

インドネシア国

**雨水貯水地下タンクを活用した
洪水対策・雨水再利用のための
案件化調査**

業務完了報告書

令和元年 7 月
(2019)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社大建

国内
JR
19-109

<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

	
<p>UNHAS 関係者との協議</p>	<p>現地民間住宅開発業者との協議</p>
	
<p>WR-PW との協議</p>	<p>WR-PW（地下原水センター関係者）との協議</p>
	
<p>WR-PW（地下原水センター関係者）への 提案技術の紹介</p>	<p>現地水事業者との打合せ</p>
	
<p>現地民間建設業者への提案技術紹介</p>	<p>WR-PW タンゲラン市職員との打合せ</p>



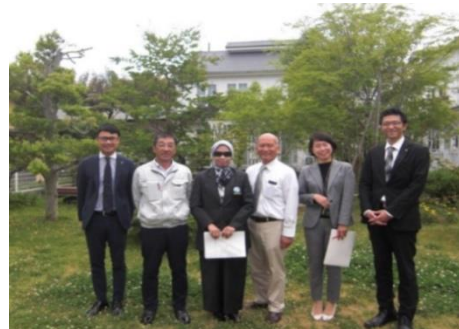
現地民間設計業者への提案技術紹介



現地民間設計業者への提案技術紹介



本邦受入「ためとつと」施工現場視察



本邦受入「ためとつと」施工現場視察



PU 局長との面談



ATMAJAYA 大学、州政府と共同設置した貯水槽



マカッサル市長との協議



UNHAS での発表

目次

要 約	viii
はじめに	xii
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 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等.....	7
1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針.....	14
1-4 当該開発課題に関連するODA事業及び他ドナーの先行事例分析.....	16
第2章 提案法人、製品・技術.....	18
2-1 提案法人の概要.....	18
2-2 提案製品・技術の概要.....	20
2-3 提案製品・技術の現地適合性.....	25
2-4 開発課題解決貢献可能性.....	29
第3章 ODA案件化.....	30
3-1 ODA案件化概要.....	30
3-2 ODA案件内容.....	31
3-3 C/P候補機関組織・協議状況.....	36
3-4 他ODA事業との連携可能性.....	38
3-5 ODA案件形成における課題・リスクと対応策.....	38
3-6 環境社会配慮等.....	39
3-7 ODA案件を通じて期待される開発効果.....	41
第4章 ビジネス展開計画.....	42
4-1 ビジネス展開計画概要.....	42
4-2 市場分析	44
4-3 バリューチェーン.....	48
4-4 進出形態とパートナー候補.....	49
4-5 収支計画	53
4-6 想定される課題・リスクと対応策.....	54
4-7 ビジネス展開を通じて期待される開発効果.....	54
4-8 日本国内地元経済・地域活性化への貢献.....	55

図表リスト

図 1-1	ジャカルタ及びマカッサルの位置	1
図 1-2	2002 年～2009 年にインドネシアで発生した洪水件数	3
図 1-3	ジャカルタ市洪水リスクマップ	3
図 1-4	ジャカルタ首都圏の標高	3
図 1-5	ジャカルタとボゴールの年間降水量	4
図 1-6	原水水質の年間変化 (2017 年)	5
図 1-7	マカッサル市洪水リスクマップ	5
図 1-8	インドネシア干ばつリスクマップ	6
図 1-9	上水道開発に関する政策枠組みおよび規制	8
図 1-10	2019 年度までの国家水道サービスにおける 4 つの目標	8
図 1-11	WR-PW 組織図	12
図 1-12	公共事業・国民住宅省 組織図	12
図 1-13	UNHAS 組織図	14
図 2-1	荻浦ガーデンサバーブ	19
図 2-2	「ためとつと」の構造	20
図 2-3	礫間接触酸化法の仕組み	23
図 2-4	提案製品のオプション	23
図 2-5	NCZ 工法	24
図 2-6	UNHAS に設置した試行版の設置場所	25
図 2-7	ビンタロ地区の工事中モスク	27
図 2-8	雨水流出量の比較	29
図 3-1	普及・実証・ビジネス化事業実施体制図	33
図 3-2	活動計画・作業工程表 (案)	33
図 3-3	ABSAH プロジェクトで計画されているコンクリート製ろ過貯留施設	36
図 3-4	地方環境局における環境許認可手続きの一般的な流れ	39
図 3-5	ボゴール市環境局組織表	40
図 4-1	ビジネス展開の流れ	43
図 4-2	ジャカルタにおける地盤沈下、洪水、水不足問題	44
図 4-3	ジャカルタにおける新規開発案件にかかる状況	45
図 4-4	提案技術の導入先候補分析	45
図 4-5	NANO TOWN2 概要 (住宅販売と図面)	46
図 4-6	住宅開発業者の自社ビルへの導入検討	46
図 4-7	提案技術と現地類似製品の比較	47
図 4-8	ATMAJAYA 大学と共同による雨水貯水槽	48
図 4-9	想定するバリューチェーン	48
図 4-10	現地内資企業 PMDN の設立フローチャート	50

表 1-1	飲料水と衛生に関する目標.....	7
表 1-2	インフラ全体に必要な予算及び財源（RPJMN2015-2019 年度）.....	9
表 1-3	水資源及び防災関連法令.....	10
表 1-4	水資源に関係する中央政府機関リスト.....	11
表 1-5	水資源分野に関係する州/地方政府機関のリスト.....	13
表 1-6	我が国国別開発協力方針との整合.....	14
表 1-7	水資源管理及び水害に係る防災分野の ODA 事業例.....	16
表 1-8	他ドナーによるインドネシア災害分野の主な案件.....	16
表 1-9	WR-PW における他ドナー案件.....	17
表 2-1	海外展開のためのこれまでの主な取り組み.....	18
表 2-2	提案技術「ためとっと」の水質推移.....	21
表 2-3	提案技術の販売実績.....	24
表 2-4	他の工法との比較.....	24
表 2-5	提案技術の水質検査結果 1.....	25
表 2-6	提案技術の水質検査結果 2.....	26
表 2-7	工事費用.....	27
表 3-1	検討している ODA スキーム.....	30
表 3-2	想定する普及・実証・ビジネス化事業の概要.....	31
表 3-3	普及・実証・ビジネス化事業概算費（案）.....	33
表 3-4	想定する日本 NGO 連携無償資金協力の概要.....	35
表 3-5	ABSAH プロジェクト候補地リスト（2019 年 51 箇所分）.....	37
表 3-6	ODA 案件形成における想定される課題・リスクと対応策.....	38
表 3-7	グリーンビルディング協会の制度と他国制度の比較.....	40
表 4-1	ビジネス展開計画.....	43
表 4-2	マカッサルで設立された提案技術のための PMDN 企業.....	51
表 4-3	日系企業向け会社設立コンサルタント会社.....	53
表 4-4	想定する収支計画.....	53
表 4-5	本調査実施によって今後見込まれる日本国内の地元経済・地域活性化.....	55

略語表

略語	正式名称	日本語
ABSAH	Akuifer Buatan Simpanan Air Hujan	アブサプロジェクト
ASEAN	Association of South - East Asian Nations	東南アジア諸国連合
BUILD	Breakthrough Urban Initiative for Local Development	地方開発のための画期的都市イニシアティブ
BOP	Base of the Pyramid	(途上国における) 貧困層
C/P	Counterpart	カウンターパート
FTA	Free Trade Agreement	自由貿易協定
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GHG	Greenhouse Gas	温室効果ガス
JABODETA BEK	Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, Bekasi	ジャボデタベック都市圏
JETRO	Japan External Trade Organization	日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
JST	Japan Science and Technology Agency	科学技術振興機構
LIPI	Indonesia Institute of Sciences (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia)	科学技術院イノベーションセンター
MDG	Millennium Development Goals	ミレニアム開発目標
MOU	Memorandum of Understanding	基本合意書
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OPACK	Organization for Promotion Academic City by Kyushu University	九州大学学術研究都市推進機構
PDAM	Perusahaan Daerah Air Minum	地方水道公社
pH	Potenz Hydrogen	水素イオン濃度指数
PUPR	Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	公共事業・国民住宅省
WR-PW	Directorate General of Water Resources Building Ministry of Public Works and Public Housing	公共事業・国民住宅省水資源総局
SDGs	Sustainable Development Goals	持続可能な開発目標
RPJMN	National Medium Term Development Plan	国家中期開発計画
UNDP	United Nations Development Programme	国際連合開発計画
UNHAS	Universitas Hasanuddin	ハザヌディン大学
WSP	Water Safety Plan	水安全計画

要 約

第 1 章 対象国・地域の開発課題

インドネシアは、世界最大のイスラム教人口を抱え、政治的な安定のもと 2016 年の経済成長率は 5.0% 等、順調な経済成長を続けている。しかしながらインフラの整備は未だ不十分な段階で、雨季には洪水被害による人的・経済的損失が発生し、過去 40 年間の被害規模は、地震・津波、洪水による死者数が 18 万人を超え、経済損失も約 120 億ドルに達する。

特に、人口及び行政・経済機能が集中する首都ジャカルタは、アジア有数の大都市であるが、低地であるという地形的制約、流域の市街化、地下水の過剰揚水による地盤沈下や地球温暖化の影響による海面上昇の影響を受け、2013 年に大規模な洪水が発生して以降、2014 年、2015 年と連続して洪水が生じ、人的被害や経済的損失が生じた。

このようにジャカルタは水災害に極めて脆弱な都市であり、雨季に発生する洪水被害をいかに軽減していくかという課題を抱えている。

提案技術「ためとつと」は、都市化や宅地開発が急激に進行しているジャカルタにおいて、雨季の雨水流出増に対する流出抑制（洪水時の最大流量の減少、洪水発生時期を遅らせ避難時間を稼ぐ等）の役割が期待できる。また、「ためとつと」を導入することにより、ジャカルタの洪水被害軽減と迅速な避難に寄与するとともに、ジャカルタ郊外における乾季の水不足に対する解決の一助にもなる可能性があると考えられる。

第 2 章 提案法人、製品・技術

提案技術概要

九州大学の島谷教授と共同開発した雨水貯水タンク「ためとつと」は、「礫間接触酸化法¹」を活用して、建物からの雨水を集水、砕石層で浄化して散水等に利用することができるだけでなく、良質の水質を確保できるため、安全に貯水・利水ができる。また、砕石の微生物の働き効果を利用した自然摂理の活用による環境配慮した設計である。

安価な工事費、短期間の工事、現地で材料入手が可能、施工の簡易性という特長から、現地施工及び施工後の現地メンテナンス管理による技術移転が可能であり、かつ「スマート化」（情報処理機能の搭載）として貯水量等の可視化も可能にする。

提案技術の現地適合性

マカッサルの UNHAS 構内に設置した提案技術の試行版において、貯蔵した貯水の水質確認を行い、提案技術で貯蔵した雨水は保健省が 2002 年に定めた法令の水質基準に準ずる水質であることが確認された。

¹ 汚濁した水が、礫の間を通過する際に生じる接触沈殿と微生物による吸着、酸化分解によりきれいにする方法。（国土交通省「流域の水環境改善プログラム評価」）

開発課題解決貢献可能性

インドネシアのジャカルタ首都圏では、人口増加、緑地開発・都市域の拡大に加え、雨水流出量の増大、地下水の過剰な汲み上げ、地盤沈下を要因とする洪水被害が恒常的に起こる等、複雑な都市問題を抱えている。

提案技術「ためとつと」は、①安価で短期間の簡単な工事で②雨水を貯留することを可能にする。結果、雨季の雨水流出増に対する流出抑制の役割が期待でき、さらにタンクに碎石層を敷き雨水を浄化することで、飲料水並みの水質をすることによって、人的経済的損失の軽減及び住民の生活環境の向上に寄与する可能性がある。

第3章 ODA 案件化

ODA 案件化概要

ODA 案件として今後活用可能性のあるスキームは JICA「普及・実証・ビジネス化事業（中小企業支援型）」、及び、外務省の「日本 NGO 連携無償資金協力（N 連）」と「草の根・人間の安全保障無償資金協力（草の根無償）」である。JICA「普及・実証・ビジネス化事業」は中小企業が実施の主体となる。他方、外務省の「N 連」は日本の NGO、「草の根無償」は国際 NGO や非営利団体が実施の主体となり、提案企業は技術支援を行うことになる。

ODA 案件内容

JICA「普及・実証・ビジネス化事業」は C/P 候補機関を WR-PW と想定し、タンゲラン市を設置候補地としている。外務省「N 連」は、2018 年 9 月に発生したスラウェシ島の地震で大きな被害を受けた中部スラウェシ州シギ県を設置候補地とし、NGO との連携にて提案技術の活用を提案している。「草の根無償」は UNHAS などの現地教育機関との連携にて提案技術の活用を検討を進めている。

本案件化調査の実施後は、これらの ODA スキームを活用し、提案技術の有効性を実証し、現地での導入の実績を活かして、将来的にインドネシア全土への普及を目指す。

期待される開発効果

提案技術の導入により、雨水の流出抑制が可能となり都市型洪水の被害が軽減すること、乾季の水不足が軽減されることが見込まれる。洪水被害軽減及び乾季の水不足解消により、人的経済的損失の低減及び住民の生活環境の向上に寄与できる。

第4章 ビジネス展開計画

ビジネス初期段階では、既に UNHAS と連携して進めている雨水再利用計画のために試験導入による有効性を検証する。今後も九州大学と共同研究を継続することによって、水害時の雨水の流出増に対する流出抑制効果や水質における提案技術の有効性を確認する。

ビジネス中期段階では、想定する ODA 案件化を活用して、インドネシア国内で実証事業によって、WR-PW による提案技術の導入につなげる。WR-PW はインドネシア国での実証データに基づき、ABSAH プロジェクト等といった公共事業への具体的な導入をしたい意向

があるため、ODA 案件化によって官需を取り込んだ普及を図る。

ビジネス長期段階では、提案技術の積極的な活動を試みる現地企業・団体によるパートナーシップ協力のもと、ジャカルタ郊外の新規民間住宅開発や、新規モスク等に提案技術の導入を目指す。インドネシアは外資規制が厳しく現地法人を設立するのは現実的ではない。提案技術を積極的に公開することで、現地内資企業による提案技術の普及が促進されて、現地施工が平準化となることで、価格競争力も伴った技術移転を実現させる。計画、設計、施工、運営の各段階において、公開された提案技術が効果的に運用されるよう、アドバイザー業務を中心とした設計・施工管理の支援による収益を想定する。

はじめに

調査名 インドネシア国雨水貯水地下タンクを活用した洪水対策・雨水再利用のための案件化調査

Feasibility Survey for Flooding Mitigation and Water Supply Utilizing the "Tametotto" Underground Rainwater Harvesting Tank in Indonesia

調査の背景

インドネシア国（以下「イ」国という。）は2016年には経済成長率5.0%の順調な経済成長を続けている（出典：JETRO インドネシアの基礎的経済指標）。しかしながらインフラ整備は未だ不十分であり、雨季には洪水被害による人的・経済的損失が発生している。特に人口及び行政・経済機能が集中する首都ジャカルタは、低地である地形的制約、河川流域の市街化、地下水の過剰揚水による地盤沈下や地球温暖化による海面上昇の影響を受け、2013年から2015年にかけて連続して洪水が発生し、人的被害や経済的損失（被害額約4,200億円）が生じた。また、宅地開発や産業の立地が急激に進んでいるジャカルタ郊外及び地方都市では、井戸水の枯渇、地下水への海水浸食、配水池や配水インフラの整備率の低さから深刻な水不足に陥っており、国内18州で干ばつ被害が報告されている。特にコメの収穫量が国内最大規模の西ジャワ州では、6万ヘクタールの農地に雨不足による干ばつが及ぶなど農業への影響も出ている。

「イ」国は災害リスクの軽減及び管理を目的とした国家行動計画（2010-2012）（National Action Plan for Disaster Reduction 2010-2012）において自然災害に対する防災対策を掲げており、災害対策のための「プラットフォーム」整備として、コミュニティレベルでの災害への対応の重要性、経済開発の中に災害リスク管理を盛り込んでいるものの、前述のとおり洪水被害は続いている。

受注者の提案技術は、河川上流域に設置することで、降雨によって河川の水量が増加した際の市街地への水の流出を抑制し、浸水被害を軽減することが可能である。また住宅地等の建物近辺に提案技術を設置する場合は、建物に降雨した雨水を集水し地下タンクに貯水することで、生活用水への活用が可能である。

本調査においては、提案技術の施工及び施工後のメンテナンス管理も含めた現地適合性及び実現可能性を調査し、ODAを通じた提案技術の現地活用可能性及びビジネス展開にかかる検討を行うことを目的とする。

調査対象国・地域

インドネシア国 ジャカルタ首都圏（JABODETABEK）及びマカッサル

調査期間、調査工程：2018年8月31日から2019年10月31日まで

調査	調査期間	調査内容
第1回目	2018年9月9日 ～9月15日	・対象国・地域の開発課題の確認 ・ODA案件化に係る情報収集 ・ビジネス展開計画に係る情報収集
第2回目	2018年10月14日 ～10月20日	・現地パートナー候補調査 ・ニーズ確認調査 ・基本設計、土木関係調査
第3回目	2018年11月25日 ～11月30日	・市場調査、調達事情調査、競合調査 ・現地パートナー候補調査 ・普及・実証・ビジネス化事業候補地視察
第4回目	2018年12月5日 ～12月8日	・現地パートナー候補調査
第5回目	2019年2月24日 ～3月2日	・市場調査、調達事情調査、競合調査 ・現地パートナー候補調査 ・普及・実証・ビジネス化事業候補地視察
第6回目	2019年3月17日 ～3月22日	・現地パートナー候補調査 ・ビジネス展開可能性調査 ・提案技術の現地適合性確認
第7回目	2019年7月21日 ～7月29日	・ビジネス展開可能性調査 ・普及計画、ビジネス展開調査

調査団員構成

氏名	担当業務	所属
松尾憲親	業務主任/渉外担当	株式会社大建
岡本和寿	ビジネス展開計画	株式会社大建
河野新司	施工計画/調達計画	株式会社大建
大場広一郎	業務調整/本邦受入	株式会社大建
チャン ニヤット クアン	現地調整	株式会社大建
藤井雅規	チーフアドバイザー/ODA案件化支援	株式会社オリエンタルコンサルタンツ
鈴木麻衣	業務管理/開発効果分析	株式会社オリエンタルコンサルタンツ
若松美弥	ニーズ調査/普及計画支援	株式会社オリエンタルコンサルタンツ
佐藤睦美	現地適合性調査/河川分析調査支援	株式会社オリエンタルコンサルタンツ
木本貴啓	契約アドバイザー/法令調査	有限責任監査法人トーマツ
天花寺宏美	現地パートナー調査/市場分析	一般社団法人コペルニク
島谷幸宏	技術アドバイザー/河川水質分析調査	九州大学大学院

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

インドネシアは、世界でも最大規模の島嶼国のひとつであり、5つの主要島と約30の小グループで構成され、国土面積は日本の約5倍の191万km²程度である。人口は2017年時点において世界で4番目に多く約2.6億人、2016年の経済成長率は5.0%という順調な経済成長を続けている。

