

モザンビーク国

モザンビーク国
モバイルマッピング・システムを活用
した適切な道路維持管理手法の導入に
関する案件化調査
業務完了報告書

平成 29 年 7 月
(2017 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 岩根研究所

国内
JR(先)
17-089

モザンビーク国

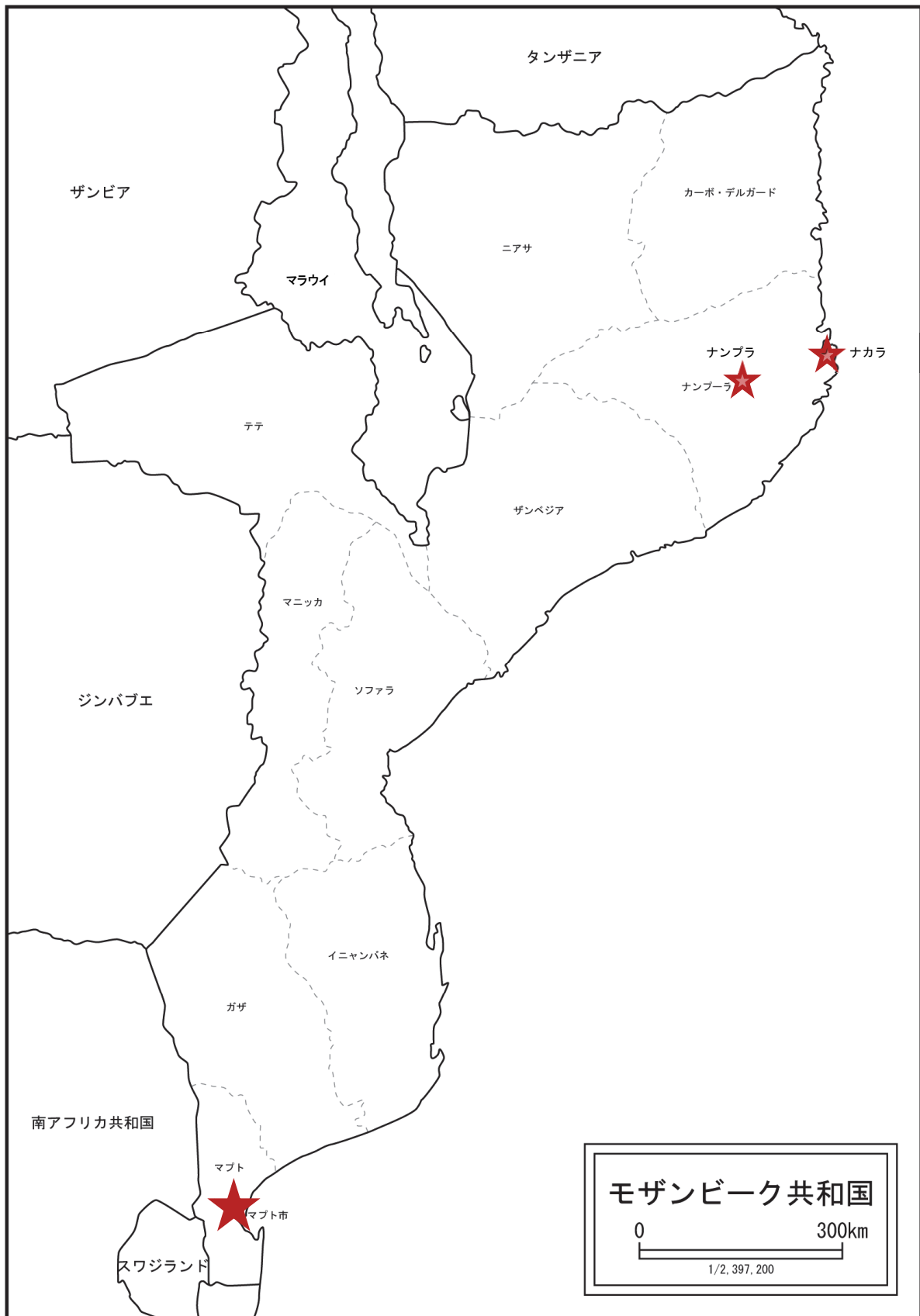
モザンビーク国
モバイルマッピング・システムを活用
した適切な道路維持管理手法の導入に
関する案件化調査
業務完了報告書

平成 29 年 7 月
(2017 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 岩根研究所

調査地位置図



写真



ANE 総裁との協議



Road Fund 総裁との協議



第一回現地セミナーの様子



セミナー参加者による撮影車両試乗



走行試験（マプト環状道路）



走行試験（N2 道路）



走行試験（鉄道公社）



ANE 職員との技術的な議論



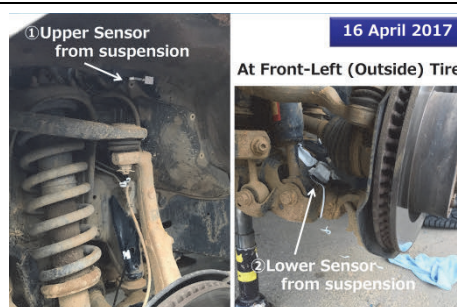
本邦招聘① 名古屋高速道路



本邦招聘② 道立総合研究機構



IR 計測試走の様子①



IR 計測試走の様子②



最終セミナー①



最終セミナー②



最終セミナー③

目 次

位置図.....	i
写真.....	ii
目次.....	iv
略語表.....	vi
図表リスト.....	viii
要約.....	ix
はじめに.....	xxi
第1章 対象国・地域の現状.....	1-1
1-1 対象国・地域の政治・社会経済状況.....	1-1
1-2 対象国・地域の対象分野における開発課題.....	1-1
1-2-1 道路維持管理に係る課題.....	1-2
1-2-2 その他、道路行政・管理に係る課題.....	1-3
1-3 対象国・地域の対象分野における開発計画、関連計画、政策（外資政策含む） 及び法制度.....	1-3
1-3-1 開発計画、政策.....	1-3
1-3-2 対象国に対する我が国開発協力方針.....	1-4
1-4 対象国・地域の対象分野における ODA 事業の先行事例及び他ドナー事業の 分析.....	1-5
1-4-1 我が国の ODA 事業概要.....	1-5
1-4-2 他ドナーの事業概要.....	1-5
1-5 対象国・地域のビジネス環境の分析.....	1-6
1-5-1 投資環境.....	1-6
1-5-2 インフラ分野におけるビジネス環境.....	1-7
第2章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針.....	2-1
2-1 提案企業の製品・技術の特長.....	2-1
2-1-1 業界分析.....	2-1
2-1-2 提案製品・技術の概要.....	2-2
2-1-3 国内外の同業他社、類似製品及び技術の概況及び比較優位性.....	2-6
2-1-4 提案製品・技術を導入・利用する者にとっての採算性・経済分析を導入 にかかる初期コスト・維持管理コスト、便益等について代替手段と比較.....	2-7
2-2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ.....	2-8
2-2-1 海外進出の目的.....	2-8
2-2-2 海外展開の方針.....	2-8
2-2-3 海外展開を検討中の国・地域・都市.....	2-8
2-3 提案企業の海外進出によって期待される我が国の地域経済への貢献.....	2-9

第3章 ODA 事業での活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の 検討結果	3-1
3-1 製品・技術の現地適合性検証方法（紹介、試用など）	3-1
3-2 製品・技術の現地適合性検証結果.....	3-3
3-3 対象国の開発課題に対する製品・技術の有効性及び活用可能性.....	3-3
3-3-1 モザンビークが抱える道路維持管理に対する活用可能性	3-3
3-3-2 その他、道路行政・管理に係る効果	3-4
第4章 ODA 案件にかかる具体的提案	4-1
4-1 ODA 案件概要	4-1
4-2 具体的な協力計画及び期待される開発効果.....	4-5
4-2-1 普及・実証事業	4-5
4-2-2 有償資金協力	4-10
4-2-3 技術協力プロジェクト	4-10
4-3 他 ODA 案件との連携可能性	4-10
4-4 ODA 案件形成における課題と対応策	4-10
4-5 環境社会配慮にかかる対応.....	4-10
第5章 ビジネス展開の具体的計画.....	5-1
5-1 市場分析結果	5-1
5-2 想定する事業計画及び開発効果.....	5-1
5-3 事業展開におけるリスクと対応策.....	5-1

別添資料

- 現地調査における道路及び鉄道試走動画及び技術資料 URL
- 要約（英文・英文ポンチ絵）

略 語 表

略語	英文表記	日本語表記
AdeM	Águas da Região de Maputo / Waters of the Maputo Region	マプト地域水公社
ANE	Administracao Nacional de Estradas / National Road Administration	道路公社
AfDB	Africa Development Bank	アフリカ開発銀行
CDN	Corredor de Desenvolvimento do Norte	北部回廊開発公社
CENACARTA	Centro Nacional de Cartografia e Teledetecção / National Cartography and Remote Sensing Centre	国土地理院
CFM	Portos e Caminhos de Ferro de Moçambique/ Mozambique Ports and Railways	鉄道公社
C/P	Counterpart	カウンターパート
CPI	Centro de Promoção de Investimentos / Investment Promotion Center	投資庁
DIAFI	Directorate of Administration and Finance of ANE	ANE 官房
DIMAN	Directorate of Maintenance of ANE	ANE 維持管理局
DINAT	Direcção Nacional de Terras / National Directorate of Land	土地局(地籍局)
DIPLA,	Directorate of Planning of ANE	ANE 計画局
DIPRO	Directorate of Project of ANE	ANE プロジェクト局
EDM	Electricidade de Moçambique	電力公社
FIPAG	Fundo de Investimento e Património do Abastecimento de Água / Water Supply Investment & Asset Holding Company	水道投資資源持ち株会社
F/S	Feasibility Study	実現可能性調査
GCP	Grand Control Point	地上コントロールポイント
GIS	Geographical Information System	地理情報(処理)システム
GNSS	Global Navigation Satellite System	全地球航法衛星システム
GPS	Global Positioning System	全地球測位システム
HDM-4	Highway Design and Maintenance Standards Model	道路設計維持管理標準モデル
HIMS	Highway Information Management System	道路情報管理システム
INATTER	Instituto Nacional de Transportes Terrestres / National Institute of Land Transport	国家陸上交通院
INCM	Instituto Nacional das Comunicações de Moçambique / NATIONAL INSTITUTE OF COMMUNICATION OF MOZAMBIQUE	国家モザンビーク通信院
INGC	Instituto Nacional de Gestão de Calamidades / National Institute of Disaster Management	国家災害管理院

INNAQ	Institute Nacional de Normalizacao e Quaulidade / National Institute of Standards and Quality	国家標準品質院
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
IMS	Iwane Mobile Mapping System	岩根モバイルマッピング・システム
IRI	International Roughness Index	国際路面平坦度指数
JETRO	Japan External Trade Organization	独立行政法人日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
KOICA	Korea International Cooperation Agency	韓国国際協力団
MASA	Ministério da Agricultura e Segurança Alimentar / Agriculture and Food Safety	農業・食料安全保障省
MOPWH	Ministry of Public Works and Housing	公共事業住宅水資源省
MoU	Memorandum of Understanding	覚書
ROW	Right of Way	敷設権、敷設用地
RSS	Road Sector Strategy	道路セクター戦略計画
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PDM	Project Design Matrix	プロジェクト・デザイン・マトリクス
PRISE	Road Sector Integrate Program/Programa Integrado do Sector de Estradas	道路セクター統合プログラム
SADC	Southern Africa Development Community	南部アフリカ共同体
TA	Technical Assistance	技術協力
TICAD	Tokyo International Conference on African Development	アフリカ開発会議
UEM	Universidade Eduardo Mondlane.	エドワルド・モンドラーネ大学
UAV	Uninhabited airborne vehicle	無人航空機

図表リスト

図 1-1	州ごとの舗装/未舗装の延長.....	1-2
図 2-1	ハードウェアの構成.....	2-4
図 2-2	映像の取得とデータ処理のサイクルの流れ.....	2-5
図 3-1	現地での道路の ANE の車両での撮影の様子.....	3-1
図 3-2	現地での鉄道の点検車両から撮影の様子.....	3-1
図 3-3	現地での IRI 計測と合わせた撮影の様子（左：IMS 撮影, 右：IRI 計測）.....	3-2
図 4-1	実施体制図案.....	4-8
図 4-2	案件化調査からの事業展開イメージ（道路維持管理に関わるもの）.....	4-9
表 2-1	IMS（Iwane Mobile Mapping System）の 4 つの技術的特長.....	2-3
表 2-2	他社製品との比較.....	2-7
表 4-1	プロジェクトの目標、成果、活動一覧.....	4-5

要 約

1. 対象国・地域の現状

モザンビークは、過去 5 年間に亘り、GDP 成長率平均 7.5%（IMF）の高成長を維持しており、安定した政治、近年発見された天然資源の存在、農業開発の加速化等により、今後とも安定的に発展していくことが見込まれる。このような状況下、日本企業を含む外国企業の投資先として、モザンビークへの関心は高まっており、石炭、天然ガス、木材等の天然資源を原料にした鉱工業や、農業を中心にビジネス機会が模索されている。

1-1 対象国・地域の対象分野における開発課題

国道・地方道を管理している ANE の 2013 年の道路管理延長は、30,464km であり、このうちわずか 24%の 7,344km が舗装済である。しかし、将来的に道路整備が進み、舗装延長が延びることが予見されている。道路維持管理業務が増大することが予測され、今後効率的な、かつ予防的維持管理の視点を持ち、また、十分な問題対処能力を有する道路維持管理システムを構築することが、道路の適切な維持管理を通じた回廊地域の経済発展を支える基礎インフラを保持する上で、喫緊の課題となっている。

1-2 道路維持管理に係る課題

モザンビークでは、国際ラフネス指数（IRI）等の道路性状データを収集し、それに基づいた維持管理計画の立案と維持管理の実施を目指している。これまでの実績としては、世銀の支援により IRI、わだち、ひび割れを、カメラや GPS を搭載した調査車両で取得したデータを基にした道路情報管理システム（HIMS）が構築されたところである。

HIMS は、SQL のデータベースであり、道路・舗装・交通・橋梁・事故等の情報を保管する。また、HIMS は、維持管理計画を立案するために、世銀にて開発された HDM-4（Highway Design and Maintenance Standards Model）に必要なデータセットをエクスポートする機能を有する。しかし、ANE の担当者によると、まだ本格的には使われておらず HIMS への情報のアップデートも現状では困難であり、持続可能で効率的な道路性状データの収集を ANE 自身が行うには課題が多い状況である。

また、ANE が使用している道路維持管理データ（道路性状データ含む）は、基準点からの距離（キロポスト）で管理されているのみであり、実際に補修が必要な場所の具体的な地点や箇所を道路管理者と点検業者・施工業者の間で共有することが難しい状況である。

2. 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針

2-1 提案企業の製品・技術の特長

提案製品である画像方式のモバイルマッピング・システム、ならびに、そこから生成される画像地図を取り扱うアプリケーション・ソフトウェア群は、「Bring the real world to your

laptop!：現実世界をコンピュータ上に！」をコンセプトに提案企業により純国産技術として開発されたオリジナル製品である。モバイルマッピング・システム「IMS シリーズ」は、軽自動車から大型車両まで幅広い種類の車両に装着可能なフレキシブルな製品であり、多くの MMS にとって必須センサーであるレーザーとそこから発出される点群（ポイントクラウド）を敢えて用いず、全周囲カメラと加速度計、位置情報を取得する GNSS、撮影全般を統括する制御ユニットから構成されたシンプルな撮影システムである。国内では直轄国道（国土交通省管理）の約 7 割での採用実績を有し、撮影延長も延べ 20,000km 以上に達している。また、海外においても東南アジアを中心に販売実績、撮影実績を有している。以下に道路維持管理における IMS 活用方法及び製品・技術の特長を示す。

(1) 道路維持管理における IMS の活用方法

- ① 日常の道路巡回車両にIMSを搭載し、パトロールの際に道路周辺の現況や道路性状を映像として記録し、事務所において複数の管理者や技術者の目で、道路付帯物や舗装の劣化状況等を映像で視覚的に確認し、その位置も共有する。
- ② 取得した映像に3次元の位置座標を持たせることにより、舗装の轍掘れやクラックの発生位置をはじめ、それらの形状やサイズ、変位等をコンピュータ上で映像から判別することが可能である。また、基本情報や修繕記録等、維持管理に必要なデータを紐付けることも可能である。

(2) 技術的特長

道路維持管理の分野においては、様々な道路性状を位置情報と紐付けて管理することがその基本となるが、途上国においては、煩雑なステップを踏む管理手法は浸透しないという実情がある。提案技術は、簡便な機材と直感的なアプリケーションで構成されているため、短期間のトレーニングにより専門性を有さない人でも運用することが可能となる。IMS (Iwane Mobile Mapping System) の 4 つの技術的特長は、以下の通りである。

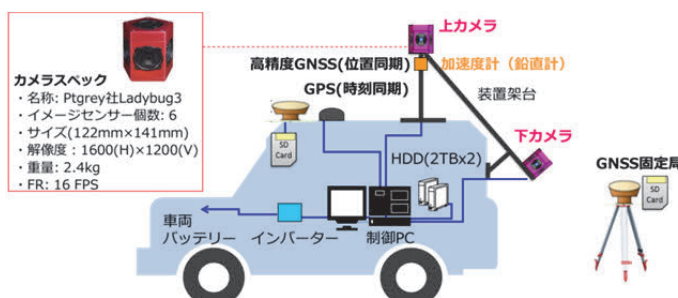
- ① 情報リンク型の視認性の高い全周映像
- ② Web で共有できる 3D 計測映像
- ③ シンプルでフレキシブルな機器構成
- ④ 純国産の独自技術で自在なカスタマイズ

2-2 製品・技術のスペック

本提案製品・技術は、ハードウェア及びソフトウェアから構成されており、以下に構成及びスペックを示す。

(1) ハードウェア構成

全周カメラ 2 台、GPS、HDD2 台、制御用 PC 等は汎用品であり、専用の装置架台により車両のタイプを問わず取付けが可能である。電



出典：JICA 調査団

図 1 ハードウェアの構成

源は車のバッテリーからインバータを介して供給されるため、オプションのバッテリーは不要である。これら機材と接続配線一式があれば、地方や海外でもレンタカーに取付けて撮影が可能。撮影時の自車両の死角や揺れを補正し、完全な全周囲映像を生成保存する。

(2) ソフトウェア構成

全周映像を閲覧するだけのストリートビューとは異なり、全周映像上の任意点の 3D 座標の計算表示、2 点間の距離、3 点以上の面積等、3D 計測が可能である。3D タグを介した写真やテキストデータの紐付けや、ポイント、ポリライン、ポリゴンを抜き出してデータベース化するデジタイジング機能、コンピュータ・グラフィクス (3D モデル) を映像に合成することにより、施設や建設等のビフォー/アフターを比較する景観シミュレーション機能を備えている。PC 単体での操作もイントラネットやインターネットを介したネットワーク運用の両方が可能であり、後者による情報の共有や iPad 等の携帯端末による遠隔地での活用も可能である。SDK (ソフトウェア・ディベロップメント・キット) を用いれば、ArcGIS に代表される各種 GIS ソフトウェアへのアドオンも可能となる。



出典：JICA 調査団

図2 映像の取得とデータ処理のサイクルの流れ

2-3 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ

(1) 海外進出の目的

岩根研究所は、2003 年のバンコク現地法人を設立して以降は、東南アジアおよび中東の政府機関や民間企業に計測機械を納品するとともに、全周映像の撮影や解析作業も受託している。

今回の案件化調査への参画は、最後のフロンティアと言われる「アフリカ」という新たな市場開拓への第一歩として、これまで日本政府の支援による道路整備プロジェクトが実施されてきたモザンビークを対象とした。当地は、アフリカの道路に特有の広大かつ遠隔地の道路維持管理のテストケースとなることから、モザンビークを足掛かりに、全周画像による空間解析や施設・劣化情報等の付加が可能な維持管理システムに対する市場価値と規模を明らかにしたいと考えた。

(2) 海外展開の方針

岩根研究所は、販売ならびに受託事業で得た利益を新たな研究開発費の原資に充てて、創業の目的であるロボットの目の実現に向けた経営を続けている。国内におけるIMS システムによる整備が一巡したこともあり、海外での事業による研究開発費の確保ならびに日本では得られない研究課題の発掘を行っている。そうした観点から、提案企業の持続的発展のためにも、アフリカ市場の開拓は、経営戦略上、重要視している。

海外展開のアプローチ方法に関して、タイ王国においては、現地法人を設立し、海外の営業拠点ならびにデータ解析作業を行うデータセンターとして既に機能させているが、これから市場開拓を行うアフリカについては、本調査で撮影や解析作業の能力を有する現地企業を発掘し、代理店契約を結び、人材育成を行い、機器及びソフトウェアの販売やサービス提供を行うことを想定している。

3. ODA 事業での活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果

3-1 製品・技術の現地適合性検証結果

(1) 製品・技術の法的適合性

今回の機材持ち込みに際しては、調査用の一時輸入品として ANE からマプト空港の税関宛てレターを発出してもらうとともに、入出国時にも ANE の職員に立ち会ってもらうことにより、問題なく全搬入、一部搬出入、全搬出が可能となった。今回の搬入搬出の実績を通じて、今後、普及・実証事業に進んだ場合の本機材の税関処理面でのクリティカルな問題はないと考えられる。一方、提案製品のビジネス販売時の機材輸出は、基本的に運送会社による空輸便を使用する予定である。カメラ等の機材の関税については、World Tariff の検索結果によると 20%となっている。

