

カンボジア国

カンボジア国  
地雷除去作業員の安全を守り、作業を効  
率化する地雷除去ロボット DMR の配備  
に係る案件化調査

完了報告書

2022 年 1 月

独立行政法人  
国際協力機構（JICA）

IOS 株式会社、日本ロストワックス株式会社

民連
JR
22-001

<本報告書の利用についての注意・免責事項>

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

<Notes and Disclaimers>

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

## 目次

写真 .....	iii
地図 .....	iv
図表リスト.....	v
略語表.....	vi
案件概要 .....	vii
要約 .....	viii
第1 対象国・地域の開発課題.....	1
1. 対象国・地域の開発課題.....	1
2. 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等.....	4
3. 当該開発課題に関連する我が国の国別開発協力方針.....	4
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) 我が国の ODA 事業.....	4
(2) 他ドナーの先行事例分析 .....	6
第2 提案法人、製品・技術 .....	7
1. 提案法人の概要 .....	7
(1) 企業情報.....	7
(2) 海外ビジネス展開の位置づけ .....	7
2. 提案製品・技術の概要 .....	8
(1) 提案製品・技術の概要 .....	8
(2) ターゲット市場.....	10
3. 提案製品・技術の現地適合性 .....	11
(1) 現地適合性確認方法.....	11
(2) 現地適合性確認結果（技術面） .....	11
(3) 現地適合性確認結果（制度面） .....	11
4. 開発課題解決貢献可能性.....	11
第3 ODA 事業計画/連携可能性 .....	12
1. ODA 事業の内容/連携可能性.....	12
(1) 普及・実証・ビジネス化事業.....	12
(2) 無償資金協力.....	18
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 .....	18
(1) 制度面にかかる課題/リスクと対応策 .....	18
(2) インフラ面にかかる課題/リスクと対応策.....	18
(3) C/P 体制面にかかる課題/リスクと対応策.....	19
(4) その他課題/リスクと対応策.....	19
3. 環境社会配慮等 .....	19
4. ODA 事業実施/連携を通じて期待される開発効果.....	21

第4	ビジネス展開計画.....	22
1.	ビジネス展開計画概要.....	22
2.	市場分析.....	23
	(1) 市場の定義・規模.....	23
	(2) 競合分析・比較優位性.....	23
3.	バリューチェーン.....	24
	(1) 製品・サービス.....	24
	(2) バリューチェーン.....	25
4.	進出形態とパートナー候補.....	26
	(1) 進出形態.....	26
	(2) パートナー候補.....	26
5.	収支計画.....	27
6.	想定される課題・リスクと対応策.....	27
	(1) 法制度面にかかる課題/リスクと対応策.....	27
	(2) ビジネス面にかかる課題/リスクと対応策.....	28
	(3) 政治・経済面にかかる課題・リスクと対応策.....	28
	(4) その他課題/リスクと対応策.....	28
7.	ビジネス展開を通じて期待される開発効果.....	28
8.	日本国内地元経済・地域活性化への貢献.....	29
	(1) 関連企業・産業への貢献.....	29
	(2) その他関連機関への貢献.....	29
	英文案件概要.....	31
	英文要約.....	32
	別添資料.....	35

写真



動作試験（国内） 2020年2月



動作試験（CMAC試験場） 2020年2月



中央整備工場の視察 2020年2月



地雷原の視察 2020年2月



CMAC本部での会議 2020年2月



動作試験（国内） 2020年7月



動作試験（国内） 2020年9月



動作試験（CMAC試験場） 2021年12月

地図



出典：世界地図：<http://www.sekaichizu.jp/>

## 図表リスト

図 1	過去 10 年間の死傷者数の推移 .....	2
図 2	地雷原マップ .....	2
図 3	地雷対策体制図 .....	4
図 4	DMR 技術の特長 .....	9
図 5	DMR 技術の特長 2 (全体像) .....	9
図 6	CMAC の組織図 .....	13
図 7	実施体制図 .....	16
図 8	ビジネス実施体制図 .....	26
表 1	主な地雷汚染国 .....	1
表 2	日本の地雷対策分野支援実績 .....	4
表 3	他ドナーの援助計画 (2020 年) .....	6
表 4	DMR 製品の仕様 .....	10
表 5	主要地雷除去機材メーカーと主要顧客 .....	11
表 6	活動計画・作業工程 .....	16
表 7	DMR と競合他社製品の比較 .....	24

略語表

略語	正式名称	日本語名称
ASEAN	Association of South-East Asian Nations	東南アジア諸国連合
CDC	Council for Development of Cambodia	カンボジア開発評議会
CMAA	Cambodian Mine Action and Victim Assistance Authority	カンボジア地雷対策・被害者支援庁
CMAC	Cambodian Mine Action Centre	カンボジア地雷対策センター
CWS	Central Workshop	中央整備工場
DMR	Demining robot	地雷除去ロボット
DU	Demining Unit	地雷・不発弾除去活動支部
ICBL	International Campaign to Ban Landmines	地雷禁止国際キャンペーン
JETRO	Japan External Trade Organization	独立行政法人日本貿易振興機構
JICA	Japan International Corporation Agency	独立行政法人国際協力機構
JMAS	Japan Mine Action Service	認定特定非営利活動法人 日本地雷処理を支援する会
RCAF	Royal Cambodian Armed Forces	カンボジア王国軍
TIMA	Technical Institute of Mine Action	(CMAC) 地雷対策技術研修所
UNDP	United Nations Development Programme	国際連合開発計画



カンボジア国 地雷除去作業員の安全を守り、作業を効率化する  
地雷除去ロボットDMRの配備に係る案件化調査  
IOS株式会社(東京都新宿区)、日本ロストワックス株式会社(千葉県茂原市)



対象国地雷除去分野における開発ニーズ(課題)

- ・作業員の安全に配慮して地雷を除去すること
- ・地雷除去作業能力を向上させること
- ・地雷汚染地域を減らし、地雷による被害者の削減、農業用地としての土地活用、観光開発を促進すること

提案製品・技術

- ・リモートコントロールによる遠隔制御機能により、作業員を安全な場所に配置したうえで作業出来ること
- ・分解・組立が容易で軽量であるため、大型機材が使用できずに人の手で作業される林地、傾斜地で作業出来ること

本事業の内容

- ・契約期間: 2020年1月~2022年2月
- ・対象国・地域: カンボジア国ブノンペン州、シエムリアップ州、バタンバン州、コンポンチュナン州、プリアビヒア州、バンテイメンチェイ州、パイリン州
- ・カウンターパート機関: Cambodian Mine Action Centre (CMAC)
- ・案件概要: DMRがカンボジア国で普及するために、地雷除去作業の現況を把握し、現地に適合する製品の仕様確認及び製品の改良を行う。ビジネス展開のための市場、投資環境、規制、許認可、知財に関する調査を行う。ODA事業について現地ニーズを把握して計画を策定する。

プロトタイプ DMR-4

圧縮空気型地雷原掘削装置



開発ニーズ(課題)へのアプローチ方法(ビジネスモデル)

- ・CMACを主要顧客として製品の販売・メンテナンスを行う。
- ・将来的に地雷が現在も埋設されている60カ国以上の地雷除去機関を顧客としてビジネスを拡大する。
- ・地雷除去後の地雷原の有効活用方法に関して調査検討を行う。

対象国に対し見込まれる成果(開発効果)

- ・DMRが配備されることにより地雷除去作業員の安全に配慮して作業ができる。
- ・地雷除去時間が短縮され、地雷汚染地域をより早く減らすことが出来る。
- ・地雷による被害者数の削減、農村地域の発展、観光開発に貢献する。

2022年1月現在

## 要約

### I. 調査要約

1. 案件名	<p>(和文) カンボジア国地雷除去作業員の安全を守り、作業を効率化する地雷除去ロボット DMR の配備に係る案件化調査 (中小企業支援型)</p> <p>(英文) Feasibility Survey for Demining Robot Installation to work efficiently and protect the safety of deminers</p>
2. 対象国・地域	カンボジア国プノンペン、シェムリアップ、バタンバン
3. 本調査の要約	<p>地雷除去作業員の安全を守り、作業を効率化する地雷除去ロボット (Demining Robot:DMR) の配備に関する案件化調査。本調査後に DMR のビジネス展開を図り、ひいてはカンボジア国の完全地雷除去の達成への貢献を目指す。</p>
4. 提案製品・技術の概要	<p>提案する製品・技術の特長：</p> <p>当 JV の地雷除去ロボット DMR は、地雷を掘り出す作業に特化した製品である。DMR は、非効率的で危険を伴う「手作業」により行われている地雷除去作業を「ロボット化」し、安全かつ効率的な作業に変えることができる。高圧で空気を噴射して地雷原の土だけを選択的に除去するエア掘削のため、手作業と比較して掘削の効率性を 2.26 倍アップさせる。また、操作は複雑ではないため、CMAC 作業員にも容易に使いこなせる。</p> <p>他社との比較優位性：</p> <p>他社製品は比較的小型でも重量が 2 トン以上ある。大型機材を長期にわたり活用してきたカンボジアにおいて未処理の地雷原は、「林地、傾斜地等」に多い。当社製品は分解・組立が容易で総重量が約 85kg (付属機器含む) と比較的軽量であるため、地雷除去チームが手分けして持ち運ぶことができ、林地・傾斜地など重機の活用ができない場所でも作業ができる。また現状、林地・傾斜地では手作業で地雷除去作業が行われているが、DMR の配備により、作業員の安全を確保しながら作業効率を向上させることができる。</p> <div data-bbox="1034 1361 1374 1541" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: right;">写真 大型地雷除去機材</p>
5. 対象国で目指すビジネスモデル概要	<p>CMAC (Cambodian Mine Action Centre) を主要顧客として DMR の販売及びメンテナンスを請け負う。DMR の骨格となる部品は本邦で調達し、カンボジアに輸送する。その後、現地調達可能な部品と組み合わせて完成品とし、販売することを検討している。組立は、IOS が設立する現地法人が行うこととする。メンテナンスは CMAC の訓練センターである TIMA や、バタンバンにある中央整備工場 (CWS) にて実施する。将来的に地雷・不発弾が埋設されている諸国 (ラオスやコロンビアなど) へ展開する。</p>
6. ビジネスモデル展開に向けた課題	<p>課題は新型コロナウイルスの蔓延により、工業部品の生産・供給が滞り、2021 年 10 月現在、DMR を構成するアクチュエータのような駆動部品や制</p>

題と対応方針	御システム用の基盤等の納期が長期化している。部品によりコロナ以前の供給量に戻るまで今後数年を要すると見込まれるものもある。対応方針としては、生産計画をなるべく早く作成し、早期の部品確保に努める。
7. ビジネス展開による対象国・地域への貢献	<p>・貢献を目指す SDGs のターゲット：</p> <p>ゴール 9 産業と技術革新の基盤をつくろう</p> <p>ゴール 11 住み続けられるまちづくりを</p> <p>安全に配慮しながら作業効率を向上させる DMR の配備により、地雷除去作業中の事故の低減及び完全地雷撤去の早期達成に貢献する。また、埋設地雷により阻害されていた農村地域の経済発展及び住民の安全な生活確保、観光開発へ貢献する。</p>
8. 本事業の概要	
① 目的	DMR の現地適合性を確認し、CMAC に配備されるために調査を行う。
② 調査内容	<p>① 地雷除去作業の現況、計画、政策、法令</p> <p>② 製品の現地適合性（仕様確認、製品改良）</p> <p>③ ODA 事業計画</p> <p>④ ビジネス展開計画（市場調査、投資環境、規制、許認可、知財）</p>
③ 本事業実施体制	<p>提案法人：IOS 株式会社、日本ロストワックス株式会社</p> <p>外部人材：株式会社 e-Gle、株式会社小野電機製作所、THK 株式会社、新日本精工株式会社、株式会社オリエンタルコンサルタンツグローバル、佐古 壽聰（個人）、竹村秀樹（個人）</p>
④ 履行期間	2020 年 2 月～ 2022 年 2 月（2 年 1 ヶ月）
⑤ 契約金額	49,916 千円（税込）

## II. 提案法人の概要

1. 提案法人名	IOS 株式会社、日本ロストワックス株式会社
2. 代表法人の業種	IOS 株式会社：[⑤その他]（ ロボットの研究・開発 ） 日本ロストワックス株式会社：[①製造業]
3. 代表法人の代表者名	IOS 株式会社：今井 賢太郎 日本ロストワックス株式会社：佐久間祥一
4. 代表法人の本店所在地	IOS 株式会社：東京都新宿区新宿三丁目 11 番 12 号 日本ロストワックス株式会社：千葉県茂原市南吉田 1230 番地
5. 代表法人の設立年月日（西暦）	IOS 株式会社：2016 年 5 月 26 日 日本ロストワックス株式会社：2014 年 3 月 19 日
6. 代表法人の資本金	IOS 株式会社：2,000 万円 日本ロストワックス株式会社：1,000 万円
7. 代表法人の従業員数	IOS 株式会社：4 名 日本ロストワックス株式会社：41 名
8. 代表法人の直近	IOS 株式会社：6,902 万円（2018 年 5 月～2019 年 4 月期）

