

ボリビア国

ボリビア国
廃レンガ等を活用した高性能舗装
によるインフラ整備のための基礎調査
業務完了報告書

2022年4月

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社エコシステム

北陸セ
JR
22-003

<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	2
図表リスト.....	3
略語表.....	4
案件概要図（和文）	5
案件概要図（英文）	6
要約	7
はじめに	10
1. 調査名	10
2. 調査の背景.....	10
3. 調査の目的.....	10
4. 調査対象国・地域.....	11
5. 契約期間、調査工程	11
6. 調査団員構成	11
第1 対象国・地域の開発課題.....	12
1. 対象国・地域の開発課題.....	12
2. 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等.....	15
(1) 開発計画.....	15
(2) 政策	15
(3) 法令等.....	15
3. 当該開発課題に関連する我が国の国別開発協力方針.....	18
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.....	19
(1) 我が国の ODA 事業.....	19
(2) 他ドナーの先行事例分析	19
第2 提案法人、製品・技術	21
1. 提案法人の概要	21
(1) 企業情報.....	21
(2) 海外ビジネス展開の位置づけ	21
2. 提案製品・技術の概要	21
(1) 提案製品・技術の概要	21
(2) ターゲット市場.....	22
3. 提案製品・技術の現地適合性	24
(1) 現地適合性確認方法.....	24
(2) 現地適合性確認結果（技術面）	32

(3) 現地適合性確認結果（制度面）	35
4. 開発課題解決貢献可能性.....	35
第3 ビジネス展開計画.....	36
1. ビジネス展開計画概要	36
2. 市場分析	36
(1) 市場の定義・規模	36
(2) 競合分析・比較優位性	37
3. バリューチェーン.....	38
(1) 製品・サービス	38
(2) バリューチェーン	40
4. 進出形態とパートナー候補	41
(1) 進出形態.....	41
(2) パートナー候補.....	42
5. 収支計画	43
(1) 販売計画.....	44
(2) 収支計画.....	44
6. 想定される課題・リスクと対応策	44
(1) 法制度面にかかる課題/リスクと対応策.....	44
(2) ビジネス面にかかる課題/リスクと対応策.....	45
(3) 政治・経済面にかかる課題・リスクと対応策.....	45
(4) その他課題/リスクと対応策.....	45
7. 期待される開発効果.....	46
8. 日本国内地元経済・地域活性化への貢献	48
(1) 関連企業・産業への貢献	48
(2) その他関連機関への貢献	49
第4 ODA 事業との連携可能性.....	50
1. 連携が想定される ODA 事業	50
2. 連携により期待される効果	51

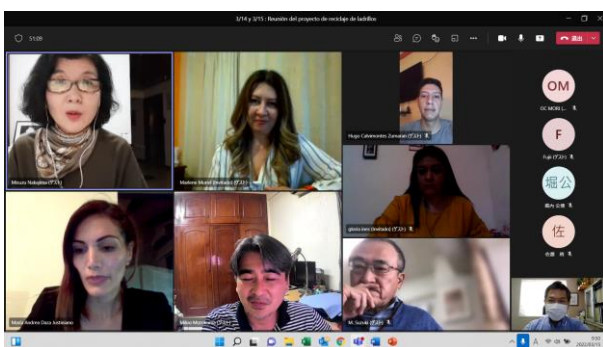
写真



サンタクルス市内の車道・歩道の例



サンタクルス市内のレンガ工場 廃材置き場



サンタクルス市役所との打ち合わせ状況



世界銀行との打合せ状況



試験用供試体の製作



透水性試験の様子



試作設置箇所



試作設置箇所 雨天の状況

地図



出典元：【世界地図・SekaiChizu】 <http://www.sekaichizu.jp/>


図表リスト

- 表 1 サンタクルス市の開発推移
 - 表 2 サンタクルス都市圏の人口推移
 - 表 3 サンタクルス市の課題
 - 表 4 サンタクルス市で適用されている舗装の種類
 - 表 5 サンタクルス都市圏交通マスタープラン提案内容
 - 表 6 サンタクルス市担当部局
 - 表 7 サンタクルス市歩道整備条例概要
 - 表 8 サンタクルス市の歩道整備ガイドライン要件
 - 表 9 ボリビア国援助方針との合致状況
 - 表 10 現地ヒアリング結果の概要
 - 表 11 試験施工配合図
 - 表 12 モニタリング項目
 - 表 13 モニタリング結果
 - 表 14 レンガ分析結果（含有試験）
 - 表 15 レンガ分析結果（溶出試験）
 - 表 16 レンガ分析結果（供試体による性能試験）
 - 表 17 制度面での適合性確認結果
 - 表 18 競合製品の生産量
 - 表 19 国内外の競合他社製品との比較優位性
 - 表 20 競合品との比較
 - 表 21 ボリビア投資ガイド要点
 - 表 22 ボリビア展開ステップ
 - 表 23 現地パートナー候補
 - 表 24 販売計画
 - 表 25 損益計算書
 - 表 26 法制度面にかかる課題/リスクと対応策
 - 表 27 ビジネス面にかかる課題/リスクと対応策
 - 表 28 政治・経済面にかかる課題・リスクと対応策
 - 表 29 その他課題/リスクと対応策
 - 表 30 提案製品の特性と開発効果
 - 表 31 地元経済・地域活性化への取り組み一覧
 - 表 32 本調査及び ODA 案件化でみこまれる地元経済・地域活性化
 - 表 33 我が国の ODA の基本方針
-
- 図 1 サンタクルス市の既存の歩道の例
 - 図 2 サンタクルス市の自転車道の例
 - 図 3 提案製品「K-グラウンド」（左）及び「K-グラウンドコート」（右）

- 図 4 サンタクルス市自転車道整備ルート案
- 図 5 試験施工実施場所(右は拡大図)
- 図 6 施工箇所(第1環状方向)
- 図 7 施工箇所(第2環状線方向)
- 図 8 施工箇所(街路樹とゴミ置き場に挟まれた部分)
- 図 9 試験施工状況1(砕石路盤(左)およびレンガ廃材ブレンド路盤作成(右))
- 図 10 試験施工状況2(表層舗装材製造、打設敷均し状況)
- 図 11 試験施工完了後1週間後、その1
- 図 12 試験施工完了後1週間後、その2
- 図 13 試験施工断面図
- 図 14 撤去工事・回復工事後
- 図 15 対象国の開発課題と提案製品により期待される効果
- 図 16 事業実施体制図

略語表


略語	正式名称	日本語名称
NETIS	New Technology Information System	新技術情報提供システム
BRT	Bus Rapid Transit	バス高速輸送システム
CAF	Corporación Andina de Fomento	アンデス開発公社
IDB	Inter - American Development Bank	米州開発銀行
RDX	Regional Digital Transformation	製造業や農林水産業などの地域の有力な産業のデジタル化




ボリビア国 廃レンガ等を活用した高性能舗装 によるインフラ整備のための基礎調査

株式会社エコシステム(石川県能美市)


11 住み続けられるまちづくりを



12 つくる責任
消費の責任



13 気候変動に
具体的な対策を



ボリビア国インフラ分野における開発ニーズ(課題)

- ・施工が容易で高性能の舗装材/施工方法の不足
- ・建設廃棄物を含む廃棄物の適正処理
- ・サンタクルス都市圏における都市交通の整備

提案製品・技術

- ①製品の概要
- ・家屋の解体現場や瓦・レンガ工場から回収される廃瓦・廃レンガ等を原料とした透水性舗装材「K-グラウンド」及び薄層舗装材「K-グラウンドコート」
 - ・「K-グラウンド」: 廃瓦・廃レンガを粉砕し、用途に応じ0~3mm、3~10mm等の粒状に加工、これを骨材としてセメントで固め、透水性や保水性がある舗装材として利用する製品。公園、駐車場、歩道等に適用
 - ・「K-グラウンドコート」: パウダー状にした廃瓦・廃レンガを特殊樹脂バインダーと練り込み、塗料のように路面に塗布できる仕様とした薄層舗装材。視認性や防滑性が良く、駐車場や歩道活用。
- ②特徴
- ・施工の容易さ、短工期、コスト縮減
 - ・強度や景観性、快適性等の高い性能
 - ・廃レンガのリサイクルによる建設廃棄物の削減、焼成レンガ代替、骨材代替によるCO2削減などの環境配慮

本事業の内容

- ・ 契約期間: 2021年9月~2022年7月
- ・ 対象国・地域: ボリビア国サンタクルス地域
- ・ カウンターパート機関: 住宅・建設・衛生省、州・市の交通局など
- ・ 案件概要: 現地で大量に発生している廃レンガ・廃瓦を再利用し、透水性・保水性舗装材としてリサイクルする事業のビジネス構築の基礎調査



提案製品「K-グラウンド」(左)及び「K-グラウンドコート」(右)


開発ニーズ(課題)へのアプローチ方法(ビジネスモデル)

- ・現地拠点を設立し、提案製品をベースに廃瓦・廃レンガのリサイクル事業を展開
- ・フランチャイズ(FC)契約による事業展開を視野に入れ、FCパートナーに対しては、ノウハウ供与とパッケージで、加工した骨材及び副資材(混和剤、顔料等)の販売を行う
- ・将来的には自社開発による車載式生コンプラント「モバコン」の投入を行い、現場での生コン製造と特殊コンクリート施工の現地展開を行う

対象国に対し見込まれる成果(開発効果)

- ・施工が容易で高性能の舗装材/施工方法の提供
 - 短工期、安価な施工方法の提供、維持管理の負担軽減
- ・建設廃棄物の適正処理
 - 廃レンガを都市公園の園路や歩道の舗装材として再利用
- ・快適な自転車道路や歩道への適用
 - 景観舗装材としての再利用、路面温度の低下によるヒートアイランド現象の緩和

2022年4月現在



Small and Medium -Size Enterprise (SME) Partnership Promotion Survey for
Infrastructure Development Utilizing High-Performance Recycled Waste Brick
Pavement in Bolivia
ECO SYSTEM, Inc. (Ishikawa Prefecture)

11 SUSTAINABLE CITIES AND COMMUNITIES

12 RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION

13 CLIMATE ACTION

Development Issues Concerned in Infrastructure Development

- Lack of construction methods and materials for easy-to-use, high-performance pavement
- Proper disposal of waste, including construction waste
- Development of urban transport in Santa Cruz

Products/Technologies of the Company

1. Product Overview

- Waste roof tiles and bricks from building demolition sites and brick and tile factories are used as materials for K-Ground, water-permeable and water-retentive paving material, and K-Ground Cort, a thin layer pavement
- K-Ground: A material made from waste roof tiles and bricks which are crushed into granules with either 3 mm or 3-10 mm diameter depending on use. This material then used as an aggregate to bind with cement to form water permeable and waterretentive pavement well-suited for parks, parking lots, and walkways
- K-Ground Cort: A powder made from waste roof tiles and bricks that is mixed with a special resin binder and then applied like a paint to road surfaces Its high visibility and slipresistance makes it well-suited for parking lots and walkways

2. Features

- Shortens construction time, reduces cost, and is easy to construct
- High performance paving that is strong, comfortable to travel on, and visually appealing
- Reduction in construction waste through the recycling waste bricks and environmental benefits from CO2 reduction from serving as a substitute for fired bricks/ aggregate

Survey Outline

- **Survey Duration:** Sept. 2021 -July 2022
- **Country/Area:** Santa Cruz, Bolivia
- **Name of Counterpart:** Ministries related to housing, construction, and sanitation
Departmental and Municipal transportation bureaus
- **Survey Overview:** Partnership promotion survey regarding business formulation based on the reuse and recycling of the large amount of waste roof tiles and bricks produced in Bolivia for the production of water-permeable and waterretentive paving materials



How to Approach the Development Issues

- Establish a base of operations in Bolivia centered on the proposed product and expand to waste roof tile and recycling business
- Sell processed aggregates and subsidiary materials (admixture, pigment, etc.) and provide know-how to FC partner and expand operations through franchise agreements
- In the future, expand business to include special concrete paving and onsite ready-mix concrete construction through the introduction of ECO SYSTEM's self developed vehicle-mounted manufacturing plant, Mobacon

Expected Impact in the Country

- Provision of easy-to-use, high-performance paving materials and paving method
 - Provision of a paving method that reduces construction time and the cost of construction and maintenance
- Proper disposal of construction waste
 - Reuse of waste bricks for paths in urban parks and walkways
- Comfortable travel for bicyclists and pedestrians
 - Can be reused as landscape pavement and mitigates heat island effect by lowering road surface temperature

As of April 2022

要約

I. 調査要約

<p>1. 案件名</p>	<p>(和文) ボリビア国 廃レンガ等を活用した高性能舗装によるインフラ整備のための基礎調査 (英文) Small and Medium-Size Enterprise (SME) Partnership Promotion Survey for Infrastructure Development Utilizing High-Performance Recycled Waste Brick Pavement in Bolivia</p>
<p>2. 対象国・地域</p>	<p>ボリビア国サンタクルス県及びラパス市 (中央省庁他への訪問が必要となった場合)</p>
<p>3. 本調査の要約</p>	<p>建設廃棄物 (廃レンガ等) を原料とした透水性・保水性舗装材の製造・供給・施工事業に関する基礎調査。提案製品の普及を通じて、対象国における安価かつ高性能な舗装材の提供によるインフラ整備、建設廃棄物の削減、利便性の向上、快適な地域環境の実現に貢献する。</p>
<p>4. 提案製品・技術の概要</p>	<p>提案製品は、廃レンガ等を原料とした透水・保水性舗装材「K-グラウンド」及び薄層舗装材「K-グラウンドコート」である。 「K-グラウンド」は、家屋の解体現場や瓦・レンガ工場等から回収される廃瓦 (廃レンガも可能) を粉砕し、用途に応じ0~3mm、3~10mm等の粒状に加工した後、これを骨材としてセメントで固め、透水性や保水性がある舗装材として利用するものであり、公園、駐車場、歩道等に適用されている。「K-グラウンドコート」は、パウダー状にした廃瓦・廃レンガを特殊樹脂バインダーと練り込み、塗料のように路面に塗布できる仕様とした薄層舗装材である。視認性や防滑性が良く、駐車場や歩道で活用されている。</p>
<p>5. 対象国で目指すビジネスモデル概要</p>	<p>現地のサンタクルス市に拠点を設立し、提案製品を軸としたリサイクル舗装材の供給、施工事業を展開する。具体的には、提案法人の現地拠点にて、1) 原料調達、加工 (外部委託)、2) 資材 (エマルジョン樹脂) の供給、骨材供給、3) 現場施工・施工管理、4) 施工ノウハウの提供を行う。 なお、工事規模に応じて自社施工と他施工業者 (代理店) による施工 (自社は代理店に対する資材供給・施工ノウハウ提供) を使い分け、自社は提案製品の製造及び小規模案件の施工に注力することで早期に成果の見込めるビジネス展開を図る。大型案件や他都市の案件は現地で動員力のある施工会社を代理店として起用し、その会社に対して骨材・資材供給や施工ノウハウを提供するサービスを展開する。 また、事業推進の際は現地企業と連携することとし、施工業者、建廃処理業者、窯業業者等をパートナーとして合弁会社設立又はパートナーシップ契約の締結を計る。 主に狙うべき本製品の適用先は、1) 公共発注の公園、駐車場、歩道、2) 公共・民間の建築外構・駐車場、3) サンタクルス市で将来的に整備が計画されている自転車専用道である。</p>

