

カンボジア国

カンボジア国  
既設道路の陥没の原因となる  
降雨浸透水を排除する機能性を有した  
排水シート敷設  
案件化調査

業務完了報告書

2022年11月

独立行政法人  
国際協力機構（JICA）

株式会社 田中

関西セ
JR
22-009

<本報告書の利用についての注意・免責事項>

- ・本報告書の内容は、JICAが受託企業に作成を委託し、作成時点で入手した情報に基づくものであり、その後の社会情勢の変化、法律改正等によって本報告書の内容が変わる場合があります。また、掲載した情報・コメントは受託企業の判断によるものが含まれ、一般的な情報・解釈がこのとおりであることを保証するものではありません。本報告書を通じて提供される情報に基づいて何らかの行為をされる場合には、必ずご自身の責任で行ってください。
- ・利用者が本報告書を利用したことから生じる損害に関し、JICA及び受託企業は、いかなる責任も負いかねます。

<Notes and Disclaimers>

- ・ This report is produced by the trust corporation based on the contract with JICA. The contents of this report are based on the information at the time of preparing the report which may differ from current information due to the changes in the situation, changes in laws, etc. In addition, the information and comments posted include subjective judgment of the trust corporation. Please be noted that any actions taken by the users based on the contents of this report shall be done at user's own risk.
- ・ Neither JICA nor the trust corporation shall be responsible for any loss or damages incurred by use of such information provided in this report.

# 目次

写真.....	1
地図.....	4
図表リスト.....	5
略語表.....	5
案件概要.....	6
要約.....	7
第1 対象国・地域の開発課題.....	11
1. 対象国・地域の開発課題.....	11
2. 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等.....	12
(1) 国家開発戦略.....	12
(2) MPWT の政策.....	12
(3) 法令等.....	14
3. 当該開発課題に関連する我が国の国別開発協力方針.....	14
4. 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析.....	14
(1) 我が国の ODA 事業.....	14
(2) 他ドナーの先行事例分析.....	16
第2 提案法人、製品・技術.....	16
1. 提案法人の概要.....	16
(1) 企業情報.....	16
(2) 海外ビジネス展開の位置づけ.....	17
2. 提案製品・技術の概要.....	17
(1) 提案製品・技術の概要.....	17
(2) ターゲット市場.....	19
3. 提案製品・技術の現地適合性.....	19
(1) 現地適合性確認方法.....	19
(2) 現地適合性確認結果（技術面）.....	19
(3) 現地適合性確認結果（制度面）.....	19
4. 開発課題解決貢献可能性.....	20
第3 ODA 事業計画/連携可能性.....	21
1. ODA 事業の内容/連携可能性.....	21
2. 新規提案 ODA 事業の実施/既存 ODA 事業との連携における課題・リスクと対応策.....	26
3. 環境社会配慮等.....	26
4. ODA 事業実施/連携を通じて期待される開発効果.....	26
第4 ビジネス展開計画.....	27
1. ビジネス展開計画概要.....	27
2. 市場分析.....	28

(1) 市場の定義・規模 .....	28
(2) 競合分析・比較優位性 .....	28
(3) ジオストリームニーズ調査 .....	28
3. バリューチェーン .....	28
(1) 製品・サービス .....	28
(2) バリューチェーン .....	28
4. 進出形態とパートナー候補 .....	28
(1) 進出形態 .....	28
(2) パートナー候補 .....	28
5. 収支計画 .....	28
6. 想定される課題・リスクと対応策 .....	28
(1) 本案件化調査で顕在したビジネス面での具体的課題 .....	28
(2) 法制度面にかかる課題/リスクと対応策 .....	29
(3) ビジネス面にかかる課題/リスクと対応策 .....	29
(4) 政治・経済面にかかる課題・リスクと対応策 .....	29
(5) 為替・原材料高騰、その他課題/リスクと対応策 .....	29
7. ビジネス展開を通じて期待される開発効果 .....	30
8. 日本国内地元経済・地域活性化への貢献 .....	30
(1) 関連企業・産業への貢献 .....	30
(2) その他関連機関への貢献 .....	30
参考文献 .....	31
英文案件概要 .....	32
英文要約 .....	33
別添資料 .....	34

写真



ジオストリーム製品



ジオストリーム荷姿



ドラゴンホール



ドラゴンホール



2019年試験施工（国道1号）



2019年試験施工（国道1号）



公共事業運輸省（MPWT）との協議状況



公共事業運輸省（MPWT）との協議状況

写真その2



国道2号 124キロポスト  
(石張法面で整備済み)



国道2号 115キロポスト  
(民家近くの法面、雨が流れた後有)



国道5号 シソポンバイパス  
(開通前に路肩が既に損傷)



国道5号 シソポンバイパス  
(石張法面で整備済み)



国道6号 340キロポスト  
(盛土法面、問題なし)



国道6号 94キロポスト  
(路肩にひび、杭が傾斜)



国道8号 20キロポスト  
(4車線拡幅工事中)



国道11号 18キロポスト  
(日本無償橋梁アプローチ部分)

写真その3



2019年試験施工現場  
(3年経過)



2022年1月適合性施工現場  
(シート敷設状況)



土壌水分センサーを用いた実験盛土



適合性施工現場状況  
(施工直後)



適合性施工1ヵ月後  
(シート無し部分にクラック)



2022年5月に発生した河川災害  
(侵食被害)



ジオシンセティックス技術研究会での報告会



公共事業運輸省 (MPWT) でのWebセミナー  
(配信状況)

地図



カンボジア国の道路ネットワーク（出典：MPWT）

注）本事業の対象地域は、カンボジア全国の1桁国道（Road：ピンク色のライン）及び適合性検証サイト



## 図表リスト

図 1 - 1	ドラゴンホールによる道路損傷状況	P12
図 1 - 2	MPWT 組織図	P13
図 2 - 5	標準設計図・設計ガイドの改定フロー	P20
図 4 - 1	ビジネス展開計画概要	P27

## 略語表

略語	英語	日本語
C/P	Counterpart	カウンターパート
DPWT	Department of Public Works and Transport	公共事業運輸局
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
MEF	Ministry of Economic and Finance	経済財務省
MPWT	Ministry of Public Works and Transport	公共事業運輸省
RID	Department of Roads Infrastructure	道路インフラ局（公共事業運輸省）
MOWRAM	Ministry of Water Resources and Meteorology	水資源・気象省
AC	Asphalt Concrete	アスファルトコンクリート
DBST	Double Bituminous Surface Treatment	二層瀝青表面処理

## カンボジア国既設道路の陥没の原因となる降雨浸透水を排除する機能性を有した排水シート敷設の案件化調査 株式会社田中(大阪府泉大津市)



### 対象国 道路分野における開発ニーズ(課題)

- ・ 分散性土が多く分布しているという土質特性から、道路法面でドラゴンホールが発生し法面・道路の損傷が発生する。
- ・ 道路維持管理予算の制約から、定期的で継続的な道路法面の維持修繕が十分に実施されていない。
- ・ 道路損傷が拡大し、走行安全性の低下、走行速度の低下等の道路交通機能が低下する。
- ・ ひいてはこの道路交通機能の低下により、交通事故発生や物流交通の効率低下を引き起こしている。

### 本事業の内容

- ・ 契約期間:2020年2月~2022年12月
- ・ 対象国・地域:カンボジア国
- ・ カウンターパート機関:カンボジア国公共事業運輸省
- ・ 案件概要:排水シート「ジオストリーム」に関する案件化調査。降雨浸透水を排除する機能を有する止水・排水シート「ジオストリーム」のビジネス展開を図り、道路法面崩壊・道路陥没の発生低減、効率的な道路維持管理実施、道路交通機能の確保に貢献、ひいては交通事故発生や物流交通効率低下の低減に貢献する。

### 開発ニーズ(課題)へのアプローチ方法(ビジネスモデル)

- ・ 現地法人を設立し、ビジネスパートナーと共同し、製品の販売及び設計支援サービスによりジオストリームの普及を図る。
- ・ 市場:カンボジア国の1桁・2桁国道の盛土区間の道路補修工事及びドナー資金による道路整備事業。将来的にはASEAN諸国へ拡大する。
- ・ 顧客:道路改築・維持管理事業を受託する現地道路工事会社
- ・ 関連事業:道路盛土対策を拡大し、河川盛土保護、農業インフラ等、集水、透水、止水機能の水と土とインフラをコントロールする総合的インフラビジネスへ拡大する。

### 提案製品・技術

- ・ ジオストリームは土と水を分離し排水する機能を有した止水排水材で、法面の吸い出し防止材や洗掘防止等広範囲に渡る使用が可能な製品である。
- ・ 止水・排水効果で盛土道路内への降雨の浸透を防ぎ、ドラゴンホールの発生を抑制できる。
- ・ 特殊な技能や機材を必要とせず、他の工法と比較して施工性の高い材料である。
- ・ 長期耐久性を有する合成繊維製で土中劣化はなく、メンテナンスが不要であり、耐久性、経済性に優れた製品である。



製品名:ジオストリーム

### 対象国に対し見込まれる成果(開発効果)

- ・ ジオストリームにより道路法面において降雨浸透水を排除し、ドラゴンホールの発生を抑制し、道路法面の損傷を抑制する。
- ・ 耐久性のある道路法面構築により、道路補修頻度を削減し、ライフサイクルコストの低い道路構築が可能であり、道路維持管理事業の予算制約を緩和する。
- ・ 効率的な道路補修の実施により、走行安全性の低下、走行速度の低下等の道路交通機能の低減を緩和する。
- ・ ひいては交通事故発生や物流交通の効率低下を低減できる。

