

インドネシア国

インドネシア国
農業生産性向上のための
シートパイプシステム導入に関する
案件化調査
業務完了報告書

平成30年8月
(2018年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

協和建設工業株式会社

国内
JR(先)
18-159

<本報告書の利用についての注意・免責事項>

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

<Notes and Disclaimers>

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

写真



農業研究開発庁との協議



稲研究センターとの協議



フィールド試験対象圃場調査



稲研究センターにおけるセレモニー



フィールド試験①



フィールド試験②



ラボ試験準備



ラボ試験（模型土槽）



農業省アドバイザー（JICA Expert）鶴崎氏
へのヒアリング（農業省訪問）



農家へのヒアリング



外島調査



土質・地下水調査



普及・実証事業候補地調査①



普及・実証事業候補地調査②



本邦受入活動（施工現場視察）



インドネシア展示会への出展

目次

写真	i
目次	iii
図表リスト	iv
略語表	vi
要約（和文）	viii
ポンチ絵（和文）	xv
はじめに	xvi
第1章 対象国・地域の開発課題	1
1-1 対象国・地域の開発課題	1
1-2 当該開発課題に関する開発計画、政策、法令等	16
1-3 当該開発課題に関する我が国の国別開発協力方針	21
1-4 当該開発課題に関する ODA 事業および他ドナーの先行事例	23
第2章 提案企業、製品・技術	27
2-1 提案企業の概要	27
2-2 提案製品・技術の概要	27
2-3 提案製品・技術の現地適合性	31
2-4 開発課題解決貢献可能性	31
第3章 ODA 案件化	32
3-1 ODA 案件化概要	32
3-2 ODA 案件の内容	33
3-3 C/P 候補機関組織・協議状況	43
3-4 他 ODA 事業との連携可能性	47
3-5 ODA 案件形成における課題・リスクと対応策	47
3-6 環境社会配慮等	47
3-7 期待される開発効果	48
第4章 ビジネス展開計画	49
4-1 ビジネス展開計画概要	49
4-2 市場分析	50
4-3 バリューチェーン	50
4-4 進出形態とパートナー候補	50
4-5 収支計画	50
4-6 想定される課題・リスクと対応策	50
4-7 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	51
要約（英文）	52
ポンチ絵（英文）	60
別添資料	

図表リスト

図 1.1	インドネシアのコメ生産地（主要地域：ジャワ、スマトラ、スラウェシ、カリマンタン）	6
図 1.2	コメの地域別栽培作付けカレンダー	7
図 1.3	インドネシアの湿地の分布	14
図 1.4	農業省（MoA）の組織	15
図 1.5	農業研究開発庁（IAARD）の組織	15
図 1.6	対インドネシア援助協力方針	22
図 2.1	シートパイプ敷設の流れ	28
図 2.2	シートパイプシステムの全体構成図	28
図 2.3	モールドレーナーによるシートパイプ敷設状況	29
図 2.4	シートパイプシステム全体図	29
図 3.1	各案件の年別展開および関係	33
図 3.2	普及・実証事業の実施場所	35
図 3.3	事業実施体制	38
図 3.4	MoA 大臣官房国際協力局組織図	45

表 1.1	ジャカルタの気象 (Temperature of Jakarta, Java Island, Indonesia)	1
表 1.2	主要経済指標	3
表 1.3	農用地利用 (2015)	5
表 1.4	地域別水田面積 (千 ha)	5
表 1.5	地域別稲作状況 (2015)	6
表 1.6	食用作物の作付面積、生産量、収量 (2012-2016)	8
表 1.7	地域別灌漑水田面積 (千 ha、2015)	9
表 1.8	灌漑作付けカレンダー	9
表 1.9	食用作物の輸入量 (2011-2015)	12
表 1.10	食用作物の輸入額 (2011-2015)	12
表 1.11	MoA 戦略計画 2015-2019 で定められている農業セクターにおける具体的な目標値	19
表 1.12	主要食料 5 品目の年平均成長指標	19
表 1.13	2015 年から 2019 年の政策戦略と農業開発プログラム計画	20
表 1.14	1990 年以降に実施された主な ODA 灌漑事業	24
表 2.1	提案企業の概要	27
表 2.2	近年の施工面積	30
表 2.3	競合他社製品・技術との比較	30
表 3.1	普及・実証事業による活動と期待される成果	35
表 3.2	普及・実証事業対象地域の概要	36
表 3.3	普及・実証事業の活動内容	37
表 3.4	民間連携ボランティア (コミュニティ開発) の要請概要	43
表 3.5	MOM 締結までの経緯	46
表 4.1	ビジネス展開スケジュール	50

略語表

No.	略語	正式名称	日本語名称
1	ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
2	ASEAN	Association of South East Asian Nations	東南アジア諸国連合
3	BAPPENAS	Badan Perencanaan Pembangunan Nasional	国家開発計画庁
4	BPS	Badan Pusat Statistik	中央統計庁
5	C/P	Counter Part	カウンターパート
6	DPR	Dewan Perwakilan Rakyat	国会
7	DPD	Dewan Perwakilan Daerah	地方代表議会
8	FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations	国連食糧農業機関
9	GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
10	GPS	Global Positioning System	全地球測位システム
11	GRDP	Gross Regional Domestic Product	地域内総生産
12	IAARD	Indonesian Agency for Agricultural Research and Development	農業研究開発庁
13	ICAERD	Indonesian Center for Agricultural Engineering Research and Development	農業工学研究開発センター
14	ICALRRD	Indonesian Center for Agricultural Land Resources Research and Development	農業資源研究開発センター
15	ICRR	Indonesian Center for Rice Research	稲研究センター
16	IDR	Indonesia Rupiah	インドネシアルピア
17	IPB	Institut Pertanian Bogor	ボゴール農科大学
18	JETRO	Japan External Trade Organization	日本貿易振興機構
19	JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
20	JPY	Japanese yen	日本円
21	KI	PT Komatsu Indonesia	コマツインドネシア
22	KMSI	PT Komatsu Marketing & Support Indonesia	コマツマーケティング・サポートインドネシア
23	LKPP	Lembaga Kebijakan Pengadaan Barang /Jasa Pemerintah	国家調達庁
24	MP3EI	Masterplan for Acceleration and Expansion of Indonesia's Economic Development	インドネシア経済開発加速・拡大マスタープラン
25	MoA	Ministry of Agriculture	農業省
26	MOD	Minutes of Discussion	事前協議議事録
27	MOM	Minutes of Meeting	協議議事録

28	MOU	Memorandum of Understanding	了解覚書
29	ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
30	PU	Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	公共事業・国民住宅省
31	PUSAIR	Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air	公共事業・国民住宅省水資源研究開発センター
32	RPJPN	Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional	国家長期開発計画
33	RPJMN	Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional	国家中期開発計画
34	RKP	Rencana Kerja Pemerintah	行動計画
35	USD	United States dollar	アメリカドル
36	UT	United Tractors	ユナイテッド・トラクターズ
37	WB	World Bank	世界銀行

要約

第1章 対象国・地域の開発課題

インドネシア農業省（以下 MoA と称す）によると、全国の水田面積である 809 万 ha のうち約 350 万 ha の水田の生産性が、排水不良により損なわれており、特にスマトラなどの外島での低収量が顕著であり、単収の低い水田の生産性の改善が大きな課題となっている。この課題の主な要因として、農業省は、農地の排水不良が生産性の向上を阻害し、品質の低下を招き、耕作不能な期間が生じることで計画的な生産が妨げられていることを指摘しており、排水対策のための技術導入を計画している。一方、経済発展によるジャワの都市化、工業化により土地や水資源の競合が生じて農地がより減少すると予測される今後、外島における未利用の湿地を食用作物の栽培のための農地として活用することも課題となっている。

インドネシアの開発計画は、現在、20 年計画である国家長期開発計画（以下 RPJPN と称す）2005-2025 を基礎として、5 年計画である国家中期開発計画（以下 RPJMN と称す）2015-2019 および年次の行動計画（以下 RKP と称す）が実施されている。また、MoA は「MoA 戦略計画 2015-2019」を策定し、インドネシアの農業政策の方向性を、生産性の向上、安全な食料の供給、国家の GDP における農業部門の寄与の増大、移住民と農村地域からの人口の流出の削減、天然資源と遺伝資源の持続可能な利用による、食料安全保障と持続可能な農業の強化および農村地域の開発と定義している。

一方、我が国の「対インドネシア国別援助方針」では基本方針（大目標）を「均衡のとれた更なる発展とアジア地域および国際社会の課題への対応能力向上への支援」とし、以下の三項目を重点分野（中目標）として、インドネシア政府の自助努力に対して、できる限りの支援を行っていくこと、としている。

1. 更なる経済成長への支援
2. 不均衡の是正と安全な社会造りへの支援
3. アジア地域および国際社会の課題への対応能力向上のための支援

農業部門の開発課題は「不均衡の是正と安全な社会造りへの支援」を目標に対処することになる。農村地域において、農作物の生産性を向上させ増産することにより、食料が確保され、地域内総生産（以下 GRDP と称す）が拡大し、農民の所得向上に貢献する。また、ジャカルタやジャワ島と比較して経済的に低位な外島などの地域において、未利用地の利用や生産性の低い農地を改良することで、地域間格差の是正にも貢献する。農林水産業が GDP（2015 年）の約 13.5%（中央統計庁（以下 BPS と称す）、2016 年）を占めるインドネシア経済にも寄与するとともに、インドネシア政府の開発政策にも貢献することになる。

このように、我が国のインドネシアに対する援助協力として、食料安全保障および地域間格差の是正に貢献する、排水改良を含む農業の生産基盤の整備は優先度が高いといえる。

第2章 提案企業、製品・技術

（1）提案製品・技術の概要

シートパイプシステムとは、排水不良の農地の地中に専用の排水管であるシートパイプ

を敷設し、農地の排水管理、土壌への空気供給により作物の生育・品質向上に寄与するシステムであり、以下の特長を有する。

- ①地中に設置される前はシート状であり、土の中に設置される段階でパイプ状に成形される。シート状であるため資材はコンパクトで、運搬等が簡便である。
- ②製品の特性上、直進性が高く地中での蛇行が無いいため、勾配を付けず水平に設置してもパイプ内の水が滞留することなくスムーズに排出される。
- ③従来工法では、土の掘削・排水管の設置・土の埋め戻し、という段階を経るが、シートパイプシステムでは排水管（シートパイプ）をモールドレーナーという専用重機で土中に「引き込む」だけで施工が可能であり、短期間に施工できる。
- ④浅層（50cm）に、かつ排水口に向かって勾配を付けず水平に施工するため、農地と排水路の高低差が少ない既存の農地にも適用することができる。
- ⑤排水口に設ける排水キャップを開閉することで農地からの排水量を管理することができ、米の二期作、三期作が可能となる。
- ⑥通気口からシートパイプ内に空気が流入するため、作物の品質向上や生育が促進される。

シートパイプシステムは山口県を中心に西日本の公共事業を主に実績を重ね、これまでの受注件数は 200 件以上、施工面積は 1,000ha 以上の実績がある。近年では関東、近畿、中部地方からの問い合わせもあり、国内での普及が進んでいる。また適用土壌環境についても、粘土層、シラス層、砂質土等多様な土壌で実績がある。

シートパイプシステムの比較優位性は、以下の通りである。

- ①シートパイプは専用重機であるモールドレーナーで「引き込む」ことで設置するため、土の掘削・埋め戻しが不要であり、施工期間を従来工法の 1/4 程度に短縮することができる。また、農地の表面水が地中に浸透し排水されるために必要な土壌構造を破壊せずに施工が可能で、地表から地中への集水・排水効果を阻害しない。
- ②設置前のシートパイプはシート状のため、梱包サイズが非常にコンパクト（0.04m³/100m）でありパイプ状の排水管の 1/15 の体積であり、輸送が簡便であり、輸送費用を抑えることができる。
- ③シートパイプは勾配を付けず排水口に向かって水平に設置するため、農地と排水路との高低差が小さい場所でも導入が可能である。

さらに、シートパイプシステムは、農林水産省平成 23 年度中国四国農政局新技術・新工法に登録された技術であり、農地の排水効果について高い評価を受けている。また、農林水産省をはじめ、山口県、広島県、大分県、鹿児島県にてその有効性が報告され、農地の排水機能、また農作物の品質向上や収穫量を増加させる効果について高い評価を得ている。

（２）提案製品・技術の現地適合性

①フィールド試験

シートパイプシステムのインドネシアの農地における適合性を検証するため、農業研究開発庁稲研究センター（以下 ICRR と称す）のスカマンディー試験圃場にて 0.4ha のフィールド試験（シートパイプシステムの試験施工）を行った。

施工前に、圃場の整備作業として、対象圃場4区画の区画間の畦の撤去及び均平作業を行った。また、圃場の水の管理を容易にするため取水口と田面表面水の排水口を設置し、その後、シートパイプシステムを施工した。

シートパイプシステムの施工精度及び品質の確認を日本の公共工事で行われている品質管理基準の下で行った結果、品質管理基準を全て満たしていることが証明された。圃場の排水効果も良好であり、ICRRより、大幅な増産が見込まれるとの見解を得た。また、施工に合わせて、インドネシア MoA 関係者、大学関係者を対象に施工現場視察を含むセレモニーを開催し、農業省より、シートパイプシステムが農業生産性向上において効果的な解決策となることが期待できる技術であるとの発言を受けた。

しかしながら、インドネシアでは用排水路の整備が遅れており、水路の勾配も小さく水が滞留してしまうことから、特に雨季においては降雨の影響を受けやすく、排水路の水面が上昇するため十分な効果を発揮できない可能性がある。インドネシアにおいて年間通して有効に機能させるためには、用排水路の整備、改修が不可欠である。

②ラボ試験

シートパイプシステムの排水性能について、ボゴール農科大学（以下 **IPB** と称す）と共同で評価を行った。排水性能評価においては、小型模型土槽を新たに製作し、他の有孔排水管の排水能力との比較を行った。次に、排水が土中の水頭、サクション、体積含水率の分布に及ぼす影響を調べるとともに、排水時の所要動水勾配を算定することによって、排水性能を総合的に評価した。

その結果、シートパイプシステムは浅層排水機能として必要とされる条件を満たすことが確認できたことから、シートパイプを用いることによって、モデルとして設定したエリア全域で均一な地下水位の低下が可能であり、シートパイプシステムの暗渠排水への適用性は十分満足されるものであるといえる。

③外島調査、土質・地下水調査

シートパイプシステムの今後の普及のために、敷設適地と適合性を検討するために、西ジャワ州スカマンディーの ICRR、および外島における候補地として、南スマトラ農業技術評価研究所、東カリマンタン農業技術評価研究所、南カリマンタン農業技術評価研究所の試験圃場を対象に、以下の表に示すとおり、土質・地下水調査および外島に関しては状況調査を実施した。

試験項目		実施数量				合計
		スマンデー試験圃場	南スマトラ	東カリマンタン	南カリマンタン	
土質調査	地中障害物調査	0.5 ha	1 ha 程度	1 ha 程度	1 ha 程度	
	オーガーによる土壌のサンプリング	5 か所 2 深度	5 か所 2 深度	5 か所 2 深度	5 か所 2 深度	20×2=40 か所
	圃場の水位	5 か所。 施工後継続測定	5 か所	5 か所	5 か所	20 か所
室内試験	土粒子の比重	10	10	10	10	40
	土の含水比	10	10	10	10	40
	土の粒度分析	10	10	10	10	40
	土の液性・塑性限界試験	10	10	10	10	40
	土の密度試験	10	10	10	10	40
現場試験	現場浸透試験	5 か所				5 か所
	土の pH 測定	1	1	1	1	4
	土中水分 pH	1	1	1	1	4
	灌漑用水の pH 測定	1	1	1	1	4

南スマトラは、短期的には、シートパイプシステムを敷設した排水改良を実現することは困難であるが、中長期的には、付属の Kayuagung 試験場を湿潤熱帯稲作のセンターにする計画があり、試験計画、試験圃場の整備計画、運営計画等を策定し、試験圃場の区割り、灌漑・排水用水路の設置、圃場の均平、試験施設の設置などを実現する必要がある。その過程でシートパイプシステムを組み込むことは有用である。現在スマトラ縦断高速道路が、建設中であり、スマトラ島南端のバカウヘニから北端のアチェまで全長 2,800 キロメートルで総工費は約 3 兆 3 千億円である。完成まで 10 年以上かかる見通しだが、北端から南端まで 1 週間近くかかる旅程が 1、2 日に短縮され、全島の陸上交通事情を大幅に改善できる。効率的な資金配分を行うために、交通インフラの改善の進展を見極め、適切な時期にシートパイプシステムの実証試験を開始することが重要である。

東カリマンタンは、対象地は民有地であるため、シートパイプシステムの施工時には、東カリマンタン農業技術評価研究所と農家との協議が必要になるが、農家は本調査に協力的であり、また、圃場の直ぐ脇を表土天と水面との差が比較的にある水路が流れているため、シートパイプシステムの敷設場所としては適していると判断される。

南カリマンタンは、比較的良好に整備されており、多種類の作物の試験研究を実施しているため、イネの多期作だけではなく、多毛作やイネと畑作物との輪作の試験も可能であると判断される。雨期間は水田の土壌天と水路の水面の差が小さくなるため、圃場の排水時には水路の水位を下げる必要があるが、シートパイプシステムの敷設は比較的に容易であると判断される。

(3) 開発課題解決貢献可能性

現地調査の結果、インドネシアにおいてシートパイプシステムの現地適合性が確認され、シートパイプシステムの導入による作物の増産効果は、インドネシアの国家中期開発

計画、農業省戦略計画さらに経済開発加速・拡大マスタープランの開発方針にも合致するものである。インドネシアでは、重要な農業生産基盤の一つである排水機能の改善を可能にする新技術に対するニーズは高く、技術革新による生産性の向上としてシートパイプシステムの導入は高い妥当性を有していると判断される。

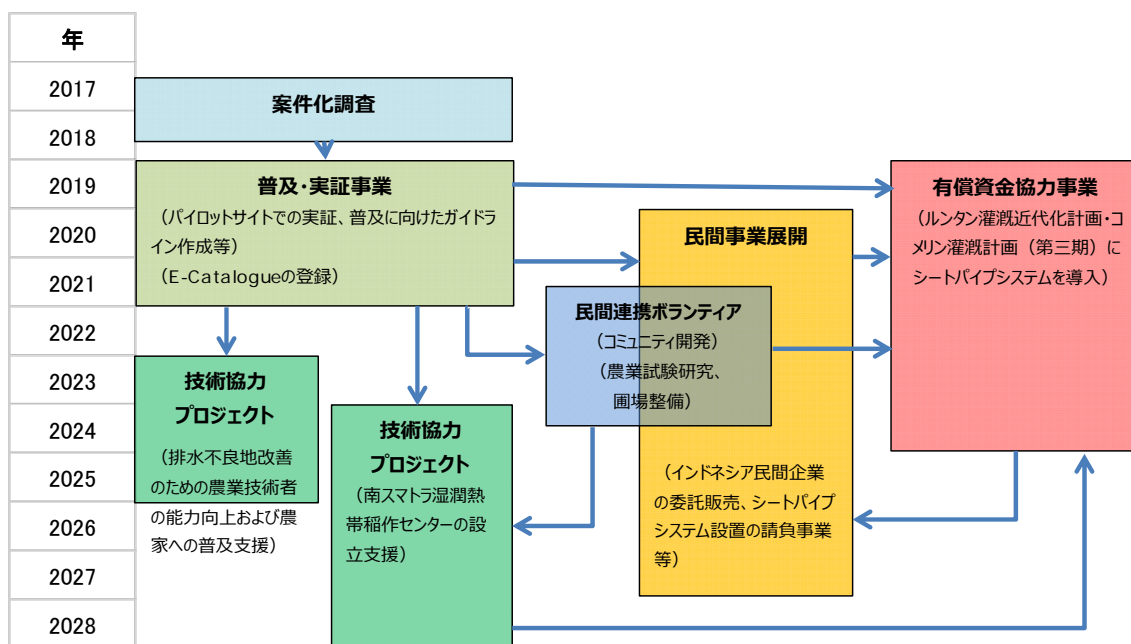
以上のように、シートパイプシステムの導入による農業基盤の整備は、インドネシアにおいて農作物（特にコメ）の生産性の向上を実現し、農業部門の開発課題である食料安全保障（食料確保、食料自給の達成）の解決/達成に大きく貢献するものと評価される。

第3章 ODA 案件化

シートパイプシステムを活用した ODA 案件の形成に当たっては、普及・実証事業をのぞいては、中央および地方政府の能力を強化すると共に、農村地域における農地の排水不良を改善することを目指す技術協力プロジェクト、有償資金協力事業、民間連携ボランティアを提案する。

本案件化調査では、シートパイプシステムにより排水が促進されることを明確にすること、モールドレーナーによるシートパイプの敷設が容易であることを確認してもらうこと、公共事業への採用のために必要な E-Catalogue への登録のための性能を検証してもらうことが主要な目的であった。そのため次段階として、シートパイプシステムにより排水を管理することにより、作物の品質が改善され収量も増大することを普及・実証事業で検証し、シートパイプシステムの導入意欲を生産者に醸成させると共に、インドネシアの開発課題を解決/達成することに貢献できる製品・技術であることを周知させることが必須である。

案件化調査と今後の普及・実証事業、ODA 案件（技術協力プロジェクト、有償資金協力事業、民間連携ボランティア）、民間事業間の時系列的な展開並びに関係を以下に示す。



第4章 ビジネス展開計画

本案件化調査において、日本国内の産官学連携とインドネシアでの産官学連携を2国間連携として構築し、その連携成果として普及・実証事業が最大の効果を発揮できる為の協力と支援の確約を得た。今後のビジネス展開においても、構築された連携、人脈を活用することにより、インドネシアに適応した農業インフラ技術として普及活動を進めていく。

インドネシアを初めとする多くの農業後進国では、食料安全保障を確保するための農業インフラの整備が遅れており、とりわけ灌漑インフラの整備の重要性が政策の主体ともなっているため、排水技術への農業技術者の関心と成果への評価意欲は低い。

シートパイプシステムは、排水機能を高めることによって、作物の品質の向上と生産量の増大を促すものであり、インドネシアの直面する課題解決手法の一つとして、十分な理解と大きな期待を得ている。しかしながら、インドネシアの多くの農業政策関係者や農業技術者は、灌漑インフラ設備を計画するにあたり、排水インフラを考慮することが農村開発に大変有効であることを認知していないことが本案件化調査で明らかとなったため、JICAの普及・実証事業を活用し、シートパイプシステムの有効性を実証することで、インドネシア政府や民間企業の調達市場を特定し、ビジネスとしてシートパイプシステムを展開する。