の年商（売上高）	日本ロストワックス株式会社：2億9,105万円（2017年5月～2018年4月期）
----------	---

# 第1 対象国・地域の開発課題

## 1. 対象国・地域の開発課題

開発課題の状況：

開発課題は、安全に配慮しながら作業効率を向上させて地雷を完全に除去することである。

1970年から約20年以上続いたカンボジア内戦では、カンボジア全土に400万～600万個の地雷が埋設され（CMAC）、カンボジアは世界でも有数の地雷、不発弾の被害国となった。2019年時点でも地雷汚染が多い国（地雷汚染地域が100km<sup>2</sup>以上）の10カ国の一つである（詳細は下表1参照）<sup>1</sup>。地雷は主に、ベトナム製、ロシア製、東ドイツ製、中国製、米国製であり、多様な国々で生産された地雷がカンボジアに持ち込まれ埋設された。これらは地上、水中、地下に埋設されており、とくに地下、水中の地雷の除去が難しい。対人地雷は1個2～3USDで購入が可能であり費用対効果に優れていることから、戦時中多く利用され、地雷汚染の地域が拡大した。

表1 主な地雷汚染国

アジア	アフリカ	中南米	欧州	中東
非常に多い (>100km <sup>2</sup> 以上) *				
カンボジア タイ アフガニスタン	アンゴラ チャド		ボスニア・ヘルツェゴ ヴィナ クロアチア トルコ	イラク イエメン
多い (20-99km <sup>2</sup> ) *				
スリランカ	エリトリア エチオピア ソマリア 南スーダン ジンバブエ	コロンビア		
中程度に多い (5-19km <sup>2</sup> ) *				
	スーダン	アルゼンチン** チリ	タジキスタン イギリス**	
少ない (<5km <sup>2</sup> ) *				
	コンゴ民主共和国 ニジェール セネガル	エクアドル ペルー	キプロス セルビア	パレスチナ

\*地雷汚染地域

\*\*フォークランド諸島

出典：「Land Mine Monitor 2019」を参考に提案法人作成。

カンボジアにおける地雷及び不発弾の死傷者数は1979年から現在までに6万人を超過しており、そのほとんどが民間人である（CMAC）。1990年代に年間1,000名以上であった被害者数は2000年以後800人台で推移している。これは国家政策としての地雷・不発弾の除去及び危険回避のための啓もう活動が定着してきた結果である。しかし、地方の農村開発が進み水田や果樹園等での作業で大型農業トラクターが導入されると、比較的深部に埋設されていた対戦車地雷が爆発してしまうことがある。洪水などで地中深くに埋設されていた地雷が地上に現れて農村部で農作業中の者や、子どもが遊んでいる最中に地雷と接触してしまうことにより、地雷による被害は後を絶たない<sup>2</sup>。2019年は77人（死亡：10人、負傷：52人、手足切断：15人）にまで減少したが、過去5年間は50人から100人前後で横ばいで

<sup>1</sup> International Campaign to Ban Landmines – Cluster Munition Coalition 「Land Mine Monitor 2019」(2019年)

<sup>2</sup> JICA 報告書「カンボジア国第七地雷除去活動機材整備計画準備調査報告書」(2016年)

あり、一定の被害者がいる（下図1参照）。

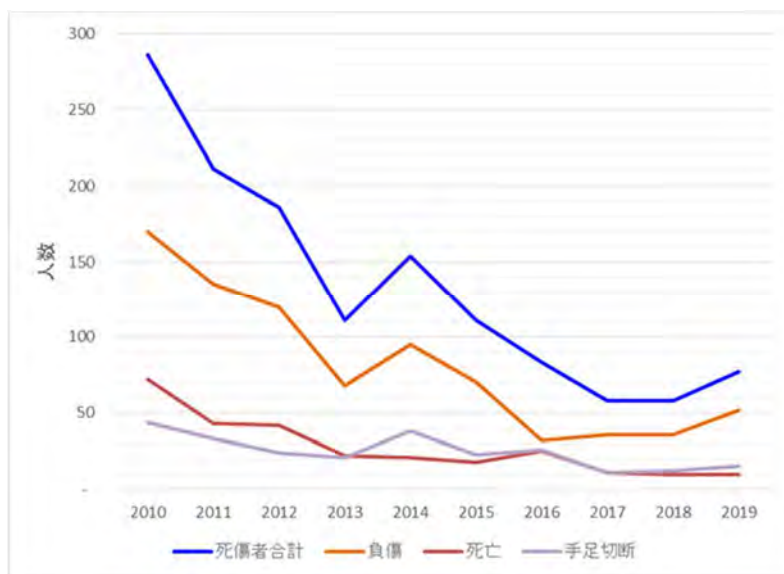


図1 過去10年間の死傷者数の推移

出典：CMAC

内戦終結以降、カンボジア政府は各国政府、国際機関の支援を受け、CMACを通じて、1992年から地雷除去に取り組んでいる。しかし図2の通り、北西のタイ国境沿いを中心に地雷が、南東部のベトナムとの国境沿いにクラスター爆弾等の不発弾（残留不発弾）が多数存在する。

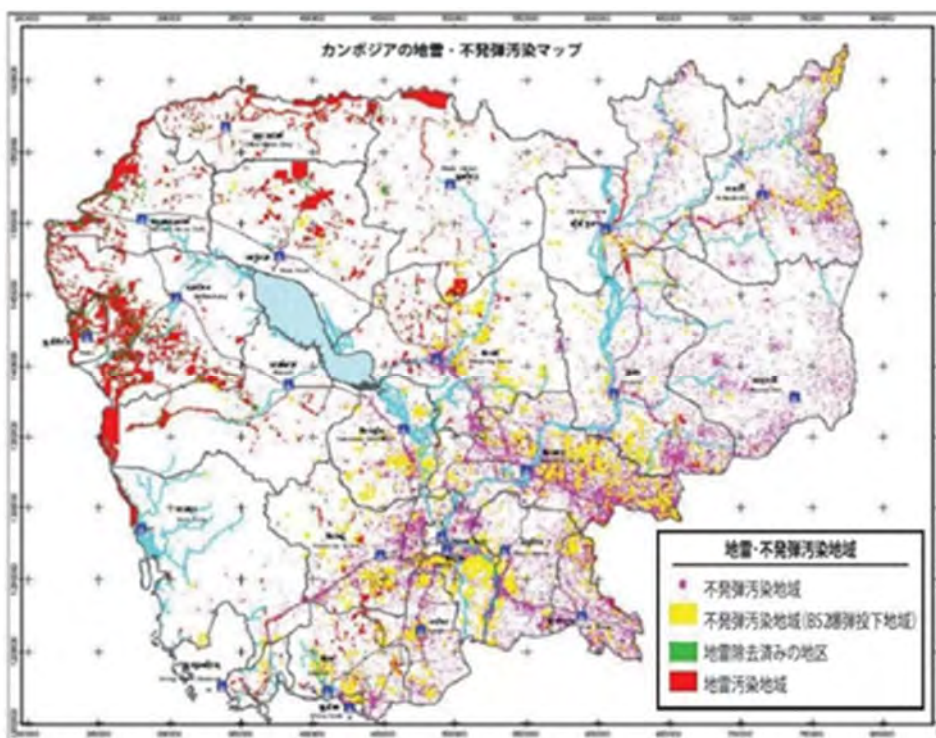


図2 地雷原マップ

出典：JICA カンボジア事務所

2020年時点で、地雷汚染地域は866km<sup>2</sup>、残留不発弾汚染地域は1,217km<sup>2</sup>である（CMAA）。この多くが、人口の8割が居住している農村部に集中している。これらの地域では土地を有効利用できないため、カンボジアの発展の足かせとなっている。例えば世界的に有名な観光地「アンコール・ワット」があるシェムリアップ近郊では、今も寺院周辺に地雷が埋設されており、こうした遺跡では十分な観光資源の開発ができていない。

CMACでは、2025年までにカンボジア国内の地雷除去作業の完了を目標に掲げているが、残存する地雷原の面積を近年の処理実績に照らすと、目標達成は非常に厳しい状況にある。このため、早期の地雷除去目標の達成のために、作業能力の向上（作業の効率化）が必要不可欠である。

地雷埋設場所の状況により、除去作業は手作業で行われる。地雷除去作業員は防護服を着用しているが、とくに地雷が埋設されているか確認する掘削の作業は地雷と非常に近い位置で作業を行うため危険が伴い、人身事故が発生している。作業能力を向上するとともに地雷除去作業員の安全を確保することが必要である。

#### 開発課題の背景・原因：

地雷除去作業の効率化のためには作業の機械化が有効であるが、地雷の埋設場所や埋設状況により異なった機材が必要となる。平地における地雷除去作業については、これまで日本を含むドナー各国からの重機の支援もあり、比較的順調に進んだ。しかし、山間部や重機の入ることのできない地域での除去作業は手作業となるため、効率的な作業が行えず除去作業は進んでいない。手作業による除去作業は主に「1マン1レーン方式」で実施されており、1人が地雷探知と掘削を行う。作業員同士は15m以上の間隔を置いて並び、担当区域を1.5m幅のレーンに区切り、地雷探知と掘削を行うが、1日6時間かけて10mほどしか進むことができず、山間部の除去作業は進んでいない。

手作業による地雷除去作業時、地雷に含まれる金属はごく少量であるため、地雷原の探査には精度の高い金属探知機を使用する。しかし、精度が高いために、地雷だけでなく空薬莖や鉄くずをも探知してしまう。探知した金属が空薬莖や鉄くずなのか、本当に地雷であるかは、その場所を掘削して確認するまでは分からない。掘削には写真1のような器具を用いる。地雷に近い位置で作業せざるを得ないため、作業員は身の危険を感じながら時間をかけて、これらの金属片の無駄な掘削を繰り返す。CMACの1992年から2016年までの統計によると、金属反応が本当に地雷や不発弾である確率は非常に低く、896回掘削して1回程度である。乾季は30度以上の炎天下の中で作業を行うため体力が消耗し、集中力が低下する。その結果、肉体及び精神的疲労による作業時の人身事故発生・作業効率低下が発生している。



写真1 掘削道具



写真2 炎天下での地雷除去作業

## 2. 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

カンボジアにおける地雷除去活動は、政府機関である Cambodian Mine Action and Victim Assistance Authority (CMAA) の管理・監督の下、政府機関である CMAC、カンボジア軍、国際的な非営利団体により行われている（図3参照）。

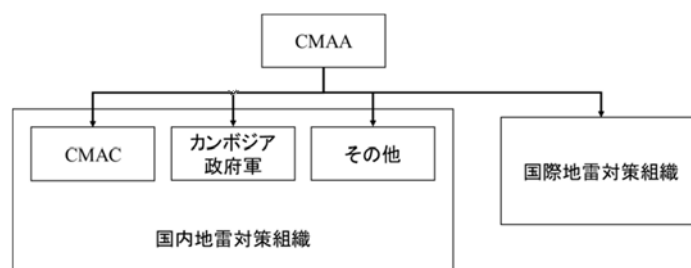


図3 地雷対策体制図

出典：CMACからのヒアリングより提案法人作成

「国家地雷対策戦略2018-2025」では、8つの目標のうち、目標1では「2025年までに全ての地雷汚染地域をなくす」ことを目標としており、そのための活動計画が記載されている。上述のとおり、2025年の完全除去は困難であると見込まれているものの、2025年以後の計画については2021年10月時点では未定である（CMAC）。

また、カンボジアの開発政策である「国家戦略開発計画2019-2023」では、農業及び農村開発の振興のために「貧困世帯の農業用地確保のため地雷及び不発弾を除去すること」が記載されており、地雷及び不発弾除去は優先政策及び活動の一つと位置付けられている。

## 3. 当該開発課題に関連する我が国の国別開発協力量針

外務省対カンボジア国別開発協力量針の3つの重点分野の1つとして「ガバナンスの強化を通じた持続可能な社会の実現」がある。その中で、「地雷・不発弾除去を安全かつ効率的に遂行する上で必要な資機材の整備及び処理事業の運営などについて支援」するための協力プログラムとして「対人地雷・不発弾除去プログラム」がある。本事業はこれらの方針に合致する。

## 4. 当該開発課題に関連するODA事業及び他ドナーの先行事例分析

### (1) 我が国のODA事業

主に下記の案件が行われており、継続的に地雷除去活動に係る協力が行われている。提案法人の製品が配備されることにより効率的な地雷除去が可能となるため、これらの事業を補完することが出来る。

表2 日本の地雷対策分野支援実績

実施年度	案件名	供与限度額 (億円)	概要
2020	カンボジア地雷対策センター組織強化プロジェクト（技プロ）	-	2026年以降のCMACのあり方の検討、及びカンボジア国内や日本での研修によるCMAC職員の人材育成



