

インドネシア国
技術評価応用庁（BPPT）
ジャサティルタ II 公社（PJT II）

インドネシア国
多目的ダム管理や気候変動対策の
データ収集効率化に向けた
リアルタイム監視システム
（SESAME システム）
普及・実証事業
業務完了報告書

平成 29 年 9 月
（2017 年）

独立行政法人
国際協力機構（JICA）
株式会社みどり工学研究所

国内
JR
17-114

目次

巻頭写真	i
略語表	iii
地図	v
図番号	vi
表番号	vii
案件概要	viii
要約	ix
1. 事業の背景	1
(1) 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認	1
① 事業実施国の政治・経済の概況	1
② 対象分野における開発課題	2
③ 事業実施国の関連計画、政策（外交政策含む）および法制度	5
④ 事業実施国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析	11
(2) 普及・実証を図る製品・技術の概要	11
2. 普及・実証事業の概要	17
(1) 事業の目的	17
(2) 期待される成果	17
① SESAME システムの活用による利用効率上昇の想定シナリオ	17
② SESAME システムによる効果の算定	18
③ 洪水警報に関する SESAME の導入効果	20
(3) 事業の実施方法	20
(4) 作業工程	26
① 作業工程計画の変更	26
(5) 投入（要員、機材、事業実施国側投入、その他）	31
① 追加投入	31
② 供与資機材リスト	31
③ 事業実施国政府機関側の投入	31
(6) 事業実施体制	34
① 日本国内での実施体制	34
② 現地での支援体制	35
③ カウンターパート機関	35
(7) 事業実施国政府機関の概要	36

① PJT II (ジャサティルタ II 公社)	36
② BPPT (技術評価応用庁)	36
3. 普及・実証事業の実績	38
(1) 活動項目毎の結果	38
(2) 事業目的の達成状況	70
① 成果 1	70
② 成果 2	73
③ 成果 3	74
④ 成果 4	74
⑤ 成果 5	75
(3) 開発課題解決の観点から見た貢献	76
(4) 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献	77
(5) 事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について	78
① BPPT	78
② PJT II	78
(6) 今後の課題と対応策	79
① 運営維持管理にかかる課題	79
② 製品販売価格にかかる課題	79
4. 本事業実施後のビジネス展開計画	81
(1) 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定	81
① テレメトリシステムの市場	81
② 既存の類似製品との比較優位性	83
③ ビジネス展開の仕組み	88
④ 想定されるビジネス展開の計画・スケジュール	89
(2) 想定されるリスクと対応	91
① 粗悪な模倣品によるリスク	91
② インドネシア政府の方針が参入障壁となるリスク	92
③ 体制整備が間に合わないリスク	92
(3) 普及・実証において検討した事業化による開発効果	93
(4) 本事業から得られた教訓と提言	93
① 今後海外展開を検討する企業へ向けた教訓	93
② JICA や政府関係機関に向けた提言	96
添付資料	98

巻頭写真



水位計設置方法についての協議
(2015年9月)



機材盗難防止のための観測小屋
(2015年9月)



BPPT セルボン研究所に設置した SESAME
(2016年2月)



泥炭地に設置した SESAME (2016年5月)



SESAME 用支柱設置作業
(2016年5月)



雨量計設置作業 (2016年5月)



ソーラーパネル設置作業 (2016年5月)



データ伝送確認作業 (2016年5月)



保護ボックスとロガー設置作業
(2016年5月)



水位計設置作業 (2016年8月)



PJT II モニタリングルーム画面に表示された
SESAME からの受信データ
(2016年11月)



BPPT による SESAME データを活用した
パブリックデータ公開についての説明
(2016年11月)

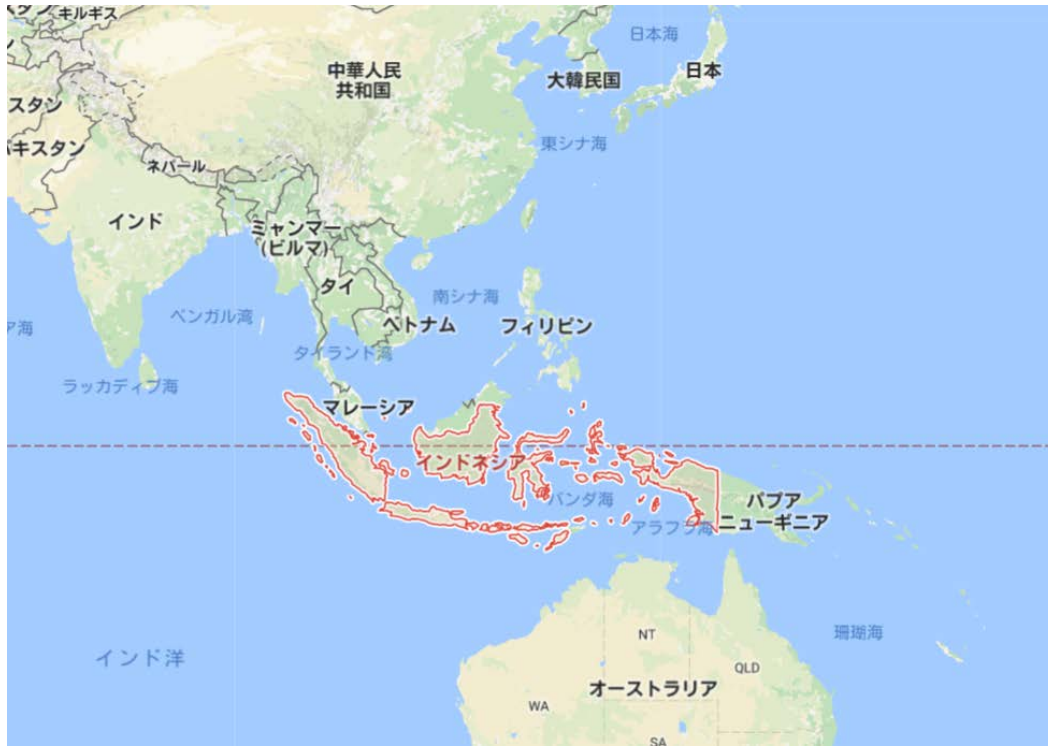
略語表

略語	正式名称	日本語名称
ADCA	Agricultural Development Consultants Association	(一社)海外農業開発コンサルタンツ協会
ARR	SESAME System with Rain gauge	雨量計付き SESAME システム
AWL	SESAME System with Water Level sensor	水位計付き SESAME システム
AWLR	SESAME System with Water Level sensor + Rain gauge	水位計+雨量計付き SESAME システム
AWS	SESAME System with Weather Station	気象観測機付き SESAME システム
BAPPENAS	Badan Perencanaan Pembangunan Nasional	国家開発企画庁
BMKG	Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika	気象気候地球物理庁
BNT 社	PT. Bayu Nusa Tirta	現地法人 バユ・ヌサ・ティルタ
BPPT	Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi	技術評価応用庁
BRG	Peatland Restration Agency	泥炭地回復庁
CDM	Clean Development Mechanism	クリーン開発メカニズム
CMEA	Coordinating Ministry for Economic Affairs	経済担当調整大臣府
CMP	Conference of the Parties serving as the Meeting of the Parties to the Kyoto Protocol	京都議定書に関する締約国会議
DGCC	Derectrate General of Climate Change	気候変動総局
COP (COP-FCCC)	Conference of Parties - Framework Convention on Climate Change	気候変動枠組条約に関する締約国会議
DNA	Designated National Authority	指定国家機関
DNPI	Dewan Nasional Perubahan Iklim	国家気候変動協議会
DRN	National Research Council of Indonesia	国立研究評議会
GHG	Greenhouse Gas	温室効果ガス
HIHC	Hokkaido Institute of Hydro-climate	NPO 北海道水文気候研究所
ICCSR	Indonesian Climate Change Sectional Roadmap	気候変動部門別ロードマップ
IFAS	Integrated Flood Analysis System	統合洪水予測システム
JCM	Joint Credit Mechanism	二国間クレジット制度
JH ダム	Jatiluhur Dam	ジャティールフルダム
JST	Japan Science and Technology Agency	科学技術振興機構

略語	正式名称	日本語名称
KMC	Kaihatsu Management Consulting, Inc.	(株)かいほつマネジメント・コンサルティング
KOICA	Korea International Cooperation Agency	韓国国際協力団
MOEF	Ministry of Environment and Forestry	環境林業省
MRV	Measurement, Reporting and Verification (of Climate Change Mitigation)	(気候変動抑制に向けた) 測定・報告・検証
PJT II	Perum Jasa Tirta II	ジャサティルタ II 公社
PKG	Direktorar Pengendalian Gambut	環境林業省・泥炭荒廃対策局
PU	Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	公共事業省
REDD+	Reducing Emissions from Deforestation and forest Degradation and the role of conservation, sustainable management of forests and enhancement of forest carbon stocks in developing countries	途上国における森林減少と森林劣化からの排出削減並びに森林保全、持続可能な森林管理、森林炭素蓄積の増強
SATREPS	Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development	地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム
SESAME システム	Sensory Data Transmission Service Assisted by Midori Engineering	セサミシステム
SETNEG	Sekretariat Negara	国家官房
SMS	Short Message Service	携帯テキストメール
TTTEI	PT. Toyota Tsusho Tomen Electronics Indonesia	(株)豊田通商トーマン・エレクトロニクス・インドネシア (新生・(株)ネクスティ エレクトロニクスのインドネシア拠点)
WQS	SESAME System with Water Quality Sensor	水質観測機付き SESAME システム
WS	Workshop	ワークショップ
ZMEI	PT. Zenbi Machinery and Electronics Indonesia	(株)全備インドネシア現地法人

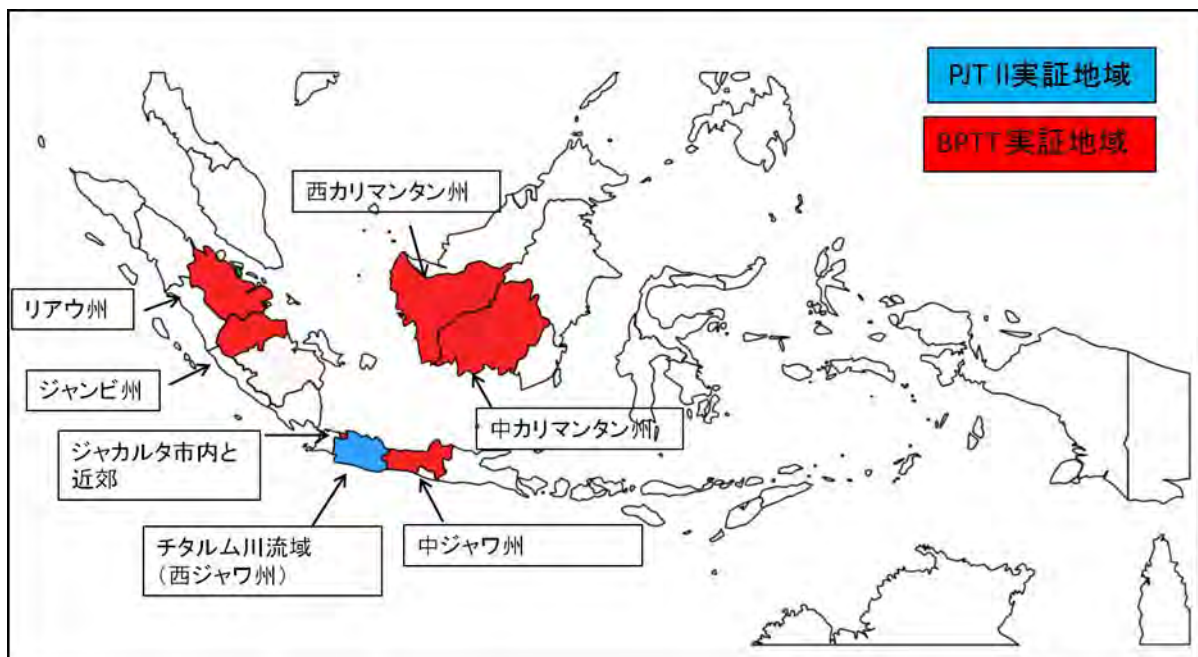
地図

対象国位置図



出典： Google Map <https://www.google.co.jp/maps/@9.4246793,79.3259153,3z>

実証事業対象地域図



出典： 白地図専門店 <http://www.freemap.jp/>

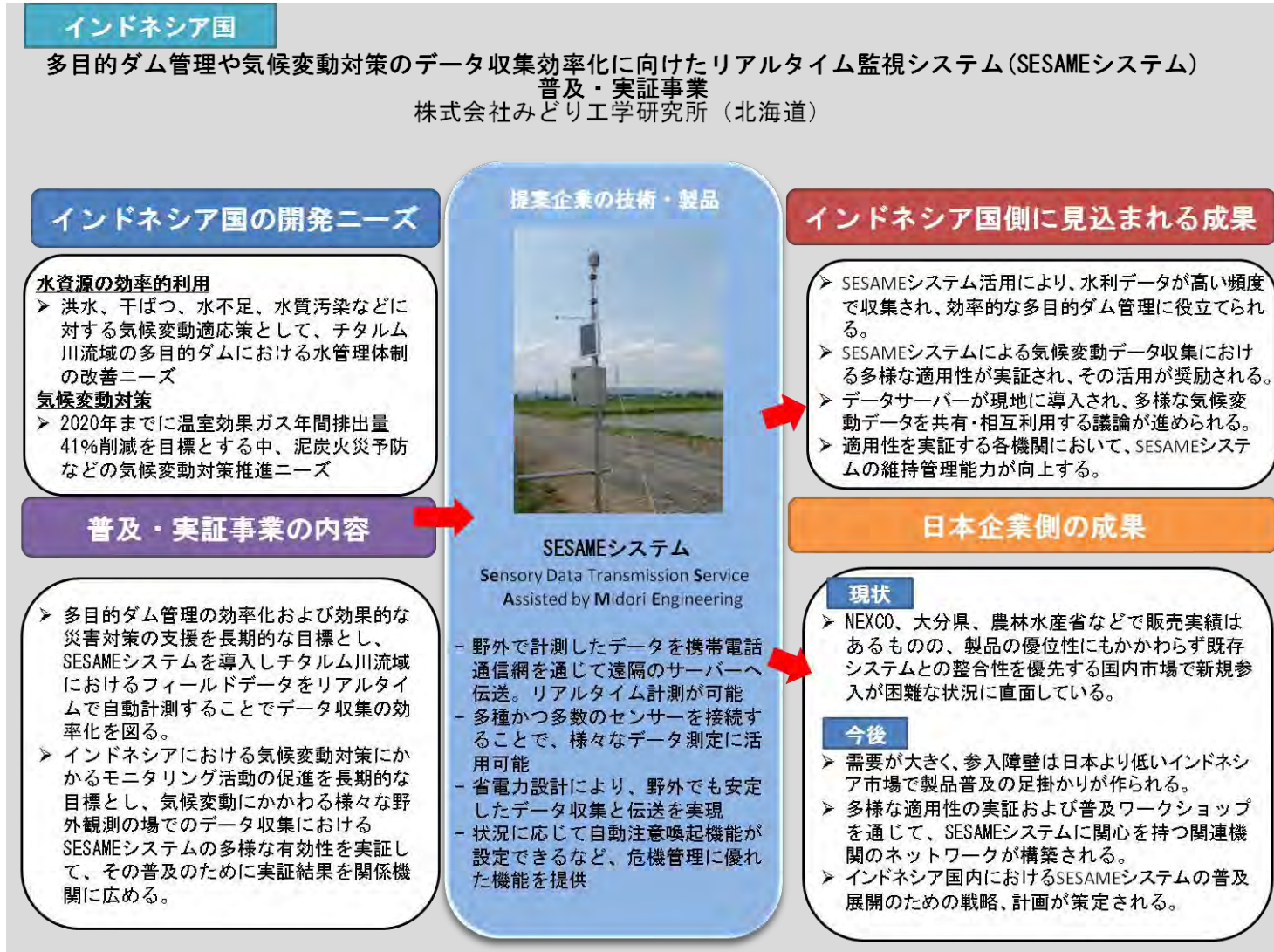
図番号

図 1-1 : 気候変動対策におけるモニタリングからアクションへの流れ.....	4
図 1-2 : 環境林業省 (MOEF) 組織図.....	6
図 1-3 : MOEF の気候変動総局 (DGCC) 組織図.....	7
図 1-4 : MOEF 公害環境荒廃対策総局 (DGPED) 組織図	7
図 1-5 : SESAME II-02d	11
図 1-6 : SESAME II-05d	12
図 1-7 : SESAME II-06d	12
図 1-8 : データ伝送の仕組み.....	14
図 2-1 : GIS マップを使ったデータ表示例	21
図 2-2 : 事業実施体制図.....	34
図 3-1 : SESAME 設置場所 (PJT II)	39
図 3-2 : モニタリングポスト (SESAME 盗難防止の小屋)	40
図 3-3 免税手続き手順.....	42
図 3-4 SESAME の BPPT への納品	43
図 3-5 SESAME 機材の納入式.....	44
図 3-6 : PJT II に設置した SESAME システム	49
図 3-7 : SESAME による水位・雨量の計測結果.....	51
図 3-8 : SESAME と従来測定による水位データの比較.....	51
図 3-9 : SESAME と従来測定による雨量データの比較.....	52
図 3-10 : ベカシ堰に設置した SESAME からの水質データ	53
図 3-11 : SESAME 設置場所 (BPPT) : カツランパダム.....	56
図 3-12 : 大学における SESAME データの活用方法.....	61
図 3-13 : SESAME システム研修.....	65
図 3-14 : ジャカルタ新聞への掲載記事.....	68
図 3-15 : JH ダムの下流付近設置した SESAME.....	70
図 3-16 : SESAME から伝送されたデータのウェブシステム上での表示	71
図 3-17 : PJT II の管理域における流域図.....	72
図 3-18 : 「お天気システム」の配信情報.....	77
図 4-1 : 韓国製テレメトリシステムの構成機器.....	87

表番号

表 1-1 : インドネシアの経済指標.....	2
表 1-2 : PKG の役割.....	8
表 1-3 : BRG 各課の役割	9
表 1-4 : データ伝送方式の比較.....	15
表 1-5 : SESAME システムと類似品との性能比較	16
表 2-1 : 緩和策にかかる実証活動.....	22
表 2-2 : 適応策にかかる実証活動.....	22
表 2-3 : 供与資機材リスト.....	31
表 3-1 : SESAME の稼働不良の原因と対応.....	45
表 3-2 : SESAME 設置場所リストおよび稼働状況 (2017 年 7 月 25 日時点)	48
表 3-3 : JH ダムの放水量 (計画と実績)	54
表 3-4 : 本邦受入活動の日程 (実績)	66
表 3-5 : 技術移転の概要.....	67
表 3-6 : PJT II : SESAME 運営維持管理費用 (2017 年度予算)	78
表 4-1 : SESAME と Morpalaga の比較.....	84
表 4-2 : 他社テレメトリ計測機器と SESAME との性能比較	86
表 4-3 : 販売予測、利益予測 (2017 年 7 月時点)	90
表 4-4 : 販売予測.....	90
表 4-5 : 収支予測.....	91

案件概要



要約

I. 提案事業の概要	
案件名	多目的ダム管理や気候変動対策のデータ収集効率化に向けたリアルタイム監視システム (SESAME システム) 普及・実証事業 (英文) Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Efficient Management of the Multi-purpose Dam and Data Collection for the Climate Change with Real-Time Telemetry System (SESAME SYSTEM)
事業実施地	インドネシア国 ・中部カリマンタン州、リアウ州、ジャンビ州、西カリマンタン州、中ジャワ州、ジャカルタ市近郊カツランパダム、BPPT セルボン事務所 (BPPT との活動) ・西ジャワ州チタルム川流域 (PJT II との活動)
相手国 政府関係機関	・Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi / BPPT (技術評価応用庁) ・Perum Jasa Tirta II / PJT II (ジャサティルタ II 公社)
事業実施期間	2015年6月～2017年11月
契約金額	99,988,560円 (税込)
事業の目的	・多目的ダム管理の効率化および効果的な災害対策を長期的な目標とし、SESAME システムの導入によってチタルム川流域のフィールドデータをリアルタイムで自動計測しデータ収集作業の効率化を図る。(PJT II との活動) ・インドネシアにおける気候変動対策にかかるモニタリング活動の促進につながることを長期的な目標とし、気候変動にかかわる様々な野外観測の場でのデータ収集における SESAME システムの多様な有効性を実証し、その普及に向けて実証結果を関係機関に広める。(BPPT との活動)
事業の実施方針	1. 本事業の概要 インドネシアでは、洪水被害対策、干ばつ被害対策、泥炭火災防止策を含む気候変動対策を国家の最重要課題の一つとして、数多くの機関が携わっている。その中で改善を要する大きな問題の一つは、的確かつ迅速な対策を実行するために必要なデータの収集・分析能力が不十分なことである。SESAME の優位性を実証するために、BPPT と PJT II をカウンターパート (C/P) 機関として SESAME を設置して、気候変動適応策および緩和策に寄与する活動を行うとともに、SESAME の

有効性を関係機関に広く広めることが本事業のねらいである。具体的な活動内容は以下のとおりである。

ジャティルフル（JH）ダム上下流において、流域管理に必要な水位、雨量、総合気象、水質などのフィールドデータを SESAME システムによって計測する。これにより、ダム周辺の水資源情報を迅速かつ体系的に把握し、放水量の的確な調整を可能とし、効率的なダム管理へ寄与することを実証する。

さらには、泥炭地など気候変動問題に直面する地域に SESAME システムを設置し、BPPT や大学など研究機関を通じてフィールドデータを収集・活用する。その成果を踏まえて、気候変動対策におけるモニタリング活動の重要性と、SESAME システムの有効性を関係機関に広く普及する。

2. 事業の基本方針

・気候変動対策を緊急課題とするインドネシア政府の要望に対応すべく、短期間で SESAME システムの有効性を実証する。本事業の C/P 機関は、気候変動対策に関連する多様な機関から絞り込み、SESAME を迅速かつ的確に活用すると想定される BPPT と PJT II とした。

BPPT：気候変動対策に関して各共同研究機関とともに実証活動を行い、SESAME がテレメトリシステムとして緩和策・適応策の両面で多様な適用性を持つことを実証・評価する。

PJT II：インドネシアで最も重要な流域の一つであるチタルム川流域を管轄するため、適切な水管理と洪水警報の迅速な発信に SESAME データを活用する。

・本事業で収集したデータは、みどり工学の管理するクラウドサーバーに集積してデータエラーのチェックをした後に、本事業で BPPT に設置する SESAME データ用のサーバーへ転送する。これによって将来、気候変動対策に関わる各機関が集めたデータを一元管理する礎石を作る。

3. 期待される成果

【成果 1】 PJT II において、SESAME システムが活用されることにより、リアルタイムでデータが収集され、効率的な多目的ダム管理のために役立てられる。長期的には、PJT II で以下が可能となる。

(i) 需要に応じた JH ダムからの適切な放水

	<p>(ii)洪水などの災害への迅速な対応に必要とされる、精度の高い河川データを収集する基盤の整備</p> <p>【成果 2】 気候変動対策の分析に必要なデータ収集に SESAME システムが活用され、その多様な適用性および効果が BPPT により実証される。その結果、インドネシア国内での気候変動対策に役立つデータ収集技術として、SESAME システムの活用が BPPT により継続的に奨励される。</p> <p>【成果 3】 中立的な機関である BPPT が、本事業により設置されるデータサーバーを運用できるようになる。さらに、BPPT のイニシアティブにより、気候変動分析に必要な多様なデータを共有・相互利用するための議論が関係政府機関の間でなされ、アクションプランが作成される。</p> <p>【成果 4】 PJT II、BPPT および共同研究機関における SESAME システムの維持管理能力が向上する。</p> <p>【成果 5】 みどり工学、PJT II、BPPT により、インドネシア内における SESAME システムの普及展開のための戦略、計画が策定される。</p>
実績	<p>【要約】 SESAME 計 57 台 (BPPT セルポン研究所 : 1 台、地方 5 大学 : 5 台、カツランパダム : 1 台、PJT II : 50 台) と SESAME データサーバー (BPPT セルポン研究所 : 1 台) を設置し、既存の携帯電話通信網を使ったフィールドデータ伝送システムの有効性を実証した。その結果、既存の計測方法よりも正確なデータをリアルタイムで入手可能になった。SESAME の有効性が認められ、インドネシアの課題である泥炭地復興に向けた地下水位モニタリングへの活用が BPPT および BRG より期待されている。また、河川の流量測定に必要な水位データを正確に取得できるようになったため、PJT II の水管理能力の向上と将来的には洪水警報システムの開発にも寄与すると期待される。</p> <p>1. 実証・普及活動</p> <p>(1) 機材の設置・稼働状況</p> <p>本事業における 2017 年 9 月時点での状況は以下のとおり。</p> <p>・ PJT II に設置した計 50 台の SESAME のうち、46 台からは問題なくデータが伝送されている。残り 4 台については、移設の必要性およびセンサー故障により一時的に稼働を停止しているが、みどり工学が技術支援し、部品交換などに必要な費用は PJT II の負担で再設置および修理をする。2017 年 10 月中に全 50 台が稼働する見通しである。</p>

	<p>・BPPTの管理下で大学など共同研究機関に設置した計7台のSESAMEからはデータが問題なく送信されている。</p> <p>・現在稼働中のSESAMEからのすべてのデータは、みどり工学のクラウドサーバーを経由して本事業でBPPTに設置したデータサーバーへ送られ、フィールドデータが蓄積されている。</p> <p>(2) 活動実績</p> <p>【成果1】(PJT IIとの活動)</p> <p>①効率的かつ体系的な水管理が可能となるよう、SESAME設置場所の決定にかかる技術アドバイスをした。</p> <p>②協議や現場視察を通じてPJT IIによる水管理の現状と課題を整理し、改善に向けた助言をした。</p> <p>③維持管理の一環として、設置後のSESAMEの稼働を共同で確認し、エラーが出ている箇所の機器チェックと修正にかかる指導をした。</p> <p>④SESAMEデータの処理・分析方法を指導し、データ活用に向けた技術支援をした。</p> <p>⑤運営維持管理体制の構築に必要な助言をした。</p> <p>【成果2】(BPPTとの活動)</p> <p>①泥炭地において的確な地下水位観測ができるようSESAME設置場所の決定にかかる技術アドバイスをした。</p> <p>②協議や現場視察を通じて泥炭地地下水管理の現状と課題を整理し、改善に向けた助言をした。</p> <p>③本邦調達機材をVAT免税で輸送した。</p> <p>④BPPT関係者に対してSESAMEの設置方法を指導し、設置後は共同でSESAMEからのデータ伝送にエラーが出ている箇所のチェックと修正をした。</p> <p>⑤SESAMEデータの処理・分析方法を指導し、データ活用と運営維持管理体制の構築に必要な支援をした。</p> <p>【成果3】</p> <p>BPPTへSESAMEデータサーバーを設置し、管理・活用の方法を指導した。</p> <p>【成果4】現地での研修と本邦受入活動を実施して、SESAMEの設置と維持管理、データ活用にかかる技術を指導した。</p> <p>【成果5】</p> <p>①SESAMEシステムの有効性の紹介と普及に向けて、計5回のワークショップを開催した。</p>
--	--

②SESAME 広報パンフレットの作成や新聞取材への対応など、広報活動を積極的に行った。

(3) 成果の達成状況

【成果 1】(PJT II との活動)

・ JH ダムからの放水量予測に必要な水位について、従来の目視では 1 日 2 回の計測であったが、SESAME 設置後は 24 時間を通じ 10 分間隔で、より正確なデータを取得できるようになった。PJT II による分析の結果、目視と SESAME では計測値に大きな違いがあることが明らかになり、効率的かつ体系的な水管理に向けて SESAME の有効性が実証された。

・ PJT II が管轄するチタルム川流域の灌漑システムのうち、ジャカルタへ生活用水を供給するベカシ堰は特に重要な堰の一つである。ここに水位計および水質計付きの SESAME を設置し、ジャカルタ生活用水の水量と水質をより正確かつ迅速に把握できるようになった。

・ PJT II は SESAME からのフィールドデータを活用して、日・週・月毎の降水量や灌漑水路の水位変化をグラフ化によって把握し、より適切な水配分・水管理の方法の検討に活用している。

・ PJT II は既存の水データ管理システム (SISDA) と SESAME からのデータを統合して総合的な水管理システムの開発を進めるなど、SESAME を自主的かつ有効に活用している。

・ 正確な洪水予測と早期警報には、支流域での雨量や河川水位の測定頻度と精度を高めることが課題である。SESAME がその克服に貢献できることが実証された。

【成果 2】(BPPT との活動)

・ BPPT から気候変動対策の技術開発研究機関として選定され、SESAME を設置した 5 大学では、SESAME データを活用して「地下水位と泥炭地火災の発生および CO₂ 発生量の相関関係の分析」、「地下水位観測に基づく泥炭地火災発生予測と警報システムの運用」など気候変動対策に関連するテーマで研究が進められている。

・ BPPT は SESAME システムの最も効果的な使用方法として泥炭地地下水モニタリングへの活用をあげており、この普及のために積極的に BRG との連携を進めている。BRG は泥炭地復興に向けた取り組みとして、上記 5 大学のうちリアウ、ジャンビ、中部カリマンタンの 3 大学を含む国内 11 大学と共同研究を実施すべく、実施計画書を作成中である。

【成果 3】

・BPPT は、SESAME データを加工し、洪水予測や緊急警報にかかるパブリックデータとしてウェブページで公開する計画を持っており、システム開発の担当部署を設置して関連作業を開始している。これが実現すれば、SESAME システムが気候変動対策において果たす役割がさらに大きくなる。

・本事業の実施関連機関である BPPT、PJT II、大学と BRG の間で BPPT に設置したサーバーを介したデータの共有が開始されている。

【成果 4】

・現地での研修や現場での技術指導、本邦受入活動を実施して、BPPT、PJT II および大学担当者に対して SESAME システムの構造や設置方法、維持管理方法について技術指導を実施したことにより、SESAME のテレメトリシステムとしての優位性が理解され、各担当機関によって適切な維持管理体制とフィールドデータの活用計画が提案された。

・BPPT に設置したサーバーの維持管理担当者が配置され、みどり工学は同担当者へデータ管理と活用方法について指導した。BPPT は SESAME データをデータベース化し、将来的にはパブリックデータとして公開する計画を有している。BPPT は、これらの活動実施に必要な予算を確保済みと確認できたため、同サーバーおよび SESAME データは継続的に活用される見込みである。

・カツランパダムに設置された SESAME の運営維持管理体制が明確になっていないため、BPPT はカツランパダム現場管理組織と調整を進めている。本事業終了後も維持管理体制を確認できない場合、BPPT は SESAME を移設する。

・5 つの大学に設置した SESAME は継続して泥炭地回復にかかる研究開発に活用するとして各大学で研究計画が策定され、SESAME の維持管理のために人員配置はされたが予算の確保が難しいため、政府機関として国内の泥炭地管理を統括する BRG から費用負担を得られるよう BPPT が調整を進めている。

【成果 5】

・計 5 回のワークショップ開催を通じて、気候変動対策に取り組む関係機関や民間企業の SESAME システムに対する理解や関心が高まり、SESAME 導入を検討する機関からみどり工学に対して、仕様や価格に関する問い合わせを受けている。

	<ul style="list-style-type: none"> ・ PJT II により、流域管理における SESAME システムの活用を紹介する英文パンフレットが作成され、2017 年 7 月の最終ワークショップをはじめとして、関係機関への配布が開始された。 ・ 2016 年 12 月にインドネシアで開催された泥炭地管理に関する国際シンポジウム、2017 年 5 月に英国アバディーンで開催された国際泥炭地学会年次総会において、それぞれ SESAME を活用した泥炭地水位管理の取り組みが BRG によって紹介された。 ・ JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency : 宇宙航空研究開発機構) と BRG の共同研究や、泥炭地でオイルプランテーション事業を展開する民間企業など様々な機関から SESAME について問い合わせを受けており、今後 SESAME がさらに導入される可能性がある。 <p>(4) 事業実施国政府機関との協議状況</p> <p>本事業で導入した計 57 台の SESAME とサーバーについては、2017 年 11 月末までに BPPT へ譲渡することで関係機関と合意し、引き渡しレターの取り交わしに向けた手続き中である。PJT II に設置した 50 台については、PJT II の責任で維持管理するとした覚書を BPPT と PJT II の間で署名済みである。</p> <p>2. ビジネス展開計画</p> <p>本事業終了後の普及については、SESAME システムの現地代理店として ZMEI 社が輸入・販売、設置依頼とアフターサービスを受け付けて、現場での作業が必要な場合は ZMEI から Hydrosix 社へ業務を委託する。BNT 社は、プロモーション担当として同社の持つ人脈を通じて販売先を開拓して ZMEI へ新規顧客を紹介する。</p> <p>製造について、みどり工学は最大月 100 台の出荷を目指し、日本国内の体制拡大を図っている。将来的には大口受注に対応できるよう、SESAME 本体の現地組み立ても検討するが、当面は日本国内のみどり工学本社で製造し、輸入を含む流通販売を ZMEI に依頼する。現時点で想定される販売先には、BRG や PU などの政府機関、PJT II あるいは PJTI などのダム管理機関、パームオイルプランテーション事業運営会社などの民間企業があげられる。</p>
課題	<p>1. SESAME の維持管理体制の確保</p> <p>既述したとおり、今後の主な課題として以下が残されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ カツランパダムに設置した SESAME は、機材監視やデータ確認といった日常メンテナンス行われておらず、その責任の所在も不明確であ

	<p>る。BPPT が同ダム管理組織と調整を進めるが、適切な維持管理体制を確立できない場合、BPPT は本事業終了後、ニーズがより高い場所へ SESAME を移設する意向である。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・5つの大学に設置した SESAME は、大学の予算から維持管理費用を確保することは難しいとの報告を受けた。大学からの SESAME データの共有を前提に、維持管理費用を BRG に負担してもらうよう、BPPT が BRG と交渉を進めている。 ・今後、修理などの現場業務は、Hydrosix 社へ委託する計画である。本事業では初期に設置した現場での OJT 指導をはじめ、限られた現地渡航期間に可能な限りの技術移転をした。しかし、技術指導後に Hydrosix 社が単独で設置工事をした SESAME (8 台) には配線接続間違いなどが原因でデータが伝送されないなどの初歩的な施工ミスがあり、技術の習得がまだ十分ではないことが分かった。みどり工学は、本事業終了後も引き続き同社の技術力強化に向けて支援する。 <p>2. インドネシア国のニーズに合った販売方法の提供</p> <ul style="list-style-type: none"> ・SESAME は、ウェブサービスなどのシステム利用料として、本体の販売設置後に毎月約 36 万 IDR を支払う契約としている。既存の類似製品は、本体購入後、継続的にメーカーにサービス料金を支払う仕組みになっていないため、今後ビジネス展開を拡大するには、価格優位性を高めるために SESAME の本体価格・アフターサービス料金を見直す必要がある。 ・概して、公的機関の場合は生データを入手し独自のシステム開発を進めたいとの意向がある一方、民間企業の場合は生データを整理してグラフ化するまでのシステムとパッケージにしたサービス提供が求められることが多い。こうした顧客のニーズに合わせてウェブシステムの利用方法と料金について、オプションとすることが求められている。
事業後の展開	<p>本事業の結果、SESAME システムはインドネシアの最優先課題である気候変動対策に貢献することが実証された。これを受けて、みどり工学は事業後のビジネス展開を積極的に図る計画である。</p> <p>BRG は早急に 260 台のテレメトリシステムの設置が必要と試算しており、その優位性から SESAME の導入を希望している。パームオイルプランテーションなど泥炭地で稼働する民間企業に対しては、法令で地下水位管理が義務付けられたため、民間企業からの需要も拡大すると予想される。また PJT II によると、チタルム川流域の灌漑面積 25 万</p>

	<p>ha をより包括的に管理し、放流する水を効率的に利用できるようにするためには、さらに 100～300 台の SESAME が必要である。</p> <p>みどり工学は、これら様々な販売可能性を踏まえてビジネスを展開していく計画であり、こうした潜在顧客ニーズに順調に対応することができれば、2017 年に 113 台、2018 年に 378 台、2019 年に 430 台の販売ができると予測している。</p>
II. 提案企業の概要	
企業名	株式会社みどり工学研究所
企業所在地	北海道札幌市
設立年月日	平成 16 年（2004 年）7 月 28 日
業種	製造業
主要事業・製品	<p>SESAME を主要製品とするフィールドデータ伝送機器製造販売、クラウドサーバーを含むシステム運用、各種観測機器による調査・設置作業請負。</p> <p>【代表製品】</p> <p>SESAME-01、SESAME-02d 水位、雨量データ伝送装置</p> <p>SESAME-05d 総合気象データ伝送装置</p>
資本金	1,000 万円
売上高	7,400 万円
従業員数	7 名

1. 事業の背景

(1) 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認

① 事業実施国の政治・経済の概況

(a) 基礎情報

インドネシア共和国（略称、インドネシア）は、東南アジア南部に位置する共和制国家で、首都はジャワ島にあるジャカルタである。領土面積は191万931km²（世界15位）で、赤道に沿って1万8,110の大小の島から成り立ち、世界最多の島嶼を抱える。主要な島は、ジャワ島、スマトラ島、カリマンタン島（マレーシアではボルネオ島と呼ぶ）、スラウェシ島、パプア島の5島で、総面積の90%以上を占める。人口は約2億6,000万人¹（2016年時点）で世界第4位²、人口増加率は1.3%（2010～2015年³）、国民の88.%以上はイスラム教徒であり、世界最大のイスラム人口国⁴である。

(b) 政治状況

多民族国家でありながら、政治的には連邦制ではなく中央集権的な単一国家である。地方行政は、主に34州（Province: ジャカルタ首都特別州を含む5特別州を含む）に区分され、州政府が担っている。

1997年には、アジア通貨危機により経済状態が悪化したため、翌1998年5月にジャカルタ暴動が起これ、約30年間続いたスハルト政権が崩壊した。そのため当時は、政治は一時的に不安定な状態に陥ったが、経済の立直りは早く、それ以後は民主化・分権化が進み政治は比較的安定している。

前ユドヨノ大統領（Susilo Bambang Yudhoyono）は2004年から2014年の2期（法律上で3選は禁止されている）を務め、気候変動対策で積極的な政策を実施した。前ユドヨノ大統領の任期満了に伴い、2014年に議会選挙および大統領選挙が実施され、前ジャカルタ特別州知事のジョコ大統領（Ir. H. Joko Widodo）が選出された。

スハルト政権崩壊後、地方分権化が大きく進んでいる一方で、地方分権による弊害も生じており、例えば、中央政府が進める環境政策とは相反する開発政策を州政府が進めてしまうといった例も生じている。

(c) 経済状況

1997年のアジア通貨危機以降、2000年には財政赤字がGDPの89%にまで達したものの、その後の経済回復は早く、2011年には30%未満に減少した。同2011年のインドネシアのGDPは8,462億ドルとなり、世界第16位となった。2007年から2012年は、ほぼ6%程度の経済成長を続け、新興国BRICS⁵に続く経済成長国と期待されるまでになった。

¹ UN世界の人口推計2016 <http://data.un.org/CountryProfile.aspx?crName=Indonesia>

² Population ranking, The World Bank <http://data.worldbank.org/data-catalog/Population-ranking-table>

³ UN世界の人口推計2016 <http://data.un.org/CountryProfile.aspx?crName=Indonesia>

⁴ Muslim Population of Indonesia, Pew Research Center <http://www.pewforum.org/2010/11/04/muslim-population-of-indonesia/>

⁵ BRICS: Brazil, Russia, India, China, South Africa

インドネシアの経済成長の牽引役となっているのは、主に大きな人口に支えられた国内需要である。そのため、リーマンショックによる世界金融危機に大きな影響を受けることなく、経済発展を保ってきた。その後、経済成長は緩やかに減速しつつあり、2015年および2016年の経済成長率は5%を下回っている。以下に、最近の経済指標の推移を示す。

表 1-1：インドネシアの経済指標⁶

	2012	2013	2014	2015	2016
名目 GDP (10 億 US ドル)	919.002	914.552	890.597	858.953	940.953
購買力平価 GDP ⁷ (10 億 US ドル)	2,344.88	2,515.16	2,688.81	2,848.03	3,027.83
一人あたり GDP (US ドル)	3,744.53	3,675.58	3,531.80	3,362.36	3,635.81
実質 GDP 成長率 (% 前年比)	6.03	5.557	5.024	4.794	4.935
経常収支 (100 万 US ドル)	-24.418	-29.109	-27.51	-17.654	-21.281
経常収支 (% GDP)	-2.657	-3.183	-3.089	-2.055	-2.262
インフレ率 (% 前年比)	3.652	8.08	8.359	3.353	3.414

② 対象分野における開発課題

(a) インドネシア国の開発課題に対する日本の協力方針

日本政府の対インドネシア国別開発協力方針（旧国別援助方針）において、「インドネシアは日本と長い友好関係を有し、アジア経済発展に向けた戦略的パートナーであり、また、近年は東南アジア唯一の G20 メンバーとして政治および経済において重要な役割を担っていることから、同国の安定的な経済発展を支援することは重要である」としている。近年、インドネシアは気候変動対策が緊急課題であり国及び地球レベルで取り組む方針であると表明した。日本政府はこれを積極的に支援する方針をたて、重点分野（中目標）「（3）アジア地域及び国際社会の課題への対応能力向上のための支援」において「環境保全・気候変動等の地球規模課題への対応能力や援助国（ドナー）として能力の向上に寄与するための支援等を行う。」ことを表明している。

気候変動対策プログラムでは、GHG⁸排出の主な原因とされる泥炭地荒廃の抑制に向けた制度づくりと、気候変動による負の影響の低減に向けた協力を目指して、インドネシア国の能力向上を支援の中心に据え、統合的水資源管理を含む環境分野の協力案件を多数実施している。

⁶ 出典：IMF, World Economic Outlook Database October 2016

<http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2016/02/weodata/index.aspx>

⁷ 市場為替レートではなく購買力平価交換比率を使って当時の US ドルに換算した値

⁸ Greenhouse Gas：温室効果ガス

(b) インドネシアにおける気候変動問題

インドネシアでは、気候変動の影響により、1900年以降、年平均気温が約0.3°C上昇したといわれている。また、降雨パターンの変化により、ジャワ島を含む南部インドネシアでは、乾季の干ばつに加えて、雨季には降雨量の増加による膨大な洪水被害が発生している。例えば、2007年2月に首都ジャカルタで発生した洪水では、69名が死亡し、7万世帯（42万人）が影響を受け、4億5千万USドルの損失が発生した。今後の見通しでは、10年間で年平均気温が0.2~0.3°C上昇すると予測されている。また、近年、モンスーンの開始時期に30日間程度の遅れが出ており、雨季の雨量が10%増加する一方で、乾季の雨量は75%も減少している。気温の上昇によって米の収穫量が大幅に減少し、その結果、農家の収益が9~25%も下がるという深刻な事態が予測されている。2005年に発効した京都議定書では、主として先進国による化石燃料の燃焼などエネルギー起源の温暖化ガス（GHG）排出の削減を対象にしているため、インドネシアは削減義務（いわゆる、キャップまたは排出上限）を課せられない非附属書I国⁹とされている。同国の2010年のエネルギー起源排出量は4.1億トン¹⁰（二酸化炭素換算量、以下記載のない限り同じ）に過ぎないものの、森林からの排出（森林の減少・劣化による炭素ストックの減少）および泥炭地からの排出（泥炭地の乾燥や火災による二酸化炭素排出）を単純加算すると、GHGの総排出量は約30億トンとなる。先進国および中国、インドにおいては、エネルギー起源排出量がほぼGHG総排出量に等しいとみなされるため¹¹、これに基づくインドネシアは、中国、アメリカに次いで世界第3位のGHG排出量になる。これは日本の排出量である11億トン（2010年）に比べて3倍近い。特に、泥炭地からの排出は年間20億トンに上り¹²、同国のエネルギー起源排出量の5倍に相当する。また、森林減少・森林劣化による排出量も年間6億トン（2005~2010年平均）¹³に上る。同国では2015年6月から10月にかけて大規模な森林・泥炭地火災が発生した。インドネシア政府からの報告では、200万ha以上の森林地帯が喪失するなど、その被害は深刻である。泥炭地火災は、地球温暖化係数で比較した場合にCO₂の25倍の温暖化効果をもつメタンを大量に排出するため、インドネシアにおいては、泥炭地の火災防止、荒廃復興、モニタリングは気候変動対策の中でも特に重要な取り組みとされている。インドネシアの泥炭地復興・火災対策は国際的な取り組みの強化が必要な課題として、JICAに加えノルウェーなど他国政府からの支援が開始されている。

