

モンゴル国

モンゴル国  
断熱塗料の活用による暖房需要及び  
大気汚染の軽減に関する案件化調査

業務完了報告書

2021年8月

独立行政法人  
国際協力機構（JICA）

株式会社清水

民連
JR
21-028

<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.

## 写真



国家環境汚染削減委員会との打合せ（2019年7月）



エネルギー省との打合せ（2019年7月）



ウランバートル市大気汚染削減庁との打合せ（2019年7月）



建設・都市開発省との打合せ（2019年10月）



エネルギー規制委員会との打合せ（2019年10月）



モンゴルの高専2校の教授との打合せ（2019年10月）



現地でのゲル布への塗布実施（2019年10月）



簡易テスト実証現地（モンゴル高専敷地内）

# 目次

略語表	v
要約（和文）	vi
はじめに	xv
<b>第1章 対象国・地域の開発課題</b>	<b>1</b>
1-1 対象国・地域の開発課題	1
1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等	3
1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針	4
1-4 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	6
<b>第2章 提案法人、製品・技術</b>	<b>8</b>
2-1 提案法人の概要	8
2-2 提案製品・技術の概要	8
2-3 提案製品・技術の現地適合性	11
2-4 開発課題解決貢献可能性	23
<b>第3章 ODA 事業計画/連携可能性</b>	<b>25</b>
3-1 ODA 事業の内容/連携可能性	25
3-2 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	32
3-3 環境社会配慮等	33
3-4 ODA 事業実施/連携を通じて期待される開発効果	33
<b>第4章 ビジネス展開計画</b>	<b>34</b>
4-1 ビジネス展開計画概要	34
4-2 市場分析	35
4-3 バリューチェーン	38
4-4 進出形態とパートナー候補	39
4-5 収支計画	40
4-6 想定される課題・リスクと対応策	41
4-7 ビジネス展開を通じて期待される開発効果	42
4-8 日本国内地元経済・地域活性化への貢献	44
4-9 投資環境・外貨規制	45
要約（英文）	
添付資料	

## 図リスト

図 1	ウランバートルの大気汚染物質濃度の経年変化（2008～2018 年度）（点線は各大気汚染物質の年平均値に係る環境基準を示す）	1
図 2	ウランバートルと北京の PM2.5 比較	2
図 3	ルミナスターの特長	10
図 4	ルミナスターの塗装可能な施設（例）	10
図 5	ルミナスターの導入効果事例（日本国内）	10
図 6	簡易テストのゲル A～D へのルミナスターの塗布について（イメージ図）	15
図 7	簡易テストの試験導入先及び対象ゲル	16
図 8	温度データの推移（期間：2019 年 12 月 14 日～2020 年 3 月 5 日）	16
図 9	外気温低下期間における温度推移の抽出（ゲル内の温度測定高さ：地上 100cm）	17
図 10	ウランバートル市における月別平均気温（2020 年）	18
図 11	ODA 案件における案件化→実証 →普及のイメージ	25
図 12	普及・実証・ビジネス化事業の実施体制（案）	26
図 13	現地進出後のビジネスモデル案	34
図 14	想定されるバリューチェーン（B to B スキーム）	39
図 15	想定されるバリューチェーン（B to C スキーム）	39

## 表リスト

表 1	モンゴルにおける暖房設備別の石炭消費量の経年変化	2
表 2	モンゴル国における Green Loan の概要	4
表 3	我が国開発協力方針との合致性	5
表 4	SDGs 目標との合致性について（抜粋）	5
表 5	【プログラム】環境に優しい安全な都市の開発	6
表 6	ウランバートル市大気汚染対策能力強化プロジェクトフェーズ 3（2018-2023）の概要	6
表 7	企業概要	8
表 8	断熱材市場の主要製品	9
表 9	過去のモンゴルでの暖房効果簡易テストによるルミナスターと他社競合製品との 性能比較結果（右写真：現地のスチロール断熱材）	11
表 10	第 1 回渡航でのヒアリング調査概要	12
表 11	第 2 回渡航でのヒアリング調査概要	13
表 12	簡易テストの概要	15
表 13	塗装の有無による室温平均温度差の測定	17
表 14	塗装の有無による温度低下の比較	17
表 15	本製品に対するニーズ及びそれへの対応性	19
表 16	普及・実証・ビジネス化事業の試験導入先候補	22
表 17	開発課題を取り巻く周辺課題	24
表 18	ODA 案件の概要（案）（PDM）	25
表 19	カウンターパート候補との協議状況	27
表 20	セミナー開催に係るアジェンダ案（当時）	28
表 21	オンラインセミナー開催に係るアジェンダ	29
表 22	オンラインセミナーの Web 画面	30
表 23	セミナー視聴者に対するアンケートの説明文及び調査項目（任意回答）	31
表 24	期待される開発効果	33
表 25	事業化スケジュール（最速で事業進捗がなされた場合）	34
表 26	メインターゲットとする市場・顧客の情報	35
表 27	モンゴル国内における断熱用途の主要製品例	36
表 28	ルミナスターと競合製品の性能比較	38
表 29	事業化による事業収支計画概要	41
表 30	ルミナスターの使用による石炭削減率の試算結果	43
表 31	モンゴル・ウランバートル市への開発効果の試算結果	44
表 32	関連企業・産業への貢献	44
表 33	主な税制及びその税率	45

## 略語表

略語	正式名称	日本語名称
CFWH	Coal Fired Water Heater	小型石炭焼き温水ヒーター
DAAP	Department Against Air Pollution	大気汚染削減庁
ERC	Mongolia Energy Regulatory Commission	エネルギー規制委員会
HOB	Heat Only Boiler	熱供給ボイラー
MCUD	Ministry of Construction and Urban Development	建設・都市開発省
NCREP	National Committee on Reducing Environmental Pollution	国家環境汚染削減委員会
PP	Power Plant	発電所

## 要約（和文）

### 第1章 対象国・地域の開発課題

#### 1-1 対象国・地域の開発課題

モンゴルの首都ウランバートルでは、人口集中による火力発電所、地区暖房ボイラー施設、小型石炭温水ヒーター及びゲルスストーブ等の稼働量の増加を要因に、石炭大量消費に伴う都市域大気汚染が深刻化しており、長期間において大気汚染物質濃度が環境基準を超過している。

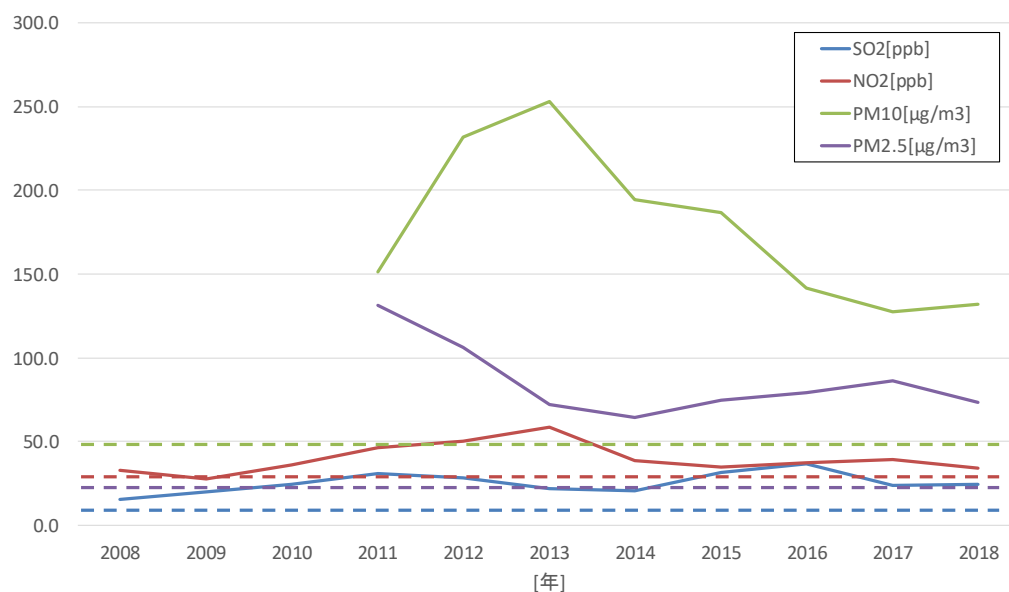


図 ウランバートルの大気汚染物質濃度の経年変化（2008～2018 年度）  
（点線は各大気汚染物質の年平均値に係る環境基準を示す）

石炭使用量の推移については、ゲルスストーブ起因分は漸減傾向にあるものの、総消費量は年々増加している。また、ゲルスストーブに用いられていた生石炭の単位消費量当りの大気汚染物質の排出量が著しく高いことが指摘されており、ゲルスストーブの大気汚染の寄与割合は高かったと考えられる。

大気汚染に伴う影響としては「人体健康への悪影響」も疑われており、呼吸器感染症、肺炎、胎児の成長遅れ、出産への悪影響（早産、発達障害、自然流産など）、気管支炎、喘息等が挙げられている。

表 モンゴルにおける暖房設備別の石炭消費量の経年変化<sup>1)</sup>

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
PP	4,105,209.62	4,126,456.16	4,424,844.69	4,603,087.57	4,823,254.95	5,159,910.00
HOB	133,975.11	148,742.40	148,742.40	149,284.00	154,061.00	175,059.00
CFWH	19,857.00	22,438.41	22,895.12	23,669.54	24,512.38	25,025.85
Ger Stove	331,295.20	97,077.45	76,629.01	13,631.99	19,441.17	17,686.05
Wall Stove	552,344.33	560,417.43	457,682.16	352,602.28	382,522.60	390,542.04
Improved Stove	0.00	218,325.12	349,279.59	496,758.93	497,833.77	560,222.75
Total	5,142,681.26	5,173,456.96	5,480,072.98	5,639,034.32	5,901,625.88	6,328,445.70



## 1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

現在、モンゴルの環境汚染緩和を目指した国家的な組織としては「国家環境汚染削減委員会（NCREP：National Committee on Reducing Environmental Pollution）」があり、大気汚染・水質汚濁・土壌汚染等の緩和を目的に、施策の調整・活動連携の確保を担っている。

また、大気汚染対策については、2019年に制定された「政府特別基金に関する法律」の中で、自然環境等に関する7種類の財源を統合し、用途として10種類の対策（大気汚染対策を含む）の資金に活用されている。

### 1-2-1 大気・環境汚染削減国家計画

モンゴル政府は、2017年に大気・環境汚染削減国家計画を採択した。本計画では、2025年までに大気汚染を8割削減するため、都市計画改善、インフラ整備能力・アクセシビリティの向上、生石炭使用制限、地方開発、一極集中の是正などを目的とした60件の事業計画で構成されている。

### 1-2-2 Green Loan

環境・観光省とNCREPが進めている金融政策で、環境負荷の小さな設備（現在3種類：ゲルエリアの個人住宅における家屋断熱、電気ストーブ、エコトイレ）の導入に対して、ローンでの購入及び借入金利の軽減を承認している。Green Loanの発行が認められている金融機関は現在国内の3銀行のみであり、承認されれば、個人の借入金利は8%まで低減される。

### 1-2-3 生石炭の使用・持込禁止

モンゴルの、特にゲル地区では、低品質で大量の煤塵が発生する生石炭が「安価」という理由で大量に使用されていたが、2019年5月15日にモンゴル政府は生石炭の使用・持込を禁止し、代わりに煤塵や二酸化硫黄の発生抑制のための加工が施された改良燃料（豆炭：無煙炭及びその他の化合物を配合して卵形又はこれに類似した形にした固形燃料）の使用が推奨されている。

## 第2章 提案法人、製品・技術

### 2-1 提案製品・技術の概要

#### 2-1-1 ターゲット市場

本製品の市場としては建築物全般の「断熱材」が対象になる。ただし、下記の各製品が断熱材として完全に競合するのに対し、「断熱塗料」は各断熱材の内装に活用することで相乗効果が期待できるなど、必ずしも競合するわけではなく、各断熱材との組合せが可能という点が大きな特徴といえる。なお、断熱塗料と明確に示された製品は、現時点で国内ではほとんど見受けられていない。

表 断熱材市場の主要製品

区分	断熱材	特徴
繊維系	グラスウール	極細の短いガラス繊維でできた綿状の断熱材
	ロックウール	石綿の一種（アスベストの代替材料として普及）
	インシュレーションボード	廃木材チップを成形したもの
	羊毛断熱材	羊毛を使用した断熱材
	セルロースファイバー	木質繊維に化学物質を配合したもの
発泡プラスチック系	硬質ウレタンフォーム	断熱性を高めたプラスチック材質
	ビーズ法ポリスチレンフォーム	ポリスチレンを発砲させて金型で成形したもの
	フェノールフォーム	難燃性・耐火性などに優れ加工性も高い

## 2-1-2 提案製品・技術の概要

### (1) 製品の特長

ルミナスターは高い断熱効果、伸縮性、耐久性等を有した塗料であり、モンゴルの建築物（例：ゲル）への塗布適応性も高いと考えられる。また、屋根等の外壁に塗装すれば遮熱効果も発揮し、さらに高い省エネ性・経済性を実現する。


	<p>1.高い断熱性能 熱伝導率0.09w/(m・k)で他製品と比較して大きな断熱性能を発揮。また、結露の抑制効果もある。</p> <p>2.高い伸縮性能 塗膜の伸び率250%以上、ゴムのように伸びる塗膜が構造物のクラックにも追従、美観を保ちます。</p> <p>3.優れた耐候性 JIS K 5600-7-7促進耐候性試験で5000時間超を実現。 割れ、膨れ、剥がれ及び変色などなく長寿命、長期間に美観・省エネを保ちます。</p> <p>4.強い接着力 JIS規格の4倍の付着力で、長期間剥げることなくご使用いただけます。</p>	<p>5.建物内の温度を保持 魔法瓶効果で、夏も冬も建物内の温度を保持します。</p> <p>6.環境への負荷がない 水性塗料ですので環境への影響、人体への影響負荷がありません。</p> <p>7.優れた防水性、消音性 防水性が高く、省エネ塗装を兼ねた雨漏れ対策が可能です。 また、消音性能も有しており、音漏れを軽減します。</p> <p>8.省エネ 建物を温度変化(部材変化)、紫外線劣化から守り、結露を抑制し部材の腐食を防ぎ、省エネを実現。建物を延命し、経済効果を生み出します。</p>	<p>モンゴルは輸送コストの高い内陸国であることから、<b>軽量製品で施工も簡易な</b>ルミナスター(断熱塗料)は、ビジネス展開を考えた際に<b>有力な輸出品</b>となりうる</p>
---	--	---	---

図 ルミナスターの特長

### (2) 製品・技術のスペック・価格

ルミナスターは1缶12kg(18L)である。1m<sup>2</sup>当りの塗布量は0.3kg(膜厚約0.2mm、塗布回数2回)で、1缶で面積40m<sup>2</sup>の塗布が可能である。日本国内では1缶約25,000円で販売を行っているが、現地販売価格については、輸送費や関税等を含めて、当初は1缶約30,000円を検討している。

### (3) 国内の販売実績

2020年度は国内で年間約2,000缶(約5,000万円/年)の売上を記録しており、公共施設やビル・マンション・一般住宅、商業施設、倉庫等への納入実績を有する。また、現在、大手ハウスメーカー及び建材メーカーと共同で、本技術を活用した建築材料の開発を進めている。

## 2-2 提案製品・技術の現地適合性

### 2-2-1 現地適合性の確認(技術面)

#### (1) 簡易テストの実施結果

外壁・内壁への塗装によって、現地の一般的な断熱材と同程度以上の暖房効果が得られると推測されることから、本調査において導入効果の簡易テストを実施した。

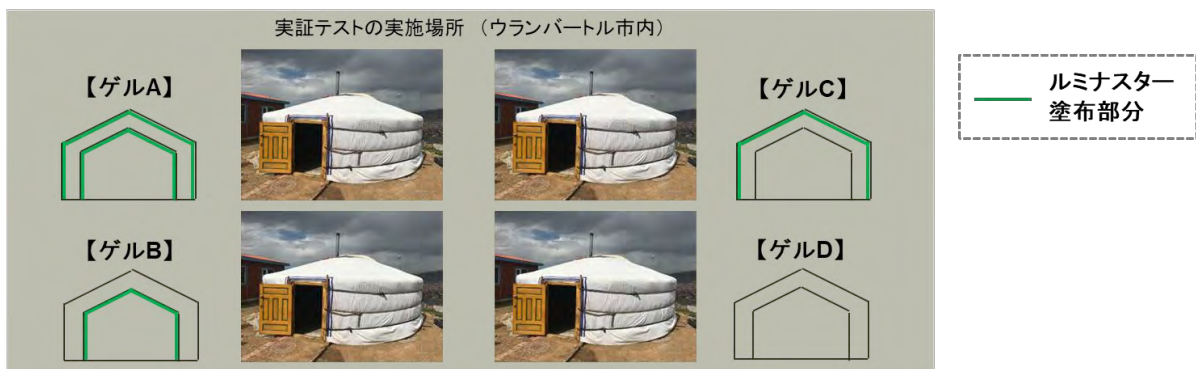


図 簡易テストのゲルA~Dへのルミナスターの塗布について(イメージ図)

調査結果として、気温低下期間において、ゲル A（両側塗装あり）とゲル D（塗装なし）の塗装差異によって、室温の平均温度差（地上 100cm）が約 6.5℃生じており、モンゴル特有の寒厳期においても、本塗料は大きな断熱効果を得られることがわかった。また、1 時間あたりの室温低下度（ゲル A とゲル D の差異）は、ゲル A の場合が「約 0.25℃/h」、ゲル D の場合が「約 0.4℃/h」と算定され、この結果からも、室温低下を従来の 6 割程度に抑制可能であることが示唆された。

表 塗装の有無による室温平均温度差の測定

単位：℃

	100cm	130cm	160cm
室温平均温度差	6.6	6.4	7.2
(①期間)	6.5	6.3	7.1
(②期間)	6.6	6.4	7.3

→両側塗装の実施により、約6.5℃の断熱効果を得ることができている。

表 塗装の有無による温度低下の比較

単位：℃/h

	100cm	130cm	160cm
両面塗装	0.25	0.25	0.25
塗装なし	0.43	0.38	0.4

→両側塗装の実施により、従来よりも室温低下を6割程度に抑えている。

## 2-2-2 現地適合性の確認（制度面）

### （1）簡易テストの実施結果公共工事で採用可能な製品への登録（認証手続）

認証取得に当たっては、まずは JIS の承認結果等をモンゴル語に翻訳した上で、製品サンプルと共にモンゴルの基準局（AMS）に申請を行う必要がある。申請が通り次第、認証の発行を行っている 3 機関のいずれか（Development center、Building and Architect Corporation 又は National Integrated Center for Construction Development）に発行依頼を行うことで、省エネ認証を取得することができる。なお、承認期間としては数か月程度かかる見込みである。

### （2）Green Loan の対象製品への登録

Green Loan の対象製品として「ゲルエリアの個人住宅における家屋の断熱（Home insulation）」があるが、そのリストに本製品を登録させて頂けるよう、今後、詳細な調査を行う予定である。

## 2-2-3 現地適合性の確認（コスト面）

### （1）製品の輸送方法

製品の輸送方法は 20 フィートコンテナを活用しての「①横浜港～天津港（船舶輸送）」、「②天津港～モンゴル国境（列車輸送）」、「③モンゴル国内（列車輸送）」のルートが最適であると判断した。

### （2）現地における、ルミナスターの販売価格（及びコスト削減の可能性）

ルミナスターは現地でも日本同様に 1 缶 12kg（18L）のサイズで販売予定である。前述した通り、1m<sup>2</sup>当りの塗布量は 0.3kg（膜厚約 0.2mm、塗布回数 2 回）で、1 缶で面積 40m<sup>2</sup>の塗布が可能であり、当初は、現地において 1 缶約 30,000 円で販売予定となっている。

## 第 3 章 ODA 事業計画/連携可能性

### 3-1 ODA 事業の内容/連携可能性

案件化調査後に、普及・実証・ビジネス化事業スキームを活用した、「断熱塗料の活用による暖房需要及び大気汚染の軽減に関する普及・実証・ビジネス化事業（仮称）」を想定している。

表 ODA 案件の概要 (案) (PDM : プロジェクトデザインマトリックス)

成果	活動	投入
<p>1. 実証 ルミナスター導入による保温効果・省エネ効果が確認され、それに伴う石炭消費量の削減効果が確認される</p>	<p>1-1 ルミナスターの仕様・設置の検討 1-2 ウランバートル市内の公共施設・市営アパートにおける試験施工 1-3 ルミナスター試験導入後のモニタリング (保温効果、コスト削減効果、エネルギー削減量、石炭消費削減量) 1-4 ルミナスターの経済性評価</p>	<p>(日本側) ・ 専門家(統括1、外部人材業務の統括者1、製造技術1、施工1、ビジネス開発検討1、事業計画策定1、事業化検討1、事業化調査1) ・ 機材(ルミナスター)</p>
<p>2. 技術移転 現地人材によって、ルミナスターを用いた保温・省エネ技術の導入に関して、持続可能な普及体制が整備される</p>	<p>2-1 ルミナスターの製造・施工マニュアルの作成および技術レベル評価 2-2 ルミナスターの製造・施工に係る技術視点研修の実施 (指導員候補10名の育成) (1) 公共施設・市営アパート等へのルミナスターの施工 (2) モニタリング手法とその評価効果のモニタリング 2-3 研修後評価</p>	<p>(モンゴル側) ・ C/P候補: ウランバートル市大気汚染削減庁 ・ ルミナスター導入に係るパイロット実施 ・ 試験施工場所 ・ 指導員候補10名の任命 ・ 研修場所の提供 ・ セミナー及びステアリング・コミッティ開催に伴う調整及び会場の提供</p>
<p>3. 普及 ルミナスターを用いた保温効果・省エネ効果及び大気汚染緩和効果などを通じて、本製品の有効性が周知される</p>	<p>3-1 ウランバートル市との定例会実施による事業の推進 3-2 自治体、居住地区、工場、商業施設等に対して大気汚染策セミナーの開催や省エネ展等への参加をし、ルミナスターの導入効果を紹介 3-3 ウランバートル市内の産業・商業部門やウランバートル市外へのルミナスターの普及促進による研修実施体制の整備</p>	

普及・実証・ビジネス化事業では、C/P (NCREP 又は DAAP のいずれかを想定) と協議のもとで、ウランバートル市内の公共施設や公共団地、アカデミック施設 (学校・大学など)、集中暖房システムの暖房配管等を対象に通年での試験・経済性評価を行い、ウランバートル市の DAAP の施策と足並みを揃えながら、モンゴル国内の建築物の断熱性能を向上させ、並行して主要ステークホルダーとの関係を構築し、ビジネス展開の足掛かりとする。

そして、2024 年以降のビジネス展開では、多様な建築物 (ビル、工場等も含む) への展開を図っていく。

なお、ODA 事業は、2022 年 4 月の開始から 2 年間で想定し、渡航は全 5 回を予定している。

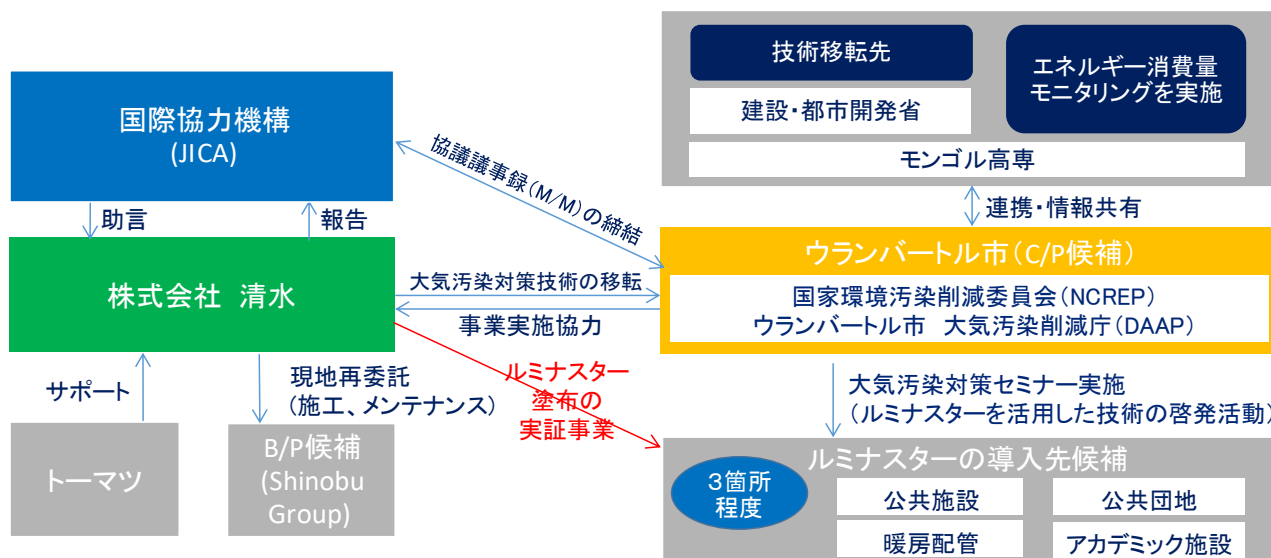


図 普及・実証事業の実施体制図 (案)

### 3-2 ODA 事業実施/連携を通じて期待される開発効果

PDM に示す活動を通して、期待される開発効果としては、次表に示すものが挙げられる。



表 期待される開発効果

成果	開発効果
<p><b>1. 実証</b></p> <p>ルミナスター導入による保温効果・省エネ効果が確認され、それに伴う石炭消費量の削減効果が確認される</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 製品認証の取得</li> <li>・ より実際に近い形で試験を行うことで、現地断熱材と比較して提案製品の断熱性能に差異がない（または差異が小さい）ことが証明される。</li> <li>・ パイロット施工を通して提案製品の経済性・優位性が証明される。</li> </ul>
<p><b>2. 技術移転</b></p> <p>現地人材によって、ルミナスターを用いた保温・省エネ技術の導入に関して、持続可能な普及体制が整備される</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 提案製品の施工マニュアルが作成される。</li> <li>・ モンゴルにおける研修を通して、施工技術を習得したモンゴル高専の在学生／10人程度の卒業生を現地子会社にて受け入れ、育成（技術移転）を行うことで、実施体制が整備される。</li> </ul>
<p><b>3. 普及</b></p> <p>ルミナスターを用いた保温効果・省エネ効果及び大気汚染緩和効果などを通じて、本製品の有効性が周知される</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 国家環境汚染削減委員会（NCREP）やその他関連省庁等にも参加していただき、建設会社等の参加者に対してセミナーが開催され、塗装技術の紹介並びに優位性が周知される。</li> </ul>

## 第4章 ビジネス展開計画

### 4-1 ビジネス展開計画概要

本製品（ルミナスター）の活用による建築物の暖房需要軽減事業については、現地の様々な建築物（公共施設、一般住宅、集中暖房システム、商業施設、ビル、工場等）をターゲットに、案件化調査及び普及・実証・ビジネス化事業によって現地ニーズを確保し、その後、新規設立した現地子会社によるビジネス展開を本格開始させることを想定している。

初期は即効性・PR効果のある既存建築物（公共施設、公共団地等）に積極的に普及展開を進め、その後は建築物新設時の初期導入など、全建築物への導入を目指す計画である。普及・実証・ビジネス化事業の実施を経て、早ければ2024年からの本格的なビジネス展開開始を目指しており、現地ニーズを確保されてビジネスが軌道に乗った段階（早ければ2025年頃）で、新規設立する現地子会社によるビジネス展開に切り替えることを検討している。