2022年10月現在

## 要約

### I. 調査要約

1. 案件名	<p>(和文) カンボジア国既設道路の陥没の原因となる降雨浸透水を排除する機能性を有した排水シート敷設の案件化調査 (中小企業支援型)</p> <p>(英文) SDGs Business Model Formulation Survey with the Private Sector for Drainage sheet with a function to eliminate rainfall infiltration water causing existing road collapse in Cambodia road network.</p>
2. 対象国・地域	カンボジア国
3. 本調査の要約	<p>排水止水シート「ジオストリーム」に関する案件化調査。本調査後に降雨浸透水を排除する機能を有する排水シート「ジオストリーム」のビジネス展開を図り、ひいてはカンボジア国の降雨浸透による道路陥没・崩壊解決への貢献を目指す。</p> <p>ジオストリームは道路法面保護材で、道路法面保護対策として適切な道路維持管理、道路機能維持に適用される。ジオストリームは、不織布の特徴である集水効果と高強度ポリオレフィン系三次元網目構造の組み合わせにより、耐圧性と透水性を高い次元で両立させた多層構造の排水シートである。これにより、道路交通環境の悪化や道路維持費の増加といった道路インフラの課題解決に貢献することができる。</p> <p>本事業では、以下の活動を実施した。</p> <ul style="list-style-type: none"><li>活動 1 : 開発課題に関する情報収集と分析</li><li>活動 2 : 提案製品の現地適合性の確認・分析</li><li>活動 3 : 投資環境に関する情報収集とビジネスプランの策定</li><li>活動 4 : ODA 案件の検討と地域活性化への貢献</li></ul> <p>提案製品の現地適合性を確認するため、国道 1 号で現地適合性施工および試験盛土による排水試験を行い、施工性、技術的適合性の確認を行った。その結果、ジオストリームによる排水効果が確認され、ドラゴンホールの発生に対する抑制効果を発揮できる可能性が高いことが確認できた。また、ジオストリームの現地施工では、施工人数や敷設時間もほぼ日本と同程度で実施可能であることが確認され、材料費およびジオストリーム敷設における直接施工費が確認できた。</p> <p>本事業で検討されたビジネスプランの概要は次のとおりである。提案法人はジオストリームをカンボジア国において製造・製品化し、カンボジア国の建設工事会社に販売及び設計・工事支援サービスを行い、その対価を建設工事会社から獲得する。ジオストリーム製造に必要な材料は、当面は提案法人の日本工場での製造・調達し、将来的にはカンボジア国で設立予定の現地工場または委託工場での製造する。本事業の利益は、ジオストリーム製品販売、設計・工事支援サ</p>

	<p>ービスから生み出される。</p> <p>現地法人及び現地生産を実現化するためには、それらを維持できるだけの数量の販売が不可欠である。まずはジオストリームがドラゴンホール対策として有効であることが確認され、標準設計として採用されることが課題である。ビジネスモデル展開としては、ジオストリームを普及と同時に、災害復旧およびインフラ関連資材として関連製品を展開し、道路以外の河川や農業分野への市場を広げていく方針である。</p>
4. 提案製品・技術の概要	<p>提案製品「ジオストリーム」は、土木用繊維複合資材（ジオシンセティックス）と呼ばれる材料の一種。1,000 円/m<sup>2</sup>程度の価格で分離及び排水の機能性を有した排水シートで、堤防道路法面の覆土の下に敷設される。</p> <p>メンテナンスが不要な、長期耐久性を有する合成繊維製で、特殊な技能や機材を必要とせず、他の工法と比較して施工性の高い材料である。</p> <p>道路崩壊の原因となる降雨の浸透を防止する機能により、毎年発生する道路維持管理費用、渋滞の発生、運搬時の積荷の損傷を大幅に低減できる。</p>
5. 対象国で目指すビジネスモデル概要	<p>ビジネス体制・サービスは、現地法人設立＋ビジネスパートナー＋現地販売代理店でジオストリームのビジネス体制を構築し、ジオストリーム販売＋設計支援サービスによるビジネスを開始する。ジオストリーム製造に必要な材料は、当面は提案法人の日本工場で製造・調達し、将来的にはカンボジア国で設立予定の現地工場または委託工場で製造する。市場はカンボジア国の 1 桁及び 2 桁国道の盛土区間の道路補修工事及びドナー資金による道路整備事業である。将来的には ASEAN 諸国へ拡大する。顧客は、道路改築・維持管理事業を受託する現地道路工事会社である。関連事業として、道路盛土対策だけでなく、河川盛土保護等、集水、透水、止水機能の水と土とインフラをコントロールする総合的インフラビジネスへ拡大する。</p>
6. ビジネスモデル展開に向けた課題と対応方針	<p>現地法人及び現地生産を実現化するためには、それらを維持できるだけの数量の販売が不可欠である。まずはジオストリームがドラゴンホール対策として有効であることが確認され、標準設計として採用されることが課題である。</p> <p>このためには、今後ともジオストリーム試験施工箇所の継続的モニタリングを行うとともに、国道 1 号の試験施工だけでなく、法面高さや土質条件が異なる箇所での試験施工を行い、耐久性に関する実証・研究が必要であり、普及実証・ビジネス化事業等を活用してジオストリーム技術の理解、標準設計登録に努める。</p>

<p>7. ビジネス展開による対象国・地域への貢献</p>	<p>貢献を目指すSDGsのターゲット：  ⑨インフラ・産業 ⑩都市 ⑫消費と生産</p> <p>カンボジア国は分散性土が多く分布しているという土質特性から、道路法面でドラゴンホールが発生し法面・道路の損傷が発生する。道路維持管理予算の制約から、定期的で継続的な道路法面の維持修繕が十分に実施されていないため、道路損傷が拡大し、走行安全性の低下、走行速度の低下等の道路交通機能が低下する。ひいてはこの道路交通機能の低下により、交通事故発生や物流交通の効率低下を引き起こしている。</p> <p>ジオストリームの導入により、道路法面の降雨浸透水を排除し、ドラゴンホールの発生を抑制し、道路法面の損傷を抑制することができる。耐久性のある道路法面構築により、道路補修頻度を削減し、ライフサイクルコストの低い道路構築が可能であり、道路維持管理事業の予算制約を緩和する。効率的な道路補修の実施により、走行安全性の低下、走行速度の低下等の道路交通機能の低減を緩和し、ひいては交通事故発生や物流交通の効率低下を低減できる。</p>
<p>8. 本事業の概要</p>	<p>道路法面对策工として、吸出し防止材や洗堀防止材等広範囲に亘る使用が可能なジオストリームを適用することで、適切な道路保全の実施、道路機能保持による渋滞削減、物流効率化等カンボジア国の開発課題解決の技術的可能性について調査する。加えて ODA 案件／連携可能性、ビジネス計画可能性について調査する。</p>
<p>① 目的</p>	<p>ジオストリームを用いた道路法面工事技術について、カ国での技術的実行可能性、カ国開発課題解決可能性、ODA 案件／連携可能性、ビジネス発展可能性について調査する。これらの結果を踏まえ、ビジネスモデルを策定する。</p>
<p>② 調査内容</p>	<p>[活動1：開発課題に係る情報収集・分析]</p> <p>1-1 業務計画書の作成と政府道路関係機関への説明  1-2 道路損傷メカニズムの情報収集・分析  1-3 ドラゴンホール分布状況把握  1-4 道路関連組織及び予算状況調査</p> <p>[活動2：提案製品の現地適合性確認・分析及と法面施工に係る技術図書の整備]</p> <p>2-1 適合性検証工事準備  2-2 適合性検証工事実施  2-3 適合性検証工事モニタリング・評価  2-4 道路現状と舗装構造調査  2-5 法面对策工に係る技術図書の分析・作成  2-6 適合性検証結果に関する情報共有</p> <p>[活動3：投資環境に係る情報収集と事業計画の策定]</p> <p>3-1 ジオストリーム製品市場分析  3-2 ビジネスリスク情報収集・分析  3-3 事業計画の立案</p> <p>[活動4：ODA 案件化の検討と地域活性化への貢献]</p> <p>4-1 ジオストリーム製品の河川インフラへの拡大検討  4-2 ODA 案件化検討  4-3 地域活性化への貢献活動・検討</p>
<p>③ 本事業実施体制</p>	<p>提案企業：株式会社田中</p>

	外部人材：久心コンサルタント
④ 履行期間	2020年2月～2022年12月（34ヵ月）
⑤ 契約金額	26,631千円（税込）

## II. 提案法人の概要

1. 提案法人名	株式会社田中
2. 代表法人の業種	①製造業
3. 代表法人の代表者名	住吉 望
4. 代表法人の本店所在地	大阪府泉大津市宮町12番23号
5. 代表法人の設立年月日（西暦）	1953年11月18日
6. 代表法人の資本金	3億円
7. 代表法人の従業員数	90人
8. 代表法人の直近の年商（売上高）	43億84百万円（2022年5月31日）

## 第1 対象国・地域の開発課題

### 1. 対象国・地域の開発課題

カンボジア国（以下、カ国）では各援助機関により道路・橋梁の改修を含む運輸交通インフラ整備が進められており、主要国道の舗装率は100%に達している。しかし、道路整備環境が整いつつある一方、近年の経済発展に伴う急激な交通量の増加や過積載等の違法車輛の往来により、これまでに整備された道路の激しい損傷が全国で見られるが、道路施設が破損し、道路機能が失われた後に、修繕・補修を施しているのが実状である。今後も道路整備が見込まれる中、道路管理者である公共事業運輸省（MPWT）や、同省の道路インフラを担当する道路インフラ局（RID）の道路保全への取組みは益々重要性を増している。

カンボジア国の幹線道路の盛土区間では道路陥没が発生し、道路保全を目的とする道路補修が定期的に行われていないことが道路維持管理上の課題となっている。その原因の一つにカ国の土質特性である分散性粘土に起因する法面の空洞化（ドラゴンホール）の発生による道路損傷がある。

2006年にカ国政府の要請を受けて、JICAが「カンボジア国全道路網調査」を実施した。その結果は最終報告書として取りまとめられているが、その別冊「道路盛土材料調査」<sup>1</sup>では、「メコン川流域では分布する土質材料の特異性に起因していると考えられる盛土被害が報告されている。カンボジアにおける主要国道においてもいたるところで同様な被害（ドラゴンホールの発生等）が確認されている。」と記載されている。整備後15年経過した1桁国道（延長2,243km）では、約20%を盛土道路（雨期時は堤防道路の役割）が占めており、全ての道路でドラゴンホールが発見されている。同調査では「特にカンボジア国の1桁国道（1～7号）は、カンボジアのみならず周辺国との物流の根幹をなす大動脈であり、道路盛土被害は、交通の遮断のみならずカンボジア経済の停滞・損失に直結するカンボジアならびに周辺国にとっても解消すべき大きな問題である。」としている。

MPWT省内には道路維持管理事業に係るガイドラインやマニュアル類が存在し、それに基づいて修繕や補修が実施されている。しかしながら、的確に損傷の分類をせずに補修作業を実施したり、損傷が大きくなってから補修を施したりと適切な運用がなされておらず、効果・効率的な道路維持管理システムが定着していない。また道路維持管理に必要な予算が確保されず、保全的補修ができないことから、法面損傷が路肩や車道にまで拡大し、道路を新規に構築するなど高コストな対応を余儀なくされている。ひいては、道路損傷が放置されることで車両の走行性が悪化する。すなわち道路の車道部分が損傷する、その部分を避けようと車両の急な走行変更が生じ、交通事故の発生の原因となる。また車道の損傷部分では車両は速度を落とす必要があり、走行速度の低下や渋滞の原因となり物流の非効率化の一因になるなど、これらの課題に対策する早急な対応が求められている。