(c) インドネシアにおける開発課題としての気候変動問題の位置づけ

上記のとおり、気候変動はインドネシアの最も重要な開発課題として位置付けられている。気候変動対策には、①適応策（気候変動事象からの被害を軽減する対策で洪水や干ばつ対策などがある）と②緩和策（泥炭火災管理など、温室効果ガス排出量を削減し地球温暖化の影響自体を抑制

⁹ Non-Annex I Parties: 中国、インドを含む、いわゆる途上国

¹⁰ CO₂ Emissions from Fuel Combustion Highlights, International Energy Agency, 2012

¹¹ 非エネルギー起源排出量は、統計値がないものの、土地利用および森林起源（LULUCF）の排出量をみる限り、これらの国々では、エネルギー起源排出量に比べてかなり小さいとみなせる。（CAIT 2.0 WRI's climate data explorer）

¹² 国際湿地保全連合の報告による。シンポジウム「アジアに迫る温暖化と低炭素エネルギー開発～バイオ燃料、水力発電 CDM、天然ガス開発の持続可能性を問う～」（2007年2月8日開催）配布資料より

¹³ FAO (2010), Global Forest Resources Assessment 2010, <http://www.fao.org/forestry/fra/fra2010/en/>

する対策とその効果の測定)がある。通常では、開発途上国は、緩和策への取り組みは先進国の責任と考え、適応策に焦点を当てているが、インドネシアは適応策だけでなく緩和策も開発課題として掲げている数少ない国の一つである。

大統領令として2011年に「61号 国家温室効果ガス削減行動計画(RAN-GRK)」が発令され、さらに翌2012年には「温室効果ガス削減行動計画の実施に向けたガイドライン」が制定されるなど、気候変動対策は最優先課題に置かれている。

インドネシア政府は、2015年に発効されたCOP21(パリ協定)において、2030年までにGHG排出量を自国の努力で29%、国際支援が加われば41%¹⁴削減するとの目標を発表した。¹⁵ さらに、国を挙げて泥炭地回復に取り組む方針を示すとともに、大統領直轄で同課題解決に取り組む専任組織としてBRG(泥炭地回復庁)の設立を発表した。2016年1月に設立されたBRGの活動期間は5年間と定められ、BRGには気候変動対策に向けた具体的活動を早急を実施し、その成果を報告することが義務付けられている。

(d) 泥炭地モニタリングの重要性

泥炭火災管理など気候変動対策の多くは、フィールドでの計測データに基づいた迅速かつ組織的で大規模な活動が求められる。一方でインドネシアの現状をみると、データの計測・収集に多大な労力と時間を要しているために、迅速な活動計画の立案や実施の妨げとなっている。例えば、泥炭火災を防止する観点から、泥炭地の地下水位を地表から40cm以内に維持することが政令で定められているが、地下水位を的確にモニタリングできていないために、依然として泥炭地火災が頻発している。このため、モニタリング活動の円滑な実施は喫緊の課題といえる。

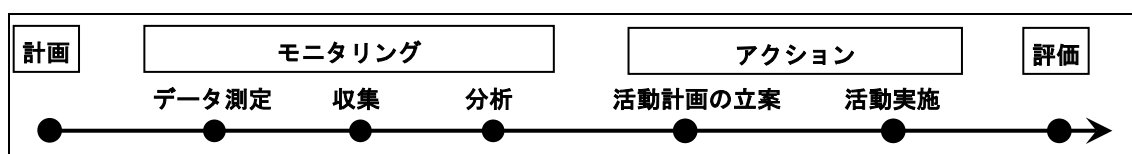


図 1-1 : 気候変動対策におけるモニタリングからアクションへの流れ

(e) カウンターパートの取組みと本製品への期待

泥炭地管理を目的として実施された平成24年度 JICA-JST 連携による SATREPS 事業「インドネシアの泥炭・森林における火災と炭素管理」(2010年2月~2014年3月)(以下、「SATREPS 事業」)を実施した北海道大学を中心としたプロジェクトチームは、インドネシアにおいて泥炭地管理に必要な水位データを正確に計測するために、株式会社みどり工学研究所(以後、みどり工学)の開発した SESAME システムを導入した。これにより、泥炭地管理のフィールドデータ収集における SESAME システムの有効性が実証された。さらに、みどり工学が実施した平成25年度外務省政府開発援助海外経済協力事業(本邦技術活用等途上国支援推進事業)委託費「案件化調査」(以後、「案件化調査」)では、インドネシアで気候変動対策を担ういくつかの公的機関から、SESAME システムを活用したいとする要望が示された。そのうち、正確なフィールドデー

¹⁴ 2020年までに現状のまま対策を講じない場合(BAU)に対する割合

¹⁵ https://www.jica.go.jp/information/seminar/2016/20170207_02.html

タの把握に対するニーズが最も具体的かつ緊急性が高いと判断されたジャサティルタ II 公社 (PJT II) と、様々な課題に対して有効な技術を評価して関係機関に推奨する役割を担っている技術評価応用庁 (BPPT) において気候変動対策に向けた SESAME 導入に対するニーズがより高いと判断し、同 2 機関を普及・実証事業のカウンターパート (C/P) 機関として本事業を提案し、採択された。

PJT II は、チタルム川流域の水管理を担っており、その重要な役割の一つがインドネシア最大の貯水量 (30 億 m^3) を有するジャティルフル (JH) ダムの運営管理である。同ダムは、流域内の灌漑、水力発電、ジャカルタ市やダム周辺地域への生活用水供給、洪水調整など多目的に使用されている。そのため、気候変動の適応策においても重要な機関である。JH ダムの現状の課題は以下のとおりである。

広大な面積を有する流域であるにもかかわらず、雨量や水位を人力で計測・記録しているためデータ収集が可能な範囲は物理的・時間的に限られている。

ダム上下流において信頼できるフィールドデータを定期的に収集できていないため、水の需給バランスについて、精緻な計算ができない。そのため、例えば実際の水需要に対して過剰な灌漑用水が放流されているなど、効率的な水利用ができていない。

正確かつリアルタイムの水位データが把握されていないため、洪水時の警報発信や防護対応などの緊急を要する行動に遅れが生じている。

これらの課題に対して、PJT II は 1985 年にダム群の上流 11 カ所に雨量観測所を設け、雨量データの自動観測・伝送を試みた。しかしながら、システムに不備や故障が生じて十分に機能しなかった上に故障箇所の修理に大きな費用がかかることから、観測・伝送を断念した。しかし、PJT II にとって、ダム管理効率化のためにデータ計測システム導入の必要性は高いことから、SATREPS 事業を通じて SESAME の有効性が認められたことを知り、SESAME システムの導入を要請するに至った。

BPPT は、気候変動緩和・適応の両対策に有効な技術を評価し、様々な関係機関に推奨している。有効な技術を発掘し、気候変動に対する緩和策および適応策で貢献することは、BPPT の重要な役割である。特に緩和策について、泥炭地火災の予防は最も重要な課題の一つであり、BPPT は SATREPS 事業の C/P 機関として SESAME システムのフィールドデータ収集機能の有効性を直接確認した経験から、同システムを高く評価している。BPPT はさらに、気候変動対策における SESAME システムの有効性を各地方の大学などの協力を得て評価し、様々な関係機関にも SESAME の活用促進を図ることにより、インドネシアにおける気候変動対策推進の役割を果たしたいとしている。

③ 事業実施国の関連計画、政策 (外交政策含む) および法制度

気候変動に関する国際的な枠組条約については、2005 年に発効した京都議定書が 2012 年末に事実上失効し、2020 年以降の枠組み合意を気候変動枠組条約に関する締約国会議 (Conference of the Parties : COP¹⁶) などで模索している状態にあった。2014 年 10 月に就任した現ジョコ大統領は、2015 年の COP21 で後述する泥炭回復庁 (BRG) の設立を表明するなど、温室効果ガス排出源の最

¹⁶ COP : 本報告書では、特に気候変動枠組条約 (Framework Convention on Climate Change : FCCC) に関する COP (締約国会議) (正式には COP-FCCC) を指す。

も大きな割合を占める森林・泥炭地火災の防止に焦点を当てた取り組みを進めている。

(a) 泥炭地管理に関する法制度

「泥炭地生態系の保全と管理」のための政府令 2014 年 71 号 (PP71/2014) により、泥炭地における地下水位を地表から 40cm 以内に維持することが義務付けられた。「地下水位を地表から 40cm 以内に維持する」ことの主な目的は、深刻な GHG 排出を引き起こす泥炭火災の防止にある。特にオイルパームのプランテーションでは、その生育のために地下水位を下げる必要があり、そのために地表が乾燥し泥炭火災が起きやすくなる。その防止策として、先の法令が制定され、それに違反した場合には泥炭地を損壊したとみなされることになった。過去にも 1990 年には、大統領令 32 号により、厚さ 3m 以上の泥炭層を持つ泥炭地の保全が義務付けられたものの、スハルト元大統領によって泥炭森林を開墾して水田とするメガライズプロジェクトが実施 (大統領令 1995 年 82 号) されたことにより、同令は無効化された。しかしながらその後、上述した法令 2014 年 71 号など泥炭地保全に向けた規制が新たに制定され、泥炭地の保全に向けた政府の動きが復活した。

(b) 気候変動政策に関する組織体制

現ジョコ大統領は、気候変動政策に関連する組織体制を大幅に変更した。まず、環境省と林業省が統合され、環境林業省 (Ministry of Environment and Forestry : MOEF) が発足した。さらに大統領令 2015 年 16 号 (1 月発令) により、それまで気候変動対策への取り組みの中核組織であった国家気候変動協議会 (Dewan Nasional Perubahan Iklim : DNPI) および REDD+庁 (Reduction of Emission from Deforestation and forest Degradation Puls Agency : REDD+ Agency) が廃止され、MOEF の気候変動総局 (Directrate General of Climate Change Control : DGCC) がそれに代わる組織として位置づけられた。

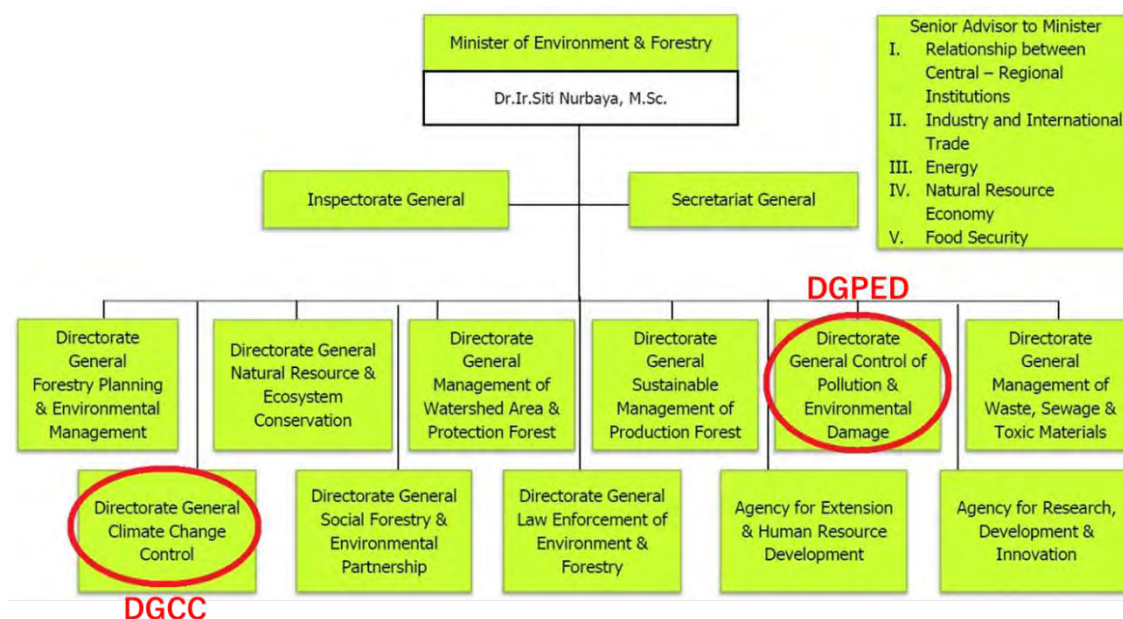


図 1-2 : 環境林業省 (MOEF) 組織図

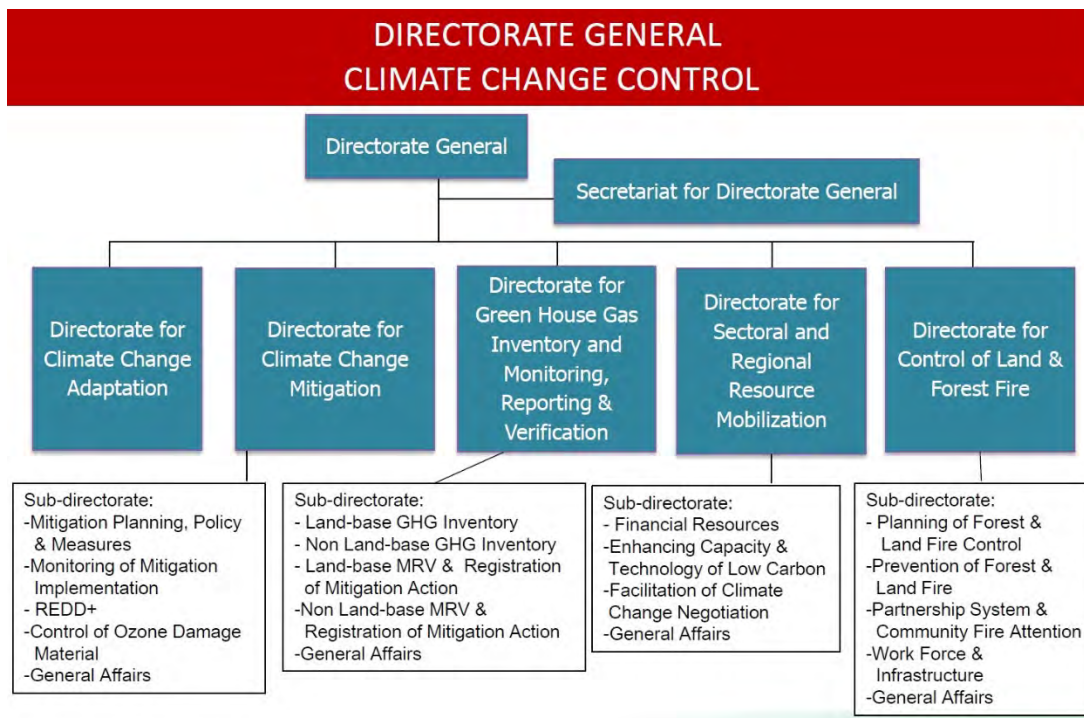


図 1-3 : MOEF の気候変動総局 (DGCC) 組織図



図 1-4 : MOEF 公害環境荒廃対策総局 (DGPED) 組織図

泥炭地復興の優先活動地域とされる 7 州（リアウ、ジャンビ、南スマトラ、西カリマンタン、中部カリマンタン、南カリマンタン、パプア）の泥炭地 200 万 ha の管理と回復を担当するのは、後述する大統領直轄機関の BRG であり、これ以外の泥炭地復興を担当するのは MOEF の公害環境荒廃対策総局（Directorate General of pollution control & Environmental Damage : DGPED）である。

環境林業省公害環境荒廃対策総局泥炭荒廃対策局 (PKG)

DGPED 下の泥炭荒廃対策局 (PKG) はインドネシアにおける泥炭の管理および回復を担当する部局である。「環境省および林業省の組織および作業工程にかかる環境省・林業省規定第 P.18/MENLHK-II/2015 号」に基づき、以下の役割が課せられている。

表 1-2 : PKG の役割¹⁷

課	担当部署	役割
インベントリおよび指定課	泥炭水理単位の機能インベントリ係 泥炭水理単位の機能指定係	政策の策定、実施、調整および協調、技術指導の策定および技術指導の評価、ならびに、泥炭生態系のインベントリおよび機能指定実施の監督にかかる準備 (第 665 条)
泥炭被害対策計画課	計画係 計画評価係	政策の策定および実施、泥炭被害対策計画分野での技術支援の調達管理および評価 (第 669 条)
泥炭生態系保護課	予防・モニタリング係 予防・回復係	政策の策定および実施、泥炭生態系保全分野での技術支援の調達管理および評価 (第 673 条)
管理課		管理、プログラム、人事、予算、上部への報告等の管理 (第 677 条)

泥炭地回復庁 (BRG)

大統領令 2016 年 1 号により、大統領直下に BRG が設立された。BRG は、2020 年末までに総面積 200 万 ha の泥炭地の生態系を回復することを使命として、5 年間の活動期間終了後には解体される予定である。同大統領令では、BRG の役割を以下のように規定している。

泥炭回復にかかる政策の調整および実施促進

泥炭回復にかかる計画、管理、連携

泥炭水理単位¹⁸の地図化

保全地、耕作地のゾーニング

再湿地化施設の建設

泥炭火災跡地の管理のための調整

泥炭回復にかかる啓蒙 (Socialization) および教育

コンセッション地での再湿地化施設の建設、運営、維持管理に対する監理

その他大統領より指示された項目の実施

上記した役割を果たすことを目的に、BRG は以下の課から構成されている。

¹⁷ 出典 : Regulation of the Minister of Environment and Ministry of Forestry No. P.18/MENLHK-II/2015 (JICA 地球環境部より提供)

¹⁸ KHG (Peat water management unit)

表 1-3 : BRG 各課の役割¹⁹

課	役割	業務内容
計画・協力 (Deputy 1)	泥炭回復にかかる協力事業の計画・管理	<p>泥炭地復興のための計画、管理、協力</p> <p>地域計画、地図化、ならびに、泥炭地の中の保護地域、耕作地域のゾーニング</p> <p>泥炭管理、泥炭回復にかかる科学的技術の管理、資金確保のための国際機関との協力関係の拡充</p> <p>義務と機能の発揮のために、地域コーディネーターとの適切な調整</p> <p>計画・協力分野でのモニタリング・評価</p>
建設、運営、維持管理 (Deputy 2)	泥炭湿地化（再湿地化）にかかるインフラ事業の建設、運営、維持管理	<p>火災の被害を受けた泥炭地域の管理方法の再構成</p> <p>泥炭湿地化（再湿地化）のための施設建設ならびに付帯施設の建設</p> <p>泥炭湿地化（再湿地化）のための施設および付帯施設の維持管理の実施</p> <p>泥炭保護地域での保全技術の適用</p> <p>泥炭耕作地域での、作物、飼料、公益的便益に資するシステムを用いた、耕作技術の適用</p> <p>義務と機能の発揮のために、地域コーディネーターとの適切な調整</p> <p>建設、運営、維持管理分野でのモニタリング・評価</p>
教育、社会化、住民参加、パートナーシップ (Deputy 3)	啓蒙、教育およびコミュニティの参加	<p>泥炭回復にかかる社会化および教育</p> <p>住民の動員、住民参加、およびコミュニティのサポート</p> <p>コンセッションにおけるインフラの建設、運用、維持の監理</p> <p>義務と機能の発揮のために、地域コーディネーターとの適切な調整</p> <p>教育、社会化、住民参加、パートナーシップ分野でのモニタリング・評価</p>
研究・開発 (Deputy 4)	研究開発の実施	<p>泥炭水理単位（KHG）管理のための研究開発</p> <p>気候変動に寄与するために、泥炭地での保全価値の高い森林の展開</p> <p>義務と機能の発揮のために、地域コーディネーターとの適切な調整</p> <p>研究・開発分野でのモニタリング・評価</p>

¹⁹ 出典：JICA「インドネシア国森林・泥炭地火災に係る情報収集・確認調査 ファイナル・レポート」（平成29年5月）

公共事業・国民住宅省 (PU)

公共事業・国民住宅省 (PU) では、水資源総局灌漑低地局低地課が、泥炭を含む低地管理を担う。水資源総局は水資源分野の政策策定・実施を担当し、その中で低地課は低地・湿地帯における建設管理、モニタリング、評価、進捗報告のほか建設関連の法令や基準などの策定と実施や施設の運営管理などを行っている。公共事業・国民住宅省大臣令 2015 年第 15/PRT/M 号では、低地課の役割は以下のように規定されている。

低地 / 湿地での活動に関する規範や基準づくりと実施促進

低地 / 湿地保全のための建設ガイダンス

低地 / 湿地保全のための工事モニタリング、評価、進捗報告、監査結果の報告

低地 / 湿地での施設の維持管理のための準備

灌漑低地局技術指導課は、各施設の維持管理計画策定に対する指導、技術的支援、管理を行うとともに、技術的監査の実施支援、灌漑および低地・湿地での各種建設にかかる詳細計画の策定を担当している。また同課は、過去には中央カリマンタン州のメガライスプロジェクト跡地の回復・復旧にかかる全体計画に沿って、低地（泥炭地）の復旧計画の実施を担当していたが、総局長の指示により現在は低地課が担当している。

(c) COP22 への参加

2016 年 11 月、モロッコにおいて COP22 および第 12 回京都議定書締約国会合（12th Conference of the Parties serving as the Meeting of the Parties to the Kyoto Protocol : CMP12）が開催され、インドネシアからは、GHG 排出量の大きな割合を占める国として、環境林業省大臣をはじめ、BRG を含むインドネシアの気候変動を担当する機関から多数の関係者が参加した。²⁰

COP22 期間中に、日本の主導で JCM²¹に署名した 16 カ国による「第 4 回 JCM パートナー国会合」が開催され、JCM をさらに推進していくことが確認された。また同期間中に、2016 年 6 月に東京で開催された「炭素市場プラットフォーム第 1 回戦略対話」の結果報告と同プラットフォームの今後の方向性などについて議論する場として「サイドイベント」が開催された。同イベントでは、JICA とインドネシア政府の共済で「インドネシアにおける MRV²²制度構築：二国間クレジット制度や森林分野等の協力からの教訓」と題したセッションが行われ、インドネシアにおける多様なスキームおよび異なるレベルでの MRV の取り組みについて、進捗状況とこれまでに得られた教訓が紹介された。また、多数の緩和に係る取り組みが進展するインドネシアにおいては、統合的かつ整合的な MRV 制度の構築が重要であり、MRV の取り組みを進めるにはデータの不足が課題であるとの議論がなされた。²³

²⁰ COP 22 / CMP 12 at Marrakech, Morocco – 7th – 18th November 2016, Indonesia Pavilion <http://indonesiaunfccc.com/>

²¹ 二国間クレジット制度 (JCM:Joint Crediting Mechanism)

²² Measurement, Reporting and Verification (of Climate Change Mitigation) : (気候変動抑制に向けた) 測定・報告・検証

²³ 外務省：外交政策「気候変動」国連気候変動枠組条約第 22 回締約国会議 (COP22) , 京都議定書第 12 回締約国会合 (CMP12) , パリ協定第 1 回締約国会合 (CMA1) など、平成 28 年 11 月 19 日 http://www.mofa.go.jp/mofaj/ic/ch/page3_001886.html

④ 事業実施国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析

韓国国際協力団（Korea International Cooperation Agency：KOICA）は PU やチタルム川流域管理公社のバンドン事務所と、河川データ収集および洪水被害防止を目的とするプロジェクトの実施に向けて協議しており、²⁴その中で、韓国製の雨量・水位計測テレメトリシステムをチタルム川上のサグリダム上流地域（バンドン市周辺）に設置する計画を検討中との情報を得た。同公社は 2016 年内にプロジェクトを開始したい意向を持っていたが、2017 年半ばの時点で開始されていないとの情報を本事業の関係者から得ている。同プロジェクトで利用が検討されているテレメトリシステムについては後述する。（「4 章 ⑩ (c)」および「図 4-1」を参照）

(2) 普及・実証を図る製品・技術の概要

<p>名 称</p>	<p>SESAME II 本事業で導入する機材は、接続するセンサーの種類に合わせて、以下の 3 仕様とした。</p> <ul style="list-style-type: none"> ① SESAME II -02d（標準仕様：水位計や雨量計を接続） ② SESAME II -05d（気象観測計を接続するための仕様） ③ SESAME II -06d（水質計を接続するための仕様）
<p>スペック（仕様）</p>	<p>① SESAME II -02d（標準：水位計・雨量計接続用） 圧力式水位計、転倒柵式雨量計、温度計を装備。屋外の水路、河川に設置してフィールドデータを記録し、クラウドサーバーへ伝送する。その後インターネットを経由してユーザーにデータを伝送する。 記録間隔：1 分から 60 分間で選択可能 伝送間隔：5 分から 24 時間で選択可能 閾値設定 2 点：閾値の上下限界を超えた時点でデータをサーバーに伝送する。サーバーは、それを解析し警告メールをユーザーへ発信する。</p> <div data-bbox="590 1299 1260 1747" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;">図 1-5：SESAME II -02d</p>

²⁴ PU に招待されて相談役として協議に参加した Hydrosix 社長から得た情報による。

② **SESAME II -05d (気象観測計接続用)**

総合気象観測装置 (VISARA 社 WXT-520 専用データ伝送装置) を装備。総合的な気象データを記録し、決められた間隔でクラウドサーバーにデータを伝送する。その後、インターネットを經由しユーザーにデータを伝送する。

観測項目：風速、風向、気温、湿度、気圧、降雨量、降雨強度

記録間隔：1 分から 60 分間で選択可能

伝送間隔：5 分から 24 時間で選択可能

閾値設定 2 点：閾値の上下限界を超えた時点でデータをサーバーに伝送する。サーバーは、それを解析し警告メールをユーザーへ発信する。



図 1-6 : SESAME II -05d

③ **SESAME II -06d (水質計接続用)**

水質計 (堀場製作所 U-53 改) と接続し、フィールドデータを定期的に記録伝送するシステム。データは、クラウドサーバーに接続され、インターネットを通じてユーザーへ伝送される。

観測項目：PH、酸化還元電位 (ORP)、溶存酸素(DO)、電気伝導度 (COND)、塩分。全溶存固形物量(TDS)、海水比重 (SG)、水温、濁度、水深。



図 1-7 : SESAME II -06d

特 徴	各センサーは汎用品を使用しているため、故障の際には対応が容易で安価にできる。計測したデータは、クラウドサーバーで簡単に認識できるように加工してデータの見える化をしているため、セッティングをすれば、ユーザーのニーズに合わせてデータをすぐに使用できる。測る、伝える、活かす、この3つをパッケージサービスとして提供する事により、テレメトリシステムが簡単に構築できる点に特徴がある。												
競合他社製品と 比べた比較優位性	<p>SESAME は、ユーザーのニーズに合わせて、様々なセンサーを本体に接続して1台の機器として提供し、データ計測から見える化までを一つのシステムとして運用する設計にした、ユーザーに優しいシステムである。</p> <p>パーツは汎用品を用いることで、低価格とメンテナンスの容易さを実現している。</p> <p>みどり工学の繁永は30年前から屋外に設置するデータロガーの製造と研究開発をしてきた実績を有しており、本製品にはそのノウハウが活かされているため、屋外の過酷な環境における耐久性も高い。</p> <p>優位性の詳細については、下記「SESAME システムの比較優位性」にて述べる。</p>												
国内外の販売実績	<ul style="list-style-type: none"> ・国内：120件/250台（農林水産省、国土交通省、各都道府県、市町村、大学、研究機関、NEXCO、民間コンサルタント） ・海外：12件/110台（JICA プロジェクト、大学、研究機関、海外事業コンサルタント） 												
サイズ	<p>記録機本体：200×150×80 [mm]</p> <p>屋外保護ケース：300×400×160 [mm]</p>												
設置場所	<p>PJT II：西ジャワ州チタルム川流域（50カ所）</p> <p>BPPT：リアウ州、ジャンビ州、西カリマンタン州、中部カリマンタン州、ジョクジャカルタ近郊、ジャカルタ市セルボン、カツランパダム（7カ所）</p>												
今回提案する機材 の数量	<p>SESAME II（本体）とセンサーの組合せで、以下の57セット</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ SESAME II -02d 水位計、雨量計セット（AWLR） 23セット ・ SESAME II -02d 水位計（AWL） 10セット ・ SESAME II -02d 雨量計（ARR） 13セット ・ SESAME II -05d 気象観測機（wxt-520）（AWS） 9セット ・ SESAME II -06d 水質計（U-53改）（WQS） 2セット ・ SESAME サーバー 一式 												
価 格	<ul style="list-style-type: none"> ・ 1台（1式）当たりの製造原価 ¥290,000～444,000 ・ 1台（1式）当たりの販売価格 <table> <tr> <td>SESAME II -02d（水位計+雨量計）</td> <td>¥600,000+輸出に伴う費用</td> </tr> <tr> <td>SESAME II -02d（水位計）</td> <td>¥550,000+輸出に伴う費用</td> </tr> <tr> <td>SESAME II -02d（雨量計）</td> <td>¥450,000+輸出に伴う費用</td> </tr> <tr> <td>SESAME II -05d（気象観測機）</td> <td>¥850,000+輸出に伴う費用</td> </tr> <tr> <td>SESAME II -06d（水質計）</td> <td>¥1,200,000+輸出に伴う費用</td> </tr> <tr> <td>サーバー</td> <td>¥350,000+輸出に伴う費用</td> </tr> </table> <p>※本事業での機材費総額（輸送費・関税等含む）¥36,736,000</p>	SESAME II -02d（水位計+雨量計）	¥600,000+輸出に伴う費用	SESAME II -02d（水位計）	¥550,000+輸出に伴う費用	SESAME II -02d（雨量計）	¥450,000+輸出に伴う費用	SESAME II -05d（気象観測機）	¥850,000+輸出に伴う費用	SESAME II -06d（水質計）	¥1,200,000+輸出に伴う費用	サーバー	¥350,000+輸出に伴う費用
SESAME II -02d（水位計+雨量計）	¥600,000+輸出に伴う費用												
SESAME II -02d（水位計）	¥550,000+輸出に伴う費用												
SESAME II -02d（雨量計）	¥450,000+輸出に伴う費用												
SESAME II -05d（気象観測機）	¥850,000+輸出に伴う費用												
SESAME II -06d（水質計）	¥1,200,000+輸出に伴う費用												
サーバー	¥350,000+輸出に伴う費用												

機器のデータ伝送の仕組みは、下図のとおりである。

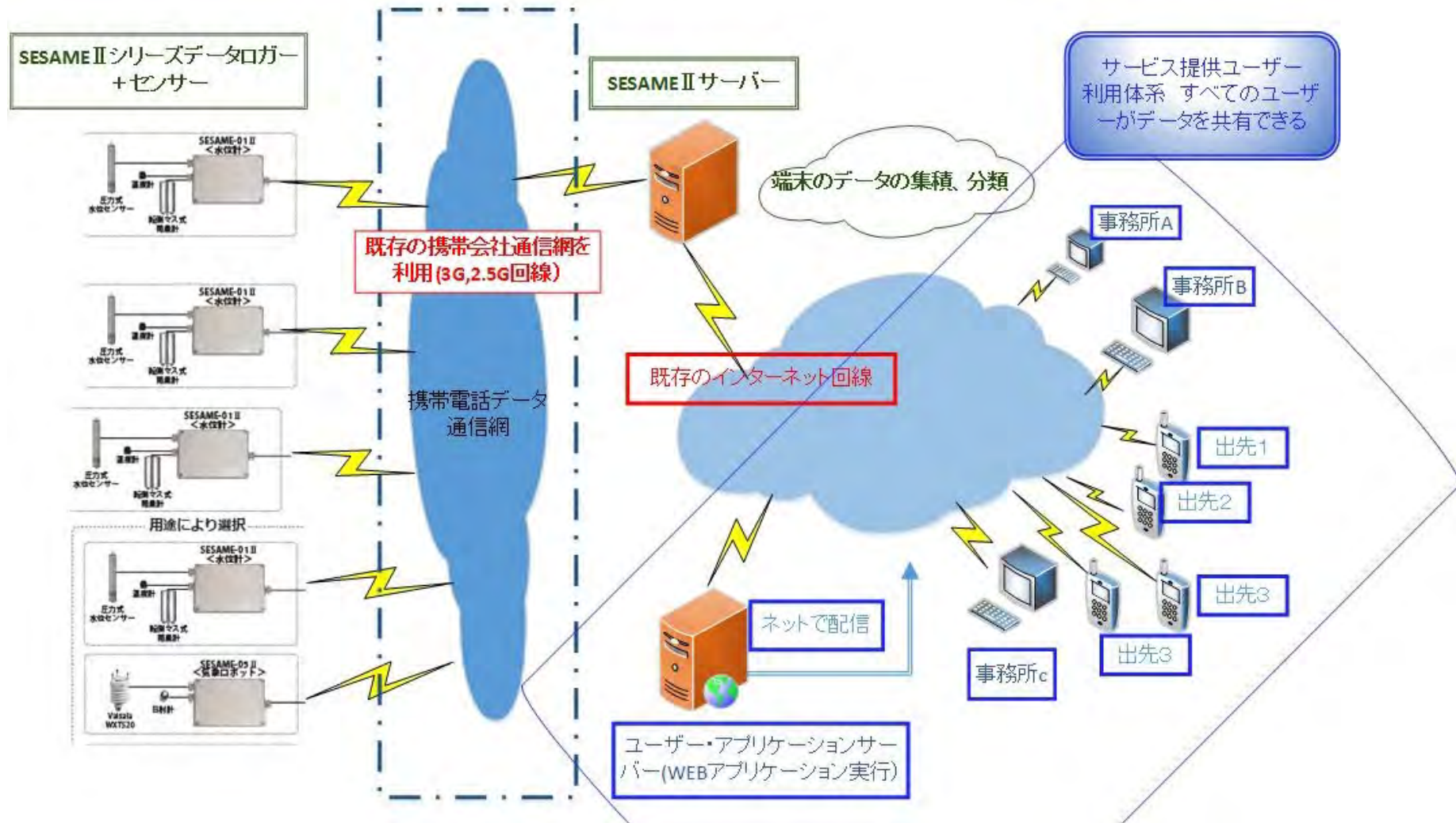


図 1-8 : データ伝送の仕組み

【SESAME システムの比較優位性】

テレメトリシステムには主に3種類のデータ伝送方式（有線方式、無線方式、携帯通信網方式）がある。表 1-4 に示したとおり、SESAME システムが利用する携帯通信網方式は既存の通信網を利用するため、データ伝送の信頼性を除く全ての項目で優れている。特に、費用の面では大きな優位性がある。データ伝送の信頼性の面では、災害発生後の携帯電話利用が急増する状況では伝送障害が起きるリスクはあるものの、災害発生前の警報目的で利用する限りは、メリットがデメリットを上回っていると考えられる。

表 1-4：データ伝送方式の比較

	有線方式	無線方式	携帯通信網方式
費用（初期投資 + 運転費用）	× 多数の地点で観測を行う場合、膨大な初期投資費用がかかる。途上国や野外地では利用可能な電話線が発達していないため、不向きである。	× 多数の地点で観測を行う場合、送受信施設の建設に膨大な初期投資費用がかかる。	◎ 既存の通信網を利用するため、初期投資が少ない。携帯利用料金（運転費用）はかかるが、スケールメリット（多数の利用者）のため低費用。
修理の容易度・継続性	△ 回線の修理は容易ではない。	× 専用機器の修理費が高い上、部品が存続しないリスクも高い。	○ 既存の通信網を利用する技術のため、低費用かつ互換部品の存続性も高い。
伝送媒体の利用可能度	○ 特別な伝送媒体を必要としない。	△ 多地点の観測ができるよう幅広い専用無線周波数帯域を確保するのは容易でない。	○ 既存の通信網利用のため、新たな無線帯域の取得は不要。
データ伝送の信頼性	◎ 伝送信頼性は高い。	◎ 伝送信頼性は高い。	△ 共有の通信網のため、伝送障害など携帯端末の利用急増による影響を受ける。

インドネシア国内における携帯通信網方式を利用したテレメトリシステムとしては、SESAME 以外にも、PU が中心となって開発した Tech4Water などがある。しかし、Tech4Water のように携帯テキストメール（SMS）を通信プロトコルに使用するシステムは、携帯電話会社のメールサーバーを介してデータを受信するため、メールサーバーの様々な制約を受けることになる。一方、SESAME システムは TCP/IP という通信プロトコル（いわゆるインターネット通信）を使用しており、そうしたメールサーバーの制約を受けない上、一時的な障害が起きた場合でも、障害復旧後にデータを受信できる仕組みがあり、伝送が確実である面で優位性がある。現在はモバイルデータ通信の普及により、SMS は可能な地域では TCP/IP も利用できており、本事業の設置箇所として選定された場所でもすべて TCP/IP が利用可能である。さらに、TCP/IP はデータセキュリティや大量データ通信における携帯通信網利用費用の面においても SMS 通信よりも優れている。

携帯通信網 TCP/IP 方式を利用するシステムの中では、特に特徴が似ている 2 社の日本国内製品と SESAME システムを比較した。結果は表 1-5 のとおり、データ測定間隔と集積容量、データ転送システム、使用電源、価格すべての面において SESAME システムが優れていることがわかる。

表 1-5 : SESAME システムと類似品との性能比較

規格形式 比較事項	(株) みどり工学研究所 フィールドデータ転送シ テム sesame II -02	優劣 判定	A 社 Web 水位・雨量計 IDPNS-3 型	優劣 判定	B 社 OSNET 水位データ集録装 置 NetLG001	優劣 判定
水位測定精度	±0.1%FS	○	±0.1%FS	○	±0.1%FS	○
データ測定間 隔、集録容量 など	1、2、5、10、15、20、30 秒 1、2、5、10、15、20、 30 分、1、2、3、6、12、 24 時間の間隔で記録可能。 計測データは内蔵メモリか メモリーカード。10 年の蓄 積が可能である。	○	10 分間の間隔で記録 可能。 計測データは内蔵メモ リのみ。蓄積量は不明。	×	1、2、5、10、15、20、30 秒 1、2、5、10、15、20、 30 分、1、2、3、6、12、 24 時間の間隔で記録可能 計測データは内蔵メモリの み。5 分間サンプリングで 約 3 ヶ月の蓄積が可能。	△
データ転送 システムと その特徴	データ伝送は、日本国内外 の SIM フリーのカードを使 い集録したデータを日本国 内のクラウドサーバーに伝 送。 伝送間隔は 5、10、20、30 分、1、2、3、4、6、12、 24 時間に 1 回。 クラウドサーバーから自由 にデータを取り込むことが できる。	○	データ伝送は日本国内 の FOMA 網のみ。 伝送間隔は 1 時間また は 10 分間に 1 回。 ウェブページからデー タをダウンロードして 収集。	×	データ伝送は日本国内の FOMA 網のみ。 伝送間隔は 5、10、20、30 分、1、2、3、4、6、12、 24 時間に 1 回。 専用ソフトでデータ収集。	△
使用電源等 の特徴	太陽光発電 (3W) による稼 働が可能。商用電源の制約 がない。	○	太陽光発電 (10W) によ る稼働が可能。商用電 源の制約がない。	△	太陽光発電 (30W) による 稼働が可能。商用電源の制 約がない。	×
価格 [円]	725,865	○	1,800,750	×	1,431,750	△

2. 普及・実証事業の概要

(1) 事業の目的

本事業の目的は、以下の2つである。

- 多目的ダム管理の効率化および効果的な災害対策への支援につながることを長期的な目標とし、SESAME システムの導入によってチタルム川流域のフィールドデータをリアルタイムで自動計測することでデータ収集作業の効率化を図る。
- インドネシアにおける気候変動対策にかかるモニタリング活動の促進につながることを長期的な目標とし、気候変動にかかわる様々な野外観測の場でのデータ収集における SESAME システムの多様な有効性を実証し、その普及に向けて実証結果を関係機関に広める。

(2) 期待される成果

以下の5つの成果が期待される。

【成果1】PJT IIにおいて、SESAME システムが活用されることにより、リアルタイムデータが収集され、効率的な多目的ダム管理のために役立てられる。長期的には、PJT II で以下が可能となる。

- (i) 需要に応じた JH ダムからの適切な放水
- (ii) 洪水などの災害への迅速な対応に必要とされる、精度の高い河川データを収集する基盤の整備

【成果2】気候変動対策の分析に必要なデータ収集に SESAME システムが活用され、その多様な適用性および効果が BPPT により実証される。その結果、インドネシア国内での気候変動対策に役立つデータ収集技術として、SESAME システムの活用が BPPT により継続的に奨励される。

【成果3】中立的な機関である BPPT が、本事業により設置されるデータサーバーを運用できるようになる。さらに、BPPT のイニシアティブにより、気候変動分析に必要な多様なデータを共有・相互利用するための議論が関係政府機関の間でなされ、アクションプランが作成される。

【成果4】PJT II、BPPT および共同研究機関における SESAME システムの維持管理能力が向上する。

【成果5】みどり工学、PJT II、BPPT により、インドネシア内における SESAME システムの普及展開のための戦略、計画が策定される。

① SESAME システムの活用による利用効率上昇の想定シナリオ

PJT II によれば、JH ダムにおける現状の水資源の利用効率は悪く、放水した多くの水が有効に利用されていないため、SESAME システムの活用により利用効率を引き上げたいとのことであった。そこで、成果1では、SESAME システムで収集されるリアルタイムデータを活用して無駄な放水を減らし、水の利用効率を改善するために以下のシナリオを想定した。現在、農業・生活用水の需要に対する放水量は、前年度に決められた年間の計画放水量と現場からの要請に基づいて決められている。現場における既存の水位測定方法ではデータの信頼性が低いにもかかわらず、そうした情報に基づいて放水せざるを得ない点が課題であった。

SESAME システムの設置により、信頼性の高い上下流の水資源情報が得られれば、放水量調節プロセスが改善され、水資源の利用効率が大きく向上すると期待される。例えば、JH ダムより下流のエリアに降雨がある場合、下流地域へダムから灌漑用水を分配する必要性が低くなるため、下流域の降雨量と水位データなどの情報が常時把握できるようになれば、実測値に基づく調整を適宜行うことで無駄な放水を防げるようになる。

② SESAME システムによる効果の算定

チタルム川流域における灌漑水供給の役割を担う PJT II は、毎年 10 月に翌年の年間作付け計画 (annual cropping schedule) 案を作成している。同流域では二期作が行われており、乾季と雨季別に、灌漑面積に単位面積当たりの用水量を乗じて、季節ごとの用水量が算定される。この用水計画は西ジャワ州知事に提案され、ダムからの計画放水量は政策的に決定 (州令が発行) される。この決定に従い PJT II が本流域における放水の実施計画書を作成する。雨季と乾季の灌漑水源の割合は以下のとおりである。

季節	期間	灌漑水源	割合
雨季	10 月～4 月	JH ダム	30%
		Local Resources※	70%
乾季	5 月～9 月	JH ダム	70%
		Local Resources※	30%

※Local Resources：対象地域の雨量と河川からの流入量であり、当該地域の利用可能水量を示す。

チタルム川流域の作付け強度 (cropping intensity) は 2.4、つまり平均して年 2.4 回の稲作が行われている。灌漑対象地域は 5 つのグループに分けられており、最初の 2 週間にグループ 1、次の 2 週間にグループ 2 と、ローテーションで灌漑用水を供給している。

PJT II は、上述した年間の計画放水量を踏まえ、現場係官 (Field Officer) と 2 週間ごとに内部会議を開き、彼らの状況判断・報告に基づき次の 2 週間の放水量を決定する。例えば、先の 2 週間でグループ 1 に対して放水した量では十分に灌漑水が行き渡らなかった場合は、次の 2 週間で JH ダムからの放水量を増やし、グループ 1 と 2 を同時に灌漑し、調整を行っている。

