

エルサルバドル国
公共事業・運輸省 (MOPT)

エルサルバドル国
公共インフラ強化のための
気候変動・リスク管理戦略局
支援プロジェクトフェーズ2

プロジェクト業務完了報告書

2021年12月

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

日本工営株式会社

社基
JR
21-067

エルサルバドル国
公共事業・運輸省 (MOPT)

エルサルバドル国
公共インフラ強化のための
気候変動・リスク管理戦略局
支援プロジェクトフェーズ2

プロジェクト業務完了報告書

2021年12月

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

日本工営株式会社



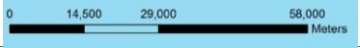
- 県都
- 地方自治体
- 舗装道路番号
- 未舗装道路番号
- 舗装道路 (道路保全基金管理)
- 未舗装道路 公共事業維持建設局管理/
道路保全基金 (FOVIAL)管理
- 河川
- 地方自治体境界
- 市街地

RED VIAL NACIONAL DE EL SALVADOR
DICIEMBRE 2017



プロジェクト対象位置図 (エルサルバドルの国道道路網)

地図原図：エルサルバドル国公共事業運輸省公共事業準省公共事業計画局 2017 年 12 月



略語表（西・英・和）

略語 (英語略語)	西語/英語	日本語
APS(PGA)	Aceleración pico del suelo Peak ground accelration	表面最大加速度
ASIA	Asociación Salvadoreña de Ingnieros y Arquitectos/ Salvadoran Association for Engineers and Architect	エルサルバドル技術者・建築家協会
ANDA	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados Water supply and sanitation	国家上下水道局
ANEP	Asociación Nacional de la Empresa Privada El Salvador/ National Association of Private Company El Salvador	エルサルバドル民間企業連盟
AMSS	Área Metropolitana de San Salvador San Salvador Metropolitan Area	サンサルバドル首都圏
BCIE (CBEI)	Banco Centroamericano de Integración Económica/ Central American Bank for Economic Integration	中米経済統合銀行
BID (IDB)	Banco Interamericano de Desarrollo/ Inter-American Development Bank	米州開発銀行
CAPRA	El Programa de Evaluación Probabilista de Riesgos/ The Probabilistic Risk Assessment Program	リスク可能性評価プログラム
CASALCO	Camara Salvadoreña de la Industria de la Construcción/ Salvadoran Chamber of Construction Industry	エルサルバドル建設産業会議所
CEPAL (ECLAC)	La Comisión Económica para América Latina y el Caribe Economic Commission for Latin America and the Caribbean	国連ラテンアメリカ・カリブ経済委員会
CEPREDENAC	Centro de Coordinación para la Prevención de Desastres Naturales en América Central y Republica Dominicana/ Coordination Center for Natural Disaster Prevention in Central America	中米防災調整センター
CEL	Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa/ Hydroelectricity Board Commission of the Lempa River	レンパ川水力発電委員会
CNR	Centro Nacional de Registros National Records Center	国立登記センター
COAMSS	El Consejo de Alcaldes del Área Metropolitana de San Salvador The Council of Mayors of the Metropolitan Area of San Salvador	サンサルバドル首都圏市長協議会
COCAVIAL	El Comité Centroamericano de Fondos Viales/ Central American Road Fund Committee	中米道路基金委員会
COEMOP	Centro de Operación Emergencias/ Emergency Operation Center	公共事業運輸省緊急オペレーションセンター
COMURES	Corporación de Municipalidades de la República de El Salvador Corporation of Municipalities of the Republic of El Salvador	エルサルバドル共和国自治体公社
COMITRAN	Consejo Sectorial de Ministros de Transporte de Centroamérica/ Sectoral Council of Ministers of Central American Transportation	中米運輸交通大臣会合
CP	Contraparte Salvadoreño/ Salvadoran Counterpart	カウンターパート
CR-GRCC	Comisión Regional de Gestión del. Riesgo y Adaptación al Cambio Climático Regional Commission for Risk Management and Adaptation to Climate Change	リスク管理と気候変動への適応のための中米地域委員会

略語 (英語略語)	西語/英語	日本語
COSEFIN	El Consejo de Ministros de Hacienda o Finanzas de Centroamérica, Panamá y la República Dominicana The Council of Ministers of Economy and Finance of Central America, Panama and the Dominican Republic	中米財務大臣理事会
CTSISB	Comision Tecnica Sectorial Infraestructura y Servicios Basicos Sectorial Technical Commission of Infrastructure and Basic Services	インフラおよび基礎サービス分野技術委員会
DACGER	Dirección de Adaptación al Cambio Climático y Gestión Estratégica del Riesgo/ Department of Climate Change Adaptation and Strategic Risk Management	公共事業運輸省 気候変動・リスク管理戦略局
DCL	Dirección de Cooperación y Logística Department of Cooperation and Logistics	公共事業運輸省 協力事務局
DCMOP	Dirección de Construcción y Mantenimiento de la Obra Pública/ Department of Construction and Maintenance of Public Works	公共事業副省 公共事業建設維持局
DGOA	Directorio General del Observatorio Ambiental/ General Director of Environmental Observatory	環境天然資源省 (MARN) 環境測候局
DGPC	Dirección General de Protección Civil/ General Department of Civil Protection	市民防災総局
DGS	Dirección de Gestión Social/ Department of Social Management	公共事業運輸省 社会管理局
DIDOP	Dirección de Investigación y Desarrollo de la Obras Pública/ Department of Public Works Investigation and Development	公共事業副省 公共事業開発調査局
DIPIL	Dirección Implementadora de Proyectos de Infraestructura Logística/ Department of Implementation of Logistic Infrastructure Projects	公共事業運輸省 ロジスティクスインフラ事業実施局
DITIL-SIECA	Dirección de Transporte, Infraestructura y Logística-Secretaría de Integración Económica Centroamericana/ Transport, Infrastructure and Logistics Department-Central American Secretary for Economic Integration	中米経済統合一般条約常設事務局 地域運輸・インフラ・ロジスティクス部
DIIS	Dirección de Infraestructura Inclusiva y Social Department Inclusive Infrastructure and Social	公共事業運輸省 包括的社会基盤局
DPOP	Dirección de Planificación de la Obras Pública/ Department of Planning of Public Works	公共事業副省 公共事業計画局
DTOP	Dirección Técnica de la Obras Pública Department of Technology of Public Works	公共事業副省 公共事業技術局
FOPROMID	Fondo de Protección Civil, Prevencion y Mitigación de Desastres/ Fund of Civil Protection, Disaster Prevention and Mitigation	市民保護防災減災基金
FOSEP	Fondo Salvadoreño de estudio Pre-Inversión/ Salvadoran Fund for Study of Pre-Investment	エルサルバドル投資前調査基金
FOVIAL	Fondo de Conservación Vial de El Salvador/ Salvadoran Road Conservation Fund	道路保全基金
GETRRGIVC	Grupo de Estudio Técnico para la Reducción de Riesgos de Geoamenazas en la Infraestructura Vial Centroamericano	中米道路防災技術研究会

略語 (英語略語)	西語/英語	日本語
	Technical Study Group for the Reduction of Geohazard Risks in the Central American Road Infrastructure	
GI	Gerente de Informatica Information Technology Management Office	公共事業運輸省 IT管理室
GTR	Grupo Técnico Regional Regional Technical Group	中米地域技術グループ
ISC	Instituto Salvadoreño de la Construcción/ Construction Institute El Salvador	エルサルバドル建築研究所
INSEP_ Honduras	Secretario de Infraestructura y Servicios Públicos/ Secretary of Infrastructure and Public Services	ホンジュラス国 インフラ・公共サービス省
ISCYC	Instituto Salvadoreño del Cemento y del Concreto/ National Institute of Cement and Concrete	エルサルバドルセメント・ コンクリート研究所
JCC (CCC)	Comite Coordinador Conjunto/ Joint Coordinating Committee	合同調整委員会 ^[1]
JICA	Agencia de Cooperación Internacional de Japón/ Japan International Cooperation Agency	国際協力機構 ^[1]
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería/ Ministry of Agriculture and Livestock	農牧省
M/M	Minuta de Reunionse/ Minutes of Meeting ^[1]	協議議事録
MARN	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales/ Ministry of Environment and Natural Resources	環境天然資源省
MDP (PDM)	Matriz de Diseño del Proyecto/ Project Design Matrix	プロジェクト・デザイン・ マトリクス
MOG	Ministerio de Gobernación/ Ministry of Interior	総務省
MOPT	Ministerio de Obras Públicas y de Transporte Ministry of Public Works, y de Transportation	公共事業運輸省
MV	Ministerio de Vivienda/ Ministry of Housing	住宅省
OPAMSS	Oficina de Planificación del Area Metropolitana de San Salvador/ San Salvador Metropolitan Area Planning Office	サンサルバドル首都圏計画 事務所
PCGIR	Política Centroamericana de Gestión Integral de Riesgo de Desastres/ Central American Policy for Integrated Disaster Risk Management	中米災害リスク総合管理政 策
PHI (IHP)	Programa Hidrológico Internacional/ International Hydrological Programme	国際水文計画
PIARC	Asociación Mundial de la Carretera World Road Association	世界道路協会
PNUD (UNDP)	Programa de las Acciones Unidas para el Desarrollo/ United Nations Development Program	国連開発計画
PO	Plan de Operaciones Plan of Operation	オペレーション・プラン
PPM (PML)	Probable pérdida máxima Probable Maximum Loss	推定最大損失
R/D	Registro de Discusión/ Record of Discussion	討議議事録
RIOE	Reglamento Interno del Órgano Ejecutivo/ Rules of Procedure of the Executive Body	政府行政規定
SAV	Secretaría para Asuntos de Valunerabilidad/ Secretary for Vulnerability Issues	大統領府 脆弱問題対応事

略語 (英語略語)	西語/英語	日本語
	Secretary for Vulnerability Issues	務局
SD	Subdirección de drenajes/ Drainage Section	気候変動・リスク管理戦略 局 排水課
SET	Subdirección de estudios técnicos/ Technical Study Section	気候変動・リスク管理戦略 局 技術調査課
SG	Subdirección de Geotecnia/ Geotechnical Section	気候変動・リスク管理戦略 局 地盤工学課
SICA	Sistema de la Integración Centroamericana/ Central America Integration System	中米統合機構
SIECA	Secretaría de Integración Económica Centroamericana/ Central American Secretary for Economic Integration	中米経済統合一般条約常設 事務局
SIGET	Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones/ General Superintendence of Electricity and Telecommunications	電気通信監督庁
SIGEVIES	Sistema de Gestion del Inventario de la Red Vial de El Salvador/ Inventory Management System Road Network of El Salvador	エルサルバドル道路網イン ベントリー管理システム
SNPC	Sistema Nacional de Protección Civil National System of Civil Protection	国家市民保護システム
SPOP	Subdirección de puentes y obras de paso/ Bridge and Culvert Section	気候変動・リスク管理戦略 局 橋梁・カルバート課
SSDTD	Subsecretaría de Desarrollo Territorial y Descentralización/ Subsecretariat of Territorial Development and Decentralization	大統領府地域開発地方分権 事務局
STPLAN	Secretaría Técnica y de Planificación de Presidencia, El Salvador/ Technical Secretariat of the Presidency	大統領府技術計画局
UCA	Universidad Centroamericana José Simeón Cañas University of Centroamerica José Simeón Cañas	中米大学ホセ・シモン・カ ニャス
UES	Universidad de El Salvador/ University of El Salvador	エルサルバドル大学
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura/ United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization	国際連合教育科学文化機関
VMOP	Viceministerio de Obras Públicas/ Vice Ministry of Public Works	公共事業運輸省 公共事業副省
VMT	Vice Ministerio de Transporte/ Vice Ministry of Transportation	公共事業運輸省 運輸副省

エルサルバドル国

公共インフラ強化のための気候変動・リスク管理戦略局支援プロジェクト

フェーズ2

プロジェクト業務完了報告書

目次

位置図

略語表

第1章 プロジェクトの概要.....	1
1.1 プロジェクトの背景.....	1
1.2 プロジェクト目標.....	5
1.3 プロジェクト対象地域.....	5
1.4 本プロジェクトの実施機関および関係機関.....	5
1.5 プロジェクトの枠組.....	6
1.5.1 業務実施機関と工期.....	6
1.5.2 プロジェクト・デザイン・マトリクス.....	7
1.5.2.1 構成.....	7
1.5.2.2 上位目標.....	7
1.5.2.3 プロジェクト目標.....	7
1.5.2.4 プロジェクト目標の達成度指標1と2.....	8
1.5.2.5 プロジェクト目標の達成度指標3.....	8
1.5.2.6 プロジェクト目標の達成度指標4.....	8
1.5.3 パイロット・プロジェクトにおける関係機関及び専門家チームの役割.....	10
第2章 活動内容.....	12
<u>全体に係る活動</u>	12
2.1 ワークプラン、MONITORING SHEET の作成協議.....	12
2.1.1 ワークプランの作成.....	12
2.1.2 MONITORING SHEET の作成.....	12
2.2 合同調整委員会（JCC）の開催.....	12
2.2.1 概要.....	12
2.2.2 各JCCの内容.....	13

2.2.2.1	第1回 2016年9月12日	13
2.2.2.2	第2回 2017年3月17日	13
2.2.2.3	第3回 2017年9月29日	13
2.2.2.4	第4回 2018年9月21日	13
2.2.2.5	第5回 2019年4月29日	13
2.2.2.6	第6回 2019年9月30日	14
2.2.2.7	第7回 2021年6月3日	14
2.2.2.8	第8回 2021年11月3日	14
2.3	プロジェクト業務進捗報告書の作成	14
2.4	機材の調達	14
	成果1に係る活動	16
	成果1: 道路インフラ（橋梁・道路斜面）の地震に対するリスク診断能力が向上する	16
2.5	耐震設計基準のレビューと課題の整理（活動1-1）	16
2.5.1	耐震設計基準のレビュー	16
2.5.2	現行制度の問題点の抽出および分析	16
2.6	橋梁・道路斜面の現地調査(活動1-2)	18
2.7	橋梁・道路斜面の耐震基準の設定(活動1-2)	23
2.7.1	全般	23
2.7.2	地盤条件	23
2.7.3	耐震設計手法	26
2.7.3.1	概要	26
2.7.3.2	道路災害の分類	26
2.7.3.3	道路災害リスク削減の基本方針	27
2.7.3.4	道路の災害管理の戦略	27
2.7.3.5	非地震・地震リスク削減効果を統括的に評価した道路災害対策事業の推進	28
2.7.3.6	耐震設計に供する道路災害管理ツール（GEOMT）	29
2.7.3.7	費用対効果分析による設計確率年安全度の設定	29
2.7.4	確率論的地震ハザード評価ツールの開発	30
2.7.4.1	開発の経緯	30
2.7.4.2	目的	30
2.7.4.3	確率論的加速度応答スペクトル作成ツールの開発	30

2.8 フェーズ1における橋梁・道路斜面のリスク診断フォーマットの基本情報等の収集・整理（活動1-3）	32
2.9 リスク診断マニュアル及びリスク診断フォーマットの作成（活動1-4）	32
2.10 リスク診断の実施（活動1-5）	32
2.11 豪雨災害、地震災害に対するリスクの総合評価と道路災害リスク削減事業の優先順位付け（活動1-6）	33
2.11.1 道路災害リスク削減事業評価指標算定ツールの開発	33
2.11.2 道路被災事象の被災確率年評価チェックリストの開発	35
2.12 費用対効果分析及び対策工法比較検討を通じた道路災害リスク削減事業の優先順位付け（活動1-7）	37
2.12.1 想定被害額算定	37
2.12.2 費用対効果分析と対策工法比較	37
成果2に係る活動	37
成果2: 道路災害リスク削減事業に関する標準仕様書、設計要領、積算基準が作成される	37
2.13 道路災害リスク削減事業のための設計要領の作成（活動2-1）	37
2.13.1 概要	37
2.13.2 道路排水施設の災害対策調査・設計要領	38
2.13.3 道路の斜面災害対策工設計要領と地すべり計測マニュアル	38
2.13.4 橋梁の耐震設計要領	39
2.13.5 中米道路リスク管理地盤・地震工学マニュアル（斜面編）2019年初版	39
2.13.6 中米道路水文・水理技術マニュアル2021年第2版	39
2.13.7 中米橋梁・カルバートリスク管理計画・設計マニュアル・ガイドライン2021年初版	40
2.14 道路災害リスク削減事業のための標準仕様書の作成（活動2-2）	40
2.15 道路災害リスク削減事業のための積算基準の作成（活動2-3）	41
2.16 標準仕様書、設計要領、積算基準の承認申請（活動2-4）	42
成果3: パイロット・プロジェクトを通じて、DACGERの道路災害リスク削減事業のプロジェクトマネジメント能力が向上する。	42
2.17 道路災害リスク削減事業のパイロット・プロジェクトの選定（活動3-1）	42
2.17.1 2017年9月29日第3回JCCにおける8箇所の選定確認	42
2.17.2 2019年9月30日第6回JCCにおける地すべり1箇所追加の確認	43
2.17.3 2021年6月3日第7回JCCにおける6箇所の追加	43
2.17.4 2021年11月3日第8回JCCにおける3箇所の追加	44
2.17.5 パイロット・プロジェクトの概要	44

2.18 環境社会配慮にかかる調査(重要な環境社会影響項目の予測・評価及び緩和策、モニタリング計画の作成) (活動 3-2)	47
2.19 標準仕様書等に基づくパイロット・プロジェクト の発注 (活動 3-3)	47
2.20 標準仕様書等に基づくパイロット・プロジェクト の実施・監理 (活動 3-4)	49
成果 4: 道路防災にかかるリスク診断並びに道路災害リスク削減事業の実施にかかるプロジェクトの成果が国内外で共有される	52
2.21 MOPT と国民の間でのプロジェクトの進捗・成果に関する情報伝達と強化 (活動 4-1)	52
2.22 DACGER 講師による、地方自治体やインフラ関係機関に対する、プロジェクト成果にかかる技術的な水平展開の支援 (活動 4-2)	55
2.23 国内外の公共インフラ事業に従事する技者間の交流 (活動 4-3)	58
2.24 リスク診断マニュアル、インフラ強化の標準仕様書等の中米経済統合事務局 (SIECA) との共有及び普及支援 (活動 4-4)	65
第 3 章 プロジェクト実施運営上の課題・工夫・教訓 (業務実施方法、運営体制等)	67
3.1 プロジェクト実施上の課題.....	67
3.1.1 地震時の崩壊の詳細な記録が残されていない。→成果 1 に係る課題.....	67
3.1.2 地震特性 (確率年別の地震動強度等) が把握出来ていない。→成果 1 に係る課題.....	67
3.1.3 地震動の工学的基盤以浅の被覆層地盤での地震動の増幅の評価に供する、被覆層の動的な地盤物性値が把握されていない。→成果 1 に係る課題	68
3.1.4 中米経済統合一般条約常設事務局 (SIECA) 基準と整合性のとれた設計要領を作成する必要がある。→成果 2 および成果 4 に係る課題.....	69
3.1.5 パイロット・プロジェクト の費用が確保される必要がある。→成果 3 に係る課題	69
3.1.6 DACGER、FOVIAL 及び DPOP、DCMOP が連携する必要がある。→成果 3 に係る課題.....	72
3.1.7 研修等に必要となる費用が確保される必要がある。→全体に係る課題.....	73
3.1.8 状況の変化に対応して業務を実施する必要がある。→全体に係る課題に.....	73
3.1.8.1 基本的課題	73
3.1.8.2 要員の配置	74
3.1.8.3 予算の確保	75
3.2 プロジェクト実施の基本方針別の課題・工夫・教訓	77
3.2.1 プロジェクト全体.....	77
3.2.2 技術面	79
3.2.2.1 豪雨・地震に対するリスクの総合評価による道路災害リスク削減事業の推進.....	79
3.2.2.2 現地の実態と、中米経済統合一般条約常設事務局 (SIECA) 基準に適した標準仕様書及び設計要領・積算基準の作成	79

3.2.3 運営面	81
3.2.3.1 長期計画に則ったタイムリーな予算措置支援	81
3.2.3.2 業務分担マトリックスの共有と業務分担の徹底による補完関係の確立.....	83
3.2.3.3 状況の変化に素早く対応したプロジェクト内容の更新提案	84
第4章 プロジェクト目標の達成度.....	88
4.1 プロジェクト目標.....	88
4.2 評価指標による達成度.....	88
4.3 六項目評価	88
4.3.1 妥当性.....	88
4.3.2 整合性	88
4.3.2.1 日本国の開発協力方針との整合性	88
4.3.2.2 関連プロジェクトおよび機関との連系.....	89
4.3.3 有効性	90
4.3.4 効率性	90
4.3.5 インパクト	90
4.3.6 持続性	91
第5章 上位目標の達成に向けた課題と行動.....	92
5.1 上位目標と達成度評価指標.....	92
5.2 達成度評価指標「MOPTにより20箇所の道路災害リスク削減事業が実施される」	92
5.3 達成度評価指標「標準仕様書、設計要領、積算基準がMOPTにより更新される」	94
5.4 2019年4月第5回JCCで確認した上位目標達成のためのアクション・プラン	94
5.5 第8回最終JCCで確認した課題：道路インフラ災害のリスク軽減に対し持続的に効率的な投資を行うための行動.....	96

添付資料

- 添付資料1: プロジェクト・デザイン・マトリクス：PDM (最終第3版、第0版からの変遷表示)
- 添付資料2: 業務フローチャート
- 添付資料3: 運営計画：PO
- 添付資料4: 専門家派遣実績
- 添付資料5: 供与機材実績
- 添付資料6: 合同調整委員会議事録
- 添付資料7: パイロット・プロジェクト 写真集

表目次

表 1 エルサルバドル国の近年の暴風雨災害履歴.....	2
表 2 エルサルバドル国の近年の被災地震履歴（道路利用者の死傷を伴うもの）	4
表 3 エルサルバドル国道の道路区分と管理の状況（2017年12月）	5
表 4 プロジェクト・デザイン・マトリクス（PDM）（上位目標/プロジェクト目標）	9
表 5 プロジェクト・デザイン・マトリクス（PDM）（成果）	9
表 6 達成評価指標の数値目標	9
表 7 プロジェクト・デザイン・マトリクスの概要（PDM）（投入）	10
表 8 パイロット・プロジェクトにおける関係機関の役割および専門家チームの役割.....	11
表 9 プロジェクト供与機材	15
表 10 プロジェクト現地調査	19
表 11 ハザードモニタリング	23
表 12 日本における動的地盤種別	24
表 13 BUILDING SEISMIC SAFETY COUNCIL (BBSC) 2003 による動的地盤種別.....	25
表 14 USGS 2007 による斜面勾配と Vs ³⁰ の範囲の整理.....	26
表 15 位置と運動形態、物質形態による道路災害類型	27
表 16 道路の戦略的重要度に応じた道路の災害管理方針	27
表 17 非地震被災の設計確率年安全度の設定	28
表 18 地震被災の設計地表面加速度の設定	29
表 19 DACGER に提供した耐震設計ソフトウェア	29
表 20 フェーズ1で作成された被災確率年点検評価表の点検項目および点検箇所.....	32
表 21 被災確率年点検・評価表の対象とする道路箇所と被災規模	36
表 22 設計基準の作成	38
表 23 標準仕様書の作成	41
表 24 積算基準の作成	41
表 25 パイロット・プロジェクト と目的.....	44
表 26 パイロット・プロジェクト 一覧.....	45
表 27 パイロット・プロジェクト の発注	48
表 28 パイロット・プロジェクト に係る DACGER と日本人専門家の主な活動.....	50
表 29 各パイロット・プロジェクト の活動内容	50
表 30 MOPT と国民の間のプロジェクトの進捗・成果に関する情報伝達と強化活動	52
表 31 DACGER 講師による、地方自治体や地方自治体やインフラ関係機関に対する、プロジェクト成果にかかると技術的な水平展開	55
表 32 国内外の公共インフラ事業に従事する技術者間の交流	58
表 33 MOPT からの道路防災に係る特殊資機材費の日本の経済社会開発無償への協力要請（2017年5月）	70
表 34 日本の経済社会無償の道路防災資機材の調達結果	71
表 35 パイロット・プロジェクト に係るエルサルバドル国予算執行実績.....	71
表 36 DACGER メンバーの本プロジェクト当初からの増減.....	75
表 37 供与機材の維持管理	75
表 38 災害発生時の緊急復旧作業内容及び事業費の実績	76

表 39	パイロット・プロジェクト 予算の確保.....	81
表 40	各成果における実施機関と主要関連機関との役割	84
表 41	プロジェクト開始以降のプロジェクト内容の更新	85
表 42	プロジェクト目標の評価指標と達成度	88
表 43	本プロジェクト開始以降の道路災害リスク削減事業の実績 12 箇所.....	92
表 44	本プロジェクト開始以降の道路災害リスク削減事業のうち 2021 年 12 施工中箇所 5 箇所.....	93
表 45	本プロジェクト開始以降の道路災害リスク削減事業の 2022 年施工開始/完了予定 2 箇所.....	94
表 46	上位目標達成のためのアクション・プラン	95

図目次

図 1	国道の道路防災事業に係る組織図	6
図 2	プロジェクト・デザインの構成.....	7
図 3	エルサルバドルの地震ゾーニング	18
図 4	エルサルバドル国で発生した地震による加速度応答スペクトル（赤線はエルサルバドル国の現行耐震設計基準）	18
図 5	斜面勾配-30M 深度表層地盤平均 S 波速度(V_s^{30})関係分析	26
図 6	確率論的地震ハザード評価ツール解析結果例	31
図 7	確率論的加速度応答スペクトラム作成システムの解析例	31
図 8	個別箇所の道路災害管理ツールの適用ワークフロー	34
図 9	道路災害リスク算定ツールにおける評価箇所の位置区分	34
図 10	道路災害リスク算定ツールにおける橋梁評価部位区分	35
図 11	パイロット・プロジェクト位置図.....	46
図 12	業務実施上の課題と技術面及び運営面の基本方針	78
図 13	設計要領、標準仕様書、積算基準標準の作成フロー	80

第1章 プロジェクトの概要

1.1 プロジェクトの背景

エルサルバドル国は、21,040km²の面積に約664万人(2018年、統計局)が居住する。その人口密度は約316人/km²であり、同年の日本の人口密度337人/km²の約94%である。国土の約3%の面積のサンサルバドル首都圏(AMSS)652km²に全国の約27%の約180万人(2016年)が居住している。AMSSの人口密度は約2.8千人/km²と極めて高密となっている。

全国には火山が20以上あり、脆弱な火山性の地盤が卓越している。特に人口が密集する首都圏に広く分布するティエラブランカ(白い土)と称される5~6世紀に噴出した火砕流堆積物は、日本で特殊土壌地帯災害防除及び振興臨時措置法(昭和27年法律第96号、以降、略称、特土法)に指定され、その地盤災害に対する措置が規定されている九州南部に分布するシラスと類似した脆弱土である。ティエラブランカは比重が軽く、浸食耐性が弱く比高50mを超える浸食壁(カルカバと称される)や地盤下の空洞化/陥没を引き起こす特性が知られている。またこの火砕流堆積物の下位に分布する強風化土(パレオソル)は難透水で地下水を上位に滞留させており、最上部が飽和した状態で、地震時の繰り返しせん断を受けると極度に強度が劣化する。2001年1月の地震を起因とした首都圏サンタテクラ市ラス・コリナスの大規模な地すべり(死者500名超)はこれを素因としている。また、2001年2月の直下型地震では、火山性の堆積物において中米連系国道1号東線(CA01E)のサンビセンテ県ラ・レオーナ箇所で大規模な深層崩壊が発生した。

豪雨災害としては、首都圏メヒカノス市の洪水・土石災害危険箇所では1982年の土石流流出時に市街地全体で500人規模が死傷しており、市民保護総局(DGPC)の報告書(2013年7月)では、6千人規模の被災危険性があるとしている。

近年の豪雨災害を表1に一覧する。豪雨に伴う国家非常事態宣言は、1998年10月のハリケーン・ミッチ(死者287人)、2005年10月のハリケーン・スタン(死者72人)、2009年11月のハリケーン・アイダ(死者199人)、2011年10月の熱帯低気圧E12(死者35人)、2020年5月~6月の熱帯暴風雨アマンダ/クリストバル(死者・行方不明者37人)がある。いずれも多く道路災害を伴っている。

2020年5月31日、熱帯暴風雨アマンダは、太平洋で発生し、エルサルバドル国に近いグアテマラの南東に上陸した。この暴風雨は、全国の大半の観測所の累積雨量が1998年のハリケーン・ミッチ時の400mmレベルを超える500mm以上を記録した。洪水・泥流により死者・行方不明者が37人に達し、7,225人が住居を失った。多くの道路災害が発生し、道路陥没により23車両が損傷した。エルサルバドル国大統領は、2020年6月2日から15日間の国家非常事態を宣言した。熱帯暴風雨アマンダは、上陸と同時に急速に勢力を弱め、メキシコ湾に達した後、2020年6月1日に熱帯暴風雨クリストバルとして再生した。熱帯暴風雨クリストバルは、2020年6月3日メキシコ湾から南進してユカタン半島へ上陸し、半島を旋回し6月5日に再びメキシコ湾に抜ける間、エルサルバドル国にも暴風雨をもたらした。

これら被害状況を受け、本プロジェクトは、気候変動・リスク管理戦略局(DACGER)による道路を含めた被害調査と復旧計画の作成を支援した。災害種別に浸食壁・陥没(カルカバス)26箇所、斜面崩壊991箇所、地すべり43箇所、洪水39箇所、擁壁崩壊19箇所、落橋4箇所、橋梁損傷11箇所、斜面不安定化19箇所、土石流2箇所、その他の災害種を含めて合計561箇所が被災した。

2020年は、10月30日にも、サンサルバドル県サンサルバドル火山の北北東麓の溪流で土石流が発生し、9人が死亡35人が行方不明となった。土石流は、約4km流下し、サンサルバドル県内国道SAL37号線の距離程20~22キロ区間に流出し、4車線全幅員を閉塞し2日間通行止めとなり、複数の車両が被災した。2020年11月にはハリケーン・エタ、ハリケーン・イオタによる暴風雨で各1人が死亡し、道路災害

も発生した。

表 1 エルサルバドル国の近年の暴風雨災害履歴

被害発生年月 低気圧名称 発生海洋域	降雨の特徴 (MRAN 観測)	被害概要 (市民防災総局 : DGPC 報告)	直接損失 (百万米ドル)	インフラの被災状況 (MOPT 報告)
1998年 10月28日～ 31日 ハリケーンミ ッチ 大西洋	7日間総雨量 国内平均値 472 mm 最大値 861mm	死者 287 人 行方不明 19 人 被災者 8 万 4 千人超、 避難約 5 万 6 千人 レンパ 川洪水被害 家屋の被災 約 1 万棟 避難 50 万人 1,000 km ² 農地が浸水	239	排水工への影響 10,373 箇所 舗装道路の損傷 1,308 km 未舗装道路の損傷 2,665 km 橋梁崩壊 2 箇所
2005年 10月7日～ 10月12日 ハリケーン スタン 大西洋	6日間総雨量 国内平均値 424 mm 最大値 805 mm	死者 72 人 土石災害 約 1,700 箇所 被災 約 54,000 人、約 300 コミュニティ	117	排水工への影響 5,553 箇所 国道の損傷 4,680 km 未舗装道路の損傷 2,665 km 橋梁崩壊 2 箇所 道路決壊 12 箇所 パンアメリカンハイウェイの サンサルバドル付近で土砂災 害による閉塞
2009年 11月7日～ 11月9日 熱帯暴風雨 アイダ 大西洋	3日間総雨量 国内平均値 248 mm 最大値 483mm 最大 24 時間雨量 483mm 最大 5 時間雨量 355mm	サンサルバドル、クスカ トラン、ラパス、サン・ビ センテ、ラ・リベルタ県 の激甚な洪水、土石崩壊 により国家非常事態宣言 発令 死者 199 人 行方不明 76 人 被害家屋 約 2,350 棟 停電被害 約 10 万 3 千人 避難 約 1 万 5 千人	136	サン・ビセンテ県とラパス県を 中心に大きな土石災害により 被災 橋梁損壊 55 箇所 土石災害による道路閉塞 132 箇所
2010年 5月26日～ 6月2日 熱帯暴風雨 アガサ 太平洋	8日間総雨量 国内平均値 274 mm 最大値 672 mm	死者 9 人 行方不明 2 人 避難 8,717 人 被災者 11,000 人超 (116 地方自治体)	44	サンサルバドルとソンソナテ 県で大きな被害 道路車道被害 53 箇所 橋梁崩壊 8 橋梁 橋梁損傷 45 橋梁
2010年 6月26日～ 6月30日 熱帯暴風雨 アレックス 大西洋	5日間総雨量 国内平均値 180 mm 最大値 375 mm 24 時間雨量最高観 測点雨量 163 mm	死者 3 人、 行方不明 1 人 怪我 7 人 避難 2,352 人	21	道路車道被害 12 箇所 橋梁崩壊 2 橋梁 橋梁損傷 5 橋梁
2010年 9月24日～ 10月1日 熱帯暴風雨 マシュー/ ニコル 大西洋	8日間総雨量 国内平均値 325 mm 最大値 603 mm	死者 3 人 怪我 7 人 避難 7,898 人	被害集計無し	道路車道被害 12 箇所 橋梁崩壊 1 橋梁 橋梁損傷 1 橋梁

被害発生年月 低気圧名称 発生海洋域	降雨の特徴 (MRAN 観測)	被害概要 (市民防災総局：DGPC 報告)	直接損失 (百万米ドル)	インフラの被災状況 (MOPT 報告)
2011年 10月11日～ 10月21日 熱帯低気圧 12E 太平洋	7日間総雨量 国内平均値 472mm 最大値 861mm	死者 35人 怪我 31人 避難 59,854人	223	道路車道被害 41箇所 橋梁崩壊 8橋梁 橋梁損壊 41橋梁 中央政府管理インフラの被害額: 道路被害 172百万米ドル 橋梁被害額 33百万米ドル 計 205百万米ドル
2017年 10月4日～9日 ハリケーン・ナテ 大西洋	-	死者 1人	被害集計無し	中米連系国道 2号西線 (CA02E)トンネル坑口の倒木を含む土石崩壊で1名死亡
2020年 5月29日～6月7日 熱帯暴風雨アマンダ/クリストバル 太平洋	10日間雨量 最大 1087mm (ラ・ユニオン県コンチャグア火山) 太平洋側の国土の 1/3以上で 500mm以上 うち主要火山体で 700mm以上	死者 30人 行方不明 7人 住居全壊人口 7,225人 避難 約 1200世帯 被災世帯 約 30,000 被災人口 約 150,000人 建築物被災 約 3万 農作物被災 約 2800ha	475	浸食壁・陥没 (カルカバス) 26箇所 (計 23台の自動車が損壊) 斜面崩壊 991箇所 地すべり 43箇所 洪水 39箇所 擁壁崩壊 19箇所 落橋 4箇所 橋梁損傷 11箇所 斜面不安定化 19箇所 土石流 2箇所 その他を含めた合計 991箇所
2020年 10月29日夜のサンサルバドル火山集中豪雨	サンサルバドル火山ピカチョウ観測所午後 11:00 に時間雨量強度 137mm/時間、最大 5分雨量で 13.4mm/5分 ≒ 161mm/時間	死者 9人 行方不明者 35人 被害家屋 135 全壊家屋 30	被害額集計無し	サンサルバドル県内国道 SAL37号線、20-21キロネパパ町内、土石流による 4車線全幅員閉塞、約 2日間不通 流出土石量 185,000m3
2020年 11月2日 ハリケーン・エタ 大西洋	国土全体が連続雨量 100mm以上、サンタ・アナ県のホンジュラス/グアテマラとの 3国峠付近のプラネス・デ・モンテクリスト観測所で 275mm	死者 1名 停電 107 コミュニティ 避難 1,991人	被害集計無し	斜面崩壊 85箇所 倒木 68箇所 電線切断 340箇所 その他を含めた合計計 561箇所
2020年 11月15日 ハリケーン・イオタ	全国の山地を中心とした豪雨 チャラテナンゴ県ホンジュラス国境ラス・ピラスで小国内最大連続雨量 183mm	死者 1名 停電 15 コミュニティ	被害額集計無し	斜面崩壊 18箇所 倒木 25箇所 その他を含めた合計 71箇所

出典：MARN、DGPC、MOPT 資料より JICA 専門家チーム編集

損失額は、被災時点での算出で、物価上昇を考慮した評価基準年の価値への換算は行っていない。

近年の地震災害を表 2 に示す。地震災害は、近年、15年～21年間隔で大地震（1965年、1986年、2001年）を経験している。1986年は壊滅的な被災を受けている。2001年以來 20年間の長期の地震の空白があり、潜在的脅威の高まりが懸念されている。

本フェーズ 2 開始後の 2017年 4月 10日に、首都圏を震源とする 3年確率、表面最大加速度 60gal 規模の地震が発生し、リベルタード県コロ市内の中米連系国道 1号西線 (CA01W)、ロス・チョロス岩盤斜面の落石が道路通行車両を直撃し 1名が死亡する事故が発生した。

2018年 5月 7日のサンミゲル県チリラグラ市周辺を震源とした最大マグニチュード (Mw) 5.6の群発地震が発生し、国道 6号線の 8箇所で斜面災害が発生した。いずれの被災箇所も交通遮断には至らなかった。道路保全基金 (FOVIAL) が実施したこの群発地震発生後の橋梁・カルバート緊急点検では、補修が必要な異常・変状は認められなかった。

表 2 エルサルバドル国の近年の被災地震履歴（道路利用者の死傷を伴うもの）

被害発生年月	震災の特徴*1	被害概要	損失 物価上昇調整 2013年基準*4	インフラの被災状況
1965年 5月3日	震央 13.65°N 89.15°W マグニチュード (Mw) 6.0	死者125名、負傷者400名、 4000棟全壊	-	-
1986年 10月10日	震央 13.83°N 89.12°W マグニチュード (Mw) 5.7 サンサルバドル県 内陸部 震源深度：約7km	サンサルバドル首都圏 被災死者1000-1500人 負傷者約1万人 全壊および損壊家屋約6万棟 家屋喪失者20万人 (*2 MARN)	損失計 1,781百万米ドル	主都圏で経年劣化により 未使用になっていた橋梁 が落橋
2001年 1月13日	震央 13.04°N 88.66°W サンサルバドルから 50km 太平洋部 マグニチュード (Mw) 7.6 震源深度：60km サンサルバドル 太平洋岸ラ・リベルター ドで最大加速度1109gal サンタテクラで486gal	死者944人 負傷者5,565人 全壊および家屋：108,226 棟 損害家屋15万棟以上 死者のうち585名はサン タテクラ市ラス・コリナス 地すべりによる(サンタテ クラ市は死者を750名超 としている)。 ラス・コリナス地すべりは 頭部幅100m、最終到達距 離750m	損失計 1,943百万米ドル	道路等の公共インフラの 斜面災害による被災1万 6千箇所以上 サンタテクラ市 プレバ ル・スール道路が崩壊土 石により80m区間完全閉 塞*3 レンパ川下流部の廃線鉄 道橋梁の基礎の液状化に よる落橋
2001年 2月13日	震央 13.67°N 88.93°W コフテペケ市内 震源深度10km マグニチュード (Mw) 6.6	死者315人		サンビンセンテ県 ラ・ レオーナにおける中米連 系国道1号東線(CA01E) の斜面崩壊による完全閉 塞(移動土塊 40~50万 m ³ 、道路区間幅 200m、 道路埋没深さ約15m)
2017年 4月10日	震央 13.68°N 89.25°W コフテペケ市内 震源深度5km マグニチュード (Mw) 5.2	死者1名	損失計算無し	中米連系国道1号西線 (CA1W)19キロのロスチ ョロス岩盤斜面からの落 石

出典：以下から JICA 専門家チーム編集

*1 エルサルバドル地盤工学研究センター (CIG)

*2 エルサルバドル国環境天然資源省：MRAN 環境測候局

*3 社団法人日本土木学会、2001年 エルサルバドル地震被害調査団報告書 渦岡良介、防災科学技術研究所、地震防災フロンティア研究センター

*4 世界銀行防災グローバルファシリティ：WB/GFDRR

2012年1月～2015年2月にかけて JICA は、「公共インフラ強化のための気候変動・リスク管理戦略局 (DACGER) 支援プロジェクト (以下フェーズ1) を実施し、DACGER に対し豪雨災害に対するリスク診断と対策事業形成に係る支援を行った。DACGER は、2010年12月に設置された組織で、本プロジェクト・フェーズ2開始時点で6年目であったが、地震災害リスクに対する診断に着手できていなかった。また、フェーズ1では豪雨に対するインフラ強化事業戦略を形成したが、事業化が遅れていた。こうした状況から、DACGER のインフラ強化事業形成に係る説明能力を高め、豪雨・地震を含めた道路インフラ強化事業を促進させる必要があった。さらに、対策事業の施工時に得られる知見を合わせて DACGER の技術的・行政的能力 (事業形成の説明能力、インフラ強化事業主体への技術指導能力) の向上が必要と認識された。このため、本プロジェクトフェーズ2は、プロジェクト目標を、DACGER のリスク管理能力の強化、上位目標を道路インフラの脆弱性低減としたプロジェクト・デザインとされている。

本プロジェクトは、フェーズ1のときから、日本語の減災をローマ字表記した通称 GENSAI を用いている。中米運輸交通大臣会合（COMITRAN）の議事録や、中米経済統合一般条約統合事務所（SIECA）の編集を支援したマニュアルでは、本プロジェクトは、プロジェクト GENSAI と記載されている。

1.2 プロジェクト目標

プロジェクト目標は、「道路インフラ強化のために、気候変動・リスク管理局の道路インフラのリスク管理能力が強化される」である。

1.3 プロジェクト対象地域

本プロジェクトの対象地域は、エルサルバドル国の全国の国道である。エルサルバドル国の道路網を、巻頭図に示した。エルサルバドル国の道路区分と管理状況は、表3に示すとおりである。

2017年12月現在（2021年12月現在、公表最新データ）の国道の総延長は6,592.99kmで、舗装率は約57%である。エルサルバドル道路保全基金（FOVIAL）が、国道延長距離の約95%の維持管理を管轄し、残りの5%を公共事業副省（VMOP）の公共事業建設・維持局（DMCOP）が直営で管理している。舗装道路に関してはすべてFOVIALが維持管理している。

表3 エルサルバドル国道の道路区分と管理の状況（2017年12月）

県	舗装道路	未舗装道路			全体		
	維持管理主体	維持管理主体			維持管理主体		
	すべて道路保全基金（FOVIAL）管轄 Km	公共事業建設維持局（DMCOP） Km	FOVIAL Km	計 Km	DMCOP Km	FOVIAL Km	計 Km
アウアチャパン	165.38	49.62	211.78	261.40	49.62	377.16	426.78
サンタ・アナ	302.04	22.01	299.37	321.38	22.01	601.41	623.42
ソンソナテ	256.58	30.76	137.91	168.67	30.76	394.49	425.25
チャラテナンゴ	270.92	45.80	298.42	344.22	45.80	569.34	615.14
ラ・リベルタ	461.17	44.05	155.12	199.17	44.05	616.29	660.34
サンサルバドル	311.50	13.71	139.34	153.05	13.71	450.84	464.55
クスカトラン	174.57	14.30	68.60	82.90	14.30	243.17	257.47
ラ・パス	327.09	9.07	84.49	93.56	9.07	411.58	420.65
カバニャス	165.27	0.00	211.50	211.50	0.00	376.77	376.77
サンビンセンテ	184.42	31.71	119.14	150.85	31.71	303.56	335.27
ウスルタン	338.66	22.74	224.83	247.57	22.74	563.49	586.23
サンミゲル	303.74	26.96	224.35	251.31	26.96	528.09	555.05
モラサン	225.77	8.14	93.01	101.15	8.14	318.78	326.92
ラ・ウニオン	266.32	27.31	225.52	252.83	27.31	491.84	519.15
合計	3,753.43	346.18	2,493.38	2,839.56	346.18	6,246.81	6,592.99
対全国道の割合	57%	5%	38%	43%	5%	95%	100%

出典：公共事業運輸省（MOPT）公共事業副省（VMOP）公共事業計画局（DPOP）、2017年12月、エルサルバドル国の国道道路網

1.4 本プロジェクトの実施機関および関係機関

本プロジェクトの実施機関は、公共事業運輸省（MOPT）の気候変動・リスク管理戦略局（DACGER）である。また、主たる関係機関は、環境天然資源省（MARN）の環境測候局（DGOA）、MOPTの公共事業副省（VMOP）傘下の公共事業計画局（DPOP）、道路保全基金（FOVIAL）、及び、公共事業建設・維持

局（DCMOP）ある。

MARNのDGOAが、気象データおよび地震動データを蓄積しており、これらデータの解析と提供を行っている。

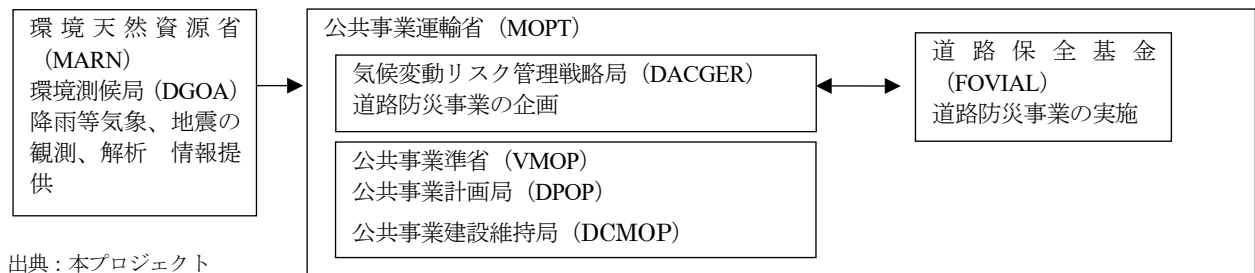
DPOPは、道路事業を主体とした公共事業を立案する機関であり、道路設計・積算、施工標準仕様を体系化している。

FOVIALは、道路の維持・管理を主体とした事業実施機関であり、道路防災事業の経験は乏しかったが、本プロジェクト期間で実績を増やしている。今後、FOVIALによる道路防災事業の実施機関としてのさらなる活躍が期待される。

本邦のノンプロジェクト無償の見返り資金を適用した、緊急災害復旧事業としてサンサルバドル県内国道38号線（SAL38）、距離程25キロ、デルガド市内で実施した地滑り対策事業は、DACGERが本プロジェクトフェーズ1の活動として防災対策事業を企画し、2015年にFOVIALが実施した工事である。

本プロジェクト開始後は、FOVIALは、本プロジェクト/DACGERからの技術提供を受けて中米連系国道1号西線（CA1W）のコロン市ロス・チョロス区間で落石対策事業（2017、2018、2019年次）を実施した。また、同様にFOVIALは、中米連系国道3号東線（CA3E）モトチョコ川の架橋の災害改良復旧・橋梁架け替え事業（2019年）を実施した。新橋名プロスペリダド橋と命名された。

FOVIALはMOPT傘下の機関であるが、民間からも2名理事を選任している。MOPT大臣はFOVIALの執行委員会委員長を兼任している。道路の維持管理は区間別に民間業者との年次契約により行われている。



出典：本プロジェクト

図1 国道の道路防災事業に係る組織図

1.5 プロジェクトの枠組

1.5.1 業務実施機関と工期

業務発注機関：独立行政法人国際協力機構

監督職員：社会基盤部 運輸交通グループ 第一チームの課長

分任監督職員：エルサルバドル事務所の次長

カウンターパート機関：エルサルバドル国 公共事業運輸省（MOPT）気候変動・リスク管理戦略局（DACGER）

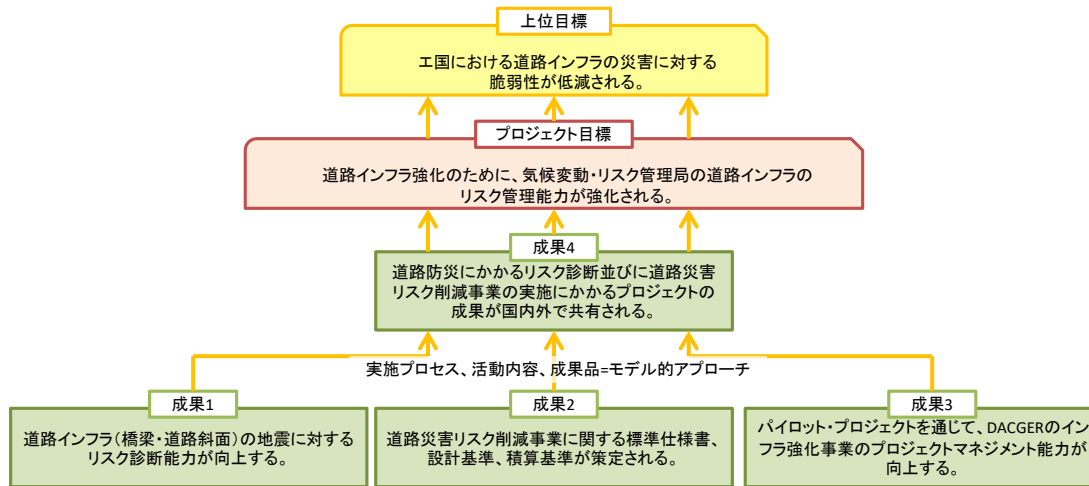
プロジェクト専門家チーム：日本工営株式会社

プロジェクト期間：2016年8月2日～2021年12月28日

1.5.2 プロジェクト・デザイン・マトリクス

1.5.2.1 構成

プロジェクト・デザインの構成は図2のとおりである。



出典：本プロジェクト

図2 プロジェクト・デザインの構成

プロジェクト・デザイン・マトリクス (PDM) は、2015年にエルサルバドル政府、日本政府の代表が議論し、相互の合意により2016年2月29日に調印された討議議事録 (R/D) に、PDM第0版として示された。図2に示した上位目標、プロジェクト目標、成果について、プロジェクトの過程で変更は無い。

PDMは、プロジェクト要約、指標、指標の入手手段、外部条件からなるプロジェクトを構成する要素を要約して記述したものであり表4～表7に示す。

1.5.2.2 上位目標

上位目標「エルサルバドルにおける道路インフラの災害に対する脆弱性が低減される」

達成指標「MOPTにより20箇所の道路災害リスク削減事業が実施される」

プロジェクト実施の過程で、道路インフラの災害に対する脆弱性の低減は、本プロジェクト上位目標として明確であることが再確認された。プロジェクト終了5年後の達成目標である20箇所の道路災害リスク削減事業の実施は、本プロジェクトが開始した1年後では達成0件で高い目標との関係者間の認識であった。このため、2017年9月29日の第3回以降の合同調整委員会 (JCC) とその後のJCCでは、毎回、上位目標の達成に向けての課題と対応を協議した。2018年9月21日の第4回JCC後には継続協議課題として、上位目標達成のためのアクションプランを作成し、2019年4月29日にMOPT大臣とJICAエルサルバドル事務所長が署名した。

1.5.2.3 プロジェクト目標

プロジェクト目標「道路インフラ強化のために、気候変動・リスク管理局の道路インフラのリスク管理能力が強化される」

2018年9月のJCCでは、上位目標の達成に向けたリスク削減プロジェクトの推進意識向上のため「道路インフラ強化のために、気候変動・リスク管理局の道路インフラのリスク削減プロジェクトの促進に資する企画・管理能力が強化される」に変更する議論を行った。議論の要点は、以下の2点であった。

- 道路インフラの災害に対する脆弱性の低減はリスク削減プロジェクトの適切な実施により実効する。
- プロジェクト期間中に、気候変動・リスク管理局のリスク削減事業を推進する企画・管理能力の強化を達成する必要がある。

議論では、DACGER の意識向上の推進を共通認識とする一方、当初のプロジェクト目標は、プロジェクト形成の段階に特化しない、プロジェクト形成から、実施、運営・維持管理段階までの全体的な能力強化を含む適切な表現であり、変更しないことを確認した。

1.5.2.4 プロジェクト目標の達成度指標 1 と 2

プロジェクト目標の達成指標の「指標 1：リスク診断の総数 50 件」と、「指標 2：災害リスク削減プロジェクトの提言 50 件」の数値目標は、プロジェクトの中間点にあたる 2018 年 9 月の第 4 回 JCC 時点で達成した。第 4 回 JCC では以下の確認を行った

- 実際の道路災害リスク削減事業化の推進に重点化する観点から達成度指標の目標値の上方変更は行わない。
- 既存のリスク診断と提言箇所において、調査、計画、概念設計を実施し、より効果的、効率的な事業を策定する。
- プロジェクト終了後も、リスク診断および災害リスク削減プロジェクトの提言は、MOPT や地方政府等の要請に応じ逐次に追加して実施し、事業化の優先順位の見直しを行う方針とする。

1.5.2.5 プロジェクト目標の達成度指標 3

プロジェクト目標の「指標 3: DACGER により 9 回の国内リスク削減セミナーが実施される」は、当初 7 回で設定していた。

2018 年 9 月の第 4 回 JCC で以下の変更と確認を行った。

- 今後 6 ヶ月に 1 回のセミナーを実施することとし、計 9 回の目標に改める。
- 中米地域セミナーは企画せず、これに替えて DACGER を講師等として派遣する第三国技術交換、SIECA の中米マニュアル編集ワークショップでの活動を推進する。

1.5.2.6 プロジェクト目標の達成度指標 4

「指標 4: DACGER の企画・技術支援により 8 箇所の道路災害リスク削減事業プロジェクトが実施される」は、2018 年 9 月 21 日の第 4 回 JCC の上位目標達成に向けた課題と対応の協議を踏まえて追加されたものである。第 4 回 JCC では、以下を確認した。

- 上位目標の「エルサルバドルにおける道路インフラの災害に対する脆弱性が低減される」は、適切なリスク削減プロジェクトの実施により初めて効果が生じるものである。
- 本プロジェクトは DACGER のリスク削減事業を推進する企画・管理能力のプロジェクトを通じた向上に今後注力する。

表 4 プロジェクト・デザイン・マトリクス (PDM) (上位目標/プロジェクト目標)

プロジェクト要約	指標	入手手段	外部条件
上位目標 エルサルバドルにおける道路インフラの災害に対する脆弱性が低減される。	1. MOPT により 20 箇所の道路災害リスク診断が実施される。 2. 標準仕様書、設計基準、積算基準が MOPT により更新される。	1. 年報 2. 工事実施記録	公共インフラの防災強化を推進する政策が継続する。
プロジェクト目標 道路インフラ強化のために、気候変動・リスク管理の道路インフラの管理能力が強化される	指標 1: DACGER により 50 箇所の道路災害リスク診断が実施される。 指標 2: DACGER により 50 箇所の災害リスク削減プロジェクトの提言がなされる。 指標 3: DACGER により 9 回の国内および中米地域リスク削減セミナーが実施される。 指標 4: DACGER の企画・技術支援により 8 箇所の道路災害リスク削減事業プロジェクトが実施される。	1. プロジェクト活動記録 2. 年報 3. 研修実施記録	1. カウンターパートが継続的に勤務する。 2. DACGER が災害適応力強化のために役割を果たす政策が継続する。 3. 道路インフラの災害リスク削減事業に対して、資金リソースが配分される。

出典：本プロジェクト PDM 第 3 版/最終版から抜粋

表 5 プロジェクト・デザイン・マトリクス (PDM) (成果)

プロジェクト要約	指標	入手手段	外部条件
成果 1 道路インフラ（橋梁・道路斜面）の地震に対するリスク診断能力が向上する。	1.1 道路斜面に対する地震リスク診断の成果 1.2 橋梁に対する地震リスク診断の成果	1.1 橋梁地震リスク診断報告書 1.2 斜面地震リスク診断報告書	1. プロジェクト期間中に大幅なカウンターパートの異動が生じない。 2. プロジェクトの活動が実施できなくなるほどの大災害が発生しない。
成果 2 道路災害リスク削減事業に関する標準仕様書、設計基準、積算基準が策定される。	2.1 標準仕様書が作成される。 2.2 設計要領が作成される。 2.3 積算基準が作成される。	2.1 標準仕様書 2.2 設計要領 2.3 積算基準	
成果 3 パイロット・プロジェクトを通じて、DACGER のインフラ強化事業のプロジェクトマネジメント能力が向上する。	3.1 パイロット・プロジェクトの実施	3.1 パイロット・プロジェクト実施報告書	
成果 4 道路防災にかかるリスク診断並びに道路災害リスク削減事業の実施に係るプロジェクトの成果が国内外で共有される。	4.1 SIECA 加盟国における、地震に対するリスク管理手法、道路災害リスク削減に関する設計基準、積算基準および標準仕様書の理解	4.1 SIECA 加盟国の道路災害リスク削減に係る会議記録	

出典：本プロジェクト PDM 第 3 版/最終版から抜粋

表 6 達成評価指標の数値目標

目標区分	達成評価指標
	PDM 第 1 版 (2017 年 7 月 31 日)
上位目標：エルサルバドルにおける道路インフラの災害に対する脆弱性が低減される。	MOPT により 20 箇所の道路災害リスク削減事業が実施される。
プロジェクト目標：道路インフラ強化のために、気候変動・リスク管理の道路インフラのリスク管理能力が強化される。	指標 1: DACGER により 50 箇所の道路災害リスク診断が実施される。
	指標 2: DACGER により 50 箇所の災害リスク削減プロジェクトの提言がなされる。
	指標 3: DACGER により 9 回の国内および中米地域リスク削減セミナーが実施される。
	指標 4: DACGER の企画・技術支援により 8 箇所の道路災害リスク削減事業プロジェクトが実施される。

出典：本プロジェクト PDM 第 3 版・最終版から抜粋

表 7 プロジェクト・デザイン・マトリクスの概要 (PDM) (投入)

投入			外部条件
1-1. 耐震設計基準のレビューと課題の整理 1-2. 橋梁・道路斜面の耐震基準の設定 1-3. フェーズ1における橋梁・斜面の基本情報の収集・整理 1-4. リスク診断に係るマニュアル及びフォーマットの作成 1-5. リスク診断の実施 1-6. 豪雨災害、地震に対するリスクの総合評価と道路災害リスク削減事業の企画 1-7. 費用対効果分析による対策工法比較検討を通じた道路災害リスク削減事業の優先順位付け 2-1. 道路災害リスク削減事業に供する標準仕様書（動態観測、品質管理、施工管理）の作成 2-2. 道路災害リスク削減事業に供する設計要領の作成 2-3. 道路災害リスク削減事業に供する積算基準の作成 2-4. 標準仕様書、設計要領、積算基準の公式化の申請 3-1. 道路災害リスク削減パイロット・プロジェクトの選定 3-2. 標準仕様書等に基づいたパイロット・プロジェクトパイロット・プロジェクトの発注 3-3. 標準仕様等に基づいたパイロット・プロジェクトの実施・監理 4-1. MOPT と一般間のプロジェクトの進捗・成果に関する情報伝達の強化 4-2. DACGER の講師による地方自治体やインフラ関係機関に対する、プロジェクト成果にかかる技術的な水平展開 4-3. 国内外の公共インフラ事業に従事する技術者間のプロジェクト成果の共有に資する技術交流（パイロット・プロジェクト実施時の現地地学会への招聘等） 4-4. リスク診断マニュアル、積算基準、設計基準、標準仕様書の中米経済統合事務局（以下、SIECA）との共有	日本側 1. 専門家派遣 - 総括/道路災害リスク管理 - 副総括/路防災技術基準 - 斜面診断 - 橋梁診断 - 設計・積算 - 施工管理 - 地理情報システム - 環境社会配慮 - 入力地震動評価 - 地震動地盤/構造物診断 - 必要に応じたその他分野の専門家 2. 資機材供与 - 地盤・構造物用3次元レーザースキャナ - 衛星画像および写真図化ソフトウェア - 熱赤外線カメラ - 自記土壌水分/間隙水圧計 - 自記雨量計 - 動態観測に係る機材（CCTVカメラ、水位計） - 構造物設計ソフトウェア - 微動アレイ探査機材 - ダウンホール方式によるP波・S波速度測定機材 - 地震動加速度計 - 高エネルギー吸収型落石防護網 - 土壌藻類表面侵食抑制植生形成促進剤 - 必要に応じたその他の機材 3. 会合・イベント開催、第3国との技術交換に係る経費	エルサルバドル側 1. カウンターパートの配置 2. 本プロジェクトとパイロット・プロジェクトに係る予算の確保 3. オフィス空間と必要な機材と設備 4. プロジェクト活動に必要な情報	DACGERの任務が継続する

出典：本プロジェクトPDM第3版・最終版から抜粋

1.5.3 パイロット・プロジェクトにおける関係機関及び専門家チームの役割

DACGERの組織目的は、「中央政府管理の公共インフラと住宅・都市の災害リスク管理と気候変動に関する技術的な調査と研究」および「自然災害に対する構造物及び非構造物に係る提言」であり、事業の実施機関ではない。

道路災害対策の事業実施機関の主体は、道路保全基金（FOVIAL）であり、パイロット・プロジェクトの設計、積算、入札、施工監理はFOVIALが実施機関となる。また、FOVIALは、防災工事の実績が十分でないため、設計、積算、施工監理に関しては、DACGERが作成する技術指針などを使用して実施し、その適応性についてDACGERを交え本プロジェクトにフィードバックしてきた。