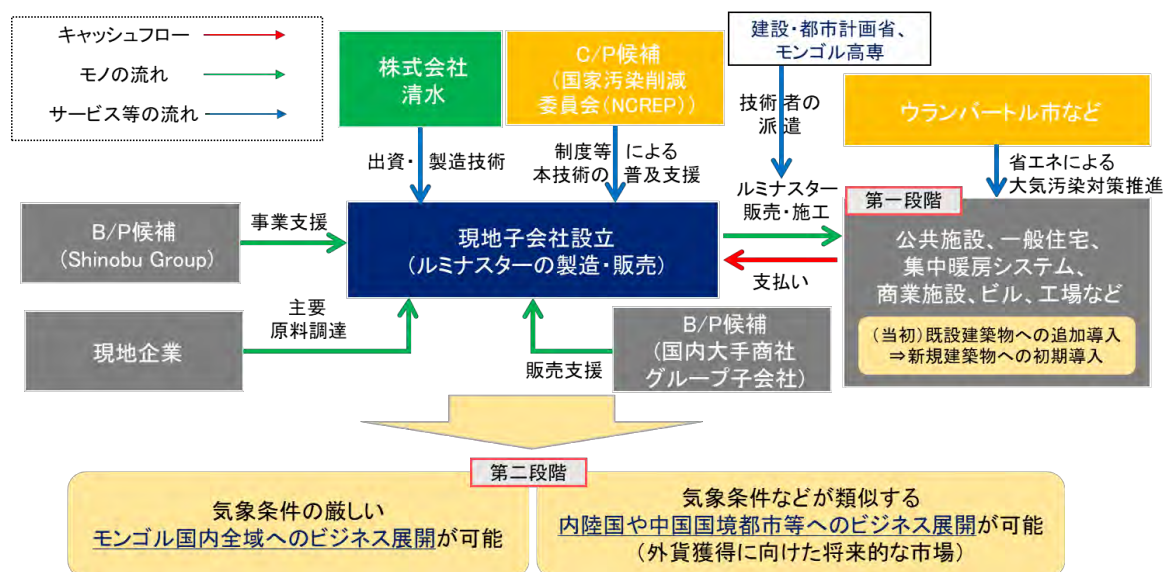


図 現地進出後のビジネスモデル案

表 事業化スケジュール（最速で事業進捗がなされた場合）

フェーズ	2019			2020			2021			2022			2023			2024			2025		
	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6
	案件化調査						普及・実証事業						本格的なビジネス展開								
① ベース調査（市場・ニーズ・販売流通・競合）	■																				
② 現地拠点の検討、販促方法の検討	■																				
③ 事業採算性分析の精緻化							■														
④ 資金調達							■														
⑤ 投資ライセンス等の取得、用地確保・現地拠点の確保													▼▼								
⑥ 事業開始（日本からのルミナスターの輸出）													■								
⑦ 実証結果を活用したPR（セミナー等の開催）													■								
⑧ 現地子会社の設立													■								
⑨ 現地生産工場の設立													■								
⑩ 現地生産開始													■								

## 4-2 市場分析

### 4-2-1 市場の定義・規模

メインターゲットとなる顧客としては、ウランバートル市の公共工事による新設・改修が見込まれる各公共施設（市関連施設や学校等）や公営集合住宅（新築・改築いずれも含む）などを想定しているが、ビジネス展開が軌道に乗った後には、既存の商業施設、ビル、工場等に加え、民間建築物新設時の初期導入などによって市場拡大を行う計画としている。さらに将来的には、現地子会社をビジネス拠点に、近隣国の公共施設や一般住宅等への本製品の販売拡大も見込む。

### 4-2-2 競合分析・比較優位性

モンゴルで現在使用されている断熱用途の製品については、現地渡航時の事業者ヒアリング等で確認を行った。製品は日本でも利用されている一般的な断熱材（繊維系断熱材、発泡プラスチック系断熱材）であり、現地国の市場で現物も確認したが、製品自体も日本で市販されているものと相違ないように見受けられた。なお、日本では対象となる断熱材と比較して、導入コスト及び性能を含めた価格優位性を有しているが、モンゴルにおける導入コストが把握し切れていないため、今後、既存の断熱材と比較した価格優位性を確認する必要がある。

また、断熱塗料についてはほとんど普及しておらず、まだ断熱塗料の市場は構築されていないと見受けられた。

### 4-2-3 既存断熱材からの代替可能性

断熱塗料であるルミナスターは、全ての既存断熱材と代替可能であり、現地渡航時のヒアリング結果からは、既存断熱材にはない効果（伸縮性・防水性・防火性など）も高く評価されている。また、ルミナスターは「断熱（保温）性能」に加えて「遮熱性能」も有しているため、モンゴルの気候条件（夏季は気温が非常に高く、冬季は非常に低い）に係る課題に対して相乗効果（夏季は遮熱による温度上昇抑制、冬季は断熱による温度低下抑制）が期待できる。

なお、ゲルにルミナスターを導入した場合は約 21%の石炭消費量を削減することが可能であり、これは約 4,200 円/年分のコスト削減額に相当することから、両側塗装（ダブル断熱）のゲルにおける投資回収年数は約 23 年と試算された。

## 4-3 バリューチェーン

### 4-3-1 製品・サービス

#### (1) B to Bのビジネススキーム

高い断熱効果を有した断熱塗料「ルミナスター」の、B/P候補（現地代理店など）を通じた建設会社等への販売を想定している。

## (2) B to Cのビジネススキーム

本スキームでは、高い断熱性能を有した断熱塗料「ルミナスター」の缶単体、又はこれを塗布済のゲル布などのB/P候補を通じたホームセンターやEC等での販売を想定している。

### 4-3-2 バリューチェーン

#### (1) B to Bのバリューチェーン

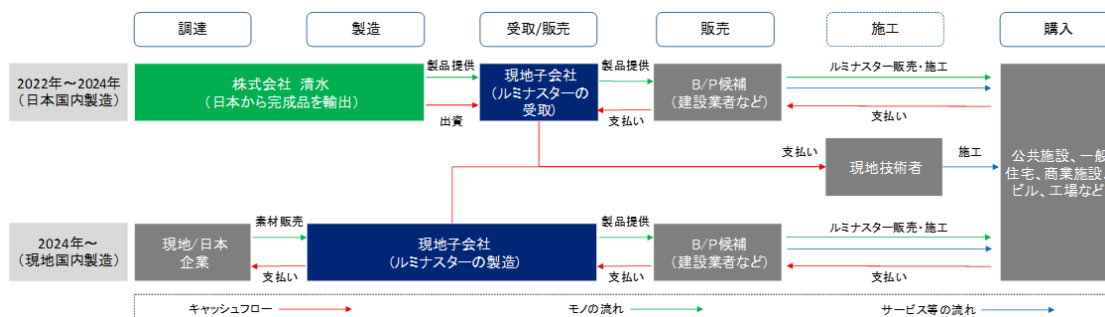


図 想定されるバリューチェーン (B to Bスキーム)

#### (2) B to Cのバリューチェーン

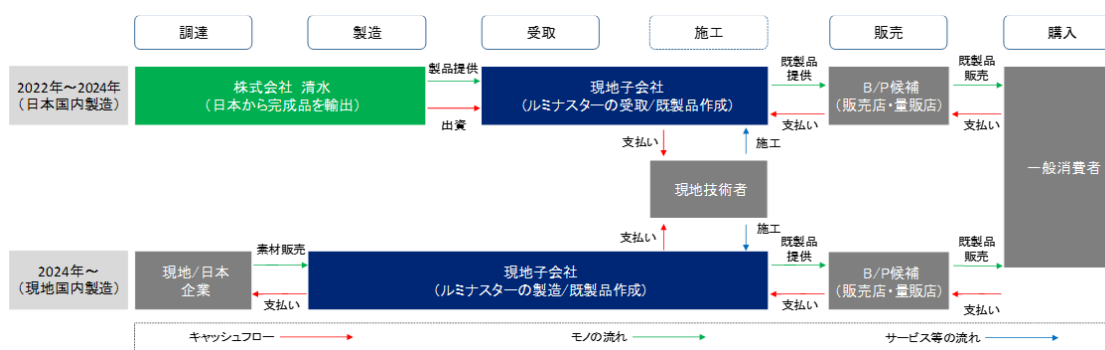


図 想定されるバリューチェーン (B to Cスキーム)

## 4-4 収支計画

初期投資額は、子会社設立及び工場新設のため「2023~2024年に約2,000万円」を見込んでおり、資金調達方法は銀行融資を予定している。事業本格化前には黒字化を達成し、その後は収益増加を目指して販売量の拡大を進めていく計画となっている。なお、提案企業の将来的な主要収益としては「出資比率(約50%)に応じた配当」、「技術ロイヤリティ」及び「原材料輸出による利益」の3つを予定しており、これらによる提案企業の収益は、「10年間で総額1.1億円」と試算している。

表 事業化による事業収支計画概要

	単位:千円											
	2019年 0年目	2020年 1年目	2021年 2年目	2022年 3年目	2023年 4年目	2024年 5年目	2025年 6年目	2026年 7年目	2027年 8年目	2028年 9年目	2029年 10年目	2030年 10年目
フェーズ	案件化調査			普及・実証事業			事業本格化					
ルミナスター販売台数(日本から輸出)	0	0	0	300	900	3,000	6,000	4,500	0	0	0	0
ルミナスター販売台数(現地生産)	0	0	0	0	0	0	0	4,500	9,000	12,000	12,000	15,000
売上	0	0	0	9,000	27,000	90,000	180,000	247,500	225,000	300,000	300,000	375,000
売上原価	0	0	0	12,414	26,183	76,471	158,325	212,431	191,103	259,166	268,333	343,603
売上総利益	0	0	0	-3,414	817	13,529	21,675	35,069	33,897	40,834	31,667	31,397
販売費及び一般管理費	0	0	0	3,000	3,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
技術ロイヤリティの支払(⇒提案企業)	0	0	0	0	0	0	0	5,625	11,250	15,000	15,000	18,750
営業利益	0	0	0	-6,414	-2,183	3,529	11,675	19,444	12,647	15,834	6,667	2,647
必要人員数の推移について												
必要人数(日本人)	0人	0人	0人	0人	0人	0人	0人	3人	3人	2人	1人	0人
必要人数(モンゴル人)	0人	0人	0人	3人	4人	5人	9人	10人	10人	14人	15人	19人
合計必要人数	0人	0人	0人	3人	4人	5人	9人	13人	13人	16人	16人	19人
原材料輸出による利益(⇒提案企業)	0	0	0	286	604	1,765	3,654	4,902	4,410	5,981	6,192	7,929
経常利益	0	0	0	-6,414	-2,183	3,529	11,675	19,444	12,647	15,834	6,667	2,647
出資比率に応じた配当(⇒提案企業)	0	0	0	0	0	706	2,335	3,889	2,529	3,167	1,333	529







# はじめに

## 1. 調査名

和文：モンゴル国断熱塗料の活用による暖房需要及び大気汚染の軽減に関する案件化調査（中小企業支援型）

英文：SDGs Business Model Formulation Survey with the Private Sector for Reduction of Heating Demand and Air Pollutants by Utilization of Insulation Paint in Mongolia

## 2. 調査の背景

モンゴルではウランバートル市への急激な人口集中に伴い、都市環境（大気汚染、土壌汚染、廃棄物、社会サービスなど）の悪化が大きな問題となっている。中でも冬季の高濃度PM（浮遊粒子状物質）に代表される大気汚染は深刻であり、呼吸器疾患患者数が2005～2014年の10年で2.5倍に大幅増加するなど、都市域大気汚染を要因とした健康影響が大きな課題となっている。これに対して、モンゴル政府も近年様々な大気汚染対策プロジェクトを実施しており、大気・環境汚染削減国家プログラム（2017-2021年）を採択するなど、政府として引き続きこの問題に注力していく様相がうかがえる。しかし、石炭ストーブの改良・設備更新など様々な施策を講じているものの、依然冬季の石炭消費（暖房用途）による大気汚染の改善はみられず、「安価で施工性に優れた断熱材」や「低品質家屋の断熱改修技術」等の活用が開発課題として挙げられている。

## 3. 調査の目的

モンゴル、特にウランバートル市において深刻化している大気環境の悪化という課題に対し、国家環境汚染削減委員会（NCREP）などをC/P候補として、建築物の暖房負荷の軽減に寄与する断熱塗料を普及させるべく、コスト削減可能かつ簡易性の高い断熱技術を導入するためのODA案件形成に向けた実現可能性を調査するとともに、ビジネス展開計画の策定を目的とする。

## 4. 調査対象国・地域

モンゴル国ウランバートル市

## 5. 契約期間・調査工程

- ・ 契約期間：2019年6月25日～2021年9月30日
- ・ 調査工程

(1) 第1回現地渡航のスケジュール及び訪問先

月日	時間	訪問先	調査項目	備考
2019/ 7/2	10:00-11:30	JICA モンゴル事務所	・ 事業計画説明 ・ 渡航時におけるアドバイスの授受	-
	13:30-14:30	モンゴル・日本センター	・ モンゴルの市場環境のヒアリング	-
	16:30-17:30	エネルギー省	・ CP 候補の判断 ・ モンゴルの市場環境のヒアリング	-

2019/ 7/3	09:00-09:30	高専機構リエゾンオフィス	・事業計画説明 ・本事業との連携可能性等についてのアドバイスの授受	-
	11:00-11:30	国家環境汚染削減委員会 ／環境・観光省	・CP 候補の判断 ・モンゴルの市場環境のヒアリング	-
	16:30-17:30	モンゴル高専 SERGELEN 校長訪問	・本事業との連携可能性等についてのアドバイスの授受	-
2019/ 7/4	09:00-10:00	建設・都市計画省	・モンゴルの市場環境のヒアリング	-
	15:00-16:00	道路・運輸省	・提案性の輸送方法検討に係るヒアリング	-
2019/ 7/5	08:00-08:30	DAAP	・CP 候補の判断 ・モンゴルの大気汚染対策のヒアリング	-
	09:30-10:30	エネルギー規制委員会	・建築物の省エネ基準等について	-
	11:00-12:00	蒙 Mongolian Express 社	・輸送関係費用のヒアリング	-
	15:00-16:00	JICA モンゴル事務所	・第 1 回現地渡航の結果報告	-
	17:00-18:00	在モンゴル日本大使館	・本事業実施に係るご挨拶 ・第 1 回現地渡航の結果報告	-

注) メンバー構成は、清水、志賀、室井、小川、松本、西本、濱、杉木の8名

(2) 第2回現地渡航のスケジュール及び訪問先

月日	時間	訪問先	調査項目	備考
2019/ 10/7	09:00-10:00	JICA モンゴル事務所	・第二回現地渡航におけるご挨拶及び情報共有	全体
	11:30-12:30	LUTGUN 社	・現地民間企業への提案製品紹介	チーム A
	14:00-15:00	高専機構リエゾンオフィス	・ルミナスターを用いた研究、セミナー時の講演、及び高専学生の参加等について	チーム A
	AM-PM	ゲル塗布現場		チーム B
2019/ 10/8	09:30-10:30	モンゴル・日本センター	・セミナーの周知展開方法	チーム A
	11:30-12:30	State Bank	・提案製品の Green Loan 適応の相談	チーム A
	15:00-15:45	在モンゴル日本大使館	・セミナーの登壇依頼	チーム A
	16:15-17:00	Xac Bank	・提案製品の Green Loan 適応の相談	チーム A
	AM-PM	ゲル塗布現場	・午前中に LUTUGUN 社が訪問 ・午後に新モンゴル高専の教授と学生が訪問	チーム B

2019/ 10/9	09:15-10:00	NCREP（環境・観光省）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・セミナーへの参加依頼</li> <li>・セミナーの登壇依頼</li> </ul>	チーム A
	14:00-15:00	General Etalon 社	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現地民間企業への提案製品紹介</li> <li>・今後のビジネス関係構築について</li> </ul>	チーム A
	AM-PM	ゲル塗布現場		チーム B
2019/ 10/10	10:00-11:00	Bridge 建設社	現地民間企業への提案製品紹介	チーム A
	12:00-12:15	DAAP	<ul style="list-style-type: none"> <li>・提案製品紹介</li> <li>・セミナーへの参加依頼</li> </ul>	チーム A
	14:00-15:00	ERC	・モンゴルの市場環境のヒアリング	チーム A
	16:00	ゲル塗布現場		チーム A
	AM	ゲル塗布現場		チーム B
	PM	ゲル塗布現場		チーム B
2019/ 10/11	09:00-10:00	Sanborst 社	・現地民間企業への提案製品紹介	チーム A
	10:15-11:00	Ulaanbaatar Buk 社	・現地民間企業への提案製品紹介	チーム A
	12:00-13:00	MCUD	<ul style="list-style-type: none"> <li>・セミナーへの参加依頼</li> <li>・建材エキシビションの日程確認</li> <li>・Certificate of Compliance についてヒアリング</li> </ul>	チーム A
	14:00-15:00	Khan Bank	・提案製品の Green Loan 適応の相談	チーム A
	16:00-17:00	JICA モンゴル事務所	・第 2 回現地渡航の結果報告	チーム A
	AM	ゲル塗布現場		チーム B
	PM	モンゴル高専グラウンド (簡易テスト実証場所)		チーム B

注) 各メンバー構成は以下のとおり

【チームA】 清水、西本、濱、北川

【チームB】 志賀、室井、小川、松本

### (3) 第3回現地渡航のスケジュール及び訪問先

月日	時間	訪問先	調査項目	備考
2019/ 12/3	AM-PM	モンゴル高専グラウンド (簡易テスト場所)	・簡易テストの準備	-
2019/ 12/4	AM-PM			-
2019/ 12/5	AM-PM			-

注) メンバー構成は、清水1名

(4) 第4回現地渡航のスケジュール及び訪問先

月日	時間	訪問先	調査項目	備考
2020/ 1/7	10:00-11:00	NCREP	・ODA 連携に係る相談 ・セミナー開催に係る講演対応や参加メンバー確保に係る調整	-
	12:00-13:00	Blue Sky Hotel (セミナー開催候補施設)	・セミナー会場候補の下見	-
	14:40-15:00	在モンゴル日本大使館	・セミナー開催及び講演対応に係る調整	-
2020/ 1/8	9:45-11:00	JICA モンゴル事務所	・セミナー開催に係る情報共有 ・本調査の進め方に係る相談	-
	12:00-13:30	JETRO モンゴル	・統計情報などモンゴルの情報源に係る相談	-
	14:00-16:00	モンゴル高専	・簡易テストに係る相談(ゲル内の温度測定方法など)	-
2020/ 1/9	10:00-11:00	モンゴル・日本センター	・セミナー開催に係る調整 ・モンゴルの市場動向について	-

注) メンバー構成は、西本1名

(5) 第5回現地渡航のスケジュール及び訪問先

月日	時間	訪問先	調査項目	備考
2020/ 1/16	12:30-13:00	モンゴル高専	・簡易テスト結果に係る進捗報告及び改善点の検討 ・セミナー開催に係る調整	全体
	PM	モンゴル高専グラウンド (簡易テスト実証場所)	・簡易テスト結果の状況確認 ・改善対策の検討及び測定結果の再確認等の実施 ・電気ストーブを用いた終日測定の準備	全体
2020/ 1/17	10:00-11:00	モンゴル・日本センター	・セミナー開催に係る情報共有	チーム A
	11:00-12:00	Blue Sky Hotel	・セミナー開催に向けた内容交渉	チーム A
	14:00-15:00	NCREP	・セミナーアジェンダの内容確認など、セミナー開催に係る調整 ・簡易テスト結果の速報値の報告	チーム A
	AM-PM	モンゴル高専グラウンド (簡易テスト実証場所)	・簡易テスト結果の状況確認 ・改善対策の検討及び測定結果の再確認等の実施 ・電気ストーブを用いた終日測定の準備	チーム B
2020/ 1/18	AM-PM	モンゴル高専グラウンド (簡易テスト実証場所)	・電気ストーブを用いた終日測定	全体

注) 各メンバー構成は以下のとおり

【チームA】 清水、北川

【チームB】 室井

## 6. 調査団員構成

従事者名	担当業務	所属先
清水 雅昭	業務主任者 統括、事業計画策定	株式会社 清水
志賀 和彦	副業務主任者 ビジネス展開検討	株式会社 清水
室井 一郎	製造技術検討	株式会社 清水
高田 由弘	施工方法検討	株式会社 清水
西本 匡利*	外部人材業務の統括者 ODA 事業計画推進支援	有限責任監査法人トーマツ
齋藤 晃太郎*	外部人材業務の統括者 ODA 事業計画推進支援	有限責任監査法人トーマツ
濱 安武	事業化検討/事業計画策定支援/リスク分析 市場・法制度調査支援/導入効果検証支援	有限責任監査法人トーマツ
杉木 翼	市場・法制度調査 リスク分析支援	有限責任監査法人トーマツ
北川 翔起	導入効果検証 セミナー企画	有限責任監査法人トーマツ
小川 光	導入効果の測定方法検討	個人
松本 俊一	試験導入に係る施工実施	個人

※外部人材業務の統括者は、2021年4月30日に西本から齋藤に交代となった

# 第1章 対象国・地域の開発課題

## 1-1 対象国・地域の開発課題

### 1-1-1 開発課題の状況

モンゴルの首都ウランバートルでは、人口集中による火力発電所、地区暖房ボイラー施設、小型石炭温水ヒーター及びゲルスストーブ等の稼働量の増加を要因に、石炭大量消費に伴う都市域大気汚染が深刻化している。

大気汚染物質のうち、二酸化硫黄（SO<sub>2</sub>）、二酸化窒素（NO<sub>2</sub>）、PM10、PM2.5の年平均値の最近10年間の経年変化を図1に示す。SO<sub>2</sub>の年平均値は15～35 μg/m<sup>3</sup>の間を推移しており、常に環境基準（年平均値で10 μg/m<sup>3</sup>）を超過している状況である。NO<sub>2</sub>の年平均値は28～59 μg/m<sup>3</sup>の間を推移しており、2009年度を除いて環境基準（年平均値で30 μg/m<sup>3</sup>）を超過している。また、PM10及びPM2.5の年平均値も、それぞれ128～253 μg/m<sup>3</sup>、64～131 μg/m<sup>3</sup>の間を推移しており、いずれも環境基準（年平均値でそれぞれ25 μg/m<sup>3</sup>、50 μg/m<sup>3</sup>）を大きく超過している。

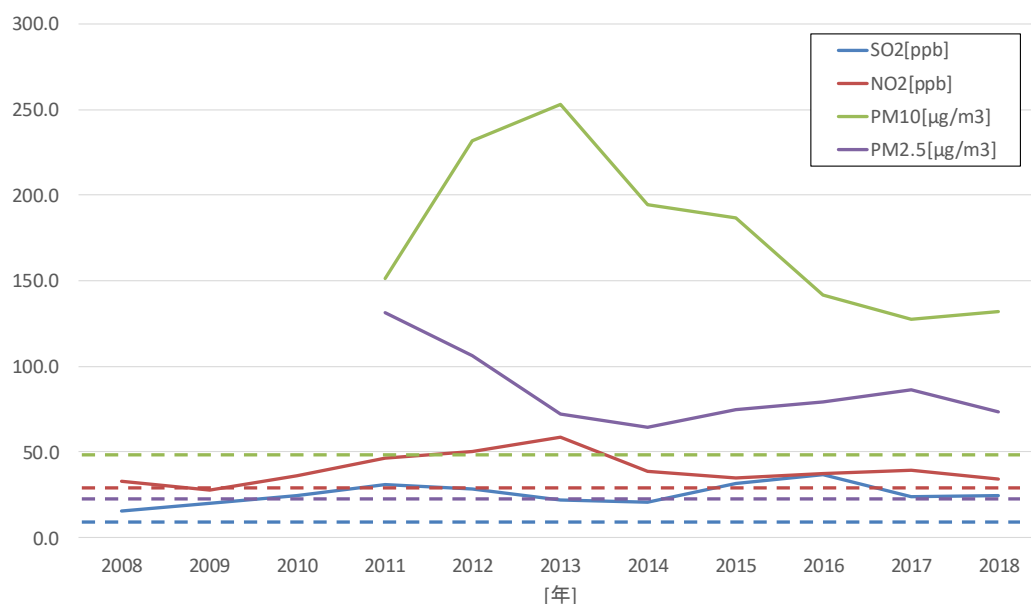


図1 ウランバートルの大気汚染物質濃度の経年変化（2008～2018年度）  
（点線は各大気汚染物質の年平均値に係る環境基準を示す）

また、年平均値だけではなく、冬季に短期的に大気汚染が深刻化することも大きな問題であり、2016年12月にはPM2.5濃度の24時間値が環境基準（24時間値で50 μg/m<sup>3</sup>）の20倍以上となる1,071 μg/m<sup>3</sup>（北京の同時期の観測値を大きく超過 ※図2参照）を観測するなど、大気汚染問題はウランバートルで喫緊の課題であるといえる。

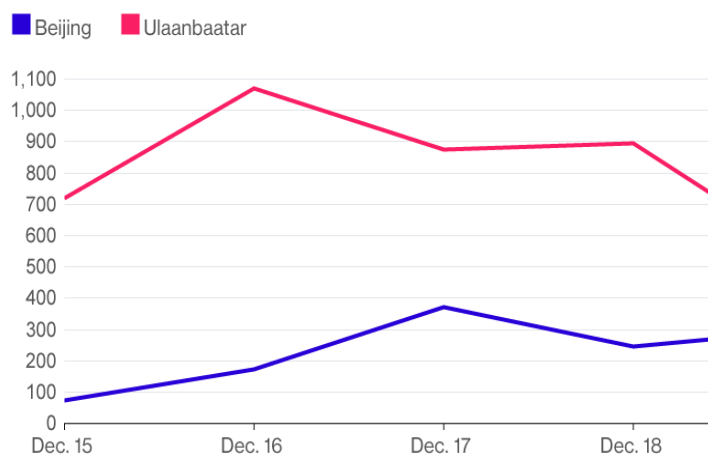


図 2 ウランバートルと北京の PM2.5 比較

石炭使用量の推移については、JICA のウランバートル市大気汚染対策能力強化プロジェクトフェーズ 2 において、2010～2015 年の石炭を燃料とする設備別の情報が整理されており、それによると、石炭使用量は年々増加しているものの、ゲルストープ起因の石炭消費量は漸減傾向にある。ただし、ゲルストープの場合は、これまで燃料として低品質の生石炭が用いられてきた経緯がある。生石炭は単位消費量当りの大気汚染物質の排出量が著しく高いことが指摘されていることから、ゲルストープの大気汚染の寄与割合はかなり高かったと考えられる。

表 1 モンゴルにおける暖房設備別の石炭消費量の経年変化<sup>ii</sup>

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
PP	4,105,209.62	4,126,456.16	4,424,844.69	4,603,087.57	4,823,254.95	5,159,910.00
HOB	133,975.11	148,742.40	148,742.40	149,284.00	154,061.00	175,059.00
CFWH	19,857.00	22,438.41	22,895.12	23,669.54	24,512.38	25,025.85
Ger Stove	331,295.20	97,077.45	76,629.01	13,631.99	19,441.17	17,686.05
Wall Stove	552,344.33	560,417.43	457,682.16	352,602.28	382,522.60	390,542.04
Improved Stove	0.00	218,325.12	349,279.59	496,758.93	497,833.77	560,222.75
Total	5,142,681.26	5,173,456.96	5,480,072.98	5,639,034.32	5,901,625.88	6,328,445.70

大気汚染に伴う影響としては人体健康への悪影響も疑われており、2005～2014 年に掛けてモンゴル国内の呼吸器疾患率が約 2.5 倍に増加したほか、出産への影響（流産、未熟児、低体重幼児などのリスク増）も懸念されている。疾病の現状について、ユニセフの「MONGOLIA'S AIR POLLUTION CRISIS 1.1 Air Pollution and Child Health」では、モンゴルにおいて危惧される大気汚染による疾病として、呼吸器感染症、肺炎、胎児の成長遅れ、早産、子宮内発達障害（認知機能）、発達障害、自然流産、気管支炎、喘息などが挙げられている。

更なる大気汚染の悪化が懸念される中、モンゴル政府は、2017 年に大気・環境汚染削減国家プログラム（2017-2021）を閣議決定し、4 月にプログラムの実施対策計画を大臣令として発令するなど、大気汚染の低減に向けた取組を進めており、NCREP においても、域内の大気汚染緩和のために様々な対策を講じている。しかし、まだ大気汚染の改善はなされておらず、早期の問題解決のためにもより一層の対策強化が求められている。

## 1-1-2 開発課題の背景・原因

ウランバートル市における大気汚染悪化の要因としては、第一に「市外から当市への人口集中」が挙げられ、これは、電気や道路舗装といったインフラ面や雇用条件、教育や文化生活のレベルといった面の、首都と比較した地方の遅れが大きな原因と考えられる。地方から来る人は、多くが中心部から少し離れた集落で、断熱性能の低いゲルや木造住宅に住んでおり、さらに暖房効率の悪いゲルスストーブ等を用いて暖房需要を賄うことから、石炭消費量の増加に繋がっている。現在も当市への人口集中傾向は継続していることから、迅速な解決が求められる課題となっている。

