

カンボジア国

カンボジア国

地雷除去作業を安全・迅速化する

地雷除去ロボット DMR の

配備に係るビジネス化実証事業

調査完了報告書

2024 年 9 月

I O S 株式会社

## 目次

I. 事業計画書	1
1. 自社戦略における本調査の位置づけ	1
2. 業界構造	1
3. 市場環境	3
3.1 市場規模・推移	3
3.2 競合動向	4
4. ターゲット顧客・ニーズ	6
4.1 ターゲット顧客	6
4.2 ターゲット顧客のニーズ	8
5. 製品・サービス概要	10
6. ビジネスモデル	13
7. フィージビリティ	14
7.1 本調査で行った実証活動	18
7.2 価格の現地適合性	27
7.3 法規制・その他障壁	27
8.販売・マーケティング計画・要員計画・収支計画	28
9.必要予算／資金調達計画	29
9.1 準備段階の経費	29
9.2 事業着手後の投資・資金調達方法	29
10.リスクと対応策及び撤退基準	29
11.将来的なビジネス展開、ロードマップ	29
II. インパクト創出計画書	31
1. ロジックモデル	31
2. 設定指標	32
3. 達成目標	33
4. データ収集の計画	34
III. 環境社会配慮実施報告書	35
1. 案件概要	35
2. 調査対象国の環境社会配慮にかかる法令・制度等	35
3. 本支援事業実施前の環境社会配慮確認結果	35
4. 環境社会配慮実施結果	36

# I. 事業計画書

本報告書冒頭に記載の調査を実施した結果として当社が作成した事業計画書を以下に示す。

## 1. 自社戦略における本調査の位置づけ

提案法人は「屋外作業のロボット化コンサルティング」を目的に2016年に設立された。当初より国内顧客向け事業を行っているが、2017年に着手したカンボジアにおける「地雷除去ロボット開発配備計画」に徐々に軸足を移してきている。2024年現在、提案法人が最も注力しているのは世界の地雷埋設国に地雷除去ロボット Demining Robot（以下、DMR）を販売する計画である。2022年よりカンボジアの地雷原で、DMRによる地雷除去活動が行われている。本調査は、今後もDMRの主な活動の舞台となるカンボジアで、CMAC（Cambodian Mine Action Centre:カンボジア地雷対策センター）に業務を再委託し、DMRの販売時に訴求ポイントとなる「DMRがもたらす安全性及び効率性」に係るエビデンス及びデータを取得し、DMRの有効性を実証しようとするものである。自社開発したDMRによって世界展開を図る提案法人の中核事業の計画上、非常に重要な調査であるとの位置づけである。

## 2. 業界構造（サプライヤー・チャンネル等）

地雷除去作業は、地雷除去作業者を雇用・養成し、地雷原の調査及び地雷除去作業を行う団体である Operator によって行われる。Operator は Donor（資金提供団体及び個人）から活動費や機材費の支援を受けて活動する。地雷埋設国政府が十分な資金を持つ場合、その政府の資金によって地雷除去活動が行われるが、地雷埋設国は途上国が多く、政府が潤沢な資金を持たない場合、国際社会から支援を受けて地雷除去活動を行う。

また一国の地雷埋設国に複数の Operator が活動する場合がある。例えば本事業の対象国であるカンボジアは地雷王国と呼ばれ、内戦終了直後には年間3千名の地雷被害者が発生するほど地雷被害に悩まされた国である。そのため多くの地雷問題に関連する団体が、内戦終了から20年を経た現在も活動している。その代表的な団体に、政府組織でカンボジアの地雷除去の中心的役割を果たすCMAC、カンボジア軍、国際NGO（HALO Trust、MAG、APOPO、NPA）、本邦NPO（JMAS、IMCCD）があり、それぞれが地雷除去活動を実施している。なお Operator は組織間連携を行って地雷除去作業を実施する場合がある。例としてAPOPOとCMAC、NPAとCMAC、JMASとCMACの連携等がある。この中で例えばAPOPOは、地雷探知ラットを訓練し運用する能力を有するが、探知以外の地雷除去作業のプロセス（例えば大型の灌木除去機でラットが作業する環境を準備するなど）はCMACに任せている。

Operator の活動を監督する立場として Authority があり、対象国の場合は CMAA (Cambodian Mine Action and Victim Assistance Authority) がある。CMAA は対象国内の地雷原情報をデータベースとして保有しており、対象国内で活動する Operator に仕事を割り振る立場にある。また対象国に支援を行う諸外国の政府機関との折衝役を果たす。

提案法人は Manufacturer である。Operator に地雷除去機材を供給する Manufacturer は民間企業であり、自社の機材を販売するためには、Operator に技術的有効性や効率性を認められる必要がある。その上で Operator に資金を提供する Donor にも、Operator が当該製品を装備運用するに足る意義を認められる必要がある。

### 3. 市場環境

#### 3.1 市場規模・推移

地雷埋設国が抱える未処理の面積の大きさを表1に示す。面積の広さと地雷の数、犠牲者の数、予算の多寡は必ずしも比例しない。しかし地雷被害の深刻度をあらわすために汚染面積が用いられることが多い。以下に大陸別の地雷汚染国を示す。

表1 汚染面積別 地雷埋設国リスト

アジア	アフリカ	中南米	欧州	中東
非常に多い(>100km <sup>2</sup> )				
カンボジア	エチオピア		ウクライナ	アフガニスタン
			クロアチア	イラク
			ボスニア・ヘルツェ ゴヴィナ	
			トルコ	
多い(20-99km <sup>2</sup> )				
タイ	アンゴラ			イエメン
	チャド			
	エリトリア			
中程度に多い(5-10km <sup>2</sup> )				
スリランカ	モーリタニア		タジキスタン	
	南スーダン			
	スーダン			
	ジンバブエ			
少ない(<5km <sup>2</sup> )				
	コンゴ	コロンビア	キプロス	オマーン
	ギニアビサウ	エクアドル	セルビア	パレスチナ
	ニジェール	ペルー		
	セネガル			
	ソマリア			
不明				
	ナイジェリア			

出典：「Land Mine Monitor 2023」を参考に提案法人作成

市場規模として地雷問題に対し国際社会が支援の形で拠出する支援はおおよそ年間 5 億ドルである。地雷埋設国 60 カ国・地域のうち上位 5 カ国が支援総額の 50%以上を受け取っている。資金が多く入っている国と、そうでない国の差があり、汚染面積の大きい国に大きな資金が集まる傾向がある。

提案法人の製品 DMR は、Donor による支援を含め、地雷除去作業予算を一定以上有する団体が有望なターゲットとして見込まれる。また複数の地雷問題関連団体から、DMR が地雷除去作業を効率化することで人件費を軽減する効果を持つため、人件費が高い地雷埋設国の需要が高いだろうとの意見があった。一方、資金が多くは入らない国においても、DMR の価格は大型の地雷除去機（重機）に比べ安価であり、DMR が果たす作業効率化によりいずれ投資金額を回収できるため導入の検討が行われることが見込まれる。

対象国の CMAC が、本調査実施中の 2024 年 1 月に初めて DMR を調達する意向を明示し、6 月に DMR に対する Certificate を発行した。かつての地雷王国カンボジアの代表的な Operator である CMAC が DMR の技術にお墨付きを与えたわけである。これにより DMR が地雷除去に役立つこと、その信頼性を客観的に示すことができるようになった。以後、世界的な販路調査を行い、地雷埋設国、その規模の大小を問わず、製品を PR していく。

### 3.2 競合動向

世界には 10 を越える地雷除去機メーカーが存在する。多くは建設機械（ブルドーザーやシャベルカー）のような形をした大型の機材であり、単独で地雷原をくまなく、ローラー作戦で処理していくものである。地雷原掘削だけを作業者を代理して行う小型な DMR は、それら大型機材とは現場での運用が異なるため競合しない。