公共事業設計局（DPOP）は、道路設計を体系化している機関であり、設計要領、標準仕様書、積算基準に関してアドバイスを受ける必要がある。パイロット・プロジェクトにおける関係機関および専門家チームの役割を表8のとおり確認し、本プロジェクトを実施した。

本プロジェクトの終了を迎えた2021年の後半現在、新型コロナウイルス禍の下、2020年の激甚暴風災害後の改良・復旧としての本邦技術を活用した費用対効果の高い道路災害リスク削減事業の推進は、プロジェクトの上位目標「エルサルバドルにおける道路インフラの災害に対する脆弱性が低減される」

の達成にあたり、必要性が高まっている。このため2021年6月21日の協議議事録（M/M）では、本邦技術を活用したプロジェクトを、新たなパイロット・プロジェクトとして、機材・施工再委託費の一部も日本側の投入として実施することを政府間合意とし、企画と実施を推進してきた。

実施機関はDACGERとなるが実施の過程で、FOVIAL、DPOPと知見を共有した。

表 8 パイロット・プロジェクトにおける関係機関の役割および専門家チームの役割

○：実施機関	技術体系の整備	パイロット・プロジェクト				
		事業化・予算確保	設計	積算	入札	施工監理
DACGER	○	○ 稟議資料作成	アドバイス一部 ○	アドバイス一部 ○	-	アドバイスおよびフィードバック一部 ○
FOVIAL	-	-	○	○	○	○
DPOP	レビュー	-	アドバイス	アドバイス	-	-
専門家チーム	上記支援	-	上記支援	上記支援	-	上記支援

出典：本プロジェクト

第2章 活動内容

全体に係る活動

2.1 ワークプラン、Monitoring Sheet の作成協議

2.1.1 ワークプランの作成

討議議事録 (R/D)、M/M、関係資料や報告書などを分析し、また JICA と協議しながら、本プロジェクト実施に係る基本方針、方法、業務工程などを作成し、これらをワークプランとして取りまとめた。ワークプランを JICA エルサルバドル国事務所、DACGER を含むエルサルバドル国側関係者に対して説明し、コメントなどを得て加筆・修正した上で、エルサルバドル国側関係者の確認を得て最終版を作成した。

この過程で、セミナー等の会場費、技術情報誌等の経費の負担が先方政府では困難であることが明らかになった。このため、大規模なセミナーと、R/D で日本側の負担としていた第三国との技術交換等の活動費については、個々に協議しエルサルバドル側負担が困難な場合は、プロジェクトの一般業務費として負担とすることを確認した。一般的な技術普及は極力、省内施設で、先方政府負担により実施することを確認した。

2.1.2 Monitoring Sheet の作成

半年に一度、C/P とともにプロジェクト・モニタリングを行い、Monitoring Sheet を JICA に提出した。なお、Monitoring Sheet には、環境社会配慮の観測結果を添付した。

Ver 1: 2017 年 3 月	2016 年 8 月 2 日～2016 年 2 月 28 日
Ver 2: 2017 年 10 月	2017 年 3 月 1 日～2017 年 9 月 31 日
Ver 3: 2018 年 2 月	2017 年 10 月 1 日～2018 年 1 月 31 日
Ver 4: 2018 年 9 月	2018 年 2 月 1 日～2018 年 8 月 31 日
Ver 5: 2019 年 2 月	2018 年 9 月 1 日～2019 年 1 月 31 日
Ver 6: 2019 年 10 月	2019 年 2 月 1 日～2019 年 9 月 30 日
Ver 7: 2020 年 2 月	2019 年 10 月 1 日～2020 年 1 月 31 日
Ver 8: 2020 年 8 月	2020 年 2 月 1 日～2020 年 7 月 31 日
Ver 9: 2021 年 2 月	2020 年 8 月 1 日～2021 年 1 月 31 日
Ver 10: 2021 年 8 月	2021 年 2 月 1 日～2021 年 7 月 31 日

2.2 合同調整委員会 (JCC) の開催

2.2.1 概要

プロジェクト開始以降、8 回の JCC を開催した。第 1 回目と第 2 回目の JCC は、セミナーと一体化した技術紹介的な JCC として実施した。このため、プロジェクト運営について十分な議論ができなかった。第 3 回目の JCC からは幹部メンバーに参加を絞り、事前に討議のポイントを整理したうえで、委員会の場で会合議事録 (M/M) に署名する形に改め、プロジェクトの運営管理を効率的に議論してきた。

第 3 回 JCC 終了後、C/P との協議の結果、以降は「年 1 回の定期開催を原則とし、下記の理由から、必要に応じ臨時的に開催する」運営に改めた。

- JCC の「プロジェクトの進捗・課題、予定を関係者間で共有する」目的に対し、この目的に値する有意の進捗や課題の変化が生じると考えられる年 1 回の開催が適切である。
- R/D では、「年 1 回以上の JCC の開催」で合意されており、「年 1 回の定期開催を原則とし、必要に応じ臨時的に開催する」方針は討議議事録 (R/D) に整合する。

2019年4月29日に、臨時でJCCを開催し、上位目標「エルサルバドルにおける道路インフラの災害に対する脆弱性が低減される」の達成に向けて、道路防災事業化のアクション・プランをJCCで合意し、署名記録文書とし、2019年6月からの新政権への引継ぎ文書とした。2019年9月30日の第6回JCCでは、新政権下に於いても、上記アクションプランを確認し、費用対効果の高い企画を優先的に推進することを確認した。

2.2.2 各JCCの内容

2.2.2.1 第1回 2016年9月12日

プロジェクトの内容、JCCの役割、スケジュールを確認した。

2.2.2.2 第2回 2017年3月17日

以下を協議し、確認した。

- プロジェクトの概要の再確認、パイロット・プロジェクト候補サイトと内容案の提案
- 中米地域における本プロジェクトの効果（中米経済統合一般条約常設事務局：SIECAより）
- 橋梁の耐震性評価にかかるこれまでの成果
- 斜面の脆弱性評価にかかるこれまでの評価

2.2.2.3 第3回 2017年9月29日

以下を協議し、確認した。

- プロジェクトの進捗と今後の活動計画
- リスク分析マニュアルの作成と中米地域展開
- 道路災害を8類型に分け、各類型の最高位リスク各1箇所、計8箇所のパイロット・プロジェクトの選定とその実施スケジュール
- 道路災害削減プロジェクトの持続性確保のための考慮
- プロジェクト実施の改善策
- DACGERの自立的主体性の推進
- 技術習得メカニズムの改善
- PDMの加筆

2.2.2.4 第4回 2018年9月21日

以下を協議し、確認した。

- これまでの成果（道路災害管理ツール、道路災害リスク削減事業の技術基準類、パイロット・プロジェクト、中米道路インフラリスク管理地盤・地震工学マニュアル-斜面編）と今後の活動計画の承認
- 進捗レビューに基づくPDM及びPOの改定、プロジェクト目標指標3の実施セミナー回数目標を7回～9回へ上方改定、指標4：DACGERの企画・技術支援により8箇所の道路災害リスク削減事業プロジェクトが実施されるの追加。
- 自立発展性の確保（道路災害リスク削減プロジェクトの推進、持続性の確保）

2.2.2.5 第5回 2019年4月29日

以下を協議し、確認した。

- 上位目標「エルサルバドルにおける道路インフラの災害に対する脆弱性が低減される」に向けた課題と行動、第4回JCC以降に継続協議を行った道路防災事業化のアクション・プラン
- 予算計画とその更新スケジュール
- 計画・予算原案の省内調整・承認の仕組み
- 計画・予算案の説明責任の向上
- 推進意識の強化と方針の明確化

- 投資効果の最適化の実行体制
- 道路災害リスク削減事業計画・予算案

なお、当初は2019年4月5日に実施する予定であったが、当日未明に発生した中米連系国道1号西線(CA01W)ロス・チョロス区間の岩盤斜面崩壊による5車線全幅員の閉塞被災への緊急対応のため、2019年4月29日に順延しての開催となった。

2.2.2.6 第6回 2019年9月30日

2019年6月からの新政権下の最初のJCCとして、以下の内容について協議し、確認した。

- プロジェクトの進捗と今後の活動計画
- 上位目標「エルサルバドルにおける道路インフラの災害に対する脆弱性が低減される」達成に向けた課題と行動（再確認）
- JICA 中小企業海外展開支援「エルサルバドル国高エネルギー吸収型落石防護網工法の適用促進基礎調査」と本プロジェクトが協業し、同調査で設立を企画している、技術共有研究会：中米落石研究会の事務局をDACGER 内部に設置し、エルサルバドル建設産業会議所(CASALCO)、エルサルバドル技術者・建築家協会(ASIA)、大学関係者等、中米各国の斜面防災関係者との技術共有を図ることが確認された。(注：その後、MOPT および中米経済統合一般条約常設事務局：SIECA との協議の過程で落石に特化しない道路防災技術研究会とする企画に改め、2020年1月30日に設立した。)
- 被災が顕在している地すべり1箇所のパイロット・プロジェクト への追加確認

2.2.2.7 第7回 2021年6月3日

以下の内容について協議し、確認した。

- プロジェクトの進捗と今後の活動計画
- 上位目標「エルサルバドルにおける道路インフラの災害に対する脆弱性が低減される」達成に向けた課題と行動（再確認に加えて中米道路防災技術研究会の技術登録の推進と、登録技術を適用した日本側資金投入による追加支援、サーフ・シテイ道の道路斜面の緑化は、単に道路災害のリスク削減のみでなく、道路環境の改善、熱帯～亜熱帯気候帯に分布するプロブレム・ソイル赤色土壌からの濁水発生と海洋汚染問題の保全にも寄与する多目的事業としての展示を図ることの確認）

2.2.2.8 第8回 2021年11月3日

以下の内容について協議し、確認した。

- プロジェクト終了時の評価
- 上位目標「エルサルバドルにおける道路インフラの災害に対する脆弱性が低減される」達成に向けた課題と行動（再確認に加えて単に、道路災害のリスク削減のみでなく、道路環境の改善、道路交通の安全、海洋や国土の保全等SDGsに貢献する多目的事業の企画・実施を図ることの確認）

2.3 プロジェクト業務進捗報告書の作成

2016年8月から2018年8月までの2年1カ月(25ヶ月)の進捗を第1回進捗報告書(2018年9月)に取り纏めた。

2020年1月までの3年6ヶ月(42ヶ月)の進捗を第2回進捗報告書(2020年2月)に取り纏めた。

2021年1月までの4年6ヶ月(54ヶ月)の進捗を、第3回進捗報告書(2021年2月)に取り纏めた。

2.4 機材の調達

2018年4月に原契約で予定していたすべての機材調達が完了した。

2018年4月25日(水)にJICA 調達分を含めて、討議議事録(R/D) および本プロジェクト原契約におけるすべての本プロジェクトの調達機材の供与式を行い、MOPT 大臣と、JICA エルサルバドル

所長間で譲渡確認書の署名が行なわれた。

2020年6月2日に国家非常事態宣言が出された熱帯低気圧アマンダの暴風雨等により2020年は、多くの道路災害が発生した。エルサルバドル政府は、新型コロナ禍による財政困難の中で災害復旧に努めている。一方、新型コロナウイルス下・後の開発協力を資する本邦企業の技術・資機材のJICA事業での積極的活用を検討した。結果として、JICAが企業提案型事業（中小企業・SDGsビジネス支援事業）で支援し、有効性を調査・検証した技術・資機材のなかから、エルサルバドル国における費用対効果が高い道路防災事業の推進に有用な以下の2種の資材を本邦購入機材として調達し、新たなパイロット・プロジェクトとして活用した。

- 高エネルギー吸収型落石防護網（4000KJ落石エネルギー対応）
- 土壌藻類表面侵食抑制・植生形成促進剤（BSC-1）

表9に本プロジェクトに係る調達機材の一覧を上記の2件を加えて示す。なお、本プロジェクトにおいて、専門家携行機材は存在しない。

表9 プロジェクト供与機材

討議議事録（R/D）およびその変更の協議議事録（M/M）2021年6月21日	機材名	供与数量	調達主体	調達区分	調達完了	
3D laser scanner for ground and structure	地盤・構造物用3次元レーザースキャナー	1セット	JICA	JICA USA	2017年12月	
Satellite image and photograph processing software	衛星画像および写真図化ソフトウェア	1セット	コンサルタント	現地	2017年3月	
Thermal infrared image camera	熱赤外線カメラ	1セット	コンサルタント	本邦	2016年9月	
Automatic measuring device of soil moisture/ pore pressure	雨量計・気温・湿度一体型自記測定器	3セット	コンサルタント	現地	2017年9月	
Automatic rain gauges						
Seismic design software	構造物設計ソフトウェア1：耐震を含む構造解析	1セット	コンサルタント	本邦	2017年7月	
	構造物設計ソフトウェア2：岩盤斜面解析崩落シミュレーション	1セット	コンサルタント	現地	2017年7月	
Microtremor array measurement equipment	微動アレイ探査装置	1セット	JICA	本邦	2017年6月	
Equipment of primary and secondary wave speed measurement by down hole method	ダウンホールおよび孔間解析用孔内3軸方向地震計（PS検層）	1セット	コンサルタント	本邦	2016年12月	
Accelerate meter	動態観測に係る機材	地震動加速度計	2セット	JICA	本邦	2017年6月
Other machinery and equipment, as necessary		動態観測に係る機材（CCTVカメラ）	4セット	コンサルタント	現地	2017年9月
		ピックアップ	1台	JICA	現地	2016年12月
		電波式水位計	1セット	コンサルタント	本邦	2017年10月
		ソーラーパネル（80W）	1セット	コンサルタント	現地	2017年7月
		ソーラーパネル（40W）	1セット	コンサルタント	現地	2017年7月
		サーバーコンピューター	1セット	コンサルタント	現地	2017年11月

討議議事録 (R/D) およびその 変更の協議議事 録 (M/M) 2021 年 6 月 21 日	機材名	供与数量	調達主体	調達区分	調達完了
	タとモニタ				
	道路警報システム LED 情報板	6 セット	コンサルタント	現地	2018 年 3 月
	道路防災情報システム 用地震動加速度計	1 セット	コンサルタント	現地	2018 年 4 月
	ラップトップコンピ ュータ	2 台	コンサルタント	現地	2021 年 10 月
	弾性波探査機材本体計測ユニット、 解析ソフトウェア	1 セット	コンサルタント	現地	2021 年 10 月
	ラップトップコンピュータ	2 台	コンサルタント	現地	2021 年 10 月
	ピックアップ	1 台	JICA	現地	2016 年 12 月
	ピックアップ後部荷台屋根およびル ーフキャリア	1 セット	コンサルタント	現地	2017 年 11 月
High energy absorption-type rockfall protection net	高エネルギー吸収型落石防護網	1 セット	コンサルタント	本邦	2021 年 11 月
Biological agent of soil algae for erosion control	土壌藻類表面侵食抑制・植生形成促 進剤	1 セット	コンサルタント	本邦	2021 年 4 月

出典：本プロジェクト

成果 1 に係る活動

成果 1: 道路インフラ（橋梁・道路斜面）の地震に対するリスク診断能力が向上する

2.5 耐震設計基準のレビューと課題の整理（活動 1-1）

2.5.1 耐震設計基準のレビュー

1994 年から 1997 年の間に公共事業省（当時）が建設工事に懸かる規定を整備し、建築構造安全基準（1996 年 11 月 7 日発効）として取りまとめたものをレビューした。これは、インフラの建設に係る最も重要な規定である。本基準には、以下の技術基準が含まれる。

・耐震設計 ・耐風設計 ・コンクリート構造設計・建築 ・鋼構造物設計・施工 ・石造構造物設計・施工 ・木造構造物設計・施工 ・斜面（のり面）吹付モルタル/コンクリート設計 ・構造資材質管理 ・住宅設計・建設特別基準（2004 年更新）

「耐震設計」は、すべての構造物に適用される基準である。1986 年の大規模な地震被災の教訓を反映し 1994 年に改定された。これは、米国の耐震設計基準を反映し、古い耐震設計基準（メキシコ国アカプルコ市の基準が元典）を改定したものである。一方、「住宅設計・建築特別基準」は 2004 年に、2001 年の 1 月 13 日、2 月 13 日の地震の経験も含めて改定されたが、住宅のみを対象としたものである。

耐震を含んだ橋梁及び斜面の建設に関する基準としては、SIECA の中米の地域道路及び橋梁の建設マニュアル、米国の橋梁設計基準である荷重抵抗係数設計法が参照されている。

上記の状況から、エルサルバドル国では、構造物の設計と建設に係り構造物の安全に関する統一的な規定の開発が求められている。また、開発する規定は、すべての設計手法を考慮した統一性（必要な地域条件への適応を可とする）、継続的な更新手法、拘束性の確保を要件としている。

2.5.2 現行制度の問題点の抽出および分析

エルサルバドル国の耐震設計基準は、下記のような特徴・課題がある。

- 米国カリフォルニア構造工学会（SEAOC, Structural Engineers Association of California）の1990年ブルーブックを参考として、加速度応答スペクトルなどが規定されている。しかしながらエルサルバドル国における想定地震規模は、設定されていない。
- カリブプレートとココスプレートの境目である中央アメリカ海溝からの距離を考慮し、海岸線からおよそ70kmの距離で国土を2つのゾーンに区分し、それぞれに異なる地域別補正係数が設定されている（図3参照）。
- 地震時の最大水平加速度は、統一的に475年再現期間相当で1.0G(980gal)とされている。

解説：475年再現期間

アメリカの火災保険業界で生まれた概念に推定最大損失 PML(Probable Maximum Loss)がある。建設業界における地震 PML は、「475年再現期間相当の地震動による損失額」が一般的である。

なお、以下の計算のとおり「10%の50年間超過確率」は「475年再現期間」に相当する。

年超過確率 = P1

年非超過確率 = (1-P1)

50年非超過確率 = (1-P1)⁵⁰

50年超過確率 = P50 = 1 - (1-P1)⁵⁰

「10%の50年超過確率」は以下の式から0.2105%の年超過確率に相当する。

$P50 = 1 - (1 - P1)^{50} = 10\%$

$P1 = 0.002105$

再現期間(年)は年超過確率(1/年)の逆数であることから

「10%の50年超過確率」に相当する再現期間 = $1/0.002105 = 475.0594$ 年 再現期間となる。

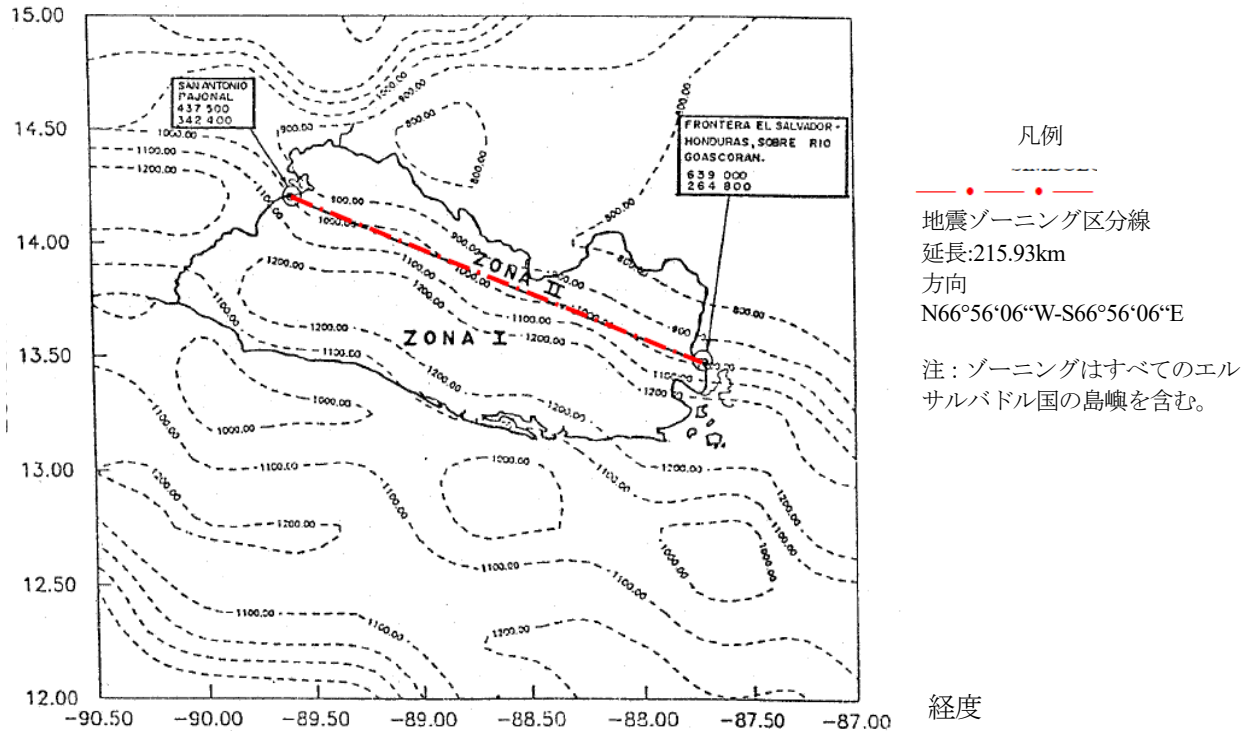
- 耐震設計に供する解析手法は確立されていない。
- エルサルバドル国においては、首都圏等に分布する脆弱な特殊土（白色火砕流堆積物）とその下位の高含水状態での震動で極度に強度低下あるいは液状化するパレオソルが分布する。しかし、こうした特殊土を考慮した耐震設計上の基準が存在しない。
- 環境天然資源省（MARN）の全国の確率年 - 地震動加速度報告書（2008年作成、適宜更新、2017年最新）は、地盤表層部（工学的基盤以浅）の解析は、動的物性値の実測値が無いため解析結果の検証・校正がなされていない。このため、地盤表層部の動的物性値調査を実施した上で確率年-地震動加速度の関係解析の精度を上げる必要がある。MARNは、精度を上げた確率年・地震動加速度の資料の作成について、重要インフラ・居住地が集積する首都圏から着手するとしていた。（この端緒として、本プロジェクトは、調達・供与した「ダウンザホールおよび孔間解析用の孔内3軸方向地震計（PS検層）機材」と「微動アレイ探査機材」を用いた工学的基盤以浅地盤の動的物性調査、 V_s^{30} ：表層30mの平均S波速度、の測定・解析を、MARN、エルサルバドル大学と連携して行った。）

上記の状況から、エルサルバドル国の耐震技術基準は更新が必要であり、SIECAの基準には一部に概念的内容が含まれているのみである。MOPTは、耐震基準の検討を2016年から実施しているが、住宅に対するもので、道路インフラに関する検討は実施されていない。

図4にエルサルバドル国で発生した地震と現行耐震設計基準の加速度応答スペクトルとを比較して示す。両者の乖離が大きく、耐震設計基準の加速度応答スペクトルを見直す必要があった。このため本プロジェクトでは、任意位置の確率論的加速度応答スペクトラム作成ツールを開発した。

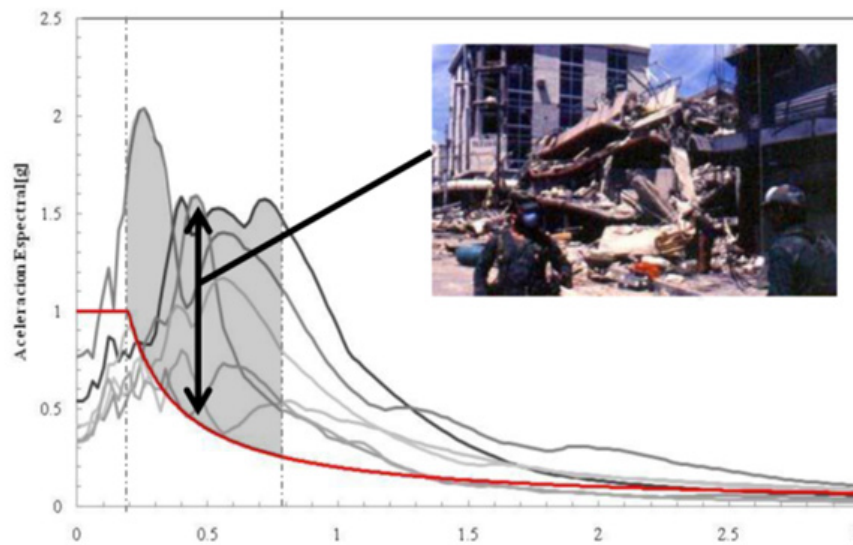
本プロジェクトはSIECAと協業して、中米地域技術グループ（GTR）を組織し、中米六か国（コスタリカ、エルサルバドル、グアテマラ、ホンジュラス、ニカラグア）の耐震基準をレビューし、「中米道路インフラのリスク管理地盤・地震工学マニュアル（斜面編）、2019年3月」と「中米橋梁・カルバートリスク管理計画・設計マニュアル・ガイドライン、2021年10月」を作成した。それぞれ、2018年8月～2019年2月までの7ヶ月間、2020年9月～2021年7月までの11ヶ月間、本プロジェクト専門家がマニュアル作成の中心を担うDACGERを支援し、ワークショップに参加して技術支援を行った。

緯度



出典：Ministerio de Obras Publicas, Republica de El Salvador (1994), RESESCO (Reglamento para la Seguridad Estructura de la Construcciones), Norma Technica para Diseño por Sismo, 19 ページ

図 3 エルサルバドルの地震ゾーニング



出典：Ministry of The Environment and Natural Resources (MRAN), El Salvador, Feb. 2012, Maluchimedia Slide, Probablistic Risk Assessment for the Metropolitan Region of San Salvador, page 5.

図 4 エルサルバドル国で発生した地震による加速度応答スペクトル (赤線はエルサルバドル国の現行耐震設計基準)

2.6 橋梁・道路斜面の現地調査(活動 1-2)

プロジェクト開始以来 67 箇所のリスク診断に係る現地調査を実施した。

67 箇所の内訳は、道路斜面 (34 箇所)、道路横断溪流 (16 箇所)、橋梁 (14 箇所)、道路冠水 (2 箇所)、

道路陥没（1箇所）である。

プロジェクト終了後も、DACGER は、FOVIAL、地方自治体からの要請に応じ逐次追加する方針である。

その他の現地調査の実施時期、場所、内容、目的を表10に示す。

表10 プロジェクト現地調査

実施時期	場所	内容	目的
2017年1月～3月	サンサルバドル市街国道49 アベニダ・スール、モニュメント・エルマノ・ビエンベニード・ア・カサ高架橋	基礎地盤調査の鉛直ボーリング・コア調査1箇所(31m) 孔内地震動速度計測	リスク診断・耐震設計に供する地盤の動的物性値の把握
2017年2月～10月	上記を含む首都圏5箇所	表層部30m位浅の地盤のS波速度等の動的物性値の測定(微動アレイ探査)	同上
2017年4月～5月	中米連系国道1号西線(CA1W)19.1キロ～20.1キロ区間、ラ・リベルタ県コロン市ロス・チョロス	大規模落石被災調査	落石対策企画
2017年7月	サンサルバドル市街国道49 アベニダ・スール、モニュメント・エルマノ・ビエンベニード・ア・カサ高架橋	地震動加速度計を地盤と橋脚支承部に設置。観測を継続	リスク診断・耐震設計に供する地盤の動的物性値の把握
2018年1月	ラ・リベルタ県市街国道メルリオット大通り、サンタテクラ市/アンティグオ・クスカトラン市	道路冠水履歴のインタビュー調査	リスク算定に供する道路冠水の頻度と規模の把握
2018年1月～4月	中米連系国道1号西線(CA1W)19.1キロ～20.1キロ区間、ラ・リベルタ県コロン市ロス・チョロス サンサルバドル市街国道49 アベニダ・スール、モニュメント・エルマノ・ビエンベニード・ア・カサ高架橋 首都圏市街国道75 アベニダ・ノルテ、ラス・ラハス・メヒカノス溪流	簡易動的コーン貫入試験	パイロット・プロジェクトサイト、非構造物対策(道路災害情報システム)設計の基礎条件確認
2018年2月～5月	サンサルバドル県内国道38号線(SAL38)、25キロ、デルガド市	道路盛土、道路路面の変状調査 ボーリング・コア調査 水圧式自記水位計4箇所設置、地下水水位観測継続	道路山側・谷側斜面の耐震性検討
2018年3月	ラ・パス県の2001年1・2月地震震災箇所	現地踏査	斜面の耐震性事例研究
2018年4月、7月	中米連系国道1号西線(CA1W)19.1キロ～20.1キロ区間、ラ・リベルタ県コロン市ロス・チョロス サンサルバドル市街国道49 アベニダ・スール、モニュメント・エルマノ・ビエンベニード・ア・カサ高架橋 首都圏市街国道75 アベニダ・ノルテ道路、ラス・ラハス・メヒカノス溪流	モバイル通信状況調査	パイロット・プロジェクトサイト、非構造物対策(道路災害情報システム)情報板設置に供する調査
2018年5月～7月	ラ・リベルタ県市街国道メルリオット大通り中央分離帯離帯公園、サンタテクラ市/アンティグオ・クスカトラン市	ボーリング・コア調査 標準貫入試験調査 地下水水位観測	パイロット・プロジェクト地下貯留施設の設計条件の確認

実施時期	場所	内容	目的
2018年5月～8月	サンサルバドル市内エスカロン地区、 中米連系国道1号西線(CA1W)19.1キロ～20.1キロ区間、ラ・リベルタ県コロン市ロス・チョロス ラ・リベルタ県市街国道メルリオット大通り中央分離帯離帯公園、サンタテクラ市/アンティグオ・クスカトラン市 中米連系国道4号南線(CA4S)8キロ斜面、ラ・リベルタ県サラゴサ市	レーザー(LiDAR)測量による地形図作成	構造物対策の設計に供する
2018年9月	円借款事業、サンミゲルバイパス計画地点 パパロン川橋梁計画地点とパパロン川近傍の計画サンミゲルバイパスと中米連系国道1号東線(CA1E)交差点の2箇所	斜面問題の有無の10mメッシュ数値標高モデルとGISによる斜面問題箇所の抽出と現地確認	サンミゲルバイパスの線形調整と浸食問題対策設計に供する
2018年10月7日	モラサン県、ホアテカ市、マサラ土石流被災地	ハリケーン・マイケルによる暴風雨被災状況調査	復旧方針と今後の維持管理検討
2018年10月8日	中米連系国道2号西線(CA2W)ラ・リベルタ県倒木土石災害被災地	同上	同上
2018年10月11日	中米連系国道3号東線(CA3E)/北部縦断道125キロ地すべり、カバニャス県、センステンペケ市	FOVIALとの合同地すべり変状調査	対策方針検討
2018年11月	ホンジュラス国・バジェ県、アリアンサ基礎自治体、ロス・アマテス橋	ホンジュラス国インフラ公共サービス省(INSEP)からの要請により第3国技術交換としてDACGERと2011年6月落橋箇所の踏査	復旧計画検討
2019年1月	中米連系国道4号南線(CA4S)フテ橋梁、ラ・リベルタ県ラ・リベルタ市エル・シマロン地区	コンクリート強度(シュミットハンマー、歪ゲージ計測調査)	補強必要性検討
2019年3月7、8日	ホンジュラス国中米連系国道6号線(CA6)16.3km地すべり、フランシスコ・モラサン県タトゥンプラ市ウユカ	地すべりの移動杭(コントロール・ポイント設置)計測、ドローンによる空中写真撮影、ホンジュラス国との技術交換	地すべり機構解析・対策工検討
2019年3月23日、25日	国内国道5号線(RN5)サンサルバドル～空港起点斜面	リスク診断踏査	崩壊機構・対策工検討
2019年3月26日	中米連系国道4号南線(CA4S)8キロ斜面、ラ・リベルタ県サラゴサ市 中米連系国道1号西線(CA1W)19.1キロ～20.1キロ区間、ラ・リベルタ県コロン市ロス・チョロス	FOVIALとのパイロット・プロジェクト設計協議	詳細設計条件検討
2019年4月	中米連系国道1号西線(CA1W)19.240キロ、ラ・リベルタ県コロン市ロス・チョロス	5車線全幅員閉塞被災の被害状況調査 地震計・CCTVカメラ・気象計を設置し、DACGERへの通信モニタリング調査	緊急復旧改善対策の検討 安全管理モニタリング
2019年5月2日	中米連系国道1号東線(CA1E)53km、サンビセンテ県ラ・レオーナ斜面	現地踏査	ヘラルド・バリオス大学の学生3名による道路防災リスク評価・対策の費用と効果評価研究の支援

実施時期	場所	内容	目的
2019年 5月	中米連系国道4号南線 (CA4S) 8キロ斜面、ラ・リベルター県サラゴサ市 中米連系国道1号西線 (CA1W) 19.1キロ～20.1キロ区間、ラ・リベルター県コロン市ロス・チョロス	現地踏査	パイロット・プロジェクトの設計条件確認
2019年 6月	首都圏市街国道75 アベニダ・ノルテ、ラス・ラハス・メヒカノス溪流	現地踏査	道路災害 LED 情報板設置箇所設置工事条件調査
2019年 7月	中米連系国道1号西線 (CA1W) 19.1キロ～20.1キロ区間、ラ・リベルター県コロン市ロス・チョロス	現地調査	道路災害 LED 情報板設置箇所設置工事条件調査 パイロット・プロジェクト高エネルギー落石防護柵設計・積算条件確認
2019年 8月	中米連系国道4号南線 (CA4S) 8キロ斜面、ラ・リベルター県サラゴサ市 中米連系国道1号西線 (CA1W) 19.1キロ～20.1キロ区間、ラ・リベルター県コロン市ロス・チョロス	現地踏査	パイロット・プロジェクトの設計条件、仮設ヤード確認
2019年 9月	中米連系国道1号西線 (CA1W) 19.1キロ～20.1キロ区間、ラ・リベルター県コロン市ロス・チョロス	現地踏査	高エネルギー落石フェンス設置箇所の設計・工事仕様書作成のための追加調査、9/23落石被災現場検証 (大臣現地協議)
2019年 9月28～29日	パイロット・プロジェクト 8箇所	現地視察	JICA 本部運営指導調査団視察
2019年10月～11月	中米連系国道3号東線 (CA3E) /北部縦断道路 125キロ地すべり、カバニャス県、センスンテペケ市	現地踏査	ボーリング/水抜きボーリング調査計画 (大臣現地協議 11/2)
2019年10月	中米連系国道4号南線 (CA4S)	現地踏査	豪雨斜面崩壊箇所の被災状況調査
2019年10月～11月	サンサルバドル県イロパング市サンタルシア居住区/街路	現地踏査	豪雨による溪流源頭部巨大浸食壁拡大に係る復旧改善工事検討 (大臣現地協議 10/14)
2019年11月18日	ラ・ウニオン県・ポロロス市ポロロス通り	現地踏査	大規模落石被災状況調査
2019年12月5日	ホンジュラス国中米連系国道6号線 (CA6) 16.3km 地すべり、フランシスコ・モラサン県タトゥンプラ市ウユカ	地すべりの移動杭(コントロール・ポイント設置)計測、ドローンによる空中写真撮影、ホンジュラス国との技術交換	地すべり機構解析・対策工検討
2020年1月	中米連系国道1号西線 (CA1W) 19.1キロ～20.1キロ区間、ラ・リベルター県コロン市ロス・チョロス	現地調査	パイロット・プロジェクトでの追加で実施する高エネルギー落石防護柵設計・積算条件確認
2020年1月～3月	中米連系国道3号東線 (CA3E) /北部縦断道路 125キロ地すべり、カバニャス県、センスンテペケ市	政府予算による調査ボーリング	地すべり対策工の企画・設計に供する地盤条件確認
2020年2月～3月	中米連系国道1号西線 (CA1W) 16.5km～19km ラ・リベルター県コロン市/中米連系国道4号南線 (CA4S)	現地踏査	高エネルギー落石柵/網設置の企画に資する地形条件確認
2020年2月21日	ラ・リベルター県市街国道メルリオット大通り中央分離帯/サンサルバドル県市街国道コロネル・ホセ・カステジャノス大通り隣接地	米州開発銀行資金、MOPT 施工現場視察	地下雨水貯留施設の地盤・施工仕様・状況の確認

実施時期	場所	内容	目的
2020年3月30日	中米連系国道1号西線(CA1W) 19.4KM 隣接碎石場の岩盤斜面	現地被害調査	岩盤斜面崩壊・道路への転動(3/29)の復旧に係る検討
2020年4月28日	サンサルバドル県内国道38号線(SAL38)	現地被害調査	豪雨に伴う路肩崩壊の復旧の企画
2020年5月8日	ラ・ウニオン県内国道ポロロス通り岩盤斜面	現地被害調査	岩盤斜面崩壊箇所の改良復旧の企画
2020年5月31日～8月	中米連系国道4号南線(CA4S)等の太平洋側の国道被害箇所	現地被害調査	熱帯暴風雨アマダ/クリストバルの被災道路箇所の改良普及の企画
2020年8月10日	中米連系国道3号東線(CA3E)、150キロ(カバニャス県ドローレス市)	現地被害調査	落石崩壊被害状況調査、復旧計画の提言
2020年8月23日	中米連系国道2号西線(CA2W) 59キロ(ラ・リベルタ県タマニケ市)	現地被害調査	落石崩壊被害箇所の復旧計画提言
2020年9月25日	サンサルバドル県内国道38号線(SAL38) デルガド内	現地被災調査、2015年地すべり水抜きボーリング孔の健全度確認	豪雨被災復旧計画提言 水抜きボーリング孔の維持管理計画提言
2020年10月5日、12日	サンサルバドル県内国道38号線(SAL38) デルガド市内	現地被害調査	道路側溝の崩壊機構検討 道路保基金(FOVIAL)への復旧企画助言
2020年10月30日	中米連系国道1号西線(CA1W)支線 サンサルバドル県サンサルバドル火山北北東麓	現地被害調査	溪流土石流被害(国道6車線土石流、複数の車両被災、全幅員通行止め)の復旧提言
2020年11月	全国	現地被害調査	ハリケーン・エタ(11月上旬)、ハリケーン・イオタ(11月中旬)に係る被害復旧の提言
2020年12月	サンサルバドル県内国道38号線(SAL38) デルガド市内	復旧工事状況確認	工事仕様に係る確認
2021年4月～9月	中米連系国道1号西線(CA1W) 18キロ、ロスチョロスウオーターパーク 2020年6月土石流被災箇所調査	踏査	改良復旧工事の企画・設計
2021年4月～6月	ラ・リベルタ県内国道サーフシティ道、中米連系国道4号南線(CA4)	斜面リスク確認踏査 FOVIALとの設計協議	斜面保護・緑化工の企画・設計
2021年4月～6月	国内連系国道5号線(RN5) 4～6キロ、サンサルバドル市起点～ハグアール立体交差点区間	踏査 FOVIALとの設計協議	落石対策工企画・設計
2021年5月～6月	国内連系国道5号線(RN05) 10キロ、サンマルコス市内溪流土石流調査	踏査 FOVIALとの設計協議	土石流対策工企画・設計
2021年5月5日	サンサルバドル・エスカロン住宅街	路面下埋設管ロボット・CCTVカメラ調査	路面下空洞劣化診断
2021年5月31日	サンミゲル市バイパス1工区	同上	施工品質確認
2021年7月～8月	中米連系国道3号東線(CA03E) 125キロ 地すべり、カバニャス県、センステンペケ市	踏査 MOP-DIPIL(公共事業運輸省物流インフラ計画局)との現地協議	地すべり対策工の企画・設計
2021年7月27日	サンサルバドル県アポパ市の民間業者資材ヤード	地すべりの現地踏査、パイプ歪計と地下水水位計測データ確認	既存の地下水排除水平ボーリング孔の注水洗浄による機能回復の企画
2021年9月8日	サンサルバドル県内国道SAL37号線、サンサルバドル県ネハバ町、テラプレレン溪流	2020年10月被災箇所踏査	土石流対策工の企画・設計
2021年9月	チャラテナンゴ県内国道CHA8号線、CA3Eとの交差点から8キロ、コマラパ町内	地すべりの2021年9月10日被災(山側半車線閉塞)、踏査、ドローン空撮、測量	緊急対策企画・設計

実施時期	場所	内容	目的
2021年10月21日	中米連系国道3号東線(CA3E)/北部縦断道路125キロ地すべり、カバニャス県、センスンテペケ市	地盤の比抵抗トモグラフィ調査	地下水排除ボーリング工に供する雨季における地化水位分布把握
2021年11月12日		地盤の弾性波トモグラフィ調査	地盤状況把握

出典：本プロジェクト

表 11 ハザードモニタリング

開始時期	場所	内容	目的
2017年7月	首都圏国道南49番街路エルマノ・ビエンベニード・ア・カサ高架橋	地震動	耐震対策検討 強震時警報
2018年10月	中米連系国道3号東線(CA03E)125キロ地すべり、カバニャス県、センスンテペケ市	ドロンを活用した地すべり移動杭観測	地すべり対策工設計
2020年7月		ボーリング孔地すべりパイプ歪計/地下水位、気象計	
2020年8月	中米連系国道1号西線(CA1W)18キロ、ロス・チョロス	強震動検出、気象計測	岩盤斜面ハザード・溪流部の洪水・土石流対策設計 強震時警報、洪水・土石流予警報
2021年11月	首都圏国道北75番街路を横断するメヒカノス・ラス・ラハス 溪流	溪流水位、CCTV、気象観測	溪流部の洪水・土石流対策設計 洪水・土石流予警報

出典：本プロジェクト

2.7 橋梁・道路斜面の耐震基準の設定(活動1-2)

2.7.1 全般

エルサルバドル国で使用されている構造物の耐震設計基準は1994年に制定されたものであり、主に米国の耐震研究の成果を基礎としているため、エルサルバドル国における地震発生環境を反映できていない。

耐震設計においてはまず、設計箇所別の自然条件として、発生確率に応じた地震動を設定する必要がある。この設計地震動の設定は、各評価地点における地震動の強さ、地面最大加速度(Peak Ground Acceleration: PGA)とその年超過確率(あるいは発生確率年)、加速度応答スペクトル、時刻歴地震動波形を定義する作業である。

本プロジェクトでは、日本の道路橋示方書や米国のAASHTO等の道路橋耐震基準を収集・レビューし以下の項目について検討を実施した。

2.7.2 地盤条件

地震による被災規模は、各箇所の震度と耐震性に規定される。震度を決める主要因は地震発生源の規模(マグニチュード)、震源からの距離、および各箇所の地盤条件である。

主要な地震波であるS波(横波)の伝わる速度は、地盤状況に応じ、岩盤では秒速3.0キロメートル程度、締まった未固結堆積層で0.4キロメートル程度、中位～軟弱な未固結堆積層では0.1～0.2キロメートル程度である。地下深部から伝播した地震波は地表面で地盤深部へ反射される。その一部は地表と表層未固結地盤と基盤岩盤との境界面で反射を繰り返して未固結地盤内に留まる。この現象により、地震波の低速度層(密度が小さく軟らかい)地層である未固結層中では、地震動が増幅される。

道路山側および谷側の斜面、道路路体、橋梁基礎地盤、橋梁構造物は、特有の固有周期があり、この固有周期の震動を受けると共振現象により震動増幅が生ずるため、非常に揺れ易くなる。地盤の基本固有周期の概略値は、岩盤で0.1秒、締まった未固結堆積層で0.2～0.3秒、中位の未固結層で0.4～1.0秒、埋立地・沼地などの軟弱地盤で1.0秒以上で、層が軟らかく厚い場合に固有周期は長くなる。橋梁の固有周期は一般に0.5～1秒、ゴム支承等の免震構造がある場合は1～2秒、長大橋では2秒程度以上で10秒程度の事例もある。

通常の地震波は0.2～1秒の周期が主体の異なる周期の波の集合体である。したがって、未固結の地盤では、共振現象により大きく震動する。更に、免震構造が無い一般の橋梁でも地盤と橋梁構造物間で共振が生じて、被害が生じ易くなる。一方、岩盤地盤や被覆した未固結地盤が薄い場合は、地震動と地盤との共振や橋梁構造物との共振による地震動の増幅は生じ難い。したがって、本プロジェクトでは、地盤条件の把握、軟弱な未固結層の分布を評価する手法として地盤のS波速度分布の把握に係る技術支援を実施した。

耐震設計、特に設計地震動を決定する際には、地盤の性質に応じた標準的な地盤条件の設定が必要である。エルサルバドル国でも地盤種別によって設計水平震度を変化させているが、加速度応答スペクトルの波形までは変化させていない。

日本では、表12のように地盤の基本固有周期に応じた3段階の地盤種別が設定されている。また、米国のBuilding Seismic Safety Council (BSSC)、National Institute of Building Sciencesでは深度30mまでの平均S波速度による5分類(表13)がなされている。米国BSSCの指針では30m以深を工学的基礎とみなしている。30m位浅の地盤の固有周期は、S波速度が大きいほど短くなる。基本固有周期は地盤の硬軟によって異なり、軟らかい地盤ほど固有周期は長くなるため、耐震設計上の地盤区分の有効な指標となる。

本プロジェクトでは日本及びアメリカの例を参考として、エルサルバドル国における地盤の基本固有周期によって加速度応答スペクトルの波形がそれぞれ定義できるよう、地盤のS波速度により地盤の基本固有周期を設定する手法を検討した。検討に供する地盤のS波速度は、供与した微動アレイ探査機材、ダウンホールおよび孔間解析用孔内3軸方向地震計(PS検層)機材を用いて、本プロジェクト専門家の指導によりDACGERが測定・解析した。

表 12 日本における動的地盤種別

地盤種別	地盤の特性 (基本固有周期 T_G (s))
I種	$T_G < 0.2$
II種	$0.2 \leq T_G < 0.6$
III種	$0.6 \leq T_G$

出典：社団法人 日本道路協会 (1999年3月) 道路土工「切土工・斜面安定工指針」178ページ、ISBN (International Standard Book Number) :ISBN978-4-88950-268-8

および 社団法人 日本道路協会 (2013年3月) 道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編 32ページ ISBN (International Standard Book Number) :ISBN978-4-88950-268-8

表 13 Building Seismic Safety Council (BBSC) 2003 による動的地盤種別

地盤種別	深度 30m までの平均 S 波速度 V_s^{30} (m/s)	標準貫入試験 N 値	スウェーデン式サウンディング SU (KPa)
A	$V_s^{30} > 1500$	-	-
B	$760 < V_s^{30} \leq 1500$	-	-
C	$360 < V_s^{30} \leq 760$	$50 < N$	$100 < SU$
D	$180 < V_s^{30} \leq 360$	$15 \leq N \leq 50$	$50 \leq SU \leq 100$
E	$V_s^{30} < 180$	$N < 15$	$SU < 25$

出典：BSSC (Building Seismic Safety Council) under the auspices of the National Institute of Building Sciences (2003) NEHRP Recommended Provisions for Seismic Regulations for New Buildings and Other Structures (FEMA 450), p47, p49

URL: <https://www.nehrp.gov/pdf/fema450provisions.pdf>

本プロジェクトでは、日本道路協会 2018 年、道路橋示方書・同解説 (IV耐震設計編) の 3.6.2 項に示された S 速度分布から地盤の基本固有周期を推定する以下の式を参照した。

$$T_G = \sum_{i=1}^n \frac{4H_i}{V_{si}}$$

ここに

T_G : 地盤の基本固有周期 (s)

H_i : i 番目の地層の層厚 (m)

V_{si} : i 番目の地層の平均 S 波速度 (m/s)

i : 地盤が地表面から基盤面まで n 層に区分されるときの、地表面から i 番目の地層の番号

なお、原位置の S 波速度の試験結果、あるいは S 波速度を推定するための標準貫入試験、スウェーデン式サウンディング試験結果が無い場合の算定方法として、地表面から基盤面を 1 地層として扱うモデルの地盤の基本固有周期の簡易的な算定式として以下を採用した。

$$T_G = 4(30/V_s^{30})$$

ここに

T_G : 地盤の基本固有周期 (s)

V_s^{30} : 30m 深度表層地盤平均 S 波速度 (m/s)

このとき評価対象箇所の V_s^{30} を斜面勾配(度)から求める推定式を以下とした。この推定式は、アメリカ地質調査所 (USGS : Unaited States Geological Suervey) 2007 年が提案しているエルサルバドルと同様の変動帯における斜面勾配— V_s^{30} の提案関係表 (表 14) に本プロジェクトで実施した V_s^{30} の実測値を加えて、相関分析により求めたものである (図 5)。

$$V_s^{30} = 362 \times (SD)^{0.225}$$

ここに

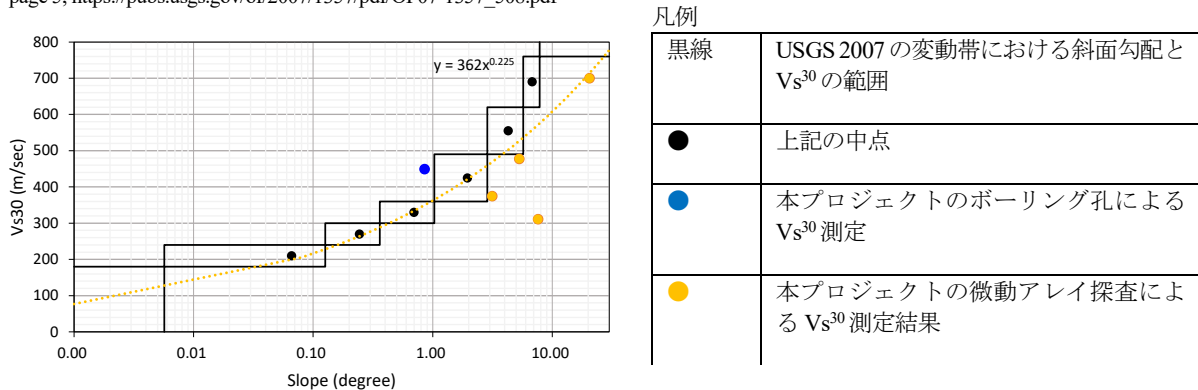
V_s^{30} : 30m 深度表層地盤平均 S 波速度 (m/s)

SD : 斜面勾配 (度)

表 14 USGS 2007 による斜面勾配と Vs³⁰ の範囲の整理

等級	Vs ³⁰ の範囲 (m/s)	変動帯における斜面勾配範囲 (m/m)	安定大陸における斜面勾配範囲 (m/m)
E	<180	<1.0E-4	<2.0E-5
D	180-240	1.0E-4 - 2.2E-3	2.0E-5 - 2.0E-3
	240-300	2.2E-3 - 6.3E-3	2.0E-3 - 4.0E-3
	300-360	6.3E-3 - 0.018	4.0E-3 - 7.2E-3
C	360-490	0.18 - 0.050	7.2E-3 - 0.013
	490-620	0.050 - 0.10	0.013 - 0.018
	620-760	0.10 - 0.138	0.018 - 0.025
B	>760	>0.138	>0.025

出典：Allen and Wald(2007), USGS, : Topographic Slope as a Proxy for Seismic, Site-Conditions (Vs30) and Amplification Around the Globe, Open-File, page 5, https://pubs.usgs.gov/of/2007/1357/pdf/OF07-1357_508.pdf



出典：本プロジェクト（アメリカ地質調査所 USGS 2007 を基に本プロジェクトによる測定結果を付加し作成）

図 5 斜面勾配-30m 深度表層地盤平均 S 波速度(Vs³⁰)関係分析

2.7.3 耐震設計手法

2.7.3.1 概要

耐震設計手法は、JICA、SIECA、本プロジェクトが協力して編集した「中米道路インフラリスク管理地盤・地震工学マニュアル（斜面編）2019年3月」と「中米橋梁・カルバートリスク管理計画・設計マニュアル・ガイドライン、2021年10月」の地域技術グループ（GTR）との協議を経て以下のとおり中米マニュアルに取り込まれた。

2.7.3.2 道路災害の分類

中米の道路災害の類型を表 15 に整理した。道路災害には、冠水などの道路の一時的な交通障害を含めている。この分類は、道路災害リスク箇所、地盤・水材料の区分と運動形態の組み合わせによる整理である。

道路の災害リスク箇所は、通常 1 キロメートル未満の道路の横断溪流等に区切られた山側斜面を伴う道路区間等の地理的に区別可能な区間である。道路箇所の標準的なリスク管理方法は、道路箇所の地盤・水の物理特性、運動形態、移動場所と道路との関係により異なる。主な道路の斜面災害形態は、暴風雨等の非地震と地震による「山側斜面の崩落・崩壊」、「谷側斜面の崩壊」、「地すべり」である。

洪水・土石流等の流動型災害は、別途、JICA の技術協力の本プロジェクトフェーズ 1 の成果を基に編集され、本プロジェクトで支援した「JICA/COMITRAN/SIECA2021 改訂版：中米道路インフラの水文・水理技術マニュアル」で扱われている。

表 15 位置と運動形態、物質形態による道路災害類型

位置と運動形態	物質形態			道路構造物 (橋梁、道路盛土等)	
	基盤岩	土			
		土石	土砂		
山側斜面の崩壊・崩落	落石、岩盤崩壊	土石崩壊	土砂崩壊	該当無し	構造物崩壊
谷側の崩壊と浸食	岩盤崩壊、 岩盤の河川浸食	土石崩壊、 土石の河川浸食	土砂崩壊、 土砂の河川浸食	該当無し	構造物崩壊
地すべり	岩盤すべり	土石すべり	土砂すべり	該当無し	道路盛土、橋梁基礎のすべり
流動	該当無し	土石流	土砂流	冠水 ・鉄砲水	該当無し
地下の地盤浸食	該当無し	該当無し	該当無し	該当無し	路面下浸食(空洞/沈下)
地震動、液状化、津波	該当無し	該当無し	該当無し	該当無し	構造物の崩壊

注：運動および物質の分類の境界は漸移的である。被災は複数の災害形態の複合現象である場合がある。

出典：本プロジェクト/JICA/COMITRAN/SIECA2019、中米道路インフラリスク管理地盤・地震工学マニュアル(斜面編)から転載・一部編集

2.7.3.3 道路災害リスク削減の基本方針

道路新設時には、極力リスク箇所を回避した線形とし、建設費の増大化、建設の遅延、および維持管理費の増大化を回避する。新設道路の負の社会環境的影響を管理するとともに、極力、地域の災害緩和目標と連携、道路ネットワークの多重化(リダンダンシー)を考慮し計画する。

既存道路の道路災害管理では、災害危険箇所を特定し、リスク削減対策比較案の費用便益比(BCR)や正味現在価値(NPV)等の費用-便益指数を参照し、対策案とその事業実施の優先度を決定する。

なお、耐震リスク削減投資は、地震リスク削減効果だけではなく、豪雨等非地震や、道路・周辺環境改善効果も併せて評価し、投資の正当な妥当性を提示することにより、より高い、事業の妥当性と優先性を示すことが可能となる。

2.7.3.4 道路の災害管理の戦略

道路の災害リスク管理レベルは、表16に示すとおり道路の戦略的位置づけに応じて変化させる。

表 16 道路の戦略的重要度に応じた道路の災害管理方針

管理段階	災害管理	
	戦略的に重要な道路	一般道路
重交通 迂回路が無い道路 戦略的に重要な道路(例：港湾・空港と主要都市を結ぶ物・人流回廊、指定された緊急輸送路/避難路)	軽～中位の交通 迂回路および代替路の存在 非戦略的重要道路	
組織・制度構築	戦略的重要道路として指定	戦略的重要道路として非指定
計画	異常気象時における通行機能を確保	異常気象時における一時的通行止めを許容
設計/建設	費用便益指標による妥当性を確保し、かつ設計確率年安全度を高いレベルで設定	費用便益指標による妥当性を確保し、かつ設計確率年安全度を一般的レベルで設定
運営維持管理	暴風雨等の異常気象における通行の確保	効率的な道路災害管理として、一時的な道路通行止めを許容する。 効率的な復旧管理(要員、機材等)体制の設置が要件

出典：本プロジェクト/JICA/COMITRAN/SIECA2019、中米道路インフラリスク管理地盤・地震工学マニュアル(斜面編)

2.7.3.5 非地震・地震リスク削減効果を統括的に評価した道路災害対策事業の推進

斜面保護対策、構造物/基礎補強、地盤安定のための地下水排水工事、道路災害情報システムなど、殆どの対策が暴風雨等の非地震と地震の両者へのリスク低減効果がある。道路災害対策の投資効果を適正に評価するため、個別箇所の対策の効果は、非地震と地震について個々に年平均被害軽減便益を算定し、合算して評価する。各道路箇所の 対策の効果は、現況確率年安全度から設計確率年安全度への向上効果として評価する。ここで安全度は、被災確率年あるいは被災の再期間（年）と同義で、被災の年超過確率（%/年）の逆数である。

リスク算定と費用対効果の指標分析は、効率的な減災投資の促進と説明責任を目的として実施する。非地震と地震リスクに対し共に削減効果の高い投資は、高い投資効率が期待され、事業の促進が望まれる。個別箇所のリスクは、被災の年超過確率と確率に対応する潜在被害額を積分し、年潜在被害額として算定する。

現況のリスクの算定とリスク削減対策効果の算定の流れは、1)道路箇所のリスクの算定、2)リスク削減目標としての確率年安全度の設定、3)設計年超過確率（設計確率年安全度の逆数）と対応する潜在被害額を積分して得られる対策後の年潜在損失額（通貨/年）の算定、4)年平均被害軽減便益の、現況と対策後の年潜在損失額の差額としての算定である。

表 17 にリスク削減目標である非地震被災対策の設計確率年安全度の設定方法を示す。

表 18 に道路箇所の耐震の設計地表面最大加速度を示す。

設計表面最大加速度と箇所別の表面最大加速度～設計確率年安全度解析により、設計確率年安全度を評価する。

なお、設計水平震度 x_{980} = 設計地表面最大加速度（gal）であり、その当該地点での発生確率年が、設計確率年安全度となる。

表 17 非地震被災の設計確率年安全度の設定

災害類型 位置と運動形態	設計確率年安全度の設定
山側からの崩壊・崩落	(1) 山側斜面対策工が対象とする斜面不安定部からの想定規模の崩壊・崩落により道路が被災する確率年。山側斜面の対策工とは（不安定部の除去あるいは固定による安定化）または道路の防護工（防護壁、防護柵、防護網、覆工など）
谷側の崩壊と浸食	(2) 谷側斜面崩壊対策工が対象とする斜面崩壊頭部の拡大の道路への年次的近接速度から予測される道路の被災確率年 (3) 溪流の流動型災害（洪水、土石流、浸食）に対する対策工の水文・水理学的確率年（設計河川流量・流速）
地すべり	(4) 地すべりの設計安全率と設計確率年安全度の関係式による算定 設計確率年安全度（単位：年）=500x（設計安全率-1）
流動	上記（3）と同様

出典：本プロジェクト/JICA/COMITRAN/SIECA 2019、中米道路インフラリスク管理地盤・地震工学マニュアル（斜面編）より転載
注*：安全率を確率年安全度に変換する標準的な方法が存在しないため、日本の地すべり対策工後の再被災の傾向から本経験式を提案する。

式において安全率=1.2を確率年安全度100年、安全率=1.1を確率年安全度50年と評価している。日本では、一般に安全率=1.2を主要な幹線道路の設計安全率としている。安全率1.2で設計した対策工は対策後に再被災した事例は殆ど認められていないこと、対策後100年を超えた対策事例が無いこと、施工品質の確保と自然条件に関する予期しない要因があることを考慮し、安全率1.2を確率年安全率100年に相当する設定とした。

表 18 地震被災の設計地表面加速度の設定

災害類型 位置と運動形態	設計地表面加速度の設定
山側からの崩壊・崩落 谷側の崩壊と浸食 地すべり	(1) 対策対象地盤の地震動斜面安定解析による限界地表面加速度を基に設定する
流動	(2) 設計地震動は、下流の道路横断部で流動型の地盤災害を起こす溪流に達する地盤の崩落、崩壊、地すべりが発生する限界地表面加速度を基に設定する
地震動被災（液状化を含む）	(3) 対策後の状態で、地震動により構造物が破壊する限界地表面加速度として設定する (4) 対策後の状態で、液状化が発生する限界地表面加速度として設定する。

出典：本プロジェクト/JICA/COMITRAN/SIECA 2019、中米道路インフラリスク管理地盤・地震工学マニュアル（斜面編）より転載、本報告書で一部更新

2.7.3.6 耐震設計に供する道路災害管理ツール（GeoMT）

本プロジェクトでは、耐震設計を以下の手順で設定する道路災害管理スプレッドシートツールとマニュアルを作成した。

- 1) 道路の地震リスクを被災確率と被災損失額の積分値である年潜在被害額（USD/年）として算定する。このとき被災確率は橋梁・道路斜面が破壊し道路通行止めが生じる限界表面最大加速度の当該地点の確率年として算定する。
- 2) リスク削減対策案による対策後の耐震設計表面最大加速度およびその確率年を評価する。
- 3) リスク削減対策後のリスクを年潜在被害額として算定する。
- 4) リスク削減対策案による効果を対策後の年平均被害軽減期待額、対策前後の年潜在損失額の差として算定する。
- 5) リスク削減対策の費用便益分析を実施し、経済的に妥当な耐震設計表面最大加速度とそれに対応するリスク削減対策案を選定する。

2.7.3.7 費用対効果分析による設計確率年安全度の設定

本プロジェクトに於いては、複数レベルの設計確率年安全度に対し概略的な費用対効果を検討し、費用便益率あるいは正味現在価値が最大化する設計確率年安全度を採用する手法を推奨している。これは、財政的制約を抱えるエルサルバドル国において、限られた予算の中で、道路災害リスク削減への効率的な投資を推進し、リスク削減効果を最大化するためである。

