地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム

ミャンマー連邦共和国
ミャンマーの災害対応力強化システムと
産学官連携プラットフォームの構築
プロジェクト
終了時評価調査報告書

令和元年 10 月
(2019 年)

独立行政法人国際協力機構
地球環境部

環境
JR
20-045

地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム

ミャンマー連邦共和国
ミャンマーの災害対応力強化システムと
産学官連携プラットフォームの構築
プロジェクト
終了時評価調査報告書

令和元年 10 月
(2019 年)

独立行政法人国際協力機構
地球環境部

目　　次

目　次 i
事業対象地域図 iii
現地調査写真 iv
略語表 vi
評価調査結果要約表（和文） viii
評価調査結果要約表（英文） xviii

第１章 合同終了時評価調査の概要 1
　１－１　調査団派遣の背景 1
　１－２　調査目的 1
　１－３　調査団の構成 1
　１－４　調査日程 2
　１－５　プロジェクトの概要 2
　　１－５－１　プロジェクトの背景 2
　　１－５－２　プロジェクトの概要 2

第２章 評価の方法 4
　２－１　評価の方法 4
　２－２　情報収集方法 5

第３章 プロジェクトの実績 7
　３－１　投入の実績 7
　　３－１－１　日本側の投入 7
　　３－１－２　ミャンマー側の投入 8
　３－２　成果（アウトプット）の達成度 10
　３－３　プロジェクト目標の達成度 21
　３－４　上位目標の達成見込み 24
　３－５　プロジェクトの実施プロセス 25

第４章 評価結果 27
　４－１　妥当性 27
　４－２　有効性 29
　４－３　効率性 30
　４－４　インパクト 31
　４－５　持続性 32
　４－６　結論 34

第５章 提言 36
５－１ プロジェクト期間の終了までに取組むべき項目 36
５－２ プロジェクト期間終了後に YTU および教育省が取組むべき項目 38

第６章 教訓 39

- 付属資料 -

1 : 協議議事録（M/M）、終了時評価調査報告書（英文）

2 : 評価グリッド（日）（英）

出所：https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4d/Un-myanmar.png

事業対象地域図

現地調査写真

リモートセンシング/GIS リサーチセンター

GAD へのインタビュー

YTU カウンターパートのリーダー会議の様子

YTU で開催されたコンソーシアム準備会議
（戦略的パートナーやその他関係機関が参加）

教育省高等教育局への表敬

コンソーシアムの活動開始に関するセミナー
（10 月 1 日開催）の様子

JCC での発表者によるプレゼンテーション

JCC 署名式

略　語　表

略語	英語	日本語
AHS	Automatic Hydrologic Station	自動水位観測データ収集装置
AWS	Automatic Weather Station	自動気象観測データ収集装置
CCTV	Closed-circuit television	映像監視システム
CDR	Call Detail Record	携帯電話基地局の利用データ
C/P	Counterpart	カウンターパート
DAC	Development Assistance Committee	開発援助委員会
DB	Database	データベース
DBM	Digital Building Model	デジタル建物モデル[1]
DEM	Digital Elevation Model	数値標高モデル
DDM	Department of Disaster Management (MoSWRR)	防災局（社会福祉・救済復興省）
DHPI	Department of Hydropower Implementation (Ministry of Electricity and Energy)	水力発電改善局（電力エネルギー省）
DIAS	Data Integration and Analysis System	データ統合解析システム（地球環境情報プラットフォーム）
DMH	Department of Meteorology and Hydrology	気象水文局（運輸通信省）
DOHE	Department of Higher Education	高等教育局（教育省）
DUHD	Department of Urban Housing Development（MOC)	都市住宅開発局（建設省）
DWIR	Directorate of Water Resources and Improvement of River Systems (MOTC）	水資源河川系改善局（運輸通信省）
GAD	General Affairs Department	総務局（内務省）
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
GPS	Global Positioning System	全地球測位システム（ジーピーエス）
ICHARM	International Centre for Water Hazard and Risk Management under the auspices of UNESCO	ユネスコ後援機関 水災害・リスクマネジメント国際センター
ICUS	International Center for Urban Safety Engineering (The University of Tokyo)	都市基盤安全工学国際研究センター（東京大学）
ICSE	International Conference on Science and Engineering	科学工学国際会議
IWUMD	Irrigation and Water Utilization Management Department	潅漑水利用管理局（農業畜産潅漑省）
JCC	Joint Coordinating Committee	合同調整委員会
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
JPY	Japanese Yen (currency)	円（日本通貨）
JST	Japan Science and Technology Agency	科学技術振興機構
MES	Federation of Myanmar Engineering Society	ミャンマー工学会
M/M	Minutes of Meeting	協議議事録
M/M	Man/Month	人・月
MMK	Myanmar Kyat	チャット（ミャンマー通貨）
MOALI	Ministry of Agriculture, Livestock and Irrigation	農業畜産潅漑省
MOC	Ministry of Construction	建設省
MOE	Ministry of Education	教育省

[1] 衛星画像解析から得られた物体の高さの空間分布を示すもの

略語	英語	日本語
MoSWRR	Ministry of Social Welfare, Relief and Resettlement	社会福祉・救済復興省
MOTC	Ministry of Transport and Communications	運輸通信省
MOU	Memorandum of Understanding	覚書
MPT	Ministry of Posts and Telecommunications	ミャンマー郵電公社
MTU	Mandalay Technological University	マンダレー工科大学
NGO	Non-governmental Organization	非政府団体
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PC	Prestressed Concrete (Bridge)	プレストレスト・コンクリート橋
PDM	Project Design Matrix	プロジェクト・デザイン・マトリックス
PO	Plan of Operation	活動計画
PWD	Public Works Department (MOC)	公共事業局（建設省）
R/D	Record of Discussions	討議議事録
RRI	Rainfall-Runoff-Inundation	降雨流出氾濫（モデル）
RS	Remote Sensing	リモートセンシング
SATREPS	Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development	地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム
WEB-DHM	Water and Energy Budget-based Distributed Hydrological Model	水エネルギー収支分布型流出モデル
YCDC	Yangon City Development Committee	ヤンゴン市開発委員会
YTU	Yangon Technological University	ヤンゴン工科大学
YRTA	Yangon Regional Transport Authority	ヤンゴン地域政府交通局

評価調査結果要約表

<table>
<tr><td colspan="2">1. 案件の概要</td></tr>
<tr><td>国名：ミャンマー連邦共和国</td><td rowspan="2">案件名：ミャンマーの災害対応力強化システムと産学官連携プラットフォームの構築プロジェクト</td></tr>
<tr><td>分野：防災</td></tr>
<tr><td>所轄部署：地球環境部防災グループ</td><td>協力形態：技術協力プロジェクト -地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム</td></tr>
<tr><td rowspan="4">協力期間：
（R/D）2015 年 4 月 9 日
（改定 R/D）2018 年 5 月 10 日

2015 年 4 月～2020 年 4 月（5 年間）</td><td>協力金額：約 3.6 億円</td></tr>
<tr><td>日本側協力機関：東京大学、東北大学、慶応義塾大学、北海道大学、長岡技術科学大学等</td></tr>
<tr><td>先方実施機関：教育省高等教育局（Ministry of Education, Department of Higher Education)
ヤンゴン工科大学（Yangon Technological University：YTU）</td></tr>
<tr><td>他の関連協力：
技術協力プロジェクト：
• ヤンゴン地図作成プロジェクト（2017-2020）
• ヤンゴン公共バスサービス改善プロジェクト（2017-2021）
• ミャンマー国自然災害早期警報システム構築プロジェクト（2013-2017）
無償資金協力：
• 工科系大学拡充計画（2014）</td></tr>
<tr><td colspan="2">1-1 協力の背景と概要
　ミャンマーでは風水害が多く発生しており、2008 年のサイクロン・ナルギスによりヤンゴンやイラワジデルタで洪水が発生した他、2010 年および 2011 年にバゴー川流域、2013 年にミャンマー南東部の 4 州で大規模な洪水が発生した。また国内に活断層が複数存在し、ヤンゴン、マンダレー、首都ネピドーなどの主要都市がザガイン断層上または近傍に位置する。ミャンマーは、近年の民主化の動きを受けて経済活動が活発化しており、今後の成長が期待されているが、急激な国土開発、都市開発に伴う都市人口の拡大と産業・居住空間の拡大により、災害リスクの増大が懸念されている。現在の社会基盤施設では災害抑止が困難である他、災害への備えを行う体制、人材、情報などが十分に整っていない。また、総合的な災害対応能力の強化のためには、産学官の緊密な連携が必要であるが、現状においては産学官のそれぞれの取組が十分でない上に、産学官の連携がなされておらず、防災対応力の強化に支障を及ぼしている。
　ヤンゴン工科大学は 1988 年の全国的な民主化要求デモを受け、閉鎖と再開が断続的に繰り返され、2000 年以降は大学院のみの運営となっていた。2011 年の民政移管に伴い、2012 年末に学部教育が再開したが、十分に防災分野の研究および人材育成を行う体制となっていない。こうした状況を受け、ミャンマーの安全な都市の形成を通じて安定的な経済成長に貢献すべく、同国の災害対応力を強化するシステムの開発およびそれを実現するための産学官の連携プラットフォームの構築を目的とした「ミャンマーの災害対応力強化システムと産学官連携プラットフォームの構築プロジェクト」（地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム：SATREPS）が要請され、5 年の計画で 2015 年 4 月に開始された。2020 年の 4 月に本プロジェクトが終了するため、終了前の 2019 年 9 月にプロジェクトの実績を確認するとともに評価 5 項目についてプロジェクトを評価し、その結果を踏まえて提言と教訓をまとめることとなった。</td></tr>
<tr><td colspan="2">1-2 協力内容
(1) 上位目標
　YTU がヤンゴン・バゴー地域での都市安全に貢献するために産学官連携プラットフォームを有効利用する。

(2) プロジェクト目標
　YTU がヤンゴン・バゴー地域の都市安全に係る災害対応力強化システムと産学官連携プラット</td></tr>
</table>

フォームを理解・発展させる。

(3) 成果（アウトプット）
成果 1：災害脆弱性評価のための物理モデルの開発
成果 2：将来の災害脆弱性を評価するシナリオ分析システムの開発
成果 3：研究活動と人材育成の維持・向上を目的とした YTU 都市安全研究センターの主な役割と活動の策定/発展
成果 4：適切な技術を備えたインフラ整備管理を含む総合災害対応支援システムの開発

(4) 投入（終了時評価調査時点）

（日本側）	専門家派遣：	134.30 M/M（長期専門家[2]51.83 M/M（延べ 2 人）、短期専門家[3]82.47 M/M （延べ 32 人））
	本邦研修：	33 人（86.03 M/M）
	供与機材：	79 万 8730 米ドル（UPS、3D スキャナー、加速度計測システム、動的ひずみ等計測システム、赤外線サーモグライフィカメラ、スマートフォン、構造物診断用非接触振動測定システム、常時微動計、気象・水位計センサー等）
	現地活動費：	30 万 4712 米ドル[4]
(ミャンマー側)	カウンターパートの配置：	• プロジェクト・ダイレクター • プロジェクト・マネジャー • アシスタント・プロジェクト・マネジャー/研究主任 • 6 つの研究グループ：YTU[5]と戦略的パートナーより構成 ・災害対応支援システムグループ（YTU 建築学科・土木工学科・工学地盤学科、MES） ・水災害グループ（YTU 土木工学科, DMH, DWIR, IWUMD, DHPI） ・インフラグループ（YTU 土木工学科, MOC 橋梁部, MTU） ・交通グループ（YTU 土木工学科） ・GIS グループ（リモートセンシング(RS)/GIS リサーチセンター、YTU 土木工学科） ・建物グループ（YTU 土木工学科、YTU 建築学科、YTU 工学地盤学科, YCDC 都市計画課・橋梁課・建物課, 地盤工学学会
	ローカルコスト負担	• 407 万 MMK（YTU 支出。機材輸送費や税関事務所での機材保管費等） • IWUMD と DWIR は、それぞれ Tawa Sluicegate と Dagon Bridge の水位計設置の基礎工事に約 320 万円を支出。 • DHPI も Zaung Tu Dam における水位計設置のために必要となる土地を提供。
	その他：	• 日本側研究者と専門家、ナショナルスタッフの事務所スペース、事務所の水道・光熱費、プロジェクト事務所内のミニ講義室、研究員の事務スペース。 • YTU 内の RS/GIS リサーチセンターの設置場所

[2] 2015 年 4 月～2020 年 4 月（予定含む）
[3] 2015 年 4 月～2019 年 9 月
[4] 現地活動費は、米ドル、日本円、ミャンマーチャット、タイバーツで支出されていたため、全通貨を米ドルに換算した。適用した為替レートは次のとおり。OANDA：2015 年度：MMK1＝ USD 0.00065, JPY 1= USD 0.00889、THB 1= USD 0.02832（2016 年 3 月）、2016 年度：MMK 1＝ USD 0.00072（2017 年 3 月）、2017 年度：MMK 1＝ USD 0.00074（2018 年 3 月）、2018 年度：MMK 1＝ USD 0.00066（2019 年 3 月）、2019 年度：MMK 1＝ USD 0.00065（2019 年 7 月）。2019 年度は 4 月から 7 月までの実績。
[5] YTU の関連学科のカウンターパートは合同終了時評価調査報告書（英文）の Annex 5 を参照。

2. 終了時評価調査団の概要		
調査者	＜日本側＞ 氏名 / 担当業務 / 所属 岩井　伸夫 / 総括 / JICA ミャンマー事務所　次長 小野　済 / 評価計画 / JICA 地球環境部　防災第一チーム 寶　　馨 / 研究主幹 / 京都大学　大学院総合生存学館（思修館）学館長（科学技術振興機構（JST）） 穴沢　和夫 / オブザーバー / 科学技術振興機構（JST）SATREPS グループ 南村　亜矢子 / 評価分析 / 合同会社　適材適所 ＜ミャンマー側＞ 氏名 / 担当業務 / 所属 Ms. Nwe Ni / 評価 / Deputy Director General, Department of Higher Education, Ministry of Education	
調査期間	2019 年 9 月 10 日～10 月 2 日	調査種類：終了時評価調査

＜日本側＞

氏名	担当業務	所属
岩井　伸夫	総括	JICA ミャンマー事務所　次長
小野　済	評価計画	JICA 地球環境部　防災第一チーム
寶　　馨	研究主幹	京都大学　大学院総合生存学館（思修館）学館長（科学技術振興機構（JST））
穴沢　和夫	オブザーバー	科学技術振興機構（JST）SATREPS グループ
南村　亜矢子	評価分析	合同会社　適材適所

＜ミャンマー側＞

氏名	担当業務	所属
Ms. Nwe Ni	評価	Deputy Director General, Department of Higher Education, Ministry of Education

3. 評価結果の概要

3-1 実績の確認

(1) 成果 1：災害脆弱性評価のための物理モデルの開発　＜達成済＞

プロジェクトでは、IWUMD、DHPI、DWIR との協力の下、バゴー川流域に気象計を 5 ヶ所、水位計を 3 ヶ所設置し、ほぼリアルタイム（1 時間程度の遅れ）で気象・水文観測機器が観測するデータをモニタリングできるようになった。プロジェクトでは、バゴー川流域の洪水氾濫モデルを構築した。建物グループでは、地震脆弱性評価手法を構築すると共に被害関数を構築した。また、ヤンゴンデジタル地図のデータベースも作成した。さらに、プロジェクトによって作成された地形図や建物分布図等を活用して、ヤンゴンの都市発展モデルが構築された。交通グループでは、様々な測定機器を活用してヤンゴンにおける人と交通の流れを分析した。その一方で、プロジェクトでは様々な課題 － 特にモデルやシステムの構築に必要なデータが入手できないという課題が発生し、日本側研究者はデータの入手状況を確認しつつ、研究アプローチの代替案などを検討せざるを得なかった。こうした課題があり、研究活動の進捗は期待したほど円滑に進まず、活動スケジュールもやや遅延気味となっていた。ただし、プロジェクトではデータ入手先の代替案を模索して対応したため、成果 1 全体としては、活動の遅延を最小限に抑えることができ、当初の予定どおり災害脆弱性評価のための物理モデルが開発された。

(2) アウトプット 2：将来の災害脆弱性を評価するシナリオ分析システムの開発　＜達成済＞

成果 2 では、成果 1 の物理モデルと都市発展モデルの結果を活用して、将来の水災害および地震災害の脆弱性を評価するためのシナリオ分析システムが開発された。また地震脆弱性マップバージョン 2 が作成されており、これらシステムを活用することによって、ヤンゴン市とバゴー流域における将来の災害脆弱性を評価することができるようになった。残りの協力期間で、プロジェクト（特に建物グループ）は、信頼性の高いデータのさらなる入手に努め開発された脆弱性評価の高度化を図る予定である。

(3) アウトプット 3：研究活動と人材育成の維持・向上を目的とした YTU 都市安全研究センターの主な役割と活動の策定/発展　＜達成見込み＞

成果 3 では、都市安全のための研究センターの設立と強化および専門家教育のための教育プログラム開発、産学官コンソーシアムの設立支援を実施してきた。つまり、教育研究大学としての YTU の教育研究能力を強化すると共に、YTU にとって好ましい研究環境を促進することを目指している。YTU の教育プログラムの強化面では、プロジェクトは災害リスク削減の観点を取り入れたカリキュラム改訂や YTU のニーズに基づいた新科目の導入を支援した。研究活動を推進する環境整備については、プロジェクトでは RS/GIS リサーチセンターおよびコンソーシアムの設立に向けた活動に注力してきた。これまで、RS/GIS リサーチセンターおよびコンソーシアムの枠組みと概要が議論・明確化されてきた。RS/GIS リサーチセンターの活動は 2018 年 10 月に開始さ

れ、それ以降、同リサーチセンターでは、他大学の教員にリモートセンシングに関するトレーニングを実施している。同リサーチセンターでは、トレーニングプログラムの実施に関するアイデアがいくつかあるため、必要な人材と予算も含めてリサーチセンターの年次活動計画（研究活動の将来計画を含む）を具体的にまとめる必要がある。2019 年 10 月 1 日には「コンソーシアムの活動開始に関するセミナー」が開催されており、コンソーシアム設立に関する動きは進んでいる。終了時評価時点では、ミャンマー政府が 2019 年 12 月までに設立を承認する予定ではあり、承認が下り次第、プロジェクトではコンソーシアムとしての活動を開始する予定である。

(4) 成果 4: 適切な技術を備えたインフラ整備管理を含む総合災害対応支援システムの開発＜達成見込み＞

インフラ維持管理システムとそのための技術はインフラグループによって提案され、災害対応支援システムはミャンマーの実状に合致するようにカスタマイズされて DDM や GAD に活用方法が示されている。また、準実時間処理洪水氾濫解析システムは DIAS のプラットフォーム上で開発され、このシステムを通じて関連機関は気象・水文データをほぼリアルタイムでモニタリングできるようになっている。関係機関はこれらのシステムの有用性を認識しており、プロジェクトでも引き続きこれらのシステムを日常業務に適用するための研修を実施していく予定である。懸案事項は、災害対応支援システムをミャンマー語化し、DDM、GAD、タウンシップの職員にとって使いやすいシステムにする必要性が高いことである。この課題と共に、災害対応支援システムの利活用をさらに推進するために、今後の具体的な活動計画について議論しまとめる必要もある。

(5) プロジェクト目標： YTU がヤンゴン、バゴー地域の都市安全に係る災害対応強化システムと産学官連携プラットフォームを理解・発展させる。＜達成見込み＞

プロジェクトでは、水災害、地震災害、インフラ、交通などの主要な災害をカバーし、ヤンゴンとバゴーにおける災害リスク削減に役立つ様々なシステムが開発・強化されてきた。戦略的パートナーへのインタビューでは、どの戦略的パートナーも開発されたシステムの有用性を強調していた。防災はミャンマーおよび YTU にとって新しい概念であったため、プロジェクトが YTU と戦略的パートナーに防災の概念をもたらしたという事実は特筆に値する。

YTU では、プロジェクトが実施される前は、各学科が個別に活動しており、分野横断的な取組みを実施するという発想はなかった。プロジェクト活動に従事することによって、現在、YTU の教員は、防災に取組むためには YTU の学科間で協力する重要性を認識かつ理解しており、災害へ備えるためには、分野横断的な取組みが必要であることも学んでいる。プロジェクト活動を通じて、YTU の教員の研究能力は劇的に向上しており、YTU のカリキュラムも改訂が進んでいる。2019 年 3 月時点で、YTU の研究者が主著者である研究論文が 11 本国際ジャーナルに掲載されている。また、日本の研究者との共同執筆による論文が 2 本国際ジャーナルに掲載されている。現在、YTU の教員や研究者は、Journal of Disaster Research へ 28 本の論文を提出する準備を進めている。さらに、プロジェクト活動を通じて、戦略的パートナーの防災に関する能力も大幅に強化されたといえる。

これまで本プロジェクトによって開発されたシステムや技術を使用して、水災害（2 件の提言）およびインフラ分野（3 件の報告書/提言）において 5 つの提案が示されている。プロジェクトでは、災害対応力強化のために 3 つのシステムを開発しており、YTU で運用されている。それに加えて、交通グループでも、地理空間データの収集、共有、分析の機能を備えた対話型プラットフォームである「Yangon City Geospatial Dashboard」が開発されている。現在 YTU では Web ベースの技術プラットフォームを構築中であり、2019 年 12 月までに完成する予定である。このプラットフォームが完成すれば、登録者全員が同システムにアクセスできるようになる予定であり、戦略的パートナー、地方行政機関、さらには国際・国内の NGO 等の関係機関が現状把握や、戦略および計画立案にこのシステムを活用することが期待される。

連携プラットフォームの構築については、2018 年 10 月に RS/GIS リサーチセンターが設立され、YTU の都市の安全性に関する研究活動が促進されてきた。さらに、プロジェクトではコンソーシアムの設立に取り組んでいる。コンソーシアムはミャンマーにおける初の政府機関・大学・民間企業の協力枠組みであり、研究機関としての YTU の役割と機能の強化を促進すると期待される。したがって、プロジェクトでは YTU の研究活動を促進する環境を強化してきたといえる。

(6) 上位目標：ヤンゴン工科大学（YTU）がヤンゴン、バゴー地域での都市安全に貢献するために産学官連携プラットフォームを有効利用する。＜条件が満たされれば達成する可能性がある＞ プロジェクト活動を通じて、YTU の教員は研究能力および研究の結果に基づいて政策を提言する能力を向上してきた。現在 YTU では、1）DMH、IWUMD、DWIR、DHPI、DDM に対するバゴー川流域における洪水管理に関する政策提言、2）YCDC、ミャンマー工学委員会（Myanmar Engineering Council）、MES、ミャンマー地球科学会と共に、ヤンゴンにおける建築基準法とゾーニングに関する提言の 2 つをまとめる予定である。上位目標の 1 つめの指標である「YTU の研究グループが災害対応強化システムを活用して少なくとも 4 つの政策提言を行う」を達成するためには、1）YTU が研究資金を確保して研究活動を継続すること、2）プロジェクトで能力を強化した YTU の教員が異動することなく今後も YTU で研究活動を継続すること、3）関係機関との良好な関係を持続させることの 3 点が条件となる。2 つ目の指標の「都市安全セクター分野の専門人材が YTU で育成される」については、RS/GIS リサーチセンターが当面は中心となって、都市安全に関する専門家の養成を進めることになる予定である。
3-2. 評価結果の要約 (1) 妥当性 プロジェクトの妥当性は高いと判断した。ミャンマー政府は、2018 年 8 月に発行した「ミャンマー持続可能な開発計画（2018-2030）」において「目標 5：国の子孫のための天然資源と環境保護」の中で「戦略 5.2：気候変動への対応力を高め、生計を維持しながら災害とその被害を軽減し、低炭素で成長路線へのシフトを促進する」と戦略を設定している。さらに「災害リスク軽減のためのミャンマー行動計画 2017」では、2030 年までの全体目標と、2020 年までにミャンマー全域で優先度の高い施策と共に、災害リスク削減のための包括的かつ統一された行動計画を設定している。このように本プロジェクトはミャンマー政府の政策と整合している。また、本プロジェクトは日本の「対ミャンマー経済協力方針（2012 年 4 月）」や 2016 年 11 月に発行された日本とミャンマー間の協力プログラムの内容とも整合している。さらに、本プロジェクトは、ヤンゴン・バゴー地域の都市安全に関する災害対応力強化システムと連携プラットフォームを構築することによって、仙台防災枠組の 4 つの優先事項全てに貢献するといえる。 また、ミャンマーではサイクロン、暴風雨、洪水などの深刻な災害が発生している。またサガイン断層と呼ばれる大きな活断層が国の中央部を走り、2012 年 11 月に地震を引き起こしている。こうした自然災害に対応し、かつ備えるために、ミャンマーでは災害を把握し脆弱性を評価する科学的なアプローチと技術開発が必要不可欠であった。この点において、都市安全に関する災害対応力の強化と連携プラットフォームの構築を目指した本プロジェクトは、ミャンマーの人々のニーズに対応している。 (2) 有効性 プロジェクトの有効性は比較的高いと判断した。「3-1 実績の確認」で述べたように、本プロジェクトは、YTU がヤンゴン・バゴー地域の都市安全に関する災害対応力の強化システムと産学官連携プラットフォームを理解し開発する点において有効であったと判断した。設定されている 4 つの成果は全てプロジェクト目標の達成に貢献するものである。本プロジェクトの実施によって、YTU の教員は世界水準の研究活動と最先端の技術を習得する機会を得ることができ、本プロジェクトの活動を通じて研究能力を格段[6]に向上させている。現在、YTU はミャンマーの防災分野において最も先進的な大学として認識されている[7]。 このように有効性に関してポジティブな点が確認されているが、都市安全に関する連携プラットフォームであるコンソーシアムは、未だ設立のための行政手続き中である。政府機関での承認手続きに時間を要している原因は、政府機関・大学・民間による連携枠組みを構築するコンソーシアムという概念自体がミャンマーにとって新しく、政府機関内での承認手続きにも前例がないためだと考えられる[8]。終了時評価時点では、2019 年 12 月までに承認される見込みとのことであったが、これまでのミャンマーの行政手続に要する期間を考慮すると、承認までにはさらに時間

[6] 発表論文数等は「3-1. 実績の確認　(5) プロジェクト目標」を参照。
[7] 本プロジェクトの戦略的パートナー機関へのインタビューより。
[8] YTU および日本人研究者へのインタビューより。

がかかる可能性があり、「産学官連携プラットフォームの発展」に至るまでには、まだ時間が必要であるといえる。さらに、都市安全に関する災害対応支援システムについては、戦略的パートナーが構築されたシステムを運営できるようにするために、残りの協力期間に実施すべき活動が特定されている。特に、地方自治体でのシステム活用を促進するために、災害対応支援システムのミャンマー語化およびミャンマー語での運用マニュアルを作成する必要がある。YTU では同システムに関する集中トレーニングを実施する計画もあるため、ミャンマー語化を進めることにより、研修の効果と合わせてシステムの運用レベルが向上すると考えられる。こうした点を考慮して、有効性は比較的高いと判断した。

(3) 効率性

プロジェクトの効率性は中程度と判断した。「3-1. 実績の確認」で述べたように、計画された成果（アウトプット）は、全て所期の目標を達成すると判断できる。プロジェクトでは、DIAS や日本の自治体が利用している災害対応支援システムなどの既存のプラットフォームやシステムを活用しているため、プロジェクト活動でシステム開発を手がける必要がなく、この点において開発予算を抑えることができたといえる。その一方で、1）研究活動に必要なデータ収集に時間を要したこと、2）コンソーシアムという概念がミャンマーにとって初めてのことであったため、コンソーシアム設立に関する議論に時間を要したこと、3）いくつかの供与機材の活用レベルが低いことと機材の活用について検討が必要なこと（GPS、常時微動計の解析ソフト、英語マニュアルの完備の必要性）、4）ミャンマー政府による受入確認手続きに時間を要したため JICA の業務調整員がプロジェクト開始 1 年後まで配置されなかったこと、5）インフラグループのカウンターパートとして適任者を配置するのに時間を要したこと、6）プロジェクト期間の前半において、研究活動に関する議論がスムーズではなかったこと等が、プロジェクトの効率性を阻害した要因として特定されている。

(4) インパクト

終了時評価調査では、JICA の他の協力事業との連携や、本プロジェクトの研究成果が JICA の新規技術プロジェクトや建設事業（新バゴー橋建設）に適用されるというインパクトも確認できたが、本プロジェクトが目指している「ヤンゴン工科大学（YTU）がヤンゴン、バゴー地域での都市安全に貢献するために産学官連携プラットフォームを有効利用する」（本プロジェクトの上位目標）は、YTU が今後も研究活動を継続し、その研究能力を向上することによって達成される可能性があるため、プロジェクトのインパクトは、条件が満たされれば発現する可能性があると判断した。YTU での継続的な研究活動については、研究資金の確保が必要不可欠である。この点において、研究活動の資金調達のチャネルであるコンソーシアムの設立のみならず、コンソーシアム下での研究活動が活発であることが重要である。プロジェクトは YTU の研究能力の底上げという点で効果的であったが、今後も YTU の研究能力を向上させていくためには、引き続き外部支援が必要であると考えられる。

(5) 持続性

持続性は、総合的に判断して中程度と判断した。

■政策面 [高い]

ミャンマー政府は防災に関する政策を重視しており、政策面の持続性に課題はみあたらない。また、教育省は、大学に一定レベルの自治権を与える新しい政策（半自治化）を実施する意向を示しており、この政策が導入されれば、プロジェクトを通じて能力を強化した YTU の教員が YTU に留まることが可能になる等、プロジェクトの持続性を高めることになる。

■組織面 [中程度]

組織面の持続性で懸念される点は、教育省の方針に基づいて毎年実行される大学間の教師の異動である。プロジェクトの組織面の持続性を確保するためには、プロジェクト活動を通じて研究能力を強化した YTU の教員が YTU に留まり続けることが重要である。一方で、YTU の教員は教育省の人事異動命令に従う義務があるため、上述のように大学の自治化が進めば、この懸念はある程度解消されると期待される。また、ミャンマーの他大学も直面しているように、YTU に配置されている

教員数は十分ではなく[9]、YTU でも今後研究活動を促進するためには今以上の教員および研究者の配置が必要である。この点も政府の決定に左右されるが、将来、より多くの教員と研究者が YTU に配置されることが期待される。

■財政面 [中程度]
ミャンマーでは一般的に大学にはそれほど多額の予算が割り当てられていないため、YTU が研究予算を確保できるかは不透明である。現在、YTU の年間の研究予算は 25,000 米ドル程度であり[10]、YTU および戦略的パートナーでは、供与機材の維持管理費に充当できる予算が限定されているため、修理費確保の課題は、財政面の持続性に大きく影響している。そのためプロジェクトではコンソーシアムの設立に取り組んでおり、コンソーシアムを通じて YTU が研究資金を獲得することが期待されている。ただし、コンソーシアムを通じて研究資金を獲得するためには、コンソーシアムの設立に対する教育省を始めとした財務省や法務局等の承認が必要であり、現時点ではまだ設立のための行政手続き中である。東京大学の都市基盤安全工学国際研究センター（ICUS）では、YTU にミャンマーにおける研究拠点を YTU に設置し、ミャンマーとの共同研究を推進する計画があり、その計画と予算は 2019 年 9 月に承認されている。現在、東京大学と YTU は、YTU への研究資金の送金方法について検討しているところであるが、研究資金が YTU に提供されれば、おおいに YTU の研究活動を推進することになる。