首都ジャカルタはジャワ島北西岸、チリウン川河口に位置する。人口は1,017万人（2015年）にのぼり、近郊を含む首都圏人口においては3,000万人を超え、東京都市圏に次いで世界第2位である。マカッサルはスラウェシ島の南部に位置し、人口はおおよそ170万人である。両地域ともに気候は熱帯モンスーン気候に属し、11月～4月の雨季と、5月～10月の乾季に分けられる。

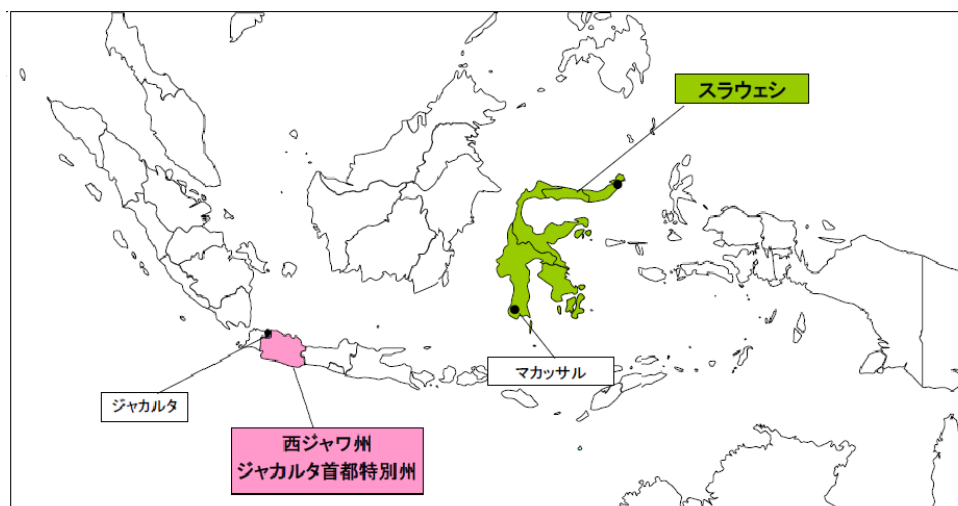


図 1-1 ジャカルタ及びマカッサルの位置

1-1-1 水に係る課題

(1) ジャカルタ

1) 水供給に係る課題

ジャカルタにおける上水道の需要は人口増加に伴い増加傾向にあるが、供給量は不足している。2015年において主要水道事業者2社(PALYJAとAETRA)による供給量は約17,000//秒であるのに対し、需要量は約26,100//秒と約9,100//秒不足している。ジャカルタ特別州の人口に換算すると、約437万人(43%)が上水道にアクセスできない状況である²。その主な要因は、水道水の原水として利用されている表流水(チリウン川、チサダネ川等)の水源量が不足していることが挙げられる。ジャカルタ周辺においては、表流水も含めた水源開発計画は多数存在するものの、それら計画の実施は遅滞しており、上水道の給水サービスを受けていない住民は、井戸や近くの表流水を生活用水として利用している。2010年頃からジ

² PTSP Jakarta 「Investasi Air Bersih DKI Jakarta」

ジャカルタ特別州では井戸水の規制を行っている。井戸水利用に税金を設け上水道料金よりも高くすることで、上水道利用を促進しようとしている。ジャカルタは涵養量が少なく、特に地下水のくみ上げは、地下 150m の層からの取水が最も多く、一般家庭が対象とする地下 40～50m の層とは異なるため、企業によって掘削された深井戸の地下水利用が地盤沈下の一因であると考えられている。地盤沈下抑制には、地下水揚水の制限が有効であるが、地下水に代わる代替水源の確保が課題となっている。

2) 水に係る災害（洪水及び水不足の状況）

①洪水

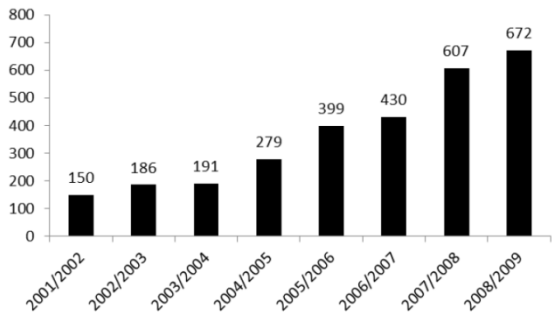
インドネシア全体で、洪水の件数は過去と比較して増加している。ジャカルタにおいても、従来の気候条件である熱帯モンスーンによる洪水に加え、近年の気候変動による極端な気象の影響で今後も洪水の規模や頻度の増加が懸念されている。

ジャカルタで発生する浸水の起源の多くはチリウン川の外水氾濫によるものと北部都市域や沿岸域の内水氾濫である。ジャカルタはチリウン川の河口に位置し、市街地の約 40% が海拔下の低地であるため³、雨季には水が溜まりやすい環境にある。ジャカルタでは、地下水の過剰揚水などにより北部地域で深刻な地盤沈下が発生し、一部の地域では、1970 年から 4 メートル、2000 年からでも 2 メートル以上地盤が沈下している⁴。地盤沈下は北ジャカルタの西側、西ジャカルタの北側、中央ジャカルタと北ジャカルタの隣接地域にみられる。地盤沈下による低地帯の拡大のみでなく、急激な市街化による森林の減少から雨水流出量が増加し、河川氾濫や高潮による浸水被害等都市型洪水の被害が増え、実生活への影響が出ている。

比較的排水系統が整備されているジャカルタ中心部でも、排水溝等の容量不足や排水溝等の内部における土砂などの堆積等の要因や地球温暖化による豪雨の影響によって、排水系統のインフラ整備の能力を超過し、人的被害や経済的損失が生じている。

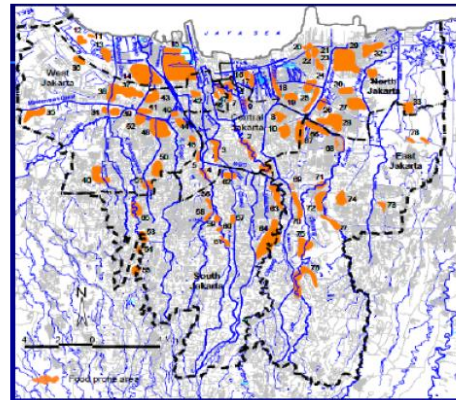
³ 出典：新版アジア進出ハンドブック（三菱東京UFJ銀行 国際業務部）

⁴ https://www.jica.go.jp/press/2017/20170727_03.html（11月22日アクセス）



出典：Fulazzaky, 2014⁵

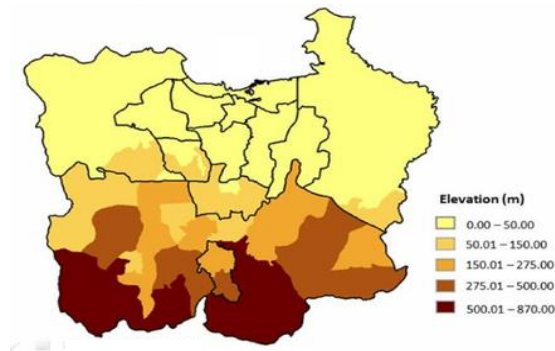
図 1-2 2002 年～2009 年にインドネシアで発生した洪水件数



出典：国土交通省⁶

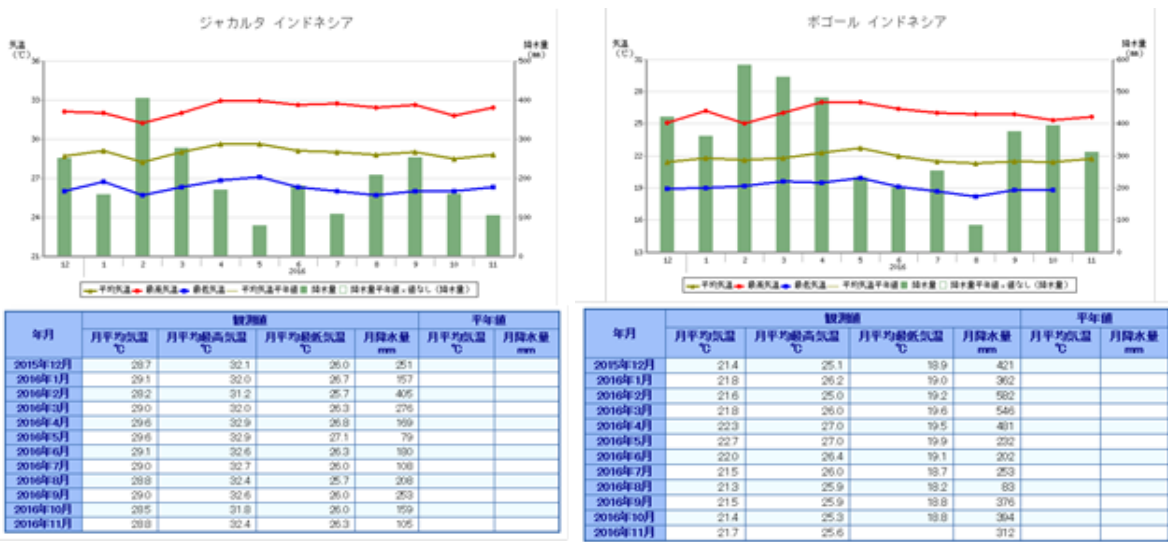
図 1-3 ジャカルタ市洪水リスクマップ

ジャカルタ首都圏は、ボゴールをはじめジャカルタ南部の高台に位置しており、かつ下記に示す通りの年間降水量が記録されている。



出典：PODES data (BPS)

図 1-4 ジャカルタ首都圏の標高



⁵ Fulazzaky (2014) 「Challenges of Integrated Water Resources Management in Indonesia」

⁶ 国土交通省 (2009 年) 「インドネシアの国土政策事情報告書」

図 1-5 ジャカルタとボゴールの年間降水量

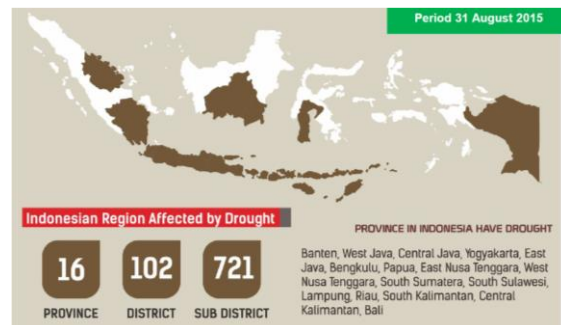
②水不足

宅地開発や産業の立地が急激に進んでいるジャカルタ郊外及び地方都市では、井戸水の枯渇、地下水への海水浸食、配水池や配水インフラの整備率の低さ等から、乾季には深刻な水不足に陥っており、農作物の育成にも障害が生じている。2030年までに38%の人口増加が見込まれるジャカルタでは、安定した水資源確保が課題である。

また、2015年に発生した干ばつは16の州にわたる大規模なものとなり、ジャワ島内だけでも8,000ヘクタールの農作物が被害を受けた。インドネシア政府は、短期的な対策として配水車の手配や人工降雨を行っている。さらには、長期的な対策として雨水を採取する貯水池の整備や既存の森林の復旧を検討しているが、約30年かかると想定されている。



【写真】2015年西ジャワ州の干ばつ



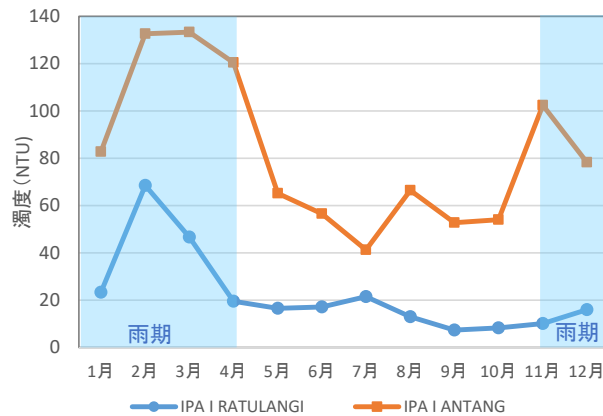
【写真】アジア防災センター関連レポート：2015インドネシア災害報告

(2) マカッサル

1) 水供給に係る課題

マカッサル市における水道普及率は70%であり、他地域と比較すると給水率は高い。他方、無収水率が49%となっており、乾季には上水の供給が止まることもある。供給される水の水質は良くないため、飲料水用には煮沸が推奨されている等の課題がある。特に、雨季には河川への雨水流出量の増加等により原水の濁度が高くなり、十分な浄水処理ができないまま利用されるなどの課題がある。

マカッサル市のあるスラウェシ島周辺の小島においては、地下水は塩分を含有しているため、飲料水として利用できない。生活用水は塩水を使用し、飲み水はミネラルウォーターを購入している。



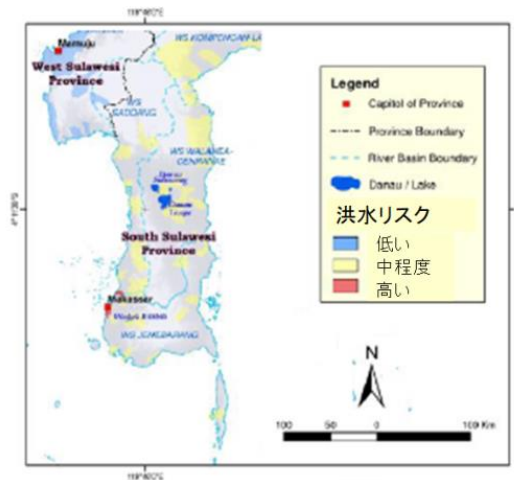
出典：Perusahaan Daerah Air Minum kota Makassar

図 1-6 原水水質の年間変化（2017 年）

2) 水に係る災害（洪水及び水不足の状況）

①洪水

マカッサル市近郊にある Maros、Tallo、Pappa 川沿いで洪水が発生している。排水施設が十分に整備されていないことから、雨期には道路冠水、住宅浸水などが頻繁に発生して課題となっている。河川が汚染されていることから、洪水時に汚水が浸水することによる伝染病の蔓延などの衛生問題も危惧されている。



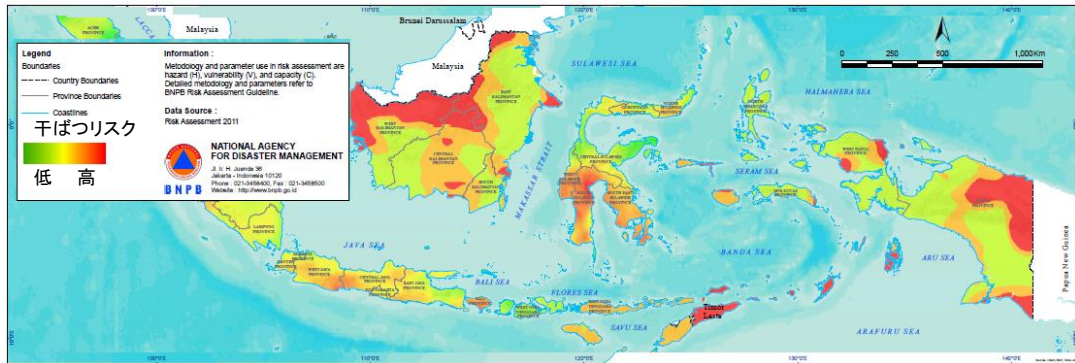
出典：ADB 2016⁷

図 1-7 マカッサル市洪水リスクマップ

②水不足

マカッサル市が位置するスラウェシ島南部は、ジャカルタのあるジャワ島に次いで、乾季において干ばつのリスクに晒されやすい地域となっているため、西ジャワにカリアンダムを建設中であるが、竣工は 2024 年とみられる。スルポン浄水場があるが旧式のため、供給量が不足し代替水源が必要となっている。

⁷ ADB (2016) 「Indonesia Country Water Assessment」



出典：BNPB, 2011

図 1-8 インドネシア干ばつリスクマップ

雨季の洪水、及び乾季の水不足対策として、インフラ整備による雨水の貯蔵及び、その再利用が必要である。現地では短時間で施工でき、かつ低コストによるインフラが求められている。

3) 震災復興における水の確保

インドネシアは、環太平洋火山帯の上に位置し地震の発生頻度が高い地域でもある。

2018年9月に発生したスラウェシ島中部での地震・津波においては4,000人以上が犠牲となり、17万人以上が避難を余儀なくされた。被害の中心地である中部スラウェシ州では、災害復興支援のひとつとして沿岸部などの災害危険区域から離れた安全な高台の定住用住居への移転が進められている。しかし、高地に位置する定住用住居では、生活用水へのアクセスが大きな課題となっている。また、今後移転が進み定住者の増加が見込まれ、水の需要はさらに高まるが、給水設備の整備の遅れも想定される。清潔な水の安定的な供給に対する需要は中長期的にも高い。

同様に、スラウェシ島南部では、2019年1月の豪雨による川の増水で堤防が決壊し、11県の集落数10ヶ所が浸水して、約3,400人の住民が避難を余儀なくされた。南部スラウェシ州の州都マカッサルの一部も被害を受けており、インドネシア国家防災庁によると、ジェネポント (Jenepono) 県で5人、ゴワ (Gowa) 県で3人が死亡したという。

南スラウェシ州知事は、現在検討中である災害のあった河川付近の災害危険区域から離れた安全な高台への定住用住居への移転計画において、想定される生活用水へのアクセスに対して提案技術の可能性があると発言しているが、現状では現地住民の意向により被災地での復興が進められている状況である。



【写真】現地視察したJeneponto 県の被災状況

1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

1-2-1 開発計画、政策

インドネシアの開発計画は、中央政府による開発の方針と方向性を示す国家長期開発計画（National Long Term Development Plan：RPJPN 2005～2025）、この下位計画としてセクター別国家政策と戦略を示した国家中期開発計画（National Medium Term Development Plan：RPJMN 2005～2025）、および公共事業・国民住宅省（PUPR）の計画などからなる。

国家長期開発計画（RPJPN 2005～2025）は法律 2004 年第 25 号（第 4 条）および法律 2007 年第 17 号改正にもとづいて策定されている。RPJPN2005～2025 の目的は、開発の方針、方向性を示すもので、「独立、進歩、公正かつ繁栄したインドネシア」を目指すものである。その実現のため、具体的には 5 年毎に発表される国家中期開発計画（RPJMN）において中期的かつ具体的な方針を発表している。現在の国家中期開発計画（RPJMN2015～2019）は 3 次のもので 2014 年に発足した新政府により発表されたものである。

インドネシア政府は上水道について、ミレニアム開発目標（MDG2015）を満たすことに尽力してきた。インドネシアの MDG2015 の目標は安全な飲料水へのアクセスが 68.87%で、衛生的なトイレへのアクセスが 62.41%となっており⁸、2014 年の時点でそれぞれ 68.5%と 60.5%となり 2014 年の時点で目標にかなり近づいている⁹。現行の第 3 次国家中期開発計画（RPJMN 2015～2019）において、2019 年までに安全な水へのアクセスおよび衛生的なトイレへのアクセスそれぞれを 100%にする目標を立てている。飲料水のサービス 100%に関しては、人口の 85%に基本的に 4K（量的、質的、継続性、利用可能性）を備えたサービスと 15%には必要な基本的な方法で行う。衛生サービス 100%に関しては、人口の 85%には基準に適したサービスと 15%には必要な基本的な方法でサービスを行うとなっている¹⁰。

