

バングラデシュ国

バングラデシュ国
無焼成レンガ製造可能な無機質強化材
及び手動式レンガ製造機普及に係る
中小企業案件化調査

業務完了報告書

2024年1月

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

京浜蓄電池工業株式会社

株式会社エイケン

民連

JR

24-001

<本報告書の利用についての注意・免責事項>

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

<Notes and Disclaimers>

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

目次

写真	1
地図	3
図表リスト.....	4
略語表.....	6
案件概要	8
要約	9
第1 対象国・地域の開発課題.....	12
1. 対象国・地域の開発課題.....	12
(1) 開発課題の状況.....	12
(2) 開発課題の背景・原因	19
2. 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等.....	23
(1) 開発計画.....	23
(2) 政策	24
(3) 法令等.....	25
3. 当該開発課題に関連する我が国の国別開発協力方針.....	30
4. 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析	30
(1) 我が国の ODA 事業.....	30
(2) 他ドナーの先行事例分析	31
第2 提案法人、製品・技術	32
1. 提案法人の概要	32
(1) 企業情報.....	32
(2) 海外ビジネス展開の位置づけ	32
2. 提案製品・技術の概要	33
(1) 提案製品・技術の概要	33
(2) ターゲット市場.....	37
3. 提案製品・技術の現地適合性	38
(1) 現地適合性確認方法.....	38
(2) 現地適合性確認結果（技術面）	40
(3) 現地適合性確認結果（制度面）	52
4. 開発課題解決貢献可能性.....	55
第3 ODA 事業計画/連携可能性	56
1. ODA 事業の内容/連携可能性.....	56
2. 新規提案 ODA 事業の実施/既存 ODA 事業との連携における課題・リスクと対応策	60
(1) 課題・リスク	60
(2) 対応策.....	61
3. 環境社会配慮等	62

4. ODA 事業実施/連携を通じて期待される開発効果.....	62
第4 ビジネス展開計画.....	63
1. ビジネス展開計画概要	63
2. 市場分析	63
(1) 市場の定義・規模	63
(2) 競合分析・比較優位性	66
3. バリューチェーン.....	68
(1) 製品・サービス	68
(2) バリューチェーン	69
4. 進出形態とパートナー候補	70
(1) 進出形態.....	70
(2) パートナー候補.....	72
5. 収支計画	76
6. 想定される課題・リスクと対応策	79
(1) 法制度面にかかる課題/リスクと対応策.....	79
(2) ビジネス面にかかる課題/リスクと対応策	79
(3) 政治・経済面にかかる課題・リスクと対応策.....	81
(4) その他課題/リスクと対応策.....	82
7. ビジネス展開を通じて期待される開発効果.....	85
8. 日本国内地元経済・地域活性化への貢献	86
(1) 関連企業・産業への貢献	86
(2) その他関連機関への貢献	86
参考文献	88
英文案件概要	89
英文要約	90

写真



ダッカ郊外にある小規模焼成レンガ工場①



ダッカ郊外にある小規模焼成レンガ工場②



道路沿いにある砕かれた焼成レンガ



利用後の焼成レンガ



バングラデシュ内航水運公社でのヒアリング



セメント会社でのヒアリング



乾季のスモッグ



環境局でのヒアリング

地図

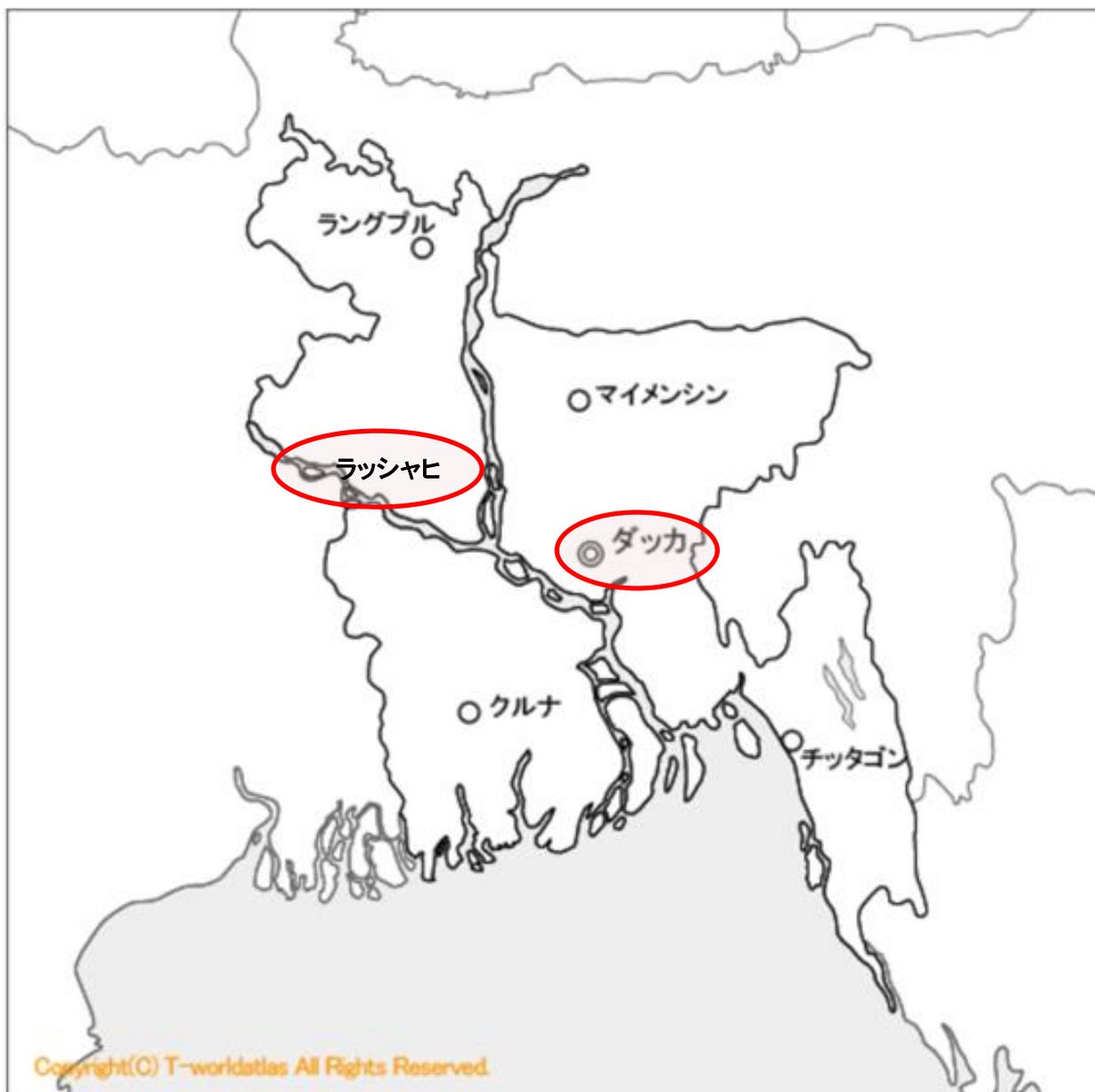


図 1 事業実施サイト (バングラデシュ) ¹

¹ 世界地図・SekaiChizu ウェブサイト. (http://www.sekaichizu.jp/atlas/eastern_asia/country/map_n/n_bangladesh.html)、閲覧日：2019年9月12日

図表リスト

図 1	事業実施サイト（バングラデシュ）	3
図 2	バングラデシュ国が抱えている開発課題	12
図 3	大気中の PM _{2.5} 含有量（2018 年平均）	13
図 4	ダッカにおける過去 20 年間の年間平均 PM _{2.5} 濃度	14
図 5	ダッカ市内における月平均 PM _{2.5} 測定量（2009 年）	14
図 6	汚染による死亡率が最も高い国ランキング（上位 10 ヶ国、イギリス、アメリカ（2015 年））	16
図 7	バングラデシュにおける PM _{2.5} 起因による死亡者数（1990 年～2016 年）	17
図 8	土壌採取前後の農作物の収穫量	18
図 9	焼成レンガ産業がバングラデシュ国内にもたらしうる課題のループ	20
図 10	焼成レンガ窯別 PM ならびに CO 排出量	21
図 11	焼成レンガ窯数比較（2009 年、2017 年）	22
図 12	ECO5000 を用いた無焼成レンガ原材料	33
図 13	無焼成レンガ製造工程	34
図 14	無焼成レンガ製造機	36
図 15	企業機密情報につき非公表	42
図 16	企業機密情報につき非公表	46
図 17	企業機密情報につき非公表	47
図 18	企業機密情報につき非公表	53
図 19	試算した焼成レンガと無焼成レンガの CO ₂ 排出効果	55
図 20	試算したコンクリート・ブロックと無焼成レンガの CO ₂ 排出効果	56
図 21	ODA 案件事業実施／連携を通じて期待される開発効果（想定）	62
図 22	企業機密情報につき非公表	64
図 23	企業機密情報につき非公表	64
図 24	企業機密情報につき非公表	65
図 25	企業機密情報につき非公表	66
図 26	企業機密情報につき非公表	67
図 27	企業機密情報につき非公表	69
図 28	企業機密情報につき非公表	71
図 29	企業機密情報につき非公表	74
図 30	無焼成レンガ製造ビジネスを展開することによる課題解決のループ	85
図 31	ビジネス展開を通じて期待される開発効果（想定）	86
表 1	バングラデシュにおけるレンガ等級表	34
表 2	企業機密情報につき非公表	46
表 3	企業機密情報につき非公表	49
表 4	企業機密情報につき非公表	53
表 5	企業機密情報につき非公表	54

表 6	企業機密情報につき非公表	55
表 7	企業機密情報につき非公表	66
表 8	企業機密情報につき非公表	68
表 9	企業機密情報につき非公表	74
表 10	企業機密情報につき非公表	74
表 11	企業機密情報につき非公表	74
表 12	企業機密情報につき非公表	75
表 13	企業機密情報につき非公表	75
表 14	企業機密情報につき非公表	77
表 15	企業機密情報につき非公表	77
表 16	企業機密情報につき非公表	78
表 17	企業機密情報につき非公表	78
表 18	企業機密情報につき非公表	79
表 19	企業機密情報につき非公表	79
表 20	企業機密情報につき非公表	81
表 21	企業機密情報につき非公表	81
写真 1	乾季のダッカ郊外の様子	15
写真 2	殊表面加工技術が施されたレンガ金型枠	36
写真 3	企業機密情報につき非公表	42
写真 4	企業機密情報につき非公表	43
写真 5	企業機密情報につき非公表	44
写真 6	企業機密情報につき非公表	44
写真 7	企業機密情報につき非公表	45
写真 8	企業機密情報につき非公表	48
写真 9	企業機密情報につき非公表	50
写真 10	企業機密情報につき非公表	51
写真 11	企業機密情報につき非公表	51
写真 12	企業機密情報につき非公表	73

略語表

略語	正式名称	日本語名称
ADB	Asia Development Bank	アジア開発銀行
BELA	Bangladesh Environmental Lawyers Association	バングラデシュ環境法律家協会
BIDA	Bangladesh Investment Development Authority	バングラデシュ投資開発庁
BIWTA	Bangladesh Inland Water Transport Authority	バングラデシュ内航水運公社
BSTI	Bangladesh Standard Testing Institute	バングラデシュ基準検査機関
BUET	Bangladesh University of Engineering Technology	バングラデシュ工科大学
BWDB	Bangladesh Water Development Board	バングラデシュ水資源開発庁
CNG	Compressed Natural Gas	圧縮天然ガス
CO	Carbon Oxide	一酸化炭素
CO ₂	Carbon Dioxide	二酸化炭素
DAE	Department of Agricultural Extension	農業普及局
DOE	Department of Environment	環境局
ECAs	Ecologically Critical Areas	生態系上重要地域
ECC	Environmental Clearance Certificate	環境許認可
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EPZ	Export Processing Zone	輸出加工区
Fal-G	Flyash-Lime-Gypsum	フライアッシュ・石灰・石膏
FCK	Fixed Chimney Kiln	固定煙突窯
GDP	Gross Domestic Production	国内総生産
GEF	Global Environment Facility	地球環境ファシリティ
GOB	Government of Bangladesh	バングラデシュ政府
HBRI	Housing and Building Research Institute	住宅・建物研究所
HHK	Hybrid Hoffman Kiln	ハイブリッドホフマン窯
HK	Hoffman Kiln	ホフマン窯
Idcol	Infrastructure Development Company Limited	国営インフラ開発会社
IFCK	Improved Fixed Chimney Kiln	改良型固定煙突窯
IIP	Institute for Industrial Productivity	工業生産機関
ILO	International Labour Organization	国際労働機関
JETRO	Japan External Trade Organization	日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
LGED	Local Government Engineering Department	地方自治工科局
MMBMA	Machine Mud Brick Manufacturing Association	オートブリック製造協会
MOC	Ministry of Commerce	商業省
MOEFC	Ministry of Environment, Forest and Climate Change	環境森林気候変動省
MOI	Ministry of Industry	工業省
MOL	Ministry of Land	土地省
MOLE	Ministry of Labour and Employment	労働雇用省
NBR	National Board of Revenue	国家歳入庁
NEP	National Environment Policy	国家環境政策
NHA	National Housing Authority	国家住宅協会
NOC	Non Objection Certification	異議なし証明書
NO ₂	Nitrogen Dioxide	二酸化窒素

NOx	Nitrogen Oxide	窒素酸化物
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PM	Particulate Matter	粒子状物質
PSI	Pressure-force per Square Inch	重量ポンド毎平方インチ
PWD	Public Works Department	公共事業省
SDS	Safety Data Sheet	安全データシート
SO ₂	Sulfur Dioxide	二酸化硫黄
SOx	Sulfur Oxide	硫黄酸化物
TIN	Taxpayer Identification Number	課税識別番号
TK	Tunnel Kiln	トンネル窯
UNDP	United Nation Development Programme	国連開発計画
VSBK	Vertical Shaft Brick Kiln	垂直レンガ窯
WB	World Bank	世界銀行
WHO	World Health Organization	世界保健機関
Zigzag	Zigzag Kiln	ジグザグ窯



**バングラデシュ国 無焼成レンガ製造可能な無機質強化材及び
手動式レンガ製造機普及に係る中小企業案件化調査**

京浜蓄電池工業株式会社(神奈川県横浜市)、株式会社エイケン(東京都世田谷区)

3 すべての人に健康と福祉を



9 産業と技術革新の基盤をつくろう



13 気候変動に具体的な対策を



15 陸の豊かさも守ろう



バングラデシュ国・レンガ産業分野における開発ニーズ(課題)

- ・大量のCO₂排出による気候変動問題(年間1,790.8万トンCO₂排出)
- ・レンガ産業由来の粒子状物質(PM)は、国内全体の58%を占める
- ・レンガ原材料として肥沃な農地土壌が採取されることにより、毎年117エーカーが非耕作地化
- ・高温焼成煙により、ほぼ大半のレンガ製造従事者が重度な健康疾患を発症

提案製品・技術

- ・【ECO5000】無機質強化材で、土壌固化の性能を有している(海水を含んだ土砂等も可)ため、焼成工程を省いても十分な強度を持つ無焼成レンガ製造が可能
- ・【無焼成レンガ製造機】特殊表面加工技術が施されたレンガ金型枠が採用されたレンガ製造機(組立式・可動式)であり、レンガ表面を平滑化させることで、表面上の小孔減少させ、レンガ全体の吸水率を抑制させることが可能。よりレンガ強度を高めることができる

本事業の内容

- ・ **契約期間:** 2022年2月~2024年2月
- ・ **対象国・地域:** バングラデシュ国・ダッカ県、ラッシャヒ県
- ・ **カウンターパート機関:** なし
- ・ **案件概要:** エイケン社が開発したECO5000と、京浜蓄電池工業社の無焼成レンガ製造機の現地販売に向けたビジネスモデルを検討し、バングラデシュのレンガ産業の環境改善に貢献する



開発ニーズ(課題)へのアプローチ方法(ビジネスモデル)

- ・【想定するビジネスモデル】①京浜蓄電池工業社と現地企業による合併会社設立によるビジネス展開、②京浜蓄電池工業社現地事務所を介した現地販売によるビジネス展開、③エイケン社によるECO5000の技術等ガイダンスサービスの実施
- ・【市場ターゲット】レンガ製造工場
- ・【対象顧客】①ビル建築、②公共施設、③個人住宅、の建築業者や不動産業等
- ・【収益構造】ビジネスモデル①: エイケン社が京浜蓄電池工業社にECO5000を販売し、合併会社にて無焼成レンガ製造・販売を行う。ビジネスモデル②: 京浜蓄電池工業社現地事務所が販売元となり、レンガ製造工場へ販売する。ビジネスモデル③: エイケン社がバングラデシュ国内に対して、ECO5000の技術等の説明を行う

対象国に対し見込まれる成果(開発効果)

- ・焼成窯を使用せず、レンガ製造が可能となるため、①CO₂排出・粒子状物質等を含む大気汚染物質の排出減少、②大気汚染物質由来による健康被害や死亡者数、農地汚染の抑制、③高温な焼成煙による重度な健康被害(呼吸器疾患、消化器系疾患、眼関連疾患)の抑制、につながる
- ・レンガ原材料として浚渫土を利用することにより、④肥沃な農地土壌採取抑制による非耕作地の抑制、につながる

2024年 1月現在

要約

I. 調査要約

1. 案件名	<p>(和文) バングラデシュ国無焼成レンガ製造可能な無機質強化材及び手動式レンガ製造機普及に係る案件化調査 (中小企業支援型)</p> <p>(英文) SDGs Business Model Formulation Survey with the Private Sector for introducing ECO5000 and non-fired brick machine with manual, for producing non-fired bricks</p>
2. 対象国・地域	バングラデシュ国ダッカ県、ラッシャヒ県
3. 本調査の要約	<p>バングラデシュ国の焼成レンガ産業に係る ODA 案件化とビジネス実現に関する案件化調査。気候変動や焼成レンガ産業従事者の健康被害等という課題に対し、無焼成レンガを製造する手動式製造機と無機質強化材 (ECO5000) を普及させるため、同国に適した製造技術を確認・マニュアル化し、焼成レンガ産業へ認知を目指す。本調査後は、提案法人である京浜蓄電池工業社が手動式無焼成レンガ製造機ならびに ECO5000 を仕入れ、現地輸送する。①現地企業と合弁会社を設立し、無焼成レンガを製造・販売する、②京浜蓄電池工業社現地事務所を介し、無焼成レンガ製造機と ECO5000 の販売を行う、に加えて、③エイケン社による ECO5000 の技術等ガイダンスサービスの実施、の3パターンでのビジネス展開を図る。バングラデシュ国が抱える①レンガ焼成窯による大気汚染物質・温室効果ガス (CO₂) の放出、②肥沃な農地土壌の採取による非耕作地化への貢献、③焼成レンガ産業従事者の健康疾患を目指す。</p>
4. 提案製品・技術の概要	<p>ECO5000 (特許技術保有) は無機質強化材で、現地の砂、セメントに ECO5000 を希釈し、混入するだけで、焼成せず十分に強度のある無焼成レンガ製造が可能となる。また京浜蓄電池工業社の技術ノウハウを生かした押圧式無焼成レンガ製造機械(精密金型製造会社が OEM 製造)は、可動式で、①誰が作ってもレンガ表面上の小孔を減らし、②吸水率を抑制、③十分な強度を発揮するレンガ製造技術(表面精密加工技術)が施された金型枠を採用している。ECO5000 は 17,000 円/缶程度で販売予定であり、約 3,800 個/缶のレンガ製造が可能である。無焼成レンガ製造機械は 80 万円/台で販売予定である。</p>
5. 対象国で目指すビジネスモデル概要	<p>京浜蓄電池工業社はエイケン社の ECO5000 と、無焼成レンガ製造機を仕入れ、現地輸送する。提案製品は、3パターン (①引合いのある同国現地企業と合弁会社を設立し、無焼成レンガを製造・販売する、②京浜蓄電池工業社現地事務所を介して現地に ECO5000 と無焼成レンガ製造機販売を行う、③エイケン社による ECO5000 の技術等ガイダンスサービスの実施)のビジネス展開を想定している。いずれの場合もビジネス展開 4 年目頃を目処に、本格的な無焼成レンガ製造に至るように営業を行う。</p>

<p>6. ビジネスモデル展開に向けた課題と対応方針</p>	<p>無焼成レンガの原材料の一部として浚渫土の利用を想定しているが、バングラデシュ国の川水が廃棄物などで汚染されている可能性が高い。汚染川からくみ上げられた浚渫土も汚染されている可能性があり、レンガ製造従事者がその浚渫土を素手で触った場合、人体への影響も想定される。そのため、作業にあたる際は、長袖や手袋、保護メガネ、マスク着用することを対応策とする。ビジネス展開後にはさらに詳細な防止策や対処法について検討するとともに、安全研修にて教育を講じる。また、ある事業において ECO5000 を使用した場合、重金属が閉じ込められることを確認しているため、無焼成レンガを使用した住居に住んでいても、人体に影響はないと考える。</p>
<p>7. ビジネス展開による対象国・地域への貢献</p>	<p>本ビジネスを通じ、バングラデシュ国に無焼成レンガ製造機と ECO5000 が普及した場合、SDGs のターゲット 9.4 「資源利用効率の向上とクリーン技術および環境に配慮した技術・産業プロセスの導入拡大を通じたインフラ改良や産業改善により、持続可能性を向上させる」に貢献する。これにより、SDGs のターゲット 3.9 「有害化学物質、ならびに大気、水質および土壌の汚染による死亡および病気の件数を大幅に減少」することから、PM、SO₂ などの大気汚染物質の排出を抑制させる。また本ビジネスでは、肥沃な農地土壌の代替として浚渫土を利用するため、肥沃な農地土壌採取の抑制となる。SDGs のターゲット 15.3 「劣化した土地と土壌を回復する」に貢献する。加えて、焼成工程を省いたレンガ製造であるため焼成レンガ窯を利用することがない。従い、高温の焼成窯による焼成レンガ産業従事者の重度な健康疾患の抑制につながる。また、SDGs のターゲット 13.2 「気候変動対策を国別の対策、戦略および計画に盛り込む」、13.3 「後発開発途上国における気候変動関連の効果的な計画策定や管理の能力を向上するためのメカニズムを推進する」ことから、焼成レンガ産業から大量排出される CO₂ 排出の低減に資する。</p>
<p>8. 本事業の概要</p>	<p>本事業では、ECO5000 と無焼成レンガ製造機の現地販売に向け、引合いのあった企業とビジネス展開の実現に向けた具体的な協議実施や販売候補先の検討・明確化、現地での無焼成レンガ製造、無焼成レンガの強度の確認、レンガ製造機械の仕様内容の検討を行い、ビジネス実施可能性を明らかにすることを想定している。</p>
<p>① 目的</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 無焼成レンガ製造機（デモ機）を用いて製造した無焼成レンガの強度、吸水率の確認 ・ 無焼成レンガ製造機の仕様内容の検討 ・ ビジネス展開に向けた合弁企業候補先との協議および提案製品販売先の発掘
<p>② 調査内容</p>	<p>本事業では、①バングラデシュ国の開発課題ならびに関連する開発計画、政策、法令等の調査、②提案製品・技術の現地適合性ならびにバングラデシュ国が抱える開発課題解決への貢献可能性調査、③ODA 案件化に向けた ODA 案件ニーズ調査・分析、ODA 事業計画・連携可能性調査、④市場調査・分析、</p>

