

# テレメトリーシステムの海外展開を通じて SDGs に貢献する

## Contribution to SDGs by Overseas Distribution of a Telemetry System

濱 田 洋 平\* 繁 永 幸 久\* 高 橋 英 紀\*\*  
 (HAMADA Yohei) (SHIGENAGA Yukihisa) (TAKAHASHI Hidenori)

### I. はじめに

2015年9月に国連で採択された「持続可能な開発目標 (SDGs)」は、先進国を含む国際社会全体の開発目標であり、挙げられた17の分野別目標には、気候変動に適応した強靱な農業 (目標2)、水利用の効率化 (目標6)、持続可能な森林経営 (目標15) など、農業農村工学に関係する項目も数多く含まれている。これらの目標達成には、行政や教育・研究機関に加え、事業活動を通じて地球環境や人間社会に直接・間接に影響を及ぼしている民間企業の協力が欠かせない。

本報では、中小企業がその事業活動を通じて、途上国における環境負荷の軽減・水資源の効率的な利用・洪水の予測などに貢献している事例を紹介する。

### II. 海外進出以前の状況

#### 1. インドネシアにおける泥炭地の荒廃

泥炭地とは、未分解の植物遺体が長期間にわたって低湿地に堆積して形成されたものである。泥炭地には有機炭素が高密度に蓄積されており、世界の陸地面積のわずか3%に土壤炭素の3分の1が貯蔵されている<sup>1),2)</sup>。泥炭地はロシアやカナダなど寒冷な地域を中心に分布しているが、高温多湿な熱帯雨林地域にも広大な泥炭地が存在することが明らかになってきており、最近ではアフリカのコンゴ盆地に大量の泥炭貯蔵が確認されている<sup>1)</sup>。

熱帯泥炭地が最も広く分布しているのがインドネシアである。一部地域における人口過密の解消と農地拡大による食糧増産を目的として、インドネシアでは国内での移住政策が長年にわたり実施されてきた<sup>3)</sup>。古くはこれら移住民による開墾、近年ではアブラヤシ農園やパルプ造林などの大規模なプランテーション造成により、これまでに広大な面積の泥炭地が農地として開発されてきた。泥炭地の開発では通常、排水路を掘削して地下水位を低下させる。その結果、空気に触れた泥炭の分解が促進され、地下水位の低下量に比例し

たCO<sub>2</sub>放出が観測されている<sup>2),4)</sup>。

また、泥炭地で火災が発生すると泥炭が不完全燃焼を起こし、大量のCO<sub>2</sub>や大気汚染物質を含む煙霧 (ヘイズ) が放出される。インドネシア周辺ではエルニーニョ年に乾季が長期化することが知られており、過去20年間に生じたエルニーニョ年には、異常な水位低下に伴う大規模な泥炭火災がたびたび発生している<sup>2),5)</sup>。

#### 2. テレメトリーシステムによる水位監視

テレメトリーシステム (以下、「TM」という) とは、野外で計測した水位・雨量などのセンサーデータをリアルタイムに伝送し、集中的に監視を行うシステムである。ここで紹介する当社のTM (SESAME) は、途上国の多くで急速に普及している携帯電話回線を利用することが特長で、計測したデータを自社が管理するクラウドサーバに収集し、インターネットを通じてユーザーに提供している (図-1)。通信料やサーバレンタル費用を自社で負担する一方、データ閲覧サービスを月額課金で提供するのが基本的なビジネスモデルである。

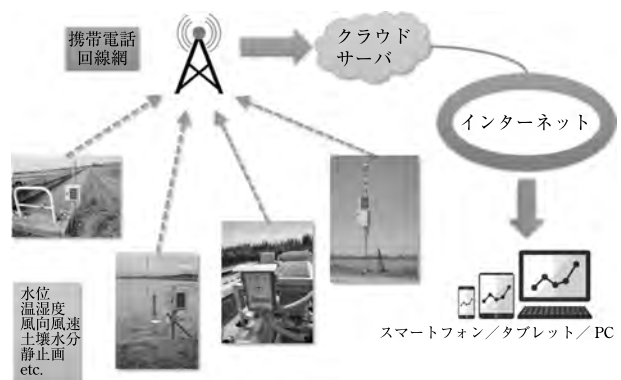


図-1 SESAME システムの概要

現地で必要となる電力は、太陽電池パネルと充電式化学電池を組み合わせた電源システムから供給される。専用回線や商用電源の利用が多かった従来の大規模なTMと比較して、大幅な初期費用の低減と省電