現場係官は PJT II に所属し、2 週間毎に灌漑に必要な水量を報告するが、その水量の予測は勘に頼っており信頼性が低い。このような現状に加えて、PJT II は様々な誤差を見込んで、現場係官から報告される必要水量に 10～20% を上乗せした量を JH ダムから放水している。

こうした現状において、SESAME を使うことで以下の効果が得られる。

(a) Local Resources (利用可能水量) の把握による放水量の節約

チタルム川下流に設置した SESAME からの雨量、水位 (HQ カーブ²⁵ 計算式により流水量に変換できる) の情報を得られるようになるため、Local Resources の水量が十分と判断できる時は JH ダ

²⁵ HQ カーブ (水位流量曲線) とは、ある特定の期間中における河川などの水位 (Height) と流量 (Quantity) の関係を図式化したものである。これにより、水位データがわかれば流量を推定することができる。

ムからの計画放水量から余剰となる分を差し引き、実際の放水量を減らすことができる。この節約した放水量を SESAME 導入効果の定量的指標とし、ベースラインデータは年間計画放水量に基づき 2 週間ごとに決定する放水量とする。

(b) 自動計測機器の導入による放水計画の精度の向上

現在、PJT II が計画放水量に 10~20%を上乗せして放水している理由は、①各堰における水位を目視で測り流量を計算しているが、読み取りや計算などに人的なミスが生じる、②ゲート操作を誤りたくさんの水を流し過ぎる、③提示した Cropping Schedule に農民が従わない²⁶ため計画以上の灌漑水が必要となっているなどの誤差を見込んでいるためである。

SESAME の導入によって、特に上記①については、現在の目視による計測からセンサー計測になるため、読み取り間違いなどがなくなり、データの精度が向上する。現在は年間 55 億トン放水しているため、仮に上乗せ分のうち 1%減らすだけでも年間約 0.6 億トンの水を節約できるため、SESAME の導入は節水に大きく貢献すると期待できる。

(c) 放水量節約による生活用水への供給増加

PJT II は、JH ダム貯水量の管理と配給を管轄しており、JH ダムからの主な供給先としては、①生活用水（ジャカルタ市やチタルム川流域周辺の浄水場への原水供給）、②農業用水（灌漑地域）、③産業用水（工場や工業団地など）の 3 つである。なお、JH ダムからの放流は発電にも利用されているが、副次的な利用であり、農業用水としての放水を動力として発電できる量に留まっている。

①の生活用水については、ジャカルタ市の需要を満たす水量を供給することが急務とされている。JH ダムから用水路周辺の浄水場に原水を供給し、浄水場からジャカルタ市、周辺のカラワン（Kawarang）県（Regency）、ベカシ（Bekasi）県、プルワカルタ（Purwakarta）県、スバン（Subang）県などの地域に各地域の水道公社を通じて生活用水が配水される。干ばつ期には農業用水を確保するために、生活用水の供給を減量または停止している。SESAME 導入によって、これまで農業用水として放水されたものの、実際には使用されていなかった余剰分を生活用水に充てることができるようになる。

現在、JH ダムからジャカルタ市の生活用水として供給される量は約 16 m³/s であり、ジャカルタ市における生活用水の 81%にあたる。政府の方針にもとづく PU の計画「ジャカルタのための水源管理パターン（Water Resource Management Pattern for Jakarta）」において、PJT II は 2018 年まで（第 1 フェーズ）に 5 m³/s の増加を求められている。さらに PJT II は、2025 年まで（第 2 フェーズ）に、PJT II 自身が建設予定の JH ダム近隣の浄水場から専用の水道管を通じて水道公社に供給することによって、10 m³/s の水を追加し、合計で約 31 m³/s を供給する計画を有している。SESAME 導入によって農業用水の節水分を生活用水へ充当させることができれば、前述の政府の計画達成に大きく貢献することとなる。

²⁶ その理由としては、施肥やトラクターの使用時期がずれる、地元あるいは個人の都合でその年は作付しない、などがあげられた。

③ 洪水警報に関する SESAME の導入効果

(a) 遠隔地での洪水警報の発令

現在、PJT II は、支流などの遠隔地においては洪水警報を発令していない。こうした地域では水位観測は現場担当者の目視に頼っており、情報の精度や伝達速度が十分でなく信頼性に欠けるためである。PJT II によると、SESAME の導入により、そうした遠隔地においてもリアルタイムでの確に水位を把握し、早期洪水警報を発令できるようにしたいとのことであった

(3) 事業の実施方法

上述した各成果を達成するために、以下の活動を行う。

【成果 1】 多目的ダム管理の効率化、情報収集・管理体制の整備

1-1 事前協議、事業計画立案

PJT II とのこれまで及び本事業の実施に関する協議議事録（Minutes of Meeting : M/M）署名時の協議内容を踏まえ、維持管理体制を含む事業計画を初期段階で作成する。

1-2 機材の設置場所選定、機材の維持管理体制の検討（PJT II 供与分）

全体の機器設置場所のレイアウトについては、最初の現地渡航で PJT II を訪問し、要望書に記載のレイアウトの目的・意図・妥当性について詳細な説明を受ける。その上で、協議に基づき改善を図った上で PJT II 管轄区域に設置予定の機材の設置場所を決定する。

さらに細かな設置場所の選定にあたっては設置要望箇所の状況情報（写真、横断図、平面図）および設置方法について現地調査をかけるよう要請し、その結果をもってみどり工学が SESAME システムの設置個所を確定する。

1-3 ダム管理の現状調査、管理モデル概念（案）の検討

PJT II による JH ダム管理方法の実態を調査した上で、1-9 で提示する管理モデルの策定にあたり、同モデルの概念を検討する。

現段階で、管理モデル概念は以下を想定するが、その内容と詳細は PJT II と協議し決定する。

- ① 洪水予測：雨量・河川水位データを利用して周辺各拠点における洪水発生時期を予測する。
- ② 貯水量監視：ダムの水位から有効貯水量を予測し、かつダムの洪水調節能力を把握することで、余剰放水量を削減する。合わせて、灌漑用水や発電用水のための放水調整を体系的にできるようにする。
- ③ 用水管理：降雨データ、流入河川の水位から下流の水需要を予測し、放水量を調整する。合わせて、他の支流河川からの流量を把握することで本流河川からの無駄な放水量を削減する。
- ④ 水質管理：JH ダム上流には大量の工場排水が放流される河川がある。JH ダムはジャカルタ市の生活用水の供給源でもあり、工場排水の流入による水質悪化を防ぐ必要があるため、水質状態を監視しながらダムへの流入量を調整する。

1-4 日本国内での機材の製造・輸送・通関（1-4、2-3 は同じ活動）

SESAME システム本体は日本で組立て、作動確認後、それに接続するセンサーとともにインドネシアへ空輸する。海上輸送では海の塩分と揺れにより精密機器に悪影響が出るリスクが高いため空輸する。

1-5 機材の設置

PJT II は、Hydrosix 社（現地パートナー）と請負契約を結び、SESAME システムの設置を委託する。みどり工学による指導の下、現地法人バユ・ヌサ・ティルタ（PT. Bayu Nusa Tirta : BNT）社が現地における一連の活動を管理する。機材の据え付け・稼働確認と JICA への報告は、最終的にみどり工学が行う。

1-6 機材の維持管理

SESAME システムは、PJT II の地方事務所または管理施設へのアクセスがよい地点に設置し、PJT II 職員が運営、維持管理にあたりやすくする。盗難や破損の危険性のある場合は、有刺鉄線の柵や格納容器などを設け、必要に応じて近隣の住民に監視を依頼するよう指示する。修理費用、（盗難・破損による）原状回復費用は PJT II が負担する。

1-7 データ処理・分析指導

SESAME システムを通じて収集する膨大な量のデータが効果的に活用されるよう、データ処理・分析用のソフトウェアをみどり工学が提供した上で、その利用方法について、みどり工学が技術指導をする。例えば、洪水対策のため、広範な地域における河川の流れや水位を把握したい場合には、各測定地点での観測データを図 2-1 のように GIS ソフトウェアを使って地図上に表示させ、その表示に基づき分析するのが効果的である。こうしたデータ処理・分析ソフトウェアについても現地のニーズに合わせて導入・利用ができるよう支援する。

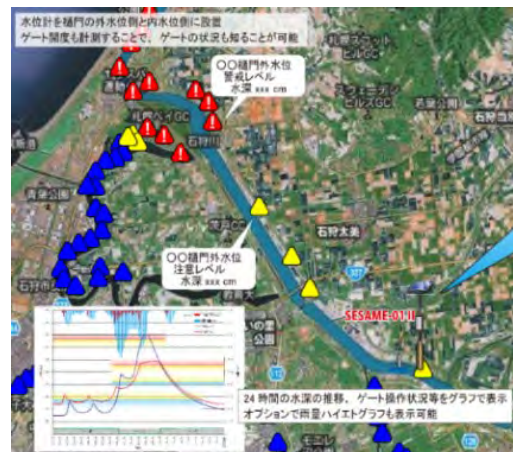


図 2-1 : GIS マップを使ったデータ表示例

1-8 ダムに関連する水流制御施設における管理状況のモニタリング

水資源の利用効率を向上するには、水流制御施設における管理改善が必要となる。PJT II との協議の中で適切な計測方法を検討し、継続的なモニタリングを実施する。この結果は 1-10 の事業評価時に取りまとめのうえ、共有する。

1-9 ダムに関連する水流制御施設における管理モデル概念の提示

1-3 で調査し、一連の作業を通じて検討した JH ダム管理モデル概念を PJT II に提案する。

1-10 事業の評価（1-10、2-8、3-10、4-5 は同時期に実施する）

事業完了の前に PJT II、BPPT をはじめインドネシア気候変動対策に関わる諸機関とともに事業評価を行う。これによって SESAME システムの機能を検証し、改良すべき点を把握することによって、今後の気候変動対策及び、みどり工学の事業展開に役立てる。

【成果 2】 気候変動対策推進に向けた SESAME システムの多様な適用性の実証・評価、その普及

2-1 事前協議、活動計画立案（2-1、3-1 は同時期に実施する）

BPPT と活動計画を立案し、SESAME の設置場所、目的、維持管理体制、サーバー設置等の実証活動や他機関への普及活動計画を確定する。SESAME 設置場所の選定には、共同研究機関として BPPT との信頼関係が構築されていることと共同研究内容の気候変動対策への効果を確認した上で、BPPT と合意を図る。実質的な維持管理を請け負うこととなる共同研究機関（表 2-1、表 2-2 を参照）に対しては、BPPT が活動計画を説明するとともに、みどり工学が機材設置時に訪問する際に、より具体的な説明を行う。

気候変動の緩和策にかかる実証活動は、以下の 4 カ所で実施する。下記 4 州の泥炭地を選定した理由は、泥炭火災はインドネシアで最も深刻な問題であり改善に向けての優先度が高いこと、これらの異なる条件の泥炭地で SESAE の水位計測方法が有効であることを実証するためである。また、地方分権が進んだインドネシアでは、異なる州に拠点をおいた方が、宣伝・普及効果が高いと見込まれるためである。

表 2-1：緩和策にかかる実証活動

地域	共同研究機関	活動目的
①リアウ州	リアウ (Riau) 大学	水位のモニタリング、 泥炭地火災の予測・防 災
②中カリマンタン州	パランカラヤ (Palangkaraya) 大学	
③ジャンビ州	ジャンビ (Jambi) 大学	
④西カリマンタン州	タンジュンプラ (Tanjungpura) 大学	

気候変動の適応策にかかる実証活動は、以下の 3 カ所で実施予定である。

表 2-2：適応策にかかる実証活動

設置箇所	地域	共同研究機関	活動目的
⑤カツランパダム (Katulampa Dam)	ジャカルタ近郊ボ ゴール市	Jakarta Agency for Disaster Management	洪水警戒システムへの 有効性
⑥BPPT セルポン (Serpong) 研究所	ジャカルタ近郊タ ンゲラン市	Weather Modification Technical Unit of BPPT	気象データ測定、気候 変動研究への有効性
⑦大学近隣の水田	中ジャワ州ジョグ ジャカルタ近郊	ガジヤマダ (Gadjah Mada) 大学	農業用水管理システム の構築可能性

2-2 機材の設置場所選定、機材の維持管理体制の検討（BPPT 供与分）

各共同研究機関の目的に応じて上記の計 7 カ所に SESAME システムを一台ずつ設置する。BPPT および共同研究機関には対象地域の現地調査（現況写真の撮影および設置方法の検討）を実施するよう要請し、その結果をもってみどり工学が SESAME システム設置個所を確定する。

2-3 日本国内での機材の製造・輸送（1-4、2-3 は同じ活動）

日本で製造した SESAME をインドネシアへ空輸する。

2-4 機材の設置（BPPT 供与分）

みどり工学が共同研究機関を訪問して機材設置方法を指導した上で、共同研究機関とともに設置する。ただし、上記（表 2-2）の⑤と⑥のジャカルタ近郊での設置については、BPT が Hydrosix 社へ委託して設置する。機材の稼働確認（検収）はみどり工学が実施し、JICA へ報告する。

2-5 機材の維持管理

SESAME システムは、BPPT による管理の下、共同研究機関が運営維持管理を行う。共同研究機関は、盗難や破損の危険性のある場合は、有刺鉄線の柵や格納容器などを設け、必要に応じて近隣の住民に監視を依頼するなどの管理を行う。

修理費用、（盗難・破損による）原状回復費用は BPPT が責任を負う。

2-6 データ処理・分析指導（1-7、2-6 は同時期に実施する）

取得データおよび目的に合わせ、データ処理・分析指導（1-7 と同様）を行う。

2-7 SESAME システム活用促進のための普及活動

実証活動の結果に基づき、BPPT とともに、下記 5-1 で述べる普及ワークショップや政府内の広報活動などを通じて、関連する各政府機関に対する SESAME システムの活用促進を図る。

2-8 事業の評価（1-10、2-8、3-10、4-5 は同時期に実施する）

SESAME システムが気候変動対策に有効活用されるために、今後どのように普及モデルの開発を進め、普及対象を広げるかについて、BPPT との協議に基づき本事業の評価を行う。

【成果 3】 データサーバーの設立、多様なデータを共有・相互利用するための礎石確立

3-1 事前協議、詳細計画立案（2-1、3-1 は同時期に実施する）

2-1 と同様に協議、立案を行う。

測定データを確実に伝送するために、事業開始当初はみどり工学の既存サーバーを使うが、事業活動が円滑になった段階で BPPT 内に設置するデータサーバー（現地サーバー）に機能を移行する。

3-2 日本国内でデータサーバーを購入、設定

サーバーを日本国内で購入し、設定は、本事業で「サーバー設定」担当の外部人材が行う。

3-3 データサーバーの維持管理体制の確立

BPPT は管理技術者を任命し、データサーバーの維持管理体制を確立する。任命された管理技術者は下記 4-4 で維持管理に関する技術を習得する。

3-4 インドネシアでのデータサーバーの設置、切替え

みどり工学は管理技術者とともに、OJT としてデータサーバーの稼働を確認する。管理技術者により十分な技術が習得されたと確認できた時点で、維持管理を BPPT に委ねる。データサーバー設置場所の提供、維持管理にかかる投入（人員の割当て、費用支出を含む）は BPPT が負担する。

3-5 現地サーバーの稼働を検証

BPPT とともに、①各地の SESAME システムから送信される測定データが現地サーバーに集積されること、②実証活動地にあるローカル PC から測定データが入手できること、③現地サーバーが問題なく稼働することを検証する。

3-6 気候変動に関連する各政府機関に対するデータの一元管理・相互利用の働きかけ

BPPT から関連政府機関へ SESAME システムの利用およびデータの一元管理・相互利用を呼びかけ、下記の第3回ワークショップへ招待する。そこでは、本成果に関する以下の2つ(3-7、3-8)の活動を実施する。

3-7 現地サーバーの稼働検証を公表

第3回ワークショップで、BPPT に設置したデータサーバーの稼働にかかる検証結果を発表し、現地サーバーにてデータの一元管理・相互利用ができることを伝える。

3-8 データサーバーの共有・管理の仕組みを協議

BPPT が提唱し、データの一元管理・相互利用に関心のある関連政府機関の間でその仕組みを第3回ワークショップなどで協議してもらう。その際、データの安全な伝送方式やデータ構造や精度についてはみどり工学が助言を行う。

3-9 関連政府機関の間でのデータとサーバーの共有にむけた、コンソーシアム形成の協議およびアクションプランの作成

BPPT は、データの一元管理・相互利用に関心のある関連政府機関の間でコンソーシアム形成を協議する。さらに BPPT はデータの一元管理・相互利用に向けたアクションプランを作成する。その際、将来的な関連政府機関によるコンソーシアム形成における効用の説明や説得について、BPPT を支援する。

3-10 事業の評価、報告 (1-10、2-8、3-10、4-5 は同時期に実施する)

BPPT とともに現地サーバーと今後のコンソーシアム形成について、事業評価を行う。

【成果4】 関係者への SESAME システムの維持管理技術の移転

4-1 SESAME システムの設置と維持管理のための現地研修の実施

みどり工学は、BNT 社、Hydrosix 社の技術者とともに、PJT II と BPPT の担当者 (SESAME システム技術者) および共同研究機関の担当者に対して、機器の設置、維持管理、補修を確実にするための現地研修 (5 日間×2 回、計 10 日間) を実施する。

4-2 機器設置時に OJT の実施

上記の現地研修で指導した内容について、SESAME システム技術者による習得度を深めるため、機器設置時に OJT を実施する。実施場所は、PJT II の設置個所から技術習得に有効な場所を 5 カ所程度抽出し、現地パートナーである BNT 社、Hydrosix 社の技術者とともに現場を訪問して OJT を行う。

4-3 本邦受入活動の実施

上記 2 つの研修 (4-1、4-2) において向上意識や習得能力の高い者を選抜して、みどり工学本社をはじめ日本で研修を実施する。

4-4 データサーバー維持管理の技術指導（対象: BPPT のみ）

3-3 で任命された管理技術者（BPPT）に対して、データサーバー維持管理の技術指導を行う。

4-5 事業の評価、報告（1-10、2-8、3-10、4-5 は同時期に実施する）

維持管理技術の移転に関し、同様に事業評価を行う。

【成果 5】 インドネシア内における SESAME システム普及展開のための戦略、計画の策定

5-1 インドネシアにおける気候変動対策のためのデータサーバー共有の促進およびコンソーシアム形成への協議

第3回ワークショップにおいて、データの一元管理・相互利用に関する発表や協議を行い、将来的なコンソーシアム形成に向けた下地を作る。

5-2 インドネシアでの SESAME システムの活用促進

実証期間中に開催するワークショップ（計3回開催予定）へ関心の高い関係者を招待し、ハード面、ソフト面両面から SESAME システムの普及を図る。

一方、インドネシアでの SESAME システム普及によるビジネス展開上のリスク把握について、これまでの調査内容を確認するとともに、代理店を通じた輸入に必要な手続き・許可について、さらなる調査を実施する。

また、必要に応じて、BNT 社を他島へ派遣し、ジャワ島、カリマンタン島以外での販売活動を行う代理店候補を探索調査する。

上記の活動結果を踏まえ、課題を整理した上で、インドネシアにおける SESAME システムの普及・事業展開案を策定する。

5-3 ワorkshopやその他の機会における本事業での実証結果の発表

第3回ワークショップにおいて、PJT II と BPPT の実証活動の結果を発表し、SESAME システムが気候変動対策に有効であることを広く伝える。こうした普及活動により市場の需要/ニーズを確認し、ビジネス展開の布石とする。

5-4 SESAME システムの普及・事業展開案の策定

上記の活動結果を踏まえ、課題を整理した上で、みどり工学によるインドネシアにおける SESAME システムの普及・事業展開案を策定する。

(4) 作業工程

① 作業工程計画の変更

当初計画において、SESAME 設置作業は 2016 年 3 月末に完了予定であったが、機材の通関・免税手続きに時間を要し、さらに、カウンターパート機関（BPPT、PJT II）による SESAME 設置場所の確定と設置作業が遅れたことから、すべての設置が完了したのは 2016 年 11 月末であった。当初工程計画より約 8 カ月の遅れが生じ、データの解析及び機材の運営維持管理とデータ解析方法の指導にかかる実証活動を適切に実施することが困難となった。

このため、みどり工学は、2017 年 6 月末まで実証活動を行い、その後にデータ整理及び報告書作成を行うとして契約期間の延長を申請し、JICA はこれをやむを得ないものとして 2017 年 11 月末までの契約へ変更した。

以下に、作業工程表（計画および実績）を示す。

【作業工程表】

調査項目	報告書	2015												2016												2017																																															
		5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																																								
		業務計画書												進捗報告書												業務完了報告書(案)												業務完了報告書																																			
		業務計画書												進捗報告書(1)												進捗報告書(2)												進捗報告書(3)												業務完了報告書(案)												業務完了報告書											
成果1 多目的ダム管理の効率化、情報収集・管理体制の整備																																																																									
1-1 事前協議、事業計画立案	計画/変更前																																																																								
	計画/変更後																																																																								
	実績																																																																								
1-2 機材の設置場所選定、機材の維持管理体制の検討 (PJT II供与分)	計画/変更前																																																																								
	計画/変更後																																																																								
	実績																																																																								
1-3 ダム管理の現状調査、管理モデル案の検討	計画/変更前																																																																								
	計画/変更後																																																																								
	実績																																																																								
1-4 日本国内での機材の製造・輸送	計画/変更前																																																																								
	計画/変更後																																																																								
	実績																																																																								
1-5 機材の設置	計画/変更前																																																																								
	計画/変更後																																																																								
	実績																																																																								
1-6 機材の維持管理	計画/変更前																																																																								
	計画/変更後																																																																								
	実績																																																																								
1-7 データ処理・分析指導	計画/変更前																																																																								
	計画/変更後																																																																								
	実績																																																																								
1-8 ダム管理状況のモニタリング	計画/変更前																																																																								
	計画/変更後																																																																								
	実績																																																																								
1-9 ダム管理のモデル概念の提示	計画/変更前																																																																								
	計画/変更後																																																																								
	実績																																																																								
1-10 事業の評価	計画/変更前																																																																								
	計画/変更後																																																																								
	実績																																																																								

調査項目		2015												2016												2017											
		5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
成果2 気候変動対策推進に向けたSESAMEシステムの多様な適用性の実証・評価、その普及																																					
2-1 事前協議、活動計画立案	計画/変更前																																				
	計画/変更後																																				
	実績																																				
2-2 機材の設置場所選定、機材の維持管理体制の検討 (BPPT供与分)	計画/変更前																																				
	計画/変更後																																				
	実績																																				
2-3 日本国内での機材の製造・輸送	計画/変更前																																				
	計画/変更後																																				
	実績																																				
2-4 機材の設置 (BPPT供与分)	計画/変更前																																				
	計画/変更後																																				
	実績																																				
2-5 機材の維持管理	計画/変更前																																				
	計画/変更後																																				
	実績																																				
2-6 データ処理・分析指導	計画/変更前																																				
	計画/変更後																																				
	実績																																				
2-7 SESAMEシステム活用促進のための普及活動	計画/変更前																																				
	計画/変更後																																				
	実績																																				
2-8 事業の評価	計画/変更前																																				
	計画/変更後																																				
	実績																																				

調査項目		2015												2016												2017																							
		5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																
成果3 データサーバーの設立、多様なデータを共有・相互利用するための礎石確立																																																	
3-1 事前協議、詳細計画立案	計画/変更前			■																																													
	計画/変更後			■																																													
	実績			■																																													
3-2 日本国内でデータサーバーを購入、設定	計画/変更前																																																
	計画/変更後																																																
	実績																																																
3-3 データサーバーの維持管理体制の確立	計画/変更前																																																
	計画/変更後																																																
	実績																																																
3-4 データサーバーの設置、切替え	計画/変更前																																																
	計画/変更後																																																
	実績																																																
3-5 現地サーバーの稼働を検証	計画/変更前																																																
	計画/変更後																																																
	実績																																																
3-6 気候変動に関連する各政府機関へデータの一元管理・相互利用の働きかけ	計画/変更前																																																
	計画/変更後																																																
	実績																																																
3-7 現地サーバーの稼働検証を公表	計画/変更前																																																
	計画/変更後																																																
	実績																																																
3-8 データの一元管理・相互利用の仕組みを協議	計画/変更前																																																
	計画/変更後																																																
	実績																																																
3-9 関連政府機関によるコンソーシアム形成への支援	計画/変更前																																																
	計画/変更後																																																
	実績																																																
3-10 事業の評価、報告	計画/変更前																																																
	計画/変更後																																																
	実績																																																

調査項目	2015												2016												2017																		
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12											
成果4 関係者へのSESAMEシステムの維持管理技術の移転																																											
4-1 SESAMEシステムの設置と維持管理のための現地研修の実施	計画/変更前																																										
	計画/変更後																																										
	実績																																										
4-2 機器設置時にOJTの実施	計画/変更前																																										
	計画/変更後																																										
	実績																																										
4-3 本邦受入活動の実施	計画/変更前																																										
	計画/変更後																																										
	実績																																										
4-4 データサーバー維持管理の技術指導（対象：BPPTのみ）	計画/変更前																																										
	計画/変更後																																										
	実績																																										
4-5 事業の評価、報告	計画/変更前																																										
	計画/変更後																																										
	実績																																										
成果5 インドネシア内におけるSESAMEシステム普及展開のための戦略、計画の策定																																											
5-1 データサーバー共有の促進およびコンソーシアム形成への協議	計画/変更前																																										
	計画/変更後																																										
	実績																																										
5-2 実証結果を踏まえたSESAME普及ワークショップ開催	計画/変更前																																										
	実績/変更後																																										
	実績/変更後																																										
5-3 本事業での実証結果の発表	計画/変更前																																										
	実績/変更後																																										
	実績/変更後																																										
5-4 SESAMEシステムの普及・事業展開案の策定	計画/変更前																																										
	実績/変更後																																										
	実績/変更後																																										

国内作業
現地作業



(5) 投入（要員、機材、事業実施国側投入、その他）

① 追加投入

前述した作業工程の変更に伴い、要員計画を修正した。

機材設置については適切な場所への移動や設置作業の不備による作業のやり直しなどの問題が発生し、当初計画では想定していなかったみどり工学による現場での支援が必要となった。追加作業が発生したため、延長期間において、現地作業にかかる追加投入（旅費、現地活動費、外部人材の直接人件費）が必要となった。これらの追加投入にかかる経費は、機材の輸入が免税になったことなどから、これらの経費を流用し、契約金額の変更は生じていない。

修正した要員計画表（計画および実績）を次頁に示す。

② 供与資機材リスト

本事業では、BPPT 及び PJT II との協議を通じて機器設置場所とその目的を確認し、現場の状況も考慮した上で、以下のとおり機材を設置した。

表 2-3：供与資機材リスト

SESAME 機種名	BPPT	PJTII	PJTII(内訳)				小計
			Region I	Region II	Region III	Region IV	
SESAME 02d (水位計・雨量計接続)	6	40	9	7	12	12	46
SESAME 05d (気象計接続)	1	8	2	1	3	2	9
SESAME 06d (水質計接続)	0	2	1	0	1	0	2
小計	7	50					
合計	57						

③ 事業実施国政府機関側の投入

BPPT および PJT II は、本事業実施にかかる負担事項について、本事業実施にかかる M/M において、以下のとおり合意した。

- 本普及・実証事業を円滑に実施するために、みどり工学に協力して事業を進める。
- 本普及・実証事業で設置する SESAME システムに対する適切な運営維持管理体制を構築する。
- SESAME 設置に十分な面積とデータ観測に必要な条件のそろった土地を提供する。
- 本事業を通じて習得した機材、技術を戦争などの目的に利用しない。
- 本邦受入の実施にあたり、適切な人材を選定・派遣する。
- 本事業で調達する敷材の購入にあたり、免税手続き申請のための支援を行う。

BPPT および PJT II は SESAME の有効性を高く評価しており、データの活用や SESAME の普及に向けた活動の実施には協力的であった。他方、下記の作業に関してはカウンターパートとしての経験や理解の不足から適切あるいは迅速な対応が得られず、作業の完了まで当初想定よりも長い時間を要した。

SESAME 設置に必要な土地の提供：アクセスがないあるいは使用許可が取得されていないために設置工事が困難な場所や携帯電話通信網がなくデータ観測ができない場所など、必要な条件を満たしていない土地が提案された場所があったため、設置場所の最終決定に時間を要した。

本邦調達機材の輸入・国内輸送手続き：輸入の際に免税措置を受けるためには本事業の協議議事録（M/M）の変更が必要となった。また、その後の BPPT から PJT II への移送にあたり、両機関での調整が難航した。

(6) 事業実施体制

① 日本国内での実施体制

本事業の実施体制を図 2-2 に示した。

【コンサルティング企業】株式会社かいはつマネジメント・コンサルティング（KMC）の社員 3 名は、みどり工学のインドネシアにおける事業展開支援、報告書の作成支援、本事業の各種事務手続き（契約・精算支援など）、PJT II や BPPT との事業計画策定や交渉を支援する。

【専門家】技術専門家として以下の 6 名を配置した。各技術専門家の役割は、以下のとおり。

- 水文データ収集・解析／機器設置指導：本担当者は北海道大学 SATREPS 事業に参画した実績を持つことから、泥炭地および流域管理に必要な水文データの収集・分析指導や、SESAME システムの設置場所選定を担当する。
- 流域管理・適合性：流域管理の観点から洪水予測や河川の水質管理などにかかる調査と管理システムの提言を担当する。
- 水質センサー適合化：センサーのうち現地適合化が完了していない水質センサーにかかる調査と適合調整を担当する。
- 計測装置調整：既存のゲートの開閉やポンプの運転状況など SESAME システムに接続して伝送できる情報について、現地調査と改善提案を担当する。
- データサーバー設定 1：BPPT 設置予定のデータサーバーのデータベース構造の構築とサーバー管理研修を担当する。
- データサーバー設定 2：日本で稼働中の SESAME サーバーの現地設置と、同サーバー運用研修を担当する。

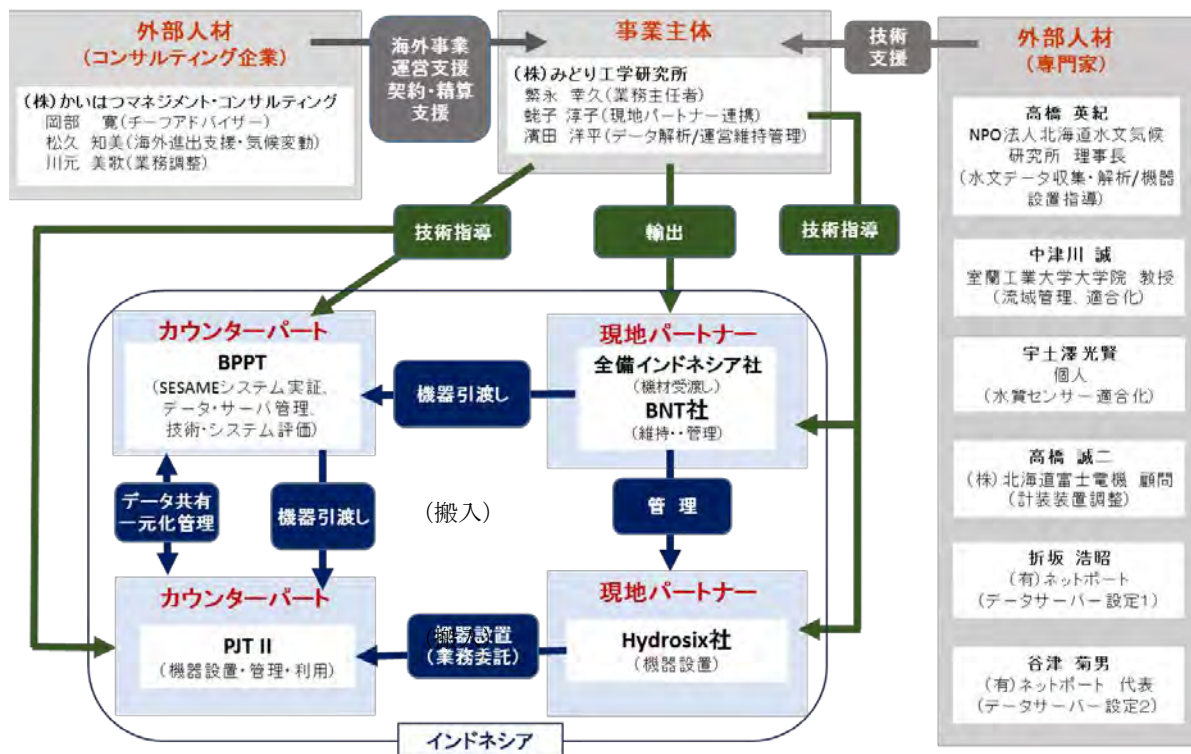


図 2-2：事業実施体制図

② 現地での支援体制

現地での支援体制は、図 2-2 に示すとおり。

(a) 現地パートナー

顧客ニーズに合わせた SESAME 機器の販売、設置、維持管理を迅速かつ的確にするために現地企業を活用した。これら企業とは、本事業実施後、ビジネス展開における現地パートナーとして提携する見通しである。各企業の役割は以下のとおり。

【ZMEI 社】 インドネシア国総代理店（輸入・販売、設置管理、アフターサービス）

（株）全備（岡山県）が全額出資する現地法人の（株）全備インドネシア現地法人（PT. Zenbi Machinery and Electronics Indonesia : ZMEI）を現地の代理店とする。本事業の実施においては、インドネシア国における SESAME 機器の荷受けは JICA インドネシアが、輸出入に関する諸手続きは ZMEI が行った。

【BNT 社】 営業・販促、アフターサービス

ローカル資本企業の BNT 社は、現地での幅広い人脈を活かし、プロモーションの専門担当として製品の普及に努める。

BNT 社代表の Nusa Toendan 氏は、日本の国費留学生として北海道大学を卒業後に、インドネシアで日系企業の住友商事勤務を経て、フマキラー社の支社長を経験しており、日本語が堪能である。また、日本の国会議員に相当する国民協議会（MPR: Majelis Permusyawaratan Rakyat Republik Indonesia / People's Consultative Assembly of The Republic Indonesia）議員を歴任した経験を有し、持続可能発展のための中カリマンタン - 日本パートナーシップ基金（Kalteng-Japan Partnership Foundation for Sustainable Development）の事務局長も務めるなど広い人脈を有している。なお、BNT 社はインドネシア泥炭 SATREPS 事業で設置された SESAME システムの維持管理業務を委託されている実績も持つ。

本事業で BPPT 及び PJT II へ設置する SESAME については、BNT 社は各機関と維持管理契約を結んでシステム利用料を徴収するなどのサポートを行う。

【Hydrosix 社】 機器設置、顧客訪問サポート

SESAME 機器の設置や現場訪問といった現場作業は、テレメトリシステム技術に精通し、フィールド機器の設置経験も豊富な Hydrosix 社に委託する。

本事業で調達する SESAME の設置については、同社が BPPT および PJT II と直接、委託契約を結ぶ。

③ カウンターパート機関

本事業におけるカウンターパート機関の役割は以下のとおりである。

【BPPT】 SESAME を活用した研究開発（気候変動対策）

気候変動対策に関して各共同研究機関とともに実証活動を行い、SESAME がテレメトリシステム

として緩和策・適応策の両面で多様な適用性を持つことを実証・評価する。また、BPPT内に設置されるデータサーバーを運用管理し、自国内で得られる多様なデータを活用したシステムの構築可能性を実証する。これらの結果をもって、関連政府機関に SESAME システムの利用を働きかけ、普及活動を行う。さらに、同データサーバー上で、気候変動分析に必要とされる多様なデータが関係機関間で共有・相互利用されるよう働きかける。

【PJT II】 SESAME を活用した研究開発（ダム水源管理）

JH ダムの効果的な多目的管理に向けた SESAME システムの実証活動を行う。ワークショップなどでの成果発表を通じて普及活動を行う。

本事業で設置する SESAME 機器は、免税手続き窓口となる BPPT を通して輸入し、設置時に PJT II に貸与される。この際、設置機器の維持管理責任も PJT II に移転する。BPPT と PJT II の両者は、その旨を了承する覚書（Memorandum of Understanding : MOU）を結ぶ。

(7) 事業実施国政府機関の概要

① PJT II（ジャサティルタ II 公社）

1967年に、灌漑と発電を目的に建設された JH ダムを管理するために、同年、国営企業として「ジャティルフル社」が設立された。その後、企業運営の効率化を図るため、1970年に「Jatiluhur Authority 公社」に、さらには1999年に「ジャサティルタ II 公社（PJT II）」として組織が再編され、公共事業と営利事業を合わせて行うようになった。現在、PJT II は総局長の下に4名の局長（経営財務、技術開発、発電管理、水管理）が配置され、職員数は1,373名（2017年7月時点）、2016年度の予算（実績）は5,593億 IDR（約47億円²⁷）、2017年度予算は6,274億 IDR（約53億円）である。100%国有の企業で、所轄は国営企業省（行政面）と公共事業省（技術面）であり、独立採算制で運営されている。

PJT II は、案件化調査期間中、JH ダムにおいてみどり工学と共同でパイロット調査を実施し、その成果を2度のワークショップで発表するなど、SESAME システムの効果を理解し、普及にも協力的であった。ダム管理上、同社が抱える課題や SESAME システム導入による期待が表明されたほか、組織としてのやる気や事業実施経験、実施能力が高いと判断されたことから、本普及・実証事業において PJT II をカウンターパート機関とした。

② BPPT（技術評価応用庁）

BPPT は、省から独立した大統領直属の政府機関²⁸で、主な任務は、関連法や規定に沿って技術の評価し普及させることであり、その狙いは技術力の強化によって国の産業競争力をつけることにある。BPPT の主な機能は以下のとおりである。

- 技術の研究と適用にかかる国家政策の策定と評価
- 政府や民間企業に対して、イノベーション、普及、能力強化、技術移転といった面において、技術の評価・適用にかかる指導やサービスの提供とモニタリング
- 計画策定、管理、組織運営、人事、財務、文書保管などに関係する技術研修やその他支援サ

²⁷ JICA レート 2017 年 7 月 1 IDR = 0.008440 JPY

²⁸ 2001 年大統領令 103 号による。

ービスの提供

BPPT では、長官の下に 5 名の次官が配置されている。管理部門および技術専門のスタッフはいずれも高いレベルの専門性を有しており、多くは海外の大学を卒業している。職員総数は 2,834 名（2017 年 6 月時点）である。2016 年の BPPT における支出予算総額は、約 900 億 IDR（約 76 億円²⁹⁾であった。

インドネシアにおける新たな技術の実証を行い、関係機関に普及するという点において、BPPT は本事業のカウンターパート機関としてふさわしいと考えた。BPPT は、SATREPS 事業のメインカウンターパート機関でもあり、優れたテレメトリ技術として SESAME システムを最も理解している政府機関でもある。

²⁹⁾ JICA レート 2017 年 7 月 : 1 IDR = 0.008440JPY

3. 普及・実証事業の実績

(1) 活動項目毎の結果

以下に、第2章「作業工程」で記載した活動項目ごとに、実績を報告する。

1-1 事前協議、事業計画立案

(a) [PJT II 及び BPPT との活動] (以下 1 (a)、(b)の活動は、2-1、3-1 と共通の活動) キックオフ会議 (2015 年 6 月)

事業開始に際して、C/P 機関である BPPT と PJT II のほか、JICA インドネシア事務所などからの参加を得てキックオフ会議を開催した。SESAME システムの特長など、技術面からの説明をおこない、関係各位の支援、協力における合意形成ができたことにより、事業を円滑に開始する準備ができた。

(b) 他事業で設置した SESAME システムの稼働確認 (2015 年 6 月)

本事業での SESAME 設置を円滑に進めるうえでの留意点などを知るために、SATREPS 事業 (2010 年 2 月～2014 年 3 月) で設置した計 11 台の SESAME のうちカリマンタン島パラカラヤの稼働状況を確認したところ、2 台の SESAME でデータが伝送されていなかった。通信費がより安価なためプリペイド式の SIM を導入したが、料金チャージ期限を過ぎたために SIM が使えなくなっていたことが原因であった。これを教訓として、本事業で設置した SESAME にはポストペイド式 SIM を使用し、携帯電話通信会社はインドネシア国内で最も広範囲かつ安定した通信網を供給しているテレコムセル社とした。

[PJT II との活動]

(c) PJT II との協議 (2015 年 7 月)

PJT II には 50 台の SESAME を広範囲に設置するため、キックオフ会議に加えて、設置場所や工程、その後の活動計画などについて協議した。

その結果、PJT II による SESAME 設置予算の確保に時間を要するため、当初予定より設置工事の開始は遅れて SESAME の稼働は 2016 年 4 月～5 月頃となることを確認し、これに伴い活動計画を修正した。また、以下を確認・合意した。

水位計：PJT II は当初超音波式の設置を期待していたが、設置現場を確認した結果、より適切な方法として圧力式を設置するとした。

SESAME システム利用により期待される成果：SESAME によるリアルタイム測定データを基に JH ダムの放水量をこまめに調整し、ダム下流の灌漑流域に分水するための幹線となっている東西水路に「無駄な水 (灌漑用水を消費した後に余剰となる水量)」を放水しないようにする。

SESAME システム利用により節約された放水量の算出：PJTII による計画放水量 (「2. 普及・実証事業の概要 (2)」を参照) と SESAME により得られるフィールドデータを活用して補正した実際の放水量との差を算出し、その値を本実証事業の成果 (SESAME 導入によって節約された放水量) の指標とする。

放水量の調整：SESAME 設置後は、従来の目視作業と比較して、より正確な雨量データと水位デ

ータをリアルタイムで得られるようになるため、精度の高い放水調整に活用する。

1-2 機材の設置場所選定、機材の維持管理体制の検討（PJT II）

(a) 設置場所の選定（2015年7月）

PJT II が管轄するダム下流の灌漑流域への分水を目的とした東西用水路への設置については、西幹線用水路へ水位計、気象観測装置、水質計を設置するとして合意した。



Salam Darama 分水路（ポンプ場）

Majalayh チタルム川支流水位観測所

図 3-1：SESAME 設置場所（PJT II）

(b) SESAME の仕様確認（2015年9月）

SESAME の仕様について、PJT II からの要望と現場確認から得た情報に基づき、以下のとおり対応するとして合意した。

堰の水位が上昇した場合は、下流域へ放水するため、PJT II は下流域の住民に対して早急に連絡しなければならない。長期目標として、本事業で設置された SESAME からのフィールドデータを活用して、水位が設定した数値に達した際にパトランプを点滅させる警報システムを設置したいとの要望が PJT II からあげられたため、対応できるようみどり工学は SESAME の改良を検討する。気象観測器には雨量観測センサーも含まれるため、気象観測器設置箇所の近辺に設置する SESAME には雨量計を接続しない。雨量計に替えて、流量を測る水位計を接続する。

PJT II の管轄流域内で工場排水により水質が悪化しているため、汚染状況を把握するために当該地域へ設置する SESAME には水質計を接続する。

(c) SESAME 設置後の管理・活用（2015年9月）

設置後の管理および活用に関して、以下を確認・合意した。

機器の盗難対策として、設置箇所に小屋（ポスト）をつくって SESAME システムを設置する。

PJT II は雨季の洪水に対する早期警戒システム構築に向けて SESAME データを利用する。初期段階では、PJT II の有する雨量を基に簡易的に洪水を予測する既存のシステムに、SESAME から得られる雨量データをインプットする。

PJT II の職員数は 1,373 人と十分な人的資源を有しているため、SESAME 設置後は、各現場に担当者を配置して、適切な維持管理体制を構築する。

SESAME データの見える化と情報共有を目的に、PJT II 事務所内に専用モニタリングルームを新設する。



図 3-2：モニタリングポスト（SESAME 盗難防止の小屋）

1-3 ダム管理の現状調査、管理モデル概念案の検討

(a) チタルム川の洪水予測に関する協議（2016 年 3 月）

PJT II による洪水予測の方法を聞き取った。PJT II は、東西幹線用水路に分岐する頭首工（取水口）地点の流量に基づき洪水予測を行っており、以下の課題を抱えていることを確認した。雨量と水位の測定頻度が不十分である。

