

インドネシア国

インドネシア国
タッチストーンシステムによる持続可能な
水資源の利用を実現するための
基礎調査

業務完了報告書

2022年1月

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

有限会社アクアシステム

民連
JR
22-002

<本報告書の利用についての注意・免責事項>

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

<Notes and Disclaimers>

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

目次

写真	1
地図	3
図表リスト.....	4
略語表.....	5
案件概要図（和文）	6
案件概要図（英文）	7
要約	8
はじめに	11
1. 調査名	11
2. 調査の背景.....	11
3. 調査の目的.....	11
4. 調査対象国・地域.....	11
5. 契約期間、調査工程	11
6. 調査団員構成	11
第1 対象国・地域の開発課題.....	12
1. 対象国・地域の開発課題.....	12
2. 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等.....	12
(1) 開発計画.....	12
(2) 政策	14
(3) 法令等.....	14
3. 当該開発課題に関連する我が国の国別開発協力方針.....	28
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	28
(1) 我が国の ODA 事業.....	28
(2) 他ドナーの先行事例分析	28
第2 提案法人、製品・技術	29
1. 提案法人の概要	29
(1) 企業情報.....	29
(2) 海外ビジネス展開の位置づけ	29
2. 提案製品・技術の概要	30
(1) タッチストーンシステムの概要	30
(2) ターゲット市場.....	32
3. 提案製品・技術の現地適合性	32
(1) 現地適合性確認方法.....	33
(2) 現地適合性確認結果（技術面）	33
(3) 現地適合性確認結果（制度面）	34
4. 開発課題解決貢献可能性.....	34

第3	ビジネス展開計画.....	35
1.	ビジネス展開計画概要.....	35
2.	市場分析.....	35
	(1) 市場の定義・規模.....	35
	(2) 競合分析・比較優位性.....	36
3.	バリューチェーン.....	36
	(1) 製品・サービス.....	36
	(2) バリューチェーン.....	36
4.	進出形態と現地パートナー企業候補.....	36
	(1) 進出形態.....	36
	(2) 現地パートナー企業候補.....	37
5.	収支計画.....	37
	(1) 販売コスト.....	37
	(2) 収支・資金計画.....	38
6.	想定される課題・リスクと対応策.....	39
	(1) 法制度面にかかる課題／リスクと対応策.....	39
	(2) ビジネス面にかかる課題／リスクと対応策.....	40
	(3) 政治・経済面にかかる課題／リスクと対応策.....	40
	(4) その他課題／リスクと対応策.....	41
7.	期待される開発効果.....	41
8.	日本国内地元経済・地域活性化への貢献.....	42
	(1) 関連企業・産業への貢献.....	42
	(2) その他関連機関への貢献.....	42
第4	ODA 事業との連携可能性.....	43
1.	連携が想定される ODA 事業.....	43
2.	連携により期待される効果.....	43
	参考文献.....	44
	別添資料.....	45

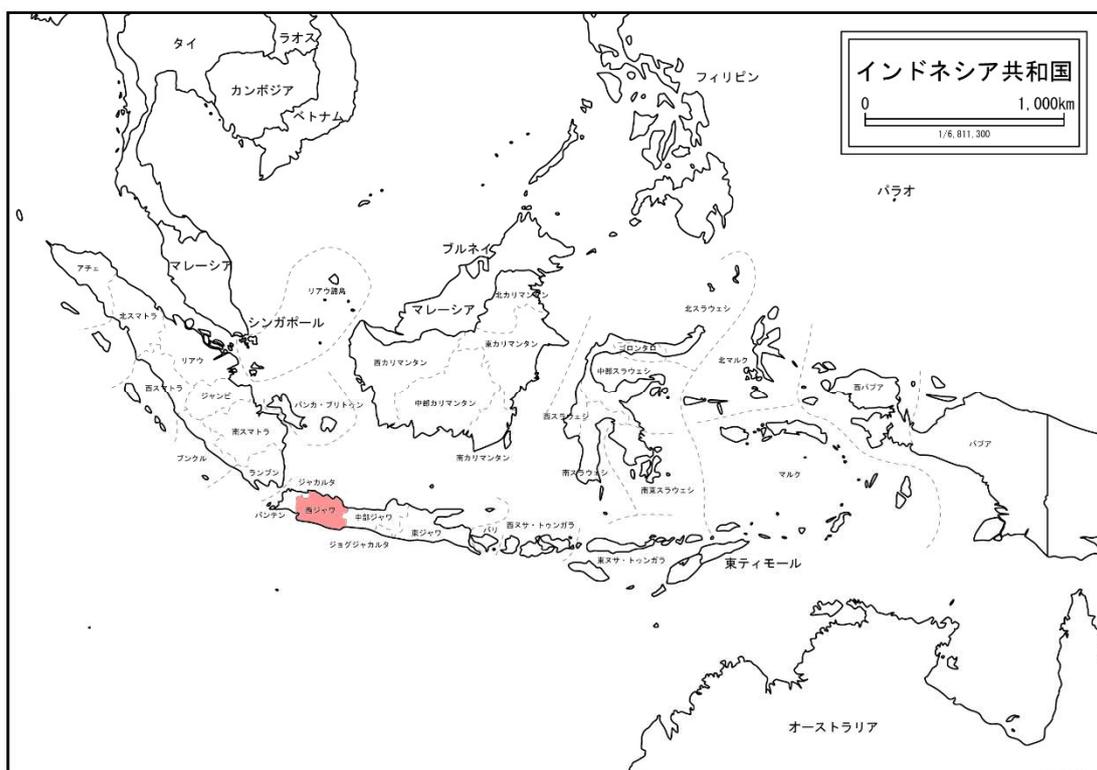
写真

<p>■ タッチストーンシステム</p>	
	
<p>処理施設 タッチストーン設置状況</p>	<p>処理施設 タッチストーン処理状況</p>
	
<p>処理施設 沈殿槽処理状況</p>	<p>処理施設 三次処理接触酸化槽状況</p>
	
<p>タッチストーン 成型</p>	<p>タッチストーン</p>
	
<p>PT. SHOCA デモ機を使った研修</p>	<p>インドネシア工業展出展 (JETRO ブース)</p>

■ 現地豆腐工場の排水の現状	
	
豆腐茹で窯	豆腐樽
	
工場脇水路 直接排水している	工場横の牧場 豆腐ガラを牛の餌に利用

■ 現地ブロック会社の現状	
	
ブロックプレス作業	プレス後のコンクリートブロック
	
ブロック乾燥	ブロック製品サンプル

地図



出典：白地図専門店 インドネシアの白地図
権利者名：井上恵介 URL：<https://www.freemap.jp/>

図表リスト

図 1	2015 年から 2019 年までのインドネシアの河川の汚染度.....	20
図 2	2015 年から 2019 年までのインドネシアの水質指標.....	20
図 3	DKI Jakarta における主要河川の流域と水質分析のための採水地点.....	22
図 4	Citarum 川流域	27
図 5	タッチストーンシステムの概要.....	30
図 6	処理フロー（例）	31
図 7	下部からのエアレーションによる接触ばっ気槽.....	31
図 8	事業の全体図	エラー! ブックマークが定義されていません。
図 9	事業の営業形態.....	エラー! ブックマークが定義されていません。
図 10	事業計画フロー.....	エラー! ブックマークが定義されていません。
表 1	産業排水管理に関連する水質汚染削減に関する活動.....	12
表 2	インドネシアの排水管理に関する法律・政策・計画.....	15
表 3	インドネシアの水質・水資源管理体制に関する法律・政策・計画.....	16
表 4	インドネシアにおける排水による環境汚染に関する法律・政策・計画.....	17
表 5	水質評価指標	19
表 6	ヒアリング結果概要.....	21
表 7	PI 値 カテゴリー分類.....	21
表 8	DKI Jakarta での水質分析のためのパラメータと水質基準	22
表 9	水質モニタリング結果概要（DKI Jakarta 2019-2020）	23
表 10	水質状況进行评估するスコアリングシステム.....	27
表 11	水質の分類.....	27
表 12	水質モニタリング結果概要（Citarum river basin 2009）	28
表 13	ジャカルタ首都圏及び周辺地域のブロック製造会社リスト.....	33
表 14	収支計画	37

略語表

略語	正式名称	日本語名称
ADB	Asia Development Bank	アジア開発銀行
BAPPENAS	Badan Perencanaan dan Pembangunan Nasional	国家開発企画庁
JETRO	Japan External Trade Organization	日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
KLHK	Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan	環境林業省
MOE	Ministry of Environment	環境省
PPKL	Direktorat Jenderal Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan	公害防止・環境劣化防止総局
RPJMN	Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional	国家中期開発計画
WB	World Bank	世界銀行



インドネシア国 タッチストーンシステムによる持続可能な水資源の利用を実現するための基礎調査

有限会社アクアシステム(高知県高知市)

6
安全な次トイレ
を世界中に


9
産業と経済革新の
基盤をつくらう


インドネシア国水の浄化・水処理分野における開発ニーズ(課題)

- ・工場排水や生活排水による周辺環境の汚染
- ・地下水の過剰利用による地盤沈下
- ・インドネシア人技術者の排水処理に関する応用知識と維持管理能力が不足しているため、先進的な排水処理技術が継続的に利用がなされていない

提案製品・技術

タッチストーンシステム

- ・接触ばつ気材を利用した排水処理設備
- ・排水量変動や濃度変動など、負荷変動に強い
- ・発生汚泥量を従来方式に比べ1/2に低減
- ・悪臭発生の防止。・容易なメンテナンス

本事業の内容

- ・ 契約期間: 2021年5月~2022年1月
- ・ 対象国・地域: インドネシア国西ジャワ州ブカシ県
- ・ 案件概要: 同国の堅調な経済発展の負の側面(課題)である、ジャカルタでの、地下水の過剰揚水による水資源の枯渇と地盤沈下対策に対して持続可能な水資源の利用と維持管理が容易な排水処理技術が特に必要である。持続可能な水資源の利用を前提とした維持管理が容易な排水処理施設的设计・施工から操業支援やメンテナンスに係る事業を展開し、同国の課題解決に貢献し得る事業の実現可能性を探るための基礎情報を調査する。



開発ニーズ(課題)へのアプローチ方法(ビジネスモデル)

- ・現地パートナー企業との代理店契約を締結する。
- ・工業団地における現地日系企業および食品・飲料業種の現地企業を対象とする。
- ・改善・改良工事から新規設備設計・施工や維持管理保守に係る事業の展開を想定する。

対象国に対し見込まれる成果(開発効果)

- ・環境汚染が緩和される
- ・排水処理施設の稼働率低下が抑制される
- ・同国の環境基準に適合した地方開発を可能とするなど

2021年12月現在



Sustainable usage of water resources by “Touch Stone System” in Indonesia

Aqua System Inc. (Kochi, (Kochi Pref.,))



Development Issues Concerned in Water Resources Sector

- Water resource pollution by Domestic/Industrial waste water
- Ground sinking by excess usage of groundwater
- Low operation availability of infrastructures by low capacity of maintenance

Products/Technologies of the Company

- High response to load change
- Reduction of sludge volume
- Prevention of bad odor by adsorption material
- Ease of maintenance

Survey Outline

- Survey Duration : May, 2021 ~ January, 2022
- Country/Area : West Java Province (Kab. Bekasi)
- Survey Overview : Conduct a feasibility study to develop overseas business expansion of water treatment in Indonesia, based on the sustainable usage of water resources by recycling needs with contributing to the solution of development issues.