\* (株)みどり工学研究所

\*\*NPO 法人北海道水文気候研究所

SDGs, インドネシア, 地下水位, 泥炭地, テレメトリー

力を実現している。弱点とされる回線の安定性や機密性についても、携帯電話通信エリアの拡大やセキュリティ通信技術の発展に加え、ハード・ソフト両面における継続的な改良を通して、実用上問題にならないレベルに到達しつつある。

### III. 熱帯泥炭地への導入

#### 1. 研究プロジェクトへの参画

前述のようなインドネシアにおける泥炭地の危機的状況をふまえ、2009～2014年にSATREPSプロジェクト「インドネシアの泥炭・森林における火災と炭素管理（代表：大崎 満・北海道大学農学部教授（当時）」が実施された。プロジェクトを進めるに当たり、泥炭地のように都市部から遠い地域に点在する観測地点のデータをどのように収集するか、という課題があった。インドネシアでは携帯電話回線が急速に普及しつつあり、また独立電源で稼働する必要があることから、当時国内のみで展開していた当社の初期バージョンのTMが注目され、新たにインドネシア国内で利用可能なバージョンを開発することとなった。

当時のTMは国内キャリア専用の通信モジュールを搭載していたため、作業はまず海外の携帯電話キャリアに対応したモジュール（SIMフリー）を選定するところから始まった。インドネシアではプリペイド方式のSIMカードが主流であるが、チャージ額に応じて使用期限や可能な通信量が異なる、SIMカードによって利用できるエリアが限定される、など現地特有の事情を把握するのに多くの時間と労力を要した。プロジェクトの完了期限は目前に迫っていたが、努力の末、最終的にデータ収集に成功した。

SATREPSプロジェクトへの参画を通じて、当該TMの存在が日本のみならずインドネシア側のプロジェクト関係者に認知されることとなり、以降のインドネシア進出への足掛かりとなった。

#### 2. 中小企業海外展開支援事業の活用

次のステップとして、インドネシア国内における本格的なTM事業展開の可能性を検討するため、途上国でのODA事業に実績のあるコンサルティング会社と共同で、JICAが実施する中小企業海外展開支援事業に応募した。

その結果、2013年度には「案件化調査」に採択され（総額5,000万円）、インドネシアにおける需要調査、国内外における競合システムとの比較検討、輸入・販売・サポートを担当する現地企業の開拓などを行い、今後の事業展開に向けて一定の見通しを得た。また、TMを活用した気候変動対策プログラムをODA案件として提案した。

2015年6月から2017年11月にかけては、先に提案したODA案件が「普及・実証事業」として採択された（総額1億円）。本事業においては、カウンターパートの一つである技術評価応用庁（BPPT）に対して7台のTMを供与した。うち4台がインドネシア各地の泥炭地に割り当てられ、地元の大学関係者の協力を受けながら、地下水位と雨量のセンサーを備えたTMの設置作業を行った（写真-1）。大学関係者の多くはSATREPSプロジェクトで知り合っており、定期的な保守作業や稼働状況の報告に協力してくれた。また、これまで自社サーバにのみデータを蓄積していたシステムを拡張し、BPPT内のサーバにデータを同期する仕組みを構築した。



写真-1 泥炭地に設置されたSESAME

普及・実証事業の期間中、現地でワークショップを5回開催しTMに関する理解の普及に努めた。また、行政機関の担当者を招待あるいは訪問し、得られた観測データに基づいて、地下水位の遠隔監視による泥炭地管理の有効性を訴えた。2016年7月には、カウンターパートから9名を日本に招聘して本邦研修を実施した。北海道内のTM導入先やダム・水道局・頭首工など水管理に関わる施設を見学し、インドネシアの現状との相違点や改善案について意見交換した。

また同じ期間中に、それまでファイルのダウンロードとしてのみ提供していた観測データを、地図・グラフ・表としてブラウザ上で確認できるWebアプリを開発した。ログイン後に表示されるポータル画面には、観測地点の地図とリスト、選択した地点の最新

データ、間隔の異なる3つの時系列グラフが表示される(図-2)。警報レベルを三段階で設定でき、レベルが変化した時点で登録ユーザーにメールを発信する機能を備える。システムは多国語に対応しており、日本語・英語に次いでインドネシア語が追加された。



