

国際科学技術共同研究推進事業
地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)

研究領域「開発途上国のニーズを踏まえた防災に関する研究」

研究課題名「都市の急激な高密度化に伴う災害脆弱性を克服する技術

開発と都市政策への戦略的展開プロジェクト」

採択年度：平成 27 年度/研究期間：5 年/相手国名：バングラデシュ人

民共和国

平成 28 年度実施報告書

国際共同研究期間^{*1}

平成 28 年 8 月 1 日から平成 33 年 7 月 31 日まで

JST 側研究期間^{*2}

平成 27 年 6 月 1 日から平成 33 年 3 月 31 日まで

(正式契約移行日 平成 28 年 4 月 1 日)

*1 R/D に基づいた協力期間 (JICA ナレッジサイト等参照)

*2 開始日=暫定契約開始日、終了日=JST との正式契約に定めた年度末

研究代表者： 中埜良昭

東京大学生産技術研究所・教授

I. 国際共同研究の内容（公開）

1. 当初の研究計画に対する進捗状況

(1) 研究の主なスケジュール

研究題目・活動	H27年度 (10ヶ月)	H28年度 2016	H29年度 2017	H30年度 2018	H31年度 2019	H32年度 (12ヶ月)
1. ダッカの都市・建築の実態把握と課題抽出及び研究対象建築物・領域の選定	データ	情報収集	研究対象建物と領域の選定			
2. 過剰外力による崩壊診断法の開発と診断事例の分析		実大構造実験の実施	実大構造実験現地調査に基づく課題の抽出	診断方針の立案	診断法の開発	診断基準値（要求性能指標値）の設定 技術マニュアルの作成 例題建物への適用
3. 低品質建築物の新たな補強技術の開発		補強方針の立案	補強工法の開発	技術マニュアルの作成	他 ODA プロジェクトへの補強工法技術移転	技術セミナー・講習会・ワークショップの開催
4. 高密度化都市の対災害強靱化計画		都市の災害脆弱性分析	補強シナリオの作成	ダッカの中長期災害強靱化計画の立案と ハイレベルセミナー開催		技術セミナー・講習会・ワークショップの開催

(2) プロジェクト開始時の構想からの変更点（該当する場合）

- ・平成 28 年 7 月 1 日に発生したテロ事件により、現地での調査・実験活動が困難になり、活動計画の後ろ倒しを行った。
- ・特に実大実験については、上記により平成 28 年度の準備が困難となり、従属する活動との前後関係を考慮し、「診断法の開発」の中で実施することに位置づけた。

2. プロジェクト成果の達成状況とインパクト (公開)

(1) プロジェクト全体

・概要

平成 28 年度は、7 月 1 日にダッカで発生したテロ事件を受け現地への渡航禁止を含む活動制限措置が取られたこと、それに伴い業務調整員の派遣が平成 29 年 2 月まで遅れたこと、および、TPP (バングラデシュ側のプロジェクト予算申請) の承認が同 2 月まで遅れたことが原因で、当初予定していた現地調査・現地での構造実験、機材供与を行うことができなかった。そうした中、バングラデシュ (以下、バ国) 側研究者を招聘して 8 月、11 月に計 2 回のワークショップ (WS) を東京大学で開催し、プロジェクトの進め方や耐震診断手法、補強工法及び都市の災害脆弱性評価手法等に関する議論を行った。8 月の WS (写真 1) では、プロジェクトの目的や活動計画の再確認と、診断方針・補強方針に関する議論を中心に行った。WS 後には、東京大学 (写真 2)・東北大学・大同大学・名古屋工業大学・建築研究所 (写真 3) の実験設備の見学を行い、このうち東北大学では組積造壁を含む鉄筋コンクリート造架構破壊実験の見学 (写真 4) を行った。11 月の WS (写真 5) では、構造分野はバ国の低強度コンクリートに関する話題や今後の活動計画を議論し、都市計画分野では、今後入手できそうなデータの確認とそれに基づく今後の活動方針の立案、災害脆弱性評価手法に関する議論を行った (写真 6)。



写真 1 3rd WS@東大生研



写真 2 東大生研 千葉実験所の見学



写真 3 建築研究所 実験設備の見学



写真 4 東北大学 組積造壁を含む鉄筋コンクリート造架構破壊実験の見学



写真5 4th WS@東大生研



写真6 都市計画分野の活動計画に関する議論

平成29年2月にはTPPが承認され、バ国側でも正式にプロジェクトがスタートされる運びとなった（なお、TPPはバ国側研究代表機関である住宅建築研究所（HBRI）が申請し承認されたものであり、研究参加機関であるバングラデシュ工科大学（BUET）、アジア太平洋大学（UAP）、公共事業局（PWD）、アサヌラ科学技術大学（AUST）、都市計画局（UDD）が本プロジェクトに関して活動を行うためには、HBRIと各機関の間でMoUを締結する必要があるが、現時点ではまだ締結されていない）。

同3月には、第1回目のJCC（写真7）をJICAバングラデシュ事務所で開催し、Minutes of Meeting（M/M）への署名を行った（写真8）。M/Mでは、PDMおよびPO、WGメンバーリストを改定すること、（テロ事件の発生によるプロジェクト期間の変更を含む）RD修正に必要なM/Mへの署名を2017年4月までに行うこと、プロジェクトメンバーの必要な安全対策を実施すること、第2回目のJCCを2017年8月12日、13日にダッカで開催すること、現会計年度のバ国側予算執行が早期に可能となるようHBRIが必要な努力を行うこと、が盛り込まれている。

3月の渡航時には、上記JCCのほか、PWDが設計した建築物2棟と耐震補強を実施している国営施設の見学、HBRI、BUET、UAPを訪問しての研究打ち合わせを実施した。



写真7 第1回JCC@JICAバングラデシュ事務所

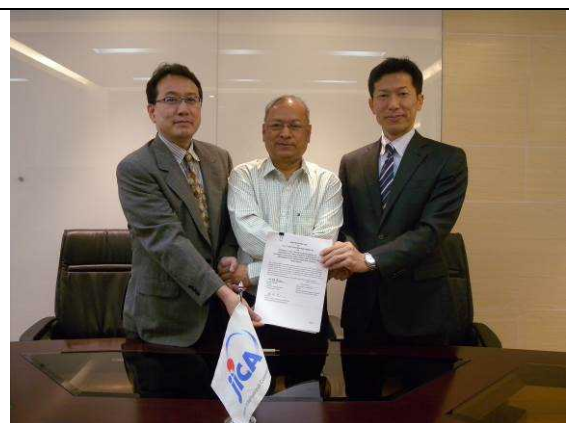


写真8 M/Mへの署名（左：中埜，中央：HBRI所長 Sadeque氏，右：JICA地球環境部課長 後藤氏）

- ・ 機材供与の進捗状況

供与機材は、常時微動計測システム、ジャッキシステム、シュミットハンマー等を本邦調達により購入し輸送する予定であったが、業務調整員の派遣や TPP の承認が遅れたため、購入のみ行い輸送は行っていない。なお、現地調達機材の供与も同様の理由でまだ行われていない。