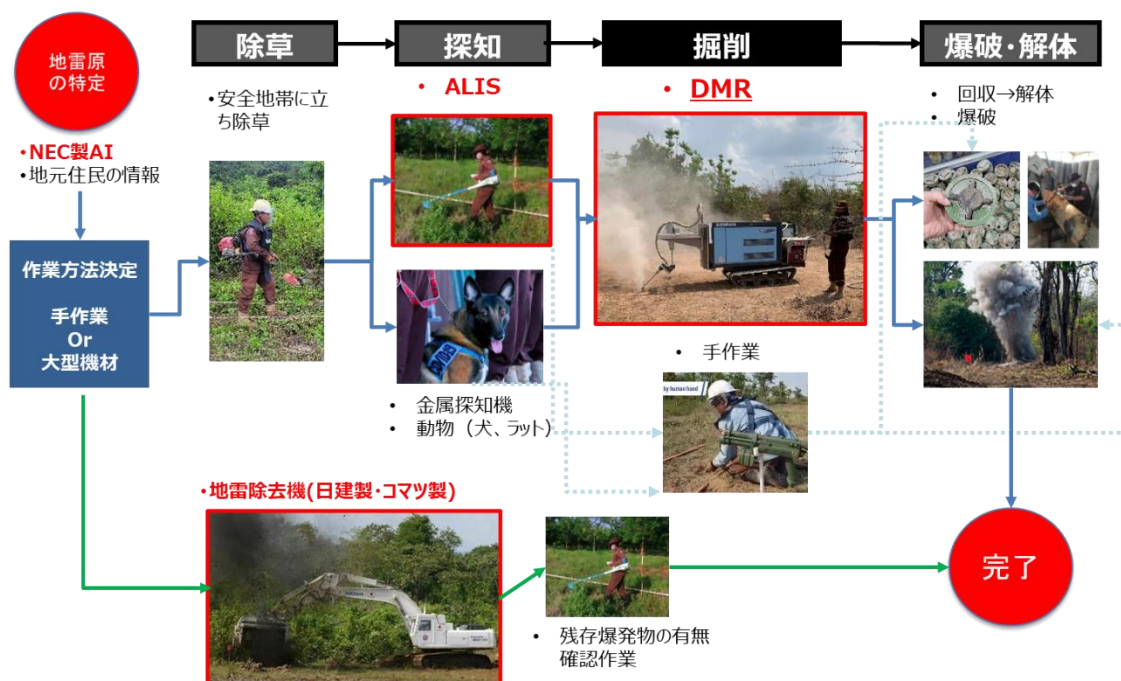


図 1 地雷除去作業のフローと DMR の役割  
※赤字は日本製の地雷除去機材

【競合分析】

かつて DMR と同様のコンセプトで機材を開発しているカンボジアの企業があった。しかし同社は 2022 年に開発を停止し地雷除去業界から撤退した。この企業のほかには、現時点で DMR と競合する機材は見当たらない。

DMR が取り組む地雷原を掘削する装置は業界に定着していない。そのため「大型機材を投入できない地雷原の探針・掘削作業は、手作業でやらざるをえないもの」との認識がある。これを「機械でも可能である」という認識に変えていくことが必要である。

参考まで以下に地雷除去機器のメーカーをリストする。いずれも大型機材の開発に注力しているが、本調査中にヒアリングを行った世界的に活動する国際 NGO の NPA から「近年、Manufacturer が機材を大型化させる傾向がある中、DMR のような小型機材があつて、かつそれが効率を落とさず作業者の安全を確保できるということは非常に興味深い」との意見があった。

表 2 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>・ NIKKEN CORPORATION</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> </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

## 4. ターゲット顧客・ニーズ

### 4.1 ターゲット顧客

業界構造の項で触れた Operator（地雷除去実施機関）が DMR のターゲット顧客である。対象国の Operator は政府機関である CMAC、カンボジア軍、国際的な非営利団体（国際 NGO）により行われている（下図参照）。本報告書記載の時点でターゲット顧客としているのは、CMAC 及び国際地雷対策組織（国際 NGO）である。

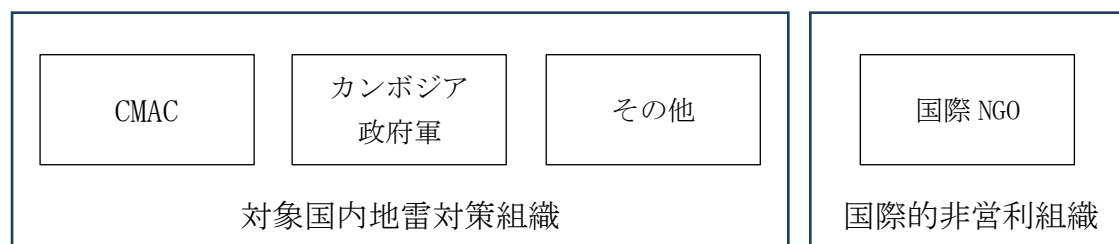


図2 カンボジア国 地雷除去実施機関（CMAC への聞き取り調査から提案法人作成）

対象国以外に目を向ければ、世界 60 の国と地域に地雷が埋設されており、各国で地雷除去活動が行われている。まず政府の地雷除去実施機関、次に国際 NGO がある。政府系の機関には、SESU（ウクライナ）、CCCP（コロンビア）、UXOLao（ラオス）等がある。一方国際 NGO は、その名の通り国際的に地雷除去を行っている。業界最大手とされる HALO Trust は、世界 30 ヶ国に 1 万人の作業者を擁して地雷除去活動を行っており予算規模は政府系地雷除去実施機関を大きくしのぐ。

なお、国毎に土壌や地雷のタイプ、作業者の人件費等から計算される「㎡あたり地雷除去費用」は異なる。



表 3 地雷除去活動に携わる主要な国際 NGO 及び国際機関のリスト

1. **The HALO Trust**: スコットランド発祥、イングランドとアメリカに拠点を置く非政府の地雷除去組織。世界最大の人道的地雷除去 NGO であり、30 か国で 10,000 人以上のスタッフを雇用・訓練し活動している。
2. **MAG (Mines Advisory Group)**: アンゴラ、カンボジア、イラク、レバノン、ベトナムなどの国々で地雷や不発弾の除去活動を行っているアメリカの国際組織。
3. **DanChurchAid**: ウクライナ、レバノン、南スーダン、イラクなどの国々で地雷対策プログラムを実施しているデンマークの人道的 NGO。
4. **Norwegian People's Aid (NPA)**: 南スーダン、レバノン、コロンビアなどの国々で地雷対策活動を行っている人道的組織。
5. **Humanity and Inclusion (旧ハンディキャップ・インターナショナル)** : アフガニスタン、コソボ、モザンビーク、ソマリアで地雷除去および地雷リスク教育を行っている。
6. **Japan Mine Action Service (JMAS)**: 日本地雷対策支援協会。主にカンボジア、ラオス、ミクロネシアで地雷等の除去活動を行っている日本の非営利組織。
7. **DEMIRA**: ドイツの人道的 NGO で、戦後の国々や内乱の影響を受けた地域で地雷除去、爆発物処理、緊急医療支援を提供している。
8. **Golden West Humanitarian Foundation**: 地雷除去技術の開発を専門とするアメリカの非営利組織。
9. **INTERSOS**: 自然災害や武力紛争の被害者を支援し、地雷除去活動も行っているイタリアの人道的組織。
10. **United Nations Mine Action Service (UNMAS)**: 国連地雷対策サービス部は 1997 年に設立され、アフガニスタン、イラク、レバノン、南スーダンなど複数の国で地雷や爆発物の脅威を軽減するためのグローバルな取り組みを主導・調整している。

## 4.2 ターゲット顧客のニーズ（顧客の直面している問題）

地雷埋設場所の状況により、大型の地雷除去機が使用できない現場では、除去作業は作業者が爆発物に近接し、手作業で行う。地雷除去作業者は防護服を着用しているが、特に地雷原の土の中に隠された地雷を探針棒で探り、シャベルで掘削する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う。過去 CMAC では地雷除去作業中に 120 件を超える人身事故が発生しているが、その過半数がこの地雷原の探針・掘削作業中の事故である。CMAC に限らず、地雷除去作業に従事する地雷除去作業者の安全確保が求められている。

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。CMAC や地雷除去を行う Operator は、機材を適材適所で使い分ける考え方を tool box と呼んでいる。

広大な平地の地雷原のように、大型機材を使った除去が適した場所では、立地やコストの条件があれば大型機材を投入する事により効率的な作業ができる。しかし大型機材に損傷を与えかねない対戦車地雷が中心の地雷原や、大型機材の投入に適さない地雷原（林地、傾斜地、アクセスルートが悪路、面積が小規模あるいは作業予算の制限がある）では、従来から行われてきた手作業による地雷除去が行われる。

手作業では「ワンマン・ワンレーン方式」で実施されており、作業員一人一人が、草刈りを行い、金属探知機等で地雷を探知し、探知されたポイントで地雷原の探針・掘削作業を行う。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、作業員 1 名（ワンマン）がひとつのレーン（ワンレーン）を担当する形で草刈、地雷探知、探針・掘削を行う。

草が多く茂った場所、地形の悪い場所、金属片が多い場所では 1 日の就労時間 7 時間を費やしても、10m ほどしか進めない場合もある。この場合、処理面積 15 m<sup>2</sup>であるが、2024 年現在 CMAC は、理想的には一人の作業員に 1,000 m<sup>2</sup>/日进行处理することを求めているようである。これは現場の条件によっては、厳しいノルマになっている。地雷除去作業チームは、ただでさえ命を懸けて作業を行っているが、数値的ノルマも課されているのである。

