

インドネシア国

インドネシア国  
森林・泥炭火災に対する  
ゲルパック消火剤を用いた  
消火システム導入に係る案件化調査  
業務完了報告書

平成 30 年 1 月  
(2018 年)

独立行政法人  
国際協力機構(JICA)

株式会社イルカカレッジ

国内
JR(先)
17-191



インドネシア国

インドネシア国  
森林・泥炭火災に対する  
ゲルパック消火剤を用いた  
消火システム導入に係る案件化調査  
業務完了報告書

平成 30 年 1 月  
(2018 年)

独立行政法人  
国際協力機構(JICA)

株式会社イルカカレッジ



## 写真



国家防災庁（BNPB）訪問



ボゴール農業大学でバンバン教授と打合せ



投下装置内の給水済ゲルパック消火剤



消火実験の様子



消火実験立会者との記念写真



BNPBにて書簡受領

# 目次

写真  
目次  
略語表  
図表目次  
要約

はじめに .....	1
<b>第 1 章 対象国・地域の開発課題 .....</b>	<b>4</b>
<b>1-1 基礎情報.....</b>	<b>4</b>
1-1-1 イ国森林・泥炭火災の概況.....	6
1-1-2 イ国森林・泥炭火災の背景.....	7
1-1-3 イ国森林・泥炭火災の被害.....	9
1-1-4 イ国森林・泥炭火災の消火体制、設備.....	9
<b>1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等.....</b>	<b>16</b>
1-2-1 イ国森林・泥炭火災に関する法令.....	16
1-2-2 イ国森林・泥炭火災に対する行政の対応.....	19
<b>1-3 当該開発課題に対する我が国の国別開発協力方針.....</b>	<b>20</b>
<b>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 .....</b>	<b>21</b>
1-4-1 当該開発課題に関連する ODA 事業.....	21
1-4-2 当該開発課題に関連する他ドナーの先行事例.....	21
<b>第 2 章 提案企業、製品・技術.....</b>	<b>22</b>
<b>2-1 提案企業の概要 .....</b>	<b>22</b>
2-1-1 提案企業情報・事業内容 .....	22
2-1-2 海外ビジネス展開の位置付け .....	22
2-1-3 海外ビジネス展開の目的 .....	22
<b>2-2 提案製品・技術の概要.....</b>	<b>23</b>
2-2-1 提案製品・技術のイ国ターゲット市場.....	23
2-2-2 提案製品・技術の概要 .....	23
2-2-3 提案製品の比較優位性 .....	26
<b>2-3 提案製品・技術の現地適合性 .....</b>	<b>26</b>
2-3-1 現地適合性確認方法.....	26

2-3-2	現地適合性確認結果（技術面）	29
2-3-3	現地適合性確認結果（アンケート結果）	32
2-3-4	現地適合性確認結果（制度面）	33
<b>2-4</b>	<b>開発課題解決貢献可能性</b>	<b>33</b>
2-4-1	開発課題解決貢献可能性	33
<b>第3章</b>	<b>ODA 案件化</b>	<b>34</b>
<b>3-1</b>	<b>ODA 案件化概要</b>	<b>34</b>
3-1-1	ODA 案件化概要	34
3-1-2	対象地域	34
<b>3-2</b>	<b>ODA 案件内容</b>	<b>35</b>
3-2-1	普及・実証事業のプロジェクト目標と構成	35
3-2-2	普及・実証事業のために必要な投入	35
3-2-3	普及・実証事業実施体制図	36
3-2-4	実施スケジュール	37
3-2-5	事業費概算	37
3-2-6	本提案事業後のビジネス展開	37
<b>3-3</b>	<b>カウンターパート候補機関組織・協議状況</b>	<b>38</b>
3-3-1	カウンターパート候補機関	38
3-3-2	カウンターパート候補機関のイ国政府における位置づけ	38
3-3-3	カウンターパート候補機関のイ国政府における役割	38
3-3-4	カウンターパート候補機関の組織図	40
3-3-5	カウンターパート候補機関との協議状況	42
<b>3-4</b>	<b>他 ODA 事業との連携可能性</b>	<b>44</b>
3-4-1	候補となる他 ODA 事業	44
3-4-2	候補となる他 ODA 事業との協議状況	44
3-4-3	候補となる他 ODA 事業との連携による期待される効果	44
<b>3-5</b>	<b>ODA 案件形成における課題・リスクと対応策</b>	<b>44</b>
3-5-1	ODA 案件形成における課題・リスクと対応策（制度面）	44
3-5-2	ODA 案件形成における課題・リスクと対応策（インフラ面）	45
3-5-3	ODA 案件形成における課題・リスクと対応策（C/P 体制面）	45
3-5-4	ODA 案件形成におけるその他課題・リスクと対応策	45
<b>3-6</b>	<b>環境社会配慮にかかる対応</b>	<b>45</b>
3-6-1	環境社会配慮	45
<b>3-7</b>	<b>期待される開発効果</b>	<b>45</b>

第4章	ビジネス展開計画	47
4-1	ビジネス展開計画概要	47
4-2	市場分析	49
4-3	バリューチェーン	49
4-4	進出形態とパートナー候補	49
4-5	収支計画	49
4-6	想定される課題・リスクと対応策	49
4-7	期待される開発効果	50
4-7-1	期待される開発効果	50
4-8	日本国内地元経済・地域活性化への貢献	50
4-8-1	提案企業自体への裨益	50
4-8-2	関連企業・産業への貢献	50
4-8-3	その他関連機関への貢献	51
	別添資料	52
	英文要約	53

## 略語表

略語	インドネシア語	略語	英語	邦訳例
Bappenas	Badan Perencanaan Pembangunan Nasional	-	National (Development) Planning Agency	国家開発計画庁
BNPB	Badan Nasional Penanggulangan Bencana	-	National Disaster Management Agency	国家防災庁
BPBD	Badan Penanggulangan Bencana Daerah	-	Regional Disaster Management Agency	地域防災庁
BRG	Badan Restorasi Gambut	PRA	Peat Restoration Agency	泥炭地復興庁
Kemendagri	Kementerian Dalam Negeri	MoHA	Ministry of Home Affairs	内務省
KHG	Kesatuan Hidrologis Gambut	PHU	Peatland Hydrological Unit	泥炭地水理単位
KLHK	Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan	MoEF	Ministry of Environment and Forestry	環境林業省
KPH P/L/K	Kesatuan Pengelolaan Hutan Produksi/Lindung/Konservasi	Prod./Prot./Conser. FMU	Production/Protection/Conservation Forest Management Unit	森林管理ユニット生産林/保安林/保護林
LKPP	Lembaga Kebijakan Pengadaan Barang/Jasa pemerintah	NPPA	National Public Procurement Agency	国家調達庁
MA	Manggala Agni	-	MoEF's Forest Fire Brigade	環境林業省消防隊
MPA	Masyarakat Peduli Api	-	Fire Care Community Group	火災対策コミュニティグループ
PKHL	Direktorat Pengendalian Kebakaran Hutan dan Lahan	FLFC	Directorate of Forest and Land Fire Control	森林土地火災対応局
PPI	Direktorat Jenderal Pengendalian Perubahan Iklim	CCC	Directorate General of Climate Change	気候変動対応総局
TPD	Tim Pendamping Desa Pencegahan	VFT	Village Facilitation Team for Land and Forest Fire Prevention	土地・森林火災予防村落ファシリテーションチーム
-	-	ASEAN	Association of South East Asian Nations	東南アジア諸国連合
-	-	COP21	21th Conference of the Parties to the United Nations Convention on Climate Change	国連気候変動枠組条約第21回締約国会議
-	-	C/P	Counterpart	カウンターパート
-	-	ERIA	Economic Research Institute for ASEAN and East Asia	東アジア・アセアン経済研究センター
-	-	FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations	国連食糧農業機関
-	-	JETRO	Japan External Trade Organization	日本貿易振興機構
-	-	JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
-	-	JST	Japan Science and Technology Agency	科学技術振興機構
-	-	MM	Minutes of Meeting	協議議事録
-	-	MOU	Memorandum of Understandings	覚書
-	-	ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
-	-	UNISDAR	United Nations Office for Disaster Risk Reduction	国連国際防災戦略事務局
-	-	WMO	World Meteorological Organization	世界気象機関
-	-	WWF	World Wide Fund for Nature	世界自然保護基金

## 図表目次

図 1-1	クタパン Manggala Agni 事務所.....	10
図 1-2	クタパン Manggala Agni 管轄図.....	10
図 1-3	クタパン Manggala Agni 装備 .....	10
図 1-4	ポンプ類.....	10
図 1-5	ポンプを輸送する車両 .....	11
図 1-6	泥炭火災の消火に使用する 特殊機材①.....	11
図 1-7	泥炭火災の消火に使用する 特殊機材②.....	11
図 2-1	ゲルパック消火剤 左：乾燥状態 右：給水状態 .....	24
図 2-2	投下管制装置の画面表示例.....	24
図 2-3	ゲルパック投下装置.....	24
図 2-4	航空機からの投下実験による消火水との火点への命中精度比較 .....	24
図 2-5	実験サイト配置図 .....	27
図 2-6	模擬火災.....	28
図 2-7	固定した噴射ノズル.....	28
図 2-8	模擬航空消火実験イメージ.....	28
図 2-9	模擬航空消火実験に使用した燃焼体 .....	29
図 3-1	普及・実証実施体制図 .....	36
図 3-2	国家防災庁（BNPB）組織図 .....	40
図 3-3	環境林業省（KLHK）及び気候変動対応総局（PPI）組織図.....	41
図 3-4	泥炭復興庁（BRG）組織図.....	42
表 1-1	イ国の基礎情報.....	4
表 1-2	イ国国土に占める森林等の面積.....	5
表 1-3	イ国国土に占める森林等の割合.....	5
表 1-4	イ国国土の森林に占める原生林等の面積.....	5
表 1-5	イ国森林の期間ごとの面積の変化.....	6
表 1-6	イ国森林・泥炭火災の歴史と延焼面積.....	9
表 1-7	イ国国家・地方消防の体制と日本の消防体制比較 .....	12
表 1-8	イ国森林・泥炭火災に関する法令 .....	16
表 1-9	イ国森林・泥炭火災に関する開発計画.....	19
表 1-10	イ国森林・泥炭火災に関する政策的な方針 .....	20
表 2-1	本製品のスペック、価格 .....	25
表 2-2	本製品の消火水及び他消火剤との比較.....	26
表 2-3	実証実験アンケート結果 .....	32

表 3-1	調査・試用対象地域.....	34
表 3-2	普及・実証事業の構成.....	35
表 3-3	投入人員表 .....	35
表 3-4	普及・実証事業スケジュール（案） .....	37
表 3-5	事業費概算 .....	37

## 要約

### (1) 対象国・地域の開発課題

インドネシア国は国土面積の約半分が森林・熱帯雨林からなり、これら森林・熱帯雨林の保全は生物多様性の維持と地球温暖化防止の観点から世界的に重要視されている一方、同国の森林面積は年々減少してきている。その要因の一つとして指摘されているのが森林・泥炭火災である。太古より存在していたとされる同国の森林・泥炭火災は、経済活動や森林開発が活発化するにつれ毎年のように発生するようになり、環境課題として世界的に対応策が求められている状況である。

森林・泥炭火災の要因としては農民による焼畑耕作を目的とした火入れ及び企業によるプランテーション用土地確保を目的とした火入れが挙げられる。森林・泥炭火災はエルニーニョ現象等により大気が乾燥している際は特に延焼面積が拡大する傾向にあり、近年は乾季が長期化していることから被害拡大につながっている。また、森林・泥炭火災により失われるのは同国の広大な森林・熱帯雨林に留まらない。煙害（ヘイズ）による同国及び周辺国家人民の健康被害も問題視されており、国家賠償、国交問題にも発展している。2017年9月に開催されたASEAN環境大臣会合においても、同国の森林・泥炭火災によるヘイズ問題に議論が集中した。

このような背景がある中、同国で講じられている森林・泥炭火災予防策や火災発生後の消火・延焼対策に関する調査を実施した。結果、同国政府は森林・泥炭火災に対する法令・開発計画・政策的方針を打ち出す等、解決に意欲的な姿勢を見せているものの、対策は予防策に重点が置かれており、消火・延焼対策については火災対応体制・組織の整備が進んでいる一方で消火用資機材の導入や消火・延焼対策技術開発はあまり進んでいないことが判明した。

なお、我が国の同国に対する開発援助方針における重点分野である、「アジア地域及び国際社会の課題への対応能力向上のための支援」の中で環境保全・気候変動等への対応能力向上支援が言及されている。このように、当該課題は我が国においても優先的な対応課題として認識されており、その解決はASEAN全域、ひいては世界規模での環境改善貢献につながるものと言っても過言ではない。

### (2) 提案企業、製品・技術

提案製品の高高度消火システム「Drop Control System」は森林・泥炭火災を確実にかつ効果的に消火するために提案企業が開発したもので、ゲル消火剤をパックに封入したゲルパック消火剤、投下管制装置、ゲルパック投下装置から構成されている。本製品は航空機による消火を念頭として開発されているが、ゲルパック封入前のゲル消火剤単独で地上消火にも活用することが可能となっている。

既存・競合の製品や技術に比した際の主たる優位性は以下のとおりである。

ア 消火効果	揮発性の低い半固体の消火剤のため、消火効果の持続時間が長いことに加え、投下地点を正確に予測することができる。
イ 新規性	水を即座に半固体化し投下する新しい技法である。
ウ 環境負荷	成分は食品添加物と生分解性の紙できており、無害である。
エ 全天候性	全天候で計器飛行が可能。
オ 費用対効果	航空機等の諸費用に対する効果が高い。

本製品は消防防災科学技術研究推進制度での採択を受けて開発された。実採用への働きかけを進めていたところ、在京インドネシア大使館から本製品を同国の森林・泥炭火災に使用したいとの申し出を受けたため、2015年11月に同国で投下実験を実施した。

2017年11月にはJICA関係者、インドネシア専門家及び関連省庁の担当者等立会いのもと、地上消火実験と模擬航空消火実験を行い、本製品が地上消火及び航空消火のいずれにおいても効果の高いものであることが確認できた。実験の立会者向けのアンケートでは、アンケート対象者全員から実際の火災現場での実証を望むとの回答を得ており、本製品に対する関心や期待が高まっていることが示された。

同国において実施されている航空消火はヘリコプターで運んだ消火水を高高度から火災発生地に投下するものであるが、この消火法には、消火水が広範囲に霧散してしまうために消火水が地表に届かない、届いたとしても消火はおろか延焼防止効果でさえ大きくは期待できない、といった課題がある。この課題に対し、半固体であるために霧散しづらく、確実に地表面に到達し、比較的長時間地面を冷却し続けるというゲル消火剤を高度な投下管制システムとの組み合わせで運用する提案製品の活用は、同国が抱える森林・泥炭火災対策課題の解決に寄与するものであると考えられる。

### (3) ODA 案件化

同国で本製品を活用するODAプロジェクト計画として、2018年～2019年にかけて同国のスマトラ島や西カリマンタン州等の国有林におけるゲル消火剤の投下実験及び消火実験を検討している。実験を通じて、本製品が同国の森林・泥炭火災に効果的である事実を示し、本製品を用いた消火・延焼防止策の確立を目標とした必要予算・体制の検討が同国側で開始されることを目指す。また、そうした検討に役立つような本製品の導入指針をまとめるとともに、民間でも本製品を導入してもらえようような働きかけや将来的なビジネス展開計画の立案を図る。

ODA案件化に当たりカウンターパートとして協議を進めたのは環境林業省（KLHK）気候変動対応総局（PPI）の森林・土地火災対応局、国家防災庁（BNPB）、泥炭地復興庁（BRG）の3機関である。これらの機関はODA案件を「災害対策支援」として先方の所轄・運営の範囲で円滑に進めることができる権限を有しており、森林・泥炭地火災に直接重要な役割を負っているために候補となった。この内、環境林業省は森林・泥炭火災対

策用機材予算が大きく取れないことや航空機を有していないため劣後し、泥炭復興庁は消火活動に対する権能権限を有しておらず、湿地帯維持のための活動を主な業務として行っていたため、最終的に国家防災庁をカウンターパート候補として絞り込んだ。

同庁の ODA 担当部局・窓口は、現場運営装備局が務めることとし、2018 年度の実証実験の実施に向けた JICA との MM 締結を行うと記した書簡（尼・英/裏書）を取得している。MM 締結に向けた根幹部分となる ①カウンターパートになる意思表示、②技術供与する物品の最終使用場所となる火災現場 BNPB 出張所での引き取りの意思を書簡で確認し、法務部局と調整しながら、ODA 案件化のための MM を今後締結することで合意している。

ODA 案件化を通じて同国の森林・泥炭火災の被害を抑えることに貢献できれば、2 兆円以上（2015 年）とも言われる被害額の低減により環境・経済の両面で同国を支援できることになると期待している。

#### **(4) ビジネス展開計画**

本製品の販売先としてメインターゲットとなるのは森林・泥炭火災に対して航空機を用いた消火活動を行っている行政機関である。

また、次点のターゲットとして、所有するプランテーションに対する火災対策を法律で義務付けられた民間企業群が考えられる。既に航空機（ヘリコプター）を所有している企業も確認されていることから、行政での実績を携えて交渉すれば、将来的な顧客になると見込まれる。

