

インド国

インド国
鋳物製造技術者育成にかかる
案件化調査

業務完了報告書

2020年11月

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社木村鋳造所

中部セ
JR
20-001

<本報告書の利用についての注意・免責事項>

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

<Notes and Disclaimers>

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

目次

巻頭写真	iii
略語集	v
地図	vii
案件概要図	ix
要約	x
はじめに	xiii
第1章 対象国・地域の開発課題	1
1-1 対象国・地域の開発課題	1
1-1-1 開発課題の状況	1
1-1-2 開発課題の背景・原因	3
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	4
1-4-1 ODA 事業	4
1-4-2 他ドナーの先行事例	6
第2章 提案法人、製品・技術	8
2-1 提案法人の概要	8
2-1-1 企業情報	8
2-1-2 海外ビジネス展開の位置づけ	8
2-2 提案製品・技術の概要	8
2-2-1 ターゲット市場	8
2-2-2 提案製品・技術の概要	9
2-3 提案製品・技術の現地適合性	9
2-3-1 現地適合性確認方法	9
2-3-2 現地適合性確認結果（技術面）	10
2-3-3 現地適合性確認結果（制度面）	10
2-4 開発課題解決貢献可能性	10
2-4-1 開発課題貢献可能性	10
第3章 ODA 事業計画/連携可能性	12
3-1 ODA 事業の内容/連携可能性	12
3-1-1 ODA 事業内容	12
3-1-2 対象地域	14
3-1-3 C/P 候補機関	14
3-1-4 C/P との協議状況	15
3-1-5 他 ODA 事業との連携可能性	15
3-1-6 投入	15
3-1-7 実施体制図	15

3-1-8 活動計画・作業工程（スケジュール含）：	16
3-1-9 事業額概算：	17
3-1-10 本提案事業後のビジネス展開：	20
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.....	20
3-2-1 制度面にかかる課題/リスクと対応策：	20
3-2-2 インフラ面にかかる課題/リスクと対応策：	20
3-2-3 C/P 体制面にかかる課題/リスクと対応策：	21
3-2-4 その他課題/リスクと対応策：	21
3-3 環境社会配慮等.....	21
3-3-1 環境社会配慮：該当なし.....	21
3-3-2 ジェンダー配慮：該当なし.....	21
3-3-3 その他配慮：該当なし.....	21
3-4 ODA 事業実施/連携を通じて期待される開発効果.....	21
3-4-1 鑄造技術の普及による鑄物業従事者のスキル向上、雇用の創出、所得向上：	21
3-4-2 産業基盤の強化：	21
第4章 ビジネス展開計画.....	22
4-1 ビジネス展開計画概要.....	22
4-2 市場分析.....	23
4-2-1 市場の定義・規模：	23
4-2-2 競合分析・比較優位性：	23
4-3 バリューチェーン.....	24
4-3-1 製品・サービス：	24
4-3-2 バリューチェーン：	24
4-4 進出形態とパートナー候補.....	24
4-4-1 進出形態：	24
4-4-2 パートナー候補：	24
4-5 収支計画.....	24
4-5-1 収支計画：	24
4-6 想定される課題・リスクと対応策.....	24
4-6-1 法制度面にかかる課題/リスクと対応策：	24
4-6-2 ビジネス面にかかる課題/リスクと対応策：	24
4-6-3 政治/経済面にかかる課題/リスクと対応策：	24
4-6-4 その他課題/リスクと対応策：	25
4-7 ビジネス展開を通じて期待される開発効果.....	25
4-8 日本国内地元経済・地域活性化への貢献.....	25
4-8-1 関連企業・産業への貢献：	25
4-8-2 その他関連機関への貢献：	25
別添資料.....	26

巻頭写真



KGTI Bengaluru 校（新校舎）外観



KGTI Bengaluru 校職員からのヒアリング調査



カルナタカ州技能開発局事務次官との面談



現地鋳物メーカー視察①



現地鋳物メーカー視察②



現地想定顧客メーカー訪問①



現地想定顧客メーカー訪問②



SIIR（民間工業試験機関）視察



NIFFT（国立鑄造技術研究所）訪問



EEPC（工業輸出振興機構）および IIF（インド鑄造協会）との面談



オンラインセミナーの写真①



オンラインセミナーの写真②

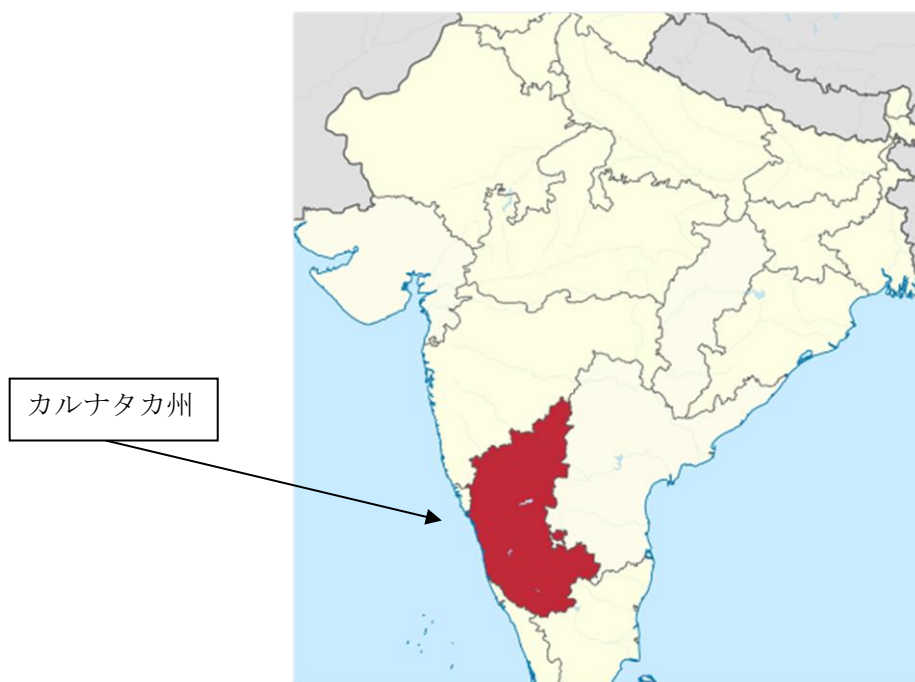
略語集

略語	正式名称	日本語名称
CAD	Computer-Aided Design	コンピューター支援設計
CAE	Computer-Aided Engineering	コンピューター支援エンジニアリング
CAM	Computer-Aided Manufacturing	コンピューター支援製造
C/P	Counterpart	現地受入機関
CSM	Champions for Societal Manufacturing	包括的成長のための製造業経営幹部育成支援プロジェクト
DANIDA	Danish International Development Agency	デンマーク国際開発庁
DMP	Direct Molding Process	ダイレクトモールドイングプロセス
EEPC	Engineering Export Promotion Council	工業輸出振興機構
FC	Ferrum Casting	ねずみ鋳鉄
FCD	Ferrum Casting Ductile	球状黒鉛鋳鉄（ダクタイル鋳鉄）
FCDA	Foundry Cluster Development Association	鋳造クラスター開発協会
FMC	Full Mold Casting	フルモールド鋳造法
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GIZ-IS	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH	ドイツ国際協力公社
GTTC	Government Tool Room & Training Centre	公立工業技術訓練センター
IT	Information Technology	情報技術
ITE	Department of Industrial Training & Employment	産業訓練雇用局（カルナタカ州）
IIF	Institute of Indian Foundrymen	インド鋳造協会
ITI	Industrial Training Institute	産業訓練学校
JIM	Japan-India Institute for Manufacturing	日本式ものづくり学校
KGMSDC	Karnataka German Multi Skill Development Centre	カルナタカ・ドイツ多技能開発センター
KGTTI	Karnataka German Technical Training Institute	カルナタカ・ドイツ技術訓練学校
MOU	Memorandum of Understanding	了解覚書
NABL	National Accreditation Board for Testing and Calibration Laboratories	国家工業試験機関認定委員会
NIFFT	National Institute of Foundry and Forge Technology	国立鋳造技術研究所
NPO	Non-Profit Organization	非営利組織
OEM	Original Equipment Manufacturer	受託製造会社
OJT	On the Job Training	現任教育
PDM	Project Design Matrix	プロジェクト計画概要表

SDEL	Department of Skill Development and Entrepreneurship and Livelihood	技能開発局（カルナタカ州）
SDGs	Sustainable Development Goals	持続可能な開発目標
SIIR	Shriram Institute for Industrial Research	シュリラム工業研究所
SSLC	Secondary School Leaving Certificate	中等学校修了証明書
ToT	Training of Trainers	訓練教官向け訓練
VLFM	Visionary Leaders for Manufacturing	製造業経営幹部育成支援プロジェクト

地図

【図 1：インドの地図およびカルナタカ州の位置】




【図 2：カルナタカ州の地図およびベンガルール市の位置】





図表リスト

【図 1：インドの地図およびカルナタカ州の位置】	vii
【図 2：カルナタカ州の地図およびベンガルール市の位置】	vii
【図 3：KGMSDC および各 KGTTI の組織概要】	14
【図 4：KGTTI Bengaluru 校の組織概要】	14
【図 5：ODA 案件実施体制】	16
【図 6：設備機材の配置レイアウト案（1 階）】	18
【図 7：設備機材の配置レイアウト案（2 階）】	19
【図 8：ビジネス展開図】	22
【表 1：実施中または実施済の ODA 事業の一覧】	5
【表 2：他ドナーの先行事例の一覧表】	7
【表 3：企業情報】	8
【表 4：保有している特許の一覧】	9
【表 5：オンラインセミナーの概要】	9
【表 6：PDM】	12
【表 7：鑄造学科（鑄造コース）のカリキュラム案】	13
【表 8：投入予定の設備機材と人員の一覧】	15
【表 9：作業工程表】	16
【表 10：投入予定の設備機材の一覧】	17
【表 11：印国における外国企業の会社設立手続き等に関する概要】	23

案件概要図

 **インド国 鋳物製造技術者育成にかかる案件化調査**
株式会社木村鋳造所(静岡県駿東郡清水町)

8 働きがいも経済成長も 

9 産業と技術革新の基盤をつくろう 

対象国職業訓練・産業育成分野における開発ニーズ(課題)

- ・鋳造技術の実践的な職業訓練が不十分であり、高度な実践的技術を持った技術系技能労働者が不足している。
- ・製造業の基盤となる重要な役割を担う鋳物製品の品質が低い。
- ・環境配慮および高度な品質管理のノウハウを持つ、ものづくりマネジメントの経営人材が不足している。

提案製品・技術

- ・発泡スチロール模型が溶湯に置換されるフルモールド鋳造法(FMC)と、3Dプリンターで砂型を直接製作するダイレクトモールドイングプロセス(DMP)による鋳造技術を有する。
- ・鋳造工場の中堅幹部となる人材の育成を目的とする鋳造カレッジの運営に長年携わっているため、鋳造技術の基礎である冶金学や日本式製造業(設計、生産管理、検査、加工)に関する研修が可能である。

本事業の内容

- ・ 契約期間:2019年7月~2020年12月
- ・ 対象国・地域:インド国カルナタカ州ベンガルール市等
- ・ カウンターパート機関:インド国カルナタカ州技能開発局
- ・ 案件概要:インドにおける高度な鋳物製造技術者養成と、日本式のものづくりマネジメントのノウハウ持つ経営人材養成の職業訓練プログラムを導入し、品質の高い鋳物製品の製造を可能にすることで製造業を強化し、Make In India, Skill India 等インド国推進政策の目標達成に貢献するODA事業形成のための調査およびビジネス展開に向けた市場調査。



フルモールド鋳造法による量産品

開発ニーズ(課題)へのアプローチ方法(ビジネスモデル)

- ・現地鋳物メーカーのパートナー企業と協働で、鋳物の輸入販売および鋳物研究所を運営し、鋳物の検査・品質向上サービス等の技術コンサルティングを提供する。
- ・将来的には、現地パートナー企業と連携し、鋳物生産体制を構築し、高品質な鋳物製品の現地生産・販売を行う。
- ・想定する主なクライアントは、インド国内の日系またはインド重工業メーカーで、周辺新興国市場にもインドから鋳物の輸出販売を目指す。

対象国に対し見込まれる成果(開発効果)

- ・C/P機関と協働で、キャストिंगアカデミー(CA)を設置し、鋳物工業試験場として機能させることで、インド鋳物産業の品質向上の基盤を構築し、産業インフラが整備される。
- ・鋳造技術および日本式製造業に関する実践的な職業訓練を実施および普及することで、周辺産業従事者のスキル向上によるキャパシティービルディングが達成される。
- ・実践的な鋳造技術、冶金学基礎および日本式製造業の環境配慮と品質管理手法を研修できる講師が育成される。

2019年8月14日作成

要約

案件化調査の概要	
案件名	インド国鋳物製造技術者育成にかかる案件化調査 SDGs Business Model Formulation Survey with the Private Sector for Training of Casting Engineers in India
調査実施地	インド共和国カルナタカ州ベンガルール市およびインド各地
想定される相手 国政府関係機関 (カウンターパート候補機関)	Department of Skill Development and Entrepreneurship and Livelihood (SDEL) Karnataka German Technical Training Institute (KGTTI)
調査実施期間	2019年7月31日～2020年12月25日
契約金額	28,779,300円(税込み)
調査の目的	提案製品・技術の導入による開発課題解決の可能性及びビジネスアイデアの検討やODA事業での活用可能性の検討を通して、ビジネスモデル素案が策定される。
調査の実施方針	<ol style="list-style-type: none"> ① 印国の開発課題となっている製造業の競争力強化と、それに必要な産業人材育成に係る情報収集・分析を通じて、鋳造学科(鋳造コース)による開発効果をより明確にする。 ② C/P候補機関であるKGTTI・GTTC並びに他の関連政府機関の本調査への協力及び鋳物品質試験場および高度な鋳造技術者養成事業の有効性・適合性の理解を目的として、現地でのワークショップを実施する。 ③ 外部人材の株式会社イースクエアおよび現地NPOのTARAと共に、C/P候補機関へ対して提案技術の理解促進を図る。 ④ 現地法人設立構想の可能性及び高品質な鋳物の現地生産に伴う投資環境、規制、許認可にかかる情報収集・分析を行う。 ⑤ 事業計画を検証するための市場及び競合他社の調査・分析、現地ビジネスパートナーの調査を行う。 ⑥ C/P候補機関の協力を得て、普及・実証・ビジネス化事業における鋳造学科(鋳造コース)の実証候補地の選定を行う。 ⑦ 国内の地域経済への波及効果(雇用創出等)も総合的に勘案する。