（1）水資源に係る計画、政策

RPJPN2005～2025 において水資源管理の方針として、流域管理の原則、上下水流すべての地域への配慮、洪水に対する構造物対策、社会財および経済財両方の機能を持つ水の効果的管理などがある。また、貧困層に配慮した安全な水供給システムの改善についての基本方針も示されている。RPJMN2015～2019 では、2019 年までに安全な水へのアクセスを 100%にするとの目標が立てられている。

表 1-1 飲料水と衛生に関する目標

必要な基幹インフラ	基準年：2014年	目標年：2019年
安全な飲料水の目標	68.5%	100%
衛生施設の目標	60.5%	100%

出所：公共事業・住宅省、人間居住総局（2015 年）

PUPR の人間居住総局は、インドネシアにおける上下水道部門の監督官庁である。RPJMN 2015～2019 年度の目標を達成するため、下図 1-9 に示したとおり、上水道開発に関する国

⁸ Report on the achievement of the millennium development goals Indonesia 2010 by Bappenas at UNDP in Indonesia

⁹ Challenges & Opportunities Water Supply Sector in Indonesia, PERPAMSI

http://www.jwwa.or.jp/jigyouseminar_file/forum_02_08.pdf

¹⁰ RPJMN Book I & II, BAPPENAS

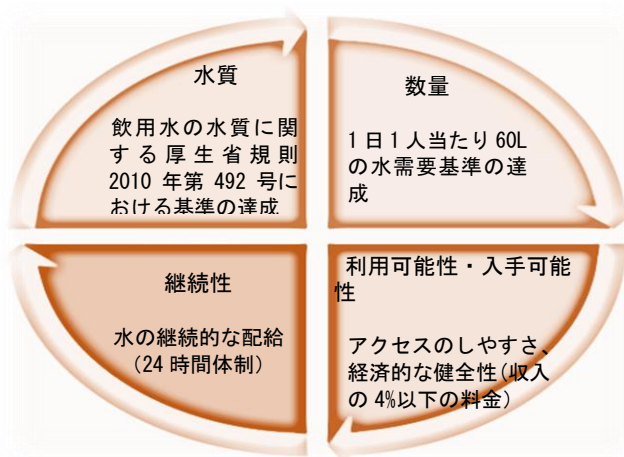
家の政策枠組みや規制について示した複数の政策を策定している。

また、インドネシア政府は図 1-10 に示したとおり、2019 年における国家の水道サービスに関する水質、数量、継続性、利用可能性（入手可能性）の 4 つの目標を設定している。



出所：公共事業・住宅省、人間居住総局（2015 年）

図 1-9 上水道開発に関する政策枠組みおよび規制



出所：公共事業・住宅省、人間居住総局（2015 年）

図 1-10 2019 年度までの国家水道サービスにおける 4 つの目標

上記の質と量の両面で安全な飲料水の供給についての取り組みは水安全計画（WSP）を通じて実施している。WSP のもう一つの目的として、以下に示す 4 つの目標を確保する管理サービスや飲料水サービスを行うことにある。

- 水質：国民が消費可能な飲料水の水質についての基準。飲料水の水質基準についての厚生省規則 No. 492/MEN/KES/PER/IV/2010 に規定された基準を用いる。
- 数量：人々の生活様式や公共の水利用に十分と考えられる水の量についての基準。以下のとおり飲料水の需要の基準を用いる¹¹。
 - ・村落地域（人口 10,000 人未満）＝村落地域の人々に必要な最低量の需要 1 人当たり 1 日 60 リットル（lpcd）
 - ・小都市（人口 10,000 人以上 100,000 人未満）＝80lpcd
 - ・中都市（人口 100,000 人以上 500,000 人未満）＝100lpcd
 - ・大都市（人口 500,000 人以上 1,000,000 人未満）＝120lpcd
 - ・首都圏（人口 1,000,000 人以上）＝150lpcd
- 継続性：浄水場から顧客への継続的な水量の基準。顧客に対する清潔な水の 24 時間体制の継続的な提供についての基準を用いる。
- 利用可能性・入手可能性：国民に対する飲料水料金の基準。飲料水料金は、低所得世帯が飲料水の基本的なニーズを満たすための支出が、最低賃金または公共所得の 4%を超えない場合に、「公共料金」は、入手可能性の原則を満たすことができる。

予算について、RPJMN2015～2019 年度のインフラ全体に必要な総予算のうち、水資源関係及び住宅関係の財源の指標を下表に示す。

USAID によると、RPJMN2015～2019 を達成するための費用として、都市部において管路給水率 60%を含め、100%の改良された給水を行うためには、接続戸数を 2015 年の 1,000 万戸を 2019 年に 2,770 万戸にする必要があり、その費用として 200 兆ルピア（145 億米ドル）となる。インドネシア政府の費用配分は 80 兆ルピア（58 億ドル）で、その他地方政府、地方水道公社（PDAM）、ローンおよび民間資金などに分担される¹²。

表 1-2 インフラ全体に必要な予算及び財源（RPJMN2015-2019 年度）

部門	予算要求と財源（単位：兆ルピア）				
	国家予算	地方予算	国営企業	民間企業	合計
水資源	275.5	68.0	7.0	50.0	400.5
飲用水および廃棄物	227.0	198.0	44.0	30.0	499.0
住宅	384.0	44.0	12.5	87.0	527.5
全体	2,215.6	545.3	1,066.2	1,692.3	5,519.4
全体におけるパーセンテージ	40.14%	9.88%	19.32%	30.66%	100.00%

出所：BAPPENAS（2015 年）をもとに調査団編集

¹¹ 公共事業省規制 2007 年第 18 号

¹² Indonesia Urban Water Sanitation and Hygiene Project Final Evaluation Report、April 2016, USAID

(2) 防災に係る計画、政策

洪水などに係る防災分野においては、災害リスクの軽減及び管理を目的として、国家防災計画 2010-2014 と災害リスク軽減のための国家防災行動計画 2010-2012 が制定されている。洪水、地滑り、干ばつ等を含む多岐にわたった自然災害を対象として防災対策を掲げている。各災害リスクの把握、大まかな災害対応機関の明確化、災害管理の国家方針、国家災害方針達成のためのプログラム、予算と会計、モニタリング・評価・報告についての一般的記述が記載されている。また、減災を目的とした災害対策の基本となる法律「Law No. 24/2007 on Disaster Management」が 2007 年に制定されている。

水資源と防災の関連法令を下表に示す。

表 1-3 水資源及び防災関連法令

分野	法令名	内容
水資源	Government Regulation No. 42/2008 on Water Resources Management	水資源管理に係る政令
	Minister of Public Works and Housing Regulation No.01/PRT/M/2016 concerning Procedure for Licensing of Exploitation and Use of Water Resources	水資源利用と開発の認可手続き
	Government Regulation No. 122 Year 2015 concerning Water Supply System	給水システム
	Minister of Public Works and Housing Regulation No.19/PRT/M/2016 concerning Provision of Support by the Central and/or Local Government Partnership in Implementation of Water Supply System	中央政府と地方政府協調による給水事業支援
	Regulation of the Minister of Health No.492/MENKES/PER/IV/2010	飲料水の水質基準
防災	Law No. 24/2007 on Disaster Management	国家防災法
	Government Regulation No. 21/2008 on the Conduct of Disaster Management	防災活動の実施
	Government Regulation No. 22/2008 on the Funding and Administration of Disaster Aid	防災予算及び管理
	No. 4/2008, Guidelines on the Formulation of the Disaster Management Plan	防災計画策定ガイドライン

出典：「JICA インドネシア共和国国家防災庁および地方防災局の災害対応能力向上プロジェクト詳細計画策定調査報告書」

1-2-2 インドネシア政府関連組織

①中央政府機関

2001 年の地方分権化の実施によって、上水道サービス提供の役割と責任が変更された。上水道サービスを提供する担当関係省庁を含め、現在、中央政府はサービス提供の直接的な管理ではなく、政策と戦略の策定および、実施の監督に重点を当てている。県と市がサービスを提供する一方で、州政府がそれぞれの州内の市と地区に技術的サポートを提供している。中央政府にとって重要な課題は、国家に準ずる政府がサービスの計画・開発・管理に関して移譲された役割を遂行する能力を構築することと、責任をもってそれらを行うための効果的な手段を整備することである。関係する中央政府機関リストは下表の通り。

表 1-4 水資源に係る中央政府機関リスト

機関名	説明
経済問題調整大臣 (Menko Ekuin)	関係閣僚間の調整によって、国家インフラプロジェクトの迅速化を担当する。
国家開発計画庁 (BAPPENAS)	水・廃水プロジェクトの調整を含め、国家開発プログラムを策定し、プロジェクトの有効性を評価する。
公共事業・国民住宅省 (PUPR)	水供給部門に関与する主要な機関で、処理の技術標準および技術支援を含め、国家レベルの水供給・廃水政策を策定する。入札・契約・調達プロセスにも対処する。
人間居住総局 (Cipta Karya)	都市部と農村部の上下水道インフラの整備と技術標準を担当する。
水資源総局 (WR-PW)	水資源・灌漑部門の政策と技術標準を策定する主たる政府機関
飲料水開発総局 (PSPAM 総局)	政策の策定と実施、および飲料水の供給システムとインフラの整備の管理・監視・促進を担当する。
上水道整備のための国家支援機関 (BPPSPAM)	飲料水・廃水インフラ整備の支援機関で、技術・経済諮問サービスを提供する。PUPR に所属する。
インドネシア水道協会 (PERPAMSI)	水道事業協会
エネルギー・鉱物資源省	地下水資源の探査と開発を担当する。
環境森林省	国の環境政策を担当し、水汚染の監視と予防、および帯水層の保護に取り組む。
財務省	中央政府の予算を調整し、地方政府および公益事業者との融資契約を管理するとともに、VGF (PPP 契約に対する VGF) を提供する。
保健省	飲料水の水質基準を設定し、地域保健機関を通して水と排水の水質を監視する。
内務省	水道 (飲料水) 料金に関する政策の策定を担当する。
住居・居住地研究開発センター (Puslitbang Permukiman)	住居および居住地のあらゆる側面に関する研究開発を担当する PUPR 省内のセンター。予算の策定、技術面の助言の提供、飲料水の供給と廃水に関する研究結果を実行に移すことも含まれる。

出典：ASEAN 水関連規制・市場動向調査より調査団作成

カウンターパート候補機関の概要については、以下の通り。

(1) 公共事業・国民住宅省 (PUPR)

PUPR は水供給部門に係る主要な機関であり、国家レベルの水供給の政策を策定する。PUPR の主な業務は、水資源管理、道路管理、住宅供給及び決済開発、住宅金融、建物整備、飲料水供給システム、排水管理システム及び環境排水及び固形廃棄物管理建設サービスに関する政策の策定、決定及び実施、インフラ開発の技術政策と実施である。

(1-1) 水資源総局 WR-PW (DGWR)

水資源総局はインドネシアにおいて、日本の国土交通省水管理・国土保全局に該当する部局であり、水資源に係る計画立案、水資源管理、河川・海岸管理、灌漑、維持管理などを行っている。

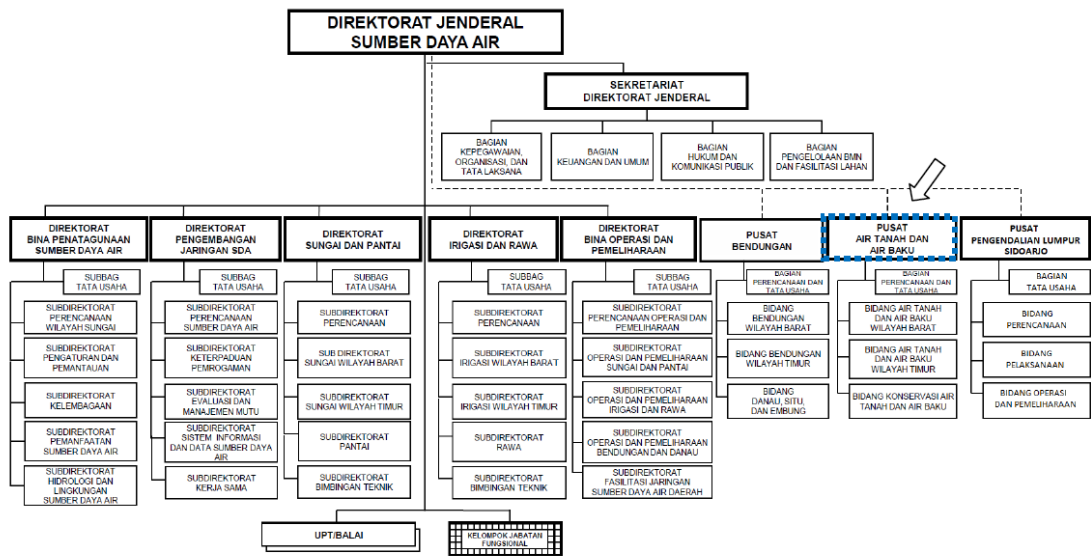
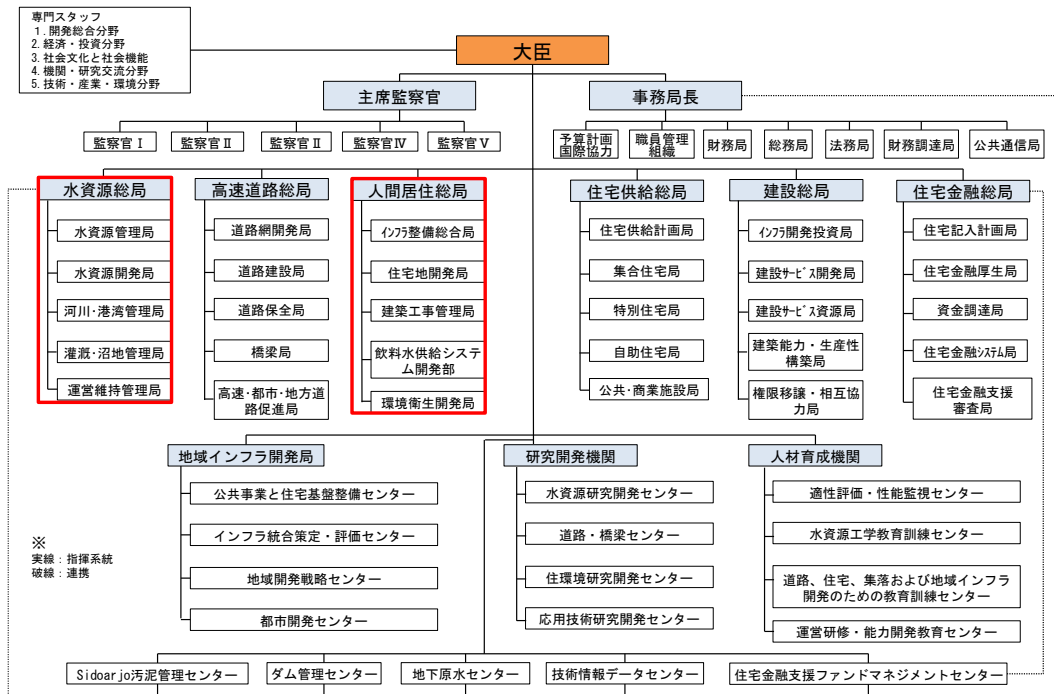


図 1-11 WR-PW 組織図

(1-2) 人間居住総局 Chipta Karya (DGHS)

人間居住総局は、インドネシアにおける上下水道インフラの監督官庁である。住宅供給に関わる政策策定と法整備を担う。公的機関として低所得世帯への集合住宅（団地）開発に係る政策の実施と住宅供給を行う。



出典: <https://www.pu.go.id/article/54/struktur-organisasi> 調査団誌

図 1-12 公共事業・国民住宅省 組織図

② 地方政府機関

中央政府の指導では、地方の規制機関でもある PDAM を通じて費用を回収できる水準の水道料金にすることが求められているが、多くの地方政府が料金引き上げの承認に消極的で実現されていない。水資源分野に関係する地方政府機関は下表の通り。

表 1-5 水資源分野に関係する州/地方政府機関のリスト

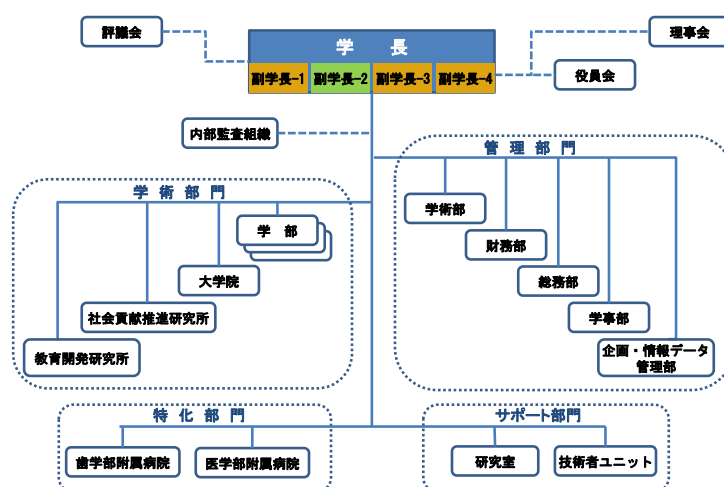
事業体名	説明
地方開発企画庁 (BAPPEDA)	州レベルの上下水道を含めた開発プログラムを策定のうえ実施する州政府部門
地方水道公社 (PDAM)	地方政府または州政府が所有する公益の水道事業者で、自社の管轄区域内のいくつかの都市の上水道システムと下水道インフラの運転管理を担当
公共事業機関 (Dinas PU)	複数の都市の水供給施設と下水道（廃水）の設計と建設を担当
環境保護局 (Badan Lingkungan Hidup)	環境管理の承認と、EIA（エネルギー情報行政）の実施の監視を担当

出典：ASEAN 水関連規制・市場動向調査より調査団作成

カウンターパート候補機関の概要については、以下の通り。

(2) ハサヌディン大学 (UNHAS)

ハサヌディン大学（以下、UNHAS）は、東部インドネシア、スラウェシ島最大の総合国立大学であり、約3万人の学生が学んでいる。東北インドネシアの州政府や県政府は地域の強みを生かした開発計画を進めるなか、ハサヌディン大学を始めとする高等教育機関には地域の産業振興を担う能力の高い人材の育成が求められている。九州大学、広島大学、豊橋技術科学大学、熊本大学と連携した JICA 事業も実施されており、2007 年からはインドネシア国政府要請のもと円借款事業として「ハサヌディン大学工学部整備事業」が実施されてきた。同事業と関連するかたちで、UNHAS が大学スマート化として目指す「雨水再生利用計画」を九州大学と連携して進めており、我が国とのつながりも深い。UNHAS と連携することは、今後の ODA 案件化やビジネス展開のための人材確保においても有効であり、持続性の高い活動が期待できる。