図-2 Web アプリのポータル画面

### 3. 政府入札案件での採択

2015年7～10月、インドネシア泥炭地では大規模な火災が頻発した。衛星画像に基づく推定の結果、日本からの温室効果ガス年間排出量を上回る17億5,000万t(CO<sub>2</sub>換算)が放出された<sup>6)</sup>。その年の末、たび重なる国際的な要請を受けたインドネシア政府は、パリで開催された気候変動枠組条約COP21において泥炭地管理の強化を公約し、翌2016年には時限付きの官庁である泥炭地回復庁(BRG, 泥炭復興庁ともいう)を設置した。

泥炭地管理の一環として、BRGは地下水位・雨量・土壤水分を遠隔監視するシステムの導入を決定した。最初の試験導入をJICAがサポートすることになり、2016年末から2017年上半旬にかけて当社のTM14台が泥炭地に導入された。2017年末には政府による入札(UNDP経費)の結果、やはり当社のTMが採択され、20台が追加導入された。

政府による入札案件の場合、1,000億ルピア未満の案件には外国企業は応札できない。このため、試験導入時に設置工事を依頼したインドネシア国内企業に入札参加を依頼した。設置地点はBRGの指定にしたかったが、場所によってはすでに泥炭が消失していたり、土地所有権の関係で設置許可が見込めなかったりする場合もあり、その場合は現場の判断で代替地を探さなければならなかった。また、インドネシアの慣習として、設置時には土地権利者の立合いが必要であり、日当を含む経費は設置者の負担となった。BRGからは、データ機密性の観点からBRG内のサーバへの直接送信を要請されたため、当該サーバにリモートアクセスし、TMから送信されたデータを受信・保存

するプログラムを導入した。

上記のような経緯を経て、2018年7月現在、34台の当社製TMがインドネシア泥炭地の地下水位を監視している。BRGは独自のWebアプリを制作し、当社TM以外のTMとも統合して監視を行っている。

## IV. 関連分野への導入・利用

### 1. 首都近郊の用水路システムの監視

普及・実証事業においては、ジャカルタ東方に広がるチタルム川流域の水管理を行っているジャサティルタII公社(PJT2)をもう一つのカウンターパートに指名し、水位計・雨量計・気象計・水質計などいくつかのタイプのTM合計50台を、用水路管理を目的として導入した。PJT2では、以前他社製のTMを導入していたが、故障したまま放置されており、目視によるダムおよび用水路の水位監視を行っていた。新たなTMの導入に伴い、正確かつ連続的な水位データを迅速に得ることができるようになり、ジャカルタの水需要増大に対応するための水供給の効率化に活用されている。

### 2. 洪水予測での活用

BPPTに供与されたTMのうち1台は、ジャカルタ中心部を流れるチリウン川上流部にあるカツランバ堰に設置された。この堰で大規模な出水が発生すると数時間後にジャカルタに到達するため、堰の水位を監視することで下流域における確度の高い洪水予測が可能になる。当初は専門の研究者と協力しながら予測モデルの構築・検証を行う予定であったが、水位計の設置許可を得る交渉が長引いたため十分なデータを得ることができず、事業期間中の検証は行えなかった。

### 3. 他国を含む農業用水管理システムの展開

海外農業開発コンサルタント協会(ADCA)は、安価・独立電源・携帯回線利用といった当社TMの特徴と海外で稼働している実績に注目し、2016年8月、インドネシア・ランブン州の農業用水路管理プロジェクトに7台の水位計測用TMを導入した。同地域では70名以上の地元農民にWebアプリのアカウントが発行され、用水路の水位が日々チェックされている。ADCAは2017年、同様の水管理プロジェクトをタイ・ベトナムにおいても展開し、それぞれ7台および4台のTMが導入された。タイではBRG同様、相手機関内サーバへのデータ直送を要請され、ADCA側スタッフと協力してシステムを導入した。ベトナムでは個人名義で所有可能なSIMカードの枚数制限が厳しく、今後の追加導入への検討課題となった。

## V. 「持続可能な」監視体制の構築に向けて

以上に述べたような経緯を経て、現在100台を超える当社製TMがインドネシアで稼働中である。サーバに送信されたデータはWebシステムを用いて毎日チェックされ、長期間の欠測や異常なデータが確認された場合は、得られている情報からトラブルの原因を推定した上で、現地の責任者に対処法を連絡する体制が整備されている。