また、広大なインドネシア国内でのビジネス展開にあたり、協和建設工業はインドネシアの現地ビジネスパートナーとシートパイプシステムに関する販売代理店契約等を結んでおり、シートパイプ資材、シートパイプ成形装置、専用重機であるモールドレーナーの流通・販売が容易に得られるよう確保している。特に、機械のメンテナンスについては、インドネシア国内全域で利便性が確保できるよう、サービスネットワークの整備を進める。

事業計画は、特定した市場に対しての実現率を加味した投資と収益による収支計画が重要である。中小企業である協和建設工業は、財務力と人材に人員の補強と育成や、市場の開拓規模に合わせた流通と営業形態は、インドネシアのニーズに合わせて発展させていく予定である。特に、営業形態については、法律や税制の変更、為替変動によるリスクが大きく、専門家を交えた慎重な検討が必要と考えている。

シートパイプシステムは、農地の排水機能を高めることによって作物の品質の向上と生産量の増大を促すものであるが、そのプロセスは、インドネシアが直面する農業インフラの課題解決の一助となる。ニーズを捉えたプロセスは以下の通りである。

- ①灌水和排水を制御することにより、灌水量の節減と作物への適正環境を維持する。
- ②圃場の排水能力を高めることにより、圃場表面のワーカビリティを高め、農業機械化を促進する。
- ③排水困難な圃場、灌水和が困難な圃場に対しては、付加施設を併用することで土壤環境を改善する。

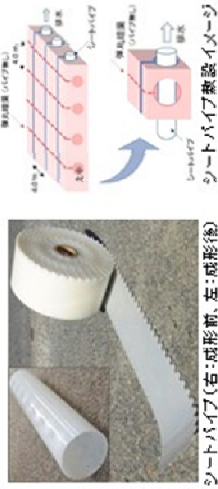
もちろん、シートパイプシステムを海外展開することにより、インドネシアのみならず、日本国内においても、山口県内の関係企業の生産高向上と、人材交流と育成により経済環境を向上させることもビジネス展開には重要な要素である。

対象とする事業	1～4年目	5年目	6年目	7年目以降
本案件化調査／普及・実証事業	■			
農業省助成金による圃場整備事業		■	■	■
ODA事業(有償・技協)		■	■	■
インドネシア政府独自予算による公共事業			■	■
民間事業				■

インドネシア国 農業生産性向上のためのシートパイプシステム導入に関する案件化調査

企業・サイト概要

- 提案企業: 協和建設工業株式会社
- 提案企業所在地: 山口県萩市
- C/P機関: 農業省農業研究開発庁 (IAARD)
- サイト: 西ジャワ州スバン県スカマンディー地区



中小企業の技術・製品

- シートパイプシステム: 専用の排水管(=シートパイプ)を農地に水平に非閉鎖による土中引込みにより敷設し、排水を管理し、地中へ空気を供給する。
- ▶ 安価に短工期で、農地の排水不良の改善により米の生産性向上
 - ▶ 排水管理により気候環境に応じた農地の計画的な管理を可能とし、安定的な米の生産量を確保
 - ▶ 適正な農地管理(灌水、排水、作業地盤)で耕作物の品質を向上

インドネシア国の開発課題

- ▶ 食糧安全保障 (人口増加による米の需要拡大と、都市化による農地の減少に伴う米の生産量減少)
- ▶ 農地の排水不良による米の生産性、品質の低下
- ▶ 農業従事者と非農業従事者間の産業間所得格差

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

- 普及・実証事業にて米の増収効果・品質向上効果を実証し、日伊両国の産官学連携により、インドネシア農業に適したシステムに研究開発する。
- ▶ 米の多期作・多毛作の実現による農作物の多様化、気候変動による収穫量変動の緩和と品質向上による安定した農業所得を得ることを可能とし、非農業従事者との所得格差の是正に大きく貢献できる。
- ▶ 排水不良の水田の排水改善を進めることで、豊富な農業従事者と既存農業機械の有効活用にもつながり、農業機械化の促進による効率性の高い営農で生産量を増大させることが可能となる。

日本の中小企業のビジネス展開

- ▶ 産官学連携(日本国内での産官学連携とインドネシア国内での産官学連携の国際的ネットワークによる連携)を構築し、インドネシア方式のシートパイプシステムをインドネシア公共事業の農業インフラ整備技術として普及展開する。
- ▶ 現地販売代理店(パートナー)の育成によるインドネシア国内販売ネットワーク構築と技術指導による技術移転を図る。
- ▶ 資機材の現地調達および生産化とシステム改善によりコストを低減し、普及拡大させる。

はじめに

調査名

インドネシア国 農業生産性向上のためのシートパイプシステム導入に関する案件化調査（英文調査名：Feasibility Survey for Improvement of Agricultural Productiity by Adapting Sheet-Pipe System in Indonesia）

調査の背景

インドネシアの米の生産量は、2014年時点において約7,084万t（FAO統計）と世界第三位であり世界シェアの10%を占めているが、近年は気候変動により生産量が安定せず年間100～200万tの輸入を必要としている。国内の米の生産量は2001年から2013年にかけては平均2.9%/年で増加している一方人口増加率は最近10年間に於いて概ね5%以上で推移し、食料安全保障の観点から主食であるコメの増産は優先度の高い課題となっている。他方、全国の水田は1,400万haのうち約350万haが排水不良の状態であり、生産性を妨げている要因の一つである。更に、国内の米の50%以上を生産するジャワ島では経済発展に伴う都市化と工業化による競合が原因で農地が減少しており効率的な農地の活用が求められている。また、インドネシアのGDP成長率は過去10年間に於いて約5.0-6.0%で安定的な成長を見せており、農林水産業はGDP全体の約15%を占めるものの、非農業従事者と農業従事者の一人当たりGDPの差が5倍に開いており産業間格差が拡大している。

提案製品であるシートパイプシステムは、シート状の製品を専用重機（モールドレーナー）を使用してシートパイプ（排水管）の形状に成形して敷設し、敷設されたシートパイプは優れた排水機能と通気口からの空気供給機能により農作物の生育促進を可能にする。

シートパイプシステムを導入することで、米の多期作による収量増加や多毛作の実現による農作物の多様化、気候変動による収穫量の変動緩和による生産性の向上が期待され、農家が安定した農業収入を得ることができ農業従事者-非農業従事者の所得格差や地域間格差の是正に貢献し、持続的な経済発展に寄与することから本調査を実施することとなった。

調査の目的

シートパイプシステムのインドネシア国における活用可能性を調査すると共に、その排水能力のデモンストレーションを行い、ODA案件（普及・実証事業）及びビジネス展開計画の策定及びその他のODA案件との連携可能性を検討する。

調査対象国・地域

インドネシア国 ジャワ島西ジャワ州スバン県スカマンディー地区、スマトラ南部、カリマンタン南部、カリマンタン東部

調査期間、調査工程

2017年5月26日～2018年8月20日

作業項目	2017												2018						
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7				
フィールド試験計画					■														
市場調査・投資環境・法制度調査						■					■								
開発課題調査						■					■								
開発課題に関連する政府組織、予算、政策等の調査						■													
本邦受入活動								■					■						
ラボ試験									■										
土壌・水質調査										■									
ODA動向調査										■	■								
現地生産可能性調査											■								
専用重機の維持管理調査											■								
フィールド試験 (シートパイプシステム施工)											■								
フィールド試験評価												■							
普及・実証事業に関する合意形成															■				
調査結果報告会・展示会出席															■				

調査団員構成

氏名	担当業務	所属先
井上 洋一	業務主任者	協和建設工業株式会社
田村 伊正	実施本部長	協和建設工業株式会社
井町 敏之	国内業務支援・資材調達・品質管理	協和建設工業株式会社
桶屋 正義	経理業務	協和建設工業株式会社
木村 幸男	フィールド試験実証計画管理	協和建設工業株式会社
阿部 将統	パートナー連携調査・農村開発・圃場調査	協和建設工業株式会社

阿武 紗矢	市場調査・輸出入業務	協和建設工業株式会社
望月 敏彦	市場調査・現地生産可能性調査	信越ポリマー株式会社
秦 裕廣	機械維持管理・サービスネットワーク 環境調査	株式会社小松製作所
寄立 徹	チーフ・アドバイザー	株式会社オリエンタルコン サルタンツグローバル
野崎 裕	農業事業評価・効果検討	株式会社オリエンタルコン サルタンツグローバル
中村 守	土壌・水質分析支援・開発課題調査	株式会社オリエンタルコン サルタンツグローバル
長澤 一秀	ODA 事業形成支援	株式会社オリエンタルコン サルタンツグローバル
野呂 隆昌	業務調整・営農	株式会社オリエンタルコン サルタンツグローバル
松田 博	工学的知見評価・技術連携	国立大学法人山口大学
沼田 和輝	国内産官学地域連携・国際大学間連携	国立大学法人山口大学
山本 光男	契約関係書類作成・契約交渉支援	株式会社オフィステクノエ ッジ
山下 正勝	フィールド試験指揮者	有限会社 HANDOH
上利 忠裕	フィールド試験機器管理指導	有限会社 HANDOH

第1章 対象国・地域の開発課題

1-1 対象国・地域の開発課題

1-1-1 国土・自然状況

インドネシアは、赤道を挟む南北約 1,900 km、東西約 5,100 km に及び、17,500 以上の島々から構成される世界最大の島嶼国家である。国土面積は、日本の約 5 倍に相当する 191 万 km²である¹ (BPS、2017 年)。

湿潤熱帯地域に位置するインドネシアの気候は季節変化が少なく、赤道附近は乾期と雨期との差がはっきりとせず周年多雨多湿であるが、赤道から遠ざかるに従って乾雨期の差が明確となる。4 月から 9 月までの乾期には南東季節風 (オーストラリア大陸大気) が卓越し、10 月から 3 月までの雨期には北西季節風 (ユーラシア大陸と太平洋大気) が卓越する。一般的に、大雨の季節は 11 月から 2 月までである。年平均降水量は約 2,700mm であるが、東ヌサテンガラ²の 1,300mm から一部パプアの 4,300mm まで、地域により多様である²。特にスマトラ島、ジャワ島西部、カリマンタン島、スラウェシ島およびパプアの西海岸の山岳地帯は最も多くの降水量がある。年間の気温差は少なく、一年を通じて一定で、低地は暑く、丘陵・山岳地域は涼しい。沿岸部の年平均気温は約 28℃、内陸部の山間部では約 26℃となる。台風や大規模な嵐の襲来は少ない。

ジャワ島の西端部に位置する首都ジャカルタの気温は、年間を通してあまり変わらず 27℃から 29℃程度で、年平均気温は 28.3℃である。年平均降水量は 1,820mm で、月間最大は 1 月に 340mm に達する。渇水期の 7 月から 9 月は月間 60~70mm 程度になる。また、年平均降水日数は 116 日、年平均日射時間は 2,975 時間である。

表 1.1 ジャカルタの気象 (Temperature of Jakarta, Java Island, Indonesia)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均最高気温 (°C)	30.7	30.4	31.9	32.5	32.7	32.5	32.3	32.7	32.7	32.8	32.5	31.6
平均気温 (°C)	27.1	27.2	28.1	28.5	29.0	28.6	28.3	28.6	28.7	28.7	28.5	27.8
平均最低気温 (°C)	24.4	24.3	24.9	25.2	25.3	25.1	24.8	24.8	25.0	25.0	25.0	24.9
降水量 (mm)	343.8	263.1	179.3	159.4	138.7	82.3	59.8	66.0	73.1	115.9	121.2	216.9
降水日数 (日)	16.0	16.3	12.4	10.7	8.1	5.6	5.7	4.0	5.5	8.4	10.7	12.7
月間日射量 (時間)	189	182	239	255	260	255	282	295	288	279	231	220

出典：1981 年～2010 年の平均値、インドネシア気象局 (Meteo Climat) データに基づき JICA 調査団作成
http://www2m.biglobe.ne.jp/ZenTech/world/kion/Indonesia/Temperature_of_Java_Island.htm

¹ Statistical Yearbook of Indonesia 2017; Statistik Indonesia 2017, BPS, 2017.

² FAO, aquasat, Indonesia. http://www.fao.org/nr/water/aquasat/countries_regions/IDN/IDN-CP_eng.pdf

1-1-2 人口

インドネシアの2015年の人口は約2.55億人（BPS、2017）で、中国、インド、米国に次いで世界第4位である。人口の大半はマレー系（ジャワ、スンダ等の約300種族に大別される）であり、総人口の約6割が、全国土面積の6.8%に過ぎないジャワ島に集中している。都市人口の比率は約53%（2014年）である。年人口増加率は1.49%（2000-2010年）および1.36%（2010-2016年）で、減少傾向にあるが依然として高い（BPS、2017）。平均寿命は、男68.93歳、女72.78歳（2015年）である。人口密度は全国平均で135人/km²であるが、ジャワ島のほとんどの地域では1,000人/km²を超えており、首都のジャカルタは15,478人/km²で非常に高い（BPS、2017年）。家族数は全国で6,639万戸（2016年）である。

1-1-3 国家政体、政治

インドネシアは共和制の下、地方政府である州（特別州などを含む34州）、市（都市部の自治体98市）、県（農村地域の自治体416県）、郡（7,145：2016年）、村（82,395：2016年）から構成されている（BPS、2017年）。国家元首は大統領（行政府の長でもある）であり、現大統領は2014年10月20日に就任したジョコ・ウィドド（任期2014-2019年）である。

議会は、国会（DPR：立法機能、国家予算の作成機能、政府に対する監視機能）および地方代表議会（DPD：地方自治などに関する法案の提言、審議への参加）がある。また、国会議員（560人）と地方代表議会議員（132人）で構成される国民協議会（憲法の制定および改正、大統領・副大統領の任期中の解任）がある³。

ジョコウィ大統領は、インフラ整備、社会保障の拡充、格差是正等の経済・社会政策を優先し、「国民目線」からの改革を志向している。また、国政での経験がなく、かつ少数与党という厳しい状況での政権立ち上げであったが、徐々に体制を強化し、国会の3分の2以上が与党勢力となるとともに、2度の内閣改造を経て政治基盤は安定している（外務省）。

1-1-4 経済動向

インドネシア経済は、世界金融・経済危機の影響を受けた2009年も4.6%の比較的に高い伸び率を達成し、その後も一貫して5~6%の堅調な経済成長を維持した。しかし、世界経済の成長鈍化や米国の金融緩和の縮小などの影響を受け、2013年の成長率は5.8%と減速し、2009年以来4年ぶりに6%を下回った。さらに、2015年の成長率は4.8%と減速したものの、2016年は5.02%と5%台を回復した（外務省）。一方、全体のインフレ率は8.4%（2013年）、8.4%（2014年）、3.4%（2015年）、3.0%（2016年）と減少傾向にあるが、食品は11.4%（2013年）、10.6%（2014年）、4.9%（2015年）、5.7%（2016年）と高く、米価の変動の影響が大きい（BPS、2017年）。

15歳以上の経済的活動人口は1億8,910万人（2016年）で全人口の66.3%を占めて

³ 政治経済：最近のインドネシア情勢と日・インドネシア関係、外務省。
<http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/indonesia/kankei.html>

いる（BPS、2017年）。失業率は、2006年には10%を超えていたが、2016年2月には、5.5%まで低下した（BPS、2017年）。ただし、毎年250万人が新規に労働市場に参入するものと試算されており、それを吸収する雇用を創出するためには年率6%以上の経済成長が必要であるとの指摘もある（外務省）。

GDP（名目）は8,696億ドル（2013年）であり、一人当たりのGDP（名目）は3,500ドル（2013）である。経済成長率（実質）は年率5.8%（2013年）である（BPS、2017年）。2015年におけるインドネシアのGDPの産業構成は、農林水産が13.5%、鉱・電・ガス・水・熱等が8.8%、製造が20.8%、建設が10.3%、商業、飲食、宿泊が16.3%、運輸、倉庫、通信が8.5%、その他のサービスが18.5%となっている（国連 National Accounts DB）。また、産業別就業人口比率では、第一次産業が34.7%、第二次産業が20.6%、第三次産業が44.7%、（2013年）を占めている（BPS、2017年）。このように第一次産業、特に農業はインドネシアにおいて現在も重要な経済分野といえる。

経済活動は、西部インドネシア（スマトラ、ジャワ、バリ）でGDPの8割以上を産出し、東部インドネシアとの地域間格差が明確である。また、一人当たりのGRDPは、2016年の実質価格でジャカルタ県に対して東ヌサテンガラ県、マルク県、アチェ県は、それぞれわずか7.8%、10.2%、12.7%であり、ジャワ島とその他の地域（ジャワと非ジャワ）との大きな地域間格差も存在する（全国平均はジャカルタ県の23.1%）⁴。

表 1.2 主要経済指標

項目	指標	時期
インフレ率	0.13%	2017/9
経済成長率	5.01%	2017 第 2 四半期
貧困率	10.64%	2017/3
失業率	5.81%	2016/8
ジニ係数	0.393	2017/3
人間開発指数	70.18	2016
輸出額	14,541.8 百万 USD	2017/9
輸入額	12,780.9 百万 USD	2017/9
貿易収支	0.474 十億 USD	2017/5

出典：Statistical Yearbook of Indonesia 2017, BPS, 2017 に基づき JICA 調査団作成

1-1-5 貧困

インドネシアの貧困⁵人口は、2016年9月には2,776万人（都市部1,049万人、農村地域1,728万人）で、貧困率は国民の10.7%（都市部7.7%、農村地域14.0%）を占めている⁶。2017年3月の貧困率は10.6%で、やや改善したが、貧困人口は6,900人増えて

⁴ Statistical Yearbook of Indonesia 2017; Statistik Indonesia 2017, BPS, 2017.

⁵ 貧困層とは貧困ライン以下の階層をさす。貧困ラインは都市部と農村地域では異なり、BPSによると都市部では372,114 IDR/人/月、農村地域では350,420 IDR/人/月（2016年9月）である。

⁶ Statistical Yearbook of Indonesia 2017; Statistik Indonesia 2017, BPS, 2017.

2,777 万人となった⁷。貧困率の減少にもかかわらず、貧困人口の上昇は人口の増加に起因しており、貧困削減が停滞していることを示している。インドネシアの貧困のもう一つの特徴は、農村地域の貧困率が都市部よりも高いことであり、ジャカルタ県の 3.8% に対して、パプア県、東ヌサテンガラ県、ゴロンタロ県は、それぞれ 28.4%、22.0%、17.6%である（全国平均 10.7%）⁸。したがって、貧困緩和の鍵は農村地域での対策にある。

一方世界銀行（以下 WB と称す）は、インドネシアの総人口約 2 億 5,000 万のおよそ 8 割に相当する約 2 億人が貧困ラインの月収約 338,000 IDR（インドネシアルピア、約 2,804 円：2017 年 12 月換算レート適用。IDR 13,500 / USD、JPY 112.0 / USD）の下層に位置し、上位 10%にあたる富裕層との格差が「東アジア最速」の勢いで拡大しつつあると報告した⁹。また、都市と地方の成長格差も拡大していると指摘している。さらに、格差を測るジニ係数は 2000 年の 0.3 から 2014 年には同国としては過去最高水準の 0.41 まで上昇したと指摘している。

1-1-6 農業概況

(1) 農用地利用

国土の約 66%に相当する 127 万 km² を森林、残りの 65 万 km² を水田、畑地、草地・休耕地、プランテーション・林地等として利用している。水田面積は全国で 809 万 ha であり、国土面積の約 4.2%を占めている。その内ジャワの割合は約 40%と最大であり、次いでスマトラは 27%、カリマンタンは 13%である。一方、プランテーションはスマトラに集中している。MoA の報告では、ジャワにおいては近年の急激な都市化と工業化の進展、土地利用計画の不在等の様々な理由が要因となり、1983～1993 年までに灌漑水田 425 千 ha および畑地 510 千 ha の優良農地が他用途へ転用されている¹⁰。

⁷ アジア経済ニュース 2017/07/18. <https://www.nna.jp/news/show/1636156>

⁸ Statistical Yearbook of Indonesia 2017; Statistik Indonesia 2017, BPS, 2017.

⁹ インドネシア、所得格差広がる - 世銀報告 - 8 割の 2 億人が貧困層 2016/1/8.

<http://www.sankeibiz.jp/macro/news/160108/mcb1601080500021-n1.htm>

原文：Indonesia's Rising Divide, WB, December 7, 2015.

<http://www.worldbank.org/en/news/feature/2015/12/08/indonesia-rising-divide>

¹⁰ インドネシア共和国 農業農村開発分野における協力の方向 資料-5-4、農林水産省.