第1章 対象国・地域の開発課題

鋳物製造業の専門人材・スキルの不足：産業人材育成は官民で共に実施されており、高等教育機関の大学院大学や専門教育機関であるポリテクニク、産業訓練研修所等で製造等にかかわる技術系技能労働者の職業訓練教育が行われている。しかし、鋳物業における実践的な職業訓練施設は不十分であり、既存教育機関で実施される教育内容もレベルが低いため、高度な実践的技術・経営ノウハウ（設計エンジニアリング、高品質な鋳物製造、高度な鋳物測定・品質評価の技術、経営管理等）を持った人材が不足している。

高品質な鋳物製品の不足：印国製の鋳物製品は品質レベルが低く、高品質な鋳物製品の国内供給ができない状況が続いている。日系、国内産業機械メーカーでは、代替の鋳物製品を国外から調達しているが、いずれも品質レベルは低いため、鋳物の加工費用や補修費用が多くかかっている。また、重要部品には適さないため、鋳物素材ではなく、完成品を欧州、日本などの先進国から直接輸入しているため、費用がかさんでいる。

これまでの現地調査で、インドの鋳物製造業における技術不足の背景には、鋳造の基礎技術が低いため、品質が悪い上、正確に不具合分析ができないので、品質改善ができていないということが判明した。また、企業の規模・レベルにより管理状況は異なるが、インド人経営者の経営・品質管理の意識が低いため、安全管理や5Sに対する意識が浸透しておらず、作業者への指示書・作業記録がなく、品質管理の概念がない企業が多いのが現状である。

第2章 提案法人、製品・技術

木村鋳造所の鋳造技術には、発泡スチロールを用いた消失模型鋳造法であるフルモールド鋳造法（以下、FMC法）、3Dプリンターを駆使したダイレクトモーディングプロセス（以下、DMP法）があり、従来の木型法に比べて、高効率・高付加価値の鋳造部品生産を実現している。生産工程では、IT（データテクノロジー）を活用して、本部および国内3工場においてCAD/CAE設計から完成した鋳物の品質検査までをデータ化し、工程管理、負荷調整等を一括で管理できる生産管理マネジメントシステムを導入しており、環境配慮型の日本式ものづくりマネジメントを実現している。また、日本鋳造協会・日本鋳造工学会と開始した「鋳造カレッジ」研修での人材育成ノウハウを有しており技術移転をする人材・仕組みがある。

現地調査の結果から現地の「鋳造不具合分析能力不足」に対する木村鋳造所の開発・分析能力の適合性は高いと判断している。また、現地ではフルモールド鋳造法における発泡スチロール模型製作技術が未熟であり、木村鋳造所の模型製作技術ノウハウは現地に適合すると判断している。

第3章 ODA 事業計画/連携可能性

	<p>カ州技能開発局（Department of Skill Development and Entrepreneurship and Livelihood）傘下の KGTTI に鑄造技術の人材育成機関である鑄造学科（鑄造コース）を設置する。</p> <p>本事業では、KGTTI が所有する既存の設備を活用しながら、製造業の基盤技術である「鑄造（Casting）」技術を追加で導入し、同州に拠点を置く鑄造業者へ鑄造技術を普及する職業訓練コースを設置・実施する。また、導入した設備・育成した人材を活用して、鑄物の品質検査を実施する体制を構築し、同州の鑄物業者の製品品質の向上に寄与する。さらに、マネジメント研修を通じて環境配慮型の日本式マネジメント方法を普及することで、同州の鑄物業のマネジメント力を向上する経営人材を育成する。C/P 機関を通じて州政府で人材育成を管轄する技能開発局等の現地政府機関に働きかけ、印国の職業訓練コースの好事例として認知されるよう連携強化を目指す。</p> <p>第4章 ビジネス展開計画</p> <p>現地に「鑄造総合研究所（現地法人）」を設立し、鑄物の研究・分析（非破壊検査、機械的性質検査）・コンサルティングと技術サポートサービス（開発から量産までの設計（モデリング）・鑄造・加工一貫生産を管理し、開発スピード向上等）の販売を目指す。また、現地パートナー企業（Bangalore Metallurgicals 社、Ashok Leyland 社、Craftsman 社等を想定）を選定・エージェント契約を締結し、委託製造を通じた鑄物の量産販売体制を構築する。</p> <p>鑄造総合研究所では、発砲模型研究部（モデリング受託、CAD/CAM データ作成、模型製作指導、目止め剤など材料販売）、鑄鉄鑄造研究部（シミュレーション代行、方案指導、砂型 3D プリンター指導、砂型販売、不具合研究受託）、検査部（非破壊検査受託、機械的性質検査受託）、鑄物研究部（模型切削機、塗型反転機、鑄枠などの設計・販売）、人材教育部（人材紹介、仲介、技術指導）を立ち上げ各種の分析・コンサルティングサービスを販売できる体制を構築する。また、エージェント事業部では、エージェントとの委託契約に基づき、鑄物を量産製作・加工し、自社のクライアントに直接販売する。現地での人材確保に関しては、普及実証事業で鑄造学科（鑄造コース）を卒業した人材を雇用することで、高品質な鑄物製品を研究・分析できる、日本式のものづくりマネジメント体制を構築する。また、鑄造学科（鑄造コース）を卒業した人材の就職先に対しても、木村鑄造所のサービスの販売や継続的な鑄物技術サポートを提供することで、継続的な収入の確保と規模の拡大に寄与する。</p>
事業後の展開	<p>ODA 事業後に想定するビジネスモデルでは、現地に「鑄造総合研究所（現地法人）」を設立し、鑄物の研究・分析と技術サポートサービスの販売を目指す。また、現地パートナー企業（Bangalore Metallurgicals 社、Ashok Leyland 社、Craftsman 社等を想定）を選定・エージェント契約を締結し、委託製造を通じた鑄物の量産販売体制を構築する。</p>

はじめに

1. 調査名

インド国：鋳物製造技術者育成にかかる案件化調査（中小企業支援型）

India：SDGs Business Model Formulation Survey with the Private Sector for Training of Casting Engineers

2. 調査の背景

インドでは高い経済成長の維持と雇用創出を目的とし、“Make in India”および“Skill India”キャンペーンを通して現地製造業強化を推進している。しかしながら、インド国内で製造される鋳物製品は未だ低品質で、現地に進出した日系メーカーや現地メーカーは鋳物製品を国外から調達しているが、いずれも低品質であり鋳物の加工費用や補修費用が多くかかるほか、重要部品については鋳物製品ではなく完成品を欧州・日本などの先進国からの輸入に頼らざるを得ないのが現状である。

一方、インドは高等教育機関、専門教育機関、産業訓練研修所など幅広い層で製造業に携わる技術系技能労働者の職業訓練教育を進めているものの、鋳物製造における実践的職業訓練施設は不十分であり、既存教育機関で提供される訓練内容も質に課題があるため、高度な実践的技術（設計エンジニアリング、高品質な鋳物製造、高度な鋳物測定・品質評価の技術、経営管理等）を持つ人材が不足している。

木村鋳造所は、発泡スチロールを用いた消失模型鋳造法（フルモールド鋳造法）や3Dプリンターを駆使した鋳造法（ダイレクトモーディングプロセス）を持ち、従来の木型法に比べて高効率・高付加価値の鋳造部品生産を実現している。また、IT（データテクノロジー）を活用して、CAD/CAM設計から完成した鋳物の品質検査までをデータ化し、工程管理、負荷調整等を一括で管理できる生産管理マネジメントシステムを持つ。また、日本鋳造協会・日本鋳造工学会と立ち上げた「鋳造カレッジ」での、鋳造業界全体の技術レベル向上のための人材育成のノウハウを持つ。これらの技術・ノウハウをインドの鋳造業界に導入し、人材育成と鋳物製品の品質向上に寄与することで、インド製造業がこれまで輸入に頼ってきた高品質な鋳物関連製品の国内調達が可能となり、輸出競争力が強化されることを期待すべく、以下のとおり調査を実施する。

3. 調査の目的

- ① 印国の開発課題となっている製造業の競争力強化と、それに必要な産業人材育成に係る情報収集・分析を通じて、鋳造学科（鋳造コース）による開発効果をより明確にする。
- ② C/P 候補機関である KGTII・GTTC 並びに他の関連政府機関の本調査への協力及び鋳物品質試験場および高度な鋳造技術者養成事業の有効性・適合性の理解を目的として、現地でのワークショップを実施する。
- ③ 外部人材の株式会社イースクエアおよび現地 NPO の TARA と共に、C/P 候補機関へ対して提案技術の理解促進を図る。
- ④ 現地法人設立構想の可能性及び高品質な鋳物の現地生産に伴う投資環境、規制、許認可にかかる情報収集・分析を行う。
- ⑤ 事業計画を検証するための市場及び競合他社の調査・分析、現地ビジネスパートナーの調査を行う。
- ⑥ C/P 候補機関の協力を得て、普及・実証・ビジネス化事業における鋳造学科（鋳造コース）の実証

候補地の選定を行う。

- ⑦ 国内の地域経済への波及効果（雇用創出等）も総合的に勘案する。

4. 調査対象国・地域

インド共和国、デリー及び近郊（ニームラーナ、グルガオン、ノイダ）、ベンガルール（カルナタカ州）、ベルガウム（カルナタカ州）、プネ（マハラシュトラ州）、コインバトル（タミル・ナド州）、チェンナイ（タミル・ナド州）、コルカタ（西ベンガル州）、アーメダバード（グジャラート州）、マイスール（カルナタカ州）、ラーンチー（ジャールカンド州）、ナーシク（マハラシュトラ州）

5. 契約期間、調査工程

契約期間：2019年7月31日～2020年12月25日

調査工程：添付資料①_業務従事者の従事計画・実績表

6. 調査団員構成

企業・団体名	役割	氏名	担当業務
(株)木村鋳造所	提案技術の現地適合性を確認し、ODA案件化及び今後のビジネス展開計画を策定する。	木村 崇	業務主任者（事業戦略・計画の策定、調査全体統括）
		溝口 護	調査全体の進捗管理、現地調査の統括
		木村 寿利	経営方針の整合性を検討、経営計画に合わせた調査進捗の管理
		水木 徹	印国における鋳造製造の資材を現地確認（鉄や副資材など）
		小林 洋平	品質分析能力や付随設備の現状把握
		平井 秀宝	発泡スチロール切削技術や CAD/CAM 処理技術の調査、専積層造型技術レベルの調査
		後藤 仁史 (変更前)	現地法人設立の準備支援
		野原 冴香	現地日系顧客を中心に、現地工場での需要調査（工作機械用鋳物）
		水口 誠一郎 (変更後)	現地法人設立の準備支援
(株)イースクエア	ODA 案件形成に必要とされる専門的な知見の提供、事業の成果品等の取り纏めを行う。	田村 賢一	チーフアドバイザー
		スチュアート・コネリー	ビジネスモデル構築・市場調査
		金谷 英典	現地法・投資規制調査・開発課題対策
Society for Technology & Action	印国国内の産業人材育成分野の知見の提	Kanika Verma (変更前)	ODA 案件化支援・現地機関との折衝

for Rural Advancement (TARA)	供および現地の政府 機関等とのとの調整 を行う。	Sudhir Sah (変 更後)	ODA 案件化支援・現地機関との折衝
---------------------------------------	--------------------------------	----------------------	--------------------

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：

(1) 鋳物製造業の専門人材・スキルの不足：産業人材育成は官民で共に実施されており、高等教育機関の大学院大学や専門教育機関であるポリテクニク、産業訓練研修所等で製造等にかかわる技術系技能労働者の職業訓練教育が行われている。しかし、鋳物業における実践的な職業訓練施設は不十分であり、既存教育機関で実施される教育内容もレベルが低いため、高度な実践的技術・経営ノウハウ（設計エンジニアリング、高品質な鋳物製造、高度な鋳物測定・品質評価の技術、経営管理等）を持った人材が不足している。従前の調査から、現地の鋳造レベルは、日本の1980～90年代の技術レベルにとどまり、製品の不良率も10%近いことが判明している。また、人材育成は、専門教育機関が少なく専門技術を有した教員が育っていないため、社内教育（OJT）が中心となり印国内での技術普及にはつながっていない。その結果、鋳物業では鋳物製品の国内ニーズは増加しているが、専門技術や経営管理能力を有した人材育成が進まないため、産業が発展しておらず雇用創出や就業者の所得向上につながっていない。これまでの調査から、インドの職業訓練校である、Karnataka German Technical Training Institute¹（以下、「KGTTI」）、Government Tool Room & Training Centre²（以下、「GTTC」）、Foundry Cluster Development Association³（以下、「FCDA」）を視察し、以下のような課題を確認した。

- ① KGTTI のコース概要と課題：KGTTI はカルナタカ州（以下、「カ州」）内に現在5校あり、Bengaluru 校は Peenya 工業団地近郊の新校舎への移転が完了している。Industrial Training Institute⁴（以下、「ITI」）工学系コースの卒業生（B.E または Diploma 取得者）を対象とした1～6ヶ月間の短期コース、Grade 10 の試験に合格し、Secondary School Leaving Certificate（以下、「SSLC」）を取得した学生を対象とした3年間の Diploma コースを開講している。開講コースの技術分野は、各地域の産業のニーズに合わせて設計されており、IT、産業自動化、溶接、自動車、製造技術、土木・施工等がある。各コースでは、TUV Rheinland、CISCO、Volkswagen、FESTO と提携し、コース開発や教職員育成（ToT）を実施している。これまでの現地調査で、鋳物製造と関連するコースには、下記の課題があることが判明している。
- ・ 製造に関連する基礎的な技術科目はコースの設定がある一方、鋳物製造に関連した技術科目はなく、インド国内の鋳物製品の品質向上に寄与する仕組みがない。
 - ・ 近隣の工業団地に鋳造メーカーは所在しているが連携ができていないため、鋳造メーカーの技術ニーズが把握されていない。
 - ・ 製造業におけるマネジメント関連の科目が設定されていないため、専門技術や経営管理能力を有した人材育成が進まない。

