

ペルー国

ペルー国
マチュピチュ地区での3D測量技術
による文化遺産の保全と活用のための
基礎調査

業務完了報告書

2022年10月

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社ふたば

民連
JR
22-052

通貨交換レート：
US\$1.00=S/. 3.72=JPY136

出典：JICA 業務実施契約、業務委託契約における外貨換算レート表（2022年7月レート）

(https://www.jica.go.jp/announce/manual/form/consul_g/ku57pg00000kzv7m-att/rate_2022.pdf)

本報告書では、ペルー国通貨単位（ソル）をすべて「S/.」、
米ドル単位はすべて「US\$」と数字の前に表記した。

<本報告書の利用についての注意・免責事項>

- ・本報告書の内容は、JICA が受託企業に作成を委託し、作成時点で入手した情報に基づくものであり、その後の社会情勢の変化、法律改正等によって本報告書の内容が変わる場合があります。また、掲載した情報・コメントは受託企業の判断によるものが含まれ、一般的な情報・解釈がこのとおりであることを保証するものではありません。本報告書を通じて提供される情報に基づいて何らかの行為をされる場合には、必ずご自身の責任で行ってください。
- ・利用者が本報告書を利用したことから生じる損害に関し、JICA 及び受託企業は、いかなる責任も負いかねます。

<Notes and Disclaimers>

- ・ This report is produced by the trust corporation based on the contract with JICA. The contents of this report are based on the information at the time of preparing the report which may differ from current information due to the changes in the situation, changes in laws, etc. In addition, the information and comments posted include subjective judgment of the trust corporation. Please be noted that any actions taken by the users based on the contents of this report shall be done at user's own risk.
- ・ Neither JICA nor the trust corporation shall be responsible for any loss or damages incurred by use of such information provided in this report.

目次









写真.....	i
地図.....	v
図表リスト.....	vi
略語表.....	viii
案件概要図（和文）.....	x
案件概要図（英文）.....	xi
概要（和文）.....	xii
概要（英文）.....	xiv
第1 対象国・地域の開発課題.....	1
1. 対象国・地域の開発課題.....	1
（1）開発課題の状況.....	1
（2）開発課題の背景・原因.....	2
2. 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等.....	3
（1）開発計画.....	3
（2）政策.....	4
（3）法令等.....	6
3. 当該開発課題に関連する我が国の国別開発協力方針.....	8
4. 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析.....	9
（1）我が国の ODA 事業.....	9
（2）他ドナーの先行事例分析.....	12
第2 提案法人、製品・技術.....	14
1. 提案法人の概要.....	14
（1）企業情報.....	14
（2）海外ビジネス展開の位置づけ.....	14
2. 提案製品・技術の概要.....	14
（1）提案製品・技術の概要.....	14
（2）ターゲット市場.....	16
3. 提案製品・技術の現地適合性.....	16
（1）現地適合性確認方法.....	16
（2）現地適合性確認結果（技術面）.....	16
（3）現地適合性確認結果（制度面）.....	21
4. 開発課題解決貢献可能性.....	23
（1）遺跡保全.....	23
（2）観光.....	23
（3）防災・インフラ.....	23
第3 ビジネス展開計画.....	24
1. ビジネス展開計画の概要.....	24

(1) ビジネス展開計画の概要	24
(2) 事業化スケジュール	26
2. 市場分析	29
(1) 市場の定義・規模	29
(2) 競合分析・比較優位性	29
(3) 国内調査	29
3. バリューチェーン	29
(1) 製品・サービス	29
(2) バリューチェーン	29
4. 進出形態とパートナー候補	29
5. 収支計画	29
6. 想定される課題・リスクと対応策	29
(1) 法制度面にかかる課題・リスクと対応策	29
(2) ビジネス面にかかる課題・リスクと対応策	29
(3) 政治・経済面にかかる課題・リスクと対応策	29
(4) その他課題・リスクと対応策	29
7. ビジネス展開を通じて期待される開発効果	30
(1) 遺跡保全	30
(2) 観光	32
(3) 防災・インフラ	33
8. 日本国内地元経済・地域活性化への貢献	37
(1) 関連企業・産業への貢献	37
(2) その他関連機関への貢献	37
第4 ODA 事業との連携可能性	40
1. 連携が想定される ODA 事業	40
(1) ピスカクチョ地区のマチュピチュ歴史保護区ビジターセンター展示機材整備計画	40
(2) ウトゥクバンバ溪谷上流地域における文化的景観を活用した持続的開発プロジェクト	40
(3) パチャカマック博物館遺跡保全機材及び教育機材整備計画	40
2. 連携により期待される効果	40
(1) 全般	40
(2) ピスカクチョ地区のマチュピチュ歴史保護区ビジターセンター展示機材整備計画	40
(3) ウトゥクバンバ溪谷上流地域における文化的景観を活用した持続的開発	41
(4) パチャカマック博物館遺跡保全機材及び教育機材整備計画	41
第5 調査を通じての提言及び提案	42
1. マチュピチュ遺跡の 3D データ活用及び周辺遺跡調査に関する提言	42
(1) 3D データの活用について	42
(2) 遺跡発見について	42
2. マチュピチュ歴史保護区事務所（ビジターセンター）におけるインカ道保全等に関する提言	42
3. マチュピチュ村の防災機能の強化に関する提言	43
4. ペルー国内の遺跡・文化財の保全、観光化に向けての提案	43

第6 活動経緯	44
1. 業務計画の推移	44
2. 調査において工夫したこと	49
付属資料	付-1

写真

<p>(1) マチュピチュ遺跡（全景）（2020年3月）</p>	<p>(2) マチュピチュ遺跡（市街地の正門）（2020年3月）</p>
	
<p>(3) マチュピチュ遺跡（3つの窓の神殿）（2020年3月）</p>	<p>(4) マチュピチュ遺跡（段々畑）（2020年3月）</p>
	
<p>(5) マチュピチュ遺跡（2020年3月） （遺跡の維持管理に取り組む作業員）</p>	<p>(6) PANM での打合せ（2020年3月）</p>
	
<p>(7) PANM データ局での打合せ（2020年3月）</p>	<p>(8) マチュピチュ村村長との打合せ（2020年3月）</p>
	

<p>(9) マチュピチュ村 (2020年3月)</p>	<p>(10) 観光列車 (ペルーレイル) (2020年3月)</p>
	
<p>(11) 大雨による土砂災害現場 (クスコ) (2020年3月)</p>	<p>(12) Peru Land (現地測量会社) 表敬訪問 (2018年8月)</p>
	
<p>(13) センチネーラ遺跡 (2018年8月)</p>	<p>(14) タンボコロロード遺跡 (2018年8月)</p>
	
<p>(15) パチャカマック遺跡 (2018年8月)</p>	<p>(16) カラル遺跡 (2018年8月)</p>
	

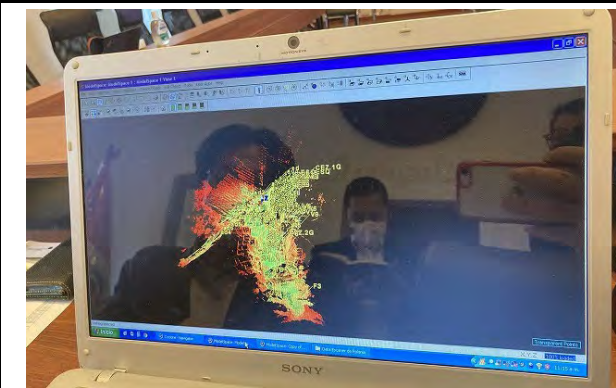
(17) MINCU 表敬訪問 (2022年5月)



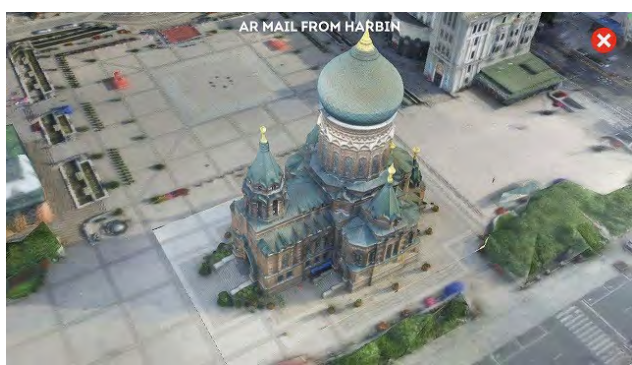
(18) PANM 保有データの確認 (2022年5月)



(19) PANM 保有データの確認 (2022年5月)



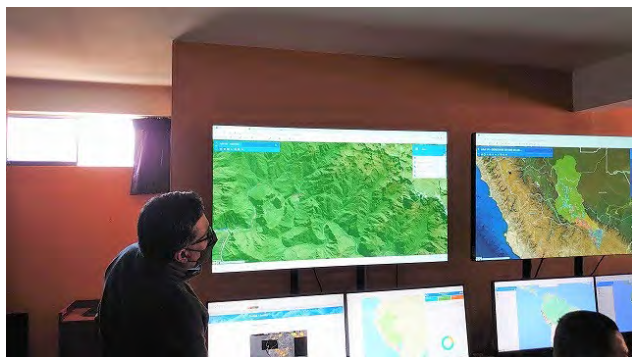
(20) PANM 保有データの確認 (2022年5月)



(21) クスコ市役所表敬訪問 (2022年5月)



(22) MIDAGRI ALA 表敬訪問 (2022年5月)



(23) ビジターセンター表敬訪問 (2022年5月)



(24) DDCC でのデータ確認結果報告会 (2022年5月)



(25) マチュピチュ村表敬訪問 (2022年5月)



(26) マチュピチュ村内被災地視察 (2022年5月)



(27) マチュピチュ遺跡視察 (2022年5月)



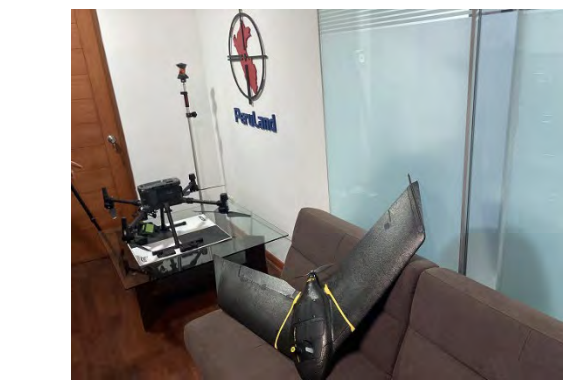
(28) マチュピチュ遺跡視察 (2022年5月)



(29) Horizons (現地測量会社) ヒアリング (2022年5月)



(30) Peru Land (現地測量会社) ヒアリング (2022年5月)



(31) パチャカマック遺跡視察 (2022年5月)



(32) MINDEF INDECI での技術紹介 (2022年5月)



地図



出典 : SekaiChizu(<http://www.sekaichizu.jp/>), Google Map(<http://www.google.co.jp/map/>), Google Earth,

図表リスト

図 1-1	文化省組織図.....	5
図 1-2	文化省クスコ文化局の組織図.....	5
図 1-3	通商観光省組織図.....	6
図 1-4	ペルーにおける日本の協力量針.....	8
図 2-1	3D データ（左）富岡町 夜の森の桜並木（中）石棺寸法確認図（右）石棺の立体模型.....	14
図 2-2	遺跡保全における計測機材の選択の考え（1）.....	18
図 2-3	遺跡発見における計測機材の選択の考え（2）.....	18
図 2-4	PANM での打合せ風景（左）PANM 保有の 3D データ編集画像①（右）.....	19
図 2-5	PANM 保有の 3D データ編集画像②.....	19
図 2-6	GIS の例（航空写真に遺跡位置等を重ねた図）.....	20
図 2-7	クスコ州における電子基準点（赤枠内）.....	21
図 2-8	ペルーにおける UAV 運用許可申請フロー.....	22
図 3-1	事業化に向けての今後の調査方針.....	26
図 3-2	事業化スケジュール全体図.....	26
図 3-3	事業化スケジュール（2019 年 12 月～2025 年 12 月）.....	27
図 3-4	事業化スケジュール（2026 年 1 月～2029 年 12 月）.....	28
図 3-5	文化省によるバーチャルツアーコンテンツ.....	32
図 3-6	展示遺物と 3D モデル.....	33
図 3-7	地表面モデルと任意地点での横断面図作成イメージ.....	34
図 3-8	三次元雨量計に関する新聞記事.....	35
図 3-9	衛星通信によるリアルタイム雨量監視システム.....	35
図 3-10	3D 洪水ハザードマップの一例（荒川下流）.....	36
図 3-11	東日本国際大学総長 吉村作治氏.....	38
図 3-12	自社ホームページ掲載記事（左）新聞掲載記事（右）.....	39
図 5-1	調査を通しての提案.....	43
図 6-1	現地調査スケジュール（前半）.....	46
図 6-2	現地調査スケジュール（後半）.....	47
図 6-3	調査計画の推移.....	48


表 1-1	関係機関	4
表 1-2	現地法人に係る法令等	7
表 1-3	事業実施前機材リスト	10
表 1-4	事業計画機材・調達先	10
表 1-5	世界銀行の対ペルー援助戦略.....	12
表 2-1	提案する製品・技術の特徴	15
表 2-2	国内外の販売実績・価格.....	15
表 2-3	ターゲット市場に向けた提案技術とサービス	16
表 2-4	提案企業が保有する機材と現地での流通状況	17
表 2-5	現地保有機材の状況	17
表 2-6	パソコンのスペック	20
表 2-7	DDCC 所属部門が保有しているソフトウェア	20
表 3-1	ビジネス展開計画の概要.....	24
表 3-2	2018～2021 年における文化省の収入	30
表 3-3	3D データでの可視化（サンプル）	31
表 3-4	石垣への 3D データ活用例.....	32
表 3-5	日本における衛星通信によるリアルタイム雨量監視システムの導入例.....	36
表 3-6	メディア掲載実績.....	39
表 6-1	これまでの調査内容	44
表 6-2	調査における工夫.....	49

略語表

略語	正式名称	日本語名称
AR	Augmented Reality	拡張現実
BIM	Building Information Modeling, Management	ビルディングインフォメーションモデリング/マネジメント
CAN	Comunidad Andina	アンデス共同体
CEPLAN	El Centro Nacional de Planeamiento Estratégico	国家戦略企画センター
CG	Computer Graphics	コンピュータグラフィックス
CIM	Construction Information Modeling, Management	コンストラクションインフォメーションモデリング/マネジメント
CIRA	Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos	考古学遺跡不在証明書
CISMID	Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres	日系ペルー地震研究センター
COVID-19	Coronavirus Disease 2019	新型コロナウイルス感染症
DDCC	Dirección Desconcentrada de Cultura de Cusco	文化省クスコ文化局
DEM	Digital Elevation Model	数値標高モデル
DGAC	Dirección General de Aeronáutica Civil	民間航空総局
DX	Digital Transformation	デジタルトランスフォーメーション
EPA	Economic Partnership Agreement	経済連携協定
FETRANSA	Ferrocarril Transadino SA	アンデス横断鉄道
GIS	Geographic Information System:	地理情報システム
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GNSS	Global Navigation Satellite System	全球測位衛星システム
GPS	Global Positioning System	全地球測位システム
ICT	Information and Communication Technology	情報通信技術
IGCP	International Geological Correlation Programme	国際地質対比計画
IGN	Instituto Geográfico Nacional	国立地理研究所
IGV	Impuesto General a las Ventas	付加価値税
INDECI	Instituto Nacional de Defensa Civil	国家防災庁
INRENA	Instituto Nacional de Recursos Naturales	国立自然資源管理局
JETRO	Japan External Trade Organization	日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
LiDAR	Light Detection and Ranging	光検出と測距
MIDAGRI ANA	Ministerio de Agricultura y Riego Autoridad Nacional del Agua	農業灌漑省国家水利庁
MIDAGRI AAA	Ministerio de Agricultura y Riego Autoridad Administrativa del Agua	農業灌漑省水資源管理局
MINCU	Ministerio de Cultura	文化省
MINCETUR	Ministerio de Comercio Exterior y Turismo	通商観光省
MINDEF	Ministerio de Defensa	国防省
MMS	Mobile Mapping System	車載型移動計測システム
MR	Mixed Reality	複合現実
MTC	Ministerio de Transportes y Comunicaciones	運輸通信省
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PANM	Parque Arqueológico Nacional Machupicchu	マチュピチュ公園管理局
PCR	Polymerase Chain Reaction	ポリメラーゼ連鎖反応
PENTUR	Plan Estratégico Nacional de Turismo	国家観光戦略計画

略語	正式名称	日本語名称
RPAS	Remotely Piloted Aircraft System	遠隔操縦航空機
SDGs	Sustainable Development Goals	持続可能な開発目標
SEACE	Sistema Electrónico de Contrataciones del Estado	公共契約管理電子システム
SERNANP	Servicio Nacional de Areas Naturales Protegidas por el Estado	国家自然保護区サービス
SIGDA	Sistema de Información Geográfica de Arqueología	地理情報システム
SfM	Structure from Motion	多視点画像からの3D形状復元
TLS	Terrestrial Laser Scanner	据置型レーザスキャナ
UAV	Unmanned Aerial Vehicle	無人航空機
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization	国際連合教育科学文化機関
VR	Virtual Reality	仮想現実
WTO	World Trade Organization	世界貿易機関


案件概要図（和文）




ペルー国 マチュピチュ地区での3D測量技術による 文化遺産の保全と活用のための基礎調査

株式会社ふたば（福島県双葉郡富岡町）


1 貧困をなくそう



8 働きがいも経済成長も



11 気候変動に脅かされるコミュニティ



対象国 観光・文化財分野における開発ニーズ(課題)


- ・遺跡等文化財の適切な保全・維持管理
- ・観光客による遺跡・景観への影響
- ・都市と地方の収入格差


提案製品・技術


- ・3D測量(ドローン、レーザスキャナ)
- ・3Dデータ(3次元点群)活用
- 地形・物体の形状を正確に再現したデジタルデータ
- 設計図、遺跡全体図・断面図、維持管理の検討、VR、模型、地図の作成、等に活用

本事業の内容


- ・ 契約期間: 2019年12月～2022年11月
- ・ 対象国・地域: ペルー国クスコ県マチュピチュ地区
- ・ カウンターパート機関: ペルー国文化省、マチュピチュ公園管理局
- ・ 案件概要: マチュピチュ遺跡中心部の既存3Dデータを確認・評価し、適切な保全や修復等への活用方法を提案する。全国に10000箇所以上ある遺跡の3D測量によるデータ保全・活用事業を文化省から受注することを旨とする。








ドローン/3Dスキャナ(ハンディ・据置型)





3Dデータ / オルソ画像

開発ニーズ(課題)へのアプローチ方法(ビジネスモデル)

- ・現地パートナー企業とともに現地法人を設立
- ・3D測量による遺跡調査業務を文化省より受注
- ・3D測量の技術移転を目標とする技術協力プロジェクト(ODA)をJICAより受注
- ・3D測量による3Dデータを活用し、全国の遺跡保全調査、観光振興、地滑り対策等の事業へと展開する。発注者は、文化省、通商観光省、公共事業省、等

対象国に対し見込まれる成果(開発効果)

- ・マチュピチュ遺跡の適切な保全・修復により、観光客数を維持・向上し、地方政府・住民の収入源や雇用機会を持続的に確保する。
- ・全国にあるアンデス文明及びスペイン植民地時代の文化遺産の保護と持続可能な活用を実現する。
- ・3Dデータを活用した商品(地図、模型、土産物、等)を開発し、地域住民の収入向上を図る。

2022年10月現在

x

案件概要図（英文）



Small and Medium-Size Enterprise Partnership Promotion Survey for 3D Measurement
Technology for Preservation and Utilization of Cultural Sites in Machu Picchu
 FUTABA Inc. (Tomioka Town, Fukushima Pref.)





Development Issues Concerned in Tourism/Culture Sector

- Insufficient conservation of cultural property
- Negative impacts for cultural sites caused by tourists
- Income gap between urban area and rural area

Products/Technologies of the Company

- 3D Measurement Technology
- 3D Digital Data (Dense Point Clouds) utilization
 - to display a landform or a construction
 - to utilize for design, topography, maintenance, Virtual Reality, mapping, etc

Survey Outline

- Survey Duration: Dec, 2019 ~ Nov, 2022
- Country/Area: Machu Picchu District, Cusco, Peru
- Name of Counterpart: Ministry of Culture, P.A.N. Machu Picchu
- Survey Overview: With the 3D Digital Data of the main parts of Machu Picchu, we propose a strategic plan for promoting 3D Measurement of the cultural sites in Peru.