How to Approach to the Development Issues

- Make a partnership agreement with a local partner
- Target Japanese affiliated company and local food and beverage customers in industrial complex
- Set up a comprehensive water business on improvement of existing facilities and new design/construction of Touch Stone System

Expected Impact in the Country

- Reduce environment pollution
- Keep operation availability at a high level
- Enable rural development adapted into the Indonesian National Standard

As of December, 2021

要約

I. 調査要約

1. 案件名	<p>(和文) インドネシア国タッチストーンシステムによる持続可能な水資源の利用を実現するための基礎調査</p> <p>(英文) Small and Medium-Size Enterprise (SME) Partnership Promotion Survey for Sustainable usage of water resources by “Touch Stone System” in Indonesia</p>
2. 対象国・地域	インドネシア国西ジャワ州ブカシ県
3. 本調査の要約	<p>インドネシアの堅調な経済発展の負の側面として、産業排水や生活排水による河川や水路の汚染が顕在化している。そこで、維持管理が容易な廃水処理施設的设计・施工から操業支援やメンテナンスに係る事業を展開し、同国の課題解決に貢献し得る事業の実現可能性を探るための基礎情報を調査する。</p>
4. 提案製品・技術の概要	<p>火山灰由来の原料を使った接触ばっ気材を利用した廃水処理施設タッチストーンシステムは、廃水処理の基礎的技術に基づいて設計されており、処理能力が高く、処理中に発生する汚泥発生量を低減し、悪臭発生を防止する等の長を有するとともに、維持管理に特殊な技術を要しない。初期費用は一般的施設より高額だが、維持管理費用を抑えることが可能なため、相対的な比較優位を有する。</p>
5. 対象国で目指すビジネスモデル概要	<p>① 現地パートナー企業と代理店契約を締結し、② 工業団地における個々の事業者、特に西ジャワ州の排水処理に課題を抱える現地日系企業及び食品・飲料業種の現地企業を発掘し、③ 新規施設設計・施工や維持管理、保守、排水改善に係る事業展開を行っていくことを想定する。また、④ 代理店販売を開始して5年後を目途に事業評価を行い、⑤ 現地パートナー企業への資本投資を検討する。</p>
6. ビジネスモデル展開に向けた課題と対応方針	<p>課題：インドネシアへの直接的な進出の場合、大型資金の調達が必要。 対応：インドネシアの民間企業（現地パートナー企業）と代理店契約を結び、代理店を経由したビジネス展開を行うことで初期投資額を減らすことができる。</p> <p>課題：インドネシアにおけるビジネス上の法律リスク。 対応：現地パートナー企業を経由することで法律リスクを軽減する。</p> <p>課題：海外（日本）資材、機器類の調達の遅延、許認可取得の遅延等のリスク。 対応：将来的には全てインドネシア国内にて調達することを目指す。</p>
7. ビジネス展開による対象国・地域への貢献	<p>➤ 貢献を目指すSDGsのターゲット： ゴール6 水・衛生、ゴール9 インフラ・産業</p> <p>➤ 提案製品は特殊技術を必要とせず、また容易に維持管理できる技術であることから、環境汚染の緩和、稼働率低下の抑制、さらには、同国の環境基準に適合した地方開発を可能とすることが期待される。</p>

<p>8.本事業の概要</p>	<p>インドネシアでは、経済発展によって社会が資本や技術力を持つようになった一方で、公害や環境汚染といった課題も顕在化している。公共用水域の水質保全、都市排水の改善、工業用水の供給のための水源管理は重点課題であるとともに、産業排水、生活排水による水質汚染への対策は、喫緊の課題である。</p> <p>提案製品であるタッチストーンシステムを利用した廃水処理施設の設計及び施工をはじめ、高負荷対策／油処理／特殊排水といった用途別の処理用製剤の販売、廃水処理施設で利用する付帯機械類や特殊装置の製造販売、導入した廃水処理施設の維持管理業務や既存廃水処理施設の評価・改善に関するコンサルティングサービスを提供するための現地パートナー企業の発掘を行う。また、発掘した現地パートナー企業と代理店契約を締結し、現地食品工場等をターゲットに廃水処理施設の1号案件受注を目指す。</p>
<p>① 目的</p>	<p>有限会社アクアシステム（以下、「当社」という。）は、これまで、国内の顧客に対し、高濃度汚水を対象とした廃水処理施設の設計・施工から既存施設を最大限に活かした施設改良、既存施設の評価・改善に関するコンサルティングサービスを提供してきた。しかしながら、国内の食品・飲料分野向けの生物処理による廃水処理施設建設の需要は、工場の新設案件が増加しているものの、緩やかな伸びしか見込めない成熟市場となっており、内需の獲得だけでは限界があると考えている。</p> <p>当社が海外進出する目的は、新たな市場を開拓し、国内の人手不足や将来の技能・事業継承を見据えた経営基盤の強化を目指すためである。インドネシアを選定した理由は、当社が過去に高知県の支援を受け、インドネシアでの機械系展示会マニファクチャリングインドネシア（以下「機械系展示会」という。）に出展した際に、現地企業との意見交換を通し、深刻な水資源環境問題を知ったことがきっかけである。同国では、排水処理事情が急速な都市化に追いついておらず、産業排水、生活排水による水質汚染が進み、その対策が喫緊の課題となっている。継続的な経済成長と人口増加による成長市場が見込める同国において、当社の技術が水資源環境問題の解決に貢献し、さらに当社の技術が承継できる現地パートナー企業の発掘及び連携を目指す。</p>
<p>② 調査内容</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 対象国・地域の開発課題 <ul style="list-style-type: none"> a) 開発計画、政策、法令等の調査 b) 廃水処理の実態調査（河川の水質等） c) 廃水処理施設の有無と課題 d) 開発課題貢献性可能性調査 ■ 製品技術の現地適合性 <ul style="list-style-type: none"> a) 現地水質適合性確認

	<ul style="list-style-type: none"> b) 資機材調達ルートの確認 c) タッチストーンの現地製作の可能性調査 ■ ビジネス展開計画 <ul style="list-style-type: none"> a) 排水規制、関連法規制の調査 b) 市場分析 c) パートナー企業との役割分担確認 d) パートナー企業との協業契約締結準備 e) 当初売上目標値の設定、事業戦略策定 ■ ODA 事業との連携可能性 <ul style="list-style-type: none"> a) JICA、関連機関等へのヒアリング b) 現地政府機関（ジャカルタ特別州等）へのヒアリング c) 過去の JICA 報告書の確認
③ 本事業実施体制	提案企業：4名（業務主任者／技術担当／営業担当／契約・経理処理） 外部人材：2名（コンサルタント／個人（補強））
④ 履行期間	2021年5月～2022年1月（0年9ヶ月）
⑤ 契約金額	8,471千円（税込）

II. 提案法人の要約

1. 提案法人名	有限会社アクアシステム
2. 代表法人の業種	[①製造業]
3. 代表法人の代表者名	代表取締役 小野川清幸
4. 代表法人の本店所在地	高知県高知市針木南5番17号
5. 代表法人の設立年月日 （西暦）	2000年5月24日
6. 代表法人の資本金	300万円
7. 代表法人の従業員数	11名
8. 代表法人の直近の年商 （売上高）	17,802万円（2020年5月～2021年4月期）

はじめに

1. 調査名

(和文) インドネシア国タッチストーンシステムによる持続可能な水資源の利用を実現するための基礎調査

(英文) Small and Medium-Size Enterprise (SME) Partnership Promotion Survey for Sustainable usage of water resources by “Touch Stone System” in Indonesia

2. 調査の背景

インドネシアでは、水資源分野におけるインフラ整備の方向性として、国家長期開発計画 (RPJPN 2005-2025) の中で、「表流水及び地下水の統合的なシステムの構築と実施の促進、地下水の持続可能な利用」を目指すこととしており、かつ、国家中期開発計画 (RPJMN 2015-2019) においては、「安全な水へのアクセスの達成」を目標として掲げている。

首都ジャカルタ特別州では、産業排水や生活排水の増加及び廃水処理施設の未整備により、河川等の水質汚染が深刻な状況である。また、水需要の増加に対して水道水の原水として利用されている表流水の水源量が不足しているため、水道普及率は約 62% (PAM JAYA 2015 年) に留まっており、地下水を利用する事業者が増加し、過度の地下水の取水による地盤沈下等の環境問題が都市活動や市民生活に深刻な影響を与えている。

水資源をめぐる環境問題を解決するため、有限会社アクアシステム (以下、「当社」という。) は、廃水処理施設「タッチストーンシステム」を提案製品とし、同国での適用を目指す。本調査により、提案製品の現地適用可能性の確認を行い、開発課題解決の可能性及びビジネス展開にかかる検討を行うための基礎情報を収集することが期待される。

3. 調査の目的

提案製品・技術の導入による開発課題解決の可能性及び SDGs 達成に貢献するビジネスの検討に必要な基礎情報の収集を通じて、ビジネス展開計画が検討される。

4. 調査対象国・地域

インドネシア国西ジャワ州ブカシ県

5. 契約期間、調査工程

2021 年 5 月 20 日～2022 年 1 月 28 日 (新型コロナウイルス感染症の感染拡大の影響を踏まえ、当初想定していた現地調査を国内からの遠隔調査に変更した。)

6. 調査団員構成

氏名	担当業務	所属先
小野川 清幸	業務主任者／ビジネス展開計画	有限会社アクアシステム
村上 由高	水質調査／技術力調査	有限会社アクアシステム
ユウン・スダルティ	パートナー開拓／営業戦略	有限会社アクアシステム
田村 直子	特許商標・契約関連情報収集／経理処理	有限会社アクアシステム
下大迫 博志	現状把握／開発課題分析／現地機関調整／報告書作成	八千代エンジニアリング株式会社
山内 桂	国内業務調整／案件運営補佐	補強 (個人)

第1 対象国・地域の開発課題

1. 対象国・地域の開発課題

国家開発企画庁（BAPPENAS）が策定している国家中期開発計画（RPJMN 2015-2019）には、『今後の課題として、未だ貧困層の人々が多く、格差（所得格差と地域格差）も発生しているため、経済成長を引き続き維持する必要がある。ただし、成長戦略は同時に天然資源や環境へ負荷を与えること及びこれまでは経済成長や人間活動の生態系へ与える影響について考えることが少なかったことを留意する必要がある。』という記述があり、産業排水、生活排水による水質汚染は、開発課題として認識されている。

2. 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

(1) 開発計画

1) ジャカルタ特別州

ジャカルタ特別州における排水処理と水質管理の計画は、「Renstra DLH DKI Jakarta 2017-2022 (Strategic Plan of Environmental Agency DKI Jakarta 2017-2022)」に記載されている。環境における主要な問題の1つは、人々の生活や産業によって引き起こされる地下水、地表水、大気汚染である。この問題は、地域社会や産業界の環境管理に対する意識が低いこと、汚染防止プログラムにおける関連部門間の相乗効果が不十分であること、水資源の利用が統合的で環境に配慮した方法で行われていないこと、地域レベルでの環境保護・管理に関する規制がないこと、事業・活動に対する監督が適当でないことなどにより複雑化している。2017-2022年の目標の1つは、水の汚染を34.55%削減することである。この目標を達成するために、ジャカルタ特別州環境局は「環境の汚染・被害対策プログラム」を策定し、水質汚染の削減、大気汚染の削減、有害・危険な排水の管理、EIAの実施など74にも及ぶ行動計画を設定した。水質汚染削減については、25のプログラムが設定され、総予算は336億ルピアとなっている。水質汚染防止のための25の活動のうち、産業排水管理に関連する活動を以下に示す（表1参照）。

