

サイクロン・イダイ被災地域 強靱化プロジェクト

～コロナ禍でも遠隔で進めたアフリカの災害復興～

ちだ まさあき
 パシフィックコンサルタンツ株式会社 国際開発部 技術部長 千田 雅明
 パシフィックコンサルタンツ株式会社/株式会社マツダコンサルタンツ/株式会社オリエンタルコンサルタンツグローバル

1. はじめに

2019年3月、アフリカ南東部モザンビーク、マラウイ、ジンバブエを襲ったサイクロン・イダイは甚大な被害をもたらした。

サイクロンはモザンビーク・中部ソファアラ州のベイラ市付近に上陸し、広範囲な地域を豪雨と強風が襲い、また海岸沿いには高潮が押し寄せた。モザンビークだけでも全壊住戸約24万戸、死者600名以上、負傷者1,600名以上、国内避難民約40万名ほどの甚大な被害を及ぼした（2019年5月20日時点）。中でもベイラ市は最も被害が大きかった地域の一つであり、学校等を含む多くの施設が損傷した。

これを受けモザンビーク政府は、災害からの復興及び災害に強い社会形成のための協力を日本政府に要請し、独立行政法人国際協力機構（JICA）が2019年9月から協力を行った。

2. プロジェクト概要

本業務はベイラ市復旧復興計画（BMRRP）における行動計画の策定を支援し、円滑な復興事業の促進と、より災害に強い社会の形成に寄与する

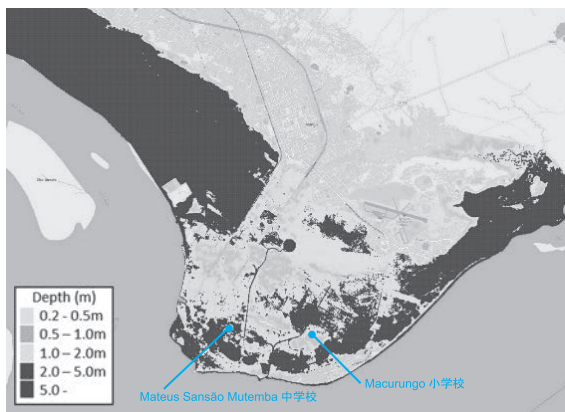
表-1 アウトプット概要

- ① 災害リスク評価及びハザードマップの作成
 - 1) 被災状況の分析
 - 2) 痕跡調査等の実施
 - 3) サイクロン、高潮、洪水等の自然災害に係るリスク評価
 - 4) ハザードマップの作成に係るベイラ市への支援
 - 5) ハザードマップの作成に係る参照マニュアルの作成
- ② ハザードマップを踏まえたBMRRPに関する行動計画の作成
 - 6) BMRRP及び関係法規のレビュー
 - 7) BMRRPの以下の分野に関する行動計画策定に関する支援
 土地利用計画、インフラ復旧・復興計画、公共施設復旧・復興計画*、災害時対応計画（避難計画含む）、生業回復計画、等
 *パイロットプロジェクトによる公共施設の復旧・復興支援含む
 - 8) 上記を通じたカウンターパートの能力強化の実施

ことを目的としている。プロジェクト内容は表-1のとおりである。

この中で、「4) ハザードマップの作成に係るベイラ市への支援」において、サイクロン・イダイにおける高潮の浸水被害の再現を行った。次にイダイ被災の当日は小潮であり、高潮による市街地への浸水被害はそれほど大きなものではなかったが、1週間後に訪れた大潮の時期に重なっていたため、サイクロン・イダイが大潮と重なった場合の高潮の浸水被害となるハザードマップを作成した。