耐震設計手法は、本プロジェクトで作成した「設計ガイド案」と、本プロジェクトで作成を支援した「JICA/COMITRAN/SIECA 2019 中米道路インフラリスク管理地盤・地震工学マニュアル（斜面編）初版」、および「JICA/COMITRAN/SIECA 2021」に示した。

表 19 に本プロジェクトで提供した耐震設計に供するソフトウェアを示す。

表 19 DACGER に提供した耐震設計ソフトウェア

ソフトウェア名称	摘要	調達
道路災害管理スプレッドシートツール（GeoMT）	地震と豪雨等非地震リスクを同時に扱う確率年安全度、限界表面最大加速度、被害額、年潜在被害額、対策による年平均被害軽減額の算定 費用対効果分析	本プロジェクト作成
確率論的地震ハザード評価スプレッドシートツール（GeoMT-PGA）	エルサルバドル国内個別箇所の確率年と表面最大加速度の関係解析	本プロジェクト作成
確率論的地震動スペクトル解析スプレッドシートツール（GeoMT-RS）	エルサルバドル国内個別箇所の加速度応答スペクトル	本プロジェクト作成
二次元構造物の固有周期算定	剛接合（ラーメン）構造、アーチ橋、固定型支承の橋梁	本プロジェクト作成

スプレッドシートツール (2D-FSA)	に適用 (ゴム支承不可) の固有周期算定	
GeoStudio Geoslope 社	地震動を考慮した解析が可能な斜面安定解析ソフトウェア	本プロジェクトフェーズ 1 供与
個別要素解析システム (UDECE)	複雑な節理面を持つ岩盤などのブロック集合体の、安定解析や動的崩壊過程を個別要素法によりシミュレートする 2 次元/3 次元解析プログラム。	本プロジェクト供与
Enginer's Studio Advanced (株式会社フォーラムエイト)	耐震解析を含む橋梁構造物設計ソフトウェア	本プロジェクト供与
地盤液状化判定スプレッドシートツール (LPA)	地震動に対する液状化危険度判定ツール	本プロジェクト作成
地すべり安定計算スプレッドシートツール (EXSSA)	震動法を適用した安定計算により限界水平震度を算定し最大表面加速度に換算する	本プロジェクト作成

出典：本プロジェクト

2.7.4 確率論的地震ハザード評価ツールの開発

2.7.4.1 開発の経緯

耐震基準設計に供するため、全国の任意地点の地表面最大加速度 (PGA:Peak Ground Acceration) の発生確率、あるいは発生確率に応じた PGA を表示するシステムの開発を行った。DACGER は、2018 年 9 月に、環境・天然資源省 (MARN) に対し、この作成への協業と MARN の地震カタログ、震源地ゾーニングと地震動予測式、確率年 - 表面最大加速度 (PGA) 関係式/関係図の提供の依頼を文書で行った。

同時に他のデータ収集と検討による地震カタログ、震源地ゾーニングと地震動予測式を用いて、暫定的なシステムの開発を 2018 年 11 月までに行った。MARN から、依頼した情報が得られた時点で、システムを更新する方針としている。本プロジェクト終了時点では省内のツールとしての活用に留まっている。

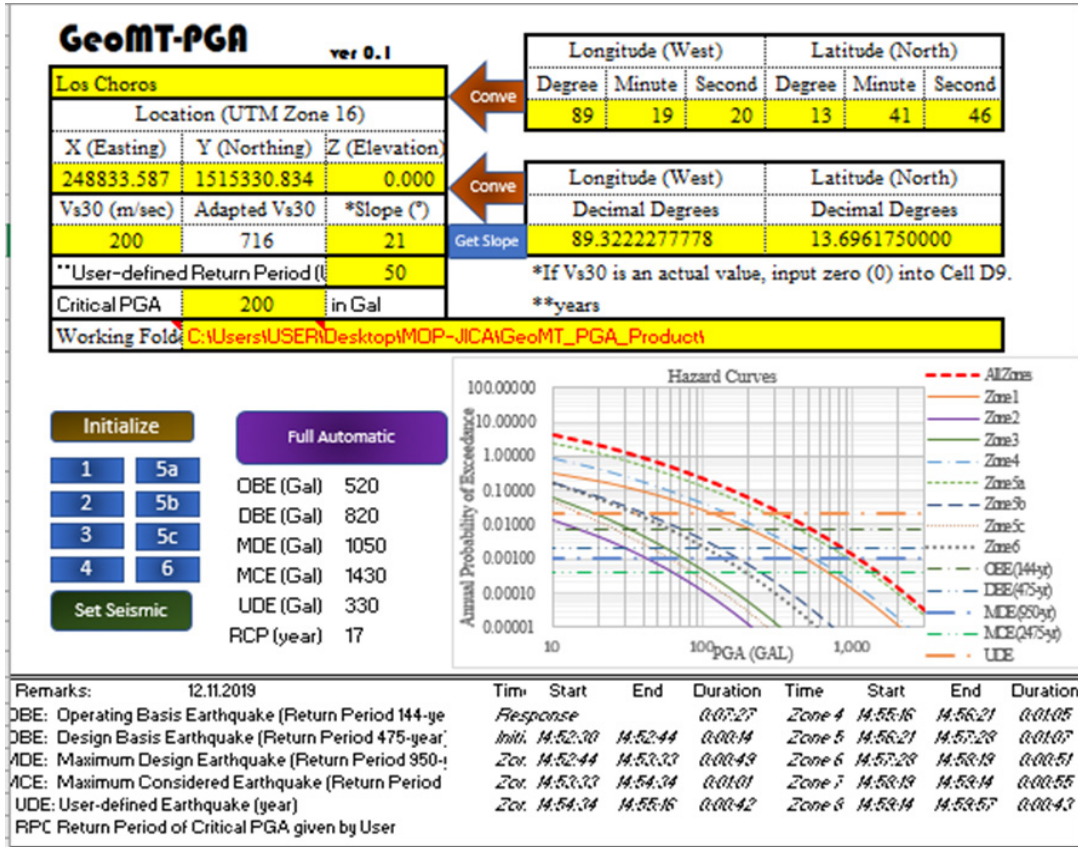
2.7.4.2 目的

ツールは各地震リスク箇所の地震リスク削減対策の効果の算定に供するため、対策前後の確率年安全度を算定することを目的とする。このためシステムでは、地点の位置情報と限界表面最大加速度、あるいは設計 PGA (耐震対策後の限界 PGA) を入力すると当該箇所の PGA の発生確率を表示するシステムとした。

2.7.4.3 確率論的加速度応答スペクトル作成ツールの開発

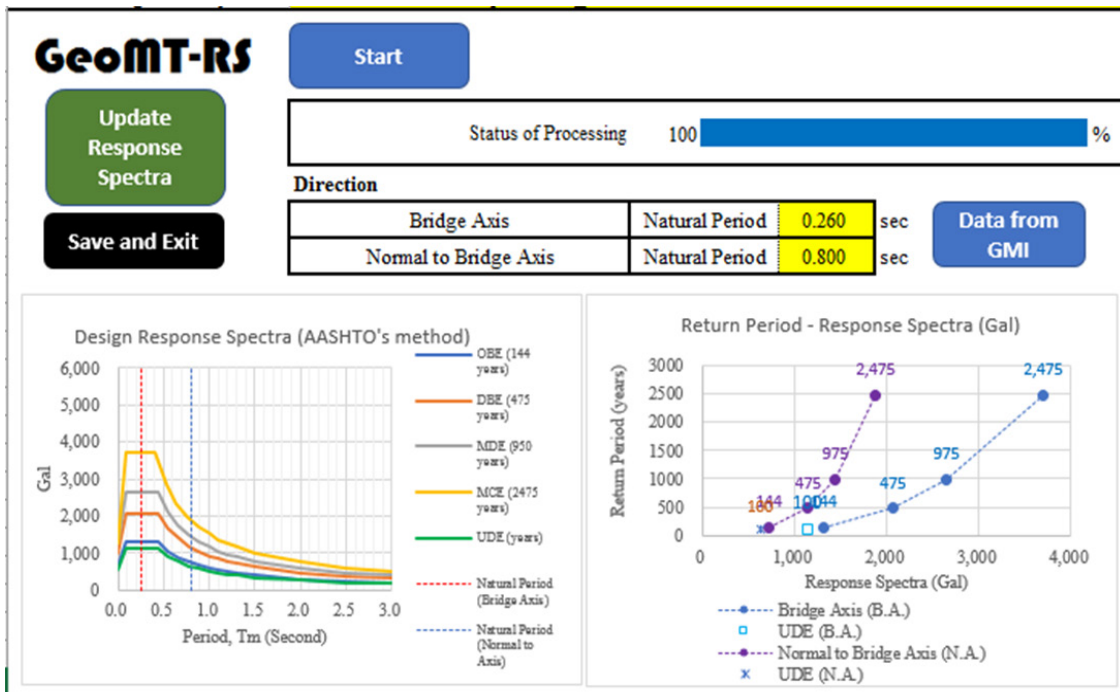
加速度応答スペクトルは、固有周期 (構造物が揺れやすい周期) を持つ各構造物に対して、地震動がどの程度の揺れの強さ (応答加速度) を生じさせるかを示した関係図である。

本プロジェクトで開発したツールは、米州全州道路交通運輸行政官協会 (AASHOT) の手法に基づいて、加速度応答スペクトラムを作図すると共に、個別橋梁の延長方向と横断方向の固有周期を算定し、固有周期に応じた確率年と応答加速度を表示する (図 7)。



出典：本プロジェクト

図 6 確率論的地震ハザード評価ツール解析結果例



出典：本プロジェクト

図 7 確率論的加速度応答スペクトラム作成システムの解析例

2.8 フェーズ1における橋梁・道路斜面のリスク診断フォーマットの基本情報等の収集・整理（活動1-3）

フェーズ1で作成された被災確率年の点検評価表は、道路斜面（山側斜面、谷側斜面、横断溪流）および道路橋梁基礎の豪雨災害について作成されたものである。

リスク評価としては、先ず各被災規模に対する潜在損失額（USD）を算定し、上記の確率年の逆数である年超過確率（1/年）との積分値としてリスク：年潜在損失額（USD/年）を算定している。

以上のリスク診断の点検項目と箇所を表20に整理した。

表20 フェーズ1で作成された被災確率年点検評価表の点検項目および点検箇所

対象項目	被災規模	点検項目	点検実施済み箇所
道路斜面（山側斜面、谷側斜面、横断溪流）	路肩、1車線、2車線閉塞の3段階	斜面勾配、土質、岩質、湧水の有無、変状の有無等	29箇所
道路橋梁基礎の全通行止め被災の発生確率年	全車線閉塞の1段階	河床勾配、基礎の着岩状況、下部工の変状の有無等	101橋 *1

*1：CA2号線のみ

出典：本プロジェクト

2.9 リスク診断マニュアル及びリスク診断フォーマットの作成（活動1-4）

リスク診断マニュアルおよびリスク診断フォーマットは道路災害リスク管理スプレッドシートツール（GeoMT）の一部として開発した。

リスク診断マニュアルは2017年12月7日にドラフトし、ワークショップ、演習、実際の使用を経て、2018年3月に改良版を完成させた。以降使用しつつ2019年3月、2019年10月に部分改定を行った。

リスク診断マニュアルおよびリスク診断フォーマット・ツールを作成し、DACGER内ワークショップを実施し、実際のツールの活用、改良点の意見交換を行い、ツールを改良した。

ツールの具体的な改良点は以下である。

- 点検・評価項目の追加
- 被災確率年点検・評価表の入力に供する全国36箇所の降雨指標値（年降水量・年最大1日雨量値）資料の作成
- 費用・便益評価期間を1年～100年の任意とする機能
- 点検・被災確率年算定値、被災頻度年実際値（履歴からの評価値あるいは数値モデルによる評価値）の道路リスク診断点検・評価結果の一覧表作成機能の付加
- 被災確率年点検・評価表の確率年スコアあるいは限界PGA（表面最大加速度）スコアの較正ツール（ツール算定値と実際値の残差平方和を最小化する多変量解析スプレッドシートツール）の開発
- 地震係数を取り込んだ斜面安定計算スプレッドシートツール（すべり面固定、円弧すべり）の開発

DACGERの道路インフラ（橋梁・道路斜面）の地震・非地震リスク診断能力の現状として、専門家の助言を受けながら主体的な実施が可能となっている。上記のOJT・演習の実施中にDACGERの質疑・意見を受け、対応を検討のうえ、リスク診断マニュアルに最終的に反映した。

専門家チームは簡易的なスプレッドシートツールを新たに開発する等、高額なソフトウェアを所有していないDACGER外にも普及可能なツールの開発を行った。その理論（アルゴリズム）は、OJTを介し理解を得た。OJTとして、演習会を行い、課題を実施し、課題の実施の結果を討論する形の講習を実施することによりDACGERの能力を高めることができた。

2.10 リスク診断の実施（活動1-5）

プロジェクト開始以来2020年12月までに67箇所/目標50箇所のリスク診断を実施し、目標を達成した。本プロジェクト終了後もDACGERは、FOVIAL、地方自治体からの要請に応じ逐次追加する方針と

している。

67 箇所の内訳は、道路斜面（37 箇所）、道路横断溪流（16 箇所）、橋梁（14 箇所）である。被災確率評価、発災時の被害額の算定、年潜在損失額によるリスク算定を行った。

その他のリスク診断の OJT（演習・訓練）としては以下を実施した。

- GIS ソフトウェアによる地形解析
- 岩盤斜面解析・崩落シミュレーションソフトウェアによる解析
- 微動アレイ探査結果からの地震動速度の解析
- 構造解析ソフトウェアによる橋梁の耐震性評価解析
- 地震係数を取り込んだ斜面安定計算 Excel ツール（すべり面固定、円弧すべり）による斜面安定解析
- 3 次元レーザースキャナーの車載あるいはドローンによるデータ取得、データ処理、数値表層モデル（DSM: Digital Surface Model）、数値地形モデル（DTM: Digital Terrain Model）の作成の訓練
- ドローン空撮を利用した地すべり移動杭の動態観測
- 埋設管 CCTV ロボットカメラによる観察・診断

DACGER の道路インフラ（橋梁・道路斜面）の地震・非地震リスク診断能力の現状として、専門家の助言を受けながら主体的な実施が可能となっている。上記の OJT・演習の実施中に DACGER の質疑・意見を受け、対応を検討のうえ、リスク診断マニュアルに最終的に反映した。

2.11 豪雨災害、地震災害に対するリスクの総合評価と道路災害リスク削減事業の優先順位付け（活動 1-6）

2.11.1 道路災害リスク削減事業評価指標算定ツールの開発

道路災害リスク削減事業評価指標算定ツールは、道路災害リスク管理スプレッドシートツール (GeoMT) の一部として開発した。

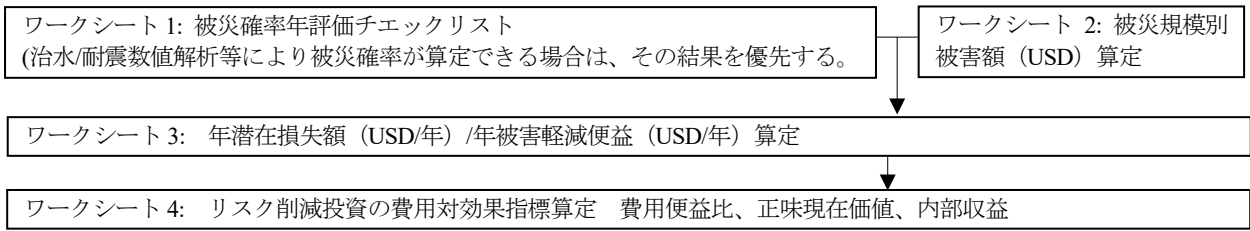
本プロジェクトでは、地震および非地震による道路災害のハザードおよびリスク削減投資のリスク、便益およびコスト便益分析の算定ツールを開発した。ここで、非地震災害とは、多くは豪雨に伴い発生する事象であるが、斜面の重力によるオーバーハング部等の経年的な弛み、切土の応力開放に伴う不安定化、風化や劣化による落石などの降雨に伴わない災害事象を含めた定義とした。このツールは、道路斜面、道路横断溪流、橋梁を対象とした。

この算定ツールの適用の目的は、道路災害リスク削減事業の投資効果と効率を費用・便益分析の結果を指標化して意思決定者に示すことによる道路のリスク削減投資の促進と合理化である。このツールは、耐震だけでなく、豪雨等非地震リスク削減にも供する。このツールの特長は、リスク削減投資効果を地震・非地震のリスクを一体化して評価することにより投資の妥当性を正当に評価するところにある。

任意の道路箇所の被災リスクと費用・便益分析は、以下の手順で行う。

- リスク（年潜在損失額:USD/年）は、各道路地点の地震および非地震による被害について別々に算定する。
- 次に、地震と非地震によるリスクを合算し個別道路箇所の値として評価する。
- さらに、年被害軽減便益(USD/年)を対策前後のリスクの差額として算定する。
- 年被害軽減便益とリスク削減対策の施工費用（USD）と年維持管理費用（US\$/年）値を用いて各道路箇所の費用便益分析を行う。

道路災害リスク削減事業評価指標算定ツールは、図 8 に示すとおり、5 つのワークシートで構成される。

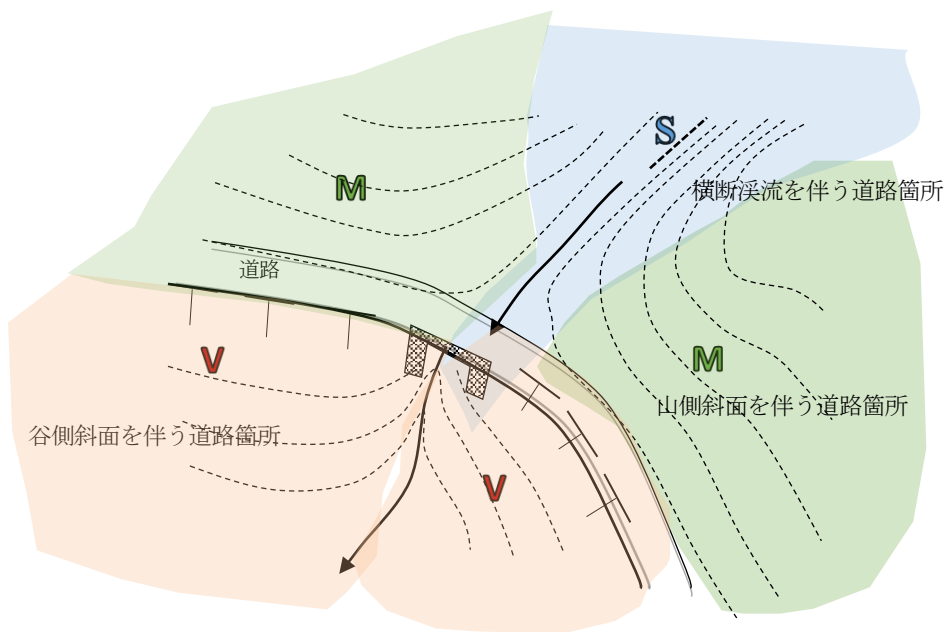


注：解析は矢印の流れで実施する。

出典：本プロジェクト

図 8 個別箇所の道路災害管理ツールの適用ワークフロー

道路災害リスク算定ツールは、図 9 に示す山側斜面を伴う道路箇所、谷側斜面を伴う道路箇所、横断溪流を伴う道路箇所について作成した。



出典：本プロジェクト

図 9 道路災害リスク算定ツールにおける評価箇所の位置区分

橋梁においては、図 10 に示す橋脚、橋台（起点側・終点側の別）、および上部工の各部位について算定しリスクを合算して評価する。

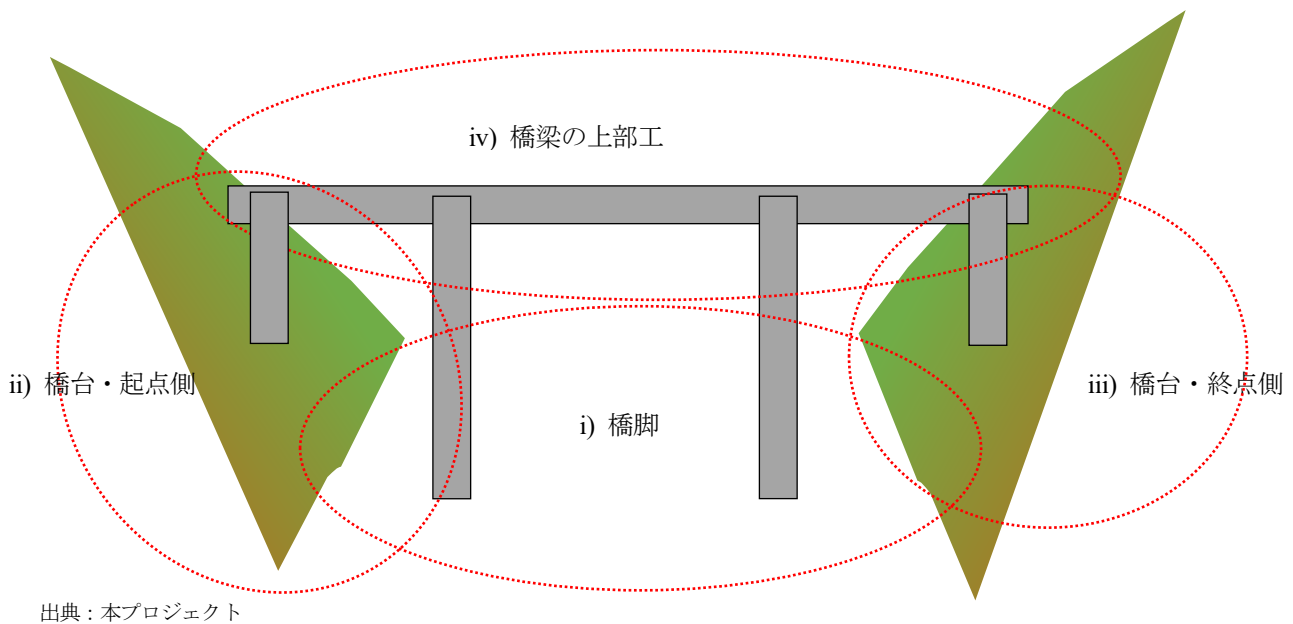


図 10 道路災害リスク算定ツールにおける橋梁評価部位区分

2.11.2 道路被災事象の被災確率年評価チェックリストの開発

道路被災事象の被災確率の箇所別の被災確率年評価チェックリストを開発した。被災確率年評価チェックリストは、表 21 示すように、道路箇所の災害発生源との位置関係別に 4 種（山側斜面を伴う道路箇所、谷側斜面を伴う道路箇所、横断溪流を伴う道路箇所、橋梁）とした。さらに橋梁は、部位別（橋脚、起・終点の橋台、上部工）に作成した。「横断溪流を伴う道路箇所」の被災確率年評価チェックリストは、洪水・土石流等の流動型災害因子が道路を横断する確率年を評価し、「橋梁」の被災確率年評価チェックリストは、橋梁構造物が、洪水・地盤災害や地震動により損傷・破壊する確率年を評価する。

豪雨等の非地震事象における被災確率年は、「山側斜面を含む道路区間」と「谷側斜面を含む道路区間」においては、道路を 3 段階の被災規模、「路側のみの被災」、「1 車線道路通行止め被災」、「2 車線道路通行止め被災」に対し評価する。被災確率年評価チェックリストにおいて 3 車線以上の道路通行止め被災の確率の算定機能は、統計的較正に供する相当規模の災害事例が少ないことから含めない。道路災害管理において 3 車線以上道路通行止め被災の評価は、必要に応じ「1 車線道路通行止め被災」、「2 車線道路通行止め被災」の被災確率年から外挿により算定する。

豪雨等の非地震事象における被災確率の横断溪流を含む道路区間、橋梁部位（橋脚、起・終点側橋台、橋梁上部工）に対しては、道路箇所および橋梁が被災する確率年を、「全幅員通行止被災」の被災規模のみに対して評価する。これは、「横断溪流を含む道路区間」と「橋梁部位」では被災が生じる横断水路の流過能力に対する水文的な限界流量、橋梁構造物の流水に対する抵抗において水理的な限界流速を超えた時点で直に「全幅員通行止被災」に相当する深刻な被災に至ると考えられることによる。

地震現象に対しては、始めに道路が被災に至る表面水平加速度（PGA: Peak Ground Accelation）の限界値を評価し、次に各箇所の PGA 限界値の確率年を評価する。本被災確率年評価チェックリストにおいて異なる被災規模に対する PGA 値を算定する機能は、統計的な較正に供する相当規模の災害事例が少ないことから含めない。限界 PGA に対する被災規模（「全幅員通行止め」、「1 部車線通行止め」等の評価は、各箇所の道路に隣接する斜面の高さや勾配等から評価する。橋梁においては限界 PGA を超えた段階で「全幅員通行止被災」と判断する。「横断溪流を伴う道路箇所」は、地震時に横断溪流を伴う道路箇所を

基点とする流域の溪岸からの崩土が溪流に入り、道路が洪水・土石流等の流動型災害により被災するシナリオにより評価を行う。

被災確率評価表では、点検項目に対し、二択、三択等の選択区分を選定する。例として、点検項目「道路山側斜面の傾斜角：SI」では、その選択区分は、「 $SI \geq 60^\circ$ 、 $60^\circ > SI \geq 45^\circ$ 、 $45^\circ > SI \geq 30^\circ$ 、 $30^\circ > SI$ 」の四択とする。点検項目「異常・変状（道路損傷の予兆現象）」では、点検細項目「路側斜面における小規模な崩壊・崩落の有無」、「倒木・傾動木の有無」等の選択区分を「該当、非該当」の二択とする。

チェックリスト項目の各選択区分には、非地震による被災の確率年スコア（年）と、地震による被災の最大表面加速度の限界値：限界PGA: Critical Peak Ground Acceleration スコア（gal）を配点した。各点検箇所での被災確率年あるいは限界最大表面加速度は、各選択区分に配点された確率年スコア（年）あるいは、限界PGA スコア（gal）の合計値として算定する。地震被災の確率年は、各道路箇所の限界最大表面加速度の算定値の発生確率年を別に開発した「確率論的地震ハザード評価ツール」を用いて算定する。

表 21 被災確率年点検・評価表の対象とする道路箇所と被災規模

道路箇所	評価する被災規模	
	豪雨等の非地震事象	地震現象
山側斜面を含む道路箇所 谷側斜面を含む道路箇所	3段階の被災規模に対し評価 - 路側のみの被災 - 1車線道路通行止め被災 - 2車線道路通行止め被災	1段階の被災規模に対し評価 - 道路斜面高さ、勾配、道路との離隔等に応じて被災規模を特定
横断溪流を含む道路箇所	1段階の被災規模に対し評価 - 橋梁構造や、脆弱部位、跨道橋・河川橋等の条件に応じて被災規模を特定	
橋梁	橋脚	
	起点側橋台	
	終点側橋台	
	上部工	

出典:本プロジェクト

本プロジェクトでは、被災確率年評価表において推定される被災確率年、限界最大表面加速度の精度向上に供するため、各選択分類に配点してある被災確率年スコア、限界最大表面加速度スコアを較正するスプレッドシートツール（Geo-MT Calib）を開発した。

この較正ツールは以下の機能を有する。

- 被災確率年あるいは限界PGA の実際値と被災確率年算定チェックリストによる算定値（点検表算定値）のデータベースを作成する。
- 上記データベースを元に実際値とチェックリスト算定値の残差平方和が最小化する、最適な選択区分への確率年スコア・あるいは限界表面最大加速度スコアを配点する。

被災確率年あるいは限界PGA の実際値とは以下により求めた値である。

- 豪雨に伴う被災事象時の、最短距離にある雨量計の降雨指標値の再現確率
- 地震被災事象の当該地点の最大地表面加速度（PGA）
- 落石・崩壊による被災等の繰り返し発生している被災事象の頻度
- 道路横断溪流において流動型災害因子（洪水・土石流等）の最大時流量が横断水路の流過能力を超える事象の水文学的確率年
- 道路谷側斜面の崩壊壁の道路への経年的近接速度から予想される被災までの年数
- 斜面安定計算による安全率から経験的換算式で求めた被災確率年
被災確率年 = $500(\text{安全率}-1)$
- 斜面安定解析から求められる限界PGA

2.12 費用対効果分析及び対策工法比較検討を通じた道路災害リスク削減事業の優先順位付け（活動 1-7）

2.12.1 想定被害額算定

リスク削減投資の対象となる想定被害額は、1)道路復旧費、2)道路交通被害損失、3)人身損失、4)車両損失、5)その他の損失を計上する仕組みとした。

その他の損失には、路側あるいは路面下の水道・電気・通信設備に係る損失、沿道の民間不動産、道路環境および周辺環境に係る損失が考えられる。これらを潜在的損失として計上しておくこと、道路災害リスク削減投資がその他のリスク削減効果を含む多目的事業となり、費用対効果や投資の妥当性が正当な形で大きくなる。こうした道路防災投資戦略の在り方についても被害災害算定を行う過程で議論した。

2.12.2 費用対効果分析と対策工法比較

費用対効果の分析は、箇所別に行う。算定ツールの入力データと出力データは、以下のとおりである。国際開発系銀行等が、世界の開発事業に用いている経済的割引率12%と評価期間20年を採用した。なお、算定ツールの機能としては、経済的割引率や評価期間は変更可能としている。

入力データ：

- リスク削減投資の項目、数量、単価、費用総額
- 年維持費額
- 年道路被災リスク軽減便益
- 経済的割引率（12%）

出力データ：

- 正味現在価値：NPV（年道路リスク削減便益から、リスク削減投資額と年維持管理費用を差し引いた値）
- 費用便益比：BCR
- 内部収益率：IRR

道路災害リスク削減事業の優先付けは、費用便益比：BCRによる序列を基本とした。限られた予算のなかで最大の効果を得るため、2020年1月30日に設立されたDACGERが事務局の中米道路防災技術研究会で募集し、登録した費用対効果の高い防災技術の適用した事業の効率化を図った。

なお、費用対効果から優先度が大きくても、事業規模が大きなもの、応急対策の先行、数年次に分けた実施企画、国際協力援助への要請を行った。

成果2に係る活動

成果2： 道路災害リスク削減事業に関する標準仕様書、設計要領、積算基準が作成される

2.13 道路災害リスク削減事業のための設計要領の作成（活動 2-1）

2.13.1 概要

以下に示す既往のエルサルバドル国あるいは、SIECAの設計基準には含まれていない道路災害リスク削減事業に係る基準を本プロジェクトで作成した。

- 建築構造安全基準 1996年11月7日発効
- 中米道路幾何設計基準（中米経済統合一般条約常設事務局：SIECA、2004年）
- 中米道路水文・水理技術マニュアル（JICA/中米運輸交通大臣会合：COMITRAN/SIECA、2016年）

表 22 設計基準の作成

番号	設計要領名	概要
1	道路排水施設の災害対策調査・設計要領	路面排水管の損傷による路面下空洞対策と道路冠水対策の調査・設計
2	道路の斜面災害対策工設計要領 (付録：地すべり計測マニュアル)	斜面保護工、斜面排水工、岩盤斜面災害対策 (付録：設計基礎条件の把握および監視のための地すべり計測手法)
3	橋梁の耐震設計要領	橋の耐震設計および耐震補強 (橋の水文・水理リスクに関しては、「中米道路水文・水理技術マニュアル初版、2016年」の中に含まれていたため対象外、同中米マニュアルの第2版の改訂活動を別途に実施)
4	中米道路リスク管理地盤・地震工学マニュアル(斜面編) 2019年初版	道路斜面の調査、リスク評価、対策工設計・施工、維持管理 本表番号2の「道路の斜面災害対策工設計要領(付録：地すべり計測マニュアル)」の内容を反映 本プロジェクトで開発した「道路災害管理スプレッドシートツール」の概要を付録に収録 2019年3月の中米運輸交通大臣会合(COMITRAN)で内容承認
5	中米道路水文・水理技術マニュアル 2021年第2版	本プロジェクト・フェーズ1の成果を取り込んでフォローアップとして作成された初版の、本プロジェクト支援による編集 本表番号1の「道路排水施設の災害対策調査・設計要領」の内容を反映 2021年5月のCOMITRANで内容承認
6	中米橋梁・カルバートリスク管理計画・設計マニュアル・ガイドライン 2021年初版	本表番号3の「橋梁の耐震設計要領」の内容を反映 2021年10月のCOMITRANで内容承認

出典：本プロジェクト

上記の整備効果は、道路災害リスク削減事業に係る効果・効率的な対策の企画と設計、設計瑕疵の回避である。

パイロット・プロジェクトを通じた試行的使用や、中米マニュアル編集作業で得た新たな知見を反映し、2021年12月に最終化した。

2.13.2 道路排水施設の災害対策調査・設計要領

設計要領の内容は以下のとおりである。

- 1章 路面下空洞対策：損傷調査、リスク評価、修繕方法
- 2章 道路冠水対策：降雨解析、流出解析、射流とその開水路設計、雨水貯留施設の設計計算

2.13.3 道路の斜面災害対策工設計要領 と 地すべり計測マニュアル

道路斜面对策工設計要領とその付帯技術資料の地すべり計測マニュアルの内容は、以下のとおりである。

道路の斜面災害対策工設計要領

- 1章 斜面保護工：斜面保護の目的、斜面保護工の選定、斜面保護工の設計
- 2章 斜面排水工：水文解析、表面排水工、地下排水工(水平排水)
- 3章 落石と岩盤斜面崩壊：対策の基本方針、落石対策工の分類、落石対策工の設計と施工、対策工の維持管理、岩盤斜面崩壊対策

地すべり計測マニュアル

地すべり計測方法、地盤伸縮計、抜き板計測、移動杭観測、孔内傾斜計、パイプ歪計、孔内水位観測(観測井戸)、地下水検層

2.13.4 橋梁の耐震設計要領

新橋の耐震設計と既往橋の耐震補強を含めた内容で編集した。

第1章 導入：背景、本要領の範囲

第2章 地盤調査

第3章 設計基準：設計方法、地震の確率年、地震動解析

第4章 橋の重要度の区分

第5章 耐震設計区分：下部構造への塑性化の考慮（上部構造は弾性体）、上部構造への塑性化の考慮（下部構造は弾性体）、免震構造（上下部構造は弾性体とし、支承に非線形性を考慮する場合）、応答修正係数

第6章 耐震補強工事

2.13.5 中米道路リスク管理地盤・地震工学マニュアル（斜面編）2019年初版

本プロジェクトの成果を取り込み、JICA エルサルバドル事務所、中米経済統合一般条約常設事務局（SIECA）と中米地域技術グループ（GTR）による編集を支援した。内容の構成を以下に示す。

第1章 概要：概要、方針、背景

第2章 初期的な地盤調査：道路計画における配慮基準、計画箇所の地表面踏査、資料・地形情報調査、地盤工学調査計画

第3章 斜面の地盤工学調査：現地視察調査、風化岩・土地盤の試掘調査、鉛直・斜孔掘削調査、地下水位観測孔仕上げと地下水流動検層、室内試験

第4章 斜面安定解析と安定化対策：安定解析、安定化手法、斜面保護・安定化工法、斜面排水工・地下水排水工、RMR（Rock Mechanics Rating）の適用事例

第5章 道路斜面对策工の維持管理と制御：維持管理対象範囲の決定、地すべり計測、活性化した地すべりの制御、斜面侵食問題、維持管理計画

第6章 リスク管理：リスク分析、地質・地盤ハザード

付録：道路災害管理ツール（本プロジェクト開発ツール）の概要

2.13.6 中米道路水文・水理技術マニュアル2021年第2版

本プロジェクトの成果を取り込み、JICA エルサルバドル事務所、SIECA と GTR による編集を支援した。内容の構成を以下に示す。

第1章 概要：前提、検証、目的、範囲、構成

第2章 現状分析：方法、結果

第3章 計画：道路の線形等計画時の考慮、事業箇所に係る解析と考慮、基礎データ、道路計画におけるリスク管理、リスク解析、道路周辺も考慮した統括的リスク管理、情報収集に係る考慮、参照情報

第4章 作業規模、流域・排水系、主要河床の特性、水象解析、降雨解析、最大流量算定、水文技術ツールに係る考慮、水文調査、参照情報

第5章 水理：初期的な考慮、道路排水工の類型、水理検討の要素、水理モデル、参照情報

第6章 道路・橋梁の保護工：導入、道路の侵食・土石流出対策、海岸・湖岸の侵食保護工、橋梁の保護工、既往橋梁の洗堀に対する補修、洗堀の水理的予測、参照情報

第7章 中米各国の水文・水理検討基準

第8章 用語解説

第9章 付録：ハリケーン・ Eta/Ota の移動、本マニュアル初版に係る分析、被災確率年チェックリスト（本プロジェクトで開発したもの）、気候変動を考慮した降雨強度評価手法、

2.13.7 中米橋梁・カルバートリスク管理計画・設計マニュアル・ガイドライン 2021年初版

本プロジェクトの成果を取り込み、JICA エルサルバドル事務所、SIECA と GTR による編集を支援した。内容の構成を以下に示す。

第1章 概要：背景、目的、範囲と制限、マニュアル・ガイドラインの構成

第2章 中米域内の現況分析：橋の構造に影響する自然事象、橋の概況、多用されている橋形状、脆弱性と外力、分析結果とリスク

第3章 気候変動要因：気候変動の影響、気候変動の展望と対処、橋・カルバートへの気候変動の影響、水文・水理的配慮、温室効果ガス削減による緩和策

第4章 計画：プロジェクト範囲、影響範囲、交通量検討、事業計画検証

第5章 橋の概観：使用材料、橋の部位、構造類型、橋類型の検証

第6章 概略検討と基本技術：検討範囲の特定、事業の影響範囲、地形・幾何学的検討、水文・水理的検討、地質・地盤調査、地盤の物理性状調査、地盤の地震動特性調査、環境影響調査、交通量調査と交通量予測

第7章 荷重の検討：橋の目的・戦略類型、類型区分に係る考慮事項、参考基準、設計荷重、橋の部位

第8章 橋、カルバートおよび類似構造物の設計：床板設計、梁設計、設計要件、上部構造施工方法の定義、橋台、橋脚、支圧と継手

第9章 材料標準、技術および施工考慮：施工手順、材料標準、設計考慮、拡張時および補強時の特例、施工事の管理

第10章 既設橋の問題点：橋梁部材の損傷、水理的損傷、地震動による損傷、火山リスク、人的加害による損傷、暴風雨時のリスク、修繕活動

第11章 既存橋梁の評価：施工・竣工時検査、橋の耐用年数、既存構造物の損傷度検査、橋梁の劣化・損傷度

付録：A. 橋梁情報（コスタリカ、ホンジュラス、パナマ）

B. 橋梁・カルバートの設計フローチャート

C. 橋梁設計プロセスの例

D. 橋梁・カルバートの建設品質の検証チェックリスト案

2.14 道路災害リスク削減事業のための標準仕様書の作成（活動 2-2）

エルサルバドルにおいて、道路工事の標準仕様書は、「中米経済統合一般条約常設事務局（SIECA）2004年：中米域の道路・橋梁建設の標準マニュアル」を使用している。この SIECA2004 は、米国運輸省連邦道路庁：FHWA（U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Federal 2003 年の連邦自動車道事業の道路・橋梁建設標準仕様書（Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges of Federal Highways projects FP-03）をその原書としている。この米国運輸省連邦道路庁は 2014 年に FP-03 を改定し FP-14 に更新している。

本プロジェクトは、FP-14 の西文翻訳を作成し、次に FP-14 に含まれていない、道路災害リスク削減に係る標準仕様書を作成した。表 23 に標準仕様書の作成内容を示す。

標準仕様書案は、パイロット・プロジェクト に供した。本プロジェクトおよび道路保全基金（FOVIAL）が実施した入札説明の参加業者からの質問、施工時の協議等に対応し改良した。

表 23 標準仕様書の作成

番号	分野	工種
1	道路工事全般	米国運輸省連邦道路庁 2014 年の連邦自動車道事業の道路・橋梁建設標準仕様書 FP-14 のスペイン語訳 舗装・斜面・橋梁を含めた道路の一般工事内容、材料仕様
2	排水工	地下式雨水貯留および調節施設、老朽化埋設管更新、明暗渠工、地下水排除ボーリング工、地下水排除ボーリング孔口保護ふとん籠工、地下水排除ボーリング孔の注水洗浄工
3	斜面災害対策	調査ボーリング、地下水位観測井戸、地すべりパイプ歪計設置工、落石防護柵工、落石防護網工、侵食防護植生基礎シート工、土壌藻類剤吹付侵食防護植生促進、ポリプロピレン長繊維・砂・セメント混入材吹き付け切土補強土工、ソイルセメント砂防堰堤工、土石流防護バリヤ工
4	橋梁災害対策	落橋防止工、橋脚補強工

出典：本プロジェクト

上記の整備効果として、道路災害リスク削減事業に係る施工品質の確保が期待される。

2.15 道路災害リスク削減事業のための積算基準の作成（活動 2-3）

積算基準の現況と課題について、建設業者、民間コンサルタント、エルサルバドル建設産業会議所（CASALCO）へのヒアリングを実施し、CASALCO が発行する工事単価本、公共事業副省計画局（DMOP）の一般工種の積算資料、公共事業副省公共事業建設維持局（DCMOP）雨水排水管布設工事単価資料を収集した。積算基準は、公共事業副省が作成していなかった表 24 に示す工種を対象として作成した。

作成の過程で、民間業者への質問表調査を実施した。道路斜面緑化の現況調査と種子・苗・芝販売および緑化施工業者への聞き取り調査を実施した。また、本邦・アメリカの資機材メーカーへの調査を実施した。中米道路防災技術研究会に登録された技術要約の資機材メーカーの提案の工事積算歩掛りを参照し、メーカーとの意見交換も行った。

工事を発注するための工事仕様書と積算の最終化を行う道路保全基金（FOVIAL）、地盤調査を発注する DACGER に対し、専門家チームはパイロット・プロジェクト に供する仕様書案の提供、面談や質問への回答を支援した。

パイロット・プロジェクト に供し、必要な改良を行った。特に、本業務再委託で実施した入札および見積競争で提出された金額入り工事数量表を参考にした。

上記の整備効果として、道路防災対策工の積算の円滑化と発注金額の妥当性の確保が期待される。

表 24 積算基準の作成

番号	作成対象	工種
1	排水施設工事	地下式雨水貯留および調節施設、老朽化埋設管更新、明暗渠工、地下水排除ボーリング工、地下水排除ボーリング孔口保護ふとん籠工、地下水排除ボーリング孔の注水洗浄工
2	斜面災害対策工事	地盤調査ボーリング、地下水位観測井戸設置工、地すべりパイプ歪計設置工、落石防護柵工、落石防護網工、侵食防護植生基礎シート工、土壌藻類剤吹付侵食防護植生促進工、ポリプロピレン長繊維・砂・セメント混入材吹き付け切土補強土工、斜面撒種工、斜面施肥工、ベチパー草植栽工、斜面張芝工、グラウンドアンカー工、コンクリートパネル壁補強土擁壁、ジオグリッド補強土擁壁、場所打杭工、コンクリート吹付工、斜面金網工、練石積備壁工、ジオセル擁壁工
3	溪流災害対策	ソイルセメント砂防堰堤工、土石流防護バリヤ工
2	落橋防止・橋脚補強対策工事	コンクリートコア掘削、アンカーボルト挿入、鋼製ブラケット（縁端拡幅）設置、コンクリート表面はつり（チップング）、鋼板巻き立て工、鉄筋コンクリート（RC）巻き立て工、現場溶接工、フーチングアンカー削孔

出典：本プロジェクト

2.16 標準仕様書、設計要領、積算基準の承認申請（活動 2-4）

標準仕様書、設計要領、積算基準は、パイロット・プロジェクト および中米マニュアルの編集ワークショップで得た新たな知見を基に最終化した。標準仕様書と設計要領は、最終化したものを DACGER 局長の決済を得て、DACGER の技術資料ポータルサイトにアップロードした。積算基準は、公共事業運輸省内の活用資料として一般公開資料から除外した。

以下の中米道路災害リスク管理マニュアル3種については、JICA エルサルバドル事務所、中米経済統合一般条約常設事務局（SIECA）、リスク管理と気候変動への適応のための中米地域委員会（CR-GRCC）の中米六箇国の地域技術グループ（GTR）によるワークショップでの編集協議と承認を経て、中米運輸交通大臣会合（COMITRAN）で承認された。

- 中米道路リスク管理地盤・耐震工学マニュアル斜面編 2019年初版（2019年3月15日 COMITRAN 承認）
- 中米道路水文・水理マニュアル 2021改訂2版（2021年5月19日 COMITRAN 承認）
- 中米橋梁・カルバートリスク管理計画・設計マニュアル・ガイドライン 2021年初版（2021年10月19日 COMITRAN 承認）

成果3に関する活動

成果3: パイロット・プロジェクト を通じて、DACGER の道路災害リスク削減事業のプロジェクトマネジメント能力が向上する。

2.17 道路災害リスク削減事業のパイロット・プロジェクト の選定（活動 3-1）

2.17.1 2017年9月29日第3回 JCC における8箇所の選定確認

DACGER が 2014 年に作成した災害リスク削減事業の中・長期計画とその後 MOPT 及び道路保全基金（FOVIAL）の優先対策箇所を含めて 8 箇所を対象とし、7つの構造物対策プロジェクトと3つの非構造物対策プロジェクトの選定を確認した（8箇所のうち非構造物対策のみ実施する箇所が1箇所、構造物対策と非構造物対策を両方行う箇所を2箇所企画した）。

エルサルバドル国の優先的な道路被災リスク箇所の特徴とその一般的な災害リスク削減手法の違いから、道路災害形態を次の8種に区分した。

i) 橋梁豪雨等非地震、ii) 橋梁地震、iii) 岩盤斜面崩壊、iv) 土石斜面崩壊、v) 地すべり、vi) 冠水、vii) 陥没、viii) (溪流横断箇所) 水・土石流動

パイロット・プロジェクト の箇所と内容の選定基本方針を以下を定めた。

- ① エルサルバドル国において代表的な道路被災リスクである8種の災害形態を網羅する。
- ② 8種の災害形態において、交通量が多く被害軽減効果の高い重要道路箇所を一つ選択する。
- ③ 非構造物対策（道路利用者への緊急情報）は、8種の災害形態のうち、人身被害の可能性の高い ii) 橋梁地震、iii) 岩盤斜面崩壊、viii) 横断溪流の水・土石流動 に適用する。

8種類の災害形態に対するパイロット・プロジェクト の効果（ねらい）は以下である。

i/橋梁豪雨等非地震：

- 橋梁の豪雨災害に対するリスク削減企画、非構造物対策運用、構造物対策設計・施工までの一連の技術向上
- DACGER が参加して作成した中米水文・水理技術マニュアル 2016年初版の適用の推進

ii/橋梁地震：

- 橋梁の地震に対するリスク削減企画、非構造物対策運用、構造物対策設計・施工までの一連の技術向上
- 内国調達可能な材料による落橋防止工法の推進

- 橋梁の地震時の道路利用者へ通行警報のシステムの企画・運用技術の向上

iii/道路岩盤斜面崩壊：

- 道路硬岩斜面のリスク診断、リスク削減企画、非構造物対策運用、構造物対策設計、施工までの一連の技術向上
- 落石通行危険警報システムの企画・運用技術の向上

iv/道路土石斜面崩壊：

- 道路土石斜面のリスク診断、リスク削減企画、非構造物対策運用、構造物対策設計、施工までの一連の技術向上
- MOPT が推進するグリーンインフラ事業として、施工性、切土量・用地範囲削減に資する緑化付帯切土補強土工法の推進

v/道路地すべり：

- 道路土石斜面の地震・非地震リスク診断、リスク削減企画、耐震構造物対策設計、施工までの一連の技術向上
- 小型ロータリー・パーカッション・ドリルによる MOPT 直営による地下水低下工法の適用の推進（活性化した地すべりに対する、緊急水抜きボーリング施工体制の確保）

vi/道路冠水：

- 道路冠水のリスク削減企画、対策設計、施工までの一連の技術向上
- DACGER が参加して作成した中米水文・水理技術マニュアル 2016 年初版の適用の推進
- 本事業を端緒とする道路冠水対策事業の下流域でのフラッシュ・フラッド削減に配慮した事業の推進

vii/道路陥没：

- 道路陥没のリスク削減企画、対策設計、施工までの一連の技術向上
- DACGER が参加して作成した中米道路水文・水理技術マニュアル 2016 年初版の適用の推進
- 本事業を端緒とする道路陥没に対する事前対策事業の推進

viii/水・土石流動

- 道路横断溪流のリスク診断、リスク削減企画、非構造物対策運用までの一連の技術向上
- DACGER が参加して作成した中米道路水文・水理技術マニュアル 2016 年初版の適用の推進

表 25 にパイロット・プロジェクト の災害種別の目的を整理した。

2.17.2 2019 年 9 月 30 日第 6 回 JCC における地すべり 1 箇所追加の確認

地すべり頭部が道路に重なり、大きな段差と沈下により交通障害が顕在化している箇所 1 箇所を、地すべり問題箇所として選定済み箇所よりも優先度が高いとのエルサルバドル側政府の方針を尊重し、追加箇所として確認した。

2.17.3 2021 年 6 月 3 日第 7 回 JCC における 6 箇所の追加

2020 年は、6 月 2 日に国家緊急事態宣言が出された熱帯低気圧アマンダの暴風雨等により、多くの道路災害が発生した。エルサルバドル国は、新型コロナウイルス感染症禍における財政を含めた困難の中で災害復旧に努めてきた。新型コロナウイルス流行下・後に、プロジェクトの上位目標「エルサルバドルにおける道路インフラの災害に対する脆弱性が低減される」の達成に向けて、費用対効果の高い道路防災技術の必要性が高まっている。このため、JICA が企業提案型事業（中小企業・SDGs ビジネス支援事業）で支援し、有効性を調査・検証した技術・資機材の本邦技術の適用を検討し、以下の 2 技術の適用しエルサルバドル国において検証し適応化する方針とした。

- 高エネルギー吸収型落石防護網（4000KJ 落石エネルギー対応）
- 土壌藻類表面侵食抑制・植生促進剤（BSC-1）

さらに、この 2 技術も含めた費用対効果の高い技術の採択、災害改良復旧、道路斜面緑化による道路環境改善や濁水抑制による海岸等の水環境も含めた周辺環境の保全等の多目的な事業の推進が有効と考えられる。これらの端緒とするため、新たに 6 箇所のパイロット・プロジェクト を企画し、JCC で確認し

た。

表 25 パイロット・プロジェクト と目的

番号	目的のカテゴリ	災害形態の番号							
		i 橋梁 豪雨等 非地震	ii 橋梁 地震	iii 岩盤 斜面崩壊	iv 土石 斜面崩壊	v 地すべり	vi 冠水	vii 陥没	viii 水・土石 流動
1	各災害形態のリスク削減企画、非構造物対策運用、構造物対策設計・施工までの一連の技術向上 ○：非構造物対策と構造物対策 △：非構造物対策のみ ◇：構造物対策のみ	◇	○	○	◇	◇	◇	◇	△
2	中米経済統合機構：中米水文・水理技術マニュアル 2016 年初版の適用の推進	○					○	○	○
3	豪雨時の道路利用者への非構造物対策の企画・運用技術の向上	○	○						○
4	内国調達可能な材料による工法の創出・推進		○						
5	新規工法の試験施工		○		○				
6	本事業を端緒とする新たな対策事業の創出・推進（フラッシュ・フラッド緩和・道路陥没等）						○	○	
7	新規工法の標準化				○				
8	技術基準（仕様書、設計要領、標準仕様書）へのフィードバック	○	○	○	○	○	○	○	○

出典：本プロジェクト

2.17.4 2021 年 11 月 3 日第 8 回 JCC における 3 箇所追加

2021 年 6 月 3 日の第 7 回 JCC 以降、追加箇所として 2020 年の被災箇所 1 箇所、2021 年雨季被災箇所 2 箇所の計 3 箇所を対策の優先順位が高い災害リスク削減事業として企画・設計・積算・工事仕様書の作成を実施した。これらの 3 箇所をパイロット・プロジェクト に含め、計 18 箇所とした。

2.17.5 パイロット・プロジェクト の概要

18 箇所のパイロット・プロジェクト について図 11 に位置図、表 26 に一覧、添付資料 7 にパイロット・プロジェクト 写真集を示す。

表 26 パイロット・プロジェクト 一覧

災害類型記号： 災害類型	サイト 番号	プロジェクトサイト
PN: 橋梁豪雨等非地 震	PN1	中米連系国道3号東線 モトチコ川、チャラテナンゴ県サン・バルトロ町、2017年被災橋梁 (新設橋梁名: プロスペリダド橋)
PS: 橋梁地震	PS1	首都圏国道南49番街路、エルマノ・ビエンベニード・ア・カサ高架橋、サンサルバドル市
DR: 岩盤斜面崩壊 4箇所	DR1	中米連系国道1号西線、19.1~20.1キロ、ラ・リベルタ県コロソ町、ロス・チョロス
	DR2	(2021年6月追加箇所その1)、国内国道5号線、4.7~5.4キロ区間、起点~ハグアール二階層交差点、サンサルバドル市
	DR3	(2021年6月追加箇所その2)、中米連系 国道4号南線、15キロ、ラ・リベルタ県、サラゴサ市、サンフランシスコ地区
	DR4	(2021年6月追加その3)、中米連系国道4号南線、サーフシティ道、33キロ (サーフシティ橋起点側)、ラ・リベルタ県、ラ・リベルタ市
DS: 土石斜面崩壊 3箇所	DS1	中米連系国道4号南線、8キロ、ラ・リベルタ県、サラゴザ市、バーリージョ行政区
	DS2	(2021年6月追加その4)、サーフシティ道、34キロ (サーフシティ橋終点側)、ラ・リベルタ県、ラ・リベルタ市
	DS3	(2021年11月追加その1)、中米連系8号西線、アウアチャパン県、アウアチャパン町、ラス・チナマス (国境ポスト) 行政区
DL: 地すべり 3箇所	DL1	サンサルバドル県内国道 SAL38 号線 25 キロ、サンサルバドル県デルガド市
	DL2	(2019年9月追加箇所)、中米連系国道3号東線、125キロ、カバニャス県センステンペケ市
	DL3	(2021年11月追加その2)、チャラテナンゴ県内国道 CHA8 号線、中米連系3号東線交差点から8キロ、チャラテナンゴ県コマラバ町
IN: 冠水	IN1	首都圏国道メルリオット大通り、ラ・リベルタ県サンタテクラ市とサンサルバドル県 アンティグオ・クスカトラン市境界
HU: 陥没	HU1	首都圏国道北 87、89 番街路、サンサルバドル市、エスカロン住宅街
FL: 水・土石流動 (溪流横断箇 所) 4箇所	FL1	首都圏国道北 75 番街路、サンサルバドル火山ラス・ラハス・メヒカノス溪流交差点、サンサルバドル県メヒカノス市
	FL2	(2021年6月追加その5)、中米連系国道1号西線、18キロ、ロスチョロス・ウオーターパーク、リベルタ県コロソ町
	FL3	(2021年6月追加その6)、国内国道5号線、10キロ、サンサルバドル市サンマルコス町
	FL4	(2021年11月追加その3)、サンサルバドル県内国道 SAL37 号線、サンサルバドル火山テラプレレン溪流交差点、サンサルバドル県ネハバ町

出典：本プロジェクト

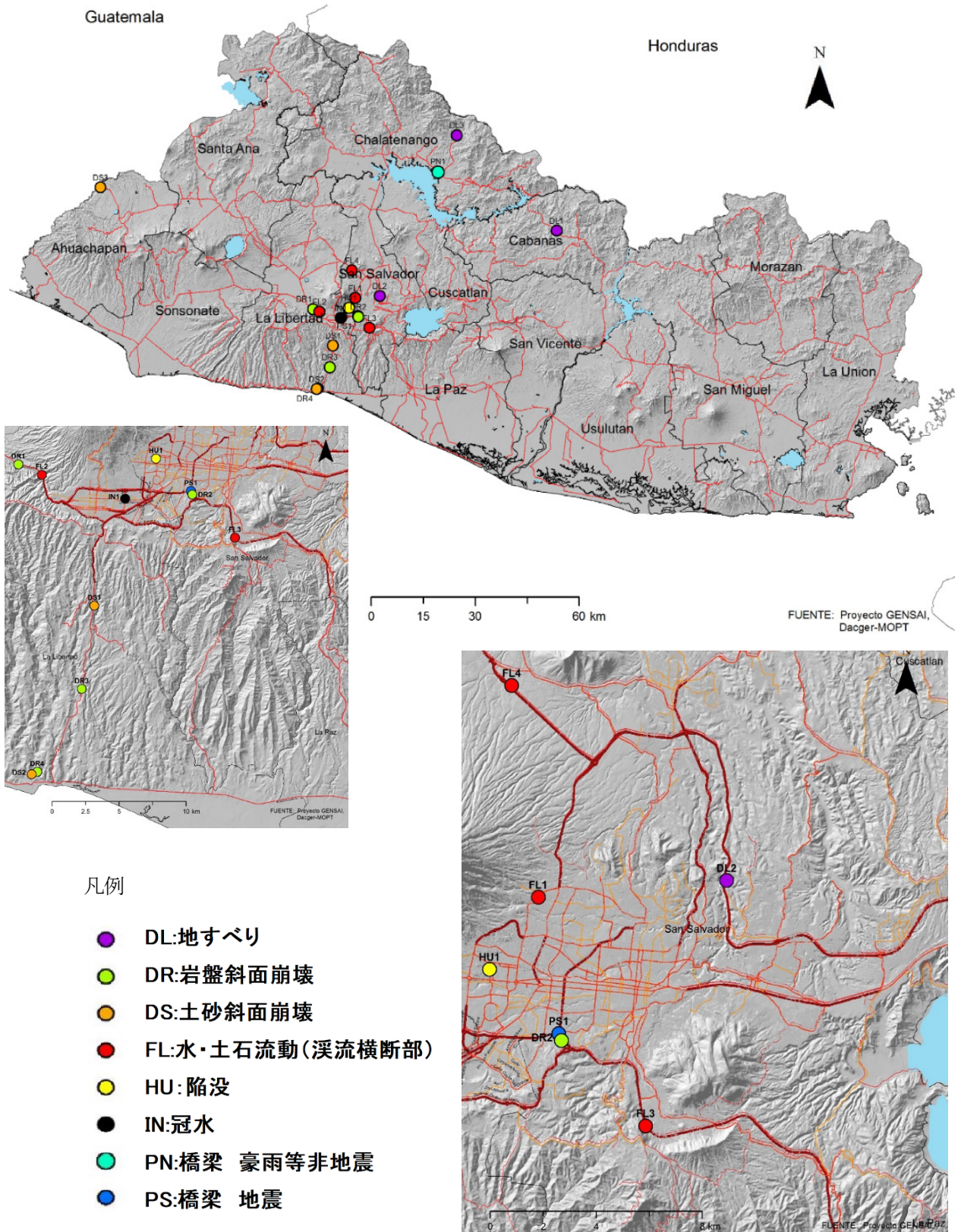


図 11 パイロット・プロジェクト位置図

出典：本プロジェクト

2.18 環境社会配慮にかかる調査(重要な環境社会影響項目の予測・評価及び緩和策、モニタリング計画の作成) (活動 3-2)

すべてのパイロット・プロジェクトについて、JICA ガイドラインに定められた環境社会配慮に基づき、環境社会配慮面からの代替案の比較検討を実施した。いずれのプロジェクトも道路線形の変更は無く環境社会の影響は軽微であるが環境影響評価 (EIA) を必要とせず簡易なアセスメント、省内の社会管理部 (GS) の必要に応じた利害関係者との調整で事業実施が可能となる。

EIA、簡易住民移転計画 (ARAP) 案の手法については、実際のパイロット・プロジェクト では必要としないが、DACGER へ手法についての技術提供を行った。2018 年 3 月 2 日の道路災害管理セミナーで DACGER から 8 箇所のパイロット・プロジェクト に関する検討事例をエルサルバドル国の関係者に講演した。

パイロット・プロジェクト 18 箇所に關わる環境チェックリストを選定時に逐次作成した。

環境モニタリングは、施工前、施工中、施工後に各 1 回以上実施した。施工期間が長いものは、6 か月に 1 回実施した。環境モニタリング結果は Monitorinmg Report に掲載するとともに、DACGER のウェブページで公開した。

2.19 標準仕様書等に基づくパイロット・プロジェクト の発注 (活動 3-3)

パイロット・プロジェクト の発注について表 27 に整理して示す。

基本の体制としては、DACGER が入札図書案を作成し、FOVIAL が実施機関となり、入札図書を最終化したうえで、新聞公示により入札を実施した。DACGER は、入札の過程を通じ、入札説明会にも参加し FOVIAL を支援した。

地震動検層用ボーリング 1 件、地下水位観測孔設置 1 件、地盤調査ボーリング 1 件、強震時警報 2 件、洪水・土石流予警報 1 件、土壌藻類剤・侵食防止緑化基礎マット・金網工 1 件、地下水排水管洗浄 1 件、地下水位自記水位計設置 1 件、地下水排除ボーリング 1 件については、本業務 JICA 専門家チームが仕様書を作成し、実施機関となり、DACGER と伴にパイロット・プロジェクト を発注した。