表1 産業排水管理に関連する水質汚染削減に関する活動
(Strategic Plan of Environmental Agency DKI Jakarta 2017-2022)

No.	活動内容	単位	目標
1	Monitoring of groundwater quality	Locations	267
2	Monitoring of river quality	Locations	90
3	Monitoring of lake/reservoir quality	Lake/reservoir	40
4	Monitoring of sea/coastal water and estuary in Jakarta Bay	locations	45
5	Formulation of guidance material for small-scale business	Guidance/policies	3
6	Supervision of wastewater policy implementation	Business	1085
7	Management of pollution complaints and environmental disputes	Percentage	100%
8	Environmental law enforcement	Penalty	1440
9	Procurement of facilities/infrastructure for monitoring and recovery of environmental quality	Item	5

2) Citarum 川

西ジャワ州を縦断する Citarum 川は、世界で最も汚い川として知られており、同州政府は、Citarum 川流域の汚染と被害を管理するためのタスクフォースを組織した。Citarum 川の汚染の主な原因は、工業、農業、農村からの排水が未処理であること、また、法令の執行管理能力が不足していることや環境教育が欠如していることである。長さ 297km の川沿いには 2,000 以上の工場が点在し、河川の汚染を軽減するためには管理が必要である。

タスクフォースは、Citarum 川の排水処理と水質管理のための計画「The Action Plan of Pollution and Damage Control of Citarum Watershed 2019-2025」を策定した。また、産業排水の管理プログラムを含む排水管理の戦略を設定した。このプログラムの目的は、産業排水が水質基準を満たし、同河川の環境を改善することである。この産業排水管理プログラムの計画項目は以下のとおりである。

a) 産業排水汚染の制御に関する指導の改善

- 産業公害防止の履行の改善
- 産業公害防止の履行の評価
- コミュニティの参加による河川汚染の指導、監視、監督、管理の改善
- Cleaner Production と Green Industry の適用拡大
- 県や市における PPLH（環境保護・管理）許可証の監視と評価

b) 産業排水汚染対策の強化

- 産業のインベントリと識別
- 中小企業のための統合された産業用 WWTP の建設
- 工業地域における統合排水処理インフラの構築

Citarum 川流域にある 2,000 以上の工場のうち、1,242 の工場が河川汚染の原因であるとされている。このプログラムの目標は、これらすべての工場を監視し、すべての工場が水質基準を遵守することである。このプログラムの総予算は 1 兆 6,010 億ルピアで、主に県や市、国の予算から拠出されている。

さらに、タスクフォースは、河川、湖沼、貯水池などの水質モニタリングの計画も設定した。この計画は、以下のプログラムで構成されている。

a) 水質モニタリングに関する技術研修の改善

- 環境試験室のトレーニングの実施
- モニタリング・評価

b) 水質モニタリングに関するデータ・情報の利用の向上

- 水質モニタリングサービスの提供拡大
- 水質モニタリング地点数の拡充

現在、329 箇所の手動による水質モニタリング地点があるが、2025 年には、これらすべてを維持するとともに、すべてのモニタリング地点に遠隔測定装置を設置する計画である。この計画の総予算は 3,208 億ルピアで、主に県や市、国の予算から拠出される予定である。

(2) 政策

1) 水質・水資源管理体制

インドネシア政府は、水質基準、水質の格付け、水質汚染負荷を設定することで、河川やその他の水源の水質を管理している。水質管理と汚染対策は共通した同じ規制の中で統合されており、水資源管理については、20年間（2011年～2030年）の国家戦略指示「水資源管理に関する国家政策」が計画されている。

水資源管理に関する国家政策では、地域のリーダーや省庁以外の政府機関が水資源に関する方針や管理方法を設定する際の指針や参考資料が整理されている。この政策には、継続的な水資源の保全の改善、水資源の利用の改善、水害の軽減、水資源管理へのコミュニティと企業の参加の改善、水資源情報システムネットワークの開発などが含まれている。水資源保全のために設定された政策には、排水汚染に関する以下のような戦略が記載されている。

- ▶ 公共・企業活動を通じた水質の改善と回復
- ▶ 排水の最大負荷の決定
- ▶ 政府、公共、企業による廃水処理施設や工業地帯の開発と運営
- ▶ 水質改善のための環境にやさしい技術の開発と実施
- ▶ 水質・排水モニタリングシステムの開発・改善

2) 工業省の廃水処理の取り組み

工業省はグリーン産業の実現に力を入れており、グリーン産業のための様々なイノベーションを継続的に開発している。産業公害防止技術センターを通じ、工業省は PLANET-2020 (Pollution Prevention based on Anaerobic-Aerobic-Wetland Integrated Technology 2020) と呼ばれる生物を活用した廃水処理技術を開発した。この方法には、必要に応じて変更可能な嫌気性、好気性、湿地の3つのユニットが含まれており、微生物（バクテリア）を使って廃棄物を分解するものである。これら3つのユニットを統合することで、有機汚染物質、アンモニア、リン酸をそれぞれ95%、80%、70%以上削減することができる。

PLANET-2020には、従来のシステムよりも多くの利点がある。まず、汚染物質の分解能力は90～98%に達し、化学的な排水処理の80～90%、従来の生物を利用した排水処理の80～90%を上回る。また、PLANET-2020は広い場所を必要とせず、電力も節約でき、化学薬品の使用量も非常に少ない。さらに、本システムでは汚泥処理装置を使用しないため、汚染物質の分解に要する時間が1週間から最大4日に短縮され、コスト面において、化学的な手法よりも安価である。

この革新的な技術は、紙産業、食品・飲料産業、パティック産業、医薬品産業、水産加工産業など、18の産業分野で導入されている。PLANET-2020の処理槽は、1日に処理する産業廃棄物の量に合わせて大きさを調整できるなど、ニーズに合わせた設計が可能である。さらに、工業省産業公害防止技術センターでは、廃水処理業者の能力を強化するために、この技術の運用・保守に関する技術指導も行っている。

(3) 法令等

1) 排水管理

インドネシア政府は、水質汚染を防止するために、排水の水質基準を設定している。この基準

は、BOD、COD、TSS や様々な化学物質の含有量など、産業／事業／活動ごとに異なっている（排水基準に関する PerMen LH 参照）。さらに、ジャカルタ特別州知事は、ジャカルタ特別州内の企業／産業に対して特定の排水基準を設定している（PerGub DKI Jakarta No.69 Tahun 2013）。これら水質の試験方法は、SNI（Indonesian National Standard）No.6989 に記載されている。

表 2 インドネシアの排水管理に関する法律・政策・計画

No	法律・政策・計画	概要
Peraturan Pemerintah (PP – 政令)		
1	PP No. 22 Tahun 2021	水質、大気、海洋を含む環境の保護及び管理、環境被害の規制、B3 排水（有毒・有害廃棄物）と非 B3 排水の管理と行政処分について規定している（第 2 条）。
Peraturan Menteri (PerMen – 大臣規則)		
1	PerMen LH No. 05 Tahun 2021	環境に影響を与え、排水を排出もしくは利用しようとする事業者は技術承認と運営資格を有する必要がある（第 3 条）。 本規程の対象となる産業には食肉、鶏肉、魚、野菜、果物その他の食料品、飲料を加工、保存する業種が含まれる（付録 I）。
2	P.16/MENLHK/Setjen/Kum.1/4/2019 P.21/MENLHK/Setjen/Kum.1/7/2018 PerMen LH No. 05 Tahun 2014	ホテル、各種工業、医療施設、食肉処理場、家庭からの排水基準。BOD、COD、TSS、各種化学成分、最大排出量などの基準がある。
3	P.93/MENLHK/Setjen/KUM.1/8/2018 P.80/MENLHK/Setjen/KUM.1/10/2019	事業や活動のために継続的に水質モニタリングを行う装置を設置する義務のある産業は、繊維、パルプ・紙、石油化学、基礎油化学、パーム油、石油精製、石油・ガス、金・銅の採掘、石炭採掘、繊維、ニッケル、である（第 2 条）。
4	PerMen LH No. 03 Tahun 2010	工業地帯の排水基準。
Peraturan Daerah (PerDa – 地方規則)、Peraturan Gubernur (PerGub – 州知事規制)		
1	PerGub DKI Jakarta No. 69 Tahun 2013	水産物加工、食品産業、牛乳とその加工食品、清涼飲料水、シロップ、食肉加工、と畜場などの事業に対する排水の水質と汚染物質の負荷の基準を決定するものである。 主要な排水基準は、国の規制と同じである。しかし、PerGub では、豆腐、テンペ、醤油の産業に対して、より厳しい基準を設定している。
Standar Nasional Indonesia (SNI – インドネシア国家規格)		
1	SNI 06-6989:2004 SNI 06-6989:2005 SNI 6989:2009 SNI 6989:2010 SNI 6989:2011 SNI 6989:2019	これらの国家規格は、2004 年から 2019 年までに発行された 80 以上の項目で構成されている。 各パートは、水と排水の試験を行うためのガイドラインである。試験内容は、電気伝導度、油脂分、固形分、各種化学成分（BOD、COD、pH、NO3-N、NO2-N など）などである。

2) 水質・水資源管理

水質・水資源に関連する法律等を整理して以下に示す。

表 3 インドネシアの水質・水資源管理体制に関する法律・政策・計画

No.	法律・政策・計画	概要
Undang-Undang (UU – 法律)		
1	UU No. 17 Tahun 2019	水資源の管理における中央政府と各レベルの地方政府の責任を定めている（第 10 条～第 20 条）。水資源管理には、包括的、統合的、かつ環境に配慮した、保全、利用、水害の制御を含む（第 23 条）。
Peraturan Pemerintah (PP – 政令)		
1	PP No. 22 Tahun 2021	河川、支流、湖などの水質の保全と管理を含む環境保全と管理を規定するものである。 大臣・州知事・県知事・市長は、水質の基準を決定し（第 113 条）、水質汚染の状況を確認し（第 116 条）、水質の状態が良好か汚染されているかを判断し、その後の措置を決定する（第 123 条）。 河川や湖の水質は 4 つのクラスに分類され、各クラスには 49 の仕様・基準がある。水質のモニタリングには地方政府が責任を負う（付録 VI）。 水質汚染で起こりうる違反のレベルを規定している。（付録 XV）。
2	PP No. 42 Tahun 2008	水資源管理には、政策や計画の策定・規定、インフラの建設、運営・維持、水資源の保全・利用、水害の軽減などが含まれる（第 3 条）。
Peraturan President (PerPres – 大統領規則)		
1	PerPres No. 33 Tahun 2011	20 年間（2011 年～2030 年）の水資源管理における国家戦略指示である。
Peraturan Menteri (PerMen – 大臣規則)		
1	PerMen LH No. 01 Tahun 2007	水源地上における水の用途の分類を決定するための技術的評価ガイドライン。
2	PerMenkes No. 32 Tahun 2017	スイミングプール、スパリゾート、公衆浴場のための環境衛生品質基準と水質基準。各カテゴリーの水の物理的、生物的、化学的基準が記載されている。
3	PerMenkes 492/MENKES/PER/IV/2010	飲料水の品質基準を規定するものである。飲料水は、微生物学的、物理的、化学的及び放射性を含む健康上の要求を満たさなければならない（第 3 条）。飲料水に関する 60 以上の要件が記載されている。
4	PerMenkes 416/MEN.KES/PER/IX/1990	水質の基準と管理。飲料水、浄水、スイミングプールの水の水質は、微生物学的、物理的、化学的及び放射性を含む健康上の要求を満たす必要がある。
Peraturan Daerah (PerDa – 地方規則)、 Peraturan Gubernur (PerGub – 州知事規則)		
1	PerGub DKI Jakarta No. 162 Tahun 2012	水資源管理における方針、政策、戦略を定めるもの。ジャカルタ特別州の水資源関連セクターが戦略的な水資源管理計画を作成するためのガイドラインであり、水資源の保全、利用、洪水制御、コミュニティや事業者の関与に関する基本的な方針を示している。
2	PerDa Jawa Barat No. 3 Tahun 2004	水質管理と水質汚染の管理は統合的に行われる（第 3 条）。水利用区分、水質基準、水質状態、水質目標等は地方政府が設定する（第 10 条～第 14 条）。
3	PerGub Jawa Barat No 12 Tahun 2013	Cimanuk 川、Cilamaya 川、Bekasi 川の水質基準と水質汚染の管理を規定するものである。各河川は複数のセグメントに分けられており、水質基準は各セグメントと各等級の水に対して決定される。
Standar Nasional Indonesia (SNI – インドネシア国家規格)		