■技術面 [中程度]
プロジェクトによって移転された知識と技術は、YTU と戦略的パートナーに受け入れられている。YTU の主要なカウンターパートが中心となって学んだ知識や経験を他の教員や学生に共有していくことが期待される一方で、YTU は、世界レベルの研究活動を目指して教員の研究能力を今後も継続的に強化する必要があり、今後も技術面における外部支援が必要である。技術面の持続性の懸念材料のひとつに、供与機材の維持管理が挙げられる。「(3) 効率性」で述べたように、供与機材の中には英語版のマニュアルが完備されていないものがあり、技術面の持続性に影響を及ぼしている。また供与機器の修理も大きな課題である。東京大学の ICUS からの継続的な支援が YTU に提供されれば、こうした懸念がやや軽減されると期待される。こうした点を総合的に判断して、技術的な持続性は中程度と判断した。

3-3. 効果発現に貢献した主な要因

(1) 計画内容に関すること

厳密にはプロジェクトの効果発現に影響していないが、プロジェクト効果の持続性を確保する仕掛けとして、産官学連携プラットフォームであるコンソーシアムの設立支援をプロジェクト活動に組み込み、コンソーシアムを通じて研究資金源の確保と研究成果の活用、つまり研究結果の社会実装面を担保しようと試みている。コンソーシアム設立はミャンマーでは非常に困難の伴う活動であったのは事実であるが、プロジェクトの持続性と研究成果の社会実装をプロジェクト活動に取り込んだことは、非常に革新的であり特筆に値するといえる。

(2) 実施プロセスに関すること

水災害グループでは、日本側研究者、YTU のカウンターパート、および DMH、DWIR、IWUMD、DHPI、DDM などの戦略的パートナーが洪水対策を目的とした観測データのモニタリングシステムとその技術の強化に強い関心とモチベーションを持っており、関係機関が連携してシステムの構築に取組んだ。この点が、水災害グループにおいてよい研究成果を生み出すことにつながったといえる。

3-4. 問題点と問題を惹起した要因

(1) 計画内容に関すること

プロジェクトの効果発現に大きく影響を及ぼしていないが、ミャンマーにとってコンソーシアムは新しい概念であり、さらに民間を巻き込んだ連携体制の構築もこれまでにない発想である点

[9] YTU へのインタビューによると、政府に承認された YTU の配置人数は 953 人であるが、現在 620 人しか配置されていない。620 人中、320 人が教員である。教育省が 2020 年の後半に大学の自治化を導入するという話しがあり、これが実現されれば、YTU の教員数や職員数の増加が可能になると考えられる。

[10] YTU へのインタビューより。

と、YTU 側の研究経験が乏しい点を考慮すると、本プロジェクトの目標は非常に高いレベルで設定されていると考えられる。

(2) 実施プロセスに関すること

本プロジェクトにおいてモデルやシステムの開発には、信頼性の高いデータが必要不可欠であるが、ミャンマーでは質と量の面でそうしたデータを入手することが困難であり、特に建物グループと交通グループにおいては、入手可能なデータによって研究アプローチを変更せざるを得ないことや活動スケジュールの遅延も発生した。プロジェクト全体の効果発現に大きく影響は及ぼしていないが、構築されたモデルの精度にやや影響を及ぼしている。

3-5. 結論

終了時評価調査団では、PDM で設定されているプロジェクト目標の指標に照らし合わせて達成度を検討した結果、プロジェクト目標である「YTU がヤンゴン、バゴー地域の都市安全に係る災害対応強化システムと産学官連携プラットフォームを理解・発展させる」はプロジェクト終了までに達成されると判断した。また「3-1 実績の確認」で述べたように、設定されていた 4 つの成果（アウトプット）もプロジェクト終了までに所期の目標を達すると考えられ、全般的にプロジェクトのパフォーマンスは良好だったといえる。プロジェクトの活動を通じて、YTU の教員と学生は研究活動に関する知識やスキルを格段に向上し、プロジェクトの戦略的パートナーもプロジェクトが開発したシステムを活用して責務を遂行する能力を向上させてきた。都市安全に関する連携プラットフォームの構築についても、プロジェクトは YTU 内に RS/GIS リサーチセンターの設立を実現させた。またプロジェクトでは、ミャンマーで産官学の連携枠組みを構築するという非常にユニークであるが困難の伴う取組みを推進してきた。ミャンマーでは産官学連携というコンセプト自体が新しいため、設立に関する準備活動に多くの時間と労力を要することとなっている。コンソーシアムの設立に向けて、現時点でも行政手続きが進行中であるが、YTU での研究活動の持続性の確保と研究成果の社会実装を目的としたこのような先進的な取組みは、言及するに値する。

プロジェクトはミャンマーのニーズに合致した内容であり、ミャンマーおよび日本の両政府の方針や開発計画とも合致している。また、ターゲットグループの選定は適切であった。こうした点から判断して、プロジェクトの妥当性は高いと評価した。プロジェクト目標は 2020 年 4 月までに達成される見込みであり、プロジェクトは、YTU がヤンゴンとバゴー地域の都市安全に関する災害対応力強化システムと産学官連携プラットフォームを理解・発展させるために有効であったといえる。成果の達成レベルには影響を及ぼしてはいないが、プロジェクトの進捗に影響を与えたいくつかの要因が特定されたため、効率性は中程度と判断した。終了時評価調査団では、特定された条件が満たされれば、つまり研究活動費が確保されると共に、コンソーシアムとしての活動レベルが活発であれば、プロジェクトのインパクトが発現する可能性があると判断した（現時点では判断できない）。全般的な持続性は中程度と評価した。政策・制度面の持続性は高い一方、組織、財務、技術面の持続性は懸念材料が特定されたため、中程度と判断した。

3-6. 提言

■プロジェクト期間終了までに対応すべき事項

(1) RS/GIS リサーチセンターの実施運営体制について詳細を決定すること

「3-1 実績の確認」で示したように、YTU は RS/GIS リサーチセンターの運営体制に関する詳細事項を決める必要がある。具体的には、リサーチセンターの運営委員会メンバー（どの学科がメンバーとなるのか）、人員の配置（実質的に空席となっているポジションも含めた実質的な増員）、研究資金の獲得、提供できるサービスや研究成果、戦略的パートナーや他の機関との研究活動を推進するためのプロトコール整備等である。こうした課題は、2020 年 10 月に導入されると言われている大学自治化の方針も考慮して検討されるべきである。さらに、YTU では残りの期間およびプロジェクト終了後も RS/GIS リサーチセンターを通じてトレーニングを提供するとのことである。トレーニングを効果的かつ体系的に実施するためには、残りの協力期間およびプロジェクト終了後におけるリサーチセンターの具体的な活動計画を文書化することが重要である[11]。文書化することによって、リサーチセンターの活動をレビューし、その機能と役割を強化するこ

[11] ミャンマーでは責任の所在が明らかになるため、計画などを文書化することを避ける傾向があるとのことだが、文書化することによって、活動実績を振り返り、今後の改善点などを抽出することに役立つといえる。

とにも役立つと考えられる。活動計画には、トレーニングの対象、対象者、実施される日時等の具体的な情報も含めること、および今後リサーチセンターで実施予定の研究活動計画も含めるべきである。

(2) 供与機材の維持管理体制を強化すること

「(3) 効率性」で述べたように、供与機材の修理を含む維持管理は YTU および戦略的パートナーにとって大きな懸念である。現在、プロジェクトは、機材名、使用目的、保管場所、マニュアルの有無、メーカー等の連絡先など、供与機材に関する詳細情報をまとめている。現時点において供与機材のメーカーの支店や代理店がミャンマーにはないため、一部の供与機材の修理は非常に困難である。したがって、YTU と戦略的パートナーは、日常の維持管理作業を適切に遂行し、可能な限り機材の耐用年数を長く保つように最大限努力することが期待される。このために、プロジェクトが現在作成している供与機材情報に沿って、英語マニュアルの整備が必要と特定された機材について、早急に英語マニュアルの作成に着手すべきである。また、YTU と戦略的パートナーが、プロジェクトより譲渡される機材について可能な限りの維持管理予算を配分することが期待される。さらに、現時点で使用されていない 50 個の GPS の有効活用方法を検討する必要もある。

(3) 災害対応支援システムを可能な限りミャンマー語化すること

災害対応支援システムの主なユーザーは、DDM、GAD、YCDC、タウンシップの職員であり、そのほとんどが英語には精通していない。一方、同システムのインターフェースは現在英語で運用されているため、上述の職員の理解促進およびシステムの使い易さを重視し、プロジェクト期間までに同システムをミャンマー語化することを提言する[12]。ただし、プロジェクト期間の終盤にさしかかり、プロジェクト予算も限られているため、膨大な量のシステム全体をミャンマー語に翻訳することは困難でもある。したがって、ミャンマー側関係者にとって利用頻度が多いと思われる地震災害、水害、土砂災害の 3 種類の災害対応業務フローをミャンマー語に翻訳するとともに、システム内で特に重要と特定される箇所を抽出してミャンマー語化するなどの対応が考えられる。さらに、YTU では同システムの運用マニュアルをミャンマー語で作成中であるため、可能な限り早急に完成させ、GAD やタウンシップの職員を対象とした研修で活用し、フィードバックを受けて改訂するべきである。

(4) 可能な限りコンソーシアムとしてのトライアル活動（実績）を実施すること

終了時評価調査時点では、コンソーシアムの設立が 2019 年 12 月に許可されると見込まれている。コンソーシアムの下で、研究活動の実績や研究成果を蓄積し、コンソーシアムが具体的に機能していることを示すことは非常に重要である。したがって、YTU がコンソーシアムのメンバーである政府機関や民間企業にどのような研究成果（サービス）や技術サービスを提供できるのかを明確に提示・説明し、コンソーシアムに参加する意義や有用性を示すことが、コンソーシアムの活性化と存続につながるといえる。また、今後、コンソーシアムのメンバーである戦略的パートナーから YTU に対してアプローチし、両者での相談や協議が促進されることが期待される。

(5) プロジェクトで開発されたシステムの今後の有効活用について戦略的パートナーと議論すること

前述のように、YTU では DDM、GAD、タウンシップ、YCDC の若手職員を対象に災害対応支援システムの集中トレーニングを実施する予定である。また、水災害グループでは、プロジェクト終了までに、もう一度ハイレベル会議を開催し、準実時間処理洪水氾濫解析システムの効果的な利活用について議論する予定である。こうしたトレーニングや会議が計画どおりに実施され、本プロジェクトで開発されたシステムについて実用レベルでの運用方法がより明確になることが期待される。同様に、プロジェクトの終了前に、Yangon City Geospatial Dashboard を含めた他のシステムも今後どのように YTU および戦略的パートナーによって利活用されるのかを明確にしておくことが期待される。

[12] GAD および DDM へのインタビューでは、GAD、DDM 共にプロジェクトで導入した災害対応支援システムに強い関心を示しており、防災業務の改善に活用したいとの意向も示されている。一方で、システムのインターフェースは英語表記であるため、100%理解するには至っていないため、職員の理解促進と同システムの機能を 100%活用するために、ミャンマー語化の必要性を要請された。

■プロジェクト期間終了後に YTU および教育省が対応すべき事項

(1) YTU への提言

研究活動を継続すること

YTU では、プロジェクト期間終了後も、研究活動を継続すると共に、プロジェクト活動を通じて強化された知識とスキルを活用して、YTU がさらに研究活動を推進することが非常に重要である。引き続き、国際ジャーナルへの学術論文の投稿を推奨すると共に、2019 年に設立されたミャンマー土木工学会等の場において、積極的に研究成果を発表することが期待される。また、コンソーシアムメンバーのニーズに基づいた研究活動も推進していくことも重要である。メンバーにニーズに応える研究活動を推進することによって、コンソーシアムとしての活動実績の蓄積につながり、コンソーシアムの意義や YTU の研究成果の有用性が実証され、こうしたことの積み重ねにより、研究資金調達の好循環を生み出すことが可能となる。

(2) 教育省への提言

コンソーシアムにおいて、YTU が国内トップの研究機関であるという地位を維持・向上できるように YTU を継続的に支援することが期待される。

3-7. 教訓

(1) YTU はミャンマーにおける技術系大学のトップ校であるが、日本側研究者と YTU 研究者との能力差が大きく、研究方針や研究アプローチに関する議論が進まなかった。一方、日本側研究者は研究成果を求められるため日本側研究者の主導で研究活動を実施せざるを得ない状況も見られた。SATREPS は技術協力プロジェクトであり、相手国側と「共同して」研究を進めていくことも重視され、特に研究活動に不慣れな国において SATREPS プロジェクトを実施する場合には、次のような点に留意すべきだと考えられる。

1）研究活動が軌道に乗るまで時間を要することを念頭に置いて、5 年間の活動計画と目標を設定すること（あまり高すぎる目標にならないように、到達点を十分検討する）

2) 研究活動の初期には相手側研究者の理解が進まないことが予想されるため、より丁寧な説明を心がけると共に、コミュニケーションを密にとること。コミュニケーションに関しては、Skype 等のツールも便利ではあるが、関係を構築するまではなるべく対面式（Face to face）のコミュニケーションを重視したほうが、相互の関係構築と理解促進につながる。

(2) 支援対象国には信憑性のあるデータが存在しない場合や、省庁所管のデータを提供してもらないケースがある。プロジェクト開始前にデータの有無、種類、信頼性などの詳細が確認できればベストだが、支援対象国ではこうした点を把握するだけでもかなりの時間を要すると考えられる。SATREPS プロジェクトでは、データの質は研究成果の精度に影響を及ぼすことが多いため、計画段階においてこのような状況も考慮して、データ収集の活動期間を充分確保して計画し、データの有無と信憑性を確認することが重要である。

(3) 本プロジェクトでは PDM で設定されている成果（アウトプット）に複数の研究グループの活動が混在しており、各成果の達成度に関する責任主体が明確ではなく、さらに研究グループとしての成果目標の設定が曖昧であった。こうした背景があり、プロジェクト終了時の目標到達点が曖昧となり、達成度の検証が非常に困難であった。PDM の成果（アプトプット）において、研究グループごとに達成目標を設定したほうが、グループとしての研究活動の進捗や研究結果を正確に把握でき、研究グループごとの目標到達レベルも検証しやすくなる。

(4) コンソーシアムの設立は、関連活動のノウハウが必要であり、相応の業務量も必要となるため、研究者が研究活動との同時並行で取組むには困難が伴う。コンソーシアムなど制度面や組織作りのノウハウが必要な場合は、研究者だけでなく、それらの活動を専門とする人材の配置を検討すべきである。

Summary of Terminal Evaluation

1 Outline of the Project

Country: Republic of the Union of Myanmar	**Project Title** : Project for Development of a Comprehensive Disaster Resilience System and Collaboration Platform in Myanmar
Thematic Area : Disaster Risk Reduction	
Division in Charge : Disaster Risk Reduction Group, Global Environment Department	**Cooperation Scheme** : SATREPS (Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development)
Project Period : (R/D) April 9, 2015 (Revised R/D) May 18, 2018 April 2015 – April 2020 (Five years)	**Total Cost** : Approximately 360 million yen
	Supporting Organization in Japan : The University of Tokyo, Tohoku University, Keio University, Hokkaido University, Nagaoka University of Technology and others.
	Counterpart Agency : Department of Higher Education (DoHE), Ministry of Education (MOE) Yangon Technological University (YTU)
	Other related cooperation: Technical Cooperation Project: Yangon Mapping Project (2017-2020) Project for Improving Public Bus Service In Yangon (2017-2021) The Project on the Establishment of End-to-End Early Warning System for Natural Disasters (2013-2017) Grant Aid: The Project for Enhancing Technological Universities in Myanmar (2014)

1-1 Background of the Project

Myanmar experienced lots of damages caused by wind or flood including Cyclone Nargis in 2008 which caused 138,373 deaths and 11.7 billion USD in damages, and significant floods in Bago in 2010 and 2011 and at the four states of the southeast areas in Myanmar in 2013. Moreover, several active faults are found in the country, and Yangon, Mandalay and the capital city of Nay Pyi Taw are located above or along with the Sagaing Fault, the primary active fault in Myanmar. While Myanmar has enjoyed an economic growth along with democratization in the recent years, increased disaster risks have become a serious concern, derived from the expansion of population in the large cities and expansion of industries and residential space with rapid land development and urbanization. On the other hand, the social infrastructure was vulnerable to natural disaster, and systems, human resources and information to prepare for disasters needed to be enhanced. Moreover, a collaboration system among government, academia and industry, which strengthened comprehensive capacity of disaster risk reduction and response, was needed to enhance the disaster resilience system.

Yangon Technological University (YTU) reopened the classes of undergraduate in 2012 after the democratization in 2011, and it had strong needs of developing human resources and conducting researches of disaster risk reduction. In this respect, the Project for Development of a Comprehensive Disaster Resilience System and Collaboration Platform in Myanmar (SATREPS Project) started in 2015 with the aims of developing systems for disaster risk reduction and response and a collaborative platform to support the system sustainably and it is expected that this will contribute to safe urban development in Myanmar. The Project was launched in April 2015 for five years with the aim of developing a Comprehensive Disaster Resilience System and a Collaboration Platform for urban safety in Yangon and Bago.

Before the project completion in April 2020, JICA decided to conduct the terminal evaluation to review the project performance, assess the capacity enhancement level of the counterpart personnel and identify the measures/actions necessary to be taken in the remaining period summarizing as recommendations.

1-2 Project Overview

(1) Overall Goal

YTU further utilizes the Collaboration Platform to contribute to the urban safety in Yangon and Bago.

(2) Project Purpose

YTU understands and develops a Comprehensive Disaster Resilience System and a Collaboration Platform for urban safety in Yangon and Bago.

(3) Outputs

Output 1: Development of physics model to evaluate disaster vulnerability.

Output 2: Development of scenario analysis for assessing future disaster vulnerability.

Output 3: Development of main roles and activities of research centre for urban safety in YTU to sustain and enhance research activities and human resource development.

Output 4: Development of integrated disaster response support system including infrastructure maintenance management with adequate technologies.

(4) Inputs

[Japanese side]

- Assignment of researchers/experts: 134.30 M/M. (Long-term Experts[13]: 51.83 M/M (2 persons) and Short-term Experts[14]: 82.47 M/M (40 persons)).
- Training in Japan: 33 persons (86.03 M/M)
- Equipment and Machinery: 798,730 USD (UPS (Uninterruptible power supply) Archsystem, 3D scanner, acceleration measurement system, dynamic strain measurement system, thermal infrared camera, smartphone, contactless vibration measuring system, microtremor meter, and hydro/meteorological sensors)
- Local Operation Cost: 304,712 USD

[Myanmar side]

Allocation of Counterparts:

- Project Director: Director of General of DoHE, MOE
- Project Manager: Rector of YTU
- Assistant Project Manager/Research Head: Pro-rector of YTU
- Six Research Groups comprised of YTU[15] and the Strategic Partners
- Disaster Management Group (Department of Architecture/Department of Civil Engineering/Department of Engineering Geology, YTU and MES)
- ✓ Water-related Disaster Group (Department of Civil Engineering, YTU, DMH, DWIR, IWUMD, and DHPI)
- ✓ Infrastructure Group (Department of Civil Engineering-YTU, Department of Bridge-MOC, MTU)
- ✓ Transport and Human Mobility Group (Department of Civil Engineering, YTU)
- ✓ RS/GIS Group (Remote Sensing (RS) /GIS Research Center/Department of Civil Engineering, YTU)
- Earthquake-related Disaster (Building) Group (Department of Civil Engineering/ Department of Architecture/Department of Engineering Geology, YTU, Urban Planning Division, YCDC, Bridge Department of YCDC, Building Department of YCDC, and MEC of Fed. of MES)

Local Operation Cost:

- 4.07 million MMK from the beginning of the project period to July 2019.
- IWMUD and DWIR respectively provided approximately 30 thousand USD for foundation work to install measuring equipment for water level at Tawa Sluicegate and Dagon Bridge. DHPI also provided the location for measuring equipment at Zaung Tu Dam.

Others :

- YTU provided the office space for Japanese researchers/JICA expert and national staff and bore the utility cost, including electricity and water. The office space includes the mini-lecture room facilities and researchers' office.
- YTU also provided the space for Remote Sensing (RS)/GIS Research Center.

2 Evaluation Team

Member of the Evaluation Team

<Japanese side>

Name	Position in the Team	Title and Organization
Mr. Nobuo IWAI	Team Leader	Senior Representative, JICA Myanmar Office
Mr. Wataru ONO	Evaluation Planning	Deputy Director, Disaster Risk Reduction Team 1, Disaster Risk Reduction Group, Global Environment Department, JICA

[13] From the beginning of the project term to September 2019.
[14] From the beginning of the project term to April 2020 including planned assignment.
[15] For the detailed information of YTU counterparts, see Annex 5 of Terminal Evaluation Report in English.

	Dr. Kaoru TAKARA	Senior Researcher	Dean, Graduate School of Advanced Integrated Studies in Human Survivability, Kyoto University
	Mr. Kazuo ANAZAWA	Observer	Senior Associate Research Supervisor, Department of International Affairs (SATREPS Group), JST
	Ms. Ayako NAMURA	Evaluation Analysis	Consultant, Tekizaitekisho LLC

<Myanmar Side>

Name	Position in the Team	Title
Ms. Nwe Ni	Evaluation	Deputy Director General, Department of Higher Education, Ministry of Education

Period	September 11 to October 1, 2019	Type of Evaluation：Terminal Evaluation

3 Results of Evaluation

3-1 Achievements confirmed through evaluation[16]

(1) Output 1: Development of physics model to evaluate disaster vulnerability. [Achieved already]

The expected outputs are already generated by the Project. The Project developed near-real time data collection system through the installation of observation equipment for meteorological and hydrological data at the five weather stations and the three water level stations in collaboration with Irrigation and Water Utilization Management Department (IWUMD), Department of Hydropower Implementation (DHPI) and Directorate of Water Resources and Improvement of River System (DWIR). The Project also developed the flood inundation model in the Bago River Basin. The Disaster-related Disaster established earthquake vulnerability assessment method and developed the fragility curve. Yangon digital map database was also created. Moreover, the urban development model in Yangon was developed utilizing geographical and building maps. The Transport and Human Mobility analyzed the flow of people and transportation in Yangon using various measuring devices. On the other hand, the Project faced lots of difficulties during the project implementation, particularly the acquisition of data necessary for development and assessment of the models/systems. The researchers had to adjust research approaches based on the available data. Due to these difficulties, the progress of the researches was not as smooth as expected and the schedule of activities was slightly behind, in particular for Earthquake-related Disaster (Building) Group and Transport and Mobility Group. These groups always tried to find alternative sources and proceeded with research activities to minimize the delay. In conclusion, the physics model to evaluate disaster vulnerability was already developed.

(2) Output 2: Development of scenario analysis for assessing future disaster vulnerability. [Achieved already]

Utilizing the results of Output 1, namely physics and urban development models, the Project has developed the scenario analysis system for assessing future disaster vulnerability under Output 2. In particular, water-related disaster vulnerability and earthquake-related disaster vulnerability have been assessed. Also, the first version of earthquake vulnerability map was in 2017 and updated 2019. These systems enable the project stakeholders to assess the future disaster vulnerability in Yangon and the Bago River Basin. In the remaining period, the Project, particularly in the research field in charge of Earthquake-related Disaster (Building) Group, will continue to enhance the accuracy of vulnerability assessment through collecting more reliable data.

(3) Output 3: Development of main roles and activities of research centre for urban safety in YTU to sustain and enhance research activities and human resource development. [To be achieved]

The objective of Output 3 is to strengthen the function as an educational and research university and promote the favorable research environment for YTU through the establishment and strengthening of research center for urban safety, enhancement of education program for specialized person and support for establishment of a consortium. In terms of enhancement of educational program, the Project assisted YTU in upgrading the existing curricula incorporating the subject of disaster risk reduction or introducing new curricula based on the YTU's needs. With regard to the establishment of enabling environment for research activities, the Project made lots of efforts toward the establishment of Remote Sensing (RS)/GIS Research Center (RC) and a Consortium. To date, the framework and outline of RS/GIS RC and a Consortium were defined and discussed. The RS/GIS RC officially launched in October 2018, and since then, RS/GIS RC has started activities providing the training on remote sensing to other university teachers. Since there are several ideas for more

[16] The achievement level was assessed on a four-scale: "achieved already", To be achieved", "to be partially achieved" and "not to be achieved".

training programs, the concrete annual action plan of RS/GIS RC needs to be prepared, including necessary human resources and budget. Toward the establishment of Consortium, "Seminar on Commencement of Activities of Consortium" was organized in 1st of October 2019. At this moment, it is expected that the Government of Myanmar will approve its establishment in December 2019 and the Project will initiate specific activities under the Consortium after its approval.

(4) Output 4: Development of integrated disaster response support system including infrastructure maintenance management with adequate technologies. [To be achieved]

Infrastructure Group proposed infrastructure management and maintenance system/technology for the bridges to MOC and the Disaster Management Support System has been customized and promoted among DDM and GAD. The Near-real-time flood inundation simulation system was also developed on the platform of DIAS which allows the relevant agencies to monitor the meteorological and hydrological data on a nearly real-time basis. The relevant agencies acknowledged the usefulness of these systems and the Project will continue providing the training how to apply the systems to their daily works. One issue to be considered is the localization of the Disaster Management Support System into Myanmar language to promote user-friendliness to the staff of DDM, GAD and townships. Together with this issue, the future detailed action plan to enhance the utilization of the Disaster Management Support System needs to be discussed and compiled.

(5) Project Purpose: YTU understands and develops a Comprehensive Disaster Resilience System and a Collaboration Platform for urban safety in Yangon and Bago. [To be achieved]

The Project has provided the important systems to grasp and simulate disaster-caused damages and to strengthen readiness for a disaster, covering main disaster-related issues such as water-related and earthquake-related disasters, infrastructure and transport and human mobility. Through the project activities, various systems, which can contribute to disaster risk reduction in Yangon and Bago have been developed and enhanced. The Strategic Partners admitted its usefulness according to the interview with them. Since the disaster risk reduction was a new concept for Myanmar and YTU, the fact that the Project brought this concept to YTU and the Strategic Partners is worthy of special mention.

Before the Project, each department of YTU worked individually and did not have ideas to collaborate among one another. Now, the faculty members understand the importance to collaborate among departments of YTU for disaster risk reduction and mitigation, learning that the preparation for a natural disaster requires various technical fields. Through the project activities, YTU teachers have enhanced their research capacities dramatically. As of March 2019, 13 research papers were already accepted by the International journals and it is expected that 28 additional journals will be accepted before the Project is closed. Also, the capacity of disaster risk reduction of Strategic Partners has enhanced dramatically.

To date, five suggestions/proposals using the developed system and technology through the Project were made in water-related disaster (two proposals) and infrastructure management (three reports/recommendations). The Project has developed three systems for disaster resilience system and YTU can operate them. Yangon City Geospatial Dashboard, an interactive platform, is developed, which has functions of data collection, sharing and analysis of geospatial data with the Strategic Partners. It is expected that the web-based technical platform will be developed by December 2019 and a variety of stakeholders including the Strategic Partners, local governments and International and local NGOs will utilize the Dashboard to grasp the current conditions and for decision making for their strategy or any plans.

With regard to the Collaboration Platform, RS/GIS RC was launched in October 2018 to promote research activities for urban safety in YTU. Also, the Project has worked on the establishment of the Consortium, which will be a first collaborative framework among government, academia and industry in Myanmar and enhance the YTU's role and function as the research institute. In this respect, the Project has strengthened the research function and environment of YTU.

(6) Overall Goal: YTU further utilizes the Collaboration Platform to contribute to the urban safety in Yangon and Bago. [Possibility to achieve]

YTU teachers have enhanced their research capacities and learned how to prepare proposals based on the results of researches. Currently, YTU has a plan for policy proposals in the areas of 1) flood management in Bago Region with DMH, IWUMD, DWIR, DHPI and DDM and 2) modification of the national building code and zoning in Yangon for the purpose of better disaster resiliency, with YCDC, Myanmar Engineering Council, MES and Myanmar Geo-science Society (MGS). The important conditions to fulfil this indicator are 1) YTU continues research activities securing the budget, 2) key teachers who have enhanced their research capacities continue research activities at YTU without transferred, and 3) good collaboration with relevant agencies are kept. With regard to development of specialized persons in urban safety sector, RS/GIS RC is taking responsibility to manage and provide the training on various disaster-related subjects not only on remote

sensing but also Disaster Management Support System, and so on.

3-2. Summary of Evaluation Results[17]

(1) Relevance

The relevance of the Project is assessed as high. The Project is highly aligned with the policies of the Government of the Myanmar, which set the strategy of increasing climate change resilience, reducing exposure to disasters and shocks while protecting livelihoods, and facilitate a shift to a low-carbon growth pathway. Myanmar Action Plan on Disaster Risk Reduction 2017 sets an overall target for 2030 and a comprehensive and unified action plan for disaster risk reduction with prioritized interventions across Myanmar until 2020. The Project is in line with the policies of the Government of Japan. The Project corresponds to all of three priority areas, which are set in Basic Policy of Japan's Assistance to Myanmar (April 2012), from the perspective of disaster risk reduction: those are 1) improvement of the living standard of the people, 2) institutional development and capacity development of human resources that would contribute to the social and economic development, and 3) development of infrastructure and systems that enable sustainable development of the country. Moreover, the Project can contribute to all of the four priorities set under the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015 -2030.

Myanmar has experienced severe disasters such as cyclones, storm and floods. Also, the large active fault called Sagaing Fault runs in the middle of the country and caused an earthquake in November 2012. To respond and be prepared well to/for a natural disaster, Myanmar had strong needs of applying science and developing technology to grasp a disaster and assess the vulnerability. The Team concluded that the selection of target counterpart was appropriate since YTU is a top university in a country and specialized in technology and science. Setting the relevant agencies as Strategic Partners were significantly appropriate since the Project needed to have good cooperation with them in terms of sharing the observational data and the existing data necessary for research activities and get them involved in the project activities since they were the primary users of the system which the Project developed.

(2) Effectiveness

The effectiveness of the Project is assessed as relatively high. As described in "3-1. Achievements confirmed through evaluation", the Team concluded that the Project has been effective for YTU to understand and develop a Comprehensive Disaster Resilience System and a Collaboration Platform for urban safety in Yangon and Bago to a great extent. The Project provided YTU teachers with opportunity of exposing world-class research activities and cutting-edge technology, and this has brought their research capacity up dramatically[18].

Concerning a Collaboration Platform for urban safety, the Project was successful in supporting the establishment of RS/GIS RC and has carried out some activities such as providing the classes of remote sensing at YTU and developing various digitalized maps with the cooperation of other groups. Another Collaboration Platform for urban safety, namely the Consortium, is still underway to its official establishment and has not functioned yet as of the terminal evaluation. This is because the concept of Consortium, which is a collaborative framework among government, academia and industry, is entirely new in Myanmar and it takes time to obtain the approval of the Government of Myanmar[19]. Considering these aspects, the Project generated a maximum result of establishing the Consortium.

As for the Comprehensive Disaster Resilience System, the Project needs to focus on some activities to ensure that the Strategic Partners can operate it. These include the localization of the Disaster Management Support System and the preparation of its manual in Myanmar language to promote its usage at the local authorities.

(3) Efficiency

The efficiency of the Project is assessed as moderate. As described in "3-1. Achievements confirmed through evaluation", all planned outputs will be likely to reach the targets. Since the Project mostly utilizes the existing basic systems such as DIAS and Disaster Management Support System which Japanese municipalities already utilize, the Project did not have to develop a system from the beginning and saved the budget for system development. On the other hand, the Project encountered the challenges as follows: 1) it had taken long time to acquire the data necessary for research activities, 2) a concept of Consortium is new to Myanmar which required more time to discuss it, 3) Utilization level of provided equipment was lower than expected: those include GPS and analysis software of microtremor, and English manuals which need to be developed for some of the equipment, 4) JICA's Project Coordinator was absent for the first year due to delay of acceptance

[17] Judged on a scale from "High," "Relatively High," "Moderate (there were some issues)," "Relatively Low," to "Low".
[18] The number of research papers accepted is shown in "(5) Project Purpose, 3-1. Achievements confirmed through evaluation".
[19] According to the interview with YTU and Japanese researchers.

procedure in Myanmar side, 5) these was difficulty in allocating suitable counterpart for Infrastructure Group and 6) discussion on research activities were not smooth in the first half of the project term. In sum, the Team concluded that project efficiency is moderate.