	将来的には提案製品が現地に浸透した後、提案法人が開発した、現場での生コン製造を可能とする車載式小型生コンプラント「モバコン」の投入も行う。モバコンの配備により、現地拠点内で提案製品の製造から施工まで一貫して対応可能な体制を整える。長期的にはモバコンの高度活用により、特殊コンクリート工事に対しても機動的な対応が可能となり、特殊舗装、特殊コンクリート工事全般を総合的に手掛け得る企業体を目指す。
6. ビジネスモデル展開に向けた課題と対応方針	調査終了後、速やかに事業開始を行うために、市場調査、競合先調査、現地パートナー候補の絞り込み、原材料調達計画を重点的に行い、事業実施の課題を明確にする。特に原材料の調達が事業のカギの一つであり、現地レンガの性状分析を含め、念入りに調査を実施し、サプライチェーンの把握、提案製品のコストの試算を行い、事業計画を策定する。さらに、現地パートナー候補とも密に連携を図り、事業実施の確度を高めることに留意する。
7. ビジネス展開による対象国・地域への貢献	<p>➤ 貢献を目指す SDGs のターゲット</p>  <ul style="list-style-type: none"> ・開発により発生する建設廃棄物のリサイクル、適正処理に貢献。 ・透水性・保水性機能を活かし、ヒートアイランド現象緩和など気候変動の影響に対し、適応策の強化に寄与
8. 本事業の概要	
① 目的	本調査の目的は、建設廃棄物のリサイクルを図りつつ対象国のインフラ需要に応える舗装材の供給、施工方法の導入、建設廃棄物の再資源化等に貢献するビジネス計画の策定を行うものである。本調査終了後、速やかに事業開始準備に移行できるレベルの成果を目指した調査とする。
② 調査内容	本調査においては、市場調査、パートナー選定、協業方針、事業体制、原料調達等の事業計画策定の基礎となる情報の収集を行ない、それを基に調査終了後の具体的なビジネス計画の策定検討を行う。更に本調査において製品の試作を行い、データの収集を兼ねた現地関係者に対する本技術の PR も行う。
③ 本事業実施体制	提案企業：株式会社エコシステム 外部人材：株式会社オリエンタルコンサルタンツ
④ 履行期間	2021年8月～2022年4月（9ヶ月）
⑤ 契約金額	8,471千円（税込）

II. 提案法人の要約

1. 提案法人名	株式会社エコシステム
2. 代表法人の業種	[⑤その他]（建設業）

3. 代表法人の代表者名	高田 実
4. 代表法人の本店所在地	石川県能美市寺井町ロ 50 番地
5. 代表法人の設立年月日 (西暦)	1994 年 12 月 15 日
6. 代表法人の資本金	1,980 万円
7. 代表法人の従業員数	6 名 (2020 年 4 月 1 日現在)
8. 代表法人の直近の年商 (売上高)	6,619 万円 (2020 年 6 月期)

はじめに

1. 調査名

(和文) ボリビア国 廃レンガ等を活用した高性能舗装によるインフラ整備のための基礎調査

(英文) Small and Medium-Size Enterprise (SME) Partnership Promotion Survey for Infrastructure Development Utilizing High-Performance Recycled Waste Brick Pavement in Bolivia

2. 調査の背景

ボリビア国サンタクルス県は人口約 175 万人（国全体の約 15%）を占める同国第二の県であり、同国の経済の中心である。近年、人口増加と経済成長により車両数と交通需要が増加し、交通渋滞や公共交通サービスの低下、交通事故の増大といった様々な都市交通の問題がもたらされており、都市交通の整備が社会課題となっている。現在、道路網の整備や BRT の導入が進められているが、サンタクルスは地形が平坦なこともあり、近距離交通の手段としての自転車の利用促進も進められている。BRT の側道を利用した、自転車道路の整備や歩道の拡充も進捗しており、視認性、透水性、施工性に優れた路面舗装材に対するニーズが高まっている。

2015 年～2017 年に JICA で実施された技術協力プロジェクト「サンタクルス都市圏交通マスタープラン策定プロジェクト」により、交通機関の主軸として公共交通機関の重要性が強調され、サンタクルス都市圏の新たな交通計画、都市計画の方針が定まったが、同マスタープランではこれらを補完する自転車交通や安全性の高い歩行者交通のインフラ強化が必要とされている。

一方で、ボリビア国では建設廃棄物についてその適正処分を義務付ける制度がなく、建設廃棄物の多くは湿地帯などの埋立て、不法投棄などで処分されている。建設廃棄物を含む廃棄物処理の課題が徐々に拡大しており、政府は 2025 年長期開発計画や 5 か年の経済社会開発計画で「環境と調和した総合的な開発」において、環境汚染やごみ処理の改善を掲げており、廃棄物の適正管理、再資源化等による減量化の検討を始めている。

2021 年 11 月には国家経済社会開発計画が発表されている。これを踏まえて各自治体は 180 日以内に開発計画に反映されることが求められており、サンタクルス県並びにサンタクルス市においても対応中である。サンタクルス市技術革新計画局によるとレジリエントな都市を目指したインフラ整備の一環として自転車道整備も開発計画に反映していく方針とのことであった。

提案企業は、建設廃棄物（瓦やレンガ）の再資源化により施工が容易で高性能な舗装材を製造し施工する技術を有しており、これらの提供を通じて自転車交通や歩行者交通の路面舗装インフラを強化するとともに、ボリビア国の建設廃棄物排出量の削減、適正処理に貢献することが期待される。

本調査においては、ボリビア国における建設廃棄物の再資源化による路面舗装のインフラ強化の可能性の調査を行い、ビジネスモデルとその展開の検討に必要な情報収集を行うことを目的としている。

3. 調査の目的

技術の導入による開発課題解決の可能性及びビジネスの検討に必要な基礎情報の収集を通じて、ビジネス展開計画が検討される。

4. 調査対象国・地域

ボリビア国サンタクルス県及び首都ラパス市

5. 契約期間、調査工程

2021年9月15日～2022年7月29日

全期間、遠隔調査にて実施。

6. 調査団員構成

氏名	担当業務	所属先
高田 実	業務主任者	株式会社エコシステム
宇田 勝	原料調査	株式会社エコシステム
山田 優	パートナー調査	株式会社エコシステム
鈴木 基文	事業構築支援/業務管理 /外部人材統括	株式会社オリエンタルコンサルタンツ
藤井 雅規	開発課題分析 /ビジネス環境分析	株式会社オリエンタルコンサルタンツ
森 飛翔	市場調査 /投資環境・規制・許認可調査	株式会社オリエンタルコンサルタンツ

第1 対象国・地域の開発課題

1. 対象国・地域の開発課題

(1) 経済発展と都市開発の状況

ボリビア国は、過去には南米最貧国と言われていたが、近年は比較的な順調な経済成長を続けている。モラレス政権の13年間(2006年～2018年)では、平均4.9%の成長を継続し、極貧率は2005年の38%から2018年には15%に削減、最低賃金も2005年の55ドル/月から2018年には300ドル/月に増加している。ボリビア国の経済を支えているのは、天然資源と農産品の輸出であるが、モラレス政権下においては天然資源の国際価格の上昇を背景に財政黒字化、外貨準備高の増加等、マクロ経済面での健全化が達成され、一人当たりのGDPもモラレス政権前の約1,000ドルから3倍に増加している。他方、2014年後半以降、輸出額の40%以上を占める天然ガスの国際価格急落を受け経済政策の見直しを余儀なくされている。

2020年11月に就任したアルセ大統領は、モラレス政権下で経済・財務大臣を務めており、新政権下でも、基本的にはモラレス政権の経済政策を踏襲する方針を示している。一方、新型コロナウイルスの感染拡大により、経済成長率の低下(2020年成長率-6.2%予想、中銀)、失業率の悪化(2020年10月時点で8.7%、国立統計局)等の影響が出ており、経済危機への対応が喫緊の課題となっている。2021年1月の世界銀行発表によると、2021年のGDPは3.9%の上昇と試算している。

一方で、経済成長に伴う都市化も急速に進んでおり、ラパス、コチャバンバ、サンタクルスの3大都市圏に全人口の72%が集中し、2035年には都市人口は全体の84%を超えると推測されている。ボリビア国は9つの県に分かれている。サンタクルス県は、国中央の平地に位置しており、農業生産を中心に近年目覚ましい発展を遂げ、ボリビア国全体のGDPの30%を占めるに至っている。伝統的にボリビア国の経済の中核であったラパス県の23.7%、コチャバンバ県の15.5%を大きく引き離し国の経済を牽引している。サンタクルス市を中心に6つの市で構成するサンタクルス都市圏は、2012年時点で人口約175万人(国全体の約15%)を有するボリビア第二の都市圏となっている。中心となるサンタクルス市の人口は、1955年比で約30倍に増加しており、人口増加と経済成長により車両数と交通需要が増加し、交通渋滞、公共交通サービス低下などの課題を抱えている。そのためJICAにより都市開発の方針を定めた「ボリビア国サンタクルス都市圏交通マスタープラン(BRT環状線開発等)」が策定されるなど、交通インフラの整備のニーズが高く、道路やBRTなどの建設需要が高まっている。また、世界銀行、米州開発銀行、アンデス開発公社(CAF)等の資金支援による自転車専用道路の整備も進んでいる。

(2) サンタクルス都市圏の課題

サンタクルス県(市)は15世紀にはスペインによる入植が開始されているが、鉱山開発を主体とするボリビア経済の発展においては、他の地域から孤立しその発展は緩やかであった。サンタクルス市が成長を始めたのは、農業開発が着手された1950年代で都市開発も同時に開始された。以降、サンタクルス市は以下の開発段階を経て現在の形に至っている。

表 1 サンタクルス市の開発推移

段階	時期	形状
第一段階	1950 年代までの植民都市	碁盤目の街路によるコンパクトな構造
第二段階	1950 年代～1985 年の都市化	4 つの同心円上道路(環状道路)と放射状道路の形成、その間を埋める宅地開発
第三段階	1986 年以降	郊外における断片化された島状開発

この間、同市の人口は 1950 年代に人口 4 万人から 2001 年には 100 万人を越すまでになっている。またサンタクルス都市圏としての人口推移も以下のとおりとなっている。

表 2 サンタクルス都市圏の人口推移

対象	1992 年	2001 年	2012 年
サンタクルス市	709,584	1,131,778	1,454,539
その他 5 市	113,379	170,341	296,178
サンタクルス都市圏合計	822,963	1,302,119	1,750,717

出典：サンタクルス都市圏交通マスタープラン

かかる急激な発展に対しサンタクルス都市圏ではインフラ整備や都市開発計画が追いつかず次のような課題が生じている。

表 3 サンタクルス市の課題

影響要因	発生している課題
急激な人口増加、経済成長に伴う車両や交通量の増大	<ul style="list-style-type: none"> ・ サービスの低下や事故の増加 ・ 環境問題
中心地の開発が十分になされないまま郊外に展開	<ul style="list-style-type: none"> ・ 都市化エリアの拡大、人口密度の低下 ・ 中心市街地の高度利用がなされていない ・ 都市交通システムが効率的に機能していない
広域的な道路網計画の不備	<ul style="list-style-type: none"> ・ 広域的な道路の接続性を考慮せぬまま多数の開発業者により虫食い状の宅地開発 ・ 都市圏の効率的な経済活動を阻害

直近の開発計画としてサンタクルス県は、2014 年に「サンタクルス県 2025 年開発計画」を公表しており、交通分野に関する基本計画が謳われている。他方、サンタクルス市は 1978 年以降、各国ドナーの支援を得て交通計画を策定してきている。直近のものは 2017 年に JICA の協力の下、2017 年に策定されたサンタクルス都市圏交通マスタープランである。サンタクルス県や市の職員からのヒアリングにおいても本マスタープランを抛り所に計画検討を行っていることが確認できている。

(3) サンタクルス都市圏における都市交通の課題

広域的な道路の接続性を考慮せぬまま 300 を超える開発業者による虫食い状の宅地開発が進行してお

り、都市圏の効率的な経済活動を阻害している。また都市圏の中核であるサンタクルス市の中心市街地の高度利用がなされていないこともあり、都市交通システムが効率的に機能していない。かかる状況の改善を目的に、JICA の協力の下、2017 年にサンタクルス都市圏交通マスタープランの策定がなされている。

都市圏各市において、中心の市街地はブロックやコンクリートで舗装されている。サンタクルス市では、第 4 環状道路の内側は全て舗装されているが、外側では多くが未舗装のまま残されている。サンタクルス市は舗装を進めているが、市街地の拡大により整備が追いつかない状況である。また、第 2 環状道路の内側は主に六角形のインターロッキングブロックが使用されている。都市圏全体では未舗装箇所が多く、雨期には路面の状態が悪く都市交通に支障を来している。

表 4 サンタクルス市で適用されている舗装の種類

舗装	率
コンクリート舗装	80.7%
レンガブロック舗装	12.6%
アスファルト舗装	6.8%
計	100%

出典：サンタクルス都市圏交通マスタープラン

(4) サンタクルス都市圏交通マスタープランの概要

マスタープランにおいては公共交通、道路、都市開発、交通管理、歩行者交通といった分野毎の交通政策立案を目的とした検討がなされ、その基本方針として、アクセス性の向上、交通網による都市圏の統合、持続可能な都市開発と交通の流れの円滑化と共に、歩行者環境の改善が掲げられている。歩行者交通（含む自転車交通）の方針として、マスタープランでは以下が提案されている。

表 5 サンタクルス都市圏交通マスタープラン提案内容

提案内容	狙い
都市圏内の各市共通の歩道整備ガイドラインの作成	<ul style="list-style-type: none"> 歩行者や車椅子利用者にとって移動しやすい歩行者ネットワークの形成
自転車道路の整備による自転車利用の促進（道路の中央分離帯、側道の整備）	<ul style="list-style-type: none"> 地形が平坦であり、自転車利用のポテンシャルを生かした近距離交通の向上 都市圏での自転車利用の促進機運に呼応
自転車ネットワーク計画の策定	<ul style="list-style-type: none"> BRT 路線計画との調整

(5) サンタクルス市における建設廃棄物の課題

サンタクルス都市圏自体が人口増、拡大を続けていることもあり、建物やインフラ施設の撤去、建て替えに伴い発生する建設廃棄物（コンクリートガラ、廃レンガ、廃瓦）の量はそれ程大きくないことが判明。サンタクルス市における廃棄物回収の状況に関して、第三セクターとして一般固形廃棄物の収集に従事している VEGA 社にヒアリングしたところ、回収量としてはサンタクルス市全域で 1,400 トン/日程度であり、建設廃棄物の回収は行っていないとのことであった。建設廃棄物は個別に撤去され、埋め立て等に使われているものと思われる。

建設廃棄物の処理に関しては、現在社会問題化する程ではないが、将来的なことを考え回収メカニズムと利用方法を検討しておく必要がある。事業化検討の結果、本事業においては当面窯業業者（レンガ、瓦、ブロック製造業者）の製造工程で排出される不良品を主たる原材料とし、建設廃棄物の廃レンガ、廃瓦も併せて利用していくこととした。

2. 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

(1) 開発計画

直近のサンタクルス県の交通分野の計画は「サンタクルス県 2025 年開発計画」である。この計画は、ビジョン、戦略地域、政策、戦略、プログラム、サブプログラム、及び事業で構成される。法令面では、2015年に制定されたサンタクルス県の陸上交通にかかる条例（県条例 96）では、サンタクルス県が県内の都市交通の監督を担うことが定められている。公共事業・土地利用局の局長がこの県内の都市交通の監督業務の代表として、計画・設計・実施・規制・許認可等に責任を持つと定義されている。各市の都市交通・都市開発分野に関しては、地方分権制を定めた法 031 により各市が規制・ガイドラインを設定することとなっている。

サンタクルス市は海外のコンサルタントの支援を基に、古くから交通計画を策定してきている。2006年には統合交通システムが制定され、需要予測に基づく公共交通ルートの変更が提案された。この基本コンセプトは、放射環状型のネットワークに統合交通システムを導入するものであったが、未だ実施されていない。サンタクルス都市圏におけるサンタクルス市以外の市では交通計画は策定されていない。