No.	法律・政策・計画	概要
1	SNI 7828:2012	飲用水のサンプリング方法。本基準は、浄水場及び都市の配管配水網からの飲料水に限定されている。
2	SNI 03-7016-2004	河川での水質モニタリングのためのサンプリング方法。場所の選択、サンプリングの頻度の決定、水質のモニタリングに伴うフィールドでのサンプルの採取と適用方法などを含む。
3	SNI PD T-07-2003	河川水サンプルの検査に用いるパラメータの選定手順、検査方法など、水質検査の技術指針に関する事項。

3) 排水による環境汚染

排水の水質は、廃水処理に関する様々な規制、特に水源に対する規制によって管理されている。企業は、廃水を処理するための許可を得て、AMDAL（環境影響調査、EIA）を実施しなければならず、排水基準や汚染負荷の基準を満たすように処理されなければならない。なお、住民は、違反があれば政府に訴えを起すことができる。Citarum 川のように汚染が深刻な川については、政府は川の環境改善・回復するための行動計画を設定している。

表 4 インドネシアにおける排水による環境汚染に関する法律・政策・計画

No.	法律・政策・計画	概要
Undang-Undang (UU – 法律)		
1	UU No. 17 Tahun 2019	水資源の保全とは、水源の保護・保全、水の保全、水質管理、水質汚染の防止などの活動を通じた水資源管理の計画を指す（第 24 条）。すべての人は、水質汚染を引き起こす活動を禁止され、違反した場合は処罰されることとなる（第 25 条、第 68 条）。
2	UU No. 11 Tahun 2020	廃棄物処理は、環境基準（上下水道基準を含む）を満たし、大臣、州知事、県知事、市長の許可を得る必要がある（第 22 条、条項 2）。
Peraturan Pemerintah (PP – 政令)		
1	PP No. 22 Tahun 2021	水質の管理は、水質汚染の防止、水質汚染の緩和、水質の回復の 3 つの方法で行われる（第 127 条）。大臣、州知事、県知事、市長は中央政府の基準に基づいて地下水及び表流水の水質基準を定めることができる（第 113 条）。中央政府は、49 の項目からなる河川・湖沼水の国家基準を定めている（付録 VI）。環境に影響を与える事業や活動を行う場合はこれに対する EIA を取得する必要がある（第 4 条）。
Peraturan President (PerPres – 大統領規則)		
1	PerPres No. 15 Tahun 2018	この規則は、Citarum チームを設置することにより、Citarum 川流域の汚染と被害の管理を加速することを目的としている（第 2 条、第 3 条）。このチームには、汚染源の差し止めや工場・倉庫・事業所・下水を調査する権限が与えられている（第 9 条）。
Peraturan Menteri (PerMen – 大臣規則)、Keputusan Menteri (Kepmen – 大臣令)		
1	PerMen LHK No. 04 Tahun 2021	AMDAL/EIA は環境に著しい影響を与える事業や活動に対する責務である（第 3 条）。UKL/UPL（環境管理プログラム/環境モニタリングプログラム）は環境に影響を与える事業や活動に対する責務である（第 5 条）。

No.	法律・政策・計画	概要
		上記の2つの文書に該当しない事業や活動については、SPK-PPLH（環境管理・モニタリング能力についての誓約文書）を取得する必要がある（第6条）。敷地面積20ha以上の食品・飲料水産業はEIAの対象となる。敷地面積1ha以上20ha未満はUKL/UPLの対象となる。敷地面積1ha以下はSPK-PPLHの対象となる。
2	PerMen LHK No. 05 Tahun 2021	水質、大気、海洋の環境汚染防止のため、AMDAL/EIA及びUKL/UPLの対象となっている汚水の排出もしくは利用を行っている全ての事業や活動に対して技術承認と営業承認を受ける必要がある（第3条）。
3	PerMen LHK No. P.22/MENLHK/SETJEN/SET.1/3/2017	環境汚染や悪化の申し立て及びその管理に関する手順である。環境許可を取得もしくは順守せず、環境汚染や破壊を引き起こし、B3廃棄物を不正に取り扱う等のいかなる事業や活動は、環境省もしくは環境局から訴えられる（第5条、第6条）。
4	PerMen LH No. 07 Tahun 2014	環境への汚染や破壊による環境損失の計算について説明している。（第3条）。
5	PerMen LH No. 17 Tahun 2012	EIAでの決定によって影響を受ける地域や環境保護活動を行う団体など、EIAへの公共団体の参加に関する手順（付録I）。
6	PerMen LH No. 16 Tahun 2012	AMDAL (EIA)、UKL/UPL（環境管理プログラム／環境モニタリングプログラム）、SPK-PPLH（環境管理・モニタリング能力についての誓約文書）の策定に関するガイドライン（第2条）。AMDAL、UKL/UPL及びSPK-PPLHの作成手順はPP No. 22 Tahun 2021を参照。
7	PerMen LH No. 13 Tahun 2011	廃水処理義務の不履行（第4条）を含む紛争当事者間の解決策として、汚染や環境へのダメージによる補償金の計算と支払い（第2条）について説明している。
8	PerMen LH No. 01 Tahun 2010	水質汚染対策の手順は、汚染源の特定、汚染負荷量の決定、排水品質基準の決定、汚染対策方針の規定、許認可、水質の監視、指導・監督、情報提供である（第3条）。
9	PerMen LH No. 28 Tahun 2009	湖や貯水池における水質汚染の許容量を記述したものである。廃棄物の供給源や負荷を含む様々な要因を考慮しなければならない（第2条）。管轄区域に応じて、大臣、州知事、県知事、市長が環境収容力を決定する（第4条）。
10	Kepmen LH No. 115 Tahun 2003	汚染指数とストレット法（Storage and Retrieval of Water Quality data System）を用いた、水質状態の判定ガイドライン。
Peraturan Daerah (PerDa – 地方規則)、Peraturan Gubernur (PerGub – 州知事規則)		
1	PerGub Jawa Barat No 57 Tahun 2020 PerGub Jawa Barat No 05 Tahun 2019	Citarum川の汚染対策の実施を目的としている（第2条）。西ジャワ州知事が行動計画を決定し、モニタリングと評価を実施する。タスクフォースチームが管理する（第5条、第9条、第17条）。
2	PerGub Jawa Barat No 28 Tahun 2019	Citarum川の汚染の制御に関する行動計画2019-2025。Citarum川の汚染と環境被害は、河川沿いの活動や様々な産業の活動によって引き起こされている。州政府はこの問題を解決するために、産業に対する指導・監督、廃水処理施設の建設、農業産業に対する技術支援など、排水管理の戦略を立てた。
3	PerGub Jawa Barat No 12 Tahun 2013	Cimahuk川、Cilamaya川、Bekasi川の水質基準と水質汚染の管理を規定するものである。これら3つの河川では、水質汚染を管理するためのプログラムが設定されている。

No.	法律・政策・計画	概要
4	PerDa Jawa Barat No. 3 Tahun 2004	このプログラム（付録 III）では、汚染物質の発生源と問題点が特定され、次に制御のためのプログラムと責任機関が河川のセグメントごとに設定されている。 地域政府は排水に関する様々な要件を設定し、水源への排水処理を規制している（第 17 条～第 18 条）。固形や気体の廃棄物は、水域や水源に廃棄することが禁止されている（第 19 条）。
Rencana Strategis (Renstra – Strategic Plan)		
1	Renstra DLH DKI Jakarta 2017-2022 (Strategic Plan of Environmental Agency DKI Jakarta 2017-2022)	人間活動や産業に起因する地下水や表流水の汚染問題を特定し、汚染や環境破壊を抑制するためのプログラムを策定している。総予算は 1,038 億ルピアとなっている。

4) 海外の廃水処理技術に関する法規制

廃水処理に関する外国技術を規制する法規制は見つからなかった。処理された廃水が、排水基準を満たしている限り、外国の廃水処理技術は認められる。ただし、現地企業に確認する必要がある。

5) 法規制の適応状況

インドネシアでは、中央政府や地方政府によって、排水管理や水質、汚染などに関する多くの法律や規制が制定されている。しかしながら、それらが適切に運用されていないという課題を抱えている。インドネシア環境統計 2020 によれば、2019 年におけるインドネシア国内 98 河川の汚染レベルは、54 河川（55%）が軽度、6 河川（6%）が軽・中程度、38 河川（39%）が中・重度となっている。一方、2015 年、2016 年においては、40%以上の河川が重度の汚染状況にあり、改善はあまり見られない（図 1）。

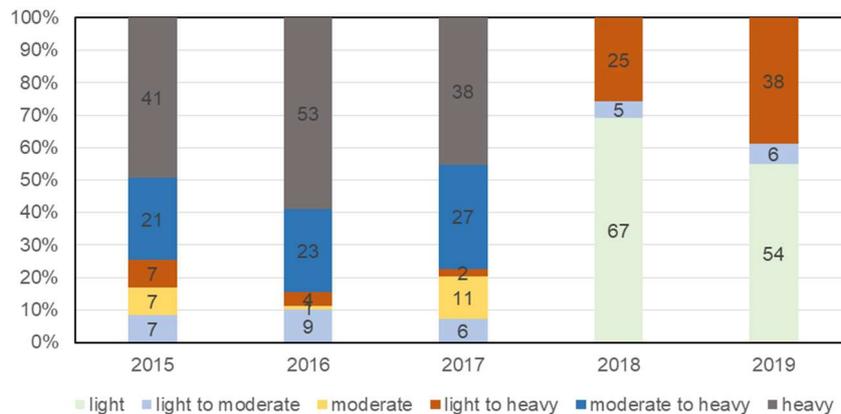
2015 年から 2019 年における水質指数についても改善が見られていない（図 2）。NSF-WQI (National Sanitation Foundation Water Quality Index) の方法による水質の指標では、DO、糞便性大腸菌、COD、pH、BOD、NH3-N、TP、TSS、No3-N、TDS の 10 種類のパラメータを測定し、地域の水質を評価している。2015 年から 2019 年までの WQI の全国値は、それぞれ 53.0、50.2、53.2、51.0、52.6 となっており、インドネシアの河川は全般的に汚染されており、排水管理のさらなる強化の必要性が示されている。特に水質汚染が顕著な Ciliwung 川と Citarum 川において、主な汚染源は、家庭からの排水及び産業排水であると報告されているが、生活排水の処理については、政府による対策が進められている一方で、産業排水については、十分な管理が行われていない。