(4) Impact

Recognizing the impacts such as 1) there are various collaboration with other JICA projects and 2) the project output will be taken over to another new JICA's project (the monitoring system of the bridge will be applied to the construction of new Bago Bridge), the Team concluded that there is a possibility to achieve the Overall Goal if YTU continues and upgrades the research activities after the Project is closed. For continued research activities at YTU, the issue to secure the research funds is one of the crucial issues meaning whether project impact is generated significantly depends on the financial issue. In this term, it is vital that the Consortium is firmly established and its research activities through the Consortium are active. Another important issue is the continued enhancement of research capacity of YTU. While the Project was effective to enhancing YTU's research capacity, further external assistance to enhance research capacity consciously is needed to generate project impact.

(5) Sustainability

The sustainability of the Project is assessed as moderate.

■ Policy and institutional perspectives [High]

Policy environment in relation to disaster risk reduction has been favorable to date as stated in "(1) Relevance". It seems that MOE will introduce a new policy to give universities a certain level of power of autonomy (semi-autonomy). When it is realized, this policy will assist YTU in keeping the teachers who enhanced their capacity through the Project staying at YTU and ensuring project sustainability.

■ Organizational perspectives [Moderate]

In regard to the organizational aspect, the concerned issue is the teachers' relocation among universities which is yearly conducted based on the policy of MOE. The key teachers of YTU who have enhanced the research capacities through the project activities need to keep staying at YTU to ensure the organizational sustainability; however, they have to follow the MOE's decision for personnel relocation. Also, as other universities in Myanmar face, the number of teachers at YTU is not sufficient[20] and YTU needs a greater number of teachers and researchers to promote research activities. Since this also depends on the government decision, it is expected that the number of teachers and researchers will be increased in the future.

■ Financial perspectives [Moderate]

It is uncertain whether YTU can secure the budget for research since in Myanmar, not a large budget is allocated for the universities. YTU can allocate approximately 25 thousand USD annually for researches[21]. Since the budget for maintenance of equipment is limited at YTU and the Strategic Partners, this issue also affects the financial sustainability. Thus, The Project has worked on the establishment of the Consortium, through which it is expected to acquire research fund for YTU; however, its official establishment is still underway since the official approval of the Government of Myanmar for consortium's establishment is required to obtain research fund at the Consortium. The ICUS of The University of Tokyo has a plan to set up a base of research at YTU promoting collaborative researches in Myanmar and the plan and budget were approved in September 2019. At this moment, The University of Tokyo and YTU are examining how to make a remittance of research funds to YTU. Once the mode of remittance is identified, this research fund will greatly support YTU's research activities.

■ Technical perspective [Moderate]

The knowledge and technology transferred by the Project have been well accepted by the Myanmar counterparts and the project's Strategic Partners. While it is expected that the knowledge and skills enhanced by the Project will be transferred to other teachers and students, the capacity of YTU needs to be enhanced continuously and advance for world-class research activities further. In this term, still YTU needs external support for continued capacity enhancement of research activities. There is a concern about the maintenance of equipment. As described "(3) Efficiency", the English manuals for some of the provided equipment need to

[20] According to the interview with YTU, the approved number of staff at YTU is 953; however, the total number of personnel is 620 now. Among 620, the teachers are 320. Also, there is a rumor that MOE may introduce autonomy of university in the late of 2020, allowing the universities to have authority over personnel issues. If this is realized, YTU may secure a more number of teachers in the future.

[21] According to the interview with YTU.

be prepared to ensure the technical sustainability. Besides, the repair of equipment is a challenging issue. Currently, the Project is compiling the detailed information about equipment to ensure the technical sustainability. It is also expected that the continued support from ICUS of The University of Tokyo will be extended to YTU in the future. In sum, technical sustainability is assessed as moderate.

3-3. Factors Promoting Project Effects

(1) Factors concerning to Planning

- While this is not precisely contributing to project effects, the Project integrated an activity of establishing a consortium, which is a collaborative framework among university, government and industry, into the project component. The Project aimed to ensure project sustainability by developing the fundraising mechanism in the consortium and prepare a place to put the research outcomes of the Project into effect in the society. It is true that a concept of the consortium was entirely new to Myanmar and it was a very challenging effort to establish it in Myanmar; however, a plan of ensuring the project sustainability and social application of research outcomes is very innovative and worthwhile to put into practice.

(2) Factors concerning to Implementation

- In the Water-related Disaster Group, the Japanese researchers, YTU counterparts and Strategic Partners such as Department of Meteorology and Hydrology (DMH), DWIR, IWUMD, DHPI and Department of Disaster Management (DDM) have good collaboration and motivation toward the enhancement of technology and monitoring system, which contributed to bringing good results of research activities.

3-4. Factor Inhibiting Project Effects

(1) Factors concerning to Planning

- While this is not affected the degree of achieving the project effects, the targets set for the Project seem to be high to accomplish them in the five years, considering that a concept of the consortium, a collaborative framework involving industry, is entirely new to Myanmar and less research experience of YTU's teachers.

(2) Factors concerning to Implementation

- The Project faced the difficulty in the acquisition of data necessary for the development and assessment of the models/systems. Due to this difficulty, the researchers had to adjust research approaches based on the available data, and the schedule of activities was slightly behind, in particular for Earthquake-related Disaster (Building) Group and Transport and Mobility Group. Although it did not affect the decree of achieving the project effects, this affected the degree of model accuracy to some extent.

3-5. Conclusion

In sum, the Project has been successfully implemented, and the Team found that YTU understands and develops a Comprehensive Disaster Resilience System and a Collaborative Platform for urban safety in Yangon and Bago referring to the targets set as the indicators of PDM. All of the planned outputs are likely to be delivered as described "3-1 Achievements confirmed through evaluation". Through project activities, the YTU teachers and students have enhanced knowledge and skills of research activities. The Strategic Partners also increased their capacity of pursuing their tasks utilizing the system developed by the Project. To strengthening a collaborative platform for urban safety, the Project was successful in establishing RS/GIS RC at YTU. The Project is a very unique and tackling a challenging issue since it attempts to establish a collaborative framework among government, academia and industry in Myanmar. Since this concept is entirely new to Myanmar, lots of time and efforts had to be spent on the related activities. Although the establishment of this framework is still underway, this effort is worth mentioning.

The Project highly met the needs of Myanmar and the Project aligns with the policies of the Governments of Myanmar and Japan. Also, the selection of target groups was appropriate. In this respect, the project relevance was assessed as high. The project was effective for YTU to understand and develop a Comprehensive Disaster Resilience System and a Collaborative Platform for urban safety in Yangon and Bago as the Project Purpose is likely to be achieved by April 2020. The efficiency is assessed as moderate since several factors influencing the project progress were identified, although those have not affected the achievement level of the project outputs. With regard to impact, the Team assessed that these is a possibility to generate impact if some conditions are satisfied (at this moment, it is difficult to judge if the impact will be generated). It highly depends on the availability of research funds and activity level of the Consortium. Overall assessment of sustainability is moderate. The policy and institutional sustainability are likely to be ensured; however, the sustainability in terms of organizational, financial and technical aspects are assessed as moderate since the

Team found several concerns which may degrade the sustainability.

3-6. Recommendations

Recommendations before the Project is closed

Based on the findings from project performance and results of the evaluation, the Team recommends that the Project take the following measures, before the project term ends, to maximize the project effects and ensure the project sustainability.

(1) Strengthen the organizational capacity of RS/GIS RC.

It is recommended that YTU decide more details such as the members of the management committee, allocation of staff, and how to secure research funds, what services and outputs which RS/GIS RC can offer, and collaboration protocol to promote research activities with the Strategic Partners and other institutes. These issues need to be examined considering the policy of the university's semi-autonomy to be introduced in October 2020. Besides, it is recommended that the specific activity plan of RC in the remaining cooperation period/the future be prepared in the written documents. This also contributes to review the activities of RC and enhance its function and role. The activity plan should include the subjects of training, target group, and date to be organized. The plan of research activities should be included in the activity plan as well.

(2) Strengthen the maintenance system to secure long-term usage of equipment provided.

As explained in "(3) Efficiency", the maintenance including repair of provided equipment is a challenging issue in YTU and the Strategic Partners. Currently, the Project is compiling the detailed information about equipment, including name, purpose, stored place, availability of manuals, and contact of equipment. It is expected that YTU and the Strategic Partners will make maximum efforts to keep the lifetime of equipment longer with proper maintenance work. For this purpose, it is recommended that the Project immediately begin preparing the English manuals for the equipment along with the list of equipment which the Project is currently compiling. It is also expected that YTU and the Strategic Partners will allocate a certain amount of budget for maintenance and repair for equipment handed over by the Project. Also, utilization of 50 set GPS, which are not in use now, should be considered.

(3) Localize the Disaster Management Support System and preparation of the operation manual of the system.

The staff at DDM, GAD, YCDC, township and other stakeholders are the primary users of the Disaster Management Support System and need assistance to understand English. Since the interface of the system is currently operated in English, it is better to localize it in Myanmar by the end of the project term in order to promote their understandings and make the system user-friendly. Since the volume of the system is very large, the Team recommends that the flowchart and the crucial parts, which are useful for stakeholders above-mentioned, be translated into Myanmar language considering the available amount of the project budget. Besides, the operation manual, which is in preparation by YTU, should be completed soon and use it in training to be provided for GAD and townships. It is recommended that the feedback from participants on the manual be gained and YTU revise it.

(4) Continue trial activities of the Consortium as many as possible until the end of the Project.

It is expected that the establishing the Consortium will be approved in December 2019. Since it is very important to accumulate results or achievement as the activities under the Consortium, the discussion what technical services that YTU can offer to government and industry should be presented and explained to the members of Consortium. Besides, it is expected that the approach and consultation from the Strategic Partners to YTU will be further promoted.

(5) Make sure the utilization of the systems developed by the Project at the Strategic Partners.

As mentioned earlier, YTU has a plan to provide intensive training on the Disaster Management Support System to young officers of DDM, GAD and townships, and YCDC. The Water-related Disaster Group also has a plan to organize another high-level meeting and discuss the effective utilization of the Near-real-time flood inundation simulation system. It is expected that these meeting and training will be held as planned and make sure the practical usage of the developed system. Similarly, the utilization of other systems developed by the Project including the Yangon City Geospatial Information Dashboard will be ensured before the Project is closed.

Recommendations after the Project is closed.

The Team recommends that YTU and MOE take the following measures to maintain the project effects and realize the overall goal of the Project after the project term ends.

(1) Recommendation to YTU

Promote the research activities at YTU continuously.

It is very important to continue the research activities and promote them further at YTU applying knowledge and skills enhanced through the project activities. It is expected that YTU teachers and students submit the academic papers for international journals and present the research results at the Myanmar Society of Civil Engineers established in 2019. Moreover, it is recommended that YTU conduct these research activities based on the needs of the Consortium members and enhance collaborative activities with public and private sectors. This will contribute to accumulating more results and achievements as the Consortium's activities, which demonstrates its significance and create a virtuous cycle of fundraising for research activities.

(2) Recommendation to MOE

It is recommended that MOE facilitate YTU to boost the status of a leading research institute under the Consortium.

第１章　合同終了時評価調査の概要

１－１　調査団派遣の背景

「ミャンマーの災害対応力強化システムと産学官連携プラットフォームの構築プロジェクト（以下、「本プロジェクト」という）は、地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development: SATREPS）として実施されているプロジェクトであり、JICA と科学技術振興機構（Japan Science and Technology: JST）の支援をうけて東京大学とヤンゴン工科大学（Yangon Technological University: YTU）によって実施されている。本プロジェクトは、ヤンゴンおよびバゴーを対象として、都市安全に関する災害対応力強化システムおよび産学官連携プラットフォームの構築を目標に 5 年の計画で 2015 年 4 月に開始された。2020 年の 4 月に本プロジェクトが終了するため、終了前の 2019 年 9 月にプロジェクトの実績を確認するとともに評価 5 項目についてプロジェクトを評価し、その結果を踏まえて提言と教訓をまとめることとなった。

１－２　調査目的

本終了時評価調査の目的は以下のとおり。

(1) 本事業の討議議事録（Record of Discussions : R/D）、プロジェクト・デザイン・マトリックス（Project Design Matrix : PDM）および活動計画（Plan of Operation : PO）に基づいて、これまでのプロジェクト活動の進捗状況、成果、目標の達成見込みを整理・確認する。

(2) 評価 5 項目（妥当性、有効性、効率性、インパクト、持続性）の観点からプロジェクトを評価する。

(3) 上記の（1）と（2）の結果を踏まえ、プロジェクトの残り期間において重点を置くべき活動や取り組むべき課題、プロジェクト終了後の成果の活用・持続性に関する提言を取りまとめ、カウンターパート機関と協議する。教訓も抽出する。

(4) 上記の調査結果を関係者間で合意し、協議議事録としてまとめ署名する。

１－３　調査団の構成

［日本側］

氏　名	担当業務	所　属
岩井　伸夫	総括	JICA ミャンマー事務所 次長
小野　済	評価計画	JICA 地球環境部 防災第一チーム
寶　馨	研究主幹	京都大学 大学院総合生存学館（思修館）学館長 （科学技術振興機構(JST)）
穴沢　和夫	オブザーバー	科学技術振興機構（JST）SATREPS グループ
南村　亜矢子	評価分析	合同会社 適材適所

［ミャンマー側］

氏　名	担当業務	所　属
Ms. Nwe Ni	評価	Deputy Director General, Department of Higher Education, Ministry of Education

１－４　調査日程

合同終了時評価調査は、2019 年 9 月 10 日から 10 月 2 日の日程で実施された。詳細は、合同終了時評価調査報告書の Annex1 を参照。

１－５　プロジェクトの概要

１－５－１　プロジェクトの背景

ミャンマー連邦共和国（以下、「ミャンマー」という）では風水害が多く発生しており、2008 年のサイクロン・ナルギスによりヤンゴンやイラワジデルタで洪水が発生した他、2010 年および 2011 年にバゴー川流域、2013 年にミャンマー南東部の 4 州で大規模な洪水が発生した。また、国内に活断層が複数存在し、ヤンゴン、マンダレー、首都ネピドーなどの主要都市がザガイン断層上または近傍に位置する。ミャンマーは、近年の民主化の動きを受けて経済活動が活発化しており、今後の成長が期待されているが、急激な国土開発、都市開発に伴う都市人口の拡大と産業・居住空間の拡大により、災害リスクの増大が懸念されている。現在の社会基盤施設では災害抑止が困難である他、災害への備えを行う体制、人材、情報などが十分に整っていない。また、総合的な災害対応能力の強化のためには、産学官の緊密な連携が必要であるが、現状においては産学官のそれぞれの取組が十分でない上、産学官の連携がなされておらず、防災対応能力の強化に支障を及ぼしている。

ヤンゴン工科大学は 1988 年の全国的な民主化要求デモを受け、閉鎖と再開が断続的に繰り返され、2000 年以降は大学院のみの運営となっていた。2011 年の民政移管に伴い、2012 年末に学部教育が再開したが、十分に防災分野の研究および人材育成を行う体制となっていない。こうした状況を受け、ミャンマーの安全な都市の形成を通じて安定的な経済成長に貢献すべく、同国の災害対応力を強化するシステムの開発およびそれを実現するための産学官の連携プラットフォームの構築を目的とした「ミャンマーの災害対応力強化システムと産学官連携プラットフォームの構築プロジェクト」（地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム : SATREPS）が要請された。

１－５－２　プロジェクトの概要

プロジェクト名 :	ミャンマーの災害対応力強化システムと産学官連携プラットフォームの構築プロジェクト
協力期間 :	2015 年 4 月～2020 年 4 月（5 年間）
プロジェクトサイト :	ヤンゴンおよびバゴー流域

実施機関と主なカウンターパート：	• 教育省高等教育局（Department of Higher Education (DoHE), Ministry of Education (MOE)） • ヤンゴン工科大学（Yangon Technological University：YTU）
戦略的パートナー (Strategic Partner)	• 社会福祉・救済復興省防災局（Department of Disaster Management (DDM), Ministry of Social Welfare, Relief and Resettlement (MoSWRR)） • 運輸通信省気象水文局（Department of Metrology and Hydrology (DMH), Ministry of Transport and Communication (MOTC)） • 運輸通信省水資源河川系改善局（Directorate of Water Resources and Improvement of River System (DWIR), MOTC） • 建設省公共事業局（Public Works Department (PWD), Ministry of Construction (MOC)） • 農業畜産潅漑省潅漑水利用管理局（Irrigation and Water Utilization Management Department (IWUMD), Ministry of Agriculture, Livestock and Irrigation (MOALI)） • 建設省都市住宅開発局（Department of Urban Housing Development (DUHD), MOC） • ヤンゴン市開発委員会（Yangon City Development Committee (YCDC)） • 電力エネルギー省水力発電改善局（Department of Hydropower Implementation (DHPI), Ministry of Electricity and Energy (MOEE)） • マンダレー工科大学（Mandalay Technological University (MTU)） • ミャンマー工学会（Federation of Myanmar Engineering Society (MES)） • ミャンマー地震委員会（Myanmar Earthquake Committee (MEC)） • ミャンマー地球科学会（Myanmar Geo-science Society (MGS)）
プロジェクト内容：	
上位目標：	YTU がヤンゴン・バゴー地域での都市安全に貢献するために産学官連携プラットフォームを有効利用する。
プロジェクト目標：	YTU がヤンゴン・バゴー地域の都市安全に係る災害対応力強化システムと産学官連携プラットフォームを理解・発展させる。
成果：	成果 1：災害脆弱性評価のための物理モデルの開発
	成果 2：将来の災害脆弱性を評価するシナリオ分析システムの開発
	成果 3：研究活動と人材育成の維持・向上を目的とした YTU 都市安全研究センターの主な役割と活動の策定/発展
	成果 4：適切な技術を備えたインフラ整備管理を含む総合災害対応支援システムの開発

第２章　評価の方法

２－１　評価の方法

(1)　合同終了時評価調査の手法

本合同終了時評価調査は、プロジェクトサイクル・マネジメント（Project Cycle Management）手法で用いられるプロジェクト・デザイン・マトリックス（PDM）を活用して、以下の手順で実施された。

1) PDM に基づいて評価の枠組みをデザインする（評価グリッドの作成）。

2) プロジェクトの実績と実施プロセスを中心としたデータを収集する。

3) 「妥当性」「有効性」「効率性」「インパクト」「持続性」の観点（評価 5 項目、詳細は後述）から収集データを分析する。

4) 分析結果からプロジェクトの残りの実施期間の活動に対する提言と類似案件へ活用できる教訓をまとめる。

(2)　主な調査項目とデータ収集方法

調査項目は、プロジェクトの実績、実施プロセスの確認、評価 5 項目の観点による評価に分けられる。

1）　プロジェクトの実績の確認

プロジェクトの投入実績、活動実績、成果（アウトプット）の現状、プロジェクト目標と上位目標の達成見込みを確認・検証する。

2）　プロジェクトの実施プロセスの確認

プロジェクトの実施過程を確認する。主な調査項目は、プロジェクトを円滑に実施するために工夫された点、モニタリングシステムの有無、プロジェクト関係者間の連携状況などである。

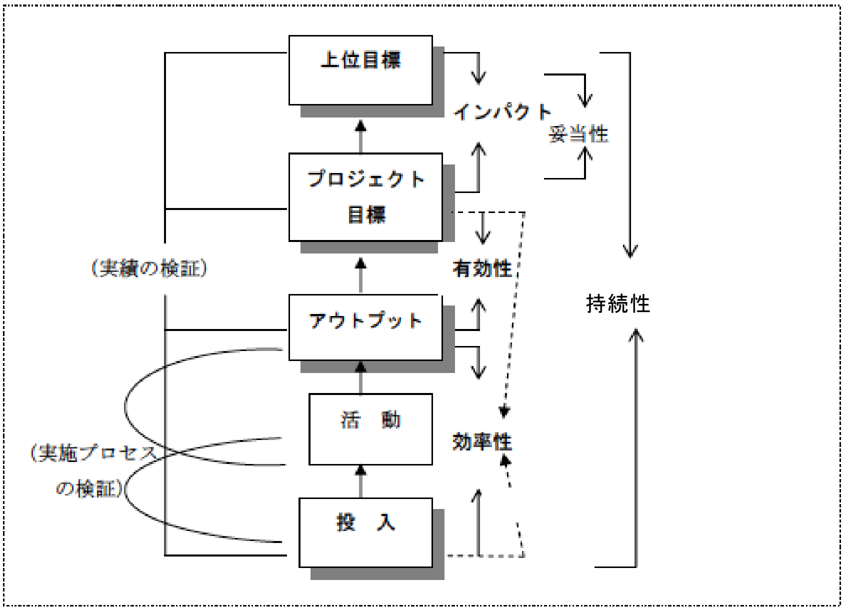
3）　評価 5 項目に基づく分析

プロジェクトの実績と実施プロセスの確認を通じて収集した情報を元に、評価 5 項目の 1）妥当性、2）有効性、3）効率性、4）インパクト、5）持続性の観点からプロジェクトを評価する。各評価項目の主な視点は次のとおり。

表 1 評価 5 項目と主な視点

妥 当 性	開発援助事業目標が、受益者の要望、対象国のニーズ、地球規模の優先課題およびパートナーやドナーの政策と合致している程度など、援助事業の正当性・必要性を問う。
有 効 性	開発援助の目標の達成度合を測る尺度。プロジェクトの実施により、ターゲットグループに便益がもたされているかを検証し、プロジェクトが有効であるかどうかを判断する。
効 率 性	インプットに対するアウトプット（定性ならびに定量）を検証する。プロジェクトの資源の有効活用という観点から効率的であったかどうかを検証する。
インパクト	開発援助事業による貢献が期待されているより高次の目標（上位目標）の達成見込みを検証する。また開発援助によってもたらされる、より長期的・間接的な効果や波及効果をみる。
持 続 性	援助事業の終了後、プロジェクトで発現した効果が持続するかを問う。

出所：2010 年 6 月「新 JICA 事業評価ガイドライン第 1 版」および 2016 年 5 月「JICA 事業評価ハンドブック（Ver.1.1）をベースに加筆。



出所：2004 年 2 月「プロジェクト評価の手引き～改訂版 JICA 評価ガイドライン」より

図 1：PDM と 5 項目評価の関係

２－２　情報収集方法

(1)　既存資料のレビューと分析

プロジェクトに関する以下の既存資料をレビューし、情報分析に活用した。

［既存資料］

- R/D —2015 年 4 月 9 日に署名・交換

- 改定討議議事録（Amended R/D）— 2018 年 5 月 10 日に署名・交換
- PDM－2015 年 1 月時点、改定 PDM— 2017 年 10 月付
- 案件概要表
- 詳細計画策定結果 — 2014 年 10 月
- プロジェクト・モニタリングシート（1 号～7 号）
- JST 実施報告書（2014 年度～2018 年度、終了報告書案）
- 合同調整委員会（Joint Coordinating Committee : JCC）プレゼンテーション資料、JST セミナー資料、プロジェクト作成資料など

(2)　プロジェクト関係者への質問票の配布

現地調査に先立ち、評価分析団員がプロジェクトの実績、実施プロセス、評価 5 項目に関する質問票を作成して事前に日本側研究者、YTU、戦略的パートナーに配布し、現地調査開始前あるいは調査中に回収した。また、ミャンマー渡航前に日本側研究者へヒアリングを実施し、研究活動やこれまでの成果、実施プロセス等に関する意見などを聴取した。

(3)　プロジェクト関係者に対するインタビューの実施

現地調査では回収した質問票の結果をベースにプロジェクト関係者へ個別にインタビューを実施し、プロジェクトの実績・実施プロセスを確認した。

(4)　合同終了時評価調査報告書の作成と内容についての合意

合同終了時評価調査の結果を「合同終了時評価調査報告書（英文）」としてまとめ、ミャンマー側と結果を協議し、合同終了時評価調査の結果に関する協議議事録の署名・交換を行った。

第３章　プロジェクトの実績

３－１　投入の実績

３－１－１　日本側の投入

(1)　日本側研究者/専門家

プロジェクト開始から 2019 年 9 月までに 40 人の日本側研究者がミャンマーに派遣されており、派遣日数は 2,473 日（82.47M/M）にのぼる。日本側研究者が従事した分野は表 2 に示すとおり各研究者は 1 つないしは複数の研究グループに配置され、活動を実施した。各グループで任命されたリーダーは、グループの活動の進捗や研究活動をモニタリングし、担当グループの研究が円滑に進むよう管理する責務を負っている。プロジェクトの調整員が 2 人配置され、YTU、戦略的パートナーおよびその他関係機関との調整業務、調達業務、JCC の開催等の様々な業務を担当している。日本側研究者/専門家の合計投入量は、134.30M/M である。（詳細は合同終了時評価調査報告書（英文）の Annex 6 参照。）

表 2：日本側研究者/専門家の派遣実績

分野	回数	人数	日数	M/M
[短期専門家*] (2019 年 9 月まで)				
研究リーダー	19	1	117	3.90
災害対応システムグループ	23	2	106	3.53
水災害グループ	90	9	576	19.20
インフラグループ	77	10	400	13.33
交通グループ	39	7	258	8.60
GIS グループ	11	1	60	2.00
建物グループ**	114	10	957	31.90
短期専門家 小計	**373**	**40**	**2,473**	**82.47**
[長期専門家] (2020 年 4 月まで)				
業務調整	2	2	1,555	51.83
日本側研究者/専門家 合計	**375**	**42**	**4,029**	**134.30**

出所：プロジェクト事務所
注*: 6 人の研究員が他グループの業務も兼任しているため、その場合は主に従事しているグループで派遣日数をカウントしている。
注**: このうち 2 人の研究員は、調整業務も兼務している。

(2)　本邦研修

本邦研修は、プロジェクト開始から 2019 年 9 月までに YTU および戦略的パートナーの延べ 33 人（合計 86.03 M/M）が参加した。（詳細は合同終了時評価調査報告書（英文）の Annex 7 参照。）

表 3：本邦研修の実績

年度	参加者数	日数	MM	受入れ大学・機関
2015	12	30	12.0	東京大学 水災害・リスクマネジメント国際センター 防災科学技術研究所
2016	15	123	61.5	東京大学
2017	4	80	10.7	東京大学
2018	2	28	1.9	東京大学
合計	33	261	86.03	

出所：プロジェクト事務所

(3)　現地活動費

プロジェクト開始から 2019 年 7 月までに日本側から支出された現地活動費は、30 万 4712 米ドルである[22]。（詳細は、合同終了時評価調査報告書（英文）の Annex 8 参照）

表 4：JICA 負担の現地活動費

（単位: 米ドル）

2015 年度	2016 年度	2017 年度	2018 年度	2019 年度*	合計
48,279	71,029	77,237	90,179	17,988	304,712

出所：プロジェクト事務所
注：2019 年度は 2019 年 4 月から 7 月分の合計である。

(4)　供与機材

プロジェクト開始から 2019 年 7 月までに合計 79 万 8730 米ドルが供与機材に支出された。主な供与機材は、UPS、3D スキャナー、加速度計測システム、動的ひずみ等計測システム、赤外線サーモグライフィカメラ、スマートフォン、構造物診断用非接触振動測定システム、常時微動計、気象・水位計センサーなど、プロジェクトの活動に必要な機材が供与された。（詳細は、合同終了時評価調査報告書（英文）の Annex 9 参照）

３－１－２　ミャンマー側の投入

(1)　カウンターパートの配置

プロジェクトのカウンターパートおよび戦略的パートナーは以下に示すように配置され、日本側研究者/専門家と共に研究活動を推進してきた。カウンターパートの詳細は合同終了時評価調査報告書（英文）の Annex 5 に示すとおりである。

表 5：ミャンマー側のカウンターパート/戦略的パートナーの配置

プロジェクトにおけるポジション	組織・部署
プロジェクト・ダイレクター：	教育省高等教育局 局長 （Director General of Department of Higher Education (DoHE), Ministry of Education (MOE)
プロジェクト・マネジャー：	YTU 学長（Rector of YTU）

[22] 現地活動費は、米ドル、日本円、ミャンマーチャット、タイバーツで支出されていたため、全通貨を米ドルに換算した。適用した為替レートは次のとおり。OANDA：2015 年度：MMK1＝ USD 0.00065, JPY 1= USD 0.00889、THB 1= USD 0.02832（2016 年 3 月）、2016 年度：MMK 1＝ USD 0.00072（2017 年 3 月）、2017 年度：MMK 1＝ USD 0.00074（2018 年 3 月）、2018 年度：MMK 1＝ USD 0.00066（2019 年 3 月）、2019 年度：MMK 1＝ USD 0.00065（2019 年 7 月）

プロジェクトにおけるポジション	組織・部署
アシスタント・プロジェクト・マネジャー/研究主任：	YTU 副学長　(Pro-rector of YTU)
カウンターパート：	(1) 災害対応支援システムグループ： • YTU 建築学科 • YTU 土木工学科 • YTU 工学地盤学科 • MES (2) 水災害グループ： • YTU 土木工学科 • DMH • DWIR • IWUMD • DHPI (3) インフラグループ： • YTU 土木工学科 • MOC 橋梁部 • MTU (4) 交通グループ： • YTU 土木工学科 (5) GIS グループ： • リモートセンシング(RS)/GIS リサーチセンター • YTU 土木工学科 (6) 建物グループ： • YTU 土木工学科 • YTU 建築学科 • YTU 工学地盤学科 • YCDC 都市計画課 • YCDC 橋梁課 • YCDC 建物課 • 地震工学学会（Fed. of MES）

(2)　施設等

- 日本側研究者と専門家、ナショナルスタッフの事務所スペースは、YTU 内に設置され、事務所の水道・光熱費はミャンマー側によって負担されている。事務所には、ミニ講義室や研究員の事務スペースもある。

- YTU によって RS/GIS リサーチセンターの設置場所も提供された。

(3)　プロジェクト活動費

- プロジェクト開始から 2019 年 7 月までに 407 万 MMK（ミャンマーチャット）が YTU より支出された。これには、ヤンゴン港より YTU までの機材輸送費、税関事務所での保管費等の供与機材の通関手続きに関する費用が含まれている。

- IWUMD と DWIR は、それぞれ Tawa Sluicegate と Dagon Bridge の水位計設置の基礎工事に約 320 万円を支出した。DHPI も Zaung Tu Dam における水位計設置のために必要となる土地を提供した。

表 6：YTU が支出したプロジェクト活動費

（単位：MMK）

項目	JFY 2015	JFY 2016	JFY 2017	JFY2018	JFY 2019	Total
旅費	0	0	0	0	0	0
会議費	682,230	633,555	0	0	31,500	1,347,285
その他	15,000	728,240	1,678,428	300,000	0	2,721,668
合計	697,230	1,361,795	1,678,428	300,000	31,500	4,068,953

出所：プロジェクト事務所
注：2019 年度は 2019 年 4 月から 7 月分の合計である。

３－２　成果（アウトプット）の達成度

プロジェクトの開始から終了時評価調査時点までの成果（アウトプット）の達成度と、プロジェクト期間終了までの達成見込みは次に示すとおりである。なお、アウトプットの達成度は、「達成済」、プロジェクト期間終了までに「達成見込み」「一部達成見込み」「達成されない見込み」の 4 段階で示した。

