

インドネシア国

インドネシア国
画像解析技術による水文観測
(水位観測・流量観測) に係る
案件化調査

業務完了報告書

2023年12月

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社ハイドロ総合技術研究所

関西セ
JR
23-015

<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.....	5
地図.....	7
図表リスト.....	8
略語表.....	9
案件概要.....	10
要約.....	11
はじめに.....	14
1. 調査名.....	14
2. 調査の背景.....	14
3. 調査の目的.....	14
4. 調査対象国・地域.....	14
5. 契約期間、調査工程.....	15
調査団員構成.....	17
第1 対象国・地域の開発課題.....	18
1. 対象国・地域の開発課題.....	18
(1) 開発課題の状況.....	18
(2) 開発課題の背景・原因.....	19
2. 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等.....	19
(1) 開発計画.....	19
(2) 政策.....	19
(3) 法令等.....	19
3. 当該開発課題に関連する我が国の国別開発協力方針.....	22
(1) 当該国・地域への開発協力のねらい.....	22
(2) 我が国のODAの基本方針（大目標）：インドネシアのバランスのとれた経済発展と国際的課題への対応能力向上への支援.....	22
(3) 重点分野（中目標）.....	22
(4) 留意事項.....	23
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.....	23
(1) 我が国の ODA 事業.....	23
(2) 他ドナーの先行事例分析.....	24
第2 提案法人、製品・技術.....	25
1. 提案法人の概要.....	25
(1) 企業情報.....	25
(2) 海外ビジネス展開の位置づけ.....	25
2. 提案製品・技術の概要.....	26
(1) 提案製品・技術の概要.....	26

(2) ターゲット市場	29
3. 提案製品・技術の現地適合性	31
(1) 現地適合性確認方法	31
(2) 現地適合性確認結果（技術面）	32
(3) 現地適合性確認結果（制度面）	33
4. 開発課題解決貢献可能性	34
第3 ODA 事業計画/連携可能性	36
1. ODA 事業の内容/連携可能性	36
2. 新規提案 ODA 事業の実施/既存 ODA 事業との連携における課題・リスクと対応策	37
3. 環境社会配慮等	38
4. ODA 事業実施/連携を通じて期待される開発効果	38
第4 ビジネス展開計画	39
1. ビジネス展開計画概要	39
2. 市場分析	40
(1) 市場の定義・規模	40
(2) 競合分析・比較優位性	44
3. バリューチェーン	46
(1) 製品・サービス	46
(2) バリューチェーン	48
4. 進出形態とパートナー候補	48
(1) 進出形態	48
(2) パートナー候補	49
5. 収支計画	50
6. 想定される課題・リスクと対応策	51
(1) 法制度面にかかる課題/リスクと対応策	51
(2) ビジネス面にかかる課題/リスクと対応策	52
(3) 政治・経済面にかかる課題・リスクと対応策	52
(4) その他課題/リスクと対応策	53
7. ビジネス展開を通じて期待される開発効果	53
8. 日本国内地元経済・地域活性化への貢献	54
(1) 関連企業・産業への貢献	54
(2) その他関連機関への貢献	54
参考文献	55
英文要約 (Summary Report)	56
別添資料	61

写真



データ・情報システム開発部(SDPSI, BINTEK 下部組織) バンドン工科大学 (ITB) への技術紹介
アンディ氏 (左奥) への本案件及び技術説明



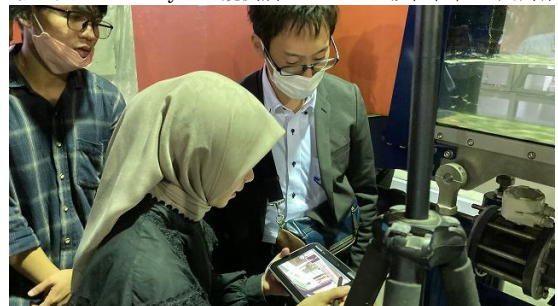
チリウン川 MT. Haryono 観測所の状況確認



チリウン川 MT. Haryono 観測所でのカメラ設置位置・画角確認



ITB 学生らへの技術紹介



タブレットを使った ITB 学生への技術紹介とデモ



ITB でのセミナー実施の様子



ITB でのセミナー実施の様子



事業化に係わるヒアリング



事業化に係わるヒアリング



Hydro-STIV 精度検証のために DGWR が推薦した観測所 (Kragilan 川、Ciujung 観測所)



Hydro-STIV 精度検証のために DGWR が推薦した観測所 (Citarum 川、Nanjung 観測所)



Hydro-STIV 精度検証のために DGWR が推薦した観測所 (Citanduy 川、Cirahong 観測所)



Hydro-STIV 精度検証のために DGWR が推薦した観測所 (Bengawan Solo 川、Jurug 観測所)



Hydro-STIV 精度検証のために DGWR が推薦した観測所 (Srandol Kulon, Kec. Banyumanik, Kota Semarang)



本調査の最終成果報告セミナー (BINTEK)

地図



出典：白地図専門店

図表リスト

図 1	プロペラ式流速計の事例	24
図 2	インドネシア国内で使用されている流速計の事例	25
図 3	本製品ソフトウェア「Hydro-STIV」による流量観測イメージ	27
図 4	本製品ソフトウェア「Hydro-STIV」による水位観測イメージ	27
図 5	STIV 理論の概要	27
図 6	電磁流速計との比較	28
図 7	普及・実証ビジネス化事業実施体制（案）	37
図 8	DGWR 設置の観測機器分布	40
図 9	DGWR 設置のリアルタイム水位観測ポストデータ（ハルヨノ水位観測ポスト）	41
図 10	Hydro-STIV クラウド（ノーマルタイプ）動画撮影手順	47
図 11	Hydro-STIV クラウド操作画面（ノーマルタイプ）イメージ	47
図 12	Hydro-STIV リアルタイム モニタリング画面イメージ図	47
図 13	Hydro-STIV ポータブル 操作イメージ図	48
図 14	事業全体像	48
表 1	PUPR と BMKG の気象水文観測の相違	18
表 2	洪水対策／河川計画、水災害に関する主要な法・政令	20
表 3	河川の水文（水位・流量）観測に係わる主要な基準類	21
表 4	収集した水資源技術開発局による基準・マニュアル一覧	21
表 5	相手国カウンターパートの能力強化プロジェクト	24
表 6	提案法人企業情報	25
表 7	ソフトウェア Hydro-STIV の販売・導入実績(2023 年 9 月末時点)	29
表 8	顧客候補	30
表 9	想定されるリスクとその対応策	31
表 10	提案製品・技術に係わる現地適合性の確認方法一覧	32
表 11	普及・実証・ビジネス化事業の概要	36
表 12	新規提案 ODA 事業実施/既存 ODA 事業との連携に当たっての懸念事項と対応方針	37
表 13	ビジネス展開計画の概要	39
表 14	BBWS/BWS 一覧	41
表 15	ターゲット市場	43
表 16	顧客候補	43
表 17	Hydro-STIV と競合製品・技術の比較	45
表 18	製品・サービス概要	46
表 19	パートナー（現地販売店及び観測機器メーカー）候補企業概要	49
表 20	販売・収支計画（1～5 年目）	51
表 21	当社の地元・地域（大阪府を含む関西圏）における関連企業一覧	54

略語表

略語	英語	インドネシア語	日本語名称
ADCP	Acoustic Doppler Current Profiler	—	超音波流速計
AI	Artificial Intelligence	—	人工知能
AWLR	Automatic Water Level Recorder	—	自記水位計
BBWS	River Basin Office for large river	Balai Besar Wilayah Sungai	大流域管理事務所
BINTEK	Directorate of Technical Guidance of Water Resources	Direktorat Bina Teknik Sumber Daya Air (Dir BINTEK)	水資源技術開発局
BSN	National Standardization Agency of Indonesia	Badan Standardisasi Nasional	国家標準化庁
BWS	River Basin Office	Balai Wilayah Sungai	流域管理事務所
BMKG	Agency for Meteorology, Climatology, and Geophysics	Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika	気象・気候・地球物理庁
BNPB	National Disaster Management Authority	Badan Nasional Penanggulangan Bencana	国家防災庁
COVID - 19	Corona Virus Disease 2019	—	新型コロナウイルス感染症
C/P	Counertpart	—	カウンターパート
DG	Directorate General	Direktorat Jenderal	総局
DGWR	Directorate General of Water Resources	Direktorat Jenderal Sumber Daya Air	水資源総局
EM-DAT	International Disasters Database	—	国際災害データベース
ITB	Bandung Institute of Technology	Institut Teknologi Bandung	バンドン工科大
M/P	Master plan	—	マスタープラン
PUPR	Ministry of Public Works and Housing	Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	公共事業・国民住宅省
RBO	River Basin Organization	—	流域管理機関
RPJMN	—	Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional	国家中期開発計画
SDPSI	—	Subdirektorat Data dan Pengembangan Sistem Informasi	データ・情報システム開発部
STPIB	—	Subdirektorat Teknologi dan Peralatan Infrastruktur Bidang	インフラ技術・設備部
STI	Space-Time Image	—	時空間画像
STIV	Space-Time Image Velocimetry	—	STIV 法



インドネシア国 画像解析技術による水文観測 (水位観測・流量観測)に係る案件化調査

株式会社ハイドロ総合技術研究所(大阪府大阪市)



対象国防災・災害対策分野における開発ニーズ(課題)

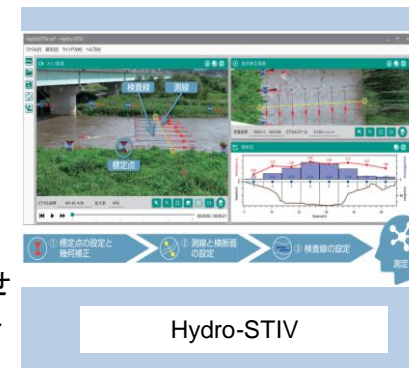
- ・自然災害が多発しやすく、特に水関連災害の頻発化、激甚化が懸念されている。
- ・洪水対策を考慮した水位計の設置やデータ蓄積がなく、施設整備や計画作成に支障が生じている。

提案製品・技術

- ・映像を用いた非接触型流速・流量計測システム Hydro-STIV
- ・河川に近づくことなく安全・簡単に測定が可能
- ・事前の準備を行うことで、映像のみで必要な水文データ(水位・流量)を自動で観測することが可能。

案件概要

- ・ 契約期間: 2022年9月～2024年2月
- ・ 対象国・地域: インドネシア国ジャカルタ首都特別州、バンドン市、ジョグジャカルタ市
- ・ 相手国実施機関(候補)
インドネシア国公共事業省水資源総局(DGWR)ほか
バンドン工科大学
- ・ 案件概要: Hydro-STIVを用いた水文観測のビジネス展開を図るため、対象国に合わせた測定手法・精度・ビジネス環境(需要、関連法制度)、効果的なビジネスモデル・ビジネスパートナー候補を調査する。



開発ニーズ(課題)へのアプローチ方法(ビジネスモデル)

- ・PUPR、BNPB、BMKGなどを対象に、水文データ(水位、流量)の観測手法として、Hydro-STIVを用いた水文観測手法での課題解決を提案する。
- ・現地の観測技術者にHydro-STIVを年間でのライセンス方式で提供し、初期費用を抑えて継続したビジネスモデルを構築する。
- ・特定重要河川については観測システムを提供する。

対象国に対し見込まれる成果(開発効果)

- ・対象国に適した水文観測手法の確立(手法、マニュアル等)と技術習得が可能となる。
- ・観測した水文データを元にした適切な洪水マスタープランの作成や計画的な治水対策の実施、避難情報の提供などの減災・防災対策の実施が可能となる。
- ・水害による人的経済的被害を低減し、安定した生活や経済活動の持続が可能となる。

2023年9月現在

要約

I. 調査要約

1. 案件名	<p>(和文) インドネシア国画像解析技術による水文観測（水位観測・流量観測）にかかる案件化調査</p> <p>(英文) SDGs Business Model Formulation Survey with the Private Sector for Application of Hydrological Observations (Water Level and River Discharge) with Image Analysis Technique in Indonesia</p>
2. 対象国・地域	インドネシア国ジャカルタ首都圏、ジョグジャカルタ、バンドン
3. 本調査の要約	画像解析技術を用いた水文（河川水位と流量）観測に関する案件化調査。動画から水位や流速・流量を測定するソフトウェア Hydro-STIV を用いた水文観測のビジネス展開を図るため、対象国に合わせた測定手法・精度、ビジネス環境（需要、関連法制度）、効果的なビジネスモデル・ビジネスパートナー候補を調査する。
4. 提案製品・技術の概要	本製品 Hydro-STIV は、河川の動画と水位情報を用いた河川流の流速・流量を計測するソフトウェアである。また、動画から水位を計測する機能も搭載しており、動画の撮影地点や撮影方法の工夫により、水位計を別途用意することなく河川水位観測も可能となる。
5. 対象国で目指すビジネスモデル概要	<p>大きく4つの商流でのビジネスを想定している。</p> <p>A) 特定重要河川等を対象に、現地水位計メーカーと連携し、Hydro-STIV によるリアルタイム観測システムの構築等を行うビジネス</p> <p>B) 現地企業と連携し、インドネシア政府の BBWS や BWS に Hydro-STIV クラウドを提供するビジネス</p> <p>C) 政府発注の観測業務を受注した観測機器メーカーや現地コンサルタント会社へのソフトウェアの提供ビジネス</p> <p>D) 水力発電用ダムや民間ディベロッパーなど、国営・民間企業による観測業務を受注した観測機器メーカーや現地コンサルタント会社へのソフトウェアの提供ビジネス</p>
6. ビジネスモデル展開に向けた課題と対応方針	<p>【対インドネシア中央政府】</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hydro-STIV の標準技術としての承認（BINTEK のダイレクター推薦）承認を得るために、BINTEK が指定する5観測地点で、ADCP と Hydro-STIV での比較計測の実施が必要であることが判明した。 - Hydro-STIV の標準技術として SNI (Standar Nasional Indonesia) 登録 BINTEK ダイレクター推薦を得て SNI が登録される。 - 流量観測に関する将来ビジョンと、そこでのステークホルダーの役割のアイデア共有 <p>【対パートナー企業・潜在ユーザー】</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - 実証事業の実施①: Hydro-STIV のインドネシア全体での適用可能性の検証 - 実証事業の実施②: Hydro-STIV と主要観測システム納入企業アプリとの連動可能性検証 - Hydro-STIV の PR : 展示会出展、学会発表、共同研究等 - 企業需要（電力会社、民間ディベロッパー、廃水を伴う工場など）の確認：日系企業を中心にヒアリングを実施
<p>7. ビジネス展開による対象国・地域への貢献</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 貢献を目指す SDGs のターゲット： <ul style="list-style-type: none"> 1：貧困をなくそう 9：産業と技術革新の基盤をつくろう 11：住み続けられるまちづくりを 13：気候変動に具体的な対策を ➤ 本製品は河川流量や河川水位を把握でき、これらの観測データを用いて河川洪水対策マスタープラン策定のための精緻な水文・水理解析モデルの構築やリアルタイム観測データを用いた避難活動に役立つ。
<p>8. 本事業の概要</p>	
<p>① 目的</p>	<p>現地で本ソフトウェアを使用した水文（水位・流量）観測を普及させる為に、下記を調査する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 調査目的 1：具体的な水文観測に関わる課題の把握。 特に技術的な課題についての詳細を把握し、想定しているもの以外に課題が無いのか、それらの課題をどのように解決するかを調査することで、インドネシア国に適した具体的なソフトウェアの改修や、具体的な課題への対応が可能となる。 ・ 調査目的 2：現地で、特に水文観測の必要性が高い地点を調査し、実際に本ソフトウェアを用いて観測を行うことで、事前に調査検討した課題を現地で確認する。 調査目的 1 で検討した課題を実際の観測で確認するとともに、現地関係者や現地コンサルタント、バンドン工科大学の学生などを対象に、観測方法や本ソフトウェアを用いた水文（水位・流量）観測を説明し、本ソフトウェアを用いた流量観測手法の適用性をインドネシア国の関係機関やコンサルタント・測量業者などに具体的に示す。 ・ 調査目的 3：現地に即した水文観測手法・マニュアル案の検討の為、関連する公的機関である DGWR（公共事業省水資源総局）、自治体を対象に、現地の法規制やガイドライン、要望などを調査する。 Hydro-STIV を用いて、現地に即した水文観測手法・マニュアル案を検討することで、Hydro-STIV がインドネシア国標準の水文観測手法として採用されることを目指す。 ・ 調査目的 4：実際のビジネスを視野に、現地ビジネスパートナー候補企業との面談・ディスカッションを行い、今後のアライアンス候補の企業を調査す

	<p>る。</p> <p>検討中のビジネスモデルを具体化し、現地協力会社の選考を進めるとともに、本ソフトウェアを用いた流量観測の観測実施者（担い手）を具体的に把握できるようになる。</p> <p>なお、現地観測はジャカルタ首都特別州あるいはバンドン市いずれかの 1 観測所を想定している。また、現地法人の調査はジョグジャカルタ市を想定しており、DGWR へのヒアリング調査はジャカルタ首都特別州、現地関係者や現地コンサルタント、バンドン工科大学の学生などを対象とした観測方法や本ソフトウェアを用いた水文（水位・流量）観測に関する教育訓練実施はジャカルタ首都特別州とバンドン市を想定している。</p>
② 調査内容	<ul style="list-style-type: none"> ・対象国・地域の開発課題 ・提案製品の現地適合性（技術面及び制度面） ・ビジネスモデルの具体化 ・ODA 事業計画・連携可能性
③ 本事業実施体制	<p>提案法人：株式会社ハイドロ総合技術研究所</p> <p>外部人材：パシフィックコンサルタンツ株式会社 株式会社阿波銀行</p>
④ 履行期間	2022 年 9 月～2023 年 12 月（16 ヶ月）
⑤ 契約金額	29,910.1 千円（税込）

II. 提案法人の概要

1. 提案法人名	株式会社ハイドロ総合技術研究所
2. 代表法人の業種	[④サービス業]
3. 代表法人の代表者名	代表取締役社長 長谷川 誠
4. 代表法人の本店所在地	大阪府大阪市北区中之島 3-3-23 中之島ダイビル 26F
5. 代表法人の設立年月日 (西暦)	2000 年 3 月 27 日
6. 代表法人の資本金	100,000 千円
7. 代表法人の従業員数	84 名

はじめに

1. 調査名

和文：インドネシア国画像解析技術による水文観測（水位観測・流量観測）にかかる案件化調査

英文：SDGs Business Model Formulation Survey with the Private Sector for Application of Hydrological Observations (Water Level and River Discharge) with Image Analysis Technique in Indonesia

2. 調査の背景

インドネシア国は、世界有数の自然災害発生国であるが、このうち水関連災害については、近年、地域により気候変動の影響とみられる年間降雨量、降雨パターンの変化などによる頻発化、激甚化が懸念されている。インドネシア国内での被害状況の比較によると、洪水災害での同国の死者数は地震に次いで第2位、被害額は地震、山火事に次ぐ第3位である¹。また、2007年から2016年までの10年間の内、最も多く発生した災害は洪水であった²。

かかる状況を受け、インドネシア国の前中期開発計画(2015-2019)で「災害リスクが高く、経済成長の中心地域における Risk Index を削減する」との防災目標が掲げられて以降、公共事業・国民住宅省(PUPR)の水資源・治水関係予算も近年は増加傾向となるなど、洪水対策が重点政策課題となっている。また、我が国の国別開発協力方針では、「防災対策等の行政機能の向上」を開発課題の一つとして位置付け、「防災能力・行政機能向上プログラム」の下で、災害ハイリスク地域の防災対応能力強化に関する協力が実施されている。