出典：現地調査に基づき調査団作成

図 1-13 UNHAS 組織図

1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針

我が国の対インドネシアへの援助方針の重点分野として、インドネシアの均衡ある発展を実現するための質の高いインフラ整備等支援と、均衡ある発展を通じた安全で公正な社会の実現に向けた支援を掲げている。

インドネシアでは急速な経済成長に、インフラ整備が追いついておらず、持続的な成長を遂げる上での障害になっている。また、開発が遅れている地方において、生活の質を向上させるための地方の上水を含めた生活基盤の整備が課題である。経済成長に伴い拡大する地域間格差の是正を図ることが必要となっている。水資源分野においては、生活の質の向上を図るため、上下水道等の基礎インフラ整備、適正管理を通じた居住環境の改善に係る支援を行うとしている。

さらには、インドネシアの温室効果ガス（GHG）排出量は、森林喪失や泥炭地荒廃等による二酸化炭素排出を加えると、2012年時点で世界第5位といわれている。同時に、気候変動の影響から、同国は干ばつや大雨、洪水のリスクが高まっており、気候変動や自然環境保全に対する対策の実施が課題となっている。既にインドネシアでは、洪水や地震などの自然災害が頻発し、毎年多数の被害が出ていることから、防災インフラの整備支援とともに、統合的水資源管理を通じた洪水対策等を含む防災・災害対策における予防（事前対策）支援も掲げている。

表 1-6 我が国国別開発協力方針との整合

重点分野 2 均衡ある発展を通じた安全で公正な社会の実現に向けた支援	
開発課題 2-1 生活の質の向上に向けた地方の開発支援	
地域開発・地域産業振興	インドネシアにおいて開発が立ち遅れた地方部の発展に資するべく、地方の経済社会開発を主導する開発政策の策定と実施を支援すると共に、農水産業をはじめとした地域産業の振興への協力を行う。
居住環境改善	生活の質の向上を図るため、上下水道等の基礎インフラ整備、廃棄物の適正管理、海洋・河川等の水質改善等の居住環境の改善、および、これらを管理する地方自治体の制度・組織・能力向上に資する支援を行う
開発課題 2-1 安全で公正な社会に向けた防災対策・行政機能向上	
防災能力・行政機能向上	安全で公正な社会を実現するため、災害発生頻度の高い地域や人口・産業の密集地域等、災害リスクの高い地域の防災能力向上を図る。防災インフラの整備を支援するとともに、予防（事前対策）、緊急対応、復旧・復興の各段階における災害対応能力の向上に係る支援を行う。また、治安や社会保障分野等において質の高いサービスを人々が享受できるよう、行政能力の向上や行政官の育成を支援する。

本提案技術の雨水貯留システムは、上水道が整備されていない地域の水供給の代替技術となり得ること、流出抑制による浸水被害の軽減等により雨季の内水被害や洪水被害を低減させる可能性があること、また乾季の水不足時の生活用水や農業用水等として利用が可能ため、我が国の開発協力方針と合致している。

1-4 当該開発課題に関連するODA事業及び他ドナーの先行事例分析

(1) ODA 事業

インドネシアにおける水資源管理、また水害に係る防災及び災害対策分野の JICA による ODA 事業として、気候変動影響による洪水対策のための流出抑制対策を目的とした案件も含めて下表の取り組みがある。

また、ジャカルタ首都圏に投資・ビジネスを呼び込み、生活しやすい都市環境の整備に必要な都市基盤の整備（上下水、水害対策等）を支援するために、中小企業海外展開支援事業によって実施された、「プラスチック製雨水貯留浸透施設の普及・実証事業」等もある。

表 1-7 水資源管理及び水害に係る防災分野の ODA 事業例

時期	案件名	スキーム名
2007～2009	自然災害管理計画調査	開発調査
2007～2010	ジャカルタ水害軽減組織強化プロジェクト	技術協力
2007～2010	ジャカルタ首都圏流域水害軽減組織強化プロジェクト	技術協力
2009～2012	南スラウェシ州マミナサタ広域都市圏 上水道サービス改善プロジェクト	
2010～2013	ジャカルタ首都圏総合治水能力強化プロジェクト	技術協力
2018～2021	ジャカルタ地盤沈下対策プロジェクト	技術協力
2007～2009	メダン洪水防御事業	円借款
2007～2015	ソロ川下流域河川改修事業	円借款
2009～	洪水制御セクター・ローン	円借款
2013～	チタルム川上流支川流域洪水対策セクターローン	円借款
2013～2020	プランタス・ムシ川における気候変動の影響評価及び水資源管理計画への統合プロジェクト	円借款
2016	プラスチック製雨水貯留浸透施設の普及・実証事業	中小企業海外展開支援事業
2017	プレキャスト雨水貯留施設導入に係る普及・実証事業	中小企業海外展開支援事業

出典：調査団作成

(2) 他ドナー事例

2004年12月の津波災害及び2006年の中央ジャワ地震以降、インドネシアに対する国際機関及び国際NGOの支援は災害復興プロジェクトを中心に急激に増加している。アチェの津波発生後、これら支援は1,000プロジェクト以上が実施されたと言われている。復興過程が終了後、国際協力コミュニティは、防災分野において比較的長期的な支援に転換しつつあり、特に減災に向けた非構造物対策にシフトしているが、災害発生後の緊急的な事後対応支援が現在においても多い。

表 1-8 他ドナーによるインドネシア災害分野の主な案件

時期	組織名	案件名
2003	国連ハビタット	地方開発のための画期的都市イニシアティブ (BUILD)
2007-2011	UNDP	Safer Community through Disaster Risk Reduction
2007-2010	世界銀行	Global Facility for Disaster Reduction and Recovery
2009-2014	オーストラリア	Australia Indonesia Facility for Disaster Reduction

また、WR-PWにおける水資源分野の他ドナーによる支援状況は下表の通り。

表 1-9 WR-PWにおける他ドナー案件

No	プロジェクト名	案件の種類	ドナー国
1	インドネシア西部地域・長期灌漑リハビリテーション緊急支援	灌漑プログラムの開発と管理	韓国
2	沿岸及び河川開発プロジェクト	洪水危険軽減システム	韓国
3	ダム多目的開発プロジェクトのための技術サービス	ダム開発計画	韓国
4	特定都市における都市洪水制御システムの改善フェーズⅡ	洪水危険軽減システム	JICA
5	戦略的灌漑近代化と緊急リハビリテーションプロジェクト (SIMURP)	灌漑システムの開発と管理	世界銀行 / AIIB
6	Karian DamSerpong 送水システム	大量給水システムの提供と管理	韓国輸出入銀行

第2章 提案法人、製品・技術

2-1 提案法人の概要

2-1-1 企業情報

会社名：株式会社大建

所在地：福岡市早良区南庄2丁目9番12号

設立年月日：1974年3月20日

事業概要：・公共工事の測量、土木設計

- ・公共事業に伴う建物等の移転補償費用算定・土地価格の鑑定
- ・住宅地開発事業（糸島市荻浦ガーデンサバープ等）

2-1-2 海外ビジネス展開の位置づけ

(1) 提案法人の経営方針における海外ビジネス展開の位置づけ

提案法人にとって、海外事業展開の促進による事業の多角化は、経営戦略上、重要な課題である。現状の安定経営のタイミングにて、新たな事業に「ヒト・モノ・カネ」の経営資源を投入して海外需要を取り込むことによって、継続的な企業経営を目指している。

海外事業の促進によって、提案法人が公共事業関連業務を遂行した43年間で培ったノウハウや技術力を生かすことができる。特に人口急増や自然災害から住環境を守るための社会資本の整備が求められる東南アジアでは、提案技術による現地への貢献にも通じるビジネス展開が可能である。

提案法人による海外展開のためのこれまでの主な取り組みは下表の通りである。

表 2-1 海外展開のためのこれまでの主な取り組み

国	時期	目的	内容
ドイツ	2010.10	フライブルグのまちづくり	ソーシャル・エコロジー住宅地視察
アメリカ	2012.2	NAHB インターナショナル・ビルダーズショー	米国の住宅デザインとニューアーバニズム視察
ベトナム	2013.1	耐震「NCZ 工法」「ためとつと」営業	政府関係者へ「NCZ 工法」「ためとつと」発表
ラオス	2014.6	国連ハビタット「いのちの水」事業	「ためとつと」（貯水約100t×2基）の計画・調査・工事監理・指導
インドネシア	2014.11	雨水再利用の案件形成調査	ペカロンガン市長と顔合せ、「ためとつと」紹介
インドネシア	2015.3	雨水再利用の BOP ビジネス形成調査	ペカロンガン市長と「ためとつと」候補地視察
ベトナム	2016.2	ゼネコン CJSC との打合せ	CJSC 社長・幹部との顔合わせ
ベトナム	2016.3	国連ハビタット主催「ベトナム環境技術専門家会議」	カントー・ハノイ市で「ためとつと」紹介
ラオス	2017.5	国連ハビタット発注の施工業務	「ためとつと」施工（3基目）
インドネシア	2017.7	雨水再利用の案件形成調査	マカッサル国際会議で「ためとつと」紹介
インドネシア	2017.9	雨水再利用の案件形成調査	ジャカルタで調査
ベトナム	2018.1	パイロット事業	「ためとつと」施工（4基目）100t
ケニア	2019.9	カロエベイエイ難民キャンプ	「ためとつと」施工予定（5基目）100t

出典：調査団作成



【写真】国連ハビタット事業
ベトナムカントー市で築造したためとつと
(2018年1月)



【写真】第42回ハビタットひろば「ラオス
における女性のためのコミュニティ施設と
いのちの水」において代表法人による講演



【写真】ポンプの使い方指導・運営管理の研
修

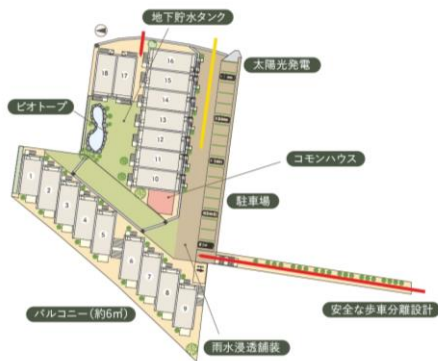


【写真】水と衛生普及教育の一環として野菜
作りが行われた

(2) 海外ビジネス展開の目的

提案法人の基幹事業である公共工事の測量や土木設計、道路拡幅や交差点改良に伴う建物等の移転補償費用の算定、土地価格の鑑定などは、近年の国内公共事業関連市場の縮小により、建設投資は1993年度をピークに2010年度は半分程度に減少している。今後も少子高齢化の進行が見込まれるため、国内市場の閉塞感を懸念しており、事業の多角化のため新規事業への取組を行ってきた。

多角化のひとつである住宅地開発事業においては、九州大学と共同開発した提案技術である雨水貯水地下タンク「ためとつと」を住宅地に導入し、エコ・防災等、欧米の先進的事例を取り入れた住環境を開発した。



出典：提案法人 HP より

図 2-1 荻浦ガーデンサバープ

2014年には、提案技術が国連ハビタットによって評価され、ラオスで試験的に施工導入されたことをきっかけに、海外での需要の取り込みを目指すことを経営戦略として位置付けるようになった。特に、東南アジアは提案法人の地元・福岡から距離が近く、国情も安定し、今後の経済発展やインフラ整備が見込め、提案法人の海外事業展開先として有望であると考えている。

インドネシアは、提案技術「ためとつと」の技術連携をする九州大学とのつながりで現地人脈が構築されているため、海外事業展開の対象国として進出するに至った。

2-2 提案製品・技術の概要

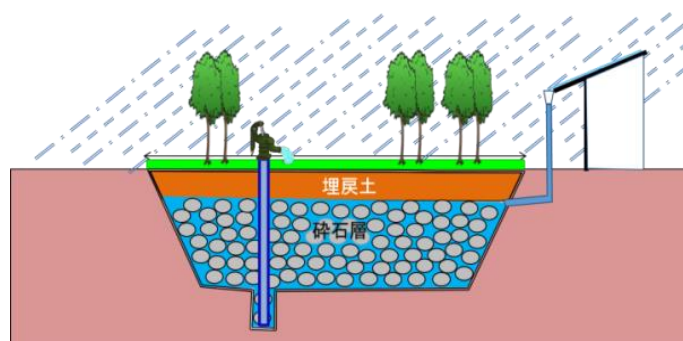
2-2-1 ターゲット市場

提案技術は、インドネシアが直面する、①乾季における生活用水の不足、②雨期の雨水流出による洪水災害、③地下水の過剰揚水による地盤沈下に貢献できる可能性があるため、浸水被害や地盤沈下対策、あるいは安定した水資源が求められている地域（対象地域については4-2参照）をターゲット市場とする。官需では、WR-PWによる水資源管理に係る事業への導入を図る。民需では、住宅開発を手がける業者（デベロッパー等）や地盤沈下の激しいエリアにおける大規模工場をターゲットとする。

2-2-2 提案技術の概要

(1) 提案する製品・技術の特長

九州大学・島谷教授と共同開発した提案技術「ためとつと」は、雨水を貯留し、生活用水や農業用水での利用を目的とする。提案技術は、建物からの雨水を集水し、地下タンク内に貯水するシステムである。地下タンクの砕石層で「礫間接触酸化法」を活用し雨水を浄化して、生活用水や散水に利用することができ、飲料水レベルの水質を確保できるため、安心して貯水・利水ができる。さらには、砕石の微生物の働き効果を利用した自然摂理の活用による環境配慮した設計である。



出典：提案法人作成

図 2-2 「ためとつと」の構造

提案技術の特長のひとつは施工が簡単で、短い期間で施工できることである。国内であれば最短1週間から1カ月程度の短い期間で完成できる。



採石と砕石の間に隙間が約 50%あり、その隙間に雨水を貯水する。砕石を使用することで、かみ合わせ効果が発生し、沈下や外力に十分な強度を有す。また粒度が大きいため液状化は発生しない。

提案技術のさらなる特長として、貯留した水質のレベルが挙げられる。2016 年に実施した九州大学との共同研究で、樹脂工法¹³等の貯留材の種類別に、3 週間～9 週間の時間の経過と、一般細菌や pH 値等の変化をモニタリングした結果、提案技術のみが厚生労働省の水道水の水質基準をクリアしており、細菌数も減少させるなどの優れた結果が得られた。

pH 値については、近年、酸性雨の影響が世界中で指摘されている。提案法人の地元・福岡でも pH5 の酸性雨が降っているが、ライバル工法で国内シェアの高い樹脂工法は、時間が経過しても酸性のまま推移するのに対して、「ためとっと」は弱アルカリ性に変化させ、その値を維持している。日本ではトイレ洗浄水や植物散水等の生活用水に使用されており、ラオスでは飲料水で利用している。

表 2-2 提案技術「ためとっと」の水質推移

検査項目	単位	基準値	2012.6 (施工当初)							
			2012.6	2013.10.28	2013.12.4	2014.2.17	2014.8.18	2014.10.28	2015.2.16	2015.8.4
1 水温	℃	—	23.3	19.5	12.9	8.6	23.1	20.5	10.4	22.8
2 一般細菌数 (1ml中に含まれる細菌の数)	個/mL	100以下	1000以上	88	110	40	120	56	5	10
3 大腸菌	—	検出されないこと	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出
4 硝酸態窒素および亜硝酸態窒素	mg/L	10以下	0.2	0.18	—	—	0.30	0.26	0.95	0.35
5 有機物 (全有機炭素(TOC)の量)	mg/L	3以下	0.9	0.6	—	—	0.5	<0.3	0.4	0.5
6 味	—	異常でないこと	—	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
7 臭気	—	異常でないこと	異常なし	微発臭	微発臭	異常なし	微発臭	異常なし	異常なし	異常なし
8 色度 (着色度)	度	5以下	<1	1.4	0.6	0.7	0.9	<0.5	0.8	1.2
9 濁度	度	2以下 1以下	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
10 塩化物イオン	mg/L	200以下 20ppm以下	3.3	5.1	6.7	7.7	1.0	7.3	7.6	3.0
11 pH値	—	5.8~8.6 6.0~7.0	6.6	7.9	7.9	7.8	8.0	7.9	7.9	7.9
12 カルシウム、マグネシウム等 (硬度)	mg/L	300以下 50ppm以下	156	80	87	97	89	78	94	80
13 鉄およびその化合物	mg/L	0.3以下 0.05ppm以下	0.03未満	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
14 マンガン	mg/L	— 0.05ppm以下	—	—	<0.005	<0.005	—	—	—	—
15 蒸発残留物	mg/L	— 100ppm以下	—	—	120	130	—	—	—	—
16 シリカ	mg/L	— 15ppm以下	—	—	3.6	3.0	—	—	—	—
17 過マンガン酸カリ消費量	mg/L	— 10ppm以下	—	—	1.7	1.1	—	—	—	—
18 化学的酸素要求量 (COD値)	mg/L	— 2ppm以下	—	—	0.7	0.8	—	—	—	—
19 溶存酸素	mg/L	異常でないこと	—	—	5.2	4.7	—	—	—	—
20 電気伝導度	mS/m	— 20以下	—	—	20	22	—	—	—	—

※mg/L≒ppm

出典：提案法人作成

¹³ 樹脂工法：ポリプロピレンなどの樹脂を使用したユニット材と遮水シート類を組み合わせることで雨水を地下に貯留し、雨水流出抑制を行う工法。ユニット材は現地調達が難しい。水質は流入時より良くならない。

提案技術の主な特長を以下整理する。

①**価格**：大量の雨水を安価に貯水可能（40,000 円/t）、安価な工事費¹⁴

②**環境対応**：

「礫間接触酸化法」による碎石の微生物の働き効果を利用した自然摂理の活用、災害時にも使用可能（備蓄）、地震災害に強い（碎石かみ合わせ効果）、防災対策（流出抑制効果による都市型洪水の縮減効果¹⁵）

③**施工性**：短期間の工事（工期約 1 か月/貯水 100t¹⁶）、施工の簡易性

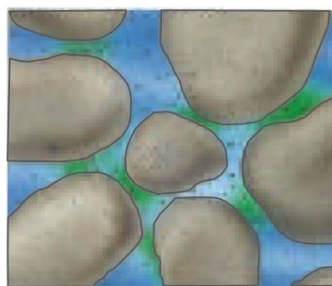
④**水質**：飲料水並み（アルカリ性）で安心して貯水・利水が可能

⑤**現地適合性**：材料調達が容易で、現地人による施工や完成後のメンテナンスも容易

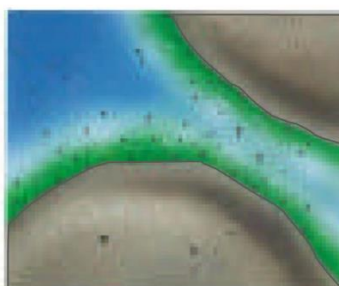
⑥**貯水量の可視化（オプション）**：

「スマート化」（情報処理機能の搭載）によって可能である。また、維持管理面でも優れており、完成後は雨樋等の集水施設の清掃を行う程度で良い。万が一、取水管の閉塞が発生した場合は、バキュームで汚泥を吸い取れば良い。