上流での降水量データがなく、その影響が考慮されていない。

PJT II に対して、SESAME の設置により、データの測定頻度不足は改善されることを説明した。流量予測については、室蘭工業大学チームが研究している方法を説明した。さらに、SESAME システムから得られる水位・雨量データと気象衛星から得られる雨量データ³⁰を利用した洪水予測モデル案についても説明した。PJT II は、SESAME で計測した雨量や水位のデータから得られる予測値と実際の値を比較・検証したうえで、この洪水予測モデル案の導入を検討すると回答した。

(b) チラタダムとサグリンダムの調査（2016 年 3 月）

JH ダム上流に位置するチラタダム及びサグリンダムは PJT II の管理下にはないが、洪水防止のため JH ダムの放水量を調整するにあたり、両ダムは JH ダムの水位に大きく影響する。そのため両ダムを視察し、運用方法を確認した。結果として、両ダムは、発電計画を優先した貯水・放水をしており、洪水防止のための放水量調整はしていないこと、したがって洪水防止にかかる有効貯水量としては見込めないことが判明した。これにより、洪水防止に利用できる有効貯水量は、JH ダムの貯水可能残量（ダム水位から算出）と、下流のチュルック堰より東西幹線用水路に放水で

³⁰ 気象衛星からは広域な雨量データが得られるが、精度が低い上、過小評価の傾向がある。したがって地上観測の SESAME システムからのデータを補完する目的で用いる。

きる水量の合計のみとなること、また、放水可能量の算定には、東西幹線用水路から放水される取水堰（周辺 5 河川から流入する量（Local Resources）の不足分を本幹線用水から注水する）の流量の予測が重要である³¹ことが判明した。

1-4, 2-3 日本国内での機材の製造・輸送

SESAME 機材の輸送と免税手続きを以下のとおり実施した。本経緯の把握は、インドネシアで普及・実証事業を実施する際に重要であるため、時系列で手順を細かく記載する。

(a) 現地輸入業者（ZMEI）との打ち合わせ（2015 年 10 月）

本邦調達機材の輸入については、現地輸入業者として選定した ZMEI が日本通運および JICA インドネシア事務所と連絡を取り合い、機材輸入に必要な手続き³²を確認・実施することを確認した。

(b) 免税手続き協議（2015 年 11 月）

JICA インドネシア事務所に確認した免税手続の流れは下記の図 3-3 のとおり。

BPPT の署名に時間がかかることが予想されるため、現地の ZMEI および BNT 社を通じて BPPT に働きかけ、早期に署名を取り付けた。Invoice に記載の価格は一般的な CIF³³や FOB³⁴価格ではなく、原価（Ex-factory Price）とし、保険や輸送費用は別記した。

(c) 免税申請書類の作成、送付（2015 年 11 月）

免税申請に必要な以下の書類を作成し、JICA インドネシア事務所へ送付した。

INVOICE

PACKING LIST

MASTER LIST

³¹ PJT II では、この予測計算に貯留関数法を使用している。貯留関数法の解説資料は、次のウェブサイトにある。www.kkr.mlit.go.jp/wakayama/ryuiki_iinkai/ryuiki/comm08/pdf/data1/refe-data1_1.pdf

³² BPPT への Master List 署名の働きかけを含む。

³³ cost, insurance, and freight の略。商品そのものの価格に輸入地までの保険料と運賃を含めた値段。

³⁴ Free on Board の略。商品が船舶や飛行機などに荷積みされた時の値段。

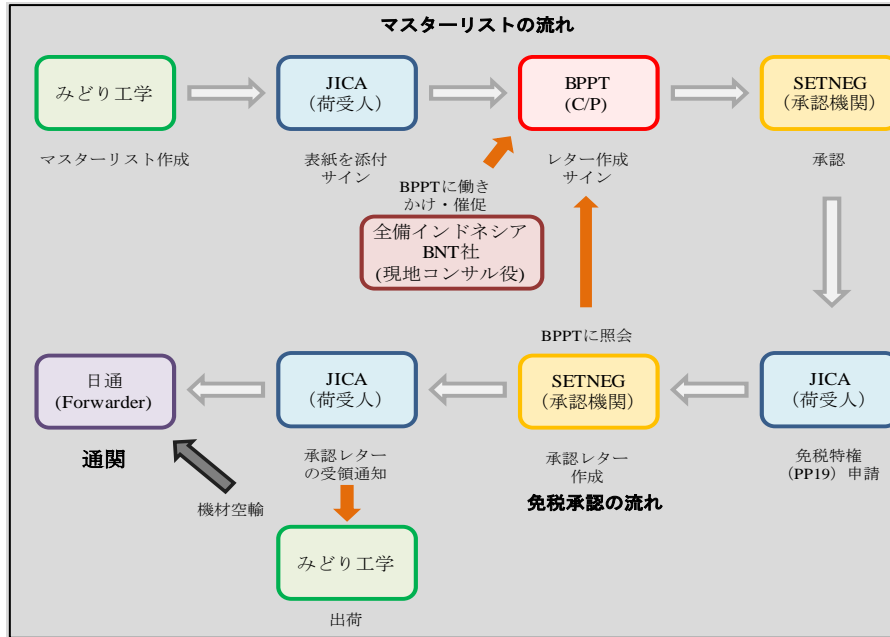


図 3-3 免税手続き手順

(d) 免税手続きおよび機器輸送日程の再検討 (2016年2月)

2016年2月の現地作業において、本事業の関係者(みどり工学、KMC、HIHC³⁵、PJT II、BPPT、Hydrosix社、ZMEI社、BNT社)がPJT II事務所に集まり、今後の活動計画について協議した。主な確認・合意事項は以下のとおり。

【免税措置にかかる協議議事録(M/M)の変更】

本事業実施にかかる協議議事録(M/M)では、計57台のSESAMEのうち50台はPJT IIへ供与するとの記載になっていた。BPPTが免税措置の書類に署名するには、57台を全てBPPTに供与するよう変更する必要がある旨をBPPTより伝えられた。BPPTによれば、M/Mの記載を変更することについてはPJT IIの責任者も合意しており、同変更を完了次第、BPPTから早急に免税申請レターを出せるとのことであった。これにより、当初は2016年3月中に通関手続きを完了し、6月上旬に設置完了する予定であったが、やむを得ず後述のとおり予定を変更した。

【通関後の機器輸送】

機材の通関手続き終了後はBPPTセルボン研究所へ輸送し、検品および納入を行い、その後、PJT II設置分の50台は、PJT IIの経費負担でJHへ輸送することを確認した。

【課税による輸入手続き】

JICA事務所との協議の結果、M/M変更手続きに時間を要する見通しであったため、免税措置を申請せずに輸入する方法についても可能性を検討した。

JETROから得た情報では、免税を申請せずにVATを支払うとしても、輸入税等についてはHS

³⁵ NPO 北海道水文気候研究所。

コードにより無税となるとの情報を得ていた。しかながらその後、HS コードによる輸入税等の免税措置を受けるには、日本国内での申請手続きが必要なことがわかった。HS コードによる免税には、日本とインドネシア 2 国間の経済連携協定 (EPA) に基づき、対象製品が日本製であるという原産地証明を取得する必要がある。具体的には、対象製品の外国産品比率 (各外国産パーツ原価の合計額の販売額に対する割合) が 40% 以下である証拠書類を提出のうえ、日本商工会議所に申請して承認を得る。その申請・承認に 1 か月以上かかることが判明した。仮に VAT 免税を申請しなくても HS コード適用の申請に時間を要することが判明したため、当初の予定どおり VAT 免税手続きを進めるとした。

(e) 免税書類の作成 (2016 年 3~4 月)

M/M 変更に係る手続きは、JICA 本部及び事務所と連携しつつ、2016 年 2 月末に終了した。その後、現地業者を通じて免税輸入手続きを 3 月初めに開始した。以下のプロセスを経て、免税書類は 4 月 14 日に完成した。

BPPT による免税申請レター発行

SETNEG からの承認

JICA 現地事務所による免税申請

照会に対する BPPT の確認回答を SETNEG が受領

免税書類の完成

(f) 免税輸入 (2016 年 4-5 月)

免税承認後、4 月 18 日に日本からの機材輸送を開始し、以下のプロセスを経て、5 月 3 日に BPPT セルポン研究所に納入された。



通関手続きを経て SESAME 機材一式が BPPT セルポン研究所へ到着した



BPPT セルポン研究所玄関の右奥スペースに納入された

図 3-4 SESAME の BPPT への納品

(g) 納入機材の点検 (2016 年 5 月)

みどり工学は BPPT に納入された機材を現地にて点検し、すべての機材は故障なく運び込まれた事を確認した。

(h) SESAME の BPPT への納入及び PJT II への移送 (2016 年 5 月)

当初、機器の納入確認を BPPT セルボン研究所で行い、PJT II に設置予定の 50 台については、直ちに PJT II へ移送する予定であったが、BPPT の許可が下りず、移送は延期された。理由は、機材の輸入にあたり修正した M/M の BPPT 署名者である地域資源開発技術センター (Center of Technology for Regional Resources Development) 長が移送を許可しなかったためである。同センター長は 2016 年 1 月以降にセンター長に任命され、BPPT 内部での情報共有が適切になされていなかったことが原因であった。

2016 年 5 月 26 日に JICA インドネシア事務所担当者も参加して BPPT において SESAME 機材の納入式が執り行われたが、この時点でも PJT II への移送は許可されなかった。



出席者の集合写真



みどり工学繁永氏によるスピーチ

図 3-5 SESAME 機材の納入式

(i) 機材の BPPT 留め置きに関する協議 (2016 年 6 月)

BPPT から PJT II への移送許可が下りないことに関し、KMC メンバーが 6 月 6 日に BPPT セルボン研究所にて協議を行った。協議内容は以下のとおり。

- ・ BPPT は機器の所有権が JICA から BPPT に移転されるまで BPPT の判断による PJT II への引き渡しができないと誤解していた。そのため JICA インドネシア事務所へ連絡し、BPPT と PJT II が合意していれば PJT II へ移送して問題ないことを確認した。ただし契約上は、本事業の終了時までには所有権は JICA が有するので、BPPT、PJT II、みどり工学の間で管理責任の範囲を明確にしておく必要があることも確認した。機器の PJT II への移送は 6 月 21 日に完了した。

PJT II の管理域内に設置する機材については、事業終了後の維持管理は PJT II が担うため、維持管理責任を移転する旨を明記した契約書を BPPT と PJT II 間で取り交わした。

1-5 機材の設置

(a) 機材設置計画の再検討 (2016 年 6 月)

2016 年 2 月に行った PJT II との協議では、全 50 台の設置完了は 6 月上旬の見通しだったが、上述のとおり、SESAME 機器の PJT II への移送が 6 月下旬まで遅延したため、再度見直し 9 月末ま

でに設置を完了する計画とした。

(b) 水質計接続機器の設置 (2016年6月)

SESAME II-06d (水質計接続) を設置したベカシ (Bekasi) 堰とバルグブグ (Barugbug) 堰の2カ所については、Hydrosix 社とともにみどり工学から「水質センサー適合化」担当者が現場に赴き、OJT で Hydrosix の社員へ水質計の設置指導をしつつ、6月中に設置を完了した。

(c) PJT II 管轄区域内の機材設置 (2016年11月)

PJT II に設置予定の SESAME 計 50 台の設置は 11 月 23 日に完了した旨、PJT II より報告を受けた。これをもって、BPPT 管轄区域内に設置する分も含め、本事業で調達する全ての機材 (SESAME 本体、センサー類、データサーバー) の設置を完了した。

1-6 機材の維持管理

(a) SESAME の稼働状況

SESAME の設置完了 (2016年11月) 以降に発生した稼働不良の状況、原因と対応は下表のとおりである。

表 3-1 : SESAME の稼働不良の原因と対応

確認時期	稼働状況	原因	対応
2016年11月	13台: データ伝送エラーやバッテリー充電の不具合 (PJT II)	太陽光パネルの設置ミス (太陽光電池ケーブルの接続が逆であったためにバッテリーに電源供給されず停止していた。)	現地アシスタントを派遣して修理した。同時に、現場設置工事を担当する Hydrosix 社に対して、設置作業終了後にケーブルの土接続確認のために必ずテスターでチェックするように指導した。
2017年3月	1台: データ伝送の停止 (BPPT セルポン)	プリペイド SIM カードを使用していて料金チャージ期限を過ぎたために SIM が無効になった。	現地作業時に SIM をデータ専用ポストペイド M2M カードへ交換した。
	1台: 水位計測不能 (BPPT カツランパダム)	設置工事ミス (指定の厚み (4mm) よりも薄い (2mm) PVC パイプを使用したため、河川増水時に流されてきた岩などが衝突して破損した。)	Hydrosix 社を派遣して、パイプを鋼管へ、センサーを新品へ交換した。 Hydrosix 社へは、改めて工事方法を指導した。
	複数台: データ送信に3~6時間の遅れが不定	携帯電話通信シグナルが不安定 (同じサテライト圏内でも	テレコムセル社と共同で原因究明を究明中だが、そ

	期に発生 (PJT II)	設置場所によってシグナル受信状況が異なる。)テレコムセル社の推奨で M2M 専用 SIM カードを使用した。設置場所のサテライトアンテナの設定が M2M に対応していない可能性がある。	その後、時間の経過とともにデータ送信の遅延は解消しつつある。
	1 台：データ未送信 (PJT II)	SIM カードを M2M に変更	SIM カードを交換した。
2017 年 5 月	1 台：データ送信停止 (PJT II)	落雷による故障 (建物の避雷針が、河川の水面にアースされていたことによる。	みどり工学が修理する。 (2017 年 9 月に自社負担で渡航予定) また、落雷による故障防止にアレスタ (避雷器) を設置。故障した水位計のみの交換。 データ送信は再開した。
2017 年 6 月初旬	1 台：データ送信停止 (PJT II)	ソーラーパネルかケーブルの不具合、またはソーラーパネルの盗難	未定 (原因を調査中)
2017 年 7 月	2 台：データ未送信 (PJT II)	増水時のダム決壊によるセンサー故障を回避するために一時的に撤去	ダムの修復工事後の再度設置 (Hydrosix 社もしくは、PJT2 実施予定)

最終の現地渡航 (2017 年 7 月) 時点で、BPPT 管理下で設置した 7 台のうち、大学に設置した 5 台および BPPT セルポンに設置した 1 台は問題なく稼働していた。カツランバダムに設置した SESAME (1 台) については、維持管理の責任所在が不明確なため BPPT が責任機関・担当者を確認・調整することで、関係機関と調整中である。適切な維持管理体制を確保できない場合、BPPT は、カツランバダムから SESAME を撤去し、他の場所へ移設する意向である。BPPT に対して、これらの作業はすべて BPPT が責任を持って進めることを確認した。

また、PJT II のダム管理域内に設置した 50 台のうち 46 台は順調に稼働中であった。稼働確認ができなかった 4 台については、上表 (網掛けで示した部分) のとおり。

(b) 運営維持管理にかかる課題

【携帯電話通信網】

PJT II 管轄区内に設置した SESAME (50 台) のうち一部の機材について、設置後からデータが全く伝送されないまたは遅延するといった問題、つまり機器本体ではなく携帯電話通信網が原因と思われるデータ伝送時のエラーが発生し、その都度対応している。問題の原因は上述したとおりである。テレコムセル社による通信網の変更やメンテナンスによって、今後も通信網に起因する

データ伝送のエラーが生じることが懸念されるため、留意が必要である。2017年9月の時点で、中部カリマンタン州を除き事態は好転し、データ遅延や停止はほぼ起こらなくなっている。

【現地業者の能力】

本事業における SESAME 設置は、PJT II の予算を使い現地業者 Hydrosix 社へ委託して行った。同社は、インドネシア国内で類似のテレメトリシステムの施工実績を持ち、信頼できる業者として PJT II が選定した。最初に設置した 5 カ所については、みどり工学が同行して現場で設置作業指導を行った。SESAME の設置作業には高度な知識や技能は不要であり、Hydrosix 社へは、みどり工学より設置マニュアルおよび作業チェックシートを作成・共有していることから、残りの設置作業に問題はないと考えていたが、Hydrosix 社が単独で設置作業を行った場所では、ケーブルの接続間違いやソーラーパネルの＋ケーブルの接続間違いなど、初歩的な施工ミスがあった。本事業終了後、設置済みの SESAME のメンテナンスや補修サービスは Hydrosix が行う計画としていること、また、みどり工学は現地パートナーとして今後も Hydrosix 社へ設置作業を委託する計画であることから、同社に対するさらなる技術指導と施工ミス予防に向けて、対応を検討する。

表 3-2 : SESAME 設置場所リストおよび稼働状況 (2017 年 7 月 25 日時点)

No	Location	Code	状況	設置日	備考
I	Region I				
1	New Silt trap Bekasi Weir	WQ1	○	9/2	
2	Bekasi Weir	WS 7	○	10/7	
3	Cipaminakis Weir	WS 8	×	11/18	堰が崩壊、撤去中
4	Cikarang Catchment Area	RG 12	○	11/23	
5	Cikarang Bekasi Laut	WL 17	○	11/22	
6	Cibeet Weir	WL 18	○	10/12	
7	Cibeet Syphon	WL 19	○	10/14	
8	Cikarang Weir	WL 20	○	10/25	
9	Bekasi Syphon	WL 21	○	10/8	
10	Cikeas Weir	WL 22	○	11/20	
11	PAB	WL 23	○	10/28	
12	Cipaminakis Weir	WL 25	×	11/18	堰が崩壊、撤去中
II	Region II				
1	B. Tub. 0	WL 1	○	8/24	
2	Walaha Weir	WL 16	△	8/29	11/11落雷にて本体・水位計破損、5/13基板交換、水位計引き上げる。7月水位計渡すが予算の関係などで設置までではできず、本体のみ
3	Leuweung Seureuh Main Diversion Structure	WL 24	○	8/24	
4	Cisomang Weir	WL 8	○	10/20	
5	B. Tut. 0	WL 27	○	9/21	
6	Leuweung Seureuh Main Diversion Structure	WS 6	○	8/24	
7	Ciherang Catchment Area	RG 8	○	9/23	
8	Cibeet Catchment Area	RG 11	○	9/22	
III	Region III				
1	Baruabua Weir	WQ 2	○	7/1	
2	Bugis Main Diversion Structure	WS 3	○	9/9	
3	Jenkol Weir	WS 4	○	9/2	
4	Baruabua Weir	WS 5	○	8/31	
5	Salamdarma Weir	WL 2	○	9/16	
6	Cipunagara Pantura Bridge	WL 3	○	9/8	
7	Gadung Weir	WL 5	○	9/18	
8	Macan Weir	WL 6	×	9/20	バッテリー電圧に問題有り。ソーラーパネルまたはケーブルに問題有り。6/3送信停止
9	Jenkol Weir	WL 9	○	9/2	
10	Bugis Main Diversion Structure	WL 10	○	9/10	
11	Curugaung Weir	RG 6	○	11/24	
12	Cijenkol Catchment Area	RG 7	○	10/26	
13	Cilamaya Catchment Area	RG 9	○	10/25	
14	Pagaden Bridge, Ciaduna River (B. Tt. 46)	WL 4	○	11/2	
15	Curugaung Bridge, Ciasem River	WL 7	○	11/4	
16	Campaka Bridge, Ciherang River	WL 11	○	11/5	
IV	Region IV				
1	Saulina DAM	WS 1	○	10/6	通信途切れがち
2	Curug Weir	WS 2	○	8/27	
3	Citanik Catchment Area	RG 2	○	11/13	
4	Cikeruh	RG 4	○	10/2	
5	Cikapundung	RG 5	○	10/6	
6	Cikao River (Cipaisan)	RG 10	○	8/28	
7	Curug Weir	WL 12	○	8/28	
8	B. Tt. 0	WL 13	○	8/26	
9	B. Tb. 0	WL 14	○	8/28	
10	Tailrace	WL 15	○	8/26	
11	Cisangkuy Catchment Area	RG 1	○	10/19	
12	Sapan	RG 3	○	10/9	
13	Cilalawi Catchment Area	RG 13	○	10/24	
14	Majalaya	WL 26	○	10/18	
	Total				

1-7 データ処理・分析指導

PJT II との協議を通じて、i) SESAME から得られるデータのウェブシステム上でのグラフ表示の仕方や複数地点のデータ比較表示の方法、ii) それらのデータを活用した河川流量やダムからの放水量の測定方法についてデモンストレーションしつつ説明してきた。この結果、PJT II の SESAME システム担当者はウェブシステム上でのデータ操作と解析方法を習得して、データの表示状況からデータエラー箇所とエラー原因を概定できるまでになった。2016 年 11 月に実施した協議では、PJT II のデータモニタリングルームで、PJT II のシステム担当者より、ディスプレイ表示をしながらデータの取得状況とデータ送信エラーが発生している箇所について説明があり、それを踏まえてみどり工学に対してメンテナンスの依頼があった。

PJT II からは、上記ウェブシステム上での利用に限定せず、SESAME データをより有効に活用したいとの依頼があった。これを受けて、BPPT との合意に基づき、PJT II の既存のデータサーバーへも SESAME からの生データを転送するように設定した。PJT II はこれらの生データを PJT II が独自に開発した既存システムである「SISDA」との統合を進めていることを確認した。

これらの過程を経て、後述（「3 章（2）①成果 1」を参照）のとおり PJT II は既存データとの比較に基づくフィールドデータの信頼性の検証、生活用水として利用できる節水量の予測ができるようになった。

洪水予測に関しては、雨量データから各取水地点（頭首工）の流下流量を予測することにより、ダム放水量を管理する方法を指導した。これを受けて、長期的には、PJT II が開発した SISDA システムで入手しているデータと SESAME から得られるデータを統合して「水」に関するデータバンクを構築して、水の利用状況の一般公開や洪水時の早期警報発令を開始する計画である。

こうしたことから PJT II のデータ処理・分析に関する能力は向上し、今後 SISDA との統合に向けて SESAME が積極的に活用されると期待される。



PJT II モニタリングルームのディスプレイに表示された SESAME からのデータ



SESAME 設置時の留意事項について、みどり工学からの説明を受ける PJT II のスタッフ

図 3-6 : PJT II に設置した SESAME システム

1-8 ダム管理状況のモニタリング

SESAME が導入されて以降、PJT II は SESAME からのデータを既存の計測方法で得たデータと比較分析し、SESAME データの精度の高さやリアルタイムデータ取得の重要性を検証している。

（「3章（2）(b) 計測データ精度の向上」を参照）2017年7月の打合せでは、PJT IIはSESAMEで計測した水位データを活用してより正確に流量を算定しようとしていること、そうしたデータを基に今後は水の有効利用に活用していきたいと考えているとの報告を受けた。

1-9 ダム管理のモデル概念の提示

本事業を通じて、みどり工学はPJT IIに対して日本国内で研究されている流量予測の方法や適切なダム管理方法についてアドバイスしてきた。

ダムの管理方法については、SESAMEデータによって、上流のチラタダムからの放流量、同ダムより下流にあるJTダムへの河川流入量、JTダムからの放流量などを把握できるようになった。これらを総合的に判断してJTダムの貯水量を把握するとともに、下流水田の必要用水量を算定することで、有効放水量を計算する方法をモデル概念として紹介した。さらに、チラタダムの上流域、バンドン地域上流にも雨量計を接続したSESAMEを設置したことから、より包括的にJTダムの流入量を把握できるようになったといえる。

2017年7月の打合せにおいて、PJTIIからは、雨量データと流量の関連分析（「図3-10」および「図3-11」を参照）、SESAMEデータとその他の計測方法から得られたデータとの統合、それによるLocal Resourcesの把握と洪水予測方法の研究開発を進めているとの報告を受けた。

1-10 事業の評価

2017年7月時点で、本事業でPJT IIに設置した計50台のSESAMEのうち46台は順調に稼働しており、リアルタイムデータが収集され、水管理の改善に役立てられつつある。PJTIIからは以下の面でSESAMEの貢献があったと報告されている。

(a) 正確かつ迅速なデータ収集

従来の計測方法と比べて、正確かつ迅速なデータ収集が可能となった。下にいくつかの例を示す。

下図3-7はCiherang Catchment Area (RG8)とCisomang Weir (WL8)に設置したSESAME（水位計と雨量計）により計測されたデータで、それぞれ3種類の計測期間で示されている。SESAMEによってリアルタイムで、水位、雨量、水温が計測できるようになった例である。こうしたデータをSESAMEのウェブシステムを使用してPJT II本部はもとより、日本でも常時確認することができる。ダム下流域のこうしたLocal Resourcesのデータは、ダムからの放水量を決める際の検討材料として使われており、迅速でかつより正確な意思決定に役立てられている。



図 3-7 : SESAME による水位・雨量の計測結果

次に図 3-8 は、チュルク堰に設置した SESAME が計測した水位と、従来が目視による水位の違いについて、2017 年 2 月（1 か月間）のデータを比較したものである。グラフ上の水色（上側の折れ線）は目視、緑色（下側の折れ線）は SESAME で計測した数値である。この例では目視による計測値の方が大きくなっていることから、流量に換算した場合、実際に考えられているよりも少ない量の水が堰の下流域にある灌漑地に流されていることになる。もしこうした状態が長く続いても作物の栽培に影響がなければ、要水量の算出式を見直すきっかけにもなり得るのである。

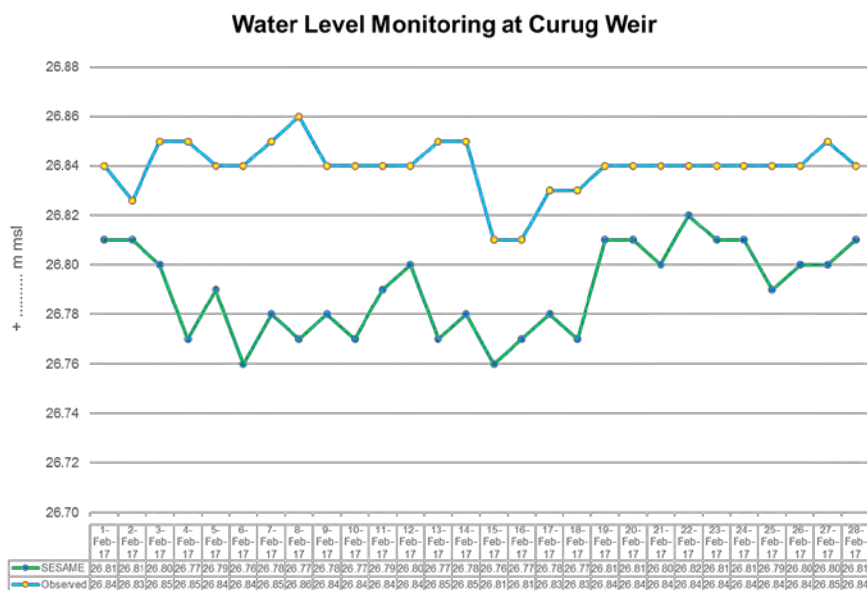


図 3-8 : SESAME と従来測定による水位データの比較

さらに下図 3-9 は、チタルム川流域の 2 つの堰（シビート堰、ベカシ堰）における、2017 年 2 月（1 か月間）の雨量観測結果である。グラフの水色（右側）は従来の雨量計で、緑色（左側）は SESAME で計測した値を示している。従来の方法では現場に配置された職員が雨量計の読みを手書きで記録し、定期的に本部に報告している。SESAME で計測した値との間に大きな違いがあることがわかる。

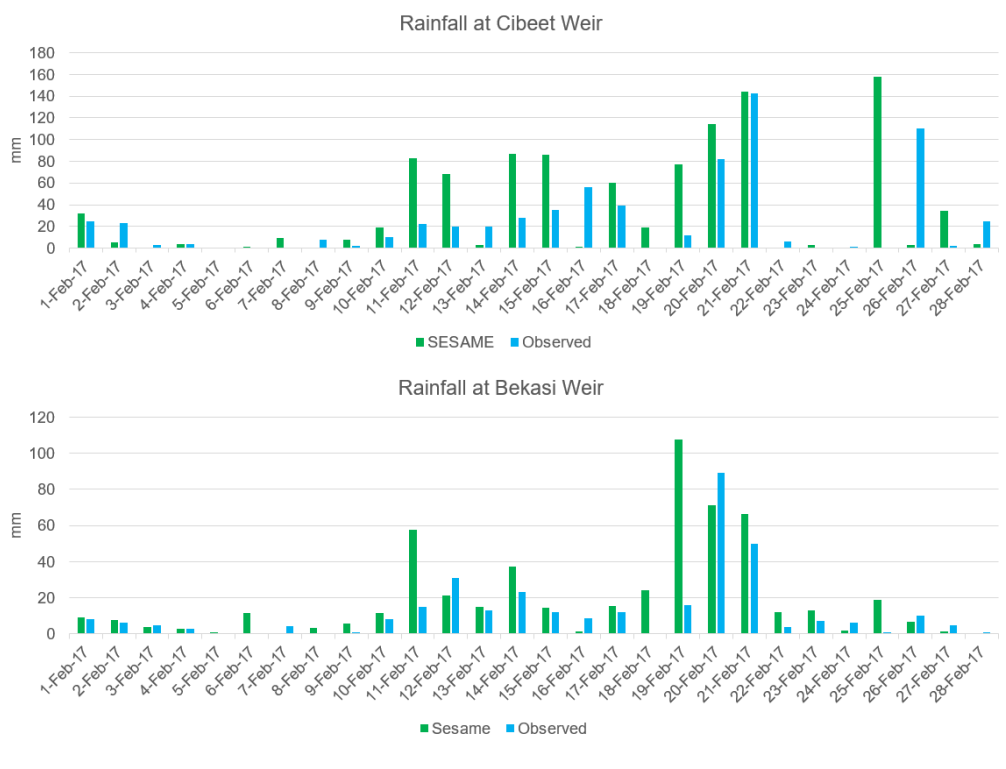


図 3-9 : SESAME と従来測定による雨量データの比較

(b) 水質モニタリング

水質計の設置により、常時河川あるいは水路の水質をモニタリングできるようになった。下図は、チタルム川流域からジャカルタへ分水するベカシ堰におけるデータである。PH 値、混濁度、融解酸素量、水温などをリアルタイムで監視しており、水質に変化があった場合には即対応が可能となった。

Water Quality Monitoring

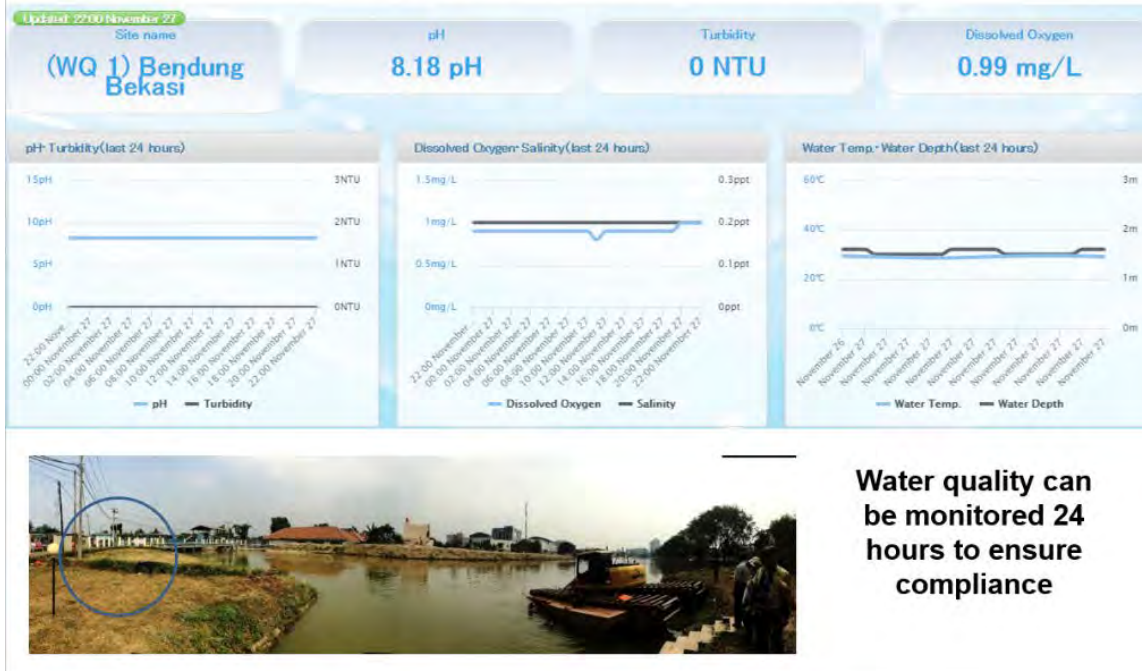


図 3-10：ベカシ堰に設置した SESAME からの水質データ

長期的な成果目標である JH ダムからの適正な放水量の算定や洪水災害時の警報発令システムの開発にも SESAME からのデータが活用されていく予定であり、目標達成においても SESAME の貢献が期待される。

(c) 計画放水量と実際の放水量の差

PJT II から提供された JT ダムの計画放水量 (Plan 2017) と実際の放水量 (Outflow 2017) は下表のとおりである。同計画放水量は、既述したとおり 2016 年に作成されたものである。(「2 章 (2) ①」を参照) 実際の放水量は、通常であれば、下流域に配置された現場職員からの情報に基づき、2 週間ごとの会議で決定される(「2 章 (2) ②」を参照)。

PJT II によれば、2017 年 1 月は予想以上の降雨があり、計画に比べてきわめて多くの量が放水された。また 2~6 月は、昨年中に完了するはずだったダムの Hollow cone valve (余水吐。逆円錐形をしているのでこう呼ばれる) の維持管理工事が長引き、ダム水位を一定レベル以下に保つておくために計画以上の量が放水された。7 月からは通常のダム管理が行われている。したがって、計画放水量と実際の放水量の差から SESAME の効果を図るためにはさらに時間を要するため、今後の課題とされた。

表 3-3 : JH ダムの放水量 (計画と実績)

(単位 : m³/sec)

月	期間 (四半期)	計画放水量 (Plan 2017)	実際の放水量 (Outflow 2017)
Jan	I	84.47	288.60
	II	82.72	232.46
Feb	I	82.91	194.85
	II	80.44	185.85
Mar	I	88.26	244.61
	II	98.65	250.99
Apr	I	103.18	249.69
	II	109.30	247.77
May	I	122.47	274.98
	II	170.37	239.58
Jun	I	180.70	181.14
	II	195.97	185.25
Jul	I	204.03	182.80
	II	196.19	162.06

2-1 事前協議、活動計画立案、3-1 事前協議、詳細計画立案

(a) キックオフ会議 (2015年6月)

1-1 事前協議、事業計画立案 (a) に記載したとおり、キックオフ会議を BPPT のセルポン研究所で実施した。同会議で BPPT に以下を確認した。

本事業の事務所および SESAME サーバーの設置場所は同研究所内の Geotech Laboratory とする。BPPT との共同研究機関として SESAME を設置予定の地方 4 大学と BPPT の間で、SESAME プロジェクトに関する合意書 (MOU) が結ばれた。

BPPT は、SESAME システムの使用料として 1 台あたり 36 万 IDR/月 (約 3,000 円/月³⁶) の「運営・維持管理料」を毎月支払う。

(b) 他事業で設置した SESAME システムの稼働確認 (2015年6月)

(1-1 事前協議、事業計画立案 (b) に合わせて記載した。)

(c) カツランパダムへの設置 (2016年3月)

BPPT より、カツランパダムの水位データを利用して早期洪水警戒システムを構築したいとの要望が挙げられたことから、現地を視察し、カツランパダムの設置予定地点を確認した。

³⁶ JICA レート 2017 年 7 月 1 IDR = 0.00844 JPY

(d) カツランパダム下流の洪水予測に関する協議（2016年3月）

BPPT は、カツランパダム下流、特にマンガライ（Manngarai）堰での洪水予測を計画したが、機器の故障により雨量データが得られず、計画を停止していた。本事業の「流域管理・適合性」担当である室蘭工業大学教授が研究中的リアルタイム予測モデル案を BPPT へ提示した。これに基づき、BPPT は SESAME から得られるリアルタイム測定データ（カツランパダムの水位および雨量）を当該モデル案に入力し、マンガライ堰の流出計算をおこなう計画であることを確認した。

(e) マンガライ堰見学・洪水データ取得（2016年4月）

カツランパダム下流に位置するマンガライ堰を見学し、過去の洪水時のデータを取得した。洪水時データを予測値と照合し、本事業の「流域管理・適合性」担当が上記モデル案の有効性の検証方法を検討することとした。

2017年7月現在、検討に必要なデータの収集・蓄積をしている段階であり、結果は出ていない。同担当者は室蘭工業大学の研究者であるので、本事業終了後もデータ収集・蓄積を継続し、将来的に BPPT と共同でモデル案を検討するとしている。

2-2 機材の設置場所選定、機材の維持管理体制の検討（BPPT 供与分）

(a) ボゴール市郊外にあるカツランパダムの視察（2015年7月）

BPPT 担当者と、水位計の設置に関して現地で協議し、設置場所を決めた。さらに、ボゴール市災害担当課長に現地の状況を聴取した。

当初、カツランパダムには水質計を設置する予定であったが、水がきれいであり、水位を測定することが最優先であると確認されたため、水質計に変えて水位計の設置を検討することとした。

(b) BPPT との協議（2015年9月）

上述したカツランパダムへの水位計の設置については、2015年10月に JICA に相談して了承を得たうえで変更した。

BPPT は、早期警戒システムを構築して、市民がインターネットでデータにアクセスできるようにしたいと考えている。同システム構築にかかる測定機器として SESAME を活用する計画があることを確認した。

BMKG（気象気候地球物理庁）など関係機関へのプロモーションを目的に、気象観測器を接続した SESAME を1台導入するとして、様々な活用方法の検証・評価が容易にできるよう、ジャカルタ中心部ではなく BPPT セルポン研究所にこれを設置することで合意した。

(c) 維持管理体制の検討

2016年11月の時点で、機材維持管理計画について BPPT と協議した結果、通信費、サーバーメンテナンスやデータ利用システムの構築にかかる費用などを2017年度の活動予算計画に計上し、申請中とのことであった。

共同研究機関（大学）に設置した SESAME については、各大学の維持管理体制・予算の確認やデータ活用方法について2017年3月に大学担当者との会合を開催することで BPPT と合意した。



図 3-11 : SESAME 設置場所 (BPPT) : カツランパダム

2-3 日本国内での機材の製造・輸送

本活動の実績については、「1-4 日本国内での機材の製造・輸送」に合わせて記載した。

2-4 機材の設置 (BPPT)

(a) BPPT 管轄区域への設置

BPPT の管轄区域内に設置する 7 台のうち、泥炭地 4 カ所はみどり工学の技術者が現場へ同行して設置した。

地域	共同研究機関	設置日
リアウ州	リアウ (Riau) 大学	2016 年 5 月 20 日
中カリマンタン州	パランカラヤ (Palangkaraya) 大学	2016 年 5 月 13 日
ジャンビ州	ジャンビ (Jambi) 大学	2016 年 5 月 24 日
西カリマンタン州	タンジュンプラ (Tanjungpura) 大学	2016 年 5 月 16 日

気候変動の適応策を検証するため、以下 3 カ所に SESAME が設置された。

設置箇所	地域	共同研究機関	設置日
カツランパダム (Katulampa Dam)	ジャカルタ近郊ボゴール市	Jakarta Agency for Disaster Management	2016 年 10 月 21 日
BPPT セルポン 研究所	ジャカルタ近郊タンゲラン市	Weather Modification Technical Unit of BPPT	2016 年 2 月 1 日
大学近隣の水田	中ジャワ州ジョグジャカルタ近郊	ガジャマダ大学	2016 年 5 月 28 日

(b) カツランパダムへの設置の遅延

カツランパダムについては、2016 年 5 月に BPPT から提案された地点へ設置することとしていたが、BPPT から同ダムを管理する機関 (PU 傘下の「Ciliwung – Cisadane 川管理センター ボゴール事務

所」)へ工事許申請をしていなかったため、工事許可の取得に時間を要し、設置工事が完了したのは2016年10月末であった。

(c) 共同研究機関(大学)への設置

みどり工学から業務主任者と水文データ収集・解析/機器設置指導担当者が5つの大学を訪問し、上述の日程でSESAMEを設置し、設置後にデータが問題なく送信されていることを確認した。

2-5 機材の維持管理(BPPT)

(a) 共同研究機関(大学)担当者の確認

各大学におけるSESAMEの維持管理体制については、BPPTからみどり工学へ提出された各大学から提出された担当者リストによって、各大学で2名の担当者が配置されたことを確認した。

(b) 維持管理契約の締結

当初、大学に設置した機器の維持管理費(システム利用料金の支払いを含む)については、BPPTが一括してBNTを通じてみどり工学に支払う計画であったが、BPPTは2017年度予算で当該費用を確保できなかったため、維持管理費用は各大学が負担しなければならなくなった。しかし、2017年5月に実施した各大学からのヒアリングにおいて、各大学による予算の確保は困難であるとの報告を受けた。そのためBPPTの発案により、各大学のSESAMEから得られるデータをBRGへ共有し泥炭地管理・復興に関する活動に協力すること、そのためにSESAME維持管理費用をBRGに負担してもらうこと、これらをBPPTからBRGへ交渉することで合意した。

2017年9月現在、BPPTはBRGと交渉中であるとの報告を受けている。

(c) 維持管理体制の確認

2017年5月に各大学のSESAME担当者をBPPTへ招集し、SESAMEの維持管理体制についてヒアリングを実施した。同ヒアリングで得た概要は以下のとおりである。

ジャンビ(Jambi)大学(ジャンビ州)

【人員】1人:大学の担当教授が機器メンテナンスを目的として毎月1回の(年12回)の現場を訪問する。研究活動として、現場で調査とSESAME以外のセンサーも含めた機器のチェックのために研究室の学生を現場へ派遣することもあるため、2、3週間に1回は現場で機器をチェックしている。

【年間予算計画】 10,500,000 IDR (約 89,000 円) ³⁷

費目	金額 (IDR)	備考
人件費	150,000	1 名 (大学担当教授) 現場訪問 1 回あたり
交通費	650,000	現場訪問 1 回あたり
日当等	75,000	現場訪問 1 回あたり
小計 (月合計)	875,000	現場訪問 1 回の経費合計
合計 (年合計)	10,500,000	年間 12 回 (月 1 回) 分の現場訪問経費

※現在は、現場作業に必要な経費は大学教授の研究費から捻出している。

リアウ (Riau) 大学 災害研究センター (リアウ州)

【人員】 3 人：機器本体の管理、データ管理・分析 (教授など研究者)、日常メンテナンス (ローカルスタッフによる掃除や盗難防止のための監視) を想定している。今までは日常メンテナンスの業務を設置場所の土地所有者にボランティアとして依頼してきたが、今後は業務に対する対価 (100,000IDR/月) を支払う。

【年間予算計画】 9,000,000 IDR (約 76,000 円)

費目	単価 (IDR)	数量	小計 (IDR)
ローカルスタッフ人件費	100,000	12 ヶ月	1,200,000
ウェブサービス料	400,000	12 ヶ月	4,800,000
現地視察費	3,000,000	1 式	3,000,000
計 (年間維持管理費用)			9,000,000

※現地視察費は、1 年に 1 回の定期メンテナンスと問題が生じた場合の現場作業 (数回) を想定している。

パランカラヤ (Palangkaraya) 大学 (中部カリマンタン州)

【人員】 2 人：機器チェック (盗難、その他) 担当、データ管理担当 (その他)

【年間予算計画】 8,250,000 IDR (約 70,000 円)