	競合調査・分析、パートナー調査・分析などのビジネス展開計画の検討、を行う。
③ 本事業実施体制	提案企業：京浜蓄電池工業株式会社（代表法人）、株式会社エイケン（共同企業体） 外部人材：特定非営利活動法人地球環境対策研究支援機構（ORPCE）、一般財団法人日本品質保証機構（JQA）、ダッカ大学、ラッシャヒ大学
④ 履行期間	2022年2月～2024年2月（2年0ヶ月）
⑤ 契約金額	34,024千円（税込）

II. 提案法人の概要

1. 提案法人名	代表法人：京浜蓄電池工業株式会社 共同企業体：株式会社エイケン
2. 代表法人の業種	[②卸売業]（ ）
3. 代表法人の代表者名	代表取締役 竜野 昌登
4. 代表法人の本店所在地	神奈川県横浜市鶴見区小野町 56 番 4
5. 代表法人の設立年月日（西暦）	1957年 10月 30日
6. 代表法人の資本金	3,200万円
7. 代表法人の従業員数	55名
8. 代表法人の直近の年商（売上高）	1,688百万円（2022年10月～2023年9月期（第66期））

第1 対象国・地域の開発課題

1. 対象国・地域の開発課題

(1) 開発課題の状況

バングラデシュの焼成レンガ産業は、およそ100万人以上の雇用を擁し、同国GDPの1%に寄与する一大産業である。乾季となる10、11月から3、4月の7ヶ月間、24時間稼働し、年間230億個もの焼成レンガが製造されている。首都ダッカを中心とした建設ラッシュの後押しもあり、同産業は年間7~8%ずつ成長している。今後10年間で焼成レンガ需要はさらに伸び続け、年間2~3%増加すると予測されている²。

バングラデシュで稼働しているレンガ焼成窯は、2022年12月時点で約8,000に上る。そのうち、71.36%のレンガ焼成窯は石炭由来の非効率な旧式焼成窯である³。そのため、製造時にはPM、SO₂、NO₂、COなどの大気汚染物質やCO₂を発生させている。こういった状況は、①大量のCO₂排出による気候変動問題、②PM、SO₂などの大気汚染物質の排出、そしてこれに付随して、③焼成レンガ窯から排出される高温な焼成煙による重度な健康疾患、という課題を抱えている。また、④焼成レンガ製造原材料として使用される肥沃な農地土壌の採取、による非耕作地化という開発課題をもたらしている。

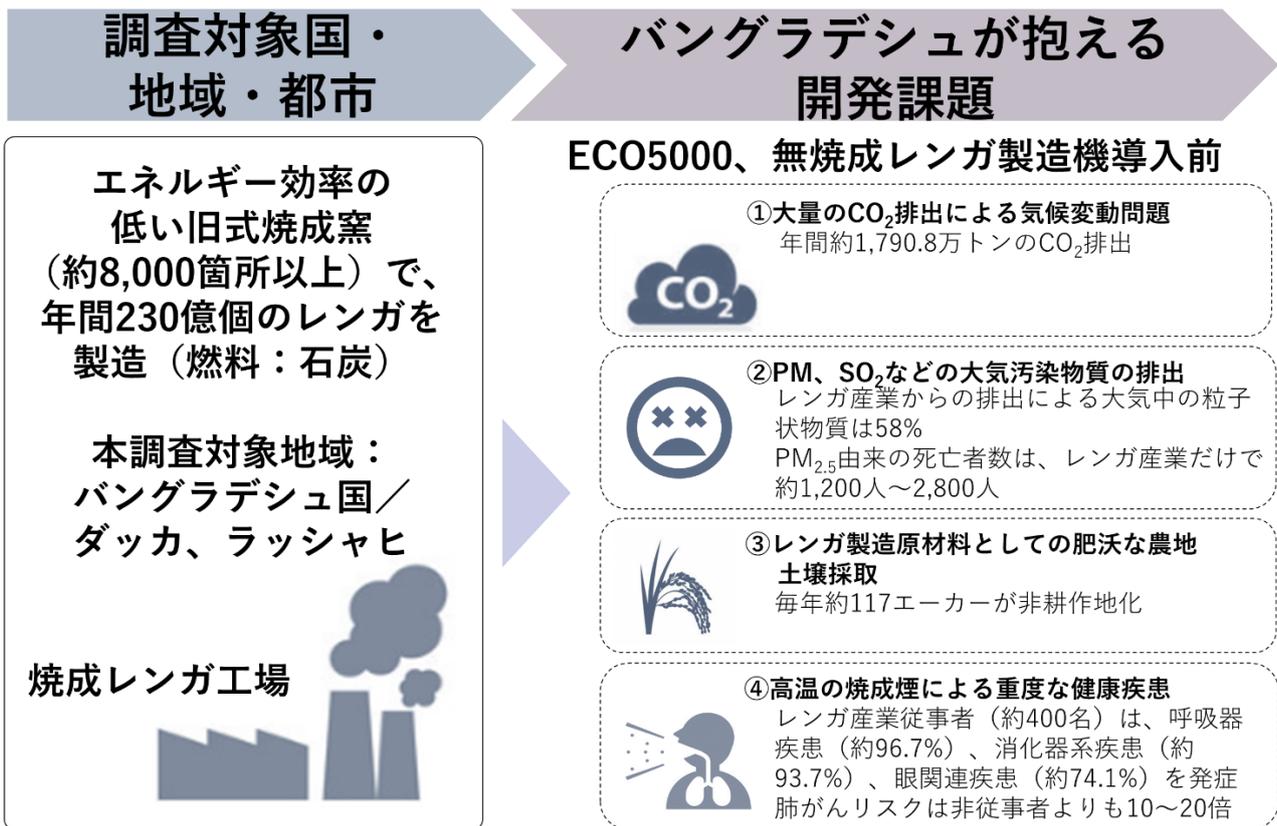


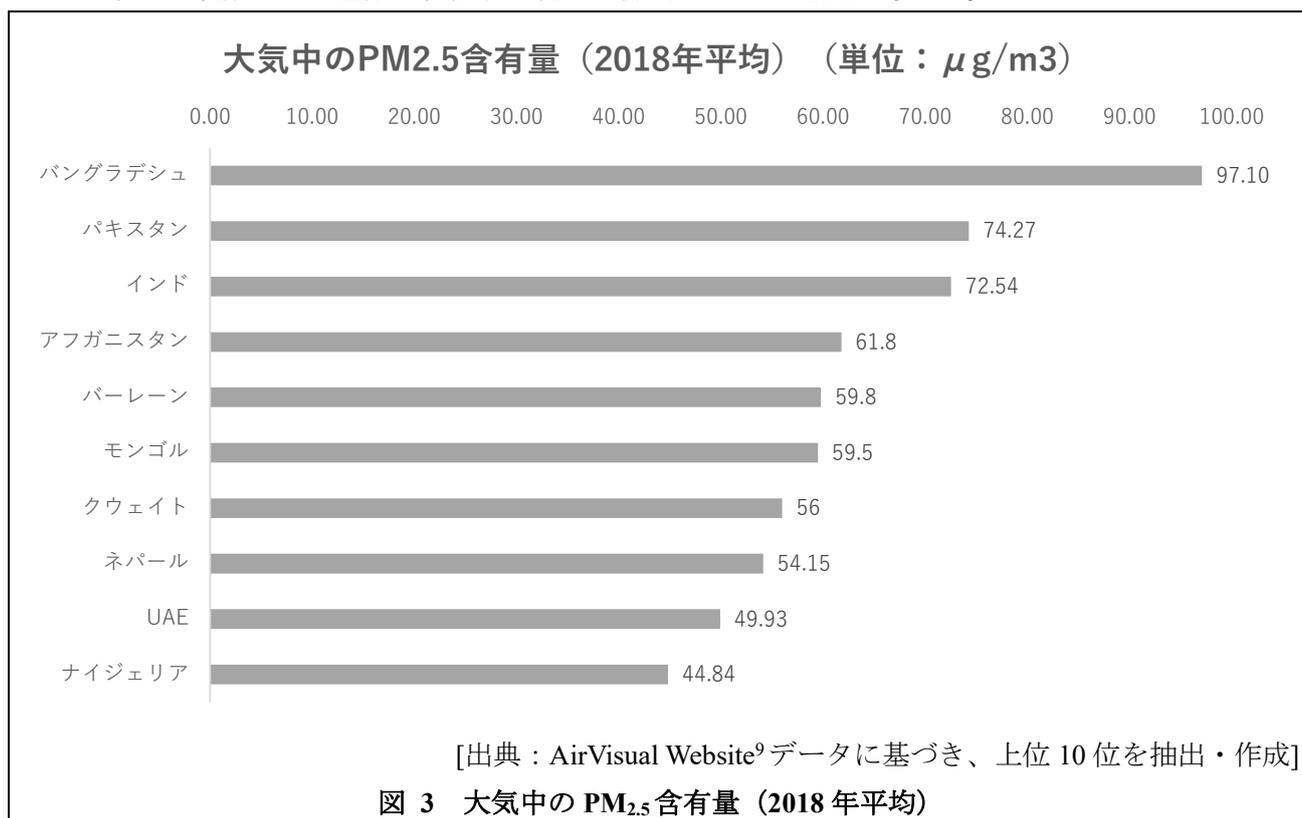
図2 バングラデシュ国が抱えている開発課題

² The Daily Star. "Eco-friendly brick kilns growing in numbers," (<https://www.thedailystar.net/business/eco-friendly-brick-kilns-growing-numbers-1383931>) [掲載日：2017年3月31日]、2019年9月10日閲覧。

³ Sajibur Rahman. 2019. "2,460 brick kilns run in country illegal," The Financial Express. (<http://today.thefinancialexpress.com.bd/trade-market/2460-brick-kilns-run-in-country-illegally-1567444034?date=03-09-2019>) [掲載日：2019年9月3日]、2019年9月19日閲覧。

①大量のCO₂排出による気候変動問題／②PM、SO₂などの大気汚染物質の排出⁴

地球温暖化や気候変動の主要因となるCO₂は、焼成窯より毎年600万トン（UNDPの報告⁵）や、年間980万トン（WBの報告⁶）、年間1,567万トン⁷にも及ぶとされている。大気汚染物質のうち、COは1つの焼成レンガ窯から1シーズンで平均48トン排出される。レンガ産業全体ではWHOが推奨するレベルの90倍以上のPMを排出している⁸。2018年の大気中のPM_{2.5}平均含有量は、97.10μg/m³と世界で最汚染国と位置づけられている⁹。ダッカ市内に関して言えば、年間平均のPM_{2.5}濃度は2010年を機に増加傾向¹⁰にあり、特に焼成レンガ産業が稼働する乾季に排出されるPM_{2.5}量が多い¹¹。



⁴ 本案件化調査の前身である「株式会社エイケン、京浜蓄電池工業株式会社2018年、「バングラデシュ国無焼成レンガの生産を可能とする無機質強化材導入の基礎調査」業務完了報告書」から引用、一部加筆・修正したものである。

⁵ UNDP Bangladesh. “Cleaner bricks lay foundation for green economy.” (<http://www.bd.undp.org/content/bangladesh/en/home/stories/cleaner-brickmaking-lays-foundation-for-green-economy.html>), 2019年9月13日閲覧。

⁶ World Bank. 2011. “Introducing Energy-Efficient Clean Technologies in the Brick Sector of Bangladesh.”

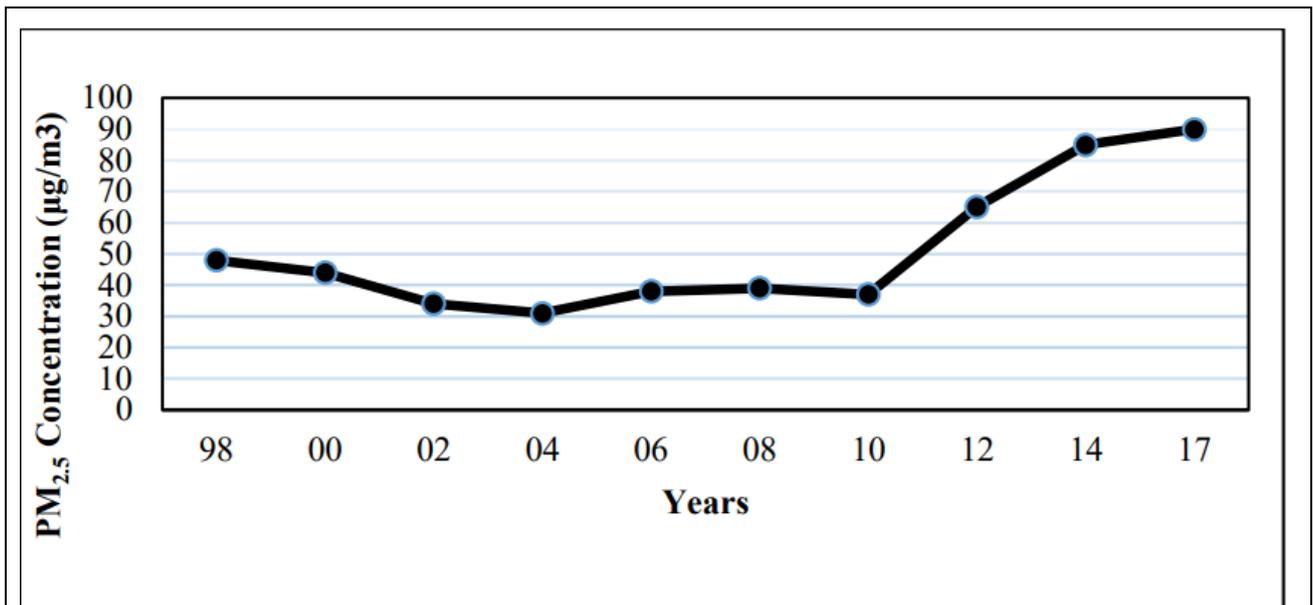
⁷ M.A. Imran., M.A. Baten., B.S. Nahar., and N. Morshed. 2014. “Carbon dioxide emission from brickfields around Bangladesh,” International Journal of Agricultural Research, Innovation and Technology, 4 (2), pp. 70-75.

⁸ Rob Jordan. 2017. “An environmental nightmare in South Asia. What can be done?,” Research & Ideas, Stanford University, (<https://engineering.stanford.edu/magazine/article/environmental-nightmare-south-asia-what-can-be-done>) [掲載日：2019年9月18日]、2019年9月13日閲覧。

⁹ AirVisual Website. “World most polluted countries 2018 (PM_{2.5}),” (<https://www.airvisual.com/world-most-polluted-countries>), 2019年9月19日閲覧。

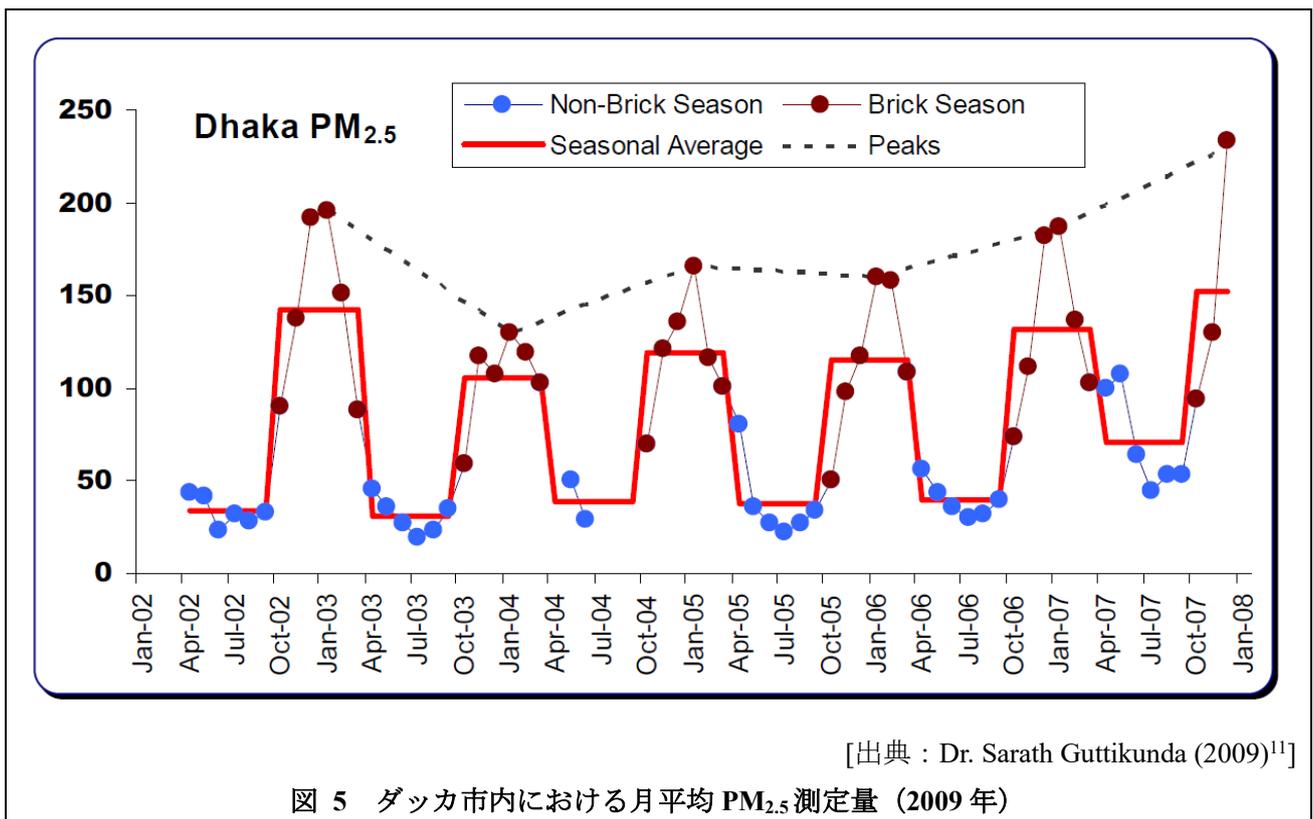
¹⁰ Md. Akhter Hossain Sarker., and Asif Hossain Abir. 2019. “Role of Laws to Control Brick Manufacturing and Kiln Establishment in Bangladesh: Scope of Alternative Bricks,” VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences, Vol. 35 No. 1, pp. 112-124.

¹¹ Dr. Sarath Guttikunda. 2009. “Impact Analysis of Brick Kilns on the Air Quality in Dhaka Bangladesh,” (<http://sa.indiaenvironmentportal.org.in/files/Dhaka-AQ-Brick%20Kilns.pdf>), 2019年9月13日閲覧。



[出典：A.H. Sarker., and A.H. Abir (2019)¹⁰]

図 4 ダッカにおける過去 20 年間の年間平均 PM_{2.5} 濃度



[出典：Dr. Sarath Guttikunda (2009)¹¹]

図 5 ダッカ市内における月平均 PM_{2.5} 測定量 (2009 年)

大気汚染は、ダッカ市民の健康被害を引き起こしている。2017 年に the State of World Air が発行した報告書では、ダッカ市内では年間 12 万 2,400 人の命を奪う世界第 2 位の大気汚染として位置づけられた¹²。

¹² BDD ニュース。「世界 2 位の大気汚染都市」(http://bddnews.com/post/20170217_11194/)[掲載日：2017 年 2 月 17 日]、2019 年 9 月 13 日閲覧。

2022年12月17日付のThe Daily Starでは、同国では2030年までに年間平均のPM_{2.5}を1m³あたり35μg（マイクログラム）まで引き下げることと合意したと報じている。この合意は同国を含む4か国（バングラデシュ、インド、パキスタン、ネパール）間のものであるが、近年のバングラデシュでは毎年、1m³あたり85μgから90μgのPM_{2.5}が排出されている。大気汚染が原因による呼吸器疾患やうつ病などで毎年8万人が死亡しており、これは国内GDPの4%の喪失に値する。さらにこの大気汚染による健康被害は、5歳以下の子供や高齢者（糖尿病や心臓病、呼吸器疾患などの持病を持っている高齢者）は、最も受けやすい¹³。

なかでも、ダッカ周辺の焼成レンガ工場から排出される大気汚染物質は、ダッカだけで1年に15,000人の死亡原因となっていると予測されている¹⁴。近年ではさらに加速しており、AQLIによる調査結果（2020年）では、大気汚染が原因でバングラデシュの平均寿命はWHOガイドラインで示している平均寿命よりも6.7歳短命であると示されている¹⁵。第2回調査を乾季である2022年12月に実施したが、自動車のライトをつけないと3m先も見えないくらいのスモッグが毎日かかっていた。焼成レンガ生産真っ中であること、また骨材の代替として焼成レンガを粉砕していることが要因であると考えられる。またこういった環境下にあるにも関わらず、業務に従事している人や外出している人でマスクを装着している人はほとんど見受けられなかった。気づかない間に健康を害する環境に身を置く状況になっている。



[出典：第2回調査時に調査団撮影]

写真 1 乾季のダッカ郊外の様子

DOEは2016年、大気汚染物質を排出する主要産業は焼成レンガ産業であり¹⁶、粒子状汚染物質の58%はダッカ市内外にある焼成レンガ産業から排出されているという事実に起因している¹⁰と述べるまでに

¹³ The Daily Star. “Curbing Deadly Air Pollution 4 Nations Draw up Roadmap,” 2022年12月17日発行

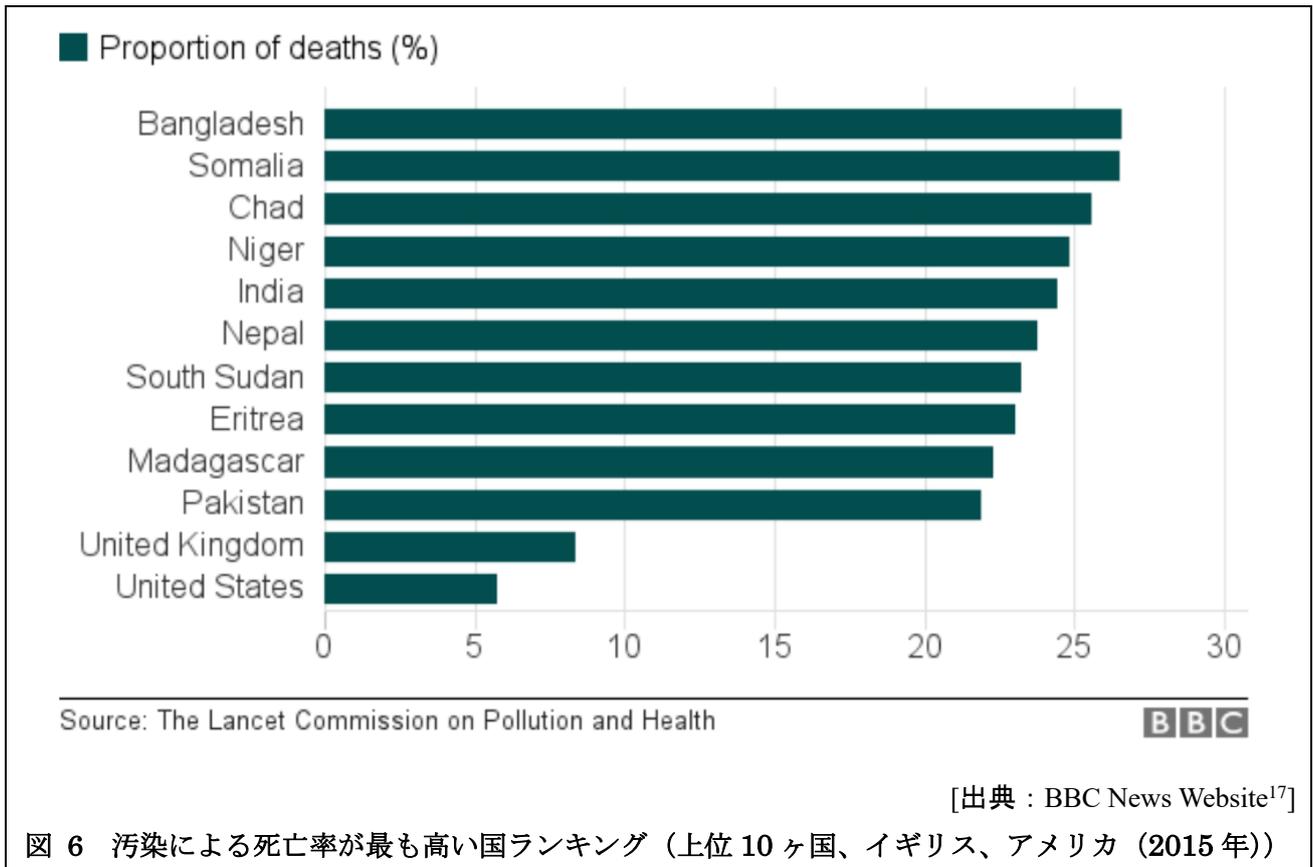
¹⁴ Maksuda Hossain, Abu Md. Abdulah. 2012. “Securing the Environment: Potentiality of Green Brick in Bangladesh,” BUP Journal, Volume 1, Issue 1, pp.79-89.