- ・ 成果目標の達成状況とインパクト等

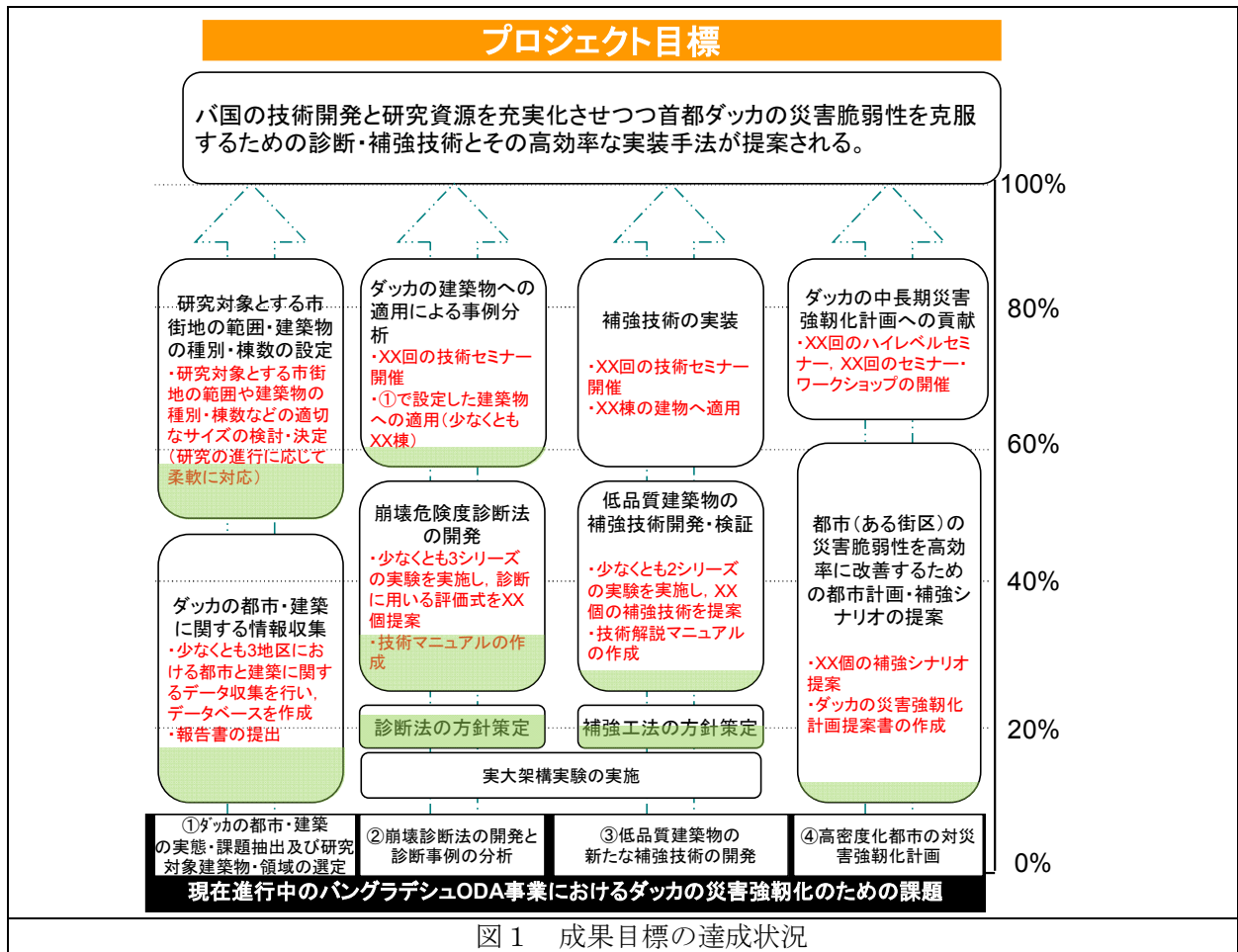
図 1 に、成果目標シートの達成状況の概要を示した。詳細については、研究題目ごとに後述する。

- ・ 研究運営体制、日本人人材の育成(若手、グローバル化対応)、人的支援の構築(留学生、研修、若手の育成)等

研究運営体制として、コンクリート材料工学を専門とする東北大学・西脇准教授（平成 28 年 4 月～）、組積造壁の耐震研究に関して多くの経験を有する東北大学・晋助教（平成 28 年 10 月～）、ダッカの都市の実態に精通する東京大学・DAS 修士研究員（平成 28 年 10 月～）がプロジェクトに参加し、研究体制が強化された。バ国側でも UAP の若手研究者である Shamim MIAH 助教、コンクリート材料工学を専門とする BUET・Mizanur RAHMAN 教授（平成 29 年 3 月～）が新たに参加することとなった。

日本人人材の育成の観点からは、後述する多くの研究活動を若手が中心となって行っており、前年度から引き続きキャパシティディベロップメントが図られている。

文科省奨学金(大使館推薦枠)を受ける留学生として、平成 28 年 4 月から Nandita SAHA 氏(UAP)を東京大学で研究生として受け入れ（平成 29 年 4 月から大阪大学の修士課程に入学）、文科省奨学金 SATREPS 枠の留学生として、平成 28 年 9 月から MD. Shafiu ISLAM 氏(PWD)を東北大博士課程で受入れている。加えて、JICA 長期研修員を平成 29 年 4 月から受け入れるため平成 28 年 10 月にテレビ会議システムを用いて候補者の面接を行った。その結果、Nassif ZUBAYER 氏(PWD)を東大の修士課程で、Debasish SEN 氏(AUST)を東北大の博士課程でそれぞれ受け入れるべく計画を進めることとした。



(2) 研究題目1: 「ダッカの都市・建築の実態把握と課題抽出及び研究対象建築物・領域の選定」

研究グループ1 (リーダー: 中埜良昭)

研究グループ4 (リーダー: 姥浦道生)

研究グループ2 (リーダー: 前田匡樹)

研究グループ3 (リーダー: 真田靖士)

①研究題目1の当初の計画(全体計画)に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

以下、Project Design Matrixの項目である”Activity”ごとに、成果と達成状況を記載する。

1-1 Establishing database of buildings and urban areas of Dhaka related to seismic risks and performances

1-1-1 Establishing database of individual buildings related to their performances and risks in Dhaka (e.g. building use, number of stories, construction year, drawings, loads, natural period, etc.) through field surveys and existing database

1-1-4 Knowledge sharing of results derived from relevant projects

1-1-5 Establishing database of fundamental urban statistics through field surveys and existing database

平成28年度は、ダッカの建築物のデータ(用途、階数、建設年、図面、荷重、材料、建築物の周期)および都市のデータ(道路幅員、人口動態)を実地調査や既存データの提供を受けることにより収集する予定であったが、実地調査は上記テロ事件を受けバ国への渡航制限を含む活動制限が課せられたため実現しなかった。そこで、既実施のプロジェクト(CDMP1)で収集された建築物データの