NSF-WQI 法による水質の評価は以下のとおりである。

表 5 水質評価指標

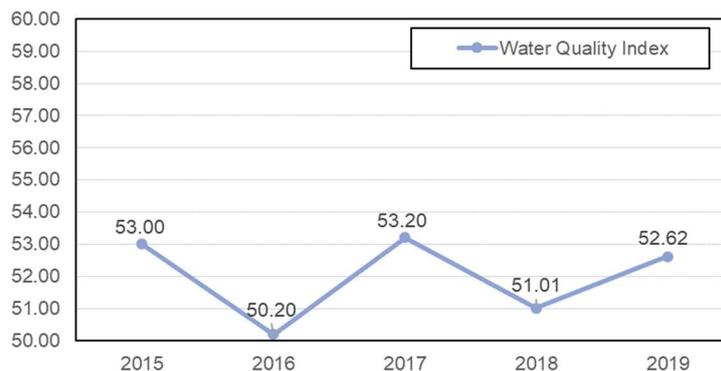
WQI 値	水質評価
91-100	Excellent
71-90	Good
51-70	Medium
26-50	Bad
0-25	Very bad

インドネシアでは、食品産業をはじめ、特に、中小規模の産業に対する法規制の実施は不十分である。例えば、西ジャカルタにある豆腐・テンペ産業協会（SWAKERTA）では、800の企業が加盟しており、毎日BODが1,324mg/L、CODが669.8mg/Lで、80,000m³/日³⁾を排水している。2013年のPerGub DKI Jakarta No.69によれば、このような食品産業の水質基準はBODが75mg/L、CODが100mg/L⁴⁾となっており、豆腐・テンペ工場からの排水が水質基準をはるかに超えていることがわかる。このように、豆腐・テンペ産業の多くは十分な廃水処理が行われておらず、たとえ、廃水処理がされている場合でも、低コストの嫌気性システムを使用しており、処理効率は70～80%程度に留まり、排水には高レベルの有機汚染物質やリン酸塩が含まれているため、強い異臭を放っている状況にある。



出典： Environment Statistics of Indonesia 2020; Environment Statistics of Indonesia 2019; Environment Statistics of Indonesia 2018; Environment Statistics of Indonesia 2017

図 1 2015年から2019年までのインドネシアの河川の汚染度



出典： Environment Statistics of Indonesia 2020

図 2 2015年から2019年までのインドネシアの水質指標

6) 関係機関へのヒアリング結果

現在の現地事情などを把握するために、JICA インドネシア事務所、ジャカルタ特別州環境局へのヒアリング調査を行った。ヒアリング調査の結果を以下に示すとともに、ヒアリング議事録を別添資料として示す。なお、ヒアリングは、新型コロナウイルス感染症の感染拡大の予防の観点から、対面ではなく WEB 会議システムを利用した。

表 6 ヒアリング結果概要

	日	ヒアリング先	概要
1	2021/9/16	JICA インドネシア事務所	<ul style="list-style-type: none"> ・水質汚染は大きな問題となっており、タッチストーンシステムのニーズはあると思われる。 ・生活排水は環境省、産業排水は工業省が管轄しており、分けて調査する必要がある。 ・知財の保護管理、特許の調査はしておく必要がある。 ・違反者に対する罰則は、地方政府が排水のモニタリングを行うこととなっているが、地方政府側の能力や行政の機能が不十分であることが課題である。
2	2021/10/25	ジャカルタ特別州環境局	<ul style="list-style-type: none"> ・環境に関する法令が更新されている。(PP No. 22 Tahun 2021) ・排水基準は、製造に係る基準として生産量と、一般排水の基準として従業員数によって定められている。 ・環境省は、医療分野での排水処理技術も対象にエコフレンドリー技術の認定制度を持っており、これを取得することによってビジネスの展開に有利に働くだらう。 ・環境局は、実地の検査と事業者の報告を確認する間接的な検査を行っている。職員数に限りがあることから実地検査は不定期に実施しており、間接的な検査が主体となっている。毎月の環境局への報告とともに、半年に1度、水質検査結果を環境局及び環境林業省に提出する義務を負う。

7) 排水路と河川等の水質の現状

a) ジャカルタ特別州

ジャカルタ特別州の河川は、Angke Pesanggrahan 川、Krukut 川、Ciliwung 川、Sunter 川、Buaran 川、Cakung 川という 6 つの主要河川及びその流域で構成されている。ジャカルタ特別州の環境機関は、これらの河川やその他の排水路の水質を毎年分析している。分析結果のデータは、Web サイト Open Data Jakarta (<https://data.jakarta.go.id/>) で公開されている。水質分析の対象となる河川流域と採水地点、分析されたパラメータと基準品質を以下に示す。

ジャカルタ特別州環境局による報告書では、Keputusan Menteri LH N0.115/2003 に基づく汚染度指数法に基づく汚染指数を用いている。原則として、汚染指数 (PI) は、各パラメータの測定濃度 (Ci) を基準濃度 (Lij) で割って算出される ($PI = Ci/Lij$)。河川の状態は、PI 値に基づいて、以下の 4 つのカテゴリーに分類されている。

表 7 PI 値 カテゴリー分類

PI 値	カテゴリー
$0.0 \leq PI \leq 1.0$	品質基準を満たす (good condition)
$1.0 < PI \leq 5.0$	軽度の汚染 (lightly polluted)
$5.0 < PI \leq 10.0$	中度の汚染 (moderately polluted)
$PI \geq 10.0$	重度の汚染 (heavily polluted)

ジャカルタ特別州環境局による報告書の概要を以下に示す。

水質モニタリングは、ジャカルタ特別州内 23 の河川と水路の合計 111 箇所で行われている。2019 年から 2020 年に行ったモニタリング結果によれば、70～98%が重度、16～23%が中度、1～7%が軽度の汚染状況であった。2019 年第 2 期が最も汚染の程度が低い状況であり、70%が重度、23%が中度、7%が軽度の汚染であった。一方、最も汚染の程度が高かった時期は、2019 年第 3 期であり、98%が重度、1%が中度、1%が軽度の汚染であった。23 河川の水質状況は変動するが、重度の汚染の状況が続いている。

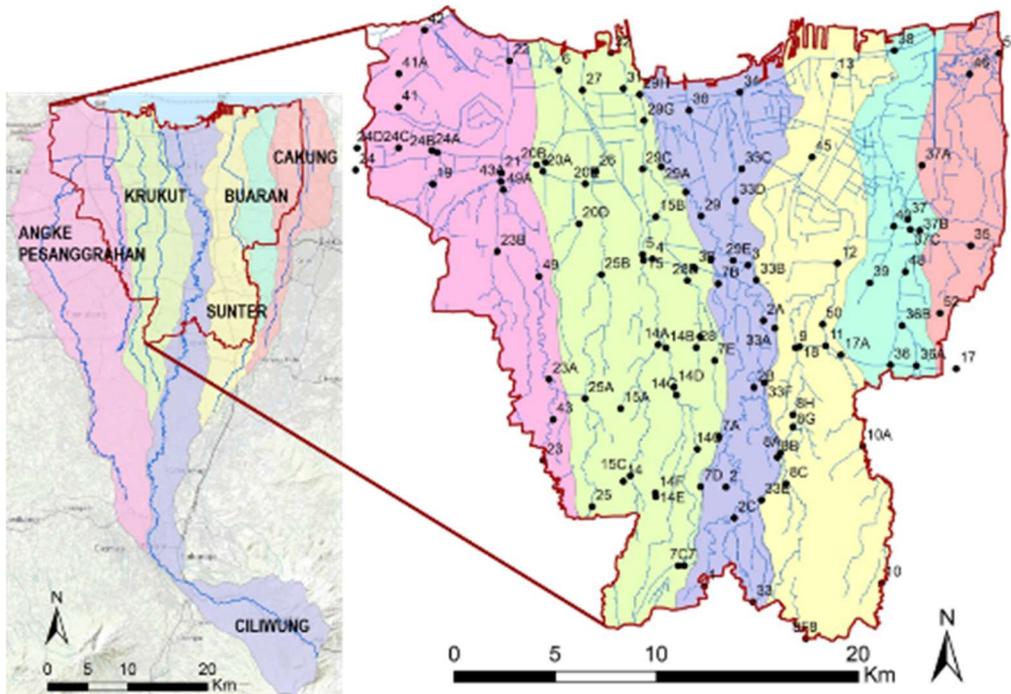


図 3 DKI Jakarta における主要河川の流域と水質分析のための採水地点

表 8 DKI Jakarta での水質分析のためのパラメータと水質基準

No.	項目	単位	水質基準
1	Total suspended solids (TSS)	mg/L	50
2	BOD (20C, 5 days)	mg/L	3
3	COD (dichromate)	mg/L	25
4	Total Phosphate (PO4)	mg/L	0.2
5	Nitrate	mg/L	10
6	Cadmium (Cd)	mg/L	0.01
7	Hexavalent Chromium (Cr6+)	mg/L	0.05
8	Copper (Cu)	mg/L	0.02
9	Lead (Pb)	mg/L	0.03
10	Mercury	mg/L	0.002
11	Zinc (Zn)	mg/L	0.05
12	Fluoride	mg/L	1.5
13	Nitrite (NO2)	mg/L	0.06
14	Free chlorine	mg/L	0.03
15	Sulfide (H2S)	mg/L	0.002

No.	項目	単位	水質基準
16	Oil and Fat	mg/L	1000
17	Methylene Blue Active Substances	mg/L	200
18	Phenol	mg/L	1
19	Fecal Coli Bacteria	Jml/100 mL	1000
20	Coli Bacteria	Jml/100 mL	5000

Source: Jakarta Open Data, <https://data.jakarta.go.id/dataset/data-kualitas-air-sungai> / 1. Kualitas Air Sungai Periode 1,2,3,4 Tahun 2019 , 2. Kualitas Air Sungai Periode 1 Tahun 2020

表 9 水質モニタリング結果概要 (DKI Jakarta 2019-2020)