(1)　成果 1

成果 1:	災害脆弱性評価のための物理モデルの開発
指標	1-1. 対象地域の気象・水文観測、構造物の性能評価、人・交通監視能力の向上、研究分野における水文学・洪水浸水モデルが開発される。
	1-2. 地震脆弱性評価手法が確立される。ヤンゴンデジタル地図データベースが作成される。
	1-3. 調査対象地域における都市発展モデルが開発される。

指標 1-1. 対象地域の気象・水文観測、構造物の性能評価、人・交通監視能力の向上、研究分野における水文学・洪水浸水モデルが開発される。[達成済]

水災害グループは、IWUMD、DHPI、DWIR との協力の下、次表に示したようにバゴー川流域に気象計を 5 ヶ所、水位計を 3 ヶ所設置した。

表 7 バゴー川流域に設置された気象計・水位計

機材	名称	設置日	所管
AWS	Zaung Tu Weir	2016 年 3 月	IWUMD
AWS	Aunag Tu Dam	2017 年 4 月	DHPI
AWS	Salu Dam	2017 年 4 月	IWUMD
AWS	Shwe Laung Dam	2017 年 4 月	IWUMD
AWS	Tawa Sluicegate	2018 年 2 月	IWUMD
AHS	Tawa Sluicegate WL	2017 年 5 月	IWUMD
AHS	Zaung Tu Dam WL	2019 年 2 月	DHPI
AHS	Dagon Bridge WL	2019 年 1 月	DWIR

出所：JST 終了報告書案（2019 年 7 月）
注: AWS: 気象計（Automatic Weather Station）
AHS: 水位計（Automatic Hydrologic Station）
WL: 水位計

本プロジェクトで設置したテレメトリーシステムにより、これらの気象・水文観測機器が観測するデータは、YTU のサーバーへ自動配信され、更に関連省庁でもデータを受信できるようになった。このシステムが導入される前は水位および雨量データは観測した個々の機関によって集約されていたが、同システムによりミャンマー国内で最も高密かつ詳細な気象・水文観測網が構築されるとともに、ミャンマー国内で洪水期にリアルタイムで水位を自動観測することができる数少ない流域となった。さらに水災害グループでは、衛星画像データ、河川断面測量の既存データ、バゴー川の上流から下流にかけての河川断面測量調査を実施し、高空間解像度の地形データ（Digital Elevation Model）を独自で作成した。作成されたデジタル地図や情報は、YTU の RS/GIS リサーチセンター内に設置されたサーバーに格納されている。

なお、指標 1-1 に記載されている「構造物の性能評価」と「人・交通監視能力の向上」は、次の指標 1-2 および 1-3 の達成度で述べる。

指標 1-2. 地震脆弱性評価手法が確立される。ヤンゴンデジタル地図データベースが作成される。[達成済]

建物グループでは、地震被害に関する過去の既存資料のレビューおよびレーザースキャナ、ドローン、デジタルカメラ等を活用した建物データ調査によって、地震脆弱性評価を実施するための情報を収集した。さらに、2016 年にはヤンゴン市の 4 つのタウンシップ[23]で建物の構造物・高さに関する調査を実施し、衛星画像解析から得られた物体の高さの空間分布を示す Digital Building Model（BDM）から建物のみの BDM データを抽出したデータも活用して、ヤンゴンの建物の特性を特定し、2016 年には RC 建物の被害関数を構築した。その後、被害関数は 2017 年、2018 年に新たに得た情報をベースに精度の向上が図られている。2018 年には建物倒壊危険性評価（ハザードマップ）を作成する上で必要な建物倒壊リスクの評価が実施され、簡易木造（Timber）や高床式の家・竹材の家の被害関数も作成されており、被害関数の精度の高度化が図られている。

建物グループでは、地盤データを入手して地盤増幅率図を作成するために 2017 年に Central Business District において、143 地点の常時微動データを取得すると共に、ヤンゴン市を広くカバーする 120 ヶ所で常時微動測定を実施した。プロジェクトでは、YCDC が保有している地盤調査結果の提供を YCDC に依頼中であるが、このデータが入手できれば、現在の地盤増幅率図が更新され、より精度の高いマップを作成できることになる。これに加え、プロジェクトでは表 8 に示すような地図情報のデータベースが作成されており、RS/GIS リサーチセンターのサーバーに格納されている。建物グループのヘリテージ・チーム[24]は、ヤンゴン市の歴史的建造物における地震被害について研究を進めており、プロジェクトで作成された歴史的建造物の設計図や収集された情報を編纂して冊子としてまとめる予定である。

[23] サンチャウン、ラタ、パベダン、ラインタウンシップ。
[24] 建物グループがカバーする範囲が広いため、プロジェクト開始後にグループ内に建物チーム、ヘリテージ・チーム、都市計画チーム、地盤チームの 4 つのグループが設置された。

表 8 建物グループによって作成されたデジタル地図

タウンシップ	作成された地図
1. Lanmataw 2. Lathar 3. Pabedan 4. Kyauktada 5. Pazundaung 6. Botahtaung 7. Mingalartaungnyunt 8. Dagon 9. Ahlon	1. Potential Soil Amplification Map 2. Fundamental Frequency of Underlying Soil Map 3. Predominant Period of Underlying Soil Map 4. Soil Thickens Map 5. Vs30 Map 6. Peak Ground Acceleration Map 7. Peak Ground Velocity Map 8. Spectral Response Acceleration

出所：プロジェクト事務所

指標 1-3. 調査対象地域における都市発展モデルが開発される。[達成済]

2016 年にプロジェクトは、これまでプロジェクトによって作成された地形図や建物分布図等[25]を用いてヤンゴンの都市発展モデルの構築を開始した。このモデルによって、2040 年までの 30 年後の都市の発展を予測することが可能になった。このモデルでは、洪水や地震、新規道路・橋梁などのインフラ開発などの様々な条件を入力してシミュレーションすることが可能である。同モデルは、地方政府がヤンゴン市の都市開発を計画する際に、マクロな観点から計画できる重要なツールのひとつになると期待される。

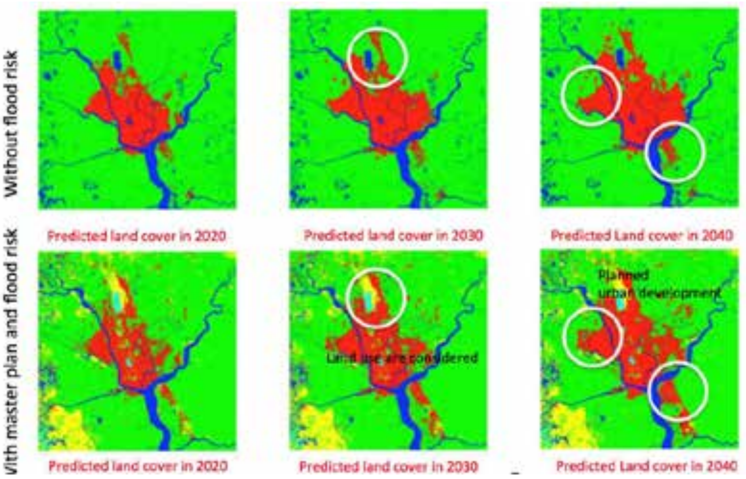


図 2 2040 年までのヤンゴンの都市発展予測結果

出所：JST 終了報告書案

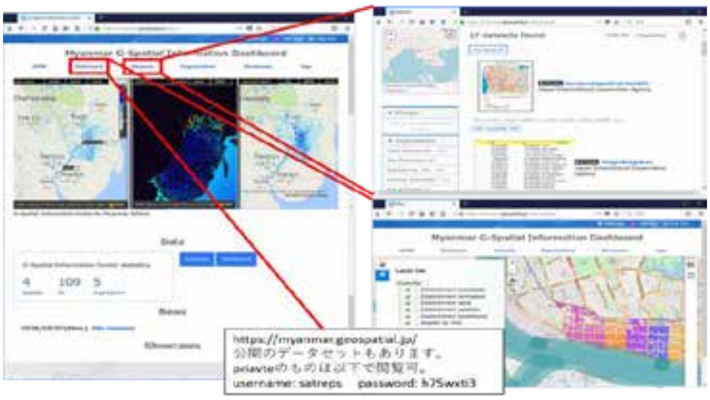
交通グループでは、ミャンマー郵電公社（Myanmar Posts and Telecommunications: MPT）の協力の下、ヤンゴンにおける道路交通網と人の流れをリアルタイムで把握するために、携帯電話基地局の利用状況（CDR データ）を用いて人の流れを推定した（図 3 参照）。MPT から提供を受けた 1 週間分の約 400 万人の CDR のサンプルデータを用いて、流動推定を行い、ゾーンごとのトリップ推定や土地利用推定なども研究した。この活動によって、YTU のカウンターパートは、CDR データを研究活動に利用する手法を習得しており、今後新しい CDR

[25] 正確には、これ以外にも JICA で実施された「ヤンゴン都市圏開発マスタープラン（2013）」のデータも活用されている。

データを入手した場合は、習得したスキルを活用することが可能である。公共交通の道路交通状況の把握については、30 台のバスにスマートフォンを設置しリアルタイムのデータ収集を試みたが、いくつかの課題が見つかり[26]、スマートフォンから GPS 専用端末に切り替えた。しかし 2017 年 1 月にヤンゴンのバス路線が再編されて中国支援によるバス数千台への GPS 搭載が開始され、本プロジェクトが設置した GPS 専用端末の撤去が要請された[27]。その後、ヤンゴン地域政府交通局（Yangon Regional Transport Authority : YRTA）からの要請を受けて、交通管制センターとの協力の下、道路上でカメラを用いた定点観測を実施し、交差点の交通流動や区間の台数を安定的に自動で抽出できるように支援した。また交通グループでは、ウェブ上で活動する共通データベースとして「地理空間データベース（Yangon City Geospatial Dashboard[28]）」を開発しており、これが稼働すれば、データの収集、共有、分析結果の共有が可能となる。特にデータ分析結果の共有機能は、政府機関が災害リスク削減や緊急時の対応について意思決定をする際に有益であるといえる。現時点においてこの地理空間データベースは既に開発されており、YTU の RS/GIS リサーチセンターと IT 学科が現在構築しているウェブプラットフォームが完成すれば、公開できる予定である。

出所：JST 最終報告書案

図 3 携帯の基地局利用データ（CDR）から算出したヤンゴン市内の流動



出所：JST 最終報告書案

図 4 プロジェクト全体の公開データサイト（Yangon City Geospatial Dashboard）

成果 1 の全体的な達成度 [達成済]

成果 1 で計画されていた目標は既に達成されている。プロジェクト実施中には上述したような様々な課題 – 特にモデルやシステムの構築に必要なデータが入手できないという課題が発生し、プロジェクトの活動が円滑に進まなかった。プロジェクト期間の前半は、日本側研究者は、信頼度の高いデータの入手を様々な方面から試みたが、ミャンマーの政府機関では他機関とのデータ共有という前例があまりないことも影響して、データ提供のための行政手続きに時間を要した。入手可能なデータによって研究アプローチも異なるため、日本側研究者はデータの入手状況を確認しつつ、研究アプローチの代替案などを検討せざるを得ず、活動がやや遅延気味となっていた。こうした課題があった一方で、データ入手先の代替案を

---

[26] バス車体の電圧不足やスマートフォンの挙動が不安定であり、継続的なデータ収集が困難であることが判明した。
[27] プロジェクトでは数千台に設置された GPS 端末からのデータの提供を依頼したが、実現していない。
[28] https://sekilab.iis.u-tokyo.ac.jp/wp-content/uploads/2018_Yangon_GSDB_Poster.pdf （2019 年 9 月アクセス）

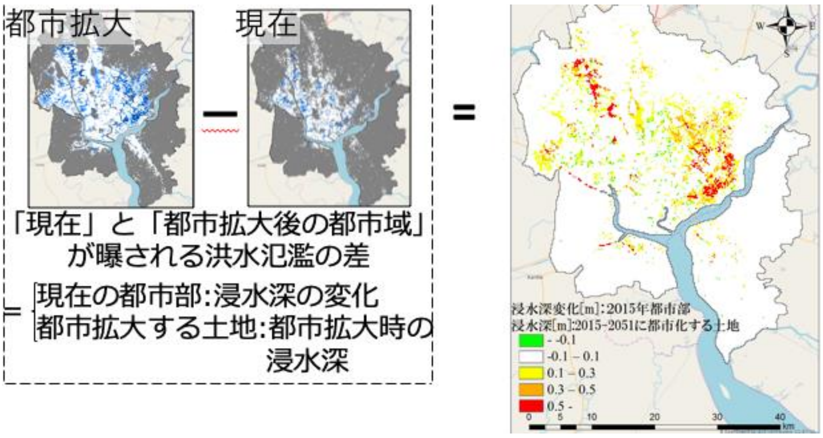
模索し、成果 1 全体としては、活動の遅延を最小限に抑え、当初の予定どおり災害脆弱性評価のための物理モデルが開発されている。

(2)　成果 2

成果 2:	将来の災害脆弱性を評価するシナリオ分析システムの開発
指標	2-1. 水害脆弱性の特性が評価される。
	2-2. 地震災害脆弱性の特性が評価される。地震脆弱性マップが作成される。

指標 2-1. 水害脆弱性の特性が評価される。[達成済]

水災害グループでは、水害に対する社会の脆弱性を評価するために、バゴー市とヤンゴン市の住民を対象とした社会経済調査を実施し、結果を分析した。また、水エネルギー収支分布型水循環（WRB-DHM）[29]モデルおよび降雨流出氾濫（RRI）[30]モデルを統合して、バゴー川流域氾濫モデルを構築した。これによって、気象水文観測データや高解像度の地形データなどを入力データとして、バゴー川流域の河川流量や洪水氾濫区域をシミュレーションすることが可能となった。このモデルにバゴー川流域に及ぼす潮汐インパクトも統合された。さらに、バゴー流域とヤンゴンにおける気候変動と都市開発による将来シナリオに基づく水害脆弱性の評価手法を確立した。



出所：JST 最終報告書案

図 5 都市化の進展により新たに発生する洪水に曝される可能性の高い地域の分布（ヤンゴン市域）

指標 2-2. 地震災害脆弱性の特性が評価される。地震脆弱性マップが作成される。[達成済]

成果 1 の結果を活用して、2017 年に地震脆弱性マップ（ハザードマップ）（バージョン 1）が作成され、2019 年には研究活動によってさらに収集されたデータを活用して地震脆弱性マップのバージョン 2 が作成された。作成された地震脆弱性マップをベースに、プロジェクトでは、将来の地震災害脆弱性を評価するシナリオ分析システムを開発した。プロジェクトでは、ヤンゴン市における 2 種類の都市発展シナリオを設定し、事前の各種災害対策の有無に

[29] このモデルは東京大学によって開発された。
[30] このモデルはユネスコ後援機関 水災害・リスクマネジメント国際センター（ICHARM）によって開発された。

よるシナリオ別の脆弱性を分析した。プロジェクトでは、地震被害関数の更新によって地震脆弱性マップを更新し、地震災害のシナリオ解析システムの高度化を図っている。同システムを活用することによって、地震に強い都市発展シナリオの選定が可能になるといえる。

成果 2 の全体的な達成度 [達成済]

成果 2 では、成果 1 の物理モデルと都市発展モデルの結果を活用して、将来の水災害および地震災害の脆弱性を評価するためのシナリオ分析システムが開発された。また地震脆弱性マップバージョン 2 が作成されており、これらシステムを活用することによって、ヤンゴン市とバゴー流域における将来の災害脆弱性を評価することができるようになった。残りの協力期間で、プロジェクト（特に建物グループ）は、信頼性の高いデータのさらなる入手に努め開発された脆弱性評価の高度化を図る予定である。

YTU の教員と学生は、研究活動を通じてプロジェクトで実施した分野における研究能力を劇的に向上させたといえる。プロジェクトに参加した博士課程の学生の一人は、ミャンマーで開催された第 8 回科学工学国際会議（ICSE）で優秀論文発表賞を受賞し[31]、執筆した論文がインパクトファクターの高い International Journal of Disaster Risk Reduction に掲載されるなど、若手研究員の育成の成果が現れている。現在、YTU の教員と学生は、研究活動の計画から実施までの適切な手順を踏んで研究活動を実施できるようになっており、学術論文の執筆能力も格段に向上している（詳細は「3-3. プロジェクト目標の達成度」参照）。

(3)　成果 3

成果 3:	研究活動と人材育成の維持・向上を目的とした YTU 都市安全研究センターの主な役割と活動の策定/発展
指標	3-1. 都市安全のための研究センターの枠組みが YTU で開発される。
	3-2. 専門家育成のための教育プログラムが開発される。
	3-3. 産学官コンソーシアムの基本コンセプトが試行活動を通じて YTU で開発される。

指標 3-1. 都市安全のための研究センターの枠組みが YTU で開発される。[達成見込み]

プロジェクトでは都市安全に関するリサーチセンターの設立について議論を重ね、2017 年 12 月に YTU は 10 のリサーチセンターの設立提案とロードマップを教育省に提出した。その結果、2017 年 12 月に RS/GIS リサーチセンター設立のみが教育省に承認された。承認後、YTU ではセンター長を含めた 5 人のオフィサーと職員を配置した[32]（ただし、そのうち 3 人は、他の業務に従事中あるいは留学中のため実質的に従事していない）。2018 年 10 月には RS/GIS リサーチセンターの開所式が開催され、同日に開催された JCC において同リサーチセンターの運営体制、活動内容、運営委員会の設置などが議論されたが、現時点においても同リサーチセンターの運営委員会のメンバーや同センターが提供できる具体的なサービス

[31] この賞は若手研究者による 100 編以上の発表論文の中から、優秀論文の主著者 3 人に与えられたものである。
[32] RS/GIS リサーチセンター長によると、現在同センターの活動を支援している 1 人の PhD 生は 2019 年 12 月に卒業予定である。

等の詳細について議論し、特定する必要がある。またリサーチセンターでは 2019 年 10 月以降に、他大学の教員や生徒、および必要性を感じている一般の人（社会人含め）を対象に、リモートセンシングの一般研修や、上級者向け研修等を含めた無料トレーニングの実施を現在計画中である。プロジェクト期間終了までに、こうした研修や研究活動も含め、RS/GIS リサーチセンターの年間活動計画を立案する必要がある[33]。

指標 3-2. 専門家育成のための教育プログラムが開発される。[達成済]

これまでプロジェクトでは、YTU の教員を対象に GIS を活用したデータベース、リモートセンシング、バゴー川流域氾濫モデルの構築に関するトレーニングや、ヤンゴンの脆弱性評価に関するトレーニングも実施された。日本側研究員は YTU の既存のカリキュラムに災害リスク削減に関したカリキュラムを統合すること等カリキュラム改訂についてアイデアを提供した。ただし YTU では大幅なカリキュラム改訂が予定されているため、YTU のニーズを確認し、建物とリモートセンシング・GIS の講義を YTU のカリキュラムに組み込んだ。建物グループのヘリテージ・チームでは、YTU の建築学科のカリキュラムにヘリテージ関連の科目[34]の組み込みを支援した。

日本側研究者の主導によって、2017 年 2 月に学生セミナーの開催を開始し、2019 年 7 月までに 12 回実施されている。学生セミナーは、教員と学生が活発に議論して相互に学び合える形式を取っており、学生の研究能力向上と教員の研究指導能力を図ることを目的としている。この学生セミナーの実施を通じて、学生のプレゼンテーションスキルも格段に向上している。YTU の教員もこれまで多くのプレゼンテーションの実施を通じてそのスキルを向上している。

指標 3-3. 産学官コンソーシアムの基本コンセプトが試行活動を通じて YTU で開発される。[達成見込み]

プロジェクトでは、大学、政府機関、民間企業の連携の場であるコンソーシアムを設立し、都市安全に関する研究成果の実社会への適用を促進することを目指している。またコンソーシアムは、YTU に産業界との連携を通じて研究資金を確保するためのチャネルを確保することにもつながり、YTU が研究活動を継続するための環境を財務面で支援することになる。

2016 年 12 月以降、プロジェクトではコンソーシアム設立に向けて民間セクターと意見交換をすると共に、戦略的パートナーも含めた様々な関係者とも 6 度会合を持っている。こうした会合で YTU、戦略的パートナー、民間セクター間でコンソーシアムの基本コンセプトについて協議し、戦略的パートナーの意見やコメントも取り入れてコンソーシアムの定款案が作成された。2018 年 10 月に YTU はこの定款案を教育省に提出したが、承認手続きに時間を要しており、現在に至るまでミャンマー政府からコンソーシアム設立の許可は下りていない

---

[33] これまで研修は実施されているが、予め計画したものではなく、1～2 ヵ月前ぐらいに急に実施することになるなど、あまり計画的に実施されていない。ミャンマーでは責任の所在が明確になるのを避けるために計画策定は避ける傾向にあるが、プロジェクトの効果発現を明確にするためにも、リサーチセンターの活動計画は必要だと考えられる。

[34] 具体的には、2019 年 6 月から始まる新カリキュラムに、ヘリテージ管理と保全（Heritage Management and Conservation）、ヘリテージ利活用を含む設計演習（Design Studio）、防災都市計画（Urban Environment Planning & Management, Climate Changes and Disaster Adaptation Planning）を組み込んだ。

[35]。その間、プロジェクトでは、2019 年 10 月 1 日に「コンソーシアムの活動開始のためのセミナー」を実施し、コンソーシアム設立に向けた準備を進めている。終了時評価時点では、2019 年 12 月までに関係する政府当局からの承認が下りるとの見込みがミャンマー側から示されており[36]、承認が下り次第、コンソーシアムとしての活動を開始する予定である。

成果 3 の全体的な達成度 [達成見込み]

成果 3 では、教育研究大学としての YTU の教育研究能力を強化すると共に、YTU にとって好ましい研究環境を促進することを目指している。YTU の教育プログラムの強化面では、プロジェクトは災害リスク削減の観点を取り入れたカリキュラム改訂や YTU のニーズに基づいた新科目の導入を支援した。研究活動を推進する環境整備については、プロジェクトでは RS/GIS リサーチセンターおよびコンソーシアムの設立に向けた活動に注力してきた。これまで、RS/GIS リサーチセンターおよびコンソーシアムの枠組みと概要が議論され、明確化されてきた。RS/GIS リサーチセンターの活動は 2018 年 10 月に開始され、それ以降、同リサーチセンターでは、他大学の教員にリモートセンシングに関するトレーニングを実施している。リサーチセンターでは、トレーニングプログラムの実施に関するアイデアをいくつか持っているため、必要な人材と予算も含めてリサーチセンターの年次活動計画（研究活動の将来計画を含む）を具体的にまとめる必要がある。2019 年 10 月 1 日には「コンソーシアムの活動開始に関するセミナー」が開催されており、コンソーシアム設立に関する動きは進んでいる。終了時評価時点では、ミャンマー政府が 2019 年 12 月までに設立を承認する予定ではあり、承認が下り次第、プロジェクトではコンソーシアムとしての活動を開始する予定である。

(4)　成果 4

成果 4:	適切な技術を備えたインフラ整備管理を含む総合災害対応支援システムの開発
指標	4-1. ミャンマーでの災害軽減機能確保のための発展したインフラ維持管理システムおよび技術が提案される。
	4-2. 統合災害対応支援システムが開発される。

指標 4-1. ミャンマーでの災害軽減機能確保のための発展したインフラ維持管理システムおよび技術が提案される。[達成済]

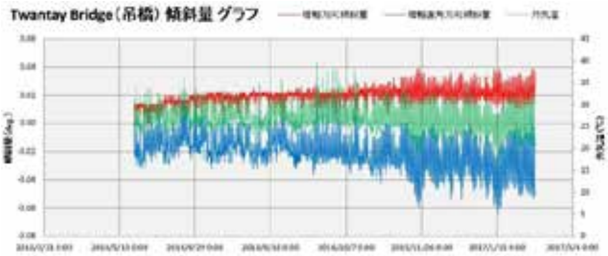
2015 年以降、インフラグループでは、建設省（MOC）とともに変状の生じている橋梁を調査し、変状の生じている橋梁に関する簡易モニタリングシステムを導入した。同モニタリングでは、タワーが傾いた吊橋[37]では傾斜計による測定、橋脚に移動が生じた PC 橋[38]には桁と橋台の相対変位を変位計で測定することや、ボルト破断が生じている鋼アーチ橋では、ボル

[35] コンソーシアムの設立はミャンマーでも始めてのことであり、前例がないために、提出すべき書類が不明瞭かつどの機関の承認を得るべきかが不透明であり、設立までの行政手続きに時間を要している。終了時評価時点では、教育省のみならず、法務局（Attorney General Office）、財務省（コンソーシアム用の口座開設等が関係するため）、国際協力省の許可も必要とのことであり、3 機関への承認手続きを同時並行で実施中であった。
[36] 終了時評価調査時の表敬訪問の際に、教育省高等教育局の局長より示された。
[37] Twantay 橋（Twantay タウンシップ）
[38] Thakutut 橋（ヤンゴン南部）

ト破断の数や位置、時機などのデータ分析と材料分析を実施する方法を提案した。こうした簡易モニタリングと数値解析によって調査期間中におけるタワーの傾きの変化は最小限であることが確認され、MOC ではこの調査結果に基づいて、吊橋の緊急補修は行わず、継続的なモニタリングによる維持管理を行うことを決定した。このように、プロジェクトで提案した簡易モニタリングと数値解析によって、変状が生じた橋梁の補修の必要性や原因推定、耐力評価、将来の対策の提案が可能であることが判明した。2018 年にインフラグループは、Myanung Mya 橋の落橋の原因調査と類似橋梁の安全調査を MOC、YTU、日本関連企業と共同で実施し、ケーブルタイプ橋梁の維持管理制度の策定を提案した。こうした一連の橋梁のモニタリング活動やデータ解析を通じて、YTU の教員・学生および MOC の職員は、構造物の管理に関する理論や知識を習得し、橋梁モニタリングおよびデータ解析の手法を習得している。

傾斜計設置状況（1）

傾斜計設置状況（2）



モニタリング結果

出所：JST 最終報告書案

図 6 傾斜の生じた吊橋タワーの傾斜モニタリング結果

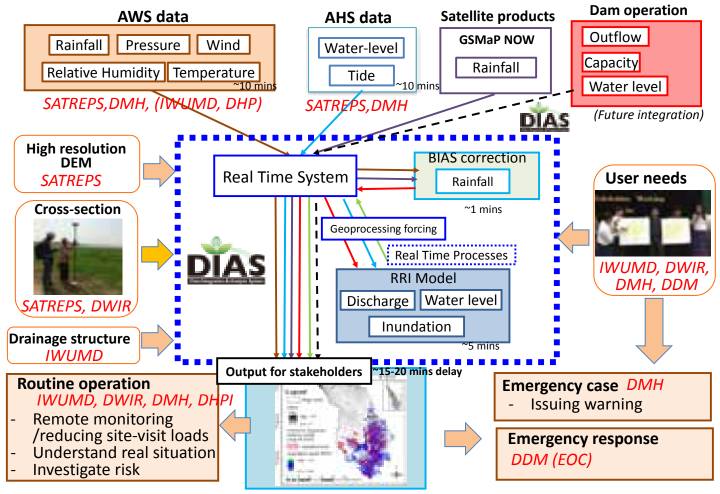
指標 4-2. 統合災害対応支援システムが開発される。[達成見込み]

プロジェクト開始以降、ミャンマーでは災害関連の統合システムを開発するために必要不可欠となる信頼性の高いデータの入手が困難であることが判明したため、プロジェクトではシステムの開発は時期尚早と判断した。またプロジェクトでは、地方自治体が自然災害等の発生時の緊急事態に対処しなければならない作業項目や作業負荷を把握し、自然災害への対応強化を支援するシステムの開発を目的としていたが、「災害対応支援システム（disaster response support system）」という名称からは、プロジェクトがそもそも開発を予定しているシステムとは役割や目的が異なるものを連想させることがわかった。そのためプロジェクトでは、2017 年に「災害対応支援システム」として 1）準実時間処理洪水氾濫解析システム（水災害）と、2）災害対応支援システムの 2 つのシステムを開発することとした。後者の災害対応支援システムは、当初の予定どおり、災害が発生する前の準備体制の強化を重視し、災害対応を効率化するための事前対策の重要性の理解とその促進を目的としたシステムとなっている。

1）　準実時間処理洪水氾濫解析システム

2019 年 7 月に準実時間処理洪水氾濫解析システムのプロトタイプが開発された。同システムは、観測データの収集、蓄積、分析を行う既存の技術プラットフォームである Data

Integration and Analysis System（DIAS）[39]上で稼働するシステムである。DIAS は、日本政府の支援によって日本の研究機関によって開発されたシステムであり、2006 年に運用を開始している。水災害グループでは、2019 年 8 月～9 月にかけてプロトタイプの試験的運用を実施し、この期間中に得られたユーザーからのフィードバックをベースにシステムを調整し最終化する予定である。YTU と水災害グループの戦略的パートナーは、このシステムを通じてプロジェクトで設置された 8 つの観測所の気象・水文データをほぼリアルタイムで取得し、これまで入手できなかった 1 時間ごとの観測データをモニタリングできるようになった。また、このモニタリングシステムによってバゴー川流域における洪水に備えることが可能になっているだけでなく、関連機関による平常時の河川監視業務の軽減にも貢献している。



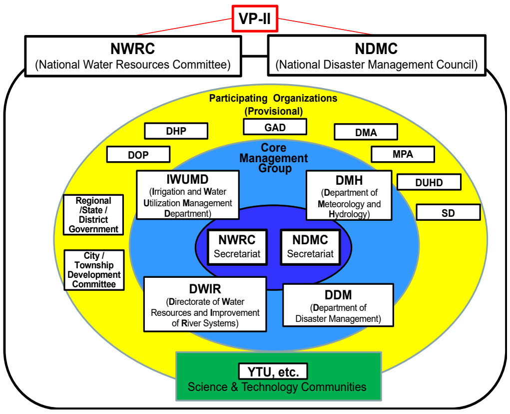
出所：JST 最終報告書案

図 7 準実時間処理洪水氾濫解析システムの全体像とデータ処理フロー概念図

出所：第 4 回 JCC 水災害グループのプレゼンテーション

図 8 Web 上でモニタリングできる準実時間処理洪水氾濫解析システム

水災害グループでは、ユネスコ後援機関水災害・リスクマネジメント国際センター（ICHARM）と連携して、DMH、DWIR、IWUMD、DDM の局長と YTU を加えたハイレベル会合の実施に取り組んできた。同会合は水災害に関連する政府機関と、学術的かつ技術的な支援を提供する YTU との間で協力を促進し、一元的な水災害対応体制を構築することを目的としており、これまでハイレベル会議は、2017 年 5 月と 11 月の 2 回開催された。2019 年 6 月に 3 回目のハイレベル会議を開催する予定だったが、各



出所：JST 最終報告書案

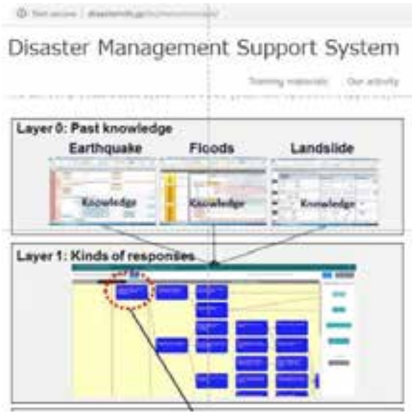
図 9 合意された一元的な水害対応体制の概念図

[39] DIAS は、地球規模／各地域の観測で得られたデータを収集、永続的な蓄積、統合、解析するとともに、社会経済情報などとの融合を行い、地球規模の環境問題や大規模自然災害等の脅威に対する危機管理に有益な情報へ変換し、国内外に提供することにより、我が国の総合的な安全保障や国民の安全･安心の実現に資することを目的としている。(https://diasjp.net/about/)（2019 年 9 月アクセス）

