



の技術、世界へ 1

日本発の技術「スマートマイニング+」で世界の鉱山の“未来”を変える

～カザフスタンでデジタル技術と環境配慮を融合した新しい鉱山開発の在り方を実装～



近年、コバルトやリチウムなどのレアメタルの需要が世界で拡大する中、私たちの日常生活を支える鉱物資源の安定供給は、各国にとって経済安全保障の観点から重要性を増しています。一方で、鉱山開発は環境汚染と常に隣り合わせであり、坑内で湧出した地下水は、鉱物やその他の有害物質を含んだ汚染水となり河川や土壌を汚染し、下流域の農業や人々の生活に悪影響をもたらします。安全に、また事業としての採算性を維持しながら、環境汚染を防ぐにはどうすればよいか。この課題に対し、デジタルの力で解決を図ろうという日本発の技術が、世界から注目を集めています。

その中核を担うのが、北海道大学の川村洋平教授が提唱する「スマートマイニング+（プラス）」です。従来の鉱山工学に情報通信技術（ICT）を組み合わせることで生産性と安全性を担保する「スマートマイニング」の概念をさらに発展させ、環境との調和を重視する「責任ある鉱業」の観点を加味したコンセプトです。

従来の鉱山では、坑内を掘り進めながら、図面上で作業内容や安全性が検討されていたのに対し、「スマートマイニング+」のアプローチの下では、地上から見えない地下空間に広がる鉱山全体をデジタル空間上に「見える化」し、坑内のセンサーから取得した各種データを反映することで、地上にいながらにして坑内の状況をリアルタイムで再現できます。坑内の温度や湿度等の把握は、安全性の観点から、鉱山従事者の労働環境のモニタリングにも応用できるほか、環境配慮についても、地下水の流出や崩落といったリスクをAIがデジタル空間上でシミュレーションすることで、環境汚染や事故の防止に大きく寄与することが期待されています。

この新たな取組は、科学技術振興機構（JST）とJICAが連携して実施する地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）^{注1}に採択され、5年間の研究期間中に、



セキノフカヤ金鉱山の坑内での調査（写真：北海道大学）

世界有数の鉱物供給国である中央アジアのカザフスタンの金鉱山で実装を行う予定です。北海道大学と現地のナザルバエフ大学を中心として、両国の研究機関や民

間企業などが連携しながら、約半年間かけてネットワークの敷設や地質調査が行われ、2025年4月からは鉱山の「見える化」作業が



JICA、カザフスタン政府、北海道大学、ナザルバエフ大学間の覚書署名式（写真：北海道大学）

開始されました。同国では、環境に配慮した鉱山開発を促進すべく、同技術を導入した鉱山で採掘された資源に公的な認証を与える制度の創設に向けた検討も始まっています。

「スマートマイニング+」の根底にあるのは、汚染が起きてから対処するのではなく、汚染の原因を絶つという考え方です。川村氏は「東洋医学の『未病』の概念のように、発生後の対応ではなく根本から処置するアプローチは、私たち東洋人が得意とするところなのかもしれない。」と分析します。日本には明治期以来100年余にわたって鉱山由来の環境汚染と対峙し、中和処理を実施してきた歴史があります。川村氏は「日本の中和処理技術は、世界でもトップレベルの水準。同技術や知見を、現在も操業する世界の鉱山に提供し、汚染水が鉱山の外へ流出する前に中和することで、環境破壊や公害の発生を未然に防ぐことができる。」と、日本だからこそ果たせる役割に言及します。

日本は世界でも有数の鉱物資源需要国です。「資源をただ求めるだけではなく、相手国の環境への負荷を減らし、持続的な操業を可能にする技術を提供することで、日本は信頼されるパートナーとなる。『スマートマイニング+』に基づく技術の普及は、中長期的には日本の『資源外交』に大きく寄与できるのではないかと、川村氏は力強く語ります。また、今後の展望について、同氏は「SATREPSの研究期間終了後は、同技術をビジネス化し、世界各地に展開していきたい。」と意気込みを語ります。デジタル技術と環境配慮を融合した「スマートマイニング+」は、日本の知恵と経験が世界の資源開発の在り方を変えていく、大きな可能性を秘めています。