(2) 品質・性能面等での適合性・ニーズの確認

ア. ANE（道路公社）での道路維持管理における適合性の検証

IMS を現地に持ち込み ANE の車両に設置して、試走を含めた撮影を通じて、以下の面での品質・性能面での適合性が確認できた。

- 日本国内で使用している IMS 機器の ANE 車両への据付けを行い、機器の作動に問題がないことが確認できた。
- 晴れ、曇り、小雨等、気象条件の異なる環境下で走行撮影を実施し、現地の気温や湿度に関する問題がないことが確認できた。
- 解像度の異なるカメラで走行撮影を行い、モザンビークの道路管理において使用するに適したレベルや仕様を検討するための材料を得た。
- 未舗装道路での撮影の可否は先方政府の関心事であり、速度を落とせば問題はないが、機材据付けの強化の必要性や砂ぼこりによるカメラレンズのふき取り頻度

等、耐久性や運用面において確認すべき事項は残る。

- 位置情報サービスを使用できる日本国内とは異なり、モザンビークにおいて位置情報を高精度に確保するためには、GPS の基地局を撮影車両から 10km 以内に設置する必要がある、撮影工数を算出するための知見を得た。より効率的な撮影を実施するために、既知座標の参照点としてキロポストを活用するアイデアを得た。
- 機材の現地化を検討する中で、カメラを据え付ける取付け金具・アームの現地製作の可能性の検討や、現地で入手可能な PC やインバータ情報の収集を行った。

また、ANE が保有する「道路情報管理システム（HIMS）」との将来的な統合を視野に入れ、基礎関連情報を入手したところ、路面性状を示す IRI（国際ラフネス指標）の同時収集が不可欠であることが判明した。そのため、後述の通り第 3 回現地調査において、その検討と対応を行った。

尚、HIMS に組み込まれている道路性状を確認するビデオ映像については、全周映像ではなく、計測機能を持たない前方のみの映像であることを確認した。

30,000 + km
(Paved : 6,000km)

[Special Vehicle]

Camera, GPS,

HIMS [SQL + Map]

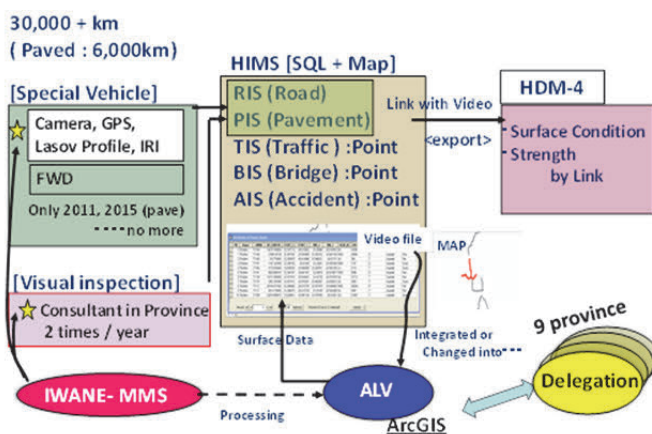
RIS (Road)
PIS (Pavement)

Link with Video

HDM-4

Surface Condition

IMS で取得したデータを既にある HIMS にどのように組み込めるかを、テスト走行で得た結果をもとに具体的に検討し、下図の案を作成した。①撮影したデータを HIMS へのインプットデータの一部にできるようなエクスポート機能を IMS 側に用意



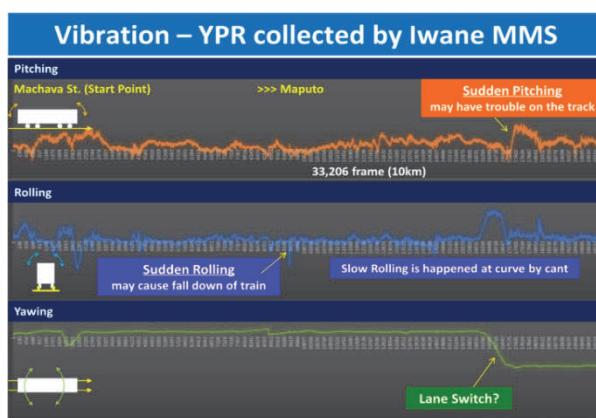
出典：JICA調査団

図3 HIMSとIMSとの連携イメージ

する。②撮影した映像の座標と DB の各アイテムの位置情報をリンクさせ、DB の補足情報として視認性に優れた映像を活用できるよう、IMS 側のアプリケーションを用意する。

イ. CFM（鉄道公社）での線路の点検・維持管理計画における適合性の検証

IMS は、2,000km を超える線路の点検・維持管理計画の効率・高度化に寄与すると考えられることから、CFM の検査車両に機材を設置し、片道 10km を試撮影し、区間の一部区間を解析・処理し、CFM の技術部門の技術者に対してプレゼンテーションを行った。この結果、技術部が実施する年 2 回の点検への活用に対して有効であることが認められた。



出典：JICA 調査団

図 4 試走データを活用した線路の状態を把握した分析結果

CFM 側の要望により、カメラによる撮影画像のブレのデータ（YPR：ヨーイング、ピッチング、ローリング）から、線路の沈下量（Settlement）等が把握できることを提示した。

ウ. その他

本調査では、現地政府・教育機関：18 機関（農業省、市役所含む）、本邦企業/日本大使館/JETRO：7 機関に対して、訪問や現地セミナーを通じて、本製品・技術の紹介と適用可能性・ニーズの議論を行った。EDM（電力公社）や CDN（北部回廊開発公社）等、道路以外のインフラ管理からも、本技術に対しての関心が高かった。

エ. パートナー調査

現地調査では、現地の測量会社や GIS 代理店等を訪問し、現地のパートナーとしての可能性を把握した。具体的なパートナーとして、地場の測量会社と大学と個別に議論を開始し、それぞれ事業の協力に関する MoU の締結に至った。

4. ODA 案件にかかる具体的提案

4-1 ODA 案件概要

合計 3 回の現地調査で得た情報をもとに、いくつかの ODA スキームにおける実施案を検討した。次のステップとしては、普及・実証事業を想定しており、以下の内容についてカウンターパートを想定している ANE に提案して議論をし、MoU 締結を締結した。

(1) 中小企業海外展開支援事業 ～普及・実証事業～

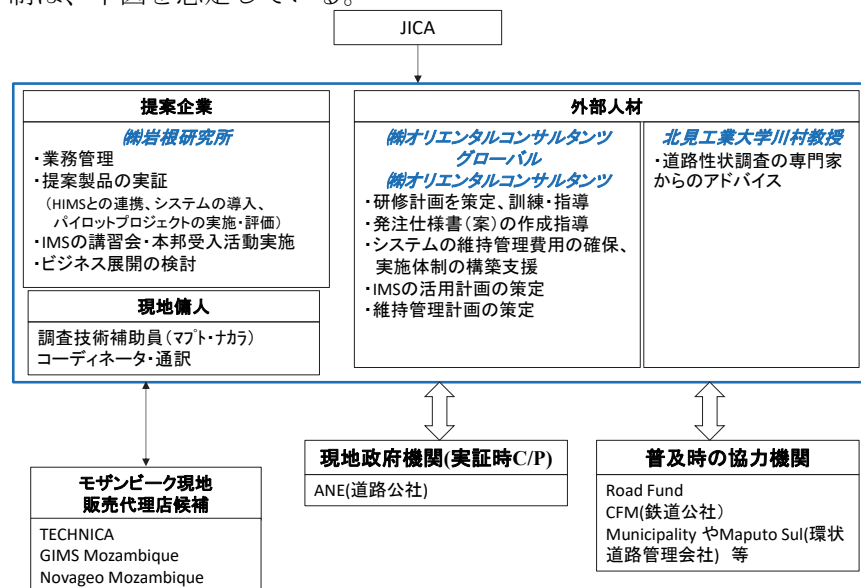
対象国の開発課題の解決に向け、提案製品・技術の活用可能性を検討するための実証の方法・活動内容及び普及の方法・活動内容等について、以下に示す。

表 1 プロジェクトの目標、成果、活動一覧

プロジェクトの目標： モザンビークにおける回廊開発を含む地域経済活性化 や防災・気候変動対策に資するために、 モバイルマッピング・システムの有用性及び優位性が実証されるとともに、 モバイルマッピング・システムを普及するための方法と課題が整理される	
成 果	活 動
成果 1： 【実証】 モザンビークマプト及びその近郊、ナカラ回廊上の主要都市において、モバイルマッピング・システムの有用性、優位性が確認される	1-1 ANE の HIMS のシステム設計やプログラムを解読し、IMS が連携する方法を ANE と協議して、連携計画を策定し、IMS のカスタマイズを行う
	1-2 カスタマイズした IMS を ANE 本部に 1 セットを供与し、システムを導入する
	1-3 パイロットプロジェクトとして、州または一部道路区間を対象とし、撮影から維持管理計画の立案まで一連の作業の活動を ANE 職員が実施する
	1-4 パイロットプロジェクトの結果を評価し、モバイルマッピング・システムの有用性、優位性を確認するとともに、必要に応じて IMS 改善方法を検討・実施する
成果 2： 【C/P の体制整備】	2-1 撮影に関する作業マニュアルを構築し、ANE 職員へ IMS 機材を使って撮影方法を習得するための研修計画を策定し、訓練・指導を実施する

モバイルマッピング・システムに関する ANE の知識・技術が醸成されるとともに、ANE が独自にモザンビークにおいて、モバイルマッピング・システムを活用していくための体制（予算・人員体制）が検討される	2-2 IMS の処理ソフトウェアの作業マニュアルを構築し、ANE へ処理ソフトウェアの使用方法を習得するための研修計画を策定し、訓練・指導を実施する
	2-3 将来的に ANE がローカル企業に機材・ソフトウェアを貸出し、外注することを想定し、ローカル企業に対して、MMS の講習会を行い、実施できる企業をつくる
	2-4 ANE が撮影・処理作業を外注できるように発注仕様書（案）の作成を指導する
	2-5 ANE における作業指示・記録方法の確立を支援する
	2-6 MMS を持続可能なシステムにするためのシステムの維持管理費用の確保、実施体制の構築を支援する
	2-7 本邦での道路維持管理の方法を学ぶため、本邦受入活動計画を策定し、本邦受入活動を実施する
	2-8 ANE が IMS/HIMS を活用し、道路維持管理に関する予算計画書、人員配置計画の策定支援を行う
成果 3： 【普及（ビジネス展開計画策定）】 モバイルマッピング・システム普及のための事業展開計画が策定される	3-1 ANE によるこれまでの道路施設管理方法や道路性状把握方法を理解し、IMS ビューワー（ALV）を用いた改善方法を議論し、IMS の活用計画を策定する
	3-2 ANE の地方事務所に展開する方法について、導入計画を策定するとともに、維持管理計画を策定する
	3-3 道路維持管理以外のインフラ維持管理にも普及させるための普及活動計画を策定しビジネスモデルを構築する
	3-4 CENACARTA（国土地理院）の検証を受け、測量機器として認定してもらう
	3-5 Municipality 及び Maputo Sul（環状道路管理会社）への普及計画を策定する
	3-6 鉄道公社（CFM）への営業展開を強化し、活用策を提案する
	3-7 MITADER（環境庁）へ移転補償対象の家屋同定・測量への活用を提案する
	3-8 上記の活動結果を踏まえ、モバイルマッピング・システム普及のための事業展開計画が策定される

実施体制は、下図を想定している。



出典：JICA 調査団

図 5 実施体制図案

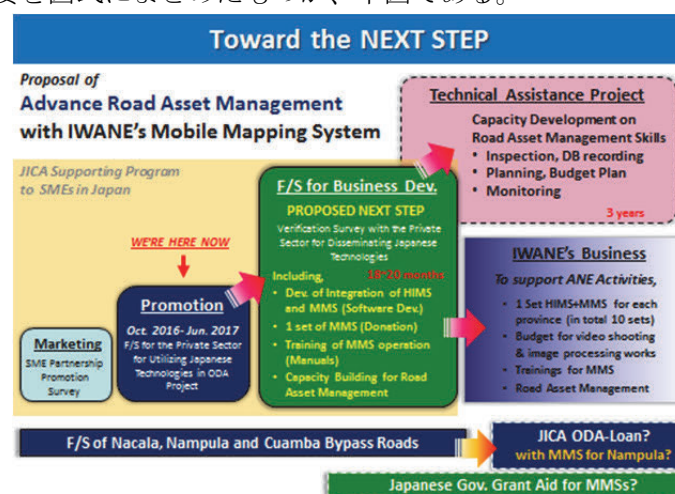
(2) 本提案事業後のビジネス展開

普及・実証事業後は、他の ODA スキームとの連携により、IMS を活用した道路維持管理の高度化を図るとともに、岩根研究所のモザンビークにおけるビジネス展開を図りながら、モザンビークにおけるインフラ施設の維持管理の高度化に貢献していく。

以下に、ビジネス展開の概要を示す。

- 案件化調査および普及・実証事業後には、本格的に岩根研究所自身がビジネス展開をしていくことを軸とする。
- 並行して実施中のナカラ回廊道路のフィージビリティ調査が、円借款事業にまで至った際には、ナカラ回廊上のナカラ港アクセス道路の円借款のソフトコンポーネントを活用して、IMS 一式の導入と As built drawings に替わる As built video の実現が可能となる。
- 普及・実証事業での 1 式（マプト）、円借款事業での 1 式（ナンプラ州）で賄えない州に関して、例えば、外務省のノンプロ機材無償等の活用も期待される。
- その他、世銀等をはじめとする他ドナーの Technical Assistance (TA) 予算により、他州分の IMS 購入や、州とのネットワーク構築を実現させる可能性もある。特に JICA は、既に 2011 年～2014 年に ANE に対して、「道路維持管理能力向上プロジェクト」（技術協力プロジェクト）を実施しているが、継続して道路管理に関する能力開発を実施することが、相手国の実施能力を持続するために重要と考えられる。そのため、他ドナーも含めた TA が普及・実証事業に併行して、展開できることが望ましい。この中での IMS 機材・地方事務所とのネットワーク構築が支援できることを期待する。
 - 点検・調査技術（IMS/その他 ANE 機材を使った情報による道路性状分析）
 - 計画立案技術・維持管理予算計画技術（HDM-4 による科学的分析）
 - 維持管理業務の発注・モニタリング技術（IMS/GIS が効果的）

以上の概要を図式にまとめたものが、下図である。



出典：JICA 調査団

図 6 案件化調査からの事業展開イメージ（道路維持管理に関わるもの）

(3) 有償資金協力

JICA にて実施中の道路整備事業の円借款事業が採択された際には、供用時完成図面（As Built Drawing）の替わりとなる計測可能な供用時完成映像ビデオ（As Built Video）として、円借款事業にスペックインさせることが考えられる。また、ANE による道路管理システムとの統合に関する開発費用も円借款事業のソフトコンポーネントを含めることにより、この先のナカラ回廊全線の管理用として、パイロット的に収めることが可能となる。

上記の背景のもと、有償資金協力の機材およびソフトコンポーネントとして盛り込むことで、質の高い、完成時の出来形の適切な把握と、その後の道路管理の活用をできるようにする。また、「情報化施工」の実施との組み合わせにより必要とされる、測量基準点のベンチマークを道路に埋め込むことにより、今後のナカラ回廊全体の道路管理システムへの発展や、道路沿いの測量精度を向上させ、沿線開発計画策定時に有効な地理情報の提供を可能とする。

(4) 技術協力プロジェクト

技術協力プロジェクトとしては、以下の可能性が考えられる。

- ・ ナカラ市で問題となっている Erosion（土壌侵食）の状況把握に関する技術協力
- ・ 道路・橋梁維持管理能力向上への適用

ナカラ市役所が抱える問題として土壌侵食の急激な進展が挙げられており、この状況の把握と対策に対する技術支援が要請されていると聞いている。IMS が沿道のみならず上空（ドローン等）により撮影することができれば、現状の把握とともに、その計測機能を使用した技術協力（防砂対策、洪水調整対策）に活用可能であると考ええる。

また、ANE や Maputo Sul における道路・橋梁維持管理において、特に、ナカラ回廊をはじめとした国際幹線道路の整備、および、一部区間の有料道路化への政策に適用した適切な道路管理が求められている。そこで、技術協力プロジェクトとして、道路・橋梁維持管理業務における、①効率・効果的な路面性状調査および橋梁健全度調査の実施能力の向上（外部委託方法の確立と検収能力向上を含む）、②道路管理システム上での維持管理計画策定能力向上（路面性状の予測と維持管理作業項目の分析、プログラム化）、③予算申請・執行能力の向上（州ごとに委託している現状の改善または現行システムの改善）、④維持管理作業監理およびモニタリング能力の向上、を目的として、専門家を派遣することが考えられる。

(5) 研修員受入事業

上記のいずれにおいても、政府職員の道路管理（維持管理計画・実施）の能力向上は、重要な課題である。本件業務および「普及・実証事業」を通じて、IMS のシステムが、開発途上国の道路管理システムとして有効なものと理解された暁には、課題別研修のプログラムにおける一つの講義・視察の枠として、組み込まれることが期待できる。

なお、JICA-SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）の道路アセットマネジメ

ント技術の中核人材育成プログラムを活用し、本邦の大学と連携して、モザンビークの UEM 等からの留学生を受け入れ、モバイルマッピング・システムの人材育成をするとともに、上記の道路維持管理技術の向上に寄与することも考えられる。

5. ビジネス展開の具体的計画

5-1 想定する事業計画及び開発効果

(1) 事業戦略

現地における一連の調査・意見交換の結果、機器販売、撮影、データ処理、アプリケーションの購入、業務委託等の違いにより、複数のビジネスモデルを検討した。顧客の特性により契約内容をフレキシビリティに変えていくことを想定している。

- ・ 売切りモデル： 機器、解析ソフトウェア、アプリケーション一式を販売（保守契約、トレーニング込）。取得データのセキュリティが高い場合は顧客自身で撮影・処理を望む顧客もいる（撮影を自組織内で外部委託する例もあり）。
- ・ 解析ソフトレンタルモデル： 機器、アプリケーションは販売。撮影を客先で実施。解析ソフトウェアをレンタルとして貸す（コンサルタント、測量会社向けを想定）。
- ・ データ解析請負モデル： 機器、アプリケーションは販売し、撮影までは客先で実施し、その後の画像解析を請負う。
- ・ 完全請負業務モデル： キロメートル当たり、面積当たりの画像撮影、画像解析を請け負うもの（ローカルパートナーには作業部分を提携することを想定）。

表 2 4つの販売/サービスタイプ（案）

Sales /Service Type	MMS EQUIPMENT Camera, PC, GPS, Attachments H/W warranty: 1 year Training: 2 weeks	VIDEO SHOOTING WORKS	DATA PROCESSING		IWANE's APPLICATION ALV for Arc-GIS 3 Licenses Incl. 3 year M/S
			SOFTWARE Incl. 3 year M/S	PROCESSING WORKS	
1: All-in-One	BUY	by customer	BUY	by customer	BUY
2: Rental Model	BUY	by customer	RENTAL	by customer	BUY
3: Data Processing Service	BUY	by customer	by IWANE Outsourcing		BUY
4: Turn-key Service	by IWANE Outsourcing (km based)		by IWANE Outsourcing		BUY

出典：JICA 調査団

ビジネスの広がりのイメージとしては、道路管理以外のインフラ施設の管理・計測/設計ツールとして、また、南部アフリカ共同体（SADC）等への水平展開も（より支払い能力が高い南アフリカを軸に）考えている。

(2) 海外ビジネスの事業化に向けたスケジュール

第 3 回現地調査までに得た道路セクター以外の顧客候補からの注文を得るためには、引き続きのフォローアップを必要とする。

カウンターパートの ANE に対しては、普及・実証事業を通して、IRI データを取得するための改良や HIMS との統合を図るとともに、ANE 自身の技術的、財務的な実施能力の向上（継続的な実施能力・現地政府側の予算措置の構築）を促し、その後のビジネス展開を確実なものにしていきたい。また、ANE を通じたモザンビーク国内の他セクターへの紹介をはじめ、ANE での実装や活用状況をもって、隣国への紹介を依頼し、水平展開段階においては本格的な隣国展開を目指したい。

表 3 事業スケジュール（案）

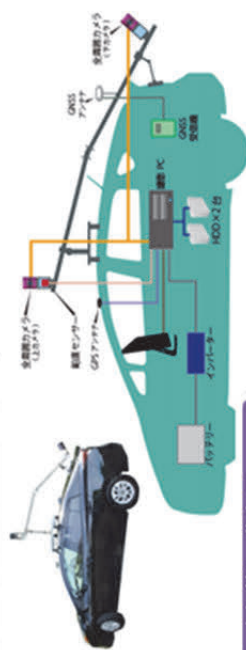
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
案件化調査									
普及・実証		ANE本部へ機材提供							
第1段階		ANE各州事務所への展開							
第2段階		他の官庁や民間企業への展開							
水平段階						周辺国への展開			

出典：JICA 調査団

モザンビーク国 モバイルマッピング・システムを活用した 適切な道路維持管理手法の導入に関する案件化調査

企業・サイト概要

- 提案企業：株式会社 岩根研究所
- 提案企業所在地：北海道札幌市
- サイト・C/P機関：マプト市・ナカラ回廊/道路公社 (ANE)



モザンビーク国の開発課題

- 道路網整備に伴う維持管理機材や能力の不足
(特に、経済回廊開発に伴い重要性が高まる)
- 道路の状態の把握・管理を適切に行うこと
①信頼性の高い道路性データを効率的に収集することが困難
②道路維持管理の実務に適したデータベースが未整備

中小企業の技術・製品

岩根モバイルマッピングシステム (IMS)

- 道路の状況を『全周映像』として撮影するシステム
- 映像を処理することで、位置情報や三次元的な空間をPC上で計測・把握が可能となるシステム

調査を通じて提案されているODA事業及び期待される効果

- 現地道路公社で試用することで、現地事情に即したシステムを模索。ナカラ回廊上で整備が期待される新設道路 (ナカラ) を対象とした普及・実証活動。IMS導入による効率・効果的な道路維持管理手法の提案。
- 効率的な精度の高い道路維持管理データの収集、映像と位置情報を含む維持管理データベースの構築によりナカラ回廊が継続した効果 (役割) を果たすために必要となる、持続可能な道路管理の実現に貢献する。