表 1.3 農用地利用 (2015)

項目	面積 (千 ha)	割合 (%)
水田	8,087	22%
灌漑水田	4,751	59%
非灌漑水田	3,336	41%
畑地／農園	11,847	32%
移動耕作地	5,173	14%
一時的利用地	11,946	32%
合計	37,053	100%

出典：Agricultural Statistics 2016, MoA, 2016 に基づき JICA 調査団作成

表 1.4 地域別水田面積 (千 ha)

地域	全面積 (2016)	全土での割合 (%)	水田面積 (2015)	地域での割合 (%)
スマトラ	48,079	25.1	2,201	4.6
ジャワ	12,944	6.8	3,224	24.9
バリ/ヌサテンガラ	7,307	3.8	518	7.1
カリマンタン	54,415	28.4	1,056	1.9
スラウェシ	18,853	9.9	1,009	5.4
マルク/パプア	49,760	26.0	79	0.2
全国合計	191,358.0	100.0	8,087	4.2

出典：Agricultural Statistics 2016, MoA, 2016 に基づき JICA 調査団作成

(2) 作物生産

インドネシアの作物生産は、広大な国土と多数の島々および多様な土地条件から、多彩なものとなっているが、主に人口密度が高く土壌が肥沃なジャワに集中している。主要作物は、コメ、トウモロコシ、サトウキビ、キャッサバ、ダイズ、ピーナッツ等である。多くの地域ではコメを主食としているが、東インドネシアなどでは、トウモロコシ、サゴヤシ、キャッサバを主食としている地域もある。農業形態は、ジャワ中心の小規模な農業（コメ、キャッサバが中心で、コメの総生産量の半分強をジャワで生産）と、スマトラなどを中心に商品作物（オイルパーム、ゴム等）の作物生産に区分される¹¹。

水稻・陸稻を含めたコメの収穫面積および収穫量は、1,412 万 ha および 7,540 万 t であり（2015 年）、平均収量は 5.3t/ha である。ジャワが作付面積の約 46% および生産量の約 52% を占めている。続いて、スマトラが 26% と 24% であり、この二地域で全国の 72% および 76% を占めている。収量は、ジャワが 6.1t/ha と最高で、カリマンタンは 3.6 t/ha と低い。

¹¹ インドネシアの農林水産業概況、農林水産省、平成 29 年 7 月 3 日更新。
http://www.maff.go.jp/j/kokusai/kokusei/kaigai_nogyo/k_gaikyo/idn.html

表 1.5 地域別稲作状況 (2015)

地域	収穫面積 (千ha)	割合 (%)	収穫量 (千t)	割合 (%)	平均収量 (t/ha)
スマトラ	3,702	26.2	18,359	24.3	5.0
ジャワ	6,430	45.5	38,970	51.7	6.1
バリ/ヌサテンガラ	871.00	6.2	4,219	5.6	4.8
カリマンタン	1,340	9.5	4,830	6.4	3.6
スラウェシ	1,684	11.9	8,615	11.4	5.1
マルク/パプア	90	0.6	405	0.5	4.5
全国合計	14,117	100.0	75,398	100.0	5.3

出典：Statistical Yearbook of Indonesia 2017, BPS, 2017. に基づき JICA 調査団作成

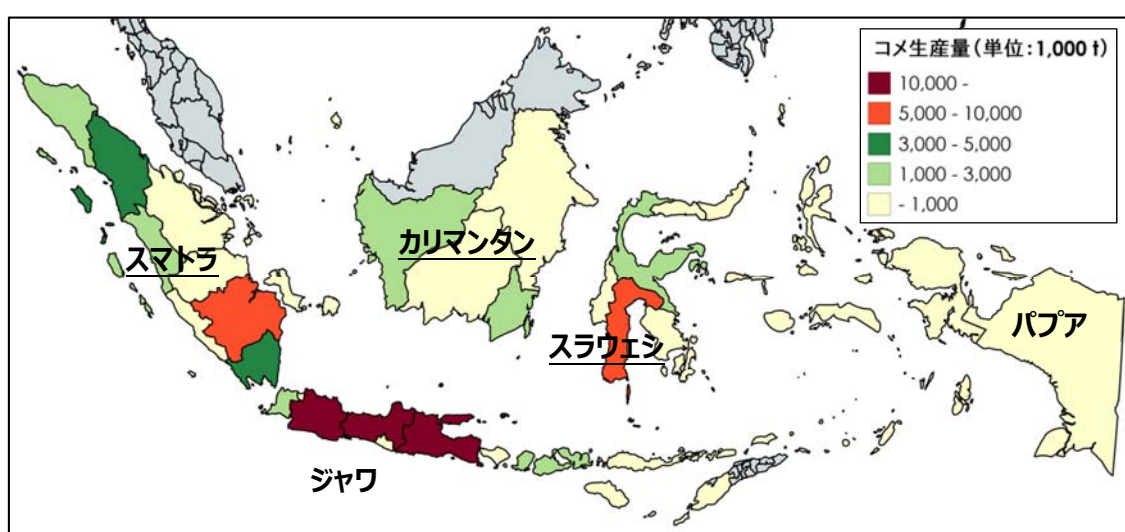


図 1.1 インドネシアのコメ生産地 (主要地域：ジャワ、スマトラ、スラウェシ、カリマンタン)

出典：GEOGLAM Asia-RiCE Team Activities, Shin-ichi Sobue on behalf of the GEOGLAM, 2015/11/16.

また、コメの主要生産地域における地域別の作付けカレンダーは以下のとおりである。雨期米ではジャワで比較的早期であり、乾期米ではジャワで比較的晚期である傾向がある。

地域	季節	イネタイプ		状態	今期						次期							
		雨期米	乾期米		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月
全国	雨期	○		播種 収穫														
	乾期		○	播種 収穫														
ジャワ	雨期	○		播種 収穫														
	乾期		○	播種 収穫														
スマトラ	雨期	○		播種 収穫														
	乾期		○	播種 収穫														
スラウェシ	雨期	○		播種 収穫														
	乾期		○	播種 収穫														

定義：雨期米とは、今期の10月から次期の3月に植えられる米をいう。

乾期米とは、今期の4月から9月に植えられる米をいう。

注：パターンは播種と収穫の密度を示す。

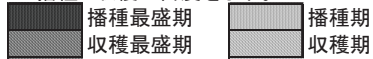


図 1.2 コメの地域別栽培作付けカレンダー

出典：Statistic Indonesia 2012-2013. Discussion with AFSIS expert.に基づき JICA 調査団作成

食料生産は順調に増加しており、主食のコメの生産は、収穫面積の拡大により、2012年から2016年の間に年当たり3.5%の増加を示した。主食の一つであるトウモロコシの生産もまた、同期間中に年当たり4.6%の増加を示した。近年もコメは水稲・陸稲ともに作付面積および生産量は増加傾向にあるが、収量は若干減少しており、生産性が低下していると判断される。トウモロコシは近年大きく増加したが、ダイズは減少している。

表 1.6 食用作物の作付面積、生産量、収量 (2012-2016)

作物	年	2012	2013	2014	2015	2016	増加率 (2016/2015 : %)
コメ							
作付面積 (千/ha)		13,446	13,835	13,797	14,117	15,045	6.6
生産量 (千/t)		69,056	71,280	70,846	75,398	79,172	5.0
収量 (t/ha)		5.14	5.15	5.13	5.34	5.26	-1.5
水稲							
作付面積 (千/ha)		12,281	12,672	12,666	13,029	13,872	6.5
生産量 (千/t)		65,188	67,392	67,102	71,766	75,310	4.9
収量 (t/ha)		5.31	5.32	5.30	5.51	5.43	-1.4
陸稲							
作付面積 (千/ha)		1,164	1,163	1,131	1,087	1,173	7.9
生産量 (千/t)		3,868	3,888	3,744	3,631	3,862	6.4
収量 (t/ha)		3.32	3.34	3.31	3.34	3.29	-1.4
トウモロコシ							
作付面積 (千/ha)		3,958	3,822	3,837	3,787	4,388	15.9
生産量 (千/t)		19,387	18,512	19,008	19,612	23,188	18.2
収量 (t/ha)		4.90	4.84	4.95	5.18	5.28	2.0
ダイズ							
作付面積 (千/ha)		568	551	616	614	589	-4.1
生産量 (千/t)		843	780	955	963	888	-7.8
収量 (t/ha)		1.48	1.42	1.55	1.57	1.51	-3.9

出典 : Agricultural Statistics 2016, MoA, 2016. に基づき JICA 調査団作成

(3) 灌漑農業

全国の水田面積は約 809 万 ha であり、このうち実際に灌漑が行われた水田面積は約 59%に相当する 475 万 ha である (2015 年)。また、灌漑施設の整備不良などの理由により灌漑が行われなかった非灌漑水田は 334 万 ha である。ジャワとバリ/ヌサテンガラでは灌漑率は 75%以上と高い。一方、スマトラ、カリマンタン、マルク/パプアでは灌漑率は 50%以下と低く、カリマンタンは 16%と特に低い。将来の灌漑開発の有力候補となりうる非灌漑水田は、スマトラ、カリマンタン、ジャワで高面積を占めている。なお、ジャワでは 2011 年から 2015 年までに約 6.3 万 ha の灌漑水田が他用途へ転用されている¹²。これは過去の投資や効率的な土地利用の観点からは国家にとって大きな損失である。インドネシアのコメ生産を維持していくためにはジャワ以外での灌漑開発を継続的に実施する必要があるといえる。

¹² Agricultural Statistics 2016, MoA, 2016.

表 1.7 地域別灌漑水田面積（千 ha、2015）

地域	水田面積	灌漑水田面積	非灌漑水田面積	灌漑水田の割合 (%)
スマトラ	2,201	1,057	1,143	48.0
ジャワ	3,224	2,418	805	75.0
バリ/ヌサテンガラ	518	389	129	75.1
カリマンタン	1,056	165	891	15.6
スラウェシ	1,009	691	319	68.5
マルク/パプア	79	31	49	39.2
全国合計	8,087	4,751	3,336	58.7

出典：Agricultural Statistics 2016, MoA, 2016. に基づき JICA 調査団作成

インドネシアでは、圃場条件の良い場所ではコメの三期作が可能である。FAO の作付けカレンダーによると、三期作の時期は一般的に次のようになる。

- 一期：12月～3月
- 二期：4月～7月 要灌漑
- 三期：8月～11月 要灌漑

表 1.8 灌漑作付けカレンダー

灌漑作物	作付け面積 (千ha, 2005)	総灌漑施設設置地に対する作付け面積の割合 (%)												
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
コメ一期作	4,067	61	61	61										61
コメ二期作	3,869				58	58	58	58						
コメ三期作	2,797								42	42	42	42		
トウモロコシ	1,269							19	19	19	19	19		
ラッカセイ	324							5	5	5	5	5		
ダイズ	280							4	4	4	4	4		
野菜	244							4	4	4	4	4		
サトウキビ	95	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
その他	443							7	7	7	7	7		
合計	13,388	62	62	62	59	59	59	98	82	82	82	82	82	62
総灌漑施設設置地	6,722													
作付け率 (%)	199													

出典：Irrigation water use, Irrigated crop calendars, FAO AQUASTAT. に基づき JICA 調査団作成

http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/IDN/IDN-CC_eng.pdf

灌漑整備に関して、公共事業・国民住宅省（以下 PU と称す）は干ばつの被害を受けた国内の水田の修復作業に、14兆8千億 IDR（約1,200億円）を投入する見込みであることを明らかにした。同省は2015年中に中部ジャワ州を中心とした49.2万 haに、約1兆2千億 IDR（約98億円）の予算をあてて農地の修復作業を進める。さらに、2019年までに245万 haの水田の整備を進めるため、13兆7千億 IDR（約1,100億円）を計上した。灌漑用水路を備えた水田は、現在約720万 haといわれているが、使用率は11%で82.1万 haにとどまっている。同省は農地の多くが河川や井戸水、雨水を利用して耕作しているため、干ばつの影響を受けやすいと指摘している。2015年

までに 12 万 ha、2019 年までに 119 万 ha の水田に灌漑施設を設置する考えがある¹³。

(4) 農家数

農家数は、2003～2013 年までの 10 年間で、3,120 万戸から 2,610 万戸に減少し、農業構造として 0.50 ha 以下を保有する小規模農家数も減少している¹⁴。一方、農家の平均規模は拡大しており、大規模農家の数、農業組合数は増加しており、規模の大きい農業組合の役割が増加しているようである。また、小規模農家にとっては限られた農地を利用して、効率性と生産性を上げる工夫が求められている¹⁵。最近では、2013 年 2 月の農業従事者の人口は前年同月比で 2.95%減少し 4,111 万人となった (BPS)。2003 年に 100 万戸あった大豆農家は 70 万戸となり 30%減少した。トウモロコシ農家は 640 万戸から 510 万戸となり 20%減少し、コメ農家は 1,420 万戸から 1,410 万戸となり同様に 0.7%減少している¹⁶。

(5) 米価

政府は、地域別に中質米の小売価格の上限を設定している。2017 年 12 月時点でジャワ、ランボン、南スマトラ、バリ、西ヌサテンガラ、スラウェシでは 1 kg 当たり 9,450 IDR (約 78 円) である。スマトラ、カリマンタン、東ヌサテンガラでは 9,950 IDR/kg (約 78 円/kg)、マルクとパプアでは 10,250 IDR/kg (約 84 円/kg) である¹⁷。食料の安定供給を所轄する食料調達公社は、価格の上昇を防ぎ安定させるために、不足が生じれば輸入でまかなう方針であり、毎年ベトナム、タイなどから一定量のコメを輸入し続けている。コメの備蓄量は 150 万 t 程度に設定されており、コメの自給が基本的に達成されても、備蓄が足りない場合は輸入で補う方針をとっている。そのため、干ばつや洪水等の天災や天候不順による国内の不作などの場合には、100 万 t 以上の大量のコメの輸入が実施される可能性がある。

一方コメは、国民にとって重要な主食食料品であり、都市部の貧困層では食料品の総支出の半分以上を占めており (2016 年の都市部・農村地域、全階層の平均で 14.0%)¹⁸、米価の上昇は家計に大きく影響し、特に貧困層に重大な圧力が生じる。これは、人口の多くが貧困ラインの近くで生活している現状 (貧困率は 10.6%で、貧困人口は 2,777 万人、2017 年 3 月、BPS)¹⁹から、国の貧困対策にも影響する。コメの端境期には、米価の高騰がたびたび起きており、緊急輸入が実施されることもある。そのた

¹³ ジャカルタ新聞 2014.10.29.

¹⁴ Central Bureau of Statistic 2014. “Sensus Pertanian 2013: Angka Tetap (Agriculture Census 2013: Final Figures)”. BPS, Jakarta, <http://www.bps.go.id>

¹⁵ Tahlim Sudaryanto 2015 “Structural Change of Indonesian Agriculture: Evidence from Agricultural Census 2003-2013”.

¹⁶ ジャカルタ新聞、農業人口の減少深刻化 技術、生産性向上が課題に 新政権の優先事項、2014/09/12. <http://jakartashimbun.com/free/detail/20261.html>

¹⁷ Govt to import rice amid rising prices, The Jakarta Post 2018/1/12 <http://www.thejakartapost.com/news/2018/01/12/govt-to-import-rice-amid-rising-prices.html>

¹⁸ Statistical Yearbook of Indonesia 2017; Statistik Indonesia 2017, BPS, 2017..

¹⁹ Poverty in Indonesia, Indonesia Investments. <https://www.indonesia-investments.com/news/todays-headlines/poverty-in-indonesia-absolute-poverty-up-relative-poverty-down/item7995>

め、政府はコメの自給達成を最重要政策としており、米価の安定を重視している。

1-1-7 開発課題の抽出

MoA が認識する、インドネシアの農業部門が直面する大きな課題は、次のとおりである²⁰。

- 農業を近代化し、生産性、効率性、専門性を高め、土地の断片や小規模保有、脆弱な農業と市場インフラに焦点を当て、主要なバリューチェーンの競争力を確保する。
- 国際標準に準拠した作物衛生および植物検疫の基準を改善し、貿易自由化を考慮して海外市場へのアクセスを促進する。
- 適切かつ安全な食料供給の有効性を確保し、食料価格の変動に対する脆弱性を軽減しつつ食料安全保障を強化する。
- 農業関連の事業に従事し、雇用機会を増やし農村地域での収入源を創出し、総合農村開発アプローチの枠組みの中で農村地域から都市部への人口の流出を減らすように、青少年を奨励する。
- 気候変動の影響、土地の劣化、過放牧、不適切な作付体系、森林資源の過度な利用、脆弱な漁業資源の過剰収奪に対する、持続可能な管理と天然資源（土地、森林、水、遺伝資源、漁業および水産資源等）の利用を確保する。

また、日本の農林水産省の調査報告によると、インドネシアの農業部門における開発課題として、以下が挙げられている²¹。

- 世界最多の島嶼を抱え、ジャワ島と他地域との間に格差があり、農業技術の普及が問題となっている。主食のコメの自給は一時達成したものの、現在は達成できていない。
- 食料自給の達成を第一に考えており、MoA 戦略計画 2015-2019 では、高付加価値産品と食料の生産を通じた持続可能な農業、バイオ産業システムの達成をビジョンとしている。
- 政策が浸透しているジャワ島とそれ以外の地域で格差があり、政策の浸透度と機会の平等において問題がある。
- バリューチェーン構築のため、基礎的なインフラ整備のための投資と、収入向上、農業技術等に関する農民や普及員のトレーニングによる能力強化・改善が必要である。

以上のように、農業部門の開発課題としては、食料安全保障（食料確保、食料自給の達成）の確立が最重視されており、農業基盤の整備などによる農作物（特にコメ）の生

²⁰ Ministry of Agriculture Strategy 2015-2019, MoA, 2014.

²¹ 平成 27 年度途上国農業政策状況調査報告書、農林水産省（アイ・シー・ネット）、2015.

産性の向上が重要な開発課題の一つであると判断される。

(1) 歴史的に自給が達成されていないコメ生産

インドネシアは広大な国土を有し、赤道直下に位置し、降水量も多く、多様な作物が栽培可能な潜在性を秘めている。このように土地資源、気候等の自然条件に恵まれた状況にあるインドネシアの農業であるが、コメ生産ではこの40年間以上にわたって、常に中国、インドに次いで世界第3位の生産国²²の地位を維持してきた。しかし、一時自給を達成したものの、その後も大量のコメを輸入している年もある。近年の輸入量は、2011年には274万t(精米重量)に達し、世界第1位のコメ輸入国となった。続いて2012年には193万tを輸入し、2013年には47万tに一時減少したが、それ以降は増加傾向にある。インドネシアは、主食であり最重要農産物であるコメの輸入国のままである。このことは、主要な食料作物であるトウモロコシとダイズについてもいえ、トウモロコシは300万t以上、ダイズは200万t以上(加工品を含めると600万t以上)を輸入しており、ともに増加傾向にある。

表 1.9 食用作物の輸入量 (2011-2015)

作物	年	2011	2012	2013	2014	2015	増加率 (2015/2014 : %)
コメ (千t)		2,744	1,927	473	844	862	2.1
コメ加工品 (t)		259	233	10	27	29	7.4
トウモロコシ (千t)		3,208	1,798	3,191	3,254	3,268	0.4
トウモロコシ加工品 (千t)		103	123	104	121	232	91.7
ダイズ (千t)		2,089	2,106	1,785	1,966	2,257	14.8
ダイズ加工品 (千t)		2,975	3,661	3,556	3,880	4,160	7.2

出典 : Agricultural Statistics 2016, MoA, 2016. に基づき JICA 調査団作成

表 1.10 食用作物の輸入額 (2011-2015)

作物	年	2011	2012	2013	2014	2015	増加率 (2015/2014 : %)
コメ (百万USD)		1,509	1,007	246	388	352	-9.3
コメ加工品 (千USD)		108	109	36	90	97	7.8
トウモロコシ (百万USD)		1,029	531	919	810	697	-14.0
トウモロコシ加工品 (百万USD)		56	71	65	67	99	47.8
ダイズ (百万USD)		1,246	1,312	1,102	1,177	1,034	-12.1
ダイズ加工品 (百万USD)		1,365	1,941	1,984	2,249	1,863	-17.2

出典 : Agricultural Statistics 2016, MoA, 2016. に基づき JICA 調査団作成

²² FAOSTAT - Production, Crops, Rice, Paddy, 2015 <http://www.fao.org/faostat/en/#data>

一方、インドネシア人は、カロリーやタンパク質の40～50%をコメから摂取しており、年間一人当たり163kgのコメを食している²³。163kg/人/年とは、1日当たり447g、または、1合を150gとして、大人も子供も平均して、1日一人当たり約3.0合のコメを食していることになる。また、年間一人当たり163kgのコメを食する国民が、年間約100万tのコメを輸入しているということは、単純に計算すると600万人分強の主食のコメが不足していることになる²⁴。これに対して、インドネシア政府は長らくコメの増産を図る政策を実施してきたが、未だ自給は達成されていない。

(2) 人口の増加

総人口に占める生産年齢人口の割合が高い状態が経済発展を後押しするという「人口ボーナス」は、インドネシア経済が有望である理由として頻繁に取り上げられてきた。人口ボーナス期は2020年～30年とされており、食料需要も大きく増えることが確実である。すなわち、食料自給にとっては「人口ボーナスが時限爆弾」となりうるのである。また、「新政権が食料自給を達成できなければ、インドネシアは人口ボーナスの活用失敗し、危機に陥ることが懸念される」とし、新政権は農業振興政策を早急に実施するように求められている²⁵。さらに、いまだ高い人口増加率（年1.36%：2010-2016）のため、増加人口により毎年90万t程度（貯蔵・流通ロス含まず）のコメの需要が増加すると試算され、コメの需要は今後も増加するものと推察される。

(3) 低生産性の要因の一つとしての排水不良

MoAによると、全国の水田面積である809万haのうち約350万haの水田の生産性が、排水不良により損なわれているという。特に、スマトラなどの外島での低収量が顕著である。これはこの地域に広く分布する低湿地の影響もあり、水田の排水不良が農業開発を大きく阻害している。確かに、これまでも水田開発は進められてきており、水田面積の拡大や品種改良、肥料の改善により生産量が増加してきているが、現在は収量の低い水田の生産性の改善が大きな課題となっている。インドネシアのコメの平均的な単位面積当たりの収穫量（単収）が4～5t/haであるのに対し、生産性の低い地域では約1～2t/ha程度と、大きな地域差がある。MoAは、こうしたコメの生産性が低い地域の主な要因について、農地の排水不良が生産性の向上を阻害し、品質の低下を招き、耕作不能な期間が生じることで計画的な生産が妨げられていることを指摘している。そのため、MoAは排水対策のための技術導入を計画している。一方、経済発展によるジャワの都市化、工業化により土地や水資源の競合が生じて農

²³ Rice projections, Consumption per capita – Statistical Annex, OECD, 2015.
http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2015-table125-en

²⁴ 注：生産では籾重量を、輸出入や消費では精米重量を用い、精米重量＝籾重量×0.65の換算率としている。また、インドネシアの2016年の総人口は2億5,871万人である。

²⁵ ジャカルタ新聞、農業人口の減少深刻化 技術、生産性向上が課題に 新政権の優先事項（2014年09月12日）、<http://jakartashimbun.com/free/detail/20261.html>

地がより減少すると予測される今後、外島における収量の低い水田の改善や未利用の湿地を食用作物の栽培のための農地として活用することが期待されている。

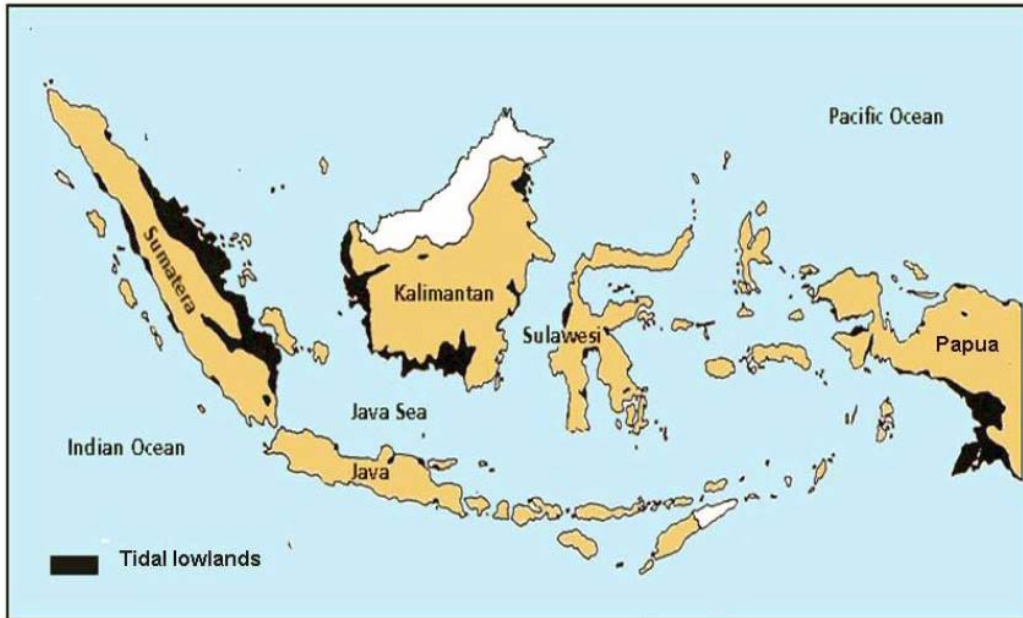


図 1.3 インドネシアの湿地の分布

出典：LOWLANDS DEVELOPMENT IN INDONESIA, IN THE PAST, PRESENT AND FUTURE, F.X. SURYADI AND ARIE MOERWANTO,

1-1-8 農業部門に関わる政府機関

インドネシアの農業政策を担当するのは MoA である。インドネシアでは農業分野では農業省とは独立して、「村落後進地域開発・移住省」「環境林業省」「海洋水産省」「農業土地計画省」そして、灌漑や水資源を取り扱う PU という行政官庁がある。灌漑施設を中心に農業インフラを整備する PU の水資源総局との関係は密接である。