上述の「礫間接触酸化法」は、汚染した水が、礫の間を通過する際に、汚れが沈殿し、吸着され、そしてそれを微生物がエサとして食べ、最後に水と炭酸ガスに酸化分解されることによりきれいにする方法¹⁷である。提案技術はもともと河川などの自然にあった浄化の仕組みを利用しており、塩素などの薬剤を使用することなく水質を安定的に維持する。その仕組みを下図に示す。



①**接触沈殿**
汚れた水が礫と礫の間のすきまを通ると、水中に浮いている汚れが礫に触れて沈殿します。



②**吸着**
水中の汚れた礫に吸い寄せられたり、礫に発生する粘りに吸いつけられたりします。



③**酸化分解**
礫の表面にいる微生物が汚れをエサとして食べ、最後には水と炭酸ガスに分解します。

出典：提案法人

¹⁴ 残土処理・建物への配管費用・税金などは含まない。 施工場所の条件によってコスト・工期は異なる。「ためとつと」の製品の標準規模は定まっておらず、現地のニーズや設置場所の状況に応じて、柔軟に水槽形状を変更し、貯水量を決めることができるのも特長である。ただし重機を使う工事のため、規模については、費用対効果が高くなるように現場ごとの 1 日当たりの掘削量等に応じて決めていく。

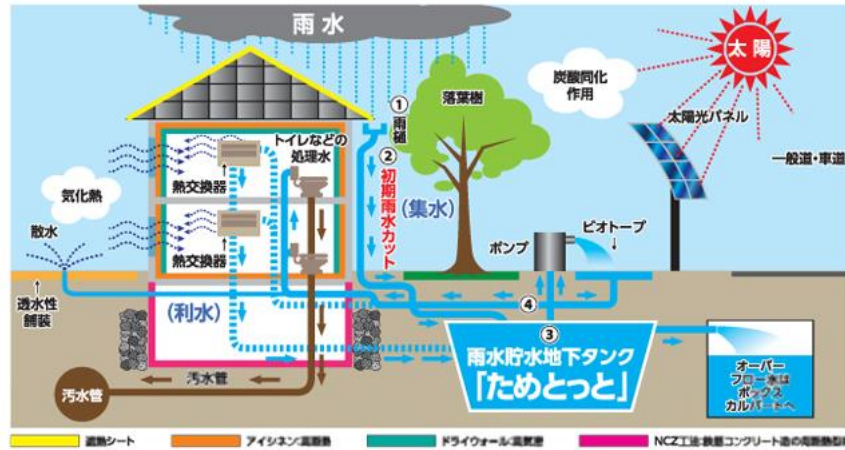
¹⁵ 九州大学との共同研究で、提案技術を約 110 t 設置した場合と更地の比較を総雨量 187mm/日（2009 年 7 月中国・九州北部豪雨）を用いて流出シミュレーションを行った結果、「ためとつと」は更地に比べて、全体の降水時のピーク流量を減少させ、洪水ピーク時の出現を 1 時間遅らせることが判明した。

¹⁶ ラオスの施工時（貯水量 100 t × × 基）では、1 基/週の実績を有し、現地人管理者 1 名、指導員 1 名、作業員 5 名で築造した。

¹⁷ 国土交通省「流域の水環境改善プログラム評価」に基づく。

図 2-3 礫間接触酸化法の仕組み

提案技術は貯水した雨水を熱源としても利用可能であり、地下タンク内の雨水をヒートポンプに通して熱交換を行い、空調の熱源に利用することができる。



出典：提案法人作成

図 2-4 提案製品のオプション

さらに、上述の荻浦ガーデンサバークでも採用されている提案法人開発の NCZ 工法は、住宅の耐震性、耐液状性を高めながら、快適な地下空間を提供する工法として、コストパフォーマンスに優れている。住宅開発の基礎を人工地盤でひとつに繋げることによって面積が大きい「強固な基礎」となり、地震や液状化にも強いという効果がある。大きな地下構造体のため土壌の大地に安定した状態を保つことができ、①大きな地下構造物で地耐力、摩擦力が大きい地震に強い、②左右・上下のバランスと取れた構造体のため偏心荷重がかかりにくく、不同沈下しにくい、③水を寄せ付けない構造のため液状化に強い、④浮力とバランスするよう、埋設の深さが調整できている、といった特長がある。



図 2-5 NCZ 工法

(2) スペック、価格、国内外の販売実績

スペックは、下表「他の工法との比較」の通り。

表 2-3 提案技術の販売実績

施工年月	発注者	工事名	設置場所	貯水量	設置目的	給水人口
2012年6月	自社住宅地開発	荻浦ガーデンサバーブ	福岡県糸島市	112t	トイレの洗浄水、池の水、植物散水等	18世帯 (約70名)
2015年7月	国際連合ハビタット (人間居住計画)	いのちの水事業	ラオス国・アタプー県 ブーヴォン地区 タウム村(小学校)	100t	飲料	約400名
2015年7月	国際連合ハビタット (人間居住計画)	いのちの水事業	ラオス国・アタプー県 ブーヴォン地区 タウム村(小学校)	100t	飲料	約200名
2017年5月	国際連合ハビタット (人間居住計画)	女性のための施設建設事業	ラオス国・アタプー県 サンサイ地区(公民館)	150t	飲料	約200名
2018年1月	国際連合ハビタット (人間居住計画)	ベトナム環境技術専門家ワーク ショップのパイロット事業	カンター市 (特別支援学校)	100t	植物散水等	不明

出典：提案法人作成

2-2-3 他社製品との比較優位性

提案技術と他の工法と比較すると、まず材料調達に関しては現地にある資材で施工が可能である。他の工法は一部工業製品が含まれているために、各工場から工事現場に移送が発生し、コストに直接影響が出てくる。また、特殊な工事用機械や、専門的な知識を有する職人を使うことなく工事することが可能である。さらに、最大の特徴は水質を浄化出来る事である。他社工法と比較すると、提案技術は細菌数を減少させ、降雨時に酸性だった雨をアルカリ性に変え、安心できる水を貯水・利水することが可能であることが実証されている。水質については微生物により自然浄化されて安定しており、維持メンテナンスも必要ない。

他の工法との比較優位性は下表のとおり。

表 2-4 他の工法との比較

比較項目	ためとつと	樹脂工法	コンクリート工法	プレキャスト工法
材料	現地調達可能 ※川砂利可	現地調達困難 ※工業製品	現地調達可能 ※一部困難な地域有	現地調達困難 ※工業製品
必要面積	中	小	小～中	小
水質	安定	不安定	不安定	不安定
維持メンテナンス	ほぼ不要 微生物による自然浄化	必要	必要	必要
水槽形状	自在配置	自在配置	直方体が多い	自在配置
施工性	非常に簡易	簡易	困難 (鉄筋・型枠等)	やや困難
施工期間	短・養生不要	短・養生不要	長・養生必要	中・基礎養生必要
コスト(日本国内)	4万円/t	7万円/t(※1)	9万円/t	7万円/t(※1)
九州大学と共同研究による水質比較(細菌数)	(0日目) 180,000 → (21日目) 80 → (42日目) 23 → (63日目) 8	(0日目) 180,000 → (21日目) 920 → (42日目) 1300 → (63日目) 3100	—	—
九州大学と共同研究による水質比較(pH値)	弱アルカリ性に変化 (0日目) 5.0 → (21日目) 8.0 → (42日目) 8.1 → (63日目) 8.1	酸性のまま変わらず (0日目) 5.0 → (21日目) 5.0 → (42日目) 4.9 → (63日目) 5.0	—	—

出典：提案法人作成

2-3 提案製品・技術の現地適合性

2-3-1 本調査における導入検討の結果

(1) マカッサル候補地での類似施設に水質状況の確認結果

非公開

図 2-6 UNHAS に設置した試行版の設置場所

非公開

表 2-5 提案技術の水質検査結果 1

非公開

非公開

表 2-6 提案技術の水質検査結果 2

非公開

(2) ジャカルタ候補地での導入検討結果 (図面に基づく測量、概算価格の算出)

非公開

非公開

図 2-7 ビンタロ地区の工事中モスク

表 2-7 工事費用

非公開

2-3-2 本邦受入活動を通じた活用方法にかかる協議結果

提案技術をインドネシアにおいて普及するための協議を行うことを目的に、本邦受入活動を2019年5月12日から17日までの6日間で実施した。マカッサルのUNHAS工学部講師であるDr. Eng. Ir. Rita Tahir Lopa, MTの1名を受け入れて本邦受入活動を実施した。インドネシア関係者が提案技術の理解を進め、現地展開のための課題を明確にした上で、展開の道筋を検討・協議した。公共事業・国民住宅省水資源総局(WR-PW)からの受入も調整したが、大統領選挙の影響もあり参加に至らなかった。

表 2-9 本邦受入活動の目的・成果

目的	提案技術である「ためとつ」をインドネシアにおいて普及させる。
中期目標	インドネシアに応用すべき提案技術が整理され、現地展開の課題を把握・共有する。
成果	①参加者が提案技術の種類・仕様・維持管理方法を学ぶ。 ②参加者が我が国水災害にかかる防災対策の事例を学ぶ。 ③インドネシアでの将来的な事業展開にかかる概要が取りまとめられる。

本邦受入活動は提案法人の所在地である福岡にて実施した。提案技術を導入している荻浦ガーデンサバーブの見学、福岡市の災害と対策である「雨水レインボープラン」についての講義受講、山王雨水調整施設及び水処理センターの見学を行った。九州大学にて提案技術の活用に係る講義及び意見交換を行った上で、今後のビジネス展開における協力体制等について協議し、展開の方針について話し合いを行った。

表 2-10 本邦受入活動内容

場所／内容	成果
荻浦ガーデンサバーブ／提案技術の施工現場視察	提案技術が導入された現場を視察し、提案技術の理解を深めた。
九州大学／提案技術の講義、意見交換	提案技術の活用方法についての知見を深め、現地での将来的な普及において検討し、理解を共有した。
福岡市／あまみずハウス視察	一般住宅で雨水の活用方法を視察し、雨水利用の理解を深めた。
福津市／河川デザインの視察	洪水の防御と環境再生を目的に行われた工事の説明と現状の説明を受け、理解した。
国連ハビタット／水に係るプロジェクトについて意見交換	国際機関と提案技術適用の協働に関して意見交換をした。
福岡市市庁舎／災害と対策「雨水レインボープラン博多」についての講義	博多区の浸水対策について知識を得た。
下水処理場、山王公園／下水処理、及び雨水貯水施設の視察	水処理センター及び「雨水レインボープラン博多」の主要施設である山王雨水調整施設を視察し、知識を深めた。

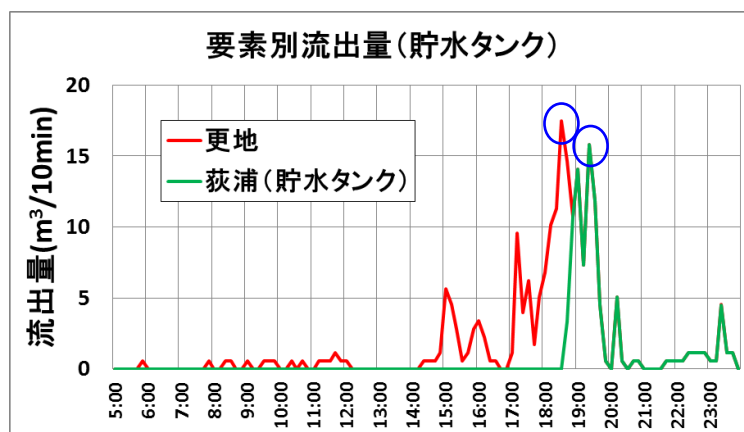
本邦受入活動の参加者は、提案技術の特徴と適用方法、インドネシアの貯水における効果への理解を深め、現地ビジネス展開においての意見交換より、展開する上での課題を明確に理解し、その対処方法を検討した。今後は、提案法人と研修参加者が経営に関与する会社(PT.Mitra Air Jepang)の間で覚書を交わし、さらに、九州大学をアドバイザーボード(技術支援委員)としてUNHASとPT.Mitra Air Jepangが覚書を交わすことの可能性を検討している。今回の本邦受入活動より、参加者が提案技術の理解をさらに深める機会になったことから、今後より提案技術の展開と具体的なビジネスプラン促進に関し、参加者の積極的な協力と関与が期待される。

2-4 開発課題解決貢献可能性

提案技術「ためとつと」は、①安価で短期間の簡単な工事で②雨水を貯留することを可能にする。提案技術の普及が進めば、流出抑制効果によって浸水被害への軽減が可能であり、また貯留した水質が生活用水に利用できるレベルであるため、地域住民が非常時や乾季の水不足時に生活用水として利用できる等のメリットを持ち合わせている。

上記①の安価で短期間の簡単な工事については、国連ハビタットから評価された製品の特長である、安価な工事費、短期間の工事、現地で入手可能な材料、特殊な施工能力は必要なく、現地人材で対応可能、施工後の管理が容易より、インドネシアでも同様の貢献が可能である。

上記②の雨水の貯留については、下記の表にあるように、提案企業が開発した住宅地「荻浦ガーデンサバーブ」に設置した提案技術（約110t）と、更地の雨の流出比較を総雨量187mm/日（2009年7月中国・九州北部豪雨）を用いて、九州大学で雨水流出シミュレーションを行った結果、提案技術は更地に比べて流出を121.5m³抑制し、ピーク流出を1.71m³/10分カットすることができたため、洪水ピークの出現を1時間遅らさせることが可能となる結果が示されており、流出抑制対策として、提案技術の有効性が確認できている。



出典：提案法人と九州大学

図 2-8 雨水流出量の比較

第3章 ODA 案件化

3-1 ODA 案件化概要

本調査を通して現地より、提案技術を採用するためには、水不足が発生する土地において、提案技術の有効性と優位性をデータに基づいた確認を要求されている。提案法人として、次の ODA スキームを用いて実証を進める検討をしている。ODA 案件化として今後活用可能性のあるスキームは、JICA「普及・実証・ビジネス化事業（中小企業支援型）」及び外務省の「日本 NGO 連携無償資金協力（N 連）」と「草の根・人間の安全保障無償資金協力（草の根無償）」である。下表にスキームの概要をまとめた。

表 3-1 検討している ODA スキーム

管轄機関	JICA	外務省	外務省
スキーム名	「普及・実証・ビジネス化事業（中小企業支援型）」	「日本 NGO 連携無償資金協力」（災害等復旧・復興支援事業）	「草の根・人間の安全保障無償資金協力」（官民連携）
予算上限	1 億円～1.5 億円 ¹⁸	1 億円 ¹⁹	1 千万円
実施期間	1～3 年程度	1 年	1 年
提案者	中小企業、中堅企業	日本の国際協力 NGO	国際 NGO、非営利団体
目的	途上国の課題の解決に有効に活用できる我が国中小企業の製品・技術等を実際に普及させるために、対象国において実証の実施を支援	NGO が、海外で発生した大規模な紛争や自然災害後の復旧・復興段階の現場において難民・避難民、被災者に対して実施する人道的な復旧・復興支援活動に対し資金協力	我が国企業の公益性の高い事業と連携して、開発効果を高めるとともに、企業の知名度向上、活動環境の整備・途上国の経済社会開発等に貢献

JICA「普及・実証・ビジネス化事業（中小企業支援型）」は中小企業が実施の主体となる。他方、外務省の「日本 NGO 連携無償資金協力（N 連）」は日本の NGO、「草の根・人間の安全保障無償資金協力（草の根無償）」は国際 NGO や非営利団体が実施の主体となり、提案企業は技術支援を行うことになる。

JICA「普及・実証・ビジネス化事業」は C/P 候補機関として WR-PW を想定している。外務省「N 連」は、2018 年 9 月に発生したスラウェシ島の地震で大きな被害を受けた中部スラウェシ州シギ県にて、NGO と連携して提案技術の活用を提案している。「草の根無償」は UNHAS などの現地教育機関との連携にて提案技術の活用を検討を進めている。

本案件化調査の実施後は、これらの ODA スキームを活用し、提案技術の有効性を実証し、現地での導入の実績を活かして、将来的にインドネシア全土への普及を目指す。

¹⁸ 「インフラ整備技術推進特別枠」と「地域産業集積海外展開枠」は 2 億円。

¹⁹ 申請団体の過去 2 年間の年間総収入実績の平均を大きく超える資金協力は原則として行なわれない。

3-2 ODA案件内容

3-2-1 JICA 普及・実証・ビジネス化事業

(1) 概要

JICA は、途上国の課題解決に貢献し得るビジネスの事業化に向けて、技術・製品・ノウハウ等の実証活動を含むビジネスモデルの検証、提案製品等への理解の促進、ODA 事業での活用可能性の検討等を通じた事業計画案の策定を支援している。提案法人が想定する ODA 案件化として、普及・実証・ビジネス化事業の内容を下表の通り整理する。

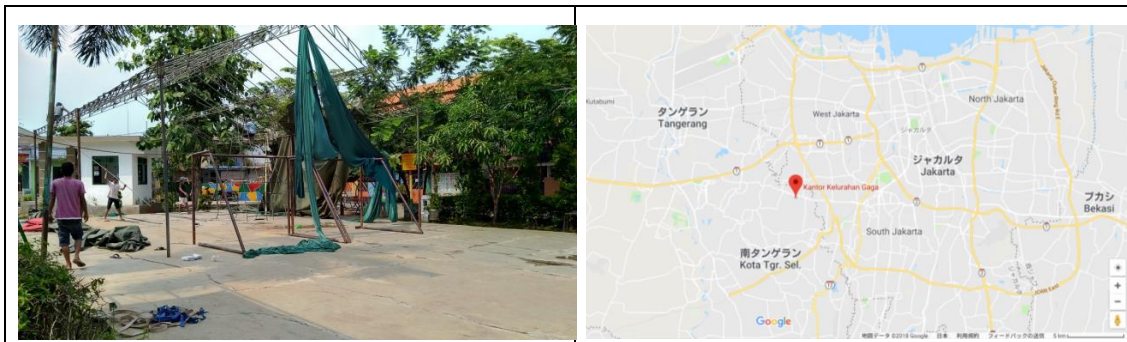
表 3-2 想定する普及・実証・ビジネス化事業の概要

スキーム	JICA 中小企業・SDGs ビジネス支援事業～普及・実証・ビジネス化事業～				
案件	洪水対策及び雨水再利用のための普及・実証・ビジネス化事業（仮）				
目的	「ためとつと」整備による乾季の雨水再利用と雨季の浸水被害の軽減を目的とする。				
成果	1.提案技術による乾季の安定的な水資源確保と、雨季の浸水被害回数の減少の確認がとれる。 2.乾季の水質モニタリングにて、提案技術による良い水資源の提供による裨益効果が明確になる。 3.普及・実証・ビジネス化後の公共事業形成の道筋が明確になる。				
C/P 機関	WR-PW	対象地域	ジャカルタ首都圏	期間	18～24 ヶ月
活動	活動 1：事前に関係機関（C/P 等）と合意済のサイト及びレイアウト仕様の確定 活動 2：提案技術の試験施工（機材調達、施工管理） 活動 3：提案技術の実務活動（有用性確認（モニタリング・アンケート）） 活動 4：技術移転・普及啓発活動（本邦受入活動・現地セミナーの実施） 活動 5：ビジネス展開計画の策定				
投入	日本側：日本人専門家、マニュアル、部材資材 現地側：「ためとつと」施工用地、C/P 担当者（技術者、管理者）配置、C/P 人件費、日当、現地傭人 16 名（調査員 2 名、試験検査員 2 名、施工管理員 2 名、施工補助員 10 名）、施工機材（※碎石運搬のための機材（ダンプ等））、プロジェクト・オフィス、プロジェクト実施に必要な情報				