日本の中小企業のビジネス展開

- 現地 (アフリカ南部地域) での販路拡大 (ANE各州事務所、他の官庁、民間企業のアセット管理への展開)
- 現地でのニーズやコストをふまえたレンタル方式の導入、アプリ力向けの安価版システムの開発
- 調査で得た知見をもとに、技術面やコスト面で差異・競争力を持つシステムを開発し日本等に適用

はじめに

1. 調査名

モザンビーク国モバイルマッピング・システムを活用した適切な道路維持管理手法の導入に関する案件化調査

Feasibility Survey for Advanced Road Asset Management by Japanese Mobile Mapping System and Technology

2. 調査の背景

モザンビークは、インド洋に面した 2,500 キロの長大な海岸線を有し、ジンバブエ、マラウイ、ザンビアといった内陸国のゲートウェイとして地理的要衝に位置する。モザンビーク ANE (Administração Nacional de Estradas:道路公社) は、道路セクターにおける中長期的な政策目標として、道路セクター戦略計画 (RSS) (2007～2014 年) を策定しており、効率的、動的、独立的かつ問題対応力がある道路管理システムを構築することを全体目標とし、道路の維持管理を通じた資産価値の保持に高い優先順位を与えている。とりわけ地方部の開発の遅れが顕著であり、地域経済の活性化に取り組む必要性が高い。

上記の状況を受け、我が国は、2011 から 2014 年まで「道路維持管理能力向上プロジェクト (技術協力プロジェクト)」を実施し、ANE の道路維持管理能力にかかるキャパシティデベロップメントを実施した他、北部地域のナカラ回廊の経済発展に必要な、道路インフラを含む基礎インフラの整備に向けた支援を進めている。

回廊地域の経済発展を支える基礎インフラを保持する上で、道路の適切な維持管理における信頼性の高い道路性状データの効率的な収集が課題となっているものの、同地域は首都マプトからは遠隔地であり、政府機関等の維持管理能力の不十分さから、データの効率的な収集の欠如、及び道路維持管理実務の使用に適したデータベースの未整備により、適切な道路の維持管理が緊喫の課題となっている。

3. 調査の目的

本案件化調査は、上記を背景にして、モザンビークにおいて (株) 岩根研究所が所有する技術である『岩根モバイルマッピング・システム』 (以下、IMS と称す) について、①製品の試用による検証及び市場調査、②事業展開にあたってパートナーとなる現地企業の調査、③普及・実証事業の検討 (実施内容、事業実施体制等) を通じて、本技術が、モザンビークの ANE における予防的・かつ効率的な道路維持管理に効果があることを示し、ODA を通じた提案製品の現地活用可能性及びビジネス展開にかかる検討を行うことを目的とする。

4. 調査対象国・地域

モザンビーク共和国 マプト及びその近郊、ナカラ回廊上の主要都市 (ナンプラ、ナカラ)

5. 団員リスト

調査団員氏名	所属	担当分野
秋山 正樹	株式会社岩根研究所	業務主任
関口 隆	株式会社岩根研究所	副業務主任/提案商品の試用/製品仕様検討
照木 裕	株式会社岩根研究所	提案商品の試用/製品仕様検討
浅田 薫永	株式会社オリエンタルコンサルタンツグローバル	チーフアドバイザー/普及・実証事業計画
山田 薫	株式会社オリエンタルコンサルタンツグローバル	パートナー調査/各種調整
松沼 毅	株式会社オリエンタルコンサルタンツ	政策調査/市場・ニーズ調査/ビジネス展開検討
川村 彰	国立大学法人北見工業大学	アドバイザー

6. 現地調査工程

第1回現地調査

調査団員氏名	所属	担当分野	調査期間
秋山 正樹	株式会社岩根研究所	業務主任	2016年10月8日~10月22日
関口 隆	株式会社岩根研究所	副業務主任/提案商品の試用/製品仕様検討	2016年10月8日~10月22日
浅田 薫永	株式会社オリエンタルコンサルタンツグローバル	チーフアドバイザー/普及・実証事業計画	2016年10月8日~10月20日
山田 薫	株式会社オリエンタルコンサルタンツグローバル	パートナー調査/各種調整	2016年10月7日~10月23日
川村 彰	国立大学法人北見工業大学	アドバイザー	2016年10月8日~10月13日

日付	訪問先	活動概要
10/9(日)	到着	ANE 職員から空港税関に一時輸入申請の提出がなされたため、スムーズに現地入りができた。
10/10(月)	ANE Director General	- 案件化スキームの紹介 (JICA) - 本件の概要・スケジュールの説明/ANE 担当者の配置 - 岩根研究所の技術紹介 (IMS、道路維持管理への適用) - テスト走行区間の確認 (環状道路に加えて N2-N3 も実施) - セミナーの日程・準備の確認 (10/20 に決定)
	JICA モザンビーク事務所	活動概要の報告、JOCV の紹介
	日本大使館	活動概要の報告、訪問先の紹介
10/11(火)	Road Fund	- 総裁を含む関係者に今回のスキーム・岩根研究所の技術を紹介 (MMS、道路維持管理への適用) - 測量会社等の紹介を約束
	現地測量会社 (TECNICA)	- モザンビークでの測量分野/MMS に関するビジネス環境 - パートナー会社としての可能性に関する議論

	Eduardo Mondlane Univ.	Prof. Marcio Mate（情報地理学科長）に対して IMS/GIS の技術を紹介。大学連携を検討されとのこと。
	AME: IMS の設置、テスト計測準備、ANE 道路維持管理ツール	- ANE 車両への機器据え付け調整、マプト環状道路でのテスト計測に関する許可取得（Maputo 南部開発公社の所管道路） - 世銀支援の維持管理システムの現状把握
10/12(水)	テスト計測-1 (マプト環状道路)	Maputo 南部開発公社の職員も同行し、片道 30km 強を往復試走。ANE H.Q.屋上に基準点設置
10/13(木) 川村教授 離国	CFM（鉄道公社）	- 技術紹介。レール点検等への適用に関する意見交換 2,000km 強の線路状況の把握や、ROW 内への立地状況の確認に使えるであろう（点検車両を後日視察）。 - 鉄道の維持管理に関する年間費用を把握 - 理事会への説明を行うための資料提供が要請された
	GIS 会社（GIMS）	- モザンビークの GIS 整備・活用およびビジネス環境、南アの GIS ソリューション会社との連携の可能性 - セキュリティ：KOICA がマプト・マトラの CCTV/ナンプレ - センサス調査：300 タブレットを用いた調査 - 市は 5cm 誤差での土地区画の確定をしたがっている
	データ処理/ 基準点設営	前日のデータ処理/ 翌日の基準点設営（Boane）
10/14(金)	テスト計測-2 (N2)	- Matora - Boane - Nammasha 全線（75km）を実施 - GCP 有無/天候/カメラ解像度などの違いを試した
	Edgar Cardoso	- モザンビークのビジネス環境、技術紹介をもとにした意見交換 - ガザ州での 200km の道路維持管理の可能性あり。
	GEO SYSTEMS (ライカ代理店)	モザンビークでのカメラ需要。請負計測業務の可能性
	三井物産	モザンビークのビジネス環境、技術紹介をもとにした意見交換
	住友商事	モザンビークのビジネス環境、技術紹介をもとにした意見交換
10/15(土)	ナンブラ森本隊員 (農業土木)	- 北部のナカラ回廊地域の状況 - 溜池整備における技術の適用可能性
10/16(日)	ナカラ藤田隊員 (行政サービス)	- ナカラ地域の自治体・市民の意識の把握 - ナカラ港アクセス道路沿いのバージ発電鉄塔の位置同定
10/17(月)	ANE	- 本邦受入活動時期・参加者の確定 - 道路維持管理の予算額、過年度執行額の情報収集（1 月末） - 世銀のドローン調査（ザンベジ、ナンブラ）の第二次調査が 10/21 以降となる（第一次レポートを共有予定） - 現行の道路管理システム（SATLA（インド）、I-MAN Pvt. Ltd.）への拡張性が鍵。 - ANE の各州の維持管理コンサルタント（Consultec, CPG, COTOPI, Royal Aston, Scott Wilson, Stange）

	Eduardo Mondlane Univ.	Prof. Doutor Antonio Matos, Direccao Patrimonio e Desenvolvimento Institucional Faculdade de Engenharia
10/18(火)	千代田化工	モザンビークのビジネス環境、技術紹介をもとにした意見交換
	GAZEDA	ナラ総裁への挨拶、近況の確認
	新日鐵住金	モザンビークのビジネス環境、技術紹介をもとにした意見交換
	三菱商事	モザンビークのビジネス環境、技術紹介をもとにした意見交換
	JETRO ヨハネス支店	モザンビークのビジネス環境、技術紹介をもとにした意見交換
10/19(水)	公共事業住宅水資源省 (MOPWH)	- Humberto Gueze 計画調整局長への技術紹介 - 省内局長会議での議論や、次回渡航時に関係部署を集めてプレゼンをしてほしいとの依頼あり。
	DINAT (土地局)	DINAT の現場同定作業の省力・迅速化に使えないか。パイロットエリアで試してほしいとの依頼あり。
	CENACARTA (国土地理院)	- マプト市内の市街地図の作成・更新に活用できないか。 - 地図作成のツールとして興味を持っている様子
	CFM(2)	CFM が保有するレール点検車両を確認 (MMS の機器取り付けが可能かを確認)
10/20 (木)	セミナー	- ANE 会議室にて第 1 回現地調査の試走結果や実機を紹介 - ANE および対外関係機関 35 名超 - ANE の道路管理システムの紹介も行った
	JICA モザンビーク事務所	活動報告 (所長、次長、担当)
10/21 (金)	離国	高額・光学機器のみを持ち帰ることで、ANE 職員による税関への説明をしてもらった後、無事に出国できた (残りは ANE で保管することを税関に ANE が申請済み)

第 2 回現地調査

調査団員 氏名	所属	担当分野	調査期間
秋山 正樹	株式会社岩根研究所	業務主任	2017 年 1 月 16 日~1 月 28 日
関口 隆	株式会社岩根研究所	副業務主任/提案商品の試用/製品仕様検討	2017 年 1 月 16 日~1 月 28 日
浅田 薫永	株式会社オリエンタルコンサル タンツグローバル	チーフアドバイザー/普及・実証事業計画	2017 年 1 月 16 日~1 月 28 日
山田 薫	株式会社オリエンタルコンサル タンツグローバル	パートナー調査/各種調整	2017 年 1 月 16 日~1 月 28 日
松沼 毅	株式会社オリエンタルコンサル タンツ	政策調査/市場・ニーズ調査/ビジネス展開検討	2017 年 1 月 16 日~1 月 28 日

日付	訪問先	活動概要
1/17 (火)	到着	ANE 職員が空港税関に一時輸入申請を提出してくれたため、スムーズに現地入りができた。
	ANE Coanai 計画局長	- 第 2 回現地調査スケジュールの確認・アポイント調整 - 本邦受入活動時期・参加者の確定、手続きの説明
1/18 (水)	JICA モザンビーク事務所	- 第 2 回現地調査活動の予定報告 - 本邦受入活動の内容及びレター発出の確認 - 今後の展開（普及・実証事業等）に関する意見交換
	CFM（鉄道公社） テスト計測準備	- 試走に関する調整、今後の展開に関する意見交換 18 日機材据え付け・準備、19 日調査実施 - 試走結果の理事会プレゼン（1/24）の調整を依頼
1/19 (木)	CFM:テスト計測	- CFM の検査車両に MMS 機材を設置 - Machava 駅→Maputo 中央駅間の片道 10km を試撮影
	ステンレス業者	Machava 駅にて機材を見てもらい見積もりを依頼。
	ANE	本邦受入活動者（ANE: Mr. MAHOMED Leonel Hamid、Road Fund: Mr. MAMBO Antonio de Jesus Felix）と面談。招聘プログラム概要、申請 Form、ビザ取得、黄熱病接種等を説明
	現地測量会社 (TECNICA)	- モザンビークでの測量分野/MMS に関するビジネス環境の情報収集 - パートナー会社に関する MoU の議論
1/20 (金)	日本大使館	- 第 1 回現地調査の進捗と第 2 回現地調査の予定、今後の展開の報告 - ノンプロ無償の可能性についての意見交換 4 月のセミナーの会場等の情報提供
	三井物産	モザンビークのビジネス環境、技術紹介をもとにした意見交換
	その他	4 月のセミナーの会場視察（INDY Village conference, POLANA Celena Hotel）
1/21 (土)	データ処理	鉄道公社 試走データの解析処理
1/22 (日)	マプト市内（映像会社）	プレゼン用ビデオ撮影協議
	方針整理・資料整理	今後のビジネス展開、普及・実証事業に向けての団内協議、資料整理
1/23 (月)	ANE DIPLA Mr. Leonel Hamid Mahomed Mr. Manuel Tangune	- MMS テンポラリーViewer の ANE の PC へのインストールと操作方法の講義（最終的に 3 台にインストール） - 道路情報管理システム（HIMS）の概要把握、連携方法の議論
	ANE Mr. Calado Ouana Dept. of Road Network Management	- アニバル氏の後任（元計画局長） - 第 2 回現地調査の概要説明 - 他ドナーの道路維持管理に関する情報提供
1/24 (火)	公共事業省 (MOPH&RH) 計画調整局	- 第 1 回・第 2 回現地調査概要の説明 4 月時のセミナーへの参加依頼（上水道関連への適用可能性）関連機関への招待の約束取り付け

	Humberto Gueze 局長	
	Eduardo Mondlane Univ.(UEM), Dept. of Mathematics & Informatics Prof. Andrey, Prof. Mathe	・ 東大柴崎先生と連携中の学部 ・ 本システムへの興味と、共同研究、講座での使用、学生の育成などについての議論を実施。 ・ UEM とスウェーデンの大学との共同研究テーマへの可能性
1/25 (水)	ANE Coanai 計画局長 (総裁への報告)	・ 第2回現地調査結果の概要報告 ・ 今後の展開・普及実証事業への参加に関する意見交換 ・ 現行の道路管理システム (HIMS) との連携への意見交換 ・ 4月のセミナーの開催内容についての意見交換 ・ 本邦受入活動に関する手続きの確認 ・ 世銀の TA に関する情報提供あり
	Maputo Municipality Vidical インフラ整備局長 Fonseca 議員	・ 都市計画局 (GIS 担当)、インフラ整備局 (道路)、交通局 (信号・標識) がある。 ・ 舗装道 550km、未舗装 580km を管理している。 ・ 試撮影の要請あり。
	CFM 技術部への説明	・ 総裁交代が原因で、理事会でのアレンジができなかった。 ・ 試撮影の結果をプレゼン・質疑応答 ・ 技術部としては了解。理事会に提示するとのこと。
1/26 (木)	IMS ビューワーの使用方の説明	・ 本邦受入活動対象者 (Leonel 氏) に説明 ・ HIMS 関連資料の入手
	ANE-DIMAN (維持管理局) 局長 Ms. Irene Langa Simoes	・ ANE の維持管理方法 (現状、検討中の改善案) の確認 ・ 技術概要の紹介 ・ 第2回現地調査結果の報告・次回議論の約束取り付け
	GIMS	・ GIS 市場の確認 ・ セミナー参加依頼
	JICA モザンビーク事務所	・ 第2回現地調査結果の報告 ・ 普及・実証事業への挑戦に向けて ・ その他の活用場面 (特に移転補償対象の家屋同定について)
1/27 (金)	離国	・ 高額・光学機器のみを持ち帰る (残りは ANE で保管することを税関に ANE が申請済み)

第3回現地調査

調査団員 氏名	所属	担当分野	調査期間
秋山 正樹	株式会社岩根研究所	業務主任	2017年4月15日~4月29日
関口 隆	株式会社岩根研究所	副業務主任/提案商品の試用/製品仕様検討	2017年4月11日~4月29日
浅田 薫永	株式会社オリエンタルコンサル タツググローバル	チーフアドバイザー/普及・実証事業計画	2017年4月13日~4月18日,

			2017年4月21日~4月25日、
山田 薫	株式会社オリエンタルコンサル タンツグローバル	パートナー調査/各種調整	2017年4月11日~4月25日
松沼 毅	株式会社オリエンタルコンサル タンツ	政策調査/市場・ニーズ調査/ビジネス 展開検討	2017年4月14日~4月25日
川村 彰	国立大学法人北見工 業大学	アドバイザー	2017年4月14日~4月18日

日・曜日	訪問先	活動概要
4/12（水）	到着	・ ANE 職員が空港税関に一時輸入申請を提出してくれたため、スムーズに現地入りができた。
	セミナー会場（INDY HOTEL）	・ セミナーに関するホテルとの打合せ
4/13（木）	ANE Coanai 計画局長	・ 第 3 回現地調査スケジュールの確認（セミナーの段取り、IRI 計測区間の調整、ANE 計画局の状況把握）
	セミナー準備	・ 参加者の確定（招待状発出者への電話確認） ・ モザンビーク側のプレゼン担当者へのリマインド
4/14（金）	イースター休暇	・ セミナー準備（ロールアップ等の作成、会議室レイアウト） ・ 資料整理
4/15（土）	MMS, IRI 撮影準備（機器設置）	・ 川村教授現地入り ・ ANE 車両への MMS の設営および IRI 計測機器の設営
4/16（日）	IRI 計測	・ N1、Maputo Sul 区間の IRI 計測（含む MMS 撮影）
	セミナープレゼン準備 ・ 団内会議	・ セミナーのプレゼン資料作成及びリハーサル
4/17（月）	ANE Coanai 計画局長、 Calado Ouana 部長	・ セミナーの事前打合せ（プログラム、プレゼン、進行確認）
	日本大使館	・ 第 2 回現地調査の結果報告と第 3 回現地調査の予定、今後の展開の報告 ・ セミナーのプログラムや方針の確認 ・ ノンプロ無償の可能性についての意見交換 ・ JICA 本部同席
	セミナー会場での準備	・ セミナー会場での準備
	JICA モザンビーク事務所	・ セミナーのプログラムや方針の確認 ・ 本邦招聘の内容及びレター発出の確認 ・ 今後の展開（普及・実証等）に関する意見交換 ・ JICA 本部同席
4/18（火）	セミナーの実施	・ セミナーの実施（結果紹介、産学プレゼン、質疑応答、試乗会） ・ 大使館、JICA 事務所長、JICA 本部、ANE 計画局長（総裁代理）、Road Fund 総裁
	ビジネスマッチング	・ EDM（電力公社）との打合せ

4/19 (水)	CFM (鉄道公社)	- Director (Studies and Project in Engineering Dept) 及び職員への第2回現地調査での試撮影の結果の報告 - IMS の活用方法に関する意見交換 - 理事会でのプレゼンに向けての段取り - JICA 本部同席
	セミナー開催のとりまとめ	出席者リストの整理、開催概要のとりまとめ
4/20 (木)	ANE Coanai 計画局長	- セミナー結果の報告 - 案件化実施後の展開についての意見交換 - MaputoSul, Matola 市との面談アポの相談 - 機材持ち帰りの手続きの依頼 - JICA 本部同席
	INATTER (National Institute of Land Transport)	- 総裁とのポテンシャルニーズの確認 - 交通事故発生箇所に対する原因分析への使用の可能性 - 道路 (公共事業住宅水資源省) と連携した購入の可能性 - JICA 本部同席
4/21 (金)	Road Fund	- 総裁、監査役、維持管理計画系の Director との意見交換 - 日本政府による機器導入の支援スキーム (正式要請) の方法の紹介依頼 - 維持管理への活用の可能性 (購入 or 撮影・解析委託)
	INNAQ (Institute Nacional de Normalizacao e Quaulidade)	- 精度認定・認証に関する情報収集 (INNAQ は ISO のモザンビーク認証機関であることを確認) - 日本と同様の精度認定 (国土地理院) に該当するのは、CENACARTA であろうことを確認
	Eduardo Mondlane Univ.(UEM), Dept. of Mathematics & Informatics	- Department of Mathematics and Informatics 学部長, 教授、ドクターとの打合せ - 今後の協働ビジネス (大学による MMS の顧客・マーケット探し、MoU の締結の打診) - 人材育成 (東大や北見工業大との交換留学生の可能性) - 大使館によるノンプロ無償、JICA による中小企業普及実証など - 本システム・技術について、講義の場を提案
4/22 (土)	資料作成整理	普及実証 MoU の作成, CFM へのプレゼン資料の作成
4/23 (日)	団内協議・資料整理	- 途中経過の整理と次週のプレゼンの内容について協議 - CFM との MoU 案作成 - セミナー結果の取りまとめ (プレス案作成)
4/24 (月)	ANE 総裁	- 本件調査の成果の報告 (協力のお礼、活動概要、結果) - 今後の展開に関する意見交換
	離国 (外部人材)	機材を分割して持ち帰る
	GIMS (ESRI 販売代理店)	貸出しアプリケーションのアップデート

	CFM（計画調査部）	・ 理事へのプレゼン（No2, No3, No4 出席）
4/25（火）	CDN（北部回廊開発公社）	・ 技術マネージャーにプレゼン
	CENACARTA（国土地理院）	・ 精度認証に関する協議（方法論の回答を得た）
	EDM 南部地区の送電課	・ Director 他 計 5 名にプレゼン
4/26（水）	ANE	・ 3 台の貸出しアプリケーションのアップデート
	UEM	・ GIS 学科の 30 名の学生に対して講義を実施
	ANE	・ 計画局長と現状と今後の方針を確認
	CDN	・ 技術マネージャーへプレゼン資料を手交
4/27（木）	CFM	・ 見積書の詳細説明と購入に向けた今後の流れの確認
	ANE	・ 計画局長と MoU に関する打合せ
	JICA 事務所帰国前報告	・ 最終調査結果の報告
4/28（金）	ANE	・ 帰国前の挨拶
	離国（岩根研究所）	・ 機材を分割して持ち帰る（ANE 職員のフォロー）