その他の形態としては以下がある。

- PN1: 中米連国道 CA03E 号線 モトチョコ川箇所: 2017 年 6 月の豪雨による橋脚沈下箇所で、市民保護防災減災基金 (FOPROMID) が適用された。本プロジェクトは被害調査、緊急迂回路、橋梁架け替えまでの過程で技術支援を行った。設計、施工仕様書、積算は FOVIAL が民間委託により行なった。この民間委託業者に対し、本プロジェクトから面談による技術助言を行った。
- DR1: 中米連系国道 CA1W 号線、19.1~20.1 キロ、ロスチョロス岩盤斜面区間: 2016 年より FOVIAL が民間委託により設計と工事仕様書の作成を行った。本プロジェクトは、設計、施工仕様書、積算に供する技術資料を提供し、FOVIAL の設計・工事仕様書、積算を行う民間委託業者には面談による技術支援を行った。
- DS3: 中米連系国道 CA8E 号線、ラス・チナマス区間: DACGER が施工仕様書を用意したが、施工は、MOPT 内公共事業建設維持局 (DCMOP) の直営作業員が行う予定である。
- DL1: 国道 SAL38 号線 25 キロ: 既存地下水排除ボーリングの破断が確認されたため、本プロジェクトは地盤の電気比抵抗トモグラフィを実施したうえで追加地下水排除ボーリングの企画を行うことを提言した。この実施は 2022 年を予定するが、実施機関は未定である。
- IN1: メルリオット大通り: 本プロジェクト 2016 年に中央分離帯公園地下に本邦技術のプラスチック式地下水貯留調節施設を導入する企画を行った。エルサルバドル政府は、2017 年 5 月に本邦の社会経済開発無償に「現地組み立て式プラスチック雨水地下貯留槽資材」の調達を要請を行った。本プロジェクトは 2018 年に再委託費で調査ボーリングを実施した。2019 年に日本国際協力システム (JICS) による地下水貯留槽資材の調達が入札不調になった。エルサルバドル政府は、落石対策の緊急度が高いとして、雨水地下貯留槽資材から落石対策資材への流用を要望し、日本政府側は了解した。当地の冠水対策事業は、米州開発銀行 (IDB) 資金により実施されることとなった。公共事業運輸省 (MOPT) のプロジェクト事務所が実施機関となり施工仕様書を作成のうえ 2020 年に発注し、施工が完了した。

- HU1：北 87、89 番街路、サンサルバドル、エスカロン：DCMOP が、直営で老朽化埋設管更新を行った。
- FL1：北 75 番街路、ラス・ラハス・メヒカノス溪流：本プロジェクトは溪流砂防施設の企画を作成した。事業規模が大きいことから、国際協力機関に要請を行う予定である。
- FL2：中米連系国道 CA1W 号線、18 キロ、ロスチョロス・ウォーターパーク：本プロジェクトは溪流治水砂防施設の設計、工事仕様書に作成、積算を実施した。DCMOP 直営で 2022 年の 3 月までの乾季内で施工する予定である。
- FL3：国道 SAL38 号線、テラプレン溪流：本プロジェクトが溪流治水砂防施設の企画を作成した。事業規模が大きいことから、国際協力機関に要請を行う予定である。

表 27 パイロット・プロジェクトの発注

サイト番号	プロジェクトサイト	対策区分	仕様書作成	実施機関	資金源 エ：エルサルバドル 日：日本 未：未定		発注年次	実施年次
PN1	CA3E モトチコ川	仮設河川横断迂回路/ 橋梁架替	FOVIAL	FOVIAL	エ	FOPROMID	2018	2018
PS1	南 49 番街路 高架橋	地震動検層用 ボーリング孔	JICA 専門 家チーム	JICA 専門家 チーム	エ	本業務再委託	2018	2018
		落橋防止構造	DACGER	DACGER	エ	費用対効果的に優先度が低く当面事業化しない		
		強震時警報	JICA 専門 家チーム	JICA 専門家 チーム	日	本業務再委託	2017,2019, 2021	2017~2021
DR1	CA1W 19.1~20.1 キロ、ロス・チョロス	岩盤斜面防護 網/柵	FOVIAL	FOVIAL	エ	FOVIAL	2017,2018, 2019	2017~2019
		強震時警報	DACGER	JICA 専門家 チーム	日	本業務再委託	2019, 2021	2019~2021
DR2	RN5、4.7~5.4 キロ	落石防護柵・ 網	DACGER	FOVIAL	エ	FOVIAL	2021	2021~2022 (予定)
DR3	CA4S、15 キロ、サラゴザ市サンフランシスコ	落石防護柵	DACGER	FOVIAL	エ	FOVIAL	2021	2021~2022 (予定)
DR4	サーフシティ 道、33 キロ	長繊維・砂・セメント混合材 吹き付け切土 保護	DACGER	FOVIAL	エ	FOVIAL	2021	2021~2022 (予定)
DS1	CA4S、8 キロ、サラゴザ市バリージョ	落石防護柵	DACGER	FOVIAL	エ	FOVIAL	2021	2021~2022 (予定)
DS2	サーフシティ 道、34 キロ	土壌藻類剤・ 侵食防止緑化 基礎マット・ 金網工	DACGER	DACGER	日	DACGER	2021	2021
DS3	CA8E、ラス・チナマス	落石防護柵	DACGER	DCMOP	エ	DCMOP 直営	2022 (予定)	2022 (予定)
DL1	SAL38 号線 25 キロ、デルガド市	地下水位観測 井戸設置	専門家チ ーム	専門家チ ーム	エ	本業務再委託	2018	2018
		沈下部舗装修繕	FOVIAL	FOVIAL	エ	FOVIAL	2019	2019
		路側明暗渠工	DACGER	FOVIAL	エ	FOVIAL	2020	2020
		地下水排水管 洗浄	DACGER	JICA 専門家 チーム	日	本業務再委託	2021	2021

サイト番号	プロジェクトサイト	対策区分	仕様書作成	実施機関	資金源 エ：エルサルバドル 日：日本 未：未定		発注年次	実施年次
		追加地下水排除ボーリング	DACGER	DACGER	エ	未定	2022 (予定)	2022 (予定)
DL2	CA3E、125 キロ、センスンテペケ	調査ボーリング・地下水観測井戸、パイプ歪計設置	DACGER	DACGER	エ	DACGER	2000	2000
		自記水位計設置	DACGER	JICA 専門家チーム	日	JICA 専門家チーム	2021	2021
		地下水排除ボーリング/抑え盛土	DACGER	FOVIAL	エ	FOVIAL	2022 (予定)	2022 (予定)
DL3	CHA8 号線、コマラバ	地下水排除ボーリング	DACGER	JICA 専門家チーム	日	本業務再委託	2021	2021
		ふとん籠擁壁路側明暗渠工	DACGER	DACGER	エ	FOVIAL	2022 (予定)	2022 (予定)
IN1	メルリオット大通り	地下雨水流出調整地	JICA 専門家チーム	JICA 専門家チーム	日	米州開発銀行借款	2018	2018
			MOPT プロジェクト事務所		エ	米州開発銀行借款	2020	2020
HU1	北 87、89 番街路、サンサルバドル、エスカロン	老朽化埋設管更新	MOPT 直営 DCMOP		エ	MOPT	逐次の維持管理	
FL1	北 75 番街路、ラス・ラハス・メヒカノス溪流	溪流治水砂防施設	DACGER	未定	未	未定	未定	未定
		洪水・土石流予警報	DACGER	JICA 専門家チーム	日	本業務再委託	2019,2021	2019~2021
FL2	CA1W、18 キロ、ロスチョロス・ウォーターパーク	溪流治水砂防施設	DACGER	DCMOP	エ	DCMOP 直営	2022	2022 (予定)
FL3	RN5、10 キロ、サンマルコス町	土石流補足工	DACGER	FOVIAL	エ	FOVIAL	2021	2021~2022 (予定)
FL4	SAL37 テラプレレン溪流、ネハバ町	溪流治水砂防施設	DACGER	未定	未	未定	未定	未定

CA3E:中米連系国道3号東線、CA1W：中米連系国道1号西線、CA4S:中米連系国道4号南線、RN5:国内国5号線、SAL38:サンサルバドル県内国道38号線、CHA8：チャラテナンゴ県内国道8号線、FOVIAL：道路保全基金、IDB:米州開発銀行、DCMOP：公共事業建設維持局、FOPROMID：市民保護防災減災基金

発注年次および施工年次伴に各年1月1日～12月31日

発注年次に複数年記載は、年度別の別発注

出典：本プロジェクト

2.20 標準仕様書等に基づくパイロット・プロジェクトの実施・監理（活動3-4）

本プロジェクトは、①企画/概念設計、②概算費用の積算と予算申請、③道路災害緊急情報システムに係る関係機関との調整、④仕様検討、⑤機材選定、⑥設計・積算支援、⑦施工監理支援を実施してきた。

上記、①～⑦に係る DACGER と日本人専門家の主な活動を表 28 に示す。

表 28 パイロット・プロジェクトに係る DACGER と日本人専門家の主な活動

番号・内容	DACGER および FOVIAL、 MOPT 内関連部署	日本人専門家
① 企画/概念設計	パイロット・プロジェクト 候補 箇所提案、現地調査 対策基本方針の起案	企画/概設計に係る協議、現地調査同行、概略設 計計算と DACGER/FOVIAL への説明協議
② 概算費用の積算と予算申請	概算費用の積算、 省内予算申請	積算項目、数量に係る提案
① 道路災害情報システムに係る 関係機関との調整	確認連絡、会議設定、レター発行、 会議参加	DACGER への助言、調整会議参加
② 仕様検討	対案の仕様検討	仕様検討
③ 機材選定	起案	対案提示
④ 設計・積算	DACGER・FOVIAL 間の調整	設計・積算資料作成 DACGER、FOVIAL および FOVIAL の委託業 者との設計協議
⑤ 施工監理	DACGER・FOVIAL 間の調整	技術支援

出典：本プロジェクト

上記に示すとおり、一連のパイロット・プロジェクトの実施活動は、DACGER 主体で進めてきた。事業の実施は一部米州開発銀行 (IDB) 借款により実現したものもある。施工の事業主は FOVIAL あるいは MOPT 内の施工監理事務所である。DACGER は施工時の視察、助言を行ってきた。また、DACGER は、企画化に際し、JICA 専門家、FOVIAL 等 MOPT 内関連部署、IDB、エルサルバドル投資前基金 (FOSEP) と意見交換を行っており、相互理解が得られてきた。これらの活動を通じてプロジェクトの企画準備 (リスク診断)、企画、設計段階での能力が向上した。

2020 年 2 月 3 日～7 日の 5 日間、経済社会開発無償により供与されたロータリー・パーカッション・ドリルの操作指導が DACGER に対し行われ、本プロジェクト専門家も参加した。

また、これらの形式知化のため、斜面リスク管理、任意箇所の確率年別地表面最大加速度算定計算ツールに係るウェブ教材の作成を行っている。

表 29 に各パイロット・プロジェクト 毎の活動内容を示す。

表 29 各パイロット・プロジェクトの活動内容

災害リスク形態	プロジェクト箇所 (プロジェクト箇所番号)	リスク削減方針	パイロット・プロジェクト 活動 エルサルバドル側資金による活動
橋梁 豪雨等非 地震	CA3E、サンバルトロ 市、チャラテナンゴ県 モトチコ川 2017 年 6 月 被災橋梁 (新橋梁名：プロスペ リダ橋)	・橋梁改築	・ <u>FOVIAL による、仮設洗い越し迂回路建設、新橋梁の対策設計、 新橋梁建設、2018 年 10 月完成</u>
橋梁 地震	首都圏国道南 49 番街 路、モニュメント・エ ルマノ・ビエンベニー ド・ア・カサ高架橋、サ ンサルバドル市	・強震時警報 ・落橋防止構 造 (沓座拡幅)	・調査ボーリング ・地盤の地震動速度検層および地表から微動探査による検層、 強地震時警報システム機材調達、設置 ・落橋防止構造/沓座拡幅の企画 (費用対効果的に優先度が低く 事業計画に移行しない)
岩盤斜面 崩壊	CA1W、距離程 19.1 キ ロ～20.1 キロ区間 ラ・リベルタ県コロ ン市ロス・チョロス区間	・落石防護 ・強地震時警 報	・レーザー (LiDA) による地形調査 ・ <u>FOVIAL による対策工設計</u> ・ <u>FOVIAL による落石防護工事 2017 年-2019 年 0.634km</u> ・強震時警報システム機材調達・設置 ・高エネルギー吸収型落石防護柵工の設計・積算・工事仕様書準 備 (道路拡幅、高架橋事業との一体化の方針に転換し廃案)

災害リスク形態	プロジェクト箇所 (プロジェクト箇所番号)	リスク削減方針	パイロット・プロジェクト活動 <u>エルサルバドル側資金による活動</u>
			・ <u>道路拡張、高架橋、防災事業の企画</u>
	RN5、距離程 4.7～5.4 キロ 区間、サンサルバドル市 起点～ハグアール立体交差点区間	・ 落石防護	・ 高エネルギー吸収型落石防護柵および網工の企画、設計、積算、 施工仕様書準備、特殊資材の調達 ・ <u>FOVIAL による施工(本プロジェクト後に継続)</u>
	CA4S、距離程 15 キロ、 ラ・リベルタ県サラゴサ市 サンフランシスコ行政区		・ 高エネルギー吸収型落石防護柵工の企画、設計、積算、 施工仕様書準備、特殊資材の調達 ・ <u>FOVIAL による施工(本プロジェクト後に継続)</u>
	ラ・リベルタ県内国道サーフ・シテイ道、 距離程 33 キロ斜面(サーフ・シテイ橋 起点側)、ラ・リベルタ市	・ 軟岩斜面の侵食防止と緑化	・ 長繊維、セメント混入砂吹付切土補強土工約 5000m ² と土石侵食防止・ 緑化基礎シート敷設工 2000m ² の企画、積算、工事仕様書準備、 特殊資材の調達 ・ <u>FOVIAL による切土補強土の施工(本プロジェクト後に継続)</u> ・ 土石侵食防止・緑化基礎シート敷設工事
土石斜面崩壊	CA4S、距離程 8 キロ斜面、 ラ・リベルタ県サラゴサ市エル・ パリージョ行政区	・ 抜け落ち型落石対策	・ 長繊維、セメント混入砂切土補強工の企画、設計、積算 (他の 適性優位箇所への資材転用のため廃案) ・ 高エネルギー吸収型落石防護柵工の企画、設計、積算、 施工仕様書準備 ・ <u>FOVIAL 施工(本プロジェクト後に継続)</u>
	ラ・リベルタ県内国道サーフ・シテイ道 34 キロ斜面、(サーフ・シテイ橋海岸側、 ラ・リベルタ県ラ・リベルタ市	・ 土石侵食防護植生促進	・ 土壌藻類剤の散布あるいは土石侵食土石侵食防止・ 緑化基礎シート敷設の企画、設計、積算、 施工仕様書準備、特殊資材調達 ・ 上記の施工と植生状況モニタリング
	(追加その1) CA8W、ラスチナマス行政区、 エルサルバドル/グアテマラ国境、 アウアチャパン県/町	・ 抜け落ち型落石対策	・ 高エネルギー吸収型落石防護柵工の企画、 設計、積算、施工仕様書準備、 特殊資材の調達
地すべり	SAL38、距離程 25 キロ、 サンサルバドル県デルガド市	・ 道路と排水施設の修繕、 維持管理	・ 調査ボーリングおよび地下水位観測調査 ・ レーザー (LiDA) による地形調査 ・ <u>FOVIAL による道路体の亀裂、沈下修繕</u> ・ <u>FOVIAL による土石流堆積の除去、 道路側溝修繕、明暗渠化</u> ・ 既存地下水排除水平ボーリングの注水洗浄による 機能回復の企画、発注、施工管理
	CA3E、距離程 125 キロ、 カバニャス県、センスンテペケ市	・ 地下水排除工と抑え盛土工	・ <u>DACGER による調査ボーリング</u> ・ パイプ歪計および地下水位モニタリング ・ 雨量観測 ・ 対策工の企画、設計、積算、 施工仕様書の準備
	CHA8、CA3E 分岐から 8 キロ、コマラパ町、チャラテナンゴ県	・ 地下水排除工 ・ 道路脇擁壁、 明暗渠工	・ 対策工の企画、設計、積算、 工事仕様書作成、特殊資材調達 ・ 地下水排除ボーリング
冠水	メルリオット大通り、 ラ・リベルタ県サンタテクラ市/ サンサルバドル県アンティグオクスカトラン市	・ 道路排水強化 ・ 雨水一時貯留型排水施設	・ 道路冠水履歴インタビュー調査 ・ レーザー (LiDA) による地形調査 ・ 地盤状況の標準貫入試験、 ボーリング調査 ・ 中央分離帯公園へのプラスチック式 雨水一時貯留型排水施設企画 ・ 特殊機材調達は中断し、 他箇所落石対策機材を優先調達 ・ <u>MOPT による IDB 借款の持続的都市冠水 対策事業 (2020 年 1 月～7 月) として完成</u>
陥没	首都圏国道北 87、89 番 街路、サンサルバドル	・ 埋設雨水管の更新と大型	・ レーザー (LiDA) による地形調査 ・ 埋設管 CCTV ロボットカメラによる 点検

災害リスク形態	プロジェクト箇所 (プロジェクト箇所番号)	リスク削減方針	パイロット・プロジェクト 活動 <u>エルサルバドル側資金による活動</u>
	市、エスカロン地区	化、交差点等への雨水貯留施設の併設 (都市型フラッシュ・フラッド対策)	・ <u>DCMOP</u> による陥没、路面変状箇所の埋設管取り換え
鉄砲水・土石流動	首都圏国道北 75 番街路、サンサルバドル火山ラス・ラハス・メヒカノス溪流横断箇所	・洪水・土石流予警報システム ・洪水・土石流防護堰堤	・洪水/土石流警報システムの企画と運用 ・観測、ICT 機材の調達 ・溪流への水位計/CCTV 観測所設置 ・LED 道路情報板上下線 2 箇所、下り車線側に気象計設置 ・ソイルセメント洪水土石流防護堰と上流支谷 2 箇所の土石透過型防護工の企画
	CA1W、距離程 18 キロ、ロスチョロス・ウォーターパーク、コロ市、ラ・リベルタ県	・洪水・土石流防護	・土石流防護バリアとソイルセメント堰堤による洪水調節・沈砂地堰堤の設計、積算、工事仕様書の作成(観光省の被災公園施設の完全復活方針への転換により廃案) ・上流溪流部への洪水/土石流防護ソイルセメント堰堤への設計、積算、工事仕様書作成
	RN5、距離程 10 キロ、サンサルバドル県サン・マルコス市	・土石流防護工	・土石流防護バリアの設計、積算、工事仕様書作成、特殊材料の調達 ・ <u>FOVIAL</u> による施工 (本プロジェクト後に継続)
	SAL37、サンサルバドル火山テラプレレン溪流横断箇所、サンサルバドル県ネハパ町	・洪水土石流防護工	・ソイルセメント洪水土石流堰堤企画

CA3E:中米連系国道3号東線、CA1W:中米連系国道1号西線、CA4S:中米連系国道4号南線、RN5:国内国5号線、SAL38:サンサルバドル県内国道38号線、CHA8:チャラテナンゴ県内国道8号線、FOVIAL:道路保全基金、IDB:米州開発銀行、DCMOP:公共事業建設維持局

成果4に関する活動

成果4: 道路防災にかかるリスク診断並びに道路災害リスク削減事業の実施にかかるプロジェクトの成果が国内外で共有される

2.21 MOPT と国民の間のプロジェクトの進捗・成果に関する情報伝達と強化 (活動 4-1)

標記に関わる活動は、表30に示すとおりである。この他に日常的な活動として、DACGERのウェブページ (<http://dacger.mop.gob.sv>) でプロジェクトで実施したセミナーのスライドやマニュアル類の成果を公開した。

また、JICAエルサルバドル事務所のFacebook、MOPTのTwitter等で、逐次、プロジェクト活動状況の写真記事が配信されている。

2020年7月31日にDACGERのウェブページ内に、中米道路防災技術研究会のウェブページ (<http://dacger.mop.gob.sv/index.php/centro-de-descargas/documentos-gettrgvc>) を開設した。2021年12月現在、登録技術は19件となった。2021年6月には、14件の技術を紹介した技術情報誌も作成して費用対効果の高い道路防災技術の広報を行った。

表30 MOPT と国民の間のプロジェクトの進捗・成果に関する情報伝達と強化活動

実施月日	活動内容
2016年9月	9月12日にキックオフイベント・JCC・記者会見と併せて実施した。キックオフイベントは100人規模となった。記者会見は、20名程度の報道関係者の取材。

実施月日	活動内容
2016年10月 ～ 2017年2月	プロジェクト・リーフレットによる広報を実施した。
2017年3月	3月17日 JCC・セミナー開催前に記者会見を行った。
2017年 4月～7月	地すべり対策工のポスター・スケールモデルを作成し、中米地質会議等で展示公開した。
2017年 8月～9月	MOPT 内コミュニケーション・ユニットと協議し、パイロット・プロジェクト 候補サイトの対策イメージ図、イメージ・リーフレット、展示広報材料を用意した。 地すべり対策工の断面スケールモデルを作成し、コスタリカ国の山岳道路シンポジウムでの講演（本業務専門家）と展示で活用した。 2017年9月29日「リスク診断セミナー」の企画・講習内容準備、広報材料作成、実施、参加者アンケートの取り纏めを行った。 セミナー実施前に記者会見を行った。
2017年10月 ～ 2018年1月	MOPT によるパイロット・プロジェクト 関連の広報資料の作成を行った。
2017年 10月24日	MOPT 大臣、副大臣、DACGER による首都圏 49 Avenida Sur, モニュメント・エルマノ・ビエンベニド・ア・カサ高架橋地震動モニタリングに係る現地視察・広報へ協力した。
2018年 2月～3月	2018年3月2日「リスク管理セミナー」の企画・講習内容準備、広報材料作成、実施、参加者アンケートの取り纏めを行った。セミナー実施前に記者会見を行った。
2018年6月	JICA エルサルバドル事務所のプロジェクト広報 DVD の撮映を受けた。
2018年 12月15日	在エルサルバドル日本大使館プレスツアーで、国道1号西線ロス・チョロス岩盤斜面对策に係る広報を行った。
2018年 4月27日 ～ 4月29日	エルサルバドル建設技術（建設・住宅・機械・環境）エキスポ、エルサルバドル建設産業会議所：CASALCO 主催の MOPT ブースにおいて、地すべり対策工のスケールモデルの展示等の広報活動を実施した。
2018年 5月～9月	地すべり地下水排除工と道路災害リスク管理の技術ポスターを複製し更新した。
2018年 8月～9月	パイロット・プロジェクト ポスター/リーフレットを更新した。
2018年 11月21日～22日	サルバドル建設研究所 第5回持続可能な都市フォーラム 2.0 於：中米大学ホセ・シモン・カニヤス、プロジェクト紹介ブース展示（ポスター・展示・リーフレット配布）、講演「サンサルバドル首都圏の都市交通 MOPT の視点」MOPT 公共事業担当副大臣、DACGER4名、専門家2名が参加し、約250名の技術者に対し広報を行った。
2018年 10月10日～ 2019年 4月30日	エルサルバドル大学の学生・インターンを受け入れ（2名 x100時間）、地震リスク解析および環境モニタリングを DACGER と共にを行った。 地表面最大加速度-確率年解析、LiDAR、ドローン空中写真図化、道路災害リスク削減プロジェクトの環境社会配慮モニタリング
2018年 12月7日、15日	首都圏市街国道75 アベニダ・ノルテのメヒカノス・ラス・ラハス道路横断溪流洪水・土石流災害情報システムの溪流水位/CCTV 観測所の設置の地方政府/住民説明会を実施した。
2019年 1月7日～ 10月31日	ヘラルド・バリオス大学（サンミゲル市）学生卒業研究 技術支援、道路防災ケース・スタディ研究支援（国道1号線サン・ビセンテ市内区間、DACGER3名を実施した。この成果を本プロジェクト主催の2019年9月30日のセミナーで学生により発表した。
2019年 1月～5月	JICA エルサルバドル事務所と DACGER 編集による書籍、エルサルバドル公共インフラのリスク管理（Gestión de Riesgo de Desastres en la Infraestructura Pública de El Salvador）ISBN 978-99961-334-2-8 の発行、同広報ビデオを作成した。2019年5月30日に出版記念式典（Lanzamiento del documento gestión del riesgo en la infraestructura publica de El Salvador, Construyendo Infraestructuras Resilientes）に参加した。式典では、DACGER 局長/専門家チーム総括プレゼン、広報ビデオの放映、大臣記者会見が行われた。
2019年 6月9日	本プロジェクトが支援したヘラルド・バリオス大学の学生3名による「道路防災リスク評価・対策の費用と効果評価研究（国道1号線サン・ビンセンテ区間）」の成果発表を行った。DACGER1名、本プロジェクト専門家チーム総括が講評を行った。
2019年 7月3日	11月5日世界津波の日の事前イベントとして、9月10-11日“The world tsunami day 2019, high school summit in Hokkaido, Japan”にエルサルバドルから参加する5名の高校生が参加者に対し、在エルサルバ

実施月日	活動内容
8月29日	ドル日本大使館からの依頼で事務所からの情報提供として、本プロジェクトからの講演を7/3にDACGERと緊急オペレーションセンター(COE)とともにいった。8/29の大使公邸での壮行会に、専門家チーム総括/DACGER3名/MOPT緊急オペレーションセンター長が参加し壮行の言葉を贈った。
2019年 10月30日～ 31日	エルサルバドル建築研究所(ISC)の第6回持続可能な都市フォーラム(参加型、包括的、回復力のある開発に向けて)に後援参加し、DACGER3名が国内技術者約150名に展示ブースにおいて、プロジェクトストーリー冊子、技術資料の配布等の広報を行った。
2019年 11月10日	首都圏市街国道アベニダ・ノルテ75のメヒカノス・ラス・ラハス道路横断溪流洪水・土石流災害情報システムMOPT大臣の視察に同行し、MOPTの広報活動に協力した。
2020年 1月30日	JICA中小企業海外展開支援「エルサルバドル国高エネルギー吸収型落石防護網工法の適用促進基礎調査」と本プロジェクトが協業し、中米道路防災技術研究会を設立した。研究会は産・学から提供される技術をDACGERが運営する技術閲覧サイトに登録し、中米に適合させたうえで普及することを目的としている。発起人署名とMOPT大臣署名、大臣とDACGER局長の記者会見が行われ、10以上のメディアから報道があった。
2020年 2月27日	在エルサルバドル日本大使館の報道機関現地説明ツアーで、以下の2つのパイロット・プロジェクト箇所をDACGERと専門家チーム主任が案内した。 <ul style="list-style-type: none"> ●中米連系国道1号西線(CA01W)ロスチョロス岩盤斜面 ●首都圏市街国道アベニダ・ノルテ75、メヒカノス・ラス・ラハス道路横断溪流洪水・土石流災害情報システム ●MOPT敷地内で、中米連系国道3号東線(CA03E)カバニャス県センステンテペケ市地すべりの水抜きボーリングで使用を予定しているロータリー・パーカッション・ドリルのMOPT/DACGER要員による試掘デモを行った。 また、上記に係る技術リーフレットを作成し配布した。2020年3月上旬に本プロジェクト成果が4新聞社により報道された。
2020年 3月3日	JICA本部委託の広報邦人カメラマンによるMOPT敷地内での専門家とC/Pによる事務所内での討議活動とロータリー・パーカッション・ドリル(水抜き水平ボーリング)の運転訓練の状況写真撮影を受けた。
2020年 5月～7月	道路斜面安定解析・対策工に係るe-ラーニング教材を作成した。
2020年6月	2019年6月～2020年5月までの新政権下の1年間の業務活動報告書2019-2020の本プロジェクト部分を作成した。
2020年6月	中米道路防災研究会ニュースレター「中米の道路防災」を発行した。
2020年 7月30日～	2020年7月30日のMOPT大臣、副大臣(公共事業副省)、公共事業副省長官とのウェブ会議では、MOPT側からパイロット・プロジェクトの成果を基に半年に1度の技術情報誌発行が提案され企画・編集を開始した。
2020年8月	本邦の技術情報月刊誌「舗装」の海外便りに、専門家チーム総括が、「エルサルバドル 中米の道路防災」を投稿し、2020年8月号に掲載された。
2020年 11月23日～ 27日	デジタル技術情報誌(中米道路防災技術研究会の技術情報14件)を作成し、ウェブページに掲載した。エルサルバドル建設研究財団(ISC)主催中米道路防災研究会第7回持続的都市フォーラムを後援し、DACGERからの講演の中で広報した。
2021年 4月～8月	国立エルサルバドル大学工学部と中米大学ホセ・シモン・カニャスの卒論生4名をインターンシップとしてDACGERが受け入れ、本プロジェクト関係の活動を含めたOJTを実施している。4名のインターンシップの配置した。(活動内容)は、技術調査課3名(ドローン空撮による地すべり動態観測等)、地盤工学課1名(大規模浸食問題調査等)、排水課2名(道路埋設管CCTVロボットカメラ検査等)である。
2021年6月	DACGER技術情報誌No.2発行(No.1は2015年に本プロジェクトフェーズ1の成果を中心に発行された) 1.強靱なインフラ構築に係る新たな視点 2.公共事業省の大規模事業 3.リスクと気候変動管理 4.プロジェクトGENSAI2(本プロジェクト)の活動 5.中米道路防災研究会の登録技術13件
2021年11月16日～11月18日	本プロジェクト広報ビデオを作成し、DACGERウェブページに掲載した。エルサルバドル建設研究財団(ISC)主催中米道路防災研究会第8回持続的都市フォーラムを後援し、フォーラムで広報ビデオを公開した。

出典：本プロジェクト

2.22 DACGER 講師による、地方自治体やインフラ関係機関に対する、プロジェクト成果にかかる技術的な水平展開の支援 (活動 4-2)

これまでの標記に関わる活動は、表 31 に示すとおりである。この他に日常的な活動として、DACGER のウェブページ (<http://dacger.mop.gob.sv>) でプロジェクトで実施したセミナーのスライド、マニュアル類の成果を公開している。なお、DACGER が講師となって実施した第 3 国との技術交換に係わる内容は表 32 国内外の公共インフラ事業に従事する技術者間の交流に示した。

表 31 DACGER 講師による、地方自治体や地方自治体やインフラ関係機関に対する、プロジェクト成果にかかる技術的な水平展開

実施月日	イベント名	技術的な水平展開の内容	本プロジェクトからの参加	水平展開対象技術者
2017年 3月17日	第1回道路防災管理セミナー 開催地: サンサルバドル 主催: 本プロジェクト	講演 「プロジェクト GENSAI の概要」 「パイロット・プロジェクト 候補サイトのリスク削減技術」 「道路斜面リスク診断」 「橋梁リスク診断」	DACGER 15名 専門家チーム3名	エルサルバドル技術者 約80名
2017年 7月18日	2017年 ASIA 週間シンポジウム インフラの脆弱性 主催: エルサルバドル建築家・技術者協会 (ASIA)	講演 「首都圏における地震動の予測」	DACGER 1名 専門家チーム2名	エルサルバドル技術者 約40名
2017年 7月25日	主催第2回道路防災管理セミナー 道路災害リスク診断・リスク削減対策 開催地: サンサルバドル 主催: 本プロジェクト	DACGER 5名、専門家チーム2名による講演 「岩盤斜面の崩壊解析」 「地震ハザード解析」 DVD「JICA の防災協力 (本プロジェクトの内容を含む)」 「道路箇所別のリスク (年潜在損失額) 算定」 「緑化付帯切土補強土工法の紹介」	DACGER 16名 専門家チーム3名	エルサルバドル技術者 約20名
2017年 9月29日	第3回道路災害管理セミナー 道路災害リスク診断、 開催地: サンサルバドル 主催: 本プロジェクト	DACGER 5名、専門家チーム2名による講演 「プロジェクト GENSAI2 の進捗 (2017年3月～7月)、1.リスク診断マニュアル、2.パイロット・プロジェクト の選定とスケジュール」 「道路箇所の年潜在損失額の算定」 「地震等による斜面崩壊シミュレーション」 「橋梁地震災害リスク」 「表面最大加速度 (PGA)」の解析 ポスター・リーフレットの作成展示	DACGER 15名 専門家チーム3名	エルサルバドル技術者 約75名
2017年 10月2日	環境天然資源省セミナー 開催地: サンサルバドル 主催: 環境天然資源省	本プロジェクトパイロット・プロジェクト の成果講演 「道路洪水・土石流警報の企画」 専門家チーム倉岡 千郎「地震を起因とする地すべりの機構とリスク削減」	DACGER 5名 専門家チーム1名	環境天然資源省 約15名
2017年 10月5日～ 10月6日	第7回インフラ技術・建築学会議 (強靱なインフラシンポジウム) 開催地: サンサルバドル 主催: 中米大学サン・シモン・カニャ	DACGER による5件の講演 「構造安全性に関する災害後評価」 「岩盤斜面崩壊の解析」 「ロス・チョロス岩盤斜面崩壊に関する交通リスク管理」 「災害リスク情報管理システム」 「水理解析と災害リスク削減」 JICA 専門家による基調講演	DACGER 5名 専門家チーム1名	エルサルバドル技術者/学生 約300名

実施月日	イベント名	技術的な水平展開の内容	本プロジェクトからの参加	水平展開対象技術者
	ス	「リスク解析手法と地震荷重による斜面の挙動」		
2018年 3月2日	第4回道路災害管理セミナー 開催地: サンサルバドル市 主催: 本プロジェクト	DACGER/専門家 講演4件 「プロジェクト GENSAI2 の進捗 (2017年10月~2018年2月)、 「道路災害管理計画手法」 「道路斜面のリスク管理」 「橋梁の損傷・崩壊リスク管理」 「道路冠水・陥没リスク管理」 「道路災害管理リスク削減に係る環境社会配慮」	MOPT 大臣 DACGER 15名	国内技術者 約65名
2018年 3月16日	エルサルバドル大学特別講義、リスク管理 開催地: サンサルバドル 主催: JICA エルサルバドル事務所	DACGER/専門家 講演2件 「インフラのリスク管理に供する先端技術と技術成果品」 「地震動評価と橋梁の耐震解析」	DACGER 3名 専門家1名	学生 約40名
2018年 9月21日	第5回道路災害管理セミナー 開催地: サンサルバドル 主催: 本プロジェクト	DACGER/専門家 講演4件 「プロジェクト GENSAI2 の進捗 (2018年3月~2018年8月)、 「斜面の地震時の安定性」 「橋梁の地震時の安定性」 「道路の水災害リスク削減」 「道路災害管理に係る地理情報解析」	MOPT 公共事業担当副大臣 DACGER 15名 専門家7名	国内技術者 約50名
2019年 10月3-4日	工学・建築学会議 (CONIA) 2018、 開催地: サンサルバドル 主催: UCA: 中米大学ホセ・シモン・カナス	DACGER / 本プロジェクト専門家によるプレゼンテーション 専門家基調講演: 「学際的アプローチによる意思決定プロセスの要因に関する研究」 DACGER 「亀裂延長と摩擦角が岩盤崩壊の到達距離に与える影響」	DACGER 1名 専門家1名	エルサルバドルとニカラグアの政府関係者を含む技術者および建築家約150名
2019年 4月29日	第6回道路災害管理セミナー 開催地: サンサルバドル 主催: 本プロジェクト	DACGER および専門家から6本の講演 「地すべり変位の監視の最新技術」 「日本の道路災害リスク管理ケーススタディ」 「エルサルバドルの国道の自然災害管理マスタープラン」 「国道 CA04S リベルタド道路のエル・フテ川架橋の荷重テストの分析と結果」 「ラス・ラハス溪流の災害情報システム」 「中米道路インフラ地盤・地震工学マニュアル」	DACGER 15名 本プロジェクト専門家チーム総括	行政、大学関係技術者約80名
2019年 5月30日	「エルサルバドル国の道路防災管理 ISBN 978-99961-334-2-8」出版記念式典 (第7回道路災害管理セミナー) 開催地: サンサルバドル 主催: JICA エルサルバドル事務所/公共事業運輸住宅都市開発省	DACGER 局長/専門家チーム主任プレゼン、広報ビデオの映写、DACGER によるパネルディスカッション、大臣記者会見	DACGER 15名 本プロジェクト専門家チーム総括	行政、大学関係技術者約90名

実施月日	イベント名	技術的な水平展開の内容	本プロジェクトからの参加	水平展開対象技術者
2019年9月30日/	第8回道路災害管理セミナー 開催地: サンサルバドル 主催: 本プロジェクト	「中米道路インフラリスク管理地盤・地震工学マニュアル(斜面編)」普及 SIECA/DACGR/専門家 講演6件 「第1章 全体側面」 「第2章 初期の活動と地盤工学調査」 「第3章 斜面調査」 「第4章 斜面の安定解析と安定工」 「第5章 道路斜面の維持管理と対策」 「第6章 リスク管理」	DACGER 15名 本プロジェクト専門家チーム2名	行政、大学関係技術者約50名
2020年1月30日	第9回道路災害管理セミナー 主催: 本プロジェクト	MOPT エルサルバドル、DACGR/専門家 講演3件 DACGER 局長 「中米道路防災技術研究会の趣旨と、活動内容の説明、技術情報登録様式の説明」 主任専門員「道路災害リスク削減のあり方」 JICA 中小企業支援高エネルギー吸収型落石防護網工法の適用促進基礎調査団員「費用対効果の高い、高エネルギーに対応する強靱な落石防護網工法の適用の提案」 第1回ワークショップ「高エネルギー吸収型落石防護網」	DACGER15名 本プロジェクト専門家チーム総括/副総括+1名 JICA 中小企業支援事業高エネルギー吸収型落石防護網工法の適用促進基礎調査団3名	行政、大学関係技術者約50名
2020年11月23日~27日	第7回持続的都市フォーラム 主催: エルサルバドル建設研究財団(ISC) (オンライン)	講演: DACGER 地盤工学課「中米連系国道1号西線(CA01W)の道路災害リスクと対応と中米道路防災技術研究会の登録技術」	DACGER1名 本プロジェクト主任専門家	行政、大学関係技術者約90名
2021年6月2日/サンサルバドルとオンライン	第10回道路災害管理セミナー(DACGER 技術情報誌発刊) 主催: 本プロジェクト	DACGER 局長「DACGERの技術情報誌」の発刊 主任専門家「中米道路防災研究会登録技術の活用」 DACGER 技術調査担当副局長「2020年の極端な水文気象現象による道路インフラへの影響評価とデータ分析」 DACGER 地盤工学課員「ロス・チョロス観光センターにおける土石流災害の特徴」 DACGER 橋梁・カルバート課員「沿岸地域の保全活動」 DACGER 排水担当副局長「ロボットカメラを用いたチャグワイテ川流域の河岸地形解析とコロニア・サンタ・ルシアの構造物パイプライン見直しプロジェクト」	DACGER13名 専門家チーム2名 JICA エルサルバドル事務所3名 インターンシップ学生6名	エルサルバドル関係者70名
2021年7月21日	「中米道路インフラ水文・水理マニュアル第2版」のエルサルバドル国内大学向けウェブ講習会		DACGER 講師1名 JICA エルサルバドル事務所2名	学生150名
2021年11月3日	第11回道路災害管理セミナー(DACGER 技術情報誌発刊) 主催: 本プロジェクト	DACGER 局長「GEBSEIの成果とDACGERのGENSAI後の活動」 主任専門家「中米道路防災研究会登録技術の活用」 ドン・ボスコ大学 電気先端技術研究所部長「道路防災情報システム」 施工管理専門家「パイロット・プロジェクトで適用された汎用性と費用対効果の高い道路	DACGER13名 専門家チーム2名 JICA エルサルバドル事務所3名	エルサルバドル関係者80名 日本からの中米道路防災技術研究会メンバーオンライン参加3名

実施月日	イベント名	技術的な水平展開の内容	本プロジェクトからの参加	水平展開対象技術者
		防災対策 DACGER 橋梁・カルバート担当副局長「中米道路インフラ水文・水理マニュアル第2版」 DACGER 橋梁・カルバート課員「中米橋梁・カルバートのリスク管理計画・設計マニュアル・ガイドライン初版」 専門家チーム補助員 JICA 地震・津波修士卒業講演「確率的地震動評価」		
2021年 11月17日	第8回持続的都市フォーラム 主催:エルサルバドル建設研究財団(ISC) (オンライン)	講演: DACGER 技術調査課「国家的災害リスク管理支援ツールと手法」 DACGER 橋梁・カルバート担当副局長「都市部のカルバートへの水文気象現象リスク管理基本計画ガイドラインの適用」	DACGER2名	行政、大学関係技術者約90名

出典: 本プロジェクト

以上において、MOPT/DACGER の主体的な活動が多く認められた。

2.23 国内外の公共インフラ事業に従事する技術者間の交流 (活動 4-3)

本プロジェクト主催のセミナー等においてプロジェクトの成果の共有を行った。このうち国内の技術者間の交流で、主として DACGER が講師を勤めたものは前項の表 31 に示した。以下の表 32 には、専門家チームが講師の主体となった技術者間の交流、中米 6 カ国が参加した交流、あるいは国外での技術者間の交流について示した。

表 32 国内外の公共インフラ事業に従事する技術者間の交流

実施月日	イベント名	交流内容	本プロジェクトからの参加	交流先技術者
2016年 12月19日	チリ国・エルサルバドル国のインフラのリスク防御講演会 開催地: サンサルバドル 主催: エルサルバドルエンジニア・建築家協会 (ASIA) /エルサルバドル国公共事業運輸住宅都市開発省 (MOPT)	DACGER 局長による基調講演 ●リジリエンスなインフラ戦略	DACGER 2名 専門家チーム 1名	エルサルバドル国、チリ国の技術者約40名
2017年 5月31日	道路の災害マネジメントに関する国際ワークショップ 開催地: 東京 主催: 世界道路協会 (PIARC) 災害マネジメントに関する技術委員会 (TCE.3) /アジア・オーストラレイシア道路技術協会 (REAAA)	主任専門家講演 ●JICA のエルサルバドル国への技術支援: Risk estimation and cost-benefit analysis for road locations for both non-seismic and seismic events	主任専門家	道路技術者約90名
2017年 5月31日～ 6月3日	建設技術展覧会-インテリジェンス都市 開催地: ホンジュラス・サンペドロスーラ 主催: ホンジュラス建設業商工会議所(CHICO)、ホンジュラス・エンジニアリング協会 (CICH)、ホンジュラスコンサルタント業商工会議所 (CHEC)	DACGER 2名講演 ●エルサルバドル国におけるインフラの強靱化プロジェクトの活動と成果のブース展示	DACGER 2名 専門家チーム 1名	ホンジュラス国の技術者等約120名
2017年 6月5日	第13回中米地質会議 (XIII Congreso Geológico de América Central) /サンサルバドル噴火 100	斜面診断専門家基調講演 ●地上合成開口レーダーによる	DACGER 10名	中米の地質・地盤工学技術者、

実施月日	イベント名	交流内容	本プロジェクトからの参加	交流先技術者
～ 6月9日	周年記念会議 開催地：サンサルバドル 主催：会議事務局 事務局：エルサルバドル国環境天然資源省(MARN)	る火山活動に伴う山体変形の観測 ●地震の斜面の脆弱性診断 斜面診断専門家特別講義 ●斜面の脆弱性診断 DACGER 講演 ●サンサルバドル首都圏の高架橋での地震動評価 ●サンサルバドル火山ラス・ラハス・メヒカノス溪流での道路洪水・土石災害予警報 地すべり対策としての地下水排除工の事業例のポスターと地すべりスケールモデルの展示	専門家 5名	学生等 約200名
2017年 6月8日	TV (12チャンネル) の朝の情報番組 JICA エルサルバドル事務所広報活動	専門家 TV 情報番組出演 ●火山活動に伴う山体変形の観測、斜面の脆弱性診断	専門家 1名	エルサルバドル国 TV 視聴者
2017年 7月12日外	地震動速度検層・微動アレイ探査講習	地震動専門家室内/現地講習 ●地震動速度検層 ●微動アレイ探査	DACGER 12名	環境天然資源省 3名、MOPT 計画・設計局 約5名
2017年 9月4日、5日	コスタリカ国山岳道路セミナー 開催地：コスタリカ国サンホセ 主催：コスタリカ国地盤工学協会 (JICA 共催)	主任専門家講演 ●斜面安定工の設計と施工 ●山岳道路の維持とリスク管理 DACGER が作成した地すべり対策工 (実施例) のスケールモデルの展示	専門家チーム 1名	コスタリカ国技術者 中南米の専門家 約300名
2017年10月 10日	MOPT 調査開発局への出張講演 開催地：サンサルバドル 主催：本プロジェクト	斜面診断専門家講演 ●斜面リスクの調査解析手法	DACGER 3名 専門家チーム 1名	調査開発局 5名
2017年10月 20日	首都圏陸橋における地震計、地盤の動的物性調査の現地記者会見 開催地：サンサルバドル 主催：MOPT	DACGER、専門家チームによる地震動加速度計計測、ボーリング孔内検層、微動アレイ探査 (地盤 30m 深度、速度測定) のデモンストレーション	MOPT 大臣・公共事業担当副大臣 DACGER 3名 専門家チーム 2名	報道関係者約 10名
2017年 11月14日	特別講義 開催地：サンサルバドル 主催：中米大学ホセ・シモン・カニヤス	斜面診断専門家特別講義 ●高速地すべりの解析に供する室内試験	DACGER 3名 専門家チーム 2名	学生等約 50名
2017年 11月15日～ 11月16日	道路保全基金(FOVIAL)第5回技術フェア 開催地：サンサルバドル、 主催：道路保全基金 (FOVIAL)	専門家と DACGER による講演 ●道路災害リスクマネジメント ●地震を起因とする地すべり	DACGER 1名 専門家チーム 2名	FOVIAL 関係者 約200名
2017年 11月23日	エルサルバドル政府からの本邦留学生 (MOPT/環境天然資源省 MARN) 懇談会 開催地：日本国つくば市 日本工営株式会社中央研究所、 主催：本プロジェクト	DACGER/専門家インフラの耐震技術に係る技術対話	DACGER 1名 専門家チーム 3名	エルサルバドル政府からの本邦への留学生 2名

実施月日	イベント名	交流内容	本プロジェクトからの参加	交流先技術者
2017年 11月23日～ 11月25日	災害レジリエンス構築のための科学技術国際フォーラム 2017 (Global Forum on Science and Technology for Disaster Resilience 2017) 開催地：日本国 東京都、主催：日本学術会議 (SCJ)、国連国際防災戦略事務局 (UNISDR)、国際科学会議 (ICSU)、災害リスク統合研究 (IRD) R)、国立研究開発法人土木研究所 (PWRI)、国立研究開発法人防災科学技術研究所 (NIED)	MOPT/DACGER 本プロジェクトの成果のポスター展示	元 MOPT 大臣、 DACGER 局長	フォーラム参加者 約 200 名
2017年 11月27日	世界防災フォーラム/防災ダボス会議【JICA 主催セッション】「持続可能な開発に向けた防災への事前投資」 開催地：日本国仙台市、 主催：JICA	MOPT/DACGER フォーラムへのパネラーとしての参加	元 MOPT 大臣、 DACGER 局長	世界フォーラム JICA セッション参加者 約 200 名
2017年 12月15日	プレスツアー(中米連系国道1号西線ロス・チョロス岩盤斜面防災対策視察) 開催地：ラ・リベルタ県、コロン市、 主催：在エルサルバドル日本大使館	DACGER/専門家による説明 ●ロス・チョロス岩盤斜面对策の企画の紹介 ●国道1号線 ロス・チョロス岩盤斜面の崩壊シミュレーションの紹介 ●リーフレット等広報資料の配布	MOPT 大臣、 公共事業担当副大臣、 DACGER 6名	報道関係者 約 15 名
2018年 3月19日 ～ 3月23日	防災リーダーシッププログラム(予防、準備、災害への注意のための早期警戒とリスク管理情報の組織・利用者関係論) 開催地：サンサルバドル市 主催：ジョージ・ワシントン大学災害脆弱性回復力研究所	DACGER パネラー参加、本プロジェクトの道路道路情報システムを含めた成果の技術的な水平展開	DACGER 1名	中米大学関係者、ニカラグア/エルサルバドル政府関係者 約 50 名
2018年 5月16日	第4回 国際工学・建築会議 建設設計と生産に係る工学・建築分野の環境課題 開催地：エルサルバドル国 サンミゲル市 主催：GERARD) O BARRIOS 大学	主任専門家講演 ●道路の地震・非地震ジオ・ハザード管理スプレッドシートツール	DACGER 1名 専門家 1名	学者、技術者、 学生 約 1,000 名
2018年 6月23日	合同セミナー 開催地：ミャンマー国 ネピドー 主催：ミャンマー建設省/日本土木学会 (JSCE)	斜面診断専門家講演 ●道路斜面の点検と評価-エルサルバドル国における技術協力プロジェクト	専門家 1名	ミャンマー国・ 本邦技術者約 80名
2018年 6月27日 ～ 6月28日	Resilient Infrastructure Forum for LAC Region 開催地：ドミニカ共和国 サントドミンゴ	本プロジェクト成果ポスターの展示 ●道路地震・非地震ハザード管理 ●地すべり地下水排除工事例研究	ポスター展示のみ参加無し	フォーラム参加者 約 100 名

実施月日	イベント名	交流内容	本プロジェクトからの参加	交流先技術者
2018年 7月2日 ～ 7月13日	本邦の無償資金協力：ホンジュラス国国道六号線すべり対策計画第1回セミナー・ワークショップおよび DACGER/ホンジュラス国技術交換 開催地：ホンジュラス国テグシガルパ市 主催：ホンジュラス国・インフラ・公共サービス省（INSEP）	DACGER 講演6件 ●道路防災事業に係る環境・社会配慮 ●橋梁・カルバートの災害リスク管理 ●道路の洪水・土石流災害リスク管理 ●道路の地盤災害リスク管理 ●道路地盤災害リスク評価 ●岩盤斜面の安定解析 INSEP/DACGER 技術対話会 2時間 x 5回	DACGER 6名	ホンジュラス国政府技術者約20名
2018年 7月23日 ～ 8月3日	中南米夏季講習会「コミュニティと地域の発展、地域の変化戦略の構築」 開催地：イタリア、経済協力開発機構・地域経済雇用開発トレンド・センター 主催：イタリア国際協力センター、コロンビア FAFIT 大学、経済協力開発機構・地域経済雇用開発：	DACGER 技術調査課員講演1件 ●道路洪水・土石災害非構造物対策のケーススタディ：Socio-environmental considerations in the Risk Prevention project from a non-structural approach in Las Lajas Community and 75 Av. Norte	DACGER 1名	中南米技術者約20名
2018年8月 ～2019年3月	こうえいフォーラム（日本工営社外向け論文集）英文投稿の原稿作成	論文タイトル Tools for Risk Estimation and Cost-Benefit Analysis of Road Geohazard Risk Reduction for Nonseismic and Seismic Events（専門家/DACGER 共著）2019年3月発行	MOPT 公共事業担当副大臣 DACGER 7名 専門家 2名	行政官/技術者全般
2018年 9月2日～ 3日	「中米道路災害管理地盤工学・耐震マニュアル（斜面編）」第1回ワークショップ 開催地：サンサルバドル	DACGER 地盤工学課員講演 道路災害リスク管理ツールの紹介	MOPT 公共事業担当副大臣 DACGER 6名 専門家チーム総括	中米技術者8名
2018年 9月29日	第39回中米運輸関連大臣審議会（COMITRAN） 開催地：パナマ・シテイ	DACGER 局長報告 ●「中米道路災害リスク管理地盤工学・耐震マニュアル」の進捗	DACGER 局長	中米域大臣および行政官
2018年 10月1日～ 4日	国際防災シンポジウム：インタープリメント、変動帯における大規模な土石災害と減災対策』 開催地：日本国、富山市	ポスタープレゼンテーション（1分間口頭プレゼンテーションを含む）2編 ●サンサルバドル首都圏道路地すべり地下水排除工の効果の検証」、主筆/口頭発表：地盤工学課担当副局長 ●道路の豪雨・地震災害リスク点検・診断ツールの開発、主筆：専門家主任/口頭発表 橋梁・カルバート課（Outstanding Poster Presentation Award を受賞）	DACGER 2名 専門家チーム総括	25箇国 490名
2018年 10月22日～ 24日	中米道路基金協議会（COCAVIAL）中米道路基金会議 開催地：グアテマラシティ	講演 ●DACGER 局長「道路の脆弱性の軽減工事」 ●主任専門家「道路災害管理」	DACGER 局長 専門家チーム総括	中米技者約150名

実施月日	イベント名	交流内容	本プロジェクトからの参加	交流先技術者
2018年 10月29日～ 30日	「中米道路災害管理の地盤工学・耐震マニュアル(斜面編)」第2回ワークショップ 地域技術グループによるドラフト第1稿協議 開催地：サンサルバドル	中米マニュアルへの本プロジェクト成果の反映	DACGER7名 専門家チーム総括	中米技術者 14名
2018年11月 10日	土木技術者と関連職業者の貯蓄・クレジット等サービス共同組合・有限責任団体30周年記念講演会) 開催地：サンサルバドル	講演 ●主任専門家/DACGER 局長「道路災害管理」	DACGER 局長 専門家チーム総括	技術者約40名
2018年 11月22日～ 23日	ホンジュラス国インフラ・公共サービス省 (INSEP) のとの第3国との技術交換 開催地：ホンジュラス国・バジェ県 主催：アリアンサ基礎自治体	ロス・アマテス(ロス・アマテス)川の2011年6月落橋箇所と、ゴアスコラン川分流点の締め切堤までの踏査	DACGER4名 専門家2名	ホンジュラス国 INSEP 技監ら8名
2019年 1月22日～ 23日	中米道路災害リスク管理地盤工学・耐震マニュアル」第3回(最終)ワークショップ地域技術グループ (GTR) 技術承認 開催地：サンサルバドル	中米マニュアルへの本プロジェクト成果の反映	DACGER 7名 専門家総括	中米技術者 8名
2019年 3月4日～3 月8日	本邦の無償資金協力ホンジュラス国道六号線地すべり防止計画のソフト・コンポーネント、地すべり施工現場見学を含めた第3回セミナー・ワークショップ 開催地：ホンジュラス、テグシガルバ	ソフト・コンポーネント、地すべり施工現場見学を含めたセミナー・ワークショップへの参加 DACGER 講師・講演： ●ドローンによる地すべり移動杭計測の現地デモンストレーション ●地すべり動態観測解析 ●エルサルバドルにおける地すべり対策のケースヒストリー	DACGER8名 本プロジェクト 専門家チーム総括	ホンジュラス国インフラ・公共サービス省6名 国立自治大学2名 戦略投資局4名 国家防災委員会2名 計14名
2019年 3月5日、3 月7日	ホンジュラス国 公共・インフラ省 (INSEP) との技術交換会、合計6時間 開催地：ホンジュラス、テグシガルバ	DACGER8名による、本プロジェクトおよびエルサルバドル国における公共インフラ強化活動の紹介	DACGER8名 本プロジェクト 専門家チーム総括	ホンジュラス国インフラ・公共サービス省12名
2019年 3月15日	第41回中米運輸関連大臣審議会 (COMITRAN) 開催地：グアテマラシティ	「中米道路災害リスク管理地盤工学・耐震マニュアル」の紹介と承認	MOPT 公共事業 担当副大臣 DACGER 局長 専門家1名	中米域大臣および行政官、SIECA 関係者15名
2019年 7月24日	中米道路インフラの災害リスク管理、地盤・地震工学マニュアル(斜面編)」普及ワークショップ 開催地：コスタリカ、サンホセ	本プロジェクトから3講演 ●主任専門家「第1章 全体側面」 ●地盤工学担当副局長「第5章 道路斜面の維持管理と対策」 ●地盤工学課員「第6章 リスク管理」	DACGER2名 本プロジェクト 専門家チーム総括	コスタリカ国道路災害関連技術者約45名
2019年 8月28日	中米道路インフラの災害リスク管理、地盤・地震工学マニュアル(斜面編)」普及ワークショップ 開催地：ホンジュラス、テグシガルバ	本プロジェクトから3講演 ●主任専門家「第1章 全体側面」 ●DACGER 地盤「第5章 道路斜面の維持管理と対策」	DACGER2名 本プロジェクト 専門家チーム総括	ホンジュラス国道路災害関連技術者約40名

実施月日	イベント名	交流内容	本プロジェクトからの参加	交流先技術者
		<ul style="list-style-type: none"> ●DACGER 地盤工学課員「第6章 リスク管理」 		
2019年 9月4日	中米道路インフラの災害リスク管理、地盤・地震工学マニュアル（斜面編）普及ワークショップ 開催地：ニカラグア、マナグア	本プロジェクトから3講演 <ul style="list-style-type: none"> ●主任専門家「第1章 全体側面」 ●地盤工学担当副局長「第5章 道路斜面の維持管理と対策」 ●地盤工学課員「第6章 リスク管理」 	DACGER2名 専門家1名	ニカラグア国道路災害関連技術者約40名
2019年 9月5日	JICA ニカラグア事務所表敬 開催地：ニカラグア、マナグア	<ul style="list-style-type: none"> ●本プロジェクト、中米道路インフラの災害リスク管理、地盤・地震工学マニュアル（斜面編）の紹介 ●連携して実施する「JICA 中小企業支援 エルサルバドル国 高エネルギー吸収型落石防護網工法の適用促進基礎調査」に係るニカラグア国における落石対策ニーズ確認、ニカラグアでの調査についての確認 	DACGER2名 本専門家1名	JICA ニカラグア事務所1名
2019年 12月2日～ 12月6日	本邦の無償資金協力：ホンジュラス国国道六号線地すべり対策計画第3回セミナー・ワークショップ および DACGER/ホンジュラス国技術交換 開催地：ホンジュラス国テグシガルパ市 主催：ホンジュラス国・インフラ・公共サービス省（INSEP）	<ul style="list-style-type: none"> ●DACGER 現地デモンストレーション UAV による地すべり移動杭計測 ●DACGER 技術調査担当副局長講演「空中写真図化による地すべり計測」 ●INSEP/DACGER 技術対話会 2時間x2回、うち DACGER からの講演3件 	DACGER 6名	ホンジュラス国政府技術者約20名
2019年 12月12日	中米道路インフラの災害リスク管理、地盤・地震工学マニュアル（斜面編）普及ワークショップ 開催地：パナマシティ、ウインダム アルブルーク モール 主催：パナマ公共事業省	本プロジェクトから3講演 <ul style="list-style-type: none"> ●主任専門家「第1章 全体側面」 ●DACGER 局長「第5章 道路斜面の維持管理と対策」 ●DACGER 地盤工学課員「第6章 リスク管理」 	DACGER2名 専門家1名	パナマ国道路災害関連技術者約40名
2020年 10月23日	「中米橋梁・カルバートのリスク管理計画・設計マニュアル・ガイドライン」の新規編集と「中米道路インフラ水文・水理マニュアル2015年」の更新 第1回ワークショップ 開催地：サンサルバドル/オンライン	目次案を含むマニュアル編集方針協議・確認	MOPT 公共事業担当副大臣 DACGER5名 専門家チーム総括	JICA エルサルバドル事務所 所長および職員2名 SIECA 3名 中米技術者 12名
2020年 12月2日	同上 第2回ワークショップ 開催地：サンサルバドル/オンライン	マニュアルの基本情報とりまとめ確認、目次案確認	DACGER5名 専門家チーム総括	JICA エルサルバドル事務所 2名 SIECA 3名 中米技術者 12名
2021年 1月15日	同上 第3回ワークショップ 開催地：サンサルバドル/オンライン	「中米道路インフラ水文・水理マニュアル2015年」更新内容確認	DACGER5名 専門家チーム総括	JICA エルサルバドル事務所 1名

実施月日	イベント名	交流内容	本プロジェクトからの参加	交流先技術者
	イン			SIECA 2名 中米技術者 12名
2021年 2月4日	第1回、国連ラテンアメリカ・カリブ経済委員会 (CEPAL、英語略称 ECLAC) との技術交換 開催地：グアテマラ/サンサルバドル/コスタリカ/オンライン	中米、ドミニカ共和国財務大臣理事会 (COSEFIN) の「中米気候変動適応災害リスク軽減公共投資マニュアル」の編集に係る技術交換	各回 DACGER 3名 専門家チーム 2名 JICA エルサルバドル事務所 2名	各回 SIECA 2名 CEPAL 7名
2021年 2月24日	第2回、同上			
2021年 2月26日/	第4回中米地域技術グループ (GTR) ワークショップ 2020-2021	「中米道路インフラ水文・水理マニュアル改訂版」の原稿協議	各回 DACGER 4名 専門家チーム 1名 編集コンサルタント 2名 JICA エルサルバドル事務所 2名	各回 SIECA 3名 中米技術グループメンバー 10名
2021年 3月19日	第5回、同上	同上の最終稿確認		
2021年 4月22日	第6回、同上	「中米橋梁・カルバートのリスク管理計画・設計マニュアル・ガイドライン」の原稿協議	DACGER 4名 専門家チーム 2名 編集コンサルタント 2名 JICA エルサルバドル事務所 2名	
2021年 5月7日	第7回、同上			
2021年 5月19日	第47回中米運輸交通大臣回会合 (COMITRAN)	<ul style="list-style-type: none"> 中米マニュアル編集の進捗報告 中米道路防災技術研究会の登録技術の紹介 「中米道路インフラ水文・水理マニュアル」の2021年版の承認 	DACGER 5名 専門家チーム 2名 JICA エルサルバドル事務所 3名	SIECA 5名 COMITRAN 6名 中米物流関係日本人専門家 2名
2021年 6月4日/ オンライン	第8回中米地域技術グループ (GTR) ワークショップ 2020-2021 「中米橋梁・カルバートのリスク管理計画・設計マニュアル・ガイドライン」の新規編集と「中米道路インフラ水文・水理マニュアル2015年」の更新	「中米橋梁・カルバートのリスク管理計画・設計マニュアル・ガイドライン」の編集報告と承認	各回 DACGER 4名 専門家チーム 2名 編集コンサルタント 2名 JICA エルサルバドル事務所 2名	各回 SIECA 3名 中米技術グループメンバー 10名
2021年 6月25日/ オンライン	同上、第9回ワークショップ			
2021年 7月13日/ オンライン	同上、第10回ワークショップ	同上の最終稿確認		
2021年 9月30日	中米経済統合機構 (SICA) と JICA 長期専門家と SIEC-JICA 地域協力アクションプランレビューと改訂のため本プロジェクト紹介オンライン会議	DACGER 局長、橋梁担当副局長からのプロジェクト紹介	DACGER 2名 主任専門家	SICA/JICA 専門家 SIECA 3名 JICA エルサルバドル事務所 1名