しかしながら、同国では洪水対策マスタープランを作成するための基礎情報となる水文観測データ(特に、洪水時の水位と水量)が不足していることにより、適切な治水計画が策定されておらず、洪水被害を発生させないためのハード対策や、災害発生時の避難計画等のソフト対策のいずれも不足しており、大きな課題となっている。水文観測の実施にあたって必要となる、水位計や流速計の購入費用や維持管理費用、観測員の配置等、コストに見合う予算が十分には確保出来ず、観測技術の移転・定着による自立的な観測体制の構築が課題となっている。

このような状況に対し、受注者の提案製品は、映像を用いた非接触型の流速・流量計測システムであり、従来の観測機器と比較して安価であるうえ、使用者の技量に左右されることなく水文(水位・水量)観測データを取得することが可能である。インドネシア国への提案製品の導入により、観測データに基づく計画的な治水対策の実施や避難情報の提供など、減災・防災対策への貢献が期待できる。

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アイデアの検討や ODA 事業での活用可能性の検討を通して、ビジネスモデルが策定される。

4. 調査対象国・地域

¹ グローバルデータ EM-DAT, 1980-2018

² インドネシア国 防災分野における情報収集・確認調査報告書, 2019

インドネシア国ジャカルタ特別州、バンドン市、ジョグジャカルタ特別州

5. 契約期間、調査工程

契約期間：2022年9月21日～2024年2月28日

調査工程：調査工程は下表のとおりである。併せて、2023年7月25日と11月2日には、SDPSI（BINTEK 下部組織）と Web 会議を実施した。

■第1回渡航時の調査工程（2022年10月3日～10月12日）

月日	訪問先	調査項目	地域
2022/10/03	終日	移動（日本⇒インドネシア国）	ジャカルタ
2022/10/04	午前 午後	JICA インドネシア事務所 PCKK ジャカルタ事務所	ジャカルタ ジャカルタ
2022/10/05	午前 午後	SDPSI(BINTEK 下部組織) 現地コンサルティング会社 PCKK*ジャカルタ事務所	ジャカルタ ジャカルタ ジャカルタ
2022/10/06	午前 午後	PCKK*ジャカルタ事務所 現地企業（C社）	ジャカルタ バンドン
2022/10/07	午前 午後	現地企業（B社） バンドン工科大学	バンドン バンドン
2022/10/08	終日	滞在ホテル	ジャカルタ
2022/10/09	終日	滞在ホテル	ジャカルタ
2022/10/10	午前 午後	チリウン川 PCKK*ジャカルタ事務所	ジャカルタ ジャカルタ
2022/10/11	午前 午後	バンクネガラインドネシア JETRO ジャカルタ事務所 チリウン川	ジャカルタ ジャカルタ ジャカルタ
2022/10/12		移動（インドネシア国⇒日本）	

*PCKK：パシフィックコンサルタンツ株式会社

■第2回渡航時の調査工程（2023年1月10日～1月24日）

月日	訪問先	調査項目	地域
2023/1/10	終日	移動（日本⇒インドネシア国）	ジャカルタ
2023/1/11	午前 午後	移動（ジャカルタ⇒ジョグジャカルタ） 事業化に係わるヒアリング	ジャカルタ ジョグジャカルタ
2023/1/12	午前 午後	現地企業（D社） 現地企業（A社） 移動（ジョグジャカルタ⇒ジャカルタ）	ジョグジャカルタ ジョグジャカルタ ジャカルタ
2023/1/13	午前 午後	現地企業（B社） 現地企業（E社）	バンドン バンドン
2023/1/14	終日	滞在ホテル	バンドン
2023/1/15	終日	滞在ホテル	バンドン
2023/1/16	午前	移動（日本⇒インドネシア国）	ジャカルタ
2023/1/16	午後	打合せ準備 移動（ジャカルタ⇒バンドン） 事業化に係わるヒアリング	ジャカルタ ジャカルタ
2023/1/17	午前 午後	打合せ準備 在インドネシア日本国大使館	ジャカルタ ジャカルタ
2023/1/18	午前 午後	プロジェクト説明及びヒアリング調査 プロジェクト説明及びヒアリング調査	ジャカルタ ジャカルタ
2023/1/18	午前 午後	国家標準化庁(BSN) JICA ジャカルタ事務所	ジャカルタ ジャカルタ
2023/1/19	終日	移動（インドネシア国⇒日本） 現地踏査（Lower Ciliwung 川）	ジャカルタ ジャカルタ
2023/1/20	終日	現地踏査（ジャカルタ市内の河川）	ジャカルタ
2023/1/21	終日	滞在ホテル	ジャカルタ
2023/1/22	終日	滞在ホテル	ジャカルタ
2023/1/23	終日	現地踏査（ジャカルタ市内の河川）	ジャカルタ
2023/1/24	終日	移動（インドネシア国⇒日本）	

*PCKK：パシフィックコンサルタンツ株式会社

■第3回渡航時の調査工程（2023年2月19日～2月28日）

月日	訪問先	調査項目	地域
2023/2/19	終日	移動（日本⇒インドネシア国）	ジャカルタ
2023/2/20	午前 午後	現地ディベロッパー会社 日系発電会社	ジャカルタ
2023/2/21	午前 午後	SDPSI(BINTEK 下部組織) 現地ディベロッパー会社	ジャカルタ
2023/2/22	終日	現地ディベロッパー会社	ジャカルタ
2023/2/23	午前 午後	滞在ホテル 現地ディベロッパー会社	ジャカルタ
2023/2/24	午前 午後	STPIB (BINTEK 下部組織) 滞在ホテル	ジャカルタ
2023/2/25	終日	滞在ホテル	ジャカルタ
2023/2/26	終日	滞在ホテル 移動（ジャカルタ⇒バンドン） 議事メモ作成及び進捗報告書とりまとめ	バンドン
2023/2/27	終日	バンドン工科大学 Hydro-STIVに係わるセミナー 移動（バンドン⇒ジャカルタ）	ジャカルタ
2023/2/28	終日	移動（インドネシア国⇒日本）	

■第4回渡航時の調査工程（2023年5月9日～5月18日）

月日	訪問先	調査項目	地域
2023/5/9	終日	移動（日本⇒インドネシア国）	ジャカルタ
2023/5/10	午前 午後	JICA インドネシア事務所 STPIB (BINTEK 下部組織)	ジャカルタ
2023/5/11	午前 午後	— 現地企業（B社） 現地企業（E社）	バンドン
2023/5/12	午前 午後	バンドン工科大学 バンドン工科大学 現地企業（C社）	バンドン
2023/5/13	終日	滞在ホテル	ジャカルタ
2023/5/14	終日	滞在ホテル	ジャカルタ
2023/5/15	午前 午後	— 現地企業（A社）	ジョグジャカルタ
2023/5/16	午前 午後	— 現地企業（D社）	ジョグジャカルタ
2023/5/17	午前 午後	現地企業（F社） STPIB(BINTEK 下部組織、オンライン) SDPSI(BINTEK 下部組織)	ジャカルタ
2023/5/18	終日	移動（インドネシア国⇒日本）	

■第5回（追加）渡航時の調査工程（2023年8月20日～8月26日）

月日	訪問先	調査項目	地域
2023/8/20	終日	移動（日本⇒インドネシア国）	ジャカルタ
2023/8/21	午前 午後	Kragilan (Cijung 川) —	バンドン
2023/8/22	午前 午後	Nanjung (Citarum 川) Cirahong (Citanduy 川)	パンジャール
2023/8/23	午前 午後	Jurug (Bengawan Solo 川) —	ソロ
2023/8/24	午前 午後	Kulon, Kec. Banyumanik, —	スマラン ジャカルタ
2023/8/25	午前 午後	BINTEK (DGWR 下部組織) JICA インドネシア事務所	ジャカルタ
2023/8/26	終日	移動（インドネシア国⇒日本）	

■第6回（最終）渡航時の調査工程（2023年10月8日～10月14日）

月日		訪問先	調査項目	地域
2023/10/8	終日	—	移動（日本⇒インドネシア国）	ジャカルタ
2023/10/9	終日	PCKK*ジャカルタ事務所	成果報告セミナー準備	ジャカルタ
2023/10/10	午前 午後	BINTEK (DGWR 下部組織) 在インドネシア日本国大使館	成果報告セミナー ヒアリング調査	ジャカルタ
2023/10/11	午前 午後	現地企業 (B社) STPIB (BINTEK 下部組織)	ヒアリング調査 ヒアリング調査	バンドン
2023/10/12	午前 午後	バンドン工科大学 現地企業 (C社)	ヒアリング調査 ヒアリング調査	バンドン
2023/10/13	午前 午後	現地企業 (A社) (PCKK*ジャカルタ事務所) PCKK*ジャカルタ事務所	ヒアリング調査 議事メモ及び業務完了報告書作成	ジャカルタ
2023/10/14	終日	—	移動（インドネシア国⇒日本）	

*PCKK：パシフィックコンサルタンツ株式会社

調査団員構成

氏名	所属先	担当業務内容
井口 真生子 (京都府)	株式会社 hidro 総合技術研究所	<ul style="list-style-type: none"> 全体取り纏め プロジェクト管理 事業展開計画検討
櫻田 和彦 (兵庫県)	株式会社 hidro 総合技術研究所	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクト管理補佐 事業展開計画検討 ビジネスモデルの検討・分析 販売戦略策定
南 良忠 (大阪府)	株式会社 hidro 総合技術研究所	<ul style="list-style-type: none"> 水文観測計画検討指揮 技術に係る研修(WEB 会議) 現地向けマニュアル検討
辻 雅之 (京都府)	株式会社 hidro 総合技術研究所	<ul style="list-style-type: none"> ビジネスモデルの検討・分析 販売戦略策定 現地での水文観測実務 技術に係るセミナー
石本 裕 (大阪府)	株式会社 hidro 総合技術研究所	<ul style="list-style-type: none"> 提案製品の現地適合に向けたシステム検討
山崎 裕介 (東京都)	パシフィックコンサルタンツ株式会社	<ul style="list-style-type: none"> 水文観測技術適合性調査・分析/開発課題分析 ODA 案件化に係る各種調査、検討 現地パートナー技術力調査
阿部 雅浩 (東京都)	パシフィックコンサルタンツ株式会社	<ul style="list-style-type: none"> 市場分析、競合調査 バリューチェーン調査 現地パートナー体制調査・分析
森本 昂太郎 (東京都)	株式会社阿波銀行	<ul style="list-style-type: none"> ビジネス環境調査 リスク分析、対応策検討

出典：JICA 調査団

第1 対象国・地域の開発課題

1・対象国・地域の開発課題

(1) 開発課題の状況

インドネシアにおける気象観測および水文観測の主体は、PUPR、BMKG および各地方政府の関係機関（公共事業や水資源管理の関係部局）である。PUPR と BMKG の観測の目的等は表 1 のとおりである。

表 1 PUPR と BMKG の気象水文観測の相違

機関名	観測の目的	観測所の配置・特長
PUPR (BBWS、BWS、Dinas PU、PSDA など)	確率降雨量 ³ の算出、流出量の算出、洪水予測	山間部等の遠隔地にも配置。観測機器のみの設置で常駐職員は配置されていない。
BMKG	気象状況の把握、気候パターンの生成（降雨強度の調査、降雨分布の分析、降雨予測の検証）	居住地に配置され、遠隔地にはほとんどない。観測所には、管理棟・機材があり、職員が常駐している。 雨量及び気象観測のみ（河川水位は未観測）

水位観測所のうち重要な地点では、流量観測に基づく水位 - 流量曲線（以下、**H-Q 式**⁴）の設定とそれに基づく流量推定が行われているものの、主要河川流域以外では水位観測に基づく流量の算出が実施できていないのが現状である。⁵例えば、減災・防災のための洪水対策マスタープランの策定においては、検討で使用する水文・水理解析モデルの妥当性を判断するためにモデル結果である計算値と観測値を比較し検証する（計算値と観測値の比較項目は水位と流量である）。その検証の結果が妥当と判断された水文・水理解析モデルを用いて、対象となる計画規模の流量（基本高水流量や計画高水流量⁶）や流量配分⁷が算出される。しかしながら、主要河川流域以外では、流量観測値がないために洪水対策マスタープラン策定に必要な水文・水理解析モデルの検証が十分にできない状況となっている。

³ ある年数内に起こりうる降雨の大きさを、過去の降雨データを用いて統計的に推定して表現したものである。例えば、100年に一度起こりうる程度の大きさの降雨を100年確率降雨という。確率降雨はある確率分布を想定した降雨であり、規則的に100年に1回の間隔で発生するわけではない。

⁴ **H-Q 式**とは観測地点の水位(**H**)と流量(**Q**)の関係を求め、連続的に観測できる水位データにより、観測した水位に対応する流量を算出する関係式である。一般的に、流量は連続的に観測することができないが、水位は連続的に観測できるため、**H-Q 式**があれば流量を連続的に求めることが可能となる。**H-Q 式**は、一般に、二次曲線で作成される場合が多く、ある期間において水位(**H**)と流量(**Q**)の関係が1対1で対応していることが前提である。**H-Q 式**は、水文データ整理、流出解析、危機管理などの資料として活用される。

⁵ インドネシア共和国防災事前投資に向けた洪水対策マスタープラン策定能力強化プロジェクト詳細計画策定調査報告書（案）、p.86、2021.8.

⁶ 基本高水流量は、洪水を防ぐための計画で基準とする洪水のハイドログラフ（流量が時間的に変化する様子を表したグラフ）に示される最大流量から決定された流量の値である。計画高水流量は、河道を設計する場合に基本となる流量で、基本高水を河道と各種洪水調節施設に合理的に配分した結果として求められる河道を流れる流量である。言い換えればこれは、基本高水流量から各種洪水調節施設での洪水調節量を差し引いた流量である。（国土交通省 HP を修正：https://www.mlit.go.jp/river/pamphlet_jirei/kasen/jiten/yougo/11.htm）

⁷ 流量配分とは、川もしくは川と洪水調節施設を示した略図（流量配分図）上で、主要地点での治水計画上の洪水時流量を表したものである。ダムなどの洪水調節施設があるときは各流量は2段階書きとなり、ダムなし流量とダムあり流量を比較できるように記載する。（滋賀県 HP：<https://www.pref.shiga.lg.jp/ippan/kendoseibi/dam/19263.html#b17>）

(2) 開発課題の背景・原因

主要流域以外で水位観測に基づく流量算出が実施できていない理由は下記のとおりである。

- 人材の不足、予算の不足
- 流量観測が定期的に行われていない、また適切な方法が取られていない
- 洪水時の流量観測を行うための機材等の不足
- 観測機器の適切な校正がなされていない

これらの結果として、適切に検証された H-Q 式を用いて流量算出を行っている観測所が特定の流域に偏り、実施率が低い状態が続いている（ヒアリング調査による SDPSI(公共事業・国民住宅省水資源総局 (DGWR) 下部組織)の回答)。また、検証された流量データを年報として公表できる観測所が少なくなっているが、これは 2014 年以降データの品質管理を進めた結果として条件を満たせない観測所が多かったことを意味している。⁸

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

インドネシアの 5 ヶ年計画である「国家中期開発計画 (Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional 2020-2024)」では、防災は 7 つの優先課題の 1 つとして「Building the Environment, Improvement of Disaster Resilience and Climate Change」が掲げられており、洪水リスク削減に取り組んでいる。洪水対策の主務官庁は公共事業・国民住宅省 (PUPR) であり、河川改修などの構造物対策を中心として洪水予測などの非構造物対策も含む河川流域における洪水対策を実施している。また他省庁も含めたインドネシア政府全体として、流域における森林・農地等の管理や、資産買収、土地利用計画、建築基準、開発計画規制等により洪水リスク削減を図るとともに、住民啓発や早期警報、応急対策等に努めている。⁹

(2) 政策

水文観測に係わる政策として、これまで経年的に流量観測を実施してきた流量観測所はないものの、その必要性は認識しており、各河川事務所において 2022 年から ADCP を購入し流量観測を始めている。

(3) 法令等

インドネシアでは、洪水対策／河川に係わる水関連法案として水資源法 (2019 年法律第 17 号) が上位法令としてあり、水文観測や利用・保全を含む水資源管理の枠組みを規定している¹⁰。そして、水資源法に基づき、灌漑、上水供給システム (SPAM)、水源保全、水資源管理の 4 つに関する政府規則 (Peraturan Pemerintah) が制定されている。

この水資源法に基づき、中央政府と地方政府それぞれに水資源管理の義務と権限が与えられている。また、水資源法では村落単位の管理権限についても規定しており、各村落の水資源管理を支援し、自らイニシアチブを発揮して地域の水資源管理を推進することを奨励している。

また、水資源法では、水資源管理を流域単位で実施することを規定しており、中央政府、州政府、

⁸ 5 と同様

⁹ インドネシア共和国防災事前投資に向けた洪水対策マスタープラン策定能力強化プロジェクト詳細計画策定調査報告書 (案)、p.12、2021.8.

¹⁰ 前水資源法 (2004 年第 7 号) は憲法 (1945 年) に違反しているとして取消されている。

県・市政府による水資源管理の権限と責任の規定を河川流域の区分に基づいて規定している（管理区分記載：<https://peraturan.bpk.go.id/Details/122742/uu-no-17-tahun-2019>）

水資源法では、地表水と地下水の統合を原則とする水資源管理を掲げ、各河川流域における利害関係者が参照するための資料を作成することになっており、その内容に基づいて各流域の水資源管理計画（Rencana Pengelolaan Sumber Daya Air）が策定される。水資源管理計画は、水資源保全・利用、水害の防止のためのマスタープランであり、各関係機関の活動計画の中でさらに詳細化される。

水資源法（The Law No.7 Water Resources, 2004）とその改正法（The Law No.17 Water Resources, 2019）を受けて、水資源管理に関する政令（No.42, 2008）、河川に関する政令（No.38.2011）等の関連法令が制定されている。これらの基本的な骨格は、以下のとおりである。

- 1) 国が管理する河川流域は、国境をまたぐ河川流域、複数の州にまたがる河川流域、国家戦略的に重要な河川流域のいずれかである。
- 2) 水資源管理は、河川流域単位（river basin unit）で行う。
- 3) 国は、流域管理事務所を設置して水資源管理を行う。
- 4) 水資源管理は、「水資源の保全」、「水資源の利用」、「水の破壊力（water induced damage）の管理」の3つを基本にして行う
- 5) 流域の基本計画策定にあたっては、TKPSDA（流域管理調整協議会）を通じて利害関係者（Stakeholders）の意見を聞き、調整を行う。

水災害に関する法体系は、水資源も含めて以下の表に示すような法律（Laws）、大統領令（Presidential Decrees）、政府通達（Governmental Decrees）、および省令（Ministry Regulations）から構成されている（表 2）。

表 2 洪水対策／河川計画、水災害に関する主要な法・政令¹¹

区分	法律・大統領令・規制（年）	英名・和名
Law	Law No.7 in 2004	Water Resources・水資源法
	The Law No.17 Water Resources, 2019	Water Resources・水資源 改正
	Law No.10/2004	Formulation of Laws and Regulations・法政令の制定
	Law No.24/2007	Disaster Management・災害管理
	Law No.26/2007	Spatial Planning・空間計画
Presidential Decree	Presidential Decree No.123/2001	Water Resources Management Coordination Team・水資源管理調整
	Presidential Decree No.83/2002	Amendment of Presidential Decree No.123 in 2001
	Presidential Decree No.12/2008	Water Resources Council・水資源委員会
	Presidential Decree No.8/2008	National Disaster Management Agency (BNPB)・国家防災庁
	Presidential Decree No.12/2012	Determination of River Region・河川流域単位の水資源管理
Government Regulation	Government Regulation No. 42/2008	Water Resources Management・水資源管理
	Government Regulation No. 21/2008	Implementation of Disaster Management・災害管理の実行
	Government Regulation No. 22/2008	Finance and Management of Aid for Disaster・財政と災害管理
	Government Regulation No. 23/2008	Participation of International Institutions and Foreign Non-Governmental Institutions in the Mitigation of Disaster・防災参画
	Government Regulation No.	River・河川

¹¹ インドネシア共和国防災事前投資に向けた洪水対策マスタープラン策定能力強化プロジェクト詳細計画策定調査報告書（案）、p.43、2021.8.