そのハザードマップによると、図-1のとおり



【解析条件】
 サイクロンシミュレーション：サイクロン・イダイ
 天文潮位：大潮満潮時潮位
 降雨：サイクロン・イダイ上陸時の降雨条件

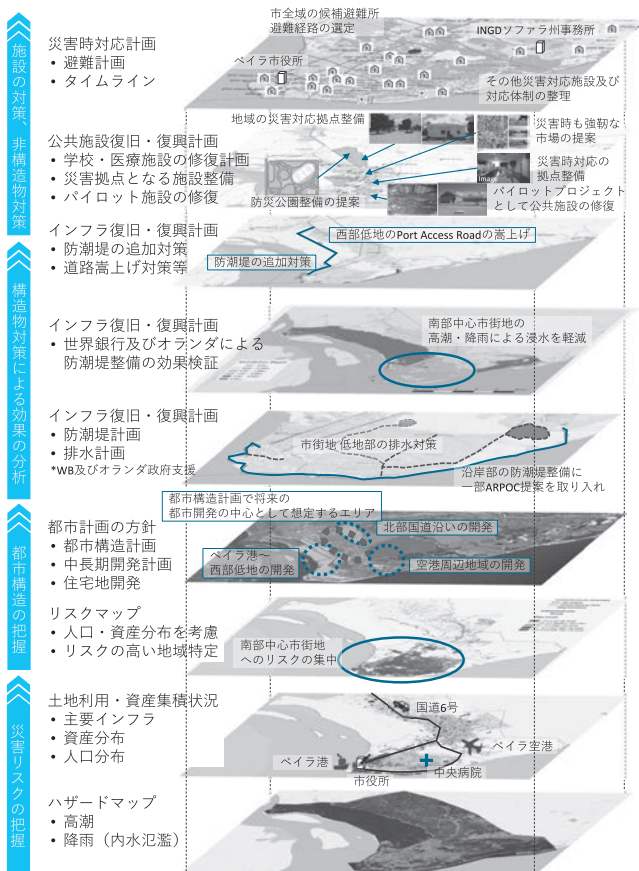


図-1 ハザードマップとそれに基づくセクター別復旧復興行動計画の検討イメージ

り、Macurungo 小学校（市内最大の小学校）、Mateus Sansão Muthemba 中学校（市内最大の中学校）の施設及びその周辺が、浸水することが予測された。この結果を踏まえて、プロジェクトの建設工事も当初の計画から見直しを図るなどの対応を進めていった経緯がある。

3. 公共施設復旧パイロットプロジェクト

(1) 背景

サイクロン・イダイにより被災した教育施設は3,500 教室を超え広域にわたる。本プロジェクトでは、そのうち3サイト（小学校、中学校、行政支所）をパイロットプロジェクトとして、避難所にも活用できるよう、改修・新築工事を行う計画である。

(2) 調査と計画方針

建物の多くは、強風により屋根が剥がされており、被害を受けた学校では、ビニルシートをかけ、一時的な雨しのぎをして授業が行われていたことが、現地調査時に確認された（写真-1）。

このような屋根の被害が多かったことから、耐風強度の設定を行った。パイロットプロジェクトとして他の建物でも今後の参考になるように、現地に普及している資材で汎用できるよう、これまでの一般的なビスのピッチよりも、本対象施設ではより細かくするなどの工夫を行った。

また、サイクロン・イダイで被災したベイラ市は、漁業がさかんな港町であるが、海岸部から低地が広がり、サイクロンや大雨の時には、広い範



写真-1 学校の被災状況

囲で浸水する。そのため、地域の住民が、学校等の比較的広い空間を有する公共施設を、一次避難所として活用できるよう、パイロットプロジェクトの3施設は、強靱化モデルとして改修・新築工事を行う計画とした。

このため、浸水を考慮して床レベルを上げ、強風時の飛散物による窓の損壊を踏まえて、換気ブロックを多用し、室内環境にも配慮するなどの工夫を行い、サイクロン時にも避難所として活用できる、モデル施設となるように配慮した。また、建物自体の強靱化だけでなく、一次避難所として必要な機能を追加したり、導線を想定した配置を考慮したりするなど、使い方も踏まえた強靱化モ

デルを目指した。

(3) 工事概要 (表-2, 写真-2)