UAV / 3D Scanner (Handy / Standing)



3D Digital Data / Ortho Photo

How to Approach to the Development Issues

- To establish a local company jointly with local business partner
- To implement 3D measurement of the cultural sites ordered by Ministry of Culture
- To support the preparation for JICA Technical Cooperation Project on 3D Measurement

Expected Impact in the Country

- Effective conservation and maintenance of cultural property
- Increase in the number of tourists
- Income and job opportunities for local residents
- Sustainable utilization of cultural property in Peru
- Development of new items from 3D digital data

As of October, 2022

概要（和文）

I. 調査要約

1. 案件名	<p>(和文) ペルー国 マチュピチュ地区での3D測量技術による文化財の保全と活用のための基礎調査</p> <p>(英文) Small and Medium-Size Enterprise (SME) Partnership Promotion Survey for 3D Measurement Technology for Preservation and Utilization of Cultural Sites in Machu Picchu</p>																								
2. 対象国・地域	ペルー国クスコ州マチュピチュ地区																								
3. 本調査の要約	<p>遺跡保全状況に関する基礎調査。マチュピチュ公園管理局が保有する既存の3Dデータを検証（密度、精度）し、有効な活用方法を提案した。また、マチュピチュ遺跡を含む関係機関を訪問し、3D測量・3Dデータを活用した遺跡保全・観光振興・防災に係るサービスについて提案・協議した。調査結果を踏まえて、ビジネス展開の可能性を検討した。</p>																								
4. 提案製品・技術の概要	<p>【提案技術】3D測量と3Dデータの活用</p> <p>東日本大震災による多重災害を受けた福島県において、復旧・復興事業、被災文化財保存事業等で培ってきた地上レーザスキャナ及びUAVによる3D測量により、地形・地物の3Dデータを作成する。3Dデータとは、座標情報（X、Y、Z）を有した高密度な点の集合体であり、従来の2次元地図に高さ（標高）や奥行きが備わったものである。現況地形・地物の位置や形状を正確に表現可能であり、遺跡を構成する積石やブロック等の形や配列を精密に記録し、それらの場所の時系列的観測による差分で沈下や崩れなどの経年変化が把握できる。風化、観光客の増加による劣化・損傷等の影響を遺跡が受けた場合、適切な保全や修復が可能となる。またバーチャル・リアリティやジオラマ模型の製作、GISの地形データにも活用でき、イベントや施設での展示、遺跡観光マップ等の商品へも展開できる。</p>																								
5. 対象国で目指すビジネスモデル概要	<p>【マーケティング戦略】</p> <ul style="list-style-type: none"> 各分野でニーズが確認できた下記サービスのビジネス展開を図る。 <ol style="list-style-type: none"> マチュピチュ歴史保護区におけるUAV LiDARによる高精度・高密度（約100点/m²）点群を利用した森林下にある考古遺跡の配置や形状等の空間情報解析調査 マチュピチュ遺跡中心部における据置型レーザスキャナによる高精度（mm単位）・高密度（1,000点以上/m²）点群を利用した考古遺跡の石壁・石段の摩耗や崩れの経年変動調査 3Dデータを活用した遺跡保全・観光・防災に関するコンサルティングサービス <ul style="list-style-type: none"> 民間業務（BtoB）への参入は非常に厳しいため、まずは下表の分野で公共事業受注を目指す。 <table border="1" data-bbox="405 1361 1401 1686"> <thead> <tr> <th></th> <th>分野</th> <th>事業主体</th> <th>3Dデータ活用（提案）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">公共事業</td> <td>遺跡保全・活用</td> <td>文化省（MINCU）</td> <td>遺跡保全（劣化・風化予防）、遺跡記録、遺跡調査</td> </tr> <tr> <td>観光</td> <td>通商観光省（MINCETUR）</td> <td>VR、AR、MR、観光マップ 土産商品</td> </tr> <tr> <td>防災・インフラ</td> <td>国防省、SERNANP、環境省</td> <td>自然災害（土砂災害等）予防、インフラ整備（アクセス）</td> </tr> <tr> <td>民間</td> <td>測量・調査</td> <td>民間業者</td> <td>遺跡、自然環境、鉱山、等</td> </tr> </tbody> </table> <p>※実施中のJICAプロジェクトとの連携や、新規のJICA案件形成も検討する。 ※事業化に向けた準備期間で、JICA民間連携ボランティア派遣や、日系社会研修事業等を活用し、現地ネットワークの形成と情報収集を行うことを検討する。 （日系社会研修は2021年9月に実施）</p> <p>【事業体制】</p> <table border="1" data-bbox="416 1863 1390 1977"> <tbody> <tr> <td>①株式会社ふたば （提案企業）</td> <td>②Seghohr Corporation</td> <td>③NKLAC（リマ事務所）： 日本工営株のグループ企業</td> </tr> <tr> <td>3D計測、データ加工</td> <td>現地事務支援</td> <td>案件形成、現地作業支援</td> </tr> </tbody> </table>		分野	事業主体	3Dデータ活用（提案）	公共事業	遺跡保全・活用	文化省（MINCU）	遺跡保全（劣化・風化予防）、遺跡記録、遺跡調査	観光	通商観光省（MINCETUR）	VR、AR、MR、観光マップ 土産商品	防災・インフラ	国防省、SERNANP、環境省	自然災害（土砂災害等）予防、インフラ整備（アクセス）	民間	測量・調査	民間業者	遺跡、自然環境、鉱山、等	①株式会社ふたば （提案企業）	②Seghohr Corporation	③NKLAC（リマ事務所）： 日本工営株のグループ企業	3D計測、データ加工	現地事務支援	案件形成、現地作業支援
	分野	事業主体	3Dデータ活用（提案）																						
公共事業	遺跡保全・活用	文化省（MINCU）	遺跡保全（劣化・風化予防）、遺跡記録、遺跡調査																						
	観光	通商観光省（MINCETUR）	VR、AR、MR、観光マップ 土産商品																						
	防災・インフラ	国防省、SERNANP、環境省	自然災害（土砂災害等）予防、インフラ整備（アクセス）																						
民間	測量・調査	民間業者	遺跡、自然環境、鉱山、等																						
①株式会社ふたば （提案企業）	②Seghohr Corporation	③NKLAC（リマ事務所）： 日本工営株のグループ企業																							
3D計測、データ加工	現地事務支援	案件形成、現地作業支援																							

	課題		対応方針
	6. ビジネスモデル展開に向けた課題と対応方針	法制度面	①進出形態
②公共事業入札制度			公共事業入札では、入札経験のある現地パートナー会社等へ協力を依頼する、
ビジネス面		①建設・測量分野の競合	公共事業・ODA 事業の受託を目指し、現地日系企業と連携しながらビジネスを進めていく。
		②民間セクターへの展開	現地日系企業と連携しながら公共事業・ODA 事業の受託を目指す。
政治経済面		①不安定な政治・社会情勢	JICA、JETRO、及び現地パートナーからの情報収集を行う。JICA 等の ODA 事業受託の可能性を探る。
		②公務員の能力や汚職	JICA、JETRO、及び現地パートナーからの情報収集を行い、信頼できるカウンターパートを見つける。
7. ビジネス展開による対象国・地域への貢献	<p>・貢献を目指す SDGs のターゲット：</p> <p>【1】貧困の撲滅： 新たな観光商品(デジタルコンテンツ、模型、等)を地元で開発する事により、雇用の拡大を図る。 【8.9】2030 年までに、雇用創出、地方の文化進行・産品販促につながる持続可能な観光業を促進するための政策を立案し実施する。 3D データを活用し、地域特産になる新たな観光商品開発を進めていく。 【11.4】世界の文化遺産及び自然遺産の保護・保全の努力を強化する。 3D データによる保全修復箇所の特定、その後の保全計画立案策定・実施により、文化遺産等の保護と持続可能な活用を図る。</p>		
8. 本事業の概要	マチュピチュ公園管理局の所有するマチュピチュ遺跡中心部の既存3次元データについて精度や改善点に関する調査を行う。文化省による「全国遺跡保全プロジェクト」や、JICA による「3D データによる遺跡保全能力向上プロジェクト」等につなげ、全国に10,000 箇所以上あると言われるアンデス文明、及びスペイン植民地時代の文化遺産の保護と持続可能な活用を実現する。		
① 目的	世界的に人気の高い世界遺産（自然・文化複合遺産）であるマチュピチュ遺跡の既存 3D データの確認および評価を行い、PANM 所有の 3D データの活用方法に対する理解促進を目的とする。		
② 調査内容	<ul style="list-style-type: none"> ・文化省、マチュピチュ公園管理局、等との協議。 ・マチュピチュ中心部の 3D 測量（3D データ化） ・市場分析調査（遺跡文化財、観光関連、防災、インフラ整備、等） ・3D データ活用方法に係る情報収集、ニーズ調査 ・マチュピチュ遺跡の 3D データ活用に係る協議（ODA 案件との連携含む） 		
③ 本事業実施体制	提案企業：株式会社ふたば 外部人材：東日本国際大学		
④ 履行期間	2019年12月～2022年11月（2年11ヶ月）		
⑤ 契約金額	8,489千円（税込）		

II. 提案法人の要約

1. 提案法人名	株式会社ふたば
2. 代表法人の業種	④サービス業
3. 代表法人の代表者名	代表取締役 遠藤 秀文
4. 代表法人の本店所在地	福島県双葉郡富岡町曲田 55 番地
5. 代表法人の設立年月日（西暦）	1971年 11月 24日
6. 代表法人の資本金	1,000万円
7. 代表法人の従業員数	55名（正社員 39名、契約社員 16名）
8. 代表法人の直近の年商（売上高）	532百万円（2020年10月～2021年9月期）

概要（英文）

Outline

I. Summary of the study

1. Project name	Small and Medium-Size Enterprise (SME) Partnership Promotion Survey for 3D Measurement Technology for Preservation and Utilization of Cultural Sites in Machu Picchu
2. Target country/Region	Machu Picchu District, Cusco Province, Peru
3. Summary of this study	Basic survey on the status of archaeological site conservation. We verified the existing 3D data (density and accuracy) owned by PANM (National Archaeological Park of Machu Picchu) and proposed effective utilization methods for such data. We also visited the related organizations, including the Machu Picchu Heritage, and proposed and discussed the services related to archaeological site conservation, tourism promotion, and disaster prevention using 3D measurement and 3D digital data. Based on the study results, the possibility of business development was examined.
4. Outline of products/Technologies of the company	<p>【Proposed Technology】 Utilization of 3D Measurement and 3D Digital Data <u>3D digital data of topography features will be created by 3D measurement using ground-based laser scanners and UAV. This data is</u> cultivated through the projects of restoration/reconstruction and preservation of damaged cultural properties in Fukushima Prefecture, which suffered multiple damages caused by the Great East Japan Earthquake.</p> <p>3D digital data is a collection of high-density points using coordinate information (X, Y, Z), and is equipped with height (elevation) and depth in a conventional two-dimensional map. <u>It is possible to accurately express the position and shape of the current topography and features,</u> precisely record the shape and arrangement of the building stones and blocks that <u>make up heritages,</u> and understand changes over time such as sinking and collapsing by observation of those places. <u>It can also be used for the production of virtual reality and diorama models,</u> as well as for topography data in GIS, which can be applied to products such as exhibitions at events and facilities, and archaeological site sightseeing maps.</p>
5. Outline of the business model to be aimed at in the target country	<p>【Marketing Strategy】</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ We will develop the business of the following services whose needs have been confirmed in each field. 1) Spatial information analysis measurement on the layout and shape of archaeological sites under forests using high-precision, high-density (approx. 100 points/m²) point clouds using UAV LiDAR in Historic Sanctuary of Machu Picchu. 2) Measurement of long-term fluctuations in the wear and collapse of stone walls and stone steps at archaeological sites using high-precision (in mm) and high-density (more than 1,000 points/m²) point cloud data using a terrestrial laser scanner (TLS) in the center of Machu Picchu Heritage. 3) Consulting services on archaeological site conservation, tourism, and disaster prevention utilizing 3D digital data ✓ Since it is very difficult to enter the private sector (B to B), we will first aim to receive permission from the fields of public works listed in the table below.

Sector	Field	Project Entity	Utilization of 3D Digital Data (Propose)
Public Works	Preservation and utilization of archaeological sites	MINCU (Ministry of Culture)	Preservation of archaeological sites (prevention of deterioration and weathering), Archaeological records, archaeological surveys
	Tourism	MINCETUR	VR, AR, MR, tourist map, souvenir goods
	Disaster Prevention and Infrastructure	INDECI, SERNANP, MINAM	Prevention of natural disasters (landslides, etc.), Infrastructure Development (Access)
Private Sector	Survey/ Investigation	Private sector companies	Heritages, natural environment, mines, etc.

➤ Collaboration with ongoing JICA projects and the formulation of new JICA projects will also be considered.

➤ During the preparation period for commercialization, we will consider the formation of a local network and the collection of information by utilizing Public-Private Partnerships of JOCVs, Japan Overseas Cooperation Volunteers, and Nikkei social training programs.

➤ (JICA Nikkei Social Training was held in September 2021)

【Business Structure in Peru】

1. Futaba Inc. (Proposing Company)	2. Seghohr Corporation	3. NK LAC (Lima Office): Group Companies of Nippon-Koei Co., Ltd.
3D measurement and data processing	Local office support	Support of project formulation and on-site work

Issues		Policies
Legal system aspect	1. Form of entry	-During the preparation period, head office staff travel to conduct business. -Form of entry gradually change depending on the situation -At the beginning of entry, a branch would be launched. -When business is on track, establishing a subsidiary would be considered.
	2. Public works bidding system	-In public works bidding, request cooperation from local partner companies with bidding experience.
Business aspect	1. Competition in the construction and survey sectors	-Aim to contract entrustment business with public works and ODA projects in cooperation with local Japanese companies.
	2. Deployment into the private sector	-Aim to contract entrustment business with public works and ODA projects in cooperation with local Japanese companies.

		Political and economic aspect	1. Unstable political and social situation	–Collect the information from JICA, JETRO, and local partners to investigate the possibility of JICA and other ODA projects.
			2. Civil service competence and corruption	- Collect the information from JICA, JETRO and local partners to find reliable counterparts.
7. Contribution to target countries and regions through business development			<p>➤ Targets of SDGs that aim to contribute:</p> <p><u>【1】 No poverty</u> Expansion of employment by development of new tourism products (digital contents, models, etc.) locally.</p> <p><u>【8.9】 By 2030, devise and implement policies to promote sustainable tourism that creates jobs and promotes local culture and products.</u> Promotion of development of new tourism products that would become regional specialties utilizing 3D digital data.</p> <p><u>【11.4】 Strengthen efforts to protect and safeguard the world's cultural and natural heritage.</u> Conservation and sustainable utilization of cultural heritages by identification of conservation and restore parts and then formulation and implementation of conservation plan using 3D digital data.</p>	
8. Outline of project			<p>. We propose methods of utilization of the data for appropriate conservation and repairment of the heritage by investigation and evaluation of the existing 3D digital data of the center of Machu Picchu Heritage owned by PANM. Provisionally, in cooperation with MINCU's project, such as national archaeological site conservation, and with JICA's project, such as project for capacity development for conservation of archaeological sites with 3D digital data, this project assists to implement conservation and sustainable utilization of cultural heritages of Andean civilization and Spanish colonial period, which are said to be more than 10,000 sites nationwide.</p>	
a. Purpose			<p>To promote the 3D digital data utilization methods to PANM through investigation and evaluation of the existent 3D digital data of Machu Picchu Heritage, a world-famous Mixed Natural and Cultural Heritage.</p>	
b. Contents			<p>-Discussions with MINCU, PANM and other related local organizations -Investigation and Evaluation of the existing 3D digital data of the center of Machu Picchu Heritage</p> <p>-Market research (Archaeological sites and cultural properties, tourism, disaster prevention, infrastructure implementation, etc.)</p> <p>-Information collection and investigation of the needs about the utilization of the 3D data.</p> <p>-Discussion on the utilization of the 3D data from Machu Picchu Heritage, including cooperation with ODA projects</p>	
c. Project implementation system			<p>Proposed company: Futaba Inc. External Resources: Higashi Nippon International University, Seghohr</p>	
d. Performance period			<p>December 2019 to November 2022 (2 years 11 months)</p>	
e. Contract amount			<p>8,489,000 yen (tax included)</p>	

第1 対象国・地域の開発課題

1. 対象国・地域の開発課題

(1) 開発課題の状況

1) 遺跡の風化・劣化・未発見

2001年1月に開催された地すべり危険度の軽減と文化・自然遺産の保護に関するIGCP (International Geological Correlation Programme: 国際地質対比計画)・ユネスコ国際シンポジウムにおいて発表された研究成果で、遺跡とその周辺に大規模な岩盤地すべりの前兆現象や種々な規模の地すべりブロックが数多く見出されるようになったため、今後のより詳細な調査の緊急性と必要性が力説された。

また、アンデス遺跡では、盗掘をはじめとして、貧しい地方の農民等が遺跡のある土地を開墾し、また資力のある者は灌漑施設を施すことによって、多くの遺跡が大きく変状しているという。さらに、遺跡の防風・防砂林の役を果たしていた周囲の森林の伐採により、河川上流の山から森林が消失し、地表の保水力を弱め、降雨時の被害を大きくするなどしているという。

このような人為的行為は厳しく規制されてしかるべきではあるが、それと並行して今残る遺跡の形状を克明にデータ化し、保全や将来の復元作業に役立つようにすることが喫緊の課題と言える¹。

また、ペルー国アマソナス州ルヤ郡ティンゴ地区に位置する南部のウトックバンバ溪谷上流地域には、クエラップ遺跡をはじめとした文化遺産が無数にあると言われており²、2022年4月10日の激しい降雨を起因とした地滑りにより同遺跡の組積壁が崩壊した³。2022年6月時点で2名の専門家と18名の作業員による復旧作業が進行中であり、新たなルート設定などの対応が行われている状態である⁴。

現在、ペルー国内で存在が確認されている遺跡は22,638箇所あり、そのうち2,990箇所しか遺跡の範囲を特定できていない⁵。地元住民が発見する場合もあるが、文化省 (Ministerio de Cultura : MINCU) などに認知されないことで未発見となる事例も存在する⁶。

¹ 桜井敏浩「アンデスの黄金文明 盗掘と遺跡保全考」

² JICA、<https://www.jica.go.jp/oda/project/1602447/index.html>

³ <https://perureports.com/peru-temporarily-closes-pre-incan-archeological-site-kuelap-after-wall-collapse/9318/>

⁴ https://elcomercio-pe.translate.google.com/peru/kuelap-instalan-senaletica-para-habilita-nueva-ruta-de-acceso-al-sitio-turistico-video-ministerio-de-cultura-derrumbe-en-kuelap-amazonas-mincul-rmmn-noticia/?_x_tr_sl=es&_x_tr_tl=en&_x_tr_hl=ja&_x_tr_pto=wapp

⁵ Juan Pablo de la Puente Brunke, “BALANCE DE LA POLÍTICA CULTURAL SOBRE SITIOS ARQUEOLÓGICOS”, 2018年8月

⁶ JICA 調査団によるマチュピチュ村役場でのヒアリングより

2) 過度依存・地方開発

ペルーは高い経済成長率に支えられ、これまで急激な経済発展を遂げてきたが、その一方で貧富の格差が大きく、依然として格差是正のためのインフラ整備が大きな課題となっている。また、海外からの民間投資を呼び込み、持続的な経済発展に資するための都市部のインフラ整備も重要な課題となっている⁷。

マチュピチュ地区を含むクスコ州の住民の年間平均所得は 2017 年で約 S/1,065 (US\$286 (約 38,896 円)) となっており、同年のペルー国全体の平均 (S/1,188/US\$319 (約 52,904 円)) より低く、また首都リマを含むカラオ州の年間平均所得 (S/1,599/US\$430 (約 58,480 円)) と比べて約 0.7 倍と非常に低い状況にある。

また、ユネスコの事務局長はマチュピチュ遺跡の保護のため、観光客の入場制限を行う必要があるとの見解を示し、2012 年ユネスコは一日の遺跡入場者数やゴミの増加と処理体制等について、当時の文化省宛てに要望書を提出した。その結果、マスタープランにおいて 1 日 2,500 人の定員を設けることとされた。しかし 2013 年において、その定員を 32%も上回る観光客が訪れている。また 2019 年 5 月には石の表面劣化を保護するために、2 週間にわたって主要 3 か所 (太陽の神殿、コンドルの神殿、インティワタナ) の入場制限を行っている。

3) マチュピチュ地区中心部およびそこへのアクセスにおける防災面での現状と課題

マチュピチュ地区中心部では近年だけでも、2004、2010、2022 年に甚大な水害が発生している。また、クスコ方面からマチュピチュ村へのアクセスにはマチュピチュ観光鉄道とインカ道があるが、いずれも水関連災害に対する脆弱性が把握された。それらの詳細は、第 3 2. (1) 3) に記述した。

(2) 開発課題の背景・原因

1) 遺跡の風化・劣化・未発見

マチュピチュ遺跡は、山稜の平坦な場所に位置し、過去の大規模地すべりによって山が削られた跡であり、遺跡の中央部を分断する形での地すべりブロックが発達しつつある可能性があり、遺跡の約 100m 下にある地表とほぼ平行な岩盤の破砕面に沿って次の地すべりが進行しつつある可能性があることが指摘されている⁸。

また、遺跡の風化・劣化が改善されない理由としては、「保存」というものが、劣化が進み現状を保てない状態から「現状維持」を試みる処置であり、「半永久的」な措置ではないためである⁹。加えて、遺跡と認識して発見する住民がいる一方で、遺跡と認識していないことで遺跡を傷つけてしまうこともあり、劣化を促進させていることが考えられる。

さらに、未発見の遺跡が多く存在する理由として、発見に関わる予算が小さいことが一因として挙げられる。マチュピチュ公園管理局 (Parque Arqueologico Nacional Machupicchu : PANM) 局長へのヒアリングによれば、予算配分の内訳は、保全が S/500 万 (US\$134 万 (約 1.8 億円))、発見の際の発掘として S/1 万 (US\$0.27 万 (約 36.7 万円)) である¹⁰。保全に多くの予算が配分され、発見に係る予算の自由度は低い。

⁷ 在ペルー日本国大使館「日本の対ペルーインフラ投資促進の基本的な方針」, 2015 年 9 月

⁸ 佐々恭二「斜面災害研究の課題と国際斜面災害研究計画 (IPL)」, 2005 年, 10 巻 6 号 pp.63-68

⁹ 西浦忠輝「ペルー共和国マチュピチュ遺跡建造物遺構の保存修復に関する調査研究」, 2014 年

¹⁰ JICA 調査団による PANM 局長のヒアリングより

2) 過度依存・地方開発

ペルーの観光セクターが抱える問題や課題、さらには中長期的な視野をもった観光振興戦略は、人材や資金不足等の理由から計画通りに促進・実施されていない。とりわけ、ペルー北中部地域は、高い観光資源ポテンシャルを有しつつも、マチュピチュ、クスコ、プーノといった世界的に著名な観光地がある南部地域に比べて、基本インフラ整備等の地方開発が遅れ、地域格差がみられる。また、観光地周辺の地元住民が地方開発参画する機会も限られている場合も少なくない¹¹。

また、観光分野は雇用を生み出し、輸出以外の重要な外国為替の源であり、地方レベルの人口のプラスの影響を与えることは間違いないが、地方政府での最小限の予算から始まり、観光セクターが適切な組織及び制度的枠組みを欠いているため、とペルー政府は分析している¹²。

3) マチュピチュ地区中心部および中心部へのアクセスにおける防災面での課題の背景・原因

マチュピチュ地区中心部および中心部のアクセスにおける防災面での課題の背景・原因としては、かつての寒村であったマチュピチュ村がマチュピチュ遺跡の観光業の発展に伴い急速かつ無秩序に人口・資産集中してきていることが挙げられる。