<sup>1</sup> <https://libopac.jica.go.jp/images/report/P0000170286.html> P1-P2



図 1-1 ドラゴンホールによる道路損傷状況

## 2. 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

### (1) 国家開発戦略

カンボジア政府が策定した国家「第四次四辺形戦略（2018-2023）」では、重点戦略の一つである「経済の多様化」において、運輸交通インフラにおける連結性強化、並びに、交通安全及び交通秩序の改善が謳われている。またこの国家戦略では、道路セクターに関連して7つの戦略を定めている。

戦 略	戦略 1: プノンペン一局集中ではない地方都市の活性化に資する道路ネットワーク 戦略 2: 地方中核都市を中心とした道路ネットワーク 戦略 3: 周辺国との円滑な物流に資する道路ネットワーク 戦略 4: 貧困対策に係る地方の社会経済の発展（特に農業分野）に資する道路ネットワーク 戦略 5: 経済成長回廊の強化に資する道路ネットワーク 戦略 6: 観光事業発展に資する道路ネットワーク 戦略 7: 国境エリアの経済発展に資する道路ネットワーク
-----	---

### (2) MPWT の政策

この国家開発戦略を基に道路セクターに関連して、MPWT は5つの開発目標を掲げている。

開発目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5年間で約 3,500 Km の新設道路整備</li> <li>• 1 桁国道を DBST から AC へ</li> <li>• 都市部周辺 1 桁国道の 4 車線化</li> <li>• 2 桁国道の舗装率を 70% から 90% に</li> <li>• 1 桁国道の全線側溝設備建設</li> </ul>
------	--

道路法面に関しては、ドラゴンホール等による法面陥没・崩壊の問題は把握・認識されているが、それに対応した具体的な戦略、政策、開発目標等は策定されていない。本事業のジオストリームによる耐久性のある道路法面構築は、国家開発戦略及び MPWT の開発目標に貢献するものである。道路セクターに関連する政策を検討・決定するのは MPWT である。その中で道路の維持管理に関する政策・計画は RID が担当する。以下に MPWT の組織図を示す。



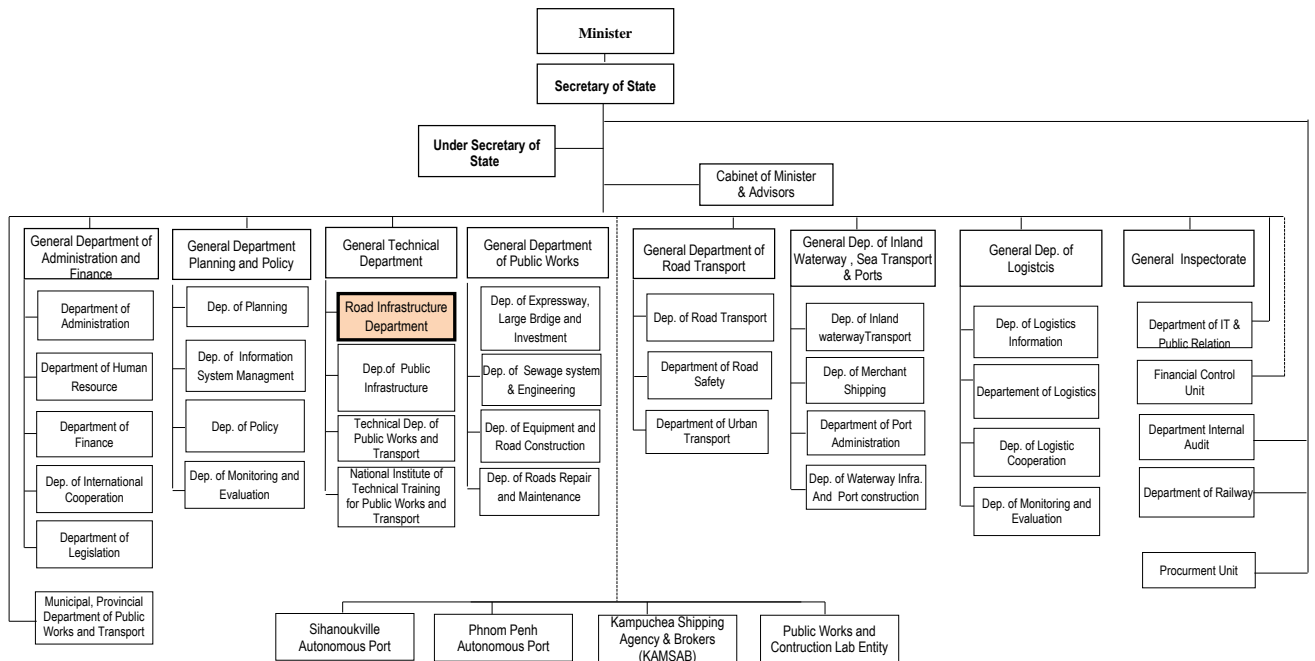


図 1 - 2 MPWT 組織図 (出典: MPWT)

MPWT の所管業務は以下のとおりである。

- 公共事業および運輸部門の開発に関するカンボジア国の政策および国家戦略計画の実施および実施の監視
- 公共事業及び運輸部門に関する事業の建設、開発、修理及び維持管理、監視、調査、研究、設計及び評価
- 陸路、海路、鉄道、物流等の運輸事業の管理、監視、評価、その他の公共・運輸部門に関する業務
- 公共事業および運輸部門に関連する民間サービスの管理、評価、認定と、関連する法案、ガイドライン、法的基準の作成
- 重貨物輸送の規制、管理、監視、制御と、運輸インフラを保護するための厳格な実施・措置
- 運輸インフラを建設するための材料の実験・研究、品質の評価
- 公共事業及び運輸インフラ建設の品質を確保するための技術基準の制定・管理・普及
- 関連省庁・機関と協力した公共事業と輸送部門におけるカンボジア国の戦略的政策の実施と、カンボジア国の周辺国や世界的な枠組みへの統合の主導
- 公共事業や運輸部門の発展に向けた新技術の研究、技術移転による人材の育成

また公共事業運輸局 (DPWT) は MPWT の地方組織であり、プノンペンおよび各州に拠点を有している。DPWT は、以下の業務を所管する。

- 国道、州道、および公共事業部門に関連する公共財の国家レベルでの管理
- 国道や地方道に沿った道路、橋梁、栈橋の建設、修理、維持管理プロジェクトの実施、建設現場の計画、監視および評価
- 公共事業の分野における事業、法人、研究所、民間および公共投資の管理、登録、およびライセンスの発行

- MPWT の管轄下にある道路建設、公共事業、交通インフラの品質の監視、調査および評価
- 関連する省庁への定期的な活動報告、関係省庁から委託された業務の遂行

### (3) 法令等

カ国には、道路の計画・設計に関する基準として以下のものが存在する。

- Road Design Standard Part1. Geometry (CAM.PW.03.101.99), 2003
- Road Design Standard Part2. Pavement (CAM.PW.03.102.99), 2003
- Road Design Standard Part3. Drainage (CAM.PW.03.103.99), 2003
- Road Sign and Marking Standard (RGN-023-02-PWRC), 2003

これらの基準において、道路盛土の設計基準、材料、施工方法等に関する基本的技術内容は規定されている。しかし、ジオストリーム等の法面保護シートを活用した道路盛土構築に関しては、MWPT が定める標準図面が存在するのみで、詳細な説明はない。また、設計ガイドラインや道路維持修繕ガイドラインには法面保護シートによる法面構築に関する基準は存在しない。

## 3. 当該開発課題に関連する我が国の国別開発協力方針

我が国のカ国に対する開発協力方針は以下のとおりである。

### **ODAの基本方針(大目標): 2030年までの高中所得国入りの実現に向けた経済社会基盤の更なる強化を支援**

我が国は、これまで「経済基盤の強化」、「社会開発の促進」及び「ガバナンスの強化」を重点分野とした援助を行ってきており、カ国が目指す2030年までの高中所得国入りの実現に向け、支援を継続する。本事業は、ジオストリームを用いて道路法面の予防的保全を行い、大目標である「経済基盤の強化」に貢献するものである。

また、重点分野(中目標)としては、以下の3つの分野を挙げている。

- ① 産業振興支援: 道路分野に関しては、ハード及びソフト両面における物流網(道路、港湾、税関など)の強化に取り組む。
- ② 生活の質向上: 道路分野に関しては、都市交通など都市生活環境整備に資する分野での支援を行う。
- ③ ガバナンスの強化を通じた持続可能な社会の実現: 中・長期的な視点に立ち、ガバナンスの強化を通じた持続可能な社会の実現を目指すべく支援を行う。

健全な道路インフラ保全を行うことで、中目標である「産業振興の効率化」、「生活の向上」、さらに同協力方針の留意事項に記載のある「地域の連結性強化(「南部経済回廊」、「日メコン連結性イニシアティブ」等)」、「質の高いインフラ(ハード+ソフト)」にも寄与するものと期待される。


## 4. 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析

### (1) 我が国の ODA 事業

関連する ODA 事業としては以下のものがあり、ジオストリームや・ジオシンセティックス製品の活用の可能性は以下のとおりである。

プロジェクト名	関連写真等	本事業との関連・期待される相乗効果
幹線道路における道路交通 安全改善プロジェクト (JICA 技プロ、実施中)		<ul style="list-style-type: none"> <li>・法肩が原因の交通事故データの共有による安全対策措置</li> <li>・このプロジェクトのパイロット事業におけるジオストリーム採用の可能性</li> </ul>
地方道路連結性向上事業 (JICA 基礎調査、実施中)		<ul style="list-style-type: none"> <li>・耐久性のある道路アセットマネジメントへの貢献</li> <li>・ジオストリーム採用による法面/洪水対策工への貢献</li> </ul>
シアヌークビル港新コンテナ ターミナル拡張事業 (有償資金協力、実施中)		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ジオシンセティックス製品による埋立護岸用吸出し防止・洗掘防止への貢献</li> </ul>
灌漑・排水施設標準設計基準 策定プロジェクト (JICA 技プロ、実施中)		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ジオシンセティックス製品の法面/洪水対策工の標準設計基準に係る技術提供</li> </ul>
The Project for Integrated Mine Clearance and Landmine Victim Assistance (外務省無償資金)		<ul style="list-style-type: none"> <li>・不発弾、地雷爆破の破片飛散防止のためのジオシンセティックス製品を活用した防止網施工</li> <li>・地雷原までのアクセス道路におけるジオストリーム法面对策工および地盤補強対策工</li> </ul>