¹ Karnataka German Technical Training Institute (KGTTI), <http://kgtti.com/>

² Government Tool Room & Training Centre (GTTC), <https://karunadu.karnataka.gov.in/gttc/Pages/Home.aspx>

³ Foundry Cluster Development Association (FCDA), <http://www.fcda.in/home.html>

⁴ Industrial Training Institute (ITI), <https://nsdcindia.org/find-nsdc-training-centre-iti>

② GTTC のコース概要と課題：GTTC はカ州内に現在 22 校あり、新規 7 校が建設中である。ITI 工学系コースの卒業生（B.E または Diploma 取得者）を対象とした 100 時間の短期コース、SSLC 取得者を対象とした 4 ヶ月～2 年間の短期コース、3 年間の学校での講義・実習と 1 年間の提携企業でのインターンシップを組み合わせた長期コースが開講されている。開講コースの技術分野は、①工具・金型製作、②電子・通信、③メカトロニクス、④精密加工の合計 4 分野となっている。また、ドイツの Siemens 社の技術協力により、Center of Excellence Center（CoEs）を 4 ヶ所に設置している。

これまでの現地調査で、鋳物製造と最も関連がある工具・金型製作コースには、下記の課題があることが分かった。

- ・ 製造に関連する基礎的な技術科目はコースの設定がある一方、鋳物製造に関連した技術科目はなく、インド国内の鋳物製品の品質向上に寄与する仕組みがない。
- ・ 近隣の工業団地に鋳造メーカーは所在しているが、連携ができていないため、鋳造メーカーの技術ニーズが把握されていない。
- ・ 製造業におけるマネジメント関連の科目が設定されていないため、専門技術や経営管理能力を有した人材育成が進まない。

③ FCDA のコース概要と課題：FCDA は、関連する鋳造関連業者によって設立されたコルカタに所在する民間の特別目的会社で、鋳造パーク内（鋳造メーカーが集積する工業地区）で鋳造専門の技術コースを運営している。また、FCDA は商工省産業国内取引促進局が推進する Industrial Infrastructure Upgradation Scheme（IIUS）の支援を受けて運営されている。FCDA は、鋳造コースの運営を目的として Vivekananda Technical Institute⁵（VTI）を設立し、National Institute of Technology-Durgapur と連携し、18 歳以上（最低 Grade 8/標準 Grade 10 修了者）を対象に、1 ヶ月間の鋳物製造業従事者向け研修から、それぞれ 6 ヶ月間の鋳型、溶解、木型製作の短期コース、1 年間の鋳造基礎コースを開講している。

ヒアリング調査の結果、下記の課題があることが分かった。

- ・ 鋳造の基礎を学ぶ科目は設定されており、産官学連携でコースを開発しているが、インドにある鋳造技術をベースとしているため、技術レベルが低いため、インド国内の鋳物製品の品質向上に寄与していない。
- ・ 鋳造メーカーの集積が進んでいないため生徒が集まっておらず、鋳物産業の底上げにつながっていない。

（2）高品質な鋳物製品の不足：印国製の鋳物製品は品質レベルが低く、高品質な鋳物製品の国内供給ができない状況が続いている。日系、国内産業機械メーカーでは、代替の鋳物製品を国外から調達しているが、いずれも品質レベルは低いため、鋳物の加工費用や補修費用が多くかかっている。また、重要部品には適さないため、鋳物素材ではなく、完成品を欧州、日本などの先進国から直接輸入しているため、費用がかさんでいる。現地調査でのヒアリングの結果、現地日系メーカーは印国内からの鋳物調達を増やしたいが、調達する鋳物の品質が悪

⁵ Vivekananda Technical Institute (VTI), <http://www.fcda.in/vti.html>

く実現できていない。

具体的には、下記の不具合があることが分かった。

- ・ 鋳物の不具合としては、ねじれが最も多く、次いで砂かみ、正確な原因調査ができていないブローホールなどがある。
- ・ 鋳物の不具合分類は、これまでの経験と鋳物メーカーの見解とで判断しているというが、不具合分析がうまくいっていない。
- ・ 鋳物の意匠面も部分的に溶接するなど、かなりの妥協をしながら使用している状態である。
- ・ 「巢」という不具合に集約されており、本質的な不具合分析ができる人材がいない。

1-1-2 開発課題の背景・原因：

日本政策投資銀行⁶のレポートによれば、印国の製造業に関する課題の背景として、内需主導の発展を遂げており、輸出志向型の中国や ASEAN 諸国と比較して、製造業の国際競争力強化が遅れており、労働生産性が低く、労働集約的な生産が行われていることが挙げられている。また、本格的な外資開放が進まなかったことにより、ビジネス環境の整備が長く進展しなかった要因が挙げられている。ビジネス環境上の課題は外資規制以外にも、インフラの未整備が挙げられ、多くの企業が、電力や道路などの未整備によるビジネスへの悪影響を懸念している。工業化の遅れにより、製造業の雇用機会が十分に生まれなかったことで、製造業における産業人材育成の強化が遅れたと推測される。

これまでの現地調査で、インドの鋳物製造業における技術不足の背景には、鋳造の基礎技術が低いため、品質が悪い上、正確に不具合分析ができないので、品質改善ができていないということが判明した。また、企業の規模・レベルにより管理状況は異なるが、インド人経営者の経営・品質管理の意識が低いため、安全管理や 5S に対する意識が浸透しておらず、作業員への指示書・作業記録がなく、品質管理の概念がない企業が多いのが現状である。フルモールド鋳造法に関しては、発泡模型の品質が悪い上、鋳物製造業者としても発泡模型の破損に対する意識が低く、保管状況も不適切な状態である。また、インドでは良質な発泡材料の品質が悪いなど、素材メーカーが十分に育っていないという外部要因もある。

1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

印国「第 12 次 5 ヶ年計画(2012～2017)⁷」において、高い経済成長の維持と雇用創出の観点から、“Make in India”および“Skill India”キャンペーンにより製造業強化を推進してきた結果、目標として掲げてきた同セクターの経済成長率 12%以上の達成には至らなかったものの、2016-17 年には約 8%⁸の成長を記録した。その後継の国家計画として、2017 年 4 月に策定された 3 ヶ年行動指針「India Three Year Action Agenda 2017-18 to 2019-20⁹」においても、引き続き所得水準が高く質の高い雇用をより多く創出するために、高度な技術をもった労働者による、生産性の高い労働集約型の製造業への転換を政策

⁶ (株)日本政策投資銀行、産業調査部、今月のトピック No.253-1(2016 年 3 月 17 日)、高成長が続くインド経済と日本企業のビジネスチャンス、3.インドの現状の経済的課題は製造業の競争力とビジネス環境、https://www.dbj.jp/pdf/investigate/mo_report/0000160329_file4.pdf

⁷ Planning Commission, Government of India (2013), “Twelfth Five Year Plan (2012-2017) Economic Sectors Volume II”, https://niti.gov.in/planningcommission.gov.in/docs/plans/planrel/fiveyr/12th/pdf/12fyp_vol2.pdf

⁸ Annual Report 2016-17, Reserve Bank of India, https://rbidocs.rbi.org.in/rdocs/AnnualReport/PDFs/RBIAR201617_FE1DA2F97D61249B1B21C4EA66250841F.PDF

⁹ India Three Year Action Agenda 2017-18 to 2019-20, <https://niti.gov.in/writereaddata/files/coop/IndiaActionPlan.pdf>

課題として掲げている。

また、「国家製造業政策（2011）¹⁰」において、上記政策目標の達成に向けた具体的な対応策の一つとして打ち出してきた産業人材育成・職業訓練にかかる制度とカリキュラムの強化・改善により、2022年までに製造業で新たに1億人の雇用を創出し、GDPに占める割合を25%まで引き上げることを目指しており、2018年11月に策定された新しいインド@75のための戦略「Strategy for New India @ 75¹¹」においても、引き続き同じ目標を掲げている。

カ州においては、新産業政策「New Industrial Policy 2020-25¹²」が2020年7月に策定され、同州は印国を代表する高度なエンジニアリング及び高品質な工作機械・産業機械を製造するための基盤となる鋳物産業集積地の一つとして、同セクターを経済成長と雇用創出を牽引し、今後も成長が見込まれる重点分野として特定している。

1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針

我が国は、印国の「第12次五か年計画（2012～2017）」で目標とする「より早く、より包括的で、持続可能な成長」の実現を支援するため、民主主義、人権、市場経済といった日印間の共通の価値観を基礎として開発協力を推進している。国別援助方針の重点分野としては、産業競争力の強化、持続的で包括的な成長への支援を掲げており、その中で特に製造業を強化し、印国経済のさらなる安定化、若者の雇用創出、技術的基盤の強化による生産性の向上を目指し、その一環として経営・高等教育及び実践的技術力の分野での産業人材育成を支援している¹³。

また、2015年12月の日印両首脳により取り交わされた「日印ヴィジョン2025：特別戦略的グローバル・パートナーシップ¹⁴」では、未来への投資として、2025年までに必要なインフラ開発を含む日本企業の直接投資及び日本から印国への貿易を促進し、印国側カウンターパートとのビジネス活動を支援し、印国政府の”Make in India”政策の実現を目指すため、相互協力を深化させることが決定された。

本事業では、鋳物の製造・品質検査技術の導入及びそれに関わる高度な経営者候補、基幹技術者の養成を行うことで、課題となる鋳造業または広義にはものづくりの生産工程管理等の品質の改善、製造業におけるマネジメント能力の向上に貢献する。これらの活動を通じて、鋳物業の品質改善と日本式製造業を理解した経営者候補や技術者を輩出することで印国のものづくりの基盤が強化され、我が国が重点分野として掲げる産業競争力の強化、特に製造業の強化に合致する。また、産業人材育成にかかるJICA技術協力プロジェクト等との連携により相乗効果も期待できる。

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：

我が国政府およびJICAが印国で実施する産業人材育成関連のODA事業は、製造業の経営者育成と職業訓練機関の指導者育成（ToT）が行われている。また、民間企業と連携し技能労働者の育成を行

¹⁰ Ministry of Commerce & Industry, Government of India (2011), “National Manufacturing Policy” <https://dipp.gov.in/policies-rules-and-acts/policies/national-manufacturing-policy>

¹¹ Strategy for New India @ 75、https://niti.gov.in/sites/default/files/2019-01/Strategy_for_New_India_0.pdf

¹² New Industrial Policy 2020-25, Government of Karnataka, <https://ksfc.karnataka.gov.in/storage/pdf-files/INDUSTRIAL%20POLICY%202020-25/Industrial%20Policy%202020-25.pdf>

¹³ 外務省(2016)、対インド国別援助方針、<https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/files/000189321.pdf>

¹⁴ 日印ヴィジョン2025 特別戦略的グローバル・パートナーシップ、インド太平洋地域と世界の平和と繁栄のための協働 https://www.mofa.go.jp/mofaj/sa/sw/in/page3_001508.html

っている。本事業では、鋳物製造業の鋳造技術者育成と経営人材育成を実施するため、既存の ODA 事業で構築されたプラットフォームを活用することで、相互補完的なプロジェクトの実施が可能である。

【表 1：実施中または実施済の ODA 事業の一覧】

プロジェクト名	実施期間	C/P 機関・実施者	業務概要
			主な成果
A) JICA 技術協力プロジェクト			
① 製造業経営幹部育成支援プロジェクト (VLFM) ¹⁵	2007 年 8 月～ 2013 年 3 月	1. 商工省産業政策振興局 2. 人的資源開発省 3. 印国工業連盟 4. 印国工科大学 5. 印国経営大学院大学	<ul style="list-style-type: none"> 日本の製造業に関する経営手法を印国製造業の経営幹部へ教授し、製造業の変革を担うリーダーを育成するシステムの構築 新製品コンセプト創造から製品販売後のサービスまでを包括する総合的な「ものづくり」の浸透 経営幹部育成プログラムの枠組み構築 印国製造業を牽引する 300 名の Visionary Leader を育成 VLFM 卒業生を含む産学官連携のコミュニティ形成
② 包括的成長のための製造業経営幹部育成支援プロジェクト (CSM) ¹⁶	2013 年 4 月～ 2020 年 9 月	同上	<ul style="list-style-type: none"> VLFM プログラムで構築された経営幹部育成の枠組みを基礎とし、製造業分野の経営幹部育成と包括的な成長への寄与に資する製造業人材の育成に係る体制の強化・確立を産学官連携によって図るもの 経営幹部の能力を強化するための人材育成プログラムの運営・指導者の能力及び運営体制が強化・拡大 企業間の互恵関係強化のためのプログラムを拡大していける持続的な実施体制モデル構築 農村の貧困層にも裨益する包括的な社会を実現するためのビジネスに取り組む製造業育成プログラムの導入
B) JICA 有償勘定技術支援			
③ タミル・ナド州投資促進プログラム (産業人材育成支援) ¹⁷	2015 年 9 月～ 2016 年 12 月	・タミル・ナド州労働雇用局傘下の Tamil Nadu Skill Development Corporation (TNSDC)	<ul style="list-style-type: none"> 溶接と機械加工分野の教員向け技術研修 (Training of Trainers: ToT) の実施 州政府と日系企業との関係構築や連携プログラム形成 有償資金協力「タミル・ナド州投資促進プログラム (Tamil Nadu Investment Promotion program :TNIPP)」(2013～2016) の政策アクションに位置付けられている産業人材育成支援政策の促進

¹⁵ 製造業経営幹部育成支援プロジェクト (VLFM)、評価調査結果要約表 (2012) 1-2 協力内容 (3) 成果

https://www2.jica.go.jp/ja/evaluation/pdf/2009_0701668_3_s.pdf

¹⁶ 包括的成長のための製造業経営幹部育成支援プロジェクト (CSM)、中間レビュー結果要約表 (2016) 1. 案件の概要 1-2 協力内容 (3) 成果、https://www2.jica.go.jp/ja/evaluation/pdf/2014_1203020_2_s.pdf