表-2 工事概要

	サイト	工事内容
LOT1	EPC Macurungo	新築 (1,420 m ²), 改修
	CFS Nhamatanda	改修
LOT2	ESG Mateus Sansão Muthemba	改修
	Inhamizua PA Office and Chingussura Bairro office	改修
	ICS Beira (Dormitory zone)	新築 (460 m ²)
	ICS Beira (Academic zone)	改修



Macurungo 小学校



Inhamizua 地区及び Chingussura 街区事務所



CFS (保険人材訓練センター) Nhamatanda 校



ICS (医療従事者養成学校) Beira 校 学生寮及び食堂



Mateus Sansão Muthemba 中学校



ICS (医療従事者養成学校) Beira 校 教室棟

写真-2 各サイト竣工写真

(4) 実施体制

本プロジェクトの建設スキームは、技術協力プロジェクトに内包されているため、コンサルタントや業者の選定など、現地企業主体で計画を進める必要があった。

無償案件であれば、日本側の常駐管理者がおり、本国からの意図がほぼ齟齬なく伝達されるが、第1言語が英語でない国では、ミスコミュニケーションの懸念や品質管理に課題がある。メールやテレビ会議での定期的なやり取りと数回の現地渡航により、一定水準の品質を保つ計画とした。

(5) コロナ禍の管理

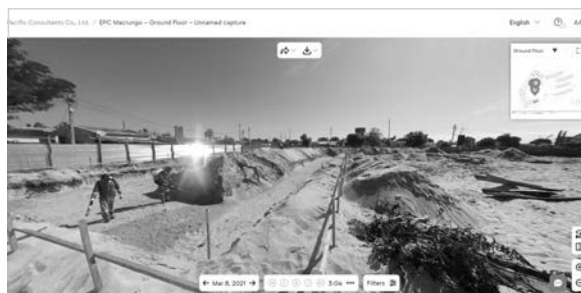
着工を迎えて間もなくコロナの影響により工事が一時中断し、渡航なしでの管理体制が求められた。

モザンビークにおいても、コロナの流行により緊急事態宣言が発出された。このような状況から、今後も工事遅延要因が繰り返し発生する状況への懸念があった。そこで、遠隔での管理においても現地の状況を正確に認識するために、「OpenSpace」という工事現場の写真をインターネットで共有できるサービスを導入した(写真-3)。

これは、作業員のヘルメットの上に360度カメラを取り付け、現場の状況を週ごとに撮影し、遠隔地にいる関係者がインターネットをとおして、その写真を確認できるサービスである。通例は、月初めに提出される工事報告書の状況写真で現場の進捗を認識する。ただし、写真は撮影してから時間が経過しており、タイムラグがあるのが常であるが、リアルタイムで進捗状況が確認できるこのシステムは十分な効果を発揮した。また、これらの工事写真を見て、資材の発注状況や、近い将来の工事予定の気付きにも活用できたため、大いに役立った。

(6) リモート監理の難しさ

現場で起こる問題も、ある程度はテレビ会議等で解決したが、六つの施設が二つの建設会社に発注されたため、請負施工者側の技術レベルの差により、施工難易度の把握が困難であった。



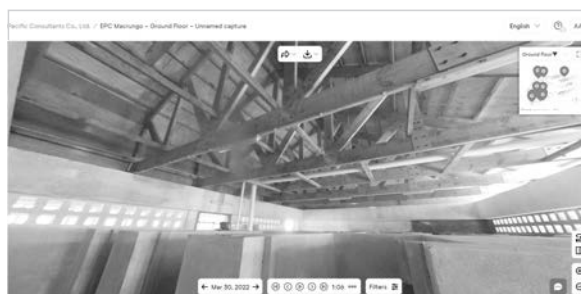
基礎工事 (2021年3月時点)



コンクリート工事 (2021年8月時点)



コンクリートブロック工事・屋根工事 (2022年1月時点)



内装工事 (2022年3月時点)



引渡し後 (2022年6月時点)