【平成28年度実施報告書】【170531】

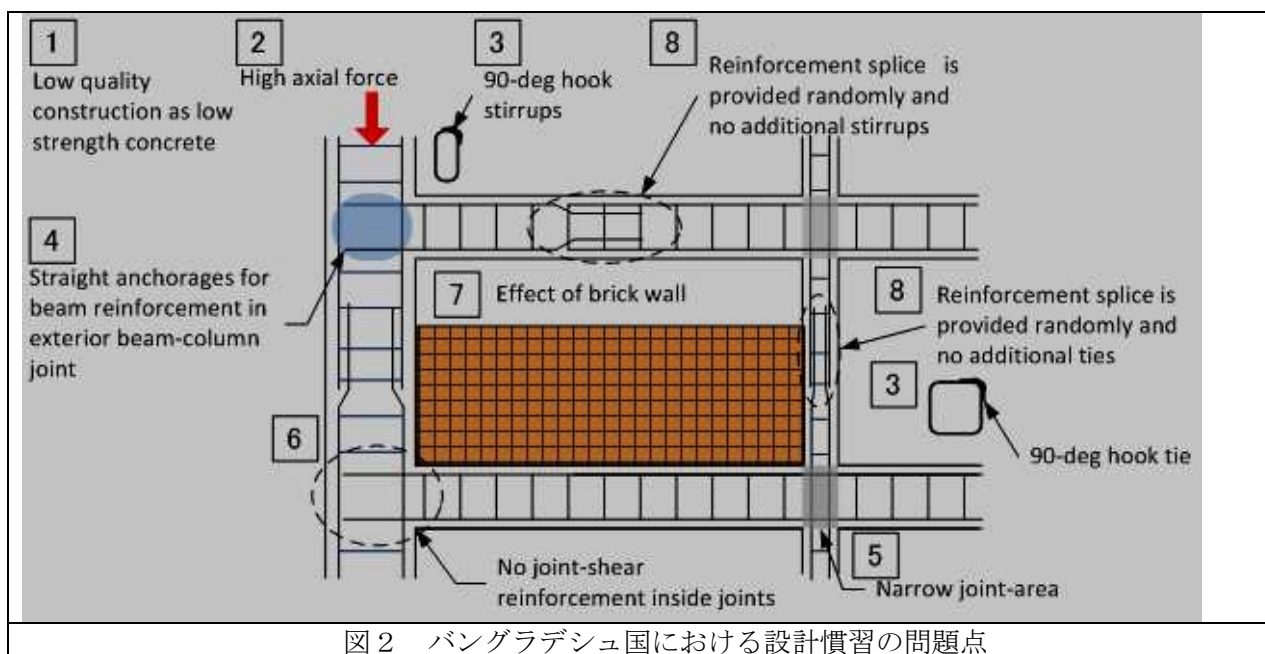
入手に着手し、また、Rajuk（バングラデシュ首都整備庁）からは不十分であるもののダッカの民間建築物データ提供を受け、研究グループ1および4の合同で分析を進めている。分析に際しては、まずデータの確かさを確認する必要があったため、Google Street View を用いてデータの精度を確認しつつある。

また、PWD から、同局が設計した建築物の図面の提供を受け、研究グループ1および2の合同で事前の（従来の手法に基づく）耐震診断を実施した。

1-1-2 Investigating seismic design code and practice

1-1-3 Investigating official permit and inspection system as well as construction practice for understanding problems in buildings

HBRI がその策定に関する担当機関となっている BNBC（Bangladesh National Building Code）の最新版を入手し、内容の分析を行っている。また、バ国の設計慣習として、図2（出典：CNCRP, Seismic Evaluation Manual）に示した問題点があることを8月のWS時にプロジェクト全体で共有した。また、3月の渡航時にはPWDが設計を担当した2棟の建物の建設現場、1棟の耐震補強現場を視察し、バ国での施工慣習・設計慣習についても調査を続けている。



1-2 Selecting research target areas and buildings in Dhaka through analyzing obtained database and information above

11月に実施したWSにおいて、本研究で対象とする都市域をDCC（Dhaka City Corporation, 約326,000棟の建物が立地するとのこと（CDMP1 レポートより））エリア内に限定することを合意した。また、研究対象建物として、通常の鉄筋コンクリート造建物に加え、梁がなく柱と床スラブが直結する、バ国で比較的ポピュラーな構造形式であるフラットプレート構造も対象として含めることとした。

【成果目標の達成度】

【平成28年度実施報告書】【170531】

研究題目1では、「ダッカの都市・建築に関する情報収集」「研究対象とする市街地の範囲・建築物の種別・棟数の設定」が成果目標である。平成28年度の活動により、現地調査はまだ行っていないもののRajukやCDMP1のデータ入手に着手し、不十分な面はあるもののデータの入手には成功している。また、今後さらなる絞り込みが必要であるが、研究対象とする市街地の範囲をまずDCCエリア内に限定し、研究対象建築物の種類を鉄筋コンクリート造（組積壁を有するもの、フラットプレート構造を含む）と限定した。上記を勘案し、成果目標の達成度としては両者ともに20%程度であると判断した。

②研究題目1のカウンターパートへの技術移転の状況

現時点では特になし。

③研究題目1の当初計画では想定されていなかった新たな展開

先にも述べた通り、平成28年7月1日にダッカで発生したテロ事件を受け現地への渡航禁止を含む活動制限措置が取られたこと、および、TPPの承認が同2月まで遅れたことが原因で、当初予定していた現地調査を行うことができなかった。このため、日本人研究者の現地への渡航を取りやめる代わりにバ国側研究者を招へいすることでプロジェクトを進めることとした。

④研究題目1の研究のねらい（参考）

（以下、全体研究計画書から引用）ダッカ市街地に立地する縫製工場・公共建築物を中心に、建築図面、設計図書や規模、用途、地盤に関する情報などを入手する。また、ダッカの都市・地勢等に関しては、既往の統計資料の活用を基本とする。なお、分析すべき市街地の範囲や建築物の種別・棟数の設定方法も本研究の検討対象とし、題目2.、4.の検討対象建築物、領域の設定までを行う。本題目の成果として、調査報告書を作成する。

⑤研究題目1の研究実施方法（参考）

（以下、全体研究計画書から引用）ダッカの都市・建築の実態把握・課題抽出を既存の統計資料収集、現地調査、先行して実施されつつある関連ODA事業との情報交換、建築許認可システムの実態調査、構造計算書・設計図面等の調査を行いデータベースを構築し、調査報告書を作成する。収集すべきデータは、現地調査においては現地踏査を中心とし、微動計測等の機器を利用した調査も実施する。少なくともダッカの3地区を調査対象とし、題目1.では調査の行われた地区の数と構築されたデータベースが達成度を判断する目安となる。