サンタクルス市における担当部局は以下の通りである。

表 6 サンタクルス市担当部局

対象	担当部局
都市計画	計画局
道路	公共事業局
公共交通・交通管理	アーバンモビリティ局

(2) 政策

サンタクルス都市圏（サンタクルス市及び周辺 5 市）では、人口の増加、都市の拡大に伴い都市交通の整備が課題となっている。サンタクルスは地形が平坦なこともあり、近距離交通の手段としての自転車の利用促進が図られている。

ボリビア国では、建設廃棄物の適正処分を義務付ける制度がなく、建設廃棄物の多くは湿地帯などの埋立て、不法投棄などで処分されている。一方で建設廃棄物を含む廃棄物処理の課題が徐々に拡大しており、政府は 2025 年長期開発計画や 5 か年の経済社会開発計画で「環境と調和した総合的な開発」において、環境汚染やごみ処理の改善を掲げており、廃棄物の適正管理、再資源化等による減量化の検討を始めている。

(3) 法令等

サンタクルス市における歩道及び自転車道整備に関する条例並びに都市計画及び建設工事法、都市計画法において以下の通り定められている。

① 歩道

サンタクルス市においては、都市計画及び建設 68 条及び 286 条で歩道の建設はサンタクルス市役所の責任となっているが、市の資金不足のためその施工計画及び建設が不十分である。そのため 2014 年に施行されたサンタクルス市都市計画及び建設 286 条では道路に面した土地を所有する者に対して必要な諸手続きを経た上での土地所有者が自費で建設することを許している、またその後の維持管理については 287 条にて土地の所有者へ義務付けている。このため、道路に面した土地所有者が自費で建設することが習慣化しており、歩道のデザインは統一されておらず往々にして整備状態の悪い箇所や連続性を欠く状況が発生し、景観のみならず歩行者交通に支障を来す事態が生じている。また、施工の容易さやコストの安さからレンガブロックも多く採用されているが不均衡な表面やブロックの隙間から雑草が生えるなどの課題も指摘されている。土地の所有者は、市が定めるガイドラインに従い、自らの費用で歩道の維持管理を行うことが義務化されており、違反した場合にはサンタクルス市より是正を求められる。このような仕組みが設けられた背景は、本来サンタクルス市が歩道計画を策定し建設を進めなければならない責任があるが、都市形成の拡大が急速に進んでおり、市の財政状況では対応できないため、このような制度が設けられた経緯がある。なお、このような制度はサンタクルス県においては、サンタクルス市のみで適用されている。

サンタクルス市の歩道整備に関する条例の概要は以下のとおりである。

表 7 サンタクルス市歩道整備条例概要

対象となる条例	サンタクルス市都市計画及び建設条例
適用先	歩道
建設の責任	原則サンタクルス市であるが、市による歩道未計画地域の道路に面した土地を所有する者は諸手続きを経て建設可能。
整備の責任	道路に面した土地所有者
コスト負担	原則建設に関してはサンタクルス市の 100%負担。しかし歩道計画未整備地域の道路に面した土地所有者が諸手続きを経て建設する場合は土地所有者が 100%負担。維持管理については土地所有者が 100%負担。
期間	土地所有期間
市の関与	サンタクルス市は歩道計画を策定、歩道計画地の歩道建設。歩道未計画地域の道路に面した土地を所有する者が歩道建設申請手続きの対応、歩道維持管理に関する指導。
仕様	舗装の範囲や角地の形状の指定はあるが施工方法や仕様の指定は定められていない。

また、サンタクルス市の歩道整備のガイドラインでは仕様、施工方法に関しては都市計画及び建設条例 289 条にて以下が定められている。

表 8 サンタクルス市の歩道整備ガイドライン要件

1. 17.5cm の車道縁石の高さを参考に連続性のあるものとし、段差や傾斜路を回避。
2. 車庫へのアクセスは歩道へ連続する高さを維持し、車道との傾斜路は最大で車道から 1m。
3. 歩廊を義務化している歩道では、傾斜路は道路から 60 cm を超えてはならない。
4. 車道に対しての歩道勾配は縁石の高さに配慮しながら最大で 2%とする。

5.	段差や階段が必要な歩道と高低差のあるいかなる土地、建物も、歩道へ侵入することなく所有者の土地の内部にて解消しなければならない。
6.	歩行者のために連続的な高さとし、さらには芝生及び樹木部分と調和する目の荒いすべりにくい材料の使用。
7.	6m 毎に 90cm x 90cm の床材のない地面に空きスペースを確保し、木や植栽を植えることを義務とする。
8.	芝生及び樹木部分は歩行者の危険に配慮しつつ葉の生い茂る植物を用いることができる。
9.	段差や障害物を伴う歩道は身障者に必要となる機能をもった床仕上げ材料の使用。
10.	土地家屋からの雨水は歩道の高さより下に配置し、車道のレベルに排水されるように 4 インチの排水管を通して排水されなければならない。
11.	市の許可なしに縁石の取り外し、変更を禁ずる。
12.	舗装されていない通りでは、歩道のレベルは一時的な要素をもつことになるが、大通りとの関係性において、連続する 17.5cm のレベル高を考慮しなければならない。
13.	技術事務所の事前の許可なしに一時的な材料の保管のための公共の通りの利用禁止。

ガイドラインの範囲であれば土地の所有者の裁量で仕様や施工方法を決定することができるため、同一の道路内においても、採用されている歩道の仕様はまちまちとなっているケースも多い。各土地所有者が歩道の整備の責任を負うため、色合い、施工具合がまばら。また段差も土地所有者毎にできてしまう。雨水排水事情の悪い地域は通りと住宅敷地とのレベル差が大きく、歩行するには困難な歩道も見受けられる。そのため、景観を損ねるだけでなく機能においても統一性を欠くような状況が生じている。歩道にブロックが使われているケースも多いが、施工不良部分が雨で陥没したり、あるいは雑草などのせいで隆起したりして凸凹部分が見受けられる。維持管理が不十分な箇所は段差の発生や隙間から雑草が生えるといった状況も生じている。ブロックごとの隙間から雑草が生え、ブロックの下に根をはっているため、除草が簡単ではない。また亜熱帯気候のために頻繁に生えてくる。ほとんどの場合除草剤を使用することになる。このため、衛生面や土地所有者にとっての歩道整備や維持管理に要する費用負担も課題になっている。

一方、提案製品の製品特性はこの解消に役立つと考えられる。上述のような環境において、提案製品のように、施工が容易で雑草も生えにくい施工方法には大きなニーズが存在すると考えられる。なお、サンタクルス市においては車道に面した土地の保有者が歩道の整備、維持管理を行うこととなっているため、土地所有者の責任で発注を行い資金も土地所有者が負担するため、市の財政や予算措置の影響は受けないこととなる。



図1 サンタクルス市の既存の歩道の例

② 自転車道

サンタクルス市における自転車道整備に関する条例としては、条例 1216「持続可能で安全な全体にわたる都市交通に関わる市条例」の第4部「用途、デザイン及び自転車道建設編」、第2章「自転車道デザインについて 33-35 条」が該当する。確認の結果、ここにおいては、自転車道のタイプや標識についての言及はあるが、舗装の仕様に関する定めはないことが判明。即ち、33 条では自転車道デザインの仕様についてとあり、どの道路にどのようなタイプの自転車道が望ましいかが記載されており、35 条では他の交通と交差する部分に関する安全にかかわる標識等の言及があるのみであった。35 条には交差部分にはコントラスト色の塗装義務が書かれており、サンタクルス市の場合は緑色に決定したとあり、この点については着色可能である K-グランドコートも自転車道舗装製品として有効であると考えられる。



図2 サンタクルス市の自転車道の例

3. 当該開発課題に関連する我が国の国別開発協力方針

サンタクルス市都市圏はボリビア国内随一の商業都市圏であり、人口増加と都市化が急激に進展している。そのため無計画な宅地開発による市街地の拡大、低密度な市街地の拡散による公共インフラの非効率化が発生。これに伴いインフラ整備事業費の負担増大、利便性の低下が生じている。JICA では 2015 年から 2017 年にかけて「サンタクルス都市圏交通マスタープラン策定プロジェクト」を実施し、公共交通機関の拡充、都市開発・再開発の能力開発、大容量バス輸送システム（Bas Rapid Transit (BRT)）の整備、公共交通の再構築、サンタクルス市内排水システムの改善等の事業を提案した。他ドナーもサンタクルス都市圏の都市化に伴う様々な問題解決を喫緊の課題と認識しており、上述の交通マスタープランにて提案された事業の実現に向け検討を行っている。

BRT に関しては、第 1 フェーズの環状線の整備は既に完了しており、運行開始が待たれている。第 2

フェーズ以降の計画については現在見直しを実施中であり、計画修正後実施に移される予定である。一方、BRT を軸とした市街地整備計画や BRT 駅周辺の整備計画を含む総合的な都市計画が策定されておらず、また、BRT 整備に関しても既存公共交通機関との接続や交通網ネットワークの再構築の検討はいまだ為されていない状況である。かかる状況下、サンタクルス市の要請を受け、JICA は BRT 及び既存公共交通の運営管理とともに、BRT 沿線開発に関する計画策定の能力強化を目的とした技術協力プロジェクトを実施する予定である。当技術協力プロジェクトを通じ、歩行者交通や自転車交通の改善、活性化に向けた施策の検討、都市開発計画の策定、パイロットプロジェクトの実行に関するアクションの策定が行われる見込みである。

提案製品・技術はこれら我が国の開発協力方針に呼応する形で、サンタクルス市の歩行者交通、自転車交通のインフラ強化に資すると共に、今後の都市計画、住宅開発に組み込まれていくことで、サンタクルス都市圏全体の課題解決に貢献することが期待される。

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

外務省の国別開発協力方針と本調査の合致状況は下表のとおりである。

表 9 ボリビア国援助方針との合致状況

項目	内容	詳細
重点分野	重点分野 1 経済基盤の整備及び 生産分野の多用化	<ul style="list-style-type: none"> 経済成長の基盤であるエネルギー開発に加え、気候変動・防災に配慮したインフラ・水資源管理及び農業を始めとした生産基盤の整備及び分野の多様化に向けた協力を実施する。
開発課題	開発課題 1-2 防災に向けたインフラ整備／水資源管理	<ul style="list-style-type: none"> ボリビア政府の 2025 年までの長期開発計画である「愛国のためのアジェンダ 2025」は自然環境と調和した開発を基本としており、5 年間の経済社会開発計画においても、「環境と調和した統合的な開発」に関し、水資源管理、環境汚染やごみ処理の改善への取組を掲げている。 急速な都市化と都市開発による災害リスクや廃棄物処理等の環境問題が生じており、適切な廃棄物処理の強化、災害に対する強靱なインフラ等が必要不可欠である。 サンタクルス県開発計画 2025 で市民の生活の質の向上、基礎的サービスへのアクセス、インフラ強化が謳われている。
関連プログラムとの連携可能性	1. 建設廃棄物のリサイクル技術、透水性・保水性舗装材の性能をサンタクルス市などに紹介し、活用の効果を提示する。	

(2) 他ドナーの先行事例分析

サンタクルス市の都市開発において世界銀行は、都市レジリエンス計画として車道整備・自転車道整備・市中心部の再開発の 3 つの分野を軸に協力を行っている。自転車道整備に関しては、1 年前に資金協力が承認されており、総延長約 68km で 2 つのフェーズに分かれ整理される見込みである。既に世界銀行としては融資も決定しており、同機関の手を離れサンタクルス市による実施段階となっている整備事業である。市当局へのヒアリングでは、第 1 フェーズは市内の第 2 環状道路から第 9 環状道路までを横断するものであり現在詳細計画策定中とのこと。2023 年の第 1 四半期までに計画作りを終え、第 2 四半

期に調達手続きに付す予定とのことであった。自転車道の仕様や材質についても今後決定される見込みであり、提案法人としては、提案製品の採用可能性を模索すべく、今後の案件進捗を注視している。他方、世界銀行によると、ボリビアにおいては、サンタクルス市以外ではラパス市、コチャバンバ市で、将来計画として自転車道整備の可能性があるとのことであった。但し、世界銀行としては現状関与していない模様。世界銀行、アンデス開発公社（CAF）、米州開発銀行（IDB）、JICA といった各ドナー間の役割分担に明確なものは無い模様であるが、CAF はどちらかという交通分野への関与が深く BRT についても第 1 フェーズへの資金供与を行っている。IDB については、コチャバンバの自転車道整備等の事業で資金協力している。

CAF はボリビア国のインフラ分野では中国に次ぐドナーの立場であり、主たる機能は、Public、Private 双方向へのファイナンス供与である。Public 部門では、原則案件規模 50 百万米ドル以上の案件が対象。交通分野では幹線道路がその対象となる。融資を供与する予定のサンタクルス市の BRT の案件は現状案件見直し中である。本案件においては、CAF としては BRT そのものを対象としており、駅舎や周辺のインフラは範囲外。そのため周辺に関してはどのような計画か把握できていない。他方、CAF との面談においては、CAF ではグリーンプロジェクトをプロモートしており、CAF による低利、長期のファイナンスを活用した透水・保水性舗装材「K-グラウンド」及び薄層舗装材「K-グラウンドコート」のラパス市、エルアルト市、コチャバンバ市といった大都市への売り込みを推奨された。但し、コストが鍵なので従来型の技術、製品（アスファルト等）に対してコスト面で有利なことが採用検討の大前提となろうと。特に、エルアルト市は道路等社会インフラ整備の途上にあることと、温暖化対策にも関心を有しており、本技術の都市計画への組み込みに可能性があろうとのことであった。

第2 提案法人、製品・技術

1. 提案法人の概要

(1) 企業情報

平成6年会社設立。当初は自主開発による特殊固化剤を活用した事業や浄水場の汚泥を用いた土舗装の施工を軸に事業を展開。ナホトカ号の重油流出事故に際して、重油にまみれた海砂のリサイクルに取り掛かり、特殊固化剤を利用した歩道を築造。同技術に関しては、「油によって汚染された海砂を主体とするコンクリート工法」の特許出願を建設省とともに行う。

平成11年より、従来は埋め立て処分しか出来なかった産業廃棄物である廃瓦のリサイクル事業に着手。「K-グランド」が石川県リサイクル認定製品となり、その後、廃瓦をベースとした登録商標や特許を複数出願。瓦は産業廃棄物として大量に排出されており、通常国内では埋め立て処分されているものの、その形状から埋め立て効率が悪く、処分場では厄介者として扱われている。これら不要となった瓦をリサイクル工場の破砕機で砕き、砂利・砂状の製品（骨材製品）を製造、これを専用の生コンクリートプラントや、車載式生コンクリートプラントでセメントと混ぜ合わせて舗装材を製造し、供給&施工する事業を「K-グランドシステム」として確立。これらのノウハウを基に全国を対象にフランチャイズのチェーン展開を行っており、令和2年7月現在、自社含め国内20社で瓦リサイクルネットワークを構築している。

また、平成29年から、大型プラントでは敬遠されやすい特殊な生コン製造を行うため、小ロットの製造を現場で製造可能とするため、機動力に強みがある車載式生コンクリートプラントの開発に着手し実機の製作に成功。同プラントは可動式の生コンクリートプラントであるため、瓦の舗装材の施行のみならず、コンクリートのインフラ構造物の維持管理にも必要となる少ロットの特殊なコンクリートの製造需要にも応じることが可能である。今後のインフラメンテナンス市場への投入も視野に入れている。

(2) 海外ビジネス展開の位置づけ

提案法人は創業当初、自主開発による特殊固化剤を活用した事業や浄水場の汚泥を利用した土舗装の施工を軸に事業を展開。その後、1999年より、廃瓦のリサイクル事業に着手。かねてより提案製品を活用した建設廃棄物の削減、透水・保水機能による住環境の向上など地球環境の改善やSDGsの推進に関心があり、提案製品を日本国内のみならず世界各国へ広げることを検討してきた。

