

**ブラジル連邦共和国
エネルギーハーベスティング技術
に関する案件化調査**

業務完了報告書

平成 27 年 9 月
(2015 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社音力発電

国内
JR (先)
15-064

要 約

本調査は、ブラジル連邦共和国（以下、「ブラジル」）を対象として、提案企業（(株) 音力発電）の有する「エネルギーハーベスティング技術」及びこれを活用した「発電床」の対象国における活用可能性を調査・検討すると共に、同製品・技術を活用したODA案件化の提案及びビジネス展開の計画策定を目的として実施された。

本調査は、ブラジルにおいても特に環境配慮型都市構築において先進的立場にあるパラナ州クリチバ市を主な対象地域として、計4回（2014年11月、2015年1月、4~5月、6月）の現地調査による関係機関・企業等へのヒアリング、持参した製品のデモンストレーション、関係機関への製品の仮設置及び関連機関におけるセミナー等を通じて行われた。

第1章 対象国の現状

第1章では、対象国の現状に関する調査結果として、政治・社会経済状況、本調査が対象とした開発課題、各開発課題に関連する開発計画等、ODA事業の先行事例・他ドナー分析及びビジネス環境の分析結果を記載した。

本調査で案件化を検討した、提案企業が持つ「エネルギーハーベスティング技術」及び同技術による「発電床」は、日常生活のあらゆる場において利用されておらず無駄になっているエネルギーを小規模な電力エネルギーとして有効活用するという特徴から、多くの分野における開発課題に対して活用する可能性を持つものである。このため、ブラジル国において特に活用可能性が高いと考えられる3つの分野（防災分野、防犯分野、環境配慮型都市構築分野）に焦点を当てて開発課題を分析し、活用可能性と案件化の検討を行った。

特に、防災分野では災害・停電時等においても踏むことによりLEDを点灯させられる特徴を活かした避難誘導灯としての可能性を、防犯分野では踏むことにより無線を送信できる特徴を活かした防犯センサーとしての可能性を、環境配慮型都市構築分野では外部電源・配電が不要であり、メンテナンスが容易である特徴を活かした都市計画における環境配慮型技術導入の可能性を検討した。

本調査では、これらの課題に対し、連邦政府・州・市など行政の取り組みについて確認した。

防災分野について、ブラジルでは基本的なインフラ整備の遅れも著しいが、特に住宅、建設物への安全基準の順守、整備は遅れている。サンパウロ市においても夜間営業を行う建築物の内、60%が安全基準に関する認可を得ていないことが判明した。ブラジルには全国的に統一された火災予防および対火災法規が実質上存在せず、各州政府がブラジル規格協会（ABNT）の規定および統合労働法（CLT）に基づき法規を制定している。ABNTの「ブラジル規格」（NBR: Norma Brasileira）は、順守を義務付けられる法律ではなく、対火災法規の策定や建築物設計に際して基準を与える機能を持つ。本調査では特に関連が深いABNTにおける建設分野中の対火災基準について確認したほか、州・市レベルの対火災法規について確認した。

防犯分野について、ブラジルでは、劣悪な治安状況が大きな社会問題となっている。世界保健機関（WHO）統計によるブラジルの2013年殺人発生件数は、10万人当たり32.4人で、調査された194カ国中11位に位置している。クリチバ市でも34.1人と全国平均以上の殺人が発生し、治安悪化は深刻度を増していることから、その解決は喫緊の課題となっている。また、提案企業の技術を活用した防犯センサーによって防犯効果を期待できる犯罪として、公共スペース、家宅侵入、商業スペースなど建物施設内での盗難・強盗事件が考えられるが、パラナ州における施設内盗難・強盗事件は2014年に計166,301件発生した。環境配慮型都市構築分野について、ブラジルは、2010年推計値で総人口の87%が都市に居住し（世界の都市人口は50%）、都市化が進んでいるにも関わらず都市インフラの整備が追い付いておらず、適切な開発規制を欠いた無秩序な都市開発が進んだ結果、環境・衛生や治安の悪化、交通渋滞、自然災害など様々な問題が生じている。連邦政府はこれら諸問題に対し、資金的サポートやその遠因となる社会的格差の是正、最低層の底上げ等に注力し、格差是正には一定の効果を挙げているが、都市問題の改善に顕著な効果をもたらすに至っていないのが現状といえる。

パラナ州の州都であるクリチバ市は1960年代から新しい概念に基づき人間（住民）のための都市造りを目指してきた。即ち都市機能の集中を抑え、街の発展軸を定めて都市機能を分散させ、効率的公共バス・システムの開発、ゴミの分別回収の導入、子供への環境教育の導入、経済的弱者の自立支援策の導入など、ブラジルのみでなく世界中の都市から注目される都市計画を推進してきた。クリチバ市都市計画の根幹となるのは連邦法に基づき10年ごとに見直されるマスタープラン（Lei do Plano Diretor）で、最終見直しは2004年に行われ、現在新マスタープランの承認に向けて作業が進行中である。クリチバ市では環境配慮型都市構築に関し多くの構想があるが、本調査に関連が深いものとして、スマートシティ構想、自転車道計画、公共照明計画、建築物の環境性能評価システム等が挙げられる。内、自転車道計画は、環境汚染やエネルギー消費を伴わずに他の公共交通にインテグレートされて市民の利便性を拡大する事で、クリチバ市の「人間都市」構想に整合するものと評価されており、300kmの自転車道を設置する計画である。また、建築物の環境性能評価システムとしては、米国のグリーンビルディング協会が開発・運用を行う、建築物及び敷地利用に関する評価システムである「LEED（Leadership in Energy & Environmental Design）」の導入が奨励されている。

クリチバ市の環境配慮型都市構築に係る実施機関としては、市長直轄のクリチバ都市計画研究所（IPPUC; Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba）が1965年に設立され、現在に至るまでクリチバの都市計画の立案・実施の中心的存在となっている。また、市政府の公共事業局（SMOP: Secretaria Municipal de Obras Públicas）では自転車道整備（新設および改修）が進行中である。

これらの開発課題に関し、我が国外務省「対ブラジル連邦共和国 国別援助方針（2012年12月）」においては、「援助の基本方針（大目標）」として急速な都市化がもたらす弊害の緩和と三角協力を通じた互恵的協力関係の構築が掲げられており、「重点分野（中目標）」として「(1) 都市問題

と環境・防災対策」、「(2) 三角協力支援」が挙げられている。特に「(1) 都市問題と環境・防災対策」では「都市部における環境・衛生の改善、交通渋滞の緩和といった都市環境の悪化に対し、日本の先進的な技術を活用した環境負荷の少ない環境配慮型都市構築の分野で支援を行っていく。また、防災リスク管理における支援も行っていく。」とされており、本調査が国別援助方針に沿ったものであることが確認された。

また、先行するODA事業としては、本調査で提案したODA事業（第4章に記載した）に関連が深い三角協力（第三国研修「持続可能な都市管理コース」）がIPPUCで実施されている。本調査では、IPPUCからの提案により、提案企業が講演者となり「エネルギーハーベスティング技術」の紹介及び活用可能性を検討するセミナーが実施されるなど、既存ODA事業との具体的な連携が実現した。

加えて、本調査ではブラジルのビジネス環境を分析し、特に提案企業が検討するビジネス展開と関連が深い関税制度、公共入札についても調査を行った。

第2章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針

第2章では、製品・技術の特長、海外進出の位置付け及びこれによる我が国地域経済への貢献について記載した。

提案企業である（株）音力発電は「エネルギーハーベスティング技術（身の周りの環境からエネルギーを刈り取る技術）」として世界で唯一の技術を持っている。住宅・会社・工場・商業施設・道路などの日常生活のあらゆる場において、音や振動などの、利用されておらず無駄になっているエネルギーを小規模な電力エネルギーとして有効活用することで、環境負荷の少ない社会インフラの構築に貢献している。

本調査において提案した製品は「発電床®（はつでんゆか）」である。発電床とは、人が歩くときに発生する床の振動を利用して発電を行う床型の発電機である。例えば、発電床を踏むことにより、①300～400個の高輝度LEDを発光させること、②無線を送信すること、③簡単な音を発生させることが可能となる。現在の主な製品は縦横30cmまたは50cm、厚さ1cm～3cm程のタイルカーペット型（または塩ビタイル型、オフィスフロア型）であり、床面への埋め込みまたは後付けにより簡単に設置することが出来る。500kgの耐荷重性を持ち、耐久性としては床材のJIS規格に則って試験をしており、100万回の踏みつけ試験をクリアしている。また、耐用年数としては、圧電素子自体がほぼ永久的に使えることと、これが壊れないよう構造上の工夫をしていることにより、半永久的に使用できる。

発電床があれば電気配線や電池交換が要らず半永久的に発電を行うことができるため、「安定した電気供給が難しい場所へ設置することができる」「メンテナンスが容易」などのメリットを提供できる。

提案企業としては、エネルギーハーベスティング技術はインフラが整っていない新興国・途上国における潜在需要が大きいものと考えており、特に都市計画の優れた成功例とされるクリチバ

市における採用をまずは目指し、その後ブラジル全土、また中南米諸国への展開を検討している。提案企業の海外展開により、協力企業における雇用増加やさらなる大学との連携強化も想定されるほか、海外事業からの「リバース・イノベーション」によるさらなる地域経済・地域活性化が見込まれる。

第3章 活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果

第3章では、本調査で行った検証活動の内容と結果、確認されたニーズと活用可能性の検討結果について記載した。

本調査では、日本で製品化されている「発電床」（道路工事中歩行者誘導マット型、階段型）及びデモ機（点字ブロック型「発電床」、「振カリモコン」（電池レスリモコン）など）を携行し、紹介・試用を行った。検証活動は、クリチバ市及びサンパウロ市における日伯政府系機関、日伯系企業・業界団体などに対するデモンストレーション（携行した発電床の実演デモ及び映像・写真資料等によるデモ）、ODA案件化時C/P候補（IPPUC）における一定期間の仮設置及びIPPUCとJICAによる三角協力（第三国研修）内におけるセミナーを通じて行われた。



サンパウロ上級消防学校（ESB）における
点字ブロック型「発電床」のデモ



IPPUC に仮設置した発電床歩道

これらの検証活動の結果、防災分野における避難誘導灯（商業施設・病院）、防犯分野における防犯センサー、環境配慮型都市構築分野における公道（自転車道・歩道・横断歩道）、その他（装飾灯（商業施設・住居）、振動検知センサー（工場））のニーズ及び留意点が確認された。

防災分野における避難誘導灯としての実現可能性は、日本でも活用事例が多く、技術的な実現可能性は高い。ただし、ヒアリングでは、ブラジルにおいて防災意識は一般的に高くないため、建物のオーナー等が停電など非常事態のために付加的なコストを負担することを避ける可能性があるという意見も聞かれた。まずは商業施設等において環境に配慮した技術に付加価値を見出す建設業者・施設等での活用が期待される。

防犯分野における防犯センサーとしての活用も、技術的には既に確立されている。現地警備会社へのヒアリングによると、同社が提供している最も簡易的なアラームシステム（感知器4ヶ所）

の設置費用は約1,200リアル（ヒアリング時のレートで500USD程度）であり、「発電床」により機能が近いアラームシステムを作った場合も、価格面で競争力を有する。ただし、バッテリー付人感センサー等の安価な製品と競合する可能性があるため、既存製品では実現できない用途（ATM設置場所、窃盗犯が歩いているポイントに防犯カメラを向ける）などから参入することで、実現可能性が高まると考えられる。

環境配慮型都市構築分野としては、公道に設置する場合は許認可・施工技術の面で屋内向けよりも難易度が高いものの、技術的には対応可能である。「発電床」は配電・バッテリー等を必要とせずスタンドアロンで機能する製品であることから、歩行者/自転車等が通った時のみ発光すれば良い区間においては、街灯等を設置する配電工事・メンテナンスに係るコスト、電気エネルギーに係るコストと比較して中長期的に費用対効果が上回り、公共事業のランニングコストを抑える効果が期待される。クリチバ市は環境配慮型都市構築に関してブラジル国内で先進的立場にあり、エネルギー消費の効率向上の観点から既存電球より初期投資額が高いLED電球への変換を積極的に進めるなど、都市構築におけるエネルギー消費量を削減する方針を明確に打ち出しており、エネルギーハーベスティング技術導入に強い動機を持っている。後述のODA案件化案によって共同で実証事業を進めることにより、実現可能性をより高めることができる。

第4章 ODA案件化の具体的提案

第4章では、ODA案件化の具体的提案について記載した。本調査では、先方関係機関より提案されたODA事業案も含めて3つのODA案件の素案を検討し、「エネルギーハーベスティング技術」の適応可能性、先方上位計画との整合性、事業実施上のリスク等の観点に留意して調査・分析を行った結果、「エネルギーハーベスティング技術の普及・実証事業（自転車道および自転車専用レーン／インテリジェンス照明）」を具体的なODA事業案として提案している。

1. 対象国／対象地域	ブラジル国パラナ州クリチバ市（市内の自転車道整備エリア）
2. 対象分野	環境配慮型都市構築の推進（交通静穏化）
3. 事業実施の背景・経緯	
<p>「人間が都市における生活機能の中心である」という同市の総合開発計画マスタープラン／Policyに基づき、環境配慮型の都市計画および郊外における公共照明の整備を目的として、クリチバ市では「公共照明マスタープラン」が制定されている。公共照明マスタープランの中では、これを実現するための方針として合計11のDiretriz（方針）が掲げられており、第4の方針として「自転車道／自転車専用レーンの整備」、また第11の方針として「Iluminação Inteligente（インテリジェント照明）」が定められている。いずれもクリチバ市公共事業局（SMOP）の公共照明部がコーディネーターを務めている。</p> <p>「自転車道および自転車レーンの整備」は、現クリチバ市長が当選した際の選挙公約でもあり、歩行者・自転車等交通弱者の交通安全を目指すと共に、自動車交通の抑制による交通渋滞と環境への悪影響の緩和を目指している。2015年に800万リアル、2016年に200万リアルのクリチバ市の予算が既に確保されており、既存の自転車道127kmに加えて2016年12月までに約300kmの自転車道および自転車専用レーンを整備する計画となっている。</p> <p>また「インテリジェント照明」については、新しい環境配慮型製品・技術を開発した企業を</p>	

招聘して製品の実証実験・検証を行い、製品化を支援しようというスキームがスタートしており、公共照明に係る環境配慮型の新技術を積極的に取り入れていく方針の実現を図っている。

(株)音力発電が、本案件化調査を通じてブラジルでのビジネス展開を模索していたところ、SMOPが「エネルギーハーベスティング技術」に関する高い関心を示し、前述の「環境配慮型の技術」を積極的に導入し、クリチバ市が進める「自転車道／自転車専用レーンの整備」への導入・活用可能性の検討を開始した。

(株)音力発電およびSMOPは、クリチバ市都市計画研究所(IPPUC)にて仮設置された「発電床(歩行者用マット)」の仮設置結果を踏まえた共同勉強会(2015年6月)の場等において議論を重ねる一方で、SMOPが整備を進める自転車道の共同視察を行い、同製品の導入候補サイト確認および技術の適用可能性の検討を行うなどODA事業化への準備を進めてきた。

【事業の目的】

本事業は、「エネルギーハーベスティング技術(発電床)」をSMOPが整備を進めるクリチバ市内の「自転車道および自転車専用レーン」へ導入し、以下の成果を達成することで、クリチバ市が推し進める「環境配慮型都市構築」に資することを目的に実施する。

成果① 「エネルギーハーベスティング技術(発電床)」の3つの機能(誘導灯機能、走行位置表示灯機能および無線センサー機能)が自転車道利用者の安全性・安心感の向上に有効であることが実証される。

成果② 電源レス・バッテリーレスによる費用対効果など「環境配慮型技術としての定量データ」を収集することで、「エネルギーハーベスティング技術(発電床)」の(既存照明に対する)比較優位性(経済性、環境配慮技術指標など)が実証される。

成果③ 実証結果に基づき「エネルギーハーベスティング技術」に関する理解と認知度が深まり、同技術の活用メリットがクリチバ市において認識される。

成果④ 製品の普及に向けた体制が構築される。

4. 製品、技術の位置づけ

エネルギーハーベスティング技術を用いた「発電床」として、次のような製品の導入を検討しており、前述の【事業の目的】に示した各項目の実証を行うことを導入目的とする。

2015年6月現在、クリチバ市公共事業局(SMOP)の公共照明部と、最終製品としての要求仕様および据付条件などの検討を重ねている。

製品・技術	製品の機能／(受益者)
LEDライト内蔵の「発電床」 (誘導灯)	走行する自転車の圧力で、走行するポイントより前後数メートルの路面を照らす「誘導灯機能」。他の自転車や歩行人に自転車の位置を知らせる役割も果たす。 (主に自転車ユーザー、歩行者向け)
LEDライト内蔵の「発電床」 (走行位置表示灯)	自転車が走行しているポイントにおいて、主に後方に向けて発光する「走行位置表示灯機能」。 (主に、後方に位置する自動車ユーザー、自転車ユーザー向け)
無線センサー内蔵の「発電床」 (無線センサー)	交差点の手前を自転車/歩行者が通過した際に、交差する道路に向けて標識等を光らせるための信号を送信する「無線センサー機能」。送信された信号は、自転車道と交差する車道や歩道などの交差点に設置された受信センサーにて、警告灯やブザーに変換され、自転車の接近を車輻や歩行者に伝える機能を果たす。 (主に、交差点に進入する自動車または自転車向け)

5. 期待される成果（開発効果）	
<p>① クリチバ市自転車道において「発電床」が誘導灯・センサーとして活用され、自転車走行に係る安心感・安全性の向上に寄与し、自転車利用者のアクセシビリティ向上に貢献する。</p> <p>② クリチバ市公共事業局（SMOP）が、「発電床」の導入結果に基づく「環境配慮型技術としての定量データ」を収集・公開することで「エネルギーハーベスティング技術」に関する正しい理解と認知度が深まり、クリチバ市の「環境配慮型都市構築」および都市計画に寄与する。</p> <p>③ 同事業の実証結果に基づき、「エネルギーハーベスティング技術」に関する正しい理解と認知度が深まり、同技術が「環境配慮型都市構築」の様々な場面で普及・活用されることにより、他の分野の開発課題の解決に寄与する。</p> <p>（無線センサー技術を活用した防犯対策、避難誘導棟を活用した防災対策など）</p>	
6. 対象国政府関係機関（カウンターパート（C/P）機関）	
C/P：クリチバ市公共事業局（公共照明部）	
協力機関：クリチバ市政府およびクリチバ市都市計画研究所（IPPUC）	
7. 受益者層 （ターゲットグループ）	<p>直接受益者層： クリチバ市公共事業局</p> <p>間接受益者層： 地域住民、自転車道通行者</p>
8. 実施予定期間（案）	2016年2月～2017年11月（約22ヵ月間）
9. 事業費概算額	99,961千円

第5章 活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果

第5章では、ビジネス展開の具体的計画について記載した（非公開部分のため、本要約では省略）。

案件化調査

ブラジル連邦共和国 エネルギーハーベスティング技術に関する案件化調査

企業・サイト概要

- 提案企業：株式会社音力発電
- 提案企業：神奈川県藤沢市
- 所在地
- サイト：ブラジル国クリチバ市／
C/P機関 クリチバ市公共事業局／
クリチバ市都市計画研究所、など



【フットライト】 【発電床®】



ブラジル国の開発課題

- ブラジル国は人口の8割以上が都市部に居住しているものの、都市インフラの整備が追いついておらず、治安の悪化、交通渋滞など様々な問題が生じている。また、住宅、建設物への環境・安全基準の整備、遵守が遅れている。

中小企業の技術・製品

- 世界で唯一当社が有する、日常生活のいたるところに存在する音や振動から発電する技術。
- 特に、「発電床」を用いた誘導灯・センサーの敷設により、ブラジルの自転車道における安全性及び安心感の向上などに役立っている。
- 建築物内の避難誘導灯・装飾灯として活用し防災に役立っていると共に、建築物の環境性能向上に寄与する。

調査を通じて提案されているODA事業及び期待される効果

普及・実証事業により、クリチバ市の環境配慮型都市構築における重要な施策である自転車道計画において、「発電床」が誘導灯・センサーとして活用され、環境配慮型技術としての比較優位性が実証されると同時に、自転車利用者のアクセシビリティ向上に貢献する。これらを通じ、クリチバ市の環境配慮型都市構築の推進に寄与する。

日本の中小企業のビジネス展開

ODA案件化により都市計画の優れた成功例とされるクリチバ市に採用されることにより、自転車道及び建築物等への導入が加速される。また、ブラジル国及び中南米諸国への展開を目指す。

ブラジル国エネルギーハーベスティング技術に関する案件化調査
業務完了報告書

目 次

要約

1. 対象国の現状	1
1-1 対象国の政治・社会経済状況	1
1-1-1 政治の概況	1
1-1-2 マクロ経済の概況	2
1-2 対象国の対象分野における開発課題	12
1-2-1 防災分野に係る開発課題	13
1-2-2 防犯分野に係る開発課題	13
1-2-3 環境配慮型都市構築に係る開発課題	14
1-2-4 我が国の援助方針	14
1-3 対象国の対象分野における開発計画、関連計画、政策（外資政策含む）及び法制度 ..	14
1-3-1 防災分野	14
1-3-2 防犯分野	19
1-3-3 環境配慮型都市構築分野	22
1-4 対象国の対象分野におけるODA事業の先行事例分析及び他ドナーの分析	26
1-4-1 我が国によるODA事業の先行事例分析	26
1-4-2 他ドナーの先行事例分析	27
1-5 対象国のビジネス環境の分析	27
1-5-1 外国投資全般の状況	27
1-5-2 対象製品・技術の輸入コスト	29
1-5-3 競合の状況	30
1-5-4 公共入札	31
2. 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針	32
2-1 提案企業及び活用が見込まれる製品・技術の特長	32
2-1-1 製品・技術の特長	32
2-1-2 製品・技術のスペック	33
2-1-3 製品・技術の国内販売価格	33
2-1-4 国内外の販売実績	34
2-1-5 競合他社製品と比べた比較優位性	35
2-2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ	36
2-2-1 企業における海外事業戦略	36
2-3 提案企業の海外進出による我が国地域経済への貢献	36

3. 活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果	38
3-1 製品・技術の検証活動（紹介、試用など）	38
3-2 製品・技術の現地適合性検証	42
3-3 製品・技術のニーズの確認	43
3-4 製品・技術と開発課題との整合性及び有効性	44
3-5 実現可能性の検討	44
4. ODA案件化の具体的提案	46
4-1 ODA案件概要	46
4-2 具体的な協力計画および開発効果	48
4-2-1 提案するODA案件の目標、投入、製品・技術の位置づけ	48
4-2-2 実施パートナーとなる対象国の関連公的機関（カウンターパート）	59
4-2-3 カウンターパート、関連公的機関等との協議状況	61
4-2-4 実施体制およびスケジュール	62
4-2-5 協力額概算	64
4-3 対象地域およびその周辺状況	64
4-3-1 候補サイト	64
4-3-2 関連インフラ整備	65
4-4 他ODA案件との連携可能性	65
4-5 ODA案件形成における課題	66
4-6 環境社会配慮にかかる対応	66
5. ビジネス展開の具体的計画（非公開部分につき非表示）	67
5-1 市場分析結果（非公開部分につき非表示）	67
5-2 想定する事業計画及び開発効果（非公開部分につき非表示）	67
5-3 事業展開におけるリスクと課題（非公開部分につき非表示）	67

添付資料

添付資料 1 ABNT CB24 資料（非公開部分につき非表示）	A-1
添付資料 2 第 2 次現地調査 セミナーアンケート調査結果 （非公開部分につき非表示）	A-2
添付資料 3 IPPUC 仮設置に係るアンケート結果（非公開部分につき非表示）	A-3
添付資料 4 写真（非公開部分につき非表示）	A-4
添付資料 5 収集資料リスト（非公開部分につき非表示）	A-5

図表目次

(図)

第1章

図1-1 :	ブラジル年間GDP推移	2
図1-2 :	セクター別GDP (名目) 構成比 (2013年)	5
図1-3 :	ブラジルの対日主要品目別 輸出比率 (2014年)	11
図1-4 :	ブラジルの対日主要品目別 輸入比率 (2014年)	11
図1-5 :	日本の対ブラジル直接投資額	11

第4章

図4-1 :	クリチバ市政府の組織図	60
図4-2 :	クリチバ市公共事業局 (SMOP) 組織図	61

(表)

第1章

表1-1 :	ブラジル マクロ経済指標	3
表1-2 :	ブラジルの主要品目輸出入 (通関ベース)	6
表1-3 :	ブラジルの主要国・地域別輸出入 (再輸出を含む総額ベース・通関ベース)	8
表1-4 :	ブラジルの対内直接投資 (国・地域別、国際収支ベース)	9
表1-5 :	ブラジルの対内直接投資 (業種別、国際収支ベース)	10
表1-6 :	ブラジルの対日主要品目別輸出入 (2013年・通関ベース)	10
表1-7 :	主な日本からの直接投資案件 (2013~2014年)	12
表1-8 :	サンパウロ州における、警察に届けられた犯罪件数の推移	20
表1-9 :	サンパウロ州に於ける種類別強盗割合 (2014年)	20
表1-10 :	パラナ州における施設内盗難・強盗件数	21
表1-11 :	連邦税、州税、市税、社会負担金	28
表1-12 :	対象製品に関連した輸入税率、社会負担金率	30
表1-13 :	対象製品 (発電ユニット : HSコード8501.31.10) に係る輸入関税及び 輸入諸経費の計算 (FOB価格10,000USDの場合)	30
表1-14 :	公共入札法の重要条項	31

第2章

表2-1 :	発電床の価格表 (税抜)	34
表2-2 :	国内における主な販売・導入実績	34
表2-3 :	各種受賞、助成金事業採択	35

第3章

表3-1： デモンストレーション実施先一覧.....	39
表3-2： 三角協力（第三国研修）内セミナー概要	41
表3-3： IPPUCにおける合同勉強会概要	42

第4章

表4-1： 普及・実証事業において実証を行う「発電床」3タイプ.....	51
表4-2： 普及・実証事業のプロジェクト・デザイン・マトリックス（PDM）（案）	56
表4-3： クリチバ市公共照明整備計画（2015-2016）	58
表4-4： 主な責任分担表	59
表4-5： 実施工程表（案）	63

1. 対象国の現状

1-1 対象国の政治・社会経済状況

1-1-1 政治の概況

ブラジル連邦共和国（以下、ブラジル）は、日本の国土の約22.5倍（8,515,767平方キロメートル）の面積と2億40万人（2014年）¹の人口を有する連邦共和制国家である。民族は欧州系（55%）、混血（38%）、その他（アフリカ系東洋系等）から構成され、公用語はポルトガル語、人口の約90%がキリスト教徒（75%がカトリック、15%がプロテスタント）となっている。

1500年以降、ブラジルはポルトガルの植民地とされてきたが、1822年に独立し、1889年に共和制を樹立した。1964年のカステロ・ブランコ軍事政権樹立以降は軍政が敷かれていたが、1985年3月に民政移管が実現し、1988年10月には新憲法が公布された。

1995年～2002年のカルドーゾ政権では、インフレの収束により経済安定が実現し、2003年1月には貧困の解決と経済成長の回復を掲げるルーラ大統領の労働者党（PT）政権が発足した。世界的な金融危機の影響にも関わらず、底堅さを見せる経済にも助けられ、ルーラ大統領は高い支持率を維持し、2011年までの第2期に亘り大統領を務めた。

2011年に発足したルセフ政権は、ルーラ前大統領の政策継続及び成果の拡大・定着等を目指し、優先課題として福祉、教育、保健、治安等を掲げた。汚職対策においても、汚職疑惑のあった閣僚を辞任させたほか、丁寧な政権運営及び綱紀粛正により支持率は高く安定していた。しかし、2013年6月のサッカー・コンフェデレーションズカップ開催中に教育、医療等の公共サービスの改善を求める大規模抗議運動が発生し、政権支持率が下降した。その後、2014年10月26日にブラジルで任期満了（任期4年）に伴う大統領選挙（決選投票）が実施され、ルセフ候補が僅差でネーヴェス候補に勝利し、2015年1月1日に就任した。第2期政権は、投資を呼び込むビジネス環境の整備や輸出増による貿易収支の改善に加え、公共支出を抑えた緊縮財政で財政収支の改善を目指す予定だが、財政均衡策をめぐる議会との調整難航や、3月中旬にルセフ大統領の弾劾を要求し全国で170万人を越える大規模なデモが発生する等、同政権は発足当初から厳しい政権運営に追い込まれている。

特に2014年に発覚した、国営石油会社ペトロブラスが約2,500億円に上る賄賂を受け取っていた政界汚職事件は、関与した50人の政治家のうち多くの与党労働者党議員や上下両院議長が含まれている等の事態を受け、国民の政治不信が一層高まっている。