手作業による地雷除去作業時、多くの現場で金属探知機を使って地雷に含まれるごく少量の金属を探知する手法がとられる。そのため、地雷原の探査には精度の高い金属探知機を使用し、金属反応がある場所は掘削して反応源を特定する必要がある。しかし、金属探知機の精度が非常に高いために、地雷だけでなく空薬莖や鉄くずも探知してしまう。探知した金属が空薬莖や空き缶なのか、地雷なのかは、その場所を掘削して確認するまでは分からない。

言うまでもなく地雷原を掘削する際には、常に爆発に巻き込まれるリスクがある。作業員が地雷原を掘削するには写真 1 のような器具を用いる。

作業者は日々、重い防護服を着こみ、乾季には非常に固く、雨季にはぬかるむ地面にシャベルを突き立てている。それは大きなリスクを伴う作業である。あらゆる作業の自動化・機械化が進む現代において、地雷除去作業もその恩恵を受けて安全化が図られるべきである。これを DMR によって作業効率を向上させ、作業を安全化する。

## 人の手による地雷除去作業

写真1 掘削道具



写真2 炎天下での地雷除去作業



補足：CMAC の 1992 年から 2016 年までの統計によると、精度の高い金属探知機で地雷原を精査し、見つかった金属反応が本当に地雷や不発弾であった確率は非常に低く、896 回掘削して 1 回程度であった。

## 5. 製品・サービス概要

DMR は地雷原に埋まっている地雷を安全・迅速に発見するロボットである。地雷問題を抱える世界 60 の国と地域では前述のとおり、日々、危険を伴う手作業で地雷の除去が行われている。DMR は最も危険な「地雷原の掘削作業」をロボット化することで作業者の安全を確保し、同時に効率化（スピードアップ）を果たす。

前述のとおり地雷除去には、①「除草」（草刈り。地雷原の雑草や灌木の除去）、②「探査」（金属探知機等によって地雷等の爆発物が埋設されている場所を特定）、③「掘削」（探針棒とシャベルを使った、地中に埋められた地雷の発見）、④「爆破」（地雷の爆破あるいは撤去）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、地雷が埋設されている可能性の高い場所を特定する。地雷原をレーン分けし、各作業者が受け持ったレーンの作業を行う。まず金属探知機が十分な性能を発揮するために障害となる雑草を除草した後、金属探知機を使って反応を調べる。金属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、搭載した（あるいは別置した）コンプレッサーが発生させる圧縮空気により、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。

手作業で地雷発見まで平均 15 分かかるところ、DMR は移動・据付にかかる時間を考慮しても 5 分で 1 か所の掘削を終えることができ、3 倍以上の作業時間効率化を可能にする。

写真 3 DMR-6



写真 4 DMR によって発見された対人地雷 (2024 年 7 月 15 日)

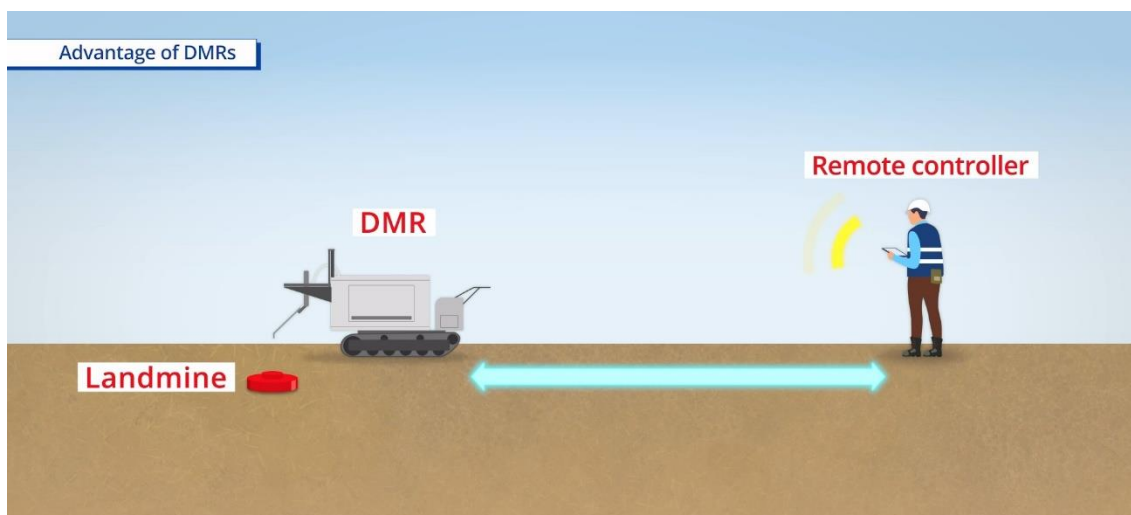


図 3 DMR の遠隔操作イメージ

### 写真 5 DMR を遠隔する様子（安全地帯で撮影）

CMAC の場合は 15m 以上を安全距離と規定している。



### 写真 6 DMR のリモートコントローラー（インターフェース画面）

登録したプログラムを呼び出し、スタートするだけで何度でも同じ動作を繰り返し実行できる。都度、操作者が遠隔で圧縮空気を吐出するノズルを操作する必要がない。



## 6. ビジネスモデル（実施体制／顧客やパートナーに提供する価値等）

DMRを含む地雷除去機を使用するのは地雷除去を実施する団体（Operator）であるが、OperatorがDMRを配備するに際して、以下のような調達手段が考えられる。

- ・ Operatorが必要な予算を確保し、DMRを購入する。
- ・ 地雷埋設国政府がDMRを購入し、自国の政府系Operatorに供与する。
- ・ OperatorがDonorからの資金提供を受け、DMRを購入する。
- ・ Donorが地雷除去支援事業の一環でDMRを調達し、Operatorに供与する。

一例として政府系Operator、および非政府系Operator（国際NGO等）を顧客とする場合のビジネスモデルの図を以下に示す。

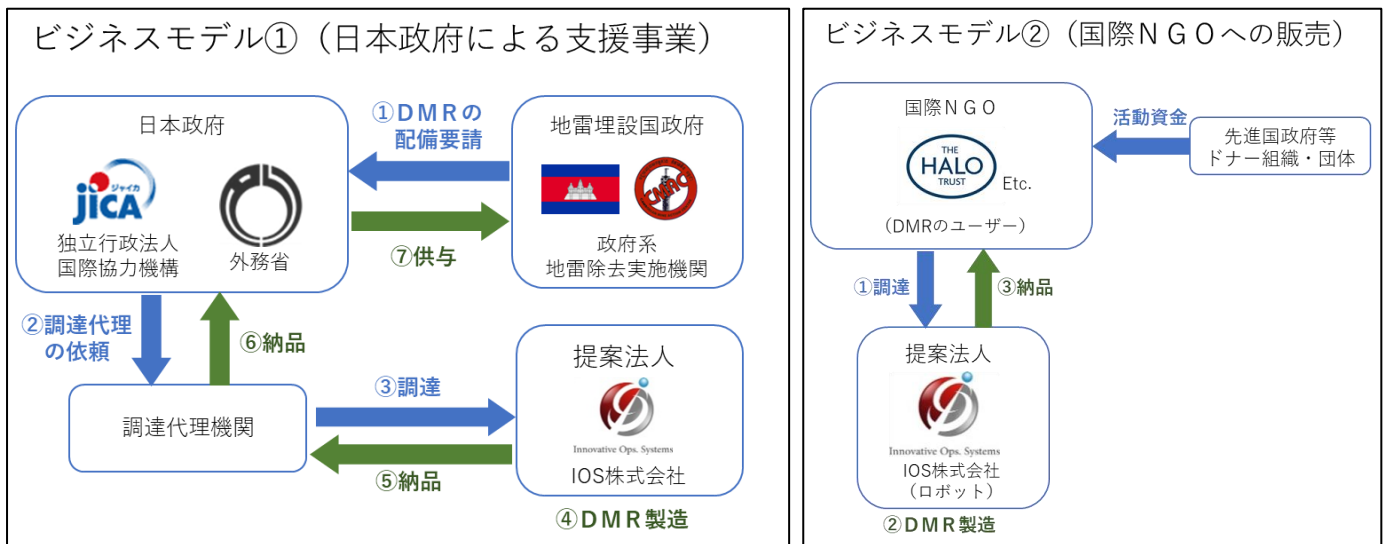


図4 ビジネスモデルの一例

## 7. フィージビリティ（技術／運営／規制等の実現可能性）

### 【解決すべき技術的課題】

提案法人が初めて CMAC を訪問した 2017 年、CMAC 長官らから地雷除去作業が抱える危険性に関し以下の説明を受けた。

地中に隠された地雷の向きが変わってしまうことによって、作業者が地雷原を掘削して地雷を発見しようとする際に、避けられないリスクがある。地雷は当然、土に埋まっただけで見えない。作業者はいくら経験を重ねても、埋まっている地雷の向きがわかるようにはならない。もし技術的に可能であるなら、この危険な作業を人にやらせるのではなく、機械に任せたい。