実施月日	イベント名	交流内容	本プロジェクトからの参加	交流先技術者
2021年 10月19日	第48回中米運輸交通大臣回会合 (COMITRAN)	「中米橋梁・カルバートのリスク管理計画・設計マニュアル・ガイドライン」の編集報告と承認	DACGER5名 専門家チーム2名 JICA エルサルバドル事務所2名	SIECA5名 COMITRAN 6名 中米物流関係日本人専門家2名
2021年 11月2日 ～11月6日	第5回斜面防災世界フォーラム: 開催地: 京都市/ 主催者: 第5回斜面防災世界フォーラム組織委員会 JICA 後援	英語プレゼンテーション2件 ●DACGER 地盤工学課員 「Rockfall and landslides events and its study in Los Chorros Segment of the CA1 route, El Salvador」. ●主任専門家「Risk Estimation and Cost-Benefit Analysis of Road Geohazards」	DACGER 1名 専門家チーム2名	日本地すべり学会セッション参加者 約100名

出典: 本プロジェクト

以上において、MOPT/DACGERの主体的な活動が多く認められた。

2.24 リスク診断マニュアル、インフラ強化の標準仕様書等の中米経済統合事務局 (SIECA) との共有及び普及支援 (活動 4-4)

本プロジェクトは、中米運輸交通大臣審議会 (COMITRAN) のリスク管理と気候変動への適応のための中米地域委員会 (CR-GRACC) の方針に協力し、JICA 事務所、SIECA、中米六カ国の中米地域技術グループ (GTR) による、「中米道路インフラの災害リスク管理、地盤・地震工学マニュアル (斜面編)」の編集を支援した。SIECA/GTR のワークショップを計3回開催しマニュアルを完成させた。SIECA マニュアルには、本プロジェクトで作成を支援している技術基準類の関連分野を反映した。付属資料として本プロジェクトで開発した道路災害リスク管理スプレッドシートツール (GeoMT) の概要紹介を含めた。この SIECA マニュアルは 2019 年 3 月 15 日にグアテマラ市で開催された第 41 回 COMITRAN で承認された。このマニュアルには、本プロジェクトの成果を反映し、一般的にコストと投資妥当性の面から実施困難あるいは他の事業に対し優先度が低いと判断され、実施が見遅れてきた道路災害リスク削減事業を推進するために、費用対効果の分析・検討による合理的なリスク削減投資のあり方が示されている。

以降、その普及セミナー・ワークショップは、本プロジェクト主任専門家と DACGER2 名以上が講演し、各国政府による普及活動を支援した。

- 2019年7月24日 サンホセ・コスタリカ
- 2019年8月28日 テグシガルパ・ホンジュラス
- 2019年9月4日 マナグア・ニカラグア
- 2019年9月30日 サンサルバドル・エルサルバドル
- 2019年12月2日 パナマシティ・パナマ

グアテマラにおいても 2019 年 10 月に本プロジェクトからの参加による実施が予定されていたが、暴風雨のため中止になった。2020 年 11 月に、本プロジェクトからは参加せず実施された。

2020 年 1 月 30 日には、C/P と SIECA との議論を経て道路インフラの災害リスクの低減に資する技術・知見の共有、加えて既存技術の適合性の向上及び本国の実情に順応した新たな技術の開発をも視野に入れ、道路インフラの災害リスク削減のための対策促進に寄与することを目的として中米道路防災技術研究会 (GETRRGIVIC : Grupo de Estudio Técnico para la Reducción de Riesgos de Geoamenazas en la Infraestructura Vial Centroamericano) を設立した。DACGER、本プロジェクト専門家チーム、JICA 中小企業支援事業「エルサルバドル国高エネルギー吸収型落石防護網工法の適用促進基礎調査」が発起人で MOPT 大臣の承認を受けた。研究会は産・学から提供される技術を DACGER が事務局として運営する技術閲覧サイトに登

録し、中米に適合させたいうえで普及することを目的としている。

中米域内には、SIECA 傘下に、「リスク管理と気候変動への適応のための中米地域委員会 (CR-GRACC : Comisión Regional de Gestión del. Riesgo y Adaptación al Cambio Climático)」がある。CR-GRACC は、中米地域の行政委員会であるが GETRRGIVIC は、CR-GRACC の活動を具象化するための産・学・官による研究会である。この設立に先立って、JICA 中小企業支援事業の調査の過程で、ホンジュラス国インフラ・公共サービス省 (INSEP) 技監、グアテマラ国の通信・インフラ・住宅省 (CIV) の副大臣、ニカラグア国交通インフラ省 (MTI) の技官に創設の趣旨の説明を行った。INSEP 技監からは COMITRAN で正式化すること、CIV の副大臣からは、エルサルバドルでの成果の共有を得て、グアテマラ国でも研究会活動を行いたいとの意向が示された。中米道路防災研究会の事務局は DACGER 内に設置することで発足したが、他の国に於いても公共事業・運輸関連省内に並列して事務局を置く仕組みも有効と考えられる。今後の SIECA あるいは中米各国への本プロジェクト成果の共有及び普及の機会に、GETRRGIVIC の普及や活動の働きかけを行う。

2020 年 7 月 31 日に DACGER のウェブページ傘下に、GETRRGIVIC のウェブページ (<http://dacger.mop.gob.sv/index.php/centro-de-descargas/documentos-gettrgivic>) を開設した。2021 年 12 月現在、登録技術は 19 件である。14 件の技術を紹介した技術情報誌も作成して費用対効果の高い道路防災技術の広報を行っている。

2020 年 2 月 19 日の第 44 回 COMITRAN で同中米マニュアルの橋梁リスク管理編の作成が合意された。2020 年 8 月からは、SIECA からの要請を受け、JICA 事務所、SIECA、中米 6 カ国と協業し、「中米橋梁・カルバートのリスク管理計画・設計マニュアル・ガイドライン」の新規編集と「中米道路インフラ水文・水理マニュアル 2016 年初版」の更新の作業を開始した。CR-GRACC の地域技術グループ (GTR) のオンラインワークショップを計 8 回実施し、2021 年 7 月までにマニュアルを完成させた。「中米道路インフラ水文・水理マニュアル 2021 年第 2 版」は、2021 年 5 月 19 日の第 47 回 COMITRAN で承認された。「中米橋梁・カルバートのリスク管理計画・設計マニュアル・ガイドライン 2021 年初版」は 2021 年 10 月 19 日の第 48 回 COMITRAN で承認された。

第3章 プロジェクト実施運営上の課題・工夫・教訓（業務実施方法、運営体制等）

3.1 プロジェクト実施上の課題

プロジェクト開始にあたり特定した、対象地域の持つ様々な問題に対処し、所要の成果を得てプロジェクト目標を達成するための業務実施上の8つの課題に対するこれまでのプロジェクト実施上の工夫・教訓を以下に示す。

3.1.1 地震時の崩壊の詳細な記録が残されていない。→成果1に係る課題

(1) 課題

近年、エルサルバドル国では大地震が発生しておらず、地震時の崩壊履歴調査には2001年以前に遡る必要がある。詳細な記録が残っているのは、ラス・コリナス地すべりおよびラ・レオーナ地すべり等の大規模な地すべりのみで、この他の小規模な崩壊は詳細な記録がなく、リスク診断の検証が実施できない。橋梁についても、レンパ川の未供用の廃線鉄道橋梁における地盤の液化化流動による橋脚の傾動と橋桁の落下事例があるが、この他の被災履歴記録がなく、リスク診断を検証することができない。

(2) 工夫

この対応として、地盤条件や発生形態が類似する中米の地震履歴を整理し「中米道路インフラの災害リスク管理、地盤・地震工学マニュアル（斜面編）」に整理した。

環境天然資源省（MARN）の地質技術者と以下の協業しを行った。

- 2001年2月の地震による過去の道路路斜面の被災箇所の被災と斜面条件の確認調査を実施した。
- 2017年4月10日の首都圏内陸型地震、中米連系国道1号西線（CA1W）ロス・チョロス 岩盤斜面落石1名死亡
- 2018年4月群発地震、サンミゲル県内の道路

(3) 教訓

地震問題は、環太平洋変動帯に位置する中米全体の問題であり、地域マニュアルの編集当の中米地域との技術交換により多くの事例を知ることにより将来の地震リスクの把握の精度が向上する。

また、環境天然資源省（MARN）との地質技術者との合同調査は、効率的な被害調査と斜面の地震に対する脆弱箇所の特定にあたり有効である。

3.1.2 地震特性（確率年別の地震動強度等）が把握出来ていない。→成果1に係る課題

(1) 課題

エルサルバドル国の国レベルでの地震観測は、MRANによって行われている。その他、中米大学、エルサルバドル国立大学、レンパ川電力公社（CEL）が独自の地震観測施設を有している。日本の無償資金協力プロジェクト「エルサルバドル国広域防災システム整備計画」により、日本の技術を活用した地震計や潮位計などの観測機材が2013年に整備された。ただし、直近の地震被害発生年である2001年当時には観測施設は十分ではなく、観測網の整備後には大規模な地震が発生していない。そのため、リスク診断を行ううえで最も基本的な情報である、エルサルバドル国での地震特性（確率年別の地震動強度等）の把握が十分でないとMARNの環境測候局（DGOA）は認識している。

リスク評価、リスク削減計画を策定する場合には地震動による道路被害の発生確率、設計目標（リスク削減目標）の表面最大加速度（PGA:Peak Ground Accelation）の確率年を算定する必要がある。個別箇所の災害が発生する限界PGA、および設計PGAの確率年値を、リスク診断、対策計画・設計を行う技術者が適時に入手できない。

(2) 工夫

この対応として、世界的に認知されている地震動予測式とインターネットで収集できるデータを基に編集した地震カタログを基にスプレッドシートベースの任意箇所の確率論的地震ハザード、加速度応答スペクトル作成ツールを作成した。MARN へは、地震カタログ、震源区分、地震動予測式の提供を依頼し、このツールを MARN と MOPT との共同開発ツールとすることを提案した。

(3) 教訓

本プロジェクト期間中に、MARN から情報提供と共同開発に係る合意は得られなかった。地震動に係る情報集約と発信は本来 MARN の役割であり、MOPT は MARN のハザード情報を活用す立場にある。この役割分担と MARN の技術開発方針は、尊重すべきものである。

ただし、本ツールは地震動予測式と地震カタログを入れ替えることにより、容易に再構築が可能のため、その活用は、インフラの地震分析の省力化と精度向上に貢献する。将来的に政府内での調整によるツールの構築と正式化が期待される。さらに、中米域内のシステムとして中米統合機構（SICA）の調整により、中米防災調整センター（CEPRENAC）と中米経済統合一般条約常設事務局（SIECA）により地域研究開発して中米地域の任意箇所の確率論的地震ハザード、加速度応答スペクトル作成ツールの構築が期待される。

3.1.3 地震動の工学的基盤以浅の被覆層地盤での地震動の増幅の評価に供する、被覆層の動的な地盤物性値が把握されていない。→成果1に係る課題

(1) 課題

耐震設計には S 波速度 400m/s 以上の工学的基盤より上位の被覆層地盤での地震動の増幅を見込むために被覆地盤の動的物性値（平均せん断弾性波：S 波速度）が必要であるが、十分に把握出来ていない。

エルサルバドルで発生した 2001 年の地震では、大規模な地盤の崩壊や、レンパ川河口三角州での液状化による被災が、火山性の脆弱な地盤部や地下水位の高い低地帯で生じている。これらの地盤における地震動の増幅特性を正確に把握し、リスク診断と耐震設計に供する必要がある。

サンサルバドル首都圏と同様な地質（シラス）が分布する熊本では、2016 年 4 月に発生した地震において大規模な崩壊が発生している。サンサルバドル首都圏では、2001 年 1 月に内陸型の大規模地震の発生に伴い、死者 500 名超の大規模なラス・コリナス地すべりが発生した。

(2) 工夫

せん断弾性波速度は、PS 検層や微動アレー探査によって測定できるため、本プロジェクトは、2017 年 6 月までにこれらの機材を DACGER に供与し、MARN とも協業のうえ測定・解析方法の技術移転を行った。首都圏を中心とし 5 箇所測定を行い、アメリカ地質調査所 USGS 2007 を基に本プロジェクトによる結果を付加し、エルサルバドル国用に斜面勾配-30m 深度表層地盤平均 S 波速度関係式を作成し、本プロジェクトで開発したエルサルバドル国の任意箇所の確率論的地震ハザード、加速度応答スペクトル作成ツールに組み込んだ。

本プロジェクトでは、2017 年 4 月に、サンタテクラ市ラス・コリーナス地区の陳情に対応し当該地域の改良復旧の施設の維持管理に係るサンタテクラ市との合同踏査を実施した。また斜面診断の専門家が 2017 年 6 月の「サンサルバドル噴火 100 周年記念第 13 回中米地質会議」で斜面の脆弱性診断の特別講義を実施し、その後も中米大学の動的な地盤物性に係る研究を DACGER と共に支援した。本プロジェクトが技術協力を行った“中米道路インフラ災害リスク管理地盤・地震工学マニュアル（2019 年 3 月）”に関連技術を掲載した。

(3) 教訓

2021年12月時点では、首都圏を中心としたPS検層1箇所、微動探査5箇所の計測がなされた。プロジェクト終了後も、MARNとの連携への働きかけ、JICAつくばの地震・津波大学院コース卒業生当を活用し、この観測箇所を増やしていくことが重要である。

3.1.4 中米経済統合一般条約常設事務局（SIECA）基準と整合性のとれた設計要領を作成する必要がある。→成果2および成果4に係る課題

(1) 課題

本プロジェクトで作成する耐震設計基準、設計要領、標準仕様書は、SIECAと共有し、SIECAの基準として採用される必要がある。このためには、SIECAの既存の基準と整合性の取れた設計要領である必要があり、なおかつSIECAのニーズを把握し、それを盛り込んだ基準にすることが考えられる。

(2) 工夫

本プロジェクトは、2018年8月～2019年3月に、JICAエルサルバドル事務所、C/PのMOPT、SIECAと協調し、「中米道路インフラ災害リスク地盤・地震工学マニュアル斜面編」を編集した。本マニュアルは、他のSIECAの基準と整合性と本プロジェクトの成果の反映が両立した内容となった。本マニュアルは2019年3月15日第41回中米運輸関連大臣審議会（COMITRAN）で承認された。2019年7月～12月に、コスタリカ、ホンジュラス、ニカラグア、エルサルバドル、パナマでこのマニュアルのセミナーが開催され、本プロジェクト専門家とDACGERが講師を務めた。2019年10月に予定されていたグアテマラでのセミナーは暴風雨警報のため順延され、2021年11月に実施された（本プロジェクトからの参加は、新型コロナ禍のため実現しなかった）。

2020年2月18日に第44回COMITRANは、「中米道路橋梁インフラの災害リスク管理に係るマニュアル」を作成する決定を行った。SIECAのJICAに対する支援要請を受けて、本プロジェクトは、中米道路橋梁・カルバートの災害リスク管理と道路災害リスクに係る水文・水理マニュアルの改訂に係る支援を2020年9月～2021年7月にかけて実施した。これらのマニュアル類も他のSIECAの基準と整合性と本プロジェクトの成果の反映が両立した内容となった。

(3) 教訓

SIECAおよび中米各国との協業により、本プロジェクトの目的とする道路の脆弱性の低減は、中米全域の課題であり、中米の物流・人流を支える最重要課題であることが認識された。本プロジェクト終了後もDACGERの中米地域への技術拠点としての活躍が期待される。

3.1.5 パイロット・プロジェクトの費用が確保される必要がある。→成果3に係る課題

(1) 課題

プロジェクト開始当初、公共事業準省（VMOP）の道路災害リスク削減予算は、個別の予算枠ではなく、道路維持管理予算の一部となっていた。

また、公共インフラ整備と災害対策の関連する予算として、2010年から市民保護防災減災基金の予算枠が設けられ、毎年4百万USDが確保されている。DACGERによりリスク診断は実施されてきたものの、予防事業としては、2016年までは、50万USD以下の小規模な事業の実績の数件に留まっていた。予算の主体は災害復旧事業に使われていた。

防災事業実施の予算は、他ドナーの予算を使用するのが一般的となっている。このため、パイロット・プロジェクトにおいても、他ドナーから予算を確保する必要があった。

道路防災事業は道路保全基金（FOVIAL）が実施主体となる。FOVIALは、法律により事業を実施するための債権の発行の仕組みがある。債権は年利6.7%であり、中米経済統合銀行（BCIE）の金利が5%未

満であることに比較し高金利である。この債権は、国内国道5号線（RN5）のハグアール立体交差点の建設（2018年）等に活用されたが、道路防災事業に活用された事例はない。

(2) 工夫

以下のMOPTによる道路防災資金の確保のため臨機の対応について、本プロジェクトは、費用対効果の高い技術の提案や要請資料の作成を支援した。

MOPTは、表33に示すパイロット・プロジェクトに必要な特殊・資機材の無償供与（日本政府の無償資金協力「経済社会開発計画」）の要請を2017年5月に行った。この要請は、2017年11月に4.2億円で交換文書（E/N）が交わされ、2018年7月に批准された。機材の提供は2019年7月～2020年4月に実現した。このうち、MOPTは2019年5月に首都圏メルリオット大通り冠水・下流域洪水軽減事業の高強度地下プラスチック・タンク1式1000m³の調達を取りやめ、喫緊の優先プロジェクトであるロス・チョロス岩盤斜面の1000kJ対応落石防護柵の追加調達へ振り替える要望を行い、この変更が日本側で受託された。これは、中米連系国道1号西線（CA1W）ロス・チョロス岩盤斜面における2019年4月5日の5車線全幅員の完全閉塞に伴い、ロス・チョロスの岩盤斜面対策が喫緊の優先プロジェクトとして再認識されたことによる。表34に日本の経済社会無償の道路防災資機材の調達結果を示す。

2019年6月に発足したナジブ・ブケレ大統領政権は、ロス・チョロス岩盤斜面を、中米経済統合銀行（BCIE）借款の道路拡幅計画/高架橋計画の中で対策を検討する方針とした。このため落石対策特殊機材は、国内国道5号線（RN5）、中米連系国道4号南線（CA4S）、中米連系国道8号東線（CA8E）に分けての活用に転換した。

本プロジェクト始以降に実施された道路防災対策事業（いずれもパイロット・プロジェクト）を表35に示す。2017年～2021年の6年間で、パイロット・プロジェクトの費用のエルサルバドル国負担の確保は、内国資金と米州開発銀行（IDB）借款として12.10百万USD、年平均2.02百万USD確保されてきた。

表 33 MOPTからの道路防災に係る特殊資機材費の日本の経済社会開発無償への協力要請（2017年5月）

プロジェクト名	日本国負担分	エルサルバドル国負担分	合計
1.首都圏中米連系国道1号線ロス・チョロス岩盤斜面崩落対策	1.0 百万 USD 1000kJ 高エネルギー対応落石防護柵 延長 300m	0.48 百万 USD	1.48 百万 USD
2.首都圏メルリオット大通り冠水・下流域洪水軽減事業	0.50 百万 USD 高強度地下プラスチック・タンク 1 式 1000m ³	0.20 百万 USD	0.70 百万 USD
3.中米連系国道4号南線サラゴサ斜面補強・緑化事業	0.6 百万 USD ポリプロピレン繊維・砂・セメント混合 吹き付け給糸装置等の切土補強・緑化 基礎資機材	0.50 百万 USD	1.10 百万 USD
合計	2.10 百万 USD	1.18 百万 USD	3.28 百万 USD

出典：MOPT 資料から JICA 専門家チーム編集

表 34 日本の経済社会無償の道路防災資機材の調達結果

1000kJ 対応落石防護柵 (被災頻度が比較的高い 中小規模落石対策)	2019年7月 MOPT ソ ヤパango倉庫納入		2020年4月 MOPT 本部納 入		計	
	支柱数	延長	支柱数	延長	支柱数	延長
直立型 高さ2m	35 本	204 M	119 本	708 M	154 本	912 M
屈折型 高さ3m(岩盤 斜面と車線の離隔が直線 型では2m確保できない 区間に適用)	18 本	102 M	60 本	354 M	78 本	456 M
計	53 本	306 M	179 本	1,062 M	232 本	1,368 M
緑化付帯長繊維・セメント混入切土補強砂吹付工資機材 (立木を残したまま斜面保護が可能、コンクリート吹付に比べ低コスト化)					2019年7月 MOPT ソヤパango倉庫納入済	
長繊維給糸装置					1 式	
ポリプロピレン長繊維					切土 5000m ² 分	
保水材付きアンカーバー					切土 5000m ² 分	
切土のり面背面、基底排水材 (ジオコンボジット) およびアンカーピン、接続ソケット					切土 5000m ² 分	
切土面浸食防止・緑化基礎シート					切土 5000m ² 分	
ロータリー・パーカッション・ドリル (地すべり地下水排除水抜きボーリング孔作業)					2019年12月 MOPT 本部納入	
ロータリー・パーカッション・ドリル およびスペアパーツ					1 式	
発電機 100-150 k VA (60Hz)					1 式	

出典：本プロジェクト

表 35 パイロット・プロジェクトに係るエルサルバドル国予算執行実績

プロジェクト名	詳細	エルサルバドル国 負担分	事業者/ 資金源
中米連系国道3号東線 (CA3E) モ トチコ川橋梁の豪雨に伴う橋脚の沈 下被災復旧改良事業	2018年事業 19.70km-19.84km 橋長140m	2.87 百万 USD	FOVIAL/ 市民保護防災減災基金
首都圏中米連系国道1号西線 (CA1W) ロス・チョロス岩盤斜面 崩落対策	2017年事業 19.62km-19.87km 250m 区間	2.36 百万 USD	FOVIAL/ FOVIAL 一般財源
	2018年事業 19.87km-19.94km 44m 区間	0.48 百万 USD	FOVIAL/ FOVIAL 一般財源
	2019年事業 19.20km-19.54km 340m 区間	1.94 百万 USD	FOVIAL/ FOVIAL 一般財源
中米連系国道3号東線 (CA3E) 125 キロ、カバニャス県、センステンテベ ケ市鉛直ボーリング調査 2孔計 55m	2019年事業(2020年実施)	0.03 百万 USD	MOPT 契約番号 N°:310/2019 DACGER 調査費
サンサルバドル県内国道38号線 (SAL38)、25キロ 地すべり、デ ルガド市、(2019年1月)、地すべり 地末端道路側道排水路修繕 (2020年 10月)	2019年事業 道路体の亀裂・沈下修繕	0.03 百万 USD	FOVIAL 一般財源
	2020年事業 地すべり地末端道路側道 排水路修繕	0.02 百万 USD	FOVIAL 一般財源
ラ・リベルタ県市街国道メルリオッ ト大通り、道路中央分離帯雨水調節 施設外全2箇所の持続可能な都市排 水システム (SUDS)	2020年事業	2.27 百万 USD	MOPT プロジェクト事務所 米州開発銀行 (IDB) 借款

プロジェクト名	詳細	エルサルバドル国 負担分	事業者/ 資金源
サーフシティ道切土補強土事業	2021年事業	0.40百万USD	FOVIAL 一般財源
国内国道5号線(RN5)、中米連系国 道4号南線(CA4S)の高エネルギー吸 収型落石/土石流防護柵設置工	2021年事業	0.70百万USD	FOVIAL 一般財源
合計		12.1百万USD	

出典：本プロジェクト

2020年5月～6月に国家非常事態宣言が出された熱帯低気圧アマンダ/クリストバルの暴風雨等により2020年雨季は、多くの道路災害が発生した。エルサルバドル国は新型コロナウイルスによる財政困難の中で災害復旧に努めており、本プロジェクトからの技術支援の意義が高まっている。このため、新型コロナウイルス下・後の開発協力に資する本邦企業の技術・資機材の積極的活用を検討した。新たなパイロット・プロジェクトとして企画し、調達した。

JICAが企業提案型事業（中小企業・SDGs ビジネス支援事業）で支援し、有効性を調査・検証した技術・資機材のなかから、エルサルバドル国における費用対効果が高い道路防災事業の推進に有用な以下の2種の資材を本邦購入機材として調達し新たなパイロット・プロジェクトとして活用した。

- 高エネルギー吸収型落石防護柵（4000KJ落石エネルギー対応）
- 土壌藻類表面侵食抑制・植生形成促進剤（BSC-1）

以下の3つの本邦技術を活用した道路防災工事・維持管理の現地再委託を追加した。

- 高エネルギー吸収型落石防護柵（日本側の再委託予算ではなく、エルサルバドル側 FOVIAL 予算での執行に変更した）
- 土壌藻類や環境保全シートを用いた自然植生侵入促進工法
- 地すべり対策地下水排除工法（JICAの企画提案型事業で調査・検証技術ではないが、別途本邦技術でありの日本の経済社会開発無償で供与された、企画箇所の大礫交じり土に対応可能なロータリー・パーカッション・ドリルを活用する）

(3) 教訓

予算の確保には、対策事業の企画の段階で事業の妥当性を明確にした資料を DACGER が事業採択の意思決定者である MOPT 執行部に提供する必要がある。この活動が、DACGER の任務のうち最も重要な能力強化課題と考えられる。

3.1.6 DACGER、FOVIAL 及び DPOP、DCMOP が連携する必要がある。→成果3に係る課題

(1) 課題

パイロット・プロジェクトの実施機関は、道路保全基金（FOVIAL）あるいは公共事業建設維持局（DCMOP）である。DACGER が作成する設計要領、標準仕様書、積算基準を参照して FOVIAL が設計、積算、入札および施工管理を実施する。DACGER は適宜アドバイスを実施すると共に、設計要領、標準仕様書、積算基準の更新を行い、より適用性の高い仕様書とする必要がある。道路設計の体系化は公共事業計画局（DPOP）が実施しており、DPOP からの適切なアドバイスも必要と考えられる。パイロット・プロジェクトを確実に実施し、よりよい成果を得るためには、DACGER、FOVIAL および DPOP が連携する必要がある。

DPOP はまた、DACGER が自然災害に対するインフラ強化事業を企画、リスク診断を行うための基礎データとなる橋梁台帳や、道路交通経済情報の管理も行っている。こうした情報の DACGER との共有は、橋梁台帳についてはできているが、道路交通経済情報については優先課題とされており DPOP での整備が遅れており十分にできていない。

(2) 対応

本プロジェクト開始以降、前述の観点で FOVIAL、DPOP との連携を促進した。特に FOVIAL とは、パ

イロット・プロジェクト の設計、積算、工事仕様書の作成、入札時の現場説明会、入札者質問対応、質問対応に当たり現地および室内での協議・協力を行った。

(3) 教訓

FOVIAL は、近年の道路防災事業において経験を重ねてきており、今後の自立的な道路防災事業の実施が期待できる。

3.1.7 研修等に必要となる費用が確保される必要がある。→全体に係る課題

(1) 課題

プロジェクト開始当初、「研修等プロジェクト活動参加のためのC/Pおよび対象技術者の旅費・日当や、研修・ワークショップの会議費等は原則DACGERが負担する」ことで協議を行った。しかし、先方政府からセミナー等の会場費、技術情報雑誌等の経費の負担が困難であることが示された。

一方、2016年2月29日の合意文書(討議議事録(R/D))のプロジェクト・デザイン・マトリクス(PDM)では、第3国との技術交換の参加会議費は日本側の投入であると合意されている。

(2) 対応

DACGER との協議により、一般的な技術普及は省内施設で先方政府負担で実施することを確認した。ただし、第3国との技術交換を含めた広範な技術普及のためのセミナー・ワークショップは、ホテル等の会場で50人~100人規模で実施することを確認した。ホテル等の会場費、第3国参加者の旅費・日当・宿泊費、技術情報誌の印刷・製本費等のプロジェクト広報材料費は、先方政府負担が困難であることからプロジェクトで負担する方針とした。

上記の方針により効率的な投入を行った。

(3) 教訓

2020年3月以降は、コロナ禍に対応して、オンラインでの活動が主体となり、研修等の会合費が圧縮した。コロナ後であってもオンラインでの研修・会合は中米域内では効率的であることが明らかになった。ただし、中米時間で一般的な会合時間である朝8時から午後3時は、日本時間の深夜23時~早朝6時に相当する。日本人専門家の日本からのオンライン支援は専門家の健康管理的に避ける必要がある。中米域内での日本人専門家の活動は、中米に拠点を置いた活動が必要である。

3.1.8 状況の変化に対応して業務を実施する必要がある。→全体に係る課題に

3.1.8.1 基本的課題

(1) 課題

本プロジェクトは、当初期間は、2016年7月から2021年6月と長く、C/Pのパフォーマンスやプロジェクトを取り巻く環境の変化が想定されていた。

(2) 工夫

大統領選挙は2019年2月に実施され、2019年6月に新政権が発足した。これらの環境の変化のため、実情に応じて柔軟にプロジェクトの活動を変更し実施した。

2019年6月の政権交代に対応し、新政権の本プロジェクトの継続性への理解を得るため、JICA エルサルバドル事務所とDACGERは、書籍、「エルサルバドル公共インフラのリスク管理 ISBN 978-99961-334-2-8」を発行し、同広報ビデオを作成した。2019年5月30日に出版記念式典を開催した。

新政権のMOPTと、第6回2019年9月30日のJCCで上位目標「エルサルバドルにおける道路インフラの災害に対する脆弱性が低減される」達成に向けた課題と行動の確認を行った。

また、JICA 中小企業海外展開支援「エルサルバドル国高エネルギー吸収型落石防護網工法の適用促進

基礎調査」と本プロジェクトが協業し、同調査で設立を企画した、技術共有研究会：中米落石研究会の事務局を DACGER 内部に設置し、エルサルバドル建設産業会議所 (CASALCO)、エルサルバドルエンジニア・建築家協会 (ASIA)、大学関係者等、中米各国の斜面防災関係者との技術共有を図ることが確認された。DACGER および SIECA との協議の過程で、落石に特化しない道路防災技術研究会とする企画に変更した。中米道路防災研究会では、多くの道路防災関連企業の参加による技術共有を図る方針とした。この行動の端緒として、2020年1月30日に中米道路災害技術研究会の創設署名/記者会見を行った。創設者署名は、DACGER 局長、本プロジェクト主任専門家、「エルサルバドル国高エネルギー吸収型落石防護網工法の適用促進基礎調査」団長が行った。承認署名を MOPT 大臣が行った。

この過程で、新政権 MOPT と上位目標である道路インフラの脆弱性低減に向かった本プロジェクトの活動に係る意思統一と、産学官連系の仕組みを構築した。産学については中米域に限定せず全世界を対象としている。

(3) 教訓

道路における開発計画の意思決定者は、道路の拡幅やバイパス建設、高架橋建設をレジリエンスが高いことから優先事業とし、道路防災の観点ではリスクを過少評価するバイアスが生じやすい。岩盤斜面リスクを回避するための高架橋建設は、地震国で脆弱な火山地質に位置するエルサルバドル国において、高架橋自体に対する被災リスクの検討が重要である。道路開発事業においては、リスクを特定し、工事予算超過の回避、供用時リスク削減、道路のライフサイクルコストの軽減を図る必要がある。開発と一体化された道路防災事業の推進が望まれる。

3.1.8.2 要員の配置

(1) 課題

DACGER の継続性や要員の異動が不確定である。

(2) 対応

DACGER のメンバーは表 36 のとおり、プロジェクト開始以来、技術職員が 5 名の減となった。本プロジェクト開始以降の職員の DACGER 外への異動は 6 名、退職は 2 名、新任は 3 名である。DACGER 局長は、2016 年のプロジェクト開始時は 2010 年の DACGER 創設 2 代目であった。プロジェクト期間を通じ 3 回交替し、現在 5 代目である。4 名の副局長は地盤工学課は DACGER 創設時からの変わらず、他の 3 名は DACGER 創設時のメンバーで同じ副局内での昇進である。本プロジェクト期間を通じて、気候変動リスク管理戦略局 (DACGER) の体制で、プロジェクト進行上の障害は生じなかった。異動者のうち 5 名は、公共事業局 (VMOP) で道路等運輸事業を主体とした役割に携わっている。そのうち 1 名は、プロジェクト開始時の DACGER 局長で、公共事業担当副大臣である。これらの異動により DACGER と公共事業副省 (VMOP) の他部署との連携は強化されている。

パイロット・プロジェクト の実施に当たっては、DACGER のみならず道路保全基金 (FOVIAL) や、公共事業運輸省 (MOPT) 各部署の参加を得ながら実施することで、DACGER の業務過多が生じず、プロジェクトの効果が拡大する運営を行った。

表 36 DACGER メンバーの本プロジェクト当初からの増減

DACGER 職員	2016年8月プロジェクト開始時	2021年12月1日現在	増減
局長	1名	1名	無し
副局長	4名	4名	無し
技術調査副局長	3名	1名	▲2名
地盤工学副局長	3名	2名	▲1名
橋梁カルバート副局長	3名	3名	無し
排水副局長	4名	2名	▲2名
技術職員計	18名	13名	▲5名
補助職員	3名	4名	1名増
全体	21名	17名	▲4名

出典：本プロジェクト編集

2019年6月の政権交代で、公共事業運輸省の大臣、副大臣の体制は一新されたが、DACGER 局長、副局長および要員に大きな変化はなかった。現在、DACGER 局長には、要員拡大の構想があり、採用面接が行われている。

(3) 教訓

要員の異動があっても、強化した能力の向上が将来の活動に継続されるように、マニュアル等の形式知の整備が必要である。

3.1.8.3 予算の確保

(1) 課題

プロジェクトのエルサルバドル側予算の予算を確保する必要がある。

(2) 対応

1) カウンターパートの人員、その他の手当（出張旅費、日当、宿泊費を含む）

プロジェクト期間を通じて、カウンターパートの人員、その他の手当（出張旅費、日当、宿泊費を含む）が確保・執行されている。日本への渡航を含め第3国への出張経費は討議議事録（R/D）に基づき、業務実施契約の予算で負担した。

2) プロジェクトオフィスに必要な光熱費

これまで、適切に確保・執行されている。

3) 供与機材の調達に必要な通関、保管、内国輸送の経費

エルサルバドル政府側で措置された。

4) 供与機材の維持管理費

表 37 に、供与機材のエルサルバドル側維持管理費の発生結果を示す。

表 37 供与機材の維持管理

番号	機材名称	数量	維持管理費			
			維持管理経費内容	必要維持管理費用	予算取得状況	執行状況
1	微動アレイ探査装置	1	維持管理	DACGER 一般経費	DACGER 一般経費	発生無
2	熱赤外線カメラ	1	維持管理	DACGER 一般経費	DACGER 一般経費	発生無
3	地震動加速度計	2	維持管理	DACGER 一般経費	DACGER 一般経費	執行
4	ダウンホールおよび孔間解析用孔内3軸方向地震計	1	維持管理	DACGER 一般経費	DACGER 一般経費	発生無
5	構造物設計ソフトウェア	2	維持管理	DACGER 一般経費	DACGER 一般経費	発生無
6	衛星画像および写真図化ソフトウェア	1	維持管理	DACGER 一般経費	DACGER 一般経費	発生無

番号	機材名称	数量	維持管理費			
			維持管理経費内容	必要維持管理費用	予算取得状況	執行状況
7	雨量計・気温・湿度一体型自記測定器	3	維持管理	DACGER 一般経費	DACGER 一般経費	発生無
8	ピックアップ	1	車両保険・維持管理	MOPRVDU 車両維持費	MOPT 車両維持費	執行
9	ソーラーパネル (80W)	1	維持管理	MOPT 一般経費	MOPT 一般経費	執行
10	ソーラーパネル (40W)	1	維持管理	MOPT 一般経費	MOPT 一般経費	執行
11	動態観測に係る機材 CCTV カメラ	1	維持管理	MOPT 一般経費	MOPT 一般経費	発生無
12	電波式水位計	1	維持管理	MOPT 一般経費	MOPT 一般経費	発生無
13	水圧式水位計	1	維持管理	MOPT 一般経費	MOPT 一般経費	発生無
14	ピックアップ後部荷台屋根およびルーフキャリア	1	維持管理	MOPT 一般経費	MOPT 一般経費	発生無
15	サーバーコンピュータとモニター	1	維持管理	MOPT 一般経費	MOPT 一般経費	発生無
16	LED 道路情報板 3m x 1m	6	維持管理	MOPT 一般経費	MOPT 一般経費	発生無
17	道路防災情報システム用地震加速度計	1	維持管理	MOPT 一般経費	MOPT 一般経費	発生無
18	高エネルギー吸収型落石防護網	1	維持管理	FOVIAL 業者契約	FOVIAL 業者契約	発生
19	土壌藻類侵食防止剤	1	維持管理	FOVIAL 業者契約	FOVIAL 業者契約	発生

出典：本プロジェクト

上記のとおり、維持管理費は、DACGER の一般経費、車両維持費で確保された。

5) DACGER の日常業務に必要な経費

日常的に必要な光熱費、用務員、事務用品複写費について適切に確保・執行されている。

6) 災害発生時の緊急復旧作業に必要な事業費、機材等

表 38 に 2016 年 8 月（本プロジェクト開始時期）からの災害発生時の緊急復旧作業内容、その後の復旧改良事業費を示す。

表 38 災害発生時の緊急復旧作業内容及び事業費の実績

番号	災害名称	復旧作業/改良普及工事内容	復旧事業費	予算確保状況
1	2017 年 4 月中米連系国道 1 号西線ロス・チヨロス岩石斜面崩壊	落石除去、緩み岩盤発破除去/下段軟岩部の吹付モルタル/アンカー付き落石防護網/落石防護壁と柵	2.36 百万 USD (応急対策と 2017 年度改良普及事業費) 0.48 百万 USD (2018 年度改良復旧事業費) 計 2.84 百万 USD	道路保全基金 (FOVIAL) 一般財源
2	2017 年 6 月中米連系国道 3 号東線モトチコ川橋梁橋脚の洗堀による沈下・傾動	応急対策：直上流へのパイプカルバート 10 連の上に道路を通過させる洗越し構造迂回路の設置 橋梁架替	0.4 百万 US\$ (応急対策) 2.47 百万 USD	市民保護防災減災基金 (FOPROMID) 適用
3	2020 年 5 月～6 月熱帯暴風雨アマンダ/クリストバルによる被災 浸食壁・陥没 (カルカバス) 25 箇所、崖崩れ 991 箇所、地すべり 40 箇所、洪水 39 箇所、擁壁崩壊 19 箇所、落橋 4 箇所、橋梁損傷 11 箇所、斜面不安定化 19 箇所、土石流 3 箇所	左記の復旧	330 百万 USD (道路災害復旧以外も含み、2022 年までの 3 年間で執行)	市民保護防災減災基金 (FOPROMID) 適用
計			335.71 百万 USD	

注：事業費0.1百万USD以上で確認できている事業のみ

出典：本プロジェクト

緊急オペレーションセンター (COE) は、災害初動のマニュアルを整備しており、DACGER、FOVIAL、総務省市民保護総局 (DGPC) との連携による対応体制が構築されている。

これまでの災害に対し、FOVIAL の一般財源、あるいは道路市民保護防災減災基金 (FOPROMID) から災害対策事業費が確保された。応急普及の予算確保は、概ね1週間以内に迅速に行われている。いずれも本プロジェクト専門家とDACGERが被災直後の協議に参加してきた。この体制はプロジェクト新政権下でも変わっていない。

表38に示されていない、軽微な災害は、COEの調整やDACGERの出動は行なわれず、通常の維持管理予算を使用しFOVIALへの災害通報から24時間以内に緊急対応がなされている。

2020年5月31日～6月3日の非常事態が宣言された、熱帯暴風雨アマンダ/クリストバルの被害調査と復旧計画はDACGERがCOEと協力し約2ヶ月を要し実施した。

(3) 教訓

エルサルバドル側の予算確保は執行されたが、毎年6月には、1月からの1年間の予算をとりまとめ政府内要請する必要がある

3.2 プロジェクト実施の基本方針別の課題・工夫・教訓

3.2.1 プロジェクト全体

(1) 課題

3.1節で示した業務実施上の課題に対応する技術面の基本方針と運営面の基本方針の関係を図12に示す。

本プロジェクトの目標は、「道路インフラ強化のために、気候変動・リスク管理局の道路インフラのリスク管理能力が強化される」である。フェーズ1においては、豪雨災害に対する道路インフラのリスク管理能力が強化されたものの、地震に対する道路インフラのリスク管理に関しては取り扱いがなされていない。また、フェーズ1では、リスク診断と優先順位箇所の対策工の計画まで実施されているが、具体的な事業化が遅れており、上位目標である「エルサルバドル国における道路インフラの災害に対する脆弱性が低減される」の効果は限定的であった。またDACGERの道路インフラのリスク管理能力の強化のためには、インフラ強化プロジェクトの推進役として能力強化が必要である。具体的にはDACGERのインフラ強化事業の企画における費用対効果を含めた省内執行部や資金源に対し事業の妥当性の説明性の高い資料を作成する説明責任能力強化を重点強化対象とした。

また、DACGERは若年技術者が主体であること、エルサルバドル国においてインフラ強化事業があまり行われてこなかったため、インフラ強化事業の施工に係る知見や経験に乏しい状態にあった。

(2) 工夫

本プロジェクトでは、地震も含めたリスク診断を実施し、地震と豪雨を含めた防災に関する設計基準、標準仕様書、積算基準案を作成した。これらを用いてFOVIALがパイロット・プロジェクトを実施し、適宜DACGERがアドバイスをし、成果へのフィードバックをすることでDACGERのインフラリスク管理能力を強化した。

本プロジェクトの初期においては、DACGERがリスク診断を実施し企画されている豪雨災害に対するインフラ強化事業は、地震に対するリスク診断結果と豪雨・地震総合リスク評価による優先順位の再検討や、設計基準や施工の標準仕様書、積算基準の整備を待たずに早期の実施/予算措置を目指した。これにより、緊急事業を早期に実現した。予算措置が遅れ、本プロジェクトの中でパイロット・プロジェクトへの技術支援、またその結果からの教訓の吸い上げが困難となる事態を回避した。豪雨に対するインフ

ラ強化事業のパイロット・プロジェクト サイトで地震に対するリスク診断も先行して実施し豪雨・地震に係る年潜在損失額を算定した。設計基準や施工の標準仕様書、積算基準も当該箇所に適用する工種を先行して整備した。

パイロット・プロジェクト の選定は、8 箇所の選定が 2017 年 9 月 28 日の第 3 回 JCC で確認された。2019 年 9 月 30 日の第 6 回 JCC で 1 箇所、2021 年 6 月 3 日の第 7 回 JCC で 6 箇所、2021 年 6 月 3 日の第 8 回 JCC で 3 箇所を追加し、合計 18 箇所とした。リスク診断フォーマット、費用-便益分析フォーマットも含めた道路災害リスク管理マニュアルを整備し、パイロット・プロジェクト の企画に活用した。これらの作業を DACGER 自ら実施することにより、DACGER の道路防災事業企画能力が向上した。

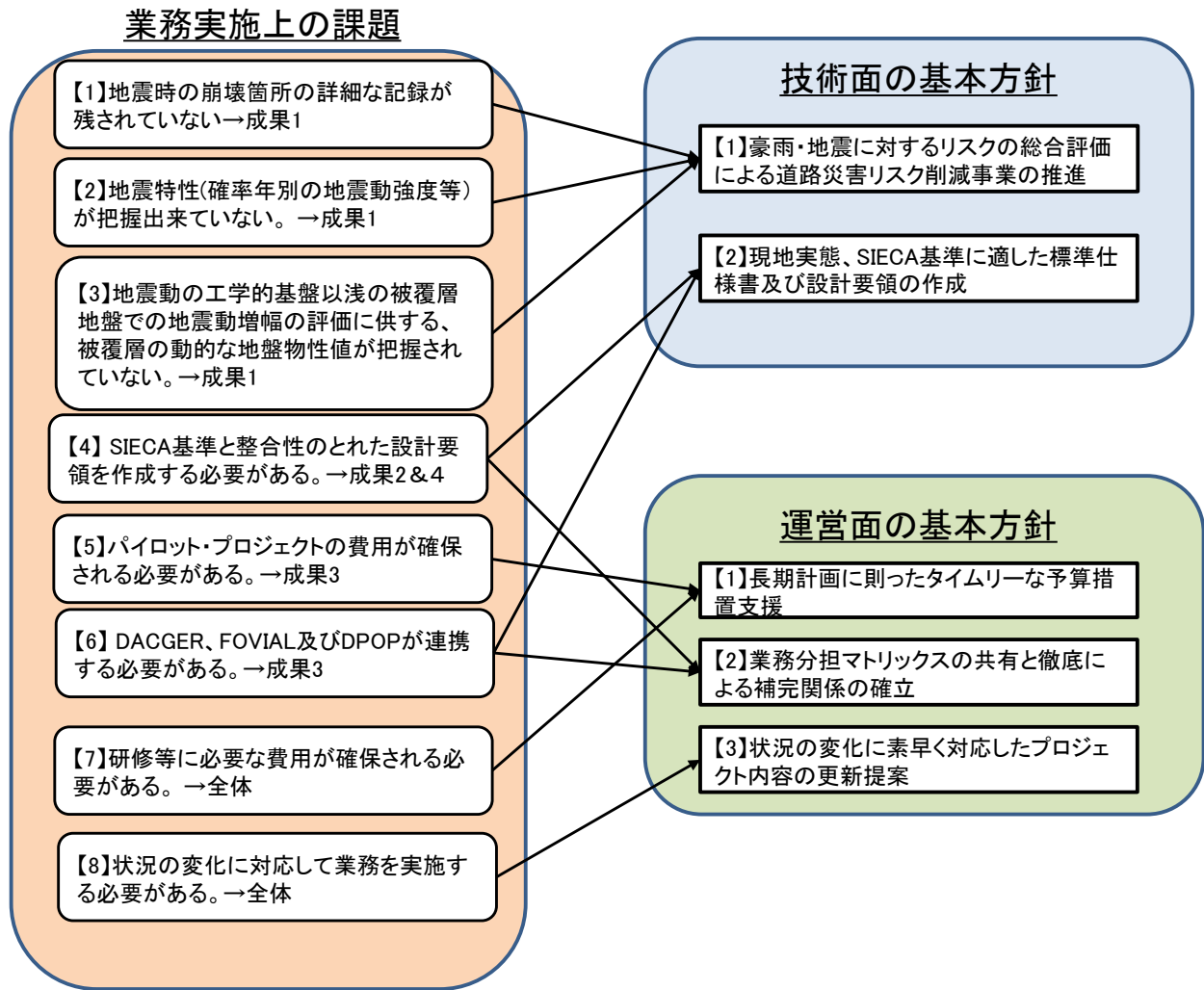


図 12 業務実施上の課題と技術面及び運営面の基本方針

(3) 教訓

道路リスク削減事業は、年次の企画の執行も重要であるが、暴風雨や地震に伴う被災箇所やハザードの顕在箇所の、逐次の改良・復旧やリスク削減事業の優先順位の入れ替え等柔軟な対応が必要である。

3.2.2 技術面

3.2.2.1 豪雨・地震に対するリスクの総合評価による道路災害リスク削減事業の推進

(1) 課題

道路防災事業の推進のためには、精度の高いリスク診断による経済的リスク算定（年潜在損失額）、効果的かつ効率的（安価な）対策を計画し、リスク削減効果（年平均被害軽減期待値）に対する妥当性を示す必要がある。

地震動にリスク診断の精度向上に関しては、橋梁や道路斜面別の確率年別の地震動加速度の評価が必要である。特に橋梁や道路斜面においては表層部が軟弱な場合は地震動の増幅が大きい、その増幅の評価に供する地盤の動的物性の把握が皆無な状況である。

(2) 工夫

各橋梁・道路斜面箇所は、豪雨に対する年潜在損失額に加えて、地震に対する年潜在損失額を算定し、その和として橋梁・斜面箇所別の年潜在損失額を算出する仕組みを構築した。

首都圏の地震時の斜面災害においては、2001年1月は乾季における被災であったが、崩壊面となった土壌は飽和度が高い状態にあり、この状態での地震による繰り返しせん断により極度に劣化する特性の粘土であったと分析されている。地すべり対策のパイロット・プロジェクトにおいては、水抜き水平ボーリング施工し、地下水位の低下の実績から豪雨・地震に対する安定計算安全率の上昇によるリスク削減効果（年平均被害軽減期待値）を検証した。

この対策は豪雨・地震に対し共に有効な対策と考えられ、そのリスク削減効果（年平均被害軽減期待値）は豪雨と地震について別々に求めその和として当該箇所の事業効果を評価する。対策工の費用対効果は、豪雨災害のみで評価した場合よりも地震対策の効果を見込むことにより実際に則し高まる。この事業評価の仕組みを DACGER 内部で理解を深め、実際の道路災害リスク削減事業企画書に盛り込むことにより DACGER の事業の推進能力を高めた。

地盤の動的物性物性の把握のための機材の調達と訓練を行った。

DACGER 自らによるレーザースキャナーによるデジタル地盤モデル、構造物モデルの作成と、衛星画像、赤外線カメラ画像（構造物劣化部、地盤等の湧水部の検出）を含めた地理情報の取得と解析を支援した。

(3) 教訓

落石等は、豪雨や地震時に係わらず、重力、植生根、風化による地盤の緩みや、風等により本根が揺れることにより発生する事例もある。被災要因については、地震以外の豪雨とそれ以外の要因は複合的で明確に区分することは困難なため豪雨等非地震として一括することが合理的である。任意の道路箇所において、地震と豪雨等非地震のリスクは個別に年潜在損失額として評価し、その和を箇所のリスクとして評価する手法が合理的である。

3.2.2.2 現地の実態と、中米経済統合一般条約常設事務局（SIECA）基準に適した標準仕様書及び設計要領・積算基準の作成

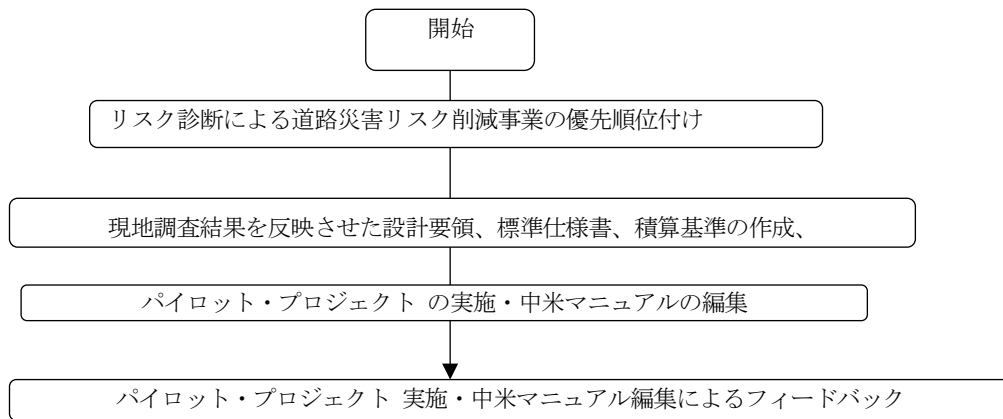
(1) 課題

現地の実態と、中米経済統合一般条約常設事務局（SIECA）基準に適した標準仕様書及び設計要領を作成する必要がある。

(2) 工夫

標準仕様書、設計要領作成のプロセスは、図 13 に示すフローに従い実施した。リスク診断において、エルサルバドル国の地域特性・地質特性を整理し、現地調査において、エルサルバドル国における地盤物

性値を特定し、これらを反映させた設計要領、標準仕様書、積算基準を作成することで現地に適した資料の作成を行った。さらに、これら成果品を用いてパイロット・プロジェクト の設計、積算を実施し、随時現地に適さない箇所は修正・更新を行った。また、施工の際の教訓から、現地の調達事情にあった修正をかけ、より現地に適した設計要領、標準仕様書、積算基準を作成した。



出典：本プロジェクト

図 13 設計要領、標準仕様書、積算基準標準の作成フロー

中米経済統合一般条約常設事務局(SIECA)から JICA エルサルバドル事務所への要請を受け、SIECA、JICA エルサルバドル事務所、本プロジェクトと共同で「中米道路インフラの災害管理地震・地盤工学マニュアル(斜面編)」を作成した。具体的には2018年8月～2019年2月までの7ヶ月間、本プロジェクト専門家がマニュアル作成の中心を担う DACGER を支援し、ワークショップに参加して技術支援を行った。さらに、「中米橋梁・カルバートのリスク管理計画・設計マニュアル・ガイドライン」の新規編集と「中米道路インフラ水文・水理マニュアル2015年」の更新に係る活動を、2020年8月～2021年7月に実施した。エルサルバドル用に作成した技術図書の中米マニュアルへ反映した。一方中米マニュアル編集で得た新たな知見をエルサルバドル用の技術図書に反映した。

(3) 教訓

信託基金である世銀銀行防災グローバルファシリティ：GFDRR (Global Facility for) Disaster Reduction and Recovery) は、「Road Geohazard Risk Management Handbook」を2020年5月18日に公開した (<https://www.gfdr.org/en/road-geohazard-handbook>)。この技術資料は、世界銀行東京防災ハブが、日本資金により、JICA、国土交通省、日本地すべり学会、(財)砂防地すべり技術センター、(一社)国際砂防協会の協力を得て編集したものである。本プロジェクトフェーズ1、2を含めた JICA のエルサルバドル、フィリピン、ネパール、ブラジル道路防災関連プロジェクトの成果の一部が反映されている。この技術資料は、道路災害リスク管理の体系、道路防災事業運用マニュアル、道路防災プロジェクトに係るコンサルタント委託標準仕様書集、日本、セルビア、ブラジルのケーススタディから構成されている。道路インフラの脆弱性低減に資する技術資料として本プロジェクト内でも活用・普及した。こうした、中米域外での知見の取り込みも有効である。

3.2.3 運営面

3.2.3.1 長期計画に則ったタイムリーな予算措置支援

(1) 課題

予算確保には、必要な時期までにプロジェクトに必要な経費を提示し、予算化する必要がある。本プロジェクトは、5.5年の長期プロジェクトであったため、エルサルバドル国の年次予算措置に則り、プロジェクトに必要な予算を確保が必要であった。

(2) 工夫

プロジェクトに必要な予算のうち、最も高額な予算は、パイロット・プロジェクトである。パイロット・プロジェクト 予算に関しては、本プロジェクト当初から内国予算による執行を促した。また、道路災害リスク削減資金の予算に係る議論や確認を第3回 JCC（2017年9月29日）、第4回 JCC（2018年9月21日）、第5回 JCC（2019年4月29日）、第6回 JCC（2019年9月30日）で行った。議論のポイントは、道路災害リスク削減予算は道路維持管理予算の費目の一部とするのではなく、個別の費目として毎年次に確保し、優先順位に従って執行する点である。パイロット・プロジェクト の予算確保は、この予算制度改革が間に合わないことから、表 39 に示すように、米州開発銀行（IDB）の首都圏洪水削減プログラム（借款）、日本の経済社会開発無償資金協力による本邦の特殊資機材の調達を含めた予算確保を行った。

また、首都圏、サンサルバドル火山山麓の道路横断溪流の洪水・土石流防護堰堤事業は、リスクの規模、費用対効果分析結果から最も優先度の高い道路災害リスク削減事業である。また、保全対象は人口集中地区（DID）を含む。しかしながら、11百万USD規模となり内国予算の措置が困難で、国際的な資金協力を検討している。日本の砂防ソイルセメント等の技術の適用で、費用対効果の高い事業形成が可能である。

表 39 パイロット・プロジェクト 予算の確保

No./ 災害区分	箇所	構造物対策		非構造物対策	
		企画/実績	予算	企画/実績	予算
橋梁豪雨等 非地震	CA3E、サンバルトロ市、チャラテナンゴ県モトチコ川 2017年6月被災橋梁 (新橋梁名:プロスペリダ橋)	洗越構造による仮設迂回路、橋梁架け替えと基礎工の浸食対策	市民保護防災減災基金（施工完了2018年10月）	施工業者により 工事中の仮設洗越迂回路の豪雨時の交通安全管理	FOVIAL 施工費
				施工後の維持管理	FOVIAL 年次業者契約
橋梁地震災害	首都圏国道南49号街路、モニュメント・エルマノ・ビエンベニード・ア・カサ高架橋、サンサルバドル市	落橋防止構造あるいは横方向変位拘束構造の検討を実施したが、事業の妥当性が低く、事業化は継続的検討	適用外	強震時の橋梁通行警報システム	DACGER 年次予算
岩盤斜面崩壊	CA1W、距離程19.1キロ～20.1キロ区間 ラ・リベルタ県ロン市ロス・チョロス区間	不安定岩塊除去、ロックネット、高エネルギー落石防護柵	2017年、2018年2019年 FOVIAL 予算	強震時の道路緊急警報システム 気象観測	JICA 専門家チーム機材費/再委託費
	RN5、距離程4.7～5.4キロ区間、サンサルバドル市起点～ハグアール立体交差点区間	高エネルギー落石防護柵および網	特殊資機材:日本の経済社会開発無償資金協力および本業務コンサルタント本邦調達	施工後の維持管理	FOVIAL 年次業者契約

No./ 災害区分	箇所	構造物対策		非構造物対策	
		企画/実績	予算	企画/実績	予算
			施工: FOVIAL2021年 予算		
	CA4S、距離程 15 キロ、ラ・リベルタ県サラゴサ市サンフランシスコ行政区	落石防護工事	特殊資機材:日本の経済社会開発無償資金協力 施工: FOVIAL2021年 予算	施工後の維持管理	FOVIAL 年次業者契約
	ラ・リベルタ県内国道サーフ・シテイ道、距離程 33 キロ斜面 (サーフ・シテイ橋起点側)、ラ・リベルタ市	軟岩斜面の侵食防止と緑化 長繊維、セメント混入砂吹付切土補強土工約 5000m2 と土石侵食防止・緑化基礎シート敷設工 2000m2			
土石斜面崩壊	中米連系国道 4 号南線 (CA04S) 8 キロ斜面、ラ・リベルタ県サラゴサ市	抜け落ち型落石対策 1000kJ 高エネルギー落石防護柵			
	ラ・リベルタ県内国道サーフ・シテイ道 34 キロ斜面、(サーフ・シテイ橋海岸側、ラ・リベルタ県ラ・リベルタ市	土壌藻類や環境保全シートを用いた自然植生侵入促進工法	特殊資機材:日本の経済社会開発無償資金協力および本業務コンサルタント本邦調達 施工: JICA 専門家チーム再委託費		
	CA8W、ラスチナマス行政区、エルサルバドル/グアテマラ国境、アウアチャバン県/町	落石防護工	特殊資機材:日本の経済社会開発無償資金協力 施工: 公共事業建設維持局 (DCMOP) 直営		
地すべり	SAL38、距離程 25 キロ、サンサルバドル県デルガド市	道路山側/谷側の地すべりによる変状に対する道路修繕・維持管理	FOVIAL 予算による道路体の亀裂、沈下修繕 (2019年1月)、道路への土石流堆積の除去道路側溝修繕工事 施工: JICA 専門家チーム再委託費	定期/異常気象時点検と維持管理	FOVIAL 年次業者契約
		地下排水管注水洗浄	本業務コンサルタント再委託費		
	CA3E、距離程 125 キロ、カバニャス県、センステペケ市	地下水排除ボーリング工と抑え盛土工	特殊資機材:日本の経済社会開発無償 施工: FOVAL2002年 予算	施工後の維持管理	FOVIAL 年次業者契約
	CHA8、CA3E 分岐から 8 キロ、コマラパ町、チャラテナンゴ県	地下水排除ボーリング工	特殊資機材:日本の経済社会開発無償 施工: 本業務コンサルタント再委託	施工後の維持管理	FOVIAL 年次業者契約
道路冠水	ラ・リベルタ県市街国道メルリオット大通り、サンタテクラ市/アンティグオクスカトラン市	道路の中央分離帯の地下に雨水一時貯留型排水施設を設置	設計施工: MOPT 事業 IDB 借金を適用 (2020年8月施工完了)	雨水一時貯留型排水施設の維持管理	FOVIAL 年次業者契約
道路陥没	首都圏市街国道 87、89 アベニダ・ノルテ、サ	路面変状箇所の埋設雨水管の更新	公共事業建設維持局 (DCMOP) 直営工事	定期/異常気象時点検と維持管	FOVIAL 年次業者契約