(http://fpd-bd.com/wp-content/uploads/2015/09/Securing-the-Environment_-_Potentiality-of-Green-Brick-in-Bangladesh.pdf), 2019年9月13日閲覧。

¹⁵ Mahadi Al Hasnat. 2022. “World’s worst air pollution slashes 7 years off life expectancy in Bangladesh,” MONGABAY (<https://news.mongabay.com/2022/06/worlds-worst-air-pollution-slashes-7-years-off-life-expectancy-in-bangladesh/>) [掲載日：2022年6月16日]、2020年9月22日閲覧、AQLI website. “Country Spotlight Bangladesh,” (<https://aqli.epic.uchicago.edu/country-spotlight/bangladesh/>), 2020年9月22日閲覧。

¹⁶ The Daily Star. “Choking on Dhaka’s air,” (<http://www.thedailystar.net/opinion/human-rights/choking-dhakas-air-1498228>) [掲載日：2017年11月30日]、2019年9月13日閲覧。

なっている。同国において焼成レンガ産業は、大気汚染の主要原因の 1 つとしての認識が高まりつつある。



焼成レンガ工場の集中するダッカ市北部では、大気中の粒子状物質の 38 %が焼成レンガ工場からの排出によるものであり、工場雇用者や周辺住民の健康被害や農地汚染を引き起こしている¹⁸。焼成レンガ窯から発生する CO や SO_x などの大気汚染物質は、人々の目、肺、および喉にかかる疾患の原因となるほか、子どもたちの精神的、身体的な成長を阻害する¹⁴。またバングラデシュにおける死亡数を高めている状況にある¹⁹。2015 年における世界の環境汚染による死亡数 900 万人のうち、最も多い死因原因は大気汚染であり、なかでもバングラデシュは大気汚染による死亡率が最も多く、25 %を超えている。事実、2014 年のダッカにおいて PM_{2.5} が原因とされる死亡者数 14,000 人のうち、約 1,200 人～2,800 人は焼成レンガ産業から排出された PM_{2.5} が原因であるという調査結果も出ている²⁰。2016 年には PM_{2.5} (焼成レンガ産業由来も含む) が原因とされる死亡者数は約 10.9 万人となり²¹、2 年間で約 7.7 倍も増加している。

¹⁷ Katie Silver. 2017. "Pollution linked to one in six deaths," (<https://www.bbc.com/news/health-41678533>)

[掲載日 : 2017 年 10 月 20 日]、2019 年 9 月 19 日閲覧。

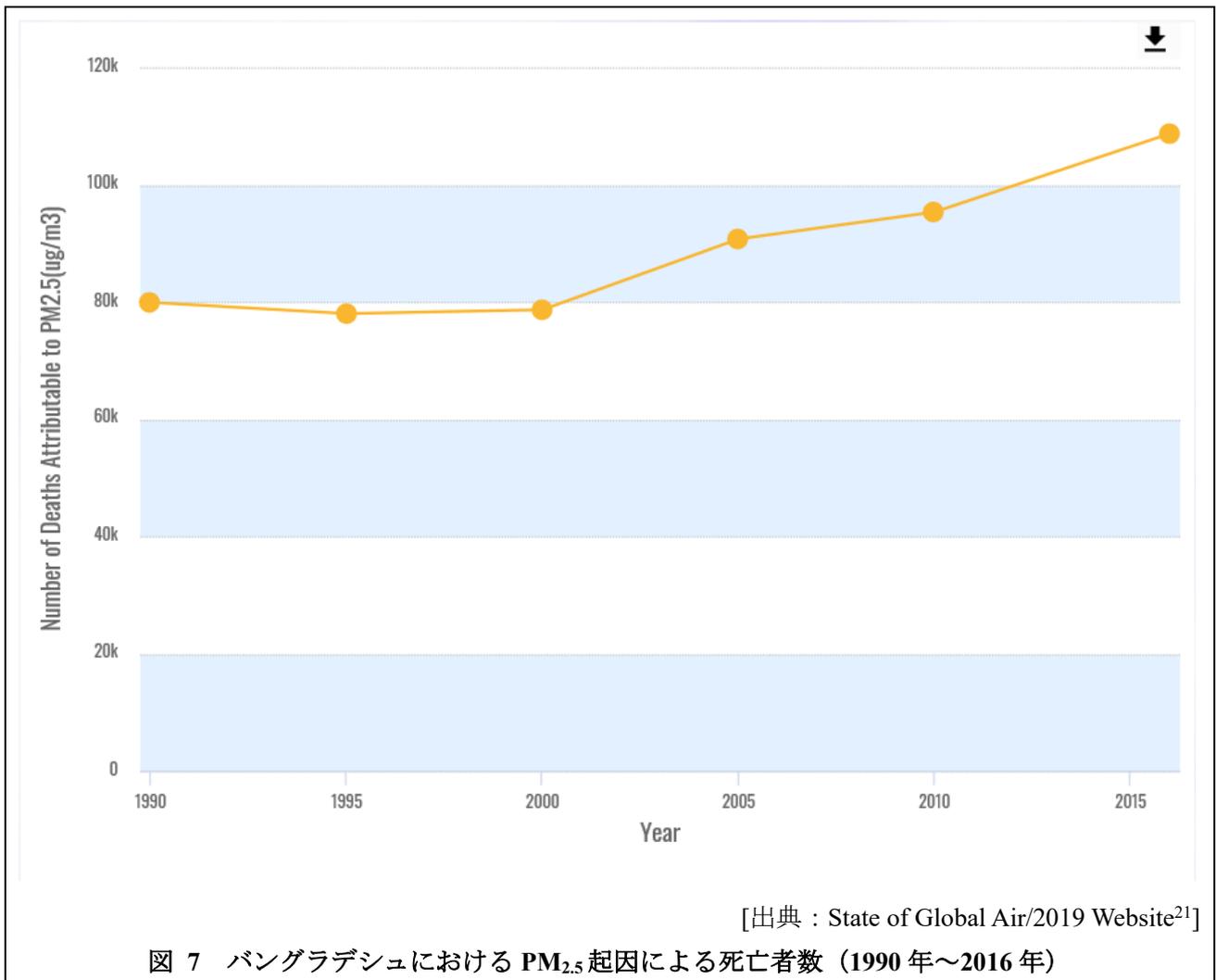
¹⁸ Lelia Croitoru., Maria Sarraf. 2012. "Benefits and Costs of the Informal Sector: The Case of Brick Kilns in Bangladesh," *Journal of Environmental Protection*, 2012, 3, pp. 476-484.

¹⁹ BBC ニュース. 「世界の 6 人に 1 人は環境汚染で死亡＝調査」 (<http://www.bbc.com/japanese/41694017>)

[掲載日 : 2017 年 10 月 20 日]、2019 年 9 月 13 日閲覧。

²⁰ Bjorn Larsen. 2016. "Benefits and costs of brick kiln options for air pollution control in Greater Dhaka – Bangladesh Priorities," Copenhagen Consensus Center.

²¹ State of Global Air/2019 Website. (<https://www.stateofglobalair.org/data2018/#/health/plot>)、2019 年 9 月 19 日閲覧。



加えて焼成レンガ産業の近隣地域の農作物や植物にも影響を与えている。焼成レンガ窯から発生する煙には粉塵が含まれている。この粉塵が食物の葉に付着することで、光合成による植物の生育を妨げるほか、SO₂やNO_xに含まれている酸が農作物に付着し、植物組織を破壊することにつながる。結果的に農作物の収穫量の減少をもたらしている⁶。また重金属を含んだ粒子は、植物毒性を引き起こす原因にもなる²²。

③焼成レンガ製造原材料として使用される肥沃な農地土壌の採取⁴

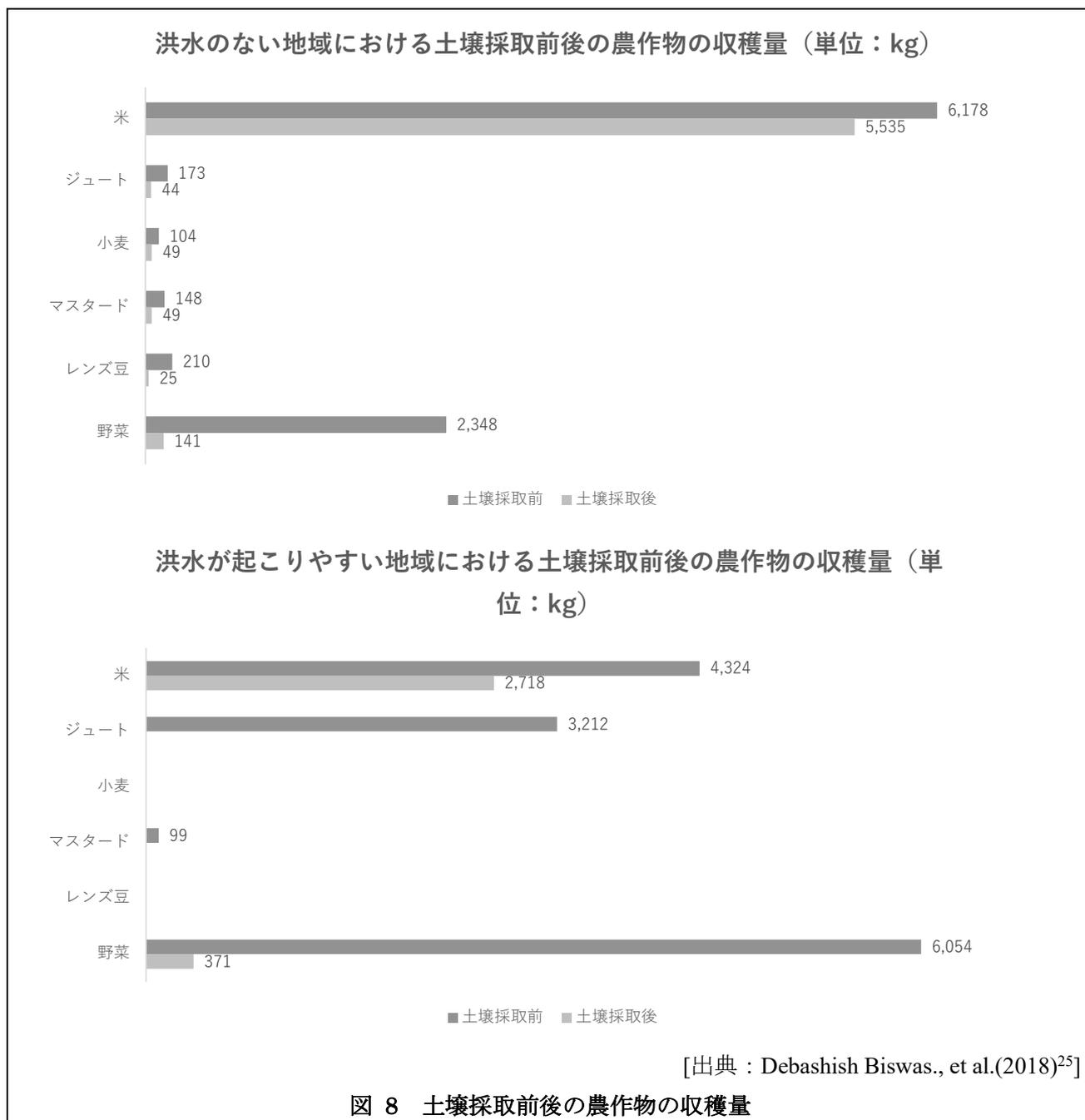
バングラデシュでは毎年 12 億 7,000 万立方フィート以上の土壌が 172 億個の焼成レンガ製造のために使用されており²³、毎年約 690 エーカーの農地が焼成レンガ製造のための土壌搾取により非耕作地と化している。そのうち、約 17%が焼成レンガ製造のための原材料確保によるものとされている²⁴。焼成レンガ

²² Department of Environment Ministry of Environment and Forests Government of the People's Republic of Bangladesh. 2017. "National Strategy for Sustainable Brick Production in Bangladesh."

²³ Dhaka Tribune. "Alternative bricks: A boon for agriculture," (<http://www.dhakatribune.com/bangladesh/environment/2016/12/18/alternative-bricks-boon-agriculture/>) [掲載日：2016年12月19日]、2019年9月13日閲覧。

²⁴ NEWAGE Bangladesh. "Ban brick kilns to save agricultural land: speakers," (<http://www.newagebd.net/article/17308/ban-brick-kilns-to-save-agricultural-land-speakers>) [掲載日：2017年6月8日]、2019年9月13日閲覧。

産業の発展は、結果として農業用地の劣化とそれに伴う食糧不足を招くという状況をもたらしている。焼成レンガ原材料として肥沃な農地土壌採取前後の農作物の収穫量は、洪水が起こりやすい地域とそうでない地域によって差異はあるものの、36%~77%の減少が見られる²⁵。こういった状況より、焼成レンガ産業による農業用地の減少は、本事業の開発課題である「焼成レンガ産業より発生する大気汚染およびそれに伴う健康被害・農地汚染」よりも大きな課題として同国政府に認識されており、解決方法を求める声も高い。現在、同国の経済成長に伴い、焼成レンガ需要は増加傾向にある²⁴ことから、肥沃な農地土壌採取はますます深刻化する課題となっている。



²⁵ Debashish Biswas., Emily S. Gurley., Shannon Rutherford., and Stephen P. Luby. 2018. "The Drivers and Impacts of Selling Soil for Brick Making in Bangladesh," Environmental Management 2018, 62, pp. 792-802.

④焼成レンガ窯から排出される高温な焼成煙による重度な健康疾患

焼成レンガは 700℃～1,100℃の高温で焼成され、製造される。焼成工程で大量の燃料を使用するため、大気汚染物質の大量排出については前述のとおりであるが、焼成工程で生じる高温、熱風もまた、焼成レンガ製造従事者の健康に大きな影響をもたらす。高温多湿な焼成窯内での長時間労働は、高温や高熱に関する健康被害を大きく受ける。

焼成レンガ窯から排出される高温な焼成煙に関する健康被害者数等に関して、バングラデシュを対象国とした調査結果については見当たらなかったが、同じ気候条件を持つ国の調査結果は学術研究等で公表されている。インドの焼成レンガ製造従事者を対象に実施された健康被害に関するアンケートでは、長時間高温多湿や熱にさらされた場合に発症する健康被害として、大量な発汗で 94%、疲労やめまいなどで 86%、頭痛で 24%という回答結果が出ている²⁶。また、ネパール国内の焼成窯内の温度が 900℃～1,100℃の焼成レンガ製造工場に従事する労働者 35 名を対象とした熱関連健康疾患発症調査によると、長時間高温多湿や熱にさらされた場合、脱水症状の 2%以上に起因する発汗率は 1 時間あたり 623.6±105.4 g、発汗量は 1,137.4±238.6 ml となる。加えて、頭痛 (34.3%) や不眠症 (25.7%)、熱けいれん (20%)、皮膚発疹 (14.2%) などを発症することも明らかとなっている²⁷。

このように熱関連健康疾患を発症すると、集中力が散漫し、焼成レンガ製造中の怪我発症率をさらに高める要因になるほか、焼成レンガの生産性も低下²⁸する。最悪の場合、熱中症や熱射病による生命の危機にさらすこともある²⁹。インドやネパールと同じ気候条件を持つバングラデシュでも、同じような健康被害が発生していると言える。焼成レンガ製造時に排出される高温や熱は、焼成レンガ製造従事者の健康を脅かす大きな問題となっている。

(2) 開発課題の背景・原因

以下に述べる焼成レンガ産業がもたらす課題は、さまざまな課題が発生する要因ともなる(図 9 参照)。さまざまな課題は、互いに原因・結果となる循環的な構造を呈している。レンガ業界にも焼成レンガ製造従事者の減少や同産業の衰退という影響をもたらす可能性、ひいてはバングラデシュ国の今後の経済成長への足かせとなる可能性もある。バングラデシュ国の今後の成長も脅かす可能性もある。

²⁶ インド・チェンナイの場合、乾季の屋外における最高気温は 40℃～45℃と高い上、焼成窯内温度は、19℃～52℃になる。また健康被害の割合は、2013 年 6 月～7 月、2014 年 3 月～4 月の暑季の頃のものである (Karin Lundgren-Kownacki., Siri M. Kjellberg., Pernille Gooch., Maruwa Dabaieh., Latha Anandh., and Vidhya Venugopal. 2018. "Climate change-induced heat risks migrant populations working at brick kilns in India: a transdisciplinary approach," *International Journal of Biometeorology* 2018 62 (3), pp. 347-358.)

²⁷ Seshananda Sanjel., Stevven M. Thygerson., Sanjau N. Khanal., and Sunil Kumar Joshi. 2016. "Environmental and Occupational Pollutants and Their Effects on Health among Brick Kiln Workers," *Journal of Safety Science and Technology*, 2016, 6, pp. 81-98.

²⁸ Sajjan Das., Md. Shamim Quamrul Hasan., Pumana Akhter., Sumaiya Huque., Sumana Khadaker., Md. Zobayer Hossain Gorapi., and Mohammad Shahriar. 2017. "Socioeconomic conditions and health hazards of brick field workers: A case study of Mymensingh brick industrial area of Bangladesh," *Journal of Public Health and Epidemiology*. Vol. 9 (7), pp. 198-205.

²⁹ AKM Abdul Ahad Biswas., Milton Kumar Saha., Irteja Hasan., Md. Faisal., and Joy Prokash. 2018. "Occupational Musculoskeletal and Respiratory illness among Brick Kiln Industry Workers in Bangladesh," *Copian Journal of Health research* 2018, 3 (3), pp. 80-85.