注1 43ページの用語解説を参照。



の技術、世界へ 2

スマートフォンを使った母子健診で 妊産婦と新生児の命を救う

～コンゴ民主共和国における産前健診デジタル化～



中部アフリカに位置するコンゴ民主共和国は、豊富な鉱物資源に恵まれている一方、1990年代後半から続く武力衝突などの影響により医療インフラの整備が遅れ、多くの国民が十分な医療を受けられない状況にあります。政府が規定する医療水準を満たす国内の医療機関はわずか約6% 不足であり、母子保健分野でも、妊産婦の死亡率は日本の約100倍、新生児の死亡率も約50倍に上り、特に医療施設までアクセスの悪い農村部における状況が深刻です。

このような状況を背景に、沖縄に拠点を置く株式会社SOIK（ソワック）は、「アフリカ全ての母子に質の高い医療を届ける」というビジョンの下、ビジネスを通じてアフリカで医療課題の解決に挑んでいます。同社の代表取締役CEO・古田^{ふるた}国^{くに}之^{ゆき}氏は、かつてJICA職員としてコンゴ民主共和国に駐在した経験があり、同国で国際協力事業に携わる中で、現地の医療事情を改善しなければならないという意識を強く抱くようになりました。古田氏は、「新たな技術でイノベーションを起こすには、トライ＆エラーを重ねながら失敗を恐れずに試行錯誤を繰り返すことができるスタートアップの手法が適していると考えた。」と語ります。その後、ポータブル超音波検査機器を開発するスタートアップでの勤務を経て、2019年にSOIKを起業しました。現在は、同社を中心に開発した「SPAQ（エスパック）」を通じた妊産婦健診により、母子保健の向上に取り組んでいます。

SPAQは、ポータブル超音波検査機や血圧計などの医療機器（ハードウェア）と、電子カルテ機能を持つスマートフォンアプリ（ソフトウェア）から構成され、設備や機材が整っていないへき地の診療所でも、「リュックサック一つ分の」機器とスマートフォンがあれば健診が可能です。また、高度な医療知識を持たずに操作できるため、医療従事者に加えて、地域で支援にあたっているボランティアスタッフも操作を行うことができます。

SPAQを活用した研修を実施する上で、同社が特に重視したのは分かりやすさでした。多様な民族や言語が混在し、教育水準にも差があるアフリカ地域において、多くのユーザーが確実に使いこなせることを目指し、SPAQ使用に当たってのトレーニングでは「参加者の理解度を逐一確認しながら、一步一步丁寧に指導を進め、『理解の階段』の段差を小さくすることを意識した。」と古田氏は振り返

ります。コンゴ民主共和国で始まった同事業は、現在ではアフリカの計4か国に広がりました。各国の保健当局へSPAQを導入し、既に25,000件を超えるデジタル妊産婦健診が行われ、100件以上の命が救われました。

それまでの同国における実績も土台となり、2023年には、日本政府から支援を受けた国連人口基金（UNFPA）と連携し、東部の主要都市であるゴマの国内避難民（IDP）キャンプにおいてSPAQの導入・実証事業が行われました。12名の医療従事者を対象に研修を実施し、4か所のIDPキャンプへ派遣した結果、現地で高いニーズが示され、IDPキャンプにおける受診数は当初計画の約3倍を達成しました。同社は現在もUNFPAと協力しながら、IDPキャンプにおける質の高い医療の実現に取り組んでいます。

SPAQをより広く普及していくに当たり、古田氏は、今後は、SPAQを現地の医療保険制度に組み込むなど、行政とより緊密に連携する必要性を説きます。また、「提供する検査や機器はあくまでも一つの手段に過ぎず、私たちの目指すゴールはアフリカ大陸における母子死亡率の減少です。」と強調し、「そのためにも、死亡率減少など客観的に評価できる成果指標を設けることで、ビジネスとして自走できる仕組みを創り上げたい」と語ります。同氏はさらに、アフリカ以外の、世界の紛争地域における十分な医療サービスを受けられない人々への支援にも意欲を示します。現在、SOIKは、日本政府の補助金を活用して、医療施設に通えない妊産婦に向け、電波のない環境であっても妊娠週数、子宮外妊娠や前置胎盤のリスクを自動判定できる「スマホ型AIエコー」の開発に取り組んでいます。

今後も、日本の民間企業の技術や知見を活用しながら、官民で連携することで、技術移転・人材育成・制度構築が一体となった持続可能な取組に発展させていくことが期待されます。コンゴ民主共和国の医療体制がこのような「匠の技術」によって改善され、ひいては地域の安定と成長にも資する—そうした未来が描かれつつあります。