また、本案件のカウンターパート（以下 C/P と称す）機関は MoA 内の農業研究開発庁（以下 IAARD と称す）であり、その下部組織には ICRR、農地資源研究開発センター（ICALRRD）、農業工学研究開発センター（以下 ICAERD と称す）等がある。IAARD は、農業のシステム化の実現のための技術革新と政策の作成や、農業研究資源の有効性の向上、および農業における科学技術習得のための国内及び国際ネットワークの開発を行っている。その下部組織である ICRR は、広大な試験場を有し、コメの品種改良を中心に稲作技術の改良の研究を行っており、農業関係者への新しい技術の教宣のためのセミナーハウスを持つ。ICAERD は、農業機械設備の研究開発や、農業機械設備の試験・検査を実施している機関であり、現政権の進める農業機械化の中核組織である。さらに ICALRRD は、インドネシア全土の農業に関する湿田も含めた土地の利用計画を立てる機関となっている。また、MoA は、調査・分析・研究等に関して IPB との連携協力の関係がある。MoA および IAARD の組織は以下のとおりである。

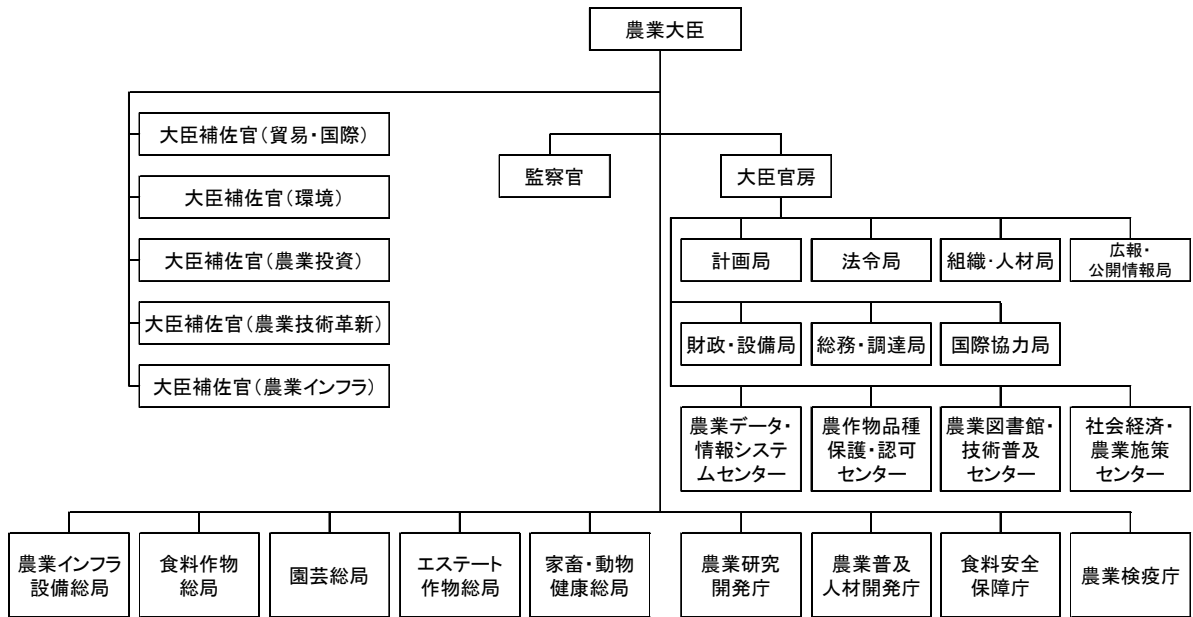


図 1.4 農業省 (MoA) の組織

出典：インドネシア農業省 (MoA) の提供資料に基づき JICA 調査団作成

注：全ての組織が網羅されていない。

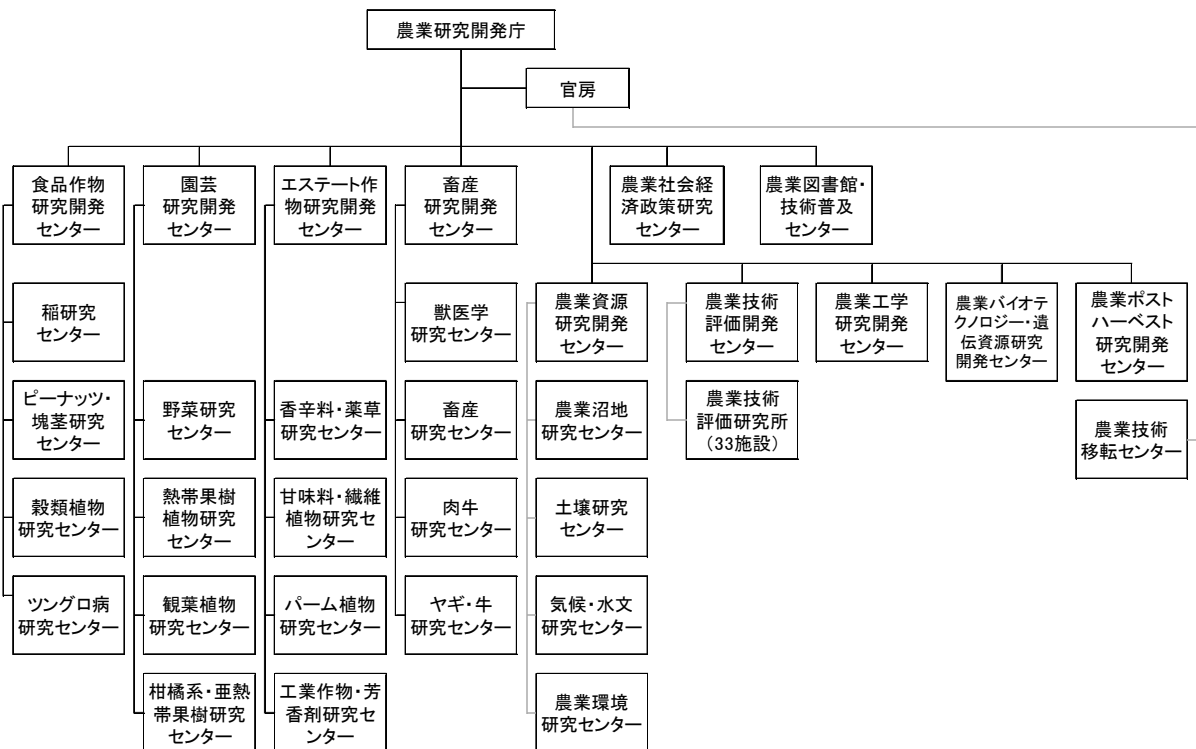


図 1.5 農業研究開発庁 (IAARD) の組織

出典：IAARD ウェブサイト掲載資料に基づき JICA 調査団作成

注：全ての組織が網羅されていない。

1-2 当該開発課題に関する開発計画、政策、法令等

インドネシアの国家レベルの開発計画は、20 年計画である RPJPN が基礎となり、5 年計画である RPJMN および年次の行動計画である RKP によって構成されている。現行の RPJPN は 2005-2025 年、RPJMN は 2015-2019 年を計画年としている。開発計画の策定後に、各省庁や政府機関はより詳細な政策である戦略計画を作成する。現在、MoA では「農業省戦略計画 2015-2019」が実施されている。さらに、2011 年には上述の RPJPN の達成を加速化するために長期の経済開発計画である「インドネシア経済開発加速・拡大マスタープラン（以下 MP3EI と称す）2011-2025」が策定された。開発計画の立案は国家開発計画庁（以下 BAPPENAS と称す）が所管している。また、地方レベルでも国家レベルと同様に、地方長期開発計画、地方中期開発計画、地方行動計画が策定される。現在、農業開発、食料問題、地域開発計画に関する事項も含め、ほぼ全ての行政領域が地方政府の担当可能な領域になっている。

1-2-1 国家長期開発計画

国家長期開発計画（RPJPN 2005-2025）は、国家開発計画に関する法律第 25/2004 条第 4 項により、開発計画の初期段階の継続および更新として策定され、20 年間にわたる国家の将来ビジョン、使命および国家開発の方向性を示す役割を有している。RPJPN は計画性と効率性を考慮して 20 年間で 4 段階に分かれており、それぞれ 5 年間の各政権の RPJMN に相当する。RPJPN のビジョンと使命は、「発展し自立した、公正で民主的な、平和で統一された国家を建設する」ことである。実施過程において達成すべき主要目標には、「食料自給を達成し、安全な水準で維持する。それは十分な栄養品質を含み、全ての家庭に利用可能でなければならない。」が含まれている²⁶。

1-2-2 国家中期開発計画

国家中期開発計画（RPJMN）は、5 年ごとに直接選挙で選出される大統領が就任後間もなく、自らの施政方針に従って、国家開発戦略、マクロ経済の枠組みおよび政権期間の 5 年間に実施する優先的な施策を提示するものである。各政権は、RPJPN に基づいて RPJMN において、独自の経済開発の優先順位を設定することができる。

現在のジョコウィ政権の RPJMN²⁷は 2015 年から 2019 年までの計画であり、RPJPN の第 3 期に相当する。RPJMN のビジョン（目標）は、「主権を有し、自立し、個性を発揮するインドネシアを相互扶助にもとづいて実現する」であり、海洋国家構想、民主的な社会の形成などの 7 つのミッション（使命）において、9 項目の優先的アジェンダ（課題）を政権公約として掲げており、政治・経済・社会の三分野におけるアクション・プログラムをそれぞれ 12 項目、16 項目、3 項目を示している²⁸。中でも経済分野のアクション・プログラムの第 2 項目に掲げられているのは食料安全保障である。

²⁶ National Long - Term Development Plan (RPJPN); Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional, BAPPENAS, 2004.

²⁷ Sustainable development in the national development plan RPJMN 2015-2019, BAPPENAS, 25 March 2015.

²⁸ インドネシア・ジョコウィ政権の基本政策 (1)、IDE-JETR 佐藤百合、2014.

さらに、食料安全保障に関する農業政策について BAPPENAS 大臣は、「過去の輸出入状況および今後の人口増加の傾向（年間 3 百万人増加）を考慮して、最悪のシナリオとして食料危機に直面することが懸念される。コメ、砂糖、トウモロコシ、トウガラシ、タマネギ、塩、生鮮魚については、既に輸入超過状態に陥っている。この状況を打破すべく、自給力を高めなくてはならない。」とのメッセージを発している²⁹。食料安全保障は、食料自給率の向上、農産物の競争力向上、農家の所得向上、環境と天然資源の保全等の農業の活性化に関連しているといえる。

1-2-3 インドネシア経済開発加速・拡大マスタープラン

インドネシア経済開発加速・拡大マスタープラン（MP3EI）は RPJPN や RPJMN を補足するワーキング・ペーパーであり、RPJPN の達成を加速することを目的として 2011 年 5 月に発表された。冒頭で、インドネシアが目指すべき将来像を「グローバルな食料安全保障の基地であり、農業・農園・水産業の各産品と鉱業エネルギー資源の加工センターであり、そしてグローバル・ロジスティック・センターであるインドネシア」と提示している。

MP3EI は RPJPN と整合するように目標が設定されており、開発の重点分野として、8 つの主要プログラム（農業、鉱業、エネルギー、工業、海事、観光、通信、戦略的地域開発）に分類されている。また、8 つの主要プログラムは 22 の主要な経済活動や戦略地域の開発から構成されている³⁰。この中で農業部門は重要な柱の一つとして位置付けられている。特に「2025 年までに農産物、水産物、その他の天然資源のグローバルな流通拠点かつ、世界有数の食料供給国としての地位の確立」を明言し、以下の基本的方針を掲げている。

- 1) 食料生産、消費を担保する食料安全保障の確立
- 2) 国民の生産活動を支える十分な健康を維持するに足る食料供給
- 3) 経済成長に伴う消費志向の変化への対応
- 4) 生産能力に合わせた食料生産の多様化
- 5) ジャワ島外での新たな食料基地の展開
- 6) 収穫後処理技術などの研究開発による生産性の向上

ここで注目されるのが、これからの食料増産の拠点として、食料農園（フード・エステート）という新しいコンセプトである。インドネシアでは、これまで食料生産といえれば小農中心であり、大規模農園で栽培されるのは商品作物が中心であった。だが、食料生産に大規模農園という方式を適用しようとするのが、この「食料農園」である。食料需給の逼迫が今後予測されるなかで、広い国土と高温多雨に恵まれたインドネシアが「グローバルな食料安全保障の基地」になること、少なくとも自国の内需を満たせるだ

²⁹ インドネシア国地方開発セクターにかかる情報収集・確認調査最終報告書、JICA、2015。

³⁰ Masterplan for Acceleration and Expansion of Indonesia Economic Development 2011-2025, BAPPENAS, 2011.

けの食料生産力を備えることは、これからの重要な課題である³¹。

1-2-4 農業省戦略計画

現在実施中の「農業省戦略計画 2015-2019」における MoA のミッションは、「国家の経済、社会、環境、持続可能な農村開発に貢献する農業部門のパフォーマンスを改善する」である³²。また、ビジョンは、「MoA は、食品安全、貧困削減、農村地域と都市部との移動、雇用機会の創出、天然資源の効率的で持続可能な利用等を含む食料安全保障を確保する観点から、農業部門の発展のためのグッド・ガバナンスの原則を採用する」である。さらに、戦略の一般目標は、農業部門における課題を克服し、関連するステークホルダー間のパートナーシップとの協力により、発生する可能性のある危機に対応するために、MoA の制度的な能力を強化し、備えを強化することである。さらに、戦略固有の目標には、以下の3つがある。

- 1) 安全で品質の良い食品を提供する。
- 2) 農業の経済社会開発への貢献度を改善する。
- 3) 天然資源と遺伝資源の持続可能な管理を促進する。

戦略計画では、30 の構成要素と 104 の関与領域を含む 8 つの主要な行動綱領が定義されている。

- 行動Ⅰ：地元産品や輸入産品の食品安全性と品質を改善する。
- 行動Ⅱ：国産農産物の生産性と競争力を向上させる。
- 行動Ⅲ：グッド・ガバナンスと天然資源の持続可能な利用を改善する。
- 行動Ⅳ：農業普及と教育を強化する。
- 行動Ⅴ：農業研究と試験場を強化する。
- 行動Ⅵ：協同組合部門とミューチュアル・ファンド（投資信託）を開発する。
- 行動Ⅶ：MoA の能力を強化する。
- 行動Ⅷ：気候変動の影響へ対処する。

戦略予算は、MoA の運用費用に加えて、実施に必要な投資額は 5 年間で合計約 3 億 3,000 万 USD（約 370 億円）である。戦略はその実施のために、現在の国家予算の配分に加えて追加的な財源の必要性を強調している。これには、5 年間の国家予算の配分の増加だけでなく、ドナーや他の財源との密接な協力を通じて調達する追加資金も含まれる。

戦略計画の実施に当たって、GDP、雇用吸収、投資、貿易収支、農家交易条件、1 人当たりの収入に関して具体的な目標値が設定されている。

³¹ インドネシアの農業政策～食糧農園」という新機軸、IDE-JETR 佐藤百合、2014。

³² Ministry of Agriculture Strategy 2015-2019, MoA, 2014。

表 1.11 MoA 戦略計画 2015-2019 で定められている農業セクターにおける具体的な目標値

項目	目標値
GDP	3.87% 上昇/年
雇用吸収	0.61% 減少/年
国内投資	5.02% 上昇/年
国外投資	4.72% 上昇/年
貿易収支	12.7% 達成
農家交易条件	101.21～104.56/年
1 人当たりの収入	6.29% 上昇/年
小規模農家の 1 人当たり収入	5.77% 上昇/年

出典：Strategic Plan of Indonesian Ministry of Agriculture: 2015-2019, MoA Iqbal Rafini, 2015.に基づき JICA 調査団作成

また、増産政策に指定されている主要食料の 5 品目のコメ、トウモロコシ、ダイズ、砂糖、牛肉の平均成長の指標は以下のとおりである。

表 1.12 主要食料 5 品目の年平均成長指標

品目	目標値
コメ	3.0%/年
トウモロコシ	5.4%/年
ダイズ	27.5%/年
砂糖	7.8%/年
牛肉	10.5%/年

出典：Ministry of Agriculture Strategy 2015-2019, MoA, 2014.

2015-2019 年の MoA の政策方針と戦略を以下に要約する。それは、公共政策、技術・管理政策（方針）、政策戦略、開発プログラムおよび管理政策処置で構成されている。

表 1.13 2015 年から 2019 年の政策戦略と農業開発プログラム計画

項目	注
公共政策	(1) コメの自給向上およびトウモロコシ、ダイズ、砂糖、肉、トウガラシ、タマネギの生産増大。(2) バイオ産業の原材料だけでなく、競争力、輸出および輸入代替製品の開発。(3) 種子/種苗、農家、技術、普及、検疫および食料安全保障の制度強化。(4) 農業クラスタ分野の開発。(5) 戦略物資に着目。(6) 持続可能なバイオ産業の基礎施設、インフラおよび農村農業の開発。(7) グッド・ガバナンスと官僚改革の実施。
技術・管理政策 (方針)	(1) 気候変動への適応と緩和、自然災害後の管理および植物保護。(2) 農業の多品種の再配向。(3) 補助金と農業信用融資の適用と管理。(4) 農業開発を支援する主題別プログラム管理。(5) 生物多様性の活用と管理。
政策戦略	(1) 利用可能性と土地利用の向上。(2) 農業施設とインフラの改善。(3) 種子/種苗の流通開発と拡大。(4) 制度的な農家の強化。(5) 開発と農業融資の強化。(6) バイオ産業とバイオエネルギーの開発と強化。(7) 農産物市場網の強化。(8) 農業人材の能力強化。(9) 革新、技術および検疫への支援改善。(10) 情報サービスの提供。(11) 規則管理。(12) 情報・通信技術の活用。(13) 計画の組織化。(14) 組織の構造化と強化。(15) 制御システムの管理。
開発プログラム	(1) 食用作物の生産、生産性および品質の向上。(2) 環境に優しい園芸の生産、生産性および品質の向上。(3) 持続可能な換金作物の生産と生産性の向上。(4) 食用家畜と小規模畜産アグリビジネスの達成。(5) 付加価値、競争力、品質、市場産品および農業投資の向上。(6) 農業施設とインフラ開発の提供。(7) 持続可能な農業ベースのバイオ産業の技術と革新の創出。(8) 農業普及、教育、訓練の改善。(9) 多様性と地域社会の食料安全保障の向上。(10) 農業検疫とバイオセキュリティ監視の品質向上。(11) 農業政府組織の説明責任の監視と改善。(12) 支援管理およびその他の関連技術的分担の実施。
管理政策処置	(1) コメ、トウモロコシ、ダイズ、サトウキビおよび食肉生産の改善。(2) 食品の多様性改善。(3) 農業製品の付加価値と競争力。(4) バイオ産業とバイオエネルギーの利用可能性と改善。(5) 農家の福祉向上。

出典：Strategic Plan of Indonesian Ministry of Agriculture: 2015-2019, MoA Iqbal Rafini, 2015.に基づき JICA 調査団作成

以上のように、インドネシアの農業政策の方向性は、生産性の向上、安全な食料の供給、国家の GDP における農業部門の寄与の増大、移住民と農村地域からの人口の流出の削減、天然資源と遺伝資源の持続可能な利用による、食料安全保障と持続可能な農業の強化および農村地域の開発と定義される。

1-2-5 新食料法

政府は、1996年に制定した食料法（法律1996年第7号）を改正し、2012年11月に新食料法（法律2012年第18号）を公布した。新食料法は、食料安全保障、食料の入手可能性（流通、マーケティング）、食料価格、食品安全、食品表示、栄養と消費、食料備蓄、食の多様化、食料全般を監督する新組織の設立等を含み、旧食料法と比較してより包括的な内容となっている。新食料法の大きな特徴は、主要5品目（コメ、トウモロコシ、ダイズ、砂糖、牛肉）の増産と自給率向上をより強力に推進するための政策になっている点である。

新食料法のもう一つの特徴として、農産物の輸出入を制限する方針が示されている点が挙げられる。具体的には、第14条において、食料供給は基本的には国内生産で賄い、不足する場合に限って輸入を行うことを規定している。また、第15条において、食料生産はまずは国内消費を満たすことを優先させ、余剰があった場合にのみ、他の用途に利用することができる³³と定めている。

1-3 当該開発課題に関する我が国の国別開発協力量針

我が国のインドネシアに対する援助協力量針は、インドネシアの国家中期開発計画の方向性を基に2012年（インドネシアの前政権時代）に策定された「対インドネシア国別援助方針」に基づいている。基本方針（大目標）を「均衡のとれた更なる発展とアジア地域および国際社会の課題への対応能力向上への支援」とし、以下の三項目を重点分野（中目標）として、インドネシア政府の自助努力に対して、できる限りの支援を行っていくこと、としている^{34,35}。

- 1) 更なる経済成長への支援
- 2) 不均衡の是正と安全な社会造りへの支援
- 3) アジア地域および国際社会の課題への対応能力向上のための支援

さらに、これらの目標を達成するための具体的な計画として「対インドネシア事業展開計画」が策定されている。

³³ 米国農務省による新食料法の英文仮訳

http://usdaindonesia.org/wp-content/uploads/2012/11/FOOD-LAW-NO-18-2012_ENG_PRESIDENT-SIGNED.pdf