なお、本製品を地上消火に使うことはできないかという興味、関心を寄せられたため、実験や製品紹介を通じて本製品のゲル消火剤が地上消火にも効果を発揮することを示してきた。ターゲットが航空消火としての活用だけでなく、地上消火にも本製品を活用してもらえるように販促活動を行っていくことが、ビジネス展開計画のもう一つの柱となる。

同国での進出形態については、3 段階に分けたものを予定している。

第 1 段階においては製品のすべてを日本で製造し、現地販売パートナーに販売させるが、第 2、第 3 段階と進むにつれてインドネシア現地の担当範囲を広め、製造等を現地で行うことで価格を抑えつつ現地雇用も増進できるような体制を構築するのがビジネス展開の最終目標である。最終段階における提案企業の収入源は本製品関連の特許料を想定している。

また、事業パートナー候補についても、調達パートナー候補、製造パートナー候補、販売パートナー候補の全てにおいて既に一部内容についての協議を進めている段階である。

本事業が同国で成功すれば、その成功実績に基づき森林火災の頻発する諸各国（米国、オーストラリア、カナダ）や我が国での採用が進むことも期待され、ビジネスの更なる展開余地は十分にあると考えられる。

## インドネシア国

### 森林・泥炭火災に対するゲルパック消火剤を用いた消火システム導入に係る案件化調査

#### 企業・サイト概要

- 提案企業 : 株式会社イルカレッジ
- 提案企業所在地 : 鳥取県米子市
- サイト・C/P機関 : ジャカルタ、カリマンタン等/国家防災庁



#### インドネシア国の開発課題

- 森林・泥炭地火災による森林の消失及び地中炭素の放出。
- 上記に起因する気候変動や自国・周辺国での呼吸器系疾患等の健康被害。
- 森林・泥炭火災の効果的な消火方法が未確立。

#### 中小企業の技術・製品

- 乾燥状態で保管でき、消火活動時には水を加えることで即座にゲル状消火剤として使用可能。
- ゲル化することにより、消火剤を空中に霧散させずに効果的な消火が可能。
- 「投下管制システム」により天候・昼夜問わず、迅速で確実な消火が可能。

#### 調査を通じて提案されているODA事業及び期待される効果

##### 本製品を用いた実際の森林・泥炭火災の消火実証事業

- 森林の保護及び自国・周辺国での煙害(ヘイズ)等深刻な呼吸器系疾患患者の減少。
- インドネシア国の温室効果ガス排出の低減。
- オランウータン、スマトラ虎など希少動物の保護。
- 初期消火及び延焼防止帯設置による家屋等への延焼防止。

#### 日本の中小企業のビジネス展開

- 実証を踏まえ、製品を販売。販売量が増加するにつれ、現地製造パートナーによる製品の現地生産へ段階的に移行。
- 現地製造ライン確立後、提案企業は特許を付与、ライセンス収入を得る。
- 顧客としては国家防災庁等の行政・プランテーション企業・他ドナー・NGOなどを想定。

## はじめに

### I. 調査名

和名：インドネシア国森林・泥炭火災に対するゲルパック消火剤を用いた消火システム導入に係る案件化調査

英名：Feasibility Survey for Introduction of Aerial Firefighting System Using a Gel Pack Fire Extinguishing Agent to the Forest and Peat Fires in Indonesia

### II. 調査の背景

インドネシア国（以下、「イ国」という。）の森林・泥炭火災は2015年に開催されたCOP21でも議題に上がったように、以下の点で世界的な環境課題となっている。

- ・世界第3位の規模を誇る熱帯雨林面積の減少、及びそれに伴う温暖化の加速
- ・泥炭火災による温室効果ガス量の大幅な増加
- ・煙害（ヘイズ）による呼吸器系疾患の患者の増加及び周辺国への被害
- ・オランウータンやスマトラ虎等の希少動物の生息区域消滅危機

上記の課題に対して、現状行われている対策は野焼きの禁止や泥炭地開発の禁止といった予防策が主であり、火災発生後の消火・延焼対応策は少ない。また火災が頻繁に起こる火点（ホットスポット）は地上からのアクセスが限定された場所であることが多く航空機による放水や消火剤の散布、人工降雨に頼らざるを得ないが、航空機から散布される水や消火剤は霧散してしまい、人工降雨については技術的に困難であるために、効果的な消火ができていないのが現状である。

消防防災科学技術研究推進制度での採択を受け、提案企業が開発した高精度消火システム「Drop Control System」は、消火剤のゲル化と投下物の管制システム制御によって、揮発性の低いゲルによる消火効率の向上及び消火剤命中精度の向上を可能とするものである。このシステムを用いると、泥炭地火災の早期消火や延焼防止帯形成が容易となるため、効果的に泥炭火災に対応することができ、上記課題の解決に役立つと期待される。

### III. 調査の目的

調査を通じて確認される提案製品・技術の途上国の開発への活用可能性を基に、ODA案件計画及びビジネス展開計画を作成することを本調査の目的とする。

#### IV. 調査対象国・地域

イ国ジャカルタ首都特別州（Jakarta Special Capital Region）、西カリマンタン州ポンティアナク県（West Kalimantan Province, Pontianak Regency）、西カリマンタン州クタパン県（West Kalimantan Province, Ketapang Regency）

#### V. 団員リスト

No.	従事者氏名（居住国）	担当業務	所属先
1	朝山規子（日本）	業務主任者	株式会社イルカカレッジ
2	坂上芳洋（日本）	業務主任者補佐	株式会社イルカカレッジ
3	船越聡（日本）	試用・実証計画立案、実施	株式会社イルカカレッジ
4	石倉知男（日本）	試用実務、機材輸送・運用	株式会社イルカカレッジ
5	岡田勝利（日本）	ゲルパック現地製造検討責任者	株式会社イルカカレッジ
6	松原雄平（日本）	投下システム検証	鳥取大学
7	大河内博（ブルネイ）	C/P 調整、ファシリテーション	Smart Shield International (B) Sdn Bhd
8-11	コンサルタント 4 名 （日本） （2017 年 8 月末まで）	資料作成・調査補助	本邦コンサルティング会社 A
12-15	コンサルタント 4 名 （日本） （2017 年 12 月以降）	資料作成・調査補助	本邦コンサルティング会社 B

#### VI. 調査期間、調査工程

本調査における現地訪問実績は以下のとおり。

	派遣時期	主要な訪問先	主要な現地業務
第 1 回	2017 年 6 月	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ C/P（カウンターパート）候補（環境林業省気候変動対策総局森林土地火災対応局、国家防災庁現場運営装備局）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ C/P 候補機関への提案製品の紹介</li> <li>・ C/P 候補機関の調達スキームの情報収集</li> <li>・ イ国の消火体制についての情報収集</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 環境林業省内 JICA 専門家執務所</li> <li>・ ビジネスパートナー候補</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 提案製品の紹介及び現地調査候補地の情報収集</li> <li>・ 現地政府機関への航空装備品納入のためのパートナー候補企業と、現地地図情報の入手可能性を調査</li> </ul>
第 2 回	2017 年 7 月～8 月	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現地備人（ボゴール農業大学）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 森林火災に関する情報収集</li> <li>・ 試用、現地適合性調査についての情報交換・意見交換</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ C/P 候補（環境林業省気候変動対策総局森林土地火災対応局、西カリマンタン州地域防災庁、西カリマンタン州林業局消防隊）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ C/P 候補機関への提案製品の紹介</li> <li>・ 現地消火体制の情報収集</li> <li>・ 試用に向けた C/P 候補機関へのレターの提出</li> <li>・ 試用に向けた候補地の視察</li> <li>・ ODA 案件化に向けた装備・備蓄状況の確認</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ビジネスパートナー候補</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現地ビジネスパートナー候補企業との意見交換実施</li> </ul>
第 3 回	2017 年 8 月	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ C/P 候補（国民福祉調整庁、国防省空軍、国家防災庁）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ C/P 候補機関への本調査骨子説明及び今後の進め方打ち合わせ</li> <li>・ C/P 候補機関との連携方法協議</li> <li>・ C/P 候補機関の消火活動に関する調査</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 在インドネシア日本大使館</li> <li>・ ERIA</li> <li>・ JICA 事務所</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 調査進行状況の共有及び今後の進め方について協議</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ビジネスパートナー候補</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 調査進行状況の共有及び C/P 候補機関との今後の協議対応方針の打ち合わせ</li> </ul>
第 4 回	2017 年 9 月	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 農振水産森林族議員</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 提案製品の紹介及び C/P 候補機関についての情報収集</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ C/P 候補（国民福祉調整庁、泥炭復興庁）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 試用実験についての説明</li> <li>・ C/P 候補機関の情報収集及び製品紹介</li> </ul>

		・試用実験候補地	・試用実験候補地を訪問し、その適切性及び実験段取りの協議
		・環境林業省内 JICA 専門家執務所	・試用実験についての説明
		・現地傭人（ボゴール農業大学）	・試用実験段取り詳細の協議
		・ビジネスパートナー候補	・実験に用いる機材についての打ち合わせ ・現地法人設立等将来のビジネス計画について協議及び MOU 案検討
第 5 回	2017 年 10 月	・C/P 候補（国家防災庁、環境林業省）	・試用実験内容についての説明
		・ビジネスパートナー候補	・MOU の締結
		・試用実験候補地・試用実験用機材保管場所	・試用実験箇所及び保管所、使用材の最終点検
		・JICA 事務所 ・ERIA	・調査事業進捗確認・試用実験内容共有
第 6 回	2017 年 11 月	・ジャカルタ市内キャンプ場 Buperta Cibubur	・森林・泥炭火災を想定したゲル消火剤の地上消火実験 ・ゲルバック消火剤を用いた、模擬航空消火実験及び延焼防止実験
		・C/P 候補（国家防災庁）	・試用実験結果の回顧及び評価 ・ODA 案件化に向け、今後の対応事項や実証実験を行うためのプロセスについて協議
		・JICA 事務所 ・環境林業省内 JICA 専門家執務所	・試用実験結果及び今後の進め方協議
第 7 回	2017 年 12 月	・C/P 候補（国家防災庁、環境林業省） ・JICA 事務所 ・ビジネスパートナー候補	・ODA 案件化に向けた書簡取得（国家防災庁） ・本調査資料の最終報告書に関する打ち合わせ ・ODA 案件化後のスケジュール打ち合わせ

## VII. 通貨換算レート

本文中におけるルピア及び USD の換算レートは以下のとおり。

- 1 インドネシアルピア = 0.008240 円で換算
- 1 USD = 111.291 円で換算

（出典：2017 年 12 月 JICA 換算レート表）

## 第1章 対象国・地域の開発課題

### 1-1 基礎情報

イ国は東南アジア南部に位置する共和制国家である。東西に長く、世界最多の島嶼からなる。人口は2015年時点で約2.55億人（世界第4位）となっており、その内の87%がイスラム教徒で構成されている。国民として抱えるイスラム教徒の数は世界最多である。

（表 1-1）。

表 1-1 イ国の基礎情報<sup>1,2</sup>

国名	インドネシア共和国 (Republic of Indonesia)
国土面積	約 189 万 km <sup>2</sup> (日本の約 5 倍)
人口	約 2.55 億人 (2015 年, イ国政府統計)
首都名	ジャカルタ (Jakarta)
首都人口	1,017 万人 (2015 年, イ国政府統計)
主要言語	インドネシア語 (国語)、ジャワ語、スンダ語等
宗教	イスラム教 87.21%, キリスト教 9.87% (プロテスタント 6.96%, カトリック 2.91%) ヒンズー教 1.69%, 仏教 0.72%, 儒教 0.05%, その他 0.50% (2013 年, 宗教省統計)
国連加盟年月	1950 年 9 月(1945 年 8 月独立)
気候	スマトラ島、カリマンタン島、スラウェシ島は熱帯雨林気候 (Af) 脊梁山岳部は温帯夏雨気候 (Cx)、ジャワ島は熱帯雨林気候 (Aw) ジャカルタの平均気温 32.6°C (WMO データ) ジャカルタの年降水量 1706.2 ミリメートル (WMO データ)

(脚注資料をもとに JICA 調査団作成)

イ国は森林面積では世界第8位、熱帯雨林の規模ではアジア最大であり、生物多様性が世界で最も高い国とも言われている。イ国の面積は地球の地表の1.3%に過ぎないものの、世界に残存する熱帯林のおよそ10%がイ国にあり、そこには哺乳類の12%、爬虫類・両生類の7.3%、鳥類の17%が生息している<sup>3</sup>。

2015年時点でのイ国の森林面積は9,101万haであり、国土面積の50.2%となっている(表 1-2、表 1-3)。このうち、原生林が森林面積の約50%に当たる4,602万haとなっている(表 1-4)

<sup>1</sup> 出典：海外林業コンサルタント協会、2013、「2013年度版開発途上国の森林・林業」

<sup>2</sup> 出典：外務省ホームページ (<http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/indonesia/data.html#section1>)

<sup>3</sup> 出典：WWF Japan ホームページ (<https://www.wwf.or.jp/activities/nature/cat1248/cat1242/>)

表 1-2 イ国国土に占める森林等の面積<sup>4</sup>

カテゴリー	面積 (1,000ha)				
	1990	2000	2005	2010	2015
森林	118,545	99,409	97,857	94,432	91,010
その他樹木地	22,627	22,627	22,206	21,003	26,748
その他土地	30,685	49,821	51,794	56,422	54,099
内陸水域	9,300	9,300	9,300	9,300	9,300
合計	181,157	181,157	181,157	181,157	181,157

(脚注資料もとに JICA 調査団作成)

表 1-3 イ国国土に占める森林等の割合<sup>4</sup>

カテゴリー	面積の合計に対する割合				
	1990	2000	2005	2010	2015
森林	65.4%	54.9%	54.0%	52.1%	50.2%
その他樹木地	12.5%	12.5%	12.3%	11.6%	14.8%
その他土地	16.9%	27.5%	28.6%	31.1%	29.9%
内陸水域	5.1%	5.1%	5.1%	5.1%	5.1%
合計	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

(脚注資料もとに JICA 調査団作成)

表 1-4 イ国国土の森林に占める原生林等の面積<sup>4</sup>

カテゴリー	面積 (1,000ha)				
	1990	2000	2005	2010	2015
原生林	N/A	49,453	48,310	47,167	46,024
天然再生林	N/A	46,634	44,888	42,462	40,040
人工林	N/A	3,322	4,659	4,803	4,946
森林合計	N/A	99,409	97,857	94,432	91,010
森林減少率	-	-	1.6%	3.5%	3.6%

(脚注資料もとに JICA 調査団作成)

イ国の大規模な森林開発は 1970 年代前半から始まり、1970 年代から 90 年代には年間 60 万から 120 万 ha の森林が減少したと推計され、1990 年～2000 年には、年間の減少面積 191 万 ha とブラジルに次いで世界で 2 番目に森林減少面積が大きい国となっている。しかし、2000 年代に入ると森林減少のスピードはやや鈍くなり、2000 年から 2005 年の年間平均森林減少面積は 31 万 ha であった。その後、2005 年から 2015 年はほぼ変わらず、年間平均森林減少面積は約 69 万 ha と以前よりは少ないものの再び増加している。1990 年から 2015 年までの森林の平均減少面積では約 110 万 ha/年となっている（表 1-5）。

<sup>4</sup> 出典：FAO、2015、「Global Forest Resources Assessment 2015-Country Report」

イ国における森林減少・森林劣化の増加の背景には、森林火災、天然林の他用途への転換（産業植林、プランテーション、移住）及び違法伐採等の直接的な要因に加えて、伐採許可制度に由来する問題、先住民族を含むコミュニティ同士の頻繁な衝突を招いている不明確な土地所有権制度や、地方分権化の過程での混乱といった諸問題が指摘されている<sup>5</sup>。

表 1-5 イ国森林の期間ごとの面積の変化<sup>6</sup>

カテゴリー	期間ごとの各面積の変化（年平均、1,000ha）			
	1990-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2015
森林	-1,914	-310	-685	-684
その他樹木地	0	-84	-241	1,149
その他土地	1,914	395	926	-465
内陸水域	0	0	0	0
合計	0	0	0	0

（脚注資料もとに JICA 調査団作成）

### 1-1-1 イ国森林・泥炭火災の概況<sup>7</sup>

本項ではイ国の森林・泥炭火災の歴史について概況を確認していく。近年の研究を参照すると、イ国の森林火災は太古の昔から存在していたことが指摘されている。

東カリマンタン州の土中に堆積していた木炭の年代を調べることにより、低地熱帯雨林では紀元前 1 万 5500 年頃から繰り返し森林火災が起きていることが科学的に証明されている。Goldammer and Siebert 1990 によれば、同州の土中から発見された木炭の放射性炭素年代から、紀元前 1 万 5510 年頃から紀元後 1650 年のあいだに複数の森林火災が発生したことがわかるという。火災が鎮火されたばかりの石炭層の表面から採取した粘土を熱ルミネセンス分析にかけたところ、紀元前 1 万 3300-1 万 1200 年の時期に複数の火災が起きたことも判明した。太古の森林火災を示唆する炭化植物遺体は、ブルネイダルサラームとマレーシア・サバ州でも何カ所かで見ついている。