コンゴ民主共和国のルサヨ国内避難民キャンプにてポータブル超音波機器で妊産婦健診を行う様子（写真：UNFPA DRC）



現地の医療従事者に対し研修を行う古田氏（写真：株式会社SOIK）



ドローンとAIを活用した予防型マラリア対策

～ガーナの感染症対策の現場を変える日本の最先端技術～



一般公募

マラリアによる罹患・死亡者の約9割はアフリカ大陸に集中しており、西アフリカのガーナにおいても、年間約500万人以上が罹患し、約1万人以上が死亡すると推定され、深刻な事態になっています。ガーナ政府は、マラリアを媒介する蚊の幼虫（ボウフラ）が成虫になる前に駆除を行う対策（Larval Source Management : LSM）として、ボウフラが生息する水たまりに、専用の駆除剤の散布を実施しています。しかし、人海戦術による繁殖リスクの高い水たまりのマッピング調査と手作業での散布には限界があり、駆除剤の過剰使用もコスト面から問題があり、効率性と費用対効果の改善が求められていました。

このLSMに先端的なデジタル技術を組み合わせることで同問題の解決に取り組むのが、日本のスタートアップ企業であるSORA Technology株式会社です。同社は、ドローンと人工知能（AI）を組み合わせた独自のセンシング技術「SORA Malaria Control」を開発し、広範囲にわたってボウフラの繁殖水域を効率的に監視・解析するシステムを構築しました。同社取締役の梅田昌季氏は、「ドローンで取得した地形データを基に、水たまりの位置や大きさなどの特徴を判定するAIと、ボウフラの繁殖リスクが高い水たまりを推定するAIで解析して、駆除剤の散布が必要な水たまりをマップ化し、モバイルアプリを通じて現場の散布作業者に共有することで、的確かつ効率的な散布が可能となり、必要最小限のコストでLSMを実施できた。」と、デジタル技術の導入に手応えを感じています。

同社は、2023年からJICAの中小企業・SDGsビジネス支援事業を活用し、「SORA Malaria Control」を使用したマラリア対策に係る調査をガーナで実施しました。同システムを運用していくに当たっては、「現地化」がキーワードだと梅田氏は語ります。ガーナのインターネット速度や規



ボウフラの繁殖リスクが高い水たまりに駆除剤を散布（写真：SORA Technology株式会社）

制に沿う形でAIのスペックを調整したほか、AIによる解析の精度を上げるための現地データの収集に際し、ガーナ大学と連携し、大学生がインターンとして現地調査を行う仕組みを導入しました。梅田氏は、「現地の

若者にとってマラリアは身近な問題であり、自分事として課題意識を持って参加してくれたことが『現地化』を促進した。また、ドローンを見たことのない住民に対して、学生が現



シエラレオネでドローンを活用して実地調査を実施（写真：SORA Technology株式会社）

地語で丁寧に説明することで、現地コミュニティの理解・安心の醸成に寄与した。」と語ります。インターンシップ後には、SORA Technologyの社員として働く若者もあり、「ガーナのマラリア対策が少しでも早く進展するように、LSMを運用していく若い世代には、この技術を現地に適用させてほしい。」と、若手人材に期待を寄せています。

日本のODAによってガーナに建設された野口記念医学研究所およびガーナ大学における測定では、同社の取組を通じて、従来の調査方法に比べて3.6倍以上の水たまりが検出され、駆除剤の使用量および人的コストを半減させたことが実証されています。SORA Technologyは、この成果の報告会をガーナ政府のみならず、CSR活動に取り組む現地の民間企業も巻き込む形で実施し、同技術を活用したボウフラ駆除の実施範囲の拡大に取り組んでいます。さらに、同社はガーナでの成功体験を踏まえ、「SORA Malaria Control」をアフリカの近隣諸国に展開するのみならず、デング熱など他の蚊媒介感染症や農業分野における害虫駆除で応用する可能性についても検討を始めています。

グローバル化や気候変動により感染症が国境を越えて拡大するリスクが高まる中、同取組は、ガーナのみならず、日本を含む国際社会全体に裨益するものです。この点について、梅田氏は、「感染症は、今や日本にとっても身近な課題であり、将来的には開発途上国で開発した技術を先進国に逆輸入する構想もある。私たちが先陣を切って、日本企業のグローバル市場への進出や国内でのイノベーション創出を促進していきたい。」と意欲を見せています。宙（SORA）を飛びながらガーナの感染症との闘いを支える同企業の技術は、日本のスタートアップ企業の最先端の知見・ノウハウを活用した新たな公衆衛生の解決策として、サブサハラ・アフリカ諸国にとどまらず、広くグローバルヘルスの推進に寄与することが期待されます。