¹⁷ JICA (2017)、インド国タミル・ナド州投資促進プログラム (産業人材育成支援)、業務完了報告書、2. プログラム成果 2-1-1 選定経緯と各校の比較、http://open_jicareport.jica.go.jp/pdf/12270237_01.pdf

			<ul style="list-style-type: none"> ・ 3つの溶接・機械加工関連コースの教員養成を実施する訓練機関を選定 ・ 各校合計27名の教員に訓練実施 ・ 同コース生徒の就職支援にかかる日系企業と連携推進
C) JICA 中小企業海外展開支援事業			
④ モジュール金型のエンジニア育成にかかる案件化調査(株式会社岐阜多田精機) ¹⁸	2017年5月～ 2018年1月	・ Central Institute of Plastics Engineering & Technology (CIPET), Lucknow	<ul style="list-style-type: none"> ・ 金型の技術人材育成機関に対して、モジュール金型エンジニアリングに必要な技術教育の実施にかかる案件化調査 ・ 普及・実証・ビジネス化事業の実施に向けての基礎情報収集 ・ C/P機関の特定
⑤ モジュール金型のエンジニア育成にかかる普及・実証事業(株式会社岐阜多田精機) ¹⁹	2018年11月～ 2020年5月	・ Central Institute of Plastics Engineering & Technology (CIPET), Lucknow	<ul style="list-style-type: none"> ・ 金型の技術人材育成機関において、インド人技術者に対する、モジュール金型エンジニアリングに必要な技術教育の実施 ・ 自立した教育体制構築のためのインド人教員育成の実施 ・ モジュール金型ベースユニット製作のエンジニア育成研修を行う教員の育成 ・ モジュール金型ベースユニット製作のエンジニア育成教育機関としての体制整備
D) 経済産業省によるプロジェクト			
⑥ 日本式モノづくり学校(JIM: Japan-India Institute for Manufacturing) ²⁰	2016年11月～	<ol style="list-style-type: none"> 1. スズキ(株) 2校 2. トヨタ自動車(株) 3. ダイキン工業(株) 4. ヤマハ発動機(株) 5. 日立建機(株) 6. 豊田通商(株) 7. (株)アーレスティ 8. テルモ(株) 9. スリシティ(日系企業7社合同) 10. (株)ベルソニカ 11. (株)大塚製薬工場 12. 日精エー・エス・ビー機械(株) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 日本企業による製造現場に必要な規律・心構えや、実践的な技能を直接指導し、将来の現場リーダーを育成 ・ 合計13校が経済産業省によりJIMに認定(2020年3月時点) ・ 10年間で3万人のものづくり人材育成が目標

1-4-2 他ドナーの先行事例：

他ドナーが印国で実施する産業人材育成関連の事業では、現地政府の職業訓練機関に技術協力を行い、企業が求める世界基準の技能訓練コースなどを提供している。本事業では、C/P候補機関であるKGTIIの既存のカリキュラムに加えて、鑄造技術者養成コースを設置することで、他ドナーの事業とも補完関係にあり、現地の鑄物製造業者が求める人材育成が可能になる。

¹⁸ インド国モジュール金型のエンジニア育成にかかる案件化調査、業務完了報告書(2017)、
<http://libopac.jica.go.jp/images/report/12302725.pdf>

¹⁹ インド国モジュール金型のエンジニア育成にかかる普及・実証事業、業務完了報告書(2020)、
<https://libopac.jica.go.jp/images/report/1000042969.pdf>

²⁰ 経済産業省貿易経済協力局技術人材協力課(令和2年3月)、インド製造業の人材育成について -JIM&JEC プロジェクト、
https://www.meti.go.jp/policy/external_economy/cooperation/oda/pdf/JIMJEC.pdf

【表 2：他ドナーの先行事例の一覧表】

プロジェクト名	実施期間	C/P 機関・実施者	業務概要
			主な成果
Karnataka German Multi Skill Development Centers (KGMSDC):ドイツ国際協力公社 (GIZ-IS) ²¹	2011 年～ 2015 年	・ 印国政府 ・ カ州政府	<ul style="list-style-type: none"> 世界基準の職業訓練機関で専門的な技術研修プログラムを提供し、カ州および全国の民間企業が必要とする技術者の養成
			<p>【技能訓練コース】</p> <ol style="list-style-type: none"> 自動車メカトロニクス 電子設計・製造 産業オートメーション 環境工学 応用溶接技術 情報技術(IT)
Government Tool Room & Training Centre (GTTC), Bangalore、デンマーク国際開発援助庁:(DANIDA)	1992 年～	・ カ州政府	<ul style="list-style-type: none"> 産業界のニーズに適した技術者養成プログラムを若者に提供 印国中小企業省(MSME)の技術革新政策を品質の高い工作機械設備の供給により支援 産業界に高度な技術者を輩出
			<p>【技能訓練コース】</p> <ol style="list-style-type: none"> 工具と金型製作 電子工学と通信 メカトロニクス 精密機械製造

²¹ Karnataka German Multi Skill Development Centers (KGMSDC), <https://www.giz.de/en/downloads/giz2012-german-multi-skills-development-centres.pdf>

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：

【表 3：企業情報】

法人名	株式会社木村鋳造所
法人の業種	製造業
代表者名	代表取締役 木村 寿利
本社所在地	静岡県駿東郡清水町長沢 1157
設立年月日	1927年2月2日
資本金	8,500万円
従業員数	グループ社員総数 923名（2020年1月現在）
直近の売上高	187億円（2019年度）
事業内容	木村鋳造所は、大型鋳鉄部品サプライヤーとして、自動車ボディプレス用鋳物は国内シェア4割、工作機械用鋳物の同2割を占める1927年に創業した鋳鉄メーカーである。IT（Iron Tactics：鋳造技術）とIT（Information Technology：最先端のIoT技術）を融合させた最先端の鋳造技術による「人と環境にやさしいSMART FOUNDRY」を目指している。木村鋳造所は、これまで鋳物製品の国内シェアを伸ばしてきており、今後も国内市場は底堅い需要が見込まれるが、人口減少とともに市場の縮小も想定される。

2-1-2 海外ビジネス展開の位置づけ：

木村鋳造所は、これまで鋳物製品の国内シェアを伸ばしてきており、今後も国内市場は底堅い需要が見込まれるが、人口減少とともに市場の縮小も想定される。そこで、現在全体の4%を占める海外売上比率を今後10年で20%まで上げることを計画している。印国は、鋳造製品の成長市場であり、国内の自動車産業の発展を背景にその生産量は2013年にはアメリカを抜き世界第2位となっている。また、現地に進出している木村鋳造所の取引先である日系自動車メーカー、工作機械メーカーからは木村鋳造所の鋳物へのニーズが高く、現地での人材育成・生産体制を構築することで、事業の拡大可能性があると思定している。また、日本国内では鋳物産業を目指す若者や冶金学を専攻する学生が減少しており人材不足が懸念されているが、将来的には印国で育成した人材でその人材不足を補うなど人材交流も考えている。

2-2 提案製品・技術の概要

2-2-1 ターゲット市場：

車体プレス金型用鋳物、工作機械やコンプレッサなどの産業機械用鋳物などの大型品から、小物試作鋳物やアミューズメント用発泡模型まで製品は多岐にわたる。その中でも、自動車ボディプレス用鋳物は国内シェア4割、工作機械用鋳物の同2割を占める。

2-2-2 提案製品・技術の概要：

木村鋳造所の鋳造技術には、発泡スチロールを用いた消失模型鋳造法であるフルモールド鋳造法（以下、FMC法）、3Dプリンターを駆使したダイレクトモーディングプロセス（以下、DMP法）があり、従来の木型法に比べて、高効率・高付加価値の鋳造部品生産を実現している。生産工程では、IT（データテクノロジー）を活用して、本部および国内3工場においてCAD/CAE設計から完成した鋳物の品質検査までをデータ化し、工程管理、負荷調整等を一括で管理できる生産管理マネジメントシステムを導入しており、環境配慮型の日本式ものづくりマネジメントを実現している。また、日本鋳造協会・日本鋳造工学会と開始した「鋳造カレッジ」研修での人材育成ノウハウを有しており技術移転をする人材・仕組みがある。

【表 4：保有している特許の一覧】

特許の内容	特許/特許番号
消失模型の組み立て方法	第 5564602 号
鋳造用砂型の製造方法	第 5916789 号
鋳鉄材・鋼材の表面硬化処理方法	2009-077419 (平 21.3.26)
摩擦攪拌プロセスに用いるツールおよび摩擦攪拌プロセス	2010-213898 (平 2.9.24)
複合型の構造物を用いた鋳造法	2012-013109 (平 24.1.25)
クリープ特性値取得方法	2014-231947 (平 26.11.14)
鋳造シミュレーション方法	2015-009707 (平 27.1.21)

2-3 提案製品・技術の現地適合性

2-3-1 現地適合性確認方法：

C/P 機関と連携し、Zoom Webinar を利用したオンラインセミナー（ワークショップ）を 2020 年 9 月 28 日に実施した。パネリストによる発表と参加者からのフィードバックを分析した結果、木村鋳造所が提案する鋳物製品及び鋳造技術は、現地の産業界や技術教育機関のニーズに適合することを確認した。

実施したオンラインセミナーの概要は以下の通り。

【表 5：オンラインセミナーの概要】

セミナータイトル	Seminar on the Training of Casting Engineers in India —A Collaboration between Kimura, KGMSDC and JICA
セミナー内容	<ul style="list-style-type: none"> ・木村鋳造所のインドでのビジネス展開方針の共有 ・木村鋳造所が実施した案件化調査の結果共有 ・日本における鋳造技術者教育の概要説明
パネリスト	<ol style="list-style-type: none"> 1. Secretary, SDEL, Government of Karnataka *緊急対応のため急遽欠席 2. Mr. Kazutoshi Kimura, President, Kimura Foundry Co., Ltd. 3. Commissioner, ITE, Government of Karnataka; Member

	Secretary, KGMSDC Society *緊急対応のため急遽欠席 4. Mr. Katsuo Matsumoto, Chief Representative, JICA India Office 5. Joint Secretary, KGMSDC Society 6. Mr. Mamoru Mizoguchi, Manager, International Sales Department, Kimura Foundry Co., Ltd. 7. Dr. Toshitake Kanno, Senior Executive Managing Director, Kimura Foundry Co., Ltd.
参加者数	59名

*詳細は添付資料⑩を参照

2-3-2 現地適合性確認結果（技術面）：

現地鑄造メーカーへのヒアリング調査の結果から、現地の「鑄造不具合分析能力不足」に対する木村鑄造所の開発・分析能力の適合性は高いと判断している。また、現地ではフルモールド鑄造法における発泡スチロール模型製作技術が未熟であり、木村鑄造所の模型製作技術ノウハウは現地に適合すると判断している。

2-3-3 現地適合性確認結果（制度面）：

鑄造業は印国における外国投資が禁止されている業種には該当せず、また、出資比率上限規制はなく、自動認可制（インドへの外国投資を行うための当局からの事前承認を必要とせず、自動的に投資が認可される）で100%まで出資が可能。また、製造業は、インドにおける電子商取引を含む小売・卸売のいずれの方法で、政府認可なしに販売できる²²。したがって、木村鑄造所の想定する事業は現地に適合すると判断している。

2-4 開発課題解決貢献可能性

2-4-1 開発課題貢献可能性：

（1）鑄造業における製造技術、生産工程管理等の品質改善およびものづくりの基盤強化：

C/P 機関である KGTTI Bengaluru 校に、鑄造技術者育成に必要な設備機材、カリキュラムが整備され講師が育成されることで、これまで不足していた鑄物の製造・品質検査技術の導入及びそれに関わる高度な経営者候補、基幹技術者の養成を行うことが可能となり、鑄造業の品質改善と日本式製造業を理解した経営者候補や技術者を輩出することで印国のものづくりの基盤が強化される。

²² Consolidated FDI Policy 2017, https://dipp.gov.in/sites/default/files/CFPC_2017_FINAL_RELEASED_28.8.17.pdf, JETRO 外資に関する規制（インド） https://www.jetro.go.jp/world/asia/in/invest_02.html

(2) インドの鋳物製品の品質向上と周辺産業の強化：

高度な鋳造技術教育を将来の鋳物産業を担う学生、現在鋳物産業に従事している技術者、周辺産業に従事する人材に対して提供することで、鋳物製造技術の底上げにつながり、結果として鋳物製品の品質向上につながる。また、インド国内において高品質な鋳物製品の調達が可能になることで、鋳物製品を扱う周辺の製造業の製品の品質向上につながり、周辺産業全体の強化につながる。

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

3-1-1 ODA 事業内容：

カ州技能開発局（Skill Development, Entrepreneurship and Livelihood Department）傘下の KGTTI に鑄造技術の人材育成機関である鑄造学科（鑄造コース）を設置する。

本事業では、KGTTI が所有する既存の設備を活用しながら、製造業の基盤技術である「鑄造(Casting)」技術を追加で導入し、同州に拠点を置く鑄造業者へ鑄造技術を普及する職業訓練コースを設置・実施する。また、導入した設備・育成した人材を活用して、鑄物の品質検査を実施する体制を構築し、同州の鑄物業者の製品品質の向上に寄与する。さらに、マネジメント研修を通じて環境配慮型の日本式マネジメント方法を普及することで、同州の鑄物業のマネジメント力を向上する経営人材を育成する。C/P 機関を通じて州政府で人材育成を管轄する技能開発局等の現地政府機関に働きかけ、印国の職業訓練コースの好事例として認知されるよう連携強化を目指す。