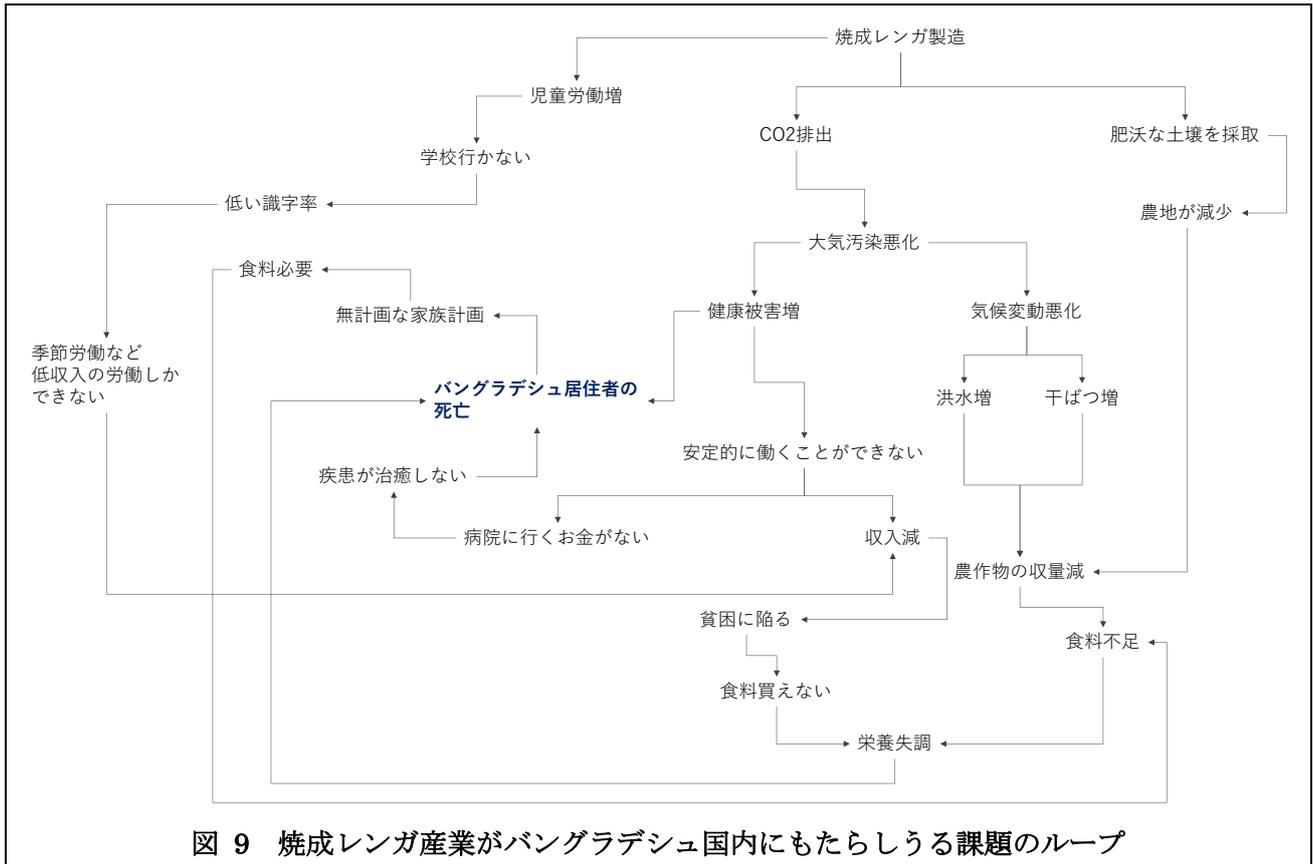


図 9 焼成レンガ産業が Bangladesh 国内にもたらしうる課題のループ

①大量の CO₂ 排出による気候変動問題／②PM、SO₂ などの大気汚染物質の排出⁴

焼成レンガ産業では、通常焼成工程を経て製品化している。2017 年時点での Bangladesh 国内における稼働中のレンガ焼成窯は 6,744 箇所²²、2018 年で 6,877 箇所¹⁰、2022 年 6 月時点では、7,881 箇所³⁰と増加傾向にある。約 8,000 箇所の 41.2%にあたるわずか 3,248 箇所が合法に稼働している焼成レンガ窯である。残りの 60%は環境保護の許可を同国の DOE に得ることなく運営している³¹。エネルギー効率の低いタイプの焼成窯（FCK 型）を中心に、焼成工程に必要な燃料は、石炭の燃焼によって大気汚染物質（PM、SO₂、NO₂、CO₂ など）が大量に放出されているとされてきた。2013 年のダッカ市内にある焼成レンガ工場から排出される PM₁₀ は 53,333 トン、PM_{2.5} で 17,557 トン、SO_x で 59,221 トンであり、同市内にある焼成レンガ工場だけで、年間 91%の PM₁₀ 排出量、84%の PM_{2.5} 排出量を占めている。焼成レンガ窯数が増加しているため、大気汚染物質の排出は増加傾向になる可能性が高い。

焼成レンガ窯別大気汚染物質の発生量を見てみると、一般的な大気汚染物質の発生量（1 kg の焼成レンガあたり）は、FCK 型において 1.18 g の PM 排出量で最も多い。CO に関しては TK 型からの排出量が最も多く、3.31 g である¹⁰。ダッカ市内に関して言えば、FCK 型の焼成レンガ窯から発生する PM_{2.5} ならびに PM₁₀ 量（32.2μ/m³）が最も多い。その他大気汚染物質を見ても、FCK 型の焼成レンガ窯からの発生

³⁰ WB の 2011 年の報告書では、焼成窯は Bangladesh 国内に 4,880 箇所存在し、これら焼成窯の 92%は旧式のエネルギー効率が極めて低いタイプ（FCK 型）と述べられている（World Bank. 2011. “Introducing Energy-Efficient Clean Technologies in the Brick Sector of Bangladesh.”）

³¹ Dhaka Tribune. “Minister: Around 60% of brick kilns operating illegally.”
<https://www.dhakatribune.com/bangladesh/303969/minister-around-60%25-of-brick-kilns-operating>
 [掲載日：2023 年 1 月 31 日]、2023 年 10 月 3 日閲覧。

量が多い (CO₂量 : 約 272 万トン / CO 量 : 約 3.5 万トン / SO₂量 : 約 1 万トン)³²。そのため、バングラデシュの環境状況を悪化させ、人々の健康被害や農地汚染などを助長させている。

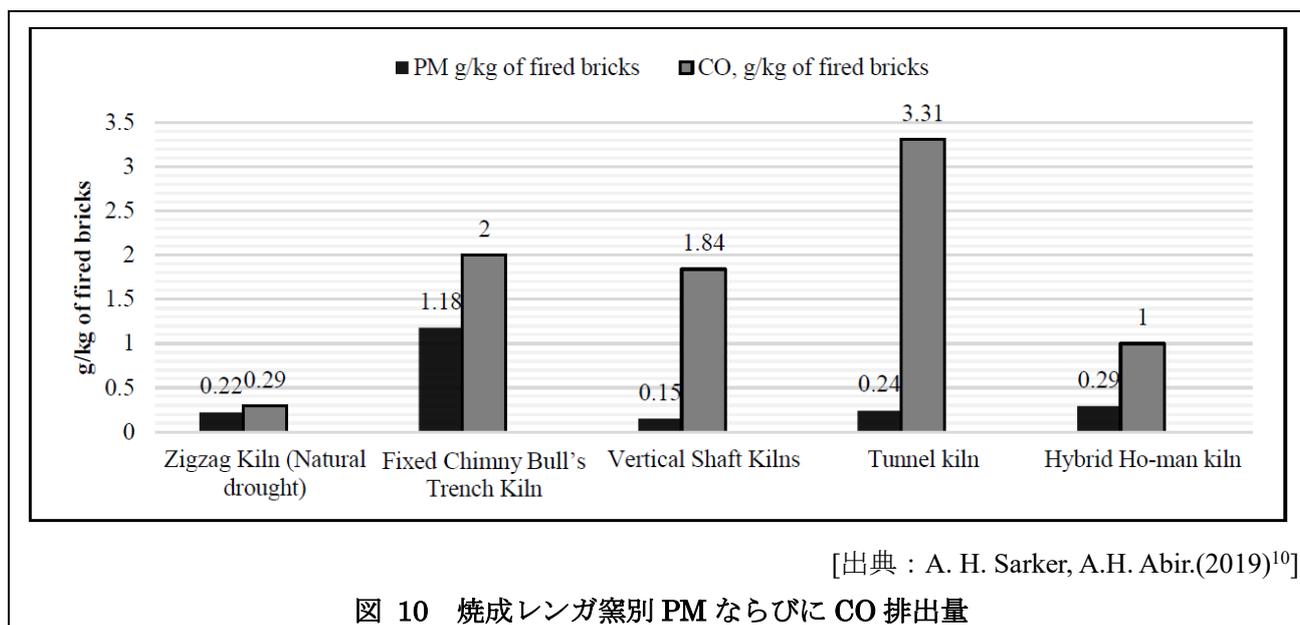


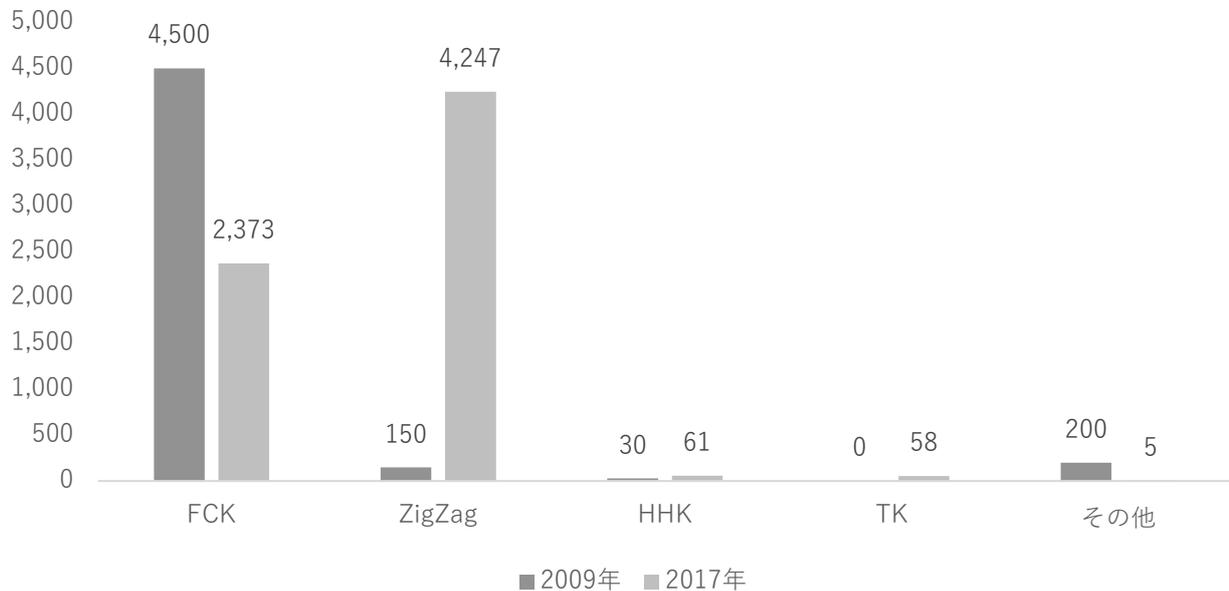
図 10 焼成レンガ窯別 PM ならびに CO 排出量

このような状況を受け、バングラデシュ銀行は 2012 年、ADB からの環境配慮型のオートメーション焼成レンガ窯に対する 5,000 万 USD (約 55 億円) の借り換え融資制度を導入した。またバングラデシュ政府は 2013 年に Brick Making and Brick Field Establishment を制定し、従来の焼成レンガ窯からエネルギー効率がよく、環境配慮型の焼成レンガ窯への代替を奨励した。Idcol (国営インフラ開発会社) もまたオートメーションの TK 型レンガ窯設置に対し、低金利での資金提供を開始している。これまでに 6 つのオートメーションレンガ窯プロジェクトに対し、総額 14 億 7,000 万 BDT (約 20 億円) を提供し、2017 年には 3 つの窯が稼働する予定である³³。DOE によると、2017 年 2 月までに約 2/3 の焼成レンガ窯が環境配慮型の焼成レンガ窯へと代替されている²。このような対応の結果、2015 年には CO₂ 排出量は約 780 万トンまで減少したという研究論文も出されている³²。しかしながら、最新の焼成レンガ窯を設置するには、大規模な投資が必要であり、銀行は小規模焼成レンガ窯所有者に対して資金の貸し出しを好ましく思っていない。そのため、なかなか最新型の焼成レンガ窯への代替が進んでいない³³。結果、大規模な CO₂ 排出量削減には至っていない。

³² Mohammad Abdul Motalib, et al. 2015. "Health Impact Of Air Pollution On Dhaka City By Different Technologies Brick Kilns," International Journal of Technology Enhancements and Engineering Research Vol. 3, Issue 05, pp.127-132. (<https://pdfs.semanticscholar.org/294b/0e204baca723766e98d4b084024159c12c91.pdf>), 2019 年 9 月 13 日閲覧。

³³ BDD ニュース。「環境にやさしいレンガ窯増加」(http://bddnews.com/post/20170331_11746/) [掲載日 : 2017 年 3 月 31 日]、2019 年 9 月 13 日閲覧。

焼成レンガ窯数比較（2009年、2017年）（単位：窯）



[出典：Government of the People’s Republic of Bangladesh (2017)²⁴]

図 11 焼成レンガ窯数比較（2009年、2017年）

③焼成レンガ窯から排出される高温な焼成煙による重度な健康疾患

焼成レンガ製造工場には、高温多湿や熱風などによって発生する健康被害の緩和や抑制のための休憩場所の確保がされていないことが多い³⁴。バングラデシュの焼成レンガ製造従事者 402 名を対象に調査を行った焼成レンガ窯が労働環境等にもたらすインパクト評価調査³⁵による、飲料水を摂取することが困難である（98.01%）という回答結果からも明らかである。加えて、生命保険の欠如（86.57%）や応急処置セットの不足（77.86%）、労働安全の未確保（75.12%）など劣悪な労働環境により、高温や熱による健康疾患の増加や症状緩和ができないでいる。また、より多くの賃金を得るために、高温や熱風の中でも労働に耐えて働く従事者もいる³⁶。健康被害を受ける焼成レンガ製造従事者は絶えない状況にある。

④焼成レンガ製造原材料として使用される肥沃な農地土壌の採取⁴

一般的に焼成レンガ原料は、土壌、水、セメントである。バングラデシュでは肥沃な農業用地の上層土壌を 18 インチ（約 45.72 cm）以上採取し、焼成レンガ製造に使用している³⁷。焼成レンガ原料に好まし

³⁴ Karin Lundgren-Kownacki., Siri M. Kjellberg., Pernille Gooch., Maruwa Dabaieh., Latha Anandh., and Vidhya Venugopal. 2018. “Climate change-induced heat risks migrant populations working at brick kilns in India: a transdisciplinary approach,” *International Journal of Biometeorology* 2018 62 (3), pp. 347-358.

³⁵ Sajan Das., Md. Shamim Quamrul Hasan., Pumana Akhter., Sumaiya Huque., Sumana Khadaker., Md. Zobayer Hossain Gorapi.,

and Mohammad Shahriar. 2017. “Socioeconomic conditions and health hazards of brick field workers: A case study of Mymensingh brick industrial area of Bangladesh,” *Journal of Public Health and Epidemiology*. Vol. 9 (7), pp. 198-205.

³⁶ Moumita Sett., and Subhashis Sahu. 2014. “Effects of occupational heat exposure on female brick workers in West Bengal, India,” *Global Health Action*, Vol.7, pp.1-11.

³⁷ The Daily Star. “Precious Topsoil, burnt for bricks,”

(<http://www.thedailystar.net/frontpage/brick-kilns-breed-woes-farmers-207520>) [掲載日：2016年1月26日]、2019年9月13日閲覧。

い土壌は、水はけが良い粘土質である³⁸。肥沃な農業用地はこの特性を有しているため、焼成レンガ原材料として好まれている。しかしながら、肥沃な表土を採取した場合、土壌に含まれている窒素、リン、カリウムなどの含有量が 50%も低下する³⁹。一度肥沃な土壌を取り除くと、3～4 年は耕作地として使用することができず、土地の状態によっては土壌の再生に 20 年の月日を要する可能性もある³⁷。仮に耕作できたとしても、肥沃な土壌でないことにより、作付けパターンが乱れ、かつては数種類栽培できていた穀物が 1 種類の穀物栽培までに減少する状況となる³⁸。また、政治的・経済的影響力のある焼成レンガ窯所有者により農地の長期的な貸与を余儀なくされ、肥沃な農地土壌を採取せざるを得ない農家も多い⁴⁰。

加えて、バングラデシュの肥沃な農地土壌の採取は、隣国であるインドの農地土壌使用状況にも関連する。インドでは、すでに焼成レンガ製造のための農地土壌使用が禁止されている。そのため、バングラデシュ国内の農地から採取した肥沃な土壌を用いて製造した焼成レンガを、インドに輸出している傾向にもある。また、焼成レンガ製造の原材料として土壌を販売することは、年間 3 種類の穀物を栽培するよりも大金を得ることができる³⁷ という農家の生計状況がある。農家 120 人を対象とした焼成レンガ原材料として土壌販売をする背景に関する調査結果²⁵によると、800 m³の土壌販売価格は、約 10 万 BDT (約 13 万円) である。この面積は収穫米の 650～680 kg 分に相当し、米の販売価格は約 12,000 BDT (約 1.6 万円) となる。時として、経済的緊急性を要する農家にとって、約 8 年間米を販売しなければ、土壌販売価格まで稼ぐことができない農作物よりも、短期間で収益を上げることができる土壌販売に魅力を感じ、土壌販売の動機になっている。こういった状況が相まって、肥沃な農地土壌が焼成レンガ製造に使用される状況に拍車をかけている。

2. 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

(1) 開発計画

バングラデシュにおける環境政策は、規則、規制、ガイドライン、基準から構成されており、DOE は環境汚染規制令 (The Environment Pollution Control Ordinance, 1977 年制定) と同時に開設された。DOE はバングラデシュにおける「国家としての環境政策の実施について、法律上の責任を有している」⁴¹。

バングラデシュの長期的な展望が記載されているバングラデシュ展望計画 (Perspective Plan of Bangladesh 2010-2021) は、2021 年までに中所得国を目指した長期的戦略として位置づけ、産業や交通等から発生する大気汚染の抑制にかかる行動や措置を通じ、気候変動や地球温暖化の悪化を軽減させることを目標としていた⁴²。この展望計画を実行するため、具体的な行動計画として五カ年計画が定められて

³⁸ MD. Sirajur Islam., Samina Nasrin Borna., Diti Akter., MD. Humayun Kabir., and KM Delowar Hossain. 2017.

“Impacts of Brick Manufacturing on Agricultural Land at Tangail Region of Bangladesh,” *Journal of Science and Technology*, 7 (1 & 2), December 2017, pp. 117-126, 2019 年 9 月 17 日閲覧。

³⁹ 西ベンガル地方でのサンプリング調査結果による。(Rabin Das. 2013. “Land Degradation in Terms of Environmental Cost Due to the Emergence and Development of Brick Kilns – A Study On Khejuri CD Blocks Over Coastal Medinipur in West Bengal,” *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 2019 年 9 月 17 日閲覧.)

⁴⁰ The Financial Express. “Running brickfields on farm land unabated in Rangpur,” (<http://today.thefinancialexpress.com.bd/country/running-brickfields-on-farm-land-unabated-in-rangpur-1514905488?date=03-01-2018>) [掲載日：2018 年 1 月 3 日]、2019 年 9 月 17 日閲覧。

⁴¹ ATM Nurul Amin. 出版年不明。「バングラデシュの環境課題とその政策的対応」(<https://www.oecc.or.jp/wp-content/uploads/2017/05/64p3.pdf>)、2019 年 9 月 13 日閲覧。

⁴² Government of the People’s Republic of Bangladesh. 2012. “Perspective Plan of Bangladesh 2010-2012 Making Vision 2021 a Reality,” (https://bangladesh.gov.bd/sites/default/files/files/bangladesh.gov.bd/page/6dca6a2a_9857_4656_bce6_139584b7f160/Perspective-Plan-of-Bangladesh.pdf)、2019 年 9 月 13 日閲覧。

いる。第6次五カ年計画（Sixth Five Year Plan FY2011-FY2015）では、大気汚染管理として、FCK型の旧式焼成レンガ窯の使用を禁止し、HHK型などの近代的技術を備えた焼成レンガ窯への代替を促進していく旨、記載されている。そして第7次国家五カ年計画（Seventh Five Year Plan FY2016-FY2020）では、環境マネジメント項目として、大気汚染の改善を掲げており、実施計画として焼成レンガ産業規制の遵守が入っている。なお、第8次国家五カ年計画（Eight Five Year Plan）は2020年の中期より素案の検討に入り⁴³、2020年12月に第1版として発行された⁴⁴。

年	計画名	期間	概要
2012	Perspective Plan of Bangladesh 2010-2021	長期間	<ul style="list-style-type: none"> 2021年までにバングラデシュをより豊かにすることを目的に、ビジョン、ミッション、目標を定めたものである 気候変動や地球温暖化悪化抑制のため、大気汚染発生を抑制する行動や措置を行うことが明記されている
2011	第6次国家五カ年計画 (Sixth Five Year Plan (2011-2015))	中期間	<ul style="list-style-type: none"> 環境マネジメント項目として、大気汚染の改善を掲げており、実施計画として焼成レンガ産業抑制の遵守が定められている 焼成レンガに関する規則については焼成レンガに関する政策、法制度にて定められている
2015	第7次国家五カ年計画 (Seventh Five Year Plan (2016-2020))		
2020	第8次国家五カ年計画 (Eighth Five Year Plan (2020-2025))	中期間	<ul style="list-style-type: none"> 第7次五カ年計画に引き続き、環境マネジメント項目として、大気汚染の改善を挙げている 焼成レンガ産業由来も含む包括的な大気汚染問題への規制として Clean Air Act 2020 を施行したことについて言及している 環境改善のための一事例として焼成レンガ産業について言及している

[出典：World Bank（2017）⁴⁵、DOEへのヒアリング結果⁴⁶に基づき調査団作成]

（2）政策

国家環境政策（National Environment Policy, 1992年制定）は、バングラデシュにおける環境政策大綱という位置づけである。同政策では環境汚染を発生させる行動の管理を政策目標の1つに位置づけ、これに関連して産業と土地が優先項目として挙げられている。産業項目においては、EIAを通じた大気汚染を

⁴³ バングラデシュが中所得国入りした段階から、第8次国家五カ年計画を実施したいという意向がある

(Mehdi Musharraf Bhuiyan. 2018. "Eighth Five-Year Plan formulation: Govt won't seek donors' help."

(<https://thefinancialexpress.com.bd/economy/bangladesh/eighth-five-year-plan-formulation-govt-wont-see-donors-help-1538973100>) [掲載日：2018年10月16日]、2019年9月20日閲覧.)

⁴⁴ General Economic Division (GED), Bangladesh Planning Commission, Government of the People's Republic of Bangladesh. 2020. "8th Five Year Plan July 2020- June 2025 Promoting Prosperity and Fostering Inclusiveness"

⁴⁵ World Bank. 2011. "Introducing Energy-Efficient Clean Technologies in the Brick Sector of Bangladesh."に基づき作成。加えて以下を参照し、作成した (Bangladesh Sangbad Sangstha (BSS). "Brick making and brickfield establishment (control) (amendment) bill, 2019 placed in JS," (<http://www.bssnews.net/?p=163930>) [掲載日不明]、2019年9月17日閲覧.)

Department of Environment Ministry of Environment and Forests Government of the People's Republic of Bangladesh. 2017. "National Strategy for Sustainable Brick Production in Bangladesh."、The Daily Star. "Feasibility of Brick Kiln Control Act,"

(<https://www.thedailystar.net/law-our-rights/feasibility-brick-kiln-control-act-1225177>) [掲載日：2016年5月17日]、

2019年9月17日閲覧.)、Md. Masudur Rahman Bhuiyan. 2013. "Assessment of Environmental Laws in Bangladesh: A GIS based case Study on Brickfields of Savar" (Thesis), Institute of Governance Studies BRAC University, Dhaka.、The Daily Star. "Towards a better labour law – Recent amendments to Bangladesh Labour Act 2006,"

(<https://www.thedailystar.net/law-our-rights/news/towards-better-labour-law-recent-amendments-bangladesh-labour-act-2006-1675000>) [掲載日：2018年12月18日]、2019年9月18日閲覧.)