費目	単 価 (IDR)	小計 (IDR)	備考
人件費	250,000	2,000,000	単価：現場作業 1 回 1 人あたり (年 4 回)
交通費	300,000	2,400,000	単価：現場訪問 1 回 1 人あたり (年 4 回)
通信費	300,000	3,600,000	1 ヶ月当たり (12 ヶ月)
セキュリティチェック	250,000	250,000	年 1 回
合計 (年)		8,250,000	

※2017 年中の予算は、現在実施中の BRG との共同研究費用から捻出が可能であるが、2018 年以降の見通しが立っていない。

³⁷ JICA レート 2017 年 7 月 1 IDR = 0.00844 JPY 以下、他の 4 大学の予算についても同様。

タンジュンプラ (Tanjungpura) 大学 (西カリマンタン州)

【人員】2人：大学からの派遣 (1人)、現場スタッフ (1人)

設置場所周辺住民がデータチェック、掃除などの作業を現在は無償で提供しているが、今後は30万 IDR/月程度の報酬を支払う。

【年間予算】10,800,000 IDR/年 (約 91,000 円) : SIM カードの通信費用やその他の雑費を含めた総予算

ガジャマダ (Gadjah Mada) 大学 (中ジャワ州)

【人員】2人：機会のメンテナンス (1人)、データ管理 (1人)

【年間予算】10,800,000 IDR (約 91,000 円)

2-6 データ処理・分析指導

当初計画では、本活動は「1-7 データ処理・分析指導」(PJT II に対する活動)と同時に実施する予定であったが、事業開始後に判明した BPPT と PJT II によるニーズの違いに基づき、下記のとおり、各機関に対して個別に処理方法と分析方法を説明した。

BPPT からは、SESAME から得られるデータを活用して、パブリックデータとして BPPT のウェブページで公開する計画であるとの説明を受けた。このため、まずは SESAME から得られる生データの入手とエラーチェックの方法とデータベースとしての情報蓄積・管理方法を指導した。BPPT の考えでは、まずは雨量や水位のデータをグラフや統計データとして一般公開し、次段階で洪水予測情報など、さらに長期的には SESAME 以外のシステムから得られるデータと統合し包括的な水管理関連情報として公開する予定である。さらにこれを防災予測・警報システムとしても機能させる計画とのことであった。

このため、次の段階では SESAME のウェブシステムで提供されるグラフ化したデータを使い、BPPT 独自で洪水予測や防災にかかるプログラム開発ができるような技術支援が必要と考えるが、現段階ではまだ生データの蓄積・管理の方法を整備していく段階にある。

2-7 SESAME システム活用促進のための普及活動

SESAME システムの優位性とデータの有効性についての理解を広めることを目的に、計 5 回のワークショップを開催した。各ワークショップの概要は以下のとおり。

(a) 第 1 回ワークショップ

開催日：2016 年 2 月 4 日、場所：PJT II 会議室、参加者数：19 人

BPPT、PJT II、Hydrosix、ADCA (一般社団法人海外農業開発コンサルタント協会) の関係者を対象に、SESAME 普及・実証事業の目的・活動内容・工程についての説明を目的として開催した。ワークショップの主な内容は以下のとおり。①事業概要の説明 (KMC)、②SESAME システムについての説明 (みどり工学)、③SESAME の設置目的と効果 (PJT II)、④テレメトリシステム機器の設置方法 (Hydrosix 社)、⑤SESAME 設置計画、BRG の活動 (BPPT)、⑥泥炭地管理におけ

る SESAME の活用（NPO 北海道水文気候研究所：Hokkaido Institute of Hydro-climate：HIHC）

(b) 第2回ワークショップ

開催日：2016年9月27日、場所：BPPT 会議室、参加者数：82人

BPPT、PJT II、BRG、DRN（国立研究評議会）、BMKG 等の気候変動対策に関わる公的機関に加えて、泥炭地の地下水モニタリングを必要とする民間企業からの参加者を対象に、プロジェクトの進捗報告と気候変動対策にかかる SESAME システムの有効性の共有を目的として開催した。主な内容は、①基調講演（BRG、National Research Council of Indonesia）、②SESAME プロジェクトの進捗（BPPT、みどり工学、PJTII、ジャンピ大学、タンジュンプラ大学）とそれぞれに対する質疑応答であった。また、会場で SESAME 機器本体が展示され、現地の技術者が参加者に対応した。

(c) 第3回ワークショップ

開催日：2016年11月28日、場所：BPPT 会議室、参加者数：38人

BPPT、PJT II、BRG、DRN からの参加者を対象に、SESAME 設置による効果の報告のあと、気候変動対策とそれ以外の用途における SESAME の活用方法についての討議を目的として開催した。主な発表内容は以下のとおり。①基調講演（BRG、National Research Council of Indonesia）、②SESAME の稼働状況と活用計画（BPPT、みどり工学、PJT II）、③洪水予測モデル構築におけるデータの信頼性（室蘭工業大学）、④SESAME システムの進化と将来性について（みどり工学）BPPT および PJT II からの発表では、リアルタイムで正確なデータが得られるようになったことから SESAME の優位性を高く評価するとともに、収集データを活用して気候変動対策を改善したいとの意欲が示された。

(d) 第4回ワークショップ

開催日：2017年3月21日～22日、場所：PJT II 会議室、参加者数：43人

BPPT、PJT II、大学関係者、気候変動に関連する民間企業などを対象に、地方の5大学に設置した SESAME の稼働状況とフィールドデータの活用計画について、各大学の担当教授から報告がなされた。PJT II に設置した SESAME については、稼働状況とデータの活用計画に加えて、維持管理体制（人員、予算）についての計画が発表された。これらの報告を通じて、各大学に設置された SESAME のデータは大学の研究に活用され始めており、本事業終了後も継続的に利用される見通しであることが確認できた。

(e) 第5回ワークショップ

開催日：2017年7月11日、場所：PJT II 会議室、参加者数：25人

BPPT、PJT II、大学関係者、民間企業、JICA を招待して、本普及・実証事業の完了にあたり、SESAME 導入の成果の発表を目的として最終ワークショップを開催した。PJT II は、SESAME データに基づく現状分析の結果とダム管理能力の向上や洪水対策への活用計画について発表した。（主な内容は「3章（2）①成果1」を参照）BPPT からは、2017年度に BRG と連携して泥炭地復興の活動を進めていくこと、その過程で地下水位モニタリングを最も重要な活動の一つに位置付けてお

り、同活動の促進に SESAME の活用が期待されると報告された。

2-8 事業の評価

本事業で BPPT へ設置した 7 台のうち、地方の大学に設置した 5 台の SESAME は各大学で気候変動対策に関連する研究において、特に泥炭地火災防止に関連した「地下水位と泥炭地火災の発生および CO₂ 発生量の相関関係の分析」、「地下水位観測に基づく泥炭地火災発生予測と警報システムの運用」、「泥炭地における魚の養殖」、「地下水位、気象データモニタリングによる農作物の疫病発生予測」、「Canal Blocking（人工水路によって泥炭地からの水の流出を食い止める工法）」などの研究テーマのデータ収集に活用されている。

下図はリアウ大学、右図はガジャマダ大学が、それぞれ SESAME データをどのような研究に適用しようとしているのか、第 4 回ワークショップでプレゼンした資料の一つである。

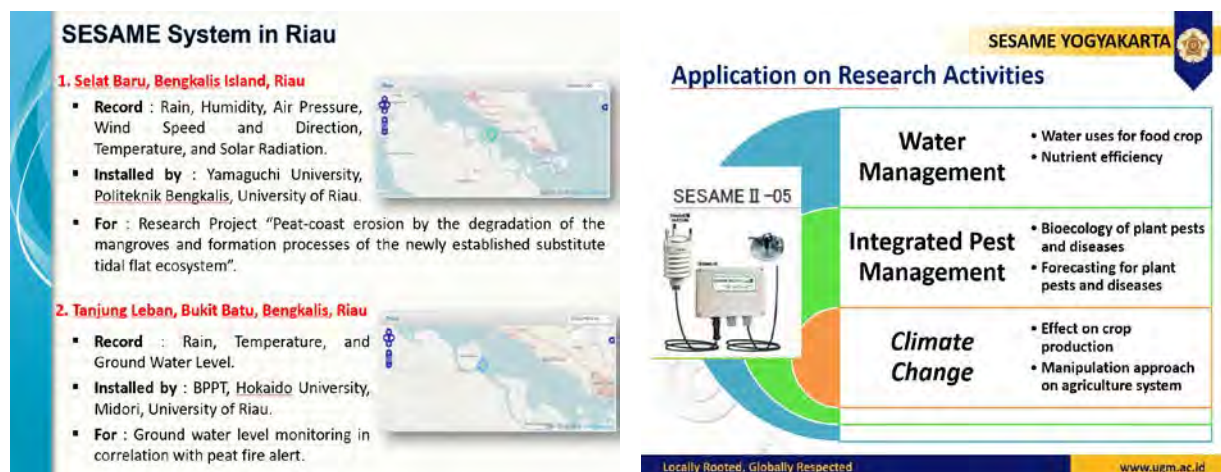


図 3-12：大学における SESAME データの活用方法

さらに、本事業期間中に、BRG をカウンターパート機関とする JICA により実施された「森林・泥炭地火災に係る情報収集・確認調査（その 2）」で 14 台の SESAME が導入され、泥炭地管理・復興のための水位モニタリングに活用されることになった。気候変動対策に関わる関係機関へ SESAME を普及するという本普及・実証事業のねらいに対する大きな成果の一つである。

BPPT は、上述したワークショップなどインドネシア国内で関係機関が集まる場はもとより、他国で行われた国際会議などの場でも、泥炭地火災の対策には SESAME が有効なシステムであることを広く紹介していた。元々、北海道大学が実施した SATREPS に SESAME が導入されたことで、BPPT は SESAME を高く評価するようになり、案件化調査や本普及実証・事業のカウンターパート機関になったという経緯がある。本事業での成果を踏まえて BPPT の評価は事業実施前よりもさらに高まり定着したといえる。

3-1 事前協議、詳細計画立案

本活動については、「2-1 事前協議、活動計画立案」に合わせて記載した。

3-2 日本国内でデータサーバーを購入、設定

BPPT に設置するデータサーバーは、日本国内での事前設定を終え、他の機材と一緒に 2016 年 5 月に BPPT へ納品された。（「3. 普及・実証事業の実績（1）1-4 (h)」を参照）

3-3 データサーバー維持管理体制の確立

本事業では、みどり工学のクラウドサーバーから転送される生データの蓄積と管理のために BPPT にデータサーバーを設置した。BPPT からは、同データサーバーを含む SESAME システムの運用維持管理のために、以下の 4 名で構成する SESAME チームを結成したとの報告を受けた。

【BPPT 担当部署・サーバー設置場所】

領域資源開発技術センター（PTPSW）自然資源開発技術（TPSA）土木・測量（ジオマティック）研究室

【担当および業務内容】

(i) コーディネーター

- ・システム運用に際してセサミチームおよびその他の関係機関との連絡・調整をする。
- ・BPPT 内の PTPSW-TPSA 幹部との連絡・調整をする。
- ・全てのシステムが正常に作動していることを確認する。
- ・報告・発表の資料を用意する。

(ii) 情報システム

- ・SESAME 情報システムを開発する。
- ・定期的にシステムのメンテナンスをする。
- ・情報システムが正常に稼働していることを確認する。

(iii) ネットワーク&インフラ

- ・BPPT に設置された SESAME データサーバーの整備やネットワークの安定について BPPT 情報システム管理センターと連絡・調整をする。
- ・SESAME システム全てのハードウェアが正常に作動していることを確認する。

(iv) データベース

- ・SESAME システムのデータベースを開発する。
- ・定期的にデータのバックアップをする。

3-4 データサーバーの設置、切替え

2016 年 6 月にみどり工学のデータサーバー設定担当が BPPT を訪問し、設置・設定を完了した。測定データがデータサーバーに受信・保存され、PC からアクセスできることを確認した。

3-5 現地サーバーの稼働を検証

2016 年 11 月にデータサーバー設定担当が再び BPPT を訪問し、SESAME システムから送信される測定データが BPPT サーバーに集積されていること、ローカル PC からサーバーへアクセス

して測定データを入手できることを確認した。また、BPPT サーバーのデータ取得機能のアップグレードのために、プログラムを修正した。

3-6 気候変動に関連する各政府機関へのデータの一元管理・相互利用の働きかけ

BPPT は 2016 年 9 月 28 日、関連政府機関を招待して第 1 回コンソーシアム会議を開催した。本事業の実施関係者のほか PKG、Shinar Mas Forestry、PU の 3 つの機関が出席し、まず BPPT より出席者に対して、SESAME を使って集めたデータの一元管理・相互利用への参加を呼びかけ、その後実現可能性について協議した。出席者からは、参加するためには次のように解決すべき課題がいくつかあることが指摘された。

- クラウドサーバーを利用する際の機密性：SESAME からのフィールドデータは、みどり工学のクラウドサーバーへ伝送され、データのエラーチェックを経てから顧客へ提供される。同クラウドサーバーは日本にあるため、データ漏洩のリスクが高い。インドネシアのフィールドデータはインドネシア国内で管理されるべきである。
- 計測誤差補正と標準化：データが正確であることをどのように証明し、誤差が生じた場合は誰がどのように修正するのかのプロセスが不明である。
- アフターサービスの必要性：日本（海外）の機器のため、迅速かつ的確に対するサービス体制がなければ不安である。

これらの指摘事項に対する対応は以下のとおりである。データの国内での管理についてはインドネシア国内のクラウドサーバーを使用する方針で対応を進めている。データの正確性については、すべての SESAME データはクラウドサーバーへ伝送され、みどり工学がエラーチェックをした後で顧客へ提供されている。アフターサービスについては、現地代理店の ZMEI を通じて、迅速に Hydrosix 社を現場へ派遣する体制を整えている。

しかしながら、データの機密性が高いことから、気候変動に関連する政府機関からは難色が示され、コンソーシアム形成は困難な状況にある。

3-7 現地サーバーの稼働検証を公表

2016 年 11 月に BPPT を訪問し、BPPT における SESAME からのデータ受信状況を確認するとともに、6 月に設置したデータサーバーの稼働を確認した。BPPT サーバーを使ったデータの一元管理・相互利用が可能な状態にあることを BPPT へ報告した。

3-8 データの一元管理・相互利用の仕組みを協議

2017 年 11 月に第 2 回コンソーシアム会議を開催し、インドネシア国内の気候変動対策に関係する機関へサーバーの稼働状況を発表するとともにデータの一元管理・相互使用の仕組みの構築に向けて協議する計画であったが、後述のとおり、関係機関からはデータ共有に賛同が得られず、一元管理・相互使用の仕組みの構築は困難であると BPPT から申し入れがあったため、開催を断念した。

3-9 関連政府機関によるコンソーシアム形成への協議およびアクションプランの作成

上述した第1回コンソーシアム会議において、コンソーシアムに参加を希望する機関は、BPPTを通してみどり工学へアクションプラン概要書を提出するよう要請された。しかしながら、アクションプラン概要書を提出した機関はなく、BPPTのさらなる呼びかけに対しても参加者が集まらず、第2回コンソーシアムは中止となった。BRGにも参加を呼び掛けたが、BRGは活動期間を5年に定められた組織のため、コンソーシアムメンバーとして妥当ではないとの回答であった。BPPTからは、「どの機関もデータの共有には反対であり、相互利用を目的とするコンソーシアムの形成は困難」との報告を受け、本事業実施期間中に、新たな組織にも参加してもらう形でのコンソーシアムの形成とアクションプランの作成は断念せざるを得ない状況となった。

コンソーシアムについてはBPPTから提案があり、みどり工学としても、関係機関間でデータを共有し活用することで効率的なモニタリング活動や気候変動問題への連携が可能となるという期待のもと協力した。しかし、実際の作業を進める過程で、関係機関から機密性の高いデータを共有することへの反対が強く示された。

ただし、BPPTは本事業を通じBPPT、PJT II、地方の大学にBRGを加えた複数組織によって、すでにコンソーシアムの基盤は形成されたと考えており、今後時間をかけて他の関係機関の参加を働きかけていく方針である。

3-10 事業の評価、報告

BPPTに設置したサーバーの稼働を確認し、データの一元管理・相互利用が可能であることをBPPTへ報告した。BPPTでは、SESAMEで集めたデータを活用しパブリックデータを開発するという計画を持っている。コンソーシアムの基盤として、いくつかの機関がBPPTサーバーを拠点にデータを共同利用するという形での連携はできるようになった。BPPTによれば、本事業の成果としては十分評価できること、今後はSESAMEの普及に伴う関係機関の反応をみつつ、可能な範囲でコンソーシアムへの参加を呼びかけるとのことであった。

4-1 SESAME システムの設置と維持管理のための現地研修の実施

(a) SESAME 設置研修 (2016年2月)

SESAMEの設置方法についての研修を2016年2月1～2日の2日間にわたりBPPTセルポン研究所で実施した。PJT IIとBPPTをはじめHydrosix社、ZMEI社やBNT社を含め、計20人以上が参加した。研修は、設置方法と設置実演を中心に、以下の項目について実施した。

【1日目：2月1日】

システムおよびデータ転送の構造（講義）

設置方法（講義）

設置方法（実習）：BPPTセルポン研究所の屋上にSESAME本体と気象観測器を設置した。その後、測定データを日本国内にあるみどり工学のクラウドサーバーに自動送信する設定方法を実演した。

【2日目：2月2日】

前日に設置した SESAME システムから送信されるデータを使用し、以下の項目を研修した。

データ表示ソフトの使用方法（講義）

同ソフトの使用方法（実習）：各自が PC で実際にソフトを使って、遠隔サーバーからデータにアクセスし、すぐにグラフ表示できることを体験した。

本研修を通じて、参加者全員が SESAME システムの構造を理解し、ソフトを使ったデータ表示ができるようになった。



受講の様子



屋上での設置実演

図 3-13：SESAME システム研修

4-2 機器設置時に OJT の実施

上記の現地研修で学んだ内容について理解を深めるために、BPPT と PJTII の SESAME システム担当の技術者に対して、設置作業現場において OJT による技術指導を行った。PJT II の管轄区域内から技術習得に適した設置場所を 5 カ所抽出し、研修参加者に加えて BNT 社、Hydrosix 社に対して、以下について OJT を実施した。

- SESAME 設置研修で学んだ SESAME システムの設置方法に基づき、OJT 参加者が自ら現場で SESAME を設置した。その後、参加者の習熟度を高めるために、みどり工学の技術者が OJT 参加者によって設置された機器の設置方法の間違いや留意点を指摘し、修正した。
- 機器の設置後に、参加者とともに各パーツと配線が正しく接続されているか、センサーからデータ送信されているかの確認を行った。
- SESAME 通信に使用する携帯電話通信サービスは、データ通信専用かつポストペイドの SIM が最適であることが伝えられた。

4-3 本邦受入活動の実施

本邦受入活動を 2016 年 7 月 17～24 日（8 日間）に実施した。参加者の選定にあたり帰国後に SESAME の維持管理担当者となる事を条件として、PJT II から 3 名と BPPT から 2 名の計 5 名を受け入れた。本邦受入活動の日程（実績）を以下に記す。

表 3-4：本邦受入活動の日程（実績）

日付	時刻	形態	受入活動内容	講師又は見学先担当者等		活動場所
				氏名	所属先及び職位	
7/17(日)			インドネシア側 移動			
7/18(月)	10:00	見学	インドネシア側出迎え、千歳空港	繁永幸久	(株)みどり工学研究所 所長	札幌
	15:00	講義	オリエンテーション	繁永幸久	々	札幌
	18:00	講義	歓迎会	繁永幸久	々	札幌
7/19(火)	8:00	見学	一財 北海道農業近代化センター訪問	繁永幸久	(株)みどり工学研究所 所長	一財 北海道農業近代化センター 深川市広里町4丁目1番3号
			農業現場に設置のSESAMEシステムを見学。 SESAMEを利用している理由等を聞く。	半澤幸弘	一財 北海道農協近代化センタ ー 専務理事	
	13:00	見学	札幌開発建設部夕張川ダム総合管理事務所	繁永幸久	(株)みどり工学研究所 所長	札幌開発建設部夕張川ダム総合管理事務所 夕張市南部青葉町573番
7/20(水)			一般的な国土交通省が管理しているダムの 状況を見学、ジャティフルダムの現状管 理にいかす。SESAMEの活用方法を研究す る。			
	9:00	見学	札幌開発建設部 河川管理システム 石狩川全体の管理システムの見学、ダム・ 河川状況管理システムを見学、ジャティ フルダム管理の参考にする。	中津川誠	室蘭工業大学 建築社会基礎系 学科 教授	札幌開発建設部 札幌市 本部
	11:00	見学	札幌開発建設部管理の豊平川上流、定山溪 ダム管理所でのテレメータ監視システム について、見学。ジャティフルダム管理の 参考にする。	々	々	札幌開発建設部 札幌市 定山溪
	14:00	見学	札幌市水道記念館にて、上水場の管理シ ステムを見学する。上水管理用テレメータ の見学。	々	々	札幌市 白川浄水場ならびに、藻岩浄水場
7/21(木)	9:00	見学	北海道土地改良区 北海道幹線水路と北海道 首工の水管理システム	繁永幸久	(株)みどり工学研究所 所長	北海道土地改良区 北海道首工管理事務所 芦別市
			農業用水路水管理システムの見学、PTT2の 下流幹線水路の管理計画に参考にする。			北海道土地改良区 中央管理所 岩見沢市
7/22(金)	9:00	見学	篠津泥炭博物館、泥炭地農業の実態 開発の歴史、泥炭地の成り立ち 泥炭地での地下水位観測と泥炭の特性。北 海道泥炭の特性を説明、VS 熱帯泥炭	高橋英紀	NPO法人北海道水文気候研究所 理事長	当別町
	14:00	見学	石狩川頭首工の見学			月形町
7/23(土)	9:00	発表	研修の結果の発表（レポート各自提出）	繁永幸久	(株)みどり工学研究所 所長	札幌市
	13:00		午後自由行動			
7/24(日)	6:00		帰国 新千歳からジャカルタへ			

本邦受入では、SESAMEを導入している機関と従来型のテレメトリシステムを見学してもらった。従来型のテレメトリシステムと比べて、SESAMEは設置方法や維持管理が簡易な点が理解され、SESAMEの優位についてより理解が促進された。

本邦受入活動の終了時にはアンケート調査を実施して、その結果から参加者全員がSESAMEシステムの基本的な活用方法を取得したと確認できたため、十分な成果が得られたと判断される。

4-4 データサーバー維持管理の技術指導（BPPTのみ）

BPPT内でデータサーバー管理作業を担う「情報システム」担当者と「ネットワーク&インフラ」担当者に対して技術指導を実施した。データサーバーの維持管理とは、日常的にサーバーにインストールされているプログラムが正常に稼働しているか、SESAMEセンサーからのデータが定期

的かつ的確に更新されているかの確認作業であり、さらにトラブル時の対応として、例えば停電後に必要なコマンド入力によるプログラムの再起動などを行うことである。

4-5 事業の評価・報告

BPPT での研修、SESAME 設置現場での OJT、本邦受け入れ活動およびみどり工学の専門家による指導など、PJT II、BPPT、大学など共同研究機関の SESAME システム担当者に対して技術移転をした。受講者は、日本人技術者がいなくてもウェブシステムのセットアップやデータの抽出やグラフ表示などの操作をできるようになったことを確認した。このように、インドネシア側関係機関の維持管理能力は向上した。ただし、SESAME 設置場所でのデータ確認・メンテナンス作業を担当する現場担当者への技術指導は行われていないため、現場担当者への技術指導は、PJT II が行う予定である。

表 3-5：技術移転の概要

指導時期	人数	指導内容
2016年5月	2名	SESAME 設置方法と留意点について、現地技術者に指導、実地訓練を行った。(中部カリマンタン州パラカラヤ)
2016年5月	25名	大学のスタッフを対象に泥炭地における水文観測の重要性と SESAME の有効性について説明した。(西カリマンタン州タンジュンプラ大学)
2016年5月	10名	大学のスタッフを対象に泥炭地における水文観測の重要性と SESAME の有効性について説明した。(リアウ州リアウ大学)
2016年5月	30名	ジャンビ州流域管理局に対して、泥炭地における水文観測の重要性と SESAME の有効性について説明した。
2016年5月	10名	大学の研究者を対象に泥炭地における水文観測の重要性と SESAME の有効性について説明した。(ジョグジャカルタ州ガジャマダ大学)
2016年6月	10名	水質計の設置方法および取扱いについて指導した。
2016年6月	5名	BPPTに対するデータサーバーの設定方法とソフトウェア使用方法を説明した。
2016年8月	5名	SESAME 設置地点のチェックおよび SESAME 本体と水質計の設置方法を指導した。
2016年9月	各5名	現地スタッフに対して、SESAME 設置現場において OJT で機器の設定と取扱い方法を指導した。
2016年10月	各5名 ～10名	SESAME 設置場所を視察し、現場で以下を指導した。 ・接続ケーブルのジョイント部の防湿方法 ・耐久性に考慮したロガーケースの使用を推奨 ・設置後のメンテナンスを考慮したケーブルの材質選定を配線方法の説明
2017年5月	2名	水質計設置に使用する保護パイプの材質選定と据え付け方法について指導した。(カツランパダム)
2017年7月	7名	落雷時の故障防止対策 (アレスタ等の取り付け方) を指導した。
2017年7月	2名	BPPT の SESAME システム担当者に対してデータサーバーのメンテナンス方法を指導した。

5-1 データサーバー共有の促進およびコンソーシアム形成への協議

前述のとおり、将来のコンソーシアム形成に向け、本事業の実施関係者間での連携が可能となった。将来的なコンソーシアム形成に向けた下地という目標は達成できたといえる。

5-2 インドネシアでの SESAME システムの活用促進

本事業で収集した情報に基づき、後述(4章)のとおりビジネス展開におけるリスクの把握と対策を検討した。また、潜在顧客への訪問を通じて、顧客のニーズや SESAME の改善点を把握した。これらの情報を活かして、さらに SESAME システムの普及を図るとともに改良を進めていく。

5-3 本事業での実証結果の発表

(a) ワークショップ開催

前述のとおり、本事業期間中に計5回のワークショップを開催した。これらのワークショップには、気候変動対策に取り組む機関や SESAME システムの活用が見込まれる民間企業なども含めて、幅広い分野から出席者を招待し、SESAME データの活用事例の紹介や有用性の実証結果を発表した。

(b) PJT II の広報パンフレット

PJT II は、SESAME データを活用した水管理効率化への取り組みを紹介するパンフレットを作成した。今後、同パンフレットにより SESAME の認知度がさらに高まり、ビジネス展開にも貢献することが期待される。

(c) 学会などでの発表

BPPT、PJT II をはじめ、日本の泥炭研究者でもある本事業の専門家(外部人材)によって、国内外での学会などの場で SESAME のインドネシアでの活用事例と有用性について紹介された。

新聞への掲載

SESAME システムの有効性とみどり工学のインドネシアへのビジネス展開は、インドネシアおよび日本国内でも話題になっており、インドネシアの「じゃかるた新聞(北海道版)」(2017年7月4日)に記事が掲載された。

5-4 SESAME システムの普及・事業展開案の策定

(a) ビジネス展開に向けた実施体制

現地ビジネスパートナーの候補となる機関と協議し、各機関の位置付けと役割について、以下のとおり合意した。基本的に、本事業を通じて実証した体制をそのまま継承するが、SEAME の全国規模での普及に向けて、現地総代理店の ZMEI を支援しつつ市場開拓をすすめる新たな現地パー



図 3-14 : ジャカルタ新聞への掲載記事 (2017年7月6日)、「日本経済新聞

トナーとして TTTEI とも連携を図る。

【ZMEI 社】 PT. ZENBI MACHINERY AND ELECTRONICS INDONESIA

所在地：JL. Gabus No.47 Rawa Bambu, Pasar Minggu Jakarta 12520、社員数：6名

岡山に本社を置く金物商社(株)全備のインドネシア支社として2012年に設立された。建築資材、機械・電子部品を扱っている。現地総代理店として、インドネシア国内の販売・アフターサービスおよびメンテナンスの窓口業務を担当し、現場での対応が必要な際には Hydrosix 社へ依頼して技術者を派遣する。

【TTTEI 社】 PT. TOYOTA TSUSHO TOMEN ELECTRONICS INDONESIA

所在地：Midplaza 2 Building 12th floor, Jl. Jend. Sudirman Kav. 10-11, Jakarta 10220、社員数：24名

トーメンエレクトロニクスと豊田通商インドネシアの合弁で、アジア圏を対象にエレクトロニクス分野での新技術開発と販売を目的として、2013年2月に設立された。全国普及にあたり、ZMEI 社のみではビジネス拡大に限界があることから、前身のトーメンおよび豊田通商から引き継いだ TTTEI 社の現地ネットワークを活用して新規顧客を開拓する。ZMEI とは総代理店契約があるため、TTTEI は ZMEI の下請けとして位置付ける。

【BNT 社】 所在地：Jl. Inti Blok C1 No.7, Lippo Cikarang – Bekasi 17550 West Java、社員数：1名
日本企業（住友商事インドネシア事務所、フマキラー）のインドネシア代表として勤務経験のある人物が立ち上げた現地法人。みどり工学によるインドネシアでのビジネス展開促進を目的に、本事業の案件化調査の実施時（2013年）に設立された。本事業で設置した SESAME システム（計57台）の維持管理にかかり、みどり工学の現地窓口として BPPT および PJT II との連絡業務を担う。インドネシアにおける SESAME システムのプロモーション担当として、BNT は ZMEI に対して新規顧客を紹介する。

【Hydrosix 社】 所在地：Jl. Hidrology 6, Cigadung, Bandung 40191、社員数：6名（パート約10名）
製造行を営む企業であり、インドネシア国内でテレメトリシステムの設置・運用の実績を豊富に持つことから現場での設置工事とメンテナンスを担当する。新規顧客から現地代理店の ZMEI に対して設置業者の紹介依頼があれば、Hydrosix 社を派遣する。

(b) 他事業を通じた導入実績

インドネシア政府によると、泥炭地回復および泥炭地火災防止に向けた泥炭地モニタリングには数百台の水位観測システムが必要と算定されている。2016年11月に実施した BRG との協議において、BRG は SESAME の優位性に高い関心を示し、導入を検討していることが表明された。その後、既述のとおり BRG を相手国政府関係機関として実施された「JICA 森林・泥炭地火災に係る情報収集・確認調査」（2016年5月～2017年2月）において、南スマトラ州に4台の SESAME が供与された。また、同調査のフェーズ2（2017年2月～8月）では、さらに10台の SESAME が供与され、北スマトラ、南スマトラ、中部カリマンタン、リアウ州に設置された。

(c) ビジネス展開に向けた見通し

今後の販売先として期待できる機関について「4.（1）③想定されるビジネス展開の計画・スケジュール」にまとめた。

(d) ビジネス展開に向けた留意事項

JETRO インドネシア事務所を訪問（2015年9月）し、ビジネス展開における留意事項として以下の情報を得た。

インドネシアの商慣習として、売掛金や手形による決済については回収できないことが多々あり、回収できる場合も入金が遅い。政府機関についても同様であり、現地ビジネスパートナーがしっかりしていることが重要である。

(2) 事業目的の達成状況

各成果における事業目的と、その達成状況は下記のとおり。

① 成果 1

【目的】

PJT II において、SESAME システムが活用されることにより、リアルタイムデータが収集され、効率的な多目的ダム管理のために役立てられる。長期的には、PJT II で以下が可能となる。

- (i) 需要に応じた JH ダムからの適切な放水
- (ii) 洪水などの災害への迅速な対応に必要とされる、精度の高い河川データを収集する基盤の整備

【達成状況】

(a) SESAME システムの設置と稼働状況

PJT II の管轄地域に設置予定であった計 50 台の SESAME については 2016 年 11 月末に設置工事を完了した。



図 3-15 : JH ダムの下流付近設置した SESAME



図 3-16 : SESAME から伝送されたデータのウェブシステム上での表示

一部の SESAME には、施工業者による設置方法が不適切、あるいは携帯電話通信網が不安定などの理由からデータ伝送にエラーが生じていたが、現場での設置作業のやり直しと携帯電話会社との連携による原因究明と対応をした結果、2017年9月の時点で46台の SESAME から問題なくデータが伝送されている。残り4台については、移設の必要性および故障により一時的に稼働を停止しているが、再設置および修理を行い、2017年11月末までに全50台の SESAME が稼働する見通しである。

従来の PJT II では1日2回のみ目視による計測であったが、SESAME の設置によって、24時間を通して10分間隔でリアルタイムにデータを取得できるようになった。PJT II はリアルタイムデータを活用して、以下のように水管理業務の改善に向けた取り組みを進めている。

(b) 計測データ精度の向上

従来の JH ダムの水位・雨量データの計測は、現場係官が目視で読み取り手入力した数値を SNS で送信しているため、①計測頻度が限られる、②数値の読み取り間違いや SNS への数値入力ミスが生じやすいといった課題があった。PJT II の担当する水管理業務の精度を上げるためには、まずは水量や雨量を正確に測ることが重要である。

本事業で設置した SESAME から水位および雨量データがリアルタイムで定期的に伝送されるようになり、従来の測定方法と SESAME システムによる測定との間で計測値に大きな違いがあることが明らかになった。（「3章（1）1-10」を参照）従来の方法に比べて計測データの精度が飛躍的に向上し、PJT II による水管理の改善に大きく貢献する可能性、つまり SESAME の有効性が示されたといえる。

(c) 節水量の生活用水への活用可能性

インドネシア政府は、JH ダムから生活用水としてジャカルタへ供給している量 (16m³/s) を、2018 年までに 5m³/s、2025 年までにさらに 10m³/s を増加して、31m³/s とするよう PJT II へ要請している。

SESAME を活用することで、この政府方針に沿って、節約された分をジャカルタ市内へ生活用水として供給できるようになることを将来の目標として、ジャカルタへの配水を調整管理するベカシ堰に水位計、水質計付きの SESAME を設置した。

PJT II によれば、これによって、SESAME の成果の一つとしてジャカルタに向けた生活用水の水量と水質をより正確かつ迅速に把握できるようになった。下図は、PJT II が作成した PJT II の管理流域図と SESAME の設置個所を示した図である。

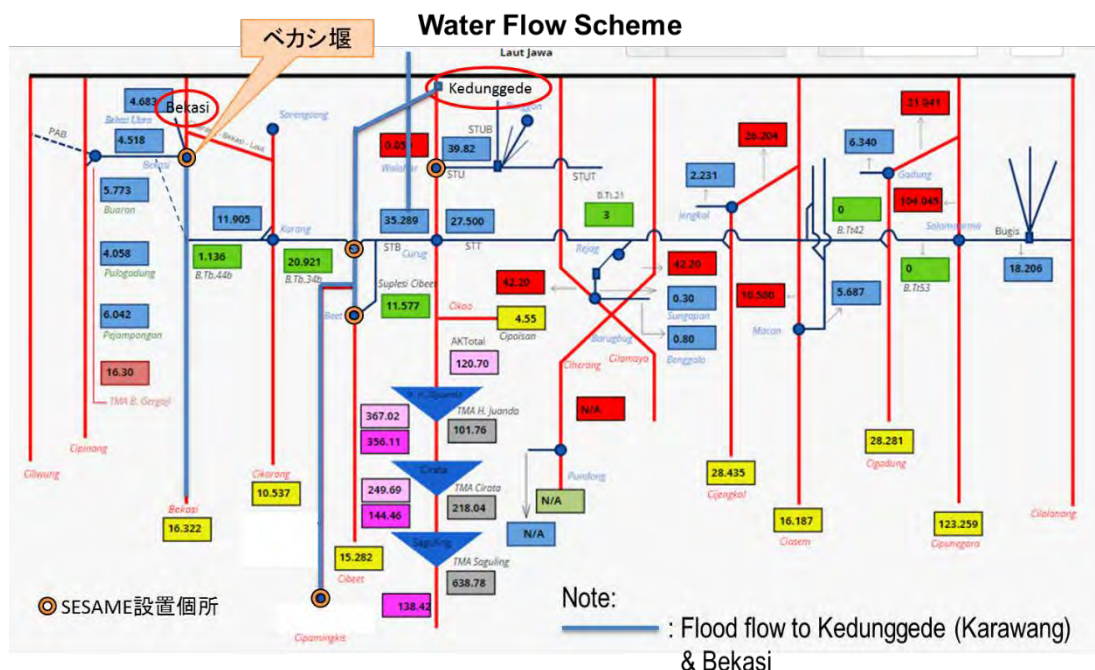


図 3-17 : PJT II の管理域における流域図

(d) 水管理データベースの構築

PJT II は、SESAME から取得した 2017 年 1 月以降のデータを使い、降水量や水位変化をグラフ化し、より適切な水配分・水管理ができるようにしている。また「水に係わるあらゆるデータベースを構築する」という狙いの下、PJT II の既存システム (SISDA) のデータと SESAME データを統合したシステムの開発を独自に進めるなど、SESAME データは有効に活用されつつある。

(e) 洪水対策

PJT II の SESAME データ解析担当部門では、洪水予測に基づく早期警報システムの開発を進めている。現地調査の結果、洪水予測モデルの構築および警報システムの開発に向けて、以下の課題が明らかになった。

チャタルム川上流に位置するチラタダムおよびサグリンダムは発電を優先しているため、下流の JH

ダムの水位に大きく影響を及ぼすにも関わらず、下流域での洪水発生リスクを考慮せずに貯水・放水を行っている。

チタルム川上流域はPJT IIの管轄区域外に位置しており、かつ降水量データが入手できないため、チラタおよびサグリン両ダムによる影響を想定できない。

PJT II 管轄区域であるチタルム川流域内についても、特に支流など遠隔地での雨量、水位の測定頻度と精度が不十分である。

PJT II ではこうした課題を克服するためにも、SESAME をさらに広範囲に設置し、データを取得することが重要であると考えている。

② 成果 2

【目的】

気候変動対策の分析に必要なデータ収集に SESAME システムが活用され、その多様な適用可能性および効果が BPPT により実証される。その結果、インドネシア国内での気候変動対策に役立つデータ収集技術として、SESAME システムの活用が BPPT により継続的に奨励される。

【達成状況】

(a) SESAME システム設置と稼働状況

本事業で BPPT を通じて大学など共同研究機関に設置した計 7 台の設置工事は 2016 年 10 月末に完了した。2017 年 5 月には 7 台すべての地点の点検を行い、稼働を確認した。大学に設置した SESAME については機器管理担当者との面談を行い、今後の維持管理について協議した。2017 年 9 月の時点で、全ての SESAME からのデータ送信状況は良好である。

(b) 気候変動対策への活用

地方（リアウ、中部カリマンタン、ジャンビ、西カリマンタン、中部ジャワの各州）の大学に設置した SESAME（計 5 台）から取得するデータについて、現在どのように活用し、今後どのように活用していくのか、担当教授へ聞き取りをした。その結果、各大学において SESAME データを活用し気候変動対策に関連する研究を進めている、あるいは進める予定である旨の報告があった。特に泥炭地火災防止に関するテーマとしては「地下水位と泥炭地火災の発生および CO₂ 発生量の相関関係の分析」、「地下水位観測に基づく泥炭地火災発生予測と警報システムの運用」、「泥炭地における魚の養殖」、「地下水位、気象データモニタリングによる農作物の疫病発生予測」、「Canal Blocking（人工水路によって泥炭地からの水の流出を食い止める工法）」などが取り上げられており、SESAME の適用可能性と効果の実証にもつながる研究である。

また、大統領直轄で泥炭地復興を担う BRG は泥炭地復興に向けた優先 7 州における活動として、上記 5 大学のうちリアウ、ジャンビ、中部カリマンタンの 3 大学を含む国内 11 大学と共同で実施計画書を作成中である。BRG は同 7 州へ SESAME を新たに導入すべく JICA へ要請しており、JICA「森林・泥炭地火災に係る情報収集・確認調査（その 2）」を通じて 14 台が供与されている。

③ 成果 3

【目的】

中立的な機関である BPPT が、本事業により設置されるデータサーバーを運用できるようになる。さらに、BPPT の提案により、気候変動分析に必要な多様なデータを共有・相互利用するための議論が関係政府機関の間でなされ、アクションプランが作成される。

【達成状況】

(a) データサーバーの設置と稼働状況

データサーバーについては、2016 年 6 月および 10 月にみどり工学のデータサーバー設定担当者が BPPT を訪問して、サーバーの設置・設定・プログラムの検証を行った。測定されたデータがサーバーにより受信・保存され、PC からもアクセス可能なことが確認された。2017 年 9 月時点でデータサーバーは順調に稼働している。

(b) データサーバーの運用

BPPT は、本事業で設置した計 57 台の SESAME から得られるデータを加工し、パブリックデータとして BPPT のウェブページで公開する計画である。特に、BRG をはじめとする気候変動対策に携わる政府機関が活用しやすいよう、雨量や水位のグラフ化や統計データの提供をしたり、洪水予測情報の公開や、将来的には総合的な防災予測・警報システムとして機能させたりすることを目指している。

パブリックデータ公開に向けては、既にシステム開発の担当部署を決定し作業を開始していることを確認した。BPPT によってパブリックデータが公開されれば、SESAME システムが気候変動対策において果たす役割がさらに大きくなると期待される。

(c) データ共有・相互利用

当初、気候変動対策に関連する政府機関間でコンソーシアムを形成し、アクションプランを作成する計画であったが、インドネシア政府各機関によりデータの共有・相互利用には拒否反応が強く、また収集データは国外に出せないという方針により、アクションプランの作成は断念せざるを得なくなった。ただし、本事業の実施関連機関である BPPT、PJT II、大学と BRG の間で BPPT に設置したサーバーを介したデータの共有および研究開発が開始されていることから、データの共有・相互利用にかかるコンソーシアムの基盤が形成されたといえる。

④ 成果 4

【目的】

PJT II、BPPT および共同研究機関にて SESAME システムの維持管理能力が向上する。

【達成状況】

(a) 維持管理能力の向上に向けた技術指導

SESAME 設置研修（2016 年 2 月）、本邦受入活動（2016 年 7 月）、SESAME 設置に際しての現場での OJT（2016 年）を通じて、PJT II、BPPT および大学担当者に対して、SESAME の構造や設

置方法について技術指導を実施した。

現地作業（2016年6月、11月）ではみどり工学の技術者がBPPTのサーバーをチェックしてデータ伝送とウェブシステムの稼働状況を確認し、かつ、BPPTサーバーの管理・運用にかかる技術指導を行った。

これらの技術指導の結果、フィールドデータをリアルタイムに遠隔操作で確実に取得できるSESAMEの優位性ととも、SESAMEシステムの適切な維持管理と活用方法が理解された。設置した各機関からは、維持管理体制と今後のデータ活用計画が提出されたことから、SESAMEシステムは継続して活用されると期待できる。

他方、本事業を通じた技術指導の参加者は組織の上層部の職員であることが多かった。SESAMEは現場での維持管理が重要であるため、現場レベルの職員に対する技術指導を強化することが今後の課題である。

また、現場レベル職員の維持管理能力向上にあたり、既に技術指導を受けた人材が指導者となることが望まれるが、彼らの技術種熟度は他者へ指導できるほどには達していないため、BPPTおよびPJT IIからは事業終了後も技術指導の継続を要請されている。

(b) PJT II、BPPT および共同研究機関の運営維持管理体制

BPPT セルポンに設置したSESAME およびSESAME サーバーは、維持管理担当者の配置と予算計上がすでにされており、継続的に活用される見込みである。

カツランパダムに設置されたSESAMEについては適切な運営維持管理体制が整備されていないため、BPPTとカツランパダム現場管理組織との間で調整が図られている。BPPTは、それでもカツランパダムの維持管理体制が確立できない場合には、SESAMEを撤去し、よりニーズが高い場所への移設を検討するとの方針を示している。