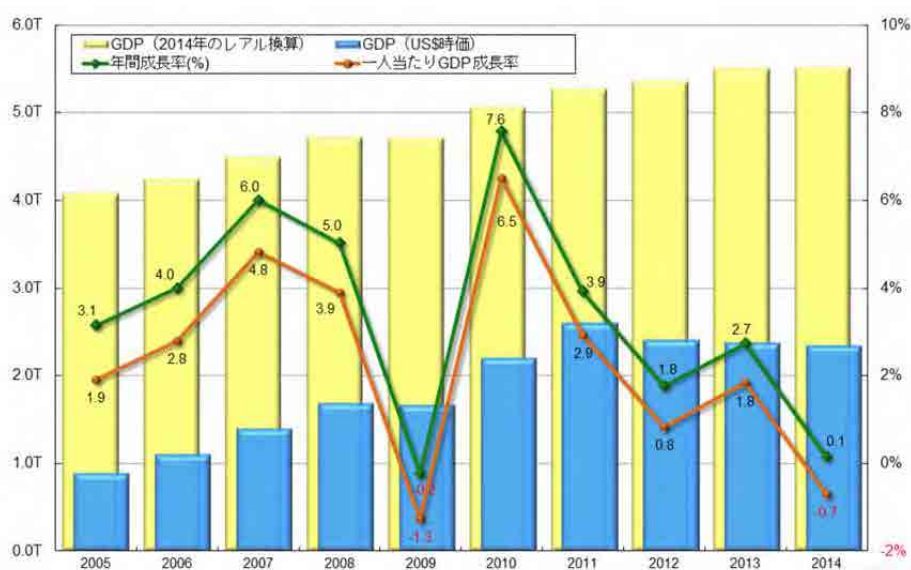
¹ ブラジル地理統計院（IBGE）

1-1-2 マクロ経済の概況

(1) マクロ経済動向

ブラジルは日本の約4割、世界第7位の経済規模を有する中南米有数の経済大国である。1990年代から2010年までは順調な成長を続けてきたが、近年は低成長が続いており、特に2015年は非常に厳しい状況に置かれている。

当初予想されていた2013年の実質GDP成長率は3%だったが、実際は2.7%に留まった。更に、2014年のGDP成長率²は0.1%とほぼゼロに近い状態まで落ち込み、リーマンショック後の2009年とほぼ同等の数値となった。



出典：JETRO アジア経済研究所（2015）「ブラジル経済動向レポート（2015年3月）」
をもとに調査団作成

図1-1：ブラジル年間GDP推移

GDPを含めた、2013年までのブラジルのマクロ経済指標は以下の通りとなっている³（表1-1）。

² 2015年4月に政府はGDP算出方法の見直しを行い、対象となった2000年～2011年の総額が全て上方修正された。2014年のGDPも改定後の方法により算出されている為、改定前の算出方法ではマイナス成長となっていた可能性が高い。2012年、2013年分に関しては2015年11月に改訂される見込み。

³ JETRO（2014）「世界貿易投資報告:ブラジル編 2014年版」。

表1-1：ブラジル マクロ経済指標

更新日付：2014年11月17日（現地通貨：リアル）

対象年月	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
実質 GDP 成長率 (%) (注 1)	5.7	3.2	4.0	6.1	5.2	-0.3	7.5	2.7	1.0	2.5
名目 GDP 総額-現地通貨 (単位：100 万)	1,941,498	2,147,239	2,369,484	2,661,344	3,032,203	3,239,404	3,770,085	4,143,013	4,392,094	4,844,815
名目 GDP 総額-USD (単位：100 万)	663,733	882,044	1,089,253	1,366,853	1,653,535	1,620,164	2,143,031	2,476,649	2,248,815	2,246,162
1人あたりの GDP (名目)-USD	3,665	4,810	5,870	7,284	8,721	8,472	11,089	12,694	11,437	11,311
消費者物価上昇率 (%) (注 2)	7.6	5.7	3.1	4.5	5.9	4.3	5.9	6.5	5.8	5.9
消費者物価指数 (注 3)	2,398.9	2,535.4	2,615.1	2,731.6	2,892.9	3,017.6	3,195.9	3,403.7	3,602.5	3,815.4
失業率 (注 4)	9.6	8.3	8.4	9.3	7.9	8.1	6.7	6.0	5.5	5.4
経常収支 (国際収支ベース) - 現地通貨 (単位：100 万)	11,679	13,985	13,621	1,712	-28,192	-24,302	-47,323	-52,473	-54,230	-81,108
貿易収支 (国際収支ベース) - 現地通貨 (単位：100 万)	33,842	44,929	46,457	40,027	24,836	25,290	20,147	29,794	19,415	2,399
外貨準備高-USD (単位：100 万) (注 5)	52,462	53,245	85,156	179,433	192,844	237,364	287,056	350,356	369,566	356,214
対外債務残高-USD (単位：100 万) (注 6)	201,374	169,450	172,589	193,219	198,340	198,192	256,804	298,204	312,898	308,625
為替レート (期中平均値、対 USD レート)	2.9251	2.4344	2.1753	1.9471	1.8338	1.9994	1.7592	1.6728	1.9531	2.1569
為替レート (期末値、対 USD レート)	2.6536	2.3399	2.1372	1.7705	2.3362	1.7404	1.6858	1.8588	2.0483	2.3420
通貨供給量伸び率 (%) (注 7)	16.6	18.5	18.0	18.7	17.8	16.3	15.8	18.5	15.9	8.9
輸出額-USD (単位：100 万)	96,475	118,308	137,470	160,649	197,942	152,995	201,915	256,040	242,580	242,034
対日輸出額-USD (単位：100 万)	2,774	3,483	3,895	4,321	6,115	4,270	7,141	9,473	7,956	7,964
輸入額-USD (単位：100 万)	62,782	73,551	91,396	120,622	173,107	127,705	181,768	226,246	223,164	239,634
対日輸入額-USD (単位：100 万)	2,869	3,405	3,840	4,609	6,807	5,368	6,986	7,872	7,735	7,082
直接投資受入額-USD (単位：100 万) (注 8)	18,166	15,066	18,782	34,585	45,058	25,949	48,506	66,660	65,272	63,996

出典：JETRO ウェブサイト https://www.jetro.go.jp/world/cs_america/br/stat_01.html⁴

注 1：ブラジル地理統計院 (IBGE) は 2007 年 3 月、GDP の計算方法を 2000 年を基準とする新方式に改定した。

注 2：前年 12 月比

注 3：1993 年 12 月=100、12 月末値

注 4：2002 年以降の数値は新方式の計算方法を採用している。また各年の数値は 2003~2006 年の数値は 12 月時点、2007 年以降は 1~12 月の平均値。

注 5：金を除く

注 6：親子ローン除く、12 月末値

注 7：IMF "International Financial Statistics Yearbook 2014", "Broad Money" を通貨供給量伸び率として掲載。

注 8：国際収支ベース

⁴ 数値データは以下の出典データを JETRO が集計したもの：

- 実質 GDP 成長率、名目 GDP 総額、消費者物価上昇率、失業率、経常収支、貿易収支、対外債務残高、輸出入額、直接投資受入額：ブラジル中央銀行 (<http://www.bcb.gov.br>)
- 1人あたりの GDP：IMF "World Economic Outlook Database"
- 外貨準備高、為替レート、通貨供給量伸び率：IMF "International Financial Statistics : database and browser"
- 対日輸出額：開発商工省 (<http://www.mdic.gov.br/sitio/>)

2015年も低成長の傾向は継続する見通しで、2015年6月時点でのブラジル中央銀行予測によれば、同年の経済成長率はマイナス1.1%、インフレ（消費者物価上昇）率は9%とされている。主たる要因は①財政再建の為の緊縮財政措置、②インフレ抑制の為の金融引き締め、③資源安・リアル安による交易条件悪化だが、前述した④ペトロブラスの汚職問題、⑤大干ばつによる水不足、⑥ルセフ大統領の求心力低下による政策実施の鈍化等、他にも要因は多く、プラス要因を見出すのは難しい。

① 財政再建の為の緊縮財政措置

ルーラ前大統領が低所得者層への分配を中心とする政策を行ってきたこともあり、歳出規模は拡大した一方、景気減速による歳入規模の減少を受け、ルセフ大統領は就任後の2011年から適宜財政金融政策を実施してきた。しかし、2014年の基礎的収支は1997年以来初めて赤字に転落（GDP比-0.6%）しており、政府は急速かつ深刻な財政状況悪化に直面している。更なる財政混乱を引き起こすことになる大手格付け会社のブラジル国債格下げを回避すべく、2015年1月に就任したレビー財務相は、失業保険、寡婦年金、賞与等の受給要件見直しによる社会保障給付の削減（180億リアル）、電力エネルギー開発会計への補助金削減（90億リアル）等の歳出削減措置を打ち出している。加えて、歳入増加措置として自動車関連税の軽減措置廃止（50億リアル）、燃料税増税、個人向け融資に対する金融取引税引き上げ等を実施する予定で、負担増加による一層の個人消費低下が懸念されている。

② インフレ抑制の為の金融引き締め

2011年から上昇し始めたインフレ率に対して、ブラジル中央銀行は政策金利の調整で順次対応してきた。ブラジル中央銀行はインフレ目標を4.5%±2.0%（上限6.5%）と設定しており、2013年の7.25%からは段階的に政策金利が引き上げられたにも関わらず、2015年1月のインフレ率は前年比7.14%と上限を大幅に上回った。現在、2015年6月時点の金利は13.75%まで達しているが、インフレ目標圏を下回らない限り、金利引き下げに動く見通しは低い。政策金利の過度の引き上げは企業の設備投資意欲低下や消費への悪影響が懸念されるものの、前述のインフレ率を考慮すると金融引き締めを行わざるを得ない状況にあり、加えて世界的な原油価格の下落にも関わらず、ブラジルでは燃料価格を政府が規制している為、原油安によるインフレ抑制効果も乏しく、金融緩和の要素とはなっていない。

③ 資源安による交易条件悪化

後述するようにブラジルは資源輸出国であるが、最大の品目である鉄鉱石や各種農産品の価格下落により、交易条件⁵が悪化している。同時期にリアル安も進み、輸出価格が下落する一方で輸入価格は横ばいで推移したことで、更に交易条件の悪化に繋がっている。また、工業製品の主な輸出先であるアルゼンチンとベネズエラの不況も輸出減少に影響しており、交易条件の悪化による損益の発生が所得減や設備投資減を引き起こしており、全面的な景気悪化となっている。

⁵ 国際貿易における商品の交換比率。

④ ペトロブラスの汚職問題

汚職が発覚して以降、監査を経た決算発表が行われていない状況が続いていたが、2015年4月、ペトロブラスは汚職関連費用として20.6億USDの損失を計上した。その他、資産価値の暴落等を含めた2014年度決算は71.9億USDの損失、債務総額は過去最大の1,164億USDに達し、この決算発表により同社は債権市場での資金調達がほぼ不可能となった。既に格付けを投機級に格下げしている大手格付け会社ムーディーズに加えて、スタンダード&プアーズやフィッチも続くことが懸念されており、再建に失敗し政府の資本注入が必要になるような事態に陥れば、更なる財政状況悪化によるブラジル国債の格下げ等、マクロ経済にまで深刻な影響を及ぼしかねない。

⑤ 大干ばつによる水不足

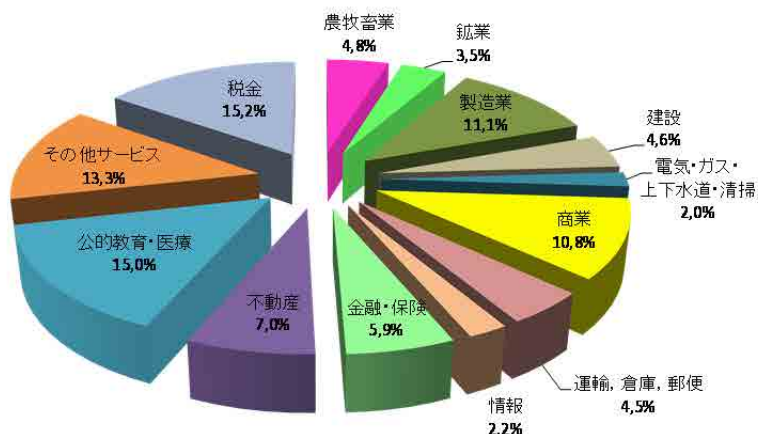
過去80年で最悪とも言われる大干ばつによる、深刻な水不足の影響も更に経済を押し下げる可能性がある。ブラジルは発電量の約7割が水力発電である為、水不足が電力不足に直結している。また、水不足は農作物へも深刻な被害を及ぼす他、計画的な断水や停電等の措置が行われた場合は消費・生産活動を下押しする恐れがある。既に、2015年1月にはサンパウロ州等10州で大規模停電が発生し、サンパウロでは地下鉄運航停止により1日で200万人が影響を受ける等、具体的に経済活動への影響が出始めているが、当面は水不足解消も期待しづらい状況にあり、今後は上述の計画停電もより一層現実味を帯びてくると考えられる。

⑥ ルセフ大統領の求心力低下による政策実施の鈍化

ルセフ政権の求心力低下により、現在の財政再建策の取り組みが遅れる恐れもある。連立与党内には緊縮路線に反対する声も多く、2015年3月には、雇用税の実質引き上げが上院で拒否され、柱の一つと言える緊縮策が打てない状況下にある。こういった事態が続けば緊縮策の実現は更に遠いものとなり、任期終了を待たず頓挫する可能性も否定できない。

(2) 産業別構造

ブラジルのGDP（名目）における産業別構成比は次図の通り（図1-2）。



出典： 在ブラジル日本大使館（2015）「ブラジル経済・二国間経済関係概観」

図1-2：セクター別GDP（名目）構成比（2013年）

ブラジルは世界有数の農業・資源国であるが、農牧畜業が占める割合は全体比4.8%、鉱業は3.5%と低い。対して、構成比が高いのは第三次産業であり、公的教育・医療が15.0%、税金が15.2%、その他サービスが13.3%、商業が10.8%と、合計すると全体の約7割を第三次産業が占めている。一般的に、GDPが増加するにつれて第三次産業の比率も高くなる傾向があるが、ブラジルも同様の構造となっている。

(3) 輸出入

ブラジルはメルコスール（南米南部共同市場）と呼ばれる関税同盟に加盟しており、現在の正加盟国はアルゼンチン、ブラジル、パラグアイ、ウルグアイ、ベネズエラの5カ国、2012年12月時点の準加盟国はチリ、ボリビア、ペルー、エクアドル、コロンビアとなっている。

域外とのFTA交渉はメルコスールが一体となって行っており、メルコスールにはアルゼンチンやベネズエラといった保護主義的な通商政策を採る国も加盟しているため、EUとのFTA交渉などメルコスールが一体となって進めている通商交渉は大きな進展をみせていない。その為、ブラジルがFTAを発効させているのは、メルコスールの他にチリ、アンデス共同体（CAN）加盟国（ボリビア、コロンビア、エクアドル、ペルー）、イスラエルのみであり、ブラジルの往復貿易額に占めるFTA締結相手国との貿易比率は15.5%に過ぎない。

品目別に輸出入をみると、以下の状況となっている。（表1-2）

表1-2：ブラジルの主要品目輸出入（通関ベース）

（単位：百万USD、%）

	2012年度	2013年度		
	金額	金額	構成比	伸び率
輸出総額 (FOB)	242,580	242,179	100.0	▲0.2
一次産品	113,454	113,023	46.7	▲0.4
鉄鉱石	30,989	32,492	13.4	4.9
大豆	17,455	22,812	9.4	30.7
原油	20,306	12,957	5.4	▲36.2
鶏肉	6,732	7,004	2.9	4.0
大豆油かす	6,595	6,787	2.8	2.9
半製品	33,042	30,526	12.6	▲7.6
粗糖	10,030	9,164	3.8	▲8.6
木材パルプ	4,700	5,179	2.1	10.2
鉄鋼半製品	3,842	2,710	1.1	▲29.5
工業製品	90,707	93,090	38.4	2.6
石油掘削プラットフォーム	1,458	7,736	3.2	430.6
乗用車	3,725	5,485	2.3	47.2
燃料油	5,039	3,869	1.6	▲23.2
航空機	4,747	3,830	1.6	▲19.3
自動車部品	3,778	3,306	1.4	▲12.5
その他	5,375	5,540	2.3	3.1
輸入総額 (CIF)	223,149	239,621	100.0	7.4
資本財	48,634	51,653	21.6	6.2
工業用機械	16,060	16,543	6.9	3.0
工業用資本財部品	7,073	8,278	3.5	17.0
原材料及び中間財	99,858	106,502	44.4	6.7
化学品・医薬品	27,289	28,608	11.9	4.8
鉱産品	18,086	18,263	7.6	1.0
輸送機器用付属品	14,382	16,376	6.8	13.9

	2012年度	2013年度		
	金額	金額	構成比	伸び率
中間製品（部品）	13,002	14,046	5.9	8.0
消費財	39,376	40,963	17.1	4.0
非耐久消費財	17,150	18,735	7.8	9.2
食料品	5,110	5,871	2.5	14.9
医薬品	5,351	5,869	2.4	9.7
耐久消費財	22,225	22,228	9.3	0.0
乗用車	10,398	9,816	4.1	▲5.6
家電製品	4,708	4,919	2.1	4.5
個人用装飾品	4,119	4,493	1.9	9.1
燃料及び潤滑油	35,317	40,502	16.9	14.7

出典：開発商工省（MDIC）

2013年の輸出は前年比0.2%減の2,421.8億USDとなり、2年連続で減少した。一次産品輸出を主要品目別にみると、同産品全体の3割弱を占める鉄鉱石が前年比4.9%増の324.9億USD、大豆が30.7%増の228.1億USD、原油が36.2%減の129.6億USDとなった。原油は国内生産の低迷に加え、自動車の普及拡大によるガソリン需要増など国内消費の増加が主因で輸出量が大幅に減少した。農産物全体の輸出は前年比4.3%増の999.7億USD、そのうち大豆や大豆油かすを含む大豆関連商品は農産物輸出の31.0%に相当する309.6億USDだった。ブラジルにおける大豆生産の約5割は輸出向けであり、量産により輸出価格が米国産より安価となった。

一方、輸入は前年比7.4%増の2,396.2億USDとなった。輸入を財の種類別にみると、資本財、原材料および中間財、消費財全ての分野が前年比で伸びたが、消費財の中の耐久消費財は0.0%増と横ばいだった。更に、耐久消費財を主要品目別にみると、乗用車が98.2億USDと前年比5.6%減少した。2011年までは自動車販売市場に占める輸入車の割合が上昇傾向にあったが、2012年以降は縮小に転じている（2012年20.7%、2013年18.8%）。

この背景には、政府が2012年に導入した自動車の国内生産優遇措置がある。政府は自動車にかかる工業製品税（IPI）を30ポイント引き上げた上で、メルコスール域内調達率65%の達成や、売り上げの1.5%を研究開発（R&D）に投資することなどの条件を満たす完成車メーカーに対し、IPIの30ポイント減免を認める政策を打ち出した。更に、2012年10月には「自動車のイノベーション技術と生産チェーンの強化に向けたインセンティブプログラム（Inovar-Auto、以下、新自動車政策）」と呼ばれる新政策を発表し（2013年から実施）、国内における自動車の製造と開発を促進する政策を強化している。

次に、国・地域別に輸出入を概観する。（表1-3）

表1-3：ブラジルの主要国・地域別輸出入（再輸出を含む総額ベース・通関ベース）
（単位：百万USD、%）

	2012年度	2013年度		
	金額	金額	構成比	伸び率
輸出総額（FOB）	242,580	242,179	100.0	▲0.2
中国	41,228	46,026	19.0	11.6
米国	26,701	24,653	10.2	▲7.7
アルゼンチン	17,998	19,615	8.1	9.0
オランダ	15,041	17,326	7.2	15.2
日本	7,956	7,964	3.3	0.1
ドイツ	7,277	6,552	2.7	▲10.0
ベネズエラ	5,056	4,850	2.0	▲4.1
韓国	4,501	4,720	1.9	4.9
チリ	4,602	4,484	1.9	▲2.6
パナマ	397	4,423	1.8	1,014.1
メキシコ	4,003	4,230	1.7	5.7
イタリア	4,581	4,098	1.7	▲10.5
英国	4,519	4,102	1.7	▲9.2
その他	98,720	89,136	36.8	▲9.7
輸入総額（CIF）	223,149	239,621	100.0	7.4
中国	34,251	37,302	15.6	8.9
米国	32,363	36,002	15.0	11.2
アルゼンチン	16,444	16,463	6.9	0.1
ドイツ	14,212	15,182	6.3	6.8
ナイジェリア	8,012	9,648	4.0	20.4
韓国	9,099	9,491	4.0	4.3
日本	7,735	7,082	3.0	▲8.4
イタリア	6,202	6,717	2.8	8.3
フランス	5,910	6,498	2.7	9.9
インド	5,043	6,457	2.7	28.0
メキシコ	6,075	5,795	2.4	▲4.6
スペイン	3,543	4,486	1.9	26.6
チリ	4,165	4,328	1.8	3.9
その他	70,096	74,170	31.0	5.8

出典：開発商工省（MDIC）

ブラジルにとって、中国は構成比19.0%と最大の輸出相手国となっている。2013年の対中輸出は前年の7.0%減から反転し、2013年は11.6%増の460.3億USDに拡大しており、2014年も前年比で7~7.5%増と予測されている。世界第2位のトウモロコシ消費国である中国は、米国産に代わってブラジル産のトウモロコシの輸入を2013年3月から開始している。中国の堅調な経済成長が今後も持続すれば、ブラジルからの市況商品輸出は中国依存の傾向が一層強まることが予想される。また、パルプの輸出先としても中国は存在感を増している。2013年の対中輸出額はパルプ輸出額全体の30.5%に達し、伝統的な輸出先であるEU（28カ国、シェア40.0%）を急速に追い上げている。他方、対中輸入は前年比8.9%増の373.0億USDに達し、前年に引き続き最大の輸入相手国となった。携帯電話の部品や集積回路、繊維素材などが大きく伸びた。

輸出先2位の米国は、2013年は原油輸出の減少が響き、前年比7.7%減となった。対米輸出の14.1%（2013年）を原油が占めており、原油輸出の動向が対米輸出額全体に与える影響は大きい。他方、米国からの輸入はガソリンや小麦の輸入が増えたこともあり、前年比11.2%

増となった。

輸出入ともに3位のアルゼンチンとは、2013年は輸出が前年比9.0%増、輸入が0.1%増となった。近年のアルゼンチン経済の後退は、ブラジルの自動車産業にとって大きな懸念材料となっており、2013年の両国の往復貿易額は360億USDに達するものの、自動車関連が約45%を占めている。2013年10月以降、対アルゼンチン貿易は減少傾向にあり、2014年上半期（1～6月）は前年同期比20.4%の減少となっている。自動車の輸出額が29.6%減少した影響が大きい。

(4) 投資概況

次に、2013年のブラジルの投資現状を概観する。（表1-4）。

表1-4：ブラジルの対内直接投資（国・地域別、国際収支ベース）

（単位：百万USD）

	2012年度		2013年度	
	金額	金額	構成比	伸び率
オランダ	12,213	10,511	21.3	▲13.9
米国	12,310	9,021	18.3	▲26.7
ルクセンブルク	5,965	5,067	10.3	▲15.1
チリ	2,013	2,963	6	47.2
日本	1,471	2,516	5.1	71.1
スイス	4,333	2,333	4.7	▲46.1
スペイン	2,523	2,246	4.6	▲11.0
フランス	2,155	1,489	3	▲30.9
カナダ	1,950	1,215	2.5	▲37.7
英国	1,978	1,203	2.4	▲39.2
ドイツ	826	1,011	2	22.3
イタリア	986	902	1.8	▲8.6
ニュージーランド	22	752	1.5	3,331.60
ポルトガル	551	596	1.2	8.3
バハマ<諸島>	138	562	1.1	308.3
韓国	875	544	1.1	▲37.9
その他	10,233	6,412	13	▲37.3
合計	60,543	49,342	100	▲18.5

出典：ブラジル中央銀行

2013年に最大の投資国となったオランダからは、石油資源開発（ロイヤル・ダッチ・シェールによる鉱区開発権の獲得）、アグロインダストリー（DSMによる飼料製造大手トルトゥーガの買収）などの分野で大型投資があった。米国からの投資は、宅地建設、発電事業、トラック製造、情報通信など多岐に亘る。また、前年に引き続きチリからの投資が好調であり、2013年は4位の投資国に浮上している。同国からの2013年の主要案件としては、魚粉や魚油製造最大手であるコルペスカが2.6億USDを投じ、ブラジルの大豆エキス・大豆油製造セメンテス・セレクトアの株式の60%を取得した案件が挙げられる。

一方、2013年の対内直接投資を分野別にみると、下記の通りとなっている（表1-5）。

表1-5：ブラジルの対内直接投資（業種別、国際収支ベース）

（単位：百万 USD）

	2012年度	2013年度		
	金額	金額	構成比	伸び率
農業・畜産・鉱業（その他含む）	6,528	9,990	20.2	53
石油・天然ガス採掘	3,679	7,131	14.5	93.8
金属鉱物採掘業	1,652	822	1.7	▲50.2
鉱物採掘関連サービス	597	1,213	2.5	103.1
工業（その他含む）	22,206	15,218	30.8	▲31.5
化学品	1,871	2,009	4.1	7.4
自動車・トレーラー・車体	1,256	1,867	3.8	48.7
金属	5,311	1,493	3	▲71.9
食料品	5,076	1,487	3	▲70.7
情報機器・電子製品	713	1,414	2.9	98.3
医療・医薬品	1,575	1,089	2.2	▲30.9
コークス・石油・バイオ燃料・派生品	384	900	1.8	134.4
サービス業（その他含む）	31,444	23,876	48.4	▲24.1
商業（自動車除く）	5,700	6,242	12.6	9.5
金融サービス・同補助業	5,715	3,861	7.8	▲32.4
運輸	1,088	2,127	4.3	95.5
不動産	3,649	2,005	4.1	▲45.0
保険等	4,640	1,933	3.9	▲58.3
電気・ガス等	2,061	1,544	3.1	▲25.1
建築	955	748	1.5	▲21.6
不動産の売買	364	258	0.5	▲29.2

出典：ブラジル中央銀行

農業・畜産・鉱業は前年比53.0%増と好調だったが、工業分野(31.5%減)、サービス業(24.1%減)が大幅に減少した。工業分野においては、減少した中でも自動車産業への投資が48.7%増と好調だった。前述の新自動車政策に対応し、各社とも国内生産体制の強化や系列サプライヤーの誘致を進めている。サービス業は商業が9.5%増、運輸が95.5%増となり、農業・畜産・鉱業分野では、石油・天然ガス採掘分野での外国投資受け入れが好調であり、前年比ほぼ倍増の71億USD超に達した。

(5) 対日貿易

最後に、日本とブラジルの貿易概況について述べる。

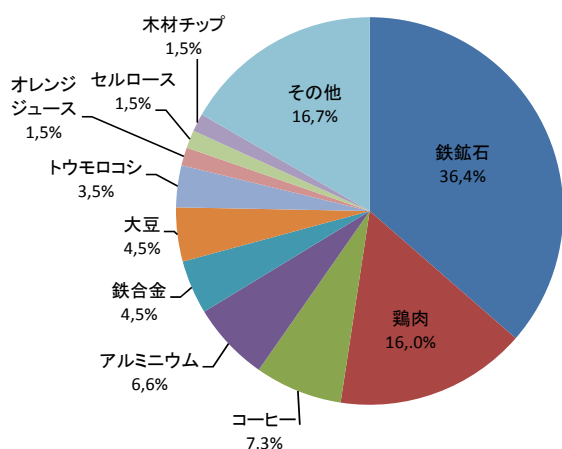
表1-6：ブラジルの対日主要品目別輸出入（2013年・通関ベース）

（単位：百万 USD）

	2012年度	2013年度		
	金額	金額	構成比	伸び率
輸出総額 (FOB)	7,956	7,964	100.0	0.1
鉄鉱石	2,980	3,116	39.1	4.6
鶏肉（部分肉）	962	963	12.1	0.1
トウモロコシ	815	901	11.3	10.6
コーヒー豆	562	455	5.7	▲18.9
アルミニウム	432	409	5.1	▲5.4
フェロアロイ	361	339	4.3	▲5.9
大豆	297	329	4.1	10.6
木材パルプ	119	119	1.5	0.2
冷凍オレンジ果汁	128	102	1.3	▲20.0
その他	1,301	1,230	15.4	▲5.4

	2012年度	2013年度		
	金額	金額	構成比	伸び率
輸入総額 (CIF)	7,735	7,082	100.0	▲8.4
自動車部品	682	687	9.7	0.6
乗用車	536	420	5.9	▲21.7
自動車用エンジン部品	328	288	4.1	▲12.3
集積回路	217	202	2.9	▲6.9
印刷用機械	251	196	2.8	▲21.8
継ぎ目なし銅管	102	178	2.5	74.9
ガソリンエンジン	74	166	2.3	126.0
ディーゼル燃料	89	152	2.1	69.5
ギアボックス・駆動軸等	160	145	2.0	▲9.8
その他	5,294	4,648	65.6	▲12.2

出典：開発商工省 (MDIC)



出典：在ブラジル日本大使館 (2015)「ブラジル経済・二国間経済関係概観」

図1-3：ブラジルの対日主要品目別輸出比率 (2014年)