No./ 災害区分	箇所	構造物対策		非構造物対策	
		企画/実績	予算	企画/実績	予算
	ンサルバドル、エスカロン地区		予算	理	
水・土石流動（溪流横断部）	首都圏市街国道 75 ノルテ、ラス・ラハス・メヒカノス溪流	洪水・土石流防護堰堤	資金源未定	流動型地盤・水災害注意道路緊急情報システム	DACGER 年次予算
	RN5、距離程 10 キロ、サンサルバドル県サン・マルコス市	土石流防護バリヤ	2021 年 FOVIAL 予算	施工後の維持管理	FOVIAL 年次業者契約
	SAL37、サンサルバドル火山テラプレレン溪流横断箇所、サンサルバドル県ネハバ町	洪水・土石流防護堰堤	資金源未定		

CA3E:中米連系国道3号東線、CA1W:中米連系国道1号西線、CA4S:中米連系国道4号南線、RN5:国内国5号線、SAL38:サンサルバドル県内国道38号線、CHA8:チャラテナンゴ県内国道8号線、FOVIAL:道路保全基金、IDB:米州開発銀行、DCMOP:公共事業建設維持局
出典:本プロジェクト

(3) 教訓

橋梁の豪雨災害への対策箇所は、被災箇所の改良復旧事業であることから、内国予算の市民保護防災減災基金 (FOPROMID) の適用が可能となった。このような喫緊の被害箇所やリスクの顕在化箇所で適宜の予算措置はリスク削減効果が大きい。この FOPROMID 予算枠の拡大や、FOVIAL 債の緊急災害対応への適用を可能とする法制度が望まれる。

3.2.3.2 業務分担マトリックスの共有と業務分担の徹底による補完関係の確立

(1) 課題

エルサルバドル国に於いて道路防災事業を実施する際には、業務範囲の異なる DACGER、FOVIAL、DPOP の3組織が密接に連携する必要がある。しかし、各組織には道路防災事業を実施する際の技術的な長所・短所があり、これらを相互に補完する関係を構築が必要である。

DACGER : 公共インフラのリスク管理と気候変動に関する技術的な調査と研究および政策決定、事業計画等の上流側の業務が主たる業務であり、事業化および事業実施の経験が豊富ではない。

FOVIAL : 一般の公共工事の設計、施工および維持管理の経験が豊富であり、建設機械、施工計画、施工方法に関する能力が高いが、防災工事に関する施工経験が少ない。

DPOP : 道路計画、道路設計を体系化しているが、防災に関する知識は不足している。

(2) 工夫

DACGER は本プロジェクトで実施する技術普及活動を企画・運営し、FOVIAL は SIECA が後援し中米道路保全委員会 (COCAVIAL) が企画・運営する中米道路保全会議の事務局に参加している。

本プロジェクト専門家と MOPT は、この会議に FOVIAL と共に参加し、本プロジェクトの成果を発した。

中米道路保全会議は、2013年10月以降実施が中断されていたが、2018年10月22日～24日にグアテマラシティで開催され、DACGER 局長と、主任専門家が参加した

具体的には、表 40 に示す成果を明確にしたマトリックス表を作成し、活動を進めた。

表 40 各成果における実施機関と主要関連機関との役割

成果/ 技術協力 成果品	成果-1：道路インフラ（橋梁・道路斜面）の地震に対するリスク診断能力が向上する	成果-2：道路災害リスク削減事業に関する標準仕様書、設計要領、積算基準が作成される	成果-3：パイロット・プロジェクトを通じて DACGER の道路災害削減事業のプロジェクトマネジメント能力が向上する	成果-4：道路防災にかかるリスク診断事業の実施にかかるプロジェクトの成果が国内外で共有される
	DACGER 内各課および FOVIAL DMOP	リスク診断マニュアル リスク診断フォーマット	耐震設計基準 標準仕様書 設計要領 積算基準	道路災害のリスク削減事業の優先付け手法とその結果 費用対効果分析を通じた道路災害リスク削減事業の優先順位付け手法とその結果
気候変動リスク管理戦略局 (DACGER)	リスク診断手法のマニュアル化、リスク診断の実施	耐震設計基準に係る MRAN との調整・作成 標準仕様書・設計基準・積算基準の作成	道路災害事業化提案書の作成（費用対効果分析を含む） 事業実施時の事業主体への支援（施工時調査・動態観測）、技術アドバイス	技術移転のための教材・カリキュラムの作成 SIECA マニュアルの編集・普及
道路保全基金 (FOVIAL)	リスク診断箇所の DACGER への要請、災害履歴等の現地情報の共有	パイロット事業の実施（設計、積算、工事管理）と DACGER への提案およびフィードバック		中米道路保全会議の企画・運営
公共事業計画局 (DPOP)	管理している橋梁インベントリ、交通経済情報の DACGER との共有 リスク診断手法にかかる DACGER への助言	道路防災関係の基準、仕様書、要領等の他の一般工種との整合性確認、DACGER への助言 費用と効果の算定に係る工事単価、道路交通経済指標の DACGER との共有		—

出典：本プロジェクト

(3) 教訓

DACGER と FOVIAL とは戦略策定機関と実施機関の関係で、役割が明確である。DACGER と DPOP の関係は、同じ計画段階を担う組織で、役割の境界が不明確である。DACGER の役割は DPOP の気候変動適用・リスク管理の特殊部分と考えられる。この役割分担を明確にしたうえで、両者の連携強化を推進する必要があった。

3.2.3.3 状況の変化に素早く対応したプロジェクト内容の更新提案

(1) 課題

プロジェクト全体の進捗、成果の発現状況を見ながら、業務の明確なプライオリティ付けと選択と集中によるリソースの効率的な配置更新を行う。また、プロジェクト条件（予算、人員、期間）を踏まえて貴機構や C/P へ提言・協議しながら、活動を柔軟に実施するとともに、必要な処置（C/P との合意文書の変更、契約の変更、契約変更を伴わない打合協議簿による JICA 監督職員との承諾/確認）を取る必要がある。

(2) 工夫

プロジェクト開始以降、プロジェクト内容の更新について表 41 に一覧にして示す。いずれも契約変更を伴わない打合協議簿による JICA 監督職員との承諾/確認による対応としてきた。第 3 国技術交換については、DACGER は積極的な活動を行ってきており、プロジェクト予算の効率化を図りながら推進した。中米域内の技術交換については初回以外は逐次の打合協議簿での確認は行わず、SIECA、中米道路基金委員会 (COCAVIAL) の要請や、本邦の無償資金協力「ホンジュラス国国道六号線地すべり防止計画」との連携により、逐次に企画の相談と実施の報告した。

また、多くの機会を利用して国際的な本プロジェクトの成果の普及を行った。

表 41 プロジェクト開始以降のプロジェクト内容の更新

更新年月日	更新内容	更新理由
2017年 5月19日	プロジェクト予算費目の細目の新設と単価設定 第3国との技術交換、セミナー、ワークショップ、会議参加者の旅費・交通費 (渡し切り単価日当、航空券等、宿泊費) 1)エルサルバドル国政府、本業務専門家チーム員、専門家チームの傭人で、宿泊を伴う、エルサルバドル国内、および第3国で技術交換、セミナー、ワークショップ、会議参加者 2)エルサルバドル国内で、本プロジェクトが主催する技術会議、セミナー、ワークショップへ参加する、第3国の政府・学術関係者 3)対象：中米地域内	1) 討議議事録 (R/D) の PDM で日本国側投入と確認 2) C/P の適時の支出が困難なため
2017年 5月24日	プロジェクト予算費目の細目の新設と単価設定 特殊傭人 通訳兼運転手 機材設置・維持計測補助作業員 消耗品費 広報材料費 機材設置・計測雑材料費 旅費交通費 (第3国技術交換) 日当、航空券等交通費、宿泊費 資料作成費、技術・広報資料作成費 雑費 イベント・セミナー・ワークショップ等会場費 技術会議等イベント参加費	経費の効率化 現地再委託を必要としない軽微な作業に適用 C/P の適時の支出が困難な場合 C/P の適時の支出が困難な場合 1) 討議議事録 (R/D) の PDM で日本国側投入と確認 2) C/P の適時の支出が困難なため C/P の適時の支出が困難なため C/P の適時の支出が困難なため C/P の適時の支出が困難なため
2017年 10月5日	プロジェクト再委託費の特殊傭人対応への変更 1) 積算基準調査 2) 環境社会配慮関連調査	特殊傭人費での対応が可能で、再委託によるよりも安価となることが明らかになった。
2017年 10月10日	JCC (Joint Cordination Committee) の開催頻度の変更 今後は「年1回の定期開催を原則とし、必要に応じ臨時的に開催する」	1) JCC の「プロジェクトの進捗・課題、予定を関係者間で共有する」目的に対し、この目的に値する進捗や課題の変化が生じると考えられる年1回の開催が適切である。 2) 討議議事録 (R/D) では、「年1回以上の JCC の開催」で合意されており、「年1回の定期開催を原則とし、必要に応じ臨時的に開催する」に整合する。
2018年 5月7日	プロジェクト予算費目の細目の新設と単価設定 特殊傭人費 中米マニュアル編集員	SIECA からの要請に応じ、プロジェクト成果の中米展開に資する SIECA マニュアルの作成に本プロジェクトが協業する。
2019年 9月25日	車両関連費内の細目、車両借上げ (エルサルバドル) 大型 4WD、同運転手、同燃料費の新設	本業務専門家チームと JICA 本部調査団の同乗/地すべり変状による悪路走行のため
2019年 10月3日	雑費内の細目、技術会議等の開催協力費の新設	1) 第3国との技術交換等の推進 2) 開催協カログ、プロジェクト広報展示ブース、技術会議参加費を含む
2020年 6月1日	事務所秘書、リスク評価補助 (新設) を政府から外出制限時における在宅勤務を可とする。車両借上費を専門家不在時も使用可能とする。消耗品費、通信・運搬費の細目の新設	新型コロナ禍と暴風雨禍等に対応したプロジェクトの円滑な運営
2020年 6月9日	コロナ禍における、2020年10月からの海外渡航、現地業務再開を前提に現地業務、国内業務の計画見直し	新型コロナウイルスの感染拡大に対応した見直し

更新年月日	更新内容	更新理由
2020年 9月23日	<ul style="list-style-type: none"> ・コロナ禍における現地業務への振り替え ・追加業務 1.42 人月：非常事態が宣言された2020年5-6月の熱帯暴風雨禍に係る支援/斜面災害リスク診断・災害対策のウェブ教材作成/中米道路インフラ管理マニュアル橋梁編と、水文・水理マニュアル更新に係る支援/技術情報誌の編集・発行支援 ・履行期限の延長：2020年7月～2021年12月の66箇月間への変更 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 新型コロナ禍への対応 2) 新型コロナ禍の渡航制限においてプロジェクト成果を形式知とする活動とその普及促進の支援強化 3) 新型コロナ禍に伴い開始できていないパイロット・プロジェクトの施工に係る技術支援期間の確保 4) 本プロジェクト成果の普及と技術交換として参加準備をしていた第5回斜面防災世界フォーラム（WLF5）京都が新型コロナ禍に伴い1年順延され2021年11月2日～11月6日となった。
2020年 12月23日	<ul style="list-style-type: none"> ・本邦企業の技術・資機材の供与機材としての追加調達（高エネルギー吸収型落石防護網/土壌藻類表面侵食抑制・植生促進剤） ・現地再委託に上記2技術に加え地すべり対策地下水排除工法を加えた3技術の施工を加える ・追加業務9.2人月：本邦技術の現地適用化の実証・普及に係る人月の追加 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 新型コロナ禍と2020年雨季の非常事態が宣言された激甚暴風雨災害に伴う財政困難の中で道路災害リスク削減活動を推進する。 2) JICA企業提案型事業（中小企業・SDGsビジネス支援事業）で支援し、有効性を調査・検証した技術・資機材を適用し、エルサルバドル国における費用対効果が高い道路防災技術を推進する。 3) 上記に加え本邦の経済社会開発無償で供与された、企画箇所の大礫交じり土に対応可能なロータリー・パーカッション・ドリルを活用し地下水排除工法を推進する。
2021年 3月24日	<ul style="list-style-type: none"> ・再委託、機材設置費用およびICTを活用した動態観測/路面下排水管検査の排水管内リモート自走式CCTVカメラの修理の追加 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 本プロジェクトのフェーズ1で2012年に供与したものである、以来、本プロジェクトでも排水管の健全度診断・路面化空洞原因調査に活用されてきた。 2) 修理が必要となり、コロナ禍の財政困難な中、C/Pより修理に係る支援が要望された。 3) 円借款「サンミゲルバイパス建設計画」においてもC/Pによる道路横断管等の排水管の施工品質検査が必要である。 4) この機材の修理により路面化空洞・陥没の予防保全が効率化し、本プロジェクトの上位目標である「道路インフラの脆弱性の低減」に貢献する。
2021年 6月25日	<ul style="list-style-type: none"> ・一般業務費の雑費の細目「入札公告」の新設 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 再委託および機材調達において業者選定過程をより透明性の高いものとする。
2021年 8月18日	<ul style="list-style-type: none"> ・調達機材の追加 弾性波探査機材本体計測ユニット、解析ソフトウェアとそれらの訓練 ラップトップコンピュータ 2台 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 本プロジェクトフェーズ1で、C/Pに供与された「弾性波探査機材」は、その後の頻繁な使用により本体の計測ユニットが故障した。 2) C/Pは修理をメーカーに依頼したが、供与以来9年が経過し、測定器の補償期間が切れ、かつモデルが廃止されており代替部品の取り換えも困難なため、新規購入が必要である。 3) また、データ格納・屈折法解析ソフトウェアは、対応OSも古く現在サポートが受けられる状態ではない。このため現地計測データの格納・解析に供する最新のソフトウェアが必要である。 4) 本機材は、橋梁基礎地盤の健岩把握、道路切土の土工区分把握に於いて緊急的需要がある。 5) 弾性波探査機材およびその他の現地計測にあたり、最新の解析ソフトに対応したOSのラップトップコンピュータが必要である。

出典：本プロジェクト

(3) 教訓

第3国との技術交換費や、パイロット・プロジェクトの施工費の一部を日本側投入としたことにより、臨機で有効的な技術交換や新たな道路防災技術の実証実験が可能となった。

エルサルバドル国の一般新聞の公告費は、1件55USD程度で可能である。入札公告や見積競争の関心業者募集を一般新聞で行うことにより、調達の透明性の確保と共に、新たな業者情報が得られる効果が

ある。本プロジェクト入札公告および見積競争業者募集と同時に、中米道路防災技術の技術募集を広告した。このようにプロジェクトに係る広告を併せて行うことは効率的である。

第4章 プロジェクト目標の達成度

4.1 プロジェクト目標

プロジェクト目標は、「道路インフラ強化のために、気候変動・リスク管理局の道路インフラのリスク管理能力が強化される」である。

4.2 評価指標による達成度

プロジェクト目標の評価指標に基づく達成度を表 42 に示す。いずれの指標も達成している。

表 42 プロジェクト目標の評価指標と達成度

指標番号	指標	達成
指標 1:	DACGER により 50 箇所の道路災害リスク診断が実施される。	67 箇所/目標 50 箇所(達成)
指標 2:	DACGER により 50 箇所の災害リスク削減プロジェクトの提言がなされる。	67 箇所/目標 50 箇所(達成)
指標 3:	DACGER により 9 回の国内および中米地域リスク削減セミナーが実施される。	11 回/目標 9 箇所 (達成)
指標 4:	DACGER の企画・技術支援により 8 箇所の道路災害リスク削減事業のプロジェクトが実施される。	12 箇所 (達成)

出典：本プロジェクト

4.3 六項目評価

本プロジェクトの評価六項目について、DACGER と合同で協議し、2021 年 11 月 3 日の第 8 回 JCC で以下のとおり確認した。

4.3.1 妥当性

本プロジェクトの活動は以下のとおり妥当性が高い。

2019 年 6 月 1 日に発足したナジブ・ブケレ大統領政権の公約集（クスカトラン計画）は、重点項目に「首都圏のインフラの強靱化」を挙げている。一方、2020 年は、3 月からの COVID-19 の感染拡大、5 月～6 月、10 月に大規模な豪雨災害があった。こうした困難の中、本プロジェクトは、費用対効果の視点から優先事業の企画・実施に注力した。

4.3.2 整合性

4.3.2.1 日本国の開発協力方針との整合性

本プロジェクトは、日本国の「対エルサルバドル共和国国別開発協力方針」（2017 年）における以下の 3 つの重点分野に則した活動を行った。

(1) 経済の活性化と雇用の拡大

エルサルバドル国は、地理的に中米の中心で、中米の交通・物流の要衝として重要である。そのため、本プロジェクトは、交通インフラの機能を最大限に発揮するための DACGER の能力強化を行なった。また、エルサルバドル国は、中米道路インフラのリスク低減に資するマニュアルの編集と、中米への技術普及に貢献した。

(2) 持続的環境開発のための防災・環境保全

気候変動への適応と地震対策としてのインフラの強靱化を支援した。

(3) 包括的な開発の促進

全ての人々が恩恵を受ける開発として、公共性の高い道路インフラの脆弱性の低減を上位目標に掲げ活動した。

エルサルバドルを含む中米地域では、地域統合に向けた取り組みが進められている。本プロジェクト

は、JICA エルサルバドル事務所の調整により、中米経済統合一般条約常設事務局（SIECA）の地域運輸・インフラ・ロジスティクス部（DITIL）と連携し、中米六箇国の地域技術グループ（GTR）とのワークショップを開催したうえで、中米道路インフラのリスク管理に係るマニュアル類の整備に貢献した。

4.3.2.2 関連プロジェクトおよび機関との連系

環境天然資源省（MARN）とは、共同で、地震動探査機材の講習会、計測、道路災害被害調査を実施した。MARN 事務局の第 13 回中米地質会議に参加し、地質災害に係る中米研究者との技術交換を行った。

2017 年に国連開発計画（UNDB）が主催した一連のワークショップに参加し「公共事業・運輸・住宅・都市開発部門の気候変動対策 2018-2036」の取り纏めに協力した。

セミナーを主体とし、地方自治体、大学を含めたインフラ関係機関に成果を普及した。DACGER への大学生のインターンシップ受け入れや道路災害対策に対する卒業研究支援を行った。在エルサルバドル日本大使館の依頼で2019年9月の「世界津波の日」高校生サミット in 北海道に出席する高校生へCOEMOP と共にインフラ災害管理に係る講義を行い、壮行会で壮行の言葉を贈った。「中米道路災害リスク管理地盤・耐震工学マニュアル斜面編」については、DACGER と本プロジェクト専門家が、エルサルバドル、ホンジュラス、ニカラグア、コスタリカ、パナマでの普及ワークショップで講師を務めた。

日本の無償資金協力「ホンジュラス国国道六号線地すべり防止計画」の地すべり防止施設の維持管理に係るソフト・コンポーネントと協業し、地すべり防止工事の見学を含めたホンジュラス国のインフラ・公共サービス省（INSEP）との技術交換を3回行った。この外、ホンジュラス国 INSEP の要請で、ホンジュラス国建設フェアへの参加・展示・プレゼンテーション、ホンジュラス国の暴風雨による落橋箇所への復旧対策の議論のための合同視察を行った。

日本で行われた世界道路協会（PIARC）のワークショップ、国際防災シンポジウム、斜面防災世界フォーラムに参加し、本プロジェクトの中米外への成果普及と技術交換を行った。

DACGER 局長、JICA 中小企業海外展開支援「エルサルバドル国高エネルギー吸収型落石防護網工法の適用促進基礎調査」調査団長、本プロジェクト主任専門家が発起人となり、公共事業運輸大臣の承認署名により、2020 年 1 月 30 日中米道路防災技術研究会を設立し、事務局を DACGER 内部に設置した。以降 19 件の産・学からの道路防災技術の技術登録を行い、5 件の技術をパイロット・プロジェクト で適用し検証した。

日本の有償資金協力「サンミゲル市バイパス建設事業」へは、必要に応じて災害リスクに係る調査に協力している。2021 年 11 月～2022 年 10 月に活動を予定しているサンミゲルバイパス災害防止スコープチームは、本プロジェクト専門家チーム関係者が異動して活動を行う。同チームの活動は、サンミゲル市バイパスに係る活動であるが、必要に応じて本プロジェクト終了後も含めて DACGER を支援する。

2021 年 9 月より JICA 「中米・カリブ地域 With/Post COVID-19 社会における開発協力の在り方に係る情報収集・確認調査」と協業し、エルサルバドル国の公共事業運輸省を中心とした関連機関へのアンケートを行い、感染症対策を考慮した交通インフラのあり方に係る調査・検討を行った。この結果は、本プロジェクトの成果を生かした将来の効率的な交通インフラ事業の創設に生かせるものと考えている。

DACGER および本プロジェクトの With COVID-19 社会に対する貢献は以下が挙げられる。これらの活動に際し、本プロジェクトフェーズ 1 からの知見、供与機材、現地傭人等の本プロジェクト予算からの投入が活用された。

- COVID-19 の治療や予防接種を専門に対応するエルサルバドル病院の緊急建設において、DACGER は、地盤調査、給水・衛生分野も含めた設計、施工管理の主要員として携わった。
- 2020 年 5 月～6 月の熱帯暴風雨アマンダ・クリストバル（国家非常事態宣言）、2020 年 10 月末のサンサルバドル火山麓の集中豪雨、2020 年 11 月のハリケーンの被害調査、緊急対応の企画、緊急対応の技術管理、復旧事業の企画を行った。

- 中米道路防災技術研究会(GETRRGIVIC)の技術募集を行い、19件の技術の審査・登録を行い、With/Post COVID-19 社会に於ける財政的困難に伴い必要性が高まっている費用対効果が高い道路防災事業の企画・推進に活用した。
- 上記の活動の中で得た新たな知見を取り込んで、技術マニュアル類に反映した。
- 中米経済統合一般条約常設事務局(SIECA)、中米六箇国の運輸・交通分野の地域技術グループ(GTR)、JICA エルサルバドル事務所とリモートワークショップを計10回を行い、中米の道路インフラリスクに係る水文・水理マニュアルの改訂版と、橋梁・カルバートに係る初版マニュアルを取りまとめた。

4.3.3 有効性

本プロジェクトの成果は、①道路インフラ（橋梁・道路斜面）の地震に対するリスク診断能力の向上、②道路災害リスク事業に関する標準仕様書、設計要領、積算基準の策定、③パイロット・プロジェクトを通じた DACGER のインフラ事業のプロジェクトマネジメント能力の向上、④道路防災にかかるリスク診断並びに道路災害リスク診断並びにインフラ強化工事の実施に係るプロジェクト成果の国内外での共有である。

成果は、プロジェクト目標である「道路インフラ強化のために、気候変動リスク管理の道路インフラのリスク管理能力が強化される」と整合し有効に機能した。

4.3.4 効率性

本プロジェクトは以下のとおり柔軟、臨機に対応することで効率的な活動となった。

DACGER が、本プロジェクトのフェーズ I で習得した豪雨災害管理の知見を活用し、本フェーズ II では、各道路脆弱箇所の地震と豪雨等非地震を統括したリスクと対策の効果を評価する手法を構築した。また、災害リスク削減事業に関する基準仕様書、設計基準、積算基準のドラフトを作成した。これらをパイロット・プロジェクトの活動し検証した。本プロジェクトの成果は、SIECA、中米六箇国の地域技術グループ(GTR)が参加したワークショップで作成した、中米道路リスク管理に係るマニュアルにも反映した。こうした活動の過程で本プロジェクトの成果のフィードバックを得て改善する過程が得られた。

パイロット・プロジェクトは、当初計画6箇所のところ、18箇所の対策の企画・設計・積算・仕様書の作成を行い、15箇所でプロジェクトの実施までの過程を行った。この過程で、多様な道路災害リスク類型に対応する DACGER の災害リスク管理能力が向上し、多くの道路災害対策の優先事業が実現した。パイロット・プロジェクト自体も費用対効果を追求すると同時に、道路災害リスク削減のみならず、道路斜面の緑化による道路環境改善や赤土石の流出から沿岸環境を保全する多目的事業も一部で実現した。また、公共事業運輸省内の道路保全基金(FOVIAL)、協力事務局(DCL)、公共事業建設維持局(DCMOP)、公共事業技術局(DTOP)、緊急オペレーションセンター(COEMOP)、公共事業計画局(DPOP)、社会管理局(DGS)、ロジスティクスインフラ事業実施局(DIPIL)、包括的社会基盤推進局(DIIS)、IT管理室(GI)、運輸副省(VMT)とも情報の共有を行い、公共事業運輸省内の連系を推進した。

4.3.5 インパクト

プロジェクトの上位目標は、「エルサルバドルにおける道路インフラの災害に対する脆弱性が低減される」である。上位目標を達成の外部条件は、「公共インフラの防災体制を推進する政策が継続する」ことであるが、エルサルバドル政府における公共インフラの強靱化は重点化施策であり、今後も継続が期待される。上位目標に対する達成評価指標は、「MOPTにより20箇所の道路災害リスク削減事業が実施される」であるが、すでに12箇所が完了し、5箇所が実施中であり、2箇所の設計・積算・工事仕様書の整備を終えており、2022年中には目標の20箇所に達成する予定である。いずれのプロジェクトも道路インフラの災害に対する脆弱性低減効果が高い。

本プロジェクトの成果のインパクトとしては以下が挙げられる。本プロジェクトは、中米地域政府にも中米道路リスク管理マニュアルの編集の過程で認知され、COMITRANの公式議事録、中米マニュアルにおいても本プロジェクトの成果と重要性が認められている。JICAや日本の国土交通省が編集を支援した世界銀行/防災グローバルファシリティ（GFDRR）の「Road Geohazard Risk Management Handbook 2020」に本プロジェクトの成果が反映された。2021年2月に、国連ラテンアメリカ・カリブ経済委員会（CEPAL、英語略称ECLAC）からの、中米・ドミニカ共和国財務大臣理事会（COSEFIN）の「中米気候変動適応災害リスク軽減公共投資マニュアル」の編集に係る要請に対応し、オンライン技術交換を実施した。

4.3.6 持続性

2010年12月に設立されたDACGERの活動は、2012年～2015年のフェーズ1のころから中米地域政府、特にSIECAと連携して行われてきた。DACGERは、中米道路のリスク管理に係る水文・水理、道路斜面の地盤・地震工学、橋梁・カルバートに係るマニュアル編集に携わってきた。こうしてDACGERは、「リスク管理と気候変動への適応のための中米地域委員会（CR-GRCC）」において役割を果たすことで、公共インフラの気候変動リスク管理戦略の政府機関としてモデル的存在となっている。

エルサルバドル国では、2010年、緊急時の復旧・復興に使用できる市民保護・防災・防災緩和資金（Fondo de Protección Civil, Prevención, y Mitigación）が発足し、復旧・復興に対する準備が整えられ、道路の復旧・復興に活用されている。通常時における災害リスク削減の活動も、COVID-19の困難の下においても本プロジェクトで企画・設計したパイロット・プロジェクトの施工予算が措置された。

以上の経緯から持続性は確保されており、今後はさらに効率的で質の高い活動を目指す段階にあると考えられる。

第5章 上位目標の達成に向けた課題と行動

5.1 上位目標と達成度評価指標

上位目標は、本プロジェクト終了5年後の達成目標で「エルサルバドルにおける道路インフラの災害に対する脆弱性が低減される」である。この目標の達成のためには、実際の道路災害リスク削減事業が実施される必要があり、その事業が有効で、効率的な投資である必要がある。

このため、達成度評価指標は、「MOPTにより20箇所の道路災害リスク削減事業が実施される」と「標準仕様書、設計要領、積算基準がMOPTにより更新される」としている。

5.2 達成度評価指標「MOPTにより20箇所の道路災害リスク削減事業が実施される」

本プロジェクト終了時である2021年12月時点での達成度は、表43に示すとおり12箇所/20箇所である。なお、箇所別に構造物対策と、非構造物対策（道路情報災害システム）の両方が実施されている箇所があるがその場合も1箇所とする。また、構造物対策が複数回にわたり実施されている場合があるがその場合も1箇所とする。調査工事、維持管理作業は含めていない。

表43 本プロジェクト開始以降の道路災害リスク削減事業の実績12箇所

通番	サイト番号（パイロット・プロジェクト外は“外”：プロジェクトサイト）	対策区分	仕様書作成	実施機関	資金源		発注年次	実施年次
					エ：エルサルバドル	日：日本 未：未定		
1	PN1:CA3E、モトチコ川	仮設河川横断迂回路/橋梁架替	FOVIAL	FOVIAL	エ	FOPROMID	2018	2018
2	PS1:南49番街路 高架橋	地震動検層用ボーリング孔	JICA 専門家チーム	JICA 専門家チーム	エ	本業務再委託	2018	2018
		落橋防止構造	DACGER	DACGER	エ	費用対効果的に優先度が低く当面事業化しない		
		強震時警報	JICA 専門家チーム	JICA 専門家チーム	日	本業務再委託	2017,2019,2021	2017~2021
3	DR1 : CA1W 19.1~20.1キロ、ロス・チョロス	岩盤斜面防護網/柵	FOVIAL	FOVIAL	エ	FOVIAL	2017,2018,2019	2017~2019
		強震時警報	DACGER	JICA 専門家チーム	日	本業務再委託	2019,2021	2019~2021
4	DS2:サーフシティ道、34キロ	土壌藻類剤・侵食防止緑化基礎マット・金網工	DACGER	DACGER	日	DACGER	2021	2021
5	DL1:SAL38 号線 25キロ、デルガド市	路側明暗渠工	DACGER	FOVIAL	エ	FOVIAL	2020	2020
6	DL2:CHA8 号線、コマラパ	地下水排除ボーリング	DACGER	JICA 専門家チーム	日	本業務再委託	2021	2021
7	IN1:メルリオット大通り	地下雨水流出調整地	DPOP	MOPT プロジェクト事務所	エ	米州開発銀行借款	2020	2020
8	FL1:北75番街路、ラス・ラハス・メヒカノス溪流	洪水・土石流予警報	DACGER	JICA 専門家チーム	日	本業務再委託	2019,2021	2019~2021

通番	サイト番号 (パイロット・プロジェクト 外は “外” : プロジェクトサイト)	対策区分	仕様書作成	実施機関	資金源 エ:エルサルバドル 日:日本 未:未定	発注年次	実施年次	
9	外: CA2W フテ橋	洗堀リスク・老朽化トンネル架け替え	DPOP	FOVIAL	エ	FOVIAL	2020	2020
10	外: CA4S フテ川横断橋梁	橋梁老朽化補強	MOPT プロジェクト事務所 (DACGER/本プロジェクト技術支援)		エ	中米経済統合開発	2020	2020
11	外: コル・ノセ・カステリオンノス大通り	地下雨水流出調整地	DPOP	MOPT プロジェクト事務所	エ	米州開発銀行借款	2020	2020
12	外: CA2W カングレハ橋	橋梁基礎洗堀防護	FOVIAL	FOVIAL	エ	FOVIAL	2021	2021

CA3E:中米連系国道3号東線、CA1W:中米連系国道1号西線、CA4S:中米連系国道4号南線、RN5:国内国5号線、SAL38:サンサルバドル県内国道38号線、CHA8:チャラテナンゴ県内国道8号線、FOVIAL:道路保全基金、IDB:米州開発銀行、FOPROMID:市民保護防災減災基金

発注年次および施工年次伴に各年1月1日～12月31日

発注年次に複数年記載は、年度別の別発注

出典:本プロジェクト

本プロジェクト終了時である2021年12月時点で施工中箇所は、表44に示すとおり5箇所である。非構造物対策(道路情報災害システム)を運用中の箇所は含めていない。2021年までに実施した箇所と併せ17箇所となる。

表 44 本プロジェクト開始以降の道路災害リスク削減事業のうち2021年12 施工中箇所 5 箇所

通番	サイト番号 (パイロット・プロジェクト 外は “外” : プロジェクトサイト)	対策区分	仕様書作成	実施機関	資金源 エ:エルサルバドル 日:日本 未:未定	発注年次	実施年次	
1	DR2:RN5、4.7～5.4 キロ	落石防護柵・網	DACGER	FOVIAL	エ	FOVIAL	2021	2021～2022 (予定)
2	DR3: CA4S、15 キロ、サラゴザ市サンフランシスコ	落石防護柵	DACGER	FOVIAL	エ	FOVIAL	2021	2021～2022 (予定)
3	DR4:サーフシテイ道、33 キロ	長繊維・砂・セメント混合材吹き付け切土保護	DACGER	FOVIAL	エ	FOVIAL	2021	2021～2022 (予定)
4	DS1:CA4S、8 キロ、サラゴザ市バリージョ	落石防護柵	DACGER	FOVIAL	エ	FOVIAL	2021	2021～2022 (予定)
5	FL3:RN5、10 キロ、サンマルコス町	土石流補足工	DACGER	FOVIAL	エ	FOVIAL	2021	2021～2022 (予定)

CA4S:中米連系国道4号南線、RN5:国内国5号線、FOVIAL:道路保全基金

発注年次および施工年次伴に各都市1月1日～12月31日

本プロジェクトで設計、標準仕様書、積算までが完了しており、2022年中の施工開始/完了を予定している箇所を表45に示す。2022年までに、MOPTにより20箇所の道路災害リスク削減事業が実施され

ることになり、目標値の20箇所を達成する。

表 45 本プロジェクト開始以降の道路災害リスク削減事業の2022年施工開始/完了予定2箇所

通番	サイト番号 (パイロット・プロジェクト外は“外”：プロジェクトサイト)	対策区分	仕様書作成	実施機関	資金源		開始年次	実施年次
					エ：エルサルバドル	日：日本 未：未定		
DL2	CA3E、125キロ、センステペケ	地下水排除ボーリング/抑え盛土	DACGER	FOVIAL	エ	FOVIAL	2022 (予定)	2022 (予定)
FL2	CA1W、18キロ、ロスチョロス・ウオーターパーク	溪流治水砂防施設	DACGER	DCMOP	エ	DCMOP 直営	2022 (予定)	2022 (予定)

CA3E: 中米連系国道3号東線、CA1W: 中米連系国道1号西線

発注年次および施工年次に各年1月1日～12月31日

出典: 本プロジェクト

5.3 達成度評価指標「標準仕様書、設計要領、積算基準がMOPTにより更新される」

この指標は、実際の事業展開により得た知見を形式知として標準仕様書、設計要領、積算基準にフィードバックすることにより、より道路インフラの災害に対する脆弱性を低減させることを狙いとしている。DACGERがFOVIAL等と連携してこの活動を着実に行うことが期待される。

5.4 2019年4月第5回JCCで確認した上位目標達成のためのアクション・プラン

上位目標達成のための課題と行動は2018年9月の第3回JCC以来毎回のJCCで協議した。2017年9月の第4回JCCの後に、継続的な協議を行い、2019年4月の第5回JCCで下記のアクションプランを確認した。

アクションプラン

プロジェクト目標から上位目標「エルサルバドルにおける道路インフラの災害に対する脆弱性が低減される」へ円滑に移行させる体制をプロジェクト実施中に構築することを支援するには、DACGERの技術的能力向上に加えて、DACGERを含めた道路インフラの災害リスク削減事業推進に向けた活動を行える体制を省内に構築することが不可欠である。

このような背景から、表46のとおり、現在の課題（ボトルネック）に対する対処方法をDACGER及び公共事業次省（VMOP）担当MOPTVDU副大臣と検討を行い、今後の行動あるいは改善提案に向けたアクションプランを作成した。これらの省全体を通じた取り組みを行う事により、DACGERおよび関係者の道路インフラの災害リスク削減事業推進に向けた意識の強化及びプロジェクトの更なる自立発展性を確保する。

表 46 上位目標達成のためのアクション・プラン

課題 (ボトルネック)	対処	行動あるいは改善策
<p>1</p> <p>DACGER は、道路保全基金 (FOVIAL) や地方政府からの要請等に応じ、個々の道路災害の危険箇所リスク診断と対策の提言を行ってきたが、道路災害リスク削減事業の計画案は未策定である。</p>	<p>道路災害リスク削減事業の年次、中・長期計画・予算原案を策定する。 (中期とは直近の5年、長期とは6年以上、10年程度の優先危険箇所を対策するために必要な年数) この計画・予算は、道路災害の危険箇所のリスク (年潜在損失額)、道路災害リスク削減事業の費用と便益、費用便益比あるいは正味現在価値を指標とした優先度、計画実施年次を示した一覧表として作成する。</p>	<p>2018年11月～2018年12月 DACGER による初回の道路災害リスク削減事業計画・予算原案の作成 毎年6月(および必要に応じ) DACGER による道路災害リスク削減事業計画・予算原案の更新</p>
<p>2</p> <p>DACGER は、MOPT の直下の組織であり、VMOP とは並列である。 DACGER の起案は直属の上位である MOPT 大臣・官房室に提出される。 このため、道路事業を所轄する VMOP の調整・確認を得る仕組みが無い。</p>	<p>DACGER が起案する道路災害リスク削減事業計画を道路事業を所轄する VMOP が調整・確認を得る仕組みを構築する。</p>	<p>DACGER が、道路災害リスク削減事業計画・予算原案を、VMOP に提出 VMOP の最高責任者である MOPT 公共事業担当副大臣が、VMOP 内の調整・確認を得た後、起案者として計画・予算案を MOPT に提出 MOPT 大臣は、省内執行部と他の計画案と調整し計画・予算案を承認</p>
<p>3</p> <p>道路災害リスク削減事業予算の確保のためには、計画・予算案の説明性を高くする必要がある。</p>	<p>道路災害リスク削減事業の説明責任として費用対効果を示した計画・予算とする。 道路災害リスク削減事業の計画・予算は、国家の5箇年開発計画および気候変動適応・リスク削減方針との整合を明確に示したものとす。</p>	<p>毎年7月 MOPT が、道路災害リスク削減事業案を MOPT 予算案に反映し財務省に予算要求</p>
<p>4</p> <p>道路災害リスク削減事業費確保のために、MOPT 内外での事業推進意識の強化と方針の明確化が必要である。</p>	<p>DACGER、MOPT 内で道路災害リスク削減事業の推進に係る検討を開始し、外部への発信を行う。</p>	<p>2019年1月～3月 MOPT 内でのワークショップ 1) 専門家からの日本の道路防災事業の推進ケーススタディの提示 2) 道路災害リスク削減事業の意義と推進方針のとりまとめ(MOPT 内規則・法制度改革の必要性の議論を含む) 2019年4月～5月 本プロジェクトが実施する道路災害管理セミナーにおける「道路災害リスク削減事業の意義と推進方針案」の提示、意見徴収と MOPT 案の改定 2019年6月～12月 MOPT から国家の新5箇年計画(2019-2023年)の重点計画として「道路災害リスク削減事業の意義と推進方針」を起案提出</p>
<p>5</p> <p>道路災害リスク削減対策の投資効果の最適化と、対策の実行メカニズムの明確化が必要である。</p>	<p>道路災害リスク削減は、業者契約を伴う構造物対策工事、業者契約を伴わない構造物対策作業、非構造物対策(予防保全・維持管理や道路防災情報システム)を組み合わせて柔軟に計画する。 費用対効果を考慮し最適なリスク削減目標(被災確率年)の設定を行う 構造物対策と非構造物対策について実行の体制を明確にする</p>	<p>2018年11月～2018年12月 DACGER 内で方法論を議論のうえ DACGER による初回の道路災害リスク削減事業計画・予算原案を作成 2019年1月～6月 対策の実施の仕組みを明確化し省内および道路保全基金 (FOVIAL) の規則あるいは予算化を含めた運営要領の改定 (1) 施工業者発注が必要な構造物対策</p>

課題 (ボトルネック)	対処	行動あるいは改善策
	注： 工事：設計・積算を伴う構造物対策 作業：設計・積算を伴わない構造物対策あるいは非構造物対策 非構造物対策：予防保全・維持管理、ハザードモニタリングと道路防災情報システム 予防保全・維持管理：道路災害の危険のある立木の伐採、道路のり面排水工の土石除去等の構造物対策の維持管理 ハザードモニタリング：気象、地震動、河川水位、地下水水位、道路斜面の動態観測 道路防災情報システム：道路情報板、サイレン、シグナル、ウェブページによる予警報および被災情報の提供	工事 FOVIAL による設計・施工業者発注、施工監理 (2)特殊機材を必要とする構造物対策工事・作業（地下水排除横ボーリング） DACGER と VMOP 内の公共事業施工・維持局（DCMOP）の直営工事・作業 (3)非構造物対策作業(道路情報施設の維持管理等) FOVIAL の年間道路維持管理業者委託作業の一部

出典：本プロジェクト第5回JCC 確認文書抜粋

このアクションプランの趣旨に準じた DACGER および MOPT の活動により、道路防災事業は確実に進展した。本プロジェクト以降も継続的な活動が望まれる。

5.5 第8回最終JCCで確認した課題：道路インフラ災害のリスク軽減に対し持続的に効率的な投資を行うための行動

この課題については、2017年9月の第3回合同調整委員会（JCC）依頼、2021年11月の最終JCCまで繰り返し、討議確認されてきた。

2021年11月の最終JCCで確認された行動は以下のとおりである。

計画・予算は、道路災害の危険箇所のリスク（年潜在損失額）、道路災害リスク削減事業の費用便益比あるいは正味現在価値を指標とした優先度、計画実施年次を示した一覧表として毎年6月（および必要に応じ）更新する。

- 道路災害リスク削減事業の説明責任として費用対効果を示した計画・予算とする。毎年7月MOPTが、道路災害リスク削減案をMOPT予算案に反映し財務省に予算要求を行う。
- 道路災害リスク削減は、業者契約を伴う構造物対策工事、業者契約を伴わない構造物対策作業、非構造物対策（予防保全・維持管理や道路防災情報システム）を組み合わせる柔軟に計画する。費用対効果を考慮し最適なリスク削減目標（被災確率年）の設定を行う。構造物対策と非構造物対策について実施体制を明確にする。
- 中米道路防災技術研究会(GETRRGIVIC)の技術登録と費用対効果の高い技術の適用を推進する。
- 単に道路災害のリスク削減のみでなく、道路環境の改善、道路交通の安全、海洋や国土の保全等SDGsに貢献する多目的事業の企画・実施を図る。

添付資料

- 添付資料 1: プロジェクト・デザイン・マトリクス：PDM（最終第 3 版、第 0 版からの変遷表示）
- 添付資料 2: 業務フローチャート
- 添付資料 3: 運営計画：PO
- 添付資料 4: 専門家派遣実績
- 添付資料 5: 供与機材実績
- 添付資料 6: 合同調整委員会議事録
- 添付資料 7: パイロット・プロジェクト写真集

添付資料 1: プロジェクト・デザイン・マトリクス : PDM
(最終第 3 版、第 0 版からの変遷表示)

プロジェクト・デザイン・マトリックス: PDM

プロジェクト名: エルサルバドル国公共インフラ強化のための気候変動・リスク管理戦略局支援プロジェクトフェーズ2

実施機関: 気候変動・リスク管理戦略局(DACGER)

対象グループ: 気候変動・リスク管理戦略局(DACGER)

プロジェクト期間: 2016年7月 - 2021年12月(5年6箇月)

プロジェクトの対象地域: エルサルバドル全国

第3版(2021年6月21日 R/D 変更M/M)

プロジェクト終了時の達成/備考記載

プロジェクト要約	達成度評価指標	評価方法	重要な前提	達成	備考
上位目標					
エルサルバドルにおける道路インフラの災害に対する脆弱性が低減される。	-MOPTV DU により20箇所の道路災害リスク削減事業が実施される。 -標準仕様書、設計要領、積算基準がMOPTV DU により更新される。	1. 年報 2. 工事実施記録	公共インフラの防災強化を推進する政策が継続する。	指標: 12箇所/目標20箇所	
プロジェクト目標					
道路インフラ強化のために、気候変動・リスク管理の道路インフラのリスク管理能力が強化される。	指標1: DACGERにより50箇所の道路災害リスク診断が実施される。 指標2: DACGERにより50箇所の災害リスク削減プロジェクトの提言がなされる。 指標3: DACGERにより9回の国内および中米地域リスク削減セミナーが実施される。 指標4: DACGERの企画・技術支援により8箇所の道路災害リスク削減事業のプロジェクトが実施される。	1. プロジェクト活動記録 2. 年報 3. 研修実施記録 4. プロジェクト実施報告書	1. カウンターパートが継続的に勤務する。 2. 気候変動・リスク管理戦略局が災害適応力強化のために役割を果たす政策が継続する。 3. 道路インフラの災害リスク削減プロジェクトに、資金リソースが配分される。	指標1: 67箇所/目標50箇所(達成) 指標2: 67箇所/目標50箇所(達成) 指標3: 11回/目標9回(達成) 指標4: 11箇所/目標8箇所(達成)	
成果					
1.道路インフラ(橋梁・斜面)の地震に対するリスク診断能力が向上する。	1.1 道路斜面に対する地震リスク診断の成果	1.1 道路斜面リスク診断報告書		DACGERは、地震・非地震を統合した道路災害の被災確率の点検・評価表の作成、道路箇所と橋梁の解析を実施する過程で、被災確率に影響する要因に係る理解を得た。(達成)	
2.道路インフラ強化事業に関する標準仕様書、設計要領、積算基準が策定される。	1.2 橋梁に対する地震リスク診断の成果 2.1 標準仕様書が作成される。 2.2 設計要領が作成される。 2.3 積算基準が作成される。	1.2 橋梁地震リスク診断報告書 2.1 標準仕様書 2.2 設計要領 2.3 積算基準		本プロジェクトは、対策工に係る標準仕様書、設計要領、積算基準をドラフトした。。本プロジェクトとは、中米道路インフラのリスク管理に係るマニュアルの作成を支援し、COMITRANで承認された。(達成)	
3.パイロット・プロジェクトを通じて、DACGERのインフラ強化事業のプロジェクトマネジメント能力が向上する。	3.1 パイロットプロジェクトが実施される。	3.1 パイロットプロジェクト実施報告書	1.プロジェクト期間中に大幅なカウンターパートの異動が生じない。 2.プロジェクトの活動が実施できなくなるほどの大災害が発生しない。	パイロットプロジェクトとして、18道路区間の構造物対策と3区間の非構造物対策(道路ジオハザード観測・警報)が企画し、7区間の構造物対策を実施し(さらに5区間が施工中、4区間は設計・積算・工事仕様書が完成)、3区間の非構造物対策が運用の過程にある。この過程で、企画・設計・施工/運用段階での能力向上が得られた。(達成)	
4.道路防災にかかわるリスク診断並びにインフラ強化工事の実施にかかわるプロジェクトの成果が国内外で共有される。	4.1 中米地域において、地震に対するリスク管理手法、道路インフラ強化工事に関する標準仕様書等が理解される。	4.1 SIECA構成国によるインフラ強化会議記録		DACGERウェブページで技術成果を提供している。中米道路防災技術研究会で19の産・学からの技術情報の提供を行っている。(達成) 国内向けの成果普及として本プロジェクト/MOPTが主催で全11回の道路ジオハザード・リスク管理セミナーを実施した。他のイベントには、41回、うち3回は日本における国際イベント、21回は中米域内でのセミナー、ワークショップ、技術交換に参加し。これらを通じてDACGERからの496件のプレゼンテーションを行った。(達成)注:2021年11月5日の第5回世界斜面防災フォーラム・京都の事前撮影プレゼン・アブストラクト提出を含める。	
活動			投入		
			日本側	エルサルバドル側	前提条件
1-1. 耐震設計基準のレビューと課題の整理			1. 専門家 -総括/道路災害リスク管理 -副総括/災害軽減プロジェクト管理 道路防災技術基盤 -斜面診断 -橋梁診断 -施工管理 -設計/積算 -地理情報システム -環境社会配慮 -地震工学 -構造技術 -必要に応じ他分野のエキスパート	1. カウンタパートの配置 2. プロジェクトとパイロットプロジェクトに必要な支出 3. 事務所と備品、必要な機材 4. プロジェクト実施に必要な情報	DACGERの任務が継続している。
1-2. 橋梁・道路斜面の現地調査と橋梁・道路斜面の耐震基準の設定					
1-3. フェーズ1における橋梁・斜面のリスク診断フォーマットの基本情報等の収集・整理					
1-4. リスク診断マニュアル及びリスク診断フォーマットの作成					
1-5. リスク診断の実施					
1-6. 道路災害リスク削減事業の雨と地震に係る総合的リスクを考慮した計画			2. 資機材供与 - 地盤・構造物用3次元レーザースキャナ - 衛星画像画像および写真図化ソフトウェア - 熱赤外線カメラ - 雨量、気温、湿度自動記録計 - 動態観測に係る機材(CCTVカメラ、水位計、ソーラパネル、サーバーコンピュータとモニター) - 構造物設計ソフトウェア - 微動アレイ探査装置 - ダウンホール法によるP-S波速度測定装置 - 地震動加速度計 - 高エネルギー吸引型落石防護網 - 土壌養分優食抑制・緑化促進剤 - 必要に応じその他の技術経費		
1-7. 費用対効果分析及び対策工比較検討による道路災害リスク削減事業の優先順位付け					
2-1. 道路災害リスク削減事業のための標準仕様書(動態観測、品質管理、施工管理)の作成					課題:パイロット・プロジェクト予算の確保 構造物対策の施工費はエルサルバドル国負担を主体とし、一部を本プロジェクトの日本側投入の再委託費とする。非構造物対策(ハザードモニタリングと道路災害情報システム)の設置も、本プロジェクトの現地再委託費として支出する。
2-2. 道路災害リスク削減事業のための設計要領の作成					課題: DACGERの主導的なプロジェクトの企画・管理と技術普及 対策: DACGERは、専門家チームや関係機関と調整を行いながら進捗や課題を共有する。道路災害リスク削減技術の定着と普及のためセミナーや第三国との交流を行う。
2-3. 道路災害リスク削減事業のための積算基準の作成					
2-4. 標準仕様書、設計要領、積算基準の承認申請					
3-1. 道路災害リスク削減事業のパイロット・プロジェクトの選定			3. 会合・イベント開催、第3国との技術交換に係る経費		
3-2. 環境社会配慮にかかわる調査					
3-3. 標準仕様書等に基づくパイロット・プロジェクトの発注					
3-4. 標準仕様書等に基づくパイロット・プロジェクトの実施・監理					
4-1. MOPTV DU と国民の間のプロジェクトの進捗・成果に関する情報伝達と強化					課題: 上位目標「エルサルバドルにおける道路インフラの災害に対する脆弱性が低減される」達成に向けた課題と行動対策: DACGERの技術的能力向上に加え、道路インフラの災害リスク削減事業推進に向けた活動を行える意志決定体制を省内に構築する。
4-2. DACGER講師による、地方自治体やインフラ関係機関に対する、プロジェクト成果にかかわる技術的な水平展開					
4-3. 国内外の公共インフラ事業に従事する技術者間の交流(パイロット・プロジェクト実施時の招聘等)					
4-4. リスク診断マニュアル、インフラ強化の標準仕様書等の中米経済統合事務局(SIECA)と中米諸国との共有及び普及支援					

注: 更新時に第1版記載事項を削除した部分、第1版からの更新時に付記した部分

添付資料 2: 業務フローチャート

添付資料 3: 運営計画 : P0

期間	計画																																																					
	実績																																																					
モニタリング期間	Year	1st Year				2nd Year				3rd Year				4th Year				5th Year																																				
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	III	IV																															
		2016				2017				2018				2019				2020				2021																																
		7	8	9	10	11	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	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
モニタリング		Plan																																																				
合同調整委員会(JCC)		Actual																																																				
成果普及セミナー		Plan																																																				
		Actual																																																				
モニタリングシート提出		Plan																																																				
		Actual																																																				
レポート		Plan																																																				
ワークプラン		Actual																																																				
プロジェクト業務完報告書		Plan																																																				
		Actual																																																				

添付資料 4： 専門家派遣実績

専門家派遣実績

	担当業務	人日	人月
1	業務主任/道路災害リスク管理	1,222	40.73
2	副業務主任/道路防災技術基準	375	12.50
3	道路防災技術基準	61	2.03
4	斜面診断 1	86	2.87
5	斜面診断 2	157	5.23
6	橋梁診断 1	147	4.90
7	橋梁診断 2	30	1.00
8	設計積算 1	94	3.13
9	設計積算 2	184	6.13
10	設計積算 3	61	2.03
11	施工管理 1	132	4.40
12	施工管理 2	20	0.67
13	施工管理 3	31	1.03
14	施工管理 4	189	6.30
15	地理情報	45	1.50
16	環境社会配慮	90	3.00
17	入力地震動評価	83	2.77
18	地震動地盤/構造物診断	218	7.27
19	災害リスク管理	60	2.00
20	災害リスク評価	60	2.00
21	業務調整	16	0.53
	合計	3,361	112.03

出典：本プロジェクト

添付資料 5： 供与機材実績

供与機材実績

区分	品名	仕様	数量	備考 (JICA 調達以外は専門家チーム調達)	
本邦購入	微動アレイ探査装置		1 セット	JICA 調達	
	熱赤外線カメラ		1 セット		
	地震動加速度計		2 セット	JICA 調達	
	ダウンホールおよび孔間解析用孔内 3 軸方向地震計 (PS 検層)		1 セット		
	構造物設計ソフトウェア	その 1:耐震を含む構造解析ソフトウェア、耐震を含む構造解析 英語バージョン	1 セット		
	動態観測に係る機材	電波式水位計		1 セット	
		水圧式水位計		3 セット	
	高エネルギー吸収型落石防護網		1 セット		
	土壌藻類侵食防止剤	BSC-1	2 セット	500m ² 用セット (BSC 本資材 2.0kg 副資材 5kg、合計 7.0kg)	
現地購入	地盤・構造物用 3 次元レーザースキャナ		1 セット	JICA 調達 (JICA アメリカ)	
	構造物設計ソフトウェア	その 2:岩盤斜面解析、崩落シュミレーション ソフトウェア、英語バージョン	1 セット		
	衛生画像および写真図化ソフトウェア		1 セット		
	雨量計・気温・湿度・地盤含水一体型自記測定器		3 セット		
	動態観測に係る機材	CCTV カメラ		4 セット	
		ソーラーパネル(80W)		1 セット	
		ソーラーパネル(40W)		1 セット	
		サーバーコンピューターとモニター		1 セット	
		LED 道路情報版 3m×1m		6 セット	
		道路防災情報システム用地震加速度計		1 セット	
	弾性波探査機材本体計測ユニット、解析ソフトウェア		1 セット		
	ラップトップコンピュータ		2 台		
	ピックアップ		1 台	JICA 調達	
	ピックアップ後部荷台屋根およびブルーキャリア		1 セット		

添付資料 6 : 合同調整委員会議事録

1. 第1回合同調整委員会 2016年9月12日

1.1 開会の挨拶

1.1.1 公共事業運輸住宅都市開発省 (MOPTVDU) 大臣挨拶

エルサルバドル政府の MOPTVDU は、公共インフラの災害リスク管理を改善政策の継続性を重視している。脆弱性に関しエルサルバドルは著しく変化を遂げており、日本の技術支援を受け、国連の評価による世界で最も脆弱な国から第10位へと改善することができた。3年間（2012年～2015年）に渡って遂行された GENSAI プロジェクト・フェーズⅠの国家を襲う豪雨及びハリケーンによる災害のリスク管理を含む成果を幾つか紹介した。これらの成果の9つの技術マニュアルは中米地域の大臣協議会で共有され、一部は中米地域の最初の災害対策技術基準案として採用された。今後は、ハリケーンに対するリスク管理に加えて、エルサルバドルは、地震や火山の脅威に対する災害リスク管理のための多くの対応が必要である。プロジェクト GENSAI は、この努力の中核を担っている。道路インフラ、橋や堤防のための地震リスクに対する診断能力を改善して行く。着手すべき活動は、設計基準や耐震性、標準仕様書、設計ガイド、道路インフラを強化するための積算基準・標準単価のレビューと分析も予定されている。すべてのこの技術協力によって、エルサルバドル国の、地震や火山災害からのリスクを管理するためのシステムの更新を可能にする。この道路の地震による災害のリスクを軽減する成果は全国レベルおよび中米地域レベルで共有される。プロジェクト GENSAI フェーズⅡに置いて、公共事業・運輸・住宅・都市開発省の気候変動適応・リスク管理戦略スタッフは、日本の専門家によって訓練される。

1.1.2 エルサルバドル JICA 事務所長 挨拶

GENSAI プロジェクト・フェーズⅠでは、多大な成果品が得られ、SIECA を通して中南米への普及が実現された事も受け、第Ⅰフェーズの終了時に伴いプロジェクトのフェーズⅡを実施する可能性を検討し、議論を続けて来た。プロジェクトのフェーズⅡは、5年間によって実施される予定であり日本人専門家の派遣費用、機材の調達、日本及び第3国に於ける技術交換・研修への参加及び成果品の中米諸国との共有化に掛かる費用として5.5百万ドルの支援を日本から提供する。地震が原因となる災害のリスク管理が焦点となるプロジェクトであるため、エルサルバドル国の GENSAI プロジェクトへの期待は重要な物として受け止めている。また、これまでの JICA プロジェクトへの公共事業・運輸・住宅・都市開発省の適切なプロジェクト管理は強調し述べるべきである。改めて、合同調整委員会参加者へ感謝する。

1.2 GENSAI プロジェクトの要約及び合同調整委員会の役割

DACGER 局長：GENSAI プロジェクトの詳細及びプロジェクト実施期間中の合同調整委員会の役割に関する説明。

2009年、エルサルバドルは国連によって世界で最も脆弱な国と評価された。極端な降雨による経済的な損害は、GDPの6%に上り、1986年、2001年に発生した近年の地震と比較しても損失額は著しく大きい。

公共事業・運輸・住宅・都市開発省の気候変動・リスク管理対策は、中米地域及び全国の機関と連携する体制を構築している。

公共事業・運輸・住宅・都市開発省のこの対策を実施するため、2010年に気候変動・リスク管理戦略局 (DACGER)、2009年に社会管理ユニット (UGS)、2011年には緑化インフラ・社会統合局、2012年には緊急管理センター (COEMOP)、2013年にはジェンダーユニットの4つの戦略的ユニットが形成された。

GENSAI プロジェクトのフェーズⅠでは、次の目標に向け DACGER の能力を強化することが目的であった。

- ・公共インフラを強化するための体制の整備
- ・迅速かつ適切な被害調査を実施するための体制の構築
- ・公共インフラの設計及び建築に従事する国内及び地域の技術者育成のための体制の整備

プロジェクトのフェーズⅠは、全国的に以下の成果を挙げた：

デルガド市 18.5km 地点の地すべり対策工

- ・サンミゲル (チャパラスティケ火山) の土石流に伴うリスク管理を目的とした遊砂地の建設

- ・エスカロン地区の雨水都市排水インフラ管理のための地盤の研究
- ・サン・サルバドルの排水管の点検
- ・技術者育成・災害発生時の緊急管理の技術的な仕様書（マニュアル）の作成
- ・市町村レベルのリスク管理の支援に向けたマニュアルの作成
- ・橋梁インフラの管理に係るガイドラインの形成

プロジェクトのフェーズ I の中米地域に向けた成果として、JICA、公共事業・運輸・住宅都市開発省執行部および SIECA の協力を経て水系を専門とする中米地域技術チームが形成された。同チームは、中米地域に於いて技術的基準、経験を反映した水文学・水理学分野の技術的な考慮事項を記載したマニュアルを作成した。

続いてプロジェクトの合同調整委員会の役割に関する説明を行った。

合同調整委員会は、官民の様々な組織から構成されている。合同調整委員会は、毎年行われる会議に於いてプロジェクト期間の経過に伴う目的の進捗を確認することが主な役割である。会議では、全ての代表者に意見、コメント、提言を提供する機会が与えられる。確認事項や特殊な課題に関しては、合同調整委員会全体、もしくは一部を召集し、会議を開くことも想定している。

1.3 GENSAI プロジェクト・フェーズ II 作業分野およびワークフロー GENSAI プロジェクト JICA 専門家チーム・チーフアドバイザー：実施される業務に関する説明

1.3.1 期待される成果

- ・地震に対する道路インフラ（橋梁／道路斜面）のリスク分析に係る能力が向上する。
- ・道路災害リスク削減事業に関する標準仕様書、設計要領、積算基準が作成される。
- ・パイロット・プロジェクトを通じて、DACGER の道路災害リスク削減事業のプロジェクト管理能力が向上する。
- ・道路防災に係るリスク診断ならびに道路災害リスク削減事業の実施にかかるプロジェクトの成果が国内外で共有される。この目的のため、GENSAI プロジェクトでは、SIECA の後援を受け 2 年に 1 度、インフラ強化に関する中米地域会議を開催する。この会議に係る経費に関し JICA 専門家チームの予算で管理する。これは、2 年に一度予定されている中米道路基金委員会（COCAVIAL : Comité Centroamericano de Fondos Viales）の中米道路基金会議とは別の年に開催する。なお、中米道路基金会議においても本プロジェクトの成果を積極的に普及したい。

1.3.2 ワークフロー

地震災害の対費用効果分析を含めたプロジェクトの評価方法を開発・普及する。これにより DACGER 等の政府の道路災害対策プロジェクトの説明責任能力を高め、実際のプロジェクトの実施の推進を図る。

重要箇所以下のパイロット・プロジェクトを開催し、DACGER の対策工事の経験知、道路防災管理技術の向上を図る。

- ・首都圏の交通量が多い道路における土石流・洪水予警報システム
- ・首都圏の道路冠水対策プロジェクト
- ・首都圏の重交通道路の道路陥没対策プロジェクト
- ・国道の山側斜面の落石・崩壊災害の対策プロジェクト
- ・国道の耐震を含めた橋梁インフラ強化プロジェクト