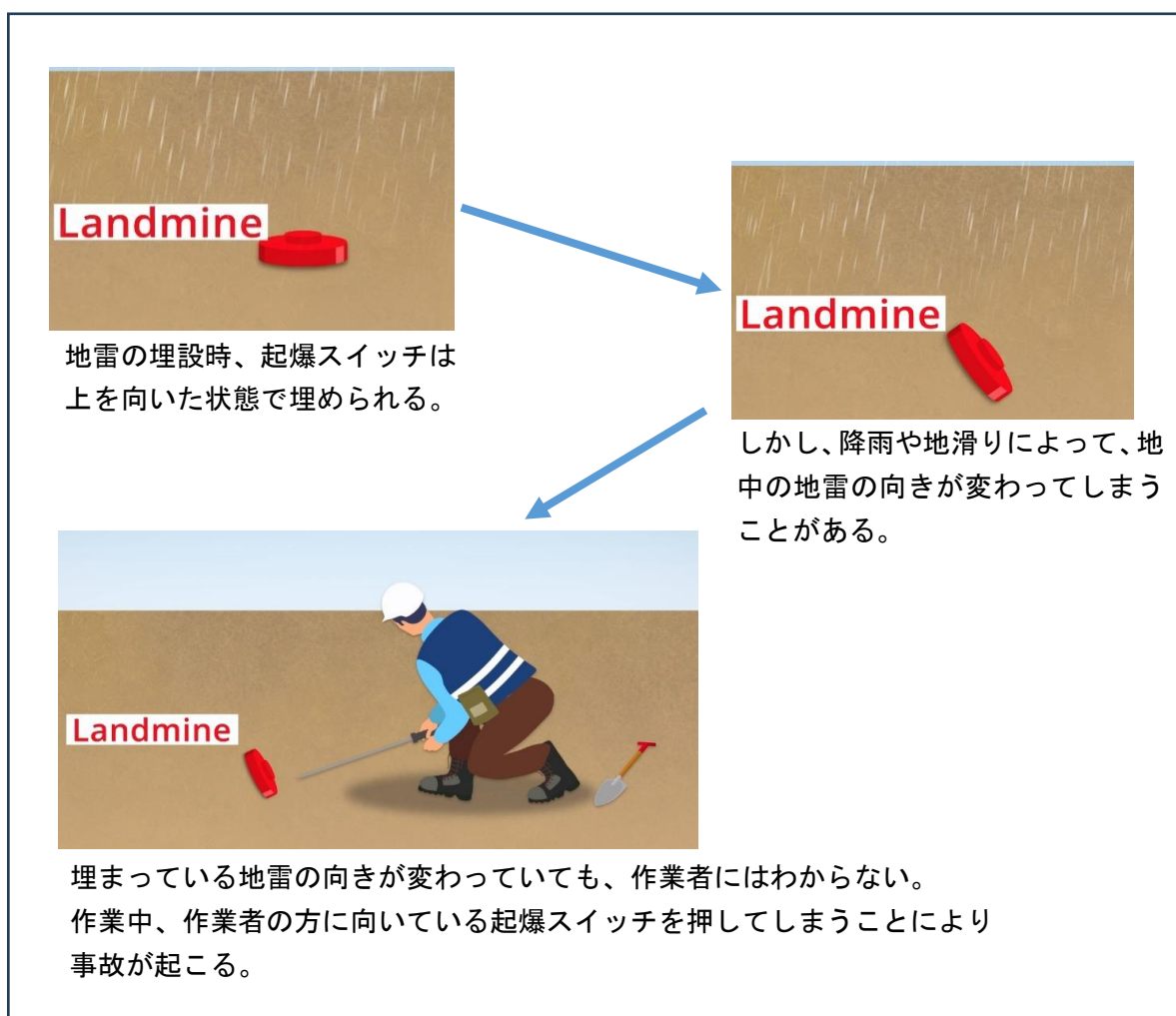
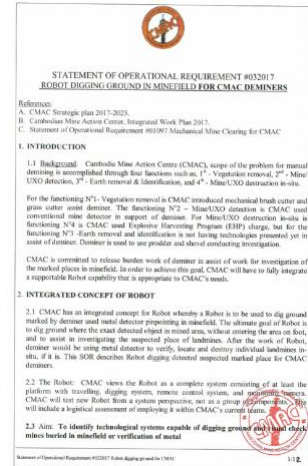


図 5 手作業による地雷除去作業の危険性



CMACはこの技術要求をSOR (STATEMENT OF OPERATIONAL REQUIREMENT #032017) として文書化している。  
 12 ページからなる仕様要求書で、地雷原の探針・掘削作業の機械化を求める背景、機材に求める耐環境性能、可搬性や走行性能などが規定されている。



【DMR の開発】

提案法人は 2018 年以降、1 年に 1 台のペースでプロトタイプ機の試作を行った。現地に輸送しデモンストレーションし、CMAC からフィードバックを得て改良を重ねた。  
 2022 年、DMR-5 (プロトタイプ 5 号機) が CMAC の求める安全性を満たしたと評価され、DMR をオペレートするチームが CMAC 内に編成され、DMR を使った地雷原除去作業が開始された。



図 6 DMR 開発の歴史

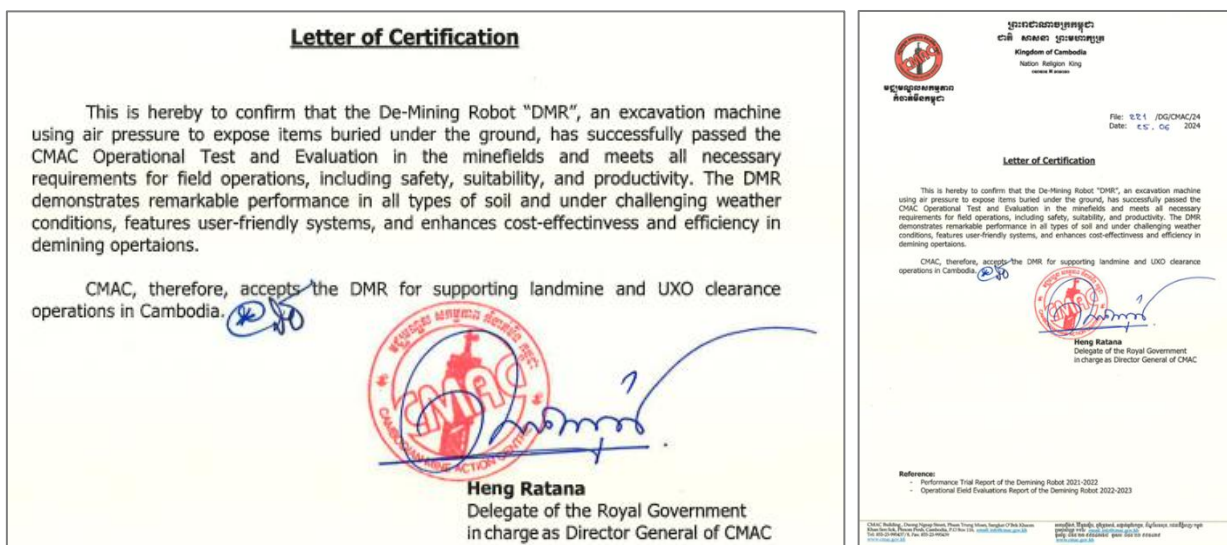
CMAC は一昨年活動 30 周年を迎えた歴史ある地雷除去実施団体である。CMAC を長年支援する日本政府は CMAC が行う対象国内の地雷除去活動、及び活動で培った地雷除去技術および日本製地雷除去機材の操作能力をもとに第三国支援（三角協力または南南協力）を実施してきた。

その CMAC が、本調査実施中の 2024 年 6 月、DMR に対する Certificate を発行し、DMR が技術的にカンボジアの地雷・不発弾の除去活動に貢献する機能を持ち、安全性・効率性・操作性・耐環境性を持つものと認定した。

CMAC による Certificate の仮訳

*DMR は CMAC によるオペレーションテストと機能評価において、安全性、適合性、生産性を含む地雷原でのオペレーションに必要とされる要求をすべて満たし合格した。DMR は悪天候下においても、タイプの異なる土壌においても、優れたパフォーマンスを発揮して見せた。使いやすいインターフェースを持ち、費用対効果、作業効率性を発揮する。したがって CMAC は、地雷及び不発弾の除去作業をサポートする DMR を受け入れる。*

## 資料 2 CMAC 発行の DMR の認定証 (Certificate)



また CMAC は DMR を彼らの地雷除去作業に統合する準備が整っていることを機会あるごとに発信しており、現地報道でも取り上げられた。

## CMAC signs MoU with IOS for demining robot

Som Sotheary / Khmer Times /



CMAC's new Japanese demining robot was tested in the field on Monday. CMAC

<https://www.khmertimeskh.com/501508335/cmac-signs-mou-with-ios-for-demining-robot/>