⁴⁶ 2022年12月15日実施

排出する産業の建設禁止が、土地項目においては土地の侵食や肥沃な土壌の損失につながるような行動の禁止が記載されている。NEPは2013年に改訂され、河川や小川、湿地帯を汚染から保護することが明記されている。

年	制度名	関連省庁	概要・状況
1992	National Environment Policy (NEP) 1992	MOEFC	<ul style="list-style-type: none"> 環境汚染を発生させる行動管理を政策目標の1つに位置付け、産業と土地を優先項目として挙げている
2013	National Environment Policy (NEP) 2013		<ul style="list-style-type: none"> National Environment Policy (NEP) 1992の改訂版である 河川や小川、湿地帯を汚染から保護することが明記されている⁴⁷

[出典：World Bank (2017) ⁴⁵]

(3) 法令等

バングラデシュ政府は、これまで焼成レンガ産業に対して薪炭材の使用禁止 (The Brick Burning (Control) Act 1989, 1989年制定)、工場の立地規制 (The Brick Kiln (Control) (Amendment) Act, 2001, 2001年制定、Brick Manufacturing and Brick Kilns Establishment (Control) Act 2013, 2013年制定)、煙突の高さ規制 (Brick Burning Rules, 2002年制定)、エネルギー効率化 (Brick Manufacturing and Brick Kilns Establishment (Control) Act 2013, 2013年制定) などの環境規制を実施してきた。しかしバングラデシュの焼成レンガ全工場のうち、3分の1は無許可で稼働している⁴⁸というデータからも、これら規制の履行は、煙突の高さ規制を除き限定的であった。これを受け、2019年2月には Brick Manufacturing and Brick Kilns Establishment (Control) Act 2013 の改訂がなされ、焼成レンガ産業の従来技術の禁止や特定区域内での焼成レンガ工場建設の禁止などを明確化した Brick Manufacturing and Brick Kiln Establishment (Control) (Amendment) Bill, 2019 が可決された。この法令は、焼成レンガ製造工場の継続的な事業実施に大きな影響をもたらす可能性が高い。この法令で定める全事項を遵守しなければ、法令遵守と認められず、焼成レンガ製造許可の取得ができないが、90%近くの焼成レンガ製造工場が遵守できていない (2016年時点)。また同国の焼成レンガ製造工場のうち63%は近代的な焼成レンガ窯への変更を行なっているが、その他の関連法令を遵守できていないため、法令遵守と認められず、焼成レンガ製造許可の取得できていない。法令遵守が今後厳しくなると、100万人の焼成レンガ製造従事者が失業すると危惧されている⁴⁹。

この法令に関連して同国政府は、2025年までにすべての建設工事において焼成レンガの利用を廃止し、コンクリート・ブロックの利用に切り替えることを発表している。2023年までに60%の利用、2024年までに80%の利用、そして2025年までに100%の利用を目標としている。しかし、既存の建築物の修理や

⁴⁷ Md. Khalequzzaman. “National Environment Policy: Promises need to follow with action,” bdnews24.com, (<https://opinion.bdnews24.com/2013/10/07/national-environment-policy-promises-need-to-follow-with-action/>) [掲載日：2013年10月7日]、2019年9月17日閲覧。

⁴⁸ この結果は2018年8月データによる(Sajibur Rahman. 2018. “One-third brick kilns run unlicensed,” The Financial Express. (<http://www.today.thefinancialexpress.com.bd/print/one-third-brick-kilns-run-unlicensed-1539446578>) [掲載日：2018年10月14日]、2019年9月17日閲覧。

⁴⁹ Faisal Atik. 2016. “Brick-makers not following new regulations,” bdnews24.com (<https://www.google.com/amp/s/m.bdnews24.com/amp/en/detail/bangladesh/1257700>) [掲載日：2016年12月15日]、2019年9月17日閲覧。

改修は対象外となっている⁵⁰ほか、コンクリート・ブロック利用促進に対して、融資制度やインセンティブが付与されていないため、なかなか普及していない⁵¹。また、2025年に焼成レンガの利用の禁止対象となるのは、政府が建設する建築物や道路などが対象であり、民間企業が建設するものは、焼成レンガの利用は認める方向となっている⁴⁶。2019年2月に可決された改訂版も含め、バングラデシュの焼成レンガ産業に関する政策や法制度は、結果的にある領域に対して限定的な効果を発揮するのみにとどまることが推察される。

また、環境保全法 (Bangladesh Environmental Conservation Act, 1995年制定)、環境保全規定 (The Environmental Conservation Rules, 1997年制定)、レンガ窯政策 (Brick Kiln Policy, 2008)では、特定業種に対しDOEが発行する環境適合証明 (Environmental Clearance Certification) を取得しないと工場の設立や事業実施ができないとしている。バングラデシュでは、焼成レンガ産業は特定業種に該当するため、事業準備調査や環境管理計画書の提出が義務付けられている。本規定の中では、焼成窯からのばい煙・粉塵が1,000mg/m³といった大気に関する環境基準も設定されている。2018年には、DOEならびにBELAによってクリーンエア法 (Clean Air Act) が、MOEFCに対して提案されている。国家大気品質管理計画の設立、多様な省庁から29名集まった専門委員会の設立、法律違反の場合は10年の禁固刑を執行するなどの内容が提案されている。その後この提案は、MOEFCによってClean Air Act 2019として策定され、既存の法規制との関連性を持たせている⁵²。なお、第8次国家五カ年計画にはClean Air Act 2020として既に施行済みである旨、記載があったため、現地調査で確認したが、該当する法令が見当たらなかった。

加えて、レンガ焼成法 (Brick Burning Act, 1989年制定, 2001, 2013年改訂) の内容も含んだレンガ製造・レンガ産業設立 (管理) 法 (Brick Manufacturing and Brick Kilns Establishment (Control) Act 2013, 2013年制定) は、焼成レンガ産業全般にかかる規制内容であるが、肥沃な農地からの土壌採取にかかる規制について言及されている。法律では焼成レンガ製造のために農地から土壌採取することを禁じており⁵³、2023年に「農地管理法」が制定され、農地土壌を採取することを政府だけではなく、個人に対しても禁止することとなった⁵⁴。

バングラデシュには、安全な労働環境、労働者の健康、労働者雇用等に関する Bangladesh Labour Act, 2006 が制定されている。2013年には大幅な改訂 (Bangladesh Labour (Amendment) Act, 2013) がなされ、労働者人数に応じて、労働者の安全確保や保健福祉の充実を目指す組織の設置が義務付けられた⁵⁵。2018年には、バングラデシュ全産業において、労働者の権利を確保し、ILOの基準に準拠させることを目指した改訂版の草案 (Bangladesh Labour (Amendment) Act, 2018) が同国政府に承認されている⁵⁶。

⁵⁰ Mohammad Al-Masum Molla. 2019. "Checking Air Pollution: Bye bye brick!," The Daily Star. (<https://www.thedailystar.net/backpage/news/check-air-pollution-bye-bye-brick-1834924>) [掲載日: 2019年12月3日]、2022年8月16日閲覧。

⁵¹ Anwar Hossain. 2022. "Concrete blocks industry limping," Bangladesh Post. (<https://bangladeshpost.net/posts/concrete-blocks-industry-limping-90218>) [掲載日: 2022年7月17日]、2022年8月16日閲覧。

⁵² Ehsanul Haque Jasim. 2022. "No specific law on air pollution, govt to formulate rules," Bangladesh Post (<https://bangladeshpost.net/posts/no-specific-law-on-air-pollution-govt-to-formulate-rules-88996>) [掲載日: 2022年6月29日]、2022年9月22日閲覧。

⁵³ The Daily Star. "Green brick shows hope," (<http://www.thedailystar.net/frontpage/green-brick-shows-hope-1492840>) [掲載日: 2017年11月18日]、2019年9月13日閲覧。

⁵⁴ Dhaka Tribune. "Govt to ban sand extractions from cropland," (<https://www.dhakatribune.com/bangladesh/285464/govt-to-ban-sand-extractions-from-cropland>) [掲載日: 2023年6月19日]、2023年12月8日閲覧。

⁵⁵ Department of Environment Ministry of Environment and Forests Government of the People's Republic of Bangladesh. 2017. "National Strategy for Sustainable Brick Production in Bangladesh."

⁵⁶ Bangladesh Awami League. "Cabinet approves Bangladesh Labor (Amendment) Act, 2018," Bangladesh Awami League website. ([http://albd.org/articles/news/32157/Cabinet-approves-Bangladesh-Labor-\(Amendment\)-Act,-2018](http://albd.org/articles/news/32157/Cabinet-approves-Bangladesh-Labor-(Amendment)-Act,-2018)) [掲載日: 2018年9月3日]、2019年9月18日閲覧。

年	レンガ産業に関する政策・法制度名	関連省庁	概要・状況
1989	The Brick Burning (Control) Act, 1989	DOE, MOEFC	<ul style="list-style-type: none"> ・ バングラデシュでの焼成レンガに関する初めての法律である ・ 焼成レンガ製造のためのライセンス取得（有効期間 5 年間）、焼成レンガ製造における薪利用の禁止が義務付けられた ・ 違反の場合、最高 6 ヶ月の懲役または 1 万 BDT（約 1.3 万円）の罰金、もしくはこの両方が科せられた ・ 薪利用が制限されたものの、一部地域では実際、薪が利用されていた
1989	The Brick Burning (Control) Rules, 1989		<ul style="list-style-type: none"> ・ 焼成レンガ製造のためのライセンス取得に関する手順の詳細が明記された
1992	The Brick Kiln (Control) (Amendment) Act, 1992		<ul style="list-style-type: none"> ・ The Brick Burning (Control) Act, 1989 の改訂版である ・ 違反の場合、最高 6 ヶ月の懲役または 5 万 BDT（約 6.5 万円）の罰金、もしくはこの両方が科せられ、裁判中に焼成レンガと燃料の没収が命ぜられる可能性があることが追記された
2001	The Brick Kiln (Control) (Amendment) Act, 2001		<ul style="list-style-type: none"> ・ The Brick Burning (Control) Act, 1989, 1992 の改訂版である ・ 地区の中心、市域、居住築、庭園、政府保安林の半径 3km 以内に焼成レンガ窯を製造してはならないとした ・ 土地に関する項目が追記された ・ 本制度の範囲内で焼成レンガ窯製造が不可能であったため、BBMOA が非難したことにより、この項目については実際、制定に至らなかった
2002 年 10 月	Brick Burning Rules		<ul style="list-style-type: none"> ・ 焼成レンガ工場における煙突の高さを 120 フィートにすることを義務付けた ・ 都市部の BTK 型から FCK 型に移行したため、都市部では機能した制度であった ・ 違法的に一部 BTK 型が利用され続けた
2007 年 3 月	GOB Notification		<ul style="list-style-type: none"> ・ 焼成レンガ工場の所有者は、2010 年までに焼成レンガ製造のために代替燃料を使用し、技術レベルを上げなければ、環境適合証明を更新できないとした ・ 制度促進に関する活動が現場で行われなかったため、実質的に制度制定には至らなかった
2008	Brick Kiln Policy, 2008		<ul style="list-style-type: none"> ・ 環境許可認証の発行を通じ、違法な焼成レンガ窯建設を管理することを目的とした政策である ・ Bangladesh Environment Conservation Act, 1995 に基づいて作成された
2010 年 6 月	GOB Notification		<ul style="list-style-type: none"> ・ 2010 年 6 月の制定日から 3 年間は FCK 型の利用を禁止するとした（WB の支援の下、実施）

[出典：World Bank（2017）⁴⁵]

年	レンガ産業に関する政策・法制度名	関連省庁	概要・状況
2011	Revision of Brick Burning Act	DOE, MOEFC	<ul style="list-style-type: none"> より効率的でよりクリーンな焼成レンガ産業とすることを目的とした法令である 2013年4月に議会がこのドラフトを承認した
2013	Brick Manufacturing and Brick Kilns Establishment (Control) Act 2013		<ul style="list-style-type: none"> 環境と生物多様性の発展と保全を目的とした法令である（具体的には、居住地での焼成レンガ工場建設の禁止のほか、商業地と農業地、森林、保護区、湿地、ECAsの保護） 近代的な技術を有した焼成レンガ窯への更改とその移転のため、2年間の猶予が許可された 違反の場合、5年の懲役または50万BDT（約66万円）の罰金、もしくはこの両方が科せられる 2014年7月に承認された
2019	Brick Manufacturing and Brick Kiln Establishment (Control) (Amendment) Bill, 2019		<ul style="list-style-type: none"> Brick Making and Brick field Establishment (Control) Act 2013の改訂版である 焼成レンガ産業の従来技術の禁止、禁止区域内の焼成レンガ窯建設は違法とみなされ、該当地域の本質により、罰則の程度が異なる点において追記されている 違反の場合、2年の懲役または20万BDT（約26万円）の罰金、もしくはこの両方が科せられる ガスの超過排出や液体燃料の超過利用の場合、1年の懲役または1万BDT（約1.3万円）の罰金、もしくはこの両方が科せられる 2019年2月に可決された

[出典：World Bank (2017) 45]

年	大気汚染に関する政策・法制度名	関連省庁	概要・状況
1977	Environment Pollution Control Ordinance, 1977	DOE, MOEFC	<ul style="list-style-type: none"> 環境保全のために限定的な規定を定めたものである Environmental Conservation Act (ECA), 1995に取って代わられた
1992	Environmental Policy and Action Plan	MOEFC	<ul style="list-style-type: none"> 環境保全のために地域に優先順位を定めた 法的委任がなかったため、Environmental Conservation Act (ECA), 1995が法的フレームワークの提示を求めた

[出典：World Bank (2017) 45]

年	大気汚染に関する政策・法制度名	関連省庁	概要・状況
1995	Environmental Conservation Act (ECA), 1995	DOE, MOEFC	<ul style="list-style-type: none"> 環境保全を目指し、汚染を管理・緩和するため、環境基準を設定した
1997	Environmental Conservation Rules (ECR), 1997		<ul style="list-style-type: none"> 焼成レンガ産業を含め、各産業が大気中に排出する汚染物質の基準を定めた 焼成窯からのばい煙・粉塵を 1,000mg/m³ と定めた DOE の能力不足により、制定に至らなかった
2005	Revision of ECR 1997		<ul style="list-style-type: none"> より厳密な大気中の汚染物質の基準と、自動車からの排気物質の基準を定めた PM_{2.5} 基準も定められた

[出典：World Bank (2017) 45]

年	土地に関する政策・法制度名	関連省庁	概要・状況
2001	National Land Use Policy, 2001	MOL	<ul style="list-style-type: none"> 産業・商業施設の設立（環境システムと調和の取れた土地利用、土壌汚染防止）や居住地域の計画外の拡張規制のための土地の区画システムを含む土地利用の効果的な手法の提示を目的としたものである 違法な焼成レンガ窯建設により土地利用の変化と環境悪化をもたらすとして、焼成レンガ産業に代替土壌を焼成レンガ原材料として使用することを示唆している
2013	Brick Manufacturing and Brick Kilns Establishment (Control) Act 2013	DOE, MOEFC	<ul style="list-style-type: none"> 肥沃な農地からの土壌採取にかかる規制について明記されている⁵⁷

[出典：World Bank (2017) 45]

⁵⁷ 土壌使用管理ならびに土壌使用抑制にかかる項目は、以下の4点である。①現在施行されている他法律に本条項が含まれていても、農地や丘から採取した土壌を原材料としてレンガを製造してはならない、②正式な承認なしに、池や運河、沼地、小川、深水槽（ディーブ・タンク）河川、haor-baor（バングラデシュにおける沼地）、陸地、荒野からレンガ製造目的のために土壌採取してはならない、③レンガ製造の原材料として土壌を減らすため、近代技術を有する焼成レンガにて、空洞レンガを最低でも50%製造しなければならない、④レンガや土壌は、upazila（バングラデシュにおける地域の1つ）や連合、LGEDが建設した農村道路にて使用される大型車で輸送してはならない（株式会社エイケン、京浜蓄電池工業株式会社.2018年、「バングラデシュ国無焼成レンガの生産を可能とする無機質強化材導入の基礎調査」業務完了報告書）。

年	労働に関する政策・法制度名	関連省庁	概要・状況
2006	The Bangladesh Labour Act, 2006	MOLE	<ul style="list-style-type: none"> 安全な労働環境、労働者の健康、労働者雇用等について定めたもの 法令の対象外の組織は、雇用に関する基準や規制を作成しなかった
2013	The Bangladesh Labour (Amendment) Act, 2013		<ul style="list-style-type: none"> 労働組合結成の自由、労働安全衛生の改善など、2006年の労働法に記載されていた計87項目を内容変更した
2018	The Bangladesh Labour (Amendment) Act, 2018		<ul style="list-style-type: none"> 育休制度とその期間の給付金の提供、食堂の設置（労働者在籍数25名以上）、労働者遺族への福利厚生基金の提供、工場での児童労働禁止などが修正された

[出典：World Bank（2017）⁴⁵]

3. 当該開発課題に関連する我が国の国別開発協力方針

我が国の「対バングラデシュ人民共和国 国別開発協力方針」（2022年4月）⁵⁸では、重点分野（中目標1）「中所得国化に向けた、全国民が受益可能な経済成長の加速化」の開発課題1-3（小目標）「都市開発」において、大気汚染などを含む都市環境問題が深刻化していることを認識している。また（中目標2）「社会脆弱性の克服」の開発課題2-4（小目標）「防災/気候変動対策」において、「防災・気候変動に対し、総合的な取組を行う」としている。これらの重点分野より、本案件は我が国の国別開発協力方針と整合性があると言える。

4. 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析

（1）我が国の ODA 事業

本調査に関連する ODA 事業を以下にまとめる。いずれの事業も本案件化調査で扱う無焼成レンガと製造機が同国内で安定的に普及する一助になると考える。

協力プログラム名	案件名	実施スキーム	実施期間	概要	関連性
教育の質の向上プログラム	産業人材のニーズに基づく技術教育改善プロジェクト	技術プロジェクト	2019年2月～2024年2月	経済成長を支える質の高い人材を育成するために、電気、電子、機械、コンピューター分野の実習や教材の改善、企業との連携強化を通じ、産業界のニーズに合う人材育成を行う	本案件化調査を通じたレンガ製造機の稼働方法やメンテナンス（修繕、部材交換）のノウハウ提供により、機械分野の人材育成に貢献する
—	建築行政体制強化プロジェクト	技術プロジェクト	2019年度～2024年度	ダッカ市内の建築物の構造設計、施工、安全性改善のための方法についての能力や認識を高める	本案件化調査を通じた高品質な無焼成レンガについての情報共有により、建築資材としての利用可能性の拡大に貢献する

[出典：外務省（2022年）⁵⁸に基づき、調査団作成]

⁵⁸ 外務省、「対バングラデシュ人民共和国 国別開発協力方針」、2022年4月、<https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/files/000072273.pdf>[掲載日不明]、2022年9月15日閲覧。

加えて、亀井製陶株式会社ならびに株式会社アルセドが実施した「無焼成固化技術を使ったレンガ事業準備調査」(2014年度 JICA BOP ビジネス連携促進事業)、ならびに亀井製陶株式会社による「無焼成固化技術を活用したレンガ製造普及・実証事業」(2016年度・普及・実証事業)は、バングラデシュの焼成レンガ産業が抱える大気汚染課題の解決を目指したもので、機材導入を中心とした事業展開を想定している。機材規模は大きく、相応の初期費用を確保することのできる規模の焼成レンガ製造工場が対象となると想定される。本案件化調査の無焼成レンガ製造機は、可動式かつ手動式であり、高品質な無焼成レンガを製造するための試験製造機としての販売となる。大型機械を中心とするビジネス展開ターゲット層も売り先となる可能性はあるが、製造機の用途が製品製造なのか試験製造なのかという違いがあるため、差別化することができる。

(2) 他ドナーの先行事例分析

これまでバングラデシュ国内で実施された他ドナーの先行事例は、高効率なレンガ焼成窯の導入による大気汚染物質の低減とした焼成レンガ産業の大気汚染対策を目的としたものである。そのため高効率なレンガ焼成窯の導入には、資金確保が必須となる。

ドナー名	案件名 (日本語表記)	概要	実施期間	予算
WB	クリーンエア・持続可能な環境プロジェクト (Clean Air and Sustainable Environment Project)	ダッカ市内の大気質を改善するため、主要な汚染源である交通と焼成レンガ産業に関する制度改革、大気質のモニタリング等に関する DOE への支援などを行った	2009年5月～ 2014年12月	US\$71.2M (約78億円)
WB	窯の効率性向上プロジェクト (Improving Kiln Efficiency Project)	環境的に持続可能な焼成レンガ産業に変化することを目的に、HHK型のレンガ焼成窯技術を利用し、GHG削減量から認証排出削減(CER)を購入し、バングラデシュの焼成レンガ産業に資する	2009年8月～ 2016年6月	US\$14.3M (約15.6億円)
UNDP	レンガ製造産業における窯の効率性向上 (Improving Kiln Efficiency in the Brick Making Industry)	焼成レンガ産業に起因する温室効果ガスを減少させるため、エネルギー効率のいいレンガ焼成窯技術を普及させる。具体的には効率的なレンガ焼成窯の検証と意識の向上、技術への投資、実施訓練などである	2010年1月～ 2014年12月	US\$2M (約2.2億円)
ADB	レンガ窯の効率性改善に向けたファイナンスプロジェクト (Financing Brick Kiln Efficiency Improvement Project)	十分な資金を調達できなかったレンガ事業者が銀行や金融機関から資金を借りられるようにするため、ADBのツーステップローンでバングラデシュ銀行から市中銀行・金融機関への転貸を介して中長期融資を共有する	2011年～ 2015年	US\$50M (約55億円)

第2 提案法人、製品・技術

1. 提案法人の概要

(1) 企業情報

企業情報（京浜蓄電池工業株式会社、株式会社エイケン）は以下のとおりである。

提案法人区分	代表法人
企業名	京浜蓄電池工業株式会社（以下、京浜蓄電池工業社）
所在地	神奈川県横浜市鶴見区小野町 56-4
設立年月日	1954年4月1日
企業サイト	https://www.keihin-battery.co.jp/
事業内容	1954年の創立以来、車載機器ならびに産業用・非常用の電源装置等の分野で設置・卸販売・修理等を行っている。一方で、国内市場は労働人口の減少や生産設備の海外移転などに伴い、事業者の自動車保有台数が減少しており、現在の事業体系（事業者向け自動車電装品販売）のままでは、売上の漸減は避けられない状況である。そのため、新規事業として国内およびアジア各国にて今後需要が期待できる環境事業に着手している。

提案法人区分	共同企業体
企業名	株式会社エイケン（以下、エイケン社）
所在地	東京都世田谷区玉川 4-3-15
設立年月日	1998年2月3日
企業サイト	https://www.eiken-tf.co.jp/
事業内容	食品工場、物流拠点などの床施工に関するコンサルティング事業を展開している。1998年2月の設立以来、10,000件以上の床施工実績を誇る。「想像（Imagination）から創造（Creative）へ」を基本理念として、環境保全や天然資源の有効利用を意識した事業を展開している。また床施工業の傍ら、自社開発した無機質強化材（固化材）（商品名：フラットプラグレジン）を各用途に応じ、製品化にも取り組んでいる。

(2) 海外ビジネス展開の位置づけ

京浜蓄電池工業社ならびにエイケン社の海外ビジネス展開の位置づけは、以下のとおりである。

【代表法人】京浜蓄電池工業社
新規事業として、国内およびアジア各国において今後需要が期待できる環境事業に着手している。2014年にJICAに採択された「無電化地域低所得者層向けピコソーラー等販売・普及事業調査（中小企業連携推進）」は、その端緒である。同事業におけるバングラデシュでの事業経験から、同国の市場性、開発課題を実見してきた。この優位性を生かし、環境分野でも開発課題を解消し、南アジア市場に乗り出したいと考えていたところ、エイケン社との協働事業の運びとなった。京浜蓄電池工業社は、すでにバングラデシュに現地事務所を構え、同国をアジア展開の拠点としてとらえている。2016年にエイケン社とともに採択された「無焼成レンガの生産を可能とする無機質強化材導入の基礎調査」（以下、無焼成レンガ基礎調査）は、バングラデシュにおける環境分野が抱える開発課題の解消と、南アジアでのビジネス展開の足がかりとなっている。