7. 本邦受入活動

1) 概要

目標：日本の道路及び道路維持管理の現状とモバイルマッピング・システムの活用方法について紹介する

主な項目：

- ① 日本の道路や橋梁の構造
- ② 日本の道路維持管理の手法
- ③ モバイルマッピング・システムやドローンの活用事例

2) 受入期間： 2017 年 3 月 20 日（日）～27 日（日）

3) 参加者

- ・ Mr. Miguel Coanai, Director, DIPLA, ANE（道路公社計画局長）
- ・ Mr. Mr. Leonel Hamid Mahomed, HIMS/GIS Specialist, DIPLA, ANE
（道路公社計画局高速道路情報/地理情報システム専門官）
- ・ Mr. Antonio Mambo, Technical Auditor, Road Fund（道路基金技術監査役）

4) 日程表

日付	時刻	形態	受入活動内容	活動場所
3/20(月)	14:00 ~ 12:15	講義	ウェルカムミーティング プログラムオリエンテーション	岩根研究所本社
3/21(火)	10:00 ~ 12:15	講義	道路維持管理研修および施設・機材の見学	寒地土木研究所
	13:00 ~ 15:00	講義	次世代簡易型IRIについて Importance of Road Profiling	寒地土木研究所
	16:00 ~ 17:00	見学	地中埋設管の管内閉塞解消技術 斜張橋ケーブル検査ロボット昇降機構	北海道立総合研究機構工業試験場
3/22(水)	13:00 ~ 15:00	講義	Maintenance Management & Database in NEX交通 管制センター及び施設の見学	名古屋高速道路公社
	16:15 ~ 18:00	講義	モバイルマッピング・システムを活用した国土交通 省及び岐阜県における事例紹介	(株)ティコク
3/23(木)	9:50 ~ 12:40	講義	Digital Earth Projectにおけるモバイルマッピン グ・システム及びドローンによる測量	中部大学国際GISセンター
	16:00 ~ 17:00	実習	モザンビークにおける千代田化工建設の取組み	千代田化工建設(株)
	17:00 ~ 19:00	見学	横浜高層ビルおよび首都高速道路の視察	横浜ランドマークタワー 首都高速道路
3/24(金)	10:00 ~ 12:00	見学	モバイルマッピング・システムを活用したNEXCOにお けるデータベースシステムの事例紹介	(株)トリオン
	13:30 ~ 14:30	見学	警視庁交通管制システムの紹介	警視庁交通管制センター
3/25(土)	9:30 ~ 15:00	見学	アクアライン（海ほたるの施設館）及びレインボー ブリッジの視察	アクアライン レインボーブリッジ
	16:00 ~ 19:00	実習	研修の総括・復習	(株)岩根研究所 東京支店
3/26(日)	11:00 ~ 16:00	見学	都内視察：国会議事堂、皇居、東京駅、ゆりかも め、お台場（最新自動車）	

第1章 対象国・地域の現状

1-1 対象国・地域の政治・社会経済状況

モザンビーク共和国は、アフリカ大陸南東部に位置する面積 79.9 万 km²（日本の約 2.1 倍）の共和制国家である。南に南アフリカ共和国、南西にスワジランド、西にジンバブエ、北西にザンビア、マラウイ、北にタンザニアと国境を接し、モザンビーク海峡を隔てて東にマダガスカルとコモロが存在する。人口は約 2,722 万人（2014 年世銀）で、首都マプトには約 288 万人が住む。

旧ポルトガル植民地であり、1964 年からモザンビーク独立戦争を戦い、1975 年に独立を達成した。独立後も 1977 年から 1992 年までモザンビーク内戦が続いた。内戦終結後は好調な経済成長を続ける反面、HIV/AIDS の蔓延が問題となっている。ポルトガル語諸国共同体、ポルトガル語公用語アフリカ諸国の加盟国である。隣接国が全て英語圏の国家であるため、1995 年からイギリス連邦に加盟している

モザンビークは、過去 5 年間に亘り、GDP 成長率平均 7.5%（IMF）の高成長を維持しており、安定した政治、近年発見された天然資源の存在、農業開発の加速化等により、今後とも安定的に発展していくことが見込まれる。このような状況下、日本企業を含む外国企業の投資先として、モザンビークへの関心は高まっており、石炭、天然ガス、木材等の天然資源を原料にした鉱工業や、農業を中心にビジネス機会が模索されている。

他方、2016 年に入り、財政悪化や信用不安等が顕在化し、4 月には 13 億 5,000 万ドルに上る「隠し債務」が明らかになった。これを受け、IMF や世界銀行、英国等が財政支援を凍結している。債務問題による実体経済への影響として、通貨安、インフレ率の上昇、金利の上昇が既に発生しており、財政面では歳出の 10%削減が政策として打ち出されている。

1-2 対象国・地域の対象分野における開発課題

国道・地方道を管理している ANE は、道路セクターにおける中長期的な政策目標として、道路セクター戦略計画（Road Sector Strategy：以下 RSS と称す）（2007～2014 年）を策定しており、道路セクターの計画と開発に対して、以下の戦略が設定されている。

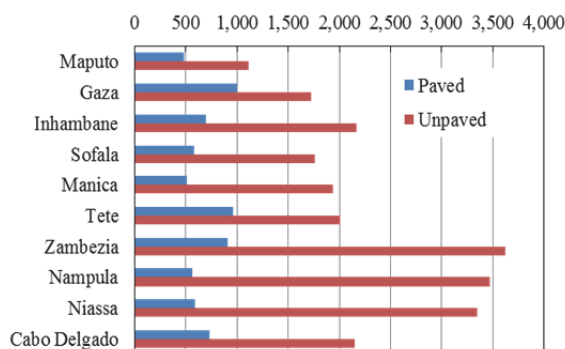
- 1) 持続可能性：継続的に更新、修復されること
- 2) 接続性：主要地点を結ぶ重要な道路リンクの特定とこれらのリンクを強化するための開発をおこなうこと
- 3) 近接性：全国民に最低限またはより良いアクセス性を提供すること
- 4) アセット保全：インフラ投資が修繕不足によりその効果を失わないための修繕
- 5) 事業の優先順位付けを行うこと
- 6) 通年通行性への強化：既存道の劣化により主要な道路システムから切り離されたコミュニティに対しても最低限のアクセス機能を提供すること
- 7) 維持管理の容易性の確保：維持管理をより簡単で安価にするための設計時における道路

線形、使用材料を改善すること

一方で、維持管理に関する予算は道路基金から配賦されており、一般税収、燃料税・有料道路料金・道路課徴金等からなる目的税、および、他の税収から構成されており、2014 年の全体予算額は 2.05bil. MZM（約 71 億円: 2014 年レート）であり、そのうち、国道（道路・橋梁）の維持管理は 0.59 bil. MZM（約 29%）

（約 20 億円）となっている。（各州 2 億程度）。2013 年の道路管理延長は、

30,464km のうちわずか 24%の 7,344km が舗装済であるが、将来的に道路整備が進み、舗装延長が延びることが予見されており、道路維持管理業務が増大することが予測され、今後効率的な、かつ予防的維持管理の視点を持ち、また、十分な問題対処能力を有する道路維持管理システムを構築することが、道路の適切な維持管理を通じた回廊地域の経済発展を支える基礎インフラを保持する上で、喫緊の課題となっている。



出典: ANE 資料, 2015 年, 2014 下半期

図 1-1 州ごとの舗装/未舗装の延長

1-2-1 道路維持管理に係る課題

(1) 信頼性の高い道路性状データの効率的な収集

モザンビークでは、国際ラフネス指数（IRI）等の道路性状データを収集し、それに基づいた維持管理計画の立案と維持管理の実施を目指している。これまでの実績としては、世銀の支援により IRI、わだち、ひび割れを、カメラや GPS を搭載した調査車両で取得したデータを基にした道路情報管理システム（HIMS）が構築されたところである。具体的には、HIMS は、デンマークの Ramboll 社とインドの SATRA I-MAN Pvt. Ltd. が 2010 年に開発を開始し 2011 年に完成したものであり、その後、追加撮影業務と技術移転等の追加投入を経て、2016 年 12 月にすべてのプロジェクトが終了したとことが分かった。撮影は、2010 年と 2015 年に 2 回実施され、2010 年は舗装・未舗装すべて 3 万キロ、2015 年は舗装区間のみの 6 千キロが対象となっている。

HIMS は、SQL のデータベースであり、道路・舗装・交通・橋梁・事故等の情報を保管する、いわゆる「箱」の機能である。また、HIMS は、維持管理計画を立案するために、世銀にて開発された HDM-4（Highway Design and Maintenance Standards Model）に必要なデータセットをエクスポートする機能を有するが、ANE の担当者によると、HDM-4 はまだトレーニング段階で本格的に使われていないとのことであった。また、1 年に二回、目視点検による HIMS への情報のアップデートを試みているが（舗装・未舗装すべて）、撮影データについては、現状では ANE 独自で行うことは、予算面でも技術面でも実施できていないと考えられる。なお、前回の撮影から処理までの工程に（2015 年）6 か月かかった（3 か月撮影、

3 か月処理）ことから、持続可能で効率的な道路性状データの収集を ANE 自身が行うには課題が多い状況である。

(2) 道路維持管理実務の使用に適したデータベースの整備

ANE が使用している道路維持管理データ（道路性状データ含む）は、基準点からの距離（キロポスト）で管理されているのみであり、実際に補修が必要な場所の具体的な地点や箇所を道路管理者と点検業者・施工業者の間に共有することが難しい状況である。

1-2-2 その他、道路行政・管理に係る課題

(1) 災害時の被害状況把握や対策立案のための道路台帳の整備

モザンビークでは、雨期に河川の氾濫等による落橋・盛土崩壊箇所が国道上で頻繁に発生する。このような場合、被害の規模・地点・被害状態を迅速に把握・共有し、対策を立案・実施することが重要であるが、それらに必要となる道路現況（台帳）も整備できていない。

(2) 拡幅・新設道路整備時の移転家屋への対応（移転家屋ビジネスへの対応）

モザンビークでは、道路や鉄道の拡幅・新設時に移転対象となる家屋として不法建築を行い、移転補償を不当に受けようとする移転家屋ビジネスが現実に起こっており、ANE も今後の道路整備時に起こりうるのではないかと危惧している。この問題は、計画路線の現場での測量活動時に地元コミュニティとの関係で、どの程度の情報を共有するかの問題であるが、検討段階での情報流出を防ぐ工夫が求められている。

特に、第 2 回現地調査にて、鉄道公社に対する紹介および試撮影の過程で、鉄道公社から、既存路線の改良に関するドナー支援を受ける際に、沿線の ROW（Right of Way）である 50m の間に、どの程度の不法占拠家屋が存在するかを数週間程度で整理することが問われ、人の踏査による実施では間に合わないことから、支援を受けることを見合わせたこともあり、このような IMS にて、50m 未満の家屋の同定が出来れば、より迅速にかつ精度をもった沿線状況の把握と、プロジェクト支援を得ることができるとしたニーズが示された。

1-3 対象国・地域の対象分野における開発計画、関連計画、政策（外資政策含む）及び法制度

1-3-1 開発計画、政策

ANE は、道路セクターにおける中長期的な政策目標として、道路セクター戦略計画（RSS）を策定しており（2007～2014 年が最新。現在、EU の支援のもと、RSS の最新版の完成に向けて作業中であることが判明した。）、効率的、動的、独立的かつ問題対応力がある道路管理システムを構築することを全体目標としている。また、この中では、道路の維持管理を通じた資産価値の保持に高い優先順位を与えている。また、中期計画のローリ

ングプランとして、道路セクター統合プログラム（PRISE）が存在し、予算配分計画や財源等が検討されている。道路維持管理については、ANE 内部の維持管理局（DIMAN）が所管している。ANE の諸活動の予算は、道路基金（Road Fund）から付与されており、道路維持管理に関しては、近年、有料道路制度の採用による維持管理予算の特定財源化の政策議論がなされている。

1-3-2 対象国に対する我が国開発協力方針

2013 年 3 月に、モザンビーク共和国に対する我が国の開発協力方針が発表されている。

開発協力の基本方針（大目標）： 潜在力を活かした持続可能な経済成長の推進と貧困削減

重点分野（中目標）

- ①回廊開発を含む地域経済活性化、
- ②人間開発、
- ③防災・気候変動対策

本提案製品・技術は、以下に示す事項により、援助の基本方針及び重点分野のうち、①回廊開発を含む地域経済活性化 や ③防災・気候変動対策 に十分貢献できると考える。以下にその理由を述べる。

(1) 回廊上の舗装道路の維持管理の実現による、回廊開発・地域経済の活性化に必須な基礎インフラ施設（道路インフラ）としての持続的な提供の実現

日本政府が支援中の「ナカラ回廊」地域の道路は、北部地域（首都から 1,500km 以上）のナンブラ州およびニアサ州にまたがっており、ナカラ港を起点として、内陸国であるマラウイ国とザンビア国まで至る国際回廊としての性格も有している。

JICA は、この回廊に対しては、これまで、ナンブラ〜クアンバまでの 350km の道路に対して、未舗装道路を全天候型（DBST 舗装）に改善する事業を、F/S（JICA 予算）、D/D（見返り資金）、実施（AfDB への協調融資）で支援している（3 工区中 2 工区完了）。また、引き続き内陸側のクアンバ〜マンディンバ〜リシंगा区間も、F/S（JICA 予算）、D/D（見返り資金）を実施し、その一部区間は円借款事業で実施中である。これに加えて、現在、JICA の準備調査にて、外部人材である㈱オリエンタルコンサルタンツグローバルが、ナンブラ、ナカラ、クアンバにおける新設道路（バイパスや港湾アクセス道路）の整備計画（フィージビリティ調査）を実施している。このように、国際回廊として整備が完了された際は、内陸国向けの大型貨物車両の増加が想定される。これまで多くの舗装道路を管轄しておらず、かつ本部（首都）から遠隔地である両州では、維持管理の負担が大きくなることが予想される。本提案製品・技術は、国際回廊開発や回廊地域の経済発展のための基礎インフラ（物流基盤）としての役割を継続的に維持するため寄与できると考える。

(2) ナカラ回廊上の自然災害等に対する迅速な災害復旧時に貢献

前述のとおりモザンビークは、雨期に河川の氾濫等による落橋・盛土崩壊箇所が国道上

で頻繁に発生する。このような場合、いち早く被害の規模・地点・被害状態を迅速に把握・共有し、対策を立案・実施することが重要である。本提案製品・技術は、洪水等の災害後、車両、もしくは歩行または空から映像を撮影することさえできれば、本部事務所において、映像データを共有・分析することで、洪水時の道路の被害位置や規模を迅速かつ正確に把握することができ、災害復旧のための支援に寄与できると考える。

1-4 対象国・地域の対象分野における ODA 事業の先行事例及び他ドナー事業の分析

1-4-1 我が国の ODA 事業概要

ANE が所管する道路セクターに対する我が国 ODA 事業は、これまでに以下に示す事例が存在する。

- 現在のナカラ回廊を構成する国道 13 号（当時は国道 8 号）上のナテテ橋の再建を含む、「第二次幹線道路橋梁再建プロジェクト」（無償資金協力）（2000 年 9 月に交換公文（E/N）署名）
- 「クアンバーナンプラ間道路改善計画調査」（開発調査）としてのフィージビリティ調査（2006 年 9 月～2007 年 9 月）と詳細設計調査（見返り資金）（2008 年～2009 年）、および、実施としての「ナンプラークアンバ間道路改善計画」（有償資金協力：アフリカ開発銀行（AfDB）および韓国輸銀との協調融資案件）（2009 年～現在も実施中）
- 「クアンバーマンディンバ及びマンディンバーリシंगा道路事業準備調査」（開発調査）としてのフィージビリティ調査（2009 年～2010 年）、および、「マンディンバーリシंगा間道路改善計画」（有償資金協力）（2013 年～実施中）
- 「ナカラ回廊経済開発戦略策定プロジェクト（PEDEC-Nacala）」（開発計画調査型技術協力）（2012 年～2016 年）
- 「ナカラ回廊道路網改善事業準備調査（ナカラ港アクセス道路、ナンプラ南部バイパス道路、クアンババイパス道路）」（協力準備調査）（2015 年～実施中）
- 「道路維持管理能力向上プロジェクト」（技術協力プロジェクト）（全国の舗装道路を対象）（2011 年～2014 年）

1-4-2 他ドナーの事業概要

ANE には、現在、世銀と EU が支援をおこなっている。以下に本調査で把握した他ドナーの事業概要を示す。

- 世銀：前述の HIMS の開発支援は、2016 年 12 月に終了した。現在は、ザンベジア・ナンプラ州のフィーダー道路の開発と、緊急復旧事業を進めている。また、技術協力（Technical Assistance: TA）として、橋梁維持管理・情報管理システムの支援を考えているとのことである。

- EU：EUのSector Budget Loanにより、公共事業省、ANE、道路基金を対象とした人材開発プログラムとして、CR/AT (Centro de Recurso Assitencia Tecnica)のインハウスコンサルタントをANEに派遣している。期間は2014/5～2017/12を予定し、支援額は2.5mil.ユーロ（3億円強）である。長期専門家3名と短期専門家の派遣で構成されている。インハウスコンサルタントへのインタビュー結果によると、ANEの道路データのGIS化およびその活用に関する提言がされたとあるが、EUとしては、その後のTAは予定されていないとのことである。また、前述のとおりRSSの最新版への改訂作業の支援も担当している。

1-5 対象国・地域のビジネス環境の分析

1-5-1 投資環境

モザンビークは、天然ガス、石炭等の鉱物・エネルギー資源が豊富であり、世界最大級の天然ガス生産案件（想定年産5000万トン）に我が国企業が参画し、かつ、大規模炭田（想定年産500万トン：2016年出炭開始予定）の権益を我が国企業が保有しているとともに、アルミニウム精錬、ウッドチップ生産等の分野で我が国企業の既存投資あることから、2013年6月TICAD V（横浜）の際に、「投資の相互の自由化、促進及び保護に関する日本国政府とモザンビーク共和国政府との間の協定（日・モザンビーク投資協定）」に署名、2014年1月の総理モザンビーク訪問時に、両国で早期発効を目指すことを確認された。これにより、投資環境の透明性、法的安定性、予見可能性が向上されると期待されている。

この協定は、具体的には、二国間の投資を促進し、投資家の権利を保護する法的な枠組みを定めるものであり、以下5点が定められている。

- ① 投資財産の設立段階及び設立後の無差別待遇【第2条・第3条】
- ② 投資財産に対する公正な待遇・十分な保護【第4条】
- ③ 投資阻害要因となり得る要求（現地調達、技術移転・使用料制限等）の原則禁止【第6条】
- ④ 正当な補償等を伴わない収用の禁止【第12条】
- ⑤ 投資受入国・相手国投資家間の紛争解決手続【第17条】

現在、CPI（投資庁）はJICAの支援の下、「投資促進・円滑化能力強化プロジェクト」を実施中である。この事業は、主に首都マプト市において下記3点を軸に支援することにより、CPIの投資促進・円滑化の能力強化を図り、もってモザンビークの海外直接投資及び国内投資の増加に寄与することを目的としている。

- ⑥ CPIの投資促進活動の改善
- ⑦ CPIの投資認可、ライセンス取得支援、投資モニタリングに関する業務の実効性向上及び円滑化
- ⑧ CPIによる調整を通じた投資促進戦略（PEPIP）の実施推進、

また、上記能力強化プロジェクトに先立ち派遣された専門家により、投資促進ガイド

(2015) が刊行されている。

1-5-2 インフラ分野におけるビジネス環境

2016 年 8 月 27-28 日にケニアで行われた TICADVI で採択されたナイロビ宣言の 3 つの優先分野の 1 つである「経済多角化・産業化を通じた経済構造改革の促進」に関し、その取り組みとして、「日本企業の関心の高いモンバサ・北部回廊、**ナカラ回廊**、西アフリカ成長地域の三重点地域をはじめとする総合広域開発、資源・エネルギー開発（地熱・高効率発電等）、都市開発（都市交通の整備等）等の分野において、アフリカ開発銀行との共同イニシアティブ（EPSA）も活用しつつ、**約 100 億ドル（約 1 兆円）の質の高いインフラ投資を実施する**」としている。

また、2016 年 1 月 12 日には、「日・モザンビーク官民インフラセミナー」がマプトで開催され、我が国から国土交通省をはじめとした政府機関や民間企業 25 社が参加、モザンビーク政府と民間企業 100 社が参加し、道路維持管理やライフサイクルコストや環境に配慮した技術・施工をテーマにワークショップやビジネスマッチングが開催された。

2017 年 3 月 13-16 日には、Filipe Jacinto Nyusi 大統領が訪日され、首脳会談後、両首脳が立ち会いの下、無償資金協力「カーボデルガード州国道三百八十号橋梁建設計画」に係る交換公文及び「マプト市の都市交通に関する協力覚書」の署名が行われ、次いで両首脳による日・モザンビーク共同声明では、TICADVI の成果の着実な実施が再確認された。また、2017 年 3 月 16 日には、「日・モザンビーク外交関係樹立 40 周年記念日・モザンビーク・ビジネスフォーラム」が開催され、ニュシ大統領をはじめ、モザンビーク側から出席したレティシア・クレメンス鉱物資源・エネルギー大臣を含む閣僚 3 人は、同フォーラムにおいて、日本の企業や関係機関等から参加した 200 名以上の聴衆に対し、モザンビークへの投資を呼びかけられた。

このように 2 国間のインフラ分野におけるビジネス環境については整い始めている。また、モザンビークでは FACIM（見本市）が毎年開催されており、過去には JICA 調査において経済特区庁（GAZEDA）のブースにて PEDEC-Nacala の紹介等を出展しており、このような場を通じて本技術を紹介できる機会もある。