地雷除去の現場において DMR が技術的に有効な効果をもたらす機材であることは、歴史ある団体によって客観的に証明されたが、本事業で地道に行った実証活動があってこの成果が得られたものと考えられる。

## 7.1 本調査で行った実証活動

本調査では、実証活動を通じて、下記項目について DMR の技術面・ビジネス面の調査活動を行った。

- 技術面
  - 対象国内、異なる土壌への適合性 (7.1.1)
  - 圧縮空気による地雷原掘削の安全性 (7.1.2)
- ビジネス面
  - 国際 NGO へのヒアリング (7.1.3)
  - DMR を使うことによって得られる作業効率性 (7.1.4)

### 7.1.1 技術面：対象国内、異なる土壌への適合性

本調査の前、2022 年 11 月～2023 年 5 月まで、DMR を使って地雷除去作業を実施し、DMR による地雷原掘削が可能であることを実証してきたが、限定的な地域（シェムリアップ州）での活動にとどまっていた。また乾季の実証は行っていたが雨季の実証は未だ行っていなかった。そのため本調査では、実証サイトを砂質土壌のシェムリアップ州から粘土質土壌のバンテイミエンチェイ州、砂質・粘土質の混じるバットンバン州に移し、異なる地質、異なる季節での技術適合性を評価した。2023 年 6 月～12 月までバンテイミエンチェイ州、2024 年 1 月～4 月までバットンバン州の地雷原で実証活動を行った。結果、砂質土壌で成功していた DMR による地雷原掘削は、地質の異なるバンテイミエンチェイ州、バットンバン州においても成功することを確認した。また雨季の機材運用も問題はなかった。さらにバンテイミエンチェイ州の地雷原は山裾にあってところどころ大きな石が転がり、傾斜もあるサイトであったが、ここでも特に DMR の運用面で問題はなかった。

写真 7 （左）バンテイミエンチェイ州の実証サイト

写真 8 （右）山裾にあり植生の多い地雷原。（2023 年 9 月）



写真9 (左)DMRのリモートコントロールを行う DMR 操作者

写真10 (右) 実証サイトの風景



写真11 実証サイトを訪問した JICA 関係者



写真 12 (左) バッタバン州の実証サイト。DMR-6 現場投入時 (2024 年 3 月)

写真 13 (右) DMR-5



写真 14 CMAC R&D チームリーダー (右端) と 5 名の DMR チーム



2つの州での実証により、DMRが異なる環境に置かれても地雷原を掘削できること、および耐久性があることを実証できた。また渡航の都度、実証サイトを訪問し、日々現場で作業を行う作業者と効率的なDMRの使い方を協議できたことは大変有意義であった。

### 7.1.2 技術面：圧縮空気による地雷原掘削の安全性

調査期間中、爆薬を取り除いた試験用の地雷に対し圧縮空気を吹き付ける実地試験を行った。試験用の地雷を固定し、DMR から空気を吹いた後（写真 15）、地雷を分解して起爆装置が動作しているかどうかを確認した（写真 16, 17）。この試験は本調査以前から都度、複数の地雷の種類で行ってきているが、これまで地雷の起爆スイッチが動作したことはなく、今回の試験でも地雷の起爆装置は作動しなかった。

写真 15 16 17 爆薬を除去した地雷による起爆動作試験



コンピューターによるシミュレーション及び実際の地雷を使った試験において、DMR による地雷原の圧縮空気掘削が非常に安全性の高い技術であることが示された。

#### <圧縮空気による地雷原掘削の優位性>

写真 18 木の根が密集した地面の掘削後の様子



このように密度が高く木の根が張っている場所においても、圧縮空気掘削であれば 90 秒で地雷の発見に必要な範囲、深さを掘って作業を完了できる。この場所を手作業で掘ると、探針作業中に何度も探針棒が木の根に当たる。その都度、作業者は「地雷であるかもしれない」との疑いを抱き慎重に掘り進めなければならない。結果、木の根が出てくると作業者はシャベルをはさみに持ち替え、木の根を切断・除去し、再び探針・掘削に戻る。何度も木の根にあたる作業を繰り返すうち、長い時間が経過してしまうが、DMR はこのような状況でも一定の時間で掘削を完了できる。

### 7.1.3 ビジネス面：国際 NGO へのヒアリング

対象国には、政府機関 CMAC のほか、複数の地雷除去団体（国際 NGO）が活動している。DMR の販売は CMAC のみを対象としておらず、広く世界中で活動する国際 NGO はビジネスを展開するうえで重要な顧客である。そこで、本調査期間中、対象国で活動する国際 NGO と接触し、対面会議やオンライン会議を行った。可能であれば実証サイトに招き、DMR を実際に見せて意見を聞いた。また現地最終報告会にも招き、DMR のプレゼンテーション及び実機デモ、質疑応答、意見交換を行った。

この一連の活動で接点を持った団体は、国際 NGO の Mines Advisory Group (MAG), Norwegian People's Aid (NPA), HALO Trust, JMAS, APOPO、国連機関でカンボジアの地雷除去活動の政策支援をしている UNDP である。これらの団体とオンライン会議を実施し、複数の団体が実証サイトで DMR を視察し、最終報告会に参加した。結果、地雷探知を主な活動とする APOPO 以外、すべての団体が DMR の活用は地雷除去活動の現場において有意義であると判断した。作業者の安全の確保が何よりも重要な地雷除去作業の現場において、それを確保でき、かつ迅速化を図ることができる DMR に期待しているとの評価を得ることができた。最終報告会に参加した一部団体からは、組織内で DMR の調達を協議するとの声もあった。

写真 19 国際 NGO による実証サイト訪問（2024 年 3 月）

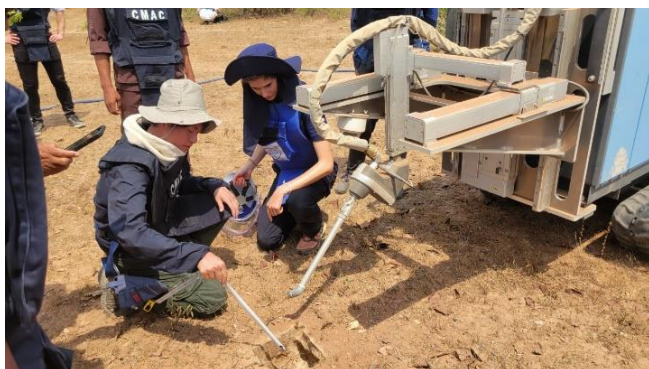


写真 20 現地完了報告会（2024 年 7 月）





#### 7.1.4 ビジネス面：DMR を使うことによって得られる作業効率性

前述のとおり、DMR の開発の契機となった CMAC の「作業を安全化したい」との要望は、本調査で接点を持った国際 NGO も重要視していることが確認された。

一方、広大な地雷原のどこにいくつ埋まっているかわからない地雷をすべて見つけ出し、100%除去する必要がある人道的地雷除去作業には、巨額の費用が掛かる。DMR を Operator の安全のために導入し、日々の作業が安全化されたとしても、手作業よりも作業効率が低いと地雷除去作業費が従来より高むため、ドナーの理解を得ることが難しい。そのため本調査では、DMR によって作業安全化を果たしたうえで、如何に作業を効率化し、作業日数を削減できるかを、実証活動を通じて検討したうえで、DMR によってもたらされる導入効果を表す定量的データを取得した。

##### <地雷原における効果的な DMR の運用方法>

地雷原の掘削に特化した装置で、除草・探知・掘削の作業から、掘削だけを機械化するコンセプトの機材が地雷除去業界に普及していないため、DMR を効果的に運用する方法を検討・立案した。

従来型のワンマン・ワンレーン方式では、各作業者が除草・探知・掘削の一連の作業を単独で行っている。その方式が運用されている地雷原に DMR を投入し、作業者が金属反応を発見する都度、DMR が掘削作業だけを行うとすると、下図の通り、DMR は作業者が金属反応を発見するのを後方で待機する運用になる。そして金属反応が見つかる度に、そこへ DMR を移動させ、掘削を行う。その間、今度は探知作業者が DMR による作業完了を待つことになる。作業者と DMR の操作者が互いの作業完了を待つ必要が生じ、作業が効率的に行えない。