しかし、森林の資源と土地を商業利用することは、20 世紀半ばまではごく限られていた。それが劇的に変わるきっかけになったのが、1967 年の林業基本法（UUPK 1967）の制定である。1960 年代の終わりから 1970 年代の初めにかけて広大な森林が木材用の伐採許可地に認定され、スマトラ島とカリマンタン島は木材景気に沸き、森林管理と土地利用の実態は、その後急速に変化している。

<sup>5</sup> 出典：フォレスト・パートナーシップ・プラットフォーム、2012、「世界の森林と保全方法」  
<http://www.env.go.jp/nature/shinrin/fpp/worldforest/index4-2.html>

<sup>6</sup> 出典：FAO、2015、「Global Forest Resources Assessment 2015-Country Report」

<sup>7</sup> 出典：Saharjo, B. H., 2016、「INDONESIAN FOREST AND LAND FIRES」

粗雑な伐採作業のために森林には大量の木屑が放置され、火災の危険性が大きく高まったことに加え、伐採後の森林保護と林道閉鎖を政府と伐採業者が怠ったことで、焼畑農民が侵入して火災のリスクが高まった。数十年前までスマトラ島とカリマンタン島が森林に覆われていたという事実は、過去における自然発生の火災と人間による火入れはいずれも重大な森林減少を引き起こしていなかったことを示唆するものである。

イ国の周辺部の島々で経済活動が活発化するにつれて、森林火災は毎年のように起きるようになってきた。エルニーニョ現象が顕著で大気が乾燥する年には、火災とヘイズの問題が一層深刻化する傾向にある。1982-1983年、1987年、1991-1992年、1994-1995年、1997-1998年には深刻な火災が発生した。さほど深刻ではなかったが1999年にも、更には2000年3月にもリアウ州を中心に各地で火災が報告されている。メディアの報道によれば、スマトラ島とカリマンタン島で1,200件ほどの火災が観測されている。火災による経済的損失は広大な森林の焼失にとどまらない。被災地に暮らす人間と動物にもたらされる直接的な被害に加えて、ヘイズにより近隣のASEAN諸国でも健康と経済に悪影響をもたらしており、国家賠償、国交問題にも発展している。2017年9月に開催されたASEAN環境大臣会合においても、同国の森林・泥炭火災によるヘイズ問題に議論が集中した。

### 1-1-2 イ国森林・泥炭火災の背景<sup>8</sup>

本項では、イ国で森林・泥炭火災を引き起こす要因について概観していく。

火災の発生源としては火入れが指摘されているが、焼畑耕作を目的とした農民による火入れのほか、木材やオイルパームのプランテーション開発のための土地整備を目的とした企業による火入れが存在すると指摘されている。

#### (1) 焼畑耕作を目的とした農民による火入れ

イ国の多くの州で火災が起きるたび、農業目的で土地を整備するのに火入れを用いる焼畑耕作が発生源として非難されてきた。実際に、1997年に東カリマンタン州で3人の焼畑農民が逮捕され、1999年にリアウ州で同じく3人、2005年には6人が逮捕されている。確かに、焼畑耕作とは土地の整備に安上がりで簡単な火入れを用いるものであるが、大昔からこれまでは現在起きているような環境問題を引き起こすこともなかった。これは初期の焼畑農業システムにおいては、人口が少なかったこともあり森林資源への負荷は限定的だったためであると考えられる。火入れで発生する灰は有機炭素、リン、マグネシウム、

---

<sup>8</sup> 出典：Saharjo, B. H., 2016, 「INDONESIAN FOREST AND LAND FIRES」

カリウム、ナトリウムに富み、無料のミネラル源となる。もっとも、雨が降れば流出してしまうため、火入れによる土壌の栄養価の上昇は一時的である。

1982-1983年の火災の発生源は特定されていないが、焼畑農業が有力な発生源だと見なされている。焼畑はボルネオ島をはじめ、熱帯地方の多くの土地で伝統的に行われてきた農業形態である。雨季が始まる11-12月に作物を植えるために、耕作地の伐採と火入れは乾季の後半にあたる9-10月（スマトラ島では8-9月）に始めるのが通常である。

焼畑耕作が盛んに環境問題として取り上げられる理由のひとつに、違法な焼畑農民の存在がある。彼らは生粋の焼畑農民ではなく、ほかの都市や地域から移ってきたため、火入れの仕方を心得ておらず、防火帯を用いるといった飛び火の防ぎ方や鎮火するべきタイミングを考慮しないため、火災が拡大することが指摘されている。

## (2) 木材やオイルパームのプランテーション開発のための土地整備を目的とした企業による火入れ

1997年の森林火災の発生原因は主に、木材の確保やプランテーションのための土地整備で火入れを用いたことだと証明されている。東カリマンタン州で焼失した森林の80%は、木材の確保やプランテーションのための土地整備で発生したことが示されており、火入れをした疑いのある176社を公表した林業省の声明もこれを裏づけている。ただし、名指しで公表された企業はいずれも証拠不十分で処罰対象となっていない。1999年には、リアウ州の企業40社以上が1997-1998年の火災のときと同様の行いをしたのにも関わらず処罰を免れたことが知られている。

2000年以降は、木材やオイルパームのプランテーション、そして商業重視のコミュニティが、イ国最大の火災発生源となっている。2001年にはオイルパーム企業1社が処罰され、2005年までに少なくとも25社ほどに当局の捜査が入っている。

火入れを用いることは法律で禁じられているが、大量のバイオマスを減らす実行可能かつ経済的な唯一の手法であるため、実際には多くの企業が用いている。

### 1-1-3 イ国森林・泥炭火災の被害

森林・泥炭火災による延焼面積は以下のとおりである（表 1-6）。近年、野焼きや乾期が続いていることから、森林・泥炭火災の被害は拡大傾向にある。

表 1-6 イ国森林・泥炭火災の歴史と延焼面積<sup>9</sup>

No.	年	延焼地域等
1	15,510 BC-1650 AD	東カリマンタンで初めて発生したとされる時期
2	1877	記録の残っている最初の火災
3	1915	80,000 ha
4	1982-1983	3,600,000 ha
5	1987	66,000 ha
6	1991	500,000 ha
7	1994	5,110,000 ha
8	1997-1998	10 – 11,000,000 ha
9	2006	8,000,000 ha

(脚注資料もとに JICA 調査団作成)

### 1-1-4 イ国森林・泥炭火災の消火体制、設備

イ国の地方消防の現状

西カリマンタン州クタパンにおいて、環境林業省が担当する地方消防隊（Manggala Agni）の消防体制と消火資機材の現状を確認したところ以下のとおりであった。

西カリマンタン州では州を 4 ブロックに分け、1 ブロック当たり 14 名の消防隊員を配置し 24 時間体制で交替勤務を行っている。各ブロックの管轄面積は相当に広く、日本では都道府県単位に匹敵する管轄面積である。

クタパンの Manggala Agni は州の第 1 ブロック及び第 2 ブロックを管轄する中央消防署レベルの組織であるが、配備されている資機材は人海戦術を前提とした構成となっており、発生する森林火災の規模に対し脆弱な状況であった。

<sup>9</sup> 出典：Saharjo, B. H.、2016、「INDONESIAN FOREST AND LAND FIRES」



図 1-1 クタパン Manggala Agni 事務所



図 1-2 クタパン Manggala Agni 管轄図



図 1-3 クタパン Manggala Agni 装備



図 1-4 ポンプ類

(出典：JICA 調査団)

図 1-3 で右側の壁に吊り下げてあるのが、担いで持ち運ばれ、約 18ℓの水が入る「ジェットシューター」という噴霧式消火機材である（我が国でも使用されている）。中央にあるのが、森林火災において最前線で毎分 150ℓほど放水可能なポンプである。図 1-6 は細い管の根元にホースを接続し、地中に水を給水し消火を図る泥炭火災専用の特殊機材である。

配備されている資機材は、いずれも老朽化しており修理をしながら使用している現状である。また、ホースに至ってはいつバーストするか分からないほど劣化が進んでいる状況であった。



図 1-5 ポンプを輸送する車両



図 1-6 泥炭火災の消火に使用する  
特殊機材①



図 1-7 泥炭火災の消火に使用する  
特殊機材②

(出典：JICA 調査団)

泥炭地における消火という面から考慮すると、消防車にポンプを内蔵しても火災現場に進入できないという難点はあるが、現状として住民が暮らす建物火災にも出動していることからみて、消防ポンプ自動車の配備は必須であると見受けられた。

調査の結果判明したこれらの装備体制は、我が国における常備消防の装備品とは到底比較にならず、非常備消防である消防団の装備と比較しても、消火資機材に対する財政面の手当てが不十分であると考えられる。

なお、イ国の消火活動の指揮命令系統は、大きく 2 段階に分かれている。

#### ①環境林業省地方消防隊の活動時

州を単位として、いくつかのブロックに分け、それぞれにファイヤーボス（日本では署長や大隊長にあたる）を置き、通常の指揮命令を行っている。

#### ②州単位の非常事態宣言が出されたとき

州知事により非常事態宣言が発せられると、軍隊・地方環境林業省・地域防災庁がジョイントして活動を行う。

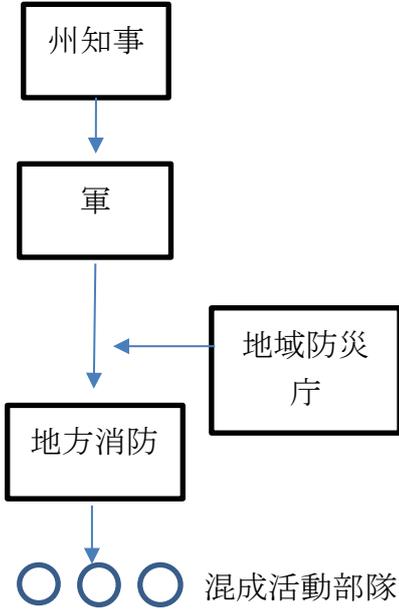
指揮は軍隊が執るが、必要な人員の配置や資機材の手配は地域防災庁が行うことになっている。活動部隊として、軍隊、地域防災庁、地方環境林業省、地方消防隊の混成部隊が結成され消火活動を行う体制を敷いている。

また、ヒアリングに基づくイ国の地方消防の現状は表 1-7 のとおりである。表中では地方消防の体制を日本の消防体制と比較している。

表 1-7 イ国国家・地方消防の体制と日本の消防体制比較

区分	日本の消防	イ国の地方消防（クタパン）
組織体制	<b>【建物・林野・車両等の火災】</b> 国レベル : 総務省消防庁 県レベル : 都道府県 (事務方・防災ヘリコプター) 市町村レベル : 市町村消防 (活動部隊) 東京都、一部の政令都市は防災ヘリコプターを有する。 地域レベル : 消防団、 地区自衛消防隊	<b>【林野以外の火災】</b> 環境林業省地方消防が対応。 <b>【林野火災】</b> 国レベル : 環境林業省、 国家防災庁 州・県レベル : 地方林業省、 地域防災庁 市町村レベル : 環境林業省の地方 消防隊 (活動隊) 地域レベル : 組織立っているか は不明だが、地方 消防の求めに応じて、 住民が消火活動の 応援を行っている。 <b>【非常事態宣言発令時】</b> 軍が出動 国レベル : 国家防災庁 州・県レベル : 地域防災庁
	<b>【海上船舶の火災】</b> 国レベル : 国土交通省海上 保安庁 地方レベル : 海上保安本部	
最小単位	市町村単位 各市町村の人口規模により消防署や 人員の配置を行っている。 活動指揮判断は、基本的に当直責任 者 (ファイヤーボスと同等) が行 う。 最小人員は、消防車 1 台に 5 名、救 急車 1 台に 3 名。人員規模は市町村 規模により異なる。	西カリマンタン州 州を 4 ブロックに分割し、それぞれ にファイヤーボスを配置。 1 ブロックに消防士 14 人配置し、 交代制で勤務。 消火活動の指揮判断は、基本的にフ ァイヤーボスが行っている。 非常事態宣言は州 (県) 知事レベル で行う。
通報体制・ 火災の覚地 方法	固定回線の普及を背景とした 119 番通報にはじまり、その後携帯電話 による通報に移行。	通報には携帯電話のグループ通話が 利用されており、一般住民、会社、 地方消防が情報共有し火災を覚地す る。 なお、固定電話の未普及により、火

	外国人や障がい者の通報のため、 <b>FAX119</b> 、 <b>e-メール</b> 、 <b>WEB</b> による通報装置も利用されている。	災時に通報する特定の緊急番号は存在しないようである。
消火の 対象・業務	市町村消防 日本国内のすべての火災（港湾に係留された船舶を含む）を消火対象とする。火災予防、救急救助の業務も担う。	国有林での火災の消火を主な任務としていたが、地域との連携に配慮し一般建物や草地等での火災においても、通報があれば確認のため出動する体制に移行している。 以前まで、森林火災の消火義務は森林所有者にあったが、法の改正により、初動から地方消防も出動することとなった。 野焼きを減少させるための予防啓発の活動も行っている。伐採した木材をバイオマス燃料に加工、発電等への利用をモデルとして行っているが、その啓発効果はまだ途上である。
	海上保安庁 海上の船舶火災の消火を対象とし、あわせて船舶での救急救助の業務を担う。	
出動体制 初動	火災種別に適した消防車が複数台同時に出動する。 現場到着後、直ちに消火活動に着手する。	勤務者のうち2名が先遣隊として出動し、主にオートバイを利用して現地を確認に赴く。 現地確認後、1名は携帯電話が通じる場所まで戻り、火災の状況、応援体制等を連絡する。 もう1名は、火災が初期の場合は初期消火を行うが、火災が初期でなければ周辺住民に対し消火活動の支援を求めて回る。
出動の ステップ	<p><b>【第1段階】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 途上報告 <ul style="list-style-type: none"> <li>発煙状況</li> <li>各隊への活動方針伝達</li> </ul> </li> <li>・ 到着時報告 <ul style="list-style-type: none"> <li>延焼状況</li> <li>火災対処方針の伝達</li> <li>応援部隊の要否</li> <li>要救助者情報</li> </ul> </li> </ul> <p><b>【第2段階】</b></p> <p>現場指揮者が現場部隊だけでは火災の鎮圧は困難だと判断した場合、周辺消防署から第2出動部隊が出動する。</p>	<p><b>【第1段階】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 火災現場の報告 <ul style="list-style-type: none"> <li>火災現場の緯度経度</li> <li>住所</li> <li>火災拡大の可能性</li> <li>消防隊の出動の要否</li> <li>必要器材</li> <li>森林等の所有者情報</li> <li>土壌に関する情報</li> <li>風向風速</li> <li>延焼方向</li> <li>消火隊の進入方向</li> <li>消火用水の有無</li> </ul> </li> </ul> <p><b>【第2段階】</b></p>

	<p>【第3段階】 第2段階のステップと同様</p>	<p>先遣隊の報告をもとに、必要資機材を現地へ搬送し、消火活動を行う。</p>
<p>災害拡大時の対応</p>	<p>【近隣市町村への応援要請】 事前に計画、妥結した協定に従った消防組織間の連絡により、必要な車両が派遣される。</p> <p>【自衛隊への派遣要請】 県知事が自衛隊の派遣を要請する。</p> <p>【緊急消防援助隊】 総務省消防庁長官から、都道府県単位の援助隊派遣要請が発令される。要請を受けた都道府県は各々で必要な代表援助部隊を編成、災害地へ派遣する。</p>	<p>【第3段階】 州知事が発する州単位の非常事態宣言が発令が前提</p> <p>軍、環境林業省地方消防隊及び地域防災庁が連携して消火体制を敷く。</p> <p>派遣する部隊の規模、装備、人員配置等は地域防災庁が担当する。消火チームは地域防災庁も含めた各組織の混成部隊となる。</p>  <pre> graph TD     A[州知事] --&gt; B[軍]     B --&gt; C[地方消防]     D[地域防災庁] --&gt; C     C --&gt; E(( ))     E --- F[混成活動部隊]   </pre> <p>【第4段階】 消火活動が、1ヶ月を超える等長期にわたる場合は、人員の交代・消火方法の変更（新しい機材の投入、航空消火から地上消火への変更等）等を行う。人員は州のブロック単位毎に交替させて活動を継続する。各組織の代表が集まり、評価（evaluation）ミーティングを朝夕に行う等して、活動方針を決め消火に当たっている。</p>
<p>他の組織との連携</p>	<p>地上の活動では主に、警察、都道府県消防主管課、医療機関、道路管理者、河川管理者、自衛隊と連携して</p>	<p>森林火災においては、環境林業省が主体となり、これに軍隊、国家防災庁が連携し消火活動を行っている。</p>