(3) 研究題目2：「過剰外力による崩壊診断法の開発と診断事例の分析」

研究グループ2（リーダー：前田匡樹）

研究グループ3（リーダー：真田靖士）

研究グループ1（リーダー：中埜良昭）

①研究題目2の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

以下、Project Design Matrixの項目である”Activity”ごとに、成果と達成状況を記載する。

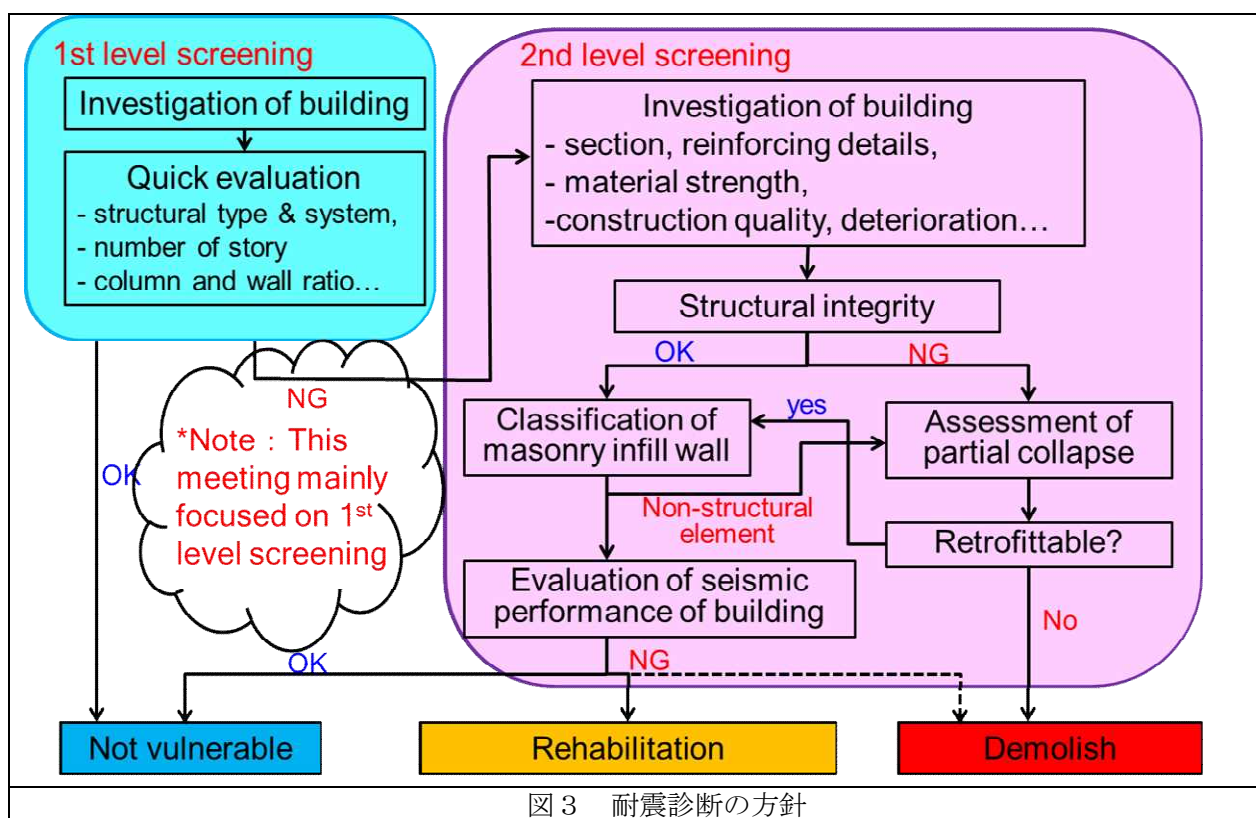
【平成28年度実施報告書】【170531】

2-1 Identifying problems needed to be resolved using results obtained from activity 1-1 and 1-2

先に示した通り、バ国の設計慣習として、**図 2** に示した問題点があることをプロジェクト全体として共有した。また、題目 1 でも述べた通り PWD から同局が設計した建築物の図面の提供を受け、事前診断を実施しており、その結果からバ国の建物の単位床面積重量を算定したところ、10～11kN/m² 程度（日本の平均的な建物より少し小さい程度）であることが明らかとなり、レンガ壁の大きな重量がバ国の建物の耐震性能に強く影響を与えている可能性が示唆された。また、事前診断の結果算定された Is 値（建物の耐震性を表す指標、日本では一般に 0.6 以上で補強不要と診断される）は 0.4～0.6 程度であり、図面通り施工され、かつ相応の変形能力があれば、日本の建物と比べてやや低い程度の耐震性を有していることが明らかとなった。

2-2 Developing performance evaluation policy using available information and data from 2-1, CNCRP, BSPP and other relevant projects

前年度（平成 27 年度）に立案した耐震診断方針（**図 3**）を、平成 28 年度も 8 月、11 月の WS 時に再度提示し、プロジェクト内での共有を促進した。また、11 月に実施した WS では、耐震 1 次診断（**図 3** の 1st Level Screening）の方法として、柱率・壁率に基づき簡易に耐震性を評価しつつ、構造上の弱点（ピロティ構造など）を有する場合にペナルティをかけるためのチェックリスト方式を導入することでバ国側と合意した。現在、その具体化作業を進めている。

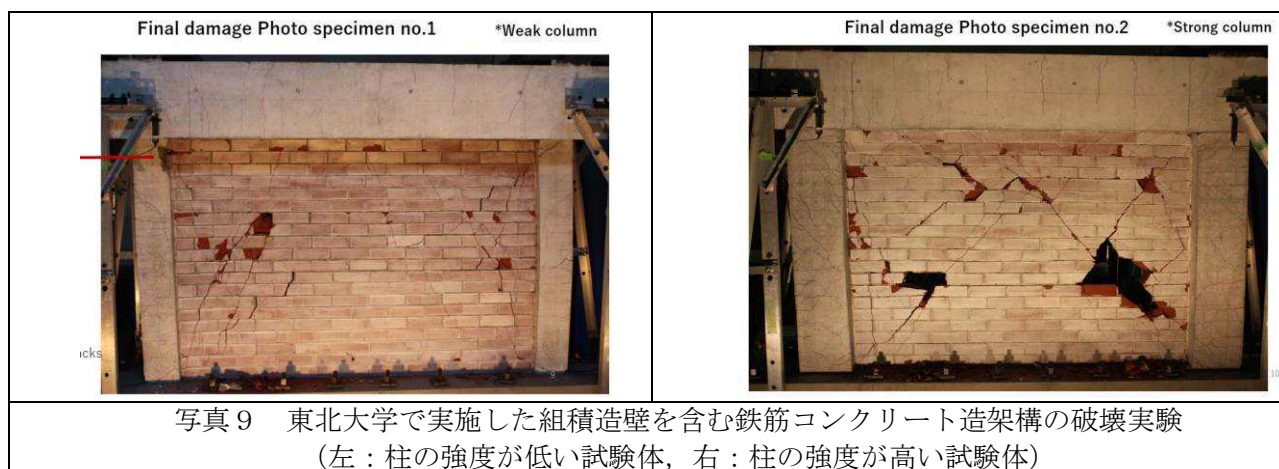


2-3 Developing formulas for performance evaluation through experiments and analyses of structures

研究グループ 2 において、組積造壁を含む鉄筋コンクリート造架構の実験を行った。実験パラメータは柱の強度であり、この違いによって組積造壁の拘束効果に変化し、破壊モード（**写真 9**）と

【平成 28 年度実施報告書】【170531】

荷重－変形関係に差異が生じることを明らかにした。現在はこの影響を定式化する作業を進めており、診断に用いる強度・変形能力評価式の構築，診断への導入方法の検討を行っている。



加えて研究グループ2において、**図3**の Quick Evaluation に用いることを想定している、引っかかり試験やリバウンドハンマー試験などの非（微）破壊試験に基づくコンクリート強度の推定に関する実験を行った。その結果、両試験法は、（現在までに得られたデータの範囲では）コンクリート強度を3つのランクで区分する程度のことを想定すると、十分な精度を有することが明らかとなっている。

また、研究グループ3において、バ国の実在建物から採取したコンクリートコアを輸入しその強度を調査し、圧縮強度とヤング係数が日本と比較し極めて小さいことを確認した。

2-4 Determining required performance standard

研究グループ2において、前述した耐震1次診断の要求性能値を、想定する地震応答スペクトルの大きさに応じて設定する方法を検討中である。

2-5 Developing technical manuals of the performance evaluation methodologies

現時点では活動を行っていない。

2-6 Applying developed methodologies to pilot buildings

研究グループ2において開発中の耐震1次診断の方法をPWDが設計した建物へと適用し、要求性能値の妥当性などを検討している。

2-7 Holding technical seminars, workshops and trainings for researchers, practitioners and other relevant stakeholders

本項目はカウンターパートへの技術移転に直結するため、②にて述べる。

【成果目標の達成度】

研究題目2では、「実大架構実験の実施」「診断法の方針策定」「崩壊危険度診断法の開発」「ダッカの建築物への適用による事例分析」が成果目標である。「実大架構実験の実施」は現地での活動制限が生じたことから現時点ではその実施を留保することとしているため達成度としては0%である。「診断法の方針策定」は、すでに診断法の方針を策定し具体的な検討を進めていることから80%程度であり、「崩壊危険度診断法の開発」は、少なくとも3シリーズの実験を実施することを達

【平成28年度実施報告書】【170531】

成度判断の目安としていたが、研究グループ2においてそのうち1シリーズの構造実験を実施し、それ以外にも付随する材料強度推定法に関する実験を行っているため、達成度としては30~40%程度である。「ダッカの建築物への適用による事例分析」は現在までに複数棟の事前診断を実施しており、10%程度であると判断できる。