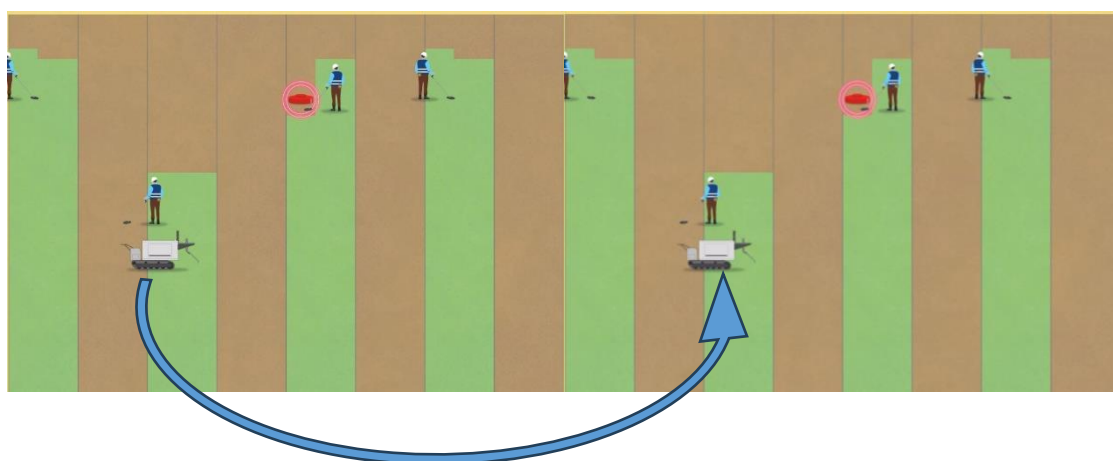


図7 地雷探知作業者と DMR 操作者が同時にフィールドに展開した場合（非効率な例）

また、広い地雷原に展開した複数の探知作業者が受け持つレーンを DMR が行ったり来たりと移動するのはタイムロスになる。また仮に各作業者が受け持つレーン間に未処理のレーン

ン（危険な地雷原）があれば、DMR はそこを迂回する必要がある、ここでもタイムロスが生じる。そのため、DMR を使う場合は金属探知機を持ったチームと DMR の操作者の作業領域を重ならないようにする。ある区画では探知機を持った作業者が除草・探知のみを行い、金属反応があった箇所に目印（インジケータ）を残していく。そしてインジケータが残された区画を DMR 操作者が掘削していく。このように運用することで、金属探知作業・DMR 操作者は互いの作業を待たずに済み、かつ DMR は掘削地点を示す目印に向かって直線的に最短距離を移動できる。この運用は、2023 年 2 月から旧 DMR チーム（CMAC TSC#68：総勢 5 名）によって実施され効果が確認された手法である。本年 5 月から DMR チームが DMR#01 に名称を変更し、従来より大規模なチームである DML#11（DML は CMAC 内のチーム名で、Demining Large の略。総勢 11 名）に統合され、DMR#01 と DML#11 の合同作業が開始されている。この DML#11 との合同作業においても従来同様に金属探知作業者が残したインジケータを DMR 操作者が掘削していく運用が行われ、効率的との評価を得ている。

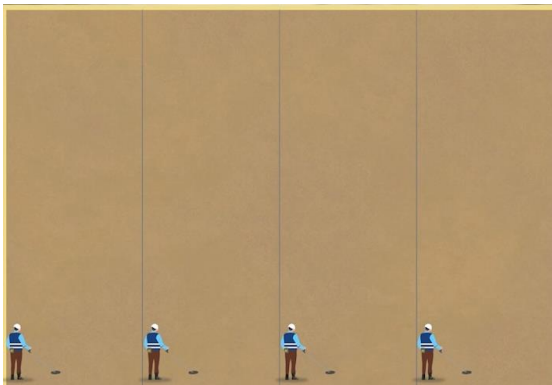


図 8 まず金属探知機チームが探査を行う

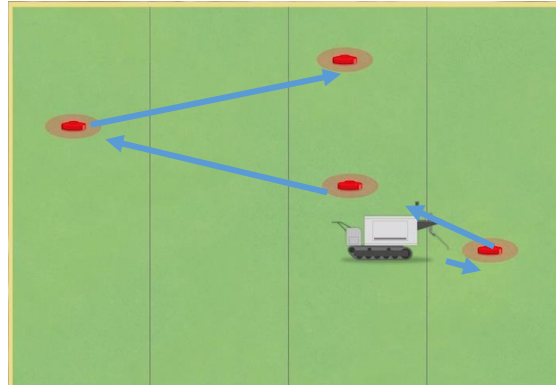


図 9 探査後の DMR の移動イメージ

写真 21

実際の現場で DML#11 の探知作業者が残したインジケータ



写真 22

DMR#01 がインジケータの位置を連続して掘削



## 〈実証の結果：定量データ〉

およそ1年間の実証結果をもとにCMACと協議を行い、DMRによって果たされた作業の効率化について、以下のようにまとめられた。

1日あたりのターゲット面積は6,000㎡前後に設定された地雷除去チームにDMR1台とDMRの操作者2名を統合して実証を行った。2024年7月のデータ取得時は5日間平均で223回/日、8月のデータ取得時は3日間平均で226回/日の金属探知回数を記録した。6名の金属探知作業者が記録する金属反応の回数としては多い。従い、処理に時間を要する地雷原であった。しかしチームはいずれの日も、ターゲット面積の処理に成功し、8月には3日間平均で1,067㎡/日、ターゲット面積を超えて処理することができた。

ここにDMRの果たした貢献は大きい。DMRが作業者に代わり掘削作業を行うことにより、6名の作業者が地雷原の掘削にかかる時間を削減できた。その結果、6名が掘削以外の作業（除草・探知・発見された爆発物の処理等）を行う時間を確保する効果が生まれた。

8月の実証データを例にとり、効率性を数値化する。6名の作業者は、DMRがない場合に226か所/日を掘削する必要があったが、DMRがあるために162か所/日の掘削回数に削減することができた。この効果を数値化するに際し、データを取った3日間では、1か所あたり7.5分の掘削時間をかけて金属反応のもとになった金属片や地雷等の爆発物を発見できると仮定した。結果、導き出されたパーセンテージは以下のとおりである。

もしDMRが現場になく、1日平均226か所の金属反応地点を6名の作業者が手作業で掘削した場合、彼らの実働時間の80.8%を掘削作業に割く必要が生じ、掘削以外の作業（除草・探知・発見された爆発物の処理等）にかけられる時間は、実働時間の19.2%であった。

しかしこの現場には1台のDMRがあり、1日平均64回の掘削を作業者の代わりに行ったため、6名の作業者の実働時間のうち掘削に割く時間が57.8%に抑えられ、掘削以外の作業にかけられる時間は42.2%に増加した。

1台のDMRがあることにより、6名の作業者は彼らの1日の実働時間のうち、23%を探知等の作業に振り向けることができた。

(DMRがある場合に掘削作業にかかる時間的割合) 42.2% - (DMRがない場合に掘削作業にかかる時間的割合) 19.2% = 23%、これがDMRが果たす効率化能力を数値化したものになる。

なお現場でDML#11の6名の作業者にヒアリングを行ったところ、「何年経験を重ねても、地雷があるかもしれない場所を手作業で掘削するときには緊張が伴う。DMRがあることによって作業が安全化されることが何より安心感につながる」とのコメントがあった。

また DML#11 のチームリーダーには、今回の DMR#01 との合同作業に際し、慣れ親しんだオペレーションを変更するというチャレンジを行ってもらった。リーダーからは「DMR があることによって作業チームに時間的な余裕が生まれている実感がある。今後、地雷除去の現場に DMR が普及することを願いたい」とのコメントがあった。

また以前、国際 NGO の関係者に DMR のプレゼンを行った際に、「Dense な地雷原（地雷除去業界では地雷や金属反応が頻繁に見つかる現場を指す）で使うと効果的だろう」とのコメントがあったが、そのとおりの結果が出ることとなった。

なお今回の実証データの取得中に DMR が 1 日 64 回の掘削を行った（3 日間平均。稼働時間 5h/日、1h あたり 12.8 回）。おおよそ 5 分に 1 回、掘削を行うことができた計算になるが、このようなハイペースで作業者の安全を確保しつつ地雷原の掘削ができることは地雷除去業界を良く知る関係者から高い評価を受けている。

以後、世界各国の様々な Operator に DMR を紹介・導入しつつ、効率的な運用法をさらに発見して磨いていくことになると思われるが、本事業の実証事業期間中に、DMR を用いることで手作業で処理する場合のターゲット面積を上回る面積の地雷原を処理できることが実証されたこと、また DMR 1 台が 1 時間稼働した場合におおよそ何回の地雷原の掘削ができるかなど、導入を検討する Operator や Donor に対して示すことができる実証データを入手することができた。これらは本事業の大きな成果であると考えている。

## 7.2 価格の現地適合性

前項の実証活動の結果のとおり、DMR があることで作業者が地雷の探知等の作業に振り向ける時間が増えることが確認された。DMR によりチーム全体のパフォーマンスが向上し、処理の迅速化が図られ、地雷原に作業チームが展開する期間が短期化すると、一定の面積を持つ地雷原を安全化するためにかかる期間が短縮される。するとチーム派遣費が削減できる。CMAC の地雷除去チームは、担当する地雷原付近の町に借家を借りて滞在し地雷原に通う。派遣期間が長くなれば借家料のほか、作業員及び作業に直接従事しないがチームに帯同するスタッフの person 費、現場と借家を行き来する移動車両の燃料費や装備の損耗等によるコストが高くなる。チーム派遣期間の短縮には、これら総てのコストを圧縮する効果があるため、DMR の運用費（DMR 操作者の person 費、出張費、DMR の燃料費等）を支出しても、結果的にコストメリットが発生する。そのコストメリットを積み上げることで DMR の導入費を回収することができる（手元の試算では 2.9 年で回収可能の見込み）。また日本国内で、ロボット製作に携わる複数の事業者が DMR の仕様を示して価格設定を話したところ、いずれの事業者からも高いという反応はなく、むしろ仕様に対して「かなり安い設定と思う」とのコメントがあった。