また、第二の要因としては「既存建築物の老朽化」が挙げられる。当市で1970～1980年代に大量に建造されたビルやマンションは、現在ひび割れ等が頻発しており、その隙間から熱が漏れることで断熱効果の大幅な低下を招いている。結果として、同じ断熱需要を得るための石炭消費量が増加傾向となっている。

## 1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

現在、モンゴルの環境汚染緩和を目指した国家的な組織としては「国家環境汚染削減委員会（NCREP：National Committee on Reducing Environmental Pollution）」があり、当初は大気汚染緩和を目的に、施策の調整・活動連携の確保を担う機関であったが、近年になって水質汚濁・土壌汚染も対象領域に加わっている。当機関は、現在は環境・観光省大臣が委員長を務め、委員会のメンバーとして、6つの省の副大臣、国会の下の大気汚染削減常任委員会の常任委員会のメンバーや非政府機関のメンバーも含まれており、全部で26名が委員会に参加している。事務局長は環境・観光省の局長とウランバートル市副市長が共同で行っている。

大気汚染対策については、従来は、国家大気汚染削減プログラム実施対策計画に基づいて設立される大気汚染対策基金（Air Pollution Against Fund）を通じて、関係省庁に必要な予算が配分され実施されてきた。大気汚染対策基金は、大気法、大気支払法、資金法の改正によって、2017年11月に改組された基金で、NCREPが運用方法を決定しており、その財源は大気汚染発生源である石炭や自動車等から徴収した税金で、年間25億～30億トゥグルグ（約1億～1.2億円）程度であった。2019年2月の閣議において同基金は廃止されることが決定したが、その後「政府特別基金に関する法律」が制定され、その中で、自然環境等に関する7種類の財源（前述の大気汚染発生源に関する徴収税金を含む）を統合し、用途として10種類の対策（大気汚染対策を含む）の資金に活用されることが記載されていることから、複数の環境関連／自然資源保護分野の基金が再編されたものと考えられる。

また、これまでの大気汚染防止に係る予算用途としては、2007年より「煙の出ない完全燃焼ストーブの導入」及び「ゲル用断熱材の低価格販売」を実施するなど、政府や首都の予算、外国企業や国際援助など合計で約250億トゥグルグ（約10億円）を投下して、多面的な大気汚染政策を実施している。

なお、大気汚染対策に限定はされていないものの、NCREPの管理下にある環境汚染対策の予算も準備されており、2019年は計画額が753億トゥグルグ（約30億円）、11月時点の執行額が547億トゥグルグ（約22億円）となっている。



### 1-2-1 大気・環境汚染削減国家計画

モンゴル政府は、2017年に大気・環境汚染削減国家計画を採択し、2025年までに大気汚染を8割削減することを計画している。都市計画改善、インフラ整備能力・アクセシビリティの向上、生石炭の使用制限、地方開発及び一極集中の是正などを目的とした60件の事業計画で構成されており、後述(1-2-3)する改良固形燃料(豆炭)の導入事業も含まれている。

### 1-2-2 Green Loan

環境・観光省とNCREPが進めている金融政策で、環境負荷の小さな設備(現在3種類)の導入に対して、ローンでの購入及び借入金利の軽減を承認している。Green Loanの発行が認められている金融機関は現在3行のみであり、承認されれば、個人の借入金利は8%まで低減される。

表2 モンゴル国におけるGreen Loanの概要

項目	詳細
対象製品(3種類)	・ゲルエリアの個人住宅における家屋の断熱(Home insulation) ・電気ストーブ(Electric heating) ・エコトイレ(Eco toilets)
上限金額(世帯当たり)	1500万トゥグルグ(約60万円)
個人の負担金利	8%(8%を超える部分を政府が補助)
所管政府機関	・環境・観光省(Ministry of Environment and Tourism) ・NCREP
発行可能な金融機関(3行)	・ステート銀行(State Bank) ・ハス銀行(Xac Bank) ・ハーン銀行(Khan Bank)
承認に必要な情報	製品コスト、実証テスト結果など ※詳細については環境・観光省に確認中
備考	・少額でも借入可能であり、工事費用もローンに含めることが可能 ・頭金は不要だが、借入担保は住民側で準備する必要がある

### 1-2-3 生石炭の使用・持込禁止

モンゴルの、特にゲル地区では、低品質で大量の煤塵が発生する生石炭が「安価」という理由で大量に使用されていたが、2019年5月15日にモンゴル政府は生石炭の使用・持込を禁止し、代わりに煤塵や二酸化硫黄の発生抑制のための加工が施された改良燃料(豆炭:無煙炭及びその他の化合物を配合して卵形又はこれに類似した形にした固形燃料)の使用が推奨されている。

ただ、本燃料は換気が悪いなどの原因で不完全燃焼を起こすと一酸化炭素を発生させる燃料であるが、一方で煙が出ないために空気の入替え頻度が減りやすく、一酸化炭素中毒に十分注意する必要がある。既に、2019年10月には、ウランバートル市内で豆炭を用いた家屋において一酸化炭素中毒による死傷事故が発生するなど、今後に予断を許さない状況となっていた。ただし、その後は、少しずつ事態が収束しており、上記のような死傷事故の発生も収まってきている。

### 1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針

モンゴルの国別開発協力方針では、「持続可能な経済成長の実現と社会の安定的な発展」が重

点課題の1つとして捉えられており、本事業はこの方針に沿ったものである。具体的には、重点分野（中目標）「環境と調和した均衡ある経済成長の実現のための支援」の項目のうち、開発課題（小目標）にある「環境に優しい安全な都市の開発」等に合致する。

表 3 我が国開発協力方針との合致性

援助の基本方針 (大目標)	<u>持続可能な経済成長の実現と社会の安定的な発展</u> 鉱物資源の輸出への大きな依存、ウランバートル市への人口の一極集中による都市問題や地域格差の深刻化の問題に対し、我が国は経済成長の恩恵を貧困層まで十分に波及させるために、各種開発目標の達成につながるような持続可能な経済成長及び社会の安定的な成長に向けたモンゴル政府の取組を支援する。
重点分野 (中目標)	<u>環境と調和した均衡ある経済成長の実現</u> 現在、モンゴル政府及びウランバートル市は、これまでの我が国による支援を基に環境と調和した均衡ある経済成長の実現に向けて取り組みを行っている。本事業は持続可能な都市インフラ整備と大気汚染問題の両面より大きな影響を与えるものである。また、本技術は近隣国を対象に高いニーズがあると考えられ、軽量の製品のため、内陸国にとってネックである輸送コストが小さく、将来的に <u>鉱物資源以外の有力な輸出商品</u> になりうる可能性があると考えられる。
開発課題 (小目標)	<u>環境に優しい安全な都市の開発</u> 本事業は、「環境に優しい安全な都市開発」という開発課題の解決に貢献する技術を活用した事業である。

また、提案ビジネスを通じて貢献を目指す SDGs のゴールとして、下記が挙げられる。

⑪都市	③健康	⑦エネルギー
-----	-----	--------

本提案製品を使用して建築物（公共施設、一般住宅等）の断熱性能を向上させることで、特に SDGs の目標 11（特に 11.1、11.3、11.c）への大きな貢献が見込まれる。また、大気汚染を起因とした疾病率の改善という貢献内容から目標 3（特に 3.9）への、石炭消費量の削減を目的としたインフラ拡大・技術向上という貢献内容から目標 7（特に 7.b）への貢献が見込まれるなど、SDGs との高い親和性が確認できる。

表 4 SDGs 目標との合致性について（抜粋）

項目番号	提案製品による貢献内容
11.1	公共施設や一般住宅等に安価に導入して高い断熱性能を得ることができることから、 <u>広く一般国民に適切・安全かつ安価な住宅を提供</u> できる。
11.3	石炭消費量及び大気汚染物質の削減につながることから、長期的に持続可能な人間居住計画・管理能力の強化に貢献することができる。
11.c	施工等の難易度が低く、将来的には現地人材による製造・施工が可能となることから、持続可能かつレジリエントな建造物の整備につながる。
3.9	石炭消費量の削減によって硫酸化物・窒素酸化物・PM といった大気汚染物質の排出量が削減されることから、これらの <u>大気汚染に伴う疾病率を減少</u> させることができる。
7.b	内陸開発途上国であるモンゴルの、現代的かつ持続可能なエネルギーサービスの供給のための <u>省エネインフラ拡大及び技術向上</u> に資する事業である。

## 1-4 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

### 1-4-1 ODA 事業

本事業は、「環境に優しい安全な都市開発」という開発課題の解決に貢献する技術を活用した事業であり、以下の事業展開計画（モンゴル）と整合性を取りながら事業を行うことが可能である。

表 5 【プログラム】環境に優しい安全な都市の開発

案件名	スキーム	協力期間
ウランバートル市マスタープラン計画・実施能力改善プロジェクト	技プロ	2014年-2018年
ウランバートル市大気汚染対策能力強化プロジェクト・フェーズ1～3	技プロ	2010年-2023年
ディーゼル路線バスのDPFによる黒鉛低減計画に関する普及・実証事業	JICA中小企業海外展開支援事業	2017年-2019年
地中熱ヒートポンプによる環境配慮型暖房システムの案件化調査	JICA中小企業海外展開支援事業	2017年-2018年
モンゴル国の公共施設向け暖房用改良型温水供給ボイラの製造販売に向けた案件化調査	JICA中小企業海外展開支援事業	2018年-2019年

このうち、2018年11月より開始している技術協力プロジェクト（C/PはDAAP）における「ウランバートル市大気汚染対策能力強化プロジェクトフェーズ3」は、JICAと、ウランバートル市の大気汚染対策を担っているDAAP及び環境・観光省が実施機関となり、主に発生源の排出モニタリング及び大気環境モニタリングの能力強化や、主要な汚染源に対するPM、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>の排出削減対策の実施を目的に実施されている。本プロジェクトには、モンゴル政府の方針で導入が進められている改良燃料の効果を検証し、より大気汚染対策に寄与する改良燃料が普及するよう、改善点や製造方法などを提案することなども含まれている。

本プロジェクトの概要は表6に示すとおりである。本提案製品は、石炭消費量削減の観点から、これら構想との大きな相乗効果が期待される。また、2015年には寒冷地向け省エネ型廉価住宅建設事業調査が実施されるなど、モンゴルでは多くのJICAプロジェクトが実施されている。

なお、本プロジェクトにルミナスターをそのまま活用することは難しいが、過去の技術協力プログラム（フェーズ1,2）によってDAAPの知見も蓄積されており、環境汚染物質削減量の測定方法も確立できていることから、本事業の「ゲルでの簡易実証テスト」などで連携することが可能である。

表 6 ウランバートル市大気汚染対策能力強化プロジェクトフェーズ3（2018-2023）の概要

プロジェクト名	ウランバートル市大気汚染対策能力強化プロジェクトフェーズ3
協力期間	2018年～2023年
相手国機関名	ウランバートル市大気汚染削減庁（APRD：現在のDAAP）、環境・観光省
上位目標	ウランバートル市の大気環境改善に向け、主要発生源における汚染物質の排出削減が促進される。
プロジェクト目標	「実効性のある汚染対策の実施」と「APRDと国レベル、市レベルの関連機関との連携協調体制」に重点を置いて、ウランバートル市におけるモンゴル側の大気汚染対策能力が強化される。
成果目標	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 主要な発生源における排出モニタリング及び大気環境モニタリングの能力が強化される。</li> <li>2. 年間を通じて、汚染構造（特にPM）の分析や評価能力が強化される。</li> <li>3. 大気汚染対策の技術的評価と実施準備を行う能力が強化される。</li> <li>4. 大気汚染対策に関わるモンゴル側の意思決定プロセスが、APRD, NAMEM（国</li> </ol>

	<p>家気象・環境モニタリング庁)等の専門機関を活用することで、改善する。</p> <p>5. 主要な汚染源においてPM、二酸化硫黄及び窒素酸化物排出削減のため、大気汚染対策が促進される。</p> <p>6. 成果1-5の達成のために、法的枠組み、資源配分、および調整機能(大気環境サイクルのプラットフォーム)が強化される。</p>
日本側協力内容	<p>1. 専門家</p> <p>2. 本邦研修</p> <p>3. 必要な機材の供与</p> <p>4. ローカルコスト(現地活動に必要な経費)</p>
相手国側実施内容	<p>1. カウンターパート及びカウンターパートワーキンググループの人員配置</p> <p>2. 施設</p> <p>(1) プロジェクト事務所</p> <p>(2) 環境ラボラトリー</p> <p>(3) 供与機材の保管場所</p> <p>3. ローカルコスト</p> <p>(1) カウンターパートの人件費・交通費・宿泊費</p> <p>(2) プロジェクト運営管理費</p>

また、他の中小企業支援スキームでは、改良型HOBの導入などの取組も行われており、断熱塗料の導入との相乗効果が期待できる。

#### 1-4-2 他ドナーの先行事例

建築物を対象とした大気汚染物質の排出緩和に繋がる他ドナーの先行事例について、モンゴル政府機関とのヒアリング結果としては、「韓国メーカーとの改良燃料開発に向けた共同プロジェクト」や「ドイツメーカーとの古いビルの断熱性向上に向けたリノベーションに係る共同プロジェクト」、「EUによるゲル地区の住宅断熱性の向上に向けたプロジェクト」等が挙げられている。

このうち、EUの取組は「Switch off air pollution project」という名称のプロジェクトであり、ウランバートル市内の、特にゲル地区の住居向けの断熱材市場醸成、及び暖房需要の軽減に伴う大気汚染低減を目的とした事業である。本事業では、低コストなものからフルパッケージなものまで様々な断熱対策が提示されており、30%のエネルギー効率改善を有する屋根断熱材など、最大70%の消費エネルギー削減効果(住宅の削減効果はエネルギーアドバイザーが評価)が目指されている。なお、断熱対策費用の支払いについては、グリーンローンを申請することでXac銀行から金利8%の融資を受けることが出来る。

また、スイス開発協力機構(SDC)は、現在UNICEFと協力し、2018年から2021年にかけて大気汚染に関する注意喚起、幼稚園における室内大気環境の改善、医療支援等を実施している。世界銀行も、ウランバートル市と連携して市郊外のゲル密集地区を対象に再開発プロジェクトを実施しており、ゲルから集合住宅等への転換などを進めている。

公共工事においても、既存建築物に外付けの断熱材(発泡スチロール態)を設置する事業が近年実施されるなど、ウランバートル市内では、大気汚染物質の排出削減に向けた様々な先行事例があると考えられるため、それらの先行事例との連携も視野に入れて、プロジェクトの次フェーズにて他ドナーへの具体的なコンタクトを実施する予定である。

## 第2章 提案法人、製品・技術

### 2-1 提案法人の概要

#### 2-1-1 企業情報

提案企業の概要を表7に示す。

表7 企業概要

提案法人の概要	
1. 法人名	株式会社 清水
2. 代表者名	清水雅昭
3. 本社所在地	福島県いわき市植田町中央 2-12-5
4. 設立年月日 (西暦)	1956年9月15日
5. 資本金	1,000万円
6. 従業員数	120名 (2018年5月1日時点)
7. 事業内容	1.環境事業部 2.プリント事業部 3.スタジオ事業部 4.ふりそで事業部
8. 年商 (売上高)	655百万円 (2017年度実績)

#### 2-1-2 海外ビジネス展開の位置付け

提案企業、主力である環境事業において、植物用の保水ポリマーや本製品（ルミナスター）等の販売事業を行っており、本製品については、提案企業が生産体制（製造能力：200缶(1缶18L・12kg)/ロット）から販売体制までを一貫してコントロールした上で、ビジネスを展開している。

断熱塗料については、日本国内の市場環境も伸長しているが、冬季の気象条件がより厳しく、既存建築物の断熱性能が劣る中央アジア諸国等の方が大きな効果が発揮され、「暖房需要の軽減→燃料消費量（コスト）の削減→大気汚染物質等の排出低減」という導入効果へのニーズは高いと期待される。一方で、これまで提案企業は海外展開実績がないことから、本製品を海外展開することで国際的な課題やニーズに対応し、環境ビジネスを展開していくことを目的とする。

また、提案企業では、本製品（ルミナスター）を用いた「建築物の省エネ化事業」を将来の基幹事業として位置付けており、海外展開事業についても、対象地域の建築物の断熱化と提案企業の事業拡大の両輪を推進していくことを重要戦略として考えている。応募を予定しているモンゴルを対象とした普及・実証・ビジネス化事業においては、公共施設や公共団地はもちろんのこと、それ以外の建築物（例：アカデミック施設、民間商業施設、ビル、工場等）や、その他の用途（例：集中暖房システムの温熱配管への塗布）等への販売展開を見据えた調査を行い、モンゴル国内での更なる需要喚起を目指していく。

さらに、近隣国への事業展開に向けた調査を行い、モンゴルで成功した際は、同様の気象条件やニーズを有していると考えられる中国、ロシア、カザフスタンなど周辺国への事業展開に向けた調査を行い、ビジネス拠点としてモンゴルを活用するとともに、現地国企業と協業しながら横展開する計画である。

### 2-2 提案製品・技術の概要

#### 2-2-1 ターゲット市場

本製品の市場としては建築物全般の「断熱材」が対象になる。富士経済の「断熱・遮熱・蓄熱市場の現状と将来展望 2017」<sup>iii</sup>によると、断熱・遮熱・蓄熱材市場は 2016 年時点で 7,178 億円であり、うち 70%が住宅分野・非住宅分野向けであり、建築用途の需要が大部分を占めている。建築用途では、断熱材と遮熱材を中心に ZEH の普及や 2020 年までに予定されている改正省エネ基準／建築物省エネ法への適合義務を背景に、今後も安定的な需要拡大が予測されており、新築住宅の着工戸数が減少に転じる 2020 年以降においても断熱材市場は横ばい、遮熱材市場は微増するものと見込まれている。このうち、断熱材市場の現在の主要製品としては、「繊維系」と「発泡プラスチック系」の 2 種類に大別され、「断熱塗料」という定義は現時点では明確になっておらず、これからの製品という位置付けとなっている（なお、遮熱塗料については、遮熱材の 1 製品として定義がなされている）。

ただし、下記の各製品が断熱材として完全に競合するのに対し、「断熱塗料」は各断熱材の内装に活用することで相乗効果が期待できるなど、必ずしも競合するわけではなく、各断熱材と組み合わせることも可能という点が大きな特徴といえる。なお、断熱塗料と明確に示された製品は現時点で国内ではほとんど見受けられていない。

表 8 断熱材市場の主要製品

区分	断熱材	特徴
繊維系	グラスウール	極細の短いガラス繊維でできた綿状の断熱材。高性能製品はロックウールと同程度の断熱効果を持ち、虫害や火災に強く、防音効果もある。ただし、吸水性はほぼない。
	ロックウール	石綿の一種でアスベストの代替材料として普及。耐火性・吸音性に優れる。ただし、吸水性はほぼない。
	インシュレーションボード	廃木材チップを成形したもので、吸音性や吸水性に優れる。ただし、耐久性や虫害耐性が低い。
	羊毛断熱材	羊毛を使用した断熱材。吸水性や耐火性、吸音性に優れる。ただし、コストが高く、耐熱性能もやや低い。
	セルローズファイバー	木質繊維で化学物質を配合することで難燃性や防虫効果を持たせており、吸音性や給水性にも優れる。ただし、コストは高価で施工難易度も比較的高い。
発泡プラスチック系	硬質ウレタンフォーム	プラスチック内部に熱伝導性の低いガスを泡状に吹き込ませて断熱性を高めており、防水性と耐久性に優れる。ただし、コストはやや高価で耐火性・吸水性は低い。
	ビーズ法ポリスチレンフォーム	EPS と呼ばれ、原材料となるポリスチレンを発砲させて金型で成形したもので、防水性・耐久性に優れて軽く、施工も容易なため広く普及している。ただし、コストは高い。
	フェノールフォーム	難燃性・耐火性などに優れ加工性も高く、不燃／準不燃材料の認定を受けている商品も多い。ただし、吸水性は低い。

## 2-2-2 提案製品・技術の概要


### (1) 製品の特長

ルミナスターは高い断熱効果、伸縮性、耐久性等を有した塗料であり、モンゴルの建築物（例：ゲル）への塗布適応性も高いと考えられる。

また、屋根等の外壁に塗装することによって遮熱効果も発揮するため、冬季の寒さに加え、夏季の暑さに対しても高い省エネ性・経済性を有している。




- 1.高い断熱性能**  
熱伝導率0.09w/(m・k)で他製品と比較して大きな断熱性能を発揮。また、結露の抑制効果もある。
- 2.高い伸縮性能**  
塗膜の伸び率250%以上、ゴムのように伸びる塗膜が構造物のクラックにも追従、美観を保ちます。
- 3.優れた耐候性**  
JIS K 5600-7-7促進耐候性試験で5000時間超を実現。  
割れ、膨れ、剥がれ及び変色などなく長寿命、長期間に美観・省エネを保ちます。
- 4.強い接着力**  
JIS規格の4倍の付着力で、長期間剥げることなくご使用いただけます。
- 5.建物内の温度を保持**  
魔法瓶効果で、夏も冬も建物内の温度を保持します。
- 6.環境への負荷がない**  
水性塗料ですので環境への影響、人体への影響負荷がありません。
- 7.優れた防水性、消音性**  
防水性が高く、省エネ塗装を兼ねた雨漏れ対策が可能です。  
また、消音性能も有しており、音漏れを軽減します。
- 8.省エネ**  
建物を温度変化(部材変化)、紫外線劣化から守り、結露を抑制し部材の腐食を防ぎ、省エネを実現。建物を延命し、経済効果を生み出します。




モンゴルは輸送コストの高い内陸国であることから、**軽量製品で施工も簡易なルミナスター(断熱塗料)**は、**ビジネス展開を考えた際に有力な輸出品**となりうる

図 3 ルミナスターの特長


ルミナスターは、主に、外壁、屋根、内壁に塗装可能です



戸建て住宅



事務所建物




倉庫・車庫

<適用例>


戸建住宅、  
工場、倉庫、  
コンテナ、車庫、  
病院、ホテル、商業施設、  
学校、体育館、  
集合住宅、  
畜舎(鶏舎・豚舎・牛舎等)、  
石油・ガスタンク、  
鉄塔、  
テント等

モンゴルにおいて、ゲルは折り畳んで持ち運ばれるが、ルミナスターは折り曲げのあるビニール素材にも適用可能


※柔軟性のある塗装下地にも、  
割れ・膨れ・はがれることなく、  
追従します



工場



商業施設



テント

図 4 ルミナスターの塗装可能な施設(例)

### (1) 屋根への塗装

倉庫内作業が必要な  
夏 [折板屋根面積800㎡ 塗装面積1,200㎡]  
建物への塗装結果

室内温度 4℃改善  
空調節電 40%改善

削減電気が  
**約170万円/年!!**  
施工費約500万円も  
3~4年で償却できます。

平均室温 4℃改善 → 空調負荷 40%低減




調査項目の比較	外気温度	折板屋根表面温度	倉庫内温度
ルミナスター未施工屋根	34.0℃ (8月28日)	58.5℃	31.5℃
ルミナスター施工屋根	34.0℃ (9月14日)	36.5℃	27.0℃
温度差	0℃	22.0℃	4.5℃

---

### (2) 室内への塗装

同じ面積、構造の会議室の一室に遮熱・断熱塗料  
夏 を塗装した結果  
[室内壁、天井約70㎡塗装]

消費電力・夏期月間  
約30%削減

未塗装室

塗装室



実験結果

- 各部屋に取り付けてある、空調電気消費量を計測するメーターにて、各々の消費電力を計測
- 夏季一ヶ月での消費電力差は30%弱ほどである (87.16kw: 61.97kw)

図 5 ルミナスターの導入効果事例(日本国内)

10

## (2) 製品・技術のスペック・価格

ルミナスターは1缶12kg（18L）である。1m<sup>2</sup>当りの塗布量は0.3kg（膜厚約0.2mm、塗布回数2回）で、1缶で面積40m<sup>2</sup>の塗布が可能であり、日本国内では1缶約25,000円で販売を行っている。当初は、現地での販売価格については、輸送費や関税等を含めて1缶約30,000円を検討しており、詳細については後述する。

## (3) 国内の販売実績

2020年度は国内で年間約2,000缶（約5,000万円/年）の売上を記録しており、公共施設やビル・マンション・一般住宅、商業施設、倉庫等への納入実績を有する。また、現在、大手ハウスメーカー及び建材メーカーと共同で、本技術を活用した建築材料の開発を進めている。

## 2-3 提案製品・技術の現地適合性

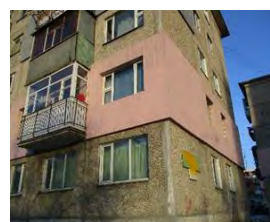
### 2-3-1 現地適合性の確認方法

#### (1) 適合性の確認方法（技術面）

ルミナスターは、特に断熱性能が高いのが特徴で、技術面・採算面の双方で競争力の高い断熱資材である。過去にモンゴルで冬季に実施した暖房効果簡易テストでは、競合製品として現地の一般的な断熱材との比較を行った。結果として、ルミナスター無塗布時と塗布時で約6度の温度差があり、高い断熱性能が示された。また、厚さ10cmの断熱材の外壁への貼付と比較して、本製品の採用は、コストや施工容易性（膜厚約0.2mm）も含めて優位性を持っていると考えられ、現地の既存製品に対しても高い競争力を有していると考えられる。

表9 過去のモンゴルでの暖房効果簡易テストによるルミナスターと他社競合製品との性能比較結果  
（右写真：現地のスチロール断熱材）

項目	ルミナスター	現地の一般的な断熱材
製品概要	断熱塗料	スチロール樹脂等の断熱材（外壁貼付）
断熱性能	○（約37℃） 外：-23℃、内：14℃	○（約39℃） 外：-23℃、内：16℃
設置（塗装）厚さ	0.2～0.25mm	100mm
伸縮性	○	△
耐久年数	15年以上	15年以上
材料設計価格（円/m <sup>2</sup> ）	625	1,500
材料費＋施工費（円/世帯）	26,000（塗布面積40m <sup>2</sup> ）	61,000（貼付面積40m <sup>2</sup> ）
投資回収年数（年）	4.3年	6.0年



出典）各製品のカタログ値及びモンゴルにおける暖房効果簡易テスト結果より作成

ただし、上記の実験は外壁のみの塗装であり、内壁にも塗装を行うことで現地の一般的な断熱材と同程度以上の暖房効果が得られると推測されるため、本調査では簡易テストを実施することで、より詳細な導入効果の測定を行うこととした。実施に当たっては、現地に塗布及び測定に係る技術者が同行し、現地における適切な塗布方法及び測定結果を確認した上で、保温効果の変化について確認を行った。併せて、高い伸縮性・接着力、対候性能、施工容易性、下地の多様性についても確認を行った。

また、導入候補地の気温・環境は日本と大きく異なるため、現地環境を踏まえた施工方法（塗布方法）についても併せて検討を行う必要がある。検討に当たっては、現地の年間を通しての気



温変化をデスクトップ調査し、塗布の技術者が現地を訪問し実環境を確認した上で、有望な塗布方法について検討を行った。

なお、現地ステークホルダーのニーズについては後述する「(4) 関係者へのヒアリング調査」を基に確認を行った。

## (2) 適合性の確認方法（制度面）

省エネ製品認証手を担当する ERC や公共工事への登録を管轄する MUCD、及び Green Loan を管轄する銀行などにヒアリング調査を行うことで、現地における制度との適合性の確認を行った。（ヒアリング項目は「(4) 関係者へのヒアリング調査」にて後述）

また、現地における省エネ製品としての認証に関しては、過去に政府機関に所属していた人材を現地協力者として採用し、調査を進めた。現地協力者は、手続きのプロセスや必要要件の確認を行うとともに、省エネ製品認証手のモンゴル側担当者（ERC の担当者）との窓口とすることで、スムーズに調査・確認を行った。

## (3) 適合性の確認方法（コスト面）

コスト面に関する整合性の確認は、現地ステークホルダーへの確認（ヒアリング項目は「関係者へのヒアリング調査」にて後述）や競合製品の調査・比較によって行った。また、案件化調査・普及実証の段階では、日本からの輸出を前提に検討していることから、日本からモンゴルへの輸送コストがかかる。そのため、実際にルミナスターの輸送を前提に、コスト感を輸送事業者を確認することで、輸送コストの計算における精度向上を図った。