＜普及・実証・ビジネス化事業で鑄造学科（鑄造コース）を設置＞

【表 6：PDM】

目的：	<p>1. 現地職業技術教育訓練機関への鑄物製造技術および環境配慮型の日本式ものづくりマネジメントの人材育成システム導入を通じた、高度な実践的技術（設計・製造・品質管理・生産管理・経営計画・人材管理）を持つ人材を輩出する（100名/年、3~4年目以降は200名/年）</p> <p>2. 現地職業技術教育訓練機関に鑄物品質検査技術を導入し、現地鑄物製造業者の鑄物の品質検査を実施する工業試験場としての機能を追加することで、現地の鑄物製造業全体の品質向上に寄与する。</p> <p>上記を通して印国製造業の競争力強化とともに雇用創出や就業者の所得向上に貢献する</p>
成果：	活動：
成果1	活動 1-1 投入設備・機材のレイアウト等、詳細計画を C/P 機関と検討・決定する。
CP 機関に必要な設備・機材が設置され、鑄物製造にかかる高度な実践的技術（設計・製造・品質管理・生産管理・経営計画・人材管理）の提供を可能にする <u>職業訓練設備が整う</u> 。	活動 1-2 必要な設備・機材を本邦・現地調達する。
	活動 1-3 必要な設備・機材が CP 機関の敷地内に設置される。
成果2	活動 2-1 CP の教員および教員候補に対し、鑄物製造・品質管理にかかる技術指導、設備のメンテナンスに係る技術指導を実施する。
	活動 2-2 CP の教員および教員候補に対し、日本式ものづくりマネジメントにかかる研修を実施する。
	活動 2-3 CP の教員および教員候補に対し、ToT を実施する。
	活動 2-4 鑄物製造・品質検査技術および日本式ものづくりマネジメント指導にかかるカリキュラム・教材を CP 機関と協議・策定する。
CP 機関で鑄物製造にかかる高度な実践的技術（設計・製造・品質管理・生産管理・経営計画・人材管理）の研修を行う <u>教員が養成され、カリキュラム・教材が整備される</u> 。	

成果3 カルナタカ州（CP 所在地）において高度な実践的技術（設計・製造・品質管理・生産管理・経営計画・人材管理）を持つ技術者が育成される。	活動 3-1 成果 2 で養成された教員、整備されたカリキュラム・教材を活用し、CP 機関とともに訓練生への職業訓練を実施する。
成果4 CP 機関に鋳物の品質検査技術を持つ人材が養成され、CP 機関による品質検査が実施される	活動 4-1 上記活動で育成された卒業生を対象に、鋳物の品質検査の技術指導を実施する。
	活動 4-2 品質検査ラインを稼働し、C/P 機関と協同で鋳物製品の品質検査を実施する
成果5 CP 機関における持続可能な職業訓練の実施体制および品質検査体制整備が検討される。	活動 5-1 CP 機関と職業訓練・品質検査にかかる人員配置や予算措置など運営計画案を策定する。
	活動 5-2 品質検査による CP 機関の収支計画の素案を策定する。
成果6 上記人材育成システムが印国の鋳造関連人材育成モデルケースとなり、各地域に普及し、提案事業者のビジネスの水平展開に向けた土壌が構築される。	活動 6-1 関連する政府機関や民間団体に対し、事業成果報告会を実施する。
	活動 6-2 上記人材育成システムの水平展開をベースにした印国における事業展開計画を策定する。

【表 7：鋳造学科（鋳造コース）のカリキュラム案】

No.	日程	時間	科目・内容	No.	日程	時間	科目・内容
1	1 日目	10:00 ~ 11:50	日本の工業と工業用材料	19	7 日目	10:00 ~ 11:50	原価の仕組み
2		12:45 ~ 14:35	鋳物の歴史	20		12:45 ~ 14:35	工業技術の基礎知識
3		14:45 ~ 16:35	鋳造とは	21		14:45 ~ 16:35	模型の種類と作り方
4	2 日目	10:00 ~ 11:50	鋳物の用途	22	8 日目	10:00 ~ 11:50	溶解法
5		12:45 ~ 14:35	鋳造法の種類	23		12:45 ~ 14:35	溶湯処理
6		14:45 ~ 16:35	生産システムの基礎	24		14:45 ~ 16:35	鋳鉄の熱処理
7	3 日目	10:00 ~ 11:50	作業安全	25	9 日目	10:00 ~ 11:50	中子
8		12:45 ~ 14:35	労働衛生・環境保全	26		12:45 ~ 14:35	砂・造型法
9		14:45 ~ 16:35	鉄鋳物の種類	27		14:45 ~ 16:35	5S 活動
10	4 日目	10:00 ~ 11:50	労働基準法と関連法規	28	10 日目	10:00 ~ 11:50	鋳造方案
11		12:45 ~ 14:35	金属加工法と日本の鋳物づくり	29		12:45 ~ 14:35	鋳造に関する特別講義①
12		14:45 ~ 16:35	日本の鋳物の現状	30		14:45 ~ 16:35	グループ討議
13	5 日目	10:00 ~ 11:50	鋳造の原理原則	31	11 日目	10:00 ~ 11:50	後処理と検査
14		12:45 ~ 14:35	鋳鉄鋳物製品の事例	32		12:45 ~ 14:35	品質管理の基礎①
15		14:45 ~ 16:35	自硬性鋳物の工程	33		14:45 ~ 16:35	品質管理の基礎②
16	6 日目	10:00 ~ 11:50	鋳型の種類	34	12 日目	10:00 ~ 11:50	設備管理の基礎
17		12:45 ~ 14:35	生型鋳物の工程	35		12:45 ~ 14:35	改善活動と自己啓発
18		14:45 ~ 16:35	鋳鉄の生産技術	36		14:45 ~ 16:35	鋳造に関する特別講義②

3-1-2 対象地域：

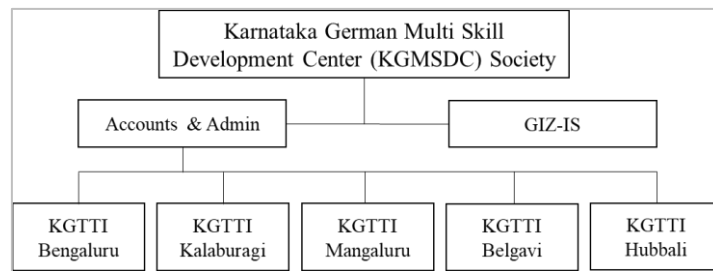
本事業では、印国南部の鋳物産業の一つの集積地であるカ州ベルガウム、および隣接州の集積地チェンナイ、コインバトルの3都市の中心地にある、カ州ベンガルールを対象地域として特定している。従前の調査では、同州に約150の鋳物業者が集積しており、主に自動車用エンジン、産業用ポンプ・バルブ・モーター、農業・工作機械等の部品を製造し、鋳物や鋳物技術に対するニーズは高い。また、現地ヒアリング調査からも、印国政府の政策もあり、日系企業（三菱重工ディーゼルエンジン、マルチスズキ等）や現地大手自動車メーカーが現地での鋳物調達を進めており、鋳物や鋳物技術に対するニーズは今後も拡大していくとの感触を得た背景がある。

3-1-3 C/P 候補機関：

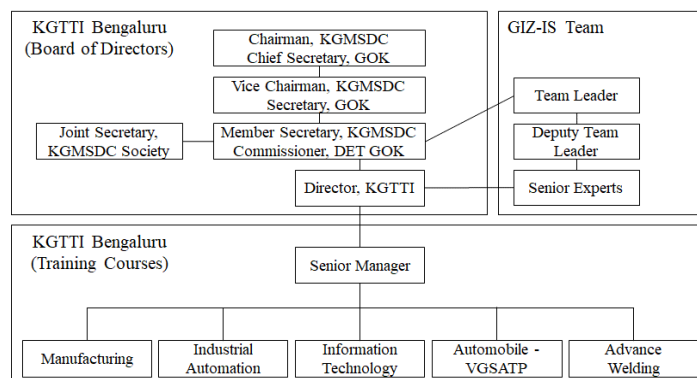
普及・実証・ビジネス化事業では、カ州技能開発局および同局傘下のKGTTIをカウンターパート機関（C/P機関）にすることを想定している。当初はGTTCをC/P機関とする想定であったが、鋳造コースを設置するにあたり両機関への訪問・ヒアリングを実施した結果、KGTTIの施設は工業地帯に近いため関連産業との連携（ニーズの把握、生徒の受け入れ等）がとりやすいこと、当該コースを設置するための十分なスペースを確保できることが確認できたことでKGTTIをC/P機関として選定するに至った。KGTTIはKarnataka German Multi Skill Development Centre society（KGMSDC）により、印国製造業の技術や品質向上のために設立された職業訓練学校で、CAD/CAM設計、機械加工、溶接など製造業発展に必要な基礎技術を普及している。

*KGMSDCとは、インド中央政府およびカ州政府により認可され、ドイツ国際協力公社（GIZ-IS）の技術協力により設立された、様々な産業技術分野におけるニーズを反映した、学際的な職業訓練実施を目的とする公的機関である。

【図3：KGMSDCおよび各KGTTIの組織概要】



【図4：KGTTI Bengaluru校の組織概要】



(1) 本事業で想定しているカウンターパートの役割

① カ州技能開発局 (SDEL)

カ州で職業訓練学校を統括しており、職業訓練校に関する州の政策との整合性を取る目的で、政策に関する情報提供や関連ステークホルダーの紹介などの側面的な支援を実施する。また、KGTTI との交渉における調整や技術研修のカリキュラムの内容に対する助言も実施する。さらに、中央政府に対する本事業の説明や中央政府を通じた印国他地域への展開に対して支援を実施する。

② KGTTI Bengaluru 校

本事業の C/P 機関として、鑄造学科 (鑄造コース) 設置に向けて実証地の提供、既存設備の提供、対象となる教員の配員、その他関連する費用の負担を想定している。また、木村鑄造所と共に市場調査、実施カリキュラムの開発等を想定している。さらに、鑄造学科 (鑄造コース) 設置後は、同学科 (同コース) の宣伝や受講生の募集の支援を想定している。

3-1-4 C/P との協議状況 :

C/P 候補機関の事務次官と面会し、本調査への全面的な協力と同局の管轄である職業訓練機関の KGTTI と連携した技術教育の展開にかかる鑄造学科 (鑄造コース) の設置に関して基本合意を得た。

3-1-5 他 ODA 事業との連携可能性 :

JICA 技術協力「包括的成長のための製造業経営幹部育成支援プロジェクト (CSM)」関係者と連携して、製造業に従事するリーダーのマネジメント能力向上を目的とした研修の企画・実施を検討する。本プロジェクトでは、印国の経営者のマネジメント能力を強化する目的で、日本式「カイゼン」マニュアル等を作成し、現地カウンターパートの行政官や技術者に研修を通じて技術を移転する。

3-1-6 投入 :

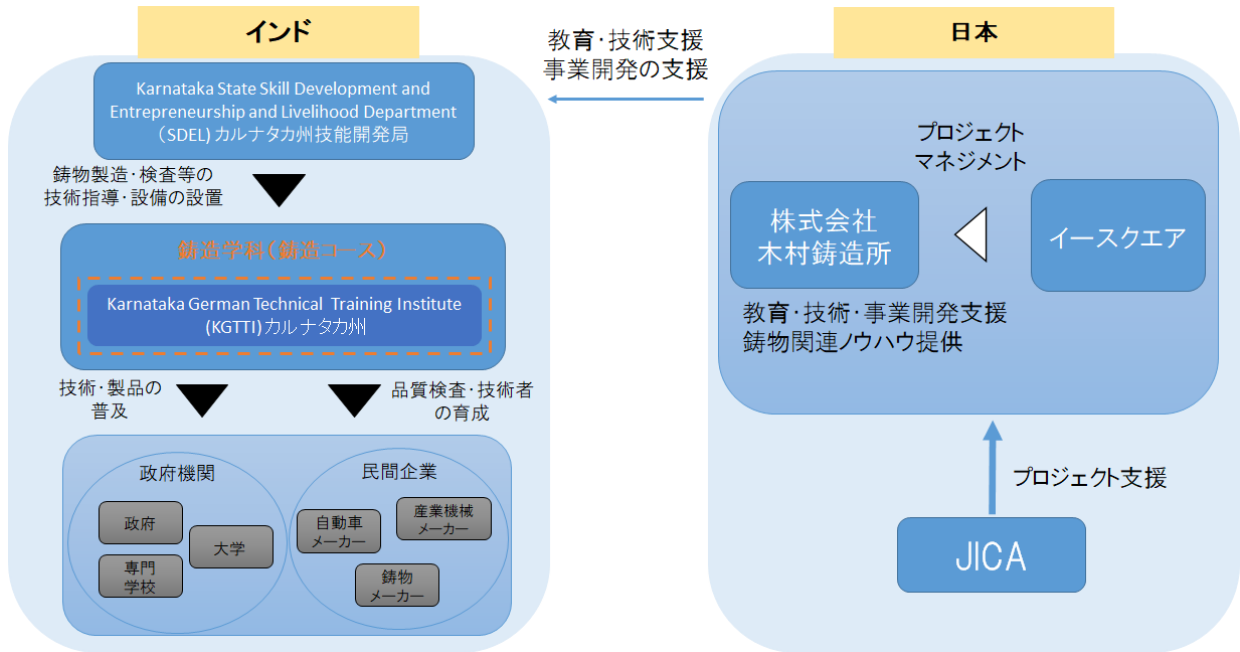
【表 8 : 投入予定の設備機材と人員の一覧】

投入	詳細
機材	1tクレーン、発光分析器、熱分析装置、取鍋・柄杓・やっこ・材料保管棚・産廃箱等、集塵装置、顕微鏡・球状化率判定ソフト・パソコン、手動研磨機、ベルダー、精密切断機、弓鋸切断機、ブリネル硬度計、衝撃試験器、超音波探傷検査機 (UT)、磁気探傷検査装置 (MT)、走査型電子顕微鏡 (SEM)、造形用ミキサー、木型作製用3Dプリンター、金杵・木型、解杵用エアーツール一式、CAD/CAMソフト・パソコン、鑄造用シミュレーションソフト
KGMSDC	州政府職員、事務所、普及実施地 (KGTTI)、装置稼働費用、諸経費 (会議費、交通費等)
木村鑄造所	業務主任者1名、プロジェクトメンバー12名、諸経費 (国内交通費)
外部人材	チーフアドバイザー1名、専門コンサルタント3名 (事業開発、投資分析、市場調査、環境社会配慮、製品技術現地化、レポーティング)

3-1-7 実施体制図 :