【共同企業体】エイケン社

海外展開においては、ECO5000 とフラットプラグレジン（コンクリート流動化材）の2製品を海外事業向け注力商品としている。今後は、海外部門へと製品販路をシフトしていきたいと考え、2013年に海外事業開発部を立ち上げた。従業員16名のうち、社長（蜂谷英明）直属部門として4名配置し、引き合いへの対応や販路構築を行っている。直近では、ネパールにエイケン社製品技術が採用されたレンガ工場（エイケン社出資比率12%）が建設され、2017年9月に稼働を開始した。

バングラデシュについては、エイケン社単体では企業規模から本格的な現地展開が難しいことから、京浜蓄電池工業社を共同企業体構成員として、無焼成レンガ基礎調査を行い、バングラデシュでのビジネス展開に向けた検討を行った。ECO5000 と無焼成レンガ製造機をセット導入することで、バングラデシュに対してより耐久性に優れた無焼成レンガの普及の可能性があるという同調査より結果を得た。この調査結果を踏まえ、今後は、提案製品がバングラデシュにより普及しやすいビジネスモデルを検討する。

2. 提案製品・技術の概要

(1) 提案製品・技術の概要

(ア) ECO5000

【製品・技術の特長】

ECO5000（バングラデシュでの普及を目指し名称変更を検討中）は、セメント成分と反応してより緻密で微細なモルタル・コンクリートを作り出す無機質シリカ系固化材である。エイケン社が開発した無機質強化材「フラットプラグレジン」シリーズ⁵⁹の1つであり、土壌固化材としての機能を有する。画期的な技術であり、2012年11月に「コンクリート硬化方法」として特許取得済みである（特願2006-217560）。

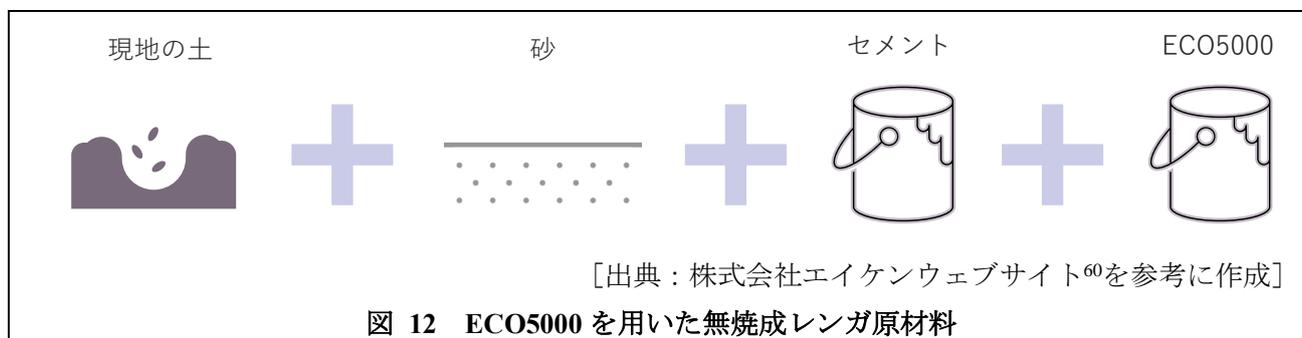


図 12 ECO5000 を用いた無焼成レンガ原材料

通常の焼成レンガ製造工程は、焼成レンガ原材料である土壌・砂、水を調合し、レンガ枠で成形後、数日間乾燥させる。焼成窯で焼成し、レンガ強度を出す。一方 ECO5000 を使用したレンガ製造は、ECO5000 を含むレンガ原材料を調合し、レンガ枠で成形後、焼成せずとも強度を発揮することができるため、乾燥工程までで完成する（図 12）。海水が混入されている土砂でも問題なく固化するため、本事業では肥沃な農地土壌ではなく、毎年の洪水で発生した浚渫土をレンガ原料として代替することを想定している。原材料の代替や工法の検討ができるのも、2014年4月に「海水配合モルタル」（特願2010-154069）の特許、ならびに2020年9月に「土固化モルタル施工方法」（特願2016-128888）の特許を取得済みという背景があるからである。

⁵⁹ コンクリート工事の工期短縮と品質向上に資する機能を持っているが、土壌固化、生コンクリートの流動性向上、モルタルやコンクリートに大幅な遮断機能を持たせるなどの多様な効果を発揮することができる。

⁶⁰ 株式会社エイケンウェブサイト(<http://www.eiken-tf.co.jp/>)、2019年9月17日閲覧。

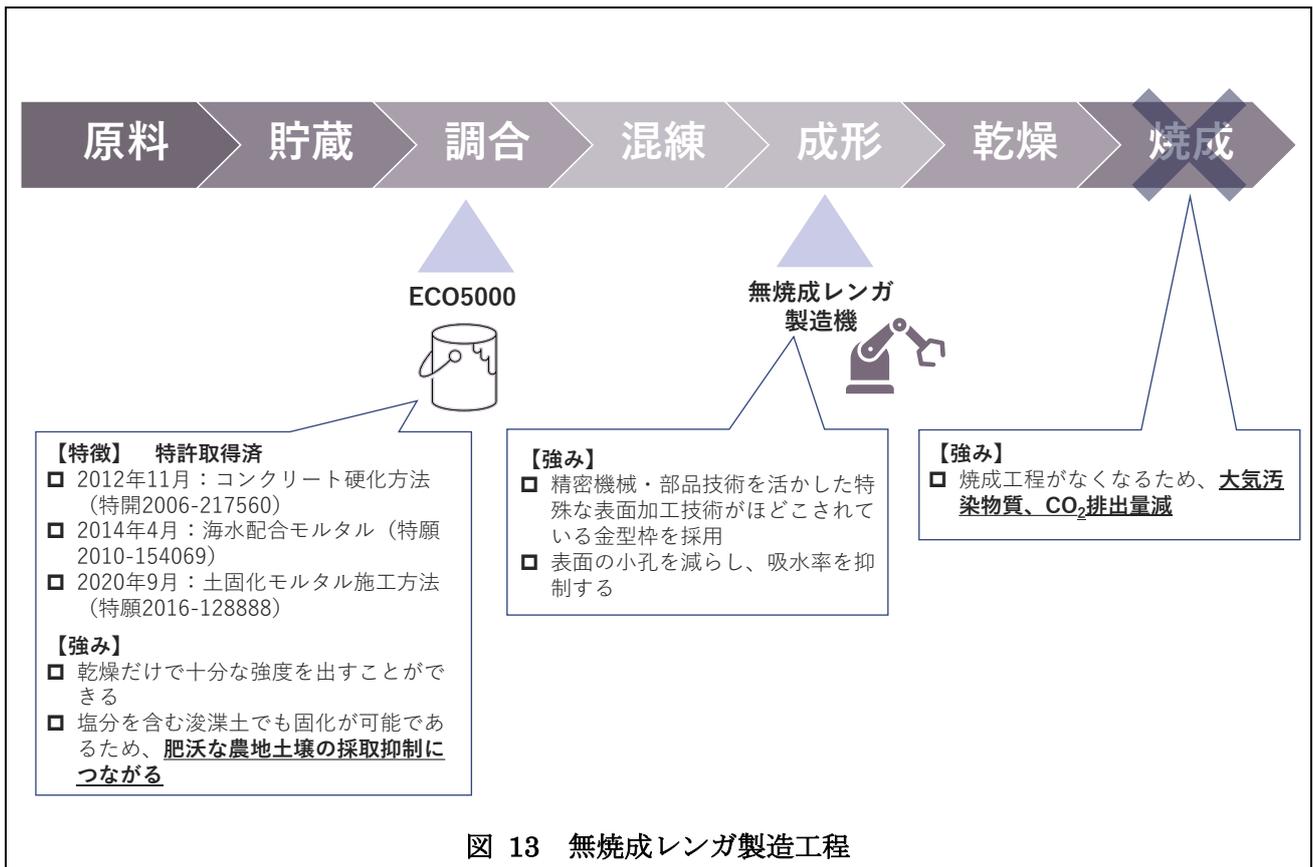


図 13 無焼成レンガ製造工程

【スペック】

レンガ製造では、ECO5000 を 70 倍希釈し、総量（砂 6kg : セメント 1kg）に対して約 12 %（840 g）をレンガ材料に加える⁶¹。バングラデシュの焼成レンガは、強度と吸水率に応じて 3 グレードに区分され、資材用途が定められている⁶²。最高級品は S 級とされ、主に舗装道路の基礎構造や無筋・鉄筋コンクリート資材の補強材として活用されている。A 級は長期で建設される建築物の建築資材として、B 級は 1 階建ての耐震強度が低い建築物や仮施設などの建築資材として利用されている⁶³。しかしながら、同国内には焼成レンガのグレードの決定に関する簡易試験は存在しない。そのため、各グレードで定められている圧縮強度は十分にあることが前提で、表面の質感と形状などの見目でグレード分けの判断をされることが多いのが現状である。従って、グレードに満たない焼成レンガが建築資材用途となっている⁶⁴。このような建築資材の利用は、2013 年にバングラデシュで発生した縫製工場の倒壊のように、多数の死者を出す大惨事をもたらす。

表 1 バングラデシュにおけるレンガ等級表

等級	圧縮強度 (kg/cm ²)	吸水率 (%)	資材用途
BSTI S級	280 kg/cm ²	10 %	舗装道路の基礎構造等
BSTI A級	175 kg/cm ²	15 %	長期利用の建築物
BSTI B級	140 kg/cm ²	20 %	仮設施設など一時的に建設する建築物

⁶¹ 本案件の前身である基礎調査(JICA2016 年度採択)でも同様の割合で簡易実証を行っているが、原材料とする土砂の質によって配合比率が変わる可能性がある。

⁶² 以下参照し、作成した（亀井製陶株式会社、株式会社アルセド. 2014 年. 「バングラデシュ国 無焼成固化技術を使ったレンガ事業準備調査（BOP ビジネス連携促進）報告書」、Md. Ariful Islam Juel, Al-Mizan and Tanvir Ahmend. 2017. “Sustainable use of tannery sludge in brick manufacturing in Bangladesh”）

⁶³ Md. Ariful Islam Juel, Al-Mizan and Tanvir Ahmend. 2017.

“Sustainable use of tannery sludge in brick manufacturing in Bangladesh”

⁶⁴ Suvash Chandra Paul., Adewumi John Babafemi., Vivi Anggraini., and Md. Minhaz Rahman. 2018.

“Properties of Normal and Recycled Brick Aggregates for Production of Medium Range (25-30 MPa) Structural Strength Concrete,” 2019 年 9 月 17 日閲覧。

上述の ECO5000 は 70 倍希釈の上、原材料と混練するが、原材料量が多ければ多いほど、希釈された ECO5000 が投入された際、原材料の中でダマになる。そのため、時間をかけて混練しないと均一に混ざらない。均一に混練していない原材料を用いて製造された無焼成レンガは、本来想定される強度を発揮できない可能性が極めて高い。そこでエイケン社は、レンガの原材料量が多くても、均一な混練に貢献する ECO5000 の濃縮版パウダーを開発した。濃縮版パウダーは原材料と同じ粒子であるため、原材料に混練しやすい。加えて土壌固化の性能が濃縮されているため、希釈された ECO5000 よりもより強度を発揮する可能性がある。本事業では、バングラデシュでの無焼成レンガ製造において最も適した製品を提案するため、従来の ECO5000 と開発中の濃縮パウダーの両方について調査を行った。

ECO5000 を用いたバングラデシュ土砂による無焼成レンガ簡易生産試験の結果(ハンドメイド)では、 $187\text{kg}/\text{cm}^2$ の圧縮強度を発揮し、A 等級よりも高い数値となった⁶⁵。日本国内で実施した吸水率に関する品質性能試験⁶⁶結果では、レンガにヒビ割れ等の欠損は見られなかった。焼成レンガと比しても劣らない強度確保が判明している。無焼成レンガが見ただけでグレード分けされているバングラデシュの焼成レンガに代わることで、同国内の建築資材の耐久性を担保し、地震や老朽化などによる建築物の倒壊抑制に寄与する。ECO5000 原料には無機質シリカ系の化学物質を使用しているが、ECO5000 利用のレンガは、日本国内の食品検査基準をクリアしており、人体影響はない。

【価格】

ECO5000 (希釈用) の販売価格は 1 缶 15 kg で 17,000 円程度を想定している。1 缶で 70~100 倍希釈が可能であり、70 倍希釈の場合、約 3,800 個のレンガ生産が可能である。濃縮版パウダーの設計価格は 1 缶 (15 kg) 34,000 円程度を想定しているが、パウダー製造時の原価の価格高騰、輸送費ならびに無焼成レンガの製造個数などを把握した上で、ビジネス展開後の販売価格として本案件終了後に検討する。1 缶で約 6,000 個のレンガ生産が可能である。

(イ) 無焼成レンガ製造機

【製品・技術の特長】

レンガ製造従事者によってレンガ押圧度(成形工程)に差が生じ、強度の異なる無焼成レンガ製造の可能性が高いことが、本案件の前身である無焼成レンガ基礎調査を通じて明らかとなった。ECO5000 の機能をより引き出すため、京浜蓄電池工業社の精密機器・部品設計技術が採用された押圧式無焼成レンガ製造機(精密金型機械工場にて OEM 製造)を併用する。同機には特殊表面加工技術が施されたレンガ金型枠が採用されており、レンガ表面を平滑化させ、表面上の小孔減少、レンガ全体の吸水率を抑制させることで、レンガ強度を高めることができる。組み立て式かつ可動式である。

⁶⁵ バングラデシュでの吸水率に関する簡易生産試験は未実施である。

⁶⁶ 本試験は、エイケン社が一般財団法人建材試験センターに依頼したもので、平成 28 年 6 月 13 日に建材試験センターより「品質性能試験報告書」としてエイケン社に報告があったものである。



写真 2 特殊表面加工技術が施されたレンガ金型枠

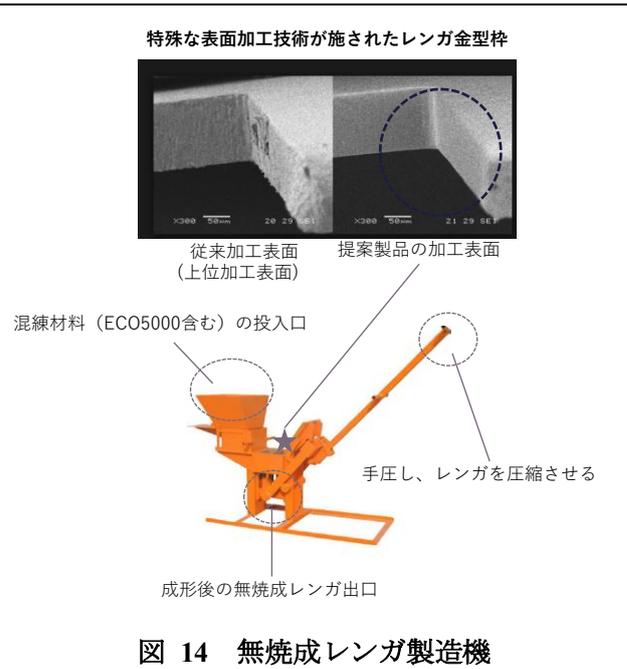


図 14 無焼成レンガ製造機

【スペック】

レンガ表面を平滑化し、小孔を減少させる特殊表面加工技術が施された金型枠により、レンガ吸水率を 8%まで下げることができる。押圧式のため、原材料内の緻密加工精度が高まり、原材料が金型枠内で固まる。金型枠外に原材料が溢れることがないため、レンガ角の欠損・形崩れなく、金型枠から取り出すことができる。結果、S 等級と A 等級の間にあたる 210 kg/cm^2 の圧縮強度を発揮するレンガとなる。

無焼成レンガ製造機の耐久年数については、使用頻度により変化するため正確な年数については検証できていない。一方、同機械の部品である油圧ジャッキについては 3 年の耐久年数となっている。メンテナンス方法は、使用後の清掃のほか、シリンダー部分についてはシリコンオイルを塗り、シリンダーは収納する形で管理することを推奨している。1 時間あたり 65~75 個の無焼成レンガ製造が可能である。

エイケン社のネパール工場では、「歩留まり改善」、「高品質の無焼成レンガ製造」機械として、性能・効果について、確認済である。かつて同工場で利用していた製造機（中国製）によるレンガ生産率は約 65%であり、供給量（発注個数）を満たしていなかった。試験的に同機を用いてレンガ製造したところ、約 21~24N の圧縮強度を発揮した。ネパール国内で出回っている中国製のレンガ製造機では、平均 5N 程度であることから、提案製品の購入を積極的に検討するほどネパールのレンガ製造従事者からの同機に対する信頼は高い。等級を満たしていないレンガが市場に出回っているバングラデシュにおいても、提案製品の導入はレンガ等級本来の品質を確保したレンガ製造と普及に貢献する。前述したバングラデシュが抱える諸課題の解決をもたらすことから、同国での提案製品の市場拡大の可能性は高い。

【価格】

1 台あたり 80 万円を想定している。当面は日本で製造・輸出するが、将来的には特殊表面加工技術が施された金型枠のみ日本国内で製造し、その他付属機械は現地製造を想定している。なおバングラデシュの中小企業は、200 万 BDT（約 263 万円）程度であれば銀行融資などを活用せず、自社負担での設備購入が可能である（基礎調査時に確認済）。また、同国のレンガ販売価格を見ると、A 級レンガは約 17 円程

度である。レンガ製造コストは焼成レンガとほぼ変わりはなく、A級と同額販売が可能である。同額での販売が可能となれば、バングラデシュレンガ製造工場の導入インセンティブを高めることにもつながる。

(2) ターゲット市場

(ア) ECO5000

ECO5000は、日本国内では土質の道路の簡易舗装剤として販売している。販売実績も多い。平成26年度には補正ものづくり・商業・サービス革新補助金の実証事業を行い、寒冷地での霜降りによる路面凍結を解決する凍結融解防止強化材としての販路構築を進めている。

併せて、ECO5000の土壌固化の性質を生かした「無焼成レンガ」の製造用途としても販売を検討したが、日本国内では建築資材としてレンガを利用することは一般的ではないため、ターゲット市場としては限定的であると考えた。その一方、海外、特に開発途上国のうちアジア地域では、建築資材として焼成レンガを利用することが主流である。そのため、エイケン社では2015年よりアジア地域をターゲット市場としてとらえ、ECO5000の海外販売を行っている。

(イ) 無焼成レンガ製造機

無焼成レンガ製造機は、前述のように、日本国内では建築資材としてレンガは一般的ではないことから、レンガ製造機の需要がない。提案製品である特殊表面加工技術が施された金型枠のレンガ製造機は、デモ機としてネパールに1台導入されている(2019年9月時点)。しかし、ネパールでの高い関心(前述)からも明らかのように、高い圧縮強度と低い吸水率のレンガが製造できるという点で、建築資材としてレンガを使用する海外においては、ターゲット市場としての可能性も十分に高い。事実、東南アジア地域を中心に、無焼成レンガ製造機の購入に関する引き合いが複数社あった。特にアジア地域では、建築資材として焼成レンガを利用することが主流であることから、同機はアジア地域をターゲット市場としてとらえていく。

提案製品	製品特長	海外販売実績	国内販売実績 ⁶⁷
ECO5000	<ul style="list-style-type: none"> ・土壌固化技術：特許取得済 ・他社は追随できない 	【ネパール】 <ul style="list-style-type: none"> ・新設レンガ工場：1,200 缶 (売上：1,000 万円) 【韓国】 <ul style="list-style-type: none"> ・研究機関 (試用)：24 缶 (売上：60 万円) 【インドネシア】 <ul style="list-style-type: none"> ・研究機関 (試用)：60 缶 (売上：90 万円) 	【宮崎県】 <ul style="list-style-type: none"> ・太陽光発電施設：55 缶 (売上：約 200 万円) ・寺院ならびに個人宅の壁塗装：各 5 缶 (各所売上：約 14 万円) 【石川県】 <ul style="list-style-type: none"> ・広大な敷地の土壌強度強化用途：20 缶 (売上：約 60 万円)
無焼成レンガ製造機	<ul style="list-style-type: none"> ・表面精密加工技術が施されている ・金型枠を採用 	【ネパール】 <ul style="list-style-type: none"> ・手動型：1 台⁶⁸ 	<ul style="list-style-type: none"> ・国内でのレンガ製造機の需要がないため、販売実績なし

⁶⁷ 土壌固化材としての販売実績である。

⁶⁸ 試験的利用のためにデモ機 (特殊表面加工技術が施された金型枠) として導入した。

3. 提案製品・技術の現地適合性

企業機密情報につき非公表

4. 開発課題解決貢献可能性

バングラデシュ国内に ECO5000 が導入されると、焼成工程を経ることなく、圧縮強度を十分に確保した無焼成レンガ製造が可能となる。そのため焼成工程で大量に排出されていた大気汚染物質ならびに CO₂ 量の削減に貢献することから、大気汚染の低減や気候変動の緩和、加えてレンガ製造従事者等の健康被害の

抑制に貢献する。また、提案製品は浚渫土を利用することから、肥沃な農地土壌の採取の抑制にもつながる。その結果、農業用地の劣化とそれに伴う食糧不足の抑制に資する。

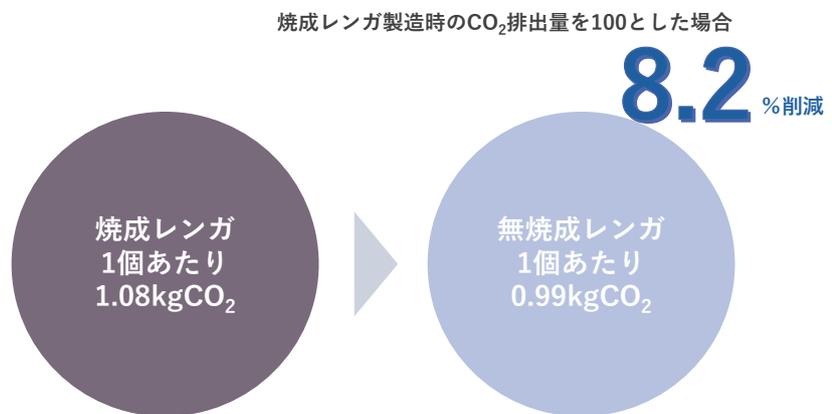
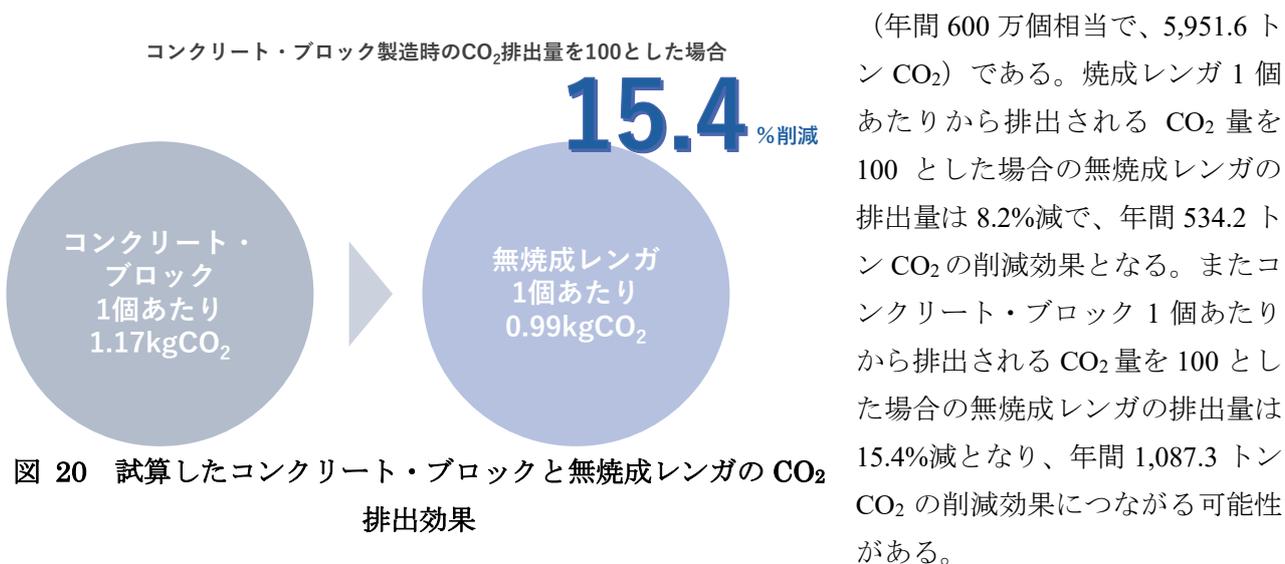