	いる。山岳においては地元山岳救助隊との連携も行っている。	
装備・資機材	<p>ポンプを内蔵した消防車が主体。その他には水槽付き消防車、化学泡放出消防車等がある。ポンプを内蔵しない消防車としては、はしご車、高所放水塔車、電源照明車、高圧煙排風車等多様な車両を保有している。</p> <p>日本では泥炭地火災そのものが発生しないため、これに対応した資機材は有していない。</p>	<p>ポンプを内蔵した消防車というものは配備されていなかった。</p> <p>トラック形状の車両に積載してポンプを搬送する方式を採用している。配備されているポンプは、可搬ポンプ（65mm ホース使用の C 級又は D 級ポンプ）及び軽可搬ポンプ（40mm ホース使用）であった。</p> <p>可搬ポンプで消火用水を取水し、ホースを延長した先に運びやすい軽可搬ポンプを持っていき、布水槽等に水を貯め消火活動を行っている。</p> <p>泥炭地用の特殊な消火器具を持っている。長さ 2m 程度、口径 30 mm 程度の先端を斜めにカットし地面に突き刺しやすい形状をしたパイプが備わったもので根元には、40 mm ホースの結合口がある。これにホースを接続することで地下に水を供給し消火を行っている。</p> <p>泥炭地火災における燃焼深さは、この器具を利用して計測しているようである。</p>
消防用ヘリコプター	<p>主に都道府県が保有しており、全国で 60 機余りが現役で活動している。</p> <p>1 年に 2~3 ヶ月のメンテナンスが有り、その間にヘリコプターが必要になった場合は隣接県で連携して運用している。</p> <p>機体の大きさは 6~9 人乗りが平均的で、消火水の積載量は 400ℓ から 1,000ℓ 程度である。</p>	<p>本省レベルでの聞き取りにおいて、環境林業省 1 機、BNPB3 機、軍隊 1 機が常時待機し、林野火災に対応しているとの確認が取れた。</p> <p>資料において、BELL 製（日本の消防でも標準的に使っている機体）、BOLCOW 製（日本では小型ドクターヘリコプターに使用）、KAMOV 製（BELL と同程度の大きさ）、MI-8（大型 5,000ℓ 積載可能）が紹介された。</p>

(JICA 調査団作成)

## 1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

### 1-2-1 イ国森林・泥炭火災に関する法令

2000年以降、Manggala Agni の設立や内務省による消防署の整備、国家防災庁を中心とした災害対応体制確立等、火災対応組織の整備が行われてきた（表 1-8）。

また、2015年の大規模火災発生後は村落コミュニティのコントロールや農民グループの活性化、アグロフォレストリーによる土地管理等、より火災予防に重点をおいた方針が打ち出されている。

表 1-8 イ国森林・泥炭火災に関する法令<sup>10</sup>

年	法規制名	要点/特徴/備考
1999	・ 地方行政に関する法律 ・ 林業に関する法律	・ 地方分権の開始 ・ 森林への火入れを禁止（50条）
2001	農地/森林火災に関係した生活環境の汚染及び荒廃の制御にかかる政令	・ 森林/農地の火入れを禁止（11条）
2002	イ国森林火災消防隊の組織化基準に係る自然保護・森林保全総局決定	・ Manggala Agni の設立
2004	・ 森林保全に関する政令 ・ 農園に関する法律 ・ 地方行政に関する法律	・ 林業に関する法律の具体化 ・ 農園造成における火入れを禁止（26及び48条） ・ 地方行政に関する法律の改正
2005	村落に関する政令	村落の義務・権利等
2007	・ 災害対策に関する法律 ・ 農園事業許可基準に関する農業大臣令 ・ 中央、州、県/市と政府間の政府業務所管分担に係る政令	・ 地方政府の義務や業務の規定
2008	・ 災害対応の遂行に係る政令 ・ 地方行政に係る法律	・ 地方行政に関する法律の改正
2009	・ 森林火災対策基準に関する林業大臣令 ・ 生活環境の管理及び保全に関する法令	・ 森林保全に関する政令の具体化 ・ 火入れによる開拓を禁止
2010	森林/土地火災に関係する環境破壊/汚染予防メカニズムに係る環境大臣令	慣習法に従う住民の火入れを許可制とする
2011	土地・森林火災対策の向上に係る大統領指導	中央における省庁間及び中央と地方の役割分担・連携
2012	・ 土地・森林火災対策の向上に係る2011年16号大統領指導実施の迅速化に係る内務大臣回覧 ・ 県/市における内政部門の最小行政サー	・ 州レベル BPBD に調整役配置及び県レベル消防部門に調整役配置 ・ 県政府で最小限整備すべき消防体

<sup>10</sup> 出典：JICA、2016、「インドネシア国森林・泥炭地火災に係る情報収集・確認調査 JICA ミッション 2016」及び JICA、2017、「インドネシア国森林・泥炭地火災に係る情報収集・確認調査ファイナルレポート」

	<p>ビス基準に係る 2008 年 62 号内務大臣の改訂についての内務大臣令</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・災害対策オペレーションセンター基準に係る国家防災管理庁長官令</li> </ul>	<p>制に係る基準</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・災害対策拠点の組織開発</li> </ul>
2013	<p>森林伐採を一時（2 年間）凍結するモラトリアムを 2 年間延長する大統領令</p>	
2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ Manggala Agni 組織及び森林火災対策管轄地域に係る自然保護・森林保全総局長令（2002 年総局長決定の改訂）</li> <li>・農園・土地火災対策及び予防隊及び基準に係る農業大臣令</li> <li>・泥炭湿地の保全と管理に係る政令</li> <li>・土地・森林火災予防全国標準オペレーション手順基準に係る内務大臣・林業大臣・農業大臣・国家防災庁長官共同令（案・未制定）</li> <li>・農園に関する法律</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>・地方行政に関する法律</li> <li>・村落に関する法律</li> <li>・村落に関する法律の実施に係る政令</li> <li>・ヘイズ汚染に関する ASEAN 合意の批准</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ Manggala Agni の組織開発</li> <li>・農園における消防隊体制に係る基準</li> <li>・泥炭の火入れを禁止、水位の管理</li> <li>・火災対応におけるコミュニティの動員</li> <li>・農園造成以外での火入れを禁止</li> <li>・火災対策設備・資材・システムの整備の義務化（満たせない場合、農園事業許可を見合わせ）</li> <li>・地方行政に関する法律の改正</li> <li>・村落自治の拡大</li> <li>・村落に関する法律の具体化</li> <li>・未批准であった ASEAN 加盟国へヘイズ汚染に関する協定にイ国も批准し、対策を進めると表明</li> </ul>
2015 年：大規模火災発生		
2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>・村落ベース森林土地火災予防における村落ファシリテーション基準に係る総局長令</li> <li>・森林土地火災予防における村コミュニティと協働の MA パトロール基準に係る総局長令</li> <li>・土地・森林火災対策の向上に係る大統領指導</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ TPD 手法の基準</li> <li>・ MA のコミュニティと協働パトロール手法の基準</li> <li>・ 2011 年土地・森林火災対策の向上に係る大統領指導の改訂 <ul style="list-style-type: none"> <li>-筆頭調整役：政務・法務・国防分野担当調整大臣府</li> <li>-火災対策の実施の調整役：環境林業省</li> <li>-BNPB：平常時は災害リスクの軽減と災害対応の事前準備、災害緊急時には消火オペレーションの支援、投入の指揮</li> <li>-軍隊：消火支援や地方政府の災害対応義務の支援に軍力を投入</li> </ul> </li> </ul>

2016	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 土地・森林火災対策に係る環境林業大臣令</li> <li>・ 泥炭湿地の保全と管理に係る政令の改訂に関する政令</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-警察：法執行の予防的対策の向上</li> <li>・ 2009 年森林火災対策基準に関する林業大臣令の改訂 <ul style="list-style-type: none"> <li>-定義に TPD が加わる。</li> <li>-組織、人材、インフラ/機材及び活動（予防、消火、事後）の標準化</li> <li>-コンセプション等土地使用権利者に対して、MPA 等のコミュニティグループのエンパワメントを義務化</li> <li>-土地使用権利者に対して表彰・制裁付きの監査制度</li> <li>-火災予防が多様化。アグロフォレストリー等土地管理、（国家）予防運動等社会運動化、MPA に対するファシリテーション、村落条例の制定や農民グループの活性化等村落活動</li> </ul> </li> <li>・ 2014 年泥炭湿地の保全と管理に係る政令の改訂（一部条項の補足・強化） <ul style="list-style-type: none"> <li>-保全機能地について KHG の 30%以上の指定</li> <li>-保全機能地での排水路設置を禁止</li> <li>-耕作機能地では基準点から 0.4m に水位を維持する</li> <li>-泥炭地の火入れの禁止だけでなく、火入れの放置も禁止</li> <li>-泥炭地利用者由来の火災による劣化後 30 日以内の回復を義務づけ</li> </ul> </li> </ul>
------	---	--

(脚注資料をもとに JICA 調査団作成)

1-2-2 イ国森林・泥炭火災に対する行政の対応

(1) 開発計画

表 1-9 イ国森林・泥炭火災に関する開発計画<sup>11</sup>

年	計画	要点/特徴/備考
2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 国家中期開発計画</li> <li>・ 環境林業省中期戦略計画</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-9 国家開発アジェンダのうち、イ国人の生活の質の向上がある。</li> <li>-そのための国家戦略として、国内の戦略的な経済セクターの振興による経済的な独立性の実現がある。</li> <li>-そのためのアプローチとして、自然資源と環境の保全と災害の管理がある。</li> <li>-人間生活と資源のために環境の状態を確保することを目的としている。</li> <li>-戦略の一つとして、森林管理、保護及び生物多様性保護能力の向上がある。</li> <li>-その中の「気候変動対策」の「森林土地火災対策」では、スマトラ、カリマンタン、スラウェシ島の保護林以外の国有林と土地における、火点（ホットスポット）数及び延焼面積が年 10%減少することを目標としている（最大許容値は 32,333 スポットから 2019 年に 29,091 スポット、498,736ha から 2019 年 448,863ha）。</li> </ul>
2016	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2017 年政府業務計画</li> <li>・ 2017～2019 年 森林・農園・土地火災予防のグランドデザイン</li> <li>・ 森林・農園・土地火災予防の基準</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-国家開発のプライオリティに健康による人間開発がある。</li> <li>-優先プログラムに「健康への国家運動」の振興と予防がある。「健康的な環境」もその一つである。</li> <li>-森林土地火災対策も自然資源・環境セクターで優先セクター開発である。</li> <li>-森林管理ユニット（KPH）の延焼面積の減少も目標となっている。</li> <li>-経済分野調整大臣府が予防面の調整役</li> <li>-BRG の 2.4 百万 ha の泥炭回復対策、KLHK の 731 火災頻発村落対策を統合</li> <li>-5 戦略 <ul style="list-style-type: none"> <li>a) 経済的インセンティブ・ディスインセンティブ</li> <li>b) 村落コミュニティ/社会組織の役割強化</li> <li>c) 法的執行、法規制・許認可との連動化</li> <li>d) インフラ整備</li> <li>e) 早期火災対応の強化</li> </ul> </li> <li>-経済分野調整大臣府による火災発生前の作業手順の試案</li> </ul>

(脚注資料をもとに JICA 調査団作成)

<sup>11</sup> 出典：JICA、2016、「インドネシア国森林・泥炭地火災に係る情報収集・確認調査 JICA ミッション 2016」及び JICA、2017、「インドネシア国森林・泥炭地火災に係る情報収集・確認調査ファイナルレポート」

(2) 政策的な方針

表 1-10 イ国森林・泥炭火災に関する政策的な方針<sup>12</sup>

年	方針	要点/特徴/備考
2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>・総合村落開発運動に関する住民エンパワメント・文化部門調整大臣府決定</li> <li>・国家防災庁（BNPB）主催の災害リスク軽減月間記念</li> <li>・持続的な人間開発のための災害リスク軽減に向けたスラカルタ宣言</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-総合村落開発運動（村落運動）</li> <li>人間生活と文化を向上させるために、農村地域や村落ベースの省庁、地方政府、民間、コミュニティのプログラムや活動を調整、連動、シナジー化、統合するモデル</li> <li>-森林・土地火災、ヘイズに関して発生するリスク、越境リスクを解決するために具体的な処置を実施</li> </ul>
2016	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大統領方針 2016 年 1 月</li> <li>・村落・後発地域・移住開発大臣宛環境林業大臣書簡</li> <li>・2016 年村落基金の使用プライオリティに係る村落・後発地域・移住開発大臣令とその改定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-予防と早期警戒</li> <li>-表彰と制裁</li> <li>-生態系コントロールの改良</li> <li>-現場の観察</li> <li>-法執行</li> <li>-中央・地方政府間のシナジー</li> <li>-火災頻発村落 731 村落を目標</li> <li>-火災対策にかかる村落基金（DanaDesa）の活用を依頼</li> <li>-再生資源インフラの建設・開発及び環境保全活動の村落開発で優先</li> <li>-その他のプログラムについて、村落計画集会で合意すれば、優先できる。</li> </ul>

(脚注資料をもとに JICA 調査団作成)

**1-3 当該開発課題に対する我が国の国別開発協力方針**

外務省の対イ国国別開発協力方針は以下のとおりである。

援助の基本方針（大目標）：均衡のとれた更なる発展とアジア地域及び国際社会の課題への対応能力向上への支援

長い友好関係を有する戦略的パートナーであるイ国の更なる経済成長に重点を置きつつ、均衡のとれた発展と、アジア地域及び国際社会の課題への対応能力向上を支援する。共同体の設立に向かう ASEAN の中核国であるとともに、アジア地域における経済活動の重要な拠点であり、資源国である同国への支援を通じて同国との連携と互惠的関係を深化・拡大することにより、同国のみならず、我が国を含むアジア地域及び国際社会の安定と繁栄に寄与する。

<sup>12</sup> 出典：JICA、2016、「インドネシア国森林・泥炭地火災に係る情報収集・確認調査 JICA ミッション 2016」及び JICA、2017、「インドネシア国森林・泥炭地火災に係る情報収集・確認調査ファイナルレポート」

#### 重点分野（中目標）

- (1) 更なる経済成長への支援民間セクター主導の経済成長の加速化を図るため、ジャカルタ首都圏を中心にインフラ整備支援やアジア地域の経済連携の深化も踏まえた各種規制・制度の改善支援等を実施することにより、ビジネス・投資環境の改善を図ると同時に、高等人材の育成 支援等を行う。
- (2) 不均衡の是正と安全な社会造りへの支援  
国内格差を是正し、均衡のとれた発展と安全な社会の構築に寄与するため、主要な交通・物流網等の整備や地方の拠点都市圏の整備等国内の連結性（コネクティビティ）強化に向けた支援、地方開発のための制度・組織の改善支援及び防災・災害対策支援等を行う。
- (3) アジア地域及び国際社会の課題への対応能力向上のための支援  
アジア地域の抱える海上安全やテロ、感染症等の問題や、環境保全・気候変動等の地球規模課題への対応能力や援助国（ドナー）としての能力の向上に寄与するための支援等を行う。

またイ国政府は、我が国に国・地域レベルの総合防災計画策定と自然災害管理能力強化のための協力を要請し、これを受けて、JICAは2007年3月から2009年3月まで「インドネシア国自然災害管理計画調査（開発調査）」、2010年から2015年まで「泥炭湿地林周辺地域における火災予防のためのコミュニティ能力強化プロジェクト」を実施、科学技術振興機構（JST）は2008年度から5年にわたり研究し、「インドネシアの泥炭・森林における火災と炭素管理」という報告を出している。

#### 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 当該開発課題に関連する ODA 事業

森林・泥炭火災に関する進行中の ODA 事業としては上記のプロジェクト以外に、草の根技協（地域提案型）で「インドネシア・バリクパパン市における泥炭・森林火災の消火技術普及モデル事業」を行っている。このプロジェクトはその後中小企業海外展開支援事業案件化調査に進み、2015年9月4日公示分で「森林火災抑止に関する初期消火技術の導入案件化調査」として採択され、調査が行われている。

##### 1-4-2 当該開発課題に関連する他ドナーの先行事例

消火剤において他ドナーによる関連する先行事例はない。

## 第2章 提案企業、製品・技術

### 2-1 提案企業の概要

#### 2-1-1 提案企業情報・事業内容

提案企業情報

会社名 : 株式会社イルカカレッジ

所在地 : 〒683-0834 鳥取県米子市内町 46

設立 : 1996年9月10日

事業内容 : 環境貢献をビジネスの柱とし、EV開発事業、EV・PVを始めとした環境対応技術教育事業を行っている。そうした中で今回の提案技術である森林・泥炭火災に効果が見込まれる高精度消火システム「Drop Control System」を開発し、技術の紹介と試用、販売を行っている。

#### 2-1-2 海外ビジネス展開の位置付け

提案企業の経営理念は環境改善技術を開発し、普及させることにある。その一環で効果的な対策が無く、甚大な被害をもたらす森林・泥炭火災への対応策として本製品の開発を進めてきた。本事業の海外展開によって森林・泥炭火災被害が軽減され、地球規模での環境改善に貢献できれば、提案企業の経営理念が具現化されることとなる。その意味で海外ビジネス展開は非常に重要な位置付けにある。

#### 2-1-3 海外ビジネス展開の目的

本製品はより効果的な消防技術を公募する消防防災科学技術研究推進制度で採択され開発された製品であり、消防庁の後押しもあって各県防災課及び消防署に採用を働きかけてきた。

そうした状況の中、在京インドネシア大使館より外務省を通じ、2015年9月に発生した森林・泥炭火災に本製品を試用したいとの申し出があった。当時は在庫がなく、採用に至らなかったが、その後火災が終息することなく拡大したことを受け、同年11月にイ国環境林業省、イ国軍の支援を受け在日インドネシア副大使立会いの下、スマトラ島パレンバンで本製品の投下実験を行っている。

提案企業は本事業のイ国での展開によって、本製品が国際的にも注目の高いイ国森林・泥炭火災に効果的であることを証明することで、日本国内は言うに及ばず、森林火災の多い米国、カナダ、オーストラリアにも本製品を展開する契機を得ることを目的としている。