本 ODA 事業では、以下の実施体制を想定している。

【図 5 : ODA 案件実施体制】



3-1-8 活動計画・作業工程（スケジュール含）：

【表 9 : 作業工程表】

活動内容	2021				2022				2023	
	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q
1-1.投入設備・機材のレイアウト等、詳細計画を C/P 機関と検討・決定する。	■									
1-2.必要な設備・機材を本邦・現地調達する。	■									
1-3.必要な設備・機材が CP 機関の敷地内に設置される。		■		■						
2-1.CP の教員および教員候補に対し、鋳物製造・品質管理にかかる技術指導、設備のメンテナンスに係る技術指導を実施する。	■			■						
2-2.CP の教員および教員候補に対し、日本式ものづくりマネジメントにかかる研修を実施する。			■	■						
2-3.CP の教員および教員候補に対し、ToT を実施する。			■	■						
2-4.鋳物製造・品質検査技術および日本式ものづくりマネジメント指導にかかるカリキュラム・教材を CP 機関と協議・策定する。				■	■					
3-1.成果 2 で養成された教員、整備されたカリキュラム・教材を活用し、CP 機関とともに訓練生への職業訓練を実施する。						■		■		
4-1.上記活動で育成された卒業生を対象に、鋳物の品質検査の技術指導を実施する。						■		■		
4-2.品質検査ラインを稼働し、C/P 機関と協同で鋳物製品の品質検査						■		■		

を実施する。											
5-1.CP 機関と職業訓練・品質検査にかかる人員配置や予算措置など運営計画案を策定する。							—	—			
5-2.品質検査による CP 機関の収支計画の素案を策定する。							—	—			
6-1.関連する政府機関や民間団体に対し、事業成果報告会を実施する。									—		
6-2.上記人材育成システムの水平展開をベースにした印国における事業展開計画を策定する。									—		

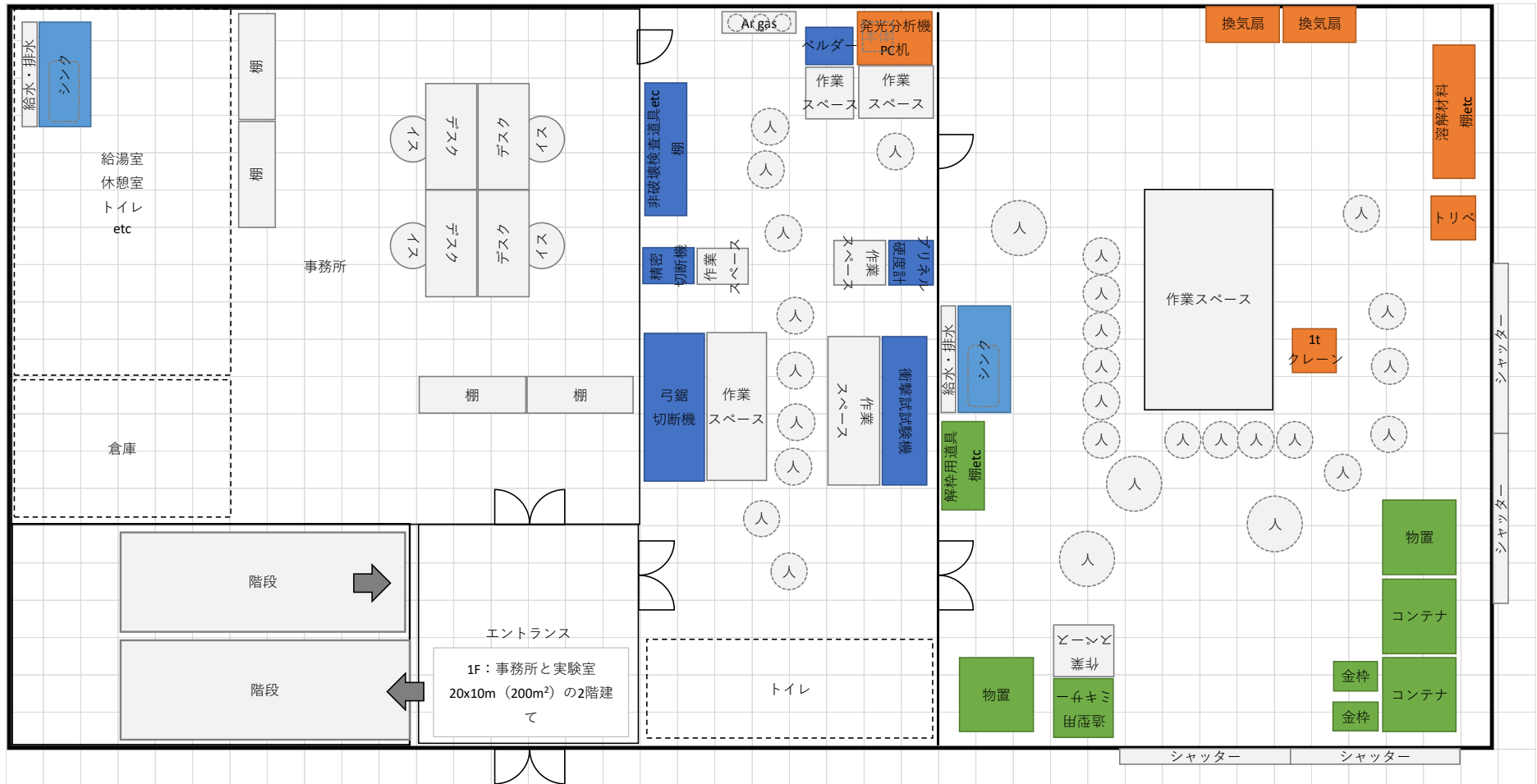
3-1-9 事業額概算：

ODA 事業化段階において想定する事業費（資機材等）は下記の表のとおり。

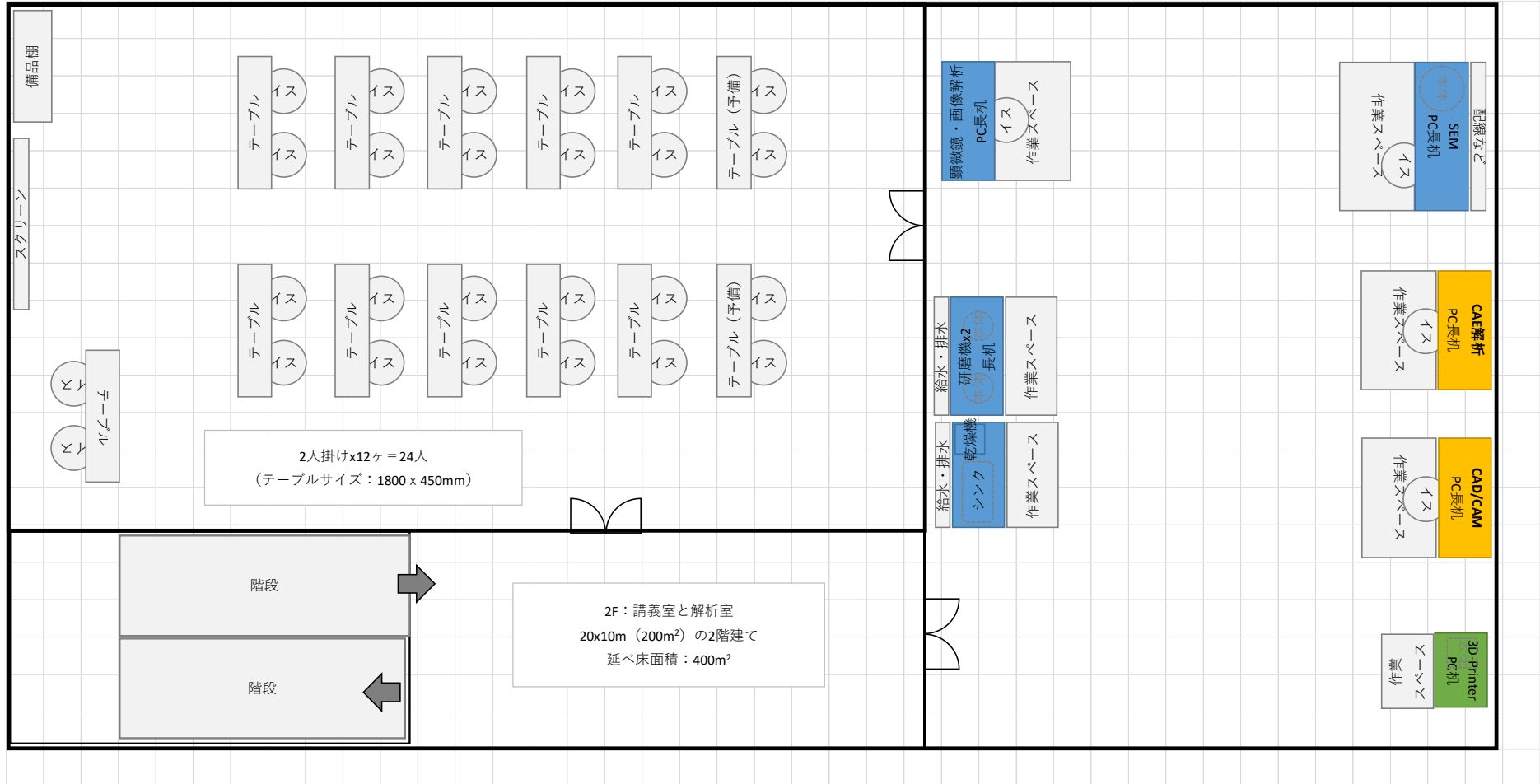
【表 10：投入予定の設備機材の一覧】

名称・仕様	数量			数量	価格 (円)
1t クレーン	1	2,000,000	ブリネル硬度計	1	1,500,000
発光分析器	1	10,000,000	衝撃試験器	1	2,000,000
熱分析装置 (3 チャンネル・温度計×1)	1	1,000,000	超音波探傷検査機 (UT)	1	2,200,000
取鍋・柄杓・やっこ・材料保管棚・産廃箱等	1	1,000,000	磁気探傷検査装置 (MT)	1	800,000
集塵装置	1	500,000	走査型電子顕微鏡 (SEM)	1	17,000,000
顕微鏡+球状化率判定ソフト+パソコン	1	3,000,000	造型用ミキサー	1	1,500,000
手動研磨機×3	1	1,500,000	木型作製用 3D プリンター	1	2,500,000
ベルダー (2 連)	1	500,000	金枠・木型 (砂 TP・Y ブロックなど)	1	1,000,000
精密切断機	1	2,000,000	解枠用エアーツール一式	1	500,000
弓鋸切断機	1	1,500,000	CAD/CAM ソフト+パソコン	1	5,000,000
鋳造用シミュレーションソフト	1	10,000,000			
合計					67,000,000

【図 6：設備機材の配置レイアウト案（1階）】



【図 7：設備機材の配置レイアウト案（2階）】



3-1-10 本提案事業後のビジネス展開：

ODA 事業後に想定するビジネスモデルでは、バンガロール市内に「鑄造総合研究所（現地法人）」を設立し、鑄物の研究・分析と技術サポートサービスの販売を目指す。また、現地パートナー企業（Bangalore Metallurgicals 社、Ashok Leyland 社、Craftsman 社等を想定）を選定・エージェント契約を締結し、委託製造を通じた鑄物の量産販売体制を構築する。当初想定していたビジネスモデルにおいては、日本より高品質な鑄物製品を輸入し、日系を含めた現地メーカーに鑄物を販売することを計画していた。一方、これまでの現地ヒアリング調査の結果、インドの鑄物、金型メーカーにおいては量産化の強みを有していることが確認できたことに加え現地企業とのネットワーク構築も可能であると確認できたため、鑄物の現地販売については、輸入販売モデルからエージェント契約モデルへビジネスモデルを変更するに至った。

木村鑄造所が印国において上記の事業展開を進めていく中で、民需に対して ODA 案件を通じてその技術の優位性、品質、技術などを研修や実際の製品を通じて提示することはその後の円滑なビジネス展開にあたり極めて重要である。特に、木村鑄造所が日常関係を持つことができない日印政府関係者とのネットワーク構築を、この ODA 案件を通じて行いたいと考えている。また、普及・実証・ビジネス化事業を通じて JICA や技能開発局のお墨付きを得られる点からも、木村鑄造所のビジネス展開計画における ODA 案件の必要性は強いと考える。さらに、事業開始後には、鑄造学科（鑄造コース）を卒業した人材を雇用することで、現地において高品質な鑄物製品を研究・分析を実施する体制の構築に貢献する。さらに、鑄造学科（鑄造コース）を卒業した生徒の就職先に対しても、木村鑄造所のサービスの販売や継続的な鑄物技術サポートを提供することで、継続的な収入の確保と規模の拡大に寄与する。

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：

（1）知財リスク：木村鑄造所の鑄物や鑄物製造技術が不法コピー、模倣品が製造されてしまうリスク

（対応策）現地弁護士を通じて、現地での特許申請を進める。技術的には、コア技術である鑄造は木村鑄造所の特有の技術であり、鑄造設備の部分的な模倣はできても、FMC 法や DMP 法を実現するための鑄造工程の模倣は不可能であると想定している。また、鑄物コースの運営に関しては、KGTTI と秘密保持契約を締結し、リスク低減を図る。

（2）許認可・法的リスク：ライセンス取得にかかるリスク

（対応策）本調査にて外資規制業種や禁止業種に製造業が該当しないことを確認済である。また、鑄造コースに必要な設備の設置については設置許可を得る必要があるため、C/P 機関と詳細な手続きの確認を行う。

3-2-2 インフラ面にかかる課題/リスクと対応策：

（1）環境リスク：本事業が環境への悪影響を与えるリスク

（対応策）現地での研修工程からは、ある一定の廃棄物が見込まれている。これらの廃棄物は、現地

の環境法に準拠した形での処理を実施する。

3-2-3 C/P 体制面にかかる課題/リスクと対応策：

(1) KGTTI において鑄造コースを運営する際の GIZ の影響リスク：C/P 候補機関であるカ州技能開発局傘下の KGTTI は、ドイツ政府の支援により 1972 年に設立され、1992 年からドイツ GIZ-IS の技術協力の技術協力により運営されている。

(対応策) C/P 候補機関と、普及・実証・ビジネス化事業の実施に向けて MOU を締結し、事業における責任分担を明確にした上で事業を開始することで、GIZ-IS の運営方針が本事業に影響するリスクを回避する。なお、本調査のヒアリングでは、KGTTI と木村鑄造所が個別に MOU を締結することに問題はないこと確認している。