第2章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針

2-1 提案企業の製品・技術の特長

2-1-1 業界分析

提案企業である岩根研究所の製品・技術の主たる適用先は、日本国内においては直轄国道を所管する国土交通省や、高速道路を担当する NEXCO グループ及び各地方に所在する高速道路管理会社である。また、都道府県道や市町村道レベルにおいては、各地方自治体の道路管理者がその任に当たっている。道路の安全性を確保する上で最も重要となる維持・修繕の計画的な実施は、正確な現況把握、問題点や危険箇所の的確な抽出、優先順位の判定、そして維持管理予算の算定と確保が前提となっている。これら前提となる情報の収集は、巡回車両による日々の道路パトロール点検をはじめ、定期的な歩行目視点検や路面性状調査によって賄われている。これらの一連の業務プロセスを進めるに際して、これまで道路管理者が採ってきた手法は、紙ベースによる道路台帳上への記録と、それに基づく検討、分析、判断という、マンパワーによる昔ながらのマニュアル的なやり方が一般的であったと言える。

昨今の工学ならびに IT 技術の進展に伴い、路面性状の調査や道路付帯物の点検をはじめ、トンネルや法面等の点検・調査ならびにその記録方法（GPS 等を用いた位置座標の把握）に関しては、ドローンの実用化に代表されるように、新技術による効率化と高度化が進展しており、土木に従事する関係者の IT に関する意識とスキルの高まりとともに、新たな計測およびマネジメントのイノベーションが浸透しつつある。

そうしたトレンドの中にモバイルマッピング・システムも位置付けられる訳であるが、特に、提案企業が推奨する「撮影した映像がそのまま 3D 地図になる」という画像方式のモバイルマッピング・システム、ならびに、そこから生成される 3D 画像地図を取扱うアプリケーション・ソフトウェア群は、「Bring the real world to your laptop! : 現実世界をコンピュータ上に!」をコンセプトに、提案企業により純国産技術として開発されたオリジナル製品であり、「ビデオと地図が連動した検索システム（ALV : Active Link Vision）」として、15 年以上に亘って直轄国道や高速道路向けシステムとして活用されてきた実績を有する。三次元空間を再現した映像プラットフォーム上に、様々な地図やデータベースを連動させ、その場所や区間に関係するデータをリンクさせて一元管理するその手法は、現地調査に要する時間と労力を省略するとともに、資料やデータの散逸を避け、検索速度を上げることに貢献してきたと言える。その結果、道路維持管理業務全般の効率化と高度化ならびに金銭だけでは計れない行政サービスの向上に資するという成果を上げてきた。

モバイルマッピング・システムには、例えば、舗装状態の把握に特化したスキャニングを主とするものや、点群を使って周囲の状況を把握するレーザー搭載型装置も存在するが、提案企業の画像に基づく簡便かつ直感的な手法は、旧建設省との共同特許の取得も奏功し、これまでに直轄国道（国土交通省管理）の約 7 割での採用実績を有し、撮影延長も延べ 20,000km 以上に達している。

昨今では、国土強靱化や安全・安心なまちづくり政策にも絡んで、防災や減災の観点から、道路面やトンネル内壁のクラック、橋梁や橋脚に代表される重要構造物、土砂災害を防止するための法面等を対象に、時間経過による差分・変異を見るための映像の蓄積手法が着目されている。また、災害復旧時の原状回復に備えたアーカイブとして映像を残して行くという意識も高まっている。更に特筆すべきこととして、機会学習（ディープ・ラーニング）の登場により、画像処理に基づく AI が多くの研究機関や民間企業において脚光を浴びており、提案企業の技術は、現況把握や点検を主とする土木の領域だけではなく、自動運転やロボットの自律歩行といった屋内外の位置標定用の 3D 地図としての映像の活用方法に気付いたプロフェッショナルな潜在顧客からも着目されている。

周囲の模倣に満足することなく、独自かつ斬新な発想を大切に先進的な技術開発に取り組む提案企業の社風は、現在迎えつつある「画像の時代」をいち早く先取りした原動力であり、今後のめざましいイノベーションの世界を技術的にリードし、それぞれの顧客の環境や課題に応じたカスタマイズを自社にて柔軟に対応できるプレーヤーとなれるであろう。

一方、提案企業は、2003 年にタイ王国のバンコク市に現地法人を設立して以降、東南アジアおよび中東の政府機関や民間企業に計測機械を販売するとともに、全周映像の撮影や解析作業も受託し、世界の複数の国において実績を作ってきた。特にタイ王国や香港においては、グーグルストリートビューでは飽き足らないプロフェッショナル向けの用途として、4 万 km 以上の 3D 映像地図が政府機関において活用されている。また、基礎となる地図が未だ存在せず、路面性状データや道路沿道施設の管理台帳が未整備あるいは不十分な発展途上国において、シンプルな機器構成と簡便な操作性を特長とする本製品は、今後、持続可能なシステムとして需要が増加していくと分析している。

2-1-2 提案製品・技術の概要

(1) 製品・技術の特長

提案企業は、1979 年の設立当時より、画像の持つ価値と画像処理技術の将来性に着目し、「自動運転」や「人工知能によるロボットの目」の開発を目標に掲げつつ、「独自資本」による「純国産」の技術開発（ビデオ GIS システム及びモバイルマッピング・システム）に注力するとともに、主に官公庁からの業務委託を継続してきた。

上記目標へと向かう過程で誕生したモバイルマッピング・システム「IMS シリーズ」は、軽自動車から大型車両まで幅広い種類の車両に着脱可能なフレキシブルな製品であり、多くの MMS にとって必須センサーであるレーザーとそこから発出される点群（ポイントクラウド）を敢えて用いず、全周囲カメラと加速度計、位置情報を取得する GNSS、撮影全般を統括する制御ユニットから構成されたシンプルな撮影システムを有している。極寒のロシアから灼熱のサウジアラビアまで、温度差が大きく隔たる両国での運用実績は、当該製品の故障しづらい堅牢さを証している。

また、ソフトウェアの力で収集された映像上の特徴点を自動追跡し、フレーム毎のカメラの位置と姿勢の 6 変数（ x, y, z, y, p, r ）を高速かつ高精度に演算で求めることが可能な「画

像処理システム」は、特許も有する CV 技術（Camera Vector 技術）に基づいている。

以下に道路維持管理における IMS シリーズの活用方法ならびに製品・技術の特長を示す。

ア. 道路維持管理における IMS の活用方法

道路管理者ならびに維持管理業者に対して提案する IMS シリーズには、以下の二つの活用方法がある。

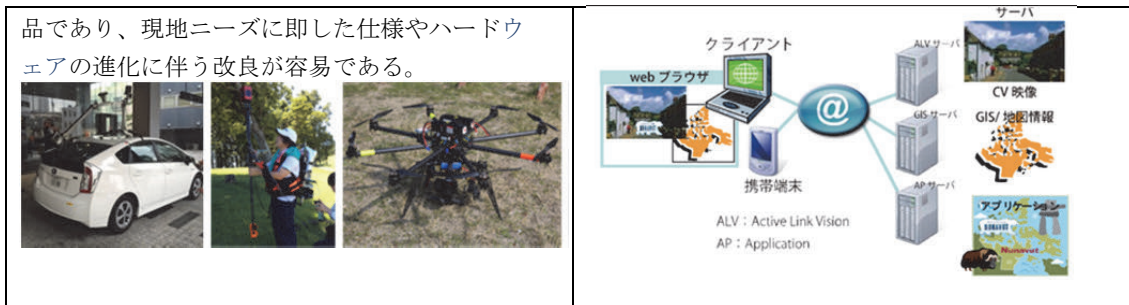
- ① 日常の道路巡回車両にIMSを搭載し、パトロールの際に道路周辺の現況や道路性状を映像として記録し、事務所において複数の管理者や技術者の目で、道路付帯物や舗装の劣化状況等を映像で視覚的に確認し、その位置も共有する。
- ② 取得した映像に3次元の位置座標を持たせることにより、舗装の轍掘れやクラックの発生位置をはじめ、それらの形状やサイズ、変位等をコンピュータ上で映像から判別することが可能である。また、基本情報や修繕記録等、維持管理に必要なデータを紐付けることも可能である。

イ. 技術的特長

道路維持管理の分野においては、様々な道路性状を位置情報と紐付けて管理することがその基本となるが、途上国においては、煩雑なステップを踏む管理手法は浸透しないという実情がある。提案技術は、簡便な機材と直感的なアプリケーションで構成されているため、短期間のトレーニングにより専門性を有さない人でも運用することが可能となる。

表 2-1 IMS（Iwane Mobile Mapping System）の 4 つの技術的特長

①情報リンク型の視認性の高い全周映像 走行撮影した映像から360度で死角の無い映像を生成するため、路面性状・道路付帯物・施設構造物等の現況を一度の走行で収集できる。また、映像中の事物にタグ付けし、ArcGISをはじめとした様々な電子地図・衛星画像等と自動的に連動させることが可能。 ◆死角のない全周映像 ◆地図・GIS との連携  	②Webで共有できる3D計測映像 映像中の各画素の3D座標を演算できるため、路面ひび割れの大きさや陥没・土砂崩れの規模等を映像上で計測可能。WEBアプリケーションで本部と現場の関係者で情報を視覚的に共有できるため、遠隔地からの確な修繕指示を行うことができる。 ◆3次元絶対座標 ◆距離・面積・傾斜・方位角の計測  
③シンプルでフレキシブルな機器構成 (扱いメンテナンスしやすい) レーザー一点群を使用せず、カメラ映像のみで3D空間を再現できるため、システムが単純で取扱いやすく、機材の維持管理も最小限で済む（車両も一般車両に取り付け可能）。また、機材が軽量（約2.4kg）であるため、車両以外にもドローンへの搭載や、カートや歩行による計測にも適している。GPSが利用出来ない屋内でも活躍する。また、カメラ等の撮影機材は汎用	④純国産の独自技術で自在なカスタマイズ 撮影、画像解析、運用のそれぞれのソフトウェアは全て独自開発であるため、技術元の意向に左右されることなく、顧客ニーズに応じたフレキシブルなカスタマイズが可能である。また、その他のハードウェア、ソフトウェアとの親和性も高く、現地ニーズに即した改良やダウンサイジングも可能である。純国産技術として、海外への輸出により発展途上国の課題解決に貢献できる。



(2) 製品・技術のスペック・価格

本提案製品・技術は、ハードウェア及びソフトウェアから構成されており、以下に構成ならびにスペックを示す。

ア. ハードウェア構成

全周カメラ 2 台、GPS、HDD2 台、制御用 PC 等は汎用品であり、専用の装置架台により車両のタイプを問わず取付けが可能。電源は車のバッテリーからインバータを介して供給されるため、オプションのバッテリーは不要である。これら機材と接続配線一式があれば、地方や海外でもレンタカーに取付けて撮影が可能である。撮影時の自車両の死角や揺れを補正し、完全な全周囲映像を生成保存する。

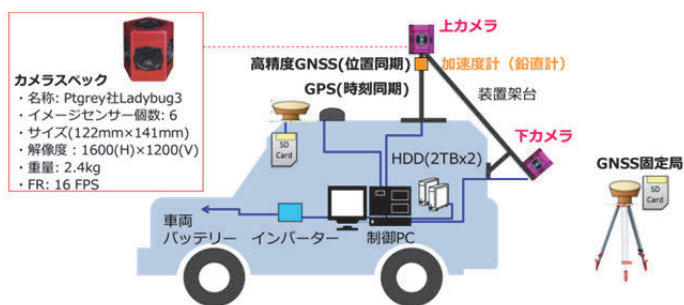


図 2-1 ハードウェアの構成

イ. ソフトウェア構成

撮影ソフトウェア、映像解析ソフトウェア、映像活用ソフトウェア（デスクトップ型および Web 型）の 3 種類から構成。全周映像を閲覧するだけのストリートビューとは異なり、全周映像上の任意点の 3D 座標の計算表示、2 点間の距離、3 点以上の面積等、3D 計測が可能。3D タグを介した写真やテキストデータの紐付けや、ポイント、ポリライン、ポリゴンを抜き出してデータベース化するデジタイジング機能、コンピュータ・グラフィクス（3D モデル）を映像に合成することにより、施設や建設等のビフォー/アフターを比較する景観シミュレーション機能を備えている。PC 単体での操作もイントラネットやインターネットを介したネットワーク運用の両方が可能であり、後者による情報の共有や iPad 等の携帯端末による遠隔地での活用も可能。SDK（ソフトウェア・ディベロップメント・キット）を用いれば、ArcGIS に代表される各種 GIS ソフトウェアへのアドオンも可能となる。



出典：JICA 調査団

図 2-2 映像の取得とデータ処理のサイクルの流れ

ウ. 製品・技術の価格

① 販売価格

現在のシステム販売価格は、5年間の保守メンテナンスを含めたフルセットの場合、1台（1式）あたり 65,000,000 円（開発費の回収分も含めた価格）としているが、コストダウンを図ることを目的に、アフリカでの使用条件や、現地ニーズ・購買力等に合わせたダウングレード版の仕様を検討した。以下に現地にて把握した概要と、ダウングレード版の可能性を示す。

撮影機材（カメラ）

製品価格全体に占める割合が高いため、今後、機種変更によりカメラを低価格に抑えることができればコストダウンに直結する。今回の調査では、解像度 12MP と 30MP の2種類のレディバグカメラを持ち込み、それぞれの適用可能性を実際の走行撮影を通して確認した。レディバグカメラを標準として製品に組み込んでいる理由は、レンズの歪みが少なく、秒間フレーム数も確保されており、計測に適していること、HDD との接続により安定的な長時間に亘る連続撮影が可能なこと、GPS との外部同期により2台のカメラの時刻をミリ秒レベルで同期させることができる点が挙げられる。アクションカメラのリリースに見られるように、プロ仕様のカメラに代わる今後の光学機器メーカーによる技術開発の動向を注視しつつ、条件を満たすより安価なカメラがリリースされることを期したい。普及・実証事業の実施の際には、ANE に対して撮影した映像を使った具体的な活用方法を示す中で、予算上の必要に応じて許容範囲のカメラ仕様の模索も行いたい。

カメラ据付け金具・アーム

鉄道での試走の際に、地元の金属加工業者に見学してもらい、アーム部分の製作が可能であることを確認した。寸法を提示し、現在見積もりを依頼していたが、本調査期間内には入手できなかったため、今後の普及・実証事業または実際にビジネスを行う際には、品質と現地製作費用を確認の上、現行に比べて実際にどれだけコストダウンに繋がるかを調査したい。

PC（ハード）

現地調査用に持ち込んだ小型化された PC は、持ち運びや狭い車内への設置において利点があるが、12MP から 30MP へのカメラの交換時に必要となるグラフィックボードの交換に時間が生じるデメリットもあるため、モザンビークもしくは SADC 諸国において、必要な仕様を備えた通常サイズの PC（ハード）を現地調達することにより、コストダウンが可能かどうかを模索した。例えば、南アフリカ共和国で購入することにより、輸入税がかからないという SADC 内の自由貿易協定の恩恵を受けられる可能性があると考えたが、SADC で製造されている PC（南ア製）以外は対象外となるため、大きな価格低下には繋がらないことが判明した。

電源供給（インバータ）、整流器

第 2 回調査において、鉄道公社の点検車両に IMS を据付けて試走・試撮影を試みた際に、インバータの不調により、急遽、代替的に自動車用バッテリーを用いて電源供給する必要に迫られた。現地の専門店を訪ね、インバータ(12V→230AC)および整流器を調達することにより電源供給の問題は解決された。この時の機器価格は、本邦での機器購入に比べて 5 分の 1 程度（10 万円が 2 万円）であったため、現地調達による低価格化の試みについて今後も研究して行きたい。

(3) 国内外の販売実績

ア. 国内販売実績：販売実績 8 ユーザ（8 セット）、走行撮影実績 延べ 20,000km 以上

建設コンサルタントや測量会社に製品を販売。

請負事業としては、国土交通省においては全国の道路管理事務所の約 7 割（約 70 事務所）で採用実績がある。高速道路は NEXCO 東日本、中日本、西日本の現場事務所レベルや首都高速道路、名古屋高速道路、阪神高速道路で実績あり。自治体は埼玉県、長野県、静岡県、兵庫県で採用実績がある。

イ. 海外販売実績：販売実績 15 ユーザ（16 セット）、走行撮影実績 延べ 40,000km 以上

- タイ、香港、台湾、中国、マレーシア、シンガポール、インドネシア、サウジアラビア、ドバイ、ロシア、トルコの道路管理者

2-1-3 国内外の同業他社、類似製品及び技術の概況及び比較優位性

提案企業の自社開発による IMS と他社のモバイルマッピング・システム（MMS）とを比較すると、扱いやすさ（車両を選ばない・撮影が簡易）、海外展開のしやすさ（輸出制限なし）、自社開発としての強み（キャリブレーション、データ処理・加工、更なる開発のしやすさ等に関する技術的優位性）の点で、以下に示す通り国内他社製品・海外他社製品に対しても比較優位がある。

表 2-2 他社製品との比較

項目		IMS(提案製品)		国内他社製品		外国他社製品
主な構成機材の単純さ	○	Ladybug2台、GPS	×	通常カメラ6台、レーザスキャナ4台、GPS、IMU、オドメータ	△	通常カメラ8台、GPS、IMU
価格	○	安価(0.65億円～)	×	高価(1億円～)	-	非売(計測業務のみ)
輸出制限	○	なし	×	あり	-	非売品のため該当せず
撮影車両	○	特に制限なし	△	数種類に車種が限定される	△	(同左)
取り外し	○	可(15分程度)	×	不可	×	(同左)
光学調整	○	基本的に必要としない	×	工場にて、個々のカメラ位置や光軸の複雑な調整が多数回必要	×	(同左)
センサーキャリブレーション	○	簡単な鉛直計のキャリブレーションが必要	×	装置の姿勢を確定するために事前に正確で厳密なIMUキャリブレーションが必要	×	(同左)
計測のGPS依存度	○	GPSが受信できない期間があっても十分補間が可能	△	高架下やトンネル等GPSが長時間受信できない場所では精度の維持が困難、精度を維持するには高価な高精度IMUが必要	△	(同左)
絶対位置精度	○	電子基準点を使った際に±15cm以下	○	電子基準点を使った際に±15cm以下	×	GPSとIMUに依存(1m程度)
データ加工の容易さ	○	アルバイト程度で可能	×	熟練技術者が必要	-	N/A

出典：JICA 調査団

2-1-4 提案製品・技術を導入・利用する者にとっての採算性・経済分析を導入にかかる初期コスト・維持管理コスト、便益等について代替手段と比較

ANEの道路維持管理局（DIMAN）より、2017年の維持管理予算情報を入手した。以下にその概要を示す。現時点では舗装道路の割合はそれほど多くはなく、道路維持管理に多くの予算をかけているとは言えないが、今後、新しい舗装道路の建設ならびに未舗装道路の舗装化による舗装道路延長の増大が見込まれる中、現在の道路維持管理予算では大幅に不足することが予測される。現状では、1kmあたり16万円程度のRoutine維持管理予算が組まれている程度である。

この課題を解決するために、今からIMSを導入し、効率的・効果的な道路維持管理へとシフトして行くことにより、将来の道路維持管理費用は削減できると期待できる。

- ・ 維持管理対象延長：15,439km
- ・ 予算・執行額：1,896,314,000 Mt. (= 33 億円程度 (1Mt. = 1.77JPY))
- ・ 内訳
 - 舗装道路
 - ・ Routine (7,082km)：639,134,000 Mt. (11.3 億円→16 万円/km)
 - ・ Periodic (69km)：152,197,000 Mt.
 - 未舗装道路
 - ・ Routine (8,197km)：701,008,000 Mt. (12.4 億円→15 万円/km)
 - ・ Periodic (54km)：69,008,000 Mt.
 - 橋梁：維持管理・補修：94,441,000 Mt.
 - 実施監査、維持管理局のアドミ費用（想定）：136,103,000 Mt.
 - その他、R482 と R443 の改善事業費として 240,526,000 Mt.
 - これ以外に緊急復旧費の費目はあるものの別途予算枠

2-2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ

2-2-1 海外進出の目的

前述したとおり、日本国内における 3 次元計測可能な道路映像（全周週映像）については、直轄国道（国土交通省管理）で 7 割の請負実績があり、計 20,000km 以上の撮影実績を積み重ねるとともに、その中で、常に新しい技術開発とその適用の幅を広げるべく技術開発を推進している。また、海外展開については、2003 年にバンコクに現地法人を設立して以降、東南アジアおよび中東の政府機関や民間企業に計測機械を納品するとともに、全周映像の撮影や解析作業も受託している。

今回の案件化調査への参画は、最後のフロンティアと言われるアフリカという新たな市場開拓への第一歩として、これまで日本政府の支援による道路整備プロジェクトが実施されてきたモザンビークを対象として選び、かつ、当地がアフリカの道路に特有の広大かつ遠隔地の道路維持管理のテストケースとなることから、モザンビークを足掛かりに、全周画像による空間解析や施設・劣化情報等の付加が可能な維持管理システムに対する市場価値と規模がどの程度あるのかを明らかにしたいと考えた。

2-2-2 海外展開の方針

提案企業はその社名のとおり、販売ならびに受託事業で得た利益を新たな研究開発費の原資に充てて、創業の目的であるロボットの目の実現に向けた経営を続けている。国内における IMS による整備が一巡したこともあり、海外事業による研究開発費の確保ならびに日本では得られない研究課題の発掘を行っている。そうした観点から、提案企業の持続的発展のためにも、アフリカ市場の開拓は経営戦略上、重要視している。

海外展開のアプローチ方法に関しては、タイ王国においては、現地法人を設立し、海外の営業拠点ならびにデータ解析作業を行うデータセンターとして既に機能させているが、これから市場開拓を行うアフリカについては、本調査で撮影や解析作業の能力を有する現地企業を発掘し、代理店契約を結び、人材育成を行い、機器及びソフトウェアの販売やサービス提供を行うことを想定している。

2-2-3 海外展開を検討中の国・地域・都市

本調査で検討しているアフリカ以外の国としては、日本との友好関係があり、今後大きな市場に発展することが見込まれるインドを想定している。JICA によるスリランカでの都市鉄道のフィージビリティ調査において、IMS や ALV の活用促進を図っているため、これを一つの通過点としてインド市場での実績を作りたいと考えている。