図 19 試算した焼成レンガと無焼成レンガの CO₂ 排出効果

第3回調査で訪問した小規模焼成レンガ工場ならびに第5回調査で訪問したコンクリート・ブロック工場を例に、CO₂排出量を算出した（あくまでもレンガ製造プロセスのみのCO₂排出量である。原材料や最終商品の輸送のCO₂排出量は含んでいない）。小規模レンガ工場では1日5万個焼成レンガを製造している。稼働は乾季の半年間で、年間600万個の製造を目標としている。この前提に合わせたコンクリート・ブロック製造時のCO₂排出量ならびに無焼成レンガ製造時のCO₂排出量⁸³は、焼成レンガ1個あたりで1.08kgCO₂（年間600万個相当で、6,562.8トンCO₂）、コンクリート・ブロック1個あたりで1.17kgCO₂（年間600万個相当で、7,039トンCO₂）、無焼成レンガ1個あたりで0.99kgCO₂



併せて無焼成レンガ製造機を利用することで高い圧縮強度ならびに低い吸水率を確保することができる。耐久性を十分に備えた建築資材がバングラデシュ国内に普及することで、地震や自然災害などの防災強化に寄与することができる。

第3 ODA 事業計画/連携可能性

1. ODA 事業の内容/連携可能性

案件化調査終了後は、普及・実証・ビジネス化事業の想定をしていたため、案件化調査開始時ならびに第1回調査終了後のカウンターパート候補先は、DOE ならびに BIWTA の2組織であった。それに伴い、対象地域も以下のように検討していた。

⁸³ 原材料を攪拌するミキサーのkW数がわからなかったため、含んでいない。

【当初想定していた対象地域・設置場所選定理由】

対象地域	選定理由
ダッカ	C/P 候補機関である DOE と連携のあるハンドメイドレンガ製造オーナー協会の拠点である。また同地区のレンガ需要はバングラデシュ国内で最も多いこと、また公共施設の建築物も多い。無焼成レンガを使った建造物を多く目にする機会を作ることができ、同国内への無焼成レンガの訴求に大きな役割を担うと判断したため。
クルナ	浚渫土が大量に堆積している地域であり、C/P 候補機関の BIWTA が同地区の浚渫土の管轄をしている。同地区の浚渫土の用途は、BIWTA も困っており、無焼成レンガの原材料としての浚渫土利用については同組織も前向きであった。また浚渫土の近くで無焼成レンガを製造することができれば、原材料の輸送費を抑えることができ、最終製品となる無焼成レンガの価格の抑制にも貢献しうると判断したため。

しかしながら本案件化調査終了後に同事業のスキームが継続されているかどうか不明瞭であることから、本案件終了後はビジネス展開に特化することとした。第2回調査時にビジネス展開後も、大きな支援の意向を示した DOE と BIWTA、第3回調査時に大きな関心を寄せた LGED については、継続的に調査を行った。また、公共施設の建設をメインに行っている NHA や PWD については、資材としての利用に対して強い関心を示していた。5省庁への調査結果を以下にまとめる。

(1)DOE

第2回調査にて、DOE と協議する機会を得た⁴⁶。バングラデシュでは焼成レンガを利用した政府機関による建設が2025年に禁止となる。しかしながらその代替策がなく、困っていたところに提案製品の話を聞き、とても関心がある反応を得た。焼成レンガ工場で、焼成レンガが作れなくなると、レンガ産業が衰退するほか、雇用喪失にもつながる。レンガ工場に提案製品を利用促進する場合には、ワークショップを開催し、広く認知してもらえるような機会を設けるサポートも可能である旨、DOE としての積極的な協力の意思を得た。また DOE は無焼成レンガの強度についても高い関心を寄せており、第2回調査時に配合率の検討の際に試験製造した無焼成レンガの強度結果が出た際には結果共有してもらいたい旨、共有依頼も受けている。第3回調査では、2025年の焼成レンガに関する政策の後押しもあり、最近コンクリートブロック（日本でいうブロック）の工場が増加している点について情報を得た。無焼成レンガを商業ベースに乗せられるように努めるとともに、早めに BSTI 認証を取り、販売できる状態にしてくれれば、広く建築関係者などに訴求することが可能であるとの回答を得た。

(2)BIWTA

第1回調査で訪問した BIWTA から、無焼成レンガ製造機の購入可否やビジネス参入の可能性、製造機の使用法の研修の有無などについて質問があった。製造機の購入ならびにビジネス参入は可能であること、また製造機の使用法については研修することは可能である旨回答したところ、浚渫土の処理の観点から無焼成レンガ製造に関心があるという回答を得た。第2回調査時⁸⁴に訪問した際も、以前と変わらず無焼成レンガ製造には関心があることを確認した。一方で BIWTA としてレンガ製造に関与でき

⁸⁴ 2022年12月15日実施

ないため、同国で無焼成レンガ製造のビジネスを展開する際には、浚渫土を直接製造工場まで供給するなどの供給網支援を行う旨、回答を得た。一方で、浚渫土は同国でもさまざまな地域で採取できるため、どの地域でビジネス展開していくのかをまず確定した上で、改めて詳細な議論をしていきたい旨、前向きな回答を得た。第3回調査では、塩分を含んだ浚渫土でも無焼成レンガの製造が可能である旨、伝えたと同様好印象の様子であった。ビジネス展開となった際には、塩分を含んだ浚渫土の提供は積極的に行う旨、協力姿勢を示してくれた。本案件化調査終了後も継続的に連携可能性を探る。

(3)LGED

第3回調査で訪問した LGED では、LGED 独自の試験基準を満たすことで舗装道路のパイロットプロジェクトとして無焼成レンガの利用を検討するとの回答を得た。公共施設建設は、主に道路と建物に区分される。BSTI 認証を未取得でも LGED の試験基準を満たせば利用可能であり、舗装道路のパイロットプロジェクトのほか、サイクロンシェルターや学校、政府のオフィス建設の資材として無焼成レンガを指定することができる。公共施設の多くは入札だが、バングラデシュの場合は入札後に使用したい資材の指定ができる仕組みになっているため、無焼成レンガの利用促進が可能であるとのことだった。BSTI 認証は、パイロットプロジェクトの資材として利用している間でも申請が可能であるため、試験的に資材利用をしながら認証取得をする方がバングラデシュ国内に無焼成レンガが普及しやすいのではないかとのことだった。第4回調査以降、LGED のラボを借りて、無焼成レンガの試験製造を行い、その後同機関で試験を行ってもらおう予定であったが、無焼成レンガ製造機の輸送遅延により、想定していた時期に渡航することができなかつたため、本案件化調査中の実施は叶わなかつた。本調査終了後のビジネス展開時には同機関で試験を実施し、パイロットプロジェクトで使用してもらえるようにしていきたい。

(4)NHA

第5回調査で訪問した NHA は、国営住宅のプロジェクトなどを手掛けている。近年、人口爆発も大きいバングラデシュでは住宅需要が高く、2025 年までのプロジェクトとして、ダッカ市内に公共施設を建設中である。以降も建設ラッシュが続くという話を聞くことができた。

公共施設を建設する際は NHA が設計を行うため、NHA が建築資材を選定することができる。NHA が所有する選定基準を満たすことができれば、公共施設の建築資材として無焼成レンガを試験的に利用することも可能である。継続的な利用に関しては、無焼成レンガを資材として購入するための予算立ても必要となるが、NHA が無焼成レンガの購入費を予算に組み込むことも可能であるという回答を得ている。

(5)PWD

PWD は、公共の家や道路、病院、国会議事堂、政府の役所などの建築物を建設する事業をメインで行っている省庁である。対象地域も幅広く、ダッカだけではなく地方もまとめて建築事業を実施している。現在、バングラデシュ国内で公共施設の建築物を建設する場合、オートメーションタイプの焼成レンガならびにホロー・ブロックが使用されている。徐々に焼成レンガの利用が禁止になるなか、現時点での代替資材はオートメーションの焼成レンガならびにコンクリート・ブロック、特にホロー・ブロックである。ホロー・ブロックは側面に2つ穴が空いているため、ヒビが入りやすく、PWD では品質に対する信

頼はあまりないと回答を得ている。仮に PWD が建築資材として無焼成レンガを使用してもらうようにするためには、同省の品質チェック担当による製品チェックが必要となる。無焼成レンガ製造工場に同省の品質チェック担当者が訪問し、製品等を確認し、その結果を踏まえて PWD が建設時に利用可能と判断した場合には、無焼成レンガが PWD の建築資材リストに掲載される。このリストは、現場監督・監理者に使用してもらいたい資材として提示ができるようになるほか、民間企業のディベロッパーなども確認することができる。PWD のいわばお墨付きをもらっている資材であるなら使用してみようという動きにもつながる。

【他 ODA 事業との連携可能性】

現時点での連携可能性については、以下に事業リストをまとめた⁶⁹。

ODA 事業名	事業実施期間	事業概要	連携方法
【技術協力プロジェクト】 災害リスク削減のための 建物の安全性強化促進プ ロジェクト	2016 年 2 月～ 2021 年 12 月	バングラデシュ都市部 における災害リスク軽 減を目指し、建物の安 全性改善に向けたキャ パシティブルディング を行っている	都市部の公共建物に関する 耐震設計等にかかるマニ ュアルの最新の建築基準につ いても記載するよう提案す るとともに、ECO5000 の使 用につながるような資材選 定方法案を案件化調査終了 後に提案していく
【技術協力プロジェクト】 都市の急激な高密度化に 伴う災害脆弱性を克服す る技術開発と都市政策へ の戦略的展開プロジェク ト	2016 年 5 月～ 2021 年 4 月	地震被害軽減に向けた 対策を推進するため、 バングラデシュ建築基 準 (BNBC) や建築物の 部材や構造形式に適し た耐震診断・補強・施工 技術マニュアル改訂を 行っている	左記事業では主に鉄筋コン クリート造建築物を対象と しているが、地震被害軽減 に資する建築資材として ECO5000 を紹介し、強度が 十分ある ECO5000 が建築 資材としての使用につな がるような提案を、案件化調 査終了後にしていく
【技術協力プロジェクト】 投資促進・産業競争力強化 プロジェクト	2017 年 5 月～ 2022 年 4 月	中小企業がバングラデ シュにてビジネスを行 う上での課題を明確化 し、中小企業が持続可 能なビジネスを実施で きるような環境づくり ならびに中小企業の産 業競争力向上を行って いる	中小企業の熟練した労働力 の欠如が持続的な中小企 業のビジネス実施を妨げ ていることについて挙げ、特 にレンガ産業の中小企業を 中心とした産業競争力向上 アプローチとして、ECO5000 ならびに無焼成レンガ製 造機を活用した無焼成レン ガ製造技術の能力育成を、 中小企業研修プログラムの中 で開催することを、案件化 調査終了後に提案していく

ODA 事業名	事業実施期間	事業概要	連携方法
【技術協力プロジェクト】 金融包摂強化プロジェクト	2019 年 3 月～ 2024 年 4 月	特に気候変動の影響を受けやすい貧困層を対象に、金融および金融以外のサービスの組み合わせの開発、実施機関のマイクロ保険提供能力の向上支援を通じたサービス提供メカニズムの整備を図り、貧困層へのこれらのサービスの利用促進を目指している	災害に強い家屋の建設に、無焼成レンガを使用してもらうことで、貧困層の生活の質の改善に貢献することができる。案件化終了後、建材として利用してもらえるよう、建築メーカーと使用の検討可能性について検討する機会を設ける

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

(1) 課題・リスク

現時点での想定は、以下のとおりである。

制度面にかかる課題・リスク	提案製品は、焼成工程を省いた無焼成レンガ製造のため、大気汚染物質や CO ₂ 排出などに関する法規制、制度等には該当しない。そのため、ODA 案件実施ならびに既存 ODA 事業との連携においては、懸念される制限、影響を与える可能性のある法令、必要な許認可等に関する課題やリスクはない。従い、ODA 事業に対して大きなリスクになるとはとらえていない
インフラ面にかかる課題・リスク	既存のレンガ製造工場に、無焼成レンガ製造機を導入し、無焼成レンガを製造することを想定している。同機械は可動式であるが、設置場所の確保、設置場所の基礎工事実施の可否等に関する課題やリスクが想定される
カウンターパートの体制面にかかる課題・リスク	カウンターパート候補面のリスクとして、人員体制、予算措置、無焼成レンガ製造機のメンテナンス体制等に関する課題やリスクが想定される
その他課題・リスク	<p>【カントリーリスク】</p> <p>バングラデシュ国内でテロが発生している。外務省の危険情報によるとバングラデシュ・ダッカ県では「十分注意してください」を意味するレベル 1 に指定されている（2023 年 11 月時点）。また、新型コロナウイルスにかかる感染症危険情報では、2023 年 5 月 8 日付で解除されており、この解除は 2023 年 11 月時点でも有効となっている</p> <p>【輸送リスク】</p> <p>輸送会社より、日本からバングラデシュへの輸送は最低でも 1 か月時間を要すると考えておいた方がいいということを確認済みである。時期によって輸送に時間を要することはないが、輸送時の状況や輸送内容によって多少輸送期間が長くなる可能性がある。チッタゴン港で輸送物を円滑に受け取れない場合には、保管料が発生する可能性がある</p> <p>また、現地で製品を引き揚げる際に必要な書類（すべて原本）がすべてそろっていないと引き揚げに時間を要することを確認済みである。また受け入れの港によっては電子書類でも問題ないとサイト上で記載されていても、実際はすべて原本書類でないと引き揚げできないという状況になることもある</p>

(2) 対応策

現時点での想定は、以下のとおりである。

制度面にかかる 課題・リスク に対する対応策	<p>現時点で想定される課題・リスクはない。特に焼成レンガ製造の禁止に関する法令が、2025年に施行されるため（当面は政府機関の建設工事に使用する資材は焼成レンガの使用を禁止）、提案製品の普及は逆に追い風となる可能性が高い。施行された制度を活用し、バングラデシュ全土への訴求を目指す</p>
インフラ面にかかる 課題・リスク に対する対応策	<p>調査を通じて、無焼成レンガ製造機をバングラデシュに輸送し、小規模なレンガ工場に設置、無焼成レンガを製造している。小規模レンガ工場でも無焼成レンガ製造機の設置場所が確保でき、製造できることを確認した。また基礎工事は不要であることも確認した。</p>
カウンターパートの 体制面にかかる 課題・リスク に対する対応策	<p>本案件終了後は、普及・実証・ビジネス化事業ではなく、ビジネス展開を想定している。そのためカウンターパート候補面のリスク（人員体制、予算措置、無焼成レンガ製造機のメンテナンス体制等）影響への懸念はない。一方、ビジネス展開後の政府機関からのサポートによるリスク影響の可能性としては、バングラデシュ国内での外貨減少による輸入製品の規制強化や関税率の急な値上げなどが挙げられる。現地のローカルパートナー企業を巻き込むことでの規制強化の緩和や、関税の値上げ抑制を行っていききたい</p>
その他課題・リスク に対する対応策	<p>【カントリーリスク】 引き続き、外務省の危険情報、感染症危険情報、ならびにその他関連情報を参考に、バングラデシュ国内の治安・感染症には細心の注意を払い、事業展開を行う</p> <p>【輸送リスク】 円滑な輸送のため、現地の輸送会社と密なコミュニケーションを図り、手戻りが発生しないように必要な書類等は前倒しで準備するとともに、現地側に書類内容の確認をしてもらうようにする。日本側で輸送関連書類が整い、輸送済みとなったタイミングで、書類の原本をバングラデシュ側に郵送するとともに輸送した旨連絡を入れるようにする。同国では輸送物がチッタゴン港に届く前に、受け入れ許可などの手続きを全て済ませておく必要があるためである</p> <p>引き揚げの際に必要な書類が電子でも問題ないのか、原本でないといけないのかという点については、企業自身での確認には限界があるが、輸送会社に対してちゃんと確認する旨啓発することや、輸送会社を選定する際に、自社が輸送したい国への輸送実績のある会社を調べて選定する、JICA バングラデシュ事務所から推薦を受けた輸送業者を検討などの対策を講じる</p>

3. 環境社会配慮等

現時点で想定される環境社会配慮等は、以下のとおりである。

<p>環境社会配慮</p>	<p>バングラデシュでは、1997年からEIAを実施しているが、当初から焼成レンガ工場もコンクリート・ブロック工場もEIAの対象産業ではないということをして、EIAを管轄しているDOEに確認済みである。そのため新規で工場建設をする場合においては、EIAの対象外となる。</p> <p>またEIAには直接関係しないが、無焼成レンガは「焼かない」レンガの区分になるため、工場建設をする場合はコンクリート・ブロック工場と同じ扱いになる。EIAの実施は不要であるとともに、工場建設地は、コンクリート・ブロック工場同様、ダッカ市内でも問題ないという回答を得ている。なお、EIAとは別に環境許認可(ECC)の取得の可能性もある。EIAでは不要であってもECCの取得は必要なのも含め、今後のビジネス展開で確認をしながら、適切な対応を講じていく</p>
<p>ジェンダー配慮</p>	<p>児童がレンガ製造に関与している可能性は高い。そのため、児童労働のない既存レンガ製造工場を視察、選定した上で検討する</p>
<p>その他配慮</p>	<p>【労働環境】</p> <p>焼成工程を省くため、高温な焼成窯による重度な健康疾患は抑制されるが、その他のレンガ製造プロセスにおいても、労働災害の可能性は十分にある。労働災害防止に係る安全設備の設置やレンガ製造従事者へのハード面、ソフト面双方からの安全配慮措置等への対応を講じた上で、ビジネス展開を行う</p>

4. ODA 事業実施/連携を通じて期待される開発効果

本事業終了後は、普及・実証・ビジネス化事業ではなくビジネス展開を想定しているが、仮にODA案件を実施した場合に想定される開発効果およびSDGsターゲット目標との関連性は、以下のとおりである(図21参照)。

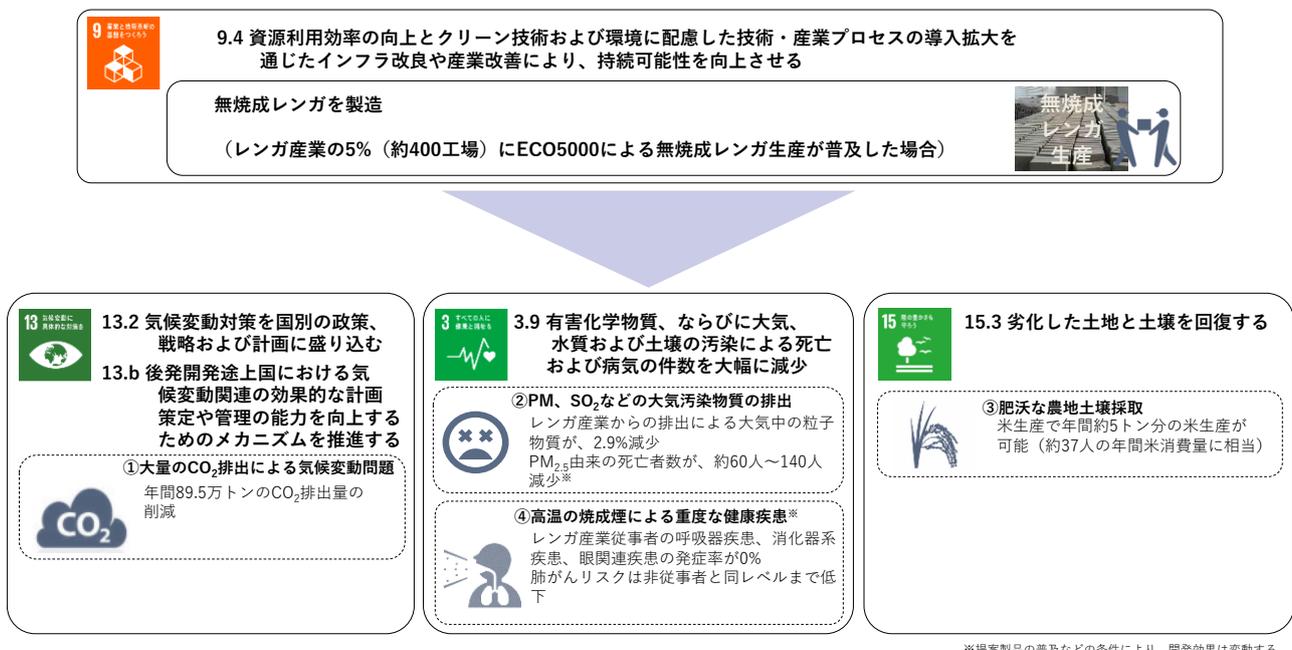


図 21 ODA 案件事業実施/連携を通じて期待される開発効果 (想定)

第4 ビジネス展開計画

1. ビジネス展開計画概要

バングラデシュには、さまざまな形態のレンガ製造工場が存在する。また無焼成レンガ基礎調査時に無焼成レンガにとっても強い関心を示した現地企業が複数社存在することを確認し、各社におけるレンガの用途も確認済みである。そのため本ビジネスでは、①京浜蓄電池工業社と現地企業との共同出資による合弁会社設立（以下、合弁会社設立）、②京浜蓄電池工業社・現地事務所を介した、無焼成レンガ製造機と ECO5000 を現地販売するビジネス展開（以下、現地事務所による販売ビジネス）、③エイケン社による ECO5000 の技術等ガイダンスサービスの実施（以下、エイケン社の技術等ガイダンスサービス）、を想定している。