②研究題目2のカウンターパートへの技術移転の状況

①で述べた研究成果の多くは、平成28年8月及び11月のWSにて発表され、カウンターパートとの議論を経て得られたものであり、カウンターパートとの議論や共同開発を通じ、技術移転を実施している。

③研究題目2の当初計画では想定されていなかった新たな展開

先にも述べた通り、平成28年7月1日にダッカで発生したテロ事件を受け現地への渡航禁止を含む活動制限措置が取られたこと、および、TPPの承認が同2月まで遅れたことが原因で、当初予定していた実大実験を行うことができなかった。このため、日本人研究者の現地への渡航を取りやめる代わりにバ国側研究者の招へいを行うことでプロジェクトを進めることとした。

④研究題目2の研究のねらい（参考）

（以下、全体研究計画書から引用）強度および変形能力の極めて乏しい建築物を対象にその崩壊メカニズムの解明に基づいた崩壊危険度評価手法を開発し、その社会実装に向け、同国で進行中のODA事業で先行して検討されつつある耐震診断法に反映すべく、これと調和した技術解説マニュアル（英文）を作成する。

⑤研究題目2の研究実施方法（参考）

（以下は、全体研究計画書から引用する“当初”計画である）まずバ国の実大建物の現地加力実験を日バ共同で行い、バ国の建築物が有する問題点や構造的特徴を定量的に把握し、診断法の大方針を確立する。その後、建築物の性能を評価する上で必要となる部材実験シリーズを定義し、それに基づき両国で共同実験を実施し、診断法を開発する。診断法の開発にあたっては、同国で先行して実施されつつあるODA事業にて提案された診断法を補完することを想定しており、本プロジェクトの成果として技術マニュアルを作成する。作成した技術マニュアルは、技術セミナーを通じてバ国の技術者に広く普及させる。診断法の実装はPWDが中心となり日バ双方で協力して実施する。提案された診断・性能評価式、実施された実験の数（最低3シリーズ）、診断された建築物の数、開催された技術セミナーの数が達成度を判断する目安となる。

(4) 研究題目3：「低品質建築物の新たな補強技術の開発」

研究グループ3（リーダー：真田靖士）

研究グループ2（リーダー：前田匡樹）

研究グループ1（リーダー：中埜良昭）

①研究題目3の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

【平成28年度実施報告書】【170531】

以下、Project Design Matrix の項目である”Activity”ごとに、成果と達成状況を記載する。

3-1 Developing retrofit policy using available information and data from 2-1, CNCRP, BSPP and other relevant projects

前年度に耐震補強を実施する際の補強計画フロー図を作成し、プロジェクト全体で共有している。8月のWSでは耐震補強工法のセッションを設け、日本で用いられる耐震補強技術が発表され、そのバ国での適用性を議論した。本WSで話題に上ったHBRIで開発中の軽量ブロック(写真10)は、建物重量の軽減を考えると有効な補強工法の一案となるので、その適用性の検討を進める予定である。今年度の進捗は特にない。

3-2 Developing appropriate retrofit technologies based on experimental results and analyses of structures

平成28年度は特に耐震補強に関する実験を計画されていなかったが、研究グループ1～3において補強実験に関する検討を進めている。



写真10 HBRIで開発中の軽量ブロック

3-3 Developing technical manuals of retrofit schemes

3-4 Sharing developed retrofit technologies with CNCRP, BSPP and other relevant projects

現時点では活動を行っていない。

3-5 Holding technical seminars, workshops and trainings for researchers, practitioners and other relevant stakeholders

本項目はカウンターパートへの技術移転に直結するため、②にて述べる。

【成果目標の達成度】

研究題目3では、「実大架構実験の実施」「補強工法の方針策定」「低品質建築物の補強技術開発・検証」「補強技術の実装」が成果目標である。「実大架構実験の実施」は題目2で述べた通り達成度としては0%である。「補強工法の方針策定」は、前年度までですでに補強計画フロー図を策定していて8月のWSでその議論を進めていることから50%程度であり、「低品質建築物の補強技術開発・検証」は少なくとも2シリーズの実験を実施することを達成度判断の目安としていて実験は

【平成28年度実施報告書】【170531】

まだ行われていないものの、その計画は進行中であるので、達成度としては 10%程度である。「補強技術の実装」はまだ実施段階にないため、0%とした。

②研究題目3のカウンターパートへの技術移転の状況

先にも述べた通り、8月のWSでは耐震補強工法に関するセッションを設け、日本の耐震補強技術の発表が行われ、それによりカウンターパートへの技術移転を行った。

③研究題目3の当初計画では想定されていなかった新たな展開

先にも述べた通り、平成28年7月1日にダッカで発生したテロ事件を受け現地への渡航禁止を含む活動制限措置が取られたこと、および、TPPの承認が同2月まで遅れたことが原因で、当初予定していた実大実験を行うことができなかった。このため、日本人研究者の現地への渡航を取りやめる代わりにバ国側研究者の招へいを行うことでプロジェクトを進めることとした。

④研究題目3の研究のねらい（参考）

（以下、全体研究計画書から引用）バ国との共同開発により、対費用効果を強く意識した補強工法を複数提示し、その技術解説マニュアル（英文）を作成する。題目2と同様、工法の開発にあたっては進行中のODA事業を通じた社会実装により課題を抽出し、実験的・解析的検討結果等に基づき、その解決策を提案・反映する。

⑤研究題目3の研究実施方法（参考）

（以下は、全体研究計画書から引用する“当初”計画である）題目2と同様に実大実験から問題点を抽出し、補強工法の開発方針を確立したのち、実験並びにその分析を通して補強工法の開発および実装を行う。補強工法の開発は、現地の実情に即しその問題点を解消することを意識したアプローチと、日本の耐震補強工法の応用を意識したアプローチの両面から実施する。開発された補強工法は、技術マニュアルを作成することとこれを活用した技術セミナーを通じてバ国の技術者と共有され、本プロジェクトに先行して実施されつつあるODA事業を通じて社会実装される。実施された実験の数（最低2シリーズ）、補強工法が実装された建物の数、開催された技術セミナーの数が達成度を判断する目安となる。

(5) 研究題目4：「高密度化都市の対災害強靱化計画」

研究グループ4（リーダー：姥浦道生）

研究グループ1（リーダー：中埜良昭）

研究グループ2（リーダー：前田匡樹）

研究グループ3（リーダー：真田靖士）

①研究題目4の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

以下、Project Design Matrixの項目である”Activity”ごとに、成果と達成状況を記載する。

4-1 Developing retrofit scenarios through quantitative evaluation of urban vulnerability