区分	法律・大統領令・規制（年）	英名・和名
	38/2011	
	Government Regulation No. 23/2017	2017National Spatial Plan・国家空間計画
Ministry Regulation	Ministry of PW Regulation No.63/PRT/1993	Right of River Boundary, Effective River Width, Right of River Area and OldRiver・河川区域他
	Ministry of PW Regulation No.4/PRT/M/2008	Guideline for Establishment of Water Resources Council in Province,Regency/City and River Basin Levels・水資源委員会
	Ministry of PW Regulation No.11A/PRT/M/2006	Criteria and Determination of Clustered River Basin・流域管理
	Ministry of PW Regulation No.12/PRT/M/2006	Organization and Work Arrangement of River Basin Main Office (BBWS)・流域管理組織
	Ministry of PW Regulation No.13/PRT/M/2006	Organization and Work Arrangement of River Basin Office (BWS)
	Ministry of PW Regulation No.26/PRT/M/2006	Amendment of No. 12/PRT/M/2006 and No. 13/PRT/M/2006
	2006Ministry of PW Regulations No.27/2007	Guidelines of Landslides Prone Areas on Spatial Planning・地すべり
	Ministry of PW RegulationNo.22/PRT/M/2009	Technical Guidelines and Procedures for Preparation of POLA of WaterResources Management・水資源開発計画
	Ministry of Internal Affairs Decree No.46/2008	Disaster Countermeasures・災害対策、災害対応
	Ministry of PWH No.13/2015	Disaster Emergency Management due to Water Induced Damage・水災害緊急管理
	Ministry of PWH No.27/2015	Dam Requirement the Safe Dam Developing and Management od such Dams・ダムの安全管理
Ministry of PWH No.28/2015	Establishment of River Boarder to Protect River and Lake's Function andControl Water Damage of River and Lake・河川、湖沼区域	

Source:Web-sites (PUPR,BNPB,BAPPENAS 他)

河川の計画・設計・管理に係る技術基準は、インドネシア国家規格(Standar Nasional Indonesia、以下、SNI)で定められたものと、DGWR で独自に定めたものがある。表 3 に主な基準を示す。一方、ヒアリングの結果によると流域管理事務所で独自に定めた基準はないとのことである。

表 3 河川の水文（水位・流量）観測に係わる主要な基準類

区分	番号	表題	発行年
SNI	1742-1989-F	河川構造物の水理・水文設計方法	1989
	19-4199-1996	開水路の流量観測方法 - 浮遊砂の観測方法	1996
	2526:1991	河川流量観測所の配置方法	1991
	03-2822-1992	グラフ分析による河川の流量曲線の設定方法	1992
	03-2414-1991	河川及び開水路の観測方法	1991
	03-3412-1994	河川流量(日量)の計算方法	1994
	8639:2018	ハイドロメトリー・アコースティックドップラープロファイラ・開水路の流量計測のための方法とアプリケーション	2018
DGWR	Pd 01-2017-A	河川・開水路での流量曲線計算ガイドライン	2017
	Pd 05-2017-A	干潮区域での流量観測ガイドライン	2017

また、スラウェシ I 河川事務所やチリウン・チサダネ大河川事務所へのヒアリングによると、技術基準については人材開発庁のサイト等は参照されておらず、水資源技術開発局（BINTEK）による基準・マニュアルが参照されている（表 4）。¹²

表 4 収集した水資源技術開発局による基準・マニュアル一覧

No.	Title
1	Procedures and Work Instructions for Survey on Placement & Development of Hydrology Post Procedures and Work Instructions for Survey on Placement & Development of Hydrology Observation

¹² インドネシア共和国防災事前投資に向けた洪水対策マスタープラン策定能力強化プロジェクト詳細計画策定調査報告書（案）、p.69、2021.8.

No.	Title
	Stations 水文観測所の配置・整備に関する手順と作業指示書
2	Prosedur dan Instruksi Kerja Pengukuran Debit Sungai dan Saluran Terbuka Procedures and Work Instructions for Measurement of River and Open Canal Discharge 河川・開水路の流量測定の手順と作業指示
3	Prosedur dan Instruksi Kerja Pembuatan Lengkung Debit (Rating Curve) Procedures and Work Instructions for Making a Rating Curve 水位－流量曲線作成の手順と作業指示
4	Prosedur dan Instruksi Kerja Pengambilan Contoh Uji dalam Rangka Pemantauan Kualitas Air Procedures and Work Instructions for Taking Test Sampling in the Context of Monitoring Water Quality 水質モニタリングにおけるテストサンプリングの手順と作業指示
5	Prosedur dan Instruksi Kerja Validasi Data Hidrologi Hydrological Data Validation Procedures and Work Instructions 水文データの検証手順と作業指示
6	Prosedur dan Instruksi Kerja Updating Basis Data dan Publikasi Data Dasar Hidrologi Procedures and Work Instructions for Updating Database and Publication of Basic Hydrology Data データベースの更新と基礎水文データの公開の手順と作業手順
7	Prosedur dan Instruksi Kerja Pemeliharaan Peralatan dan Pos Hidrologi Procedures and Work Instructions for Maintenance of Hydrology Equipment and Posts 水文観測機器および観測所の保守手順と作業指示
8	Prosedur dan Instruksi Kerja Inspeksi Mutu Pengelolaan Hidrologi Hydrology Management Quality Inspection Procedures and Work Instructions 水文管理 品質検査手順と作業指示書

上段：インドネシア語、中段：英語、下段：日本語

3. 当該開発課題に関連する我が国の国別開発協力量針

(1) 当該国・地域への開発協力のねらい

我が国の「対インドネシア共和国国別開発協力量針」（2017年9月）には、インドネシア援助の重点分野として「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」が掲げられており、安全で公正な社会を実現するため、防災対策等の行政機能の向上を支援するとしており、水害対策、防災・減災に係わる事業は、その協力プログラムの「防災能力・行政機能向上プログラム」に位置付けられる。また対インドネシア JICA 国別分析ペーパー（2018年6月）にも防災協力は重点分野の一つとして設定され、防災の事前投資の推進強化を図ることで、同国における持続的な経済発展に寄与することが掲げられている。

(2) 我が国のODAの基本方針（大目標）：インドネシアのバランスのとれた経済発展と国際的課題への対応能力向上への支援

インドネシアの均衡ある発展を実現するため、質の高いインフラ整備等を通じた国際競争力の向上や、安全で公正な社会の実現に向けた支援を行うとともに、アジア地域及び国際社会の課題への対応能力の向上に向けた支援を実施する。

(3) 重点分野（中目標）

1) 国際競争力の向上に向けた支援

グローバル化が進むインドネシア経済において、民間企業の国際競争力向上を通じた経済成長を実現するため、交通・物流・エネルギー・通信網等の質の高いインフラの整備や、各種規制・制度の

改善支援などを通じたビジネス・投資環境の整備並びに人材育成を支援する。

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

安全で公正な社会を実現するため、生活の質の向上に向けて、大都市だけでなく、地方の開発を支援するとともに、防災対策等の行政機能の向上を支援する。

3) アジア地域及び国際社会の課題への対応能力向上に向けた支援

アジア地域及び国際社会の課題でもある気候変動並びに環境保全対策を支援するとともに、海上安全やテロ対策、感染症問題への対応能力、さらに、援助国（ドナー）としての能力向上を支援する。

(4) 留意事項¹³

インドネシアの経済発展には海外からの投資が重要であり、投資を呼び込むためには予見可能性・安定性の向上等のビジネス・投資環境改善が重要であることから、インドネシア政府に対して引き続き申入れを行っていく。また、3.(3)に関し、暴力的過激主義対策については、インドネシア国内のみならず地域・国際社会においても取り組んでいくべき深刻な課題であり、同国が力を入れている分野でもあるので、今後の協力のあり方につき、検討する。

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

水位観測や流量観測といった水文観測に関わる我が国の ODA 事業について、JICA インドネシア事務所及び JICA 長期専門家にヒアリングを実施した。この結果、インドネシア国を対象とした我が国の ODA 事業として、2017 年まで流域管理機関（RBO）への能力強化プロジェクトが実施されていたことを確認した（例えば、表 5）。同プロジェクトにおいて、高水流量観測（浮子測法）に関する研修の実施や「絵でみる水文観測（社団法人中部建設協会）」のインドネシア語版の作成・提供などが行われた。このように、水文観測に係わる能力強化プロジェクトは既に終了しており、今後再度実施する予定はないとのことであった。

これまで実施された能力強化プロジェクトでは浮子による洪水時の流量観測の能力強化を行ってきた。この浮子は吃水深長が規定されており（表面浮子、0.5m、1.0m、2.0m、4.0m）、全ての観測所で多くの本数を用意する必要がある、非常に多額の費用がかかる。一方で、Hydro-STIV は洪水時の流況を録画した映像と横断測量データがあれば流量算出が可能である。このため、これらデータが揃えば洪水時の流量データが必要な洪水マスタープラン策定プロジェクト（例えば、観測所の H-Q 式や河川モデルの検証など）や水資源開発・管理プロジェクトに活用できる。

¹³ インドネシアを対象として実施された過去の ODA 国別評価は次のとおり。

インドネシア国別評価（2003）報告書掲載先：

http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/shiryo/hyouka/kunibetu/gai/indonesia/kn3_01_index.html

インドネシア国別評価（2007）報告書掲載先：

http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/shiryo/hyouka/kunibetu/gai/indonesia/kn07_01_index.html

表 5 相手国カウンターパートの能力強化プロジェクト¹⁴

No.	期間	プロジェクト名
1	2007年～2010年	ジャカルタ首都圏水害軽減組織強化プロジェクト
2	2008年～2011年	河川流域機関総合水資源管理能力向上プロジェクトフェーズ1
3	2010年～2013年	ジャカルタ首都圏総合治水能力強化プロジェクト
4	2014年～2018年	河川流域機関総合水資源管理能力向上プロジェクトフェーズ2
5	2013年～2019年	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

また、日本はこれまで公共事業・国民住宅省統合水資源管理政策アドバイザー、国家防災長総合防災政策アドバイザー等、関係省庁へ専門家派遣を行っており、2022年10月現在も専門家が派遣されている。

(2) 他ドナーの先行事例分析

現地調査を通して判明したインドネシア国内で使用されている流速計はプロペラ式流速計であった。プロペラ式流速計の事例を図1に示す。



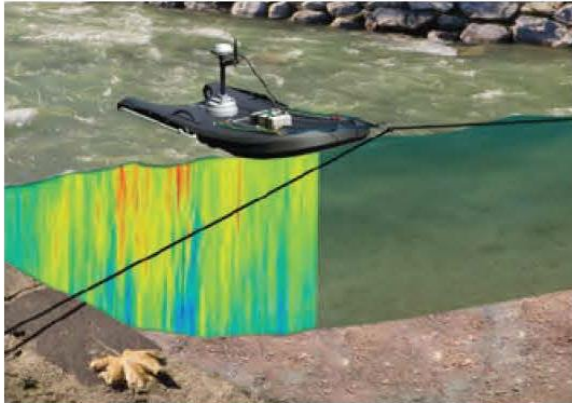
出典：現地企業（A社）販売測器¹⁵

図1 プロペラ式流速計の事例

2022年10月にSDPSI(DGWR下部組織)へヒアリングをした結果、DGWRはこれまで実施していなかった高水流量観測を2022年の雨季から実施するとのことであった。なお、DGWRは2022年・2023年にADCPを合計28台購入している（米国Son Tek社製、製品名：M9、<https://www.xylem-analytics.jp/sontek-riversurveyor/>）（図2左）。また、BSN（国家標準化庁）へのヒアリング調査（2023年1月）では、Hydro-STIVと同様に水表面流速を計測する機器として電波流速計があることを紹介された（<https://testingindonesia.co.id/product/radar-profiler-rp-30/>）（図2右）。

¹⁴ インドネシア共和国防災事前投資に向けた 洪水対策マスタープラン策定能力強化プロジェクト 詳細計画策定 調査報告書（案）、p.34、2021年8月。

¹⁵ <https://web.A.co.id/water-flow-meter>



ADCP (M9) の観測方法と流速 (カラーコンター) のイメージ 電波流速計 (RP30) のイメージ

図 2 インドネシア国内で使用されている流速計の事例

第 2 提案法人、製品・技術

1. 提案法人の概要

(1) 企業情報

提案法人の会社名、所在地、設立年月日、事業内容等は以下のとおりである。

表 6 提案法人企業情報

会社名	和名：株式会社ハイドロ総合技術研究所 英名：Hydro Technology Institute Co., Ltd.
所在地	大阪本社：〒530-6126 大阪市北区中之島 3-3-23 中之島ダイビル 26F 東京支社：〒153-0064 東京都目黒区下目黒 1-8-1 アルコタワー15F 九州支社：〒814-0001 福岡県福岡市早良区百道浜 2-1-22 福岡 SRP センタービル 10F
設立年月日	2000年3月27日
事業内容	社会インフラ・防災・環境・サイエンスに関わる数値解析及び情報システムの技術サービス 河川/海岸/環境/大気・気象/氾濫防災/地盤・構造/下水道/水循環・流出・地下水/情報システム/ 地理空間情報/総合防災システム/科学技術 * 大学（日本、海外）等の研究者と緊密に連携し最新の研究成果の実用化を図る。
会社ホームページ	https://hydrosoken.co.jp/

(2) 海外ビジネス展開の位置づけ

2023年2月時点での提案法人の売上の多くが日本国内の案件であり、海外ビジネスの比率は小さい状態であるが、弊社の事業内容である社会インフラ・防災・環境・サイエンス分野は気候変動に代表される自然環境の変化に伴い海外での需要が大きくなる分野である。

海外ビジネスは提案法人の事業内容の多様化、事業規模（売上）・エリアの拡大につながるチャンスととらえている。特に河川の流量観測手法については、気候変動による豪雨災害の激甚化や頻発が顕著で、海外でも排水設備や堤防の容量見直し、防災計画の新規作成や見直しのニーズが高まりつつある。それらのニーズに対応するための精度の高い流量観測の実施が求められているが、技術的な課

題（観測機器を扱う技術を有する人材が不足している、精度の低い方法や危険を伴う方法がこれまで採用されている、等）やコストの課題（観測機器自体が高価、多くの観測員が必要、観測機器のメンテナンス費用がかかるため観測機器の維持管理が不十分、等）がある。

その中で Hydro-STIV を用いた流量観測は高精度で安全に、また安価に観測を実施可能な技術であり、日本国内の国土交通省発注業務や大学等研究機関の研究活動に多くの適用事例がある。また、オーストラリアでの流量観測技術の国家技術認証取得を始め、韓国やイギリス、カナダなどでも研究機関を中心に導入実績を蓄積しつつある。このように、日本国内の実績や他海外研究機関導入実績を踏まえ、Hydro-STIV は提案企業にとって海外での本格的ビジネス展開の第一歩として非常に有力な商材と考える。

インドネシア以外の海外向けの販売では、自社ウェブサイト経由での問合せに個別に対応している状態だが、インドネシア国でビジネスモデルを確立することで、東南アジアやヨーロッパ、欧米などへ海外ビジネスを広げていく考えである。

2. 提案製品・技術の概要

(1) 提案製品・技術の概要

1) 当該国でのビジネスに用いる本製品の概要

本製品 Hydro-STIV は、動画と水位情報を用いて河川流の流速・流量を計測するソフトウェアである（図 3）。また、動画から水位を計測する機能も搭載しており、動画の撮影地点や撮影方法の工夫により、水位計を別途用意することなく河川水位観測も可能となる（図 4）。

本ソフトウェアで使用する動画データは、図 3（左図）に示すように、一般的なハンディビデオカメラや携帯電話などで撮影でき、高価な機材は不要である。また、これまでの流量観測と異なり熟練した技術者も不要である。本ソフトウェアでは動画の画像解析に AI 技術を導入しており、画像の特性に合わせて必要となるパラメータ調整等が不要となり、ソフトウェア使用者の技量に左右されることなく、誰でも等しく、精度良く、河川の流量観測を行うことができる。

本ソフトウェア上の言語は 3 か国語（日本語、英語、韓国語）に対応しており、マニュアルもそれぞれの言語で準備している。

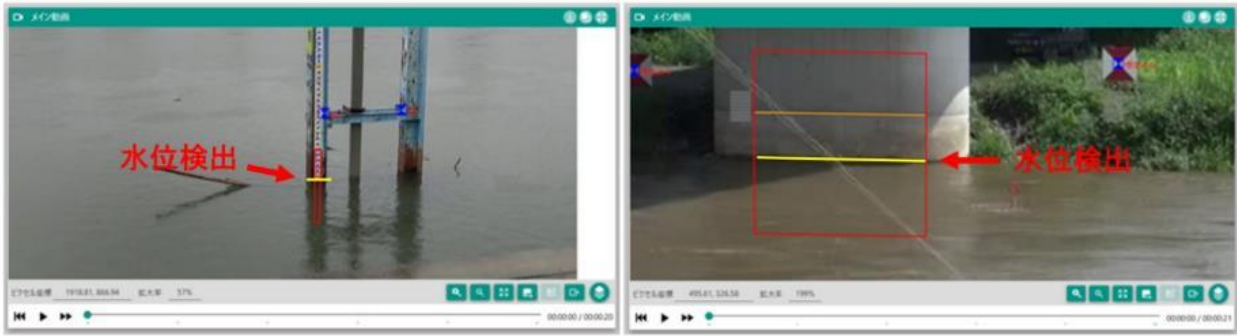


ビデオ・スマホによる撮影

本製品「Hydro-STIV」

出典：提案法人作成

図 3 本製品ソフトウェア「Hydro-STIV」による流量観測イメージ



出典：提案法人作成

図 4 本製品ソフトウェア「Hydro-STIV」による水位観測イメージ

2) 本ソフトウェアの技術・ノウハウ等

本製品に採用している計測手法は STIV (Space-Time Image Velocimetry) ¹⁶ と呼ばれる技術で、動画から時空間画像 (Space-Time Image : STI) を作成し、その時空間画像 (STI) から流速 (V) を計算する。時空間画像 (STI) とは、河川の動画をコマずつ取り出すことで作成される縞模様の画像のことで、この縞模様の傾きが流れの速さを表していることを利用し流速を測定する (図 5)。

河道の横断形状と水位の情報から、河川の流水部分の断面積が計算できるため、STIV で計測した流速と流水断面積を乗じることで、流量が容易に算出可能となる。

また、正確な流速を測定する為に、斜めから撮影された画面の手前側と奥側で歪みのある水面を歪みのない真上から見た水面 (水平面) に画像補正しており、この技術を垂直面に応用することで、同じ動画から水位の計測も可能となっている。

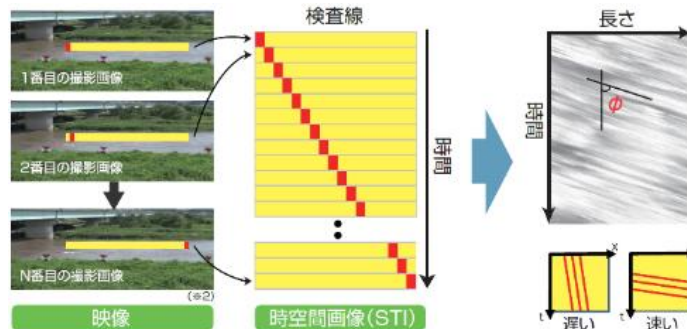


図 5 STIV 理論の概要

3) 他手法と比較した本ソフトウェアの比較優位性、革新性、先導性等

a) 高精度な水位・流量観測が途上国でも簡単・安価に実施可能である

Hydro-STIV は高額な測定機器と同様の測定精度を実現しながら、非常に簡単・安価に測定が可能な唯一の計測手法である。

現在、最も正確に流速が測定できるとされている ADCP (超音波流速計、Acoustic Doppler Current Profiler) や電磁流速計といった高精度な計測機器と比較しても、STIV の計測結果との差異はほと

¹⁶ Fujita, I., et al.: Development of a non-intrusive and efficient flow monitoring technique: The space time image velocimetry (STIV), Int. J. River Basin Man., 5(2), 105-114, 2007.