2. 市場分析

企業機密情報につき非公表

9 資源利用効率の向上とクリーン技術および環境に配慮した技術・産業プロセスの導入拡大を通じたインフラ改良や産業改善により、持続可能性を向上させる

無焼成レンガを製造
(ビジネスターゲットとするレンガ企業全8,000社に対して、ECO5000による無焼成レンガ生産が普及した場合)



13 気候変動に
関係する課題

13.2 気候変動対策を国別の政策、戦略および計画に盛り込む
13.b 後発開発途上国における気候変動関連の効果的な計画策定や管理の能力を向上するためのメカニズムを推進する

①大量のCO₂排出による気候変動問題
レンガ業から排出されている年間1,790.8万トンのCO₂量が減少※1、※2



3 気候変動に
関係する課題

3.9 有害化学物質、ならびに大気、水質および土壌の汚染による死亡および病気の件数を大幅に減少

②PM、SO₂などの大気汚染物質の排出
レンガ産業からの排出による大気中の粒子物質(58%)が減少
PM_{2.5}由来の死者数(約1,200人~2,800人)が減少※2

④高温の焼成煙による重度な健康疾患※2
レンガ産業従事者(約400名)が発症していた呼吸器疾患率(約96.7%)、消化器疾患率(約93.7%)、眼関連疾患率(約74.1%)が減少
肺がんリスクは非従事者と同レベルまで低下



15 気候変動に
関係する課題

15.3 劣化した土地と土壌を回復する

③肥沃な農地土壌採取
毎年約117エーカーが耕作地として継続的に活用可



※1 レンガ製造機稼働によるCO₂排出量は除く。
※2 提案製品の普及などの条件により、開発効果は変動する。

図 31 ビジネス展開を通じて期待される開発効果(想定)

8. 日本国内地元経済・地域活性化への貢献

(1) 関連企業・産業への貢献

【提案法人】京浜蓄電池工業社

京浜蓄電池工業社の取り扱い製品は、株式会社ジーエス・ユアサバッテリーや古河電池株式会社などの日本企業製品である。本事業を通じて、取扱い製品がバングラデシュを含む海外展開時の販路構築に貢献する。また本事業を通じて無焼成レンガ製造機の製造が増加するため、同機製造企業の海外販路構築に貢献する。

【共同企業体】エイケン社

日本国内ではフラットプラグレジン自社工場生産しているが、原材料はすべて国内企業約11社から調達している。同社製品の原材料調達先11社にとっての売上向上に貢献する。同社はこれまで、スリランカやモルディブ、ベナン、フィリピン等からも引き合いがある。今後注力していく海外販売強化は、国内調達元企業への売上向上や新規販路構築に貢献する。

(2) その他関連機関への貢献

【提案法人】京浜蓄電池工業社

京浜蓄電池工業社は、主に車載機器ならびに産業用・非常用電源装置等の卸販売を行っている。同社取り扱い製品は、株式会社ジーエス・ユアサバッテリーや古河電池株式会社などの日本企業製品である。また、京浜蓄電池工業社は地球温暖化対策にも積極的に取り組んでおり、環境関連ビジネスとして、一般社団法人ノンフロン安全推進協会の副理事を務めている。オゾン層の破壊を防ぎ、環境にやさしい安全な新冷媒として開発されたノンフロンガスの普及促進に努めている。加えて本社のある神奈川県下の小学校・中学校のプール水質浄化や生ごみ処理機による環境負荷低減化にも取り組んでいる。

【共同企業体】エイケン社

エイケン社は、フラットプラグレジンを自社工場で生産しているが、原材料はすべて国内企業（体制興業株式会社等）11社から調達している。エイケン社のフラットプラグを用いたコンクリート工事手法は、2014年11月に国土交通省の新技术情報提供システム（New Technology Information System: NETIS）において新技术認定を取得した（登録 No. KT-140072-A）。本システムは、新技术活用のため、新技术にかかわる情報共有および提供を目的として整備された国土交通省のイントラネットおよびインターネットで運用されるデータベースシステムである。また2015年には、中小企業庁「ものづくり研究開発事業」に採択され、寒冷地でのフラットプラグの適合性について研究開発を行った（事業期間：2016年9月まで）。さらに同社は、床コンクリートフロー工業会を発足し、全国14社の会員と3社の賛助会員とともに、研究や論文発表を行っている。

参考文献

和文

- 株式会社エイケン、京浜蓄電池工業株式会社. 2018年.「バングラデシュ国 無焼成レンガの生産を可能とする無機質強化材導入の基礎調査」業務完了報告書.
- 亀井製陶株式会社、株式会社アルセド. 2014年.「バングラデシュ国 無焼成固化技術を使ったレンガ事業準備調査 (BOP ビジネス連携促進)」報告書.

英文

- AKM Abdul Ahad Biswas., Milton Kumar Saha., Irteja Hasan., Md. Faisal., and Joy Prokash. 2018. “Occupational Musculoskeletal and Respiratory illness among Brick Kiln Industry Workers in Bangladesh,” *Capian Journal of Health research* 2018, 3 (3), pp. 80-85.
- Bjorn Larsen. 2016. “Benefits and costs of brick kiln options for air pollution control in Greater Dhaka – Bangladesh Priorities,” *Copenhagen Consensus Center*.
- Debashish Biswas., Emily S. Gurley., Shannon Rutherford., and Stephen P. Luby. 2018. “The Drivers and Impacts of Selling Soil for Brick Making in Bangladesh,” *Environmental Management* 2018, 62, pp. 792-802.
- Department of Environment Ministry of Environment and Forests Government of the People’s Republic of Bangladesh. 2017. “National Strategy for Sustainable Brick Production in Bangladesh.”
- General Economic Division (GED), Bangladesh Planning Commission, Government of the People’s Republic of Bangladesh. 2020. “8th Five Year Plan July 2020- June 2025 Promoting Prosperity and Fostering Inclusiveness.”
- Government of the People’s Republic of Bangladesh. 2012. “Perspective Plan of Bangladesh 2010-2012 Making Vision 2021 a Reality.”
- Karin Lundgren-Kownacki., Siri M. Kjellberg., Pernille Gooch., Maruwa Dabaieh., Latha Anandh., and Vidhya Venugopal. 2018. “Climate change-induced heat risks migrant populations working at brick kilns in India: a transdisciplinary approach,” *International Journal of Biometeorology* 2018 62 (3), pp. 347-358.
- Lelia Croitoru., Maria Sarraf. 2012. “Benefits and Costs of the Informal Sector: The Case of Brick Kilns in Bangladesh,” *Journal of Environmental Protection*, 2012, 3, pp. 476-484.
- M.A. Imran., M.A. Baten., B.S. Nahar., and N. Morshed. 2014. “Carbon dioxide emission from brickfields around Bangladesh,” *International Journal of Agricultural Research, Innovation and Technology*, 4 (2), pp. 70-75.
- Maksud Hossain, Abu Md. Abdulah. 2012. “Securing the Environment: Potentiality of Green Brick in Bangladesh,” *BUP Journal*, Volume 1, Issue 1, pp.79-89.
- Md. Akhter Hossain Sarker., and Asif Hossain Abir. 2019. “Role of Laws to Control Brick Manufacturing and Kiln Establishment in Bangladesh: Scope of Alternative Bricks,” *VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences*, Vol. 35 No. 1, pp. 112-124.
- Md. Ariful Islam Juel, Al-Mizan and Tanvir Ahmend. 2017. “Sustainable use of tannery sludge in brick manufacturing in Bangladesh.”
- Md. Masudur Rahman Bhuiyan. 2013. “Assessment of Environmental Laws in Bangladesh: A GIS based case Study on Brickfields of Savar” (Thesis), Institute of Governance Studies BRAC University, Dhaka.
- MD. Sirajur Islam., Samina Nasrin Borna., Diti Akter., MD. Humayun Kabir., and KM Delowar Hossain. 2017. “Impacts of Brick Manufacturing on Agricultural Land at Tangail Region of Bangladesh,” *Journal of Science and Technology*, 7 (1 & 2), December 2017, pp. 117-126.
- Mohammad Abdul Motalib, et al. 2015. “Health Impact Of Air Pollution On Dhaka City By Different Technologies Brick Kilns,” *International Journal of Technology Enhancements and Engineering Research* Vol. 3, Issue 05, pp.127-132.
- Moumita Sett., and Subhashis Sahu. 2014. “Effects of occupational heat exposure on female brick workers in West Bengal, India,” *Global Health Action*, Vol.7, pp.1-11.
- Sajan Das., Md. Shamim Quamrul Hasan., Pumana Akhter., Sumaiya Huque., Sumana Khadaker., Md. Zobayer Hossain Gorapi., and Mohammad Shahriar. 2017. “Socioeconomic conditions and health hazards of brick field workers: A case study of Mymensingh brick industrial area of Bangladesh,” *Journal of Public Health and Epidemiology*. Vol. 9 (7), pp. 198-205.
- Seshananda Sanjel., Stevven M. Thygerson., Sanjau N. Khanal., and Sunil Kumar Joshi. 2016. “Environmental and Occupational Pollutants and Their Effects on Health among Brick Kiln Workers,” *Journal of Safety Science and Technology*, 2016, 6, pp. 81-98.
- World Bank. 2011. “Introducing Energy-Efficient Clean Technologies in the Brick Sector of Bangladesh.”


SDGs Business Model Formulation Survey with the Private Sector for introducing ECO5000 and non-fired brick machine with manual, for producing non-fired bricks in Bangladesh
 Keihin-battery Co., Ltd. (Yokohama (Kanagawa Pref.)), EIKEN Co., Ltd. (Tokyo)

3 GOOD HEALTH AND WELL-BEING


9 INDUSTRY, INNOVATION AND INFRASTRUCTURE


13 CLIMATE ACTION


15 LIFE ON LAND


Development Issues Concerned in Brick Industry Sector in Bangladesh

- Climate change issues (179.08M tCO₂/year)
- 58% of particulate matter pollution comes from brick industry
- Soil degradation (117 acres every year)
- Serious respiratory disease (most of kiln workers)

Products/Technologies of the Company

- [ECO5000] inorganic soil reinforcement material (incl. soil with ocean water) which enables non-fired brick production with material strength
- [Non-fired brick machine] brick machine (assembled/movable) with special mold which smoothens the surface of the brick and lessens holes on the brick

Survey Outline

- **Survey Duration:** Feb., 2022~Feb., 2024
- **Country/Area:** Bangladesh, Dhaka Pref., Rajshahi Pref.
- **Name of Counterpart:** N/A
- **Survey Overview:** Discussions with local private companies to reach agreement on selling price, and search for the product quality of competitors.



How to Approach to the Development Issues

- **[Business model]** 1) Establishment of a joint venture company between Keihin-battery and a local company; 2) opening of new local sales channel by Keihin-battery local office; and 3) guidance services of ECO5000 technologies etc by EIKEN
- **[Target market]** Local brick manufacturing factories
- **[Target client]** Constructors and retailers of 1) buildings; 2) public facilities; 3) private houses
- **[Profit structure]** 1) EIKEN will sell ECO5000 to Keihin-battery. A joint venture will manufacture and sell non-fired bricks, the machine and ECO5000. 2) Local office of Keihin-battery will sell the machine and ECO5000 to local brick manufacturing factories. 3) EIKEN will implement technical guidance for ECO5000 etc toward Bangladesh.

Expected Impact in the Country

- Manufacturing brick without using kiln enables followings: 1) reduce CO₂ emissions and particulate matter pollution; 2) decrease disease risk and death rate from air pollution, contamination of agriculture lands; 3) avoid serious health disease (respiratory, digestive, eye disease) from hot kiln smoke
- Using dredged soil for brick material avoids; 4) degradation of agricultural land

As of Jan, 2024

Summary Report

People's Republic of Bangladesh

“SDGs Business Model Formulation Survey
with the Private Sector for introducing ECO5000
and non-fired brick machine with manual, for
producing non-fired bricks in Bangladesh”

January, 2024

Japan International Cooperation Agency

Keihin-battery Co., Ltd.

EIKEN Co., Ltd.

1. BACKGROUND

(1) Purpose of the Survey

Approximately 1 million people are employed in Brick industry of Bangladesh. This industry is recognized as one of huge industries in Bangladesh, and it covers 1% of GDP of the country. In general, the factories in this industry operate only in dry season (from October/November to March/April). During these 7 months, these factories operate 24 hours a day. Around 23 billion bricks per year are made among whole factories/companies. In current situation, Dhaka, which is the capital city of Bangladesh, is booming in building construction, and it leads to 7-8% economic growth per year. It is said that brick demand is getting increased in the next 10 years, and it is expected to continue increasing by 2-3% per year.

The Feasibility Survey was conducted to examine the reality of the local market for disseminating proposed products; non-fired brick making machine and non-fired bricks, in Bangladesh. The other purpose of this Feasibility Survey was to examine the potential use of Japanese companies' products and technologies for Japanese ODA projects. The scope of the survey includes networking with key authorities and information gathering to develop ODA projects.

(2) Concerned Development Issues

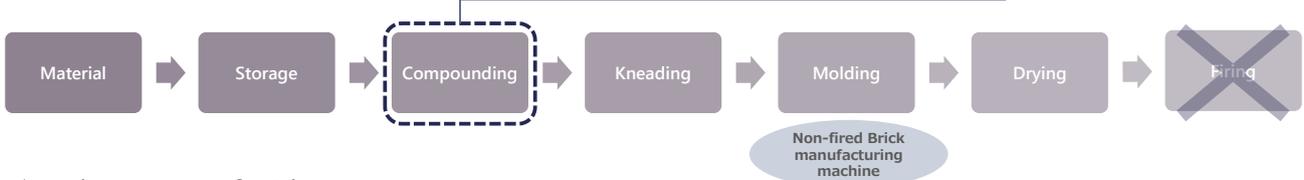
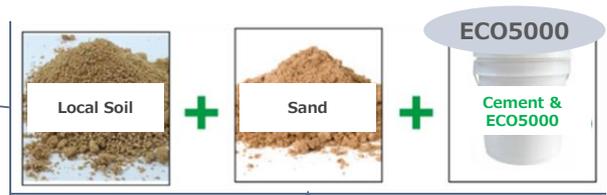
As of August 2022, the number of operating brick kilns has reached about 8,000. 76.36% out of them, are old style and inefficient, and utilize coal as fuel. By utilization of those old-style kilns, CO₂ and air pollutants, like PM, SO₂, NO₂ and CO, are emitted. This situation is connected to; 1) climate change issues caused by huge amount of CO₂, 2) air pollution by PM and SO₂, and 3) grave health hazard caused by kiln smoke with high temperature. 4) Degradation of fertilized agriculture land by using high fertilized soil as raw material of fired brick.

(3) Products and Technologies

i. ECO5000

Inorganic soil reinforcement material (including soil with ocean water) which enables non-fired brick production with material strength

Product Name	ECO5000
Function/ Efficiency	Soil Solidification
How to use	Add ECO5000 to local soil, sand and cement, then dry it
Benefit for utilizing product	<ul style="list-style-type: none"> ✓ No firing process, just dry for manufacturing bricks ✓ Contribution for reduction of CO₂ emission, prevention of health damage and curbing destruction of agricultural products

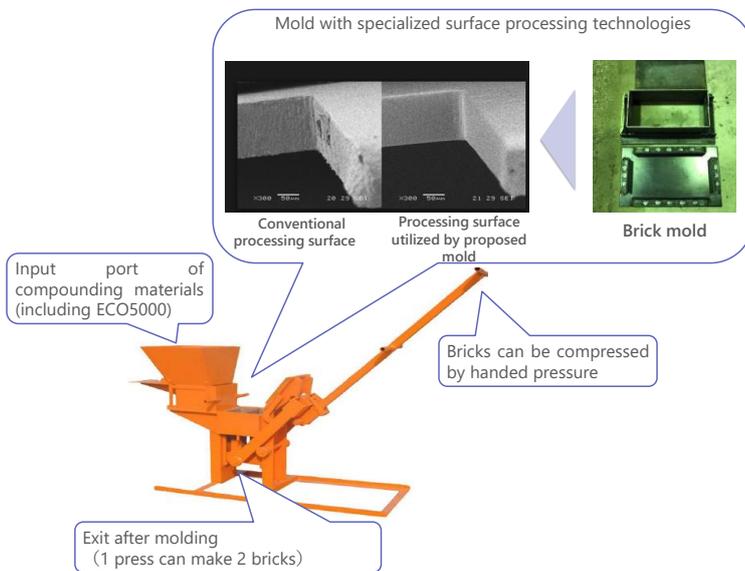


▲Product process of Bricks

Inorganic reinforcement, called “ECO5000”

ii. Non-fired Brick machine

Brick machine (assembled/movable) with special mold which smoothens the surface of the brick and lessens small holes on the brick



Specification of NFB manufacturing machine
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Installation of mold with specialized surface processing technologies <ul style="list-style-type: none"> ✓ Smooth of brick surface ✓ Reduction of small air holes on brick surface ✓ Possible for reduction of brick absorption rate by 8% ✓ Brick molding will be firmly well with pressure type during molding <ul style="list-style-type: none"> ✓ Due to high precision processing accuracy, brick raw materials can be solidified firmly in a dedicated ✓ Brick corners do not chip when removed from the molds <ul style="list-style-type: none"> ✓ Bricks are compressed inside of the molds, and brick raw materials are not overflowed from it ✓ Remove bricks from the molds without corner chip and shapeless of bricks ✓ High quality compressing strength <ul style="list-style-type: none"> ✓ Compressing strength is 210kg/cm², equivalent of those between S rank and A rank of BSTI certification in Bangladesh

Non-fired brick manufacturing machine

2. RESULT OF THE SURVEY

(1) Climate change issues caused by huge amount of CO₂ / Air pollutants emission such as PM and SO₂

Without firing process of brick manufacturing, it would be possible to make non-fired bricks with enough compressive strength, if ECO5000 is utilized as one of ingredients of brick making. Replacing bricks to non-fired bricks would provide decreasing emission of air pollutants and CO₂, and mitigation of climate change. It

would also contribute to reducing health hazards of employees in brick factory.

Comparison of CO₂ emission amounts in making process among concrete block, non-fired brick and fired brick had been implemented in this survey. The CO₂ emission amounts of each competing product are: concrete block/1.17kg CO₂ per 1 brick and fired brick/1.08kg CO₂ per 1 brick (as for equivalent of 6 million brick yearly making, 7,039 ton CO₂ for concrete block and 6,562.8 ton CO₂ for fired brick) .On the other hand, it was found that CO₂ emission of non-fired brick was 0.99kg CO₂ (as for equivalent of 6 million brick yearly making, 5,951.6 ton CO₂). According to these results, using non-fired bricks contributes to reducing 8.2% CO₂ emission per brick and 534.2 ton CO₂ yearly, compared with fired brick. Also, it reduces 15.4% CO₂ emission per block and 1,087.3 ton CO₂, compared with concrete block. In addition, the characteristics of high compressive strength and low water absorption of non-fired bricks can be reinforced by using the non-fired brick manufacturing machine. The dissemination of building materials with sufficient durability in Bangladesh, will contribute to strengthening the disaster prevention measures against earthquakes and natural disasters.

(2) Sampling of high fertilized agricultural land soil, that is utilized as raw material of brick

Since the proposed product will utilize dredged soil, it will also help to reduce the extraction of fertile agricultural soil. As a result, it will contribute to reducing the degradation of agricultural land and the resulting food shortages.

In Bangladesh, nearly 2 million tons of dredged soil is produced annually, much of which is accumulated in an area called Mongla. ECO5000 solidifies sediment mixed with seawater without any problem. By using dredged soil that contains salt and is in low demand, the amount of dredged and deposited soil can be reduced.

3. FUTURE PROSPECTS

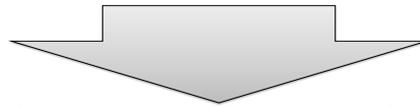
(1) Impact and Effect on the Concerned Development Issues through Business Development of the Product/ Technology in the Surveyed Country

This proposed business will contribute to resolve various problems that Bangladesh is facing, such as climate change, air pollutant emission, health hazard, and degradation of fertilized agriculture land.

9.4 Upgrade infrastructure and retrofit industries to make the sustainable, with increased resource-use efficiency and greater adoption of clean and environmentally sound technologies and industrial processes, with all countries taking action in accordance with their respective capabilities

Non-fired bricks Production

Hypothesis: If non-fired brick production with ECO5000 is disseminated to all 8,000 brick companies, which is the business target group



13.2 Integrate climate change measures into national policies, strategies and planning

13.b Promote mechanisms for raising capacity for effective climate change-related planning and management in least developed countries and small island developing States, including focusing on women, youth and local and marginalized communities



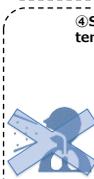
①Climate change issue caused by huge amount of CO₂
Reduce 1,790.8 tons of CO₂ emitted from brick kilns per year^{※1, ※2}

3.9 Substantially reduce the number of deaths and illness from hazardous chemicals and air, water and soil pollution and contamination



②Air pollutant emission such as PM, SO₂ etc

- Reduce 58% of particle matters of the air, emitted from brick industries
- Reduce number of deaths (approx. 1,200 to 2,800) caused by PM_{2.5}^{※2}



④Serious health illness caused by high temperature firing smoke^{※2}

- Reduce percentage of respiratory disease (approx 96.7%), digestive system diseases (approx 93.7%), and eye related diseases (approx 74.1%), that brick industry workers (approximately 400 people) were infected.
- Lung cancer risk falls to the same level as non-workers.

15.3 Combat desertification, restore degraded land and soil, including land affected by desertification, drought and floods, and strive to achieve a land degradation-neutral world



③Pick up/ collect well-fertilized agricultural land

Approximately 117 acres are continuously available for cultivation each year

※1 Except for CO₂ emissions by brick machine operation

※2 Development effectiveness will vary depending on conditions such as the diffusion of the proposed product

Expected Development Effectiveness

(2) Lessons Learned and Recommendation through the Survey

(1) Importance of finding reliable local partners/ Duties for importing to Bangladesh

Interviewees in this survey advised that it would be better to find reliable local partners and discuss matters regarding custom duties, income tax and VAT with governmental officials through them. Various special exceptions to Bangladesh tax law make the tax-related procedure more complicated. It might happen that the rate of custom duties, tariff and VAT etc. would be changed suddenly, due to changes in the treatment of existing licenses for non-fired brick producer companies.

(2) Strictness of necessary document contents for product transport from Japan to Bangladesh

This survey transported non-fired brick machine for checking local suitability and making non-fired brick with it. Various unexpected incidents related to transportation (e.g. Inadequate documents was used in transportation application, etc.) had been occurred, thus it took more than 6 months to complete the transportation. The main reason of delay was lack of communication between the shipping company of Japan side and the Bangladesh side. To avoid this kind of serious situation, proven shipping companies of both in Japan and in Bangladesh must be researched before product transportation. Also, it is desirable for SMEs to establish the direct and good communication with Bangladesh side shipping company, and at least SMEs need to possess basic knowledge on international transportation and trade.