4-1-1 Developing safety evaluation policy for urban areas based on activity 1-1

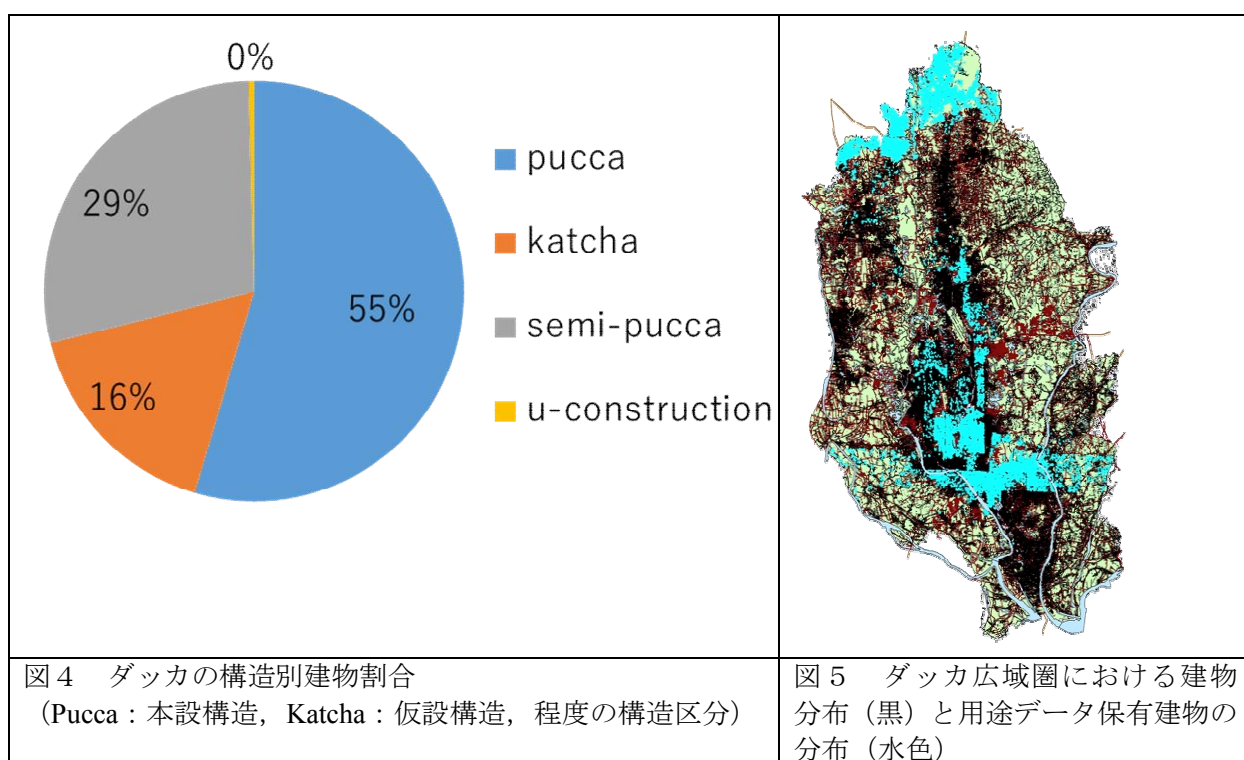
【平成28年度実施報告書】【170531】

4-1-2 Developing safety index for urban areas through vulnerability analyses of target areas identified in activity 1-2

4-1-3 Scenario making for efficient and effective upgrading of urban safety considering building characteristics

11月のWSでは、東京都の災害リスク分析結果やバングラデシュ北部の都市における防災都市計画、ダッカでの災害リスク分析例の内容が発表され、それらに基づきプロジェクトの具体的な実施方法や目的について合意した。また、先にも述べた通り、研究題目1との連携により本研究で対象とする都市域をDCC (Dhaka City Corporation, 326,000棟の建物が立地すること (CDMP1レポートより)) エリア内に限定することを合意した。

また、研究題目1で得られたRajukの既存建物データベースの提供を受け、構造別建物割合 (図4) に関する分析や、GISを用いた建物の空間分布に関する基礎的分析 (図5) を行い、その精度の確認をGoogle Street View等を用いて行っている。



4-2 Holding hi-level seminar(s) for policy makers to advocate retrofit scenarios for mid-to-long term plan of earthquake disaster risk reduction

現時点では活動を行っていない。

4-3 Holding seminars and workshops for researchers, practitioners and other relevant stakeholders to share retrofit scenarios

現時点では活動を行っていない。

【成果目標の達成度】

研究題目4では、「都市 (ある街区) の災害脆弱性を高効率に改善するための都市計画・補強シ

【平成28年度実施報告書】【170531】

ナリオの提案」「ダッカの中長期災害強靱化計画への貢献」が成果目標である。両者ともに、題目4の活動の前提となる題目1での現地調査が未実施である。しかし、「都市（ある街区）の災害脆弱性を高効率に改善するための都市計画・補強シナリオの提案」については、補強シナリオ提案の方針についてWSで議論し合意していること、Rajukのデータを用いてGISを用いた分析を行っていることから5%程度達成していると判断した。

②研究題目4のカウンターパートへの技術移転の状況

特になし。

③研究題目4の当初計画では想定されていなかった新たな展開

先にも述べた通り、平成28年7月1日にダッカで発生したテロ事件を受け現地への渡航禁止を含む活動制限措置が取られたこと、および、TPPの承認が同2月まで遅れたことが原因で、当初予定していた現地調査を行うことができなかった。このため、日本人研究者の現地への渡航を取りやめる代わりにバ国側研究者の招へいを行うことでプロジェクトを進めることとした。

④研究題目4の研究のねらい（参考）

（以下、全体研究計画書から引用）題目3.で開発した補強工法を適用するにあたり、題目1.から得られた建築物の規模・用途ならびにそれらから判断される経済的重要度・防災上の重要度、題目2.から定量化される個々の建築物の崩壊危険度を参考に、建築物群（都市）の災害脆弱性を表す指標を提案し、市街地の脆弱性軽減をより効率的に実現するために選定すべき建築物や地域の優先度を科学的根拠に基づき設定する手法を提示する。本題目の成果として、ダッカの災害強靱化計画提案書を作成する。加えて、政策決定者とのハイレベルセミナー等を通じて、研究成果の意義や社会実装・政策反映の重要性を直接的に提示する。

⑤研究題目4の研究実施方法（参考）

（以下、全体研究計画書から引用）都市の災害脆弱性を表現する数値指標の提案と、それに基づく補強シナリオの作成・提案を行う。またその成果は提案書を作成してセミナーを実施することでバ国サイドと共有するだけでなく、政策決定者を交えたハイレベルセミナーを実施することでバ国の政策への反映を目指す。題目4.では、提案された補強シナリオの数、セミナー開催数、ハイレベルセミナーの実施回数が達成度を判断するための目安となる。

II. 今後のプロジェクトの進め方、および成果達成の見通し（公開）

【今後のプロジェクトの進め方および留意点】

平成28年7月に発生したテロ事件の影響で、現地での実大実験や現地調査等の、本プロジェクトにおける重要な活動が制限される状況が続いている。こうした中、バ国側研究者と日本でのWSを通じて、研究の実施方策について協議を重ねてきた。その結果、全体的に活動計画を後ろ倒しし、特に実大実験については現時点での実施を留保せざるを得ない状況であるため、従属する活動が実大実験の実施可否の影響を受けないよう活動計画を見直した。すなわち、当初は実大実験に基づきバ国の建物の問題点

【平成28年度実施報告書】【170531】

を発見し、その診断方法や補強工法の開発を行う予定であったが、バ国側研究者からバ国の建築物の弱点に関する情報提供（図 2）を受け、それに基づき診断方法や補強工法の開発を行う方向で研究を実施していくこととした。なお、実大実験そのものは、耐震性の低さをバ国全体へと問題提起するための重要な（インパクトの大きい）活動であるため、プロジェクトの上位目標達成のためにもその実施を目指して今後も活動を続ける。

【成果達成の見通し】

上記のテロ事件後、ダッカでは多数のテロ事件が相次いでおり、引き続き渡航や活動に制限が課せられる可能性があるなど研究活動以外の面ではポジティブな材料が少ないが、平成 28 年度に計 2 回開催した WS にて事前に議論を積み重ねてきたことで、プロジェクトの方針や活動計画がより明確化・具体化されたため、今後（活動制限が緩められることが前提であるが）、より効率的に研究活動を実施するための下準備を行うことができた。このため、テロ事件以前と以後で成果達成の見通しに大きな変化はなく、両国の意欲的な取り組みのもと、高い成果を挙げることが期待される。