2. 提案製品・技術の概要

(1) 提案製品・技術の概要

提案製品は、廃瓦や廃レンガ等を原料とした透水・保水性舗装材「K-グランド」及び薄層舗装材「K-グランドコート」である。「K-グランド」は、家屋の解体現場や瓦・レンガ工場等から回収される廃瓦・廃レンガを粉砕し、用途に応じ0～3mm、3～10mm等の粒状に加工した後、これを骨材としてセメントで固め、透水性や保水性がある舗装材として利用するものであり、公園、駐車場、歩道等に適用されている。「K-グランドコート」は、パウダー状にした廃瓦・廃レンガを特殊樹脂バインダーと練り込み、塗料のように路面に塗布できる仕様とした薄層舗装材である。視認性や防滑性が良く、駐車場や歩道で活用されている。

提案製品の特長は 1) 施工性：施工が容易であり、通常の舗装施工と比較し、短い工期で施工可能、2) 強度：公共工事で適用できる強度と耐摩耗性にも優れる（国土交通省 NETIS 登録や石川県リサイクル認定を受けており、国内でも公共工事を中心に普及）、3) 景観性：カラーバリエーションが豊富、4) 快適性：高い透水・保水機能から路面温度低下（ヒートアイランド対策）、水はけが改善、5) 環境配慮：廃瓦・廃レンガ等を原料とするため、建設廃棄物減量に貢献、リサイクルによる CO2 削減である。こうした技術を有する国内企業は限定的で、国内でも先進的な技術である。



図 3 提案製品「K-グラウンド」(左) 及び「K-グラウンドコート」(右)

(2) ターゲット市場

サンタクルス県内の公園園路、駐車場や道路歩道、建築外溝、並びに整備が計画されている自転車専用道への適用が目標である。サンタクルス市役所都市計画課へ昨年度ヒアリングしたところ、提案製品に対して高評価を得て、デモンストレーションの要望を受けるなど現地でも導入について高いニーズがあることが判明した。サンタクルス建設業協会からも高評価を得て、技術発表会への参加や会報誌等での紹介を希望されている。

本事業には原料となる廃レンガの調達とその破碎・加工が必要であるが、ボリビア国ではレンガ・瓦が一般的に使われており、舗装にもレンガが多用されている。廃レンガを回収し、破碎、加工する必要があるが、基本的な設備は現地に存在することを把握済みである。

リモート調査による現地関係者へのヒアリングを基に以下のニーズが確認できている。

表 10 現地ヒアリング結果の概要

ヒアリング先	把握されたニーズ
サンタクルス県 インフラ整備交通局	<ul style="list-style-type: none"> 副都心構想、自転車道、歩道について現時点で県が実施する具体的な計画は無い。この数年、コロナ対策に優先的に予算を廻してきたが、2022年6月を目途に検討を再開する予定。 歩道、自転車道に関しては市の所掌である。 副都心構想の一環として、第4環状線、ポロンゴ市、その他の車道、歩道、自転車道を整備中。歩道、自転車道については提案製品の適用の可能性あり。
サンタクルス市	<ul style="list-style-type: none"> 既存の公園、広場は全て同じ基本コンセプトが適用されている。

社会整備局	<ul style="list-style-type: none"> ・公園については、地域毎の特性を考えたデザインと機能を織り込んで整備を進めている。 ・公園内の整備については市の都市計画条例に基づいて計画が作られているが、舗装材や舗装に基準については定められていない。 ・提案製品・技術に関しては非常に関心あり。 ・歩道の整備においてデザインや素材がまちまちで景観を損ねている。安全性にも問題がある。今後適正な歩道デザインを検討して整備を進めていく必要がある。
サンタクルス市 都市交通局	<ul style="list-style-type: none"> ・自転車道については条例 1216 に従い整備を進めている。 ・自転車道は、エコロジー交通の促進、副都心との自動車交通の減少、都市のスマート化といった観点から推進が図られている。 ・BRT については見直しが進んでいる。
サンタクルス市 技術革新計画局	<ul style="list-style-type: none"> ・サンタクルス市のニーズにマッチした新たな技術として今後様々な場所で提案製品を活用できる可能性がある。試験施工の結果にも注目している。 ・都市レジリエンス計画の一環で4つのサブ・プロジェクトの一つであるエコ・モビリティの一部として第1フェーズ約15km、第2フェーズ約29kmの自転車道の整備計画を検討中。建設廃棄物のリサイクルという観点からも提案製品の適用可能性に関心あり。 ・また、都市レジリエンス計画の一部でもあるメトロポリタン・エコ公園にて提案製品を採用できる可能性がある。 ・JICA の普及実証事業のプログラムに応募するのであれば協力したい。
その他の市 ポロンゴ市/公共工 事部	<ul style="list-style-type: none"> ・ポロンゴ市によると、建設廃棄物が発生しており、この再利用の可能性を考えたいとの意向が示されている。 ・できれば実証を行ってみたいとの提案あり。
民間 Nueva Santa Cruz Conseroso 社	<ul style="list-style-type: none"> ・エコをコンセプトにした都市開発、分譲住宅の開発を行っている。 ・提案製品・技術に関心あり。今後の計画に盛り込んで行くことも検討可能。

以下の図は直近のサンタクルス市における自転車道整備計画図である。赤が既存の自転車道(約4km)、緑が第1フェーズ(約15km)、黄色が第2フェーズ(約29km)である。青がBRT路線であり、自転車道は市内の環状線に沿い、環状線・BRT路線とも交差する形で整備される計画となっている。

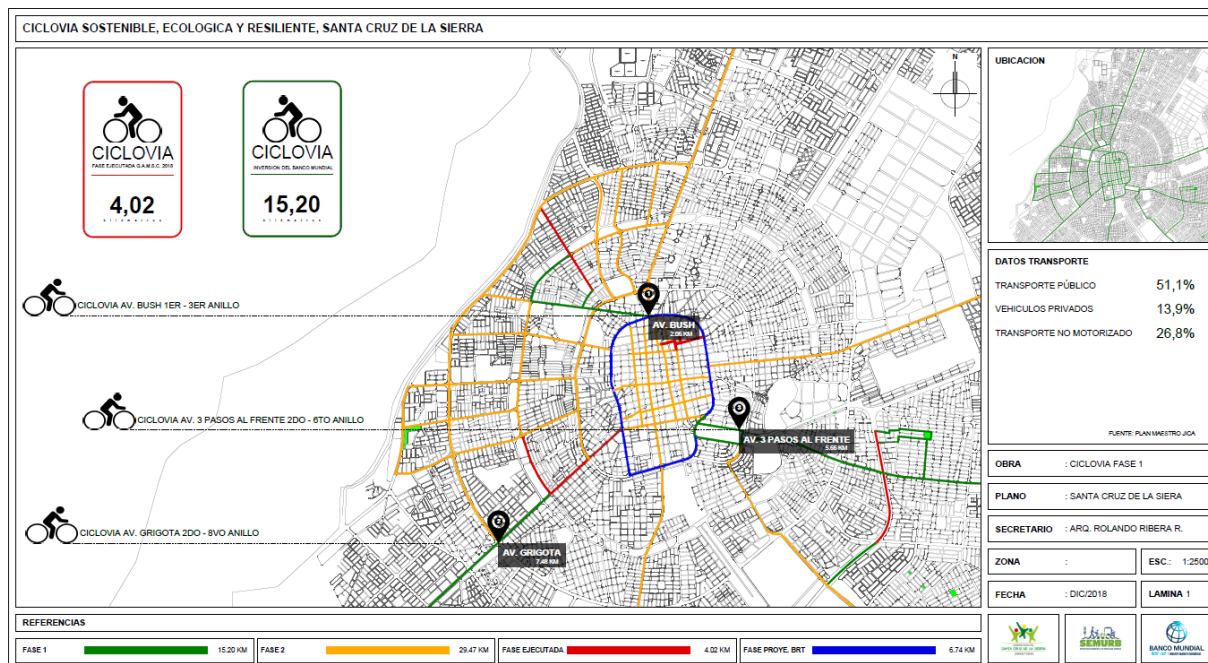


図4 サンタクルス市自転車道整備ルート案

3. 提案製品・技術の現地適合性

(1) 現地適合性確認方法

提案製品の現地における適合性を確認する方法として、現地のレンガの廃材及び廃レンガの分析を行うことと、現地において提案製品の試作を実施し、モニタリングを通じて適合性の把握を行った。

- ① 原料の分析に関しては、競合環境の分析、評価、競争力強化に向けた方策の検討、競合製品との差別化の検討に役立たせることを狙いに、レンガの廃材及び廃レンガをボリビアから日本へ取り寄せ、破砕物およびそれらを用いた舗装材の重金属類の安全性試験を第三者機関にて実施した。また、製品のサンプルを作成して性能試験（第三者機関および自社試験）も行った。

当初の計画では現地のレンガ廃材・廃レンガの分析後、これを踏まえた試作を行う予定であったが、空港公団のストライキによる日本への輸送、分析の遅れのため、試作用の仕様（砕石サイズ、混合比率）は提案法人の経験値に基づき設定した。今回の試作の目的として、提案製品・技術の現地での許容性の把握、PRを主眼とし、安全性や性能（強度）に関しては日本における分析結果を以ってこれを導き出すこととした。

- ② 透水性舗装試作計画

ア) 試験施工計画地

- (a) 試験施工計画地は以下の2つ地図A,Bで示す通りサンタクルス市内のほぼ中心に位置し、歩行者の往来の多い1環状線と2環状線間の道路の歩道にて実施した。

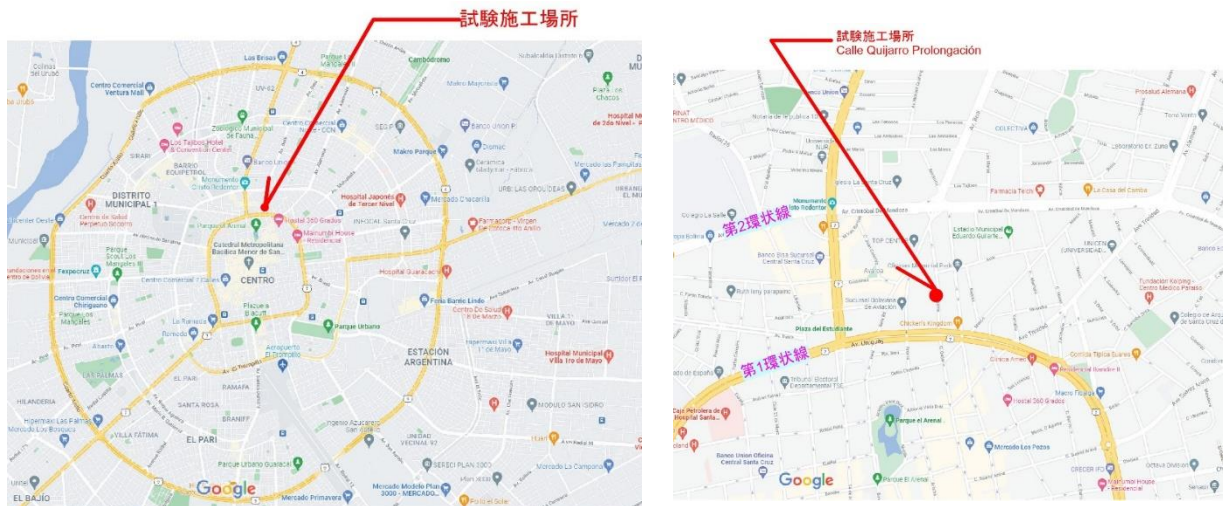


図5 試験施工実施場所(右は拡大図)

イ) 計画地の立地環境及び施工範囲

(a) 計画地は住宅街の道路の一つであり(写真 A,B,C)、街路樹の豊富にあるサンタクルス市ではよく見かけることのできる一般的な通りである。試験施工箇所である歩道には現状インセルパス社の PAVIC が床材として施工してある。街路樹とゴミ置き場に挟まれている箇所のため、車の歩道乗り上げや駐車がしにくい箇所である。透水性舗装試験部分の状態確認のみならず競合製品である PAVIC 床材との状態比較が可能なのも選定要件の一つであった。施工箇所については一定期間のモニタリング後に試作の撤去と原状回復を行った。



図6 施工箇所(第1環状方向)



図7 施工箇所（第2環状線方向）

(b) 施工範囲は幅3.0m、長さ3.3mであり該当箇所を解体、撤去し試験舗装施工を実施した。モニタリング完了後に原状回復工事を行った。



図8 施工箇所（街路樹とゴミ置き場に挟まれた部分）



図9 試験施工状況1（碎石路盤（左）およびレンガ廃材ブレンド路盤作成（右））

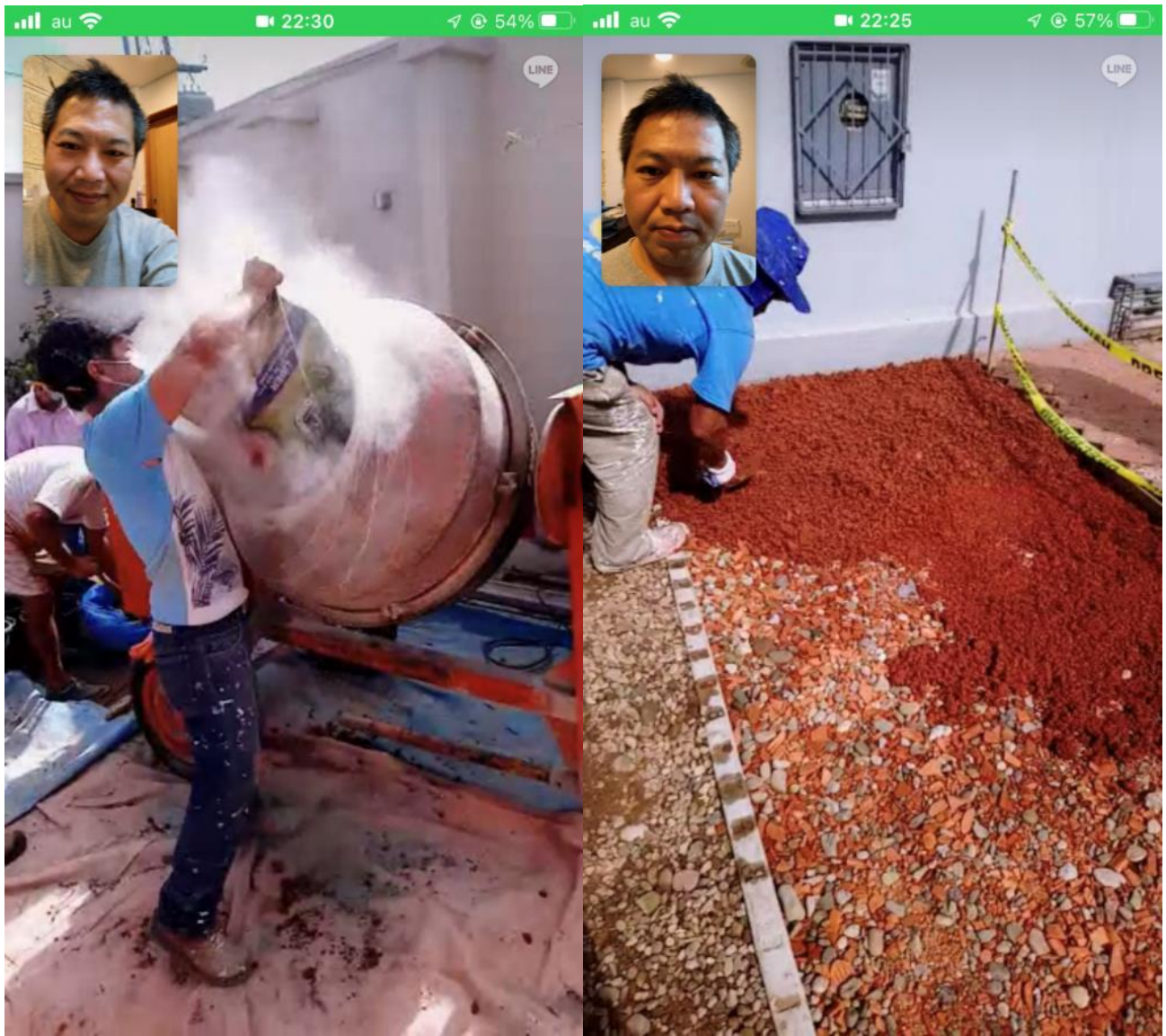


図 10 試験施工状況 2 (表層舗装材製造、打設敷均し状況)