WR-PW より、提案技術の現地適合性と費用対効果の確認の候補地として、PUPR の所有地であるタンゲラン市を紹介された。タンゲラン市は上水道が整備されておらず、市民は井戸水を生活用水として利用している。井戸は一般的に 15m 程度の深さを利用しているが、今後この程度の深さの井戸が枯れてしまう可能性があり、より深く掘る必要があると予想されている。また、排水施設が未整備であるため、大雨時の冠水が課題となっている。2022 年の応募を検討している。

【候補地 1】 タンゲラン市ガガ村

候補地は、ガガ村役所の前の公共スペースであり、子どもの遊び場や住人のイベントに使用されている。

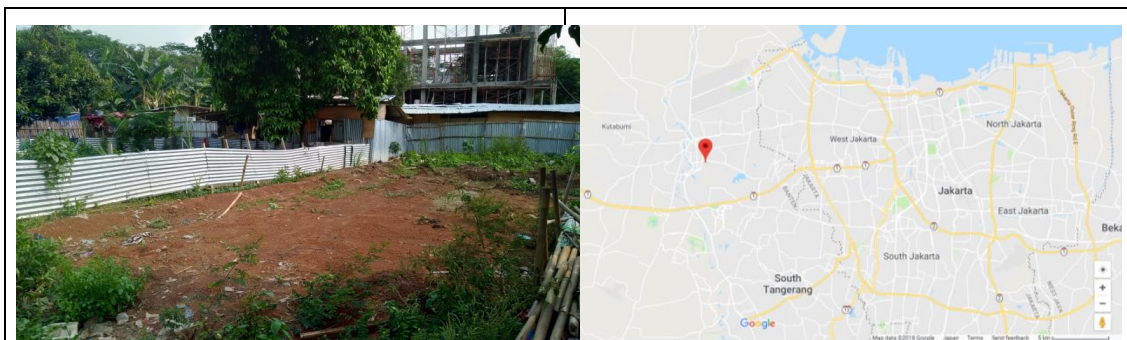


住所：Tangerang City, Larangan, Gaga、ガガ村事務所前

- ・市の中心から車で約1時間弱移動した場所。
- ・候補地はタンゲラン市の所有地で、村事務所前のスペースである。
- ・78軒、約400人弱の住人が利用する。
- ・村長がスペースの管理責任者である。住民がお金を出し合って草刈りを外注する。
- ・村の住人は、生活用水は井戸水を利用し、飲み水は購入している。
- ・雨季には水が溢れる。
- ・重機などのアクセスも可能。
- ・200～250tの水が貯められるスペースである。

【候補地 2】 タンゲラン市ババカン村

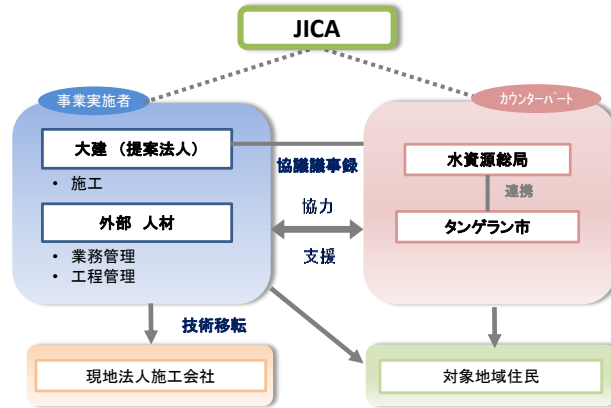
候補地は、整備中の住民用講堂横の駐車場整備予定地。



住所：Jl. Modern Golf Raya, Babakan, Kec. Tangerang, Kota Tangerang 近辺

- ・タンゲラン市の所有地で、整備中の住民用講堂横の、駐車場整備予定地である。
- ・建設中の講堂は来年中に完成予定であり、駐車場も来年整備予定である。
- ・周辺の住人の人数は不明
- ・周辺の住民が水を利用できるようにしたい。
- ・住民は生活用水に井戸水を利用し、飲み水は購入している。
- ・市の中心地に近く、大きな道路に面しており、アクセスが良い。

(2) 実施体制図



出典：調査団作成

図 3-1 普及・実証・ビジネス化事業実施体制図

(3) 活動計画、作業工程（スケジュール含）

活動項目	年	2023年												2024年												2025年											
		月	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8								
成果1	提案技術による乾季の安定的な水資源確保と、雨季の浸水被害回数の減少の確認がとれる。																																				
1-1	パイロット地域及び対象とするため池の確定および許認可取得																																				
1-2	提案技術の詳細設計、必要機材の準備																																				
1-3	提案技術の施工																																				
成果2	乾季の水質モニタリングにて、提案技術による良い水資源の提供による裨益効果が明確になる。																																				
2-1	住民組織能力強化支援(設置地域住民に対するセミナー開催)																																				
2-2	検査シートに基づく定期的な水質、水量モニタリングの実施																																				
2-3	対象地域の裨益効果に係る調査																																				
成果3	普及・実証・ビジネス化後の公共事業形成の道筋が明確になる。																																				
3-1	本邦受入の実施(施工技術移転)																																				
3-2	提案技術の普及活動(セミナー開催)																																				
3-3	提案技術の普及計画の策定																																				
3-4	普及・実証・ビジネス化後の公共事業形成(インドネシア政府事業による事業の可能性協議)																																				

図 3-2 活動計画・作業工程表（案）

(4) 事業費概算

表 3-3 普及・実証・ビジネス化事業概算費（案）

費用項目	金額(円)	備考
1. 現地再委託費	850,000	資材調達費、資材輸送費、提案技術施工
2. 旅費(航空賃、日当・宿泊)	23,000,000	
3. 現地活動費(車両、国内旅費)	8,000,000	
4. 現地傭兵費(通訳、モニタリング等)	5,000,000	効果測定等
5. 外部人材活用費	35,000,000	調査・報告書作成等、現地パートナー連携支援、現地施工監理
6. 管理費等	7,950,000	10%
7. 消費税等	8,745,000	10%
合計	96,195,000	

3-2-2 外務省 日本 NGO 連携無償資金協力 (N 連)

(1) 概要

N 連は、日本の国際協力 NGO が開発途上国・地域で実施する経済社会開発事業に、外務省が必要な資金を供与するスキームである。海外で発生した自然災害後の復旧・復興段階において、日本の NGO が難民・避難民、被災者に対して実施する人道的な活動に対して資金協力を行っている。提案法人は、2018 年 9 月に中部スラウェシ州の州都パル市の北 80km を震源として発生したマグニチュード 7.5 の地震の、NGO の復旧・復興活動の一環に提案技術を用いた支援を検討している。

中部スラウェシ州の地震は、その地震に伴い発生した津波及び内陸部での大規模な液状化現象や地滑りにより被害が拡大し、死者は 4,300 人²⁰を超え、約 13 万人の住民が避難生活を送っている。中部スラウェシ州のなかでも、パル市、シギ県、ドンガラ県を中心にインフラが損傷し、公共施設が機能不全と陥っている。避難民に対し、政府は定住施設の設置を進めている。

災害区域から定住施設への移転が進められる中、移転先の生活インフラ整備は進んでおらず、高地の位置先では生活用水へのアクセスが課題となっている。そのため移転地域の 1 つであるシギ県にて、提案技術を用いて雨水を利用し、持続的で安全な水源を確保し、被災地の支援と生活向上を目指す事業の提案を進めている。実施の場合、提案法人は技術者派遣にて技術支援を行う。

(2) 実施体制

本調査の外部人材である一般社団法人コペルニク・ジャパンが実施主体となり、提案法人は技術支援を行う専門家として関わる予定である。

(3) 活動計画、作業工程 (スケジュール含)

2019 年 8 月に採択された場合、2020 年 1 月から 2019 年 12 月の 1 年間で実施する。

(4) 事業費概算

本スキームの 3,000 万円枠のうち、約 1,000 万円を活用して提案技術による地下貯水タンクを 4 基導入する計画である。

²⁰ 2019 年 1 月末時点の報道機関発表資料による。

表 3-4 想定する日本 NGO 連携無償資金協力の概要

スキーム	日本 NGO 連携無償資金協力（災害等復旧・復興支援事業）		
案件	スラウェシ島地震・津波被災地域における雨水地下貯水タンクによる安全な水の普及事業		
目的	雨水を再利用した安全な生活用水を、地域の住民が自立的に継続して利用できるようになる。		
成果	1. 地域住民 800 人が安全な生活用水を利用可能になる 2. 地域住民による維持管理ができるようになる 3. 地域住民の水と衛生に関する意識が向上する		
対象地域	中部スラウェシ州シギ県	期間	12 ヶ月
活動	活動 1：雨水地下貯水タンクを 4 箇所に設置する 活動 2：地域関係者・住民、施工技術者の教育・育成による設備維持及び水の管理体制を構築する 活動 3：地域関係者・住民の水と衛生に関する意識を向上させる		
投入	日本側：日本人専門家、資機材購入費、ワークショップ開催費、施工費 現地側：施工補助員 5～10 名（ボランティア）		

3-2-3 外務省 草の根・人間の安全保障無償資金協力（草の根無償）

（1）概要

草の根無償は、基礎生活（Basic Human Needs）分野及び人間の安全保障の観点から重要な、教育、保健、民生環境等の分野において地域住民に対し裨益効果が高い事業を支援するスキームである。地域に密着した支援をするために、現地で草の根レベルで活動する NGO や国際 NGO、地方公共団体、教育機関、医療機関などの団体を支援する。現地で事業を展開する本邦企業が、公益性の高い企業活動を実施し、NGO 等と草の根無償を通じた ODA の経済協力活動協力による官民連携が推進されている。草の根無償が企業との連携により、経済社会の課題がより効果的かつ効率的に達成されることが期待されている。

（2）実施体制

提案法人は、試作版を設置した UNHAS のような現地教育機関等と共に草の根無償の応募を検討している。上水道が整備されておらず、乾季の生活用水確保に課題のある地域において、導入を提案する考えであり、具体的な設置場所の検討を進める。実施の場合、提案法人は技術者派遣にて技術支援を行う。

（3）活動計画、作業工程（スケジュール含）

通年応募であるが、毎年 2 回の締め切り（3 月頃、8 月頃）を設けている。署名式後、最大 1 年間のうちに機材供与を完了させる必要がある。

（4）事業費概算

本スキームの上限は 1,000 万円であり、提案団体と現地ニーズにより適合するかたちで提案技術による地下貯水タンク（1～2 基）を導入する。

3-3 C/P候補機関組織・協議状況

(1) WR-PW (JICA 普及・実証・ビジネス化事業)

WR-PW は、大臣の指示により、乾季に水不足の課題がある離島や遠方地方に、雨水を利用したコンクリート製ろ過貯留施設を設置する「ABSAH (Akuifer Buatan Simpanan Air Hujan)」プロジェクトを実施している。設置の目的は飲料水の確保である。毎年継続して合計 100 基の施設を計画しており、今後 5 年は実施が継続される見込みである。2019 年も 100 基設置の予算がつけられているが、2018 年 11 月時点では 50 個所の場所が決定していた。ABSAH プロジェクトのコンクリート製ろ過貯留施設の設置費用は、最大規模 (約 300t) のもので 1 個所約 350 万円であり、規模が大きい施設は民間企業が案件を実施する。一方、小規模の施設は村人を労働力としてプロジェクトが実施されている。



出典：WR-PW ホームページ²¹

図 3-3 ABSAH プロジェクトで計画されているコンクリート製ろ過貯留施設

ABSAH の濾過には、砂利や砂 (粗いもの、中程度のもの、細かいもの)、赤レンガの破片、木炭やココナッツ殻炭、パーム繊維等で構成され、石灰岩が追加されている。ABSAH で採用しているコンクリート製ろ過貯留施設は、隣接する建物の屋根から集水し、貯めた水を浄化して利用する点が提案技術と類似している。遠方の地方ではコンクリートを手配できない地域もあるため、提案技術は代替技術となり得る可能性がある。

2018 年 11 月に WR-PW より入手した、ABSAH プロジェクトの 50 個所のデータによれば、業者契約となる規模のコンクリート製ろ過貯留施設の設置は 1 個所のみであった。残り

²¹ <http://litbang.pu.go.id/berita/view/115/bangunan-akuifer-buatan-simpanan-air-hujan-absah>

は小規模のものが計画されており、提案技術の予算・技術検証と導入計画のタイミングが合えば具体的になる可能性がある。今後、あらためてPUに訪問して、今後の展開について協議する予定である。

表 3-5 ABSAH プロジェクト候補地リスト (2019 年 51 箇所分)

導入施設 (※カッコ内は数量)	地域	予算
BALAI WILAYAH SUNGAI SUMATRA I (2)	Nanggroe Aceh Darussalam	約 350 万円/基
BALAI WILAYAH SUNGAI SUMATRA II (3)	Sumatra Utara	
BALAI WILAYAH SUNGAI SUMATRA V (5)	Sumatra Barat	
BALAI WILAYAH SUNGAI SUMATRA VI (4)	Benkulu	
BALAI WILAYAH SUNGAI SUMATRA VIII (7)	Sumatra Selatan ,Bangka Belitung	
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI MESUJI SEKAMPUNG (2)	Lampung	
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI MESUJI CITARUM (2)	Jawa Barat	
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CIMANUK CISANGGARUNG (2)		
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CITANDUY (2)		
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI PEMALI JUANA (2)	Jawa Tengah	
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI OPAK (2)	Jawa Timur	
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI SOLO (3)	Sulawesi Utara	
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI SULAWESII (5)	Maluku	
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI MALUKU (5)	Maluku Utara	
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BRANTAS (1)	Jawa Timur	

出典：WR-PW 提供資料より調査団整理

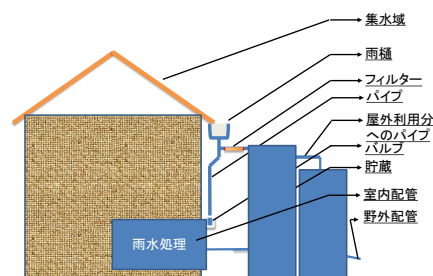
(2) UNHAS (外務省 草の根無償)

UNHAS は外務省草の根無償のパートナー候補である。提案法人は UNHAS と連携し、既に提案技術の試作版を UNHAS の敷地に設置して水質検査を実施している。UNHAS が技術を提供して、銀行の CSR 活動費を活用し、州が設置場所を提供することで、UNHAS はスラウェシ島の周辺の小島 2 ヶ所に雨水貯水槽設置した実績を持つ。南スラウェシ州知事が 2017 年に交代になり、知事の意向もあり雨水利用に関する関心が高まっている。今後も、南スラウェシ州 23 県のうち、10 県で雨水貯水槽を設置していきたい意向を持ち、良い水質での貯水を可能とする提案技術の利用を検討している。

過去に小島に設置にした雨水貯水槽の規模は、生活用水用に 5000ℓ、屋外用に 500ℓ であった。設置費用は、雨水貯水槽の材料費・輸送費・施工費として各地域に 50,000,000 ルピア (現レートで約 40 万円) であった。



小島に設置した現地雨水貯水槽



現地雨水貯水槽の仕組み

3-4 他ODA事業との連携可能性

ジャカルタ地盤沈下対策プロジェクト

2018年5月から2021年5月までの期間で実施されている、JICAの技術協力案件であるジャカルタ地盤沈下対策プロジェクトでは、地盤沈下の効果的な緩和策として、水供給の適正なバランス、法律/規制の執行、雨水貯留利用、既存スマートメーターを用いた無集水対策、地下水汲み上げの制限と停止を提案している。緩和策である雨水貯留利用のひとつの具体的な対策として、提案技術の試行設置が検討されている。

ジャカルタにおける、市(kota)レベルでは地域によって地盤沈下の状況が異なるため、区レベル(Kelurahan)にて、地盤沈下がひどい地域を対象に地下水取水を規制する条令の制定が検討されている。地下水取水の規制が開始されるまでの猶予期間の間、代替水源を確保する必要があり、地盤沈下対策プロジェクトでは、地域の規模や状況に応じた選択できるように複数の代替水源策の検討を進めている。解決策のひとつとして提案技術が有効であるか、提案技術の治水対策活用としての規模を含めた確認を行っている。今後、地盤沈下対策プロジェクトのC/P機関であるWR-PWに、提案技術を代替水源案の複数オプションのひとつとして提案される見込みであり、仕様や価格など具体的な内容を詰めていく予定である。

3-5 ODA案件形成における課題・リスクと対応策

表 3-6 ODA 案件形成における想定される課題・リスクと対応策

課題・リスク	対応策
現地適合性と比較優位性の確認	提案技術を構成するほぼ全ての材料が現地調達のため、現地調達計画にも注力することで、安定的で品質が一定的となる調達方法を確認する。 また、従来の樹脂工法をはじめとした、インドネシアの類似技術との価格・技術面の比較に基づき、必要に応じて仕様改善や材料調達コストの見直しを図る。
公共事業への参入リスク	WR-PW と合意文書等の根回しの配慮をする。連携予定の現地企業と、参加条件、体制、参加方法を確認する。
連携予定の現地企業とパートナーシップ構築	想定する C/P 機関や連携する現地企業とのパートナーシップ構築のため、信用性調査に基づき、秘密保持契約及び MOU 等を締結する。また、契約に基づく支払条件も明確にし、金銭関係によるトラブルを回避する。
知的財産権 (模倣品リスク)	信用性調査に基づく秘密保持契約を締結するとともに、信頼関係あるパートナーシップ構築によって、技術模倣に対するリスクヘッジをする。
環境社会配慮	現状、土壌・水質等の汚染に影響を及ぼさないと想定しているが、特にインドネシアにおいては環境規制が厳しいため、JICA 環境社会配慮ガイドラインを基に、過去の類似案件の事例も参考しながら再確認をする。

文化・風習など	<ul style="list-style-type: none"> ・イスラム教の礼拝や断食（ラマダン）等に配慮する。 ・インフラ整備の遅れに伴う交通渋滞を見据えた対応を配慮する。
---------	---

3-6 環境社会配慮等

(1) 環境社会配慮

想定する ODA 案件化においては、環境社会配慮 C 案件になる予定である。JICA 普及・実証・ビジネス化事業で候補となっている施工候補地は、C/P 候補所有のものであり、かつ JICA 環境社会配慮ガイドラインに基づき、土壌・水質等の汚染に影響を及ぼさないことを現地関係者にヒアリングのうえ確認した。