【成果の社会的なインパクトの見通し】

平成 28 年度の活動により社会的なインパクトの見通しが高まったということはないが、平成 27 年 11 月のダッカ滞在時に、研究代表者である中埜が相手国のセメント製造最大手企業である SHAH セメント社から講演依頼を受け、日本の耐震基準の変遷や本プロジェクトの紹介などを中心とした講演を行った。講演会には 200 人規模の相手国技術者・研究者が出席した。このように、相手国企業、技術者、研究者らが本プロジェクトに高い関心を有していることが明らかとなっており、適切なタイミングで技術移転を進めることにより、本プロジェクトの成果が大きな社会的インパクトを生む可能性がある。

Ⅲ. 国際共同研究実施上の課題とそれを克服するための工夫、教訓など（公開）

(1) プロジェクト全体

【テロ事件の影響とそれを克服するための工夫】

先にも述べた通り、平成 28 年度は、7 月 1 日にダッカで発生したテロ事件を受け現地への渡航禁止を含む活動制限措置が取られ、また、それに伴い業務調整員の派遣が平成 29 年 2 月まで遅れ、実地調査、現地での構造実験を行うことができないという問題が生じた。

上記の問題に対し、渡航制限下であっても研究活動を促進するという観点から、バ国側研究者を 8 月と 11 月に招へいして WS や構造実験の見学、実験施設の見学を実施したことで、プロジェクトの方針や活動計画がより明確化・具体化されたため、今後の研究活動を効率的に実施するための下地づくりができた。

【諸手続きの遅延】

また、先にも述べた通り、TPP の承認が同 2 月まで遅れ、バ国側での研究活動予算をそれまで執行できなかったが、上記テロ事件を受け結果的にはバ国側での共同研究活動が実施できなかったため、その影響は予定されていた機材供与を行うことができなかった程度で限定的であった。

【プロジェクトの自立発展性向上のために今後相手国（研究機関・研究者）が取り組む必要のある事項】

TPP はバ国側研究代表機関である住宅建築研究所（HBRI）が申請し承認されたものであり、その額は約 1,000Lakh（約 1.5 億円）である。しかし、他のバ国側研究参加機関が本プロジェクトに関して活動を行うためには、HBRI と各機関の間で MoU を締結する必要がある。日本側からは、その締結を早期に実現するよう、再三にわたる催促を行っている。

(2) 研究題目 1：「ダッカの都市・建築の実態把握と課題抽出及び研究対象建築物・領域の選定」

研究グループ 1（リーダー：中埜良昭）

研究グループ 4（リーダー：姥浦道生）

研究グループ 2（リーダー：前田匡樹）

研究グループ 3（リーダー：真田靖士）

先にも述べたテロ事件の影響で、PDM における Activity1-1-1, 1-1-4, 1-1-5 を実現するために必要となる現地調査を実施することができなかったが、Rajuk や CDMP1 での建物データ提供を受けることで、その分析を行うことができた。また、ダッカの地勢や都市の態様に詳しい DAS 修士研究員にプロジェクトへ参加してもらうことで、研究体制を強化した。

(3) 研究題目 2：「過剰外力による崩壊診断法の開発と診断事例の分析」

研究グループ 2（リーダー：前田匡樹）

研究グループ 3（リーダー：真田靖士）

研究グループ 1（リーダー：中埜良昭）

同様に、研究題目 2 においては実大実験を実施することができなかったが、実大実験に基づき建築物の弱点を発見してから診断方針を立案するというスキームを見直し、バ国で設計実務に携わる PWD 等からバ国の建築物が抱える問題点に関する情報提供を受け、それを出発点として診断法の開

【平成 28 年度実施報告書】【170531】

発を行うことにした。なお、このことに関連して、実大実験を当初は PDM における Activity2-1 に位置づけていたが、3月の JCC で Activity2-1 を削除し、将来的に実大実験を行う場合は改定後の PDM における Activity2-3 にて実施することで合意している。

(4) 研究題目 3：「低品質建築物の新たな補強技術の開発」

研究グループ 3（リーダー：真田靖士）

研究グループ 2（リーダー：前田匡樹）

研究グループ 1（リーダー：中埜良昭）

研究題目 2 と同様、補強方針の立案を実大実験の結果を受けて行うのではなく、バ国側からの情報提供に基づき立案することとした。

(4) 研究題目 4：「高密度化都市の対災害強靱化計画」

研究グループ 4（リーダー：姥浦道生）

研究グループ 1（リーダー：中埜良昭）

研究グループ 2（リーダー：前田匡樹）

研究グループ 3（リーダー：真田靖士）

研究題目 1 で述べたのと同様、信頼性の高いデータの収集が十分に実現できていない点で、Activity4-1（4-1-1～4-1-3）にて問題を抱えているが、Rajuk や CDMP1 のデータ分析を進めることで対応している。

IV. 社会実装（研究成果の社会還元）（公開）

(1) 成果展開事例

特になし。

(2) 社会実装に向けた取り組み

特になし。

V. 日本のプレゼンスの向上（公開）

特になし。

VI. 成果発表等【研究開始～現在の全期間】（公開）

様式 02 に記載した。

VII. 投入実績【研究開始～現在の全期間】（非公開）

様式 03 に記載した。

VIII. その他（非公開）

特になし。

以上

【平成 28 年度実施報告書】【170531】

VI. 成果発表等

(1) 論文発表等【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 原著論文(相手国側研究チームとの共著)

年度	著者名, 論文名, 掲載誌名, 出版年, 巻数, 号数, はじめ～おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)

論文数 0 件
 うち国内誌 0 件
 うち国際誌 0 件
 公開すべきでない論文 0 件

② 原著論文(上記①以外)

年度	著者名, 論文名, 掲載誌名, 出版年, 巻数, 号数, はじめ～おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)
2016	H. AlWashali, Y. Suzuki, M. Maeda, "SEISMIC EVALUATION OF REINFORCED CONCRETE BUILDINGS WITH MASONRY INFILL WALL", 16th World Conference on Earthquake Engineering, 2017.1, (paper ID:788).		国際誌	発表済	IV(2)学会発表にも記載。

論文数 1 件
 うち国内誌 0 件
 うち国際誌 1 件
 公開すべきでない論文 0 件

③その他の著作物(相手国側研究チームとの共著)(総説、書籍など)

年度	著者名,タイトル,掲載誌名,巻数,号数,頁,年		出版物の種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項

著作物数 0 件
公開すべきでない著作物 0 件

④その他の著作物(上記③以外)(総説、書籍など)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ-おわりのページ		出版物の種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項
2015	中埜良昭, アジア地域の建築物の耐震補強・簡易補強, 建築雑誌, vol.131, No.1681, 38-39, 2016		学会誌	発表済	
2016	Hamood Alwashali, Yusuke Suzuki, Masaki Maeda, "Deformation capacity of RC frames with unreinforced masonry infill", 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2016年8月, pp.857-858.		学会梗概集	発表済	IV(2)学会発表にも記載。

著作物数 2 件
公開すべきでない著作物 0 件

⑤研修コースや開発されたマニュアル等

年度	研修コース概要(コース目的、対象、参加資格等)、研修実施数と修了者数	開発したテキスト・マニュアル類	特記事項

VI. 成果発表等

(2) 学会発表【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 学会発表(相手国側研究チームと連名)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別

招待講演 0 件
 口頭発表 0 件
 ポスター発表 0 件

② 学会発表(上記①以外)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別
2016	国際学会	H. AlWashali(東北大学), Y. Suzuki(大阪市立大学), M. Maeda(東北大学), "SEISMIC EVALUATION OF REINFORCED CONCRETE BUILDINGS WITH MASONRY INFILL WALL", 16th World Conference on Earthquake Engineering, Chili, Santiago, 2017.1, (paper ID:788).	口頭発表
2016	国内学会	Hamood Alwashali(東北大学), Yusuke Suzuki(大阪市立大学), Masaki Maeda(東北大学), "Deformation capacity of RC frames with unreinforced masonry infill", 日本建築学会大会学術講演梗概集, 福岡大学, 2016年8月, pp.857-858.	口頭発表