³⁴ 対インドネシア共和国 国別援助方針、外務省、平成24年4月。

³⁵ 対インドネシア共和国 事業展開計画、国別援助方針 別紙、外務省、2016。

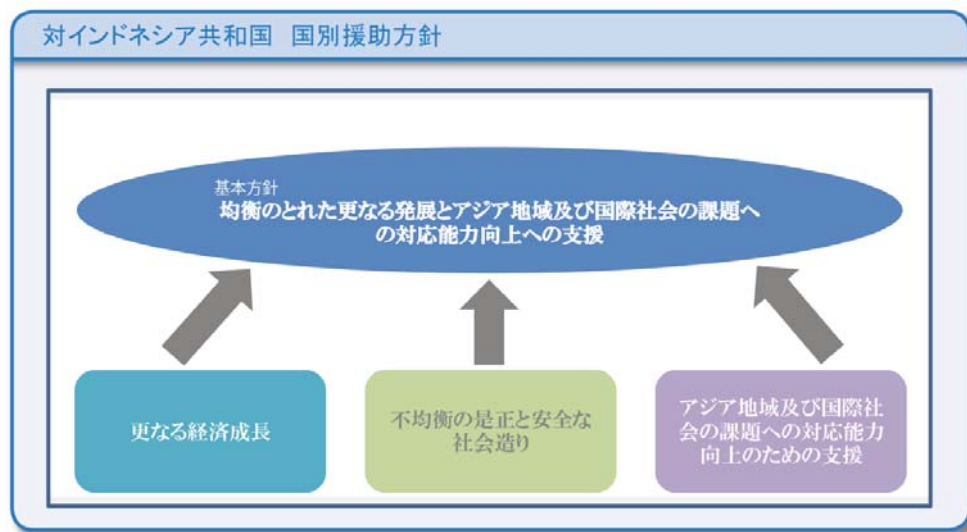


図 1.6 対インドネシア援助協力方針

出典：日本政府の協力重点分野、外務省（2012年4月国別援助方針）

農業部門の開発課題は「不均衡の是正と安全な社会造りへの支援」を目標に対処することになる。農村地域において、農作物の生産性を向上させ増産することにより、食料が確保され、GRDPが拡大し、農民の所得向上に貢献する。また、ジャカルタやジャワ島と比較して経済的に低位な外島などの地域において、未利用地の利用や生産性の低い農地を改良することで、地域間格差の是正にも貢献する。農林水産業がGDP（2015）の約13.5%（BPS、2016）を占めるインドネシア経済にも寄与するとともに、インドネシア政府の開発政策にも貢献することになる。

一方、2015年11月、ジャカルタを訪問した「日・イ文化経済観光交流団」団長二階俊博（日・イ国会議員連盟会長）は、ジョコウィ大統領との懇談のなかで、「農業分野での協力につき、インドネシアで検討を進めているコメの増産に向けた灌漑施設設備について、インドネシアから要請があれば、支援を前向きに対応する用意があると述べた³⁶。これを受けて、日本は円借款事業としてハード整備（頭首工、幹線水路等の改修、水管理システム整備）と、事業の効果を高めるための技術協力（ソフト支援）を行うこととし、2016年9月25日から28日にかけて第1回日・イ技術交流として技術交流調査団（団長農林水産省農村振興局室本隆司次長）を派遣し、技術課題についての意見交換を行った³⁷。

このように、我が国のインドネシアに対する援助協力として、食料安全保障および地域間格差の是正に貢献する、排水改良を含む農業の生産基盤の整備は優先度が高いといえる。

³⁶ 外務省：http://www.mofa.go.jp/mofaj/press/release/press4_002680.html

³⁷ 岩手県土地改良事業団体連合会：<http://www.iwatochi.com>

1-4 当該開発課題に関する ODA 事業および他ドナーの先行事例

1-4-1 実施済み ODA 事業

シートパイプシステムの導入により期待される排水改良技術は、灌漑技術とセットで灌漑事業として実施されることが一般的である。作物生産の増大や品質の向上等を目的に、我が国がインドネシアで実施してきた主な ODA 灌漑事業を以下に整理する。

2017 年度までにインドネシアにおいて実施された灌漑事業は 52 件、援助総額は約 3,029 億円³⁸で、これらにより灌漑が可能となった農地面積は約 40 万 ha になる³⁹。援助が始まった 1970 年代には、ジャワ島およびスマトラ島を中心に、東ジャワ州のブランタス川灌漑復旧事業（1970 年）、北スマトラ州のウラル川河川改修および灌漑改良事業（1971 年）、ランブン州のワイ・ジュパラ灌漑事業（1973 年）等が実施された。1980 年代に入ると、南カリマンタン州のリアム・カナン灌漑事業（1984）、南スラウェシ州のランケメ灌漑事業（1985 年）、西ヌサテンガラ州および東ヌサテンガラ州における小規模灌漑管理事業（1989 年）等、ジャワ、スマトラ以外の島も対象地とし、インドネシア全域の農業生産の向上を目指した。

1990 年代以降は、既存灌漑施設の復旧・維持管理を中心に灌漑事業を実施しており、概要は以下のとおりである。

³⁸ コメリン灌漑事業（フェーズ 3）事業事前評価表

³⁹ 日本のインドネシアに対する経済協力～半世紀のパートナーシップ～
http://www.id.emb-japan.go.jp/oda/jp/whatisoda_04c.htm

表 1.14 1990 年以降に実施された主な ODA 灌漑事業

事業名	年代	対象地区	主要工事
ワイスカンボン灌漑事業	1992-2007	ランブン州	多目的ダム、堰、1 次水路、3 次水路【灌漑面積 12,250ha】
バタンハリ灌漑事業	1993-2009	西スマトラ州、ジャンビ州	頭首工、1 次水路、2 次水路、3 次水路、排水路、圃場整備【灌漑面積 18,936ha】
農業開発事業	1995-2001	インドネシア全域 24 州	生産用道路、集荷用道路【農道 1,098km】
コメリン灌漑事業	1996-2001	南スマトラ州、ランブン州	2 次水路、3 次水路、2 次排水路、農地開拓・整地【灌漑面積 25,589ha】
園芸作物開発事業	1996-2002	インドネシア全域 15 州	貯水池、用水路、基盤整備（整地、排水路、農道、収穫後処理施設）【灌漑面積 21,730ha】
地方インフラ整備事業	1997-2000	インドネシア全域 21 州	アクセス道路、簡易上水道施設、小規模灌漑
ビリビリ灌漑事業	1997-2005	南スラウェシ州	頭首工、1 次水路、2 次水路、3 次水路、排水路【灌漑面積 23,786ha】
小規模灌漑管理事業（第 3 期）	1998-2004	南スラウェシ州、中央スラウェシ州、東南スラウェシ州、西ヌサテンガラ州、東ヌサテンガラ州	ダム、頭首工、井戸、1 次水路、2 次水路、3 次水路【灌漑面積 60,342ha】
水資源開発セクターローン	2001-2011	インドネシア全域 12 州	ダム、頭首工、1 次水路、2 次水路、3 次水路、排水路
小規模灌漑管理事業（第 4 期）	2002-2007	南ヌサテンガラ州、南スラウェシ州、ゴロンタロ州、南東スラウェシ州、中部スラウェシ州、西ヌサテンガラ州	ダム、ため池、頭首工【灌漑面積 117,588ha】

出典：各事業の評価報告書に基づき JICA 調査団作成

また、近年の他ドナーの事業としては、アジア開発銀行（以下 ADB と称す）が「参加型灌漑セクタープロジェクト（2013～2015 年）」を支援した。

これまでに実施された灌漑事業に関連する ODA 事業においては、灌漑が優先され、排水改良による農業生産性の向上はあまり重視されなかった。また、入手した資料および現地での聞き取りでは、圃場内の暗渠整備は確認できなかった。そのため、シートパイプシステムの導入により、暗渠排水という概念やその効果、農業生産性の向上を周知

させ、排水不良地の有効活用の検討および敷設が促進されることが期待される。また、実施済み事業からは、水利組合が持続的に施設の維持管理を行っていきけるように能力強化を図る重要性も示唆されている。圃場内に敷設される暗渠は水利組合が主体となって維持管理を行っていく必要があるため、シートパイプシステムを普及するためにも、水利組合の能力強化や全国の水利組合に対する排水の重要性を周知する必要があると考えられる。

1-4-2 実施中 ODA 事業

現在実施中の ODA 灌漑事業としては、ルンタン灌漑近代化計画とコメリン灌漑計画（第三期）の 2 つがあり、ともに 2017 年 3 月に円借款貸付契約（Loan Agreement: L/A）が調印されている。

（1） ルンタン灌漑近代化計画

西ジャワ州チマヌック川流域に位置するルンタン灌漑地区は国内第二位の灌漑面積（約 8 万 ha）を有し、インドネシアの宗主国であったオランダが 1916 年に建設した灌漑施設がある。しかし、1981 年以降は大規模な改修が行われておらず、大部分が老朽化により破損し、乾期には灌漑面積の約 7 割に水が行き渡っていない状況であることから、灌漑施設の改修が急務となっていた。ルンタン灌漑近代化計画は、頭首工や 1 次水路などの灌漑施設の改修、灌漑システムの近代化および維持管理体制の強化を図ることにより、コメ等の農業生産の増大を実現し、農民の所得の向上および国の食料安全保障に寄与するものである。対象地は約 3.7 万 ha であり、作付面積はコメ 43,200ha、間作物 100ha（2011 年実績）からコメ 73,100ha、間作物 29,200ha（2025 年：事業完成 2 年後）に拡大する。土地利用率は 2.3 倍（2025 年）に向上する。また、コメの生産量（籾殻ベース）は 244,200t/年（2011 年実績）から 475,100t/年（2025 年）に増加し、収量は 5.6 t/ha/年（2011 年実績）から 6.5 t/ha/年（2025 年）に増加する⁴⁰。

（2） コメリン灌漑計画

コメリン灌漑計画は、南スマトラ州およびランポン州にまたがるコメリン灌漑地区において、我が国が 1979 年のマスタープラン策定以降、灌漑施設の整備および水利組合への支援など、維持管理体制の強化を継続的に支援してきた案件である。コメリン灌漑計画（第三期）は、第二期までに整備された灌漑施設の拡張および改修し、灌漑システムの近代化および維持管理体制の強化を図ることにより、コメ等の農業生産の増大を実現し、農民の所得の向上および国の食料安全保障に寄与するものである。安定的な水供給を受ける受益地は灌漑地区全体の約 7.3 万 ha の農地であり、土地利用率は事業完成 2 年後（2024 年）には 2.5 倍に向上する。また、コメの生産量（籾殻ベース）は 25,500t/年（2014 年実績）から 89,250t/年（2024 年）に増加し、収

⁴⁰政策評価法に基づく事前評価書：ルンタン灌漑近代化計画、外務省、平成 29 年 3 月 31 日
https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/press/shiryo/page22_000335.html

量は 3.0t/ha/年（2014 年実績）から雨期 5.0t/ha/年、乾期 5.5t/ha/年（2024 年）に増加する⁴¹。

他ドナーの灌漑事業としては、WB が「水資源・灌漑セクター管理プログラム 2」（2011 年～2018 年）を支援しており、「灌漑緊急リハビリ事業」および「戦略的灌漑近代化事業」も計画している。また、ADB は「灌漑統合参加型開発・管理プログラム」により、施設管理・維持管理強化を支援する予定であり、我が国の ODA 事業と連携して実施されるものである。

今後実施される事業のうち現地での聞き取りによると、ルンタン灌漑近代化計画ではパイロット事業や排水関連施設の設置も実施される予定であるため、圃場整備が必要な部分にシートパイプシステムを導入することも考えられる。

⁴¹政策評価法に基づく事前評価書：コメリン灌漑計画（第三期）、外務省、平成 29 年 3 月 31 日
https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/press/shiryo/page22_000336.html

第2章 提案企業、製品・技術

2-1 提案企業の概要

2-1-1 企業情報

協和建設工業株式会社（以下、協和建設工業）は、山口県萩市に本社を置く総合建設業者である。県内に4事業所、また東京支店、大阪営業所を有し、土木事業、建築事業を展開し、地域のインフラ整備、維持を行っている。表 2.1 に企業の概要を示す。

表 2.1 提案企業の概要

企業名	協和建設工業株式会社
本社所在地	山口県萩市大字椿 2370 番地
設立年月日	1949 年 1 月 10 日
事業内容	<ul style="list-style-type: none">・総合建設業：土木一式工事、建築一式工事業・役務の提供等・測量業者・補償コンサルタント・建設コンサルタント・一級建築士事務所

出典：JICA 調査団作成

2-1-2 海外ビジネス展開の位置付け

国内の市場が縮小し、人口が減少し続ける中、新たな需要開拓の方策の一つとして海外展開を捉えている。シートパイプシステム事業をこの海外展開のための足掛かりにしたいと考えており、当該事業で構築される産官学の人脈を、海外展開に係る情報交換に活用する。

2-2 提案製品・技術の概要

2-2-1 ターゲット市場

協和建設工業は、日本国内（主に山口県内、九州地方）において 20 年以上にわたりシートパイプシステム事業を展開しており、そのシステムは自治体から発注される公共工事である圃場整備事業の一部として農地の排水対策事業に利用されている。シートパイプシステムは、排水不良による生産性が課題となっている農地の排水対策技術として実績を積んできたが、海外においても農業基盤整備の一環として導入することを想定しており、政府や自治体の発注する公共事業を中心とした市場を捉えている。

シートパイプシステムの直接の販売先は公共工事受注企業であるが、営業ターゲットは、シートパイプシステムを採用する政府機関や自治体を想定している。

2-2-2 提案製品・技術の概要

(1) 特長

シートパイプシステムとは、排水不良の農地の地中に専用の排水管であるシートパ

イプを敷設し、農地の排水管理、土壌への空気供給により作物の生育・品質向上に寄与するシステムである。シートパイプシステムの特長を以下に列挙する。

ア 製品（シートパイプ）の特長

- ①地中に設置される前はシート状であり、土の中に設置される段階でパイプ状に成形される。シート状であるため資材はコンパクトで、運搬等が簡便である。
- ②製品の特性上、直進性が高く地中での蛇行が無いため、勾配を付けず水平に設置してもパイプ内の水が滞留することなくスムーズに排出される。



図 2.1 シートパイプ敷設の流れ

出典：JICA 調査団作成

イ 施工方法の特長

- ①従来工法では、土の掘削・排水管の設置・土の埋め戻し、という段階を経るが、シートパイプシステムでは排水管（シートパイプ）をモールドレーナーという専用重機で土中に「引き込む」だけで施工が可能であり、短期間に施工できる。
- ②浅層（50cm）に、かつ排水口に向かって勾配を付けず水平に施工するため、農地と排水路の高低差が少ない既存の農地にも適用することができる。

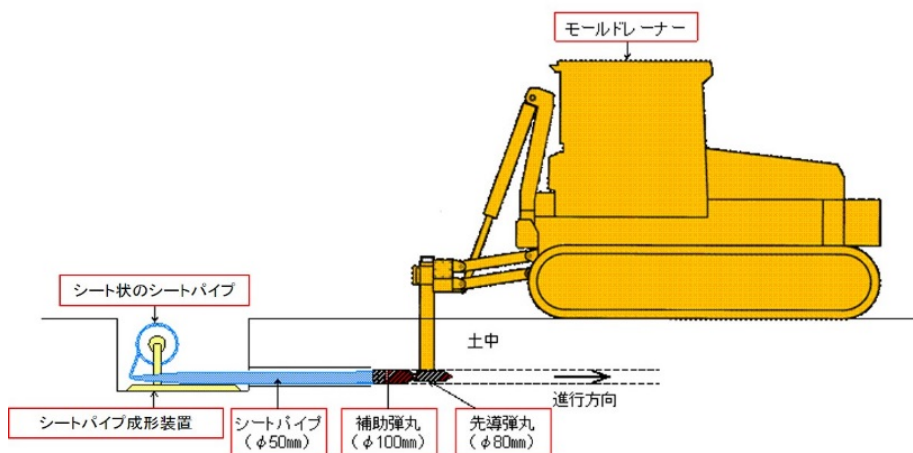


図 2.2 シートパイプシステムの全体構成図

出典：JICA 調査団作成



図 2.3 モールドレーナーによるシートパイプ敷設状況

ウ システム全体での生産性向上に関する特長

- ①排水口に設ける排水キャップを開閉することで農地からの排水量を調整し、圃場の土壌水分量を管理することができる。湿田に適用すれば排水を促すことができ、コメの二期作、三期作が可能となる。また国内では水田の乾田化に利用され、水田における二毛作にも活用されている。
- ②通気口からシートパイプ内に空気が流入するため、作物の品質向上や生育が促進される。
- ③排水不良の大豆畑への導入事例では、施工前に比べ収穫量が約 20%増加した。

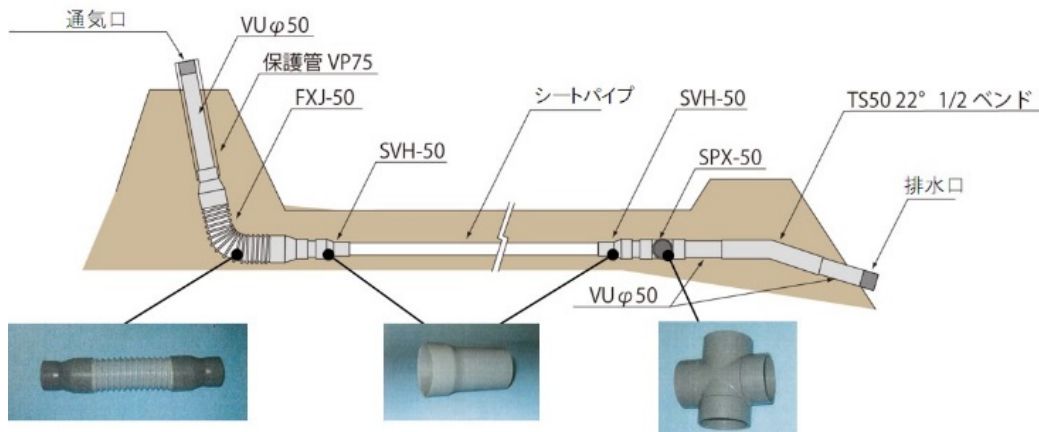


図 2.4 シートパイプシステム全体図

出典：JICA 調査団作成

(2) 製品・技術のスペック・価格

シートパイプは、高密度ポリエチレン製の有孔シートであり、耐候性、耐衝撃性に優れている。さらに、耐酸性・耐アルカリ性にも優れ、農薬等の影響により地中で腐食するおそれがなく、過去の実績からは 25 年以上にわたり機能を維持できている。シートパイプの製品価格は 410 円/m、施工費用は、10a 当たり約 30 万円である。

(3) 国内外の販売実績

シートパイプシステムは山口県を中心に西日本の公共事業を主に実績を重ねている。これまでの受注件数は200件以上にのぼり、施工面積の実績は1,000ha以上に及ぶ。近年では関東、近畿、中部地方からの問い合わせもあり、国内での普及が進んでいる。また適用土壌環境についても、粘土層、シラス層、砂質土等多様な土壌で実績がある。

近年の施工面積を以下の表 2.2 に示す。

表 2.2 近年の施工面積

年度	施工面積 (ha)
2015 年度	17.4
2016 年度	84.2
2017 年度	57.5

出典：JICA 調査団作成

2-2-3 比較優位性

シートパイプシステムの優位性は、以下の通りである。

- ①シートパイプは専用重機であるモールドレーナーで「引き込む」ことで設置するため、土を掘削し、パイプ設置後に掘削部分を埋め戻すという工程が不要である。このため掘削・埋め戻しが不要な分、施工期間を従来工法の1/4程度に短縮することができ、施工コストも約50%削減することができる。また、農地の表面水が地中に浸透し排水されるために必要な土壌構造を破壊せずに施工が可能で、地表から地中への集水・排水効果を阻害しない。
- ②設置前のシートパイプはシート状のため、梱包サイズが非常にコンパクト(0.04m³/100m)でありパイプ状の排水管の1/15の体積で、かさばらずに輸送することができる。人力による運搬も容易で、輸送費用を抑えることができる。
- ③シートパイプは勾配を付けず排水口に向かって水平に設置するため、農地と排水路との高低差が小さい場所でも導入が可能である。

表 2.3 競合他社製品・技術との比較

項目	シートパイプシステム	競合他社製品・技術
排水管の設置方法	引き込み工法	土の掘削・埋め戻し
施工期間 (1ha 当たり)	3 日	14 日
製品の形状	シート状	パイプ状
施工費 (0.1ha 当たり)	約 30 万円	約 50 万円
製品体積 (100m 当たり)	約 0.04 m ³ (40×40×25 cm)	約 0.6 m ³
製品重量 (100m 当たり)	約 15 kg	約 60 kg

出典：JICA 調査団作成

シートパイプシステムは、農林水産省平成 23 年度中国四国農政局新技術・新工法に登録された技術であり、農地の排水効果について高い評価を受けている。また、施工実績・認知度の拡大に伴いその効果が注目されてきており、農林水産省をはじめ、山口県、広島県、大分県、鹿児島県にてその有効性が報告され、農地の排水機能、また農作物の品質向上や収穫量を増加させる効果について高い評価を得ている。

2-3 提案製品・技術の現地適合性

非公開

2-4 開発課題解決貢献可能性

インドネシア農業部門の開発課題は、「不均衡の是正と安全な社会造りへの支援」である。より具体的に言えば、農村地域において、農作物の生産性を向上させ増産することにより、食料が確保され、GRDP が拡大し、農民の所得向上に貢献すること、また、ジャカルタやジャワ島と比較して経済的に低位な外島との間の大きな経済格差、農産業従事者と他産業従事者の間に生まれている経済格差を農業技術や農業機械を導入することで安定した社会を作ることにある。

現政権では、食料安全保障の観点から、ジャワ島の既存水田の生産性を向上させ生産量の増大を図るとともに、パプアを含む外島での水田開発を推し進めているが、一方では約 350 万 ha の水田が排水不良により生産性が損なわれており、効果的な排水対策の技術導入が迫られている。

スハルト政権時代以来、食料自給の達成は政府の重要な課題となっており、農業政策の基礎となるのは食料安全保障であった。人口の急増や改善しない農家の非効率な生産技術などの理由により、主要食料作物であるコメの自給は達成されていない。近年もタイやベトナムからの輸入により、国内のコメ供給を確保している。ジョコウィ現大統領は、農業振興を政権の優先施策として掲げ、農業の大規模化と技術革新による生産性の向上を課題としている。これを受けて MoA では、技術革新を旗印に全国で農業生産性向上のキャンペーンを展開している。