## 7.3 法規制・その他障壁

ロボット部品（アクチュエータ等）、運搬車、エアコンプレッサといった各部品・機材に特に規制なしとの認識。本調査中の 2024 年 3 月、DMR-6 を日本からカンボジアに輸送した際、CMAC がコンサイニーとなって輸入が滞りなく行われた。なおカンボジアでは人道的地雷除去機材を CMAC が輸入するに際し関税が免除されることを確認した。2022 年にも DMR-5 を航空輸送で対象国に輸出したが特に問題はなかった。

## 8. 販売・マーケティング計画・要員計画・収支計画

非公開

## 9. 必要予算／資金調達計画

### 9.1 準備段階の経費（事業着手前）

開発費は過去7年間の提案法人の投資によって完了している。

### 9.2 事業着手後の投資・資金調達方法

DMRの配備に係るプロジェクトが組成され販売契約が締結された後、提案法人がDMRを製造する。製造資金は金融機関からつなぎ資金の融資を受ける。あるいは現在複数社にあたって製造委託を行う先が製造原価を立て替える形でDMRを製造する。

## 10. リスクと対応策及び撤退基準

以下のリスクを想定している。

- 技術開発の頓挫
  - 技術は開発済、CMACのCertificate発行済
- 製品の競合
  - なし
- 撤退基準
  - 第一のユーザーCMACから調達要望があり、国際NGOへ製品を紹介したところ訴求力ありとの手ごたえを感じており撤退は考えていない。

## 11. 将来的なビジネス展開、ロードマップ

CMACへの配備については2024年7月の現地最終渡航にて、CMAC長官からDMRを日カンボジア地雷イニシアチブの活動に含めるとの意向が示された。さらに現地最終報告会に参加したCMAC副長官もまた、「日カンボジア地雷イニシアチブにDMR計画が含まれるものと考えている」とコメントした。このほかCMAC長官からは、実行が早い制度によってDMRを調達したいとのコメントがあった。

日カンボジア地雷イニシアチブに関する参考サイト：

外務省 上川外務大臣によるカンボジア地雷対策センター（CMAC）視察

[https://www.mofa.go.jp/mofaj/s\\_sa/seal/kh/pageit\\_000001\\_00801.html](https://www.mofa.go.jp/mofaj/s_sa/seal/kh/pageit_000001_00801.html)

CMACへの配備計画が進行する傍ら、CMACが南南協力（JICAの支援による三角協力）を行っている対象国への横展開を狙う。

また本調査期間中の2023年11月にスイスGICHD（Geneva International Centre for Humanitarian Demining）が主催するInnovation Conference 2023に出展者として参加し、ブース展示及びプレゼンテーションを行ったところ、以下の団体がDMRに関心を有していることを確認した。これらの機関に本調査の結果を展開したい。

【政府機関】

- ウクライナ 国防省 (Ministry of Defense)
- Lebanon Mine Action Center

【NGO】

- HALO Trust (国際 NGO : 30 カ国に展開)
- Spirit of Soccer (国際 NGO : ウクライナ・コロンビア・ラオス等)
- AMAK (ローカル NGO : イラク)

【NATO】

- EOD COE

【国連】

- UNOPS
- UNMAS

現時点で以下の二本柱でターゲット顧客へのアプローチを行う方針である。

1. 政府系地雷除去実施機関の中で存在感の大きいCMACに認められた実績を最大限活用した政府系地雷除去実施機関へ横展開する
2. 前述の国際NGO及び本邦NPOが行う地雷除去支援事業にDMRが採用されることを経て、他の国際NGO・NPOへ横展開する



## II. インパクト創出計画書

複数の現地業務を経て、最終的に設定したロジックモデルおよびKPI は下記のとおりである。

### 1. ロジックモデル

事業目標：

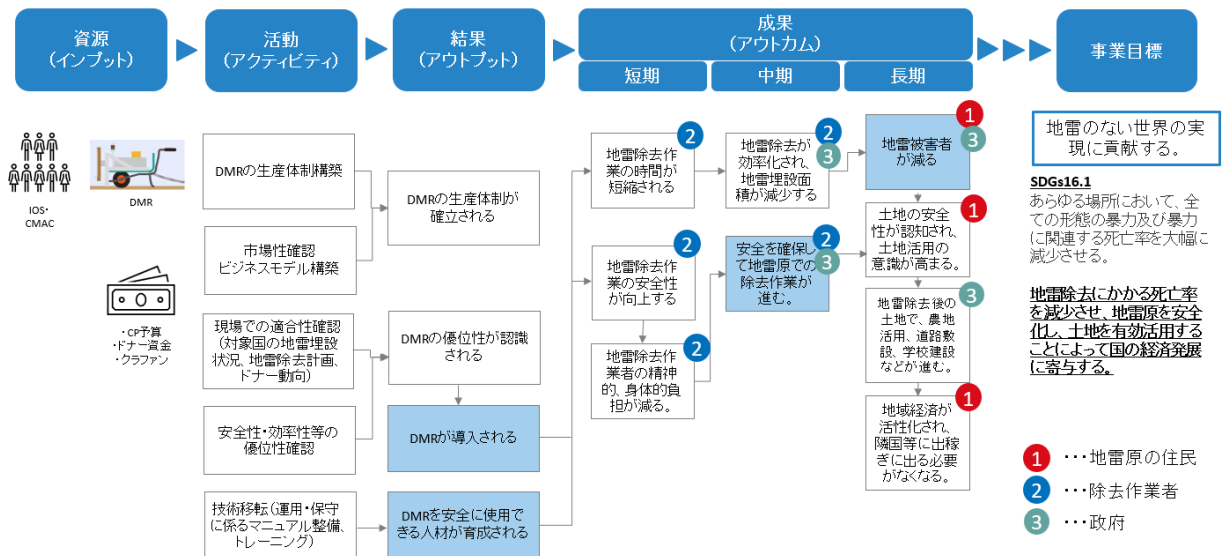
「地雷のない世界の実現に貢献する」

地雷除去にかかる死亡率を減少させ、地雷原を安全化し、土地を有効活用することによって国の経済発展に寄与する。

当社事業の裨益者は下記のとおりである。

裨益者	裨益の種類	裨益者の種類	ロジックモデル上の表現
地雷除去作業員	直接	個人	除去作業員
地雷原および地雷原周辺の住民	間接	個人	地雷原の住民
地雷埋設国政府	間接	政府	政府

当社が事業を通じてどのように事業目標を達成するかについて以下の通りロジックモデルを作成した。



## 2 設定指標

上記ロジックモデルの成果のうち、青でハイライトされているものについて、以下の指標を設定した。

結果	
指標 A.	DMR の導入台数 対象国＋対象国外での DMR の合計販売台数が増える。
指標 B.	DMR の保守・運用ができる人材の数 除去作業者が DMR の保守・運用ができるようになる。
成果（中期）	
指標 C	DMR を使って地雷除去が行われた面積 除去作業者が DMR を使って地雷除去した面積が広がる。
成果（長期）	
指標 D.	地雷被害者の数 カンボジアでの地雷被害者の数が減る。

### 3 達成目標

上記指標および前述の収支計画を基に 2029 年までの達成目標値を下記の通り想定することとした。

項目	2025	2026	2027	2028	2029
主要成果指標の目標値					
非公開					
ファイナンシャル					
非公開					

注：指標 B の人数は、1 団体当初 3 名の技術者を養成、以後台数増加に際して 5 名以上に増員する。国際 NGO のように活動国が異なる場合は国ごとに技術者が養成されることとなる。

#### 4 データ収集の計画

事業の進捗を図るための指標は、下表のとおり収集を進めることを想定する。

ロジックモデルで設定した 結果・成果	結果・成果を表す指標	計測方法	計測間隔	計測者	期待する成果
DMRが導入される (対象国外でもDMRが導入 される)	DMRの導入台数(対象国+対 象国外の合計販売台数)	売上資料	半年	IOS社員	増加(年間20 台以上)
DMRを安全に使用できる 人材が育成される	DMRの保守・運用ができる人 材の数	導入先へのヒ アリング	1年	IOS社員	増加(年間3名 以上)
安全を確保して地雷原で の除去作業が進む	DMRを使って地雷除去が行わ れた面積	導入先へのヒ アリング	1年	IOS社員	増加((年間 480ha以上)
地雷被害者が減る	対象国の地雷被害者数	導入先へのヒ アリング	1年	IOS社員	減少