3-2-4 その他課題/リスクと対応策：

(1) 新型コロナウイルス感染症の拡大による現地での普及実証ビジネス化事業実施への影響が今後も継続するリスク：

(対応策) C/P 機関及び現地コンサルタントと連携しながら、リモートで必要な調査やセミナー等を実施する体制を構築し、現地調査を国内業務で補完する。

3-3 環境社会配慮等

3-3-1 環境社会配慮：該当なし

3-3-2 ジェンダー配慮：該当なし

3-3-3 その他配慮：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

3-4-1 鑄造技術の普及による鑄物業従事者のスキル向上、雇用の創出、所得向上：

鑄造コースで関連・周辺産業の人材に鑄造技術を普及することで、印国鑄物業従事者のスキル向上（設計・製造・品質管理・生産管理・経営計画・人材管理等）につなげる。鑄造コースでは、年間 100 人（当初、3 年、4 年目以降は 200 人/年の受講者を見込む）の受講者を想定しており、技術者として養成する。また、鑄物技術・マネジメント研修を受けた就業者の雇用創出と所得の向上等の効果をもたらす。

3-4-2 産業基盤の強化：

本事業では、鑄物の品質検査技術を普及することで、鑄物の品質認証を実施する人材を育成し、品質検査拠点として運営することで印国の鑄物製造業の品質を向上する仕組みを構築し産業基盤の強化につなげる。

第4章 ビジネス展開計画

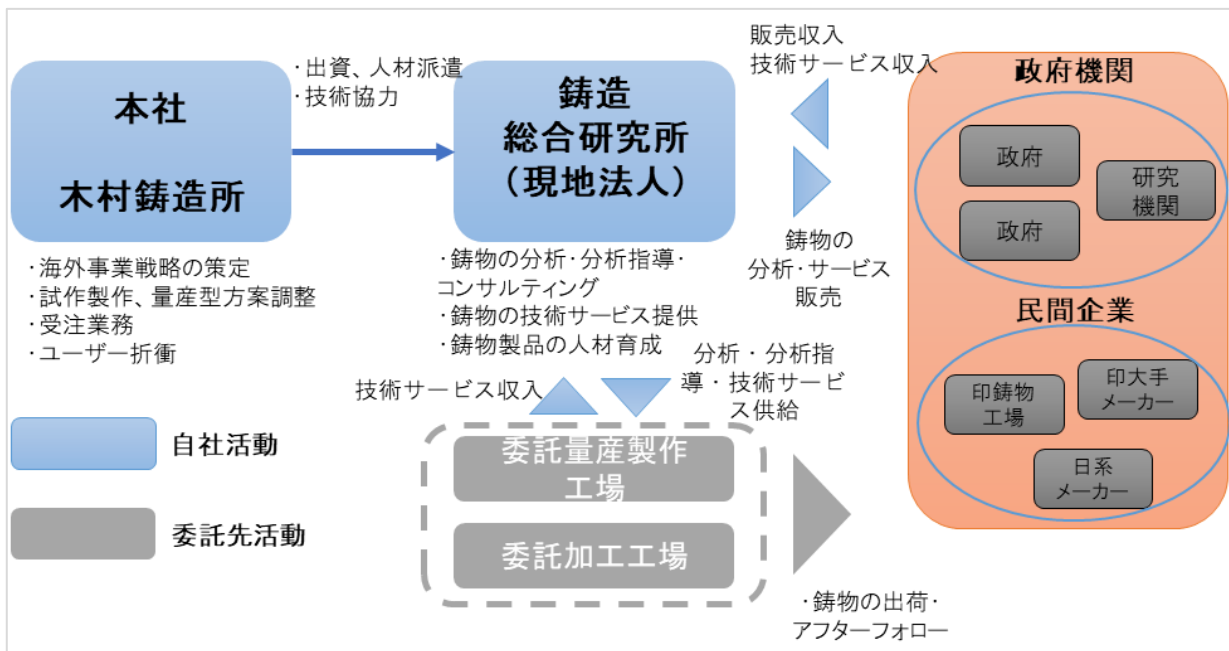
4-1 ビジネス展開計画概要

現地に「鑄造総合研究所（現地法人）」を設立し、鑄物の研究・分析（非破壊検査、機械的性質検査）・コンサルティングと技術サポートサービス（開発から量産までの設計（モデリング）・鑄造・加工一貫生産を管理し、開発スピード向上等）の販売を目指す。また、現地パートナー企業（Bangalore Metallurgicals 社、Ashok Leyland 社、Craftsman 社等を想定）を選定・エージェント契約を締結し、委託製造を通じた鑄物の量産販売体制を構築する。

鑄造総合研究所では、発砲模型研究部（モデリング受託、CAD/CAM データ作成、模型製作指導、目止め剤など材料販売）、鑄鉄鑄造研究部（シミュレーション代行、方案指導、砂型 3D プリンター指導、砂型販売、不具合研究受託）、検査部（非破壊検査受託、機械的性質検査受託）、鑄造設備研究部（模型切削機、塗型反転機、鑄枠などの設計・販売）、人材教育部（人材紹介、仲介、技術指導）を立ち上げ各種の分析・コンサルティングサービスを販売できる体制を構築する。また、エージェント事業部では、エージェントとの委託契約に基づき、鑄物を量産製作・加工し、自社のクライアントに直接販売する。

現地での人材確保に関しては、普及実証事業で設置した鑄造学科（鑄造コース）を卒業した人材を雇用することで、高品質な鑄物製品を研究・分析できる、日本式のものづくりマネジメント体制を構築する。また、同学科（同コース）から卒業した人材の就職先に対しても、木村鑄造所のサービスの販売や継続的な鑄物技術サポートを提供することで、継続的な収入の確保と規模の拡大に寄与する。

【図 8：ビジネス展開図】



【表 11：印国における外国企業の会社設立手続き等に関する概要²³】

進出形態	現地法人 (Company)	駐在員事務所/支店 (Liaison Office/Branch Office/Project Office)
会社形態	1. 株式有限責任会社 (Company Limited by Shares) 2. 保証有限責任会社 (Company Limited by Guarantee) 3. 無限責任会社 (Unlimited Company)	1. 駐在員事務所 (Liaison Office) 2. 支店 (Branch Office)
会社種類	非公開会社 公開会社	1. 輸出入促進業務、外国親会社の代理業務、技術・資本提携の促進業務、連絡調整業務など。ただし、営業活動や売買活動などの商業活動は一切禁止。 2. 輸出入業務、コンサルタント・サービス、調査業務、技術・資本提携の促進業務、外国親会社の代理業務などである。通常、支店形態の場合、インドでの製造・加工活動はできない。
設立過程	2013年改正の会社法 (Company Act, 2013) に定められた所定の手続きを経て、会社を設立する。(非公開・公開会社共通) 第1段階：会社名の承認 第2段階：会社設立証明書の取得 第3段階：事業開始	外国企業の主要事業が、100%の直接投資 (FDI) を許可されている分野に該当する場合、駐在員事務所/支店設立の申請は、承認取引銀行 (Authorised Dealer (AD) - Category I 銀行) に対して行う。その他の場合は、インド準備銀行 (RBI) の事前承認が必要となる。
前提条件	なし	1. 本国において直前の3事業年度の間利益を計上しており、かつ直近の監査済財務諸表で5万米ドル (または相当額) 以上の純資産を有する必要がある。 2. 本国において直前の5会計年度の間における利益を計上しており、10万米ドル (または相当額) 以上の純資産を有する必要がある。
法的地位	外国企業とは別法人	外国企業と同じ

4-2 市場分析

4-2-1 市場の定義・規模：

企業機密情報につき非公表

4-2-2 競合分析・比較優位性：

企業機密情報につき非公表

²³ Coinmen Consultants LLP 資料と JETRO ウェブサイト https://www.jetro.go.jp/world/asia/in/invest_09.html を基にイースクエアが作成

4-3 バリューチェーン

4-3-1 製品・サービス：

企業機密情報につき非公表

4-3-2 バリューチェーン：

企業機密情報につき非公表

4-4 進出形態とパートナー候補

4-4-1 進出形態：

企業機密情報につき非公表

4-4-2 パートナー候補：

企業機密情報につき非公表

4-5 収支計画

4-5-1 収支計画：

企業機密情報につき非公表

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：

許認可・法的リスク：ライセンス取得にかかるリスク

（対応策）事前調査にて外資規制業種や禁止業種に製造業が該当しないことを確認済である。また、鋳物の製造にあたっては専門機関による環境影響評価を受ける必要があるため、本調査の現地渡航を通じて連携する現地パートナーと詳細な手続きの確認を行う。

4-6-2 ビジネス面にかかる課題/リスクと対応策：

知財リスク：木村鋳造所の鋳物や鋳物製造技術が不法コピー、模倣品が製造されてしまうリスク

（対応策）現地弁護士を通じて、現地での特許申請を進める。技術的には、コア技術である鋳造は木村鋳造所の特有の技術であり、鋳造設備の部分的な模倣はできても、FMC 法や DMP 法を実現するための鋳造工程の模倣は不可能であると想定している。また、鋳物の代理店を通じた委託製造・販売に際しては、委託先と秘密保持契約を締結し、リスク低減を図る。

4-6-3 政治/経済面にかかる課題/リスクと対応策：

経済成長の停滞が長期化するリスク：新型コロナ感染拡大によるインド経済への影響が今後も継続するリスク

(対応策) 新型コロナ感染拡大によるインド経済への影響が長期化することが予想されるものの、インド政府の製造業振興政策は継続されることから、終息後には自動車産業を始め、多くの産業で成長が見込まれる。鋳物製品の需要は引き続き拡大すると予想しているため、状況を精査しつつ長期的な視点で、インドでのビジネス展開を進めていく。

4-6-4 その他課題/リスクと対応策：

環境リスク：本事業が環境への悪影響を与えるリスク

(対応策) 現地での組み立て・施工工程からは、ある一定の廃棄物が見込まれている。これらの廃棄物は、現地の環境法に準拠した形での処理を検討・実施する。

4-7 ビジネス展開を通じて期待される開発効果

本事業では鋳物の研究・分析（非破壊検査、機械的性質検査）・コンサルティングと技術サポートサービス（開発から量産までの設計（モデリング）・鋳造・加工一貫生産を管理し、開発スピード向上等）を提供する現地法人を設置し、現地鋳物の品質向上につながる鋳物製品・サービスを提供することで、印国鋳物産業の品質向上の基盤を整備する。

4-8 日本国内地元経済・地域活性化への貢献

4-8-1 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

本インド事業を通じた SDGs への貢献による企業価値の向上が、国内での新卒者及び社会人採用への PR につながる点が期待され、海外事業に興味をもった地元での就職を希望している学生や、U・I ターン就職を希望している社会人の雇用創出に寄与する。なお、印国における事業展開においては、現地の規制やコストに見合った最適化も求められることから、印国に出張しながら現地向けの製品開発を担う技術者の雇用も想定される。

(2) 事業実施による国内関連企業の売上増

印国における事業展開では、資機材を現地調達することでコスト削減を図るが、安定的に技術要件を満たす製品を供給できるようになるまでは引き続き国内企業より関連資機材を調達する。なお、フルモールド鋳造法の需要が現地で増加することにより、発泡スチロール製造会社である松浦スチロールなど木村鋳造所技術に関連する企業も同様に海外事業の売上げ増加が期待される。

4-8-2 その他関連機関への貢献：

本調査および事業実施により得られる知見や経験を、所属している（一社）日本鋳造協会や（公財）日本鋳造工学会のセミナーや機関紙を通じて発表することで、海外事業の進出に関心を持っている国内鋳造企業との新たな連携による事業展開を図る。また、大学などの研究機関と共に、印国発のリバーサイノベーションに関する研究に取り組むことで両国の鋳造産業の活性化が期待される。また、現地調達品の品質向上や調達担当の鋳造知識向上を通して、在印日系企業の競争力強化にも寄与する。

別添資料

非公開

SDGs Business Model Formulation Survey with the Private Sector for Training of Casting Engineers in India

Final Report, October 2020

Executive Summary

Chapter 1. Development Issues in the Target Country/Region

Shortage of Specialized Skilled Workers in the Casting Industry: In India, industrial human resource development is carried out in both the public and private sectors, with manufacturing related technical vocational training for skilled workers provided at higher education institutions at graduate schools, specialized polytechnic education institutions, and industrial training centers. However, with limited practical vocational training facilities in the casting industry and the low level of educational content provided by existing educational institutions, there is a shortage of human resources with advanced practical technical and management know-how (including design engineering, high-quality casting production, advanced casting measurement/quality evaluation technology, business management, etc.).

Shortage of High-quality Casting Products: Casting products made in India are of low quality and the provision of high-quality casting products domestically remains difficult. Japanese and domestic industrial machinery manufacturers do procure alternative casting products from outside the country, but these are of low quality and consequently have large casting processing and repair costs. In addition, because these products are not suitable for use in major components, rather than use these as casting materials, finished products are directly imported from developed countries such as Europe and Japan, increasing costs.

Field surveys for this project revealed that the reason behind the shortage of technology in the Indian foundry industry is that the basic technology of casting is lower, which results in poor quality and an inability to improve quality because of the inability to accurately analyse defects. In addition, although management conditions differ according to the size and level of a given company, due to lower awareness of high-level management and quality control practices among Indian managers, there is a lack of awareness of safety management and 5S (Sort, Set-in-Order, Shine, Standardize, Sustain), no written instructions or work records for workers, and many companies do not fully grasp the concept of quality control.

Chapter 2. Proposing Company, Product, and Technology

Kimura Foundry's casting technology includes its Full Mold Casting (FMC) method, which is a displaced pattern casting method using polystyrene foam, and its Direct Molding Process (DMP) method, which uses 3D printers. Compared with the conventional wood pattern casting process, these methods allow to produce cast parts with higher added value and efficiency. Using IT (data technology) in the production process at Kimura Foundry's headquarters and three domestic factories, everything from CAD/CAE design to quality inspection of finished castings is programmed, allowing for the introduction of a production management system that can collectively manage process control, load adjustment, etc. and resulting in an

environmentally-friendly Japanese-style manufacturing management style. In addition, Kimura Foundry has human resource development expertise from the “Casting College” training started with the Japan Foundry Society and the Japan Foundry Engineering Society, as well as personnel and mechanisms for the transfer of technology.