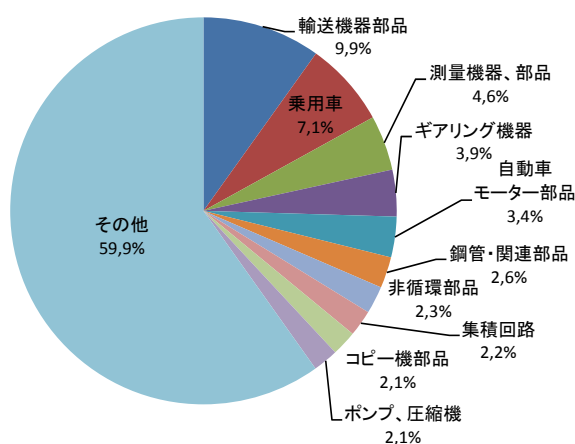
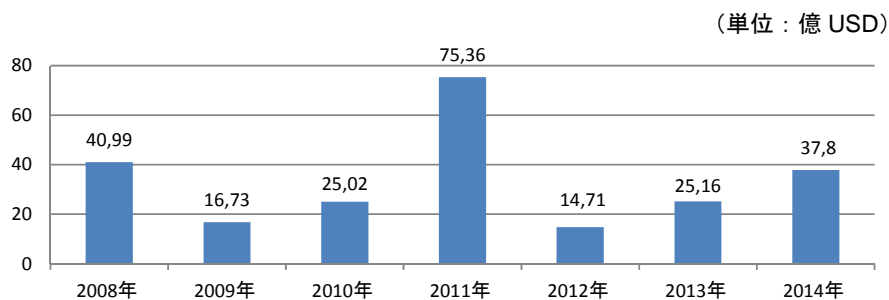


図1-4：ブラジルの対日主要品目別輸入比率 (2014年)

2014年の対日輸出額は67.1億USDと、前年の79.5億USDから大幅に落ち込んだ。対日輸入は59.0億USDと、同じく前年の70.8億USDと比較すると落ち込んでいる。

品目別では、対日輸出入の構成比は2013年と概ね変わらないものの、輸出のトウモロコシのみ前年11.3%から3.5%へ大幅に減少しており、全体の輸出額に影響したものと考えられる。

また、ブラジル経済全体や対内投資の低迷にも関わらず、日本からの2014年の直接投資額は前年比50.2%増の37.8億USDと大幅に増加している。2013年の直接投資額も前年比71.1%増の25.2億USDであり、この数年で著しい伸びを見せている。



出典：在ブラジル日本大使館 (2015)「ブラジル経済・二国間経済関係概観」

図1-5：日本の対ブラジル直接投資額

また、近年の主な投資案件は下記表1-7の通り。

表1-7：主な日本からの直接投資案件（2013～2014年）

業種	企業名	発表時期	投資額	概要
運輸・倉庫	近鉄 エクスプレス	2013年3月	200万レアル (資本金)	現地法人を設立し、輸送会社の代理営業、利用運送事業などを行う。
エネルギー	ホンダ ブラジル	2013年4月	約1億レアル (4,500万USD)	ホンダエナジー・ド・ブラジルを設立し、ブラジル自動車業界で初めて風力発電に投資。
金融・保険	損害保険 ジャパン	2013年1月	約2億レアル (約9,000万USD)	ブラジル子会社の南米安田社を通じ、マリチマ・セグーロス (Maritima Seguros) の普通株式数の37%および優先株式の21.8%を追加取得し、子会社化 (孫会社) することを決定。
自動車 および 自動車部品	豊田合成	2013年2月	約9,000万レアル (約4,100万USD)	自動車用ゴム・樹脂部品を製造・販売する新会社を設立。生産品目はサイドエアバッグ、助手席エアバッグ、ドアウェザーストリップ等。
	三菱化学	2013年2月	約9億円	サンパウロ州アチバイア市に自動車の内外装などに使用される機能性樹脂の生産・販売会社三菱化学パフォーマンスポリマーズを設立。
	東海ゴム	2013年3月	約15億円	自動車部品製造会社プロドウフレックス社 (ミナスジェライス州) を買収。
	東洋紡	2013年8月	約10億円	自動車部品メーカーへの供給拡大を目的に、高機能樹脂 (エンジニアリングプラスチック) 事業を立ち上げ、東洋紡ブラジル・アメリカーナ工場内に新工場を建設。
	日清紡	2013年11月	約64億円	サンパウロ州サウト市に自動車ブレーキ用摩擦材の生産工場を増設。
情報通信 技術	古河電工	2013年8月	1,800万USD	サンパウロ州ソロカバ市に有する光ファイバー製造工場の製造能力を増強。
電子・電機	ダイキン 工業	2013年9月	1億1,500万レアル (5,250万USD)	マナウスとサンパウロ州近郊のモジ・ダス・クルーズス市に工場を建設。
	沖電気	2014年1月	約2億レアル (約9,000万USD)	ブラジルのイタウテック (Itautec) グループから約2億レアルの投資を通じてATM事業に関する株式を取得。

出典：JETRO（2014）「世界貿易投資報告:ブラジル編 2014年版」を基に調査団作成

2012年に引き続き、自動車産業や石油資源開発に関連する分野での投資が目立った。自動車産業では2013年2月に豊田合成が自動車用ゴム・樹脂部品を製造・販売する新会社を設立すると発表、三菱化学も同月にサンパウロ州アチバイア市に自動車の内外装用の機能性樹脂の生産・販売会社三菱化学パフォーマンスポリマーズを設立すると発表した。東洋紡は2013年8月、自動車部品メーカーへの供給拡大を目的に高機能樹脂 (エンジニアリングプラスチック) 事業を立ち上げると発表、日清紡も同年11月に自動車ブレーキ用摩擦材の生産工場を増設すると発表した。TPRは2014年2月、燃費効率の良い自動車用エンジンの需要増に対応するため、サンパウロ州ポルトフェリス市にシリンダライナの生産拠点を設立すると発表した。更に、2014年4月には日産自動車が、12億USDを投じて建設中だったリオ・デ・ジャネイロ州ヘゼンデの工場を稼働させており、年間20万台の小型車「マーチ」を生産し、2016年までにブラジル市場での同社ブランド車の占有率を最低でも5%に引き上げることを目指している。

1-2 対象国の対象分野における開発課題

本調査で案件化を検討した、提案企業が持つ「エネルギーハーベスティング技術」及び同技術による「発電床」(「2. 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針」に詳述した)

は、日常生活のあらゆる場において利用されておらず無駄になっているエネルギーを小規模な電力エネルギーとして有効活用するという特徴から、多くの分野における開発課題に対して活用する可能性を持つものである。このため、ブラジル国において特に活用可能性が高いと考えられる3つの分野（防災分野、防犯分野、環境配慮型都市構築）に焦点を当てて開発課題を分析し、活用可能性と案件化の検討を行った。

特に、防災分野では災害・停電時等においても踏むことによりLEDを点灯させられる特徴を活かした避難誘導灯としての可能性を、防犯分野では踏むことにより無線を送信できる特徴を活かした防犯センサーとしての可能性を、環境配慮型都市構築分野では外部電源・配電が不要であり、メンテナンスが容易である特徴を活かした都市計画における環境配慮型技術導入の可能性を検討した。

1-2-1 防災分野に係る開発課題

ブラジル国は人口約2億人を有しているが、農村から都市への人口流入が近年激しく人口の8割以上が都市部に居住しており、都市環境の悪化が大きな課題となっている。基本的なインフラ整備の遅れも著しいが、特に住宅、建設物への安全基準の順守、整備は遅れている。最近では2013年1月にリオグランデスル州サンタマリア市のナイトクラブで火災事故が発生し、死者239人、負傷者169人を出し、世界的にも報道された大惨事となった。この火災要因は屋内で演出用の花火を違法に使用したこと起因していたが、被害の拡大要因として挙げられたのが、第1に防音のために天井に張られたポリウレタンフォームから発生したシアン化ガス、第2に出口で将棋倒しが起きたこと、第3に誘導灯の不備や非常口の不足が犠牲者を増やす結果となった。また、この火災後、建築物の安全基準の検査が行われたところ、サンパウロ市においても夜間営業を行う建築物の内、60%が安全基準に関する認可を得ていないことが判明した。

これを受け連邦議会ではまず夜間営業の建築物の安全基準をブラジル全土で統一的に制定し、順守を義務付けるための法案を上院で可決し、下院での審議も開始している。

1-2-2 防犯分野に係る開発課題

ブラジルでは、劣悪な治安状況が大きな社会問題となっている。殺人、強盗、傷害などの発生数の統計的数値では改善が見られているものの、依然として発生率は高く、特に都市部を中心に全国的な社会不安となっている。

世界保健機関（WHO）統計によるブラジルの2013年殺人発生件数は、10万人当たり32.4人で、調査された194カ国中11位に位置している。最大人口を持つサンパウロ州における10万人当たり殺人発生率をみると、2000年代半ばから急減していることが読み取れるが、それでも2010年以降10万人当たり約10人で推移しており、日本における発生率10万人当たり約0.4人と比較すれば依然として極めて高い。

都市部での治安悪化も深刻度を増しており、住宅への強盗事件も多発している。最も犯罪が多い都市の一つとしてあげられるサンパウロ市では、2013年に1,508件の住宅侵入強盗事件が発生している。また、クリチバ市では2013年10月～12月に強盗が5,922件、窃盗が10,784件発生しており、2012年のブラジル全国における殺人率は10万人あたり24.3人であるのに対し、クリチバ市では34.1人と全国平均以上の殺人が発生していることから治安悪化は深刻度を増しており、その

解決は喫緊の課題となっている。

1-2-3 環境配慮型都市構築に係る開発課題

ブラジルは、2010年推計値で総人口の87%が都市に居住し（世界の都市人口は50%）、都市化が進んでいるにも関わらず都市インフラの整備が追い付いておらず、適切な開発規制を欠いた無秩序な都市開発が進んだ結果、環境・衛生や治安の悪化、交通渋滞、自然災害など様々な問題が生じている。また社会的に貧富の差が大きくそれに起因した教育機会・就業機会の差も大きいことから社会的格差が再生産される傾向が強い。所得分布の不平等に係る指標であるジニ係数（数字が大きいほど不平等）は52.7（世界銀行、2012年）であり、新興国の中でも高い水準にある。

都市問題としてみると、不法占拠地域・スラムの拡大、治安悪化と警察権が行き届かない地区の犯罪温床化が進んでいる。ブラジル地理統計院（IBGE）による2010年の国勢調査の結果、国民の6%に当たる1,140万人が都市部のスラム街に住んでいることが明らかとなった⁶。また、環境・衛生の悪化とそれに伴う自然災害への脆弱性の増大（傾斜地の占拠、ゴミの不法投棄・排水の悪化による地滑り等の増加）が全国の大都市で見られるほか、2015年に入り電力不足が深刻化しており、停電が頻繁に起こっている⁷。

1-2-4 我が国の援助方針

我が国外務省「対ブラジル連邦共和国 国別援助方針（2012年12月）」においては、「援助の基本方針（大目標）」として急速な都市化がもたらす弊害の緩和と三角協力を通じた互恵的協力関係の構築が掲げられており、「重点分野（中目標）」として「(1) 都市問題と環境・防災対策」、「(2) 三角協力支援」が挙げられている。特に「(1) 都市問題と環境・防災対策」では「都市部における環境・衛生の改善、交通渋滞の緩和といった都市環境の悪化に対し、日本の先進的な技術を活用した環境負荷の少ない環境配慮型都市構築の分野で支援を行っていく。また、防災リスク管理における支援も行っていく。」とされている。

なお、我が国の対象分野におけるODA事業の先行事例は、1-4に記載した。

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

1-3-1 防災分野

(1) 防災分野に係る連邦政府—州—市など行政の取り組み

ブラジルには全国的に統一された火災予防および対火災法規が実質上存在せず、各州政府がブラジル規格協会（ABNT）⁸の規定および統合労働法（CLT）に基づき法規を制定している。商業施設の営業許可も州の規定に従い、消防団および管轄機関により与えられている。2013年リオグランデドスル州のナイトクラブで起こった大災害以来、統一法制定の機運はあ

⁶ <http://saladeimprensa.ibge.gov.br/en/noticias?idnoticia=2057&view=noticia>

⁷ サンパウロ新聞記事（2015年1月26日付「伯国の水力発電が限界か 大停電の原因は電力不足」）
<http://www.saopauloshimbun.com/index.php/conteudo/show/id/20349/cat/1>

⁸ ABNTは、工業製品の開発基礎となる技術規格標準を定める機関で、非営利の民間団体である。リオ・デ・ジャネイロ市に本部があり、他サンパウロ市、ブラジリア、ペロオリゾンテ市、サルバドール市、クリチバ市、ポルトアレグレ市に事務所がある。

るものの、国会での評決以前の段階である下院憲法・司法委員会で止まっている状況にある。ABNTの防災専門家によれば、基本的な安全性確保のための全国統一規定を連邦レベルで制定すべきであり、州はこれに地域性を加味した細則を規定すべきである。また、問題は統一規定だけではなく、むしろ防火対象となる施設に対する厳格な監査の欠如にあるという。

NUTAU-USP（サンパウロ大学建築都市工学技術研究センター）の研究によれば、ブラジルには対火災安全の連邦法規は事実上存在せず、連邦レベルでは労働省の建築物内対火災安全規定とABNT規格、州レベルでは各州消防署の制作による州法規、市（郡）レベルでは工事・建物に関する市法規（COE）等が対火災安全性を規定している。

(2) 消防法の基準

1) 連邦レベルの対火災法規

対火災安全を規定する独立した連邦消防法規は無く、労働行為が行われるスペースにおける労働者の安全確保を目的とした労働雇用省の全般的な労働安全細則（NR: Norma Regulamentadora）の一部として、対火災安全基準が雇用者への要求事項の形で第23細則（NR23）に記載されている。NRはNorma（基準）ではあるが順守が義務付けられる。

第23細則（NR23）の主な内容は、次のようなものである⁹。

- ・ 雇用者は州法及び技術基準に従い、火災予防措置を取るべきこと
- ・ 雇用者は労働者に対し対火災器具、避難プロセス及び装備されている警報装置に関する情報を提供すべきこと
- ・ 労働スペースは非常時に迅速な避難を可能とする出口を確保し、避難方向を示す看板・誘導灯を装備すべきこと
- ・ 非常出口は労働時間に施錠等により閉鎖することなく、内部から容易に開けられる錠前を使用すべきこと

ABNTの「ブラジル規格」（NBR: Norma Brasileira）は、順守を義務付けられる法律ではなく、対火災法規の策定や建築物設計に際して基準を与える機能を持つ。NBRは設計・生産プロセスから製品に至るまで広い範囲を網羅しており、そのうちの建設分野の中に対火災基準が含まれている。NBR建設分野の対火災関連部分には、建築材料、設備・機材・器具、基礎を含む構造、電気設備、対火災設計等の基準が記載されている。

ABNTには、様々な委員会（略称CB=Comitê Brasileiro）があり、そのひとつにCB24対火災安全委員会がある。CB24の中には16の検討委員会（略称CE=Comissão de Estudo）があり、そのひとつに火災予防表示委員会24:101.04がある。

また本件と関係が深い内容として下記のような基準がある。

- ・ NBR 9077 : 建築物の非常出口
- ・ NBR 10898 : 非常照明システム
- ・ NBR 13434-1 : 対火災・パニック安全サインプロジェクト目的

⁹ http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A2E7311D1012FE5B554845302/nr_23_atualizada_2011.pdf

- ・ NBR 13434-2 : 対火災・パニック安全サインー記号と形・サイズ・色
- ・ NBR 13434-3 : 対火災・パニック安全サインーテストの要件と方法

添付資料1は、CB24火災予防表示委員会で現在実施中のNBR13434改定プロジェクトから本件と関係の深い個所を抜粋したものである。同資料からわかるように、現行では非常口の表示や非常口までの誘導表示は項目に入っているものの、いずれの表示も蛍光塗料使用とされており、電光表示については記述がない。従って、現行基準下では「発電床」によって非常口表示や誘導表示の電光を義務付けることは難しいと考えられる。

2) 州レベルの対火災法規

州の対火災安全法規はABNTの規定および統合労働法（CLT）に基づき各州軍警察に所属する消防団が策定しており、従って理論的には26州および1連邦区が別個の州法規を持っている。実際のところ、各州はサンパウロ州の州法規を基本として、建物の状況や自然条件・社会条件等各州の固有の条件に合わせて調整したものを州法規としている。

サンパウロ州では2001年8月31日付の州令46.076（建物等に関する対火災安全規則）が、現行消防法規の基礎となっている。州令46.076は連邦憲法、州憲法、州法616および684に従い、以下を目的に建物等の対火災安全について規定している。

- ① 火災時において、建物及び危険スペース（*）に居る人命を保護する
- ② 環境と財産への被害を軽減するため、火災の延焼を防ぐ
- ③ 火災制御と消火のための手段を提供する
- ④ 消防活動のためのアクセス条件を整える

（*）：「危険スペース」とは主要建物の外部に設置された燃料倉庫、電気・ガス関連施設等

上記州令は用語定義、アクセス道路、構造上の安全性、仕上げ材料、非常出口、煙の制御、非常照明、警報等、38項目を含む技術指導項目（IT）で補足される¹⁰。

パラナ州ではパラナ州軍警察の消防団司令部が、州内建物の火災及びパニック防止のための要求事項を規定する、「火災及びパニックに対する安全法（CSCIP）」を規定している¹¹。

同法では、用語および火災・パニック予防業務を定義し、その主要な附表である要求項目表の項で、建物等（建物及び危険物保管場所）につきA～Mの13用途分類（居住、宿泊、商業、事務、教育、工業等）を行い、それぞれの用途をさらに詳細分類している。それぞれの用途分類（一部は詳細分類）別に、横軸に建物の高さ（6分類）、縦軸に防火上の要求項目（構造耐火性能、仕上げ材、非常出口、非常照明等15項目）を配置したマトリックス表が提示され、その交点にある該当箇所に「X」印により要求の有無が明示されている。

またパラナ州消防団司令部は火災予防のための要求事項を規定する「火災予防法」を設定している¹²。

¹⁰ www.polmil.sp.gov.br/ccb

¹¹ http://www.bombeiros.pr.gov.br/arquivos/File/CSCIP2015/CSCIP_2015.pdf

¹² http://www.segtrainne.com.br/manuais/Incendio_2001.pdf

同法では、建物を対火災危険度および材料・用途・高さにより分類し、分類に応じて、防火計画策定義務、対火災安全の要求事項、対火災安全の方法等が規定され、その他液体可燃物の取り扱い、古建築物の対火災規定、防火上の消防検査、違反罰則規定等が記載されている。本件に関係が深い部分は、同法第4章（対火災安全の要求事項）及び第5章（対火災安全の方式）である。第4章では、階段・廊下等避難経路および不特定多数が集まる空間に関する規定、消火栓、消火器、警報、感知器等の設置を要求される建物が規定されている。第5章では建築要素（防火壁、防火扉、不燃床・階段・斜路等）、水平・垂直防火区画、防火装置（消火器、消火栓、スプリンクラー等）の詳細規定およびその維持規定が記載されている。

3) 市レベルの対火災法規

建物に関する対火災安全対策での要求事項は市議会の定める法律で規定されている。サンパウロ市の場合、工事・建物に関する市法規（COE）—法律11.228/92の18条項および付録に、その細則は令32.329（23/09/92）に規定されている。内容は、建築要素（基礎、構造、壁、屋根等）、材料の耐火性能、装飾要素の不燃性、建物の高さおよび用途による非常用エレベーターの必要性、安全システム（非常用照明、誘導サイン、警報、消火器等）に言及している。また同法規付録では既存建物の最低安全基準への適応等について述べている。

クリチバ市の対火災法規は2004年に市議会承認・市長裁可を受けた法律11095/2004により規定されている。同法律は州法・連邦法とは独立して、クリチバ市内の建築計画の承認、工事許可及び工事の施工・管理等を規定している。同法によれば市内のすべての建物はその用途等に従って、ABNT技術基準に基づく防火システム、警報・避難方法を備える必要がある。同法では火災関連として第18章（建築要素）の123条～126条、第19章（設備）の148条及び149条（火災予防）等を規定している。防火関連の組織としては、市長直轄の組織である建物・不動産安全委員会（COSEDI）は、市民及び環境へのリスクとなり得る建物等に関し勧告等の行動を取っている。

・ 日本の防災分野に係る行政組織連携体制・分掌

日本における防災分野は主に総務省消防庁が管轄しており、特に火災に関する行政は一括して消防庁が担当している。その法規は1948年に制定された消防法が基盤となっており、消防機関の活動や権限、消防設備等の設置や義務、規制などについて、基本的な事項が定められている。

消防法以下の法規は、内閣が制定する「消防法施行令」により、消防用設備に関する技術基準、救急業務、消防設備に関する検査等が定められている。更に、総務大臣が制定する「消防法施行規則」には、消防法施行に必要な防火・消防管理者、消防計画等の届出、消防用設備等（誘導灯および誘導標識を含む）の設置、維持の技術上の基準、検査、点検等、より詳細内容が決められている。また、消防法は一定の消防機械器具等について検定を義務づけており、その内容は「規格省令」内に纏められている。

実施体制についてみると、ほぼ全ての市町村が常設の消防組織として消防署・消防本部を設置（消防職員：約16万人¹³）している他、非常勤として災害時のみ活動する消防団（約86万人¹⁴）もほぼ全ての市町村に存在しており、これは世界的にも極めて整備された体制

¹³ 消防庁「平成26年度版消防白書」（2014）

¹⁴ 同上

と言える。しかし、消防庁はあくまで消防行政を担う機関であることから、これら自治体消防組織への指揮権を有しておらず、各自治体が独立して管理・運営している点に特徴がある。

一方、消防法の範囲内であれば、都道府県以下各市町村の裁量において、地方的な事情により必要とされるもの、自主的に安全性効能のため規制すべきもの等について、火災予防条例等の条例を各々が独自に定めることができる。その為、都道府県レベルでの法規、市町村レベルでの法規といった段階的な形を取っておらず、火災を始めとする具体的な防災対策は各自治体の裁量に依るところが大きい。

日本の消防法規体制

国会	内閣、各地方自治体	総務大臣、各地方自治体
消防法 (法律)	消防法施行令 (政令)	
	消防法施行規則 (省令)、規格省令等	
	火災予防条例 (条例)	
	火災予防条例施行規則 (規則) 等	

出典：能美防災株式会社 HP より調査団作成

・ 戸建住宅、防火対象物に係る対策

2004年の消防法改正により、住宅用火災警報器の設置が義務化され、対象外だった既存住宅についても、各市町村の条例に基づき2011年6月までに全市町村において義務化された。2014年6月現在、全国設置率は79.6%となっている。

管理体制に関しては、多数の人を収容する防火対象物¹⁵の管理について、自主防火管理体制の中核となる防火管理者を選任し、消火・通報及び避難訓練の実施等を定めた防火管理に係る消防計画の作成等、防火管理上必要な業務を行わせることを義務付けている。防火管理者を選任しなければならない防火対象物は全国に106万2,816件のうち、防火管理者を選任している防火対象物は2014年3月現在で79.9%となっている。

・ 日本の誘導灯に関する規則

本調査で対象とする誘導灯および誘導標識については、消防法施行規則第28条の3により製品基準が明示されている¹⁶。認定を受ける為には誘導灯・誘導標識それぞれにおいて以下の条件を全て満たす必要があり、消防庁登録認定機関である一般財団法人日本消防設備安全センターの認定・認定証発行が必要になる¹⁷。

誘導灯	誘導標識 (誘導灯を補助するパネル類)
電源を保有	自発光しないもの：板状のもの(10cm x 36cm)に誘導灯を補助する印刷がされている
常時は商用電源で点灯	自発光するもの：板状のものに蓄光材料(蛍光塗料)で印刷されている
非常時は蓄電池で点灯	光源が消灯してから4~5時間継続発光する
人の有無に関わらず点灯	
離れていても視認可能(10cm ² : 10m、20cm ² : 20m、30cm ² : 30m、40cm ² : 40m)	
常時1000cd、非常時300cdの光度	

¹⁵ 消防法では「山林又は舟車、船きよ若しくはふ頭に繋留された船舶、建築物その他の工作物若しくはこれらに属する物」と定義されているが、飲食店、遊戯施設、病院、百貨店、学校等、戸建住宅以外の建造物を広範に渡り指している。

¹⁶ <http://www.fdma.go.jp/concern/law/kokuji/hen52/52030103020.htm>

¹⁷ <http://www.fesc.or.jp/05/index2.html>

1-3-2 防犯分野

ブラジルの警察は、それぞれの責任・権限に基づき、連邦、州および市（主として大都市）が組織・運営している。

連邦警察（PF: Polícia Federal）は政治秩序・社会秩序に対する犯罪、連邦の財産などに対する侵害、多州・多国籍に影響し一斉鎮圧を必要とする犯罪、麻薬取引等の防止・制圧、海上・航空・国境警察、連邦の司法警察機能を担当する。連邦には他に、道路の警邏にあたる連邦道路警察と、鉄道の警邏にあたる連邦鉄道路警察がある。

州警察には、文民警察（PC: Polícia Civil）と軍警察（PM: Polícia Militar）があり、共に州知事の指揮命令に従う。文民警察は連邦権限以外の司法警察（主に犯罪捜査）を担当し、警察署長がその指図・命令を行う。軍警察は、州兵の流れを汲む組織で、狭義の軍警察と消防団から成り、共に陸軍の予備兵力として位置づけられている。狭義の軍警察は警邏・保安を担当し、軍消防団は防火活動のほか、市民防衛活動を受け持つ。

市（主として大都市）は、市議会の定める法により、主に市の公共安全、特に市の施設警備を担当する警備組織（一般にGCM: Guarda Civil Municipalと呼ばれるが市によって名称が異なる場合がある）を設置できるが、一般に警察力としては限定的である。

(1) 防犯分野に係る連邦政府－州－市など行政の取り組み

1) 連邦政府の取り組み

ブラジルにおいても警察組織の犯罪抑制への取り組みは犯罪率の低下や地域住民の安心感向上に貢献することが証明されており、ブラジル法務省国家保安局（SENASP）は2003年に定めた国家複数年度計画（PPP）の中で「公共安全のための国家統一システム（SUSP）」を制定、その中で犯罪の抑制と平和的文化の構築のために「地域警察」を導入することを定めている。また2007年には「公共安全のための住民連携国家プログラム（以下、PRONASCI）」も開始されている。法務省国家公共保安局が全国を対象に地域警察普及員研修を開催するなど「地域警察」の概念が様々な形で導入されているが、その実践にあたっては技術や情報不足、警察組織内部や地域住民の理解不足などの問題を抱えている。

2) 州政府の取り組み

下表のサンパウロ州における犯罪件数の推移をみると、殺人件数は1999年の12,818件より減少を続け、2011年には4,193件と最低を示したが、2014年までに若干増減があり4,294件となっている。殺人件数の減少傾向については、2003年12月に一般市民の銃の携帯が禁止されたことと関連が深いと考えられ、2003年から2004年にかけて2,200件以上減少した。

一方、盗難件数は2005年まで増加し続けた。これは2005年に第一都市コマンド（PCC: Primeiro Comodoro da Capital）というギャング団が警察を襲撃する事件が発生するなど、ギャング団活動がピークに達したことと関係していると考えられる。その後2008年まで減少したものの、若干増減しつつ、2014年には51万5千件の盗難事件が発生している。

強盗事件、車両の盗難・強盗事件についても2006年から2008年にかけてやや減少傾向にある以外はほぼ増加しており、被害状況は年々拡大している。

表1-8：サンパウロ州における、警察に届けられた犯罪件数の推移

年	殺人	盗難	強盗	車両の盗難・強盗
1999	12,818	390,144	219,654	221,774
2000	12,638	396,952	215,181	235,036
2001	12,475	439,630	219,601	214,948
2002	11,847	462,543	223,478	191,346
2003	10,954	539,220	248,406	186,155
2004	8,753	561,271	220,261	193,380
2005	7,076	564,960	221,817	197,546
2006	6,057	552,304	213,476	183,799
2007	4,877	524,017	217,203	163,537
2008	4,432	489,434	217,966	159,124
2009	4,564	529,187	257,022	177,197
2010	4,325	506,653	232,897	169,402
2011	4,193	541,139	235,523	184,311
2012	4,836	545,310	237,810	195,685
2013	4,444	542,888	257,067	215,525
2014	4,294	516,189	309,948	221,044

出典：サンパウロ州保安局ホームページより調査団作成
<http://www.ssp.sp.gov.br/novaestatistica/Pesquisa.aspx>

また、下表にサンパウロ州における種類別強盗割合（2014年）をみると、歩行者への強盗が48.38%を占め最も多く、次いで車両強盗が24.37%となっている。これらの強盗事件は発生場所自体が動くため「発電床」を防犯センサーとして活用することによる効果は期待できないが、「発電床」による防犯効果を期待できる強盗種別としては、商業施設内における強盗6.79%、その他家宅侵入強盗2.21%、他の施設内における強盗0.11%、銀行強盗、銀行内における強盗0.11%、教育施設内強盗0.03%、宝石店強盗0.01%の、計9.62%の強盗件数に有効であると考えられる。

表1-9：サンパウロ州に於ける種類別強盗割合（2014年）

種類	割合 (%)
歩行者への強盗	48.38
車両強盗	24.37
商業施設内における強盗	6.79
車両内強盗	6.13
輸送物の強盗	2.31
家宅侵入強盗	2.21
バス強盗	1.95
他の施設内における強盗	0.47
銀行強盗、銀行内における強盗	0.11
教育施設内強盗	0.03
宝石店強盗	0.01
その他	7.24
合計	100