## 2-2 提案製品・技術の概要

### 2-2-1 提案製品・技術のイ国ターゲット市場

我が国とイ国以外でターゲットとなる市場は、森林火災が多く発生する米国、カナダ、オーストラリアである。これらの国では森林火災に対して航空消火を行うため、本製品の需要は大きいと考えられる。但し、いずれの国も顧客は行政となるためコネクションや実績の無い企業・製品では行政市場を開拓するのは厳しいのではないかと考えられる。そのため、第一歩としてイ国行政市場で実績を作り、その後徐々に各国行政の航空消火市場に食い込みたいと考えている。イ国での実績作りにおいて、ターゲットとなるのは行政の中でも航空機による消火を実施している機関が望ましいが、本調査において、メインターゲットに相応しい機関は国家防災庁（BNPB）であることがわかった。調査中に行った実験結果に対しても、当庁から高い評価を得られているため、本製品の第一顧客となってもらうことを期待している。

一方で、本調査を進めていく中で BNPB 含め複数の機関から本製品を地上消火に用いることができないかという問い合わせを受けた。2-2-2 にあるとおり、本製品の構成成分であるゲルパック消火剤は、パック封入前のゲル消火剤単独で地上消火に用いることも可能である。地上消火用ポンプ（日系メーカーB社製）を用いたゲル消火剤単独での消火実験も本調査中に実施、その効果を高く評価されているため、ゲル消火剤を地上消火用に販売するという形での市場開拓も大きく期待できるものと考えている。

### 2-2-2 提案製品・技術の概要

#### (1) 提案する製品・技術の特徴

本製品の構成成分 3 点の詳細と特徴は以下のとおり。

#### ア ゲルパック消火剤（図 2-1）

ゲルパック消火剤の主な特徴は次の 5 つである。

- ①保管性 : 乾燥状態で保管でき場所を取らないため、機内にも持ち込める。
- ②作業性 : 消火水を給水すると同時にバケットに投入するだけで、消火剤が完成するため作業負担が少ない。また消火水は海水、淡水、水質を問わないため火点に最も近い地点での給水が可能。
- ③即応性 : 飛行中 5 分以内で吸水しゲル状の消火剤ができる。
- ④安全性 : 材料は、食品添加物と生分解性紙材のため動物が食しても安全で、投下地点の衝撃安全性も確認済み。
- ⑤消火性能 : 水と異なりゲル状物質として水分が保持されることで、冷却効果が長時間続く。ゲル状物質により不燃化が進み、再燃防止効果及び延焼防止効果が認められる。

なお、本事業では航空消火を念頭に、ゲル消火剤をパックに封入したものを高精度投下するシステムを提案しているが、ゲル消火剤は水に即座にゲル化する特徴を有していることから、パック封入前のゲル消火剤単独で地上消火にも活用可能である。

イ 投下管制装置 (図 2-2)

- ①消火活動を全天候、昼夜問わず誘導可能。
- ②風向・風速・高度・速度等の条件入力によって火点を逃さず消火誘導する。
- ③投下軌跡の蓄積によってゲルパックの最適な連続投下を可能とし、延焼防止帯の形成を誘導する。

ウ ゲルパック投下装置 (図 2-3)

- ①管制装置の指示に従いタイミングを逃さず開閉でき、ゲルパック消火剤を一気に投下できる。
- ②海洋、河川、池、貯水システムからの再充填が可能。



図 2-1 ゲルパック消火剤  
左：乾燥状態 右：給水状態



図 2-2 投下管制装置の画面表示例



図 2-3 ゲルパック投下装置

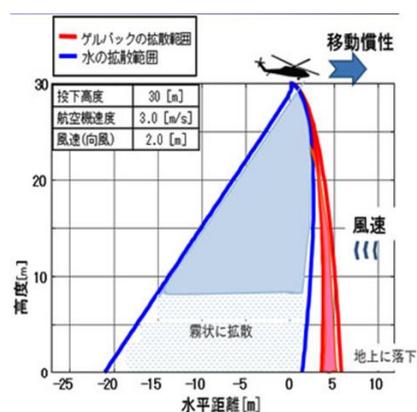


図 2-4 航空機からの投下実験による消火水との火点への命中精度比較

(出典：JICA 調査団)

(2) スペック・価格

本製品のスペック・価格は表 2-1 のとおり。

表 2-1 本製品のスペック、価格

	ゲルパック消火剤	投下管制装置	ゲルパック投下装置
製品概要	増粘多糖類等食品添加剤原材料を主成分とする消火剤を透水性紙材にパック化したもの	タッチパネルのタブレット型 PC に消火剤投下ポイントを誘導するソフトを内蔵したもの	消火バケツ 600ℓ タイプの改修品
製品内訳及びサイズ	1 ロット内訳： 段ボール (52 cm x 52 cm x 52cm) x 8 箱  1 箱の内訳： ゲルパック消火剤 1,000 パックと乾燥剤入りのビニール袋 x 10 袋 (ゲルパック消火剤合計：10,000 パック)	タブレット x 1 台 ( W291mm x D193mm x H7.1mm)	消火バケツ x 1 台 モデル : 1821 容量 : 795ℓ 展開時全長 : 4.7m (収納時は W1m x D1m x H1.1m に収まる)
重量	約 16Kg/1 箱	0.76Kg	輸出梱包時の概算重量：150Kg (機器重量 90Kg)
価格	1 パック 25 円 1 ロット (8 万パック) 200 万円	150 万円/台	850 万円/台

(JICA 調査団作成)

(3) 国内外の販売実績

国内では以下 3 件の販売実績がある。

ア ゲルパック消火剤 500 万円

➤ 販売先：グローバルインサイト

イ ゲルパック消火剤 350 万円 (150 万円と 200 万円の 2 回)

➤ 販売先：鳥取大学、消防庁

## 2-2-3 提案製品の比較優位性

国内外の競合製品との比較は表 2-2 のとおり。

表 2-2 本製品の消火水及び他消火剤との比較

	本製品	消火水	その他化学消火剤（泡、粉末消火剤等）
概要	海水、河川水等を半固体化し航空機から投下。投下地点管制システムによる高い投下精度。	海水、河川水、貯水池の水を汲んで火災地に投下。	化学消火剤を航空機から投下。
消火効果	半固体ゲル状物質のため高精度な命中地点予測、添着による効果的な消火と長時間冷却が可能。	空中投下すると霧散するため命中精度が低く、到達しても蒸発し効果的な消火ができない。	空中投下すると霧散するため命中精度が低い。
新規性	水を即座に半固体化し投下する新しい技法。	従来からある基本形。	従来からある基本形。
環境負荷	成分は食品添加物と生分解性の紙でできており、無害。	無害。	成分が化学品のため、環境負荷がある。
全天候性	全天候・計器飛行可能。	昼間、有視界飛行に限定される。（装備機器の能力に左右される。）	昼間、有視界飛行に限定される。（装備飛行の能力に影響される。）
運用性	ゲルパックが入ったバケツに水を投入するだけなので容易。	水を汲むだけなので容易。	そのまま投下するか、消火剤を水と混合するだけなので容易。
費用対効果	極めて大。	航空機等の費用に対する効果小。	航空消火は水同様、消火剤の費用分でさらに費用対効果小。

(JICA 調査団作成)

## 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

2017年11月、JICA関係者、イ国専門家及び関連省庁の担当者等立会いのもと二日間にわたり、森林・泥炭火災を想定した地上消火実証実験と模擬航空消火実証実験を行った。立会者の所属組織は以下のとおり。

- 国家防災庁
- 環境林業省
- 国家救難庁
- 国防省空軍・陸軍
- 国民福祉調整庁
- 市消防
- 市警察
- ERIA
- JETRO
- JICA ジャカルタ事務所
- 報道機関 2 社

このほか、ユスロン前在京インドネシア大使も本実験に立会った。

また、詳細な実験サイト配置図は図 2-5 のとおり。

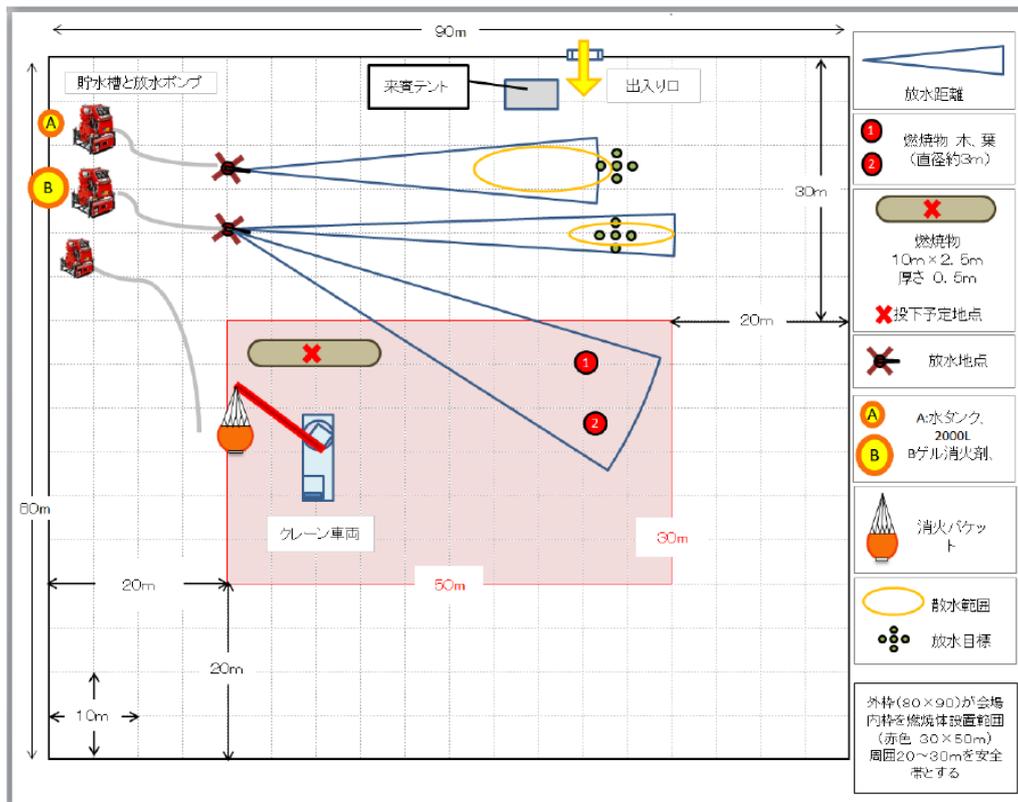


図 2-5 実験サイト配置図

(JICA 調査団作成)

(1) 地上消火実証実験方法

ア 水とゲル消火剤の放水能力比較実験

地上消防隊が使用する消防ポンプを用いて、放水地点から 40m 以上離れた場所に設置したビニール袋で覆った受け皿に対し通常の消火水とゲル消火剤を放射し、それぞれが受け皿に届いた量と受け皿内での状態を比較検証した。

消防ポンプは B 社の消火ポンプを 2 台使用した。

なお、消火水・ゲル消火剤の噴射ノズルは意図的な操作ができないよう、固定したうえで実証実験を実施した (図 2-7)。

イ 水とゲル消火剤の消火能力比較実験

地上消防隊が使用する消防ポンプを用いて、放水地点から 40m 離れた地点に設置された模擬火災に対し消火水とゲル消火剤を放射し、それぞれの消火効果を比較検証した。燃焼体は木材と枯葉を積み上げたものに助燃剤として軽油 10ℓ を加えたものを使用した (図 2-6)。また、こちらの実験においても噴射ノズルを固定したうえで実証実験を実施した (図 2-7)。



図 2-6 模擬火災



図 2-7 固定した噴射ノズル

(出典：JICA 調査団)

## (2) 模擬航空消火実証実験方法

本実験では模擬火災の延焼進行方向及び燃焼箇所に向けてゲル消火剤を投下することで延焼防止効果と消火効果を検証した。航空機からの投下を模し、25m クレーン車によって吊り下げられたゲルパック投下装置から、水 300ℓ とゲルパック消火剤 2,000 個を組み合わせたものを投下した (図 2-8)。投下装置はゲルパックがタイミングを逃さずに投下できるように提案企業にて改造したものを使用した。燃焼体は森林火災を模し、幅 3m、長さ 10m、高さ 35cm (初日) 及び 70cm (二日目) に積み上げられた木材と枯草・葉っぱに対し長手方向 5m のところまで助燃剤として灯油 10ℓ を加えることで作成した (図 2-9)。



図 2-8 模擬航空消火実験イメージ

(JICA 調査団作成)



図 2-9 模擬航空消火実験に使用した燃焼体

(出典：JICA 調査団)

## 2-3-2 現地適合性確認結果（技術面）

実験で確認された結果は以下のとおり。

### (1) 地上消火実証実験での確認結果

#### ア 水とゲルパック消火剤の放水能力比較実験結果

目標となる受け皿を放水地点の 40m 先に 1 つ設置して実験を行った結果、消火水は霧状に分散したうえ、受け皿までほとんど届かなかった一方でゲル消火剤は受け皿を通り越してその 5m 先にゲル溜まりを作った。

その翌日、受け皿を 45m～50m 放水地点から離れた辺りに 5 つ設置して実験を行った結果、消火水は合計 100cc の霧状の水滴が確認されるにとどまった一方、ゲルパック消火剤は 20ℓ 程度が受け皿に到達した。また、ターゲットより更に 5m 以上先にはゲル溜まりができ、実験終了後 3 時間経過した後でも地表面を冷却していた。

#### イ 水とゲル消火剤の消火能力比較実験結果

40m 先にある直径 3m、高さ 70cm の模擬火災に対し、放射された消火水は霧散してしまい消火にまで至らなかった一方、4%濃度のゲルパック消火剤は模擬火災に到達し即座に火災を消火した。この実験でのゲル消火剤使用量は 1t 程度であった。翌日には模擬火災を直径 3m、高さ 70cm の燃焼体に 10ℓ の灯油を加えたものに、使用するゲルパック消火剤の濃度を 2%へと変更して同実験を実施した。結果は前

日と同様、消火水は消火に至らなかった一方、ゲルパック消火剤は消火することができた。

## (2) 模擬航空消火実証実験での確認結果

### ア ゲルパック消火剤の延焼防止能力実証実験結果

実験初日、高度 10m 地点から模擬火災に対し水 300ℓ とゲルパック消火剤 2,000 個を組み合わせたものを投下した。消火剤は燃焼箇所の約半分に当たって延焼を抑え、その後火災自体も徐々に弱めて鎮火した。

翌日の実験では延焼防止能力を検証するため、火が燃焼体全体に回りきる前に水 300ℓ とゲルパック消火剤 2,000 パックを投下装置に投入しクレーンで高度 20m に吊り上げて投下した。この際、延焼防止能力確認のために敢えて火の回っていない火の手の進行方向に投下した。投下後は火勢が徐々に衰え、延焼が起こらなかった。ゲルパックは投下の衝撃で破裂し、中身の消火剤が重なり合う木々の隙間を通して燃焼体を包み込むように絡みつき、延焼しようとする火の手の侵入を阻止していた。この実験により、高度 20m から投下された 300ℓ の水と 2,000 個のゲルパックは、直径約 5m、深さ 70cm の燃焼体の延焼阻止能力を持っていることが示された。高度が高ければ高いほど、着地の際の拡散範囲や木々の間へ侵入していく力が増すために、更に有効範囲は広がると期待できる。

### イ ゲルパック消火剤の消火実験

初日の高さ 35cm、半径 5m の燃焼体に対し、ゲルパック消火剤は延焼防止効果だけでなく消火効果も発揮していた。翌日、高さ 70cm の燃焼体の中心部に対しゲルパック消火剤を投下したところ、到達したゲルパックが破裂し燃焼体に添着、包み込むことで火を鎮火した。本製品は延焼防止能力だけでなく、消火能力も高いことが確認できた。

実証実験の結果、ゲルパック消火剤は消火水に比して放射能力、消火能力、延焼防止能力に優れていること、及び高高度からの消火活動に効果的であることが確認できた。また、地上消火で水を用いて約 10m<sup>2</sup> の火災を 40m 先から消し止めるのに必要な水量が 4t 以上である一方、ゲルパック消火剤を高度 20m から投下し火を消し止めた際に必要な水量は僅か 300ℓ であった。また、前者の消火時間は 10 分以上であったが、後者は一瞬で消火することができた。

このように、ゲルパック消火剤は水と時間の節約を可能とし、早期の消火及び延焼防止を実現できる可能性が証明された。

また、立会者からゲルパック消火剤の再投入にかかる作業時間についての問い合わせを受けたため、実際に再投入するところを視察してもらった。乾燥状態のゲルパック 2,000 パックを実験に使ったバケツに投入する時間は 1 分程度、水を給水車ホースから 300ℓ

給水するのにかかる時間は2分程度であり、その後20mの高さまで吊り上げたところ、再投入準備が整うまでの時間は5分以内であることが確認された。

なお、本実験に立会った鳥取大学の松原特任教授及びボゴール農業大学のバンバン教授も、本製品の消火能力及び延焼防止能力は水に比べ優位であることと、森林火災や泥炭火災に本製品が有効である可能性を示唆している。バンバン教授からは、追加で泥炭地等での実証実験をすべきとのコメントも受けた。同教授によれば、ゲルパック消火剤には消火効果だけでなく、泥炭孔（Peat Pore）を塞いで泥炭表面の火が泥炭深部へ侵入するのを防ぐ効果が期待されるとのことである。