機関とのスケジュール調整が困難であり延期となっている。プロジェクトでは、2020 年 4 月までに再度ハイレベル会合を開催して今後の協力体制の継続と、各関係機関における準実時間処理洪水氾濫解析システムの具体的な利活用方法について確認する予定である。

2） 災害対応支援システム

プロジェクト期間の前半に、災害対応システムグループは YCDC や DDM 等を対象にミャンマーの防災体制の基本情報と現状をヒアリングし、防災体制に関する課題を把握した。同グループは YCDC、DDM、赤十字、ミャンマー工学会（MES）と災害対応に関する情報交換や災害時の被害情報の収集フローについて聞き取り調査を実施した。2017 年には、さらにヤンゴンでの災害発生時における政府機関と他関連機関の協力体制や災害対応業務について分析した。これらの情報を活用して、災害対応システムグループは、災害対応支援システムのプロトタイプをカスタマイズしてミャンマーの状況に合致するような機能を追加すると共に、YTU で同システムの実演を実施し、さらに含めるべき機能について議論した。最終的に、地震災害、水害、土砂災害の 3 種類の災害対応業務フローを整理・改良し、本システムに取り込まれた。



出所：2019 年 9 月 27 日開催の JST セミナー災害対応システムグループのプレゼンテーション

図 10 災害対応支援システム（一例）

出所：2019 年 9 月 27 日開催の JST セミナー災害対応システムグループのプレゼンテーション

図 11 災害対応支援システム（一例）

災害対応支援システムの開発に関しては、1）他のグループの研究結果をまとめる地図レイヤー情報の機能、2）被害状況から被害量の推定と対応量を評価する機能、3）震源位置から地震動の分布を評価する機能、4）建物被害調査の支援機能、5）災害対応工程管理システムが更新された。同グループでは、2019 年 2 月に内務省総務局（General Affair Department：GAD）の全 Director を対象とし（参加者数 80 人）、3 月には GAD と DDM の実務者向け（参加者数 140 人）に災害対応支援システムの研修を実施した。さらに、ヤンゴンの Central Business District 内の 6 つのタウンシップの行政職員向けに、災害対応支援システムと地震脆弱性の評価[40]をカバーした総合的な観点での災害対策に関するトレーニングを実施した。研修参加者は、本プロジェクトで開発したシステムに高い関心を示し、システムの有用性が確認された。残りの協力期間において災害対応システムグループは、

[40] これらのタウンシップでは地盤調査の対象地区でもあったため、プロジェクトでは地盤データも収集していた。

6 つのタウンシップに対して集中トレーニングを実施してタウンシップレベルでの利活用を促進する予定であり、YTU では、現在、災害対応支援システムのミャンマー語のマニュアルを作成している。終了時評価調査で実施したインタビューでは、GAD より現在英語で稼働している災害対応支援システムのミャンマー語化について強い要望が寄せられた。GAD では本システムの有用性を強く認識しており、ミャンマー語でシステムが稼働すれば職員の災害対応支援システムの理解が一層進み、より高い効果が望めると考えている。

成果 4 の全体的な達成度 [達成見込み]

前述のように、インフラ維持管理システムとそのための技術はインフラグループによって提案され、災害対応支援システムはミャンマーの実状に合致するようにカスタマイズされて DDM や GAD に活用方法が示されている。また、準実時間処理洪水氾濫解析システムは DIAS のプラットフォーム上で開発され、このシステムを通じて関連機関は気象・水文データをほぼリアルタイムでモニタリングできるようになっている。関係機関はこれらのシステムの有用性を認識しており、プロジェクトでも引き続きこれらのシステムを日常業務に適用するための研修を実施していく予定である。懸案事項は、災害対応支援システムをミャンマー語化し、DDM、GAD、タウンシップの職員にとって使いやすいシステムにする必要性が高いことである。この課題と共に、災害対応支援システムの利活用をさらに推進するために、今後の具体的な活動計画について議論しまとめる必要もある。

３－３　プロジェクト目標の達成度

プロジェクト目標：YTU がヤンゴン、バゴー地域の都市安全に係る災害対応強化システムと産学官連携プラットフォームを理解・発展させる。	
指標	1. プロジェクト期間中に少なくとも 20 本のプロジェクトに関連する研究論文が主として YTU メンバーにより国際ジャーナルに提出、掲載（受理）される。
	2. 災害対応強化システムを活用して作成された提案/助言/政策提言が災害対応関連官庁に提出される。
	3. 災害対応強化システムが開発され YTU によって運営される。

指標 1：プロジェクト期間中に少なくとも 20 本のプロジェクトに関連する研究論文が主として YTU メンバーにより国際ジャーナルに提出、掲載（受理）される。[達成見込み]

2019 年 3 月時点で、YTU の研究者が主著者である研究論文が 11 本国際ジャーナルに掲載されている。また、日本の研究者との共同執筆による論文が 2 本国際ジャーナルに掲載されている。現在、YTU の教員や研究者は、Journal of Disaster Research へ 28 本の論文を提出する準備を進めており、その内訳は主著者 16 本、共著 12 本である。したがって、このうちの 7 本以上の論文が Journal of Disaster Research に受理されれば、本指標が達成される。

YTU の教員と学生は、プロジェクト活動を通じて研究の計画、体制構築、実施に関する能力を劇的に向上させたといえる。さらに、日本側研究者の指導の下、ジャーナルや学術論文の執筆スキルも格段に向上させている。プロジェクト開始前には、YTU の教員には研究活動の経験が乏し

かった点を考慮すると、研究能力および論文執筆能力の向上は、プロジェクトの大きな成果であるといえる。

指標 2. 災害対応強化システムを活用して作成された提案/助言/政策提言が災害対応関連官庁に提出される。[達成済]

これまで本プロジェクトによって開発されたシステムや技術を使用して、以下のように水災害およびインフラ分野において 5 つの提案が提出されている。

(1) 水災害

1) バゴー川流域における水災害の脆弱性評価の結果を活用して、2018 年に洪水と貧困削減の両立を目指した治水計画や地域開発計画を DMH、DWIR、IWUMD、DDM に提示した。具体的には、洪水氾濫計算によって洪水と貧困削減に対する堤防の設置効果を検討し、堤防の建設、浸水時の緊急支援、住居の補強、他地区への移住、移住の誘導等による入居制限、教育支援の強化を提示した。

2) 水災害グループは、データ分析を含めた「2018 年ミャンマー洪水対応報告書」を 2018 年 8 月に DMH、DWIR、IWUMD、DHPI、DDM の 5 機関に提出した。同グループは 2018 年 7 月にバゴー周辺地域を襲った豪雨災害の対応を支援するために、準実時間処理洪水氾濫解析システムのプロトタイプ・システムを発動し、ミャンマー政府へ、リアルタイムで気象・水文情報を提供した。同報告書は政府機関による豪雨災害の対応策の決定を支援した。

(2) インフラ分野

1) インフラグループは、2018 年 4 月に落橋した Myaung Mya 橋の調査を実施し、落橋の原因を特定した調査結果報告書を MOC に提出した。

2) 同グループは、2018 年に吊橋の安全性調査の報告書を MOC に提出した。報告書には、ミャンマーにおける類似橋梁の安全性調査と維持管理業務を改善するための短期的・長期的な方策も含まれている。

3) 2018 年にケーブルタイプ橋梁の維持管理制度の策定を MOC に提出した。

指標 3. 災害対応強化システムが開発され YTU によって運営される。[達成見込み]

「成果 4」で述べたように、プロジェクトは災害対応力強化のために 3 つのシステムを開発している。それに加えて、交通グループでも以下に述べるように災害リスクの軽減を含めた政策決定あるいは計画立案に役立つシステムを開発している。

(1) 水災害グループ

準実時間処理洪水氾濫解析システムは、試験運用の結果をベースに更新される予定である。同システムを通じて、IWUMD、DWIR、DMH、DHPI、YTU は、ほぼリアルタイムでバゴー川流域の気象および水文観測データをモニタリングでき、即時に洪水に備えることが可能と

なっている。プロジェクトは、プロジェクト期間の終了までに、上述の関連機関と開発されたシステムの効果的な利活用について議論する予定である。

(2)　災害対応システムグループ

地震脆弱性評価の結果を組み込んだ災害対応支援システムはほぼ完成しており、GAD のトレーニングセンターで、災害対応支援システムに関する研修を実施した。

(3)　インフラグループ

プロジェクトでは、変状の生じている橋梁に関する簡易モニタリングシステムを導入し、同システムは Twantay 橋と Pathein 橋に適用された。またプロジェクトでは、吊橋の維持管理体制の改善案を MOC に提示した。プロジェクトによって導入されたシステムは、MOC がインフラ管理のツールとして適用する見込みであり、YTU は導入されたモニタリングシステムにおいて、測定データの高度な分析を支援する役割を担う予定である。

(4)　交通グループ

「3-2 成果の達成度」で述べたように、対話型プラットフォームである「Yangon City Geospatial Dashboard」が開発されており、このシステムは地理空間データの収集、共有、分析の機能を備えている。現在 YTU では Web ベースの技術プラットフォームを構築中であり、2019 年 12 月までに完成する予定である。このプラットフォームが完成すれば、登録者全員が同システムにアクセスできるようになる予定である。このダッシュボードには、これまで作成された様々なデジタル地図がアップロードされる予定であり、戦略的パートナー、YRTA などの地方行政機関、さらには国際・国内の NGO 等の関係機関もデジタル地図を利用できることになり、現状把握や、戦略および計画立案に活用されることが期待される。

プロジェクト目標の全体的な達成度 [達成見込み]

プロジェクトでは、水災害、地震災害、インフラ、交通などの主要な災害をカバーし、ヤンゴンとバゴーにおける災害リスク削減に役立つ様々なシステムが開発・強化されてきた。戦略的パートナーへのインタビューでは、どの戦略的パートナーも開発されたシステムの有用性を強調していた。防災はミャンマーおよび YTU にとって新しい概念であったため、プロジェクトが YTU と戦略的パートナーに防災の概念をもたらしたという事実は特筆に値する。

YTU では、プロジェクトが実施される前は、各学科が個別に活動しており、分野横断的な取組みを実施するという発想はなかった。プロジェクト活動に従事することによって、現在、YTU の教員は、防災に取組むためには YTU の学科間で協力する重要性を認識かつ理解しており、災害へ備えるためには、分野横断的な取組みが必要であることも学んでいる。プロジェクト活動を通じて、YTU の教員の研究能力は劇的に向上しており、YTU のカリキュラムも改訂が進んでいる。こうした点に鑑みると、YTU はミャンマーにおいて防災分野におけるトップ大学の地位を確立したといえる。さらに、プロジェクト活動を通じて、戦略的パートナーの防災に関する能力も大幅に強化されたといえる。

さらに注目に値する点は、プロジェクトが YTU の研究機能強化と研究環境の整備を行った点である。まず、2018 年 10 月に RS/GIS リサーチセンターが設立され、YTU の都市の安全性に関する研究活動が促進されてきた。さらに、プロジェクトではコンソーシアムの設立に取り組んできた。コンソーシアムは、ミャンマーにおける初の政府機関・大学・民間企業の協力枠組みであり、研究機関としての YTU の役割と機能の強化を促進すると期待される。

またミャンマーでは、デジタル化された地図や信頼度の高いデータの入手が困難であり、様々な機関がそうした情報の入手について高いニーズを抱えているミャンマーの現状を考えると、YTU では早急にウェブプラットフォームを構築し、幅広い関係機関にデジタル地図やデータを共有することが期待される。

３－４　上位目標の達成見込み

上位目標：ヤンゴン工科大学（YTU）がヤンゴン、バゴー地域での都市安全に貢献するために産学官連携プラットフォームを有効利用する。	
指標	1. YTU 研究グループにより、災害対応強化システム活用結果に基づき、少なくとも 4 つの政策提言が災害対応関連官庁になされる。
	2. 少なくとも 20 名の都市安全セクター分野の専門人材が YTU で育成される。

指標 1. YTU 研究グループにより、災害対応強化システム活用結果に基づき、少なくとも 4 つの政策提言が災害対応関連官庁になされる。

「3-3. プロジェクト目標の達成度」で述べたように、プロジェクトでは既に 5 つの提案を戦略的パートナーに提出している。プロジェクト活動を通じて、YTU の教員は研究能力を向上させ、研究の結果に基づいて提案する能力も向上している。現在 YTU では、1）DMH、IWUMD、DWIR、DHPI、DDM に対するバゴー川流域における洪水管理に関する政策提言、2）YCDC、ミャンマー工学委員会（Myanmar Engineering Council）、MES、ミャンマー地球科学会と共に、ヤンゴンにおける建築基準法とゾーニングに関する提言の 2 つをまとめる予定である。上位目標の 1 つめの指標を達成するためには、1）YTU が研究資金を確保して研究活動を継続すること、2）プロジェクトで能力を強化した TYU の教員が異動することなく今後も YTU で研究活動を継続すること、3）関係機関との良好な関係を持続させることの 3 点が条件となる。

指標 2. 少なくとも 20 名の都市安全セクター分野の専門人材が YTU で育成される。

YTU へのインタビューによると、YTU が申請した他の研究センターの設立が教育省によって承認されるまで、RS/GIS リサーチセンターがリモートセンシングのみならず災害対応支援システムを含めた様々な防災関連の研修を管理・提供するとのことであった。つまり、RS/GIS リサーチセンターが当面は中心となって、都市安全に関する専門家の養成を進めることになる予定である。また、ここでいう「都市安全セクターの専門人材」は、プロジェクトが重点を置いている分野、つまり災害対応、水災害、インフラ、交通、リモートセンシング/GIS、地震災害（建物）における人材育成と解釈することとする。

３－５　プロジェクトの実施プロセス

(1)　プロジェクトの運営管理とモニタリング

プロジェクトでは、1）災害対応、2）水災害、3）インフラ、4）交通、5）GIS、6）建物の 6 つの研究グループを設置し、各研究グループによって研究活動の進捗を管理する体制を取った。研究活動の進捗状況のモニタリングはグループ共通であり、日本側研究者のミャンマー滞在中は対面式での会議開催によって活動状況を確認し、ミャンマー不在中は電子メールを中心に活動を管理している。6 つの研究グループの中で建物グループは、グループの規模（人数）と活動範囲が他のグループと比べて非常に大きいため、活動のモニタリングがやや困難であった。

プロジェクトの開始以降、2019 年 9 月までに合同調整委員会（JCC）は 4 回開催され機能している。JCC ではプロジェクト活動の進捗を確認し、研究成果に関する意見交換や意思決定を実施してきた。JCC には戦略的パートナーと呼ばれる関係機関が参加しており、YTU や DoHE に加えて、DDM、DMH、PWD、DUHD、IWUMD、DWIR、MOC、YCDC、MES 等の様々な関係機関からの参加を得ている。

表 9 JCC の開催実績

JCC 会議	開催日	参加者数	議題
第 1 回	2015 年 9 月	60	• プロジェクト目標と内容の説明 • 覚書（Memorandum of Understanding :MOU）の改訂
第 2 回	2016 年 9 月	59	• プロジェクト活動のレビュー • プロジェクト実施に関する重要事項の議論
第 3 回	2017 年 10 月	57	• PDM の改訂を含めた R/D の改訂 • 一元的災害対応支援システムの内容確認 • 供与機材の確認
第 4 回	2018 年 10 月	40	• PDM の改訂を含めた R/D の改訂 • コンソーシアム設立に関する議論と確認 • 一元的災害対応支援システムの内容確認 • 供与機材の確認
第 5 回	2019 年 10 月	40 （計画）	• 研究成果の進捗確認と共有 • 残りの協力期間の活動確認 • 終了時評価の結果に関する議論

出所：プロジェクト事務所

(2)　情報共有活動

防災というテーマはミャンマーにとって新しい概念であるため、プロジェクトでは様々な関係機関と情報を共有するためのワークショップやセミナーを数多く実施してきた。こうした活動は、YTU だけでなく戦略的パートナーの防災に関する理解を促進すると同時に、プロジェクトでの研究活動の進捗と成果を共有する場としても活用された。

(3)　コミュニケーションとコーディネーション

日本側研究者と YTU のカウンターパートへのインタビューによると、概ね YTU と日本側研究者間のコミュニケーションは良好だったといえる。ただし、研究活動自体が YTU の教員

にとって全く新しい活動であったため、プロジェクト期間の 1 年目は研究目的や活動に関する共通理解があまり促進されず、コミュニケーションは期待したほどスムーズではなかった。こうした状況のため、研究活動の大部分は日本側研究者の主導の下で進められた。研究活動が進むにつれて、研究成果のイメージが視覚化され、研究活動に関する YTU 側の理解が向上し、研究に対するモチベーションも促進された。関係機関とのコーディネーションは、関係機関によってばらつきがあったが、概ね戦略的パートナーとは良好な関係を構築してプロジェクト活動を推進してきたといえる。

第４章　評価結果[41]

４－１　妥当性

プロジェクトの妥当性は高いと判断した。

(1)　ミャンマー政府の政策との整合性

2018 年 8 月に発行された「ミャンマー持続可能な開発計画（2018-2030)」は、平和で繁栄した民主的な国としての長期ビジョンを示しており、このビジョンの実現のために 3 つの柱、5 つの目標、28 の戦略、251 のアクションプランを設定している。その中の「目標 5 : 国の子孫のための天然資源と環境保護」において「戦略 5.2 : 気候変動への対応力を高め、生計を維持しながら災害とそのショックを軽減し、低炭素で成長路線へのシフトを促進する」と戦略を設定している。さらに「災害リスク軽減のためのミャンマー行動計画 2017」では、2030 年までの全体目標と、2020 年までにミャンマー全域で優先度の高い施策と共に、災害リスク削減のための包括的かつ統一された行動計画を設定している。同計画では、1）災害リスクの評価、2）災害リスクガバナンスの強化、3）災害リスク軽減の主流化、4）災害への備えの強化を含む 4 つの柱が設定されている。これらの計画に鑑み、プロジェクトはミャンマー政府の政策や計画と整合しているといえる。

(2)　日本政府の政策との整合性

本プロジェクトは日本政府の政策とも整合している。日本の「対ミャンマー経済協力方針（2012 年 4 月)」では、1）国民の生活向上のための支援、2）経済・社会を支える人材の能力向上や制度整備のための支援、3）持続的経済成長のために必要なインフラや制度の整備等の支援の 3 つの柱を重点分野として設定している。プロジェクトは、災害リスク削減の観点から、3 つの柱すべての重点分野に対応しているといえる。また、2016 年 11 月に発行された日本とミャンマー間の協力プログラムでは 9 つの柱を設定し、その 1 つでは「長期的な都市計画に基づく秩序ある開発，防災対策，住宅・都市交通等のインフラ整備を支援していく」ことに焦点を当てている。したがって、災害対応力の強化システムと連携プラットフォームの構築を目指している本プロジェクトは、日本政府の政策とも整合している。

(3)　仙台防災枠組 2015-2030 との整合性

仙台防災枠組 2015 -2030 は、2015 年 3 月 18 日に採択され、4 つの優先分野においてセクター内かつ横断的な活動を呼びかけている。本プロジェクトは、ヤンゴン・バゴー地域の都市安全に関する災害対応力強化システムと連携プラットフォームを構築することによって、仙台防災枠組の 4 つの優先事項全てに貢献するといえる。

［仙台防災枠組 2015-2030 の優先行動］
優先事項 1 : 災害リスクの理解
優先事項 2 : 災害リスクを管理のための災害リスクガバナンス
優先事項 3 : 強靭化に向けた防災への投資
優先事項 4 : 効果的な応急対応に向けた準備の強化と「よりよい復興」

[41] 評価結果は、「高い」「比較的高い」「中程度（いくつかの課題あり)」「比較的低い」「低い」の 5 段階で判断した。

(4)　ミャンマーのターゲットグループのニーズとの整合性およびプロジェクトアプローチの妥当性

下表に示すように、ミャンマーではサイクロン、暴風雨、洪水などの深刻な災害が発生している。またサガイン断層と呼ばれる大きな活断層が国の中央部を走り、2012 年 11 月に地震を引き起こしている。こうした自然災害に対応し、かつ備えるために、ミャンマーでは災害を把握し脆弱性を評価する科学的なアプローチと技術開発が必要不可欠であった。この点において、都市安全に関する災害対応力の強化と連携プラットフォームの構築を目指した本プロジェクトは、ミャンマーの人々のニーズに対応しているといえる。

表 10 ミャンマーで近年発生した自然災害

年月	災害と被災地域	被害状況
2019 年 8 月	土砂災害（モン州）	死傷者 73 人
2018 年 8 月	洪水（バゴー）	152,000 人が避難
2018 年 7 月	洪水（バゴー、カレン州、モン州、ネピドー、タニンダーリ管区、マグウエイ、サガイン、エーヤワディ、カヤー）	死者 16 人、109,659 人に被害
2015 年 7-8 月	土砂災害（チン州）、洪水（サガイン地域、エーヤワディ地域、マグウエイ地域）	約 160,000 人が避難、死傷者 110 人
2014 年 8 月	洪水（バゴー地域）	15,850 人が避難
2013 年 8 月	モンスーンによる洪水（モン州、カヤー州、タニンダーリ管区、ラカイン州、エーヤワディ管区）	38,316 人が避難
2012 年 11 月	地震（サガイン）	M 6.8、死者 13 人
2012 年 8 月	ミャンマー全土	カイン州：数千人が避難
2011 年 10 月	洪水（マグウエイ）	死者 161 人、30,000 人に被害
2011 年 8 月	洪水（バゴー）	被害戸数 23,097、55,489 人に被害
2011 年 3 月	地震（タイ国境沿い）	M 6.8、死者 74 人
2010 年 10 月	サイクロン・ギリ（ラカイン州）	死者・行方不明者 45 人 101,923 人が家屋喪失

出所: EM-DAT, International Disaster Database, Center for Research on the Epidemiology of Disaster – CRED (https://www.emdat.be/index.php) and JICA Myanmar Office

(5)　ターゲットグループの選定

終了時評価調査団では、YTU は科学技術系におけるミャンマーのトップ大学であるため、プロジェクトのターゲットグループとして適切であったと判断した。また、プロジェクトで研究活動に必要となる観測データや既存のデータが関連機関から共有される必要があったことと、プロジェクトで構築されるシステムの主要ユーザーは関連機関であったため、関連機関をプロジェクト活動に関与させ、良好な関係を構築することが重要であった。こうした関連機関を戦略パートナーとしてプロジェクトへ関与する体制を構築し、ターゲットグループとしても捉えたことも非常に適切であった。

４－２　有効性

プロジェクトの有効性は比較的高いと判断した。

(1)　プロジェクト目標達成の見込み

「３－３　. プロジェクト目標の達成度」で示したように、終了時評価調査団では、本プロジェクトは、YTU がヤンゴン・バゴー地域の都市安全に関する災害対応力の強化システムと産学官連携プラットフォームを理解し開発する点において有効であったと判断した。本プロジェクトの実施によって、YTU の教員は世界水準の研究活動と最先端の技術を習得する機会を得ることができ、本プロジェクトの活動を通じて研究能力を格段に向上させている[42]。現在、YTU はミャンマーの防災分野において最も先進的な大学として認識されている[43]。

都市安全に関する連携プラットフォームの構築に関して、プロジェクトは RS/GIS リサーチセンターを設立し、YTU においてリモートセンシングの授業を導入したり、他の研究グループとの協力の下で様々なデジタル地図を作成する等の活動を実施してきた。都市安全に関するもうひとつの連携プラットフォームであるコンソーシアムは、未だ設立のための行政手続き中であり、終了時評価時点でもまだ機能するに至っていない。この背景には、政府機関・大学・民間による連携枠組みを構築するコンソーシアムという概念自体がミャンマーにとって新しいため、政府機関での承認手続きに時間を要していることが挙げられる[44]。こうした点を考慮すると、プロジェクトではコンソーシアム設立に関して、これまで最大限の成果を生みだしているといえる。

都市安全に関する災害対応支援システムについては、戦略的パートナーが構築されたシステムを運営できるようにするために、残りの協力期間に実施すべき活動が特定されている。特に、地方自治体でのシステム活用を促進するために、災害対応支援システムのミャンマー語化およびミャンマー語での運用マニュアルを作成する必要がある。YTU では同システムに関する集中トレーニングを実施する計画もあるため、ミャンマー語化を進めることにより、研修の効果と合わせてシステムの運用レベルが向上すると考えられる。

(2)　プロジェクト目標の達成に貢献した要因

プロジェクト目標の達成に貢献した要因は以下のように特定できる。

- 水災害グループでは、日本側研究者、YTU のカウンターパート、および DMH、DWIR、IWUMD、DHPI、DDM などの戦略的パートナーが洪水対策を目的とした観測データのモニタリングシステムとその技術の強化に強い関心とモチベーションを持っており、関係機関が連携してシステムの構築に取組んだ。この点が、水災害グループにおいてよい研究成果を生み出すことにつながったといえる。

[42] 発表論文数等は「3-3. プロジェクト目標の達成度」を参照。
[43] 本プロジェクトの戦略的パートナーへのインタビューより。
[44] YTU および JICA 研究者へのインタビューより。

(3)　成果からプロジェクト目標達成に至るロジック

災害対応強化システムと産学官連携プラットフォームの理解・発展のために必要なコンポーネントとして、既存のデータ収集と観測データの測定・各種モデルの開発（成果 1)、シナリオ分析と将来の脆弱性評価の開発（成果 2)、リサーチセンターやコンソーシアム設立を通じた研究基盤の整備（成果 3)、総合災害対応支援システムの開発（成果 4）の 4 つの成果（アウトプット）が設定されている。「３－２　. 成果（アウトプット）の達成度」で示したように、プロジェクトは PDM で設定されたこれら 4 つの成果を達成する見込みであり、プロジェクト目標の達成につながるといえる。また、これまで、PDM で定義されている外部条件[45]を含め、プロジェクトの有効性に影響を与える外部要因は特定されていない。

４－３　効率性

プロジェクトの効率性は中程度と判断した。

「３－２　成果（アウトプット）の達成度」で言及したように、計画された成果（アウトプット）は、全て所期の目標を達成すると判断できる。プロジェクトでは、DIAS や日本の自治体が利用している災害対応支援システムなどの既存のプラットフォームやシステムを活用しているため、プロジェクト活動でシステム開発を手がける必要がなく、この点において開発予算を抑えることができたといえる。その一方で、データ収集に関連した活動やコンソーシアム設立に関する活動は延長された。データ収集については、モデルやシステムの開発に信頼性の高いデータが必要不可欠であるが、ミャンマーでは質と量の面でそうしたデータを入手することが困難であった。特に、入手困難であった具体的な理由は、1）データの有無自体が不明であるケース、2）データが存在しても信頼性が低いケース、3) データが存在していても他機関からのデータ共有の承認を得るための承認手続きに時間を要するケースが主な点として挙げられる。

全般的にプロジェクトの投入の大部分は、量と質の観点から適切に提供され、プロジェクト活動とアウトプットの産出に活用されたといえる。ただし、以下のように供与機材についていくつかの課題が指摘されている。

1) 公共交通の道路交通状況を把握するために、当初 50 個の GPS が公共バスに設置されたが、2017 年にヤンゴンのバス路線の再編により GPS を撤去せざるを得ず、その後、YTU では GPS が活用されていない。現在、プロジェクトでは GPS の別の利用方法を検討している。

2) プロジェクトで調達された常時微動計の解析ソフトウェアは日本語仕様であり、かつ日本語 OS 上でのみ作動するため、プロジェクトでは主要な機能について英語マニュアルを作成したが、YTU では解析ソフトの全機能を活用できない状態である。プロジェクトは現在、常時微動計のメーカーに解析ソフトの英語版の作成を依頼中である。これにより、常時微動計の利用が促進されることが期待される[46]。

3) 供与機材のいくつかのマニュアルは日本語のみであるため英語のマニュアルを準備する必要がある。プロジェクトでは現在、供与機材について、機材名、使用目的、保管場所、マ

[45] PDM で設定されているプロジェクト目標の達成に影響する外部条件は「プロジェクト期間中に YTU 側の責任の下で都市安全に関する研究センターが正式に設立される」であり、既に満たされている。

ニュアルの有無、機器不具合の際の問い合わせ先等の情報を含めた機材リストを作成しており、同時に英語のマニュアルが必要な機材も特定中である。このリストに沿って英語のマニュアルが整備され[47]活用されれば、機材の維持管理と機材の活用が現在よりも促進されると期待される。

プロジェクトの効率性を阻害しているもうひとつの要因は、JICA の専門家とカウンターパートの配置である。JICA 専門家の配置については、プロジェクトの調整員がプロジェクト当初の 1 年間配置されず、YTU 側で機材調達や JICA との様々な調整業務を担う必要があった。これは YTU にとって大きな負担であり、さらに現地業務費が円滑に支出できないケースもあった。カウンターパートの配置については、当初インフラ/建物グループのリーダーとして配置されたカウンターパートは、日本の博士プログラムに参加することとなりリーダーが交代となったが、その後配置されたカウンターパートはモチベーションの面でも能力面でも適任者とはいえず、インフラグループへの技術移転は効率的には実施できなかった。またプロジェクト期間の前半は、YTU の教員と日本側研究者との間に研究活動の知識や経験に格差があり、当初想定したようなレベルで研究活動の議論が進まなかった。こうした状況は、プロジェクト期間の後半に徐々に改善されたが、全般的にプロジェクトの効率性に影響したと考えられる。

４－４　インパクト

プロジェクトのインパクトは、条件が満たされれば発現すると判断した。

(1)　上位目標の達成見込み

「３－４　．上位目標の達成見込み」で述べたように、プロジェクト終了後も YTU が研究活動を継続し、研究能力を向上し続ければ、上位目標である「ヤンゴン工科大学（YTU）がヤンゴン、バゴー地域での都市安全に貢献するために産学官連携プラットフォームを有効利用する」が達成される可能性があると考えられる。YTU で研究活動を継続するためには、研究資金の確保が必要不可欠であり（「４－５　．持続性」にも同様の事項を記載）、換言すればインパクトの発現のためには研究資金の確保が重要となってくる。この点において、研究活動の資金調達のチャネルであるコンソーシアムの設立のみならず、コンソーシアム下での研究活動が活発であることが重要である。活発な研究活動によってよりよい研究成果を生み出すことが、新たな資金調達につながり、最終的には研究活動と資金調達の好循環を生みだすことにつながる。またコンソーシアムは研究資金の確保だけでなく、研究成果のユーザーである政府や民間企業との関係構築やコネクションを形成し、ユーザー（顧客）のニーズを把握するチャネルとしても有益である。プロジェクトで設立を支援しているコンソーシアムは、ミャンマーにとって初の産官学の連携枠組みであるため、これを契機にミャンマー国内において類似した協力枠組みの構築が将来促進されるという可能性もある。さらに、今後コンソーシアムは、研究機関としての YTU の役割や機能の強化にも貢献するといえる。

[47] 終了時評価時点で英語マニュアルが必要と判明している機材は、加速度計、ポータブルデジタル超音波探傷器、ポータブル表面物質分析装置、U ドップラーである。

インパクト発現のために重要となる要素は、YTU の研究能力が継続的に強化されることである。プロジェクトは YTU の研究能力の底上げという点で効果的であったが、今後も YTU の研究能力を向上させていくためには、引き続き外部支援が必要であると考えられる。

(2)　その他のインパクト

RS/GIS リサーチセンターは、2018 年 10 月にリモートセンシングに関心のある他大学の教員を対象とした研修を実施しており、YTU では毎年同様の研修を実施する予定である。YTU によると、ミャンマー全体の大学教員の能力向上は国立大学の責務とのことであり、この点においてプロジェクトで向上した知識やスキルがミャンマーの他大学へ普及していくことも期待される。また YTU はチン州で発生した土砂災害の被害調査を実施しており、プロジェクトで学んだことを活かしている。