出典：サンパウロ州保安局ホームページより調査団作成
<http://www.ssp.sp.gov.br/novaestatistica/PerfilRoubo.aspx>

サンパウロ州政府は犯罪対策の一環として日本からの技術協力（本邦研修、技プロ）も得て日本の交番制度の導入を1999年から開始し、交番・駐在所を中心とした「日本式地域警察」活動が一部で確立しつつある。

成功の一因は、警察側と住民とのコミュニケーションを確立して失われていた市民の信頼を回復することにより、地域社会に根差した警察活動が可能になった点であると言われる。サンパウロ州では州内における普及・定着を進め、またそれをモデルとして全国へ「地域警察」実践を拡大することを目指している。また、犯罪予防・捜査・犯人検挙まで一貫した日本の警察の体制等も今後の改善への手掛かりとしたいとのサンパウロ警察幹部の発言もあり、このような形で日本の制度が取り入れられる可能性もある。

パラナ州においては2000年台の10万人当たり殺人発生率は増加傾向にあったがここ数年間は横ばい或いは減少傾向にあり、近年（2013年及び2014年）は10万人当たり殺人発生率が23.3人（2013年）、22.6人（2014年）となり全国平均（25.2人：2013年）を下回った。

パラナ州における本提案製品・技術と関連の深い犯罪は、公共スペース、家宅侵入、商業スペースなど建物施設内での盗難・強盗事件である。下表1-10の通りパラナ州2014年犯罪統計報告書¹⁸によると、パラナ州における2014年の施設内盗難・強盗発生件数は、公共スペースでの盗難件数35,760件、公共スペースでの強盗件数36,063件、家宅侵入盗難50,286件、家宅侵入強盗5,678件、商業スペースでの盗難23,557件、商業スペースでの強盗13,957件となっており、合計166,301件発生している。

表1-10：パラナ州における施設内盗難・強盗件数

(単位：件)

施設種別	盗難	強盗	小計
公共スペース	36,760	36,063	72,823
家宅侵入	50,286	5,678	55,964
商業スペース	23,557	13,957	37,514
小計	110,603	55,698	166,301

出典：パラナ州 2014 年犯罪統計報告書 Tabela16～21 より調査団作成

3) 市政府の取り組み

クリチバ市では、2013年1月に就任した現市長はその市政プラン（2013～2016計画）の中で、市民生活の質を確保するため、透明性が高く市民参加型の治安活動を統合・近代化すること、都市計画の実施にあたって犯罪防止を建築コンセプトに織り込むこと、犯罪削減のために応用技術の研究・導入を提唱している。テーマ別プランの中で住民へのより高い安全性の保証があげられており、具体的には、市警察官（Guarda Civil Municipal）の増員・装備近代化・養成機関の設立、犯罪防止のための市民と市警察の連携強化、市営ビデオモニタリングシステムの創設等が政策として挙げられている¹⁹。

また市議会の議決待ちの状態にある新マスタープランの中でも「治安と市民社会の保護」が重点項目とされる予定である。

¹⁸ Relatório Estatístico Criminal, Secretaria de Segurança Pública do estado do Paraná, 12 de março de 2015 http://www.seguranca.pr.gov.br/arquivos/File/Relatorio_Estatistico_2014_VALE.pdf

¹⁹ http://admsite.ippuc.org.br/arquivos/documentos/D259/D259_001_br.pdf

1-3-3 環境配慮型都市構築分野

(1) 環境配慮型都市構築分野に係る連邦政府―州―市など行政の取り組み

1) 連邦政府レベルの取り組み

ブラジルでは、個別的対策はむしろ州・市レベルが対応し、連邦政府はこれら諸問題に対し、資金的サポートやその遠因となる社会的格差の是正、最低層の底上げ等に注力し、2003年以来続いている労働者党政権は、前政権から引き継いだ格差是正政策を一層進め、最低給料の値上げ、貧困層向け直接補助金制度（ボルサ・ファミリア・プログラム）等の政策を実施している。これら連邦政府の政策は、格差是正には一定の効果を挙げているが、都市問題の改善に顕著な効果をもたらすに至っていないのが現状といえる。

2) 州政府レベルの取り組み

パラナ州政府（現知事Beto Richa、社会民主党）は環境重視の方針を明示し、持続的開発、経済開発及び環境的均衡を目標として、環境政策を進めている。プロジェクトとしては温暖化対策と生物多様性維持に焦点を当てた「Bio Clima」を発足させ、天然資源の適切な管理と、住民の環境意識向上を奨励している。パラナ州の主要日刊紙であるGazeta do Povo紙によれば、州政府はパラナ自転車プログラム（Programa Ciclo Paraná）を発足させ、環境配慮型都市構築の一環として、州道の片側2車線化及び新設の工事で自転車道の設置を義務付けている。また、州立マリンガ大学（UEM）のThiago Botion Neri教授は、自転車道の安全性が自転車奨励のキーポイントであり、車道からの分離、標識・照明の設置及び交差する車道での減速帯（路面段差）設置を提唱している。

3) 市政府レベルの取り組み

パラナ州の州都であるクリチバ市は1960年代から新しい概念に基づき人間（住民）のための都市造りを目指してきた。即ち都市機能の集中を抑え、街の発展軸を定めて都市機能を分散させ、効率的公共バス・システムの開発、ゴミの分別回収の導入、子供への環境教育の導入、経済的弱者の自立支援策の導入など、ブラジルのみでなく世界中の都市から注目される都市計画を推進してきた。その都市政策の基本理念は都市内で社会的排除をなくし社会的包摂を実現する事にある。実施機関として市長直轄のクリチバ都市計画研究所（IPPUC; Institute de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba）が1965年に設立され、現在に至るまでクリチバの都市計画の立案・実施の中心的存在となっている。

IPPUCでは、市内でも比較的都市環境整備が遅れている9地区で、青少年向け施設・公立学校・病院等公共施設周辺のアクセシビリティ改善を目的として、「光の道プロジェクト」を計画中である。進行状態にもより普及・実証事業をこの「光の道プロジェクト」との連携という形で提案する選択肢も有り得るが、同プロジェクトはまだ予算化されておらず、基本設計段階であるので、タイミング的にやや問題がある。

また、市政府の公共事業局（SMOP: Secretaria Municipal de Obras Públicas）では自転車道整備（新設および改修）が進行中である。同局からの情報では、2012年12月時点で127kmの

自転車道が使用されており、その後2015年6月15日時点で新設56kmが完成済みである。更に66kmは設計完了、33kmは設計中、145km今後設計予定で、2013年から2016年の終わりまでに合計300kmの自転車道を新設する予定である。現地調査で接触した同局公共照明部の資料によれば、自転車道の照明用に2015年向け800万リアル、2016年向け200万リアルが予算化されており、公共照明部も自転車道での発電床使用に関心を表明していることから、同局との連携を仮定して普及・実証事業を提案する選択肢は現実的な選択と言える。SMOPのスタッフと共同で行われた候補地訪問では、市中心から北へ4km程のサン・ロレンソ（São Lorenço）公園の園内自転車道及び同自転車道が公道（Rua Santa Rita Durão）と交差する地点が好適地と考えられている。

クリチバ市都市計画の根幹となるのは連邦法に基づき10年ごとに見直されるマスタープラン（Lei do Plano Diretor）で、最終見直しは2004年に行われ、現在新マスタープランの承認に向けて作業が進行中である。現行のマスタープラン（Lei do Plano Diretor 2004）は2004年12月16日に発表されたもので、都市開発政策、都市計画・環境政策、社会・経済政策、民主的都市運営等の7節からなる。第2節ではクリチバ都市計画の基本理念である民主的で参加型の分散された都市運営が謳われ、生活と環境の質の重視が読み取れ、第3節では都市構造政策（土地利用、幹線軸等）、交通政策、環境・文化遺産、都市景観と公共スペース政策などクリチバ市の都市政策が具体的に述べられている。この、都市景観と公共スペース政策および第4節の社会・経済政策の中で述べられている社会防衛政策などは、新マスタープランでも引き継がれるものと想像され、本提案製品のクリチバ市における事業展開のための好条件となるものと期待される。

マスタープランの見直しは市民代表を含め選定されたメンバーによる「見直し会議」を中心に作業が進められ、2015年2月まで継続的に見直し会議および公聴会が開催され、同2月6日・7日に見直し案が採択された。結果は2月24日市長に送られ、その後マスタープラン法案として3月11日クリチバ市議会に回された。新マスタープラン（Lei do Plano Diretor 2014-2024）の主要テーマは以下の通りである。

- ・ 都市構造
- ・ 環境と文化
- ・ 治安と市民社会の保護
- ・ 民主的運営
- ・ （都市内）移動と交通
- ・ 都市計画体系
- ・ 住居
- ・ 経済開発政策
- ・ 都市政策の実行手段
- ・ 社会開発政策

また、2013年1月に就任した現市長（Gustavo Fruet）の発表した市政プラン（Plano do Governo）では、本調査への関連事項として、市民生活の質を確保するため、透明性が高く市民参加型の治安活動を統合・近代化すること、その中で都市計画の実施にあたって犯罪防止を建築コンセプトに織り込むこと、犯罪削減のために応用技術の研究・導入を進めることを提唱している²⁰。

サンパウロ市政の基本政策は、2014年6月30日に承認され同7月31日にFernando Haddad

²⁰ <http://www.fruet.com.br/plano-de-governo/>

市長に認可された新マスタープラン（PDE: Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo）に集約されている。

この新マスタープランの主要な目的はサンパウロ市を人間的で均衡の回復された都市とすることで、社会的及び土地占有の格差を解決して職住の接近を図ることであり、その手段として、社会的機能を果たしていない遊休地問題の解決、必要としている住民のための住宅政策実施、環境の重視、市の成長を公共交通の近くに誘導、生活の質を地区単位で改良、市の経済開発を促進、文化的資産を守り文化的イニシアティブの価値を向上、市の方向性決定への市民参加を強化、などが挙げられている。

また、市のマスタープランの環境政策の195条14項では、電力の効率向上プログラムを推進し、持続可能な発電を市内の建造物、公共照明及び公共交通に利用するとしている。

(2) 環境配慮型都市構築の方向性

- 1) サンパウロ市では、現市長（Fernando Haddad）は、環境政策として①廃棄物処理、分別の徹底と環境教育、②市立公園の整備と文化活動への活用、③河川敷の公園及び増水時の緩衝地として活用、④緑化推進、⑤公園・広場の新規設置などの方針を打ち出している。

また、サンパウロ市では行政効率化、利便性向上を目的としてスマートシティ構想が進行しているが、サンパウロ市政府の業務局長は、スマート化の例として、ゴミ収集車のリアルタイム集中管理、120か所の「電子広場」（フリーWiFiゾーン、内108か所は2015年6月現在設置済み）、将来計画としてその延長として市民起業家等に開放される「デジタルセンター」（コネクティング・サービスに加えて3Dプリンタ等周辺機器等利用可能）、リアルタイムの公共照明モニタリング・管理等を挙げている。

サンパウロ市の自転車道網に関しては、2013年に64kmにすぎなかった自転車道を、2014-2015年の2年間で8,000万レアルの予算を費やし、2016年までに400kmに拡張する計画が発表されている²¹。そのシンボリックな路線として、パウリスタ大通りの中央部分に2.7kmにわたって自転車道が設置されているが、検事総局の工事中止命令等もあり、政治的議論の対象となっている。また、自転車道の利用者保護も大きな課題とされ、一部保護柵や照度の高いLED照明の設置が計画されている。将来的に本製品の活用可能な領域と考えられる。

- 2) クリチバ市は環境配慮型都市構築に関しブラジル国内で先進的立場にあり、多くの構想がある。現在考えられている方向性のうち、（株）音力発電が持つ「エネルギーハーベスティング技術」及び「発電床」は、配電や電気エネルギーに係るコスト負担がなく、環境への負荷を抑えながら半永久的に照明・誘導灯等の代替として機能する特徴から、都市構築に組み込まれることにより、以下のようなクリチバ市の構想・計画実現に寄与し得る（これら構想・計画と本製品・技術との関連については、4章でより詳しく記載した）。

① スマートシティ構想

クリチバ市政府広報部門によれば、クリチバ市議会は2014年9月1日、「クリチバ市電子政府戦略」を承認し、市長にブラジル経済社会開発銀行（BNDES）からの融資受け

²¹ <http://www.capital.sp.gov.br/portal/noticia/3525>

入れを承認した。これにより同市はスマートシティ化のために今後2年間に9,400万リアルを投資し、行政事務の近代化と住民への電子サービスとコミュニケーション手段が大幅に改善される見通しである。市民はインターネット上で行政手続きを処理できるようになり、行政機関への移動が省力化される。現時点で市民生活に直接影響する例として、高齢者・障害者用のIDカードにより横断時間を調整するスマート信号機が市内数か所に導入されている。

② 自転車道計画

市政府の公共事業局（SMOP）で実施されている自転車道整備計画は、既存の127kmに加えて、300kmの自転車道を設置する計画で、環境汚染やエネルギー消費を伴わずに他の公共交通にインテグレートされて市民の利便性を拡大する事で、クリチバ市の「人間都市」構想に整合するものと評価されている。内、自転車道の照明整備に関するものだけでも、2015年に800万リアル、2016年に200万リアルの予算が承認されている。

③ 公共照明投資計画

2002年にクリチバ市は、公共事業局（SMOP）の公共照明投資計画を通じて、有害成分を使用する水銀蒸気電球をより高効率の電球（ナトリウム蒸気電球、金属蒸気電球等）で代替したブラジルで最初の都市のひとつとなり、更にエネルギー消費の効率向上の観点からLED電球への変換が進められている。公共照明の改善は都市空間の安全性向上及び市民の安心感向上に寄与している。同計画は、単に公共照明の改善だけでなく、他情報とのインテグレーション（インテリジェント照明）によるスマートシティ化構想の一環とすることを目指している。2015-2016年の最新の公共照明投資計画としては、9,000万リアルが予算化されている（詳細はP.58 表4-3に示した）。

④ 環境性能評価システム

クリチバ市政府は、その環境政策に合致する「LEED」運動に注目し、傘下のクリチバ開発公社（Agência Curitiba de Desenvolvimento S.A.）を通じて、ワークショップ等を開催し奨励している。LEEDとは、米国のグリーンビルディング協会（USGBC: US Green Building Council）が開発・運用を行っている建築物及び敷地利用に関する環境性能評価システムで、省エネルギーと環境に配慮した建物・敷地利用を先導する意味でLeadership in Energy & Environmental Designの頭文字からLEEDと呼ばれている。

LEED認証システムでは建物の環境性能を様々な視点から評価するため、ビルの新築・大規模改修、インテリア工事、既存ビルの運用、近隣開発、独立住宅・小規模共同住宅の5種類の認証システムが設けられている。認証システムは、必須条件と選択（加点）項目の集まりである「クレジットカテゴリー」で構成され、認証の取得には、必須条件を満たした上で、選択（加点）項目の要点を満たすことでポイントを取得する必要がある。認証レベルはプロジェクトが取得したポイント数により複数レベルに分かれている。

クレジットカテゴリー

- ・ 材料と資源
- ・ 敷地選定
- ・ 地域別重み付け
- ・ 建設・運用での環境負荷
- ・ 水の利用効率
- ・ 室内環境
- ・ 立地選択と土地利用
- ・ エネルギーと大気
- ・ 革新性
- ・ 近隣コミュニティとの関係

LEED認証システムは個々の建築要素・設備に対してではなくプロジェクトに対して認証されるため、「発電床」は採用された建物に加点要素として機能する。同製品は導入した建物に対し上記クレジットカテゴリー中「エネルギーと大気」、「革新性」、「地域別重み付け」等の分野で加点要素となり得るため、導入した建物のLEED認証取得に貢献できる。LEED認証は、不動産価値及び企業イメージ高揚の効果があることから、同製品の販売促進効果が期待できる。公共施設に使用された場合は建築主体である自治体のイメージ高揚につながるもので「環境都市」を標榜するクリチバ市にふさわしい製品といえる。クリチバ市での活用が進んだ場合、ブラジル全国および中南米諸国への普及の道が開かれ、製品マーケティングおよび三角協力案件の「種子」となる可能性がある。

1-4 対象国の対象分野におけるODA事業の先行事例分析及び他ドナーの分析

1-4-1 我が国によるODA事業の先行事例分析

下記はブラジルに対する我が国ODA事業の内、本調査が対象とした開発課題（防災分野、防犯分野及び環境配慮型都市構築分野）に係る事業の事例である。本調査では、当該分野において「エネルギーハーベスティング技術」に関する協力実績はないことを確認した。

なお、3-1 (2)に記載した通り、本調査では「エネルギーハーベスティング技術」が環境配慮型都市構築分野への活用可能性が高いことに鑑み、当該分野に係る三角協力として実施されている「第三国研修『持続可能な都市管理コース』」の実施機関からの提案により、当コース内で提案企業が講演者となり「エネルギーハーベスティング技術」の紹介及び活用可能性を検討するセミナーが実施されるなど、既存ODA事業との具体的な連携が実現した。

分野・事業名	スキーム	実施期間	URL
ガバナンス > 公共安全			
地域警察活動普及プロジェクト	技術協力プロジェクト	2015/02 ～2018/01	http://gwweb.jica.go.jp/km/ProjectView.nsf/VIEWParentSearch/208DA29C0B7DA22549257D550079D8AA?OpenDocument&pv=VW02040104
交番システムに基づく地域警察活動普及プロジェクト	技術協力プロジェクト	2008/11 ～2011/11	http://gwweb.jica.go.jp/km/ProjectView.nsf/VIEWParentSearch/19146C25A3DE7BD9492575D10035A717?OpenDocument&pv=VW02040104
交番システムに基づく地域警察活動コース	個別案件 (国別研修)	2011/09 ～2014/03	http://gwweb.jica.go.jp/km/ProjectView.nsf/VIEWParentSearch/5D8C9ED83A3A2BA74925794B0079E584?OpenDocument&pv=VW02040104
地域警察活動プロジェクト	技術協力プロジェクト	2005/01 ～2008/03	http://gwweb.jica.go.jp/km/ProjectView.nsf/VIEWParentSearch/BAB23EF09660F8C9492575D10035A61D?OpenDocument&pv=VW02040104
消防・救助技術コースプロジェクト	技術協力プロジェクト	2005/08 ～2010/03	http://gwweb.jica.go.jp/km/ProjectView.nsf/VIEWParentSearch/F67C482D86BB7545492575D10035A743?OpenDocument&pv=VW02040104

分野・事業名	スキーム	実施期間	URL
都市開発・地域開発 > 都市開発			
クリチバ市における土地画整理事業実施能力強化プロジェクト	技術協力プロジェクト	2013/02～2016/01	http://gwweb.jica.go.jp/km/ProjectView.nsf/VIEWParentSearch/CACCBA70D30D6A7649257AED0079E12D?OpenDocument&pv=VW02040104
第三国研修「都市管理コース」プロジェクト	技術協力プロジェクト	2006/04～2011/03	http://gwweb.jica.go.jp/km/ProjDoc309.nsf/VW02040104?OpenView&ExpandView&RestrictToCategory=%E3%83%96%E3%83%A9%E3%82%B8%E3%83%AB
持続可能な都市管理コース	個別案件（国別研修）	2011/04～2016/03	http://gwweb.jica.go.jp/km/ProjectView.nsf/VIEWParentSearch/3FC45EE3C1F29F18492579AC0079F3B8?OpenDocument&pv=VW02040104

出典：JICA ナレッジサイトより調査団作成

1-4-2 他ドナーの先行事例分析

国内調査および現地調査における関係者へのヒアリングにおいても、本製品および関連分野に関して他ドナーによる類似案件はないことを確認した。下記の通り、主要ドナーの重点支援分野とも重複はしておらず、うちUNDPの支援分野では防犯という観点で本調査と一致していたものの、本製品に類似する具体的な製品を使用した取組は確認されなかった。

ドナー	重点支援分野
UNDP ²² (2012～2015)	①MDGs の達成（特に不平等の低減）、②包括的なメカニズムによる持続的発展、③治安・暴力に対する脆弱性の低下、④南南協力
世界銀行 ²³ (2012～2015)	①官民投資の促進、②貧困対策サービスの向上、③地方開発の強化、④天然資源の効果的なマネジメントの支援
IDB ²⁴ (2012～2014)	①社会的・生産的包括の振興、②インフラの向上、③持続的な都市開発の推進、④公共団体の能力強化、⑤天然資源・気候変動に対する持続的マネジメントの強化、⑥官民連携の促進
USAID ²⁵ (2012～2014)	①三角協力による農業分野・小児保健分野の支援、再生可能エネルギーに関する調査支援、②官民連携による教育・労働力向上・生計向上・環境対策に関する支援、③生物多様性・天然資源保全の強化

1-5 対象国のビジネス環境の分析

1-5-1 外国投資全般の状況

(1) 投資環境

ブラジルは広大な国土と2億人を超す人口を有し、購買力平価からみたGDPは世界第7位である。豊富な農業、鉱業、エネルギー資源を背景に、潜在的な成長力を持つ。特に、豊富な原材料、天然資源や労働力を活用し得る企業にとっては、魅力的な投資の場である。

外国投資は一般に歓迎されており、特に輸出志向型の企業が優遇され易い。また、基本的に連邦政府及び州は自由な企業活動と貿易をサポートしている。外資に限定した奨励業種はなく、一般的には、雇用を多く創出し、かつイノベーションを促すITなど最先端産業を奨励する傾向がある²⁶。また、禁止または規制が設けられている一部の業種を除き、一般的に外資100%出資が認められているほか、一部例外を除いて、事前認可は必要とされていない。

²² <http://www.pnud.org.br/NossosProjetos.aspx>

²³ <http://www.worldbank.org/en/country/brazil/overview#2>

²⁴ <http://www.iadb.org/document.cfm?id=36849375>

²⁵ <http://www.usaid.gov/brazil/our-work>

²⁶ https://www.jetro.go.jp/world/cs_america/br/invest_03/

(2) 投資関連制度

一方、投資関連制度としては、特に税制度が複雑であることが知られている。世界銀行による「Doing Business 2015」では、税金支払いに関するランキングで調査対象189か国中第177位であった。税金は徴収する行政組織から、連邦税、州税、市税に大別される。また、税金ではないものの、社会負担金も課される。

表1-11：連邦税、州税、市税、社会負担金

連邦税	個人所得税 (IRPF)	実質所得に課せられ、税率は7.5%、15%、22.5%、27.5%。
	法人所得税 (IRPJ)	課税対象利益に対して15%。月額2万レアルを超える利益に対しては25%。
	工業製品税 (IPI)	輸入工業製品の通関、製造施設および製造施設とみなされる場所からの工業製品の搬出に対し課税。輸入された工業製品の搬出も課税対象。多くの場合税率は0~20%。
	輸入税 (II)	輸入品のCIF価格に対して課税。品目などにより課税率が0~35%と異なり、平均税率は14%前後。商品分類番号 (NCMコード) の分類ごとに定められた税率は南米共同市場 (メルコスール) で共通となっており、共通関税税率表 (TEC) に基づく。
	輸出税 (IE)	ある産品が国内で供給不足が起きた時にのみ課税。
	農地所有税 (ITR)	市街地外にある不動産の所有者に対して課税。
	金融取引税 (IOF)	金融機関が行う融資 (貸付)、保険契約、証券取引、企業間ローン取引、運用、為替取引などに対して課税。
	特別財源負担金 (CIDE)	国産技術開発促進負担金 (通称 CIDE-Tecnologia) と燃料負担金 (CIDE-Combustível) の2種類。前者は海外居住者からの技術移転、技術援助、管理部門支援、ブランドの使用許可・供与、パテントの開発許可・供与の契約等に対する支払いに対し課せられ、後者は石油関連製品の輸入・国内販売に対して課せられる。
州税	商品流通サービス税 (ICMS)	一種の付加価値税で、商品の流通や通信、運輸サービスなどにも適用。州により異なり、17~19%。特定製品、州間取引、輸出入取引は異なる税率となる。
	自動車保有税 (IPVA)	自動車保有者に対して課税。
	相続譲渡税 (ITCMD)	資産や権利の譲渡、相続の際に課税。
市税	都市不動産所有税 (IPTU)	都市部の不動産の時価に対し算定。
	生存者間不動産譲渡税 (ITBI)	生存者間の不動産の譲渡ならびに、不動産に対する権利の譲渡に対して累進的に課税。
	サービス税 (ISS)	役務提供を行う法人や個人独立業者の受取対価に対して課税。
社会負担金	社会保険融資負担金 (COFINS)	全てのサービスや商品の総売上高に対して、法人税の納付形式が累積型では3%、累積排除型 (付加価値税方式) では7.6%の負担。社会保障や医療、福祉の財源に充当。
	社会統合計画・公務員厚生年金 (PIS・PASEP)	民間企業の場合、法人税の納付形式が累積型では総売上高に対して0.65%、累積排除型 (付加価値税方式) では1.65%の負担。サービスおよび財の輸入取引も課税対象。民間企業の労働者、公務員や軍人の失業保険や金銭的援助の財源に充当。
	法人利益に対する社会負担金 (CSLL)	負担金標準額は、法人税の税引き前利益の9%。社会保険に充当。
	その他	社会保険院 (INSS) への負担金、勤続年数補償基金 (FGTS) などがある。

出典：JETRO ホームページを参考に調査団作成

このように複雑で高い税務コストが掛かることとなるが、産業振興の観点から連邦、州、市の各レベルで各種の優遇税制が設けられている。例えば、地域開発を目的に、アマゾナス州マナウス市とその近郊への投資に対しては、輸入税 (II)、工業製品税 (IPI)、商品流通サービス税 (ICMS) の免除/減免などのインセンティブが与えられる。また、特定業種向けの

優遇税制もあり、2004年の法律第11077号で改正された情報通信法（Lei de Informática）では、ブラジルで製造された情報機器にかかる工業製品税（IPI）の免除、あるいは削減が定められている²⁷。この他、州・市のレベルで商品流通サービス税（ICMS）、サービス税（ISS）、都市不動産所有税（IPTU）の減免などの投資インセンティブを与えているケースも多い。この場合、一律に定められたものではなく、個別企業ごとの交渉になることが一般的である²⁸。

(3) 関税制度

ブラジルでは、開発商工省が貿易に関する法令、規則等を管轄している。関税率の審議・決定は、開発商工省傘下の貿易審議会（CAMEX）が行う。

前述の通り、ブラジルは関税同盟であるメルコスールに加盟しており、1995年1月より対外共通関税（TEC）が採用されている。メルコスールでは加盟各国が域外から輸入する物品について同率の対外共通関税（TEC）を課すことが原則であるが、ブラジルの場合は100品目までの例外関税が設定できることとなっているほか、情報通信関連財（BIT）に関わる品目については各国が個別に関税率を設定できる²⁹。品目分類はHS分類をベースとしたメルコスール共通分類（NCM）で、合計8桁構成の3分割（0000.00.00）であり、最初の6桁は日本の関税番号と同一解釈である³⁰。関税率については、開発商工省のWEBサイト³¹または貿易統合システムであるSISCOMEX（シスコメックス）のWEBサイト³²等から入手可能である。

(4) 輸入コスト

輸入品に課される税金は輸入税（II）の他に、工業製品に対しては工業製品税（IPI）が課せられ、さらに商品流通サービス税（ICMS）、社会負担金であるPIS/COFINSも課せられる。この他、港湾関連の税金として商船隊更新税（AFRMM）があり、海上運賃の25%が課される。

なお、国内メーカーが輸出品を製造するに当たり必要な部品・資材等を国内外から購入・輸入した場合、各種税金が免税される仕組みであるドロバック制度があるが、輸出入管理・手続きが煩雑であり、少量・少額の取引で同制度を申請するメリットは少ない³³。

1-5-2 対象製品・技術の輸入コスト

本調査で対象とする製品・技術についての説明は後述するが、本項では輸入コストを試算する。提案企業の対象製品は、これまでの海外取引においては、発電基板（14cm角または22cm角の基板）はHSコード8531.80にて、発電ユニット（発電基板+小柱付ゴムシート+プラスチックケース）はHSコード8501.31にて取引を行ってきたが、各HSコードの輸入に係る税金、社会負担金の割合は下表1-12に示した通りである（サンパウロ州の場合）。

²⁷ https://www.jetro.go.jp/world/cs_america/br/invest_03/

²⁸ JETRO（2011）「ブラジル経済の基礎知識（第2版）」、p.154-155

²⁹ JETRO（2011）「ブラジル経済の基礎知識（第2版）」、p.178-179

³⁰ https://www.jetro.go.jp/world/cs_america/br/trade_03/

³¹ <http://www.mdic.gov.br/sitio/>

³² <http://portal.siscomex.gov.br/>

³³ JETRO（2011）「ブラジル経済の基礎知識（第2版）」、p.181-182

表1-12：対象製品に関連した輸入税率、社会負担金率

関税番号 (HSコード)	輸入税 (II)	工業製品税 (IPI)	社会保険負担金 (COFINS)	社会統合負担金 (PIS)
8531.80				
8531.80.00	18%	15%	8.60%	1.65%
8501.31				
8501.31.10 - Motores	18%	10%	8.60%	1.65%
8501.31.20 - Geradores	18%	0%	8.60%	1.65%