¹⁷ 動画は一般的に 1 秒間に 30 枚の静止画で構成され、これを“パラパラ漫画”のように動かし (流す) 動画となる。

んどないことが確認されている（図 6）。ADCP は 1 台約 1,580 万円と非常に高額で水中に機器を入れて流速を計測するため、損耗や故障対応といったメンテナンスが発生するが、Hydro-STIV は動画を利用する非接触型（水中に機器を入れて計測しない）の計測システムの為、メンテナンスも不要である。

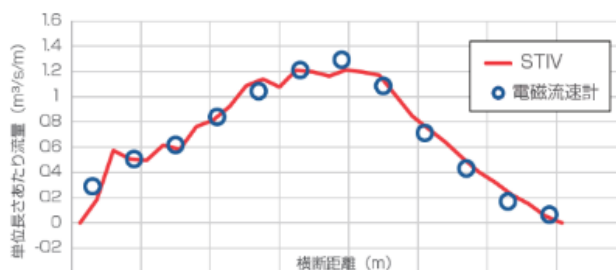


図 6 電磁流速計との比較

また、入念な観測準備が出来ていなくても、災害時や緊急時にスマホやドローンで河川を撮影しておけば、後から水位・流速・流量の計測を行うことができるというのも大きな特徴である。

上記のように、高精度な流速・流量測定を実現しながら、動画の画像解析に AI を用いたディープラーニング技術を取り入れることで、簡単な操作で誰でも高精度な測定を実現している。

b) 日本国内では既に普及している信頼できる技術である

2013 年度（平成 25 年度）から国土技術政策総合研究所や土木研究所を含む国土交通省発注業務を中心に実用化の検証を行い、2017 年度（平成 29 年度）に約 50 年ぶりに「水文観測業務規程」が改定され、画像解析（STIV 手法）を用いた流量観測結果を「流量年表」のような統計資料として用いることができるようになった。現在、国土交通省の九州、中国、近畿、北陸、関東の各整備局と北海道開発局管内で実運用化されており、全国で採用が拡大している。

これは、超少子高齢化社会による人材不足と財源不足、気候変動による豪雨災害の大型化・強化化により洪水時の観測が安全・確実にできなくなったためである。Hydro-STIV は動画さえあれば水位や流量観測が可能であり、廉価で安全、高精度な測定手法として実用にいたっている。

4) 本ソフトウェアの導入実績

STIV 手法を用いたソフトウェアは 2014 年 5 月に商品化しており、その販売実績は表 7 に示すとおりである。具体的な導入先として、日本国内では国土交通省、建設コンサルタント、測量業者、教育機関等である。なお、本ソフトウェアは土木研究所が公開している流量観測の高度化マニュアルで、画像処理型流速測定法として記載されている唯一の商用ソフトであり、国土交通省が積極的に導入している。

海外においてもイギリス、オーストラリア、カナダ、ニュージーランド、フィンランドなど複数国で実績がある。海外への販売は、ハイドロ総研ホームページに英語版を作成し Hydro-STIV の情報を公開しており、問合せには、ハイドロ総研の国内から、英語での対応を基本として、技術的な問合せも含め対応している。なお、特別な代理店などは国内外ともに無い。学会発表や論文、研究者の紹介などによって問合せや購入に繋がることもある。

表 7 ソフトウェア Hydro-STIV の販売・導入実績(2023 年 9 月末時点)

製品	売先	販売数量	導入先
Hydro-STIV クラウド	国内	87 有償ライセンス 3 無償ライセンス	国土交通省（地方整備局、河川事務所、土木研究所他）、研究機関、民間企業（建設コンサルタント、測量業者）
	国外	52 有償ライセンス 4 無償ライセンス	政府機関、民間企業、研究機関
Hydro-STIV リアルタイム	国内	20 有償ライセンス 7 無償ライセンス	国土交通省、民間企業(建設コンサルタント、ポンプメーカー)
	国外	19 有償ライセンス 23 無償ライセンス	政府機関、研究機関

(2) ターゲット市場

1) 対象マーケットの概況

対象マーケットは、「水文観測機器販売」市場である。特に先進国を中心に、防災・減災への国際的な取り組み（第3回国連防災会議で採択された「仙台防災枠組 2015-2030」など）の潮流の中で、当該市場は水文観測の実施拡大によって拡大傾向にある。

「水文観測機器販売」における日本の市場動向として、プロペラ式流速計は低水流量観測（平常時の流量観測）で、浮子は高水流量観測（洪水時の流量観測）で使用され、ADCP は様々な流速計の精度比較検証に用いられている。しかしながら、少子高齢化による観測員不足や気候変動による洪水の激甚化に伴い、2017 年から STIV の市場が劇的に拡大している。

欧米やオセアニア地域では、ADCP による流量観測が多くを占めているものの、STIV の需要も高まっている。

2) 提案ビジネスに対する現地ニーズ、対象とする顧客層

【市場動向】

気候変動の進展に伴う自然災害の激甚化や高頻度化により、洪水対策（計画、実行）に対するニーズは世界全体で高まっている。先進国・途上国によって経済社会の状況や水害を含む防災に対するアプローチは異なるものの、洪水対策を計画するためには、いずれの国・地域においても実観測で得た流量データに基づく氾濫予測等シミュレーション結果は必要不可欠である。よって、Hydro-STIV を用いた流量観測へのニーズは、今後も世界全体で拡大する見込みであるが、既に流量観測が長年実施され、政府による ADCP 等の高度な観測機器の導入、運用・分析ガイドラインの制度化等が既にある程度進んだ先進国においては、それら既存機器類の置換という限定的な販売機会の中で、ガイドラインの制度化と併せて市場シェア拡大に挑むという状況である一方、流量観測の実施をこれから拡大させ、そのための大規模な機器の調達や運用・分析、維持管理のガイドライン類を新たに整備しようという途上国においては、価格面や操作面で優位性のある Hydro-STIV の市場シェア獲得が特に期待できる。

【市場における提案製品・技術の位置づけ】

提案製品は、世界的な水文観測技術の潮流である「高精度な」観測を低コストで実現させるものであり、ADCP をはじめとする競合技術と比較しても、同レベルの精度で観測結果が得られる。ま

た、ビデオカメラの映像を活用する非接触の STIV 技術を活用する市販ソフトウェアは Hydro-STIV だけであるため、技術的には対象市場において高い優位性を持っていると言える。

ただし、一般的な公共事業における水文観測業務においては、国毎に定められたガイドラインや基準に基づいた製品や技術を採用する必要があるため、STIV 技術が観測技術として認められている国は日本とオーストラリアのみである。よって、今後より市場でのシェアを獲得するためには、有望な市場を有する国での基準策定等に関与する必要がある。

【対象とする顧客層】

提案企業にとっての顧客は、以下の表 8 ように想定することができる。

表 8 顧客候補

顧客候補	概要	優位性	懸念事項
中央・地方政府における水資源管理担当行政機関及び流量観測技術を応用的に活用し得る行政機関	<ul style="list-style-type: none"> 日本における国土交通省や、国土交通省管轄の土木研究所のような研究機関が発注する流量観測業務や計画策定業務に適用。 環境影響評価で工場等の排水路の流量を計測したり、水力発電開発のための流量観測への適用では、日本における環境省や各電力会社、各自治体等が顧客となる。 既に提案法人は先進国の複数の政府系研究機関に Hydro-STIV の販売実績を有する。 	<ul style="list-style-type: none"> 今後の需要拡大が期待できる。 安定的な需要が期待できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 各国の公共調達ルールによる一定の制約が存在する。
建設コンサルタント・測量会社	<ul style="list-style-type: none"> 上記行政機関からの流量観測業務を受注した建設コンサルタント・測量会社に Hydro-STIV を販売。 政府からの受注だけでなく、ディベロッパーや水力発電事業者等からのプロジェクトベースの依頼にも対応。 	<ul style="list-style-type: none"> 今後の需要拡大が期待できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 行政機関などの需要に左右される。
水位観測機器メーカー	<ul style="list-style-type: none"> センサー付きのリアルタイム水位観測機器の導入が先進国を中心に拡大しているが、東南アジアにおいても地場企業が独自開発・製造のデータロガーや管理アプリケーションも含めたシステムで提供している。 パッケージにリアルタイム型 Hydro-STIV を組み込み、行政機関等に販売する。 	<ul style="list-style-type: none"> 今後の需要拡大が期待できる。 民間契約である。 地場メーカーから行政機関に販売することで公共調達ルールをクリアできる可能性がある。 	<ul style="list-style-type: none"> リアルタイム型 Hydro-STIV の販売価格によっては、販売先が限定的になる可能性がある。
大学等研究機関	<ul style="list-style-type: none"> 世界的には、いずれの国においても水資源管理に関する教育・研究を行う大学等研究機関は存在しており、水文観測の実践的な教育や研究への Hydro-STIV の応用は有効である。 既に提案法人は先進国の複数の大学等研究機関に Hydro-STIV の販売実績を有する。 	<ul style="list-style-type: none"> 国立大学等公共部門に属す大学であっても、政府の調達ルール程厳しいルールではない。 河川工学系研究室は多くの大学で設置されており、安定的な需要が見込まれる。 	<ul style="list-style-type: none"> 一定数以上の大幅な顧客母数の拡大は見込めない。

出典：提案法人作成

3) 必要なインフラの整備状況

途上国においては一般的に、治水事業に必要な基本となる 3 つの水文データ（雨量、水位、流量）を得るための観測ポストの設置が十分でなく、また設置した観測ポストの維持管理が不十分であるため、精度の高いデータの蓄積がなされていない。一方、先進国では 24 時間 365 日観測可能な CCTV やリアルタイム観測設備の導入が進んでおり、計画策定に必要なデータの蓄積が進められている。

Hydro-STIV を使用した観測のために必要なインフラとしては、観測地点までのアクセスを可能とする道路交通インフラ、24 時間 365 日のリアルタイム観測に必要なインターネット通信環境や電

気使用環境、夜間に実施する場合の光源（電力）程度であり、多くの国で既に整備が進んでいる。また、道路等の未整備でアクセスが難しい河川ではドローンカメラの活用によって観測が可能になったり、ソーラーパネルを取り付けることで電力を確保したり、インターネット通信環境が無い場合は外付け記憶媒体などに動画を保存し、後から分析することも可能であるため、Hydro-STIV はインフラが整わない国においても導入することは可能である。

4) 競合する企業/製品/サービス等の状況

流量観測に係わる流速計と水位計を対象に競合する企業・製品・サービス等の状況を、インターネットを用いた国内調査で確認した。

- ・ 画像解析手法では、LSPIV 法が競合技術として存在する。基本ソフトウェアは無料配布されているためイニシャルコストは低いが、精度は高くない。
- ・ 従来手法の計測機器（水位計・流速計）や浮子による観測は、精度が低い場合や、実施コスト・維持管理コストが高い場合があるものの、未だに多くの国で標準技術となっている。
- ・ 高い観測精度を持つ ADCP (Sontek-M9) を販売する Sontek 社は、親会社の Xylem 社の世界的流通ネットワーク（本拠地米国以外に世界 9 つの直営流通・サポート拠点）を用いて世界で多くの使用実績を持つ。

5) 想定されるリスクとその対応策（許認可取得の必要性、許認可以外のリスク対策、環境・社会配慮面のリスク）

以下の通り、世界全体の対象マーケットで想定されるリスクとその対応策を表 9 にまとめた。

表 9 想定されるリスクとその対応策

リスク	対応策
不適格な現地パートナーとの協力による展開の遅れ（技術力不足による現地サポートや販促活動の不備、営業力不足による販促活動の不備等）	<p>現地パートナーの適正を測る具体的指標を設定し、Hydro-STIV のトライアル利用や普及実証ビジネス化事業での現地パートナー候補との一部協業を通じて適性を評価する。</p> <p>現地パートナーとの契約期間を短くする、独占的な代理店契約としない、契約期間中の解約条項を設定するなどし、現地パートナーとしての適性に疑義が生じた場合に新たな（追加の）現地パートナーとの事業展開を可能とする。</p>
公共調達条件を満足させるために時間を要し、事業展開に遅れが生じる	<p>公共調達条件と市場規模等有望性を評価し、対象マーケットの優先順位を設定する。</p> <p>公共調達の対象とならない民間企業や大学等研究機関の顧客開拓を同時並行で進める。</p>

3. 提案製品・技術の現地適合性

(1) 現地適合性確認方法

本プロジェクトにおいて、以下の調査を通して現地適合性について確認した。

表 10 提案製品・技術に係わる現地適合性の確認方法一覧

技術面／制度面	現地適合性に係わる課題	調査方法	具体的な内容・備考
技術面	流量観測の実施状況とその必要性	C/P 機関へのヒアリング	C/P 機関は BINTEK を対象(調査期間を通して BINTEK 及び下部組織との面談を実施)
技術面	現在使用されている流速計(競合国や競合企業)の確認	・ホームページ等による国内調査 ・C/P 機関へのヒアリング ・民間企業へのヒアリング	C/P 機関は BINTEK を対象(調査期間を通して BINTEK 及び下部組織との面談を実施)
技術面	観測体制(観測員や予算)の確認	・C/P 機関へのヒアリング	C/P 機関は BINTEK を対象(調査期間を通して BINTEK 及び下部組織との面談を実施)
技術面	夜間観測時の光源の有無	観測所の現地調査	水面の波紋を認識できる光源を確保
技術面	本製品のユーザビリティ	・大学の学生を対象とした試験 ・民間企業を対象とした試験	バンドン工科大学、水文観測を生業とした民間企業を対象
制度面	流量観測や水位観測に係わる制度上の制約	C/P 機関へのヒアリング	ガイドラインやマニュアルによる観測方法や流量算出方法に係わる制約の有無
制度面	流量観測を実施するための予算状況	・C/P 機関へのヒアリング ・ホームページ等による国内調査 ・民間企業へのヒアリング	C/P 機関は BINTEK を対象(調査期間を通して BINTEK 及び下部組織との面談を実施)

出典：提案法人作成

(2) 現地適合性確認結果(技術面)

1) 流量観測の実施状況とその必要性

河川の計画・管理を適切に行うために、流域から河道への流出過程及び河道内の流下過程を把握することが流量観測の目的であるが、SDPSI(DGWR 下部組織)へのヒアリング調査から、これまで経年的に流量観測を実施してきた流量観測所はない。一方で、その必要性は認識しており、2022年に流速計(ADCP)を購入し、流量観測を始めている。

2) 現在使用されている流速計(競合国や競合企業)の確認

「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」の「(2) 他ドナーの先行事例分析」に記述した通り、現在 DGWR が使用している流速計は ADCP (SonTek 社、米国)である。Hydro-STIV は水表面流速の横断分布のみ計測できるのに対し、ADCP は横断面流速分布を計測でき、同時に横断形状も計測できる特徴を有している。ADCP 以外には電波式流速計やプロペラ式流速計などがプロジェクトごとに使用されている。電波式流速計は Hydro-STIV と同様に水表面流速を計測できるが流速が遅い場合は一般的に低精度である。プロペラ式流速計は接触型流速計であるため任意の水深の流速を計測できるが洪水時には使用できない。

3) 観測体制(観測員や予算)の確認

2022年から ADCP 観測を始めたため、DGWR から今後全ての流量観測所で ADCP を使っていくなどの観測体制(観測員や予算)に係わる明確な回答はなかった。一方で、ADCP を用いた流量観測は多くの観測員が必要(例えば日本では 5 名程度)であり観測員が不足しているとの回答であった。また、機器確保のための予算についても、ADCP が高額(例えば日本では 1,580 万円程度)で

あるため、BINTEK がインドネシアにおいて実施が必要と見込む 4,000 箇所での観測に必要な機器を全て ADCP とすることは現実的でなく、代替技術の導入が望ましいとの回答であった。本調査を通じて BINTEK は、Hydro-STIV がこの代替技術足り得るかという視点で非常に高い関心を寄せている。

4) 夜間観測時の光源の有無

例えば、チリウン川の MT. Haryono 観測所のように、都市部の主要な幹線道路沿いにある観測地点の場合は、街灯などの光源があるため、通常のビデオカメラや CCTV での動画撮影が可能である。一方、観測所周辺に街灯がない場合、観測用に光源を設置するか、光源が無い中で表層の動きを捉えることが可能な赤外線カメラなどの設置が必要となる。

5) 本製品のユーザビリティ

インドネシア国での本製品のユーザビリティを把握するため、バンドン工科大学の学生を対象として本製品を使ったセミナーを実施した。この結果、流量観測を実施したことがない学生でも 1 日で本製品を用いて流量を算出できたことから、本製品のユーザビリティに問題ないことが明らかとなった。

(3) 現地適合性確認結果 (制度面)

【流量観測実施制度への適合性】

- ・ インドネシアでは、州を跨ぐ主要河川での洪水予測等を目的とする水文観測を BBWS/BWS (大規模流域管理事務所/流域管理事務所) が実施している。
- ・ 基本的には DGWR が定めるマニュアル等に基づいて観測が実施されているが、STIV 技術が新たな流量観測手法として制度的に受け入れられないという明確な規定は無いため、規則の改訂や後述する SNI への登録等によってインドネシア中央地方政府による Hydro-STIV の利用は想定可能である。
- ・ なお、現時点で Hydro-STIV 関連の規則やガイドラインは存在しないものの、パイロット事業等の特殊な目的でインドネシア政府が Hydro-STIV を調達し、使用することは可能である。

【調達制度への適合性】

- ・ インドネシアの中央・地方政府が行う公共調達には、2018 年 3 月発効の公共調達についての大統領令 2018 年第 16 号に基づいて実施される (旧大統領令 2010 年第 54 号は廃止)¹⁸。
- ・ 1 件 2 億ルピア (約 180 万円) 以下の物品・役務の場合、インドネシア政府は特別な制限無くベンダーから直接調達が可能である。
- ・ また、インドネシア政府の政府調達庁 (LKPP) が運営する「E カタログ」 (<https://e-katalog.lkpp.go.id/>) に登録された物品・役務については、インドネシア中央・地方政府は随

¹⁸ Fair Consulting Group (2018) 「公共調達についての大統領令」 参照
<https://www.faircongrp.com/news/regionalinfo/1824/?lang=en>

意契約で調達することができる。ただし、Eカタログへの物品・役務の登録はインドネシア国内の納税者番号を有する企業のみが可能であるため、本邦企業は現地法人を設立して登録するか、現地パートナー企業を通じて登録することになる。また、各省庁によって調達する物品・役務の国産化率（TKDN）条件を有しており、Eカタログに登録してあっても、そのTKDNの条件を満たしていない場合は電子購買はされないことになる。