写真-3 Macurungo 小学校のリアルタイム現場確認

また、コンクリートスラブ上にレンガ梁と木の母屋だったものを、鉄骨梁と母屋に改修・補強するケースでは、スポット監理時に現地の鉄骨工場に赴き、懸念事項を洗い出し、その場で解決したかに思えた。しかし、帰国後に改めて技術的にできないとの申し出があり、これ以上遅延を許容できないため、コンクリート梁に変更した。現場にいれば、スケッチと口頭で簡単に打合せや、鉄骨工場検査などを行えるので、リモート監理だけでは難しいと痛感したところである。

(7) コロナ禍の苦労

コロナ禍では、「密」になりやすい工事現場での作業を安全に進めるために、工程の見直しを幾度も行う必要に迫られた。「密」を避ける必要から増員はできず、また、緊急事態宣言による外出時間の制約もあつたりと、特にコロナ禍初期は工程が読めない状況が続き工程管理に影響を与えた。さらに、隣国の南アフリカで暴動が起き、調達が滞ったり、モザンビーク国内でも物価上昇に対するストライキが起こったりと、工事が遅延する理由が常に発生する状況であった。

コロナの影響により変動する工程に合わせて、現地建設会社が資材の調達をタイムリーに行う財務調整が困難で、調達に支障が出る懸念が発生したため、支払方法も月払いに変更した。

またこのような状況でも、引き渡し時期がいつ頃になるかなど、工事進捗状況を頻繁に学校関係者に報告することで、不安を払拭できるよう心掛けた（写真-4）。

4. 災害時対応計画（避難計画）の策定支援

(1) 背景

サイクロン・イダイ上陸時には事前の避難が行われず、それが甚大な被害の一因となったことから、本プロジェクトでは、災害時対応計画（避難計画）を作成・指導することになった。

ベイラ市では「事前避難」という概念が今まで



鳥瞰



利用状況

写真-4 Macurungo 小学校竣工後の様子
(2022年9月時点)

なかったため、事前避難の重要性に対する理解を行政機関から地域組織・住民にまで浸透させることが課題（チャレンジ）となった。

(2) 実施概要

災害時には関係機関が連携して対応に当たることが肝要である。このためベイラ市役所（CMB）、災害対応を所管する国家災害対策院（INGD）ソファラ事務所、公立学校を所管するソファラ州教育人間開発局及び調整役として復興庁（GREPOC）の4機関で避難計画ワーキンググループ（以下、「WG」という）を設立し検討を進めた。

災害時対応計画（以下、「避難計画」という）では、プロジェクトで作成したハザードマップを活用し、誰が、どこに、どのルートを通ってどのタイミングで避難するのかを、市レベル、コミュニティレベル、避難所レベルにおいて検討した。

避難のタイミングについては、サイクロンの接近予測をもとに、事前避難のタイミングを行政側であらかじめ決定しておく、「タイムラインアクションプラン」の考え方を取り入れ、前記三つのレベルにおいて連携させるように計画を策定した。また、防災訓練と連携して作成した防災教育のコンテンツでは、コミュニティの計画を理解した上で、住民自らが事前避難のタイミングを用意しておく「マイ・タイムライン」の手法を取り入れた。これらは、日本での避難促進の知見を活用したものである。

これらの計画をもとに、前述のパイロットプロジェクト施設を避難所とする避難訓練を実施した。

この際、関係する地区防災協議会（CLGRD）や学校防災協議会（CEGRC）が中心となり、地区レベルの避難計画WG、避難所運営WGを設立し、小中学校の生徒や地域コミュニティも巻き込んだ計画活動を実施した。また、防災訓練実施前には、防災教育や公衆衛生教育も実施し、地域の災害時対応能力を強化するモデルを構築することができた（写真－5）。このモデルは、パイロット地域以外にも避難計画WGを中心に自発的に展開され、このことも特筆すべき成果である。



写真－5 (左) 避難計画策定、(右) 避難訓練実施の様子

(3) 事業終了後の現地関係機関による取り組み

結果として、本活動終了後に起こったサイクロンや大雨等の気象災害時にはこの避難計画が活用

され、指定された避難所等への事前避難が実現した。2022年3月の大雨・長雨時には、ベイラ市役所やINGD ソファラ事務所及び地区防災協議会の効果的な連携により、浸水被害の発生した街区での事前避難が実施された（写真－6）。