出典：JETRO サンパウロ事務所へのヒアリング（2015年1月）より

JETROサンパウロ事務所へのヒアリングによると、対象製品である「発電ユニット」は対ブラジル輸出においてHSコード8501.31.10とみなされる可能性が高い。下表に、HSコード8501.31.10のFOB価格を10,000USD（計算時のレートで25,800レアル）とした際の輸入関税及び輸入諸経費を試算した。これによると、CIF価格28,380レアルに対して、各種税金や社会負担金で計20,745.84レアルの輸入コストが掛かり、輸入コストがCIF価格の73%に及ぶことが分かる。

表1-13：対象製品（発電ユニット：HSコード8501.31.10）に係る輸入関税及び
輸入諸経費の計算（FOB価格10,000USDの場合）

	項目	略称	税率	価格 (レアル)	備考
1	FOB 価格	FOB		25,800.00	
2	海上保険	Insurance	5.00%	1,290.00	FOBの5%と仮定
3	海上運賃	Freight	5.00%	1,290.00	FOBの5%と仮定
4	CIF 価格(サントス港)	CIF		28,380.00	CIF = FOB + Freight + Insurance
5	輸入税	II	18.0%	5108.40	II = CIF x II%
6	工業製品税	IPI	10.0%	3,348.84	IPI = (CIF + II) x IPI%
7	社会保険負担金	COFINS	8.60%	2,440.68	COFINS = CIF x COFINS%
8	社会統合負担金	PIS	1.65%	468.27	PIS = CIF x PIS%
9	商品流通サービス税	ICMS	18.0%	8,842.65	ICMS=(CIF+II+IPI+PIS+COFINS+SISCOMEX+AFRMM)xICMS%/(1-ICMS%)
10	SISCOMEX	SISCOMEX		214.50	
11	商船隊更新税	AFRMM	25.0%	322.50	AFRMM=Freight x AFRMM%
12	港湾費用			-	貨物により変動するため未想定
	最終通関コスト			20,745.84	

出典：JETRO サンパウロ事務所提供資料（2015年1月）を元に調査団作成

注：2015年1月23日のインターバンクレート中値（1USD=2.58レアル）により換算

上記は輸入に係るコストの試算であるが、ブラジル国内で輸入業者～製造業者～流通業者で取引が行われて付加価値が乗せられると、工業製品税（IPI）、商品流通サービス税（ICMS）、社会統合負担金（PIS）、社会保険負担金（COFINS）などが加算されることとなる。

1-5-3 競合の状況

「発電床」の競合他社製品と呼び得るものとしては、英国のPAVEGEN SYSTEMS社による床発電システムがあるが、同社製品は圧電素子を利用しておらず技術的には全く異なるものであり、製品が厚く、柔らかい構造であるため、一般的な床材としては使用できない。

同社は、2014年にリオ・デ・ジャネイロのサッカー場に60cm x 45cmのプレート200枚を敷設し、

サッカー選手の動きを蓄電し夜間照明に活用するという取り組みを行ったが³⁴、本取り組みはシェル石油社の環境/社会貢献活動に係る資金により行われたものであり³⁵、単発的／イベント的な要素が強く、コスト面からは実用化には向かないものと考えられるため、競合とは言えないと考えられる。

1-5-4 公共入札

ブラジルにおける公共入札は、「公共入札法」(1993年6月21日付法8,666号 : Lei Geral de Licitações 8.666/93)において枠組みが定められており、連邦、州、市町村郡全ての政府機関及び全ての財団、公社をその対象としている(下表1-14参照)。

表1-14：公共入札法の重要条項

条項	記載事項概要
第1条	法の対象となる経済主体を定めている。これは3権全て、3段階の政府全て(連邦、州、市町村郡)、全ての機関及び財団、全ての公社。
第3条	入札者の決定に国籍が基準となるのは同点決勝規準の場合のみと記す。それ以外の場合には、ブラジル企業と外国企業は平等に競争する。第3条はまた、入札手順は全て公開されると規定する。例外は入札価格で、これは開示されない。
第4条	第42条に規定される場合(国際購買)を例外として、入札は全て国内通貨で行われる。
第24条	入札が義務でない状況について規定する。例として、少額購買(法で規定)、人民または建物を危険にさらす非常事態、過去の入札手続きで入札者がいなかった場合、特定の建物の購入または賃貸借の場合などが挙げられる。
第25条	入札手順が実現可能でない状況を規定する。例として、(1)指定の製品またはサービスを提供する請負業者が1社しかない場合(例えば、ブラジルでは依然として独占事業である電力供給の場合などがこれに該当する)、(2)ある応札者が他の全てより傑出して優れた専門性を有するため、入札競争が意味をなさない時(有名な建築家のオスカル・ニーマイヤーはこの考えに基づき複数の契約を獲得した)などを挙げることができる。
第27~33条	入札手順に参加するために必要な書類について定める。書類の数は入札形式に応じて変わる。全国入札の場合、納税者番号(CNPJ)が求められる。 -第32条4項：国内で営業していない外国企業は、各々の領事館が認証し、公式翻訳者が翻訳した同種の書類でこの要件に応えるものとし、行政または司法面で対応できる権限を有する法律上の代理人をブラジルに持たなくてはならない。

出典：JETRO(2011)「ブラジル・インフラ調査」P.166-167より抜粋

ブラジルでは外国企業に参入制限はなく、原則として国内外の企業は平等に扱われるが、すべて書類はポルトガル語で作成される必要があり、認定された翻訳家によって行われなければならない。また、会社定款や納税者番号のほか、ブラジル国内でどの程度定期的に事業を行っているかを示す書類が必要となり、経験がない企業の場合はブラジル領事館において宣誓や会社の存在を示す書類の提出なども求められる³⁶。

入札公示はD.O.Uと呼ばれる官報(連邦、州または連邦区、市町村郡)または一般に流通している日刊紙に掲載される必要があり、政府機関は入札目論見書(Prosta)を作成、公表することとなっている。入札書受付期間は最低でも入札案内掲載の日から数えて30または45日間である³⁷。

このように、外国企業にとっては特にポルトガル語への翻訳業務が付加的に発生することが、若干の参入障壁となり得るものの、原則的に国内企業と平等に競争するものとされているため、本案件におけるビジネス環境として大きな不利になるものではないと考えられる。

³⁴ <http://www.pavegen.com/projects/shell-football-pitch-rio-de-janeiro>

³⁵ <http://www.shell.com/global/aboutshell/lets-go-tpkg/morro-da-mineira.html>

³⁶ 「ブラジル公共入札制度の概要とポイント」、Business Law Journal No.28(2010年7月), p.100-107

³⁷ JETRO(2011)「ブラジル・インフラ調査」P.168

2. 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針

2-1 提案企業及び活用が見込まれる製品・技術の特長

2-1-1 製品・技術の特長

(株) 音力発電はエネルギーハーベスティング技術（身の周りの環境からエネルギーを刈り取る技術）を実現する上で基幹となる圧電素子³⁸の活用に関して世界で唯一の技術を持っている。

住宅・会社・工場・商業施設・道路などの日常生活のあらゆる場において、音や振動などの、利用されておらず無駄になっているエネルギーを小規模な電力エネルギーとして有効活用することで、環境負荷の少ない社会インフラの構築に貢献する。



本提案において活用する製品は「発電床®（はつでんゆか）」である。

発電床とは、人が歩くときに発生する床の振動を利用して発電を行う床型の発電機である。床に圧力や振動を電圧に変換する「圧電素子」を並列に接続して敷き詰めることにより、その床の上を人が歩くことによって床が振動し、その振動エネルギーが圧電素子に加わることで電圧に変換される。



例えば、歩行者一人が発電床を踏むことにより、①高輝度LEDを発光させること、②無線を送信すること、③簡単な音を発生させることが可能となる。

発電床があれば電気配線や電池交換が要らず半永久的に発電を行うことができるため、「安定した電気供給が難しい場所へ設置することができる」「メンテナンスが容易」などのメリットを提供

³⁸ 振動や圧力などの力が加わると電圧が発生し、また逆に電圧が加えられると伸縮する素子。

できる。

活用例としては、

- ・ 発電床にLEDを取り付けて床に敷けば、人の移動に応じて点滅する誘導灯になる。
- ・ 無線信号を飛ばしてトイレのスイッチを自動的に点灯させる事ができる。
- ・ 蓄電池を併用すれば、一定時間足元を照らし続けることもできる。



【フットライト】 【発電床®】

技術的な特長としては、圧電素子の利用に係る工夫にある。従来は圧電素子はライターやガスコンロの着火にしか使われておらず、「発電」することは出来なかった。この圧電素子の使い方を工夫し、効率良く発電できるレベルまで達成させたところが、(株)音力発電が持つ世界で唯一の技術であり、これに関して57件の特許を出願中、内24件が権利化済みである。

2-1-2 製品・技術のスペック

【製品の外形などの仕様】

現在の主な製品は縦横30cmまたは50cm、厚さ1cm～3cm程のタイルカーペット型（または塩ビタイル型、オフィスフロア型）であり、床面への埋め込みまたは後付けにより簡単に設置することが出来る。サイズについては用途や要望に応じて変更することも出来るほか、防水タイプも有しており、屋外設置も可能である。

500kgの耐荷重性を持ち、耐久性としては床材のJIS規格に則って試験をしており、100万回の踏みつけ試験をクリアしている。また、耐用年数としては、圧電素子自体がほぼ永久的に使えることと、これが壊れないよう構造上の工夫をしていることにより、半永久的に使用できる。

【発電量】

例えば、60kgの人が1秒間に2歩のペースで歩行した場合、以下の発電量となる。

- ・ 約2mW秒（1秒当たりの平均値）
- ・ 0.1～0.3W（1m秒程度の瞬間最大値）

また、多くの人が歩くなど、発生する圧力・振動の量が増えれば増えるほど、発電量も比例して大きくなる。

2-1-3 製品・技術の国内販売価格

以下が発電床の価格表（税抜）である（輸送費等は含まない）。

表2-1：発電床の価格表（税抜）

製品名	単価（円）	販売条件
発電床（500mm×500mm×20mm）	@80,000	1枚の場合
発電床（500mm×500mm×15mm） <タイルカーペット、塩ビタイル>	@60,000	1枚の場合
発電床（500mm×500mm×8mm）	@5,000	1ロット1,000枚の場合
発電床（500mm×500mm×8mm）	@6,500	1ロット500枚の場合
専用LEDストリングス（長さ10m、LEDライト100球）	@42,000	

注： 2015年8月時点

発電床は日本の協力企業（製造工場は中国）においてOEM生産を行っており、ロットが増えれば単価を下げる事が出来る。

2-1-4 国内外の販売実績

下表は国内における販売・導入実績である。発電床の量産開始は最近であるため、販売枚数としてはこれまで数千枚だが、売上が伸び始めているところである（2,000万円/年程度）。販売先は民間が多く、大手床材メーカーに卸しタイルカーペットとして販売され、オフィス、学校、各種施設などに導入されている。また、徘徊や転倒が危惧される介護者を見守るための「離床／徘徊センサー」として発電・無線マットも販売され始め、売上が伸びている。公的機関に対する販売実績は多くはないものの、藤沢市役所の庁舎入口に設置され、「発電床」による発電量が電子ペーパーに表示され、市民の環境意識醸成に役立てられている実績、渋谷区役所との共同実験の実績などがある。

表2-2：国内における主な販売・導入実績

年	販売・導入実績
2006	・「発電床®」販売・レンタル開始
2007	・「振力電池®」開発・レンタル開始 （NEC エレクトロニクスと電池レスリモコンを共同開発） ・首都高速道路五色桜大橋にて「振動力発電機」を導入 （橋の揺れにより発電し、照明を点灯。） ・首都高速道路代々木パーキングエリアにて『発電床®』を導入 ・コクヨオフィスシステムのオフィスフロアにて『発電床®』を導入： （避難誘導灯として。及び社員の環境意識醸成のため。）
2008	・渋谷ハチ公前発電実証実験を実施： （照明点灯及び発電量測定実験。渋谷区役所との共同実験。） ・エコイベント「年の瀬日本橋2008」イルミネーション電源として採用
2010	・新江ノ島水族館正面入口に『発電床®』システムを導入 ・京王百貨店（せいせき）に『発電床®』システムを導入
2011	・福岡銀行ATMに『発電床®』システムを導入： （点字ブロックタイプの発電床を避難誘導灯として導入） ・味の素スタジアムに『発電床®』システムを導入（装飾用途として。）
2012	・「振子式振力®ライト」販売開始 ・量産版「発電床®」販売開始 （タイルカーペット用、塩ビタイル用の二種類の『発電床®』を量産化開始） ・東急リゾート（浜名湖）に『振子型振動力発電装置』を導入 （階段のフットライトや装飾用照明として使用） ・渋谷ヒカリエに「発電床」を装飾用照明として導入
2013	・量産版「振力電池®」販売開始 ・道路工事用マット型『発電床®』を開発、製品化
2014	・キューピーマヨネーズ仙川工場に「発電床」を廊下の誘導灯として導入
2015	・横浜国立大学に「発電階段」を屋外階段の誘導灯として導入 ・トヨタ自動車北九州工場に「発電床」・「発電階段」を廊下と階段の誘導灯として導入予定

この他、大手食品工場で避難誘導灯としての導入が開始されたほか、大手道路建設企業では「歩行者誘導マット」として利用されている。



歩行者誘導マット（周囲明るい）



歩行者誘導マット（周囲暗い）

表2-3：各種受賞、助成金事業採択

年	項目
2006年11月	第7回湘南ビジネスコンテストビジネスモデル賞 受賞
2007年3月	第4回かながわ新エネルギー賞 受賞
2008年11月	かながわビジネスオーディション2008 優秀賞 受賞
2009年2月	かながわキラリチャレンジャー大賞 大賞 受賞
2009年6月	MM総研大賞 話題賞受賞
2009年	グッドデザイン賞 受賞
2009年	三菱UFJ技術育成財団 助成対象支援企業
2010年	神奈川県「創造的新技术研究開発計画」認定
2015年	経済産業省関東経済産業局「中小ものづくり高度化法」（中小企業のものづくり基盤技術の高度化に関する法律）認定

また、これまでのところ海外における販売実績はあまり多くはないが、商社を通じて教材やイベント用途として中東諸国、韓国、シンガポールの床材メーカーなどに販売・レンタルしている他、ニュージーランド、インドなどの商業施設からの引き合いも入り始めているところである。

2-1-5 競合他社製品と比べた比較優位性

1-5-3に記載したとおり、英国PAVEGEN SYSTEMS社が床発電システムを製品化している。同社製品と比べた比較優位性としては、①エネルギーハーベスティング分野で先行しており、圧電素子を使用した発電床については特許を押さえていること、②一般的な床材の代替として使えることが挙げられる。なお、公表されている発電量としてはPAVEGEN SYSTEMS社の方が大きい（約5W秒）が、(株)音力発電の製品も圧電素子を連ねた発電基盤を重ねることにより同等の発電量は実現可能である。

「エネルギーハーベスティング技術」としては、日本ではリモコンを押す力により電池レスで無線信号を飛ばす仕組みを開発している企業等がある。しかしながら、(株)音力発電もこれら企業に先行して圧電素子に係る技術を活用した「振力電池®」を開発・製品化しており、同等の発電量を達成しかつ構造上耐久性の面で大きな強みを有している³⁹。

³⁹ ある競合他社の耐久性がカタログ値 10 万回（2014 年調べ）であったのに対し、(株)音力発電は

2-2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ

2-2-1 企業における海外事業戦略

(1) 海外進出の動機

(株)音力発電は創立当初より、同社の製品・技術を世界各国・各地域の経済・社会の発展に貢献することを企業理念として掲げてきた。日本や欧米よりも、むしろインフラが整っていない新興国・途上国の方が(株)音力発電の技術に対する需要が大きく、また今後インフラが整備されていく中で採用される可能性が高いものと考えている。

(2) 自社の経営戦略における海外事業の位置付け

2006年9月の設立より9年を迎えるに当たり、日本における事業が安定してきたため、海外へのより積極的な展開を検討しているところである。海外での需要は国内の需要を遥かに上回るものと考えており、経営戦略では5年後には国内の3-4割程度の売上を占めるものとしている。

(3) 海外展開を検討中の国・地域・都市

前述の通り、現在商社を通じて中東諸国、韓国、シンガポールから引き合いがあり、少量ではあるが輸出を開始している。欧米、アジア圏の先進国市場については同商社を通じて販売を行っていく考えである。

また、日本では都市部での施設に導入される事例が多いため、新興国・途上国に対しては日本での経験を最大限活用できるような地域・都市での採用を皮切りにしたいと考えている。こういった観点から検討を開始した国がブラジルであり、特に都市計画の優れた成功例とされるクリチバ市における採用をまずは目指し、その後ブラジル全土、また中南米諸国への展開を目指したい。

なお、将来的には現在開発中の小水力発電装置、開発を検討している風力発電装置、温度差発電装置、波力発電装置、太陽光発電装置などを、特に電力インフラが整っていない地域に展開していきたいと考えている。

2-3 提案企業の海外進出による我が国地域経済への貢献

(1) 現時点における地元経済・地域活性化への貢献

神奈川県では、同県の強みを活かした競争力のある産業の創出・育成を図ることを目的として「神奈川県地域産業活性化基本計画⁴⁰」(現計画期間は平成24年4月1日～平成29年3月31日)を策定している。本計画においては「新エネルギー」が集積分野の一つとして位置づけられており、非常に関係が深い。県の方針に沿った地域産業活性化の好例を提供し、知識の蓄積に貢献している。



藤沢市役所の「発電ゲート」

1,100万回の耐久性試験をクリアしており、カタログ値500万回としている。

⁴⁰ <http://www.pref.kanagawa.jp/cnt/f11747/>

また、(株)音力発電が位置する藤沢市との連携も行っている。同市市役所の入口に「発電ゲート」を設置し、通行することにより生み出される電力を電子ペーパーに表示することにより、市民の環境意識の向上に役立っている。

加えて、(株)音力発電は独立行政法人中小企業基盤整備機構が慶應義塾大学および地域と連携して運営する起業家育成施設である慶應藤沢イノベーションビレッジ(SFC-IV)の入居企業である。代表者が大学での研究成果を元にビジネス化を行っている他、同大学国領教授を顧問に招いているなど、本格的な産学連携の好事例を提供している。また、池田教授とは藤沢市のまちづくりに関する協議を開始するところである。

(2) 本調査で検討するODA案件化及び海外展開を実施することで見込まれる地元経済・地域活性化への貢献

発電床の生産・販売数が増加することにより日本の協力企業への発注が増え、協力企業における雇用増加などに貢献し得る。

また、さらなる大学との連携強化も想定される。上記慶應義塾大学の他、交通・渋滞緩和等について横浜国立大学の中村教授と、振動に関する研究について長岡技術科学大学の高橋教授との連携強化を検討しているが、海外事業における事例を日本にフィードバックすることで「リバース・イノベーション」としてさらなる地域経済・地域活性化への貢献が見込まれる。

3. 活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果

3-1 製品・技術の検証活動（紹介、試用など）

本調査では、日本で製品化されている「発電床」（道路工事用歩行者誘導マット型、階段型）及びデモ機（点字ブロック型「発電床」、 「振カリモコン」（電池レスリモコン）など）を携行し、紹介・試用を行った。

(1) 紹介、試用を行った具体的な製品・デモ機

本調査において携行し、紹介・試用を行った具体的な製品・デモ機は以下である。

写真	製品名	製品説明・仕様
	道路工事用マット型 「発電床®」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 日本道路株式会社との共同開発製品。 ・ 道路工事における誘導灯として、踏むことにより LED が光り、歩行者を誘導する。 ・ 1枚 60cm x 60cm のマットを何枚でも接続させることが可能。 ・ 完全防水仕様。 ・ 発電量： <ul style="list-style-type: none"> - 0.1~0.3W（1m 秒程度の瞬間最大値） - 約 2mW（1 秒当たりの平均） ※ 60kg の人が 1 秒間に 2 歩のペースで歩行した場合
	「発電階段™」 キット	<ul style="list-style-type: none"> ・ （株）音力発電の自社製品。 ・ 階段におけるフットライトとして、踏むことにより LED が光る。 ・ 1枚 30cm x 60cm のパネルを階段に後付けすることが可能。 ・ 発電量：（上に同じ）
-	点字ブロック型 「発電床®」 デモ機	<ul style="list-style-type: none"> ・ タキロン株式会社との共同開発製品デモ機。 ・ 1枚 30cm x 30cm。表面は難燃性樹脂製。 ・ 両側に LED を付属し、踏むことにより LED を光らせ、振動による発電機能をデモンストレーション。 ・ 発電量：（上に同じ）
	「発電床®」 デモ機	<ul style="list-style-type: none"> ・ 1枚 30cm x 30cm。 ・ LED300 球を付属し、踏む／叩くなどの振動により LED を光らせ、振動による発電機能をデモンストレーション。 ・ 発電量：（上に同じ）
	「振力®リモコン」 （電池レスリモコン）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 人が指でボタンを押した際の振動を利用して発電を行う小型の発電ユニット。 ・ ①10~30個の高輝度 LED を瞬間的に発光させること、②無線（比較的データ量の少ないもの）を送信することが可能（デモ機としては、LED 数十球を付属）。 ・ 発電量：1 回・加重 1.3Kg：約 200μJ 程度 ・ 信頼性：20 万回以上
-	（映像・写真）	<p>その他、以下のような製品・技術を紹介する映像・写真をデモ用に活用した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 発電床をセンサーとして利用し、踏むことによりアラームを鳴らすデモ映像 ・ 発電床による装飾用照明デモ映像 ・ 日本における活用事例写真 など

(2) 検証活動の概要

検証活動は、1) デモンストレーション（携行した発電床の実演デモ及び映像・写真資料等によるデモ）、2) ODA案件化時C/P候補における一定期間の仮設置、3) C/P候補とJICAによる三角協力（第三国研修）内におけるセミナーを通じて行われた。

1) デモンストレーション

上記製品・デモ機は携行が可能であり、即時に実演デモが行える特徴を活かし、ほぼ全ての訪問先に対して製品・デモ機によるデモンストレーションを実施した（一部、場所・時間的都合等により実演デモが行えなかった場合は、映像・写真資料のみを用いた）。デモンストレーション実施により各訪問先における製品・技術への理解がより深まり、現地適合性検証を行い、ニーズをより具体的に引き出すことが可能となった（現地適合性検証の結果、確認されたニーズは、3-2及び3-3に記載した）。

表3-1：デモンストレーション実施先一覧

地域・都市	クリチバ	サンパウロ	その他地域
伯政府系機関	<ul style="list-style-type: none"> パラナ州政府企画調整局 クリチバ市書記官 クリチバ市公共事業局 クリチバ都市計画研究所 (IPPUC) クリチバ都市公社 (URBS) パラナ州消防局 パラナ州消防警察学校 	<ul style="list-style-type: none"> サンパウロ州消防局 サンパウロ州交通警察 サンパウロ上級消防学校 (ESB) サンパウロ州軍警察情報技術部 国立工業度量衡・品質規格院 (INMETRO) 	
伯系企業、業界団体など	<ul style="list-style-type: none"> Lactec (工業試験場) パラナ州工業連盟 (FIEP) / 全国工業職業訓練機関 (SENAI) SENAI サステナブルセンター パラナ科学技術研究所 (TECPAR) ブラジル建築事務所協会 (ASBEA) PROA/GARAGE PLAN (建築事務所) Indus Parquet (床材製造) Rose 氏 (建築家) パラナ州建築・都市審議会 (CAU) CCM do Brasil (農業機械製造販売) FECOMERCIO (商業連盟) E-vertical (ビル維持管理企業) Centro Medico Hospital Sugisawa (私立病院) 	<ul style="list-style-type: none"> ブラジル技術規格協会 (ABNT) TECNUM CONSTRUTORA (建設会社) SINDUSCON (建設業界団体) ELIANE (床材製造) Lifesecc (警備会社) サンパウロ日伯援護協会 (病院、養老院、ほか) 	<ul style="list-style-type: none"> ▽ パラナ州ロンドリーナにおける実施先 <ul style="list-style-type: none"> A.Yoshii (建設会社) SERCOMTEL (通信・照明会社) ▽ パラナ州コロンボにおける実施先 <ul style="list-style-type: none"> DAIKEN (センサー製造) ▽ サンタカタリーナ州における実施先 <ul style="list-style-type: none"> ELIANE (床材製造)
日政府系機関	<ul style="list-style-type: none"> 在クリチバ日本国総領事館 	<ul style="list-style-type: none"> 在サンパウロ日本国総領事館 JETRO サンパウロ事務所 	
日系企業、業界団体など	<ul style="list-style-type: none"> パラナ州日伯商工会議所 ELCO (電機メーカー) 	<ul style="list-style-type: none"> 日伯商工会議所 ブラジル戸田建設 (建設会社) HOSS 建設 	



サンパウロ上級消防学校（ESB）における
点字ブロック型「発電床」のデモ



パラナ州政府企画調整局における
映像による「発電床」のデモ



パラナ州消防警察学校における
「発電階段™」キットの実演デモ



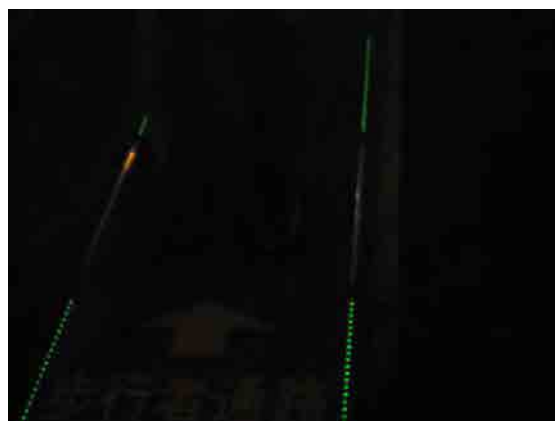
伯系床材製造企業における
「発電床®」デモ機による実演デモ

2) ODA案件化時C/P候補における一定期間の仮設置

1) デモンストレーションを経て、特にODA案件化時に有力なC/P候補となると考えられたクリチバ都市計画研究所（IPPUC）において、道路工事用マット型「発電床」を6枚携行し（全長370cm、幅70cm）、IPPUC施設内に仮設置を行った。仮設置は、IPPUC総裁宛て許諾書提出とIPPUC法務部との調整を踏まえて仮設置に係る契約を締結し、「エネルギーハーベスティング技術」及び「発電床」の有用性について、都市計画の専門家が多いIPPUC内における理解度向上と認知向上を測ると共に現地適合性を検証することを目的として、2015年5月～2015年6月の1ヵ月間実施した。IPPUCとの調整の結果、仮設置場所はIPPUC施設内の屋外通路（以下写真参照）とし、調査団側の要望と制約（IPPUC施設に適合させた製品を用意する期間が確保できない、など）、IPPUC側の要望と制約（施工を伴う設置はできない、設置可能箇所に限りがある、など）を理由として仮設置する製品（道路工事用マット型「発電床」）を選定し、以下を仮設置及びこれを踏まえて現地適合性を検証するに当たっての前提条件として行った。仮設置後にIPPUC職員向けアンケート及び合同勉強会を実施し、現地適合性検証及びニーズ確認を行った（詳細は3-2に後述した）。

前提条件：

- ・ 仮設置した製品は、日本の道路工事において歩行者を誘導するためのマット型の製品であり、IPPUC側の要望に沿った仕様変更などは行っていない。
- ・ 当製品は、日本では周囲が明るい場所ではなく、あくまで夜間の使用を前提としている。
- ・ IPPUC職員への製品仮設置及びアンケート依頼は、IPPUC国際担当者よりメールにより周知された。製品仕様等はアンケート依頼文に記載されていたが、仮設置場所での告知などは行われていない。



IPPUC に仮設置した発電床歩道（370cm×70cm）

3) C/P候補とJICAによる三角協力（第三国研修）内におけるセミナー

IPPUCに対し製品・技術紹介を行った際、本製品・技術が途上国の環境配慮型都市構築分野などの開発課題に貢献する可能性が認識されたため、IPPUCがJICAとの共同による三角協力として実施している第三国研修プログラム「持続可能な都市管理コース（2014年度）」の中で、第三国研修生及びIPPUC関係者に対し本製品及び技術紹介をコースプログラムに加えることがIPPUCより提案された。これを受けて2015年1月20日に本製品・技術についてのセミナーが行われた（下表3-2参照）。

表3-2：三角協力（第三国研修）内セミナー概要

項目	内容
セミナーを実施したプログラム名	持続可能な都市管理コース
主催・共催状況	実施団体 IPPUC（JICA プロジェクト）
場所・開催日時	都市：パラナ州クリチバ市 場所：IPPUC 内講堂 日時：2015年1月20日（火）10:00 開始～11:00 頃終了
セミナー出席者と内訳	総数：約30名 ・ 内、ラテンアメリカ、アフリカ諸国からの第三国研修生11名。 （環境省、都市計画局、市役所等の関係者） ・ 内、IPPUC関係者12名。 ・ 内、5名がパラナ州の都市計画に関する他の機関から参加。

項目	内容
構成、プレゼンテーションと発表者等	(1) JDS 山田より、案件化調査について説明 (2) プレゼンテーション題名「Power Generating Floor とエネルギーハーベスティングの紹介と可能性」 講演者：(株) 音力発電代表取締役 速水浩平 日本語・ポルトガル語通訳：富田紀子 (3) 講演内に盛り込まれたデモ・製品見本の紹介 1) 会場入り口の階段に設置した「発電階段」 2) 点字ブロック型「発電床」 3) 講演者速水が「発電靴」を使用 4) 「振力電池」による無線センサー (4) 質疑応答