マチュピチュ地区では、避難場所の指定や年 4 回の防災教育および避難訓練を実施しており、防災意識は高いと評価できる。マチュピチュ地区災害リスク管理室の防災活動のアイテムはある程度揃っているが、その効果をより確実に得るためには、各アイテムの拡充が求められる。

2. 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

(1) 開発計画

ペルーには、全セクターを網羅する国家開発計画が存在しない。国家政策は基本的に文書化されず、大統領の就任演説が政権中の経済政策及び開発政策を大きく左右する¹³。

2009 年、首相府の国家戦略計画センター（El Centro Nacional de Planeamiento Estratégico : CEPLAN）が中期開発戦略「PLAN PERU 2021」（後の「Plan Bicentenario : 200 周年計画」）を策定し、独立 200 年目となる 2021 年に向けた開発ビジョンとして 2011 年 6 月に大統領令にて承認された。同戦略には、2021 年までに達成する人権・社会サービス・ガバナンス・経済・地域開発・インフラ整備・資源・環境等に関する目標と取組方針が示されているが、具体的な事業についての言及は少なく、取り組む分野に関する優先順位は示されていない¹⁴。また、個別プロジェクトは、各省のセクター開発計画や、大統領・首相の所信表明演説に基づき実施される¹⁵。

本調査の開発課題に関連する開発計画は以下のとおりである。

¹¹ JICA 「ペルー共和国「観光による地方開発」に係る発掘型案件形成調査報告書概要」, 2009 年 2 月 pS-1

¹² Peruanos por el Kambio 「Plan De Gobierno」, 2016 年, p.193

¹³ 外務省 「ペルー国別評価（第三者評価）報告書（株）国際開発センター」, 2012 年 2 月, 第 3 章

¹⁴ 在ペルー日本国大使館 「日本の対ペルーインフラ投資促進の基本的な方針」, 2015 年 9 月

¹⁵ 外務省国際協力局 「政府開発援助（ODA）国別データブック 2012」, 2012 年, p.887, [29]ペルー

1) 遺跡の風化・劣化・未発見

「Plan Bicentenario」では、遺跡に特化した計画は示されていない。

2) 過度依存・地方開発

「Plan Bicentenario」では、地方開発に関連した計画は示されていない。

3) 防災・インフラ

住宅と都市開発に関連した計画として、構造強化及び再開発プログラムを通じて、地震リスクのある地域又は自然災害の脅威にさらされている地域にある住宅の脆弱性を軽減しているが、公共インフラ等についての国としての計画はない。

(2) 政策

ペルー政府は、国の発展のための優先政策として、観光を掲げ「PENTUR (Plan Estratégico Nacional de Turismo : 国家戦略的観光計画)」を策定している。

ペルー国内のマチュピチュ等遺跡に関連する機関は表 1-1 に示すとおりである。マチュピチュ遺跡等の計測データについては、文化省への許可及び調整等が必要となる。

表 1-1 関係機関

関係機関		役割
国家戦略企画センター (CEPLAN)		国家の戦略的計画策定において主導的な役割を果たす ¹⁶ 。
文化省 (MINCU)	本省	文化遺産や文化産業の振興・管理等に関する諸事業を通じて文化に関する諸政策の実施・監理を担う ¹⁷ 。
	文化遺産局	国内の文化的景観の特定・調査・管理等を担う
	クスコ文化局	「地方分権局」の一つであり、文化省規則 ROF2013 において分権化された組織として、その管轄地域で文化省を代表して活動する ¹⁸ 。
	PANM	PANM はクスコ文化局の管轄下にある ¹⁹ 。
通商観光省 (MINCETUR)	国家観光戦略計画 (PENTUR) を定期的に作成している ¹⁹ 。	

出典：提案企業作成

1) 文化省

a) 文化省本省

文化省 (Ministerio de Cultura : MINCU) は、文化遺産や文化産業の振興・管理等に関する諸事業を通じて文化に関する諸政策の実施・監理を担う省庁である¹⁷。その組織は図 1-1 に示すように構成されている。

本調査と連携する可能性が想定される JICA 技術協力プロジェクト「ウトウクバンバ溪谷上流地域における文化的景観の持続的な開発促進プロジェクト」(2019年3月1日～2023年2月28日)では、国内の文化的景観の特定・調査・管理等を担う文化遺産局 (Dirección General de Patrimonio Cultural) 下の文化的景観課 (Dirección de Paisaje Cultural) 職員

¹⁶ JICA 「ペルー国防災セクター政策・制度調査報告書ファイナルレポート」, 2014年12月, p.3

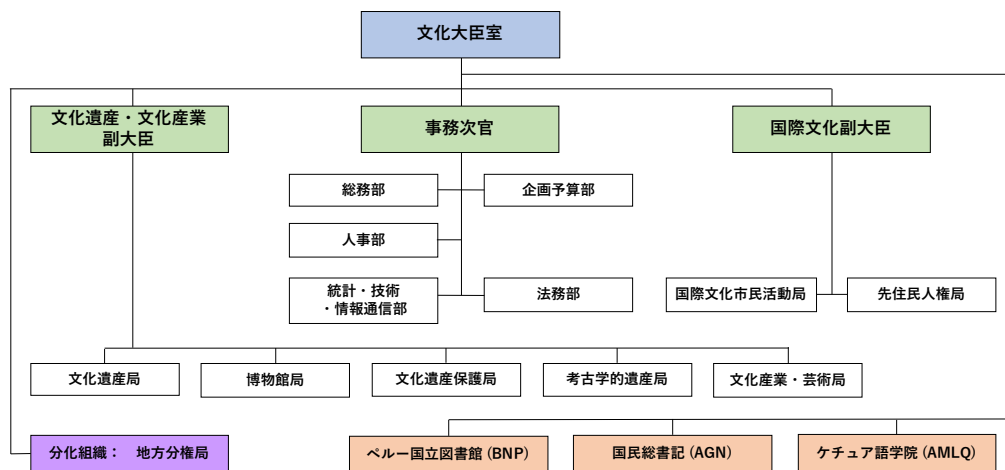
¹⁷ 国際協力機構産業開発・公共政策部「技術協力プロジェクト案件概要表, ウトウクバンバ溪谷上流地域における文化的景観の持続的な開発促進プロジェクト」, 2019年3月15日

¹⁸ JICA 「全世界 2018年度一般文化無償資金協力 機材計画調査 調査結果概要, 1.ペルー, 2.イラン, 3.マダガスカル」, 2019年2月

¹⁹ JICA 「ペルー国北部観光開発事業に係る準備調査報告書概要」, 2012年2月, 第2章

を含む文化遺産局の複数の専門家からなるグループがカウンターパートとなっている。

他方、「ピスカクチョ地区のマチュピチュ歴史保護区ビジターセンター展示機材整備計画」(2018年10月1日～2020年9月30日)では、環境省傘下の国家自然保護区サービス(Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado: SERNANP)が実施機関となっている。ただし、文化省クスコ文化局(Dirección Desconcentrada de Cultura de Cusco: DDCC)は、SERNANPと共同で当該事業の計画、導入、維持、管理について、人員の配置、資金の割当を実施している。

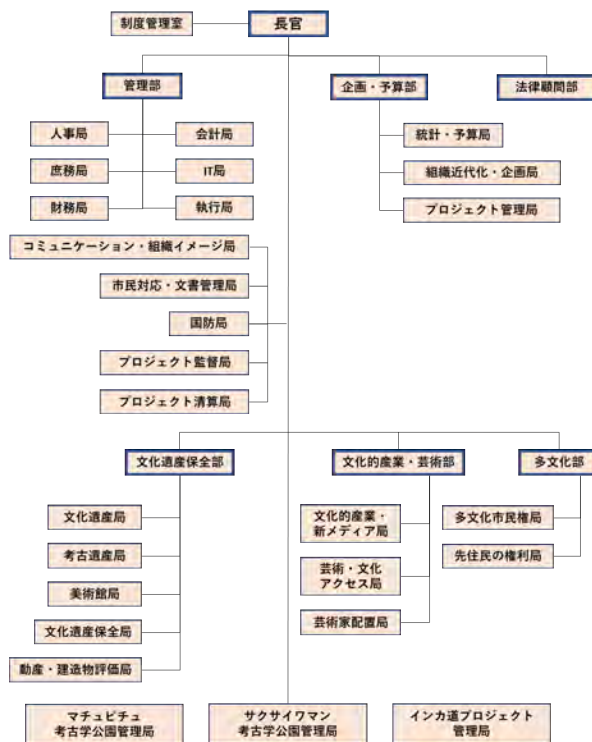


出典：MINCU の HP を基に提案企業作成

図 1-1 文化省組織図²⁰

b) 文化省クスコ文化局

クスコ文化局 (DDCC) は図 1-1 に示す「地方分権局」の一つであり、MINCU 規則 ROF2013 において分権化された組織として、その管轄地域で MINCU を代表して活動することが定められている。図 1-2 に示す DDCC の組織図のとおり、PANM は DDCC の管轄下にある。DDCC の収入は本省本部からの通常予算に加えて、マチュピチュ歴史保護区での観光による独自収入がある。それは、管轄地域内の遺跡や博物館への入場料の 100% とインカ道入場料の 50% からなることが大統領令で定められている¹⁸。DDCC の 2017 年度実績の収入は、通常予算約 S/.2.11 億、独自収入約 S/.1.83 億で、合計は日本円換算で約 144 億円であった。これらの収入は、マチュピチュ歴史保護区および境界地域の保護と持続可能な開発のための使用だけに許可されている。



出典：DDCC の資料を基に提案企業作成

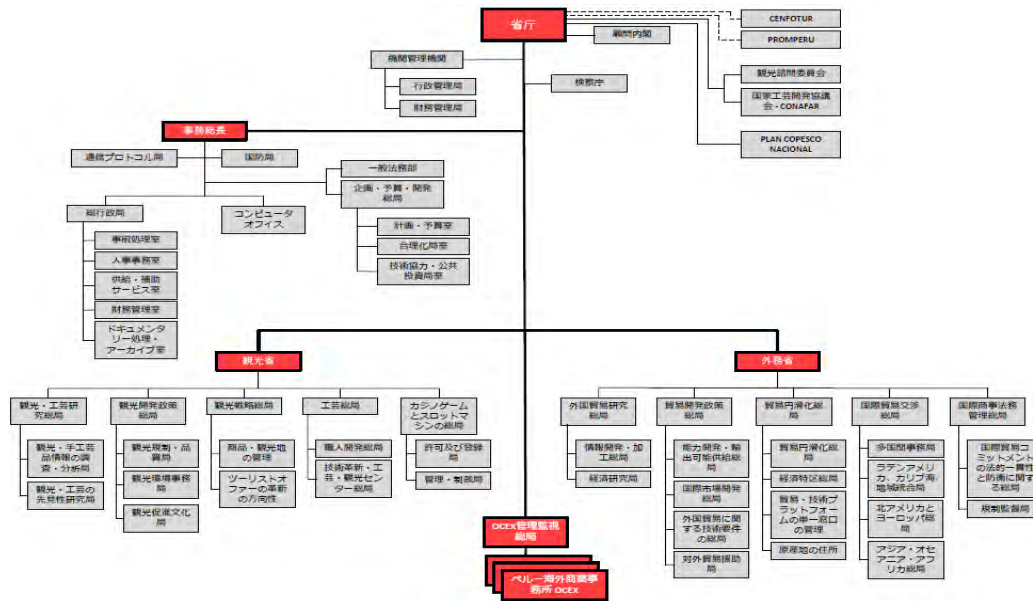
図 1-2 文化省クスコ文化局の組織図¹⁸

²⁰ ペルー文化省 (<https://cdn.www.gob.pe/uploads/institution/orgchart/000/000/022/organigramamc.pdf>)

2) 通商観光省

通商観光省（Ministerio de Comercio Exterior y Turismo: MINCETUR）は、貿易観光省とも訳される。同省のホームページには組織図が掲載されていないが、ホームページ上の情報を基に組織図を作成したものが図 1-3 である。

MINCETUR は、PENTUR を定期的に作成しており、その最新版は 2016 年 7 月に作成されたもので、目標年次を 2025 年としている。PENTUR によると、現況における「マチュピチュ遺跡を中心としたペルー南部への観光産業の集中」を分散化することが国策として挙げられている。



出典：MINCETUR の HP を基に提案企業作成

図 1-3 通商観光省組織図²¹

(3) 法令等

ペルー政府は、外資に関する投資を奨励し、1991 年施行の外国投資促進法（行政立法令 662）、及び民間投資成長枠組法（行政立法令 757）により内外無差別の原則が法制化され、電力等の一部業種を除き、積極的に外資導入を目指している。日本・ペルー投資保護協定も発効（2009 年 12 月 10 日）し、我が国が近年締結した投資協定及び経済連携協定（Economic Partnership Agreement : EPA）と同様に、投資の促進、保護及び自由化に関して包括的かつ詳細な事項が規定されている。

また、投資プロジェクト実施促進のため、付加価値税（Impuesto General a las Ventas : IGV）早期返還制度と付加価値税還付制度が制定されている。現地法人に係る法令は、表 1-2 に示すとおりである。

21 ペルー通商観光省 HP

(<https://www.gob.pe/7001-ministerio-de-comercio-exterior-y-turismo-organizacion-de-ministerio-de-comercio-exterior-y-turismo>)

表 1-2 現地法人に係る法令等²²

労働法	労働契約に関する、契約期間、就業年齢、労働時間、給与、休暇、社会保障、等の細目が規定されている。
法人税	居住者の所得及び非居住者の国内源泉所得に課税される所得税のうち、法人所得は 3 号所得に分類されている。(所得税法上の 1 号は不動産所得、2 号は資本所得、4 号は事業所得、5 号は給与所得) 居住法人の所得税率は 30%。配当所得税率 4.1%を加算した法人所得にかかる実効税率は 32.87%。非居住法人には、資本所得(2 号所得)として、配当所得・利子所得(4.1%)、外国への支払利子(4.99%)、ロイヤリティ(30%)、関係法人間取引(30%)、船舶・航空機リース(10%)などが課税される。また、2010 年より譲渡益課税を導入した。
二国間 租税条約	ペルー国はアンデス共同体(CAN)加盟 3 カ国(ボリビア、コロンビア、エクアドル)と二重課税防止協定を締結しているが、我が国とは発効していない。
付加価値税	物品販売、サービス提供、建設工事請負契約、不動産取得にかかる代金を課税対象に税率 18%(付加価値税 16%+地方振興税 2%)を賦課。
関税	基本関税率(WTO 譲許税率)は 0%、6%、11%の三段階に分かれている。
外資	外資に対する規制は、電気事業、兵器製造業及び謀報関連産業以外にはなく、また、外資出資比率に関する規制も放送業及び航空業の例外規定以外はない。
資本金	資本金に関する規制は、会社設立時に会社形態に関わらず登録資本の最低 25%の払い込みが義務付けられている。
株主	株主数は非公開会社と商事有限会社で 2~20 人、公開会社での制限はない。
投資	商事有限会社では現物出資は認められておらず、外国人が出資する民間投資促進庁(ProInversion)への登記義務がある。

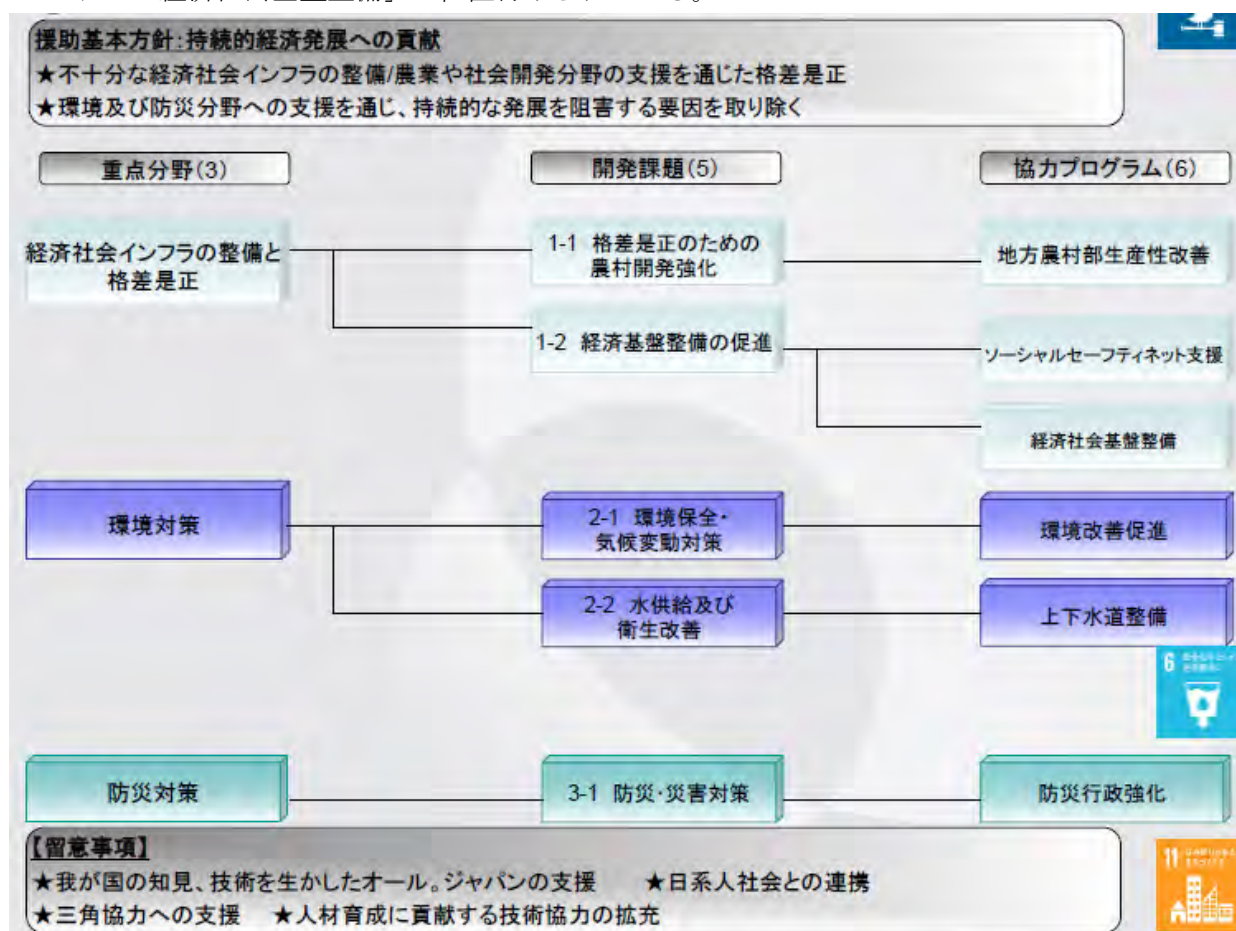
出典：JICA

²² JICA「ペルー国 日本の天然資源を活用した水質浄化事業調査報告書」, 2014 年 11 月

3. 当該開発課題に関連する我が国の国別開発協力方針

ペルーは依然として貧富の格差が大きい。特に、山岳地域やアマゾン地域においては、貧困層の割合が高く、電力、上下水道・衛生、灌漑等の基礎インフラが十分整備されていないなど、経済成長の恩恵から取り残されており、沿岸部と山岳地域・アマゾン地域との格差是正が大きな課題となっている。さらに、ペルーは地震、津波、洪水等の自然災害にも脆弱である。これらを解決する上では、海外からの民間投資も活用しつつ、持続的経済発展の基盤となる都市部のインフラ整備を推進することは重要な課題である。

ペルーにおける我が国の開発協力は、図 1-4 に示すとおり「持続的経済の発展への貢献」を基本方針とし、①不十分な経済社会インフラの整備/農業や社会開発分野の支援を通じた格差是正、および②環境及び防災分野への支援を通じ、持続的な発展を阻害する要因を取り除くものである²³。上述の「ウトックバンバ溪谷上流地域における文化的景観の持続的な開発促進プロジェクト」および「ピスカクチョ地区のマチュピチュ歴史保護区ビジターセンター展示機材整備計画」は、いずれも重点分野「経済社会インフラの整備と格差是正」の下、開発課題「1-2 経済基盤整備の促進」の下、協力プログラム「経済社会基盤整備」に位置付けられている。



出典：JICA

図 1-4 ペルーにおける日本の協力方針²³

²³ 「JICA PERU」, 2019年6月

4. 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析

(1) 我が国の ODA 事業

1) 「観光による地方開発」に係る発掘型案件形成調査

本調査は 2008 年 6 月から 2009 年 1 月にかけて行われ、調査目的は以下 3 点である。

- ・ 貧困削減と経済開発の観点から、ペルー北部における観光開発の必要性と可能性を明らかにする。
- ・ アマソナス州における観光開発を通じた地方開発の全体像を明らかにする。
- ・ ペルー国公共投資システムの様式に則った包括的観光開発プログラムの事業計画を作成する。

【観光促進に係る課題】

- ・ 観光促進のためには、関連インフラ開発が鍵となる。特に、将来の観光開発のためには、道路整備が不可欠である。
- ・ 国内・国外の観光客誘致のためには、アマソナス州の魅力を周知させるための観光プロモーション活動の一環として、ウェブサイトの活用、広報用素材の作成、テレビのスポット広告などが活用できる。
- ・ 文化遺産及び自然資源の保護は、地元自治体や専門家のみならず、地元住民の参加を得て進められるべきである。
- ・ 観光ガイド、ホテル、レストラン、手工芸等の観光関連サービス業における能力強化が必要である。官民の連携により、サービスの質・量をともに向上させる必要がある。
- ・ インフォメーションセンター、標識、防護柵、遊歩道については、自然・社会環境の保護のみならず、安全上の配慮に基づいた、観光客にやさしい施設整備を行う必要がある。

2) ピスカクチョ地区のマチュピチュ歴史保護区ビジターセンター展示機材整備計画 (2021 年 5 月～2024 年 3 月)

2013 年にビジターセンターが完成したが、予算不足から管内展示機材の整備が十分に行えない状況にあった。このような状況の中、JICA の一般文化無償資金協力として 2021 年 5 月に本プロジェクトが実施された。館内の展示用の電子機材としては、表 1-3 に示すようにプロジェクター等があったが、輝度が不足するため動画再生には向いていないため、表 1-4 の機材の無償提供が行われた。

本プロジェクトはビジターセンターの展示機材を整備することにより、ペルー国内外からの訪問者及び地域住民への同地域の自然・文化資源保護に関する啓発活動を充足し、もって同保護区の自然・文化遺産の保護に寄与するものである²⁴。