の技術、世界へ 4

日本の宇宙技術を用いたODAが拓く、 パラグアイの未来

～衛星データを活用して防災分野と農牧分野の能力を強化～



南米の内陸国パラグアイでは、農牧業を主要産業としていますが、焼き畑を原因とする森林火災や気候変動などの影響による洪水被害が深刻化しています。

こうした背景の下、パラグアイ政府からの協力要請を受け、JICAは2023年から開始された中南米地域で初めての宇宙機関向け技術協力プロジェクトである「社会経済開発に向けた宇宙計画管理プロジェクト」を実施しました。本プロジェクトの目的は、パラグアイ宇宙機関（AEP）^{注1}の能力強化と、衛星データを利用した防災能力強化および農産物の生産性向上など社会経済開発に貢献することです。宇宙技術の専門性を有する一般財団法人宇宙システム開発利用推進機構（J-spacesystems）が中核となり、株式会社パスコと一般財団法人日本宇宙フォーラムからの技術的な助言を得て、パラグアイ側と共に取組を進めました。J-spacesystemsの中村晋作氏は、「当時、AEPは衛星データの一定の分析能力は保持していたものの、洪水などの災害発生後に衛星データを手入手しても、解析結果の利活用が進められないことが課題であった。利活用のためには衛星データに加えて、観測地で得られる現地情報も必要になり、現地調査のノウハウを職員に丁寧に指導する必要があった。」と説明します。

また、衛星データの解析結果の利活用が進まないもう一つの課題として関係省庁間の連携不足があったことを踏まえ、本プロジェクトの活動として、パラグアイにとって特に重要な防災と農牧分野について、AEPと関連省庁がワーキンググループを立ち上げ、各分野における課題の整理、同課題を踏まえたアプリケーション開発や衛星データ利活用のマニュアル作りを行いました。

防災分野における実験的な取組として、例えば、河川の氾濫による浸水被害が多発している地域で、衛星データを使用した洪水被害シミュレーションを行い、災害リスクを分



現地調査実習にて作物の生育状況と衛星データの解析結果との比較を行っている様子（写真：J-spacesystems）

析してハザードマップを作成するなどの災害対策を行いました。パラグアイ防災庁からは「同対策を他地域にも波及させたい。」との要望があり、現在、避難計画の策定と併せてワーキンググループで協議が進んでいます。

そのほか、農牧分野でも、パラグアイにおける重要な輸出作物である大豆の生産効率化や、^{かんばつ}旱魃や洪水などの自然災害リスクへの対策

が求められる一方、過度な大豆依存を避けるため、農産品の多様化が必要なほか、農家の約9割を占める小規模農家への技術支援も課題となっていました。このような状況の中、衛星データや気象データを活用する研修を実施し、大豆の生育段階をリモートで把握することで、^{かんがい}最適な施肥・灌漑時期の判断や、収量予測の精度の向上、作付面積の把握などに向けた基盤が整い、今後の持続可能な農業の発展に道筋を付けました。また、農産品の多様化の観点からは、トマト栽培など他の作物にも応用が進むほか、収量や品質の改善を目指し、小規模農家に対する衛星データの解析結果に基づく栽培指導が計画されています。

本プロジェクトでは、パラグアイ産の小型人工衛星の開発や、宇宙関連分野の人材育成にも注力しました。日本企業とパラグアイの官民の関係者間での交流が生まれたことで、両国の宇宙産業の発展に向けた連携がさらに深まっており、中村氏は、「日本で得た技術や知識をいかして、衛星データを多分野で応用できる人材が増えることが重要。これによって国民の生活が豊かになり、様々な課題解決にもつながる。」と若手技術者の活躍に期待を寄せ、「パラグアイには、中南米における小型衛星開発と運用の拠点になってもらいたい。」と希望を込めて語ります。

本プロジェクトの成果も踏まえ、2024年5月には、日本の様々な協力形態を組み合わせながら、両国の産官学を挙げて宇宙分野における協力を推進すべく、パラグアイを訪問した岸田総理大臣（当時）から「日・パラグアイ宇宙協力プログラム」の立ち上げが発表され、同プログラムを推進するためJICA・JAXA・AEP間で、宇宙開発への協力に係る覚書が署名されました。今後も、日本の宇宙技術を活用した課題解決策を、他国との国際ネットワークを広げながら、産官学で「共創」していくことが期待されます。