Based on the results of the field surveys, Kimura Foundry believes that its development and analysis capabilities are highly suited to address the local shortage of casting defect analysis capabilities. In addition, Kimura Foundry’s model-making technology and know-how are well suited to the local market, where the technology for making polystyrene foam models using the FMC method is still in its infancy.

[Chart 1: List of Patents]

Content of Patent	Patent Number
Displaced pattern casting method for model building	5564602
Method for making sand molds for casting	5916789
Surface hardening treatment method for cast iron and steel	2009-077419 (H21.3.26)
Tools and method for frictional mixing process	2010-213898 (H2.9.24)
Casting method using composite structures	2012-013109 (H24.1.25)
Method for acquisition of creep characteristic value	2014-231947 (H26.11.14)
Casting simulation method	2015-009707 (H27.1.21)

Chapter 3. ODA Project Plan and Potential Collaboration

A department of foundry technology (casting course), a skilled worker development resource for casting technology, will be established at KGTTI, which is under the Skill Development, Entrepreneurship and Livelihood Department of the government of Karnataka.

In this project, while utilizing existing facilities owned by KGTTI, Kimura Foundry will introduce the basic manufacturing industry technologies of “casting”, as well as establish and implement a vocational training course to disseminate casting technology to foundries based in the state. In addition, it will build a system to carry out quality inspection of castings by utilizing introduced facilities and trained personnel and will contribute to the improvement of product quality at these same foundries. Furthermore, by disseminating environment-friendly Japanese-style management methods through management training, management personnel who will improve the management ability of Karnataka’s foundry industry will be fostered. Kimura Foundry will also work with local government agencies, such as the Skills Development Bureau which oversees human resource development in the state government, through counterpart (C/P) agencies and aim to strengthen collaboration so that the project is recognized as a good example of a vocational training course in India.

<A department of foundry technology (casting course) will be established as part of the dissemination, demonstration, and business development project>

[Chart 2: PDM]

Targets:	<p>1. Produce skilled workers (100/year, then 200/year after the third to fourth years) with advanced practical skills through the introduction of a human resource development system for casting manufacturing technology (design, manufacture, quality control, production control, management planning, and human resource management) and environmentally-friendly Japanese-style manufacturing management to local technical and vocational education and training institutions.</p> <p>2. Contribute to the improvement of the overall quality of the local casting manufacturing industry by introducing casting quality inspection technology to local technical and vocational education and training institutions and adding the capability to serve as an industrial testing center in order to carry out quality inspections of castings by local casting manufacturers.</p> <p>Through the above, Kimura Foundry will contribute to strengthening the competitiveness of India's manufacturing industry, creating employment, and increasing the income of workers.</p>		
Outcomes:	Activities:		
Outcome 1: Equipment and materials are installed, as required by the C/P organization, to put in place a vocational training facility that enables the transfer of advanced practical techniques for casting production (design, manufacture, quality control, production control, management planning, and human resource management).	Activity 1-1: Detailed plans, including the layout of input facilities and equipment, will be reviewed, and decided with the C/P agency.		
	Activity 1-2: Procure the necessary equipment and materials in Japan and locally.		
	Activity 1-3: The necessary equipment and facilities will be installed on the CP agency's premises.		
Outcome 2: Instructors are trained in advanced practical casting production techniques (design, manufacture, quality control, production control, management planning, and human resource management) at C/P organizations where curricula and learning materials are also maintained.	Activity 2-1: Provide technical guidance to CP teachers and teacher candidates on casting production and quality control, as well as technical guidance on maintenance of equipment.		
	Activity 2-2: Provide training on Japanese-style manufacturing management to C/P teachers and teacher candidates.		
	Activity 2-3: Conduct training of trainers (ToT) for C/P teachers and teacher candidates.		
	Activity 2-4: Discuss and formulate curricula and teaching materials for casting production and quality inspection techniques and Japanese style manufacturing management guidance with C/P organizations.		

<p>Outcome 3:</p> <p>Engineers with advanced practical skills (design, manufacture, quality control, production control, management planning, and human resource management) will be trained in Karnataka State (the location of the C/P).</p>	<p>Activity 3-1:</p> <p>Vocational training for trainees will be provided to trainees in conjunction with C/P agencies using the teachers trained in Outcome 2 and the developed curriculum and materials.</p>
<p>Outcome 4:</p> <p>The C/P will train workers with knowledge of casting quality inspection technology and carry out quality inspections.</p>	<p>Activity 4-1:</p> <p>Provide technical guidance on casting quality inspection to graduates trained in the above activities.</p>
	<p>Activity 4-2:</p> <p>Operate a quality inspection line to inspect the quality of castings in cooperation with C/P agencies.</p>
<p>Outcome 5:</p> <p>The implementation system for sustainable vocational training and maintenance of a quality inspection system will be considered.</p>	<p>Activity 5-1:</p> <p>Develop a draft operational plan, including staffing and budgetary measures for C/P agencies and vocational training and quality inspections.</p>
	<p>Activity 5-2:</p> <p>Develop a draft income and expenditure plan for the C/P agency through quality inspections.</p>
<p>Outcome 6:</p> <p>The above skilled worker training system will serve as a model for casting-related human resource development in India, will be disseminated in each region, and lay the groundwork for Kimura Foundry's horizontal development.</p>	<p>Activity 6-1:</p> <p>Hold debriefing sessions for relevant government agencies and private organizations.</p>
	<p>Activity 6-2:</p> <p>Formulate a business development plan for India based on the horizontal development of the above human resource development system.</p>

[Chart 3: Model Curriculum for Department of Foundry Technology (Casting Course)]

No.	Date	Time	Subject/Content	No.	Date	Time	Subject/Content
1	Day 1	10:00 ~ 11:50	Industry and industrial materials in Japan	19	Day 7	10:00 ~ 11:50	Cost structure
2		12:45 ~ 14:35	History of casting	20		12:45 ~ 14:35	Basic knowledge of industrial technology
3		14:45 ~ 16:35	What is "casting?"	21		14:45 ~ 16:35	Types of models and method of making them
4	Day 2	10:00 ~ 11:50	Applications for casting	22	Day 8	10:00 ~ 11:50	Dissolution method
5		12:45 ~ 14:35	Types of casting methods	23		12:45 ~ 14:35	Molten metal processing
6		14:45 ~ 16:35	Fundamentals of production systems	24		14:45 ~ 16:35	Heat treatment of cast iron

7	Day 3	10:00 ~ 11:50	Occupational safety	25	Day 9	10:00 ~ 11:50	Core
8		12:45 ~ 14:35	Occupational health and environmental protection	26		12:45 ~ 14:35	Sand and molding method
9		14:45 ~ 16:35	Types of iron castings	27		14:45 ~ 16:35	5S activities
10	Day 4	10:00 ~ 11:50	Labor Standards Act and related laws	28	Day 10	10:00 ~ 11:50	Casting scheme
11		12:45 ~ 14:35	Metalworking methods and Japanese casting production	29		12:45 ~ 14:35	Special lecture on casting①
12		14:45 ~ 16:35	The state of casting in Japan	30		14:45 ~ 16:35	Group discussion
13	Day 5	10:00 ~ 11:50	Principles of casting	31	Day 11	10:00 ~ 11:50	Post-processing and inspection
14		12:45 ~ 14:35	Examples of cast iron products	32		12:45 ~ 14:35	Basic quality control①
15		14:45 ~ 16:35	Self-hardening casting process	33		14:45 ~ 16:35	Basic quality control②
16	Day 6	10:00 ~ 11:50	Types of moldings	34	Day 12	10:00 ~ 11:50	Facilities management basics
17		12:45 ~ 14:35	Process of raw mold casting	35		12:45 ~ 14:35	“Kaizen” activities and self-development
18		14:45 ~ 16:35	Cast iron production technology	36		14:45 ~ 16:35	Special lecture on casting②

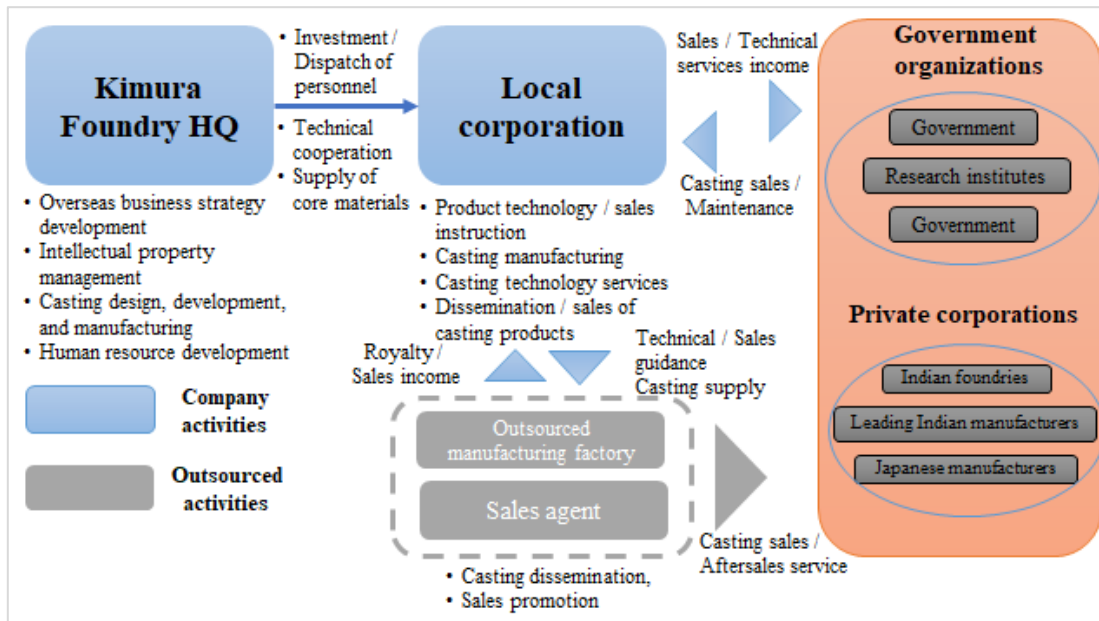
Chapter 4. Business Development Plan

Kimura Foundry will establish a "Casting Research Institute (local subsidiary)" to provide casting research, analysis (non-destructive testing and mechanical property testing), and consulting and technical support services (to manage integrated production from development to mass production, including design (modelling), casting, and machining to speed up development). The company will also select local partners (Bangalore Metallurgicals, Ashok Leyland, Craftsman, etc.) and sign an agent agreement to establish a system for the sale of mass-produced castings through contract manufacturing.

A casting model research department (modelling services, CAD/CAM data preparation, model production guidance, sales of filler materials), iron casting research department (simulation agency, plan guidance, sand mould 3D printer guidance, sand mould sales, defect research on consignment), inspection department (non-destructive testing on consignment, mechanical property testing on consignment), casting research department (design and sale of model cutting machines, mould reversing machines, casting frames, etc.), and human resource training department (human resources introduction, intermediation, and technical guidance) will be established in the casting research institute to build up a system capable of providing various analysis and consulting services. In the agent division, Kimura Foundry will mass-produce and process castings and sell them directly to its clients based on consignment contracts with agents. To secure local human resources, Kimura Foundry will hire graduates of the department of casting from the dissemination and demonstration project to build a Japanese-style “Monozukuri” management system capable of researching and analyzing

high quality casting products. Kimura Foundry will also sell its services and provide ongoing casting technology support to the employers of graduates of the casting course, thereby contributing to the securing of continuous income and expansion of scale.

[Figure 1: Overview of Business Development]

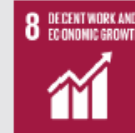


Case Summary Chart



SDGs Business Model Formulation Survey with the Private Sector for Training of Casting Engineers in India

Kimura Foundry Co., Ltd. (Shimizu-cho, Sunto-gun, Shizuoka prefecture)



Development Issues Concerned in the Sector

- Insufficient practical vocational training for casting technology and lack of skilled technical workers with advanced practical skills.
- Low quality of casting products, which play an important role in the manufacturing industry.
- Shortage of manufacturing management personnel with expertise in environmental considerations and advanced quality management.

Survey Outline

- Survey Duration: July 2019 - December 2020
- Country/Area: Bengaluru, Karnataka and other areas, India
- Name of Counterpart: Department of Labour, Government of Karnataka
- Survey Overview: The present survey includes research for the formulation of an ODA project and market research for business development. It will introduce advanced casting manufacturing engineer training and a vocational training program to provide management personnel with Japanese-style production management expertise, as well as strengthen the Indian manufacturing industry by facilitating the manufacture of high-quality casting products and contributing to the goals laid out in India's "Make in India" and "Skill India" development initiatives.

How to Approach to the Development Issues

- In cooperation with a local casting manufacturer partner company, sales of imported castings and the operation of a casting research institute will be carried out, and technical consulting services for casting inspection/quality improvement will be offered.
- In the future, in cooperation with a local partner company, establish a casting production system and locally produce and sell high-quality casting products.
- Expected main clients are Japanese or Indian heavy industry manufacturers in India, aiming to export and sell castings from India to surrounding emerging markets.

Products/Technologies of the Company

- Our casting technology employs a Full Mold Casting method (FMC) in which a polystyrene foam pattern is displaced with molten metal, and a Direct Molding Process (DMP) in which a sand mold is directly produced by 3D printer.
- Having long been involved in the operation of a casting college for the purpose of developing human resources to become mid-level executives in foundries, we are able to provide training on metallurgy and Japanese manufacturing (design, production management, inspection, processing), together, the foundation of casting technology.



Mass produced products made with the FMC process

Expected Impact in the Country

- By setting up a casting academy (CA) in cooperation with the C/P organization and allowing it to function as a casting industry testing center, the foundation of Indian casting industry quality improvement will be laid, and industrial infrastructure will be improved.
- By carrying out and disseminating practical vocational training on casting technology and Japanese-style manufacturing, capacity building can be achieved by improving the skills of peripheral industry workers.
- The training of trainers in practical casting technology, metallurgical basics, environmental considerations, and quality control methods of the Japanese manufacturing industry will be made possible.

14 August 2019