表 1-4 にあるように、展示用の各種機材調達はペルー国外から行われている。このことから、3D データを閲覧するための機材等の環境が整っているか、調達する場合、現地では調達ができないことが予測される。

²⁴ JICA 「ペルー共和国ピスカクチョ地区のマチュピチュ歴史保護区ビジターセンター展示機材整備計画」, 2019 年 2 月, p.9

表 1-3 事業実施前機材リスト¹⁸

状態 A:使用可、B:一部問題あるも使用可、C:使用不可

No.	機材名	数量	購入年	仕様	使用頻度	設置場所	状態
1	ビデオプロジェクター	1	2013		5回/週程度	ビデオ上映室	A
2	プロジェクター用PC	1	2013		5回/週程度	ビデオ上映室	A
3	PC用モニター	1	2013		5回/週程度	ビデオ上映室	A
4	キーボード	1	2013		5回/週程度	ビデオ上映室	A
5	音声再生装置	1	2013		毎日	中央展示ホール	A
6	ショーケース	3	2013	50x60cm	毎日	中央展示ホール、2階展示室	A
7	アライグマ木製彫刻	1	2013		毎日	中央展示ホール	A
8	ランの写真パネル	1式	2013		毎日	2階展示室	A
9	大型の立体ブック	1	2013		毎日	中央展示ホール	A

出典：JICA

表 1-4 事業計画機材・調達先¹⁸

機材名	数量	調達国			備考 (想定国・地域)
		現地	日本	第三国	
ジオラマ模型	1台		○		
ビデオウォール	1式		○	○	DAC諸国、ASEAN諸国、中国、台湾
展示ケース	1式		○	○	DAC諸国
マルチディスプレイ	1式		○	○	DAC諸国、ASEAN諸国、中国、台湾
水の鏡用ディスプレイ	1台		○	○	DAC諸国、ASEAN

出典：JICA

また、当該ビジターセンターは、インカ道を経由しマチュピチュ遺跡へ向かうスタート地点である。遺跡や自然の保護の観点から、入場者は観光客、ガイド、ポーターを含めて500人/日に制限されている。ビジターセンター職員へのヒアリングによれば、入場者の遺跡保全や自然保護の啓蒙について、動画を作成し提供しているものの、効果は限定的である。また、インカ道周辺を含めた森林では、森林火災や土砂崩れが発生しており、過去には亡くなった者もいる。このため、当該ビジターセンターをさらに活用した、教育・啓蒙や安全に関する提案の余地があると考えられる。

3) ウトゥクバンバ溪谷上流地域における文化的景観を活用した持続的開発プロジェクト (2019年3月～2023年2月)

ウトゥクバンバ溪谷上流地域は、クエラップ遺跡をはじめとした同地の文化史跡が溪谷一帯に無数に存在し、クエラップ遺跡へのアクセスとして通商観光省により2017年3月にロープウェイが完成して以来、観光客が急増している。

しかし、同地域内の住民の観光業に対する参画意識は低く、文化遺産の破壊、盗掘、観光地周辺での不法居住・農地化といった問題がみられる。また、観光関連企業も十分成長しておらず、観光商品やサービスの供給が不足している背景がある。

本プロジェクト(2019年3月～2023年2月)は、ウトゥクバンバ溪谷上流地域においてエコミュージアム構想に基づく観光圏の構築、文化的景観保全に寄与する制度・体制の構築と維持管理能力の強化、観光関連ビジネスの促進を行うことにより、新たな開発モデルの構築を図り、もって対象地域の持続可能な発展に寄与するものである。また、対象地域における文化・自然遺産の保全に取り組みつつ、対象地域の住民へ裨益する観光開発の推進を図るものであるとしている。

このため、観光客の増加にはアクセスインフラの整備、観光資源の保全、裨益者である地元住民の理解、観光商品やサービスの開発等と併せて、制度の構築と維持管理能力強化なども必要になる。

また、同プロジェクト内の遺跡の一つであるクエラップ遺跡は、2022年4月の大雨により一部崩壊した。2022年6月時点で2名の専門家と18名の作業員による復旧作業が進行中であり、新たなルート設定するなどの対応が行われている状態である²⁵。このため、今後復旧の技術協力等支援に関して検討の余地がある。

4) パチャカマック博物館遺跡保全機材及び教育機材整備計画

パチャカマック遺跡は、インカ帝国が滅亡するまでの文化の変遷を残す歴史的・文化的価値を保持したペルーでも貴重な遺跡で、首都からの観光ルート拠点としても重視されている。

本プロジェクト(無償資金協力、贈与契約2017年3月)では、パチャカマック遺跡博物館が使用する発掘・収蔵物保全機材、遺跡建造物保全機材、教育活動用機材の調達を行っている。これにより、同遺跡の保全や遺跡に関する啓発・教育活動がより活発化し、同遺跡の価値を高めることにも繋がり、また、同遺跡が観光資源としても活用されることで周辺住民の生活向上に寄与するものである²⁶。

提案企業は、2022年5月に実施した現地調査においてパチャカマック博物館を訪問し、以下の点について確認した。

- ・ 発掘された遺跡については、UAV(Unmanned Aerial Vehicle)空撮によって一度計測されており、一部は据置型レーザスキャナによる計測も実施されているが、新たに発掘された遺跡や森林下の遺跡については計測されていない。
- ・ 遺跡では日々、ひび割れなどが発生しており課題となっている。また、パチャカマック

²⁵ <https://elcomercio-pe.translate.google.com/translate?sl=es&tl=en&hl=ja&pto=wapp>
acceso-al-sitio-turistico-video-ministerio-de-cultura-derrumbe-en-kuelap-amazonas-mincul-rmmn-noticia/?_x_tr_sl=es&_x_tr_tl=en&_x_tr_hl=ja&_x_tr_pto=wapp

²⁶ JICA、<https://www.jica.go.jp/oda/project/1560790/index.html>

遺跡を管理しているパチャカマック博物館では遺跡の保全だけでなく、周辺環境および地域住民への裨益を得ることも目標として掲げており、これらのバランスを考えたアプローチが求められている。

(2) 他ドナーの先行事例分析

1) 主要国・世界銀行の支援の動向

ペルーへの支援は各国で行われており、主要国の米国では、外交政策に沿って対ペルー援助戦略を4つの戦略目標 (Strategic Objective) 及び1つの特別目標 (Special Objective) として策定している。戦略目標としては、1) 民主的発展におけるより広範な市民参加、2) 貧困層の収入引き上げ、3) ハイリスク状態にある住民の保健 (家族計画を含む) の向上、4) 対象地域における環境管理の改善を挙げ、支援を実施している。

また、カナダは、貧困層の小規模農民・自営業者の持続可能な自立を主な目的に挙げており、極端な貧困状態にある地方を中心に、小・零細企業向け融資プロジェクト、職業訓練等を展開している。また、国家機能の分権化や環境等の分野でも支援を実施している²⁷。

世界銀行では、表 1-5 によるとインフラ整備等への様々な支援を実施しているが、遺跡や防災に関する支援は実施されていない²⁷。

表 1-5 世界銀行の対ペルー援助戦略²⁷

インフラ整備	[優先事項] インフラ・サービスの充実を図る。特に、都市交通、都市間交通、地方の交通、上下水道、都市サービス分野	
	[融資] ・電力民営化融資 (95) ・リマ水道リハビリ、運営プロジェクト (95) ・灌漑プロジェクト (95) ・地方道路リハビリ、保守プロジェクト (96) ・市財政運営プロジェクト (96) ・土壌・水管理プロジェクト (97)	[経済・分野別支援] ・水資源管理 (95) ・都市交通整備と規制 (97)
社会部門開発	[優先事項] 人的資源開発を推進し、より貧しい階層に焦点を当てた措置を推進する	
	[融資] ・初等教育プロジェクト (95) ・プライマリーヘルス (97)	[経済・分野別支援] ・貧困と所得分配 (96)
制度構築	[優先事項] 公的機関の効率向上、中央及び地方政府の役割・組織の再編	
	[融資] ・リマ水道リハビリ、運営プロジェクト (95) ・灌漑プロジェクト (95) ・地方道路リハビリ、保守プロジェクト (96) ・市財政運営プロジェクト (96) ・初等教育プロジェクト (95) ・プライマリーヘルス (97) ・鉱害プロジェクト (97)	[経済・分野別支援] ・地方政府投資能力評価 (95) ・公的部門改革 (96)
マクロ経済安定の持続	[優先事項] 財政金融政策の持続と主要な改革の継続	
	[融資] 電力民営化調整融資 (95)	[経済・分野別支援] ・Economic Policy Notes (毎年) ・Country Economic Memorandum: The Reform Experience (97)

出典：World Bank(1994b)Table-3

²⁷ JICA 「ペルー 国別援助研究会報告書」, 1998年11月, p.41

2) Apoyo al a Gestión Integral de Riesgos de Desastres Natural en Zonas Urbanas / PE—T1143

(都市地域における自然災害リスクの総合的管理に対する支援)²⁸

【実施機関】 CISMID、【支援機関】 世界銀行

【対象都市】 Chincha Baja 市と Tambo de Mora 市

- 【主な成果】
- ・ Tambo de Mora 市 2007 年地震被害状況図
 - ・ Tambo de Mora 市 2007 年津波浸水域図
 - ・ Tambo de Mora 市 2007 年液状化ポテンシャル図
 - ・ Tambo de Mora 市津波浸水域予測図
 - ・ Tambo de Mora 市地震マイクロゾーンネーション図
 - ・ Chincha Baja 市 2007 年地震被害状況図
 - ・ Chincha Baja 市地震マイクロゾーンネーション図
 - ・ 地質図、土地利用提案図、地盤工学図
 - ・ 都市開発への提案、住宅の耐震化への提案

3) チンチェーロ(Chincheró) 空港の建設

増加し続けるマチュピチュ歴史保護区への観光需要を満たすべく、クスコ市近郊のチンチェーロ村に新空港を建設する事業が進行中であり、2023 年の運用開始が計画されている²⁹。既存のクスコ空港は 1965 年頃には利用需要がその容量に達し、1970 年頃から新空港の議論がなされていた。新しい空港はクスコ県の主要空港として、ボゴタ、リオデジャネイロ、ブエノスアイレス、サンチャゴ、キトー、パナマシティを含む北中南米諸国の多くの都市と航路を繋げ³⁰、年間 800 万人の乗客を収容、数百万ドルの収益を上げることが期待されている。建設事業はペルー国の予算により行われるが、韓国による技術援助も 2019 年 10 月に合意された。その一方で、マチュピチュ歴史保護区への観光客増加による弊害に対する懸念が UNESCO をはじめ、多くの専門家から指摘されてもいる。

現況における「マチュピチュ遺跡を中心としたペルー南部への観光産業の集中」を分散化することは長期的には重要な視点である。そのことは、この新空港建設やマチュピチュ遺跡入場者数制限の議論からも見出される。

本調査においても、基礎調査の主対象はマチュピチュ遺跡であるが、中長期的には全国の遺跡を MINCU が適切に保全・運営し、全国での観光振興に寄与することに繋がるよう取り組む必要がある。

²⁸ JICA 「ペルーにおける地震・津波減災技術の向上プロジェクト詳細計画策定調査・実施協議報告書」, 2010 年 5 月, pp.2-31~33

²⁹ AIRPORT TECHNOLOGY 「Saving Machu Picchu: will a new airport create problems in Peru?」, 2019.10.31. (<https://www.airport-technology.com/features/machu-picchu-airport-plans/>)

³⁰ andina AGENCIA PERUANA DE NOTICIAS 「Peru, South Korea sign technical assistance agreement on Chincheró Airport」, 2019.10.24 (<https://andina.pe/agencia/noticia-peru-south-korea-sign-technical-assistance-agreement-on-chincheró-airport-770828.aspx>)

第2 提案法人、製品・技術

1. 提案法人の概要

(1) 企業情報

1971年創業の提案企業は、2011年の震災以降、建設コンサルタント業に加え、環境調査、まちづくりなど幅広い技術サービスを展開してきた。その中、東日本大震災の災害復旧、復興の中で3D測量に取り組み、また、原発被災地域における被災当時の様子を留める集落、学校、桜並木の記録や、再開発に伴う文化財保全調査等を行ってきた。また3Dデータからバーチャル・リアリティ（VR）やジオラマ模型の作成も行ってきた。

さらに大学と共同で、各種機器（レーザ、スペクトルカメラ、放射線測定器）を搭載したUAVによる地形・植生に応じた放射線分布解析手法、森林資源の評価、鳥獣害の管理等様々な課題を可視化して定量把握する技術を開発してきた。

(2) 海外ビジネス展開の位置づけ

提案企業は、①建設コンサルタント、②測量調査、③空間情報、④環境コンサルタント、⑤まちづくり、⑥海外コンサルタント経営の「6つの柱」の一つに海外事業を位置付け、「福島から海外へ」の理念の下、復旧・復興の経験と技術を生かし、特に途上国の課題解決に貢献していきたいと考えている。

2. 提案製品・技術の概要

(1) 提案製品・技術の概要

本企画のコアテクノロジーは3D測量による3Dデータ（3D点群データ）の活用である。3Dデータとは、レーザスキャナによる観測及びUAVによる空撮写真などによって計測した物体の表面を、座標（X、Y、Z）を持った点の集まりとして出力したもので、地形や地物の形状を正確に再現したデジタルデータである（図2-1参照）。3Dデータは、各種計画・設計に必要な図面、遺跡保全・維持管理の検討、及びVRや模型の作成などに活用される。表2-1に提案する製品・技術の特徴、表2-2に国内外の販売実績・価格をまとめる。



出典：提案企業作成

図2-1 3Dデータ（左）富岡町 夜の森の桜並木（中）石棺寸法確認図（右）石棺の立体模型

表 2-1 提案する製品・技術の特徴

製品の特長	3D データとは高密度（数十 cm から数 cm に 1 点）の座標(X,Y,Z)情報のことで、地形や地物を詳細に記録し、座標を点で描画することで視覚的に 3D 的な形状を復元することができる。機材によって、3D データに実際の色情報も付与することができる。数 cm から数mmの相対精度を有している。
技術の特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・【UAV 写真測量技術】空中写真を撮影することにより、平面的な記録はもちろん、写真から 3D 的な形状を復元し 3D データを作成することができる。 ・【レーザ測量技術】レーザ光により、直接座標を計測し 3D データを取得する。UAV 搭載型、据置型、ハンディ型、車載型など、様々な計測手法がある。レーザ光が草木の隙間を通過できる状態であれば、草木の下の地面のデータも計測することができる。 ・上記技術で得られる 3D データは、合成することが可能なためより適した手法で補測することでより詳細なデータを得ることができる。
第一次製品	<p>3D データより以下のデータを作成することができる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 3D オリジナルデータ（ノイズ等を除去した 3D データ） ② 3D グラウンドデータ（樹木、建築物、等を除去した 3D データ）
第二次製品	<p>第一次製品は以下に活用できる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ① ICT（土工）・BIM/CIM（Building/Construction Information Modeling）への活用 ② 図面作成（平面図、断面図、立面図、等） ③ 定期観測による経年変化観測・保全計画 ④ 地形解析による遺跡調査 ⑤ アーカイブ ⑥ AR,VR,MR データへの活用 ⑦ 立体模型への活用 ⑧ ⑥、⑦等を用いた観光資源への活用、WS や協議資料への活用 ⑨ 減災・防災計画 ⑩ 森林資源調査 ⑪ 森林火災調査 ⑫ ヘリポートの適地選定調査

出典：提案企業作成

表 2-2 国内外の販売実績・価格

業務名	販売先	内容	価格
アーカイブ	福島県双葉郡浪江町	UAV 写真測量 (930ha) 公共施設の 3D 化 (0.582ha)	約 5,000 万円
	福島県双葉郡双葉町	UAV 写真測量 (800ha) 公共施設の 3D 化 (2.63ha)	約 5,200 万円
	福島県双葉郡大熊町	公共施設の 3D 化 (0.55ha) 遺跡の 3D データ取得 (9.5ha) 3D データの VR 化	約 630 万円
	福島県双葉郡富岡町	UAV 写真測量 (86ha) 公共施設の 3D 化 (2.80ha)	約 950 万円
遺跡	福島県伊達市	遺跡（館跡）の 3D 化 (0.15ha)	約 120 万円
	福島県双葉郡浪江町	遺跡（古墳）の 3D 化 (0.24ha)	約 120 万円
	福島県郡山市	遺跡（館跡）の 3D 化 (8.10ha)	約 220 万円
	福島県立博物館	遺跡（断層）の 3D 化	約 170 万円
CIM	福島県郡山市	交差点計画の 3D 化 (10ha)	約 280 万円

出典：提案企業作成

(2) ターゲット市場

当該調査において提案する技術及び製品のターゲット市場は遺跡保全、観光、防災に関わる政府機関であり、ペルー国ではそれぞれ文化省、通商観光省、国防省・環境省・SERNANPである。各ターゲット市場向けの提案技術と提案製品を表 2-3 に示す。

表 2-3 ターゲット市場に向けた提案技術とサービス

ターゲット市場 提案製品	文化省 (MINCU)	通商観光省 (MINCETUR)	国防省 (MINDEF) 環境省 SERNANP
提案技術	3D 計測 (UAV 写真測量、各種レーザ測量)、3D データ作成、 各種面 (平面図、立面図、陰影図等) 作成、VR/動画作成		
提案製品	<ul style="list-style-type: none"> ・ 遺構図面 ・ 遺跡アーカイブ ・ 未調査遺跡の確認 ・ 森林下等の未発見遺跡の調査 ・ 劣化/風化調査 ・ 保全計画の立案 	<ul style="list-style-type: none"> ・ リモート観光 ・ 観光マップ ・ 土産物 ・ アクセス整備 	<ul style="list-style-type: none"> ・ アクセス整備 ・ 土砂災害予防 ・ 教育・啓蒙支援 ・ 森林火災調査 ・ 仮設ヘリポートの適地選定調査

出典：提案企業作成

3. 提案製品・技術の現地適合性

(1) 現地適合性確認方法

DDCC、現地測量会社、その他関連機関への訪問及び WEB 調査により、技術面・制度面における提案製品・技術の現地適合性を確認した。

技術面においては、現地での測量環境（基準点配置状況、準拠座標系、GNSS (Global Navigation Satellite System：全球測位衛星システム) 受信状況、等) や 3D 測量関連機材の流通状況、及び各機関が保有する 3D 測量機材等を調査することにより、提案企業の保有機材が現地で使用できることや、取得したデータの互換性等を確認した。

制度面においては、測量機器・計測に係る現地での規制・許認可等を調査することにより、提案企業の保有機材を現地で使用するための要件を確認した。それぞれの結果を第 2 3. (2) に示す。

(2) 現地適合性確認結果 (技術面)

1) 3D 計測機材

ペルー国内の遺跡は広範囲に及ぶものが多いため、広域を上空からは UAV、地上からはハンディ型レーザスキャナでデータを取得し、詳細部分を据置型レーザスキャナ (Terrestrial Laser Scanner：TLS) で計測することが望ましい。UAV は現地でも流通しており、測量環境も問題ないことを確認しているため、使用における技術面での問題はない。ハンディ型レーザスキャナや据置型レーザスキャナについては、現地における普及率は低い、これらを取扱う代理店やレンタル会社が増えている状況である。遺跡での計測において、特に遺構内部や城壁・石畳等の劣化・亀裂等を確認するには詳細な 3D データが必要になるため、ハンディ型レーザスキャナや据置型レーザスキャナを用いて詳細データを補完するという使い分けが非常に有効である。提案企業が保有する機材と現地での流通状況を表 2-4、現地保有機材を表 2-5 に示す。

表 2-4 提案企業が保有する機材と現地での流通状況

機器	小型無人航空機 (UAV)	ハンディ型レーザスキャナ	据置型レーザスキャナ (TLS)
メーカー	DJI	Geo SLAM	TOPCON
機種	Mavic Pro2	Zeb Horizon	GLS-2000
外観			
性能	寸法：300*280*90mm 稼働時間：約 20 分 飛行高度：50～150m 4K カメラ搭載	寸法：80*113*140mm 稼働時間：約 90 分 計測距離：100m 密度：30 万点/秒	寸法：228*293*412mm 稼働時間：約 90 分 計測距離：500m 密度：12 万点/秒
精度	1cm～10cm	1cm～3cm	4mm
機材流通状況	PANM にて保有	メーカーの正規代理店あり (COTECMI PERU)	ペルー国内約 3%の測量会社が保有
機材持込 必要手続き	・機内持ち込み可	・輸出管理令非該当書の作成 ・機材持ち込み可	・輸出管理令非該当書の作成 ・機材持ち込み可

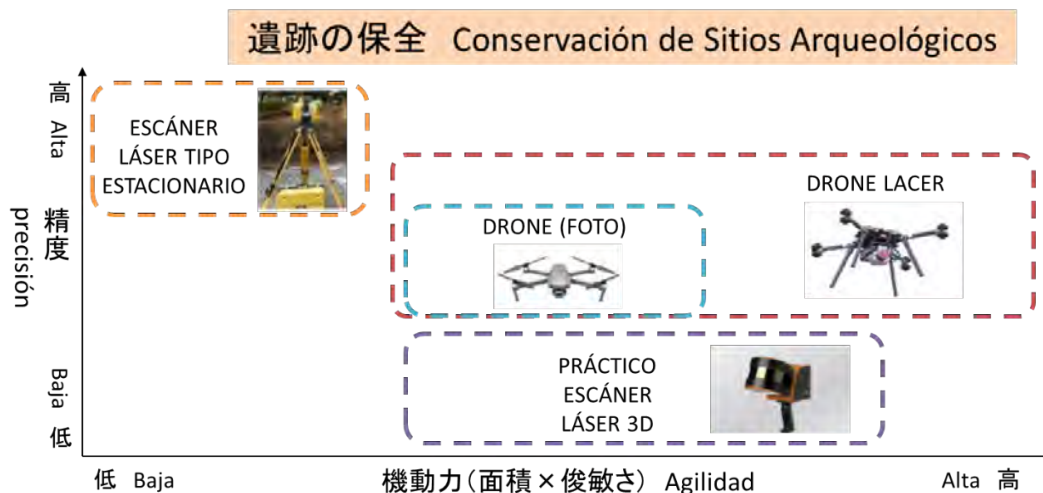
出典：提案企業作成

表 2-5 現地保有機材の状況

機器	メーカー	機種	写真	所有機関
小型無人航空機	DJI	Mavic2Pro		<ul style="list-style-type: none"> ・ PANM ・ DDCC インカ道プロジェクト管理局 ・ DDCC サクサイワマン公園管理局 ・ DDCC 研究・プロジェクト管理局 ・ 現地測量会社
	JOUAV	CW007		<ul style="list-style-type: none"> ・ DDCC 地籍調査局 ・ DDCC インカ道プロジェクト管理局
	DJI	Matrice300		<ul style="list-style-type: none"> ・ 現地測量会社
	senseFly	ebee+		<ul style="list-style-type: none"> ・ 現地測量会社
3Dレーザスキャナ	(株)ニコン・トリンブル	Trimble SX10		<ul style="list-style-type: none"> ・ DDCC 地籍調査局
	ライカジオシステムズ(株)	Leica RTC360		<ul style="list-style-type: none"> ・ DDCC インカ道プロジェクト管理局 ・ 現地測量会社