- TKDNは、物品・役務の製造・実施コストに基づいてインドネシア工業省が提携する評価機関（Sucofindo、Surveyor Indonesia）によって無償で認定を受けることができる。Hydro-STIVの場合、ソフトウェアそのものは日本での設計や製造であるためTKDNへの貢献は無いが、現地パートナーを通じて販売する場合は、現地パートナーのHydro-STIV販売等に係る労務費がTKDNに算出される。また、インドネシアで製造されるビデオカメラやリアルタイム水位観測機器等とパッケージ化することでもTKDNを高めることができる。
- 提案法人のように現地法人や現地パートナー企業を持たない外国企業からの調達については、直接指名制度（LPSE）により、政府と企業間で条件を直接交渉し、購買契約を結ぶことになる。ただし、国産品の調達率向上を基本方針とするため、調達を希望する組織は、所属する省庁の大臣または総局長からの調達許可が必要となる。
- このLPSEを実行しやすくするための一つの手段として、BINTEKは提案法人に対してSTIV技術のSNI（インドネシア国家標準）への登録を推奨している。
- SNI登録を得るためには、DGWR傘下のBBWS/BWSとの実証実験を実施し、その結果に基づいて大学等の専門家から技術推薦状を得ることが条件の一つとして必要となる。また、その技術の技術仕様やマニュアル等についてもインドネシア語で作成する必要がある。ADCPのように国際認証（ISO等）を得ている技術の場合、その国際認証に登録された文章を引用することが認められているが、STIV技術については日本国内の規定やガイドラインのみであるため、一から作成することが必要となる。
- なお、DGWRからは、以下の5河川・地点にてHydro-STIVを用いた流量観測の実施及びADCP等との比較を要請されている。
 - Ciujung川、Kragilan観測所
 - Citarum川、Nanjung観測所
 - Citanduy川、Cirahong観測所
 - Bengawan Solo川、Jurug観測所
 - Kulon, Kec. Banyumanik, Kota Semarang（地点名）
- 上記の通り、Eカタログの登録やLPSE制度の活用、SNIへの登録（推奨）、TKDNの確保等の条件はあるものの、Hydro-STIVはインドネシア政府の現行の調達制度の下でインドネシア政府によって調達されることが可能である。

4. 開発課題解決貢献可能性

「1. 対象国・地域の開発課題」で記載したとおり、主要河川流域以外では水位観測に基づく流量算出が実施できていないのが現状である。このため、これまでインドネシアにおける減災・防災のた

めの洪水対策マスタープラン策定は、日本を含む開発援助機関の支援に頼ってきており、BBWS (BWS) が自らの手で全流域に広く普及するに至っていない。

このような状況下で Hydro-STIV を用いた流量観測が実施されることで、ADCP 等の既存の流速計を用いた流量観測とは異なり観測員がほぼ必要なく安価に観測でき、流量観測に基づく水位・流量曲線（以下、H・Q 式）の設定とそれに基づく流量推定が行われる。その上で、流量観測値を用いて精緻な解析モデルが構築され、これら解析モデルを用いて減災・防災のための洪水対策マスタープランの策定に貢献できる。

第3 ODA 事業計画/連携可能性

1. ODA 事業の内容/連携可能性

本調査の結果を踏まえ、以下の通り ODA 事業として想定される普及・実証・ビジネス化事業の概要を以下の表 11 に示す

表 11 普及・実証・ビジネス化事業の概要

目的：	インドネシア政府は約 4 千地点で流量観測が必要と認識し、ADCP 等の高精度な観測を増やしたいとの要望がある一方、ADCP の調達コストと高水時の安全な観測の実現、そして運用のための人材育成が課題となっている。インドネシアでの流量観測を高精度なものにしながら、定期的かつ継続的なものとするため、機器調達や運用のコストを低減し、また安全なものにするため、動画を用いて流量を計測する①Hydro-STIV クラウド(ノーマルタイプ)、②Hydro-STIV リアルタイムの優位性・有用性を実証するとともに、本事業で得た成果を基に現地公共調達の条件を満たすなどの市場参入戦略を策定・実践し、インドネシア市場での中長期的な普及に向けた事業計画を策定する。	
成果：	活動：	
成果 1: C/P 機関指定箇所で実証事業(提案製品に拠る流量観測と ADCP との比較)を実施し、提案製品の技術的な有効性(ADCP と同等の精度、高い操作性、インドネシア全体に適用可能な汎用性)と経済的メリット(高い費用対効果)が示される。	活動 1-1: Hydro-STIV クラウド(ノーマルタイプ)による C/P 機関指定 5 地点の流量観測の実施 活動 1-2 Hydro-STIV リアルタイムによる C/P 機関指定 2 地点流量観測の実施 活動 1-3 観測結果の評価・比較分析 活動 1-4 現地化検討 活動 1-5 観測結果の報告	
成果 2: 成果①の活動を通じて現地事業パートナー候補企業が提案製品で観測を行うために必要な技術を習得し、マニュアル案をインドネシア語で作成する。	活動 2-1 提案製品マニュアルの現地最適化	
成果 3: 提案製品による流量観測の実施、付帯設備(CCTV 等)の管理、システム管理に関する技術・ノウハウを C/P や関係機関職員が習得する上で必要な内容を得る。	活動 3-1 提案製品に関するセミナー開催に向けた調査	
成果 4: 提案製品の展開に必要な SNI 登録及び E カタログ掲載に必要な手続きや法制度上の要件、パートナー企業との代理店契約や出資等に関する法制度上のリスクが整理される。	活動 4-1 公共調達対象となるための手続き・法制度要件の整理 活動 4-2 インドネシア進出形態別の法制度上の課題・リスク分析	
成果 5: インドネシアにおける流量観測の制度設計及び運用上の課題を整理し、定期的・継続的な流量観測のための政策提言(案)が策定され、C/P 機関に共有される。	活動 5-1 インドネシアにおける流量観測の課題整理 活動 5-2 定期的・継続的な流量観測に向けた政策提言の実施	
成果 6: 提案製品の中長期的な普及に向けた事業計画(案)と、その実現に向けた販売戦略(案)が策定され、販売戦略(案)に含まれる活動は本事業期間内に可能な限り実践される。	活動 6-1 提案製品の中長期的な普及に向けた事業計画(案)の策定 活動 6-2 事業計画(案)の実現に向けた販売戦略(案)の策定と実践	

普及・実証ビジネス化事業の実施体制は下図のとおり想定している。

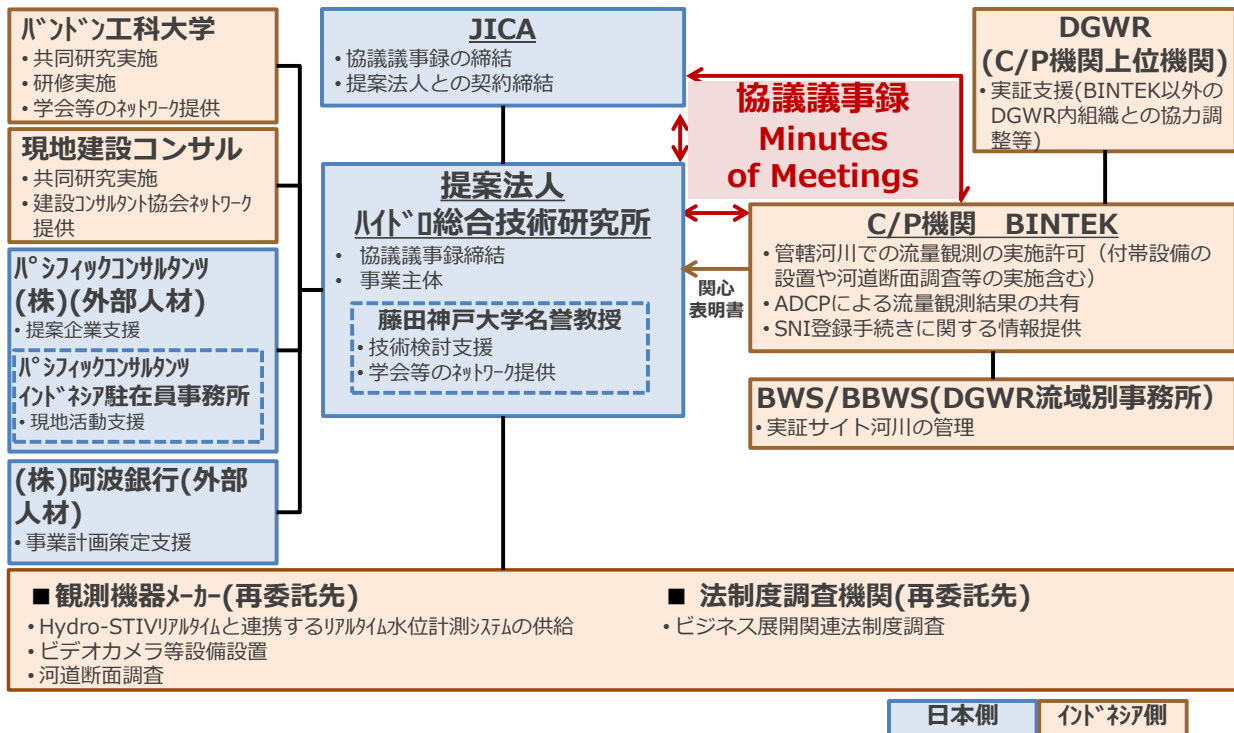


図 7 普及・実証ビジネス化事業実施体制（案）

2. 新規提案 ODA 事業の実施/既存 ODA 事業との連携における課題・リスクと対応策

以下の表 12 に、新規提案 ODA 事業実施/既存 ODA 事業との連携に当たっての懸念事項と対応方針をまとめた。

表 12 新規提案 ODA 事業実施/既存 ODA 事業との連携に当たっての懸念事項と対応方針

懸念事項	対応方針
① 公共調達市場参入のための SNI 登録には、一定程度の時間が審査や手続きに必要となる。	SNI 登録手続きを進めつつ、E カタログに先んじて登録し、小規模案件から徐々に受注を拡大する。また、既存マニュアルや資料を活用し、手続きに必要な文書作成時間を短縮する。
② SNI 登録対象技術が特許技術の場合、特許の放棄が必要となる。	提案製品のうち、提案法人の特許技術である AI 計測に関わる部分を含めない (STIV 法自体には特許は無い)。
③ 国産化率規制の強化 (地場企業・製品の優遇強化)	現地事業パートナーとの販売戦略強化 (提案製品と現地生産付帯設備機器との一体販売で国産化率を上げるなど)
④ インドネシア政府の公共調達に年間利用契約が不適合の可能性	売り切り販売の検討

また、インドネシアも他の途上国と同様、治水事業に必要な基本となる 3 つの水文データ (雨量、水位、流量) を得るための観測ポストの設置が十分でなく、また設置した観測ポストの維持管理が不十分であるため、精度の高いデータの蓄積がなされていないなど、今後の治水事業全体に必要な体制作りが十分でない点が、Hydro-STIV の調達など、水文観測関連設備の将来整備事業にとっての課題・リスクと言える。この点は、インドネシア政府に粘り強くその必要性を訴えることが重要であり、2024 年 5 月に開催される世界水フォーラムなどを通じて訴求を進めたい。

インドネシアにおいて Hydro-STIV を使用するために必要なインフラとしては、観測地点までのアクセスを可能とする道路交通インフラ、24 時間 365 日のリアルタイム観測に必要なインターネッ

ト通信環境や電気使用環境、夜間に実施する場合の光源（電力）程度であり、特にカリマンタン島やジャワ島より東側の当初地域での整備が不十分な状況である。ただし、道路等の未整備でアクセスが難しい河川ではドローンカメラの活用によって観測が可能になったり、ソーラーパネルを取り付けることで電力を確保したり、インターネット通信環境が無い場合は外付け記憶媒体などに動画を保存し、後から分析することも可能であるため、Hydro-STIV はインフラが整わない国においても導入することは可能である。

3. 環境社会配慮等

本案件化調査は環境社会配慮カテゴリB以上に分類されていないため、記載事項なし。

4. ODA 事業実施/連携を通じて期待される開発効果

ODA 事業実施/連携を通じて期待される開発効果としては、精緻な洪水対策マスタープランの策定とそれに伴う洪水被害軽減が期待できる。

第4 ビジネス展開計画

1. ビジネス展開計画概要

以下の表にビジネス展開計画の概要を示す。

表 13 ビジネス展開計画の概要

1) 市場規模	2023年：4.3億円 2030年：17.5億円 ※2030年のインドネシアにおける各流量観測市場規模（想定）の合計値
2) ターゲット市場	インドネシアにおける水文観測にかかる機器・サービス市場（対中央政府、対地方政府、対国営・民間企業、対大学）
3) 競合技術・製品との比較優位性	競合技術：ADCP、浮子、電波式流速計、LSPIV 優位性：コスト・正確性・操作性・安全性で競合技術と同等または優位
4) 製品・サービス	Hydro-STIV クラウド(ノーマルタイプ) Hydro-STIV リアルタイム Hydro-STIV ポータブル※インドネシア市場への投入は未定
5) 進出形態	現地パートナー企業との代理店契約
6) パートナー・ユーザー候補	パートナー候補：水文観測機器メーカー（4社程度に絞り込み済み） ユーザー候補：インドネシア政府（DGWR）、ジャカルタ特別州等主要都市政府、大学等研究機関、PLN や建設コンサルタントなどの国営・民間企業
7) 課題・リスクと対応策	課題・リスク①：現地法人設立は制度上困難（最低資本金 100 億ルピア） →対応策：現地パートナー企業への出資、買収等 課題・リスク②：国産化率（TKDN）基準が将来的に高まる →対応策：現地パートナー企業との協力、ビデオカメラ等とのパッケージ販売 課題・リスク③：行政組織・政策の継続性が低いこと →対応策：現地パートナー企業との協力、できる限り現地で活動を実施 課題・リスク④：STIV 技術の SNI 登録に時間を要するリスク →対応策：E カタログ登録経験を有する現地パートナー企業との協力による早期の E カタログ登録、既存資料の活用（ただし、著作権侵害を避けること） 課題・リスク⑤：十分でない流量観測予算（予算配分） →対応策：2024 年 5 月の世界水フォーラムや提案法人独自の営業活動を通じてさらに予算化の重要性を DGWR にインプット
8) 開発効果	① 高い精度の流量観測が低コストで実施可能となるため、限られた予算でもインドネシアで広く流量観測が実施可能となる。その結果として防災計画の策定に必要なデータの蓄積が進み、精度の高い防災計画が策定される。 ② 流量観測の継続実施の重要性への理解が広がり、長期的な流量観測が実

	<p>現する。それによって長期的なデータの蓄積が可能となり、短期的なデータだけでは困難な洪水予測シミュレーションモデル等の構築・精度向上が期待できる。</p> <p>③ Hydro-STIV を用いて流量観測の人材が育成され、防災計画の策定に必要なデータの蓄積がインドネシアの技術者によって可能となる。</p>
<p>9) 日本国内地元経済・地域活性化への貢献</p>	<p>① 水文観測機器を取り扱っている複数の本邦企業のインドネシアへのビジネス展開への貢献。</p> <p>② 『国土交通省インフラシステム海外展開行動計画（令和5年版）』の中でデジタル技術の活用・気候変動への対応の1つとして「3L水位計（危機管理型水位計）の売込」を掲げており、この水位計と Hydro-STIV をともに展開することで総合的な水文観測システムの展開が可能。</p> <p>③ STIV 開発者である神戸大学藤田名誉教授によるバンドン工科大学へのオンライン指導を通じた大学／研究機関の連携。</p>

2. 市場分析

(1) 市場の定義・規模

- Hydro-STIV のターゲット市場は、「水文観測にかかる機器・サービス市場」である。
- 2023年3月時点で、河川管理に必要な水文（水位・流量）観測のうち、水位観測は DGWR 管轄の大規模河川において広く実施されており、特に 2010 年代以降にリアルタイム観測システムの導入が進んでいる。以下のように、リアルタイムの水位観測地点とそれぞれの観測結果が DGWR のウェブサイト¹⁹にて公開されている。

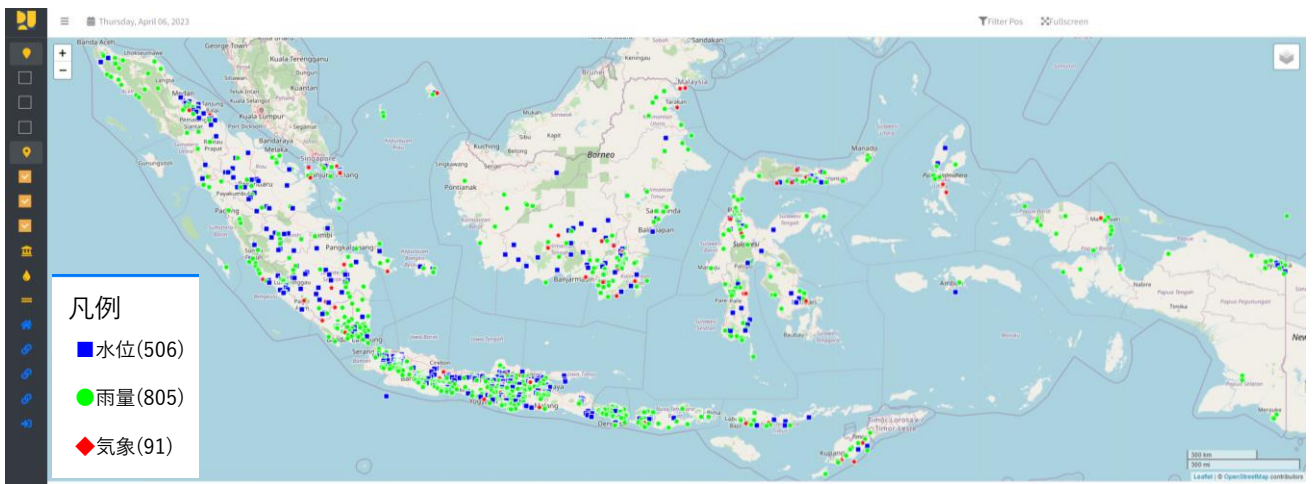


図 8 DGWR 設置の観測機器分布

¹⁹ <http://sihka.sda.pu.go.id/peta>

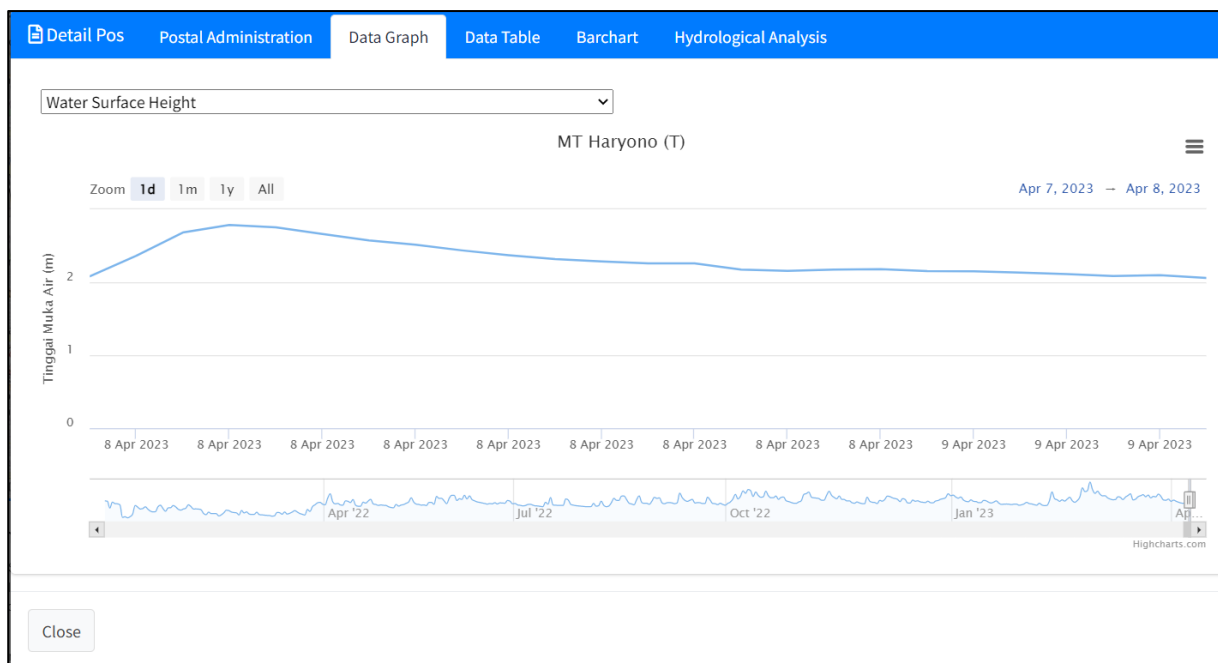


図 9 DGWR 設置のリアルタイム水位観測ポストデータ（ハルヨノ水位観測ポスト）

- 一方、流量は観測ではなく、水位情報と年一回更新される全国共通の計算式による「推計」が主であり、その精度は高いと言えない。DGWR としてその課題は認識しており、2022・23 年の 2 年間に ADCP を 28 台（予算総額約 443 百万円、1 台当たり約 1,580 万円）調達し、全国に 37 ある BBWS/BWS（流域管理事務所/大規模流域管理事務所）での直接的な流量観測への利用が始まっている。