フィールド試験をはじめとした現地調査の結果、農地の排水機能を改善できることが確認でき、フィールド試験実施圃場においては、少なくとも年 2 回以上の収穫を実現できるとのことから、コメの大幅な増産を期待できる。また、ジャワ島だけでなく外島においても、シートパイプシステムが適用可能な農地が多く存在していることもわかり、シートパイプシステムを適用することで、農業生産の地域間格差の是正につながることを期待できる。シートパイプシステムを導入することによる農地の排水改善によってもたらされる作物の増産効果は、インドネシアの RPJMN、MoA 戦略計画さらに MP3EI の開発方針にも合致するものである。インドネシアでは、重要な農業生産基盤の一つである排水機能の改善を可能にする新技術に対するニーズは高く、技術革新による生産性の向上としてシートパイプシステムの導入は高い妥当性を有していると判断される。

以上のように、食料安全保障（食料確保、食料自給の達成）の確立のための農業生産性の向上に効果を発揮し、農村の収益向上を通して、地域間格差の解決に大いに貢献することが期待できる。

第3章 ODA 案件化

3-1 ODA 案件化概要

インドネシアの国別援助方針（平成 24 年 4 月）では、インドネシアは ASEAN 最大の人口と国土を有する ASEAN の中核国であり、同国の安定は我が国を含むアジア全体の安定と繁栄に不可欠であるとされている。

援助の基本方針は、均衡のとれた更なる発展とアジア地域ひいては国際社会の課題への対応能力の向上への支援と定めている。重点分野としては（1）更なる経済成長への支援、（2）不均衡の是正と安全な社会づくりへの支援、（3）アジア地域および国際社会の課題への対応能力の向上のための支援を重点分野（中目標）として定めている。

この重点分野を達成するための事業展開計画では、「不均衡の是正と安全な社会づくりへの支援」（中目標）の中の「地方開発・拠点都市整備プログラム」において、均衡ある地方開発を図るため、地方開発に係る中央および地方政府の能力・制度強化、地方政府の行政サービスの能力向上を支援する必要性が謳われている。

従って、シートパイプシステムを活用した ODA 案件の形成に当たっては、上記の事業展開計画を踏まえて、インドネシアの中央および地方政府の能力強化・行政サービスの能力向上に対して、シートパイプシステムを活用することにより、中央および地方政府とのコミュニケーションをとる中で、積極的にシートパイプシステムの技術をアピールしていくと共に、農村地域における農地の排水不良を改善することを目指す案件（技術協力プロジェクト、有償資金協力事業、民間連携ボランティア）を提案する。

案件化調査では、シートパイプシステムにより排水が促進されることを明確にすること、モールドレーナーによるシートパイプの敷設が容易であることを確認してもらうこと、結果として、公共事業でシートパイプシステムが採用されるために不可欠な LKPP の E-Catalogue への登録のために性能を検証してもらうことが主要な目的であった。そのため、次段階である普及・実証事業では、シートパイプシステムにより排水を管理することにより、作物の品質が改善され収量も増大することを検証し、シートパイプシステムの導入意欲を生産者に醸成させると共に、インドネシアの開発課題を解決/達成することに貢献できる製品・技術であることを周知させることが必須である。

案件化調査と今後の普及・実証事業、ODA 案件（技術協力プロジェクト、有償資金協力事業、民間連携ボランティア）、民間事業間の時系列的な展開並びに関係を以下に示す。

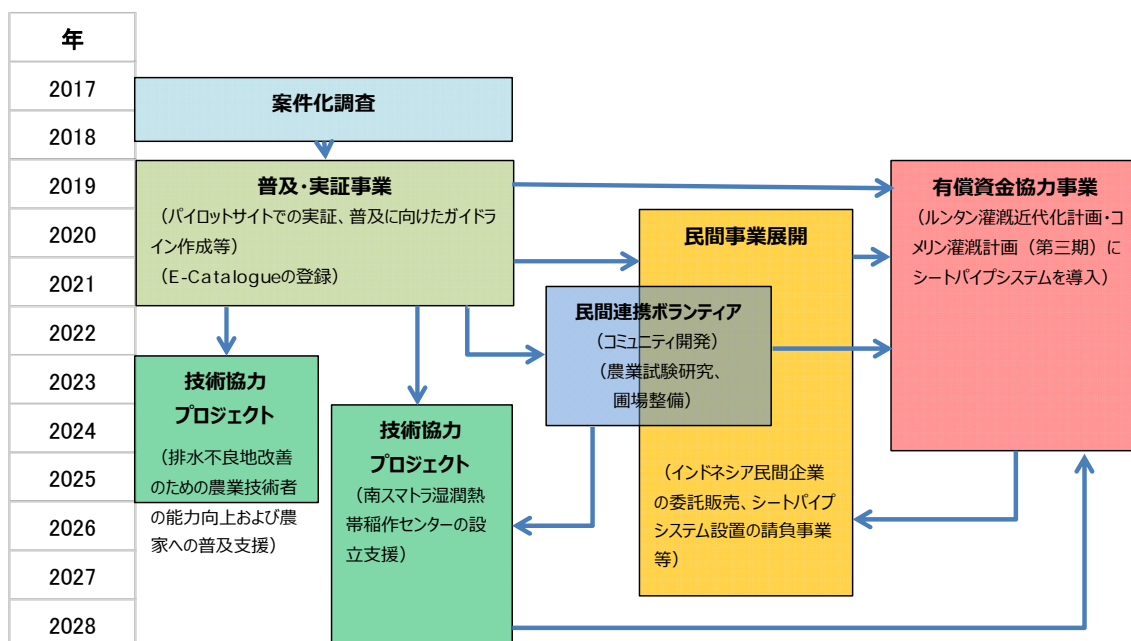


図 3.1 各案件の年別展開および関係

出典：JICA 調査団作成

3-2 ODA 案件の内容

3-2-1 普及・実証事業

案件化調査では、シートパイプシステムの排水効果と施工性を確認してもらうためにフィールド試験、ラボ試験を実施すると共に、開発ポテンシャルの高いとされる外島の調査を行った。フィールド試験の当日は多数の稲作研究者や農業工学の技術者が参加し排水効果を確認してもらうと共に、外島における導入に対する期待が非常に高いことも確認された。

案件化調査の結果を踏まえ、以下のような普及・実証事業を提案する。

(1) 事業目的

普及・実証事業では案件化調査で示した工学的な特性を、農業生産高向上に活用できることを実証すると共に、インドネシア政府が導入を進めていくための条件(収穫量増加、灌漑水の効率利用の可能性、機械化農業の促進、費用対効果、利回りなど)を示し、円借款事業や政府の補助金事業での活用、民間ビジネス等につなげることを目的とする。

そのためには、シートパイプシステムを敷設し、実際の栽培をして成果を上げることが重要であるが、IPB からは大学内にシートパイプシステム技術の展示圃場を作ることが提案された。もし IPB にシートパイプシステムの展示圃場ができた場合、今後のインドネシアの農業技術者のすべてが本技術を知ることになり、その効果を実証できれば今後のシートパイプシステムの導入に大きな布石となると考えられ、実際の栽培実証の他、IPB での展示圃場の立ち上げも普及・実証事業で行うこととした。

(2) 栽培実証対象地の選定

案件化調査でシートパイプシステムのフィールド試験を行ったスカマンディーの ICRR 試験圃場は、ジャカルタとバンドンの中間地点に位置していると共に、円借款事業が予定されているルンタン灌漑エリアにあり、そこで栽培の実証試験を行うことの意義は大きく、3.5 ha の圃場の提供を普及・実証事業で借り受けることが決定している。

一方、MoA は広大な未開発地が広がる外島(スマトラ、カリマンタン、パプア)における農業開発が、農業生産高の拡大の切り札であると認識している。そのため排水不良地の改善による農業生産性の向上を強く要望しており、外島での普及・実証事業の実施を求められた。莫大な農地のポテンシャルを擁する外島で実証を行い、成果を上げることが大きなインパクトとなるため、実証圃場に加える計画とするが、スカマンディーでの栽培実証事業、IPB 内での展示圃場整備を行った上に、外島3か所すべてで普及・実証事業を実施する予算はないため、外島においては1か所で実施することとした。現地調査結果から以下に絞り込みを行った。

【圃場整備状況】

南スマトラ：圃場地区から近隣の小河川や水路までの排水路の設置が必要であり現状でシートパイプシステムを敷設した排水改良を実現することは困難であると判断される。

東カリマンタン：未利用の大湿原で、排水路がないため、現状でシートパイプシステムの施工により排水改良を実現するのは困難と判断される。

南カリマンタン：スカマンディーと同様、試験圃場であり、排水路が整備されている。雨期には圃場の表土天と水路の水面の差が小さくなるため、圃場の排水のため、排水路の水位を下げる工夫が必要であるが、シートパイプシステムの敷設は比較的容易であると判断される。

【土質状況】

南スマトラ：調査した場所は砂分を 50%近く含んでいる土質で、想定していた湿地堆積物が分布するエリアではなかった。

東カリマンタン：土の物理特性としては粘土及びシルト分が 90%以上を占め、含水比、液塑性限界ともスカマンディーの土質の性状と酷似した土質性状を示している。また、土壌の pH も 3.8~4.6 と高い酸性を示しており、作物の育成に影響する状況にあると考えられる。

南カリマンタン：土の粒度構成は粘土に区分されるがカリマンタンやスカマンディーと比較するとやや砂分が多く全体的な粒度も荒い状況にある。しかし表層土の含水率が高く、やや有機質であることが想定される。

以上の調査結果から、外島に広く分布し、圃場への転換が望まれる湿地の条件に近い土質が分布し、シートパイプが効果を上げるために必要な排水路がすでに整備されている南カリマンタンを外島の対象地とした。

(3) 期待される成果

普及・実証事業の実施により期待される成果は以下のとおりである。

表 3.1 普及・実証事業による活動と期待される成果

	成果
実証	1. シートパイプシステムの現地状況に適合したモデルが設計される 2. 灌漑用水の節水技術が確立される 3. シートパイプシステムによる収量・品質向上が検証される 4. 土壌環境の改善による作物への有効性が認知される。 5. 本システムが公共事業採用のための E-Catalogue へ登録される
普及	6. 現地技術者がシートパイプの施工技術を習得する 7. シートパイプシステム導入ガイドラインが完成する 8. 排水管理による作付けガイドラインが完成する 9. シートパイプシステムの効果が関係者に周知される 10. 普及のための MoA のスキームが提案される 11. ODA 案件の計画策定と要請書案が提案される

出典：JICA 調査団作成

(4) 実施場所

実施場所の選定は(2)で示したとおりであり、①ICRR では 3.5ha の圃場に、南カリマンタン農業技術評価研究所 (外島) では 1ha の圃場を試験圃場とし、IPB ではシートパイプシステムの仕組みや効果を見せられるような展示圃場を敷設する。



図 3.2 普及・実証事業の実施場所

出典：Google Maps に基づき JICA 調査団作成

表 3.2 普及・実証事業対象地域の概要

施工場所	内 容
	<p>①稲研究センター (ICRR)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・所在地：スカマンディー地区 ・施工面積：3.5ha ・設置に係る合意・許可：有り ・実証内容：案件化調査での試験施工実績を基に、より広い面積で施工し、コメの収穫量・品質増大効果を検証する。
	<p>②南カリマンタン農業技術評価研究所</p> <ul style="list-style-type: none"> ・所在地：バンジャルバル市 ・施工面積：1ha ・設置に係る合意・許可：有り ・実証内容：外島低地における多期作、多様化を目指し、設置後にコメや他の換金作物の作付けを行い、多様性のある農地への適用効果（生育状況等）を検証する。
	<p>③ボゴール農科大学 (IPB)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・所在地：ボゴール市 ・施工面積：0.5ha ・設置に係る合意・許可：有り ・実証内容：シートパイプシステムがインドネシアの土壌、作物に与える効果について学術的知見による研究・分析評価を行う恒久的モデル現場としていく。

出典：JICA 調査団作成

(5) 事業内容

事業の活動内容は以下のとおりである。

表 3.3 普及・実証事業の活動内容

	成果	活動内容
実証活動	1. 実証圃場の基本モデルが確立する	1-1. 敷地の測量を実施 1-2. 現地の状況に適合させるためのシステムを圃場ごとに検討
	2. 灌漑用水の節水技術が確立される	2-1. 灌漑用水の利用量の測定方法を検討 2-2. 既存圃場、試験圃場、展示圃場で流量、シートパイプシステムを敷設した区画とそうでない区画での水使用量・土壌の水分量の比較を行う。 2-3. 比較結果をまとめ MoA・PU 等で発表する。
	3. 収量・品質向上が検証される	3-1. シートパイプシステム敷設圃場での三期作／三毛作等の作付けパターンを決定する。 3-2. 比較対象の圃場を選定し、施工前の収量・品質のデータを取得・評価する。 3-3. 計画した作付けパターンに基づき作付けを実行する（約2年間）。 3-4. 施工済圃場と比較圃場の収量・品質を測定・分析し発表する。
	4. 土壌環境の改善による作物への有効性が認知される	4-1. 山口大学と IPB との共同研究の実施体制を構築する。 4-2. シートパイプシステムによる土壌環境の改善による作物への有効性、排水効果による機械化促進のためのワーカビリティの確保に関する評価・分析手法を検討する。 4-3. 実証実験（ラボ試験）を実施し、分析・評価、報告書、論文を作成する。
	5. 公共事業採用のための E-Catalogue へ登録される	5-1. LKPP の E-Catalogue の登録手続を確認する。 5-2. 試験機関による製品の性能評価試験を実施し、登録申請の書類を作成・提出する。
普及活動	6. 現地技術者がシートパイプの施工技術を習得する	6-1. 本邦受入活動により現地技術者に対し施工技術を指導する。 6-2. 現地の試験圃場における施工に伴う技術指導を実施する。
	7. シートパイプシステム導入ガイドラインが作成される	7-1. 本邦におけるシートパイプシステムの導入圃場の条件を検証する。 7-2. インドネシアの圃場条件のもとで施工する方式を確立する。 7-3. シートパイプシステムの導入ガイドラインを MoA と共同で作成する。
	8. 排水管理による作付けガイドラインが作成される	8-1. 本事業で成功した作付けパターンの選定方法をまとめる。 8-2. 作物別・地域別の作付けパターンを検討し、作物の選定方法をガイドラインにまとめる。
	9. シートパイプシステムの効果が関係者に周知される	9-1. シートパイプシステムの導入ガイドラインの説明会を開催する。 9-2. 作付けガイドラインの説明会を開催し、実証事業の成果説明

		会を開催する。
10. 普及のための MoA、PU のスキームが提案される	10-1. 補助金・借款等のインドネシアにおける責任機関 (MoA, PU 等) と協議を行い導入のための方法について検討する。 10-2. シートパイプシステムの経済効果を検討し、導入システム案を作成する。	
11. ODA 事業の計画策定と要請書案が提案される	11-1. ODA プロジェクト案を抽出 (省庁ニーズ・可能性) し、裨益効果を分析する。 11-2. 省庁連携・プロジェクトスコープを検討し、要請書案を作成する。	

出典：JICA 調査団作成

(6) 事業実施期間

2019 年から 3 年間 (準備：1 年、パイロット事業：1 年、まとめ・普及活動：1 年)

(7) 事業実施体制

農業大臣の定める部局を C/P 機関とし、IAARD の試験圃場を対象地とする。普及・実証事業の実施体制は以下のとおりである。

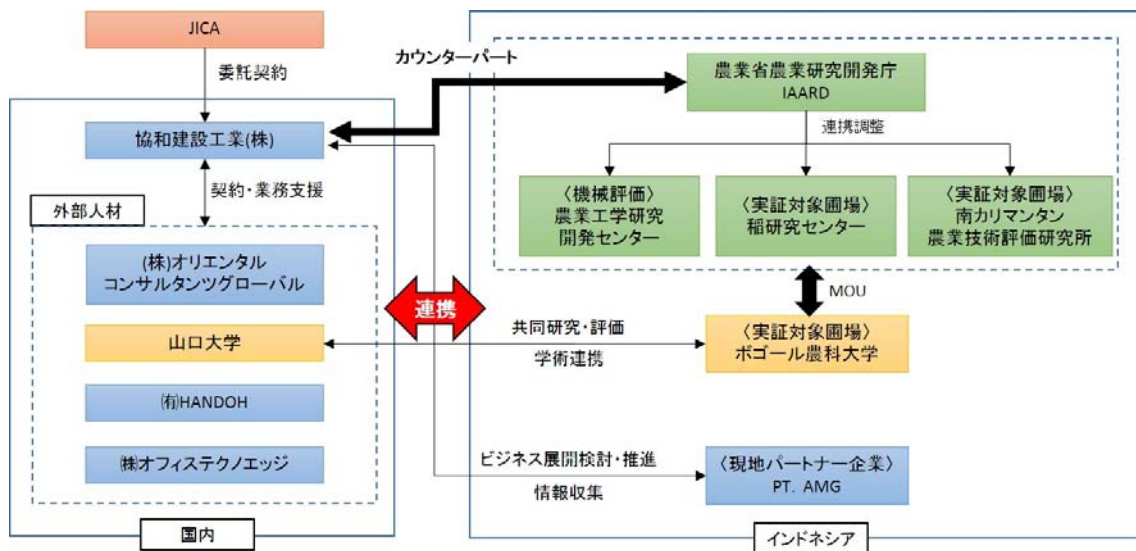


図 3.3 事業実施体制

出典：JICA 調査団作成

(8) C/P 機関

IAARD は、案件化調査において C/P として参加した経験があり、下部組織である ICRR および南カリマンタン農業技術評価研究所の試験圃場をシートパイプシステムの敷設場所として選定している。そのため、普及・実証事業の C/P 機関として IAARD は最適である。

なお、灌漑事業とも関係が深く、PU 技術者もシートパイプに関心を持っており、積極的に PU 技術者も巻き込んで事業を進める。

(9) 投入

- ・日本側の専門家（水管理、土壌、稲作、栽培技術、農業調査、営農、農業経済分析、モニタリング・事業評価、シートパイプシステム施工技術者）
- ・機材（モールドレーナー、シートパイプ成形装置、水位計、水分計、水質計、流量測定器、測量機材）
- ・資材（シートパイプ）
- ・インドネシア側の専門家（C/P）（稲作、栽培技術、農業政策、重機オペレーター）

3-2-2 技術協力プロジェクト

(1) 排水不良地改善のための農業技術者の能力向上および農家への普及プロジェクト

インドネシアでは、平均的な水田の収量は約 5t/ha であるが、排水不良地では、1～2t/ha にまで低下するといわれている。そのため、排水不良地の改善を如何に低コストで簡便に実現するかが、インドネシアにおけるコメの増産のための有効な解決法と考えられる。

この排水不良地の改善に対して、中央政府（MoA）のみならず地方政府の農業関連部局の農業技術者を対象に、シートパイプシステムを活用した排水不良地の改善のための技術移転を実施する。また、農業技術者が農家へ排水不良地の改善に関する普及活動を持続的に実施し、担当地域において排水改良によるコメの増産を実現するプロジェクトを提案する。

インドネシアでは 1970～90 年代に数次にわたるコメの増産計画を実施し、一時は国内での自給を達成したものの、現在はまた輸入に頼る状況となっている。そのため、シートパイプシステムを活用した排水改良は将来にわたって、有望な排水不良地の改善対策の一つとなり得ると考えられる。

(上位目標)

効率的な排水不良地の改善方法が普及することによりインドネシアにおいて州レベルの排水不良地の改善が達成される。

(プロジェクト目標)

プロジェクト地区（県レベル）において、シートパイプシステムを活用した排水不良地の改善のための計画、実践、普及、特に普及・実証事業で作成したガイドラインの適用に関して、中央および地方レベルの農業技術者の能力が向上すると共に、展示圃場で農家への研修および適用を推進する。

(成果)

1. プロジェクト地区において、シートパイプシステムの活用法に関して農業技術者

の能力が向上する。

2. プロジェクト地区において、シートパイプシステムを活用した排水不良の改善対策の技術が定着する。
3. プロジェクト地区の排水不良の改善対策の技術を実施した水田において、コメの収量増加の効果が発現する。
4. シートパイプシステムの技術手法の定着と普及の方法に関して、ガイドラインを活用し、中央の研究機関とプロジェクト地区の行政機関が連携して、その改善と運用にあたるようになる。

(主な活動)

- 1-1. 農業普及員を対象にシートパイプシステムに関する研修を実施する。
- 1-2. プロジェクト地区内に展示圃場を設置する。
- 1-3. 展示圃場を中心に参加型普及を実施する。
- 2-1. シートパイプシステムの推進に係る関係者間の連携体制を構築する。
- 2-2. 地区内の他の展示圃場に新規に展開する。
- 2-3. 普及体制を構築し、運用する。
- 2-4. 補助金獲得のため、施設設計を農家へ提案する。
- 3-1. 現状の排水不良地の改善方法の問題点を検討する。
- 3-2. モニタリングサイトを決定する。
- 3-3. 地区全体に展開するための研修を実施し、普及体制を構築し、運用する。
- 4-1. 連携内容を検討する。
- 4-2. 共同のワークショップを開催する。

プロジェクト実施の3年間において、数百名の中央政府および地方政府の農業技術者の能力向上を目指した研修を予定している。

(実施期間)

2023年から3年間

(投入)

<日本側の投入>

- ・専門家の派遣（灌漑・排水、参加型普及・研修、営農・栽培、シートパイプシステム技術、モニタリング・事業評価）
- ・機材（普及活動に必要な機材、展示圃場用のシートパイプ、展示圃場の運営に必要な機材、研究活動に必要な機材）
- ・研修（本邦研修、第三国研修、現地研修）

<インドネシア側の投入>

- ・展示圃場の確保、提供
- ・C/Pの配置
- ・オフィスの確保

- ・車両の提供他

(プロジェクト費用)

- ・約2億円

(2) 南スマトラ湿潤熱帯稲作センター設立プロジェクト

南スマトラ州の中央部の Ogan Kemerling Ilir 県 Kota Kayu Agung 郡 Sidakersa 村には IAARD の下部組織である南スマトラ農業技術評価研究所付属の Kayuagug 試験場がある。南スマトラ農業技術評価研究所は、Kayuagug 試験場を中心に南スマトラを湿潤熱帯稲作のセンターにすることを計画している。MoA も Kayuagug 試験場の建屋を昨年から新設するなど力を入れている。さらに、南スマトラ農業技術評価研究所の所長は、以前 JICA 筑波で稲作の研修を受講したことがある稲作の専門家であり、日本からの支援を切望している。

Kayuagug 試験場を湿潤熱帯稲作センターとして整備するためには、中長期の試験計画、試験圃場の整備計画、運営計画等を策定し、試験圃場の区割り、灌漑・排水用水路の設置、圃場の均平、試験施設の設置などを実施する必要がある。その過程でシートパイプシステムを組み込むことは有用である。