5つの大学に設置したSESAMEについては、人材は配置されたものの、予算の確保が困難なため、BRGによる費用負担が得られるようBPPTが調整を進めている。

⑤ 成果 5

【目的】

みどり工学、PJT II、BPPTにより、インドネシア内におけるSESAMEシステムの普及展開のための戦略、計画が策定される。

【達成状況】

(a) 本事業による実証結果の共有と関心の高まり

計5回のワークショップを開催し、本事業の進捗、SESAMEシステムの有効性と課題、SESAMEデータの活用方法、維持管理体制などを協議した。これにより、気候変動対策に取り組む関係機関や民間企業のSESAMEシステムに対する理解や関心が高まった。PJT IIによって、流域管理におけるSESAMEシステムの活用を紹介するパンフレット（英文）が作成された。

こうした活動の結果、BRGからSESAMEの導入依頼を受けるなど、4章（1）①で後述するように様々な機関から引き合いが出始めている。

(b) 国際シンポジウムにおける SESAME の紹介

2016年12月15日、16日にインドネシアで開催された泥炭地管理に関する国際シンポジウムにおいて、BRGによって「SESAMEから得られるデータは泥炭地復興に向けて有効である」との報告がなされた。SESAMEの有効性が公的な場で発表されたことにより、さらに普及が進むと期待される。

2017年5月29日に英国アバディーンで開催された国際泥炭地学会年次総会においてもBRGの長官が、基調講演のなかで、「インドネシアにおける泥炭地の修復計画の中でSESAMEを使って地下水位を管理する」方針を紹介した。

(c) 宇宙航空研究開発機構（JAXA）との共同研究における SESAME の活用

BRGは2017年中に予定しているサテライトデータと泥炭地水位データを統合した情報システムの構築に向けJAXA（Japan Aerospace Exploration Agency）と共同研究を開始する。同研究と関連して、BRGからJICAに対して、SESAMEの導入が要請されている。

(d) 民間企業による水位測定機器の設置

インドネシア政府は、泥炭地においてオイルプランテーション事業など経済活動を行う民間企業に対して、2017年2月から泥炭地モニタリングのための水位測定機器を設置するよう義務付けている。BRGによれば、設置機器の選定は各企業の判断に委ねられるが、SESAMEを紹介する場として企業に対するプレゼンテーションの機会を設けることは可能とのことであった。

(3) 開発課題解決の観点から見た貢献

記述（「1章（1）②」を参照）のとおり、気候変動対策には大規模かつ組織的な取り組みが必要であり、意思決定の根拠となる迅速で正確なフィールドデータの収集と継続的なデータ計測によるモニタリングの実施が重要である。

インドネシアの現状では、データの計測・収集に多大な労力と時間を要しているにも関わらず、データ計測の頻度とデータ自体の信頼性が十分でないことが課題である。泥炭地回復においては、地下水位を的確にモニタリングできていないために、依然として泥炭地火災が頻発している。PJT IIによる水管理については、データの観測及び送信はマニュアルによる作業が多いため、フィールドで計測する水位データ数値の信頼性が低く、かつ頻度が不十分であることが大きな課題であった。

本事業は、SESAMEシステムの導入によるこうした課題の解決を目指して実施された。

本事業の成果として、気候変動対策に向けて具体的かつ効果の高い活動を実現できるよう、その最も基礎となるフィールドからのデータを正確かつ迅速に収集・蓄積できる方法と体制の構築に大きく貢献する点があげられる。

短期的には、カウンターパート機関であるBPPTとPJT IIや大学など共同研究機関、BRGによるフィールドデータ収集作業の効率と信頼性が向上する。本事業でSESAMEを導入した57地点ではリアルタイムのデータ取得が可能になり、かつ、計測値の精度も向上した。

現在、BPPTとPJT IIではそれぞれのシステム担当者を中心に、SESAMEによる収集データを

活用した泥炭地管理や水管理システムの改善に向けた研究開発を進めている。こうした努力の結果、中長期的には、フィールドデータを活用した洪水警報システムや各種データベースの開発・導入が進められる。例えば BPPT は、SESAME からのデータと既存の計測方法で得られるデータを統合し、洪水予測につながるパブリックデータとして管理・公開するためのプログラム開発を進めている。PJT II は、既存データと組み合わせた洪水予測モデルの開発や、既存システムと統合した水に関する総合的なデータベースの構築を進めている。

その結果、例えば農業用水・生活用水の供給量が適正化されたり、洪水被害や干ばつ被害の軽減などに貢献したりすることが期待される。加えて、泥炭地管理モニタリングのモデル構築に SESAME から得られるフィールドデータが活用され、同モデルが気候変動の緩和策対策を担う機関に利用されることで、GHG 排出量の削減に貢献することも期待される。

(4) 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献

日本国内において、東日本大震災以降、行政による地域防災力の強化が進められている。SESAME は、多様なセンサーに接続でき、顧客の多様なニーズに対応したデータ配信が可能なこと、さらに類似機器と比較して価格が安価であるため、行政機関から高い関心が寄せられている。現在、みどり工学と北海道開発局や、国土交通省中部地建、大分県、岐阜県などの中で SESAME 導入可能性にかかる協議が進んでおり、本事業で SESAME システムが気候変動対策に有効であると実証されれば、国内のニーズも高まり、地方の防災力向上に寄与すると期待される。

SESAME 製造について、みどり工学は、本体は札幌の(株)メテオ電子に、サーバーは(有)ネットポートに発注し、SESAME の開発当初からこの3社で共同している。製品の注文が増えれば、他の企業も潤うことになる

みどり工学は、さらなる展開に向けて、中小企業経済同友会の北海道豊平支部を介して、地域の中小企業や札幌市内のIT企業との連携を図っている。これによって SESAME データを活用し、インターネットを通じて広域気象情報をリアルタイムに配信する「みんな気になるお天気システム」の開発が進められており、道内の地方自治体へ実用化が提案されている。本事業で成果を上げることによって、こうした提案が採用され、地方発信の新システムが一全国レベルに普及することも期待される。

また、自然科学の研究者にとって、フィールドにおける自然現象をデータとして記録し、遠隔地からもリアルタイムで把握できることは、研究開発を進める上で極めて重要である。特に環境や流域水文学などの分野では、アクセスが困難な地域で多くの観測点を必要とするため、SESAME は重要なツールであると評価され、これまでに国内の研究機関・大学に約30台のSESAMEを納入した実績がある。本事業によって SESAME システムの機能が実証されれば、研究機関からの発注がさらに増加し、学問の発展にも寄与すると期待できる。

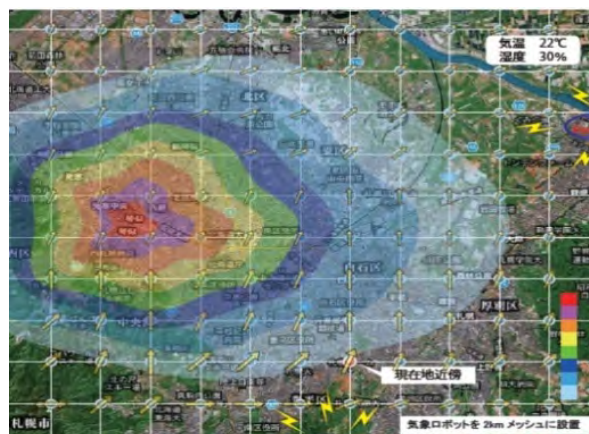


図 3-18: 「お天気システム」の配信情報として開発中の雨量強度を示す地図

(5) 事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について

① BPPT

BPPT は、SESAME システムを継続的に運用していくための体制構築を進めている。BPPT 泥炭地管理部署内のモニタリングチーム（3名）、情報システムチーム（4名）が SESAME システムの運営維持管理担当者として任命されたこと、同部署全体の 2017 年度予算計画額は 25 億 IDR（約 2,100 万円³⁸⁾）であり、ここから SESAME の維持管理に必要な費用が支出されることを確認した（2017 年 3 月）。また、SESAME システムの活用方法として、既存データと SESAME データを統合・加工した情報をパブリックデータとして管理・公開する長期的な計画を策定している（「2-7」を参照）。このように、SESAME システムの運営維持管理体制や活用計画が着実に構築されていることから BPPT による活動は自立的に継続される可能性は高いと見込まれる。

② PJT II

PJT II は、担当区域を 4 つの Region に分けて JH ダムから放出される水の管理をしている。SESAME の維持管理のために、本社職員から Region 毎にマネージャー、データ収集、データ管理、メンテナンスの担当者の 4 名が任命され、現場でのメンテナンス（日常的な掃除や盗難防止を目的とした監視）を担うローカルスタッフを含めると Region 毎に約 40 名の人員を配置されたことを確認した（2017 年 3 月）。2017 年度予算において、SESAME システムの運営維持管理に必要な費用は確保されており、下表のとおり第 1 四半期の実績に基づき第 2 四半期の予算が承認されたとの報告を受けた。

みどり工学に対する計 50 台の SESAME のシステム利用料については、2017 年 1 月分から 1 台当たり 360,000IDR が支払われている。

表 3-6 : PJT II : SESAME 運営維持管理費用（2017 年度予算）

		Region 1	Region 2	Region 3	Region 4	本社
第 1 四半期		115,000,000	75,000,000	150,000,000	156,000,000	800,000,000
第 2 四半期		115,000,000	75,000,000	100,000,000	100,000,000	800,000,000
合計	(IDR)	230,000,000	150,000,000	250,000,000	256,000,000	160,000,000
	(JPY)	1,941,200	1,266,000	2,110,000	2,160,640	1,350,400

1JPY=0.00844（JICA 換算レート：2017 年 7 月）

PJTII では、同時間に同地点から計測された SESAME からのデータと従来の方法によるデータの比較によって SESAME データの信頼性を検証している。また、過去に蓄積されたデータと SESAME データを統合して、将来の洪水予測モデル構築の検討をしたり、既存のシステムと SESAME データを統合して、水に関する総合的なデータベースの構築を検討したりするなど、自立発展的な活用を開始している。これらの状況から判断して、将来にわたり PJTII によって SESAME システムを活用した活動が継続される可能性は高いといえる。

³⁸⁾ 1JPY= 0.00844 IDR : JICA 換算レート（2017 年 7 月）

(6) 今後の課題と対応策

今後の主な課題と対応策は以下のとおり。

① 運営維持管理にかかる課題

既述した（「3章（3）③」を参照）SESAME システムの効果を発現させるためには、適切な運営維持管理体制を確立することが重要である。これにかかる課題と対応策を以下に述べる。

(a) BPPT

BPPT の管轄下でカツランパダムと地方の大学に設置された SESAME の維持管理体制については、以下の課題が残されている。

カツランパダムに設置した SESAME については、2017 年 3 月に現地視察した際、水位計の設置に使用した PVC パイプが破損して計測不能となっていたが、事前に現場からは何の連絡もなかった。同 5 月の現地作業時に修理したが、日常の機器管理とデータ確認が行われていないことが判明したため、今後の維持管理を適切に行うための体制構築が求められる。

地方の 5 つの大学に設置した SESAME について、大学担当者からは維持管理費用の確保は難しいとの回答を受けて、BPPT からは大学がフィールドデータを BRG に共有することを前提として、維持管理費用の負担を BRG へ申し入れている。現在、BPPT と BRG の間で維持管理費用負担に関する合意書の締結について協議中である。

(b) Hydrosix 社

SESAME 機器の現場での修理や維持管理にかかるサポート業務は、Hydrosix 社を通じて提供する予定であるが、Hydrosix 社が設置した 8 台の SESAME に施工ミスが生じていた（「3章（1）1-6」を参照）ことから、今後、適正な施工手順の徹底に向けて、さらなる技術指導が必要である。

② 製品販売価格にかかる課題

BPPT と PJT II から、ビジネス展開に向けてはインドネシア国のニーズに合った販売方法を検討すべきとしてアドバイスを受けた。以下にその内容と対策を記載する。

(a) 機材販売後に発生する料金

インドネシアで既に販売されている他社のテレメトリシステムは、機器本体の購入後、継続的にメーカーに料金を支払う必要はない。これはインドネシア国内で一般的な販売方法であるため、システム利用料を毎月支払わなければならない SESAME の料金システムは馴染み難い。某社の場合は、SESAME のウェブシステムと比較すると質は落ちるものの類似したデータ分析システムを提供しており、購入者は半永久的に無料でサービスを楽しむことができる。また、公的機関の場合には、特定の民間企業へ支払う経費を活動予算として承認されること自体が難しいことから、SESAME 販売後の毎月のサービス料についても見直すべきとの指摘を受けた。

これについては、アフターサービスのための料金をあらかじめ上乗せして販売価格とした方が、付加価値がついているために顧客からの理解を得やすいとの提案を受けた。

この提案に対してみどり工学は、現在 LPWA (Long Range Wide Area) と呼ばれる省電力無線システ

ムを利用した SESAMEⅢシステムを開発している。これは、携帯電話通信網を使用することなくデータを収集することから、通信費用がかからないため、通信サービス料を安価にできるシステムである。

ただし、LPWA を導入する場合は、すべての維持管理をユーザーに委ね、ユーザー側の責任で機器のメンテナンス要員の確保や機器の更新をすることになる。それらの手間と費用を考えれば毎月のサービス料を支払う方がトータルコストは安価である。なお、SESAME の優位性をユーザーに理解してもらえるよう、最初の 3 年間はデータ通信、クラウドサービスの提供を無償とすることも検討している。

(b) ウェブシステム使用のオプション化

ウェブサービスについては、BPPT や PJT II などの公的機関の場合には、各機関でデータサーバーを保有しており、SESAME からのデータを独自のシステムと統合して活用したいとのニーズがあるため、生データの伝送のみで SESAME ウェブシステムを不要とする代わりに月々に発生する費用を抑えたいとのニーズがある。他方、泥炭地プランテーションを生業とする民間企業が地下水位モニタリングを目的に SESAME を導入する場合には、ウェブシステムサービスを提供する必要があると考える。このため、生データのみ提供かウェブサービスとパッケージで提供するかを顧客が選択できる販売方法を検討した方がよい旨、BPPT および PJT II からアドバイスを受けた。対応としては、現場の SESAME からみどり工学の運用サーバーへデータを伝送してウェブシステム上でデータ処理・閲覧できるサービスの提供は継続しつつ、ウェブシステムは利用しないというユーザーには、料金を安く設定することも検討する。

4. 本事業実施後のビジネス展開計画

(1) 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定

これまでの活動を通じて、インドネシアにおけるテレメトリシステムに対する需要は極めて高いことが確認された。例えば、国家方針に基づき気候変動対策に取り組む BRG やその他関係機関は、信頼できるデータを迅速に伝送できる SESAME システムの導入に強い関心を持っている。本章では、今後いかにそうした需要をとらえみどり工学のビジネスとしていくのか、本事業終了後の展開計画について述べる。

① テレメトリシステムの市場

前述のとおり、泥炭地管理を担う機関として BRG が設立され、泥炭地における地下水位を地表から 40cm 以内に維持することが規定された。同法令により、泥炭地で操業しているプランテーション企業など多数の機関に対して地下水位の継続的な測定が義務付けられたため、SESAME システムのように地下水位を正しく計測できるテレメトリシステムへの需要が増加している。BRG 長官は、2016 年 4 月下旬に北海道大学と京都大学を訪問した際のインタビューで、同令の執行に SESAME システムが有効であると語っている。

そのほかにもテレメトリシステムの市場は大きく、特に SESAME システムに対する需要としては、下記するとおり JICA の調査や技プロなどの ODA 事業のほか、PU など政府機関による農業用水管理、洪水対策など災害防止分野での活用が見込まれる。現時点で、今後 3 年間で予測される販売先と台数は、以下のとおりである。

- **BRG** : JICA が実施中の「インドネシア国森林・泥炭地火災に係る情報収集・確認調査」を通じて、既に計 14 台を納入している。この調査を基に泥炭地復興にかかる技プロが形成、実施される予定であり、その中では数百台単位でテレメトリシステムが必要になるともいわれている。例えば、泥炭地における地下水位を地表から 40cm 以内に維持しなければならないとの政府令は現場で順守されておらず、違反の取り締まりなども行われていないため、SESAME システムを現場に広く導入することによって、地下水位をリアルタイムで測定し、法令の実行を促進できると期待できる。したがってここではさらに 200 台の販売を見込んだ。

このほか、2017 年よりノルウェー基金を活用した、衛星データによる泥炭地火災防止のプロジェクトが BRG や国際泥炭学会などによって実施される予定である。衛星データによって、泥炭火災の発生危険地域を予測できるものの、場所を特定するために重要なリアルタイムの地下水位までは分からないため、その役割を SESAME に期待されている。

2017 年 8 月現在、BRG より見積もり依頼があり、現在注文書もしくは、入札情報の開示を待っている状況である。関係者からの情報によれば、BRG は 260 台分設置の予算を確保しているため、これを販売予測台数として見込んだ。

- **JICA 日本インドネシア REDD+実施メカニズム構築プロジェクト (IJREDD プロジェクト)** : GHG 削減のための MRV システム構築を目的としたプロジェクトで、2015 年 8 月に SESAME システムを 2 台販売した。同プロジェクトは現在も実施中であり、かつて SASAME をインドネシアに紹介した北海道大学による SATREPS (「第 1 章」参照) とのつながりも深いこ

とから、さらに発注される可能性が高いと期待される。すでに今年度 2 台販売する予定であるため、今後の販売見通しを 202 台とした。

- **ADCA**：南スマトラ「灌漑管理実証事業」の調達機材として、2016 年 8 月に SESAME システム 7 台を販売した。ADCA には、このほかすでに今年、ベトナム事業用に 4 台、タイに 7 台を販売した。ASEAN 基金を活用した事業でさらに約 20 台の引き合いがある。
- **PU**：PU は、全国のダムや河川、農業用水路を管轄しており、その役割の一つとして、水を有効利用して灌漑面積を増やし、作物生産量を増大させるという政策の実施を担っている。上記 ADCA の事業は PU の灌漑総局をカウンターパートとするため、ADCA で SESAME 導入による成果が認められれば、PU の他事業でも SESAME の導入が期待できる。PU 河川局に派遣されている JICA 専門家によれば、Tch4Water が機能していないため、SESAME で代替することも検討されている。当面 20 台程度を想定している。
- **PJT II**：チタルム川流域の灌漑面積は 25 万 ha であり、PJT II により、同流域の包括的な水管理のためには SESAME システムがさらに 100~300 台は必要と試算されている。PJT II は、今年度中に数台の SESAME を追加で導入したいとしているが、その場合に競争入札あるいは銘柄指定購入となるのかは、現時点では不明である。インドネシアでの公共調達では、電子カタログ (E-Catalog) に登録された製品であれば入札を実施せずに購入できるとの情報を得ているため、SESAME も登録したいと考えている。現在、代理店の ZMEI に申請手続きを依頼している。不確定要素が多くあるため、販売予測は 13 台とした。
- **PJT I**：PJT II が西ジャワ州、PJT I が東ジャワ州の流域管理を担当している。PJT II で実証の成果が認められることにより、PJT I での販売にもつながると期待される。ここでは 5 台の販売を見込んだ。
- **チラタダム**：JH ダム上流にあるチラタダムでは、インドネシア製の水位計や気象計、水位計合計 10 数台が設置されているが、機能していない。同ダムの現地調査時に SESAME システムについて説明したところ、高い関心が示され見積り依頼を受けた。当面、25 台程度の販売を期待する。
- **GLM 社**：本社をバンドンに置き、飲料水の製造販売、水プラントの設計製造などを手掛ける同社からは、海水ろ過装置に SESAME システムを使い、遠隔で水質と水量を観察できるようにしたいとの依頼を受けている。
- **インドネシア土壤研究所 (Indonesia Soil Research Institute : BRT)**：既述した報道番組を見たとのことで同研究所から連絡があり、SESAME 02-d (水位計、雨量計、温度センサー、土壤水分計) の見積もり依頼を受領した。
- **パームオイル運営会社 (プランテーション)**：みどり工学が先に実施した案件化調査の結果、泥炭地を開拓し造成した広大なパームオイルプランテーションにおける土壤水分管理に SESAME システムを活用できることがわかった。

上記 GLM 社、BRT、パームオイル運営会社などで合計 160 台の販売を見込んだ。

② 既存の類似製品との比較優位性

(a) Morpalaga

BPPT が独自に開発製造しているテレメトリシステムに Morpalaga がある。BPPT に対して SESAME との比較のため実証試験をしたい旨申し入れていたが、「未だ開発段階で実用に供するには至っていない」とのことで、実現しなかった。しかし、実際には国内 10 か所以上で設置され稼働しているほか、2016 年 12 月に開催された「泥炭地管理に関する国際シンポジウム」といった公の場においても Morpalaga が展示されていることを確認している。

これまでに入手した情報を基に、SESAME と Morpalaga を比較し、その結果を表 4-1 にまとめた。ここから明らかなおり、少なくとも現段階では、Morpalaga は廉価なセンサーを使うことで全体の価格を下げようとはしているが、その信頼性は低く、まだ実用レベルに達してはいないといえる。

表 4-1 : SESAME と Morpalaga の比較

項目	方式(sesame)		価格		コメント
	SESAME	Morpalaga	SESAME	Morpalaga	
本体・ケース	雨天時の防水・防塵加工をしたプラスチック製の防護ケースを使用。SESAME本体は、更に防護ケースに内蔵した二重の防水構造とし、通気性ルーバーを設置。耐熱温度は最高40度。	鉄製ケースを使用。内蔵された本体は、基板がアルミ製の箱(防水性なし)が入れている。通気性ルーバーの設置なし。	本体価格 25万円	不明(32万円と推定) (聞き取りから得たセンサー込の製品価格:約40万円からセンサーの推定価格を引いた金額)	耐候性能: SESAMEは国内の野外使用で10年の実績がある。 Morpalagaの実績年数は不明。
水位計センサー	水圧感知式水位計(背圧空気抜きアリ) 精度:±0.1% ※ケーブル長 10m 5Mレンジ計	超音波式水位計 精度:不明 ※直径10cm、口径10cmの塩ビ管上部に設置してあるため、内部の管壁に超音波が当たり正確な値が計測できていない。現場での聞き取りによると温度補正をしていないため、誤差が生じていると思われる。	13万円	不明(約2万円と推定) (中国製) 日本製センサーの価格は10~30万円	泥炭地で使用する水位計センサーは、圧力式を使うのが一般的である。超音波式の場合、湛水すると超音波発信部が水没して計測不能になる。
雨量計	転倒ます式雨量計 気象庁検定を取得できる世界標準の性能を持つものを接続。	スプーン式雨量計 一般的な雨量計よりもサイズが小さい(8cmX3cmX2cm)ため、計測値の補正が必要となり、また、風がある時の計測値は信頼できない。 接点を出力するパルスを出す仕組みは、気象庁指定の転倒ます式ではないため、気象庁検定は取得できない。	本体価格 8万円	不明(約1万円と推定)	雨量は地下水位に大きく影響するため、泥炭地モニタリングには、世界標準として認められた雨量計の設置が必要と考える。
土壌水分計	ADR方式	設置していない	本体価格5万円	(設置していない)	土壌水分の計測は、泥炭地表面の乾燥度合いと火災に対する耐性等を評価するのに必要である。BRGIは、泥炭地モニタリング用の計測器には、土壌水分計を標準で取り付けるよう指示している。
バッテリー	7.2V 2000ma Ni-H(ニッケル水素:一般市場に出回っている充電式電池)	12V 20mah程度	0.5万円	2万円 (使用電圧が大きいので、大きなバッテリーが必要)	ソーラーパネルから充電する場合、電圧が低い方が日陰などのより太陽光が少ない条件でも充電できる。
ソーラーパネル	10W (単結晶または多結晶式)	30Wまたは40W (予測)	1.5万円	3万円 (30から40w程度の太陽電池を使用)	Morpalaga は、SESAMEに比較すると消費電流が大きいと推定され、バッテリーも自動車用バッテリーを設置していた。
ソフトウェア	専用ウェブアプリケーションを提供 (観測地点を選択してデータ比較とグラフ表示が可能)	なし (生データを顧客のPCへダウンロードするのみ)	ソフトウェア:商品価格に含まれている。 アプリケーション使用料:ウェブシステム使用料(3,000円/月)として徴収。	(提供していない)	morpalaga は、まだ開発中でデータが正確にサーバーに表示されていない。また、グラフ表示、GIS表示等未完成。
全体の概算価格			約65万円 ※取付金具等込み ※インドネシア国渡し、運賃等込み	約40万円 (現地での聞き取り情報)	Morpalagaに接続されているセンサーは廉価品でデータの信憑性が低い機種であることを確認した。 インドネシア国内で開発された機器は、電子基板のみ。計測値の信頼性が低く、製品としての完成度が低い。
データ伝送	携帯電話データ通信網を使用	携帯電話SMS(ショートメール方式)を使用	3,000円/月 =36,000円/年 →5年間:18万円 ※毎月の専用ウェブアプリケーション使用料も含む。	約9,000円/月 =108,000円/年 →5年間:54万円 ※SMSのメール送信料は1通あたり2円。10分間隔でデータ伝送した場合の料金を試算。	現場で確認した結果、SMS方式で伝送されたデータには、とどころに文字の欠けが見受けられた。通信網の信号が不安定になると文字欠けが発生していると予測される。SESAMEは、TCP/IPプロトコルでデータ通信を行っているため、文字化けが起こらない。
通信費(5年間)を含む価格			¥830,000	¥940,000	SESAMEのセンサーには、Morpalagaにはついていない土壌水分計、ウェブシステムサービスが付属している。また、計測データの信頼性、機器の耐久性など、性能はSESAMEの方が高い。さらに日本からの輸入費用を加算しても、通信費(5年間)を含めたトータルコストではSESAMEの方が安価になる。

(b) その他の既存テレメトリシステム

SESAME システムは競合製品に対して高い優位性を持っていることを述べてきた。SESAME の優位性をさらに示す例として、現地調査で観察し検証した結果を次に報告する。

バンドン郊外チタルム川支流のマジャラヤ (Majalayah) 水位観測所では、以下のとおり、インドネシアの3つの組織がそれぞれ異なるメーカーの水位観測テレメトリシステムを設置している。

PJT II : ドイツ製 SEBA システム (データ伝送に SMS を使用)

災害監視局 : 日本無線の無線システム

PU : インドネシア製 Tech4Water システム (データ伝送に SMS を使用)

これら3つのシステムの概要は以下のとおりである。

ドイツ製 SEBA システム

PJT II の担当者からのコメントによると、データはドイツのサーバーから PJT II の PC へ自動伝送されず、分析用の Web アプリケーションの提供もされていないため、使い勝手が悪いとのことであった。したがって、PJT II としては同機器を追加で導入する予定はないとのことであった。

日本製の無線による計測システム

無線によるシステムは、送受信施設の建設に膨大な初期投資費用が必要であり、専用無線周波数帯域を確保することも難しいため、多数の地点で観測を必要とするインドネシアのニーズに合致していないことが判った。

インドネシア製 Tech4Water システム

Tech4Water はインドネシア政府 (PU) が開発したシステムであり、全国で数多くの機器が設置されている。しかしながら、マジャラヤ水位観測所に設置された機器は稼働していなかった。

PU に派遣されている水管理分野の JICA 専門家の報告書 “Findings and Recommendation about river information system from field observation” によると、Tech4Water システムは全国 613 カ所の観測所に設置されているが、稼働している箇所は 26% に留まっている (2014 年 10 月末時点) と報告されている。Tech4Water の公開 Web 上でも、時系列で表示されるべきデータが更新されていないなど、実用として作動しているものは少ない。

Tech4Water のデータ処理・分析の業務を PU から委託されている Hydrosix 社によれば、Tech4Water は生データを蓄積しているが、SESAME システムのようにデータを即時にグラフ表示するなどの機能はない。また、フィールドによって計測値につける項目名称が異なる (例えば、同じ「Rain2」として全国から送信されるフィールドデータは、場所によって「雨量」あるいは「風速」であるなど、統一されていない) ため、データの正しい整理と比較ができず、データベースそのものの信頼性を失っているとのことであった。

これら類似製品との比較においては、盗難防止に配慮した設置方法や効率的なデータ収集方式を提供しているなどの点でも、SESAME システムに優位性があるといえる。システムの優位性としてはさらに、SESAME は遠隔データ通信にインターネット通信で使用される TCP/IP プロトコルを採用しているため SMS よりも伝送の安定性と情報の機密性が高いこと、情報加工・分析用の専用 Web アプリケーションを提供している点もあげられる。

下表にこれらシステムと SESAME システムの性能比較の結果を示した。

表 4-2：他社テレメトリ計測機器と SESAME との性能比較

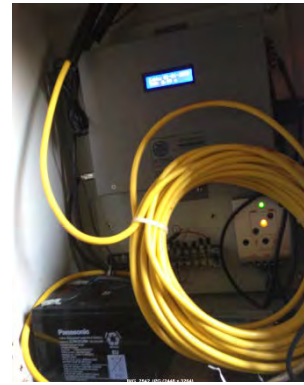
機器名称	SESAME		SERA		Tech4Water		日本無線	
製造元(社名/国)	(株)みどり工学研究所		ドイツ製		インドネシア製		日本製	
規格形式 比較項目	フィールドデータ転送システム Sesame II-02	優劣 優劣判定	水位計測、データ伝送システム	優劣 優劣判定	水位・雨量データ伝送システム	優劣 優劣判定	無線テレメータシステム	優劣 優劣判定
設置センサー	水位計・雨量計		水位計		水位計・雨量計		水位計・雨量計	
拡張性	多種のセンサーをつけることができる	◎	多種のセンサーをつけることができる。ソフト対応は無理。	△	水位計・雨量計のみ	△	多種のセンサーをつけることができる。	◎
水位測定精度	±0.1%FS(Full Scale)	○	±0.1%FS	○	±0.1%FS	○	±0.1%FS	○
使用電源等の特徴	太陽光発電による稼働が可能(商用電源の制約がない) 電力:3W バッテリー: 2AH以上	○	太陽電池による稼働 電力:20W以上 バッテリー:40AH以上	△	太陽電池による稼働 電力:20W以上 バッテリー:20AH以上	△	太陽電池による稼働 電力:100W以上 バッテリー:60AH以上	x
データロガー機能	あり 2Gbyte 100年分に相当 ※計測データは内蔵メモリかメモリーカード。 10年(耐久年数)分の蓄積が可能である。	◎	あり	○	あり	○	あり	○
データ通信機能	携帯電話データ通信網を利用(TCP/IP) (SMSと比較して通信料は安価)	◎	携帯電話データ通信網を利用(SMS)	○	携帯電話データ通信網を利用(SMS)	○	専用無線通信回線を利用	X 無線周波数を得るのに非常に時間がかかる。無線周波数が限られているので、簡単に許可を得ることができない。
データ測定間隔、集録容量など	1、2、5、10、15、20、30秒 1、2、5、10、15、20、30分、1、2、3、6、12、24時間の間隔で記録可能	○	15、30分0分、1、2、3、6、12、24時間の間隔で記録可能	△	10分間隔	△	自由に設定可能。ただし、個別にデータ伝送プログラミングが必要	◎
データ転送システムとその特徴	データ伝送は、日本国内外のSIMフリーのカードを使用 集録したデータを日本国内に設置されたクラウドサーバーへ伝送	○	データ転送は、SIMフリーのカードを使用 SMSを利用してドイツに設定したクラウドサーバーへ伝送	△ 費用がかかる	データ転送は、SIMフリーのカードを使用 SMSを利用してインドネシアに設定したサーバーへ伝送	△	データ伝送は、特定の周波数の電波を使用 専用線	X 電波の申請に時間がかかり、大規模な公共工事でなければ、許可を得ることは難しい
	完全なるM2M(Machine-to-Machine)システム 自動的にデータファイルをダウンロードすることができる。システムの汎用性がある。		P2P(Person-to-Person)システム データは、すべて専用ソフトを使って1データずつ収集する必要がある。		P2Pシステム 設置済みの機器の機器の設置方法に不備があり、故障も見られ(現場での稼働率は20%)、定期的なデータ伝送が行われていない。機器の設置方法、耐久性に問題あり。		前時代からのテレメータシステムであるため、実績と信頼性はあるが、無線機のメンテナンスは毎年必要であり、維持管理費用が高価である。	
データ通信・サーバー管理費用 (一般的耐用年数である5年分の費用を試算)	¥180,000	データ通信管理料: 3,000円/月	¥357,120	SMSを使用して通信している。 クラウドサーバー運用費は不明のため、通信費のみ計上	¥357,120	SMSを使用して通信している。クラウドサーバー運用費は不明のため、通信費のみ計上	¥700,000	無線通信費は国が決めているので不明。日本の場合は、年間40,000円程度。無線機の調整費は10万円/年と試算
販売価格(円)	¥600,000	○	¥700,000	○	¥700,000	○	¥3,000,000	x
価格[円](5年間のコスト込み)	¥780,000	○	¥1,057,120	△	¥1,057,120	△	¥3,700,000	x



ドイツ製 SEBA システム



日本製無線システム



インドネシア製 Tech4Water システム

(c) その他の競合製品の情報

韓国の国際協力援助機関である KOICA はチタルム川上流地域（バンドン市周辺）を対象にした河川管理プロジェクトを実施予定であり、同プロジェクトで携帯電話通信網を利用した韓国製テレメトリシステムの導入を検討中との情報を得ている。

同テレメトリシステムは、SESAME と比較してかなり大きな太陽光パネル（約 1,200×540 mm×2 枚）を必要とし、各モジュール（データロガー、モデムなど）はコントローラーへ別々に配線する仕様（下記写真）のため、設置には専用の建屋が必要となる。他方、SESAME システムは、韓国製と比較して、太陽光パネルは約 1/16 のサイズ（300×250 mm）で、本体部もコンパクト（300×400×160 mm）なため、小型の屋外保護ケースに収容できる。また、野外使用での耐久性が高いことも、日本国内での野外設置の実績に基づき、実証されている。これらの点から、現在開発中の韓国製品と比べても SESAME システムの優位性は高いといえる。



中国製太陽光パネル



韓国 Jubix 社製コントローラー



韓国 Jubix 社製データロガー



イタリア製 GSM/GPRS モデム

図 4-1：韓国製テレメトリシステムの構成機器

(d) SESAME システムの優位性

既存のテレメトリシステムの仕様と稼働状況を調査した結果は以下のとおりであった。SEBA は、

フィールドデータをユーザーのサーバーへ直接送ることができず、ウェブシステムでは一度に一カ所のデータしか表示することができない。日本無線も同様である。Tech4Water は故障が多く、設置済みの機器の多くは稼働していない。同機器はウェブ上でのデータ表示に対応していないため、サーバーが故障すると使えなくなってしまう。

また、Morpalaga は SESAME と比較して販売価格が安いいため、インドネシア国内でテレメトリシステムの導入を検討する潜在的顧客からは、最も強力な競合製品であるとの情報を得ているが、上述（「4章（1）②既存の類似製品との比較優位性（a）」を参照）のとおり、安価なセンサーを接続して価格を下げているのでデータの信頼性が低いことは上述したとおりである。また、現時点で設置後に安定的に稼働している実績はなく、実用レベルには達していないことも上述のとおりである。

現在インドネシア国内で設置されているテレメトリシステムの中で、センサーからクラウドサーバーあるいはユーザーのデータサーバーへフィールドデータを送信することができて、さらにグラフ化するなどの情報処理をした状態で複数地点のデータを一度にウェブシステム上で表示できるシステムは、SESAME 以外にはない。

以上の理由から、現状において SEBA、日本無線、Tech4Water、Morpalaga はいずれも SESAME の競争相手にはならないことがわかった。

③ ビジネス展開の仕組み

(a) 現地販売体制

前述のとおり（第3章（1）「5-4 SESAME システムの普及・事業展開案の策定」を参照）、ZMEI 社が SESAME システムの現地代理店として輸入・販売、設置管理、アフターサービスを担当する。ZMEI がカスタマーサポート窓口として、設置やメンテナンスの初期対応をする。現場訪問が必要な場合は、ZMEI から下請けの形で Hydrosix 社を派遣するか、高度な技術が必要な場合は、みどり工学に確認したうえでユーザー対応をする。（株）豊田通商トーマン・エレクトロニクス・インドネシア（PT. Toyota Tsusho Tomen Electronics Indonesia : TTTEI）は、ZMEI の下請けとして SESAME を販売する。BNT 社は、SESAME システムのプロモーションを担当し、同社の持つ幅広い人脈を通じてユーザーを開拓し、ZMEI へ顧客を紹介する。

(b) アフターサービス内容

販売後のアフターサービスとしては、機器の故障修理対応、クラウドサーバーへのデータの蓄積・管理、ウェブシステムを使ったデータ分析・表示サービスを提供する。

ウェブシステムについては、ユーザーがデータを簡単に加工および確認できるように常にメンテナンスおよび改善をしていくため、データ管理およびウェブシステム使用料として1台あたり360,000IDR/月（約3,000円/月）を徴収することとしている。価格については、SESAME の設置台数が増えれば1台あたりのサーバー運営費が安価になるので、普及が進めば安価になり、ユーザーにとってより使いやすくなる。

機器の故障修理について、保証期間は1年間としてインドネシア国内に設置する代理店で対応する。多数の機器の設置場所は僻地であることから、修理が必要な場合は機器本体をみどり工学へ送付するセンドバック方式とする。修理が必要な場合には、修理期間中の代替機を提供するこ

とを検討中である。修理作業は日本で行うため輸出入手続きへの対応が必要になるので、まとまった台数の修理作業が発生する場合には、日本から技術者を派遣して現地で修理する、あるいは修理担当の技術者を現地雇傭することも検討中である。

④ 想定されるビジネス展開の計画・スケジュール

(a) 原材料・資機材の調達計画（許認可の必要性の有無を含む）

SESAME を構成する部品の内、バッテリー、太陽電池、センサーなどは、将来的にはできる限り現地調達とし、インドネシア調達率を高める方針である。ただし、これまでの調査の結果、インドネシア製品の多くは SESAME システムのパーツとして使えるに堪える十分な質を有しておらず、現地調達できたものは SESAME 設置のための単管、保護パイプ、フェンスなど周辺資機材に限られている。現地調達可能な製品については、その分野に精通した ZMEI、TTTEI、Hydrosix などとさらに調査を進めていく。将来的には、まとまった台数の受注を想定して、SESAME 本体の現地組み立て体制を構築する可能性も検討する。

(b) 生産・流通・販売計画（含、許認可の必要性、現地生産計画の有無）

当面の生産工程は、日本国内のみどり工学本社で行い、輸入を含む流通販売は現地代理店 ZMEI あるいはその下請け販売会社の TTTEI が担当する。収支計画を策定するにあたり、現時点で想定される販売先（販売実績のある顧客を含む）は、既述のとおりである。

公共調達の場合、緊急性の高い事業の場合には、記述のとおり BRG に導入された機材が銘柄指定だったことからわかるように、アドホックに発注を受ける可能性がある。同様に民間の場合にも、政府による地下水位規制の強化によって、今後テレメトリシステムの需要が急速に増加するとともに、急ぎの発注を受ける可能性がある。

これらの需要に対応するために、公共調達については上述のとおり電子カタログへの登録など対応を進めている。合わせて後述のとおり、みどり工学の製造体制の拡大を図っている。

(c) 要員計画・人材育成計画

みどり工学は、国内外の営業を担当する日本人社員を 2017 年 7 月に新規雇用したほか、10 月からは現地の技術者 1 名を雇用して常駐させ、技術営業や機器の設置指導、メンテナンス管理などを担当させる予定である。現地代理店となる ZMEI および TTTEI とも協議しつつ、2017 年中に具体的な営業戦略を立て、その中でビジネス展開体制を固める。

(d) 収支分析・資金調達計画

2017 年から 3 年間の販売予測、利益予測は表 4-3 に記載したとおりである。予測どおりに展開すれば、国内外合わせ、3 年間で合計 1 億 3 千万円余の利益を得られることになる。

事業展開に必要な資金は基本的に自社の内部留保で賄い、販売や資金回収の進捗に合わせて無理のない運営を心掛ける。万一それ以上の資金調達の必要が生じた場合には、銀行からの借入を検討する。

表 4-3 : 販売予測、利益予測 (2017 年 7 月時点)

製品名	現地販売価格 (IDR)	現地販売価格 (円)	卸価格 (円)	製造原価 (円)	粗 利 (円)	粗 利 率 (%)
SESAME II -02d	78,000,000.00	650,000	550,345	239,900	310,445	56%
SESAME II -05d	132,240,000.00	1,102,000	930,000	581,600	348,400	37%
SESAME II -06d	160,080,000.00	1,334,000	1,130,000	750,000	380,000	34%

* 現地販売価格には、輸送費を含んでいる。

* 設置費用は、現場により異なる。一般的に、30,000～100,000 円程度

* 通信費・サーバー運用費は、3,000 円/月/台である。

* 現地販売価格は、最終ユーザー価格、卸価格が ZMEI 販売価格

表 4-4 : 販売予測

販売先	年度			
	2017 (含、販売済)	2,018	2,019	総計(台)
BRG (泥炭地復興庁) (1)JICA 技プロ	38,080,000	103,360,000	0	141,440,000
同 (2) ノルウェー基金	0	0	108,800,000	108,800,000
JICA IJREDD プロジェクト	1,088,000	54,400,000	54,400,000	109,888,000
ADCA	16,864,000	0	0	16,864,000
PU	0	5,440,000	5,440,000	10,880,000
PJT II	0	1,632,000	5,440,000	7,072,000
PJT I	0	0	2,720,000	2,720,000
チラタダム	0	10,880,000	2,720,000	13,600,000
その他 (GLM 社、BRT、パームオイル 運営会社など)	5,440,000	27,200,000	54,400,000	87,040,000
合計 (台)	113	373	430	916
合計 (金額)	61,472,000	202,912,000	233,920,000	498,304,000

平均単価 544,000

(販売単価は、日本卸価格を使用) (単位: 円)

表 4-5：収支予測

海外機器売上高	61,472,000	202,912,000	233,920,000	498,304,000
通信管理費(本事業で設置した 57 台を含む)	4,086,000	12,834,000	27,288,000	44,208,000
国内機器売上高(平均 550 千円/台)	27,500,000	55,000,000	55,000,000	137,500,000
国内通信管理費(3,000 円 x 12 x 台数)	6,120,000	7,920,000	11,520,000	25,560,000
売上高	99,178,000	278,666,000	327,728,000	705,572,000
機械売上原価 (平均 300 千円/台)	48,900,000	141,900,000	159,000,000	349,800,000
海外通信原価 (40%)	1,634,400	5,133,600	10,915,200	17,683,200
国内通信原価 (40%)	2,448,000	3,168,000	4,608,000	10,224,000
売上原価	52,982,400	150,201,600	174,523,200	377,707,200
売上総利益 (粗利)	46,195,600	128,464,400	153,204,800	327,864,800
人件費	15,600,000	19,200,000	24,000,000	58,800,000
その他経費	23,297,200	44,751,200	51,644,000	119,692,400
販管費計	38,897,200	63,951,200	75,644,000	178,492,400
経常利益	7,298,400	64,513,200	77,560,800	149,372,400

収入 (黄色) 支出 (緑)

(e) ビジネス展開可能性の評価

気候変動対策はインドネシアにとって最重要課題の一つであり、泥炭地管理のみならず洪水対策や水の有効利用など、様々な局面においてテレメトリスシステムの需要が大きいことを述べてきた。一方で、未だにインドネシア政府機関自身が SESAME システムを購入した実績はなく、かつ購入の検討が始まったとしても、政府機関であることから意志決定までには相当な時間がかかることが十分に予測される。インドネシアの企業からもいくつか引き合いは来ているものの、それを実績に結び付けるまでには至っていない。自社事業としての取組みは端緒についたばかりであり、今後、潜在顧客へのプロモーションやより戦略的な交渉の積み重ねなど、積極的な営業努力によってビジネスに結び付けることが極めて重要である。

(2) 想定されるリスクと対応

① 粗悪な模倣品によるリスク

SESAME 機器本体については、簡単かつ安価で運用と維持管理ができるよう、パーツや接続するセンサーに汎用品を用いていることから、模倣品は簡単につくることができる。しかしながら、他社が製造する様々なセンサーを本体と接続して正確なデータを計測し、リアルタイムにサーバーへ伝送するための設定には高度な技術と豊富な知見を必要とするため、システムとしての模倣は困難である。