道路災害リスク削減プロジェクトの実施にあたり、DACGER、道路保全基金（FOVIAL）、公共事業計画局（DPOP）、公共事業維持局（DMOP）の緊密な協力が必要となる。各団体の役割を明確化したプロジェクトの運営を提案する。

期待される成果及び目的達成の進捗状況の確認、DACGER の各課による課題達成の進捗状況は、DACGER とプロジェクト JICA 専門家チームが共同で確認し、プロジェクトの進め方を協議し逐次修正して行きたい。

1.4 合同調整委員会（CCC）のメンバーによるコメント

1.4.1 エルサルバドル技術者・建築家協会：ASIA 会長

合同調整委員会に参加できることの喜びを述べ、ASIA が展開する継続的境域プランをプロジェクトに導入することの検討を提案した。ASIA もリスク管理及び気候変動の課題に力を注いでいることなど、目標が GENSAI プロジェクトと類似する部分があることをその理由として挙げた。

1.4.2 サンサルバドル首都圏計画事務所：OPAMSS エグゼクティブディレクター

プロジェクトの重要性を高く評価し、合同調整委員会が開催する活動に OPAMSS が活発に参加することの希望を述べた。

また、リスク管理や気候変動が OPAMSS の恒久的な懸念であり、経験を共有し、GENSAI プロジェクトに協力する意向を示した。

2. 第2回合同調整委員会 2017年3月17日

2.1 MOPTVDU 大臣挨拶

JICA とはエルサルバドルの気候変動とリスク管理への適応政策において一貫した協力関係を築いており、DACGER の創設以降、ラテンアメリカのパイロット・プロジェクトとなっている。また、JICA の支援による技術マニュアルが MOPTVDU から作成されており、これらのマニュアルは中米運輸分野大臣協議会（COMITRAN）で採択され、現在は中米の技術マニュアルの基礎となっている。エルサルバドルは日本との永続的な協力関係を持っており、財務面では、ハリケーン IDA の発生以来、171 百万ドルの資金融資を受けており、そのうち 122 百万ドルはソフト返済可能な融資である。残りの約 50 百万ドルは、技術、設備面での援助として、公共事業省が受け取った。

JICA により実施されたプログラムとして、BOSAI、GENSAI、TAISHIN の 3 つがある。このうち、GENSAI フェーズ I では 400 万ドルが投資された。今回の GENSAI フェーズ II では 5 年間のプロジェクトに対して 5 百万ドルが投資されている。さらにプロジェクトでは土砂崩れ対策などによりに投資額は 15 百万ドルに達する可能性がある。

日本の協力は国家的視点を持っていることに留意することが重要であり、JCC のメンバーと分かち合うことを望む。DACGER の創設など、MOPTVDU が達成してきた改革は、国家として明確に位置付けられなければならない。これらの政策が持続可能性を確保するためには、政治的な変化の影響を受けないようにする必要がある。これによってエルサルバドル人に安心と確実性を与える必要がある。

フェーズ II では、橋と斜面に重点を置いて、地震リスクに対する診断能力の向上を目指しており、この問題の重要性を、既存のインフラや建設中のインフラとも共有したいと考えている。

これまでの 8 カ月間では、地震に対する橋梁や斜面の設計に関する技術ガイドラインのほか、道路インフラ強化のための設計ガイドラインや積算基準の策定を進めている。

また、パイロット・プロジェクトとして次の 4 つが候補として挙げられている。第 1 はロス・チョロス斜面対策で、斜面崩壊の対策が計画されています。第 2 は、橋梁の耐震性能診断で、補強の必要性・対策工の種類を判断が進められている。第 3 は、Merliot 地域における洪水対策である。第 4 は、過去数百人の死者の悲劇が発生した場所で、首都圏において国家として解決に取り組んできた問題である。

これまでの 7 年半の経験から得た結論は、広島などの災害が発生した都市など、日本を含む他の国々の経験知に基づいています。

このうちのいくつかは被災の事態はないが、いくつかのケースでは、過去の災害の痕跡はあるが、対策を実施しなかったため災害が発生した。モンテベロでの事例では、すでに大規模な地すべりが発生した痕跡があり、再発した。自然は過去の記憶を保持しているので過去の痕跡を観察することができるが、人間は忘れる。忘れないことが重要である。今回の JCC のような機会は、人間が集団的に、対策への制度と方針を構築する唯一の方法であり、すべての技術的知見は、防災の目的に役立てることができます。

サンサルバドル（El Picacho）火山は、特徴的な土壌の性質および地形のために歴史的に不安定であり、土石流に対する早期警告システムの設置が望ましい。広島では早期警報システムを適応しているサイトを確認することができ、すばらしい学習ができた。

最後に、大臣は JICA、DACGER、JCC に感謝の意を表明した。

2.2 JICA エルサルバドル事務所次長挨拶

フェーズ II では、既存および計画段階の公共インフラに対する地震リスク分析と、リスク評価に焦点を当てており、2016 年から 2021 年までの 5 年間で実施される。

JICA では、中南米諸国の成長・発展支援および、仙台枠組みや持続可能な開発目標（SDGs）などの国際的な議題へ貢献するうえで災害リスク管理を最重要課題として挙げている。その中でもエルサルバドルは優先地域に挙げられている。

GENSAI II プロジェクトはまだ初期段階であるにも関わらず、すでに重要な活動が実施されており、今回の会議で DACGER 関係者とプロジェクトチームの両者から報告される。

最後に、持続可能な開発とより良いリスク管理のために、この国の最も重要な機関の 1 つを強化し続けることを目的とする本プロジェクトの活動を綿密にフォローすることをお願いしたい。

2.3 GENSAI プロジェクトの概要 DACGER 局長

フェーズⅠは 2012 年から 2015 年までの 3 年間実施され、主に降雨による道路インフラへのリスクを対象とした。今回のフェーズⅡでは、フェーズⅠで扱ったリスクに加え、地震リスクも対象としている。

GENSAI プロジェクトによって設立された合同調整委員会 (JCC) は、プロジェクトの経過を報告するほか、他機関との相乗効果を確認する場でもある。例えば、橋梁の設計において気候の影響を分析する必要がある場合には、MARN の降雨データを使用する。JCC は、実施された分析の結果を MARN が確認する機会である。別の例として、都市開発計画のデータが必要となった場合には、OPAMSS の情報を使用する。同様に、大学を含む多くの機関との相乗効果もある。

JCC は JICA や日本大使館を含む MOPTVDU の内外機関によって形成されている。また、オブザーバーとして SIECA などの中米地域の機関も含まれており、GENSAI プロジェクトの成果は中米運輸分野大臣評議会とも共有されている。

GENSAI プロジェクトで対象とする事項は次の 3 分野である。

1) リスクアセスメントやリスク診断、およびこれらを実施するためのツールの生成

例えば、建設年齢やその他の変数が存在する橋梁構造物などを対象としたリスクアセスメントのためのツールを作成し、耐震性能の診断を行う。

2) 設計のための技術ガイドラインの作成

フェーズⅠで作成されたガイドラインでは、橋梁の設計において、雨の発生に対する橋梁の脆弱性の程度を知る他の診断ツールと同様に提出され、COMITRAN の承認を得て地域マニュアルが作成された。

このマニュアルについては、エルサルバドルで地方開発社会投資基金 (FISDL) によるワークショップが開催され、普及が促進されている。

3) パイロット・プロジェクトの実施

フェーズⅠでの例として、黄金道路距離標 km 18.5 での地すべり対策工がある。

フェーズⅡでは上述の 3 分野を継続し、中米地域に普及させることを目的としている。

2.4 GENSAI プロジェクト・フェーズのパイロット・プロジェクト

2.4.1 JICA 専門家チーム主任 パイロット・プロジェクト候補として選定した以下の 7 件 (6 件は構造物対策、1 件は非構造物対策) の概要

1) ロス・チョロス岩盤崩壊対策 FOVIAL がすでに設計を実施している。

2) Hermano Lejano 高架橋耐震補強 現地での地震速度構造の調査を実施中である。また耐震補強の計画を検討中である。

3) エスカロン地区道路陥没リスク対策 調査・計画はフェーズⅠで実施済みである。

4) メルリオット大通りの洪水対策

5) サンタテクラ Boulevard Sur 道路冠水対策 冠水対策を施すことで、La Libertad と Santa Ana 間の交通機能を確保することができる。

6) サラゴサ市内道路斜面对策 グリーンインフラを適用した、緑化・景観改善を含めた対策を検討している。

7) ラス・ラハス洪水予警報システム ICT を活用した非構造物対策プロジェクトである。

ロス・チョロスに適用する「落石防止工」に関して、日本の企業が製造している落石防止柵を紹介した。この保護メッシュは、自由落下で 21 メートルの高さからの 3.1 トンの岩石落下を防ぐことができ、損傷した場合でも容易に修復することができる。

サラゴサ市内道路に適用するグリーンインフラとして、緑化を伴う斜面補強の例を示した。

2.4.2 JICA 専門家チーム施工管理専門家 道路排水に関連する 3 件のパイロット・プロジェクトの経過報告

1) メルリオット大通りの洪水対策

Merliot 通りにおける洪水の解決策として、雨水を一時的に貯留するためのプラスチックタンクを導入する。タンクの容量は約 1,000 立方メートルを計画している。この対策は、洪水対策のみならず、下流地域の洪水の影響を最小限に抑えるものである。

この対策では、雨水をタンクに一時的に蓄え、排出口から流出するように制御する。流入雨量と比較して、流出量は非常に小さく、流入量の約 30%未満を下流へと流出させることになるため、下流への影響を最小限に抑えることが可能である。

このプロジェクトの直接費は約 0.6 百万ドルとなる。また、タンクの寸法は長さ約 120 メートル、幅約 4.3 メートル、深さ 2 メートルを計画している。

プラスチックタンクは、多数のセグメントで構成され、家庭からの廃棄物や固形廃棄物を 100%リサイクルして作られる日本の技術である。建設期間はわずか 3 ヶ月であり、1000 m³ のタンクを埋設するための掘削、組み立て・埋設を 1 週間で完了することができるため、既存の交通への影響を小さく抑えることができる。

また、洪水対策活動を住民に広める目的でミニ情報センターを建設する予定である。

2) サンタテクラ Boulevard Sur 道路冠水対策

解決策はメルリオット通りにおける対策と同様で、洪水軽減と同時に下流地域への影響を最小限に抑えるために、Boulevard Sur の既存道路の路側の地下にプラスチックタンクを建設する。

3) エスカロン地区道路陥没リスク対策

GENSAI のフェーズ I において、複数の地域で確認されている道路陥没箇所のうち、エスカロン地区の陥没部を JICA が提供した CCTV カメラを使用して観測した。その結果、排水パイプがひどく損傷している箇所が多数見つかった。これは豪雨の影響によって土壌が流出し、パイプが破損したものと考えられる。

この対策として、DACGER の調査の結果特定された、最も損傷の大きな Tore Futura 付近の El Mirador Street から 89 Av Norte までの約 860m の区間を新しい排水パイプに交換することを提案する。

2.4.4 GENSAI プロジェクト JICA 専門家チーム・地震動地盤・構造物診断 パイロット・プロジェクト「ラス・ラハス洪水予警報システム」の経過報告

パイロット・プロジェクトの 1 つである、ラス・ラハス洪水予警報システムについて以下の通り述べた。ラス・ラハス溪流では過去に繰り返し洪水災害が発生しており、住民の生命を守るために予警報システムを開発する。

モニタリングサイトおよびデータサーバーは、75 Av Norte との合流点から約 1 km 上流に設置する計画である。また、75 North Av の利用者や住民への警報のために、2 つの LED 情報パネルを道路に設置する計画である。溪流の水位と状況を監視するために、電波式水位センサーと CCTV カメラをモニタリングサイトに設置する。また、同時に自動雨量計を設置する。これらのデータは一度ローカルサーバーで受け取り、逐次にウェブサイトアップロードする計画である。

最高水位または降水量が観測後の最高値を観察した際には、LED 情報パネルにリアルタイムで表示する。また、このデータは市民保護総局 (DGPC) および MOPTVDU 内の責任者にも送信され、避難勧告が必要と判断される場合には、LED 情報パネルに勧告を手動で入力する計画である。

2.5 中米地域における GENSAI プロジェクトの効果 中米経済統合一般条約常設事務局 SIECA 地域運輸・インフラ・ロジスティクス部部长

中米運輸分野大臣協議会 (COMITRAN) は 1983 年にインフラストラクチャーの分野で地域的な相乗効果を生み出す目的で初めて開催された。1997 年に公式になり、この審議会でなされたすべての決定は加盟国間で拘束力がある。

また、1998 年のハリケーン・ミッチ (Hurricane Mitch) によって気候変動への認識が変り、中米地域では社会、経済、環境、インフラストラクチャーの 4 つの領域において極端な脆弱性があることを露呈させた。

COMITRAN では気候変動は恒久的な現実であり、中米地域が依然として最も脆弱な地域の一つであると理解しているため、1998 年以降この問題に注目している。また、気候変動による損失は過去 40 年間で 40 億ドル近くに上り、仮に今後も過去と同様なインフラの構築を継続すると、20 年後には 200 兆ドルの損失に達する可能性がある。

COMITRAN では MOPTVDU 大臣の紹介により、2012 年に GENSAI プロジェクトがエルサルバドルで実施している内容に着目した。DACGER と共に気候変動適応策を検討し、その内容を地域へと反映させるように導いている。SIECA は GENSAI プロジェクトへ協力を始めたが、短期間で成果が生み出されています。例えば、ハリケーンの増加に最も影響を受けているインフラストラクチャーである橋梁と道路に焦点を当てた「水文・水理

ハンドブック」がある。前述のハンドブックは初めてのものだが、JICA は中米全域で同様の協力をしているため、COMITRAN は GENSAI フェーズ 2 で扱う「地盤工学と地震の問題」に関する技術マニュアルの作成についても JICA と協議を開始している。

2.6 橋梁の耐震性能評価 DACGER 橋梁・カルバート担当副局長

橋梁・カルバート課で実施している耐震に関するプロジェクトについて、次の通り述べた。

GENSAI フェーズ 2 で実施している地震に関する問題は、単一の道路構造物に重点を置くわけではないが、主な焦点は首都圏においてこれまでに建設されている橋梁である。橋梁の構成の種類を反映させ、地震時のこれらの橋梁の挙動を反映させて、現実的な類型を選択し、地震による橋梁の被害の種類を分析する。

1500 年以降の地震カタログを見ると、エルサルバドル周辺では沈み込み帯で発生したある程度深い深度の地震イベントと、地表近くでのローカルな地震イベントが見られる。これらの地震タイプの違いによる構造物の挙動の差異はある程度確立しているため、沈み込み帯・ローカルイベントに分割した構造物の挙動分析を試みる。都市部の道路構造物だけではなく、沿岸地域などからも選択できる。

また、加速度分布図から、最も地震加速度が大きい地点を検討した結果、ヘルmano・レハノ橋が地震活動を観測する地点として首都圏の中から選定された。現在は沿岸部から観測すべき橋梁の選択・評価を実施しており、地震活動観測を実行するための第一歩を踏み出す段階である。

日本で用いられている、地震による橋梁の被害種別では、下部構造と上部構造に分けて挙動を評価している。ただし、日本の橋梁は複数のスパンに分けて支持されている一方、エルサルバドルでは多くの橋梁が 1 スパンで構成されており、非常に脆弱な構造と考えられるため、この点も考慮しなければいけない。エルサルバドルでは、ニーズを満たす独自の耐震設計基準を持っていないため、海外の基準に頼っている。現在はアメリカの AASHTO を使用している。AASHTO は大きな制約があるが、特定の地域の地震活動の問題に焦点を当てている。一方、ASIA が制定した建設に関する規制では、橋梁や斜面に対する規制はないとされている。

この状況を改善するために、新規橋梁の耐震基準と既存橋梁に対する耐震リハビリマニュアルを開発することがエルサルバドルにとって重要である。そのため GENSAI フェーズ 2 では以下の 3 つのアクションをとる。

- 1) 新規・既存橋梁の耐震性能を向上させるための対策と設計要件
耐震設計の前段階におけるいくつかの条項を講じることを目的としたガイドラインの作成
- 2) 地震脆弱性評価シートを開発し、地震の脆弱性評価を行う橋梁を特定するための予備的な選定を行う。
この評価では、水文気象学的な要因脆弱性分析を含む。例えば、橋梁基礎部での侵食による性能の変化などがある。
- 3) 既存橋梁の耐震性能の定量的な評価と有効かつ実現可能な対策工の決定
パイロット・プロジェクトにより耐震性能の定量化するための方法論の確立を含む。
橋梁の設計は、強度に基づく設計から変形に基づく設計に少しずつ変わってきている。AASHTO によると小規模から中規模の地震に対して構造物は弾性変形の範囲内に収まらなければならないが、一方、強震または長周期地震に対しては、AASHTO1998 から 2007 において基本的に加速度係数に基づき設計されており、地震係数に基づく旧式の基準とは一致しない。

しかし、ASHTO 2010 バージョンでは、設計スペクトルは米国内の地形図および地震加速度に基づいた異なるタイプの分析を採用している。前述のようにエルサルバドルでは地震加速度分布図があるため、AASHTO をもとにした応答スペクトルの構築は可能であるが、不確実性が非常に高いため、AASHTO2007 を使用する必要がある。この問題は、AASHTO と互換性のある情報を持つ独自のマップを作成するために、現地レベルでこの分野の研究に取り組むことが非常に重要であることを示す。MARN では構造物の使用する構造物の種類および土質の地震学的挙動を特徴付けるための手法を保有している。

パイロット・プロジェクト地点であるヘルmano・レハノ橋ではすでに現地での調査を実施している。その一つとして、最も高い橋脚の脇に 31m の観測井を掘削し、ダウンホール式の地震波速度検層を実施し、地下の地震は速度構造を直接的に求めている。また、2017 年の中旬には地震加速度計を受領し、設置する予定である。一方、このプロジェクトの成果は MARN が実施している地震マイクロゾーニングの研究を補完する目的で活用することも可能である。

ヘルマノ・レハノ橋におけるリスクの初期評価を、橋梁を構成するすべての構造物を対象に実施した結果、上部構造の支持部分での崩壊リスクが最も高いため、日本での経験を踏まえ、崩壊防止装置の設置による補強を計画している。

設計者にとって有益な技術的情報を導き、実際の地震波を使用した動的解析による崩壊モードの検証のために、橋梁の検証設計を3次元設計ソフトウェアで実施することが必要である。

・JICA 専門家チーム 地震動地盤・構造物診断専門家からの補足

ダウンホール式地震波速度検層についての概略図を示した上で、まず、ボーリング孔の底部に設置された複数のセンサーによって記録された地震波の表面を生成し、このセンサーの最初の到達波速度と深さを観測することで、この地盤の地震波の推定方法を解説した。地震波の値は、地盤の種類のカテゴリや、耐震設計基準を設定に供することを説明した。そして、ヘルマノ・レハノ橋で実施された測定結果を紹介した。

2.7 斜面の脆弱性の評価 DACGER 地盤工学担当副局長

GENSAI フェーズ I で作成した斜面の脆弱性評価シートでは、気候に関するリスクは道路が斜面の下にある場合の山側斜面、斜面の上側に道路がある場合の谷側斜面、道路が河床を横切る場合に分けて検討している。

評価シートは一般的な情報と対象地域の固有情報を含み、これらの情報を調査した後に対策を実施した場合と実施しない場合の安定解析を実施する。最終的な目的は、対策の有無を考慮して斜面の災害発生確率を決定することである。

GENSAI フェーズ II では既存の評価シートに地震学的な検討事項を含めるために、地震情報を加える。斜面での災害発生確率を決定するための安定解析においても地震加速度を考慮する。この評価シートに作成については、橋梁・カルバート課と共同で実施することで均質なものになるよう努める。評価方法やデータ収集方法含む、評価シートの管理方法に関するマニュアルの開発を行っており、また、斜面リスク軽減対策に基づくコスト分析を含むマニュアル作成も実施しており、このマニュアルに基づき費用便益分析を実行する。

地盤工学課ではそのほか、斜面の状態を監視するために、熱赤外線カメラによる定期点検を実施しており、GENSAI フェーズ I でパイロット・プロジェクトとして対策を施した KM. 18.5 の斜面点検を既に実施した。また、斜面に関するパイロット・プロジェクトに対し日本技術の適用可能性を検討している。

2.8 合同調整委員会 (CCC) のメンバーによるコメント

2.8.1 JICA : エルサルバドル事務所 企画調査員

JICA エルサルバドル事務所は専門家チームと協力して技術的協力を提供できるようになった。DACGER 局長がこの会議の目的と他の機関がプロジェクトの実施に関与する理由を述べたように、良好なコミュニケーションを持ち、協力することが非常に重要と考えている。

GENSAI2 のメンバーから発表されたパイロット・プロジェクトのアイデアのなかで、例えば、Las Lajas 溪流を対象としたパイロット・プロジェクトについて、新たなモニタリング機器の導入などによる気象・河川状況観測の説明があった。これらと同様の情報を市民に広める役割は環境省が担っている一方、避難・警報については、市民保護局がその役割を果たしている。この例では、プロジェクトの開始時点から、公共事業省と他の機関との調整・協力・連携方法について非常によく議論していたことが分る報告であった。JICA と MOPTVDU との協力がどのように進んでいるか、どのように協力し合うことができるかが分かるように、今回のような会議や議論を継続することは非常に重要である。

2.8.2 地方開発社会投資基金 (FISDL) 代表

GENSAI2 のような国や地域の能力を形成する機会を、他の機関にも適用することが大きな価値を持つと信じている。

DACGER が、道路インフラ設計のための水文学的な技術考察手法の訓練を最近実施した。この処方での解析と道路構造物の設計手順で設計を実施に当たっては、特に農村地域では、これらの基準を適用すると、リスク管理対象箇所の脆弱部を補強できる。Green Climate Fund で進行中のプログラムにも適応できる。この日本の協力は、間接的に DACGER 以外にも強化されてきていると考えている。GENSAI II プロジェクトは間違いなく効果

をもたらすと感じられる。また DACGER の橋梁・カルバート担当副局長は耐震設計に関わる規制について独自の先進性を持っていると感じられる。

最後に JICA と MOPTVDU の努力に再び感謝の意を表し、他機関もこの努力に協力し続けることを期待している。

2.8.3 市民保護総局 (DGPC) : 脆弱性問題担当事務局 副局長

パイロット・プロジェクトとして選定されたプロジェクトは人命に関わるものである。エルサルバドルは様々な自然災害の脅威を受けているので、パイロット・プロジェクトでは持続可能な解決策であり、かつ他の地域でも適応可能なものを望む。これらの経験はすべて共有できるものであり、このレベルの会議だけでなく、様々な機会でも情報を交換するべきである。

2.8.4 中米大学 ホセ サンシモン カナス (UCA) : 構造力学学部長

耐震設計基準に関する 20 年以上も時代遅れの規制を使用し続けている。このプロジェクトはそれを改善するための良い機会である。

弾性波探査機材などの DACGER が保有する装置や、将来的に受け取る装置は、環境天然資源省 (MARN) も含めた能力強化につながる。また、環境基準の観測によって、更新された規制や新しい北米地域の規制を使用する能力を持つことが可能になる。これらの耐震設計基準の更新に関する行動をとらないと、時代遅れの AASHTO コード 2007 を使用し続けることになる。

規制の更新において、関連のあるすべての機関による共同作業が必要であると考えている。より継続的な更新を伴うが、地方自治体の規制の柔軟性を残している北米の規制との協業はそれほど遅れてはいない。公共事業省はすでに開始された努力を続行し JCC に参加するすべての人々の支持を得るために、これらの規制を更新する義務を負うべきである。

2.8.5 エルサルバドル大学 (UES) : 建築学部建築学科 副学部長

JICA への感謝と、DACGER の努力を祝福すると述べた。その後、以下の内容を述べた。今回の JCC で述べられた報告は非常に興味深く、大学や他の機関の中にはこのプロジェクトに関連する知識を持つ人材がいるため、大学ともより協力していくことを求める。また、成果をよりよいものとするために、より多くの人と一緒に作業する方法を模索するべきであり、UES はこれらに協力する準備ができています。

3. 第3回合同調整委員会 2017年9月29日

3.1 協議の要点

第3回合同調整委員会で協議、承認された事項の詳細は以下のとおりである。

3.1.1 プロジェクト実施のモニタリング

今日までの進捗がプロジェクト側より発表された。成果1「道路インフラ（橋梁・道路斜面）の地震に対するリスク診断能力強化」の活動1-4「リスク診断マニュアルおよびリスク診断フォーマットの作成」において遅延が認められる。その他の活動において、プロジェクトは事前に設定された活動実施計画に沿った進捗を遂げている。

3.1.2 今後の活動計画

3.1.2.1 リスク分析マニュアル

「リスク計算およびリスク軽減での投資の費用対効果分析マニュアル」としてリスク分析マニュアルを作成中である。

マニュアルの目的は次の通りである：

- DACGER が「リスク診断」、「災害リスク削減プロジェクトの提言」にあたって活用すること
- DACGER による提言に、リスク削減投資の費用・便益分析結果が付され、投資効果と効率が示されること
- 上記により DACGER が提言する「災害リスク削減プロジェクト」が促進されること

マニュアルの草案は2018年12月までに作成する。作成後、MOPTVDU は中米運輸分野大臣審議会(COMITRAN)において、中米経済統合事務局(SIECA)に同マニュアルを提示し、精査、承認を受けるものとする。同マニュアルが道路災害のリスク削減のために中米域内で活用されることを期待する。

3.1.2.2 パイロット・プロジェクトの選定とそのスケジュール

(1) パイロット・プロジェクトの選定

プロジェクトは、開始後のリスク診断結果と DACGER の知見に基づき、当国でリスクが高く、事例の多い道路災害類型を以下に区分した。

i) 橋梁豪雨災害、ii) 橋梁地震災害、iii) 岩盤斜面崩落、iv) 土砂斜面崩落、v) 地すべり、vi) 道路冠水、vii) 道路陥没、viii) 道路横断溪流災害

災害類型別のパイロット・プロジェクトの目的が異なる。

目的に即し、10のプロジェクトが企画された。7つが構造対策で3つが非構造対策である。

(2) スケジュールと資金調達

本プロジェクトはパイロット・プロジェクトのスケジュールを確認した。

現時点で予算措置の無いエスカロン地区のパイロット・プロジェクトに対し、エルサルバドル政府は実施予算化の手続きを行うことを約束した。プロジェクトの実施スケジュールは、予算手続きの進捗次第となる。

(3) 技術基準の作成とパイロット・プロジェクトとの調整

技術基準の策定を確認した。

3.1.3 道路災害削減プロジェクトの持続性確保のための考慮

本プロジェクトは、道路災害削減事業の持続性確保のため、予算配分の安定化の重要性を確認した。

3.1.4 プロジェクト実施の改善策

プロジェクトの実施改善策を以下のとおりとする。

3.1.4.1 カウンターパートの自立的主体性

本プロジェクトの活動とパイロット・プロジェクト実施の間、DACGER が主体となり、専門家チームや関係機関と調整を行いながら進捗情報や課題を共有し共同で活動する。

3.1.4.2 技術習得メカニズムの改善

技術習得メカニズムの改善は、参加者が具体的な課題を決められた時間内で実施し発表する形式とする。専門家チームは、DACGER の能力開発の目標に向けてそれを支援する。加えて、日本にいる専門家とは必要に応じて TV 会議を行うものとする。

3.2 確認事項

- (1) リスク診断マニュアルは「道路災害のリスク算定およびリスク削減投資の費用・便益分析マニュアル」として作成する。作成後、中米経済統合事務局（SIECA）に提出し、経済統合大臣協議会（COMITRAN）で承認を得る。
- (2) 7つの構造物対策と3つの非構造物対策（道路緊急情報システム）の10のプロジェクトを実施する。パイロット・プロジェクトの目的である道路災害リスク削減に係る DACGER および FOVIAL 等の能力向上に資するため以下を確認する。
 - パイロット・プロジェクトの各活動の実施前までに各技術基準（施工標準仕様書・設計要領・積算基準等）を整備し、DACGER 等関係者で活用する。
 - パイロット・プロジェクト運用の過程において、専門家と DACGER 等の関係者は、随時、協議・意見交換を図る。
 - 運用時のフィードバックを踏まえて必要に応じて、技術基準を更新する。
- (3) MOPTVDU と FOVIAL は、DACGER が作成する道路災害リスク削減を実現化するため、国家予算におけるインフラのリスク削減に供する割合配分の増加に努める。この点に関しては財務省に必要な変更を提案するものとする。
- (4) パイロット・プロジェクト等の本プロジェクトの実施に係り、DACGER の能力向上を確実化するため、DACGER の主導性をさらに促進する技術協力を進める。
- (5) PDM の変更について確認し Ver.1 として承認する。PO の Ver.1 についても同時に承認する。以下の達成評価指標の数値目標を確認する。

上位目標：エルサルバドルにおける道路インフラの災害に対する脆弱性が低減される。	前回の達成評価指標
	MOPTVDU により XX 箇所の道路災害リスク削減事業が実施される。
プロジェクト目標：道路インフラ強化のために、気候変動・リスク管理局の道路インフラのリスク管理能力が強化される。	今回の達成評価指標
	MOPTVDU により 20 箇所の道路災害リスク削減事業が実施される。
	前回の達成評価指標
	指標 1：DACGER により XX 箇所の道路災害リスク診断が実施される。
	今回の達成評価指標
	指標 1：DACGER により 50 箇所の道路災害リスク診断が実施される。
	前回の達成評価指標
	指標 2：DACGER により XX 箇所の災害リスク削減プロジェクトの提言がなされる
	今回の達成評価指標
	指標 2：DACGER により 50 箇所の災害リスク削減プロジェクトの提言がなされる
前回の達成評価指標	
指標 3：DACGER により XX 回の国内および中米地域リスク削減セミナーが実施される。	
今回の達成評価指標	
指標 3：DACGER により 7 回の国内および中米地域リスク削減セミナーが実施される	

上位目標の達成評価指標である、「MOPTVDUにより20箇所の道路災害リスク削減事業が実施される」については、暫定的な設定とする。現在実施中のリスク診断とその診断結果により、関係機関と最終的に協議する必要がある。

DACGERの年間リスク診断件数及びプロジェクト提言件数（年間約10件ずつ）を考慮し、5年間で50件のリスク診断及び50件の災害リスク削減プロジェクトの提言を行う。

4. 第4回合同調整委員会 2018年9月21日

4.1 協議の要点

第4回合同調整委員会で確認されたこれまでの活動、承認された今後の活動、道路災害リスク削減プロジェクトの推進と持続性確保に向けた方針の詳細は以下のとおりである。

4.1.1 プロジェクト実施のモニタリング

活動1-4「リスク診断マニュアルおよびリスク診断フォーマットの作成」において遅延が認められていたが2018年3月までに完了した。その他の活動において、プロジェクトは事前に設定された活動実施計画に沿った進捗を遂げている。

4.1.2 これまでの成果と今後の活動計画

4.1.2.1 道路災害リスク管理ツール（HGGEOA）

HGGEOA とマニュアル Ver.1(2018年3月)が作成された。HGGEOA は、道路災害の任意の危険箇所のリスクおよびリスク削減事業の被害軽減便益の算定と費用・便益分析において、豪雨等非地震/地震時のリスクを同時に扱う。このため、道路リスク削減事業の大半である両者に効果がある対策事業の高い効率性、妥当性を示すことができる。今後は、DACGER が道路災害リスク削減プロジェクトの推進に向けて活用を高め、国内・中米域へ普及する。

4.1.2.2 道路災害リスク削減事業の技術基準類

パイロット・プロジェクトに供し、試行し、改良するため、ドラフト作成を別添1のとおり実施、あるいは予定している。パイロット・プロジェクトで使用し、経験・知見を通じ改良する。

4.1.2.3 パイロット・プロジェクト

本プロジェクトは、添付1に示した8箇所のパイロット・プロジェクトのこれまでの活動について確認し、今後の活動、予算措置方針について承認した。

4.1.2.4 SIECA 中米道路インフラのリスクマネジメントに供する地盤工学ガイドラインと耐震基準マニュアル編集

JICA および本プロジェクトは SIECA マニュアルの編集を支援している。また DACGER は SIECA マニュアルの編集事務局として積極的な活動を行ってきた。2019年9月2日/3日の地域技術グループの第1回ワークショップでは中米域の現状分析と目次案が議論された。SIECA マニュアルは、本プロジェクトで編集を支援している技術基準類の関連分野を反映する。また、SIECA マニュアルは本プロジェクトで開発した道路災害リスク管理ツール（HGGEOA）を付属資料とする方針とした。今後も本プロジェクトからの支援・技術投入を継続する。

4.1.3 道路災害リスク削減プロジェクトの推進に向けた方針

リスク削減プロジェクトの推進に向けて DACGER の自立的主体性によるプロジェクトの企画・管理を進める。DACGER は、専門家チームや関係機関と調整を行いながら進捗情報や課題を共有し共同で活動する。リスク削減プロジェクトの企画・管理技術習得の定着と普及のため、DACGER が成果や知見をセミナーや第三国技術交換で発表する機会をより多く設ける。

4.1.4 道路災害リスク削減プロジェクトの持続性確保の方針

第3回の JCC で確認された道路災害削減事業の継続性確保を担保する予算配分の安定化のため以下の方針を確認した。

- 1)道路保全基金（FOVIAL）予算の年次予算に道路維持管理費とは別枠で道路災害削減事業費を確保する
- 2)活動的な地すべりの緊急的抑制等は、設計・積算・発注を伴わず、MOPTVDU あるいは FOVIAL が発注工事ではなく直営作業として実施する仕組み・予算を構築する

4.2 確認事項

4.2.1 リスク診断マニュアルは、リスク診断（リスク算定）、「道路災害リスク管理ツール・マニュアル：HGGEOA Ver. 1」として作成した。2018年9月29日の経済統合大臣協議会（COMITRAN）でDACGER 局長から紹介し、SIECA 中米マニュアルの付属資料に含め中米地域内での活用を普及する方針を確認する。

4.2.2 DACGER は6ヶ月毎ごとに各パイロットプロジェクトサイトの環境社会配慮チェックリスト（初回および更新がある場合）と環境モニタリングシートを本プロジェクト Monitoring Sheet に添付して提出する。

4.2.3 MOPTVDU と FOVIAL は、DACGER が作成する道路災害リスク削減事業の提案の実現化のため、事業の費用対効果を含めた事業の妥当性を明確にしたプロジェクト案を作成する。DACGER が中心となって検討を行ってきた MOPTVDU の気候変動対応方針を正式化し、気候変動関連基金へのアクセスへの強化を図る。また、財務省に必要な変更を提案するものとする。

4.2.4 PDM および PO の Ver. 1(2017年9月)から Ver. 2(2018年9月)への更新を確認した。

4.2.4.1 上位目標

達成評価指標である「MOPTVDU により 20 箇所の道路災害リスク削減事業が実施される」については、本 GENSAI フェーズ 2 開始以来 2 年間で着手された事業が 2 件、完了した事業が 0 件である。この暫定的な目標である 20 箇所の縮小変更は行わず DAGER は、今後さらに道路災害リスク削減事業の事業化の推進のための技術的任務に注力する。

4.2.4.2 プロジェクト目標

「道路インフラ強化のために、気候変動・リスク管理局の道路インフラのリスク管理能力が強化される」を「道路インフラ強化のために、気候変動・リスク管理局のリスク削減事業を推進する企画・管理能力が強化される」に改める。

指標 1：50 件のリスク診断及び、指標 2：50 件の災害リスク削減プロジェクトの提言を行う目標を達成した。今後は、実際の道路災害リスク削減事業化の推進に注力する観点からこの指標目標値の変更は行わない。既存のリスク診断・提言箇所で調査、企画を行いより効果的、効率的な事業化を推進する方針とする。なお、リスク診断および災害リスク削減プロジェクトの提言は、FOVIAL や地方政府等の要請に応じ逐次追加で実施し、事業化の優先順位の見直しを行う。

指標 3:リスク削減セミナーについては、「DACGER により 7 回の国内および中米地域リスク削減セミナーが実施される」を「DACGER により 9 回の国内リスク削減セミナーが実施される」に変更する。今後も 6 ヶ月に 1 回のセミナーを実施することとし、計 9 回の目標に改める。なお、中米地域セミナーは企画せず、これに替えて DACGER を講師等として派遣する第三国技術交換、SIECA 中米マニュアル編集ワークショップでの活動を推進する。

指標 4:「DACGER の企画・技術支援により 8 箇所の道路災害リスク削減事業のパイロット・プロジェクトが実施される」を追加する。上位目標である「エルサルバドルにおける道路インフラの災害に対する脆弱性が低減される」は、適切なリスク削減プロジェクトの実施により初めて効果が生じるものである。本プロジェクトは DACGER のリスク削減事業を推進する企画・管理能力のパイロット・プロジェクトを通じた向上に今後注力する。

5. 第 5 回合同調整委員会 2019 年 4 月 29 日

5.1 協議の要点

5.1.1. 背景

第 4 回 JCC (2018 年 9 月 21 日開催) で、「上位目標達成に向けた課題と行動」が継続検討事項とされた。その後、MOPTVDU、DACGER、GENSAI プロジェクト、JICA で下記道路災害リスク削減事業の 5 項目について今後の方針が協議された。

- 1) 計画・予算原案の作成・更新
- 2) 計画・予算原案の省内調整・承認の仕組みの明確化
- 3) 計画・予算案の説明性の向上
- 4) 推進意識の強化と方針の明確化
- 5) 投資効果の最適化と実行メカニズムの明確化

本 JCC では、同方針案及び今後の予定について議論された。5 項目それぞれの詳細は以下のとおりである。

5.1.2. 5 項目の活動内容と方針

5.1.2.1 計画・予算原案の作成・更新

本プロジェクト開始以来、2016 年 8 月より DACGER は FOVIAL および地方政府からの要請に応じ 62 箇所の道路・橋梁の災害リスク診断と災害リスク削減計画を作成した。このうち 3 箇所において対策が完了している。

この 62 箇所においてリスク（年潜在損失額）、道路災害リスク削減事業の費用便益比、正味現在価値、実施完了・計画年次を示した一覧表原案を「付録-2 道路災害リスク削減事業計画・予算案（2019 年 4 月更新版）」に示す。これは MOPTVDU により、リスクが高く対策工を必要とする箇所への対策実施のための国家予算措置の要請を目的として、省予算計画に反映させるための基本文書となる。

DACGER は、今後も毎年 6 月（および必要に応じ）道路災害リスク削減事業計画・予算原案の更新を行い、対策への国家予算の配分が行われるよう継続的努力を行う。

5.1.2.2 計画・予算原案の省内調整・承認の仕組みの明確化

2018 年 9 月 21 日に DACGER は、MOPTVDU 大臣直轄の組織から、公共事業次省（VMOP）傘下の組織となり、公共事業全般に対してより直接的関与が求められることになった。

DACGER は、住宅・都市の防災、河川・雨水排水施設からなる排水インフラ管理を引き続き分掌しており、この組織変更にかかわらず、道路、排水インフラ、住宅・都市の災害リスク削減等 MOPTVDU が関係する事業全般において DACGER の関与は不可欠であると認識している。

現在 GENSAI プロジェクトで進めている、道路災害リスク評価についても、保全対象として道路・橋梁に加えて関連する電気・水道等の公共サービスインフラの被災、人身損失、住宅等の私有財産を含めた評価手法とすることを確認する。

また、計画・予算原案の省内調整・承認フローについては、以下の通りとすることを確認する。

- 1) DACGER が、道路災害リスク削減事業計画・予算原案を VMOP に提出
- 2) VMOP の最高責任者である MOPTVDU 公共事業担当副大臣が、VMOP 内の調整・確認を得た後、起案者として計画・予算案を MOPTVDU に提出
- 3) MOPTVDU 大臣は、省内執行部と他の計画案と調整し計画・予算案を承認

5.1.2.3 計画・予算案の説明性の向上

本プロジェクトで、道路災害リスク・被害軽減便益・費用対効果の算定ツール HGeoA とマニュアル Ver.1 (2018 年 3 月) が開発された。HGeoA は、特定の地理的な被災可能性のある道路箇所・橋梁に対し、リスクおよびリスク削減事業の便益、費用・便益分析を非地震（例：豪雨）および地震時の被災について統一的に扱う

ことが可能で、事業の効率性、妥当性を定量化し、投資効果の最適化（費用対効果を考慮した最適ナリスク削減目標の設定）を支援する。

HGGeoA のコンセプトは、本プロジェクトが作成を支援し、2019年3月15日開催された第41回中米運輸大臣会合（COMITRAN）で承認された「中米道路インフラのリスクマネジメント地盤・地震工学マニュアル-斜面編」に含まれた。

DACGER が、道路災害の危険箇所のリスク診断と災害リスク削減計画・予算案の説明責任として費用対効果を示した計画・予算を作成して行くことを確認する。

5.1.2.4. 推進意識の強化と方針の明確化

2019年4月5日のセミナーでは DACGER から「道路災害リスク削減事業の意義と推進方針案」の素案を提示し、セミナー等により意見を収集し DACGER/緊急オペレーションセンター(COE)/MOPTVDU 案を2019年5月までにとりまとめる。この案は、次期政権国家の新5箇年計画（2019-2023年）の MOPTVDU が管轄するインフラ分野における重点課題「道路災害リスク削減事業の意義と推進方針」として起案提示することを念頭に作成する。

本案は以下の内容を含むものとする。

- ・MOPTVDU の公共事業・運輸・住宅都市開発の気候変動政策/Política de Cambio Climático para el sector de la obra publica, transporte, vivienda y desarrollo urbano (2018-2036)との整合
- ・費用対効果解析によるリスク削減効果を最適化した合理的なリスクマネーメントの推進
- ・道路陥没対策等の対策事業の MOPTVDU、地方政府、上下水道局（ANDA）等関係機関間における調整
- ・暴雨風・地震・津波等による広域激甚災害時に対応する防災拠点、緊急輸送道路の指定、道路啓開対策に係る準備方針

5.1.2.5. 投資効果の最適化と対策の実行メカニズムの明確化

投資効果の最適化と対策の実行メカニズムの明確化について本プロジェクトでは以下の議論を行ってきた。これらの内容は、5.1.2.4 で述べた「道路災害リスク削減事業の意義と推進方針案」に取り込む。

- ・道路災害リスク削減は、業者契約を伴う構造物対策工事、業者契約を伴わない構造物対策作業、非構造物対策（予防保全・維持管理や道路防災情報システム）を組み合わせる柔軟に計画する。
- ・費用対効果を考慮し最適ナリスク削減目標（被災確率年）の設定を行う。
- ・構造物対策と非構造物対策について実行の体制を明確にする。
- ・対策の実施の仕組みを明確化し省内および道路保全基金（FOVIAL）の規則あるいは予算化を含めた運営要領の改定。
- 施工業者発注が必要な構造物対策工事は FOVIAL による設計・施工業者発注、施工監理とする。
- 特殊機材を必要とする構造物対策工事・作業（地下水排除横ボーリング）は DACGER と VMOP 内の公共事業施工・維持局（DCMOP）の直営工事・作業とする。
- 非構造物対策作業（道路情報施設の維持管理等）は FOVIAL の年間道路維持管理業者委託作業の一部とする。

5.2 承認事項

- ・第4回 JCC を受けた継続協議ポイント対処方針「上位目標達成に向けた課題と行動」の承認（付録 - 1）。
- ・DACGER は「道路災害リスク削減事業計画・予算案（2019年4月更新版）」（付録 - 2）の検討・協議を進めるとともに2019年5月更新版として再度とりまとめる。MOPTVDU は同案を2020年予算計画に反映させる。

6. 第6回合同調整委員会 2019年9月30日

6.1 プロジェクトの進捗と今後の活動計画

プロジェクトは事前に設定された活動実施計画に沿い進捗しており遅延はない。

6.1.1 成果1: 道路インフラ（橋梁・道路斜面）の地震に対するリスク診断能力が向上する。

本プロジェクトは、地震と豪雨等非地震を一体化してリスクを評価する個所別リスク評価フォーマットおよびマニュアルを2018年3月に開発し、2019年3月に部分的に改訂した。また、任意個所の確率年に対応する地面最大加速度、加速度応答スペクトル、任意橋梁の固有周期に応じた確率年別応答加速度を算定するExcelツールを2018年12月までに開発した。

これらのツールを活用し、当月2019年8月までに道路斜面（30箇所）、道路横断溪流（16箇所）、橋梁（14箇所）、道路冠水（2箇所）、道路陥没（1箇所）計63箇所の点検・解析を実施した。解析項目は、被災確率、被災時の被害額、リスク（年潜在損失額）である。このリスク診断個所数は、プロジェクト目標指標の50箇所を達成している。今後も、道路保全基金（FOVIAL）や地方政府からの要請に応じ診断箇所を追加する方針とする。今後も、道路保全基金（FOVIAL）や地方政府からの要請に応じ診断箇所を追加する方針とする。

6.1.2 成果2: 道路災害リスク削減事業に関する標準仕様書、設計要領、積算基準が作成される

2018年12月までに標準仕様書、設計要領、積算基準のドラフトが完成している。これらの成果は、今後、パイロット・プロジェクトの実施の過程で検証し更新する。

6.1.3 成果3: パイロット・プロジェクトを通じて、DACGERの道路災害リスク削減事業のプロジェクトマネジメント能力が向上する。

2017年9月29日の第3回JCCは、災害形態の8種類に対し、リスクが最も高い箇所各1箇所をパイロット・プロジェクトとして選定した。本第6回JCCは、パイロット・プロジェクトのこれまでの進捗と今後の方針を以下のとおり確認・協議した。

6.1.3.1 災害形態種の地すべりについては、現況で、道路通行障害を生じているCabañas県、国道3号線のSensuntepeque市内箇所をパイロット・プロジェクトに加え、選定していたCiudad Delgado Sal-38よりも対策事業を優先する方針とする。

6.1.3.2 日本の経済社会無償の道路防災資機材の調達状況を下記のとおり確認する。資機材をパイロット・プロジェクトで活用し、早期の道路災害リスク削減を実現する。

1000kJ 対応落石防護柵（被災頻度が比較的高い中小規模落石対策、国道1号線 Los Choross 区間適用）	2019年7月 MOPT Soyapango 倉庫納入済み分		2020年4月 MOPT Soyapango 倉庫納入予定分		計		
	支柱数	延長	支柱数	延長	支柱数	延長	
直立型 高さ2m	35 本	204 m	119 本	708 M	154 本	912 m	
屈折型 高さ3m（岩盤斜面と車線の離隔が直線型では2m確保できない区間に適用）	18 本	102 m	60 本	354 M	78 本	456 m	
計	53 本	306 m	179 本	1,062 M	232 本	1,368 m	
緑化付帯長繊維・セメント混入切土補強砂吹付工資機材（立木を残したまま斜面保護が可能、コンクリート吹付に比べ低コスト化、国道4号南線 Zaragoza 区間適用）						2019年7月 MOPT Soyapango 倉庫納入済み分	
長繊維給糸装置						1 式	
ポリプロピレン長繊維						切土 5000m ² 分	
保水材付きアンカーバー						切土 5000m ² 分	
切土のり面背面、基底排水材（ジオコンボジット）およびアンカーピン、接続ソケット						切土 5000m ² 分	
切土面浸食防止・緑化基礎シート						切土 5000m ² 分	
ロータリーパーカッション・ドリル（地すべり地下水排除水抜きボーリング孔作業、国道3号線、Sal-38等に適用）						2019年12月 MOPT 納入 予定	
ロータリーパーカッション・ドリル およびスベアパーツ						1 式	

発電機 100-150 kVA (60Hz)	1 式
------------------------	-----

6.1.3.3 各パイロット・プロジェクトの進捗と今後の予定

各パイロット・プロジェクトの進捗と今後の方針を以下のとおり確認する。

災害リスク形態	プロジェクト箇所	リスク削減方針	進捗	今後の活動
i) 橋梁 非地震	Chalatenango 県 国道 3 号西線 Motochico 川橋梁	2017 年 6 月橋脚沈下被災後の洗越道路と新橋梁の建設	2018 年 10 月に FOVIAL 事業による新橋梁完成	施設の洗堀状況確認。
ii) 橋梁 地震	首都圏 49 Avenida Sur, Monumento Hermano Bienvenido a Casa 高架橋	地震動計測と強震時のシグナル・サイレンによる警報システム	地震動モニタリング実施 (2017 年 7 月～)、強震時警報システム設置準備中	強震時警報システムの設置と運用。落橋防止構造 (沓座拡幅) の設計
iii) 岩盤斜面崩壊	La Libertad 県 国道 1 号線 Los Chorros	落石防護工事 地震動計測と強震時のシグナル・サイレンによる警報システム	2017 年から FOVIAL 事業による落石防護工が進捗 2018 年 4 月から地震動・気象計・CCTV のモニタリング実施中 強震時警報システム設置準備中	日本の経済社会無償調達による 1000kJ 落石防護柵、計 1368m を適用し、被災可能性の比較的高い中規模以下落石リスクの対策 残存する大規模落石リスク対策の企画および事業化
iv) 土砂斜面崩壊	La Libertad 県 国道 4 号南線 Zaragoza	緑化付帯切土補強土対策の実施	FOVIAL による施工業者調達準備中	日本の経済社会無償調達資機材 (長繊維・セメント混入砂吹付) の適用による斜面保護工実施
v) 地すべり	Cabañas 県、国道 3 号線 Sensuntepeque 市 首都圏 Delgado 市 Sal-38 25 km	水抜き横ボーリングによる地下水排除工の実施	Cabañas 県、国道 3 号線 Sensuntepeque 市は UAV を活用した動態観測を実施中 首都圏 Delgado 市 Sal-38 25 km 道路体に認められた亀裂、沈下を 2019 年 1 月に修繕し、その後変状の進行が認められていない	谷側溪流部の抑え盛土工、および本邦の社会経済開発無償によるロータリーパーカッション・ドリル (水抜きボーリング) を活用した MOPT 直営対策作業
vi) 冠水	首都圏 Merliot 大通り	雨水調節施設の設置と道路排水能力強化	道路中央分離帯公園地下への雨水貯留施設設置は、廃案 近傍溪流における洪水調節池事業と連携した道路排水強化	現況の道路排水施設の維持管理対応 首都圏の洪水防御事業の動向を確認し、道路排水強化事業を企画
vii) 陥没	首都圏 San Salvador 市 Escalon 地区 87、89 Avenida Norte	老朽化埋設雨水管の更新	リスク診断の実施	日常パトロールによる路面変状の確認と老朽化した雨水管の更新
viii) 横断溪流	首都圏 Norte 75 道路、Las Lajas Mejicanos、	溪流水位、雨量、CCTV 観測による洪水・土石流警報システム設置 洪水・土石流防護堰堤	溪流水位、雨量、CCTV 観測による洪水・土石流警報システム設置工事中 洪水・土石流防護堰堤事業の企画	溪流水位、雨量、CCTV 観測による洪水・土石流警報システムの設置と運用 洪水・土石流防護堰堤事業化

6.1.4 成果 4: 道路防災にかかるリスク診断並びに道路災害リスク削減事業の実施にかかるプロジェクトの成果が国内外で共有される。

DACGER ウェブページ (<http://dacger.mop.gob.sv/>) によるプロジェクト成果の広報・情報提供を継続中である。この 1 年間では主として以下の活動を実施した。

- ・「中米道路インフラ災害リスク管理、地盤・地震工学マニュアル（斜面編）」の中米経済統合一般条約常設事務局（SIECA）の枠組として、本プロジェクトが編集に携わり、2019 年 3 月 15 日の中米運輸大臣会合（COMITRAN）で内容が承認された。以降、本プロジェクトの技術成果の中米への普及として、コスタリカ、ホンジュラス、ニカラグア、エルサルバドルでのワークショップによる技術普及を行った。

- ・国際防災シンポジウム：インタープリメント、富山市（富山国際会議場）『変動帯における大規模な土砂災害と減災対策』（2018 年 10 月 1 日～4 日）に第 3 国との技術交換として DACGER から 2 名が参加した。

Outstanding Poster Presentation Award を受賞した。

- ・「JICA の無償資金協力 ホンジュラス国国道六号線地すべり防止計画」と協業し、DACGER はこれまでに 2 回、各 6 名と 8 名、のべ 14 名がホンジュラス国において、ホンジュラス国インフラ・公共サービス省との技術交換を行った。

- ・JICA エルサルバドル事務所と DACGER 編集による書籍、「エルサルバドル公共インフラのリスク管理（ISBN 978-99961-334-2-8）」が発行され、同広報ビデオ作成された。2019 年 5 月 30 日に出版記念式典が実施された。今後の予定として以下を行う。

- ・2019 年 12 月 2 日～12 月 6 日に、DACGER から 6 名が参加し、「JICA の無償資金協力 ホンジュラス国国道六号線地すべり防止計画」と協業しホンジュラス国インフラ・公共サービス省との第 3 回技術交換を行う。

「中米道路インフラ災害リスク管理、地盤・地震工学マニュアル（斜面編）」普及ワークショップにグアテマラ国、パナマ国から要請があった場合は、DACGER から 2 名が講師として参加する。

- ・「JICA エルサルバドル共和国 中小企業海外展開支援事業高エネルギー吸収型落石防護網工法の適用促進基礎調査」と協業し、同調査で設立を企画している、技術共有組織：中米落石研究会の事務局を DACGER 内部に設置し、エルサルバドル建設産業会議所（CASALCO）、エルサルバドルエンジニア・建築家協会（ASIA）、大学関係者等、中米各国の斜面防災関係者との技術共有を図る。

6.2 上位目標「エルサルバドルにおける道路インフラの災害に対する脆弱性が低減される」達成に向けた課題と行動

上位目標を達成するための体制をプロジェクト実施中に構築することを支援するには、DACGER の技術的能力向上に加えて、DACGER を含めた道路インフラの災害リスク削減事業推進に向けた活動を行える体制を省内に構築することが不可欠である。

このような背景から、以下のとおり、現在の課題（ボトルネック）に対する対処方法を確認する。これらの省全体を通した取り組みを行う事により、DACGER および関係者の道路インフラの災害リスク削減事業推進に向けた意識の強化及びプロジェクトの更なる自立発展性を確保する。

課題 1：DACGER は、道路保全基金（FOVIAL）や地方政府からの要請等に応じ、個々の道路災害の危険箇所のリスク診断に基づいた道路災害リスク削減事業の計画案を更新する必要がある。

対処：計画・予算は、道路災害の危険箇所のリスク（年潜在損失額）、道路災害リスク削減事業の費用便益比あるいは正味現在価値を指標とした優先度、計画実施年次を示した一覧表として毎年 6 月（および必要に応じ）更新する。

課題 2：道路災害リスク削減事業予算の確保のためには、計画・予算案の説明性を高くする必要がある。

対処：道路災害リスク削減事業の説明責任として費用対効果を示した計画・予算とする。毎年 7 月 MOPT が、道路災害リスク削減案を MOPT 予算案に反映し財務省に予算要求を行う。

課題 3：道路災害リスク削減対策の投資効果の最適化と、対策の実行メカニズムの明確化が必要である。

対処：道路災害リスク削減は、業者契約を伴う構造物対策工事、業者契約を伴わない構造物対策作業、非構造物対策（予防保全・維持管理や道路防災情報システム）を組み合わせる柔軟に計画する。費用対効果を考慮し最適なリスク削減目標（被災確率年）の設定を行う。構造物対策と非構造物対策について実行の体制を明確にする

注：工事：設計・積算を伴う構造物対策

作業：設計・積算を伴わない構造物対策あるいは非構造物対策

非構造物対策：予防保全・維持管理、ハザードモニタリングと道路防災情報システム

予防保全・維持管理：道路災害の危険のある立木の伐採、道路のり面排水工の土砂除去等の構造物対策の維持管理

ハザードモニタリング：気象、地震動、河川水位、地下水位、道路斜面の動態観測

道路防災情報システム：道路情報板、サイレン、シグナル、ウェブページによる予警報および被災情報の提供

7. 第7回合同調整委員会 2021年6月3日

7.1 プロジェクトの進捗と今後の活動計画

現行のRDでは、プロジェクトは当月2021年6月に終了の予定を迎えているが、新型コロナウイルス禍の影響でパイロット・プロジェクトの施工に着手できていないものがある。一方、新型コロナウイルスによる財政の困難の下、MOPTは、熱帯低気圧アマンダを代表とする2020年の激甚暴風雨災害の復旧を進めてきた。

こうした中、道路災害リスク削減の効率的な推進の必要性が高まっている。このため、費用対効果の高い技術の採択、災害改良復旧、道路斜面緑化による道路環境改善や濁水抑制による海岸等の水環境も含めた周辺環境の保全等の多目的な事業の推進が考えられる。これらの端緒とするため、新たに6箇所のパイロット・プロジェクトを企画した。この実行のため、別途RDを更新し、プロジェクトGENSAIフェーズ2の実施期間を2021年12月まで6箇月延長する。

7.1.1 成果1: 道路インフラ（橋梁・道路斜面）の地震に対するリスク診断能力が向上する。

本プロジェクトは、各種のリスク診断手法の訓練、ツールの開発を行ってきた。

これらの技術とツールを活用し、2021年5月までに道路斜面（34箇所）、道路横断溪流（16箇所）、橋梁（14箇所）、道路冠水（2箇所）、道路陥没（1箇所）計67箇所の点検・解析を実施した。解析項目は、被災確率、被災時の被害額、リスク（年潜在損失額）である。このリスク診断箇所数は、プロジェクト目標の50箇所を達成している。

7.1.2 成果2: 道路災害リスク削減事業に関する標準仕様書、設計要領、積算基準が作成される

2018年12月までに標準仕様書、設計要領、積算基準のドラフトが完成している。

パイロット・プロジェクトの実施や、JICAエルサルバドル事務所と本プロジェクトが支援しているCOMITRAN/SIECAの中米道路インフラのリスク管理マニュアルの編集活動の過程で検証し、更新する。

7.1.3 成果3: パイロット・プロジェクトを通じて、DACGERの道路災害リスク削減事業のプロジェクトマネジメント能力が向上する。

パイロット・プロジェクトのこれまでの進捗と、2020年の熱帯低気圧アマンダ等の2020年暴風雨激甚被災の改良・復旧の推進を含めた今後の方針を以下のとおり協議・確認した。

7.1.3.1 日本側投入の道路防災資機材をパイロット・プロジェクトで活用し、効率的な道路災害リスク削減事業に係る技術能力の向上を図る。

(1) 日本の2017年度経済社会開発無償（JICS：Japan International Cooperation System 調達代理）

1000kJ 高エネルギー吸収型落石防護柵	2019年7月MOPT Soyapango 倉庫納入済み		2020年4月MOPT 本部納入済み		計	
	支柱数	延長	支柱数	延長	支柱数	延長
直立型 高さ2m	35 本	204 m	119 本	708 m	154 本	912 m
屈折型 高さ3m（岩盤斜面と車線の離隔が直線型では2m確保できない区間に適用）	18 本	102 m	60 本	354 M	78 本	456 m
計	53 本	306 m	179 本	1,062 M	232 本	1,368 m

長繊維・セメント混入砂吹付切土補強土工資機材（立木を残したまま斜面保護が可能、コンクリート吹付に比べ低コスト化）	2019年7月 MOPT Soyapango 倉庫納入済み
長繊維給糸装置	1式
ポリプロピレン長繊維	切土 5000m ² 分
保水材付きアンカーバー	
切土のり面背面、基底排水材（ジオコンボジット）およびアンカーピン、接続ソケット	
切土面浸食防止・緑化基礎シート	
切土斜面浸食防止・環境保全シート	
ロータリー・パーカッション・ドリル（地すべり地下水排除水抜きボーリング孔作業）	2019年12月 MOPT 納入
ロータリー・パーカッション・ドリル およびスペアパーツ	1式
発電機 100-150kVA（60Hz）	1式

(2) プロジェクト GENSAI フェーズ 2 の専門家チーム調達

高エネルギー吸収型落石防護網	区間 40m x 高さ 13m=1200m ²
土壌藻類侵食防御植生促進剤（2021年4月21日調達 /DACGER への納入完了）	1000m ² 用セット（乾燥世界汎用種土壌藻類 4.0kg グルタミン酸・熱処理死滅済み微細藻類混合副資材 10kg、合計 14kg）