## (4) 関係者へのヒアリング調査（技術面・制度面・コスト面）

断熱塗料の現地適合性を確認するために、関係者に対してヒアリング調査を行った。第1回、第2回の現地渡航での主なヒアリング先とヒアリング項目を表 10 及び表 11 に示す。

表 10 第1回渡航でのヒアリング調査概要

日付	ヒアリング先	ヒアリング項目
7/2 (火)	JICA モンゴル 事務所	<ul style="list-style-type: none"> <li>・事業概要説明</li> <li>・JICA 技術協力プロジェクト（例：ウランバートル市大気汚染対策能力強化プロジェクト）等との有効な連携方法について</li> <li>・製品の導入効果の簡易テストについて</li> <li>・技術移転先候補について</li> <li>・2020年2月に開催予定だった自主セミナー（自治体／企業向け）について</li> </ul>
	モンゴル・日本 センター	<ul style="list-style-type: none"> <li>・事業概要説明</li> <li>・技術移転先候補について</li> <li>・本事業のモンゴル高専との連携可能性について</li> <li>・2020年2月に開催予定だった自主セミナー（自治体／企業向け）について</li> </ul>
	エネルギー省	<ul style="list-style-type: none"> <li>・事業概要説明及び本事業への関与について</li> <li>・ウランバートル市における暖房エネルギーの削減対策の進捗について</li> </ul>
7/3 (水)	高専機構リエゾ ンオフィス	<ul style="list-style-type: none"> <li>・事業概要説明</li> <li>・本事業に対するモンゴル高専の連携可能性について</li> <li>・モンゴル高専の学生／卒業生の専門性や就職先について</li> </ul>

	NCREP	<ul style="list-style-type: none"> <li>・事業概要説明</li> <li>・本事業の案件化調査における C/P への関心について</li> <li>・ウランバートル市における暖房エネルギーの削減対策の進捗について</li> <li>・2020年2月に開催予定だった自主セミナー（自治体／企業向け）について</li> </ul>
	モンゴル高専	<ul style="list-style-type: none"> <li>・事業概要説明</li> <li>・モンゴルにおける断熱材の競合製品について</li> <li>・本製品の導入効果の簡易テストについて</li> </ul>
7/4 (木)	MCUD	<ul style="list-style-type: none"> <li>・事業概要説明</li> <li>・ウランバートル市内の再開発計画について</li> </ul>
	道路・運輸省	<ul style="list-style-type: none"> <li>・事業概要説明</li> <li>・本製品及び原材料等のモンゴル国内までの輸送方法について</li> </ul>
7/5 (金)	DAAP	<ul style="list-style-type: none"> <li>・事業概要説明</li> <li>・本事業の案件化調査における C/P への関心について</li> <li>・ウランバートル市における暖房エネルギーの削減対策の進捗について</li> <li>・2020年2月に開催予定だった自主セミナー（自治体／企業向け）について</li> </ul>
	ERC	<ul style="list-style-type: none"> <li>・事業概要説明</li> <li>・建築物に対する省エネ基準について</li> <li>・製品の導入効果の簡易テストについて</li> </ul>
	Mongolian Express 社(モンゴル国内の運輸会社)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・事業概要説明</li> <li>・本製品及び原材料等のモンゴル国内までの輸送方法について</li> </ul>
	JICA モンゴル事務所	<ul style="list-style-type: none"> <li>・第1回渡航結果報告及び今後の調査の進め方について</li> </ul>
	在蒙日本大使館	<ul style="list-style-type: none"> <li>・事業概要説明</li> <li>・ウランバートル市における大気汚染対策の現状について</li> <li>・モンゴル国における日本企業のビジネス展開等への留意事項について</li> <li>・2020年2月に開催予定だった自主セミナー（自治体向け）について</li> </ul>

表 11 第2回渡航でのヒアリング調査概要

日付	ヒアリング先	ヒアリング項目
10/7 (月)	JICA モンゴル事務所	<ul style="list-style-type: none"> <li>・製品の導入効果の簡易テストについて</li> <li>・自主セミナー（自治体向け）に関する調整</li> </ul>
	LUTGUN 社(現地の鉱業企業)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本製品の概要説明</li> <li>・製品の現地適合性について</li> <li>・製品の導入効果の簡易テストについて</li> <li>・本製品のモンゴルにおける普及可能性について</li> </ul>
	高専機構／モンゴル高専／新モンゴル高専	<ul style="list-style-type: none"> <li>・製品の導入効果の簡易テストについて</li> <li>・高専側による本製品を用いた自主的な研究／調査の実施について</li> <li>・自主セミナー（自治体向け）に関する調整</li> </ul>
10/8 (火)	モンゴル・日本センター	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ビジネスパートナー候補となる現地国企業について</li> </ul>
	State Bank (現地の大手金融機関)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・製品の概要説明</li> <li>・製品の導入効果の簡易テストについて</li> <li>・Green Loan の具体的内容、対象製品になる方法について</li> </ul>

	在蒙日本大使館	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本製品の普及可能性について</li> <li>・自主セミナー（自治体向け）に関する調整</li> </ul>
	Xac Bank（現地の大手金融機関）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・製品の概要説明</li> <li>・製品の導入効果の簡易テストについて</li> <li>・Green Loan の具体的内容、対象製品になる方法について</li> </ul>
10/9 （水）	NCREP	<ul style="list-style-type: none"> <li>・製品の導入効果の簡易テストについて</li> <li>・自主セミナー（自治体向け）に関する調整</li> </ul>
	General Etalon 社（現地のコンクリート製品製造企業）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本製品の概要説明</li> <li>・製品の現地適合性について</li> <li>・製品の導入効果の簡易テストについて</li> <li>・本製品のモンゴルにおける普及可能性について</li> </ul>
10/10 （木）	Bridge Construction（現地の大手建設会社）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本製品の概要説明</li> <li>・製品の現地適合性について</li> <li>・製品の導入効果の簡易テストについて</li> <li>・本製品のモンゴルにおける普及可能性について</li> </ul>
	DAAP	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本事業の普及実証事業における C/P への関心について</li> <li>・自主セミナー（自治体向け）に関する調整</li> </ul>
	ERC	<ul style="list-style-type: none"> <li>・製品の現地適合性について</li> <li>・製品の導入効果の簡易テストについて</li> </ul>
10/11 （金）	Sanborst 社（現地の内装企業）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本製品の概要説明</li> <li>・製品の現地適合性について</li> <li>・製品の導入効果の簡易テストについて</li> <li>・本製品のモンゴルにおける普及可能性について</li> </ul>
	Ulaanbaatar Buk 社（現地の大手建設会社）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本製品の概要説明</li> <li>・製品の現地適合性について</li> <li>・製品の導入効果の簡易テストについて</li> <li>・本製品のモンゴルにおける普及可能性について</li> </ul>
	MCUD	<ul style="list-style-type: none"> <li>・製品の現地適合性について</li> <li>・本製品の適合性証明手続について</li> <li>・製品の導入効果の簡易テストについて</li> </ul>
	Khan Bank（現地の大手金融機関）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・製品の概要説明</li> <li>・製品の導入効果の簡易テストについて</li> <li>・Green Loan の具体的内容、対象製品になる方法について</li> </ul>
	モンゴル高専	<ul style="list-style-type: none"> <li>・製品の導入効果の簡易テストの高専敷地内での実施について</li> <li>・簡易テストにおける前提条件、必要備品等について</li> </ul>
	JICA モンゴル事務所	<ul style="list-style-type: none"> <li>・第 2 回渡航結果報告</li> <li>・自主セミナー（自治体向け）に関する調整（再度）</li> </ul>

## 2-3-2 現地適合性の確認（技術面）

### (1) 本調査内における簡易テストの実施

前述した通り、過去に行った暖房効果簡易テストは外壁のみの塗装であり、内壁にも塗装を行うことで現地の一般的な断熱材と同程度以上の暖房効果が得られると推測されるため、本調査では導入効果の簡易テストを実施した。

なお、第1回渡航におけるヒアリング調査において、エネルギー省やMCUDなど多くの政府機関から「モンゴル現地で導入効果を実証することが重要」であること、及び「実施する際はゲルで導入効果を示してもらいたい」との要望が多くあった。ゲルは、前提条件の共通化が容易で比較結果が視覚的にも実感的にも伝わりやすいこと、他の建築物に普及させるための「国民への広報ツール（普及に向けた入口）」としても最適であることを踏まえ、本調査での導入効果の簡易テストは、ゲルを対象に実施した。調査は、2019年12月中旬から2020年3月まで約3か月の期間で実施した。

表 12 簡易テストの概要

実施目的	日本では多くの利用実績があるが、日本では経験できない「氷点下30度」といったモンゴル特有の気象条件での断熱性能を確認し、モンゴルにおける導入メリット（暖房需要、石炭消費量の削減効果、採算性）などを明らかにする。												
実施場所	ウランバートル市内の「モンゴル高専敷地内グラウンド」で実施 (モンゴル高専はウランバートル市内の西部に位置し、中心地から車で約15分とアクセスも良く、必要に応じて見学者を受け入れやすい場所に位置している。また、本テストの協力者であるモンゴル高専技術移転センター所属のセレオド・ガンオド氏のオフィスの傍に試験導入先が位置していることから、テスト実施中の微調整や定期的な気温確認が容易である。)												
対象施設	ウランバートルで最も断熱対策が必要とされる「ゲル(布)」とする。 なお、保温効果の比較検証用にゲルは合計「4戸」設置した。 <table style="margin-left: 40px;"> <tr> <td>ゲルA (ルミナスターの塗布)</td> <td>内布：有</td> <td>外布：有</td> </tr> <tr> <td>ゲルB (ルミナスターの塗布)</td> <td>内布：有</td> <td>外布：無</td> </tr> <tr> <td>ゲルC (ルミナスターの塗布)</td> <td>内布：無</td> <td>外布：有</td> </tr> <tr> <td>ゲルD (ルミナスターの塗布)</td> <td>内布：無</td> <td>外布：無</td> </tr> </table>	ゲルA (ルミナスターの塗布)	内布：有	外布：有	ゲルB (ルミナスターの塗布)	内布：有	外布：無	ゲルC (ルミナスターの塗布)	内布：無	外布：有	ゲルD (ルミナスターの塗布)	内布：無	外布：無
ゲルA (ルミナスターの塗布)	内布：有	外布：有											
ゲルB (ルミナスターの塗布)	内布：有	外布：無											
ゲルC (ルミナスターの塗布)	内布：無	外布：有											
ゲルD (ルミナスターの塗布)	内布：無	外布：無											
実施期間	2019年12月後半～2020年3月前半までの約3か月間												
実施方法	ゲルA～Dで、それぞれ暖房設備を稼働させ、屋内温度を測定し、ルミナスターの塗布効果について分析する。なお、測定器はゲル内に異なる高さ(地上100cm、130cm、160cm)で計3基設置し、参考情報として、高さ別の屋内温度についても把握した。												

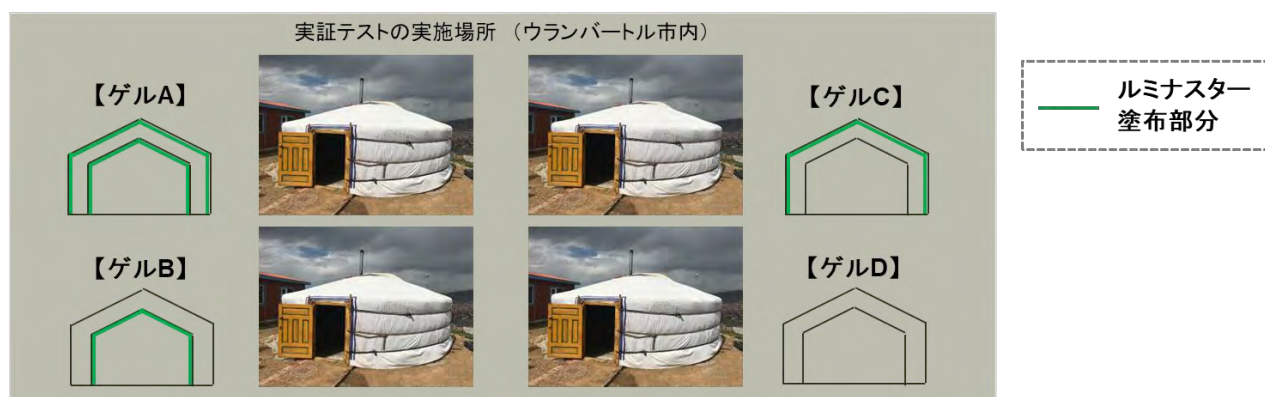


図 6 簡易テストのゲルA～Dへのルミナスターの塗布について(イメージ図)



図 7 簡易テストの試験導入先及び対象ゲル

簡易テスト実施期間（期間：2019年12月14日～2020年3月5日）における室温データの推移結果を図8に示す。本簡易テストは、前提条件として各ゲル内に同出力の暖房設備を設置・稼働させた上で、室内温度を測定した（なお、点線で表示した2020年1月28日以前については、ストーブ出力調整等の準備期間であったため、温度変動等が多く生じていることに留意する必要がある）。

テスト結果としては、夜間の外気温低下時の室温の低下具合を確認すると、ゲルA（布の両側（外側及び内側）に塗装したもの）は、室温の低下幅がゲルB～Dと比較して明らかに小さくなっており、ダブル断熱効果によって、大きな保温効果が得られていることがわかった（図中の赤線での推移が該当）。

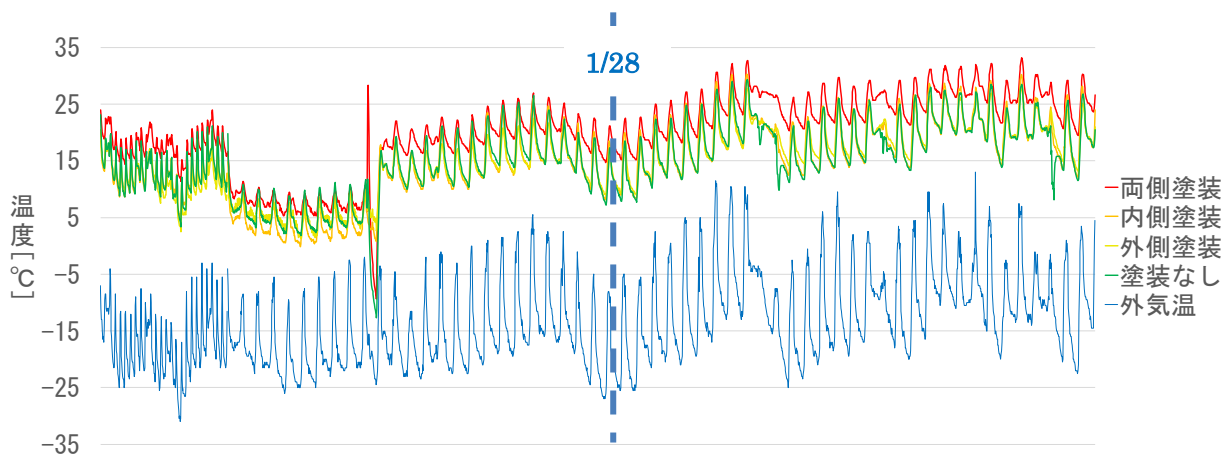


図 8 温度データの推移（期間：2019年12月14日～2020年3月5日）

また、詳細調査結果として、1月28日以降の測定期間において、外気温が著しく低かった日（2020年2月1日夜と3日夜で、ともに外気温が $-20^{\circ}\text{C}$ 未満）の夜間を各10時間ずつ抽出した測定結果（地上100cm）を図9に示す。

## 高さ100cmの場合

【気温低下期間】①：2020/2/1 21:00–2020/2/2 10:00 (気温：-22~-27°C)  
②：2020/2/3 22:30–2020/2/4 09:00 (気温：-22~-25.5°C)

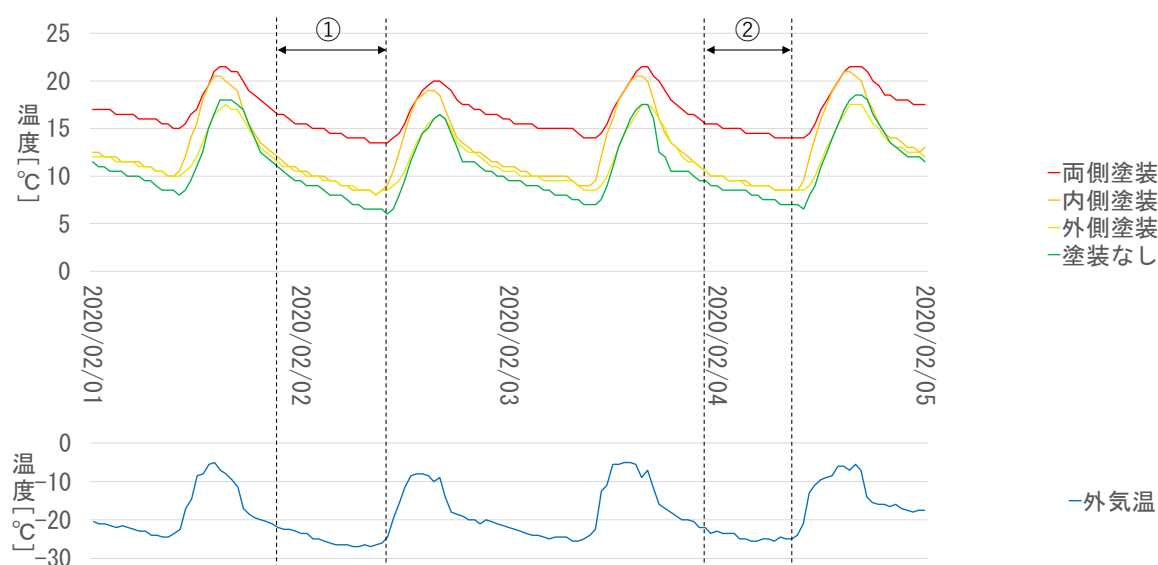


図 9 外気温低下期間における温度推移の抽出（ゲル内の温度測定高さ：地上 100cm）

表 13 のとおり、気温低下期間①②において、ゲル A（両側塗装あり）とゲル D（塗装なし）の塗装差異によって、室温の平均温度差（地上 100cm）が約 6.5°C 生じており、モンゴル特有の寒厳期においても、本塗料は大きな断熱効果を得られることがわかった。

また、表 14 に示すとおり、同期間①②における 1 時間あたりの室温低下度（ゲル A とゲル D の差異）を算出したところ、気温低下量については、ゲル A の場合が「約 0.25°C/h」、ゲル D の場合が「約 0.4°C/h」と算定された。この結果からも、本塗料の塗装によって、室温低下を従来の 6 割程度に抑えることが可能であることが示唆された。

表 13 塗装の有無による室温平均温度差の測定

単位：°C

	100cm	130cm	160cm
室温平均温度差	6.6	6.4	7.2
（①期間）	6.5	6.3	7.1
（②期間）	6.6	6.4	7.3

→両側塗装の実施により、約6.5°Cの断熱効果を得ることができている。

表 14 塗装の有無による温度低下の比較

単位：°C/h

	100cm	130cm	160cm
両面塗装	0.25	0.25	0.25
塗装なし	0.43	0.38	0.4

→両側塗装の実施により、従来よりも室温低下を6割程度に抑えている。

## (2) 導入候補地の気温・環境を踏まえた施工方法（塗布方法）の検討

日本国国土交通省（気象庁）が公表している、モンゴル国（ウランバートル市）の 2020 年の月別平均気温の推移を図 10 に示す。



モンゴル国は四季があり、季節によって気温が変化する点は日本と同様であるが、寒暖差が激しく、年間通して気温が大きく変化している。2020年の気温データを例に挙げると、月の平均気温が最も高いのは7月の18.6℃、最低値を示すのが12月の-22.2℃であり、その気温差は40℃以上である。また、もう一つの特徴として、平均気温が氷点下を下回る月が年間の約半分を占めており、四季があるとは言っても「年間の半分は冬季」と言えるような気象条件となっている。

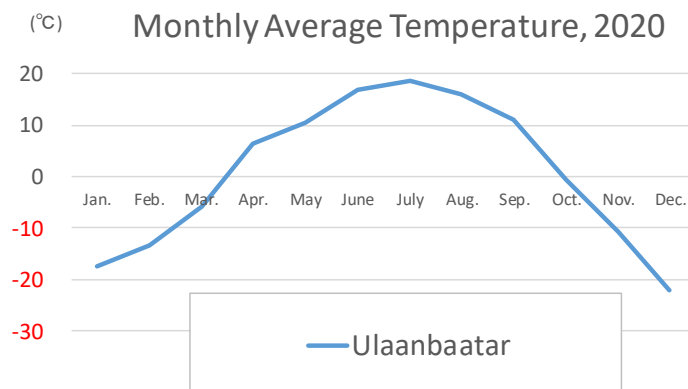


図 10 ウランバートル市における月別平均気温（2020年）

上記の気温状況等を踏まえ、ルミナスターの塗布方法に関する検討を行った結果、「冬季以外」の時期に「ローラーを使用した塗布」を実施するのが最適という結論となった。

ルミナスターは、氷点下以下の気温環境下においても、その性能を損なうことなく使用することが可能だが、塗布前の状態（乾燥していない液体の状態）で氷点下以下の環境におかれた場合は、塗料そのものが氷結してしまい、塗布することが困難になってしまう。今回簡易テストで実施したように、室内で布に塗布して使用した場合は全く問題なく断熱性能を発揮するが、実際のビジネス活動においては、ゲルではなく公共施設等の建物外壁（及び内壁）への塗布が想定され、野外での作業が必須となることから、冬季の塗布作業の実施は困難と考えられる。

また、塗布方法としては刷毛、ローラー、スプレーガンの3種類の道具の利用が検討されたが、技術的な要因及び現地への適合性から、最終的には「ローラー塗布」が最適と判断された。モンゴル国の環境に耐えるため、ルミナスターは一旦塗布・乾燥後にもう一度塗布する「2度塗り方式」を採用しているが、刷毛では均等に2度塗りを行うのに一定以上の技術力を要する。また、スプレーガンは比較的高価で、今後モンゴル国への技術移転を考えると最適とは言えないことから、「ローラー塗布」が最適と考えられた。

結果、ルミナスターを施工する際は「冬季以外」に行い、高い技術力が不要で、かつ設備価格が安価な「ローラー」が最適であると判断した。

### (3) 現地渡航時の事業者ヒアリングで得た現地ステークホルダーのニーズの整理

第1回及び第2回の現地渡航において、現地の政府機関や民間企業等より、本製品に求める機能や副次効果等について多くの意見を受領した。これらニーズを整理するとともに、それらニーズに対する本製品の対応性を確認することで、現地適合性の確認に資することが出来ると考えられる。ヒアリング時に得られたニーズ、その根拠、それに対するルミナスターの対応性の整理結果を表15に示す。

表 15 本製品に対するニーズ及びそれへの対応性

ニーズ	根拠・理由	ルミナスターの対応
耐久性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ゲルの使用者は主に低所得者であるため、毎年買い替えることは難しい。</li> <li>・ゲルはロープで結ぶため、通常の塗装だと擦れて剥がれてしまう。</li> <li>・現状使用している断熱材（発泡剤やウレタンフォーム）は時間の経過と共に縮んで隙間ができてしまう</li> <li>・一定以上の耐用年数が求められる。</li> </ul>	<p>【対応可】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ JIS K 5600-7-7 促進耐候性試験で 5,000 時間超を実現。割れ、膨れ、剥がれ及び変色などなく長寿命、長期間に美観・省エネを保つ。耐用年数は屋外で 15 年であり、屋内ではより長期な機能維持が可能と考えられる。</li> </ul>
伸縮性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・夏季と冬季で布の枚数が異なり、畳んで保管可能な必要がある。また、ゲルの使用者には遊牧民も多く、畳んで移動することも多い。</li> </ul>	<p>【対応可】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ルミナスターの塗膜は伸び率 250% 以上あり、ゴムのように伸びる。完全な折り曲げに耐えられるため、畳むことも可能である。</li> </ul>
防水性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・布であるゲルは雨などが浸み込みやすく防水性能がないため、現状は内側にビニールを貼って対応している。防水性能があれば需要が大きいだらう。</li> <li>・今年度は大雨の影響で、ゲル地区で水害が多発しており、その観点から防水性は重要である。</li> <li>・防水性があれば民間のガレージの屋根などに塗布できるなど、塗布対象機器の裾野拡大を含めた普及可能性がある。</li> </ul>	<p>【対応可】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・防水性が高く、塗布することによって雨漏れ対策にも活用できる。</li> </ul>
遮熱性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ゲルは冬に寒いのはもちろんだが、夏は暑いという課題もある。</li> </ul>	<p>【対応可】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・本来は遮熱を目的として開発された塗料であり、熱伝導率 <math>0.09\text{w}/(\text{m} \cdot \text{k})</math> においても、他製品と比較して大きな断熱性能を発揮している。</li> </ul>
通気性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現状使用している断熱材（発泡剤やウレタンフォーム）は過度な気密性によって、室内にカビが発生してしまう。</li> <li>・今年から生石炭の販売が禁止になり、豆炭（練炭）が暖房燃料となったことによって、一酸化炭素中毒予防のためにも、通気性が重視されている。</li> </ul>	<p>【ある程度対応可】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・高気密な素材というわけではなく、一定程度の通気性能を有している。</li> </ul>
可燃性・防火性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ゲルでは室内で石炭を燃やすため、火事になりやすく、燃えにくい材料であることが望ましい。</li> </ul>	<p>【ある程度対応可】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ルミナスターは難燃性ではないが、瞬時に燃焼し尽くされるため、周辺の建材等に延焼しない特性を持っている。これによって、日本の国交省より防火認定を取得している。</li> </ul>
施工容易性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発泡プラスチック系の断熱材等よりも導入が容易であれば、施工時間及び人件費の削減につながるため、導入を検討したい。</li> </ul>	<p>【ある程度対応可】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・熟練者が塗布を行った方が効果は高まる可能性があるが、基本的には大規模な工程は不要であり、少し練習すれば素人でも塗布は可能である。</li> </ul>



臭い	<ul style="list-style-type: none"> <li>・富裕層は塗料の臭いも重視する。</li> </ul>	<p><b>【対応可】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・塗布時には若干の臭いがあるが、乾燥後（塗布後 24 時間以降）は基本無臭となる。</li> </ul>
色	<ul style="list-style-type: none"> <li>・色にバリエーションがあれば、壁紙の代わりに導入することも可能だろう。</li> <li>・富裕層はデザイン・外観を重視して内装を選ぶ。</li> </ul>	<p><b>【対応可】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ルミナスターは全部で 25 色の種類があり、さらに調色機があれば、色粉を自由に混ぜて独自の色を作成可能。</li> </ul>
上塗りの可否	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現状既に使用している断熱材（ロックウール等）の上から塗布できると施工が容易になる。</li> <li>・通常の住宅に導入するのであれば、コンクリートにも塗布可能である必要がある。</li> </ul>	<p><b>【対応可】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・水溶性塗料のため、吸水性のある建材（例：コンクリート）に直接塗布することはできないが、事前にシーラーを下地として塗っておけば、その上からルミナスターを塗布することは可能である。</li> </ul>
既存住宅への塗布	<ul style="list-style-type: none"> <li>・モンゴルの既存住宅は、ほとんどが20年以上前にロシアによって建造されたものであり、断熱性能が低いものが多く、改修が必要となっている。</li> <li>・ゲル以外の建物に住む人が増加傾向にあるが、それらの建物も断熱性能は低く、追加的な断熱措置が求められている。</li> <li>・従来型の布ゲルは減少傾向にあり、現在はトタン屋根やレンガ作りのゲルが主流となりつつある。</li> </ul>	<p><b>【不明】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・日本国内での施工実績はあるが、モンゴルの気象条件での実績・実証経験は現時点ではない。</li> <li>・また、ゲル以外の建物に対する導入効果は今回も未検証であることから、<u>普及・実証・ビジネス化事業</u>において効果を確認する必要がある。</li> </ul>
配管への塗布	<ul style="list-style-type: none"> <li>・気温の低いモンゴルでは、近年集中暖房システムが広く活用されているが、配管からの熱ロスが大きいという課題がある。</li> <li>・下水管の凍結による配水トラブルや、浄化槽の凍結による浄化機能の喪失（微生物が死んでしまうため）も課題となっている。</li> <li>・ウランバートル市内に100ヵ所ほどある集中暖房用ボイラー（HOB）からの大気汚染が問題となっており、集中暖房システムの省エネが求められている。</li> <li>・来年からモンゴル国内で複数の火力発電所の建設が始まるが、そこへの波及効果も期待できる。</li> </ul>	<p><b>【不明】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・日本国内でも配管への塗布実績はないことから、今後、<u>普及・実証・ビジネス化事業</u>において効果を確認する必要がある。</li> </ul>
バッテリーへの塗布	<ul style="list-style-type: none"> <li>・気温の低いモンゴルでは、冬季に車両などのバッテリーが上がってしまい、起動しないことが課題となっている。断熱塗料でバッテリーの停止頻度が下がるのであれば、非常に有用である。</li> </ul>	<p><b>【不明】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・冬季のバッテリーの冷却防止にはなるが、一方で夏季にはバッテリーからの放熱を妨げてしまう可能性があるため、総合的にメリットがあるかを今後検証する必要がある。</li> </ul>
道路への塗布	<ul style="list-style-type: none"> <li>・気温の低いモンゴルでは、冬季に道路が凍結しやすく、断熱塗料によって道路凍結が防止できるのであれば非常に有用である。</li> </ul>	<p><b>【対応不可】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・道路のような常時圧力がかかる箇所には本製品の塗布は難しい（塗装が取れてすぐに効果を失ってしまう）。</li> </ul>