インドネシアにおいて競合になりそうな製品を調査したが、SESAME の性能を超えるものはなく、かつ、機器本体の不備・故障が原因で稼働していない製品が多数あった。SESAME は、フィ

ールドからサーバーへ伝送される生データを顧客のニーズに合わせてカスタマイズし、加工されたデータをインターネット配信するという、日本国内においても特異性の高いサービスを提供している。このような現状から、インドネシアにおいて他の製品が競合となる可能性は当面低いと考えている。

一方で性能が劣る類似品が多く出回っており、かつ、SESAME 機器本体の模倣が容易であるために、今後も安価で粗悪な模倣品が流通する可能性が高い。その結果テレメトリシステム全体の市場価値を下げかねないことが危惧される。そのためにまずは、既述した潜在顧客に対して積極的な営業活動を展開し、テレメトリシステムの市場に SESAME システムをできる限り早く普及させることができるよう努めていきたい。

② インドネシア政府の方針が参入障壁となるリスク

BPPT では SESAME と並行して別のテレメトリシステムである Morpalaga の導入も検討している。ただし既述したとおり、Morpalaga は実用レベルに達しておらず、現段階では、性能的には格段に SESAME が優れている。インドネシア政府としては、(i) 国産製品の普及を推奨していることと、(ii) テレメトリシステムで入手するデータは機密性を要することから SESAME システムで集めたデータをみどり工学が日本国内に有するクラウドサーバーに伝送する今のシステムは受け入れられず、インドネシア国内に直接保存しなければならないことを主な理由として、BPPT は Morpalaga を推していると考えられる。こうした現状のままでは SESAME の普及につながらない恐れがあるため、上述したとおり、(i) SESAME システムの優位性をアピールし積極的に普及していくとともに、(ii) 収集したデータをインドネシア国内のクラウドサービスで管理できるよう、すでに現地大手通信会社である Biznet Network との間で具体的な連携策を協議しているところである。BPPT、PJT II からは、クラウドサーバーがインドネシア国内にあれば問題ないとのコメントを得ている。

③ 体制整備が間に合わないリスク

テレメトリシステムの市場に SESAME システムを確実に普及させるには、販売のみならず、機器の設置や操作などにかかるサポートや設置後のアフターサービスなど、現場で迅速に対応できる体制を構築しなければならない。当初よりこの点を踏まえて、インドネシア国内で最も多くの実績をもつ Hydrosix 社を現地設置業者として位置付け、同社員への技術指導を行ってきたが、まだ十分な技術が習得されているとはいえない。そのため、みどり工学は SESAME システムの仕組みや設置方法を熟知している現地技術者 1 名を雇用して常駐させ、サポート体制、アフターサービス体制を充実させることとした。

BRG からは、政府が目指す泥炭地水位モニタリング体制の構築には数百台のテレメトリシステムが必要であるといわれている。そのため SESAME システムが数百台単位で導入される可能性がある。実際に、BRG は 2017 年中にテレメトリシステム 100 台の設置業務にかかる公示を出す準備を進めており、SESAME のように高いスペックで入札図書が作成されているとの情報を得ている。そのため、みどり工学は、公共入札資格を有する Hydrosix 社と連携して応札準備を進めている。他方、現体制では、部品在庫を 50 台以上持っておらず、部品の取り寄せに 2~3 カ月を要する。そのため、同公示を含め大型受注にも迅速に対応できるよう、日本での製造体制の見直しを

進めるほか、現地代理店を中心とした販売体制と上述したサポート体制・アフターサービス体制を順次拡大していく。

(3) 普及・実証において検討した事業化による開発効果

今後の事業展開による開発課題への効果、インパクトについては以下のように考える。

本事業の結果、SESAME システムを導入することで水位モニタリング能力の強化が図られ、インドネシアにおける最優先課題の一つである気候変動対策に貢献することが実証された。これを受けて、前述のとおりみどり工学は事業後のビジネス展開を積極的に図る計画である。

BRG は 2017 年中の達成目標として「40 万 ha の泥炭地を復興する」ことを掲げ、早急に 260 台のテレメトリシステムの設置が必要と試算しており、その優位性から SESAME を導入したいと要望している。さらに、法令によってパームオイルプランテーションなど泥炭地で稼働する民間企業に対して地下水位管理が義務付けられたことから、民間企業からの SESAME に対する需要も拡大する見通しである。

また PJT II によれば、チタルム川流域の灌漑面積 25 万 ha をより包括的に管理し、放流する水を効率的に利用できるようにするためには、さらに 100~300 台の SESAME が必要である。

これらのニーズに対応するため、みどり工学は現地営業体制を強化するほか、現在の月産 50 台から最大 100 台の製造体制へ拡大を図っている。それらを踏まえて策定した販売計画では、2017 年に 113 台、2018 年に 378 台、2019 年に 430 台の販売を予測している。

こうして SESAME の普及が進むことで、泥炭地復興・火災防止や水の有効活用、洪水防止といった、気候変動によって引き起こされる様々な課題に対して、次のような効果が期待できる。

- 広大な泥炭地で、フィールドデータがリアルタイムで正確かつ迅速に収集・蓄積される。その結果、初期消火活動を迅速かつ効果的に展開できる、企業活動を抑制できるなど、泥炭地火災のリスクを大きく減じることができるようになる。
- 広範囲にわたり泥炭地火災を減じることができれば、GHG 排出量の削減にも貢献する。
- フィールドデータを活用した各種データベースの開発・導入が進むことも期待される。BPPT は、SESAME その他の計測方法によって収集したフィールドデータを統合し、パブリックデータとして公開しようと考えている。これによって例えば、洪水リスクが高まった時に地域住民が関連情報にアクセスし、自ら迅速に対処できるようになる。
- PJT II によって、SESAME データと既存データを組み合わせた洪水予測モデルの開発や水に関する総合的なデータベースの構築を進めている。その結果、洪水被害や干ばつ被害の軽減に貢献する。またダムや下流の灌漑地域で効率的な水管理ができるようになれば、ジャカルタに向け供給している生活用水量を増やしていくことも可能になる。

(4) 本事業から得られた教訓と提言

① 今後海外展開を検討する企業へ向けた教訓

今後インドネシアやテレメトリシステムの市場で事業展開を考える企業にとって有益となるよう、本事業から得られた教訓を次に述べる。

(a) 免税手続き

本事業では当初想定しなかった以下の問題によって、機器の輸入と現地搬入に大幅な遅れが生じた。

【JICA 免税特権の適用】

JICA の免税特権が適用されるためには、カウンターパートによるレター作成や SETNEG からの照会への回答が必要である。（「3 章（1）(b)」を参照）当初 BPPT の本事業担当者からは、PJT II 用 50 台分を含め、57 台分すべてについて BPPT が免税手続きを進めることができるとの回答を得ていた。ところが実際のレター作成の段階となると、BPPT の担当部署である協力部 (Cooperation Department) から、BPPT への 7 台分の免税しか承認できないと伝えられた。PJT II は国営「企業」であることから、BPPT として免税支援のような便宜供与を図ることはできないという理由であった。

このため、57 台すべてを一旦 BPPT へ納入し、その後に 50 台を BPPT から PJT II へ貸与する内容で M/M を変更することで解決したが、この手続きに長い時間が費やされた。機器が現地に到着した後も、BPPT から PJT II への引き渡しが円滑になされなかったために、BPPT への納入完了から PJT II への移送までに、さらに約 1 カ月半もの時間を要した。

対策として、特に BPPT のような政府機関と事業をする場合、早い段階で免税手続きを直接担当する部署と権限をよく確認した上で、開始当初から協議の場に直接参加してもらうことが重要であると考えられる。

【HS コードによる輸入税などの免税】

案件化調査時に JETRO インドネシア事務所から得た情報により、SESAME 機器については、経済連携協定 (EPA) に基づき、輸入税や贅沢税などは HS コードを適用すれば免税になることを確認していた。そのため、JICA との契約締結時には税金分として VAT 分のみを予算計上し、輸入税は考慮していなかった。

その後上述のとおり、免税手続きに長い時間を要することがわかったため、VAT 課税はやむを得ないものとして支払うが、EPA に基づき HS コードを適用して輸入税の免税は受けようとしたところ、対象製品が日本製である旨の日本商工会議所発行による原産地証明が必要であることが判明した。同証明書の取得に 1 カ月以上を要すると分かったためこれをあきらめ、当初予定のとおり VAT 免税の手続きを進めることとした。

輸入手続きや免税制度に関して詳しい情報を集め、あらかじめ適切な対応策を検討しておくこと、こうした業務に精通している輸出入業者を使うことが肝要であることを示唆した教訓である。

(b) 国産製品の優遇

SATREPS 事業 (2010 年 2 月～2014 年 3 月) を通じて SESAME システムがはじめてインドネシアへ紹介された当時は、インドネシア国内でのテレメトリシステム製品開発の技術は発達していなかったため、SESAME は圧倒的な優位性を持ち、関係機関から強い関心が寄せられていた。また BRG の設立 (2015 年) 当初、BPPT から BRG に SESAME を紹介したところ、高く評価され

た。

その後 Morpalaga の開発が開始され、現在は、ポテンシャルを持つ国産製品として BPPT も BRG も Morlapaga に注目している。政府として国産製品を推す姿勢は理解できるが、本事業を通じて、日本国内での企業研修に職員を受け入れたり現地で技術移転をしたりしたことが、結果として、SESAME の競合品となりかねない製品を製造、普及させるきっかけになったともいえる点には留意すべきである。

国産製品を優遇する政府の方針がどこまで強いのか、カウンターパート機関とすることで自社の製品や技術をこちらが意図しない形で自国の製品開発に転用されることがないか、カウンターパート機関の選定や関係構築上よく留意しておくことが重要である。

(c) 維持管理にかかる意識

本事業を通じて、様々なテレメトリシステムはあるが、その多くが使われていないという現状を確認した。その原因として、製品自体に問題があることが多いが、利用者として特に政府機関職員の維持管理に対する意識が弱いことも大きな課題であると考えられる。例えば、システムの維持管理に必要な予算を十分に積んでおらず、何か問題が起こってから予算を探す、維持管理に必要な体制も明確ではない、といったことが BPPT でも PJTII でも観察された。そのため本事業期間中、両機関を訪問する度に繰り返し、維持管理体制の構築と予算の確保を要請してきた。

SESAME システムの運用や維持管理について、国内外での研修を通じて BPPT や PJTII 職員の意識向上や技術移転を図ってきたほか、設置やアフターサービスには Hydrosix 社は欠かせないと考え、設置作業を通じて同社職員に対する技術指導をしてきた。しかしながら、技術指導の対象者には比較的上層部の職員が人選され、現場レベルの職員の技術習得の機会は限られているため、SESAME のような現場での維持管理が重要な製品の場合は、技術指導の方法に留意が必要である。

(d) 本普及・実証事業の理解と有効活用

本普及・実証事業の利点や制約をよく理解した上で、これを有効活用する必要がある。例えば、これほどの規模や内容の調査や事業活動は、本スキームだからこそできたのであり、自社単独では不可能であったと想像する。また JICA という公的機関の支援を受けた事業ということで、インドネシア国内の公的機関、民間企業問わず、自由に面会することができたことも大きな利点の一つであった。それがみどり工学の今後のビジネス展開に貢献すると考える。

一方で、本スキームを遂行することが自社ビジネス上の制約ともなっていた。例えば SESAME システムを 57 台も現地に導入できたことは、みどり工学にとってもインドネシア政府機関にとっても、その価値を示す、理解するという点において有益ではあったものの、機材導入の費用は、製造原価しか支払われず、職員の人件費も支払われないため、資金面で厳しい状況に置かれたことは事実である。加えて、本業であまり余裕がない中、本事業で求められる成果発現のために相応の時間を費やさざるを得なかったことも指摘したい。本事業実施に当たり、みどり工学職員の渡航回数は延べ 25 回、300 人日以上を費やした。

そうした利点と制約をよく理解した上で、どのような形でこのスキームを活用し自社ビジネスにつなげていくのか、あらかじめよく検討することが重要である。

② JICA や政府関係機関に向けた提言

上記で述べた教訓については、企業側の事前準備と努力によって効率を高めることが可能であるものの、免税手続きや受入国による国産製品優遇の方針など、企業側の努力だけでは解決できない課題も含まれるため、本事業の効果的な実施に向けて、JICA および相手国政府機関に検討を要望する点を以下に述べる。

(a) 免税手続きガイドライン

これまでにインドネシアにおいて実施した企業支援事業では、ほぼ全ての事業で免税措置が適応されていると理解している。JICA 事務所においては、基本的な手続きや共通の課題が蓄積されていると想像するため、免税手続きのプロセスと提出書類の事例などをまとめたガイドラインを作成し、インドネシア国を対象とする事業を受託した企業へ参考資料として配布することを提案する。

(b) 機材費の見直し

上述のとおり、本事業では機材費の支給は原価のみ、かつ提案企業の人件費は一切支給されないため、当社の資金繰りに苦慮する局面に何度か直面した。みどり工学のように資金力が弱く人的資源も限定的であるものの、開発途上国の課題解決に有用な技術を有する中小企業が本事業を活用しやすくなるために、制度面での改善をお願いしたい。本事業は補助金ではなく「委託事業」であるので、提案企業の人権費の支給および機材の販売価格での計上を認めることは妥当と思われるため、見直しを提言する。

(c) 普及・実証済み製品の JICA 事業での活用

本事業では、現地人材の育成に向けて OJT 技術指導や本邦受入活動に重点をおいて活動した。その結果として国産の安価な競合製品の開発が進み、提案企業のビジネス展開を脅かすことにもなりかねない状況が生じている。今後、技術流出防止に向けた対応をすすめるものの、提案企業による対応には限界があるため、事業終了後の普及展開の基礎を築くために、実証の結果有効性が認められた製品・技術に対しては、日本政府による機材供与や技術支援で優先的に活用する仕組みの構築を提言する。

なお、本事業の場合は、泥炭地復興に関連して SATREPS や基礎情報収集・確認調査などの JICA による関連事業が並行して進められていたため、これらの事業で試行的に SESAME を導入されたことで、今後のビジネス展開に向けての大きな支援となっている。他方、一民間企業の製品を指定銘柄としてこれらの事業で導入するにあたり、多くの手続きと時間を要した。普及・実証事業で有効性が実証された製品については、これらの手続きを経ずに指定銘柄として導入できる仕組みが形成されることを望む。

(d) 維持管理体制の確立に向けたフォローアップ

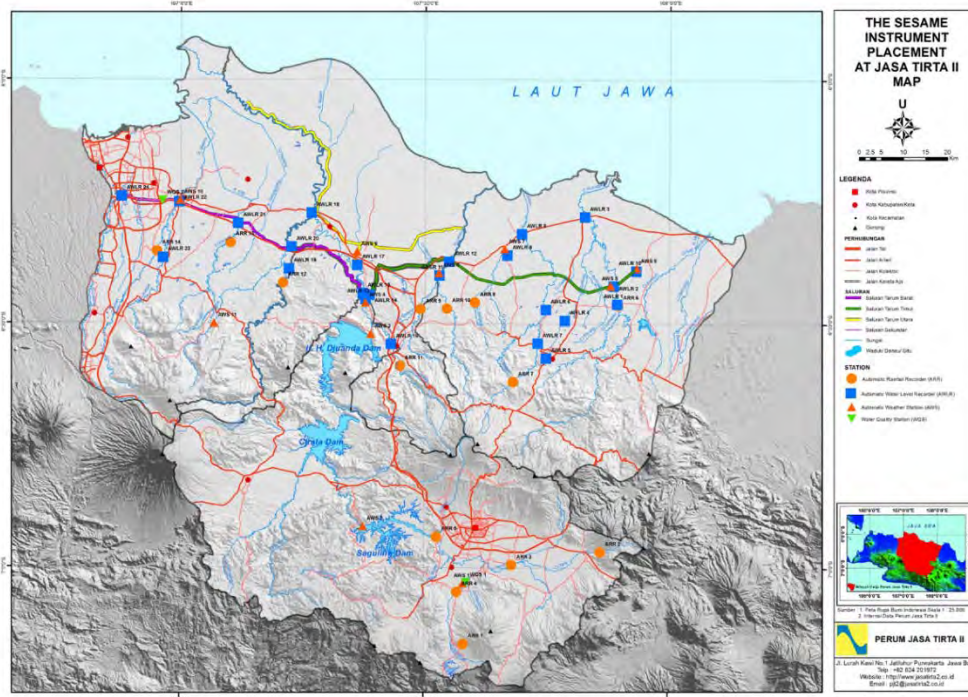
SESAME システムの維持管理については、本事業期間を通じて、現地作業のみならず日本国内作業中にもリモートアクセスやメールを通じて BPPT と PJT II および Hydrosix 社に対して技術指導をしてきた。Hydrosix 社はインドネシアでテレメトリシステムの経験豊富な企業としてインド

ネシア側から推奨された企業であるが、これまでも述べたとおり、SESAME の設置技術の習得度は芳しくない。BPPT のサーバー維持管理についても、毎回の現地作業で何らかの問題が生じており、みどり工学の技術者が対応してきた。PJT II からは、現場レベルでの維持管理能力向上にあたり、これまでトレーニングを受けた人材の技術習熟度はトレーナーとして指導できるほどには達していないため、事業終了後もフォローアップとして数回の研修を実施して欲しいとの要望を受けている。記述のとおり（「3章（2）④（a）」を参照）、末端で機器の維持管理作業を担当する職員向けの技術指導がよりいっそう必要と判断する。57 台の機器が持続的に活用され、期待される効果が発現されるよう、今後はみどり工学からも直接フォローアップしていきたく考えているが、長期間にわたり無償で行うことは難しいため、どのような形が可能か JICA とも協議していきたい。

添付資料

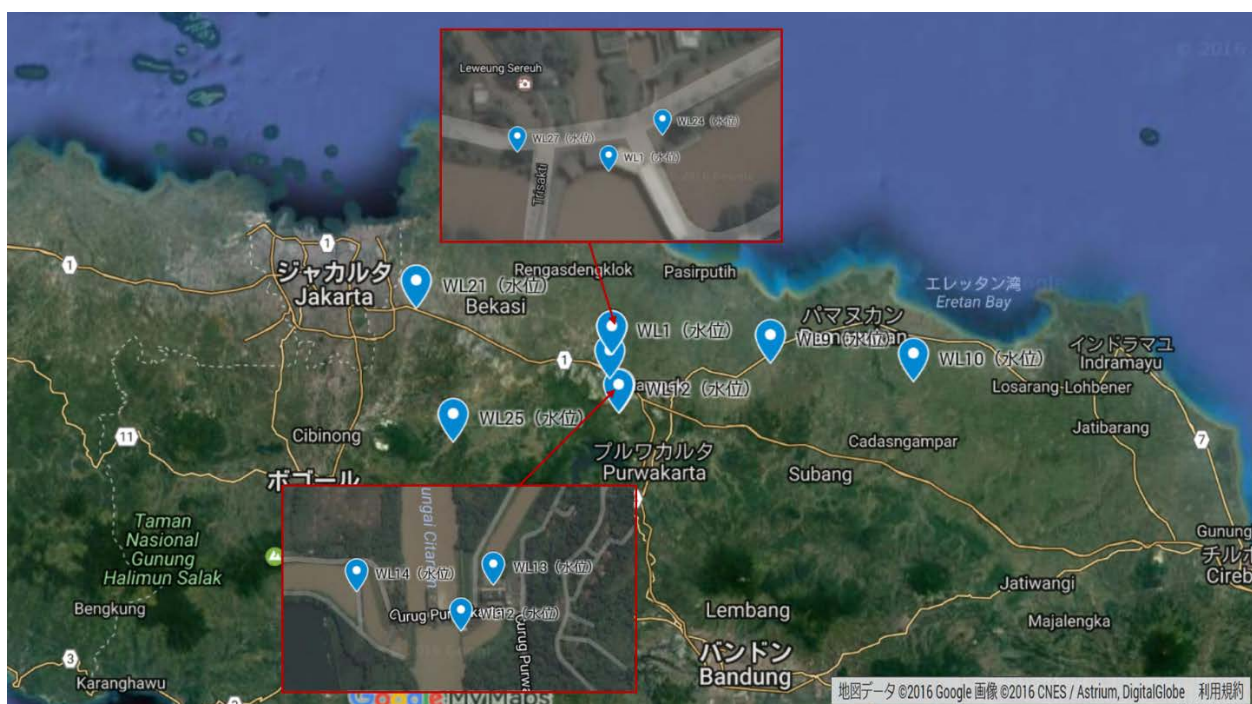
添付資料 1 SESAME 設置位置図 (PJT II)

設置位置図 (当初計画) 西ジャワ州チタルム川流域 (JH ダム周辺)

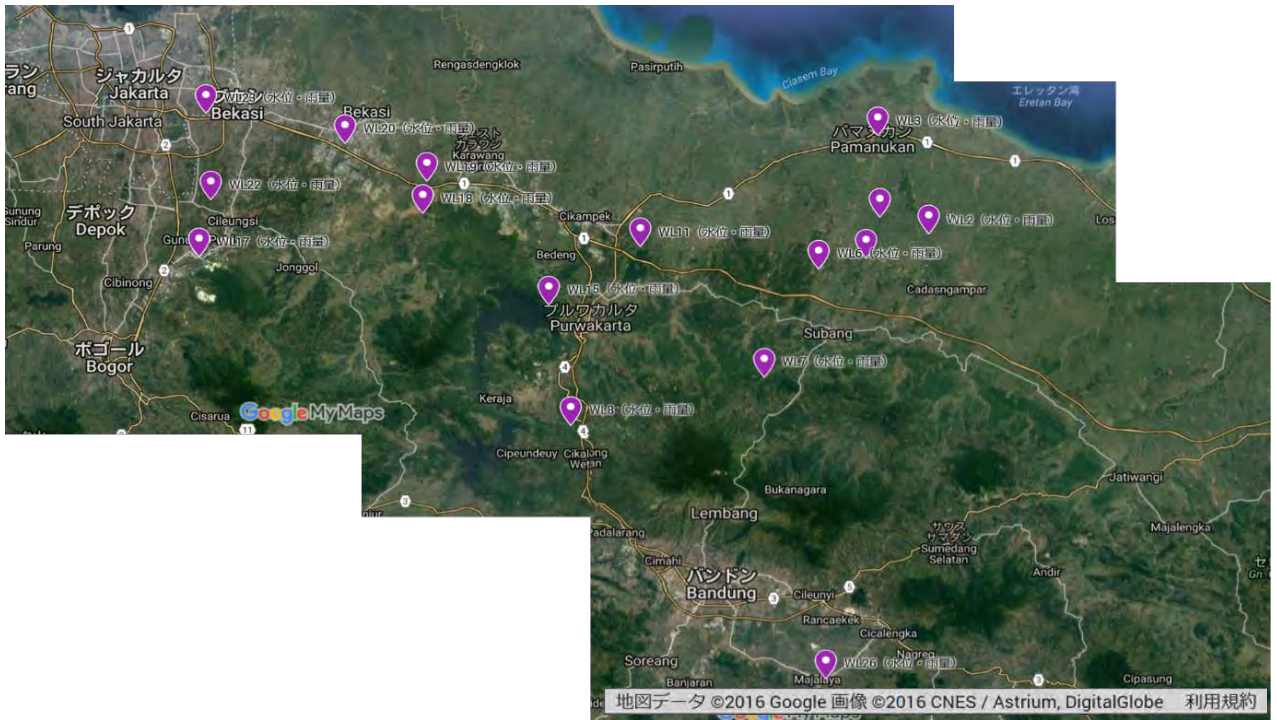


出典 : PJT II

SESAME II-02d 水位計 (WL) 設置位置図 (実績) 計 11 箇所



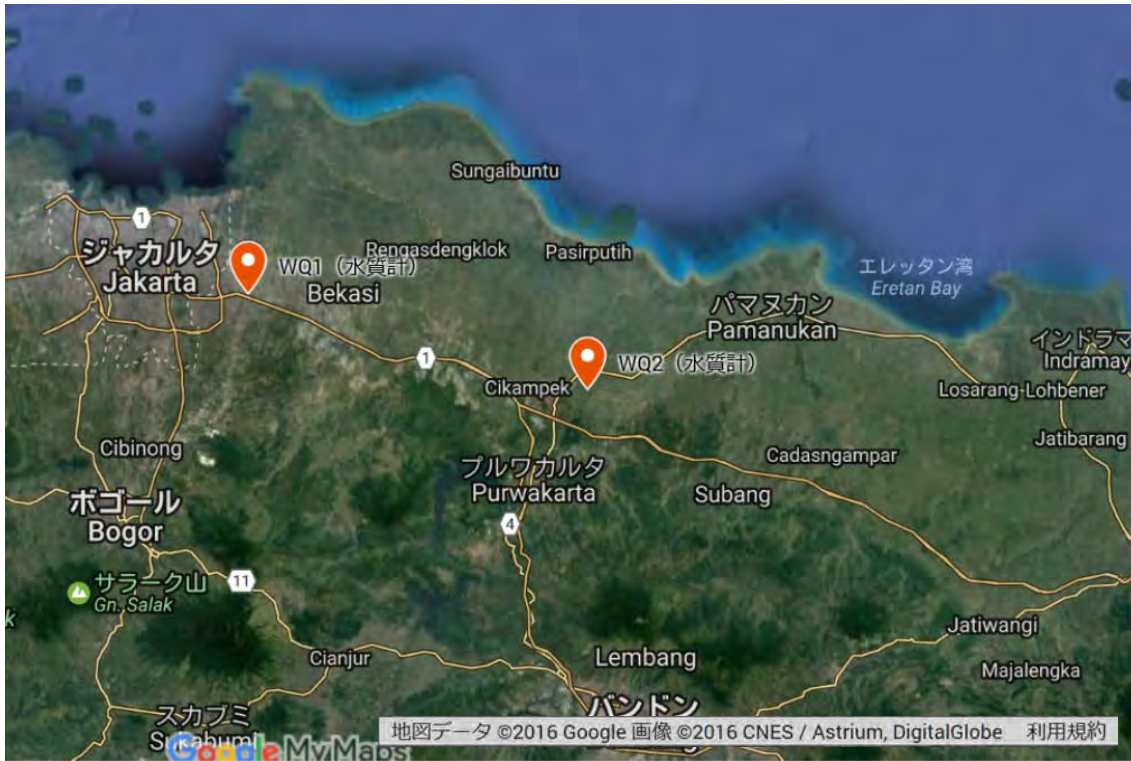
SESAME II -02d 水位計、雨量計セット (WL) 設置位置図 (実績) 計 16 箇所



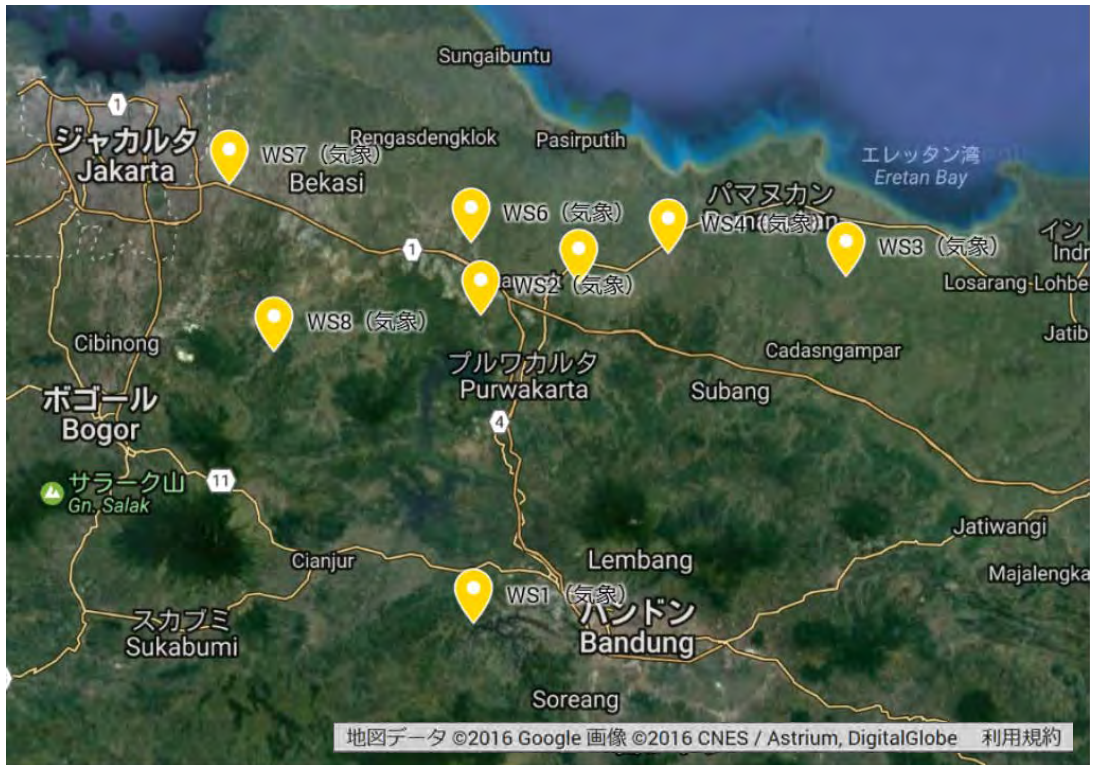
SESAME II -02d 雨量計 (RG) 設置位置図 (実績) 計 13 箇所



SESAME II -06d 水質計 (U-53 改) (WQ) 設置位置図 (実績) 計 2 箇所

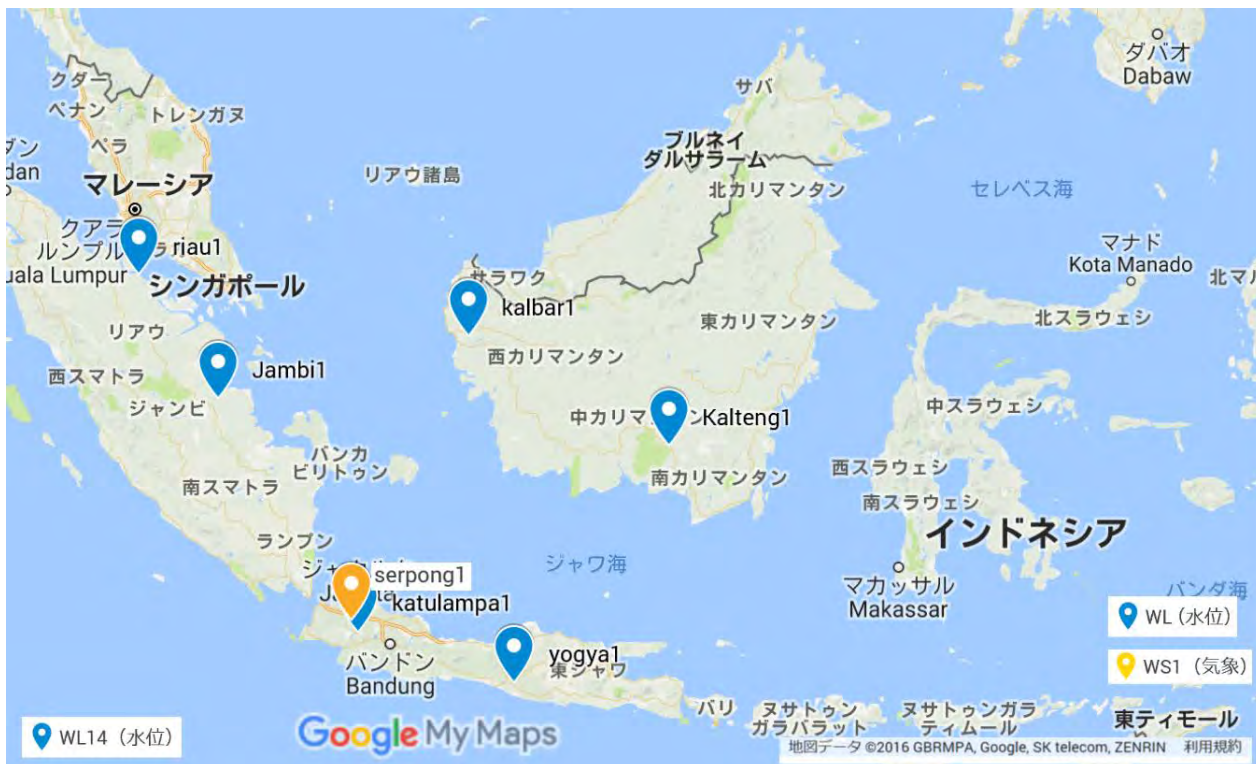


SESAME II -05d 気象観測機 (wxt-520) (WS) 設置位置図 (実績) 計 8 箇所



添付資料 2 SESAME 設置位置図 (BPTT)

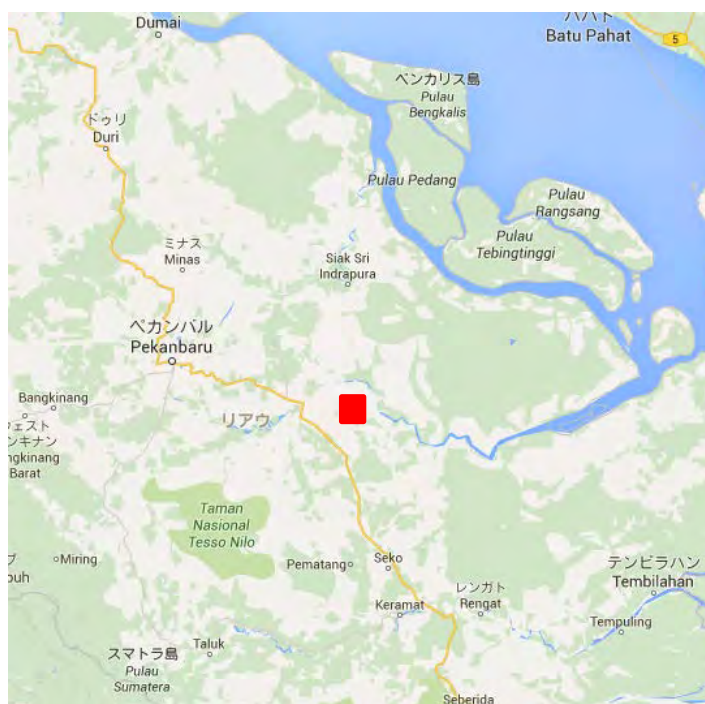
SESAME 設置位置図 (実績) 計 7 箇所



1. リアウ州 (泥炭地) (Riau 1)

Location: Pelalawan Regency

0°16'23.57"N 102°35'24.86"E



2. 中カリマンタン州 (泥炭地) (Kalteng 1)

Location: Palangka Raya City

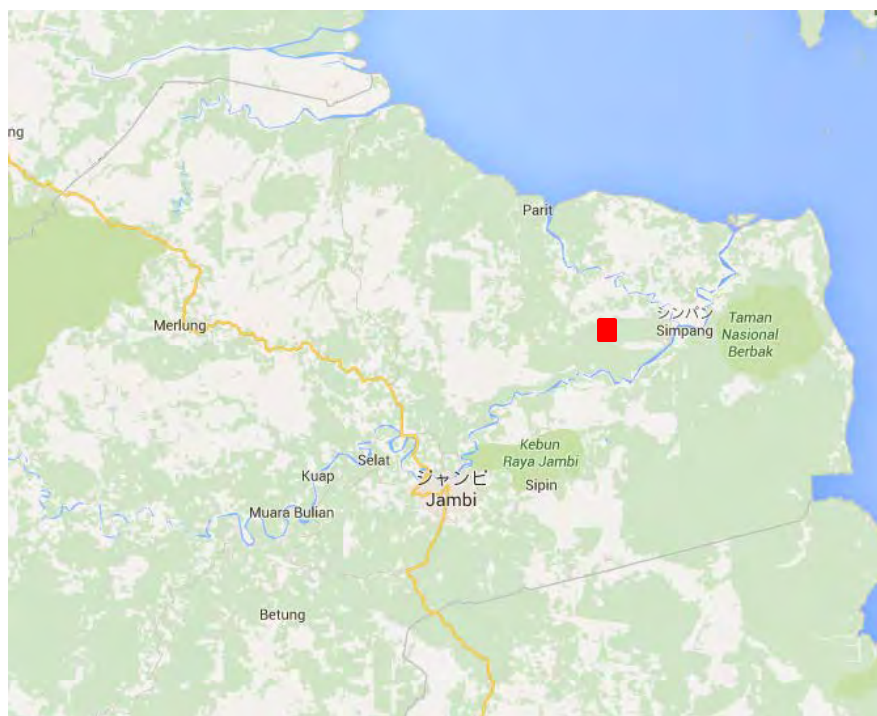
2°19'6.38"S 113°53'53.64"E



3. ジャンビ州 (泥炭地) (Jambi 1)

Location: Simpang Regency

1°16'57.22"S 104° 9'4.25"E



4. 西カリマンタン州 (泥炭地) (Kalbar 1)

Location: Kubu Raya Regency

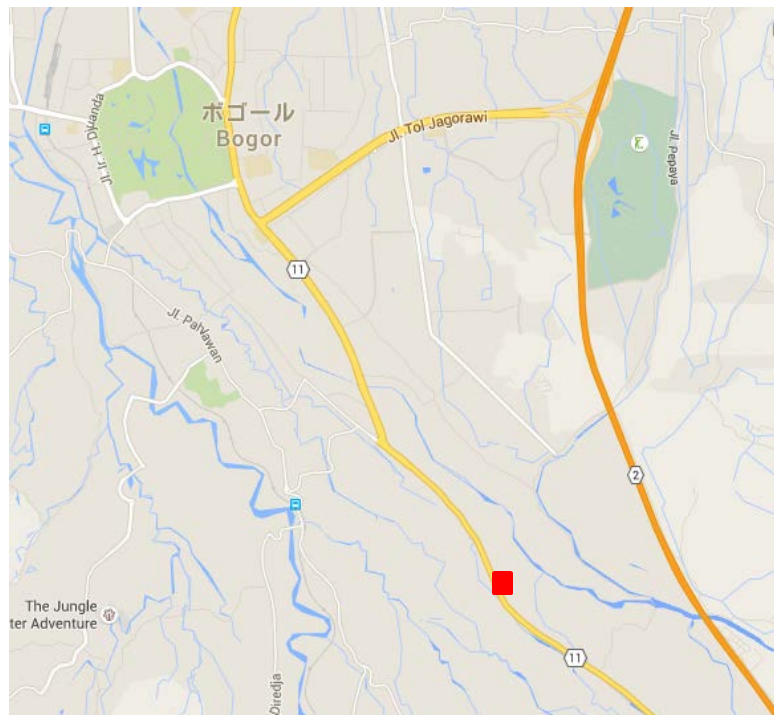
0° 0'28.16"N 109°42'58.52"E



5. ジャカルタ市郊外 (カツランパ・ダム) (Katulampa 1)

Location: Bogor City

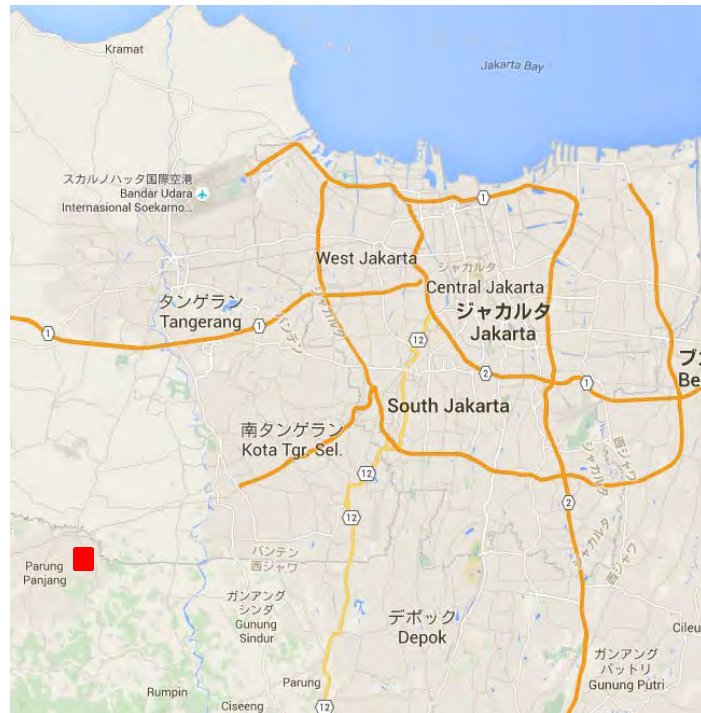
6°37'59.34"S 106°50'13.53"E



6. ジャカルタ市 (セルポン) (Serpong 1)

Location: Depok City

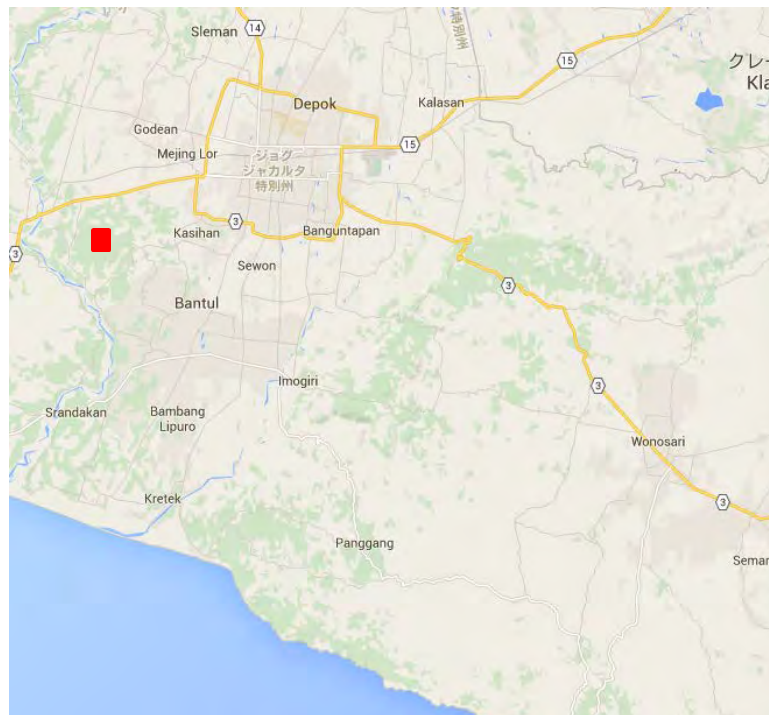
6°21'31.34"S 106°40'22.34"E



7. 中ジャワ州 (水田) (Yogya 1)

Location: Bantul Regency

7°50'12.19"S 110°20'46.01"E



添付資料 3 調達機材リスト (2016年11月24日完了)

1. 設置概要

SESAME 種類	BPPT	PJTII	PJTII(内訳)				小計
			Region I	Region II	Region III	Region IV	
SESAME 02d	6	40	9	7	12	12	46
SESAME 05d	1	8	2	1	3	2	9
SESAME 06d	0	2	1	0	1	0	2
小計	7	50					
合計	57						

2. BPPT 設置詳細

No	Location	SESAME 種別	水位計 番号	雨量計 番号	気象計+ 日射計 番号	水質計 番号
1	Riaw	02d	28	31	-	-
2	Jambi	02d	29	32	-	-
3	Ponteanac	02d	30	33	-	-
4	Parangka Raya	02d	31	34	-	-
5	Yogyakarta	02d	32	35	-	-
6	Katulampa Dam	02d	33	36	-	-
7	Selpong	05d	-	-	9	-
BPPT 台数小計		7	6	6	1	0

3. PJTII 設置詳細

No	Region	Location	SESAME 種別	水位計 番号	雨量計 番号	気象計+ 日射計 番号	水質計 番号
1	I	New Silt trap Bekasi Weir	06d	-	-	-	1
2	I	Bekasi Weir	05d	-	-	7	-
3	I	Cipamingkis Weir	05d	-	-	8	-
4	I	Cikarang Catchment Area	02d	-	13	-	-
5	I	Cikarang Bekasi Laut	02d	17	25	-	-
6	I	Cibeet Weir	02d	18	26	-	-
7	I	Cibeet Syphon	02d	19	27	-	-
8	I	Cikarang Weir	02d	20	28	-	-

No	Region	Location	SESAME 種別	水位計 番号	雨量計 番号	気象計+ 日射計番 号	水質計 番号
9	I	Bekasi Syphon	02d	21	-	-	-
10	I	Cikeas Weir	02d	22	29	-	-
11	I	PAB	02d	23	30	-	-
12	I	Cipamingkis Weir	02d	25	-	-	-
13	II	B. Tub. 0	02d	1	-	-	-
14	II	Walaha Weir	02d	16	24	-	-
15	II	Leuweung Seureuh Main Diversion Structure	02d	24	-	-	-
16	II	Cisomang Weir	02d	8	21	-	-
17	II	B. Tut. 0	02d	26	-	-	-
18	II	Leuweung Seureuh Main Diversion Structure	05d	-	-	6	-
19	II	Ciherang Catchment Area	02d	-	9	-	-
20	II	Cibeet Catchment Area	02d	-	12	-	-
21	III	Barugbug Weir	06d	-	-	-	2
22	III	Bugis Main Diversion Structure	05d	-	-	3	-
23	III	Jengkol Weir	05d	-	-	4	-
24	III	Barugbug Weir	05d	-	-	5	-
25	III	Salamdarma Weir	02d	2	15	-	-
26	III	Cipunagara Pantura Bridge	02d	3	16	-	-
27	III	Gadung Weir	02d	5	18	-	-
28	III	Macan Weir	02d	6	19	-	-
29	III	Jengkol Weir	02d	9	-	-	-
30	III	Bugis Main Diversion Structure	02d	10	-	-	-
31	III	Curugagung Weir	02d	-	7	-	-
32	III	Cijengkol Catchment Area	02d	-	8	-	-
33	III	Cilamaya Catchment Area	02d	-	10	-	-
34	III	Pagaden Bridge, Cigadung River (B. Tt. 46)	02d	4	17	-	-
35	III	Curugagung Bridge, Ciasem River	02d	7	20	-	-

No	Region	Location	SESAME 種別	水位計 番号	雨量計 番号	気象計+ 日射計番 号	水質計 番号
36	III	Campaka Bridge, Ciherang River	02d	11	22	-	-
37	IV	Saguling DAM	05d	-	-	1	-
38	IV	Curug Weir	05d	-	-	2	-
39	IV	Citarik Catchment Area	02d	-	2	-	-
40	IV	Cikeruh	02d	-	5	-	-
41	IV	Cikapundung	02d	-	6	-	-
42	IV	Cikao River (Cipaisan)	02d	-	11	-	-
43	IV	Curug Weir	02d	12	-	-	-
44	IV	B. Tt. 0	02d	13	-	-	-
45	IV	B. Tb. 0	02d	14	-	-	-
46	IV	Tailrace	02d	15	23	-	-
47	IV	Cisangkuy Catchment Area	02d	-	1	-	-
48	IV	Sapan	02d	-	4	-	-
49	IV	Cilalawi Catchment Area	02d	-	14	-	-
50	IV	Majalaya	02d	27	3	-	-
PJTII 台数小計			50	27	30	8	2

BPPT, PJT II

Summary Report

Republic of Indonesia

Verification Survey with the Private Sector
for Disseminating Japanese Technologies

for

Efficient Management of the Multi-purpose
Dam and Data Collection

for the Climate Change

with Real-Time Telemetry System (SESAME
SYSTEM)

September 2017

Japan International Cooperation Agency

Midori Engineering Laboratory Co. Ltd.