### III. 環境社会配慮実施報告書

#### 1. 案件概要

##### 1) 案件概要

本調査は、DMR を用い、カンボジア政府が認定した地雷原における地雷除去のための掘削作業を行う。国際協力機構環境社会配慮ガイドライン（2022 年 1 月版）において、カテゴリ B と判断されている。カテゴリ B 判断の根拠について、本事業は、「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」（2022 年 1 月公布）上、セクター特性、事業特性および地域特性に鑑みて、環境への望ましくない影響が重大でないと判断されるため。

##### 2) 環境社会影響が生じた活動

国際協力機構環境社会配慮ガイドライン（2022 年 1 月）における環境チェックリスト作成時（2023 年 5 月）、以下の環境社会配慮 4 項目、6 点について環境社会影響が生じる可能性があるとして想定されたことから、本ビジネス化実証事業では環境社会配慮を実施した。

環境社会配慮項目	確認事項
1 許認可・協議 (2) 地域住民への説明・協議	① 地雷除去活動における行政・住民への説明と解放後の引き渡し ② 地雷原での安全管理
2 汚染対策 (3) 廃棄物	③ DMR 使用による廃棄物
2 汚染対策 (5) 騒音・振動	④ DMR 使用時の騒音
3 社会環境 (3) 社会的弱者	⑤ 社会的弱者への地雷原侵入防止策
4 社会環境 (7) 労働環境	⑥ 地雷除去員の労働環境 ⑦ 労働災害

#### 2. 調査対象国の環境社会配慮にかかる法令・制度等

カンボジア憲法第 59 条に環境保護についての言及があり、1999 年に制定された Environmental Impact Assessment 政令では、すべてのプロジェクトは Initial Environmental Impact Assessment を実施することが求められている。しかし、2023 年 4 月に CMAC に EIA レポートの要否確認を行ったところ、過去 30 年にわたる地雷除去作業において、環境省に対して EIA レポートの提出を要したことがなく、CMAC 長官より今回も不要であるとの判断を得たため、本調査における EIA レポートは作成されていない。

#### 3. 本支援事業実施前の環境社会配慮確認結果

環境社会影響が生じると想定された 6 点について以下の緩和策を策定し、複数回の地雷原でのモニタリング、CMAC 担当者に対する最終ヒアリング（2024 年 5 月）を実施することを計画した。

確認事項	緩和策
① 地雷除去活動における行政・住民への説明と解放後の引き渡し ② 地雷原での安全管理	① 地雷撤去開始前に行政と調整し、活動開始の許可を取得。また、ポスターなどのマテリアルを使用し、住民に対して危険の周知を行う。 ② 事故発生時の行政との連携手段の確保
③ DMR 使用による廃棄物	③ DMR 稼働時の排気や作業時の排気物を確認し、異常がある場合は該当する部品を取り換える。また DMR による掘削は、空気によって掘り起こされるため環境への悪影響がなく、掘り起こされる土も少量(掘削 1 か所あたりおよそ 6,000～8,000 cm <sup>3</sup> =2L のペットボトル 3～4 本分)である。固形廃棄物等が発生した場合は、CMAC と相談の上、CMAC の内規に従い対応する。
④ DMR 使用時の騒音	④ 騒音が確認された場合は、特に大きな騒音を発生する機器にクッションなどの防音材を取り付ける。
⑤ 社会的弱者への地雷原侵入防止策	⑤ 住民が入れないように地雷原をテープで囲む
⑥ 地雷除去員の労働環境 ⑦ 労働災害	⑥ CMAC の勤務規定に従った勤務時間の確保。 ⑦ 地雷掘削時の事故防止のための安全距離の確保の徹底と、事故発生時の病院・ヘリポートの確保

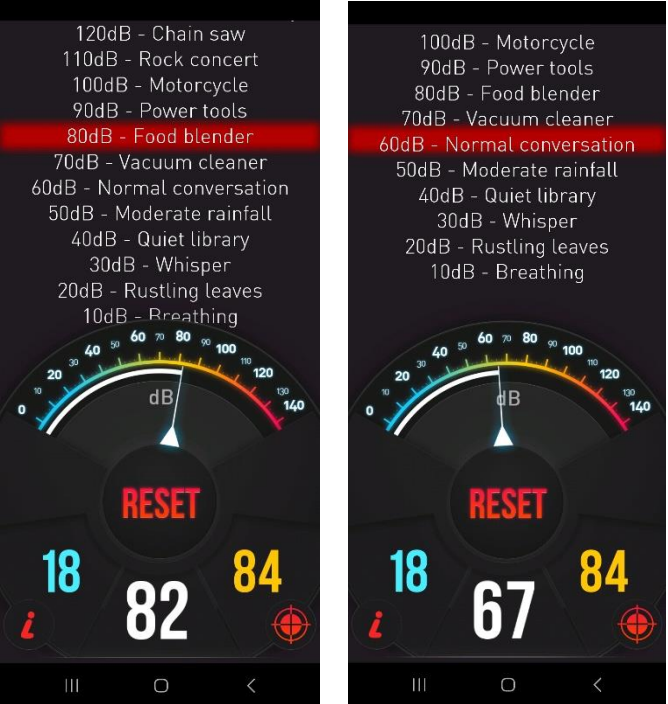

#### 4, 環境社会配慮実施結果

##### 1) 緩和策の実施状況

環境チェックリスト作成後、地雷原における緩和策の実施状況について 3 回のモニタリング (2023 年 6 月、9 月、2024 年 3 月)、本調査の CMAC 担当者への終了時ヒアリング (2024 年 7 月) を実施した。緩和策の実施状況については以下の通り。

緩和策	実施状況
① 地雷撤去開始前に行政と調整し、活動開始の許可を取得。また、ポスターなどのマテリアルを使用し、住民に対して危険の周知を行う。	新規地雷撤去作業地では、以下のようなポスターを用いて、住民に対する回避教育を実施。また、外部者が地雷原に入る際には、氏名、連絡先、血液型などの情報を台帳に記載していた。 

	
<p>② 事故発生時の行政との連携手段の確保</p>	<p>作業中事故が発生した場合は、行政機関（郡・区、村レベル）に随時連絡する体制が構築されていた。なお、地雷除去作業終了時には、地方行政、土地所有者と現場を確認し、除去活動を村長、住民に対して説明することになっている。</p>
<p>③ 廃棄物のモニタリング</p>	<p>作業中、DMR のコンプレッサーから出される排気を確認したところ変色は見られず問題は確認されなかった。また、DMR の稼働により、オイルなどの廃棄物も確認されなかった。DMR による掘削土は上述の通り、空気により掘り起こされるため環境への悪影響は生じない。また掘削土の量もわずかであり、埋め戻しをせずとも掘削後にまとまった雨が降ることで穴は埋まる。なお実証期間中に固形廃棄物等は発生しなかった。</p> 
<p>④ 騒音のモニタリング</p>	<p>DMR 横では 82dB（フードミキサー程度の音）、30m 離れた場所では 67dB（掃除機の音程度）で騒音は確認されなかった。</p>

	
<p>⑤ 住民が入れないように地雷原をテープで囲む</p>	<p>社会的弱者が誤って地雷原に入らないように、地雷原と安全地帯の境界に帯状のテープをめぐらせたうえで地雷原であることを示すプレートを設置し、それ以遠が地雷原であることを明示し、不慮の事故を防止していた。</p> 
<p>⑥ CMAC の勤務規定に従った勤務時間の確保。</p>	<p>CMAC の内部規定に基づき、勤務時間は 7:00-11:00、昼休憩を挟み 13:00-15:00 (14:30 には作業終了し片付けを行う)。ただ、地雷原での勤務時間は現場の状況に応じて調整可能であり、日の出の時間や突然の大雨では勤務時間を柔軟に変更する。また地雷除去期間中は村民の家を間借りして滞在する。</p>
<p>⑦ 地雷掘削時の事故防止のための安全距離</p>	<p>DMR が地雷原に吹付ける圧縮空気による地雷起爆は発生していない。万一の起爆を想定し、15m 以上の安全距離を取りつつ、DMR の操作を行う。また作業者は、地雷に近接して作業</p>



の確保の徹底と、事故発生時の病院・ヘリポートの確保

を行う際に着用するバイザー付きヘルメットと防護服を着用し、3重の安全配慮を行っていた。



また、作業中事故が発生した場合は、行政機関（郡・区、村レベル）に随時連絡する体制を構築していた。けが人が出た場合に備え、搬送する医療施設の確認や、ヘリポート用地の確保も行っていた。

## 2) モニタリング結果

1) 緩和策の実施状況の通り、3回のモニタリングと最終ヒアリングから、本調査では、環境および地雷除去員の労働環境において問題が確認されなかった。

以上