図 11 試験施工完了後 1 週間後、その 1



図 12 試験施工完了後 1 週間後、その 2

ウ) 試験施工の主な仕様と断面詳細

- (a) 既存の材料高 6.5cm の PAVIC 床材撤去後に約 12cm 掘削工事を行った。その後転圧工事を行い、厚さ約 10cm の路盤施工を実施（路盤計 0.99m³）。一般的に路盤は図 10 の左半分のように砂利にて施工されるが、今回は右半分を一般的な砂利に比べて保水性が高いレンガ廃材を用いた路盤を施工した。温度低減効果に差が確認できるか否かをモニタリングする。舗装材料としてはサンタクルスの建設廃材、セメント、砂利（直径約 5mm）、砂を用意し、提案法人作成の配合表を元に一般的なコンクリート床打設要領に従い、厚さ 7cm で施工を行った（舗装材計約 0.70m³）。

(b) 1立米あたりの配合 (Kg)

表 11 試験施工配合図

注) 数値については非公開部分につき〇〇で表示

水	セメント ※1	レンガ骨材 (3 (5) ~10mm) ※2	砕石 (2.5~5mm)	顔料 ※3
〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇

- ※1 セメントは普通ポルトランドセメントを使用
- ※2 今回適用した機械の仕様上、実際には約〇〇mmとなっている
- ※3 酸化鉄を主体としたコンクリート着色用の顔料

材料は骨材の乾燥具合により水の配合が大きく変わってくるため、試し練りを実施してから本番の材料製造に入る段取りを取った。提案法人から提供した材料製造動画や資料を参照して現地再委託先にて材料製造を実施した。

(c) 本施工の混合には 400 リッターのコンクリートミキサー使用し、表面仕上げには木鏝および金鏝を使用した。(下記断面図参照)。なお、提案法人から提供した施工動画等の資料も参照しながら現地再委託先にて施工。施工当日はビデオ通話で現場と日本をつなぎ、レクチャーしながら試験施工を実施した (図 13 参照)。

(ポリビア試験施工) 建設廃材利用透水性舗装

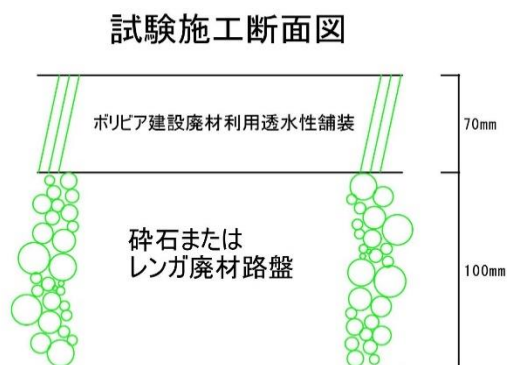


図 13 試験施工断面図

(d) また施工時間帯は交通量の少ない日中の時間帯を狙って行った。当初は夜間を実施する予定であったが、材料の練り具合や表面の仕上げ具合が見えにくくなってしまったため、急激な乾燥が起こらないよう配慮しつつ日中に実施した。

エ) 試験施工、撤去・原状回復工事スケジュール

- (a) 試験施工は 2022 年 3 月 14 日から 3 日間で解体、撤去、透水性舗装の施工、養生を行った。この時期はサンタクルス市が雨期のため、3 日連続して天候が良好なタイミングを待って実施した。
- (b) 試験施工部分の撤去・原状回復工事は 2022 年 4 月 22 日より 2 日間で解体、撤去、PAVIC 床施工、養生を行った。



図 14 撤去工事・回復工事後

オ) 試験施工後のモニタリング方法と結果

- (a) モニタリングの目的は、亜熱帯気候に属するサンタクルス市に現状ある一般的な舗装材と試験施工部分の透水性舗装材の間にどのような違いがあり、どの部分が性能的に優れているか、あるいは劣っているかを確認するためである。確認項目、方法は次の通りとした。





表 12 モニタリング項目

試験施工モニタリング項目		
原則 2 週間ごとに目視検査を実施 (2022 年 3 月 22 日~2022 年 4 月 19 日)		
No.	確認項目	記録方法
1	路面表面にクラック,変形,劣化はないか。	写真
2	路面表面に草は生えていないか。	写真
3	目地に草は生えていないか。	写真
4	雨天時に浸透透水しているか (雨天時動画を撮影)	動画撮影
5	埃による路面表面の目詰まりはないか→雨天後	写真
6	路面の変色はないか (施工時サンプルと比較)	写真
7	表面温度は他の舗装材より低いか→どれくらい低いか。(各月測定)	機器業者に依頼
8	日中、夜間何人の歩行者が通るか。(施主提供の監視カメラ記録の確認、1 週間分)	監視カメラ記録の確認
9	骨材の剥がれは無いか	写真、目視

- (b) モニタリングの結果は以下の通りであった。期間中、3 月 22 日、3 月 30 日、4 月 6 日、4 月 14 日、4 月 19 日の都合 5 回のモニタリングを行い確認項目毎にチェックを行い写真と共に記録した。以下に第 2 回及び第 4 回の結果を記載する。表面温度に関しては 4 月 19 日の第 5 回のモニタリング時に計

測。歩行者数については3月28日から4月2日までの記録を後日確認した。一部骨材が取れてしまうという現象が起きたが、これは①セメント硬化中のドライアウト現象によるもの、②骨材粒度が大きいものが偏ってしまったため、の2点が原因として考えられる。そのほかの項目についてはおおむね良好であると考えられる。

表 13 モニタリング結果

No	確認項目	第2回	第4回	
		3月30日	4月14日	
1	路面表面にクラック、変形、劣化（骨材剥がれ等）はないか。	クラックは無いが、表面の骨材が取れる現象あり。	クラックは無いが、表面の骨材が取れる現象あり。	
2	路面表面に草は生えていないか。	無し。	無し。	
3	目地に草は生えていないか。	無し。	無し。	
4	雨天時に浸透透水しているか。（雨天時動画を撮影）	約30分間の激しい雨の際に動画撮影を行った。浸透透水していることを確認できた。	—	—
5	埃による路面表面の目詰まりはないか。（雨天後にモニタリング実施）	降雨時に目詰まりがなく、浸透透水していることを確認できた。	前日に1時間80mmという激しい雨があったが、路盤面の砂が表面へ浮き出てくることはなかった。またほこり、目詰まりは目視では確認できなかった。	
6	路面の変色はないか。（施工時サンプルと比較）	セメントの硬化中に生成される炭酸カルシウム分が浮き出し白みが増加（白華現象）。白華は炭酸カルシウムであり健康に害は及ぼさない。	白み部分は減少。（白華は使用と共に減少していく。また降雨（酸性雨）によっても少しずつ減少する。）	
7	表面温度は他の舗装材より低いのか、ど	4月19日にサーモグラフィで計測（計測時気温30度）。その結果、車道（コンクリート製インターロッキング）と既存歩道（レンガインターロ		

	れくらい低いか。 (各月測定)	ツキング)と比較し、提案製品の方が若干表面温度が高くなっていることが判明した。施工時に気泡が入り保温効果が生じていることが原因と考えられる。今回初めて本製品を扱う業者に対してオンラインで施工管理を行ったこともありこのような不具合が発生したが、国内での例を鑑みても、習熟度が上がれば問題は解消され则认为している。なお、現地の破砕機での骨材粒度やブレンドする砕石、セメント等も日本のものとは異なるため、本格展開に先立ち引き続き配合試験を行い、ポリビア仕様の最適な配合割合を作っていく必要がある。
8	日中、夜間何人の歩行者が通るか。(施工主提供の監視カメラ記録の確認、1週間分)	3月28日から4月2日までの期間の歩行者数を監視カメラの記録を元に集計した。その結果、1日の歩行者数は平均263人(日中220人、夜間43人)であった。

(2) 現地適合性確認結果 (技術面)

提案法人は現地のレンガの廃材及び廃レンガを取り寄せ分析を行った。

安全性については含有試験および溶出試験を実施し、以下の項目に関して安全性を確認した(基準は日本の土壤環境基準とする)。溶出試験において六価クロムが検出されているが、六価クロムは一般的にセメントに含まれている成分であり、通常セメントの硬化後は排出されない。本試験においては石川県のリサイクル製品認定基準に準拠した項目を挙げ、材料を細かくすりつぶし分析したためセメント中に含まれている六価クロムが検出されたものである。安全性への影響は無いと考えている。

表 14 レンガ分析結果 (含有試験)

含有量試験 分析項目	分析結果	日本における規準
① カドミウム及びその化合物	レンガ粉砕物 1mg/Kg 未満 透水保水舗装 1 mg /Kg 未満 保水性舗装 1 mg /Kg 未満 薄層舗装 1 mg /Kg 未満	45 以下
② 六価クロム及びその化合物	レンガ粉砕物 2 mg /Kg 未満 透水保水舗装 3 mg /Kg 保水性舗装 3 mg /Kg 薄層舗装 2 mg /Kg 未満	250 以下
③ シアン化合物	レンガ粉砕物 1 mg /Kg 未満 透水保水舗装 1 mg /Kg 未満 保水性舗装 1 mg /Kg 未満 薄層舗装 1 mg /Kg 未満	50 以下
④ 水銀及びその化合物	レンガ粉砕物 0.1 mg /Kg 未満 透水保水舗装 0.1 mg /Kg 未満 保水性舗装 0.1 mg /Kg 未満	15 以下

	薄層舗装 0.1 mg /Kg 未満	
⑤ アルキル水銀化合物	レンガ粉砕物 0.1 mg /Kg 未満 透水保水舗装 0.1 mg /Kg 未満 保水性舗装 0.1 mg /Kg 未満 薄層舗装 0.1 mg /Kg 未満	-
⑥ セレン及びその化合物	レンガ粉砕物 1 mg /Kg 未満 透水保水舗装 1 mg /Kg 未満 保水性舗装 1 mg /Kg 未満 薄層舗装 1 mg /Kg 未満	150 以下
⑦ 鉛及びその化合物	レンガ粉砕物 1 mg /Kg 透水保水舗装 6 mg /Kg 保水性舗装 5 mg /Kg 薄層舗装 1 mg /Kg 未満	150 以下
⑧ 砒及びその化合物	レンガ粉砕物 2 mg /Kg 透水保水舗装 15 mg /Kg 保水性舗装 7 mg /Kg 薄層舗装 1 mg /Kg	150 以下
⑨ ふっ素及びその化合物	レンガ粉砕物 120 mg /Kg 透水保水舗装 180 mg /Kg 保水性舗装 180 mg /Kg 薄層舗装 100 mg /Kg 未満	4000 以下
⑩ ほう素及びその化合物	レンガ粉砕物 100 mg /Kg 未満 透水保水舗装 100 mg /Kg 未満 保水性舗装 100 mg /Kg 未満 薄層舗装 100 mg /Kg 未満	4000 以下

表 15 レンガ分析結果（溶出試験）

溶出試験 分析項目	分析結果	日本における規準
① カドミウム	レンガ粉砕物 0.0003 mg /L 未満 透水保水舗装 0.0003 mg /L 未満 保水性舗装 0.0003 mg /L 未満 薄層舗装 0.0003 mg /L 未満	0.003 以下
② 全シアン	レンガ粉砕物 N.D 透水保水舗装 N.D 保水性舗装 N.D 薄層舗装 N.D	検出されない事
③ 鉛	レンガ粉砕物 0.005 mg /L	0.01 以下

	透水保水舗装 0.005 mg/L 未満 保水性舗装 0.005 mg/L 未満 薄層舗装 0.005 mg/L 未満	
④ 六価クロム	レンガ粉砕物 0.011 mg/L 透水保水舗装 0.052 mg/L 保水性舗装 0.021 mg/L 薄層舗装 0.005 mg/L 未満	0.05 以下
⑤ 砒素	レンガ粉砕物 0.005 mg/L 未満 透水保水舗装 0.005 mg/L 未満 保水性舗装 0.005 mg/L 未満 薄層舗装 0.005 mg/L 未満	0.01 以下
⑥ 総水銀	レンガ粉砕物 0.0005 mg/L 未満 透水保水舗装 0.0005 mg/L 未満 保水性舗装 0.0005 mg/L 未満 薄層舗装 0.0005 mg/L 未満	0.0005 以下
⑦ アルキル水銀	レンガ粉砕物 N.D 透水保水舗装 N.D 保水性舗装 N.D 薄層舗装 N.D	検出されない事
⑧ セレン	レンガ粉砕物 0.002 mg/L 未満 透水保水舗装 0.002 mg/L 未満 保水性舗装 0.002 mg/L 未満 薄層舗装 0.002 mg/L 未満	0.01 以下
⑨ ふっ素	レンガ粉砕物 0.59 mg/L 透水保水舗装 0.13 mg/L 保水性舗装 0.13 mg/L 薄層舗装 0.43 mg/L	0.8 以下
⑩ ほう素	レンガ粉砕物 0.1 mg/L 未満 透水保水舗装 0.1 mg/L 未満 保水性舗装 0.1 mg/L 未満 薄層舗装 0.1 mg/L 未満	1 以下

性能面では以下の試験を行い、必要要件を満たすことを確認する予定である。

表 16 レンガ分析結果（供試体による性能試験）

試験項目	試験結果	参考指標
① 圧縮強度試験（セメント固化系舗装材 2 検体）	透水性 19.8MPa 保水性 17.7MPa	10～18MPa 車乗る場合は 18
② 曲げ強度試験（同上）	透水性 2.451MPa	2.5～4.4MPa

	保水性 3.292MPa	
③ ホイルトラッキング試験(セメント系舗装材 1 検体)	変位無し	変位無し
④ 透水試験 (セメント系舗装材 1 検体)	0.233cm/sec	
⑤ 現場透水試験 (セメント系舗装材 1 検体)	1,311ml/15sec	300ml/15sec
⑥ 保水性試験 (セメント系舗装材 2 検体)	透水性 0.16g/cm ³ 保水性 0.20g/cm ³	0.15g/cm ³

(3) 現地適合性確認結果 (制度面)

リモート調査を通じ、サンタクルス市における歩道、自転車道整備に関する条例等を確認した。

表 17 制度面での適合性確認結果

	条例	要件	提案製品による対応性
歩道	289 条	歩道整備のガイドラインとして 13 項目にわたる要件が定義されている。	問題となる事項はない。
自転車道	1216 条	自転車道のタイプや標識についての言及はあるが、舗装の仕様に関する定めはない。	問題となる事項はない。

4. 開発課題解決貢献可能性

開発課題と提案法人が提案する解決策を以下に整理する。

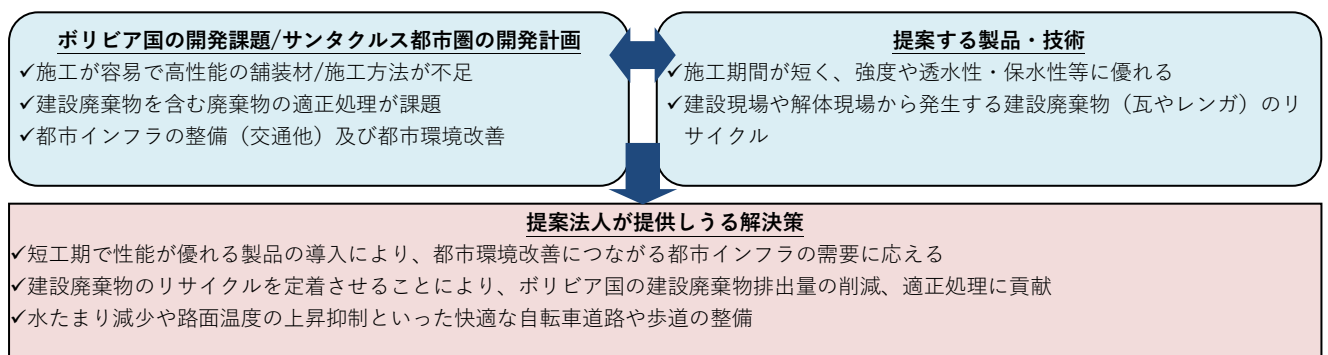


図 15 対象国の開発課題と提案製品により期待される効果

第3 ビジネス展開計画

1. ビジネス展開計画概要

現地のサンタクルス市に拠点を設立し、提案製品を軸とした再資源化舗装材の供給、施工事業を展開する。具体的には、提案法人の現地拠点にて、1) 原料調達、加工（外部委託）、2) 資材（エマルジョン樹脂）の供給、骨材供給、3) 現場施工・施工管理、4) 施工ノウハウ提供を実施する。