出典：提案企業作成

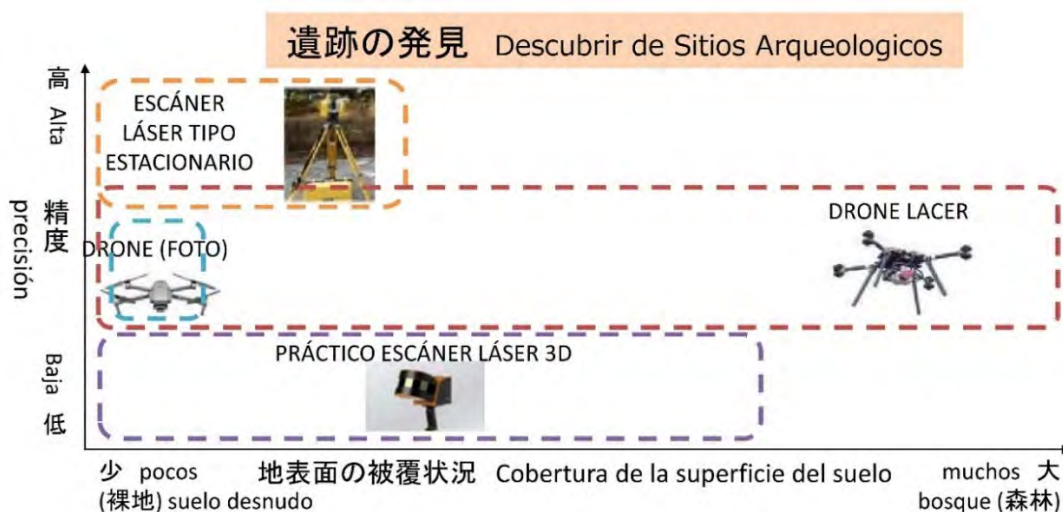
また、遺跡の「保全」もしくは「発見」によって、3D 計測機材の選定や計測方法は異なる。遺跡の保全においては、中程度の精度で広域のデータの取得が必要な場合には UAV や UAV レーザ (Light Detection and Ranging : UAV LiDAR) が有効である。また、精度よりもまず情報が欲しい場合は、ハンディ型レーザスキャナが有効である。さらに、遺跡の具体的な補修計画等のために高精度な 3D データが求められる場合には、据置型レーザスキャナが有効である (図 2-2 参照)。



出典：提案企業作成

図 2-2 遺跡保全における計測機材の選択の考え (1)

遺跡の発見の場合、求められる精度と地表面の被覆の状況によって選択肢が異なる。地表面の被覆状況がシンプルな裸地であれば UAV 空撮、森林のように植生により地形が確認しづらい場合は UAV LiDAR が有効である。また、発見後の調査の際に高精度なデータが必要な場合は据置型レーザスキャナ、低精度でもよい場合はハンディ型レーザスキャナが適当である (図 2-3 参照)。



出典：提案企業作成

図 2-3 遺跡発見における計測機材の選択の考え (2)

2) 3D データ (3D 点群データ)

PANM のデータ管理室が保有する 3D データ編集ソフト及び一部のデータを確認した。PANM での打合せ風景と確認した保有データの編集画像を図 2-4 及び図 2-5 に示す。

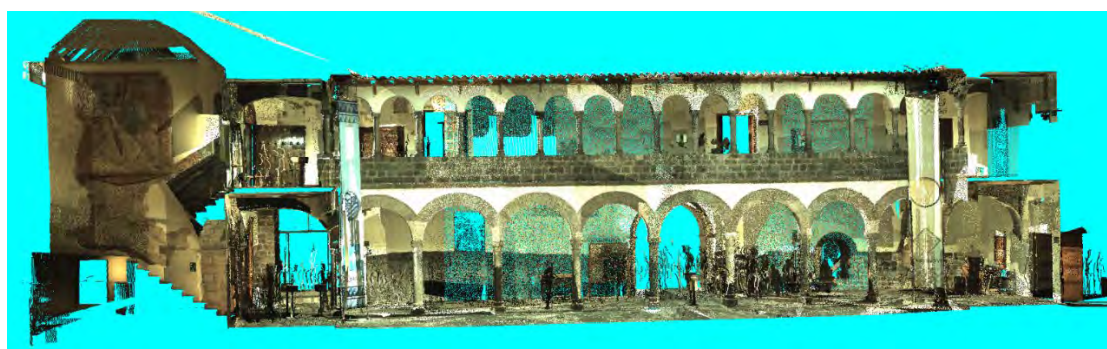
図 2-4 で使用している編集ソフトと同じものを提案企業でも使用しているため、PANM が保有する 3D データは提案企業でも編集可能であることがわかった。さらに、データ管理室が保有するパソコンのスペックが低く、大容量の 3D データを作成・編集できる環境ではないことを確認した。そのため、まずは既存の 3D データを評価する必要があると判断した。データ管理室が所有するパソコンスペック (メモリ容量や処理速度) やどのような 3D 点群閲覧ソフトを保有しているのかについては、現地調査において確認した結果を表 2-6 及び表 2-7 に示す。また、現地には測量用の基準点が設置されていることを確認し、空中写真の SfM や複数の計測機器で取得した点群の合成を行うことも可能であることがわかった。

ペルー国内の遺跡は気候や観光客増加の影響により劣化・風化が急激に進んでいる。しかし、国内の遺跡関係の技術者は不足しているため、遺跡保全への従事が精いっぱいである。一方、未発掘の遺跡が多くあることが把握されているにもかかわらず、それらの発掘・調査が進んでいないのが現状である。このような状況において、UAV やハンディ型レーザスキャナ、据置型レーザスキャナを用いることで、比較的短期間に広範囲の計測・データ解析が可能になり、3D データによる維持管理を進めることで、少ない人員でも効率的に記録・調査・管理をすることができると考えられる。



出典：提案企業作成

図 2-4 PANM での打合せ風景 (左) PANM 保有の 3D データ編集画像① (右)



出典：PANM

図 2-5 PANM 保有の 3D データ編集画像②

表 2-6 パソコンのスペック

	データ管理室	提案企業
OS	Windows 10 Pro 64bit	Windows 10 Pro 64bit
プロセッサ	Intel(R) Core(TM) i7-8650U CPU @1.90GHz 2.11GHz	Intel(R) Core(TM) CPU E5-2690v4 @ 2.60GHz 2.60 GHz(2 プロセッサ)
メモリ	8GB	128GB

出典：提案企業作成

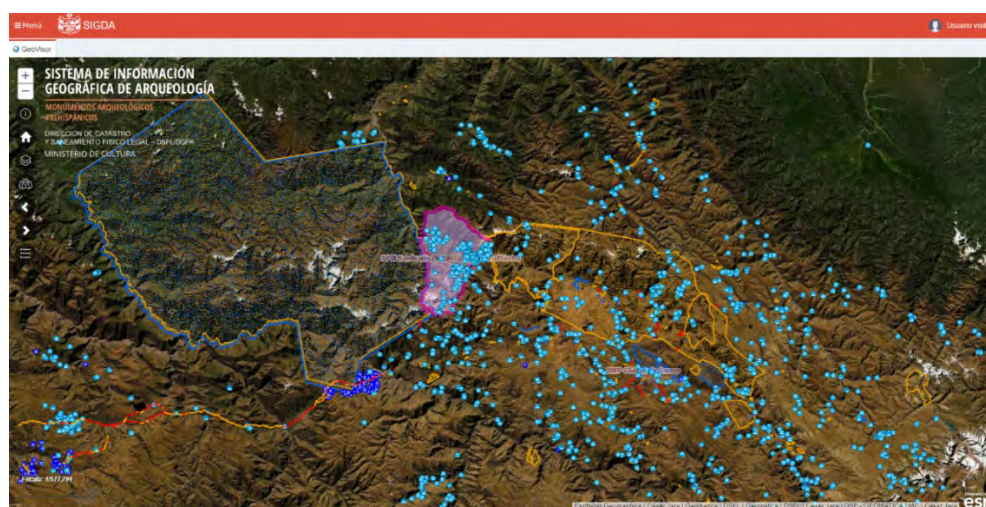
表 2-7 DDCC 所属部門が保有しているソフトウェア

機関名	GIS	SfM ソフト	点群処理ソフト
PANM データ管理室	ArcGIS	Agisoft Metashape	Cyclone
地籍調査局	ArcGIS QGIS	Agisoft Metashape PIX4D	Trimble Business Centre
インカ道プロジェクト 管理局	ArcGIS	Agisoft Metashape PIX4D	—
サクサイワマン 考古学公園管理局	ArcGIS	Agisoft Metashape PIX4D	—
研究・プロジェクト 管理局	—	Agisoft Metashape PIX4D	REVIT

出典：提案企業作成

3) 地理情報システム (GIS)

広範囲にある多くの遺跡について、UAV や 3D レーザスキャナによる計測状況を管理するためには GIS (Geographic Information System: 地理情報システム) を活用することが有効である。航空写真や SfM により得られる位置情報付きの空中写真を背景に遺跡の位置、範囲、年代、状況および計測状況を可視化することで誰もがわかりやすい状態で管理することができる。表 2-7 に示すように、現地では ArcGIS および QGIS といった GIS ソフトが活用されており、提案企業でも同様のソフトウェアを活用しているため互換性がある。図 2-6 に GIS の活用例を示す。



出典：SIGDA

図 2-6 GIS の例 (航空写真に遺跡位置等を重ねた図)

4) 座標系および GNSS の適合性確認

SfM や 3D データの位置合わせ等に活用する座標系は、南北アメリカの座標系 SIRGAS2000 が利用されている。SfM や 3D データの位置合わせには座標が付与された基準点が必要になる。既存の基準点があればそれを活用することで付近に基準点を作ることが容易であるが、ない場合は GNSS により設置する必要がある、GNSS で座標を取得するためには電子基準点が必要である。2022 年 5 月の現地調査において、図 2-7 に示すように電子基準点がクスコ州に 3 つ (CS01、CS02、CS03) 配置されていることを確認した。



出典：IGN

図 2-7 クスコ州における電子基準点（赤枠内）

(3) 現地適合性確認結果（制度面）

運輸通信省（Ministerio de Transportes y Comunicaciones：MTC）の民間航空総局（Dirección General de Aeronáutica Civil：DGAC）において、UAV あるいは遠隔操縦航空機（Remotely Piloted Aircraft System：RPAS）の飛行・操作には以下の要件を設けている。その他、ハンディスキャナや据置型レーザスキャナの操作における規制等はない。

1) 機体登録

DGAC の認証及び認可局登録カードを申請するとともに、航空機データを記録する。2019 年 3 月時点で 826 機の登録があり、MINCU にて 15 機登録している³¹。

2) パイロット認定

民間航空指導セクターあるいは MTC の訓練及び認定を受けた UAV オペレーターは DGAC のオペレーターとして認定される。民間の測量会社でも、操縦教育訓練を受けることが可能である。

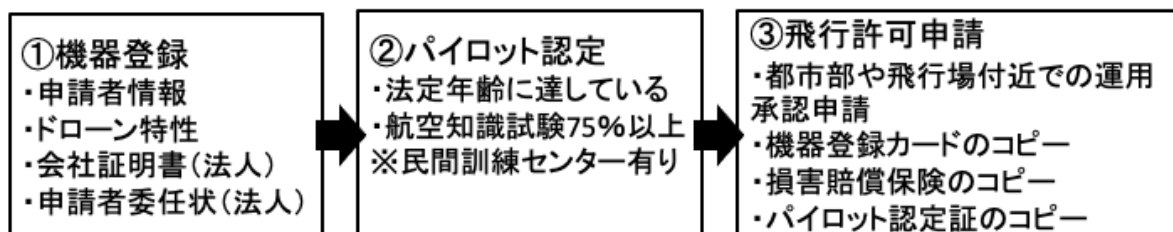
3) 飛行許可申請

都市部で UAV を飛行する場合は事前に MTC に申請が必要である。地方では上空飛行に制限はない。しかし、政府機関敷地上空、軍事地域、空港、歴史・自然保護区域などでは UAV

³¹ ペルー運輸通信省運輸省民間航空総局「Registro de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia – RPAS」, 2019 年, pp.5,6,9

の飛行は禁止されている。図 2-8 には UAV 運用許可申請フローを示す。

登録等の詳細については、現地にて確認する必要がある。遺跡上空の飛行は一般的に禁止されているが、現地測量会社や日本の大学等で計測実績があり、MINCU 等の管轄部門へ飛行申請し、許可がもらえれば飛行することは可能である。また、PANM では DJI 製の Mavic Pro を保有し、独自に飛行・計測を行っており、計測の有益性が認められれば、飛行は可能であるとする。



出典：MTC ウェブサイトより提案企業作成

図 2-8 ペルーにおける UAV 運用許可申請フロー

4. 開発課題解決貢献可能性

(1) 遺跡保全

パンデミック以前はマチュピチュ遺跡を訪れる観光客が毎年増加しており、遺跡を管理する PANM に所属する考古学専門家は、観光客の増加による遺跡の劣化を懸念していた。考古学専門家は遺跡への 1 日の訪問来場者の減少および平均化を望んでいるが、世界的に有名な遺跡だけにそのコントロールは現実的ではないように思われる。

このような状況の中、遺跡の劣化状況を見える化し、考古学専門家のみならずペルー国民、外国人観光客に対してこれらの状況を周知し、遺跡保全意識を高める工夫が必要と考えられる。この遺跡の劣化状況の見える化については、我々の提案技術である 3D 測量は短時間で効率的にデータを取得し、データの比較により遺跡の劣化や維持管理にも活用することが可能である。

(2) 観光

観光客の増加により、遺跡の摩耗や地面の沈下等のダメージが大きくなることに加え、ごみの増加が自然遺産の景観へ悪影響を及ぼしている。マチュピチュ遺跡入り口に設置されている案内板ではごみ捨て禁止の注意喚起がされており、観光客の遺跡保全意識の低さが感じられる。しかし、マチュピチュ遺跡及び遺跡に係る施設等を管理するマチュピチュ村や観光業に携わる人々には観光客の減少は死活問題であり、観光客の人数制限に対して遺跡を管理する考古学専門家らと双方の調整が必要である。そこで、遺跡への観光客の直接的な立入を緩和させるうえで、3D データを利用し現地に行かずに遺跡を楽しめるようなコンテンツの作成や新しい観光マップ・土産物等の作成により、遺跡を管理する考古学専門家とマチュピチュ村や観光業に携わる人々の双方に裨益することが期待される。

さらには、マチュピチュ遺跡へ続くインカ道の保全及びインカ道入場者への注意喚起促進に加え、マチュピチュ歴史保護区内の自然環境保護における取組として、危険エリアや重点保護エリアについて 3D データを用いて可視化することにより、観光客の安全や自然保護にも活用することが可能である。

(3) 防災・インフラ

険しい山稜に囲まれているマチュピチュ村周辺では、近年降雨による土砂災害が頻発しており、さらに遺跡周辺では地すべりも確認されている。マチュピチュ村民だけでなく、多くの観光客の身を守るためにも 3D 計測と 3D データの活用が有効である

レーザ測量や空中写真測量等の 3D 測量で取得した 3D データから 3D モデルや平面図・縦横断面等の図面を作成することにより、地元住民への説明資料や施工計画検討、事業計画説明などに活用することができる。また、3D データを用いた三次元ハザードマップを作成し、地域住民を巻き込んだ啓蒙活動及び避難活動などに利用することにより、地域住民の防災意識を向上させることが可能である。現地調査によりマチュピチュ地区において、河川防災、山火事、トレッキングルートへの地滑りへの対策として、3D 計測と 3D データが活用できるものと確認した。その詳細を 7. (3) に記載した。

第3 ビジネス展開計画

1. ビジネス展開計画の概要

(1) ビジネス展開計画の概要

ビジネス展開計画の概要は、表 3-1 に示す。表中の市場、競合、比較優位性、進出形態、収支計画、課題・リスク等については、後述の第 3 2. ～6. に詳述する。

表 3-1 ビジネス展開計画の概要

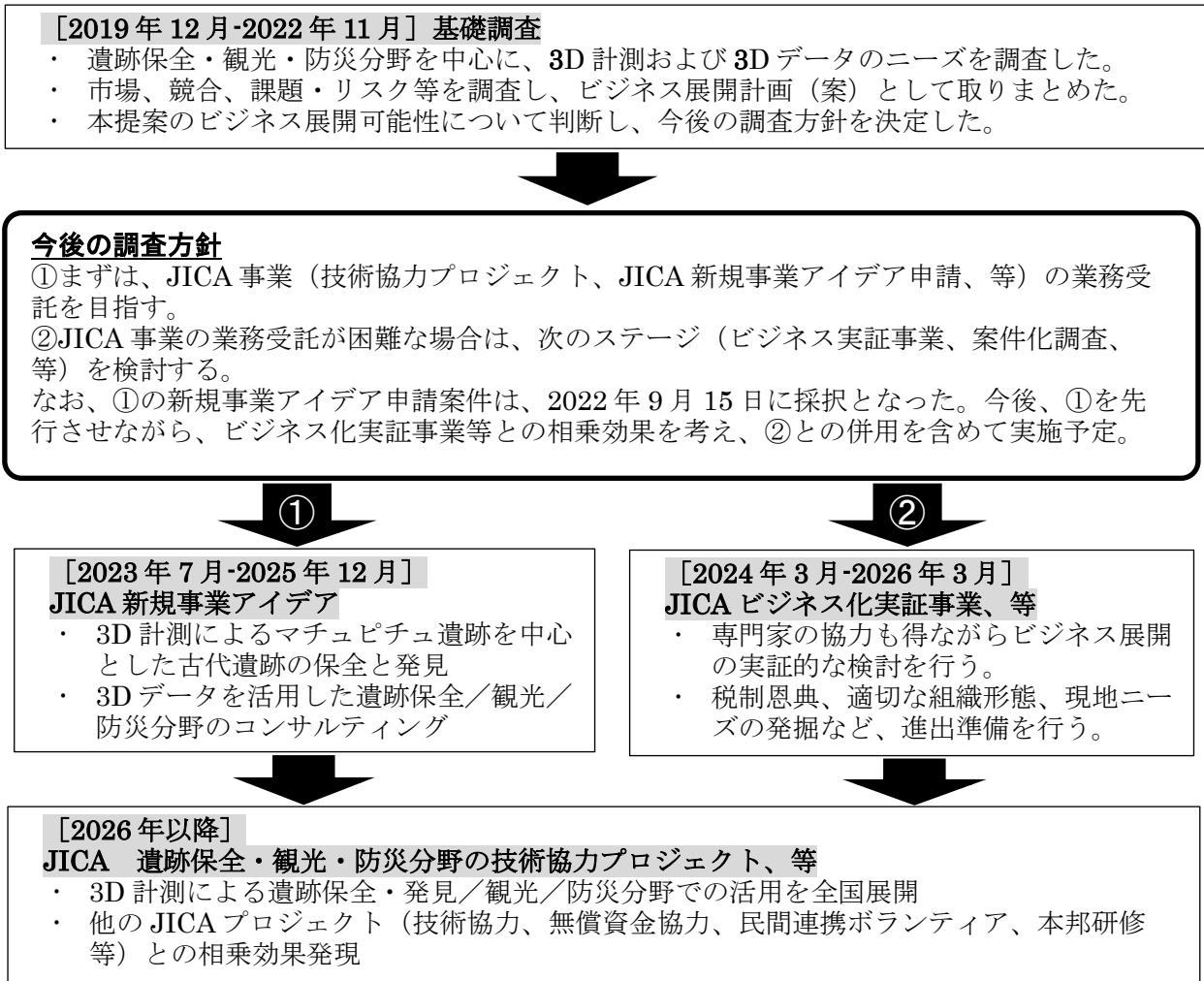
製品・技術	<p>【UAV 写真測量技術】 空中写真を撮影することにより、平面的な記録写真、及び写真から 3D 的な形状を復元し 3D データを作成することができる。</p> <p>【レーザ測量技術】 レーザ光による計測で 3D データを取得する。UAV 搭載型、据置型、ハンディ型、車載型など、様々な計測手法がある。レーザ光が草木の隙間を通過できる環境であれば、草木の下の地面のデータも計測することができる。</p> <p>【第一次製品】 ①3D オリジナルデータ、②3D グラウンドデータ</p> <p>【第二次製品】 第一次製品の活用例：①ICT・BIM/CIM、②図面（平面図、断面図、立面図）、③定期観測による経年変化調査、④地形解析による遺跡等探索、⑤アーカイブ、⑥AR,VR,MR、⑦立体模型、⑧観光資源・WS 等の協議資料、⑨減災・防災計画、⑩森林資源調査、⑪森林火災調査、⑫ヘリポート適地選定調査</p>	
提案する技術	<p>1) マチュピチュ歴史保護区 (HSM) におけるドローンレーザ (UAV-LiDAR) による高精度・高密度 (約 100 点/m²) 点群を利用した森林下にある考古遺跡の配置や形状等の空間情報解析調査</p> <p>2) マチュピチュ遺跡中心部 (Llaqta) における据置型レーザスキャナ (TLS) による高精度 (mm 単位) ・高密度 (1,000 点以上/m²) 点群を利用した考古遺跡の石壁・石段の摩耗や崩れの経年変動調査</p> <p>3) 3D データを活用した遺跡保全・観光・防災に関するコンサルティングサービス</p>	
市場	遺跡保全	<ul style="list-style-type: none"> ・国内 22,638 箇所 of 遺跡で 2,990 箇所が登録済み。残り約 20,000 箇所が未調査の状態。 ・地元住民たちは知っているものの、公式には発見されていない遺跡も存在する。 ・マチュピチュ歴史保護区には 82 箇所のモニュメントがある。森林部の調査は不十分。
市場	観光	<ul style="list-style-type: none"> ・ペルーの 2015 年の観光業に関わる GDP は、国の GDP の 3.9% (S/.235 億 (US\$63.1 億 (約 8,581 億円))) を占め、約 130 万人の直接・間接雇用を生み出している。 ・2019 年の外国人旅行客数は 4.37 百万人、観光収入は US\$4,784 万 (約 65 億円) となり、2002 年時のそれぞれ約 5.7 倍、約 4.1 倍である。 ・COVID-19 の感染拡大により 2020 年の収入および外国人観光客は約 20% まで減少。
市場	環境・防災	<ul style="list-style-type: none"> ・マチュピチュ遺跡の 3 か所で、2000 年からの伸縮計による計測により、明らかな 1 cm 前後のずれ、または変異が認められた。 ・インカ道ツアーで、森林火災時の救助用などの仮設のヘリポートが必要。 ・マチュピチュ村及びマチュピチュ遺跡周辺、マチュピチュ観光鉄道では地滑りや洪水、土砂崩れが頻繁に発生している。
競合	現地測量会社	<ul style="list-style-type: none"> ・主に鉱山等の広域空撮用として双翼式 (固定翼) UAV が活用されている。 ・TLS は工場やショッピングモールの改築目的の 3D データ取得等に利用されている。 ・UAV-LiDAR を保有する会社はあるが、3D 測量の実績はなかった。
競合	コンサルタント会社	<ul style="list-style-type: none"> ・中南米において今後 UAV 等による 3D 測量のニーズは拡大する予想。 ・中南米では森林や生態保全における 3D 測量の需要が想定される。 ・ペルーのコンサルタント会社は近隣諸国と比較しマーケットが育っていない印象。
競合	研究機関	<ul style="list-style-type: none"> ・2016 年：オーストラリアペルー商工会議所の協力で、ヘリコプターレーザでマチュピチュ遺跡等の計測を行った。(Peru Lidar Project) ・2015 年：MIT が VR 等に活用する 3D データ取得を目的に、UAV 空撮を行った。 ・2013 年：ナショナルジオグラフィックが、マチュピチュ建築技術の分析に、3D レーザスキャナを使用するドキュメンタリーを制作。YouTube で視聴可能。