2-3 提案企業の海外進出によって期待される我が国の地域経済への貢献

提案企業のタイ現地法人は、バンコク都庁（BMA）の公共事業部からの要請を受け、バリアフリーに関する日本の視察先として札幌市を紹介し、総勢 130 名の視察団の訪問の実現に取り組んだ経緯がある。本年も 7 月には 30 名の視察団を迎える予定である。

また、舗装の専門家であるとともに大学と企業との連携を担当されている北見工業大学の川村副学長（社会連携推進センター長）とは、提案企業のユーザ（IMS3）であるタイ地方道路局（DRR）の職員の留学を実現させており、地元北海道の大学における留学生の確保や国際交流にも貢献できるよう心掛けている。

本調査では、以下の取り組みを行い、モザンビークでの活動等の情報発信等を行うとともに、地元企業の海外展開について後押しできたと考える。

(1) 地元企業への情報配信

JICA 北海道による案件化調査採択ニュースリリースの後、7 月 28 日付けの地元の北海道新聞に提案企業がモザンビークに進出する旨の記事が掲載され、多くの同業者や関係者から祝意があり、地元であまり知られていないモザンビークや南部アフリカについて触れる機会の創出となった。また、北海道に国際的な技術移転を促進するマーケットの確立をめざし設立された「北海道国際技術交流推進協議会」主催の 2016 年 8 月 31 日に行われた第 32 回ワークショップにおいて、業務主任である秋山が「岩根研究所の画像技術と JICA 案件化調査におけるモザンビークへの事業展開」について講演し、JICA の中小企業の海外展開支援事業の仕組みやモザンビークの活動内容について情報配信を行った。

(2) JICA 広報誌「Mundi : 2017 年 1 月号」への掲載

JICA 広報誌「Mundi 1 月号」の「「地域と世界のきずな」の特集として本調査について掲載され、北海道発のベンチャー企業として、地元の中小企業の海外展開による地域活性化のために情報配信を行う機会を得た。その結果、地元における本活動の認知度の向上に役立ったと考える。

(3) 日本商工会議所ビジネス月刊誌「石垣 : 2017 年 3 月号」への掲載

日本商工会議所ビジネス月刊誌「石垣」3 月号にて、提案企業の岩根所長と JICA 北海道国際センター所長との対談形式で、本件の紹介がなされた。雑誌を見た読者からの問い合わせの中で、建築用の屋内計測に関する問い合わせがあった。

また、3 月に行った本邦受入活動では、以下の取り組みを行った。

(4) 地元研究機関、大学との交流機会の創出

地元北海道の研究機関である寒地土木研究所や北海道立総合研究機構工業試験場を訪問し、道路維持管理研修と施設・機材の見学、北見工業大学川村教授による IRI の講義の聴講、試験場で開発された製品の視察等を行い、ANE と北海道の研究機関ならびに民間の IMS 保有企業との橋渡しを行った。特に、ANE からは、本技術以外の橋梁のワイヤー点検装置や地下埋設管内を視認可能な小型カメラ装置に興味を示された。

(5) IMS ユーザとの交流機会の創出

同じく、本邦受入活動では、名古屋高速道路公社、中部大学国際 GIS センターをはじめ、IMS や ALV を活用している民間企業（ユーザー）への訪問も行い、交流機会の創出を図った。

第3章 ODA 事業での活用が見込まれる製品・技術に関する調査 及び活用可能性の検討結果

3-1 製品・技術の現地適合性検証方法（紹介、試用など）

(1) ANE での道路維持管理における適合性の検証

第 1 回現地調査では、IMS を現地に持ち込み、ANE の車両に設置して現地で走行撮影を試みた。調査対象路線は、ANE との協議の結果、ANE 所管の N2 道路と、最近供用された中国予算によるマプト環状道路の 2 路線を対象とした。それぞれに 1 日を要し、計 2 日間にわたって走行試験を実施した。

- マプト環状道路（片道 30km 往復）10 月 12 日実施
- N2 道路 Matora-Boane-Nammasha（片道約 70km 往復）10 月 14 日実施



出典：JICA 調査団

図 3-1 現地での道路の ANE の車両での撮影の様子

第 2 回現地調査では、第 1 回現地調査時の撮影データを納めるとともに、ANE 技術者のパソコンに ALV の期間限定ライセンスをインストールし、操作方法を説明した。また、世銀支援の「道路維持管理システム（HIMS）」との連携を模索した。

(2) 鉄道公社（CFM）での線路の点検・維持管理計画における適合性の検証

CFM の検査車両に IMS を設置し、Machava 駅～Maputo 駅間の片道 10km を試撮影し、区間の一部を解析・処理して CFM の技術部に提示することができた。また、3 回目の現地調査において、処理をした 10km の映像を納入し、CFM 技術者のパソコンで操作ができるよう ALV の期間限定ライセンスのインストール作業も行った。

技術部が実施する年 2 回の点検への活用に対して有効であることが認められた。



出典：JICA 調査団

図 3-2 現地での鉄道の点検車両から撮影の様子

(3) IRI 計測と合わせた撮影に関する適合性の検証

第 3 回調査では、外部人材である北見工大の教授による現地コンサルティングのもと、第 2 回調査で ANE よりリクエストのあった IRI（国際ラフネス指数）の計測を撮影と合わせて行った。指定された ANE 及び Maputo Sul の管理区間において、IMS からの動画データとともに、比較的容易かつ一定の精度で道路管理に必要な路面性状を示す IRI を取得できた。これにより、オプションセンサーとの統合が容易に実現できる IMS の柔軟性を ANE に示すことができた。取得した IRI のデータは ANE に既に渡しており、ANE で以前調査した結果と比較してもらうことになっている。



出典：JICA 調査団

図 3-3 現地での IRI 計測と合わせた撮影の様子（左：IMS 撮影, 右：IRI 計測）

(4) その他

また、本調査期間中、現地政府・教育機関：18 機関（農業省、市役所含む）、パートナー候補：4 機関、本邦企業/日本大使館/JETRO：7 機関に対して、訪問や現地セミナーを通して、提案企業と提案製品の紹介と適用可能性・ニーズの議論を行うことができた。道路以外のインフラ管理からも ED（電力公社）や CDN（北部回廊開発公社）等、本技術に対する関心は高かった。

今回の検証目的は、以下の通りである。

- 現地の ANE 所有の車両に問題なく提案製品を据え付けることができるか（据え付け時間、撮影までの準備等）。
- 現地の自然環境や走行条件下においても問題なく撮影が可能であり、撮影後のデータ解析も可能か（運転手は ANE 専属のドライバーで試走）。条件的に厳しい区間（特徴点が少ない海岸沿いや山岳地帯、雨天前後の天候の影響）も考慮した走行を行った。
- 提案製品に含まれる GPS 機器の単独測位ではなく、精度向上のために臨時に設置した GCP（Grand Control Point）基地局による補正後の位置座標の同定が適切に行えるか。

- カメラについては、高解像度カメラ（30MP）と標準カメラ（12MP）の両方を用意して、現地での使用感と現地で求められる撮影解像度のレベルを確認するために、それぞれの機材を用いて撮影を実施した。
- テスト撮影した映像を解析した結果を ANE にアプリケーションとともに提供し、実際に操作してもらうことにより、使い勝手や維持管理業務への活用の有効性と実現性（HIMS との連携）を検討する。

これらの検証に当たっては、机上レベルではなく、前述のように提案製品を ANE の車両に設置して試走を行い、実際の撮影と解析処理を行うことにより、フィールド検証を行うことができた。

3-2 製品・技術の現地適合性検証結果

（非公開部分につき非表示）

3-3 対象国の開発課題に対する製品・技術の有効性及び活用可能性

3-3-1 モザンビークが抱える道路維持管理に対する活用可能性

(1) 効率的な精度の高いデータの収集

提案製品を一般的な車両に取り付け、通常速度（60km/h 程度）で走行撮影することにより、路面性状データや道路付帯物等の道路周辺環境を、位置情報データとともに効率的に収集することができる。また、道路管理者がそれらを可視化して共有化することも可能となる（提案製品は簡単な機材で構成されていることから専門知識や複雑な機材調整は不要）。これまでの現地調査の結果から、IMS により効率的に収集された精度の高いデータを、ANE が構築した HIMS へのインプットデータとして連携できる可能性は高いと判断される。これは ANE のニーズにも合致しており、今後、管理延長が増えることが想定されるモザンビークにとって、提案製品は持続可能な維持管理の実現に貢献できると考えられる。

(2) 映像と位置情報を含む維持管理データベースの構築

現在の HIMS は、映像データは確かに登録されているものの、正面映像のみであり、その映像の空間的な位置も具体的に特定できない状況にある。提案製品を使用すれば、GIS 上と映像上の両方において、同時に座標やその地点の現況を判別可能な維持管理データベースが構築できる。また、定期的に撮影を繰り返すことにより、舗装や道路施設の劣化状況や目視では気付きにくい周囲の変化を、時系列で視覚的に位置座標とともに見比べることができるため、効率的な維持管理計画の立案が可能となる。更には、映像上に関連情報をタグ付けすることにより、道路管理者と施工業者間において視覚的な情報共有が可能となるため、誤解のない打合せが可能となる。IMS はトレーニング講習を受ければ、現地の道路維持管理業者でも運用が可能であるため、中規模の点検事業を任せる請負業者の育成にも貢献できる。

また、第3回現地調査では、ANEが必要としている路面の指標である IRI 計測が IMS でも実施可能であることを実証するとともに、システム調整を行えば、IMS で定期的に収集された IRI が HIMS 上で映像と連動して閲覧可能となり、効率的な道路維持管理が定性的にも定量的にも可能となることを推定することができた。

3-3-2 その他、道路行政・管理に係る効果

(1) 災害前後の走行撮影による災害被害状況把握及び現況の道路台帳の整備

災害の発生前後の走行撮影により、災害被害の規模や状態を迅速に把握・共有し早期の対策立案が可能となる。また、計画に必要な現況の道路台帳の整備にも寄与できる。

(2) IMS/ALV の特長を活かした移転対象家屋の同定への活用

提案製品を用いた撮影により、測量よりも短時間・小規模な現地調査（撮影）で、計画対象地の家屋位置や地形等を把握でき、道路拡幅・新設時の検討に大いに役立つ。このことは、CFM（鉄道公社）での面談においても、鉄道の複線化での用地補償に活用できるのではとのコメントもあり、モザンビークをはじめとする地図の精度が悪い途上国にとっては大いに役に立つ技術である。

(3) ODA 事業における環境社会配慮への活用

ODA 事業においても、道路や軌道を新設する際には、用地確保、土地収用は、実態がなかなか把握できず大きな制約となっており、事業の進捗が滞る要因となっている。IMS を用いた撮影は、これらの現況の把握とその後のモニタリングに大いに貢献する。

(4) 電力施設の施設管理

第3回現地調査の EDM（電力公社）との面談では、電線、電柱、高圧鉄塔等の施設管理と進入禁止エリアの不法住居の把握に IMS が活用できないかとの相談があった。IMS はまた、機材が軽量（約 2.4kg）なため、車両以外にもドローンへの搭載や、車の入れない箇所でも歩行による計測も可能である。また、GPS が利用出来ない場面でも活用できるため、これらのニーズに答えることができ、「モ」国の電力管理にも貢献できる。

(5) 新たな簡易線路（保線）管理システムとしての可能性

第3回現地調査の CFM との面談時に、鉄道の線路の沈下量（Settlement）等の保線状況を把握できないかという要望が示された。撮影後のデータ解析時に演算しているフレーム毎の映像の揺れデータを活用してグラフ化すれば（通常は揺れを止めるために使われる指標）、線路の保線状況の問題地点（沈下、広がり、歪み）を抽出する上での参考指標になることがわかった。

一般的に検測車は、一両 10 億円近くの高額機材であることから、10 分の 1 以下のコストで導入できる IMS を活用した簡易的な「線路（保線）状況収集システム」をパッケージして提案すれば、保線上の問題点を検出できるとともに、沿線状況の映像も併せて取得するため、開発途上国における鉄道維持管理システムとして評価を得るのではないかと考える。

第4章 ODA 案件にかかる具体的提案

4-1 ODA 案件概要

合計 3 回の現地調査で得た情報をもとに、以下に幾つかの ODA スキームにおける実施案を検討し、その概要をまとめた。次のステップとして普及・実証事業での実施内容について、カウンターパートを想定している ANE に提案し、協議の上、MoU を締結した。

(1) 中小企業海外展開支援事業 ～普及・実証事業～

(案件形成の背景)

本業務「案件化調査」の結果を受け、提案製品・技術（岩根モバイルマッピング・システム（IMS））を現地の道路管理ツールとして普及させるためには、ANE が保有し稼働させつつある「道路情報管理システム（Highway Information Management System: HIMS）」を提案製品と統合または連携すれば、いかに持続的かつ効果的な道路管理ツールと成るかを ANE に理解してもらい、ANE にとって無くてはならない標準ツールにすることができるか否かが重要である。

したがって、普及・実証事業においては、提案製品・技術と HIMS との統合/連携方法を具体的に検討・協議した上で、現地事情に即した提案製品と HIMS 双方の一部改良（プログラムの改変等）を行い、HIMS に即した動作確認・検証を行うことが求められる。これは、案件化調査期間中に ANE の計画局長からも要望が出ていたポイントである。また、ANE 職員に対して、提案製品の操作方法をマスターしてもらうのみならず、本製品を活用することによる道路管理の高度化・効率化に対する効果を実感してもらい、持続的なツールとして継続的に活用されるよう、技術指導および能力開発を併せて行うことも必要である。

また、案件化の過程で、提案製品・技術が道路管理のみならず、その他のインフラ施設の管理や調査を行う上でもニーズがあり、その有効性の確認がとれている（具体的は、鉄道の保線・沿道施設状況の管理、上水施設の管理、街路地図としての活用、学術・研究用の調査機器）。併せて、潜在的ニーズとして、送電線管理、港湾管理、移転補償用の記録・計測機器への適用可能性も把握できている。

更には、モザンビークと同様の社会インフラ施設環境を有する他の SADC 諸国、とりわけ購買能力の高い南アフリカ共和国や、モザンビーク同様に広大なエリアの管理が必要なザンビア共和国等、SADC 諸国の複数国への展開に関する感触も、現地のパートナー企業を通じて情報を得ている。

(案件実施の目的)

上記の背景のもと、普及・実証事業において、以下の活動を通じて、IMS と HIMS の統合または連携システムの開発・構築と、それを用いた道路管理の高度化の実現として、道

路の維持管理計画の立案能力、特に、合理的・科学的な必要予算の申請能力の向上や、道路アセット管理・補修点検作業の指示・実施履歴等の記録の高度化に向けた技術支援を行い、持続的な道路管理ツールの実現につながる普及活動を行うことを目的とする。

また、普及活動の一環として、他セクターへビジネス展開するための紹介・試撮撮影や、SADC 諸国の公的機関およびパートナー機関への紹介（ANE を通じた紹介やモザンビークの他セクターからの紹介）、モザンビークで開催される見本市（FACIM）への出展等を普及活動の一環として実施することを考えている。

具体的には、以下の活動を含む。

- ① 統合または連携に向けた開発（IRI（国際ラフネス指数）の計測機能の追加を含む）
- ② 道路管理ツールに関するマニュアルの作成（IMS計測、空間映像処理、ALVアプリケーション（GIS含む）、HIMSとのI/Oに関するもの）
- ③ ANE職員に対する訓練・指導（道路管理技術、道路維持管理計画の立案技術）
（パイロットプロジェクトにて一連の訓練・指導を実施することを想定：州または一部道路区間を対象に、a) 道路維持管理予算計画書（IMSの調達予算も含むもの）の策定支援、b) 道路基金への予算申請への支援、c) モザンビークにおけるIMSの取り扱い能力（撮影・処理能力）の向上に向けた訓練・指導（ANE職員 or 現地企業）を実施する。）
- ④ 他セクター・SADC諸国への普及活動（個別セクターへの紹介・試撮撮影、見本市等への出展、紹介セミナー、測量機器としての精度保証認定、大学への出前講座等）

（期待される成果）

ANE が所管する道路管理業務において、計画立案については、高度化かつ迅速で低予算で実施できるようになるとともに、的確な維持管理実施モニタリングが可能となる道路管理システム（IMS と連携された）の活用能力が確保でき、その実稼働に必要な整備予算が確保される。また、撮影・処理に関する現地側での実施能力（現地企業）やシステムの保守管理体制が確立される。

（実施機関・実施サイト等）

ANE が実施機関であり、計画局が維持管理計画の立案およびモニタリング部署であることが確認されている。また、対象となる道路は、ANE が所管する国道であり、舗装および未舗装道路の全てが管理できることを目標とする。

（2）有償資金協力

（案件形成の背景）

「案件化調査」または「普及・実証事業」に継続し、現在、JICAにて実施中の道路整備事業の円借款事業が採択された際には、供用時完成図面（As Built Drawing）の代替となる計測可能な供用時完成映像ビデオ（As Built Video）として、円借款事業にスペックインさ

せることが考えられる。また、ANEによる道路管理システムとの統合に関する開発費用も円借款事業のソフトコンポーネントを含めることにより、この先のナカラ回廊全線の管理用として、パイロット的に収めることが可能となる。

(案件実施の目的)

上記の背景のもと、有償資金協力の機材およびソフトコンポーネントとして盛り込むことにより、質の高い、完成時の出来形の適切な把握、ならびにその後の道路管理への活用を目的とする。また、「情報化施工」との組合せにより必要となる測量基準点のベンチマークを道路に埋め込むことにより、今後のナカラ回廊全体の道路管理システムへと発展させるとともに、道路沿いの測量精度を向上させ、沿線開発計画策定時に有効な地理情報を提供することを目的とする。

(期待される成果)

円借款事業における質の高い道路インフラ整備の実現と、今後の沿道開発コントロールへの寄与が期待できる。

(実施機関・実施サイト等)

実施機関はANEであるが、CENACARTA（国土地理院）との連携も必要となる。対象は、円借款事業が行われる区間となる。

(3) 技術協力プロジェクト

技術協力プロジェクトとしては、以下の可能性が考えられる。

- ・ ナカラ市で問題となっている Erosion（土壌侵食）の状況把握に関する技術協力
- ・ 道路・橋梁維持管理能力向上への適用

ナカラ・マニシパリティ（市役所）が抱える問題として土壌侵食の急激な進展が挙げられており、この状況の把握と対策に対する技術支援が要請されていると聞いている。IMSが地上のみならず上空（ドローン等）から撮影することができれば、現状の把握とともに、その計測機能を使用した技術協力（防砂対策、洪水調整対策）に活用可能であると考ええる。

また、ANEやMaputo Sul等における道路・橋梁維持管理において、以下のような技術協力プロジェクトを形成する可能性もあると考える。

(案件形成の背景)

「普及・実証事業」と同様な項目に対して、道路管理業務の能力向上に焦点を当てた支援として、技術協力プロジェクトを形成することも考えられる。特に、ナカラ回廊をはじめとした国際幹線道路の整備、および、一部区間の有料道路化への政策に適用した適切な道路管理が求められている。同様に、Maputo Sul（マプト市環状道路）においても、今後の有料道路化による維持管理において、このIMS映像・システムによる管理は、非常に興味があるところと思われる。

また、橋梁維持管理においても、道路の一部の点という位置情報に合わせて、レーザーほどではないものの、橋梁上部の状態（高欄、照明、舗装状況）、橋梁下部の状況（支承、床版損傷）等の把握にも活用できると考える。

（案件実施の目的）

技術協力プロジェクトとして、道路・橋梁維持管理業務における、①効率・効果的な路面性状調査および橋梁健全度調査の実施能力の向上（外部委託方法の確立と検収能力向上を含む）、②道路管理システム上での維持管理計画策定能力向上（路面性状の予測と維持管理作業項目の分析、プログラム化）、③予算申請・執行能力の向上（州ごとに委託している現状の改善または現行システムの改善）、④維持管理作業監理およびモニタリング能力の向上、を目的として、専門家を派遣することが考えられる。

（期待される成果）

予算内での適切な道路維持管理計画・実施能力の確立

（実施機関・実施サイト等）

実施機関はANEであり、全国の舗装・未舗装道路の全てを対象としたもの。

また、マプト市環状道路を管理するMaputo Sulとの協働実施や、交通安全事故データベースとの連携（INATTER/MOTC所管）も考えられる。

（4）研修員受入事業

（案件形成の背景）

上記、(1)～(3)いずれにおいても、政府職員の道路管理（維持管理計画・実施）の能力向上は、重要な課題である。本件業務および「普及・実証事業」を通じて、IMSのシステムが、開発途上国の道路管理システムとして有効なものと理解された暁には、課題別研修のプログラムにおける一つの講義・視察の枠として、組み込まれることが期待できる。

（案件実施の目的）

道路管理に関する課題別研修の実施時において、本製品・技術を紹介しながら、モザンビークで検討した事項を紹介する講義枠を採用頂き、様々な事情を抱える途上国においてニーズの高い国々と、今後の展開を議論する機会を得る。

（期待される成果）

当該国においては、道路管理業務の効率・高品質化が期待される。

（実施機関・実施サイト等）

研修参加国が対象。

尚、JICA-SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）の道路アセットマネジメント技

術の中核人材育成プログラムを活用し、本邦の大学と連携して、モザンビークのUEM等からの留学生を受け入れ、モバイルマッピング・システムの人材育成をするとともに、上記の道路維持管理技術の向上に寄与することも考えられる。また、ABEイニシアティブの企業インターシップについて、2017年9月からの第4バッチの受け入れ先がほぼ決まっていると聞いているが、次回の募集がある際には、人材育成の観点から検討していきたい。

(5) その他

有償資金協力（円借款事業）のフィージビリティ調査での実践

本調査の実施期間中に、「スリランカ国 コロンボ新総合都市公共交通システム導入計画調査（円借款事業のフィージビリティ（F/S）調査）」が公示され、LRT（Light Rail Transit）を都市内の道路上に構築するために必要な沿道状況の把握および測量に用いることを目的に、IMSの活用を提案し、採択され、現在、調査にて活用中である。取得した映像に、LRTとしての必要構造幅を重ねて、影響対象家屋の判定に用いることや、検討されている構造物を映像上に載せて検討用に活用すること等も実施中である。また、事業が進む際に重要となる各種の埋設物の位置管理等をこのIMSシステムの中にデータベースとして入れることを考えている。このように、各種のマスタープラン（開発調査）における基礎情報収集や、インフラ施設のF/S等にも活用できる。