(参考) 対象国独自の公的事业

プロジェクト名	関連写真等	本事業との関連・期待される相乗効果
河川法面对策工 (MOWRAM 自国資金緊急対策 費用)		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ジオシンセティックス製品による河川護岸の吸出し防止(*)や洗掘防止に係る技術提供</li> </ul>

(\*) 吸出し防止：盛土工や護岸工において、浸透水や水流は構造物に深刻な影響をあたえるため、効果的に水を排出したり、汚れた水が地中に広まらないよう止水したり、また碎石や土壌の流出を防止することをいう。

2006 年に実施された「カンボジア国全国道路網調査」において、「道路盛土材料調査」が実施され、道路盛土浸食対策の研究が実施された。結論として以下のような対策について継続して研究を行うことを提言している。

- ① 盛土表面を完全に遮水し、分散性土を水分から隔離する。

- ② 排水性を向上させ、分散性土を長時間浸水させない。
- ③ セメント添加等により盛土本体を強化する。
- ④ 分散性土を含む現地発生土ではなく、購入搬入材で盛土を造成する。

その後、この「道路盛土材料調査」をフォローアップする研究・調査は実施されていないが、ジオストリーム導入の本事業は、上記対策のうちの「② 排水性を向上させる」対策の一つに相当すると考えることができる。

また、2016—2018年にJICAの協力によって実施された「道路・橋梁の維持管理能力強化プロジェクト」では、MPWTとその州下部組織である公共事業運輸局（DPWT）を対象として道路・補修技術能力が強化され、このプロジェクトで整備された道路・橋梁補修マニュアルはMPWT内で現在でも有効に活用されている。しかしながら、的確に損傷の分類をせずに補修作業を実施したり、損傷が大きくなってから補修を施したりと的確な運用がなされておらず、効果的・効率的な道路維持管理システムが定着していない。また、カンボジア国で多くの道路セクターのODAプロジェクトが実施されているが、分散性粘土やドラゴンホールに対応した法面技術については、研究・事業は実施されていないため、今回提案するジオストリームによる道路補修技術が同マニュアルに追加・改定されることによって、強靱なライフサイクルコストの低い法面構築が可能となる。MPWTは、新しい技術の導入とその技術の適用・運用が可能となるマニュアルを整備することで、道路事業予算の効率的運用が可能となり、的確で効率的な道路維持管理事業が実施されることを望んでいる。

## （2）他ドナーの先行事例分析

水資源省（MOWRAM）において水路の法面の改修にセメント系土壌硬化剤による対策工が提案されていたが、改修費用が30 \$ / m<sup>2</sup>（約4200円/m<sup>2</sup>）以上と高額であり、また土壌改良材の使用にあたって、事前に配合強度試験などを行う必要があるため、全国に広がる道路法面の補修に同工法を利用することは現実的ではないと考えられる。

## 第2 提案法人、製品・技術

### 1. 提案法人の概要

#### （1）企業情報

提案法人は安全で快適な社会を支えるインフラ整備、防災のための工事を通じ、環境保全を考えた製品の開発・製造を一貫して業となし、「機能性」「信頼性」「省力化」に加えて「環境への配慮」を会社理念として、事業展開をしている。それに基づき環境にやさしい製品を通じて、人と自然がよりよく調和する、豊かな社会作りを目指している。長年に亘って国内の公共工事に、不織布や繊維複合資材のジオシンセティックスを供給し、国内インフラ事業に貢献してきた提案法人は、その過程で数多くの製品知識・施工技術を習得してきた。企業概要は以下のとおりである。

- 提案法人の会社名：株式会社田中
- 所在地：〒595-0013 大阪府泉大津市宮町12番23号
- 設立年月日：1953年11月18日

- 事業内容：土木・建築用繊維複合資材(ジオシンセティックス)・産業資材の製造および販売

## (2) 海外ビジネス展開の位置づけ

これまで日本国内の工事向けにジオストリームの普及・販売を行ってきたが、国内マーケットの縮小にともない、海外での製造委託による低廉化、海外での販路開発の必要性が増していた。これまでの海外での営業活動から、ジオストリームの製品販売及び設計・施工指導等のコンサルテーション事業等新たな事業構築を進めようとしている。

また、ジオストリーム等を用いた道路補修技術については IGS (国際ジオシンセティックスシンポジウム) という国際学会があり、その技術の開発と普及を進めている。ASEAN では、インドネシア、フィリピン、ベトナム、マレーシアにこの学会の支部があることから、これらを足掛かりとした ASEAN 諸国でのビジネス展開の可能性があると考えている。

また、提案法人の製品は道路法面の保護に限らず、河川、港湾、災害復旧そして地盤改良の用途で利用できる。当面はジオストリームの道路法面へ適用するビジネスを主体とするが、将来的には河川、港湾、災害復旧、地盤改良事業への適用や海外での ODA 事業への参画の他、大規模開発地域の地下工事等の民間事業への販路も視野にとらえている。

主要製品である河川護岸用シートや廃棄物最終処分場用で保護マットとして使用される繊維製品は、その素材に再生繊維や服地などの生地をほぐして再利用する反毛と呼ばれる繊維を使用していることから、創立以来SDGsの取り組みを続けていると言える。河川護岸用シートの日本でのシェアは60%以上であり、本社工場で製造している天然ヤシ繊維を使用した土木資材も環境にやさしい製品であり、今後の海外での需要が期待できる。

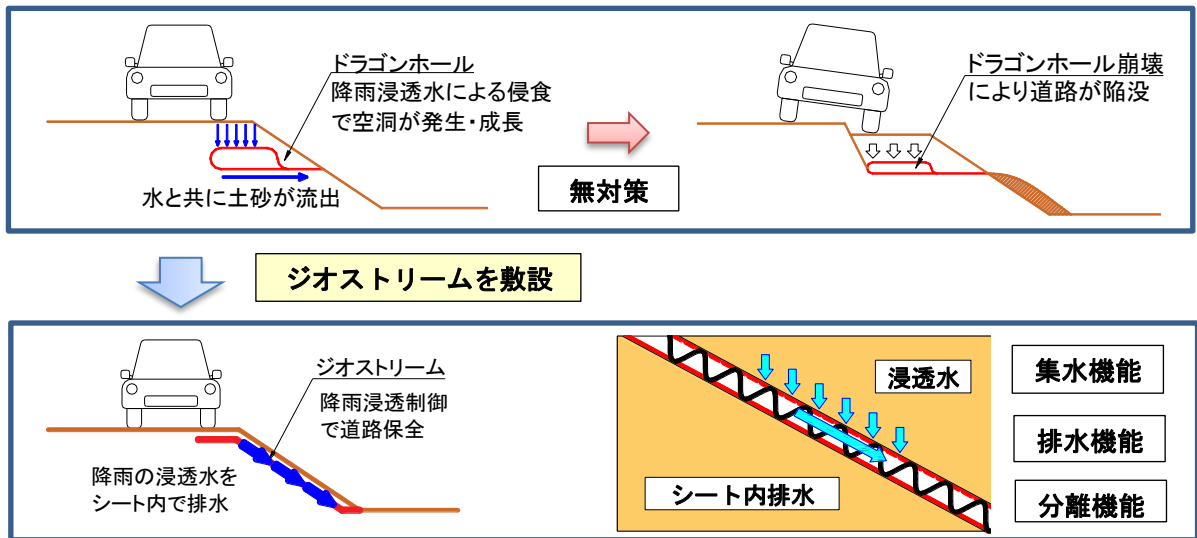
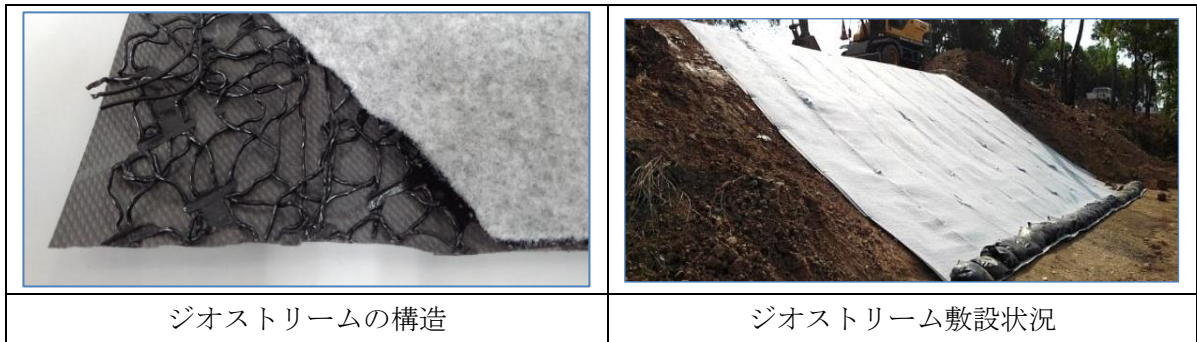
提案法人の社是は「安全安心な自然環境と快適な生活環境の創出を通じた社会貢献」であり、その実現のため常に「挑戦と進化」に取り組んできた。防災・減災への貢献、リサイクル原料や自然由来の原料での製品づくりでCO<sub>2</sub>の削減に貢献など、これまでの長年の実績、ノウハウを活かした新たな事業分野を開拓中であるが、海外への事業展開は提案法人の企業戦略の中で最重要テーマのひとつとして位置付けている。

## 2. 提案製品・技術の概要

### (1) 提案製品・技術の概要

#### <製品・技術の特長>

提案製品である「ジオストリーム」は土と水を分離し排水する機能を有した排水材で、排水層となる立体網状体を上下に異なる性能を有する不織布で挟み込んだ3層構造である。3層構造には、上層には集水機能、中層には排水機能、下層には分離（止水）機能がある。降雨浸透水を上層の不織布で土粒子の侵入を抑えながら排水層へ導入し、透水性の低い下層の不織布からはその下に集水した水を浸透させずに、中層で浸透水を排水させることで、ドラゴンホールの発生原因である堤防道路内への降雨の浸透を防ぐ効果を発揮する。このジオストリームは、一人で運搬できる大きさであるため、特殊な重機がなくとも、必要箇所に簡単に敷設することができる。