比較優位性	機材	<ul style="list-style-type: none"> ・プロペラ式 UAV、TLS、UAV-LiDAR 等豊富な測量機材を保有しており、様々な場面に対応が可能。 ・プロペラ式の UAV は、双翼式に比べて、優れた操作性、コンパクトさ、及び高い搭載性を有し、遺跡保全のための測量にはプロペラ式 UAV は最適。 	
	技術	<ul style="list-style-type: none"> ・2014 年から我が国で 3D 測量の実績を積み上げており、UAV 等の機材操作、情報解析技術において先行している。 ・公共事業における測量設計の経験が豊富で、成果データの品質管理を徹底している。 ・現場地形や計測対象の状況に応じて各種レーザ機器を組み合わせ、必要な精度を確保しつつ効率的に計測する柔軟性・機動性を有している。 	
	研究開発	<ul style="list-style-type: none"> ・福島大学、日本大学等との共同研究による新たな 3D 測量や解析手法の開発等を実施しており、研究開発を推進している。 	
進出形態	<ul style="list-style-type: none"> ・進出段階や状況に応じ、以下の対応を想定している。 ①現地進出までの準備期間：提案企業の技術者が現地へ出張する。 ②進出当初：支店を設立する。 ③業務受注が軌道に乗ってきた時点：子会社の設立について検討する。 ・現地計測、公共事業の入札手続きにおいては、Seghohr Corporation に事務的な支援を委託する。 ・相手国政府予算や ODA による案件形成、また公共事業の入札等では、NKLAC へ協力を依頼する。 		
計画 収支	<ul style="list-style-type: none"> ・x5 年目に単年度黒字化し、投資回収時期は x6～7 年目になると見込んでいる。 		
課題・リスク	法制度面	<p>1) 進出形態</p> <p>① 現地進出の準備期間では、提案企業の技術者等が出張して市場調査、入札、支店／子会社の設立について準備等を行う。計測業務があれば同技術者が実施するが、データ解析や加工は本邦事務所で行う。</p> <p>② 進出当初は、公共事業の入札や業務実施において、より本店との連携を密に行う必要があるため支店という形態をとり、現地での業務受注が軌道に乗ってきた時点で、子会社設立について検討する。</p> <p>2) 公共事業入札制度 (SEACE)</p> <p>① 公共事業の入札手続きについては、現地のパートナー会社 Seghohr Corporation に事務的な支援を委託する。</p> <p>② 公共事業の入札については、SEACE で受注実績のある NKLAC (日本工営) への協力を依頼する。</p> <p>③ 特に進出までの準備期間や進出当初は、JICA や国際機関等の支援業務の受注を視野に入れる。</p>	
	ビジネス面	<p>1) 建設・測量分野における競合</p> <p>① 進出までの準備期間では、JICA 新規事業アイデアまたは普及実証による検証、現地専門家によるフィージビリティスタディ (案件化調査) を実施し、税制恩典等の追及や、適切な組織形態を検討していく。</p> <p>② 進出後は、公共事業・ODA 事業の受託を目指し、現地日系企業と連携しながら現地固有の事情を斟酌してビジネスを進めていくことで、現地のニーズを的確に織り込んでリスクを回避する。</p> <p>2) 民間セクターへの展開</p> <p>① 現地及び外資系の建設会社との競合や、コンサル業界が未成熟である現状から、当面は、現地日系企業と連携しながら公共事業・ODA 事業の受託を目指す。</p>	
	政治・経済面	<p>1) 不安定な政治・社会情勢</p> <p>① 本調査やビジネス展開準備においては、お互いの協議記録や合意事項、許認可・承諾などは全て文書で作成・保管しておくこととする。また、本調査を進める上では、JICA、JETRO、及び現地パートナーからの情報収集を行い、関係者の交代等にも随時対応できるように準備しておく。</p> <p>② JICA 等の ODA 事業による業務受託の可能性を探っていく。</p> <p>2) 公務員的能力や汚職</p> <p>① 本調査やビジネス展開準備においては、お互いの協議記録や合意事項、許認可・承諾などは全て文書で作成・保管しておくこととする。</p> <p>② 本調査を進める上では、JICA、JETRO、及び現地パートナーからの情報収集を行い、信頼できるカウンターパートを見つけることを検討する。</p>	

出典：提案企業作成

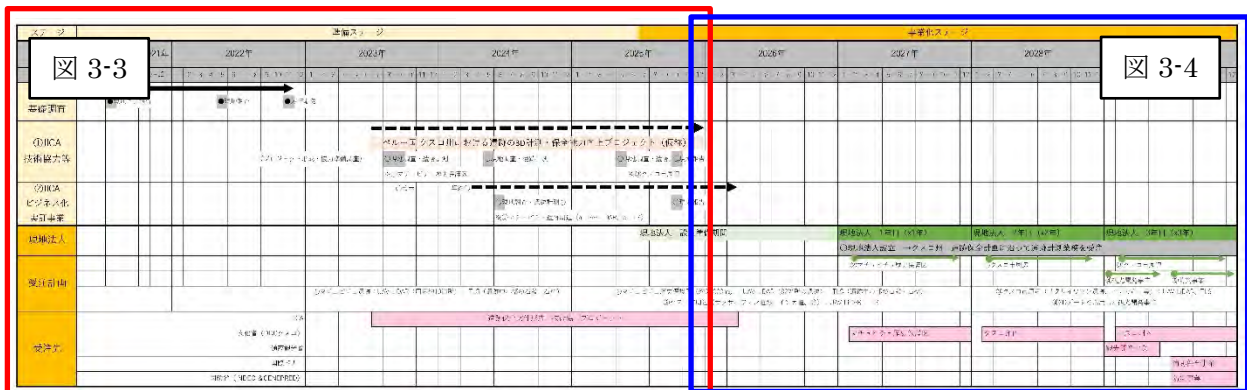
(2) 事業化スケジュール

事業化に向けての今後の調査方針としては、基礎調査を踏まえて図 3-1 に示すようなアプローチとした。事業化スケジュールは、図 3-2、図 3-3 および図 3-4 に示すとおりである。



出典：提案企業作成

図 3-1 事業化に向けての今後の調査方針



出典：提案企業作成

図 3-2 事業化スケジュール全体図

ステージ		準備ステージ																											
		2019年		2020年		2021年		2022年			2023年			2024年			2025年												
年	月	12	1~12	1~12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
JICA 基礎調査		●現地予備調査		●現地調査		●機行期限																							
①JICA 技術協力等																													
②JICA ビジネス化 実証事業																													
現地法人																													
受注計画																													
受注先																													

図 3-3 事業化スケジュール (2019年12月~2025年12月)

事業化スケジュール												
ステージ	2026年			2027年			2028年			2029年		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
年												
月												
JICA 基礎調査												
①JICA 技術協力等												
②JICA ビジネス化 実証事業												
現地法人												
受注計画												
受注先												

ステージ	2026年	2027年	2028年	2029年
現地法人		現地法人 1年目 (x1年)	現地法人 2年目 (x2年)	現地法人 3年目 (x3年)
受注計画		○現地法人設立 → クスコ州 遺跡保全計画に沿って遺跡計測業務を受注		
受注先		②マチュピチュ歴史保護区	③クスコ州周辺	③クスコ州周辺 ④観光開発事業 ⑤防災事業
受注計画		②マチュピチュ歴史保護区 (約37,000ha) : UAV-LIDAR (82箇所の遺跡)、TLS (遺跡中心部の石段・石壁) ③クスコ州周辺 (サクサイワマン遺跡、インカ道、等) : UAV-LIDAR、TLS	③クスコ州周辺 (リクリイワマン遺跡、インカ道、等) : UAV-LIDAR、TLS ④3Dデータを活用した観光開発事業	
受注先	成/技術協	マチュピチュ歴史保護区	クスコ州内	クスコ州内
			観光開発事業	遺跡保全事業 防災事業

図 3-4 事業化スケジュール (2026年1月~2029年12月)

2. 市場分析

(1) 市場の定義・規模

企業機密情報につき非公表

(2) 競合分析・比較優位性

企業機密情報につき非公表

(3) 国内調査

企業機密情報につき非公表

3. バリューチェーン

(1) 製品・サービス

企業機密情報につき非公表

(2) バリューチェーン

企業機密情報につき非公表

4. 進出形態とパートナー候補

企業機密情報につき非公表

5. 収支計画

企業機密情報につき非公表

6. 想定される課題・リスクと対応策

(1) 法制度面にかかる課題・リスクと対応策

企業機密情報につき非公表

(2) ビジネス面にかかる課題・リスクと対応策

企業機密情報につき非公表

(3) 政治・経済面にかかる課題・リスクと対応策

企業機密情報につき非公表

(4) その他課題・リスクと対応策

企業機密情報につき非公表

7. ビジネス展開を通じて期待される開発効果

(1) 遺跡保全

MINCUによると2015年から2019年までの5年間に於いて国外からペルーへ観光で訪れる人は毎年増加しているが、整備されている遺跡数は2.9%、研究、保全及び強化プロジェクトを行っているのは2.6%である。このような現状を踏まえ、「2030年までの国家文化政策 (Política Nacional de Cultura al 2030)」(文化省、2020年)において、文化遺産の保護、保全、修復、また持続可能な利用を緊急に進めていく必要があると示した。

しかし、表3-2に示すように、一般収入による財源が、対2018年の2020年予算はマイナス7%、2021年予算はマイナス21%に減少し、約25億円の借入を行わざるを得ない状況になっている³²。これはCOVID-19の影響で観光収入が激減したことが原因であると考えられ、厳しい予算の中で貴重な観光資源となる遺跡群のデータを効率的・効果的に記録する意義は高く、3D測量での計測と3Dデータの活用は開発課題解決への貢献可能性が見いだせる。

そこで、提案技術を活用し遺跡のデータを検証し経年劣化や風化状況を可視化することで、PANMにおいて遺跡の維持管理が可能になる。石垣面の段差をデータで可視化したものをサンプルとして表3-3に示す。石垣は雨や風等による自然劣化に加えて、観光客の増加に起因する劣化が見られる。それは毎日多くの観光客が歩き回ることによって、歩道の土が固くなり、水はけが悪くなり、遺跡へ雨水が流れ込んでいくことが原因である。こうした課題に対する3Dデータの活用例を表3-4に示す。

可視化されたデータを観光客だけでなくペルー国民に公開することで、いかに劣化が進んでいるかを理解しやすくなり、人々の遺跡保全意識を高めることができると考える。また、UAVやUAV-LiDARを用いることで、短時間で地形を計測・記録することが可能になり、それらの測量や調査をデータの取得・解析、保全への活用までの一連の流れで現地技術者と共同で行うことで、現地技術者の養成にもつながることが期待される。

表 3-2 2018~2021年における文化省の収入

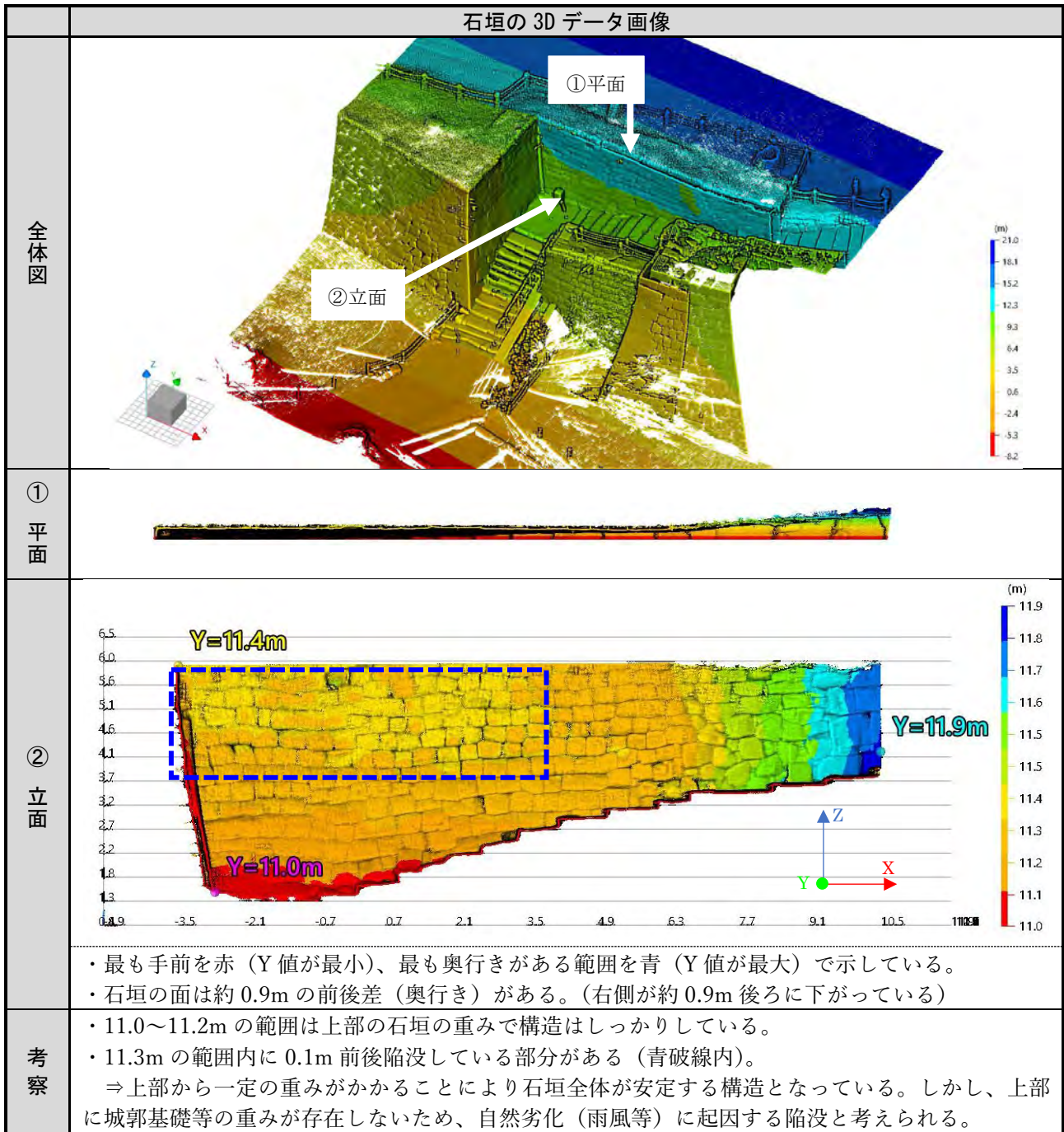
単位：S/.

年度	項目	直接調達されたリソース	信用貸付によるリソース	寄付	合計
2021	予算収入	160,290,950 (約59億円)	87,504,776 (約32億円)	31,274 (約114万円)	247,827,000 (約91億円)
	商品・サービスの販売および管理上の権利	159,323,634			159,323,634
	その他の収益・収入	967,316			967,316
	負債		87,504,776		87,504,776
	貸借対照表の残高			31,274	31,274
2020	予算収入	189,026,053 (約69億円)	0	0	189,026,053 (約69億円)
	商品・サービスの販売および管理上の権利	170,629,467			170,629,467
	その他の収益・収入	943,473			943,473
	貸借対照表の残高	17,453,113			17,453,113
2019	予算収入	217,546,976 (約79億円)	0	0	217,546,976 (約79億円)
	商品およびサービスの販売及び管理権	204,782,352			204,782,352
	その他の収益・収入	8,308,727			8,308,727
	バランスシート	4,455,897			4,455,897
2018	予算収入	202,848,392 (約74億円)	0	0	202,848,392 (約74億円)
	商品およびサービスの販売及び管理権	196,393,144			196,393,144
	その他の収益・収入	2,008,968			2,008,968
	バランスシート	4,446,280			4,446,280

出典：ペルー経済財務省の資料を基に提案企業作成

³² ペルー経済財務省「INGRESOS DEL GOBIERNO NACIONAL, GOBIERNOS REGIONALES Y GOBIERNOS LOCALES PARA EL AÑO FISCAL」,2018-2021

表 3-3 3D データでの可視化 (サンプル)



出典：提案企業作成

表 3-4 石垣への 3D データ活用例

課題	原因	3D データの活用と修復・保全内容
① 石材の配列 ・ 崩れ ・ 落下 ・ 歪み	地震 雨 雷 観光客の増加	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 石材の配列記録 ・ 組みなおし
② 石材の状態 ・ 亀裂 ・ 割裂 ・ 剥離		<ul style="list-style-type: none"> ➢ 経年変化の記録 ・ 保全計画の立案資料 ➢ 維持管理 ・ 亀裂への樹脂注入 ・ 割断部材の接合 ・ 地衣類除去

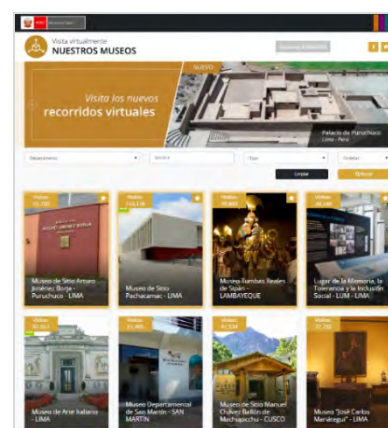
出典：提案企業作成

(2) 観光

MINCU の予算は 70% が観光収入であるため、表 3-25 で示したように 2020、2021 年度の予算収入は COVID-19 による観光客減の影響で減少していることがわかる。この影響は MINCU のみならず、マチュピチュ村や観光業に携わる多くの人々の収入減へと繋がった。こうした現状から、現地に行かずに遺跡観光を楽しめるコンテンツを作成することを提案する。3D データを用いることで、精密に遺跡を再現することが可能であり、VR を用いて体験することで臨場感も味わうことができる。さらに、マチュピチュ遺跡は山岳地に位置するため小さい子供や高齢者は現地を訪れることが難しいが、3D データの閲覧によって幅広い年齢層の人々が遺跡を体験することを可能にする。また、子供達には学校の教育材料として使用することにより、遺跡保全意識を高める教育にも生かせると考える。

2020 年 4 月、MINCU は COVID-19 蔓延防止のため、携帯電話等からアクセスできるバーチャルミュージアムのコンテンツをホームページに掲載した (図 3-5 参照)³³。2021 年 7 月時点で 26 か所のペルー国内博物館や美術館のツアーが体験可能である。このコンテンツにより学生や観光客、一般の人々がデバイスを通じて博物館等を訪れることを可能にした。施設内の写真だけでなく、展示品情報を読むことや展示されている遺物の 3D モデルの閲覧ができるようになっている (図 3-6 参照)。これらは主に児童への教育ツールとしての目的があるが、手軽に世界中の人々が楽しめるようになっており、毎日 1 万人以上のアクセスがあり、公開後 1 年余りで閲覧者が 400 万人を超えている。

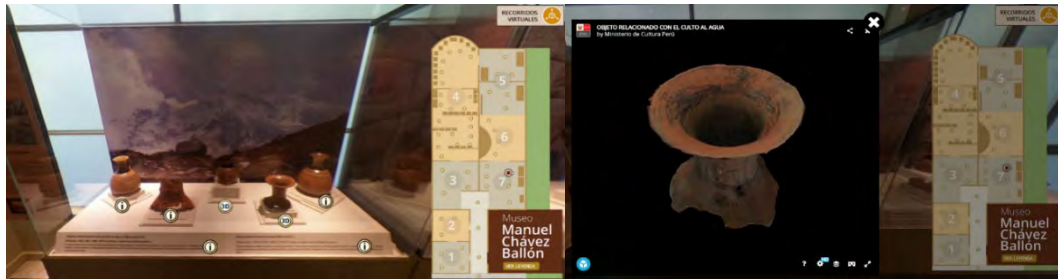
また、UAV-LiDAR を使用することにより、未発掘の遺跡の調査を進め、観光マップのリニューアル、また遺跡周辺へのアクセス整備のための計測を短期間に行うことができる。これにより、マチュピチュ村の観光業に携わる人々がデータを用いて新しい土産物を作成・販売することで、観光収入を増やせる可能性がある。