### 2-3-3 現地適合性の確認（制度面）

#### (1) 公共工事で採用可能な製品への登録（認証手続）

モンゴルでは、製品が公共工事で採用されるためには、モンゴルの建築法に基づく標準仕様書の中に対象製品が登録される必要があり、そのためには、事前にモンゴル基準に合致していることを示す品質認証（商品単位）を得なくてはならない。また、将来的に想定する B to B ビジネス（建設会社等への販売）を進める際にも、販売先から「品質認証の取得」を取引条件とされる可能性は高いと考えられる。なお、B to C ビジネス（現地の一般的な販売店・量販店等に卸しての規制品販売）においては、品質認証は必須ではない（認証取得手続は不要）と想定している。そこで本調査では、現地協力者の協力を得て取得方法に係る調査を実施した。

モンゴル国内での製品使用認証を取得するに当たっては、多くのアジア諸国では、日本国内の JIS 規格を取得していれば、現地国での審査が不要となるケースも少なくないが、モンゴルでは別途認証申請を実施する必要があることがわかった。

手続としては、まずは JIS の承認結果等をモンゴル語に翻訳した上で、製品サンプルと共にモンゴルの基準局（AMS）に申請を行う。申請が通り次第、認証の発行を行っている 3 機関のいずれか（Development center、Building and Architect Corporation 又は National Integrated Center for Construction Development）に発行依頼を行うことで、省エネ認証を取得することができる。なお、承認期間としては数か月程度かかる見込みであるが、「JIS の認証を得られている製品であれば、一般的にモンゴルの品質認証をクリアする」旨を伺っていることから、今後、現地協力者と共に、認証取得に係る詳細な手続内容の確認及び手続の実施を行う計画である。

#### (2) Green Loan の対象製品への登録

Green Loan の対象製品として「ゲルエリアの個人住宅における家屋の断熱（Home insulation）」があるが、本製品群に断熱塗料が含まれているかは確認が必要である。もし、断熱塗料が含まれておらず、リストへの追加を申請する場合は、環境・観光省が定めた省エネ基準をクリアすることが求められ、そのためには、製品コストや実証結果を提出する必要があるとのことである。ただし、詳細については未確認であり、今後、詳細な調査を行う予定である。

#### (3) その他

モンゴルでは、省エネ基準等の取組はまだなされていないが、電力コストの削減に関する法律は 2018 年に施行（2018～2022 年までの効力）されている。また、本法律の施行が終わる 2022 年を目途に、建築物の省エネに係る規制が実施される見込みとなっており、そこで省エネ性を認めていただき、省エネに係る規制において優位性を保持することが必要となる。

### 2-3-4 現地適合性の確認（コスト面）

#### (1) 製品の輸送方法

コスト等を総合的に判断した結果、製品の輸送方法は 20 フィートコンテナを活用しての「①横浜港～天津港（船舶輸送）」、「②天津港～モンゴル国境（列車輸送）」、「③モンゴル国内（列車輸送）」のルートが最適であると判断した。

「日本⇒天津港⇒ウランバートル」の輸送にかかる日数は鉄道のみを使用した場合 12～14 日（うち税関にて 5 日間）かかるが、トラックと鉄道を組み合わせた場合は 8～10 日（税関の所

要日数を含む)で可能である。しかし、20 フィートコンテナ 1 基当りの輸送コストを見てみると、前者(鉄道)は 2,200 ドル、後者(鉄道・トラック)は 3,200 ドルとなっており、その差は大きい。

なお、Cosco 社及び Seatrans 社の 2 社以外は復路が空荷になるため、輸送コストが高くなる傾向にあるとの情報を得ており、現状最も有力な輸送依頼先は前記 2 社となっている。また、「Mongolian freight forwarders 社(モンゴルとロシアの JV カンパニー)が、日本からの船舶輸送や鉄道によるカーゴ輸送について詳しい」との情報も得ているため、新型コロナウイルスの動向を見据えた上で、プロジェクトの次フェーズでのコンタクトを検討している。

関連して、ルミナスターの物性上、現状最大の懸念点は輸送後の保管場所である。ルミナスターは、塗布前の状態では凍結に弱く、塗布前に凍結してしまうと、その効果が十分に発揮できなくなってしまう。モンゴル国内にある倉庫は防寒対策等がされていない場所が多く、ルミナスターの保管場所に適していない。今後は、ロジスティクス量が増加傾向にある北京での倉庫保管も視野に入れて検討を行う。

## (2) 現地における、ルミナスターの販売価格(及びコスト削減の可能性)

ルミナスターは現地でも日本同様に 1 缶 12kg (18L) のサイズで販売予定である。前述した通り、1m<sup>2</sup> 当りの塗布量は 0.3kg (膜厚約 0.2mm、塗布回数 2 回) で、1 缶で面積 40m<sup>2</sup> の塗布が可能であり、当初は、現地において 1 缶約 30,000 円で販売予定となっている。

案件化調査・普及実証の段階では、日本からの輸出を前提に検討していることから、1 缶約 400 円の輸送コストが上乗せされ、人件費や関税等も加味すると、塗布面積当りの材料価格は現地価格で 750 円/m<sup>2</sup> と試算される(詳細は 4-7-1 にて後述)。

ただし、一部の原材料を除き、将来的には現地生産を計画しており、原材料・輸送コストを削減できる見込みであることから、今後更なるコスト削減の試算、及びその精緻化に努める。また、現状、日本とモンゴルの年収比率をベースに、モンゴルでの人件費を高め推計しているものの、次フェーズにて実際の作業員を雇って人件費交渉を行うことで、人件費の精度向上を図る。

## 2-3-5 現地適合性実証に関連する準備・確認

### (1) 普及・実証・ビジネス化事業の試験導入先候補

表 10 及び表 11 に示した第 1 回及び第 2 回の現地渡航時にヒアリング先から得た情報や、表 15 に示した関係各所からのニーズを踏まえ、現状の普及・実証・ビジネス化事業の試験導入先候補を表 16 に示す。

簡易テストの試験導入先としては、最も過酷な条件下での塗料の効果を測定するため、ゲルを選択したものの、総合的なニーズを踏まえ、実際のビジネス化の際は、公共施設等の建物をターゲットとする前提で検討を進めている。具体的な導入先候補については、プロジェクトの次フェーズにて詳細な検討を行う。

表 16 普及・実証・ビジネス化事業の試験導入先候補

実証先候補	根拠・理由	具体的な試験導入先候補
暖房配管	・配管からの熱ロスが大きいことや、下水管の凍結による配水トラブル・浄化槽の凍結による浄化機能の喪失という課題がある	・ウランバートル市内の集中暖房用ボ

	<ul style="list-style-type: none"> <li>ることをヒアリング。</li> <li>・ウランバートル市内に集中暖房用ボイラー（HOB）が100カ所ほどあることや、来年からモンゴル国内で複数の火力発電所の建設が始まるため、波及ポテンシャルが期待できる</li> <li>・暖房配管の総延長（送配合算）は約356kmとされており、配管の直径を700mmとすると、約762,000m<sup>2</sup>の導入ポテンシャルが期待できる</li> </ul>	イラー（HOB）から各住宅への暖房配管
公共施設など	<ul style="list-style-type: none"> <li>・基本的にもどの建物にも断熱性能に課題があることはヒアリングによって確認しているが、初めから民間の住宅に導入を試みることは困難である。</li> <li>・公共施設や公的機関での導入実績を積んで民間人の信頼を得ることで、今後のビジネス展開につなげていく。</li> </ul>	・モンゴル日本センター等（今後 C/P にも相談）
公共団地	<ul style="list-style-type: none"> <li>・基本的にもどの建物にも断熱性能に課題があることはヒアリングによって確認しているが、初めから民間の住宅に導入を試みることは困難である。</li> <li>・通常の民間住宅に導入するよりも政府経由でアクセスすることで導入が容易であり、実際の居住空間を想定した導入効果の測定及び導入実績を得ることが可能となる。</li> </ul>	・ウランバートル市内の新築又は既築の公共団地
アカデミック施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>・基本的にもどの建物にも断熱性能に課題があることはヒアリングによって確認しているが、初めから民間住宅に導入を試みることは困難と認識される。</li> <li>・公共施設や公的機関での導入実績を積んで民間人の信頼を得ると共に、技術協力を行っているモンゴル高専内の施設で実施できれば、より詳細な導入効果測定が可能となる。</li> </ul>	・モンゴル高専の学内施設

なお、ハウスメーカーからも「まずは公共施設での実証を行い、その後一般住宅への展開を試みる」よう勧められた。

郊外の古いゲルや公共住宅に対して断熱施工を行う国家プロジェクトが進行中（当初は 2020 年に入札が行われる予定だった）であるなど、公共プロジェクトはモンゴルでも多く、ハウスメーカーからは、共同応募も視野に入れての協業の可能性を提案いただいた。また、将来的に一般販売を行う際は、ルミナスター単体で販売するのではなく、ルミナスターを塗布した「断熱壁紙」を販売することも視野に入れて検討してもらいたいとの意見も受領した。理由としては、モンゴルの宣伝は「ロコミ」がメインで、ネットワーク内の実体験で広まるため、個人で塗布した場合、効果を発揮できずに悪い評判が広まるリスクがあるためとのことであった。

普及・実証・ビジネス化事業では試験導入を行うと共に、ハウスメーカーとの協業を視野に入れ、協業の方法や実際の販売方法についても再度詳細な調査・検討を行う。

## 2-4 開発課題解決貢献可能性

提案企業が有する、国内最高品質かつ低価格な断熱塗料を活用し、モンゴル／ウランバートル市の開発課題を取り巻く周辺課題に対して、以下のような解決策を提供することが可能であると考えられる。なお、本製品・技術は、JICA が公表している【民間企業の製品・技術の活用が期待される現地情報（その他）／課題 No.10-MG-1／モンゴル／断熱技術】に合致している。

表 17 開発課題を取り巻く周辺課題

周辺課題	周辺課題の詳細及び解決策
暖房需要の大きい気象条件	<p>モンゴルは冬季の寒さが厳しく、暖房需要が著しく大きい。            ⇒本製品は現地の断熱材と遜色ない断熱性能を有しており、<u>当該気象条件においても高い保温効果</u>（暖房エネルギー量の削減率は20～40%）を維持する。</p>
ウランバートル市への一極集中による居住者の増加	<p>ウランバートル市は居住者数が急増しているが、保温効果の非常に低い住居が多いため、石炭使用量の増加に伴う局地的な大気汚染と健康被害が深刻化している。            ⇒本製品の使用により、<u>住宅新設等の大きなコスト負担</u>や既設物撤去といった物理的な影響を与えることなく、既存住居に対して高い保温効果を付与することが可能である。</p>
既存建築物の老朽化に伴うひび割れ等の頻発	<p>ウランバートル市では1970年代に建設された市営アパートの建築物が数多く存在しているが、老朽化によってひび割れ等が頻発しており、断熱性能低下の要因となっている。            ⇒本製品は建築物のひび割れにも追従して塗布して高い断熱性能を発揮することが可能なため、これら<u>老朽化した建築物に対しても高い保温効果</u>が出せる。</p>
高額な対策導入の困難性	<p>ウランバートル市では人口集中に伴って失業率・低所得層が増加しており、高額な対策導入が困難な状況にある。            ⇒本製品は高い断熱性能の長時間持続という特長を有しながら低価格であり、一般的な暖房対策と比較しても<u>イニシャルコスト・投資回収年数で優位性</u>を示している。</p>
既存プロジェクトとの親和性	<p>ウランバートル市では大気汚染能力強化プロジェクト等が断続的に実施されており、既存プロジェクトと競合する技術の場合は、見込んでいた導入効果が得られない可能性がある。            ⇒既存プロジェクトは、既存設備の更新事業が多いが、本製品は建築物の断熱性能向上が目的であり、これら<u>高効率化設備の導入施設に対しては相乗効果</u>が期待できる。</p>
産業の多角化	<p>近年のモンゴルでは、経済の鉱物資源依存度の高さが課題となっており、これを軽減するために産業多角化の推進が求められている。ただし、内陸国のため貿易には様々な障害もあり、現時点では資源産業以外の発展が進んでいない状況である。            ⇒本提案製品はコスト競争力が高く（安価で高い断熱性能）、施工が簡易で輸送しやすい（製品が軽量）といった特徴もあることから、輸送コストの掛かりやすい内陸国のモンゴルにとっては、<u>ビジネス展開性を考えた際に有力な輸出品</u>となることが期待できる。</p>

### 第3章 ODA 事業計画/連携可能性

#### 3-1 ODA 事業の内容/連携可能性

##### 3-1-1 ODA事業の実施内容

###### (1) ODA 事業内容

本案件化調査後に、普及・実証・ビジネス化事業スキームを活用した、「断熱塗料の活用による暖房需要及び大気汚染の軽減に関する普及・実証・ビジネス化事業（仮称）」を想定している。ODA 案件の概要（PDM：プロジェクト デザイン マトリクス）を表 18 に、実施体制図を図 11 に示す。比較環境が整った中で本製品（断熱塗料）の省エネ性能が実証され、本製品の持続可能な普及体制が整備されることによって、ウランバートル市内における大気汚染物質排出量の削減を図ることが主な活動内容となる。

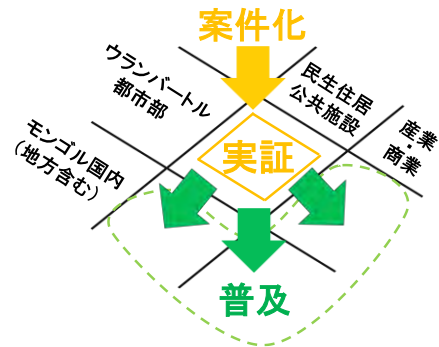


図 11 ODA 案件における案件化→実証→普及のイメージ

表 18 ODA 案件の概要（案）（PDM）

成果	活動	投入
<p>【上位目標】ルミナスターがウランバートル市内から波及してモンゴル国内で普及し、保温効果によって暖房需要・石炭消費量並びに大気汚染物質排出量が軽減されるなど、建築物の省エネ性能の向上によって環境にやさしい安全な都市の開発に貢献する</p> <p>【プロジェクト目標】ルミナスターの有効性が確認され、本製品の持続可能な普及体制が整備される</p>		
1. 実証 ルミナスター導入による保温効果・省エネ効果が確認され、それに伴う石炭消費量の削減効果が確認される	1-1 ルミナスターの仕様・設置の検討 1-2 ウランバートル市内の公共施設・市営アパートにおける試験施工 1-3 ルミナスター試験導入後のモニタリング （保温効果、コスト削減効果、エネルギー削減量、石炭消費削減量） 1-4 ルミナスターの経済性評価	(日本側) ・ 専門家(統括1、外部人材業務の統括者1、製造技術1、施工1、ビジネス開発検討1、事業計画策定1、事業化検討1、事業化調査1) ・ 機材(ルミナスター)
2. 技術移転 現地人材によって、ルミナスターを用いた保温・省エネ技術の導入に関して、持続可能な普及体制が整備される	2-1 ルミナスターの製造・施工マニュアルの作成および技術レベル評価 2-2 ルミナスターの製造・施工に係る技術視点研修の実施 (指導員候補10名の育成) (1) 公共施設・市営アパート等へのルミナスターの施工 (2) モニタリング手法とその評価効果のモニタリング 2-3 研修後評価	(モンゴル側) ・ C/P候補:ウランバートル市大気汚染削減庁 ・ ルミナスター導入に係るパイロット実施 ・ 試験施工場所 ・ 指導員候補10名の任命 ・ 研修場所の提供 ・ セミナー及びステアリング・コミッティ開催に伴う調整及び会場の提供
3. 普及 ルミナスターを用いた保温効果・省エネ効果及び大気汚染緩和効果などを通じて、本製品の有効性が周知される	3-1 ウランバートル市との定例会実施による事業の推進 3-2 自治体、居住地区、工場、商業施設等に対して大気汚染策セミナーの開催や省エネ展等への参加をし、ルミナスターの導入効果を紹介 3-3 ウランバートル市内の産業・商業部門やウランバートル市外へのルミナスターの普及促進による研修実施体制の整備	

普及・実証・ビジネス化事業では、C/P と協議のもとで、ウランバートル市内を対象に、これまでのヒアリングによる現地ニーズを踏まえ、案件化調査で簡易テストを行ったゲル（シンボリックな PR 効果を期待）ではなく、「公共施設」や「公共団地」、「アカデミック施設（学校・大学など）」、「集中暖房システムの暖房配管」等を対象に、通年での実証試験・経済性評価を行い、ウランバートル市の DAAP の施策と足並みを揃えながら、モンゴル国内の建築物の断熱性能を向上させ、並行して主要ステークホルダーとの関係を構築し、ビジネス展開の足掛かりとする。

なお、当事業の実証試験においては、通年実証によって「冬季の暖房需要削減効果」だけでなく、本製品の遮熱性（外壁に塗布することにより効果を発揮）による「夏季の冷房需要削減効果」も追加評価することが可能となることから、本製品の正確な導入効果（省エネ/CO2 削減効果など）を算出することが可能になる。経済性についても、本調査では、冬季の暖房需要削減効果のみを見据えた投資回収年数（約 23 年と試算）を試算したが、夏季の冷房需要削減効果を含めた

精緻化が期待でき、この精緻化は現地でのビジネス展開を図る上で、不可欠なものと認識している。

また、2024年以降のビジネス展開としては、多様な建築物（ビル、工場等も含む）への展開を図っていく。ただし、モンゴルでは1992年に社会主義制度は崩壊したが、依然として社会主義色の面が強く残っていることから、ODAを活用して現地国政府の支援を得ながら事業を進めることが成功に不可欠だと考えている。

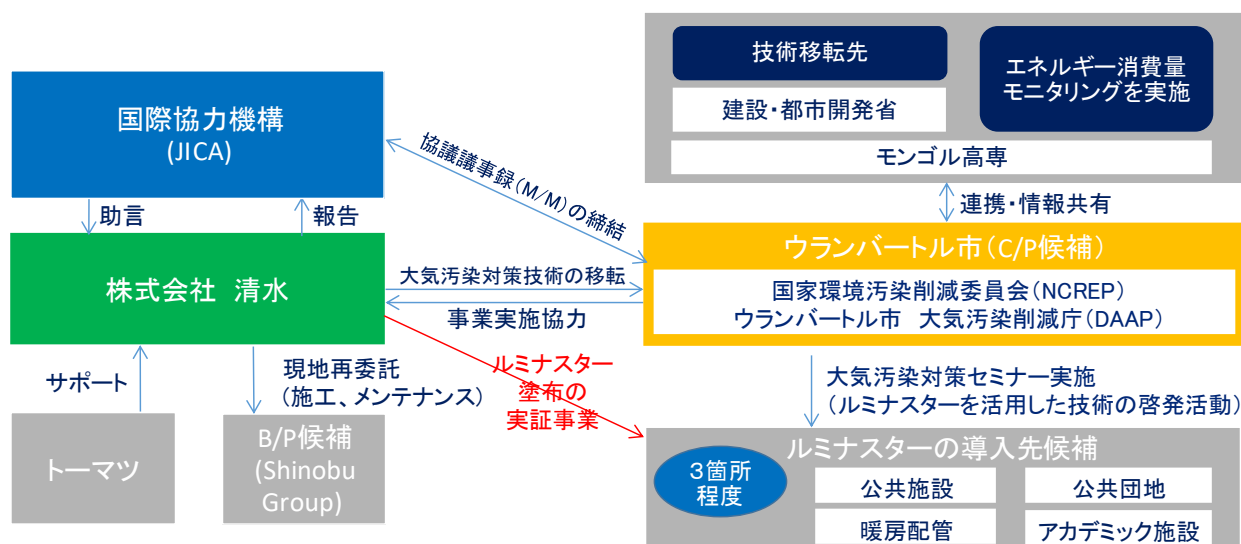


図 12 普及・実証・ビジネス化事業の実施体制（案）

## (2) 活動計画・作業工程

普及・実証・ビジネス化事業については、前述の PDM を踏まえて、2022年4月の開始から2年間を想定し、渡航は全5回程度を予定している。詳細な事業内容については、今後 C/P と調整しながら整理していく予定である。

## (3) 対象地域

ウランバートル市を選定している理由は以下の3点である。

- ① ウランバートル市は、モンゴルの全人口の約45%に当る約140万人が居住しており、暖房期間が9か月（11～3月は平均気温が氷点下）と長く暖房需要が大きいことから、提案製品の有する特長が最大限に効力を発揮することが期待できる。
- ② 政府側も大気・環境汚染削減国家プログラムを実施するなど、大気汚染物質の排出削減に向けて積極的に取り組んでおり、提案製品への期待感を感じることが出来ている。
- ③ 提案企業が、モンゴルの現地企業（B/P候補）との関係を既に構築している。

## (4) C/P 候補機関

C/P 候補は、大気汚染緩和に向けた政策・方策・プログラムの策定や実施等を管轄しており、本製品の普及に向けて密接した関係性を有する「国家環境汚染削減委員会（NCREP）」を第一候補とする。NCREPは、モンゴル国全土の大気及び土壌の汚染について管理している部門であり、モンゴルの各政府機関やウランバートル市の各部門に対しても連携がとれている。なお、ウランバートル市内の大気汚染対策の実践機関である「ウランバートル市大気汚染削減庁（DAAP）」を第二候補として考えている。



案件化調査の2回の現地渡航までにおけるC/P候補との協議状況を表19に示す。これまでの調査を踏まえ、C/Pの第1候補であるNCREP、及び第2候補のDAAPともに提案製品への関心は高く、C/Pとして適切な現地機関と考えている。ただし、前者は組織の位置付けがかなり上流であるため、実際に現場レベルで能動的に動ける人材がいるかを確認する必要がある、後者は現在長官が不在で混乱状態にあるため、組織として再度安定するまで様子を見る必要がある。

なお、新型コロナウイルスの感染拡大を受け、海外渡航が休止状態となっているが、その間にモンゴル国では総選挙（2020年春季）が行われ、その結果を受けて、NCREPの事務局長がGantulga氏からErdenebulgan氏、さらにAltanzul氏に交代となり、関係構築がほぼ白紙に戻ってしまった。そのため、改めてコンタクトを行い、関係の再構築及びセミナー開催の協力承諾等を依頼した結果、引き続き御協力いただける運びとなった。

なお、ウランバートル市においても市長が変更になり、DAAP長官はこれまでと同様に不在のままであるが、副長官がガリンベック氏からソロモン氏に交代となっていることから、現在も関係構築に向けて継続的な連絡・情報交換を実施している。

表 19 カウンターパート候補との協議状況

機関名	C/P 候補	概要	協議状況
国家環境汚染削減委員会 (National Committee on Reducing Environmental Pollution) 及び 環境・観光省 (Ministry of Environment and Tourism)	◎	モンゴル政府の内閣要人等で構成された国家組織	案件化調査における情報提供やセミナー共催に向けて、中心的に支援してもらっている状況にある。M/Mの締結に向けても交渉を継続中である。
ウランバートル市大気汚染削減庁 (Department of the Against Air Pollution, the Ulaanbaatar city mayor)	○	ウランバートル市内の大気汚染対策全体を管轄	ウランバートル市内で、様々な大気汚染対策を実践している。本事業への関心も高く、C/Pになる可能性についても、口頭ではあるが同意いただいている。ただし、先日長官のTSATSRAL氏が長官の職を辞され、長官が不在となっている。現在はGalimbek氏が長官代理として対応しているが、職員の入替わりも発生しており、現在組織として混乱状態にある。
都市建設開発省 (Ministry of Construction and Urban Development)	△	モンゴル国内の都市開発や建築物の性能認証などを管轄	技術への関心はあるが、技術に関する意見交換に留まっている。
モンゴル高専・新モンゴル高専	—	提案製品の断熱性能の簡易テストなどを実施	提案製品の性能検証に助力いただいております。技術移転先の最有力候補である。

## (5) 技術の移転先

将来的な技術移転先については、本調査において簡易テストに協力いただいた「モンゴル高専」

を第一候補とする。モンゴル高専には、断熱に係る研究を実施している教員がおり、授業で住宅壁内外の塗装の実技研修が行われていることから、現地国における技術者育成・技術面の普及拡大を見据えると、技術移転先として最適であると考えられる。また、本調査で実施した簡易テストも、モンゴル高専の敷地内のスペースを借用させていただき、現地高専の教員の方に現地で適宜対応をして頂いたり、簡易テストに参加された学生からも「卒業研究としても研究材料にしたい」という言葉をいただくなど、現段階で良好な関係性が構築できている。先方も本技術に興味を示していることから、今後、技術移転に向けた普及実証事業を実施する際も、本調査における知見・ノウハウを有した上で、引き続き対応いただけることは大きな魅力である。

なお、本技術（提案製品の塗布技術：ローラーを使用）は、それほど高い技能を要するものではなく、一般的な塗布技術・ノウハウがあれば施工可能であることから、比較的容易に現地職人に技術移転ができるものである。

### (6) 他 ODA 事業との連携可能性

建築物の省エネ性能向上かつ大気汚染の低減に資する本事業は、小目標である「環境に優しい安全な都市の開発」として実施されている「ウランバートル市大気汚染対策能力強化プロジェクトフェーズ 3」における燃料基準策定や、モンゴル政府が導入を進めている改良燃料の効果検証結果、「モンゴル国の公共施設向け暖房用改良型温水供給ボイラーの製造販売に向けた案件化調査」の成果などを活用することで、暖房熱源と暖房対象施設の両面で省エネ対策が実施され、大きな相乗効果が期待できる。

## 3-1-2 現地でのニーズの確認（自主セミナーの実施など）

### (1) 自主セミナー（自治体・企業向け）

断熱塗料の普及啓発を目的に、モンゴルの関係者に対してセミナーを開催した。当初計画していた 2020 年 2 月開催想定 of セミナーの概要（セミナーアジェンダ案）を表 20 に示す。ウランバートル市内の大気汚染緩和対策を担う NCREP や DAAP、建築部材の適合性認証を行う MCUD などの官公庁だけでなく、建設会社、内装会社、金融機関といった民間企業や、モンゴル高専・新モンゴル高専等の研究機関も招待し、断熱塗料に関連するステークホルダーに対して広く啓蒙することを予定していた。

表 20 セミナー開催に係るアジェンダ案（当時）

項目	内容
日時	2020 年 2 月 12 日（水）14:00～16:45
場所	Blue Sky Hotel
セミナー名称	Kick off Seminar for “SDGs Business Model Formulation Survey with the Private Sector for Reduction of Heating Demand and Air Pollutants by Utilization of Insulation Paint in Mongolia”
招待者（予定）	官公庁：NCREP、環境・観光省、DAAP、MCUD、ERC、ウランバートル市など 民間企業：Bridge Construction 社、Ulaanbaatar BUK 社、Sanborst 社、LUTGUN 社、General Etalon 社、State Bank、Xac Bank、Khan Bank など 研究機関：モンゴル高専、新モンゴル高専など 日本機関：在蒙日本大使館、JICA モンゴル事務所、モンゴル・日本センターなど

内容	1. Opening Remarks 2. Progress on reducing air pollution in Ulaanbaatar 3. Introduction of Insulation Paint Q&A Session 4. Measurement Results of introduction effort of Insulation Paint 5. Dissemination of Insulation Paint in Mongolia Q&A Session 6. Closing remarks
----	--

しかし、新型コロナウイルスの感染拡大に伴う、モンゴル国政府の措置（当面の間、モンゴル発着の全航空便の運航及び外国人の入国が停止となり、また、2020年2月以降の多くの期間において、現地国内の多人数が参加するイベント活動・施設利用の禁止や教育機関の休校措置が取られている）を受け、自主セミナーは開催を延期することとなった。

結果、現地開催を予定していたセミナーはオンライン開催に変更し、2021年4月からYouTubeによるオンデマンド配信を実施した。オンラインセミナーの概要（セミナーアジェンダ（開催結果含む））を表21に、オンラインセミナーのWeb画面例を表22に示す。招待者については、現地セミナー開催計画時と同様に、官公庁、民間企業、研究機関等とし、断熱塗料に関連するステークホルダーに対して広く周知することができた。


セミナー結果としては、延べ221回（2021年6月7日迄）のセミナー視聴が確認された。主な視聴者としては、当初想定していた通り、官公庁、民間企業、研究機関等などの断熱塗料に関連するステークホルダーであった。

また、セミナーに関するアンケートの質問項目を表23に示す。アンケートの回答としては、「本セミナーの内容は期待に沿ったものであった」との回答が多く、また、期待に添えた点としては「政策実現のために活用できそうであること」や「Green Loanの商品候補として考えられること」など、政策・制度面の回答が多く見られた。今後は本セミナー結果も踏まえて、普及展開に向けた検討を行う。

表 21 オンラインセミナー開催に係るアジェンダ

項目	内容
日時	2021年4月5日（月）12:00～2021年6月7日
場所	オンラインにて開催 ※YouTubeによるオンデマンド配信
セミナー名称	※表20と同様
招待者	※表20と同様
内容 ※括弧内が再生回数	1. Opening Remarks 2. Progress on reducing air pollution in Ulaanbaatar 3. Introduction of Insulation Paint 4. Measurement Results of introduction effort of Insulation Paint 5. Dissemination of Insulation Paint in Mongolia 6. Closing remarks

表 22 オンラインセミナーの Web 画面



**ナレッジ**

**[Webinar] Kick off Seminar for “SDGs Business Model Formulation Survey with the Private Sector for Reduction of Heating Demand and Air Pollutants by Utilization of Insulation Paint in Mongolia”**

Thank you for registering for this webinar. You can watch the video in this website from Monday, April 5, 2021 at 12:00 to Thursday, September 30, 2021 at 16:00 (Mongolian Time). [The period has been extended.]