表 14 BBWS/BWS 一覧

■大規模流域管理事務所（Balai Besar Wilayah Sungai）	
Sumatra River Basin Center VIII Jl. Soekarno-Hatta No. 869, Palembang, South Sumatra	Cimanuk Cisanggarung River Basin Office Jl. Youth No. 40 Cirebon
Mesuji River Basin Center - Sekampung Jl. Gatot Subroto No. 57, Bandar Lampung	Pemali River Basin Center - Juana Jl. Brigadier General S. Sudiarto 375, Semarang, Central Java
Cidanau - Ciujung - Cidurian River Basin Center Jl. ustd. Uzair Yahya No.1, Serang, Banten	Central Serayu River Region - Opak Jl. Solo Km. 6 Yogyakarta
Ciliwung River Basin Center – Cisadane Jl. West Tarum Canal Inspection No. 58, East Jakarta	Bengawan Solo River Basin Jl. Solo – Kartasura Km. 7, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo
Citarum River Basin Center Jl. Soekarno-Hatta Cidurian Inspection STA 5600, Bandung	Berantas River Regional Office Jl. Raya Menganti No. 312, Wiyung - Surabaya, East Java
Citanduy River Regional Office Jl. Prof. Dr. Ir. H. Sutami No. 1, Banjar West Java	Pompengan River Regional Office - Jeneberang Jl. Nurse Teacher School No. 03 Makassar
■流域管理事務所（Balai Wilayah Sungai）	
Balai Wilayah Sungai Sumatera I Jl. Ir. H.M. Thaher No.14 Lueng Bata Banda Aceh	Balai Wilayah Sungai Kalimantan V Jalan Bhayangkara RT.65 Kel, Karang Anyar, Pasir Putih, Kota Tarakan, Kalimantan Utara
Balai Wilayah Sungai Sumatera II Jl. Jendral Besar Dr. Abdul Haris Nasution No 30 Pkl Masyhur, Medan Sumatera Utara	Balai Wilayah Sungai Sulawesi I Jl. Mr. A.A.A. Maramis, Manado
Balai Wilayah Sungai Sumatera III Jl. Cut Nyak Dien No 1 Pekanbaru	Balai Wilayah Sungai Sulawesi II JL. KH. Notu Badu No. 71 Limboto, Gorontalo
Balai Wilayah Sungai Sumatera IV	Balai Wilayah Sungai Sulawesi III

Jl. R.E. Martadinata No. 1, Sekupang	Jl. Abdurachman Saleh No. 230 Palu, Sulawesi Tengah
Balai Wilayah Sungai Sumatera V	Balai Wilayah Sungai Sulawesi IV
Jl. Khatib Sulaiman No. 86 A, Padang	Jl. Balai Kota IV No. 01 Kendari, Sulawesi Tenggara
Balai Wilayah Sungai Sumatera VI	Balai Wilayah Sungai Nusa Tenggara I
Mendalo Darat, Jambi Luar Kota, Kabupaten Muaro Jambi, Jambi	Jl. Ahmad Yani No.1, Lombok Barat - NTB
Balai Wilayah Sungai Sumatera VII	Balai Wilayah Sungai Nusa Tenggara II
Jl. Batang Hari No.25 Kecamatan Ratu Agung, Bengkulu	Jln. Frans Seda, Bundaran PU Kupang
Balai Wilayah Sungai Bangka Belitung	Balai Wilayah Sungai Maluku
Jln. Mentok Km.4 Pangkalpinang, Kace Timur, Mendo Barat, Kabupaten Bangka, Kepulauan Bangka Belitung	Jl. Mr. Chr. Soplanit, Ambon
Balai Wilayah Sungai Bali – Penida	Balai Wilayah Sungai Maluku Utara
Jl.Kapten Tjok Agung Tresna No.9, Denpasar, Bali	Jl. Jati Besar No.443, Ternate, Maluku Utara
Balai Wilayah Sungai Kalimantan I	Balai Wilayah Sungai Papua
Jl. Achmad Sood No 6 Pontianak	Jl. Raya Abepura Wahno, Samping Kompleks Otonom, Abepura, Kota Jayapura, Papua
Balai Wilayah Sungai Kalimantan II	Balai Wilayah Sungai Papua Barat
Jl. Tjilik Riwut No.Km.3.5, Bukit Tunggal, Kec. Jekan Raya, Kota Palangka Raya, Kalimantan Tengah	Jl.Pasir Rido Manokwari
Balai Wilayah Sungai Kalimantan III	Balai Wilayah Sungai Papua Merauke
Jl. Yos Sudarso No.10, Telaga Biru, Kec. Banjarmasin Bar., Kota Banjarmasin, Kalimantan Selatan	Jl. Prajurit No. 17 Merauke - Papua
Balai Wilayah Sungai Kalimantan IV	
Jl. MT. Haryono No.36, Samarinda Kalimantan Timur	

- DGWR では洪水時も ADCP を用いて流量観測を実施しているとのことであったが、ADCP は、機器を表層に浮かべて使用する「接触型」の観測機器であるため、流速 3m/s を超える洪水時には、流速による機器の紛失や漂流物との接触等によって十分に観測できず、またその正確性が担保されないため、標準的には洪水時への適用が困難である。DGWR では、洪水時に観測できなくなる可能性が高いこの ADCP の利用について問題視していないが、高価な ADCP の導入をさらに進めることは、今後の観測地点や頻度拡大を踏まえると、持続可能な使用状況と言える。
- DGWR 以外では、水力発電用ダムでの流量観測（取水、放水）や、環境影響評価の一部として工場の排水路の流速を計測するために浮子を使う等、DGWR 管轄でない箇所での流速・流量観測の実施が見受けられる。これらは水力ダム開発会社や工場、工業団地開発・運営会社が主に現地の建設コンサルタント会社やゼネコンに開発初期段階で委託して実施するものであり、リアルタイム観測のための需要や既存施設のための需要は小さい一方、今後開発が見込まれるパティンバン港までのアクセス道路予定地周辺や新首都開発等では需要が見込まれる。
- Hydro-STIV は主に流速を動画から観測し、流量を河道断面データ等を用いて算出するソフトウェアであるが、最終的なアウトプットである流量は、ADCP や電波式流速計等、Hydro-STIV と同様に流速を測って流量を導くものに加え、過去に推計した H-Q 式に水位情報を当てはめて推計することもできるため、広く水文観測に係る機器・サービス市場をターゲット市場とした。
- 気候変動の進展に伴う自然災害の激甚化や高頻度化により、洪水対策（計画、実行）に対するニ

ーズはインドネシア全体で非常に高まっている。洪水対策を取る上で、実観測で得た流量データに基づく氾濫予測等シミュレーション結果は精度の観点で必要不可欠であることから、Hydro-STIVを用いた流量観測へのニーズは洪水対策の取組増加とともに増大しており、今後もますます拡大する見込みである。

- ・ このターゲット市場は、水文観測機器・サービスの需要者別に、以下のように細分化することができる。
 - ① 主要河川（国境をまたぐ河川流域、複数の州にまたがる河川流域、国家戦略的に重要な河川）の管理を担う DGWR 発注業務市場
 - ② 各州政府担当部門発注業務市場（各州政府が管理を担う中・小規模河川対象）
 - ③ 水力発電事業者、工業団地や内陸水運施設等の各種開発事業者による民間発注業務市場
 - ④ 大学等研究機関からの発注市場
- ・ 以下にそれぞれの市場の顧客候補とニーズ、市場規模、成長性を整理する。なお、市場を形成する者と本案件の顧客候補は必ずしも一致しない場合がある。

表 15 ターゲット市場

市場	顧客	ニーズ	市場規模(算出根拠は非公開)	成長性
① DGWR の BBWS/BWS が管理を担う主要河川での観測業務発注市場	DGWR (各 BBWS/BWS) ※現地販売店経由 観測機器メーカー 建設コンサルタント/ 測量会社 ※現地販売店経由または直接販売	①プロジェクトベースの流量観測業務(平時、濁水時、高水時) ②常時リアルタイム水位観測機器に流量観測機能として追加	2023年時点 年間 2.7 億円程度 2030年時点 年間 12 億円程度	大 DGWR はリアルタイム水位観測システムを 2010 年代から徐々に導入を増やし、2022 年に ADCP を導入して流量観測実績を増やしている。 洪水を含む自然災害対応はインドネシアの主要課題であり、継続的に政府資金が充てられる見込みが高い。
②各州政府担当部門発注業務市場	各州政府担当部門 観測機器メーカー 建設コンサルタント/ 測量会社 ※現地販売店経由または直接販売	①プロジェクトベースの流量観測業務(平時、濁水時、高水時) ②常時リアルタイム水位観測機器に流量観測機能として追加	2023年時点 年間 0.5 億円程度 2030年時点 年間 3 億円程度	中 2023 年時点ではジャカルタ特別州政府が特に独自の観測システムの導入等を進めているが、将来的に他州においても導入が進むと期待される。
③水力発電事業者、工業団地や内陸水運施設等の各種開発事業者による民間発注業務市場	水力発電事業者 観測機器メーカー 建設コンサルタント/ 測量会社 ※現地販売店経由または直接販売	プロジェクトベースの流量観測業務(平時、濁水時、高水時)	2023年時点 年間 0.73 億円程度 2030年時点 年間 1.5 億円程度	中 主に新規開発が対象となる。今後、遠隔地や島しょ地域における中小規模の水力発電開発や新規工業団地開発(パティンバン港周辺など)の動向次第で需要が期待できる。
④大学等研究機関からの発注市場	大学、各種研究機関	研究利用	2023年時点 年間 0.3 億円程度 2030年時点 年間 1.0 億円程度	小 大きく市場規模は拡大しないが、政府に比べて調達ルールハードルは低く、初期段階で有力な市場。実務適用への理論的補強や学会等での PR など、Hydro-STIV の普及に貢献。

出典：提案法人作成

【対象とする顧客層】

なお、提案企業にとっての顧客候補詳細は以下の通りである。

表 16 顧客候補

顧客候補	概要	優位性	懸念事項
インドネシア 中央政府 (DGWR など)・地方政	・ DGWR が主な流量観測業務発注者。 ・ ジャカルタ特別州政府は独自にジャカルタ特別州内河川に観測ポストを設置。 ・ 環境林業省(環境影響評価)、エネルギー	・ 今後の需要拡大が期待できる。 ・ 安定的な需要が期待できる。	・ 政府調達ルールに準拠する必要がある。特に国産化率(TKDN)基準の厳格化が見込ま

顧客候補	概要	優位性	懸念事項
府(ジャカルタ特別州など)	一鉱物資源省(水力発電開発)等も顧客となる可能性。 ・国産化率等の制約から、現地販売店を通じた製品・サービス提供を想定。		れる。
建設コンサルタント・測量会社	・DGWR等からの流量観測業務を受注した建設コンサルタント・測量会社にHydro-STIVを販売。 ・政府からの受注だけでなく、ディベロッパーや水力発電事業者等からのプロジェクトベースの依頼にも対応。 ・国産化率の制約を受けない。	・DGWR業務の拡大により需要拡大・安定的需要が期待できる。 ・建設コンサルタント・測量会社の顧客が民間企業の場合、公共調達ルールに縛られない。	・DGWR等がその先の顧客である場合は、公共調達ルールに準拠する必要がある。
水位観測機器メーカー	・水位観測機器を製造し、DGWRや地方政府に対して納品している。特に近年はセンサー付きのリアルタイム水位観測機器の導入が拡大しており、独自開発・製造のデータロガーや管理アプリケーションも含めたシステムで提供している。 ・パッケージにリアルタイム型Hydro-STIVを組み込み、DGWR等に納品する。	・DGWR業務の拡大により需要拡大・安定的需要が期待できる。 ・民間契約である。 ・水位観測システムに含めることで、国産化率の課題をクリアできる。	・DGWR等がその先の顧客である場合は、公共調達ルールに準拠する必要がある。 ・水位観測システムのDGWR納品価格は100万円～200万円程度であり、リアルタイム型Hydro-STIVの販売価格を抑える必要がある可能性。
水力発電事業者	・水力発電サイト候補地での流入量やダムからの放水量の正確な把握のために流量観測を実施。 ・独自に流量観測のノウハウを持つが、精度は低い。	・民間水力発電事業者の場合、公共調達ルールに縛られない(国営電力会社(PLN)の場合は何等かのルールがある可能性) ・小規模水力発電事業者の需要増が期待できる。	・大型のダム建設には高いハードル。
工業団地・不動産開発ディベロッパー	・新規の工業団地や不動産開発のサイト選定時に、河川からの取水や排水が河川下流に及ぼす影響や、サイトの洪水リスクを把握したいというニーズ。 ・自ら観測や分析は実施せず、建設コンサルタントや測量会社に委託すると見込まれる。	・民間契約である。 ・新首都開発やパティンバン港アクセス道路周辺の開発など、今後の需要が見込まれる。	・事業者や入居する業種次第で防災対応への需要にバラつきがある。
工場など(環境影響評価対象)	・インドネシア環境林業省が定める環境影響評価(AMDAL)項目の一つに排水の流量(工場等の排水が河川に与える影響を評価するため)。 ・自ら観測や分析は実施せず、建設コンサルタントや測量会社に委託すると見込まれる。	・民間契約である。 ・新首都開発やパティンバン港アクセス道路周辺の開発など、今後の需要が見込まれる。	・排水インフラが整った工業団地への入居が主流で、自ら排水設備を有する工場の増加率は低いと見込まれる。
大学等研究機関	・バンドン工科大学でのセミナー実施を通じ、流量観測の理論を学ぶための実習用教材として高く評価され、また研究用ソフトウェアとしても高いニーズが期待されることが分かった。 ・インドネシアで工学系の学部を有する大学・大学院や、国立研究革新庁(Badan Riset dan Inovasi Nasional, BRIN)等の政府系研究機関での需要が期待できる。	・国立大学等公共部門に属す大学であっても、政府の調達ルール程厳しいルールではない。 ・河川工学系研究室は多くの大学で設置されており、安定した需要が見込まれる。	・一定数以上の大幅な顧客母数の拡大は見込めない。

出典：提案法人作成

(2) 競合分析・比較優位性

- ・日本では、浮子を用いた流量観測手法が一般的であったが、その実施コストと担い手の確保が困難になっている現状から、Hydro-STIVの利用が拡大している。
- ・インドネシアにおいて流量観測が可能な製品・技術には、SNI No. 03-2414-1991に登録された水位情報やプロペラ式流速計を用いた方法での測定が可能な製品や、SNI No. 8639:2018登録さ

れる ADCP などの超音波流速機器など、多数の競合製品・技術が存在する。

- 2023 年現在も、SNI に適合する技術・製品の多くが過去にインドネシア政府によって使用されているが、2022 年から 2023 年にかけて ADCP (Son Tek 社製、製品名：M9) をインドネシア政府が 28 台購入し、高精度な流量観測の実施を広めているところである。ただし、ADCP の使用を踏まえてなお Hydro-STIV に対してインドネシア政府が強い関心を持つ背景には、ADCP の高額な価格や洪水時観測に精度や安全性が保たれない点をインドネシア政府が認識していることがあり、Hydro-STIV にとってシェア獲得の可能性は十分にあり得ると思われる。
- また、インドネシア政府による流量観測への適用事例は無いものの、Hydro-STIV と同様に画像解析技術を用いた手法では、LSPIV (Large-scale particle image velocimetry) 法が存在する。
- 以下の表 17 に、それぞれの客観的情報をコスト・正確性・操作性・安全性の観点で整理し、最後に総合的な優位性を独自に評価した。その結果、Hydro-STIV の競合製品に対する優位性は客観的な情報に基づいて高いと言える。

表 17 Hydro-STIV と競合製品・技術の比較

	Hydro-STIV クラウド (ノーマルタイプ)	浮子	電波式流速計	ADCP	LSPIV
コスト	通常海外向け：3,000USD/年/アカウント(2023年12月時点)その他、ビデオカメラの調達や撮影、河道断面の測量などに費用が発生する。(コスト詳細は非公開)	約100万円/回 その他、河道断面の測量などに費用が発生する。	約100-500万円/台 (多くが海外メーカー製。小型のポータブル式の場合は約100万円程度であるが、その他は機能や精度等によって価格幅が大きい。)	約1,400万円/台 (DGWR 調達情報及び日本での見積情報に基づく。)	Fudaa-LSPIV は無料で配布されている。その他、ビデオカメラの調達や撮影、河道断面の測量などに費用が発生する。
正確性	ADCP と同程度(ADCP 結果との誤差プラスマイナス 5%以内を自社で検証。「非接触型流速計測法の手引き(案)(国土交通省)」や「流量観測の高度化マニュアル(土木研究所)」に記載。	3-4 回繰り返して流し、バラツキを軽減している。国土交通省「水文観測業務規程」等に記載。	根岸他(2014)で指摘のように、風の影響を受けるため、精度が落ちる。	学術論文にて高い正確性が検証されている(Deogade et al(2022)) ²⁰ など。ただし、洪水・高水のように3m/秒を超える流速では正確な観測が難しい。	学術論文 Aberle et al., (2017) ²¹ にて、障害物などのノイズが発生している場所の流速が正確に捉えられないことが指摘されている。
操作性	輸送：ビデオカメラ・標準点など、軽量の動画撮影用機材の輸送のみ、分析：直観的な UI)ただし、河道断面は別途計測が必要。浅い川や幅の狭い水路などへの適用も可能である。	浮子式の観測に従事するエンジニアの確保、浮子や無線通信機などを用意する必要)	小野他(2016)のように、浮子や ADCP 等と比べて簡易な操作	輸送：ADCP そのものは 2.3kg(Sontek 社 M9)であるが、取り付ける小型ボートを観測地点まで運ぶ必要。観測では ADCP を岸から岸へ横移動させる必要があり、多くの人手が必要)。ただし、河道断面を流速と同時に測ること	輸送：ビデオカメラ・標準点など、軽量の動画撮影用機材の輸送のみ、分析：直観的な UI)ただし、河道断面は別途計測が必要。浅い川や幅の狭い水路などへの適用も可能である。

²⁰ Deogade R.B., Khandagale, H.R., and Someshwara, M. (2022). "Performance Testing of Acoustic Doppler Current Profiler Used for Stream Flow Measurement" in "9th IAHR International Symposium on Hydraulic Structures (9th ISHS)". Proceedings of the 9th IAHR International Symposium on Hydraulic Structures – 9th ISHS, 24-27 October 2022.

²¹ Aberle, J., Rennie, C. D., Admiraal, D. M., & Muste, M. (2017). Experimental Hydraulics: Methods, Instrumentation, Data Processing and Management: Volume II: Instrumentation and Measurement Techniques. CRC Press.