なお、工事規模に応じて自社施工と他施工業者（代理店）に対する資材供給・施工ノウハウ提供を使い分け、提案製品の製造及び小規模案件に注力することで早期に成果の見込めるビジネス展開を図る。大型案件や他都市の案件は現地で動員力のある施工会社を代理店として起用し、その会社に対して骨材・資材供給や施工ノウハウを提供するサービスを展開する。

主に狙うべき対象は、1) 公共発注の公園、駐車場、歩道、2) 公共・民間の建築外構・駐車場、3) サンタクルス市で将来的に整備が計画されている自転車専用道である。

将来的には提案製品が現地に浸透した後、提案法人が開発した、現場での生コン製造を可能とする車載式小型生コンプラント「モバコン」の投入も行う。モバコンの配備により、現地拠点内で提案製品の製造から施工までを一貫して対応可能な体制を整える。長期的にはモバコンの高度活用による、特殊コンクリート工事に機動的な対応が可能となり、特殊舗装、特殊コンクリート工事全般を総合的に手掛ける企業体を目指す。

2. 市場分析

(1) 市場の定義・規模

狙うべき市場として、1) 公共発注の公園、駐車場、歩道、2) 公共・民間の建築外構・駐車場、3) 自転車専用道路向けの舗装を考えている。まずはサンタクルス都市圏、特にサンタクルス市を軸とした事業展開を図る。対象製品・技術のサンタクルス都市圏での浸透を見据え、他の主要都市での展開を進めていく。

市場規模を検証するために歩道、自転車道及び公園施工及び整備に関わる記録を行政諸官庁及び民間機関に対して調査を行ったが、残念ながら有効な施工実績記録等はないことが確認できた。またサンタクルス市に対して歩道、自転車道、公園整備に関わる今後の計画についてヒアリングを行ったが、政権交代からまだ間もないことから具体的な計画情報を入手するには至らなかった。唯一参考となるデータとして提案製品の競合製品 I 社の P 製品の生産記録が表 18 の通りである。2017 年時点で約 420,000m²以上の施工分の生産を行っている。2018 年には約 10%増産され 465,000m² 施工分が生産されている。2019 年の生産が 2018 年とほぼ同等なのは 2019 年 10 月にボリビアが政治不安に陥り約 1 か月全国で続いたゼネストが影響していると考えられる。

表 18 競合製品の生産量

年	生産量 (個)	施工量 (m ²)
2017	21,058,644	421,173
2018	23,264,974	465,299
2019	23,416,380	468,328

サンタクルス市の都市化圏は引き続き拡大しており、今後も施工量は増加していく傾向にある。提案製品は仮にI社の30%分のシェアを将来的に獲得した場合少なくとも150,000m²の市場規模があると想定される。

一方でK グランドコート[®]の市場性と市場規模について検討を行った。サンタクルス市で道路部分に塗装がなされているのは専ら横断歩道、各種路面サイン、車線用白線などの路面標示であり、適用箇所としては、歩道、公園、自転車道、駐車場、広場などが挙げられる。また、国内において提案製品はカラー舗装の代替となっているが、現状サンタクルス市においてカラー舗装は余り見受けられない。そのため、本格的な競合製品は存在していないと言えるものの、その反面、如何にして提案製品の良さをわかってもらい展開を図っていくのか、新規製品の導入方法を戦略的に検討していく必要がある。



サンタクルス市の舗装道路において歩道や自転車道を区分する方法としてコーン設置や路面の塗装が取られているが、塗装の場合、広い面積での適用は難しいことと、提案製品に比べ多少安価ではあるが時間とともに剥がれてしまうことが難点である。視認性、耐久性に優れ滑り止め効果も高いK グランドコート[®]はこれらの課題の改善に繋がるものであり、そのため安全・安心な交通環境の整備に向け、提案製品の採用を訴えていく余地は大きいと考えられる。

また、現在サンタクルス市役所では世銀融資にてフェーズ 115km、フェーズ 229 km の自転車道の整備計画を推進中であり、縁石のある自転車道で幅 3m とした場合、約 132,000m² が施工面積となる。この事業も含め、今後市役所並びに関係機関に対して提案製品の先進性をアピールし、施工技術の選択肢の一つとして認識してもらえるようにプロモーションを行っていく。

(2) 競合分析・比較優位性

対象国においては提案製品のような舗装材はいまだ普及しておらず、競合製品としては舗装用ブロック（インターロッキングブロック）となる。現在、主に3社の製品が展開されている。このうち、特にI社のP製品がサンタクルス県内の多くの歩道、公園、駐車場などで使用されており、最大の競合品と考えられる。一方で、同社製品による舗装には施工に手間がかかり、また、レンガの隙間から草が生えるなど施工上の課題や、透水性・保水性に乏しく水たまりが多発するなどの短所も指摘されている。

表 19 国内外の競合他社製品との比較優位性

項目	提案製品	I社
種類	透水・保水性舗装/薄層舗装	インターロッキングブロック
仕様		
国	日本	ボリビア
費用	3 (1) の通り	
機能	透水・保水性大	透水・保水性あり
工期	広い面積の施工で機械化が可能	手作業のため広域の施工に難あり
備考	国内の実績多数	現地で普及するも、隙間から雑草が入るなどメンテナンスに課題

3. バリューチェーン

(1) 製品・サービス 注) 一部数値については非公開部分につき〇〇で表示

提案法人が開発し日本国内においてビジネス展開を行っている廃レンガ等を原料とした製品群の内、ボリビア国においては、主に透水・保水性舗装材「K-グランド」及び薄層舗装材「K-グランドコート」の展開を考えている。主に狙うべき本製品の適用先は、1) 公共発注の公園、駐車場、歩道、2) 公共・民間の建築外構・駐車場、歩道、3) サンタクルス市で将来的に整備が計画されている自転車専用道である。なお実際の展開に際しては、先ずは規模は小さいが足の速い民間向けの歩道、駐車場、外構といった案件の取り込みを図り、平行して規模の大きな公共発注への参画を狙い提案技術の採用に向けたサンタクルス市他への働きかけを行っていく。

提案製品の価格について試算の結果、以下の概算価格が得られた。現地における競合品と比較しても同等の競争力を有すると考えられる。なお、K-グランドについては競合品も透水性の舗装材とし、碎石路盤があるということを前提条件として表層の価格で比較したものである。現地の歩道における競合品の施工においては、路盤が使われず地面に直接敷設されるケースも多く、その場合降雨量によっては排水性能に課題が残る。そのため、我が国同様、歩道の舗装に下地として路盤が施工される前提で表層部分の比較を行った。

また、K-グランドコートについては、適用先候補としては舗装箇所の色による識別(歩道や自転車道)への適用や路面のサインやカラー舗装の代替となると考えている。ボリビア国においては舗装の色による識別は余り為されていないものの、路上にコーンを設置する等で区別していることから提案製品のニーズは十分存在すると判断している。K-グランドコートの特徴としては、その景観性に加え、機能面では滑り止め効果、耐久性、視認性が挙げられる。日本国内の実績では、K-グランドコートは白線の2倍程度以上の耐久性を示している。また、提案製品は広い面積への対応では塗装に対し施工上の優位性を発揮しようと考えている。参考値としてサンタクルス市より入手した路面のサイン、各種表示、カラー舗装に使われる塗装工事の価格を以下に記載する。なお、K-グランドコートの競合品の塗料に関してはボリビア国外からの輸入品であり、提案製品同様、国外からの輸送費及び関税が付加されていると考えられる。

K-グランドコートについては、耐久性や視認性をアピールすると共に、今後コスト低減を図ることで市

場への浸透を図っていく。なお、調査の結果、ボリビア国において提案製品と同様の機能を有する競合製品はないことを確認している。

表 20 競合品との比較

注) 非公開部分につき非表示

原材料の調達に関しては、当初想定していた廃レンガに関しては、調査の結果サンタクルス市においては、家屋の解体等から発生する建設廃棄物、特に廃レンガ、廃瓦の量が未だ限定的であることが判明した。これは本格的な再開発事業が開始されていないことが理由であり、将来的には課題となってくると考えられる。なお、隣接するポロンゴ市においては建設廃棄物の処理が課題になっているとのヒアリング結果を得ている。他方、ボリビア国においては窯業が盛んであり、レンガ、瓦、ブロックの製造時に一定量排出される不良品を原料として本事業を展開していくことが可能である。これらを勘案した結果、本事業推進に際しての原材料の調達は、まずは窯業業者にて排出される不良品を中心とし、そこに建設廃棄物として排出される廃レンガ、廃瓦も利用していくことを考えている。廃レンガ、廃瓦の再利用の方法を用意しておくことで、今後の都市の再開発に伴う建設廃棄物の排出量増大への課題解決に貢献する。

資材の調達に関しては、K-グラントはボリビア国内にて全ての原材料の調達が可能である。他方、K-グラントコートについては、パウダー状にした廃レンガ、廃瓦を練り込むためのバインダー（特殊樹脂）が必要であり、これを日本から供給する予定である。バインダーの調達費用並びに輸送費を試算し提案製品の価格に反映した。

ボリビア国は内陸国であり、日本からの海上貨物の多くはチリ経由で内陸輸送されている。コンテナへの混載は調整に手間取るため、コンテナ単位の輸出を前提として考える必要がある。K-グラントコートの施工にはプライマーを下地に使用し、表層塗布材としてバインダーとレンガ・瓦骨材を混合する必要があるが、1コンテナ（20フィートコンテナ）にバインダー800缶、プライマーを200缶搭載できる。提案企業の日本国内における実績から、主剤800缶分のバインダーから約16,000m²の施工が可能である。これらの輸送にかかる費用や関税を算出し現材料費とあわせ施工における材料単価を試算したところ、約〇〇円/m²との結果が得られた。本邦における施工の場合、材料単価は約〇〇円/m²程度であるのに対してサンタクルス市での材料原価は輸送費・関税として約〇〇円/m²程度が加算されることになる。

他方、施工単価は通常の塗装工事で〇〇ドル（130円/\$換算で約〇〇円）/m²である。これらを併せると〇〇円/m²が原価となる。一般的に言われているボリビアでの工事の経費と粗利益率の合計は約30%であり、これを基に積み上げ計算を行うと約〇〇円が売価と考えられる。これらからバインダー輸入に関する輸送費・関税の付加は施工も含めた全体の単価において約23%となる。K-グラントコートに関しては、ボリビアにおいて類似の製品がない状況下、機能面での付加価値と材工を合わせた単価を既存の施工方法と比較することになる。

(2) バリューチェーン

現地のサンタクルス市に拠点を設立し、提案製品を軸としたリサイクル舗装材の供給、施工事業を展開する。具体的には、提案法人の現地拠点にて、1) 原料調達、加工（破碎の外部委託）、2) 資材（エマルジョン樹脂）の供給、骨材供給、3) 現場施工・施工管理、4) 施工ノウハウの提供を行う。

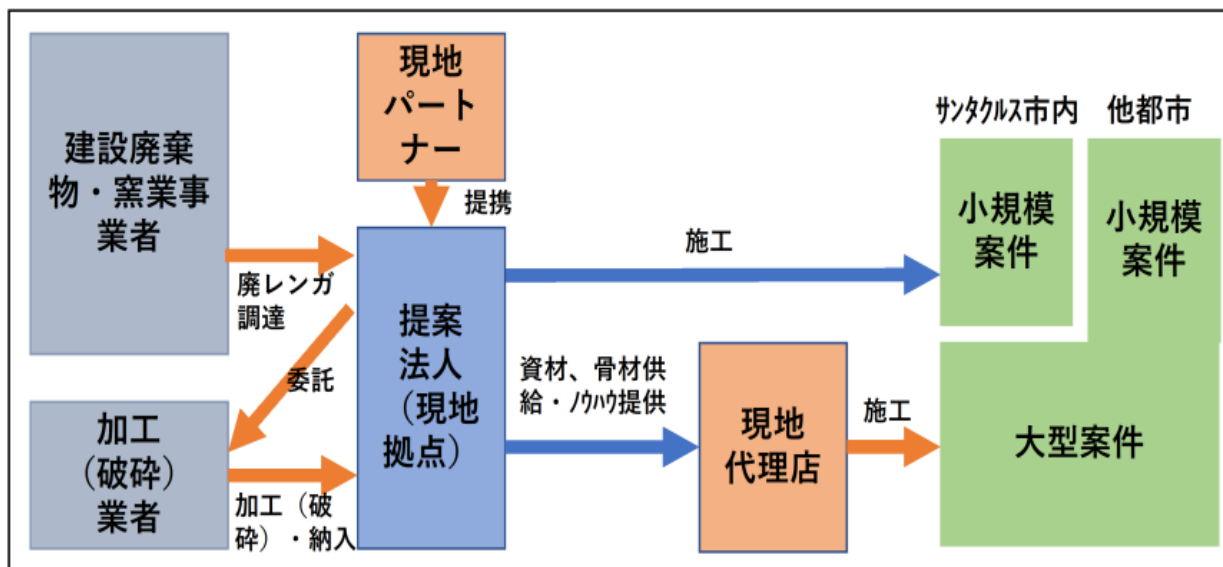


図 16 事業実施体制図

なお、工事規模や地域に応じて自社施工と他施工業者（代理店）による施工（自社は代理店に対する資材供給・施工ノウハウ提供）を使い分け、自社は提案製品の製造及び小規模案件の施工に注力することで早期に成果の見込めるビジネス展開を図る。大型案件や他都市の案件は現地で動員力のある施工会社を代理店として起用し、その会社に対して骨材・資材供給や施工ノウハウを提供するサービスを展開する。また、事業推進の際は現地企業と連携することとし、施工業者、建廃処理業者、窯業業者等をパートナーとして合弁会社設立又はパートナーシップ契約の締結を計る。

将来的には提案製品が現地に浸透した後、提案法人が開発した、現場での生コン製造を可能とする車載式小型生コンプラント「モバコン」の投入も行う。モバコンの配備により、現地拠点内で提案製品の製造から施工までを一貫して対応可能な体制を整える。長期的にはモバコンの高度活用により、特殊コンクリート工事に対しても機動的な対応が可能となり、特殊舗装、特殊コンクリート工事全般を総合的に手掛け得る企業体を目指す。

現地拠点の形態としては、事業展開のステップに応じ、提案法人の支店、現地パートナーとの共同事業体、現地パートナーとの合弁事業を想定している。

4. 進出形態とパートナー候補

(1) 進出形態

2020年3月にJICAボリビア事務所が作成したボリビア投資ガイドに、ボリビア国における外国投資政策、企業形態、税制、銀行制度、知的財産保護、労働法規並びに輸出入制度のあらましが纏まっている。この資料を精査のうえ、疑問点に関してJICAボリビア事務所経由で現地弁護士事務所に確認を行った。その限りにおいて、今後提案製品・技術を利用してボリビア国においてビジネス展開をする上で大きな障害となるものは特に見当たらなかった。主要項目の要点は以下の通りである。