本セミナーではアンケートを実施し、セミナー内容の参加者の理解度、当該技術の必要性、参加者の当該国における防災、防犯、環境などの分野での利用方法、利用するに当たっての問題点を把握し、ODA案件化検討の指針とした（アンケート結果の詳細は添付資料2に示した）。

ブラジル国出席者からは、今後ブラジルにおいてエネルギーハーベスティング技術が必要であると認識された（「将来的に必要」：31%、「今すぐ必要」：69%、「必要でない」：0%）。活用分野としては、約90%の回答者が環境分野及び防災分野における活用が考えられる旨の回答があり、防犯分野に関しても同様に約70%に上った。第三国研修生からも、エネルギーハーベスティング技術の利用が非常に望まれており、自国のエネルギー問題を補完するものと捉えられていることが分かった。

また、ほぼ全ての回答者が、価格が導入の障壁となる可能性を示唆しており、価格に対して適正な効用、効果の理解を得ることが重要であることが改めて伺えた。

3-2 製品・技術の現地適合性検証

本調査では、前節3-1 (2) 2) に示した通り、ODA案件化に係るC/P候補であるIPPUCにおいて特定製品（道路工事用マット型「発電床」）を一定期間仮設置し、都市計画の専門家が多いIPPUC職員に試用してもらい、アンケートを実施・回収する形で現地適合性を検証した。加えて、IPPUCの関連部署職員との合同勉強会を開催し、意見交換を行った。

表3-3：IPPUCにおける合同勉強会概要

項目	内容
場所・開催日時	場所：IPPUC 内講堂 日時：2015年6月18日（木）15:00～17:00
出席者・内訳	計：14名 （内、IPPUC関係者7名、クリチバ市公共事業局1名、調査団側6名）
構成	(1) アンケート結果説明（JDS 田中） (2) アンケート結果を踏まえたディスカッション (3) ディスカッションを踏まえた活用可能性案（(株) 音力発電速水） (4) まとめ

仮設置を経たアンケートは仮設置とほぼ同期間で実施され、計19名から回答を得た（アンケート結果については添付資料3に示した）。アンケートでは、主に1.ブラジル国に導入する際の「用途とプロダクトデザイン」についてのアイデア、2.仮設置した「発電床（マット）」の改良点、3.「エネルギーハーベスティング技術」の有効性について回答を得た。

1.については、アンケート内に図示してもらい、LED一体型／独立型、LEDの色による識別、装飾的要素強調の各パターンで、歩道、横断歩道、公園内遊歩道などにおける環境に配慮した都市構築に対する活用可能性が高いアイデアを得た。

2.については、仮設置を行った製品を題材として、特に光の強さ、製品の寸法（幅）の面で、改善の必要性があるという回答があったものの、概ねポジティブな回答であり、これらを考慮した製品設計とすることでクリチバ市での活用可能性が高いことが確認された。

3.については、「マットが固定されていないと盗難の可能性はある」（100%）、「破壊のリスクがある」（89.5%）、「管理維持（清掃）」（73.7%）などが想定されるリスクとして回答されたが、クリチバ市において「エネルギーハーベスティング技術」を活用することによる利点として「環境配慮型（電源レス/メンテナンスフリー）の技術の普及に繋がる」（63.2%）、「歩行者の安心度が向上する」（63.2%）などが挙げられた。

また、合同勉強会においては、IPPUCとしては将来的に継続してエネルギーハーベスティング技術の活用を検討するものと結論付けられたが、この際に現地適合性の観点から以下の要件が挙げられた。

- ① 「発電床」は屋外よりも屋内の方が活用時の有効性が高い。
- ② 耐久性、防水性、盗難対策などの条件を満たす必要がある。
- ③ 費用対効果の観点からより詳細な検討が必要である。

なお、仮設置期間中、日本において想定している使用条件を超える雨が降り、一時的に「発電床」同士を繋ぐコネクタが濡れて接触不良を起こした。製品が故障した訳ではなかったものの、IPPUC職員にもこの問題は認識され、上記アンケート・合同勉強会の結果に反映されている。

3-3 製品・技術のニーズの確認

本調査において、訪問先各所に対してデモンストレーションを行い、ニーズの確認を行った。これまで述べている通り、本製品・技術は用途が限定されておらず様々な分野における活用可能性が見込まれるが、防災・防犯・環境配慮型都市構築の3分野に焦点を絞ってヒアリングを行ったところ、主に以下のニーズ・留意点が確認された。

分野	製品・技術タイプ	ニーズ/活用による利点	留意点
防災	避難誘導灯 (商業施設・病院)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 停電時の避難誘導・出口誘導 ・ 非常階段 ・ 出口等への案内 ・ CSR 面でのアピール 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地震はなく、火事も多くはない(防災意識は比較的低い) ・ 可燃性素材は使えない
防犯	防犯センサー	<ul style="list-style-type: none"> ・ 踏まれた際に無線信号を飛ばす/音を鳴らす ・ 犯罪者に知られていない防犯製品 ・ 配線レス（配線を切って侵入する強盗対策） ・ メンテナンスフリー／電池交換不要（いざという時に作動する） ・ 警備員等の人件費削減となる ・ ATM 設置場所における防犯 ・ 防犯カメラが作動していることに注意を引かせるツール 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 他国製のバッテリー付人感センサーが競合 ・ 連携システム（警察との連携等）も検討が必要

分野	製品・技術タイプ	ニーズ/活用による利点	留意点
環境配慮型都市構築	公道 (歩道・横断歩道)	<ul style="list-style-type: none"> 歩行者の安心感向上 安心感向上によるモビリティ・アクセシビリティ向上 歩行量の増加による治安対策 横断歩道において歩行者を感知し信号を切り替える/警告灯を光らせ車のドライバーに知らせ、事故率を低減する 	<ul style="list-style-type: none"> 横断歩道では車の重量に耐えることが必要 防水性など施工面での工夫が必要 昼間は光が弱く認識されない
	公道 (自転車道)	<ul style="list-style-type: none"> 自転車走行時に車道との境界線を点灯させ、自転車の走行を車のドライバーに知らせ、事故率を低減する(自転車のライトは義務付けられていない) 	<ul style="list-style-type: none"> 反射板との比較検討が必要 防水性など施工面での工夫が必要
その他	装飾灯 (商業施設・住居)	<ul style="list-style-type: none"> 富裕層向け住居における装飾灯 寝室からトイレまでの誘導 	
	振動検知センサー (工場)	<ul style="list-style-type: none"> 発電機の異常振動を検知し無線送信 	

3-4 製品・技術と開発課題との整合性及び有効性

前節で述べた本技術による製品群を活用して各分野におけるニーズへの対応を行い、1-2及び1-3に記載した開発課題に対して貢献することができる。

防災分野としては、配線レスで動作する特徴から、停電時でも避難誘導灯を点灯させることが可能となり、迅速な避難誘導に貢献できる。特に、非常時のみならず通常時も点灯するため、「いざという時に点灯しない」という不具合を防止することが可能である。

防犯分野としては、防犯センサーとしての活用により、1-3-2でも述べた通り、施設内で発生する10%程度の強盗の削減に寄与することが可能である。

環境配慮型都市構築分野としては、近年特に環境配慮型の技術が求められているブラジルにおいて有効な技術であり、歩道・自転車道等に活用されることで、持続可能な技術を用いた都市構築により、治安対策・交通安全等に寄与し得る。

3-5 実現可能性の検討

本製品・技術のブラジルへの活用にあたっては、3-3で確認された各ニーズの留意点を踏まえて現地適合性を高める必要がある。

防災分野における避難誘導灯としての実現可能性は、日本でも活用事例が多く、技術的な実現可能性は高い。ただし、ヒアリングでは、ブラジルにおいて防災意識は一般的に高くないため、建物のオーナー等が停電など非常事態のために付加的なコストを負担することを避ける可能性があるという意見も聞かれた。まずは商業施設等において環境に配慮した技術に付加価値を見出す建設業者・施設等での活用が期待される。

防犯分野における防犯センサーとしての活用も、技術的には既に確立されている。現地警備会社へのヒアリングによると、同社が提供している最も簡易的なアラームシステム(感知器4ヶ所)の設置費用は約1,200レアル(ヒアリング時のレートで500USD程度)であり、「発電床」が踏まれた際に感知して警報を鳴らす等機能が近いアラームシステムを作った場合も、価格面で競争力を有する。ただし、バッテリー付人感センサー等の安価な製品と競合する可能性があるため、既

存製品では実現できない用途（ATM設置場所、防犯カメラの作動を知らせる）などから参入することで、実現可能性が高まると考えられる。

環境配慮型都市構築分野としては、公道に設置する場合は許認可・施工技術の面で屋内向けよりも難易度が高いものの、技術的には対応可能である。「発電床」は配電・バッテリー等を必要とせずスタンドアロンで機能する製品であることから、歩行者/自転車等が通った時のみ発光すれば良い区間においては、街灯等を設置する配電工事・メンテナンスに係るコスト、電気エネルギーに係るコストと比較して中長期的に費用対効果が上回り、公共事業のランニングコストを抑える効果が期待される。1-3-3に記載した通り、クリチバ市は環境配慮型都市構築に関してブラジル国内で先進的立場にあり、エネルギー消費の効率向上の観点から既存電球より初期投資額が高いLED電球への変換を積極的に進めるなど、都市構築におけるエネルギー消費量を削減する方針を明確に打ち出しており、エネルギーハーベスティング技術導入に強い動機を持っている。後述のODA案件化案によって共同で実証事業を進めることにより、実現可能性をより高めることができる。

4. ODA案件化の具体的提案

4-1 ODA案件概要

本エネルギーハーベスティング技術の、ブラジル国の開発課題に資する可能性および同分野における先方上位計画との整合性・妥当性を中心にODA案件化の可能性を調査してきた。これまで、先方関係機関より提案されたもの（事業案C）も含め、以下3つのODA案件の素案（以下、事業案）を検討してきた。以下の3事業案については全て仮名称。

事業案A	: 環境配慮型都市構築の推進、防犯・治安対策（安心・安全の実現）を目的とした「エネルギーハーベスティング技術の普及・実証事業（歩道）」
開発課題	: 環境配慮型都市構築の推進（公道：歩道、横断歩道）
事業案の概要	: クリチバ市で進められている「光の道プロジェクト」は、学校や医療施設等へ向かう公道の照明を整備するなどしてアクセシビリティの向上を図るもの（犯罪率・暴力の減少など）で、クリチバ市都市計画研究所（IPPUC）主導の下、対象9地域の内、3地域を先行してパイロット的に実施予定、現在、基本設計を行っている。 本事業は、同「光の道プロジェクト」の9対象地域のひとつである「BOQUEIRAO地区」の公道（歩道または遊歩道など）に、「エネルギーハーベスティング技術」を用いた製品を導入することで、「持続可能なエネルギーによる都市計画」の推進を目的とするとともに、地域住民の「アクセシビリティの向上」「安心・安全の実現」を図る。
実施機関（C/P）	: クリチバ市都市計画研究所（IPPUC）
協力者	: クリチバ市役所（公共事業局／公共照明部）ほか

事業案B	: 環境配慮型都市構築の推進、交通静穏化を目的とした「エネルギーハーベスティング技術の普及・実証事業（自転車道および自転車専用レーン／インテリジェンス照明）」
開発課題	: 環境配慮型都市構築の推進（公道：自転車道）
事業案の概要	: クリチバ市では「アクセシビリティの向上」「安心・安全の実現」のために、「公共照明マスタープラン」を掲げ、その実現のための11の方針を定めている。特に、自転車道/自転車専用レーンの整備は現クリチバ市長が当選した際の選挙公約ともなっていることから、既存の自転車道127kmに加えて、2016年12月までに約300kmの自転車道および自転車専用レーンを整備する計画となっている。これに付随し、クリチバ市における「自転車道および自転車レーンの照明の整備」は、2015年に800万リアル、2016年200万リアルの予算が既に確保されている。 本事業案では、「エネルギーハーベスティング技術」をクリチバ市内の「自転車道および自転車専用レーン」に導入することで、「環境配慮型都市構築」の推進を目的とするとともに、地域住民の「アクセシビリティの向上」「安心・安全の実現」を図る
実施機関（C/P）	: クリチバ市役所（公共事業局（SMOP）／公共照明部）
協力者	: クリチバ市都市計画研究所（IPPUC）ほか

事業案C	: 防災対策（避難誘導）向上を目的とした「エネルギーハーベスティング技術の普及・実証事業」
開発課題	: 防災対策（避難誘導）
事業案の概要	: 現在のブラジルの消防法では、「非常口の場所を示すプレートの設置義務」はあるものの「非常口表示のプレートが光ること」は義務づけられていない。ゆえに、火災時の電力供給停止時における暗闇の中では、これら表示は事実上、目視することができない。 本事業案は、「発電床」を火災時などの避難誘導灯として活用することを想定し、性能試験・実証実験の場として、サンパウロ上級消防学校(ESB)の高層火災用の訓練棟（B1から1Fへの階段および通路）に同製品を設置し、消防士の訓練時に試験的にデータ取りを行う。 また、サンパウロ州の消防法の策定にあたり、その技術検討を行っているブラジル技術規格協会（ABNT）内の「非常口および防災表示委員会（CB24）」にて、前述の上級消防学校（ESB）での検証結果を踏まえて、技術規格（基準）を策定する。
実施機関（C/P）	: サンパウロ上級消防学校（ESB）
協力者	: サンパウロ消防局、ブラジル技術規格協会（ABNT）ほか

これら3つの事業案の検討を行うにあたり、「エネルギーハーベスティング技術」の適応可能性、先方上位計画との整合性、事業実施上のリスク等の観点に留意して調査・分析を行った結果、事業案B「エネルギーハーベスティング技術の普及・実証事業（自転車道および自転車専用レーン／インテリジェンス照明）」を具体的なODA事業案として提案する。

特に、事業案Bは、増えすぎた自動車による交通渋滞や大気汚染の解決とクリチバ市が標榜する「人中心」の都市構築を目指す上で、環境配慮型都市構築として象徴的な政策である自転車道の整備にアプローチする。(株)音力発電は「日常生活において活用されずに捨てられているエネルギーを、それぞれの特徴を活かして有効に活用する」ことを目指しており、多くの市民に日常的に利用される公道（自転車道）で「エネルギーハーベスティング技術」の有用性が実証されることは同技術の概念の普及に最適である。加えて、自転車道への「発電床」の導入はクリチバ市が進める公共照明マスタープランとの整合性が高く、先方上位計画の予算が既に確保されており、C/P候補のクリチバ市公共事業局（SMOP）が極めて強い関心を示していることが大きな選定理由となる（詳細は、4-2「具体的な協力計画および開発効果」参照）。

事業案Aについて、先方上位計画にあたる「光の道プロジェクト」は、9地域ある対象サイトの内、3つを先行してパイロット的に実施予定であり、現在、基本設計を行っている。

しかしながら、2015年5月現在予算が確保されておらず、その見通しも不明な状況にある。先方上位計画との妥当性は高いものの、「光の道プロジェクト」の実施設計および施工の遅延または未着工という状況になると、本事業での製品導入および実証活動の実施も極めて困難になる。ゆえに、現時点では、本調査でのODA事業案としての検討を行わないこととした。

また、事業案Cは、ブラジルにおける開発課題の解決にも寄与する可能性が高く、技術規格として実現すれば、同製品の普及の可能性は極めて大きい提案内容ではあるが、「法律の整備」という膨大な時間と手続きを有する手法であることに加え、同製品の仕様が日本国内の法律で定められた実績や根拠がないなど、他製品と比べた場合の比較優位性が確認できない状況にある。ゆえ

に、非常にチャレンジングな事業案ではあるが、本調査でのODA事業案としての検討は行わないこととした。

なお、ODA案件化は、エネルギーハーベスティング技術がブラジル国の開発課題に資することを前提としているが、提案企業としてこれまでビジネスの実績がないブラジル国においてエネルギーハーベスティング技術の概念を効率的に広め、製品・技術の普及の土台を作るために「普及・実証事業」が目的と合致しており妥当性が高いと考えている。前述の通り、本調査を通じて、クリチバ市公共事業局がエネルギーハーベスティング技術（発電床）へ高い関心を示しており、自らが進める公道（自転車道／歩道・横断歩道）の整備において製品・技術の活用可能性が高いことを明らかにしている。しかしながら、同技術は世界でも革新的な新しい技術であるため、クリチバ市の公共事業に採用するためには、その「製品機能の妥当性」と「他の技術に対する比較優位性」を実証することが不可欠であり、同公共事業局が将来的にエネルギーハーベスティング技術の活用を自主的に行っていくためには、特に公的機関が「発電床」を技術的により深く理解し、技術仕様を自ら設計することが必要である。

また、5-2-3に記載した通り、クリチバ市における製品・技術の販売体制としては本調査期間中に代理店契約に係る覚書（契約に係る協議を進めていく双方の意思を確認するもの）を締結したが、販売戦略立案やメンテナンス体制構築は今後行っていくこととなっている。

加えて、前述のように、技術的には対応可能であるものの、自転車道における「発電床」の導入は前例がないため、「発電床」の素材・形状や据付施工の面での現地適合が求められるほか、クリチバ市の自転車道に適した導入方法（例：自転車の通行量・速度に応じて「発電床」を最適な間隔で設置する）を探って適合性を高める必要がある。また、クリチバ市公共事業局の自転車道への活用に関するニーズは本調査終盤に寄せられたため、案件化調査では自転車道における試用は行えなかった。従って、実証活動を通じてクリチバ市の公的機関や販売代理店が製品・技術の理解を深め、自立的にエネルギーハーベスティング技術を活用していくためのプロセスを経る必要がある。

これらの、エネルギーハーベスティング技術に関する普及体制を構築するために行うべきことは、スキームとしての「普及・実証事業」の目的（我が国中小企業の製品・技術に関する途上国の開発への現地適合性を高めるための実証活動を通じ、その普及方法を検討すること）と合致している。

4-2 具体的な協力計画および開発効果

4-2-1 提案するODA案件の目標、投入、製品・技術の位置づけ

(1) 事業案の概要（要約）

1. 対象国／対象地域	ブラジル国パラナ州クリチバ市（市内の自転車道整備エリア）
2. 対象分野	環境配慮型都市構築の推進（交通静穏化）
3. 事業実施の背景・経緯	「人間が都市における生活機能の中心である」という同市の総合開発計画マスタープラン／Policyに基づき、環境配慮型の都市計画および郊外における公共照明の整備を目的として、クリチバ市では「公共照明マスタープラン」が制定されている。公共照明マスタープランの中では、これを実現するための方針として合計11のDirecto（方針）が掲げられており、第4の方針として「自転車道／自転車専用レーンの整備」、また第11の方針として「Iluminação Interigente（インテリジェント照明）」が定められている。いずれもクリチバ市公共事業局（SMOP）の公共照明部がコーディネーターを務めている。

「自転車道および自転車レーンの整備」は、現クリチバ市長が当選した際の選挙公約でもあり、歩行者・自転車等交通弱者の交通安全を目指すと共に、自動車交通の抑制による交通渋滞と環境への悪影響の緩和を目指している。2015年に800万リアル、2016年に200万リアルのクリチバ市の予算が既に確保されており、既存の自転車道127kmに加えて2016年12月までに約300kmの自転車道および自転車専用レーンを整備する計画となっている。

また「インテリジェント照明」については、新しい環境配慮型製品・技術を開発した企業を招聘して製品の実証実験・検証を行い、製品化を支援しようというスキームがスタートしており、公共照明に係る環境配慮型の新技術を積極的に取り入れていく方針の実現を図っている。

(株) 音力発電が、本案件化調査を通じてブラジルでのビジネス展開を模索していたところ、SMOPが「エネルギーハーベスティング技術」に関する高い関心を示し、前述の「環境配慮型の技術」を積極的に導入し、クリチバ市が進める「自転車道／自転車専用レーンの整備」への導入・活用可能性の検討を開始した。

(株) 音力発電およびSMOPIは、クリチバ市都市計画研究所 (IPPUC) にて仮設置された「発電床 (歩行者用マット)」の仮設置結果を踏まえた共同勉強会 (2015年6月) の場等において議論を重ねる一方で、SMOPが整備を進める自転車道の共同視察を行い、同製品の導入候補サイト確認および技術の適用可能性の検討を行うなどODA事業化への準備を進めてきた。

【事業の目的】

本事業は、「エネルギーハーベスティング技術 (発電床)」をSMOPが整備を進めるクリチバ市内の「自転車道および自転車専用レーン」へ導入し、以下の成果を達成することで、クリチバ市が推し進める「環境配慮型都市構築」に資することを目的に実施する。

成果① 「エネルギーハーベスティング技術 (発電床)」の3つの機能 (誘導灯機能、走行位置表示灯機能および無線センサー機能) が自転車道利用者の安全性・安心感の向上に有効であることが実証される。

成果② 電源レス・バッテリーレスによる費用対効果など「環境配慮型技術としての定量データ」を収集することで、「エネルギーハーベスティング技術 (発電床)」の (既存照明に対する) 比較優位性 (経済性、環境配慮技術指標など) が実証される。

成果③ 実証結果に基づき「エネルギーハーベスティング技術 (発電床)」に関する理解と認知度が深まり、同技術の活用メリットが認識される。

成果④ 製品の普及に向けた体制が構築される。

4. 製品、技術の位置づけ

エネルギーハーベスティング技術を用いた「発電床」として、次のような製品の導入を検討しており、前述の【事業の目的】に示した各項目の実証を行うことを導入目的とする。

2015年6月現在、クリチバ市公共事業局 (SMOP) の公共照明部と、最終製品としての要求仕様および据付条件などの検討を重ねている。

製品・技術	製品の機能／ (受益者)
LEDライト内蔵の「発電床」 (誘導灯)	走行する自転車の圧力で、走行するポイントより前後数メートルの路面を照らす「誘導灯機能」。他の自転車や歩行人に自転車の位置を知らせる役割も果たす。 (主に自転車ユーザー、歩行者向け)
LEDライト内蔵の「発電床」 (走行位置表示灯)	自転車が走行しているポイントにおいて、主に後方に向けて発光する走行位置表示灯機能。 (主に、後方に位置する自動車ユーザー、自転車ユーザー向け)
無線センサー内蔵の「発電床」 (無線センサー)	交差点の手前を自転車/歩行者が通過した際に、交差する道路に向けて標識等を光らせるため無線を送信するセンサー。送信された信号は、自転車道と交差する車道や歩道などの交差点に設置された受信センサーにて、警告灯やブザーに変換され、自転車の接近を車輦や歩行者に伝える機能を果たす。 (主に、交差点に進入する自動車または自転車向け)

※ いずれも盗難防止を目的とした据付施工を想定しており、完全防水仕様、耐荷重仕様 (歩行者および自転車) を想定中。

なお、これまで「発電床」の多くの活用事例は歩行者の振動を利用したものであり自転車道に導入した実績はないものの、技術的には問題なく対応可能である。歩行者と自転車の違いである重量の面では、2-1-2に記載の通り、現行の「発電床」も耐荷重 500kg を達成しているほか、駐車場における自動車向け「発電床」の耐久性試験も実施済みであり、施工上の工夫と合わせれば自動車の走行に耐え得るものとする事は可能である。また、これまで日本において屋外での活用事例は多くはないが、現在製品化されている「道路工事前発電マット」(3-1 (1)参照)

<p>のように防水仕様としたものを道路に埋め込むなどにより、ユーザーの使用感を損なうことなく盗難防止も兼ねることができる。</p> <p>「発電床」を用いた誘導灯により安心感が高まるという効能の面では、2015年6月以降横浜国立大学に設置した「発電階段」に関するアンケートにおいて、夕暮れ時以降発電階段を使用した51名中34名(66.7%)が「夜間の視認性の面で通行の安全度は上がった」と回答しているなど、類似の活用事例を積み重ねてきている。</p> <p>ただし、振動を効率的に伝える施工上の工夫も必要であり、現在の「発電床」(特に5-2-1に後述する「発電ユニット」)を道路に埋め込む加工をする上では、自転車道の表面材との関係で「発電床」の素材・形状などを変更しなければならない可能性はある。(「発電床」を肉厚かつハニカム構造とするなど)。</p>	
<p>5. 期待される成果(開発効果)</p> <p>① クリチバ市自転車道において「発電床」が誘導灯・センサーとして活用され、自転車走行に係る安心感・安全性の向上に寄与し、自転車利用者のアクセシビリティ向上に貢献する。</p> <p>② クリチバ市公共事業局(SMOP)が、「発電床」の導入結果に基づく「環境配慮型技術としての定量データ」を収集・公開することで「エネルギーハーベスティング技術」に関する正しい理解と認知度が深まり、クリチバ市の「環境配慮型都市構築」および都市計画に寄与する。</p> <p>③ 同事業の実証結果に基づき、「エネルギーハーベスティング技術」に関する正しい理解と認知度が深まり、同技術が「環境配慮型都市構築」の様々な場面で普及・活用されることにより、他の分野の開発課題の解決に寄与する。</p> <p>(無線センサー技術を活用した防犯対策、避難誘導棟を活用した防災対策など)</p>	
<p>6. 対象国政府関係機関(カウンターパート(C/P)機関)</p> <p>C/P: クリチバ市公共事業局(公共照明部)</p> <p>協力機関: クリチバ市政府およびクリチバ市都市計画研究所(IPPUC)</p>	
7. 受益者層 (ターゲットグループ)	<p>(継続検討中)</p> <p>直接受益者層: クリチバ市公共事業局(約〇〇人)</p> <p>間接受益者層: 地域住民(約〇〇人)、自転車道通行者(約〇〇人)</p>
8. 実施予定期間(案)	2016年2月~2017年11月(約22ヵ月間)
9. 事業費概算額	99,961千円

表4-1：普及・実証事業において実証を行う「発電床」3タイプ

製品タイプ	【タイプ1】	【タイプ2】	【タイプ3】
イメージ図			
「発電床」の機能	自転車が走行しているポイントより数m先までを光らせる誘導灯	自転車が走行しているポイントにおいて、特に後方に向けて発光する走行位置表示灯	交差点の手前を自転車/歩行者が通過した際に、交差する道路に向けて標識等を光らせるため無線を送信するセンサー
目的	夜間の自転車走行時に、進行方向を誘導する	(特に夜間に)自転車が走行していることを自動車運転者/歩行者に認知させる	交差点に進入する自動車に、交差する道からの自転車/歩行者の接近を認知させる
受益者	自転車ユーザー・歩行者	自転車ユーザー/自動車ユーザー・歩行者	自転車ユーザー・歩行者/自動車ユーザー
受益者のメリット	<ul style="list-style-type: none"> ・自転車ユーザーが、夜間、進行方向が分かり易くなり、安全に走行できる ・歩行者が、夜間、無灯火の自転車の接近に気付き易くなり、安全に歩行できる 	<ul style="list-style-type: none"> ・特に夜間に、自転車ユーザーの走行位置が自動車側から認知され易くなり、衝突などの事故の危険が減少する ・歩行者が、夜間、無灯火の自転車の接近に気付き易くなり、安全に歩行できる 	<ul style="list-style-type: none"> ・自転車ユーザー・歩行者の交差点への接近が自動車側から認知され易くなり、衝突などの事故の危険が減少する
	⇒安全性の向上を通じて、安心感を持って走行・歩行できる		
パイロット事業			
実施場所	São Lorenço公園内自転車道	(調整中)	São Lorenço公園脇、Rua Santa Rita Durão交差点
実施距離	300m	500m	1交差点2カ所
「発電床」仕様	<ul style="list-style-type: none"> ・150cm x 60cm ・完全防水加工/防湿加工 ・床材のJIS規格同等の耐久性 ・概算動作温度範囲: 約-25℃~85℃ ・発電量: <ul style="list-style-type: none"> - 0.1~0.3W(1m秒程度の瞬間最大値) - 約2mW(1秒当たりの平均) ※60kgの人が1秒間に2歩のペースで歩行した場合 	<ul style="list-style-type: none"> ・150cm x 60cm ・完全防水加工/防湿加工 ・床材のJIS規格同等の耐久性 ・概算動作温度範囲: 約-25℃~85℃ ・発電量: <ul style="list-style-type: none"> - 0.1~0.3W(1m秒程度の瞬間最大値) - 約2mW(1秒当たりの平均) ※60kgの人が1秒間に2歩のペースで歩行した場合 ・表示灯(LED)部分は対車両耐久性を持つ道路鋳型 	<ul style="list-style-type: none"> ・150cm x 60cm ・完全防水加工/防湿加工 ・床材のJIS規格同等の耐久性 ・概算動作温度範囲: 約-25℃~85℃ ・発電量: <ul style="list-style-type: none"> - 0.1~0.3W(1m秒程度の瞬間最大値) - 約2mW(1秒当たりの平均) ※60kgの人が1秒間に2歩のペースで歩行した場合

(2) 事業実施の基本方針

① 事業の自立発展性の重視

C/Pのオーナーシップを尊重し、事業終了後の自立発展性の確保を常に念頭に置いた事業実施に努める。特に、C/Pが将来的に公共事業に活用できるよう、「エネルギーハーベスティング技術」に対して技術的にも理解を得られるように心掛ける。