Mungassa 街区



Ndunda 街区

写真－6 2022年3月 長雨時の避難の様子

2023年3月のサイクロン・フレディーの上陸時には、本プロジェクトで作成したタイムラインアクションプランを含む避難計画に沿った事前避難が実施された（写真－7）。

5. 魚市場強靱化プロジェクト

(1) 背景

ベイラ市内の西海岸に位置する Praia Nova 魚市場は、モザンビーク国内の主要な漁市場の一つであるが、高潮に対して脆弱な地域に位置してい



Mateus Sansão Muthemba 中学校



Macurungo 小学校

写真-7 2023年3月 サイクロン・フレディー時の避難の様子

る。サイクロン・イダイ上陸時には、高潮による浸水及び漂流物の衝突、強風などにより、多くの構造物が被害を受け、2,500人以上が避難を余儀なくされた。また、サイクロン後に続いた降雨や約1カ月後に上陸したサイクロン・ケネスの影響で浸水状況が長引き、市場の経済活動の停止が長期化する事態となった。

このことから、サイクロン上陸前に迅速な対応を促し、上陸後に市場の経済活動を早急に再開し復興につなげるための支援を行った。

(2) 実施概要

上記の状況を受け「強靱な魚市場と回復力のある生業」を目指した仕組みを実現するため、組立と解体が容易な構造技術の導入と、魚市場の災害時対応計画の策定及び訓練を実施した(写真-8)。

構造技術には、くぎや金物を使わずに木材の部



市場関係者への避難呼びかけの様子



木組み屋台の組立・解体訓練

写真-8 魚市場における災害時対応に係る訓練の様子

材を接合でき、繰り返しの組立・解体が可能である「日本の伝統構法の木組み」を採用した。現地の木工家具職人に対し、遠隔及び対面にて「木組み」を活用した屋台や小屋の製作指導を行い、それら屋台や小屋を活用して展示会等を実施した。現在、木組みに強く興味を持った木工家具職人らは「木組み大工協会」を設立し、また職業訓練学校では、そのカリキュラムにも「木組み」が導入される予定である。

魚市場の災害時対応計画(市場閉鎖事前準備)については、ハザードマップを確認した上で、サイクロン想定上陸時間の3日前からの時間軸に沿った行動計画(タイムラインアクションプラン)を策定した。この計画では、魚市場はサイクロン上陸予定日の2日前の夕方に市場を閉鎖するため、それまでに市場の商品や屋台を安全なところに移動させるための組織的な行動計画を、魚市場管理委員会、漁業組合及び地区防災協議会が共同で作成した。この計画に基づき、「木組み」技術で作られた屋台の組立と解体の練習を含む災害時対応訓練を実施した。



写真-9 (上) 修復された水産加工場 (倉庫や事務室を災害対応拠点として活用予定), (中央) 同水産加工場屋根修復の前後の違い (左: 修復前, 右: 修復後), (下) Praia Nova における災害時対応活動の実施状況

(3) プロジェクト終了後のベイラ市役所による取り組み

Praia Nova 魚市場の強靱化を目的として、ベイラ市役所は Mayors Migration Council という国際機関より外部資金を獲得し、水産加工場の屋根修繕と合わせた災害活動拠点の整備、避難計画の継続的な改善と地域住民への意識啓発に取り組んでいる (写真-9)。

加えて、Praia Nova 魚市場及び周辺地区の高潮などの災害に脆弱な地域に居住する住民の移転事業も推進している (図-2)。構想段階ではあるものの、魚市場強靱化プロジェクトで身に付けた「木組み」技術を活用した取り組みも開始している。具体的には Praia Nova 魚市場周辺地区住民の移転先である、Muave 地区における木組みを活用した仮設住宅整備や漁業従事者に係る屋台