2020	統合的地雷除去及び地雷被害者支援計画 (無償)	10.0	地雷汚染が特に深刻な北西部の3州に対する地雷除去機調達及び、農地整備や農業訓練などの住民支援
2017	第三国研修「地雷対策」(無償)	1.31	コロンビア国大統領府対人地雷対策庁(DAICMA)に対し、人道的地雷除去における作業能力の向上を図るため、CMACを研修受入機関として第三国研修を実施
2016	第三次地雷・不発弾除去活動強化計画(紛争予防・平和構築無償)	18.1	地雷除去機の調達及び、農地整備や農業訓練などの住民支援
2016	第七次地雷・不発弾除去活動機材整備計画(無償)	13.7	地雷・不発弾除去活動用の機材調達(地雷探知機や灌木除去機)
2015	対人地雷・不発弾除去分野のNGO連携無償資金協力(第1~3期)	4.4	CMAC職員に対する能力強化支援
2015	不発弾・地雷分野に関するラオス・カンボジア南南協力(第三国研修)	-	UXO-Laoの組織強化のための、CMACとの共同研修実施支援
2013	第二次地雷・不発弾除去活動強化計画(紛争予防・平和構築無償)	8.9	スペアパーツの調達及び、農地整備や農業訓練などの住民支援
2011	第六次地雷・不発弾除去活動機材整備計画(無償)	12.9	地雷・不発弾除去活動用の機材調達(灌木除去機、地雷探知機、建機、農機等)
2009	地雷・不発弾除去活動強化計画(紛争予防・平和構築無償)	10.9	対人地雷除去用機材の調達および、農地整備や農業訓練などの住民支援(機材調達:地雷除去機、建機、農機等)
2008	第五次地雷・不発弾除去活動機材整備計画(無償)	5.4	地雷・不発弾除去活動用の機材調達(地雷除去機、移動工作車等)
2007	第二次地雷・不発弾除去活動支援機材開発研究計画(無償)	4.8	地雷・不発弾除去活動用の支援機材の開発研究(機材調達:車輜、地雷探知機、地雷除去機)
2005	地雷・不発弾除去活動支援機材開発研究計画(無償)	4.1	地雷・不発弾除去活動用の支援機材の開発研究
2004	第四次地雷・不発弾除去活動機材整備計画(無償)	17.6	地雷・不発弾除去活動用の機材調達(灌木除去機、車輜、地雷探知機、中央整備工場テント、防護ベスト等)
2002	第三次地雷・不発弾除去活動機材整備計画(無償)	7.9	地雷・不発弾除去活動用の機材調達(灌木除去機、車輜、発電機等)
2000	第二次地雷・不発弾除去活動機材整備計画(無償)	3.3	地雷・不発弾除去活動用の機材調達(車輜、維持管理工具等)

1998	地雷・不発弾除去活動機材整備計画（無償）	4.7	地雷・不発弾除去活動用の機材調達（灌木除去機、車輛、発電機）
------	----------------------	-----	--------------------------------

出典：外務省 HP より提案法人作成

## (2) 他ドナーの先行事例分析

地雷除去の作業は CMAC を中心に行われている。毎年、CMAC は中国政府、アメリカ政府、民間企業及び団体から資金援助を受けて、活動を行っている。CMAC は、全国の地雷汚染地域毎に 6 つのユニット (DU) を置いている。各 DU 毎に、支援国が異なる。その活動は財政面で国外に大きく依存しており、2017 年予算に占める各国・国際機関からの資金提供の割合は約 85% である (JICA)。また、2020 年は、総額 14,768,562USD (約 16 億円) の資金援助が計画されており、各プロジェクトへの援助国、機関は下表のとおりである。

表 3 他ドナーの援助計画 (2020 年) <sup>4</sup>

No.	プロジェクト名	ユニット	ドナー/パートナー
1	Mine/ERW Clearance in Banteay Meanchey (2-month extension)	DU1	UNDP/CMAA
2	Mine/ERW Clearance in Battambang (2-month extension)	DU2	UNDP/CMAA
3	Royal Government of Cambodia - Japan Counterpart Fund Assistance for Human Security Projects	DU2	RGC/EoJ
4	Community Anti-tank Mine Clearance	DU2	IMCCD/IMCCD
5	Leasing MDD to MAG Cambodia Program (3 SLD teams)	DU2	MAG/MAG
6	Mine/ERW Clearance in Palin (2-month extension)	DU3	UNDP/CMAA
7	Landmine and ERW Clearance in Angkor Heritage Compound (Phase 2)	DU4	RGC/Apsara
8	TSC Secondment to APOPO DU4	DU4	APOPO/APOPO
9	Clearance of ERW in the East of Cambodia	DU5	USA/NPA
10	The China-Aided Cambodia Landmines Elimination	DU6	PRC/MEF
11	Southwest Irrigation (Phase 1)	DDU	RGC/MWRAM
12	Royal Government FUNDP (Administration) - Extension	HQs	RGC/RGC
13	Explosive Harvesting Program & Salvage Dive Unit	TMIA	USA/GW

出典：CMAC “Integrated Work Plan 2020” より提案法人作成

UNDP は協調融資プロジェクトを主導している。オーストラリアとスイスが協調融資を実施した「Clearing for Results phase III: Mine Action for Human Development (2016-2019)」プロジェクトでは、地雷除去実績のモニタリングシステムの改良及び次期対地雷国家戦略の策定を支援した。また、アメ

<sup>4</sup> 略語：RGC(The Royal Government of Cambodia)、EoJ(Embassy of Japan)、CA(CROWN AGENTS)、IMCCD(International Mine Clearance and Community Development Supporters)、MAG(Mine Advisory Group)、Apsara(Authority for the Protection of the Site and Management of the Region of Angkor)、APOPO(Anti-Personnel Landmines Removal Product Development)、NPA(Norwegian People's Aid)、PRC(People's Republic of China)、MEF(Ministry of Economy and Finance)、MWRAM(Ministry of Water Resources and. Meteorology)、GW(Golden West Foundation)

リカの GoldenWest 財団<sup>5</sup>は、アメリカ政府やマサチューセッツ工科大学等から援助を受け、あらゆる爆発物処理の研究を行っている財団であり、CMAC と提携し爆発物処理の研究を実施している。

## 第2 提案法人、製品・技術

### 1. 提案法人の概要

#### (1) 企業情報

##### 【IOS 株式会社】

顧客ニーズに適合する先端システム（ロボット等）のカスタム化のコンサルティングを主業務として太陽光発電所の除草作業のロボット化などのコンサルティングを行っている。また、地雷除去ロボット DMR の製造開発・改良に注力している。

##### 【日本ロストワックス株式会社】

「ロストワックス製法」を駆使して精密鋳造品を製造、販売している。「ロストワックス製法」は、ロウ（ワックス）で原型を作り、周りを鋳砂や石膏で覆い固め、加熱によりロウを溶かし抜くこと（脱ロウ）によってできた空洞に、製品材料（溶かした金属）を流し込む鋳造方法である。寸法精度が高く、複雑な形状のものを一体化して鋳造でき、小ロットでもコストを抑えた製造が可能である。ロストワックス株の製品はロボットの他、航空機や自動車、農機等の部品にも使用されている。

#### (2) 海外ビジネス展開の位置づけ

地雷除去ロボットの市場は地雷埋設国の地雷除去機関のみという非常に限られたものではあるが、それが故に大企業が進出をしにくいニッチな市場である。そのため、IOS や日本ロストワックスのような、世界市場で通用する高い製造技術を持つものの小規模な企業にとって海外展開の余地がある。

IOS は、DMR の開発に着手した 2017 年より、慶応義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科と連携し、DMR の開発を行ってきた。地雷除去ロボットである DMR は、工場ラインのように常に一定した環境において予め決められた作業を実行することはなく、季節や土質、土中の障害物の有無など、コンディションが常に異なる屋外で、安定的に稼働することが求められる。必然的に技術課題が多く生じるが、IOS 会長の狼嘉彰は東京工業大学名誉教授であり、慶應義塾大学大学院システムデザインマネジメント研究科委員長・教授、宇宙航空研究開発機構（JAXA）技術研究本部研究総監を歴任していることから、技術課題を解決する豊富な経験と優れた人脈を持つ。IOS はこれを活用し、DMR の改良を重ね、地雷原への適合性を高めている。

DMR の製作には、日本ロストワックスが持つ、精密鋳造品の製造技術を使って製作された部品類が必要である。グローバル化によって顧客である製造業の海外移転が進み国内市場が縮小する中、日本ロストワックスのような部品製造業者には、独自の海外市場の開拓が必要となっている。そこで日本ロストワックスは、地雷除去ロボットという、日本の高度な技術を要する製品を開発する IOS と業務提携し、共に DMR の事業化・海外進出への取り組みを開始した。

海外ビジネスの展開方針としては、カンボジアで DMR を販売し実績を積んだ後、地雷や不発弾が埋

<sup>5</sup> <http://goldenwesthf.org/where-golden-west-humanitarian-foundation-work/>

設されている国（世界 60 カ国）へ進出する。カンボジアは地雷除去先進国であり、同国の CMAC はラオス、タイ、ベトナム、アンゴラ、イラク、コロンビア等の機関と協力体制を構築している。そのため、このネットワークを活用して販路を拡大する。2025 年迄に DMR の販売総台数 1,000 台を目標とし、JV 参画両企業の経営をより安定的なものとする。

## 2. 提案製品・技術の概要

### (1) 提案製品・技術の概要

#### 【提案製品の概要】

地雷除去には、①「除草」（地雷原の雑草や灌木の除去）、②「探査」（金属探知機による探知）、③「掘削」（地中に埋められた地雷の発見）、④「爆破」（地雷の爆破）の 4 つのステップがある。まず周辺住民からのヒアリングから、対人地雷が埋設されている可能性の高い場所を特定する。その後ある程度の除草作業を実施した後、作業員が金属探知機を使って反応を調べる。反応が出た場所に印を付け、対象の 10cm ほど手前から探針棒とシャベルを用いて手作業で掘削する。提案法人の地雷除去ロボット DMR は、この「掘削」に特化した製品である。DMR は、金属探知機が反応した場所の周辺を、コンプレッサーからの圧縮空気により、遠隔操作リモコンを用いて掘削し、地中の地雷を発見する。



写真 3 DMR (制御部)



写真 4 DMR (エアノズル)



写真 5 25馬力コンプレッサー・キャリア



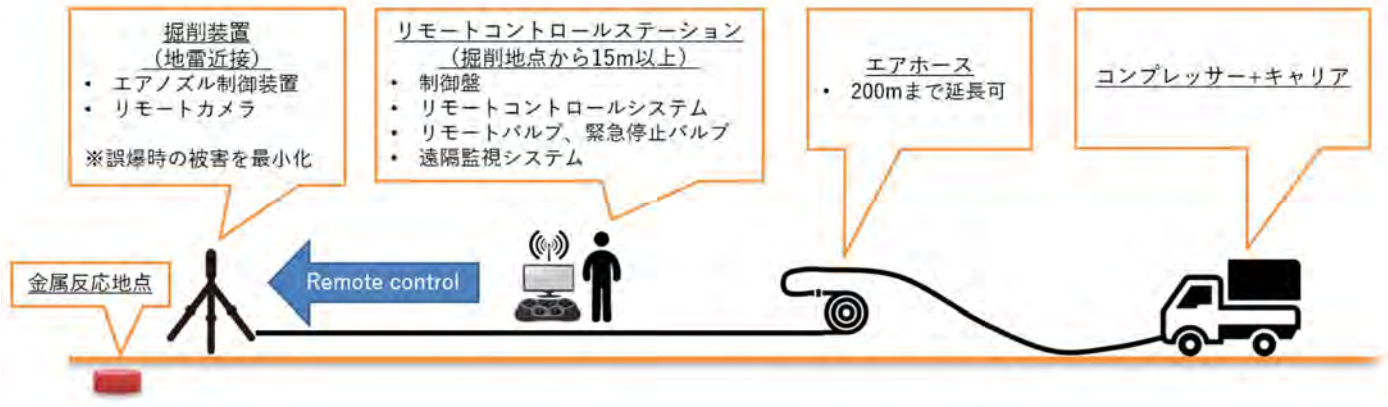
写真 6 遠隔操作リモコン

DMR の部品は日本ロストワックスが国内生産する。

【提案技術の概要】

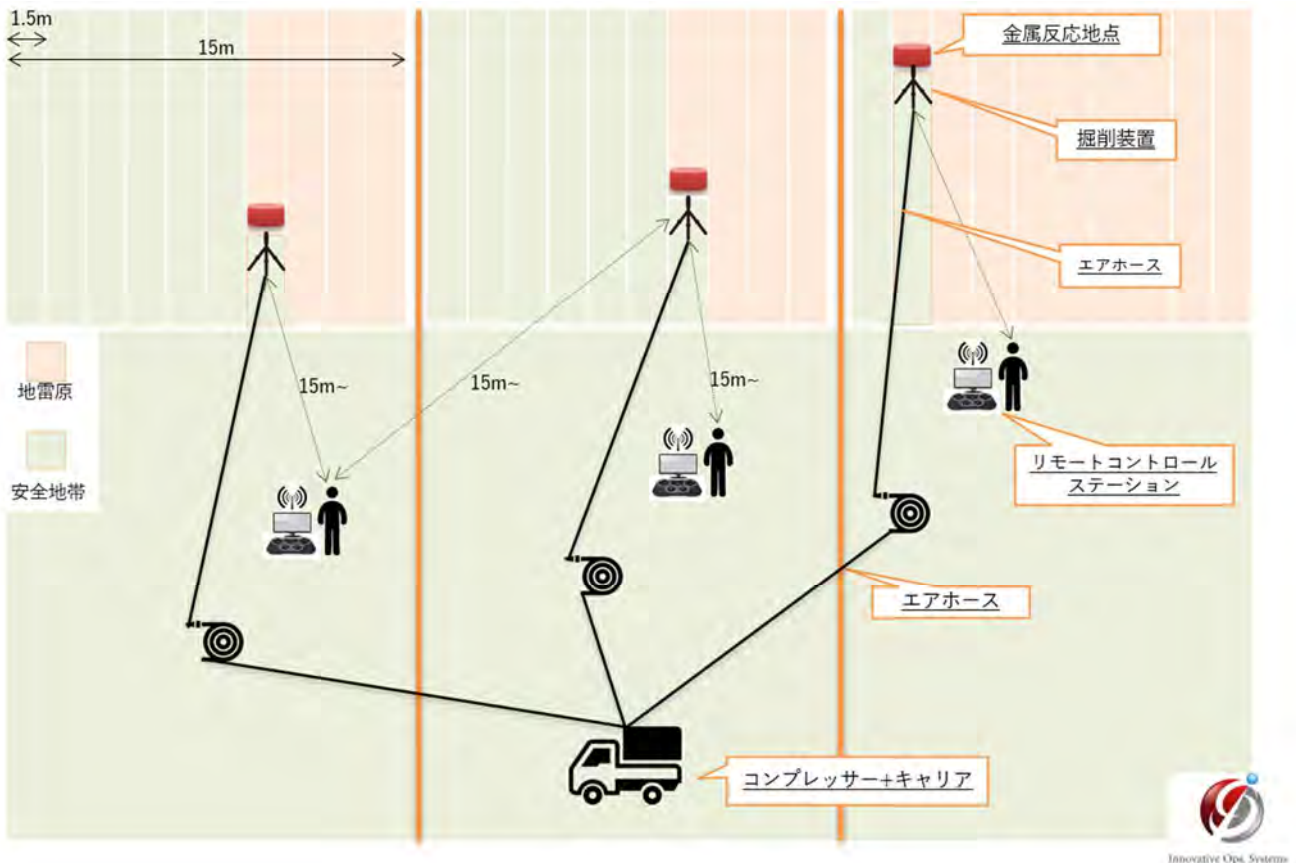
以下の図に示すシステムにより、安全且つ効率的な地雷除去作業が可能になる。

図 4 DMR 技術の特長



出典：提案法人作成

図 5 DMR 技術の特長 2 (全体像)