② ブラジル（クリチバ）の開発課題解決への貢献

我が国ODA事業の重点分野に鑑みて、ブラジル（クリチバ）の環境配慮型都市構築分野に係る開発課題解決に貢献することを主目的とする。尚、本分野での開発課題解決に留まらず、持続可能な技術を用いた都市構築を通じた治安対策・交通安全など他の課題解決に向けて、その効果が波及するよう積極的な普及を図る。

③ 「エネルギーハーベスティング技術」の理解促進によるビジネス機会の拡大

同技術の正しい理解の促進により、建築物内の避難誘導灯など、本調査で確認された様々な場面における技術の活用を通じて、ビジネス機会の拡大と積極的な事業展開を図る。

(3) 事業内容・実施方法

・ 事業内容

前述の4つの成果を達成するために、以下に示す方法で事業を実施する。

<C/P協議>

A-1： 事業計画全体（実証活動・普及活動）にかかるC/Pとの協議

実証活動における実証項目およびモニタリング項目の検討を踏まえて、事業規模にかかる十分な協議・確認を行う。普及活動においては、C/Pがクリチバ市で果たしている役割や先方上位計画を踏まえつつ、同事業の実証結果を普及するにあたっての意向を十分に理解し、同技術の民間セクターでの活用も視野に入れた積極的な普及計画・普及活動となるよう留意する。また事前準備活動から実証活動中、普及活動に至る事業計画全体についての役割分担・責任を明確にすることで、円滑な事業実施を図る。

A-2： パイロットサイトの現状調査・選定

A-1に基づき、最も効果的なパイロットサイト（機材設置場所）の選定を行う。この際、公道における機材設置の許認可や周辺の世界環境への影響も十分に考慮に入れ、然るべき選定クライテリアに基づき、C/Pと協議のうえ選定する。また、同現状調査に基づき、現地への適合可能性を高めた製品仕様についてもC/Pと協議のうえ決定する。

<準備活動>

A-3： クリチバ市の「環境配慮型都市構築」分野における現状把握

本事業を開始前に、同市の環境配慮型都市計画構築の取り組みについて現状把握を行

う。具体的には、少なくとも次の項目を含むベースライン調査を実施し、本事業実施前と事業実施後の指標値の比較を行うことで、正確なインパクト（論理的な実証結果）を得られるよう十分に留意する。

（現時点で想定されるベースライン指標）

成果1関連：パイロットサイトにおける自転車ユーザー（自動車ユーザー、歩行者等）のアクセシビリティ指標（安心感・安全性）ほか

（方法）：C/Pとの共同作業によるアンケート調査、ヒアリングによるサンプル調査、クリチバ市協力機関(IPPUC)等との共同作業による自転車交通量把握など。

成果2関連：エネルギーハーベスティング技術（発電床）以外の既存照明（街灯等）の経済性（設置コスト、ランニングコスト、メンテナンスコスト等）および環境配慮技術指標（環境有害成分値、エネルギー消費値ほか）

（方法）：本事業で設置する製品と同等規模の照明および警告灯をクリチバ市で設置したケースを元に試算。

成果3関連：「エネルギーハーベスティング技術（発電床）」の活用事例および認知度（関連セミナー等を含む）

（方法）：C/Pとの共同作業によるアンケート調査、ヒアリングによるサンプル調査など。

成果4関連：現地代理店の現状数および共同で立案された戦略、および現地生産パートナー等の現状数ほか

（方法）：C/Pと協働作業によるアンケート調査、ヒアリングによるサンプル調査ほか。

尚、ベースライン時に調査項目とする指標値については、事業開始前に先方と十分な協議を行い決定することとする。

A-4：事業準備（仕様変更／生産）

A-2の現状調査に基づき決定した現地向け仕様変更・生産を行う。この際、将来の現地生産も視野に入れ、図面の言語表記や寸法標記や、実証活動中にモニタリングするアンケート用紙についても現地語に合わせて準備する。

A-5：事業準備（輸送・据付・試運転）：約2～3ヵ月）

指定倉庫納品：製品の製作後、OEM先である中国にて青島港の指定倉庫渡しにて納品。

通関／船積：中国（青島港）にて輸送通関手続き（船積前検査等含む）および船積み。

海上輸送：中国（青島港）よりブラジル（パラナグア港向け）に海上輸送を行う。

荷揚げ／通関：ブラジルパラナグア港にて荷揚げおよび通関手続きを行う。

国内輸送：パラナグア港からクリチバ市の公共事業局（SMOP）まで陸送する。

据付：製品納入前より基礎工事を行いパイロットサイトにて組立・据付工事を行う。

試運転 : 据付後に試運転を実施し、据付状態の確認後、実証活動に移行する。

<実証活動>

B-1: C/Pと協働で実施する「パイロットサイトにおける実証活動」およびモニタリング

以下の3つについて、いずれも約4ヶ月～6ヶ月の実証活動期間を想定している。

(タイプ1: 誘導道機能/自転車ユーザー向け)

(タイプ2: 走行位置表示灯機能/自動車ユーザー・歩行者向け)

(タイプ3: 無線センサーによる警告機能/交差点での接近車輛(人)向け)

B-1-1: 発電床の機能についての実証活動

C/P(1名～2名)がローテーションを組み、アンケート調査とヒアリング調査を実施する。(原則として各サイト月1回以上)

B-1-2: 発電床の耐久性についての実証活動(性能確認・モニタリング)

原則、月2回を想定。C/P(約1名)が各パイロットサイトを巡回調査。

B-1-3: (他の照明技術に照らした)発電床の費用対効果の確認活動

- ・ 経済性指標に関する調査・分析
- ・ 環境配慮指標に関する調査・分析

※ いずれも前述A-3にて確認したベースライン値との比較が可能となるようモニタリングを実施する。

B-2: パイロットサイトでの実証活動を通じた販売代理店および現地生産パートナーの発掘

実証活動中から、本製品およびエネルギーハーベスティング技術に関心を示す現地販売代理店や現地生産パートナーとの積極的な接触・発掘活動を継続して実施する。

B-3: 実証活動の結果の総合分析および取り纏め

各パイロットサイトにおける実証活動および収集されたベースライン値・モニタリング値の総合分析を行い、「エネルギーハーベスティング技術の活用可能性」について、レポートに取り纏める。

(実証活動中も3ヶ月に1回程度は、モニタリング結果に対する関係者協議を行い、特に、他の照明技術との費用便益分析を実施する。)

<普及活動>

C-1: 実証結果(B-2)を踏まえたC/P内における成果発表および「エネルギーハーベスティング技術の活用」にかかる協議

実証活動中からも継続して3ヶ月に1回程度、検証後は月に1回程度の協議を行う。

その際、特に成果1、2を常に意識し、「エネルギーハーベスティング技術」の有効性

の可否を検討する。

- ・ 発電床の機能
- ・ 発電床の信頼性（耐久性、耐水性ほか）
- ・ 発電床の比較優位性（経済性、環境配慮指標）

C-2： C/Pとの協議（C-1）を踏まえて、クリチバ市関係者および民間セクター向けの「普及セミナー」の実施

同普及セミナーは、多様な関係者に対して広くアピールできるよう、必要に応じて開催日を複数設定するなど、C/Pとの積極的な調整を図る。

現時点で想定する「普及セミナー対象者」は次のとおり。

- ・ クリチバ市の市政府、パラナ州政府関係者
- ・ 公的研究所、民間団体、建築事務所を含む都市計画関係者
- ・ 消防や警察などの防犯・防災分野の関係者
- ・ 商業施設、ビルオーナーなどの民間セクターほか

※ 尚、普及セミナーの開催にあたっては、アンケート調査を必ず実施すると同時にプログラムに「パネルディスカッション」を組みこむなど、「エネルギーハーベスティング技術の活用可能性」についての「市場＝ユーザー」の意見を正しく把握できるような工夫を図る。

C-3： 普及セミナー（C-2）を通じた販売代理店および現地生産パートナーの発掘

前述のように、実証活動中から関心を示す販売代理店や現地生産パートナーの発掘は継続して実施するが、本普及セミナー参加企業に対しても積極的な発掘活動を実施する。

販売代理店および現地生産現地パートナーとしての条件を満たす企業があれば、代理店契約または委託生産契約を締結するなどして、本製品のローコスト化（価格競争力の向上）を図る。

C-4： 「エネルギーハーベスティング技術の活用可能性」についてクリチバ市公共事業に関する提言の取りまとめ

本事業を成果および普及セミナー結果をふまえ、C/Pおよびクリチバ市関係者との共同作業により「エネルギーハーベスティング技術の活用可能性にかかる提言」を取り纏める。

この提言の取り纏めにあたっては、C/Pだけでなく、クリチバ市のスマートシティ計画の関係者、公共照明マスタープランの関係者、インテリジェンス照明関係者などとの十分な協議に基づくことで、より同技術の活用可能性が広く理解され、クリチバ市の「環境配慮型都市構築」のOfficial Planに影響を与えることができるよう、積極的な協働を図る。

表4-2：普及・実証事業のプロジェクト・デザイン・マトリックス（PDM）（案）

プロジェクト名：ブラジル国エネルギーハーベスティング技術に関する普及・実証事業
 対象地域：ブラジル国クリチバ市
 ターゲットグループ：クリチバ市公共事業局（SMOP）、クリチバ市都市計画研究所（IPPUC）

期間：22ヶ月
 作成日：2015年9月4日（Ver.0）

プロジェクトの要約	指標	入手手段	外部条件
[上位目標] クリチバ市およびブラジル国全土（または中南米諸国）において、「エネルギーハーベスティング技術」を活用した「環境配慮型都市構築」が促進される。	1. エネルギーハーベスティング技術の活用事例数が増加する。 2. 製品の販売先・販売数が増加する。	1. クリチバ市および他の都市の都市計画等 2. 音力発電および現地販売代理店の販売実績	
[プロジェクト目標] クリチバ市において、「エネルギーハーベスティング技術」の有効性・信頼性および優位性が実証され、同技術の活用メリットが普及される。	1. クリチバ市が都市構築に関する公共事業においてエネルギーハーベスティング技術の活用の検討を開始する。 2. クリチバ市において●件以上のビジネス上の引き合いが発生する。	1. クリチバ市の都市計画およびその各種委員会議事録など 2. 音力発電および現地販売代理店の販売実績、生産数	1. クリチバ市政府の「環境配慮型都市構築」に沿った公共事業が継続する。 2. クリチバ市におけるビジネス環境が急激に悪化しない。
[成果] 1. 「エネルギーハーベスティング技術（発電床）」の機能（誘導灯機能または無線センサー機能）が自転車道利用者の安全性・安心感の向上にかかる有効性が実証される。 2. 電源レス・バッテリーレスおよびメンテナンスフリーによる費用対効果など「環境配慮型の技術」として「エネルギーハーベスティング技術（発電床）」の優位性が実証される。 3. 実証結果に基づき「エネルギーハーベスティング技術（発電床）」に関する理解と認知度が深まり、同技術の活用メリットが認識される。 4. 製品（発電床）の普及に向けた体制が構築される。	1-1. ●%以上の自転車道/自転車レーン利用者の安全性に対する評価が向上する。 1-2. 自転車利用者による自転車道/自転車レーン走行ルールの遵守率が向上する。 1-3. ●%以上の自動車利用者による自転車道/自転車レーンの視認性に対する評価が向上する。 1-4. 実証活動実施地点における自転車道/自転車レーンの通行量が●%増加する。 2-1. 従来の自転車道/自転車レーンでの照明整備との費用対効果分析がなされ、エネルギーハーベスティング技術（発電床）の経済コストの面で●%の比較優位性が確認される。 2-2. 「環境配慮型技術」としての定量データを収集することで、環境配慮指標（電力消費量、温暖化指数ほか）の面における比較優位性が確認される。 3-1. クリチバ市関係部局及び民間企業に向けた成果普及セミナーが●回以上開催される。 3-2. セミナー参加者の●%以上が、「エネルギーハーベスティング技術（発電床）」の活用メリットを理解する。 3-3. クリチバ市公共事業局においてエネルギーハーベスティング技術を活用した公共事業に関する「提言」が策定される 4-1. ●社以上の販売代理店が発掘され、販売代理契約が結ばれる。 4-2. 条件を満たす現地生産パートナー企業が発掘され、現地委託生産に係る契約が締結される。	1-1. アンケート結果、ヒアリング調査結果 1-2. クリチバ市におけるサンプル調査 1-3. アンケート結果、ヒアリング調査結果 1-4. クリチバ市公共統計 2-1. クリチバ市による総合分析結果報告書および「環境配慮型指標」等 2-2. 収集された定量データ 3-1. セミナー実施報告書 3-2. セミナー受講者アンケート結果 3-3. 策定された「提言」 4-1. 販売代理店契約書 4-2. 発掘された企業リスト、委託生産契約書	1. クリチバ市の「自転車道の照明整備計画」が継続する。 2. クリチバ市の電力料金や物価指数に急激な変化が行らない。 3. クリチバ市の「環境配慮型俊樹構築」政策が継続する。 4. ブラジルにおけるビジネス環境が急激に悪化しない。

[活動]	投入（ブラジル側）	投入（日本側）	前提条件
<p>0-1. 「普及・実証事業計画」について協議・確認する。</p> <p>0-2. クリチバ市が整備を進める自転車道／自転車専用レーンの基礎調査／ベースライン調査（照明の有無、安全性・安心感、視認性、通行量、整備コスト他の確認）を実施する。</p> <p>0-3. 「発電床」を導入する「実証活動実施サイト（自転車道／自転車専用レーン）」を選定する。</p> <p>0-4. 実証活動を行う機材仕様の最終確認（必要に応じた仕様変更）および機材の製作を行う。</p> <p>0-5. 実証機材の輸送・据付工事、設置を行う。</p> <p>0-6. 実証活動中に収集する指標値（定量データ／定性データ／アンケート）の確認と「データ収集・検証計画」を策定する。</p> <p>1-0（発電床）設置前のベースライン調査を実施する</p> <p>1-1. 「データ収集・検証計画」に基づく、データを収集（アンケート他）する。</p> <p>1-2. ベースライン値と収集データの分析・検証を実施する。</p> <p>1-3. 実証活動とデータ分析を踏まえ「エネルギーハーベスティング技術（発電床）」の有効性にかかる検証結果を取り纏める。</p> <p>2-1. 従来の自転車道/自転車レーンでの照明整備サイトの照明費用、メンテナンス費用などのデータ収集を行う。</p> <p>2-2. 「環境配慮型技術」としての定量データを収集することで、環境配慮指標（電力消費量、温暖化指数ほか）の収集を行う。</p> <p>2-3. 定期的（1回/3ヵ月）な費用便益分析とモニタリングを実施する。</p> <p>2-4. 実証活動とデータ分析を通じて、「エネルギーハーベスティング技術（発電床）」「環境配慮型技術」の面における比較優位性にかかる検証結果を取りまとめる。</p> <p>3-1. 「発電床」導入による実証効果と「エネルギーハーベスティング技術」活用のメリットについて、総合的な検証を行う。</p> <p>3-2. クリチバ市関係者および民間企業向けに「成果普及セミナー」を計画する。</p> <p>3-3. 「成果普及セミナー」を実施し、その結果を評価する（出席者へのアンケート他）。</p> <p>3-4. 実証活動と「成果普及セミナー」を踏まえて、クリチバ市公共事業に関する提言を取りまとめる。</p> <p>4-1 「成果普及セミナー」を通じた現地販売代理店の発掘を行う。</p> <p>4-2. 「成果普及セミナー」を通じた現地生産パートナー企業の発掘を行う。</p> <p>4-3. 現地販売代理店契約および現地委託生産パートナー契約を締結する。</p>	<p>1. クリチバ市政府公共事業部（SMOP） 公共照明部（自転車道の基礎工事、データ収集ほか）</p> <p>2. クリチバ市長官房室</p> <p>3. クリチバ都市計画研究所（IPPUC）</p>	<p>1. 音力発電</p> <p>2. 短期専門家 ・ 外部人材（コンサルタント以外） ・ コンサルタント</p> <p>3. 本邦製造・調達機材費 ・ 発電床ユニット・LED他 ・ 輸送・通関コスト ・ 据付費ほか</p>	<p>クリチバ市によって、市内公共自転車道への「発電床」設置が許可される。</p>

(4) 関連する先方上位計画の概要

【公共照明マスタープラン】

クリチバ市では、以下の4つを目的とする「公共照明の投資計画（公共照明マスタープラン）」が策定されており、都市全体で約500万個にわたる照明の整備が計画されている。

2015年／2016年予算として約9,000万リアルが、2014年の市議会で採択済である。

- ・ 都市の成長に順応した公共照明ネットワークの拡大
- ・ 新しい技術を介した設備の近代化
- ・ 公共照明設備のエネルギー効率の向上
- ・ 運用コスト、メンテナンス、消費電力の削減

クリチバ市「公共照明マスタープラン」



公共照明マスタープランには11のDiretrizes（ガイドライン）が示されており、それぞれクリチバ市の予算が計上されている。前述の事業案Bは、同ガイドライン4番（自転車道／自転車レーン）およびガイドライン11（インテリジェント照明：テクノビレッジ構想）に基づき、クリチバ市が推進する公共照明整備との相乗効果を図るものである。自転車道、テクノビレッジ構想ともに対象地域を現在選定中ではあるが、それぞれ2015年予算としては800万リアル（自転車道）、700万リアル（テクノビレッジ）の予算が確保されており、本製品の実証実験を行う対象サイト候補としては有力であるとする。

表4-3：クリチバ市公共照明整備計画（2015-2016）

(単位：百万リアル)

	2015	2016	Total
1 都市部の安全	4.1	4.9	9.0
2 バス停	9.1	3.5	12.6
3 ランプおよび電灯の交換	7.5	7.5	15.0
4 自転車道と自転車レーン	8.0	2.0	10.0
5 公園	5.0	3.0	8.0
6 広場や庭園	5.0	4.5	9.5
7 公共電柱	9.0	3.0	12.0
8 地理情報システム	2.0		2.0
9 インベントリ	2.0		2.0
10 公共照明マスタープラン（PDI）の実現	0.5		0.5
11 インテリジェント照明	7.0	4.0	11.0
Total	59.2	32.4	91.6

出典：クリチバ市公共事業部（公共照明マスタープラン）より抜粋

参考：1.00リアル≒40.00円（2015年5月の為替レート）

4-2-2 実施パートナーとなる対象国の関連公的機関（カウンターパート）

(1) カウンターパート機関

【実施機関（C/P）】

- クリチバ市公共事業局（SMOP）：

【協力機関】

- クリチバ市政府
- クリチバ市都市計画研究所（IPPUC）

【選定理由】

クリチバ市公共事業局（SMOP）は、同市の公共事業にかかる計画および入札管理／実施監理等の主要業務を担っており、前述の「公共照明マスタープラン」では、SMOP内の公共照明部（OPIP）がコーディネーターを務めている。入札準備管理室、公示室などの各部署と共同で公共工事にかかる実施監理を進めるなど、実施部隊としての役割と責任を果たしている機関はSMOPの他にないことから、本事業のC/P機関として最適と判断する。

【負担事項】

本事業案は、前述4-1のように、エネルギーハーベスティング技術（発電床）の妥当性と比較優位性を実証することで、ブラジル側C/P（クリチバ市公共事業局）が今後の環境配慮型都市構築分野における普及を図るという位置づけであることから、日本側およびブラジル側C/Pにより分担された責任を負うとともに共同作業を実施する。

双方の負担事項については、2015年6月のC/P候補との協議に基づき、以下の表に示した。特に、サイトの選定、製品（発電床）の公道設置に係る許認可および本製品（発電床）の設置にかかる一部の基礎工事などの業務については、C/Pが責任とコストを追うことに合意している。

表4-4：主な責任分担表

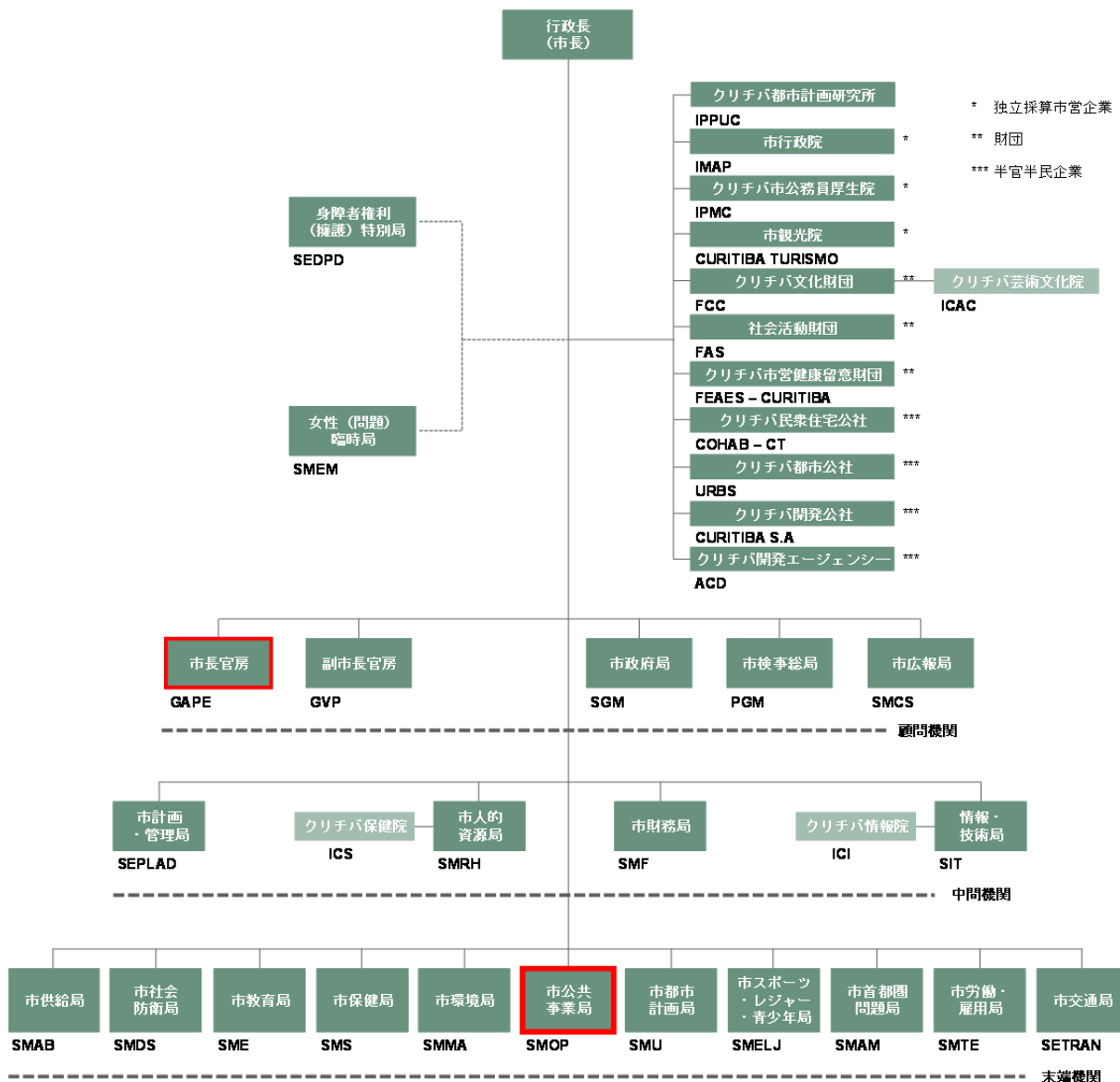
No	業務内容	分担			備考
		日本側	C/P	現地パートナー	
1-1	Site Selection／サイト選定	○	●		
1-2	Approval and License to install public roadway／公道設置に係る許認可		●	○	
1-3	Baseline Survey／ベースライン調査	●	○	○	
2-1	Development and Adaptation of the Products／機材開発	●			
2-2	Shipping／機材輸送	●			
3-1	Fundamental Construction／基礎工事	●	○	○	
3-2	Installation of the Products／機材据付	●	○	○	
4	Verification／実証（効果測定）	●	○	○	
5	Assessment／実証結果評価	○	●		
6	Reporting／レポート	●			

※●：Responsible Actor（コスト/人員負担） ○：Supporting Actor

(2) 各関係機関の概要

1) クリチバ市政府

クリチバ市政府は、行政長（市長）のもとに、5つの顧問機関、4つの中間機関、11の下部機関を有しているほか、独立採算の市営研究所や財団ならびに半官半民の公社など11の外郭機関が多様な分野にて、その機能を果たしている。

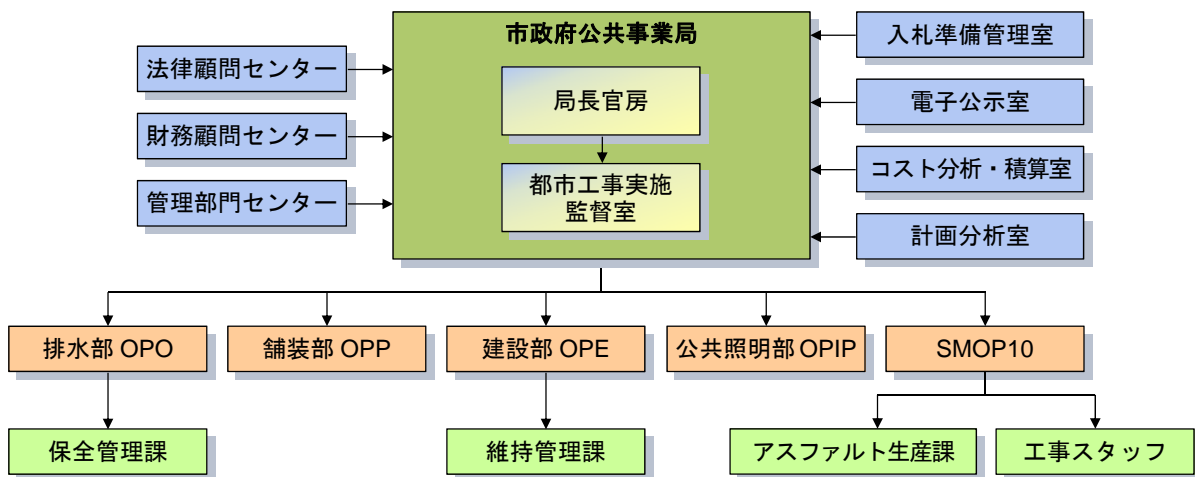


出典：クリチバ市ホームページ (http://www.imap.curitiba.pr.gov.br/?page_id=2068) を元に調査団作成

図4-1：クリチバ市政府の組織図

2) クリチバ市公共事業局（SMOP）

クリチバ市公共事業局（SMOP）は、排水、塗装、建設、公共照明などの様々なインフラ分野において、公共事業にかかる計画および入札管理、実施監理などの主要業務を担っている。局長官房、都市工事实施監督室の下に、5つの部（排水部、舗装部、建設部、公共照明部、SMOP10）が存在し、クリチバ市で現在進められている「公共照明マスタープラン」（前述）については、公共照明部（OPIP、職員数約50名）が各プロジェクトのコーディネーターを務め、入札準備管理室、公示室などの各部署と共同で公共工事にかかる実施監理を進めている。



出典：クリチバ市公共事業局提供資料を元に調査団作成

図4-2：クリチバ市公共事業局（SMOP）組織図

3) クリチバ都市計画研究所（IPPUC）の概要

1965年クリチバ市政府の公社として設立し、2015年現在の職員数は366名。

所長の下に4部門（情報、計画、設置、管理・財務）およびプロジェクト補佐部門、その他所長直結で所長室と顧問室がある。

【主な機能】

- ・ クリチバ市都市計画（多年度投資予算）、市開発総合計画の策定、調査/研究
- ・ 市の発展に影響する法案・措置の評価
- ・ 分野別および総合計画の実施条件、継続条件の創出
- ・ 対象地の計画と地域・州計画との調和、市政府計画に関する行動調整
- ・ 建築、ビジュアルコミュニケーション、交通標識等のプロジェクト作成と実施監督など

4-2-3 カウンターパート、関連公的機関等との協議状況

前述のように、クリチバ市公共事業局（SMOP）が「エネルギーハーベスティング技術」に関する高い関心を示していることから、2015年4月より本ODA事業化（クリチバ市が進める「自転

車道／自転車専用レーンの整備」への導入）・活用可能性の検討を開始した。

尚、これまで、(株)音力発電とSMOPは、クリチバ市都市計画研究所(IPPUC)にて仮設置された「発電床(歩行者用マット)」の仮設置結果を踏まえた共同勉強会「エネルギーハーベスティング技術の適用可能性について(IPPUCにて2015年6月に開催)」にて議論を重ねると同時に、SMOPが進める自転車道へ同製品(発電床)の導入候補サイト(後述)への共同視察を実施している。

2015年5月より、(株)音力発電とSMOP間で、製品の詳細仕様にかかる技術的検討を重ねているのと同時に、「Memorandum of Understanding(MOU)」の締結に向けて、協議を継続している。

4-2-4 実施体制およびスケジュール

【実施体制】

本事業では、(株)音力発電が、普及・実証事業およびその後のブラジルにおける事業展開に主体的に従事する。特に、製品(発電床)の据付・設置および設置前の基礎工事にかかるノウハウを本事業に活用すると同時に、「エネルギーハーベスティング技術」の正しい理解を促す立場として重要な役割と責任を負う。外部人材として、開発コンサルタントとしての実績が豊富で、ブラジル在住のコンサルタントも擁する(株)日本開発サービス(JDS)を活用する。