JICAプロジェクト研究レベルでの活用

本製品・技術が有する機能を有効に活用することにより、環境社会配慮のうち、特に、移転対象家屋の同定や、その後の不法占拠家屋の発生の把握が効果的に行えることから、環境社会配慮上の負のインパクトの軽減や防止に寄与するシステム・ツールとなることが期待される。

ODA 案件化の一つの例として掲げた JICA プロジェクト研究においては、今後の環境社会配慮ガイドラインにおける移転対象家屋の把握・記録に寄与するひとつのツールとしての可能性について、研究に用いられることも期待できる。

4-2 具体的な協力計画及び期待される開発効果

4-2-1 普及・実証事業

(1) 目的、成果、活動

対象国の開発課題の解決に向け、提案製品・技術の活用可能性を検討するための実証の方法・活動内容及び普及の方法・活動内容等について、以下にPDM形式にて用いて示す。

表 4-1 プロジェクトの目標、成果、活動一覧

プロジェクトの目標： モザンビークにおける回廊開発を含む地域経済活性化や防災・気候変動対策に資するために、 モバイルマッピング・システムの有用性及び優位性が実証されるとともに、
--

モバイルマッピング・システムを普及するための方法と課題が整理される	
成果	活動
成果 1 : 【実証】 モザンビークマプト及びその近郊、ナカラ回廊上の主要都市において、モバイルマッピング・システムの有用性、優位性が確認される	1-1 ANE の HIMS のシステム設計やプログラムを解説し、IMS が連携する方法を ANE と協議して、連携計画を策定し、IMS のカスタマイズを行う 1-2 カスタマイズした IMS を ANE 本部に 1 セットを供与し、システムを導入する 1-3 パイロットプロジェクトとして、州または一部道路区間を対象とし、撮影から維持管理計画の立案まで一連の作業の活動を ANE 職員が実施する 1-4 パイロットプロジェクトの結果を評価し、モバイルマッピング・システムの有用性、優位性を確認するとともに、必要に応じて IMS 改善方法を検討・実施する
成果 2 : 【C/P の体制整備】 モバイルマッピング・システムに関する ANE の知識・技術が醸成されるとともに、ANE が独自にモザンビークにおいて、モバイルマッピング・システムを活用していくための体制（予算・人員体制）が検討される	2-1 撮影に関する作業マニュアルを構築し、ANE 職員へ IMS 機材を使って撮影方法を習得するための研修計画を策定し、訓練・指導を実施する 2-2 IMS の処理ソフトウェアの作業マニュアルを構築し、ANE へ処理ソフトウェアの使用方法を習得するための研修計画を策定し、訓練・指導を実施する 2-3 将来的に ANE がローカル企業に機材・ソフトウェアを貸出し、外注することを想定し、ローカル企業に対して、MMS の講習会を行い、実施できる企業をつくる 2-4 ANE が撮影・処理作業を外注できるように発注仕様書（案）の作成を指導する 2-5 ANE における作業指示・記録方法の確立を支援する 2-6 MMS を持続可能なシステムにするためのシステムの維持管理費用の確保、実施体制の構築を支援する 2-7 本邦での道路維持管理の方法を学ぶため、本邦受入活動計画を策定し、本邦受入活動を実施する 2-8 ANE が IMS/HIMS を活用し、道路維持管理に関する予算計画書、人員配置計画の策定支援を行う
成果 3 : 【普及（ビジネス展開計画策定）】 モバイルマッピング・システム普及のための事業展開計画が策定される	3-1 ANE によるこれまでの道路施設管理方法や道路性状把握方法を理解し、IMS アプリケーション（ALV）を用いた改善方法を議論し、IMS の活用計画を策定する 3-2 ANE の地方事務所に展開する方法について、導入計画を策定するとともに、維持管理計画を策定する 3-3 道路維持管理以外のインフラ維持管理にも普及させるための普及活動計画を策定しビジネスモデルを構築する 3-4 CENACARTA（国土地理院）の検証を受け、測量機器として認定してもらう 3-5 Municipality や Maputo Sul (環状道路管理会社) への普及計画を策定する 3-6 鉄道公社（CFM）への営業展開を強化し、活用策を提案する 3-7 MITADER（環境庁）へ移転補償対象の家屋同定・測量への活用を提案する 3-8 上記の活動結果を踏まえ、モバイルマッピング・システム普及のための事業展開計画が策定される

(2) 投入

事業者および外部人材による投入は以下を想定している。

- 業務主任（普及・ビジネス展開担当）、副業務主任（実証・開発担当）
- 道路維持管理計画の専門家（HIMS と IMS との統合）
- 組織・制度に関する専門家（道路維持管理政策・予算）
- 道路性状調査・橋梁健全性調査の専門家（より効率的な現地での道路性状・橋梁健全性の把握・調査機器の担当）

また、カウンターパート側の投入としては、

- ANE 総裁から計画局長を、本件の実施責任者として任命していただき、道路維持管理局と連携を取りながら、道路基金との協議ができるような体制とする。
- 計画局長より、HIMS 担当者を任命してもらい、計画・実務面での検討ができるようにする。
- 維持管理局から、州の道路維持管理に関する契約形態の検討者を任命していただき、本件の実施面での制度設計を行う。

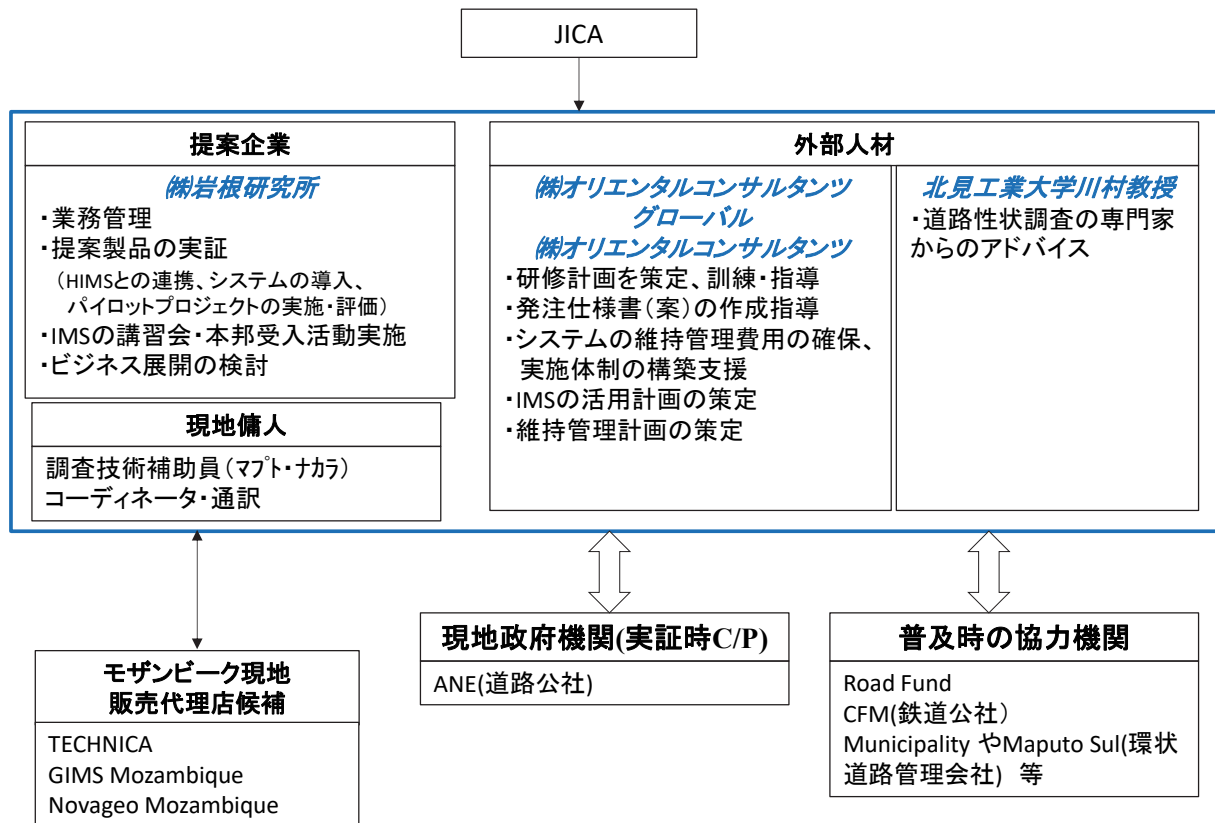
機材としては、以下を想定している。

- IMS 一式および HIMS との統合に必要な開発キット

本件期間中に、本邦受入活動プログラムと、現地でのセミナー（カウンターパート内、一般向け）を想定している。

(3) 実施体制

実施体制は、下図を想定している。



出典：JICA 調査団

図 4-1 実施体制図案

(4) 活動計画・作業工程

普及・実証事業としては、18 カ月を想定している。

(5) 事業額概算

普及・実証事業の予算（1 億円）の内訳として、機材費（IMS 一式・HIMS との統合等に必要なカスタマイズ費）等に 5,000 万円前後、その他の現地調査活動費に 5,000 万円程度（旅費、人件費等を含む）を想定している。

(6) 本提案事業後のビジネス展開

普及・実証事業後は、他の ODA スキームと連携させることにより、IMS を活用した道路維持管理の高度化を図るとともに、岩根研究所のモザンビークにおけるビジネス展開を推進しながら、モザンビークにおけるインフラ施設の維持管理の高度化に貢献していく。

以下に、ビジネス展開の概要を示す。

- ・ 案件化調査および普及・実証事業後には、本格的に岩根研究所自身がビジネス展開をしていくことを軸とする。
- ・ 並行して実施中のナカラ回廊道路のフィージビリティ調査が、円借款事業にまで

至った際には、ナカラ回廊上のナカラ港アクセス道路の円借款のソフトコンポーネントを活用して、IMS 一式の導入と As built drawings に替わる As built video の実現が可能となる。

- 普及・実証事業での 1 式（マプト）、円借款事業での 1 式（ナンプラ州）で賄えない州に関して、例えば、外務省の「中小企業ノン・プロジェクト無償」の活用も期待される。
- その他、世銀等をはじめとする他ドナーの Technical Assistance (TA) 予算により、他州分の IMS 購入や、州とのネットワーク構築を実現させる可能性もある。特に JICA は、既に 2011 年～2014 年に ANE に対して、「道路維持管理能力向上プロジェクト」（技術協力プロジェクト）を実施しているが、継続して道路管理に関する能力開発を実施することが、相手国の実施能力を持続するために重要と考えらえる。そのため、他ドナーも含めた TA が普及・実証事業に併行して、展開できることが望ましいと考える。この中での IMS 機材・地方事務所とのネットワーク構築が支援できることを期待する。
 - 点検・調査技術（IMS/その他 ANE 機材を使った情報による道路性状分析）
 - 計画立案技術・維持管理予算計画技術（HDM-4 による科学的分析）
 - 維持管理業務の発注・モニタリング技術（IMS/GIS が効果的）

以上の概要を図式にまとめたものが、下図である。



出典：JICA 調査団

図 4-2 案件化調査からの事業展開イメージ（道路維持管理に関わるもの）

4-2-2 有償資金協力

前節に記載のとおり。

4-2-3 技術協力プロジェクト

前節に記載のとおり。

4-3 他 ODA 案件との連携可能性

実施中の ODA 案件としては、前節の(2)に挙げた有償資金協力が挙げられる。また、機材という意味であれば、外務省の「中小企業ノン・プロジェクト無償」についての可能性もあると考える。また、前述のとおり、既にスリランカの円借款事業のフィージビリティ調査において、調査機材・将来の工事監理用のデータベースとして活用をしている。

4-4 ODA 案件形成における課題と対応策

現時点では、特に本製品・技術を仕様するに必要な許認可等についての問題点はないと考える。

ただし、本システムを ANE が所有する道路管理システムに統合した場合、本件の有無とは限らず、同システムの稼働に必要な職員及び予算の確保は重要である。

4-5 環境社会配慮にかかる対応

本システムを用いた ODA 案件化の際には、案件実施中には住民移転も用地取得も発生しない予定である。

第5章 ビジネス展開の具体的計画

5-1 市場分析結果

(非公開部分につき非表示)

5-2 想定する事業計画及び開発効果

(非公開部分につき非表示)

5-3 事業展開におけるリスクと対応策

(非公開部分につき非表示)

別添資料

(非公開部分につき一部非表示)

現地調査における道路及び鉄道試走動画及び技術資料 URL

現地調査における道路及び鉄道試走動画及び技術資料 URL

- ・ 道路試走撮影動画 URL

https://www.youtube.com/watch?v=2eStv5utM90&feature=em-upload_owner

- ・ 鉄道試走撮影動画 URL :

https://www.youtube.com/watch?v=dMB-E-hWBKE&feature=em-upload_owner

- ・ モバイルマッピング・システム関連技術資料 URL :

<https://www.youtube.com/watch?v=MLH0ILh3Ra4&t=81s>

要約(英文・英文ポンチ絵)

Feasibility Survey for Advanced Road Asset Management by Japanese Mobile Mapping System and Technology in Mozambique

Final Report (Summary)

1. Current Situation of the Target Country

Over the past five years Mozambique has maintained a high average GDP growth rate of 7.5% (source: IMF). Mozambique is expected to develop steadily in the future due to its stable politics, existence of natural resources discovered recently and their accelerated agricultural development. Under such conditions, interest in investing in Mozambique is growing among foreign entities, including Japan. They are looking for business opportunities mainly focusing on mining and manufacturing industries with natural resources like coal, natural gas and wood, and also in agriculture.

1-1 Development Subjects in the Target Sector in the Target Country

The National Road Administration (Administracao Nacional de Estradas, ANE) is in charge of national and local roads management in Mozambique. The total length of the roads in their jurisdiction was 30,464 km in 2013, of which only 7,344 km, or about 24%, were paved. However, due to the ongoing and expected future construction works, the total length of paved roads will increase, after which the necessary road maintenance works is expected to also increase. Therefore, in order to maintain this basic infrastructure that is supporting the economic development of the corridor area, it is an urgent matter to establish an efficient road asset management system that has a preventative management perspective and sufficient capacity to cope with problems.

1-2 Challenges for Roads Asset Management

In Mozambique, ANE aims to establish a road management system capable of proper road maintenance planning and implementation based on collected road condition data like international roughness index (IRI), etc. The Highway Information Management System (HIMS) was developed with the support of the World Bank, and is based on road condition data such as IRI, rutting and cracking, which at the time were acquired by survey vehicles equipped with cameras and GPS.

The HIMS is a database that stores information about roads, such as their pavement condition, traffic volume, bridge location, accidents, etc. In addition, the HIMS has a function to export a dataset for HDM-4 (Highway Development and Maintenance Management System), which was also developed by the World Bank, to formulate a management plan. However, according to ANE staff, they do not use the full capacity of HIMS. It is difficult for them to update information to the HIMS at the present and they face several challenges to collect road condition data in a sustainable and efficient manner.

In addition, the road management data (including road condition data) managed in ANE is referenced only by distance (km post) from control points. Therefore, it is difficult to share the actual location that needs repair between the road administrator and contractor.

2. Features of the Proposed Products and Technologies and Policies for Overseas Business Development

2-1 Features of the Proposed Products and Technologies

The proposed image based Mobile Mapping System and its application software, which handles the generated image maps, are original products developed under the concept of "Bring the real world to your laptop!" with Japanese technology by IWANE Laboratories, Ltd..

The "IMS (Iwane Mobile Mapping System) series" is a flexible product attachable to a wide variety of vehicles from minicars to large vehicles. The IMS series does not use lasers and point clouds that are indispensable sensors for many MMS. It is a simple image acquisition system consisting of omnidirectional cameras, an accelerometer, a GNSS (Global Navigation Satellite System) to acquire positional information and a control unit that oversees the video recording in general. In Japan, the IMS is being used for road management on about 70% of national roads (managed by Ministry of Land, Infrastructure and Transport) with a total accumulated length of over 20,000 km of acquired data. Furthermore, the system has also been accepted and utilized to acquire data in other countries, mainly in Southeast Asia. The utilization of the IMS in road management and features of the products/ technologies are described below.

(1) Utilization of the IMS in Road Management

- a) The current condition of the road and its perimeter are recorded as video images by an IMS-equipped vehicle during daily patrols. At the office, deterioration of road accessories and pavement, including their positions, are visually checked in video images by administrators and technicians, and they share the data.
- b) 3-dimensional position coordinates can be obtained from the acquired images, so that it is possible to determine the locations of rutting and cracking in the pavement and to determine their shape, size, displacement, etc. from the images on the computer. It is also possible to connect the images to other data necessary for maintenance like basic information, repair records, etc.

(2) Feature of Technology

In road management systems, various road conditions data are usually paired with position information. However, if the steps to obtain position information are complicated, as may be the case in developing countries, then the process will eventually lead to stoppage in the data collection. On the other hand, the proposed technology is composed of simple equipment and an intuitive application, so it does not require a high expertise and can be operated by persons after short-term training. The IMS has four technical features as follows.

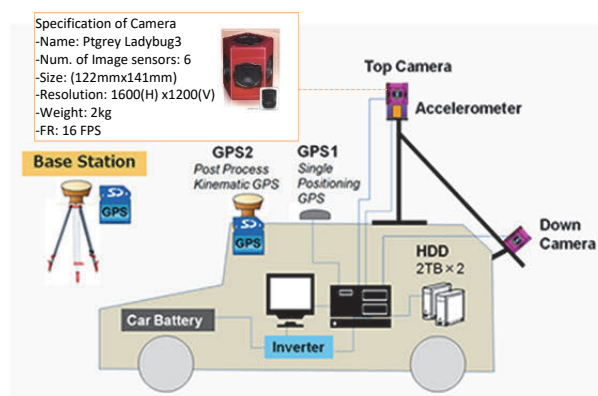
- i) Clear 360-degree (immersive) video linked to georeferenced information
- ii) Video images that can make measurements in three dimensions and be sharable through web sites
- iii) Simple and flexible equipment
- iv) Original technology developed in Japan and therefore fully customizable

2-2 Specifications of Products and Technologies

This proposed product/technology is composed of hardware and software, and their configuration and specifications are described below.

(1) Hardware

2 sets of omnidirectional cameras, GPS, 2 sets of HDDs (hard disk drives), control PC, etc. are commercial products and can be installed regardless of the type of vehicle through the use of a dedicated equipment cradle. Since power to the hardware is supplied from the car battery via an inverter, an optional battery is unnecessary. With this equipment and connection wiring, data can be acquired when installed on a rental car even in remote locations. Clear 360-degree images can be produced with correction of blind spots and shaking of the vehicle during image shooting.



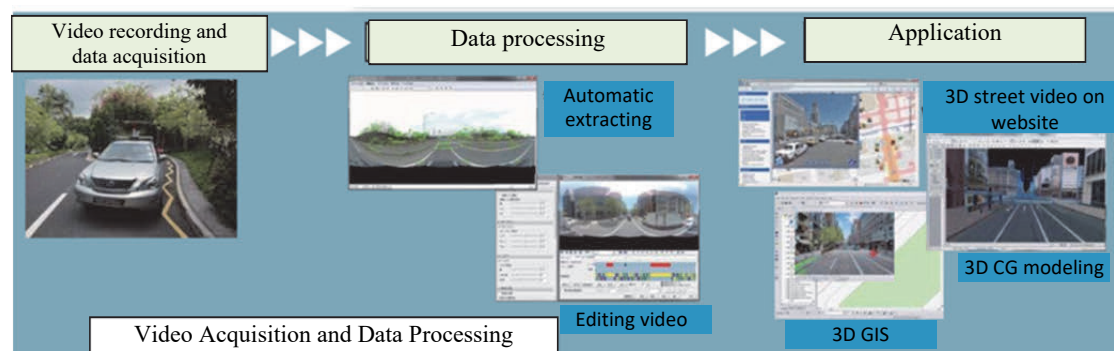
Source : JICA Study Team

Figure 1 Composition of Hardware

(2) Software

Unlike other street-view applications, which function only as a viewer for 360-degree images, the proposed system can perform 3D calculations and measurements like displaying the 3D coordinates of arbitrary points in video image, calculating the distance between two points or the area of three or more points, etc. It also has a convenient digitizing function that can connect the acquired data to photographic or text data via geotagging and can generate point, polyline and polygon data from the video image to create a database. A landscape simulation function is also available that can create a comparison of facilities or buildings before and after improvement by overlaying computer graphics (3D models) onto acquired images.

The software can be operated both with a standalone PC and via a network connection to an intranet and the Internet. Operation and information sharing using the software via the network is made easy by using a mobile device like an iPad. With an SDK (Software Development Kit), it is also possible to develop add-ons to various GIS software, such as ArcGIS.



Source : JICA study team

Figure 2 Flow of Data Acquisition and Processing

2-3 Policies for Overseas Business Development

(1) Purpose of Overseas Business Development

The Iwane Laboratories, Ltd. established a subsidiary in Bangkok in 2003. Since then, they have been delivering measuring instruments to governmental agencies and private enterprises in Southeast Asia and the Middle East, and have accepted work related to 360-degree video recording and processing.

Participation in this feasibility survey is a first step towards developing a new market in Africa, and it targets Mozambique where road development projects have been implemented by Japanese ODA. Road management in vast and remote areas is a particular challenge in Africa. This survey is a test case of the system and helps determine the market value and scale in Mozambique for these types of management systems, and sets up Mozambique as a potential stepping stone to entire Africa.