出典：提案法人作成

- ・ 現在、人の手で作業されている地雷の掘削作業を、DMRで行う。掘削装置により地雷の周囲に(穴

を掘り、地中の地雷を露出させる。

- DMR は、リモートコントロールによる遠隔制御機能及びビデオカメラによる動画出力機能を持ち、作業員は安全距離とされる 15m 以上離れた場所から DMR を操作することができる。
- DMR は、分解・組立が容易で軽量であるため、地雷除去チームが手分けして持ち運ぶことができ、山間部や傾斜地など大型機材の利用が困難な場所でも作業を行うことができる。

【製品・技術のスペック・価格】

表 4 DMR 製品の仕様

製品	圧縮空気型プロトタイプ DMR-4
画像	
カテゴリ	超小型
全長	600~1,000mm (ノズル制御部。長さはロボットアームの伸縮により可変) 1,100mm (移動用カート部)
全幅	1,100mm (最長部)
全高	1,100mm (最長部)
重量	約 85kg (ノズル制御部/25kg、 制御盤・バッテリー/15kg、 移動用カート/45kg)
価格	300 万円 ※予定

出典：提案法人作成

※販売価格は現地における販売価格。

(2) ターゲット市場

世界の機械式地雷除去システム市場は、2019 年は 4,230 万 USD であり、2027 年には 5,800 万 USD にまで成長する（年平均成長率 4.0%）と予測されている（出典：Coherent Market Insights<sup>6</sup>）。この内、DMR と同様に遠隔操作が可能な機材は 3 割程度であるため、2019 年の市場規模は約 1,270 万 USD である。この点において、新技術の導入によるコスト負担（導入に係る訓練費など）が忌避され、旧来から使用されている手動の機材の市場シェアが未だ高いものと考えられる。2019 年は、市場として欧州地域が金額ベースで 41.9% のシェアを占め、中東・北アフリカ、北米が続いた。地雷除去機器の主なメーカーと顧客は、以下の表 5 のとおりである。全ての主要メーカーの製品は大型重機であり、提案製品のような、山間部や傾斜地での遠隔の地雷除去作業を可能とする製品は無い。

<sup>6</sup> <https://www.coherentmarketinsights.com/market-insight/mechanical-mine-clearance-system-market-3695>（参照 2020-11-26）

表 5 主要地雷除去機材メーカーと主要顧客

地雷除去機材主要メーカー		主要顧客
企業名	主要製品	
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ AARDVARK CLEAR MINE LTD.</li> <li>・ ARMTRAC LTD.</li> <li>・ DIGGER DTR</li> <li>・ DOK-ING D.O.O</li> <li>・ HYDREMA LTD.</li> <li>・ KOMATSU LTD.</li> <li>・ KAWASAKI</li> <li>・ MDR COMPLETE DEMINING AB</li> <li>・ MINEWOLF SYSTEME AG</li> <li>・ SCANJACK AB</li> <li>・ WAY INDUSTRIES as.</li> <li>・ YAMANASHI HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY CO.LTD.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 掘削・爆破用重機</li> <li>・ 掘削・爆破用重機</li> <li>・ 掘削・爆破用重機</li> <li>・ 掘削・爆破用重機</li> <li>・ 掘削・爆破用重機</li> <li>・ 掘削・爆破用重機</li> <li>・ 掘削・爆破用重機</li> <li>・ 掘削・爆破用重機</li> <li>・ 掘削・爆破用重機</li> <li>・ 掘削・爆破用重機</li> <li>・ 掘削・爆破用重機</li> <li>・ 掘削・爆破用重機</li> <li>・ 掘削・爆破用重機</li> <li>・ 掘削・爆破用重機</li> </ul>	<p>【国際機関】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ United Nations World Food Programme</li> </ul> <p>【地雷処理組織】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ Croatia Mine Action Centre</li> <li>・ Iraq National Mine Action Authority</li> <li>・ Azerbaijan National Agency for Mine Action</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ JMAS</li> <li>・ CMAC</li> </ul> <p>【NGO】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ Norweigan People's Aid</li> <li>・ Swiss Foundation for Mine Action</li> </ul> <p>【各国の防衛組織】</p> <p>米軍、ロシア軍、コロンビア軍等</p>

出典：Coherent Market Insights より提案法人作成

### 3. 提案製品・技術の現地適合性

#### (1) 現地適合性確認方法

企業機密情報につき非公表

#### (2) 現地適合性確認結果（技術面）

企業機密情報につき非公表

#### (3) 現地適合性確認結果（制度面）

企業機密情報につき非公表

### 4. 開発課題解決貢献可能性

提案法人の DMR は、作業員の安全性及び地雷掘削の効率性に貢献する。DMR はリモートコントロール制御により、作業員を安全な場所に配置したうえで、機械操作により地雷原を掘削することができる。CMAC の統計によると、1993 年以降、地雷による事故が 122 件起こっており、このうちの 86 件は、作業員が地雷を探針・掘削の作業を行っている最中に発生したものである。DMR は、この最もリスクが高い探針・掘削作業を作業員の代わりに行う機材であり、DMR の配備により作業員の事故を大幅に削減できる。また、DMR の配備により、掘削の効率性を 2.26 倍向上させ、カンボジア政府による完全地雷除去

の早期達成に大きく貢献する。従い、地雷埋設により足かせとなっていた農村地域の経済発展及び住民の安全な生活の確保、観光開発に寄与する。

### 第3 ODA 事業計画/連携可能性

#### 1. ODA 事業の内容/連携可能性

普及・実証・ビジネス化事業及び無償資金協力の2つのスキームを ODA 事業として提案する。

##### (1) 普及・実証・ビジネス化事業

###### ① 対象地域

プノンペン都：CMAC 本部所在地。事業実施についての協議を行う。

シェムリアップ州：第四地雷除去支部所在地。機材の試験場が隣接しており、技術改良のための試験を行う。

コンポンチュナン州：Technical Institute of Mine Action (TIMA) 所在地。教育訓練を行う。

バタンバン州：中央整備工場所在地。DMR の修理及びメンテナンスを行う。

※実証活動場所は調査中

###### ② C/P 候補機関

名称：CMAC

政府における位置づけ：首相直轄の政府機関（1992 年設立）

役割：

- ・地雷・不発弾の除去活動
- ・地雷による事故を未然に防止するための啓発活動
- ・地雷及び不発弾残留場所の情報収集・分析

組織図：



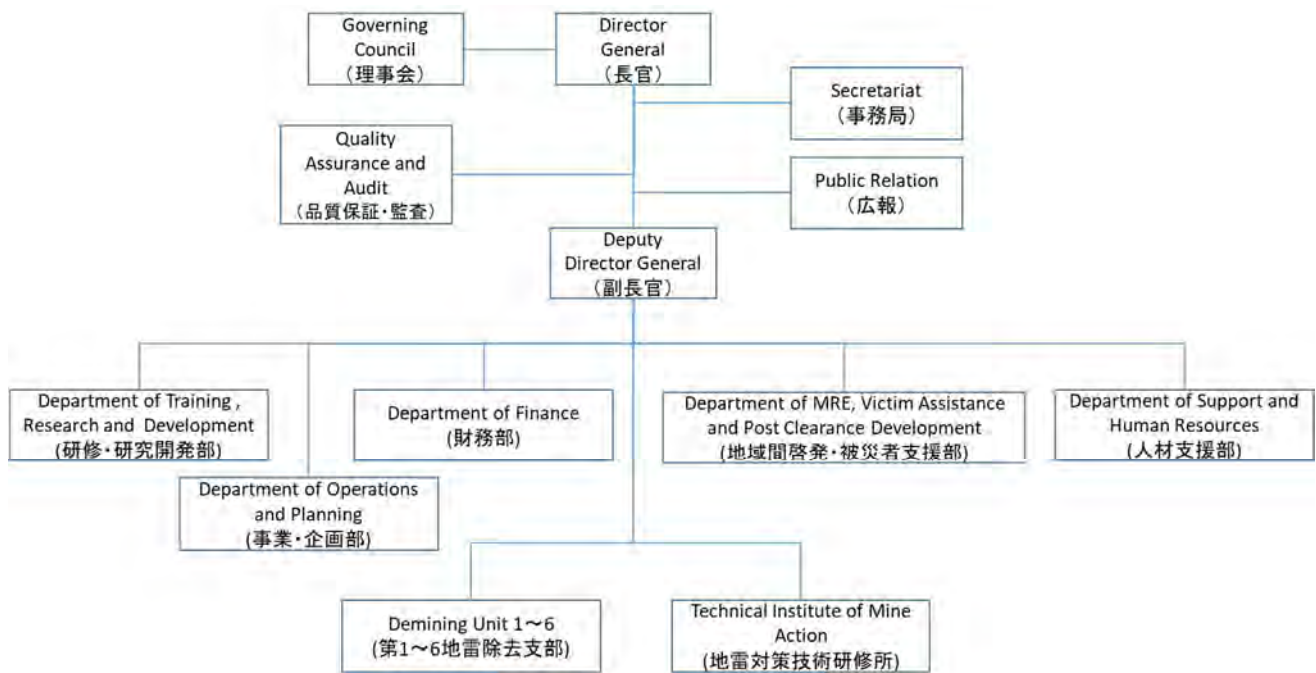


図 6 CMAC の組織図

出典：CMAC

ODA 案件担当部局：Department of Operations and Planning

### ③ C/P との協議状況

協議済み：下記の事業内容について協議し、合意済みである。

今後確認すること：投入される機材の種類及び仕様について確認する。

### ④ 事業内容

本スキームでは DMR の各環境下での作動状況確認後の技術改良、DMR 操作及びメンテナンスの教育訓練による地雷除去作業員の同技術を習得できるかの確認、DMR 配備後の地雷撤去作業の内容などを検証し、事業終了後に DMR が円滑に配備されるための活動を行う。

成果 1 では、地雷除去作業における DMR の有効性を検証する実証活動を行う。地雷は様々な環境（山岳、丘陵、平地）及び土質（砂、粘土、紅土）に埋設されている。これらの環境下で DMR が適切に作動できるか確認し、必要であれば技術改良を行う。実証後、各環境及び土質での作業状況（作業速度や作業不可な場所など）を取りまとめて導入効果を検証する。

成果 2 では、教育訓練により CMAC の指導教官（2 名）及び地雷除去作業員（40 名）が DMR の操作及びメンテナンス技術を習得できるか確認する。同作業員は現在も地雷探知機などの機材を使用しているが、DMR などのロボットの操作は初めてである。従い、同作業員の能力及び現在の教育訓練内容を確認後、DMR の操作及びメンテナンスマニュアルを作成し、教育訓練のためのカリキュラムを作成する。本事業終了後も継続的に DMR の操作及びメンテナンスの教育訓練が行われるために、初めに CMAC の指導教官に DMR の操作及びメンテナンス方法について指導し、そのあとに指導教官から地雷除去作業員へ指導してもらう。教育訓練は CMAC の訓練施設である TIMA で行う。TIMA 所属の 2 名の指導教官に教育訓練を行う。職員に対する教育訓練は 2 回開催し、各回 20 名に対して行う。

成果 3 では、DMR の普及のためのビジネス展開計画案を作成する。DMR を配備した場合の作業内容

及び DMR の運送方法の検証を行う。また、メンテナンス体制の構築を検討する。メンテナンスは中央整備工場で行う予定である。

目的：	カンボジア国内の早期地雷除去作業終了に資するため、DMR の採用により地雷除去作業員の安全が守られ、作業が効率化することが実証され、さらに DMR 普及のための事業計画案が策定される。	
成果：	活動：	
成果1 地雷除去作業における DMR の有効性を実証する	活動 1-1 DMR の実証場所を選定する	
	活動 1-2 各環境及び土質で DMR が稼働するか実証する	
	活動 1-3 活動 2-2 の結果に基づいて DMR の技術改良を行う	
	活動 1-4 DMR の導入効果を検証する	
成果2 教育訓練により CMAC の指導教官（2名）及び職員（40名）が DMR 操作技術を習得できることが確認される	活動 2-1 CMAC 職員の地雷除去作業に係る能力を確認する	
	活動 2-2 CMAC の教育訓練内容を確認する	
	活動 2-3 DMR の操作及びメンテナンスマニュアルを作成する	
	活動 2-4 CMAC 職員への教育訓練のためのカリキュラムを作成する。	
	活動 2-5 CMAC 指導教官へ教育訓練を行う	
	活動 2-6 CMAC 指導教官から職員へ教育訓練を行う	
成果3 ビジネス展開計画案を作成する	活動 3-1 DMR の運用方法及び輸送方法を検討する	
	活動 3-2 メンテナンス体制の構築を検討する	
	活動 3-3 ビジネス展開計画案を策定する	