### <競合他社製品との比較>

比較対象	本製品及び技術	類似排水材	比較対象技術
項目	機能性排水シート による分離・排水	水平排水材	二層瀝青表面処理 (DBST)
特長	上下の不織布が独立して透水・難透水の機能を有し、効果を発揮する。	上下の不織布が同じ材料で下層から浸透水が路床に流れ、法面保護の効果が発揮できない。	瀝青処理により耐久性の高い舗装効果を発揮する。
経済性	施工費約 1,500 円/m <sup>2</sup> (材工込み、ジオストリーム敷設及び法面構築を含む)		施工費約 6,100 円/m <sup>2</sup> (材工込み)
施工性	ジオストリーム敷設工事には、特殊な機械は不要であり、地盤に関係なく、簡単に敷設可能。また、製品は軽量で、一人で運搬可能 (ジオストリーム有無にかかわらず法面構築作業は必要である)。		土質試験を行い、配合率を決定する。事前準備や現場混合、転圧が必要である。

### <製品・技術のスペック・価格>

構成材料	材質	特長・効果
上層不織布	ポリエステル	土と水を分離し、高い透水性から大きな集水効果を発揮する。土との摩擦抵抗が大きく、覆土の滑りを防止する機能を有する。
中間排水層	ポリプロピレン	太い繊維をランダムに積層させた立体網状体である。高い排水性と地盤に追従する柔軟性を有する。
下層不織布	ポリエステル	熱圧着構造で透水性を抑え、排水層から下層への水の浸透を防ぐ。植物の根の貫通を抑える効果を有し、根による侵食の発生を防ぐ。

・幅 2m、長さ 10m、厚さ 6mm のシート材料。材料価格約 1,000 円/m<sup>2</sup> (将来的に現地生産にてコストダウンを計画)

## <国内外の販売実績>

河川堤防において吸出し防止用途に使用されるジオシンセティックス製品は、国土交通省や地方自治体の公共工事において、20年以上にわたり、年間300万㎡以上の施工実績がある。近年では、東京都稲城市（よみうりランド）の大型造成現場にて、国内外からの様々な製品から、唯一盛土高さ30m以上の荷重下での排水性能を満たした製品として、本事業提案製品であるジオストリーム（耐圧型）が採用された。

### (2) ターゲット市場

ジオストリームの既存の国内の市場は以下のとおりである。

- 市場：道路盛土や盛土造成工事等
- 顧客：道路盛土や盛土造成工事など国や地方自治体、開発業者の事業を請け負う施工業者
- 市場規模：市場4億円/年（国内）
- ジオストリームの販売単価 ¥1,000
- 日本でのシェア5%

## 3. 提案製品・技術の現地適合性

### (1) 現地適合性確認方法

企業秘密情報につき非公開

### (2) 現地適合性確認結果（技術面）

企業秘密情報につき非公開

### (3) 現地適合性確認結果（制度面）

#### ア 法規制・許認可

ジオストリームと同じような素材を使った排水シートは、一般的な道路工事や河川工事で使用されている。MPWTや環境省との協議では、ジオストリームは、セメントや骨材等と同じ道路法面工事や河川法面工事に使用される一つの材料との認識であり、現地法規制や許認可等の課題はない。

MPWTが定める標準図面集では、排水シートを活用した道路法面構造の標準図は存在するが、実際のMPWTが発注する道路維持管理事業では排水シートを用いた工事实績はほとんどない。このため詳細な設計ガイド等で排水シートを用いた工事記述の必要性は低く、設計ガイドには追加されなかった。

#### イ 基準・標準

一般的に道路改築プロジェクトでは工事契約図書の中に詳細設計図が含まれる。設計コンサルタントが詳細設計を行い、契約図書を準備する際には、先ずMPWTの技術標準を採用する。採用する技術の規定がない場合は国際的な設計マニュアル等の基準を採用することとなっている。道路維持管理工事の場合は、工事契約書の中でMPWTの標準工事番号等を示すことで、構造・品質要求を規定する。ジオストリームによる道路補修技術として普及させるためには、MPWTの標準工事として、MPWTの標準工事図面集や設計ガイドや補修マニュアルに追加・改定し、ジオストリームの技術が法面保護工

事の一つの選択肢であると認識してもらうことが重要である。

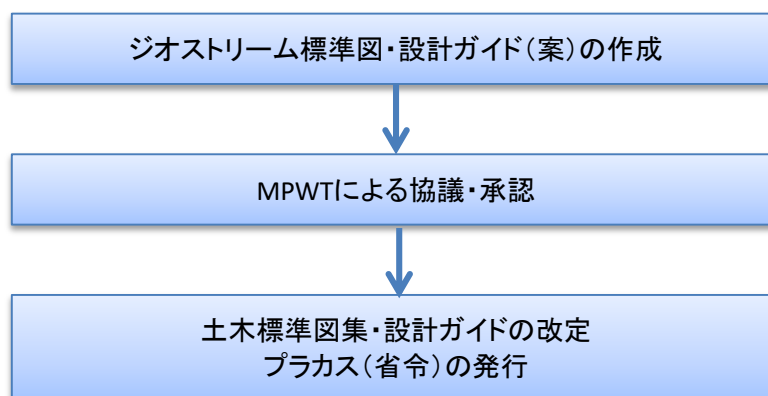


図 2 - 5 標準設計図・設計ガイドの改定フロー

#### 4. 開発課題解決貢献可能性

本事業を通じて、提案製品・技術の開発課題解決貢献可能性について検証した結果は以下のとおりである。

##### 【カ国の開発課題】

- カ国の土質特性で分散性土が多く分布しており、道路法面でドラゴンホールが発生し舗装面下にまで損傷が広がる一方、カ国の道路維持管理の優先順位や全体予算の制約から、定期的で継続的な道路法面の予防保全修繕が十分に実施されていない。
- このため道路法面の損傷が、路肩、舗装面に拡大し、走行安全性の低下、走行速度の低下等の通行車両の障害となっている。このような状況から、予防保全の補修頻度や寿命が長くなる強靱で耐久性のある道路法面の構築技術が必要とされている。

##### 【提案製品の技術で解決する事項】

- ジオストリームは、カ国特有の土質にかかわらず、道路法面において効果的に降雨浸透水を排除し、また盛土内の水を排出することでドラゴンホールの発生を抑制、道路施設の損傷を低減することができる。
- また、適合性検証施工の結果から、法肩に敷設されたジオストリームによって、法肩の損傷を防ぐことが可能であることが確認されたことから、ジオストリームは法面に敷設することでドラゴンホールの発生を防ぐだけでなく、法肩に敷設することによって道路に多く見られた法肩の損傷を防ぐことが出来、より多くの道路施設の問題が解決できる可能性があることが確認された。
- さらに、適合性検証施工においてジオストリームの施工方法と施工費用が確認されたことから、ライフサイクルコストの観点から効率的な補修が可能であり、カ国の道路維持管理事業の予算制約を緩和することができる。



### 第3 ODA 事業計画/連携可能性

#### 1. ODA 事業の内容/連携可能性

今回の案件化事業の結果から以下のような課題が浮かび上がった。

##### ① ジオストリームを使用する場所の特定

ドラゴンホールや法面の損傷を MPWT が発見した際、どの状態時にジオストリームを使用すればよいか、判断が難しく、予算措置への説明が困難になる。

##### ② 法肩の損傷補修

各国道を踏査した際や適合性施工箇所において法肩の損傷が散見され、バイクの走行に支障をきたし、交通安全上の問題があり、法面だけでなく路肩まで一体型のジオストリーム製品開発の必要性を感じた。

##### ③ ジオストリームの効果

土質状況や道路盛土インフラの状況は地域によって異なるため、ジオストリームの効果の定量的な評価には、施工条件が異なる地域での試験施工やその継続的なモニタリングによる評価が必要となる。

##### ④ ライフサイクルコスト (LCC) の概念

LCC の概念について、予算をつかさどる経済財務省 (MEF) にはなく、安価で効果的な製品・技術の提供が必要になる。

以上の課題を解決するため、新規 ODA 案件の可能性について検討した。

#### <ODA 事業内容>

普及・実証・ビジネス化事業

#### <対象地域>

- ・ カ国内の 1 桁国道及び 2 桁国道で法面保護工事が必要な箇所等雨季時に自然災害の影響を受ける地域や箇所

#### <カウンターパート機関>

- ・ 公共事業運輸省 MPWT (国道の管理者)、担当部局：道路インフラ局 RID
- ・ 公共事業運輸局 DPWT (道路維持管理の実施者、州道路の管理者)

これら C/P 機関の組織図や所掌業務や権限は P13 に記載している。MPWT は主に道路整備や維持管理業務の全体計画・予算計画を行い、DPWT はその計画に基づき実際に道路工事・維持修繕業務を実施・監理する機関である。普及・実証・ビジネス化事業の実施により、ジオストリーム適用箇所の明確化、強靱でライフサイクルコストの低いインフラ構築により、効率的な道路事業予算配分が可能となる。

#### <C/P との協議状況>

C/P となる MPWT の RID の局長並びに副局長と数回に亘り、今後の道路維持管理システムについて協議をし、普及・実証・ビジネス化事業の実施についての合意了承を得た。特にジオストリームを始め、ジオシンセティックスの普及は大いに期待されている。

<協議事項>

- ① 道路の点検能力の向上。
- ② 道路の補修能力の向上。
- ③ 道路の点検、補修及び補修工法の選択に係る適切な作業を DPWT へどのように普及させるか。
- ④ 雨季時に発生する災害の対応。
- ⑤ 法面保護が必要な地域の特定をどうすればいいか。
- ⑥ 予算措置をするために安価な製品の実証が必要であること。
- ⑦ 雨季時に発生する災害へのタイムリーな対応のため、適切な製品と技術を提供するために調査が必要であること。

<合意事項> (本事業における RID の役割・負担事項)

- ① パイロットサイトの実施場所の提供
- ② 技術協力プロジェクトや円借款事業及び他省庁との業務調整
- ③ 空洞調査、支持力測定機器の維持管理
- ④ 道路点検作業や危険箇所特定作業の共同実施

<他 ODA 事業との連携可能性>

カンボジア国ではこれまで多くの ODA 道路インフラ事業が実施されてきた。完成した道路インフラはその後カ国の責任において維持管理が実施される。ジオストリームを活用した道路法面工事技術はカ国が実施するこの道路維持管理事業に貢献するものである。他 ODA 事業ごとの連携の可能性は以下のとおりである。