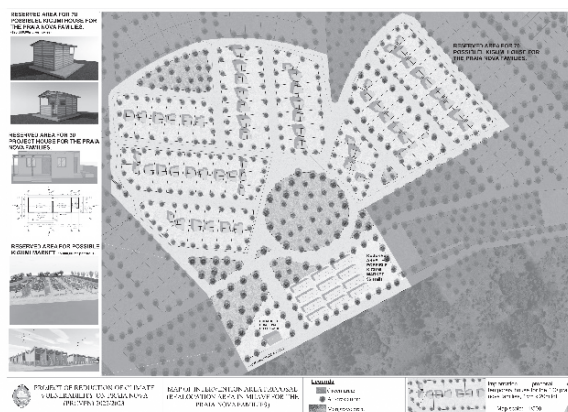


図-2 移転先の Muave 地区での木組み仮設住宅 (左上) や屋台村 (左下) の整備構想

などの建設を構想している。

6. おわりに

本プロジェクトは、コロナ禍の影響で、当初の協力期間である 2019 年 9 月 6 日から 2022 年 9 月 12 日までの期間を延長し、2023 年 9 月末終了となった。コロナ禍にも負けずに粘り強く現地関係者とのコミュニケーションを続けることで、着実に進行し、その成果を積み重ねてきた。

多くのドナーが遠隔での支援に限界を感じていた中、日本の技術者は現地での支援を継続し、カウンターパートである国や自治体の行政職員と緊密に協力を続けた。故に、他国の支援が停滞した中でも唯一遠隔管理で進行されたプロジェクトとして、モザンビークからは高く評価されている。

したがって、次のように現地での成果や評価につながったことは大変誇らしく、光栄に感じている。

- ・ベイラ市が世界銀行とオランダ政府の支援を受けて建設の計画を行っていた海岸防潮堤は、本プロジェクトのシミュレーション成果から、完全な浸水防止が難しい状況が浮き彫りになり、世界銀行及びオランダ政府は、防潮堤整備区間を延長する決定を行った。その結果、被災地域の事前防災投資や安全確保に向けた重要な成果を達成したといえる。

- ・近年気候変動の影響によりサイクロン・イダイ後も同様の大規模な自然災害が頻発している。しかし、このプロジェクトの成果である避難計画が横展開された地域では、事前避難の徹底により、人的被害をゼロに抑える成果を収めた。この成果はベイラ市や復興庁から高い評価と賛辞を受けた。
- ・パイロットプロジェクトの整備は現地でも高く評価されており、特に Macurungo 小学校は、ベイラ市で最大の小学校であり、中東の富裕層の都市ドバイになぞらえられ、「ドバイ小学校」とも称され、整備後に小学校への入学希望が殺到していると報告されている。さらに、避難拠点としても、サイクロン・イダイ後のサイクロン・フレディーの際にも大いに活用され、地域にとって不可欠な施設として位置付けられている。
- ・木組みによる協力活動は、他国のドナーから注目と支持を受け、「KIGUMI」ブランドとして売り出したいなど、この取り組みが拡大しつつある。
- ・復興庁からは、他国に比べて事業費用を最小限に抑えながら最大限の成果を上げたとして、日

本プロジェクトが高く評価され、賛辞が寄せられている。

最後に、全世界でリモート技術の進化に対する期待も高まっている状況ではあるが、現地へ赴き、直接の関係を築くことが不可欠であることを伝えたい。

リモート技術は有用であるが、専門的な技術の本質的な移転や現地関係者とのコミュニケーションにおいては、現地での実地経験が何よりも重要である。また、日本での研修でカウンターパートが訪日したことで、お互いの信頼関係構築の土台となった。このことは遠隔での1年半を乗り切ることにより大きく貢献したと認識している。

したがって、我々は現地の状況を肌で理解することを重視しながら今後も支援を継続し、持続可能な発展に向けて努力を惜しまない覚悟である。

また、このプロジェクトの成功は、多くの関係者や支援者の協力と尽力の賜物であり、彼らに深く感謝を申し上げたい。そして、今後も災害リスクに立ち向かい、世界中のコミュニティに対する支援を継続して提供していく決意を新たにしたいところである。



2022年11月 Macurungo 小学校での引き渡し式（参加した児童との記念撮影）