さらに、プロジェクトは以下に示すように、これまで他の JICA 事業と連携している。

- 交通グループは、ヤンゴンの道路上でカメラ（CCTV[48]）を用いた定点観測を行い、交差点の交通流動や区間の台数を自動抽出できるように改善した。これによって得られたデータは、JICA の技術プロジェクトである「ヤンゴン公共バスサービス改善プロジェクト」と共有している。また YRGA の交通管制センターが開発した主要交差点に設置されたモニタリングカメラから車線ごとの車種別台数把握技術の導入を希望しており、ヤンゴン公共バスサービス改善プロジェクトでは、この活動を取り込むことを検討している。
- バゴーにおける水関連災害と貧困の関係の研究成果は、YCDC で実施されている都市開発管理プロジェクトの JICA 専門家と共有された。
- JICA は、ミャンマーの橋梁維持管理の能力向上を目的とした新規技術協力プロジェクトを計画中である。このプロジェクトでは、本プロジェクトの戦略的パートナーの MOC が主なカウンターパート機関となり、YTU が支援機関としてプロジェクトに参画し、計測データの高度な分析等の技術的支援を提供する予定である。
- プロジェクトで開発し Twantay 橋と Pathein 橋に適用した橋梁に関する簡易モニタリングシステムが、JICA の支援によって建設される新バゴー橋に導入されることになり、設計図に反映されている。

４－５　持続性

プロジェクトの持続性は、プロジェクト終了後もプロジェクトの効果が持続するかどうかを検証する。持続性は、総合的に判断して中程度と評価した。

(1)　政策・制度面［高い］

「４－１　．妥当性」で述べたように、ミャンマー政府は防災に関する政策を重視しており、「ミャンマー持続可能な開発計画（2018-2030）」や「災害リスク軽減のためのミャンマー

48 closed-circuit television のことで、正式には閉鎖回路テレビのこと。

行動計画 2017」にも防災を重視した戦略や行動計画が述べられており、政府は災害リスク削減に取組む姿勢をみせている。したがって政策面の持続性に課題はみあたらない。

教育省は、大学に一定レベルの自治権を与える新しい政策（半自治化）を実施する意向を示している。自治化の範囲は、カリキュラム開発、人事権、財務における裁量権、および管理手続き業務の裁量権を対象としているが、現時点においてどの程度の自治化が承認されるのかは公式に発表されていない。徐々に自治化が進んだとしても、この政策が導入されれば、プロジェクトを通じて能力を強化した YTU の教員が YTU に留まることが可能になる等、プロジェクトの持続性を高めることになる。

(2)　組織面［中程度］

組織面の持続性で懸念される点は、教育省の方針に基づいて毎年実行される大学間の教師の異動である。プロジェクトの組織面の持続性を確保するためには、プロジェクト活動を通じて研究能力を強化した YTU の教員が YTU に留まり続けることが重要である。一方で、YTU の教員は教育省の人事異動命令に従う義務があるため、上述のように大学の自治化が進めば、この懸念はある程度解消されると期待される。また、ミャンマーの他大学も直面しているように、YTU に配置されている教員数は十分ではなく[49]、YTU でも今後研究活動を促進するためには今以上の教員および研究者の配置が必要である。この点も政府の決定に左右されるが、将来、より多くの教員と研究者が YTU に配置されることが期待される。

(3)　財政面［中程度］

ミャンマーでは一般的に大学にはそれほど多額の予算が割り当てられていないため、YTU が研究予算を確保できるかは不透明である。現在、YTU の年間の研究予算は 25,000 米ドル程度である[50]。プロジェクトではコンソーシアムの設立に取り組んでおり、コンソーシアムを通じて YTU が研究資金を獲得することが期待されている。ただし、コンソーシアムを通じて研究資金を獲得するためには、コンソーシアムの設立に対する教育省を始めとした財務省や法務局等の承認が必要であり、現時点ではまだ設立のための行政手続き中である。東京大学の都市基盤安全工学国際研究センター（ICUS）では、YTU にミャンマーにおける研究拠点を YTU に設置し、ミャンマーとの共同研究を推進する計画があり、その計画と予算は 2019 年 9 月に承認されている。現在、東京大学と YTU は、YTU への研究資金の送金方法について検討しているところであるが、研究資金が YTU に提供されれば、大いに YTU の研究活動を推進することになる。もうひとつの懸念は、供与機材の修理予算である。YTU および戦略的パートナーでは、供与機材の維持管理費に充当できる予算が限定されているため、修理費確保の課題は、財政面の持続性に大きく影響している。

(4)　技術面［中程度］

プロジェクトによって移転された知識と技術は、YTU と戦略的パートナーに受け入れられている。プロジェクト活動を通じて、YTU の教員は研究活動を推進する能力を大幅に向上し、

[49] YTU へのインタビューによると、政府に承認された YTU の配置人数は 953 人であるが、現在 620 人しか配置されていない。620 人中、320 人が教員である。教育省が 2020 年の後半に大学の自治化を導入するという話しがあり、これが実現されれば、YTU の教員数や職員数の増加が可能になると考えられる。
[50] YTU へのインタビューより。

戦略的パートナーもプロジェクトで開発されたシステムの活用方法を習得している。YTU の主要なカウンターパートはプロジェクトで取組んだ研究分野の知識と研究経験を積んでいるため、プロジェクト終了後は、カウンターパートが中心となって学んだ知識や経験を他の教員や学生に共有していくことが期待される。しかし一方で、YTU は、世界レベルの研究活動を目指して教員の研究能力を今後も継続的に強化する必要があり、今後も技術面における外部支援が必要である。現在、東京大学の ICUS では、同研究センターの国際協力プログラムに YTU を組み入れる計画があり、これが実現されれば YTU に引き続き技術的な支援が提供され、YTU の研究能力も引き続き向上されると期待できる。

技術面の持続性の懸念材料のひとつに、供与機材の維持管理が挙げられる。「４－３　．効率性」で述べたように、供与機材の中には英語版のマニュアルが完備されていないものがあり、技術面の持続性に影響を及ぼしている。また供与機器の修理も大きな課題であり、プロジェクトの実施期間中に故障した常時微動計および気象・水位計のセンサーは、日本国内で修理されている。プロジェクト期間が終了した後は、プロジェクトの支援は受けられないため、YTU と戦略的パートナーは供与機材の修理の際は、機材を代理店のあるシンガポールあるいはタイ等の海外に輸送する必要がある（代理店や機材メーカーの支社がミャンマーはないため）。また、水文・気象観測機器はテレメトリーシステムを活用しているため、トラブルの原因特定には IT や電子機器などのメンテナンス業務の知識と経験が必要となり、YTU や戦略的パートナーでの対応は困難だと考えられる。現在プロジェクトは、技術的な持続性を高めるために、供与機器に関する詳細な情報を集約し、維持管理体制を向上させるよう取組んでいる。また、東京大学の ICUS からの継続的な支援が YTU に提供されれば、こうした懸念がやや軽減されると期待される。こうした点を総合的に判断して、技術的な持続性は中程度と判断した。

４－６　結論

終了時評価調査団では、PDM で設定されているプロジェクト目標の指標に照らし合わせて達成度を検討した結果、プロジェクト目標である「YTU がヤンゴン、バゴー地域の都市安全に係る災害対応強化システムと産学官連携プラットフォームを理解・発展させる」はプロジェクト終了までに達成されると判断した。また「３－２　．成果（アウトプット）の達成度」で述べたように、設定されていた 4 つの成果（アウトプット）もプロジェクト終了までに所期の目標を達すると考えられ、全般的にプロジェクトのパフォーマンスは良好だったといえる。プロジェクトの活動を通じて、YTU の教員と学生は研究活動に関する知識やスキルを格段に向上し、プロジェクトの戦略的パートナーもプロジェクトが開発したシステムを活用して責務を遂行する能力を向上させてきた。都市安全に関する連携プラットフォームの構築についても、プロジェクトは YTU 内に RS/GIS リサーチセンターの設立を実現させた。またプロジェクトでは、ミャンマーで産官学の連携枠組みを構築するという非常にユニークであるが困難の伴う取組みを推進してきた。ミャンマーでは産官学連携というコンセプト自体が新しいため、設立に関する準備活動に多くの時間と労力を要することとなっている。コンソーシアムの設立に向けて、現時点でも行政手続きが進行中であるが、YTU での研究活動の持続性の確保と研究成果の社会実装を目的としたこのような先進的な取組みは、言及するに値する。

プロジェクトはミャンマーのニーズに合致した内容であり、ミャンマーおよび日本の両政府の方針や開発計画とも合致している。また、ターゲットグループの選定は適切であった。こうした点から判断して、プロジェクトの妥当性は高いと評価した。プロジェクト目標は 2020 年 4 月までに達成される見込みであり、プロジェクトは、YTU がヤンゴンとバゴー地域の都市安全に関する災害対応力強化システムと産学官連携プラットフォームを理解・発展させるために有効であったといえる。成果の達成レベルには影響を及ぼしてはいないが、プロジェクトの進捗に影響を与えたいくつかの要因が特定されたため、効率性は中程度と判断した。終了時評価調査団では、特定された条件が満たされれば、つまり研究活動費が確保されると共に、コンソーシアムとしての活動レベルが活発であれば、プロジェクトのインパクトが発現する可能性があると判断した（現時点では判断できない）。全般的な持続性は中程度と評価した。政策・制度面の持続性は高い一方、組織、財務、技術面の持続性は懸念材料が特定されたため、中程度と判断した。

第５章　提言

５－１　プロジェクト期間の終了までに取組むべき項目

プロジェクトの実績と実施プロセスの検証、評価5項目によるプロジェクト評価の結果より、終了時評価調査団は、プロジェクト期間終了後もプロジェクトの効果を活かし、その効果を持続させるために、プロジェクト終了までにプロジェクトが取るべき措置を以下のようにまとめた。

(1)　RS/GIS リサーチセンターの実施運営体制について、詳細を決定すること

「３－２　. 成果（アウトプット）の達成度」の「(3) 成果 3」で示したように、YTU は RS/GIS リサーチセンターの運営体制に関する詳細事項を決める必要がある。具体的には、リサーチセンターの運営委員会メンバー（どの学科がメンバーとなるのか）、人員の配置（実質的に空席となっているポジションも含めた実質的な増員）、研究資金の獲得、提供できるサービスや研究成果、戦略的パートナーや他の機関との研究活動を推進するためのプロトコール整備等である。こうした課題は、2020 年 10 月に導入されると言われている大学自治化の方針も考慮して検討されるべきである。さらに、YTU では残りの期間およびプロジェクト終了後も RS/GIS リサーチセンターを通じてトレーニングを提供するとのことである。トレーニングを効果的かつ体系的に実施するためには、残りの協力期間およびプロジェクト終了後におけるリサーチセンターの具体的な活動計画を文書化することが重要である[51]。文書化することによって、リサーチセンターの活動をレビューし、その機能と役割を強化することにも役立つと考えられる。活動計画には、トレーニングの対象、対象者、実施される日時等の具体的な情報も含めること、および今後リサーチセンターで実施予定の研究活動計画も含めるべきである。

(2)　供与機材の維持管理体制を強化すること

「４－３　. 効率性」で述べたように、供与機材の修理を含む維持管理は YTU および戦略的パートナーにとって大きな懸念である。現在、プロジェクトは、機材名、使用目的、保管場所、マニュアルの有無、メーカー等の連絡先など、供与機材に関する詳細情報をまとめている。現時点において供与機材のメーカーの支店や代理店がミャンマーにはないため、一部の供与機材の修理は非常に困難である。したがって、YTU と戦略的パートナーは、日常の維持管理作業を適切に遂行し、可能な限り機材の耐用年数を長く保つように最大限努力することが期待される。このために、プロジェクトが現在作成している供与機材情報に沿って、英語マニュアルの整備が必要と特定された機材について、早急に英語マニュアルの作成に着手すべきである。また、YTU と戦略的パートナーが、プロジェクトより譲渡される機材について可能な限りの維持管理予算を配分することが期待される。さらに、現時点で使用されていない 50 個の GPS の有効活用方法を検討する必要もある。

---

[51] ミャンマーでは責任の所在が明らかになるため、計画などを文書化することを避ける傾向があるとのことだが、文書化することによって、活動実績を振り返り、今後の改善点などを抽出することに役立つといえる。

(3)　災害対応支援システムを可能な限りミャンマー語化すること

災害対応支援システムの主なユーザーは、DDM、GAD、YCDC、タウンシップの職員であり、そのほとんどが英語には精通していない。一方、同システムのインターフェースは現在英語で運用されているため、上述の職員の理解促進およびシステムの使い易さを重視し、プロジェクト期間までに同システムをミャンマー語化することを提言する[52]。ただし、プロジェクト期間の終盤にさしかかり、プロジェクト予算も限られているため、膨大な量のシステム全体をミャンマー語に翻訳することは困難でもある。したがって、ミャンマー側関係者にとって利用頻度が多いと思われる地震災害、水害、土砂災害の 3 種類の災害対応業務フローをミャンマー語に翻訳するとともに、システム内で特に重要と特定される箇所を抽出してミャンマー語化するなどの対応が考えられる。さらに、YTU では同システムの運用マニュアルをミャンマー語で作成中であるため、可能な限り早急に完成させ、GAD やタウンシップの職員を対象とした研修で活用し、フィードバックを受けて改訂するべきである。

(4)　可能な限りコンソーシアムとしてのトライアル活動（実績）を実施すること

終了時評価調査時点では、コンソーシアムの設立が 2019 年 12 月に許可されると見込まれている。コンソーシアムの下で、研究活動の実績や研究成果を蓄積し、コンソーシアムが具体的に機能していることを示すことは非常に重要である。したがって、YTU がコンソーシアムのメンバーである政府機関や民間企業にどのような研究成果（サービス）や技術サービスを提供できるのかを明確に提示・説明し、コンソーシアムに参加する意義や有用性を示すことが、コンソーシアムの活性化と存続につながるといえる。また、今後、コンソーシアムのメンバーである戦略的パートナーから YTU に対してアプローチし、両者での相談や協議が促進されることが期待される。

(5)　プロジェクトで開発されたシステムの今後の有効活用について戦略的パートナーと議論すること

前述のように、YTU では DDM、GAD、タウンシップ、YCDC の若手職員を対象に災害対応支援システムの集中トレーニングを実施する予定である。また、水災害グループでは、プロジェクト終了までに、もう一度ハイレベル会議を開催し、準実時間処理洪水氾濫解析システムの効果的な利活用について議論する予定である。こうしたトレーニングや会議が計画どおりに実施され、本プロジェクトで開発されたシステムについて実用レベルでの運用方法がより明確になることが期待される。同様に、プロジェクトの終了前に、Yangon City Geospatial Dashboard を含めた他のシステムも今後どのように YTU および戦略的パートナーによって利活用されるのかを明確にしておくことが期待される。

[52] GAD および DDM へのインタビューでは、GAD、DDM 共にプロジェクトで導入した災害対応支援システムに強い関心を示しており、防災業務の改善に活用したいとの意向も示されている。一方で、システムのインターフェースは英語表記であるため、100%理解するには至っていないため、職員の理解促進と同システムの機能を 100%活用するために、ミャンマー語化の必要性を要請された。

５－２　プロジェクト期間終了後に YTU および教育省が取組むべき項目

プロジェクト期間終了後、YTU および教育省が以下の措置を取り、プロジェクト効果を持続させ、将来プロジェクトの上位目標である「YTU がヤンゴン・バゴー地域での都市安全に貢献するために産学官連携プラットフォームを有効利用する」ことが期待される。

(1)　YTU への提言

研究活動を継続すること

YTU では、プロジェクト期間終了後も、研究活動を継続すると共に、プロジェクト活動を通じて強化された知識とスキルを活用して、YTU がさらに研究活動を推進することが非常に重要である。引き続き、国際ジャーナルへの学術論文の投稿を推奨すると共に、2019 年に設立されたミャンマー土木工学会等の場において、積極的に研究成果を発表することが期待される。また、コンソーシアムメンバーのニーズに基づいた研究活動も推進していくことも重要である。メンバーにニーズに応える研究活動を推進することによって、コンソーシアムとしての活動実績の蓄積につながり、コンソーシアムの意義や YTU の研究成果の有用性が実証され、こうしたことの積み重ねにより、研究資金調達の好循環を生み出すことが可能となる。

(2)　教育省への提言

コンソーシアムにおいて、YTU が国内トップの研究機関であるという地位を維持・向上できるように YTU を継続的に支援することが期待される。

第6章　教訓

(1) YTU はミャンマーにおける技術系大学のトップ校であるが、ミャンマーでは研究活動自体がそれほど推進されておらず、トップ校の YTU であっても「教育」が主な活動であった。そのため、研究能力は東南アジア諸国と比較しても遅れていた。こうした背景があり、日本側研究者と YTU 研究者との能力差が非常に大きく、特にプロジェクト期間の前半は、研究方針や研究アプローチに関する議論が進まなかった。一方、日本側研究者は研究成果を求められるため、YTU 研究者との議論が進まない中、日本側研究者の主導で研究活動を実施せざるを得ない状況も見られた。SATREPS は技術協力プロジェクトであり、相手国側と「共同して」研究を進めていくことも重視されるため、研究活動に不慣れな国において SATREPS プロジェクトを実施する場合には、次のような点に留意すべきだと考えられる。

1) 研究活動が軌道に乗るまで時間を要することを念頭に置いて、5 年間の活動計画と目標を設定すること（あまり高すぎる目標にならないように、到達点を十分検討する）

2) 研究活動の初期には相手側研究者の理解が進まないことが予想されるため、より丁寧な説明を心がけると共に、コミュニケーションを密にとること。コミュニケーションに関しては、Skype 等のツールも便利ではあるが、関係を構築するまではなるべく対面式（Face to face）のコミュニケーションを重視したほうが、相互の関係構築と理解促進につながる。

(2) 支援対象国には信憑性のあるデータが存在しない場合や、省庁所管のデータを提供してもらえないケースがある。本プロジェクトでは、YCDC から建物に関するデータの提供が受けられず、地震脆弱性評価の進捗や精度に影響を与えている。また、DMH が所有している降水量などのデータも有料でなければ提供されないとのことである。プロジェクト開始前にデータの有無、種類、信頼性などの詳細が確認できればベストだが、支援対象国ではこうした点を把握するだけでもかなりの時間を要すると考えられる。したがって、計画段階においてこのような状況も考慮して、データ収集や信憑性の確認のための期間を充分確保して計画することが重要である。特に SATREPS プロジェクトでは、データの有無と信憑性は研究成果の精度を高めるために重要となることが多いため、こうした点を十分考慮する必要がある。

(3) 本プロジェクトでは PDM で設定されている成果（アウトプット）に複数の研究グループの活動が混在しており、成果の達成度に関する責任主体が明確ではなく、さらに研究グループとしての成果目標の設定が曖昧であった。こうした背景があり、プロジェクト終了時の目標到達点が曖昧となり、達成度の検証が非常に困難であった。PDM の成果（アプトプット）において、研究グループごとに達成目標を設定したほうが、グループとしての研究活動の進捗や研究結果を正確に把握でき、研究グループごとの目標到達レベルも検証しやすくなる。

(4) コンソーシアムの設立は、関連活動のノウハウが必要であり、相応の業務量も必要となるため、研究者が研究活動との同時並行で取組むには困難が伴う。コンソーシアムなど制度面や組織作りのノウハウが必要な場合は、研究者だけでなく、それらの活動を専門とする人材の配置を検討すべきである。

以上

付　属　資　料

1. 協議議事録（M/M）、終了時評価調査報告書（英文）
2. 評価グリッド（日）（英）

MINUTE OF MEETINGS
BETWEEN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
AND
THE AUTHORITIES CONCERNED OF THE GOVERNMENT OF REPUBLIC OF THE UNION OF MYANMAR
ON TERMINAL EVALUATION
FOR PROJECT FOR DEVELPMENT OF A COMPREHENSIVE DISASTER RESILIENCE SYSTEM AND COLLABORATION PLATFORM IN MYANMAR

The Japanese Terminal Evaluation Team (hereinafter referred to as "the Team"), organized by Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") headed by Mr. Nobuhiro Iwai visited Myanmar from 11 of September, 2019 to 1 of October, 2019 for the purpose of conducting the Terminal Evaluation on Project for Development of a Comprehensive Disaster Resilience System and Collaboration Platform in Myanmar (hereinafter referred to as "the Project") under the Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development (SATREPS).

During its stay, the Team exchanged views and had a series of discussions with the Myanmar authorities concerned for the successful completion of the Project. As a result of the discussions, the Team and the Myanmar authorities concerned agreed to the matters referred to in the documents attached hereto.

Nay Pyi Taw, 1 October, 2019

Mr. Nobuhiro Iwai
Senior Representative
Myanmar Office
Japan International Cooperation Agency

Dr. Thein Win
Director General
Department of Higher Education
Ministry of Education
Republic of the Union of Myanmar

Appendix 1: Terminal Evaluation Report

Joint Terminal Evaluation Report
on
Project for Development of a Comprehensive Disaster Resilience System and Collaboration Platform in Myanmar

October 2019

Joint Terminal Evaluation Team

Ihe Zo

List of Abbreviations and Acronyms

AHS	Automatic Hydrologic Station
AWS	Automatic Weather Station
CCTV	Closed-circuit television
CDR	Call Detail Record
C/P	Counterpart
DAC	Development Assistance Committee
DB	Database
DBM	Digital Building Model
DEM	Digital Elevation Model
DDM	Department of Disaster Management
DHPI	Department of Hydropower Implementation
DIAS	Data Integration and Analysis System
DMH	Department of Meteorology and Hydrology
DOHE	Department of Higher Education
DUHD	Department of Urban Housing Development (MOC)
DWIR	Directorate of Water Resources and Improvement of River Systems
GAD	General Affairs Department
GIS	Geographic Information System
GPS	Global Positioning System
ICHARM	International Centre for Water Hazard and Risk Management under the auspices of UNESCO
ICUS	International Center for Urban Safety Engineering (The University of Tokyo)
ICSE	International Conference on Science and Engineering
IWUMD	Irrigation and Water Utilization Management Department
JCC	Joint Coordinating Committee
JICA	Japan International Cooperation Agency
JPY	Japanese Yen (currency)
JST	Japan Science and Technology Agency
M/M	Minutes of Meeting
M/M	Man/Month
MMK	Myanmar Kyat
MOALI	Ministry of Agriculture, Livestock and Irrigation
MOC	Ministry of Construction
MOE	Ministry of Education
MOEE	Ministry of Electricity and Energy
MoSWRR	Ministry of Social Welfare, Relief and Resettlement
MOTC	Ministry of Transport and Communications
MOU	Memorandum of Understanding
MPT	Ministry of Posts and Telecommunications
MTU	Mandalay Technological University
NGO	Non-governmental Organization
OD	Origin and Destination
ODA	Official Development Assistance
PC	Prestressed Concrete (Bridge)
PDM	Project Design Matrix
PO	Plan of Operation
PWD	Public Works Department
R/D	Record of Discussions
RRI	Rainfall-Runoff-Inundation

RS	Remote Sensing
SATREPS	Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development
WEB-DHM	Water and Energy Budget-based Distributed Hydrological Model
YCDC	Yangon City Development Committee
YTU	Yangon Technological University
YRTA	Yangon Regional Transport Authority

TABLE OF CONTENTS

1. Introduction....1
1-1. Background....1
1-2. Objectives of the Terminal Evaluation....1
1-3. Schedule and Member of the Joint Terminal Evaluation....1
1-4. Methodology of the Terminal Evaluation....2
2. Outline of the Project....4
2-1. Background of the Project....4
2-2. Project Information....4
3. Results of Project Performance....6
3-1. Inputs....6
3-1-1. Allocation of Inputs by the Myanmar Side....6
3-1-2. Allocation of Inputs by the Japanese Side....7
3-2. Achievement of Outputs....9
3-3. Prospects of Achieving the Project Purpose....17
3-4. Prospects of Achieving Overall Goal....20
3-5. Implementation Process....20
4. Evaluation Results by Five Criteria....22
4-1. Relevance....22
4-2. Effectiveness....24
4-3. Efficiency....25
4-4. Impact....26
4-5. Sustainability....27
4-6. Conclusion....28
5. Recommendations....30
5-1. Recommendations before the Project is closed....30
5-2. Recommendations after the Project....31

List of Annexes

Annex 1: Joint Terminal Evaluation Schedule
Annex 2: Project Design Matrix (PDM) (Original)
Annex 3: Project Design Matrix version 2 (as of November 2017)
Annex 4: Plan of Operations (PO)
Annex 5: List of Counterpart Personnel
Annex 6: Assignment of Japanese Researchers/Experts
Annex 7: List of Participants of Training in Japan
Annex 8: Operation Expenses by JICA
Annex 9: List of Equipment Provided by JICA
Annex 10: List of Interviewees

1. Introduction

1-1. Background

The Project for Development of a Comprehensive Disaster Resilience System and Collaboration Platform in Myanmar is a Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development (SATREPS) implemented by Yangon Technology University (YTU) and The University of Tokyo (main research institute) with support of the Japan International Cooperation Agency (JICA) and the Japan Science and Technology (JST). The Project was launched in April 2015 for five years with the aim of developing a Comprehensive Disaster Resilience System and a Collaboration Platform for urban safety in Yangon and Bago.

Before the project completion in April 2020, JICA decided to conduct the terminal evaluation to review the project performance, assess the capacity enhancement level of the counterpart personnel and identify the measures/actions necessary to be taken in the remaining period summarizing as recommendations. In this respect, the Joint Terminal Evaluation Team (hereinafter referred to as "the Team"), comprised of representatives from both parties, conducted the terminal evaluation of the Project from 11 of September to 1 of October 2019.

1-2. Objectives of the Terminal Evaluation

The objectives of the Terminal Evaluation are listed as follows:

1) To confirm the achievement levels of Outputs and the prospect for achieving the Project Purpose by the end of the project period, and the Overall Goals within three to five years after the project completion, based on the Project Design Matrix (PDM);
2) To identify factors or issues that have promoted or hindered the implementation of the Project activities;
3) To conduct a comprehensive evaluation from the viewpoints of five evaluation criteria; Relevance, Effectiveness, Efficiency, Impact and Sustainability (see "1-4 Methodology of the Terminal Evaluation); and,
4) To draw recommendations specifying measures to be taken for achieving the Project Purpose and securing sustainability of the Project.

1-3. Schedule and Member of the Joint Terminal Evaluation

(1) Schedule of the Terminal Evaluation

The evaluation was carried out from 11 of September to 1 of October 2019. The detailed schedule is attached as Annex 1.

(2) Members of the Terminal Evaluation

[Myanmar's Member]

Name	Tasks	Position and Organisation
Ms. Nwe Ni	Evaluation	Deputy Director General, Department of Higher Education, Ministry of Education

Thn

[Japanese Members]

Name	Title	Position and Organisation
Mr. Nobuo IWAI	Team Leader	Senior Representative, JICA Myanmar Office
Mr. Wataru ONO	Evaluation Planning	Deputy Director, Disaster Risk Reduction Team 1, Disaster Risk Reduction Group, Global Environment Department, JICA
Dr. Kaoru TAKARA	Senior Researcher	Dean, Graduate School of Advanced Integrated Studies in Human Survivability, Kyoto University
Mr. Kazuo ANAZAWA	Observer	Senior Associate Research Supervisor, Department of International Affairs (SATREPS Group), JST
Ms. Ayako NAMURA	Evaluation Analysis	Consultant, Tekizaitekisho LLC

1-4. Methodology of the Terminal Evaluation

The status of the project progress was reviewed based on the PDM, which is a summary table describing the outline of the Project. The terminal evaluation examined the following points referring to the PDM.

(1) Verification of project performance

The current degree of project achievements, such as Inputs, Outputs and Project Purpose, was assessed with reference to the Objectively Verifiable Indicators stated in the PDM. Various methods were applied to carry this out including desk review, a questionnaire survey, interviews, site surveys and discussions with counterpart personnel, JICA experts and relevant stakeholders.

(2) Examination of project implementation process

The process of the project implementation was examined from the viewpoints of project management.

(3) Evaluation by five evaluation criteria

The following five evaluation criteria are applied to the project evaluation.

Five Evaluation Criteria

Relevance:	Degree of compatibility between the development assistance and priority of policy of the target group, the recipient and the development partners.
Effectiveness:	A measure of the extent to which an aid activity attains its objectives.
Efficiency:	Efficiency measures the outputs -- qualitative and quantitative – in relation to the inputs. It is an economic term which is used to assess the extent to which aid uses the least costly resources possible in order to achieve the desired results. This generally requires comparing alternative approaches to achieving the same outputs to determine whether the most efficient process has been adopted.
Impact:	A criterion for considering for the prospects for the achievement of the Overall Goal, and the effects of the project with an eye on the longer-term effects including direct or indirect, positive or negative, intended or unintended.

Sustainability:	Sustainability is concerned with measuring whether the benefits of an activity are likely to continue after development partners' funding has been withdrawn. Projects need to be environmentally as well as financially sustainable.

Sources: "JICA Guideline for Project Evaluation", March 2004, and "New JICA Guidelines for Project Evaluation First Edition", June 2010.

The relationship between the five evaluation criteria and PDM is described in the following figure.

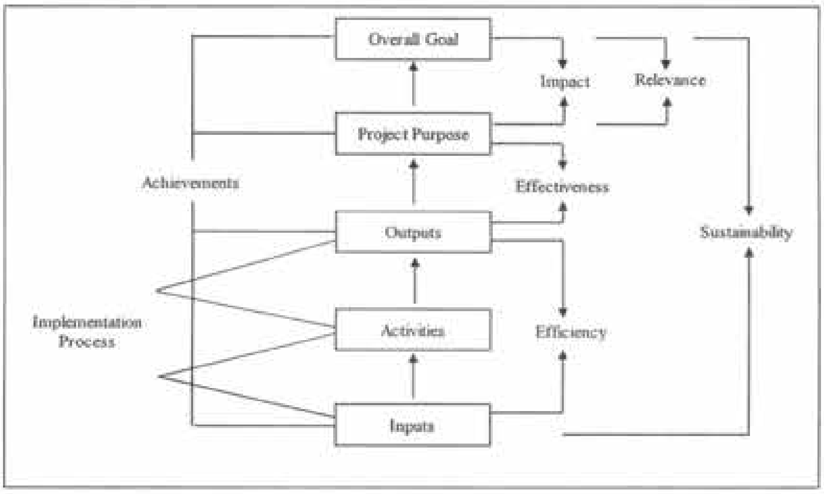


Figure 1: Relationship between the Five Evaluation Criteria and PDM

Source: "Practical Methods for Project Evaluation", March 2004

(4) Recommendations

The Team made the recommendations based on the results of the evaluation.

2. Outline of the Project

2-1. Background of the Project

Myanmar experienced lots of damages caused by wind or flood including Cyclone Nargis in 2008 which caused 138,373 deaths and 11.7 billion USD in damages, and significant floods in Bago in 2010 and 2011, and at the four states of the southeast areas in Myanmar in 2013. Moreover, several active faults are found in the country, and Yangon, Mandalay and the capital city of Nay Pyi Taw are located above or along with the Sagaing Fault, the primary active fault in Myanmar. While Myanmar has enjoyed an economic growth along with democratization in the recent years, increased disaster risks have become a serious concern, derived from the expansion of population in the large cities and expansion of industries and residential space with rapid land development and urbanization. On the other hand, the current social infrastructure was vulnerable to natural disaster and systems, human resources and information to prepare for disasters needed to be enhanced. Moreover, the enhancement of disaster resilience system needed to develop a collaboration system among government, academia and industry to strengthen comprehensive capacity of disaster risk reduction and response.

Yangon Technological University (YTU) reopened the classes of undergraduate in 2012 after the democratization in 2011, and it had strong needs of developing human resources and conducting researches of disaster risk reduction. In this respect, *the Project for Development of a Comprehensive Disaster Resilience System and Collaboration Platform in Myanmar (SATREPS Project)* started in 2015 with the aims of developing systems for disaster risk reduction and response and a collaborative platform to support the system sustainably and it is expected that this will contribute to safe urban development in Myanmar.