また、対象地域のひとつであるボゴール市環境局（下図組織図参照）にヒアリングのうえ、仮に環境許認可の書類手続きが必要になった場合の手続きの流れについて確認した。

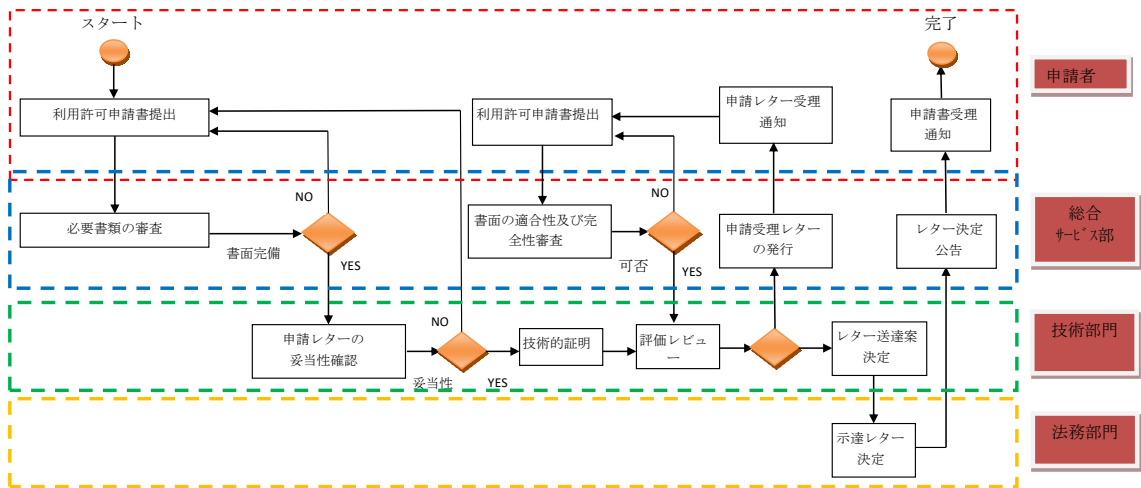


図 3-4 地方環境局における環境許認可手続きの一般的な流れ

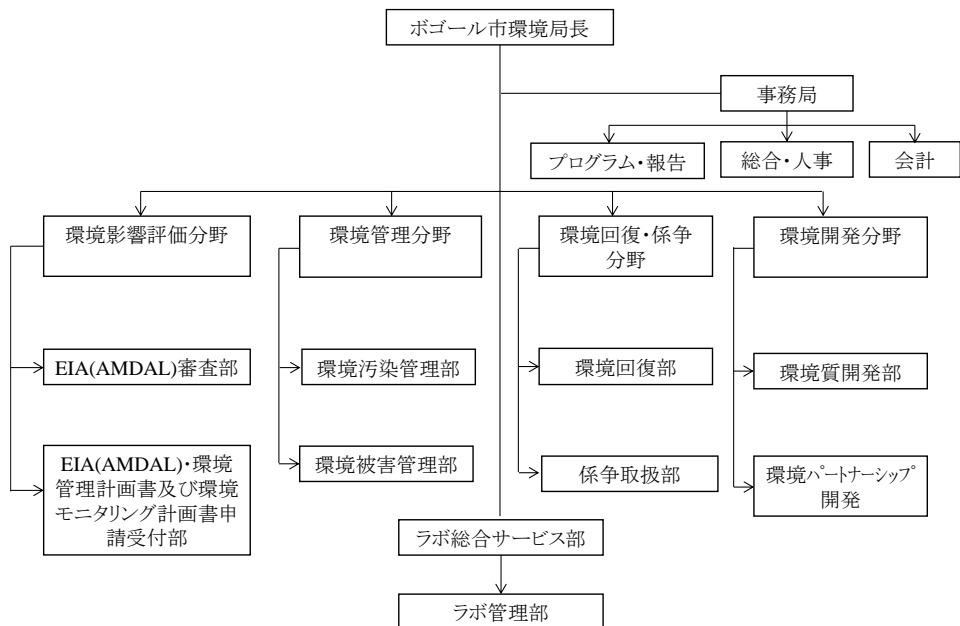


図 3-5 ボゴール市環境局組織表

さらに、提案技術の環境優位性を認めるためのエコラベル・インドネシアについても調査を実施した。同ラベルは、JICA の支援も得て 2003 年 11 月から取り組みが開始され、2006 年にはエコラベル製品が市場で販売されており、ISO14024 に基づく環境ラベルである。繊維及び繊維製品、紙（非塗工印刷用紙）などが対象となり、PET ボトル再生素材等も基準の対象として検討されている。

エコラベルはグリーン購入の促進やグリーンサプライチェーン構築など、循環型社会構築推進に寄与する方針のものであるため、提案技術が対象となるかを ODA 案件化及びその後のビジネス展開において、具体的に確認するものとする。

一方、インドネシア国では、グリーンビルディング協会（GBCI）²²が、グリーンビルディングに貢献する製品を紹介する『グリーン・リスティング（Green Listing）』を発行しているため、提案技術の環境対応の優位性をアピールするため、今後、同リストへの掲載に向けて活動も検討する。なお、GBCI は、マレーシア、シンガポール、アメリカのグリーンビルディングに関する制度を参考にして基準等が定められており、インドネシア国の環境省令（2010 年 8 月）にも関係している（下表参照）。

表 3-7 グリーンビルディング協会の制度と他国制度の比較

グリーンビルディング	グリーンマーク	グリーンビルディング インデックス (GBI)	グリーンシップ (インドネシア)
アメリカ瑕疵保護庁	シンガポール建築庁	GBI マレーシア	インドネシアグリーンビルディング協会 (GBCI)
環境配慮型建築資材及び仕様	環境保全	素材及び資源	素材及び資源の循環
水の効率化	水の効率化：環境保全	水の効率化	水の保全
エネルギーの効率化と再生エネルギー利用	エネルギーの効率化	エネルギーの効率化	エネルギーの効率化と保全
水の効率化	環境保全	水の効率化	水の保全

インドネシア国においては、環境に優しい建築素材の条件として、材料、生産工程、輸送手段、低エネルギー効率、低排出、騒音、毒性、放射能、健康への影響、メンテナンスフリー、ISO、再生可能素材、等さまざまな側面よりアプローチできることが確認されているため、提案技術が環境対応していることを複合的に視点からアプローチしていく。

（2）ジェンダー配慮

²² 2009 年に設立され、世界グリーンビルディング協会（World Green Building Council、WGBC）の一員であり、メン環境省令グリーンビルディング認証機関 No. 8/2012 によって認可される唯一の機関である。独自の判断基準及び診断方法によって、建設物のグリーン度合いを評価する「グリーンシップ」を開発し、認証サービスを提供する。

提案技術の維持運営管理のためには、女性が重要な役割を担うかどうか、男女別の役割、ジェンダー平等、また女性のエンパワメントに関係するかを、ジャカルタ及びマカッサルの女性関係者にヒアリングを実施し、提案技術を活用する過程においては大きく関係しないことが確認された。但し、特に水不足が課題となっているマカッサルにおいては、給水施設がないため水汲み労働を女性や子どもが担って大きな負担となっていることが想定される。提案技術が普及することで、水汲み労働の時間とエネルギーが節約され、生活が楽になるか、不衛生な水によって下痢症等の病気に影響しないか、水不足問題が解決されることで、UNICEF が求める 1 日 1 人当たりの最低必要水量 20 リットルが確保されているかを現地関係者にヒアリングを実施したが、明確な回答を得ることができなかった。

一方、災害による被害の内容や度合は、男女間や年齢、障害の有無などで違いが生じる可能性についても、同様にヒアリングを行ったが、洪水時における男女別の被害状況にかかるデータの入手に至らなかった。

3-7 ODA 案件を通じて期待される開発効果

提案法人は、想定する ODA 案件化として普及・実証・ビジネス化事業を計画するために、「浸水対策計画」（2014 年～2019 年）を進める UNHAS 土木学科（マカッサル市）と共同研究を行っている中で、その成果を雨水配水施設のインフラ整備を進めるジャカルタ首都圏に対して、雨季の洪水時の課題である道路冠水、住宅浸水対策として提案することが可能であると確認した。一方、住宅開発が進む郊外及び地方部では井戸水の枯渇、地下水の海水浸食、配水インフラの欠陥等により、乾季には 3 ヶ月降水量が 40mm 以下の深刻な水不足となること、また 2030 年までに 38% の人口増が見込まれる首都圏においても、安定した水資源確保が課題となっていることなどから、提案技術による雨季の貯水を、乾季に利用することが期待されていることも確認した。

現地対象地域での技術的な実証促進をすることで、将来的には類似課題を抱えるインドネシア全土に普及することで、我が国が推し進める「質の高いインフラ投資」にも貢献の可能性はある。

以上のことから、洪水被害軽減及び乾季の水不足解消を実現することで、人的経済的損失の軽減及び住民の生活環境の向上に寄与することが期待される。

第4章 ビジネス展開計画

4-1 ビジネス展開計画概要

提案法人は、国連ハビタットを通じて、提案技術を東南アジアのラオスで3基、ベトナムで1基の「ためとつと」築造を行ってきた経験から、東南アジアでのノウハウを有しており、インドネシアに対しても同様の貢献が可能と考えている。インドネシアはASEAN最大のGDPを誇る国であり、政策により他国とのFTAも積極的に締結しており、同国内普及から他国へのビジネス展開の可能性も大きいと判断した。

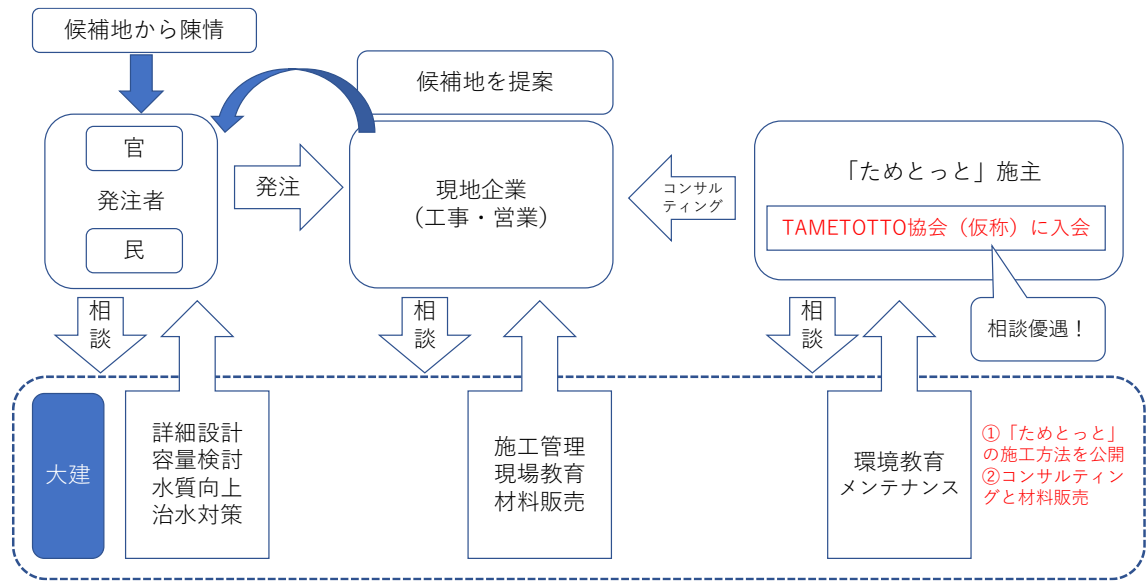
ビジネス初期段階では、UNHASと連携して進めているマカッサル市「浸水対策計画」の一環として大学スマート化事業「雨水再利用計画」にて試験導入による有効性の可能性を確認することである。既にUNHAS開催の国際シンポジウムにて、雨水再利用技術として提案技術は紹介されており、今後も九州大学を巻き込んだ共同研究の継続によって、水害時の雨水の流出増に対する流出抑制効果や水質における提案技術の有効性を確認していく。

ビジネス中期段階では、想定するODA案件化に挙げたJICA「普及・実証・ビジネス化事業（中小企業支援型）」もしくは外務省「日本NGO連携無償資金協力」（災害等復旧・復興支援事業）、同「草の根・人間の安全保障無償資金協力」（官民連携）を活用して、インドネシア国内で実証事業を通じた検証がなされることで、WR-PWによる「ためとつと」導入につなげる。WR-PWはインドネシア国での実証データに基づき、ABSAHプロジェクト等といった公共事業への具体的な導入をしたい意向があるため、ODA案件化によって官需を取り込んだ普及を図る。

ビジネス長期段階では、提案技術の積極的な活動を試みる現地企業のパートナーシップ協力のもと、ジャカルタ郊外の新規民間住宅開発や、新規モスク等に提案技術が導入される。インドネシアは外資規制が厳しいため、現地法人を設立するのは現実的ではないため、提案技術を積極的に公開することで、現地内資企業による提案技術の普及が促進されて、現地施工が平準化することによる価格競争力も伴った技術移転を実現させる。提案法人はバリューチェーンである計画、設計、施工、運営の各段階において、公開された提案技術が効果的に運用されるよう、アドバイザー業務を中心とした設計・施工管理の支援による収益を想定する。

今後のビジネス展開の仕組みとして、「TAMETOTTO 協会（仮称）」を立ち上げ、会員となることで、アドバイザー業務委託費や部品販売価格など、割引の優遇措置を行いながら、実績を積み上げていく。

部品販売については、集水器、ろ過システム、浄水器、水量計等の販売も展開する。部品販売後の設置や交換は、図面等で事前に説明することで、現地業者にて執り行う。また、利水効果だけでなく、治水能力を向上させるために、「ためとつと」の上部の雨水を大地に浸透する仕組みを、九州大学の島谷先生と協議しながらまとめていく。



出典：調査団作成

図 4-1 ビジネス展開の流れ

表 4-1 ビジネス展開計画

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
JICA案件化調査	←→						
販売活動	←						→
その他・国連ハビタット(官需)		↔					
N連による導入 外務省(官需)			←→			←→	
草の根による導入 外務省(官需)				←→			←→
ODA普及・実証・ビジネス化事業(JICA)					←→		
WR-PWIによる導入(官需)				←	-----	-----	→
地盤沈下対策による導入(官需)				←	-----	-----	→
モスク事業による導入(民需)				←	-----	-----	→
その他・ハザヌディン大学(官需)				←	-----	-----	→

出典：調査団作成

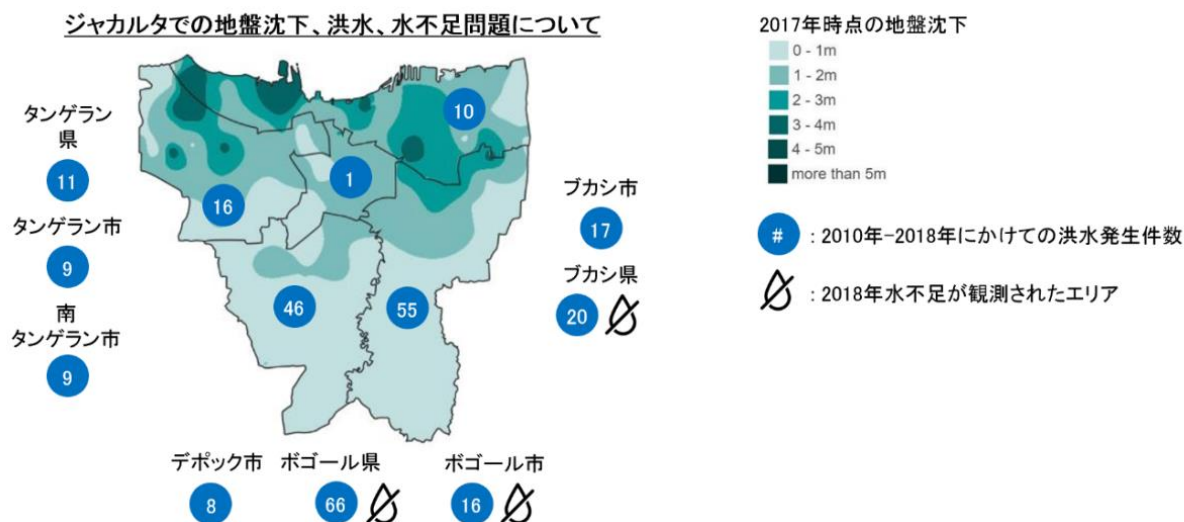
4-2 市場分析

(1) 市場の定義・規模

提案技術である雨水貯水地下タンク「ためとつと」は、インドネシアが直面する、①雨期の雨水流出による洪水災害、②地下水の過剰揚水による地盤沈下、③乾季における生活用水の不足に貢献できる可能性があるため、浸水被害や地盤沈下対策、あるいは安定した水資源が求められている地域をターゲット市場とする。本調査で対象としたジャカルタ首都圏及びマカッサルにおいては、いずれもそのターゲット市場になる得ることは、現地ニーズ調査より確認された。

官需としては、WR-PW が担う水資源維持管理事業や PUPR が予定する住宅開発への導入を考えている。ジャカルタ首都圏においては、地盤沈下が深刻な問題となっており、被害が最も大きいジャカルタ北部では、10年間で最大10インチ（約25cm）のスピードで地盤沈下が進んでいる。地盤沈下の主な原因は個人や企業による地下水の過剰揚水であり、雨水など地下水に代わる水源を確保することで、地盤沈下の抑制に貢献できると考えられる。

更に、ジャカルタ首都圏では、年間を通して洪水が発生しやすく、その件数は2010年から2018年の間で280件に上り、そのほとんどがジャボデタベック南部で発生している。また、乾季における水不足については、ジャボデタベックの西ジャワ州にあるブカシ県、ボゴール県、ボゴール市が大きな被害を受けている。よって、ジャカルタ首都圏全域で発生する地盤沈下の抑制、洪水対策、水不足解消への効果が想定される。



出典: BPBD West Java (2018), The New York Times (2017), BBC (2018),

図 4-2 ジャカルタにおける地盤沈下、洪水、水不足問題

非公開

非公開

図 4-3 ジャカルタにおける新規開発案件にかかる状況

非公開

図 4-4 提案技術の導入先候補分析

非公開

図 4-5 NANO TOWN2 概要（住宅販売と図面）

非公開

図 4-6 住宅開発業者の自社ビルへの導入検討

(2) 競合分析

非公開

図 4-7 提案技術と現地類似製品の比較

非公開

非公開

図 4-8 ATMAJAYA 大学と共同による雨水貯水槽

非公開

4-3 バリューチェーン

非公開

図 4-9 想定するバリューチェーン

非公開

4-4 進出形態とパートナー候補

(1) 進出形態

インドネシアにおける持続的な事業展開のためにも、日本からの外国投資による現地法人の設立も検討したが、インドネシア国の「投資ネガティブリスト」によると、土木・建設業も含む製造業では規制なく外資 100%出資も認められ、株主は最低 2 名が必要である。インドネシアにおける外資企業（以下、PMA）設立では、規制投資許認可の指針と手順に関する投資調整庁長官規程（2013 年第 5 号）の第 22 条 3 項により、製造業・非製造業の区別なく²³、以下の条件が求められている。

- ①土地建物を除く投資額の合計が IDR100 億（約 8,000 万円）もしくは米ドル相当額以上であること（製造業の場合は最低でも約 1 億円程度の投資資金計画が必要である）。