Monitoring point	Coordinate	Pollution index				
		2019 1 st period	2019 2 nd period	2019 3 rd period	2019 4 th period	2020 1 st period
Ciliwung (Depok - Manggarai)						
1	06°20'48.04" S, 106°50'17.72" E	Heavy	Moderate	Heavy	Moderate	Heavy
2C	06°18'58.52" S, 106°51'5.78" E	Heavy	Moderate	Moderate	Light	Heavy
2	06°18'9.13" S, 106°51'15.7"2 E	Heavy	Moderate	Heavy	Moderate	Heavy
2B	06°15'29.25" S, 106°51'37.32" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
2A	06°13'41.77" S, 106°51'52.33" E	Heavy	Moderate	Heavy	Heavy	Heavy
3	06°12'45.78 " S, 106°51'27.73" E	Heavy	Moderate	Light	Moderate	Heavy
Ciliwung (Manggarai - PIK)						
3B	06°12'17.65" S, 106°50'2.43" E	Heavy	Moderate	Heavy	Heavy	Heavy
4	06°12'3.24" S, 106°48'54.78" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
5	06°11'56.20" S, 106°48'38.96" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
6	06°06'60.00" S, 106°46'24.59" E	Heavy	Light	Heavy	Light	Heavy
Ciliwung (Manggarai - Istiqlal)						
29E	06°12'5.31" S, 106°51'3.94" E	Heavy	Heavy	Heavy	Moderate	Heavy
29	06°10'54.66" S, 106°50'12.50" E	Heavy	Heavy	Heavy	Moderate	Heavy
29B	06°10'15.92" S, 106°49'48.03" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
Ciliwung (Istiqlal - Pluit)						
29A	06°09'35.39" S, 106°49'8.73" E	Heavy	Moderate	Heavy	Moderate	Heavy
29H	06°07'39.54" S, 106°48'34.13" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
31	06°07'29.87" S, 106°48'7.96" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
32	06°06'32.50" S, 106°47'48.71" E	Heavy	Moderate	Heavy	Heavy	Heavy
Ciliwung (Istiqlal - Gn Sahari)						
30	06°08'4.67" S, 106°49'53.61" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
Cipinang						
8	06°22'12.08" S, 106°53'0.06" E	Moderate	Moderate	Heavy	Heavy	Moderate
8F	06°22'12.08" S, 106°53'0.06" E	Moderate	Heavy	Heavy	Heavy	Moderate
8C	06°18'3.45" S, 106°52'28.74" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy

8A	06°17'14.54" S, 106°52'19.78" E	Moderate	Heavy	Heavy	Heavy	Moderate
8G	06°16'32.81" S, 106°52'39.67" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
8H	06°16'12.82" S, 106°52'39.52" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
9	06°14'25.84" S, 106°52'43.87" E	Heavy	Light	Heavy	Heavy	Heavy
Angke						
19	06°10'3.06" S, 106°43'3.26" E	Heavy	Moderate	Heavy	Heavy	Heavy
20B	06°09'32.09" S, 106°45'49.61" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
20C	06°09'28.14" S, 106°46'3.70" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
Sekertaris						
20D	06°11'6.98" S, 106°46'57.45" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
20E	06°10'2.59" S, 106°47'7.34" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
20A	06°09'42.59" S, 106°45'59.60" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
Sepak						
43	06°16'20.82" S, 106°46'16.02" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
23B	06°11'50.90" S, 106°44'46.30" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
43A	06°09'59.06" S, 106°44'52.07" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
Mookervart						
24	06°09'40.60" S, 106°40'59.80" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
24D	06°09'5.35" S, 106°41'1.91" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
24C	06°09'4.99" S, 106°42'8.42" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
24B	06°09'12.12" S, 106°43'10.25" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
24A	06°09'9.10" S, 106°43'1.42" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
Grogol						
25	06°18'40.44" S, 106°47'18.18" E	Moderate	Moderate	Heavy	Heavy	Moderate
25A	06°15'47.16" S, 106°47'6.84" E	Moderate	Heavy	Heavy	Heavy	Moderate
25B	06°12'28.44" S, 106°47'32.82" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
26	06°09'43.20" S, 106°47'24.18" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
27	06°07'32.46" S, 106°47'2.88" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
Sunter						
10	06°20'42.69" S, 106°55'1.87" E	Heavy	Moderate	Heavy	Heavy	Heavy
10A	06°17'3.52" S, 106°54'31.44" E	Heavy	Moderate	Heavy	Heavy	Heavy
11	06°14'22.69" S, 106°53'31.83" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
12	06°12'10.06" S, 106°53'51.11" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
45	06°09'20.02" S, 106°53'10.02" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
13	06°07'8.21" S, 106°53'46.36" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
Krukut						
14	06°18'0.05" S, 106°48'8.08" E	Moderate	Moderate	Heavy	Moderate	Moderate
15C	06°17'50.96" S, 106°48'19.30" E	Moderate	Heavy	Heavy	Heavy	Moderate

15A	06°16'3.01" S, 106°48'4.01" E	Moderate	Heavy	Heavy	Moderate	Moderate
14A	06°14'20.52" S, 106°49'3.83" E	Heavy	Moderate	Heavy	Heavy	Heavy
15	06°12'5.38" S, 106°48'40.71" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
Cengkareng						
21	06°09'45.20" S, 106°44'53.03" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
22	06°06'44.99" S, 106°45'6.02" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
Buaran						
36	06°14'53.51" S, 106°55'15.68" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
48	06°12'23.56" S, 106°55'39.58" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
37C	06°11'15.84" S, 106°55'47.53" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
40	06°11'10.77" S, 106°55'21.05" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
Petukangan						
39	06°12'41.26" S, 106°54'42.63" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
Jati Keramat						
36A	06°14'54.49" S, 106°55'57.41" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
36B	06°13'50.27" S, 106°55'34.21" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
Kalibaru Barat						
7C	06°20'15.15" S, 106°49'36.22" E	Light	Light	Heavy	-	Light
7	06°20'15.07" S, 106°49'45.79" E	Moderate	Moderate	Heavy	-	Moderate
7D	06°18'8.39" S, 106°50'11.84" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
7A	06°16'48.53" S, 106°50'41.02" E	Moderate	Heavy	Heavy	Heavy	Moderate
7E	06°14'46.30" S, 106°50'34.05" E	Moderate	Moderate	Heavy	Moderate	Moderate
7B	06°12'43.00" S, 106°50'40.00" E	Heavy	Moderate	Heavy	Heavy	Heavy
Kalibaru Timur						
33	06°21'13.16" S, 106°51'35.63" E	Moderate	Moderate	Heavy	Heavy	Moderate
33E	06°18'30.14" S, 106°51'49.04" E	Moderate	Moderate	Heavy	Moderate	Moderate
8B	06°17'21.07" S, 106°52'15.01" E	Moderate	Moderate	Heavy	Moderate	Moderate
33F	06°15'21.43" S, 106°51'53.82" E	Moderate	Heavy	Heavy	Heavy	Moderate
33A	06°13'54.22" S, 106°52'10.90" E	Moderate	Moderate	Heavy	Heavy	Moderate
33B	06°12'37.06" S, 106°51'41.04" E	Moderate	Heavy	Heavy	Heavy	Moderate
33D	06°10'29.58" S, 106°51'7.68" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
33C	06°09'39.03" S, 106°51'17.44" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
34	06°07'35.63" S, 106°51'15.10" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
Kanal Timur						
50	06°13'47.92" S, 106°53'27.10" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
52	06°13'30.32" S, 106°56'34.99" E	Heavy	Light	Heavy	Light	Heavy
51	06°06'33.17" S, 106°58'10.18" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
Cakung						

35	06°11'42.06" S, 106°57'24.03" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
37B	06°11'17.71" S, 106°56'2.41" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
37	06°10'59.47" S, 106°55'43.55" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
37A	06°09'33.03" S, 106°56'6.09" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
38	06°06'28.96" S, 106°55'22.26" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
Cideng						
28	06°14'25.09" S, 106°50'5.03" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
28A	06°14'8.02" S, 106°50'11.02" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
28B	06°12'37.93" S, 106°49'50.58" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
15B	06°10'55.33" S, 106°49'0.45" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
29C	06°09'39.23" S, 106°48'38.62" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
29G	06°08'21.36" S, 106°48'40.94" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
29F	06°12'5.00" S, 106°50'28.21" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
Mampang						
14E	06°18'24.36" S, 106°49'0.56" E	Heavy	Heavy	Heavy	Light	Heavy
14F	06°18'18.76" S, 106°48'59.45" E	Moderate	Heavy	Heavy	Heavy	Moderate
14C	06°17'8.02" S, 106°50'6.70" E	Heavy	Light	Heavy	Heavy	Heavy
14G	06°15'41.80" S, 106°49'33.20" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
14D	06°15'29.01" S, 106°49'29.32" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
14B	06°14'25.76" S, 106°49'16.17" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
Tarum Barat						
17	06°14'59.53" S, 106°57'0.92" E	Heavy	Light	Heavy	Light	Heavy
17A	06°14'37.16" S, 106°53'56.28" E	Heavy	Light	Heavy	Light	Heavy
18	06°14'23.92" S, 106°52'50.05" E	Heavy	Light	Heavy	Moderate	Heavy
Kamal						
41	06°08'0.04" S, 106°42'8.08" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
41A	06°07'6.01" S, 106°42'9.08" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
42	06°05'56.00" S, 106°42'50.09" E	Heavy	Heavy	Heavy	Moderate	Heavy
Pesanggrahan						
23	06°17'26.10" S, 106°45'59.94" E	Heavy	Moderate	Heavy	Heavy	Heavy
23A	06°15'16.07" S, 106°46'8.96" E	Heavy	Moderate	Heavy	Heavy	Heavy
49	06°12'31.00" S, 106°45'53.30" E	Heavy	Moderate	Heavy	Heavy	Heavy
49A	06°10'12.37" S, 106°44'56.02" E	Heavy	Heavy	Heavy	Light	Heavy
Blencong						
46	06°07'6.47" S, 106°57'22.46" E	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy

Source: Jakarta Open Data, <https://data.jakarta.go.id/dataset/data-kualitas-air-sungai/> / 1. Kualitas Air Sungai Periode 1,2,3,4 Tahun 2019 , 2. Kualitas Air Sungai Periode 1 Tahun 2020

b) Citarum 川

Citarum 川は、バンドン県を源流とし、バンドン、チマヒ、プルワカルタ、カラワン、ブカシを経て北へ流れ、下図のようにジャワ海に注ぎ込む。流域には 500 万人以上の人々が住み、2,000 以上の工場が点在しており、人々の生活排水や工場からの排水によってひどく汚染されている。

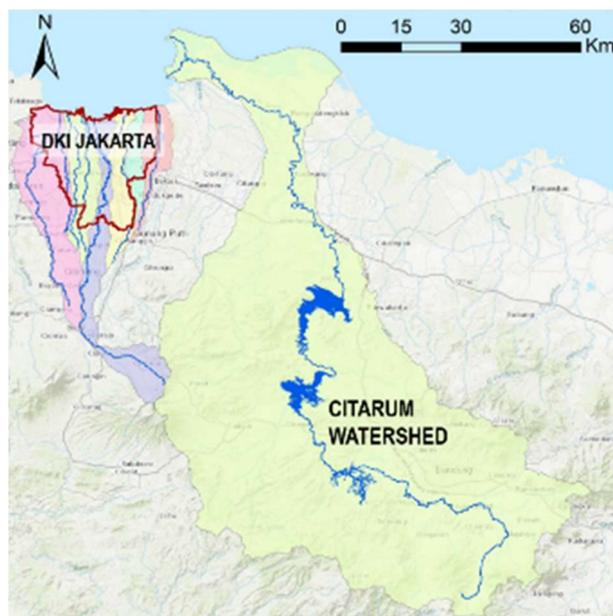


図 4 Citarum 川流域

Citarum 川の水質は、2010 年に西ジャワ州水資源局水資源データ・情報センターによって報告されている。

水質評価の方法：各パラメータの測定値が基準を満たしている場合、スコアは 0（ゼロ）となる。測定値が基準を満たしていない場合は、以下の表に基づいてスコアが与えられる。

表 10 水質状況进行评估するスコアリングシステム

パラメータの数	Value	パラメータの種類		
		物理的	化学的	生物学的
<10	最大値	-1	-2	-3
	最小値	-1	-2	-3
	平均値	-3	-6	-9
≥10	最大値	-2	-4	-6
	最小値	-2	-4	-6
	平均値	-6	-12	-18