出典：MINCU

図 3-5 文化省によるバーチャルツアーコンテンツ

³³ ペルー文化省「Visita virtualmente NUESTROS MUSEOS」(<https://visitavirtual.cultura.pe/>)



出典：MINCU

図 3-6 展示遺物と 3D モデル³⁴

(3) 防災・インフラ

1) マチュピチュ遺跡における地すべり対策

2. (1) 3) a) のとおり、2005 年からユネスコ・欧州宇宙開発公団等が衛星からのリモートセンシングによる地すべり計測を行っているとのことであり、その現況を 2022 年 5 月の現地調査において PANM の責任者に問うたところ、肯定されたがそれ以上の具体的な現況を聞き取ることはできなかった。しかし、いずれにしても PANM 自らがこれをモニタリングする技術を獲得することは、クロスチェックの意味からもまた将来的な持続性の観点からも意義がある。

2) マチュピチュ地区における防災対策

マチュピチュ地区中心部での詳細な 3D 地図を作製し、3D 洪水ハザードマップの作成、住民・観光客への防災啓蒙活動や避難活動などに役立てる。これにより、地域住民および観光客の災害対応を向上させることを企図する。

また、支川アルタマヨ川の巨石対策として、河川断面や峡谷の形状を定期的に 3D 測量し、巨石動態を監視することで、巨石の粉砕・除去作業に役立てる。

上記、防災施策に向けた 3D 地図の作成について、MIDAGRI ANA (Ministerio de Agricultura y Riego Autoridad Nacional del Agua：農業灌漑省国家水利庁)、MIDAGRI AAA (Ministerio de Agricultura y Riego Autoridad Administrativa del Agua：農業灌漑省水資源管理局)、クスコ州、INDECI、マチュピチュ村役場災害リスク管理室の強い賛意を受けた。なお、以下課題については、本企画とは別のアプローチが求められる。

- i. マチュピチュ村役場災害リスク管理室の防災活動のアイテムはある程度揃っているが、その効果をより確実に得るためには、各アイテムの拡充が求められる。具体的には、上流降雨監視の強化や予警報システムの非常用電源の確保など。
- ii. 支川アルタマヨ川の鉄道橋およびマチュピチュ駅ホームなどは、今後も洪水リスクに晒されることとなり、鉄道管理者の抜本的な取り組みが求められる。
- iii. マチュピチュ地区中心部からマチュピチュ遺跡へのアクセス道路の洪水への脆弱性が見て取れる。災害リスクの定量的評価および必要に応じて対策の実施が求められる。

³⁴ ペルー文化省「Visita virtualmente NUESTROS MUSEOS：マニエルチャベス・バルオンマチュピチュサイトミュージアム」(<https://visitavirtual.cultura.pe/recorridos/MSMCB/museo-sitio-manuel-chavez-ballon/index.html>)

3) マチュピチュ・ビジターセンターとマチュピチュ遺跡を結ぶインカ道での安全対策

安全管理のため、土砂災害危険地の整理および簡易なヘリポート設置の適地を選定することが求められる。まず、衛星画像を用いて候補地を選定し、候補地において、UAV 写真、ハンディ型レーザスキャナ、リュック式レーザなどでの計測結果を分析することで、最終的な候補地を提案できる。

4) マチュピチュ観光鉄道における土砂災害対策

提案する技術は以下のとおりである。

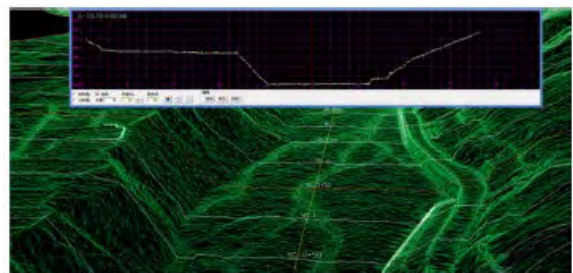
a) 地上レーザ測量

地上レーザ測量で得られる 3D データは、植生の繁茂している状態から、植生を除いたグラウンドデータまで取得することができる。そのため、構造物を配置する際の立木等支障物への影響の確認や地元説明資料として活用できる。

3D データからなる数値地形モデルを基に標高計算を行い、等高線を生成する。また、数値地形モデルを作成したことにより、任意の箇所での縦横断面図が作成できる。従来の地形測量と比較して、レーザスキャナは計測点からレーザの届く範囲のデータを取得するため、基準点測量を大幅に減らせ、外業人数が約半分にまで縮減できるので、測量調査のコスト削減につながる。

b) UAV を用いた空中写真による 3D 点群データ取得

UAV では人が立ち入れない急峻な箇所や安全対策上立ち入りが危険な箇所を斜め写真や動画で容易に確認できる。また、地上に比べて高い視点から広範囲を容易に確認することが可能となり、災害発生時の土砂移動現象の把握などに利用できる。3D 点群データを取得すれば任意の視点から目標物を確認できる（図 3-7 参照）³⁵。そのため、施工計画検討や事業計画説明など様々な活用が期待できる。



出典：国土交通省

図 3-7 地表面モデルと任意地点での横断面図作成イメージ

c) 三次元雨量計による高精度な雨量観測

三次元雨量計は、雨量のみならず雨滴の飛来方向を検知する機能をも有するため、世界で広く使用されている転倒マス雨量計より高精度な雨量観測を実現できる。具体的には、計測感度向上（0.5mm→0.003mm）、捕捉率向上、雨水の飛来方向の計測が可能、の3点で優れている。この雨量計は鉄道沿線斜面の降雨時の安全性を評価すべく JR 東日本と本邦民間企業により共同開発され、日本と米国の特許を取得している技術である。日本国内で実証試験を行っている（図 3-8 参照）。

³⁵ 国土交通省北陸地方整備局「土砂災害対策における測量新技術の適用・利活用による CIM の取り組みについて」



読賣新聞 2010年7月20日↑

朝日新聞 2010年7月30日→

図 3-8 三次元雨量計に関する新聞記事

d) インマルサットサービスを用いた降雨のリアルタイムモニタリング

インマルサットサービスとは、赤道上に静止している人工衛星を用いた通信手段であり、周回衛星によるものと違い連続で通信が可能である（図 3-9 参照）。インマルサット端末は、小型、安価、低消費電力であり、通信インフラ未整備の僻地からのデータ収集をより容易にできる。価格は従来のインマルサット衛星端末が 1,000 万円（150Kg・サイズ：1m）に対して、本邦民間企業が提供しているインマルサット IDP（Identity Provider）衛星端末の価格は 10 万円（400g・サイズ：20cm）と安価である。

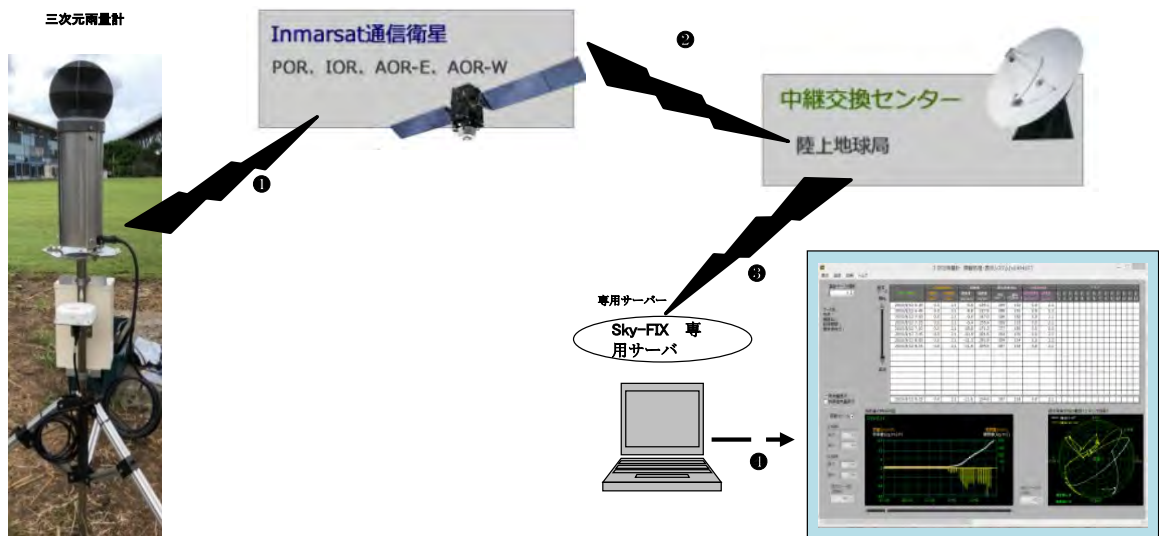


図 3-9 衛星通信によるリアルタイム雨量監視システム

提案企業の 3D 測量技術により、土砂災害の「素因」を把握し、緊要度の高い箇所ではインフラ対策の実施を可能とするのみならず、c) および d) のような本邦技術を活用することにより、危険個所での土砂災害の「誘因」である雨量をリアルタイムで監視するという対策のパッケージ化も有望と考えられる。

表 3-28 は、日本国内のコミュニティーによる降雨監視の一例である。観測された雨量の情報はリアルタイムで関係者や住民のスマートフォンへ伝達され、またその雨量に応じた行動への注意喚起も表示されるという。また消費電力は太陽光発電と蓄電池により賄われており、遠隔地での設置が可能である（表 3-5 参照）。

表 3-5 日本における衛星通信によるリアルタイム雨量監視システムの導入例

雨量監視システム	
	
リアルタイムの雨量監視システムは、地域コミュニティーによって運営されている	雨量や必要な行動がリアルタイムで住民の携帯電話に送信される

出典：提案企業作成

5) マチュピチュ地区における防災対策

この対策に用いる要素技術は、2.

(1) 3) c) と同様である。精度の高い 3D 地図を用いることで、図 3-10 のようなより分かりやすい防災ハザードマップを作成し、啓蒙活動および避難活動などに利用する。これにより、地域住民および観光客の災害対応を向上させることを企図する。



図 3-10 3D 洪水ハザードマップの一例（荒川下流）

8. 日本国内地元経済・地域活性化への貢献

(1) 関連企業・産業への貢献

本事業を実施することで地元の関連産業に対し、以下の分野への促進効果が期待できる。

【地元関連産業への促進効果】

- 1) 県内の 3D データを活用した文化財調査事業の促進
- 2) 地域文化財へのアーカイブ活用の促進

1) 県内の 3D データを活用した文化財調査事業の促進

地方の中小企業である提案企業が世界的に有名なマチュピチュ遺跡での文化財調査に携わり、その技術と実績がメディアなどで紹介されることにより、地元福島県内での当該技術を活用した文化財調査事業の促進機運が高まることが期待できる。

また、当該技術を活用した文化財調査事業が促進されることにより、UAV や 3D スキャナの文化財調査・保存への活用の可能性も示唆され、地元同業者が本事業に使用した UAV や 3D スキャナの機器導入へ加速すれば、類型機器の販売促進や地元の測量業界における技術発展にも寄与できると考えられる。

2) 地域文化財のアーカイブ活用促進

測量分野の計測技術としての文化財の 3D データがアーカイブ活用において VR や AR 等の映像コンテンツを扱う業種への産業の広がりも考えられる。特に提案企業がある福島県の浜通り地方では東日本大震災の遺構を展示するアーカイブ施設が新設されており、将来的に継続的なコンテンツ制作が求められると思われる。本事業での国内市場分析等の調査は、継続的な地域文化財のアーカイブ活用の事業化においても貢献できるものと考えられる。

(2) その他関連機関への貢献

その他の関連機関への貢献としては以下の促進効果が期待できる。

【関連機関への促進効果】

- 1) 大玉村とマチュピチュ地区の友好都市関係の強化
- 2) 東日本国際大学（福島県いわき市）との連携の可能性
- 3) 原発被災地活性化への貢献

1) 大玉村とマチュピチュ地区の友好都市関係の強化

マチュピチュ村と姉妹都市である大玉村の住民のペルーに対する関心を高め、両村の友好関係を強化するため、本事業のマチュピチュ遺跡の 3D データについて、大玉村で活用可能性を大玉村役場にヒアリング調査した。ヒアリング結果から 3D データ活用のコンテンツの内容や展示方法について、以下の内容が考えられる。

【3D データの活用】

- ・ 3D 点群データを VR ゴーグルにより体験する。
- ・ 点群データからマチュピチュをモデル化し展示する。

3D データ公開・展示室設置に際して大玉村と協議を行った。その議事録を以下に記す。

【大玉村との協議】3Dデータの公開について

- 3D データのみを見せるのではなく、マチュピチュと大玉村の場所やマチュピチュが繁栄していた時期、その時の日本の時代など、マチュピチュの理解が深まる様な資料や見せ方があった方がよい。県外や海外からの福島県への理解へつながる。
- マチュピチュにも大玉村と同様に大玉村の紹介があると、よりお互いの理解が深まる。
- 3D データの公開だけではなく、そのデータを取得する際に使用した測量機器やデータ取得の過程も展示公開すると、展示物への理解と興味が深まる。
- 3D データの公開に際して新たな見せ方などができれば、全国から視察がくるようになると思われる。
- 単に 3D データを体感できるだけの展示ではなく、展示室内にストーリーを持たせた方が興味や理解が深まる。

ただし、展示に際しての課題には、以下が想定される。

【大玉村との協議】展示に際しての課題

- 3D 体験ソフトの更新に伴い、PC も一新する可能性がありネットワーク環境の整備等インシャルコストだけではなく、ランニングコストがかからない様な展示が必要となる。
- VR ゴーグルを装着してデータを体感するためには、部屋の広さにも留意が必要となる。
- 360度カメラで取得した映像であれば、通常見ることができない角度や入れない場所を 3D として見ることができるが、点群データの活用にはならない。
(360度カメラでは、自分で歩く場所を動かすのではなく、決められたポイントへ飛ぶようになる。)

以上のことから、3D データを活用した VR 等コンテンツを介した大玉村とマチュピチュ地区の友好都市関係の強化は歴史や文化の教育的側面に加え、交流時に負担が大きい福島とペルーという物理的距離や費用を軽減することにもつながり交流強化に貢献できると考えられる。

なお、導入する場合は、展示物を専門とする業者等と協働し、最新の VR 技術の動向にも留意する必要がある。

2) 東日本国際大学（福島県いわき市）との連携の可能性

本調査で遺跡アドバイザーの吉村作治氏（図 3-11）が総長を務める東日本国際大学では、国際親善・文化交流を目的とした米国、中国、タイ、ペルー等から多くの交換留学生を受け入れている。

また、提案企業では本調査の実施期間中に JICA の海外研修生を受け入れた実績もあり、今後、ペルーからの東日本国際大学と提案企業の協力による 3D 測量を軸とした測量実習を設けるなど技術者育成としての連携の可能性が考えられる。



図 3-11 東日本国際大学総長 吉村作治氏

3) 原発被災地活性化への貢献

本調査の採択後、提案企業の広報活動を兼ねて本調査の概要を紹介する提案企業のウェブサイトや配布用小冊子を制作し公開した。その結果として地元の新聞及びテレビ等メディアで取り上げられた。原発被災地に本社を置く提案企業が海外進出に挑戦することが周知されたことで、再起を図る中小企業・小規模事業者や起業家への意欲向上にも寄与したと考える。

また、メディアで紹介された一例として SDGs の普及を目的とした郡山市の広報番組内で提案企業が紹介され県内に周知できたことは本事業のメインテーマでもある SDGs の普及貢献につながったと考える。本事業に関連するメディア掲載実績を表 3-6、実績例を図 3-12 に示す。

表 3-6 メディア掲載実績

掲載時期	メディア媒体	対象エリア	概要
2019年 9月3日～現在	自社HPサイト (図 3-12)	Web	自社HPトップページに特集記事として掲載中 http://www.futasoku.co.jp/focus/2020/focus03.php
2019年 8月18日放送	福島中央テレビ 『こおりやま市政なう』	福島県	SDGsをテーマにした番組回で放送
2019年 9月22日掲載	福島民報 (図 3-12)	福島県	本案件採択に際し、事業の概要紹介
2020年1月 ～現在	自社制作物の広報物 (小冊子)	配布用	自社の事業紹介の中で特集記事として掲載
2022年 4月28日	福島民友新聞	福島県	現地渡航前報告のため大玉村村長を訪問
2022年 5月2日	福島民報社	福島県	現地渡航前報告のため大玉村村長を訪問

出典：提案企業作成



出典：提案企業 HP (左) 福島民報 (右)

図 3-12 自社ホームページ掲載記事 (左) 新聞掲載記事 (右)

第4 ODA 事業との連携可能性

1. 連携が想定される ODA 事業

(1) ピスカクチョ地区のマチュピチュ歴史保護区ビジターセンター展示機材整備計画

マチュピチュ歴史保護区インカ道トレッキングルートへの入り口に位置するマチュピチュ歴史保護区ビジターセンターにおいて、第3 7. (1) で挙げた遺跡の経年劣化や風化状況を 3D データより可視化した展示や防災・インフラにおける本提案技術を活用した 1) 第3 7. (3) 1) の本邦支援を紹介するという連携可能性が考えられる。

また、同ビジターセンターでは、インカ道のトレッキングルートは防災や教育・啓蒙のニーズが確認されていることから、マチュピチュ遺跡の 3D 化に合わせ、インカ道の 3D 化も考えられる。データの取得や保存の担当人員として、民間連携事業による民間企業からの派遣や、JICA 海外協力隊なども考えられる。

(2) ウトゥクバンバ渓谷上流地域における文化的景観を活用した持続的開発プロジェクト

本提案技術と製品を活用することにより、対象地域における文化遺産の保全に取り組みつつ、アクセスインフラ整備等の観光開発の推進に寄与するものとする。特に大雨で一部が崩壊したクエラップ遺跡においては、復旧作業が開始しているが、見通しは不透明である。本提案技術を活用することで、同じ文化財の枠組みでの支援が可能となる。

(3) パチャカマック博物館遺跡保全機材及び教育機材整備計画

本提案技術を活用して、本プロジェクトの遺跡発掘や保全のためのデータ取得の技術協力を通じて、劣化が進行するパチャカマック遺跡の保全に活用することが可能である。また、VR や BIM/CIM への活用を通じて、本プロジェクトの要である地域住民との交流や協議などに寄与することが可能である。

2. 連携により期待される効果

(1) 全般

ビジターセンターで本邦支援を紹介することにより我が国の国民のみならず、広く世界の人々に日本の国際協力を理解していただく機会となる、また、同じような課題を持つ国や地域の方々からの業務の「引き合い」を得る可能性も期待できる。

(2) ピスカクチョ地区のマチュピチュ歴史保護区ビジターセンター展示機材整備計画

本ビジターセンターとマチュピチュ遺跡をつなぐインカ道における安全性、遺跡保全や自然保護に関する啓蒙・教育活動を推進することで、マチュピチュ地区全体に波及することが期待できる。

(3) ウトゥクバンバ溪谷上流地域における文化的景観を活用した持続的開発

崩壊したクエラップ遺跡の復旧に関する技術協力を通じて、文化財の保護に関する知見の共有や専門家、関係省庁との連携が強化されることが期待できる。

(4) パチャカマック博物館遺跡保全機材及び教育機材整備計画

遺跡保全や発見における技術協力を通じて、遺跡の発見に関する知見の共有が促進される。また、同プロジェクトの地域住民と専門家のケーススタディは、マチュピチュ遺跡を管理しているPANMと同遺跡のガイドとの連携にフィードバックすることで、マチュピチュ遺跡の保全と観光の両立に資することが期待できる。

第5 調査を通じての提言及び提案

本基礎調査の結果に基づき 3D 測量・3D データを活用したペルーの遺跡保全・観光振興・防災に関わる提言及び提案を取りまとめると以下のとおりである。

1. マチュピチュ遺跡の 3D データ活用及び周辺遺跡調査に関する提言

(1) 3D データの活用について

既存 3D データの活用・管理及び今後の 3D データ取得のための提言は以下のとおり。

- ① 既存データの合成とデータの補完（既存データの有効利用）を行う。
- ② 高精度の基準点の設置を行う。
- ③ UAV-LiDAR 及び据置型レーザによる、保全・補修に活用できるレベルの均一かつ詳細なデータの取得を行う。
- ④ データ解析に関わるハード及びソフトウェアを導入する。
- ⑤ VR コンテンツ等を用いた保全や安全に関するガイドに対する啓蒙プログラムの策定を行う。
- ⑥ AR 技術を用いた多言語開設の整備を行う。
- ⑦ GIS によるデータの一元管理を行う。

(2) 遺跡発見について

遺跡の新規調査及び調査における管理についての提言は以下のとおり。

- ① 森林下にある遺跡の調査として、UAV-LiDAR（一部ハンディレーザの活用）による森林計測を行う。
- ② 3D データから森林を除去し、地形を把握し、遺跡の有無や形状を把握する。
- ③ 発掘はされているが放置されている遺跡については、広域かつ迅速に 3D データ取得ができる UAV-LiDAR を用いる。貴重な箇所については、据置型レーザスキャナで詳細データを取得する。
- ④ GIS によるデータの一元管理を行う。

2. マチュピチュ歴史保護区事務所（ビジターセンター）におけるインカ道保全等に関する提言

インカ道保全等に関して、マチュピチュ歴史保護区事務所における実施が想定される提言は以下のとおり。

- ① インカ道におけるハンディレーザおよびバックパックレーザを用いての連続的な 3D 計測を行い、取得した 3D データにより危険個所の確認、インカ道の保全、VR による保全・安全教育、遠隔による観光客の事前確認等への活用を推進する。
- ② 緊急時（山林火災、遭難者やけが人対応）における臨時ヘリポートの確保が必要であることから、衛星データによる候補地の把握、UAV やハンディレーザによる地形計測及び臨時ヘリポートの選定を行う。
- ③ 3D データを用いた安全情報、啓蒙・ガイダンスの動画等の作成を行い、ビジターセンターにて上映する。