招待講演 0 件
 口頭発表 2 件
 ポスター発表 0 件

VI. 成果発表等

(3) 特許出願【研究開始～現在の全期間】(公開)

①国内出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	登録番号 (未登録は空欄)	登録日 (未登録は空欄)	出願特許の状況	関連する論文のDOI	発明者	発明者所属機関	関連する外国出願※
No.1													
No.2													
No.3													

国内特許出願数 0 件
公開すべきでない特許出願数 0 件

②外国出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	登録番号 (未登録は空欄)	登録日 (未登録は空欄)	出願特許の状況	関連する論文のDOI	発明者	発明者所属機関	関連する国内出願※
No.1													
No.2													
No.3													

外国特許出願数 0 件
公開すべきでない特許出願数 0 件

VI. 成果発表等

(4) 受賞等【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 受賞

年度	受賞日	賞の名称	業績名等 (「〇〇の開発」など)	受賞者	主催団体	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項

0 件

② マスコミ(新聞・TV等)報道

年度	掲載日	掲載媒体名	タイトル/見出し等	掲載面	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項

0 件

VI. 成果発表等

(5) ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等の活動【研究開始～現在の全期間】(公開)

① ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等

年度	開催日	名称	場所 (開催国)	参加人数 (相手国からの招聘者数)	概要
2015	2015/8/2,3	SATREPS First(Kick-off) Workshop on Project for Technical Development to Upgrade Structural Integrity of Buildings in Densely Populated Urban Areas and its Strategic Implementation towards Resilient Cities	Housing and Building Research Institute, Dhaka Regency Hotel (バングラデシュ)	30人 (20人)	両国の研究者による第1回目のWSを開催し、本プロジェクトの目的、国際共同研究のスケジュールを含むプロジェクトの概要、目的を達成するための研究テーマ、各テーマに参加する研究者について議論し合意し、今後の活発な情報交換を約束した。
2015	2015/11/8, 9	SATREPS Second Workshop on Project for Technical Development to Upgrade Structural Integrity of Buildings in Densely Populated Urban Areas and its Strategic Implementation towards Resilient Cities	Housing and Building Research Institute, Dhaka Regency Hotel (バングラデシュ)	30人 (20人)	両国の研究者による第2回目のWSを開催し、バングラデシュの建築物が有する問題点の共有、本プロジェクトで実施すべき実験研究の具体的内容、及びそのスケジュールと必要となる機材について議論し合意した。
2015	2015/7/8	日本側研究者会議	東京大学生産技術研究所 (日本)	5人	日本側の研究者による打ち合わせを実施し、研究グループ間相互でのインプット・アウトプットの関係性を議論した。
2015	2015/7/16	日本側研究者会議	東北大学東京分室 (日本)	10人	日本側の研究者による打ち合わせを実施し、バングラデシュで使用に耐えうる補強工法や診断手法などについて議論した。
2015	2015/9/3	日本側研究者会議	TKP横浜ビジネスセンター (日本)	4人	日本・バングラデシュ両国で実施すべき実験シリーズについて、まずは日本側のみで議論した。
2015	2016/3/24	日本側研究者会議	東京大学生産技術研究所 (日本)	4人	次年度からの研究プロジェクトの進め方を議論した。
2016	2016/4/16	日本側研究者会議	東京大学	6人	2016年度の研究計画を議論した。

2016	2017/4/27	『都市の急激な高密度化に伴う災害脆弱性を克服する技術開発と都市政策への戦略的展開プロジェクト』 第1回 国内全体会議	東京大学	33人	5年間および2016年度の研究の進め方、データの収集方法等に関する議論を行った。
2016	2017/5/25	第1回コアメンバーミーティング	東京大学	7人	第1回国内全体会議での議論・宿題を受けた、その後の進捗状況と7/29-30,WS@HBRIの準備状況の確認を行った。
2016	2017/7/2	第2回コアメンバーミーティング	大阪大学 (中之島センター)	10人	5/25コアメンバーミーティングを受けた、その後の進捗状況と当初行う予定であった7/29-30のWS@HBRIの準備状況の確認を行った。また、7/1に発生したテロ事件に対する対応を議論した。
2016	2016/8/2-3	SATREPS third Workshop on Project for Technical Development to Upgrade Structural Integrity of Buildings in Densely Populated Urban Areas and its Strategic Implementation towards Resilient Cities	東京大学	33(5)人	テロ事件を受けての今後のプロジェクトの進め方、 現地での耐震診断・補強工法開発、長期研修員受け入れ、カウンターパートの実験施設、都市の脆弱性評価手法等に関し、ワークショップで議論した。
2016	2016/8/25	第3回コアメンバーミーティング	福岡大学	9人	8月のワークショップを受けた、その後の進捗状況の確認を行った。
2016	2017/10/7	第4回コアメンバーミーティング	東北大学	19人	8/25コアメンバーミーティングを受けた、その後の進捗状況と11/5-6,WS@の東大生研の準備状況の確認を行った。

2016	2016/11/5 -7	SATREPS fourth Workshop on Project for Technical Development to Upgrade Structural Integrity of Buildings in Densely Populated Urban Areas and its Strategic Implementation towards Resilient Cities	東京大学	46(7)人	現地の建築材料の特徴, 耐震診断手法, 都市の脆弱性評価手法等に関し, ワークショップで議論した。

14 件

②合同調整委員会(JCC)開催記録(開催日、議題、出席人数、協議概要等)

年度	開催日	議題	出席人数	概要
2016	3月18日	プロジェクトの概要, 相手国側TPPの概要, R/D修正, WGメンバーリスト修正, テロ事件を受けた安全対策等	28人程度を予定	左記議題について議論

1 件

成果目標シート

上位目標

バ国全体の建築物の災害脆弱性が低減され、都市が災害に対して強靱化される

バングラデシュの建築基準法や対災害計画・政策に研究成果が反映される

プロジェクト目標

バ国の技術開発と研究資源を充実化させつつ首都ダッカの災害脆弱性を克服するための診断・補強技術とその高効率な実装手法が提案される。

付随的成果

日本政府、社会、産業への貢献	<ul style="list-style-type: none"> ・戦略的対災害強靱化手法の日本を含む世界中での活用(基規準への反映も含む) ・途上国への日本企業進出及びそのための安全・安心な社会基盤構築
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> ・変形能力の極めて乏しい建物の崩壊メカニズム解明と診断法の新規開発 ・世界中に潜在する低品質建築物の補強工法の新規開発 ・高効率な都市建築の補強シナリオに基づく総合的都市開発手法の新規開発
知財の獲得、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等	<ul style="list-style-type: none"> ・応用性の高い補強工法の開発(国際標準化) ・急激に高密度化する都市の災害脆弱性の指標化と高効率な都市計画手法(国際標準化)
世界で活躍できる日本人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> ・文化や社会背景の異なる地域での人的交流ならびに共同研究を通じて、普遍的な科学技術が議論できるようなタフでグローバルな若手研究者を育成
技術及び人的ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> ・日本人ー現地外国人研究者の交流体制構築(若手ー若手を含む) ・現地建設業界とのネットワーク構築
成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)	<ul style="list-style-type: none"> ・ダッカの建築・都市の調査報告書 ・建物の崩壊危険度診断法の技術マニュアル ・低品質建物の補強法技術マニュアル ・ダッカの災害強靱化計画提案書