<p>幹線道路における道路交通安全改善プロジェクト (JICA 技プロ、実施中)</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>・法肩が原因の交通事故データの共有による安全対策措置</li> <li>・このプロジェクトのパイロット事業におけるジオストリームの採用の可能性</li> </ul>
<p>地方道路連結性向上事業 (JICA 基礎調査、実施中)</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>・耐久性のある道路アセットマネジメントへの貢献</li> <li>・ジオストリーム採用による法面/洪水対策工への貢献</li> </ul>
<p>シアヌークビル港新コンテナターミナル拡張事業 (有償資金協力、実施中)</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ジオシンセティックス製品による埋立護岸用吸出し防止・洗掘防止への貢献</li> </ul>

<p>灌漑・排水施設標準設計基準 策定プロジェクト (JICA 技プロ、実施中)</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ジオシンセティックス製品の法面/洪水対策工の標準設計基準に係る技術提供</li> </ul>
<p>The Project for Integrated Mine Clearance and Landmine Victim Assistance (外務省無償資金)</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 不発弾、地雷爆破の破片飛散防止のためのジオシンセティックス製品を活用した防止網施工</li> <li>・ 地雷原までのアクセス道路におけるジオストリーム法面対策工および地盤補強対策工</li> </ul>

<PDM>

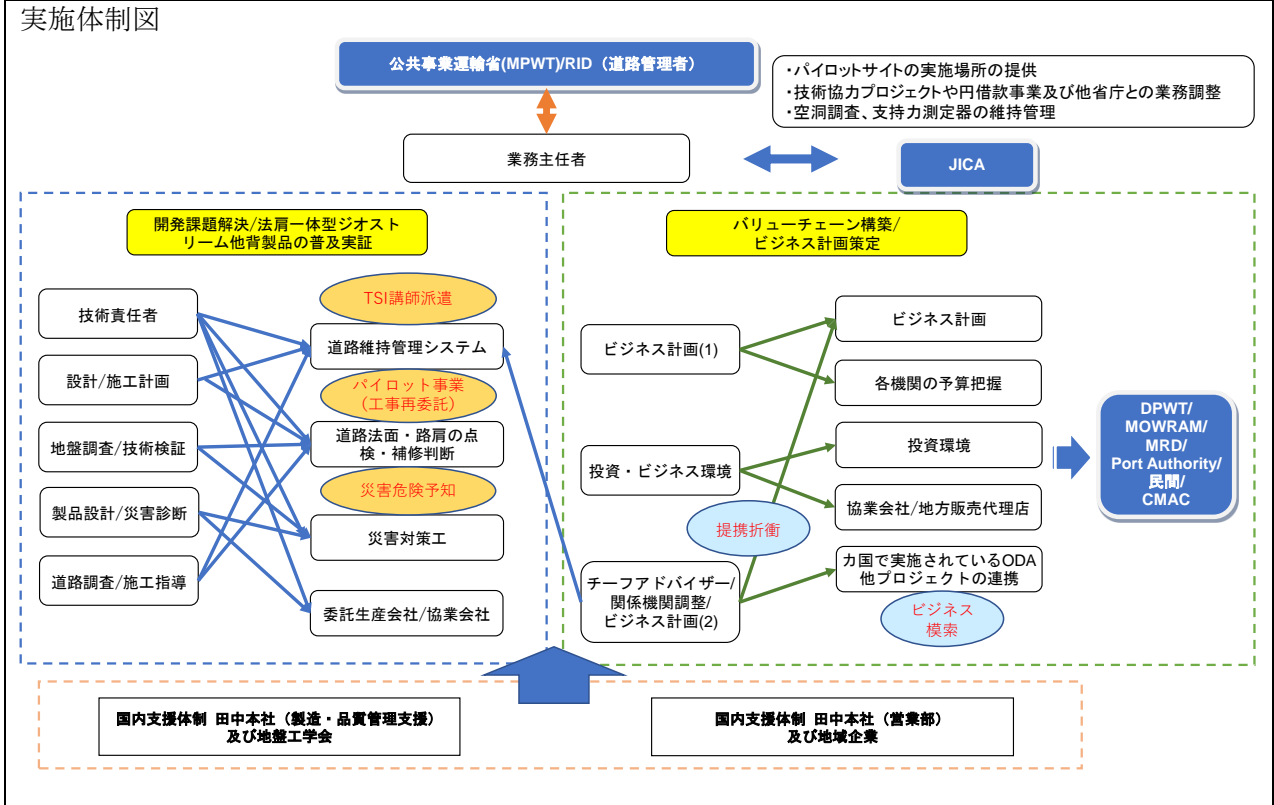
PDM 詳細は以下のとおりである。

<p>目的：</p>	<p>カンボジア国の効率的な道路維持管理システムや雨季時緊急対策工の構築、特に舗装面下の状態把握や法面の陥没危険性の解決に資するためにジオストリームの優位性・有用性を実証し、ジオストリームの普及・活用できるビジネス展開計画案を策定する。</p>
<p>成果：</p>	<p>活動：</p>
<p>成果1： ジオストリーム技術的特性がカ国で認識され、製品の有用性・優位性が実証される</p>	<p>活動 1-1：ジオストリーム敷設のパイロット事業の実施</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 道路及び河川法面のサイト特定について、MPWT, MOWRAM 及び DPWT と協議し、雨期明けに施工ができるよう施工計画等の準備を行う。</li> <li>・ 定期的に施工後のモニタリングを行う。</li> <li>・ 補修ガイドラインへの掲載申請を実施する。</li> </ul> <p>活動 1-2：ジオシンセティックスに対する災害復旧の効果があることを広く教示</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ MPWT 他関連省庁に対する普及セミナーを開催する。</li> <li>・ MPWT 教育機関への講師派遣によるジオシンセティックス技術の理解に努める。</li> <li>・ 災害予防措置のための技術導入に向けた協議を行う。</li> </ul>
<p>成果2： ジオストリームに関するビジネス展開計画が策定される。</p>	<p>活動 2-1：事業が創出する開発効果/SDGs 貢献への効果検討</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 支持力調査と空洞調査を用い、舗装損傷に係る維持管理システムを MPWT と協議する。</li> <li>・ 点検作業を通じ、補修工法の選定に係る補修分類表を作成する。</li> <li>・ SDGs への貢献ロジックを確認・検証する。</li> <li>・ 開発効果の検証を定量的に行う。</li> </ul> <p>活動 2-2：投資・ビジネス環境調査</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 文献等を参考に事前調査を実施する。</li> <li>・ 国家開発評議会（CDC）へのヒアリングによる投資環境（QIP 申請）及び必要な許認可を確認する。</li> <li>・ 委託生産会社及び協業会社との役割を確認する。</li> <li>・ 各省庁の予算申請・執行のフローを確認する。</li> </ul> <p>活動 2-3：市場性／現地ニーズ／競合の確認</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ MPWT, MOWRAM, MRD, CMAC 等へのヒアリングによる市場規模と予算規模を確認する。</li> <li>・ 危険箇所に該当する州 DPWT へ予算措置段階からジオストリームの効果を確認する。</li> <li>・ 法面補強材や工法現場に行き、競合製品の甲乙を判断する。</li> </ul> <p>活動 2-4：事業計画案の策定</p>

- ・活動結果に基づくビジネスモデルを再検討する。
- ・収支計画、資金調達計画を策定する。
- ・要員計画、人材育成計画を策定する。
- ・ビジネス実施スケジュールを策定する。

投入：日本側  
 事業調査人員 8 名（業務主任者、ビジネス計画、投資/ビジネス環境、設計/施工計画、地盤調査/技術検証、製品設計/災害診断、チーフアドバイザー/関係機関調整、道路調査/施工指導、合計 27MM）  
 投入機材：ジオストリーム及び簡易支持力測定機及び空洞探査機（約 700 万円）

投入：C/P 機関 MPWT 道路インフラ局 (RID)  
 ・関連情報の提供、協議への参加、パイロット事業の許可  
 ・ジオストリーム技術評価、マニュアル改定、標準図の承認、プラカス（省令）の発行



活動計画・作業工程（スケジュール含）

	実施項目	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回	第6回	第7回
		24.01 現地 2週間	24.04 現地 3週間	24.09 現地 3週間	24.12 現地 3週間	25.02 現地 3週間	25.08 現地 2週間	25.10 現地 2週間
1	投資・ビジネス環境調査		■		■		■	■
2	市場性/現地ニーズ/競合の確認	■	■		■			
3	ジオストリーム敷設のパイロット事業の実施	■	■	■	■			
4	点検技術及び危険箇所特定地域の特定判断能力の向上		■		■	■	■	
5	ジオシンセティックスに対する災害復旧の効果があることを広く教示				■	■	■	■
6	商流・バリューチェーンの構築					■	■	■
7	事業が創出する開発効果/SDGs 貢献への効果検討		■		■		■	
8	事業計画案の策定					■	■	■

事業額概算：提案製品・技術にかかる経費（機材費等）：総額 1億円

本提案事業後のビジネス展開：

日本では通常土木資材として、道路や河川法面で使用されるジオストリームをカ国で販売するにあたり、設計段階や補修方法のアイデアから発注者と工法を検討する必要がある。日本においても導入初期段階では発注者と共に試行錯誤を繰り返した経験があり、カ国でも同様なアプローチをする。また案件化調査を通じ、販売先ニーズや開発課題解決の製品の整理はできており、本事業を通じてビジネス展開を図る。

短期的にはカンダル州 DPWT（公共事業運輸局）で予算措置が図られているジオストリームを普及させ、(株)田中の存在を示し、中長期では MPWT 他省庁へのセミナーを通じ、様々な用途に合った製品提供に係るビジネスを展開し、強靱なインフラの基盤造りに貢献し、カ国での地位を確固たるものとする構想である。



## 2. 新規提案 ODA 事業の実施/既存 ODA 事業との連携における課題・リスクと対応策

新規提案 ODA 事業は、JICA 普及・実証・ビジネス化事業であり、そのビジネス化事業のリスクは以下のとおりである。

懸念事項	対応方針
ジオストリームを使用する場所の特定	空洞探査機と支持力測定機を用いた舗装面の点検作業また法肩の目視調査を行い、必要箇所を特定する。
法肩損傷により、バイクの走行に支障をきたす交通安全上の問題	JICA で実施中の「幹線道路における道路交通安全改善プロジェクト」と連携し、法肩損傷による事故統計有無の確認および安全施設の検討に関する情報を共有する。
ライフサイクルコストの概念が経済財務省にないことによる当該工法の単価設定	RIDやMPWT 公共事業総局長からも安価な製品を求められているため、現地生産や原材料のカ国調達をし、安価な価格を提示できるよう検討する。
災害時における道路損傷、洪水による河川の法面崩壊が発生した際の対応策や(株)田中による緊急対応	ジオストリームを始め、当社製品と技術(設計)の提供に努め、非常時に役立つ災害対策や予防補修材を提供できる会社になるため、セミナーや販売代理店を通じ、営業活動をする。災害時、迅速な対応をするため、危険箇所の予知ノウハウを本事業で提供する。