投入としては、建屋はインドネシア側で整備し、日本側は試験圃場の整備、圃場用農機具、試験研究資機材、車両、稲作を中心に試験研究の専門家の派遣などが考えられる。また、民間連携ボランティアの支援も可能である。案件化事業で土質・水質調査を実施した場所は、排水不良により試験圃場にするのには付帯工事が必要であるが、周囲には適地もあり、最適地を選定して試験圃場の整備を実施する。

一方、Kayuagug 試験場から南に約 100 km にはコメリン灌漑計画の事業地区が位置しており、以下で説明する有償資金協力事業の終了後の農家に対する農業技術指導に関し、南スマトラ湿潤熱帯稲作センター (Kayuagug 試験場) が大きく貢献することが期待される。

3-2-3 有償資金協力事業

上記の普及・実証事業や技術協力プロジェクト事業と並行して、既設の灌漑地区で施設の老朽化等により排水不良の弊害が発生している圃場を改善することは、早期の効果が期待できる。そのため、現在、有償資金協力が進められているコメリン灌漑計画(第三期)、およびルンタン灌漑近代化計画(「交換公文の署名」に続き「Loan Agreement」が 2017 年 3 月 30 日に結ばれ、現在詳細設計と施工管理を担うコンサルタントの選定を進めている段階)にシートパイプシステムの導入を提案し、排水改良により農家の所得向上および農業生産の増大を図り、インドネシアの食料安全保障に寄与する。

ルンタン灌漑近代化計画については、事業実施機関である PU 水資源総局の水資源研究開発センター(以下 PUSAIR と称す)によって、灌漑技術についての開発・研究が進められている。PUSAIR の局長との面談により、以下の事項を確認した。

- ①第3次水路以降の灌漑・排水について、PUSAIRは、MoAのIAARDと合同の技術委員会を設置している。(2017年1月10日)
- ②技術委員会では、灌漑水の有効利用と排水の効率化について検討を進めている。
- ③技術委員会では、シートパイプシステムの理解を進めている。

また、本技術委員会の主要メンバーであり、本案件化調査において本邦受入活動及び評価業務を担ったICAERDの職員に、上記状況について確認したところ、予定されている普及・実証事業を参考に技術委員会が検証し、具体的な検討が進むプロセスとなっているとのことであった。このことから、有償資金協力事業へのビジネス展開を図る上で、今後取り組む普及・実証事業により、農業インフラの必要技術としてシートパイプシステムを普及していくことが必要である。

(1) コメリン灌漑計画

コメリン灌漑計画は、スマトラ島南部のコメリン川上流域において、コメの増産を目的に開発されたインドネシア第4位の灌漑面積(7.3万ha)を有する灌漑開発事業であり、1979年以来日本が継続的に支援してきた。第三期では、第二期までに整備した施設の改修が事業内容に含まれており、排水路の新設、水管理システムの構築も計画に含まれており、排水不良の改善にシートパイプシステムの導入の可能性がある。コメリン灌漑計画(第三期)の概要は以下のとおりである。

- ① 総事業費：212億円
- ② 対象面積：8,500ha
- ③ 作付け強度：100%→250%
- ④ コメの収穫量：3t/ha/年→5t(雨季)、5.5t(乾季)
- ⑤ 工程：2017年3月～2023年5月(計画)
- ⑥ 事業実施機関：PU水資源総局

(2) ルンタン灌漑近代化計画

ルンタン灌漑近代化計画の対象地である西ジャワ州チマヌック川流域のルンタン地区は、インドネシア第2位の灌漑面積を有する重要なコメの生産地であるが、灌漑施設の老朽化による破損により、乾期には施設の約7割に水が供給されない状況である。本事業では、灌漑施設の改修、排水路の改修、水管理システムの構築が計画に含まれており、排水不良の改善にシートパイプシステムの導入の可能性がある。ルンタン灌漑近代化計画の概要は以下のとおりである。

- ① 総事業費：604億円
- ② 対象面積：73,088ha(稲)
- ③ 作付け強度：120%→280%
- ④ コメの収穫量：5.6t/ha/年→6.5t
- ⑤ 工程：2017年3月～2024年4月(計画)

⑥ 事業実施機関：PU 水資源総局

上記両計画共に、3次水路以降の末端施設は、中央政府、地方政府の支援を受けて水利組合が運営・維持管理することになっている。従って、事業実施機関である PU 水資源総局と、上記の MoA と連携する技術委員会を通して綿密に協議し、シートパイプシステムの有償資金協力両計画への導入を積極的に働きかけるとともに、水利組合に対しても、シートパイプシステムの導入を推奨するように提案する。

3-2-4 民間連携ボランティア（コミュニティ開発）

シートパイプシステムの施工に関するノウハウは、協和建設工業が有しているため、民間連携ボランティアとして、中央政府機関の地方事務所に派遣することにより、インドネシアでのシートパイプシステムの導入にあたってのより詳細な技術的な優位性、普及方法に関して、情報を得ることができる。具体的な派遣先は、現在実施中のコメリン灌漑計画第三期に参加しているコメリン水利組合が最も実現性が高い。

表 3.4 民間連携ボランティア（コミュニティ開発）の要請概要

1. 配属機関概要	
1) 受入省庁名	農業省
2) 配属機関	農業研究開発庁、南スマトラ農業技術評価研究所（または、ランブン農業技術評価研究所）
3) 任地	コメリン、コメリン水利組合
2. 要請概要	
1) 要請理由・概要	コメリン灌漑計画第三期には排水改良の事業が含まれており、水利組合でシートパイプシステムの活用を推進するために、E-Catalogue の申請方法、シートパイプの施工方法等を広報することを要請されている。
2) 活動内容	E-Catalogue の申請方法、シートパイプシステムの施工方法に関する広報。
3) 機材	執務室、バイク
4) 配属機関	コメリン水利組合
5) 使用言語	インドネシア語

出典：JICA 調査団作成

3-3 C/P 候補機関組織・協議状況

3-3-1 案件化調査の実施に向けた課題対応

本案件化調査は、C/P を IAARD とし、IAARD 傘下の各機関との間の調整を農業大臣官房に相当する大臣アドバイザーの方に調整業務を依頼していたが、MoA に在席しているものの、プロパーではない（IPB からの出向）ため、予算編成には関与しない立場にあり指示系統面で限界があった。そのため、本案件化調査を進めるにあたり、行政官

庁である MoA の内部に「案件化調査」に対応する部署を設立してもらうことが喫緊の課題であった。

したがって、第一回調査団の調査内容を以下のように想定し、駐日インドネシア大使館からの紹介により、MoA 内の JICA への窓口である国際協力局との協議を行うこととした。

- ①「案件化調査」という JICA の調査スキームを MoA 幹部に認識させる。
- ②MoA と JICA 調査団の間の連絡体制を確立する。(ラボ試験・フィールド試験チームと、(株)オリエンタルコンサルタンツグローバルを中核としたインドネシアの農業政策の動向調査チームに大きく分け、それぞれの調査実施のための連絡体制を確立するため、MoA の組織の紹介を受ける。)
- ③フィールド試験対象地である ICRR スカマンディー試験圃場内に試験用農地の確保を依頼する。また、土地のデータ(地形、地質、利用規定等、行政的な条件)を確認する。
- ④MoA と協力し、事前に税関に対してモールドレーナーの再輸出条件での輸入について確認する。
- ⑤試験圃場でのフィールド試験実施に対し、警察や法務・人権省の出入国管理機関から緩衝を受けないように、プロテクトする方法を提案・協議する。

国際協力局は図 1.4 に示す通り、大臣官房に属し、農業に関する多国間、二国間の国際協力業務を担っており、また JICA への窓口ともなっている。国際協力局の内部は以下の図 3.4 のような構成である。担当窓口は、二国間の協力関係を扱う「二国間部」であり、直接協議するのはアジア太平洋課であるとの説明を受けた。

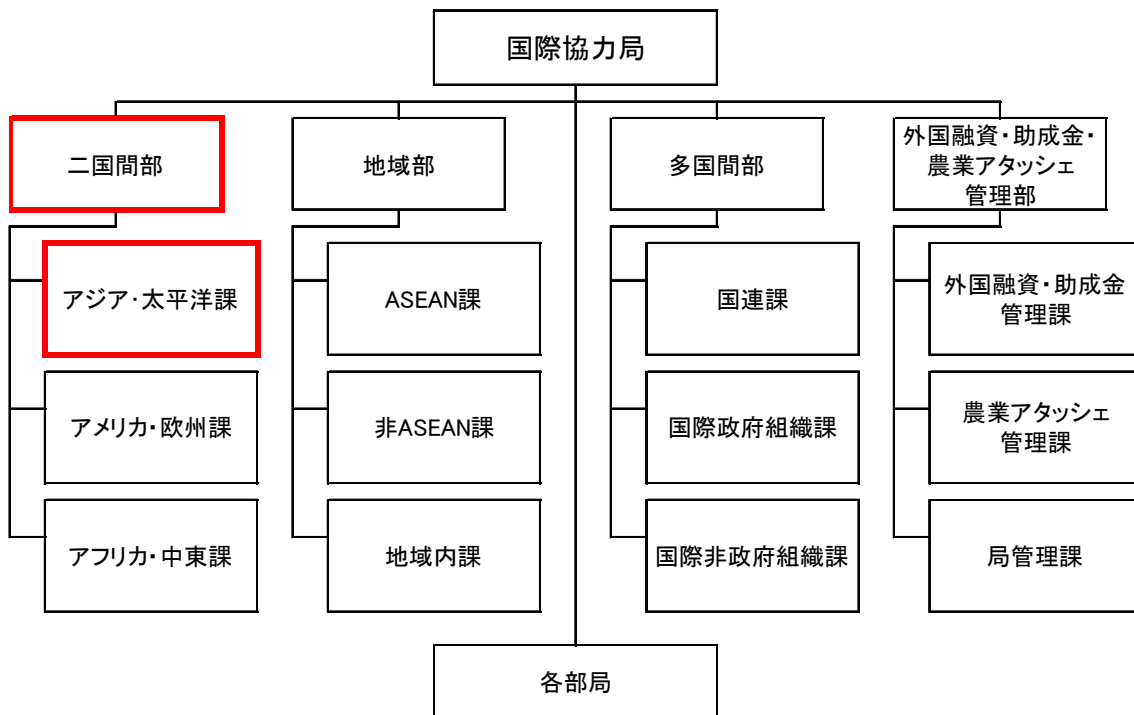


図 3.4 MoA 大臣官房国際協力局組織図

出典：インドネシア農業省（MoA）ウェブサイト掲載資料に基づき JICA 調査団作成

以上の動きの中で、IAARD の担当者から、「MoA 上部のコンセンサスを得なければ、これ以上動くことはできない。MOU 形式でよいので、文章化してほしい。」との要請を受けた。

MoA は、省内で動くには JICA との契約書が必要であり、公式コメントを出すには、協和建設工業ではなく JICA からの確証がほしいというものであった。

インドネシア側の理解を難しくしていたのは、JICA の一般の ODA プロジェクト形成調査や無償工事でのコンサルタント契約、あるいは「JICA と MoA」が、協和建設工業と契約を結び、MoA も影響力を行使できるとの誤解があったと想定される。一方、案件化調査は、あくまで JICA が協和建設工業に業務委託するものであるが、JICA という名前の与えるインパクトが大きく、MoA に案件化調査を理解させることに困難が想定された。

以上の経緯の中、第一回現地調査では、MoA 傘下の C/P である IAARD と MOU を結び、以後の調査をスムーズに進めることを最大の目標とした。

3-3-2 C/P との MOM 締結の経緯

表 3.5 MOM 締結までの経緯

期間	目的
5月26日	JICA と協和建設工業の間で、業務委託契約の調印
6月11日～6月20日	第1回渡航 <ul style="list-style-type: none"> ・ JICA と MoA 間の合意文書について MoA 国際協力局、農業大臣アドバイザーとの打合せ ・ フィールド試験地の確認・視察 ・ 他関連組織訪問 (JICA、JETRO、通関業者)
7月23日～7月26日	第2回渡航 <ul style="list-style-type: none"> ・ MOU を MOD とする調印に向けた、MoA 国際協力局との交渉、農業大臣アドバイザーとの調整業務
9月11日～9月22日	第3回渡航 <ul style="list-style-type: none"> ・ 9月20日：MoA、JICA、協和建設工業の三者で、MOD を MOM に変更して締結 (JICA 村上氏、村田氏の同席) ・ IAARD とのキックオフミーティング ・ フィールド試験地の測量調査

出典：JICA 調査団作成

C/P とする IAARD との合意文書締結に向けて、以下の二つの方針を立て、MoA 各部署と協議を進めた。

①MoA 大臣官房国際協力局との協議

MoA に「案件化調査」を理解させることにより、C/P である IAARD の協力を可能とする。

- ・ 案件化調査全般、および輸送業務における支援の依頼
- ・ ビザ、労働許可について確認
- ・ 本邦受入活動について手続確認
- ・ 農村・後進地域開発・移住省及び PU 以下他省庁で行う調査への推薦状
- ・ 市場調査、統計データ収集及び国家調達庁 (以下 LKPP と称す) の調査の支援依頼

②IAARD との協議

「案件化調査」の C/P としての主体的支援項目の確認を行う。

- ・ 案件化調査の全体計画に沿った依頼項目の確認
- ・ IAARD 傘下の ICRR が管理するスカマンディー試験圃場の組織図と打合せ責任者、連絡体制の確認
- ・ フィールド試験に先立った必要な手続の確認
- ・ スカマンディー地区の警察と消防、病院の確認

3-3-3 MOMの締結

9月20日、IAARD、JICA、協和建設工業の三者立ち会いの下、MOMの調印を行った。(別添資料参照)調印に際しては、大臣官房国際協力局、IAARD、ICRR、JICAと協和建設工業により事前協議を重ね、MOU、MODからMOMへの合意文書タイトルの変更を経て、合意形成を図った。MOMの締結により、4ヵ月遅れではあるが、本案件化調査への着手が可能となった。

以上のことから、C/P機関は、案件化調査でもC/PであったMoA、IAARDを予定している。現場レベルではIAARDの下部組織であるICRRおよび各州の農業技術評価研究所とする。案件化調査と普及・実証事業に引き続いて、技術協力プロジェクト、民間連携ボランティア派遣等と同じC/P機関で実施する。案件化調査に参加したIAARDおよび下部組織は、シートパイプシステムに関する知識をすでに保有しており、今後のODA案件においても効率的に共働できるものと考えている。

3-4 他 ODA 事業との連携可能性

図 3.1 に示したように、提案した ODA 案件はそれぞれ関連している。これらを有機的に連携して促進することは、シートパイプシステムの普及のために有効である。まずは、案件化調査から普及・実証事業に進め、シートパイプシステムの E-Catalogue 登録を早急に進める。当面連携する ODA 案件としては、現在実施中のコメリン灌漑計画(第三期)、およびルンタン灌漑近代化計画の排水改良として、E-Catalogue 登録済みのシートパイプシステムの導入を提案する。また、MoA からの案件要請、実施に関して、MoA 派遣の JICA 専門家との連携を密にする。

3-5 ODA 案件形成における課題・リスクと対応策

インドネシアでは、これまでも MoA を実施機関とする ODA 案件を数多く実施しており、今後の事業実施においても問題は小さいものと考えられる。ただし、本案件化調査のように、民間企業が主体的に実施する新たなスキームに関しては、インドネシア側は不慣れであり、従来形式に固執し実施までに時間を要することが考えられ、それがリスクとなる。対策としては、実施機関への日本側(JICA)からの丁寧な説明と理解を得る努力が必要であり、実施機関は新たなスキームに対して、柔軟かつ迅速に理解する必要がある。

3-6 環境社会配慮等

シートパイプシステムを活用する提案した ODA 案件は、全て既存の農地における圃場整備や改修であり、新たな用地の取得や住民の移転は発生しない。また、シートパイプ本体の材料は水質汚濁の原因となる物質を含んでおらず、排水路等の土木構造物は多くが既存のものを活用することから大規模な建設工事は不要であり、環境への影響は小さい。

①カテゴリー分類：C

②カテゴリー分類の根拠

提案した ODA 案件はシートパイプシステムを敷設することにより、排水改良を

図る事業であり、大きな地形の改変を伴うものではない。従って、「JICA ガイドライン 2010 年 4 月公布」に掲げる農業セクターのうち大規模なものに該当せず、環境への望ましくない影響が重大でないとは判断され、かつ、同ガイドラインに掲げる影響を及ぼしやすい特性および影響を受けやすい事業には該当しない。

③ 工事中の汚染対策

土木工事中は水質および工事騒音について、インドネシアの国内基準を満たすように留意して施工する必要がある。ただし、施工は通常農村地域の農地の一部で実施されるため周囲への影響は小さいと判断され、施工中の水質の悪化も発生しないと判断される。

④ 社会環境面

提案した ODA 案件は、農業試験場の既存の試験圃場や農村地域の既存の農地の改良や改修であり、住民の移転等は発生しない。

3-7 期待される開発効果

第 1 章で述べたように、インドネシアの農業部門では、食料安全保障の確立が最重視されており、農業基盤整備などによる農作物の生産性の向上が重要な開発課題の 1 つとなっている。また、本案件化調査において、ラボ試験やフィールド試験により、シートパイプシステムが農地の排水機能を向上させることが確認された。これを踏まえて、普及・実証事業においてシートパイプシステムの設置による生産性向上効果を実証し、また技術協力プロジェクト、民間連携ボランティアを通じて排水不良地改善のための農業技術者の能力を向上させ、シートパイプシステムを普及させることにより、排水不良農地の改善が進み、農業生産性および農家の所得向上や、農業機械化の促進に寄与することが期待される。

以上のように、シートパイプシステムはインドネシア政府が最重要課題と位置付ける食料安全保障（食料確保、食料自給の達成）の確立のための農業生産性の向上に効果を発揮し、開発課題の解決/達成に大いに貢献することが期待される。また、地域住民の所得の向上および貧困削減への効果も期待され、ODA により支援することは我が国とインドネシアの今後の友好関係にも貢献するものといえる。さらに、提案した ODA 案件（普及・実証事業、技術協力プロジェクト、有償資金協力事業、民間連携ボランティア）は、我が国の ODA 方針である「対インドネシア援助方針」の枠組みに沿っており、今後の ODA 案件として、我が国の中小企業が有する技術（シートパイプシステム）を活用してインドネシアが直面する優先度の高い重要な開発課題の解決/達成に大きく貢献することができるものと判断できる。

第4章 ビジネス展開計画

4-1 ビジネス展開計画概要

本案件化調査において、日本国内の産官学連携とインドネシアでの産官学連携を2国間連携として構築し、その連携成果として普及・実証事業が最大の効果を発揮できる為の協力と支援の確約を得た。今後のビジネス展開においても、構築された連携、人脈を活用することにより、インドネシアに適応した農業インフラ技術として普及活動を進めていく。

インドネシアを初めとする多くの農業後進国では、食料安全保障を確保するための農業インフラの整備が遅れており、とりわけ灌漑インフラの整備の重要性が政策の主体ともなっているため、排水技術への農業技術者の関心と成果への評価意欲は低い。

協和建設工業の提案するシートパイプシステムは、排水機能を高めることによって、作物の品質の向上と生産量の増大を促すものであり、併せて、圃場が乾地化して農業機械の投入が容易になり圃場回転率が上がり、多期作・多毛作が促進されて、単位土地あたりの収穫量が上がる。結果的に、インドネシアの直面する課題解決手法の一つとして、十分な理解と大きな期待を得ている。しかしながら、インドネシアの多くの農業政策関係者や農業技術者は、灌漑インフラ設備を計画するにあたり、排水インフラを考慮することが農村開発に大変有効であることを認知していないことが本案件化調査によって判明した。

JICAの普及・実証事業を活用し、シートパイプシステムの敷設の有無における生産量を比較することでシートパイプシステムの有効性を実証し、インドネシア政府や民間企業の市場を開拓する中で、ビジネスとしてシートパイプシステムを展開する。

また、広大なインドネシア国内でのビジネス展開にあたり、協和建設工業はインドネシアの現地ビジネスパートナーとシートパイプシステムに関する販売代理店契約等を結んでおり、シートパイプ資材、シートパイプ成形装置、専用重機であるモールドレーナーの流通・販売が容易に得られるよう確保している。特に、機械のメンテナンスについては、インドネシア国内全域で利便性が確保できるよう、サービスネットワークの整備を進める。

事業計画は、特定した市場に対しての実現率を加味した投資と収益による収支計画が重要である。中小企業である協和建設工業は、財務力と人材に人員の補強と育成や、市場の開拓規模に合わせた流通と営業形態は、インドネシアのニーズに合わせて発展させていく予定である。特に、営業形態については、法律や税制の変更、為替変動によるリスクが大きく、専門家を交えた慎重な検討が必要と考えている。

シートパイプシステムは、農地の排水機能を高めることによって作物の品質の向上と生産量の増大を促すものであるが、そのプロセスは、インドネシアが直面する農業インフラの課題解決の一助となる。プロセスは以下の通りである。

- ① 灌水と排水を制御することにより、灌水量の節減と作物への適正環境を維持する。
- ② 圃場の排水能力を高めることにより、圃場表面のワーカビリティを高め、農業機械化を促進する。
- ③ 排水困難な圃場、灌水が困難な圃場に対しては、付加施設を併用することで土壤環境

を改善する。

シートパイプシステムを海外展開することにより、インドネシアのみならず、日本国内においても、山口県内の関係企業の生産性向上と、人材交流と育成により生産を取り巻く経済環境が向上することも期待でき、ビジネス展開には重要な要素である。

表 4.1 ビジネス展開スケジュール

対象とする事業	1～4年目	5年目	6年目	7年目以降
本案件化調査／普及・実証事業	■			
農業省助成金による圃場整備事業	■	■	■	■
ODA事業(有償・技協)		■	■	■
インドネシア政府独自予算による公共事業			■	■
民間事業				■

出典：JICA 調査団作成

4-2 市場分析

非公開

4-3 バリューチェーン

非公開

4-4 進出形態とパートナー候補

非公開

4-5 収支計画

非公開

4-6 想定される課題・リスクと対応策

非公開

4-7 期待される開発効果

インドネシアは太陽と水に恵まれ、農業国としてポテンシャルは高い。雨季・乾季のあるバリ島以東香料諸島に至るヌサテンガラ地方を省けば、通年にわたり米作が可能である。二期作・三期作が可能地域も多い。むしろそういった自然環境を生かしてないともいえる。その大きな原因が農地の排水不良であり、排水施設も整備されていない。同国の RPJMP2015-2019 では、開発フレームに基づいた中期戦略計画において「新規灌

「概スキーム 100 万 ha 相当の開発」が目標として設定されているが、シートパイプシステムに焦点があたることで周辺の排水路の整備などの、国・州政府主導の農業基盤整備が進展すると想定される。また、財閥系企業も、未開地の米作に焦点を当てていると想定される。また、7月の展示会で来場した投資家やプランテーションオーナーは、農地の排水技術であるシートパイプシステムのプランテーション農場における灌漑排水への転用や、斜面排水を利用しているコーヒー園、パームオイル等の作物栽培に対してシートパイプシステムの排水効果に着目し平地での栽培を試みたいという提案があった。

このように、ビジネス展開の中で、様々なニーズを捉え、また MoA、PU そして民間企業の研究開発機関と交流を深め、多様化した要求に合わせてシートパイプシステム技術を革新する中で、新たなビジネスの機会を開拓できると考えられる。水田だけでなく、多様な農業世界をターゲットとし、実践の中から新しいビジネスを生み出し、ODA 以下の公共事業、民間ビジネスを通して、インドネシアの経済開発・発展に大いに貢献できると考えられる。

4-8 日本国内地元経済・地域活性化への貢献

①産学連携強化

本事業において弊社は、山口大学のノウハウを活用した現地調査を予定している。これまでも独自にシートパイプシステムの技術を発展させてきたが、本調査を通して得られた結果をもとに学術的な視点・裏付けの取れた技術発展を期待することができ、こうした連携強化を通じて、国内でもより効果の高いシートパイプシステムを施工することが可能となる。農地の排水を現在よりもさらに効果的に行うことができれば、国内の農業に裨益を与えることができる。

②国内の雇用創出

シートパイプシステムに関連する資機材の多くは、山口県内の企業・工場で作成している。例えばシートパイプは信越ポリマーの周南工場、シートパイプ成形装置は山口県萩市のサン精機が生産しているため、シートパイプシステムの海外展開が実現すれば資機材の生産量が拡大し、地域の新規雇用を喚起することができる。

一方で弊社内でも海外事業を担当するスキルを持った人員の確保が必要となり、高度なスキルを持った人材の採用・育成に取り組むことが可能となる。

人口流出が続く地方都市にとって雇用の創出は定住の受け皿として大きなウェイトを占めるため、地域の定住・人口増加に貢献することができる。

③県内企業の海外進出促進

インドネシアに係る事業では、弊社は山口県、ジェトロ山口等の機関からのアドバイスを受けている。弊社の海外ビジネス展開が今後海外へ進出する中小企業を後押し、また蓄積されたノウハウを他の海外展開を行う企業と共有することで、中小企業の海外展開を深化させることもできる。

Summary

Chapter 1 Development Issues of Target Country/Region

According to the Indonesian Ministry of Agriculture, the productivity of about 3.5 million hectares of Indonesian agricultural land is impaired due to their poor drainage. Because of that, especially, yield on the outer islands such as Sumatra is remarkably low; and increasing productivity of poor-yield agricultural land is a big issue. As a main cause of this issue, the Indonesian Ministry of Agriculture notes that the poor drainage of the agricultural land impedes increase in the productivity; leads to a decline in the quality of the crops; and planned production is hindered by emergence of unavailability of cultivation period due to the poor drainage. The Ministry is planning to introduce technology to improve the drainage. Also, it is predicted that Indonesian agricultural land area will shrink further in the future due to competition of lands and water resources caused by urbanization and industrialization of Java with the economic development. Transforming unused wetlands in the outer islands to agricultural land for cultivating edible crops is also an one of the issues.