1. BACKGROUND

In Indonesia, climate change triggers serious natural disasters. Because of changes in rainfall patterns, the southern region of the country, including Java, has been suffering from droughts in dry seasons and massive floods in rainy seasons. Precipitation in rainy seasons has recently increased by 10%, while that in dry seasons has decreased by 75%. It is predicted that the rice yield will decrease drastically, resulting in a 9% to 25% reduction in farmers' income³⁹. Climate change has brought serious damage to both the social and natural environments.

At the G20 Pittsburg Summit in 2009, the Government of Indonesia declared climate change as one of its prioritized development issues. Various public organizations are assuming responsibility for (i) adaptation measures and/or (ii) mitigation measures against climate change.

To take practical and effective measures against climate change, collection, monitoring, and analysis of field data is crucial; however, it is still a challenge for Indonesia to obtain reliable data from the field because technical and economic resources are limited. Therefore, there is strong demand for economical yet effective equipment. To offer a solution to this demand, the SESAME System⁴⁰ was developed by Midori Engineering Laboratory Co. Ltd. (MEL). The SESAME System is a telemetry system that can collect field data in real time even in remote and/or uninhabited areas. Equipped with water and rain gauge sensors, the System can also incorporate a variety of other sensors to meet customer requirements, such as a weather robot sensor or a water quality sensor. The SESAME System automatically transmits field data to a server over existing mobile data networks at low cost; this data is then processed and output to users on the Web. Moreover, The SESAME System is economical and easy to maintain because it is assembled with ready-made parts and sensors.

In 2013 MEL conducted a feasibility study funded by the Ministry of Foreign Affairs of Japan. Through the study, MEL introduced the SESAME System and received several proposals from public organizations in Indonesia for them to take effective measures against climate change. Based on these proposals, the Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Efficient Management of the Multi-purpose Dam and Data Collection for Climate Change with Real-Time Telemetry System ("the Survey") was formulated and implemented with JICA's finance. The counterpart organizations of the Survey in Indonesia are Jasa Tirta II Public Corporation (PJT II) and the Agency for the Assessment and Application of Technology⁴¹ (BPPT). PJT II is responsible for management of the Citarum River Basin, including the Jatiluhur (JH) Dam, and BPPT is tasked with evaluating and recommending effective technologies for climate-change measures to public and private organizations of the country.

Background of PJT II and Jatiluhur Dam

The JH Dam is a multi-purpose dam located on the Citarum River with a capacity of 3 billion cubic meters, largest volume of any dam in Indonesia. Regarding measures to adapt to climate change, challenges faced by PJT II are as follows:

³⁹ Climate Change in Indonesia, Implications for Humans and Nature (WWF, 2007)

⁴⁰ "Sensory Data Transmission Service Assisted by Midori Engineering" System

⁴¹ Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi in Indonesian

- 1) Data such as water level of the dam, precipitation, etc. is measured and recorded by hand, so the process for data collection and analysis is time-consuming and prone to errors.
 - 2) Due to absence of data in real time, the amount of water released from the dam is not optimized for respective purposes such as irrigation, flood control, power generation, etc.
 - 3) Immediate and prompt action is hindered when emergency situations such as floods occur.
- To solve these issues, PJT II has requested the introduction of the SESAME System.

Background of BPPT and its Role

Through the SATREPS⁴² project on “Wild Fire and Carbon Management in Peat Forests in Indonesia”, BPPT recognized the effectiveness of the SESAME System as a technology for collecting the field data required to analyze the impacts of climate change. BPPT has been further keen on evaluating the SESAME System on its versatile applicability and effectiveness for climate-change measures, particularly peat-fire prevention. With the verified results through the study described below (“the Study”), BPPT intended to promote the collection of real-time field data to various related organizations for formulating effective adaptation and mitigation measures against the problems caused by climate changes in Indonesia.

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

(1) Purpose

The Survey has the two objectives:

- 1) With an aim to support the efficient management of the multi-purpose dam and effective disaster management, introduce the SESAME System to automatically measure the field data in the Citarum River Basin.
- 2) With an aim to encourage the monitoring activities of the climate change, verify the versatile effectiveness of the SESAME System collecting various field data related to the climate change and disseminate the results of the Survey to the relevant organizations.

(2) Activities

1. Activities associated with Output 1 (for PJT II only):

1-1 Preparatory discussions to finalize the work plan

1-2 Determination of the location to install the Product and discussion of the operation and maintenance structure of the Product

1-3 Production of the Product in Japan, shipment of the Product and custom clearance

1-4 Grasp the situation of the current management of the water infrastructure associated with the dam

1-5 Installation of the Product

1-6 Operation and maintenance of the Product

1-7 Training of data processing and analysis

⁴² Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development collaborated by Japan Science and Technology Agency (JST) and JICA

- 1-8 Monitoring of the management of the water infrastructure associated with the dam
- 1-9 Proposal of model concept for the management of the water infrastructure associated with the dam
- 1-10 Evaluation

2. Activities associated with Output 2 (for BPPT only):

- 2-1 Preparatory discussions to finalize the work plan

The verification activities related to mitigation measure of climate change are to be done in the 4 peatlands listed in Table 1.

Table 1: Verification activities related to Mitigation measure

Area	Partner Research Institute
Riau Province	University of Riau
Central Kalimantan Province	University of Palangkaray
Jambi Province	University of Jambi
West Kalimantan Province	University of Tanjungpura

The verification activities related to adaptation measure are to be done in the 3 locations listed in Table 2.

Table 2 Verification activities related to Adaptation measure

Site location	Area	Partner Research Institute	Objective
Katulampa Dam	Jakarta suburb	Jakarta Agency for Disaster Management	Effectiveness for a flood warning system
Jakarta City	Jakarta	Weather Modification Technical Unit of BPPT	Effectiveness for climate data measurement and climate change analysis
Paddy field near the university	Jogjakarta in Central Java Province	University of Gadjah Mada	Possibility for construction of irrigation water management system

- 2-2 Determination of the location to install the Product and discussion of the operation and maintenance structure of the Product
- 2-3 Production of the Product in Japan, shipment of the Product and custom clearance
- 2-4 Installation of the Product
- 2-5 Operation and maintenance of the Product
- 2-6 Training of data processing and analysis
- 2-7 Promotion activities to utilize the SESAME System as measures against the climate change
- 2-8 Evaluation

3. Activities associated with Output 3 (only for BPPT):

- 3-1 Preparatory discussions to finalize the work plan
- 3-2 Purchase and set up in Japan of the data server to be installed in Indonesia

- 3-3 Establishment of the operation and maintenance structure for the server in Indonesia
- 3-4 Installation of the server in Indonesia and switching from the server in Japan
- 3-5 Verification of the operation of the server
- 3-6 Promotion of common use of the field data required for the analysis of the climate change among the relevant government organizations
- 3-7 Announcement of the verification results of the local server's operation
- 3-8 Discussion of the common use and management of the server
- 3-9 Discussion of a consortium formation and an action plan to promote the common use of the data and server among the relevant government organizations
- 3-10 Evaluation

4. Activities associated with Output 4:

- 4-1 Local trainings on the Product for installation, operation and maintenance
- 4-2 On-the-job training (OJT) at the installation of the Product
- 4-3 Execution of the activities conducted in Japan
- 4-4 Technical trainings for operation and maintenance of the data server (for BPPT only)
- 4-5 Evaluation


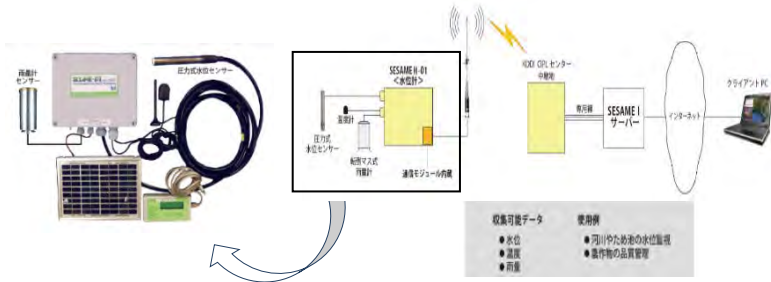
5. Activities associated with Output 5:

- 5-1 Promotion of the common use of the data server for the climate change in Indonesia and the discussion of a consortium formation
- 5-2 Promotion of the use of SESAME System in Indonesia
- 5-3 Presentation of the results of the Survey in the workshops and other available opportunities
- 5-4 Development of dissemination/business development plan on SESAME system

(3) Products and Technologies to be Provided

Table 3: List of major products to be provided

Item	Specification	Imported or locally procured
SESAME II-02	SESAME System main unit connected with water and rain gauges (standard type)	Imported
SESAME II-05	SESAME System main unit specialized with a weather robot sensor	Imported
SESAME II-06	SESAME System main unit specialized with a water quality sensor	Imported

Features:	The SESAME System can easily transmit the measured data by use of low-cost local mobile data networks available all over the world. Through the internet, the data is accumulated automatically and in real time on servers, from which it can be easily processed and monitored in the required form.
impact	<p>The SESAME System collects the field data (e.g., water level, rainfall, weather data) with sensors installed in the field, transmits it through a mobile data network automatically and in real time on servers, from which the accumulated data is processed in the required form, and reports the result to clients swiftly through the internet. It can run on a solar battery for more than one year without maintenance. The system consists of the sensors, the data logger, the mobile data transmission modem, the solar battery, the data server and the utility software.</p>  <p style="text-align: right;">SESAME System in a paddy field</p>  <p style="text-align: center;">Data logger containing the data transmission modem (SESAME 01) with a water level sensor and a rainfall gauge</p>
Sales record:	<ul style="list-style-type: none"> • In Japan: 250 units • Overseas: 110 units
Advantages over competing products:	The SESAME System offers many advantages, such as extremely low power consumption, high resistance to severe climate, remarkably low price, easy maintenance and low data transmission cost.

(4) Counterpart Organization

PJT II: It conducts verification of the SESAME System aiming at the effective management of the multi-purpose JH dam.

BPPT: It conducts verification with partner research institutions on versatile applicability the SESAME System on both mitigation and adaptation measures against climate changes.

With the results of the verification, both BPPT and PJT II promote the use of a telemetry system including the SESAME System to the related organizations to climate change measures.

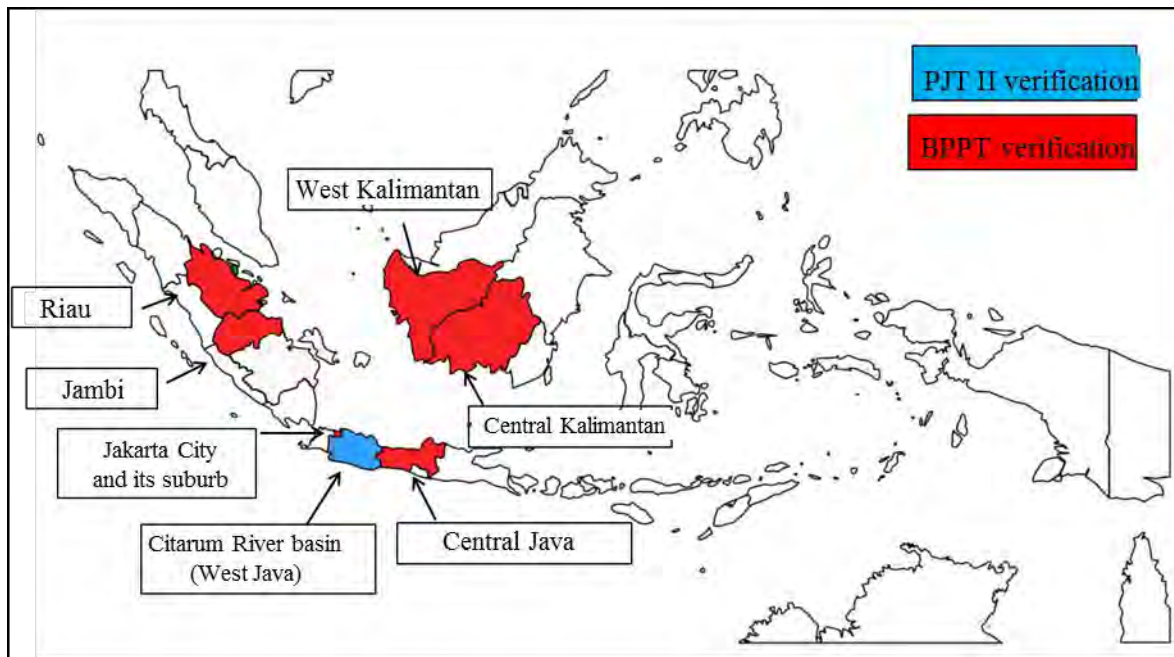
(5) Target Area and Beneficiaries

Target Area:

[PJT II] GHG in West Java Province

[BPPT] Central Kalimantan Province, Riau Province, West Kalimantan Province, Jambi Province, Jakarta City and its suburbs, Central Java Province

Target Area map



Source: <http://www.freemap.jp/>

Beneficiaries:

- PJT II and BPPT
- Relevant organizations in charge of climate change measures
- Jakarta City residents (about 10 million populations), residents at Citarum River basin
- Residents and farmers exposed to the climate change risks, such as floods and droughts

(6) Duration

From June 26, 2015 to November 30, 2017

(7) Survey Schedule

Year/Month		2015												2016												2017											
		5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
Activities associated with Output 1 (for PJT II only)																																					
1-1 Preparatory discussions to finalize the work plan	Planned																																				
	Plannd Revised																																				
	Achieved																																				
1-2 Determination of the location to install the Product and discussion of the operation and maintenance structure of the Product	Planned																																				
	Plannd Revised																																				
	Achieved																																				
1-3 Production of the Product in Japan, shipment of the Product and custom clearance	Planned																																				
	Plannd Revised																																				
	Achieved																																				
1-4 Grasp the situation of the current management of the water infrastructure associated with the dam	Planned																																				
	Plannd Revised																																				
	Achieved																																				
1-5 Installation of the Product	Planned																																				
	Plannd Revised																																				
	Achieved																																				
1-6 Operation and maintenance of the Product	Planned																																				
	Plannd Revised																																				
	Achieved																																				
1-7 Training of data processing and analysis	Planned																																				
	Plannd Revised																																				
	Achieved																																				
1-8 Monitoring of the management of the water infrastructure associated with the dam	Planned																																				
	Plannd Revised																																				
	Achieved																																				
1-9 Proposal of model concept for the management of the water infrastructure associated with the dam	Planned																																				
	Plannd Revised																																				
	Achieved																																				
1-10 Evaluation	Planned																																				
	Plannd Revised																																				
	Achieved																																				

Year/Month		2015												2016												2017																
		5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12									
Activities associated with Output 2 (for BPPT only)																																										
2-1 Preparatory discussions to finalize the work plan	Planned			■	■																																					
	Planned Revised			■	■																																					
	Achieved			■	■																																					
2-2 Determination of the location to install the Product and discussion of the operation and maintenance structure of the Product	Planned			■	■																																					
	Planned Revised			■	■																																					
	Achieved			■	■																																					
2-3 Production of the Product in Japan, shipment of the Product and custom clearance	Planned			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	Planned Revised			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	Achieved			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2-4 Installation of the Product	Planned																																									
	Planned Revised																																									
	Achieved																																									
2-5 Operation and maintenance of the Product	Planned																																									
	Planned Revised																																									
	Achieved																																									
2-6 Training of data processing and analysis	Planned																																									
	Planned Revised																																									
	Achieved																																									
2-7 Promotion activities to utilize the SESAME System as measures against the climate change	Planned																																									
	Planned Revised																																									
	Achieved																																									
2-8 Evaluation	Planned																																									
	Planned Revised																																									
	Achieved																																									

Year/Month		2015												2016												2017											
		5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
Activities associated with Output 4																																					
4-1 Local trainings on the Product for installation, operation and maintenance	Planned													■																							
	Planned Revised													■																							
	Achieved													■																							
4-2 On-the-job training (OJT) at the installation of the Product	Planned													■																							
	Planned Revised													■																							
	Achieved													■																							
4-3 Execution of the activities conducted in Japan	Planned																									■											
	Planned Revised																									■											
	Achieved																									■											
4-4 Technical trainings for operation and maintenance of the data server (for BPPT only)	Planned													■																							
	Planned Revised													■																							
	Achieved													■																							
4-5 Evaluation	Planned																									■											
	Planned Revised																									■											
	Achieved																									■											
Activities associated with Output 5																																					
5-1 Promotion of the common use of the data server for the climate change in Indonesia and the discussion of a consortium formation	Planned																									■											
	Planned Revised																									■											
	Achieved																									■											
5-2 Promotion of the use of SESAME System in Indonesia	Planned													■																							
	Planned Revised													■																							
	Achieved													■																							
5-3 Presentation of the results of the Survey in the workshops and other available opportunities	Planned																									■											
	Planned Revised																									■											
	Achieved																									■											
5-4 Development of dissemination/business development plan on SESAME system	Planned	■												■												■											
	Planned Revised	■												■												■											
	Achieved	■												■												■											

Indonesia
Japan

Planned ■
Achieved ■

(8) Manning Schedule

Expertise	Name	Organization		2015												2016												2017														
				6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
Project Leader	Yukihiisa SHIEMAGA	Widori Engineering Laboratory (WEL)	Indonesia	Planned	[Planned]												[Planned]												[Planned]													
				Achieved	[Achieved]												[Achieved]												[Achieved]													
			Japan	Planned	[Planned]												[Planned]												[Planned]													
				Achieved	[Achieved]												[Achieved]												[Achieved]													
Local Partner Coordination	Junko EBIKO	Widori Engineering Laboratory (WEL)	Indonesia	Planned	[Planned]												[Planned]												[Planned]													
				Achieved	[Achieved]												[Achieved]												[Achieved]													
			Japan	Planned	[Planned]												[Planned]												[Planned]													
				Achieved	[Achieved]												[Achieved]												[Achieved]													
Field Data Analysis/ Operation and Maintenance	Yohsei HAMADA	Widori Engineering Laboratory (WEL)	Indonesia	Planned	[Planned]												[Planned]												[Planned]													
				Achieved	[Achieved]												[Achieved]												[Achieved]													
			Japan	Planned	[Planned]												[Planned]												[Planned]													
				Achieved	[Achieved]												[Achieved]												[Achieved]													
Chief Advisor	Hiroshi OKABE	Kaihatsu Management Consulting Inc. (KMC)	Indonesia	Planned	[Planned]												[Planned]												[Planned]													
				Achieved	[Achieved]												[Achieved]												[Achieved]													
			Japan	Planned	[Planned]												[Planned]												[Planned]													
				Achieved	[Achieved]												[Achieved]												[Achieved]													
Overseas Business Development Support/ Climate Change Measures	Ryoto UCHIDA	Kaihatsu Management Consulting Inc. (KMC)	Indonesia	Planned	[Planned]												[Planned]												[Planned]													
				Achieved	[Achieved]												[Achieved]												[Achieved]													
	Tomomi MATSUHISA	Kaihatsu Management Consulting Inc. (KMC)	Japan	Planned	[Planned]												[Planned]												[Planned]													
				Achieved	[Achieved]												[Achieved]												[Achieved]													
Coordination/ Report Production	Haruka RYU	Kaihatsu Management Consulting Inc. (KMC)	Indonesia	Planned	[Planned]												[Planned]												[Planned]													
				Achieved	[Achieved]												[Achieved]												[Achieved]													
	Mika KINAMOTO	Kaihatsu Management Consulting Inc. (KMC)	Japan	Planned	[Planned]												[Planned]												[Planned]													
				Achieved	[Achieved]												[Achieved]												[Achieved]													
Hydrology Data Collection and Analysis/ Equipment Installation Training	Hideki TAKAHASHI	Hokkaido Institute of Hydro-climate	Indonesia	Planned	[Planned]												[Planned]												[Planned]													
				Achieved	[Achieved]												[Achieved]												[Achieved]													
	Makoto NAKAGAWA	Muroran Institute of Technology	Japan	Planned	[Planned]												[Planned]												[Planned]													
				Achieved	[Achieved]												[Achieved]												[Achieved]													
Adaptation of Water Quality Sensor	Shigemori KAWAHARA	Kawahara Nano Chemtronics Inc.	Indonesia	Planned	[Planned]												[Planned]												[Planned]													
				Achieved	[Achieved]												[Achieved]												[Achieved]													
	Mitsuyoshi UOZUMI	Freelance	Japan	Planned	[Planned]												[Planned]												[Planned]													
				Achieved	[Achieved]												[Achieved]												[Achieved]													
Instrumentation Device Coordination	Seiji TAKAHASHI	Hokkaido Fuji Electronics Co., Ltd.	Indonesia	Planned	[Planned]												[Planned]												[Planned]													
				Achieved	[Achieved]												[Achieved]												[Achieved]													
	Shizuo HOSOKAWA	SIOC Corporation	Japan	Planned	[Planned]												[Planned]												[Planned]													
				Achieved	[Achieved]												[Achieved]												[Achieved]													
Data Server Setting 1	Satoshi HASEGAWA	POONET Inc.	Indonesia	Planned	[Planned]												[Planned]												[Planned]													
				Achieved	[Achieved]												[Achieved]												[Achieved]													
	Hiroaki ORISAKA	Net Support Ltd.	Japan	Planned	[Planned]												[Planned]												[Planned]													
				Achieved	[Achieved]												[Achieved]												[Achieved]													
Data Server Setting 2	Kikuo YATSU	Net Support Ltd.	Indonesia	Planned	[Planned]												[Planned]												[Planned]													
				Achieved	[Achieved]												[Achieved]												[Achieved]													
	Japan	Planned	[Planned]												[Planned]												[Planned]															
		Achieved	[Achieved]												[Achieved]												[Achieved]															

(9) Implementation System

a. Implementing Organizations

Japanese side: MEL

Indonesian side: PJT II and BPPT

b. Support Structure for the Implementing Companies

A diagram of the organization for implementing the Survey is shown in the figure below. The consulting company, Kaihatsu Management Consulting, Inc. (KMC), supports MEL with overseas business development, project planning and management with PJT II and BPPT, etc. Six technology experts are involved to take the following responsibilities.

- NPO Hokkaido Institute of Hydro-climate: Guidance in collection and analysis of hydrological data and selection of locations for installing the SESAME System
- Muroran Institute of Technology Graduate School: Survey on river management and suggestion of a model concept to build for multi-purpose dam management
- Kawahara Nano Chemitronics: Survey on water quality sensors and their local adaptation
- Hokkaido Fuji Electric Co., Ltd.: Survey and recommendations on information that can be transmitted by the SESAME System
- POOSNET: Construction of the database structure on data servers in Indonesia and training of server administrators
- Net Support Co., Ltd.: Installation of data server in Indonesia and training of server operators

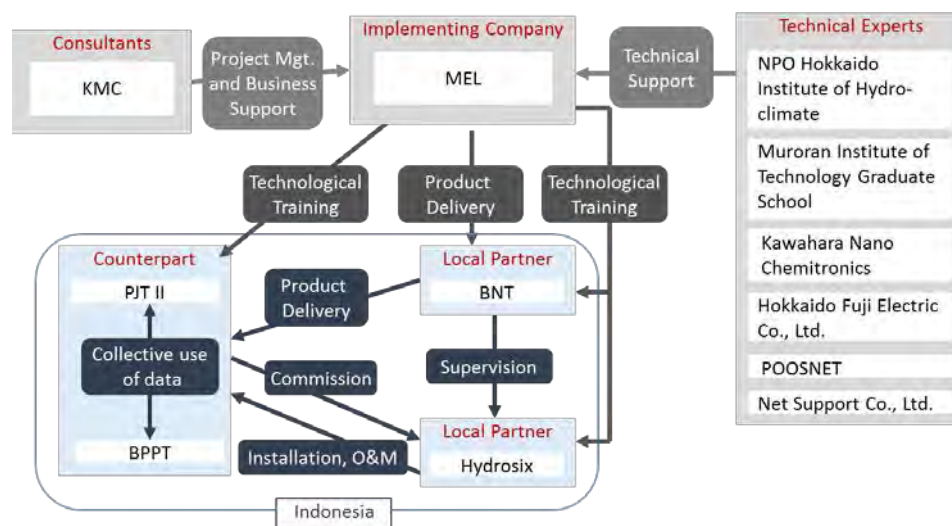


Figure 1: Diagram of implementing organization

c. Local Support Structures

The structure for installing the SESAME System is shown in the figure above. The installation of the System is commissioned to Hydrosix, which has expertise and long experience in the installation of field instruments for telemetry systems. BNT administers custom clearance, installation and maintenance of the SESAME System. BNT also works as a local contact point with the counterparts and is in charge of providing general

support to customers for maintenance and repair of the System. General support does not include site visits because the System can mostly be repaired by sending back units or the parts of the System to BNT. In cases where site visits are required, Hydrosix shall be subcontracted for it.

3. Achievements of the Survey

(1) Outputs and Outcomes of the Survey

The expected outputs and outcomes of the Project are as follows:

Expected Output 1

PJT II is able to collect the real-time data and utilize such collected data for the efficient management of a multi-purpose dam.

In the long run, PJT II (i) discharges water from JH Dam more accurately in accordance with the demand, and (ii) establish a foundation of collecting accurate field data on rivers and other water resources, which enables PJT II to take quick actions against disasters, such as floods.

Outcomes Associated with Output 1 (PJT II)

a. Installation of the SESAME System and Data Collection

In total 50 SESAME units were installed in the Citarum River Basin. As of September 2017, the SESAME System is functioning well. PJT II was used to have field staff measure water levels only twice a day by visually reading a gauge. Field data from the SESAME System is transferred at 10 minute interval 24 hours a day to a server. After installation of the systems, PJT II was able to assess field data reliably at any time.



Figure 2: Field data from the Citarum River Basin as shown in the SESAME web application

b. Improvement in Accuracy of Data Collection

With the traditional method of measuring precipitation and water levels by field staff, data is sent to the servers by SMS. Under this arrangement, frequency of measurement and data transfer were insufficient, and human-error happened frequently in reading and data input.

With the SESAME System, PJT II can now obtain more accurate data. Consequently, it was revealed that measured results differed greatly between the traditional method and the SESAME system. This means that SESAME systems will contribute to the improvement of PJT II's water-management capability by providing more accurate data on precipitation and river levels.

c. Efficient Use of Saved Water

The Government has asked PJT II to increase the supply of domestic water to Jakarta, obliging PJT II to divert some water away from irrigation use and release more water to Jakarta. MEL installed the SESAME System with water gauges and water-quality meters at the Bekasi weir in response to a request by PJT II. PJT II is now able to grasp water quantity and quality more accurately.

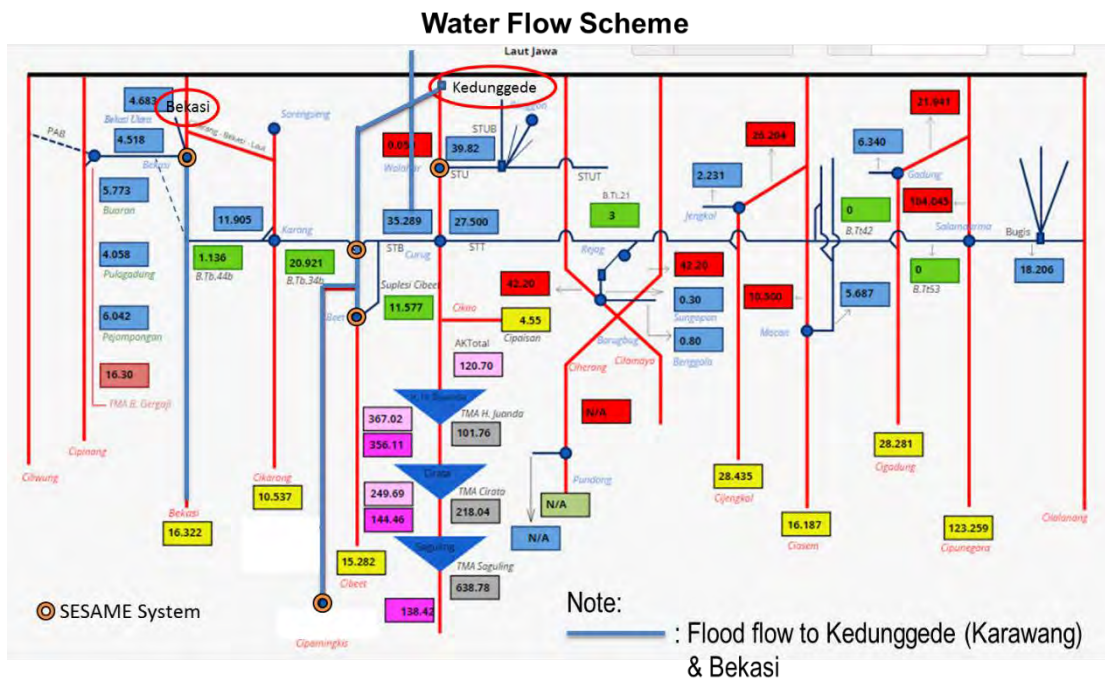


Figure 3: Water Flow in Citarum River Basin Managed by PJT II

d. Flood Control

PJT II has been trying to develop an early warning system for floods. The SESAME System will contribute to accelerating the development of such a system by providing the accurate data necessary for forecasting rainfall and surface water flow.

Expected Output 2

BPPT is able to verify the SESAME System's applicability and effectiveness in obtaining data required for the analysis of climate change. As a result, BPPT continuously encourages and disseminates the use of SESAME System as an effective technology to collect field data for the measures against the climate change in Indonesia.

Outcomes Associated with Output 2 (BPPT)

a. Installation of the SESAME System and Collection of Data

A total of seven SESAME System data-collection units were installed in accordance with recommendations by BPPT, at the locations listed below.

- BPPT Serpong
- University of Riau
- University of Palangkaraya
- University of Jambi
- University of Tanjungpura
- University of Gadjah Mada
- Katulampa Dam

As of September 2017, all SESAME System data-collection units function well except for one installed at Katulampa dam. Originally, BPPT asked MEL to install one data-collection unit at Kutulampa dam, to develop a flood warning system to be managed by the Jakarta Agency for Disaster Management. However, the agency is neither involved in nor interested in the SESAME System, so nobody is maintaining the System. If this situation continues, BPPT will transfer the SESAME System from Katulampa to any suitable place where proper operation and maintenance can be secured.

b. Utilization of the SESAME System by Universities

As mentioned above, five SESAME System data-collection units were installed at universities (Riau, Central Kalimantan, Western Kalimantan, Jambi, Central Java). Each university now has a plan to apply SESAME data to research on reducing CO₂ emissions from peatlands. A sample of their research topics is as follows:

- Analysis of correlations among groundwater levels, peatland fires and CO₂ emissions
- Development of a warning system for peatland fires based on groundwater-level analysis
- Fish farming in peatlands
- Forecasts of crop-disease epidemics based on groundwater levels and metrological data
- Canal blocking

c. Other applications toward Reducing CO₂ Emissions

BRG has prioritized seven provinces for peatland restoration and plans to implement joint research with 11 universities in those seven provinces, including universities in Riau, Central Kalimantan and Jambi. Recognizing the SESAME System's effectiveness, BRG has asked JICA to install more SESAME System data-collection units in those seven provinces. In another project, JICA has provided financing to BRG for installation of 14 SESAME System data-collection units.

Expected Output 3

BPPT is able to operate the data server installed by the BPPT-SESAME Project. The relevant government organizations start discussion how various data required for the analysis of climate change is shared among them, and as a result, an action plan to share the data is formulated by them.

Outcomes Associated with Output 3 (BPPT)

a. SESAME Server Installation

A data server for the SESAME system was installed at BPPT. As of September 2017, it works well.

b. Public Data Release

BPPT plans to release the data collected by 57 SESAME data-collection points on BPPT's website. A section and a few staff have been assigned in charge of the SESAME System.

c. Sharing and Mutual Use of SESAME Data

SESAME data from BPPT, five universities, PJT II and BRG has been integrated through the BPPT-SESAME server and will be shared among these organizations soon. Through this framework, the partners believe that a foundation has been built towards a national consortium in which the collected data can be shared and used collaboratively in the future.

Expected Output 4

PJT II and BPPT (in collaboration with research organizations) are able to operate and maintain the SESAME System.

Outcomes Associated with Output 4 (BPPT and PJT II)

a. Technical Training for Operation and Maintenance

In order to transfer the knowledge and technologies for the maintenance of the SESAME System, technical training was given to BPPT, PJT II and other related organizations, including universities and Hydrosix. This training consisted of installation training (February 2016), technical training in Japan (July 2016) and OJT training on installation and maintenance (several times during 2016).

MEL also gave instructions and advice to BPPT staff for SESAME server management when the company visited BPPT. As a result, the staff have acquired skills in utilizing SESAME data and maintaining servers.

The Survey Team expects that BPPT and PJT II will continuously provide effective management and maintenance of the SESAME System and utilize it to mitigate damage from peatland fires and other natural disasters.

b. Establishment of the Operation and Maintenance Structure

BPPT has assigned a monitoring team (four staff members) and an information-system team (three staff members) for SESAME system's operation and maintenance. In 2017 a budget of 2.5 billion IDR was approved for all of BPPT's activities. The budget necessary for the system's operation and maintenance will be allocated from this total amount.

The staff and budget mentioned above will be used to maintain the SESAME System installed at BPPT Serpong . For the System installed at the five universities, each university has already assigned staff and plans to allocate a maintenance budget. Obtaining the necessary budget is difficult, however, so BPPT suggested that the universities obtain financial support from BRG by sharing field data obtained from the SESAME System with BRG. BPPT is negotiating with BRG on the issue and reports that the negotiation is making good progress. As for the System installed at Katulampa, it may be transferred to another location where proper operation and maintenance can be secured as mentioned above.

PJT II has secured human and financial resources for all 50 units installed in four regions. The annual budget for SESAME operation and maintenance of 2017 has been approved, with the amounts for the 1st and 2nd quarters as shown in the table below.

Table 4 : PJT II budget for SESAME operation and maintenance in 2017

		Region 1	Region 2	Region 3	Region 4	Headquarters
1 st quarter		115,000,000	75,000,000	150,000,000	156,000,000	800,000,000
2 nd quarter		115,000,000	75,000,000	100,000,000	100,000,000	800,000,000
Total	IDR	230,000,000	150,000,000	250,000,000	256,000,000	160,000,000
	JPY	1,941,200	1,266,000	2,110,000	2,160,640	1,350,400

1JPY=0.00844 (JICA exchange rate : July 2017)

At the headquarters four employees (a manager plus staff for data collection, data management and system maintenance) were assigned for SESAME operation and maintenance. In each region 40 persons were assigned, including local staff members on hand to observe where the SESAME equipment is installed.

Expected Output 5

MEL, PJT II and BPPT develop the strategy and plan to disseminate the SESAME System in Indonesia.

Outcomes Associated with Output 5 (BPPT and PJT II)**a. Workshops to share the progress of the SESAME verification survey**

Five workshops were held during the survey period on the usefulness of the SESAME data, plans to develop and improve the SESAME System, and the importance of the maintenance framework.

As a result of these workshops, a number of institutions and private companies confronting climate change issues became interested in the SESAME System. At BRG's request, 14 SESAME data collection units were installed through a JICA project. PJT II developed brochures to introduce its activities with the SESAME System.

b. Introduction of SESAME at an International Symposium

The SESAME system was introduced as an efficient telemetry system for peatland restoration at the BRG International Symposium Towards Integrated, Organized and Massive Peatland Restoration Action in Indonesia, held in Jakarta on 15 - 16 December 2016.

BRG also presented its plan to utilize SESAME systems for peatland restoration at its 2017 annual convention in Aberdeen, Scotland on May 28–31, 2017.

c. Application of the SESAME System in a Research Project between BRG and JAXA

With financing from JICA, in 2017 BRG and the Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) will implement a joint research project on the development of an information system for peatland monitoring by integrating groundwater-level data with satellite data. For this project, BRG has requested JICA to install more SESAME data collection units in Indonesia.

d. Water-level Monitoring in Peatland by Private Companies

The Government of Indonesia enforced a regulation in February 2017 that private companies with business activities in peatlands, such as palm oil plantations, must monitor groundwater level. Each company is responsible for selecting the equipment to measure the level. According to BRG, the Indonesian Government will recommend SESAME System to private companies as one of the most reliable systems for water level monitoring. This development offers MEL an opportunity to showcase the SESAME System.

(2) Self-reliant and Continual Activities to be Conducted by Counterpart Organizations

After completion of the Survey, BPPT and PJT II will continue the following activities in a sustainable manner for the effective and efficient use of the SESAME System.

a. BPPT

BPPT will use the seven SESAME System data collection units and 1 server for the following purposes.

Demonstration: The SESAME System units installed at BPPT Serpong will be used to demonstrate the System to parties interested in telemetry systems.

Research and technical development: The SESAME System data collection units installed at the five universities will be used to provide field data for research related to climate-change mitigation measures and new technologies for effective peatland use.

Verification: The reliability and stability of the SESAME System data collection units installed at Katulampa will show the reliability of SESAME data and the durability of the equipment under harsh environmental conditions. These units will be also utilized for analysis of actual situations in the field and to develop applications for public safety.

Public data: BPPT plans to release data to the public on its website. The data will be obtained from various measuring equipment, including the SESAME System. BPPT also plans to develop a warning system against peatland fires and other disasters.

b. PJT II

PJT II has been developing a database for holistic water management in the Citarum River Basin and a flood forecast model, by integrating the data obtained using the SESAME System with data from the traditional measuring method. As PJT II has been taking strong initiatives in these activities, the Study Team expects that the SESAME System will be self-reliantly utilized.

4. Future Prospects

(1) Impact and Effect on the Concerned Development Issues through Business Development of the Product/ Technology in the Surveyed Country

BRG announced that an additional 260 telemetry systems need to be installed to meet its institutional target for the year 2017, namely the monitoring 400,000 ha of peatland with a view to restoration.

According to the new regulation enforced by the Government in 2016, private companies, in particular palm oil companies, must install water gauges to monitor and report groundwater levels.

PJT II requires further 300 SESAME System data collection units to monitor and control 250,000 ha in the Citarum River Basin.

The following impact is expected through business development of the SESAME System.

- In a vast extent of peatland, real-time and reliable field data from SESAME System data collection units will contribute to the enforcement of urgent action for extinguishing fires and regulating business activities on peatland. The risk of peatland fires will be mitigated, resulting in reduction of GHG emissions. The Study Team expects a variety of databases compiled from field data will be developed and released.
- Thanks to the public data system to be developed by BPPT, residents in the region will be able to access real-time information and make their own decisions when emergencies take place.

- A flood forecast model and a holistic water management system to be developed by PJT II in the near future will contribute to mitigation of damage from natural disasters. In addition, PJT II will be able to economize irrigation water supply to the area and distribute more water to Jakarta.

(2) Lessons Learned and Recommendations through the Survey

a. Tax-exemption Procedures

The application for tax exemption was approved when SESAME System units were imported from Japan. However, it took unpredictably long time to complete the necessary procedures, as the Minutes of Meeting of the Survey had to be rewritten to transfer ownership of the 50 SESAME System data collection units from PJT II to BPPT. Consequently, installation of the systems was seriously delayed and the period for verification activities was shortened, even though the project period was extended by six months.

The Study Team recommends that the counterpart agencies in Indonesia make clear the requirements for tax exemption in advance when they implement a survey/project with JICA so that they can implement activities as scheduled.

b. Training Opportunities for Field Staff

Throughout the Survey, MEL provided training to the staff working on climate change issues. The capability of the staff who participated in training was developed for proper operation and maintenance of the SESAME System. On the other hand, training opportunities were limited to the people at higher levels only, even though it is important also to develop the capacity of the field staff.

The Study Team recommends that the counterpart agencies in Indonesia seek training opportunities for field staff, so that the SESAME System will be utilized properly in the field.

c. Fair Comparison among Different Telemetry Systems

Several telemetry systems are in use in Indonesia, including Morpalaga, which was developed with technical support from BPPT. It has been said that Morpalaga is more economical than the SESAME System. It is natural for a national product to be promoted for the country, and it is good if that product is of high quality.

According to an investigation by MEL, however, Morpalaga is not yet ready for use. Moreover, there is little difference in sale prices between Morpalaga and SESAME if the sensors attached to Morpalaga are of the same quality as those for the SESAME System.

MEL has asked BPPT to furnish the specifications of Morpalaga and compare them with the SESAME System, but as of this writing BPPT has not done so. Morpalaga and SESAME need to be compared under fair conditions in order to clarify the advantages and disadvantages of each system.

ATTACHMENT: OUTLINE OF THE SURVEY

Indonesia

Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Efficient Management of the Multi-purpose Dam and Data Collection for the Climate Change with Real-Time Telemetry System (SESAME SYSTEM)

Midori Engineering Laboratory Co. Ltd., Hokkaido, Japan