## ⑤ 投入

### ア) 日本側

#### (a) 業務内容：

- ・ DMR の実証、技術改良、導入効果の検証
- ・ DMR の操作及びメンテナンスマニュアル、カリキュラムの作成
- ・ CMAC 指導教官への教育訓練
- ・ DMR の運用方法、輸送方法、メンテナンス体制の構築の検討
- ・ ビジネス展開計画案の策定

#### (b) 投入する人員

- ・ DMR に係る機材専門家
- ・ 業務主任者/DMR の運用方法検討

- ・教育訓練運営・監理専門家
- ・チーフアドバイザー/ビジネス展開計画案策定
- ・環境社会配慮専門家

(c) 機材の仕様

- ・ DMR

製品	圧縮空気型プロトタイプ DMR-4
画像	
カテゴリー	超小型
全長	600~1,000mm (ノズル制御部。長さはロボットアームの伸縮により可変) 1,100mm (移動用カート部)
全幅	1,100mm (最長部)
全高	1,100mm (最長部)
重量	約 85kg (ノズル制御部/25kg、 制御盤・バッテリー/15kg、 移動用カート/45kg)
価格	300 万円 ※予定

出典：提案法人作成

※販売価格は現地における販売価格。

- ・ 支援機材

機材
キャリア (DMR 用)
キャリア (エンジンコンプレッサ用)
エンジンコンプレッサ
軽量コンプレッサユニット (キャリア付)
トレーラー (機材輸送用)

(d) 価格

- ・ DMR : 300 万円 ※予定
- ・ 支援機材

機材	価格
キャリア (DMR 用)	25 万円
キャリア (エンジンコンプレッサ用)	50 万円
エンジンコンプレッサ	130 万円
軽量コンプレッサユニット (キャリア付)	150 万円 (予定)
トレーラー (機材輸送用)	80 万円

イ) C/P 側

(a) 業務内容

- ・ DMR の操作及びメンテナンスマニュアル作成に係る助言

- ・教育訓練運営・監理に係る助言
- ・指導教官から職員に対する DMR 操作及びメンテナンス方法の指導
- ・DMR の実証場所の選定、技術改良、取扱説明書作成に係る助言
- ・DMR の運用方法、輸送方法、メンテナンス体制の構築に係る助言

(b) 役割・負担事項

- ・本事業実施のために技術的支援担当（1名）及び教育訓練担当（1名）を配置する。
- ・DMR の操作及びメンテナンス方法の指導のために指導教官（2名）及び職員（40名）を選出する。
- ・教育訓練に係る諸費用（施設の光熱費、訓練期間中の職員人件費など）を負担する。
- ・教育訓練の場所として TIMA、DMR の実証の場所を提供し、関係する職員、作業員を協働させる。
- ・本事業実施に係る機材輸入時に関税、輸入税等の免税措置の手続きを行う。
- ・本事業実施後の機材は TIMA にて指導用として維持管理される。TIMA 職員のうち維持管理の責任者を選出する。また、維持管理費用は CMAC 負担とする。

⑥ 実施体制図

下図 7 が実施体制図である。提案法人は外部人材と連携しながら、JICA 及び CMAC 本部の支援を受けて、TIMA への教育訓練及び上述の活動を実施する予定である。

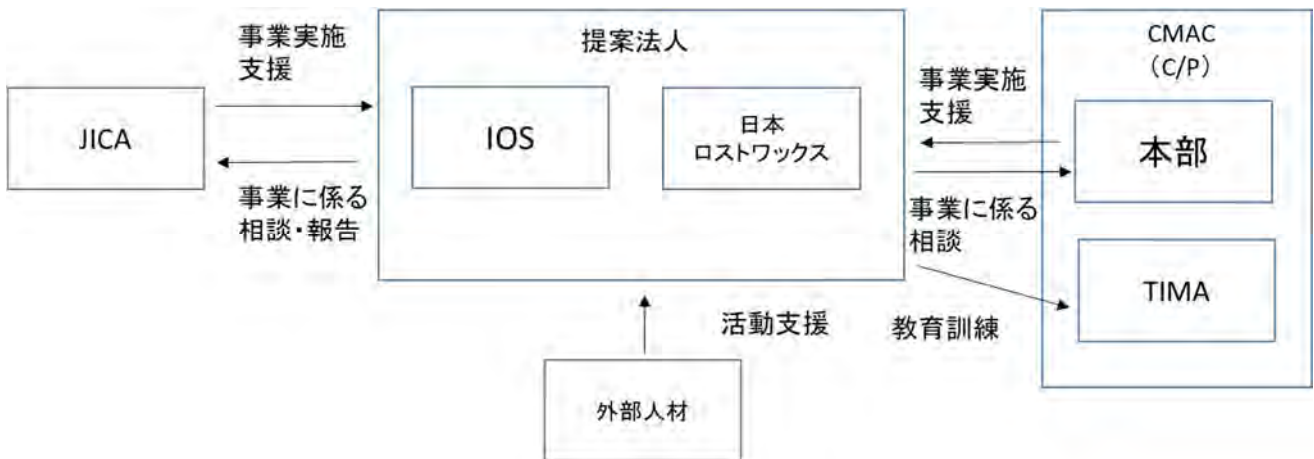


図 7 実施体制図

出典：提案法人作成

⑦ 活動計画・作業工程（スケジュール含）

表 15 に活動計画及び作業工程を示す。活動 1 で DMR の実証実験後、活動 2 の教育訓練を実施する。教育訓練実施後に DMR の運用方法などを検討し、ビジネス展開計画案を策定する。

表 6 活動計画・作業工程

NO.	活動内容	2023												2024
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1
活動 1	活動1-1 DMRの実証場所を選定する	■												
	活動1-2 各環境及び土質でDMRが稼働するか実証する		■	■	■									
	活動1-3 活動1-2の結果に基づいてDMRの技術改良を行う				■	■	■							
	活動1-4 DMRの導入効果を検証する							■						
活動 2	活動2-1 CMAC職員の地雷除去作業に係る能力を把握する				■									
	活動2-2 CMACの教育訓練内容を確認する				■									
	活動2-3 DMRの操作及びメンテナンスマニュアルを作成する					■	■							
	活動2-4 CMAC職員への教育訓練のためのカリキュラムを作成する						■	■			■		■	
	活動2-5 CMAC指導教官へ教育訓練を行う								■	■				
	活動2-6 CMAC指導教官から職員へ教育訓練を行う										■	■	■	■
活動 3	活動3-1 DMRの取扱説明書を作成する							■						
	活動3-2 DMRの運用方法及び輸送方法を検討する												■	
	活動3-3メンテナンス体制の構築を検討する												■	
	活動3-4ビジネス展開計画案を策定する													■

出典：提案法人作成

#### ⑧ 事業額概算

約 1 億円

#### ⑨ 本提案事業後のビジネス展開

DMRの主要顧客はCMACとなる。そのため、CMACにDMRの導入効果を認識してもらうこと、職員が容易にDMRの操作及びメンテナンス方法を習得できること、運用やメンテナンス体制が構築されることがDMRが採用されるために重要な点である。本事業実施でこれらの活動を実施することで、CMACへのDMRの信頼を得る。

中長期的にはカンボジア以外の地雷埋設国にDMRを販売する。カンボジア及びCMACは地雷除去技術の先進国として他国に認知されている。すでに南南協力としてラオスやコロンビアなどに技術協力を行っている。CMACでDMRが導入されることにより他国で認知され、普及されることを目指す。

#### ⑩ 他 ODA 事業との連携可能性

「統合的地雷除去及び地雷被害者支援計画」（2019年開始）及び「カンボジア地雷対策センター組織強化プロジェクト」（2020年開始）と連携する。

##### 【統合的地雷除去及び地雷被害者支援計画】（2019年開始）

第1章-4（P5）に記載の通り、ODA事業として継続的にカンボジア国の地雷除去活動に係る協力が行われている。DMRの配備により、作業員の安全性に配慮しながら、掘削の効率性は2.26倍向上する。本機材の配備により、地雷除去活動が効率的に行われ、カンボジア政府による完全地雷除去の早期達成に大きく貢献するため、これらの事業を補完することが出来る。

##### 【カンボジア地雷対策センター組織強化プロジェクト】（2020年開始）

本事業の成果の一つとして「TIMA の機能と能力が改善される」がある。CMAC の地雷除去技術は高い評価を得ており、今後は、南南協力でイラクやコロンビアなどの地雷埋設国の地雷除去作業員への技術移転が TIMA を軸として行われることが期待されている。DMR が CMAC へ配備され、地雷除去の技術の一つとして他国へ紹介されることにより、他国の地雷除去技術を高め、CMAC からの技術移転を効果的なものとする。

## (2) 無償資金協力

カンボジアの地雷除去活動を担う公的機関の CMAC に対しては 1998 年度の無償資金協力「地雷除去活動機材整備計画」から 7 度（1999 年度、2002 年度、2004 年度、2008 年度、2010 年度、2016 年度）に亘る機材整備支援及び「統合的地雷除去及び地雷被害者支援計画」（2020 年～2022 年）により地雷除去活動支援や、3 度（2009～2013 年、2013～2016 年、2016～2019 年）の紛争予防・平和構築無償資金協力「地雷除去活動強化計画」による機材調達及び同機材を用いた除去活動支援、加えて個別専門家等を派遣し、CMAC の地雷除去活動に係る能力向上に寄与してきた。このような我が国等の支援の結果、CMAC の地雷除去面積は、2003 年の年間約 10.5km<sup>2</sup> から 2014 年には約 9 倍の約 97.3km<sup>2</sup> まで拡大する等、大きな成果を上げている。一方で、依然として地雷・不発弾汚染地域が多く残存しており、CMAC の地雷除去能力を維持するためには、機材更新を図る必要があるものの、カンボジア政府予算での対応は難しいのが現状である。

外務省対カンボジア国別開発協力方針の 3 つの重点分野の 1 つとして「ガバナンスの強化を通じた持続可能な社会の実現」がある。協力プログラムとして、「地雷・不発弾除去を安全かつ効率的に遂行する上で必要な資機材の整備及び処理事業の運営などについて支援」するための協力プログラムとして「対人地雷・不発弾除去プログラム」があり、「地雷対策国家戦略 2010-2019」の目標達成を支援することを掲げている。

現在実施中の「統合的地雷除去及び地雷被害者支援計画」は 2022 年 3 月終了予定である。上述の通り、ODA 事業として継続的にカンボジア国の地雷除去活動に係る協力が行われている。DMR の配備により、作業員の安全性に配慮しながら、掘削の効率性は 2.26 倍向上するため、活動が効率的に行われ、カンボジア政府による完全地雷除去の早期達成に大きく貢献する。従い、DMR は地雷除去活動の効率化及び地雷除去作業員の安全化を図り、もって対人地雷の除去を通じた社会開発の促進に寄与することが可能であるため、無償資金協力として DMR を採用した事業の実施の必要性及び妥当性は高い。

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

### (1) 制度面にかかる課題/リスクと対応策

カンボジアでは、外国人投資について制限を加えている分野はない。しかし、DMR のような地雷除去ロボットの製造販売事業は同国でも初めてのケースであると想定されるため、外国投資を管轄する商業省へ投資許認可について確認する。

### (2) インフラ面にかかる課題/リスクと対応策

DMR の動作にはエアコンプレッサー及びその運搬機材が必要となる。両者とも本調査でカンボジア国で流通されていることが確認され、さらに動作確認も実施されたため、インフラ面にかかる課題/リスクは想定していない。

(3) C/P 体制面にかかる課題/リスクと対応策

C/P 候補は地雷除去作業を行う政府機関である CMAC を想定している。一方で、2000 年に地雷除去活動セクターの統括及びモニタリング機能を担う政府機関である CMAA が設立された。両機関にアプローチし DMR の導入効果を訴求することにより、DMR の円滑な導入を促進する。

(4) その他課題/リスクと対応策

新型コロナウイルスの蔓延により、DMR を構成するアクチュエータのような駆動部品や制御システム用の基盤等の納期が長期化している。製造業界においては、部品により、コロナ以前の供給量に戻るまで今後数年を要すると見込まれるものもある。これに起因して本 DMR の製造販売についても影響を受ける可能性があるが、入手の比較的容易な部品を用いて量産化準備を進めるよう努める。

3. 環境社会配慮等

当プロジェクトは、「国際協力機構 環境社会配慮ガイドライン」(2010 年 4 月公布) に掲げる影響を及ぼしやすいセクター・特性及び影響を受けやすい地域に該当せず、環境への望ましくない影響は重大でないと判断され、特に、地雷除去作業員の安全確保に配慮する必要があるため、カテゴリ B と判断されている。しかし、当プロジェクトは地雷除去ロボットの案件化調査という特殊性があることから、通常実施される環境社会配慮調査とは異なり、提案製品を利用する作業員の安全性への配慮に焦点を当てた調査を実施する。

環境チェックリストの作成

当プロジェクトは地雷除去ロボットの案件化調査という特殊性から、チェックリストは「JICA 環境社会配慮ガイドライン(2010 年 4 月)」により「19. その他インフラ施設」を利用し、かつ当プロジェクト内容に関連する項目を対象とした。また、環境影響評価(Environmental Impact Assessment: EIA)は対象外となる。