3. マチュピチュ村の防災機能の強化に関する提言

マチュピチュ村における防災機能を強化するための提言は以下のとおり。

- ① マチュピチュ地区での詳細な 3D 地図を作成し、3D 洪水ハザードマップの作成、住民・観光客への防災啓蒙活動などに活用する。
- ② 支川アルタマヨ川の堆積する巨石対策として、河川断面や峡谷の形状を定期的に 3D 計測し、巨石動態を監視し、巨石の粉砕・除去作業に役立てる。
- ③ マチュピチュ地区の 3D データを観光マップや都市計画などに活用する。

4. ペルー国内の遺跡・文化財の保全、観光化に向けての提案

本調査より、ペルー国内にある遺跡や文化財の保全、それらの観光化に向けて今後実施が想定される調査等の提案を図 5-1 に示す。

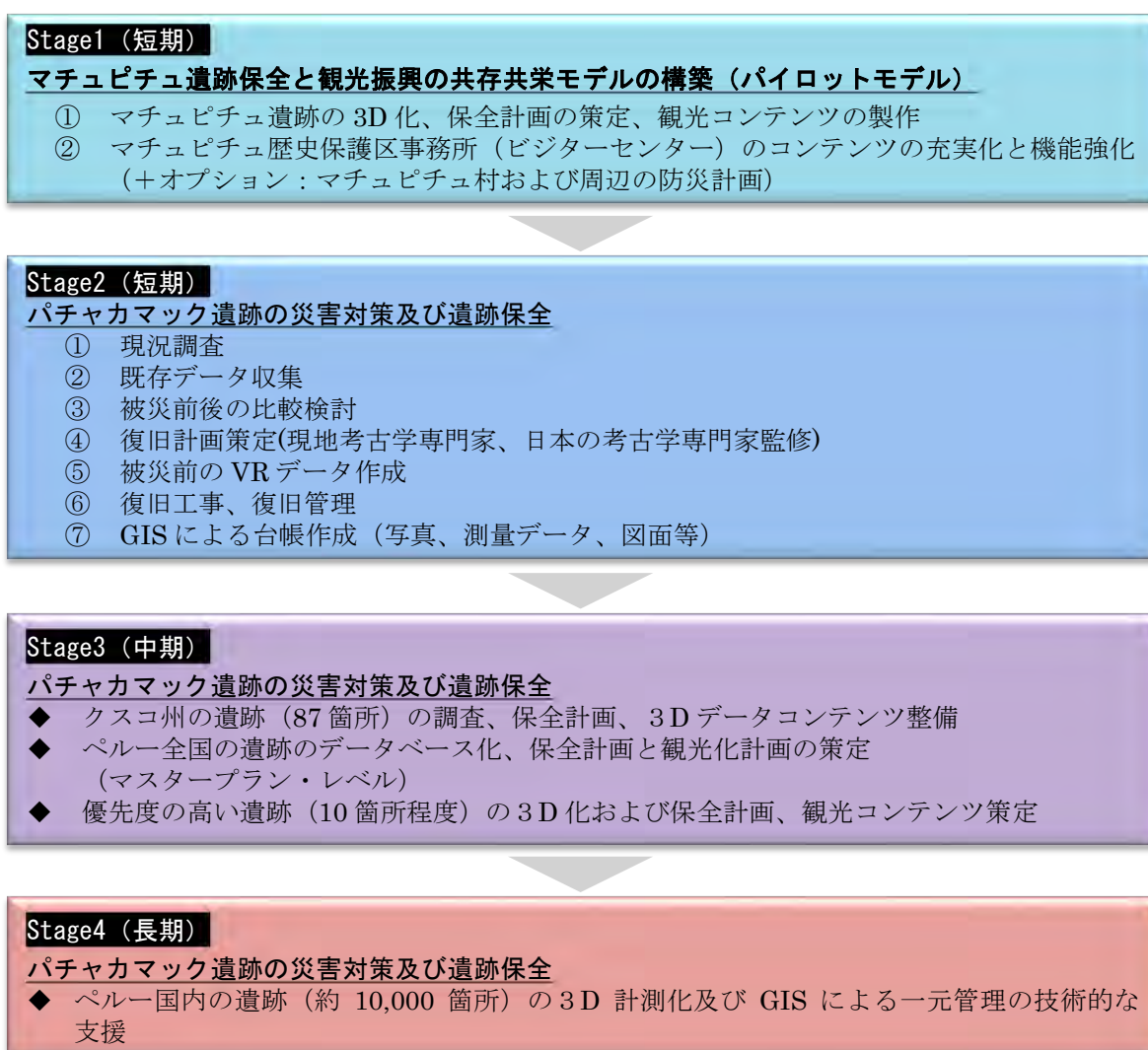


図 5-1 調査を通しての提案

第6 活動経緯

1. 業務計画の推移

これまでに実施した調査内容を表 6-1 に示す。マチュピチュ遺跡では、これまで様々な機関によって 3D 計測が実施されていることや、現地政府機関では民間企業によるマチュピチュ遺跡の商用利用が懸念されたことから、当初業務計画から軌道修正を余儀なくされた。業務計画の変更に至った経緯を以下にまとめる。また、関連する協議の議事録や資料を巻末の付属資料に添付する。

表 6-1 これまでの調査内容

項目	時期	活動	訪問先／協議参加者	調査内容	議事録番号
【草の根公募】					
①	2018年 8月	事前 調査	MINCU、PANM、考古学 専門家、工学系大学、国土 地理院、測量会社、等 (遺跡) マチュピチュ、カ ラル、パチャカマック、セ ンチネーラ、等	マチュピチュ遺跡の保全管理状 況 国内遺跡の保全管理状況と課題 現地測量会社の 3D 計測技術 国内考古学専門家・大学等から の情報収集	—
【基礎調査】 2019年 12月～					
②	2020年 3月	現地調査 ※自費渡航	MINCU、PANM、マチュ ピチュ村役場	マチュピチュ遺跡の 3D 計測に係 る現況、3D データ閲覧	a-1~2
③	2020年 9月	面談	JETRO 福島	ペルー国への進出に係る情報収 集	b
④	2020年 10月	リモート協 議	MINCU、MINCU クスコ 支局、PANM	マチュピチュ遺跡の計測承認に ついて	c
⑤	2021年 5月	リモート協 議	NKLAC パナマ本社	ペルーにおける観光・防災・森 林等事業 中南米における 3D 測量ニーズ	d
⑥	2021年 5月	国内調査	質問票に基づくヒアリング インターネット／文献調査	市場分析（遺跡保全、観光、防 災・インフラ） 競合分析（同業他社）、バリュー チェーン 進出形態とパートナー候補	—
⑦	2021年 4～7月	現地申請	PANM 既存データ閲覧許可 依頼書提出	PANM データ局が保有する既存 データの一部の閲覧許可依頼（4 月） MINCU クスコ支局より承認（7 月）	e
⑧	2022年 5月	現地調査	MINCU(本省、DDCC、 PANM)、MIDAGRI、ク スコ市、マチュピチュ村、 ビジターセンター、マチュ ピチュ遺跡、パチャカマッ ク博物館、現地測量会社、 INDECI	・遺跡保全、観光、防災分野に おける 3D データの活用状況の把 握とニーズ ・ビジネス展開における市場調 査	f-1~23
⑨	2022年 5月 13日	現地調査	マチュピチュ村	・当地区における遺跡保全、観 光、防災について調査する旨を 説明。 ・本調査について理解していただ き、感謝状を頂いた。	g

出典：提案企業作成

2018年8月に面談したPANM局長（アステテ氏）は、提案企業によるマチュピチュ遺跡の3D計測について非常に協力的な姿勢を見せていた。その際に、実際に計測する際はPANMの職員も同行し、技術を学びたいとの前向きな意見を頂いた。しかし、2019年4月に同局長が交代となったため、計画していた第一回現地調査（2020年4月）の前に、自費で現地調査を実施した。同調査でPANM等の関係機関を訪問し、事業説明やマチュピチュ遺跡の3D計測に係る現状を確認した。ところがPANMの新局長バスタンテ氏との面談では、民間企業による3D計測およびUAV空撮実施の必要性に疑念を抱かれ、提案企業によるマチュピチュ遺跡の3D計測許可を得られなかった。既に複数の国外の研究機関が計測を実施していたこともその理由に挙げられよう。一方で、提案企業の最新技術と3D計測の実績は理解され、既存のマチュピチュ遺跡3Dデータの評価と意見交換を求められ、データを管理する部局及び責任者、及びマチュピチュ遺跡の現地管理事務所を紹介された。（表6-1項目②）。また、PANMが管理する100近い未発掘遺跡の調査については、提案企業の技術や機材に対して関心を示していた。

当初計画である「マチュピチュ遺跡の3D計測」の承認を得るため、2020年10月、JICAにご支援いただき、文化大臣、文化省クスコ支局長、バスタンテ局長を交えて、リモートにて面談を行った。その結果、計測技術は理解されたものの、契約を明確にする旨や、さらに目的を明確にするように等の発言があり、本調査内での計測承認への見通しは立たなかった。（表6-1項目④）

一連の協議の結果、これまでに様々な機関によってマチュピチュ遺跡の3D計測が実施され、一定の3Dデータが蓄積されていること、ただし文化省やPANMはそれらの3Dデータの内容を十分に把握しておらず、活用も進んでいないこと、遺跡保全などに活用するために、まずは3Dデータの内容評価をPANMは求めていること等がわかった。そこで、「既存3Dデータを閲覧し、それらデータの分析・評価を行い、活用可能性を調査する」という内容に、業務計画を変更した。

業務計画の変更後、「既存3Dデータ閲覧許可依頼書」を作成し、PANMへ申請した。現地では、大統領選挙やCOVID-19の影響があり手続きには時間を要したが、約2か月後、文化省クスコ支局より「既存3Dデータ閲覧」の承認をいただいた（表6-1項目⑦）。

2022年5月、COVID-19による感染者数の減少により現地移動規制等の緩和も見られたため、8～20日まで13日間の現地調査を行った。JICAペルー事務所協力のもと、事前に訪問希望先へサポートレターを発出していただき、計21機関への訪問及びオンラインミーティングを実施することができた（表6-1項目⑧）。また、本提案技術のメインパートとなる遺跡保全に係る機関の訪問に際しては、JICAペルー事務所所員の方々にも同行いただいたことにより、より効率的に面談を進め、調査を行うことができた。5月13日に訪問したマチュピチュ村では、我々の調査内容について深く理解いただき、村長より提案企業に感謝状を頂戴した（表6-1項目⑨）。現地調査スケジュールを図6-1及び図6-2に示す。

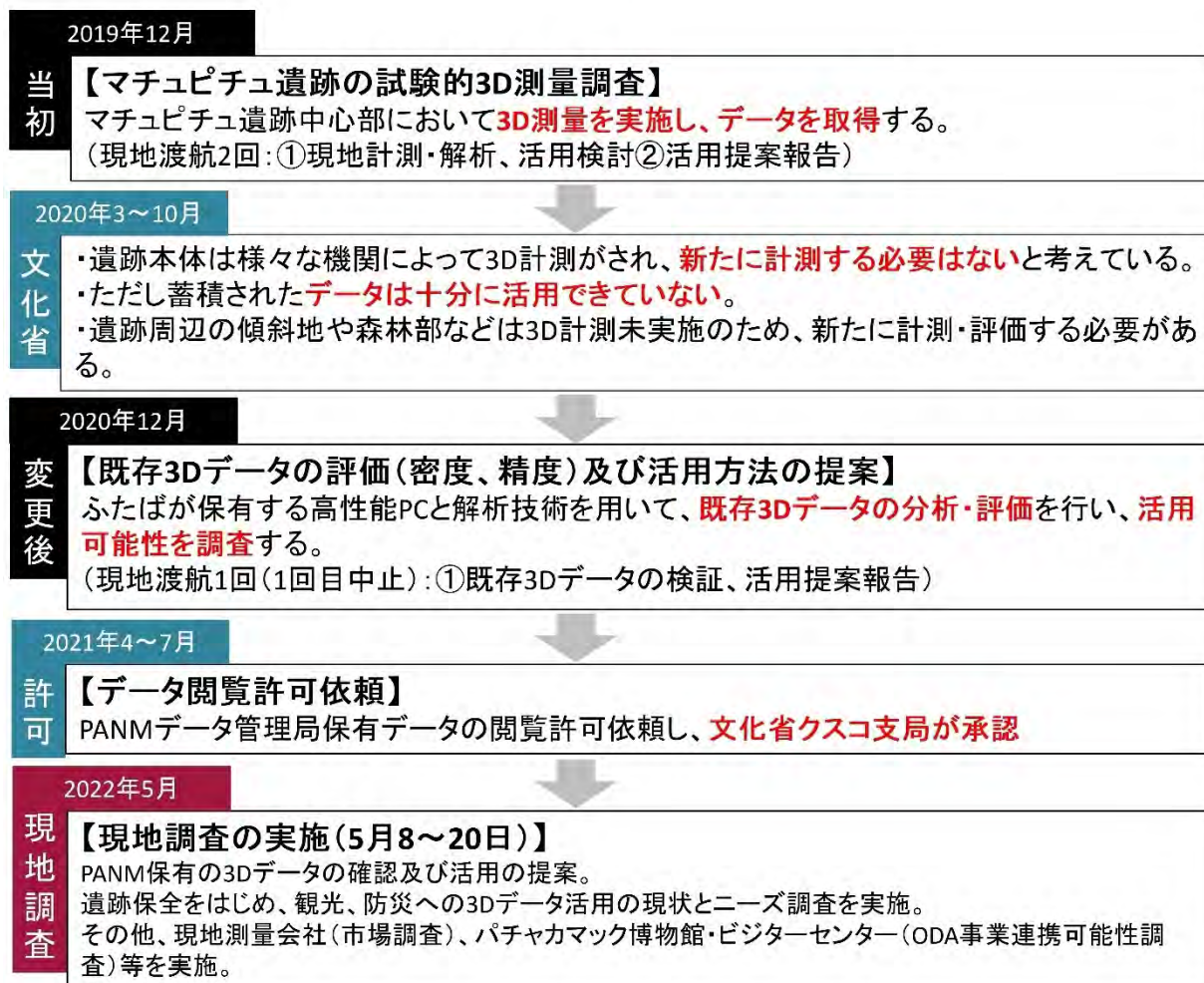
	訪問	オンライン	移動	その他					
	Sun 8-May	Mon 9-May	Tue 10-May		Wed 11-May	Thu 12-May	Fri 13-May		
	全員	全員	事業化検討T	現地調査T + 遠藤	事業化検討T	現地調査T	事業化検討T	現地調査T	事業化検討T
5:00									
5:30				空港Check In					
6:00									
6:30		到着@ホルヘ・チャベス国際空港		(6:30) リマ出発： ホルヘ・チャベス国際空港					
7:00				(移動) LA2005					
7:30			Check Out				Check Out		
8:00			(移動)	(7:53) クスコ到着： アレハンドロ・ ベラスコ・アステデ国際空港	Check Out		(移動)		Check Out
8:30		ホテルに荷物預ける			(移動)	(移動)	(移動)	(移動)	(移動)
9:00		(移動)	MIDAGRI ANA	(移動) 空港→DDC	MIDAGRI AAA JICA同行	PANM データ確認	PANM データ確認	マチュピチュ村役場 (災害リスク管理室) 表敬 防災に関するヒアリング	MINCU DDC PANM 報告・プレゼン JICA同行
9:30					(移動)				
10:00									
10:30									
11:00	PCR検査@成田空港 遠藤、三浦、長谷川	JICAペルー事務所 現地調査に関する打合せ					マチュピチュ歴史保護区 事務所/ ビジターセンター JICA同行		
11:30		JICAペルー事務所 健康・安全ブリーフィング	FERANGA (CANCELLED)	MINCU DDC Cusco PANM Cancelled JICA同行	クスコ市役所 防災部門 工事部門 JICA同行			マチュピチュ村内 被災現場視察	
12:00									
12:30									
13:00									
13:30	陰性証明書発行待ち	(移動)					(移動) ビジターセンター→ オリヤンタイタンボ駅		(移動) クスコ→オリヤンタイタンボ
14:00			(移動) リマ市内→空港						
14:30		MINCU JICA同行		PANM データ確認 JICA同行	(移動) クスコ→オリヤンタイタンボ	PANM データ確認 JICA同行			
15:00		(移動)	空港Check In			(移動) オリヤンタイタンボ→ マチュピチュ	クスコ市街視察		
15:30									
16:00	空港Check In	在ペルー日本大使館 JICA同行						マチュピチュ村内 観光・防災視察	
16:30			(16:30) リマ出発： ホルヘ・チャベス国際空港						(移動) オリヤンタイタンボ→ マチュピチュ
17:00			(移動) LA2025	Check In					
17:30	出国@成田国際空港T2	(移動)		(17:53) クスコ到着： アレハンドロ・ ベラスコ・アステデ国際空港	Check In		Check In		
18:00									
18:30			Check In						
19:00		Check In							Check In
19:30									
20:00									
20:30									
21:00									
21:30									
22:00									
22:30									
23:00									

図 6-1 現地調査スケジュール (前半)

Sat 14-May	Sun 15-May	Mon 16-May		Tue 17-May	Wed 18-May	Thu 19-May	Fri 20-May	
全員	全員	事業化検討T	現地調査T	全員	全員			
				(1:00) 金谷：出国		(1:00) 出国		5:00
Checkout								5:30
(移動) ホテル→マチュピチュ遺跡								6:00
								6:30
								7:00
								7:30
	Check Out	NK LAC 下坂社長 @online	金谷：PCR検査@hotel		PCR検査@hotel	(7:50) トランジット @LAX		8:00
	(移動) ホテル→空港		(移動) Peru Land	(移動) ホテル→バチャカマック博物館				8:30
マチュピチュ遺跡 JICA同行			(移動)		Check out			9:00
	空港Check In	MINAM SERNANP @Online	Horizons South Amé rica S.A.C.		(移動)			9:30
			(移動)					10:00
	(11:50) アレハンドロ・ ベラスコ・アステテ国際空港			バチャカマック博物館 w/JICS (30分間遅延の可能性)	MINDEF INDECI CENEPRED (原本専門員)			10:30
	(移動) LA2341							11:00
	(13:20) ホルヘ・チャバス国際空港							11:30
(移動) マチュピチュ遺跡→ マチュピチュ駅					(昼食とか買い物とか移動と か)			12:00
						(13:05) Departure@LAX		12:30
(移動) マチュピチュ駅→ オリャンタイタンボ			JETRO-ITマ事務所 Cancelled					13:00
								13:30
	(移動)				JICAヘルー事務所 新規事業アイデア提案MT			14:00
								14:30
		MINAM PNCB @Online	Proyectos 3D@Online Cancelled	MINCU 報告会				15:00
								15:30
(移動) オリャンタイタンボ→ クスコ				(移動)	JICAヘルー事務所 報告会		(16:40) 帰国 @成田国際空港	16:00
	団内ミーティング							16:30
					(移動)			17:00
								17:30
					ホテル 休息 パッキング 夜ごはん 森田さんとお別れ Check Out PCR検査受領			18:00
								18:30
								19:00
								19:30
Check In			金谷：PCR検査検査受領					20:00
			金谷：Check Out					20:30
			金谷 (移動)		(移動)			21:00
								21:30
			金谷 空港Check In					22:00
					空港Check In			22:30
								23:00

図 6-2 現地調査スケジュール (後半)

当初、バスタンテ局長からは民間中小企業によるマチュピチュ遺跡の商用利用を疑われ、理解を得るまでに非常に苦労したが、現地及びリモートでの協議により提案企業の技術と目的について理解され、3Dデータ閲覧承認を得て、現地調査を実施することができた。当初計画から許可承認、現地調査までの調査計画の推移を図6-3に示す。



出典：提案企業作成

図 6-3 調査計画の推移

2. 調査において工夫したこと

上述のとおり、本調査では様々な“想定外”の事態に直面し、業務計画の内容変更や工期延長を行なってきた。これまでの調査において、局面打開のために工夫したことを表 6-2 に示す。

表 6-2 調査における工夫

工夫点	内容
自費渡航による現地調査 (キーパーソンとの信頼関係構築)	<ul style="list-style-type: none"> ・キーパーソンとなる PANM 局長の交代を受け、当初計画していた第一回現地渡航前に事前渡航の必要があると判断し、自費で渡航、現地調査や関係機関との面談を行った。 ・大臣の交代に伴い、系列組織の人事が一新されることはよくある。局長等が交代すれば、それまで前任者と積み上げてきた関係性は、白紙に戻る。一度訪問したことで安心したり、前任者から引き継いでいることを期待したりせず、交代したポストがキーパーソンであれば、できるだけ早く信頼関係の構築を始めるように努める。
柔軟な計画変更	<ul style="list-style-type: none"> ・一連の協議結果から、マチュピチュ遺跡の 3D 計測を取りやめ、既存 3D データの評価を行うこととした。 ・基礎調査のため、当初計画の想定が違っていることもある。その場合、当初計画にこだわらず、現状や先方の意向に沿って、業務内容を柔軟に変更しつつ、ビジネス機会を検討する。
信頼できる現地庸人の確保	<ul style="list-style-type: none"> ・現地調査時の案内や通訳、現地関係機関との調整、許認可申請等の書類提出も依頼した。 ・「既存 3D データ閲覧許可申請」について、レター内容や提出先等の情報収集を依頼した。 ・こまめな情報交換（現地政情や COVID-19 感染状況）を行った。 ・渡航に時間を要したり（遠い）、行政手続きが煩雑である国での調査は、信頼できる現地庸人を確保することが非常に重要である。提案企業は、本調査に応募する前から、現地庸人として協力可能な人材を紹介してもらい、関係を構築していた。
リモート協議の活用	<ul style="list-style-type: none"> ・COVID-19 の影響で渡航ができない状況が続いたため、リモートにて MINCU と面談を行った。 ・中南米でのコンサルティング業に卓越した NKLAC から現地での最新のニーズについてヒアリングを行い、今後の活用展開の参考及び連携可能性について検討を行った。
ヒアリングの実施	<ul style="list-style-type: none"> ・インターネットでの情報収集だけでなく、凸版印刷株式会社、大手前大学、東日本国際大学、公益社団法人福島イノベーション・コースト構想推進機構、JETRO 福島などと面談を行い、3D データの活用やビジネス展開について検討を行った。

出典：提案企業作成

付属資料

企業機密情報につき非公表