なお、バンバン教授はボゴール農業大学の教授、森林火災研究所の所長、国連国際防災戦略事務局（UNISDAR）における東南アジア火災地域ネットワークの議長、泥炭復興庁所属の専門家を務める森林火災対策の権威であり、JICAを含め様々な国際機関と共同でプロジェクトを実施してきた経歴を持つ。

### 2-3-3 現地適合性確認結果（アンケート結果）

実証実験後に実施したイ国防災関係当局関係者 13 名に対するアンケートにおいて、ほぼ全員から「ゲルパック消火剤は火災消火に効果がある」との回答を、そして全員から「実際の火災現場での JICA による本製品の実証を望む」との回答を得た（表 2-3）。

表 2-3 実証実験アンケート結果

問 1：本ゲル消火剤は火災消火に効果があると評価できるか？		
	とても思う	4 名
	思う	8 名
	あまり思わない	1 名
問 2：どのような際に本ゲル消火剤の使用が有効と考えるか？		
草地火災	たぶん有効だと思う	10 名
	たぶん有効ではない	0 名
森林火災	たぶん有効だと思う	8 名
	たぶん有効ではない	3 名
泥炭地火災	たぶん有効だと思う	7 名
	たぶん有効ではない	3 名
問 3：JICA によるカリマンタン島及びスマトラでの本製品の実証を望んでいるか？		
	とても関心がある	5 名
	関心がある	8 名
	関心がない	0 名
問 4：実際の火災現場ではどのような方法での消火方法が見たいか？		
ヘリコプターによる航空消火	見たい	10 名
	見たいとは思わない	1 名
ポンプによる陸上消火	見たい	10 名
	見たいとは思わない	0 名
重要拠点を 守る延焼防止	見たい	9 名
	見たいとは思わない	0 名
問 5：火災を防ぐことの優先度が高いものは何か（当てはまるものすべてに回答）？		
	泥炭地保護	8 名
	森林保護	11 名
	オランウータンや野生動物生息地保護	7 名
	村や人の保護	8 名
	健康被害	5 名
	周辺国と問題となるヘイズ防止	3 名
コメント記入欄		
	ゲルパックは新しい製品なので幅広い広告が必要である。	
	消火システムとしてはよいが、よく火災が発生する地域での実証が必要。	
	1ha に対する散布の場合、どのぐらい必要か？	
	水とゲルの比率も知りたい。	
	本製品のイ国への導入を応援する。	

(JICA 調査団作成)

#### 2-3-4 現地適合性確認結果（制度面）

ゲルパック消火剤の利用を禁止するような特段の規制は存在しない。

#### 2-4 開発課題解決貢献可能性

##### 2-4-1 開発課題解決貢献可能性

開発課題として、現状イ国で実施している航空消火（ヘリコプターでの水の散布）による有用性が確認できないことが挙げられる。その理由には、イ国の航空消火で一般的な高高度からの消火では、水が空中で霧散してしまうため地表面まで届かないことや、届いたとしても広範囲に霧散しており、火災発生地点の消火はおろか、延焼を防ぐべき場所に対する地表面温度の低下効果についても大きくは期待できないことがある。更に航空機のペイロードから全体の消火に必要な消火水を運ぶことができないことと、乾季は必要な消火水の確保が限られること等も理由として挙げられる。

本調査では、高高度からの移動中の投下でも水に比べ格段に拡散しにくく、確実に地表面に届くゲルパック消火剤と、命中精度が高くピンポイントでゲルパックを投下することが可能である投下管制装置を組み合わせることで、イ国開発課題へのアプローチが可能であると考えている。

具体的には、ピンポイントでの火災地点の消火に加え、地表面温度を低下させ延焼防止や延焼速度の低下を可能とすることで、その後の地上消火・航空消火を含めた全体的な消火活動（作戦）に裨益することを目標としている。これにより延焼面積を減少させ、国立公園等希少性の高い動植物の生態を守ることやCO<sub>2</sub>の排出削減等環境インパクトを削減することに貢献ができると考えている。また、バンバン教授の研究によると、泥炭火災からダイオキシンが発生しているとのことであるため、その削減にも貢献可能である。

## 第3章 ODA 案件化

### 3-1 ODA 案件化概要

#### 3-1-1 ODA 案件化概要

本調査では、環境林業省、国家防災庁、関連省庁等に本製品の紹介と試用・実験を行った。また実際の消火活動を担うクタパンの Manggala Agni、ポンティアナックの地域防災庁に対し本製品の紹介を行った。

2018年～19年の普及・実証事業において、スマトラ島や西カリマンタン州等の国有林にて実証を行い、各地で山間部の火点（ホットスポット）の早期消火及び延焼防止帯形成の調査を実施する計画である。これらの活動を通じ、効果的な対策が無い森林・泥炭火災に対する新たな消火方法を構築する。

#### 3-1-2 対象地域

調査対象予定地域は表 3-1 のとおりである。

表 3-1 調査・試用対象地域

スキーム	時期	場所		目的	活動内容
本調査	2017年 7月～8月	西カリマンタン州	クタパン県 JICAテスト サイト	紹介・ 試用	本製品の説明と泥炭地の調査を行った。
	ポンティアナック県				
	2017年 11月	ジャカルタ特別州近辺	チブプール Buperta campground	試用・ 実証	実際に投下試験と消火試験を行い、効果を実感してもらった。また、投下データを収集した。
普及・ 実証事業	2018年 9月以降	スマトラ島	南スマトラ	試用・ 実証	毎年森林・泥炭火災が始まる時期に、実際に火災が発生している国有林にて投下試験と消火試験を行い、効果を実感してもらう。また、投下データを収集する。 (スマトラ島、西カリマンタン州での実証はどちらか片方のみを行う)
		西カリマンタン州	クタパン県		

(JICA 調査団作成)

## 3-2 ODA 案件内容

### 3-2-1 普及・実証事業のプロジェクト目標と構成

(1) 普及・実証事業のプロジェクト目標と構成

表 3-2 普及・実証事業の構成

上位目標：	提案製品使用によるイ国の森林・泥炭火災対応能力の向上。
プロジェクト目標：	提案製品が森林・泥炭火災の消火及び延焼防止に資することを実証するとともに、提案製品を普及するための体制及び課題を整理する。
成果	活動
成果 1： スマトラ島または西カリマンタン島での実証実験で、実際の火災に対して提案製品、特にゲル消火剤が優位であることが確認される。	1-1 提案製品の高精度消火システムの実証計画を立てる（地上消火・航空消火両方の実証を試みる）。
	1-2 計画に基づき装置を用いた実証実験を実施する。
	1-3 実証の結果を分析し、運用面、技術面等の課題を洗い出し整理すると共に、実証の結果及び提案製品に対するイ国関係者の意識を調査する。
	1-4 提案製品が森林・泥炭火災によってもたらされる波及被害の解決に資するかどうかを調査する。
成果 2： C/P 内における現場人員の提案製品を用いた消火活動のスキル醸成及び提案製品を用いた消火体制確立のための予算・人員体制が検討される。	2-1 具体的な人員体制計画や事業費、導入した場合の消火水やその他消火方法との費用比較検討、導入までのスケジュール等の検討事項をまとめた本製品の導入指針をまとめる。
	2-2 提案製品の LKPP（国家調達庁）主管の電子カタログへの登録及びイ国工業省への製品登録（詳細は 3-5-1 項）。
	2-3 ゲル消火剤を使った消火システムのイ国普及を目指した防災セミナー及び日本の消防製品・技術に関する説明会等を通じたイ国消防のキャパシティビルディング。
	2-4 スキル醸成を目的とした我が国での教育・研修等への C/P 人員の招聘。
成果 3： 提案製品普及のためのビジネス展開計画が策定される。	3-1 イ国全土の森林・泥炭火災状況を調査し、期待される最終的な需要と最適な供給量を把握する。
	3-2 民間の企業とのコンタクトを進め、潜在顧客・需要の把握及びバリューチェーンを担う企業の選定を行う。

(JICA 調査団作成)

### 3-2-2 普及・実証事業のために必要な投入

表 3-2 に示す項目の実施に必要な投入は以下のとおり。

(1) 日本側人員

表 3-3 投入人員表

業務主体	所属	主な業務内容
業務主管	提案企業	普及・実証事業全体の管理、計画、実施、製品の輸出入、製造、運用等
コンサルタント	本邦コンサル	相手国政府との調整、協議、レポート、普及・実証事業の側面支援
協力企業	日系メーカー等	消防機材一式の供給、ゲルパック、投下管制システム、投下バケット等
現地コンサルタント（外部職員）	ボゴール農業大学等	現地リレーションの紹介、通訳・翻訳業務等

(JICA 調査団作成)

- (2) イ国カウンターパート人員、資機材等  
 消火機材一式、航空機、消防車、水源、隊員の動員等が必要となる。

### 3-2-3 普及・実証事業実施体制図

普及・実証事業の実施体制は図 3-1 のとおりである。

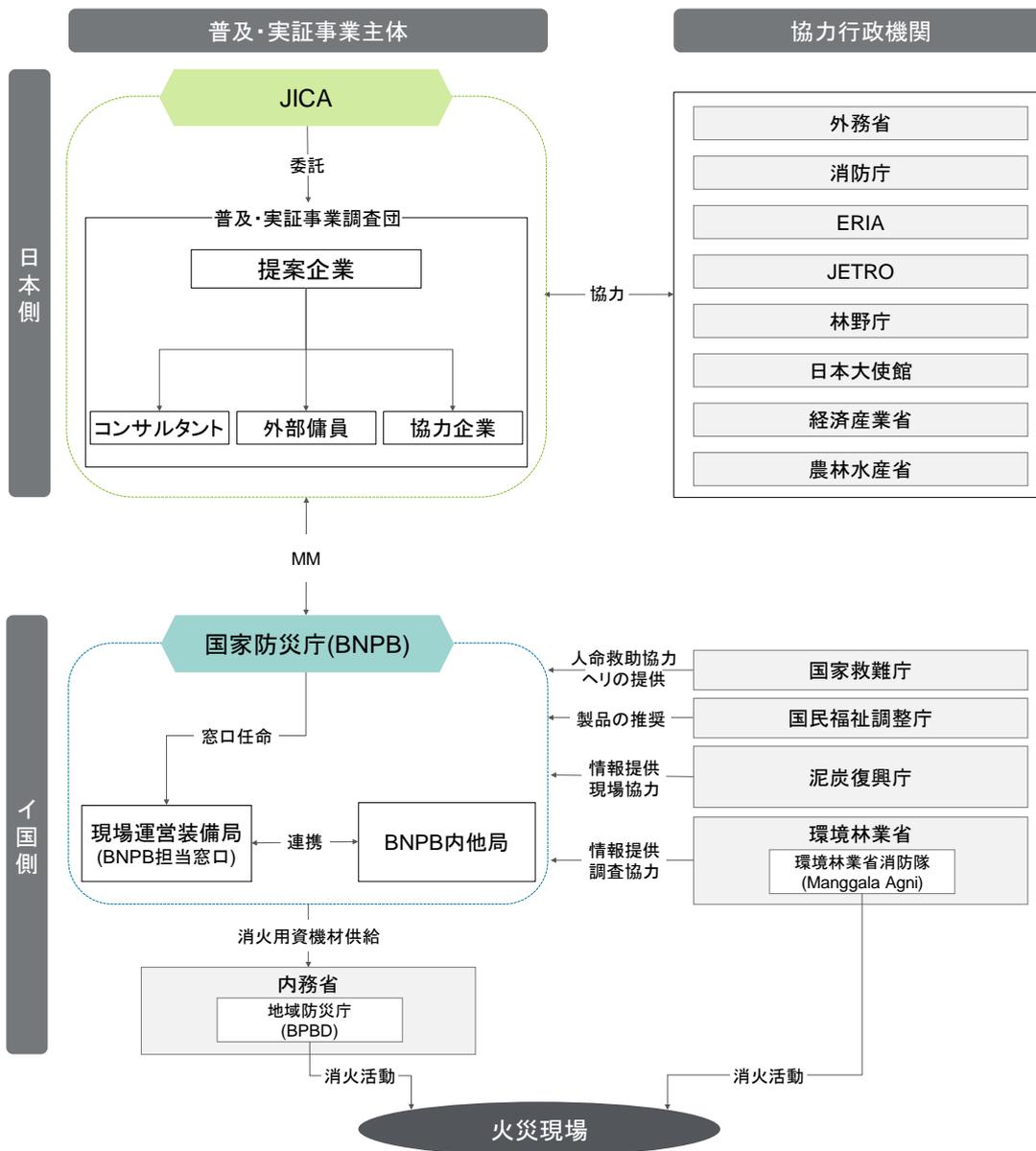


図 3-1 普及・実証実施体制図

(JICA 調査団作成)

### 3-2-4 実施スケジュール

普及・実証事業のスケジュール案は以下のとおりである。

表 3-4 普及・実証事業スケジュール（案）

		2018		2019			
		9~12		1~4	5~8	9~12	
0-1	プロジェクト開始	●					
1-1	実証計画策定	→					
1-2	実証準備・実施			→			
1-3	課題整理・意識調査			準備	→		
1-4	波及被害解消に関する調査				→		
2-1	導入指針作成					→	
2-2	製品登録申請	→					
2-3	防災セミナー・キャパシテ ィビルディング		→				
2-4	C/P 人員招聘					●	

(JICA 調査団作成)

### 3-2-5 事業費概算

ODA 案件に必要な事業費の概算は表 3-5 のとおりである。

表 3-5 事業費概算

人件費	22,500 千円
直接経費	50,000 千円
旅費・通訳費等	20,000 千円
消費税	7,400 千円
合計	99,900 千円

(JICA 調査団作成)

### 3-2-6 本提案事業後のビジネス展開

本提案事業後は、C/P をメインターゲットとし、行政機関への本製品販売を目指す。地上・航空消火に対する本製品の効果を実感してもらい、導入のための予算・人員体制確立支援を事業中に行うことで製品販売の流れを予め構築する。他消火剤と比べて本製品が優位であることは実際の火災に対する効果実証でしか示せないと考えられるため、実証実験実施及びその結果はビジネス展開に極めて重要な役割を果たす。

### 3-3 カウンターパート候補機関組織・協議状況

#### 3-3-1 カウンターパート候補機関

イ国の森林・泥炭火災は規模が大きいため、関連する省庁も多い。主として関係してくる省庁は、環境林業省（KLHK）、国家防災庁（BNPB）、泥炭地復興庁（BRG）、国民福祉調整庁（People's Welfare Coordinator Ministry）、内務省（Kementerian Dalam Negeri, Kemendagri）、国家開発計画省（Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, Bappenas）等である。カウンターパート候補は、その後の ODA 案件を「災害対策支援」として、先方の所轄・運営の範囲にて円滑に進めることができる権限を有し、森林・泥炭地火災に直接重要な役割を担う組織である必要がある。その観点で絞ると、①環境林業省（KLHK）気候変動対応総局（PPI）の森林土地火災対応局（Direktorat Pengendalian Kebakaran Hutan dan Lahan, PKHL）という火災対策の指導や予防活動を行うほか Manggala Agni と呼ばれる環境林業省消防隊を担当し、実際の消火活動も行っている組織、あるいは森林・泥炭火災が国家災害として指定された場合に大統領直轄下の組織として存在する②国家防災庁（BNPB）のいずれか、または、泥炭火災を防止するための土質調査や改良、植林等により大統領直下で地域を管理する③泥炭地復興庁（BRG）のいずれかとなる。

#### 3-3-2 カウンターパート候補機関のイ国政府における位置づけ

気候変動対応総局（PPI）は環境林業省（KLHK）に属している。PPI は図 3-3 にあるように、気候変動対応総局事務局、気候変動順応局、気候変動緩和局、温室効果ガスインベントリー&報告・検証モニタリング局、地区・地域的資源動員局、森林・土地火災対応局の 6 つの局に分かれており、森林・土地火災対応局は、他の局が気候変動や温室効果ガスに関する事柄を扱っているのに対し、森林・土地火災対策に特化した唯一の局となっている。また、国家防災庁（BNPB）には、国家災害レベルに指定された大規模火災に対し、地域に存在する地域防災庁（BPBD）や空軍、州政府等とタスクフォースを構築し、地上消火のみならず、航空消火まで幅広く行う大統領直轄下の組織である。泥炭地復興庁（BRG）は、植林の保護という観点に重点を置きながら、泥炭地からの水の蒸発防止を目的に湿地帯の維持を行っており、大統領直下の組織として、乾燥土質になった際には、全土地オーナーに散水等の法的措置をとっている。

#### 3-3-3 カウンターパート候補機関のイ国政府における役割

気候変動対応総局（PPI）内の森林・土地火災対応局は環境林業省において、森林・土地火災の対応をする部署であり、森林土地火災対応計画副局、森林・土地火災防止副局、森林・土地火災対応副局、パートナーシップ制度・火災認識コミュニティ副局、人材・イン