表 21 ボリビア投資ガイド要点

主要項目	要点
外国投資政策	<ul style="list-style-type: none"> ・ 国境保安地域（国境から50km以内）、特殊工業、国営企業を除き、外国人投資家に対する投資分野の制限はない。 ・ 外国投資に対する優遇制度あり。 ・ 原則、外貨の外国送金の制限はない。（US\$10,000以上の送金には申告が必要） ・ 外国人投資家の利益送金の制限はない。
拠点・企業形態	<ul style="list-style-type: none"> ・ 外国会社の支店、現地法人の双方可能。通常、大々的な、長期の投資を行う場合は現地法人を設立することが多い。 ・ 責任限定の観点から外国の本社から切り離して行う必要があるか、長期的なプロジェクトであるか、ボリビアでの利益の再投資の可能性を視野に入れているか等を総合的に検討し判断する必要がある。 ・ 短期あるいは中期的なプロジェクトの場合、そしてボリビア国での利益の再投資を考えていない場合は支店の形態が良いとされる。 ・ 法人は大きく有限責任会社（S.R.L.）と株式会社（S.A.）の2つの形態がある。S.R.L.の方が一般的である。
税制	<ul style="list-style-type: none"> ・ 法人所得税：25% ・ 支店の場合、更に利益送金の見直し課税として税後利益の12.5%が源泉徴収（現法は利益送金時）。 ・ 非居住者によるライセンス供与や技術供与の役務に対しては、外国送金に課される外国居住者所得税として12.5%が支払い時に源泉徴収される。 ・ 所得税以外に付加価値税（13%）、取引税（3%）、個人所得税（13%）、金融取引税（0.3%）がある。税率は2020年3月以降変わっていない。 ・ 日本との間では二重課税防止条約は結ばれていない。
銀行制度	<ul style="list-style-type: none"> ・ 多種の銀行、金融機関が存在。 ・ 銀行決済制度化により50,000ボリビアノス（US\$7,184）以上の支払いに際しては、ボリビア国内の銀行システムを介した決済が必要。
知的財産保護	<ul style="list-style-type: none"> ・ ボリビア知的財産局が管轄。 ・ 工業所有権の保護に関するパリ条約（1883年）を批准済み。 ・ アンデス共同体の工業所有権の共通制度に関する決議を施行済み。

労働法規	<ul style="list-style-type: none"> ・ 憲法、労働法、その他細則、政令により労働者の権利義務が規定されているが、労働者が有利となる法令上の定めとなっている。 ・ 第三者に対する業務のアウトソーシングは原則禁止されている。 ・ 外国人労働者の雇用は可能であるが、人数、給与額それぞれがその企業全体の15%までと制限されている。
輸出入制度	<ul style="list-style-type: none"> ・ 輸出入に際しては税関に対して輸出者、輸入者としての事前登録が必要である。 ・ ボリビア国はアンデス共同体の加盟国であり輸入関税は同共同体の共通関税分類を基準としている。輸入関税は40%を上限に0%、5%、10%、15%、20%、30%、40%の7段階となっている。 ・ 輸入時に支払われた関税は損金として控除することができる。 ・ 輸入品には14.94%の付加価値税が課税されるが、税務債権として認められる。将来の国内市場での製品販売の付加価値税と相殺又は控除が可能となっている。

現地での拠点設立に関しては、その形態は支店の場合と現法設立の2つのケースが考えられる。両ケースにおける税務面での差異を調査した結果、支店の場合、利益に対して25%の所得税が課せられ、更に税後利益に対して、利益送金分として12.5%課税され、これは送金せずとも課税される制度となっていることが判明。但し、利益を再投資に回す場合、12.5%分は留保可能である。従い、利益に対する所得税として現法の場合は25%であるのに対し支店の場合は34.4%の税負担となる。

ボリビア国における今後の提案製品・技術のビジネス展開においては、時機を逸しないようまずは早期の小規模展開を通じ提案製品・技術の浸透を図り、その後段階を追ってビジネスを拡大していくことを検討中である。この方針の下、投下資金を押さえつつ、以下のステップで展開を図ることを考えている。

表 22 ボリビア展開ステップ

ステップ1 (市場開拓)	当初の1~2年程度を目途に、現地パートナー企業と契約を締結し、技術・ノウハウ供給と提案製品(K-グランドコート)用副資材(バインダー・プライマー)の日本から現地への輸出を行っていく。
ステップ2 (拠点設立)	現地に拠点(支店)を設立し、現地で提案製品の展開を進める。規模に応じ単独又は現地企業との共同企業体による工事の受注を図っていく。モバコンの日本からの輸出、現地販売も狙っていく。
ステップ3 (展開)	現地パートナー企業との合弁で現法を設立し、規模の拡大、国内水平展開を図る。フランチャイズによる提案製品の国内各地での普及を行っていく。

(2) パートナー候補

事業推進の際は現地企業と連携することとし、施工業者、建廃処理業者、窯業業者等をパートナー候補と考えている。現地調査、検討の結果、以下の体制を検討中である。

表 23 現地パートナー候補

事業の共同推進パートナー候補	Ceramica Norte 社 (大手窯業業者)
代理店候補	APOLO Constructora 社、TESIS CONSTRUCTORA 社 (サンタクルス市)

Ceramica Norte 社 注) 一部数値については非公開部分につき〇〇で表示

サンタクルス市に拠点を構える、ボリビア国の窯業の一翼を担う大手レンガ・瓦製造会社である。市内の Cotoca 工場と Warnes 工場が主力工場であり、Cotoca 工場はレンガ生産が中心で従業員は〇〇人、生産量は約〇〇トン/日である。瓦の生産が主体の Warnes 工場は、機械化が進んでいないこともあり従業員は〇〇人、生産量は約〇〇トン/日となっている。Warnes 工場では、I 社の P 製品に類似した Adquin という商品名のインターロッキングブロックの生産も行っている。但し、注文生産である。両工場において不良品として処分される廃レンガ、廃瓦の量はそれぞれ〇〇トン/日、〇〇トン/日となっている。

提案法人は本調査に先だち当企業との間で協議を続けてきた経緯がある。同社は、自社製品の廃材の有効活用及び景観舗装という新たな事業領域の創出の観点から提案製品・技術に大きな関心を寄せている。廃材発生量も量工場あわせ〇〇トン/日に及んでおり、提案法人とのタイアップによる廃材の有効活用ができれば同社にとっても大きなメリットとなる。同社へのヒアリングによると、廃材は農園、牧場の農道の整備や建設工事の埋め立て用に使われており、引取り価格(販売価格)は〇〇～〇〇ドル/トン程度とのことである。

提案法人との間で既に数度にわたり会議を実施しており、原材料の供給、事業展開に向けた協業に関し合意を得ることができている。また、提案法人は同社より廃レンガの供給を受け、これを分析し安全性の確認及びボリビア国に適した製品の検討も実施済みである。なお、原料の安定供給の観点から建設廃材や他の窯業業者からの調達先を複数用意し原料調達面でのリスク分散を図っていくこととする。

代理店候補

各市を拠点に建築、外構、及び小規模な土木工事を得意としている建設会社を想定している。提案法人が日本において展開しているフランチャイズビジネスを模してボリビア国で展開する際のパートナー候補の位置づけとなる。本調査において、現地再委託先を通じラパス及びコチャバンバの建設会社に提案製品と検討中の事業モデルを説明のところ高い関心表明をうけた。両都市ともサンタクルス市に較べると都市の歴史が古く、建築物の建て替えによる建設廃棄物の再資源化のニーズが高いと考えている。

提案法人は国内においては施工マニュアルを完備し、フランチャイズ先に対してのみこれを供与しノウハウの保持を図りつつ水平展開を行なう体制を整えている。ボリビア国においても同様の体制を構築する考えであり、フランチャイズの展開に際しては、提案法人の熟練技能者が対応を行い、フランチャイズ先に対して OJT で指導を行う予定である。

5. 収支計画 注) 一部数値については非公開部分につき〇〇で表示

(1) 販売計画

ボリビア国でのビジネス展開において、対象製品である K-グラントと K-グラントコートの適用先及び目標販売量(当初 5 年間)については以下の通り考えている。前提として、K-グラントに関しては、歩

道及び駐車場・公園をその適用先とし、それぞれ表層 7cm、10cm の仕様を想定している。民間の歩道、駐車場を中心に公共の公園を主要な受注先とし、歩道は 1 件当たり 20m² クラスの工事案件が、年間〇〇件程度の受注から漸増し、5 年後に 3 倍程度に増加。駐車場・公園については 1 件当たり 50m² クラスの工事案件を、年間〇〇件程度の受注から、5 年後に 3 倍程度に増加することを想定。K-グランドコートについては、自転車道や道路マーキング（共に公共用）での適用を想定し、5000m² クラスの自転車道が年間〇〇件、50m² クラスの道路マーキングが年間〇〇件といった受注からスタートし、3 年後に 3 倍になることを想定。

また、当初 1 年間は事業展開に向けたトライアル（ステップ 1）として現地パートナー企業に対する技術・ノウハウ供給契約及び提案製品（K-グランドコート）用副資材（バインダー・プライマー）の日本から現地への輸出からスタートし、2 年目に現地パートナー企業との共同体による受注（提案企業は支店を設立し現地で共同企業体を組成）を図っていくことを想定した。現地拠点は施工体制を整えていく必要があり、段階を追って施工クルーを拡充していくことを前提としている。

表 24 販売計画

注) 非公開部分につき非表示

(2) 収支計画

上記の販売計画に基づく 5 年間の損益計画書は以下の通りである。当初 1~2 年の市場開拓期を経て現地に支店を開設し提案製品の普及にあたるシナリオを想定。現地支店は、現地支店長 1 名(当初は業務量に鑑み現地在住日本人経営者に兼務を依頼)と職員(営業、事務員それぞれ数名)とし作業は外注する体制とした。支店長と営業職員が監督を兼ね現場で外注先を管理する形態とし、営業、事務員は最小人員よりスタートし段階的に増員する前提とした。工事費、人件費は現地の実勢価格を参考に積み上げを行った。収益及び経費は本事業から得られる提案企業本社分及び提案企業現地支店分を合算して計上。収益には、主に日本の提案法人にて取り込む予定の技術・ノウハウ料、K-グランドコート用副資材（バインダー・プライマー）の販売マージン、モバコンの販売マージンを含むものとした。

表 25 損益計算書

注) 非公開部分につき非表示

6. 想定される課題・リスクと対応策

(1) 法制度面にかかる課題/リスクと対応策

表 26 法制度面にかかる課題/リスクと対応策

課題/リスク	建設廃棄物の取り扱いについて許認可が必要な場合が多く、その取得要件がリスクとなる可能性がある。
対応策	必要となる資格や登録制度を確認し早期の対応を図る。但し、現在検討中のステッ

	<p>プ 1 においては提案法人自体が直接の影響を受けることはない。ステップ 1 の実行に際しては、必要許認可を取得済みの現地企業とタイアップすることとし、ステップ 2 以降に備え並行して独自の許認可取得に備えることとする。</p>
--	--

(2) ビジネス面にかかる課題/リスクと対応策

表 27 ビジネス面にかかる課題/リスクと対応策

課題/リスク	<p>原材料を安定的に確保するための建設廃棄物（廃レンガ、廃瓦）の回収ルート確立が課題である。</p>
対応策	<p>事業展開に際し、まずは現地窯業業者とタイアップし、その廃材を利用した製品販売からスタートすることとする。廃材購入価格に関しては、製品の施工単価から割り戻した競争力のあるレベルとすべく早期合意を図る。現在大手窯業業者である Ceramica Norte 社を候補に協議を行った。その結果、協業の合意を得ることができ、議事録形式にて確認を取り交わしている。原料の安定供給の観点から調達先を複数用意しリスク分散を図る。</p>

(3) 政治・経済面にかかる課題・リスクと対応策

表 28 政治・経済面にかかる課題・リスクと対応策

課題/リスク	<p>近年ボリビア国は安定的な経済成長を続けてきたものの、新型コロナの影響があり一時的な落ち込みを見せている。政治的には長期モラレス政権のあと混乱が生じている。サンタクルス市においては市長の交代もあり、市役所の関係部署のキーパーソンの多くが交代となった。</p>
対応策	<p>スモールスタートを前提にステップを踏んだ事業展開によりリスクの低減に努める。現地パートナーとの緊密な連携の下、人脈構築を行い現地に根差した事業展開を行う。</p>

(4) その他課題/リスクと対応策

表 29 その他課題/リスクと対応策

課題/リスク	<p>類似技術で質の悪い製品を製造・販売される可能性がある。また、コンプライアンス面では公務員の給与が比較的低い等から、賄賂要求等のリスクがある。</p>
対応策	<p>現地政府機関と相談し、特許申請、商標登録を行い知的財産保護に努める。特に、コア技術となる配合情報は、契約した業者にのみ公開して模倣リスクを回避する。施工実績を着実に積み上げて早期参入したうえで、市場の広がり、廃材リサイクルを見据えたフランチャイズ化も視野に入れる。コンプライアンスは現地進出本邦企業等からも情報を収集し、万全な対応を図る。</p> <p>原料となる廃レンガは現地の市場に適合したものであり、有害物質を含んでおらず、環境社会配慮ガイドラインの項目も満たしている。原料分析に際しては、混在する廃棄物の影響も把握すべく Ceramica Norte 社のレンガ廃材と共に、解体によ</p>

	<p>り発生した現地の廃レンガにモルタルが付着したものを半分程度混在させて日本で試験を実施。その結果、強度は日本の基準値と比較して問題ないことが確認できている。但し、日本国内のセメントを用いた試験だったため、ビジネス展開までに、現地セメントを用いた確認を再度実施することを検討している。</p> <p>現地の歩道及び自転車道に関しては強度の基準が設定されておらず、日本基準を満たすことで品質保証をアピールする。</p>
--	---

7. 期待される開発効果

提案製品は、対象国・地域の開発課題である自然環境と調和した開発や災害リスクの軽減に向けた都市の強靱化に資するものである。提案製品の特性は、①透水性・保水性効果、②景観性・視認性、③廃レンガ・廃瓦のリサイクル、④エコ・モビリティへの貢献、⑤CO2 排出抑制効果である。これらを現状想定される適用先候補の歩道、公園園路、広場、自転車道等に適用し、その普及が進んだ場合、強靱な都市の実現に向け、以下の開発効果が得られることが期待される。

表 30 提案製品の特性と開発効果

① 透水性・保水性効果	
・ 浸水対策	<p>➤ 降雨強度として 168mm/h まで耐えうる舗装仕様(排水の懸念のある箇所では舗装厚を増加)。ボリビアの規定 (Reglamento Nacional de Instalaciones Sranitarias Domiciliarias)では 110mm/h～140mm/h が目安となっている。但しこの規定が古いため、現状、建築においては通常の住宅では 150mm/h、大面の屋根、及び雨水排水に懸念のある物件に関しては 180mm/h が目安となっている。</p>
・ 雨水の涵養効果による水路の負担軽減	<p>➤ 地中に雨水を浸透させることで、表面排水で起きてしまう河川、水路の負荷軽減が図られる。また保水性も高く、0.17g/cm³の水を保水する。つまり歩道仕様の舗装厚 7cm の場合、1 平方メートルあたり 11.9ℓ、舗装厚 10cm の場合、1 平方メートルあたり 17ℓ、の水を保水することとなる。雨水を路面がクッションのように受け止め、ゆっくりと地中に戻す涵養が促される。</p> <p>【本事業のビジネス展開計画における効果】</p> <p>➤ 5 年時における提案製品の販売計画をベースにすると、施工面積 6,000m² において 86,700ℓ の保水を可能とする。</p>
・ ヒートアイランド現象の緩和	気温 35℃で-10℃路面温度が低減される。
② 景観性	