Currently, the development plan of Indonesia is based on the 20-year National Long-Term Development Plan (RPJPN 2005-2025). The 5-year National Medium-Term Development Plan (RPJMN 2015-2019) and the annual action plan (RKP) are being implemented for such Development Plan. In addition, the Indonesian Ministry of Agriculture's "Strategic Plan of Indonesian Ministry of Agriculture 2015-2019" is being implemented. The directions of agricultural policy in Indonesia are defined as ensuring the food security, enhancement of sustainable agriculture and the development of the agricultural regions through increasing the agricultural productivity, supplying safe foods, increasing the agricultural sector's contribution to the nation's GDP, reducing outflow of immigrants/farmers from the agricultural areas, and sustainable use of their natural resources and genetic resources.

On the other hand, Japan's Basic Policy of Assistance (Principal Purpose) for "Country Assistance Policy for the Republic of Indonesia" is "Assistance for well-balanced development and enhancement of capacity to address issues of the Asian region and international society." And, Japan provides as much support as possible to the self-help efforts by Indonesia for the following three items as Priority Areas (Sub Purposes):

1. Assistance for further economic growth
2. Assistance for correction of inequality and establishment of a safe society
3. Assistance for the enhancement of capacity to address issues of Asian region and international society

The development issues in their agricultural sector will be addressed by "Assistance for correction of inequality and establishment of a safe society." Increase in the productivity of agricultural products and the production volume in the agricultural regions will result in securing foods, increasing the gross regional domestic products (GRDP) and contributing to increasing the farmers' income. Also utilizing the un-used lands or improving low-productivity agricultural land on the outer islands, which are

economically lower than Jakarta or Java, will contribute to rectifying the regional inequality. This Japan's assistance will contribute not only to Indonesian government's development policy, but also to Indonesian economy in which Indonesia's agriculture, forestry and fisheries industry accounts for approximately 13.5% (BPS, 2016) of their GDP (2015).

Thus, it can be said that the improvement of Indonesia's agricultural production infrastructure including drainage improvement, which contributes to food security and correction of regional inequality, among the assistances for Indonesia by Japan has higher priority.

Chapter 2 Proposing company, product and technology

(1) Proposing product and technology outline

The Sheet-Pipe System is a system that constructs (installs) sheet pipes, designed as drain dedicated pipes, under the ground of agricultural land with poor drainage; and contributes to the growth and quality improvement of crops by managing the drainage on the agricultural land and supplying air to the soil. It has the following features:

- ① The sheet pipe is in a form of sheet before the construction under the ground and is transformed to a form of pipe at the stage of construction under the ground. Since it is a form of sheet, it is compact and easy to transport.
- ② Since the sheet pipe has high straightness without meandering under the ground due to its nature, water in the sheet pipe will be discharged smoothly even if it is constructed horizontally without gradient.
- ③ Under the conventional construction method, excavating the ground, setting of drain pipe and backfilling of the soil are sequentially carried out. However, the Sheet-Pipe System allows the installation of the drain pipe (sheet pipe) in a brief time by drawing the pipe under the ground with a dedicated heavy machine called "MOLE DRAINER."
- ④ The Sheet- pipe system can be applied to existing agricultural land where there is a small difference in height between the agricultural land and drainage routes, because the sheet pipe is constructed at shallow ground (50 cm) horizontally without gradient toward drainage outlet.
- ⑤ Opening and closing the drainage cap installed at drain outlet allows managing the amount of drainage from the agricultural land, enabling rice double-cropping or triple-cropping.
- ⑥ Air flows into the sheet pipe from the ventilation hole facilitates quality improvement and growth of crop.

The Sheet-Pipe Systems have been adopted mainly in public works in western Japan, mainly in Yamaguchi Prefecture. We have had over 200 orders of the Systems and have a record of over 1,000 ha construction area. In recent years, there are many inquiries on the System from Kanto, Kinki and Chubu regions as well, and the System is increasingly being widely used in Japan. Regarding the applicable soil environment, there are the field proven results in diverse soils such as clay layer, shirasu layer and sandy soil.

The advantages of the Sheet-Pipe System are as follows:

- ① Since the sheet pipe is installed by "being drawn" with a MOLE DRAINER, a dedicated heavy machine, it eliminates work to excavate and backfill soil; this elimination shortens the construction period to about 1/4 of that for the conventional construction method. Also, the construction cost can be reduced by approx. 50%. Moreover, the construction can be carried out without destroying the soil structure necessary for the surface water of agricultural land to penetrate the ground and to be drained; therefore, the Sheet-Pipe System does not hinder the water collection/drainage effect from the ground surface into the ground.
- ② Since the sheet pipe before the construction under the ground is in a form of sheet, the packing size is very compact (0.04 m³/100 m); and is 1/15 volume of pipe-shaped drain pipe; the transportation is simple and convenient, allowing to keep the transportation cost very low.
- ③ Since the sheet pipe is constructed under the ground horizontally without gradient towards the drainage outlet, the introduction is possible even in places where the height difference between the agricultural land and the drainage routes is small.

In addition, the Sheet-Pipe System is an innovative technology registered in the New Technology/New Construction Method defined by the Agricultural Bureau of Chugoku, Shikoku 2011 within the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries; and it has been evaluated as very excellent on the drainage effect of agricultural land. In addition, the effectiveness has been reported by Yamaguchi, Hiroshima, Oita and Kagoshima prefectures as well as the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries; and it has gained a high reputation for the drainage function of agricultural land, the quality improvement of agricultural crops and the effect of increasing the yield.

(2) Survey on product and technology on-site adaptability

① Field Test

To verify the adaptability of the Sheet-Pipe system to Indonesia's agricultural land, a field test (test installation of the Sheet-Pipe System) using agricultural land of 0.4 ha was conducted at Sukamandi Field Station of the Indonesian Center for Rice Research, Indonesian Agency for Agricultural Research and Development (ICRR).

Before the construction, as a maintenance work on Sukamandi Field Station's agricultural land, removal of the ridges between four blocks in the target agricultural land and a work for flattening the agricultural land were carried out. Also, to facilitate the water management at the agricultural land, a water intake and two drain outlets for the surface water were provided, and then a Sheet-Pipe System construction followed.

Because of verifying the construction accuracy and the quality of the Sheet-Pipe System in accordance with the quality control standards stipulated by public works in Japan, it was proved that all of them meet such quality control standards. The drainage effect at the agricultural land was also excellent, and we were given a comment from ICRR saying that significant production increase is expected. Also, to commemorate the construction, a ceremony including an observation of the construction site was held for the concerned officials with the Indonesian Ministry of Agriculture and Indonesian university officials. Indonesian Ministry of Agriculture stated that the Sheet-Pipe System

is a technology that is expected to become an effective solution to increasing agricultural productivity.

However, Indonesia's agricultural land is susceptible to rain falls especially in rainy season, because the maintenance of the canals and drainage routes are not good, and small gradient of canals easily cause water accumulation; this water accumulation can cause a rise of water level of the drainage routes. Therefore, it may not be able to demonstrate the sufficient effectiveness of the Sheet-Pipe System. To make it functions effectively in Indonesia through the year around, it is indispensable to improve and maintain the canals and drainage routes there.

②Laboratory Test

We evaluated the Sheet-Pipe System's drainage performance in collaboration with Bogor Agricultural University (IPB). For the overall evaluation, we built a small model soil tank and compared the Sheet-Pipe System's drainage performance with other perforated drain pipes' drainage performances. Next, the influence of the drainage on the distribution of water head, suction and volume water content in the soil was studied; and the overall evaluation on the drainage performance of the Sheet-Pipe System was made by calculating the required dynamic water gradient at drainage.

As a result, it was verified that the Sheet-Pipe System satisfies the requirements provided for shallow ground drainage function. Therefore, by using the sheet pipe, it is possible to uniformly lower the groundwater level throughout the area set as a model; and it is deemed that the adaptability of the Sheet-Pipe System to ditch drainage is fully satisfactory.

③Survey on outer islands, survey of soil and groundwater

For a wide use of the Sheet-Pipe System in the future in Indonesia and in order to examine suitable place and the adaptability for constructing the Sheet-Pipe System, we made a survey on soil quality and groundwater at Sukamandi Field Station of ICRR, West Java Province; and also as candidates on the outer islands, we made surveys on the situations at the test agricultural land of South Sumatra Assessment Institute for Agricultural Technology, the East Kalimantan Assessment Institute for Agricultural Technology and the South Kalimantan Assessment Institute for Agricultural Technology. The results of the survey are as shown in the table below.

Test Item		Number of samplings				Total
		Sukamandi Field Station	South Sumatra	East Kalimantan	South Kalimantan	
Soil quality survey	Survey of obstacles under the ground	0.5 ha	Approx. 1 ha	Approx. 1 ha	Approx. 1 ha	
	Sampling of soil with an auger	2 different depths for each of 5 locations	2 different depths for each of 5 locations	2 different depths for each of 5 locations	2 different depths for each of 5 locations	20×2=40 locations
	Water level at agricultural land	5 locations. Continually measured after the construction	5 locations	5 locations	5 locations	20 locations
Lab. test	Specific gravity of soil particles	10	10	10	10	40
	Water content rate of soil	10	10	10	10	40

	Granularity analysis of soil	10	10	10	10	40
	Soil consistency test	10	10	10	10	40
	Soil density test	10	10	10	10	40
In-situ test	Site permeability test	5 locations				5 locations
	Measurement of soil pH	1	1	1	1	4
	pH of water in soil	1	1	1	1	4
	Measurement of irrigation water pH	1	1	1	1	4

In the short term, it is difficult, in South Sumatra, to implement improving the drainage with the Sheet-Pipe System. However, in the medium to long term, there is a plan to change the annexed Kayuagung Test Field to a center of wet tropical rice cultivation. It is necessary to formulate a test plan, a maintenance plan for the test agricultural land, an operation plan; also it is necessary to implement dividing the test agricultural land, setting up irrigation canals and drainage routes, flattening the test agricultural land and setting up test facilities. It is useful to implement the Sheet-Pipe System during such process. Currently the Sumatra longitudinal expressway is under construction; it is 2,800 kilometers in a total length from Bakauchi located at the southern tip of Sumatra to Aceh located at the northern tip. The total construction cost is approximately 3,300 billion yen. It is expected that it will take more than 10 years to complete it; however, the itinerary from the northern end to the southern end will be shortened from one week to one or two days. Therefore, the land transportation situation of the whole island can be greatly improved. In order to efficiently allocate funds, it is important to identify the progress in improving the traffic infrastructure and to start implementing the Sheet-Pipe System at an appropriate time.

Since the candidate land in East Kalimantan is a private land, it is necessary to negotiate with the East Kalimantan Assessment Institute for Agricultural Technology and farmers there when implementing the Sheet-Pipe System. The place is deemed to be suitable as a place to implement the Sheet-Pipe System; because the farmers are cooperative in this survey, and there is a canal immediately beside the agricultural land, and the difference between the agricultural land's topsoil surface and the canal's water surface is relatively large.

South Kalimantan is relatively well maintained, and experimental studies on various kinds of crops are being conducted; it is deemed to be possible to test not only rice multi-cropping but also multiple-crop farming and rotation of rice and upland field crop. During the rainy season, the difference between the agricultural land's topsoil surface and the canal's water surface becomes smaller, so it is necessary to lower the waterway level of the canals when draining the agricultural land. However, it is deemed to be relatively easy to implement the Sheet-Pipe System.

(3) Contribution feasibility of development challenge

As a result of the on-site survey, the local adaptability of the Sheet-Pipe System in Indonesia was verified; and the effectiveness on increasing the crop yield by introducing the Sheet-Pipe System matches Indonesia's the National Medium-Term Development Plan, the Strategic Plan of the Indonesian Ministry of Agriculture and also, the development policy of the economic development

acceleration/expansion master plan of Indonesia. In Indonesia, there is a great need for modern technologies that make it possible to improve the drainage function which is one of important agricultural production bases; and it is deemed to be reasonable to implement the Sheet-Pipe System as one method for improving their productivity due to technological innovation.

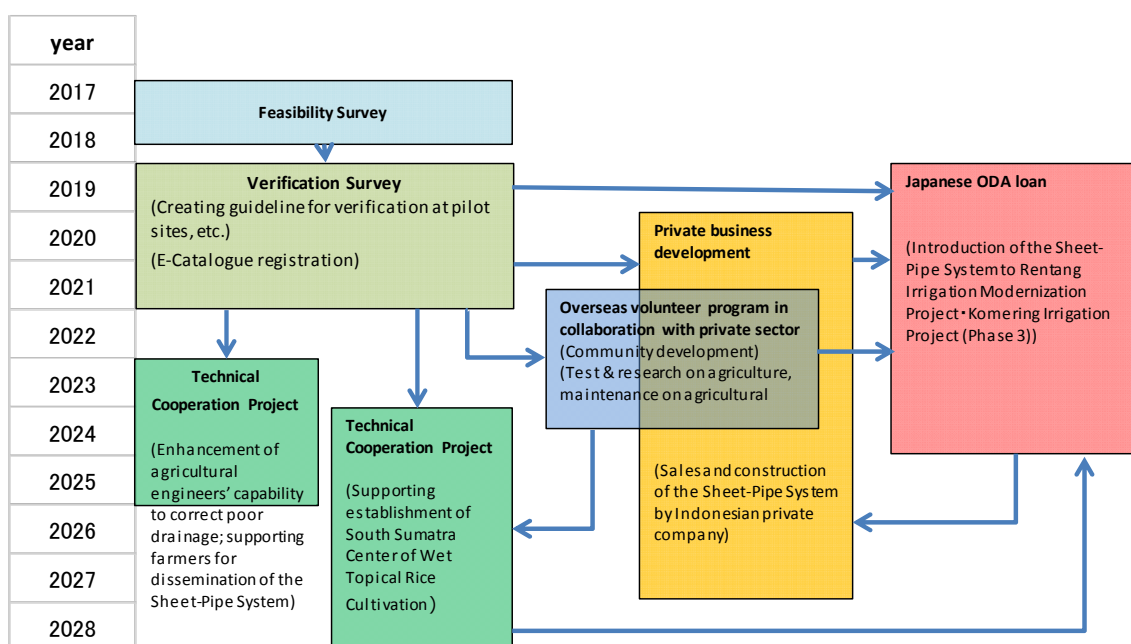
As mentioned above, improvement of the agricultural infrastructure through introduction of the Sheet-Pipe System in Indonesia is deemed: it realizes improvement of productivity of agricultural crops (especially rice); and significantly contributes to solution/achievement of food security (achievement of food security, food self-sufficiency) which is Indonesia's development challenge in its agricultural sector.

Chapter 3 ODA Program

In formulating an ODA program utilizing the Sheet-Pipe System, we propose a program (Technical Cooperation Projects, Japanese ODA loan, overseas volunteer program in collaboration with private sector) aiming at strengthening the service capability of Indonesia's central and local governments by implementing the Sheet-Pipe System and aiming at improving the poor drainage at agricultural land in their agricultural regions.

This Feasibility Survey's major purposes were clarifying the facilitation of drainage with the Sheet-Pipe System, demonstrating the easiness of constructing the sheet pipe with a MOLE DRAINER and verifying the characteristics of the sheet pipe for registration in the E-Catalogue. For this reason, as a next step, it is essential for us to do: i) verify improving crop quality and increasing crop yield by managing the drainage with the Sheet-Pipe System on Verification Survey; ii) motivate farmers to introduce the Sheet-Pipe System; and iii) make the Sheet-Pipe System well known to them that it is a product and technology which can contribute to solving/achieving Indonesia's development tasks.

The Feasibility Survey, future Verification Survey, ODA program (Technical Cooperation Projects, Japanese ODA loan, overseas volunteer program in collaboration with private sector), and relevant private business are shown in below figure in time line with their relationship.



Chapter 4 Business Development Plan

In this Feasibility Survey, we have established a collaboration between industry, government and academia in Japan and a collaboration between industry, government and academia in Indonesia as a bilateral partnership. As a result of such partnership, we have gained commitment for cooperation and support to allow the maximum effectiveness for Verification Survey of the Sheet-Pipe System. In the future business development, we will promote activities for the wide use of the Sheet-Pipe System as an agricultural infrastructure technology adapted to Indonesia by utilizing the collaboration and personal connections that we have established.

In many agriculturally underdeveloped nations including Indonesia, the development of agricultural infrastructure for ensuring food security is delayed. Since the importance of improving irrigation infrastructure is particularly the subject of their policy, the interest by the agricultural engineers in drainage technology and its outcome is low in those nations.

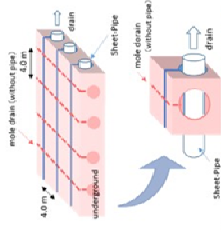
The Sheet-Pipe System facilitates improving the quality of crops and increasing the production volume by improving drainage function; and it has obtained sufficient understanding and great expectation as one of the methods for solving the issue Indonesia is facing. However, this Feasibility Survey has discovered that many agricultural policy officials and agricultural engineers in Indonesia do not realize that considering drainage infrastructure is very effective on developing agricultural community when planning irrigation infrastructure facilities. Therefore, by demonstrating the effectiveness of the Sheet-Pipe System through JICA's Verification Survey, we will identify the procurement market in the Indonesian government and private companies and will develop the Sheet-Pipe System as a business.

Also, for the business development in the vast Indonesia's domestic market, Kyouwa Kensetsu Kogyo Co., Ltd. has executed a distributorship agreement for the Sheet-Pipe System with a local business partner in Indonesia. The agreement allows to facilitate distribution and sales of the sheet

Feasibility Survey for Improvement of Agricultural Productivity by Adapting Sheet-Pipe System

SMEs and Counterpart Organization

- Name of SME: Kyouwa Kensetsu Kogyo Co., Ltd.
- Location of SME: Hagi, Yamaguchi Pref, Japan
- Counterpart Organization: Indonesian Agency for Agricultural Research & Development (IAARD)
- Survey Site: Sukamandi, Subang, West Java, Indonesia



Sheet-Pipe(Right: before, Left: after) Figure of Sheet-Pipe construction

Concerned Development Issues

- Food Security
(Expansion of Rice demand due to population growth, and decrease of rice production due to reduction of farmland by urbanization.)
- Decline of rice productivity and deterioration of rice quality due to poor drainage of farmland.
- Income gap between farmer and non-farmer.

Products and Technologies of SMEs

With managing drainage, and supplying air to the ground through Sheet-Pipe(exclusive drainage pipe) installed under farmland by Mole Drainer without trenching, the following effects are expected;

- Improvement of poor drainage in farmland cheaply and quickly and rice productivity will be increased.
- Stable production of rice can be ensured to cope with climate and environment change with proper drainage management by Sheet-pipe System
- Improvement of crop quality by management of Irrigation, Drainage and high-workability in land

Proposed ODA Projects and Expected Impact

Through the Verification Survey, the yield increasing effect and quality improvement effect with the collaboration among industry, academia and government will be verified and it is expected to establish the system suitable for Indonesia Agriculture.

- Stable farm income is to be secured due to multi cropping rice, diversification of crops by realization of multi-crop production, mitigation of yield fluctuation due to climate change, quality improvement effect, as a result it will greatly contribute to reduce the income disparity with non-farmers.
- To promote the improvement in paddy fields under poor drainage condition leads to the effective use of abundant agricultural workers and existing farm machinery, and introducing an highly efficient farming of promoting agricultural mechanization result in the yield increasing.

別添資料

非公開