**Program**

1. Opening Remarks
2. Progress on reducing air pollution in Ulaanbaatar
3. Introduction of Insulation Paint
4. Measurement Results of introduction effort of Insulation Paint
5. Dissemination of Insulation Paint in Mongolia
6. Closing remarks


**1. Opening Remarks (2 - 4 min. each)**

- 1) Altanzul Baasanjav, The secretary and Head of Secretariat, National Committee for Reducing Environmental Pollution, Mongolia
- 2) Hiroyuki Kobayashi, Ambassador Extraordinary and Plenipotentiary of Japan to Mongolia
- 3) Eriko Tamura, Chief Representative, Japan International Cooperation Agency Mongolia Office

Webinar Feedback expected when you complete all presentation


**2. Progress on reducing air pollution in Ulaanbaatar (30 min.)**

Altanzul Baasanjav, The secretary and Head of Secretariat, National Committee for Reducing Environmental Pollution, Mongolia

  
 English version, PDF 2.90MB  
**Download materials**


**3. Introduction of Insulation Paint (13 min.)**

Masaaki Shimizu, Company president, Shimizu Corporation, Ltd.

  
 English version, PDF 2.31MB  
**Download materials**


**4. Measurement Results of introduction effort of Insulation Paint (10 min.)**

Sergelen Munkh-Ohr, External Relations Director, Institute of Engineering and Technology

  
 English version, PDF 914KB  
**Download materials**

**5. Dissemination of Insulation Paint in Mongolia (13 min.)**

Masatoshi Nishimoto, Chief Advisor of this Survey, Director, Deloitte Touche Tohmatsu LLC

  
 English version, PDF 1.09MB  
**Download materials**

**6. Closing remarks (3 min.)**

表 23 セミナー視聴者に対するアンケートの説明文及び調査項目（任意回答）

No.	質問項目	回答選択肢
Q1.	本セミナーは、あなたの期待に沿ったものでしたか。	A) Yes B) No
【Q1がYesの場合】	Q2. どのような点で期待に沿えましたか。	A) 政策実現のために活用できそうであること
		B) 自社が業界での包括代理店として活躍できそうであること
		C) 自社事業でルミナスターを活用できそうなこと
		D) ルミナスターの使用を一緒に前向きに検討できること
【Q1がYesの場合】	Q2. どのような点で期待に沿えましたか。	E) Green Loan の商品候補として考えられること
		F) モンゴルへの技術移転により現地生産ができそうな製品であることが判明したこと
		G) 具体的な構想はないが、今後の参考とするための情報ネットワークを得られたこと
		H) その他
【Q1がYesの場合】	Q3. 今後のプロジェクトやルミナスターに関するご要望やご提案がございましたら、ご回答ください。	(自由記述)
【Q1がYesの場合】	Q4. よろしければ、連絡先(メールアドレス等)をご記入ください。Q3で頂戴いたしましたご要望やご提案に関して、当チームのスタンス等ご回答させていただきます。	(自由記述)
【Q1がNoの場合】	Q2. どのような追加情報や改善があれば、期待に沿えましたでしょうか。	(自由記述)
	Q3. よろしければ、連絡先(メールアドレス等)をご記入ください。Q2で頂戴いたしましたご要望に関して、当チームのスタンス等ご回答させていただきます。	(自由記述)

セミナー後のステークホルダーとの関係性について、「官公庁」及び「研究機関」に関しては、NCREP（環境・観光省）、モンゴル高専及び新モンゴル高専とは、セミナー終了後も継続的に情報交換を続けている。いずれも簡易テスト及びセミナーの結果には満足しており、次のステップ（普及・実証・ビジネス化事業に進んだ場合の C/P 又は技術提供先としての連携）に向けた協議を進めていることから、今後の ODA 事業の実施に向けて、より具体的な協議を進める予定である。DAAP、ERC、MUCD 及びウランバートル市等については、セミナーの視聴は一定程度頂けているものの、その後のコンタクトはあまり取れておらず（調査団からのメールに対して先方からの返信が来ない状態）、今後の連携については、その必要性に応じて、改めて情報共有を進めていく必要がある。

「民間企業」については、事前にコンタクトしていた企業も含め、複数の商社・貿易会社、建設会社及び内装会社から、セミナー内容を踏まえて「これくらいの断熱効果が出るのであれば、当製品を建材として優先利用したり、現地代理店としてのビジネス参画等も検討したい」といっ

た打診があった。一方で、ビジネスに参画する条件として「ゲルだけでなく、一般的な公営住宅や公共施設等を対象とした断熱効果も定量的に確認すること」や「公共工事で利用可能な環境認証等を取得していること」等が指摘されたため、普及・実証・ビジネス化事業への進展に当たっては、これらの要望内容も踏まえて事業スキームを検討していきたいと考えている。また同時に、調査団側からの現地代理店企業への要望としては「一定以上のバルクで納入可能であること（製品価格を下げるためには、輸送時のコンテナ単位での製品納入が望ましいため）」や「商品代金の前払いが可能な規模・資金力を有している企業であること（商品代金の後払いを希望する企業が大部分であるが、その場合は代金回収リスクがあるため）」を挙げている。これらの条件を満たす現地企業の中から本ビジネスへの有望な B/P を検討していきたいと考えており、普及・実証・ビジネス化事業に向けて、引き続き情報交換を継続していく予定である。

金融機関からは「本製品の断熱効果は大きく、特に Green Loan 制度を活用した普及が期待できる」旨のコメントを頂いている。まずは、Green Loan への当製品の追加についての環境・観光省との協議が先であるが、追加がなされた暁には、金融機関とも積極的に情報交換を行って、Green Loan 制度を活用した普及展開に向けた検討を進める予定である。

## (2) その他の取組

その他の取組としては、モンゴル商工会議所で開催される建材エキシビション（毎年2回：3月と9月に開催）への出展についても、他のプロジェクト等との協業可能性を見るため検討を行い、また、2020年10月に開催された「グリーン技術展示会」においても、断熱技術を含めた「環境対策に役立つ技術」が展示されていることから、次年度以降の本展示会への出展についても並行して検討を行っている。しかし、新型コロナウイルスの感染拡大を踏まえ、前者については2020年2月以降の開催が停止していること、後者については、出展に向けた調査団の現地渡航及び主催者側との交渉が困難なことから、本展示会への参加については、新型コロナウイルスの動向を見据えた上で、プロジェクトの次フェーズでの実施を検討している。

## 3-2 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

### 3-2-1 制度面にかかる課題/リスクと対応策

制度面にかかるリスクとして、製品認証に時間を要する可能性があるため、実証試験の早期化、及び現地技術者等からの認証取得サポートを得ることで、円滑に対応できるように努める。

### 3-2-2 インフラ面にかかる課題/リスクと対応策

特になし。

### 3-2-3 C/P体制面にかかる課題/リスクと対応策

C/P体制面にかかるリスクとして、現政権の交代によるC/Pの責任者の急な変更や、政策変更や法制度の改正に伴う外資参入への規制リスクが考えられる。これらについては、日常的に政府や自治体との複数のコネクションを構築して現場情報を的確に掴み、状況の変化に迅速に対応できるように努める。

### 3-2-4 その他課題/リスクと対応策

その他のリスクとして、現段階で実証先が未確定であることから、実証先が見つからない可能



性が考えられる。ただし、既に複数の実証候補先についてC/P等からも提案頂いていることから、調査団の独自のコネクションから実証先を模索するのと並行して、C/Pからも実証先の紹介及びアプローチを試みていただくことで、複数の候補先の中から実証に適した環境を持つ実証先を選定できる状況を構築できるように努める。

### 3-3 環境社会配慮等

該当なし。

### 3-4 ODA 事業実施/連携を通じて期待される開発効果

PDM に示す活動を通して、期待される開発効果を表 24 に示す。

表 24 期待される開発効果

成果	開発効果
<p><u>1. 実証</u> ルミナスター導入による保温効果・省エネ効果が確認され、それに伴う石炭消費量の削減効果が確認される</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 製品認証の取得</li> <li>・ より実際に近い形で試験を行うことで、現地断熱材と比較して提案製品の断熱性能に差異がない（または少ない）ことが証明される。</li> <li>・ パイロット施工を通して提案製品の経済性・優位性（20%以上の省エネ効果）が証明される。</li> </ul>
<p><u>2. 技術移転</u> 現地人材によって、ルミナスターを用いた保温・省エネ技術の導入に関して、持続可能な普及体制が整備される</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 提案製品の施工マニュアルが作成される。</li> <li>・ モンゴルにおける研修を通して、施工技術を習得したモンゴル高専の在学生（10人程度）の卒業生を現地子会社にて受け入れ、育成（技術移転）を行うことで、実施体制が整備される。</li> </ul>
<p><u>3. 普及</u> ルミナスターを用いた保温効果・省エネ効果及び大気汚染緩和効果などを通じて、本製品の有効性が周知される</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 国家環境汚染削減委員会（NCREP）やその他関連省庁等にも参加していただき、建設会社等の参加者に対してセミナーが開催され、塗装技術の紹介並びに優位性が周知される。</li> <li>・ 製品普及によって、石炭消費量の削減（ウランバートル市の30%の世帯に普及したと仮定して約8万t/年）及び大気汚染物質排出量の削減（前記と同じ仮定で約70t/年）がなされ、その結果として大気汚染起因の健康被害の回避（前記と同じ仮定で約2,400万円/年）が期待される。</li> </ul>

## 第4章 ビジネス展開計画

### 4-1 ビジネス展開計画概要

普及・実証・ビジネス化事業後に想定されるビジネスモデルを図 13 に示す。本製品（ルミナスター）の活用による建築物の暖房需要軽減事業については、現地の様々な建築物（公共施設、一般住宅、集中暖房システム、商業施設、ビル、工場等）をターゲットに、案件化調査及び普及・実証・ビジネス化事業によって現地ニーズを確保し、その後、新規設立した現地子会社によるビジネス展開を本格開始させることを想定している。初期は即効性・PR 効果のある既存建築物（公共施設、公共団地等）に積極的に普及展開を進め、その後は建築物新設時の初期導入など、全建築物への導入を目指す計画である。

表 25 に事業化スケジュールを示す。2019 年度後半より、ビジネス環境の調査及び事業採算性分析等を実施しており、その後の普及・実証・ビジネス化事業の実施を経て、早ければ 2024 年からの本格的なビジネス展開開始を目指す。ビジネス展開開始後、現地ニーズを確保してビジネスが軌道に乗った段階（早ければ 2025 年頃）で、新規設立する現地子会社によるビジネス展開に切り替える。計画では 2025 年半ば頃には、日本から現地子会社へビジネスの主体制を変更することを検討している。

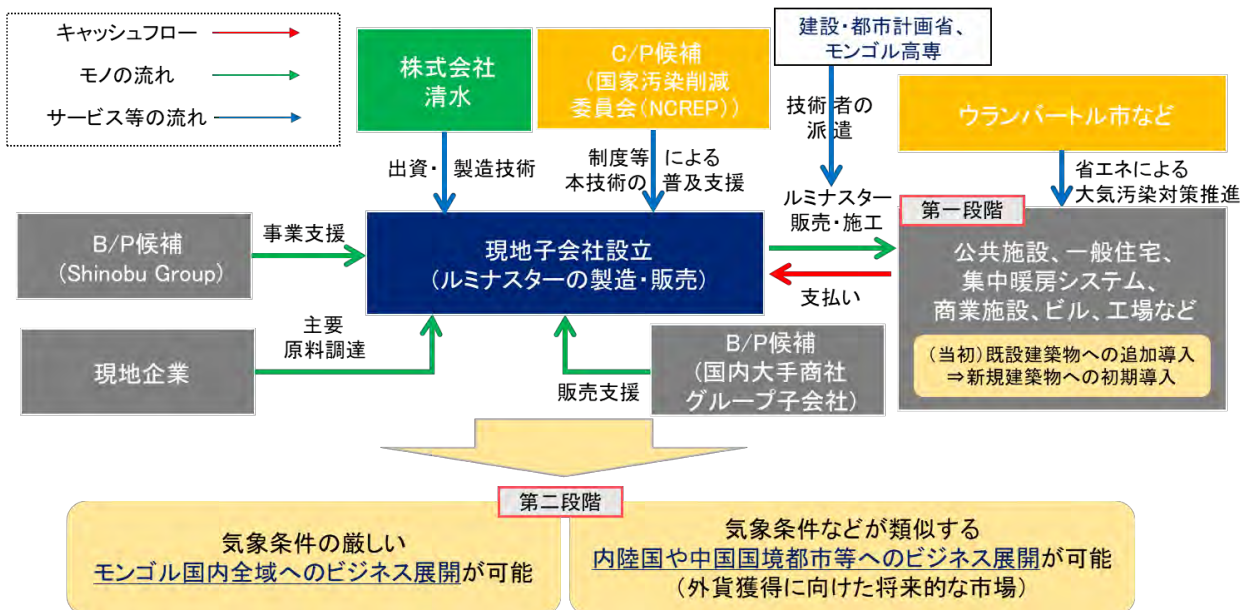


図 13 現地進出後のビジネスモデル案

表 25 事業化スケジュール（最速で事業進捗がなされた場合）

フェーズ	2019			2020			2021			2022			2023			2024			2025		
	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6
	案件化調査						普及・実証事業						本格的なビジネス展開								
① ベース調査（市場・ニーズ・販売流通、競合）	■						■						■								
② 現地拠点の検討、販促方法の検討	■						■						■								
③ 事業採算性分析の精緻化	■						■						■								
④ 資金調達	■						■						■								
⑤ 投資ライセンス等の取得、用地確保・現地拠点の確保	■						■						■								
⑥ 事業開始（日本からのルミナスターの輸出）	■						■						■								
⑦ 実証結果を活用したPR（セミナー等の開催）	■						■						■								
⑧ 現地子会社の設立	■						■						■								
⑨ 現地生産工場の設立	■						■						■								
⑩ 現地生産開始	■						■						■								

## 4-2 市場分析

### 4-2-1 市場の定義・規模

本提案製品にかかる市場・顧客に関する概要を表 26 にまとめる。メインターゲットとなる顧客としては、ウランバートル市の公共工事による新設・改修が見込まれる各公共施設（市関連施設や学校等）や公営集合住宅（新築・改築いずれも含む）などを想定しているが、これらの施設の多くには HOB による熱供給が実施されているため、並行して暖房起因の大気汚染影響の大きいゲル（外壁がコンクリートのものやレンガ態のもの、テント形状のものなど全てを含む）についても、初期投資額から補助金等が必須となる可能性はあるものの、ターゲット先として検討を進める。

ビジネス展開が軌道に乗った後には、既存の商業施設、ビル、工場等に加え、民間建築物新設時の初期導入などによって市場拡大を行う計画としている。さらに将来的には、現地子会社をビジネス拠点に、近隣国の公共施設や一般住宅等への本製品の販売拡大も見込む。なお、現地渡航の際に断熱塗料としてロシア製の競合製品も見つかっているが、アクリルビーズにて保温効果を発揮している提案製品の方が性能は高いと推測されている。

表 26 メインターゲットとする市場・顧客の情報

項目	概要
ターゲットとする市場・顧客とその選定理由	<p>顧客については、<u>広く国民へ裨益が行き亘る</u>ことを重視し、当面は宣伝効果の期待できる既存の「公共施設」や「公営集合住宅」等をターゲットに販売を行い、本製品の断熱性能、コスト優位性等を広く周知する。また、大気汚染緩和効果の高いゲルについても、導入方法を含めて検討を進める。なお、現在は既存建築物の断熱材市場には、外壁貼付型のスチロール樹脂くらいしか競合製品がないため、コスト優位性からも市場への浸透可能性は高いと考えられる。</p> <p>上記ターゲットへの販売によって、一定の販売実績や市場への浸透・周知が出来た段階で、モンゴル国内の商業施設やビル・工場等を含めた建築物全般、民間の新築建築物への初期導入までターゲットを広げる計画である。</p>
顧客の規模・属性・嗜好	<p><u>ウランバートル市が大気汚染対策プロジェクトを実行中</u>であり、本製品の断熱効果、燃料消費量・コストの削減効果、高採算性を実証できれば、普及可能性は高いと考えられる。なお、「公共施設」は市民への PR 効果の高さが、「住宅（公営集合住宅が第一ターゲットだが並行してゲルも検討）」は市場規模の大きさ（市内に約 35 万世帯）が魅力である。</p>
将来性の予測	<p>現在、モンゴル国内は新規建築物の建設ラッシュとなっており、潜在的な市場規模は大きく、一方で既存建築物の老朽化やゲル地区の拡大などの課題も多く残っている状況にあるため、<u>大きな市場拡大可能性</u>が見込まれる。</p>

### 4-2-2 競合分析・比較優位性

モンゴルで従来設置されてきた断熱用途の製品としては、現地渡航時の事業者ヒアリング等によって、表 27 に示すような製品が挙げられた。ただし、現地渡航時のヒアリング結果からは、断熱塗料についてほとんど普及していないと認識しており、まだ断熱塗料の市場は構築されていないと見受けられる。また、ヒアリング結果からは、詳細情報は不明であるものの「韓国メーカーからも競合製品（断熱塗料）の売り込みが掛けられている」という話も伺っていることから、これらの競合製品候補についても情報収集を継続し、競合分析・比較優位性の検証を行う必要がある。

ある。なお、韓国メーカーの競合製品については、まだ具体的な情報が入手できていないことから、引き続き調査を継続していく。

なお、ルミナスターの製品価格は、18L・12kgで30,000円（輸送費や施工費を除く）を想定しており、これを体積換算すると1,667円/Lとなり、断熱塗料の現地競合製品と比較して若干高いコストを示している。ただし、競合製品が3回重ね塗りをするのに対して、ルミナスターの重ね塗りの回数は2回のため、同じ塗布面積で比較した場合の製品単価（円/m<sup>2</sup>）は、ルミナスターの方がかなり安価なコストになると試算される。

また、当製品の競合としては既存断熱材も存在するが、現地で使用されている断熱材は、日本でも利用されている一般的なもの（繊維系断熱材、発泡プラスチック系断熱材）であり、現地国の市場で現物も確認したが、製品自体も日本で市販されているものと相違しないように見受けられた。少なくとも日本では、これら断熱材と当製品では、ほぼ同程度の「冬季の断熱需要の抑制効果」が証明されていることから、モンゴル現地においても遜色ない効果が期待できる。一方で、コスト比較については、日本では性能も含めた上での価格優位性を示しているものの、モンゴル現地における導入コストが未把握（断熱材の購入単価は把握しているが、実際の施工時の導入重量が未把握）である。現地での事業者ヒアリング時に、当製品の単価等を伝えた際には、先方より「その単価であれば、十分に価格競争力があるのではないか」といった回答を受領しているが、具体的なコスト算定を行うには、建設関連会社等より、モンゴルの一般住宅等における「外壁の単位面積当たりの断熱材の導入重量」等の情報を入手する必要があるため、今後、ステークホルダーとコンタクトを取りながら、それら情報を入手し、コスト優位性についても確認する必要がある。

当製品は、高い断熱性能はもちろん、伸縮性や耐久性、防水性や消音性にも優れており、それらの性能も含めて、今後の案件化調査及び普及・実証・ビジネス化事業の中で、当製品の優位性を検証していく計画である。

表 27 モンゴル国内における断熱用途の主要製品例

製品区分 (大区分)	製品区分 (小区分)	製品名称	製造国 ／製造会社	製品価格	備考
繊維系断熱材	ロックウール	Basaltwool Flexible	モンゴル ／Mongol Basalt LC	約 36 円/トン (製品価格は、50 トンで 45,000 トウグルグ(約 1,800 円))	—
	グラスウール	※多数あり	モンゴル	約 30 円/トン (製品価格は、50 トンで 38,000 トウグルグ(約 1,520 円))	—
	羊毛断熱材	Khaan noos	モンゴル ／ECO EOOL	約 12,000 円/m <sup>3</sup> (製品価格は、1m <sup>3</sup> で 110 ドル(約 12,000 円)) ※羊毛は重量販売していないため、重量換算単価は算定困難	一般的に、羊毛断熱材はロックウールやグラスウールと比較してコストは数倍高いとされる。

発泡プラスチック系断熱材	※詳細不明	※多数あり	モンゴル	約 5~6 円/トン (製品価格は、100 トンで 14,000 トウグルグ(約 560 円))	—
断熱塗料	—	KORUND	ロシア	1,420 円/L (製品価格は、1L で 13.15 ドル(約 1,420 円))	用途に応じて 4 種類の製品がある。通常は三度塗りを推奨。

#### 4-2-3 既存断熱材からの代替可能性

断熱塗料であるルミナスターは、前述した全ての既存断熱材と代替可能であり、現地渡航時のヒアリング結果からは、既存断熱材にはない効果（伸縮性・防水性・防火性・遮熱性など）も高く評価されている。

例えば、防水性については、ゲルでは低い防水性が課題となり、通常はビニールを内布の内側に貼付することで防水性を確保しているが、防水性を有するルミナスターは、断熱塗料としてだけでなく、内側塗布した場合にビニールの代用品とすることが可能である。ロックウールや羊毛断熱材のように、湿気に強い断熱材はあるものの、防水性を活用できる断熱材は他になく、ルミナスター特有の機能と言える。

また、防火性については、ルミナスターは繊維系素材のように耐火性や難燃性があるわけではないが、自己消化性（製品自体がすぐに燃焼し尽されて延焼しない）という特徴を有している。日本の国交省からも「防火認定」を取得しており、これらの付加効果は、今後製品を普及する上で大きな PR ポイントになると考えられる。

さらに、ルミナスターは「断熱（保温）性能」に加えて「遮熱性能」も有しているため、モンゴルの気候条件（夏季は気温が非常に高く、冬季は非常に低い）に係る課題に対して、相乗効果（夏季は遮熱による温度上昇抑制効果、冬季は断熱による温度低下抑制効果）が期待できる。

なお、現地渡航時のヒアリングでは「既存断熱材のデメリット」も指摘されていたが、これらの点についても、ルミナスターを利用することで解決することが可能である。

例えば、代表的な断熱材として多くの住居に封入されているグラスウールは、重量が大きく、時間経過に伴って自重による重力降下が発生し、壁内上部に隙間ができてしまうことが課題（隙間からの冷気侵入）となっている。また、同じく代表的な断熱材である発泡プラスチック系断熱材は、過度な密閉性（通気性が低い）ことによるカビの発生や可燃性・収縮性（時間経過で萎んでしまう）などが、導入する上での課題となっている。断熱塗料としては、ロシア製の KORUND が競合製品として現地国で販売されているが、こちらは塗料に混合しているセラミックビーズが壊れやすい物質のため、耐久性に課題があると考えられる。

ルミナスターでは、これらの問題に対する懸念が小さく、施工時間についても少なくとも同程度（場合によっては工期短縮）であることから、既存断熱材のデメリットを解消しうる技術としても PR することが可能である。

また、4-7-2 にて後述しているとおおり、ゲルにルミナスターを導入した場合は、約 21%の石炭消費量を削減することが可能であり、これは約 4,200 円/年分のコスト削減に相当することから、両側塗装（ダブル断熱）のゲルでの導入における投資回収年数は約 23 年と試算された。なお、こ

これは、あくまで密閉性の低く熱の漏洩が多いゲルにおいて、安価な石炭の使用を想定した場合の試算結果であり、実際の普及展開のターゲットとする公共施設等では、より短い投資回収年数が期待できる。また、将来的な現地生産の実施や人件費の精緻化によって、製品原価を削減することによって、投資回収の短縮も見込んでいる。

以上の調査結果をまとめたものが表 28 である。既存の断熱材に対して、ルミナスターが優位性を持つ性能は多くあり、本製品は既存断熱材を代替しうる可能性は十分にあると考えられる。

表 28 ルミナスターと競合製品の性能比較

製品区分 (大区分)	製品区分 (小区分)	耐久性	伸縮性	防水性 (耐湿性)	自己 消火性※2	通気性	施工 容易性
断熱塗料	ルミナスター	◎	◎	◎	◎	○	◎
	既存製品※1 (KORUND)	△	—	—	—	—	○
繊維系断熱材	ロックウール	○	×	○	×	○	○
	グラスウール	○	×	△	×	○	○
	羊毛断熱材	○	×	○	×	○	○
発泡プラスチック系断熱材	—	△	×	○	×	△	○

※1: 既存の断熱塗料に関しては、4-2-2にて記述している通り、詳細情報が不明な点もあるため、引き続き情報収集を継続し、競合分析・比較優位性の検証を行う予定である。

※2: 自己消火性とは、熱源が無くなった際に自ら消化することで、燃焼が持続しない性質のこと。

### 4-3 バリューチェーン

#### 4-3-1 製品・サービス

##### (1) B to Bのビジネススキーム

本スキームでは、高い断熱効果を有した断熱塗料「ルミナスター」の、B/P候補（現地代理店など）を通じた建設会社等への販売を想定している。本製品は現状、国内で1缶当り25,000円で販売を行っており、現地の一般的な断熱材の価格と比較すると安価に設定されているといえるが、現地ではこれに輸送コストや関税等が上乗せし、当初は約30,000円での販売を見込んでいる。

また、現地代理店については、第2回現地渡航時より、候補となりそうな事業者との打合せなどを実施しているが、実際に現地代理店としてビジネス提携を行うには、企業規模や財務状況等も踏まえた総合的な判断が必要となるため、2021年に実施した自治体・民間企業向けセミナーや、プロジェクトの次フェーズにて参加予定の建材エキシビジョン等でコンタクトできた企業も含め、候補企業について幅広く調査・整理し、慎重に選定作業を進めていく計画である。



## (2) B to Cのビジネススキーム

本スキームでは、高い断熱性能を有した断熱塗料「ルミナスター」の缶単体、又はこれを塗布済のゲル布などの、B/P候補を通じたホームセンター等での販売を想定している。本製品価格については今後精査する必要がある。