これを可能にしているのが、自社管理のクラウドサーバへのデータ収集と月額ベースの課金制度である。しかし、当該TMの特徴であるこのシステムは、現実には官公庁向けのサービスとしては国内外を問わず敬遠される場合が多い。外部サーバの利用に対するセキュリティ上の懸念が根強いこと、毎年度予算を申請しなければならないこと、などがその理由と考えられる。このような現状に対しては、顧客の管理するサーバにデータを直接送信したり、数年分の利用料を機材導入時に上乗せしたりするなど、顧客の要望に応じたオプションを用意している。

それでもなお、第一の選択肢としてクラウドサーバの利用を推奨するのは、持続的な観測体制を支援するためである。官公庁では定期的な人事異動があり、担当者の職務も多岐にわたるため、必要な知識を持つ担当者が十分な時間をかけてシステムの維持管理を行えるとは限らない。同様の状況は大学などの研究機関でも生じており、任期制の導入・研究予算の競争的獲得資金への移行・技官ポストの削減・博士課程へ進学する日本人学生の減少など、いずれも研究室レベルで長期観測体制を維持することを困難にしている。野外条件下で稼働するさまざまなセンサーデータを日常的にチェックする業務は、TMに関する効果的な職場内訓練になっており、今後は当社のような民間のTM企業が、観測体制の維持に果たす役割が重要になってくる可能性も予想される。

インドネシアをはじめとする海外の状況を調査する中で、ODAなどで導入された高価なTM用機材が適切な維持管理を受けられず、停止したまま放置されている状況が数多く見られた。日射や風雨にさらされるこれらの機材は、高品質なものであっても定期的な保守点検が不可欠である。当社では、SATREPSプロジェクトで面識を得た地元の大学生を、その後のインドネシアでの事業活動を通じて継続的に雇用し、現在では単独で保守作業を任せることができるようまでに育成

した。持続可能な開発を目標とするSDGsに貢献するためには、TMもまた持続的でなければならない。途上国では総じて維持管理の意識が低く、現地で保守作業を担当できる人材を育てるには、関係者の意識改革を粘り強く促す必要がある。

## 引用文献

- 1) Dargie, G.C., Lewis, S.L., Lawson, I.T., Mitchard, E.T.A., Page, S.E., Bocko, Y.E. and Ifo, S.A. : Age, extent and carbon storage of the central Congo Basin peatland complex, *Nature* 542, pp.86~90 (2017)
- 2) 平野高司：熱帯泥炭生態系の炭素動態に関するフィールド研究, *地球環境研究センターニュース* 25(5), pp.2~7 (2014)
- 3) 林田秀樹：インドネシアにおける移住政策と地方開発—1970年代半ば以降の展開—, *社会科学* 76, pp.23~47 (2006)
- 4) Hirano, T., Segah, H., Kusin, K., Limin, S., Takahashi, H. and Osaki, M. : Effects of disturbances on the carbon balance of tropical peat swamp forests, *Global Change Biology* 18(11) pp.3410~3422 (2012)
- 5) Hayasaka, H., Takahashi, H., Limin, S.H., Yulianti, N. and Usup, A. : Peat fire occurrence, *Tropical Peatland Ecosystems* (Osaki, M. and Tsuji, N. eds.), pp.377~395, Springer (2016)
- 6) Global Fire Emissions Database : 2015 Fire Season (2015), <https://www.globalfiredata.org/updates.html#2015> (参照 2018年7月16日)

[2018.8.31.受理]

### 濱田 洋平 (正会員)



1971年 神奈川県に生まれる  
1999年 筑波大学大学院地球科学研究科修了(博士(理学))  
2000年 筑波大学地球科学系助手  
2009年 北海道大学環境科学院特任助教  
2016年 (株)みどり工学研究所  
現在に至る

### 繁永 幸久 (正会員・CPD個人登録者)



1949年 山口県に生まれる  
1975年 北海道大学大学院農学研究所修了  
昭和電工(株)入社  
1976年 内外エンジニアリング(株)  
2004年 (株)みどり工学研究所設立  
現在に至る

### 高橋 英紀



1940年 北海道に生まれる  
1965年 北海道大学農学部卒業  
北海道大学農学部助手  
1973年 農学博士(北海道大学)  
1976年 北海道大学大学院環境科学研究科助教授  
2005年 NPO法人北海道水文気候研究所理事長  
現在に至る