2-2. Project Information

Project Title:	Project for Development of a Comprehensive Disaster Resilience System and Collaboration Platform in Myanmar
Project Term:	From April 2015 to April 2020 (five years)
Target Areas:	Yangon and the Bago River Basin
Counterpart Organization:	Department of Higher Education (DoHE), Ministry of Education (MOE) Yangon Technological University
Strategic Partners:	• Department of Disaster Management (DDM), Ministry of Social Welfare, Relief and Resettlement (MoSWRR) • Department of Metrology and Hydrology (DMH), Ministry of Transport and Communication (MOTC) • Directorate of Water Resources and Improvement of River System (DWIR), MOTC • Public Works (PW), Ministry of Construction (MOC) • Irrigation and Water Utilization Management Department (IWUMD), Ministry of Agriculture, Livestock and Irrigation (MOALI) • Department of Urban Housing Development (DUHD), MOC • Yangon City Development Committee (YCDC) • Department of Hydropower Implementation (DHPI), Ministry of Electricity and Energy (MOEE)

	• Mandalay Technological University (MTU) • Federation of Myanmar Engineering Society (MES) • Myanmar Earthquake Committee (MEC) • Myanmar Geo-science Society (MGS)
Research Groups:	(1) Disaster Management Group (2) Water-related Disaster Group (3) Infrastructure Group (4) Transport and Human Mobility Group (5) RS/GIS Group (6) Earthquake-related Disaster (Building) Group
Project Outline:	**(1) Overall Goal.** YTU further utilizes the Collaboration Platform to contribute to the urban safety in Yangon and Bago. **(2) Project Purpose** YTU understands and develops a Comprehensive Disaster Resilience System and a Collaboration Platform for urban safety in Yangon and Bago. **(3) Outputs** Output 1: Development of physics model to evaluate disaster vulnerability. Output 2: Development of scenario analysis for assessing future disaster vulnerability. Output 3: Development of main roles and activities of research centre for urban safety in YTU to sustain and enhance research activities and human resource development. Output 4: Development of integrated disaster response support system including infrastructure maintenance management with adequate technologies.

3. Results of Project Performance

3-1. Inputs

3-1-1. Allocation of Inputs by the Myanmar Side

(1) Assignment of counterpart personnel (see Annex 5)

Counterpart personnel of the Project were assigned as follows and worked together with the Japanese researchers.

Table 1: Main counterpart personnel

Position in the Project	Position and Organization	
Project Director:	Director General of Department of Higher Education (DoHE), Ministry of Education (MOE)	
Project Manager:	Rector of Yangon Technology University (YTU)	
Assistant Project Manager/Research Head:	Pro-rector of YTU	
Counterparts:	(1) Disaster Management Group:	• Department of Architecture, YTU • Department of Civil Engineering, YTU • Department of Engineering Geology, YTU • MES
	(2) Water-related Disaster Group	• Department of Civil Engineering, YTU • DMH • DWIR • IWUMD • DHPI
	(3) Infrastructure Group	• Department of Civil Engineering, YTU • Department of Bridge, MOC • MTU
	(4) Transport and Human Mobility Group	• Department of Civil Engineering, YTU
	(5) RS/GIS Group	• Remote Sensing (RS) /GIS Research Center • Department of Civil Engineering, YTU
	(6) Earthquake-related Disaster (Building) Group	• Department of Civil Engineering, YTU • Department of Architecture, YTU • Department of Engineering Geology, YTU • Urban Planning Division, YCDC • Bridge Department of YCDC • Building Department of YCDC • MEC of Fed. of MES

(2) Office space for Japanese researchers

- YTU provided the office space for Japanese researchers/JICA expert and national staff and bore the utility cost, including electricity and water. The office space includes the mini-lecture room facilities and researchers' office.
- YTU also provided the space for Remote Sensing (RS)/GIS Research Center.

(3) Operation Expenses covered by Myanmar stakeholders

- YTU provided 4.07 million MMK from the beginning of the project period to July 2019 covering the expenses for received equipment, including transportation cost from Yangon Port and YTU and storage fee at the customs office.
- IWMUD and DWIR respectively provided approximately 30 thousand USD for foundation work to install measuring equipment for water level at Tawa Sluicegate and Dagon Bridge. DHPI also provided the location for measuring equipment at Zaung Tu Dam.

Table 2: Operation Expenses covered by YTU

(Unit: MMK)

Items	JFY 2015	JFY 2016	JFY 2017	JFY2018	JFY 2019	Total
Travel Expenses	0	0	0	0	0	0
Meetings	682,230	633,555	0	0	31,500	1,347,285
Other expenses	15,000	728,240	1,678,428	300,000	0	2,721,668
Total	697,230	1,361,795	1,678,428	300,000	31,500	4,068,953

Source: Project Office

Note: The Japanese Fiscal Year (JFY) starts in April until March in the following year. The data for JFY 2019 covers from April 2019 to July 2019.

(4) Contribution from Myanmar Stakeholders

- MOC supported for monitoring and instrumentation works for the bridges such as Twantay Bridge and Pathein Bridge.
- YCDC provided administrative support for microtremor survey in Yangon.
- MATHATHA (The whole Bus Line Association over the Yangon Region, a predecessor of Yangon Bus Service) provided the data and supported for installment of smartphone and GPS and survey.
- The several stakeholders provided the data necessary for the project activities.

3-1-2. Allocation of Inputs by the Japanese Side

(1) Japanese researchers

As of September 2019, a total of 40 short-term Japanese researchers/JICA experts were assigned to the Project since the Project commenced, amounting for the sum of 2,473 days working (82.47 M/M) in Myanmar. Each researcher was assigned to at least one research group as shown below. The group leaders were appointed in each group to manage the project activities effectively and had the responsibility of managing and monitoring the research activities. The two long-term experts were assigned as a project coordinator. The experts have engaged in administrative works, including coordination with YTU, the Strategic Partners and other relevant Myanmar stakeholders/institutes,

procurement, and arrangement of various meetings and JCC. In total, Japanese researchers/experts' assignment amounted to 82.47 M/M.

Table 3: Assignment of Japanese researchers/JICA experts

Fields	Times	Persons	Total days	Total M/M
[Short-term Experts*] (Until September 2019)				
Project Leader	19	1	117	3.90
Disaster Management Group	23	2	106	3.53
Water-related Disaster Group	90	9	576	19.20
Infrastructure Group	77	10	400	13.33
Transport and Human Mobility Group	39	7	258	8.60
RS/GIS Group	11	1	60	2.00
Earthquake-related Disaster (Building) Group**	114	10	957	31.90
Sub-total for Short-term Experts	**373**	**40**	**2,473**	**82.47**
[Long-term Experts] (until April 2020)				
Project Coordinator	2	2	1,555	51.83
Ground Total for JICA Researchers/Experts	**375**	**42**	**4,029**	**134.30**

Source: Project Office

Note*: The six researchers had the tasks of another group. In such a case, the assignment was counted in the main group she/he belongs to.

Note**: The two researchers also played the role of coordinators among researchers.

(2) Training in Japan

A total of 33 YTU teachers/researchers and officials of the Strategic Partners participated in the training program in Japan (totally 86.03 M/M). The detailed list of participants is shown in Annex 7.

Table 4: Training in Japan

JFY	No. of participants	days	MM	University and Course
2015	12	30	12.0	The University of Tokyo ICHARM National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience
2016	15	123	61.5	The University of Tokyo
2017	4	80	10.7	The University of Tokyo
2018	2	28	1.9	The University of Tokyo
Total	33	261	86.03	

Source: Project Office

(3) Operation expenses (Overseas Activity Cost)

The project operation expenses borne by Japan amounted to 304,712 USD from the beginning of the project period to July 2019. (see Annex 8)

Table 5: Operation expense borne by Japan

(Unit: USD)

JFY 2015	JFY 2016	JFY 2017	JFY 2018	JFY 2019*	Total
48,279	71,029	77,237	90,179	17,988	304,712

Source: Project Office

Note: JFY starts in April until March in the following year. The data for JFY 2019 covers from April 2019 to July 2019.

(4) Provision of Equipment

A total of 798,730 USD was spent on provision of equipment from the beginning of the project term to July 2019. The main equipment provided were UPS (Uninterruptible power supply) Archsystem, 3D scanner, acceleration measurement system, dynamic strain measurement system, thermal infrared camera, smartphone, contactless vibration measuring system, microtremor meter, and hydro/meteorological sensors. (see Annex 9).

3-2. Achievement of Outputs

The achievement levels of each Output from the commencement of the project term to date are explained as follows. The prospects of achievement level for each indicator under Outputs and Project Purpose at the completion of the Project (namely April 2020) are examined on a four-point scale: "achieved already", "to be achieved", "to be partially achieved" and "not to be achieved".

(1) Output 1:

Output 1:	**Development of physics model to evaluate disaster vulnerability.**
Objectively Verifiable Indicators	1-1. Meteorological and hydrological observation of target areas, performance evaluation of structures, and capacity of people/traffic monitoring are improved and Hydrology and flood inundation model in research area is developed.
	1-2. Earthquake vulnerability assessment method is established. Yangon digital map database is created.
	1-3. Urban development model in survey area is developed.

Indicator 1-1. Meteorological and hydrological observation of target areas, performance evaluation of structures, and capacity of people/traffic monitoring are improved and Hydrology and flood inundation model in research area is developed. [Achieved already]

The Water-related Disaster Group worked on the installation of observation equipment for meteorological and hydrological data at the five weather stations and the three water level stations in collaboration with IWUMD, DHPI and DWIR as below.

Table 6: AWS and AHS installed in the Bago River

Equipment	Station name	Month/Year Installed	Responsibility
AWS	Zaung Tu Weir	March 2016	IWUMD
AWS	Aunag Tu Dam	April 2017	DHPI
AWS	Salu Dam	April 2017	IWUMD
AWS	Shwe Laung Dam	April 2017	IWUMD
AWS	Tawa Sluicegate	February 2018	IWUMD
AHS	Tawa Sluicegate WL	May 2017	IWUMD

Equipment	Station name	Month/Year Installed	Responsibility
AHS	Zaung Tu Dam WL	February 2019	DHPI
AHS	Dagon Bridge WL	January 2019	DWIR

Note: AWS: Automatic Weather Station
AHS: Automatic Hydrological Monitoring Station
WL: Water Level

Source: Final report submitted to JST issued in July 2019.

After the installation, the data observed by the installed equipment has been sent to YTU and these relevant agencies through the telemetry system. Before this system was developed, the data on water level and precipitation was managed by the individual agencies. Now, YTU and the relevant agencies can acquire, share and accumulate the reliable meteorological and hydrological data of these eight stations on a nearly real-time basis. The Group also developed the enhanced Digital Elevation Model (DEM) of the Bago River Basin, integrating the satellite map data, the existing river cross-section data, and the results of a survey of river cross-section of the Bago River. The developed digital data and information are stored at the database server at Remote Sensing (RS)/GIS Research Center (RC) of YTU.

The issues of performance evaluation of structures and capacity of people/traffic monitoring are described under Indicator 1-2 and Indicator 1-3, respectively.

Indicator 1-2. Earthquake vulnerability assessment method is established. Yangon digital map database is created. [Achieved already]

The Earthquake-related Disaster (Building) Group collected various data of buildings from the historical records of earthquakes through reviewing the existing documents and measured the data of buildings using laser scanners, Unmanned Aerial Vehicle (UAV), and digital cameras. Besides, the survey of the structure and height of buildings in four townships[1] in Yangon was conducted in 2016. Together with the data of Digital Building Model using satellite data, the characteristics of building in Yangon were identified and the fragility curves for RC structure were created in 2016 and enhanced its accuracy in 2017 and 2018. In 2018, the building collapse risk was assessed and its summary was reported at the Earthquake-related Disaster (Building) Group in February 2018. The fragility curves for normal timber structures, stilt houses and bamboo houses are developed which will enhance the accuracy of the fragility curve.

With regard to ground data, the Earthquake-related Disaster (Building) Group measured 143 locations in 2017 in Central Business District and other 120 locations in Yangon, using microtremors to prepare an amplification map. Also, the Project has been negotiating with YCDC to share the borehole data. Once it is acquired, the amplification map will be updated and the Project will ensure the accuracy of the map. Besides, the maps shown in Table 7 were prepared by the Project. As for historic buildings, the heritage team under Earthquake-related Disaster (Building) Group has been working on the seismic evaluation of historic buildings in Yangon and has a plan to compile the results including drawings and other related documents in a booklet.

Table 7: Maps developed by the Earthquake-related Disaster Group

Township	Maps developed
1. Lanmataw	1. Potential Soil Amplification Map

[1] The townships of Sanchaung, Latha, Pabedan and Hlaing.

Township	Maps developed
3. Pabedan 4. Kyauktada 5. Pazundaung 6. Botahtaung 7. Mingalartaungnyunt 8. Dagon 9. Ahlon	3. Predominant Period of Underlying Soil Map 4. Soil Thickens Map 5. Vs30 Map 6. Peak Ground Acceleration Map 7. Peak Ground Velocity Map 8. Spectral Response Acceleration

Indicator 1-3. Urban development model in survey area is developed. [Achieved already]
In 2016, the Project started to develop the urban development model in Yangon utilizing geographical and building maps developed by the Project. This model allows to simulate urban development until 2040. The model can also show the results of simulation inputting various conditions such as flood, earthquakes, and new road/bridge constructions. The model will be one of the important tools, providing a macro perspective, when the local governments plan urban development of Yangon.

The people's flow was estimated using GPS data from mobile phone (CDR data) in collaboration with MPT in 2016. The Transport and Mobility Group acquired a sample data of approximately four million people for a week. The data was also utilized for trip estimation by zones and establishing the hypothesis of land use. Now, the counterparts of the Group acquires technology of how to utilize CDR data for research activities; and they can apply the same method when they obtain new CDR data. To grasp the traffic condition using the public transportation, the data was collected using 30 mobile phones equipped on buses; however, the several problems were identified and switched the devices from smart phones to GPS. Then after, the bus routes were restructured and the regional government decided to equip GPS on several thousand buses, requesting removal of GPS which the Project installed. Then, in response to a request from Yangon Regional Transport Authority (YRTA), the Project conducted a fixed point observation using a camera to extract the traffic flow at the road intersection and the number of cars automatically, with a cooperation of the Traffic Control Center. To date, in collaboration with the RS/GIS Group, Geo-Spatial Database (Yangon City Geospatial Information Dashboard[2]) is developed as the common database on web basis and this equips the functions of geospatial data collection, data sharing and data analysis. The data analysis function, in particular, support for decision making for disaster risk reduction and emergency preparedness in a timely manner. At this moment, the materials for Dashboard are ready to uploaded, and YTU, Remote Sensing/GIS Research Center and the Department of IT, is developing the web-based technical platform

Overall Assessment for Output 1: [Achieved already]
The expected outputs are already generated by the Project. During the implementation, the Project faced lots of difficulties in smooth implementation, particularly the acquisition of data necessary for development and assessment of the models/systems. Particularly in the first half of the project period, the Japanese researchers found the difficulties in acquiring reliable data and suffered from time-consuming administrative process of acquiring the data from other agencies although the data was available. This required the researchers to adjust research approaches based on the available data. Due to these difficulties, the progress of the researches was not as smooth as expected and the schedule of activities was slightly in behind, in particular for Earthquake-related Disaster (Building) Group and

2 https://sekilab.iis.u-tokyo.ac.jp/wp-content/uploads/2018_Yangon_GSDB_Poster.pdf (accessed in September 2019)

Transport and Mobility Group. These groups always tried to find alternative sources and proceeded with research activities to minimize the delay. In conclusion, the physics model to evaluate disaster vulnerability was already developed.

(2) Output 2

Output 2:	**Development of scenario analysis for assessing future disaster vulnerability.**
Objectively Verifiable Indicators	2-1. Water-related disaster vulnerability is assessed.
	2-2. Earthquake-related disaster vulnerability is assessed. Earthquake vulnerability map is created.

Indicator: 2-1. Water-related disaster vulnerability is assessed. [Achieved already]

The Water-related Disaster Group conducted the survey of social and economic characteristics of the residents in the Bago River Basin and Yangon and impact of flood in this area to grasp the water-related disaster vulnerability. Integrating Water and Energy Budget-based Distributed Hydrological Model (WEB-DHM)[3] and Rainfall-Runoff-Inundation Model (RRI Model)[4], the Group developed the Bago River monitoring and flood simulation system. Then, the tidal impact of Bago River Basin was integrated into the system. The Group also developed the method to evaluate the water-related disaster vulnerability based on the scenario with climate change and urban development in Bago River Basin and Yangon.

Indicator 2-2. Earthquake-related disaster vulnerability is assessed. Earthquake vulnerability map is created. [Achieved already]

The earthquake vulnerability map was developed (version 1) in 2017 and updated (version 2) in 2019 integrating the additional data collected through the activities. Then, the method of earthquake vulnerability assessment was established. Also, the digital map database was developed integrating the data and maps collected through the activities with support from RS/GIS Group and stored them to YTU's server (RS/GIS RC). These maps are available on WebGIS.

Based on the earthquake vulnerability map developed, the Project developed scenario analysis system for assessing future disaster vulnerability. The Project set up two kinds of scenarios of urban development in Yangon and assessed seismic vulnerability in the cases with and without disaster control measures. The Project has been improving the earthquake vulnerability map with the updated fragility curve and upgrade the scenario analysis system. This system will contribute to selection of a better scenario to develop urban city resilient to an earthquake.

Overall Assessment for Output 2: [Achieved already]

Through the research activities conducted under Output 2, the scenario analysis system for assessing future disaster vulnerability has been developed. In particular, water-related disaster vulnerability and earthquake-related disaster vulnerability have been assessed. Also, the second version of earthquake vulnerability map was already developed. These systems enable the project stakeholders to assess the future disaster vulnerability in Yangon and the Bago River Basin. In the remaining period, the Project, particularly in the research field in charge of Earthquake-related Disaster (Building) Group, will continue to enhance the accuracy of vulnerability assessment through collecting more reliable data.

[3] The model was developed by The University of Tokyo.
[4] The model was developed by ICHARM.

Through the research activities, the faculty members and the students of YTU have enhanced their research activities in the related field dramatically. One of the PhD students who participated in the Project received the Best Presentation Award of Paper of International Conference on Science and Engineering (ICSE) 2017 held in Myanmar and accepted by International Journal of Disaster Risk Reduction, which is recognized as an international journal of the high-impact factor. Now, the teachers and students of YTU can take appropriate steps to plan and organize the research activities as they have learned. Also, their capability of writing academic papers has also been enhanced (See "3-3. Prospects of Achieving the Project Purpose").

(3) Output 3

Output 3:	**Development of main roles and activities of research centre for urban safety in YTU to sustain and enhance research activities and human resource development.**
Objectively Verifiable Indicators	3-1. Framework of research centre for urban safety is developed in YTU.
	3-2. Educational program to foster specialized persons is developed.
	3-3. Basic concept of Consortium among government, academia and industry is developed in YTU through trial activities.

Indicator 3-1. Framework of research centre for urban safety is developed in YTU. [To be achieved]

The Project discussed the framework of the research center for urban safety and YTU submitted the proposal and road map of ten research centers to MOE in November 2017. Then, MOE approved the establishment of RS/GIS Research Center (RC) of YTU in December 2017. YTU assigned the four officers and one office staff including the Head of RS/GIS RC (note: three of officers have another assignment or out of the country as of September 2019[5]). The opening ceremony of the research center was held in October 2018 and the management system of RS/GIS RC, the draft outline[6] of RS/GIS RC and the establishment of the management committee were discussed in the fourth Joint Coordination Committee (JCC) held on the same day. The details such as the members of the management committee and the services and outputs which RS/GIS RC can offer need to be discussed and specified. Moreover, RS/GIS RC is preparing a specific plan of providing free training after October 2019, which includes training on remote sensing for anyone who needs to acquire skills of RS as well as for teachers of other universities, and professional training on remote sensing. By the end of the project term, the Project needs to make an annual action plan of RS/GIS RC, including these training activities and research activities.

Indicator 3-2. Educational program to foster specialized persons is developed. [Achieved already]

To date, the Project has conducted the short-term training sessions for YTU teachers on database development using GIS and RS, and the establishment of the Bago River monitoring and flood simulation system. The training session on vulnerability assessment in Yangon was also provided for YTU teachers and students. The Japanese researchers have shared the ideas to upgrade the curricula, incorporating the subjects of disaster risk reduction into the existing curricula. Since YTU has a plan of curriculum overhaul, the Japanese researchers have assisted YTU in revising curricula related to building, remote sensing/GIS based on the request from YTU. Heritage Team of Earthquake-related

[5] According to the interview with the Head of RS/GIS Center, one PhD student supports the Center but graduating in December 2019.

[6] This paper specifies the objectives, activities, management structure and budget of RS/GIS RC.

Disaster (Building) Group assisted Department of Architecture of YTU in introducing a new curriculum related to heritage[7].

Japanese researchers introduced a student seminar in February 2017 and have organized it twelve times until July 2019. In the student seminars, YTU teachers and students experienced an interactive learning approach, discussing the subjects together and exchange ideas. Through this, presentation skills are also dramatically improved. YTU's teachers also made lots of presentations on the Project, and this led to the improvement of presentation skills.

Indicator 3-3. Basic concept of Consortium among government, academia and industry is developed in YTU through trial activities. [To be achieved]

The Project aims to establish a Consortium, a collaboration platform among academia, government and industry to facilitate application of research outcomes of urban safety in the society. The Consortium provides YTU with a channel of fundraising through collaboration with private sector, which will provide financially sustainable environment for YTU to continue research activities.

Since December 2016, the Project exchanged views with the private sector about a Consortium and organized the meetings on the establishment of Consortium with various stakeholders, including the Strategic Partners for the six times. Through these meetings, a basic concept of Consortium has been discussed among YTU, the Strategic Partners and private sector, and the Project prepared and revised the article of association of Consortium integrating the comments from Strategic Partners of the Project. Then, YTU submitted the article of association to MOE in October 2018. The Project is still waiting for the official approval from the Government of Myanmar since it has taken longer time than expected; meanwhile, the Project held "Seminar on Commencement of Activities of Consortium" on 1 of October. At this moment, it is expected that the Government of Myanmar will approve its establishment in December 2019. Then after, the Project will initiate specific activities under the Consortium immediately.

Overall Assessment for Output 3: [To be achieved]

The objective of Output 3 is to strengthen the function as an educational and research university and promote the favorable research environment for YTU. In terms of enhancement of educational program, the Project assisted YTU in upgrading the existing curricula incorporating the subject of disaster risk reduction or introducing new curricula based on the YTU's needs. With regard to the establishment of enabling environment for research activities, the Project made lots of efforts toward the establishment of RS/GIS RC and a Consortium. To date, the framework and outline of RS/GIS RC and a Consortium were defined and discussed. The RS/GIS RC officially launched in October 2018, and since then, RS/GIS RC has started activities providing the training on remote sensing to other university teachers. Since there are several ideas for more training programs, the more concrete annual action plan of RS/GIS RC, including future plan of research activities needs to be prepared, including necessary human resources and budget. "Seminar on Commencement of Activities of Consortium" was organized in 1st of October 2019. At this moment, it is expected that the Government of Myanmar will approve its establishment in December 2019. It is expected that the Project will initiate specific activities under the Consortium after its approval.

[7] These include Heritage Management and Conservation, Design Studio, Urban Environment Planning and Management, and Climate Change & Disaster Adaptation Planning.

Tw 知

(4) Output 4

Output 4:	Development of integrated disaster response support system including infrastructure maintenance management with adequate technologies.
Objectively Verifiable Indicators	4-1. Improved infrastructure management and maintenance system, and technology for securing disaster mitigation function in Myanmar is proposed.
	4-2. Integrated disaster response support system is developed.

Indicator 4-1. Improved infrastructure management and maintenance system, and technology for securing disaster mitigation function in Myanmar is proposed. [Achieved already]

Since 2015, the Infrastructure Group surveyed deformation on the bridges with MOC and a simple monitoring system of deformation on the bridge was introduced, measuring inclination, the relative displacement of beam and columns of PC bridges and various data for causes of bolt breakage. As a result of surveys and analysis, it was confirmed that the change of inclination in this period was minimal. This result assisted MOC in making decisions not to conduct urgent rehabilitation work but monitor the condition of bridges continuously. Thus, it was proved that the simple monitoring and numerical analysis contributed to identifying the causes of damages and necessity of rehabilitation, evaluating proof stress for deformed bridges and making plans for future effective measures. In 2018, the Group conducted a survey related to the fall of the Myaung Mya Bridge, confirmed the safety of similar bridges, and proposed maintenance works to be improved and the maintenance scheme for cable bridges. Through the surveys, monitoring activities of bridge conditions and data analysis, YTU teachers/students and MOC staff learned theory and knowledge of infrastructure management and method of data analysis of bridge monitoring.

Indicator 4-2. Integrated disaster response support system is developed. [To be achieved]

The Project found that it was still premature to develop an integrated system since the reliable data in the related fields were not available in Myanmar. The Project also found that the name of "disaster response support system" misled about the purpose of the system to be developed. Since it initially aimed to grasp the works and workloads which local governments have to take in an emergency case due to a natural disaster and to support readiness for a natural disaster. Then, in 2017, the Project decided to develop two systems for integrated disaster response support system: these are 1) the Near-real-time flood inundation simulation system (for water-related disaster) and 2) the Disaster Management Support System, which rather focuses on utilization before a disaster occurs by promoting understandings of the importance of readiness for a disaster and supporting for the efficiency of disaster response.

1) Near-real-time flood inundation simulation system

A prototype of the Near-real-time flood inundation simulation system was developed in July 2019. This system runs on Data Integration and Analysis System (DIAS)[8], the existing technology platform to collect, store and analyze observation data. This was developed by several Japanese institutes with the support of the Government of Japan and started its operation since 2006. The trial operation of the prototype of the Near-real-time flood inundation simulation system has been carried out during August and September 2019, and the system will be adjusted gaining the feedback from the users during this

[8] DIAS aims to collect and store earth observation data; to analyze such data in combination with socio-economic data, and convert data into information useful for crisis management concerning global-scale environmental disasters, and other threats; and to make this information available within Japan and overseas. (https://diasjp.net/en/)

trial operation. Acquiring the meteorological and hydrological data of these eight stations on a nearly real-time basis through this system, YTU and the Strategic Partners of Water-related Disaster Group can monitor the hourly rainfall data which was not measured before. This allows YTU and the Strategic Partner to monitor the data carefully and prepare for the case of a flood. Besides, this monitoring system has contributed to a reduction of workloads of regular river monitoring. The Group has worked on establishing a high-level meeting (Director General level) among the relevant agencies including DMH, DWIR, IWUMD, DDM (Department of Disaster Management) and YTU. It aims to promote the collaborative framework among the agencies relevant to water-related disaster and YTU which provides the academic and technical support. The high-level meeting was organized twice in May and November 2017. The Project had a plan to organize another high-level meeting in June 2019; however, it was postponed due to the difficulty in scheduling with each agency. By the end of the project term, the Project has a plan to organize it and confirm the continued collaborative administrative system and how the Near-real-time flood inundation simulation system can support their organizational duties and tasks more specifically.

2) Disaster Management Support System

In the first period of project implementation, the Disaster Management Group collected the basic information of disaster risk reduction scheme/system in Myanmar by conducting lots of hearings from YCDC and DDM and identified the current problems for disaster risk reduction. The Group also exchanged the ideas for disaster risk reduction and information flow when a disaster occurs with YCDC, DDM, Red Cross and Myanmar Engineering Society (EMC). In 2017, the Group analyzed the management and collaborative structure/system among government agencies and other relevant organizations in Yangon when a disaster occurs. The Group customized[9] the prototype of the Disaster Management Support System utilizing the information collected and analyzed and adding some functions suitable for Myanmar and demonstrated at YTU for discussing the functions to be included further. The charts of disaster response workflow were developed for earthquake, water and landslide disasters.

With regard to system development, the following functions are upgraded: 1) functions of map layer information which summarizes the research results of other groups, 2) functions of estimating workloads to respond damages and evaluating the volume of damage, 3) function of evaluating distribution of seismic ground motion from the location of the epicenter or seismic fault, and 4) support function for building damage investigation. Then, the system of a workflow of disaster responses was updated. The Group provided the training on this system for Director Generals of General Affairs Department (GAD) and DDM (80 participants) in February, and the officials of GAD who are in charge of primary disaster response (140 participants) in March 2019. In addition, the training sessions on comprehensive disaster risk reduction covering Disaster Management Support System and earthquake vulnerability assessment[10] were provided for the staff of six townships in Yangon. The participants in these trainings expressed a heightened interest in these systems and admitted the usefulness of the systems. In the remaining period, the Disaster Management Group will enhance the system to provide another intensive training to six townships in Yangon and promote its utilization at the townships. YTU is now preparing the manual of how to use the system in Myanmar. It should be noted that the Team received the request from GAD to

---

[9] Originally, the Disaster Management Support System was developed by The University of Tokyo and has been introduced in the local government in Japan.

[10] The Project collected ground data since these townships were the target areas for ground survey.

localize the system into Myanmar language since Myanmar language will bring better understandings and good operation of the systems at the local government.

Overall Assessment of Output 4 [To be achieved]
As described above, infrastructure management and maintenance system/technology were proposed by Infrastructure Group and the Disaster Management Support System has been customized and promoted among DDM and GAD. Also, the Near-real-time flood inundation simulation system was developed on the platform of DIAS which allows the relevant agencies to monitor the meteorological and hydrological data on a nearly real-time basis. The relevant agencies acknowledged the usefulness of these systems and the Project will continue providing the training how to apply the systems to their daily works. One issue to be considered is the localization of the Disaster Management Support System into Myanmar language to promote user-friendliness to GAD and DDM staff. Together with this issue, the future detailed action plan to enhance the utilization of the Disaster Management Support System needs to be discussed and compiled.

3-3.Prospects of Achieving the Project Purpose

Project Purpose:	YTU understands and develops a Comprehensive Disaster Resilience System and a Collaboration Platform for urban safety in Yangon and Bago.
Objectively Verifiable Indicators	1. At least 20 research papers related to the project, which are submitted by mainly YTU academics during the project period, are accepted by international journals.
	2. Some suggestions, advices and policy proposals by using the Comprehensive Disaster Resilience System are submitted to relevant governments.
	3. The Comprehensive Disaster Resilience System is developed and under operations by YTU.

1. At least 20 research papers related to the project, which are submitted by mainly YTU academics during the project period, are accepted by international journals. [To be achieved]

As of March 2019, a total of 11 papers related to the Project, which submitted by mainly YTU researchers (meaning that the principal authors are the YTU' researchers), accepted by international journals. Besides, two more papers related to the Project, which Japanese researchers co-authored, were accepted by the international journals. Currently, YTU teachers and researchers are preparing the 28 journals to submit the Journal of Disaster Research, including 16 journals as the main authors and 12 journals as the co-authors. If more than 7 papers are accepted, the target value of the indicator is fulfilled.

It should be noted that YTU teachers and students dramatically enhanced the capacity of planning, organizing and implementing the researches through the project activities. Also, they have enhanced the skills of writing journals and academic papers in working with Japanese researchers. Given the fact that many of them did not have sufficient experience of research activities before the Project began, these are notable achievements of the Project.

Tmy 1/10

2. Some suggestions, advices and policy proposals by using the Comprehensive Disaster Resilience System are submitted to relevant governments. [Achieved already]

To date, five suggestions/proposals using the developed system and technology through the Project were made in water-related disaster and infrastructure management as below.