	Hydro-STIV クラウド (ノーマルタイプ)	浮子	電波式流速計	ADCP	LSPIV
				ができる。 ADCP を浮かべることが困難な浅い川や幅の狭い水路などでの観測は困難。	
安全性	洪水・高水発生時に川から離れてビデオを撮影したり、固定の CCTV を利用すれば現地への訪問が不要。	洪水・高水発生時に浮子を流す人・目視で確認する人のどちらも川に近いエリアにいる必要がある。	非接触であるものの、作業員が川幅に応じて計測地点を変える必要があるため、現地の橋などに存在する必要がある。	流速が早い場合、ADCP のコントロールが難しくなり、ロープで下流への流失を抑える役割が危険にさらされる。	洪水・高水発生時に川から離れてビデオを撮影したり、固定の CCTV を利用すれば現地への訪問が不要。
総合優位性	他技術に加えて正確性、操作性、安全性が高い。コストは浮子や ADCP と比べると安価である。	コストが高く、操作性や安全性も低いため、今後ますます他技術への代替が進むと予想される。	操作が簡易であるという利点に対し、コスト面や正確性、安全性は高くない。	正確性は非常に高いと評価されているが、流速が速い洪水時等は正確性、安全性や操作性は著しく低下する。	Hydro-STIV と同じくコストや操作性、安全性は高いものの、障害物などによって発生する動画のノイズに対応できず、正確性が Hydro-STIV に比べて劣る。

出典：提案法人作成

3. バリュチェーン

(1) 製品・サービス

導入予定の Hydro-STIV における製品・サービスは以下の 3 タイプである。

- ① Hydro-STIV クラウド (ノーマルタイプ)
- ② Hydro-STIV リアルタイム
- ③ Hydro-STIV ポータブル

表 18 に各製品・サービスの概要をまとめる。

図 10 は①Hydro-STIV クラウド (ノーマルタイプ) を用いる際の動画撮影の手順を示している。図 11 は図 10 で取得した観測成果をもとに①Hydro-STIV クラウド (ノーマルタイプ) 上で水表面流速解析や流量算出をしているソフトウェア画面を、図 12 は②Hydro-STIV リアルタイムの画面事例をそれぞれ示している。

表 18 製品・サービス概要

製品	仕様	ターゲット顧客	販売形態
① Hydro-STIV クラウド (ノーマルタイプ)	・別途撮影した動画や河道断面データを読み込み、流量を測る。	・インドネシア公共セクター (中央・地方) ・建設コンサルタント・測量会社 (DGWR 業務、水力発電事業者やディベロッパー発注業務用として) ・大学等研究機関	・年間契約 ・公共セクターの場合、E カタログでの電子調達と直接指名(LPSE)、他は提案法人との直接契約
② Hydro-STIV リアルタイム	・リアルタイム水位観測システムおよび定点カメラと連動させ、定期的に動画を読み込み、流量を自動で測る。	・インドネシア公共セクター (中央・地方) ・大学等研究機関	・売り切り ・公共セクターの場合、E カタログでの電子調達と直接指名(LPSE)、他は提案法人との直接契約
③ Hydro-STIV ポータブル	・カメラ搭載のタブレット端末で撮影し、そのまま撮影した動画を読み込んで流量を測る。	・インドネシア公共セクター (中央・地方) ・建設コンサルタント・測量会社 (DGWR 業務、水力発電事業者やディベロッパー発注業務用として) ・大学等研究機関	・売り切り ・公共セクターの場合、E カタログでの電子調達と直接指名(LPSE)、他は提案法人との直接契約



① 標定点



② 標定点測量



③ 河川水位情報



④ 動画撮影

図 10 Hydro-STIV クラウド (ノーマルタイプ) 動画撮影手順



図 11 Hydro-STIV クラウド(ノーマルタイプ)操作画面イメージ



図 12 Hydro-STIV リアルタイム モニタリング画面イメージ図



(左写真：タブレット上の水表面流速解析時の画面、右上：撮影状況、右下：流速解析事例)

図 13 Hydro-STIV ポータブル 操作イメージ図

(2) バリューチェーン

本事業の全体増は表 18 に基づいて以下のようにフロー図化することができる。

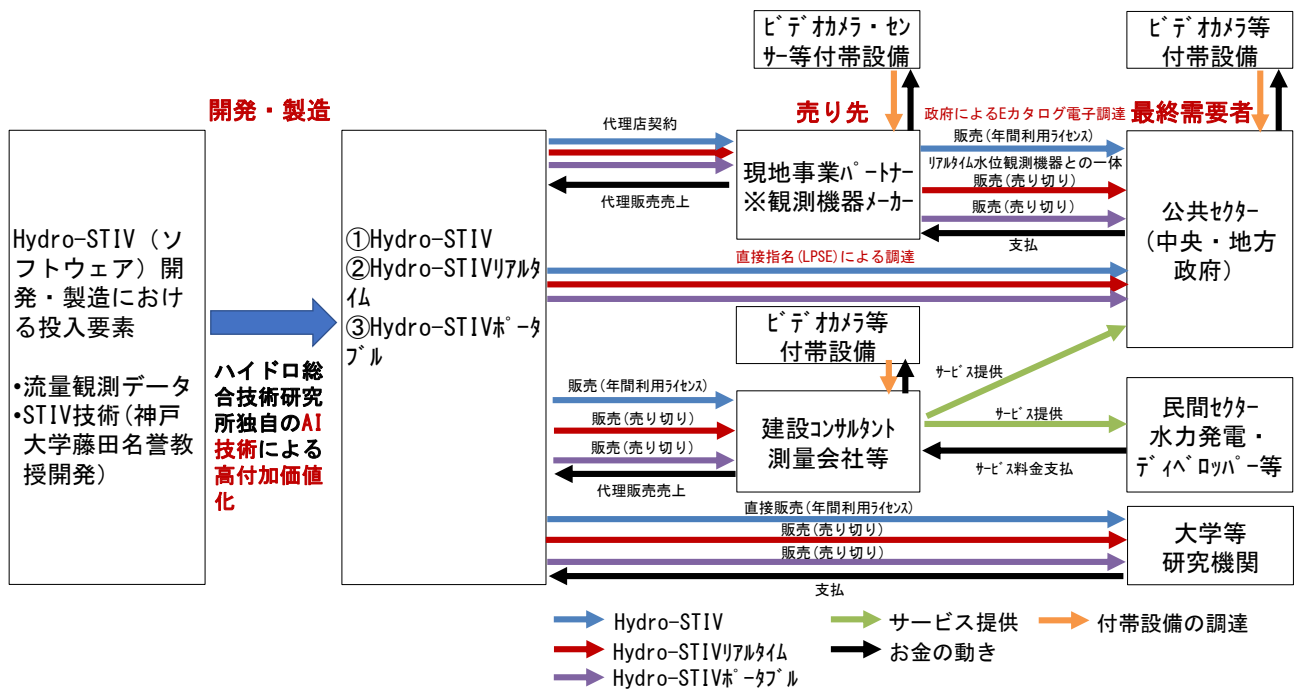


図 14 事業全体像

4. 進出形態とパートナー候補

(1) 進出形態

- 前述の通り、DGWR 等インドネシア政府の受注において競争力を持つためには、電子調達に対応するために E カタログに製品を登録することが重要であるが、そのためにはインドネシアの納税者番号を持つ必要があり、現地法人の設立あるいは現地パートナーとの協業が必須となる。
- E カタログへの登録に加え、2023 年 3 月時点で 25%以上と設定されている国産化率 (TKDN)

を満たし、さらに今後の基準厳格化（TKDN の高率化）に対応する必要がある。そのため、インドネシア政府の事業において Hydro-STIV の普及を進めるためには、現地パートナーとの協業（現地パートナーからの販売）が必要不可欠である。

- ・ なお、外国投資に関する BKPM 規則 2021 年第 4 号により、外国資本（現地資本との合弁を含む）で設立する PMA 会社は、最低払込資本金として 100 億ルピア（約 1 億円）が必要となり、ソフトウェア開発を主な事業とする提案法人にとって、新規の現地法人設立は非常にハードルが高いものとなった。よって、小規模資本金での設立を認める法改正等が無い限り、現地パートナー企業との代理店契約によってインドネシア市場での展開を進める。
- ・ なお、国営電力会社の PLN などの国営企業や民間企業、大学等研究機関の調達においては現時点では国産化率の制限を受けないため、既存ビジネスのようにインターネットを介したソフトウェア販売の形態を取ることが可能である。ただし、国営企業はいずれ公共調達に準ずる調達ルールが設けられる可能性がある。

（２）パートナー候補

- ・ 現地パートナー（現地販売店及び観測機器メーカー）候補企業は以下の 4 社に絞り込んだ。
 - A 社
 - D 社
 - B 社
 - E 社
- ・ この 4 社に対して Hydro-STIV のトライアルアカウントとサンプル動画を供与し、その技術力を評価した。また、現地パートナー候補に期待する顧客への技術サポート体制や、E カタログへの登録経験、インドネシア中央・地方政府機関との取引実績など、将来展開に貢献可能な営業力についても確認している。
- ・ 以下の表に現地パートナー候補企業の概要と評価を示す（A が最高、D が最低）。
- ・ 技術力は、Hydro-STIV に関する説明後の質疑応答の内容、Hydro-STIV のトライアル利用時の操作の正確性、トライアル用に各社独自に撮影した動画の品質（ブレが無い、標定点が必要数設置されているかなど）から評価した。
- ・ サポート体制は、各社の従業員数、協力者（大学や測量会社）の有無から評価した。
- ・ 営業力は、各社のこれまでの受注実績や市場シェア、Hydro-STIV をインドネシアで今後展開するための戦略に関するアイデアの有無（ヒアリングで確認）、E カタログ掲載実績の有無などから評価した。
- ・ これら技術力、サポート体制、営業力を総合し、4 社を相対評価した。

表 19 パートナー（現地販売店及び観測機器メーカー）候補企業概要

企業名	概要	注目すべきポイント	評価(ABCD4 段階)
A 社	拠点：ジョグジャカルタ 業種：測量機器製造・販売(インドネシア最大手)	<ul style="list-style-type: none"> ・ インドネシアでのシェア No.1。水位計や雨量計等設置を 100 地点/年で受注。特に地方政府との取引が多いとのこと。 ・ PUPR 所有の ADCP を使用した流量観測の経験がある(ADCP 自体は 3 年前から使用、PUPR に ADCP を販売した経験有)。 ・ 顧客は PUPR など政府のみで、民間との取引は無し。 ・ E カタログに自社製品掲載中。 	技術力：A サポート体制：A 営業力：A 総合評価：A （何れも評価が高く、代理店としての役割）

企業名	概要	注目すべきポイント	評価(ABCD4段階)
	社員数：80名		遂行が期待できる)
B社	拠点：バンドン 業種：測量機器製造・販売(インドネシアで中位程度のシェア) 社員数：10名	<ul style="list-style-type: none"> 計測機器の仕入れ、設置、測定結果の提供、機器メンテナンス、ロガーの設計生産、AI系の技術開発、洪水のモニタリングシステムやアーリーアラームシステムを提供している。 PUPR から ADCP が非常に高価であるので安価な代替品が開発できないかとの要望を受け、バンドン工科大学と共同で開発を計画中 (B社の President Director がバンドン工科大学の修士号(機械工学)を有する)。 Eカタログに自社製品掲載中。また、SNI申請経験を持つ同業者とのつながりがある。 	技術力：A サポート体制：C 営業力：B 総合評価：B (技術力は高い。会社規模から厚いサポート体制構築は困難。営業力が高いがカバーしない地域有り)
D社	拠点：ジョグジャカルタ 業種：測量機器製造(販売)(インドネシアで中位程度のシェア) 社員数：23名	<ul style="list-style-type: none"> PUPR から流量計算の業務を受注経験を有する(インドネシアでは流量観測は広く実施されておらず、水位と河川形状から簡易式(PUPRから毎年更新して提供される)で算出する方法が主であった)。 インドネシアでの観測の課題を認識(観測に時間がかかり、リアルタイム性が無い、観測者のヒューマンエラーが多い、観測時の検証が出来ない。)このような課題意識から、自動的にリモートで確認可能なシステムを構築。 製造業ライセンスのみ有している。Eカタログでの電子調達で公共セクターに販売することは可能だが、大規模案件等での公募・入札への参加はできず、協力販売会社等が入札に参加し、D社はそのサプライヤーとなる。 Eカタログに自社製品掲載中。 	技術力：D サポート体制：C 営業力：C 総合評価：C (技術力は低くないが、Hydro-STIVのトライアルを途中で放棄するなど、本事業への意欲は低い)
E社	拠点：バンドン 業種：測量機器製造・販売(インドネシアで中位程度のシェア) 社員数：10名	<ul style="list-style-type: none"> バンドン工科大学との共同研究の実績がある。 自社で設置した水位観測所にネットワークカメラを設置し、映像でのモニタリングを実施している。 Eカタログに自社製品を掲載するための手続きを進行中(本報告書作成時点では掲載されていない)。 	技術力：D サポート体制：C 営業力：D 総合評価：D (Hydro-STIVのトライアルを途中で放棄するなど、本事業への意欲は低い。Eカタログ登録経験が無く、代理店としての役割を担うことは困難な印象)

5. 収支計画

- 以下の表に本事業の収支計画(事業開始1～5年目)を示す。
- 現時点では、Hydro-STIVクラウド(ノーマルタイプ)とHydro-STIVリアルタイムを事業開始当初から販売する一方、Hydro-STIVポータブルのインドネシア市場への投入時期は未定であるため、表の収支計画ではHydro-STIVクラウド(ノーマルタイプ)とHydro-STIVリアルタイムの販売に関する収支のみを示す。Hydro-STIVポータブルは、2023年10月に日本で販売を開始したばかりであり、インドネシア等日本以外の市場での投入時期は、日本市場でのフィードバック等を分析した上で検討する予定である。
- Hydro-STIVクラウド(ノーマルタイプ)は、年間利用契約で1オフィス1アカウントを基本に提供する。DGWRで先行的に利用を開始したいとヒアリングで確認した10の主要BBWS/BWSで利用を開始し、2年目から残りの25BBWS/BWSにて利用開始し、先行利用の10BBWS/BWSでは2つ目のアカウントを利用開始する。3年目以降はすべてのBBWS/BWSで2アカウントずつ利用を継続すると想定した。また、地方政府と民間企業は、SNI登録によってHydro-STIV

の知名度上昇に応じて契約数が増加すると想定した。最後に、大学等研究機関は、本調査で協力のバンドン工科大学が有償契約を検討しており、バンドン工科大学との共同研究の学会発表などで知名度が向上することで契約数が増加すると想定した。

- Hydro-STIV リアルタイムは、売り切りで1観測地点1台で観測機器とともに提供する。DGWRで先行的に利用を開始したいとヒアリングで確認した主要10BBWS/BWSの内の4BBWS/BWSで1台ずつ利用を開始し、2年目で残りの6BBWS/BWSにて1台ずつ利用開始する。その後、年間12台(12観測地点)ずつ台数を増やすと想定した。一方、地方政府は予算規模が小さいことから、限られた主要都市を有する州のみでの導入と想定し、年間2件ずつの増加と想定した。また、民間企業も同様にニーズは限られると判断し、年間1件程度の受注を想定した。最後に、大学等研究機関は、直近での需要は想定されず、学会等でのHydro-STIVの知名度の高まりによって3年目以降に年間1件程度の受注を想定した。
- なお、現地パートナー(代理店)の販売手数料は、想定単価に上乗せされて販売されると想定したため、この収支計画には現れない点に注意が必要である。
- また、財務大臣規則2022年60号により、提案法人が現地パートナーを通じて、あるいは直接各ユーザーにオンラインで販売する際、オンラインでのデジタルサービスへの売り上げが6億ルピア(約600万円)を超える事業者に対して課されるデジタル税(VATの一種、11%)を考慮する必要がある。本事業では、2年目に課税条件を満たすため、2年目以降にデジタル税11%の支払いを設定した。
- 収支計画は非公開。

表 20 収支計画(1~5年目)

【販売台数】 単位：台

	事業開始 1年目	事業開始 2年目	事業開始 3年目	事業開始 4年目	事業開始 5年目
Hydro-STIV7カント(年間更新)数量	12	61	102	120	138
中央政府(DGWR等)	10	47	74	74	74
地方政府(ジャカルタ特別州等)	0	5	10	15	20
民間企業(建設コンサルタント等)	0	5	10	15	20
研究機関(大学等)	2	4	8	16	24
Hydro-STIVリアルタイム(売り切り)数量	6	9	16	16	16
中央政府(DGWR等)	4	6	12	12	12
地方政府(ジャカルタ特別州等)	2	2	2	2	2
民間企業(建設コンサルタント等)	0	1	1	1	1
研究機関(大学等)	0	0	1	1	1

【販売単価】

非公開

【収支計画】

非公開

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

- 2021年の雇用創出オムニバス法施行と外国投資に関するBKPM規則2021年第4号により、

外国資本企業（PMA、合弁含む）設立時の最低資本金が 25 億ルピアから 100 億ルピアに変更となった。そのため、小規模での現地法人設立による所謂「スモールスタート」が困難となり、一定規模の資本設定が不可欠となったため、前述の通り現地パートナー企業との代理店契約で事業展開を進めるが、インドネシアにおける事業拡大に伴い、提案法人による直接的なユーザー対応など、現地法人設立ニーズが高まる可能性がある。そのような場合の対応策としては、現地パートナーへの出資や買収等が考えられる。

- ・ インドネシアでの公共調達では国産化率（製品を構成する部品のうち、国産の物の割合）が重要となる。政令 2018 年第 29 号 61 条により、公共調達では国産化率 25%以上であることが求められ、またその割合が高ければ高いほどインドネシア政府からの発注（随意契約、入札）可能性が高くなる。この TKDN の高率化には、以下のような手段が考えられる。
 - ▶ 現地パートナーとの協業による「現地人件費」分の TKDN への貢献
 - ▶ ビデオカメラ等、現地での調達（内国取引）による TKDN への貢献（調達したビデオカメラとのパッケージ販売）
 - ▶ 現地で調達したビデオカメラの「付属品」とすることで、調達したビデオカメラの TKDN にて販売（商品カテゴリとしてはビデオカメラ扱いとなる）これらの手法の適用を選択肢として検討する。

（2）ビジネス面にかかる課題/リスクと対応策

- ・ 日系企業の現地法人や JETRO 等から、インドネシア政府やパートナー企業、ユーザー企業などの人事異動により、それまでの方針が転換したり、引継ぎがなされずに改めて関係を構築しなければならないことが多くあり、長期的に現地密着型の活動が必要であるとのアドバイスを受けている。このようなリスクに対し、現地パートナーとの協力関係を強化するとともに、可能な限り提案法人からユーザー・潜在ユーザーを訪問することで信頼関係を醸成し、人事情報や政策転換等の情報を適時に収集する体制を構築する。
- ・ 観測方法として、水位情報やプロペラ式流速計による計測情報から流量を推計する標準技術が SNI に登録されている（No. 03-2414-1991）。また、競合機器である ADCP による計測も同様に SNI に登録済みである（No.8639:2018）。公共事業の調達ルールにおいて、SNI 登録は必須ではないが、E カタログに登録されていない物品・役務の調達に関する直接指名（LPSE）制度において、大臣や総局長の許可を得る上では重要な要件となる。この SNI 登録には大学等専門機関からの技術推薦状やインドネシア語の技術仕様書やマニュアルの作成が必要であり、国際認証を取得していない Hydro-STIV の場合は時間を要する可能性がある。この状況への対応策として、日本の国土交通省の規則やガイドライン作成のノウハウ、オーストラリア政府ガイドライン等、既存のものを著作権法等の許容範囲内で引用しながら技術仕様書やマニュアルの作成作業を効率的に進める。

（3）政治・経済面にかかる課題・リスクと対応策

- ・ BINTEK へのヒアリングの結果、DGWR において流速・流量観測に充てられる予算額は十分でなく（具体的な金額は非公開のため不明）、BINTEK が流量観測を実施したいと考えている 4,000