## 3. 環境社会配慮等

降雨による道路陥没に対し、止水・排水機能を有するジオストリームを堤防道路法面の覆土下に敷設するものであり、既存道路を対象としていることから、道路用地 (ROW) 内での用地取得は生じないと考えられる。特段環境社会への負の影響は想定されない。

## 4. ODA 事業実施/連携を通じて期待される開発効果

現時点では、ODA 事業実施/連携として「カンボジア国安全な道路構造を構築するジオストリームの提供に係る普及・実証・ビジネス化事業」を想定している。これによる開発効果は以下が想定される。

- 提案製品ジオストリームを含むジオシンセティックス製品に関する技術がカ国技術者に認識され、道路インフラ工事の選択肢が増える。
- 提案製品ジオストリームの技術的適合性が確認され、カ国の道路維持管理事業にその技術が採用されることで、道路インフラのライフサイクルコストが長くなり、効率的な道路維持管理予算の執行が可能となる。
- 提案製品ジオストリームによる法面保護工事が MPWT の標準工事として承認されることで、新規の道路改築工事での強靱な道路インフラ工事が可能となる。

## 第4 ビジネス展開計画

### 1. ビジネス展開計画概要

基本的なビジネス計画としては、提案企業独自のカ国進出は困難と考えており、関連するパートナー企業との協働ビジネスを想定している。また道路盛土対策を拡大し、河川盛土保護等、集水、透水、止水機能の水と土とインフラをコントロールする総合的インフラビジネスへ拡大することでビジネスを発展拡大させていく。展開方法及び進出形態は年代ごとに3段階に分けて行う。なおODA連携事業として提案している普及・実証・ビジネス化事業の実施の有無で事業開始年は調整する必要がある。

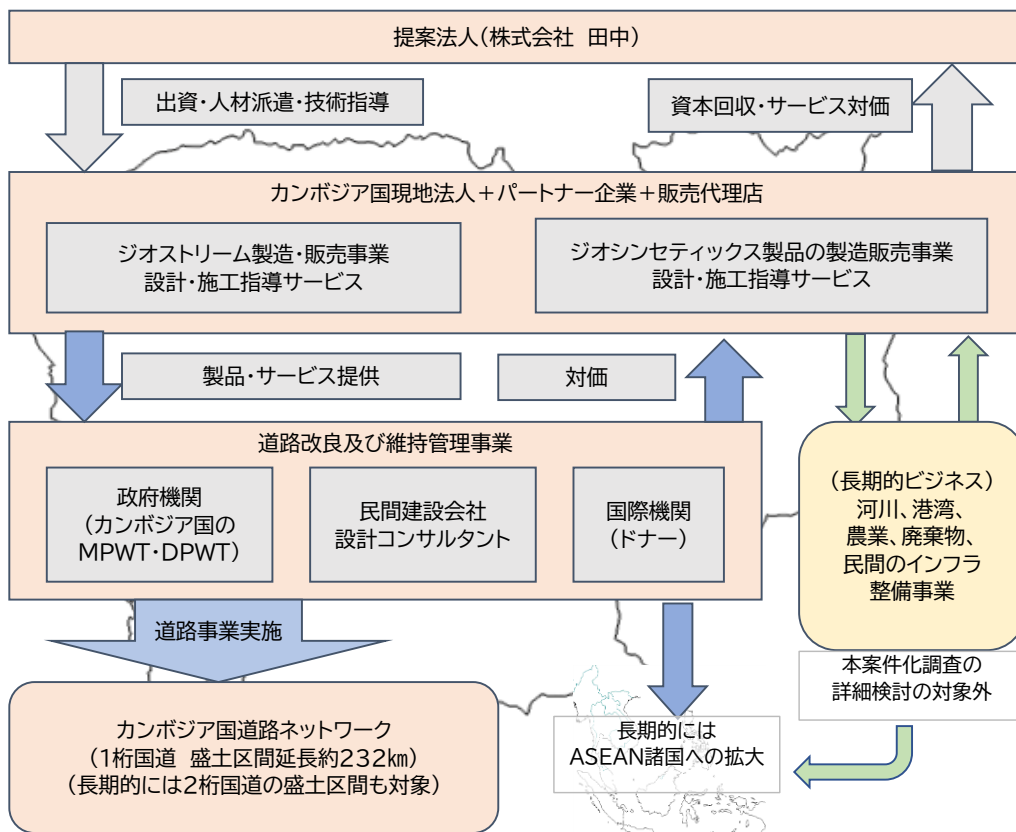


図4-1 ビジネス展開計画概要

## 2. 市場分析

### (1) 市場の定義・規模

企業秘密情報につき非公開

### (2) 競合分析・比較優位性

企業秘密情報につき非公開

### (3) ジオストリームニーズ調査

企業秘密情報につき非公開

## 3. バリューチェーン

### (1) 製品・サービス

提案製品「ジオストリーム」は、土木用繊維複合資材（ジオシンセティックス）と呼ばれる材料の一種である。1,000 円/m<sup>2</sup>程度の価格（材料売価）で土と水の分離（止水）及び排水の機能性を有したシートであり、道路法面や堤防法面の覆土の下に敷設される。メンテナンスが不要な長期耐久性を有する合成繊維製で、特殊な技能や機材を必要とせず、他の工法と比較して耐久性の高い材料である。道路崩壊の原因となる降雨の浸透を防止する機能により、道路陥没・道路崩壊を防ぎ、強靱で耐久性のあるライフサイクルコストの高い法面工事手法であり、道路維持管理費用の低減に貢献する。さらには、道路崩壊による渋滞発生を軽減するとともに運搬時の積荷の損傷を大幅に低減する。

### (2) バリューチェーン

企業秘密情報につき非公開

## 4. 進出形態とパートナー候補

### (1) 進出形態

企業秘密情報につき非公開

### (2) パートナー候補

企業秘密情報につき非公開

## 5. 収支計画

企業秘密情報につき非公開

## 6. 想定される課題・リスクと対応策

### (1) 本案件化調査で顕在したビジネス面での具体的課題

#### ① ジオストリームを使用する場所の特定

今後法面の損傷（ドラゴンホールを確認）を MPWT が発見した際、どの状態時にジオストリームを使



用すればよいか、判断が難しく、予算措置への説明が困難になる。このため提案している普及・実証・ビジネス化事業の中でジオストリーム適用基準の調査を実施する。

#### ② 法肩の損傷補修

各国道を踏査した際や適合性検証箇所では法肩の損傷が散見され、バイクの走行に支障をきたし、交通安全上の問題があり、法肩・法面の一体型の製品開発の必要性を確認した。このため提案している普及・実証・ビジネス化事業の中で法肩・法面の一体型のジオストリームの技術検証を行う。

#### ③ ジオストリームの効果

雨期明けの舗装面や法面損傷の原因の究明に MPWT は窮しており、ジオストリームが適しているか否か、検証に時間がかかる。2019 年に実施した試験施工箇所及び本事業で実施した適合性検証箇所のモニタリングを継続して実施する。

#### ④ ライフサイクルコスト (LCC) の概念

LCC の概念について、予算をつかさどる経済財務省 (MEF) にはなく、安価で効果的な製品の提供が必要になる。このため提案している普及・実証・ビジネス化事業の中で MPWT だけでなく MEF に対してもジオストリームの技術、経済性について説明・協議を行う。

### (2) 法制度面にかかる課題/リスクと対応策

日本国とカンボジア国での商慣習の違いから仕様書の解釈や支払条件等で工事契約図書内の齟齬が生じる。提案法人が建設工事会社にジオストリーム販売や関連コンサルティングサービスを提供する際には、上位となる工事契約図書の確認が重要である。提案法人の国内法務担当やカ国の道路事業の経験のあるコンサルタント専門家や現地法務事務所と販売・サービス提供契約の前に十分な検討をする。また FIDIC (国際工事約款) を理解し、発生する可能性のある事例を常に研究する。

### (3) ビジネス面にかかる課題/リスクと対応策

現地法人設立時における製造業登録と投資優遇措置 (QIP) 申請時のカ国の対応等の投資リスクがある。会社設立に際し、最新の情報を得られる体制を構築する。またパートナー会社や既にカ国に進出している企業より国内の諸事情の情報を定期的に入手する。

また、業務提携先・調達先や販売代理店企業の候補を確定する際には、会社の能力が著しく低く、業務提携先、調達先、販売代理店の相手先になりえない等のビジネスリスクがあり、候補会社の財務規模や技術能力について、十分に調査を行い、必要に応じて第三者機関に調査依頼をする。

### (4) 政治・経済面にかかる課題・リスクと対応策

カ国財政政策による公共事業の減少等の政治、経済面のリスクはあるが、そのような状況でもインフラ整備に必要とされる「工法・商品である」と認知されるよう、日本と同様の設計提案、技術サービス提案を継続的に行う事が肝要である。

### (5) 為替・原材料高騰、その他課題/リスクと対応策

原料調達が困難、あるいは高騰した場合、製品生産が災害等で不可能になる等の材料調達リスクがある。原料は日本国内以外からの調達が可能であり (調達ネットワークは台湾、タイ、インドネシ

アにある)、2027年にはカ国で委託貼合加工を行って製品に仕上げる事を検討している。これにより調達リスク分散と為替リスク回避が可能となる。

現地従業員の能力が著しく低く、ジオストリームの製造や技術移転ができない等の人材能力のリスクがあり、日本への研修を含め、カリキュラムを能力に応じて段階的に作成し、時間を掛けて人材教育をする。

## 7. ビジネス展開を通じて期待される開発効果

本調査の実施を通じて想定しているビジネスモデルは、ジオストリーム等のジオシンセティック素材の保護シートによる道路法面保護対策により、効率的かつ効果的な道路保全サイクルを実現することに貢献する。具体的な開発効果は以下のとおりである。

- ジオストリームにより道路法面において降雨浸透水を排除し、ドラゴンホールの発生を抑制し、道路法面の損傷を抑制する。
- 耐久性のある道路法面構築により、道路補修頻度を削減し、ライフサイクルコストの低い道路構築が可能であり、道路維持管理事業の予算制約を緩和する。
- 効率的な道路補修の実施により、走行安全性の低下、走行速度の低下等の道路交通機能の低減を緩和する。ひいては交通事故発生や物流交通の効率低下を低減できる。
- また、道路法面から様々なインフラ維持管理工事にも拡大することで、道路分野にとどまらず、広く河川・港湾等の維持管理技術の向上にも資する。