上表を基に、パラメータ毎に、最小値、最大値、平均値のスコアを求め、合計する。全パラメータのスコアを算出し、合計値のスコアに基づいて、以下のように水質を評価する。

表 11 水質の分類

スコア	クラス	水質の状況
合計値 = 0	Class A: very good condition	基準を満たす
-1 ≤合計値 ≤ -10	Class B: good	軽度の汚染 (lightly polluted)
-11 ≤合計値 ≤ -30	Class C: moderate	中度の汚染 (moderately polluted)
合計値 ≥ -31	Class D: bad	重度の汚染 (heavily polluted)

アジア開発銀行（ADB）は、Citarum 川流域全体を対象に「Integrated Citarum Water Resources Management Investment Program（ICWRMIP）」を実施し、2009年7月、9月、10月の3回、10箇所
で水質のモニタリングを行った。モニタリング結果によれば、2009年7月には、採水地点の30%が
軽度、20%が中度の汚染であったものの、2009年9月になると状況は大きく変化し、90%の地点で重
度の汚染が見られた。同様の状況は2009年10月にも見られた。

表 12 水質モニタリング結果概要（Citarum river basin 2009）

Monitoring Location	Pollution Index Method			Storet Method
	15 Jul., 2009	13 Sep., 2009	29 Oct., 2009	
Wangisagara	Moderate	Light	Light	Heavy
Majalaya	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
Sapan	Moderate	Heavy	Heavy	Heavy
Cijeruk	Light	Heavy	Heavy	Heavy
Dayeuh Kolot	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
Burujul	Light	Heavy	Heavy	Heavy
Nanjung	Light	Heavy	Heavy	Heavy
Bendung Curug	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
Bendung Walahar	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy
Tanjung Pura	Heavy	Heavy	Heavy	Heavy

3. 当該開発課題に関連する我が国の国別開発協力方針

水質汚染対策は、我が国の国別開発協力方針において、“重点分野：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”に該当しており、事業展開計画の“開発課題 2-1：生活の質の向上
に向けた地方の開発支援”において、水質汚染対策に関連する協力プログラムが多く存在する。

4. 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析

（1）我が国の ODA 事業

関連する協力プログラムとして、ジャカルタ特別州下水道整備計画（E/S）、民間参加型高処理水質
コミュニティ排水処理システムの広域的普及促進事業（第2年次）、高効率水環境改善システム普
及・実証事業などが存在する他、これまで、数多くの水質汚濁対策に関する ODA 案件が存在してい
る。

（2）他ドナーの先行事例分析

世界で一番汚い河川とされる Citarum 川の浄化プロジェクトなど、長年にわたり、世界銀行
（WB）やアジア開発銀行（ADB）をはじめとした他ドナーによる数多くの水質汚染対策に関する先
行事例が存在するが、当該開発課題の解決には至っていない。

第2 提案法人、製品・技術

1. 提案法人の概要

(1) 企業情報

創立	2000年（平成12年）5月24日
代表取締役	小野川清幸
本社所在地	高知県高知市針木南5番17号
電話番号	088-843-3666
FAX番号	088-843-3669
資本金	300万円
従業員	11名
営業品目	水処理、汚泥処理、乾燥焼却設備並びにそれらの関連機器及びそれらの部品・付属品の製造、販売、賃貸水処理に関わる維持管理業務
許可建設業	管工事業

(2) 海外ビジネス展開の位置づけ

日本の廃水処理業界においては、技術開発、施設の設計・施工、販売、維持管理やアフターサービスを別々の企業（分社を含む）がそれぞれの得意分野でお互いに協力しあう水平分業のビジネスモデルが主流であるが、当社は、可能な限り事業の垂直統合を行い、顧客満足度を高めることを経営戦略として掲げている。廃水処理施設に関するワンストップサービスを提供できる体制を整えることにより、水平分業による中間マージンを削減するとともに、小回りが利かせ、トラブルにも迅速に対応できるビジネスモデルである。

海外事業展開も当社の経営戦略に従い、インドネシアの「顧客の要望に沿った」廃水処理に関するワンストップサービスを提供する体制を整えていきたいと考えている。当社が海外進出する目的は、新たな市場を開拓し、国内の人手不足や将来の技能継承・事業継承を見据えた経営基盤の強化を目指すためである。インドネシアを選定した理由としては、当社が過去に高知県の支援を受け、インドネシアでの機械系展示会に出展した際に、現地企業との意見交換を通じ、深刻な水資源環境問題を知ったことがきっかけである。同国では、廃水処理事情が急速な都市化に追いついておらず、産業排水、生活排水による水質汚染が進み、その対策が喫緊の課題となっている。継続的な経済成長と人口増加による成長市場が見込める同国において、当社の今後の技術承継と事業拡大に向けた重要性を持つ事業であると位置づけている。

2. 提案製品・技術の概要

(1) タッチストーンシステムの概要

タッチストーンシステムは、接触材に火山灰由来の接触ばっ気材を利用した廃水処理施設であり、特長は食品工場等から排出される有機性の高濃度汚染水を安定して処理できることである（図5）。また、維持管理に特殊な技術が必要とせず、定期的な維持管理作業による稼働停止や処理能力の低下がないため、他社製品と比較し、接触材の交換・補充による維持管理費用がかからない。

なお、タッチストーンシステムは、日本国内で130件の設置実績がある。対象とする処理水の流量や水質によって施設規模は、大きく変化するが、流入量：100m³/day、流入BOD：1,000mg/lの程度の場合、タッチストーンシステムを日本国内へ設置する場合のイニシャルコストは、約5,000万円である。



図5 タッチストーンシステムの概要

タッチストーンシステムの基本処理フローの概要は以下のとおりである。

- ① 工場より排出された汚水に含まれるし渣のスクリーニングを行い流量調整槽へ移送される。
- ② 流量調整槽にストックされた汚水を計量し、24時間均等に次槽の、曝気槽、接触ばっ気槽へ移送し生物処理を行う。（接触ばっ気槽は通常2槽以上としている。）
- ③ 生物処理を行った汚水は、沈殿槽へ移送され処理水と汚泥（微生物）に物理的分離される。
- ④ 沈殿分離された汚泥の一部は、前段のばっ気槽へ返送され、有機物の捕食活動を行い、一部は余剰汚泥とし引き抜き、または、脱水処理し場外へ排出される。
- ⑤ 処理水は、滅菌処理し河川へ放流する。

タッチストーンシステムを使用した廃水処理の特長を以下に示す。

- ・ 排水中の有機物を分解する様々な生物（微生物や後生動物など）の生息を可能とするため、排水の水量の変動や濃度の変動に柔軟に対応し、安定して処理能力が発揮できる。
- ・ タッチストーン上に生育する後生動物が処理中に発生する汚泥を捕食するため、発生汚泥量が標準活性汚泥法に比べ1/2まで低減できる。
- ・ 吸着効果の高い黒ボク土を接触材に混ぜ込んでおり、その優れた脱臭効果により、悪臭発生を防止する。
- ・ ばっ気槽の下部に設置した散気管から常にエアレーションを行うことによりタッチストーンへ直接接触、激突することにより高溶解の酸素を作り出すことができる。さらに接触材は上昇水流による常時洗浄効果により目詰まりはしない。
- ・ タッチストーンは、目減りすることがなく、接触材の交換・補充は不要である。

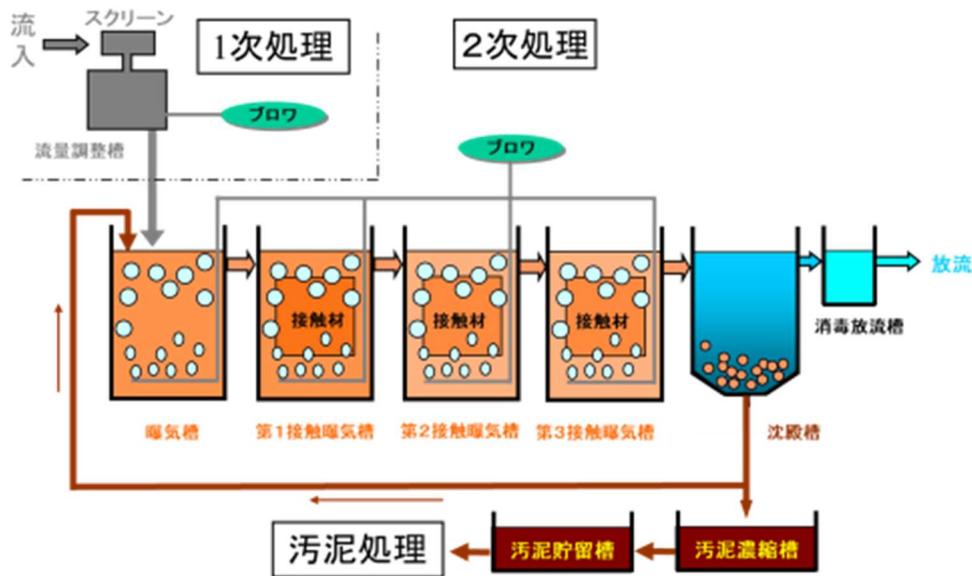


図 6 処理フロー (例)

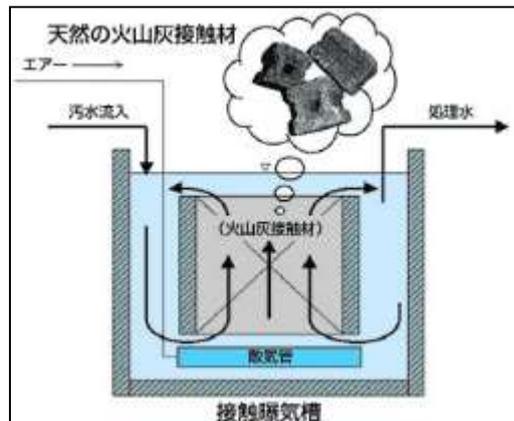


図 7 下部からのエアレーションによる接触ばっ気槽

タッチストーンシステムは好気性の微生物処理を基本とした廃水処理システムであり、廃水処理の基本原則を理解していれば施設設計から維持管理まで特別な技術を必要としないシステムである。安定的な処理能力があり、汚泥発生を減らし、悪臭を防止するとともに、接触材の交換・補充の必要がないため、廃水処理技術が浸透していないインドネシアでの現地適合性は高いと考えられる。

廃水処理施設は、工場稼働中の排水能力低下や稼働停止は許されない。また、本邦企業だけではなく外国企業も含め、一般的な廃水処理施設のビジネスモデルは、設計・施工の初期導入費用だけではなく、定期的な交換・補充を要する機材の販売や交換などの作業費による高額な保守費用を見込むケースが多く、先端技術として注目されている膜処理設備などでは、初期費用が安価な海外企業の施設であっても、膜交換の費用などによって総額では高額になってしまうケースが多々ある。当社は、大手廃水処理業者では実現できない廃水処理施設に関するワンストップサービスを提供している。つまり、導入費用と高額な保守費用に頼るビジネスモデルではなく、これまでに培った経験に裏打ちされた、施設設計、維持管理業務を含む廃水処理のトータルコンサルティングサービスによるビジネスモデルであるため、価格重視、維持管理コスト削減の観点から以下のようなアドバンテージを有している。

- ・ タッチストーンシステムの汚泥発生量は、標準活性汚泥法と比較して約 1/2 であり、汚泥処理コストの削減が可能である。
- ・ ポンプ、ブロアー、脱水機を除いた基本構成に消耗品がほとんどなく、維持コストが安価であるとともに、管理が容易である。
- ・ インドネシアには、タッチストーンの主成分である火山灰や礫が豊富にあり、同国で調達製造することにより将来的な設置コスト削減が望める。