箇所をカバーするためには、予算拡大に加えて観測費用の低減が重要となる。この状況は、本事業の市場拡大に関わる重大な課題であり、Hydro-STIV の導入が観測費用低減の対応策となり得る点をアピールし、Hydro-STIV を普及していくことに加え、2024 年 5 月にインドネシア・バリ島にて開催される予定の世界水フォーラムへの参加や本調査後の提案法人独自の営業活動等を通じて流量観測の重要性を DGWR およびインドネシア政府全体へ働きかけることを見込んでいる。

- ・ インドネシアでは 2024 年 2 月に大統領選挙を控えており、その結果が現在進められている政策に大きな影響を及ぼすことが予想される。特に、現在のジョコ・ウィドド大統領が推進する Industry4.0 などの先進的な取り組みや、早期警戒システム (Early Warning System, EWS) の積極的な導入は、Hydro-STIV にとって追い風となるものであり、選挙後の路線踏襲が望まれる。一方、Hydro-STIV の普及という観点では望ましいものではないものの、ジョコ・ウィドド大統領の下で、あるいは次期政権下において、より高い国産化率 (TKDN) を公共調達時に課す傾向が強化される可能性もあり、その対策として現地パートナー企業との協力を通じて TKDN を高める活動が必須となる。なお、大統領選挙だけでなく、様々なレベルの首長選挙あるいは行政機関の人事によって既存方針が転換されるリスクは常に存在しており、それらを前提とした事業化・事業運営を目指すことが肝要である。よって、信頼できる現地パートナー企業とともに事業化・事業運営・事業拡大を進める方針とする必要がある。

(4) その他課題/リスクと対応策

- ・ 無し

7. ビジネス展開を通じて期待される開発効果

- ・ ビジネス展開を通じ、精度の高い流量観測が低コスト (Hydro-STIV 調達コスト、高い操作性による低い人材育成コスト、低いメンテナンスコスト、高い安全性による事故等コストの回避) で実施可能となり、限られた予算の中でインドネシア中央・地方政府で広く流量観測が可能となる。その結果、高い精度の流量観測データがインドネシアに蓄積され、それを基に精度の高い洪水予測や氾濫予測モデルの構築が可能となり、高い防災効果 (洪水の防止、早期避難、死傷者数の減少、インフラや建物などの資産被害の減少など) が得られると期待される。
- ・ BINTEK は、インドネシアにおいて 4,000 を超える地点で観測を実施する必要があると考えており、Hydro-STIV のビジネス展開は、インドネシア政府における政策的目標達成に貢献することができる。
- ・ Hydro-STIV のビジネス展開は、流量観測、ひいては防災計画の策定に資する観測データ蓄積の重要性に対する理解をインドネシア全体に広めることに寄与すると期待できる。よって、短期的な観測地点目標の達成や洪水予測モデルの構築、防災計画の策定で終わらず、その継続をインドネシアで実現することに寄与することになる。
- ・ Hydro-STIV は、インドネシアでの流量観測に関する理論や演習に有効であることが、本調査のバンドン工科大学とのセミナー実施で確認された。ゆえに、Hydro-STIV は大学等での流量観測に関連する人材の育成に寄与し、それら人材が将来的にインドネシアでの防災や水資源管理行政

に関わることで、前述の継続的な観測の実施の担い手として機能することが期待できる。

- ・ Hydro-STIV による観測は、行政としての活動だけでなく、PLN 等発電事業者の水力発電ポテンシャルの確認や放流が下流に及ぼす影響などを評価するための観測にも適用可能であり、また工業団地開発等での洪水リスク評価や排水施設的设计等でも活用が期待される。よって、本事業の展開により、インドネシアにおける最適な水力発電開発や洪水リスクの低い工業団地開発等につながることを期待される。

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

提案法人の本社がある大阪府において、水文観測に係る製品を取り扱っている企業は表 21 のとおりである。提案法人が海外ビジネス展開の先駆者となり、提案製品のビジネス展開により、水文観測がインドネシアでも恒常的に実施されることで、地元・地域の水文観測機器や技術がインドネシアで採用されることにつながるが見込まれる。また、水文観測には雨量観測も含まれ、雨量計を生産している企業も地元・地域にあるため、これら企業のビジネス展開にも貢献できる。

表 21 当社の地元・地域（大阪府を含む関西圏）における関連企業一覧

企業名	関連する取扱機器	備考
日本アンテナ株式会社	危機管理型水位計	大阪府に工場あり
株式会社ハイドロシステム開発	水位計、流速計など	大阪府が本社、様々な水文機器取扱企業
NISSHA 株式会社	危機管理型水位計	大阪府が本社
株式会社メジャー	雨量計	大阪府が本社、雨量計販売国内 5 位

(2) その他関連機関への貢献

1) 日本の行政への貢献（「国土交通省インフラシステム海外展開行動計画（令和 5 年版）」への合致）

- ・ 国土交通省は「インフラシステム海外展開行動計画（令和 5 年版）」の防災分野の中でダム再生・ダム機能強化・維持管理に加えて、水位計の展開を挙げている。このうち、ダムに係るインフラ輸出はジェネベラン川を対象として既に JICA による協力が始まっており、水位観測網の導入についても同河川流域で着手し始めている。
- ・ 河川管理では、利水計画や計画流量配分図に代表されるように、河川水位ではなく流量で管理する必要がある。提案製品による河川水位と流量観測をインドネシアで普及させることで、河川管理のノウハウの海外展開の好事例とする。

2) 大学／研究機関等との連携

- ・ 国内バックアップメンバーの 1 人である神戸大学名誉教授・藤田一郎とともに、インドネシアとの官学連携を考えている。具体的には BINTEK や BWS/BBWS、またバンドン工科大学学生・研究者に対する藤田名誉教授のオンライン指導などを通じて、神戸大学とインドネシアの交流・連携（留学生の受け入れなど）を深める。

参考文献

- 1) 国土交通省、河川砂防技術基準調査編 第4節 流量観測
- 2) 土木研究所、流量観測の高度化マニュアル（高水流量観測編）Ver1.2
- 3) 南良忠、辻雅之ら（2023）「Hydro-STIVによる画像式流量観測技術のインドネシア共和国への展開」
土木学会年次講演会
- 4) 小野史也、井上拓也、木下武雄、森田靖則、持丸章治、北野実紀（2016）「高水流量観測の省力化に関する精度検討」、河川技術論文集、第22巻、2016年6月
www.jstage.jst.go.jp/article/river/22/0/22_73/_pdf/-char/ja
- 5) 根岸大介、二瓶泰雄、片山直哉、柏田仁（2014）「電波流速計の流速・流量計測精度の検討」土木学会論文集 B1（水工学）Vol.70、No.4、I_625-I_630
<https://www.rs.noda.tus.ac.jp/hydrolab/papers/2014/2014001.pdf>
- 6) Deogade R.B., Khandagale, H.R., and Someshwara, M. (2022). "Performance Testing of Acoustic Doppler Current Profiler Used for Stream Flow Measurement" in "9th IAHR International Symposium on Hydraulic Structures (9th ISHS)". Proceedings of the 9th IAHR International Symposium on Hydraulic Structures – 9th ISHS, 24-27 October 2022.
<https://digitalcommons.usu.edu/ishs/2022/all2022/54/>
- 7) Aberle, J., Rennie, C. D., Admiraal, D. M., & Muste, M. (2017). Experimental Hydraulics: Methods, Instrumentation, Data Processing and Management: Volume II: Instrumentation and Measurement Techniques. CRC Press.
- 8) Fair Consulting Group (2018) 「公共調達についての大統領令」
<https://www.faircongrp.com/news/regionalinfo/1824/?lang=en>

英文要約 (Summary Report)

Summary Report

Indonesia

SDGs Business Model Formulation Survey with the Private Sector for Application of Hydrological Observations (Water Level and River Discharge) with Image Analysis Technique in Indonesia

December, 2023

Japan International Cooperation Agency

Hydro Technology Institute Co., Ltd.

1. BACKGROUND

In Indonesia, hydrological observation data (especially water level and discharge under floods) is insufficient in river basins other than major ones. Hydrological observation data is quite important and used to verify the accuracy of hydrological and hydraulic numerical analysis models used for formulating flood control master plans. Therefore, it's difficult to formulating appropriate flood control plans for structure measures and non-structure measures in river basins other than major ones. The budget for purchasing and maintaining water level gauges and current velocity gauges, as well as for assigning observers, which are necessary for hydrological observation, is not sufficient to cover the costs.

In response to this situation, the proposed product named as “Hydro-STIV” is a non-contact flow velocity instrument and can measure surface velocity and discharge using video images and is less expensive than conventional observation equipment. The proposed product is expected to contribute to disaster mitigation and disaster prevention measures in Indonesia, such as implementation of planned flood control measures based on observation data and provision of evacuation information.

2. OUTLINE OF THE PILOT SURVEY FOR DISSEMINATING SME'S TECHNOLOGIES

(1) Purpose

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

The purpose of the Survey is to examine the applicability of the proposed software named as “Hydro-STIV” in Indonesia and develop a business model.

(2) Activities

In order to promote hydrological observations (water level and discharge) using the Hydro-STIV in the field, the following was investigated.

- To identify specific issues related to hydrological observations.
- To confirm the possibility and applicability of the Hydro-STIV through the field survey for discharge at an observatory in Indonesia.
- To study local laws, regulations, guidelines, and requests from the DGWR (Directorate General of Water Resources, Ministry of Public Works) and BINTEK in order to develop a hydrological observation method and draft manual that is suited to the local situation.
- To conduct interviews and discussions with potential local business partners to

investigate potential future alliances with a view to actual business.

(3) Information of Product/ Technology to be Provided

Hydro-STIV is software that measures flow velocity and discharge using video and water level information. We have achieved high-precision measurement by integrating the latest STIV technology with AI technology. It is possible to safely and easily measure the flow velocity and discharge without approaching the river in the event of a danger such as floods.

(4) Counterpart Organization

DGWR and BINTEK

(5) Target Area and Beneficiaries

Indonesia

(6) Duration

From September 2023 to February 2024

(7) Survey Schedule

- 1st trip: October 3rd to October 12th, 2022
- 2nd trip: January 10th to January 24th, 2023
- 3rd trip: February 19th to February 28th, 2023
- 4th trip: May 9th to May 18th, 2023
- 5th trip: August 20th to August 26th, 2023
- 6th trip: October 8th to October 14th, 2023

3. ACHIEVEMENT OF THE SURVEY

The outline of the results of this survey is summarized below:

- The current status and issues of hydrological observation in Indonesia were identified.
- Through flow velocity and discharge observation at a water level station in Indonesia, the observation using Hydro-STIV can be implemented in Indonesia.
- Through interviews with DGWR (Directorate General of Water Resources, Ministry of Public Works), this project team confirmed that discharge observation under floods had not been implemented until 2021. From 2022, DGWR started to try the discharge observations by ADCP. However, it is difficult to conduct the discharge observation under flood events. So it was confirmed that DGWR needs the Hydro-STIV for the discharge observation.

- Through interviews and discussions with potential local business partners, future alliance candidates with a view to actual business are confirmed.

4. FUTURE PROSPECTS

(1) Impact and Effect on the Concerned Development Issues through Business

Development of the Product/ Technology in the Surveyed Country

- BINTEK believes that there is a need to conduct observations at more than 4,000 sites in Indonesia, and the business development of Hydro-STIV can contribute to achieving this goal in the Indonesian government.
- The business development of Hydro-STIV is expected to contribute to the understanding of the importance of accumulating observation data for flow observation and ultimately for disaster management planning throughout Indonesia. Thus, it will not end with the achievement of short-term observation point targets, the development of flood forecasting models, and the formulation of disaster prevention plans, but will contribute to the continuation of such activities in Indonesia.
- Hydro-STIV observations can be used not only for administrative activities, but also for PLN and other power producers to confirm the potential of hydropower generation and to evaluate the downstream effects of water discharge. The project is also expected to be utilized for flood risk assessment and drainage facility design in industrial park development, etc. Therefore, the project is expected to contribute to the development of optimal hydropower generation and industrial parks with low flood risk in Indonesia.

(2) Lessons Learned and Recommendation through the Survey

- Hydro-STIV was confirmed to be effective in theory and practice of flow observation in Indonesia through the seminar conducted with Bandung Institute of Technology in this study. Therefore, Hydro-STIV is expected to contribute to the development of human resources related to flow observation at universities, etc., and these human resources will be involved in disaster prevention and water resources management administration in Indonesia in the future, and thus will be expected to function as leaders in the implementation of continuous observation as mentioned above.



**SDGs Business Model Formulation Survey with the Private Sector
for Application of Hydrological observations (Water Level and River Discharge)
with Image Analysis Technique in Indonesia**
Hydro Technology Institute Co., Ltd. (Japan)



Development Issues Concerned in the field of disaster prevention and countermeasures in the target country

- Natural disasters tend to occur frequently, and there are concerns that water-related disasters in particular will become more frequent and severe.
- There is a lack of water level gauges and data accumulation in consideration of flood countermeasures, which hampers the development of facilities and planning.

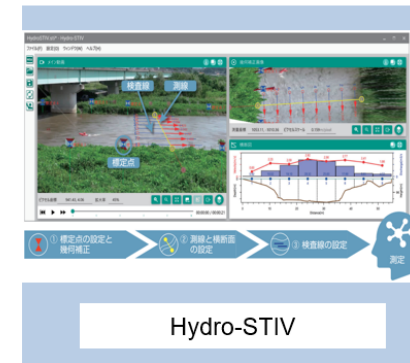
Products/Technologies of the Company

- Flow velocity and rate measurement system using video images: Hydro-STIV
- Safe and easy measurement without approaching the river.
- By making preparations in advance, it is possible to automatically observe necessary hydrological data (water level and flow rate) using only video images.

Survey Outline

- **Survey Duration:** September, 2022~February, 2024
- **Country/Area:** Indonesia
- **Name of Counterpart:** DGWR
- **Survey Overview:**

To develop the business of hydrological observation using Hydro-STIV. The project will contribute to the accumulation of hydrological observation data, which is in short supply in Indonesia, and to comprehensive water resource management and development and flood control projects based on this data.



How to Approach to the Development Issues

- To introduce and establish a hydrological observation method using Hydro-STIV as a method to measure hydrological observation data (water level and flow rate), which are in short supply in Indonesia for flood control.
- To investigate specific issues related to hydrological observation (water level and flow rate) in the target countries and to propose solutions.
- To provide Hydro-STIV on a yearly license basis and build a sustainable business model with low initial cost.

Expected Impact in the Country

- Establishment of hydrological observation methods (methods, manuals, etc.) suitable for the target country and acquisition of skills
- To develop appropriate flood master plans based on the observed hydrological data, implement systematic flood control measures, and provide evacuation information and other disaster mitigation and prevention measures.
- Reduce the human and economic damage caused by floods, and sustain stable life and economic activities.



As of November, 2023

別添資料

1. 業務従事計画・実績表

1. 受注者【現地業務】

氏名	担当業務	格付	所属	契約期間												日数 合計	人月 合計									
				2022年			2023年																			
				10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9			10	11	12						
櫻田 和彦 (兵庫県)	副業務主任者 ビジネスモデル検討	3	株式会社ハイドロ総合技術研究所	10/3-12 (P10.0B)				2/19-22 (P4.0B)															14.0	0.47		
井口 真生子 (大阪府)	業務主任者	3	株式会社ハイドロ総合技術研究所																		10/8-14 (P7.0B)				7.0	0.23
辻 雅之 (京都府)	ビジネス化検討 現地水文観測実務 現地技術セミナー	4	株式会社ハイドロ総合技術研究所	10/3-12 (P10.0B)				1/10-19 (P10.0B)						5/9-18 (P10.0B)			8/20-26 (P7.0B)				10/8-14 (P7.0B)				44.0	1.47

2. 受注者【国内業務】

氏名	担当業務	格付	所属	契約期間												日数 合計	人月 合計										
				2022年			2023年																				
				10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9			10	11	12							
井口 真生子 (大阪府)	業務主任者	3	株式会社ハイドロ総合技術研究所	10/25-31 (P5.0B)						3/22-31 (P2.0B)	4/3-20 (P2.0B)				7/3-28 (P1.0B)						10/1-31 (P1.0B)	12/1-28 (P1.0B)			12.0	0.60	
櫻田 和彦 (兵庫県)	副業務主任者 ビジネスモデル検討	3	株式会社ハイドロ総合技術研究所	10/14-31 (P1.0B)		12/15-27 (P6.5B)	1/23-30 (P2.0B)	2/13-27 (P2.0B)	3/22-31 (P2.0B)	4/3-20 (P1.0B)	5/8-31 (P2.0B)				7/3-28 (P1.0B)					10/1-31 (P1.0B)	11/1-30 (P1.0B)	12/1-28 (P1.0B)			26.5	1.33	
南 良忠 (大阪府)	観測計画(技術面) 技術課題検討	4	株式会社ハイドロ総合技術研究所	10/13-25 (P6.0B)				2/13-24 (P2.0B)	3/22-30 (P2.0B)	4/3-28 (P1.0B)	5/8-31 (P1.0B)						9/19-29 (P1.0B)			10/1-31 (P1.0B)					14.0	0.70	
辻 雅之 (京都府)	ビジネス化検討 現地水文観測実務 現地技術セミナー	4	株式会社ハイドロ総合技術研究所	10/13-31 (P10.0B)			1/23-31 (P5.0B)	2/3, 2/13 (P5.0B)	3/22-31 (P2.0B)	4/3-28 (P3.0B)				6/1-30 (P1.0B)	7/3-28 (P1.0B)						10/1-31 (P1.0B)	11/1-30 (P1.0B)	12/1-28 (P1.0B)			30.0	1.50
石本 裕 (大阪府)	Hydro-STIV改良	4	株式会社ハイドロ総合技術研究所							4/10-28 (P3.0B)					7/3-28 (P1.0B)					9/1-29 (P5.0B)	10/1-31 (P1.0B)				10.0	0.50	

3. 外部人材【現地業務】

氏名	担当業務	格付	所属	契約期間												日数 合計	人月 合計									
				2022年			2023年																			
				10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9			10	11	12						
山崎 裕介 (東京都)	外部人材統括 水文観測技術	3	パシフィックコンサルタンツ株式会社	10/3-12 (P10.0B)			1/15-24 (P10.0B)	2/19-28 (P10.0B)					5/9-18 (P10.0B)				8/20-26 (P7.0B)				10/8-14 (P7.0B)				54.0	1.80
阿部 雅浩 (東京都)	ビジネスモデルの具体化	4	パシフィックコンサルタンツ株式会社	10/3-12 (P10.0B)			1/10-19 (P10.0B)	2/19-28 (P10.0B)					5/9-18 (P10.0B)								10/8-14 (P7.0B)				47.0	1.57
森本 昂太郎 (東京都)	ビジネス環境調査 リスク分析	5	株式会社阿波銀行	10/3-12 (P10.0B)									5/9-18 (P10.0B)												20.0	0.67

4. 外部人材【国内業務】

氏名	担当業務	格付	所属	契約期間												日数 合計	人月 合計									
				2022年			2023年																			
				10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9			10	11	12						
山崎 裕介 (東京都)	外部人材統括 水文観測技術	3	パシフィックコンサルタンツ株式会社	10/25-31 (P2.0B)							4/4, 10 (P2.0B)	5/8 (P1.0B)										11/16-17 (P1.0B)			6.0	0.30
阿部 雅浩 (東京都)	ビジネスモデルの具体化	4	パシフィックコンサルタンツ株式会社	10/25-31 (P2.5B)			1/5, 6, 1/20, 24 (P3.5B)	2/3, 2 (P2.0B)	3/2, 3 (P2.0B)			5/8 (P1.0B)				7/25 (P1.0B)					10/31 (P1.0B)	11/22 (P1.0B)			12.0	0.60