### 4-3-2 バリューチェーン

#### (1) B to Bのビジネススキーム

本スキームのバリューチェーン案を図 14 に示す。今後、B/P 候補やパートナー候補企業と協議を行い、バリューチェーンの精査を行う。

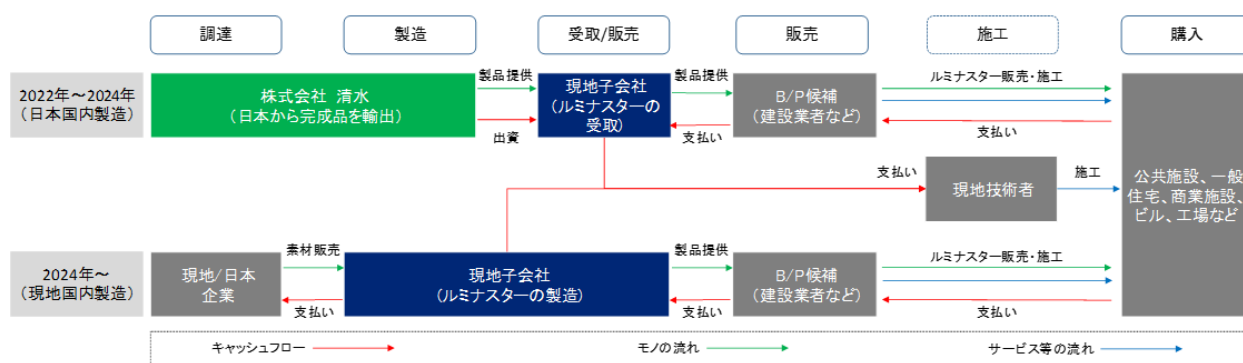


図 14 想定されるバリューチェーン (B to B スキーム)

#### (2) B to Cのビジネススキーム

本スキームのバリューチェーン案を図 15 に示す。今後、B/P 候補やパートナー候補企業と協議を行い、バリューチェーンの精査を行う必要がある。なお、モンゴルでは口コミによる販売促進機能が大きいと予想されることから、缶単体を購入した市民の方に対しても「塗布サービス」は行い、しっかりと導入効果を実感してもらう必要があると考えられる。

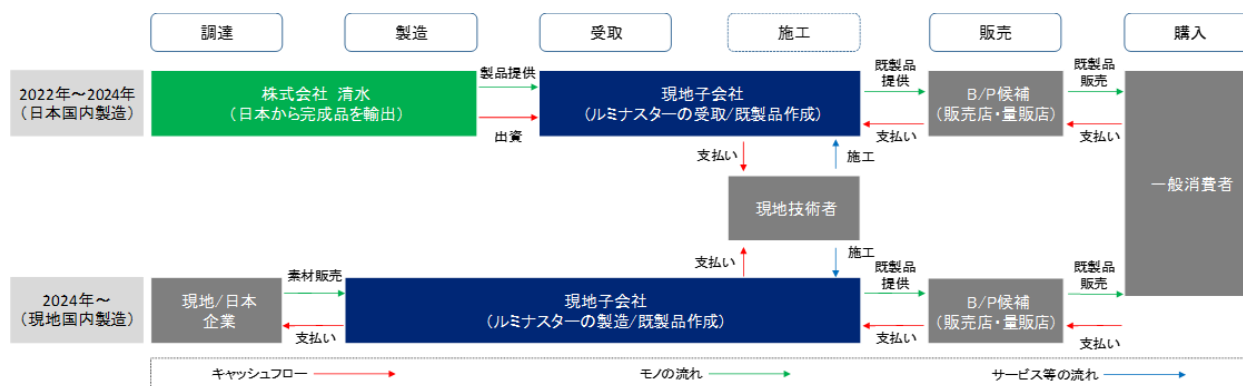


図 15 想定されるバリューチェーン (B to C スキーム)

## 4-4 進出形態とパートナー候補

### 4-4-1 進出形態

少なくとも 2025 年頃までは、日本国内において本製品の商品製造を行って現地国へ輸出する計画であり、以降もしばらくは全原料製造を日本で行う (将来的にも 3 種類の原料は日本製) 予

定である。生産量の増加については、国内工場の稼働率を向上（雇用数の増加を計画）させて対応する計画である。

また、現地子会社についても 2025 年頃に工場を設立するとともに、ルミナスターの販売・施工技術者の準備に当たっては、モンゴル高専や新モンゴル高専の在学学生／卒業生の派遣・採用を想定しており、彼らを中心に順次増加させていく計画である。日本からの専門家の派遣は、2～5 年目は出張ベースで対応するが、6 年目以降は、数名の駐在を考えている。

ただし、現在最適な進出形態は現在検討中であり、慎重に結論を出していく予定である。

#### 4-4-2 パートナー候補

これまでの事前準備を経て、モンゴル国内におけるビジネス経験・知識が豊富で、友好関係を構築している B/P の Shinobu Group の事業支援を受け、提案企業の現地子会社を普及実証以後の 2023 年に設立する見込みである。当面の間は、日本から本製品を輸出して現地子会社が販売を行うビジネスモデルとするが、現地生産の目途が立った段階（2024 年）で、生産拠点を現地子会社に切り替えて、本製品の製造・販売を行う。原料調達に関しては、暫くは国内からの原料輸出とするが、将来的には協業関係をとる現地企業へ一任する計画であり、今後の普及・実証・ビジネス化事業を経て、選定及び決定する予定である。

協業関係を取る企業としては、建設会社や内装会社、エンジニアリング会社など建築物の施工の実施主体はもちろんのこと、提案製品の一般市場（ホームセンターなど）への流通を図り、小売会社との協業も視野に入れている。これまでの 2 回の現地渡航でも、複数の現地民間企業（大手建設会社、コンクリート製造・販売会社、内装会社、金融機関）にヒアリングを実施したが、当製品への関心の高さは感じており、案件化調査で実施する「布ゲルを対象とした簡易テスト」、及び普及・実証・ビジネス化事業で実施する「複数形態の建築物を対象とした断熱性能検証のための実証事業」で、モンゴルにおける導入効果を明示することによって、普及展開・ビジネス化の確度は高まるものと期待できる。

#### 4-5 収支計画

現在、モンゴルまでの製品輸送費や、モンゴルの建築物に対する塗料使用量等に関する情報整理を行っており、今後施工を含めた「塗布面積当り製品コスト」等を試算する予定である。

調査開始時点で想定していた収支計画を表 29 に示す。初期投資額は、子会社設立及び工場新設のため「2023～2024 年に約 2,000 万円」を見込んでおり、資金調達方法は銀行融資を予定している。また、キャッシュフローを確保するため、日本からの出資比率を大きくすることも検討する。なお、事業本格化前には黒字化を達成し、その後は、収益増加を目指して、販売量の拡大を進めていく計画となっている。提案企業の将来的な主要収益としては「出資比率(約 50%)に応じた配当」、「技術ロイヤリティ」及び「原材料輸出による利益」の 3 つを予定しており、これらによる提案企業の収益は、「10 年間で総額 1.1 億円」と試算している。

表 29 事業化による事業収支計画概要

単位:千円

	2019年	2020年	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2026年	2027年	2028年	2029年	2030年
	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	10年目
フェーズ	案件化調査			普及・実証事業		事業本格化						
ルミナスター販売台数(日本から輸出)	0	0	0	300	900	3,000	6,000	4,500	0	0	0	0
ルミナスター販売台数(現地生産)	0	0	0	0	0	0	0	4,500	9,000	12,000	12,000	15,000
売上	0	0	0	9,000	27,000	90,000	180,000	247,500	225,000	300,000	300,000	375,000
売上原価	0	0	0	12,414	26,183	76,471	158,325	212,431	191,103	259,166	268,333	343,603
売上総利益	0	0	0	-3,414	817	13,529	21,675	35,069	33,897	40,834	31,667	31,397
販売費及び一般管理費	0	0	0	3,000	3,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
技術ロイヤリティの支払(⇒提案企業)	0	0	0	0	0	0	0	5,625	11,250	15,000	15,000	18,750
営業利益	0	0	0	-6,414	-2,183	3,529	11,675	19,444	12,647	15,834	6,667	2,647
必要人員数の推移について												
必要人数(日本人)	0人	0人	0人	0人	0人	0人	0人	3人	3人	2人	1人	0人
必要人数(モンゴル人)	0人	0人	0人	3人	4人	5人	9人	10人	10人	14人	15人	19人
合計必要人数	0人	0人	0人	3人	4人	5人	9人	13人	13人	16人	16人	19人
原材料輸出による利益(⇒提案企業)	0	0	0	286	604	1,765	3,654	4,902	4,410	5,981	6,192	7,929
経常利益	0	0	0	-6,414	-2,183	3,529	11,675	19,444	12,647	15,834	6,667	2,647
出資比率に応じた配当(⇒提案企業)	0	0	0	0	0	706	2,335	3,889	2,529	3,167	1,333	529

## 4-6 想定される課題・リスクと対応策

### 4-6-1 法制度面にかかる課題/リスクと対応策

会社設立の際の条件としては、「資本金1千万円以上」という条件はあるものの、それ以外に特に厳しい条件は見受けられない。ただし、廃業する際には、裁判所に廃業を承認する判決を出してもらう必要があり、かつ非常に煩雑な廃業手続きが必要となる（これが原因で、実際には廃業状態でありながら、ペーパーカンパニーとして残存している日系企業もモンゴルには多いとのことであった）。

### 4-6-2 ビジネス面にかかる課題/リスクと対応策

ビジネス面にかかる課題/リスクとして、「市場参入障壁が予想よりも高い」可能性が挙げられる。モンゴル国のユーザー（本製品の場合は建設会社など）は、製品選択において、特に製品の導入効果実績や評判に依拠する傾向が強く、認知度が低い提案企業・提案製品にとっては、参入障壁となっている。しかし、JICA事業として実施することで、本製品の技術・サービスの信用度及び知名度を飛躍的に向上させ、さらに実証事業の中で提案製品の導入効果を可視化させることによって、現地への参入を促進できると考えられる。

参入障壁が元々高いことに加えて、専門性が高く、あまり知られていない原理で暖房効果を高める技術であることから、「技術の有効性・優位性の周知に時間を要する」可能性が懸念される。これには、C/P候補の国家環境汚染削減委員会（NCREP）、環境・観光省及びDAAP（大気汚染削減庁）に本製品の特長・優位性を理解してもらい、推奨製品として紹介してもらうとともに、政府と共催するセミナー（普及・実証・ビジネス化事業でも開催）を通じて、顧客へ技術面・コスト面での優位性を周知することで対応する計画である。なお、現在の経済性（投資回収年数が約23年）では統制品の普及は容易ではないと考えている。この最大の要因は「モンゴル政府による石炭購入に係る補助金制度」であり、これによって元々の石炭購入費用が抑制されていることが、投資回収年数の長さに繋がっていると考えられる。一方で、投資回収年数の短縮について検討する必要があり、まず第一に「夏季の冷房抑制効果の追加検討」が挙げられる。本製品は、建築物壁への塗布によって、冬季の断熱効果だけでなく夏季の遮熱効果もあることから、年間の気温差が大きい（40℃以上）モンゴルでは、後者も含めた経済性評価が重要と考えられる。第二に「ゲル以外の建築物での導入効果の再評価」が挙げられる、本調査における簡易テストでは、現

地政府機関等の要望を受けてゲルを対象に実施したが、ゲルとその他の建築物（公共施設、公設集合住宅など）では、建物構造の違いによって導入効果が大きく異なる可能性があることから、ゲル以外の建築物による導入効果を追加的に確認する必要があると考えられる。

これらの課題解決のためには、ODA事業を活用した「通年でのゲル以外の建築物を対象とした導入実証事業」の実施が不可欠であり、そのためにも是非、普及・実証・ビジネス化事業に進みたいと考えている。

また、ルミナスターの「技術情報の流出やコピー製品の出現」等の可能性も、リスクとしては懸念される。これには、モンゴル国での技術の特許登録を行うことで、知的財産の盗用を防ぐ方針となっている。加えて、ルミナスターの原料は13種類と多く、そのうち3種類の原料は現地で製造不可なものであることから、複製難易度は高いと考えられ、調達先も守秘情報とすることによって知財を守る計画である。

また、輸出の際には、「中国とモンゴルの国境における税関手続きに多くの時間が掛かってしまう（通常は税関での滞在日数は5日程度であるが、場合によって延長の可能性あり）」リスクも可能性として考えられるため、ロシア側を経由した輸出ルートの構築など、輸出代替策についても検討する計画である。

#### 4-6-3 政治/経済面にかかる課題/リスクと対応策

普及・実証段階と同様に、政治/経済面にかかる課題/リスクとして、政権の変化が挙げられる。現政権の交代により、C/Pの担当責任者が突如変更となったり、政策変更や法制度の改正によって外資参入に規制が掛かる可能性がある。これらは、日常的に政府や自治体との複数のコネクションを構築して現場情報を的確に掴み、状況変化に迅速に対応することで対応する。

#### 4-6-4 その他課題/リスクと対応策

現時点で、ビジネス展開を行う上での大きな課題やリスクは見受けられていない。

### 4-7 ビジネス展開を通じて期待される開発効果

#### 4-7-1 塗布面積当り製品コストの試算結果

モンゴル・ウランバートル市では、断熱性能の低い既存建築物・住居による暖房需要（石炭消費）の増大によって、大気汚染が深刻化している。このため、本製品の普及は、強固な都市インフラ基盤を有することが可能になると考えられる。

モンゴルまでの製品輸送費や人件費を踏まえた塗布面積当りの材料価格は、現地価格で 750 円/m<sup>2</sup>と試算された。内訳として、ルミナスターは 1 缶で面積 40m<sup>2</sup>の塗布が可能であり、日本での製品価格である「1 缶 25,000 円 (675 円/m<sup>2</sup>)」がベースとなるが、そこに輸送費（約 11 円/m<sup>2</sup>：1 缶約 440 円（4 ドル））や人件費・関税等が上乗せされている。

#### 4-7-2 塗布面積当り製品コストの試算結果

簡易実証の結果を基に試算した石炭削減率を表 30 に、本製品を適用した場合の定量的な開発効果を表 31 に示す。初期コスト（本製品の購入費用及び施工費用）は約 9.7 万円、投資回収年数は約 23 年と試算される。なお、これはあくまで密閉性が低く、熱の漏洩が多いゲルで安価な石炭の使用を想定した場合の試算結果であり、実際の普及展開のターゲットとする公共施設等では、より短い投資回収年数が期待される。

表 30 ルミナスターの使用による石炭削減率の試算結果

概要	<p>試算の結果、ルミナスターがゲルに両面塗装で導入された場合、<u>約 21%のエネルギー消費量削減効果</u>があることがわかった。</p> <p>本試算は 12 月 14 日から 3 月 5 日にモンゴル国ウランバートル市内にて行われた簡易実証の結果を基に試算している。上記の調査期間中はデータが 2 時間おきに計測され、その各データに対して以下の計算式を適用することで、エネルギー消費削減量の計算を行った。なお、前提条件としてゲル内の温度は外気温+10℃、生活気温（住民がゲル内で生活する場合に保つであろう気温）は 20℃とし、比熱は考慮しないこととした。また、分析対象のデータからは、調整のためゲルへの出入りの多かった日のデータ等は除外している。</p>
計算式	<p>各データに適用される計算式</p> <p>① （塗装なしゲル内におけるストーブ有無の気温差 - 塗装なしゲル内と生活気温の差）          ÷ 塗装なしゲル内におけるストーブ有無の気温差</p> <p>② （塗装ありゲル内におけるストーブ有無の気温差 - 塗装ありゲル内と生活気温の差）          ÷ 塗装ありゲル内におけるストーブ有無の気温差</p> <p>最終的な効果を計算するための計算式</p> <p>③ （全データの①の合計値 - 全データの②の合計値） ÷ 全データの①の合計値</p>
イメージ図	<p>ルミナスターの効果算定の考え方</p> <p>ルミナスターによる削減効果は、「塗装なしゲル」と「塗装ありゲル」における、【生活気温 (20℃) からみた暖房需要の差異】を以って試算した。</p> <p style="text-align: center;"><u>簡易実証における気温のイメージ図</u></p>

表 31 モンゴル・ウランバートル市への開発効果の試算結果

開発課題	本製品適用なしの場合	本製品適用後の効果試算
一般世帯における 総石炭消費量 <sup>iv</sup>	世帯当り暖房起因の石炭消費量 3.5t/ 年/世帯×353,000 世帯 = <u>123.5 万 t/年</u>	石炭消費量を約 <u>26 万 t/年削減<sup>注)</sup></u>
石炭消費に伴う大気 汚染物質 (PM10、 PM2.5) 総排出量 <sup>v</sup>	年間石炭消費量 123.5 万 t/年×旧ス トープによる石炭消費量当りの PM 排出係数 0.93kg/t = <u>1,150t/年</u>	大気汚染物質 (PM10、PM2.5) 排出 量を約 <u>242 t/年削減<sup>注)</sup></u>
大気汚染物質濃度 増加に伴う健康被害 (貨幣換算額) <sup>vi</sup>	年間 PM 排出量 1,150 t/年×被害係 数(PM10、PM2.5)198 DALY/t×経済 価値額 1,619 円/DALY= <u>3 億 7,000 万 円/年</u>	健康被害 (貨幣換算額) を約 <u>8,000 万 円/年削減<sup>注)</sup></u>
石炭消費に伴う一般世 帯の 1 世帯当り金銭負 担	1 世帯当りの暖房起因石炭消費量 3.5t/年/世帯×石炭価格 5,768 円/t= <u>2 万円/年</u>	年間石炭購入費用を <u>4,200 円/年削減</u> 投資回収年数は約 <u>23 年</u> ※本製品の購入・施工費用は総額で 約 9.7 万円) と試算 b

注) 本製品は暖房需要エネルギー量を約 21%削減可能 (簡易実証での試算結果)

#### 4-8 日本国内地元経済・地域活性化への貢献

福島発企業として海外展開を行い、「福島から世界へ」を合言葉に日本の活性化を目指す。

表 32 関連企業・産業への貢献

1. 事業実施による国内の雇用創出、新規開拓、新規開発	
提案企業・パート ナー企業の新規雇 用創出	増加傾向の国内販売量のみならず、海外販売が展開されることで販売数量が増加し、比例して提案企業やパートナー企業の「新規雇用の創出」が期待される。
提案製品の実績増 加による新規市場 の開拓	国内/海外販売量の飛躍的な増加に伴い、提案企業は様々な気象条件・実施条件下 (例：極度の寒冷対応、様々な建材への対応) で多くの販売実績を積むことができ、ターゲットの新規開拓に繋げることが期待できる。
提案製品の性能向 上に向けた新規開 発	提案企業は大学との連携を行うなど、製品の性能向上に意欲的に取り組んでいる。本事業の実施は、更なる性能向上に向けた新規開発 (高い技術力を有したパートナー企業との連携に伴う新規塗料の開発) に臨むモチベーションとなる。
2. 事業実施による国内関連企業の売上増	
製品製造量増加によ るパートナー企業の 売上増加	現状は国内原料比率 75%となっており、当該比率はしばらく継続されるため、製品販売量の増加に比例して日本国内のパートナー企業の売上増加が期待される。
3. 事業実施による新たなパートナーとの連携および連携強化	
中小企業支援関係 機関を通じた日本 の中小企業のモン ゴル進出への寄与	今回の案件化調査、本調査後に応募予定の普及・実証・ビジネス化事業は、「日本・ <u>福島のものづくり</u> 」の大きな PR となり、他の中小企業が経済成長の著しいモンゴルへの進出を考えた際に、中小企業支援関係機関へのノウハウ提供等も含め、海外進出の難易度の低下に貢献できる。



## 4-9 投資環境・外貨規制

### 4-9-1 税制

モンゴル国の主な税制及びその税率は以下のとおりである。

表 33 主な税制及びその税率

主な税制	税率
法人税	10%もしくは25%の2段階
個人所得税	最高税率10%
付加価値税 (VAT)	標準税率10%
日本への利子送金課税	最高税率20%
日本への配当送金課税	最高税率20%

法人所得税の対象となる企業は、「1) モンゴルの法律に基づいて設立された企業」、「2) 本社がモンゴルにある外国企業」及び「3) モンゴル国内で駐在員事務所経由及び直接売上を計上している外国企業」となっている。法人所得税は「10%」と「25%」の2段階の累進率を通じて課税され、最高税率となる所得基準は30億MNT となっている。

また、物品の輸出入には関税がかかり、輸入税・物品税・輸出税の3種類である。現状、輸入関税は原則5%となっており、本事業が対象としている塗料も5%となっている。しかし、2016年6月7日に発効した日本・モンゴル経済連携協定 (EPA) により、関税が免除された品目も多くあり、今後ほとんどの品目について、順次関税が免除されていく予定である。なお、日本との租税条約はない。

### 4-9-2 投資法・外資規制

市場化経済の促進を目的として、モンゴル国では1990年に外国投資法が採択されている。同法は外国投資を奨励するものであり、モンゴルにおける外国投資家の権利及び財産を保護し、併せて外国投資に関する諸事項を規律したものである。

外国投資家は、法で禁止されたものを除き、全ての生産・サービス分野において、いかなる事業でも行うことが可能である。投資（有形・無形を問わず）の25%以上が外国資本による場合は「外国投資」とみなされるが、外国投資家は、国内投資家と同様に扱われ、100%外国資本での事業実施も可能である。また、利益や配当、資産の売却代金の本国への送金も自由である。

なお、2012年5月に外国投資法に代わって制定された投資法において、投資優遇措置に関して国内・国外の企業を同等に扱う方針となり、従来のような外国企業向けの特別な優遇措置はなくなった。ただし、一般的な投資優遇措置はより充実しており、例としては、モンゴルの優先部門における10%の投資減税（新規生産、サービス、既存生産の拡張、修理、既存サービスの拡張、改善のための償却可能資産への投資などが対象となる）等の優遇措置が整備されている。

## 要約（英文）

### Chapter 1 Development Issue of the Target Country

#### 1-1 Development Issue of the Target Country

Urban air pollution due to mass coal consumption is a severe problem in Ulaanbaatar, the capital of Mongolia. Population concentration is increasing the workload of thermal power station, heating boiler facility, coal water heater, and ger stove. Air pollutant concentration is exceeding the environmental standard for a long period of time.

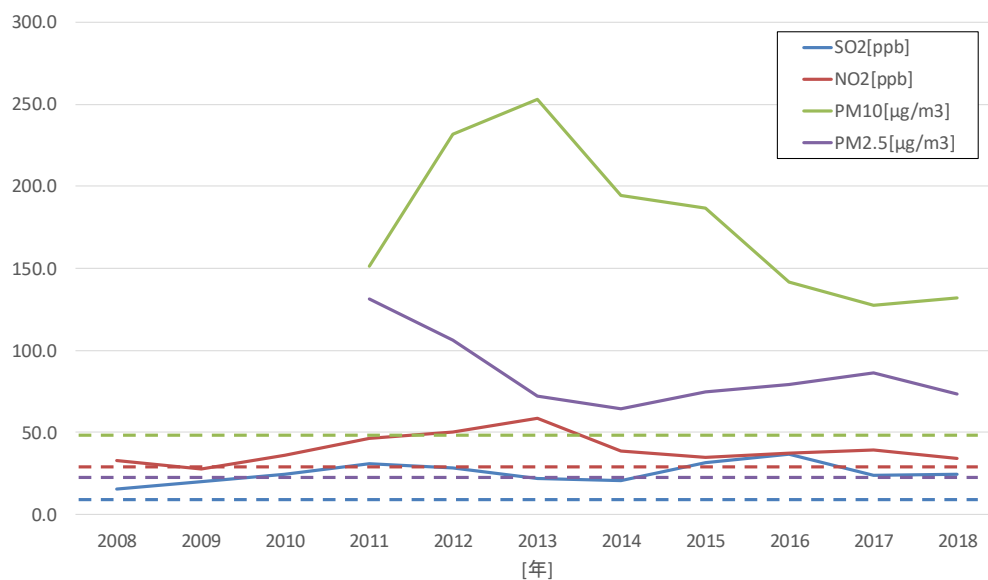


Figure: Air Pollutant Concentration in Ulaanbaatar (FY2008 to FY2018)

(Dotted lines show the environmental standard of air pollutant concentration (annual average))

Regarding the transition of coal consumption, consumption caused by ger stove is gradually decreasing, but total consumption is increasing. Also, high air pollutant concentration of raw coal (per consumption) has been pointed out, leading to the prediction that ger stove has significant effect on air pollution. Also, air pollution is suspected to have negative effect on human health, such as respiratory tract infections, pneumonia, fetal growth retardation, childbirth (preterm birth, developmental disorders, spontaneous abortion), bronchitis, and asthma.

Table: Transition of coal consumption per heating equipment in Mongolia<sup>vii</sup>

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
PP	4,105,209.62	4,126,456.16	4,424,844.69	4,603,087.57	4,823,254.95	5,159,910.00
HOB	133,975.11	148,742.40	148,742.40	149,284.00	154,061.00	175,059.00
CFWH	19,857.00	22,438.41	22,895.12	23,669.54	24,512.38	25,025.85
Ger Stove	331,295.20	97,077.45	76,629.01	13,631.99	19,441.17	17,686.05
Wall Stove	552,344.33	560,417.43	457,682.16	352,602.28	382,522.60	390,542.04
Improved Stove	0.00	218,325.12	349,279.59	496,758.93	497,833.77	560,222.75
Total	5,142,681.26	5,173,456.96	5,480,072.98	5,639,034.32	5,901,625.88	6,328,445.70

## **1-2 Development Plan, Public Policy, and Law related to Development Issue**

National Committee on Reducing Environmental Pollution (NCREP) is a national agency established to mitigate environmental pollution of Mongolia. Aiming to mitigate air pollution, water pollution, and soil contamination, NCREP coordinate policies and ensure activity cooperation.

Also, as an air pollution countermeasure, 7 types of financial resources were integrated under the Law of Mongolia on government special funds of 2019. The fund is utilized for 10 types of countermeasure including air pollution.

### **1-2-1 Mongolia National Program for Reducing Air and Environmental Pollution**

Government of Mongolia adopted Mongolia National Program for Reducing Air and Environmental Pollution in FY2017. In order to reduce 80% of air pollution by 2025, the plan consists 60 business plans aiming to achieve objectives such as urban planning improvement, infrastructure development/ improvement, restriction on use of raw coal, local development, and improvement of excess concentration of population.

### **1-2-2 Green Loan**

As one of the financial policy promoted by Ministry of Environment and Tourism and NCREP, small equipment that reduces environmental burden (Currently 3 types of equipment: insulation of private houses at ger area, electric stove, and eco-friendly toilet) can be purchased using loan with low interest rate. There are only three financial institution permitted to issue Green Loan within Mongolia, and with their approval, loan interest rate can be lowered to a maximum of 8%.

### **1-2-3 Prohibition of Raw Coal**

In Mongolia, especially in ger area, low quality raw coal that releases mass amount of soot dust was frequently used due to its cheapness. However, in May 15, 2019, Mongolia's government prohibited the use and import of raw coal, and instead, use of improved fuel processed to reduce soot dust and sulfur dioxide (Oval briquette: A solid fuel in which anthracite and other compounds are blended into an oval or similar shape) is recommended to be used.

## **Chapter 2 Proposing Company and their Product/Technology**

### **2-1 Overview of Proposing Product/Technology**

#### **2-1-1 Targeting Market**

“Insulation material of building” is target market of the proposing product. However, unlike products listed below that completely competes against each other as insulation material, “insulation paint” has distinctive feature in which it can provide synergy effect by collaborating with insulation materials. Also, within Mongolia, there are no product that is clearly sold as “insulation paint”.

Table: Major Products in Insulation Material Market


Sector	Insulation Material	Feature
Fiber	Glass wool	Cotton-like insulator made of ultra-fine short fiberglass
	Rock wool	Material widely spread as an alternative to asbestos
	Insulation board	Material made from waste wood chips
	Wool insulator	Insulator made of wool
	Cellulose fiber	A mixture of wood fiber and chemical substances
Foam	Rigid urethane foam	Plastic material with improved heat insulation ability
Plastic	Bead method polystyrene foam	Foamed and molded polystyrene
	Phenol foam	Excellent flame retardancy and resistance; high workability

## 2-1-2 Overview of Proposed Product/ Technology

### (1) Characteristic of the Product

Luminoustar is an insulation paint than has high insulation ability, scalability, and durability. Due to these characteristics, it has high adaptability to buildings in Mongolia including ger. Also, when painted on outer wall such as roof, Luminoustar will provide heat shielding effect, which leads to higher energy and economic efficiency.