フラ副局の 5 つの副局を持っている。これらの 5 つの副局で火災の対応計画の立案や、火災の早期発見、消火活動を行っている。国家防災庁（BNPB）においては、国家災害レベルと指定された大規模火災に対し、直接担当となる部局として、現場運営装備局（The Deputy of Logistic and Equipment Field）が装備品の調達や準備を担い、災害緊急対応対策局（The Deputy Emergency Treatment and Emergency Response）が消火対応の統括機能・役割を担っている。イ国内における大規模森林火災消火活動の大半が当該 2 局によるイニシアティブにより行われている。泥炭地復興庁（BRG）は直接的な消火活動権限を有さず、泥炭地の復興維持が主とした役割の機関である。

3-3-4 カウンターパート候補機関の組織図

カウンターパート候補機関の組織図は図 3-2、図 3-3、図 3-4 のとおりである。

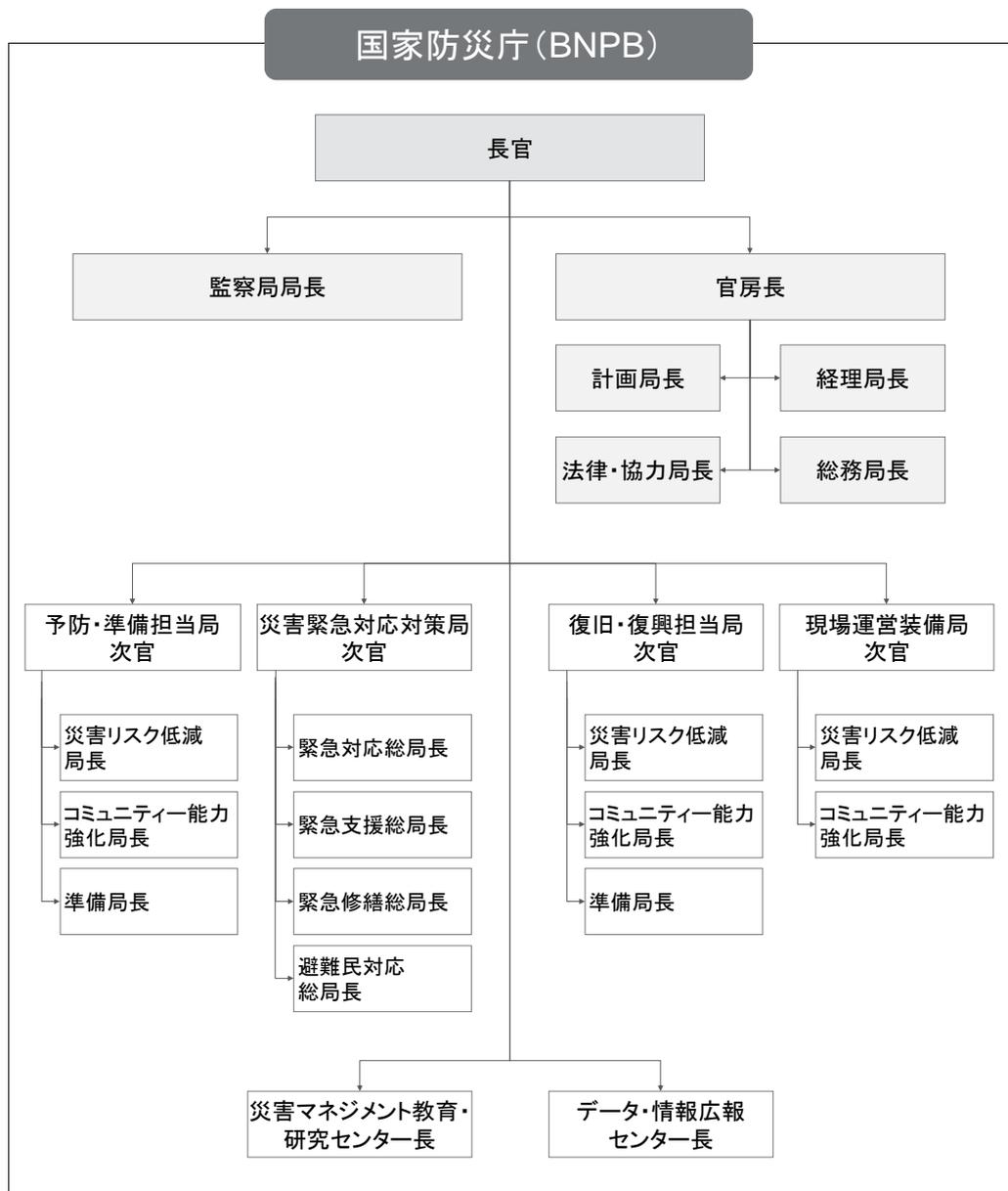


図 3-2 国家防災庁 (BNPB) 組織図

(調査内容をもとに JICA 調査団作成)

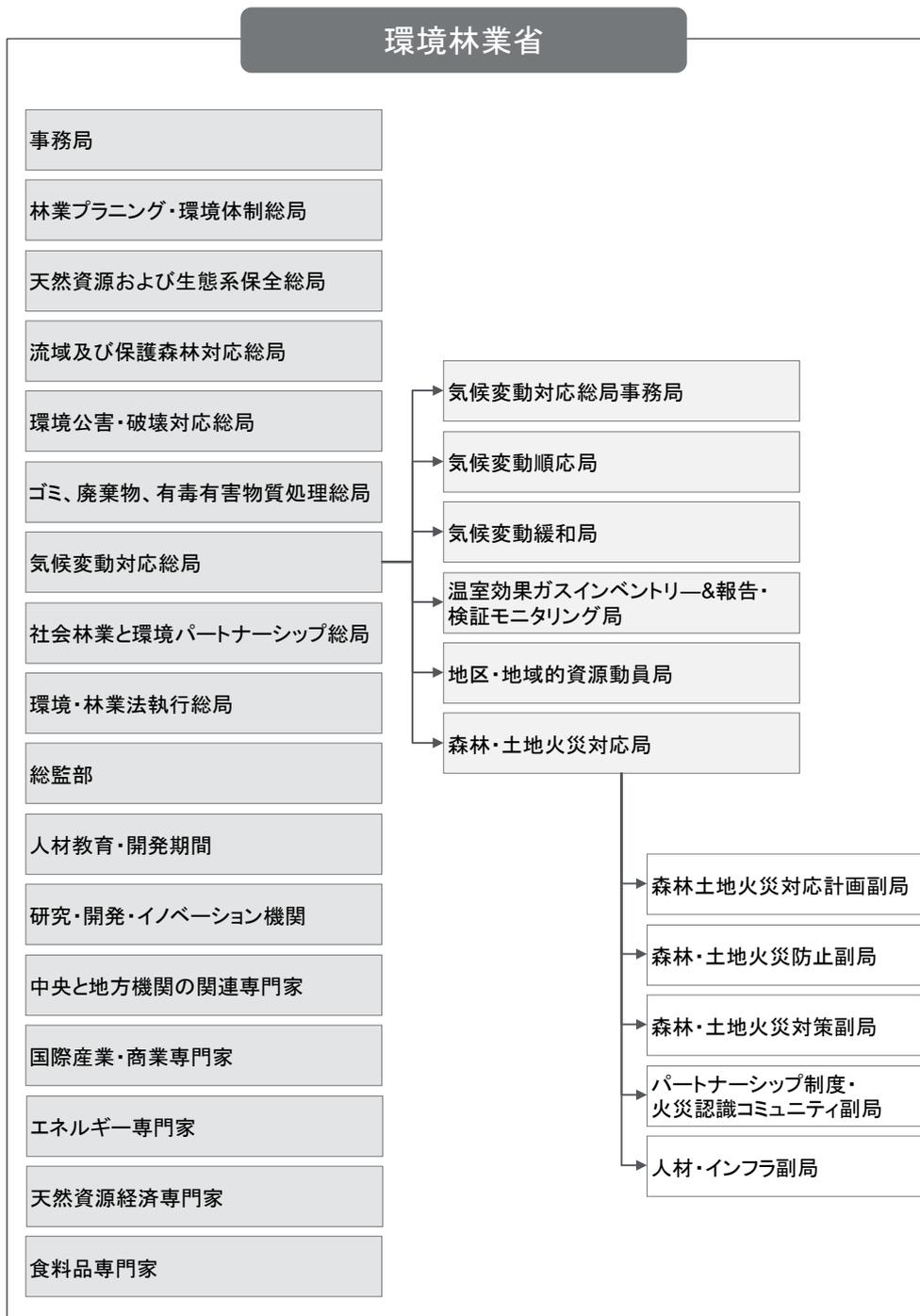


図 3-3 環境林業省 (KLHK) 及び気候変動対応総局 (PPI) 組織図

(調査内容をもとに JICA 調査団作成)

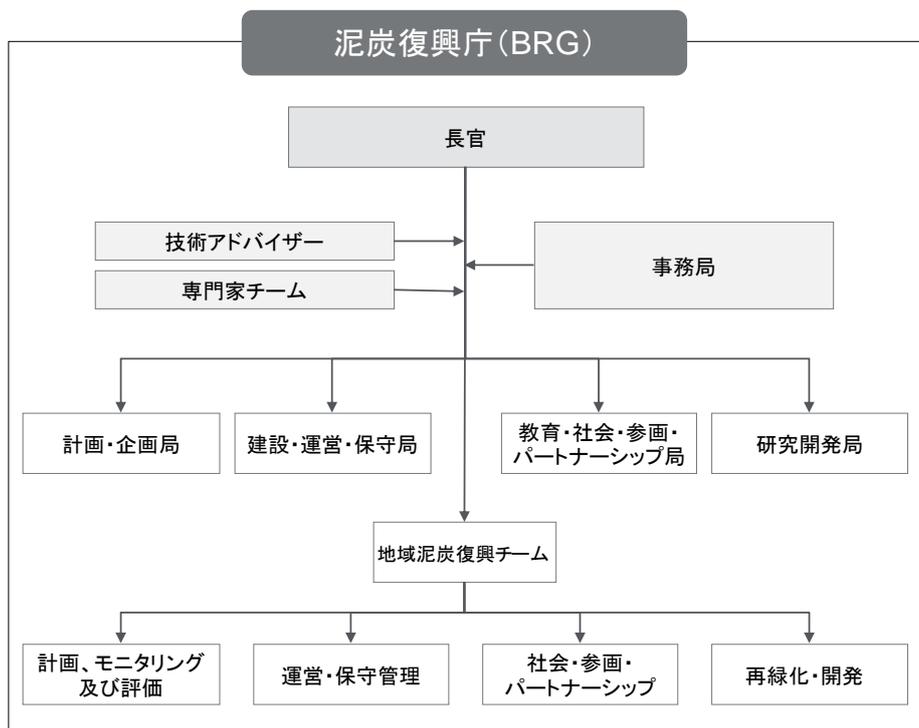


図 3-4 泥炭復興庁 (BRG) 組織図

(調査内容をもとに JICA 調査団作成)

### 3-3-5 カウンターパート候補機関との協議状況

本調査を経て、カウンターパートを国家防災庁に絞り込み、JICA インドネシア事務所との打ち合わせを経て、調査団で作成した資料（尼語）等を用いて、複数回にわたって案件化調査スキームの説明を行った。また、国家防災庁は、在インドネシア日本大使館を通じて紹介されたウィリム長官に本調査実施を申し入れ以降、終始一貫して協力の姿勢を示してきた。同庁での打ち合わせ回数は他省庁のそれを上回り、自らの消火活動を映像で紹介する等、日本側への協力体制もしっかりしており、11月に行った試用試験にも組織間では最大数となる4名の隊員を派遣した。その際にも、給水システムのオペレーションに対する質問を行う等、その関心の高さを窺わせ、結果に対するアンケート調査の回答も実際の火災現場への適用に対する極めて高い期待を表していた。加えて、国民生活の保護を担い、効果的な森林・泥炭対策のための装備品調達推薦を国家防災庁に対し行っている国民福祉調整省（People's Welfare Coordinator Ministry）からも、日本側のカウンターパートとしては、国家防災庁以外にはあり得ないとの助言を繰り返し受けていた。

なお、その他候補の環境林業省については、同省の気候変動対応総局内森林・土地火災対応局ラフレス局長の指示により、JICA から Dr. Ir. Siti Nurbaya 環境・林業大臣宛の協力依頼書簡を提出し、その書簡が大臣の事務方より森林・土地火災対応局ラフレス局長を経由して人材・インフラ副局のアグース局長へ回っている状況であった。しかしながら、

そもそも環境林業省は森林火災消火対応に大きな予算を有していないだけでなく、調査段階から行政機関同士で対応すべきとの相手方の強い意向と共に、ODA化に向けた調整には、組織の最終決定権が大臣にあるために意思決定まで長時間かかると考えられ、日本側カウンターパートとしては柔軟な対応ができないことが判明した。

一方泥炭復興庁については、同庁は植林の保護という観点に重点を置きながら、泥炭地からの水の蒸発防止を目的に湿地帯の維持を主な業務として行っているため、直接的な消火活動の機能権限を有していないことから、本事業のカウンターパート候補からは外すこととした。なお、泥炭復興庁からは、日本側と国家防災庁との連携を図ったうえで同庁も関与していきたいとの助言を得ている。

国家防災庁のODA担当部局・窓口としては、同庁の現場運営装備局が務めることとし、2018年以降の実証実験の実施に向けたJICAとのMM締結を行うと記した書簡（尼・英/裏書）を取得した。MM締結に向けた根幹部分となる①カウンターパートになる意思表示、②技術供与する物品の最終使用場所となる火災現場BNPB出張所での引き取りの意思を書簡で確認し、法務部局と調整しながら、ODA案件化のためのMMを今後締結することで合意している。

もともと担当窓口候補としてはこの現場運営装備局に加え、災害緊急対応対策局があったが、現場運営装備局は11月に行った実験に立ち会っていただけでなく、現場消火活動で使われる製品の調達を司っていることから、担当窓口として最適であると考えた。同局は提案企業紹介及び製品紹介に対し、泥炭地模擬火災での試用試験を通じて非常に高い評価を持っている。実際の火災現場への投入をODA案件化して行いたい旨の意向を表明したところ上記の書簡を取得することができた。

当局が実証実験段階において本製品投入に期待していることとしては、地上消火による対応を中心に、日本製の消火装置と組み合わせたゲル消火剤の実際の火災現場での消火能力の実証や航空消火による延焼防止の効果実証がある。また、協議では、国家防災庁が中心となり、森林・泥炭火災に関する資料を地方に点在する地域防災庁（BPBD）、環境林業省及び泥炭地復興庁からデータを収集しつつ、国家防災庁全体として、ODA案件を運営・管理していくことについても合意を得た。

ODA案件は、乾季に併せたスケジュールで進めたいとする意向があり、2018年4月までに提案企業より同庁に対する実証実験の内容（案）提出、その後、JICAへの普及実証事業申請、MM締結等を経て、2018年9月頃より、カリマンタンまたはスマトラにおける実際の火災現場での実証実験の具体的計画に関する打ち合わせを開始し、国家防災庁側で体制を構築、2018年度中の乾季から実際の火災現場でのゲルパック消火剤の適用を目指すことで合意した。

### 3-4 他 ODA 事業との連携可能性

#### 3-4-1 候補となる他 ODA 事業

過去の ODA 案件との連携という点では、JICA の「インドネシア国泥炭湿地林周辺地域における火災予防のためのコミュニティ能力強化プロジェクト」（2010 年 7 月 12 日 ～ 2015 年 7 月 11 日）による実績との相乗効果が期待される。このプロジェクトは西カリマナン州及びブリアウ州における泥炭地火災件数・面積の減少を上位目標とし、地域住民レベルの火災予防力向上と担当各庁の連携強化を支援するものである。これによる泥炭地火災予防能力の向上と、本事業による火災発生後の消火・延焼防止能力向上の結果が結びつくことにより、より一層イ国の火災対応体制が強化されると見込まれる。

また、今後開始予定のプロジェクトに「森林土地火災予防のためのコミュニティ運動プログラム実施体制強化プロジェクト」があるが、こちらも火災予防の観点でイ国を支援するものとなり、火災発生後の対応能力強化を目指す本事業との直接的な連携可能性は低い。ただ、本事業の展開に当たり情報交換等を行い、協力可能な部分があれば連携を進めることを検討している。

#### 3-4-2 候補となる他 ODA 事業との協議状況

「森林土地火災予防のためのコミュニティ運動プログラム実施体制強化プロジェクト」との直接的連携可能性は低いと、特段の協議は実施していない。必要に応じ今後情報交換等を実施していく予定である。

#### 3-4-3 候補となる他 ODA 事業との連携による期待される効果

上記プロジェクトとの連携効果は協議を進めていく中で模索していく。

### 3-5 ODA 案件形成における課題・リスクと対応策

#### 3-5-1 ODA 案件形成における課題・リスクと対応策（制度面）

ODA 案件形成における制度面での特段の課題は存在していない。一方で、ODA 案件実施の段階から、将来のビジネス展開の際に対応が必要となる事項について手続きを進めていくことを想定している。具体的には表 3-2 の 2-2 に挙げた以下 2 点に関し、対応を進めていく予定である。

(1) LKPP（国家調達庁）主管の電子カタログへの本製品登録

環境林業省でのヒアリングの結果、官公庁が物品を調達する際、国家調達庁の電子カタログへ登録されている製品であれば入札等が無くスムーズに調達できるため、主に電子カタログ経由で物品を調達していることがわかった。当カタログには価格や