(2) Policy of Overseas Business Development

The Iwane Laboratories, Ltd. works to achieve their founding objective, which is the realization of the artificial intelligence robotic eye. They use the profits obtained from sales and consignments as resources for new research and development. Because the IMS is already prevalent in Japan, they are searching for new funding sources for research and development by exploring overseas projects and also new research subjects not found in Japan. From this viewpoint, they regard development of the African market as strategically important for the sustainable development of their company.

Regarding approaches on overseas business deployment, Iwane Laboratories, Ltd. already established a subsidiary in Thailand, as mentioned above, and it has functioned as a base for overseas business and a data-center for analysis work. For Africa, through this study they intend to discover local companies who have capabilities in data acquisition and analysis. After finding such local companies, agreements will be made, training given for capacity development, and then followed by the sales of equipment, software and services.

3. Verification of Adaptability of the Products and Technology

3-1 Verification of Adaptability of the Products and Technology

(1) Legal Adaptability of the Products and Technology

In this survey, it was possible to import and export the equipment without any trouble by carry them in to or out of the country. This was largely thanks to the support of ANE, who issued a letter addressed to Customs at Maputo Airport confirming that the equipment are a temporary import for the survey, and dispatched their staff at the time of entry and departure.

Based on the experiences of this carrying in and out, it is considered that there should be no

problems in customs processing of the equipment for the next survey. On the other hand, for future business operations, it is expected that the equipment will be imported by air through a shipping company. Based on search results of World Tariff, tariffs on equipment like cameras are 20%.

(2) Adaptability in Terms of Quality and Performance, Confirmation of Needs

A. Verification of adaptability in road management by ANE (road public corporation)

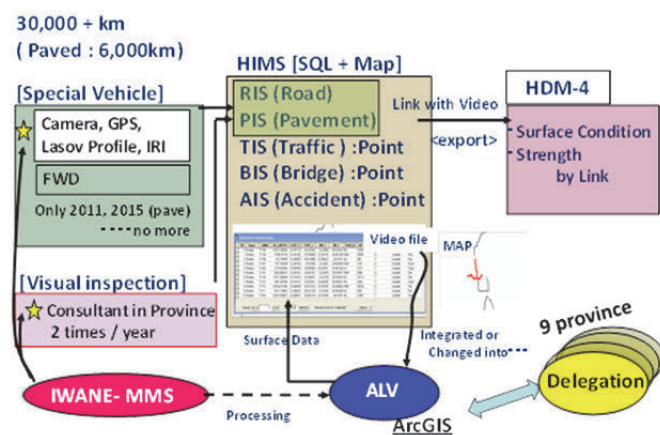
The quality and performance of the technology in terms of the following aspects were confirmed through test video recording with the IMS installed in ANE's vehicle in Mozambique.

- It was confirmed that the IMS equipment used in Japan could be installed to ANE's vehicles and it works properly without any problem.
- It was confirmed that the equipment had no problems with local temperature and humidity through several test runs and data acquisition under different weather conditions such as sunny, cloudy, light rain, etc.
- Trials were made to examine suitable level and specifications applied for road management in Mozambique through the test runs and image acquisition with cameras with different resolutions.
- Mozambican side expressed their concerns regarding video recording on unpaved roads; however, this proved not to be a problem if speeds were reduced. Some other issues regarding durability and operational aspects need to be confirmed, such as the necessary mounting strength for the equipment, the frequency of wiping off the camera lenses due to dusts, etc.
- In order to achieve high-accuracy for location information, it was necessary to set GPS base stations within 10 km from where the image acquisition vehicles were operating in Mozambique, unlike in Japan where location information services can be used. With this experience, the necessary workload for the image acquisition was understood and furthermore, it was proposed that kilo posts be used as coordinate reference points for more efficient image acquisition.
- While considering localization of the equipment, it was determined that it was possible for production in Mozambique of mounting brackets and arms for installing cameras. In addition, information was collected on PC and inverter vendors available locally.

In addition, it was found that IRI, which indicates the road surface condition, should be collected simultaneously if IMS is to be integrated with the HIMS owned by ANE. As a result, its investigation was carried out as described below.

It was also confirmed that the video image incorporated in the HIMS to check the road condition is not a 360-degree image but a simple forward-facing image without any measurement capabilities.

The data obtained in the test runs were used to examine how to incorporate acquired data by the IMS into the existing HIMS. The steps were as follows: 1) Prepare an export function on the IMS side that transfers the captured data from IMS to the HIMS; and 2) Prepare an application on the IMS that connects the coordinates of the captured images to the position information of each item saved in the database and show a clear 360-degree video as supplemental information of the database.



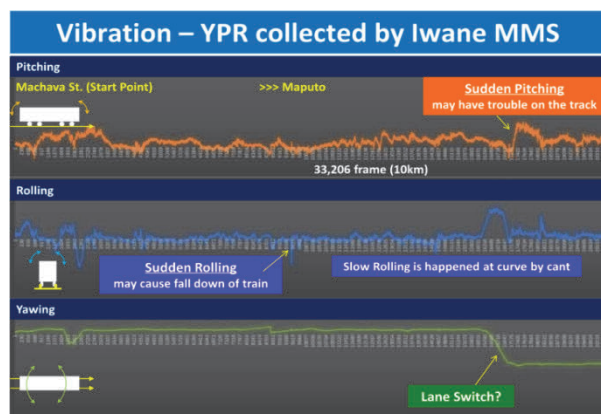
Source : JICA Study Team

Figure 3 Coordination between HIMS and IMS

B. Verification of adaptability in railway inspection and management by CFM (Portos e Caminhos de Ferro de Moçambique/ Mozambique Ports and Railways)

It is assumed that the IMS can contribute to the efficiency and sophistication of inspection and maintenance plan for over 2,000 km of railway. Trial image acquisition was conducted for 10 km by utilizing a CFM inspection wagon with the IMS equipment. A part of the obtained data was analyzed and processed and the result was presented to engineers in the technical department of CFM. As a result, it was recognized that the IMS is effective for the inspections conducted twice a year by the Engineering Department.

In addition, based on a request by CFM regarding information on settlement, data was presented that showed the IMS can determine the settlement of railway from the data of video image vibration (YPR: yawing, pitching and rolling).



Source : JICA Study Team

Figure 4 Analysis of test running to understand railway condition

C. Others

In this survey to introduce the proposed products/technologies, discussion about its possible application and its needs were carried out with 18 local agencies and educational institutions (including the Ministry of Agriculture and Municipalities), five Japanese companies, the Japanese embassy, and JETRO through visits and local seminars. Through the discussions, it was found that EDM (Electric Power Corporation) and CDN (Northern Corridor Development Corporation), among others, were also interested in this technology for infrastructure

management other than roads sector.

D. Partner Survey

During this survey, the possibility of partnering with local surveying companies, GIS agencies, etc. was also studied. Several local surveying companies and a university were identified as viable partners and after discussions MOUs were signed regarding cooperation in future activities.

4. Concrete Proposal for ODA Projects

4-1 Outline of the Projects ODA Project and Expected Impact

Based on the information obtained through the three field surveys, the implementation plan for several ODA schemes were examined. As a next step of this survey, a verification/ dissemination project is assumed. The following contents were proposed to ANE assuming counterpart, and MoU for it was concluded.

(1) Verification Survey with the Private Sector for Dissemination in ODA Projects (SME Verification survey)

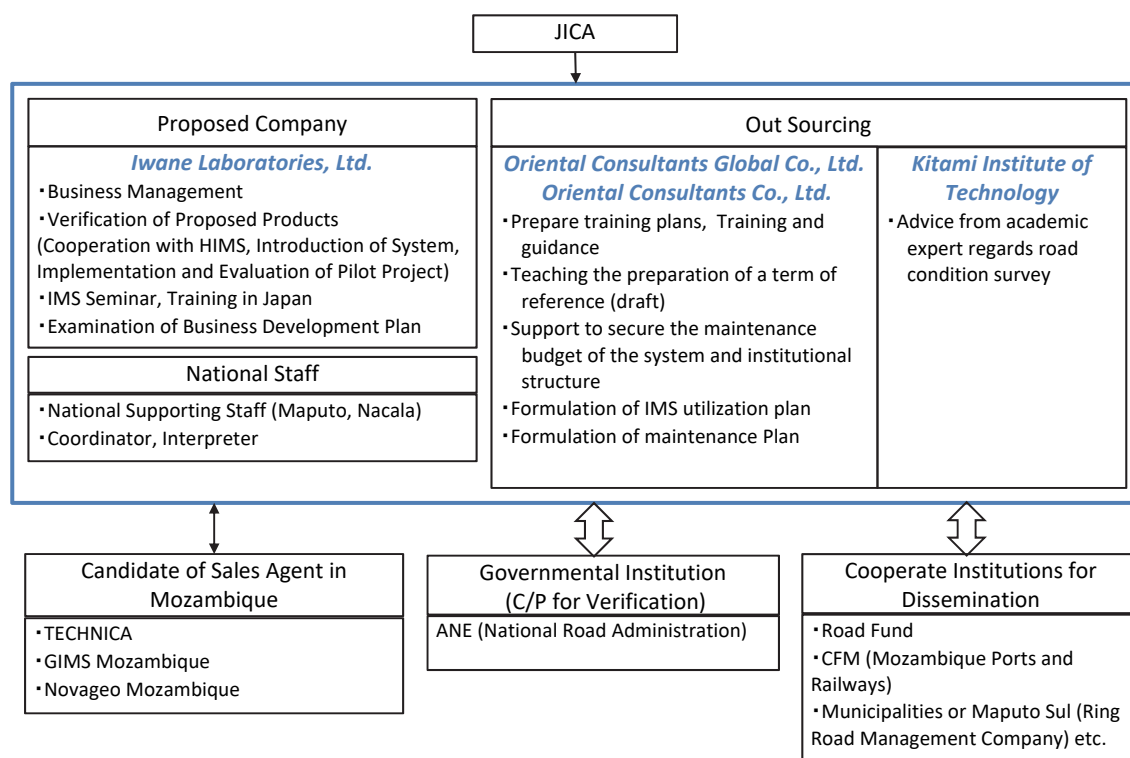
The method of verification, the activities and the method of dissemination in order to examine the feasibility of proposed products/technologies for solving the development issues of the target countries are described below.

Table 1 Project Objective, Outputs and Activities

Project Objective: In order to contribute to the vitalization of the regional economy, including corridor development, disaster management and climate change adaptation in Mozambique, the usefulness and advantages of the proposed Mobile Mapping System are verified and methods for dissemination of the Mobile Mapping System are discussed and clarified.	
Output	Activities
Output 1: [Verification]	1-1. Understand design and programs of HIMS in ANE, discuss with ANE and formulate the plan on how the IMS cooperates with HIMS, then customize the IMS
Verification of the usefulness and advantages of proposed IMS in Maputo and its surroundings and major cities in Nacala Corridor Area	1-2. Introduce a set of the customized IMS in ANE headquarter
	1-3. As a pilot project, the ANE staff will carry out a series of work activities from video recording to preparing a management plan for province or partial road sections
	1-4. Evaluate the results of the pilot project, confirm the usefulness and advantages of the proposed IMS, and examine and implement improvement of the IMS if necessary
Output 2: [Institutional Strengthening of counterpart]	2-1. Prepare work manual for the video recording and training plans to master the recording methods with the IMS equipment for ANE officials. Conduct the training and guidance
In addition to fostering ANE's knowledge and technology related to MMS, ANE's structure is examined (budget/ personnel structure) for	2-2. Prepare work manual of processing software of the IMS and training plan for ANE officials to learn how to use the processing software. Conduct the training and guidance
	2-3. Based on an assumption that ANE will lend equipment and software to local companies and subcontract the works in the future, conduct MMS training seminar for local companies to create companies proficient with the IMS
	2-4. Train ANE staff about preparation of a terms of reference (draft) for subcontracting the image acquisition/ processing work.

utilizing the MMS independently in Mozambique Transfer of technology to local companies	2-5. Assist to establish work instruction / record keeping method in ANE
	2-6. Assist to secure the budget for system maintenance and to establish an institutional structure in order to make the MMS into a sustainable system
	2-7. Prepare plan for training in Japan in order to learn the method of road management in Japan. Implement the plan in Japan
	2-8. Assist to formulate the budget plan and staffing schedule in ANE to conduct road management with utilization of the IMS/ HIMS
Output 3: [Dissemination (Preparation of Business Development Plan)] A business development plan will be formulated for dissemination of the mobile mapping systems	3-1. Understand current method of road facilities' management and inspection of road condition by ANE. Discuss its improvement using with the IMS viewer (ALV), and formulate IMS utilization plan
	3-2. Formulate a dissemination plan and maintenance plan to introduce the IMS to ANE's regional offices
	3-3. Establish a dissemination activity plan to utilize the IMS for infrastructure management other than road management and its business models
	3-4. Received a verification by CENACARTA (Centro Nacional de Cartografia e Teledeteccão / National Cartography and Remote Sensing Centre) in order to get a certification as survey instruments
	3-5. Formulate a dissemination plans for Municipalities and Maputo Sul (ring road management company) respectively
	3-6. Strengthen business promotion to railway institution (CFM) and propose the utilization plan
	3-7. Propose to MITADER (Environment Agency) about utilization of the IMS for identification and survey of houses subject to relocation compensation
	3-8. Based on the results of the activities above, formulate a business development plan to disseminate the IMS

Expected implementation structure is as follows.



Source: JICA Study Team

Figure 5 Implementation Structure (draft)

(2) Forecast of Business Development after the Proposed ODA Project

After the verification/ dissemination project, improvement of the road management using the IMS will be promoted through cooperation with other ODA schemes and business development of Iwane Laboratories, Ltd. in Mozambique. Through these activities, it will contribute to the sophistication of management of infrastructure facilities in Mozambique.

Forecasted business development is as follows:

- After this feasibility survey and continuous verification/dissemination survey, Iwane Laboratories, Ltd. will begin to actively promote their own business development.
- If the feasibility study on roads improvement in the Nacala Corridor, which is being implemented in parallel with this survey, results in an ODA loan project, it will be possible to introduce a set of the IMS and an as-built video in place of as-built drawings by utilizing the soft component of the access road of Nacala Port in the Nacala Corridor of the ODA loan project.
- The IMSs are expected to be introduced as only one set (for Maputo) in the verification/dissemination survey and the other one set (for Nampula) in the aforementioned ODA loan project. For the remaining provinces where no IMS is delivered, there is a prospective to use Non-project Grant Aid.
- There is also the possibility to purchase IMS for the other provinces or establish a network with the provinces with budgets for Technical Assistance (TA) of other donors, such as the World Bank. In particular, JICA has already implemented "Project for Capacity Development of Road Maintenance" (Technical Assistance Project) for ANE from 2011 to 2014 and considers that continuous capacity development activities on road management is important to sustain the capacity development of Mozambique. It is therefore desirable that TA projects supported by JICA or other donors be implemented in parallel with the verification/dissemination projects. It is also desirable to introduce the IMS equipment or establish a network with ANE's regional offices in these projects.
- Some necessary themes/subjects for technical assistance are as follows:
 - Technology for Investigation/Survey (Road condition analysis with IMS/other equipment in ANE)
 - Capacity for preparation of management plan and budget estimation for road management (Scientific Analysis with HDM-4)
 - Capacity for subcontracting of maintenance work and its monitoring/inspection (Effective use of IMG/GIS)

A summary of above is shown in figure below.



Source : JICA Study Team

Figure 6 Image of Business Development after the Feasibility Study
 (related to Road management Sector only)

(3) ODA Loan Project

It is conceivable that if the road improvement survey being implementing by JICA is approved for an ODA loan project, the MMS will be included in the specification of the ODA project to require submission of a measurable video at work-completion (As-built Video) instead of the completion drawing (As-built Drawing). Moreover, if costs to integrate the MMS into the existing road management systems of ANE can be paid by soft component budget of the ODA project, the MMS can be introduced for management of entire roads in Nacala Corridor as a pilot.

Based on the above background, if the IMS can be introduced with soft component of the ODA loan project, the IMS will be used to properly understand the completion of the work and in subsequent road management.

Furthermore, if benchmarks for survey are embedded on the road, which is required for implementation of "information construction", it may lead development of road management system of Nacala Corridor in the future, and also improve the accuracy of survey along the road, and provide geographical information useful for formulating the regional development plan along the road.

(4) Technical Assistance Project

As a technical assistance project, the following possibilities are considered:

- Technical assistance to identify the situation of soil erosion, which becomes an issue in Nacala Municipality.

- Technical assistance for improvement of road and bridges management capacity.

It was understood that the rapid progress of soil erosion in municipality of Nacala is a big issue and a technical assistance to understand the current situation and to prepare countermeasures is requested. If the IMS can take images not only along roads but also from the sky (e.g. by drone), it will be effective in not only understanding the current situation but also for technical cooperation in sediment control and flood control measures.

In particular, an appropriate management system is required for roads and bridges management in ANE and Maputo Sul, which should be suitable for the development of international trunk roads, including the Nacala Corridor, and for making toll roads section based on existing policy.

As a technical assistance project, it is desirable to dispatch experts in the maintenance of roads and bridges aiming at (1) improvement of capacity for the efficient and effective investigation of road surface condition and for the performance of the bridge soundness survey (including establishment of subcontract method and improvement of inspection ability); (2) improvement of planning capacity of road management by using road management system (prediction of road surface conditions, analysis of maintenance work items and build maintenance program); (3) improvement of budget application/ execution capacity (improvement of the current state as subcontracting the maintenance by province or current system); and, (4) supervising maintenance work and improving monitoring/inspection capability.

(5) Trainee Acceptance Program in Japan

In any of the above, improvement of the capacity of government officials for road management (maintenance planning/ implementation) is an important issue. If the IMS is recognized as an effective road management system for developing countries through this F/S and the "verification/ dissemination project", it can be expected that the IMS will be a subject in the thematic training program and one lecture or site visit are prepared for it.

It is also conceivable to accept international students from Universidade Eduardo Mondlane (UEM) or other universities in Mozambique and develop human resources for mobile mapping system in cooperation with Japanese universities and by utilizing the core human resource development program for the road asset management technology of JICA-SIP (Strategic Innovation Creation Program). It will contribute to the aforementioned improvement of the road maintenance and management technique.

5. Plan for Intended Business Development

5-1 Expected Intended Business Plan and Impacts

(1) Business Strategy

Based on results of a series of field surveys and opinion exchanges, several business models were examined with consideration of alternatives of equipment sales, video recording, data processing,

purchase of application, subcontracting, etc. It is assumed that contents of the contract will be flexible and changed according to customer's needs.

- **All-in-One:** Sell a complete set consisting of equipment, software and application (including maintenance of equipment and operational training). In cases where the security of acquired data is high, customers may desire that video recording and processing be done by themselves (in some cases, video recording is outsourced within their own organization).
- **Rental Model:** Sell equipment and application only. Video recording is done by the customer. Analytical software is lent (it is assumed for consultant and survey companies).
- **Data Processing Service:** Sell equipment and application only. Video recording is done by the customer. Subsequent image analysis is contracted with Iwane.
- **Turn-key Service:** Video recording and image analysis is subcontracted with unit price for area or kilometer (assuming that local partner will cooperate in field work)

Table 2 Four kinds of Sales/ Service Type (draft)

Sales /Service Type	MMS EQUIPMENT Camera, PC, GPS, Attachments H/W warranty: 1 year Training: 2 weeks	VIDEO SHOOTING WORKS	DATA PROCESSING		IWANE's APPLICATION ALV for Arc-GIS 3 licenses Incl. 3 year M/S
			SOFTWARE Incl. 3 year M/S	PROCESSING WORKS	
1: All-in-One	BUY	by customer	BUY	by customer	BUY
2: Rental Model	BUY	by customer	RENTAL	by customer	BUY
3: Data Processing Service	BUY	by customer	by IWANE Outsourcing		BUY
4: Turn-key Service	by IWANE Outsourcing (km based)		by IWANE Outsourcing		BUY

Source : JICA Study Team

It is expected that the IMS business will develop as a management/ measurement/ design tool for infrastructure facilities over road management. The horizontal deployment to the Southern African Community (SADC) (centered on South Africa who has higher payment ability) is also considered.

(2) Schedule of Business Development

In order to get orders from potential customers other than those from the road sector who were found in the feasibility study, it is necessary to continue follow up.

For ANE as the counterpart, improvements of IMS to acquire IRI data and to integrate with HIMS will be executed in the verification/ dissemination project. Meanwhile, improvement of technical and financial capacity of ANE (continuous implementation of capacity building and

support to prepare budget of the local government) will be promoted in order to ensure the business development after the project. It is expected that the IMS will be introduced to other sectors in Mozambique and to the neighboring countries through actual example of installation and utilization in ANE. The next step is for full-fledged expansion into neighboring countries in the horizontal deployment stage.

Table 3 Business Development Schedule (plan)

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
F/S Study									
Verification/ Dissemination		Providing equipment to ANE' headquarter							
Phase-1		Expansion to each provincial office of ANE							
Phase-2		Expansion to other institution and private entities							
Horizontal deployment stage						Expansion to neighboring countries			

Source : JICA Study Team

[illegible]

- Name of SME: Iwane laboratories, Ltd.
- Location of SME: Sapporo, Hokkaido
- Survey Site : Maputo City and area along the Nacala Corridor, Mozambique Counterpart Organization : National Roads Administration (ANE)

- Insufficiency of maintenance equipment and human resources and capability responding to road network extension
- It is necessary to perform monitoring and management of the condition of the road

- 1) Difficult to efficiently collect reliable road condition data
- 2) Lack of database which is suitable for the practice of road maintenance

- Iwane Mobile Mapping System (IMS) includes:
 - Omni-directional Camera System which can be installed in all variety of vehicles for acquiring road conditions
 - Image Processing System to measure and grasp direct position information and 3D spatial analysis from the video

- System Development adaptive for the current situation of Mozambique through the trail project by National Roads Administration
- Project of Verification Survey for Disseminating targeting newly established roads in Nacala corridor
- Proposal of a road asset management including maintenance system for future roads utilizing IMS
- Effective and accurate database construction of road maintenance including video and position information

Contribution to achieving sustainable road maintenance in order to sustain continuous effect of Nacala corridor