- 1.High heat insulation ability**  
Has thermal conductivity of 0.09w/(m·k), which is higher compared to other insulation material. Condensation could also be prevented by the product.
- 2.High scalability**  
Coating film can stretch more than 250%, which can cover the cracks to preserve aesthetics.
- 3.High durability**  
Had a result of over 5000 hours, in JIS K 5600-7-7 duration test. It is without crack, bulge, peeling or discoloration, and can keep aesthetics for long period.
- 4.High adhesibility**  
Adhesibility of 4 times more than JIS standard (Can be used for long period without peeling).
- 5. Maintain temperature inside the building**  
Maintain temperature both in summer and in winter.
- 6. Without environmental load**  
Paint is aqueous, making it to be ecofriendly and unharmed to human health.
- 7. Is waterproof and has sound reduction quality**  
Paint is waterproof, which can save energy and prevent rain leakage at the same time. It also has sound reduction quality which prevent sound leakage.
- 8. Energy saving**  
Prevent temperature change in building and UV degradation, control condensation to prevent corrosion, and can save energy. It offers life extension to buildings and produce economic effect.



Because Mongolia is inland country and has high export cost, LUMINOUSTAR (insulation paint)'s characteristic to be light weight/ easy to use make it to be strong candidate as a future export product

Figure: Characteristic of Luminoustar

### (2) Specification and Price of the Product/ Technology

Luminoustar is sold in a can of 12kg (18L). 0.3kg (0.2mm coating, painted twice) of Luminoustar is needed to paint 1m<sup>2</sup>, which single can is enough to paint 40m<sup>2</sup>. Luminoustar is sold 25,000yen per can in Japan, but including transportation fee and custom tax, it will be 30,000yen per can in the initial phase of the project.

### (3) Sales result in Japan

About 2,000 cans were sold in Japan in FY2020 and was installed in various types of building including public facilities/ buildings, condominiums/ general housings, commercial facilities, and warehouses. Also, proposing company is currently collaborating with the domestic house making company and building material company to develop new building material using Luminoustar.

## 2-2 Local Compatibility of Proposed Product/ Technology

### 2-2-1 Local Compatibility (Technical)

#### (1) Result of Field Verification

Predicting that ger could acquire heating effect equivalent to general insulator by painting both side (inside and outside of the ger), field verification was implemented.

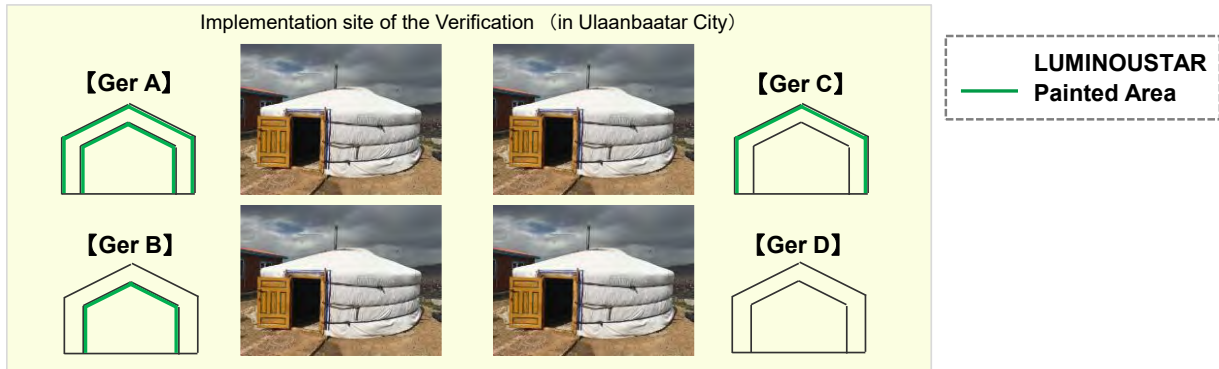


Figure: Field Verification of Luminoustar on Ger A,B,C, and D (Image)

As a result, during the period when lowest temperature was recorded, Ger A (painted both side) and Ger D (without paint) had an average temperature difference (100cm above the ground) of about 6.5 degrees, proving that Luminoustar has high insulation effect even in cold season of Mongolia. Also, temperature decrease per hour (difference between Ger A and Ger D) of Ger A was “about 0.25 degrees per hour”, but was “about 0.4 degrees per hour” for Ger D, which also proved that temperature decrease can be suppressed to about 60% using Luminoustar.

Table: Record of Average Temperature Difference between Ger with and without Paint

Height of measuring point		Unit: °C		
		100cm	130cm	160cm
Temperature difference (with and without paint)	1 <sup>st</sup> Period	6.5	6.3	7.1
	2 <sup>nd</sup> Period	6.6	6.4	7.3
	Average (1 <sup>st</sup> and 2 <sup>nd</sup> period)	<b>6.6</b>	<b>6.4</b>	<b>7.2</b>

[Period] 1<sup>st</sup>: 2020/2/1 21:00 – 2020/2/2 10:00 (Temp.: -22~-27°C), 2<sup>nd</sup>: 2020/2/3 22:30 – 2020/2/4 09:00 (Temp.: -22~-25.5°C)

➡ By painting both side of the ger, about **6.5 °C** of heat insulation effect was observed

Table: Record of Temperature Decrease of Ger with and without Paint

Height of measuring point		Unit: °C/10hr		
		100cm	130cm	160cm
Painted both sides		<b>- 2.5</b>	<b>- 2.5</b>	<b>- 2.5</b>
Without paint		- 4.3	- 3.8	- 4.0

➡ By painting both side of the ger, about **60%** of temperature decrease was prevented

### 2-2-2 Local Compatibility (Legal System)

#### (1) Registration for the Product to be used in Public Construction (Certification Procedure)

To acquire certification, first, approval result of Japanese Industrial Standards (JIS) must be translated to Mongolian, and with the product sample, it must be registered to standards bureau of Mongolia (AMS). As soon as registration is complete, issuance of certification has to be requested to one of the 3 organizations that have the right to issue them (Development center, Building and Architect Corporation, or National Integrated Center for Construction Development), and with their approval, energy saving certification can be acquired. This process is predicted to take few months until approval.

## (2) Registration to be subject to Green Loan

Currently “home insulation” is listed under the products subject to Green Loan. Deeper research is planned to be implemented soon, in order to add Luminoustar in the list.

### 2-2-3 Local Compatibility (Cost)

#### (1) Product Exporting Method

Optimal exporting route for the product was “1. Yokohama Port to Tianjin Port (transshipment)”, “2. Tianjin Port to Mongolian border (rail transport)”, and “3. Transport within Mongolia (rail transport)” using 20-foot container.

#### (2) Selling Price of Luminoustar in Mongolia (Possible Cost Reduction)

Luminoustar is planned to be sold in a can of 12kg (18L) like in Japan. As mentioned above, 0.3kg (0.2mm coating, painted twice) of Luminoustar is needed to paint 1m<sup>2</sup>, which single can is enough to paint 40m<sup>2</sup>, and is planned to be sold 30,000yen per can in the initial phase of the project.

## Chapter 3 Plan of ODA and Possibility of Cooperation

### 3-1 Content of ODA Project and Possibility of Cooperation

After feasibility survey, “SDGs Business Verification Survey with the Private Sector for Reduction of Heating Demand and Air Pollutants by Utilization of Insulation Paint in Mongolia (Tentative title)” is planned to be implemented using business verification survey scheme.

Table: Overview of ODA Project (Plan) (PDM : Project Design Matrix)

[Overall Goal] Contribute to the safe and environment friendly urban development by reducing energy consumption of buildings, which would be accomplished by disseminating LUMINOUSTAR within Mongolia to reduce heating demand and coal consumption, and eventually reduce air pollution.		
[Project Purpose] Effectiveness of LUMINOUSTAR would be verified, and formation to sustainably disseminate the product will be structured.		
Output	Activity	Input
1. Verification Verify heat insulation/ energy reduction effect of LUMINOUSTAR, and also verify the reduction of coal consumption that follows.	1-1 Consider specification and installation of LUMINOUSTAR 1-2 Test LUMINOUSTAR on public facilities and apartments within Ulaanbaatar 1-3 Monitor the effect of LUMINOUSTAR after the test implementation (Insulation, cost reduction, energy reduction, coal consumption reduction) 1-4 Evaluate economic efficiency of LUMINOUSTAR	(From Japan) • Specialist (General Leader 1, Chief Advisor 1, Manufacturing technician 1, Painter 1, Business Development 1, Business Planning 1, Business Model Formulation 1, Researcher 1) • Equipment (LUMINOUSTAR)
2. Technology Transfer Structure a formation to sustainably disseminate the product (by local staff)	2-1 Create manufacturing/utilization manual for LUMINOUSTAR and evaluate technical level 2-2 Implement technical lecture on how to manufacture/utilize LUMINOUSTAR (Train 10 instructor candidate) (1) Paint LUMINOUSTAR on buildings such as public facilities and apartments (2) Monitor the monitoring method and its evaluation effect 2-3 After training evaluation	(From Mongolia) • C/P candidate: Department of Against Air Pollution (DAAP) • Implementation of test installation • Testing site • Appoint 10 instructor candidate • Lecturing/training site • Site and adjustment for seminar and starting committee.
3. Dissemination Promotion of LUMINOUSTAR through its positive effects of insulation, energy reduction, and alleviation of air pollution	3-1 Promote the business through regular meetings with Ulaanbaatar city 3-2 Open an air pollution seminar for municipalities, residential area, factories, and commercial facility, and join energy reduction exhibition to introduce the effect of LUMINOUSTAR 3-3 Maintenance training formation by promoting the dissemination of LUMINOUSTAR toward industries and commerce sectors within and Ulaanbaatar	

In business verification survey, a full year test and economic evaluation of Luminoustar will be implemented, targeting facilities such as public facilities, academic facilities (schools and universities), and heating pipes in Ulaanbaatar. Implementation of the test and evaluation will be carefully discussed with C/P (NCREP or DAAP), so that it will be in line with DAAP’s public policies, as Luminoustar increases insulation ability of buildings. At the same time, relationship between major stakeholders and Shimizu Co., Ltd will be structured to form foothold to future business development.

Also, as business development after FY2024, installation target will be expanded to various



types of buildings, including office buildings, factories, and other.

ODA project is planned to be implemented for 2 years starting on April of 2022, and 5 trips to Mongolia is currently planned.

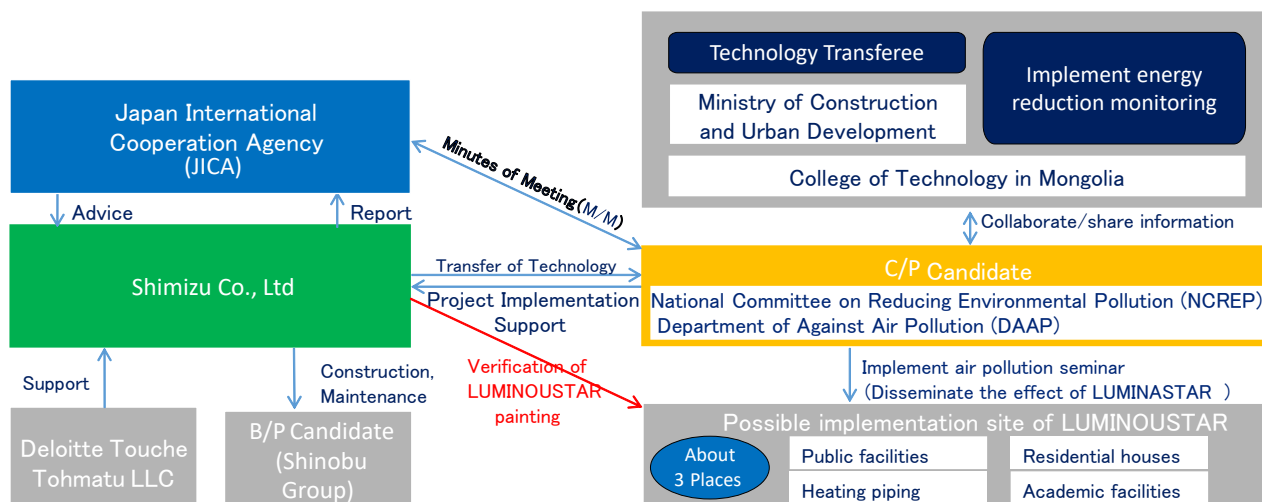


Figure: Expected Formation for Verification Survey

### 3-2 Expected Development Effect through ODA Project

Expected development effect, through the actions listed in PDM, is as show in the table below.

Table: Expected Development Effect

Result	Development Effect
<p><u>1. Verification</u> Verify heat insulation/ energy reduction effect of LUMINASTAR, and verify the reduction of coal consumption that follows.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acquisition of product certification</li> <li>Implementation of the test in a similar environment can prove that the proposed product has an insulation ability equivalent to local insulator</li> <li>Through pilot testing, superiority of the product can be proved</li> </ul>
<p><u>2. Technology Transfer</u> Structure a formation to sustainably disseminate the product (by local staff)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Construction manual of proposed product will be formed</li> <li>Through training in Mongolia, about 10 students from College of Technology in Mongolia will be hired at local subsidiary. They will be trained (technology transferred) at the subsidiary, and formation will be organized.</li> </ul>
<p><u>3. Dessimination</u> Promotion of LUMINOUSTAR through its positive effects of insulation, energy reduction, and alleviation of air pollution</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>With the help of NCREP and other government agencies, seminar will be provided to construction companies to introduce the product and its superiority.</li> </ul>

# Chapter 4 Business Development Plan

## 4-1 Overview of Business Development Plan

Targeting various types of buildings (public facilities, residential houses, central heating system, commercial facilities, office buildings, factories, and other), customer needs are ensured through feasibility and verification survey. After customer needs are ensured, newly established local subsidiary will start a full-scale business development.

In the initial stage of the project, product will be actively disseminated targeting pre-existing buildings that has immediate and advertising effect (public facilities), and later on, target will be expanded to newly built buildings. Through verification survey, actual business development will start on FY2024 at the earliest, and when product's local customer needs are secured (FY2025 at the earliest), local subsidiary will be newly established to shift the business.

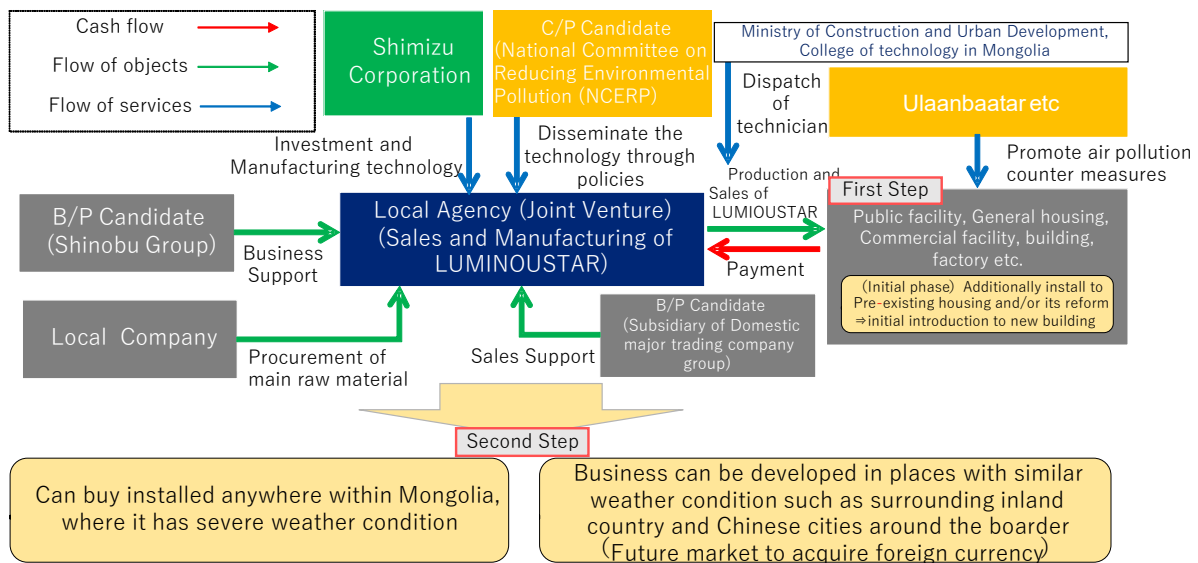


Figure: Prospective Business Model in Mongolia

Table: Business Schedule (When business progress is made at the fastest speed)

Phase	2019			2020			2021			2022			2023			2024			2025		
	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6
	Feasibility Survey						Verification Survey						Business Development								
① Research (Market, customer needs, sales distribution, competitor)	█																				
② Consideration of overseas base and distribution method	█																				
③ Refine profitability analysis							█														
④ Fund raising							█														
⑤ Investment license and overseas base acquisition													▼								
⑥ Start business (Export Luminoustar from Japan)													█								
⑦ Product promotion using test results (hold a seminar)													█								
⑧ Establish local subsidiary													█								
⑨ Establish local manufacturing factory													█								
⑩ Start local manufacturing													█								

## **4-2 Market Analysis**

### **4-2-1 Definition and Size of the Market**

In the initial stage of the project, Luminoustar will mainly target newly built or refurbishing public facilities (such as government office and schools) and public housing complex (newly built and refurbishing) in Ulaanbaatar. Later, when the business gets on track, market will be expanded by widening the target to pre-existing commercial facility, office buildings, and factories, and also to newly built facilities. In the future, by setting local subsidiary as business hub, product sales will be expanded to public facilities and residential houses of nearby countries too.

### **4-2-2 Competitor Comparison Analysis**

Insulation materials currently used at Mongolia were identified through the interviews implemented during the business trip. It was general insulation materials also used at Japan (fiber or foam plastic insulator), and observing the actual material, it seemed to be nothing different from the ones sold in Japan. In Japan, it is confirmed that installation cost and performance of Luminoustar has comparative advantage against other insulation materials, however, because detailed information of installation cost in Mongolia has not been gathered yet, detailed cost comparison with local insulation material has to be implemented in the future.

Also, at Mongolia, insulation paint has not been widely adopted, and the market has not been structured yet.

### **4-2-3 Possibility as an Alternative to Pre-existing Insulating Materials**

Luminoustar is a possible alternative for every pre-existing insulation material since it is an insulation paint. At the interviews conducted in the past business trips, effects that pre-existing insulation materials cannot provide (such as scalability, water-resistance, flame-resistance) were highly valued. Also, because Luminoustar not only has “heat insulation (/retention) ability”, but also has “heat reflection ability”, synergy effect could be expected to Mongolia’s problem related to weather (Mongolia has extremely hot summer and extremely cold winter, but Luminoustar can keep the temperature cool in summer and warm in winter by its ability).

Also, when installed to a ger, Luminoustar can save about 21% of coal consumption, which is equivalent to about 4,200 yen per year (calculated payout time of about 23 years when painted both sides).

## **4-3 Value Chain**

### **4-3-1 Product and Services**

#### **(1) Business Scheme for B to B**

Sales of Luminoustar to construction company through B/P candidate (local agency).

#### **(2) Business Scheme for B to C**

Sales of Luminoustar by can or painted ger cloth at hardware store or at online store through B/P candidate.

## 4-3-2 Value Chain

### (1) Value Chain for B to B

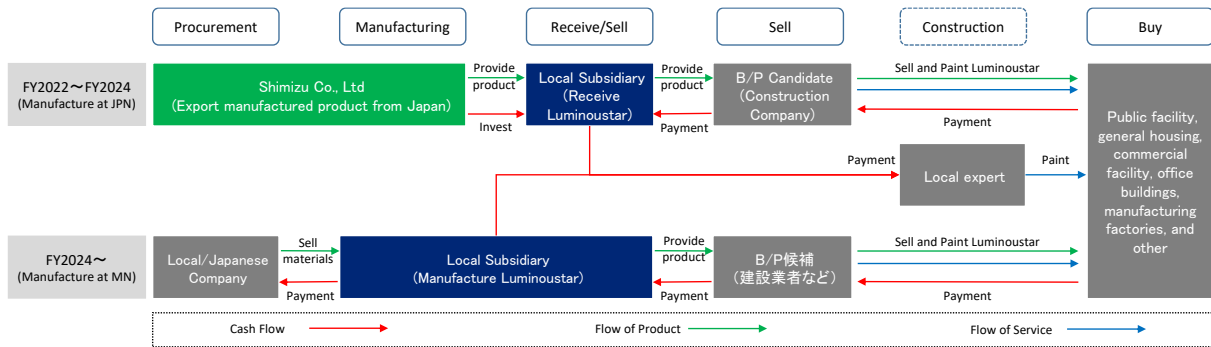


Image: Expected Value Chain (B to B Scheme)

### (2) Value Chain for B to C

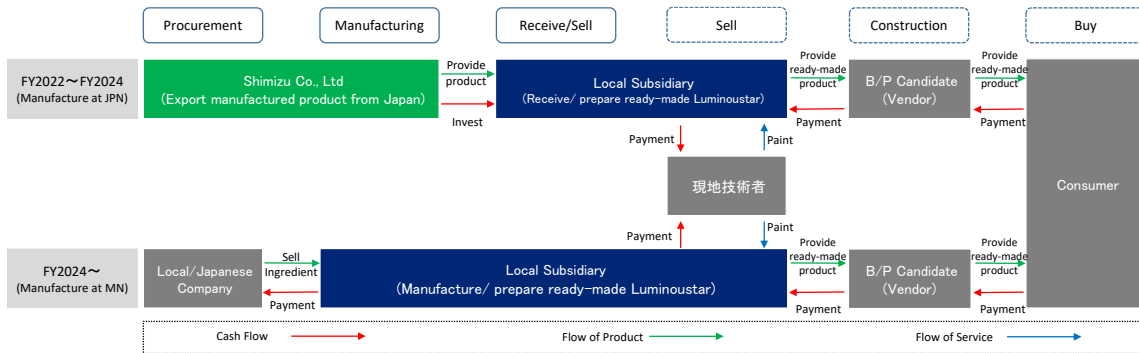


Image: Expected Value Chain (B to C Scheme)

## 4-4 Budget Plan

Initial investment is expected to be about “20 million yen during FY2023 to FY2024”, which is local subsidiary and manufacturing factory construction fee, and the money is planned to be acquired through bank loans. The business is planned to be profitable before the actual full-scale operation, and hereon after, profit is planned to grow in proportion with sales volume. There are 3 major profit sources for the proposing company in the future, which is “Dividend according to the investment rate (about 50%)”, “technical royalty”, and “profit of the ingredient export”. The profit is calculated to add up to a total of “110 million yen in 10 years”.

Table: Overview of Project Budget Plan

Phase	Unit: Thousand yen											
	FY2019 0th Year	FY20FY20 1th Year	FY2021 2th Year	FY2022 3th Year	FY2023 4th Year	FY2024 5th Year	FY2025 6th Year	FY2026 7th Year	FY2027 8th Year	FY2028 9th Year	FY2029 10th Year	FY2030 10th Year
Units sold (Exported from Japan)	0	0	0	300	900	3,000	6,000	4,500	0	0	0	0
Units sold (Locally manufacturered)	0	0	0	0	0	0	0	4,500	9,000	12,000	12,000	15,000
Sales	0	0	0	9,000	27,000	90,000	180,000	247,500	225,000	300,000	300,000	375,000
Cost of sales	0	0	0	12,414	26,183	76,471	158,325	212,431	191,103	259,166	268,333	343,603
Gross Profit	0	0	0	-3,414	817	13,529	21,675	35,069	33,897	40,834	31,667	31,397
Selling and administrative expenses	0	0	0	3,000	3,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
Payment of technical royalties (⇒Proposing Company)	0	0	0	0	0	0	0	5,625	11,250	15,000	15,000	18,750
Operating Income	0	0	0	-6,414	-2,183	3,529	11,675	19,444	12,647	15,834	6,667	2,647
Transition of required number of people												
Required number of people (Japanese)	0	0	0	0	0	0	0	3	3	2	1	0
Required number of people (Mongolian)	0	0	0	3	4	5	9	10	10	14	15	19
Total number of people required	0	0	0	3	4	5	9	13	13	16	16	19
Profit from raw material export (⇒Proposing Company)	0	0	0	286	604	1,765	3,654	4,902	4,410	5,981	6,192	7,929
Ordinary income	0	0	0	-6,414	-2,183	3,529	11,675	19,444	12,647	15,834	6,667	2,647
Dividend according to the investment ratio (⇒Proposing Company)	0	0	0	0	0	706	2,335	3,889	2,529	3,167	1,333	529

## SDGs Business Model Formulation Survey with the Private Sector for Reduction of Heating Demand and Air Pollutants by Utilization of Insulation Paint in Mongolia

Shimizu Co., Ltd (Iwaki-city, (Fukushima Pref.,))



### Development Issues Concerned in Environment Sector

- Use of coal has been the main source of severe air pollution in Ulaanbaatar.
- Adverse health effects due to air pollution is under concern, such as an increase in respiratory illnesses.
- Current countermeasures are not enough, which Ulaanbaatar still suffers from severe air pollution.

### Project Overview

- Contract Period: June 2019 ~ October 2020
- Target Country: Mongolian People's Republic (Ulaanbaatar)
- C/P candidates: Air Pollution Reducing Department, Ulaanbaatar (DAAP)
- Overview: Proposed product's energy reduction and heat retention effect, accompanied by coal usage reduction, will be confirmed. Formation to disseminate proposed product will also be established utilizing the local human resource. Effectiveness of the product will be publicized through it's air pollution reduction effect.

### Products/Technologies of Shimizu

- Proposed product has high insulation performance, which can reduce heating energy by 20 to 40%, and contribute to the decrease of coal consumption and pollutant emission.
- Training period required to use the coating is short. Through it's local production and sales, job creation and industrial diversity in the local area would be enhanced.



Effect of the barrier/insulation coating Proposed product "LUMINOUSTAR"

### How to Approach to the Development Issues

- Aiming to publicize it's effect, "LUMINOUSTAR" will be installed to pre-existing public facilities and housings for the time being. Later, various types of buildings will be targeted including new commercial buildings and factories.
- Product will be exported from Japan in the initial stage of the project, but will be shifted to local production later on. Benefit of Shimizu will be covered by "investment dividend", "royalty", and "export of the ingredients".
- After business development in Mongolia, Shimizu plans to spread it's business to inland countries and Chinese cities along the boarder.

### Expected Impact in Mongolia

- Economical and health related benefit for wide range of citizen, through the decrease of coal consumption and air pollutant emission.
- Increase in heat retention of pre-existing public facilities and housings.
- Acquisition of adamant urban infrastructure supported by the dissemination of new buildings with high heat retention.
- Utilization as a new export product other than mineral resources in the future.

As of June, 2019

## 添付資料

### ・添付資料 1：現地渡航議事録

企業機密情報につき非公表

以上

- 
- i 「モンゴル国 ウランバートル市 大気汚染対策能力強化プロジェクト フェーズ 2 プロジェクト業務完了報告書」(2017年、JICA・数理計画)より
  - ii 「モンゴル国 ウランバートル市 大気汚染対策能力強化プロジェクト フェーズ 2 プロジェクト業務完了報告書」(2017年、JICA・数理計画)より
  - iii 「断熱・遮熱・蓄熱市場の現状と将来展望 2017」(2018年、富士経済)より  
[https://www.fuji-keizai.co.jp/press/detail.html?cid=17086&view\\_type=1#search=%27%E6%96%AD%E7%86%B1%E6%9D%90+%E5%B8%82%E5%A0%B4%27](https://www.fuji-keizai.co.jp/press/detail.html?cid=17086&view_type=1#search=%27%E6%96%AD%E7%86%B1%E6%9D%90+%E5%B8%82%E5%A0%B4%27)
  - iv 「モンゴル国ウランバートル市大気汚染対策能力強化プロジェクトフェーズ 2 技術協力成果品 09 大気汚染対策案 技術審査ガイドライン」(2017年6月、JICA・数理計画)より
  - v 「モンゴル国ウランバートル市大気汚染対策能力強化プロジェクトフェーズ 2 技術協力成果品 09 大気汚染対策案 技術審査ガイドライン」(2017年6月、JICA・数理計画)より
  - vi 「LIME2-意思決定を支援する環境影響評価手法」(2010年12月、産業管理協会)より
  - vii 「モンゴル国 ウランバートル市 大気汚染対策能力強化プロジェクト フェーズ 2 プロジェクト業務完了報告書」(2017年、JICA・数理計画)より