(1) Water-related disaster

1) Utilizing the results of assessing water-related disaster vulnerability in the Bago River Basin, the suggestions on a flood-control plan and urban development plan in Bago were presented to DMH, DWIR IWUMD and DDM in 2018. In particular, the suggestions include the construction of bank, emergency support at the time of flooding, reinforcement of residential houses, relocation to other areas, restrictions on occupancy through the guidance of relocation, and strengthening education for disaster.

2) The report of the 2018 Myanmar flood response including data analysis was submitted to five relevant departments such as DMH, DWIR, IWUMD, DHPI and DDM in August 2018. This report was prepared by operating the prototype of the Near-real-time flood inundation simulation system developed by the Project. The report enabled these government agencies to identify measures necessary to respond flood which occurred in Bago in July 2018.

(2) Infrastructure

1) The report of the investigation of Myaung Mya Bridge collapsed in April 2018, was submitted to MOC in 2018 based on the results of the survey to identify the causes.

2) The report of the safety investigations of suspension bridges was submitted to MOC in 2018. The report includes the short-term and long-term measures to improve safety investigations and maintenance works for similar types of bridges in Myanmar.

3) The policy recommendation was made to MOC, suggesting the establishment of regulation for the suspension bridges, including periodical inspection in 2018.

3. The Comprehensive Disaster Resilience System is developed and under operations by YTU. [To be achieved]

As mentioned in “Output 4”, the Project has developed three systems for disaster resilience system. Besides, the Transport and Mobility Group has developed a particular system to contribute to policy making or planning including disaster risk reduction as below.

(1) Water-related Disaster Group

The Near-real-time flood inundation simulation system is now upgraded based on the results of operation during the trial period. Through this system, the relevant agencies such as IWUMD, DWIR, DMH, DHPI and YTU monitor metrological and hydrological observation data on a nearly real-time basis and able to prepare for floods by monitoring the near real-time data. It is expected that the Project

Thy 𝒴𝒪

will discuss the effective utilization of the developed system with these relevant agencies by the end of the project term.

(2) Disaster Management Group

The Disaster Management Support System, incorporating the results of earthquake vulnerability assessment, is nearly completed and introduced in the training provided at the GAD training school.

(3) Infrastructure Group

The Project introduced the simple monitoring system of deformation on the bridge and applied to Twantay and Pathein Bridges. The Project, besides, proposed improvements for maintenance and the maintenance scheme for suspension bridges. These systems introduced by the Project will be applied at MOC for infrastructure management and YTU will support for the advanced analysis of measured data under the introduced monitoring system.

(4) Transport and Human Mobility Group

As explained in "3-2. Achievement of Outputs", Yangon City Geospatial Dashboard, an interactive platform, is developed which has functions of data collection, sharing and analysis of geospatial data with the Strategic Partners. YTU is currently preparing the web-based technical platform. Once it is completed, expectedly by December 2019, the system will be accessible for anyone who registers it. Since various developed digital maps will be uploaded, it is expected that a variety of stakeholders including the Strategic Partners, local governments including Yangon Regional Transportation Authority (YRTA) and International and local NGOs will utilize it to grasp the current conditions and for decision making for their strategy or any plans.

Overall Assessment of Project Purpose [to be achieved]

The Project has provided the important systems to grasp and simulate disaster-caused damages and to strengthen readiness for a disaster, covering main disaster-related issues such as water-related and earthquake-related disasters, infrastructure and transport and human mobility. Through the project activities, various systems, which can contribute to disaster risk reduction in Yangon and Bago have been developed and enhanced. The Strategic Partners admitted its usefulness according to the interview with them. Since the disaster risk reduction was a new concept for Myanmar and YTU, the fact that the Project brought this concept to YTU and the Strategic Partners is worthy of special mention.

Before the Project, each department worked individually and did not have ideas to collaborate among one another. Now, the faculty members understand the importance to collaborate among departments of YTU for disaster risk reduction and mitigation, learning that the preparation for a natural disaster requires various technical fields. Through the project activities, YTU teachers have enhanced their research capacities dramatically and some curricula of YTU were upgraded. Given these aspects, YTU firmly establishes the status of the top university in the field of disaster risk reduction in Myanmar. Besides, the capacity of disaster risk reduction of Strategic Partners has enhanced dramatically.

Another notable result is that the Project has strengthened the research function and environment of YTU. Firstly, RS/GIS RC was established in October 2018 to promote research activities for urban safety in YTU. Secondly, the Project has worked on the establishment of the Consortium, which will be a first collaborative framework among government, academia and industry in Myanmar and enhance

the YTU's role and function as the research institute. Considering the situation in Myanmar where the digitalized maps and reliable data set are not much available and there are strong needs of various stakeholders to share that information widely, it is expected that YTU will construct a website as soon as an IP address is available for RS/GIS RC and share the data and maps with any stakeholders who need them.

3-4.Prospects of Achieving Overall Goal

Overall Goal:	YTU further utilizes the Collaboration Platform to contribute to the urban safety in Yangon and Bago.
Objectively Verifiable Indicators	1. At least 4 policy proposals on the result of the Comprehensive Disaster Resilience System are made for relevant governments by YTU team. 2. At least 20 specialized persons in urban safety sector are trained at YTU.

Indicator 1. At least 4 policy proposals on the result of the Comprehensive Disaster Resilience System are made for relevant governments by YTU team.

As explained in "3-3. Prospects of Achieving the Project Purpose", the four suggestions or proposals were already made by the Project to the Strategic Partners. Through the project activities, YTU teachers have enhanced their research capacities and leaned how to prepare proposals based on the results of researches. Currently, YTU has a plan for policy proposals in the areas of flood management in Bago Region with DMH, IWUMD, DWIR, DHPI and DDM and modification of the national building code and zoning in Yangon for the purpose of better disaster resiliency, with YCDC, Myanmar Engineering Council, MES and Myanmar Geo-science Society (MGS). The important conditions to fulfil this indicator are 1) YTU continues research activities securing the budget, 2) key teachers who have enhanced their research capacities continue research activities at YTU without transferred, and 3) good collaboration with relevant agencies are kept.

Indicator 2. At least 20 specialized persons in urban safety sector are trained at YTU.

According to the interview with YTU, until the establishment of other planned research centers are approved by MOE, RS/GIS RC will take responsibility to manage and provide the training on various disaster-related subjects not only on remote sensing but also Disaster Management Support System, and so on. In this sense, when RS/GIS RC can take a leading role of managing training for specialized persons in urban safety sector to some extent. It should be noted that the target of "specialized persons in urban safety sector" covers the areas which the Project focuses, namely Disaster Management, Water-related Disaster, Infrastructure, Transport and Human Mobility, RS/GIS and Earthquake-related Disaster.

3-5. Implementation Process

Project Management and Monitoring

The Project set up the six research groups, namely 1) Disaster Management, 2) Water-related Disaster, 3) Infrastructure, 4) Transport and Human Mobility, 5) RS/GIS and 6) Earthquake-related Disaster (Building). Each research group has monitored the project activities, respectively. The monitoring of the research progress is almost common among research groups, organizing face to face meeting during the stay of Japanese researches in Myanmar and communicating through email during their absence. Among the six groups, the Earthquake-related Disaster (Building) Group particularly experienced slight

difficulties in monitoring activities since the size of the group and the scope of activities are very large compared with the other groups.

The Joint Coordinating Committee (JCC) meetings were held four times since the beginning of the Project to date and have functioned. JCC reviewed the progress of project activities, exchanged information and opinions and made decisions on project outcomes. The JCC had the participation of various key stakeholders called as "Strategic Partner" under the Project, including YTU, DoHE, DDM, DMH, PW, DUHD, IWUMD, DWIR, MOC, YCDC, and MEC of the Fed. Of MES.

JCC Meeting	Date	Number of Participants	Agenda
1st	September 2015	60	• Explanation of project scope and purpose of the project • Revision of MOU
2nd	September 2016	59	• Review of the project activities • Discussion of the important issues for project implementation
3rd	October 2017	57	• Revision of R/D including revision of PDM • Confirmation of outline of integrated disaster management support system. • Confirmation of equipment to be provided.
4th	October 2018	40	• Revision of R/D including revision of PDM. • Discussion and confirmation of a consortium to be established. • Confirmation of outline of integrated disaster management support system. • Confirmation of equipment to be provided.
5th	October 2019	40 (planned)	• Sharing the progress and current outputs of research activities • Confirmation of the activities in the remaining cooperation period • Discussion on the results for the terminal evaluation

Sharing information

The Project has organized lots of sharing workshop and seminar with various stakeholders since the subject of disaster risk reduction is new to Myanmar. These activities have promoted the better understandings of disaster risk reduction of not only YTU but also the Strategic Partners and shared the progress and outputs of research activities.

Communication and coordination:

In most cases, communication between YTU and Japanese researchers have been good according to the interview the Japanese researchers and YTU counterpart personnel. In the first period of the project term, the degree of communication was not smooth enough to promote common understandings of research purpose and activities since the research activities were entirely new to YTU counterparts. Therefore, the research activities were mostly carried out under the Japanese researchers' initiatives. As the activities progressed and the image of research outputs became visualized, the YTU's understandings and motivation toward the Project were promoted. Although the degree of smooth coordination depended on the Strategic Partners, the Project mostly obtained good coordination with Strategic Partners.

4. Evaluation Results by Five Criteria[11]

4-1. Relevance

The relevance of the Project is assessed as high based on the following facts and findings of the Team.

Consistency with the policies of the Government of Myanmar

Myanmar Sustainable Development Plan 2018-2030 issued in August 2018 provides a long-term vision of a peaceful, prosperous and democratic country. It is structured around three pillars, five goals, 28 strategies and 251 action plans to realize this vision. Under "Goal 5: Natural Resources and the Environment for Posterity of the Nation", the strategy of reducing exposure to disaster is addressed as "Strategy 5.2: Increase climate change resilience, reduce exposure to disasters and shocks while protecting livelihoods, and facilitate a shift to a low-carbon growth pathway". Myanmar Action Plan on Disaster Risk Reduction 2017, which set an overall target for 2030 and a comprehensive and unified action plan for disaster risk reduction with prioritized interventions across Myanmar until 2020. The plans have four Pillars including 1) assessment of risk disaster, 2) strengthening disaster risk governance, 3) mainstreaming disaster risk reduction, and 4) enhancing disaster preparedness. Therefore, the Project is highly aligned with the policy and plan of the Government of Myanmar.

Consistency with the policies of the Government of Japan

The Project is in line with the policies of the Government of Japan. Japan, in April 2012, addressed three pillars to assist Myanmar in: 1) improvement of the living standard of the people, 2) institutional development and capacity development of human resources that would contribute to the social and economic development, and 3) development of infrastructure and systems that enable sustainable development of the country. The Project corresponds to the policy of all pillars from the perspective of disaster risk reduction. The cooperation program between Japan and Myanmar issued in November 2016 identifies that nine pillars, one of which focuses on long-term and orderly urban development, disaster-related measures and housing and urban transportation. In this regard, the Project, which aims to establish a disaster resilience system and collaboration platform, is aligned with the policies of the Government of Japan.

Alignment with the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030

The Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015 -2030 adapted on 18 March 2015 calls for focused action within and across sectors in the four priority areas. The Project can contribute to all of the four priorities by developing a Comprehensive Disaster Resilience System and a Collaboration Platform for urban safety Yangon and Bago.

Priorities for Action in the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015 -2030
Priority 1: Understanding disaster risk.
Priority 2: Strengthening disaster risk governance to manage disaster risk.
Priority 3: Investing in disaster risk reduction for resilience.
Priority 4: Enhancing disaster preparedness for effective response and to "Build Back Better" in recovery, rehabilitation and reconstruction.

[11] Judged on a scale from "High," "Relatively High," "Moderate (there were some issues)," "Relatively Low," to "Low".

Thu %

Consistency with needs of the Myanmar target groups and Appropriateness of project approaches

Myanmar has experienced severe disasters such as cyclones, storm and floods, as shown in the table below. Also, the large active fault called Sagaing Fault runs in the middle of the country and caused an earthquake in November 2012. To respond and be prepared well to/for a natural disaster, Myanmar had strong needs of applying science and developing technology to grasp a disaster and assess the vulnerability. In this respect, the Project's objective of developing a disaster resilient system and a collaborative platform for urban safety responds to the needs of the Myanmar people.

Date	Disaster and affected areas	Causalities and damages
August 2019	Landslide Mon State	73 Casualties at Malat Thaung Landslides. Besides, the road link between Maulamyaing and Dawei was severely damaged around Ye Township.
August 2018	Floods in Bago	Over 152,000 people evacuated, which leads emergency relief operation by Japan/ JICA
July 2018	Floods in Bago, Karen, Mon, Nay Pyi Taw, Tanintharyi, Magway, Sagaing, Ayeyarwady, Kayin	16 deaths, 109,659 people affected
July-August 2015	Severe landsides in Chin State, and floods particularly in Sagaing Region, Ayeyarwardy Region and Magway Region	around 160,000 and 110 causalities
August 2014	Floods in Bago Region	15,850 people evacuated
August 2013	Monsoon floods in Kayin, Mon, Tanintharyi and Rakhine State and the Ayeyarwaddy	38,316 people displaced
November 2012	Earthquake in Sagaing	M 6.8, 13 death
August 2012	Whole country	Several thousand people displaced in Kayin State
October 2011	Floods in Magway	161 death, 30,000 people affected
August 2011	Floods in Bago	23,097 houses affected, 55,489 people affected
March 2011	Earthquake along the border with Thailand	M 6.8, 74 death
October 2010	Cyclone Giri, Rakhine State	45 death or missing 101,923 people remained homeless

Source: EM-DAT, International Disaster Database, Center for Research on the Epidemiology of Disaster – CRED (https://www.emdat.be/index.php) and JICA Myanmar Office

Appropriateness of selection of target counterpart

The Team concluded that the selection of target counterpart was appropriate since YTU is a top university in a country and specialized in technology and science. Setting the relevant agencies as Strategic Partners were significantly appropriate since the Project needed to have good cooperation with them in terms of sharing the observational data or existing data necessary for research activities and get them involved in the project activities since they were the primary users of the system which the Project developed.

4-2. Effectiveness

The effectiveness of the Project is assessed as relatively high.

Prospect of achieving the project purpose

As explained in "3-3. Prospects of Achieving the Project Purpose", the Team concluded that the Project has been effective for YTU to understand and develop a Comprehensive Disaster Resilience System and a Collaboration Platform for urban safety in Yangon and Bago to a great extent. The Project provided YTU teachers with opportunity of exposing world-class research activities and cutting-edge technology, and this has brought their research capacity up dramatically. Now, YTU is recognized as the most advanced university in the field of disaster risk reduction.

Concerning a Collaboration Platform for urban safety, the Project was successful in establishing RS/GIS RC and has carried out some activities such as providing the classes of remote sensing at YTU and developing various digitalized maps with cooperation of other groups. Another Collaboration Platform for urban safety, namely the Consortium, is still underway to its official establishment and has not functioned yet as of the terminal evaluation. This is because the concept of Consortium, which is a collaborative framework among government, academia and industry, is entirely new in Myanmar and it takes time to obtain the approval of the Government of Myanmar. Considering these aspects, the Project generated a maximum result of establishing the Consortium.

As for the Comprehensive Disaster Resilience System, the Project needs to focus on some activities to ensure that the Strategic Partners can operate it. These include the localization of the Disaster Management Support System and the preparation of its manual in Myanmar language to promote its usage at the local authorities. Since YTU has the plan to provide more intensive training on this system, this will also ensure the good operation of the system.

Factors contributing to the achievement of project purpose

The factors contributing to the achievement of project purpose are examined as follows.

- In the Water-related Disaster Group, the Japanese researchers, YTU counterparts and Strategic Partners such as DMH, DWIR, IWUMD and DDM have good collaboration and motivation toward the enhancement of infrastructure management and technology and monitoring system, which contributed to bringing good results of research activities.

Logic from Outputs to Project Purpose

Achievement of outputs certainly will lead to the accomplishment of Project Purpose since the components necessary for development of a Comprehensive Disaster Resilience System and a Collaboration Platform were designed as the four outputs: collection of existing data and measurement of observational data, and development of models (Output 1), development of scenario analysis and assessment of future vulnerability (Output 2), development of a platform for research such as RC and Consortium (Output 3) and development of the integrated disaster response support system (Output 4). As described in "3-2. Achievement of Outputs", the Project is likely to achieve the four Outputs set in PDM and this will certainly lead to achieving the Project Purpose.

To date, no external factors affecting the project effectiveness have been observed, including the important assumption[12] which is defined in the PDM.

4-3. Efficiency

The efficiency of the Project is assessed as moderate.

As described in "3-2. Achievement of Outputs", all planned outputs will be likely to reach the targets. Since the Project mostly utilizes the existing basic systems such as DIAS and Disaster Management Support System which Japanese municipalities already utilize, the Project did not have to develop a system from the beginning and saved the budget for system development. On the other hand, the activities mainly related to the data collection activities and establishment of the Consortium, have to be extended. With regard to data acquisition necessary for developing various models and systems, it took longer time due to the difficulties in finding good quality of data in terms of both quality and quantity in Myanmar: in other words, difficulties were 1) uncertainty of data availability, 2) lower reliability of data, and 3) a lengthy administrative procedure to obtain approval for data sharing from other agencies.

In general, most of the project inputs have been appropriately delivered in terms of quantity and quality and in a timely manner and utilized for project activities and generating outputs. However, some issues on equipment provided were found as follows;

1) The 50 sets of GPS, which was initially installed to the public buses to monitor the movement of public transportation but taken off due to the restructuring of the bus routes in Yangon in 2017, have not been utilized by YTU. At this moment, the Project is considering alternative utilization of GPS.
2) The analysis software of microtremor procured through the Project runs in only Japanese. Although the Project prepared the English manual for YTU for major functions, the full function of this software cannot be utilized at YTU. The Project, currently, asked the company to localize the analysis software into English. It is expected that this will promote the utilization of microtremor.
3) The manuals of some of the equipment provided are only available in Japanese. The Project is currently compiling the list of equipment including detailed information of name, purpose, stored place, availability of manuals, and contact of equipment and identifying the equipment, for which the English manual should be prepared. This will promote the utilization of equipment and maintenance based on the compiled information.

Another factor interfering with project efficiency is the allocation of JICA expert and counterpart personnel. Concerning allocation of JICA expert, the position of a project coordinator was vacant for the first year. Due to this, YTU had to manage many administrative procedures with JICA including the procurement process of equipment. This was a heavy burden for YTU and limited the smooth disbursement of the project budget. With regard to the assignment of counterpart, the group leader of Infrastructure/Earthquake-related Disaster left the Project to participate to PhD program in Japan and the counterparts assigned for Infrastructure Group afterwards did not have sufficient background and motivation of/toward infrastructure management. This degraded the effective technology transfer in this

[12] The PDM defines the important assumption toward the Project Purpose: "research center for urban safety is officially established under the responsibility of YTU during the cooperation period".

Tm 𝒹/𝒪

field to YTU counterparts. Also, in the first half of the project term, the discussion on research activities was not promoted as expected since YTU teachers had less experience in doing research activities compared with the Japanese researchers. Although this situation has been gradually changed, particularly in the latter half of the project term, it adversely affected project efficiency.

4-4. Impact

There is a possibility to generate the impact of the Project in the future if some conditions described below are satisfied.

Prospects of Achieving the Overall Goal and utilization of research outcomes

As explained in "3-4. Prospects of Achieving Overall Goal", if YTU continues and upgrades the research activities after the Project ends, there is a possibility to achieve the Overall Goal. For continued research activities at YTU, the issue to secure the research funds is one of the crucial issues (for more details, see 4-5. Sustainability") meaning whether project impact is significantly generated depends on the financial issue. In this term, it is vital that the Consortium is firmly established and its research activities through the Consortium are very active. This will certainly create a virtuous cycle for research activities. It is also likely that the Consortium is a good channel not only to obtain research funds but also to strengthen the relationship with government and industry, users (customers) of research outcomes and to grasp the needs of users. Since the Consortium, which the Project supports its establishment, is a first collaborative framework among government, academia and industry in Myanmar, it may bring an impact to promote such collaborative framework in Myanmar in the future. Also, it is expected that the Consortium will contribute to enhancement of the YTU's role and function as the research institute.

Another important issue is the continued enhancement of research capacity of YTU. While the Project was effective to enhancing YTU's research capacity, further external assistance to enhance research capacity consciously is needed to generate project impact.

Other impacts

The RS/GIS RC provided the training to teachers of other universities who are interested in remote sensing in October 2018 and YTU has a plan to offer it annually. According to YTU, this is the national university's responsibility of raising the whole level of capacity of teachers in Myanmar. In this respect, the project effects will be extended to other universities. YTU has also conducted the research of damage from a landslide in Chin State apply what they have learned through the Project.

Moreover, the Project has been collaborating with other JICA projects during the project implementation as follows.

- The Transport and Human Mobility Group improved the technology and enhanced the monitoring activities of the number of vehicles by types through the closed-circuit television (CCTV) in Yangon. The data was shared with the consultant team of Project for Improving Public Bus Service in Yangon (JICA's technical cooperation). Also, the Traffic Control Center of YRGA showed an intention to introduce this technology, the Project for Improving Public Bus Services is considering incorporating this activity in the project component.
- The research outcome of the relation between water-related disaster and poverty in Bago was shared with JICA experts of Urban Planning Project at YCDC.

- JICA has a plan to implement a new technical cooperation project for capacity enhancement of maintenance of bridges in Myanmar. Under the project, MOC, which the Project has worked together for bridge monitoring, will be the key counterpart and YTU will join in the project to provide technical support for high-level analysis of observational data.
- A simple monitoring system of bridge conditions, which the Project developed and utilized to Twantay and Pathein Bridges, will be applied to the construction of new Bago Bridge with support from JICA and the system is already included in the design of a new bridge.

4-5. Sustainability

The project sustainability examines whether the effects generated by the Project will continue after the cooperation term ends. Overall, sustainability is assessed as moderate as explained below.

Policy and institutional perspectives [High]

The policy environment in relation to disaster risk reduction has been favorable to date as stated in "4-1. Relevance". The Government of Myanmar strongly committed to strengthening the disaster risk reduction as addressed in Myanmar Sustainable Development Plan 2018 – 2030 and Myanmar Action Plan on Disaster Risk Reduction 2017.

It seems that MOE will introduce a new policy to give universities a certain level of power of autonomy (semi-autonomy). Autonomy covers curriculum development, personnel, financial, and administrative issues. At this moment, it is not officially announced to what extent university will obtain the power of autonomy. When, even gradually, it is realized, this policy will assist YTU in keeping the teachers who enhanced their capacity through the Project staying at YTU and ensuring project sustainability.

Organizational perspective [Moderate]

In regard to the organizational aspect, the concerned issue is the teachers' relocation among universities which is yearly conducted based on the policy of MOE. The key teachers of YTU who have enhanced the research capacities through the project activities need to keep staying at YTU to ensure the organizational sustainability; however, they have to follow the MOE's decision for personnel relocation. Also, as other universities in Myanmar face, the number of teachers at YTU is not sufficient[13] and YTU needs a greater number of teachers and researchers to promote research activities. Since this also depends on the government decision, it is expected that a more number of teachers and researchers will be increased in the future.

Financial perspective [Moderate]

It is uncertain whether YTU can secure the budget for research since in Myanmar, not a large budget is allocated for the universities. YTU can allocate approximately 25 thousand USD annually for researches[14]. The Project has worked on the establishment of a Consortium, through which it is expected to acquire research fund for YTU; however, its full establishment is still on the way since the official approval of MOE for consortium's establishment is required to obtain research fund at the Consortium.

[13] According to the interview with YTU, the approved number of staff at YTU is 953; however, the total number of personnel is 620 now. Among 620, the teachers are 320. Also, there is a rumor that MOE may introduce autonomy of university in the late of 2020, allowing the universities to have authority over personnel issues. If this is realized, YTU may secure a more number of teachers in the future.

[14] According to the interview with YTU.

Tm 志

The ICUS of The University of Tokyo has a plan to set up a base of research at YTU promoting collaborative researches in Myanmar and the plan and budget were approved in September 2019. At this moment, The University of Tokyo and YTU are examining how to make a remittance of research funds to YTU. Once the mode of remittance is identified, this research fund will greatly support for YTU's research activities. Another concern is the budget for repair of provided equipment. Since the budget for maintenance of equipment is limited at YTU and the Strategic Partners, this issue also affects the financial sustainability.

Technical perspective [Moderate]

The knowledge and technology transferred by the Project have been well accepted by the Myanmar counterparts and the project's Strategic Partners. The YTU's teachers have substantially enhanced the capacity of pursuing the research activities and the Strategic Partners have also learned how to utilize the systems developed by the Project. Since several key personnel of YTU has been trained for the research fields related to the Project, it is expected that the knowledge and skills enhanced by the Project will be transferred to other teachers and students, yet, the capacity of YTU needs to be enhanced continuously and advance for world-class research activities further. In this term, still YTU needs external support for continued capacity enhancement of research activities. At this moment, ICUS of the University of Tokyo is considering continued collaborative research with YTU under the umbrella of international cooperation scheme of ICUS. If this is realized, YTU will have a good opportunity to enhance their research capacity in the future.

There is a concern about the maintenance of equipment. As described "4-3.Efficiency", the English manuals for some of the provided equipment need to be prepared to ensure the technical sustainability. Besides, the repair of equipment is a challenging issue. During the project implementation, the broken microtremor and a hydro/meteorological sensor were repaired in Japan. Without the support of the Project after the project term ends, YTU and the Strategic Partners have to send the equipment necessary for repair work to abroad such as Singapore or Thailand since an agent or a branch office of equipment is not located in Myanmar. Notably, it is very difficult to identify a source of trouble of hydro/meteorological observational equipment since it requires the knowledge and experience of maintenance work, including IT and electronics. Currently, the Project is compiling the detailed information about equipment to ensure the technical sustainability. It is also expected that the continued support from ICUS of The University of Tokyo will be extended to YTU in the future. In sum, technical sustainability is assessed as moderate.

4-6. Conclusion

In sum, the Project has been successfully implemented, and the Team found that YTU understands and develops a Comprehensive Disaster Resilience System and a Collaborative Platform for urban safety in Yangon and Bago referring to the targets set as the indicators of PDM. All of the planned outputs are likely to be delivered as described "3-2 Achievement of Outputs". Through project activities, the YTU teachers and students have enhanced knowledge and skills of research activities. The Strategic Partners also increased their capacity of perusing their tasks utilizing the system developed by the Project. To strengthening a collaborative platform for urban safety, the Project was successful in establishing RS/GIS RC at YTU. The Project is a very unique and tackling a challenging issue since it attempts to establish a collaborative framework among government, academia and industry in Myanmar. Since this

concept is entirely new to Myanmar, lots of time and efforts had to spend on the related activities. Although the establishment of this framework is still underway, this effort is worth mentioning.

The Project highly met the needs of Myanmar and the Project aligns with the policies of the Governments of Myanmar and Japan. Also, the selection of target groups was appropriate. In this respect, the project relevance was assessed as high. The project was effective for YTU to understand and develop a Comprehensive Disaster Resilience System and a Collaborative Platform for urban safety in Yangon and Bago as the Project Purpose is likely to be achieved by April 2020. The efficiency is assessed as moderate since several factors influencing the project progress were identified, although those have not affected the achievement level of the project outputs. With regard to impact, the Team assessed that these is a possibility to generate impact if some conditions are satisfied. It highly depends on research funds and activity level of the Consortium. Overall assessment of sustainability is moderate. The policy and institutional sustainability are likely to be ensured; however, the sustainability in terms of organizational, financial and technical aspects are assessed as moderate since the Team found several concerns which may degrade the sustainability.

5. Recommendations

5-1. Recommendations before the Project is closed

Based on the findings from project performance and results of the evaluation, the Team recommends that the Project take the following measures, before the project term ends, to maximize the project effects and ensure the project sustainability.

(1) Strengthen the organization capacity of RS/GIS RC.

As explained "Output 3 under 3-2Achievement of Outputs," it is recommended that YTU decide more details such as the members of the management committee, allocation of staff, and how to secure research funds, what services and outputs which RS/GIS RC can offer, and collaboration protocol to promote research activities with the Strategic Partners and other institutes. These issues need to be examined considering the policy of the university's semi-autonomy to be introduced in October 2020. Besides, YTU mentioned that it has plans to provide the training through RS/GIS RC in the remaining period and in the future. To implement the training effectively and systematically, it is recommended that the specific activity plan of RC in the remaining cooperation period/the future be prepared in the written documents. This also contributes to review the activities of RC and enhance its function and role. The activity plan should include the subjects of training, target group, and date to be organized. The plan of research activities should be included in the activity plan as well.

(2) Strengthen the maintenance system to secure long-term usage of equipment provided

As explained in "4-3. Efficiency", the maintenance including repair of provided equipment is a challenging issue in YTU and the Strategic Partners. Currently, the Project is compiling the detailed information about equipment, including name, purpose, stored place, availability of manuals, and contact of equipment. Understandably, it is very difficult to repair some of the provided equipment since any agents of equipment are not located in Myanmar. Therefore, it is expected that YTU and the Strategic Partners will make maximum efforts to keep the lifetime of equipment longer with proper maintenance work. For this purpose, it is recommended that the Project immediately begin preparing the English manuals for the equipment along with the list of equipment which the Project is currently compiling. It is expected that YTU and the Strategic Partners will allocate a certain amount of budget for maintenance and repair for equipment handed over by the Project. Also, utilization of 50 set GPS, which are not in use now, should be considered.

(3) Localize the Disaster Management Support System and preparation of the operation manual of the system.

The staff at GAD, YCDC, township and other stakeholders are the primary users of the Disaster Management Support System and need assistance to understand English. Since the interface of the system is currently operated in English, it is better to localize it in Myanmar by the end of the project term in order to promote their understandings and make the system user-friendly. Since the volume of the system is very large, the Team recommends that the flowchart and the crucial parts, which are useful for stakeholders above-mentioned, be translated into Myanmar language considering the available amount of the project budget. Besides, the operation manual, which is in preparation by YTU, should

Thn ℊ/ℎ

be completed soon and use it in training to be provided for GAD and townships. It is recommended that the feedback from participants on the manual be gained and YTU revise it.

(4) Continue trial activities of the Consortium as much as possible until the end of the Project.
It is expected that the establishing the Consortium will be approved in December 2019. Since it is very important to accumulate results or achievement as the activities under the Consortium, the discussion what technical services that YTU can offer to government and industry should be presented and explained to the members of Consortium. Besides, it is expected that the approach and consultation from the Strategic Partners to YTU will be further promoted.

(5) Make sure the utilization of the systems developed by the Project at the Strategic Partners
As mentioned earlier, YTU has a plan to provide intensive training on the Disaster Management Support System to GAD, young officers of townships and YCDC. The Water-related Disaster Group also has a plan to organize another high-level meeting and discuss the effective utilization of the Near-real-time flood inundation simulation system. It is expected that these meeting and training will be held as planned and make sure the practical usage of the developed system. Similarly, the utilization of other systems developed by the Project including the Yangon City Geospatial Information Dashboard will be ensured before the Project is closed.

5-2. Recommendations after the Project

The Team recommends that YTU and MOE take the following measures to maintain the project effects and realize the overall goal of the Project after the project term ends.

(1) Recommendation to YTU

Promote the research activities at YTU continuously
It is very important to continue the research activities and promote them further at YTU applying knowledge and skills enhanced through the project activities. It is expected that YTU teachers and students submit the academic papers for international journals and present the research results at the Myanmar Society of Civil Engineers established in 2019. Moreover, it is recommended that YTU conduct these research activities based on the needs of the Consortium members. This will contribute to accumulating more results and achievements as the Consortium's activities, which demonstrates its significance and create a virtuous cycle of fundraising for research activities.

(2) Recommendation to MOE
It is recommended that MOE facilitate YTU to boost the status of a leading research institute under the Consortium.

End