<p>・都市開発・都市計画における機能・景観性の向上</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ コロニア風の建築との相性が良く、サンタクルス市の市中心部やラパスの旧市街の再開発において景観にマッチした歩道、公園の開発が可能となる。 ▶ 歩道に対して共通仕様の適用による景観の向上に繋がる。また、サンタクルス市の場合、インターロッキングの施工不具合による不均衡な歩道表面の解消が可能となる。
<p>・視認性の向上</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ カラーバリエーションが豊富であり、用途や景観にあわせた使い方が可能である。 ▶ アメニティの向上
<p>・耐久性(K-グランドコート)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ マーキングの長寿命化（日本で使用される白線の2倍程度）
<p>③ 自転車道での適用によるエコ・モビリティの普及促進</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ サンタクルス市では都市交通の渋滞緩和や健康増進に向け自転車交通の利用を促進している。視認性も良く景観にマッチした提案製品の普及により自転車交通の利用がより促進される。 ▶ ラパス、コチャバンバ等の他の都市においても同様の効果が期待される。 ▶ K-グランドコートは滑り止め効果（BPN 値 70 程度）も高く、傾斜の多い地形にも有効である。
<p>④ 廃レンガ・廃瓦のリサイクル</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 建設廃棄物（廃レンガ、廃瓦）のリサイクル、資源循環に貢献 ▶ 最終処分場の負荷軽減 ▶ サンタクルス市の場合、現在建廃が課題となっていないが、近い将来徐々に課題となってくるので、それに備えてリサイクルの素地を作っておく。 ▶ 他の都市（ラパス等）は建廃処理の問題が顕在化しつつありその解決に役立つ。 ▶ リサイクル先進都市としてのイメージや価値の向上 ▶ リサイクル材の活用工場団地等での環境性能評価の向上 <p>【本事業のビジネス展開計画における効果】</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 5年間の提案製品の販売計画をベースにすると、施工面積合計は 20,000m² となり、廃レンガ・廃瓦のリサイクル量の合計は 1,128 トンとなる。
<p>⑤ CO₂ 排出抑制</p>	<p>K-グランド（C）を厚み 7cm、10cm で施工した場合、1,000m² あたりの CO₂ の排出をそれぞれ 2.28 トン、3.25 トン抑制できる。</p>

	<p>【本事業のビジネス展開計画における効果】</p> <p>▶ 5年間に於ける提案製品の販売計画をベースにすると、施工面積合計は20,000m²となり、提案製品によるCO₂の排出抑制量の合計は55.3トンとなる。</p>
--	---

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

提案法人は、創業以来の「全社員の物心両面の幸せを追求すると同時に、人類社会の進歩発展に貢献する」との基本理念のもと、処理困難物である廃瓦（産業廃棄物）のリサイクルに貢献するシステムを構築し、廃瓦リサイクル製品および再利用ノウハウの提供を通じて社会に貢献してきた。また、廃瓦リサイクル製品や他に応用できる製造方法をより付加価値のあるものにするため研究開発へ積極的に投資している。大学や研究機関と産学共同体制を築いて最新の研究成果に対する開発の支援、製品化の推進を実施している。

表 31 地元経済・地域活性化への取り組み一覧

項目	現地時点での貢献（カッコは年月）
地方自治体との連携・貢献実績	<ul style="list-style-type: none"> ・石川県エコデザイン賞（2012年11月資源循環賞、2018年大賞）受賞 ・広島SDGsビジネスコンテスト 最優秀賞受賞（2018年）
経済団体等との連携・貢献実績	<ul style="list-style-type: none"> ・金沢青年会議所（JC）主催のJCI金沢会議にてSDGsプレゼン実施（2019年） ・能美商工会青年部主催のSDGsビジネスプレゼン実施（2020年）
日本政府、省庁の取り組みに合致	<ul style="list-style-type: none"> ・エコアクション21取得（2015年5月） ・国交省にて経営力向上計画認定（2016年12月） ・平成28年度補正革新的ものづくり・商業・サービス開発支援補助金採択（2017年） ・平成29年度補正革新的ものづくり・商業・サービス開発支援補助金採択（2018年） ・平成30年度補正ものづくり・商業・サービス生産性向上促進補助金採択（2019年） ・日本貿易振興機構「新輸出大国コンソーシアム」専門家による海外展開支援（ハンズオン支援）採択（2019年） ・中部経済産業局にて事業継続力強化計画（BCP）認定（2020年） ・環境省「我が国循環産業の海外展開事業化促進業務」に採択（2020年） ・経済産業省「令和2年度地球温暖化問題等対策調査（途上国における適応分野の我が国企業の貢献可視化事業）」の「日本企業による適応グッドプラクティス事例集」に掲載（2021年） ・環境省「我が国循環産業の海外展開事業化促進業務」に2度目の採択（2021年）
大学／研究機関等との連携・貢献実績	<ul style="list-style-type: none"> ・都市環境デザイン会議（JUDI）で第二回パブリックデザイン賞受賞（2014年） ・都市環境デザイン会議（JUDI）富山フォーラムにおいてパネリスト（2017年）

	<ul style="list-style-type: none"> ・金沢工業大学で廃瓦を使用した製品/基盤材の共同研究開発を実施（2017年～現在） ・金沢工業大学で、実務家教員拝命（2018年） ・ベトナム国立建設大学（NUCE）と建設廃材リサイクルに関するMOU締結（2020年） ・埼玉大学大学院川本研究室と共同研究に関する秘密保持契約締結（2020年） ・令和3年度J-NEXUS 産学融合先導モデル拠点創出プログラムに採択された「北陸RDX～DXとESG投資による次世代への飛躍～」（10案件内包）において、北陸先端科学技術大学院大学と共同実施の案件がある。
産業集積（クラスター）等との関連	<ul style="list-style-type: none"> ・TOKYO FM「みらい図鑑」出演（2019年） ・金沢工業大学で地方創生フォーラムのパネリスト（2020年） ・能美ライオンズクラブ「SDGsビジネス」プレゼンテーション（2020年） ・北陸放送MRO「Tad Mitani's Innovation Now!」出演（2020年）

提案製品は石川県発の技術として、県内行政機関及び研究機関の支援を得て国内展開してきたものである。ボリビア国での展開が可能になれば県内産学界の意識高揚に貢献することができる。また、提案製品の展開により、将来的に周辺の南米諸国や他の途上国市場へも安価で高性能な舗装材の供給、建設廃棄物のリサイクル等が期待できる。その結果、提案法人及び国内関連企業の収益が拡大し、納税額の増加や国内の雇用創出により、地元経済への貢献が見込まれる。

表 32 本調査及び ODA 案件化でみこまれる地元経済・地域活性化

想定項目	想定される効果、本調査での検討事項
国内の雇用創出、新規開拓、新規開発	<ul style="list-style-type: none"> ・ボリビアでの多様な活用方法が日本国内の活用方法に幅を持たせる可能性がある。その結果、新たなニーズへの対応を目指した新規開発や新規事業の開拓につながる
国内関連企業の売上増	<ul style="list-style-type: none"> ・「K-グランドコート」のバインダーである水性エマルジョン樹脂やモバコンの輸出に繋がり、製造メーカーやその取引企業等の業績向上につながる ・日本メーカーの存在感を高め、他本邦企業のボリビアでの建設資材市場参入を支援できる
新たなパートナーとの連携及び連携強化	<ul style="list-style-type: none"> ・長期的には、ボリビアでの実績をふまえて南米諸国への展開によって新たなパートナー連携が形成され、受注増による国内外関連企業の売上増が見込める ・日系人社会との連携強化
事業実施による国内地元経済への裨益	<ul style="list-style-type: none"> ・景観舗装材の需要拡大により、人員の採用と売上・利益が増え、納税額の増加によって地元経済への裨益が期待される

（2）その他関連機関への貢献

本舗装材の配合試験等について、地元の大学と契約して研究を進めていく予定である。現在ベトナムレンガ瓦リサイクル展開において配合試験等の対応をしてもらっているのが、金沢工業大学である。また、石川県の公的な工業試験場やコンクリート試験で民間の試験機関に依頼して試験研究していくこととしている。なお、コンクリート系の舗装材製造マシンであるモバコンの開発においては、石川県産業

創出支援機構（ISICO）や北陸先端科学技術大学院大学（JAIST）の支援を受けており、複数のプロジェクトで産学官連携している。南米ボリビアのレンガリサイクルを推進する事で、その効果の波及がこのプロジェクトに従事する人、学生達のやりがいと環境への貢献を促しつつ、ビジネスとなったときに国際競争力を高める一助になると考えられる。

また、地元の商工会青年部やJC、異業種団体等といったところから講演の依頼もある。このプロジェクトが注目を集めることで、地域、ひいては世界全体の瓦・レンガといったリサイクル困難物である窯業系廃棄物リサイクルが広まっていくと考えている。

最近では経済産業省の適応ビジネスに関連する「適応グッドプラクティス」に事例として選定されている。このプログラムは諸外国における気候変動対策の適応ビジネスの中で、将来有望と思われる日本企業が有する技術やサービスを紹介したものである。温暖化に伴い、途上国が抱える問題に対して「適応」面で貢献可能な技術の普及をビジネスチャンスと捉え、民間主導による途上国における「適応ビジネス」を推進・支援するものである。提案企業のビジネスモデル及び提案製品の適応分野での展開可能性が評価されたと考えている。具体的な支援の一環として、現在当該技術の広報や、グリーンファンドの適応可能性についてヒアリング調査を受けている。

第4 ODA 事業との連携可能性

1. 連携が想定される ODA 事業

(1) 我が国の開発援助方針

我が国の ODA の基本方針は以下の通りとなっている。

表 33 我が国の ODA の基本方針

大目標	貧困削減を通じた持続的経済成長の実現に向けた協力
中目標	経済基盤の整備及び生産分野の多様化： 経済成長の基盤であるエネルギー開発に加え気候変動・防災に配慮した インフラ・水資源管理及び農業を始めとした生産基盤の整備及び分野の 多様化に向けた協力

(2) 連携が想定される ODA 事業

提案製品のボリビア国での普及に際し以下の ODA 事業との連携が考えられる。

- ① 普及・実証・ビジネス化事業の展開
- ② JICA により実施が予定されている「ボリビア国サンタクルス市 BRT 整備と一体となった持続可能な都市開発促進プロジェクト」との連携
- ③ サンタクルス市中心部の再開発にかかる技術協力プロジェクト、無償資金協力、草の根無償等
- ④ 無償資金協力、有償資金協力による自転車道整備
- ⑤ CAF との連携による民間セクター向け案件開発
- ⑥ 世銀融資案件での提案技術の適用

2. 連携により期待される効果

(1) 具体的な連携方法・連携内容

① 普及・実証・ビジネス化事業の展開

- ・本基礎調査において実施した試作に関してはモニタリング期間中、多数のサンタクルス市関係者及び民間事業者による見学があった。その際見学者からは、今後の公園、歩道、自転車道、各種施設の外構への適用可能性についての言及があると共に、実際の適用に際し、より大規模な実証をしてもらえないかとの要望が寄せられている。特に、面談を行ったサンタクルス市技術革新計画局からは、普及・実証・ビジネス化事業の応募への協力の表明があり、今後具体的な協議を進めていく予定である。
- ・提案法人の事業として実施が可能である。

② JICA により実施が予定されている「ポリビア国サンタクルス市 BRT 整備と一体となった持続可能な都市開発促進プロジェクト」との連携

- ・同プロジェクトにおいては、活動内容としてサンタクルス市の BRT 全体の沿線都市開発の中長期ビジョンと戦略の策定及び BRT 全体の沿線の公共交通指向型の都市開発計画の策定が計画されている。BRT 沿線の景観、歩行者、自転車交通とのかかわり方の計画策定において提案技術の利用可能性の検討が期待される。
- ・提案法人より技術情報等の提供が可能である。

③ サンタクルス市中心部の再開発にかかる技術協力プロジェクト、無償資金協力、草の根無償等

- ・サンタクルス市中心部（旧市街）の再開発の検討が進められている。再開発に際しては建設廃棄物（廃レンガ、廃瓦）の排出が見込まれるため、提案技術を活用した廃レンガ、廃瓦のリサイクル材の利用による景観と調和した歩道、公園、外構の整備が考えられる。現状ポリビア国においては建設廃棄物のリサイクルに関する制度が整っていないが、我が国における制度の紹介や基準の援用等による支援が考えられる。またサンタクルス市中心部に透水性・保水性舗装を適用することにより排水システムの負荷軽減及び浸水対策に貢献する。
- ・提案法人より技術情報等の提供が可能である。

④ 無償資金協力、有償資金協力による自転車道整備

- ・提案技術を活用したサンタクルス市及び周辺都市での自転車道整備事業、並びにラパス、エルアルト、コチャバンバ等における自転車道整備事業。
- ・現地パートナーとの協業を前提に提案法人にて実施が可能である。

⑤ CAF との連携による民間セクター向け案件開発

- ・CAF より提案技術を活用した民間セクター向けの案件開発（リサイクル材の利用促進）に関する関心表明を受けている。詳細については今後、CAF 民間部門と協議を図る予定である。
- ・提案法人より技術情報等の提供が可能である。

⑥ 世銀融資案件での提案技術の適用

- ・サンタクルス市に対し、世銀が融資予定のサンタクルス市の都市レジリアンス計画の一環として実施が計画されている自転車道整備事業における提案技術の採用可能性を働きかけていく予定である。
- ・現地パートナーとの協業を前提に提案法人にて実施が可能である。

(2) 期待される効果

① 建設廃棄物の利用拡大とこれに関する諸制度の整備促進

- ・我が国においては、建設廃棄物のリサイクル率は現在 90%以上となっている、建設廃棄物の利用に関しては 1970 年代より廃コンクリートの有効利用の検討が開始され、その後利用基準の検討や法制化を踏まえ廃コンクリートを利用した再生砕石の普及が拡大し現在に至っている。廃レンガ・廃瓦のリサイクルは比較的歴史が浅いものの、全国的に公共工事を中心に利用が拡大している。特に、福井県、岐阜県、島根県、石川県など一部の廃瓦再利用の先進地域で取組みが拡大している。国土交通省の NETIS 登録や複数の自治体（石川・静岡・岐阜・大阪など）ではリサイクル認定制度が設けられている。
- ・サンタクルス市においては、現時点では大量の建設廃棄物が排出され社会問題化している状況ではないものの、市中心部の再開発に見られるように、今後徐々に建設廃棄物の排出量が増加していくことが考えられる。また、ラパスやコチャバンバ等の歴史が古い都市においては既に建設廃棄物処理が課題となっている都市もある。
- ・かかる状況下、本技術の普及をきっかけにボリビア国における建設廃棄物の利用拡大と建設廃棄物の利用に関する諸制度が整備されることが期待される。

② 透水性・保水性舗装技術の普及

- ・サンタクルス都市圏では、近年、乾季・雨季によらず、集中豪雨による内水氾濫が発生し死者も出している状況である。透水性・保水性舗装の適用による排水システムの負荷軽減は浸水対策においても有効な一助となりうる。
- ・ボリビア国においては透水性・保水性舗装が導入されておらず、その基準や仕様についても定まっていない。本技術の適用を契機に透水性・保水性舗装の構造設計、適用する材料や基準が整備されボリビア国の都市の強靱化が進んでいくことが期待される。

③ 自転車道の整備促進

- ・建設廃棄物を再利用した本技術が自転車道に適用されていくことで、エコ・モビリティの意識向上に役立つことが期待される。自転車の利用拡大はサンタクルス市が目指すところであり、交通渋滞の緩和やエネルギー消費の削減に繋がっていくことが期待される。
- ・滑り止め効果の高い自転車道（K-グランドコート）の普及により事故の減少に貢献できる。

④ 歩行者交通の改善、道路交通の安全性向上

- ・サンタクルス市においては歩道にインターロッキングブロックが多用されているが、不均衡な箇所も散見される。本技術の普及により歩行者交通が改善されていくことが期待される。また、視認性が良く耐久性に優れた K-グランドコートの利用により道路交通の安全性の向上が期待される。