expected output of the diffusion demonstration project are as follows,

Purpose: To show the effectiveness of the GEOFIBER method through demonstration and dissemination to Sri Lanka based on the business expansion plan.

Result 1: GEOFIBER method is implemented at the target site to clarify technical applicability, effectiveness and superiority as the environmental protective slope protection technology. [Demonstration project]

Result 2: GEOFIBER method is recognized by the public bodies in Sri Lanka (RDA, NBRO, UDA, Department of Archeology, etc.) as an environmental protective slope protection technology to improve working environment. [Diffusion project]

Result 3: The business expansion plan is embodied for the GEOFIBER method in Sri Lanka. [Business expansion survey and activities]

Result 4: Environmental and social considerations are cleared ahead to formulate a plan for the relevant matters in business expansion. [Environmental and social considerations]

Table 0-1 shows an implementation structure for diffusion demonstration project planned in future. Counterparts will be NBRO, which plays an important role in operations related to disaster control measures in Sri Lanka, and RDA, the competent body for the pilot site and the biggest contracting body in Sri Lanka.

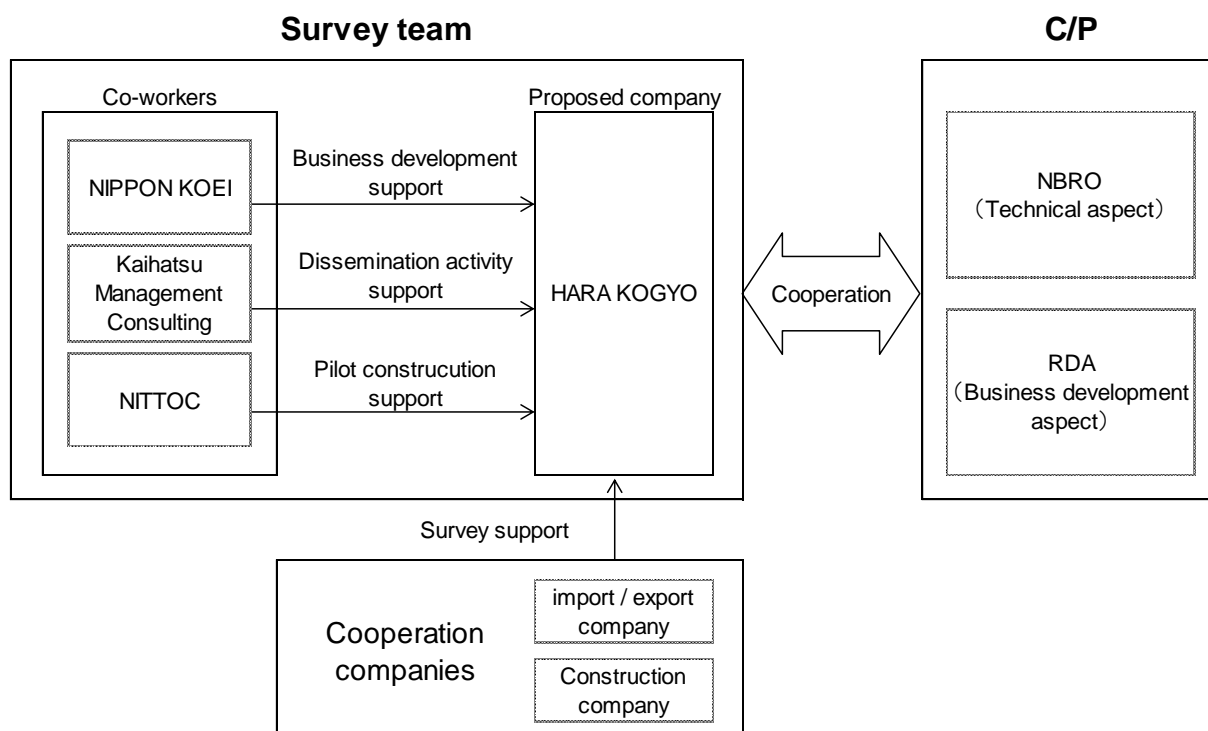


Table 0-1 Implementation Structure for Diffusion Demonstration project

Source: JICA survey team

# SUREVEY OUTLINE

[SURVEY TITLE]

Feasibility Survey for Environmental Protective Slope Protection Technology Using GEOFIBER Method (Continuous Fiber Reinforced Soil Method)

## SMEs and Counterpart Organization

- Name of SME : HARA KOGYO Co., Ltd.
- Location of SME : Tokyo, Japan
- Survey Site · Counterpart Organization : Kandy area etc., NBRO



Construction situation of GEOFIBER Method



Examples of fiber supply and management system which we manufacture (Ejector)

## Concerned Development Issues

- The introduction of the slope disaster prevention technology to contribute to the overcome the vulnerability to natural disasters such as landslides.

## Products and Technologies of SMEs

- Prevent slope failure by GEOFIBER Method
- Environmental Protective Slope Protection Technology
- Established construction technology

## Proposed ODA Projects and Expected Impact

### 【Verification survey for Environmental Protective Slope Protection Technology Using GEOFIBER Method】

- Contents: (1) Pilot site construction and check the applicability,  
(2) Knowledge transfer of design, cost estimation, construction technical  
(3) Dissemination of the GEOFIBER by the seminar held  
(4) Activities aimed at further ODA projects

### 【Expected effect】

Risk of slope disaster is reduced by the application of GEOFIBER which prevent shallow landslide on slope