なお、タッチストーンシステムの製品仕様については、これまでの現地調査やヒアリング結果及び日本国内での経験から以下を想定している。

1) 廃水処理コアモジュール

産業排水の基準（環境大臣規則 2014 年第 5 号）に基づいた、特定業種毎の排水基準に適合する有機廃水処理を行うモジュールとして、流入する原水 BOD の条件は、業種によって様々な数値となるが、排水の BOD を 10mg/L 以下とする日本国内に設置したタッチストーンシステムと同等品を想定する。

2) 前処理モジュール

無機物を含む廃水処理を可能とするためには、酸化反応・還元反応・複分解反応（中和・凝集）などの化学処理や PAC（ポリ塩化アルミニウム）による凝集沈殿や活性炭による吸着などの物理化学処理の実施、また、前処理で無機物を可能な限り除去した後、廃水処理モジュールによって有機排水の処理をすることが有効な方法である。そのため、顧客の排水に適した前処理をモジュール化することでタッチストーンシステムの適用範囲は飛躍的に広がる。既往の調査では、宝飾品製造会社への訪問した際に、塩化銅（CuCl）、シアン化ナトリウム（NaCN）を含む排水に対する消石灰による沈殿処理やアルカリ塩素法と呼ばれるシアン化合物を二酸化炭素（CO₂）と窒素（N₂）に分解する処理方法があること、石鹼製造工場を訪問した際も、乳化されている排水を凝集沈殿処理する方法があることを確認した。

3) タッチストーンシステムの全体図

タッチストーンシステムをプラットフォームとして、各モジュールを組み合わせることにより、工場で利用する廃水処理を包括的に提案することが可能となる。なお、水質基準に合わせた具体的な技術仕様については、個別設計により検討される。（別添資料に参考図を示す）

（2）ターゲット市場

産業排水の処理に最適化されたタッチストーンシステムは、国内外の工業団地における個々の事業者を顧客とすることを想定している。対象とする顧客は、現地日系食品企業その他、食品・飲料業種の現地企業であり、既存処理施設の改良や新規導入をターゲットとしている。海外においては、工場の廃水処理が十分でなく、水質悪化が問題となっている地域は少なくなく、これら地域がターゲットとなると考えている。詳細は第 3 章ビジネス展開計画に記載する。

3. 提案製品・技術の現地適合性

自社技術機密情報に係るため非公開とします。

(1) 現地適合性確認方法

自社技術機密情報に係るため非公開とします。

(2) 現地適合性確認結果 (技術面)

自社技術機密情報に係るため非公開とします。

(3) 現地適合性確認結果（制度面）

自社技術機密情報に係るため非公開とします。

4. 開発課題解決貢献可能性

ジャカルタ特別州は、インドネシアの首都として政治経済の中心地として急速な発展を遂げている。一方で、急速な都市化の影響による産業排水や生活排水の増加と廃水処理施設の未整備から水質汚染が進んでいる。また、産業用地下水の過剰揚水により、一部地域では最大 2m 以上の地盤沈下が発生するなど、深刻な課題となっている。ジャカルタでの水需要は高まっているが、原水となる表流水の汚染と水源量の不足から水道の普及率は依然として低い。そのため地下水を利用する事業者が多く、過剰揚水が地盤沈下につながっている。

当社のタッチストーンシステムの利用が拡大することにより、河川の水質の改善や環境負荷の軽減が期待できる。さらに、原水となる表流水の汚染の軽減により水源量の確保や処理水の再利用などにより水資源の確保に貢献でき、地下水の揚水抑制にもつながると考えている。また、JICA が実施している事業等との相乗効果をはじめ、地方開発にも貢献しうると考えている。

第3 ビジネス展開計画

1. ビジネス展開計画概要

ビジネス展開の計画概要を以下に示す。

- ▶ ビジネス開始時に営業展開を想定している地域はジャカルタ及び周辺地域である。また、主な顧客候補は、食品系企業を考慮しており、日系食品企業又は同職種の現地企業を想定している。
- ▶ 現地への進出手法は、当社がインドネシアに出店する形式ではなく、現地パートナー企業を代理店と位置づけ、現地パートナー企業を通して製品をインドネシアに展開し、当社は設計や維持管理等技術提供に基づくロイヤリティビジネスを展開していくモデルを考えている。
- ▶ 現地の中小零細企業については、維持管理技術が浸透していないことが判明しており技術指導、改修提案も行う。現地パートナー企業の技術力を向上させながらビジネスを展開する。
- ▶ 現地には廃水処理を行う競合会社は存在しているが、高価な海外の最先端技術を販売している場合が多い。また、基本的な水処理技術の経験が少なく、メンテナンス技術が不十分であるため適切な維持管理を行えていない場合が多くある。タッチストーンシステムの、簡易な維持管理性、低ランニングコストの優位性は大きなアドバンテージとなり、さらに、当社の経験を生かした効果的なアドバイスを行えば、現地企業の信頼を得ることができ、ビジネスチャンスは十分あると考えている。
- ▶ 当社は、日本で民間企業約 130 社にタッチストーンシステムを設置した経験がある。これら経験を生かし廃水処理設計技術、管理技術を現地パートナー企業へ技術移転することにより柔軟な営業の優位性は確立できると考えている。

2. 市場分析

(1) 市場の定義・規模

自社技術機密情報に係るため非公開とします。

(2) 競合分析・比較優位性

自社技術機密情報に係るため非公開とします。

3. バリューチェーン

(1) 製品・サービス

自社技術機密情報に係るため非公開とします。

(2) バリューチェーン

自社技術機密情報に係るため非公開とします。

4. 進出形態と現地パートナー企業候補

(1) 進出形態

自社技術機密情報に係るため非公開とします。

(2) 現地パートナー企業候補

自社技術機密情報に係るため非公開とします。

5. 収支計画

(1) 販売コスト

自社技術機密情報に係るため非公開とします。

(2) 収支・資金計画

自社技術機密情報に係るため非公開とします。

6. 想定される課題・リスクと対応策

(1) 法制度面にかかる課題／リスクと対応策

自社技術機密情報に係るため非公開とします。

(2) ビジネス面にかかる課題／リスクと対応策

自社技術機密情報に係るため非公開とします。

(3) 政治・経済面にかかる課題／リスクと対応策

自社技術機密情報に係るため非公開とします。

(4) その他課題／リスクと対応策

自社技術機密情報に係るため非公開とします。

7. 期待される開発効果

当社がインドネシアへタッチストーンシステムの技術を投入することにより、以下の開発効果が見込まれる。

- ① タッチストーンシステムをインドネシアに投入することにより、顧客側から見れば廃水処理技術の選択肢が増え、性能、価格競争がより激化し、安価で高性能なシステムを選択できる可能性が増える。また、排水未処理の企業が多くある同国において、タッチストーンシステムを設置す

ることにより、排水の BOD を 1,000mg/l から、現地排水基準以下の 20mg/l 以下までの軽減が可能となる。さらに、同国で主流である回分式と比較して余剰汚泥発生量が約 1/2 まで削減でき、水質環境、廃棄物環境の改善に大きく貢献できる。

- ② 当社の廃水処理技術を投入することにより将来的には湖沼、河川の汚染の改善が期待されるとともに、汚染水より発生する熱帯地区由来の寄生虫、蚊、ハエ等病原の発生を未然に防ぐことが期待できる。
- ③ タッチストーンシステムを利用した高度処理システムを設置することにより排水のリサイクルが望め、将来的には排水の 50% をリサイクル水として利用し地盤沈下等の諸問題の改善が期待できる。
- ④ 現地パートナー企業が直接的な営業、施工、管理を行うことにより技術者の育成、雇用創出が可能となる。
- ⑤ タッチストーン的主要な構成材料である火山灰、火山礫は、インドネシアでは多く分布しており、また、不用な処理物として扱われている。そのため、タッチストーンを現地製造し、環境改善商品として加工利用することにより環境問題に貢献できるとともに、新たな雇用創出が期待できる。

8. 日本国内地元経済・地域活性化への貢献

(1) 関連企業・産業への貢献

産業排水の処理による水質改善は都市部の河川、水路の保健衛生環境の改善につながる。

提案システムは微生物による基礎的な廃水処理を基に設計される技術であり、現地業者がメンテナンス可能となるため、技術継承が可能となる蓋然性が高い。

(2) その他関連機関への貢献

高知県の社会経済は、1980年代から全国に先駆けて人口減少、少子高齢化、過疎化が進み、人口減少に伴う経済規模の縮小を経験している。今後も人口減少が続き、県内の市場規模も減少し続けることが推測できる中、県外・海外の市場に目を向けて、高知県産のモノを売ることで、高知県にとっての外貨を稼ぐことを狙いとしている。高知県には小規模・零細事業者が多く、販路開拓を自力で行うことが困難である場合も多々あるという課題を抱えており、県が様々な支援等を行っている。また、ODA を活用した地元企業の海外進出に対するバックアップ体制もあり、「高知県 ODA 案件化サポートチーム」が組織されている。当社では、高知県の支援の成果を具現化すべく、県が支援する機械系展示会に参加し同国におけるニーズや競合他社の情報入手を実施してきた。当社がインドネシアでの市場調査を始めて以来、現地でのビジネスに関心のある企業もビジネス展開を検討するようになり、高知県から外商拡大のための牽引企業として期待も高い。

第4 ODA 事業との連携可能性

1. 連携が想定される ODA 事業

連携が想定される事業として、ジャカルタ下水道整備事業やジャカルタ地盤沈下対策プロジェクトがあげられ、それら事業を念頭においた調査を行う計画である。当該事業を担当するコンサルタントとの面談を行い連携の可能性について相談を行う。

2. 連携により期待される効果

タッチストーンシステムの活用により、河川や水路の水質の改善が期待できることから、ジャカルタ下水道整備事業の目標である、住民生活・衛生環境の改善及び水環境保全に寄与することができる。また、地下水の過剰揚水を抑止する地盤沈下対策には、地下水に代わる水源確保が必要である。タッチストーンシステムを活用し、表流水の取水地点の水質の保全や改善等や処理水の再利用を行えば、水資源の確保に寄与し、企業による地下水揚水量の削減の一助となることが期待できる。

参考文献

- 1) Satgas PPK DAS Citarum, 2019, Rencana Aksi Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan DAS Citarum 2019-2025, https://citarumharum.jabarprov.go.id/eusina/uploads/docs/renaksi_ppk_das.pdf
- 2) Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, 2020, Balai Kemenperin Ciptakan Teknologi Pengolahan Limbah Cair Berbasis Biologi, <https://www.kemenperin.go.id/artikel/21723/Balai-Kemenperin-Ciptakan-Teknologi-Pengolahan-Limbah-Cair-Berbasis-Biologi>
- 3) BPPT and BAPEDALDA Samarinda, 2002, Industrial Wastewater Treatment Technology. <http://www.kelair.bppt.go.id/Publikasi/BukuLimbahCairIndustri/>
- 4) PerGub DKI Jakarta No. 69 of 2013, Wastewater Quality Standards for Activities and/or Businesses, https://jdih.jakarta.go.id/himpunan/produkhukum_detail/3141
- 5) 水質参考資料：豆腐製造業に於ける特定施設設置届实例より抜粋

別添資料

自社技術機密情報に係るため非公開とします。