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由・根拠、緩和策等)
社会 環境	(1)生活・生計	(a) プロジェクトによる住民の生活への悪影響が生じるか。必要な場合は影響を緩和する配慮が行われるか。	(a)N	(a)当プロジェクトは地雷除去ロボットの現地適合性の確認であり、周辺住民に悪影響を及ぼすことはない。当プロジェクトで用地取得、住民移転は発生しない。
	(2)文化遺産	(a) プロジェクトにより、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なう恐れはあるか。また、当該国の国内法上定められた措置が考慮されるか。	(a)N	(a) 当プロジェクトは地雷除去ロボットの現地適合性の確認であり、文化遺産を損なう恐れはない。

	(3)労働環境	<p>(a) プロジェクトにおいて遵守すべき当該国の労働環境に関する法律が守られるか。</p> <p>(b) 労働災害防止に係る安全設備の設置、有害物質の管理等、プロジェクト関係者へのハード面での安全配慮が措置されるか。</p> <p>(c) 安全衛生計画の策定や作業員等に対する安全教育（交通安全や公衆衛生を含む）の実施等、プロジェクト関係者へのソフト面での対応が計画・実施されるか。</p> <p>(d) プロジェクトに関係する警備要員が、プロジェクト関係者・地域住民の安全を侵害することのないよう、適切な措置が講じられるか。</p>	<p>(a)Y</p> <p>(b)Y</p> <p>(c)Y</p> <p>(d)-</p>	<p>(a)カンボジア国の労働基準を満たすことを確認する。</p> <p>(b)(c)CMAC が定める地雷除去に関する標準運用手順書（Standard of Operations Procedures, Manual Demining, SOP104:Personal Protective Equipment, SOP109:Demining Sequence, and SOP114:Prodding and Excavation Drill）を遵守することが、CMAC の責任下において保証されることを確認する。</p> <p>(d)当プロジェクトの内容は提案製品である DMR の現地適合性の確認であるため、警備要員の配置は不要である。</p>
その他	(2)モニタリング	<p>(a) 上述の環境項目のうち、影響が考えられる項目に対して、事業者のモニタリングが計画・実施されるか。</p> <p>(b) 当該計画の項目、方法、頻度等はどのように定められているか。</p> <p>(c) 事業者のモニタリング体制（組織、人員、機材、予算等とそれらの継続性）は確立されるか。</p> <p>(d) 事業者から所管官庁等への報告の方法、頻度等は規定されているか。</p>	<p>(a)N</p> <p>(b)-</p> <p>(c)-</p> <p>(d)-</p>	<p>(a) モニタリング：a)CMAC では、標準運用手順書において作業員の安全確保が図られていることを、担当者に確認済み。手順書遵守状況については CMAC が監理する。</p>

スコーピングの実施と環境社会配慮調査の TOR の作成

環境チェックリストの該当項目に対し、調査のスコーピングの実施と TOR を作成した。



(1) スコーピング

分類	影響項目	選定状況		選定理由
		事業前 事業中	供用時	
社会 環境	(1)生活・生計			供用時：提案製品によって地雷除去作業の安全性が高まれば、作業員が死傷によって生計が絶たれる可能性を低下させることができる。
	(2)文化遺産			供用時：提案製品によって地雷除去が促進されれば、史跡等の文化遺産が損傷する可能性を低下させることができる。
	(3)労働環境	✓	✓	事業中／供用時：作業員の労働環境に配慮する必要がある。また、CMAC が定める標準運用手順書が遵守されない場合に、提供する機材を利用する作業員が事故に遭う可能性がある。

(2) TOR

環境項目	調査項目	調査方法
労働環境	①労働環境対策	①既存資料調査
	②作業中の事故防止対策	②現地踏査及びヒアリング

評価結果

CMAC 職員は、CMAC 独自で運用されている労働基準・規定を順守しており、休暇や労災が保証されている (CMAC)。

作業中の事故防止対策としては、本部の職員が各 DU に派遣され、現地の作業員が地雷除去に関する標準運用手順書 (Standard of Operations Procedures, Manual Demining, SOP104:Personal Protective Equipment, SOP109:Demining Sequence, and SOP114:Prodding and Excavation Drill) を遵守していることを常に確認している。SOP の遵守により安全性は確保されている。万が一、負傷者が発生した場合には、現場のチームリーダーを中心に対処し、本部へ報告する手順が定まっている (SOP100:Compensation Procedure\_Decision 332)。DMR の CMAC への導入時には、CMAC の試験場及び地雷原で試験的に使用し、安全性に問題ないことの確認後、本格採用へ進むプロセスを経ることを CMAC と協議している。ただし、CMAC では 2015 年以降、作業中の職員の事故は起きていない (CMAC)。

4. ODA 事業実施/連携を通じて期待される開発効果

DMR は、リモートコントロール制御により、作業員を安全な場所に配置したうえで、機械操作により地雷原を掘ることができる。これにより、作業員の精神的負担は和らぎ、作業効率の向上を図ることができる。CMAC の統計によると、1993 年以降、地雷による事故が 122 件起こっており、このうちの 86 件は、作業員が地雷を探針・掘削の作業を行っている最中に起こったものである。近年は作業員の経験値が上がり事故件数は減少しているものの、作業員の高齢化が進み、世代交代が必要とされている。しかし若い世代がベテランと同様に危険を回避しながら作業ができる保証はない。また若い世代は他の職業の選

択肢が幅広くあることから、危険な地雷除去作業に従事することを望まない。このような背景がありながら、CMACが現在把握している地雷原の7割は大型機材を利用できない地雷原であり、手作業で地雷を除去する必要がある。今後もカンボジアの地雷除去活動が続くところ、DMRを導入すれば上記のような事故を防ぎ、危険を嫌う若手も安心して作業に従事できるため、効果は大きい。

一方、作業効率の増大もDMRの効果として期待される。提案法人の聞き取り調査によると、対人地雷の85%は深さ10cm以内、13%が10～20cm、2%が20cm程度のところに埋められている。現在CMACの作業員が掘削にかかる時間は平均15分とのことであるので、100回掘削を行うと1,500分の時間がかかる。DMRを使用すると、深さ10cm以内の掘削は6分、10～20cmは10分、20cmは12分程度の掘削が必要である（これら時間には機材の起動や移動など準備にかかる時間を含めている）。100回DMRを用いて掘削すると、深さ10cm以内の確率は85%であるから、 $6 \times 85 = 510$ 分、10～20cmは13%なので $10 \times 13 = 130$ 分、20cmは2%なので $12 \times 2 = 24$ 分となり、合計664分となる。従って、 $1,500 \div 664 = 2.26$ となり、掘削の効率性を2.26倍アップさせることが可能である。尚、左記の数値は掘削のみの効率化であり、他作業を含めた全体的な作業フローを考慮した全体的な効率性については、継続して検討する。また、DMRの採用によりCMACの人材育成内容も修正されることが想定されているため、DMR導入でどこまで何を効率化できるかについては引き続き検討する。

以上から、DMRの配備は、安全に配慮しながらの効率的な作業を可能とし、2025年の目標である完全地雷除去の達成に大きく貢献する。また、地雷埋設により足かせとなっていた農村地域の経済発展及び住民の安全な生活の確保、観光開発も期待できる。

## 第4 ビジネス展開計画

### 1. ビジネス展開計画概要

本ビジネスでは、DMRをCMACに対して販売する。CMACは現在大型の地雷除去機を保有しているが、こうした大型の機材が入っていけない狭い場所では、手作業で地雷除去を行っている。作業員の安全性と地雷除去作業の効率性を向上させるため、小型地雷除去機DMRを販売する。

販売にあたっては、日本ロストワックスが製造するDMRの金属部品をIOSが調達し、国内で一部組立を行って半完成品とし、カンボジアに輸送する。DMRの運用に必要なコンプレッサ・キャリア等の機材は日本で調達してカンボジアへ輸送する。その後、日本から送った半完成品とコンプレッサ・キャリア等の機材を、現地調達可能な部品と組み合わせて完成品とし、販売する。組立は、IOSが設立する現地法人が行うこととする。メンテナンスはCMACの訓練センターであるTIMAや、バタンバンにある中央整備工場（CWS）にて実施する。なお、IOSはTIMAやCWSで機材の使用方法、メンテナンス方法にかかる訓練を実施する。現地法人の社員は、CMACの作業員の手には負えない障害発生時の原因調査、難度の高い修理に対応するが、日々のメンテナンスは同訓練を受けたCMACの職員が対応する。

収支計画は、ビジネス開始初年度から黒字となる予定である。カンボジアでのDMRの販売を終えた後は、地雷が埋設されている諸国にDMRの販売を行う。

調査を通じて、ビジネス展開における制度上、社会・経済・政治上の大きなリスクは確認されなかった。なお、政治面では議会125議席全てが与党の議席となる異常な事態が続いているが、これまでのところ政権を揺るがすようなデモ等は起きていない。経済面においても、国内市場の8～9割は米

ドルで取引されるため為替変動リスクは低く、物価変動も2～3%で安定している。CMACのDMR購入資金が確保されれば、遅滞なく販売が行えると考えられる。

本ビジネスの実施により、CMAC作業員の安全且つ効率的な地雷除去作業の実施が期待される。付随する効果として、地雷除去後の土地を農地として活用するなど、カンボジアの農村部の住民の生計向上と、関連する日本企業の売上が挙げられる。なお、本調査の実施にあたり、これまでにカンボジアの地雷除去機材納入や関連する業務の実績がある(株)アンジェロセック社、(株)日建、(一財)日本国際協力システム等と面談を実施し、CMACの機材承認手続き、機材納入時の手続きや留意事項、機材メンテナンスの実施方法などについての情報を収集した。いずれも有用な情報ではあったが、これらの組織は現時点ではカンボジアに機材を納入するなどの予定はないため、当JVのカンボジアでの事業において何らかの協業を行うという想定は無い。

## 2. 市場分析

### (1) 市場の定義・規模

本事業の顧客はCMACである。ただし、2015年度の我が国の無償資金協力「第七次地雷除去活動機材整備計画」や、2016年度の「第三次地雷除去活動強化計画」では金属探知機や地雷除去機が供与されており、これらの案件と同様に我が国の無償資金協力によりDMRがCMACに対して供与される場合は、提案法人にとっての直接の顧客は日本政府ということになる。

CMACによると、2020年2月時点で地雷除去が完了していない地雷原は866km<sup>2</sup>ある。このうちの約7割の土地では、CMACが定める運用ルールにより、大型機材を使う予定が無く、手作業で地雷除去が行われる予定である。一方、埋設されている地雷の数については予測値を持っていないとのことである。こうした調査を通じてDMRの必要台数は予備機を含めて200台と積算された。

### (2) 競合分析・比較優位性

現在CMACが保有する地雷除去機材は、大型の地雷除去機である。このような大型の機材(写真7参照)は、面積の大きい平野部では有用であるが、森林の中や傾斜のある場所では使用できない。また、対戦車地雷の埋設地では対戦車地雷を起爆させる危険があるため使用できない。こうした場所では、写真8のような器具を使って、手作業で地雷を探した後に爆破処理を行っている。



写真7 地雷除去大型機材

本事業で提案するDMRは、大型の機材が使用できない場所で使用できるという点で優位性がある。また、遠隔で操作を行うため、作業員の安全も確保される。上記の通り、作業を迅速化できることもDMRの優位性である。

他には、中型の機材として下表の機材があるが、最も小型のものでも重さが2トンある。また地雷原を走り回り地雷原を「面」で捉えて処理するタイプの自走式機材は、中型であっても障害物に弱く、対処できる地雷原に限られるため、手作業と組み合わせての地雷除去が必要となる。しかし DMR は、地雷埋設可能性のある地雷原を、面ではなく点で捉えて作業をする機材であり、自走式機材が活用できない場所でも、手作業に頼ることなく作業ができる。なお、DMR は、ドリルやシャベルによる掘削よりも優れた方法として、高圧で空気を噴射して地雷原の土だけを選択的に除去するエア掘削による地雷原掘削を行う。圧縮空気を発生させるコンプレッサが必要になるものの、ドリル等を用いて掘削する場合に比べ機材の構造的な強度を下げ設計できる利点があり、CMAC の求める機材の小型軽量化が可能となる。



写真 8：金属探知機を手にした地雷除去作業員

表 7 DMR と競合他社製品の比較

製品	圧縮空気型プロトタイプ DMR-4	英国製機材	スイス製機材
画像			
カテゴリー	超小型	中型	小型
全長	600~1,000mm（ノズル制御部。長さはロボットアームの伸縮により可変） 1,100mm（移動用カート部）	4,181mm	3,650mm
全幅	1,100mm（最長部）	1,634mm	1,000mm
全高	1,100mm（最長部）	2,219mm	1400mm
重量	約 85kg （ノズル制御部/25kg、 制御盤・バッテリー/15kg、 移動用カート/45kg）	6,600kg	2,240kg
	300 万円 ※予定		

出典：提案法人作成

### 3. バリュチェーン

#### (1) 製品・サービス

提案法人が製造する DMR を CMAC に対して販売する。価格は 300 万円とする予定である。カンボジアは 2025 年までに全土の地雷除去を完了させることを目標としていることから、長期に渡って継続的に販売することは検討しておらず、契約は一度のみとなると考えている。

CMAC への DMR の導入スケジュールとして、2022 年度に地雷原での活用を CMAC と協議しており、2023 年度に本格採用されることを想定している。導入後の CMAC の地雷作業員へのトレーニング期間は数か月を想定している。