注1 Agencia Espacial del Paraguayの略称。



現地調査実習前に解析した衛星データを確認する様子（写真：J-spacesystems）



の技術、世界へ 5

ゴビ砂漠に森を

～モンゴル発の持続可能な新しい緑化手法と子どもたちの環境教育の取組～



モンゴルでは、気候変動や過放牧の影響によって砂漠化が進行しています。同国政府は諸外国の協力を得ながら植栽活動を行ってききましたが、年間降水量が100mm程度と非常に少ない南部の極乾燥地域では、植栽された樹木のほとんどが灌水（水やり）なしでは枯死し、既に現地では灌水管理が追いつかない状況が続いていました。

このような現状を打開すべく、2009年、ゴビ砂漠東部に位置するドルノゴビ県の知事は、日本へ留学した経験も踏まえ、緑化活動を行う日本の団体に声掛けを行いました。その中で、35年以上にわたって優れた技術を国内外に提供してきた特定非営利活動法人新潟県対外科学技術交流協会（以下、協会）が、同知事からの要望に応え、産学官共同の「新潟県モンゴル緑化推進技術協力実行委員会」を発足させました。協会は、これまでモンゴルのような砂漠地域における緑化に取り組んだ経験はありませんでしたが、活動開始後の3年間で現地における植物や土壌に関する基礎調査を行いました。その結果を踏まえ、砂漠の過酷な環境でも自生するノニレなどの野生の樹木に着目し、新たな植栽手法である「深穴式・無灌水植栽手法」を立案し、JICA・草の根技術協力事業を活用して、2013年からの予備試験に続き、2021年から同手法の検証試験を実施しました。



植栽後3年間無灌水で100%生存する樹木（写真：特定非営利活動法人 新潟県対外科学技術交流協会）

「深穴式・無灌水植栽手法」とは、深い穴を掘って土壌を粉碎した後、半分以上埋め戻し、植栽前に多めの灌水を行うことで、その後植栽された苗の根がこの深層の水分を求めてより深く伸びるよう誘導する手法です。最大の特徴は、植栽前の深層に多めの水を注ぎ、植栽後、表面からの灌水は一切行わない点です。実際に、この方式で植栽された苗は、植栽後3年間無灌水で1本も枯れませんでした。協会の目黒修治理事は、「今回確認されたこの事実は、これまでゴビ砂漠で行われてきた植栽方法を根底から覆す、砂漠緑化のイノベーションと言える。モンゴルでは初めての成果であり、世界でも稀な取組。」と語ります。

本事業の技術的成果を整理し、協会は砂漠地域向けの「緑化マニュアル（案）」を作成し、ドルノゴビ県内の職



検証サイトでの子どもたちの緑化研修（写真：特定非営利活動法人 新潟県対外科学技術交流協会）

員への配布や実務研修、市民への研修などを通じて、行政と協力しながら新緑化技術の普及と定着を図っています。これらの取組は県外の緑化関係者からも注目を集めており、モンゴル国内の各地から情報提供の依頼が寄せられているほか、試験サイトの視察者も増えています。

また、砂漠地域における緑化の実現には百年単位の長い年月を要することから、協会は子どもたちへの環境教育にも注力しています。遊牧文化が根強く残り、植栽の習慣が定着していないモンゴルの子どもたちに、砂漠の生態系に興味を持ってもらった上で、オーナーシップを持って緑化活動に携わってもらうべく、環境教育の一環として「学校の森づくり」に関する授業を実践してきました。具体的には、「深穴式・無灌水植栽」検証サイトの見学などに加え、子どもたちが森のイメージをデザインし、学校で深穴式植栽を行うなどの取組を実施しました。子どもたちからは、「学んだことを家族に教え、自宅で果物を植え始めた」との声があがっており、「学校の森」を自らの手で作り上げることで、緑化への関心が芽生えています。目黒理事は「『植物に関わる生徒たちの目が輝いている』と現地の教員から聞いている。子どもたちが緑化活動の目的や意義を大切に考え、将来的に緑化の普及に貢献してくれたら嬉しい。」と語ります。現在、協会は同様の事業を県内の全学校に広げるべく取り組んでいます。

さらに、本事業に従事した現地スタッフで構成されるNGO「Green Mother Land」が2024年に設立され、「深穴式・無灌水植栽手法」を普及すべく、現在も協会と共にモニタリング・啓発活動を続けています。

モンゴルは、2030年までに全土に10億本植樹するという野心的な目標を掲げています。日本は引き続き産学官で連携し、少しでも枯死木が減るような支援を継続していきます。