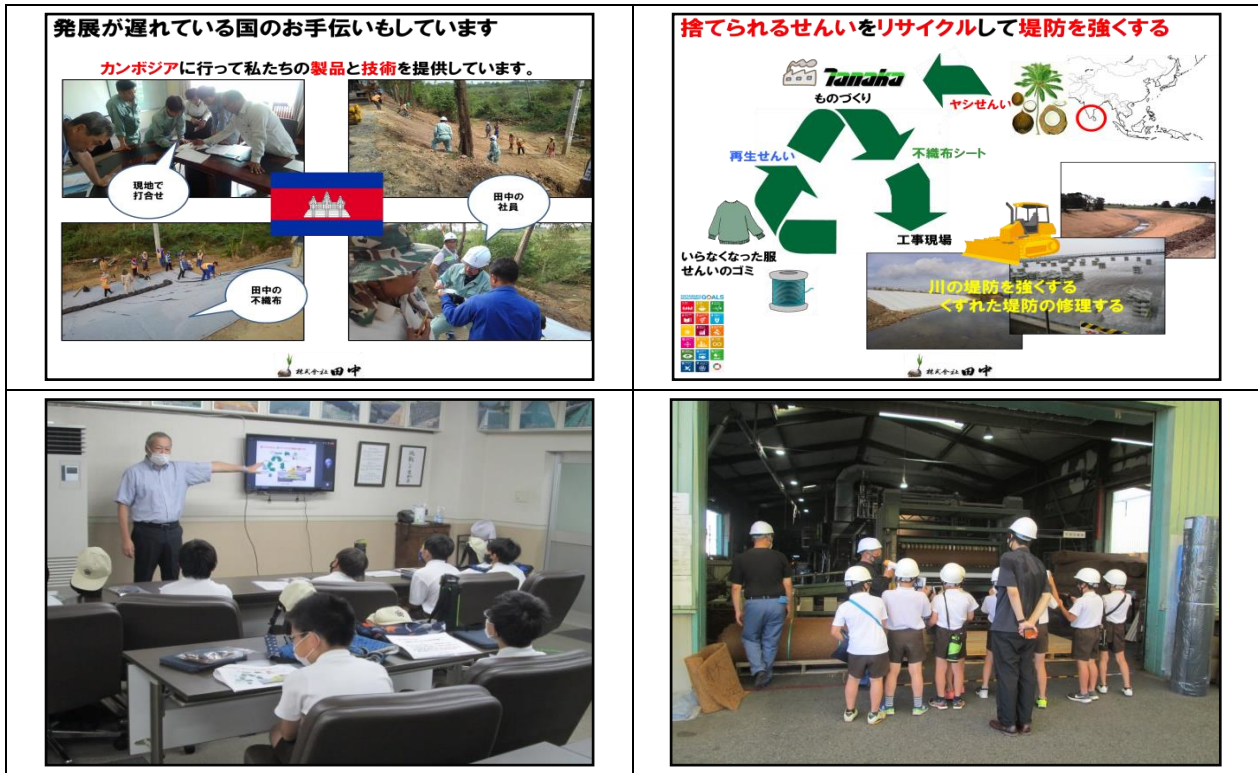
## 8. 日本国内地元経済・地域活性化への貢献

### (1) 関連企業・産業への貢献

- ジオストリームのカ国での普及によって、大阪南部の泉州地域における繊維産業を営む地元の協力企業の製造量が増加し売り上げや雇用の促進につながり、地元の活性化が見込まれる。
- 大阪府立産業技術研究所が参加するジオシンセティック技術研究会において、参加メンバーの海外展開協力、及びメンバーの製品をOEM販売することで地元企業の活性化を図ることが出来た。

### (2) その他関連機関への貢献

- カ国におけるODA案件化、及びその後の海外展開における製品の販売によって、繊維・プラスチック資材などを製造する関西の原料メーカーの売り上げ増が期待できる。
- (株)田中の事業活動を通じたSDGsへの貢献について、大阪府泉大津市立旭小学校6年生の皆さんに(株)田中を訪問頂き、工場見学及び座学を実施。環境負荷の少ないリサイクル繊維や自然由来の繊維を原料に使用した製品が、全国で防災・減災などに長年に渡り活用されていることやその実績、技術・ノウハウの海外における事業展開等を紹介し、(株)田中の事業活動を通じたSDGsへの貢献について、学んで頂いた。



- 2022年9月～10月泉大津市立図書館にて、(株)田中のSDGs活動を広く市民に認識頂けるよう公開展示を行った。10月には同所にて一般市民にご参加頂き講演会を開催した。

### 参考文献

- カンボジア国全国道路網調査、JICA、2006年10月
- カンボジア国 全国道路網調査最終報告書 別冊：道路盛土材料調査、JICA、2006年10月
- カンボジア国 道路・橋梁の維持管理能力強化プロジェクト事業完了報告書、JICA、2018年2月
- カンボジア王国 道路分野における環境社会配慮に関する実施能力向上プロジェクト事業完了報告書、JICA、2020年1月



**SDGs Business Model Formulation Survey with the Private Sector  
for Drainage Sheet with a Function to Eliminate Rainfall Infiltration  
Water Causing Existing Road Collapse in Cambodia Road Network  
Tanaka Co., Ltd. (Izumiootsu City, Osaka)**



**Development Issues**

- Due to the soil characteristics of the high distribution of dispersive soil, dragon holes occur on road slopes, causing damage to the road slopes.
- Due to road maintenance budget constraints, regular and continuous maintenance and repair of road slopes are not sufficiently implemented.
- Road damage increases, and road traffic functions deteriorate, such as reduced driving safety and driving speed.
- In turn, this deterioration of road traffic function causes the occurrence of traffic accidents and reduced efficiency of logistics traffic.

**Project Scope**

- Contract period: February 2020 to December 2022
- Target Area: Cambodia
- Counterpart Agency: MPWT
- Project overview: Project feasibility study on drainage sheet “Geostream”. Aiming to develop the Geostream business, a waterproof and drainage sheet with the function of eliminating rainwater infiltration, and contribute to the reduction of road slope collapse and efficient road maintenance and management.

**Business Model**

- Establish a company in collaboration with business partners to promote Geostream and design support services.
- Market: Road repair work on embankment of 1 and 2digit national roads and donor-funded road maintenance projects. In the future, the market will be expanded to ASEAN countries.
- Clients: Local road construction companies entrusted with road reconstruction and maintenance projects
- Related business: Expanding road embankment measures to include river embankment protection, agricultural infrastructure, and other comprehensive infrastructure businesses that control water, soil, and infrastructure for water collection, water permeability, and water sealing functions.

**Tanaka Technology**

- Geostream is a waterproofing and drainage material that separates soil and water and can be used in a wide range of applications, such as preventing soil from being sucked out of slopes and preventing scouring.
- The water sealing and drainage effect prevents rainfall from infiltrating into the embankment road, thereby preventing the formation of dragon holes.
- The material does not require special skills or equipment, and is easier to construct than other construction methods.
- Made of synthetic fiber with long-term durability, it does not deteriorate in the soil and requires no maintenance, making it a durable and economical product.



Tanaka Product:Geostream

**Contribution to Development Issues**

- Geostreams eliminate rainwater infiltration on road slopes, prevent dragon holes, and limit damage to road slopes.
- Durable road slope construction reduces the frequency of road repairs, enabling road construction with low life-cycle costs and alleviating budget constraints for road maintenance projects.
- Efficient road repair will alleviate road traffic function recommendations such as reduced driving safety and driving speed.
- In turn, this will reduce the occurrence of traffic accidents and the reduction of logistics traffic efficiency.

October 2022

## 英文要約

GEOSTREAM is the road slope protection material and applied to implement appropriate road maintenance and maintain road functions as a road slope protection countermeasure. GEOSTREAM is a multi-layer drainage sheet that combines pressure resistance and water permeability at a high level by combining the water collecting effect and the high-strength polyolefin-based three-dimensional network that are the characteristics of nonwoven fabric. This can contribute to solve road infrastructure issues such as the deterioration of the road traffic environment and the increase in road maintenance costs.

In this survey, the following activities were carried out.

- Activity 1: Information collection and analysis related to development issues
- Activity 2: Confirmation / analysis of proposed products' local suitability and preparation of technical guidelines related to slope construction
- Activity 3: Gather information on investment environment and formulate business plan
- Activity 4: Considering ODA projects and contributing to regional revitalization

In order to confirm the local suitability of GEOSTREAM, we conducted local suitability construction on National Highway No. 1 and test embankment to confirm workability and technical suitability. As a result, it was confirmed that GEOSTREAM has high drainage effect, and there was a high possibility that the product would be effective in controlling the occurrence of dragon holes. In addition, it was confirmed that the on-site installation of GEOSTREAM could be carried out with almost the same number of man power and installation time as in Japan, and the material cost and direct installation cost for GEOSTREAM were confirmed.

The business plan is summarized as follows. The TANAKA will manufacture and commercialize GEOSTREAM in Cambodia, sell it to construction companies in Cambodia, and provide design and construction support services, for which it will receive compensation from the construction companies. The materials necessary for GEOSTREAM will be manufactured and procured at the TANAKA factory in Japan for the time being, and in the future, will be manufactured at a local TANAKA factory in Cambodia or at a subcontracted Cambodian factory. Profits from the project will be generated from sales of GEOSTREAM products and design and construction support services.

In order to realize a local subsidiary and local production, it is essential to sell enough volume to sustain them. First, the effectiveness of GEOSTREAM as a solution for Dragon Hole must be realized in Cambodia, and the product must be adopted as a Cambodian standard design. In terms of business model development, TANAKA plans to promote GEOSTREAM and at the same time, develop related products as disaster recovery and infrastructure-related materials, and expand the market to include rivers and agricultural fields other than roads.

## 別添資料

### 1. 調査工程詳細表

企業秘密情報につき非公開

### 2. 業務従事計画・実績表

企業秘密情報につき非公開

### 3. キックオフ会議プレゼンテーション資料

企業秘密情報につき非公開

### 4. ラップアップ会議プレゼンテーション資料

企業秘密情報につき非公開

### 5. 道路法面チェックシート

企業秘密情報につき非公開

### 6. ジオストリーム適合性検証工事報告書

企業秘密情報につき非公開

### 7. 2019年試験施工モニタリング結果

企業秘密情報につき非公開