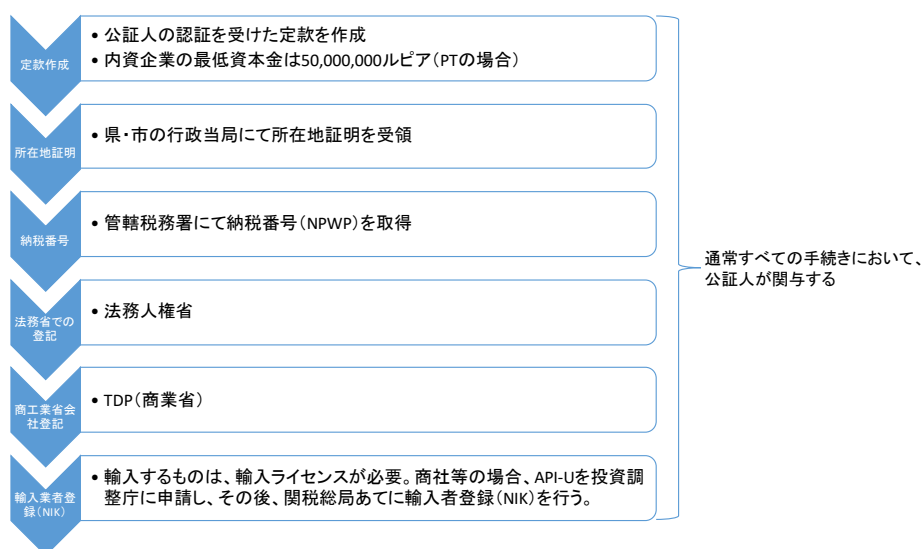
²³ 製造業の分類については、正式には国際産業分類コード（ISTC）に基づく。最近のインドネシア国進出企業の多くは、現地の地価高騰も影響して、レンタル工場にて対応している。

- ②引受資本金と払込資本金を同額用意する必要があり、IDR25 億（約 2,000 万円）もしくは米ドル相当額以上を満たしていること（銀行記録等で現金保有の確認）。
- ③各株主の出資金額は、IDR10,000,000（約 8 万円）または米ドル相当額以上であること。

一方、内資企業（以下、PMDN）設立はインドネシア会社法（2007 年第 40 号）に基づき、以下条件となる。

- 2 名以上のインドネシア国籍を有する株主が必要
- 会社の存立期間は無期限
- 最低授権資本額は IDR50,000,000（約 40 万円）
- 授権資本額のうち、最低 25%（IDR12,500,000）が設立認可までに引受資本額として払い込まれる必要がある（最低払込資本金額も IDR12,500,000（約 10 万円））。
- 最低 1 名のコミサリス（監査役）を設置する必要あり。
- ネガティブリスト上の制限業種には外資・内資含めて参入不可。

PMDN の条件である資本金 IDR50,000,000（約 40 万円）として設立する場合は以下フローチャートの通りである²⁴。



出典：投資調整庁提供資料をもとに調査団作成

図 4-10 現地内資企業 PMDN の設立フローチャート

提案法人は、現在調査で面談している現地協力者及び現地企業とのパートナーシップによる現地海外展開を計画しているため、PMA 設立によって莫大な投資をするより、出来る限り初期投資をおさえることでリスクヘッジできるよう、資本金 IDR50,000,000（約 40 万円）による PMDN を設立することが現実的であると判断した。

本調査を通じて、ジャカルタにおいては下述の通り、パートナー候補先となる企業・団体

²⁴ 通常、資本金 IDR50,000,000 の場合では BKPM（投資調整庁）の関与はないが、輸入を予定する場合は、BKPM（投資調整庁）の認可が必要となる。

との面談によって、その可能性を模索してきた。提案法人のビジネス展開方針より、今後、提案技術を積極的に公開していくことで、現地人による計画、設計、施工、運営を可能として、提案法人はそのアドバイザリー業務によって広くパートナー候補先と連携していくことができる。

非公開

表 4-2 マカッサルで設立された提案技術のための PMDN 企業

非公開

(2) パートナー候補

非公開

非公開

表 4-3 日系企業向け会社設立コンサルタント会社

非公開

4-5 収支計画

表 4-4 想定する収支計画

非公開

4-6 想定される課題・リスクと対応策

非公開

4-7 ビジネス展開を通じて期待される開発効果

提案する ODA 案件化のうち JICA「普及・実証・ビジネス化事業」では、現地ニーズ（住民の水使用量や用途等）を確認した上で、提案技術を導入することで、雨水の流出抑制が可能となり、都市型洪水の被害や、乾季の水不足が軽減されるなどの効果によって、生活用水の一部に寄与することが期待される。そのためには、集水方法及び濁度の高い地表水の水質改善等の技術改良も必要に応じて検討する。

ビジネス展開によって、パイロット地域で水の計画的な集水・貯留・水質保持・利用が確保できれば、同地域の住環境を水害から守り、住民の生活環境の向上に寄与することが期待される。定量的な裨益効果を検討することで提案技術の優位性を示して、ビジネス展開によって具体的な開発効果が期待されるようになる。

4-8 日本国内地元経済・地域活性化への貢献

4-8-1 提案企業自体への裨益

国内の雇用創出、新規開拓、新規開発として、2021年までに国内で2名の新規採用予定で、インドネシアの周辺諸国等の新規開拓や、国内住宅地や学校、駐車場、公園、地域避難所等への導入が見込める。また、海外での実績をもとに災害の多い日本での公共事業導入も見込まれる。実際に、本調査で協力するオリエンタルコンサルタンツが実績ある「道の駅」事業への防災用施設としての導入検討等、具体的な動きも出てきている。

本提案事業によって新たなパートナー企業・団体との連携及び連携強化として、提案技術のアドバイザー業務の受注増加に伴い、普及拡大及び技術適応範囲の拡大が見込まれ、地場の工事業者も含むパートナー企業・団体や全国展開しているゼネコンとの連携を強化することができる。また、海外展開に向けて現在ベトナム出身の社員が1名であるが、今後「ためとつと」の販路拡大において、ベトナムの公共事業に伴う土木設計分野の受注拡大のために、ベトナム出身者の雇用も検討していく。

4-8-2 関連企業・産業への裨益

国内関連企業の売上として、公共投資のグリーンインフラ重視政策のもと、提案技術の受注増加で国内関連企業、特に工事業者の売上増が見込まれる。また、「ためとつと」の施工による資材調達関連会社の売上増も同時に見込まれる。事業実施による国内地元経済への裨益として、海外進出の経験や環境ビジネスモデルをマスメディアや講演等を通じて、地元経済界に伝えることで、中小企業の海外進出の参考事例としてビジネスモデル構築に役立てる。さらには、受注・利益増による納税額の増加によって、地元経済への裨益が期待される。

表 4-5 本調査実施によって今後見込まれる日本国内の地元経済・地域活性化

事業実施による想定項目	想定される効果、本調査での検討事項
国内の雇用創出、新規開拓、新規開発	2021年までに国内で2名の新規採用予定で、インドネシア周辺諸国等の新規開拓や、国内住宅地や学校、駐車場、公園、地域避難所等への導入が見込める。また、海外での実績をもとに災害の多い日本での公共事業導入も見込まれる。
国内関連企業の売上増	公共投資のグリーンインフラ重視政策のもと、提案技術の受注増加で国内関連企業、特に工事業者の売上増が見込める。
新たなパートナーとの連携及び連携強化	提案技術の受注増加に伴い、営業・施工範囲も広がるために、各県の地場工事業者や全国展開のゼネコンとの連携を図る。
事業実施による国内地元経済への裨益	海外進出の経験や環境ビジネスモデルを地元経済界へマスメディアや講演を通じて伝えることで、中小企業の海外進出の参考事例として、ビジネスモデル構築に役に立てる。また、受注・利益増による納税額の増加によって地元経済への裨益が期待される。

出典：調査団作成

4-8-3 その他関係機関への貢献

国連ハビタットの福岡本部より、「いのちの水」基金や国連の予算を活用して、「ためとつと」築造をラオスにて3基、ベトナムにて1基設置した。同事業について、国連ハビタットと（公財）福岡県国際交流センターの合同レクチャーシリーズ「ハビタットひろば」（後援：福岡県・福岡市）で講演を行い、市民、行政、学校関係者等に「ためとつと」の普及活動を行い、国連ハビタットの水・衛生分野の持続可能な開発目標（SDGs）に対する活動への理解にも役立っている。

2019年9月には、ケニア・スーダン国境地域にも国連ハビタットによる提案技術を用いた地下貯水タンクの施工が決定しており、提案法人はそのアドバイザー業務として現地渡航を予定している。

2019年11月には、九州大学 百年講堂で開催予定で、ノーベル平和賞受賞者ムハマド・ユヌス博士が基調講演される、第3回「ヘルスケア・持続可能な開発目標（SDGs）・ソーシャル・ビジネス」に関する国際会議にて、「社会課題はビジネスチャンス」（仮題）にてプレゼンを依頼されている。

本取り組みは地元・福岡でも注目されており、地元の九州大学と共同研究で開発されてきた提案技術が発展途上国にて普及されることによって、地元地域への活性化も期待される。

• 別添資料

非公開

非公開

非公開

- 英文要約

1. Purpose of the Survey

Jakarta, which is the economic and political capital of Indonesia, is vulnerable to flooding due to its low elevation. Watershed urbanization, ground subsistence due to excessive pumping of groundwater, and rising sea levels due to global warming have also exacerbated this risk. As a result, large-scale flooding has occurred in the past several years, resulting in both economic losses and fatalities.

The proposed product, Tametotto, is expected to contribute to the reduction of flood damage during the rainy season and the facilitation of rapid evacuation by helping to suppress stormwater runoff in rapidly developing Jakarta.

Furthermore, there are serious water shortages during the dry season (when there may be less than 40 mm of rainfall in three months) due to wells running dry, saltwater intrusion into the aquifers, and insufficient and/or defective water infrastructure in the suburbs of Jakarta and rural areas that have been experiencing rapid growth. As the population in the Jakarta area is expected to increase 38% by 2030, water security is an issue of significant concern. To contribute to a solution for this issue, it is expected that the proposed product can be used to collect water during the rainy season for use during the dry season.

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

2. Concerned Development Issues

Issue 1: Human and economic losses due to urban flooding

Excessive pumping of groundwater has caused ground subsistence and rapid urbanization has led to an increase in stormwater runoff during tropical monsoons in Jakarta, leading to urban flooding. In the suburban areas of Jakarta, there is insufficient drainage infrastructure, which causes flooding on roads and transportation disruptions.

Furthermore, although the drainage system is relatively developed in the central areas of Jakarta, the extent of torrential raining as caused by global warming has exceeded its capacity. This insufficiency contributes to human and economic losses.

As countermeasures to tackle this development issue, it is necessary to repair pump stations, implement river improvement works and construct flood gates, but those measures require large investments and extensive construction periods. Therefore, in addition to conventional countermeasures low-cost, short-term measures are also necessary.

Issue 2: Water shortages during the dry season

Depletion of well water, saltwater intrusion into groundwater, low numbers of distribution reservoirs, and underdeveloped water distribution infrastructure have contributed to severe water shortages in the suburban areas and rural areas outside of Jakarta, where residential and industrial

development is proceeding at a rapid pace. These water shortages also impact agriculture. As Jakarta is expected to have a 38% increase in population by 2030, securing a sustainable water supply is an important issue.

3. Products and Technologies

The proposed product, Tametotto, was developed through collaboration with Professor Yukihiro Shimatani (Kyushu University) with the aim of collecting and storing rainwater for use as domestic and agricultural water. Tametotto is a system that collects rainwater from buildings and stores it within underground storage tanks. The water can be used for household purposes or for watering plants as it is purified through the gravel contact oxidation process using layers of crushed stones within the storage tanks. The purification process ensures the water quality is suitable for drinking, allowing for safe storage and usage. As the system uses naturally occurring microorganisms on the crushed rocks rather than chemicals, it is environmentally friendly.

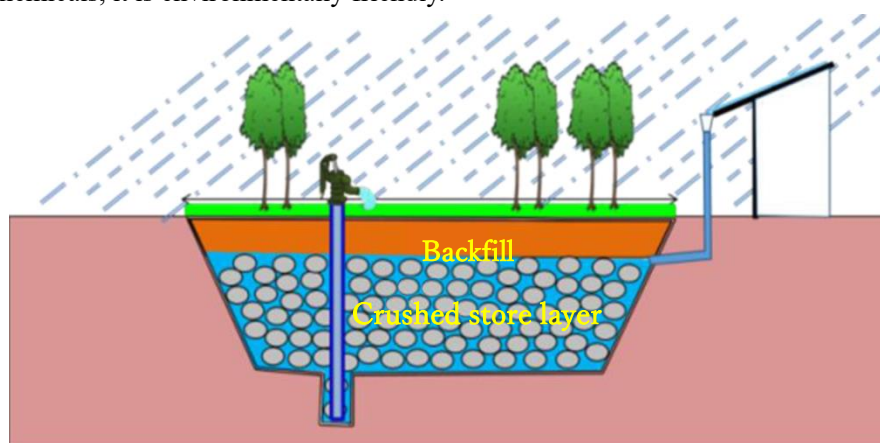


Figure 1: Cross-section of Tametotto

The main feature of Tametotto is the high quality of the stored water. During studies conducted with Kyushu University in 2016, trials were held utilizing various other methods of storing water, which were then monitored for changes in general bacterial population and pH levels over 3-9 months. Of these methods, only Tametotto cleared the water quality standards for drinking water established by the Ministry of Health, Labour and Welfare. The results showed that Tametotto was able to reduce the bacterial population.

In regard to the pH results, the effects of acid rain have been identified worldwide as a problem in recent years. In Fukuoka, where Daiken is located, the pH of the rain is 5. Tametotto was developed to make the water slightly alkaline, whereas the rival method (resin method) with a large share in Japan keeps the water acidic even over a long period of time. In Japan, water stored in Tametotto is used for toilet water, water for plants, and other domestic uses. In Laos, it is used for drinking water. The other characteristics of the system are as follows:

1. Price: Low cost construction (costs vary depending on a variety of factors),

- and a large amount of rainwater can be stored at a low cost (40,000 yen/t)
2. Eco-friendliness: Purification is achieved through the gravel contact oxidation process using microorganisms in the crushed rocks, which allows it to continue to be used even at the time of a disaster. It is also able to withstand earthquakes and is effective as an urban flood control measure
 3. Workability: Relatively easy construction, which can be completed in a short amount of time (1 month of construction for a reservoir holding 100t)
 4. Water quality: Drinking water quality (alkaline)
 5. Compatibility: Materials can be easily procured, and construction and maintenance can be completed by local human resources
 6. Volume monitoring: Possible through making it a smart system. Maintenance is also easy, as it only requires the cleaning of water collection equipment (rain gutters, etc.). In the event that clogging of the intake pipe occurs, the blockage can be sucked up with a vacuum.

4. Proposed ODA Projects and Expected Impact

C/P candidate agencies require local data confirming the proposed product's utility and advantage for areas that suffer water shortages. WR-PW has suggested PUPR-owned land in Tangerang City to serve as a candidate site to confirm the local compatibility and cost effectiveness of Tametotto. After the feasibility survey is completed, an ODA scheme will be utilized to verify the effectiveness of the product and, through using the experience gained by implementing the product locally, disseminate the technology across the Indonesian archipelago in the future.

Table 1: Overview of Proposed Verification Survey

Scheme	Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies				
Name	Verification Survey for Flooding Mitigation and Water Supply Utilizing the "Tametotto" Underground Rainwater Harvesting Tank in Indonesia (tentative)				
Outcome	Tametotto reduces the amount of flood damage and provides rainwater for reuse during the dry season.				
Output	<ol style="list-style-type: none"> 1. Contribution to the reduction of extent and frequency of flood damage will be confirmed. 2. The benefit of the proposed technology will be clarified by monitoring the rainwater use during the dry season. 3. The strategy to formulate public works projects after the verification survey will be clarified. 				
C/P agency	WR-PW	Target	Greater Jakarta	Period	18-24 months
Proposed activities	<p>Activity 1: Verify the site agreed upon with C/P and its layout</p> <p>Activity 2: Test construction of the proposed technology (equipment procurement, construction management)</p> <p>Activity 3: Verification of proposed technology's utility (monitoring and questionnaires)</p> <p>Activity 4: Facilitate technology and knowledge transfer (knowledge co-creation program, seminars)</p> <p>Activity 5: Formulate the business development plan</p>				
Input	<p><u>Japanese side:</u> Engineers from Japan, a manual, materials</p> <p><u>Indonesian side:</u> Land to serve as site for installation of Tametotto, appointment of counterpart members (technical, management), necessary costs (allowances, salary, transportation) for counterpart members, appointment of 16 local staff members (2 survey staff members, 2 testing inspectors, 2 construction management staff, 10 construction staff), construction equipment (dump truck to transport crushed rock), project office, information necessary for the project</p>				

Expected Impact

The expected impacts are the suppression of stormwater runoff during flooding, which will mitigate the urban flooding damage, and the improvement of water security during the dry season. Based on these two effects, it is expected to reduce the amount of economic and human loss due to flooding as well as improve the living environment for the residents of the area.

5. Intended Business Development

In the early stage, the proposed product's utility for suppressing stormwater runoff during flooding and ability to maintain a high water quality will be verified through the product's implementation in the Hasanuddin University (UNHAS) smart campus project, as part of the Contingency Plan For Flood of Makassar. Use of Tametotto in stormwater reuse was previously introduced at the UNHAS International Symposium, and collaborative research involving Kyushu University continues.

In the middle stage, the compatibility of the proposed product with the target areas will be verified through either a JICA SDGs Business Verification Survey, a Ministry of Foreign Affairs (MoFA) Grant Assistance for Japanese NGOs, or a MoFA Grant Assistance for Grass Roots and Human Security Projects ("Kusanone"). WR-PW intends to use the collected data as a base to implement Tametotto in public works such as the ABSAH project and other demonstration projects within Indonesia using ODA projects.

In the long term, based on the business model developed in Jakarta, Tametotto will be implemented in new housing developments outside of Jakarta and at new mosques through the local business partner.

Regarding dissemination through private demand, Indonesia has strict laws about foreign investments, making it unrealistic to create a local subsidiary. By proactively making the proposed product available, knowledge of Tametotto will spread among local companies to equalize local construction, which promotes competitive costs and technology transfer. Companies can effectively use the proposed technology at the planning, design, construction and operation stages of the value chain. Revenue can be expected through an advisory position that focuses on design and construction management assistance.

6. Schedule

Table 2: Business Development Plan

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
JICA Feasibility Survey	←→						
Sales operations	→						
UN Habitat (official demand)		←→					
Implementation through NGO Grant Assistance (MoFA)			←→			←→	
Implementation through “Kusanone” (MoFA)				←→			←→
ODA Verification Survey (JICA)					←→		
Implementation through WR-PW (official demand)			←-----→				
Implementation through ground subsidence countermeasures (official demand)			←-----→				
Implementation through mosque work (private demand)			←-----→				
Implementation through UNHAS (official demand)			←-----→				