機材のメンテナンスについては、バタンバンにある CMAC の中央整

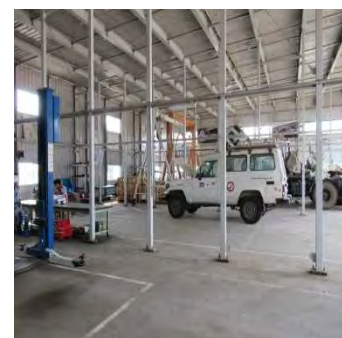


写真 9：バタンバンの CMAC 中央整備工場

備工場で実施する（写真9）。提案法人が、DMRの納入時に機材メンテナンスに係る研修を同工場の作業員に対して実施する。その後、必要に応じて技術指導する。DMRが破損した場合に備え、CMACからは、DMRの納品時にスペアパーツもいくつか納品して欲しいと要望されている。スペアパーツが不足する場合は、同パーツを再生産して販売するビジネスや、破損したパーツを日本に送付してもらい修理するビジネスを検討している。どのような形態とするかは、メンテナンスを担当する職員の技術力やCMACの希望を聞き、納品前に決定する。CMACがアフターサービスを要請する場合は追加費用が必要となるが、CMACが柔軟に使える予算は少ないと考えられるため、納品時にアフターサービスの費用も含めた金額を提示し、ある程度の費用は納品時に支払いを受けることを検討している。

## （2）バリューチェーン

提案法人は、日本ロストワックスが製造する部品を調達し、DMRを製造する。国内で一部組立を行って半完成品とし、カンボジアに輸送する。DMRの運用に必要なコンプレッサ・キャリア等の機材は日本で調達してカンボジアへ輸送する。その後、日本から送った半完成品とコンプレッサ・キャリア等の機材を、現地調達が可能な部品と組み合わせて完成品とし、販売する。但し、現在は全ての部品を日本国内で調達しているが、特段高い技術を要さない部品で、カンボジアでも入手が可能なものについては、製造コスト削減のためカンボジア国内で調達を検討する。具体的には、リモートコントロール・リモート監視用の通信機器が考えられる。

日本国内でその他の部品を製造・調達した後に、カンボジアに輸送し、カンボジアで組み立てを行う。ビジネスの実施体制については、以下の図を参照のこと。

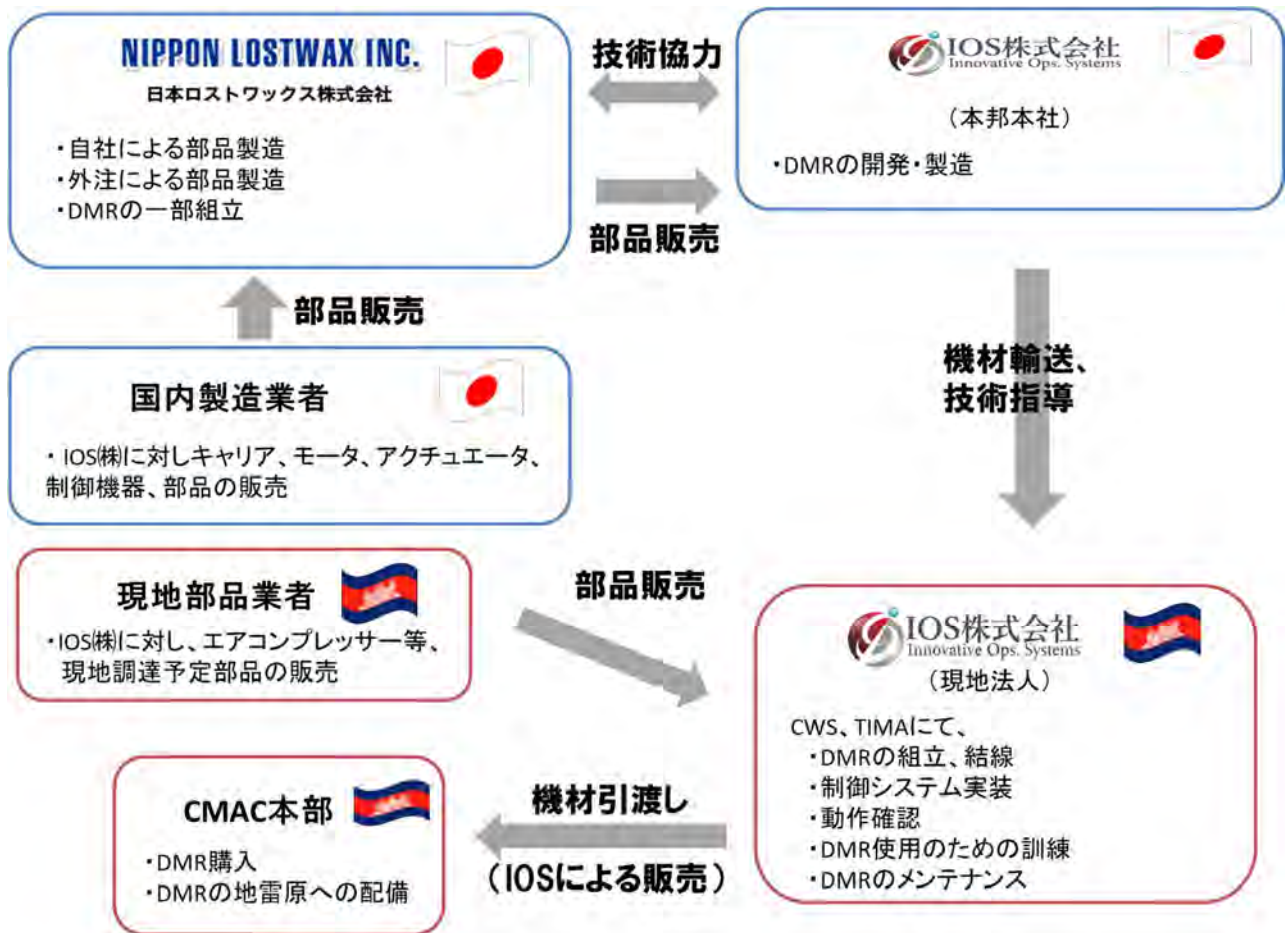


図 8 ビジネス実施体制図

出典：提案法人作成

なお、DMR の販売にあたっては、CSR やクラウドファンディングを利用して CMAC が資金調達することが可能であるか検討したが、CMAC はこれまでに私企業からの寄付を受けたことはなく、また、IOS や日本ロストワックスのような私企業の事業に CSR の資金を集めることは難しいとの見方が多かった。また、一般的なクラウドファンディングによる調達では、DMR の配備に要する金額を満たさないため、本事業でこうした CSR やクラウドファンディングを用いて資金調達することは断念した。

#### 4. 進出形態とパートナー候補

##### (1) 進出形態

IOS は地雷除去後の土地を利用するビジネスを別途検討していることもあり、現地法人を設立して現地で DMR の組立、メンテナンス、運用支援を行うこととする。なお、カンボジアでの外資系企業設立は比較的容易で、最低資本金は 1,000US ドル、外国資本 100%でも問題ない。

##### (2) パートナー候補

現地では、CMAC をパートナーとして、中央整備工場 (CWS) や TIMA を利用して事業を進める。カンボジアの民間企業からは、一部の部品を調達する以外には依頼することはないため、特定のパートナー企業は持たない。

## 5. 収支計画

### 企業機密情報につき非公表

## 6. 想定される課題・リスクと対応策

### (1) 法制度面にかかる課題/リスクと対応策

現地の CDC (Council for Development of Cambodia - カンボジア開発評議会) によると、カンボジアは外国資本に対して開かれており、DMR の販売に係り大きな障壁はないとのことである。現地 JETRO 事務所も同様の見解であり、また日本国内でのデスクトップサーベイにおいても、特に問題になるようなことは見当たらなかった。なお、現地法人設立後に必要な諸手続きは、外資の労務や税務サービスを行う現地企業の支援を得る予定である。

DMR は HS コード 8430 番台<sup>7</sup>に分類されると考えられる。これは、カンボジアの「禁止・制限品目のリストの実施に関する政令第 209 号 (Aukret on the Enforcemet of the List of Prohibited and Restricted Goods)」によって規定される輸出入の制限品目には該当せず、問題なく日本からの輸出が可能だと思われる。ただし、部品毎に HS コードを確認する場合もあるため、実際に輸出する際には、カンボジア税関の事前教示制度を利用して輸入規制品に該当しないか確認する必要がある。この制度を利用すると、問合せから 30 日以内に輸入可否についてカンボジア税関から回答が来ることになっている。

CMAC の担当者によると、CMAC が外国から機材を受領する際には無関税とするよう税関に要請しており、DMR についても同様の措置を検討しているとのことである。この点については CMAC の強い協力が期待でき、関税や輸入手続きにおけるリスクは少ないと考えられる。

その他リスクに、製造物責任がある。DMR が地雷原を掘削する装置であるため、作業中に作業員が受傷した場合、当社が製造物責任を問われるか否かが懸念点となる。DMR は、作業中の地雷の起爆を 100%回避するものではない。「土中の地雷がやむを得ず爆発しても、人が傷つかずに済む」ことが、DMR の大きな利点である。そのため、作業中の地雷の起爆が、すなわち当社の責任とされることはないと考えており、使用者の CMAC をはじめとする関係各位にも、その点をよく理解してもらうよう働きかけるつもりである。DMR を使う作業員は、予期せぬ地雷の爆発を想定し、掘削地点から安全距離を取って作業を行うこととしている。そのため作業員が人的被害を被ることは、理論上はあり得ない。従い、当社が地雷除去作業中のアクシデントにより製造物責任を問われる可能性はゼロに近いと考えている。先行して CMAC に無償資金協力で地雷除去機材を納入している株式会社日建は、同社が納入した機材を使用中に地雷が爆発して人的被害が生じた場合の責任については、いかなる契約も交わしていないとのことであった。当社もまた、DMR の機材の特性(地雷の起爆を避ける機材ではないこと)から、地雷の起爆の影響による責任は負わないもの(安全に作業をするのは使用者の責任)とし、一般に作業機器メーカーが追う製造物に対する責任に限定して追うことを売買契約に定めて販売することを想定している。

---

<sup>7</sup> HS コード 8430 : その他の (ブルドーザー等でない) 移動用、地ならし用、削り用、掘削用、突固め用、採掘用又はせん孔用の機械 (土壌用、鋤物用又は鋤石用のものに限る。) 並びにくい打ち機、くい抜き機及び除雪機。

## (2) ビジネス面にかかる課題/リスクと対応策

DMR ほどの小型の地雷掘削装置は世界に例がなく、カンボジアにおいても競合する企業はいない。また、2025 年に地雷除去を完了させることを目標としていることから、今後後発の企業と競合することも考えにくい。

本案件化調査を提案した時点では、地雷除去作業員はベテランの者が多く、ロボットのようなハイテクな機材に対して馴染みがないことが懸念材料と想定していたが、第一回渡航時に訪問した地雷原で働いていた作業員の多くは、30代～40代と考えられる。DMR の操作は複雑なものではないため、CMAC 作業員にも十分に使いこなせると考えられる。いずれにせよ、現地に DMR を配備する際には、安全面も含めて十分な訓練を実施する。

知財については、DMR が非常に特殊な機材であるため、知財が侵害される恐れは極めて低い。ただし、CMAC のトライアルをパスした時点で、地雷原掘削に係る技術的アプローチを防衛する目的で特許申請する予定である。

## (3) 政治・経済面にかかる課題・リスクと対応策

カンボジアはここ 10 年ほどは年 7%前後の経済成長を遂げている。2021 年 4 月に発表された IMF の予測によると、2020 年の経済成長率は新型コロナウイルスの影響により -3.5%となったが、2021 年には 4.2%とプラス成長に転じるとのことである。ここ 10 年ほどのインフレ率は概ね 2%台前半～3%台後半、人口増加率も 1.5%で安定している。こここのところ順調な経済成長を遂げてきたカンボジアだが、新型コロナウイルスの影響による経済の落ち込みが、地雷除去関連の国家予算削減などに繋がらないかは注視する必要があるが、今のところ目立った動きは確認されていない。

一方、政治面では 2018 年 7 月に総選挙が行われ、フン・セン首相率いるカンボジア人民党が全議席を独占した。野党を排除する中で選挙が行われたため、内外から批判を集めたが、これまでのところ、政治に対する不満を原因とした暴動等は発生していない。また、次回の総選挙は 2023 年 7 月に予定されているため、当面の間政治は安定し、地雷除去に関する政策についても大きな変更はないものと考えられる。

## (4) その他課題/リスクと対応策

新型コロナウイルスの蔓延により、DMR 配備計画に遅延が生じた。また半導体をはじめとする工業部品の生産・供給が滞り、2021 年 10 月現在、DMR を構成するアクチュエータのような駆動部品や制御システム用の基盤等の納期が長期化している。製造業界においては、部品により、コロナ以前の供給量に戻るまで今後数年を要すると見込まれるものもある。これに起因して本 DMR の製造販売についても影響を受ける可能性があるが、入手の比較的容易な部品を用いて量産化準備を進めるよう努める。

## 7. ビジネス展開を通じて期待される開発効果

カンボジアの地雷除去が安全且つ迅速に実施され、2025 年までに地雷を完全除去するという目標に貢献することが期待される。DMR 導入の直接的な効果については、第 4 章の「4. ODA 事業実施/連携を通じて期待される開発効果」を参照のこと。カンボジア以外の国でビジネスを軌道に乗せれば、ターゲットとするコロンビア、ラオス、アンゴラ、タイ、ベトナム、イラク、アゼルバイジャン、クロアチアなどの地雷埋設国でもカンボジアと同様の効果が生まれることが期待できる。なお、ラオスやコロンビアなどは丘陵地帯に地雷原が埋設されているケースもあり、DMR の輸送方法（ドローンなどの活用）も引き続