また、クリチバ市の日伯商工会議所や現地パートナー企業の建築事務所および生産委託候補企業などの支援を得て、円滑な輸入通関業務の実施を図ると同時に、予期せぬ機材の故障やメンテナンス対応などにも万全の体制を構築する。

【事業実施スケジュール】

2016年2月～2017年11月(約22か月間)を想定。

以下に関係者の役割分担を含む実施工程表(案)を示す。

4-2-5 協力額概算

本事業案に係る協力額概算は99,961千円である。

4-3 対象地域およびその周辺状況

4-3-1 候補サイト

ODA事業の有力な候補サイトのひとつとして、市中心から北へ4km程のサン・ロレンソ（São Lorenço）公園の園内自転車道および同自転車道が公道（Rua Santa Rita Durão）と交差する地点を検討している。（下写真参照）



公共事業局照明プロジェクトの対象となっている公道（横断歩道、自転車道）

いずれも、クリチバ市が進める公共照明プロジェクトの対象地域であり、本製品の適応が期待できる。特に、上記写真（右）の公道（Rua Santa Rita Durão）は、大型車両を含む自動車の交通量が多いものの、歩行者および自転車用の横断歩道との交差点には信号も設置されていない。

前述のように、次の3タイプの製品を設置して実証を行うことを検討している。

LEDライト内蔵の「発電床」
（誘導灯）

走行する自転車の圧力で、走行するポイントより前後数メートルの路面を照らす「誘導灯機能」。他の自転車や通行人に自転車の位置を知らせる役割も果たす。
（主に自転車ユーザー、歩行者向け）

LEDライト内蔵の「発電床」
（走行位置表示灯）

自転車が走行しているポイントにおいて、主に後方に向けて発光する走行位置表示灯機能。

無線センサー内蔵の「発電床」
（無線センサー）

（主に、後方に位置する自動車ユーザー、自転車ユーザー向け）
交差点の手前を自転車/歩行者が通過した際に、交差する道路に向けて標識等を光らせるため無線を送信するセンサー。送信された信号は、自転車道と交差する車道や歩道などの交差点に設置された受信センサーにて、警告灯やブザーに変換され、自転車の接近を車輦や歩行者に伝える機能を果たす。

（主に、交差点に進入する自動車または自転車向け）

4-3-2 関連インフラ整備

上記三つの製品（機材）の据付条件としては、まず、床を設置する自転車道がある程度舗装されていることが条件となる。ただし、同製品の特長として、「比較的設置条件を選ばないことに加え、後付け（後設置）が可能」というメリットがあるため、現在、クリチバ市で進められている「自転車道／自転車レーンの整備」で実施される「舗装工事」が行われていれば、十分にこの据付条件を満たすと判断できる。尚、同製品の据付にあたっては、盗難防止のために自転車道への「埋込み方式」による据付工事を予定している。

一方、発電床からの無線信号を受信し、警告灯やブザーに変換するための、無線センサーの受信機（交差点側）については、電源を必要とするため一次配線から二次配線への引き込みが必要となる。

本事業案で「発電床の導入」を検討している自転車道／自転車専用レーンの整備状況としては、2012年12月までに完成している既存の自転車道インフラ（127Km）に加えて、2015年6月時点で約56kmの自転車道が完成している。また、2015年6月現在で見積りおよび入札が完了している自転車道は約66Kmであり、本年7月までに33kmの設計が完了する見込みである。今後は、2016年6月を目途として約145kmの自転車道が計画されており、前述のようにその予算も確保済であることから、据付条件面での問題点は見当たらない。

行動内容	Km	完成 時期
既存自転車インフラ	127.0	2012年12月
設置済自転車インフラ	56.3	2015年6月
サブトータル	183.3	

行動内容	Km	完成 時期
見積もり、入札または工事実用設計完了インフラ	66.1	2015年6月
設計中インフラ	33.2	2015年7月
今後設計予定のインフラ	145.4	2016年6月
サブトータル	244.7	
目標合計	300.0	2016年12月

4-4 他ODA案件との連携可能性

本事業の協力機関であるIPPUCは、ポルトガル語およびスペイン語を公用語とするアフリカ諸国および中南米諸国に対し、JICAスキームを利用し第三国研修プログラムを実施している組織である。これら研修のなかで「エネルギーハーベスティング技術」の紹介および普及の可能性が期待できる。既に、2015年1月には、IPPUCが実施したJICA第三国研修プログラム「持続可能な都市管理コース（2014年度）」のなかで第三国研修生及びIPPUC関係者に対し本製品および技術紹介をコースプログラムに加えることがIPPUCより提案され、セミナーを実施している。

ODA案件「普及・実証事業」が現実化すれば、このような他ODA案件との連携可能性は極めて高くなり、ブラジル国だけでなくアフリカ諸国および他の中南米諸国に対するインパクトも期待できる。

4-5 ODA案件形成における課題

現時点では、ODA案件形成における課題として以下を想定している。

- ① ステークホルダー内での意思決定および予算確保にかかるリスク
- ② 2016年のクリチバ州選挙の結果による事業環境の急変にかかるリスク
- ③ 先方事業計画の遅延によるODA事業への影響
- ④ 納入機材の外的要因による故障や破損にかかるリスク
- ⑤ 通関業務を原因とする事業スケジュールの遅延にかかるリスク

4-6 環境社会配慮にかかる対応

本製品の性質と特徴および協力事業の内容から考慮して、周辺の社会環境に対する影響はないと判断できる。尚、事業の実施段階においては、これ以降に制定される可能性のあるブラジル国内の法規や公共事業法に照らして、専門組織であるクリチバ市都市計画研究所（IPPUC）の判断を仰ぐなど十分に留意する。

5. ビジネス展開の具体的計画

5-1 市場分析結果

(非公開部分につき非表示)

5-2 想定する事業計画及び開発効果

(非公開部分につき非表示)

5-3 事業展開におけるリスクと課題

(非公開部分につき非表示)

添付資料

添付資料1 ABNT CB24資料

(非公開部分につき非表示)

添付資料2 第2次現地調査 セミナーアンケート調査結果

(非公開部分につき非表示)

添付資料3 IPPUC仮設置に係るアンケート結果

(非公開部分につき非表示)

添付資料4 写真

(非公開部分につき非表示)

添付資料5 収集資料リスト

(非公開部分につき非表示)

SUMMARY

This survey was conducted, for Federative Republic of Brazil (hereinafter called “Brazil”), to study and review the feasibility of an “energy harvesting technology” owned by an SME (Soundpower Corporation) and the “Power Generating Floor” utilizing the technology as well as to propose a potential ODA project utilizing the technology/product and develop a related-business plan.

The survey includes, mainly for Curitiba, Paraná State, a front runner especially in the development of environment-friendly cities in Brazil, hearings with related institutions /companies in a total of four local surveys (November 2014 and January, April/May and June 2015), demonstrations of products brought, temporary settings of products at the site of related institutions and seminars held for related institutions.

Chapter 1 Current status of the country concerned

Chapter 1 explains, as a result of a survey on the status of the country concerned, matters preceding an ODA project, other donors’ analysis for such a project and the result of a business environment analysis, such as the political, social and economic situation, development issues covered by this survey and a development plan for each development issue.

An “energy harvesting technology” owned by an SME and the “Power Generating Floor” using the technology, which were reviewed by this survey for a potential ODA project, have a characteristic of making effective use of energy wasted in every scene of daily life as small-scale electric power energy and, therefore, are expected to be utilized for development issues in various areas. To this end, we analyzed development issues focusing on three areas (disaster prevention, crime prevention and development of environment-friendly cities) in which such technology/product could be best utilized in Brazil, and studied the feasibility and potential for an ODA project.

Especially, we explored the possibility of using them in terms of disaster prevention as guiding lights utilizing a characteristic that stepping on the product even in the case of disasters/power outages, etc. can switch on LEDs, in terms of crime prevention as crime prevention sensors utilizing a characteristic that stepping on the product can transmit wireless signals, and in terms of the development of environment-friendly cities as an introduction of an environment-friendly technology into city planning utilizing a characteristic that the product needs no external power sources or power distribution and little maintenance work.

This survey looked into the efforts being made by the federal, state and city governments to tackle these issues.

In terms of disaster prevention, Brazil is notably slow in developing basic infrastructure, especially in developing safety standards and following them for houses and buildings. We found that sixty percent of the buildings operating during nights in Sao Paulo had not obtain permits for safety standards. In reality, Brazil does not have nationally-unified laws and regulations against fire or for fire prevention, and each state government establishes their own laws and regulations based on the provisions of the Brazilian Association of Technical Standards (ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas) and the Consolidation of Labor Laws (CLT: Consolidação das Leis do Trabalho). The “Brazilian Standards” (NBR: Norma Brasileira) in the ABNT does not require an obligation to comply with and only serves as providing standards for the development of anti-fire laws and regulations and the designing of buildings. This survey checked deeply-related anti-fire standards in a construction area in the ABNT as well as anti-fire laws and regulations in the level of state and city.

In terms of crime prevention, poor levels of public security is a serious social issue in Brazil. According to the statistics of the World Health Organization (WHO), the number of homicides in Brazil for 2013 was 32.4 per 100,000 people, ranking 11th in the 194 countries surveyed. The number of homicides in Curitiba was 34.1 more than the national average, highlighting the worsening public security, the solution for which has become an urgent issue. We expect crime prevention sensors utilizing the technology of the SME to be effective for thefts and robberies inside houses and building facilities in public and commercial space. Paraná State saw a total of 166,301 cases of thefts and robberies occurring inside the facilities in 2014. In terms of the development of environment-friendly cities, Brazil saw, according to a 2010 estimation, 87% of its total population living in cities (50% for the world). This urbanization, however, is not matched by the development of urban infrastructure, leading to a disorderly urban growth without proper development regulations and subsequent issues such as deterioration in environment, hygiene and public security, traffic congestion and natural disasters. The federal government makes efforts to tackle these issues by providing financial support and correcting the social divide which is the source of the problem and improving the quality of life of the lowest sections of society. Although a constant improvement can be seen in lessening the social divide, noticeable improvements cannot be seen in urban issues.

Curitiba, the state capital of Paraná, has been aiming to create a city dedicated to its citizens since the 1960's based on a new concept. That is to restrict the concentration of city functions, disperse city functions systematically, develop an efficient public bus system, introduce a system for separate garbage collection, introduce an environmental education for children and introduce a system to support the economically vulnerable to stand on their own. Such city planning attracts attention not only from Brazil but also from cities around the world. Serving as the basis of the Curitiba city planning is a master plan (Lei do Plano Diretor) reviewed every ten years based on the federal laws. The last update was made in 2004 and now work has been progressing towards the approval of a new master plan. Curitiba has many concepts for the development of environment-friendly cities, which include, deeply related to this survey, a smart city concept, bicycle road planning, public lights planning and a system to evaluate the environmental functions of buildings. Among these, bicycle road planning is highly rated because it meets Curitiba's "human city" concept by improving convenience for citizens via an integration with other public transportations without causing environmental pollution or energy consumption. They are planning to develop a 300-km bicycle road. As a system to evaluate the environmental functions of buildings, introduction of the LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) is encouraged, which is an evaluation system developed and operated by the U.S. Green Building Council for the use of buildings and premises.

As an organization to develop Curitiba into an environment-friendly city, the Institute of Research and Urban Planning of Curitiba (IPPUC: Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba) under the direct control of the mayor was established in 1965, which has been playing a key role in designing and implementing the city plan for Curitiba. Meanwhile, the Municipal Secretariat of Public Works (SMOP: Secretaria Municipal de Obras Públicas) has been developing bicycle roads (new and old for repairs).

Related to these development issues, the "By-Country Assistance Policy: Federative Republic of Brazil (December 2012)" issued by the Foreign Ministry of Japan pointed out as "Basic Policy for Assistance (Major Objective)" needs to mitigate adverse effects caused by rapid urbanization and build a relationship of mutually-beneficial cooperation through tripartite cooperation, and listed as "Priority Areas (Medium Objective)" "(1) City Problems and Countermeasures for Environment/Disaster Prevention" and "(2) Assistance through Tripartite Cooperation." Especially for "(1) City Problems and Countermeasures for Environment/Disaster Prevention," it stated that "Japan will assist in the development of environment-friendly cities with little environmental load utilizing Japan's advanced

technology as a countermeasure against the deterioration of city environment in hygiene and traffic. Japan will also assist in risk control for disaster prevention,” which confirmed that this survey was in line with the assistance policy by country.

As a preceding ODA project, tripartite cooperation (Trainings for Third Countries “Course for Sustainable City Management”), which is deeply related to an ODA project proposed by this survey (described in Chapter 4), has been realized by IPPUC. This survey included, based on a proposal by IPPUC, a seminar lectured by the SME to introduce an “energy harvesting technology” and discuss its feasibility, realizing concrete collaboration with an existing ODA project.

Further, this survey included an analysis of the business environment for Brazil as well as an investigation of the tariff system and open tendering, in particular, which are deeply related to business developments to be reviewed by the SME.

Chapter 2 Feasibility of technology/product of the SME and plan for overseas business development

Chapter 2 explains the characteristics of the technology/product, overseas business development and subsequent contribution to local economy in Japan.

The SME, Soundpower Corporation, has a globally unique “energy harvesting technology (a technology which harvests energy from the surrounding everyday environment).” This technology enables an effective use of energy, contained and wasted in sound and vibrations in every scene of daily life in such areas as houses, companies, factories, commercial facilities and roads, as small-scale electric power energy, contributing to the development of social infrastructure with little environmental load.

The product proposed in this survey is the “Power Generating Floor®.” The Power Generating Floor is a floor-typed generator utilizing floor vibrations caused by human footsteps. For example, stepping on the Power Generating Floor can ① activate 300 to 400 of super luminosity LEDs, ② transmit wireless signals and ③ sound an easy tone. Current major models are a tile carpet type, 30cm or 50cm in both length and width and 1 to 3cm in thickness (or a vinyl chloride type, an office floor type), and can be easily set up by embedding or retrofitting on the floor. The product has a load resistant power of 500kg and is tested for its durability following the Japanese Industrial Standards for floor materials clearing a test of one million steps. The useful life of the product is considered to be semi-permanent because piezoelectric elements can be used almost permanently and some structural device is set in to protect piezoelectric elements.

The Power Generating Floor can generate power semi-permanently free from electrical wiring and battery replacement and, therefore, provide such merits as “it can be set up in places where stable power supply is difficult” and “easy to maintain.”

The SME’s view is that (1) an energy harvesting technology will have huge potential demand in emerging countries and developing countries with insufficient infrastructure, (2) as the first step, Curitiba, an example of successful city planning, will be a special target for the technology to be adopted, and (3) the technology will be disseminated further into the entire Brazil and Latin American countries. Overseas development by the SME will increase employment at cooperative companies and reinforce collaboration with universities as well as revitalize the local economy and the region through “reverse innovation” from overseas projects.

Chapter 3 Survey on technology/product with potential for utilization and feasibility study results

Chapter 3 explains the details and results of verification activities conducted in this survey, confirmed needs and the feasibility study results.

In this survey, we carried along, for the introduction and testing of, the “Power Generating Floor” commercialized in Japan (a pedestrian guiding mat type for road repair works, a stairs type) and demonstration units (a textured paving block-typed “Power Generating Floor,” “a vibratory force remote controller” (a remote controller free from a battery), etc.). Verification activities were conducted through (1) demonstrations (a demonstration using the carried-along Power Generating Floor and a demonstration using videos/photos) for Japanese/Brazilian government organizations and Japanese/Brazilian companies/industry organizations in Curitiba and Sao Paulo, (2) temporary setting of the product for a certain period of time at a C/P candidate (IPPUC) in the case where it is chosen as an ODA project and (3) a seminar within tripartite cooperation (trainings for third countries) by IPPUC and JICA.



Demonstration of a textured paving block-typed “Power Generating Floor” at an advanced school of firefighting in Sao Paulo (ESB)



Power generating floor sidewalk temporarily set up in IPPUC

As a result of these verification activities, we confirmed the needs and points of attention for guiding lights (commercial facilities and hospitals) in terms of disaster prevention, for crime prevention sensors in terms of crime prevention, for public roads (bicycle roads, sidewalks and crosswalks) in terms of development of environment-friendly cities, and for others (decorative lights for commercial facilities and houses and vibration detection sensors for factories).

Feasibility of guiding lights in terms of disaster prevention are high technically, with many examples of utilization observed in Japan. We, however, heard the opinion that generally low level of people’s awareness of disaster prevention in Brazil may discourage building owners, etc. from bearing additional costs for power outage and other emergency situations. First, we expect building constructors and commercial facilities who find added value in an environment-friendly technology to use the product at commercial facilities, etc.

In terms of crime prevention, the utilization of the product as a crime prevention sensor is already established technologically. An interview with a local security company showed that setting up the simplest alarm system (four sensors) of the company cost approximately 1,200 reais (some 500 USD at the rate of the interview), which means setting up an alarm system with functions similar to the “Power Generating Floor” can be competitive in price. The product, however, may compete against a motion sensor with a battery and other inexpensive products and, therefore, we need to explore needs which existing products cannot meet (directing a security camera to the location where ATMs are installed and thieves are walking) for an initial entry to increase the feasibility.

In terms of the development of environment-friendly cities, setting up the product on public roads is more difficult in terms of permits and approvals and a set-up technology than inside buildings, but it is feasible technologically. The “Power Generating Floor” works in a stand-alone mode without power distribution or batteries and, therefore, is expected to show a better cost-benefit performance over the medium to long term, for road sections where lighting is necessary only when pedestrians/bicycles pass, than installing street lamps which cost money for power distribution work and maintenance as well as electric energy, which will lead to a lower running cost of public projects. Curitiba is a front runner in the development of environment-friendly cities in Brazil. It has a strong motive in introducing an energy harvesting technology considering that it has a clear vision of cutting energy consumption in developing a city as demonstrated by its aggressive change to LEDs with higher initial cost from existing electric bulbs to improve energy consumption efficiency. Following a proposal for a potential ODA project described below, a joint verification project will increase the feasibility.

Chapter 4 Concrete proposal for a potential ODA project

Chapter 4 explains a concrete proposal for a potential ODA project. This survey reviewed rough plans for three potential ODA projects including ODA projects proposed by the counterpart organizations. After giving investigation/analysis from viewpoints of applicability of an “energy harvesting technology,” consistency with a higher level plan at the counterpart, risk associated with the implementation of the project, etc., we propose “Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Utilizing Energy Harvesting Technologies (Bicycle Roads/Lanes and Intelligent Illumination)” as a concrete ODA project.

1. Target Country / Target Region	Curitiba, Paraná State, Brazil (Bicycle Road Development Area in the City)
2. Target Field	Promotion of Developing Environment-Friendly Cities (Traffic Calming)
<p>3. Background/Details of the Project Implementation</p> <p>Based on the city’s comprehensive development master plan/policy that states “people are the center of life functions in the city,” Curitiba establishes the “Public Lighting Master Plan” aiming at the planning of an environment-friendly city and the development of public lighting in the suburbs. To this end, the Public Lighting Master Plan sets a total of eleven policies (Diretriz), where the fourth policy stated “Development of Bicycle Roads/Lanes,” and the eleventh policy stated “Intelligent Illumination (Iluminação Inteligente).” For both policies, the Department of Public Lighting of the Curitiba Municipal Secretariat of Public Works (SMOP) serves as a coordinator.</p> <p>“Development of Bicycle Roads/Lanes” is an election pledge of the incumbent mayor of Curitiba, which aims at ensuring the traffic safety of pedestrians, bicycles and other vulnerable road users as well as improving traffic jams and adverse effect on environment by restricting automobile traffic. Curitiba already sets up in the budget 8 million reals for 2015 and 2 million reals for 2016, with a plan to develop bicycle roads/lanes of approximately 300 km by December, 2016 on top of existing 127 km.</p> <p>For “Intelligent Illumination,” a new scheme has already started in which they invite companies with new environment-friendly products and technologies for demonstration experiments and verification of the products to support their commercialization, with a view to realizing a policy of introducing new environment-friendly technologies for public lighting aggressively.</p> <p>Soundpower Corporation was exploring business opportunities in Brazil through this survey for a potential ODA project when SMOP showed a keen interest in an “energy harvesting technology,” which led to a start of feasibility study on introducing the technology for “Development of Bicycle Roads/Lanes” promoted by Curitiba by aggressively adopting “environment-friendly technologies” mentioned above.</p> <p>Soundpower Corporation and SMOP held a joint study meeting (June 2015) to discuss the test result of the “Power Generating Floor (pedestrian mat)” temporarily set up in the Institute of Research and Urban Planning of Curitiba (IPPUC). They also make a joint inspection for bicycle roads being developed by SMOP. With these activities of confirming sites in which the product is expected to introduce and reviewing the applicability of the technology, they have been preparing for the commercialization of an ODA project.</p> <p>[Purpose of the Project]</p> <p>The purpose of this project is to introduce an “energy harvesting technology (power generating floor)” into “bicycle roads/lanes” in the city of Curitiba being developed by SMOP and achieve the following results, contributing to the “development of an environment-friendly city” promoted by Curitiba.</p> <p>Result ① It is verified that three functions (a guiding light function, a running-position display light function and a wireless sensor function) of an “energy harvesting technology (power generating floor)” are effective in improving the safety/security of bicycle road users.</p>	

Result ②	It is verified that an “energy harvesting technology (power generating floor)” has a comparative superiority (economics, environment-friendly technology index, etc.) (over existing lightings) by collecting “quantitative data as an environmental-friendly technology” including a cost-benefit performance shown by a technology free from power sources and batteries.								
Result ③	Based on the verification results, an “energy harvesting technology” is well understood and recognized.								
Result ④	A system to promote the products is established.								
4. Positioning of Products and Technology									
<p>For the “Power Generating Floor” using an energy harvesting technology, we consider the introduction of the following products, with the verification of each item shown in the 【Purpose of the Project】 above as the purpose of the introduction.</p> <p>As of June, 2015, we continue to discuss with the Department of Public Lighting of the Curitiba Municipal Secretariat of Public Works (SMOP) requested specifications as final products and conditions of installation.</p>									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Product / Technology</th> <th>Product Function / (Beneficiary)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>“Power Generating Floor” with built-in LED lights (Guiding Light)</td> <td>A “guiding light function” that illuminates road surface a few meters ahead/behind a running bicycle using the pressure against the product of the bicycle. It also has a function to show the position of the bicycle to other bicycle riders and pedestrians. (Mainly for bicycle riders and pedestrians)</td> </tr> <tr> <td>“Power Generating Floor” with built-in LED lights (Running-Position Display Light)</td> <td>A “running-position display function” that emits light mostly backward from the position where a bicycle is running. (Mainly for car drivers and bicycle riders behind a bicycle)</td> </tr> <tr> <td>“Power Generating Floor” with built-in wireless sensors (Wireless Sensor)</td> <td>A “wireless sensor function” that transmits, when a bicycle or a pedestrian comes close to an intersection, a wireless signal to a road crossing ahead to illuminate road signs, etc. A transmitted signal is converted, through a receiving sensor installed at an intersection of a road or sidewalk crossing the bicycle road, to activate warning lights/buzzers, serving as a function to inform cars or pedestrians of an approaching bicycle. (Mainly for cars or bicycles going into an intersection)</td> </tr> </tbody> </table>		Product / Technology	Product Function / (Beneficiary)	“Power Generating Floor” with built-in LED lights (Guiding Light)	A “guiding light function” that illuminates road surface a few meters ahead/behind a running bicycle using the pressure against the product of the bicycle. It also has a function to show the position of the bicycle to other bicycle riders and pedestrians. (Mainly for bicycle riders and pedestrians)	“Power Generating Floor” with built-in LED lights (Running-Position Display Light)	A “running-position display function” that emits light mostly backward from the position where a bicycle is running. (Mainly for car drivers and bicycle riders behind a bicycle)	“Power Generating Floor” with built-in wireless sensors (Wireless Sensor)	A “wireless sensor function” that transmits, when a bicycle or a pedestrian comes close to an intersection, a wireless signal to a road crossing ahead to illuminate road signs, etc. A transmitted signal is converted, through a receiving sensor installed at an intersection of a road or sidewalk crossing the bicycle road, to activate warning lights/buzzers, serving as a function to inform cars or pedestrians of an approaching bicycle. (Mainly for cars or bicycles going into an intersection)
Product / Technology	Product Function / (Beneficiary)								
“Power Generating Floor” with built-in LED lights (Guiding Light)	A “guiding light function” that illuminates road surface a few meters ahead/behind a running bicycle using the pressure against the product of the bicycle. It also has a function to show the position of the bicycle to other bicycle riders and pedestrians. (Mainly for bicycle riders and pedestrians)								
“Power Generating Floor” with built-in LED lights (Running-Position Display Light)	A “running-position display function” that emits light mostly backward from the position where a bicycle is running. (Mainly for car drivers and bicycle riders behind a bicycle)								
“Power Generating Floor” with built-in wireless sensors (Wireless Sensor)	A “wireless sensor function” that transmits, when a bicycle or a pedestrian comes close to an intersection, a wireless signal to a road crossing ahead to illuminate road signs, etc. A transmitted signal is converted, through a receiving sensor installed at an intersection of a road or sidewalk crossing the bicycle road, to activate warning lights/buzzers, serving as a function to inform cars or pedestrians of an approaching bicycle. (Mainly for cars or bicycles going into an intersection)								
5. Expected Effects (Development Effects)									
<p>① The “Power Generating Floor” is utilized in bicycle roads in Curitiba as guiding lights / sensors, contributing to the improvement of safety/security for bicycle riding and accessibility by bicycle riders.</p> <p>② An “energy harvesting technology” is well understood and recognized in a correct manner through efforts to be made by the Curitiba Municipal Secretariat of Public Works (SMOP) in collecting/releasing “quantitative data as an environment-friendly technology” based on the results of the introduction of the “Power Generating Floor,” and, therefore, contributing to Curitiba’s “development of an environment-friendly city” and its city planning.</p> <p>③ An “energy harvesting technology” is well understood and recognized in a correct manner based on the project verification results, and is promoted and utilized in various areas in the “development of an environment-friendly city,” contributing to the solving of development issues in other fields. (Crime prevention measures utilizing a wireless sensor technology, disaster prevention measures utilizing evacuation guiding lights, etc.)</p>									
6. Government Organizations of Target Country (Counterpart (C/P) Organizations)									
C/P: Curitiba Municipal Secretariat of Public Works (Department of Public Lighting)									
Cooperating Agencies: Curitiba City Government and Institute of Research and Urban Planning of Curitiba (IPPUC)									
7. Beneficiaries (Target Groups)	Direct beneficiaries: Curitiba Municipal Secretariat of Public Works Indirect beneficiaries: Local residents, bicycle road users								
8. Planned Implementation Period (Proposal)	February 2016 to November 2017 (approximately 22 months)								
9. Estimated Amount of Project	99,961 thousand yen								

Chapter 5 Survey on products/technologies expected for utilization and the feasibility study results

Chapter 5 explains a concrete plan for business development (but is omitted in this SUMMARY due to being confidential).

Feasibility Survey

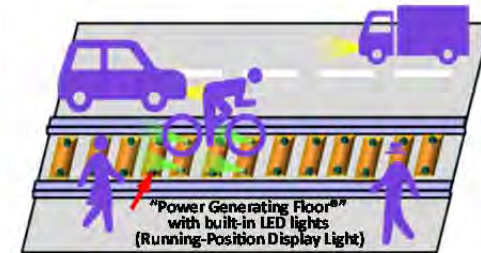
Federative Republic of Brazil: Feasibility Survey for Utilizing Energy Harvesting Technology

SMEs and Counterpart Organization

- Name of SME: Soundpower Corporation
- Location of SME: Fujisawa, Kanagawa Pref., Japan
- Survey Site / Counterpart Organization:
Curitiba, Brazil /
Curitiba Municipal Secretariat of Public Works /
Institute of Research and Urban Planning of Curitiba, etc.



[footlight] [Power Generating Floor®]



"Power Generating Floor®"
with built-in LED lights
(Running-Position Display Light)

Concerned Development Issues

- 80% of Brazil's population live in urban areas. Development of urban infrastructure, however, fails to catch up with the situation, causing various issues such as deteriorating public security and traffic congestion. Further, development of and compliance with environment/safety standards of houses and buildings are slow.

Products and Technologies of SMEs

- A globally unique power generating technology owned by the SME using sound/ vibration energy harvested from the imminent everyday environment.
- Especially, installation of guiding lights and sensors using the "Power Generating Floor" will improve the safety and security of bicycle roads in Brazil.
- Utilization of the product as evacuation guiding lights and decorative lights inside buildings will be useful for disaster prevention and contribute to the improvement of environmental performance of buildings.

Proposed ODA Projects and Expected Impact

- Through a project of promotion/verification, the "Power Generating Floor" is utilized as guiding lights and sensors for bicycle road planning, an important measure in Curitiba's development of an environment-friendly city, verifying its comparative superiority as an environment-friendly technology. The product also contributes to the improvement of accessibility by bicycle riders. These lead to;
Contribution to Curitiba's development as an environment-friendly city.
- Being chosen as an ODA project promises the adoption of the product by Curitiba, a city known as a superior successful example of city planning, accelerating the introduction of the product to bicycle roads, buildings, etc. Business expansion to the entire Brazil and Latin American countries is also expected.