仕様等を登録する必要があるとのことであり、ビジネス展開段階までに登録を済ませておく。

#### (2) イ国工業省への製品登録

電子カタログとは別に、剽窃を避けるため等の目的で製品そのものをイ国工業省へ登録する必要があるとのことであるため、ODA 案件中に手続きを済ませておく。

### 3-5-2 ODA 案件形成における課題・リスクと対応策（インフラ面）

大規模な森林火災においては航空消火を行うことが効果的であるが、イ国では消火を行う航空機が不足している。このため、地上消火に対するニーズも強い。

ゲルパック消火剤は、航空消火向けに開発したものであるが、パック化しないゲル消火剤は地上消火用消火ポンプにも使用可能であり、ODA 案件では地上・航空両方の実証を実施することでこのニーズに対応する。

### 3-5-3 ODA 案件形成における課題・リスクと対応策（C/P 体制面）

本事業の C/P は普及・実証事業への協力を約束しており、予算・人員体制も整っているため特段の課題・リスクは存在していないと思われる。また、担当窓口である局とも良好な関係を築いており、何か問題が起きた際はそこを通して解決することを想定している。

### 3-5-4 ODA 案件形成におけるその他課題・リスクと対応策

その他課題・リスクについては特段のものは存在していない。

## 3-6 環境社会配慮にかかる対応

### 3-6-1 環境社会配慮

環境に影響を及ぼす可能性があるゲルパックの生分解性については第 2 回現地調査でボゴール農業大学バンバン教授の協力により、同大学敷地内に埋めて検証中であった。実験の結果、イ国土壌での生分解性が確認された。日本の土壌でも同様の結果が確認されていることから、本製品は環境に対する悪影響が無いと考えられる。

## 3-7 期待される開発効果

本事業は森林・泥炭火災の地上・航空消火であり、そのベースラインは、通常の水による地上・航空消火と考えることができる。

バンバン教授によると、ヘリコプターの一時間当たりにかかる費用は約 3,000USD～4,000USD（約 33 万円～45 万円）、出動一回には約 2 時間かかるとのことである。ゲルパック消火剤によって高効率かつ効果的な消火・延焼防止ができれば飛行回数を大幅に減らすことでコスト削減が見込まれる。

また、泥炭火災後の泥炭地域 1ha の復興にかかる費用は約 2 億 5 千万ルピア～3 億 5 千万ルピア（約 206 万円～288 万円）とのことで、泥炭地延焼面積減少による費用削減も期待できる。

なお、2015 年のイ国森林・泥炭火災の被害額は 2 兆円以上とされている。早期の消火により、これら被害額の低減も期待される。

本製品を用いた地上消火も通常の地上消火よりも効果的だと想定されるため、ODA 案件化を通じて国家防災庁が地上・航空消火能力を向上させ、イ国森林・泥炭火災の被害を環境・経済両面で低減させることが開発効果として期待可能である。

## 第4章 ビジネス展開計画

### 4-1 ビジネス展開計画概要

#### (1) ビジネス展開時のターゲット

本製品のビジネス展開時のターゲットは大きく分けて3つである。

- ターゲット1：行政
- ターゲット2：プランテーション企業
- ターゲット3：ドナーとしての各国政府や国際機関

本製品の普及・実証事業期間は2018年秋～2019年末頃を想定している。ターゲット1に対しては、実証終了後速やかにビジネス展開を進めていく。

一方で、ターゲット2であるプランテーション企業は、民間企業という性格から意思決定が早く、導入が早く進むと考えられる。よって、ターゲット1への販促と並行して、プランテーション企業へのアプローチを進めていく。

ターゲット3においては、2015年秋の緊急支援のように、各国からの緊急援助に対してイ国政府側から品目のリクエストが出る可能性が高い。よって、ターゲット1での採用が前提となる。

#### (2) 行政機関のメインターゲット

行政機関の内、メインターゲットとなるのは普及・実証事業のC/Pでもある国家防災庁である。消防活動を担う行政機関は環境林業省と国家防災庁の二つであるが以下の理由により国家防災庁を優先する。

##### ア 所有機材

国家防災庁は航空機を有しており、航空消火・地上消火両方に対応している一方、環境林業省傘下の消防隊 Manggala Agni は地上消火しか対応できない。

##### イ 機材予算

国家防災庁は環境林業省よりも消火機材用の予算が大きい。

##### ウ 普及・実証事業のC/Pであるため良好な関係構築が可能と想定。

なお、地上消火用にゲル消火剤単品を販売する相手先として、環境林業省も有望販売先である。

#### (3) ターゲットへのビジネス展開

ビジネス展開計画について、以下の3段階での展開を計画している。

ア 現地販売パートナーを通じた行政機関への販売

国家防災庁をメインターゲットとして、森林・泥炭火災対策部門を持つ行政機関への製品納入を進める。ODA 事業終了後スムーズに製品を購入してもらえるよう、以下の点をビジネス展開前に押さえる予定である。

- 製品登録処理等、行政機関に納入するための所定手続き  
(国家調達庁電子カタログへの製品登録等)
- 先方での予算確保に向けた側面支援
- 有望な販売パートナーとの連携
- 他製品に対する優位性証明

製品登録及び予算確保支援は ODA 事業で達成すべき成果に挙げられている。有望な販売パートナーについては、官民双方に有力なパイプを持つと思われる候補と MOU を締結済みである。他製品に対する優位性証明については実証実験で示しつつ、更に改良を重ねることで販売先に納得してもらえるよう進める予定である。このように官公庁への販売実績を積むことをビジネスの第 1 段階と考えている。なお、全ての製品は我が国からの輸出品で対応する。

イ イ国側担当分を増やしつつ、官公庁への販売拡大及び民間企業への進出

第 2 段階においては、現地の製品加工パートナーとの提携あるいは加工のための現地法人設立を通じて、日本から輸出した本製品の原材料を現地で加工、販売する。これにより価格を下げつつ官公庁への売上拡大を狙う傍ら、行政への納入実績を元に民間企業（プランテーション企業）への販路拡大を進めていく。

ウ イ国側担当範囲の最大化と他領域への販促活動推進

第 3 段階ではイ国側の担当を更に拡大し、ゲル消火剤以外の全ての製造販売をイ国パートナーや現地法人に担わせる。これにより更なる価格競争力確保と売上増を目指す。また、イ国での実績を基に、ドナーとしての各国政府や国際機関への本製品採用要請や、森林・泥炭火災に悩まされている諸外国へ官民間問わず販促活動を進める予定である。

(4) ビジネス展開による開発効果及び我が国地元経済・地域活性化への貢献

本事業展開により、森林・泥炭火災被害低減による様々な環境問題改善が見込まれる。また、最終目標のイ国でのゲル消火剤以外の現地製造が達成されればイ国における雇用増進も期待できる。一方我が国においては、提案企業及び関連企業がイ国進出によって更なる売上を確保でき、またイ国実績を基に海外へ進出し、更なる消火剤マーケット拡大の契機を得ることとなると期待される。

#### 4-2 市場分析

「非公開部分につき非表示」

#### 4-3 バリューチェーン

「非公開部分につき非表示」

#### 4-4 進出形態とパートナー候補

「非公開部分につき非表示」

#### 4-5 収支計画

「非公開部分につき非表示」

#### 4-6 想定される課題・リスクと対応策

「非公開部分につき非表示」

## 4-7 期待される開発効果

### 4-7-1 期待される開発効果

本事業を展開することで期待されるイ国での開発効果は以下のとおり。

- (1) 現地の雇用増進、経済利益向上効果  
ビジネス進出は、段階を進めるにつれイ国担当部分が大きくなっていく。最終的にはゲル消火剤以外の現地生産が想定されているために、現地の雇用を増やす効果が期待できる。
- (2) イ国消防技術・オペレーション能力の向上効果  
ODA 事業及び本事業が順調に展開され、本製品の普及が広がることでイ国の森林・泥炭火災への対応力（消防技術及びオペレーション能力）の向上が期待される。
- (3) 環境問題の解決効果  
本製品が普及することで、森林・泥炭火災の早期鎮火による大幅な環境保全効果が見込まれる。結果として、CO<sub>2</sub>削減、生物多様性確保、ヘイズや泥炭火災による有毒ガスの低減等の改善もたらされる。更に、本製品のゲル消火剤の原料として、サゴヤシを使用できる可能性が指摘されている。サゴヤシは泥炭地を乾燥させずに栽培でき、収穫タームが早いという特徴を持っており、イ国ではその栽培に力を入れようとしているが、その用途が十分開拓されていないことが課題となっている。そのため、ゲル消火剤の原料としてサゴヤシを利用することができれば、泥炭地の保護だけでなく開発にもつながるため、大きく期待できる場所である。

## 4-8 日本国内地元経済・地域活性化への貢献

### 4-8-1 提案企業自体への裨益

本事業によって提案企業へもたらされる裨益として期待されるのは、直接的な売上増だけでなく、日本や米国、カナダ、オーストラリア等の森林火災に悩む国へ進出するための実績と信用力である。提案企業では海外事業の売上増を今後重視していく方針であるため、本事業に期待するところは大きい。

### 4-8-2 関連企業・産業への貢献

本事業は提案企業だけでなく、現地法人の出資候補である A 社にも効果が期待される。売上増だけでなく雇用創出効果もあるうえ、国際的な課題解決に挑戦する企業というイメージは、優秀な人材の確保に悩む地方企業として今後のリクルーティングにも効果が大きいと考えている。

更に、投下装置やゲル消火剤放射用ポンプを製造する関連企業及び消火剤の原材料を提供する企業の売上増も期待できる。

#### **4-8-3      その他関連機関への貢献**

本事業を通じて本製品の効果が実証されれば、開発に関わった鳥取大学にとっても実践的な研究として評価されることとなる。第2回現地調査においては、外部人材である鳥取大学松原教授と外部職員であるボゴール農業大学バンバン教授とが今後の連携について協議した。

## 別添資料

「非公開部分につき非表示」

## 英文要約

### (1) Current Situation of concerned Country / Area

Almost 50% of the total land area of Indonesia is composed of forest/rainforest, the protection and maintenance of which is regarded as one of the worldwide concerns in terms of biodiversity conservation and prevention of global warming. However, forest area in Indonesia is on the decrease over the years and forest/peatland fires appear one reason of this decrease. Forest/peatland fires existed in ancient times too. However, today, they occur more frequently because of the increase of economic activity and development of forest area. Countermeasure for them is worldwide required.

Slash-and-burn agriculture by farmers and plantation owners are pointed as causes of forest/peatland fires. Burnt area tends to be expanded when the atmospheric air is dry by certain reason such as El-Nino. Dry season is longer and longer last years so the extent of damage by forest/peatland fires is expanding. Forest/peatland fires cause not only loss of country's forest/rainforest area but also health damage provoked by smoke hazard (haze) to people in the country and its neighborhood countries.

Despite of such issues, neither development nor introduction of effective fire extinguishing agent/equipment is much carried out while many other countermeasures such as establishment of firefighting forces have been taken.

### (2) SME and its Product and Technology

The proposed product is developed to effectively and promptly extinguish forest/peatland fires. It is called "Drop Control Systems" consisting of three components:

- Gel pack which contains gel material
- Drop controlling device
- Gel pack dropping device

Although the product is developed for aerial firefighting, gel material can be by itself applied to ground firefighting.

Main advantages of the product are listed as follows:

- i. High extinguishing effect : Gel is low volatile and semisolid material. Hence, cooldown time is long and dropping point is easy to calculate.
- ii. Novelty : New concept and technology to immediately gel the pack and drop to fire.

- iii. Harmlessness : The product is environmentally harmless as it is made of food additive and of biodegradability.
- iv. All-weather application : By virtue of measurement system, all-weather flying and application is possible.
- v. Cost-effectiveness : Owing to its extinguishing effect, flight time and amount of water can be saved.

The product was developed first in Japan, in part supported by Japanese Fire and Disaster Management Agency. The program is called promotion program for research and development of science and technology for fire emergency management. Then, embassy of Indonesia proposed to use it for forest/peatland fires in the country. From the result of gel dropping test, introduction of the product has been requested by Ministry of Environment and Forestry and National Disaster Management Agency.

In November 2017, under witness from Indonesian experts and relevant ministries, field test of ground firefighting test and mock aerial firefighting test were carried out. Its result showed the product can perform very effectively for both ground firefighting and aerial firefighting. In the questionnaire on this field test, all the attendees answered that they would like to request verification survey in actual forest/peatland fires, which means strong interest and expectation to the product. In Indonesia aerial firefighting is carried out by dropping water from helicopter from a high attitude to fire scene. This way of firefighting is not very effective as water could not reach fire scene by atomizing. Even if the water could reach the point, it could not fulfill the mission of extinguishing fire and preventing fire to spread, as arriving water is just small particles. On the otherhand, semisolid Gel pack is not easily atomized so could surely reach the point and cool down for a long time. The Gel is dropped in harmony with advanced Drop Controlling System. With this, the product seems to be able to contribute to resolution of Indonesian forest/peatland fires in an effective manner.

### **(3) Proposal of ODA Project**

The plan in ODA project is to carry out actual field test of ground firefighting and aerial firefighting by using the product in 2018 to 2019 in national forest of East Kalimantan Province or Sumatra Island. After its effectiveness for ground/aerial firefighting of forest/peatland fires is shown by the field test, the start of study on necessary budget and personal organization to deal with fire by using the product is

expected. To help the study, guideline for introduction of the product is to be compiled by us. Further, promotion of the product to private companies and establishment of business strategy are also planned.

To decide Counterpart organization, discussion with three agencies (Directorate of Forest and Land Fire Control of Directorate General of Climate Change under Ministry of Environment Agency, National Disaster Management Agency and Peat Restoration Agency) has been held. After discussion with those three agencies, JICA team decided to have National Disaster Management Agency as Counterpart organization. The direct contact in National Disaster Management Agency is Deputy for Logistics and Equipment. With the Deputy, a letter (in Indonesian and English) with representative's signature was made. In the letter, it is stated that in the near future the Minutes of Meeting among Counterpart, JICA and SME regarding field experiment by using the product in Forest/Peatland fires will be closed. In addition, the Counterpart therein expressed their intention to become Counterpart and to receive and deploy the granted materials at end-user's sites. If ODA Project is executed and reduction of damage by forest/peatland fires is materialized, considering adverse effects of forest/peatland fires to Indonesian environment and economy, it would be a great contribution to Indonesia.

#### **(4) Business Strategy**

Main target of the product is administrative agencies which carry out firefighting activities to Forest/Peatland fire with aircraft. The Counterpart of ODA Project suits this condition. The secondary target is private companies that own plantation and are obliged by law to take measures necessary to deal with fire. It is confirmed some of them have aircrafts for firefighting, so they could be future customers if the product gets supply records to administrative agencies and negotiation proceeds well.

As the product can be used not only for aerial firefighting but also ground firefighting and several interests in that usage have been shown, promotion activity to sell the product for ground firefighting purpose should be also prioritized. Marketing scheme is divided into 3 phases. In first phase, all the products are manufactured in Japan and sold through appointed sales partner in Indonesia. In second and third phases, manufacturing process is transferred from Japan to Indonesia gradually so that selling price is lowered and employment in local grows. With regard to potential business partners, discussions with potential procurement partners, manufacturing partners and sales partners have already begun. When the

business successes and the product could have good records and reputation, it is expected that the product will be adopted in other countries where forest fire is frequent such as USA, Australia and Canada as well as Japan.

**Republic of Indonesia(Hereinafter referred to as “Indonesia”)**  
**“Feasibility Survey for Introduction of Aerial Firefighting System Using a Gel Pack Fire Extinguishing Agent to the Forest and Peat Fires in Indonesia”**

**SMEs and Counterpart Organization**

- Name of SME : Iluka College Co., Ltd.
- Location of SME : Yonago-shi, Tottori Pref., Japan
- Survey Site/Counterpart Organization : Jakarta, Kalimantan, etc./National Disaster Management Agency



**Concerned Development Issues of Indonesia**

- Forest/peatland fire causes disappearance of forest and release of carbon in the ground.
- Adverse effects caused by above issue, such as climate change and respiratory diseases spread over Indonesia and neighborhood countries.
- Effective method of extinguishing the forest/peatland fires has not been established.

**Products and Technologies of SMEs**

- The product can be stored in a dry condition and it can immediately turns into gel condition by adding water in fire extinguishing activity.
- By gelling, effective extinguishment can be conducted as the gel pack fire extinguishing agent is not atomized in the air.
- By using "Drop Control Device" it is possible to perform quick and reliable extinguishment regardless of weather and time.

**Proposed ODA Projects and Expected Effects**

- Verification survey for extinguishing forest/peatland fire by gel pack fire extinguishment agent.
- Protection of forest, reduction of patients with serious respiratory diseases due to smoke damage (haze) in Indonesia and its neighboring countries.
  - Reduction of greenhouse gas emissions of Indonesia.
  - Protection of rare animals such as orangutans, Sumatran tigers.
  - Prevention of fire spread to establishments such as house by quick extinguishment of forest/peatland fires and formation of fire spread prevention area with the gel pack.

**Business Development of Japanese SMEs**

- After verification survey and certain performance in selling, gradual transition from manufacturing in Japan to in Indonesia by local partner shall be in effect.
- After complete transition, SME obtains license fee by patent.
- Expected costumers are administrative agencies, plantation owners, donors and NGOs.