7.1.3.2 各パイロット・プロジェクトの進捗と今後の予定

各パイロット・プロジェクトの進捗と今後の方針を以下のとおり確認する。

パイロット・プロジェクトの 2021 年 5 月時点の進捗と今後の企画

災害リスク形態	プロジェクト箇所	リスク削減方針	支援内容・進捗	継続中および今後の活動
PN:橋梁 非地震	PN1: CA3E 道チャラテナンゴ県モトチコ川 2017年6月被災橋梁 (新橋梁名:プロスペリダ橋)	・橋梁改築	・FOVIALによる新橋梁建設 (2018年10月完成)	・施設の洗掘状況監視等の維持管理支援
PS:橋梁 地震	PS: サンサルバドル市街国道 49 アベニダ・スル、モニュメント・エルマノ・ビエンベニド・ア・カサ高架橋	・強震時警報 ・落橋防止構造 (沓座拡幅)	・調査ボーリング ・地盤の地震動速度検層および地表から微動探査による検層 ・強地震時警報システム設置 ・落橋防止構造（沓座拡幅）の企画	・強震時警報システムの運用・維持管理
DR:岩盤 斜面崩壊	DR1:CA1W 道、19.1キロ~20.1キロ区間 ラ・リベルタ県コロン市ロス・チョロス区間	・落石防護 ・強地震時警報	・FOVIALによる落石防護工 (2017年~2019年 0.634km) ・強震時警報システム設置 ・高エネルギー吸収型落石防護柵工の設計・積算・工事仕様書準備	・道路拡幅・高架橋・防災事業への技術アドバイス ・防災対策工は道路拡幅・高架橋事業の中で施工による交通障害を最小化するよう企画
	DR2: (新プロジェクト 1) RN5 道、4.7~5.4キロ区間、サンサルバドル市起点~ハグアール立体交差点区間	・落石防護	・高エネルギー吸収型落石防護柵工の企画・設計・積算・工事仕様書準備	・FOVIALによる高エネルギー吸収型落石防護柵工の施工 ・プロジェクト GENSAIによる高エネルギー吸収型落石防護網延長 40m x 高さ 13m=520m ² の施工
	DR3: (新プロジェクト 2) CA4S 同、15 キロ、ラ・リベルタ県サラゴサ市サンフランシスコ行政区		・落石対策の企画	・FOVIALによる高エネルギー吸収型落石防護柵の設置
	DR4: (新プロジェクト 3)	・軟岩斜面の侵食防止と緑化	・長繊維・セメント混入砂吹付切土補強土工と緑化の	・FOVIALによる長繊維・セメント混入砂吹付切土補強土工、約 5000m ²

災害リスク形態	プロジェクト箇所	リスク削減方針	支援内容・進捗	継続中および今後の活動
	サーフ・シテイ道、33 キロ斜面（サーフ・シテイ橋内陸側）、ラ・リベルタ県ラ・リベルタ市		企画	
DS:土砂斜面崩壊	DS1: CA4S 道、8 キロ斜面、ラ・リベルタ県サラゴサ市エル・バリ-ジョ行政区	・ 抜け落ち型落石・崩壊対策	・ 長繊維・セメント混入砂切土補強工 約 4000m ² の企画・設計・積算	・ 左記から方針転換、 ・ FOVIAL による高エネルギー強雨種型落石防護柵工
	DS2: (新プロジェクト4) サーフ・シテイ道 34 キロ斜面（サーフ・シテイ橋海岸側）、ラ・リベルタ県ラ・リベルタ市	・ 土砂侵食防護植生促進	・ 土壌藻類剤を活用した土砂侵食防護植生促進工の企画	・ プロジェクト G E N S A I による土砂侵食・流出防護工の施工
DL:地すべり	DL1:CA3E 道 125 キロ、カバニャス県、センステンペケ市	・ 地下水排除と抑え盛土	・ 調査ボーリング (MOPT 資金) ・ パイプ歪計および地下水位モニタリング ・ 自記雨量観測 ・ 対策工の企画	・ プロジェクト G E N S A I による地下水排除横ボーリング ・ MOPT による地すべり脚部の溪流部の抑え盛土工
	DL2:SAL38 道、25 キロ、デルガド市	・ 道路修繕・維持管理	・ 調査ボーリングおよび地下水位観測調査 ・ FOVIAL による道路体の亀裂、沈下修繕 ・ FOVIAL による土砂流堆積の除去、道路側溝修繕	・ FOVIAL による点検と維持管理
IN:冠水	IN1:首都圏メルリオット大通り、ラ・リベルタ県サンタテクラ市/サンサルバドル県アンティゴクスカトラン市	・ 道路中央分離帯公園の地下への雨水一時貯留型排水設置と道路排水強化	・ 道路冠水履歴インタビュー調査 ・ ボーリングによる地盤状況調査 ・ MOPT による IDB 借款持続的都市冠水対策事業 (2020 年 1 月～7 月)	・ 対策工効果検証 ・ 雨水一時貯留型排水施設の維持管理
HU:陥没	HU1:サンサルバドル市街国道 87、89 アベニダ・ノルテ、サンサルバドル市、エスカロン地区	・ 埋設雨水管の更新と大型化、交差点等への雨水貯留施設の併設 (都市型フラッシュ・フラッド対策)	・ レーザー (LiDA) による地形調査 ・ 埋設管 CCTV ロボットカメラによる点検	・ 定期・異常気象時点検による路面変状の確認と老朽化した雨水管の更新
FL:横断溪流	FL1:首都圏市街国道 75 アベニダ・ノルテ、ラス・ラハス・メヒカノス溪流	・ 洪水・土石流警報システム ・ 洪水・土石流防護堰堤	・ 洪水・土石流警報システム企画設計 ・ 溪流への電波式水位計/CCTV 観測所設置 ・ LED 道路情報板、気象計設置 ・ ソイルセメントによる洪水・土石流防護堰堤の企画	・ サンサルバドル方向車線の LED 道路情報板設置 ・ 洪水・土石流警報システムの運用 ・ 洪水・土石流防護堰堤事業化
	FL2: (新プロジェクト 5 : 災害改良・復旧) CA01W 道、18 キロ、ロスチョロス・ウオーターパーク	・ 土砂流防護バリヤ、 ・ 洪水調節・沈砂地堰堤	・ 高エネルギー吸収型落石防護柵材料を活用した土砂流防護バリヤの企画 ・ ソイルセメント堰堤による洪水調節・沈砂地堰堤の企画	・ 観光省と MOPT との提携公共事業建設維持局 (DCMOP) による対策工事施工

災害リスク形態	プロジェクト箇所	リスク削減方針	支援内容・進捗	継続中および今後の活動
	FL3: (新プロジェクト 6 : 災害改良復旧) RN5 道、10 キロ、サンサルバドル県サン・マルコス市	・土石流防護バリア	・高エネルギー吸収型落石防護柵材料を活用した土石流防護バリアの企画	・ FOVIAL による対策工の施工

7.1.4 成果 4: 道路防災にかかるリスク診断並びに道路災害リスク削減事業の実施にかかるプロジェクトの成果が国内外で共有される。

MOPT および DACGER ウェブページ (<http://dacger.mop.gob.sv/>) によるプロジェクト成果の広報・情報提供を継続中である。2019 年 9 月 30 日の第 6 回 JCC 以降の主たる実績と今後の予定を以下に示す。

- 2019 年 11 月、2020 年 11 月エルサルバドル建設研究財団 (ISC) 主催第 6 回、7 回持続的都市フォーラムを後援し、DACGER からの講演等を行った。
- 2019 年 12 月 2 日～12 月 6 日に、DACGER から 6 名が参加し、「JICA の無償資金協力 ホンジュラス国道六号線地すべり防止計画」と協業しホンジュラス国インフラ・公共サービス省との第 3 回技術交換を行った。
- 2019 年 12 月 12 日「中米道路インフラの災害リスク管理、地盤・地震工学マニュアル (斜面編)」パナマ・シティ普及ワークショップの講師として DACGER から局長ら 2 名、専門家チーム・チーフアドバイザーが参加した。
- 中米道路防災技術研究会 (GETRRIVIC) が、2020 年 1 月 30 日に設立した (設立書の MOPT 大臣による認証署名、DACGER 局長、専門家チーム・チーフアドバイザー、JICA 高エネルギー吸収型落石防護網工法の適用促進調査団長による発起人署名)。研究会は産・学から提供される技術を DACGER が運営する技術閲覧サイトに登録し、中米に適合させたうえで普及し、費用対効果の高い防災事業を推進することを目的としている。登録技術は 2021 年 5 月末で、16 件で、さらに 3 件が登録準備中である。
- 2020 年 2 月 27 日、DACGER と専門家チームは、在エルサルバドル日本大使館の報道機関ツアーでの案内を行った。案内は、CA01E 道の 19 キロ～20 キロ、ロス・チョロス岩盤斜面の対策、MOPT 構内におけるロータリー・パーカッション・ドリル試掘デモ、首都圏市街国道アベニダ・ノルテ 75 のサンサルバドル火山メヒカノス・ラス・ラハス溪流横断箇所の洪水・土石流災害情報システムである。
- 2020 年 5 月 18 日に世界銀行が編集した、防災グローバル・ファシリティ : Global Facility Risk Reduction (GFDRR) の「Road Geohazard Risk Management Handbook : <https://www.gfdrr.org/en/road-geohazard-handbook> が公開された。この技術資料にはプロジェクト GENSAI の成果である道路災害リスクや対策の費用対効果算定手法等が反映されている。道路インフラの脆弱性低減に資する技術資料として本プロジェクトでも活用・普及する方針とする。
- プロジェクト GENSAI フェーズ 2 は、中米運輸交通大臣審議会 (COMITRAN) のリスク管理と気候変動への適応のための中米地域委員会 (CR-GRACC) を支援し、JICA エルサルバドル事務所、SIECA、中米六カ国の地域技術グループ (GTR) と共に、2020 年 9 月より、「中米橋梁・カルバートのリスク管理計画・設計マニュアル・ガイドライン」の新規編集と「中米道路インフラ水文・水理マニュアル 2016 年」の更新の編集活動を実施中である。GTR を含む編集チームは、れまでに、計 6 回のオンラインワークショップを行った。2021 年 3 月 19 日に水文・水理マニュアル更新の最終稿が確認された。以降 7 月 13 日の第 9 回最終ワークショップで橋梁マニュアルの最終稿を確認する。以降これらの中米マニュアルの普及活動を行う。
- 2021 年 2 月 4 日と 2 月 23 日、国連ラテンアメリカ・カリブ経済委員会 (CEPAL、英語略称 ECLAC) と中米、ドミニカ共和国財務大臣理事会 (COSEFIN) の「中米気候変動適応災害リスク軽減公共投資マニュアル」の編集に係り、CEPAL/SIECA/JICA エルサルバドル事務所、プロジェクト GENSAI によるオンライン技術交換を実施した。
- 2021 年 5 月 19 日に実施された第 47 回 COMITRAN (リモート会議) に DACGER とプロジェクト GENSAI フェーズ 2 専門家チームが参加し、上記中米マニュアル編集の進捗と、中米道路防災技術研究会の登録技術の紹介を DACGER から行った。COMITRAN は「中米道路インフラ水文・水理マニュアル」の 2021 年版を承認した。

- プロジェクト GENSAI フェーズ 2 は、DACGER の技術情報雑誌を 2021 年 6 月号の編集と 2021 年 6 月 2 日の発刊セミナーを支援する。
- DACGER 1 名、専門家チーム 1 名は、JICA が後援している 2021 年 11 月 2 日～6 日の日本の京都で開催される第 5 回斜面防災世界フォーラムに参加し、公共インフラ事業に従事する技術者間の交流を実施する。DACGER 1 名は、事後の西日本の被災地視察（11 月 7 日～9 日）にも参加する。

7.2 上位目標「エルサルバドルにおける道路インフラの災害に対する脆弱性が低減される」達成に向けた課題と行動

第 6 回 JCC で確認した以下を再確認し、本プロジェクトでその活動を引き続き支援する。

- 計画・予算は、道路災害の危険箇所のリスク（年潜在損失額）、道路災害リスク削減事業の費用便益比あるいは正味現在価値を指標とした優先度、計画実施年次を示した一覧表として毎年 6 月（および必要に応じ）更新する。
- 道路災害リスク削減事業の説明責任として費用対効果を示した計画・予算とする。毎年 7 月 MOPT が、道路災害リスク削減案を MOPT 予算案に反映し財務省に予算要求を行う。
- 道路災害リスク削減は、業者契約を伴う構造物対策工事、業者契約を伴わない構造物対策作業、非構造物対策（予防保全・維持管理や道路防災情報システム）を組み合わせる柔軟に計画する。費用対効果を考慮し最適なリスク削減目標（被災確率年）の設定を行う。構造物対策と非構造物対策について実行の体制を明確にする。

本 JCC では以下を補足する。

課題：MOPT は、新型コロナウイルスによる財政の困難の下、2020 年の激甚豪雨災害の復旧を進める必要がある。このため、道路災害リスク削減の効率的な推進の必要性が高まっている。

対応：プロジェクト GENSAI フェーズ 2 は、中米道路防災技術研究会の技術登録を推進する。登録技術の中から、日本側投入として「高エネルギー吸収型落石防護網」と、「土壌藻類侵食防止緑化促進剤」の資機材と工事費、CA3E125 キロセンステンペケ地すべりの地下水排除横ボーリングの施工費に関する追加支援を行う。これらの追加支援は、道路インフラの災害に対する脆弱性の低減のため、DACGER による効率的な道路防災事業に係る企画、推進能力の向上を目的としている。Surf City 道の道路斜面の緑化は、単に道路災害のリスク削減のみでなく、道路環境の改善、熱帯～亜熱帯気候の問題・ソイル赤色土壌からの濁水発生と海洋汚染問題の保全にも寄与する多目的事業としての展示を図る。

8. 第 8 回合同調整委員会 2021 年 11 月 3 日

8.1 プロジェクトの評価

新型コロナウイルスによる財政の困難の下、MOPT は、熱帯低気圧アマンダを代表とする 2020 年の激甚暴風雨災害の復旧を進めてきた。こうした中、道路災害リスク削減の効率的な推進の必要性が高まっている。このため、GENSAI-II は、費用対効果の高い技術の採択、災害改良復旧、道路防災に加え、道路斜面の緑化・土砂侵食による濁水の流出の抑制などの海岸を含めた周辺環境の保全等の複数の SDG s に貢献する多目的な事業を推進してきた。これらの端緒とするため 2021 年 6 月 2 日の第 7 回 JCC で 6 箇所のパイロット・プロジェクトを追加し、その後の協議や新たな被災によりさらに 3 箇所の国道の災害脆弱箇所の対策に係る活動を進めてきた。

この実行のため、2021 年 6 月 18 日の会議議事録 (M/M) で、GENSAI-II の実施期間を 2021 年 12 月まで 6 箇月延長した。パイロット・プロジェクトの施工は、2021 年 11 月 3 日現在、エルサルバドル側資金 FOVIAL 監理により 5 箇所を、日本側 GENSAI-II の資金、DACGER 監理により 2 箇所を実施中である。

8.1.1 プロジェクト・デザインで掲げた 4 つの成果に係る達成

8.1.1.1 成果 1: 道路インフラ (橋梁・道路斜面) の地震に対するリスク診断能力が向上する。

GENSAI-II は、各種のリスク診断手法の訓練、ツールの開発を行った。これらの技術とツールを活用し、2021 年 11 月 2 日までに道路斜面 (34 箇所)、道路横断溪流 (16 箇所)、橋梁 (14 箇所)、道路冠水 (2 箇所)、道路陥没 (1 箇所) 計 67 箇所の点検・解析を実施した。解析項目は、被災確率、被災時の被害額、リスク (年潜損失額) である。このリスク診断箇所数は、プロジェクト目標の 50 箇所を達成している。

8.1.1.2 成果 2: 道路災害リスク削減事業に関する標準仕様書、設計要領、積算基準が作成される

標準仕様書、設計要領、積算基準案は、パイロット・プロジェクトの実施や、JICA エルサルバドル事務所と GENSAI-II が支援している COMITRAN/SIECA の中米道路インフラのリスク管理マニュアルの編集活動の過程で検証してきた。今後最終化し、2021 年 12 月 10 日までに、DACGER ウェブページ内の技術共有サイトのファイルを更新する。

中米道路のリスク管理マニュアルは以下について中米運輸交通大臣会合 (COMITRAN) での承認を了している。

中米道路リスク管理地盤・耐震工学マニュアル斜面編 2019 年初版 (2019 年 3 月 15 日承認)

中米道路水文・水理マニュアル 2021 改訂 2 版 (2021 年 5 月 19 日承認)

中米橋梁・カルバートリスク管理計画・設計マニュアル・ガイドライン 2021 年初版 (2021 年 10 月 19 日承認)

8.1.1.3 成果 3: パイロット・プロジェクトを通じて、DACGER の道路災害リスク削減事業のプロジェクトマネジメント能力が向上する。

パイロット・プロジェクトを通じた DACGER の道路災害リスク削減事業のプロジェクトマネジメント能力は以下の活動により向上した。

8.1.3.1 日本側投入の道路防災資機材のパイロット・プロジェクトでの活用による、効率的な道路災害リスク削減事業に係る技術能力の向上

パイロット・プロジェクトに必要となる特殊資機材は、日本の 2017 年経済社会開発無償と、GENSAI-II とで調達した。

(1) 構造物対策に資する特殊機材

機材名称	数量	活用先
グレーのハッチングは 2017 年経済社会開発無償調達	同左	
高エネルギー吸収型 直立型高さ 2m	912m	CA4S サラゴザ市内、RN5 サンサルバドル/サン

機材名称	数量	活用先
グレーのハッチングは 2017 年経済社会開発無償調達	同左	
落石防護柵 (1000KJ)		マルコス市内、CA8W アウアチャパン市ラスチナマス地区
屈折型高さ 3m	456m	RN5 サンサルパドル市内起点部
高エネルギー吸収型落石防護網	高さ 13m x 区間 40m =520m ²	
長繊維・セメント混入砂吹付切土補強土工資機材	機材 1 式 材料 5000m ²	サーフシティ道、33~34 キロサーフシティ道橋の起点および終点の周辺、リベルタード市内
土砂侵食防止・緑化基礎シート	5000m ²	
土壌藻類侵食防御植生促進剤 主資材：乾燥世界汎用種土壌藻類 副資材：グルタミン酸・熱処理死滅済み微細藻類混合材	1000m ²	
ロータリー・カーション・ドリルおよびスペアパーツ	1 式	CHA6 号線チャラテナンゴ県コマラパ市内地すべり地下水排除ボーリング（緊急対策）
発電機 100-150KVA (60Hz)	1 式	

(1) リスク診断・非構造物対策/道路ジオハザード情報システムに資する資機材（GENSAI-II 調達のみ）

機材名称	数量	活用状況	
微動アレイ探査装置	1	耐震診断に供する個別箇所の地震動物性把握	
ダウンホールおよび孔間解析用孔内 3 軸方向地震計	1		
地震動加速度計	2	同上および地震動モニタリング	
熱赤外線カメラ	1	斜面の湧水、構造物の劣化箇所の特定	
地盤・構造物用 3 次元レーザースキャナー	1	デジタル地図データ作成	
管内ロボット CCTV カメラ（フェーズ 1 機材の修理）	1	路面下埋設管の健全度診断	
弾性波探査機材本体計測ユニット、解析ソフト	1	基礎地盤深度分布の把握	
ラップトップコンピュータ	1	現地計測および原位置でのデータ確認・解析	
構造物設計ソフトウェア	耐震を含む構造解析	1	ハザードの規模と被災可能性の把握
	岩盤斜面解析崩落シュミレーション	1	
衛星画像および写真図化ソフトウェア	1	ハザードの分布と被災可能性の把握	
動態観測に係る機材	電波式水位計	1	渓流水位観測
	水圧式水位計	1	地下水位観測
	雨量計・気温・湿度一体型自記測定器	1	流域の降雨・蒸発散等の水文基礎量の把握
	CCTV カメラ	1	渓流水位等のハザード監視
	ソーラーパネル (80W)	1	動態観測電源
	ソーラーパネル (40W)	1	
	サーバーコンピュータとモニタ	1	道路ジオハザード情報システムの DACGER 内データ管理
	LED 道路情報板 3mx1m	6	道路ジオハザード情報システムの情報板
道路防災情報システム用地震加速度計	1	強震動警報発信	
ピックアップ	1	現地リスク診断、動態観測等の活動	
ピックアップ後部荷台屋根およびルーフキャリア	1	地盤・構造物用 3 次元レーザースキャナー搭載	

8.1.3.4 各パイロット・プロジェクトの実施内容

(1)概要

一連のパイロット・プロジェクト関連の活動は、専門家からの助言を得ながら DACGER 主体で進められてきた。施工の事業主は FOVIAL あるいは MOPT 内の施工監理事務所である。DACGER は施工時の視察、助言を行ってきた。

これらの活動を通じて DACGER のプロジェクトの企画準備（リスク診断）、企画、設計、実施、事後評価段階での能力の向上が得られた。

2021 年 6 月 3 日の第 7 回 JCC 以降、追加箇所として 2020 年の被災箇所 1 箇所、2021 年雨季被災箇所 2 箇所の計 3 箇所を対策の優先順位が高い災害リスク削減事業として企画・設計・積算・工事仕様書の作成を実施した。本 JCC でこれらの 3 箇所をパイロット・プロジェクトに含め、計 18 箇所とする。

2020 年 10 月被災 1 箇所

サンサルバドル県内国道 37 号線（SAL37）、サンサルバドル県ネハパ市、サンサルバドル火山、テラプレレン溪流の横断箇所

2021 年 9 月被災 2 箇所

- ・中米連系国道 8 号西線（CA8W）グアテマラ国境、ラスチナマス大礫・巨石を含む土砂斜面崩壊
- ・チャラテテナンゴ県内国道 6 号線（CHA6）、CA3E 起点から距離程 8 キロ、コマラパ市内地すべりによる山側半車線の閉塞箇所

GENSAI-II パイロット・プロジェクトの活動

災害リスク形態	プロジェクト箇所	リスク削減方針	パイロット・プロジェクト活動 <u>エルサルバドル側資金による活動</u>
橋梁豪雨	CA3E、サンバルトロ市、チャラテナンゴ県モトチコ川 2017 年 6 月被災橋梁（新橋梁名：プロスペリダ橋）	・橋梁改築	・ <u>FOVIAL による、仮設洗い越し迂回路建設、新橋梁の対策設計、新橋梁建設、2018 年 10 月完成</u>
橋梁地震	サンサルバドル市街国道 49 アベニダ・スル、モニュメント・エルマノ・ピエンベニド・ア・カサ高架橋、サンサルバドル市	・強震時警報 ・落橋防止構造（沓座拡幅）	・調査ボーリング ・地盤の地震動速度検層および地表から微動探査による検層、強地震時警報システム機材調達、設置 ・落橋防止構造/沓座拡幅の企画（費用対効果的に優先度が低く事業計画に移行しない）
岩盤斜面崩壊	CA1W、距離程 19.1 キロ～20.1 キロ区間 リベルタード県コロン市ロス・チョロス区間	・落石防護 ・強地震時警報	・ <u>FOVIAL による対策工設計</u> ・ <u>FOVIAL による落石防護工事 2017 年～2019 年 0.634km</u> ・強震時警報システム機材調達・設置 ・高エネルギー吸収型落石防護柵工の設計・積算・工事仕様書準備（道路拡幅、高架橋事業との一体化の方針に転換し廃案） ・ <u>道路拡幅、高架橋、防災事業の企画</u>
	RN5、距離程 4.7～5.4 キロ区間、サンサルバドル市起点～ハグアール立体交差点区間	・落石防護	・高エネルギー吸収型落石防護柵および網工の企画、設計、積算、施工仕様書準備、特殊資材の調達 ・ <u>FOVIAL による施工(本プロジェクト後に継続)</u>
	CA4S、距離程 15 キロ、リベルタード県サラゴサ市サンフランシスコ行政区		・高エネルギー吸収型落石防護柵工の企画、設計、積算、施工仕様書準備、特殊資材の調達 ・ <u>FOVIAL による施工(本プロジェクト後に継続)</u>
	サーフ・シテイ道、距離程 33 キロ斜面（サーフ・シテイ橋起点側）、リベルタード市	・軟岩斜面の侵食防止と緑化	・長繊維、セメント混入砂吹付切土補強土工約 5000m ² と土砂侵食防止・緑化基礎シート敷設工 2000m ² の企画、積算、工事仕様書準備、特殊資材の調達 ・ <u>FOVIAL による切土補強土の施工(本プロジェクト後に継続)</u> ・土砂侵食防止・緑化基礎シート敷設工事
土砂斜面崩壊	CA4S、距離程 8 キロ斜面、リベルタード県サラゴサ市エル・	・抜け落ち型落石対策	・長繊維、セメント混入砂切土補強工の企画、設計、積算（他の適性優位箇所への資材転用のため廃案） ・高エネルギー吸収型落石防護柵工の企画、設計、積算、施工仕様書準備

災害リスク形態	プロジェクト箇所	リスク削減方針	パイロット・プロジェクト活動 <u>エルサルバドル側資金による活動</u>
	バリージョ行政区		・ <u>FOVIAL 施工(本プロジェクト後に継続)</u>
	リベルタード県内国道サーフ・シティ道 34 キロ斜面、(サーフ・シティ橋海岸側、リベルタード県リベルタード市	・土砂侵食防護植生促進	・土壌藻類剤の散布あるいは土砂侵食土砂侵食防止・緑化基礎シート敷設の企画、設計、積算、施工仕様書準備、特殊資材調達 ・上記の施工と植生状況モニタリング
	(追加その1) CA8W、ラスチナマス行政区、エルサルバドル/グアテマラ国境、アウアチャパン県/町	・抜け落ち型落石対策	・高エネルギー吸収型落石防護柵工の企画、設計、積算、施工仕様書準備、特殊資材の調達
地すべり	CA3E、距離程 125 キロ、カバニャス県、センステンテペケ市	・地下水排除工と抑え盛土	・ <u>DACGER による調査ボーリング</u> ・パイプ歪計および地下水位モニタリング ・雨量観測 ・対策工の企画、設計、積算、施工仕様書の準備
	SAL38、距離程 25 キロ、サンサルバドル県デルガド市	・道路と排水施設の修繕、維持管理	・調査ボーリングおよび地下水位観測調査 ・ <u>FOVIAL による道路体の亀裂、沈下修繕</u> ・ <u>FOVIAL による土砂流堆積の除去、道路側溝修繕、明暗渠化</u> ・既存地下水排除水平ボーリングの注水洗浄による機能回復の企画、発注、施工管理
	(追加その2) CHA8、CA3E 分岐から 8 キロ、コマラパ町、チャラテナンゴ県	・地下水排除工 ・道路脇擁壁、明暗渠工	・対策工の企画、設計、積算、工事仕様書作成、特殊資材調達 ・地下水排除ボーリング
冠水	メルリオット大通り、リベルタード県サンタテクラ市/サンサルバドル県アンティゴスカトラン市	・道路排水強化 ・雨水一時貯留型排水施設	・道路冠水履歴インタビュー調査 ・地盤状況ボーリング調査 ・中央分離帯公園へのプラスチック式雨水一時貯留型排水施設企画 ・特殊機材調達は中断し、他箇所落石対策機材を優先調達 ・MOPT による IDB 借款の持続的都市冠水対策事業 (2020 年 1 月～7 月) として完成
陥没	サンサルバドル市街国道 87、89 アベニダ・ノルテ、サンサルバドル市、エスカロン地区	・埋設雨水管の更新と大型化、交差点等への雨水貯留施設の併設 (都市型フラッシュ・フラッド対策)	・レーザー (LiDA) による地形調査 ・埋設管 CCTV ロボットカメラによる点検 ・ <u>DCMOP による陥没、路面変状箇所の埋設管取り換え</u>
鉄砲水・土砂流動	首都圏市街国道 75 アベニダ・ノルテ、サンサルバドル火山ラス・ラハス・メヒカノス溪流横断箇所	・洪水・土石流予警報システム ・洪水・土石流防護堰堤	・洪水/土石流警報システムの企画と運用 ・観測、ICT 機材の調達 ・溪流への水位計/CCTV 観測所設置 ・LED 道路情報板上下線 2 箇所、下り車線側に気象計設置 ・ソイルセメント洪水土石流防護堰と上流支谷 2 箇所の土石透過型防護工の設計・積算・工事仕様書の作成
	CA1W、距離程 18 キロ、ロスチョロス・ウオーターパーク、コロン市、リベルタード県	・洪水・土石流防護	・土砂流防護バリヤとソイルセメント堰堤による洪水調節・沈砂地堰堤の設計、積算、工事仕様書の作成(観光省の被災公園施設の完全復活方針への転換により廃案) ・上流溪流部への洪水/土石流防護ソイルセメント堰堤への設計、積算、工事仕様書作成
	RN5、距離程 10 キ	・土石流防	・土石流防護バリアの設計、積算、工事仕様書作成、特殊材料の調達

災害リスク形態	プロジェクト箇所	リスク削減方針	パイロット・プロジェクト活動 <u>エルサルバドル側資金による活動</u>
	ロ、サンサルバドル県サン・マルコス市	護工	・FOVIALによる施工(本プロジェクト後に継続)
	(追加その3) SAL37、サンサルバドル火山テラプレレン溪流横断箇所、サンサルバドル県ネハパ町	・洪水土石流防護工	・ソイルセメント洪水土石流の設計、施工、積算、工事仕様書の作成

CA3E:中米連系国道3号東線、CA1W:中米連系国道1号西線、CA4S:中米連系国道4号南線、RN5:国内国5号線、SAL38:サンサルバドル県内国道38号線、CHA8:チャラテナンゴ県内国道8号線、FOVIAL:道路保全基金、IDB:米州開発銀行、DCMOP:公共事業建設維持局

8.1.4 成果4:道路防災にかかるリスク診断並びに道路災害リスク削減事業の実施にかかるプロジェクトの成果が国内外で共有される。

8.1.4.1 概要

MOPT および DACGER ウェブページ (<http://dacger.mop.gob.sv/>) によるプロジェクト成果の広報・情報提供を継続中である。また、2020年1月30日に設立した中米道路防災技術研究会の産学からの19件の技術を登録した。

国内向けの成果普及として GENSAI-II/DACGER が主催で全11回の道路災害リスク管理セミナーを実施した。その他に41回のイベントに参加した。うち24回は中米道路基金委員会(COCAVIAL)、中米運輸交通大臣会合(COMITRAN)、世界道路協会(PIARC)、世界斜面防災フォーラム等の地域的あるいは国際的なイベントで、プロジェクトの成果を共有した。これらを通じてDACGERは、のべ96件のプレゼンテーションを行った。

8.1.4.2 GENSAI-II による主な国際イベントでの技術普及

日 場所 主催	イベント	講演者	備考
2017年5月31日 東京 世界道路協会(PIARC/アジア・オーストラレイシア道路技術協会(REAAA)、日本道路協会(JRA)、阪神高速道路株式会社)	道路の災害マネジメントに関する国際ワークショップ	-主任専門家	
2017年6月5日~6月9日 サンサルバドル エルサルバドル国環境天然資源省(MARN)	第13回中米地質会議(サンサルバドル噴火100周年記念会議)	-DACGER4名 -専門家1名	斜面診断専門家による基調講演
2018年10月1日~4日 富山市 国際防災シンポジウム インタープリバントシンポジウム事務局	国際防災シンポジウム『インタープリバント、変動帯における大規模な土砂災害と減災対策』	-DACGER2名 -専門家1名	Outstanding Poster Presentationを受賞
2018年10月22日~24日 グアテマラシティ 中米道路基金協議会(COCAVIAL)	第7回中米道路基金会議「自然現象に対する道路の脆弱性」	DACGER 局長 主任専門家	FOVIALからの要請による
2019年3月15日 グアテマラシティ 中米運輸交通大臣会合	第41回中米運輸交通大臣会合(COMITRAN)	DACGER 局長	中米道路リスク管理地盤・地震工学マニュアル斜面編承認
2021年5月19日 オンライン 中米運輸交通大臣会合	第55回中米運輸交通大臣会合(COMITRAN)	DACGER 橋梁・カルバート担当局長	中米道路水文・水理マニュアルの改訂承認
2021年10月27日 オンライン 中米運輸交通大臣会合	第56回中米運輸交通大臣会合(COMITRAN)	DACGER 橋梁・カルバート課員	中米橋梁・カルバートリスク管理計画・設計マニュアル・ガイドライン
2021年11月4日 京都/オンライン 第5回斜面防災世界フォーラム組織委員会 JICA 後援	第5回斜面防災世界フォーラム	DACGER 地盤工学課員 主任専門家	アブストラクト提出 事前動画撮影参加

8.1.2 評価 6 項目

8.1.2.1 妥当性

GENSAI-II の活動は以下のとおり妥当性が高い。

2019 年 6 月 1 日に発足したナジム・ブケレ大統領政権の公約集（クスカトラン計画）は、重点項目に「首都圏のインフラの強靱化」を挙げている。一方、2020 年は、3 月からの COVID-19 の感染拡大、5 月～6 月、10 月に大規模な豪雨災害があった。こうした困難の中、GENSAI-II は、費用対効果の視点から優先事業の企画・実施に注力した。

8.1.2.2 整合性

8.1.2.2.1 日本国の開発協力方針との整合性

GENSAI-II は、日本国の「対エルサルバドル共和国国別開発協力方針」（2017 年）における以下の 3 つの重点分野に則した活動を行った。

(1) 経済の活性化と雇用の拡大

エルサルバドル国は、地理的に中米の中心で、中米の交通・物流の要衝として重要である。そのため、GENSAI-II は、交通インフラの機能を最大限に発揮するための DACGER の能力強化を行なった。また、GENSAI-II は、中米道路インフラのリスク低減に資するマニュアルの編集と、中米への技術普及に貢献した。

持続的環境開発のための防災・環境保全

気候変動への適応と地震対策としてのインフラの強靱化を支援した。

(2) 包括的な開発の促進

全ての人々が恩恵を受ける開発として、公共性の高い道路インフラの脆弱性の低減を上位目標に掲げ活動した。

エルサルバドルを含む中米地域では、地域統合に向けた取り組みが進められている。GENSAI-II は、JICA エルサルバドル事務所の調整により、中米経済統合一般条約常設事務局（SIECA）の地域運輸・インフラ・ロジスティック部（DITIL）と連携し、中米六箇国の地域技術グループ（GTR）とのワークショップを開催したうえで、中米道路インフラのリスク管理に係るマニュアル類の整備に貢献した。

8.1.2.2.2 関連プロジェクトおよび機関との連系

環境天然資源省（MARN）とは、共同で、地震動探査機材の講習会、計測、道路災害被害調査を実施した。MARN 事務局の第 13 回中米地質会議に参加し、地質災害に係る中米研究者との技術交換を行った。

セミナーを主体とし、地方自治体、大学を含めたインフラ関係機関に成果を普及した。DACGER への大学生のインターンシップ受け入れや道路災害対策に対する卒業研究支援を行った。在エルサルバドル日本大使館の依頼で 2019 年 9 月の「世界津波の日」高校生サミット in 北海道に出席する高校生へ COEMOP と共にインフラ災害管理に係る講義を行い、壮行会で壮行の言葉を贈った。「中米道路災害リスク管理地盤・耐震工学マニュアル斜面編」については、DACGER と GENSAI-II 専門家が、エルサルバドル、ホンジュラス、ニカラグア、コスタリカ、パナマでの普及ワークショップで講師を務めた。

日本の無償資金協力「ホンジュラス国国道六号線地すべり防止計画」の地すべり防止施設の維持管理に係るソフト・コンポーネントと協業し、地すべり防止工事の見学を含めたホンジュラス国のインフラ・公共サービス省（INSEP）との技術交換を 3 回行った。この外、ホンジュラス国 INSEP の要請で、ホンジュラス国建設フェアへの参加・展示・プレゼンテーション、ホンジュラス国の暴風雨による落橋箇所の復旧対策の議論のための合同視察を行った。

日本で行われた世界道路協会（PIARC）のワークショップ、国際防災シンポジウム、斜面防災世界フォーラムに参加し、GENSAI-II の中米外への成果普及と技術交換を行った。

DACGER 局長、JICA 中小企業海外展開支援「エルサルバドル国高エネルギー吸収型落石防護網工法の適用促進基礎調査」調査団長、GENSAI-II 主任専門家が発起人となり、公共事業運輸大臣の承認署名により、2020 年

1月30日中米道路防災技術研究会を設立し、事務局をDACGER内部に設置した。以降19件の産・学からの道路防災技術の技術登録を行い、5件の技術をパイロット・プロジェクトで適用し検証した。

日本の有償資金協力「サンミゲル市バイパス建設事業」へは、必要に応じて災害リスクに係る調査に協力している。2021年11月～2022年10月に活動を予定しているサンミゲルバイパス災害防止スコープチームは、GENSAI-IIの専門家チーム関係者が異動して活動を行う。同チームの活動は、サンミゲル市バイパスに係る活動であるが、必要に応じGENSAI-II終了後も含めてDACGERを支援する。

2021年9月よりJICA「中米・カリブ地域 With/Post COVID-19 社会における開発協力の在り方に係る情報収集・確認調査」と協業し、エルサルバドル国の公共事業運輸省を中心とした関連機関へのアンケートを行い、感染症対策を考慮した交通インフラのあり方に係る調査・検討を開始した。この結果は、GENSAI-II成果を生かした将来の効率的な交通インフラ事業の創設に生かせるものと考えている。

8.1.2.3 有効性

GENSAI-IIの成果は、①道路インフラ（橋梁・道路斜面）の地震に対するリスク診断能力の向上、②道路災害リスク事業に関する標準仕様書、設計要領、積算基準の策定、③パイロット・プロジェクトを通じたDACGERのインフラ事業のプロジェクトマネジメント能力の向上、④道路防災にかかるリスク診断並びに道路災害リスク診断並びにインフラ強化工事の実施に係るプロジェクト成果の国内外での共有である。成果は、プロジェクト目標である「道路インフラ強化のために、気候変動リスク管理局の道路インフラのリスク管理能力が強化される」と整合し有効に機能した。

8.1.2.4 効率性

GENSAI-IIは以下のとおり柔軟、臨機に対応することで効率的な活動となった。DACGERが、フェーズIで習得した豪雨災害管理の知見を活用し、フェーズIIでは、各道路脆弱箇所の地震と豪雨等非地震を統括したリスクと対策の効果を評価する手法を構築した。また、災害リスク削減事業に関する基準仕様書、設計基準、積算基準のドラフトを作成した。これらをパイロット・プロジェクトの活動し検証した。GENSAI-IIの成果は、SIECA、中米六箇国の地域技術グループ（GTR）が参加したワークショップで作成した、中米道路リスク管理に係るマニュアルにも反映した。こうした活動の過程でGENSAI-IIの成果のフィードバックを得て改善する過程が得られた。

パイロット・プロジェクトは、当初計画6箇所のところ、18箇所の対策の企画・設計・積算・仕様書の作成を行い、15箇所プロジェクトの実施までの過程を行った。この過程で、多様な道路災害リスク類型に対応するDACGERの災害リスク管理能力が向上し、多くの道路災害対策の優先事業が実現した。パイロット・プロジェクト自体も費用対効果を追求すると同時に、道路災害リスク削減のみならず、道路斜面の緑化による道路環境改善や赤土砂の流出から沿岸環境を保全する多目的事業も一部で実現した。

また、公共事業運輸省内の道路保全基金（FOVIAL）、協力事務局（DCL）、公共事業建設維持局（DCMOP）、公共事業技術局（DTOP）、緊急オペレーションセンター（COEMOP）、公共事業計画局（DPOP）、社会管理局（DGS）、ロジスティクスインフラ事業実施局（DIPIL）、包括的社会基盤推進局（DIIS）、IT管理室（GI）、運輸副省（VMT）とも情報の共有を行い、公共事業運輸省内の連系を推進した。

8.1.2.5 インパクト

プロジェクトの上位目標は、「エルサルバドルにおける道路インフラの災害に対する脆弱性が低減される」である。上位目標を達成の外部条件は、「公共インフラの防災体制を推進する政策が継続する」ことであるが、エルサルバドル政府における公共インフラの強靱化は重点化施策であり、今後も継続が期待される。上位目標に対する達成評価指標は、「MOPTにより20箇所の道路災害リスク削減事業が実施される」であるが、すでに11箇所が完了し、7箇所が実施中であり、4箇所の設計・積算・工事仕様書の整備を終えており、2022年中には22箇所に達成する予定である。いずれのプロジェクトも道路インフラの災害に対する脆弱性低減効果が高い。

GENSAI-II成果のインパクトとしては以下が挙げられる。本プロジェクトは、中米地域政府にも中米道路リスク管理マニュアルの編集の過程で認知され、COMITRANの公式議事録、中米マニュアルにおいてもGENSAIプロジェクトの成果と重要性が認められています。JICAや日本の国土交通省が編集を支援した世界銀行/防災グローバルファシリティ（GFDRR）の「Road Geohazard Risk Management Handbook 2020」にGENSAI-IIの成果が反映された。2021年2月に、国連ラテンアメリカ・カリブ経済委員会（CEPAL、英語略称ECLAC）からの、

中米・ドミニカ共和国財務大臣理事会（COSEFIN）の「中米気候変動適応災害リスク軽減公共投資マニュアル」の編集に係る要請に対応し、オンライン技術交換を実施した。

8.1.2.6 持続性

2010年12月に設立されたDACGERの活動は、2012年～2015年のフェーズ1のころから中米地域政府、特にSIECAと連携して行われてきた。DACGERは、中米道路のリスク管理に係る水文・水理、道路斜面の地盤・地震工学、橋梁・カルバートに係るマニュアル編集に携わってきた。こうしてDACGERは、「リスク管理と気候変動への適応のための中米地域委員会（CR-GRCC）」において役割を果たすことで、公共インフラの気候変動リスク管理戦略の政府機関としてモデル的存在となっている。

エルサルバドル国では、2010年、緊急時の復旧・復興に使用できる市民保護・防災・防災緩和資金（Fondo de Protección Civil, Prevención, y Mitigación）が発足し、復旧・復興に対する準備が整えられ、道路の復旧・復興に活用されている。通常時における災害リスク削減の活動も、COVID-19の困難の下においてもGENSAI-IIで企画・設計したパイロット・プロジェクトの施工予算が措置された。

以上の経緯から持続性は確保されており、今後はさらに効率的で質の高い活動を目指す段階にあると考えられる。

8.2 上位目標「エルサルバドルにおける道路インフラの災害に対する脆弱性が低減される」達成に向けた課題と行動

課題：

道路インフラ災害のリスク軽減に対し持続的に効率的な投資を行う。

行動：

- 計画・予算は、道路災害の危険箇所のリスク（年潜在損失額）、道路災害リスク削減事業の費用便益比あるいは正味現在価値を指標とした優先度、計画実施年次を示した一覧表として毎年6月（および必要に応じ）更新する。
- 道路災害リスク削減事業の説明責任として費用対効果を示した計画・予算とする。毎年7月MOPTが、道路災害リスク削減案をMOPT予算案に反映し財務省に予算要求を行う。
- 道路災害リスク削減は、業者契約を伴う構造物対策工事、業者契約を伴わない構造物対策作業、非構造物対策（予防保全・維持管理や道路防災情報システム）を組み合わせ柔軟に計画する。費用対効果を考慮し最適なリスク削減目標（被災確率年）の設定を行う。構造物対策と非構造物対策について実施体制を明確にする。
- 中米道路防災技術研究会（GETRRGIVIC）の技術登録と費用対効果の高い技術の適用を推進する。
- 単に道路災害のリスク削減のみでなく、道路環境の改善、道路交通の安全、海洋や国土の保全等SDGsに貢献する多目的事業の企画・実施を図る。

添付資料7：パイロット・プロジェクト写真集

橋梁豪雨等非地震 PN1: 中米連系国道 3 号東線 モトチコ川、チャラテナンゴ県サン・バルトロ町、
2017 年被災橋梁 (新設橋梁名: プロスペリダド橋)

	
<p>豪雨により橋脚が沈下・傾動した (2017 年 6 月 16 日)</p>	<p>公共事業担当副大臣、DACGER、道路保全基金 (FOVIAL)、市民保護局、地方自治体、本プロジェクト 専門家が参加した現地緊急対策協議 (2017 年 6 月 16 日)</p>
	
<p>緊急対策として FOVIAL が施工した上流側の洗い越し 構造物による仮設の迂回路 (2017 年 6 月 28 日)</p>	<p>FOVIAL による新橋の工事 (2018 年 6 月)</p>
	
<p>FOVIAL による新橋の工事 (2019 年 8 月)</p>	<p>プロスペリダド橋と命名された新橋と DACGER による水質モニタリング (2019 年 1 月 28 日)</p>

橋梁地震 PS1 : 首都圏国道南 49 番街路、エルマノ・ビエンベニード・ア・カサ高架橋、
サンサルバドル市



写真奥のモニュメント近傍の橋脚、高さ 12m、橋軸方向の落橋防止構造が不在(2017 年 9 月)



DACGER によるドロン空撮、空港方面の国内国道 5 号線 (RN5) の起点、高架橋 2 層、地上道路、アンダーパスからなる 4 層構造(2017 年 10 月)



環境天然資源省の地質管によるボーリングコアの地質解説(2016 年 1 月)



DACGERによるボーリング孔内の地震波伝搬速度検層、30m 深度以浅平均 S 波速度把握(2017 年 7 月)



高架橋の上り口に設置した強震時警報情報板と、強震情報通信施設 (2020 年 3 月)



橋脚部の地盤に設置した地震計の維持・管理 (2021 年 7 月)

岩盤斜面崩壊 DR1 : 中米連系国道 1 号西線、19.1~20.1 キロ

リベルタ県コロロン町、ロス・チョロス

		
<p>2017年4月10日、近傍の内陸型地震により発生した落石が擁壁を破壊し通行車を直撃、1名死亡（2021年4月）</p>	<p>FOVIALによる落石対策工事、環境天然資源省の地質官を交えた視察（2017年7月）</p>	<p>近傍砕石場におけるDACGERによる微動探査による30m深度以浅平均S波速度把握</p>
		
<p>斜面ハザードのレーザー測距機を使った点検（2018年8月）</p>	<p>強震/降雨/強風に伴わず発生した岩盤斜面崩壊、5車線全幅員を閉塞（2019年4月5日、早朝に発生）</p>	
		
<p>FOVIALにより設置された新しい落石防護柵（2017年、2018年次に施工）</p>	<p>岩盤斜面の起点18キロ付近の道路隣接ロスチョロス・ウォーターパーク内への強震計・気象計と、ウォーターパークから繋がる歩道橋に強震時の警報情報板、サイレン、シグナルを設置（2020年3月）</p>	

岩盤斜面崩壊 DR2：国内国道 5 号線、4.7～5.4 キロ区間起点～ハグアール交差点
サンサルバドル市



DACGER によるドロン空撮、全景、両側の斜面伴に落石発生源 (2021 年 7 月)



DACGER による大気、騒音、振動モニタリング (2021 年 7 月)



5 キロ地点歩道橋から起点サンサルバドル市街地側を望む (2020 年 2 月)



落石頻発箇所、歩道と車道を保護する、高エネルギー吸収型落石防護柵を施工する区間 (2020 年 2 月)



斜面と道路に離隔が無い区間に計画した、高エネルギー吸収型落石防護網の竣工時検査の見学(東京都武蔵五日市)主任専門家とエルサルバドル人施工管理補助員(当時、JICA つくば滞在、地震・津波マスターコース留学生)が参加 (2021 年 4 月)

岩盤斜面崩壊 DR3 : 中米連系 国道 4 号南線、15 キロ、
リベルタ県、サラゴサ市、サンフランシスコ地区



DACGER によるドロン空撮、全景 (2021 年 5 月)



中央付近、この先 500m 転回所の緑の看板付近
 軟岩斜面、硬質の大石が混在
 (2021 年 4 月)



公共事業運輸省(MOPT)に日本の経済社会
 開発無償で供与され、ソヤパング市内の
 MOPT 倉庫に保管されている 1000KJ 対応落
 石防護柵の設置を企画。
 写真は 1 部
 (2019 年 7 月)

岩盤斜面崩壊 DR4： 中米連系 国道4号南線、33キロ、(サーフシティ橋起点側)
 リベルタ県、リベルタ市



DACGER によるドロン空撮、 起点側からサーフシティ橋方向を望む (2021年5月)



DACGER によるドロン空撮、当該斜面はサーフシティ橋よりも写真手前の起点側、写真奥にリベルタ港と海岸を望む、河川はチマラ川 (2021年5月)



DACGER によるドロン空撮、サーフシティ橋側からサンサルバドル方向を望む、当該斜面は右手側 (2021年5月)



軟質岩で風化耐性が弱い、雨水での侵食も認められることから長繊維・セメント混入砂吹き付けと緑化基礎シートの敷設を企画、設計(2021年6月)



JICA 本部 社会基盤部ミッションの視察 (2021年6月)



土砂斜面崩壊 DS1：中米連系国道 4 号南線、8 キロ
 リベルタ県、サラゴザ市、バーリージョ行政区



DACGER によるドロン空撮、リベルタ側からサンサルバドル側を望む。(2021年 5 月)



大礫から巨石を含む土砂斜面、一部オーバーハングしている。(2021 年 4 月)



全景 DACGER によるドロン空撮 左手がリベルタ側、右手がサンサルバドル側、斜面上位に小学校がある。(2021 年 7 月 7 日)



中央部付近 (2021 年 6 月)



JICA 本部社会基盤部ミッションの視察 (2021 年 6 月)

土砂斜面崩壊 DS2: サーフシティ道、34 キロ (サーフシティ橋終点側)

リベルタ県、リベルタ市



DACGER によるドローン空撮、中米連系国道2号西線分岐方面からサーフシティ橋方向を望む (2021年6月)



34 キロポスト付近、斜面には赤土砂が分布し降雨による侵食・濁水が発生しやすい状況にある (2021年4月)



土砂侵食防止緑化基礎シートの敷設 (2021年10月)



侵食抑制のための土壌藻類剤の散布用の小型攪拌・吹付機 (2021年10月)



土壌藻類剤吹付状況、粘性を高め吹付材の流下を抑制するため白紙類を混入した。このため吹付部は白色を帯び、視認できる。(2021年10月)



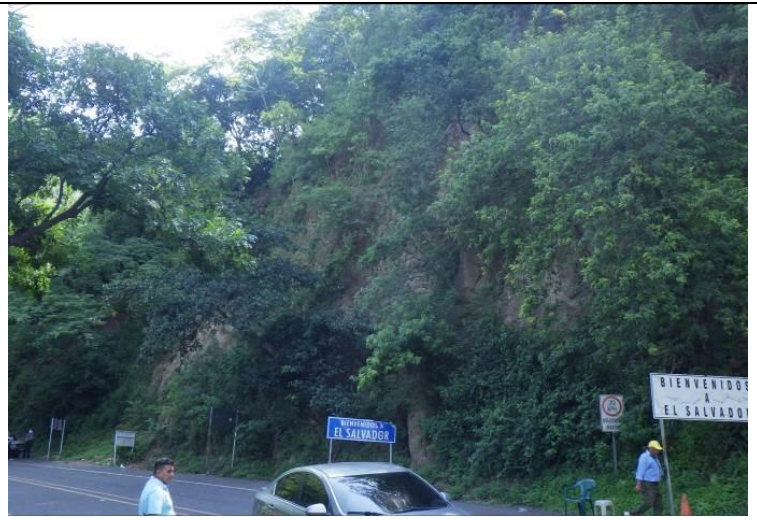
土壌藻類剤の定着のブラック・ライトによる確認 (2021年10月)

土砂斜面崩壊 DS3 : 中米連系 8 号西線

アウアチャパン県、アウアチャパン町、ラス・チナマス (国境ポスト) 行政区



DACGER によるドロン空撮編集写真
(2021 年 10 月)



斜面状況全景、写真奥に、2021 年9月に発生した新たな崩壊地がある。(2021 年 9 月)



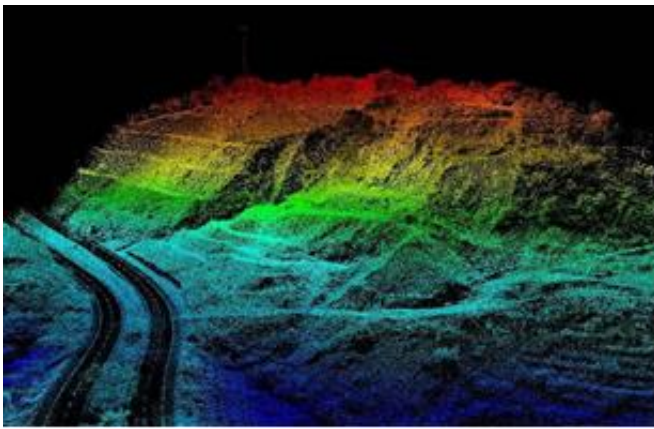
崩壊土石および新たな崩壊部 (2021 年 9 月)



崩壊土石および新たな崩壊部 (2021 年 9 月)



地すべり DL1 : サンサルバドル県内国道 SAL38 号線 25 キロ
 サンサルバドル県デルガダ市



DACGER によるドローン搭載 LiDER による 3 次元レーザースキヤニング (2018 年 2 月)



当該地点の地すべり対策工のスケールモデル、DACGER の指導により、インターンシップの高校生が作成 (2017 年 9 月)、コスタリカ国の山岳道路フォーラム等で展示



DACGER による微動探査、30m 深度以浅平均 S 波速度の把握 (2017 年 7 月)



DACGER による地下水位観測井への自記水位計設置 (2017 年 7 月)



既往の地下水排水孔の孔内ビデオ撮影 (2021 年 9 月)



既往の地下水排水孔の注水洗浄、褐色の古土壌から生じた濁水の排水が認められる (2021 年 9 月)

地すべり DL2 : 中米連系国道 3 号東線、125 キロ、
カバニャス県センスンテペケ市



DACGER によるドローン空撮 (2019年 3 月)



DACGER による地すべり移動杭・コントロールポイント設置 (2019年 3 月)



DACGER による空撮作業 (2018年 10 月)



DACGER、FOVIAL、公共事業運輸省
ロジスティクスインフラ事業実施局(DIPIL) 合同現地確認と協議 (2018年 10 月)



雨季の地下水位分布把握のための電気比抵抗探査 (2021年 10 月)



DACGER による弾性波探査(2021年 11 月)

地すべり DL3 : チャラテナンゴ県内国道 CHA6 号線、中米連系 3 号東線交差点から 8 キロ、
 チャラテナンゴ県コマラパ町



DACGER によるドロン空撮 (2021 年 9 月 24 日)



2021 年 9 月 10 日に生じた地すべり末端の道路へ押し。
 起点側から撮影 (2021 年 9 月 16 日)



2021 年 9 月 10 日に生じた地すべり末端の道路へ押し
 出し。終点側から撮影 (2021 年 9 月 16 日)



2021 年 9 月 10 日に出現した頭部滑落崖 (2021 年 9 月
 16 日)



緊急地下水排除ボーリング、写真の機材は経済社会開発無償で供与されたロータリーパーカッションドリル (2021 年
 10 月 14 日)

冠水 IN1：首都圏国道メルリオット大通り

リベルタ県サンタテクラ市とサンサルバドル県 アンティゴ・クスカトラン市境界



雨水一時貯留型の排水施設設置前の中央分離帯公園 (2017年8月)



3次元レーザーキャナー (LiDAR) 搭載ドローンでのデジタル地形データ取得 (2017年1月)



DACGER による地盤の標準貫入試験(2018年4月)



公共事業運輸省 (MOPT) による IDB 借款の持続的都市冠水対策事業の施工状況視察(2020年2月)



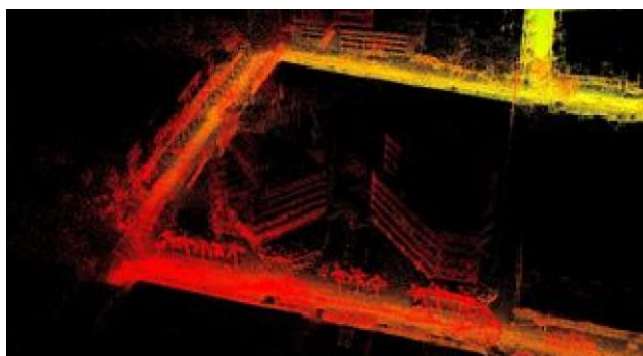
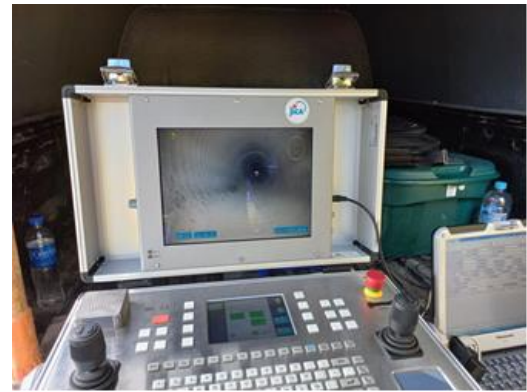
公共事業運輸省 (MOPT) による IDB 借款の持続的都市冠水対策事業の施工状況視察 (2020年2月)



陥没 HU1 : 首都圏国道北 87、89 番街路
サンサルバドル市、エスカロン住宅街



埋設管ロボット CCTV カメラによる検査(2021 年 5 月)



DACGER による車載 LiDER による 3 次元レザースキャン
ング(2019 年 5 月)



埋設管ロボット CCTV カメラによる検査(2021 年 5 月)



埋設管ロボット CCTV カメラによる検査(2021 年 5 月)



水・土石流動 FL1：首都圏国道北 75 番街路、サンサルバドル火山ラス・ラハス・メヒカノス溪流交差地点
サンサルバドル県メヒカノス市



溪流水位・CCTV カメラ設置タワー (2019 年 2 月 20 日)



電波式水位計設置と CCTV カメラ設置状況 (2021 年 4 月)



北方向車線の洪水・土石流警報情報板 (2021 年 4 月)



南/サンサルバドル方向の情報板タワーの太陽光パネル (2021 年 10 月)

水・土石流動 FL2：中米連系国道 1 号西線、18 キロ、ロスチョロス・ウオーターパーク
 リベルタ県コロソ町



2020 年熱帯暴風アマンダで 2020 年 5 月 31 日に流出したウオーターパークと中米連系国道 1 号西線 (CA1W) に流出した土砂流 (2020 年 6 月 6 日)



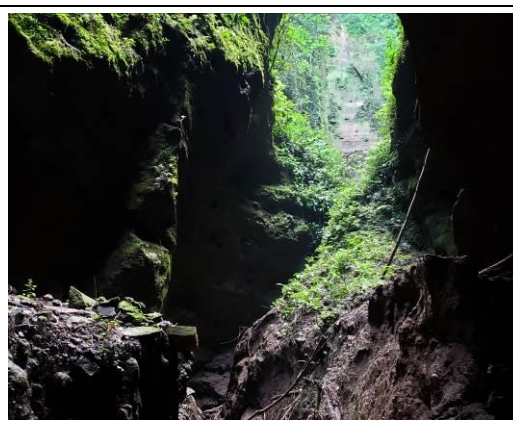
同上、流出土砂は礫交じり砂質土 (2020 年 6 月 6 日)



同左下流道路側、プールが沈砂池の役割を果たしたが、溢れ右側に隣接する国道に流出した。(2020 年 6 月 6 日)



上流溪流部の状況、この部分には巨石の堆積が認められる。この下流側にソイルセメント砂防堰堤を企画・設計した。(2021 年 10 月)

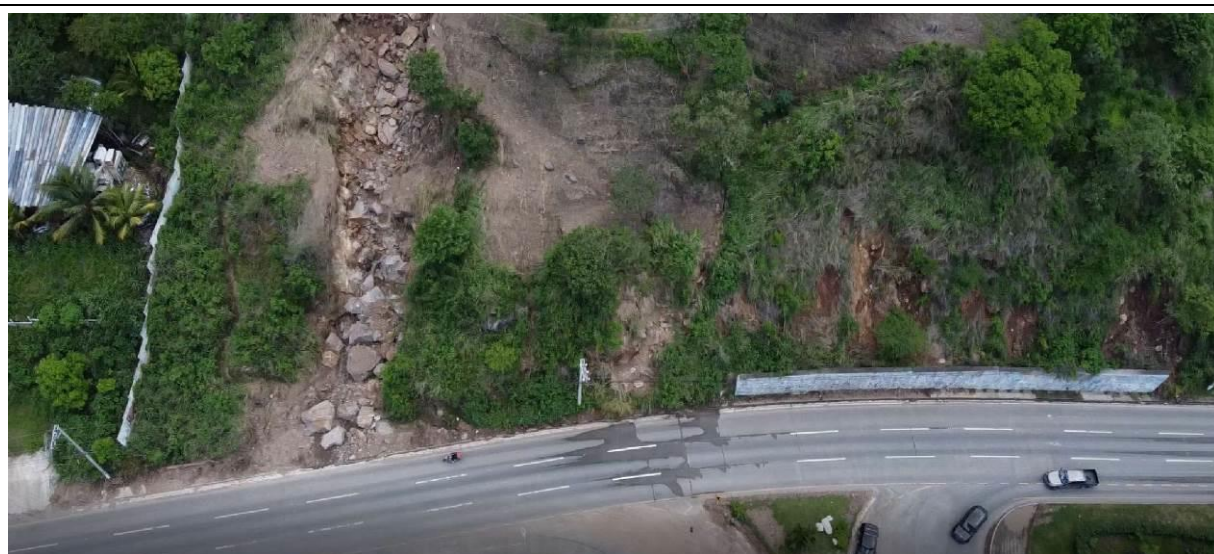


同左のさらに上流、写真奥に、2020 年の土石流発生源の崩壊跡が認められる。(2021 年 10 月)

水・土石流動 FL3 : 国内国道 5 号線、10 キロ
サンサルバドル市サンマルコス町



2020 年 5 月 31 日熱帯暴風雨アマンダによる被災 (公共事業運輸省:MOPT 資料)



2021 年 5 月 31 日熱帯暴風雨アマンダによる被災 (公共事業運輸省:MOPT 資料)



DACGER によるドロン空撮 2021 年 9 月

水・土石流動 FL4：サンサルバドル県内国道 SAL37 号線
サンサルバドル火山テラプレネ溪流、サンサルバドル県ネハパ町



2020年10月30日夜の集中豪雨による被災 (2020年10月31日) 公共事業運輸省(MOPT)資料



2020年10月30日夜の集中豪雨による被災 (2020年10月31日) MOPT資料



2020年10月30日夜の集中豪雨による被災 (2020年10月31日) MOPT資料