き検討する。

また、現在地雷の多くは農村部に埋設されており、多くの地域で地雷除去後に土地を農地として活用している。住民の安全確保だけでなく、生計向上にも貢献する。我が国の無償資金協力第七次地雷除去活動整備計画準備調査報告書によると、地雷除去後、約 80%の土地が農地或いは住民サービスに必要な施設等として活用されているとのことである。残りの地雷原は 866km<sup>2</sup> であるので、単純に 8 割と考えると、693km<sup>2</sup> が地雷除去後に有効活用される計算になる。

#### 【カシューナッツ事業】

現在 IOS は地雷除去後の土地の有効活用を目的としたカシューナッツの生産・加工事業を検討している。既に現地に進出している日系企業 T 社<sup>8</sup>及び B 社と JV を組み、下記のビジネスモデルを検討している。地雷除去後の土地を活用し、JV 企業がカシューナッツ農園や加工工場などの施設を建築する。加工されたカシューナッツは日本をはじめとする諸外国へ輸出、及びカンボジア国内で販売される。地雷除去後の土地の活用方法は CMAC の長年の課題であったが、高付加価値の農産物の栽培及び加工により、有効活用を図る。また、換金作物の栽培によりカンボジア国の農産品輸出拡大に貢献し、現地の雇用も創出する。2021 年 10 月 25 日に CMAC の長官と協議を行い、本事業に高い関心を示されたため、継続して調査を行う。

### 8. 日本国内地元経済・地域活性化への貢献

#### (1) 関連企業・産業への貢献

DMR200 台を製造・販売するために生じる国内企業への部品・機材の発注は以下の通りとなる。

機材・部品	台数・個数	単価	合計額
キャリア (DMR 用)	200 台	25 万円	5,000 万円
キャリア (エンジンコンプレッサ用)	100 台	50 万円	5,000 万円
エンジンコンプレッサ	100 台	130 万円	1 億 3,000 万円
軽量化コンプレッサユニット (キャリア付)	100 台	150 万円 (予定)	1 億 5,000 万円 (予定)
トレーラー (機材輸送用)	20 台	80 万円	1,600 万円
DMR 制御装置・リモートシステム	200 台	*	1 億 2 千万円
制御プログラムライセンス料	200 台	30 万円	6,000 万円

\*DMR 制御装置・リモートシステムは、売値を 300 万円とし、製造原価が 40%、その半分が外注 (つまり、他社の売上) と想定する。従って、 $200 \text{ 台} \times 300 \text{ 万円} \times 0.4 \times 1/2 = 1 \text{ 億 } 2,000 \text{ 万円}$  と算出。

また、DMR は、慶應大学の産学連携施設である K2 タウンキャンパスを拠点として開発している。これを通じて同キャンパスの技術者との交流を深めている。

#### (2) その他関連機関への貢献

上記の部品等の調達先への直接的な効果に加えて、日本ロストワックスが製造する金型は、高度な

<sup>8</sup> 同社は「JICA 中小企業海外展開支援事業案件化調査 (2018 年第一回)」に採択され、カンボジアで調査を行った経験がある。

性能の日本製が最も適しており、本海外事業展開により国内金型製作会社への発注が増えることとなる。

## Feasibility Survey for Demining Robot Installation to work efficiently and protect the safety of deminers

IOS Co., Ltd. (Shinjuku, (Tokyo)), Nippon Lostwax Co., Ltd. (Mobara, (Chiba))



### Development Issues Concerned in Demining Sector

- Considering the work safety while removing landmines.
- Enhancing the demining work capacity
- Reducing the landmine-contaminated areas to decrease the number of landmine victims, use the land for agricultural and tourism purposes.

### Products/Technologies of the Company

- Controlling the devices from safe places with a remote control system to confirm the safety of the workers
- Using the devices by hand working at forest and slope where bigger devices not used because of its portability with a simple way for disassembling and assembling.

### Survey Outline

- Survey Duration: Feb 2020 ~Feb 2022
- Country/Area: Cambodia, Phnom Penh, Siem Reap, Battambang, kampong Chunang, Preah Vihear, Banteay Meanchey, Pailin
- Name of Counterpart: Cambodian Mine Action Centre (CMAC)
- Survey Overview: To disseminate DMR in Cambodia, grasping the current situation of landmine removal work, confirm the specifications of products suitable for Cambodia, and improve it. To conduct research on markets for business development, investment environment, regulations, licenses, and intellectual property. To understand local needs for ODA projects and formulating a plan.

DMR-4



### How to Approach to the Development Issues

- Establishing a maintenance and an assembly factory for supplying the products.
- Selling and doing maintenance of products to main customer; CMAC
- Expand our business to the around 60 countries where landmines are still buried.

### Expected Impact in the Country

- Staffs can work safely by using DMR
- The diming time would be minimized and the mine contaminated area can be reduced more quickly.
- It will be contributed to reduce the number of victims of landmines, develop rural areas and tourism industry.

As of Jan 2022

## Summary

### 1. Purpose of the Survey

The Feasibility Survey is conducted to examine the potential use of Japanese products and technologies for Japanese ODA projects. The scope of the survey includes network building and information gathering to develop ODA projects.

The purpose of the survey is to disseminate Demining Robot (DMR) in Cambodia, the suitability of DMR for local situation is confirmed. By deploying the DMR, the safety of workers in demining work is increased, and the efficiency of demining work is improved. This can greatly contribute to the achievement of the Cambodian government's goal of completing demining work in 2025. In addition to that, it will contribute to the economic development of rural areas that have been hindered by buried land mines, and to secure safe living for rural residents.

### 2. Concerned Development Issues

The major concerned development issues are a) considering the work safety while removing landmines, b) improving the demining work capacity, and c) reducing the landmine-contaminated areas for reducing landmine victims, and using the land for agricultural and tourism purpose.

Cambodia has become one of the world's leading countries in the number of mine and unexploded bomb victims. During the Cambodian civil war, which lasted for more than 20 years since 1970, 4-6 million landmines and more than 2.4 million unexploded bombs were buried all over the country. Although the annual number of victims due to landmines and unexploded ordnance has been decreasing year by year, damage in particular in rural areas has not diminished, and statistics as of 2015 show that the number of victims per year exceeds 100. Since the end of the civil war, the Cambodian government has been working on demining through Cambodian Mine Action Centre (CMAC) with the support of other governments.

In demining, ensuring the safety of workers is a major issue. Whether the detected metal is empty shells or scrap iron, or whether it is really a mine, is unknown until the site is excavated and confirmed. Therefore, the worker will wastefully excavate these pieces of metal while feeling in danger. As a result, mental fatigue accumulates, causing a personal injury at the time of work and a decrease in work efficiency.

CMAC aims to complete demining operations in Cambodia by 2025. However, the demining capacity of CMAC is 45 km per year, which requires more than 19 years to complete demining. For this reason, in order to achieve the 2025 target, it is required to improve work capacity (work efficiency) while giving consideration to safety.

### **3. Products and Technologies**

There are four steps in demining operations: ①“Vegetation removal” (removal of weeds and shrubs in minefields), ②“Metal detection” (detection by metal detectors), ③“Plodding / Excavation” (discovery of landmines buried underground), ④“Blasting” (destruction of landmines). DMR is a product specialized in “Excavation” in ③ as an excavator device. DMR is remotely controlled by the controller. After the metal is detected, DMR excavates the minefield by using air pressure from the compressed air and grasps landmines.

Currently, in Cambodia, excavation is performed manually in places where large equipment cannot be used. The time of excavation at CMAC is average 15 minutes. Deploying this DMR at CMAC will be able to excavate about 6 minutes (under 10cm deep). This means that DMR can do 2.26 times faster than hand work.

In conclusion, by using the DMR, more efficient work can be performed while considering safety, as compared with manual work.

### **4. Proposed ODA Projects and Expected Impact**

The future ODA project is assumed below.

Name of Project:

SDGs Business Verification Survey with the Private Sector for the deployment of the demining robot “DMR”.

Goal:

To contribute to completing the demining work until 2025, the necessity of deploying DMR in Cambodia is verified.

Output:

Necessity of deploying DMR at CMAC is verified, and its operating technique is transferred.

Activities:

- Verification test in project site and product improvement are conducted.
- To transfer operating and maintenance technique of DMR to CMAC staff.

- Creating business plan to disseminate DMR.

### **5. Intended Business Development**

It will be established a local subsidiary or factory in the country to carry out DMR sales business. The maintenance of DMR will be done at TIMA or CWS. IOS train deminers to use and maintain it at TIMA or CWS. Operations of local subsidiaries and factories will begin in 2023 and beyond. Through the establishment of local factories, IOS aims to expand DMR deployment to other countries as an international contribution project originating from Cambodia.

## 別添資料

1. 調査工程詳細表
2. 業務従事計画・実績表

# 1. 調査工程詳細表

## 調査工程詳細表

案件名:カンボジア 地質除去作業員の安全を守り、作業を効率化する地質除去ロボットODRの配備に係る案件化調査  
 提案法人名:IOS株式会社、日本ロストワックス株式会社

(単位:日)

調査工程	調査内容 (備考)	調査/業務方法詳細	IOS株式会社		日本ロストワックス株式会社		株式会社+Oa		株式会社+Oa		個人		TH株式会社		株式会社		株式会社+Oa		株式会社+Oa			
			氏名	担当	氏名	担当	氏名	担当	氏名	担当	氏名	担当	氏名	担当	氏名	担当	氏名	担当	氏名	担当	氏名	担当
国内業務 (現地調査前)	1-1	政府機関文書、ドナー文書などから、地質除去作業の現状(作業内容、使用機材、作業計画、1日あたりの作業量、機具の能力など)、及び地質の埋没状況の調査(被害者数、被害内容、地域、場所など)																				
	1-2	政府機関文書、ドナー文書などから、地質除去に関する政策、法令、予算、関連組織について調査																				
第1回現地調査 2月(10日間)	—	移動(往復)	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	
	1-1	CMAC試験場試験による、地質除去作業の検証(作業内容、使用機材、作業計画、1日あたりの作業量、機具の能力など)、及び地質の埋没状況の調査(被害者数、被害内容、地域、場所など)	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	4	4	4	4	4	4	1	
	1-2	CMACや関係者に対し、地質除去に関する政策、法令、予算、関連組織についてヒアリング	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
	2-1	CMACの要求に合うODRの仕様調査と、CMACの試験場でODRの試験結果による製品改良案の検討	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
国内業務 (第1回調査後)	3-1	ODRの作業内容及び速度を確認して効率的な作業が可能か調査 及び地質、作業員トレーニングの視察	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	2	2	2	2	2	2	1	
	4-1	CMACの試験場でODRの試験結果による製品改良	2	2	1	0	2	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
第2回現地調査 4月(10日間)	—	移動(往復)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2-1	国内試験場にて、改良された製品の現地適合性試験の実施のため国内業務へ振り替え	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	3-1	ODRの事業計画内容(普及・実証・ビジネス化事業及び無償資金協力)についてのヒアリングを国内にてウェブ会議や調査員で実施するため国内業務へ振り替え	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4-1	ビジネス展開計画についての調査・検討をウェブ会議や調査員で実施するため国内業務へ振り替え	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
国内業務 (第2回調査後)	2-1	国内試験場でODRの試験結果による製品改良	1	1	1	7	7	4	8	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3-1	ODRの事業計画内容(普及・実証・ビジネス化事業及び無償資金協力)についてのヒアリングを国内にてウェブ会議や調査員で実施	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	0	0
	4-1	ビジネス展開計画についての調査・検討をウェブ会議や調査員で実施	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	0	0
	4-2	政府機関文書、ドナー文書などから、カンボジアの地質除去完了のために必要なODRの配備台数を検討・調査	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
第3回現地調査 5月(10日間)	—	移動(往復)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2-1	国内試験場にて、改良された製品の現地適合性試験の実施のため国内業務へ振り替え	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3-1	ODRの事業計画内容(普及・実証・ビジネス化事業及び無償資金協力)についてのヒアリングを国内にてウェブ会議や調査員で実施するため国内業務へ振り替え	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4-1	ビジネス展開計画についての調査・検討をウェブ会議や調査員で実施するため国内業務へ振り替え	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
国内業務 (第3回調査後)	2-1	国内試験場でODRの試験結果による製品改良	2	2	1	9	7	2	8	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3-1	ODRの事業計画内容(普及・実証・ビジネス化事業及び無償資金協力)についてのヒアリングを国内にてウェブ会議や調査員で実施	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	0	0
	3-2	政府機関文書、ドナー文書などの文書調査及びウェブ会議や調査員により、環境影響評価の要否の確認、及び重要な環境影響評価項目の調査・検討をウェブ会議や調査員で実施	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4-1	ビジネス展開計画についての調査・検討をウェブ会議や調査員で実施	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	0	0
第3回現地調査 6月(10日間)	—	移動(往復)	2	2	2	0	0	0	0	2	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	2-1	CMAC試験場にて、改良された製品の現地適合性試験の実施(及び地質、作業員トレーニングの視察)	4	4	1	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	3-2	環境影響評価の要否の確認、及び重要な環境影響評価項目の調査・検討	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4-1	ビジネス展開計画についての調査・検討	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
国内業務 (第4回調査後)	2-1	CMACの試験場でODRの試験結果による製品改良	1	1	1	9.4	7	3	7	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4-1	最終調査結果から、ビジネス展開計画について再検討	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	—	業務完了報告書作成	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	合計		20	10	4	0	0	11	10	0	19	19	19	19	19	19	24.6	24.6	24.6	24.6	0	0

※主担当 ◎副担当



